



## รายงานฉบับสมบูรณ์

การประเมินผลกระทบทางธรณีวิทยาและกายภาพในพื้นที่ประสบพิบัติภัย  
เพื่อการฟื้นฟูและการเฝ้าระวังเตือนภัย

เสนอต่อ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

และ

กรมทรัพยากรธรณี

จัดทำโดย

ภาควิชาธรณีวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2548

## ผลผลิตของกิจกรรมที่ 1

การประเมินผลกระทบทางธรณีวิทยาและกายภาพในพื้นที่ประสบพิบัติภัย  
เพื่อการฟื้นฟูและเฝ้าระวังเตือนภัย

ภายใต้โครงการ

สำรวจ วิจัย และศึกษา เพื่อฟื้นฟูบูรณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
ประกอบด้วย

1. รายงานฉบับสมบูรณ์
2. แผนที่ประกอบรายงาน (1)
3. แผนที่ประกอบรายงาน (2)
4. แผนที่ประกอบรายงาน (3)
5. เอกสารประกอบฐานข้อมูลพร้อมซีดี



## คำนำ

ธรณีพิบัติภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ที่ผ่านมามีได้กระทบกระเทือนขวัญกำลังใจของประชาชนคนไทยรวมถึงนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศจำนวนมาก ธรณีพิบัติภัยนี้ได้เกิดเป็นบริเวณกว้างไม่เฉพาะในประเทศไทยแต่รวมถึงประเทศที่ตั้งอยู่ในแถบมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งจัดได้ว่าเป็นธรณีพิบัติภัยที่รุนแรงที่สุดที่เคยมีการบันทึกในประวัติศาสตร์ของประเทศไทย ความจำเป็นประการหนึ่งหลังเกิดพิบัติภัยนี้คือ การประเมินผลกระทบและความเสียหายของสภาพพื้นที่ทางกายภาพและธรณีวิทยาเพื่อใช้ในการวางแผนการฟื้นฟูสภาพรวมถึงการเฝ้าระวังภัยและป้องกันพิบัติภัยที่อาจจะเกิดในอนาคต

โครงการนี้ได้วางวัตถุประสงค์ไว้เพื่อวิเคราะห์ ประเมินผลกระทบและสรุปความเสียหายทางกายภาพและธรณีวิทยาในพื้นที่ประสบพิบัติภัย รวมถึงการวิเคราะห์โอกาสและความเสี่ยงของการเกิดธรณีพิบัติภัยโดยเฉพาะแผ่นดินไหวและสึนามิ การดำเนินโครงการได้แบ่งกลุ่มกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ 1 ประเมินผลกระทบและความเสียหายของสภาพธรณีวิทยาและกายภาพในพื้นที่ประสบพิบัติภัย และกิจกรรมที่ 2 วิเคราะห์โอกาสความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิเพื่อการเฝ้าระวังภัยที่เหมาะสม โดยผลสรุปของกิจกรรมทั้งสองได้นำมาเสนอแนะแนวทางการจัดวางระบบและเครือข่ายเฝ้าระวังภัย หนีภัย และเตือนภัยที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ผลการดำเนินการได้นำเสนอในรูปแบบต่างๆ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจได้ง่ายและนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ผลผลิตหลักของโครงการได้แก่ ข้อมูลและแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหว ข้อมูลและแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับสึนามิในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน พร้อมกับแผนที่พื้นฐานอื่นๆ ที่จัดทำในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อให้ง่ายต่อการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านี้ นอกจากนี้คณะทำงานได้จัดทำวิดีโอซีดีประมวลเหตุการณ์แผ่นดินไหวและสึนามิ การนำเสนอองค์ความรู้ในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น โบสถ์เตอร์ เอกสารแผ่นพับต่างๆ และการจัดสัมมนาทางวิชาการเพื่อนำเสนอข้อมูลสู่พื้นที่โดยตรง ซึ่งผลการศึกษานี้ทางคณะทำงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้วางแผนเพื่อการป้องกันพิบัติภัย การฟื้นฟูสภาพความเสียหายอย่างยั่งยืนเพื่อลดความสูญเสียที่อาจจะเกิดจากพิบัติภัยทางธรณีวิทยานี้่อีกในอนาคต

คณะทำงาน

ภาควิชาธรณีวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน พ.ศ. 2548

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านวิชาการจากคณะกรรมการกำกับการศึกษาที่เป็นตัวแทนของกรมทรัพยากรธรณี โดยการทำงานได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีในเชิงวิชาการที่มีการระดมมันสมองจากนักธรณีวิทยา จากหลายภาคส่วนเพื่อให้ผลการศึกษาเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการธรณีวิทยา การสนับสนุนจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ ทางคณะทำงานต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เหตุการณ์พิบัติภัยครั้งนี้จัดได้ว่าเป็นครั้งแรกของประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ทางคณะทำงานต้องขอขอบคุณคณะที่ปรึกษาของโครงการที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีวิทยา ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศที่ได้ให้คำแนะนำและร่วมระดมความคิดเห็นอย่างเต็มที่

คณะทำงานต้องขอขอบคุณ อาจารย์ บุคลากร นิสิตระดับบัณฑิตศึกษาและปริญญาตรี ของ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ รวมถึงศิษย์เก่าธรณีวิทยา ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ทุกครั้งที่ได้รับการร้องขอจากคณะทำงาน

ขอขอบคุณสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดพังงา กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ กรมทรัพยากรธรณี กรมแผนที่ทหาร และหน่วยงานอื่นๆ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลสำคัญต่างๆ ซึ่งทำให้ผลผลิตของโครงการมีความสมบูรณ์มากที่สุด

คณะทำงานขอขอบคุณประชาชนในพื้นที่ที่ให้ความร่วมมือในการสำรวจภาคสนามอย่างเต็มที่ทั้งที่ยังตกอยู่ในภาวะสูญเสียแต่ก็ได้เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลที่ดีมากในการทำงาน

คณะทำงานต้องขออภัยหน่วยงานต่างๆ รวมถึงบุคคลที่ไม่ได้นำมากล่าวขอบคุณในที่นี้ได้ครบหมด ซึ่งคณะทำงานมีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่การทำงานในครั้งนี้ได้สร้างความร่วมมือทั้งทางด้านวิชาการและด้านอื่นๆ ให้เกิดขึ้นมากมายในหลายหน่วยงานซึ่งเป็นนิมิตหมายที่ดีสำหรับการวิจัยและการศึกษาพิบัติภัยทางธรณีวิทยาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

## รายชื่อคณะกรรมการ

### คณะที่ปรึกษาโครงการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิโรจน์ คาวฤกษ์, หัวหน้าภาควิชาธรณีวิทยา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. Associate Professor Dr. Brady Rhodes, California State University (Fullerton), USA
3. Professor Dr. Isao Takashima, Akita University, JAPAN
4. Associate Professor Dr. Ken-ichiro Hisada, University of Tsukuba, JAPAN
5. Assistant Professor Dr. Naomi Murakoshi, Shinshu University, JAPAN
6. คุณ อำนวย ตันติธรรมโสภณ, นักรธรณีวิทยาอาวุโส จังหวัดภูเก็ต

### หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา จารุศิริ

### รองหัวหน้าโครงการ

อาจารย์ มนตรี ชูวงษ์

### คณะทำงาน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติมา เจริญฐิติรัตน์
2. อาจารย์ ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์
3. อาจารย์ ดร.เครือวัลย์ จันทร์แก้ว
4. อาจารย์ พิษณุพงศ์ กาญจนพยนต์

## สรุปสำหรับผู้บริหาร

(Executive summary)

เหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ประชาชนคนไทยรวมถึงชาวต่างประเทศต่างตกอยู่ในความทุกข์ระทมกับชะตาของเหยื่อสึนามิและผลกระทบจากแผ่นดินไหวและสึนามิที่ทำลายชีวิตและทรัพย์สินรวมทั้งความหวังของผู้คนมากมายหลายประเทศที่อยู่บริเวณทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย ในประเทศไทยพบว่าพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายอยู่บริเวณ 6 จังหวัดทางด้านฝั่งทะเลอันดามัน อันได้แก่ จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล ผลกระทบที่เกิดจากสึนามิซัดเข้าทำลายชายฝั่งบริเวณรอบมหาสมุทรอินเดียส่งผลให้บ้านเรือนที่ปลูกสร้างบริเวณใกล้ชายหาดได้รับความเสียหายอย่างหนักและยากที่จะประเมินความเสียหายได้และที่สำคัญที่สุดประชาชนที่อยู่ในบริเวณเหล่านั้นต้องเสียชีวิตและสูญหายอีกเป็นจำนวนมากถึง 213,762 คน สูญหายอีก 20,730 คน และไร้ที่อยู่อาศัยอีก 2,283,399 คน ในส่วนของผู้สูญเสียชีวิตในประเทศไทยอันได้แก่ประชาชนและนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติที่อยู่บริเวณจังหวัดดังกล่าว มีผู้เสียชีวิต 5,395 คน บาดเจ็บ 8,457 คนและสูญหาย 2,995 คน

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับมอบหมายจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการประเมินผลกระทบทางธรณีวิทยาและกายภาพในพื้นที่ประสบพิบัติภัยเพื่อการฟื้นฟูสภาพและการเฝ้าระวังเตือนภัย ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้รับมอบหมายให้ดำเนินการศึกษาอย่างเร่งด่วน โดยวัตถุประสงค์หลักของโครงการที่ทางภาควิชาธรณีวิทยารับผิดชอบดำเนินการ คือ ศึกษาสาเหตุ วิเคราะห์เพื่อประเมินผลกระทบ และโอกาสเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิที่จะส่งผลต่อประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ในเชิงวิชาการธรณีวิทยาได้ดังต่อไปนี้

จุดเกิดแผ่นดินไหว หรือศูนย์กลางแผ่นดินไหว ครั้งนี้อยู่ที่ละติจูด  $3^{\circ} 19'$  เหนือ และลองจิจูด  $95^{\circ} 24'$  ตะวันออก ตรงเกาะสิมิลู ห่างจากเกาะใหญ่สุมาตราไปทางตะวันตกประมาณ 160 กม และเกิด ณ ระดับความลึกประมาณ 30 กม ได้ระดับน้ำ ซึ่งโอกาสเกิดสึนามิจากแผ่นดินไหวในบริเวณแถบนี้ น้อยมากเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นๆ อย่างไรก็ตามแผ่นดินไหวในครั้งนี้รุนแรงจนหลายคนรู้สึกได้ไกลถึงบังคลาเทศ มัลดีฟ อินเดีย ไทย พม่า สิงคโปร์ และจีนตอนใต้ สาเหตุหลักของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งนี้เป็นผลมาจากการที่แผ่นเปลือกโลกมหาสมุทรอินเดีย(หรืออินโดออสเตรเลีย) เคลื่อนที่และมุดตัวลงไปได้แผ่นเปลือกทวีปพม่าตะวันตก ซึ่งประกอบด้วย พม่าทางตะวันตก-อันดามัน-และสุมาตรา โดยที่แผ่นพม่าตะวันตกนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเปลือกโลกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นมหาทวีปยูเรเชีย

ผลการวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่า ขนาดกำลังแผ่นดินไหวถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการบ่งชี้ขนาดสึนามิ และเป็นผลแปรตามกัน กล่าวคือ ในบริเวณที่ใกล้ศูนย์กลางแผ่นดินไหวขนาดใหญ่

อาจจะก่อให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ และแผ่นดินไหวขนาดเล็กเนื่องจากอยู่ไกลจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหว น่าจะก่อให้เกิดสึนามิขนาดเล็กได้ แม้ว่าแผ่นดินไหวใหญ่ครั้งนี้เกิดที่เหนือเกาะสิมิลู ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆ ทางตะวันตกของสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย แต่ด้วยอิทธิพลของรอยเลื่อนย้อนยักซ์นี้ได้ก่อให้เกิดสึนามิยักษ์ที่โหมกระหน่ำชายฝั่งทะเลรอบ ๆ มหาสมุทรเกือบทุกประเทศ นับตั้งแต่ประเทศอินโดนีเซีย ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ ไทย มัลดีฟและในน่านน้ำบางแห่งทำให้เกิดคลื่นวิ่งขึ้นสูงถึง 30 เมตร

ตัวแปรที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ กลไกที่ทำให้เกิดสึนามิมักอยู่ในบริเวณแนวมุดตัว โดยมีการแปรสัณฐานในลักษณะควบคู่ โดยเฉพาะการเกิดสึนามิใหญ่ครั้งนี้มาจากแผ่นดินไหวหลัก จึงปรากฏเป็นรอยแตกตามแนวรอยเลื่อนย้อนระหว่างแผ่นทั้งสอง และในเวลาต่อมา ได้เกิดแผ่นดินไหวตาม (after shock) ซึ่งทำให้เกิดรอยแตกทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนย้อนและรอยเลื่อนระดับด้านข้างบนแผ่นที่เกยอยู่ข้างบน หลังจากเกิดรอยแตกยาวมากนี้ทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาและเกิดเป็นสึนามิมวลยักษ์ขึ้นได้

การไหวตัวครั้งนี้ทำให้เกิดระยะเคลื่อนตามแนวรอยเลื่อนของแผ่นเปลือกโลกในแนวราบอย่างน้อย 10 เมตร และในแนวตั้งอีก 5 เมตร เกาะเล็กๆ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะใหญ่มุมาตราอาจเคลื่อนที่ในแนวราบได้มากถึง 20 เมตร และบริเวณปลายตอนเหนือเกาะสุมาตรา อาจเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้มากถึง 36 เมตร การเคลื่อนที่ลักษณะนี้ทำให้หลายบริเวณในชายฝั่งตะวันตกของเกาะสุมาตราและเกาะข้างเคียงอาจอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ในเชิงการแปรสัณฐานไหวสะเทือน การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหว ประเทศไทยเราอยู่ห่างชายฝั่งทะเลอันดามันจากบริเวณมุดตัวกว่า 800 กิโลเมตร ซึ่งผลของชายฝั่งทะเลเปลี่ยนแปลงคงมาถึงไทยไม่มากนัก ผลวิจัยด้าน GPS พบว่าการไหวตัวรุนแรงครั้งนี้ทำให้เกาะภูเก็ตเคลื่อนจากตำแหน่งเดิม 30 เซนติเมตร และทำให้กรุงเทพมหานครเลื่อนไป 9 เซนติเมตร ส่วนที่อื่น ๆ เช่น จีน ที่เซี่ยงไฮ้ (9,000 กิโลเมตร จากจุดเกิดแผ่นดินไหว) ก็เลื่อนไป 4 มิลลิเมตร และคุนหมิง (2,400 กิโลเมตร จากจุดเกิดแผ่นดินไหว) เคลื่อนห่างจากเดิม 9 มิลลิเมตร

ผลจากการที่แผ่นอินเดียมุดตัวลงใต้แผ่นพม่าในบริเวณร่องทะเลลึกชุนด้าจนเกิดแผ่นดินไหวยักษ์นี้ทำให้เกิดการสำรวจทางทะเลถึงสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลรอบพื้นที่แผ่นดินไหวอย่างรวดเร็วผลจากข้อมูลการหยั่งลึกพื้นทะเลด้วยระบบโซนาร์หลายส้อมแสง (multi-beam sonar) พบว่าพื้นทะเลทางตะวันตกของสุมาตราที่อยู่ลึกไปประมาณ 1,000 ถึง 5,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลได้ก่อให้เกิดแนวสันสะเทือนย้อนสูงชันราว 1,500 เมตร และแสดงร่องรอยการพังทลายหลายแห่งอันเกิดการไหวสะเทือนรุนแรง ซึ่งเชื่อว่าร่องรอยเหล่านี้คือ แผ่นดินถล่มขนาดใหญ่ที่มีหน้ากว้าง 2-3 กิโลเมตร และสูงถึง 100 เมตร พลังงานของน้ำที่ทำให้ถูกผลักดันจากการถล่มทลายของผืนแผ่นดินใต้น้ำนี้ เทียบได้กับก้อนหินหนักหลายล้านตันถูกลากตามพื้นทะเลได้ไกลถึง 10 กิโลเมตร ผลการสำรวจพบว่าร่องทะเลลึกชุนด้ากว้างกว่าเดิม 2-3 กิโลเมตร ตรงจุดที่เกิดแผ่นดินไหว

การเกิดแผ่นดินไหวตามเป็นระลอก ๆ แม้จะไม่แรงเท่าการสั่นครั้งแรกแต่ก็ทำให้เกิดการไหวที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนใหญ่ของไทย เช่น รอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault) รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (Klong Marui Fault) ซึ่งเชื่อว่าเป็นรอยเลื่อนมีพลัง ผลการสั่นไหวจึงทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของคาบสมุทรไปตามแนวรอยเลื่อนนี้ อีกทั้งทำให้เกิดหลุมยุบ และดินถล่มมากมาย เนื่องจากแผ่นดินบริเวณดังกล่าวมีโพรงถ้ำหรือมีความลาดชันสูงอยู่แล้ว จึงทำให้เกิดความไม่เสถียรและไม่สมดุลได้ปรากฏการณ์ดังกล่าวยังเกิดขึ้นเรื่อย ๆ แม้ในปัจจุบันหลุมยุบและแผ่นดินถล่มยังคงดำเนินต่อไปได้เรื่อย ๆ ในบริเวณที่ไม่เสถียร รอยเลื่อนในประเทศไทยไม่ได้มีรอยเดียวที่มีพลัง แต่มีอีกหลายรอย เช่น รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และรอยเลื่อนแม่ปิง ทั้งสองมีเขื่อนตั้งอยู่ จึงเป็นจุดที่น่าอันตรายหากเกิดแผ่นดินไหวในบริเวณนี้ขึ้น

ผลของแผ่นดินไหวได้ก่อให้เกิดสึนามิซึ่งนอกจากจะสร้างความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สินเป็นจำนวนมากแล้ว ยังสร้างความเสียหายต่อทรัพยากรชายฝั่งและทางธรณีวิทยากายภาพ โดยเฉพาะการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จากการประเมินสภาพความเสียหายแล้ว จังหวัดพังงาได้รับความเสียหายในเรื่องการกัดเซาะชายฝั่งมากที่สุด ผลการสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ตลอดแนวชายฝั่งเป็นรายเดือน พบว่า ในบางบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งจากสึนามิได้มีการฟื้นฟูสภาพ โดยเฉพาะการกลับมาของตะกอนหน้าหาดได้ถูกนำมาสะสมตัวในปริมาณมากโดยระบบการหมุนเวียนตะกอนปกติในบริเวณชายหาดในบางบริเวณ ซึ่งจะเห็นว่าเพียงแคในรอบเวลาสองถึงสามเดือนหลังจากการกัดเซาะอย่างรุนแรงโดยสึนามิแล้ว ธรรมชาติก็ฟื้นฟูระบบในตัวของมันเองได้บางส่วนถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ทั้งหมด ฉะนั้น การติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพภายในระยะยาวก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะให้เราได้เห็นระบบการหมุนเวียนของตะกอนชายหาดแม้กระทั่งการกัดเซาะที่เกิดขึ้นโดยปกติในบางฤดูกาล มักจะมีการสะสมตัวเกิดขึ้นในภายหลังตลอดเวลา

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่ควบคุมความรุนแรงของสึนามิที่เข้าปะทะแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยใช้หลักฐานทางธรณีวิทยาและกายภาพที่พบในพื้นที่ประสบภัยทั้งหมด มาประมวลกับข้อมูลด้านอื่นๆ เช่น สมุทรศาสตร์ ฟิสิกส์ อุทกศาสตร์และทางชีวภาพ ทำให้คณะทำงานสามารถเข้าใจถึงปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างเรื่ององระดับความสูงของน้ำทะเลที่ท่วมถึงในแต่ละบริเวณ ระดับความเสียหายทางกายภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งผลสรุปปัจจัยต่างๆ เหล่านี้น่าจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเครือข่ายงานวิจัยของสาขาวิชาการต่างๆ ในอนาคตอย่างต่อเนื่อง

คณะทำงานในโครงการสามารถสร้างผลผลิตที่เป็นรูปธรรมและหลายภาคส่วนสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ได้เลย ดังเช่น แผนที่ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแผ่นดินไหวไม่เฉพาะในประเทศไทยแต่รวมถึงพื้นที่สำคัญรอบทะเลอันดามัน ได้แก่ แผนที่แสดงจุดกำเนิดแผ่นดินไหว พร้อมกับระบุพื้นที่ที่อาจจะได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหว ฐานข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีตถึงปัจจุบัน รวมถึงประเมินพื้นที่อันตรายในประเทศไทยไม่เฉพาะเรื่องแผ่นดินไหวแต่รวมถึงพื้นที่เสี่ยงต่อการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนมีพลัง ในส่วนของข้อมูลการสำรวจผลกระทบจากสึนามิในพื้นที่ประสบภัย ทีมงานได้แสดงผลการศึกษา

ในรูปของรายงานและแผนที่เป็นหลัก อันได้แก่ แผนที่แสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการท่วมของน้ำทะเลจากสึนามิที่ครอบคลุมพื้นที่สำคัญใน 6 จังหวัดแถบชายฝั่งทะเลอันดามัน แผนที่แสดงการประเมินระดับพื้นที่เสียหายทางกายภาพจากสึนามิ ข้อมูลและแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพบริเวณชายฝั่ง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากการกัดเซาะ การเปลี่ยนสภาพพื้นที่การใช้ที่ดิน รวมถึงได้จัดทำฐานข้อมูลต่างๆ ทางธรณีวิทยาที่น่าจะเป็นฐานข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการที่จะนำไปใช้ในการฟื้นฟูและวางแผนการเฝ้าระวังเตือนภัยสึนามิในอนาคต

คณะทำงานได้ทำการสำรวจพื้นที่ระดับรายละเอียดเพื่อสร้างตัวอย่างแผนที่แสดงเส้นทางหนีภัยจากสึนามิ รวมถึงผลผลิตอื่นๆ ของโครงการ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ โปสเตอร์ วิซีดีแสดงแบบจำลองและความรู้เบื้องต้นของการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลายๆ หน่วยงานน่าจะสามารถนำข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ได้จากโครงการนี้ไปประกอบในการตัดสินใจวางแผนเพื่อกำหนดมาตรการฟื้นฟูพื้นที่อย่างยั่งยืนได้ และสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลและความรู้ทางธรณีวิทยาเหล่านี้เพื่อให้เข้าถึงประชาชนได้โดยตรงเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและสามารถที่จะดำรงชีวิตให้อยู่กับธรรมชาติได้อย่างปลอดภัย

จากการทำงานของคณะทำงานตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการได้พบปัญหา และอุปสรรคต่างๆ ที่สำคัญ เช่น การขาดข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพที่ขาดการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ การขาดความเชื่อมโยงหรือนบูรณาการศาสตร์ต่างๆ และที่สำคัญการขาดบุคลากรในแต่ละสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจริงๆ ซึ่งเป็นประเด็นหนึ่งที่น่าจะต้องมีการพิจารณาอย่างจริงจังและเร่งด่วน และคงต้องมีการส่งเสริมการวิจัยทางด้านพิบัติภัย การถ่ายทอดองค์ความรู้ทางพิบัติภัยให้แก่ทุกระดับการศึกษาซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อลดความสูญเสียที่อาจจะเกิดจากพิบัติภัยธรรมชาติในอนาคต

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
รายชื่อคณะทำงานของโครงการ	ค
สรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive summary)	ง
สารบัญ	i
สารบัญรูป	vii
สารบัญตาราง	xxxiii
บทที่ 1 บทนำ	1-1
1.1 ความจำเป็นในการศึกษา	1-1
1.2 วัตถุประสงค์	1-2
1.3 แนวทางและวิธีการศึกษา	1-3
1.3.1 กิจกรรมย่อยที่ 1	1-3
1.3.2 กิจกรรมย่อยที่ 2	1-3
1.3.3 กิจกรรมย่อยที่ 3	1-4
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1-4
1.4.1 ผลที่คาดว่าจะได้รับในกิจกรรมย่อยที่ 1	1-4
1.4.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับในกิจกรรมย่อยที่ 2	1-4
1.4.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับในกิจกรรมย่อยที่ 3	1-4
1.5 แผ่นดินไหว: ทฤษฎีและสาเหตุ	1-5
1.5.1 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว	1-5
1.5.2 ทฤษฎีกลไกการเกิดแผ่นดินไหว	1-6
1.5.3 ภัยจากแผ่นดินไหว	1-12
1.6 การแปรสัณฐานเปลือกโลกและรอยเลื่อนในประเทศไทย	1-12
1.6.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของแผ่นเปลือกโลกในประเทศไทย และประเทศใกล้เคียง	1-12
1.6.2 ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาและกลุ่มรอยเลื่อนในประเทศไทย	1-17
บทที่ 2 เหตุการณ์แผ่นดินไหว 26 ธันวาคม 2547	2-1
2.1 บทนำ	2-1



	หน้า
2.1.2 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547	2-2
2.1.3 กลไกการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547	2-4
2.1.4 พลังงานที่ปลดปล่อยจากแผ่นดินไหว	2-5
2.1.5 แผ่นดินไหวตามและแผ่นดินไหวข้างเคียง	2-6
2.2 การศึกษาข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีต	2-8
2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นทางประวัติศาสตร์	2-8
2.2.2 ข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหว	2-30
2.2.3 แผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดคลื่นสึนามิในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	2-73
2.3 การศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหว	2-76
2.3.1 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินไหวบริเวณกว้าง	2-76
2.3.2 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อนมีพลัง	2-95
2.3.3 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวในทะเล	2-109
2.4 ลักษณะข้อมูลในการศึกษาแผ่นดินไหว	2-134
2.4.1 การประยุกต์ข้อมูลโทรสัมผัส	2-134
2.4.2 การหาอายุรอยเลื่อน	2-134
2.4.3 การเลือกสรรพื้นที่ : กรณีตัวอย่างรอยเลื่อนแม่เอย	2-135
2.4.4 ผลการศึกษา : รอยเลื่อนแม่เอย	2-136
2.4.5 ชนิดรอยเลื่อนมีพลัง	2-137
2.5 การจำแนกพื้นที่แหล่งกำเนิดการไหวสะเทือน	2-142
2.5.1 โซน A เขตแนวการมุดตัวอันดามัน	2-142
2.5.2 โซน B เขตที่ราบตอนกลางฝั่งตะวันตกของเมียนมาร์	2-144
2.5.3 โซน C เขตที่ราบตอนกลางฝั่งตะวันออกของเมียนมาร์	2-147
2.5.4 โซน D เขตเทือกเขาทีนะชะลิม	2-152
2.5.5 โซน E เขตเมืองพาน-เชียงราย	2-157
2.5.6 โซน F เขตเชียงใหม่-หลวงพระบาง	2-158
2.5.7 โซน G เขตที่ราบภาคกลางประเทศไทย	2-159
2.5.8 โซน H เขตเพชรบูรณ์-วังเวียง	2-160
2.5.9 โซน I เขตที่ราบสูงโคราช	2-162
2.5.10 โซน J เขตแม่น้ำดา	2-163
2.5.11 โซน K เขตภาคเหนือเวียดนาม	2-163

	หน้า
2.5.12 โซน L เขตกัมพูชา-ไทยตะวันออก	2-164
2.5.13 โซน M เขตแนวโค้งอันดามัน	2-165
2.5.14 โซน N เขตแอ่งตะกอนอันดามัน	2-166
2.5.15 โซน O เขตไทยตะวันตก	2-168
2.5.16 Zone P เขตเมอริกุย	2-170
2.5.17 โซน Q เขตอ่าวไทย	2-170
2.5.18 โซน R เขตมาเลเซีย	2-171
2.5.19 โซน S เขตไทยใต้	2-171
2.5.20 โซน T เขต อาเงาะห์-เมนทาไวย์	2-172
2.5.21 โซน U เขตเกาะสุมาตรา	2-173
2.6 ผลกระทบจากแผ่นดินไหว เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547	2-174
2.6.1 การเกิดสึนามิและการไหวสะเทือน	2-174
2.6.2 เกิดการเปลี่ยนแปลงของพิกัดทางภูมิศาสตร์	2-177
2.6.3 การหมุนของโลกเปลี่ยนไป	2-178
2.6.4 เปลี่ยนโฉมพื้นที่ท้องทะเลและภูมิประเทศบนบก	2-178
2.6.5 การกระตุกของค่าสนามแม่เหล็กโลก	2-179
2.6.6 เกิดการยุบของแผ่นดินหรือ ที่เรียกว่า “หลุมยุบ”	2-180
2.6.7 แผ่นดินถล่ม	2-191
2.6.8 ประชาชนเสียชีวิตและสูญหาย	2-198
<b>บทที่ 3 เหตุการณ์สึนามิ เมื่อ 26 ธันวาคม 2547</b>	<b>3-1</b>
3.1 บทวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์และการเกิดสึนามิ	3-1
3.1.1 สาเหตุการเกิดสึนามิ	3-1
3.1.2 พลังงานของสึนามิ	3-4
3.1.3 ลักษณะการท่วมของสึนามิ	3-4
3.1.4 ระยะเวลาและการเคลื่อนตัวของสึนามิ	3-5
3.1.5 ปรากฏการณ์ดิ่งมวลน้ำ	3-12
3.1.6 รูปแบบการเข้าปะทะชายฝั่งของสึนามิ	3-14
3.1.7 ระดับน้ำจริงที่ได้จากข้อมูลสถานีวัดระดับน้ำ เกาะตะพานน้อย ภูเก็ต	3-15
3.2 ความเสียหายที่เกิดกับบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของไทย	3-17

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลกระทบทางกายภาพจากสึนามิ</b>	4-1
4.1 พื้นที่ที่ได้รับการท่วมจากน้ำทะเลและข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล	4-1
4.1.1 พื้นที่จังหวัดระนอง	4-1
4.1.2 พื้นที่จังหวัดพังงา	4-1
4.1.3 พื้นที่จังหวัดภูเก็ต	4-3
4.1.4 พื้นที่จังหวัดกระบี่	4-6
4.1.5 พื้นที่จังหวัดตรัง	4-7
4.1.5 พื้นที่จังหวัดสตูล	4-7
4.2 ผลวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพต่อความรุนแรงของสึนามิ	4-19
4.2.1 ปัจจัยทางกายภาพบนฝั่งที่มีผลต่อความรุนแรงของสึนามิ	4-19
4.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพในทะเลที่มีผลต่อความรุนแรงของสึนามิ	4-21
4.3 ผลวิเคราะห์ตะกอน	4-38
4.3.1 ตะกอนสึนามิจากอุทยานแห่งชาติแหลมสน จ.ระนอง	4-39
4.3.2 ตะกอนสึนามิจากบ้านบางเนียง ต.สิเกาคัก อ.ตะกั่วป่า จ. พังงา	4-44
4.3.3 ตะกอนสึนามิจากหาดไม้ขาว อ.ถลาง จ.ภูเก็ต	4-50
4.3.4 ตะกอนสึนามิจากหาดบางเทา อ.ถลาง จ.ภูเก็ต	4-56
4.3.5 ตะกอนสึนามิจากหาดกมลา อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต	4-63
4.3.6 ตะกอนสึนามิจากหาดป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต	4-67
4.4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ชายฝั่งทะเล	4-76
4.4.1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่ถูกกัดเซาะชายฝั่งจากสึนามิ	4-76
4.4.2 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่จากข้อมูลระยะไกล	4-76
4.4.3 การสำรวจติดตามผลการกัดเซาะชายฝั่งในภาคสนาม	4-77
4.5 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพรายพื้นที่	4-90
4.5.1 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพพื้นที่จังหวัดระนอง	4-90
4.5.2 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพพื้นที่จังหวัดพังงา	4-91
4.5.3 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพพื้นที่จังหวัดภูเก็ต	4-94
4.6 กราฟสรุปความสูงของสึนามิรายพื้นที่	4-95
4.6.1 ความสูงของสึนามิจังหวัดพังงา	4-95
4.6.2 ความสูงสึนามิจากจังหวัดภูเก็ต	4-96
4.6.3 ความสูงของสึนามิจากจังหวัดกระบี่	4-99

	หน้า
<b>บทที่ 5 การประเมินความเสียหายและโอกาสการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิ</b>	5-1
5.1 การประเมินพื้นที่เสียหายจากแผ่นดินไหวและสึนามิ	5-1
5.2 การประเมินพื้นที่และบริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิ	5-7
5.2.1 แนวการมุดตัว	5-7
5.2.2 แนวการเกิดรอยเลื่อน	5-8
5.2.3 การมุดตัวที่ไม่ก่อให้เกิดสึนามิ	5-10
5.2.4 การเกิดสึนามิและการไหวสะเทือน	5-12
5.2.5 การวิเคราะห์โอกาสเกิดสึนามิหลังจากแผ่นดินไหว	5-15
5.3 สรุปและข้อเสนอแนะท้ายบท	5-19
<b>บทที่ 6 การเตือนภัย การป้องกันและบรรเทาภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ</b>	6-1
6.1 ผลการศึกษาระบบเตือนภัยและบรรเทาภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ	6-1
6.1.1 ระบบเตือนภัยสึนามิที่มีในปัจจุบัน	6-2
6.2 ข้อเสนอแนะ การป้องกันและบรรเทาภัยในประเทศ	6-18
6.2.1 แนวทาง วิธีการป้องกันและปฏิบัติตัวสำหรับภัยแผ่นดินไหว	6-18
6.2.2 ระบบเตือนภัยสึนามิและแผนบรรเทาภัยสึนามิสำหรับประเทศไทย	6-32
6.2.3 การเตือนภัยสึนามิ	6-37
6.2.4 การหนีภัยสึนามิ	6-38
6.2.5 ข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะการเตือนภัยในประเทศไทย	6-38
6.3 สรุป	6-39
6.4 แหล่งข้อมูล	6-39
<b>บทที่ 7 บทสรุปและเสนอแนะ</b>	7-1
7.1 สรุปการวิเคราะห์สาเหตุ โอกาสและผลกระทบของแผ่นดินไหว	7-2
7.2 สรุปผลงานจากกิจกรรมย่อยที่ 1.1 และการประยุกต์ใช้ข้อมูล	7-4
7.3 สรุปการวิเคราะห์สาเหตุ โอกาส และผลกระทบจากสึนามิ	7-4
7.4 สรุปผลงานกิจกรรมย่อยที่ 1.2 และการประยุกต์ใช้ข้อมูล	7-5
7.5 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ งานวิจัยในอนาคต	7-6
7.5.1 สร้างทีมงานติดตามเหตุการณ์แผ่นดินไหวในภูมิภาค	7-7
7.5.2 สร้างทีมงาน นักวิเคราะห์ นักวิจัย เรื่องกลศาสตร์ของสึนามิ	7-7

	หน้า
7.5.3 สร้างทีมงานวิจัยทางธรณีวิทยาและธรณีฐานวิทยา	7-7
เอกสารอ้างอิง	8-1

## สารบัญรูป

	หน้า	
รูป 1.1	แผนที่โลกแสดงการกระจายตัวของแผ่นเปลือกโลก (Lithospheric plate) ลูกศรหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกที่เกิดการเคลื่อนที่ออกไปจากสันสมุทร	1-7
รูป 1.2	ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบมุดตัว (subduction) ของเปลือกโลกแผ่นหนึ่งลงไปใต้เปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่งตามทฤษฎีการแปรสัณฐาน (geotectonics) ดังนั้น เมื่อแผ่นเปลือกโลกชนกัน โดยทั่วไปจะมีแผ่นหนึ่งมุดตัวลงล่าง แผ่นที่วางทับอยู่ข้างบนจะถูกอัดและยกตัวสูงขึ้นและทำให้เกิดร่องลึก (deep-sea trench) ซึ่งก็คือส่วนที่ลึกที่สุดในมหาสมุทร แนวเทือกเขาสูง ภูเขาไฟ และแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสัมพันธ์กับบริเวณที่มีการชนกันของแผ่นเปลือกโลกดังกล่าว	1-9
รูป 1.3	ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบชนกัน (collision) ของเปลือกโลกสองแผ่นจนก่อเกิดภูเขาสูงได้จากการเกิดการคดโค้ง เนื่องจากการชนกันของแผ่นเปลือกทวีป 2 ทวีป เช่น ชนกันแล้วเกิดเป็นเทือกเขาอย่างในทวีปอเมริกาใต้ ทางตะวันตก ชนกันแล้วเพิ่มขนาดของระบบภูเขา เช่น เทือกเขาหิมาลัย และแอลป์ ชนกันแล้วเกิดการเลื่อนตัวย้อนได้ เช่น เทือกเขาแถบนำน และ อูตรดิตถ์	1-10
รูป 1.4	สันกลางสมุทร (mid oceanic ridge) เกิดจากหินหลอมละลาย (magma) คืบตัวขึ้นมาตามรอยแยก และอัดหรือดันตัวออกไปทางด้านข้าง	1-10
รูป 1.5	ลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกัน (Transform plate motion) ซึ่งทำให้แผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่ผ่านกัน (ภาพถ่ายเป็นภาพส่วนของรอยเลื่อนซานแอนเดรียส ที่มีชื่อเกี่ยวกับทางฝั่งทะเลด้านตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา)	1-11
รูป 1.6	โครงสร้างการแปรสัณฐานแผ่นเปลือกโลก (tectonic framework of plates) ของผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของดินแดนซุนดา (Sundaland) ของเอเชีย (ลูกศรใหญ่แสดงการเคลื่อนที่ ลูกศรเล็กแสดงรอยเลื่อน หลังจากทวีปอินเดียเคลื่อนที่จากซีกโลกใต้เข้ามาชนทวีปเอเชีย)	1-13
รูป 1.7	แผนที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแผ่นเปลือกโลก ซึ่งได้แก่ แผ่นฟิลิปปินส์ แผ่นแปซิฟิกตะวันตก แผ่นยูเรเชีย และแผ่นอินเดีย ตลอดจนแนวการมุดตัว (subduction zone) (หัวลูกศรแสดงทิศทางการมุดตัว)	1-14

	หน้า	
รูป 1.8	แผนที่ประเทศไทยแสดงธรณีแปรสัณฐานอย่างง่าย การกระจายตัวของหินตามอายุ และแนวรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลกโบราณ	1-15
รูป 1.9	แผ่นเปลือกโลกที่ประกอบขึ้นมาเป็นประเทศไทย และรอยเลื่อนใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	1-16
รูป 2.1	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานบริเวณร่องทะเลลึกซุนดาและมหาสมุทรอินเดีย รูปดาว แสดงตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหว เมื่อ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2548 ส่วนวงรีแสดงพื้นที่ที่มีการเลื่อนตัวสูงตามแนวรอยเลื่อน ส่วนลูกศรบนแสดงทิศทางที่สึนามิแผ่ออก เมื่อ พ.ศ. 2547 และลูกศรล่าง เมื่อ พ.ศ. 2548 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีสึนามิเกิดเข้ามาทางทะเลอันดามัน	2-2
รูป 2.2	บริเวณพื้นที่โดยรอบมหาสมุทรอินเดียตอนเหนือที่ประสบและที่รู้สึกว่าจะเกิดแผ่นดินไหวด้วยขนาดความแรงระดับต่าง ๆ จากจุดที่มีข้อมูลการไหวทั้งหมด 333 จุด ใน 69 เมือง โดยวัดขนาดความรุนแรงได้มากที่สุด คือ IX ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง	2-3
รูป 2.3	ลักษณะและทิศทางรอยแตก (rupture zone) ในบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวในส่วนต่างๆ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 โดยประกอบด้วยส่วนสุมาตรา (Sumatra segment) ส่วนนิโคบาร์ (Nicobar segment) และส่วนอันดามัน (Andaman segment) ซึ่งแต่ละส่วนประกอบด้วย ส่วนระยะเคลื่อนไ้ว (fast slip component) และส่วนระยะเคลื่อนช้า (slow slip component)	2-5
รูป 2.4	แผนที่ทะเลอันดามันและบางส่วนของมหาสมุทรอินเดีย แสดงการกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวและแผ่นดินไหวตามของวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2548 และตำแหน่งของภูเขาไฟที่สำคัญ ๆ และข้อมูลแนวรอยเลื่อนในประเทศไทย	2-7
รูป 2.5	แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2455 ที่เมืองมัททาลี แสดงระดับความรู้สึกได้ ตั้งแต่ II-IX ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง (Brown, 1914) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแผ่นดินไหวในครั้งนีู้สึกได้ถึงภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย	2-16
รูป 2.6	แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2473( พื้นที่แรเงา) ณ เมืองพะโค) เมื่อเทียบกับเหตุการณ์วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2473(เส้นประ)	2-18

	หน้า	
รูป 2.7	แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (เส้นประแวง) ที่เมืองพะโค (หงสาวดี) เมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์เมื่อวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (เส้นทึบ)	2-19
รูป 2.8	แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหววันที่ 3-4 และวันที่ 5 (สีน้ำตาล) ธันวาคม พ.ศ. 2473 ที่เมืองพะโค (หงสาวดี)	2-21
รูป 2.9	พื้นที่แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในศตวรรษที่ 19 ของบังกลาเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อถึงภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย	2-22
รูป 2.10	แผนที่ระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าในคาบสมุทรมมาเลเซีย ในปี (ก) พ.ศ. 2465, (ข) พ.ศ. 2479, (ค) พ.ศ. 2510 และ (ง) พ.ศ. 2514 ซึ่งโดยรวมแล้วแผ่นดินไหวเหล่านี้ส่งแรงสั่นสะเทือนประมาณ II-IV ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลงในประเทศมาเลเซีย และน่าจะมีจุดกำเนิดแผ่นดินไหวมาจากทิศตะวันตกหรือทิศใต้ของประเทศ	2-23
รูป 2.11	แผนที่แสดงระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่า ของคาบสมุทรมมาเลเซีย ในปี พ.ศ. 2348-2526 ซึ่งรู้สึกได้ในภาคใต้ของประเทศไทย	2-24
รูป 2.12	แผนที่แสดงระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าที่สำคัญๆในประเทศพม่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากรอยเลื่อนสะแกง	2-25
รูป 2.13	แผนที่แสดงระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าในประเทศจีน (ก) แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2178 ที่บริเวณเกาะไหหลำ และ (ข) แผ่นดินไหวเมื่อประมาณเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2452 ที่มณฑลยูนนาน ซึ่งแผ่นดินไหวทั้ง 2 เหตุการณ์นี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault)	2-26
รูป 2.14	แผนที่แสดงความเสียหายเท่า จากแผ่นดินไหวในประเทศไทย เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 (กรมอุตุฯ, 2519)	2-27
รูป 2.15	แผนที่แผ่นดินไหวเท่าจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวในภาคตะวันตกของประเทศไทย เมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526	2-28
รูป 2.16	บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทยสมัยต่างๆ	2-29
รูป 2.17	บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์	2-30
รูป 2.18	ตำแหน่งสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในประเทศไทย (ปรับปรุงจาก สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)	2-47
รูป 2.19	สรุปจำนวนเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2540	2-68



- รูป 2.20 เครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวของจีน ถ้าเกิดคลื่นแผ่นดินไหวมาจากทางทิศใต้ จะทำให้ที่ฐานมังกรดำนั้นเกิดการสั่นและมังกรคาบแก้วก็จะปล่อยน้ำซึ่งอยู่ในท่อภายในไหลลงมายังปากกบซึ่งก็แสดงว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นในทิศทางนั้น (ซำยบน) ค.ศ. 136 ฉางเฮง(Zhang Heng) นักแผ่นดินไหวของจีน ผู้คิดค้นเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวเครื่องแรกของโลก 2-70
- รูป 2.21 หลักการทำงานของเครื่องบันทึกคลื่นแผ่นดินไหวอย่างง่าย (ก) เครื่องบันทึกคลื่นแผ่นดินไหวของแผ่นดินไหวในแนวราบ เมื่อเกิดแผ่นดินไหว ปากกาที่ติดกับตุ้มถ่วงน้ำหนักจะถูกลากไปบนแผ่นกระดาษเนื่อง จากความเฉื่อย (หลักการทำงานคล้ายลูกตุ้มนาฬิกา) และ (ข) เครื่องบันทึกคลื่นแผ่นดินไหวในแนวตั้ง ตุ้มน้ำหนักที่ติดกับปากกาแขวนไว้บนสปริงเมื่อเกิดแผ่นดินไหว ปากกาที่จะบันทึกข้อมูลทันที 2-71
- รูป 2.22 การกระจายตัวของจุดเกิดแผ่นดินไหวได้ทั่วโลก แสดงตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหวตาม ความลึก โดยการประยุกต์ทฤษฎีการแปรสัณฐาน (tectonic theory) ทำให้แบ่งแผ่นดินไหวออกเป็น (1) แผ่นดินไหวระดับตื้น (shallow, ไม่เกิน 100 กิโลเมตร) (2) แผ่นดินไหวระดับลึกปานกลาง (intermediate, 200-300 กิโลเมตร) และ (3) แผ่นดินไหวระดับลึก (deep, > 300 กิโลเมตร) 2-71
- รูป 2.23 จุดเกิดแผ่นดินไหว (earthquake focus) หรือ hypocenter และตำแหน่งเหนือจุดเกิดแผ่นดินไหว (epicenter) เมื่อยรอยเลื่อนเกิดการเคลื่อนที่ตามระนาบรอยเลื่อน ผลทำให้คลื่นแผ่นดินไหวภายใน (body waves) เคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทางและเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ถึงผิวโลกจะเปลี่ยนไปเป็น คลื่นแผ่นดินไหวพื้นผิว (surface wave) 2-72
- รูป 2.24 คลื่นแผ่นดินไหวชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดการเลื่อนตัวของแผ่นดินประกอบด้วย คลื่นปฐมภูมิ (primary หรือ P wave) ซึ่งเคลื่อนที่มาถึงเครื่องมือวัดก่อนคลื่นทุติยภูมิ (secondary หรือ S wave) 2-72
- รูป 2.25 ขอบเขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวครอบคลุมพื้นที่ประเทศเมียนมาร์, ไทยและอินโดจีน 2-85
- รูป 2.26 เขตรอยเลื่อนสำคัญในประเทศไทย 2-87
- รูป 2.27 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัว การวางตัวและของการจำแนก รอยเลื่อนต่างๆ รวมทั้งผลการหาอายุของรอยเลื่อนสำคัญๆ 2-88
- รูป 2.28 แผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แสดงแนวเส้น โครงสร้าง ที่ได้จากการแปลความหมายจากภาพดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ 2-89

	หน้า	
รูป 2.29	แผนที่ภาคเหนือประเทศไทยแสดงการกระจายตัวของศูนย์กลางแผ่นดินไหว ขนาดต่างๆ (พ.ศ. 1905- พ.ศ. 2539) และแนวการวางตัวรอยเลื่อน	2-90
รูป 2.30	เขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	2-92
รูป 2.31	แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัว และการกระจายภูมิภาคการไหว สะเทือน ซึ่งประกอบด้วยเขตรอยเลื่อนมีพลังหลายแนวรวมกัน	2-93
รูป 2.32	แผนที่ประเทศไทยแสดงพื้นที่อันตรายจากเกิดแผ่นดินไหว	2-94
รูป 2.33	รายละเอียดธรณีวิทยาที่ปรากฏบนผนังของร่องสำรวจ HP5 อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ แสดงหลักฐานการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน 2 เหตุการณ์(F1, F2) และรอยแตกในชั้นทรายหยาบบริเวณโครงสร้างรูปประทุน	2-97
รูป 2.34	(ก) แผนที่ธรณีวิทยาตามแนวรอยเลื่อนแม่กวัง(Rhodes และคณะ, 2002) (ข) แผนที่ภูมิประเทศแสดงลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา คือทางน้ำหักงอ สัน เขาปิดกั้นที่เกิดจากการกระทำของรอยเลื่อนแม่กวังที่ตัดผ่าน	2-98
รูป 2.35	แผนที่แสดงดัชนีความลาดยาวทางน้ำของกลุ่มรอยเลื่อนลำปาง-แพร่	2-99
รูป 2.36	แผนที่แสดงดัชนีความคดโค้งเชิงเขา บริเวณกลุ่มรอยเลื่อนลำปาง-แพร่	2-100
รูป 2.37	แนวกลุ่มรอยเลื่อนเถิน-แพร่ แสดงรอยเลื่อนย่อยที่วางตัวอยู่ในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง-แพร่	2-101
รูป 2.38	แผนที่แสดงรอยเลื่อนในเขตจังหวัดลำปาง – แพร่ และการกระจายตัวของเขต ชุมชนในบริเวณที่ศึกษาและใกล้เคียง	2-102
รูป 2.39	ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณแอ่งแพร่ แสดงแนวรอยเลื่อนที่ได้จากการแปล ความหมายข้อมูลโทรสัมผัส	2-103
รูป 2.40	แผนที่แสดงโครงการก่อสร้างเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำยมและน้ำเงา จังหวัด แม่ฮ่องสอน	2-107
รูป 2.41	ภาพจากดาวเทียม Landsat TM7 แสดงแนวเส้นโครงสร้าง บริเวณรอยเลื่อน ส่วนใต้ของ รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	2-108
รูป 2.42	แผนที่แสดงแนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ แสดงรอยเลื่อนย่อย 5 รอยเลื่อนย่อย พร้อมตำแหน่งเก็บตัวอย่าง	2-110
รูป 2.43	ทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกในบริเวณแนวโค้งชุนดาตะวันตก (ลูกศรมีตัวเลขเป็น เซนติเมตรต่อปี เมื่อเทียบกับเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ การเคลื่อนที่ของแผ่นอินเดีย-ออสเตรเลียหาได้จาก การหมุนของขั้วแม่เหล็ก โลกของแผ่นโดยการคำนวณ ของ DeMets และคณะ (1990) การเคลื่อนที่ ของแผ่นพม่าได้จากการหมุนของขั้วแม่เหล็กโลก ณ ตำแหน่ง 15°เหนือ,	

## หน้า

- 103° ตะวันออก, EHS คือ ส่วนต่อหิมาลัยตะวันออก (Yin and Harrison, 1996) 2-111
- รูป 2.44 แผนที่การไหวสะเทือนปัจจุบันของบริเวณแนวโค้งชุนดาตะวันตก แสดงการกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวขนาด  $M_b \geq 5.0$  9 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507- พ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1964-1986) ที่รวบรวมโดย ISC (International Sesimological Center) วงกลมแสดงแผ่นดินไหวระดับตื้น (0-70 กิโลเมตร), สามเหลี่ยมแสดงแผ่นดินไหวระดับกลาง (70-300 กิโลเมตร) ขนาดของสัญลักษณ์เป็นสัดส่วนกับขนาดกำลังของแผ่นดินไหว 2-112
- รูป 2.45 องค์ประกอบการแปรสัณฐานที่สำคัญใน บริเวณแนวโค้งชุนดาตะวันตก ดาว (\*) แสดงถึงตำแหน่งภูเขาไฟมีพลัง และภูเขาไฟยุคควอเทอร์นารี ส่วนของเทือกเขาอินเดีย - พม่า ประกอบด้วย แนวสะสมพอกพูนยกตัว AI = เกาะอันดามัน, AF = รอยเลื่อนอันดามัน, BI = เกาะเบเรนท์, EHS = ส่วนต่อ (Syntaxis) หิมาลัยตะวันออก, ID = ตะกอนปากแม่น้ำอิรวดี, MBT = รอยเลื่อนย้อนมุมต่ำหลัก, NI = เกาะนิโคบาร์, NIS = เกาะนาอิส, SF = รอยเลื่อนเกาะสุมาตรา 2-113
- รูป 2.46 แผนที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยเฉพาะแถบที่เรียกเขตน้ำตื้นชุนดา (Sunda Shelf) และ ส่วนด้านตะวันออกสุดของมหาสมุทรอินเดียแสดงแนวโค้งด้านหน้า (fore arc region) และความสัมพันธ์ระหว่าง Sagiang Fault, Nicobar-Andaman Islands, Andaman Sea, Sunda Trench และ Sumatra Fault 2-115
- รูป 2.47 แนวเส้นทางการเดินเรือสำรวจพื้นที่ท้องทะเลอันดามันและข้างเคียง 2-116
- รูป 2.48 แผนที่ความลึกพื้นท้องทะเลอันดามันและบางส่วนของมหาสมุทรอินเดีย 2-117
- รูป 2.49 แผนที่อย่างง่ายแสดงโครงสร้างธรณีแปรสัณฐานทางตะวันออกของหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ และรูปแบบของการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนที่ส่งผลให้เกิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคแถบนี้ ซึ่งแปลข้อมูลจาก swath bathymetry 2-118
- รูป 2.50 แผนที่ภูมิภาคพื้นท้องทะเลอันดามันแสดงสภาพการแปรสัณฐานอย่างง่ายและจุดกำเนิดแผ่นดินไหวในส่วนบนของแผ่นเปลือกโลกบริเวณทะเลอันดามันและเกาะสุมาตรา (Guzman-Speziale & Ni (1996) และ Dasgupta (1992) ความลึก Benioff zone ได้จาก Guzman-Speziale & Ni (1996) 2-119
- รูป 2.51 ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับตื้นในบริเวณแนวโค้งพม่า โดยใช้ซีกโลกด้านล่างและการถ่ายทอดโครงข่ายแบบพื้นที่เท่า

	จุดคำใน	หน้า
	ตัวเลขประจำโครงข่ายแสดงถึงวันเดือนปีที่เกิดแผ่นดินไหว โครงข่ายแสดงทิศแรงอัด (P-axis) และวงขวางในโครงข่ายแสดงทิศทางแรง ดึง (T-axis) ตัวเลขในวงกลมแสดงความลึกของจุดกำเนิด ดาว (*) แสดงภูเขา ไฟยุคควอเทอร์นารี ตัวเลขประจำเส้นประแสดงความลึกของแนวมุดตัวเป็น กิโลเมตร	2-120
รูป 2.52	ลักษณะการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับลึกปานกลาง ใน บริเวณแนวโค้งพม่า สัญญลักษณ์ทั่วไปเหมือนรูปก่อนนี้ EHS = ส่วนต่อ หิมาลัยตะวันออก	2-121
รูป 2.53	แผนที่แสดงจุดกำเนิดแผ่นดินไหวและแนวรอยเลื่อนและตำแหน่งของแผ่น ซุนดา (Zone 4) ซึ่งมีการเกิดแผ่นดินไหวบ่อยมาก	2-123
รูป 2.54	ธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่และโครงสร้างอย่างง่ายและพื้นที่องทะเลทาง ตะวันออกกลางเกาะสุมาตรา (จาก Matson & Moore, 1992)	2-124
รูป 2.55	ระนาบโค้ง-ร่องลึกซึ่งได้จากการมุดตัวเฉียง (oblique subduction) ที่เกิดให้ เกิดแรงเค้นอัดไปแผ่นบนจนเกิดรอยเลื่อนเหลี่ยมข้าง จากรูป ณ แอ่งโค้งหน้า อยู่บนแผ่นดินที่มุดลงจะทำให้เกิดการเนื่อนจนทำให้เกิดรอยแตกบนแผ่นบน เลื่อนออกไปจากแกนร่องลึกตามแผ่นที่มุดตัวลงไปจนในที่สุดเกิดการยุบตัว ของแผ่นดินได้ ในช่วงระยะเวลาต่างๆ (ก) Early-Late Miocene (ข) Early Miocene (ค) Early Miocene-Recent strike-slip activity	2-125
รูป 2.56	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานอย่างง่ายบริเวณพื้นที่ทะเลอันดามันแสดงแนวซึ่งคาด ว่ามีผลต่อการเกิดแผ่นดินไหวของภูมิภาคแถบนี้ในที่นี่ได้กำหนดให้แนวต่อ ที่อยู่ระหว่างแผ่นพม่าทางตะวันตกและแผ่นยูเรเชียหรือเอเชียตะวันออกเฉียง ใต้ทางตะวันออกคือแนวรอยเลื่อนสะแกงทางตอนเหนือ แนวรอยเลื่อนอันดา มันตะวันตก, รอยเลื่อนสุไลมานไปจนถึงแนวรอยเลื่อนสุมาตรา ลูกศรแสดง ทิศแรง (vector) ของแต่ละแผ่นเช่น AE คือทิศแรงระหว่างแผ่นออสเตรเลีย กับยูเรเชีย AB ระหว่างแผ่นออสเตรเลียกับเมียนมาร์ BE เมียนมาร์กับยูเรเชีย AT ออสเตรเลียกับร่องทะเลลึก ซึ่งทำให้เกิดอัตราการแผ่ขยายพื้นที่องทะเลอัน ดามันตรงจุดแยกตัว (spreading center) ประมาณ 3.8 เซนติเมตรต่อปี	2-126
รูป 2.57	สภาพธรณีแปรสัณฐานของทะเลอันดามัน	2-128
รูป 2.58	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานของทะเลอันดามันทางตอนใต้ของประเทศเมียนมาร์ และตอนเหนือ เกาะสุมาตรา	2-130
รูป 2.59	รูปถ่ายรอยเลื่อนสะแกง (Curray, 2005) (ก) ภาพถ่ายทางอากาศแสดงแม่น้ำ	

## หน้า

	อิรวดีบรรจบกับรอยเลื่อน (ข) ภาพถ่ายทางอากาศมุมต่ำในแนวเฉียงบริเวณเมืองสะแกง (ค ภาพภูมิประเทศมองไปทางทิศเหนือบริเวณเมืองสะแกง	2-123
รูป 2.60	ค่าความผิดปกติสนามแม่เหล็กแอ่งเมอร์กูย (Mergui Basin) แสดงการวางตัวของค่าผิดปกติที่ขนานกัน Alcock Rise และ Seawell Rise ซึ่งวางตัวขวางแนวรอยเลื่อน West Andaman (WAF) และ Invisible Crest (IC)	2-133
รูป 2.61	ภาพจากดาวเทียม NOAA-11 ถ่ายปลายปี 1992- ต้นปี 1993 แสดงพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และการกระจายตัวของแนวรอยเลื่อนต่างๆ ที่ได้จากการแปลความหมาย	2-139
รูป 2.62	แผนที่แผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แสดงกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังที่สำคัญ 7 กลุ่ม	2-140
รูป 2.63	แผนที่การกระจายตัวของรอยเลื่อนมีพลัง รอยเลื่อนแม่อาว (รอยเลื่อนแม่จัน) หมายเลข 1	2-141
รูป 2.64	แผนที่แสดงตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหว	2-144
รูป 2.65	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ในบริเวณทะเลอันดามัน	2-145
รูป 2.66	แผนที่ต้นกำเนิดแผ่นดินไหวในทะเลอันดามัน	2-146
รูป 2.67	แนวเส้นตัดขวางผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในรูป 2.68, 2.69, 2.73, 2.74, 2.75 และ 2.76 (Curry, 2005)	2-149
รูป 2.68	ภาพวาดผลลัพท์บันทึกคลื่นไหวสะเทือนสะท้อนในบริเวณโซน A เขตแนวการมุดตัวอันดามัน แนวการสำรวจ T36-37 และ C:F-G	2-150
รูป 2.69	ภาพวาดผลลัพท์บันทึกคลื่นไหวสะเทือนสะท้อนในบริเวณโซน A เขตแนวการมุดตัวอันดามัน แนวการสำรวจ M 8-9-W	2-150
รูป 2.70	ตำแหน่งแนวการเกิดแผ่นดินไหวบริเวณ ชุนดาตะวันตก	2-151
รูป 2.71	ภาพตัดขวางแนวการเกิดแผ่นดินไหวแนวที่ 2 ของรูป 2.70 แสดงลักษณะการเกิดแผ่นดินไหวที่สัมพันธ์กับแนวที่คาดว่าเป็นแนวการมุดตัวของ Indoburman Ranges	2-152
รูป 2.72	ความหนาแน่นของเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นจากอดีตถึงปัจจุบันในระดับความรุนแรงตามมาตราริกเตอร์ต่างๆกัน	2-155
รูป 2.73	ภาพวาดผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในบริเวณโซน N เขตแอ่งตะกอนอันดามัน ในส่วนของแอ่งโค้งหลัง (back-arc basin)	2-166
รูป 2.74	ภาพวาดผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในบริเวณโซน N เขตแอ่งตะกอนอันดามันแสดงแนวภูเขาไฟใต้ทะเล	2-167

	หน้า	
รูป 2.75	ภาพถ่ายผลบันทึกการไหวสะเทือนสะท้อนที่ตัดผ่านตอนกลางของแนวแกน ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แสดงลักษณะแผ่ขยาย (spreading axis) จากเส้น T66-67	2-167
รูป 2.76	ภาพวาดผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในบริเวณโซน N เขตแอ่งตะกอนอันดา มันแสดงลักษณะชั้นตะกอนและสภาพภูมิประเทศใต้ ทะเล	2-167
รูป 2.77	กราฟแสดงความสัมพันธ์ เชิงเส้นระหว่างขนาดแผ่นดินไหว (แกน X, หน่วย ริกเตอร์) และขนาดสึนามิที่เข้าปะทะ (แกน Y) จะเห็นว่าแผ่นดินไหวให้สึนา มิไม่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น	2-175
รูป 2.78	ลักษณะการมุดตัว 2 แบบที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อน อย่างแรกเป็นการมุดตัว แบบมีรอยเลื่อนควบคู่ (ล่าง) ซึ่งมีทั้งที่ เป็นการเลื่อนตัวย้อนสมบูรณ์ (pure thrusting) และมีการเลื่อนระดับด้านข้าง (lateral faulting) และอย่างที่สอง เป็นการมุดตัวที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนเฉียง (oblique faulting)	2-175
รูป 2.79	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานบริเวณแนวมุดตัวแสดงจุดเกิดแผ่นดินไหวหรือ ตำแหน่งเซนทรอยด์ (วงกลมที่มีกากบาทเหลือง) และสภาพการไหวสะเทือน หลังเกิดเหตุการณ์ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547	2-176
รูป 2.80	กราฟแสดงการเกิดรอยเลื่อนย้อนจนทำให้พื้นทะเลเกิดการเลื่อนตัวในแนว ตั้งทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนที่ผิวและรอยเลื่อนภายใน	2-177
รูป 2.81	ภาพมองจากทางเหนือไปทิศใต้แสดงพื้นมหาสมุทรอินเดียลึกกว่า 4,000 เมตร(ขวา) และสันเขาเหนือแผ่นพม่า (คือ ตะวันตกของเกาะสุมาตรา) ลึก ประมาณไม่ถึง 1,000 เมตร	2-179
รูป 2.82	อัตราส่วนการเกิดหลุมยุบหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 แบ่งตามภูมิภาค	2-190
รูป 2.83	จำนวนการเกิดหลุมยุบหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ในภาคใต้ของประเทศไทยแบ่งตามจังหวัด	2-191
รูป 2.84	ปริมาณพื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม	2-198
รูป 2.85	จำนวนผู้เสียชีวิตและผู้สูญหายในแต่ละจังหวัดจากเหตุการณ์สึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547	2-200
รูป 3.1	แผนที่ภูมิประเทศบริเวณกว้างแสดงสภาพความลึกของท้องทะเลและ ตำแหน่งศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหว เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ณ บริเวณ ตอนใต้ของเมืองบันดา อาจะห์ เกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย แสดงในจุดสีแดง ในวงกลม	3-2

- รูป 3.2 ภาพสามมิติจำลองตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของการเกิดสึนามิ ทิศทางการเคลื่อนที่ของสึนามิ และสภาพพื้นผิวแผ่นเปลือกโลกได้มหาสมุทร (ดูภาพจำลองเคลื่อนที่ได้ในภาคผนวก: ข้อมูลรูปจาก 3-3
- รูป 3.3 กราฟเปรียบเทียบความรุนแรงของแผ่นดินไหวในมาตราวัคริกเตอร์ (9 ริคเตอร์) กับความรุนแรงของสึนามิ (Intensity 5) (รูปดาว) ของแต่ละพื้นที่ที่เคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดสึนามิ จะเห็นว่า ตำแหน่งแผ่นดินไหวเมื่อ 26 ธันวาคม 2547 อยู่ในกราฟที่เมื่อพิจารณาถึงความรุนแรงของขนาดแผ่นดินไหวเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ที่เคยก่อให้เกิดสึนามิแล้วสูงเป็นอันดับสาม 3-3
- รูป 3.4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของสึนามิ (tsunami energy density) ความสูงของสึนามิ (amplitude) และความยาวช่วงคลื่นในทะเลลึก (wavelength) จะเห็นว่า พลังงานของสึนามิไม่ได้ลดลง แต่จะมีความยาวช่วงคลื่นสั้นลง และความสูงของยอดคลื่นสูงขึ้น เมื่อระดับฐานของสึนามิ (tsunami wave base) เข้ามาปะทะพื้นชายฝั่งทะเล 3-4
- รูป 3.5 แผนภาพแสดงลักษณะท่วมของน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งจากสึนามิที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการสำรวจและอ้างอิงในรายงานฉบับนี้ 3-5
- รูป 3.6 เส้นเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของสึนามิ 3-6
- รูป 3.7 ภาพขยายแผนที่แสดงเส้นระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ จากรูป 3.6 จะเห็นว่า แบบจำลองถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้เห็นภาพระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ มิเฉพาะแต่เกิดจากแผ่นดินไหวที่เกาะสุมาตรา แต่หากแผ่นดินไหวเกิดในบริเวณแนวรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกด้านฝั่ง ตะวันตกของทะเลอันดามัน เช่น ศูนย์กลางอยู่ในบริเวณหมู่เกาะนิโคบาร์ ก็อาจจะทำให้เกิดสึนามิได้เช่นกัน 3-7
- รูป 3.8 แผนภาพที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ถึงความสูงของคลื่นสึนามิ (wave height) และระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 โดย NOAA (Dr. Titov) จะเห็นว่า ภาพแบบจำลองจะได้ผลออกมาคล้ายกับการคำนวณของ Dr Kenji Satake คือ ระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว ถึงชายฝั่งทะเลอันดามันของไทย ประมาณ 1-2 ชั่วโมง และผลการคำนวณจากแบบจำลองยังมีความแตกต่างจากข้อมูลจริง เช่น ในภาพแสดงให้เห็นผลกระทบในฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งจริงๆ แล้วไม่ได้

	หน้า
รับผลกระทบจากสึนามิ แต่อย่างไร	3-8
รูป 3.9 ภาพดาวเทียม Spot ที่บันทึกได้ในช่วงเวลาที่สึนามิเคลื่อนตัวเข้ามาในแถบทะเลไทย อ่าวพังงาและจังหวัดกระบี่ จะเห็นว่า การเคลื่อนตัวของแนวสึนามิมีความแตกต่างจากการเคลื่อนตัวที่ได้จากแบบจำลองเป็นอย่างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของสึนามิจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษและคำนึงถึงปัจจัยทางกายภาพ ฟิสิกส์ และสมุทรศาสตร์หลายประการ เช่น การหักเหของสึนามิหลังจากการเข้าปะทะบริเวณที่เป็นเกาะ สภาพภูมิประเทศพื้นที่ท้องทะเล เป็นต้น	3-9
รูป 3.10 ภาพดาวเทียม Spot ที่บันทึกได้ในช่วงการเคลื่อนตัวของสึนามิเข้ามาในบริเวณอ่าวพังงา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในปัจจัยทางภูมิประเทศใต้น้ำ ในบริเวณที่อยู่ในกรอบสีขาว แสดงถึงสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลที่เป็นร่อง หรือต่ำกว่าบริเวณอื่น การก่อดตัวของคลื่นจะมีความสูงในช่วงกลางของร่องใต้ทะเล ซึ่งเป็นธรรมชาติของคลื่นเมื่อเคลื่อนตัวเข้าสู่ร่องน้ำโดยปกติ (ดังแสดงในภาพเล็กด้านมุมซ้ายล่าง บันทึกภาพจากร่องน้ำเล็กๆ บริเวณหาดไม้ขาว จังหวัดภูเก็ต) ความเข้าใจทางกลศาสตร์การเคลื่อนตัวของสึนามิ ทำให้เราสามารถนำไปอธิบายในหลายๆ พื้นที่ของชายฝั่งทะเลอันดามันว่า ทำไมความรุนแรงและความเสียหายจึงเกิดขึ้นอย่างมากในบริเวณปากคลองปากน้ำ หรือบริเวณที่มีร่องน้ำไหลออกสู่ทะเล	3-10
รูป 3.11 ภาพดาวเทียม Spot บันทึกขณะสึนามิเข้าปะทะหาดปากเมง จังหวัดตรัง จะเห็นว่าทิศทางการเข้าปะทะของสึนามิ ไม่ได้ขนานไปกับชายฝั่ง (แสดงในกรอบ) อย่างที่ปรากฏในอีกหลายๆ หาดของจังหวัดภูเก็ต และพังงา ด้วยความแตกต่างในเรื่องการหักเหของคลื่นและปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศใต้ทะเล ทำให้เกิดความแตกต่างในทิศทางและระยะเวลาการเข้าปะทะของสึนามิ หลักฐานทางตะกอนวิทยาที่พัฒนามาสะสมตัวโดยสึนามิก็แสดงความชัดเจนและสนับสนุนการวิเคราะห์ทิศทางของสึนามิได้เป็นอย่างดี	3-11
รูป 3.12 ปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำจากระดับน้ำทะเลปกติ (drawdown หรือ withdrawal effect) ก่อนที่ สึนามิจะเข้าปะทะชายหาดบริเวณจังหวัดภูเก็ต	3-12
รูป 3.13 ปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำ จากบริเวณบ้านเขาหลัก จังหวัดพังงา จากรูปบนจะเห็นระยะทางที่น้ำถูกดูดไปสร้างเป็นสันสึนามิ เป็นระยะทางน้ำลดไปห่างจากฝั่งประมาณ 200 เมตร (แสดงด้วยลูกศรสีเหลืองในรูปบน) และจะเห็นว่าสึนามิมีพฤติกรรมเป็นลักษณะคลื่นหัวแตก (Breaker zone หรือ Surf zone)	



	หน้า
(แสดงโดยลูกศรสีแดงในรูปล่าง) แต่ด้วยพลังงานที่ผลักดันมาจากการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็วทำให้มวลน้ำ มหาศาลได้พัดเข้ามาสู่พื้นที่ชายหาด	3-13
รูป 3.14 แผนภาพแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของสึนามิ ที่ถูกควบคุมโดยความแตกต่างในเรื่องภูมิประเทศใต้ทะเล	3-14
รูป 3.15 ข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำขึ้นน้ำลง เกาะตะเกทาน้อย ซึ่งตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของเกาะภูเก็ต	3-16
รูป 3.16 ภาพจากดาวเทียม อิโคนอส(IKONOS) คลองพรุไทร (ก) วันที่ 13 มกราคม พ. ศ. 2546 และ (ข) วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ปากแม่น้ำกว้างออกเนื่องจากคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งอย่างรวดเร็วด้วยพลังการกัดเซาะที่มากมาย บริเวณคลองพรุไทร บ้านบางขะ ต. คีตก อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา	3-18
รูป 3.17 (ก) ภาพก่อนการเกิดสึนามิบริเวณแหลมปะการัง ต. คีตก อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา ถ่ายไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (ที่มา: <a href="http://www.thai-tour.com/thai-tour/South/Pangnga/data/place/kaolak/attractions.html">www.thai-tour.com/thai-tour/South/Pangnga/data/place/kaolak/attractions.html</a> ) (ข) ภาพหลังการเกิดสึนามิบริเวณเดียวกัน ภาพย้อนทางไปยังทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แสดงผลการกัดเซาะที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพและภูมิลักษณะโดยรวม (coastal landforms)เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก	3-19
รูป 3.18 ภาพจากดาวเทียมอิโคนอส(IKONOS) (ก) วันที่ 13 มกราคม พ. ศ. 2546 และ (ข) วันที่ 29 ธันวาคม 2547 ทางเหนือของเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย บริเวณแถบ (ค) แสดงการทับถมของตะกอนใหม่ และบริเวณ (ง) แสดงลักษณะชายหาดที่ถูกกัดเซาะ	3-19
รูป 3.19 ภาพจากดาวเทียม อิโคนอส(IKONOS) (ก) วันที่ 13 มกราคม พ. ศ. 2546 และ (ข) วันที่ 29 ธันวาคม 2547 แสดงสันทรายบริเวณแหลมปะการัง ต. คีตก อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา ที่ถูกกัดเซาะจนหัวหาดหายไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและภูมิลักษณะโดยรวม	3-20
รูป 3.20 ภาพความเสียหายใต้ทะเลอันดามันจากสึนามิ ซึ่งทำให้ปะการังที่อยู่ใกล้ชายฝั่งมากๆ หักและพังโค่น ลักษณะทางชีวภาพและทัศนียภาพใต้ท้องทะเลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม	3-20
รูป 3.21 ภาพเปรียบเทียบบริเวณชายหาดป่าตอง (อ. กระบุรี จ.ภูเก็ต) ที่เคยสวยงาม (ซ้าย) กลับมีทัศนียภาพเปลี่ยนไปจากเดิมหลังจากสึนามิทำให้บรรยากาศในการท่องเที่ยวไร้คุณค่า (ขวา)	3-21
รูป 3.22 ผลจากการที่วัดฉุกเฉินการลอยและถูกลากจูงเนื่องจากคลื่นสูงปะทะฝั่งและ	

	เคลื่อนถอยกลับจนทำให้รถลอยน้ำและเมื่อน้ำลดรถจึงเกาะติดไว้กับ โครงสร้าง ชายฝั่งที่มนุษย์สร้างขึ้น	3-21
รูป 3.23	ภาพพื้นที่ที่ถูกปรับราบบริเวณ บ้านเขาหลัก ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา เนื่องจากถูกพื้นที่ชายฝั่งแรงปะทะของคลื่นที่เข้ามาซัดด้วยขนาดความเร็วที่ แรงกว่าความเร็วลม	3-22
รูป 3.24	การแตกหักพังและยุบตัวของอาคาร บริเวณบ้านบ้านคึกคัก ต.คึกคัก อ.ตะกั่ว ป่า จ.พังงา ในรูปแสดงการยุบตัวของอาคารชั้น 1 จนทำให้ชั้น 2 พังลงมา อัน เป็นผลมาจากพลังการทำลายของสึนามิ	3-22
รูป 3.25	เสาไฟฟ้าหักโค่นบริเวณถนนบ้านเขาหลัก ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา เนื่องจากแรงปะทะจากสึนามิและทำให้โครงสร้างต่างๆจมอยู่ใต้น้ำ ไฟฟ้าดับ ส่งผลให้เครื่องจักรและเครื่องใช้ไฟฟ้าใช้งานไม่ได้	3-23
รูป 3.26	(ก) ภาพหลุมยุบ พิกัด UTM 47N 0605645 0782568 หมู่ 6 บ้านปากคอก ต. สวนปาล์มพัฒนา กิ่ง อ.มะนัง จ.สตูล ตรวจพบ เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2547 ภายหลังจากเกิดสึนามิครั้งใหญ่ทำให้โพรงถ้ำหินปูนใต้ดินเกิดการยุบตัว และ พัฒนาเป็นโครงสร้างหลุมยุบ (ข) ภาพจำลองหลุมยุบแสดงลักษณะรูปร่าง ของโพรงใต้ดินที่มักเกิดหินปูน เมื่อหินปูนเกิดการแตกและน้ำใต้ดินมีส่วน ทำให้โพรงขยายใหญ่ ในที่สุดผนังด้านบนของโพรงไม่เสถียรและเกิดการ ยุบตัวกลายเป็นหลุมยุบ ได้ (ค) ขั้นตอนการเกิดหลุมยุบ (ง) การเกิดหลุม ยุบเนื่องจากการสูบน้ำมาใช้จากชั้นดินที่เป็นกรดในเขตที่อยู่อาศัย	3-24
รูป 3.27	แผนที่แสดงบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสึนามิในบริเวณแหลมปะการังและ บ้านบางเนียงจังหวัดพังงา พื้นที่สีฟ้าเป็นบริเวณที่น้ำท่วม และพื้นที่สี แดงเป็นพื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะ	3-25
รูป 4.1	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณบ้านน้ำเค็ม	4-8
รูป 4.2	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณแหลมปะการังและทับ ละมุ	4-9
รูป 4.3	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณเขาหลัก	4-10
รูป 4.4	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณหาดไม้ขาว ในยาง และเลพัง	4-11
รูป 4.5	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอุทยานแห่งชาติสิริ นาถ	4-12

	หน้า	
รูป 4.6	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอ่าวป่าตอง กะตะและ กะรน	4-13
รูป 4.7	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอ่าวฉลอง	4-14
รูป 4.8	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณหาดนพรัตน์ธารา	4-15
รูป 4.9	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณเกาะพีพี	4-16
รูป 4.10	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอำเภอสิเกา	4-17
รูป 4.11	แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณจังหวัดสตูล	4-18
รูป 4.12	ภาพถ่ายทางของภูมิประเทศหน้าหาดกะรน ทางด้านเหนือเปรียบเทียบกับ ตอนกลางและทางใต้	4-19
รูป 4.13	ภาพถ่ายทางภูมิประเทศหน้าหาดจากบริเวณหาดไม้ขาว ใกล้เคียงสนามบิน จังหวัดภูเก็ต (รูปบน) ที่เป็นแนวป้องกันความแรงสึนามิโดยธรรมชาติ และ รูปล่างซ้ายแสดงความชันหน้าหาด (shoreface slope) ที่สูงกว่าบริเวณอื่น รูป ล่างขวาแสดงที่ลุ่มต่ำหลังแนวสันทราย (back-barrier lagoon) ที่ช่วยลดแรงสึ นามิ	4-20
รูป 4.14	แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งแสดงสันทรายเป็นแนวยาวบริเวณบ้านน้ำเค็ม จังหวัดพังงา	4-22
รูป 4.15	การวิเคราะห์ภูมิประเทศในทะเล บริเวณพื้นที่บ้านน้ำเค็มและใกล้เคียง จังหวัดพังงา ลูกศรสีแดงแสดงตำแหน่งและทิศทางร่องน้ำใต้ทะเลที่ประเมิน ว่ามีความเสี่ยงจากสึนามิที่รุนแรงจากบริเวณใกล้เคียงเมื่อเข้าสู่ชายฝั่ง	4-23
รูป 4.16	การวิเคราะห์ภูมิประเทศใต้ทะเลในพื้นที่แหลมปะการังและบริเวณใกล้เคียง จังหวัดพังงา ลูกศรสีแดงเป็นแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งมี แนวทิศทางการเข้าหาฝั่งในหลายทิศทาง (ความยาวของลูกศรแสดงความเร็ว ของสึนามิที่แตกต่างกันเมื่อเข้าสู่แนวร่องน้ำ)	4-25
รูป 4.17	แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งแสดงลักษณะความชันของหน้าหาดที่ไม่มาก นักบริเวณแหลมปะการัง เขาหลัก และทับละมุ จังหวัดพังงา	4-26
รูป 4.18	สภาพภูมิประเทศใต้ทะเลบริเวณอ่าวเขาหลัก ท่าเรือทับละมุ จังหวัดพังงา ลูกศรสีแดงแสดงทิศทางร่องน้ำใต้ทะเลและชี้ไปในบริเวณที่คาดว่าจะได้ รับผลกระทบรุนแรงกว่าบริเวณอื่น	4-27
รูป 4.19	ภูมิประเทศใต้น้ำบริเวณหาดในยาง หาดไม้ขาวและท่าฉัตรชัย จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงตำแหน่งร่องน้ำในทะเลที่น่าจะเป็นแนวที่ทำให้สึนามิเข้ามา ด้วยความเร็วมากกว่าบริเวณอื่น	4-29

	หน้า	
รูป 4.20	แผนที่ธรณีวิทยาชายฝั่งแสดงลักษณะหาดทรายยาวและความชันของหน้าหาดที่ราบเรียบและสม่ำเสมอบริเวณหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต	4-30
รูป 4.21	ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณอ่าวเลพัง และหาดในทอน จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่น่าจะเป็นแนวที่สึนามิเข้าปะทะ รุนแรง	4-31
รูป 4.22	ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณหาดกมลา และหาดสุรินทร์ จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่น่าจะเป็นแนวสึนามิเคลื่อนตัวด้วย ความเร็วมากกว่าบริเวณอื่น	4-32
รูป 4.23	ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณอ่าวป่าตอง จังหวัดภูเก็ต ที่ไม่พบแนวร่องน้ำที่ชัดเจนแต่มีความชันของพื้นทะเลน้อยมาก ทำให้สึนามิเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากกว่าบริเวณหาดอื่น และมีทิศทางเข้าปะทะตลอดความโค้งของอ่าว	4-33
รูป 4.24	ภูมิประเทศใต้ทะเลที่แสดงลักษณะความชันหน้าหาดสูงต่อเนื่องไปในทะเล ทำหน้าที่ป้องกันการก่อตัวของสึนามิ บริเวณหาดกะรน กะตะ จังหวัดภูเก็ต	4-34
รูป 4.25	ธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งบริเวณอ่าวป่าตอง กะตะ กะรน	4-35
รูป 4.26	ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณอ่าวฉลอง จังหวัดภูเก็ต แสดงความไม่สม่ำเสมอของพื้นที่ใต้น้ำ และความชันใต้ทะเลที่น้อยกว่าบริเวณอื่น ทำให้ลดความรุนแรงของสึนามิได้	4-36
รูป 4.27	ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณแหลมตุ๊กแก จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงแนวร่องน้ำใต้ทะเล ซึ่งพุ่งตรงเข้าสู่คลองในบริเวณแหลมตุ๊กแก ทำให้สึนามิเข้าไปได้มากกว่าในบริเวณอื่น	4-37
รูป 4.28	พื้นที่หาดบริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสนที่พบการกระจายตัวของตะกอน สึนามิเป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร จากหน้าหาด รูปขวามือแสดงตำแหน่งการขุดร่องสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างตะกอนโดยมีระยะห่างระหว่างหลุมตัวอย่าง 50 เมตร แนวเส้นสีขาวแสดงแนวทิศทางตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง	4-40
รูป 4.29	โครงสร้างพื้นผิวตะกอนสึนามิที่แสดงทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน และแสดงรูปแบบที่แตกต่างกันในร่องรอยริ้วคลื่น จะเห็นว่า แม้ว่าตำแหน่งของการเกิดรอยริ้วคลื่นต่างกันไม่มากนักแต่การพัฒนารูปแบบริ้วคลื่นแตกต่างกัน คือเป็นรูปแบบตรง (straight-crested ripple sands) และแบบโค้งเว้า (linguoid-crested ripple sands)	4-41
รูป 4.30	ประมวลภาพรูปแบบพื้นผิวโครงสร้างตะกอนสึนามิที่พบบริเวณแหลมสน จังหวัดระนอง โดยสองรูปด้านบนแสดงรอยริ้วคลื่นที่เป็นสันโค้งเว้า (linguoid-crested ripple sands) รูปล่างซ้ายแสดงรอยริ้วคลื่นที่เป็นสันเกือบ	

- ตรง (slightly straight-crested ripple sands) และรูปต่างขวาแสดงโครงสร้างตะกอนรอยรูกคลื่นที่ถูกบกรบกววนโดยวัตถุ (tool or bounce mark) 4-42
- รูป 4.31 ภาพตัดขวางแสดงลักษณะการลำดับชั้นตะกอนสีนามีในบริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสน ซึ่งพบตะกอนสีนามีที่แยกได้สองชุดที่แสดงลักษณะการคัดขนาดตะกอน ใหญ่ขึ้นไปเล็ก (fining upward sequences) โดยตะกอนชุดล่างมีขนาดตะกอนใหญ่กว่าอย่างชัดเจนไล่ลำดับเล็กขึ้นด้านบนปะปนระหว่างตะกอนทรายกับโคลน (clayey sands) มีความหนาตั้งแต่ 10-15 เซนติเมตร ส่วนตะกอนด้านบนประกอบด้วยเม็ดทรายขนาดปานกลางถึงขนาดเล็ก (medium- to fine-grained sand) ความหนามากที่สุดที่พบประมาณ 20 เซนติเมตร จะเห็นว่าตะกอนสีนามีในบริเวณนี้มีความหนามากกว่าในบริเวณพื้นที่อื่นๆ และด้วยลักษณะการลำดับชั้นตะกอนน่าจะบอกถึงจำนวนครั้งของการที่ สีนามีเข้าปะทะบริเวณนี้ได้อย่างน้อยสองครั้งซึ่งตรงกับคำบอกเล่าจากผู้อยู่ในเหตุการณ์ 4-43
- รูป 4.32 รวมภาพลักษณะปรากฏบนพื้นผิวของตะกอนสีนามีที่เป็นรอยรูกคลื่นแสดงทิศทางการพัดพาออกสู่ทะเล (seaward slightly straight-crested ripple sands) (สองภาพบนสุด) และโครงสร้างตะกอนที่เกิดจากการตกหรือกระแทกของวัตถุที่ลอยมากับน้ำทะเล (tool or bounce marks) (ภาพกลางและล่าง) ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่เกิดรอยรูกคลื่นและวัตถุบางตำแหน่งได้รับบกรบกววนการฟอรั่มตัวของรูกคลื่น 4-45
- รูป 4.33 ประมวลภาพการศึกษาชั้นตะกอน โดยการขุดแนวหลุมเพื่อเก็บตัวอย่าง (trenching pit) เป็นแนวยาวเพื่อให้ครอบคลุมโครงสร้างตะกอนในแนวระนาบ จากรูปจะเห็นว่าตะกอนสีนามีในบริเวณบ้านบางเนียงนี้มีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 6 เซนติเมตรที่วัดในตำแหน่งประมาณ 500 เมตรห่างแนวชายฝั่งทะเลปัจจุบัน ตะกอนสีนามีที่พบมีขนาดตั้งแต่ทรายละเอียดถึงทรายขนาดปานกลางเป็นส่วนใหญ่ ด้านบนของชั้นตะกอนทรายพบตะกอนขนาดโคลนหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ปิดทับอยู่ซึ่งจะสังเกตได้จากสีเทาเข้มที่อยู่ระหว่างสันรูกคลื่น 4-46
- รูป 4.34 โครงสร้างตะกอนที่เป็นรูกคลื่นรูปแบบโค้ง (linguoid-crested ripple sands) ที่พบได้ทั่วไปในบริเวณนี้และยังเห็นรอยรอยคราบการตกผลึกของเกลือ (salt crystallization) ในแอ่งของรูกคลื่นอยู่ด้านบนสุดเหนือชั้นตะกอนโคลน รูปแบบโครงสร้างตะกอนลักษณะนี้บ่งบอกความแตกต่างใน

- หน้า
- เรื่องความเร็ว ของสึนามิ และความสูงของระดับน้ำทะเล 4-47
- รูป 4.35 ภาพตัดขวางแสดงหน้าตัดชั้นตะกอน จะเห็นว่า ตะกอนมีการค้ำขนาดจากใหญ่ขึ้นไปเล็ก (fining upward) และในบางพื้นที่พบการสะสมตัวเป็นสองชั้นที่มีชุดการค้ำขนาดสองชุด (double-layered fining upward sequences) การบุดร่องสำรวจและการทำรายละเอียดชั้นตะกอนสึนามิในระดับโครงสร้างตะกอนจะช่วยให้สามารถคำนวณความเร็วและเปรียบเทียบความรุนแรงของสึนามิได้ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อความเร็วของสึนามิต่อไป 4-48
- รูป 4.36 ลักษณะตะกอนสึนามิที่แสดงการสะสมตัวสองชั้น (double-layered tsunami sediments) ที่พบบริเวณแกรนด์ ไดมอนด์ รีสอร์ท แอนด์ สปา บ้านบางเนียง โดยชุดตะกอนทั้งสองชั้นแสดงการค้ำขนาดตะกอนจากหยาบขึ้นไปละเอียดด้านบน (fining upward sequences) อย่างไรก็ตามโครงสร้างภายในของตะกอนแต่ละชั้นปรากฏไม่ชัดเจนนัก แต่พอสรุปได้ว่า มีการสะสมจากพัดพาโดยสึนามิอย่างน้อยสองครั้งในบริเวณนี้ 4-49
- รูป 4.37 ลักษณะภูมิประเทศของหาดไม้ขาวที่มีความสูงประมาณ 4-5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางและมีสวนสนอยู่บริเวณหน้าหาดทำให้การเคลื่อนตัวของตะกอนสึนามิไปไม่ได้ไกลนักจากบริเวณหน้าหาดซึ่งเห็นได้ จากตะกอนสึนามิถูกบังไว้โดยต้นสน (รูปซ้าย) และตะกอนขนาดโคลนบางส่วนได้เคลื่อนตัวเข้าไปได้ไกลกว่าขนาดทราย โดยเฉพาะในบริเวณที่ลุ่มต่ำหลังแนวสันทราย (รูปขวา) 4-51
- รูป 4.38 ภาพตัดขวางแสดงความสูงของภูมิประเทศบริเวณหาดไม้ขาวและลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นสันทรายอยู่ด้านนอกสุดติดกับทะเล (outer beach ridge) และที่ราบลุ่มต่ำหลังแนวสันทราย 4-51
- รูป 4.39 โครงสร้างตะกอนพื้นผิวที่เป็นรอยริ้วคลื่น (ripple sands) พบสะสมตัวอยู่บนแนวสันทรายนอกสุด (outer beach ridge) (สองรูปบน) ลักษณะการแตกกระแหง (mud crack) ในตะกอนขนาดโคลนที่สะสมตัวเป็นชั้นบางๆ ปิดทับอยู่บนพื้นผิวตะกอนทรายเดิม (รูปล่างซ้าย) และซากเปลือกหอยจากบริเวณที่เคยสะสมตัวอยู่กับตะกอนหน้าหาด (shoreface sediments) ที่ถูกพัดพามาปะปนกับตะกอนสึนามิ (รูปล่างขวา) 4-52
- รูป 4.40 ภาพหน้าตัดของตะกอนสึนามิ (สีเทาเหลืองด้านบนที่ถูกศรสีขาวชี้) ที่พบในบริเวณหาดไม้ขาว มีความหนาอยู่ในช่วง 5-10 เซนติเมตรปิดทับอยู่บนตะกอนสันทรายเดิม (สีเทาด้านล่าง) แนวจุดประสีขาเป็นเส้นแบ่งชั้น

- ตะกอนสีนามิกับตะกอนเดิม 4-53
- รูป 4.41 แสดงภาพหน้าตัดตะกอนบริเวณปากคลองด้านเหนือของสนามบินภูเก็ต สองภาพบนเป็นลักษณะตะกอนหน้าหาด (shoreface sediments) ที่พบเห็น โดยทั่วไป แต่หากทดลองปาดหน้าตะกอนให้เรียบและปล่อยให้แห้งสักพัก จะเห็นโครงสร้างภายในชัดเจนที่แสดงการแปรสภาพของตะกอนหน้าหาด เดิมและภายหลังได้มีตะกอนสีนามิเข้ามาปิดทับจนเกิดลักษณะโครงสร้างรูปไต (kidney-shaped deformed shoreface sediments รูปถ่ายซ้าย) และรูปล่าง ขวาแสดงการเก็บตัวอย่างชั้นตะกอนที่เป็นตะกอนสีนามิและตะกอนหน้า หาดเดิมอย่างละเอียดเพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของตะกอนเพื่อ วิเคราะห์แหล่งที่มาของตะกอนสีนามิ 4-54
- รูป 4.42 แสดงภาพตัดขวางจริงจากภาคสนามและภาพวาดเพื่อให้เห็นโครงสร้าง ตะกอนเดิมและตะกอนสีนามิชัดเจนขึ้น จากทั้งสองรูปจะเห็นการแปรสภาพ ของตะกอนหน้าหาดเดิมในสองรูปแบบ คือ รูปแบบที่เป็นรอยริ้วที่แสดงการ กดทับจากตะกอนสีนามิขนาดทรายละเอียดด้านบนที่น้ำหนักไม่มากและ ตะกอนสีนามิแสดงทิศทางการพัดพาออกสู่ ทะเล คาดว่าเป็นการสะสมตัว ขณะน้ำทะเลที่ท่วมจากสีนามิถอยร่น (รูปบน) เมื่อเปรียบเทียบกับ โครงสร้าง ตะกอนเดิมที่แปรสภาพไปเป็นรูปไต (kidney-shaped) ที่สะสมตัวอยู่ด้านล่าง ของลักษณะปรากฏตะกอนรูปบน (รูปล่าง) จะเห็นว่า การรบกวนสภาพ ตะกอนเดิมเป็นไปด้วยความรุนแรงมากกว่า ซึ่งน่าจะเกิดขณะที่สีนามิเข้า กระแทกชายฝั่ง 4-55
- รูป 4.43 ภาพแสดงลักษณะปรากฏบนพื้นผิวของตะกอนสีนามิ (tsunami surface structural patterns) บริเวณหาดบางเทา จะเห็นว่าระยะระหว่างสันของเนิน ทราย (bedform dune wavelength) ในรูป A และ B มีช่วงความยาวตั้งแต่ 60- 120 เซนติเมตร ลูกศรชี้ทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนรูป C แสดงรอยริ้วคลื่น (ripple sands) ที่เกิดบนเนินทรายในทิศทางออกสู่ทะเล 4-58
- รูป 4.44 เนินทรายที่เกิดเป็นลักษณะสันเนินทรายที่ไม่สมมาตร (asymmetrical landward bedform dunes) แสดงทิศทางการเคลื่อนตัวเข้าสู่แผ่นดิน (ดังลูกศร ชี้) โดยพบลักษณะตะกอนรูปแบบนี้เป็นระยะทางยาวประมาณ 100 เมตรจาก หน้าหาดปัจจุบัน ตะกอนได้ถูกนำขึ้นมาจากการพัดพาโดยคลื่นระลอกแรก และลักษณะโครงสร้างตะกอนพื้นผิวน่าจะเกิดจากอิทธิพลของสีนามิระลอก สองซึ่งจากหลักฐานต่างๆ บ่งบอกว่า สีนามิระลอกสองนี้มีความสูงมากกว่า

- ระลอกอื่นๆ 4-59
- รูป 4.45 เนินทรายที่มีรูปร่างไม่สมมาตร (asymmetrical straight-crested landward bedform dunes) ที่มีขนาดความยาวแต่ละช่วงคลื่นลดลงและมีการเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นรอยริ้วคลื่น (landward ripple sands) สัมพันธ์กับระยะทางจากหน้าหาดเข้าสู่แผ่นดิน ลูกศรและปลายปากกาชี้ทิศทางเข้าสู่แผ่นดินในทิศทางโดยเฉลี่ย 120 องศา 4-60
- รูป 4.46 รอยริ้วคลื่นที่มีรูปร่างสันโค้งไม่ต่อเนื่อง (catenary and slightly straight-crested ripple sands) ที่เกิดอยู่บนเนินทรายที่แสดงทิศเข้าสู่แผ่นดิน (landward sand dunes) รูปบนซ้ายแสดงการซ้อนทับของรอยริ้วคลื่นที่มีทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน (landward ripple sands) รูปบนขวา และรูปล่างซ้าย ขวา แสดงรอยริ้วคลื่นที่มีทิศทางออกทะเล (seaward ripple sands) (ปลายปากกาชี้ออกทะเล) ในหลายทิศทาง จากลักษณะปรากฏเหล่านี้เป็นหลักฐานทางตะกอนวิทยาที่จะบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความลึกของกระแสน้ำที่พัดพาจากสึนามิได้ 4-61
- รูป 4.47 ภาพตัดขวางชั้นตะกอนสึนามิที่ส่วนผิวแสดงรูปแบบของลักษณะปรากฏบนพื้นผิว และแสดงถึง ตะกอนสึนามิที่มีรูปร่างพื้นผิวที่เป็นเนินทราย (bedform dunes) จะมีความหนาอยู่ในช่วง 10-12 เซนติเมตร และมีมุมเอียงทางด้านชันน้อย (stoss angle) ระหว่าง 20 ถึง 30 องศา และมีมุมเอียงทางด้านชันมาก (lee angle) ระหว่าง 2-5 องศา ซึ่งการวัดขนาดความยาวของแต่ละสันทราย (wavelength) ความสูงของยอดสัน (height) มุมเอียงทั้งสองด้าน ประมวลผลร่วมกับการวิเคราะห์ขนาดตะกอน (grain size analysis) จะสามารถคำนวณความเร็ว (ความเร็วที่ระดับฐานของการพัดพา หรือ ความเร็วต่ำสุด) และความสูงของกระแสน้ำทะเลจากการพัดพาโดยสึนามิได้ 4-62
- รูป 4.48 ลักษณะบนพื้นผิวของตะกอนที่พบที่หาดกมลา แสดงชั้นตะกอนขนาดโคลนที่มีความหนาระหว่าง 2-5 มิลลิเมตร ปิดทับอยู่บนชั้นตะกอนทราย (ภาพซ้าย) และร่องรอยการบเกลือตกผลึก (salt crystallization) ที่พบบนพื้นผิวตะกอน แสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในเรื่องความเค็มทั้งใน ตะกอน น้ำบนดินและน้ำใต้ดิน (คณะทำงานได้รายงานผลกระทบในเรื่องความเค็มที่อาจจะเกิดขึ้นได้ใน รายงานความก้าวหน้าต่อจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2548 แล้ว) 4-63
- รูป 4.49 ซากปลาทะเลที่พบปะปนกับตะกอนสึนามิ (รูปซ้าย) และร่องรอยการขูด



## หน้า

- ของปูทะเลที่เกิดจากการพัดพามาโดยคลื่นห่างจากชายหาดประมาณ 100 เมตร ซึ่งเป็นอีกผลกระทบหนึ่งในด้านชีวภาพที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัยของสัตว์ทะเลจากบริเวณที่เคยมีชีวิตอยู่อย่างปกติ (คณะทำงานได้รายงานในความก้าวหน้าของการสำรวจผลกระทบจากคลื่น เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2548 ไปแล้ว) 4-64
- รูป 4.50 ตะกอนสีนํ้าที่สามารบแบ่งชั้นการสะสมตัวได้ชัดเจนสองชั้นคือ ด้านล่างเป็นตะกอนทรายความหนาโดยเฉลี่ย 8 เซนติเมตร และด้านบนเป็นตะกอนโคลนความหนาเฉลี่ย 2 มิลลิเมตร พบห่างจากชายฝั่งทะเลปัจจุบันของหาดกมลา ประมาณ 100 เมตร โครงสร้างพื้นผิวตะกอนบ่งบอกทิศทางการพัดพาออกสู่ทะเลเป็นส่วนมาก 4-64
- รูป 4.51 ลักษณะตะกอนโดยทั่วไปที่พบในบริเวณหาดกมลาที่พบโครงสร้างตะกอนบนพื้นผิวถนนมีความหนาโดยเฉลี่ย 8 เซนติเมตร (รูปบนซ้ายขวา) และตะกอนที่พบอยู่ในสิ่งก่อสร้างที่สูงจากพื้นดินปกติประมาณ 1 เมตร ทิศทางของรอยริ้วคลื่น (ripple sands) แสดงการไหลออกสู่ทะเล และบ่งบอกว่าเป็นตะกอนที่ปะปนหรือแขวนลอยมากับน้ำทะเล มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร 4-65
- รูป 4.52 ประมวลภาพตะกอนสีนํ้าและชั้นการสะสมตัวเดิม (สองรูปล่างสุด) จากหาดกมลา จังหวัดภูเก็ต ภาพทั้งหมดบันทึกเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2548 โดยทีมสำรวจจากภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 4-66
- รูป 4.53 ลักษณะตะกอนที่เป็นเนินทรายใต้นํ้า (submerge dune sands) พบในบริเวณคลองปากบางมีขนาดความยาวช่วงคลื่นประมาณ 2.50 เมตร แสดงทิศทางการเคลื่อนตัวของสีนํ้าที่เข้าไปในแผ่นดินและออกสู่ทะเล ตำแหน่งลูกศรชี้ในภาพด้านซ้ายเป็นบริเวณที่ทำการวัดขนาดเนินทรายใต้นํ้า ในรูปด้านขวา (ภาพเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548 บันทึกขณะน้ำทะเลลดต่ำสุด) 4-67
- รูป 4.54 ประมวลภาพลักษณะตะกอนสีนํ้าบริเวณตอนเหนือของอ่าวป่าตอง บันทึกภาพเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548 พบว่าตะกอนทรายด้านล่างมีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ปิดทับโดยตะกอนขนาดโคลนความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ที่เห็นลักษณะการแตกกระแหง (mud crack) ซึ่งแบ่งแยกชั้นการสะสมตัวอย่างชัดเจน ตะกอนทรายด้านล่างคาดว่าถูกนำขึ้นมาสะสมตัวโดยสีนํ้าขณะเข้าปะทะ ชายฝั่งในทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนตะกอนโคลนด้านบนคาดว่าเกิดสะสมตัวหรือตกตะกอนขณะน้ำทะเลถอยร่น 4-68

- รูป 4.55 ภาพถ่ายมุมสูงจากคลองปากบางแสดงให้เห็นตะกอนบางส่วนได้สูญหายในบริเวณปากคลอง (รูปบนซ้าย บันทึกภาพขณะน้ำทะเลลดต่ำสุด เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548) และตะกอนเดิมที่ถูกคลื่นกัดเซาะบริเวณใต้สะพานคลองปากบาง (รูปล่างซ้ายขวา) จะเห็นว่า การเคลื่อนย้ายตะกอนคลื่นในบริเวณปากคลองเป็นไปในปริมาณมากกว่า บริเวณหน้าหาด 4-69
- รูป 4.56 แสดงตำแหน่งการกัดเซาะชายฝั่งจากภาพดาวเทียม IKONOS และภาพความเสียหายในเรื่องการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่งด้านซ้าย (A,B,C) บริเวณแหลมหัวกรังนุ้ย 4-70
- รูป 4.57 แผนที่แสดงการกระจายตัวของตะกอนใหม่ที่ถูกพัดพามาโดยคลื่น บริเวณหาดไม้ขาว และหาดบางเทา จังหวัดภูเก็ต 4-71
- รูป 4.58 แผนที่แสดงการกระจายตัวของตะกอนใหม่ที่ถูกพัดพามาโดยคลื่น บริเวณหาดป่าตอง หาดกมลา จังหวัดภูเก็ต 4-71
- รูป 4.59 ตำแหน่งการกัดเซาะชายฝั่งจากภาพดาวเทียม IKONOS และสภาพความเสียหายจากการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่งด้านซ้าย (A,B,C) บริเวณแหลมหัวกรังนุ้ย (ข้อมูลภาพดาวเทียมจาก GISTDA) 4-80
- รูป 4.60 ภาพดาวเทียม IKONOS บริเวณแหลมปะการัง กรอบสีแดงเป็นบริเวณที่เกิดการกัดเซาะตะกอนทรายที่หายไปที่ปิดทับ ปะการัง 4-81
- รูป 4.61 ภาพบันทึกจากการสำรวจภาคสนามแสดงสภาพความเสียหายจากการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณแหลมปะการัง (ภาพบนสุดถ่ายไปทางทิศตะวันตก เมื่อวันที่ 7 มกราคม 2548) ภาพกลางและล่างบันทึกเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2548 แสดงการกัดเซาะอย่างต่อเนื่องจากมรสุม 4-82
- รูป 4.62 ภาพดาวเทียม IKONOS ในบริเวณกว้าง (ภาพขวา) และภาพระดับรายละเอียด (ภาพด้านซ้าย) ของพื้นที่ตั้งแต่แหลมปะการัง ลงมาทางตอนใต้จนถึงบ้านบางหลาโอน จังหวัดพังงา ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดแต่ละพื้นที่ในรูปถัดไป 4-84
- รูป 4.63 ภาพดาวเทียม IKONOS ที่บันทึกได้เมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2547 ในบริเวณตอนล่างของแหลมปะการัง จนถึงบ้านคึกคัก จังหวัดพังงา ถูกสรแสดงตำแหน่งที่พบการกัดเซาะตะกอนหน้าหาดจากการสำรวจภาคสนาม 4-85
- รูป 4.64 ภาพดาวเทียม IKONOS ขยายให้เห็นพื้นที่การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณตอนล่างของแหลมปะการัง ปากคลองที่ตั้งบุลวิลเลจ รีสอร์ท แอนด์ สปา การกัดเซาะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงทำให้ปากคลองเปิดกว้างขึ้น และแนวสันทรายเดิม

	(ในตำแหน่งวงกลม) ได้ถูกกัดเซาะจนเกิดเป็นลักษณะเกาะสันดอน ซึ่งแสดงให้เห็นปริมาณตะกอนได้สูญเสียไปอย่างชัดเจน (ระดับเส้นประสีขาว ดังแสดงในรูปถ่ายด้านล่าง บันทึกภาพเมื่อ 7 มกราคม 2548)	4-86
รูป 4.65	ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ก่อนและหลังสึนามิในบริเวณโซฟีเทล เมจิก ลากูนา บ้านคึกคัก จังหวัดพังงา (ข้อมูลภาพจากโฮมเพจของ CRISP) จะเห็นการกัดเซาะบริเวณหน้าหาดชัดเจน (ตำแหน่งที่ลูกศรชี้) และสองรูปภาพกลาง แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะจากการสำรวจภาคสนาม เมื่อวันที่ 8 มกราคม 2548 ส่วนสองรูปล่างแสดงการฟื้นตัวของตะกอนที่มาปิดกั้นปากคลองในบริเวณใกล้เคียง บันทึกภาพเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2548	4-87
รูป 4.66	ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS แสดงตำแหน่งการกัดเซาะชายฝั่งตั้งแต่บริเวณบ้านคึกคัก ลงมาทางใต้ถึงหาดนางทอง จังหวัดพังงา (ลูกศรชี้) ซึ่งการกัดเซาะจะมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ทางด้านเหนือขึ้นไป คือเกิดอย่างชัดเจนในพื้นที่ที่เป็นร่องน้ำและพื้นที่สันทรายหน้าหาด	4-88
รูป 4.67	ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS แสดงการกัดเซาะชายฝั่งตั้งแต่หาดนางทอง ลงมาทางตอนใต้ถึง อ่าวอ่างทอง บ้านบางหลาโอน จังหวัดพังงา (ตำแหน่งในลูกศรชี้)	4-89
รูป 4.68	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณบ้านบางเนียง จังหวัดพังงา	4-95
รูป 4.69	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต	4-96
รูป 4.70	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดกมลา จังหวัดภูเก็ต	4-96
รูป 4.71	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณอ่าวเลพัง จังหวัดภูเก็ต	4-97
รูป 4.72	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดไม้ขาว จังหวัดภูเก็ต	4-97
รูป 4.73	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต	4-98
รูป 4.74	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดสิเหร่ จังหวัดภูเก็ต	4-98
รูป 4.75	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดลาหยัน จังหวัดภูเก็ต	4-99
รูป 4.76	กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณอ่าวพระนาง จังหวัดกระบี่	4-99
รูป 4.77	กราฟเปรียบเทียบระดับความสูงของสึนามิจากพื้นที่ที่ประสบพิบัติภัยสึนามิโดยภาพรวมจะเห็นว่าความสูงของสึนามิจากบริเวณจังหวัดภูเก็ตขึ้นไปทางเหนือถึงจังหวัดพังงาและระยะทางการท่วมของสึนามิจากหน้าหาดเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน	4-100
รูป 5.1	จุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวบนผิวโลก ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของเกาะสิมิลู ทำให้เกิดรอยแตกแยกกว่า 1,200 กม เป็นแนวโค้งไปตามเกาะจนถึงหมู่เกาะ	

	หน้า
	อันดามัน-นิโคบาร์ สึนามิที่เกิดไม่ใช่ว่ามาจากจุดนี้เพียงจุดเดียว
รูป 5.2	แผนที่แสดงต้นกำเนิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
รูป 5.3	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานอย่างง่ายรอบมหาสมุทรอินเดียตอนบนบนแสดงทิศทาง (ลูกศร) และบริเวณมุดตัวของแผ่นอินเดียลงไปข้างใต้แผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามแนวร่องทะเลลึกซุนดา ซึ่งทำให้เกิดการมุดตัวแบบเฉียง (oblique subduction) และทำให้เกิดแผ่นดินไหวเมื่อ 26 ธันวาคม 2547
รูป 5.4	ตัวอย่างแผนที่ลำดับความเสียหายทางกายภาพจากสึนามิ (Tsunami hazard map based on physical damages) บริเวณเขาหลัก จังหวัดพังงา
รูป 5.5	ตัวอย่างแผนที่ลำดับความเสียหายทางกายภาพจากสึนามิ (Tsunami hazard map based on physical damages) บริเวณเกาะพีพี จังหวัดกระบี่
รูป 5.6	แนวการมุดตัว (subduction zone) ของแผ่นเปลือกโลก (lithosphere) อินเดีย (ซ้าย) ลงไปได้แผ่นอินโดนีเซีย (ขวา, ซึ่งที่จริงเรียกแผ่นพม่า) ในแนวรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกที่เคลื่อนที่เข้าหากัน (convergent plate boundary) จนทำให้เกิดแนวโค้งภูเขาไฟ (island arc)
รูป 5.7	ชนิดรอยเลื่อนแบบต่าง ๆ 3 แบบที่มักทำให้เกิดสึนามิ
รูป 5.8	แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอันตรายจากแผ่นดินไหวในประเทศไทย
รูป 5.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกำลังแรงของแผ่นดินไหว (แกน X) กับระยะเคลื่อน (แกน Y) สำหรับการเกิดแผ่นดินไหวให้สึนามิ (จุดดำ) และแผ่นดินไหวจากสึนามิ (X)
รูป 5.10	ลักษณะการมุดตัว 2 แบบที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อน อย่างแรกเป็นการมุดตัวแบบมีรอยเลื่อนควบคู่ (ล่าง) ซึ่งมีทั้งที่เป็นการเลื่อนตัวย้อนสมบุรณ์ (pure thrusting) และมีการเลื่อนระดับด้านข้าง (lateral faulting) และอย่างที่สองเป็นการมุดตัวที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนเฉียง (oblique faulting)
รูป 5.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ เช่น เส้นระหว่างขนาดแผ่นดินไหว (แกน X, หน่วยริกเตอร์) และขนาดสึนามิเข้าปะทะ (แกน Y) แสดงถึงแผ่นดินไหวให้สึนามิไม่ปรากฏความสัมพันธ์เชิงเส้น
รูป 5.12	แผนที่ธรณีแปรสัณฐานบริเวณแนวมุดตัวแสดงจุดเกิดแผ่นดินไหว (วงกลมที่มีกากบาทเหลือง) และสภาพการไหวสะเทือนหลังเกิดเหตุการณ์ 26 ธันวาคม 2547
รูป 5.13	กราฟแสดงการเกิดรอยเลื่อนย้อนจนทำให้พื้นทะเลเกิดการเลื่อนตัวในแนวดิ่ง ทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนที่ผิว (เส้นประ) และรอยเลื่อนภายใน (เส้นทึบ)

- รูป 5.14 แผนที่คาดการณ์การเกิดสึนามิที่อาจส่งผลกระทบต่อชายฝั่งทะเลของมหาสมุทรอินเดียและชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยหากเกิดแผ่นดินไหวขนาด 9 ริกเตอร์ในบริเวณ ลองจิจูด 104 องศา และละติจูด 7 องศา ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของเกาะสุมาตรา สึนามิอาจเคลื่อนเข้าปะทะประเทศไทยได้แต่ในระดับที่ไม่รุนแรงนัก 5-16
- รูป 5.15 แผนที่คาดการณ์การเกิดสึนามิที่อาจส่งผลกระทบต่อฝั่งทะเลมหาสมุทรอินเดียและชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยหากเกิดแผ่นดินไหวขนาด 8 ริกเตอร์ในบริเวณ ลองจิจูด 95.8 องศา และละติจูด 3.3 องศา ที่อยู่ทางตอนเหนือของเกาะสุมาตรา สึนามิอาจเคลื่อนที่เข้าปะทะประเทศไทยและส่งผลกระทบต่อความเสียหายแก่หลายพื้นที่ตลอดชายฝั่งทะเลอันดามันของไทยได้ 5-17
- รูป 5.16 แผนที่คาดการณ์การเกิดสึนามิที่อาจส่งผลกระทบต่อฝั่งทะเลมหาสมุทรอินเดียและชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยหากเกิดแผ่นดินไหวขนาด 9 ริกเตอร์ในบริเวณ ลองจิจูด 90 องศา และละติจูด 21 องศา ที่อยู่ในอ่าวเบงกอลและทางตะวันออกของประเทศอินเดีย สึนามิอาจเคลื่อนที่เข้าปะทะประเทศไทยและส่งผลกระทบต่อความเสียหายแก่หลายพื้นที่ตลอดชายฝั่งทะเลอันดามันของไทยได้ 5-18
- รูป 6.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบที่สำคัญของการเตือนภัยสึนามิล่วงหน้า 6-1
- รูป 6.2 แผนที่รอบมหาสมุทรแปซิฟิกแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจจับแผ่นดินไหว (seismograph stations) ซึ่งแทนด้วยสี่เหลี่ยมสีฟ้า สถานีวัดระดับน้ำทะเล (sea level stations) แทนด้วยจุดสีดำ และทุ่นตรวจจับคลื่นสึนามิ (deep-ocean tsunameter) แทนด้วยจุดสีม่วง ซึ่งทั้งหมดนี้รวมอยู่ในศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก (Tsunami Warning System in the Pacific, TWSP) นอกจากนี้ในรูปยังแสดงให้เห็นตัวอย่างเวลาโดยประมาณที่สึนามิเคลื่อนตัวจากเมือง Honolulu เกาะฮาวาย ไปยังสถานที่ต่างๆรอบมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งแทนด้วยวงเส้นประสีแดงกำกับด้วยเวลาในหน่วยชั่วโมง 6-3
- รูป 6.3 แสดงตัวอย่างถุงชูชีพสึนามิ (Tsunami survival kit) 6-6
- รูป 6.4 ตัวอย่างแผ่นข้อมูลฉุกเฉิน ซึ่งแต่ละครัวเรือนจะต้องทำการกรอกข้อมูลที่สำคัญลงไป เพื่อในกรณีฉุกเฉินสามารถหยิบมาใช้ได้ทันที โดยข้อมูลที่กรอกประกอบด้วย (1) สถานที่นัดพบกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน เช่นสึนามิ ควรไปรวมตัวกันที่ไหน บ้านใครก่อนเพื่อที่จะได้หนีไปพร้อมกันเป็นกลุ่ม หรืออาจ

- เป็นที่หลบภัยที่ใกล้และดีที่สุดบริเวณนั้น (2) เบอร์โทรศัพท์ของสถานที่นัดพบ (3) ที่อยู่ของจุดนัดพบ ว่าอยู่ที่ไหน บ้านเลขที่เท่าไร (4) ชื่อผู้ที่อยู่ต่างจังหวัดหรือต่างเมือง สามารถติดต่อได้ที่ (5) เบอร์โทรเวลากลางวัน (6) เบอร์โทรเวลากลางคืน 6-7
- รูป 6.5 ตัวอย่างสติ๊กเกอร์บอกเส้นทางหนีภัยสึนามิ เพื่อให้ประชาชนได้ทำความรู้จักคุ้นเคย และจะได้สังเกตเห็นในพื้นที่จริงได้ ซึ่งในพื้นที่จะมีป้ายขนาดใหญ่ที่เหมือนกับสติ๊กเกอร์นี้ ติดอยู่ตามเส้นทางหนีภัย 6-7
- รูป 6.6 ตัวอย่างแผนที่ทางหลวงที่ให้ข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตนในกรณีฉุกเฉิน 6-8
- รูป 6.7 ตัวอย่างแผนที่หนีภัยของชายฝั่งวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา 6-9
- รูป 6.8 ตัวอย่างคู่มือเตรียมพร้อมกรณีที่มีภัยพิบัติ ซึ่งจะให้ข้อมูลแนะนำในการเตรียมตัวและปฏิบัติตนเมื่อเกิดภัยพิบัติต่างๆ ทั้งที่เกิดตามธรรมชาติหรือโดยฝีมือมนุษย์ 6-10
- รูป 6.9 ตัวอย่างแผ่นข้อมูลแนะนำการปฏิบัติตนกรณีเกิดสึนามิ เป็นแผ่นขนาดเล็กกะทัดรัด เนื้อหากระชับ เข้าใจง่าย 6-11
- รูป 6.10 แผนที่แสดงตำแหน่งของสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวกว่า 180 สถานีครอบคลุมพื้นที่ของเกาะญี่ปุ่น 6-12
- รูป 6.11 กำแพงกันสึนามิบริเวณท่าเรือฮามะนะกะ (Hamanaka) เมืองคิริทัปปู (Kiritappu) 6-14
- รูป 6.12 กำแพงสูงสร้างไว้เพื่อกันสึนามิ บริเวณเมืองชิซูโอกะ 6-15
- รูป 6.13 ป้ายแสดงสถานที่หลบภัยสึนามิบริเวณศาลเจ้าอักเคชิ เมืองอักเคชิ เกาะฮอกไกโด ประเทศญี่ปุ่น 6-16
- รูป 6.14 บันไดสำหรับหนีภัยสึนามิหรือภัยพิบัติภัยอื่นๆ เช่น ลมพายุ ที่อาจเกิดขึ้นบริเวณชายหาดที่มีหน้าผาชันที่เมืองฮิโร (Hiroo) 6-16
- รูป 6.15 แผนที่บริเวณโดยรอบมหาสมุทรแปซิฟิกและข้างเคียงซึ่งแสดงตำแหน่งที่คาดว่าควรติดตั้งทุ่นสึนามิในอนาคต (จุดสีดำ) ส่วนที่จุดสีขาวแสดงตำแหน่งของทุ่นสึนามิที่ติดตั้งแล้วและใช้งานอยู่ใน ปัจจุบัน 6-17
- รูป 6.16 ตัวอย่างอุปกรณ์ดับเพลิงสำหรับใช้ภายในบ้านหรืออาคาร ที่มีหลากหลายรูปแบบและการใช้งานที่จัดจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดใน ประเทศ 6-21
- รูป 6.17 ตัวอย่างอาหารฉุกเฉินที่จัดแสดงในงานนิทรรศการที่จัดแสดง ณ เมืองชิซูโอกะ ในประเทศญี่ปุ่น ที่แนะนำให้ประชาชนจัดเตรียมไว้สำหรับรับมือกับ

- เหตุการณ์แผ่นดินไหว ปริมาณตัวอย่างอาหารฉุกเฉินที่จัดแสดงสำหรับครอบครัวที่มีสมาชิก ประมาณ 3-4 คน และเพียงพอที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้ 3-4 วัน 6-23
- รูป 6.18 ตัวอย่างอุปกรณ์ปฐมพยาบาล ยารักษาโรค เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม วิทยุ ทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ที่จัดแสดงในงานนิทรรศการที่จัดแสดง ณ เมืองชิสุโอกะ ในประเทศญี่ปุ่น ที่แนะนำให้ประชาชนจัดเตรียมไว้สำหรับรับมือกับเหตุการณ์แผ่นดินไหว 6-24
- รูป 6.19 ตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับยึดตู้และเครื่องใช้ภายในบ้านหรืออาคาร ที่จัดแสดงในงานนิทรรศการที่จัดแสดง ณ เมืองชิสุโอกะ ในประเทศญี่ปุ่น สำหรับรับมือกับเหตุการณ์แผ่นดินไหว 6-25
- รูป 6.20 ตัวอย่างการยึดตู้เย็นขนาดใหญ่กับผนังบ้านหรืออาคารด้วยอุปกรณ์เฉพาะทาง เพื่อป้องกันไม่ให้ล้มเสียหายและก่อให้เกิดอันตราย เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว 6-26
- รูป 6.21 ตัวอย่างการยึดตู้หรือชั้นกับผนังบ้านหรืออาคารด้วยอุปกรณ์เฉพาะทาง เพื่อป้องกันไม่ให้ล้มเสียหายและก่อให้เกิดอันตราย เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว 6-27
- รูป 6.22 คลื่นสึนามิที่ซัดเข้ากระทบจังหวัดชายฝั่งด้านตะวันตกของภาคใต้ ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 9.0 ริกเตอร์ ณ พื้นมหาสมุทรใกล้ๆ บริเวณหัวเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 6-29
- รูป 6.23 ตัวอย่างเหตุการณ์ดินถล่มที่เมือง ลา คอนซิตา รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อ ค.ศ. 1995 6-30
- รูป 6.24 ตัวอย่างแผนที่หนีภัย (Evacuation Map) บริเวณ Ocean Park ของ Pacific County รัฐ Washington ประเทศสหรัฐอเมริกา พื้นที่สีเหลืองคือพื้นที่อันตรายจากสึนามิ น้ำท่วมสูง พื้นที่สีเหลืองอ่อนคือพื้นที่อันตรายจากสึนามิ ความสูงของน้ำไม่มาก พื้นที่สีเขียวคือพื้นที่ปลอดภัย เป็นพื้นที่สูง เส้นสีแดงคือเส้นทางหนีภัย (ในกรณีนี้ใช้ถนนเป็นเส้นทางหนีภัย) จุด A คือบริเวณที่ใช้หลบภัย 6-33
- รูป 6.25 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของทุ่นตรวจจับสึนามิ 6-36
- รูป 6.26 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของทุ่นตรวจจับสึนามิ 6-37

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตาราง 1.1	กลุ่มรอยเลื่อนสำคัญในประเทศไทยแบ่งตามภาค	1-17
ตาราง 2.1	บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น	2-32
ตาราง 2.2	แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 51 ถึง พ.ศ.2502 ที่มี ความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า IV	2-42
ตาราง 2.3	รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ ขึ้นไป (พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548)	2-48
ตาราง 2.4	จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละ เดือนกับจำนวนของสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ	2-61
ตาราง 2.5	แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและ ทะเลอันดามัน	2-77
ตาราง 2.6	ลำดับชั้นตะกอนในบริเวณ Andaman-Nicobar ridge	2-129
ตาราง 2.7	เขตกำเนิดแผ่นดินไหว ( Seismic source zone) ในบริเวณพื้นแผ่นดิน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	2-146
ตาราง 2.8	ข้อมูลขนาดกำลัง จำนวนครั้งของแผ่นดินไหวในเขตกำเนิดแผ่นดินไหว พื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	2-153
ตาราง 2.9	สรุปเหตุการณ์หลุมยุบ ตั้งแต่วันที่ 26 ธ . ค . 2547-22 มิ.ย 2548 ปัจจุบัน พบใน 14 จังหวัดรวม 56 หลุม	2-188
ตาราง 2.10	บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (จังหวัดภูเก็ต)	2-192
ตาราง 2.11	บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (กระบี่)	2-193
ตาราง 2.12	บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (พังงา)	2-193
ตาราง 2.13	จำแนกจำนวนประชาชนที่เสียชีวิต, สูญหายและไร้ที่อยู่อาศัยจากเหตุ การณ์ สึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547	2-199
ตาราง 3.1	สึนามิของอินโดนีเซียมีความรุนแรง ซึ่งประเมินจากขนาดคลื่นสูงขึ้น ปะทะ และจำนวนยอดผู้เสียชีวิต	3-26
ตาราง 4.1	สรุปการจำแนกโครงสร้างพื้นผิวตะกอนสึนามิ (Tsunami sedimentary surface structures)	4-72
ตาราง 6.1	ค่าความถี่ของการเกิดแผ่นดินไหวที่ระดับความรุนแรงต่างๆทั่วโลกใน รอบปี	6-20



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความจำเป็นในการศึกษา

คลื่นยักษ์ “สึนามิ” ที่ซัดเข้าสู่ฝั่งทะเลอันดามันเมื่อเช้าวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ได้ทำความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินใน 6 จังหวัดภาคใต้ของไทยเป็นอย่างมาก การเข้าช่วยเหลือและแก้ปัญหาเร่งด่วน โดยเฉพาะผลกระทบต่อชีวิต สุขภาพ และทรัพย์สิน เป็นสิ่งจำเป็นในลำดับแรก ซึ่งขณะนี้หน่วยงานหลายแห่งได้เข้าช่วยเหลืออย่างเต็มกำลังความสามารถ อย่างไรก็ตามการดำเนินการในลำดับต่อไปจากนี้คือ การฟื้นฟูพื้นที่ต่างๆเพื่อให้ประชาชนในพื้นที่กลับมาทำกิจกรรมเพื่อดำเนินชีวิตต่อไปอย่างเร่งด่วน เช่น พื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ทำกิน เนื่องจากพื้นที่ที่เสียหายหลายแห่งเป็นฐานอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวที่สำคัญทำให้กระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของคนในพื้นที่

ประเด็นที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งคือ พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์และความงดงามทางธรรมชาติสูง มีคุณค่าเชิงนิเวศและวัฒนธรรมท้องถิ่นเทียบเท่ามรดกโลก ความเสียหายของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และภูมิสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจากพิบัติภัยสึนามิในครั้งนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินสภาพความเสียหายและหาหนทางในการฟื้นฟูความเสียหายดังกล่าวอย่างบูรณาการและยั่งยืน เพื่อสร้างไว้ซึ่งคุณค่าของทรัพยากรที่สำคัญของชาติ

ดังนั้น การฟื้นฟูครั้งนี้จึงถือเป็นโอกาสที่จะพลิกฟื้นธรรมชาติที่เสียหายจากเหตุการณ์นี้ไปพร้อมกับการวางแผนจัดระเบียบเพื่อคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอันจะเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาในทุกๆ ด้านอย่างยั่งยืน พร้อมกับช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆในอนาคต เช่นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยไม่คิดถึงผลกระทบดังเหมือนที่ผ่านมา ดังนั้นการฟื้นฟูครั้งนี้ต้องคำนึงถึงระบบการลดความเสี่ยงและ/หรือ หลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดจากภัยพิบัติต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นอีกในอนาคต และการใช้ทรัพยากรอย่างขาดสำนึกไปพร้อมกัน

เนื่องจากการฟื้นฟูพื้นที่ประสบภัย ประกอบด้วยงานหลายด้านที่มีส่วนเกี่ยวข้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน อีกทั้งยังมีความซับซ้อนเรื่องเงื่อนไขด้านเวลา จำนวนผู้เกี่ยวข้อง จำนวนประเด็นที่ทับซ้อนและอาจขัดแย้งกันอยู่ที่พื้นที่กับหน่วยงานที่มีส่วนรับผิดชอบ ความยุ่งยากของการฟื้นฟูนี้จึงมิได้อยู่ที่การสำรวจและการจัดทำแผนงานทีละด้าน ปัจจัยความสำเร็จของการทำงานนอกจากต้องสร้างแนวทางการพัฒนาบนพื้นฐานความยั่งยืนแล้ว จะต้องมีการประสานงานในลักษณะบูรณาการ ซึ่งจะเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้งานครั้งนี้บรรลุเป้าหมายที่แท้จริง

ด้วยเหตุผลความจำเป็นดังกล่าวกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจึงได้เห็นความสำคัญในการฟื้นฟูและพลิกฟื้นชายหาดที่เคยสวยงามให้กลับคืนสู่ธรรมชาติ หลังจากถูกสึนามิทำลาย โดยให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัยและความร่วมมือทางวิชาการกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมี

วัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพลิกฟื้นพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติในพื้นที่เสียหายให้ใช้งานได้โดยเร็วที่สุด พร้อมกับกำหนดเขตอุทยานที่เสียหายน้อยเพื่อทดแทนในระยะแรก โดยที่การพัฒนาที่จะเกิดขึ้น ต้องสามารถฟื้นฟูสภาพในทุกๆด้านให้ดีกว่าเดิม และดำเนินการอย่างเป็นระบบระเบียบในแนวทางเดียวกัน สามารถพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยส่งเสริมทรัพยากรธรรมชาติและเอื้อต่อระบบเศรษฐกิจการท่องเที่ยว และมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมและชุมชนน้อย เพื่อเป็นเกราะป้องกันความเสียหายหรือผลกระทบต่อสภาพธรรมชาติและวัฒนธรรมท้องถิ่นในระยะยาวจากกิจกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งที่อาจจะเกิดจากภัยพิบัติในอนาคต นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างแผนฟื้นฟูระบบธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นแนวทางให้จังหวัดหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบพื้นที่โดยตรงได้ใช้ประกอบในแผนฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายอื่นๆ เช่น พื้นที่ชายหาดสาธารณะ พื้นที่ชุมชน ดังได้กล่าวมาแล้ว และ เพื่อสร้างระบบฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติในแถบอันดามันของประเทศไทย รวมทั้งเป็นส่วนสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการปฏิบัติงานในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ด้วย

ซึ่งในรายละเอียดการดำเนินงาน กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กระจายงานต่างๆ ให้กับหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขา ทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เพื่อให้งานวิจัยที่ได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในงานนั้นๆ ในส่วนของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบในด้าน การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศวิทยาบกและใต้ทะเล ด้านธรณีวิทยาและกายภาพ ตลอดจนด้านอุทกวิทยา การจัดทำแผนฟื้นฟูความเสียหาย ซึ่งจะต้องครอบคลุมถึงกรอบนโยบาย มาตรการ กฎหมาย ระเบียบ ที่เกี่ยวข้องในระดับรัฐบาล (Government Agenda) ตลอดจนแนวปฏิบัติในระดับพื้นที่ (Area Agenda) และ การจัดทำแนวทางและแผนการบริหารความเสี่ยงในอนาคต ซึ่งประกอบด้วยระบบเตือนภัย ตลอดจนการจัดทำประกาศเขตคุ้มครองสิ่งแวดล้อม รวมถึงการจัดทำระบบติดตามและป้องกันภัยสึนามิ โดยที่คณะที่ปรึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แบ่งความรับผิดชอบดังกล่าว ออกเป็นหัวข้อย่อยอีก เพื่อให้แต่ละคณะหรือภาควิชาที่มีส่วนเกี่ยวข้องนำไปดำเนินการปฏิบัติ เช่น ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ รับผิดชอบในเรื่องการสำรวจความเสียหายและผลกระทบจากสึนามิที่มีต่อใต้ทะเล สำหรับภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบในส่วนของกิจกรรมที่ 1 เกี่ยวกับการจัดทำประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและกายภาพในพื้นที่ประสบธรณีพิบัติภัยเพื่อการฟื้นฟูสภาพและการเฝ้าระวังเตือนภัย

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์ “สึนามิ” โอกาสและความเสี่ยงการเกิดเหตุการณ์ในอนาคต เพื่อการระวังภัยที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และ

1.2.2 เพื่อประเมินผลกระทบและความเสียหายของสภาพธรณีวิทยาและกายภาพในพื้นที่ประสบพิบัติภัย

### 1.3 แนวทางและวิธีการศึกษา

เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานและทำให้งานวิจัยออกมาอย่างเป็นระบบ ภาควิชาธรณีวิทยาได้จัดแนวทางในการศึกษาออกเป็น 3 ชั้นกิจกรรมย่อย ดังนี้

#### 1.3.1 กิจกรรมย่อยที่ 1

การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานในรายละเอียด ดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลสถิติภูมิของตำแหน่งที่เกิด แผ่นดินไหว (epicenter) ในบริเวณทะเล อันดามัน และข้างเคียงตั้งแต่ปี พ.ศ. 1989-2546 (ค.ศ.1446-2003)
- 2) รวบรวมข้อมูลการศึกษาที่มีผู้ทำไว้ก่อนหน้า นั้นทางธรณีวิทยาและวิทยาการ สาขาที่เกี่ยวข้องรอบๆพื้นที่แถบทะเลอันดามัน
- 3) รวบรวมข้อมูลเชิงการแปรสัณฐานยุคใหม่ (neotectonics) ของบริเวณทะเลอันดามันและข้างเคียง
- 4) รวบรวมข้อมูลลักษณะภูมิประเทศใต้ทะเล และสภาพภูมิประเทศโดยรอบของพื้นที่แถบ ทะเลอันดามัน และ
- 5) รวบรวมประมวลวิเคราะห์ สาเหตุการเกิด แผ่นดินไหว เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

#### 1.3.2 กิจกรรมย่อยที่ 2

การวิเคราะห์ ความเสี่ยงเชิงพื้นที่และ โอกาสเกิดแผ่นดินไหวในอนาคต มีวิธีการดำเนินงานในรายละเอียด ดังนี้

- 1) ตรวจสอบข้อมูลทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหวรอบๆทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย
- 2) ตรวจสอบข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อาจเคยเกิด แผ่นดินไหวในอดีต และ/หรือ ได้รับผลกระทบจาก สึนามิในอดีตรอบๆ ทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย
- 3) ศึกษาเพื่อจำแนกพื้นที่ต้นกำเนิดแผ่นดินไหว (seismogenic source zone) รอบทะเล อันดามัน และข้างเคียง
- 4) ศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่อันตรายจาก แผ่นดินไหว (และสึนามิ) โดยรอบทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย และ
- 5) วิเคราะห์โอกาสเกิดแผ่นดินไหวเชิงพื้นที่ โดยรอบทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย

### 1.3.3 กิจกรรมย่อยที่ 3

เสนอแนะแนวทางการบรรเทาภัยแผ่นดินไหวเบื้องต้น มีวิธีการดำเนินงานในรายละเอียด ดังนี้

- 1) ตรวจสอบข้อมูลนานาชาติเกี่ยวกับการ บรรเทาภัยแผ่นดินไหวจากเว็บไซต์และจากศูนย์วิจัยในต่างประเทศ
- 2) ตรวจสอบข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อาจเคยเกิด แผ่นดินไหวในอดีต และ/หรือ ได้รับผลกระทบจากสึนามิในอดีตรอบๆ ทะเลอันดามัน
- 3) จัดทำแผนโปรสเตอร์การบรรเทาภัยแผ่นดินไหว เพื่อการเผยแพร่
- 4) ศึกษาเพื่อจำแนกชนิดความเสียหายทางธรรมชาติจากการเกิดแผ่นดินไหว และ
- 5) เสนอแนะแนวทางการบรรเทาภัยแผ่นดินไหว

### 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะได้รับได้แบ่งออกตามแต่ละกิจกรรมย่อย ดังต่อไปนี้

#### 1.4.1 ผลที่คาดว่าจะได้รับในกิจกรรมย่อยที่ 1

- 1) แผนที่แสดงตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใน บริเวณทะเลอันดามัน มาตรฐาน 1:1,000,000
- 2) รายงานข้อมูลประเภทการศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหว
- 3) แผนที่ธรณีแปรสัณฐานในบริเวณทะเลอันดามันมาตรฐาน 1:1,000,000
- 4) แผนที่ภูมิประเทศพื้นที่องทะเลอันดามัน มาตรฐาน 1:1,000,000 และ
- 5) รายงานแนวทางการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

#### 1.4.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับในกิจกรรมย่อยที่ 2

- 1) รายงานฐานข้อมูลเชิงประวัติศาสตร์เคยเกิด แผ่นดินไหวรอบทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย
- 2) แผนที่แสดงพื้นที่ประสบแผ่นดินไหว/ สึนามิในอดีตรอบๆ ทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย มาตรฐาน 1:500,000
- 3) แผนที่ต้นกำเนิดแผ่นดินไหวรอบทะเล อันดามันและข้างเคียง มาตรฐาน 1:1,000,000
- 4) แผนที่แสดงพื้นที่อันตรายจากแผ่นดินไหว มาตรฐาน 1:500,000 และ
- 5) แผนที่โอกาสเกิดแผ่นดินไหวเชิงพื้นที่ รอบทะเลอันดามันและด้านตะวันตกของประเทศไทย

#### 1.4.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับในกิจกรรมย่อยที่ 3

- 1) รายงานแสดงรายละเอียดการบรรเทาภัยแผ่นดินไหว
- 2) รายงานรูปแบบการบริหารจัดการการบรรเทาภัยจากแผ่นดินไหวระดับชาติ
- 3) รายงานเพื่อแสดงให้เห็นประชาชนทราบถึงข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ และถูกต้องด้านแผ่นดินไหว

4) แผ่นพับและสื่อสิ่งพิมพ์จำนวนรวม 1,000 ชุด และ โปสเตอร์จำนวน 100 ชุดที่เกี่ยวกับแผ่นดินไหว และ

5) รายงานข้อเสนอแนะแนวทางบรรเทาภัยแผ่นดินไหว

### 1.5 แผ่นดินไหว: ทฤษฎีและสาเหตุ

อาจกล่าวได้ว่ามนุษย์ได้พยายามหาคำตอบมาช้านานแล้วว่าแผ่นดินไหวเกิดมาได้อย่างไรซึ่งสามารถรวบรวมได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มที่คิดว่าแผ่นดินไหวเกิดจากสิ่งเหนือธรรมชาติ (supernatural earthquake) กับกลุ่มที่คิดว่าแผ่นดินไหวที่เกิดจากธรรมชาติ (natural earthquake) กลุ่มที่เชื่อว่าแผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์เหนือธรรมชาติยากต่อการพิสูจน์ ปัจจุบันก็ยังมียุ่เฉพาะกลุ่มที่เคร่งศาสนาโดยแนวความคิดหนักแน่นไปในรูปของพวกที่เชื่อเรื่องโลกแบนหรือโลกกลม (flatten earth หรือ hollow earth) เช่นในประเทศอังกฤษ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากพวกยุโรปแต่สมัยโบราณเพราะมนุษย์ในสมัยนั้นมีความเข้าใจถึงธรรมชาติน้อยมาก เมื่ออธิบายไม่ได้ในตอนนั้นจึงต้องทึกทักเอาว่าเป็นสิ่งเหนือธรรมชาติ ในเรื่องแผ่นดินไหวนี้ คนไทยในสมัยโบราณก็คิดเหมือนกันว่าเป็นเพราะปลาอานนท์พลิกตัวเมื่อแบกรับโลกอยู่นานๆ จนเกิดความเมื่อยล้า ดังนั้นจึงเปลี่ยนท่าแบกเสียใหม่ให้หายเมื่อย(จะได้สมดุลใหม่) ในต่างประเทศเช่นญี่ปุ่นก็มีเรื่องเล่าหรือแนวคิดแบบนี้เหมือนกัน แต่ของเขาเป็นปลาอุกยักษ์แทน (ภาษาญี่ปุ่น เรียก Namazu) ซึ่งก็เกิดการขยับตัวเหมือนกัน(คงจะให้เกิดการสมดุลเช่นเดียวกับปลาอานนท์ของไทย)

ต่อมามนุษย์เริ่มรู้จักสังเกตและหาเหตุผลอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการประดิษฐ์เครื่องมือต่างๆ มาช่วยการค้นหาคำตอบมากมาย ด้วยเหตุนี้ ณ ประเทศจีน เมื่อ 1,800 กว่าปีก่อนได้มีนักปราชญ์จีนชื่อ ฉางเฮง (Chang Heng) ประดิษฐ์เครื่องมือตรวจจับคลื่นสั่นสะเทือนได้เป็นครั้งแรกของโลก ส่งผลให้วิชาการแขนงนี้พัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งพบว่าแผ่นดินไหวนั้นไม่ได้เกิดกระจายกระจายทั่วไปในส่วนต่างๆ ของโลกโดยไม่มีระบบหรือแบบแผน แต่กลับมีกระจายอยู่เป็นแนวหรือบริเวณจำกัด

#### 1.5.1 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว

โดยทั่วไปการเกิดแผ่นดินไหวบนโลกนั้น สามารถจำแนกตามสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหวได้ 2 สาเหตุหลักๆ คือ

- 1) แผ่นดินไหวที่เกิดโดยธรรมชาติ (natural earthquake) และ
- 2) แผ่นดินไหวที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (artificial earthquake หรือ man-made earthquake)

โดยที่แผ่นดินไหวที่เกิดโดยธรรมชาติยังสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แผ่นดินไหวที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก (tectonic-involving earthquake) และแผ่นดินไหวที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ (volcanic earthquake) ส่วนแผ่นดินไหวที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่เห็นได้เด่นชัด ได้แก่ แผ่นดินไหวจากระเบิดปรมาณู (atomic-bomb earthquake) แผ่นดินไหวจากการกักน้ำใน

เขื่อน (reservoir - induced earthquake หรือ RIE) และแผ่นดินไหวที่เกิดจากการระเบิดหน้าเหมือง (quarry-Front earthquake) การใช้ประโยชน์จากน้ำใต้ดิน น้ำพุร้อน และขบวนการผลิตน้ำมัน (fluid extraction & injection) รวมทั้งการระเบิดเพื่อสำรวจ เพื่อก่อสร้าง เพื่อการทำลายตึก เป็นต้น

แผ่นดินไหวที่เกิดบนโลกนั้นมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ตามแต่เหตุการณ์และสาเหตุที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยปกติแล้วแผ่นดินไหวที่มีขนาดใหญ่ๆ (คือตั้งแต่ขนาด 6.5 ริกเตอร์ขึ้นไป) มักเป็นแผ่นดินไหวธรรมชาติที่เกิดภายในโลกทั้งนั้น เนื่องจากภาวะที่เปลือกโลกอยู่ในสภาพกดดันหรือไม่สมดุลนั้นมีพลังงานที่สะสมอยู่มากมายมหาศาลเมื่อเทียบกับแผ่นดินไหวที่เกิดจากพลังงานจากการกระทำของมนุษย์ แม้แต่พลังงานนิวเคลียร์ที่เราคิดว่ามีอนุภาพรุนแรงแล้ว ยังถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับพลังงานที่เกิดจากการบีบอัดหรือพลังงานความเครียดที่มีอยู่ใต้พื้นโลก (ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไป)

แผ่นดินไหวจากการระเบิดของภูเขาไฟ เป็นแผ่นดินไหวตามธรรมชาติอีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการที่หินหนืดจากกระเปาะภายในโลกลึกตั้งแต่ 3-20 กิโลเมตร เคลื่อนที่ขึ้นมาสู่ผิวโลก ความแรงของการขับเคลื่อนหินหนืดปริมาณมาก ๆ มีผลทำให้เกิดแรงดันจนเกิดเป็นคลื่นความสั่นสะเทือนและเกิดแผ่นดินไหวได้เช่นเดียวกัน

### 1.5.2 ทฤษฎีกลไกการเกิดแผ่นดินไหว

ในปัจจุบัน กลไกการเกิดแผ่นดินไหวที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายนั้น มีอยู่ 2 ทฤษฎี คือ

1) ทฤษฎีที่ว่าด้วยการขยายตัวของเปลือกโลก (dilatation source theory) อธิบายว่าแผ่นดินไหวเกิดจากการที่เปลือกโลกเกิดการคดโค้งงออย่างฉับพลัน และเมื่อวัตถุขาดออกจากกันจึงปลดปล่อยพลังงานกลออกมาในรูปของคลื่นแผ่นดินไหว

2) ทฤษฎีที่ว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ (elastic rebound theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าแผ่นดินไหวเกิดจากการสั่นสะเทือน อันเป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน (fault) ดังนั้นเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ถึงจุดหนึ่งวัตถุจึงขาดออกจากกัน และเสียดรูปอย่างมากพร้อมกับปลดปล่อยพลังงานออกมา และหลังจากนั้นวัตถุก็คืนตัวกลับสู่รูปเดิม

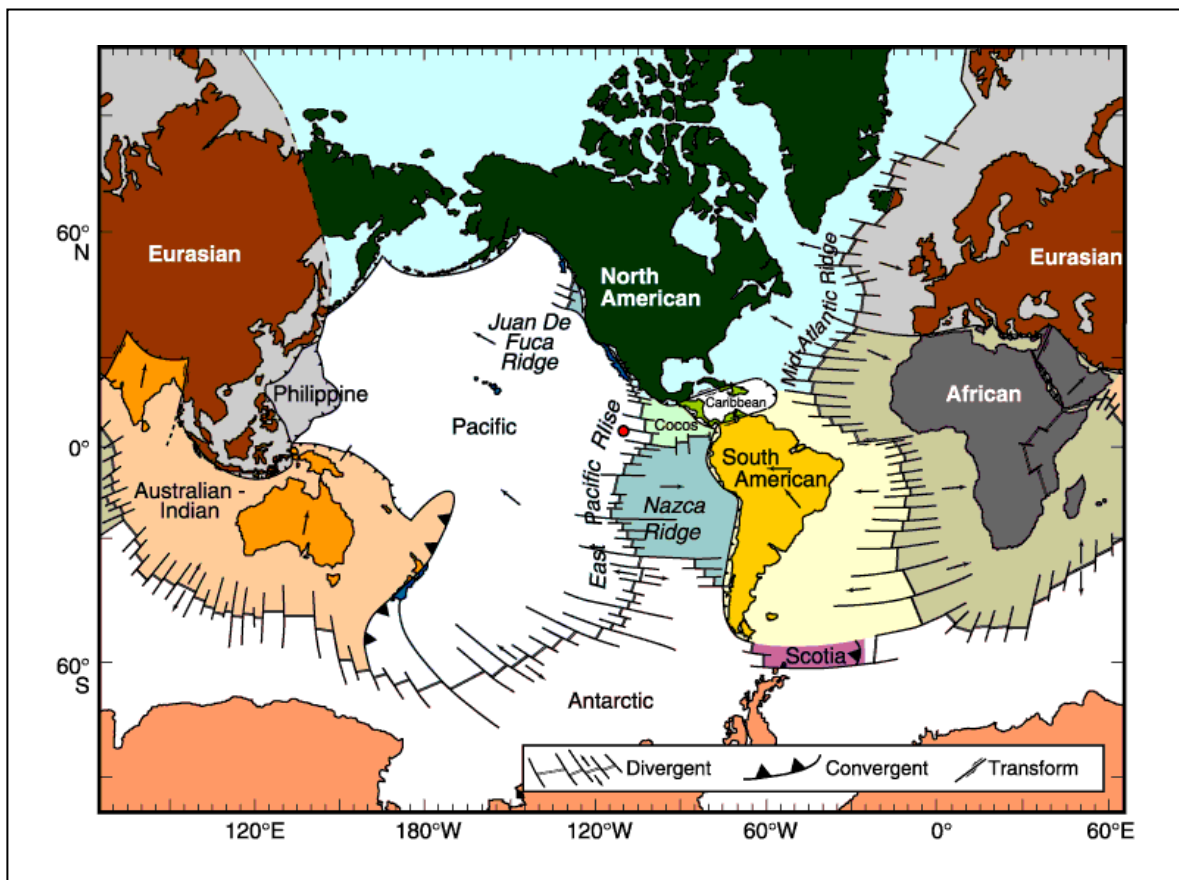
อย่างไรก็ตามในระยะหลังๆดูเหมือนว่า "ทฤษฎีที่ว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ" ดูเหมือนว่าจะได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางมากกว่าทฤษฎีแรกเพราะสามารถหาความสัมพันธ์ ของแผ่นดินไหวกับความยาวรอยเลื่อนได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังที่แสดงในสมการ 1.1 (Well and Coppersmith, 1984)

$$\text{Log } D = 0.57M - 3.39 \text{ ----- (1.1)}$$

โดยกำหนดให้ ตัวแปร D คือ ความยาวรอยเลื่อน (ฟุต) และ ตัวแปร M คือ ขนาดของแผ่นดินไหว (ริกเตอร์)

เนื่องจากจุดที่เกิดแผ่นดินไหวหรือการกระจายตัวของตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหวนั้นเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน ดังนั้นจึงมีคำถามเกิดขึ้นว่าเพราะเหตุใดแผ่นดินไหวจึงมักเกิดเฉพาะบริเวณใดบริเวณหนึ่งเป็นพิเศษ จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้เกิดทฤษฎีอีกหนึ่งทฤษฎีขึ้น เรียกว่า ทฤษฎีธรณีแปรสัณฐาน หรือ Theory of Plate Tectonics ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก(lithosphere) ไปบนฐานธรณี (asthenosphere) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในปัจจุบันว่าเป็นทฤษฎีที่สามารถอธิบายการเกิดแผ่นดินไหวและการแปรสัณฐานของโลกได้อย่างสมบูรณ์แบบ

กล่าวโดยย่อทฤษฎีนี้เชื่อว่า พื้นผิวโลกประกอบด้วยแผ่นต่างๆ ที่เรียกว่าแผ่นเปลือกโลก หรือ lithospheric plate หลายแผ่น (เชื่อกันว่ามีประมาณ 10 แผ่น ดูรูป 1.1) ใหญ่บ้างเล็กบ้างต่อกันแบบตัวต่อ (jigsaw puzzle) โดยที่แผ่นเปลือกโลกหลายแผ่นนี้มีทั้งส่วนที่รองรับพื้นทวีปและรองรับพื้นมหาสมุทรในแผ่นเดียวกัน เช่น แผ่นอเมริกาเหนือ (North America Plate) ประกอบด้วยแผ่นที่รองรับทวีปอเมริกาเหนือและด้านตะวันตกของมหาสมุทรแอตแลนติก แผ่นแปซิฟิก ประกอบด้วยแผ่นที่รองรับมหาสมุทร แผ่นอินโดออสเตรเลีย (Indo-Australian Plate) ก็ประกอบด้วย ประเทศอินเดียไล่ลงมาทางตอนใต้สู่พื้นมหาสมุทรอินเดียผ่านไปถึงทวีปออสเตรเลีย ซึ่งประเทศไทยของเรานั้นอยู่บนแผ่นเปลือกโลกที่เรียกว่า แผ่นยูเรเชีย (Eurasian Plate) ซึ่งครอบคลุมทั้งประเทศเวียดนาม ลาว จีนตอนใต้ เป็นต้น



รูป 1.1 แผนที่โลกแสดงการกระจายตัวของแผ่นเปลือกโลก (Lithospheric plate) ลูกศร หมายถึง ทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกที่เกิดการเคลื่อนที่ออกไปจากสันสมุทร

แผ่นหรือ Plate เหล่านี้ มีความหนาตั้งแต่ 5 - 80 กิโลเมตร คือ โดยทั่วไปแผ่น (เปลือกโลก) ที่รองรับพื้นมหาสมุทร (oceanic plate) จะมีความหนาไม่มากนักประมาณ 5 - 8 กิโลเมตร ในขณะที่แผ่นที่รองรับพื้นดินหรือพื้นทวีป (continental plate) มักมีความหนามากกว่า คือหนาประมาณ 30 - 80 กิโลเมตร แผ่นเปลือกโลกที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะวางตัวอยู่บนชั้นหินซึ่งมีลักษณะค่อนข้างอ่อนตัว (soft) กว่า ในทางธรณีวิทยาเรียกว่าฐานธรณีภาค หรือแอสทีโนสเฟียร์ (asthenosphere) ซึ่งที่นี้จะมีการถ่ายเทอุณหภูมิจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และก่อให้เกิดแรงผลักดัน ทำให้แผ่นเปลือกโลกซึ่งลอยตัวอยู่ข้างบนนั้นเคลื่อนที่ไปได้ จากการศึกษพบว่า การเคลื่อนที่ของแผ่นซึ่งลอยอยู่ข้างบนนั้นมีการเคลื่อนที่ที่มีทิศทางที่เป็นระบบ (ดูสรุปในรูป 1.1 แสดงทิศทางเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก)

เนื่องจากการที่แผ่นต่าง ๆ เหล่านี้มีการเคลื่อนที่หรือขยับตัวอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการกระทบกระทั่งที่ขอบ หรือรอยต่อของแผ่นดังกล่าว จึงเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาเช่นกัน แต่เนื่องจากแผ่นดังกล่าวมีความหนาบางไม่เท่ากันอีกทั้งยังมีความแข็งอ่อนไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดโครงสร้างต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกอีกมากมาย เช่น การเคลื่อนที่เข้าหากัน (convergent plate motion) ซึ่งมี 2 แบบ คือ

- การมุดตัว (subduction) เป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นในลักษณะที่เปลือกโลกแผ่นหนึ่ง มุดลงใต้เปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่งดังแสดงในรูป 1.2 แผ่นที่บางกว่าและอ่อนกว่าซึ่งมักจะเป็นแผ่นมหาสมุทร (oceanic plate) จะมุดลงใต้แผ่นทวีป (continental plate) ซึ่งมีความแข็ง (rigid) และหนากว่า กรณีนี้มักจะเกิดขึ้นโดยทั่วไป และมักจะก่อให้เกิดแผ่นดินไหวที่ปรากฏให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง เช่น กรณีแผ่นดินไหวที่เมืองเม็กซิโก ในปี พ.ศ. 2528 หรือแผ่นดินไหวที่มหานครซานฟรานซิสโก ในปี พ.ศ. 2532 เป็นต้น กล่าวคือแผ่นดินไหวมักจะเกิดบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นที่มุดลงไปกับแผ่นที่อยู่ข้างบน แผ่นดินไหวส่วนใหญ่จึงมีจุดกำเนิดอยู่ลึก ๆ (deep - focus earthquake) และหลายครั้งของแผ่นดินไหวลักษณะนี้กลายเป็นแผ่นดินไหวที่สร้างความเสียหายอย่างมากบนพื้นโลก

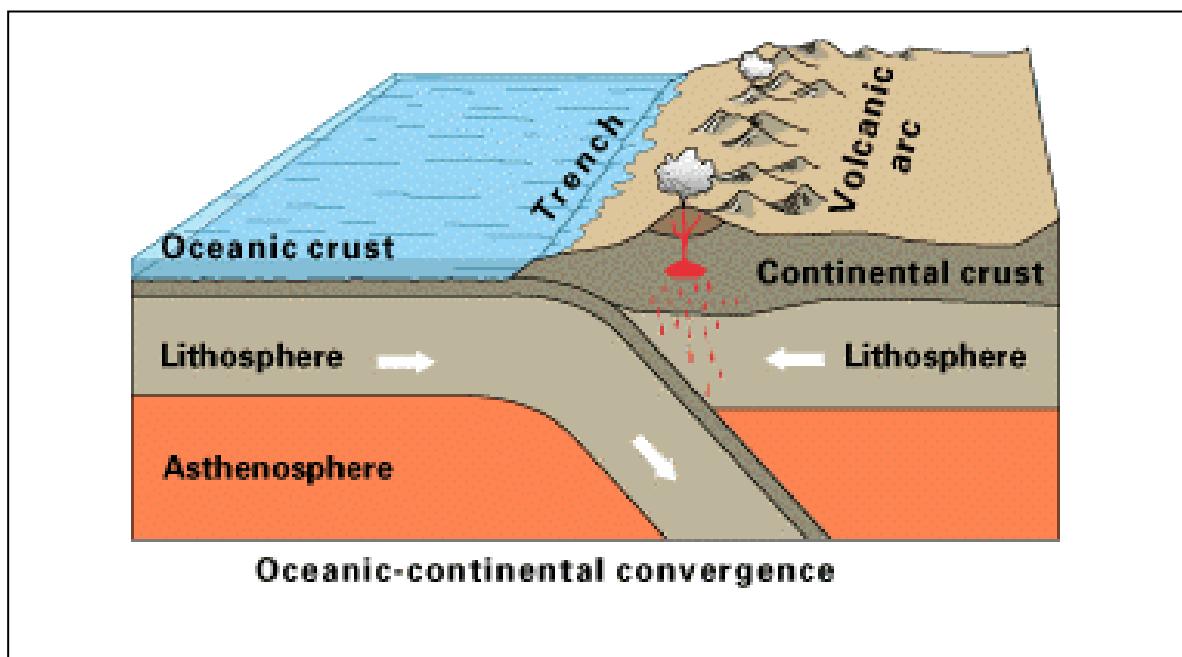
- การชนกัน (collision) เกิดจากการที่แผ่นทวีปหนึ่งเคลื่อนตัวชนกับแผ่นทวีปอีกแผ่นหนึ่ง (รูป 1.3) ซึ่งมีความหนาและแข็งทั้งคู่ ซึ่งกรณีส่วนใหญ่จะไม่ทำให้เกิดการมุดตัวดังเช่นกรณีแรก แต่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรณีวิทยา เช่น แสดงลักษณะเป็นภูเขาสูง ดังตัวอย่างในกรณีของเทือกเขาหิมาลัย เป็นต้น (ดูรูป 1.3) ซึ่งการเคลื่อนตัวชนกันของแผ่นเปลือกโลกลักษณะนี้ ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ ได้ เช่น ที่ประเทศตุรกี อิหร่าน โรมานี และ ในประเทศจีน เป็นต้น แผ่นดินไหวที่สัมพันธ์กับโครงสร้างชนิดนี้มักจะมีขนาดใหญ่และเกิดที่ระดับความลึกมาก และก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและชีวิตมนุษย์มากเช่นเดียวกัน

นอกจากการเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นเปลือกโลกแล้ว ยังมีการเคลื่อนที่ออกจากกัน (divergent plate motion) หรือ การแยกตัวออกจากกัน (spreading) โดยที่การแยกตัวออกจากกันนี้ เป็นสภาพที่เปลือกสมุทรหรือพื้นมหาสมุทรเกิดการแยกตัวออกจากกันในบริเวณสันกลางสมุทร (mid-oceanic ridge) ที่

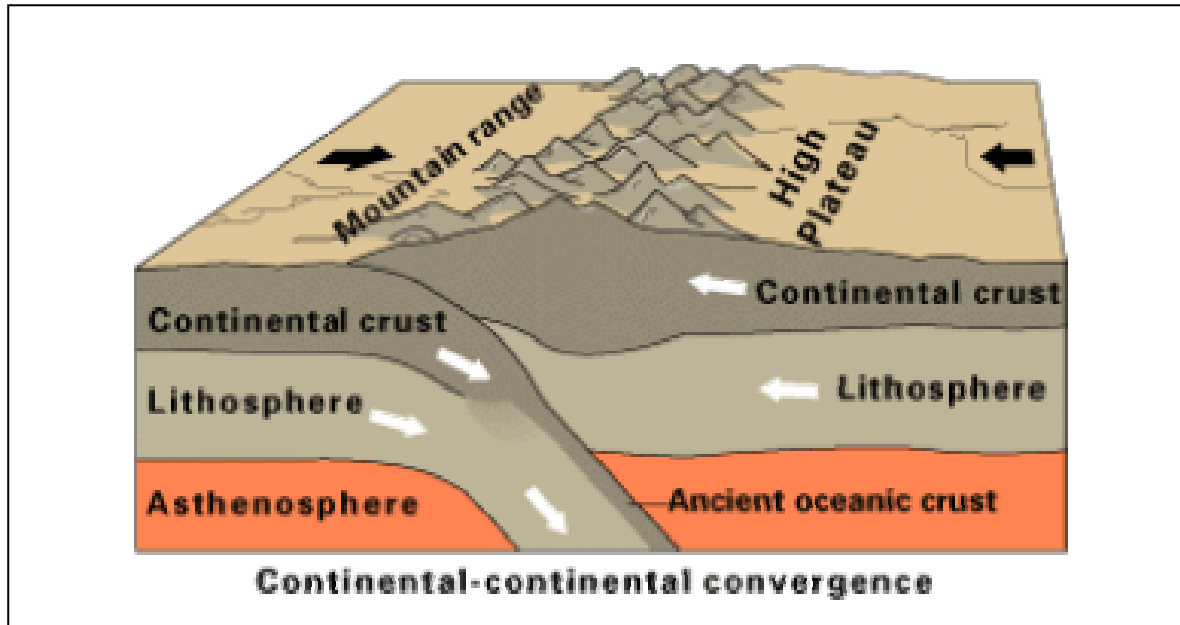


บริเวณนี้หินหลอมละลาย (magma) จะดันตัวขึ้นมาตามรอยแยก และอัดหรือดันตัวออกไปทางด้านข้าง (รูป 1.4) มองดูก็คล้าย ๆ กับการผลิตแผ่นมหาสมุทรใหม่ขึ้นมาแทนที่แผ่นเก่าซึ่งมุดลงอีกฟากหนึ่งของมหาสมุทร โดยทั่วไปแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณนี้มักจะมีขนาดเล็กและเกิดขึ้นในระดับตื้น (shallow - focus earthquakes) เมื่อเทียบกับแผ่นดินไหวแบบอื่นๆ แต่โดยธรรมชาติแผ่นดินไหวลักษณะนี้มักจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และโดยมากมักจะ ไม่ทำความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ เนื่องจากอยู่ห่างไกลออกไปในทะเล เช่น บริเวณสันกลางมหาสมุทรแอตแลนติก แต่ถ้าหากสันกลางมหาสมุทรนี้ผ่านไปบนเกาะก็อาจทำให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน เช่น ที่เกาะไอซ์แลนด์ เป็นต้น

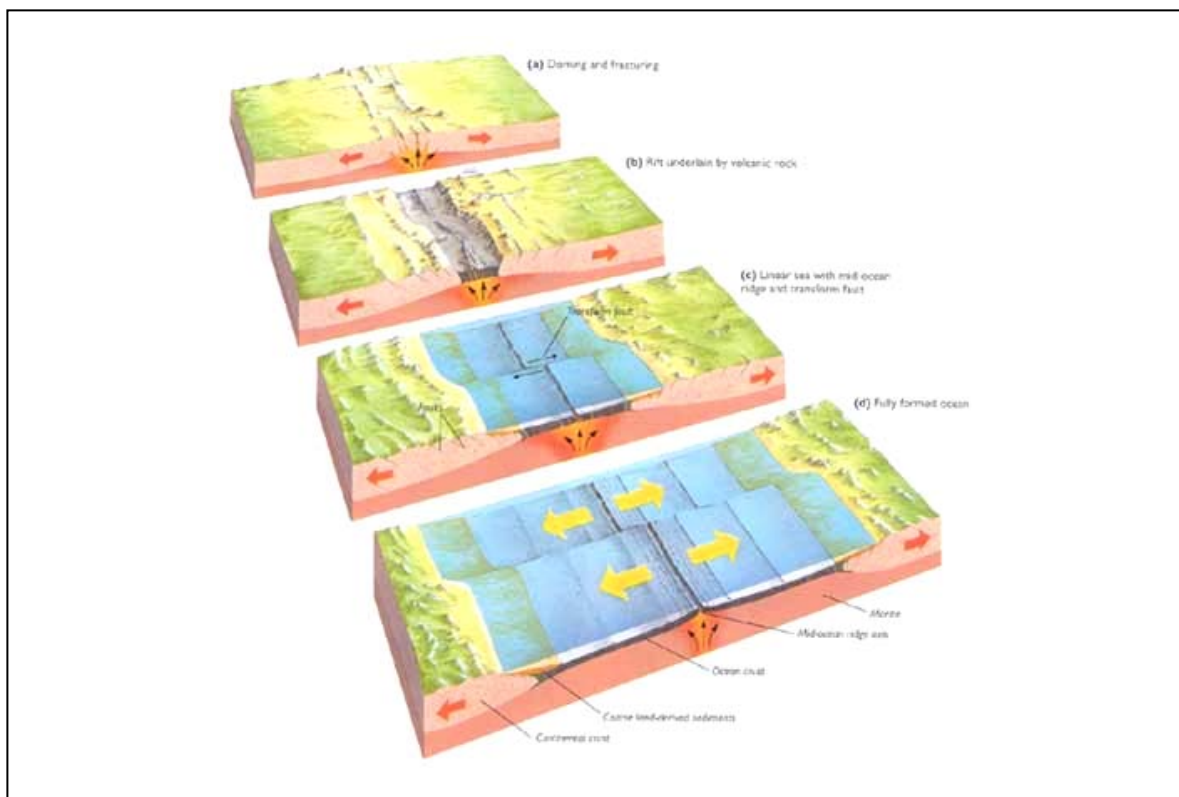
ส่วนการเคลื่อนที่แบบสุดท้าย คือ การเคลื่อนที่ผ่านกัน (transform plate motion) เป็นการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกสองแผ่นผ่านกันไป (ดูรูป 1.5ก) การเคลื่อนที่แบบนี้มักเกิดขึ้นในทะเล ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวระดับตื้นและไม่ค่อยทำความเสียหายเท่าใดนัก เพราะส่วนใหญ่มีจุดกำเนิดอยู่ในทะเล แต่ถ้าหากรอยเลื่อนดังกล่าวเกิดอยู่บนแผ่นดิน เช่น ที่เกิดในรัฐคาลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาจะปรากฏเป็นรอยเลื่อนยักษ์ ซึ่งเรียก “San Andreas Fault” (หรือรอยเลื่อนซานแอนเดรียส) (ดูรูป 1.5ข) นับว่าเป็นบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวที่จัดว่ามีขนาดใหญ่จนถึงใหญ่มาก และสร้างความเสียหายปีหนึ่งหลายล้านบาทเช่นกัน



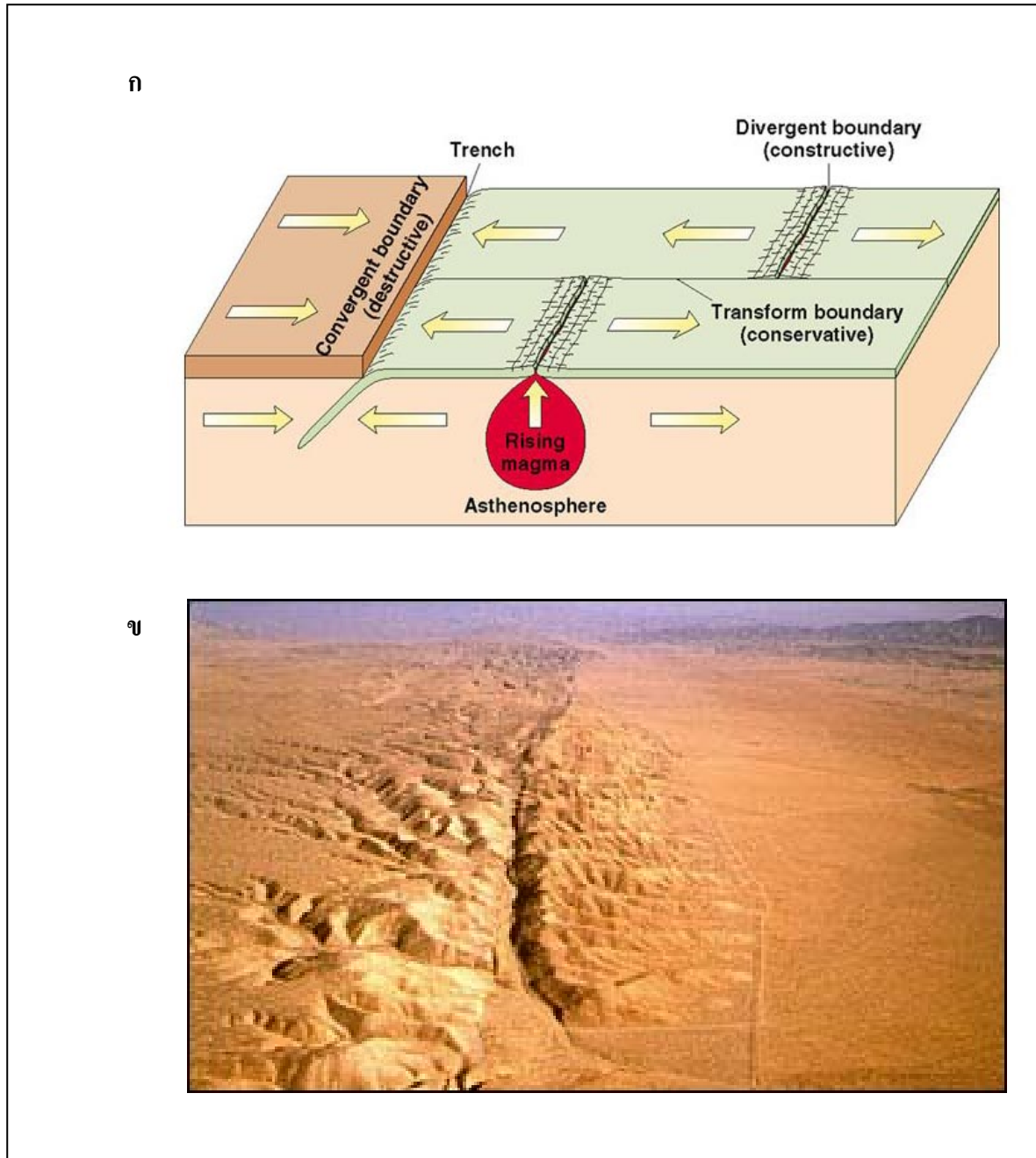
รูป 1.2 ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบมุดตัว (subduction) ของเปลือกโลกแผ่นหนึ่งลงไปได้เปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่งตามทฤษฎีการแปรสัณฐาน (geotectonics) ดังนั้น เมื่อแผ่นเปลือกโลกชนกัน โดยทั่วไปจะมีแผ่นหนึ่งมุดตัวลงล่าง แผ่นที่วางทับอยู่ข้างบนจะถูกอัดและยกตัวสูงขึ้นและทำให้เกิดร่องลึก (deep-sea trench) ซึ่งก็คือส่วนที่ลึกที่สุดในมหาสมุทร แนวเทือกเขาสูง ภูเขาไฟ และแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสัมพันธ์กับบริเวณที่มีการชนกันของแผ่นเปลือกโลกดังกล่าว



รูป 1.3 ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบชนกัน (*collision*) ของเปลือกโลกสองแผ่นจนก่อเกิดภูเขาสูงได้ การเกิดการคดโค้ง เนื่องจากการชนกันของแผ่นเปลือกทวีป 2 ทวีป เช่น ชนกันแล้วเกิดเป็นเทือกเขาอย่าง ในทวีปอเมริกาใต้ทางตะวันตก ชนกันแล้วเพิ่มขนาดของระบบภูเขา เช่น เทือกเขาหิมาลัย และแอลป์ ชนกันแล้วเกิดการเลื่อนตัวย้อนได้ เช่น เทือกเขาแอนน่าน และอุตรดิตถ์



รูป 1.4 สันกลางสมุทร (*mid oceanic ridge*) เกิดจากหินหลอมละลาย (*magma*) คืบตัวขึ้นมาตามรอยแยก และอัดหรือดันตัวออกไปทางด้านข้าง



รูป 1.5 ลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกัน (Transform plate motion) ซึ่งทำให้แผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่ผ่านกัน (ภาพถ่ายเป็นภาพส่วนของรอยเลื่อนซานแอนเดรียส ที่มีชื่อเกี่ยวกับทางฝั่งทะเลด้านตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา)

จากที่ได้อธิบายลักษณะกลไกการเกิดแผ่นดินไหวในข้างต้น จะเห็นได้ว่า ลักษณะโครงสร้างของแผ่นเปลือกโลกที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวที่สำคัญจะมีอยู่เพียงไม่กี่บริเวณที่สำคัญๆ เท่านั้น ถ้าหากเราสามารถจัดโครงสร้างดังกล่าวให้เป็นระบบจากข้อมูลที่ถูกต้องได้ การศึกษาธรรมชาติและสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวนั้นก็จะทำได้ง่ายยิ่งขึ้น

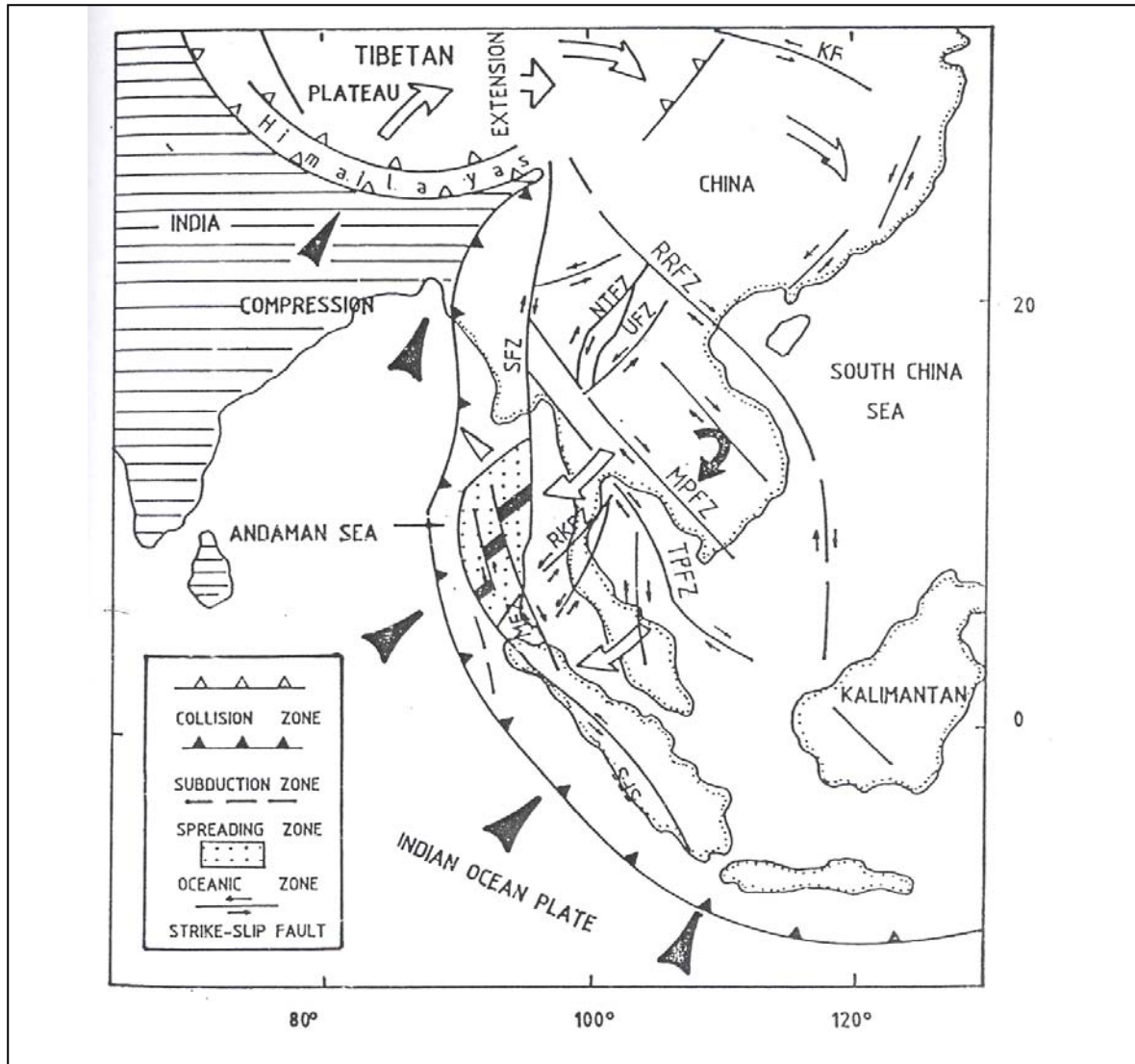
### 1.5.3 ภัยจากแผ่นดินไหว

แม้ประเทศไทยจะไม่เคยประสบแผ่นดินไหวร้ายแรงในปัจจุบัน แต่จากการประมวลผลการศึกษาของต่างประเทศพบว่า อันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหวก่อให้เกิดภาวะ 6 ประการที่สำคัญคือ (1) *แผ่นดินสะเทือน* พื้นดินสั่นไหวเป็นระลอกคลื่น การสั่นไหวทำให้ตึก สะพานและถนนพังพินาศไปชั่วพริบตา (2) *แผ่นดินเลื่อน* ทำให้ถนน ทางรถไฟ แนวสายไฟฟ้า ท่อแก๊ส-ท่อน้ำ-ปะปา เกิดการฉีกขาด ตามแนวการเลื่อนตัว (3) *ไฟไหม้* ผลพวงที่ตามมาจาก 2 ข้อแรก ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องที่บางครั้งสร้างความเสียหายได้มากกว่า เช่น แผ่นดินไหวที่ซานฟรานซิสโก (พ.ศ. 2449) และที่โตเกียวและโยโกฮามา (พ.ศ. 2466) ที่ประเมินกันว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกว่าร้อยละ 90 มาจากไฟไหม้ (4) *แผ่นดินถล่ม* มักเกิดในบริเวณที่มีความลาดชันมาก ผลที่ตามมาคือ พื้นดินหรือแผ่นดินหินเลื่อนมาตามความลาดชันสู่พื้นราบ เมืองหลายเมือง เช่น ในอิตาลี กาลิฟอร์เนีย จีน อิหร่าน ตุรกี พังพินาศเพราะผลจากแผ่นดินไหวนี้ (5) *ธรณีสูบ* น้ำในดินบางครั้งแทรกอยู่ในรูพรุนของเม็ดตะกอนจนแถบไม่มีช่องอากาศอยู่เลย พอเกิดแผ่นดินไหวแรงบีบอัดทำให้ตะกอนพวกนี้ไหลพุ่งขึ้นตามมากับน้ำที่อัดตัวนี้ บ้างก็ถูกจุกดลงไปในพื้นที่ดิน แผ่นดินไหวที่เมืองแองคองเรด อะลาสกา (พ.ศ. 2507) หรือที่นิกากะในญี่ปุ่นในปีเดียวกัน บ้านเรือนหลายหลังถูกธรณีสูบทั้งที่เป็นหย่อม ๆ และเป็นแนว และ (6) *คลื่นยักษ์ใต้น้ำ หรือสึนามิ (tsunami)* การเลื่อนหรือเคลื่อนตัวของเปลือกโลกได้มหาสมุทรทำให้คลื่นไหวสะเทือนส่งผ่านให้กับน้ำทะเล และผลน้ำทะเลเกิดเป็นระลอกคลื่นที่ผิว และเคลื่อนตัวเข้าหาฝั่งด้วยความเร็วอย่างน้อย 300 ถึง 400 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แผ่นดินไหวใกล้เกาะ คุนิแมค อะลาสกา ปี พ.ศ. 2489 ใช้เวลาเดินทางสี่ชั่วโมงครึ่งกว่าจะถึงเกาะฮาวาย ด้วยความเร็วคลื่นประมาณ 800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากจุดเกิด ตอนแรกแทบมองไม่เห็นคลื่น แต่เมื่อถึงฮาวายคลื่นสูงถึง 18 เมตร กวาดบ้านเรือน 500 หลังในชั่วพริบตา อีกกว่าพันหลังเสียหายและคร่าชีวิตมนุษย์ไป 159 คน

## 1.6 การแปรสัณฐานเปลือกโลกและรอยเลื่อนในประเทศไทย

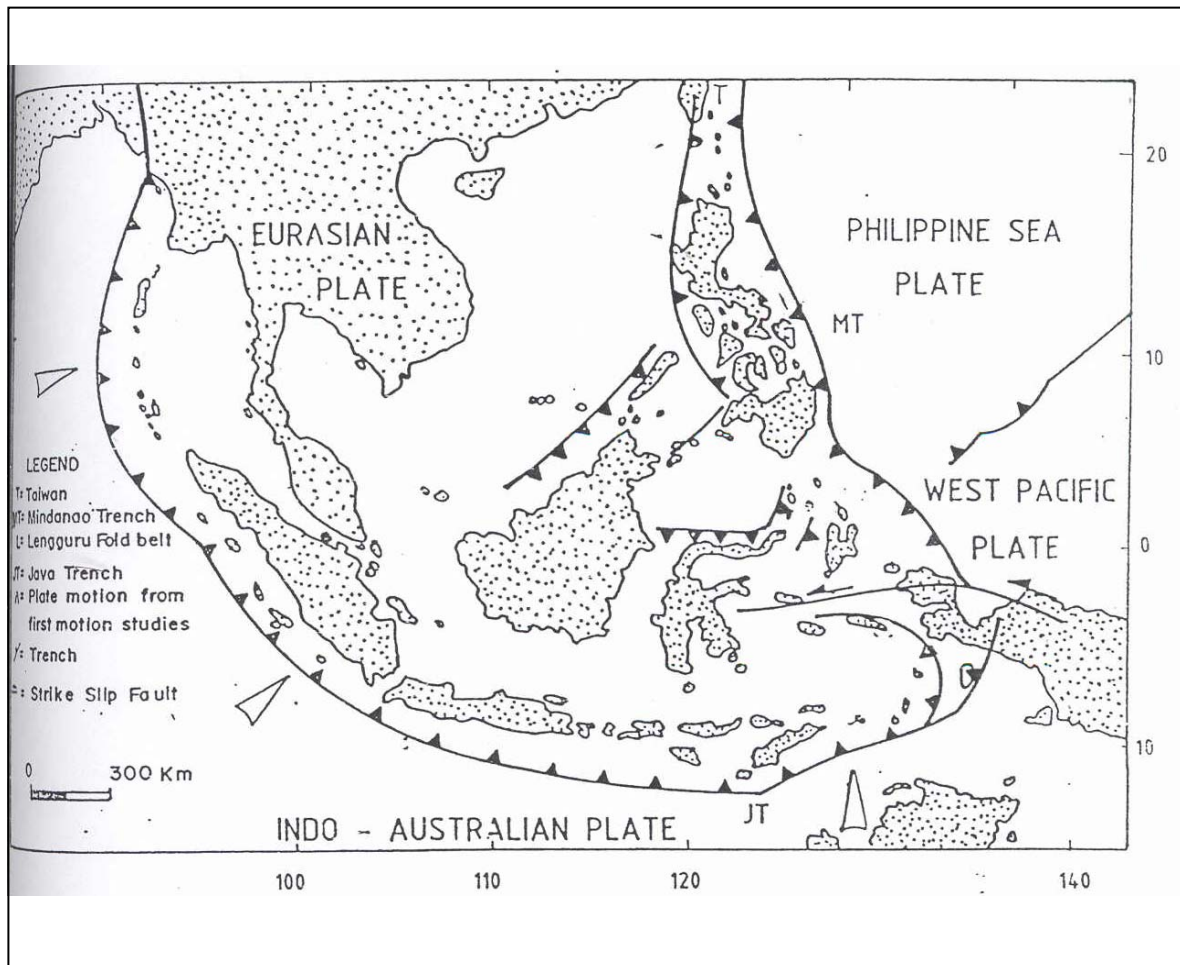
### 1.6.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของแผ่นเปลือกโลกในประเทศไทย และประเทศใกล้เคียง

สำหรับประเทศไทยโครงสร้างแผ่นเปลือกโลก (Tectonic plates) ของประเทศไทยนั้นเป็นส่วนหนึ่งของอาณาบริเวณ ซุนดา (Sundaland) (รูป 1.6) และหากยึดถือโครงสร้างแผ่นเปลือกโลกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือเอเชียตะวันออก ในช่วงอายุทางธรณีกาลล่าสุด (Late Cenozoic) เป็นเกณฑ์ (รูป 1.7) พบว่าส่วนของประเทศไทย และประเทศใกล้เคียงเป็นส่วนใต้สุดของแผ่นเปลือกโลกชนิดแผ่นทวีป ที่เรียกว่าแผ่นยูเรเชีย (Eurasian plate) ซึ่งล้อมรอบด้วยแผ่นเปลือกโลกชนิดแผ่นมหาสมุทรอีก 2 แผ่น คือแผ่นอินเดีย (Indian plate) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเปลือกโลกอินโดออสเตรเลีย (Indo-Australian plate) และมีรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก ตั้งแต่ตะวันตกของประเทศไทย อ้อมหมู่เกาะสุมาตรา และหมู่เกาะชวาไปทางใต้ และแผ่นมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific plate) ซึ่งก็คือส่วนตะวันตกของแผ่นมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก (West Pacific plate) และมีรอยต่อระหว่างแผ่นอยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย



รูป 1.6 โครงสร้างการแปรสัณฐานแผ่นเปลือกโลก (*tectonic framework of plates*) ของพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของดินแดนซุนดา (*Sundaland*) ของเอเชีย (ลูกศรใหญ่แสดงการเคลื่อนที่ ลูกศรเล็กแสดงรอยเลื่อน หลังจากทวีปอินเดียเคลื่อนที่จากซีกโลกใต้เข้ามาชนทวีปเอเชีย) (Tapponier และคณะ, 1986)

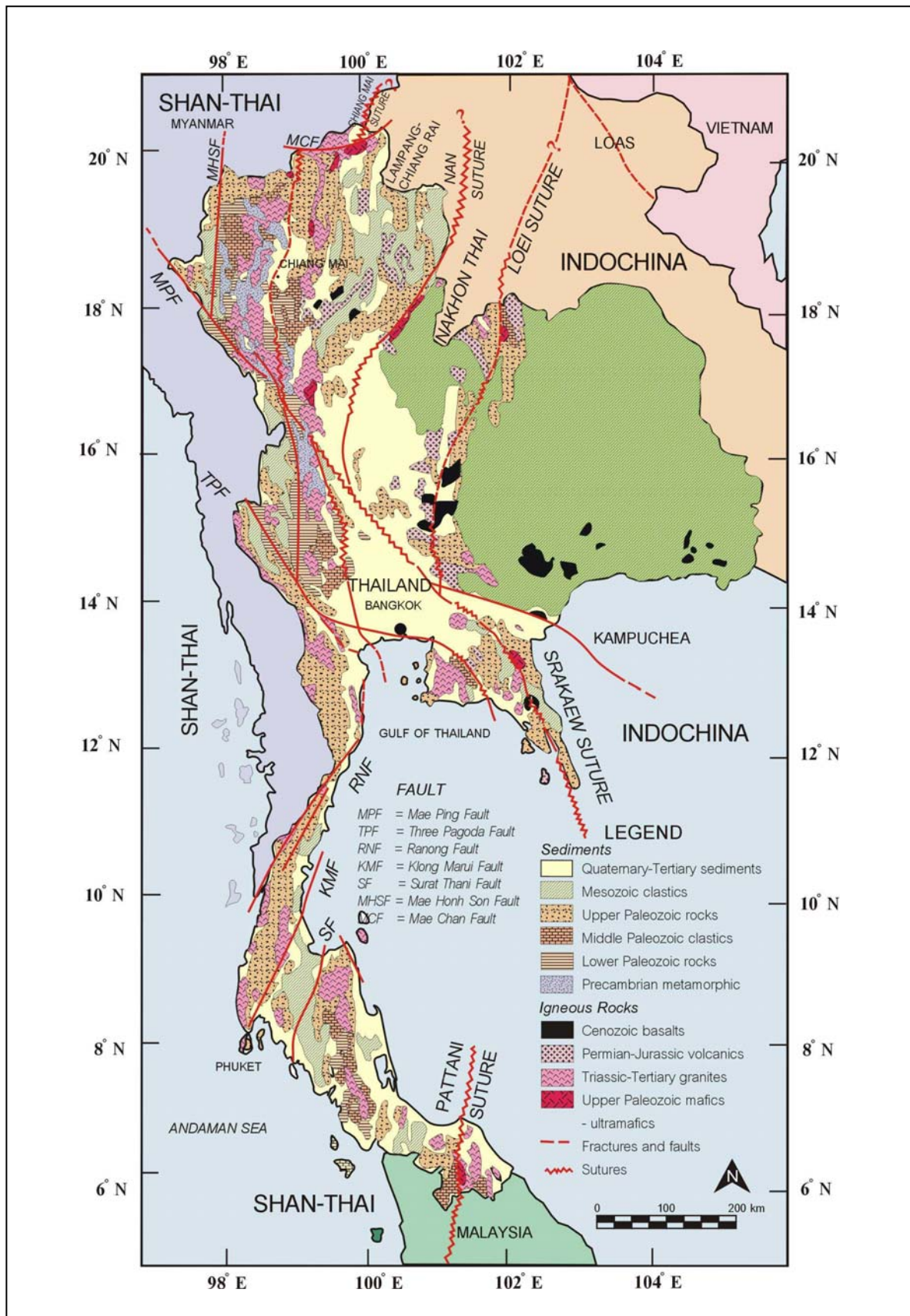
นอกจากแผ่นเปลือกโลกดังกล่าวแล้ว ตรงบริเวณรอยต่อกันระหว่างแผ่นทวีปยูเรเชีย (*Eurasian plate*) และแผ่นมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก (*West Pacific plate*) ยังมีแผ่นทะเลฟิลิปปินส์ (*Philippine Sea plate*) อีกหนึ่งแผ่น (รูป 1.7) จากข้อมูลธรณีวิทยาและการหาอายุหินทั่วทั้งประเทศ ผนวกกับข้อมูลธรณีภาคสนาม และข้อมูลโทรสัมผัส ทำให้ทราบว่าประเทศไทยประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกย่อยๆอีกอย่างน้อย 4 แผ่น (รูป 1.8) ได้แก่ 1) แผ่นทวีปฉาน - ไทย (*Shan-Thai Block*) ทางทิศตะวันตก 2) แผ่นมหาสมุทรลัปาง - เชียงราย (S ในรูป 1.9) 3) แผ่นมหาสมุทรนครไทย (L ในรูป 1.9) และ 4) แผ่นทวีปอินโดจีนทางภาคตะวันออก



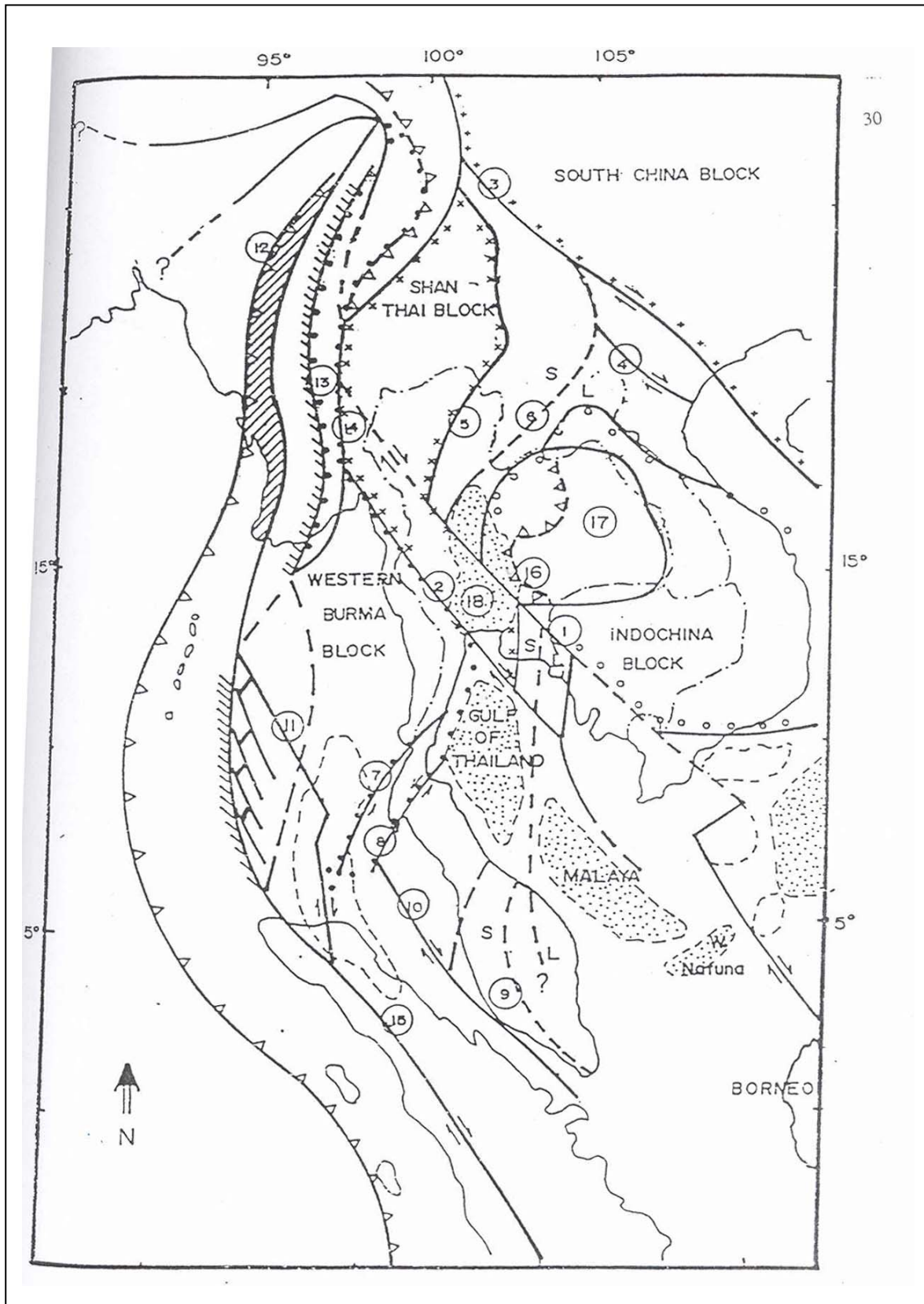
รูป 1.7 แผนที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแผ่นเปลือกโลก ซึ่ง ได้แก่ แผ่นฟิลิปปินส์ แผ่นแปซิฟิกตะวันตก แผ่นยูเรเชีย และแผ่นอินเดียตลอดจนแนวการมุดตัว (subduction zone) (หัวลูกศร แสดงทิศทางการมุดตัว)(Suensilpong, 1973)

สำหรับลักษณะธรณีแปรสัณฐานของแผ่นเปลือกโลกของบริเวณนี้ประกอบด้วยแนวการมุดตัว (subduction zone) ระหว่างรอยต่อแผ่นต่าง ๆ, แนวสันเปลือกโลกใต้ทะเล, รอยเลื่อนชนิดต่าง ๆ รวมทั้งแอ่งสะสมตะกอนชนิดต่าง ๆ ด้วย รูป 1.9 แสดงถึงแผ่นเปลือกโลก (lithospheric plate) และแผ่นเปลือกโลกย่อย (micro plates) ในประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง และทิศทางการเคลื่อนตัวของแผ่น เมื่อเทียบกับการชนกันระหว่างแผ่นอินเดียกับแผ่นยูเรเชียของเอเชีย จากรูปทั้งหมดนี้พอกกล่าวได้ว่า แผ่นดินไหวมักเกิดอยู่ตรงรอยต่อระหว่างแผ่น (เปลือกโลก) ในขณะที่บริเวณภายในแผ่นเป็นบริเวณที่มีความเสถียรมากกว่า และมีแผ่นดินไหวเกิดน้อยกว่า ดังนั้นบริเวณที่เป็นมณฑลเสถียรหรือเปลือกโลกเก่าแก่ (shield area) บนทวีปหรือพื้นมหาสมุทรจึงมักเป็นบริเวณที่เปลือกโลกที่เข้าสู่สภาวะสมดุลทางธรณีวิทยาแล้ว และไม่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหว





รูป 1.8 แผนที่ประเทศไทยแสดงธรณีแปรสัณฐานอย่างง่าย การกระจายตัวของหินตามอายุ และแนวรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลกโบราณ (Charusiri และคณะ, 2002)



รูป 1.9 แผ่นเปลือกโลกที่ประกอบขึ้นมาเป็นประเทศไทย และรอยเลื่อนใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Charusiri และคณะ 1995)



จากการวิเคราะห์การแปรสัณฐานเปลือกโลก ทำให้ทราบว่าประเทศไทย (รูป 1.9) เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asian Plate) โดยประชิดติดกับแผ่นจีนใต้ (South China Block) ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ และติดกับแผ่นอินเดีย (Indian หรือ Indo-Australian) ทางด้านตะวันตก (รูป 1.6) ส่วนทางตะวันตกเฉียงเหนือติดกับแผ่นทิเบต (Tibetan plate) ดูเหมือนว่าแผ่นยูเรเชียแทบจะหยุดนิ่งกับที่ ขณะที่แผ่นอินโด-ออสเตรเลียเคลื่อนขึ้นมาจากด้านเหนือในลักษณะตามเข็มนาฬิกา (clockwise component) และแผ่นแปซิฟิกเคลื่อนตัวออกไปทางตะวันตก ด้วยภาวะเช่นนี้ย่อมทำให้ขอบของแผ่น (เปลือกโลก) เหล่านี้แสดงสภาพที่เป็นร่องลึก (trench) และแนวเลื่อนที่เกิดขึ้นจะเป็นผลมาจากแนวการแยกตัวออกจากกัน (spreading zone) ในทะเลอันดามันก็ยังคงเป็นแนวการเกิดแผ่นดินไหวด้วย ในหลักการทั่วไปการเกิดการเลื่อนตัวแนวราบเป็นหลักการสำคัญต่อการเกิดแผ่นดินไหวชนิดตื้น (shallow-focus earthquake) ในขณะที่การเลื่อนตัวแบบเฉียง ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวระดับกลาง (intermediate earthquake) เป็นส่วนใหญ่

### 1.6.2 ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาและกลุ่มรอยเลื่อนในประเทศไทย

ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) ได้สรุปการศึกษาโดยภาพจากดาวเทียมประกอบด้วยข้อมูลธรณีแปรสัณฐาน ข้อมูลวิเคราะห์การหาอายุ และข้อมูลจากการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ และข้อมูลธรณีวิทยาทั่วไป (ดู Charusiri, 1989) อนุมานได้ว่าแนวเส้นใหญ่ๆ ของไทย คือ กลุ่มหรือเขตรอยเลื่อนใหญ่สามารถแบ่งออกตามภาคได้ดังแสดงในตาราง 1.1 และรายละเอียดของรอยเลื่อนกลุ่มหรือเขตต่างๆ มีดังนี้

ตาราง 1.1 กลุ่มรอยเลื่อนสำคัญในประเทศไทยแบ่งตามภาค

ภาค	กลุ่มรอยเลื่อน
เหนือ	1) เชียงราย 2) แม่สะเรียง 3) แพร่ 4) แม่ทา 5) อุดรดิษฐ์ และ 6) ปัว
ตะวันตก	1) เมย 2) น้ำโจน และ 3) เจดีย์สามองค์
ตะวันออกเฉียงเหนือ	1) เพชรบูรณ์ 2) นครพนม และ 3) ภูพาน
กลาง	1) แม่ปิง 2) เจ้าพระยา 3) แควน้อย และ 4) แควใหญ่
ตะวันออก	1) ระยอง และ 2) แกลง
ใต้	1) ระนอง 2) คลองมะรุ่ย และ 3) ยะลา

ลักษณะโครงสร้างของประเทศไทยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ โครงสร้างที่สัมพันธ์กับธรณีแปรสัณฐานของภาคเหนือของประเทศไทย และบางส่วนของภาคตะวันตกเท่าที่ปรากฏในภาพดาวเทียมเท่านั้น โดยทั่วไปลักษณะโครงสร้างหลักๆ ของประเทศไทยในส่วนนี้ประกอบด้วย แนวเส้นโครงสร้างหลักที่จัดตัวกันใน 4 ทิศทาง คือแนวเส้นหลักที่จัดตัวเองในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ทางทิศตะวันตกของประเทศไทย แนวเส้นในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ที่อยู่ทางใต้ของประเทศไทย จนถึง

ตะวันตกเฉียงใต้ แนวเส้นในทิศตะวันออก-ตะวันตก ที่อยู่ทางทิศเหนือ และแนวเส้นตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือที่อยู่ทางทิศตะวันออก (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2533 และ Charusiri และคณะ, 1994)

จากลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาบริเวณกว้างเมื่อพิจารณาจากภาพจากดาวเทียม จะเห็นได้ว่าทางตอนเหนือของประเทศไทยสามารถแบ่งลักษณะโครงสร้างธรณีวิทยาออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1) ทางด้านตะวันตกสุดเกือบจรดพรมแดนพม่า 2) ทางตอนกลาง และ 3) ทางตะวันออกสุด โดยโครงสร้างเหล่านี้ไปสิ้นสุดที่ทางตอนเหนือในบริเวณมณฑลยูนนาน(จีนตอนใต้) เนื่องจากอิทธิพลของรอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault) และรอยเลื่อนนานดินหรือนานติง (Nanting) ส่วนทางใต้ถูกกำหนดด้วยรอยเลื่อนใหญ่ในที่นี้ให้ชื่อว่ารอยเลื่อนแม่ปิง (Mae Ping Fault) ซึ่งบางคนเรียกรอยเลื่อนวังเจ้า (Wang Chao Fault หรือ Papun Fault ; Tapponnier และคณะ, 1986)

โครงสร้างแรกคือ โครงสร้างด้านตะวันตกลักษณะทางธรณีวิทยาโครงสร้างด้านตะวันตกนี้ส่วนใหญ่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งประกอบด้วยหินแปรซับซ้อน (metamorphic complex) ยุคพรีแคมเบรียนที่บางส่วนถูกกลืนสภาพไปเป็นหินมิกมาไทต์ (migmatite) เนื่องจากการแทรกดันของหินแกรนิตตะกอน (S-type) ยุคไทรแอสซิก ถึงเทอร์เชียรีมาผสม หินแกรนิตเหล่านี้มีบ้างที่เป็นหินแกรนิตอัคนี (I-type) และก็แทรกดันเข้ามาในหินข้างเคียงเหมือนกัน ซึ่งได้แก่ตะกอนแตกหลุดหรือตะกอนเม็ด (clastics) และตะกอนเคมีหรือตะกอนคาร์บอเนต (carbonates) ซึ่งมีอายุในช่วงอายุพาลีโอโซอิก (Paleozoic) เป็นส่วนใหญ่ โครงสร้างด้านตะวันตกนี้ไปสิ้นสุดที่บริเวณด้านตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่ (Chiang Mai Basin) โดยอิทธิพลของแนวรอยเลื่อนแม่ทา (Mae Tha Fault) ซึ่งมีแนวการวางตัวเป็นแนวโค้งประมาณโดยเฉลี่ยในทิศเหนือ-ใต้ (ดู ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2537) เป็นที่น่าสังเกตว่าหินยุคเมโสโซอิกไม่ปรากฏในส่วนโครงสร้างด้านตะวันตกนี้เลย นอกจากนั้นยังพบว่าระหว่างพรมแดนไทยและพม่ามีรอยเลื่อนปรากฏชัดอีกหนึ่งแนวที่วางตัวเกือบตะวันออก-ตะวันตกแบบเดียวกับรอยเลื่อนนานติงของจีนเรียกรอยเลื่อนเชียงราย (Chiang Rai Fault) หรือในปัจจุบันนี้มักนิยมเรียกว่าเรียกรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault) หรือ รอยเลื่อนเชียงแสน (Chiang Saen Fault) เป็นที่น่าสังเกตว่าลักษณะโครงสร้างของบริเวณนี้สัมพันธ์กับแนวคดโค้งขนาดใหญ่ที่เรียก Sukhothai Fold belt

รอยเลื่อนในภาคเหนือที่สำคัญ ๆ มีอยู่ 5 รอยเลื่อนด้วยกันคือ 1) รอยเลื่อนเชียงราย (หรือเชียงแสน-แม่จัน) 2) รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน 3) รอยเลื่อนแม่ทา 4) รอยเลื่อนแพร่ และ 5) รอยเลื่อนอุตรดิตถ์

ลักษณะโครงสร้างถัดมาคือ โครงสร้างตอนกลางภาคเหนือ ซึ่งนับตั้งแต่ฝั่งด้านตะวันออกของแอ่งเชียงใหม่ไปจนถึงส่วนที่มีผลทำให้เกิดรอยเลื่อนใหญ่ที่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ที่ชื่อว่ารอยเลื่อนน่าน-อุตรดิตถ์ (Nan-Uttaradit Fault) บางคนเรียกรอยเลื่อนเดียนเบียนฟู (Dien Bien Phu Fault, ดู Huchon และคณะ, 1994) ในระหว่างรอยเลื่อนแม่ทาและรอยเลื่อนน่าน-อุตรดิตถ์ยังมีรอยเลื่อนที่วางตัวในแนวเดียวกันอีกหลายตัว บริเวณจังหวัดแพร่ เรียกรวมกันว่า รอยเลื่อนแพร่ ซึ่งต่อไป

ถึงประเทศลาวบริเวณแถบอุมไทร (Oudomsay) ลักษณะโครงสร้างของชั้นหินวางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ได้พบหินตะกอนภูเขาไฟในยุคพาลีโอโซอิกมากมาย อีกทั้งยังมีหินตะกอนทะเลยุคไทรแอสซิกกระจายอยู่ทั่วไป ทำให้แยกลักษณะโครงสร้างแถบนี้ออกจากด้านตะวันตก หินแกรนิตบริเวณแถบนี้โผล่ให้เห็นเป็นหย่อม ๆ ส่วนใหญ่เป็น I-type อายุโดยเฉลี่ยประมาณ ไทรแอสซิก โครงสร้างลักษณะนี้ไปสิ้นสุดทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือที่เรียกรอยตะเข็บหรือรอยต่อนาน-อุตรดิตถ์ (Nan-Uttaradit Geosuture, Barr & Macdonald, 1983) อันเป็นบริเวณที่นอกจากจะปรากฏให้เห็นด้วยรอยเลื่อนนาน-อุตรดิตถ์แล้วยังปรากฏของชุดหินอัคนีที่เรียกโอฟีโอไลต์ (ophiolite suite) โผล่เป็นหย่อม ๆ ตามแนวรอยเลื่อนอีกด้วย Charusiri และคณะ(1993) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างแถบตะวันตกและทางใต้ของบริเวณนี้โดยละเอียดพอสรุปได้ว่า โครงสร้างที่เห็นเด่นเป็นแนวเส้นโครงสร้างชัดเจนคือ โครงสร้างในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งก็สัมพันธ์และพ้องกับการวางตัวของโครงสร้างในบริเวณกว้างในแถบนี้ นอกจากนั้นแหล่งแร่หลายประเภทยังเกิดขึ้นมาอยู่ในแนวนี้อีกด้วย ลักษณะโครงสร้างบริเวณนี้สัมพันธ์กับแนวคดโค้งขนาดใหญ่ที่เรียก Loei Fold Belt (Bunopas & Vella, 1983) ซึ่งต่อเลยออกไปในประเทศลาว บริเวณเมืองปากเล(Pak Lay) ไทรบุรี(Sayaburi) และหลวงพระบาง ไปจนถึงเมืองเดียนเบียนฟูของประเทศเวียดนาม

ส่วนโครงสร้างสุดท้ายของภาคนี้คือ *โครงสร้างทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ* ซึ่งนับตั้งแต่รอยเลื่อนนาน-อุตรดิตถ์ ไปจนถึงขอบด้านตะวันตกสุดของที่ราบสูงโคราช ซึ่งถูกกำหนดด้วยแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ อีกแนวหนึ่งที่วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ไปตามแม่น้ำป่าสัก ผ่านเพชรบูรณ์ไปจนถึงตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศลาว บริเวณอันคบุรี (หรือ Xaignaburi หรือ Sayaburi, ดู Nutalaya, 1992) โดยมีลักษณะทางธรณีวิทยาด้านตะวันตกคล้ายกับบริเวณด้านตะวันออกเฉียงของโครงสร้างตอนกลางของภาคเหนือคือ มีหินตะกอนยุคไทรแอสซิก และหินตะกอนภูเขาไฟ ยุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย ส่วนกลาง และด้านตะวันออกเฉียงใต้แสดงลักษณะที่ราบสูงเห็นชัดเจนจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม เนื่องจากมีหินตะกอนชุดโคราชเห็นเป็นลักษณะโครงสร้างที่เรียก Inlier อย่างชัดเจน สำหรับหินแกรนิตโผล่ให้เห็นอย่างประปรายไม่เด่นชัด ส่วนทางด้านตะวันออกเฉียงใต้เป็นหินภูเขาไฟซึ่งคงจะปะทุขึ้นมาตามแนวรอยเลื่อนนี้ อายุหินภูเขาไฟประมาณเพอร์โม-ไทรแอสซิก ดังนั้นแนวเส้นบริเวณนี้ที่เด่น ๆ คือที่วางตัวในแนวเดียวกับแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้เหมือน โครงสร้างตอนกลาง และลักษณะโครงสร้างด้านตะวันตกของไทยถูกขนาบด้วยแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่สองแนวที่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ตอนเหนือของโครงสร้างถูกกำหนดด้วยรอยเลื่อนแม่ปิง ส่วนทางตอนใต้ถูกกำหนดด้วยรอยเลื่อนด่านเจดีย์สามองค์ ลักษณะทางธรณีวิทยาที่สำคัญ คือ มีแนวแกรนิตปรากฏเป็นเทือกเขาใหญ่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ตัดเข้ามาในหินยุคพาลีโอโซอิก และตรงบริเวณรอยเลื่อนทั้งสองแนวนี้ หินตะกอนยุคไทรแอสซิกและพาลีโอโซอิกตอนบนจะวางตัวอยู่ในแนวนี้ แหล่งแร่หลายชนิดปรากฏให้เห็นในบริเวณนี้ และแสดงความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับหินแกรนิตซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตตะกอน (S-type) และสัมพันธ์

กับโครงสร้างภายในบริเวณนี้อีกด้วย

อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Nutalaya และคณะ (1985) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับรอยเลื่อนในบริเวณนี้ว่าน่าจะประกอบด้วยรอยเลื่อนใหญ่ 3 แนวด้วยกัน กล่าวคือ 1) รอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี 2) รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ และ 3) รอยเลื่อนด่านเจดีย์สามองค์ Bunopas (1976) ได้เสนอว่า ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนกลางสาบ (Lan Sang Fault) (ซึ่งคณะผู้วิจัยสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นสาขาหนึ่งของรอยเลื่อนแม่ปิง) มีการเคลื่อนตัวแนวราบแบบซ้ายเลื่อนเข้า (sinistral lateral displacement) จากหลักฐานที่ว่าแนวสัมผัสของรอยเลื่อนนี้อยู่ระหว่างหินปูนอายุออร์โดวิเชียนกับถ่านหินลิกไนท์ยุคเทอร์เชียรี ซึ่งแนวคิวดังกล่าวคล้ายกับของ Nutalaya และคณะ (1985) ซึ่งเชื่อว่ารอยเลื่อนใหญ่ทั้งสามตัวที่กล่าวมาแล้วข้างบนน่าจะเป็นรอยเลื่อนเป็นระบบเชิงซ้อนมีทั้งที่เป็นรอยเลื่อนปกติ รอยเลื่อนย้อนกลับมุมต่ำ และรอยเลื่อนแนวราบ นอกจากนั้นตามแนวคิดของ Nutalaya และคณะ (1985) ยังเชื่อว่าแนวรอยเลื่อนใหญ่ทั้งสามตัวนี้น่าจะมี ความต่อเนื่องมาจากรอยเลื่อนแปนลอง และรอยเลื่อนตองยีในพม่า อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยเชื่อว่าเมื่อพิจารณาจากภาพดาวเทียมรอยเลื่อนดังกล่าวนี้อาจเป็นส่วนต่อมาจากรอยเลื่อนแปนลอง และตองยี แต่รอยเลื่อนทั้งสองนี้คงมีแนวรอยต่อไปทางใต้เรื่อย ๆ จนไปถึงสิ้นสุดที่ทะเลเมะตะมะ Natalaya & Rau (1984) ได้เสนอแนวความคิดว่าแนวรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์และด่านเจดีย์สามองค์ที่วางตัวเกือบอยู่ในแนวแดงใหญ่ และแดงน้อยนั้น อาจแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวแนวราบที่ด้านขวาเลื่อนเข้าในลักษณะเดียวกับรอยเลื่อน ยักษ์สะเทียงทางตอนกลางของพม่า ซึ่งก็ตรงกับแนวคิดของคณะผู้วิจัย นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยยังเชื่ออีกว่า การเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่ปิงในอดีตอาจเป็นลักษณะเดียวกับที่ Bunopas (1976) และ Nutalaya และ คณะ (1985) ได้คาดคิดเอาไว้คือ ด้านซ้ายเลื่อนเข้า แต่ในปัจจุบันเมื่อเปลือกโลกเกิดการคลายตัวการ เคลื่อนตัวอาจกลับทิศ และทำให้เปลี่ยนเป็นด้านขวาเลื่อนเข้าได้เพื่อต้องการปรับสภาพของเปลือกโลก บริเวณแถบนี้ให้สู่สมดุลย์

#### 1.6.2.1 รอยเลื่อนในเขตภาคเหนือและภาคตะวันตก

ก. เขตรอยเลื่อนแม่จันหรือเชียงแสน หรือรอยเลื่อนเชียงราย (Mae Chan Fault Zone หรือ Chiang Saen หรือ Chiang Rai) จากข้อมูลภาพจากดาวเทียม พบว่าพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยกลุ่มรอยเลื่อนต่าง ๆ เช่นรอยเลื่อนแม่จัน จังหวัดเชียงราย และรอยเลื่อนคอยเกียะ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และเป็นส่วนหนึ่งของขุธรอยเลื่อนซึ่งรวมความยาวอย่างน้อย 200 กิโลเมตร ต่อเลยขึ้นไปทางเหนือใน พม่า ลาว และยูนาน จะพบแนวรอยเลื่อนขนาดความยาวกว่ารอยเลื่อนเชียงราย (250 - 300 กิโลเมตร) วางตัวเกือบขนานกับรอยเลื่อนเชียงราย เช่นรอยเลื่อนมอเมียก (Momeik) เกียวมี (Kyaukme) และมานสาม (Mansam) แนวรอยเลื่อนกลุ่มนี้อยู่ในทิศทางเกือบตะวันตก-ตะวันออก แต่เอียงลงทางใต้ และขึ้นทางเหนือเล็กน้อย โดยทางใต้ได้ผ่านตั้งแต่แอ่งอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีแนวเหนือใต้ แหล่งน้ำพุร้อนแม่จัน จังหวัดเชียงราย และเลาะตามความยาวแม่น้ำกกช่วงเหนือ (ในแนวเกือบตะวันออก-ตะวันตก) และเนินขึ้นไปทางทิศเหนือสู่ประเทศลาว เข้าใจว่ารอยเลื่อนนี้น่าจะเกิดมาครั้งแรกในตอนยุค

เทอร์เชียรี และตัดผ่านชั้นหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกเป็นส่วนใหญ่ ประวัติการเคลื่อนตัวปรากฏว่าในช่วงปัจจุบันกำลังเคลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า (Left-lateral fault) เป็นรอยเลื่อนที่น่าสนใจอีกรอยหนึ่งในแง่แผ่นดินไหว (ดูรายละเอียดในบทถัดไป)

ข. เขตรอยเลื่อนแม่สะเรียง หรือรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน (Mae Sariang หรือ Mae Hongson Fault Zone) จากภาพดาวเทียมมีความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร ทอดตัวไปตามทิศเหนือ-ใต้ ในทางใต้สุดเริ่มตั้งแต่บริเวณบ้านท่าสองยาง อำเภอสองยาง จังหวัดตาก ซึ่งคาดคิดว่าน่าจะแยกออกจากรอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี ขึ้นไปทางเหนือผ่านอำเภอแม่สะเรียง อำเภอขุนยวม ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ส่วนใหญ่หินมหายุคมีโซโซอิกถูกเลื่อนออกจากหินมหายุคพาลีโอโซอิก รวมแอ่งสะสมตะกอนยุคใหม่ด้วย ประวัติการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนนี้เท่าที่ศึกษามาแล้ว ปรากฏว่าในช่วงอายุประมาณ 10 - 30 ล้านปี(ยุคเทอร์เชียรี)(ดู Charusiri, 1989) มีธรรมชาติเป็นรอยเลื่อนแบบซ้ายเข้า (Left-lateral) ส่วนในยุคหลังเทอร์เชียรีขึ้นมาจนถึงปัจจุบัน มีหลักฐานการเคลื่อนตัวแบบขวาเข้า (Right lateral) เป็นส่วนใหญ่

ค. เขตรอยเลื่อนแม่ทา (Mae Tha Fault Zone) จากภาพดาวเทียม รอยเลื่อนแม่ทาเป็นรอยเลื่อนรูปโค้งแต่โดยเฉลี่ยวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มีความยาวอย่างน้อย 150 กิโลเมตร เริ่มจากบริเวณอำเภอแม่ายทางตอนเหนือ ผ่านลงไปเขตอำเภอพร้าว จนถึงเขตตะวันออกของอำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ แล้ววกลงมาทางตะวันตกเฉียงใต้ตามแนวลำน้ำแม่ทาลำพูน จังหวัดลำปางผ่านชั้นหินมหายุคไทรแอสซิกตอนกลางถึงตอนปลาย และหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก ปัญญา จารุศิริและคณะ (2538) ได้เสนอว่าการคดโค้งของรอยเลื่อนแม่นี้น่าจะเกิดมาจากแรงอัดหรือเฉือน และการไหวตัวหลายครั้งที่มีทิศหรือแนวรอยแตกในทิศต่างกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนทิศทางของแรงที่ทำให้เกิดรอยเลื่อนนี้ จากการหาอายุโดยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนส์พบว่าครั้งสุดท้ายมีการมีการเคลื่อนตัวเมื่อประมาณ 0.77, 0.42, 0.31 และ 0.19 ล้านปีตามลำดับ

ง. เขตรอยเลื่อนแพร่ - เถิน (Phrae - Thoen Fault Zone) จากลักษณะที่ปรากฏในภาพจากดาวเทียม บ่งบอกว่าเขตรอยเลื่อนนี้เมื่อรวมกันแล้วยาวประมาณ 200 กิโลเมตร จัดว่าเป็นเขตรอยเลื่อนที่กว้างพอสมควร (เกือบ 50 กิโลเมตร) วางตัวอยู่แนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้และอาจต่อเลยไปถึงรอยเลื่อนแม่จันได้จากขอบแอ่งด้านตะวันออกของแอ่งลำปาง ที่อำเภอเถิน จนถึงแอ่งแพร่ ที่อำเภอลอง รอยเลื่อนนี้ทำให้เกิดแนวหน้าผาดตรงในทิศตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างตะกอนน้ำพารูปพัดกับหินยุคไทรแอสซิก ต่อแนวออกไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านประเทศลาวเข้าไปจนสุดประเทศและดู คล้ายกับว่าอาจต่อเข้าด้วยกับแนวรอยเลื่อนเดียนเบียนฟู (Dien Bien Phu Fault Zone) ซึ่งผ่านบริเวณเมืองไซบุรี และเมืองหลวงพระบางในประเทศลาวและต่อขึ้นไปจนเข้าไปทางตอนเหนือของประเทศเวียดนาม เชื่อกันว่ารอยเลื่อนเกิดจากการบีบรัด และคลายตัวของเขตของโค้งสุโขทัย และเชื่อกันว่าเป็นรอยเลื่อนขวาเข้า (ชัยยันต์ หินทอง, 2534) แต่ปัจจุบันน่าจะกำลังเคลื่อนตัวไปทางซ้าย ตามเหตุผลทางธรณีวิทยาแปรสัณฐานทำให้เกิดการยกตัวในยุคปัจจุบัน ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้จากการกระจายตัวของหินบะซอลต์ จาก

การศึกษาอายุการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนกลุ่มนี้ โดยชัยยันต์ หินทอง (2538) พบว่ามีการเลื่อนตัวอย่างน้อย 3 ครั้ง คือ 0.49, 0.21 และ 0.16 ล้านปีตามลำดับ การเลื่อนตัวสามารถบ่งชี้ได้จากลักษณะรอยเลื่อนเล็ก ๆ จำนวนมากที่ตัดเฉือนทับยุคไฟลีโอ-โพลสโตซีน ระหว่าง อำเภอแม่ทา & อำเภอลอง

จ. เขตรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ หรือรอยเลื่อนน้ำป่าด (Uttaradit หรือ Nam Pat Fault Zone) เป็นรอยเลื่อนที่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ จากข้อมูลภาพจากดาวเทียม มีจุดเริ่มต้นต่อมาจากรอยเลื่อนเดียนเบียนฟูดังกล่าวแล้ว ผ่านเมืองไชยบุรี ประเทศลาว เข้ามาตามแนวลำน้ำป่าด และเชื่อว่าน่าจะต่อเข้าไปในแอ่งเจ้าพระยาตอนบน บริเวณจังหวัดสุโขทัย และเขตอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร รวมความยาวทั้งหมด 300 กิโลเมตร แต่ถ้ารวมไปถึงประเทศลาวด้วยความยาวถึง 550-600 กิโลเมตร เป็นรอยเลื่อนขวาเข้าและมีประวัติเคลื่อนตัวไปทางขวาในช่วงยุคเทอร์เชียรี เข้าใจว่ารอยเลื่อนอุตรดิตถ์อาจเป็นรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลการชนกันของจุลทวีปชานไทย และอินโดจีนนำตอนปลายยุคไทรแอสซิก (Charusiri และคณะ, 1993) แต่ปัจจุบันเคลื่อนไหวตามแนวระนาบทางซ้ายในช่วงยุคควอเทอร์นารี ตามเหตุผลดังกล่าวเช่นที่เกิดกับกลุ่มเขตรอยเลื่อนแพะ-เถิน

นอกจากนี้ยังมีรอยเลื่อนวังเหนือ (Wang Nua Fault) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนขนาดเล็กเฉียงเข้าไปทางตะวันตกและวางตัวในแนวเหนือใต้ สังเกตเห็นได้ตามแนวถนนหรือฝั่งตะวันออกของอำเภอวังเหนือซึ่งตัดเหนือหินยุคเทอร์เชียรี และชั้นกรวด รอยเลื่อนนี้อาจจัดเป็นกลุ่มรอยเลื่อนทางตะวันออกของแม่น้ำวัง เขตรอยเลื่อนต่าง ๆ ในภาคเหนือดังกล่าวแล้ว ยกเว้นเขตรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ (รอยเลื่อนน้ำป่าด) มักจะเรียกรวม ๆ กันว่า รอยเลื่อนภาคเหนือของไทย (Northern Thailand Fault) (ชัยยันต์ หินทอง, 2534, Polachan & Sattayarak, 1989)

ฉ. เขตรอยเลื่อนแม่ปิงหรือเมย-อุทัยธานี (Mae Ping หรือ Moei - Uthai Thani Fault Zone) จากภาพดาวเทียม ประกอบด้วยรอยเลื่อนอย่างน้อย 2 กลุ่มคือ รอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี และรอยเลื่อนลานสาง-วังเจ้า รวมความยาวเกือบ 200 กิโลเมตร เริ่มตั้งแต่แนวลำน้ำเมย ดิดพรมแดนไทยพม่า ทางตะวันตกเฉียงเหนือติดต่อกันลงมา โดยหลายคน (Natalaya และคณะ, 1985 ; ชัยยันต์ หินทอง, 2534) เชื่อว่าปานหลวง (พานหลวง) ในประเทศพม่าเข้ามาสู่เขตประเทศไทยตามแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนคณะผู้วิจัยเชื่อว่ารอยเลื่อนนี้จะต่อเลยไปบรรจบกับรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอนทางตอนเหนือมากกว่า รอยเลื่อนเมย-อุทัยธานีผ่านชั้นหินมากมายตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียน (Precambrian) ถึงมีโซโซอิก (Mesozoic) ต่มาทางใต้รอยเลื่อนนี้มีแนวทิศทางหักลงตามแนวทิศใต้เล็กน้อย โดยผ่านลำน้ำแม่ปิงตอนเหนือ และผ่านขอบแอ่งที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ผ่านเขตจังหวัดอุทัยธานี ลงมาทางใต้ถึงจังหวัดอ่างทอง จากหลักฐานทางธรณีแปรสัณฐานพบว่าเดิมเป็นรอยเลื่อนตามแนวระนาบซ้ายในช่วงอายุเทอร์เชียรี ต่อมาในสมัยควอเทอร์นารี การเคลื่อนไหวจะเป็นไปในทิศตรงกันข้าม กลายเป็นรอยเลื่อนระนาบขวาเข้า เนื่องจากแผ่นทวีปอินเดียเคลื่อนไปชนกับแผ่นทวีปเอเชียทางด้านประเทศทิเบต ในราว 45 - 50 ล้านปีที่

ผ่านมา จนถึงปัจจุบัน อนึ่งสำหรับรอยเลื่อนดังกล่าวนี้ นับว่าเป็นรายละเอียดรอยเลื่อนมีพลัง (คู่มือข้อถัดไป)

ข. เขตรอยเลื่อนน้ำโจนหรือศรีสวัสดิ์ (Nam Chon หรือ Si Sawat Fault Zone) ในภาพจากดาวเทียม เห็นได้ไม่ชัดเจนเนื่องจากเป็นส่วนปลายแต่เป็นเขตรอยเลื่อนที่พาดผ่านด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย จากข้อมูลภาพจากดาวเทียมพบว่าน่าจะเป็นสาขาของรอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานี แต่บางคน (เช่น ชัยยันต์ หินทอง, 2534) เชื่อว่าแยกมาจากรอยเลื่อนพานหลวง มีแนวพาดผ่านตามทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำมุมเข้าหารอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานี ในทิศเหนือโดยประมาณ แต่อยู่ถัดลงมาทางใต้ ผ่านอำเภอศรีสวัสดิ์ และบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี และตามลำแม่น้ำแควใหญ่ด้านเขื่อนน้ำโจนจนถึงตัวเมืองกาญจนบุรี เมื่อพ้นพรมแดนประเทศไทยออกไปทางตะวันตกแล้ว แนวค่อนข้างเบี่ยงไปทางเหนือเล็กน้อยไปบรรจบกับรอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานี ตัดผ่านชั้นหินตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิก และน่าจะต่อเลยเข้ามาในแอ่งที่ราบภาคกลางตอนล่าง และผ่านกรุงเทพฯ มีธรรมชาติและประวัติเช่นเดียวกับรอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานี (แม่ปิง) จากการหาอายุโดยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์พบว่ารอยเลื่อนนี้เลื่อนตัวครั้งสุดท้ายเมื่อ 5.5 ล้านปีมาแล้ว อนึ่งรอยเลื่อนดังกล่าวนี้ปัจจุบันยังถือว่าเป็นรอยเลื่อนมีพลัง (ให้ดูบทถัดไป)

ข. เขตรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (Three Pagoda Fault Zone) ภาพจากดาวเทียมเห็นเพียงส่วนที่ต่อเลยเข้าไปในพม่า เป็นเขตรอยเลื่อนทางด้านตะวันตกของประเทศที่สำคัญอีกแนวหนึ่ง มีความยาว 200 - 250 กิโลเมตร มีการวางตัวเกือบขนานกับแนวรอยเลื่อนแม่ปิง (เมฆ-อุทัยธานี) และอาจเป็นแนวต่อเนื่องมาจากหรือเป็นส่วนปลายของแนวรอยเลื่อนพานหลวง (พานหลวง) ในเขตประเทศพม่า เข้าสู่เขตประเทศไทยตามแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านด่านเจดีย์สามองค์ ในเขตอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี และพาดผ่านตามแนวลำแม่น้ำแควน้อย ผ่านชั้นหินมหายุคพาลีโอโซอิก และมีโซโซอิก และเชื่อว่าผ่านเข้ามาทางจังหวัดราชบุรี ต่อลงไปถึงอ่าวไทย ที่จังหวัดสมุทรสาคร ธรรมชาติของรอยเลื่อนนี้เป็นชนิดรอยเลื่อนระนาบซ้ายเข้าในยูคเทอร์เชียรี ประวัติในช่วงหลัง คือ ยุคควอเทอร์นารี จนถึงปัจจุบัน ปรากฏว่าเลื่อนไปทางขวาเช่นเดียวกับรอยเลื่อน 2 แนวแรก และจากข้อมูลการศึกษาตรวจสอบอายุและประวัติของการเคลื่อนตัว โดยเฉพาะจากการตรวจหาอายุของการเคลื่อนไหวครั้งล่าสุดของรอยเลื่อนจากหินรอยเลื่อนบริเวณเขื่อนเขาแหลม ด้วยวิธีการหาอายุต่าง ๆ กัน ปรากฏว่ามีอายุต่าง ๆ กันตั้งแต่มหายุคมีโซโซอิกตอนปลายต่อยุคเทอร์เชียรี (ราว 60 - 70 ล้านปีที่ผ่านมา, Charusiri, 1989), ต้นยุคไพลสโตซีน (ราว 4-5 ล้านปีที่ผ่านมา), กลางยุคไพลสโตซีน (ราว 3 แสน - 1 ล้านปีที่ผ่านมา), มากกว่า 1 ล้านปีที่ผ่านมา และที่อ่อนที่สุดที่อายุเพียง 12,000 ปีที่เท่านั้นเอง (ชัยยันต์ หินทอง, 2538)

### 1.6.2.2 รอยเลื่อนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รอยเลื่อนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีสานที่สำคัญๆมี 3 รอยเลื่อน คือ

ก. เขตรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ (Phetchabun Fault Zone) จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat พบว่า รอยเลื่อนนี้เป็นรอยเลื่อนสายสั้น ๆ วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ แต่ต่อกันแล้วยาวถึง 250 กิโลเมตร ละตามแนวขอบที่ราบสูงโคราช เริ่มจากทางเหนืออาจมีแนวต่อกับกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ (น้ำปาด) ที่เมืองปากลายในประเทศลาว ผ่านลงทางตะวันตกของอำเภอภูเรือ จังหวัดเลย มาจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามแนวแม่น้ำป่าสักจนถึงบริเวณจังหวัดสระบุรี แอ่งเพชรบูรณ์ กลุ่มน้ำป่าสักเกิดจากอิทธิพลของเขตรอยเลื่อนนี้ ซึ่งตัดผ่านชั้นหินกลุ่มหินโคราชมหายุคมีโซโซอิก และกลุ่มหินสระบุรียุคเพอร์เมียน ในแนวทิศทางธรณีแปรสัณฐาน กลุ่มรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ น่าจะมีการเลื่อนตัวลักษณะขวาเข้า และอาจเป็นสาขาหนึ่งของรอยเลื่อนเดียนเบียนฟูในเวียดนามตอนเหนือ

ข. เขตรอยเลื่อนนครพนม (Nakhon Phanom Fault Zone) เขตรอยเลื่อนนี้ยาวมากกว่า 100 กิโลเมตร มีแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ พาดผ่านขอบที่ราบสูงโคราช ผ่านจังหวัดนครพนม ตัดชั้นหินมหายุคมีโซโซอิก หรือกลุ่มหินโคราช ลักษณะการวางตัวขนานกับเขตรอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault Zone) ในประเทศเวียดนาม และการเคลื่อนไหวปัจจุบันเป็นรอยเลื่อนระนาบขวาเข้า ด้วยเหตุผลทางเทคนิคเช่นเดียวกับที่ได้อธิบายแล้ว คือแผ่นทวีปซุนดา (Sundaland) หมุนตัวตามเข็มนาฬิกาในขณะที่แผ่นทวีปอินเดียเคลื่อนเข้าไปชนทวีปเอเชียจนเกิดที่ราบสูงทิเบต

ค. เขตรอยเลื่อนภูพาน (Phu Phan Fault Zone) ลักษณะและแนวการวางตัวของรอยเลื่อนนี้คล้ายคลึงกันกับรอยเลื่อนนครพนม พาดผ่านเทือกเขาภูพานตัดผ่านชั้นหินมหายุคมีโซโซอิก บนเทือกเขาภูพาน และมีการเคลื่อนไหวเป็นแบบรอยเลื่อนตามแนวระนาบขวาเข้าเช่นกันมีความยาวสั้นๆ ต่อกันอาจถึง 200 กิโลเมตร

### 1.6.2.3 รอยเลื่อนในเขตภาคตะวันออก

รอยเลื่อนของภาคตะวันออกที่มีความสำคัญ มีเพียงรอยเลื่อนเดียว คือ

ก. เขตรอยเลื่อนระยองหรือแก่ง (Rayong หรือ Klaeng Fault Zone) ได้แก่ กลุ่มรอยเลื่อนต่างๆ ความยาวไม่มากนัก (ไม่เกิน 50 กิโลเมตร) ในบริเวณคลองประแส คลองโตนด และคลองพะวาใหญ่ ที่วางตัวเกือบขนานในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ วางตัวตามคลองโตนดตามทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ต่อไปจนถึงบริเวณอ่าวเกาะน้ำ อำเภอน้ำใหม่ จังหวัดจันทบุรี ทำให้หินมหายุคพรีแคมเบรียน แยกออกจากหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน ที่คลองประแส และหินยุคไทรแอสซิก สัมผัสกับหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส ที่คลองโตนด ในมหายุคซีโนโซอิก มีการเคลื่อนตัวระนาบขวาเข้า เข้าใจว่าในปัจจุบันน่าจะเป็นแนวรอยเลื่อนที่ต่อเลยมาจากรอยเลื่อนแม่ปิง โดยผ่านไปในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจากแผนที่บินสำรวจทางอากาศ



#### 1.6.2.4 รอยเลื่อนในเขตที่ราบภาคกลาง

##### รอยเลื่อนในเขตที่ราบภาคกลางที่สำคัญๆ มีอยู่ 4 แนว คือ

ก. เขตรอยเลื่อนแม่ปิง (Mae Ping Fault Zone) ช่วงปลายรอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานีแยกออกไปทางตะวันออกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่บริเวณจังหวัดตาก และแนวด้านตะวันตกของแม่น้ำปิง ผ่านจังหวัดกำแพงเพชร พุ่งผ่านที่ราบภาคกลางตอนบนถึงบริเวณจังหวัดนครสวรรค์ ต่อจากนั้นจึงเบี่ยงลงทางตะวันออกเฉียงใต้ ต่อลงมาจนถึงประมาณอำเภอตากฟ้า

ข. เขตรอยเลื่อนเจ้าพระยา (Chao Praya Fault Zone) อยู่ระหว่างแนวรอยเลื่อนแม่ปิง ซึ่งแยกออกไปในแนวค่อนทางตะวันออกเฉียงใต้ และรอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานี ซึ่งมีแนวค่อนลงทางทิศใต้ มีเขตรอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ในแนวยาวพาดผ่านบริเวณจังหวัดชัยนาท ลงมาถึงประมาณจังหวัดนครนายก เขตอำเภองครักษ์ และเชื่อว่ายังมีแนวต่อไปทางเขตปราจีนบุรี เบี่ยงไปทางตะวันออกเฉียงใต้ถึงจังหวัดสระแก้ว

ค. เขตรอยเลื่อนแควใหญ่ (Quae Yai Fault Zone) เป็นแนวรอยเลื่อนที่ต่อเลยมาจากรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ แต่แยกแขนงผ่านไปตามแนวขนานกับแม่น้ำแควใหญ่ ไปถึงจังหวัดกาญจนบุรี แล้วตามลำน้ำแม่กลองในแนวตะวันออกเฉียงใต้ไปทางใต้ผ่านกรุงเทพฯ ทิศทางและประวัติการเลื่อนตัวคล้ายกับรอยเลื่อนด้านเจดีย์สามองค์

ง. เขตรอยเลื่อนแควน้อย (Quae Noi Fault Zone) เป็นแนวสาขาของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ซึ่งขนานมากับแม่น้ำแควน้อยแล้วเลยผ่านเขตจังหวัดราชบุรี ต่อเลยมาทางตะวันออกเฉียงใต้ผ่านอำเภอไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร ประวัติและทิศทางการเลื่อนตัวคล้ายกับรอยเลื่อนด้านเจดีย์สามองค์

เขตรอยเลื่อนในที่ราบภาคกลาง โดยเฉพาะในแนวการวางตัวดังกล่าวในช่วงมหายุคซีโนโซอิก เป็นแบบรอยเลื่อนตามแนวระนาบทางขวา และถูกปกคลุมด้วยตะกอนกรวด หิน ดิน ทราย ยุคใหม่ทั้งหมด เขตและแนวรอยเลื่อนเหล่านี้ส่วนใหญ่สามารถศึกษาร่องรอยได้ชัดเจนในแผนที่การบินสำรวจ (Air-borne magnetic survey) ของกรมทรัพยากรธรณี

นอกจากนั้นในที่ราบภาคกลางยังมีรอยเลื่อนในแนวเหนือ-ใต้ และเป็นรอยเลื่อนปกติอีกหลายแนว ได้แก่ แนวตามลำแม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และที่เลยต่อไปในอำเภอไทยด้วย ส่วนใหญ่เกิดจากแรงแปรสัณฐานซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดแอ่งสะสมชั้นหินยุคเทอร์เชียรี ภายหลังการชนกันเองของแผ่นทวีปอินเดียกับแผ่นทวีปเอเชียดังกล่าวแล้ว ทำให้รอยต่อมุดตัวของแผ่นมหาสมุทรอินเดียมุดกลับไปด้วย แทนที่จะมุดตรง ๆ ลงไปได้ทวีปซุนดา ซึ่งมีผลทำให้ทวีปหมุนตัวไปตามเข็มนาฬิกาเกิดแรงเลื่อนคู่ขนานตามแนวทิศทางการรอยเลื่อนแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แต่มีแรงดึงตั้งฉากกับพื้นผิวโลกจึงทำให้เปลือกโลกส่วนภาคกลางเปิดออกกลายเป็นช่อง ๆ บล็อก ๆ ให้ตะกอนสะสมตัวในแอ่งไปพร้อม ๆ กันตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรีเรื่อยมา รวมทั้งในอำเภอไทยด้วย แต่การเคลื่อนไหวด้านระนาบยังพอมียู่ และส่วนใหญ่เป็นการเลื่อนแบบขวาเข้าทับทั้งสิ้น

### 1.6.2.5 รอยเลื่อนเขตภาคใต้

แม้จะไม่มีข้อมูลภาพจากดาวเทียมอย่างครบถ้วนแต่จากการศึกษาในภาคสนามจากคณะผู้วิจัยและจากข้อมูลวิจัยของ Charusiri (1989) ทำให้พบรอยเลื่อนใหญ่ ๆ 3 แนวคือ

ก. เขตรอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault Zone) จากข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม รอยเลื่อนนี้ยาวถึง 250 กิโลเมตร วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบด้วยรอยเลื่อนเป็นกลุ่มแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างขนานกันไปจากทะเลอันดามัน จังหวัดระนอง จนถึงอ่าวไทยทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ที่บริเวณจังหวัดชุมพร และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ หินต่าง ๆ ที่ถูกอิทธิพลของรอยเลื่อนนี้ คือ หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียนเป็นส่วนใหญ่(หินหมวดแก่งกระจาน) ลักษณะของรอยเลื่อนเป็นกลุ่มที่เคยมีประวัติการเคลื่อนร่นาบขวเข้าก่อนยุคเทอร์เชียรี หลังจากนั้นในมหายุคซีโนโซอิกจนถึงปัจจุบันมีการเคลื่อนตัวร่นาบขวเข้า เนื่องจากสาเหตุแผ่นทวีปอินเดียเคลื่อนเข้าไปชนแผ่นทวีปเอเชียดังกล่าวแล้ว มีน้ำพุร้อนปรากฏอยู่ด้วย ตามแนวรอยเลื่อนดังกล่าวนี้ทำให้เชื่อว่ารอยเลื่อนดังกล่าวยังมีการกระทำของกระบวนการหินหนืด (present-day magmatism) ซึ่งอาจสัมพันธ์ในลักษณะการแปรสัณฐานยุคปัจจุบัน (active tectonics) ด้วยได้

ข. เขตรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (Klong Marui Fault Zone) เป็นเขตรอยเลื่อนที่ปรากฏชัดในภาพจากดาวเทียม ซึ่งมีความยาวถึง 300 กิโลเมตร วางตัวในแนวเกือบขนานรอยเลื่อนระนองและเชื่อว่าปัจจุบันทิศทางการเคลื่อนตัวขวเข้าเช่นเดียวกับเขตรอยเลื่อนระนอง แผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างเริ่มจากจังหวัดภูเก็ต เกาะยาว จังหวัดพังงา ในบริเวณอ่าวพังงาของทะเลอันดามัน ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ พาดไปถึงจังหวัดสุราษฎร์ธานี ทางอ่าวไทยทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นรอยเลื่อนที่แยกหมวดหินแก่งกระจานยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน ออกจากหินยุคเพอร์เมียน และชุดหินในมหายุคมีโซโซอิกยังพบว่าสาขาที่วางตัวอยู่ในแนวเดียวกันทางตะวันออก ได้แก่ รอยเลื่อนกระบี่-สุราษฎร์ฯ รอยเลื่อนคลองท่อม และรอยเลื่อนกันตัง แต่ที่สำคัญคือรอยเลื่อนกระบี่-สุราษฎร์ฯ ซึ่งวางตัวเกือบเหนือ-ใต้ ในช่วงยุคเทอร์เชียรีมีการเคลื่อนตัวไปทางขว แต่หลังจากนั้นในมหายุคซีโนโซอิก จนถึงปัจจุบันเคลื่อนตัวไปทางขวด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับที่รอยเลื่อนระนองเคลื่อนตัวดังกล่าวแล้ว เชื่อกันว่ารอยเลื่อนดังกล่าวยังเป็นรอยเลื่อนมีพลัง

ค. เขตรอยเลื่อนปัตตานี หรือรอยเลื่อนเบตง (Pattani หรือ Betong Fault Zone) คือ รอยเลื่อนที่ต่อขึ้นมาจากประเทศมาเลเซียตามแนวเหนือ-ใต้ จากเมืองเบตง (Betong) และเมืองรวบ (Ruab) เข้ามาถึงประเทศไทยบริเวณแม่น้ำสายบุรี ผ่านไปทางด้านตะวันตกของอำเภอกรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส ขึ้นไปทางเหนือที่บริเวณจังหวัดปัตตานี และอาจเลยเข้าไปในอ่าวไทยด้วย รวมความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร ในประเทศไทย ลักษณะและรูปแบบการเคลื่อนตัวมีหลายแบบ ทั้งที่เป็นการเลื่อนข้อย การเลื่อนปกติ และการเลื่อนด้านข้าง น่าจะเป็นลักษณะของรอยเลื่อน (Normal fault) เช่นเดียวกับที่เกิดในอ่าวไทย

นอกจากเขตรอยเลื่อนดังกล่าวมาแล้วนั้นทั้งหมดยังพบรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (thrust faults) อีกหลายบริเวณ แต่ส่วนใหญ่มีความยาวไม่มากนัก (<50 กิโลเมตร) เช่น 1) *รอยเลื่อนฮอด* ทางตะวันออกของอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งทำให้หินยุคไทรแอสซิก ถูกเลื่อนดันขึ้นไปวางทับอยู่บนหินยุคออร์โดวิเซียน 2) *รอยเลื่อนเชียงดาว* บริเวณอำเภอเชียงดาว และอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน ที่ถูกบีบอัดตัวอย่างรุนแรง ถูกจัดดันขึ้นไปสัมผัสกับหินปูนยุคเพอร์เมียน 3) *รอยเลื่อนสะเมิง* บริเวณด้านตะวันตก อำเภอหางดง บริเวณทางใต้ และตะวันตกอำเภอสะเมิง ตะวันตกอำเภอสันป่าตอง และบริเวณทางเหนืออำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน และหินปูนยุคออร์โดวิเซียน ถูกเคลื่อน และดันขึ้นไปสัมผัสกับหินไนส์ของมหายุคพรีแคมเบรียน 4) *รอยเลื่อนลานสาง* บริเวณตะวันตกของจังหวัดตาก ที่อำเภอลานสาง หินไนส์มหายุคพรีแคมเบรียนจะถูกดันไปวางทับบนหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน 5) *รอยเลื่อนทับกวาง* บริเวณเทือกเขาภูพาน ตำบลทับกวาง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี หินยุคเพอร์เมียนตอนต้น ถูกเลื่อนดันไปวางทับบนหินชั้นบอนยุคเพอร์เมียนตอนกลางถึงตอนปลาย และ 6) *รอยเลื่อนแหลมไทย* ระหว่างจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดตรัง หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส ถึงหินยุคจูแรสซิก ถูกอัดดันให้ไปสัมผัสกับหินยุคแคมเบรียน ออร์โดวิเซียน และหินดีโวเนียน

ในอดีตมีผู้ให้ความสนใจรอยเลื่อนมีพลังและรอยเลื่อนธรณีน่าไหว่น้อยมาก เนื่องจากไม่เป็นที่รู้จักและให้ความสำคัญ ยกเว้นที่มีผู้ศึกษาอยู่บ้าง เช่น Nutalaya และคณะ (1985) Chuaviroj (1992) และชัยยันต์ หินทอง (2538) คุรายละเอียดยุคในบทถัดไป แต่ก็ยังต้องมีการศึกษาในรายละเอียดให้มากกว่านี้ ในปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่สนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างรอยเลื่อนนี้ปรากฏบนผิวโลกกับแผ่นดินไหวในประเทศไทย ซึ่งอาจเป็นเพราะหลายสาเหตุ เช่น รอยเลื่อนนี้ปรากฏบนผิวโลกทำลายจนหมด อัตราการเลื่อนคงน้อยมากจนสังเกตไม่ได้ อัตราการผุพังสลายตัวของหินสูงมาก เนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์ร้อนชื้นแบบบ้านเรา ยกเว้นบริเวณที่มีความแข็งแกร่งของหินสูง ประการสุดท้ายก็คือปัจจุบันยังขาดการศึกษากันอย่างจริงจัง

## บทที่ 2

### เหตุการณ์แผ่นดินไหว 26 ธันวาคม 2547

#### 2.1 บทนำ

หากจะกล่าวถึงเหตุการณ์แผ่นดินไหวใต้ทะเลที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรอินเดีย เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 เวลาประมาณ 0 นาฬิกา 58 นาที ตามเวลามาตรฐานสากล (หรือเวลาประมาณ 7 นาฬิกา 58 นาที ตามเวลาในประเทศไทย) ด้วยขนาดแผ่นดินไหวที่สูงถึง 9.3 ริกเตอร์ (Kruger และ คณะ, 2005) เหตุการณ์ในครั้งนั้น ได้ส่งผลกระทบต่อและสร้างความเสียหายมากมาย เช่น เกิดคลื่นยักษ์สึนามิพัดเข้าหาพื้นที่รอบๆมหาสมุทรอินเดียและพื้นที่ใกล้เคียง ไม่ว่าจะเป็นที่เกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย บริเวณทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย ซึ่งรวมไปถึงหกจังหวัดในภาคใต้ของไทยที่อยู่ทางฝั่งทะเลอันดามันด้วย เช่น จังหวัดภูเก็ต พังงา กระบี่ เป็นต้น

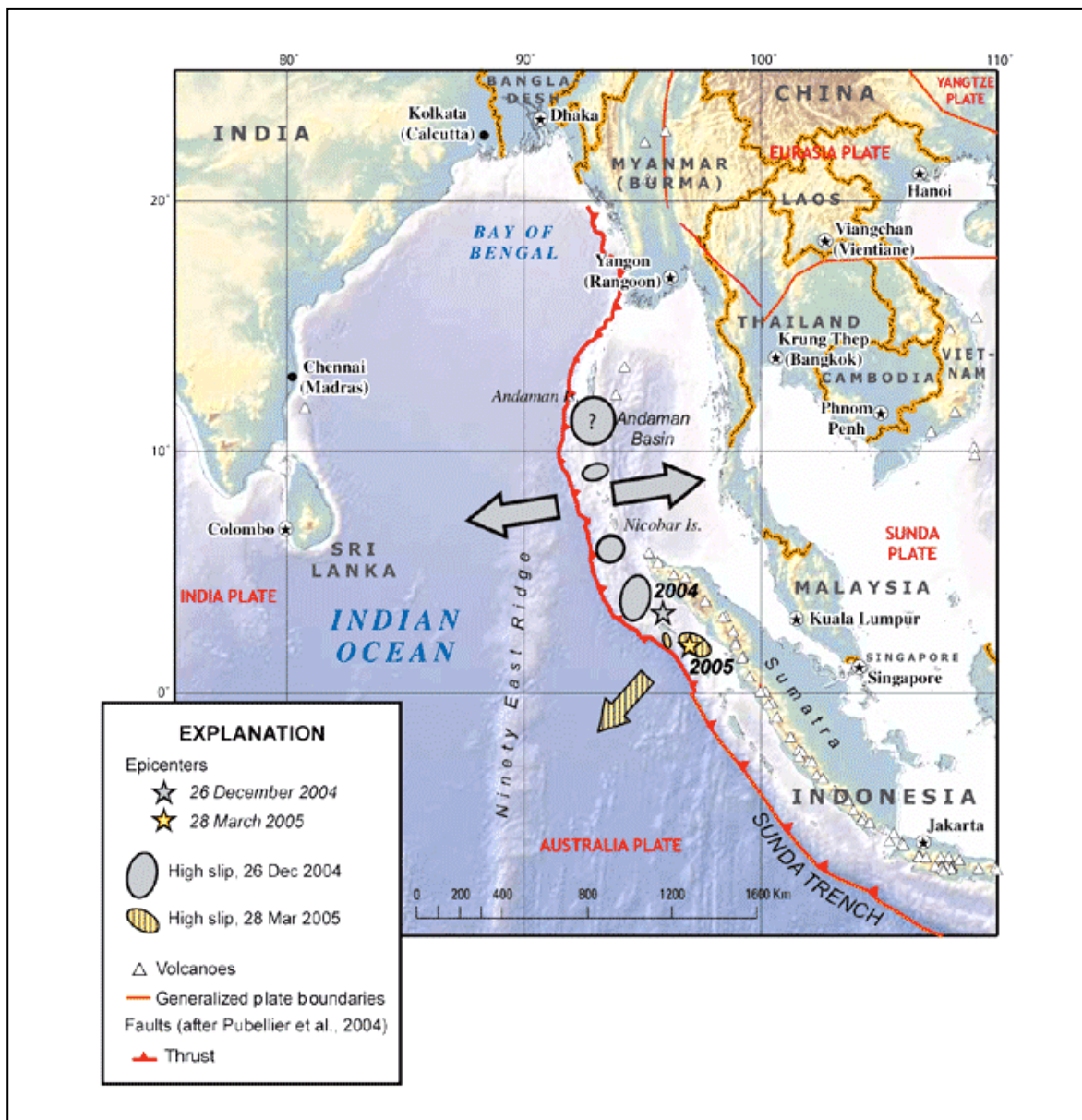
การเกิดสึนามิในครั้งนี้อาจถือว่าเป็นพิบัติภัยที่ร้ายแรงที่สุดของประวัติศาสตร์โลกในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา และรุนแรงเป็นอันดับสองรองมาจากสึนามิที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวใหญ่ที่ประเทศชิลี เมื่อปี พ.ศ. 2503 ซึ่งมีขนาดกำลัง 9.5 ริกเตอร์ โดยที่แผ่นดินไหวใหญ่ทั้งสองครั้งนี้เกิดจากอิทธิพลการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกแผ่นหนึ่งลงไปใต้อีกแผ่นหนึ่งเช่นเดียวกัน ถึงแม้ระดับความรุนแรงจะใกล้เคียงกัน แต่สึนามิที่เกิดจากแผ่นดินไหวที่ประเทศชิลีส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตรอบแปซิฟิกทั้งหมดเพียง 5,400 คน ในขณะที่โศกนาฏกรรมในมหาสมุทรอินเดียครั้งนี้ทำให้มีผู้เสียชีวิตรอบมหาสมุทรอินเดียมากถึง 2 แสนคน ด้วยเหตุนี้ทำให้นักวิชาการหลายๆแขนง พยายามที่จะหาคำตอบและสาเหตุเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่ากระบวนการเกิดที่รุนแรงของแผ่นดินไหวครั้งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร และผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากเกิดแผ่นดินไหวได้เปลี่ยนแปลงโฉมหน้าของโลกเราไปอย่างไรบ้าง

#### 2.1.1 ลักษณะแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

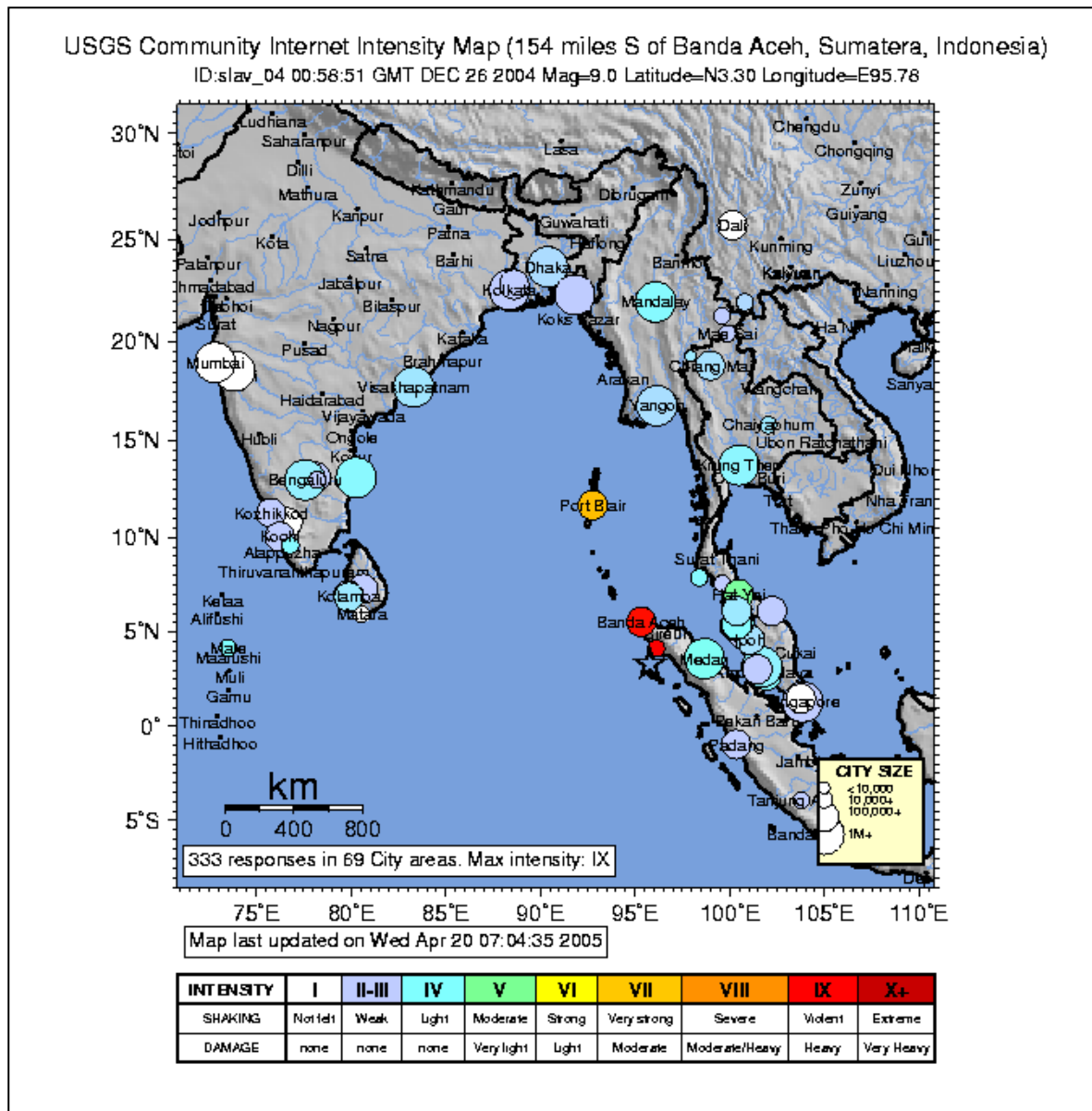
จุดเกิดแผ่นดินไหว หรือศูนย์กลางแผ่นดินไหว (hypocenter หรือ earthquake focus) ครั้งนี้อยู่ที่ละติจูด  $3^{\circ} 19'$  เหนือ และลองจิจูด  $95^{\circ} 24'$  ตะวันออก ตรงเกาะสิมิลู (ดาวในรูป 2.1) ห่างจากเกาะใหญ่สุมาตราไปทางตะวันตกประมาณ 160 กิโลเมตร และเกิด ณ ระดับความลึกประมาณ 30 กิโลเมตรได้ระดับน้ำ แม้หลายคนอาจบอกว่าแผ่นดินไหวใหญ่นี้เป็นส่วนปลายสุดทางตะวันตกของวงแหวนไฟ (Ring of Fires) แต่ความจริงแล้วทางธรณีวิทยาถือว่าเกิดอยู่คนละแผ่นเปลือกโลก ซึ่งนับว่าโอกาสเกิดสึนามิจากแผ่นดินไหวในบริเวณแถบนี้้น้อยมากเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นๆ เพราะโอกาสเกิดแผ่นดินไหวในแถบวงแหวนไฟรอบมหาสมุทรแปซิฟิกมีมากถึงร้อยละ 81 ของแผ่นดินไหวใหญ่ๆในโลก อย่างไรก็ตามแผ่นดินไหวในครั้งนี้นั้นรุนแรงจนหลายคนรู้สึกถึงแผ่นดินไหวในครั้งนี้อย่างเดียวที่นอกเหนือจากสึนามิ) ได้ไกลถึงบังคลาเทศ มัลดีฟ อินเดีย ไทย พม่า สิงคโปร์ และจีนตอนใต้ (รูป 2.2)

### 2.1.2 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

สาเหตุหลักของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งนี้เป็นผลมาจากการที่แผ่นเปลือกโลกมหาสมุทรอินเดีย(หรืออินโด-ออสเตรเลีย) เคลื่อนที่และมุดตัวลงไปได้แผ่นเปลือกทวีปมาตะวันตก (Western Burma Plate) ซึ่งประกอบด้วย พม่าทางตะวันตก-อันดามัน-และสุมาตรา โดยที่แผ่นพม่าตะวันตกนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเปลือกโลกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นมหาทวีปยูเรเชีย



รูป 2.1 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานบริเวณร่องทะเลลึกซุนดาและมหาสมุทรอินเดีย รูปดาว แสดงตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหว เมื่อ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2548 ส่วนวงรีแสดงพื้นที่ที่มีการเลื่อนตัวสูงตามแนวรอยเลื่อน ส่วนลูกศรบนแสดงทิศทางที่สึนามิแผ่ออก เมื่อ พ.ศ. 2547 และลูกศรล่างเมื่อ พ.ศ. 2548 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีสึนามิเกิดเข้ามาทางทะเลอันดามัน (Eric I Geist, 2005) (<http://soundwaves.usgs.gov/2005/04/marchLG.gif>)



รูป 2.2 บริเวณพื้นที่โดยรอบมหาสมุทรอินเดียตอนเหนือที่ประสบและที่รู้สึกว่าจะเกิดแผ่นดินไหวด้วยขนาดความแรงระดับต่าง ๆ จากจุดที่มีข้อมูลการไหวทั้งหมด 333 จุด ใน 69 เมือง โดยวัดขนาดความรุนแรงได้มากที่สุด คือ IX ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง([http://pasadena.wr.usgs.gov/shake/ous/STORE/Xslav\\_04/ciim\\_display.html](http://pasadena.wr.usgs.gov/shake/ous/STORE/Xslav_04/ciim_display.html))

ความจริงแล้วแผ่นเปลือกโลกมหาสมุทรอินเดีย(Indian Oceanic Plate) มีการเลื่อนเข้าหาและมุดตัวลงไปได้ แผ่นเอเชียตะวันตกเฉียงใต้อยู่ตลอดเวลาในทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือด้วยอัตราการมุดตัวประมาณ 6 ถึง 6.5 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งถือว่าเป็นอัตราการมุดตัวในระดับปานกลาง และช้ากว่าการเคลื่อนของแผ่นแปซิฟิกลงไปได้ แผ่นอเมริกาใต้ ด้วยอัตราเกือบ 10 เซนติเมตรต่อปี และที่เร็วกว่าอัตราการเคลื่อนที่ของแผ่นแอนเดแลนติกซึ่งมีค่าประมาณ 3 ถึง 5 เซนติเมตรต่อปี อย่างไรก็ตามผลของการมุดตัวของแผ่นมหาสมุทรอินเดียก็คล้าย ๆ กับแผ่นแปซิฟิก กล่าวคือ ยังผลให้แผ่นที่มุดตัวลงไปมีการ

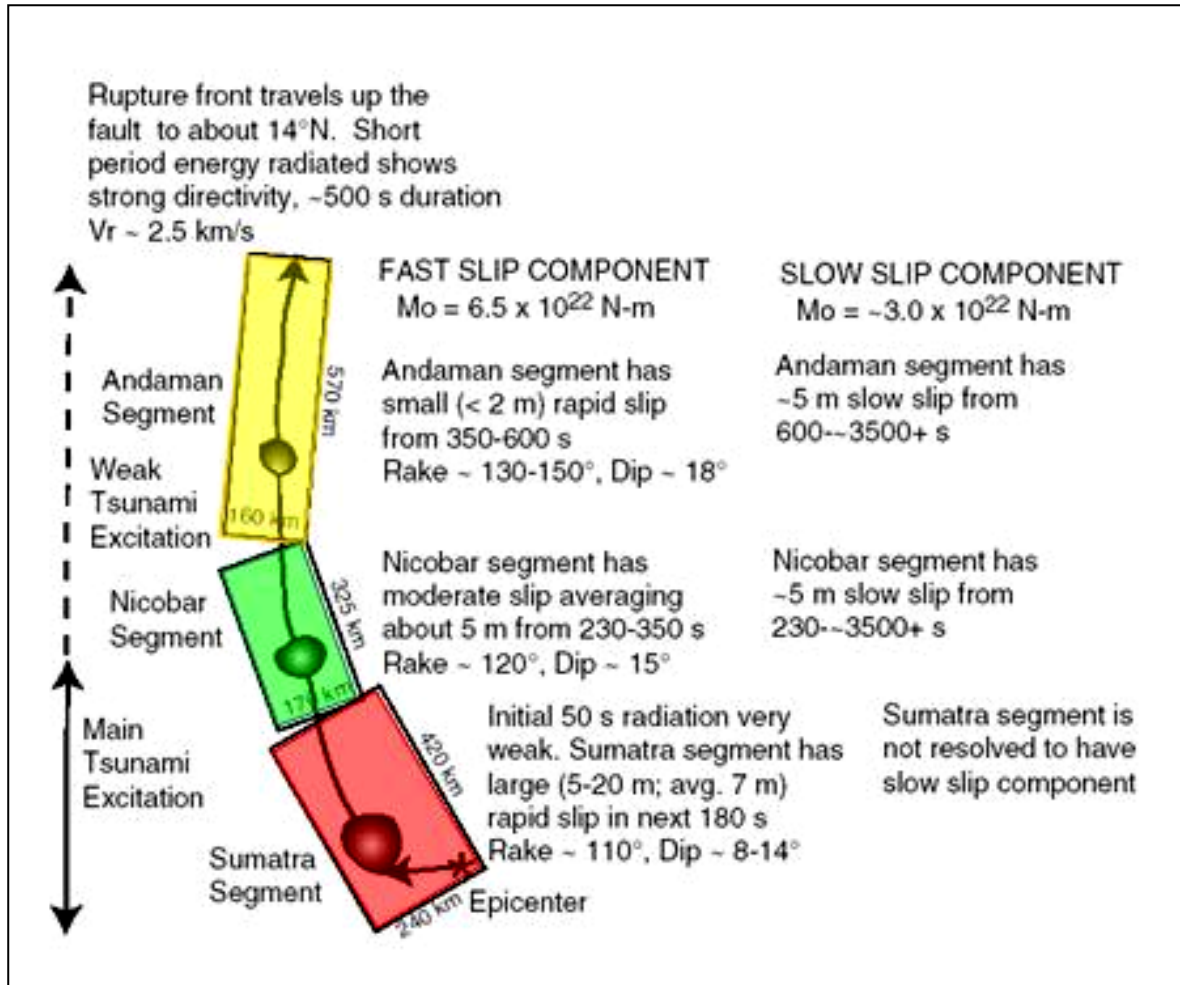
สะสมพลังงานไว้มากพอที่จะปลดปล่อยพลังงานออกมา เมื่อถึงจุดหนึ่งที่มีการสะสมพลังงานได้โลกไม่สามารถกระทำได้อีกต่อไป และแผ่นที่มุดตัวนี้มีอุณหภูมิและความดันรอบ ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดก่อให้เกิดการหลอมละลายบางส่วนภายในแผ่น กลายเป็นหินหนืด(magma) ซึ่งมีการดันตัว(emplacement) ให้ขึ้นสูงสู่ผิวโลกเกิดเป็นการปะทุของภูเขาไฟได้ เกิดเป็นแนวภูเขาไฟโค้ง(volcanic arc) ที่เรียก แนวโค้งซุนดา (Sunda Arc)

### 2.1.3 กลไกการเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

ผลจากการมุดตัวของแผ่นทวีปทำให้เกิดรอยแตกเป็นแนวยาวตามบริเวณร่องมหาสมุทรซุนดา (Sundra trench) เป็นระยะทางถึง 1,300 กิโลเมตร จนถึงละติจูดที่ 14° เหนือ และก่อให้เกิดการเลื่อนตัวไปจากตำแหน่งเดิม 15 เมตร ในทิศประมาณตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ จากข้อมูลทางธรณีวิทยา ทำให้เราแบ่งรอยแตก (rupture zone) บริเวณนี้ออกได้เป็น 3 ส่วน (segment) (รูป 2.3) คือ ส่วนสุมาตรา (Sumatra segment) ส่วนนิโคบาร์ (Nicobar segment) และส่วนอันดามัน (Andaman segment) (Lay และ คณะ, 2005) ซึ่งจากการสำรวจพบว่าการเลื่อนตัวของแผ่นอย่างฉับพลันนี้ไม่ได้เกิดเพียงครั้งเดียว (ดังแสดงในรูป 2.3) แต่แบ่งออกได้เป็นระยะ (phase) ทั้งหมด 3 ระยะด้วยกัน

จากข้อมูลจากเครื่องบันทึกแผ่นดินไหวทำให้เราทราบว่าในช่วงแรกผลการเลื่อนตัวทำให้เกิดรอยแตกในส่วนทางใต้สุด หรือ “ส่วนสุมาตรา” มีความยาว 420 กิโลเมตร กว้าง 240 กิโลเมตร ได้ทะเลลึก 30 กิโลเมตร ในส่วนสุมาตรา โดยการปริแตกเริ่มต้นแผ่กระจายอย่างเชื่องช้าในช่วงแรกจากบริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ของส่วนสุมาตราโดยใช้เวลาประมาณ 50 วินาที และทำให้เกิดรอยแตกในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และจัดได้ว่าการแตก (rupture) ในระยะนี้เป็นส่วนกระตุ้นสึนามิหลัก (Main Tsunami Excitation) จากนั้นรอยแตกจึงพัฒนาและขยายตัวอย่างรวดเร็วไปในทิศเหนือ ด้วยความเร็วเฉลี่ย 2.5 กิโลเมตรต่อวินาที ทำให้แผ่นดินมีการเลื่อนตัวถึง 5-20 เมตร (โดยเฉลี่ย 7 เมตร) โดยใช้เวลาประมาณ 180 วินาที ต่อจากนั้นจึงหยุดการเคลื่อนไหวยาวนานประมาณ 100 วินาที (เกือบ 2 นาที) ก่อนที่จะเกิดรอยแตกกระจายไปทางทิศเหนือขึ้นสู่ส่วนนิโคบาร์ และส่วนอันดามัน ซึ่งการเกิดรอยแตกช่วงที่สองหรือ “ส่วนนิโคบาร์” มีความยาว 325 กิโลเมตร และความกว้าง 170 กิโลเมตรโดยมีระยะเคลื่อน (slip) ประมาณ 5 เมตร ในช่วงระยะเวลา 230-350 วินาที ซึ่งจัดว่าเป็นการเคลื่อนตัวแบบปานกลาง และส่วนที่เลื่อนตัวอย่างช้า (slow slip component) ทำให้เกิดระยะเคลื่อนประมาณ 5 เมตร ใช้เวลา 230-350 วินาที ส่วนที่สามหรือ “ส่วนอันดามัน” ทำให้เกิดรอยแตกยาวที่สุด คือ 570 กิโลเมตร แผ่กว้าง 160 กิโลเมตร และมีระยะเคลื่อนประมาณ 2 เมตร ในเวลา 350-600 วินาที แต่ส่วนที่เคลื่อนตัวอย่างช้าทำให้เกิดระยะเคลื่อน 5 เมตรในช่วงเวลา 600-3,500 วินาที โดยที่ส่วนสุดท้าย (ส่วนอันดามัน) นี้ทำให้เกิดสึนามิด้วยเช่นกัน แต่เป็นสึนามิที่มีพลังเพียงเล็กน้อยหากเปรียบเทียบกับสึนามิที่เกิดจากการแตกของส่วนแรก (ส่วนสุมาตรา) (ดูรายละเอียดในรูป 2.3)





รูป 2.3 ลักษณะและทิศทางรอยแตก (rupture zone) ในบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวในส่วนต่างๆ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 โดยประกอบด้วยส่วนสุมาตรา (Sumatra segment) ส่วนนิโคบาร์ (Nicobar segment) และส่วนอันดามัน (Andaman segment) ซึ่งแต่ละส่วนประกอบด้วย ส่วนระยะเคลื่อนไวกว (fast slip component) และส่วนระยะเคลื่อนช้า (slow slip component) (Lay และ คณะ, 2005)

#### 2.1.4 พลังงานที่ปลดปล่อยจากแผ่นดินไหว

พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากการเกิดแผ่นดินไหวนี้มีขนาดที่ใหญ่มาก และได้มีการประมาณว่าคิดเป็นพลังงานประมาณ  $2.0 \times 10^{18}$  จูลล์ ซึ่งมากพอจะต้มน้ำให้ทุกคนบนโลกบริโภคได้คนละ 150 ลิตร (คืออยู่ได้ 100 วันอย่างสบาย) พลังงานที่ได้เป็นผลมาจากการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกและทำให้ฝั่งโลกสั่นสะเทือนนานถึง 20-30 ชั่วโมงและมีผู้รู้สึกถึงการไหวสะเทือนจากคลื่นแผ่นดินไหว (shock wave) ได้ไกลถึงอีกซีกโลกหนึ่งคือที่รัฐโอคลาโฮมาของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีการบันทึกระยะเคลื่อนในแนวดิ่งได้ประมาณ 3 มิลลิเมตร ซึ่งกรมสำรวจธรณีวิทยาของอเมริกา (USGS) ได้แสดงถึงบริเวณที่มีผู้รู้สึกว่าเกิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในทุกประเทศ (รูป 2.2) ซึ่งรวมทั้งประเทศจีนตอนใต้แถบมณฑลยูนนานด้วย

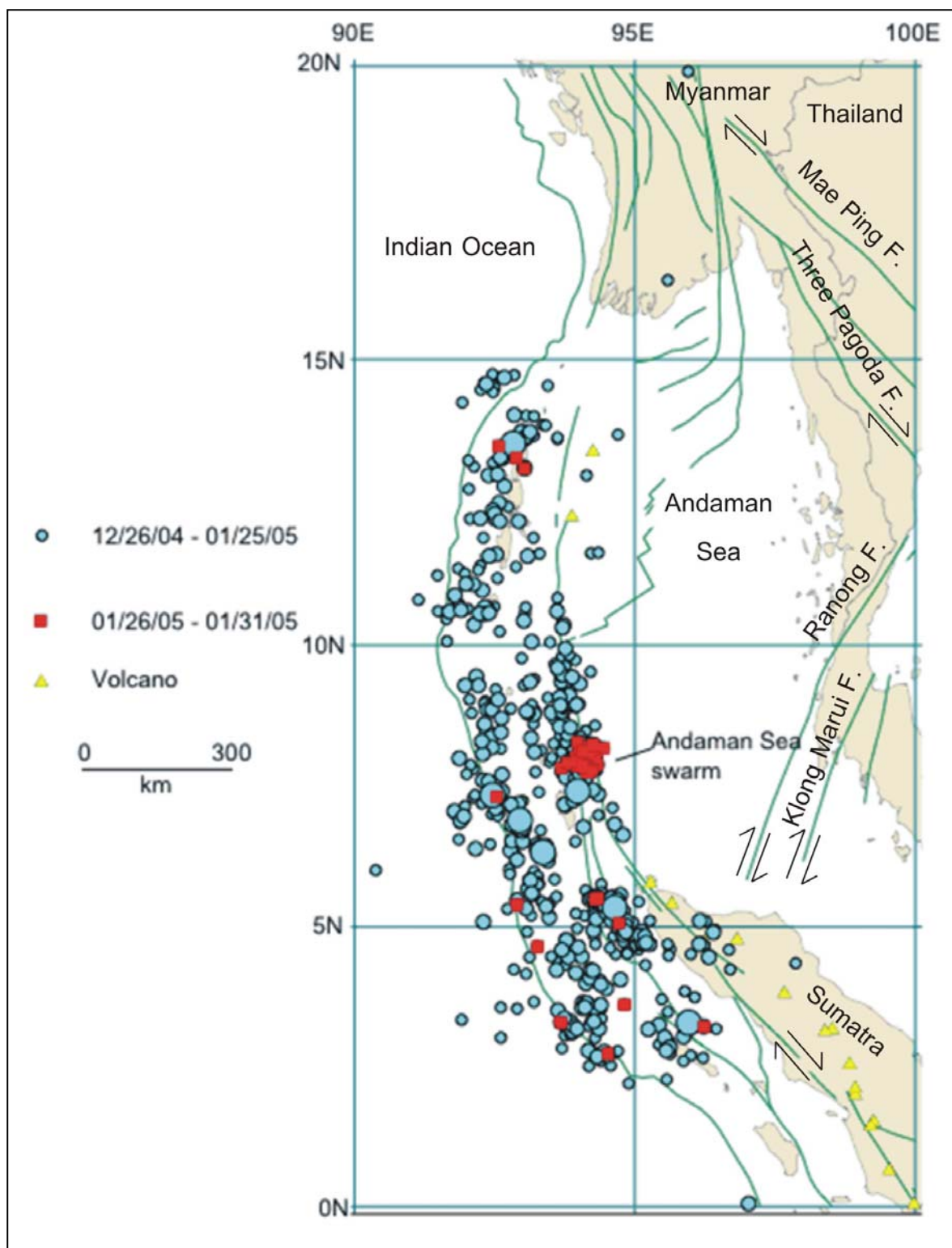


### 2.1.5 แผ่นดินไหวตามและแผ่นดินไหวข้างเคียง

นับตั้งแต่เหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 แล้วก็ปรากฏรายงานมากมายว่ามีแผ่นดินไหวตาม (after shock) เกิดขึ้นหลายต่อหลายครั้ง (ดูรูป 2.4) ทั้งบริเวณนอกชายฝั่งทะเลอันดามัน-นิโคบาร์ และบริเวณศูนย์กลางแผ่นดินไหวเดิมติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน เบื้องต้นได้มีการประเมินว่าอาจมีแผ่นดินไหวตามหลังจากแผ่นดินไหวใหญ่ครั้งนี้ ใต้นานถึง 2 เดือน ซึ่งปรากฏว่าเป็นจริงตามที่ได้ทำการประเมินไว้เพราะได้เกิดแผ่นดินไหวตามมาเป็นระยะๆ หลังจากวันที่ 26 โดยที่แผ่นดินไหวตามบางลูกมีขนาดกำลังถึง 8.7 ตามมาตราริกเตอร์ โดยมีศูนย์กลางแผ่นดินไหวแถบเมืองนาอัส (Nais) และแผ่นดินไหวตามที่อื่น ๆ ก็มีขนาดกำลังถึง 6.6 ริกเตอร์แทบทุกวัน ก่อนหน้านั้นได้มีแผ่นดินไหวขนาด 8.1 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2547 บนบริเวณที่ไม่มีผู้คนอาศัยทางตะวันตกของนิวซีแลนด์ ระหว่างหมู่เกาะอ็อกแลนด์ (Auckland) ใต้มหาสมุทรแอนตาร์กติกกับทางเหนือของเกาะแมควารี (Macquarie) ของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่ผิดปกติ ทั้งนี้เนื่องจากโดยเฉลี่ยแล้วภายใน 1 ปี โลกเรายังมีแผ่นดินไหวใหญ่ขนาด 8 ริกเตอร์เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวและนี่เป็นเหตุให้นักวิทยาศาสตร์ด้านวิทยาการไหวสะเทือน (seismologist) พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการเกิดแผ่นดินไหวทั้งสองบริเวณ เนื่องจากอยู่ด้านตรงข้ามกับของแผ่นดินอินโด-ออสเตรเลีย ซึ่งนักวิจัยสันนิษฐานว่าแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2547 อาจจะเป็นแผ่นดินไหวที่เป็นตัวกระตุ้นหรือมีความสัมพันธ์กับแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ยิ่งกว่านั้นยังมีแผ่นดินไหวขนาด 6.5 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ในแถบหมู่เกาะสุลาเวสีทางตะวันออก (อีกด้านหนึ่งของประเทศอินโดนีเซีย) ซึ่งในปัจจุบันยังไม่ได้รับรายงานที่เป็นหลักฐานเชิงสนับสนุนจากกรมสำรวจธรณีวิทยาของอเมริกาหรือ US Geological Survey)

จุดที่น่าสนใจอีกอันหนึ่งคือ แผ่นดินไหวที่เกิดให้หลังเกือบปีหลังจากแผ่นดินไหวขนาด 6.6 ริกเตอร์ ที่คร่าชีวิตผู้คนเมืองบาม (Bam) ในประเทศอิหร่านไปประมาณ 30,000 คน และยังคงมีแผ่นดินไหวตามเกิดขึ้นเรื่อย ๆ ติดต่อกันหลายสัปดาห์ และ เมื่อวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2548 ก็มีรายงานแผ่นดินไหวขนาด 8.7 ริกเตอร์ ที่ประเทศอิหร่าน โดยที่จุดเกิดแผ่นดินไหวเกือบจะที่เดิมในเวลาท้องถิ่น 23 นาฬิกา 9 นาที หรือประมาณ 4 นาฬิกา 9 นาที (ตามเวลามาตรฐานโลก) และทำให้เกิดแผ่นดินไหวตามขนาด 6.0-6.1 ริกเตอร์ได้ ซึ่งแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2548 นี้ นับได้ว่าเป็นแผ่นดินไหวขนาดใหญ่เป็นอันดับ 7 ของโลกนับตั้งแต่มีการบันทึกด้วยเครื่องมือ (instrumental record)

แผ่นดินไหวขนาด 6.7 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2548 ประมาณ 120 กิโลเมตร ทางตะวันตกเฉียงใต้เมืองอาดัง (ประเทศอินโดนีเซีย) ตามเวลาท้องถิ่น 12 นาฬิกา 29 นาที หรือ (10 นาฬิกา 25 นาที ตามเวลามาตรฐานโลก) ทำให้เชื่อว่าจะมีการสะสมความเค้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงได้ ซึ่งภาวะเช่นนี้อาจเป็นตัวกระตุ้นให้ภูเขาไฟใหญ่ใต้น้ำในทะเลสาบ (ประเทศอินโดนีเซีย) เกิดระเบิดขึ้นมาได้ ก่อนกำหนด และแน่นอนผลที่ตามมาคือ เกิดโศกนาฏกรรมครั้งใหม่สำหรับโลกของเราได้



รูป 2.4 แผนที่ทะเลอันดามันและบางส่วนของมหาสมุทรอินเดีย แสดงการกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวและแผ่นดินไหวตามของวันที่ 26 มกราคมพ.ศ. 2548 และตำแหน่งของภูเขาไฟที่สำคัญ ๆ ([http://earthquake.usgs.gov/eqinthenews/2004/usslav/andaman\\_fig1.gif](http://earthquake.usgs.gov/eqinthenews/2004/usslav/andaman_fig1.gif)) และข้อมูลแนวรอยเลื่อนในประเทศไทย (จาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543)

## 2.2 การศึกษาข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีต

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลแผ่นดินไหวในหัวข้อนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก โดยในส่วนแรกเป็นการศึกษาข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึกทางประวัติศาสตร์ เช่น ศิลาจารึก จดหมายเหตุ บันทึกต่าง ๆ ทั้งทางดาราศาสตร์และทางประวัติศาสตร์ นับตั้งแต่ พ.ศ.480 ซึ่งศาสตราจารย์ปริญญา นุตาลัย (Nuttalaya และคณะ, 1985) และสิริลักษณ์ จันทรวงศ์ (1986) นับได้ว่าเป็นบุคคลกลุ่มแรกที่ได้รวบรวมข้อมูลทางประวัติศาสตร์ดังกล่าวอย่างเป็นระบบ ต่อมา สุทธิพันธ์ ขุทรานนท์ นักประวัติศาสตร์จากหอสมุดแห่งชาติ ได้ทำการศึกษาและรวบรวมขึ้นอีกครั้งหนึ่ง โดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543) สำหรับส่วนที่สองเป็นข้อมูลแผ่นดินไหวที่ได้จากเครื่องมือตรวจวัด (Seismograph) โดยตรงโดยรวบรวมขึ้นโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ

### 2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นทางประวัติศาสตร์

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลจากการศึกษาด้านประวัติศาสตร์จากศิลาจารึก ตำนานโบราณคดี จดหมายเหตุ พงศาวดาร หนังสือพิมพ์ และบันทึกจากประเทศข้างเคียง ตลอดจนหลักฐานทางโบราณคดี เช่น สภาพเมืองโบราณและซากปรักหักพังของเจดีย์ ซึ่งผลการศึกษาได้แสดงไว้อย่างละเอียดในแต่ละเหตุการณ์ใน ตาราง 2.1 และ 2.2 ทำให้ทราบว่าในอดีตที่ผ่านมาได้เกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทยและบริเวณข้างเคียงหลายครั้ง โดยเฉพาะทางตอนเหนือของประเทศ ซึ่งเราสามารถสรุปได้ว่าตลอดช่วงเวลาการบันทึกทางประวัติศาสตร์ได้เคยเกิดแผ่นดินไหวในไทยทั้งหมดไม่น้อยกว่า 50 ครั้ง ทั้งนี้เราไม่ทราบว่าก่อนหน้านี้ นับตั้งแต่บรรพบุรุษของไทยหรือมนุษย์ผู้อยู่ ณ แผ่นดินประเทศไทยนี้ได้เคยมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นมาก็ครั้งแน่ (เนื่องจากไม่มีบันทึกไว้) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ ขวลิขิต ขาวเขียว (Khaoxhiew, 2004) ทำให้ทราบว่าในทางโบราณคดีได้เคยเกิดแผ่นดินไหวมาแล้วครั้งใหญ่ในช่วงประมาณ 10,000 ถึง 13,000 ปี บริเวณแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอด อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งการเกิดแผ่นดินไหวใหญ่นี้จะเป็นช่วงสมัยเดียวกับที่เกิดแผ่นดินไหวที่จังหวัดกาญจนบุรีด้วย

ในการศึกษานี้ได้แบ่งช่วงสมัยทางประวัติศาสตร์เกี่ยวกับแผ่นดินไหวเพื่อความสะดวกในการลำดับเหตุการณ์ ออกเป็น 5 ช่วง คือ 1) สมัยก่อนกรุงสุโขทัย 2) สมัยกรุงสุโขทัย 3) สมัยกรุงศรีอยุธยา 4) สมัยกรุงธนบุรี และ 5) สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปได้ดังนี้

#### 2.2.1.1 สมัยก่อนสุโขทัย (ก่อน พ.ศ. 1781)

จากข้อมูลทางประวัติศาสตร์ พบว่าได้เคยเกิดแผ่นดินไหว ที่รู้สึกได้ในประเทศไทยอย่างน้อย 8 ครั้ง โดยที่เกิดแผ่นดินไหวบริเวณเมืองแกน (สันนิษฐานว่าอยู่บริเวณเมืองเดียนเบียนฟูในเวียตนามเหนือ) เท่าที่รวบรวมได้จากพงศาวดารล้านช้าง ของครุสภาได้ 1 ครั้ง ซึ่งจากพงศาวดารไม่มีการบันทึกถึงวันและเวลาในการเกิดแผ่นดินไหวในครั้งนี้

นอกจากเมืองแกนแล้วในช่วงสมัยก่อนกรุงสุโขทัย ก็มีการบันทึกไว้ในพงศาวดารเหนือ ประชุมพงศาวดาร เล่ม 1 ว่า เกิดแผ่นดินไหวที่จังหวัดลำพูน (หริภุญไชย) อีกด้วยเช่นเดียวกัน สำหรับเหตุการณ์

แผ่นดินไหวที่เมืองหริภุญไชย (จังหวัดลำพูน) ไม่ปรากฏวันเวลาแต่จากในบันทึกได้อธิบายว่า “เมื่อ พ.ศ. 500 พระเจ้าอภัยตามมินีราชให้เสนาอำมาตย์สร้างพระมหาปราสาท แต่พระมหาปราสาทก็โอนไปเอนมาหลายครั้ง” (ตีความได้หลายอย่าง คืออาจเป็นเพราะการก่อสร้างไม่แข็งแรง หรืออาจเป็นเพราะเกิดแผ่นดินไหวจนพระมหาปราสาทเกิดการโอนเอน)

นอกจากที่เมืองแกนและเมืองหริภุญไชยแล้ว ยังมีบันทึกเหตุการณ์แผ่นดินไหวอีกหลายครั้ง โดยเฉพาะที่โยนกนาคนครได้เคยเกิดแผ่นดินไหวจนรู้สึกได้หลายเหตุการณ์ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 480, พ.ศ. 481, พ.ศ. 510, พ.ศ. 880 และ พ.ศ.1077 ตามลำดับ โดยแผ่นดินไหวบริเวณนี้ พอจะวัดขนาดความรุนแรง ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลงได้ ตั้งแต่ IV ถึง XII และที่น่าสนใจมาก ก็คือ การล่มสลายของเมืองโยนกนาคนคร หรือเมืองนาคพันธุสิงหนวัต ซึ่งจากตารางฐานข้อมูล (ดูตาราง 2.1 และ 2.2) ได้เคยเกิดแผ่นดินไหวหลายครั้ง โดยเฉพาะสมัยก่อนกรุงสุโขทัย บริเวณนี้ได้เกิดแผ่นดินไหวไม่น้อยกว่า 6 ครั้ง แต่ที่สำคัญที่สุดเห็นจะได้แก่ ด่านานเมืองเชียงแสน ซึ่ง สรัสวดี อ๋องสกุล (2539) ได้เขียนไว้ในหนังสือ “ประวัติศาสตร์ล้านนา” ว่าในด่านานเมืองเชียงแสน ได้กล่าวถึงราชวงศ์สิงหนวัต ว่ามีกษัตริย์สืบสันตติวงศ์ติดต่อกันมาถึง 45 พระองค์ นับตั้งแต่เจ้าชายสิงหนวัตราชบุตรกษัตริย์ฮ่อ ได้เคลื่อนย้ายกลุ่มคนลงมาจากจินตอนใต้มายังแอ่งเชียงราย ที่มีวัฒนธรรม (เทคโนโลยีสืบทอด) การทำนาคำและการทำเหมืองฝาย และได้สร้าง “เวียงโยนก” หรือเวียงยวน หรือต่อมาเรียก “เวียงหนอง” โดยเจ้าชายสิงหนวัตได้ขยายเป็นชาวพื้นเมืองเดิมที่นี่ และต่อมาเกิดแตกตัวและได้สร้างเวียงใหม่(เมืองใหม่) ขึ้นอีก เช่น เวียงหางคำ และเวียงไชยনারายณ์ ซึ่งการสร้างเมืองใหม่สามารถตีความได้หลายทาง กล่าวคือประชากรเมืองมากเกินไปพื้นที่เกษตรกรรม หรืออาจเป็นเพราะเกิดความแตกแยกในหมู่ม้าอำนาจ หรือสภาพทางภูมิศาสตร์ไม่เอื้ออำนวย เช่น เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้ง หรือแผ่นดินไหวบ่อย ๆ ได้ ซึ่งกรณีอย่างหลังนี้ปรากฏชัดเจนในพงศาวดารเหนือ และด่านานเมืองเชียงแสนว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นแน่ ๆ โดยเฉพาะจากด่านานเมืองเชียงแสน ได้กล่าวถึงอย่างละเอียดถึงการสิ้นสุดของเมืองโยนก ว่า เวียงโยนกล่มสลายเป็นหนองน้ำ (เทียบเท่ากับระดับความรุนแรงและแผ่นดินไหวประมาณ XII และมีอัตราเร่งสูงสุด ซึ่งหลายคนเชื่อว่าเมืองโยนกที่ลุ่มนั้นอยู่ในเขตอำเภอเชียงแสน จ. เชียงราย (ดูปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543) โดยเมื่อตรวจสอบกับหลักฐานจากภาพถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม พบว่าเมืองโยนกตั้งอยู่ในบริเวณรอยเลื่อนย่อยเชียงแสน(ใกล้บริเวณสามเหลี่ยมทองคำ) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนสำคัญของรอยเลื่อนมีพลังแม่จัน (Mae Chan Active Fault) อย่างไรก็ตามหากมีการสำรวจจุดคั่นทางโบราณคดีเพิ่มเติมด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ น่าจะเป็นหลักฐานสำคัญอีกประการหนึ่งได้ในอนาคต ด้วยเหตุนี้อาจเป็นไปได้ที่ในด่านานเมืองเชียงแสนได้ใช้การล่มสลายของเมืองเชียงแสนว่าเป็นการสิ้นสุดของราชวงศ์สิงหนวัต (พ.ศ. 1558 หรือ จ.ศ. 376 ไม่ใช่ พ.ศ. 1003 ตามที่เดิมเข้าใจ, ดูรายละเอียดใน ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543) เพื่อให้กลุ่มลาวจง (กษัตริย์ราชวงศ์ลาวครองเมืองเงินยาง) เข้ามามีอำนาจแทน และสืบสานต่อมาเป็นราชวงศ์มังราย กลายเป็นอาณาจักรล้านนา โดยเฉพาะพระเจ้ากือนานับตั้งแต่ พ.ศ. 1898 ที่จัดว่าเป็นช่วงที่รุ่งเรืองมากของอาณาจักร

แม้ผู้รู้หลายคนจะสรุปว่า “ตำนานเมืองเชียงใหม่” เป็นเรื่องไร้สาระ แต่กลุ่มคณะผู้วิจัยเห็นว่า น่าจะสะท้อนให้เห็นถึงความทรงจำและแนวคิดของชาวยุโรป ที่พยายามอธิบายความเป็นมาของพวกเขามากกว่าการอพยพเคลื่อนตัวของกลุ่มคนไทยให้เข้ามาตั้งถิ่นฐานแถบแม่น้ำแม่กก และทำให้คิดถึงชนชาติไทยที่อยู่แถบลุ่มแม่น้ำแม่กก ที่เรียกตนเองว่า “โยนก” หรือ “ยวน” ซึ่งน่าจะหมายถึง “เมืองของคนไทยยวน” ซึ่งในที่นี้ตีความหมายได้ 2 อย่าง อย่างแรกหมายถึงบ้านเมืองที่ตั้งอยู่ในแอ่งเชียงราย ในสมัยที่พญาเม็งรายก่อตั้งอาณาจักรด้วยการรวบรวมเมืองต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วขนานนามว่า “แคว้นโยนหรือโยนรัฐ” ทำให้เป็นไปได้ว่าอาณาจักรของพญาเม็งรายในระยะแรกอาจเรียกว่า โยน หรือโยนก แต่อีกความหมายหนึ่งโยนหรือยวนหมายถึง ชนไทยสยามชนเผ่าหนึ่งที่พม่าเรียกว่า “โยน” ซึ่งทำให้พม่าเรียกชาวเชียงใหม่ว่าโยนเชียงใหม่ และชาวลำปางว่า โยบลควร จวบจนสมัยพญาเกือนา และจวบจนการล่มสลายของอาณาจักรล้านนาในปี พ.ศ. 2101 ที่พระเจ้าบุเรงนอง ของประเทศพม่า (เมียนมาร์ในปัจจุบัน) เข้ามายึดครองอาณาจักรล้านนาได้

จากข้อมูลบันทึกทางประวัติศาสตร์ของคณะผู้วิจัยพบว่าในสมัยอาณาจักรล้านนานั้น น่าจะเกิดแผ่นดินไหวอีกหลายครั้งเหมือนกัน ซึ่งช่วงสมัยดังกล่าวตรงกับช่วงสมัยสุโขทัยพоди (ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไป)

#### 2.2.1.2 สมัยสุโขทัย (พ.ศ. 1781-1893)

จากข้อมูลทางประวัติศาสตร์แผ่นดินไหวพบว่า ช่วง 100 ปี ในสมัยกรุงสุโขทัย หรือช่วงต้นของสมัยล้านนาได้เคยเกิดแผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในไทยเพียง 1 ครั้งเท่านั้น ดังแสดงในตาราง 3.1 มีบันทึกในคำแปลหลักศิลาเมืองสุโขทัย (เป็นอักษรขอมโบราณ) ในประชุมพงศาวดารเล่ม 1 ขององค์การคุรุสภา (2521) เท่านั้น ซึ่งเป็นสมัยพญาลิไท โดยความสำคัญมีว่าได้เกิดแผ่นดินไหวทั่วทุกทิศขณะที่พญาลิไททรงผนวชและเมื่อทรงผนวชแล้ว เสด็จลงมาจากปราสาทก็มีแผ่นดินไหวทั่วทุกทิศ (ตีความได้ว่าอาจเป็นแผ่นดินไหวตาม หรือ after shock) ซึ่งอาจมีขนาดประมาณ IV ถึง V ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลงเกิดขึ้นพодиในระหว่างทรงผนวชก็เกิดเหตุการณ์ “รอยผลุดฟุ้งกลางอากาศลงต่อแผ่นดิน” ซึ่งคณะผู้วิจัยเข้าใจว่าน่าจะหมายถึงการเกิด “ทรายกระจัด” (liquefaction หรือ sand boil) “และเมื่อครั้งทรงบำเพ็ญบารมีเพื่อทำอัฐถาติกศีล (ศีล 8) ปลูกที่ประวัติกัมปนาทหาวถันไหว (น่าจะหมายถึงเกิดแผ่นดินไหวใหญ่จนได้ยินเสียงร้อง)” อย่างไรก็ตามช่วงสมัยสุโขทัยอาจสั้นเกินไปทำให้เหตุการณ์แผ่นดินไหวน้อยครั้ง อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยหวังว่าน่าจะมีผู้ศึกษารายละเอียดสำหรับเหตุการณ์เกิดแผ่นดินไหวในช่วงสมัยสุโขทัยให้มากยิ่งขึ้นในอนาคต

#### 2.2.1.3 สมัยอยุธยา (พ.ศ. 1893-2325)

ผลการวิเคราะห์ประวัติศาสตร์แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในไทย ดังแสดงในตาราง 3.1 และ 3.2 ทำให้เราได้ทราบว่าได้เคยเกิดแผ่นดินไหวในช่วงสมัยอยุธยา (ช่วงเวลาประมาณ 325 ปี) ที่รู้สึกได้ในไทยอย่างน้อย 22 ครั้ง และบริเวณข้างเคียงอีก 7 ครั้ง คือที่เมืองย่างกุ้งและเมืองหงสาวดี ประเทศพม่าในปัจจุบัน ซึ่ง

มากกว่าในสมัยสุโขทัยมาก โดยในครั้งแรกตามบันทึกในประชุมคำแปลศิลาจารึก (2515) ได้กล่าวว่า ได้เกิดแผ่นดินไหวจนเสียงดังเมื่อแรม 8 ค่ำ เดือน 12 พ.ศ. 1905 มีขนาดความรุนแรงประมาณ VI (ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง)

จากข้อมูลพบว่าเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เกิดในสมัยกรุงศรีอยุธยาขึ้นมีอย่างน้อยประมาณ 9 ครั้ง ที่ชาวเมืองอยุธยาได้รู้สึกสั่นไหว ดังปรากฏในข้อมูลทางประวัติศาสตร์ต่าง ๆ (ดูตาราง 2.1 และ 2.2) โดยเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2048 (Nutalaya และคณะ, 1985), 2070, 2089, 2127, 2131, 2132 (หลวงประเสริฐ อักษร บัติ, 2512) พ.ศ. 2228 (ประชุมพงสาวดาร, 2516) และ 2232 (Nutalaya และคณะ, 1985) แต่ก็ไม่มีรายงานการสูญเสียชีวิตเลย ส่วนที่เหลืออีก 11 ครั้ง เป็นแผ่นดินไหวที่รู้สึกได้นอกเมืองอยุธยา เช่น สุโขทัย เชียงใหม่ กำแพงเพชร น่าน เชียงแสน เป็นต้น ซึ่งแผ่นดินไหวครั้งหลังนี้มีขนาดความรุนแรงตั้งแต่ V ถึง VII (ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง)

อย่างไรก็ตามขนาดของแผ่นดินไหวช่วงสมัยอยุธยานี้ ทางประเทศจีนและพม่า โดยเฉพาะมณฑลยูนนาน ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของจีน มักเกิดแผ่นดินไหวที่รุนแรงมากกว่า คือประมาณ IX ถึง XII เช่นในปี พ.ศ. 2103, 2114, 2133, 2149 และ 2223 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2223 มีชาวจีนเสียชีวิตถึง 2,700 คนจากแผ่นดินไหว และเมื่อ ปี พ.ศ. 2149 ก็ได้เกิดแผ่นดินไหวในจีนอีกที่เกาะไหหลำ ในอ่าวตังเกี๋ย เข้าใจว่าเป็นอิทธิพลจากการเลื่อนของสาขารอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault) ซึ่งในครั้งนั้นได้คร่าชีวิตคนจีนไปอีกมากกว่าหนึ่งพันคน

ในช่วง พ.ศ. 2298 ถึง พ.ศ. 2306 ได้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ในจีนแถบมณฑลยูนนาน 2 ครั้ง ในเดือนสิงหาคมและกันยายน ตามลำดับจนทำให้มีผู้เสียชีวิตรวมประมาณ 400 คน สำหรับปี พ.ศ. 2298 และ 2304 ส่วนในปี พ.ศ. 2306 Ganse & Nelson (1981) ได้รายงานว่ามีคนตายทั้งหมด 1,000 คน

ส่วนในพม่าก็เคยเกิดแผ่นดินไหวจนทางภาคเหนือประเทศไทยรู้สึกถึงความสั่นสะเทือนได้หลายครั้ง ครั้งที่สำคัญ ๆ เช่น พ.ศ. 2111, 2172, 2204, 2207, 2282 และ 2304 และทั้งหมดครั้งนี้ทำให้พระเจดีย์แห่งเมืองย่างกุ้งหักเสียหายมากจากการไหวสะเทือนของแผ่นดิน

สำหรับบันทึกของไทยจากพงสาวดารมอญพม่า (ประชุมพงสาวดารเล่ม 2 พ.ศ. 2506) ได้สรุปว่าเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ในพม่า (เมียนมาร์) เมื่อศักราช 1119 (ตรงกับ พ.ศ. 2300) จนยอดพระเจดีย์ (ฉัตร) มุตางของเมืองหงสาวดีหักลงมา ส่วนองค์พระเจดีย์หลายลงมาถึงคอระฆัง และก็น่าจะตรงกับที่ Win Swe, (1981) ได้บันทึกว่าเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ในปีเดียวกัน เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน จนทำให้พระเจดีย์ชะเวมาคอร์ดของเมืองพะโค (หงสาวดี) หักพัง

นอกจากนี้ Oldham (1883) ได้บันทึกไว้ว่าเมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2305 (ค.ศ. 1760) ได้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ทั่วพม่าตอน 17.00 นาฬิกา จนทำให้แผ่นดินแถบชายฝั่งทะเลของเทือกเขาตะกันโยกยกตัวเป็นแนวยาวกว่า 150 กิโลเมตร และสูงจากพื้นดินเดิมร่วม 2 เมตร

#### 2.2.1.4 สมัยกรุงธนบุรี (พ.ศ. 2311-2325)

เนื่องจากสมัยกรุงธนบุรีนั้นมีระยะเวลาเพียงสั้นๆ ดังนั้นเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่บันทึกได้ในประวัติศาสตร์นั้นจึงมีไม่มากนัก โดยเหตุการณ์ที่พอจะรวบรวมได้จากประชุมพงศาวดารฉบับพระราชหัตถเลขา เล่ม 2 ได้มีการบันทึกไว้ 3 เหตุการณ์ คือ เมื่อ พ.ศ. 2311, พ.ศ. 2312 และ พ.ศ. 2317 โดยรู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ 2 ครั้งและที่จังหวัดเชียงใหม่อีก 1 ครั้งเท่านั้น โดยที่เมื่อ พ.ศ. 2311 ตรงกับวันอังคารที่ 19 ธันวาคม เวลา 7.00 น. เข้า ซึ่งแผ่นดินไหวสั้นยาวนานถึง 2 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับที่ Win Swe (1981) ได้บันทึกว่าแผ่นดินไหวรู้สึกได้ที่เมืองพะโค (ภาคกลางของเมียนมาร์) จนยอดเจดีย์บนนาคานาหักโคนลงมา ส่วนครั้งที่สองคือวันเสาร์ที่ 2 เดือนเมษายน (ตอนเที่ยงคืน) แต่การสั่นไหวไม่รุนแรงเท่าเมื่อ 19 ธันวาคม

#### 2.2.1.5 สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2325-ปัจจุบัน)

ในสมัยรัตนโกสินทร์จนถึงสิ้นสุดสมัยพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว (หรือ พ.ศ. 2477) ได้เคยมีแผ่นดินไหวรู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ หลายครั้ง โดยในครั้งแรกตรงกับสมัยพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก (รัชกาลที่ 1) ในปี พ.ศ. 2335 (ปีชวด ศักราช 1154) ตรงกับวัน ศุกร์ เดือน 9 แรม 5 ค่ำ ซึ่งเหตุการณ์ในครั้งนั้นมีบันทึกไว้ว่าประชาชนรู้สึกได้ที่เมืองหลวงพระบาง ส่วนเหตุการณ์ถัดมารู้สึกได้ที่จังหวัดน่าน ในปี พ.ศ. 2336 ตรงกับ วันพฤหัสบดี เดือน 9 ขึ้น 11 ค่ำ ยามรุ่ง หลังจากนั้นก็เกิดแผ่นดินไหวอีก 3 ครั้ง ในเวลาใกล้เคียงกัน คือปี พ.ศ. 2342 จำนวน 2 ครั้ง และปี พ.ศ. 2344 อีก 1 ครั้ง

ในสมัยสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย (รัชกาลที่ 2) ประมาณวันที่ 29 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2367 ได้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ที่ตอนใต้ของมณฑลยูนนาน ทางตอนใต้ของจีน ใกล้กับรอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault) จนทำให้ประชาชนชาวจีนเสียชีวิต 200 คน (Ganse & Nelson, 1981) และการสั่นสะเทือนคาคาว่ารุนแรงมากจนรู้สึกได้ในภาคเหนือตามรายงานประชุมพงศาวดาร (2516)

นอกจากนั้นยังมีรายงานอยู่ที่เวียงจันทน์ เมื่อวันที่ 14-15 เดือนพฤศจิกายน หลังเวลาเที่ยงคืน ได้เกิดแผ่นดินไหวรุนแรงจนทำให้ข้าวของเครื่องใช้ตกแตก และเกิดแผ่นดินแยก ยาว 2 เมตร กว้าง 50 เซนติเมตร ใกล้กับกำแพงเมือง

ส่วนแผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทยนั้นมีเพียงเหตุการณ์เดียว โดยเกิดขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2363 ซึ่งมีรายงานว่า เกิดแผ่นดินไหวรู้สึกได้ที่จังหวัดน่าน โดยแผ่นดินไหวในครั้งนั้น ทำให้ยอดมหาธาตุเจ้าภูเวียงแซ่แห่ง ก็หักลงห้อยอยู่ (“พงศาวดารเมืองน่าน” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10)

ต่อมาในสมัยพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 3) ได้มีรายงานการเกิดแผ่นดินไหวอย่างน้อย 10 ครั้งด้วยกัน โดยในปี พ.ศ. 2375 และช่วงปลายปี พ.ศ. 2376 (วันที่ 22 ตุลาคม และ 24 พฤศจิกายน) ก็เคยเกิดแผ่นดินไหวรู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ และปี พ.ศ. 2378 (วันที่ 26 มีนาคม และ 26 สิงหาคม) ก็มีแผ่นดินไหวอีก ซึ่งครั้งหลังแรงสะเทือนทำให้น้ำในแม่น้ำกระลอกออกมา อนึ่งปีที่เกิดแผ่นดินไหวร้ายแรงที่สุดสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น คือ วันศุกร์ที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2382 (ค.ศ. 1839)

ประมาณดีลี ซึ่งเกิดแรงสั่นสะเทือนทั่วประเทศพม่า (เมียนมาร์) โดยเฉพาะแถบตอนแควกลางประเทศเกือบทั่วประเทศและเกือบทั่วประเทศไทย ยกเว้นทางภาคอีสาน แรงสะเทือน ทำให้น้ำกระลอกขึ้นลง ทั้งในแม่น้ำและน้ำบ่อ และเจดีย์หักพังมากมายทั้งใน สะแกง, พะโค, ย่างกุ้ง จนไปถึงเกาะตะมะ เข้าใจว่าน่าจะเป็นระยะทางยาวกว่า 1,200 กิโลเมตร นอกจากนั้นยังทำให้เกิดไฟป่าไหม้และเกิดภูเขาไฟระเบิดตามมา ศูนย์กลางแผ่นดินไหวน่าจะอยู่ที่เมืองอะวา (Awa) ใกล้รอยเลื่อนสะแกง (ใกล้เมืองสะแกง) (ดูรายงานของ Chhibber, 1934) หลังจากนั้นอีกเพียง 7 วัน ก็เกิดแผ่นดินไหวขึ้นอีกครั้งใน วันที่ 23 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2382 (ค.ศ.1839) บริเวณพื้นที่ทางตอนกลางของพม่าใกล้กับเมืองสะแกงทางฝั่งตะวันตกของรอยเลื่อนสะแกง (Sagaing Fault) โดยเฉพาะเมือง อะวา (Ava) คลื่นแผ่นดินไหวรู้สึกไปได้ทั่วทุกแห่งของประเทศพม่าจากเมืองปามี (Bhamo) ถึง ย่างกุ้ง (Rangoon) และไกลไปถึงประเทศสยาม (ไทย) แผ่นดินไหวในครั้งนี้สร้างความเสียหายเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากเจดีย์ Mingon ซึ่งเป็นเจดีย์ที่สร้างด้วยอิฐที่ใหญ่ที่สุดในโลก อิฐทุกก้อนถล่มลงมาและสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อองค์เจดีย์ ซึ่งความรุนแรงในครั้งนี้กระจายไปถึง Amarapooora โดยสังเกตได้จากคำอธิบายของ นาย Apear ที่กล่าวว่า “ในเช้าวันเสาร์ที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2382 (ค.ศ. 1839) เวลาประมาณ 4.00 น. แผ่นดินไหวได้ส่งผลกระทบมาถึง Amarapooora ซึ่งสร้างความประหลาดใจให้กับชาวบ้านและผู้อยู่อาศัยในบริเวณนั้นเนื่องจากมีขนาดที่รุนแรงมาก มันสร้างความตกใจด้วยเสียงคำรามที่น่ากลัว ได้ยินเสียงกระเบื้องมุงหลังคาหล่นลงมากระทบพื้น คลื่นแผ่นดินไวนั้นรู้สึกได้ประมาณ 30 วินาที ถึงแม้ว่าจะไม่มีลมพัดในเวลานั้น แต่ต้นไม้ที่อยู่ในละแวกนั้นกลับสั่นไหวเหมือนกับมีลมเบาๆพัดผ่าน ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายไปทั่วเนื่องจากบ้านเรือนที่พังทลาย ผมสงสัยว่าแผ่นดินไวน่าจะเคลื่อนที่จากทิศเหนือสู่ทิศใต้ แม่น้ำไหลเพียงเล็กน้อยเหมือนกับว่าที่พื้นท้องน้ำนั้นถูกกดขวางด้วยอะไรบางอย่าง ทำนบที่กั้นแม่น้ำระหว่าง Amarapooora และ อะวา นั้นฉีกขาดและแสดงให้เห็นรอยแยกของดินยาวประมาณ 5-20 ฟุต ”

ในพื้นที่สะแกง เจดีย์ในพื้นที่นี้ก็ถูกผลกระทบเช่นเดียวกับ Amarapooora คือพังทลายและทรุดตัวของ “hteets” (รวมทั้งงานยอดเจดีย์ของประเทศพม่า) แผ่นดินไหวในครั้งนี้รู้สึกได้ไปถึง ปามี และ ย่างกุ้ง และตลอดจนทั่วทุกหนทุกแห่งของประเทศพม่า ใน ย่างกุ้ง แต่ความรุนแรงของแผ่นดินไหวไม่รุนแรงพอที่จะสั่นเจดีย์และบ้านเรือนได้ หลังจากแผ่นดินไหวใหญ่ได้ผ่านไป เราก็รู้สึกถึงความไหวสะเทือนในทุกๆ 5-20 นาทีในวันนั้น แต่จะไม่รุนแรงเหมือนกับครั้งแรก

แผ่นดินไหวครั้งนี้รู้สึกได้ไปถึง Moulmein และกระจายไปเป็นระยะทาง 1,000 ไมล์ จากเหนือจรดใต้ ในเวลาเดียวกันแรงสั่นสะเทือนก็รู้สึกได้ที่ Kyaukpyu พร้อมทั้งมีการประทุของไฟจากเนินเขาและโคลนภูเขาไฟ ในทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ทำการตรวจวัด

จากเอกสารต้นฉบับของ Journal of Captian McCleod, ใน Foreign Office, Calcutta, อธิบายไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับแผ่นดินไหวว่า “ในเวลาตีหนึ่งครึ่งของเช้าวันนี้ (23 มีนาคม พ.ศ. 2382) เราถูกปลุกอย่างรุนแรงจากความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่น่ากลัว ในตอนเช้า เจดีย์ทั้งหลายโค่นลงมา อิฐทุก



ก่อนในเมืองนี้ถล่มลงมา แผ่นดินไหวในครั้งนี้อู้สึกได้ไปจนถึง Amarapoora และบริเวณใกล้เคียง และมีน้ำพุ่งขึ้นมาจากพื้นดินเป็นจำนวนมาก จากนั้นก็แห้งไป”

ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 4) มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นที่สามารถรวบรวมได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น คือเมื่อ วันอังคารเดือน 3 ขึ้น 3 ค่ำ พ.ศ. 2417 โดยมีรายงานว่าเกิดแผ่นดินไหวรู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ

ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นที่สามารถรวบรวมได้ 6 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2417, พ.ศ. 2422, พ.ศ. 2429 และ พ.ศ. 2430 ตามลำดับ โดยรู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ ถึง 5 ครั้งและที่จังหวัดน่าน 1 ครั้ง

ส่วนในสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) ก็มีรายงานการเกิดแผ่นดินไหวเช่นกัน โดยในวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2455 (ค.ศ. 1912) เวลา 02 นาฬิกา 24 นาที 06 วินาที (GMT) เกิดแผ่นดินไหวโดยมีจุดกำเนิดอยู่ที่ สถานที่ 21.0 เหนือ 97.0 ตะวันออก ในประเทศไทย มีรายงานปรากฏในหนังสือพิมพ์ “Bangkok Times” ของวันที่ 23 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2455 บรรยายว่า “กรุงเทพฯ ได้รับผลกระทบจากคลื่นแผ่นดินไหวเล็กน้อยในเช้าวันนี้ ในช่วงระยะเวลา 3-4 วินาที ถึงแม้ว่าระยะเวลาของความสั่นสะเทือนจะเป็นเพียงระยะเพียงสั้นๆ แต่แผ่นดินไหวในครั้งนี้อู้สึกได้เป็นพื้นที่บริเวณกว้างมาก ที่เขตบางคอแหลม หลอดไฟฟ้าแกว่งไปมา นอกจากนั้นบ้านเรือนในบริเวณพื้นที่ทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาก็ได้รับรายงานว่าหลอดไฟฟ้าและพัดลมติดเพดานในบ้านเรือนแกว่งเช่นเดียวกัน ที่กรมทางหลวงแรงสั่นสะเทือนสังเกตได้อย่างชัดเจน และนาฬิกาชนิดลูกตุ้มหยุดเดิน 2 เครื่อง ในเวลา 9.00 น. - 10.00 น. ส่วนที่กรมไปรษณีย์และโทรเลข อู้สึกถึงความไหวสะเทือนได้ในเวลาประมาณ 9.00 น. ส่วนพนักงานไปรษณีย์บางคนที่อยู่ที่ยุทธศาสตร์ที่ 2 สังเกตว่าแรงสั่นสะเทือนนั้น ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงแค่ 2 จุดตามที่รายงาน โดยที่ กรมทหารบางซื่อ, กรมสรรพาวุธ บางนา และ โรงเรียนตำรวจที่ สระปทุม อู้สึกได้ถึง ความไหวสะเทือนของแผ่นดินไหวเช่นกัน สถานีตรวจใกล้วัดบุพผาราม รายงานว่า ความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวที่นั่นสังเกตได้โดยประชาชนบนท้องถนน ที่ Messrs Harr A Badman's city ซึ่งใกล้กับพระบรมหาราชวัง มีรายงานการแกว่งไปมาของโคมไฟเช่นเดียวกัน”

ในภาคกลางที่บริเวณปากน้ำ (จังหวัดสมุทรปราการ) ซึ่งเป็นที่คาดการณ์ว่าในตอนแรกน่าจะจะได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวในครั้งนี้นี้เช่นกัน แต่จากการติดต่อข่าวสารกันทางโทรศัพท์ พบว่าทุกอย่างในบริเวณนั้นเรียบร้อยและไม่มีรายงานการสั่นสะเทือนใดๆเกิดขึ้น ส่วนที่แปดริ้ว(จังหวัดฉะเชิงเทรา) ได้มีรายงานทางโทรศัพท์ว่าไม่มีการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวแต่อย่างใด

ในภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลทางโทรเลข รายงานว่ามีการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในบริเวณนี้เพียงเล็กน้อย ในเช้าวันที่ 21 พฤษภาคม แต่ระยะเวลาในการสั่นนั้นนานกว่าพื้นที่อื่นๆ โดยได้รับรู้ถึงความสั่นสะเทือนอยู่ในช่วงเวลา 5.00 น. - 9.00 น.

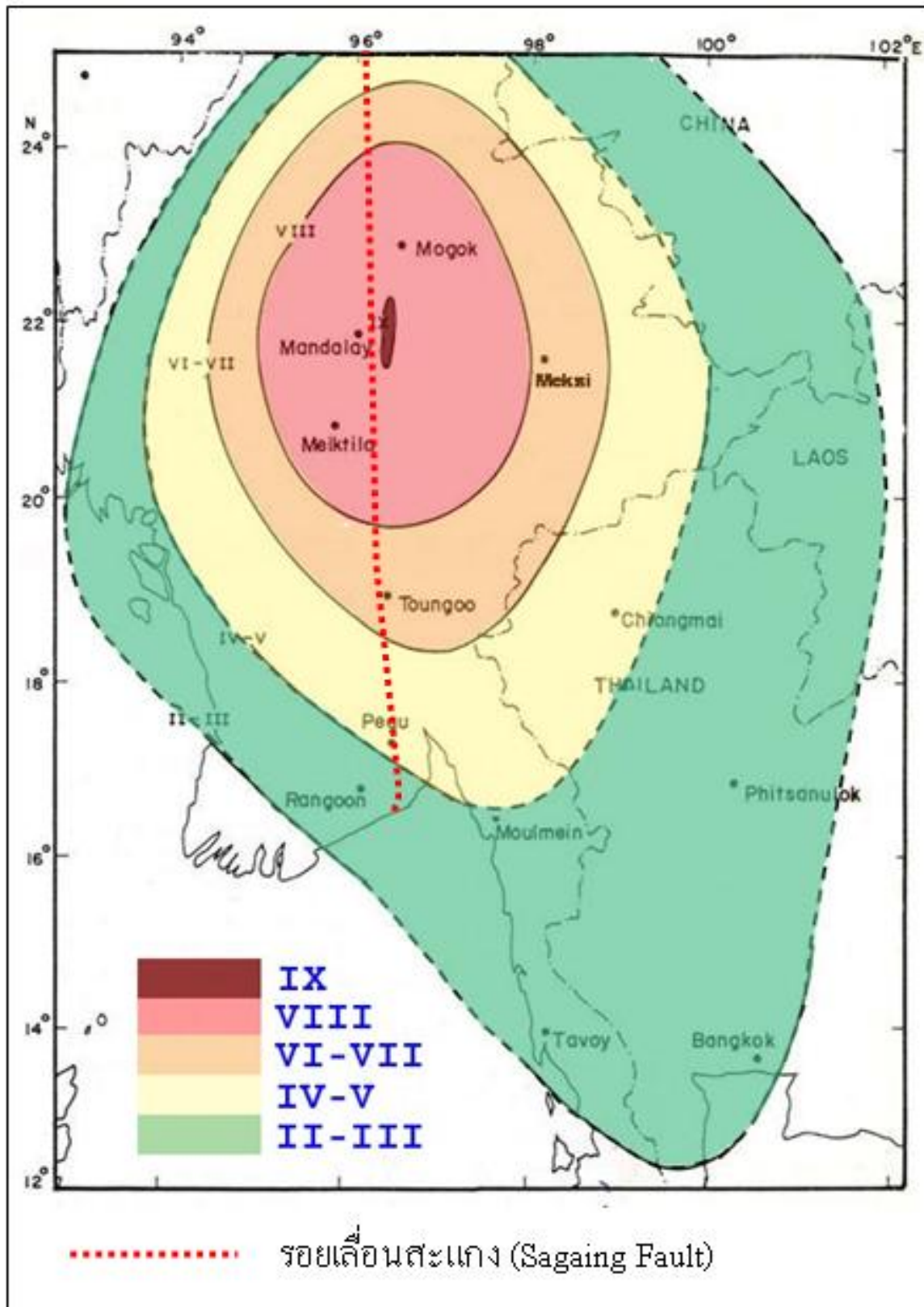
ส่วนในเขตกรุงเทพฯ เด็กนักเรียนและคุณครูในโรงเรียนรับรู้ถึงความสั่นสะเทือนของแผ่นดินโดยเกิดอาการเวียนศีรษะ ส่วนพนักงานในสถานีรถไฟมักกะสัน ก็รายงานว่าเขาเกิดอาการเวียนศีรษะเช่นกัน ในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว”

นอกจากรายงานจากหนังสือพิมพ์ “Bangkok Times” แล้ว ยังมีรายงานจากผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณกรุงเทพฯ ว่า “แผ่นดินไหวได้เกิดขึ้นในตอนเช้าที่กรุงเทพฯ โดยที่ความสั่นสะเทือนครั้งแรกรู้สึกได้ที่เวลาประมาณ 8.00 น.-9.00น. โดยมีระยะเวลาประมาณ 3 นาที ผู้สังเกตยังรายงานเพิ่มเติมว่าในบ้านของเขานั้นก็รับรู้ถึงความสั่นสะเทือนได้อย่างชัดเจน โดยรูปภาพที่แขวนอยู่ที่ผนังนั้นเกิดการแกว่ง และหลอดไฟภายในบ้านนั้นหมุนเป็นเกลียวรอบตัว ส่วนอีกบ้านหนึ่งนั้น อ่างน้ำที่เปิดน้ำไว้เต็มอ่าง ก็สั่นสะเทือนจนน้ำในอ่างกระฉอกล้นออกมา ในขณะที่เสาโทรเลขและเสาโทรศัพท์ก็แกว่งในระยะหลายนิ้วเช่นกัน ความรู้สึกปวดหัวและเวียนศีรษะก็เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่พบในบริเวณนี้ในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว

ในช่วงแรกของการสั่นไหว บ้านเรือนที่สร้างด้วยไม้นั้นเกิดการโอนเอนอย่างเห็นได้ชัด หรือแม้แต่อาคารที่สร้างด้วยอิฐก็ได้รับผลกระทบเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ธนาคารชาร์เตอร์ (Chartered Bank)” และสำนักงานไปรษณีย์ที่ 2 แผ่นดินไหวรู้สึกได้อย่างรุนแรง

จากข้อมูลแผ่นดินไหวทำให้เราทราบว่าแหล่งกำเนิดของแผ่นดินไหวมาจากทิศทางตะวันออกเฉียงใต้ และชาวบ้านเก่าแก่ในบริเวณนั้นเล่าว่า แผ่นดินไหวครั้งสุดท้ายที่รู้สึกได้ในบริเวณที่ คือวันที่ 17-18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2429 ซึ่งมีหลักฐานของการเสียหายของกระเบื้องมุงหลังคา และบ้านที่สร้างจากไม้นั้นเกิดเสียงดังเอี๊ยด ซึ่งแผ่นดินไหวในครั้งนั้นเกิดขึ้นในช่วง 11.00 น. และมีขนาดความรุนแรงมากกว่าที่เกิดขึ้นในช่วงเช้านี้ (วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2455 เวลา 02 นาฬิกา 24 นาที 06 วินาที) ผู้หญิงชาวบ้านที่อยู่ในละแวกนี้ ได้รายงานว่าโต๊ะและเก้าอี้ในบ้านของเขาล้มลงในขณะที่เกิดแผ่นดินไหวในช่วงเช้า อย่างไรก็ตาม แผ่นดินไหวในครั้งนี้รู้สึกได้น้อยในแม่น้ำ ซึ่งรู้สึกได้เพียงแค่น้ำเรือบางลำและท่าเรือบางแห่งเท่านั้น

นอกจากนี้ เมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2455 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่เมืองมณฑลเลย์ โดย Brown (1914) ได้รายงานการรู้สึกได้ด้วยแผนที่ความเสียหายเท่า ดังแสดงในรูป 2.5 จากรูปจะเห็นได้ว่าแผ่นดินไหวในครั้งนี้รู้สึกได้ถึงประเทศไทยตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลาง ซึ่งสัมพันธ์กับรายงานแผ่นดินไหวจากหนังสือพิมพ์ “Bangkok Times” วันที่ 24 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2455 รายงานว่า “ที่บริเวณท่าจีน และมหาชัย แผ่นดินไหวครั้งนี้ มีความรุนแรงเพียงพอที่จะทำให้ต้นไม้โอนเอนไปมา วัตถุที่แขวนไว้แกว่งอย่างรุนแรง และ แผ่นดินไหวยังทำให้ นาฬิกาของฉันทันฟังอีกด้วย ระยะเวลาของการสั่นสะเทือนนั้นน่าจะอยู่ประมาณ 0.5-1 นาที”



รูป 2.5 แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2455 ที่เมืองมัลทเลย์ แสดงระดับความรู้สึกได้ ตั้งแต่ II-IX ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง (Brown, 1914) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแผ่นดินไหวในครั้งนี้รู้สึกได้ถึงภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย

นอกจากนี้ รายงานแผ่นดินไหวจากหนังสือพิมพ์ “Bangkok Times” วันที่ 25 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2455 รายงานว่า “จากรายงานและข้อมูลต่างๆที่รับมาจากมณฑลที่อยู่ห่างไกล ทำให้ทราบว่าแผ่นดินไหวครั้งนี้เกิดขึ้นและรู้สึกได้แทบทั่วทุกแห่งในประเทศไทย เราได้รับโทรเลขและจดหมายจากนักข่าวจาก มณฑลพายัพ (เชียงใหม่, เชียงใหม่และนครลำปาง), มณฑลราชบุรี (เพชรบุรี), มณฑลนครศรีธรรมราช, มณฑลนครชัยศรี (มหาชัย) และมณฑลกรุงเทพฯ จากข้อมูลของนักข่าวรายงานว่าแผ่นดินไหวขนาดเล็กเกิดขึ้นที่เชียงใหม่ในวันอังคารและวันพฤหัสบดี เชียงรายก็ได้รับรายงานของแผ่นดินไหวถึง 2 ครั้งเช่นกัน จากโทรเลขของนักข่าวที่ภูเก็ตรายงานว่า ที่ภูเก็ตไม่ได้รับแรงสั่นสะเทือนใดๆ ในเวลานั้น นอกจากนั้นก็ยังได้รับรายงานจากนักข่าวจากภูมิภาคต่างๆ ดังรายงานข้างล่างนี้

ในภาคเหนือ ที่นครลำปาง ความสั่นสะเทือนรู้สึกได้อย่างชัดเจน จนนาฬิกาหยุดเดิน แต่หลังจากนั้นก็ไม่มีรายงานเพิ่มเติม ส่วนที่จังหวัดเชียงราย มีรายงานแผ่นดินไหวในวันพฤหัสบดีตอนเช้าและมีแผ่นดินไหวและมีการไหวสะเทือนเล็กน้อยเกิดขึ้นในวันศุกร์ ในช่วงเช้า

ทางภาคใต้ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช รู้สึกเฉพาะพายุมหุน กระเบื้องมุงหลังคาพังบ้างบางส่วน แต่ไม่ได้รับรายงานว่าเกิดแผ่นดินไหวที่บริเวณใด

ส่วนที่จังหวัดเพชรบุรี ไม่มีรายงานแผ่นดินไหวในวันพฤหัสบดีนี้

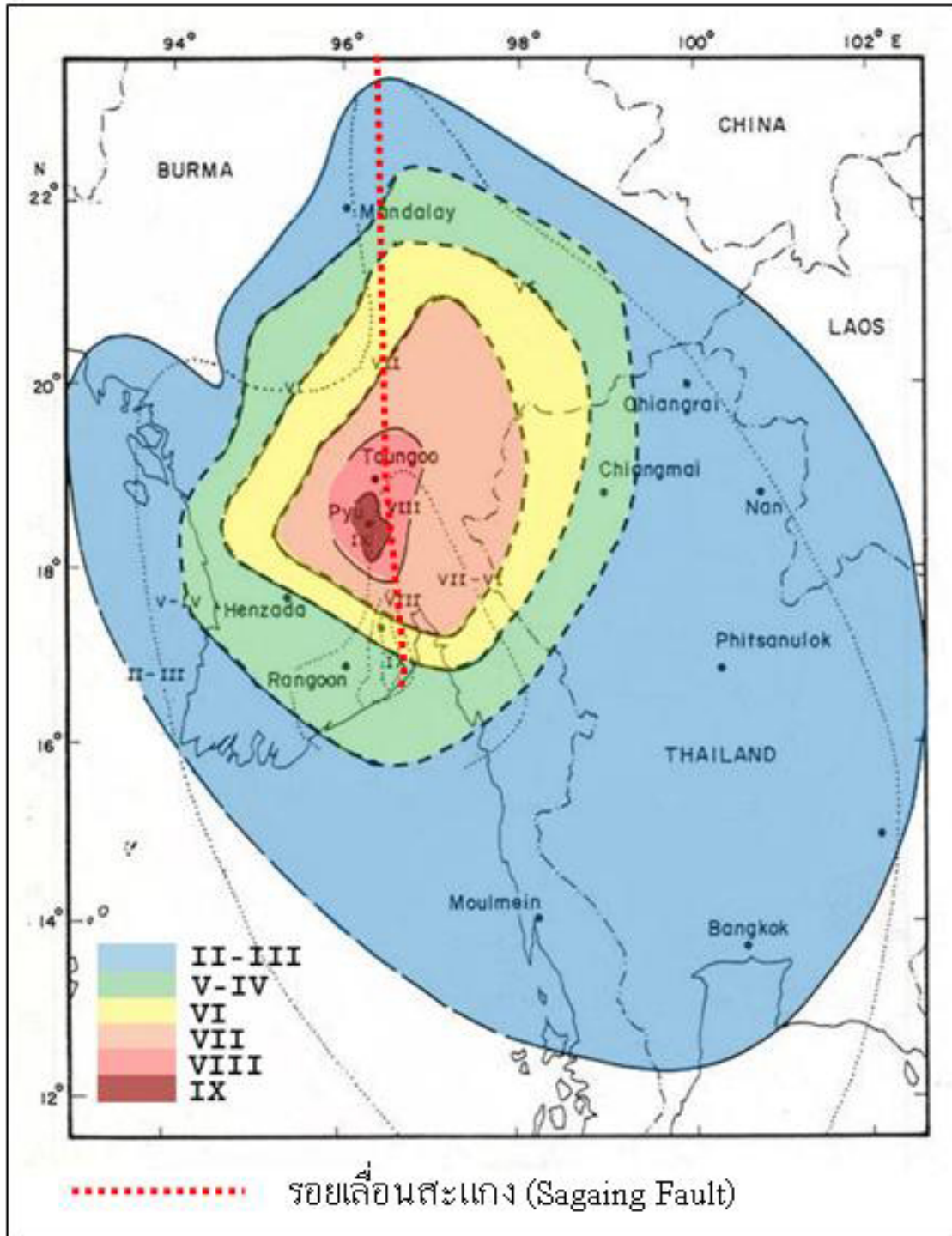
ในสมัยพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 7) ได้เกิดแผ่นดินไหว เมื่อวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2473 โดยมีจุดศูนย์กลางเหนือแผ่นดินไหวอยู่ที่เมืองพะโค (หงสาวดี) โดยมีขนาดความรู้สึกได้อยู่ในระหว่าง II-IX ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง ซึ่ง Brown and Leicester (1914) ได้แสดงแผนที่ความรู้สึกเท่าโดยรวมไว้เป็นแผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์ในครั้งนี้ดังรูป 2.6

หลังจากนั้นอีกเพียง 1 วันได้เกิดแผ่นดินไหวครั้งสำคัญอีกครั้ง คือ เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2473 เวลา 13 นาฬิกา 45 นาที 58 วินาที (ตามเวลามาตรฐานโลก) ซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ที่ประมาณเมืองพะโค หรือเมืองหงสาวดี (ทางภาคกลางของเมียนมาร์) ซึ่งจากแผ่นดินไหวในครั้งนั้นได้มีรายงานว่า ในประเทศไทย แผ่นดินไหวเกิดขึ้นในบริเวณกรุงเทพฯ ซึ่งนาย H. Brandli จากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้สังเกตด้วยตัวเองจาก เครื่องโทรเลขของกระทรวงมหาดไทย ที่ส่งต่อไปให้รัฐบาลกลาง รายงานว่า แผ่นดินไหวเกิดขึ้นไปทั่ว กรุงเทพฯ, อุรุษยา, จันทบุรี, พิชณุโลก, ราชบุรี, นครไชยศรี และ ปราณบุรี (รูป 2.7)

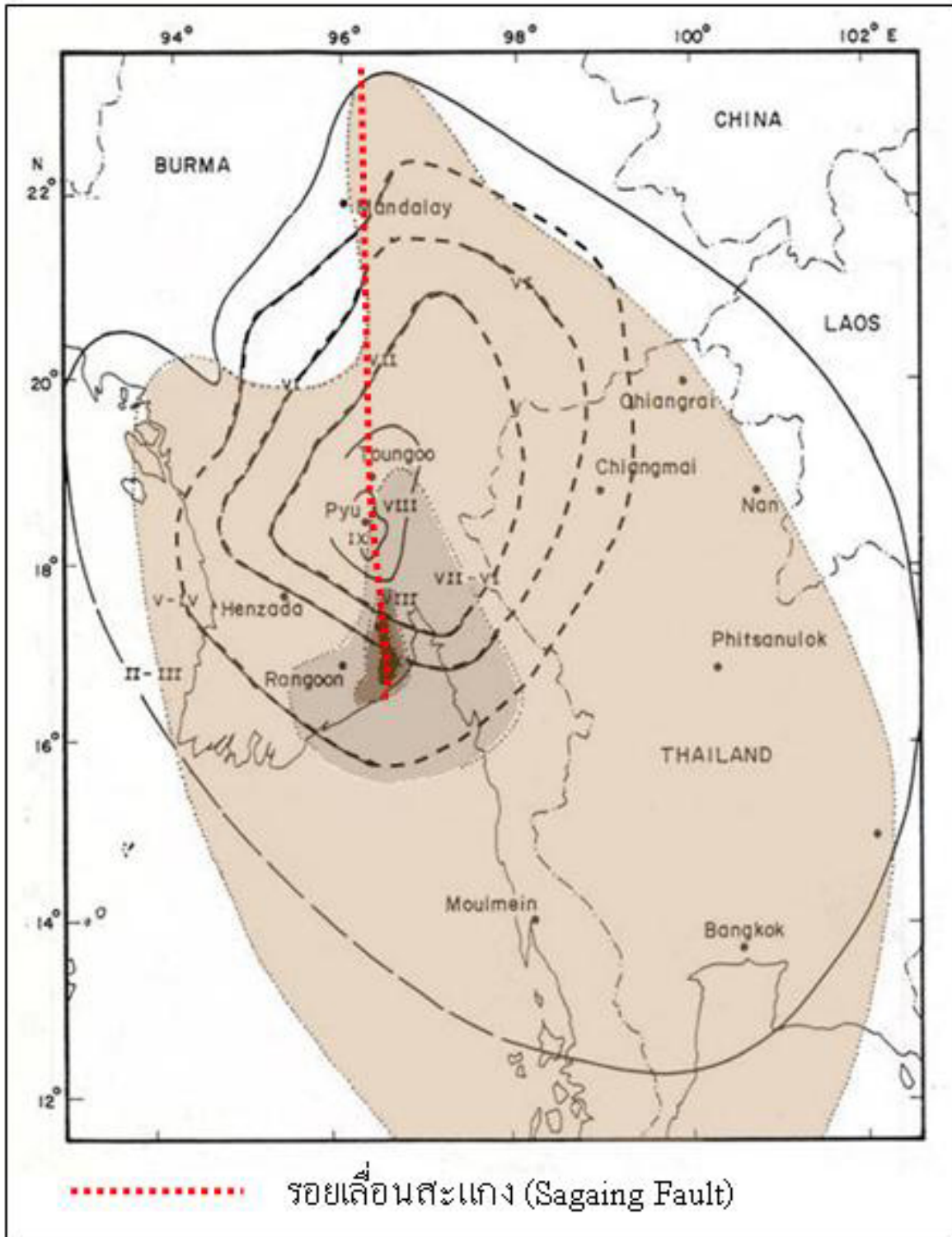
ในรัศมีของจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งตั้งอยู่บริเวณทางตอนใต้ของประเทศสยาม (ไทย), มีเพียงจังหวัดชุมพรเท่านั้นที่รู้สึกถึงแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ในรัศมีของจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช เป็นเพียงจังหวัดเดียวที่ได้รับประสบการณ์จากแผ่นดินไหวนี้ ซึ่งทั้งสองจังหวัดนี้และบริเวณใกล้เคียง ไม่มีรายงานความเสียหายใดๆ ที่รุนแรงเกิดขึ้น โดยที่การประเมินความรุนแรงของแผ่นดินไหวในครั้งนี้ใช้ความรู้สึกจากประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้นเป็นตัวชี้วัดแผ่นดินไหว

ส่วนในบริเวณของจังหวัดปัตตานี ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศไทย, และจังหวัดอุดรธานี ทาง

ตะวันออกของบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว รายงานว่า แผ่นดินไหวสังเกตไม่ได้ที่บริเวณเหล่านี้ รายละเอียดของแผ่นดินไหวจากหลายๆพื้นที่ในบริเวณประเทศไทยและลักษณะของภูมิศาสตร์ในแต่ละพื้นที่ จากทางตอนเหนือเหนือถึงใต้ เราพบว่า จังหวัดเชียงรายซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่ที่มีรายงานว่ามีแผ่นดินไหวใหญ่เกิดขึ้น มีการสั่นสะเทือนเพียงเล็กน้อย



รูป 2.6 แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (พื้นที่แรก) ณ เมืองพะโค) เมื่อเทียบกับเหตุการณ์วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (เส้นประ) (Brown and Leicester, 1914)



รูป 2.7 แผนที่ความเสียหายท่าจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (เส้นประแวง) ที่เมืองพะโค (หงสาวดี) เมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ เมื่อวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (เส้นทึบ) (Brown and Leicester, 1914)



ที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานีรถไฟปลายทาง อยู่ตอนเหนือสุดของประเทศสยาม (ไทย) มีระยะทาง 751 กิโลเมตร จากกรุงเทพมหานคร แผ่นดินไหวสามารถรู้สึกได้ในบริเวณนี้ ผนังของสิ่งก่อสร้างที่สร้างโดยอิฐนั้นแตกร้าว แต่ไม่มีรายงานความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรง

ในจังหวัดลำปาง (642 กิโลเมตร จากกรุงเทพฯ) ผู้สังเกตคนหนึ่งรายงานว่ารู้สึกถึงความสั่นสะเทือนเล็กน้อย ในขณะที่อีกคนหนึ่งรู้สึกถึงความสั่นสะเทือนได้อย่างชัดเจน เนื่องจากโคมไฟที่แขวนอยู่บนเพดานนั้นแกว่งไปมา อย่างไรก็ตามไม่มีรายงานความเสียหายที่รุนแรงเกิดขึ้นเช่นกัน

ขั้วลงมาจากทิศใต้ ที่สวรรคโลก ซึ่งตั้งอยู่ในละติจูดเดียวกับเมืองพะโค และอยู่ทางทิศตะวันตกของสถานีรถไฟ Bandara อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางทิศเหนือประมาณ 458 กิโลเมตร จากข้อมูลการสังเกตของผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้นของสมาคม American Baptist Mission ได้รายงานว่า ความไหวสะเทือนนั้นรู้สึกได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เรือลงมาตามทางรถไฟทางทิศใต้ ถึงจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งห่างจากกรุงเทพฯ 389 กิโลเมตร ดร. Horste จาก American Hospital รายงานว่าแผ่นดินไหวก็รู้สึกได้ที่นั่น

ขั้วลงมาจากทิศใต้ตามทางรถไฟ ที่เมือง Kyoukset ซึ่งบริเวณนี้อยู่ห่างจากทางรถไฟไปทางทิศตะวันตก ขณะที่ นาย J. A. C. Kiddle จาก บริษัท Bombay Burmah Trading Corporation นั่งอยู่ที่เก้าอี้ในบ้านซึ่งพื้นบ้านทำด้วยไม้ไผ่ เขารู้สึกได้ถึงความสั่นสะเทือน เมื่อมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้น เขายังเล่าอีกว่าในขณะที่เกิดแผ่นดินไหวนั้น เขาสังเกตเห็นควายที่อยู่ในบริเวณนั้นวิ่งวนไปมา

ที่จังหวัดนครสวรรค์ และอุทัย (250 และ 72 กิโลเมตรจากกรุงเทพฯตามลำดับ) ก็มีรายงานแผ่นดินไหวเช่นเดียวกัน

ในกรุงเทพฯ มีรายงานการแตกร้าวเล็กน้อยของตึกสูง 6-7 ชั้น แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นส่งผลให้ประชาชนในละแวกนั้นตกใจและวิ่งออกจากบ้านมาที่ถนน โคมไฟและพัดลมเพดานแกว่งไปมา ประตูที่ไม่ได้ใส่กลอนสั่นไปมา ในขณะที่รถที่ไม่ได้ใส่เบรกมีอนั้นรู้สึกเคลื่อนไหวได้เอง น้ำในถังสั่นกระเพื่อมเสาส่งสัญญาณของสถานีวิทยุโยกไปมาอย่างเห็นได้ชัด ระบบไฟฟ้าบางแห่งลัดวงจร ในขณะที่นาฬิกาที่ใช้ระบบลูกตุ้มหยุดทำงาน แผ่นดินไหวในครั้งนี้มีระยะเวลาของความสั่นสะเทือนอยู่ในช่วง 1 นาที และมีทิศทางตะวันตกเฉียงเหนือถึงตะวันออกเฉียงใต้

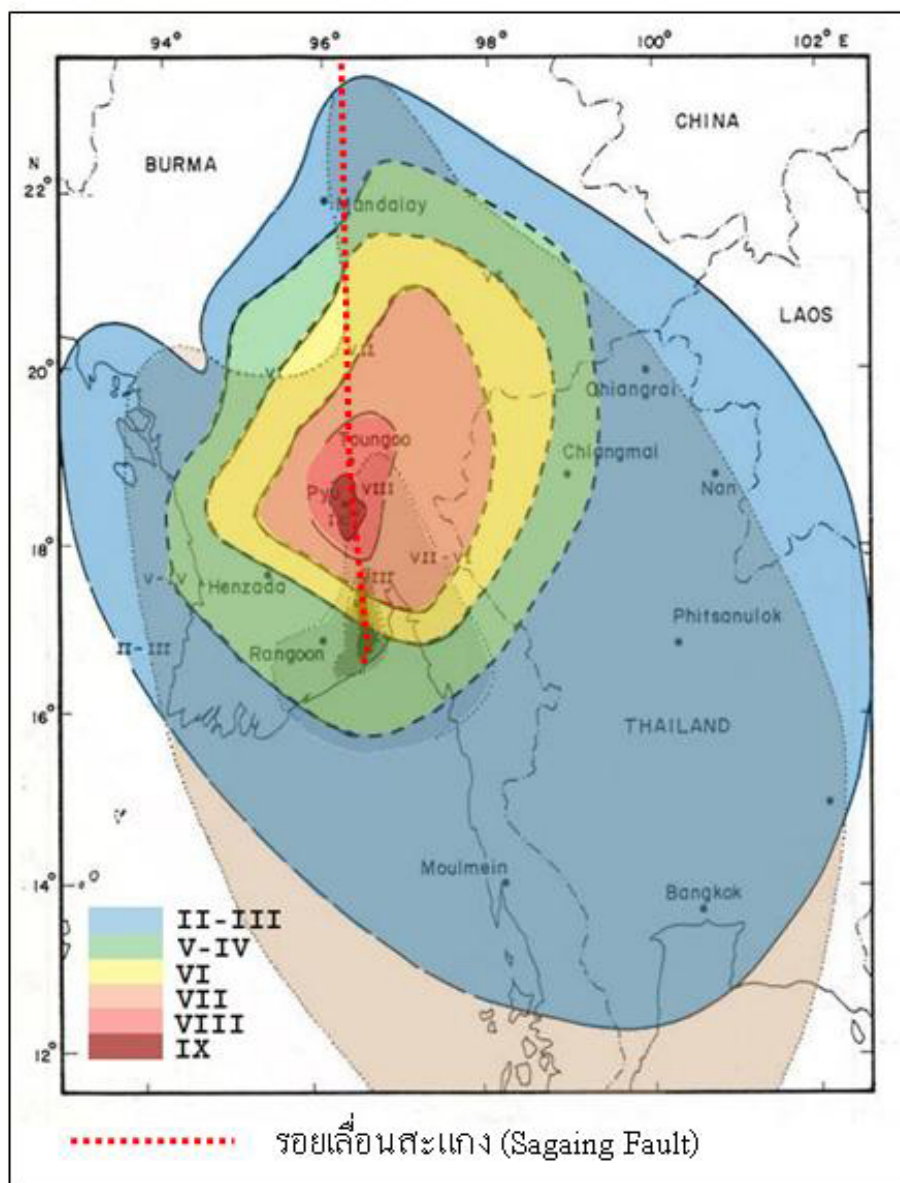
ที่โคราช (จังหวัดนครราชสีมา) ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศสยาม (ไทย) ห่างจากกรุงเทพฯประมาณ 264 กิโลเมตร เป็นจังหวัดที่ไกลที่สุดทางฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ที่สามารถรู้สึกได้ถึงแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในครั้งนี้

ในทางทิศใต้ของกรุงเทพฯ มีรายงานการรับความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในครั้งนี้ 3 เมือง คือ ปากน้ำ, ท่าจีน และแม่กลอง ในบริเวณนี้ วัตถุที่แขวนอยู่เกิดการสั่นไหวและความแรงของการสั่นสะเทือนทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นออกมาชุมนุมกันที่ถนน

ตามทางรถไฟไปทางทิศตะวันตกของกรุงเทพฯ จังหวัดนครปฐม (64 กิโลเมตร จากกรุงเทพฯ),

อำเภอบ้านโป่ง (106 กิโลเมตร จากกรุงเทพฯ) และ จังหวัดราชบุรี (117 กิโลเมตร จากกรุงเทพฯ) พลังความสั่นสะเทือนทำให้ประชาชนตกใจ แต่ไม่มีรายงานความเสียหายใดๆเกิดขึ้น เช่นเดียวกับจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอบ้านโป่ง ขอบเขตทางทิศใต้ของบริเวณที่สั่นสะเทือน ได้จากการสังเกตและความรู้สึกของประชาชนอยู่ที่จังหวัดชุมพรและบริเวณใกล้เคียง

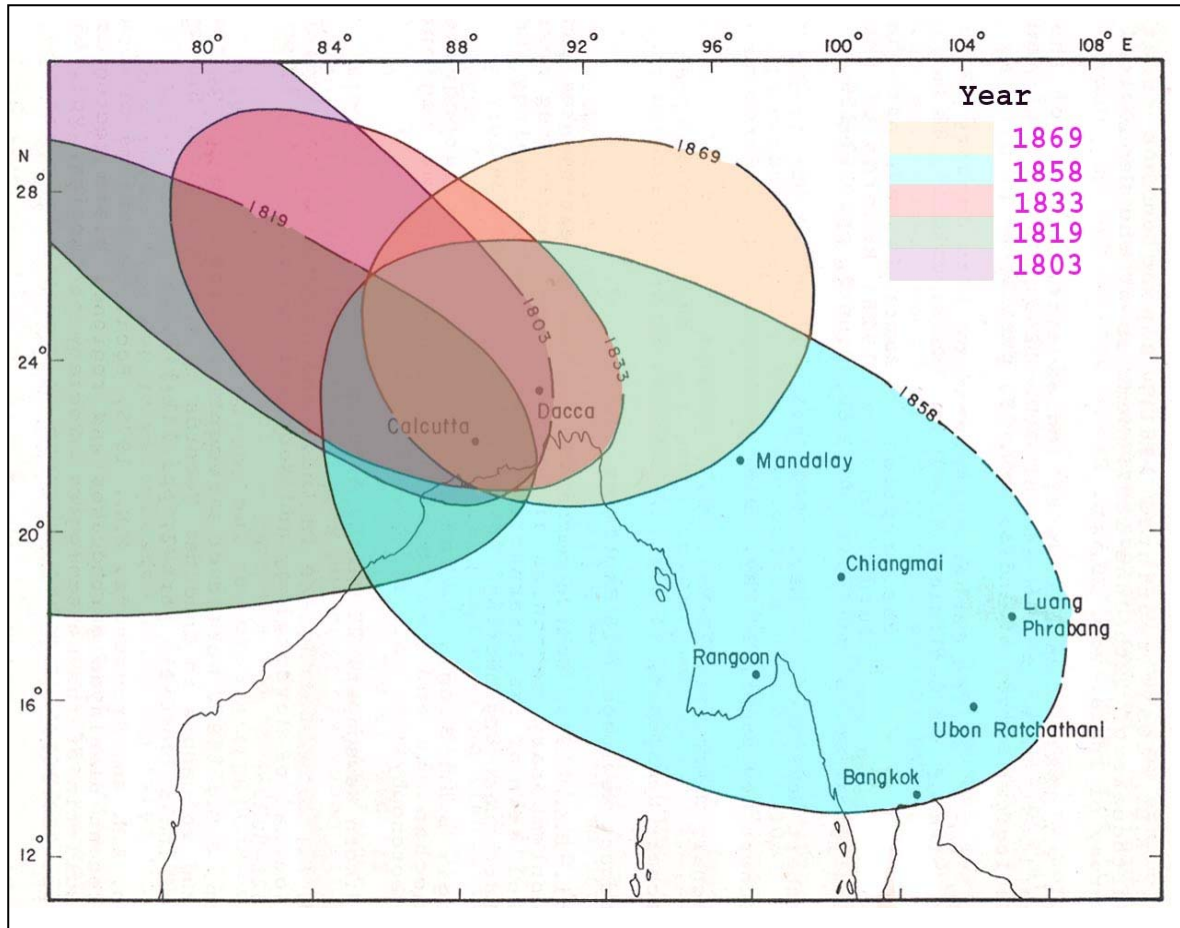
ซึ่งเมื่อรวมทั้ง 2 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์เมื่อวันที่ 3-4 และเหตุการณ์เมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2473 (รูป 2.8) จะเห็นว่าแผ่นดินไหวทั้ง 2 เหตุการณ์นั้นมีจุดศูนย์กลางเหนือแผ่นดินไหวใกล้เคียงกันมาก และอยู่ในบริเวณรอยเลื่อน สะแกง ซึ่งเป็นรอยเลื่อนที่สำคัญมากในประเทศพม่า ซึ่งเหตุการณ์แผ่นดินไหวทั้ง 2 ครั้งนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะมีความสัมพันธ์กันอยู่ โดยเหตุการณ์เมื่อวันที่ 5 อาจจะเป็นแผ่นดินไหวตามของวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2473



รูป 2.8 แผนที่ความเสียหายเท่า จากเหตุการณ์แผ่นดินไหววันที่ 3-4 และวันที่ 5 (สีน้ำตาล) ธันวาคม พ.ศ. 2473 ที่เมืองพะโค (หงสาวดี) (Brown and Leicester, 1914)



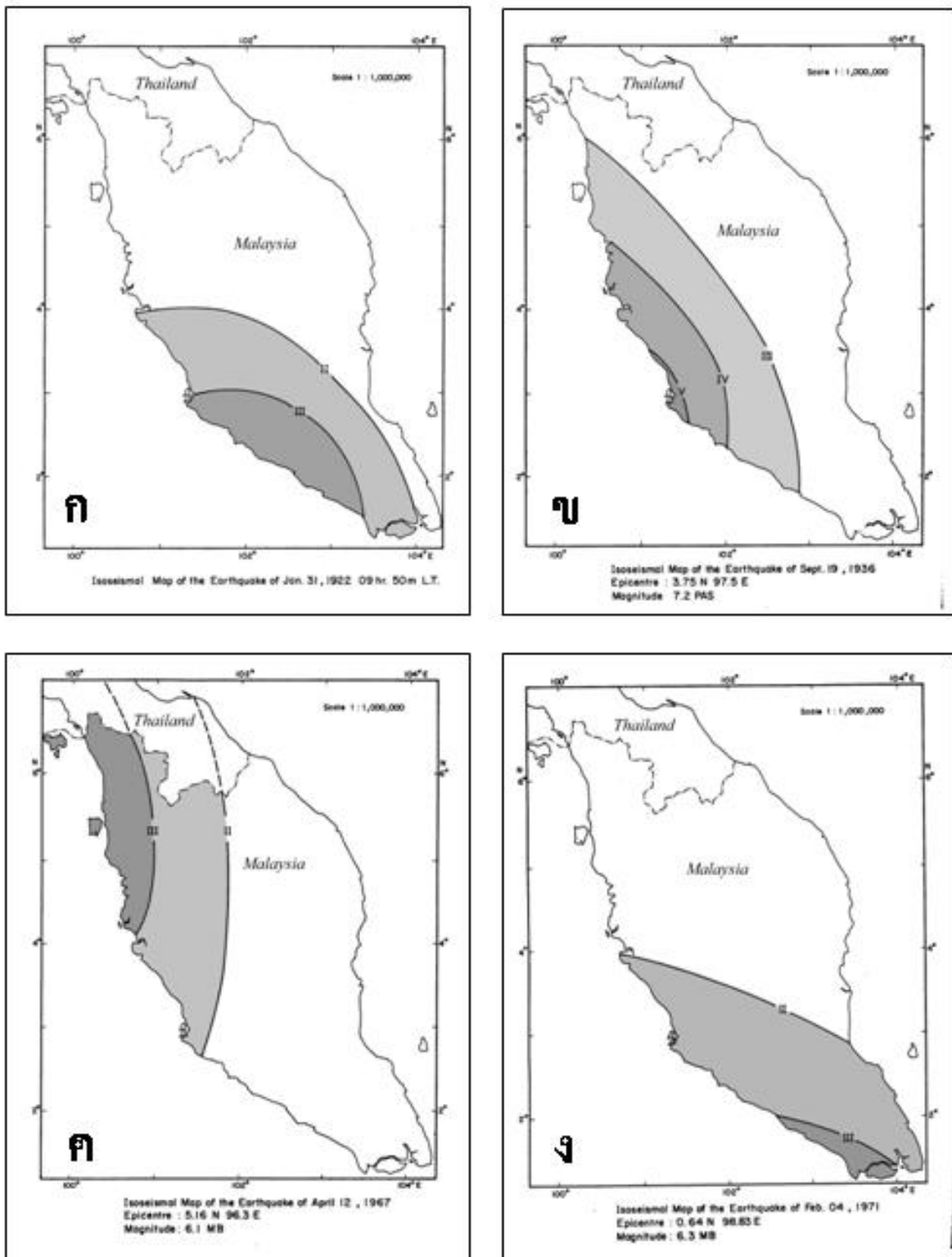
นอกจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในประเทศไทยแล้ว ยังมีเหตุการณ์แผ่นดินไหวอีกหลายเหตุการณ์ที่ส่งแรงสั่นสะเทือนถึงประเทศไทย เช่น ในช่วงปี พ.ศ. 2346-พ.ศ. 2412 เกิดแผ่นดินไหวหลายครั้ง โดยมีจุดศูนย์กลางเหนือแผ่นดินไหวอยู่ในประเทศบังกลาเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อถึงภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย (รูป 2.9)



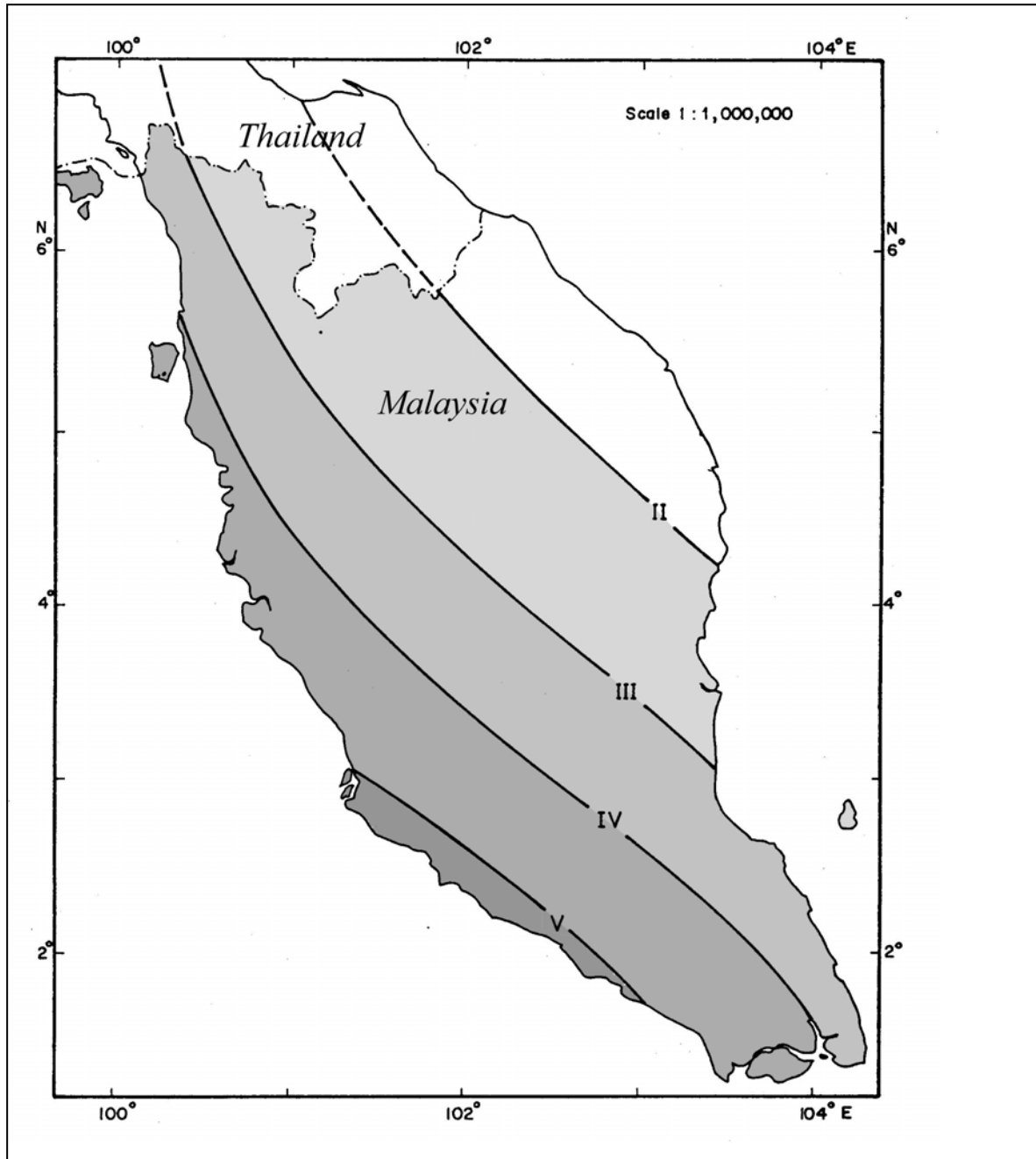
รูป 2.9 พื้นที่แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในศตวรรษที่ 19 ของบังกลาเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อถึงภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย (Oldham, 1883)

ส่วนในประเทศใกล้เคียงเราก็มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรู้สึกได้ในประเทศเพื่อนบ้านของเรา เช่น แผ่นดินไหวเมื่อ พ.ศ. 2465, พ.ศ. 2479, พ.ศ. 2510 และ พ.ศ. 2514 (รูป 2.10 ก, ข, ค และ ง) ส่งแรงสั่นสะเทือนจนรู้สึกได้ที่ประเทศมาเลเซีย ตั้งแต่ระดับ II-V ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง

ต่อมาในปี พ.ศ. 2528 Leyu และคณะได้จัดทำแผนที่ระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าในพื้นที่บริเวณคาบสมุทรมมาเลเซียโดยรวบรวมจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวต่างในช่วงปี พ.ศ. 2348-2526 พบว่าระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวเท่าเหล่านี้ นอกจากจะรู้สึกได้ในประเทศมาเลเซียแล้วยังรู้สึกถึงความสั่นสะเทือนไปถึงภาคใต้ของประเทศไทยด้วยกำลังแรง II-III ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลง (รูป 2.11)

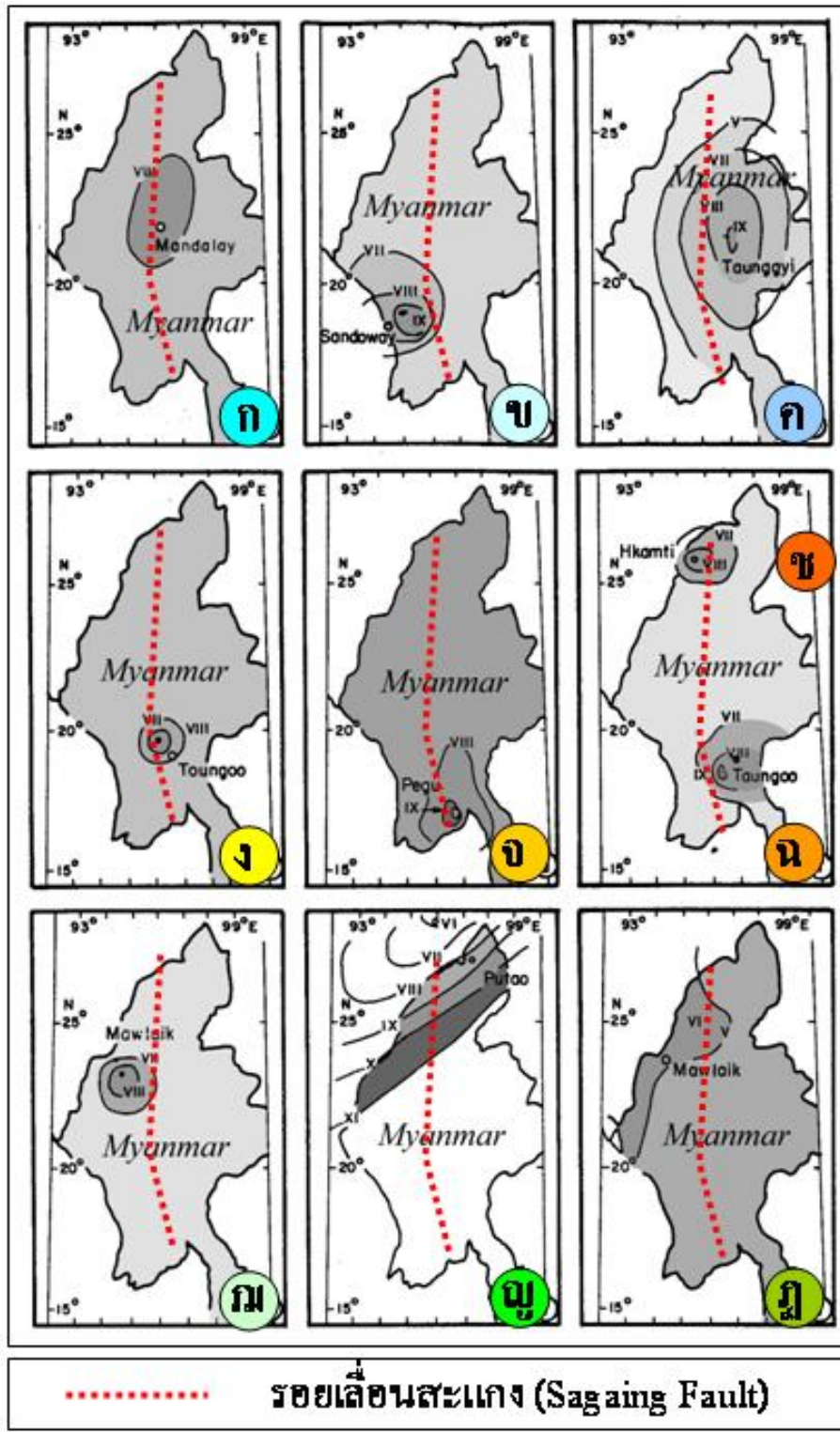


รูป 2.10 แผนที่ระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าในคาบสมุทรมาเลเซีย ในปี (ก) พ.ศ. 2465, (ข) พ.ศ. 2479, (ค) พ.ศ. 2510 และ (ง) พ.ศ. 2514 ซึ่งโดยรวมแล้วแผ่นดินไหวเหล่านี้มีแรงสั่นสะเทือนประมาณ II-IV ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลงในประเทศมาเลเซีย และน่าจะมีจุดกำเนิดแผ่นดินไหวมาจากทิศตะวันตกหรือทิศใต้ของประเทศ (Leyu และคณะ, 1985)



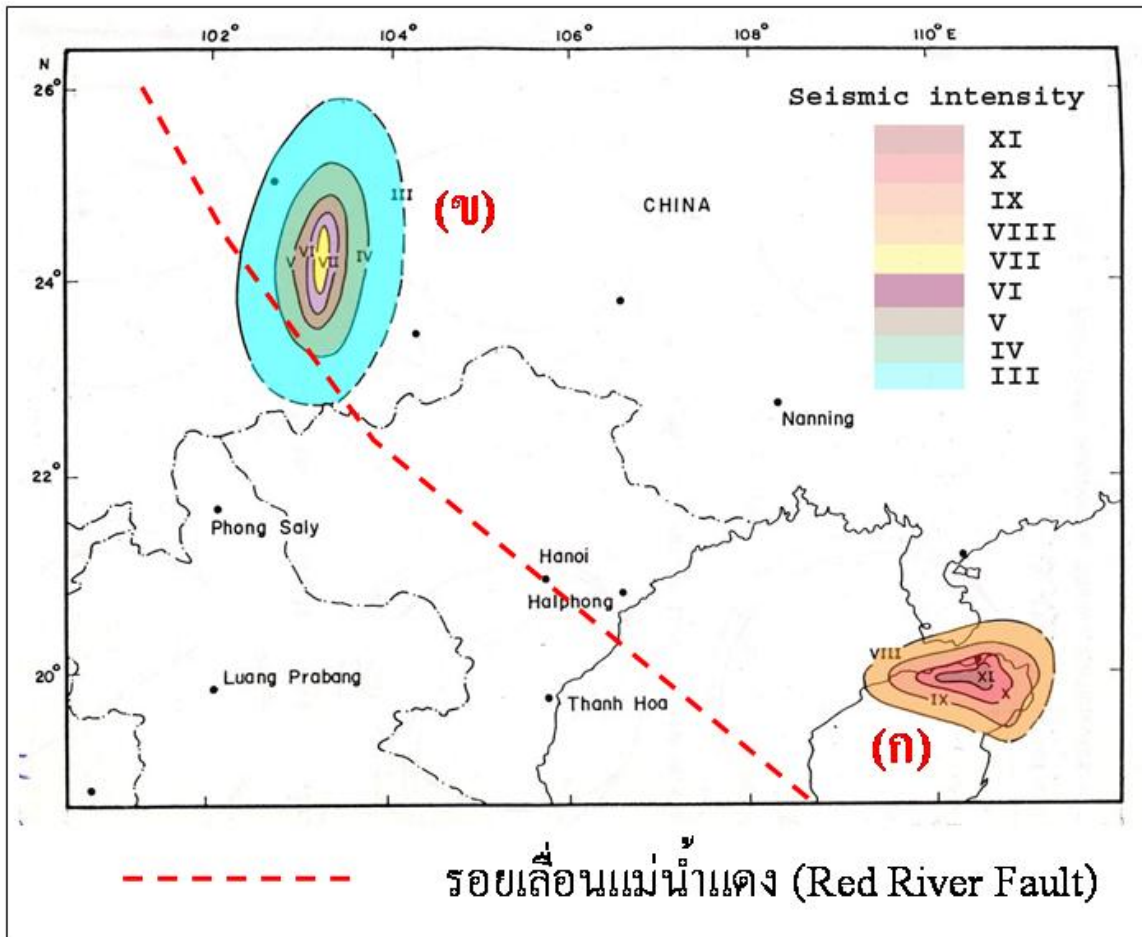
รูป 2.11 แผนที่แสดงระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่า ของคาบสมุทรมาเลเซีย ในปี พ.ศ. 2348-2526 ซึ่งรู้สึกได้ในภาคใต้ของประเทศไทย (Leyu และคณะ, 1985)

ในประเทศพม่าเกิดแผ่นดินไหวใหญ่หลายครั้งนับตั้งแต่ พ.ศ. 2382- พ.ศ. 2497 ซึ่งส่วนใหญ่แผ่นดินไหวเหล่านี้มักมีจุดศูนย์กลางอยู่ในบริเวณรอยเลื่อนสะแกง หรือที่คนพม่าเรียก “จะกาย” ส่วนในสมัยพระนเรศวรเรียก สะแกง และในภาษาอังกฤษเรียก สะเกียง (Sagaing Fault) หรือบริเวณโกสี้เคียง (รูป 2.12) ดังนั้นจึงพอจะอนุมานได้ว่ารอยเลื่อนสะแกงในประเทศพม่านั้นเป็นรอยเลื่อนที่มีความสำคัญในแง่ของการเกิดแผ่นดินไหวและควรให้ความสนใจและระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง



รูป 2.12 แผนที่แสดงระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าที่สำคัญๆในประเทศพม่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากรอยเลื่อนสะแกง (ปรับปรุงจาก *Thein Aung* และ *Khin Tint*, 1976) \* (ก) 23 มีนาคม พ.ศ. 2382, (ข) 24 สิงหาคม พ.ศ. 2401, (ค) 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2455, (ง) 8 สิงหาคม พ.ศ. 2472, (จ) 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2473, (ฉ) 4 ธันวาคม พ.ศ. 2473, (ช) 14 สิงหาคม พ.ศ. 2475, (ฎ) 15 สิงหาคม พ.ศ. 2481, (ญ) 15 สิงหาคม พ.ศ. 2493 และ (ฏ) 21 มีนาคม พ.ศ. 2497

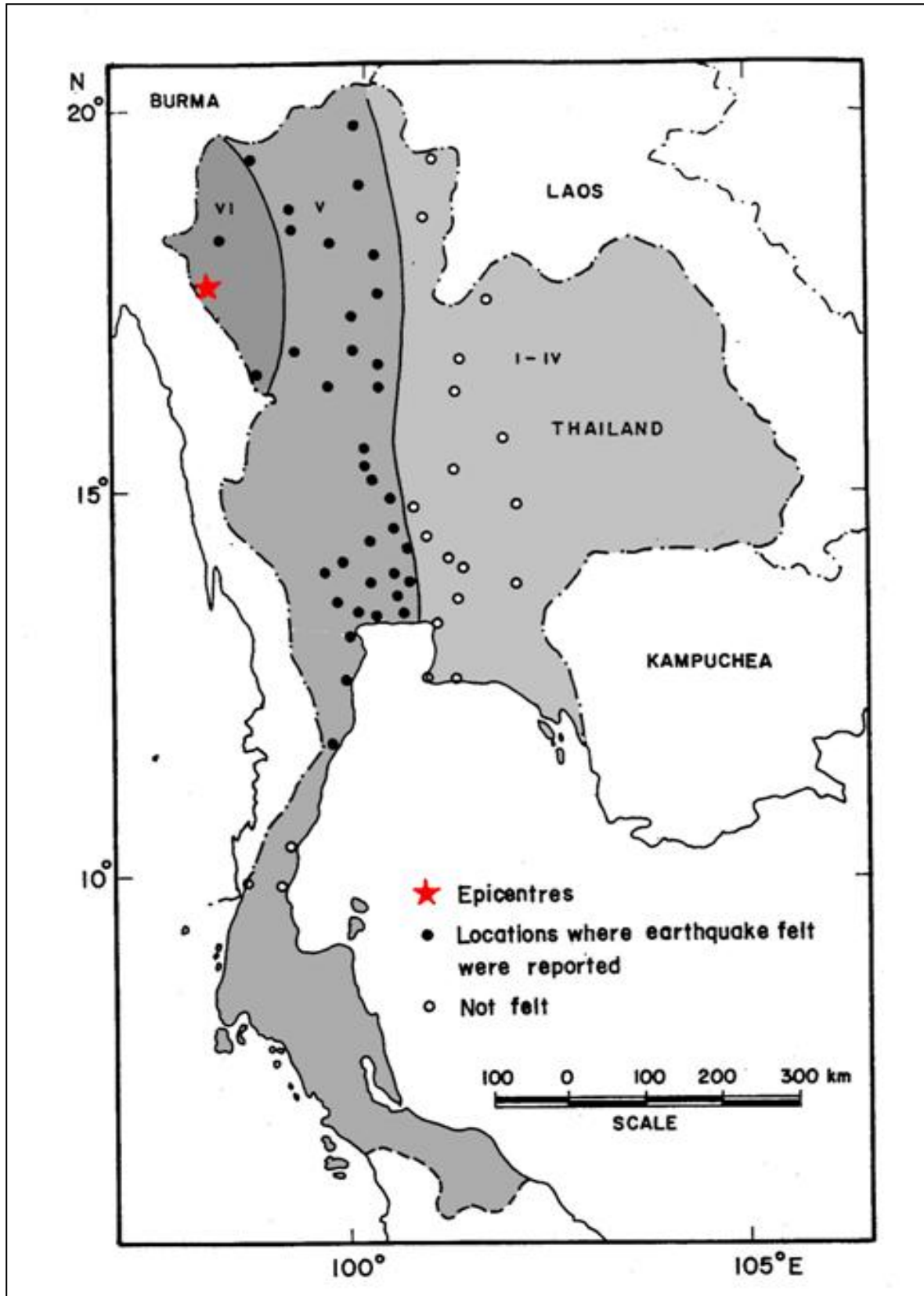
ในประเทศจีนได้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่และมีการบันทึกความเสียหายและรู้สึกได้อย่างน้อย 2 ครั้ง คือ เมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2178 โดยมีจุดศูนย์กลางเหนือแผ่นดินไหวที่บริเวณเกาะไหหลำ และอีกครั้งเมื่อเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2452 ที่ตอนใต้ของยูนาน ซึ่งทั้ง 2 เหตุการณ์นี้น่าจะเป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault) (ดูรูป 2.13)



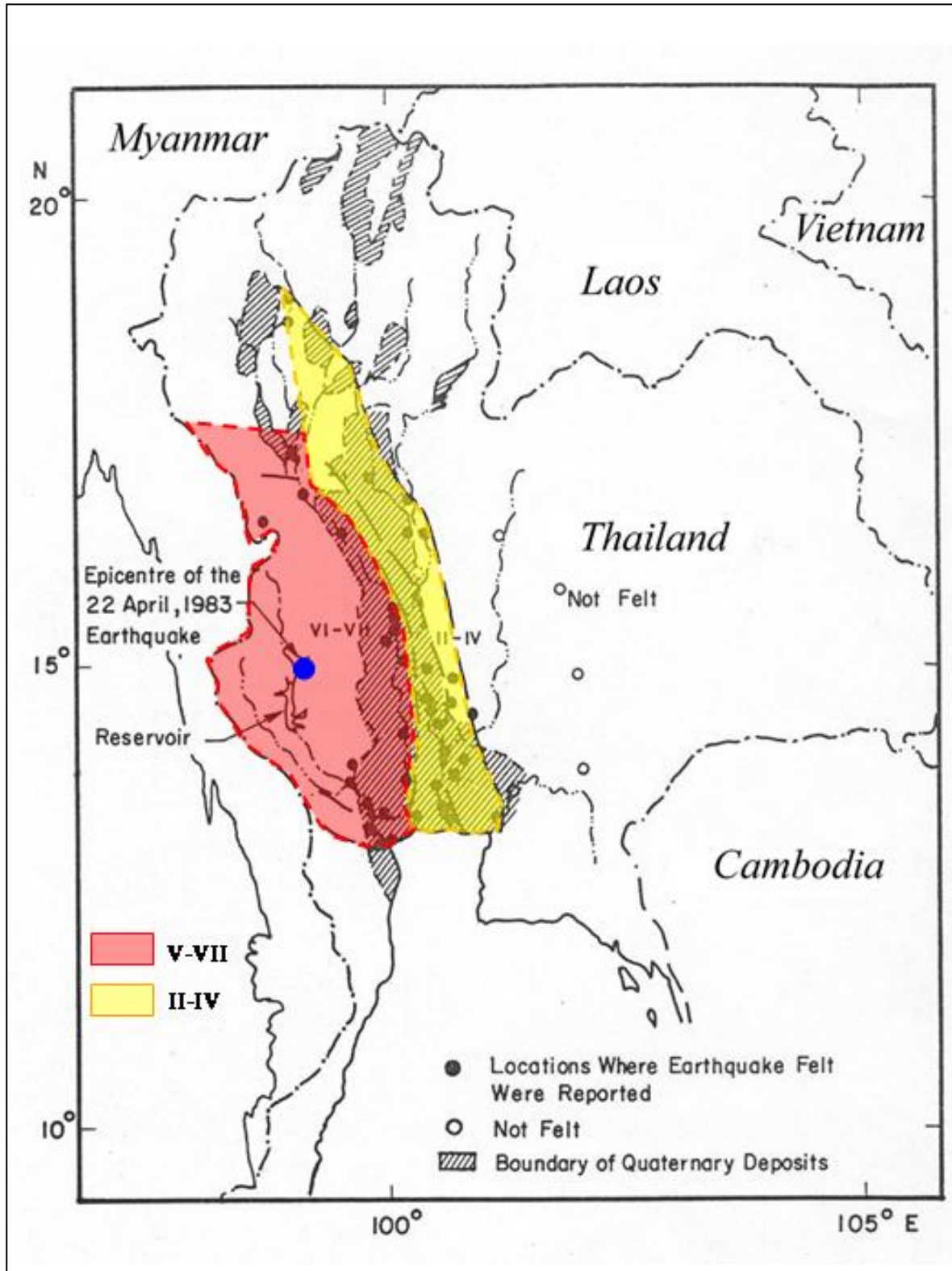
รูป 2.13 แผนที่แสดงระดับความรุนแรงแผ่นดินไหวเท่าในประเทศจีน (ก) แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2178 ที่บริเวณเกาะไหหลำ และ (ข) แผ่นดินไหวเมื่อประมาณเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2452 ที่มณฑลยูนาน ซึ่งแผ่นดินไหวทั้ง 2 เหตุการณ์นี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault) (ดัดแปลงจาก Chen and Huang, 1979)

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลแผ่นดินไหวในประเทศไทยของกรมอุตุนิยมวิทยา ทำให้ทราบว่าแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 โดยมีจุดศูนย์กลางเหนือแผ่นดินไหวอยู่ทางบ้านท่าสองยาง จังหวัดตาก ภาคเหนือของประเทศ และรู้สึกได้ทั่วภาคตะวันตกและภาคกลางของประเทศไทย (รูป 2.14) และอีกครั้งเมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 ในภาคตะวันตก แถบเมืองกาญจนบุรี (รูป 2.15) ซึ่งทำให้หลายจังหวัดในภาคกลางและภาคตะวันตกของไทย รู้สึกได้ถึงความสั่นสะเทือน อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าเหตุการณ์ทั้งสองครั้งนี้ไม่ทำให้ประชาชนในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับรู้ถึงแรงสั่นสะเทือนนี้





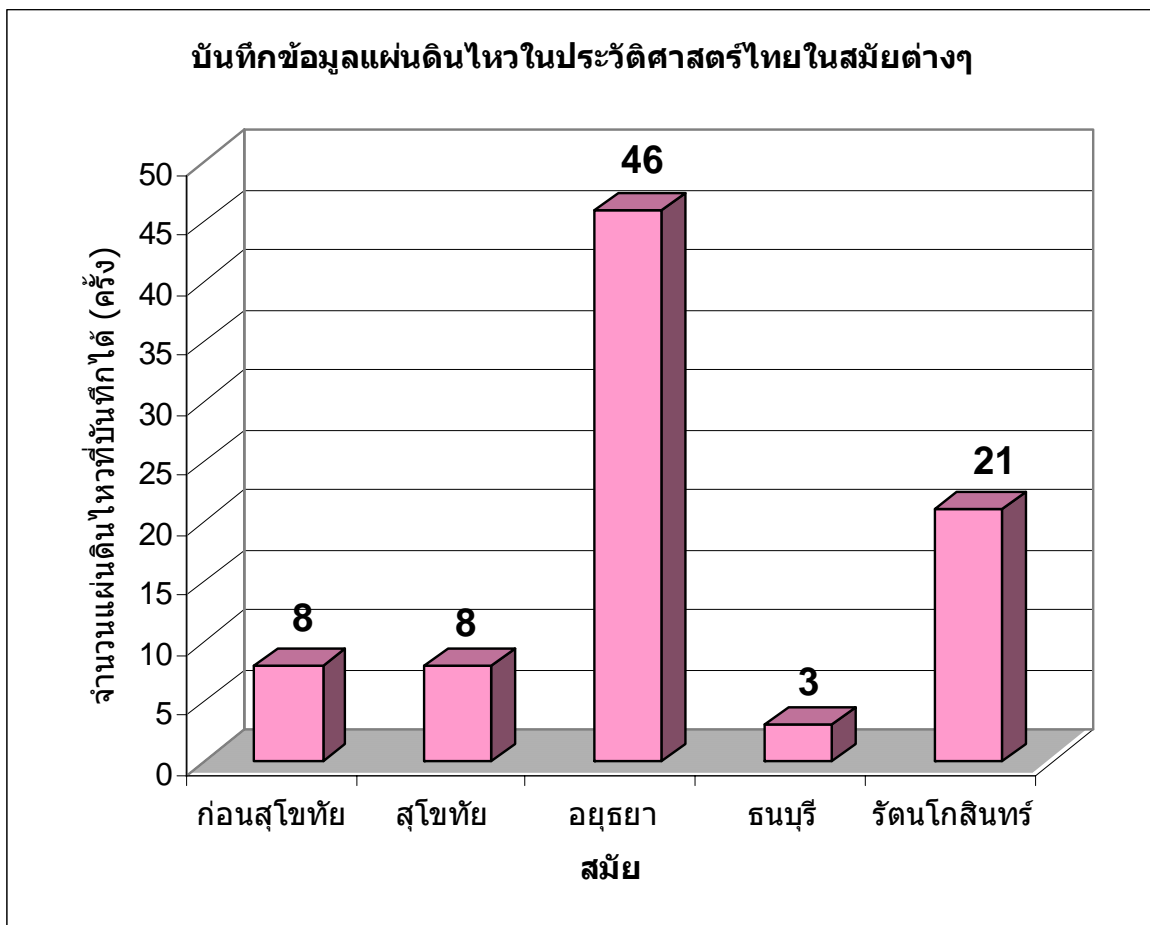
รูป 2.14 แผนที่แสดงความเสียหายเท่า จากแผ่นดินไหวในประเทศไทย เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2519)



รูป 2.15 แผนที่แผ่นดินไหวเท่าจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวในภาคตะวันตกของประเทศไทย เมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2527)

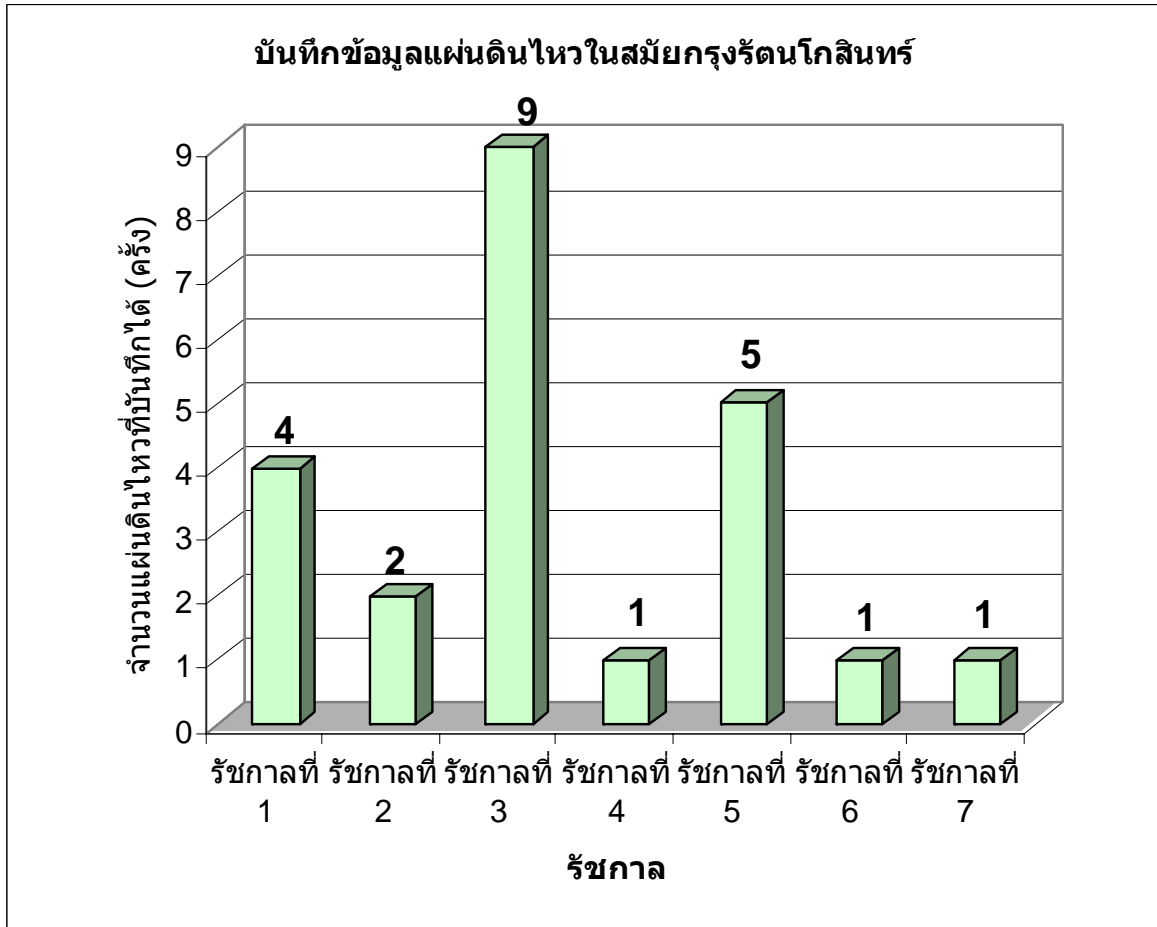
ผลการศึกษาด้านประวัติศาสตร์จากศิลาจารึก ตำนานโบราณ จดหมายเหตุ พงศาวดาร หนังสือพิมพ์ และบันทึกจากประเทศข้างเคียง ตลอดจนหลักฐานทางโบราณคดี เช่น สภาพเมืองโบราณ และซากหักพังของเจดีย์ ทำให้ทราบว่าในอดีตที่ผ่านมาได้เคยเกิดมีแผ่นดินไหวในประเทศไทย และบริเวณข้างเคียงหลายครั้ง (ตาราง 2.1 และ 2.2) และจากการศึกษาพบว่าทางตอนเหนือของประเทศก็เคยมีแผ่นดินไหวขนาดใหญ่เกิดขึ้น โดยเฉพาะแถบเมืองเชียงแสน ซึ่งทำให้เมืองทั้งเมืองเกิดการถล่มล่มสลาย (นับเป็นธรณีสุบครั้งสำคัญยิ่ง)

อย่างไรก็ตามขีดจำกัดของข้อมูลในประวัติศาสตร์ก็คือไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่ชัดของการเกิดแผ่นดินไหวว่าเกิดตรงที่จุดใดแน่ และไม่ทราบว่าจุดที่เกิดแผ่นดินไหวมีศูนย์กลางอยู่ในบริเวณแถบนั้น หรือมาจากที่อื่นแต่ส่งผลกระทบและก่อความเสียหายให้เกิดขึ้นถึงบริเวณนั้นหรือไม่ ถึงแม้ว่าข้อมูลทางประวัติศาสตร์จะมีขีดจำกัดอยู่บ้าง แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลแผ่นดินไหวเหล่านี้ก็ถือได้ว่ามีความสำคัญที่ทำให้เราทราบว่า เคยมีแผ่นดินไหวใหญ่ๆเกิดขึ้นในประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงอย่างต่อเนื่อง (รูป 2.16 และ 2.17) และบางครั้งมีความรุนแรงมากจนทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากมายในอดีตที่ผ่านมา



รูป 2.16 บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทยสมัยต่างๆ (ข้อมูลจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)





รูป 2.17 บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ (ข้อมูลจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

### 2.2.2 ข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหว

รายงานเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีการตรวจวัดได้จากเครื่องวัดแผ่นดินไหวในประเทศไทยนั้น มีรายงานชัดเจนจาก ISS และ Gutenberg & Richter (1954) ว่าได้เกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2468 (ต้นรัชกาลที่ 7) โดยศูนย์กลางของแผ่นดินไหวอยู่ในเขตประเทศลาว มีขนาดกำลัง  $M 6 \frac{3}{4}$  (ตามมาตราริกเตอร์) จากการบันทึกไว้โดย NGDE ว่ามีเหตุการณ์แผ่นดินไหว ขนาดกำลัง 5.0 ตามมาตราริกเตอร์ 2 ครั้ง เมื่อวันที่ 8 และ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2476 ณ บริเวณที่อยู่ห่างจากตัวเมืองสุโขทัยไปทางทิศตะวันออกเฉียงประมาณ 80 กิโลเมตร เหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2477 ขนาดกำลัง 6 (ตามมาตราริกเตอร์) ได้รับการกำหนดตำแหน่งโดย Gutenberg & Richter (1954) ซึ่งศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ในเขตประเทศลาว นอกจากนี้ยังมีรายงานความรู้สึกได้ว่า รู้สึกได้ ระดับ VI และ พ.ศ. 2484 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในทะเลอันดามัน วัดขนาดได้ 8.7 ตามมาตราริกเตอร์ และวัดความรุนแรงสูงสุดได้ X (มาตราเมอร์คัลลี)

สำหรับประเทศไทยนั้นเริ่มมีการตรวจวัดแผ่นดินไหวเมื่อเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2506 สำหรับสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวแห่งแรกของกรมอุตุนิยมวิทยา ติดตั้ง ณ จังหวัดเชียงใหม่ โดยความช่วยเหลือ

จากรัฐบาลสหรัฐอเมริกาและได้เข้าร่วมอยู่ในเครือข่ายระบบมาตรฐานโลก (Worldwide Standardized Seismograph Network: WWSSN) และต่อมาได้ปรับเปลี่ยนเป็นระบบไอริส (Incorporated Research Institution of Seismology : IRIS) ซึ่งเป็นเครือข่ายโดยความร่วมมือของสถาบันการศึกษาหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา จากนั้นกรมอุตุนิยมวิทยาได้ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวเพิ่มเติมอีก 17 สถานี (รูป 2.18) โดยแบ่งเป็นระบบมาตรฐานโลก (WWSS) มีอยู่ 1 สถานี คือที่สถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวจังหวัดเชียงใหม่ที่ตั้งที่ไค้ถั่วมาแล้วข้างต้น นอกจากนี้ก็ยังมี ระบบอัตโนมัติช่วงคลื่นยาว 3 แกน (3-component broad band seismograph ) 4 สถานี ระบบอัตโนมัติช่วงคลื่นสั้น 3 แกน (3-component shot period seismograph ) จำนวน 8 สถานี และ ระบบอานาล็อกช่วงคลื่นสั้นเฉพาะในแนวตั้ง อีก 5 สถานี (รายละเอียดตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในแต่ละประเภท ดูรูป 2.18)

จากการศึกษาข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับตำแหน่ง และความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่ได้ข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหว รวบรวมโดย Nutalaya และคณะ (1985) ตั้งแต่ พ.ศ. 2526 ถึง พ.ศ. 2532 และล่าสุดนี้ กรมอุตุนิยมวิทยา (สกว., 2547) ได้รวบรวมข้อมูลตรวจวัดแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดโดยตรง และสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันทั้งในและต่างประเทศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2545 (ตาราง 2.3 และ 2.4) ระหว่างเส้นละติจูดที่ 0-25 องศาตะวันออกและเส้นลองจิจูดที่ 90-105 องศาเหนือ ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้นำเข้าข้อมูลทั้งสองส่วนที่กล่าวไว้ข้างต้นและข้อมูลที่ได้จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรอบปี 2547 สามารถสรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้บ่อยครั้งและบางครั้งก็เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ โดยบริเวณที่น่าสนใจ 4 บริเวณได้แก่

- ก) บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำสะโตง ตอนกลางของประเทศเมียนมาร์
- ข) บริเวณรอยต่อระหว่างประเทศเมียนมาร์-ลาว-จีน และไทย
- ค) ทะเลอันดามัน หมู่เกาะอันดามันและเกาะนิโคบาร์ และ
- ง) พื้นที่ครอบคลุมภูมิภาคทะเลอันดามัน เกาะสุมาตราแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

สำหรับในพื้นที่ศึกษาวิจัย ที่ครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูด  $90^{\circ} 00'$  ตะวันออก ถึง ละติจูด  $106^{\circ} 00'$  ตะวันออก และลองจิจูด  $00^{\circ} 00'$  เหนือ  $21^{\circ} 00'$  เหนือ มีพื้นที่โดยประมาณ 2,500,000 ตารางกิโลเมตร นั้น สามารถตรวจพบแผ่นดินไหวขนาด 0.1-1.9 ริกเตอร์ จำนวน 614 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 2.0-2.9 ริกเตอร์ จำนวน 1,086 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 3.0-3.9 ริกเตอร์ จำนวน 2,579 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 4.0-4.9 ริกเตอร์ จำนวน 1,422 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 5.0-5.9 ริกเตอร์ จำนวน 271 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 6.0-6.9 ริกเตอร์ จำนวน 68 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 7.0-7.9 ริกเตอร์ จำนวน 8 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 8.0-9.0 ริกเตอร์ จำนวน 4 ครั้ง (ตาราง 2.3) และจากตาราง 2.4 ทำให้เราสรุปแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นทั้งในและนอกประเทศไทยและรู้สึกได้ในประเทศไทยทั้งหมด 22,183 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าตลอดช่วงเวลา 2 ทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวทั้งที่เกิดในประเทศไทยเองและนอกพื้นที่อย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก (รูป 2.19)

ตาราง 2.1 บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
ไม่ปรากฏศักราช (เรื่องจากตำนาน)	ไม่ปรากฏ	เมืองแกลง (สันนิษฐานว่าอยู่บริเวณเมืองเดียนเบียนฟูในเวียดนามเหนือ)	“....ดูราสปริสทั้งหลาย ดั่งเราจกรู้ว่ามีในกาลเมื่อก่อนแต่เก่าเล่ามาเป็นปริมปรา สืบ ๆ มาว่าดังนี้ กาลเมื่อก่อนนั้น ก็เป็นดินเป็นหล้าเป็นฟ้าเป็นแดน ผีและคนเที่ยวไปมาหากัน บ่ ขาด เมื่อนั้นยังมีขุนใหญ่ 3 คน ผู้หนึ่งชื่อขุนดาน อยู่สร้างบ้านเมืองลุ่มกันปลาเข็ดนาเมืองลุ่มกินข้าว เมื่อนั้นแดนจึงใช้ให้มา กล่าวแก่คนทั้งหลายว่า ในเมืองลุ่มนี้กินข้าวให้บอกให้หมายกินแลงกินงายก็ให้บอกแก่แดน ได้กินขึ้นก็ให้ส่งขา ได้กินปลาก็ให้ส่งรอยแก่แดน เมื่อนั้นคนทั้งหลายก็บ่ฟังตามแดน แม้นใช้มาบอกสองที่สามทีบ่ฟังหันแลแต่นั้นแดนจึงให้น้ำท่วมเมืองลุ่ม ลิดเลียงท่วมเมืองเพียงละลาย คนทั้งหลายก็ลึบหายมากนักชะแล.....”	“พงสาวดารล้านช้าง” ประชุมพงสาวดาร เล่ม 2. องค์การคำ ของคุรุสภา : พระนคร, 2506. หน้า 137.
พ.ศ. 480 (มหาศักราช 67 ตัวปีเมิงได้ เดือน 10 ทุติยเพ็ญ วันพฤหัสบดี ยามรุ่งแจ้ง) (ก่อน ค.ศ. 624)	วันพฤหัสบดี เดือน 8 ขึ้น 15 ค่ำ ครั้งที่ 2 ปีมะเส็ง เวลารุ่งอรุณ (เดือน 10 ไทยฝ่ายเหนือ เท่ากับเดือน 8 ไทยฝ่ายใต้)	โยนกนคร หรือ เมืองนาคพันธุสิงหนวัตินคร	“....ยามรุ่งแจ้ง แผ่นดินไหว ฟ้าร้องคอยคางมากนักปุนอัครราชย์ชนคิงลูกสูคนแล.....”	“พงสาวดารเมืองเงินยางเชียงแสน” ประชุมพงสาวดารภาคที่ 61 ประชุมพงสาวดาร เล่ม 33 องค์การคำของคุรุสภา : พระนคร, 2512. หน้า 284.
พ.ศ. 481 (มหาศักราช 68 ตัวปีเบิกไข่ เดือน 8 เพ็ญ วันศุกร์ ยามรุ่งแจ้ง) (ก่อน ค.ศ. 64)	วันศุกร์ เดือน 6 ขึ้น 15 ค่ำ ปีมะเส็ง เวลารุ่งอรุณ	โยนกนคร	“....แผ่นดินไหว ฟ้าร้องคอยคาง ผนคก น้ำใหญ่ น้ำน้อยปุนอัครราชย์มากนัก.....”	“พงสาวดารเมืองเงินยางเชียงแสน” ประชุมพงสาวดารภาคที่ 61 ประชุมพงสาวดาร เล่ม 33 องค์การคำของคุรุสภา : พระนคร, 2512. หน้า 284.
พ.ศ. 500 (ปีมะโรง สัมฤทธิศก จ.ศ. 86 ปี กุน)	ไม่ปรากฏ	หริภุญไชย (ลำพูน)	“....แลสมเด็จพระเจ้าอภัยตามมินิราชใช้ให้เสนาอำมาตย์สร้างพระมหาปราสาท จึงให้เกณฑ์เอาชาวบ้านมาถากไม้ ตั้งเสาพระมหาปราสาท และพรานนั้นก็ตั้งเกณฑ์มาถากไม้ จึงเอากุมารนั้นเข้ามาไว้ด้วย และร้อนด้วยรัศมีพระอาทิตย์ พรานนั้นจึงเอากุมารเข้ามาไว้ในร่มพระมหาปราสาท ๆ ก็โอนไปเป็นหลายที พระยาเห็นก็หลากพระทัย .....”	“พงสาวดารเหนือ” ประชุมพงสาวดารเล่ม 1. องค์การคำของคุรุสภา พระนคร, 2512 หน้า 9.

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 510 (มหาศักราช 97 ตัวปีเมิงไส้ เดือน 10 เพ็ญ วันจันทร์ยามก่อนรุ่ง)	วันจันทร์ ขึ้น 15 ค่ำ เดือน 8 ปีมะเส็ง เกือบรุ่งอรุณ	โยนกนคร	“.....แผ่นดินไหวหัวนฟ้าร้องคอกางสามทีนี้แล.....”	“พงสาวดารเมืองเงินยางเชียงแสน”ประชุมพงสาวดารภาคที่ 61  ประชุมพงสาวดารเล่ม 33 องค์การคำครุสภา: พระนคร 2512. หน้า 284.
พ.ศ. 515 (มหาศักราช 102 ตัวปีเตาเสด เดือน 8 ออก 14 ค่ำ วันอังคาร ยามคุดซ้าย)	วันอังคาร ขึ้น 14 ค่ำ เดือน 6 ปีจอ ร่มบ่าย	โยนกนคร	“.....แผ่นดินไหวหัวนฟ้าร้องคอกางเป็นมหาปางอันใหญ่ปุ่่นอัศจรรย์ใจกว่าทุกทีทั้งหลายแล ท่านตั้งเมืองมาได้ 57 ปี นี้ แผ่นดินไหวใหญ่ 4 ครั้ง.....”	“พงสาวดารเมืองเงินยางเชียงแสน”ประชุมพงสาวดารภาคที่ 61  ประชุมพงสาวดารเล่ม 33 องค์การคำครุสภา: พระนคร 2512. หน้า 284.
พ.ศ. 880 (ศักราชได้ 467 ตัวปีเมิงเม้า ศาสนา พระพุทธเจ้าล่วงไปได้ 1003 ปี) ศักราช 467 คือ จ.ศ. 467 นายมานิต วัลลิโกดม สอบค้นได้ว่า ที่ถูกคือ จ.ศ.376 ตรงกับปีเถาะ พ.ศ. 1558 ศาสนา พระพุทธเจ้าหมายถึงระยะเวลาที่พระยาพันชนดิสิ้นพระชนม์ไป และจำนวน 1003 ปี	วันเสาร์ แรม 7 ค่ำ เดือน 5 (เดือน 7 แรม 7 ค่ำ วันเสาร์)	โยนกนคร	“.....สุริยอาทิตย์ก็ตกไปแล้ว ก็ได้ยินเสียงเหมือนดังแผ่นดินดังสนั่นหัวนไหว ประดุจดังว่าเวียงโยนกนครหลวงที่นี้จักเคลื่อนจักพังไปนั่นแล แล้วก็หายไปครั้งหนึ่ง ครั้นถึงมัชฌิมยามก็ซำดงมาเป็นคำรบสองแล้วก็หายนั่นแล ถึงบัวจิมยาม ก็ซำดงมาเป็นคำรบสาม หนที่สามนี้ดังยิ่งกว่าทุกครั้งทุกคราวที่ได้ยินมาแล้ว กาลนั้นเวียงโยนกนครหลวงที่นี้ ก็ยุบจมลงเกิดเป็นหนองอันใหญ่  ยามนั้นคนทั้งหลายอันมีในเวียงนั้น มีพระมหากษัตริย์เป็นประธานก็วินาส จิบหายตกไปในน้ำที่นั่นสิ้น ยังเหลืออยู่แต่เรือนยายแม่หม้ายแต่หลังเดียวนั่นแล  ศักราชได้ 376 ตัวปีเมิงเม้า เดือน 8 ออก 7 ค่ำ วันอังคาร (= วันอังคาร ขึ้น 7 ค่ำ เดือน 6 พ.ศ. 1558) เขาทั้งหลายก็พร้อมกันสร้างเวียงลูกหนึ่งริมฝั่งน้ำของลำตะวันตก มีหนตวันออก เวียงโยนกนครเก่า คือ วังเวียงวงอันจมไปแล.....”	“พงสาวดารเมืองเงินยางเชียงแสน” ประชุมพงสาวดารภาคที่ 16  ประชุมพงสาวดารเล่ม 31 องค์การคำของครุสภา : พระนคร, 2512. หน้า 44-48  และมานิต วัลลิโกดม. ตำนานสิงหนวดิกุมาร ฉบับสอบค้น. โรงพิมพ์สำนักทำเนียบนายกรัฐมนตรี กรุงเทพฯ, 2516. น้ 94-98.

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 1077	เดือน 7 ขึ้น 6 ค่ำ เช้า	โยนก	“..... ยามรุ่งแผ่นดินไหวยอด เจดีย์หักลง 4 แห่ง ร้องครางนั้นนักวันไหนสายที.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 61-62, 2512
พ.ศ. 1860 (ค.ศ. 1317)	สมัยพญาลิไท	สุโขทัย	“.....เมียบพญาลิไทตั้งจิตอธิษฐานออกผนวชมีจารึกว่า อธิษฐานดังนี้แล้ว จึงรับสรณาคมต่อพระอุปฆาตย์ ขณะนั้นแผ่นดินไหวทั่วทุกทิศเมืองสุโขทัย ครั้นทรงผนวชแล้วเสด็จลงมาจากระมาเสวรรณเหมมปราสาท ทรงไม่ทำจรดจรดด้วยพระบาทสมเด็จพระราชดำเนินไปป่ามะม่วง ขณะประดิษฐานฝ่าพระบาทลงยังพื้นธรณี ปฐพีก็หวั่นไหวทั่วทุกทิศหินสาธาเข้าพรรายวันนั้นจึงเสด็จออกเสวยพระโสรส ขณะนั้นไม่ควรเลยสรรพ ไม่สยบเสพขนานาอากาศสาย สุริยะเมฆาจันทร์ปรายต์กับดารากฤษ์ทั้งปวงยิ่งกว่าทุกวันด้วยละนั้น จึงเสด็จบรรพชาเป็นภิกษุในระหว่างพัทธสีมา นั้น ขณะนั้นนาคราชคนหนึ่งอยู่โดยบูรพทิศเมืองสุโขทัยนั้น ยกพังพานขึ้นสูงพันคน แปรคาไปเฉพาะป่ามะม่วงนั้น เห็นรอยผลุดพุดกลางอากาศลงต่อแผ่นดิน อนึ่งเวลานั้นได้ยินเสียงระฆังคนตรีดุริยางค์ ไพราะใกล้โสตสของชนเป็นอันมาก จะพระมานับมิได้ แต่บรรดามหาชนที่มาสโมสรสนับนาคในสถานทีนั้น ย่อมเห็นการอัศจรรย์ประจักษ์ทุกคน เหตุด้วยเสด็จออกทรงบำเพ็ญพระบารมี เมื่อทำอัยฐานตักศีล เมื่ออุคิมหันต์ไม่มีฝน ด้วยอำนาจศีลและความอธิษฐานพระบารมีด้วย ปลวีกี่ประวัตักัมปนาทหาวดหวั่นไหว เพทธาราวีรุณหกที่ตกลงมาในฤดูแล้ง แสดงอัศจรรย์สรรเสริญในการสร้างพระบารมี.....”	คำแปลหลักศิลาเมืองสุโขทัย ทั้ง 2 ซึ่งจารึกเป็นอักษรขอมโบราณ ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์กรการค้าของคุรุสภา: พระนคร, 2521. หน้า 180.
พ.ศ. 1905	วันพุธ เดือน 12 แรม 8 ค่ำ	สุโขทัย	“.....พระธรณีเจ้าก็บันดาลกัมปนาทหาวด.....”	ประชุมศิลาจารึก ภาค 1 , 2515
พ.ศ. 1909	วันพุธ เดือน 11 แรม 8 ค่ำ	สุโขทัย	“....ปัดพินันไหวใหญ่ย่องทั่วทิศ.....”	ประชุมศิลาจารึก ภาค 1 , 2515
พ.ศ. 2025	เกือบรุ่งอรุณ	เชียงใหม่	“.....เวลาค่อนรุ่ง เกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรงและมีเสียงดัง.....”	โยติสุขะราช, 2516
พ.ศ. 2048	-	อยุธยา	“.....เกิดแผ่นดินไหวในปีนั้น.....”	พันธ์ จันทรนุมาศ, 2507

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 2068 (ศักราช 887 ระกาศก) (ค.ศ. 1525)	สมัยสมเด็จพระรามาธิบดีที่ 2	หลายเมือง	“.....น้ำน้อยข้าวเสียสิ้นทั้งปวง อนึ่งแผ่นดินไหวทุกเมือง แล้วและเกิดอุบาทว์หลายประการ ครั้นรุ่งขึ้นศักราช 888 จุลศก (พ.ศ. 2069) ข้าวแพงเป็น 3 ทนาน ต่อเพื่องเบียดแตร้อย เกือบหนึ่งเป็นเงินชั่งหกตำลึง.....”	“พระราชพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐอักษรบริดี” ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การค้ำของคุรุสภา: พระนคร, 2512. หน้า 141.
พ.ศ. 2070	-	อยุธยา	“.....เกิดแผ่นดินไหว.....”	พันธ์ จันทน์นุมาศ, 2507
พ.ศ. 2088	-	เชียงใหม่	“.....ยอดพระเจดีย์หลวง (ความสูงทั้งหมด 86 เมตร) หักพังลงมาเหลือแค่ 60 เมตร.....”	ศรีสวัสดิ, 2504
พ.ศ. 2089	เดือน 6	อยุธยา	“.....เกิดแผ่นดินไหวในปีนั้น.....”	หลวงประเสริฐ, 2510
พ.ศ. 2089 (ศักราช 908 มะเมียศก) (ค.ศ. 1546)	สมัยสมเด็จพระยอดฟ้าวันที่ 7 เดือน 6	อยุธยา (1)	“.....สมเด็จพระไชยราชาธิราชเจ้าหน่อกษัตริย์สมเด็จพระเจ้ายอดฟ้า พระราชกุมาร ท่านเสวยราชสมบัติพระนครศรีอยุธยา ในปีนั้นเกิดแผ่นดินไหว.....”	“พระราชพงศาวดารฉบับ หลวงประเสริฐอักษรบริดี” ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การค้ำของคุรุสภา: พระนคร, 2512. หน้า 143.
พ.ศ. 2103 (ปีกดสั้น จุลศักราช 922) (ค.ศ. 1560)	สมัยเจ้าพระยาหน่อคำเสถียรชัยสงครามเป็นเจ้าเมือง (ประมาณเดือน 7)	น่าน	“.....อนึ่งด้วยเจดีย์หลวงท้าวอำยยามสร้าง นั้น สูง 17 วา กว้าง 10 วา นับก็เป็นหักพังดินดานคือบัลลังก์ด้านเหนือแล้ว พระยาหน่อคำเสถียรชัยสงคราม ได้เป็นเจ้าเสวยเมืองน่านแล้ว ท่านก็พร้อมกันด้วยพระสังฆเจ้าทั้งหลาย หมายถึงมหาสามี เจ้ากัลยาโณ วัดศรีบุญเรืองเป็นเจ้าและชาวบ้านชาวเมืองทั้งมวลพากันริ่ร้างสร้างซ่อมก่อนก่อบัลลังก์หรือดิงมาดั่งเก่า.....”	“พงศาวดารเมืองน่าน” ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การค้ำของคุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 317.
พ.ศ. 2111 (จุลศักราช 930 ปี)	วันอังคาร เดือน 7 ขึ้น 9 ค่ำ	เมืองย่างกุ้ง พม่า	“.....บังเกิดแผ่นดินไหว พระเจดีย์เมืองย่างกุ้งทะลกลายมาเพียงชั้นกลาง พระเจ้าหงสาวดีจึงตรัสสั่งให้ขุนนางผู้ใหญ่เป็นนายการกะเกณฑ์กันทำให้ออกดิงเก่า.....”	“พงศาวดารมอญพม่า” ประชุมพงศาวดารเล่ม 2 องค์การค้ำของคุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 44.
พ.ศ. 2117 (ค.ศ. 1574)	(สมัยสมเด็จพระนเรศวรมหาราช)	-	“.....วันนั้นแผ่นดินไหวแล้ว จึงยกทัพหลวงเสด็จไปถึงเมืองแครง แล้วจึงทัพหลวงเสด็จกลับคืนมาพระนครศรีอยุธยา.....”	ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การค้ำของคุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 152.
พ.ศ. 2127	วันพุธ เดือน 5 แรม 9 ค่ำ	อยุธยา	“.....เกิดแผ่นดินไหวในปีนั้น.....”	หลวงประเสริฐ, 2510

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 2127 (ศักราช 946 วอศก)	วันพุธที่ 24 เดือน 5 แรม 9 ค่ำ	เมืองกำแพงเพชร	“.....เสด็จออกตั้งทัพชัยตำบลวัดยม ท้ายเมืองกำแพงเพชร ในรายละเอียดแผ่นดินไหว.....”	“พระราชพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ อักษรบัตย์” ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การ ค้าของคุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 152.
พ.ศ. 2131 (ศักราช 950 ชวดศก) (ค.ศ. 1588)	วันจันทร์ เดือน 12 แรม 8 ค่ำ	อยุธยา	“.....แผ่นดินไหว.....”	“พระราชพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ อักษรบัตย์” ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การ ค้าของคุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 152.
พ.ศ. 2132 (ศักราช 951 ฉลุศก) (ค.ศ. 1589)	วันเสาร์ เดือน 2 แรม 7 ค่ำ	อยุธยา	“.....แผ่นดินไหว.....”	“พระราชพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ อักษรบัตย์” ประชุมพงศาวดารเล่ม 1 องค์การ ค้าของคุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 152.
พ.ศ. 2172 (ศักราช 991) (ค.ศ. 1629)	วันเสาร์ เดือน 3 แรม 6 ค่ำ เพลาค่ำแล้ว นาฬิกาหนึ่ง	เมืองย่างกุ้ง พม่า	“.....เกิดอสังกรย์แผ่นดินไหว นครยอดพระเจดีย์ร้างหักตกลงในทิศอาคเนย์ (ตะวันออกเฉียงใต้) ภายหลังพระเจ้าแผ่นดินนั้น ได้ยกขึ้นได้เป็นปกติดังกล่าว.....”	“พงศาวดารมอญพม่า” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 2 องค์การ ค้าของ คุรุสภา: พระนคร, 2506. หน้า 51.
พ.ศ. 2228	เวลากลางคืน	อยุธยา	“.....เกิดแผ่นดินไหวในเวลากลางคืน.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับพระราชหัตถเลข เล่ม 2, 2516
พ.ศ. 2232	-	อยุธยา	“.....เกิดแผ่นดินไหวในเวลากลางคืน.....”	พันธ์ จันทน์นุมาศ, 2507
พ.ศ. 2247 (ศักราช 1066 ปิวอก ฉศก) (ค.ศ. 1704)	เดือน 10 ขึ้น 10 ค่ำ	เชียงใหม่	“.....ฝนตกหนักภูเขาพัง และยอดเจดีย์หักพังหลายแห่ง.....”	“พงศาวดารตอนเชียงใหม่ขึ้นพม่า” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 3. พระนคร :องค์การ ค้าของคุรุสภา, 2506. หน้า 268.
พ.ศ. 2258 (ศักราช 1077 ปีมะเมีย สัปตศก) (ค.ศ. 1715)	เดือน 7 ขึ้น 6 ค่ำ ยามใกล้รุ่ง	เชียงใหม่	“.....แผ่นดินไหวหนัก พระเจดีย์วิหารหักพังหลาย 4 ตำบล แผ่นดินไหวอยู่ในเดือนนั้นทั้ง เดือน ครั้นต่อมาถึงเดือน 9 แรม 4 ค่ำ แผ่นดินไหวหนักอีกครั้งหนึ่ง .....”	“พงศาวดารตอนเชียงใหม่ขึ้นพม่า” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 3. พระนคร: องค์การ ค้าของคุรุสภา, 2506. หน้า 269.

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 2258	เดือน 9 แรม 4 ค่ำ กลางวัน	เชียงใหม่	“.....แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ได้เกิดขึ้นอีก.....”	พระยาประชาภิจ, 2515
พ.ศ. 2260 (ศักราช 1079 ปีระกานพศก) (ล.ศ. 1717)	-	เชียงใหม่	“.....น้ำแม่โจงนองหนักท่วมเมืองเชียงใหม่ ลึก 3 สอก วัดต้นตอ วัดต้นแก้ว วัดบุญยืน วัดพระบาท ยวมลงทั้ง 4 วัด.....”	“พงศาวดารตอนเชียงใหม่ขึ้นพม่า” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 3. พระนคร : องค์การค้ำของคุรุสภา, 2506. หน้า 269.
พ.ศ. 2300 (ศักราช 1119) (ล.ศ. 1757)	-	เมืองหงสาวดี	“.....เกิดแผ่นดินไหว ฉัตรยอดพระเจดีย์ มุดลงในเมืองหงสาวดีหักลงมา องค์พระเจดีย์นั้นทลายลงมาเพียงคอระฆัง.....” น่าจะตรงกับ 4 มิ.ย. ค.ศ. 1757 ซึ่งเมื่อพะโค พระเจดีย์ ชาวมอญหักพัง (Win Swe, 1981)	“พงศาวดารมอญพม่า” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 2. พระนคร : องค์การค้ำของคุรุสภา, 2506. หน้า 115.
พ.ศ. 2311	วันอังคาร เดือนอ้าย แรม 4 ค่ำ ปีมะแม 07.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....แผ่นดินไหวอยู่ชานานประมาณ 2 โมงเศษ.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับพระราชหัตถเลขา เล่ม 2
พ.ศ. 2312	วันเสาร์ เดือน 5 ขึ้น 2 ค่ำ 24.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....เวลากลางคืนประมาณสองยามบังเกิดอัศจรรย์แผ่นดินไหวอีกครั้งหนึ่งแต่ไหวน้อยกว่าครั้งก่อน.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับพระราชหัตถเลขา เล่ม 2
พ.ศ. 2317	วันศุกร์ เดือนยี่ ขึ้น 12 ค่ำ 03.00 น.	เชียงใหม่	“.....กลางคืนเพลสามยามเศษเกิดอัศจรรย์ในเมืองเชียงใหม่ แผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับพระราชหัตถเลขา เล่ม 2
พ.ศ. 2335 (ปีชวด ศักราช 1154) (ล.ศ. 1792)	วันศุกร์ เดือน 9 แรม 5 ค่ำ	เมืองหลวงพระบาง	“.....อนึ่งเทพารักษ์ภูเขาทรงก็ปลุกธงแดงขึ้นบนยอดเขา ให้ปรากฏแต่ตาคนทั้งหลาย อนึ่งพระยานาคสองหัวออกมาว่ายน้ำโขงแข่งกันอยู่หน้าเมืองถึง 7 วัน อนึ่ง พอเวลาจะย่ำค่ำมีปีศาจไม่มีศีรษะ ออกมารออุ้มน้ำโขง ทำได้ขึ้นหน้าเมืองหลายวัน อนึ่งน้ำในแม่น้ำโขงพุ่งขึ้นแต่ศีรษะเมืองตลอดลงไปจนท้ายเมือง ดังเหมือนเสียงปืนใหญ่ อาเพศออกเหตุดอกกลางคืนนี้ จึงเรียกกรุงศรีสัตนาคานหุดล้านช้าง ร่มเขาหลวงพระบางให้แก่เมืองเวียงจันทร์.....”	“พงศาวดารเมืองหลวงพระบาง” ประชุมพงศาวดารคุรุสภา, 2507. หน้า 213-219.



ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 2336 (จุลศักราช 1155 ตัวปีกาเป้า) (ค.ศ. 1793)	วันพฤหัสบดี เดือน 9 ขึ้น 11 ค่ำ ยามรุ่ง	น่าน	“.....เมื่อคืนนั้น ไม้มหาจาลงอันเป็นมูลจำทางอันสำหรับหมายกับภูเพียงแซ่แห่ง แต่เมื่อพระสัพพัญญูมาฐานาไปไว้เกิดธาคนั้น อันพระมหากษัตริย์เจ้าเอาธาตุพระพุทธรูปเจ้ามาห้อยนั้น ก็หักโค่นแต่เจ้าลงมาพาดดินมหาธาตุตั้งแต่หม้อคว่ำลงมา จับกายสามก็แตกบางไปสามกายลงมาจับแท่นสี่เล่มตั้งปากขันหลวง ก็ปลดพังลงมาจับแท่นบัลลังก์หลวงตั้งธรณีอันถนัดนั้นก็แตกพังลงแล อนึ่งวิหารน้อยที่สถิตสำราญ พระเจ้าทันใจ ห่องหน้ากึ่งพาดตีใส่ก็โค่น ด้านผลุงไปเสี้ยวท่าวันไว้ที่พระเจ้าอยู่หัวนั้นแล.....”	“พงศาวดารเมืองน่าน” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10. พระนคร : องค์กรการค้าของคุรุสภา, 2507. หน้า 28-29.
พ.ศ. 2342	วันอังคาร เดือน 8 ขึ้น 14 ค่ำ เช้า	กรุงเทพฯ	“.....เวลาตอนรุ่งแผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 13-14, 2507 (จดหมายเหตุโทร)
พ.ศ. 2342	วันพฤหัสบดี เดือน 12 ขึ้น 10 ค่ำ 20.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....เวลา 2 ทุ่มเศษแผ่นดินไหวอีกครั้งหนึ่ง.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 13-14, 2507 (จดหมายเหตุโทร)
พ.ศ. 2344 (จุลศักราช 1163 ตัวปีลวงเกล้า) (ค.ศ. 1801)	เดือนยี่ ขึ้น 10 ค่ำ ยามมืดดึก	น่าน, เชียงใหม่, ลำพูน, ลำปาง, แพร่, พะเยา, กรุงเทพฯ	“.....แผ่นดินที่ร้องครางสนั่นหวั่นไหวมากนัก แล้วหอบใส่ยอดพระธาตุเจ้าภูเพียง แซ่แห่งนั้นก็พอสะเด็นตกลงมา ยอดพระธาตุเจ้าสุเทพเชียงใหม่ และยอดพระธาตุเจ้าลำพูน และยอดพระธาตุเจ้า ลำปางนคร แลยอดพระธาตุเจ้ารัยแฮ เมืองแพร่และชื่อพระวิหารหลวงเมืองพะเยา ที่พระเจ้าตนหลวงอยู่ป็นที่สะเด็นตกลงถ้ำเดียวกันในขณะเสี้ยวแล ในเดือนเดียนี่ สอดแรม 14 ค่ำ ก็ซ้ำไหวแถมที่หนึ่ง เถึงเดือน 3 ท่านลูกเวียงสาขึ้นมานิมนต์พระแถมที่ใดจักแห่งแต่นั้น ท่านก็หยุดยา ซ่อมแซมเสียหอดิแล้ว ท่านก็คืนลงไปเวียงสา.....”	“พงศาวดารเมืองน่าน” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10. พระนคร : องค์กรการค้าของคุรุสภา, 2507. หน้า 35.
พ.ศ. 2363 (จุลศักราช 1182 ตัวปีกดสี) (ค.ศ. 1820)	-	น่าน	“.....แผ่นดินไหววันนั้น ยอดมหาธาตุเจ้าภูเวียงแซ่แห่ง ก็หักลงห้อยอยู่แล้ว.....”	“พงศาวดารเมืองน่าน” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10. พระนคร : องค์กรการค้าของคุรุสภา, 2507. หน้า 57.

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 2375	วันอาทิตย์ เดือน 3 ขึ้น 7 ค่ำ หลัง 19.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....แผ่นดินไหวเวลาทุ่มเศษ.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 8, 2507 (จดหมายเหตุไทร)
พ.ศ. 2376	วันอาทิตย์ เดือน 1 ขึ้น 13 ค่ำ หลัง 20.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....เวลา 2 ทุ่มเศษ แผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 8, 2507 (จดหมายเหตุไทร)
พ.ศ. 2376	วันอังคาร เดือน 12 ขึ้น 10 ค่ำ หลัง 24.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....เวลา 2 ยามเศษ แผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 8, 2507 (จดหมายเหตุไทร)
พ.ศ. 2378	วันพุธ เดือน 10 ขึ้น 3 ค่ำ หลัง 21.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....ยามเศษ แผ่นดินไหว แม่น้ำกระลอก.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 8, 2506 (จดหมายเหตุไทร)
พ.ศ. 2382	วันศุกร์ เดือน 5 ขึ้น 7 ค่ำ หลัง 03.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....เวลา 3 ยามเศษ แผ่นดินไหวคนตกใจกว่าทุกครั้ง.....”	ประชุมพงศาวดาร ภาค 8, 2507 (จดหมายเหตุไทร)
พ.ศ. 2382	วันศุกร์ เดือน 5 ขึ้น 7 ค่ำ หลัง 03.00 น.	กรุงเทพฯ	“.....เกิดแผ่นดินไหวเมื่อเวลา 8 ทุ่ม คนตกใจทั้งแผ่นดิน ไม่รู้ว่าเป็นอย่างไรมาก่อนที่อยู่ที่เรือนก็เหมือนจะทลาย ที่อยู่เพ็กไชนไปมาเหมือนลูกคลื่น น้ำในแม่น้ำก็เทไปปากโน้นแล้ว เทมาปากข้างนี้ เปรียบเหมือนคนกรอกน้ำใส่ลำเรือ ฉันทึกก็เหมือนกันเช่นนั้น ต่อรุ่งสว่างขึ้นจึงรู้ว่าแผ่นดินไหว ไหวครั้งนั้นเป็นอัศจรรย์นัก สืบได้ข่าวที่เมืองพม่าก็ไหว แผ่นดินแยกด้วยพร้อมกัน แต่ที่กรุงเทพฯนี้ไหวไปสิ้นอยู่เพียงลำแม่น้ำบางปะกง ฝั่งข้างตะวันตก ฝั่งข้างตะวันออก เมืองพนัสนิคม เมืองชลบุรีไม่ได้ไหว.....”	พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ ร. 3 ของเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ เล่ม 2, พ.ศ. 2504
พ.ศ. 2382 (จุลศักราช 1201 ปีถุน) (ค.ศ. 1839)	-	หลวงพระบาง	“.....อนึ่งหินผาแท่งใหญ่ ประมาณ 4 อัด สูงประมาณ 5 สอกเศษ เคลื่อนออกจากที่ตกลงน้ำไป อนึ่งหินศิลาอยู่กลางไร่ พวกบ้านปากหลังใหญ่ประมาณ 3 อัด สูงประมาณ 3 สอกเศษ ราษฎรลิกข้าวลือมไว้ หินศิลาลูกนั้นบังเอิญให้เลื่อนลงมาอยู่ บอกไว้แต่ต้นข้าวที่จิมไว้วันนั้นหาเป็นอันตรายไม่ อนึ่งครกค้ำข้าวอยู่บ้านข้างห้องลูกหนึ่งอยู่ข้างบน ลูกหนึ่งอยู่	“พงศาวดารเมืองหลวงพระบาง”ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10. พระนคร : องค์กรการค้าของคุรุสภา, 2507. หน้า 224-225.

ตาราง 2.1 (ต่อ) บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
			ข้างล่าง ลูกที่อยู่ข้างล่างกลิ้งขึ้นไปโดนเอาลูกที่อยู่ข้างบนกลิ้งลงมา เทพเจ้าอาภทให้เห็นประหลาดเป็นนิมิตดังนี้.....”	
พ.ศ. 2382 (จุลศักราช 1201 ปีกุน) (ค.ศ. 1839)		กรุงเทพฯ	“.....แผ่นดินไหว 3 ครั้ง ถึงน้ำในแม่น้ำลำคลองกระฉอน ดันเดิมไหวในเมืองพม่า (แถบเมืองอะวา-Ava).....”	“จดหมายเหตุของหมดบรัดเด” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10. พระนคร : องค์กรการค้าของคุรุสภา, 2507. หน้า 296.  รายงาน Chhibber (1934), Oldman (1883)&Mallet (1887)
พ.ศ. 2384	ขึ้น 14 ค่ำ 09.00น.	กรุงเทพฯ	“.....แผ่นดินไหว.....”	-
พ.ศ. 2403	วันเสาร์ เดือน 4 ขึ้น 7 ค่ำ 19.16 น.	กรุงเทพฯ	“.....พระสงฆ์สามเณรเห็นโคมแขวนที่อารามโยนไปโยนมาจึงรู้ว่าแผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับหอสมุดแห่งชาติ, 2506
พ.ศ. 2417	วันอังคาร เดือน 3 ขึ้น 3 ค่ำ	กรุงเทพฯ	“.....แผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับหอสมุดแห่งชาติ, 2506
พ.ศ. 2422 (จุลศักราช 1241 ทั่วไปกิดเม้า) (ค.ศ. 1879)	เดือนยี่ ขึ้น 8 ค่ำ	น่าน	“.....ถึง ณ วันเดือนยี่ ขึ้น 8 ค่ำนั้น ท่านก็กระทำพุทธาภิเษก เบิกบายฉลองฟังธรรม กระทำบุญหื้อทาน ตั้งแต่นั้นไป トラบถึง เดือนยี่ ลงค่ำ 1 จึงเป็นเล็กบริวารนั้นแล ท่านฉลองทานธรรมในครั้งนี้ แผ่นดินไหว ในวันเดือนยี่ ขึ้น 8 ค่ำ นั้นแล ไหวลูกหนเหนื่อมาก่อนแล ท่านหื้อทานในครั้งนี้เป็นมหาพวยอันหนึ่งแล เป็นครั้งถ้วน 5 แลฯ.....”	“พงศาวดารเมืองน่าน” ประชุมพงศาวดาร เล่ม 10 พระนครองค์กรการค้าคุรุสภา, 2507. หน้า 104-105.
พ.ศ. 2429	วันอาทิตย์ เดือน 2 ขึ้น 14 ค่ำ 17.32 น.	กรุงเทพฯ	“.....เพลabay 5 โมง 8 บาท 9 บาท แผ่นดินไหว หลังคาลั่นเขือกๆ 4 เขือก 5 เขือก โคมและของที่แขวนแกว่งไปมา.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับหอสมุดแห่งชาติ, 2506

ตาราง 2.1 (ต่อ)บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย : การศึกษาเบื้องต้น (ปรับปรุงจาก ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2543)

ปี	วันเวลา	ตำแหน่งที่เกิดหรือรู้สึกได้ (สถานที่)	รายละเอียดแผ่นดินไหว	เอกสารอ้างอิง
พ.ศ. 2429	วันจันทร์ เดือน 12 ขึ้น 15 ค่ำ 11.06 น.	กรุงเทพฯ	“.....เพลเช้า 5 โมง กับ 6 นimit 7 นimit แผ่นดินไหวจนเรือนโยก 6 หยุบ 7 หยุบ ทาง ตะวันออกไปตะวันตก.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับหอสมุดแห่งชาติ
พ.ศ. 2430	วันจันทร์ เดือน 12 ขึ้น 15 ค่ำ 13.35 น.	กรุงเทพฯ	“.....เพลบ่ายโมง 1 กับ 35 นimit แผ่นดินไหว.....”	ประชุมพงศาวดารฉบับหอสมุดแห่งชาติ

ตาราง 2.2 แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 51 ถึง พ.ศ.2502 ที่มีความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า IV

เวลาที่เกิด (วัน/เดือน/พ.ศ.)	พิกัด ภูมิศาสตร์	บริเวณที่รู้สึก	ขนาด	ความรุนแรง	อ้างอิง
<b>สมัยก่อนอยุธยา</b> 1. 15/10/51	20.25° N 100.09° E	โยนกนคร (แผ่นดินไหวรุนแรง, พบคนตาย,ภูเขาสะเทือน)	-	VI	1
2. 15/8/80	20.25° N 100.00° E	โยนกนคร (แผ่นดินไหวรุนแรง, ภูเขาสะเทือน ฝนตกฟ้าร้อง)	-	VI	1
3. 15/10/84	20.25° N 100.25° E	โยนกนคร (ยามก่อนรุ่งภูเขาสันไหว ฟ้าร้องคำราม)	-	IV	1
4. 1/4/846	20.25° N 100.25° E	โยนกนคร (ยามเช้าภูเขาสันสะเทือนมากกว่าสามครั้งแรก)	-	XII	1
5. 22/7/1003	20.25° N 100.25° E	โยนกนคร (แผ่นดินไหวติดต่อกันสามครั้ง, เมืองถล่มกลายเป็นทะเลสาบ คนตายมาก)	-	XII	1
6. 6/7/1077	20.25° N 100.25° E	โยนกนคร (พระเจ้าชัยยุดหักลงมา)	-	VII	1
7. 22/12/1077	17° N 99.92° E	สุโขทัย (แผ่นดินไหวยามเช้า ยอดเจดีย์หัก 4 แห่ง)	-	VII	2
<b>สมัยอยุธยา</b> 8. 23/11/1909	18° N 96° E	สุโขทัย (แผ่นดินไหวมีเสียงดัง)	-	VI	2
9. -/7/2025	18.78° N 99° E	เชียงใหม่ (แผ่นดินไหว ตอนเช้ามีเสียงดัง)	-	VI	3
10. -/7/2048	14.35° N 100.56° E	อยุธยา	-	VI	4
11. -/7/2073	14.35° N 100.56° E	อยุธยา	-	VI	5
12. -/7/2088	18.78° N 99° E	เชียงใหม่ (ยอดเจดีย์หลวงสูง 86 ม หักพังเหลือ 60 เมตร)	-	VII	6
13. 7/6/2089	14.35° N 100.56° E	อยุธยา	-	VI	7
14. -/6/2101	16.80° N 96.17° E	ย่างกุ้ง (เมียนมาร์) (พระเจ้าหงั๋งนครย่างกุ้งยอดหักเหลือเพียงครึ่งเดียวหลังแผ่นดินไหว)	-	VII	8
15. -/7/2103	24° N 101.50° E	ยูนาน (จีน) (มากกว่า 20 คนเสียชีวิต ทรัพย์สินเสียหาย)	-	VII	7
16. -/9/2114	24.10° N 102.70° E	ยูนาน (จีน) (มากกว่า 10 คนเสียชีวิต)	-	VII	7

ตาราง 2.2 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 51 ถึง พ.ศ.2502 ที่มีความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า IV

เวลาที่เกิด (วัน/เดือน/พ.ศ.)	พิกัด ภูมิศาสตร์	บริเวณที่รู้สึก	ขนาด	ความรุนแรง	อ้างอิง
17. 24/5/2127	14.35° N 100.51° E	อยุธยา (สมัยสมเด็จพระนเรศวร)	-	VI	7
18. 23/12/2132	14.35° N 100.51° E	อยุธยา	-	VI	7
19. -/8/2133	24° N 102.80° E	ยูนาน (จีน) (หลายคนเสียชีวิต)	-	VII	9
20. -/7/2148	19.98° N 110.47° E	เกาะไหหลำ (จีน) (เสียหายมากตอนใต้ของจีน เกิดรอยเลื่อนลึกลงไปทะเล)	-	XI	23
21. -/11/2149	23.60° N 102.80° E	ยูนาน(จีน) (มากกว่าหนึ่งพันคนเสียชีวิต)	-	IX	7
22. -/2/2172	16.80° N 96.17° E	ย่างกุ้ง (เมียนมาร์) (ฉัตรครอบพระเจดีย์เอียงไปทางตะวันออกหลังเกิดแผ่นดินไหว)	-	VII	8
23. -/1/2207	16.80° N 96.17° E	ย่างกุ้ง (เมียนมาร์) (หลังแผ่นดินไหวองค์เจดีย์เสียหายอย่างมาก ยอดเจดีย์ยาว 2.5 เมตร หักลงมา)	-	VII	8
24. -/9/2223	25° N 101.50° E	ยูนาน (จีน) (2,700 คนตายเนื่องจากการสั่นสะเทือน)	-	XI	7
25. 7/12/2228	14.35° N 100.51° E	อยุธยา แผ่นดินไหวกลางคืน	-	V	9
26. 7/10/2232	14.35° N 100.51° E	อยุธยา (แผ่นดินไหวกลางคืน)	-	IV	4
27. 6/7/2258	20.23° N 100.08° E	เชียงใหม่ (วัด-เจดีย์ใน 4 ตำบลถูกทำลาย (แผ่นดินไหวต่อเนื่องตลอดเดือน)	-	VIII	10
28. 19/9/2258	18.78° N 99° E	เชียงใหม่ (แผ่นดินไหวใหญ่เกิดซ้ำอีก)	-	VI	10
29. -/6/2258	20.25° N 100.08° E	เชียงใหม่ (จีน) (ตอนเกิดแผ่นดินไหวก่อสร้างทำให้อาคารและเจดีย์ทั้งหมดสี่ตำบลเสียหาย)	-	VII	10
30.-/4/2282	17.30° N 97.75° E	พะโค(เมียนมาร์) วันพฤหัสบดี (แผ่นดินไหวยาวนานทำให้อยอดเจดีย์มูเตาหลายยอดหักลงมา ต่อมาวันศุกร์ที่ 20 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2282 แผ่นดินไหวจนทำให้อยอดฉัตรหลายชั้นและยอดพระเจดีย์มูเตาหักลงมาเหลือเพียงระฆังโบสถ์)	-	IX	8

ตาราง 2.2 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 51 ถึง พ.ศ.2502 ที่มีความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า IV

เวลาที่เกิด (วัน/เดือน/พ.ศ.)	พิกัด ภูมิศาสตร์	บริเวณที่รู้สึก	ขนาด	ความรุนแรง	อ้างอิง
31. -/8/2298	24.70° N 102.20° E	ยูนาน (จีน) (ผู้คนเสียชีวิต 270 คน ทรัพย์สินเสียหายปานกลาง)	-	IX	7
32. -/9/2304	24.40° N 102.50° E	ยูนาน (จีน) (120 คน เสียชีวิต ก่อนหน้านั้น 5 เดือน ประมาณเดือน มีนาคม เกิดแผ่นดินไหวใหญ่รู้สึกได้ทั่วทั้งประเทศ เมียนมาร์)	-	VII	7
33. -/4/2306	22° N 99° E	ตะวันตกเขาอาระกันโยมา (เมียนมาร์) (เกิดการรยคั่วของชายฝั่งยาวมากกว่า 150 กิโลเมตร จนทำ ให้เมืองจัตตะกองเสียหาย)	-	X	7
34. 19/1/2311	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (ไหวอยู่นานถึง 2 ชม.)	-	V	-
35. 2/4/2312	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (ไวน้อยกว่า 21)	-	V	9
36. 12/1/2317	18.78° N 99° E	เชียงใหม่ (แผ่นดินไหว 3 ยามเศษ)	-	V	9
37. 7/6/2332	24.21° N 102.13° E	ยูนาน(จีน) (1,000 คน เสียชีวิต ทรัพย์สินเสียหายพอสมควร)	-	IX	7,24
38. 16/7/2342	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ	-	V	14
39. 7/11/2342	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ	-	V	14
40. -/11/2357	23.70° N 102.50° E	ยูนาน(จีน) (200 คน เสียชีวิต)	-	VII	9
41. -/10/2369	-	เวียงจันทน์ (ลาว) (งานชามปลิวแตกกระจาย พื้นดินแยก กำแพงพัง)	-	VII	23
42. 24/2/2375	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ	-	V	11
43. 22/10/2376	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (ประมาณ 2 ยามกว่า)	-	V	11
44. 24/11/2376	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (ประมาณ 2 ทุ่มกว่า)	-	VI	11
45. 26/4/2378	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ	-	VI	12
46. 26/9/2378	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (น้ำในแม่น้ำกระลอก)	-	V	13

ตาราง 2.2 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 51 ถึง พ.ศ.2502 ที่มีความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า IV

เวลาที่เกิด (วัน/เดือน/พ.ศ.)	พิกัด ภูมิศาสตร์	บริเวณที่รู้สึก	ขนาด	ความรุนแรง	อ้างอิง
47. 16/4/2382	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (ผู้คนตื่นตกใจว่าทุกครั้ง เวลาสามยามกว่า ทั้งคนบนเรือและแพรู้สึกได้ คนตกตื่นใจทั่ว ทำให้แม่น้ำกระลอก มีแผ่นดินแยกที่พม่า หวั่นไหวทั่วแม่น้ำบางปะกงจนถึงฝั่งตะวันตก แต่ฝั่งตะวันออกไม่รู้สึก แผ่นดินไหวอยู่ที่เมืองอะวา (Ava) เมืองสะแกง ไกลแนวรอยเลื่อนสะแกง (ดูหน้า 160 ปรินญา)	-	IV	5
48. 14/10/2384	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (ผู้คนตื่นตกใจ)	-	V	12
49. 6/2/2386	19.50° N 95.50° E	พี(Py) (เมียนมาร์) (แผ่นดินไหวรุนแรงนาน 2 ชั่วโมง (ตั้งแต่ 23.00 ถึง 01.00 น. ของวันใหม่) หลังจากนั้น 8 ม.ค. 2386 เวลา 14.30 น. เกิดแผ่นดินไหวตาม รู้สึกได้ที่ปิ้งและสิงคโปร์ เกิดภูเขาไฟโคลน (mud volcano))	-	VII	17
50. -/1/2391	19.50° N 95.50° E	พี(Py) (เมียนมาร์) (แผ่นดินไหวรุนแรงขนาดเกิดภูเขาไฟโคลน (mud volcano))	-	VII	17
51. 16/2/2403	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (โคมไฟแกว่ง)	-	V	8
52. 24/2/2417	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ	-	V	8
53. 6/2/2429	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (หลังคาลั่น)	-	V	8
54. 22/11/249	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ (บ้านสั่นไปมา)	-	VI	8.15
55. 30/11/2430	13.75° N 100.50° E	กรุงเทพฯ	-	V	8.15
56. 23/5/2455	21° N 97° E	เชียงราย (รู้สึกได้ในตอนเช้าถึงนครศรีธรรมราช กรุงเทพฯ (2-3 นาที) (จุดเกิดที่ตอนกลางของประเทศเมียนมาร์ใกล้เมืองมันทะเลย์)	7.9	II-IV	16,17
57. 5/5/2473	17.3° N 96.5° E	กรุงเทพฯ และ โคราชและทุกภาคยกเว้นภาคใต้ (แผ่นดินไหวกิดที่พะโค)	7.3	V	15,17
58. 23/9/2476	16.44° N 98.28° E	แม่สอด - ดาก (ประมาณติ 2 แผ่นดินไหวนาน 1 นาที)	-	-	21



ตาราง 2.2 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 51 ถึง พ.ศ.2502 ที่มีความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า IV

เวลาที่เกิด (วัน/เดือน/พ.ศ.)	พิกัด ภูมิศาสตร์	บริเวณที่รู้สึก	ขนาด	ความรุนแรง	อ้างอิง
59. 4/12/2473	18.20° N 96.4° E	กรุงเทพฯ (รู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ เวลาประมาณตี 2 ของวันที่ 3 ธ.ค. จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือรู้สึกได้ถึง 3 ครั้ง (23.00, 24.00 และ 01.50 น.) ครั้งแรกและครั้งที่ 2 นาน 1 นาที ส่วนครั้งที่ 3 นาน 3 นาที นอกจากนั้นยังรู้สึกได้ในภาคเหนือ ภาคกลางรวมถึงปราจีนบุรี)	-	IX	
60. 21/3/2502	14.96° N 99.06° E	กาญจนบุรี (แผ่นดินไหว แผ่นดินแตกสั้นจนมีเสียงดัง และมีฟ้าคะนอง)	-	IV	22

#### คำอธิบาย

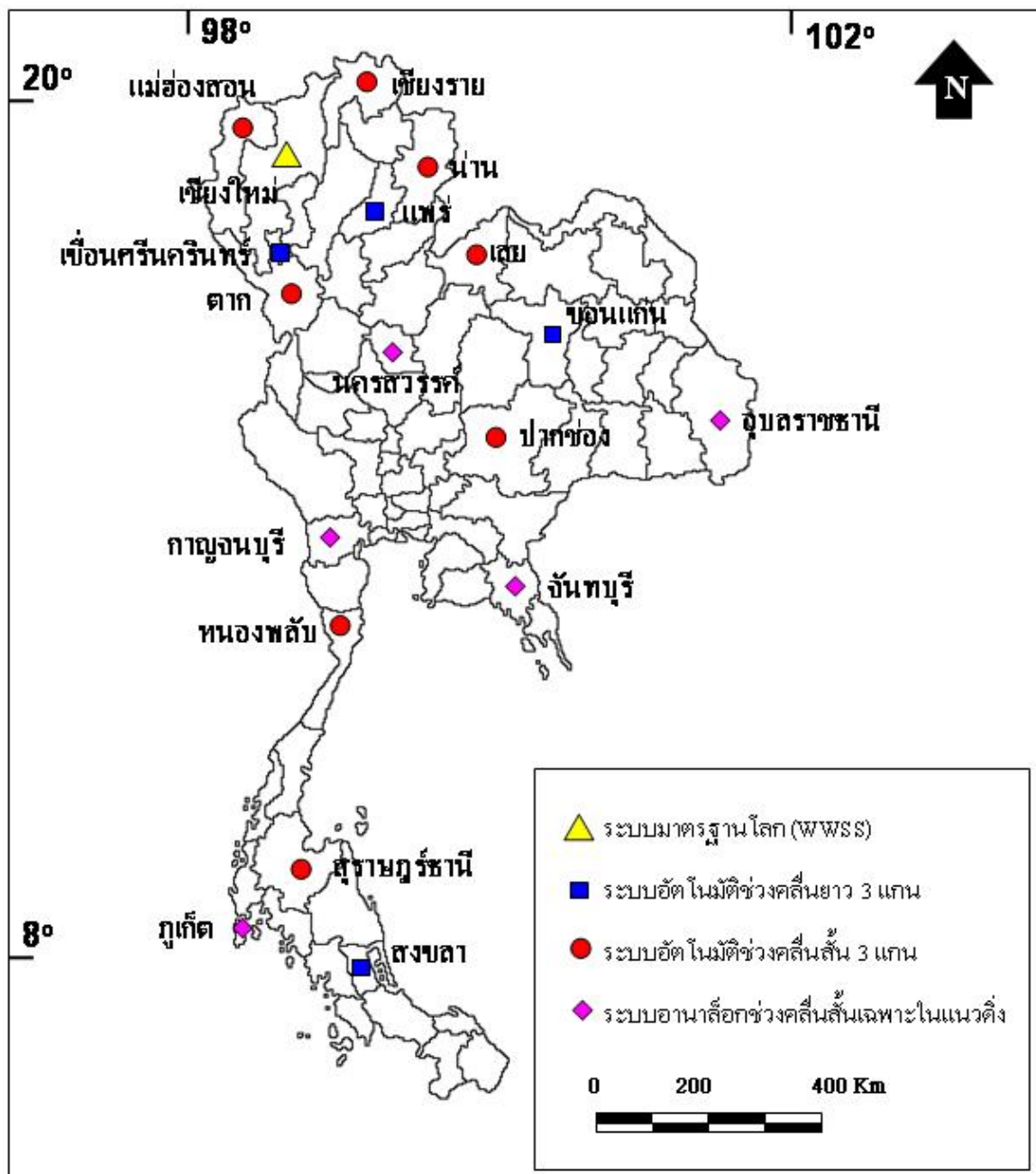
ก	=	เดือนทางจันทรคติ	ข	=	ก่อนพุทธศักราช
*	=	โดยประมาณ	*1	=	เสียหายเล็กน้อย

#### เอกสารอ้างอิง

- Collection of Annals section 6 (1969) (ประชุมพงศาวดาร, ภาค 61, 2509 กรมตำรา)
- Collection of stone inscript (1972) (ประชุมคำแปลศิลาจารึก, พ.ศ. 2515)
- Chotisukharat
- Pan Chantnumas (1964)
- Nutalayas และคณะ (1967)
- Srisavasti (1961)
- พระราชพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ อักษรบดี (2506) องค์การคำคุณุสภา
- Collection of Annual section 1 (1963) (ประชุมพงศาวดาร, ภาค 1, 2506)
- Collection of annual, Royal Autograph Edition, Vol. 2 (1973)
- Praya Prachakich Karachakr (1972) (พระยาประชาภิ)
- Collection of Annals, Section 8, (1964) กรจักร, 2516, พงศาวดาร โยนก, สำนักพิมพ์คลังวิทยา
- Chao Phraya Dhipakaravongs (1969)
- Collection of Annals, National Library Edition (1963)
- Collection of Annals, Section 13-14 (1964)
- Brown (1914)
- Gutenberg & Richter (1954)
- Chhibber (1934)
- Leicester (1933)

19. สุมาลี ประจวบ (2533)
20. หนังสือพิมพ์ประชาราย (20 พ.ศ.2476)
21. หนังสือพิมพ์ประชาราย (28 ก.ย.2476)
22. หนังสือพิมพ์สยามนิกร (25 มี.ค.2502)
23. Chen และคณะ (1979)
24. Ganse & Nelson (1981)

หมายเหตุ ลำดับที่ 58 ถึง 60 ข้อมูลซ้ำกับตาราง 2.3 แต่เป็นคนละการอ้างอิง



รูป 2.18 ตำแหน่งสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในประเทศไทย (ปรับปรุงจาก สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

ตาราง 2.3 รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
1	5 พ.ค. 2473	20:45:58	17.30	96.50	เมียนมาร์	7.3Mb	รู้สึกได้ในภาคเหนือ และภาคกลาง รวมถึง กรุงเทพฯ อยุธยา จันทบุรี พิชณุโลก ราชบุรี นครชัยศรี และปราจีนบุรี	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
2	4 ธ.ค. 2473	1:51:51	18.20	96.40	เมียนมาร์	7.3Mb	รู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือรู้สึก 3 ครั้ง รวมถึงภาคเหนือ ภาคกลาง ปราจีนบุรี	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
3	16 พ.ค. 2476	8:12:28	7.00	96.50	สุมาตราตอนบน	6.5Mb	รู้สึกได้ที่จ.สุราษฎร์ธานี พังงา นาน 30 วินาที และเมื่อเวลา 08.32 น.รู้สึกได้ที่จ.ตรัง	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	1
4	23 ก.ย. 2476	2:00:00	16.44	98.28	อ.แม่สอด จ.ตาก	7.3 Mb	รู้สึกได้ที่อ.แม่สอด จ.ตาก นานประมาณ 1 นาที	ใกล้รอยเลื่อนแม่ปิง	1
5	21 มี.ค. 2502	14:00:00	14.96	99.06	กาญจนบุรี	6.5 Mb	แผ่นดินไหว พายุฟ้าคะนอง มีเสียงดัง แผ่นดินแยกที่กาญจนบุรี	ใกล้รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	1
6	22 ก.ย. 2508	11:24:43	20.75	99.26	เมียนมาร์	5.3Mb	รู้สึกได้ที่จ.สงข.จ.เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำปาง และลำพูน	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
7	14 ก.พ.2510	8:36:04	13.70	96.50	อันดามัน	5.6Mb	รู้สึกได้ถึงกรุงเทพฯ	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
8	12 เม.ย. 2510	11:51:42	5.16	96.31	สุมาตราตอนบน	6.1Mb	รู้สึกได้ที่ จ.สตูล ภูเก็ต สงขลา	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	1
9	28 เม.ย. 2514	22:32:01	22.98	101.02	เมียนมาร์-จีน	5.6Mb	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อน Nam Peng Fault	1
10	17 ก.พ. 2518	10:38:20	17.64	97.90	เมียนมาร์-ไทย	5.6Mb	รู้สึกได้ทั้งภาคเหนือ และภาคกลาง รวมถึงกรุงเทพฯ มีความเสียหายเล็กน้อย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	1
11	13 ก.ย. 2518	6:07:44	20.76	99.14	เมียนมาร์	4.0Mb	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
12	29 ก.ย. 2518	20:42:47	18.30	96.37	เมียนมาร์	5.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.ลำปางนาน 2 วินาที สายไฟฟ้าแกว่ง รู้สึกสั่นไหวที่อาคารกรุงเทพฯระกั้นกัย ชั้น 7	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
13	26 พ.ค. 2521	6:22:29	19.28	99.07	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	4.8Mb	เสียหายเล็กน้อยที่ อ.พร้าว รู้สึกสั่นไหว นานประมาณ 15 วินาที ที่ จ.เชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	1
14	27 พ.ค. 2521	14:05:22	19.51	99.63	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.0MI	สั่นไหวที่อ.พร้าว 3 ครั้ง เวลา 14.05 ,14.16 และ 15.03 น.	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
15	30 พ.ค. 2521	5:26:23	19.24	99.07	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.4MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว จ. เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
16	18 มิ.ย. 2521	23:44:26	19.20	99.20	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	1.6MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว จ. เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
17	21มิ.ย.2521	3:45:00	19.38	99.21	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.1MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว 2 ครั้ง เวลา 03.45 และ04.05 น.	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
18	21มิ.ย.2521	4:05:31	19.38	99.21	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.2MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว 2 ครั้ง เวลา 03.45 และ04.05 น.	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
19	24มิ.ย.2521	2:59:02	20.98	99.53	เมียนมาร์	3.7MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง อ.เชียงแสน และอ.แม่สาย จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	2
20	29มิ.ย.2521	0:42:27	21.00	99.60	เมียนมาร์	3.9MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เชียงแสน อ.แม่สาย จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	2
21	24ก.ค.2521	4:34:37	17.19	99.30	จ.ตาก	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.สามเงา อ.อุ้มผาง และอ.แม่สอด จ.ตาก	ใกล้รอยเลื่อนแม่ปิง	2
22	2ส.ค.2521	14:45:52	20.50	100.70	ลาว	5.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่อ.เชียงของ จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
23	1ก.ย.2521	11:55:17	20.44	100.62	ลาว	4.9Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย นาน 2-3 วินาที	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
24	22ม.ค.2522	14:34:59	20.34	100.75	ลาว	4.5Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
25	26ก.พ.2522	1:53:51	18.00	97.50	เมียนมาร์-ไทย	4.2MI	แผ่นดินไหว	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	2
26	18มี.ค.2522	13:41:00	20.90	102.00	ไทย-ลาว	4.5MI	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อน Nam Peng Fault	2
27	10ก.พ.2522	9:17:52	19.35	99.23	เชียงใหม่	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ. เชียงใหม่ นาน 5 วินาที	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
28	10ก.ย.2522	9:21:01	18.87	99.25	เชียงใหม่	3.6MI	รู้สึกสั่นไหวที่ จ. เชียงใหม่ นาน 2-3 วินาที	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
29	22ธ.ค.2522	14:55:51	18.03	100.10	แพร่	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวทั่วทั้ง จ.แพร่	ใกล้รอยเลื่อนแพร่	2
30	23 ธ.ค.2522	7:55:46	18.12	99.90	แพร่	3.7Mb	รู้สึกสั่นไหวทั่วทั้ง จ.แพร่	ใกล้รอยเลื่อนแพร่	2

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
31	20มิ.ย.2525	20:20:40	18.92	99.18	เชียงใหม่	4.3MI	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง และมีเสียงดังคล้ายฟ้าร้อง	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
32	4เม.ย.2526	9:51:34	5.72	94.87	สุมาตราตอนบน	6.6Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ชั้น 22 ของอาคาร โชคชัย	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	1
33	15เม.ย.2526	16:23:59	14.91	99.09	อ. ศรีสวัสดิ์ จ. กาญจนบุรี	5.5Mb	รู้สึกแผ่นดินไหวชัดเจนในกรุงเทพฯ, กาญจนบุรี, และภาคเหนือ รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	ใกล้รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	1
34	22เม.ย.2526	7:37:37	14.93	99.00	อ. ศรีสวัสดิ์ จ. กาญจนบุรี	5.9Mb	รู้สึกแผ่นดินไหวตลอดภาคกลางและภาคเหนือหลายคนตื่นตระหนก เสียหายเล็กน้อยแก่อาคารใน กทม.	ใกล้รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	1
35	22เม.ย.2526	10:21:41	14.93	99.08	อ. ศรีสวัสดิ์ จ. กาญจนบุรี	5.2Mb	แผ่นดินไหวเกิดภายหลัง ของเหตุการณ์ตอนเช้า	ใกล้รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	1
36	24มิ.ย.2526	14:15:22	21.71	103.28	จีน-เวียตนาม	6.1Mb	รู้สึกสั่นไหวบนอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อน Red River Fault	1
37	18ก.ค.2526	0:48:10	15.21	99.02	กาญจนบุรี	4.7Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี	ใกล้รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	1
38	30ส.ค.2526	5:09:57	14.92	99.15	กาญจนบุรี	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.กาญจนบุรี	ใกล้รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	1
39	24เม.ย.2527	5:29:58	22.04	99.15	เมียนมาร์-จีน	5.9Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อน Nanding Fault	1
40	29พ.ค.2527	11:36:09	3.57	97.14	สุมาตราตอนบน	5.8Mb	รู้สึกได้ที่ชั้น 11 โรงพยาบาลสงขลาครินทร์	ใกล้รอยเลื่อน Battee Fault	1
41	25มิ.ค.2528	18:56:31	14.88	98.69	กาญจนบุรี	3.5MI	รู้สึกได้ที่ เชื้อเขาแหลม อ.ทองผาภูมิ	ใกล้รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	2
42	15ก.ค.2528	17:38:50	19.24	97.31	เมียนมาร์	5.0Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนขอบฉาน	1
43	18ต.ค.2528	15:37:44	18.31	104.79	ลาว	4.7Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.นครพนม สกลนคร	ใกล้รอยเลื่อนท่าแขก	2
44	25ธ.ค.2528	6:04:08	18.41	97.30	เมียนมาร์	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน	ใกล้รอยเลื่อนผาปูน	1
45	18ก.ย.2529	2:57:16	20.16	97.98	เมียนมาร์	4.4Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงใหม่	ใกล้ตองยี	1

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
46	30ม.ค.2530	5:09:03	18.98	98.96	เชียงราย	3.8MI	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	2
47	19ก.พ.2531	1:38:42	18.87	99.17	เชียงใหม่	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	1
48	25ก.ค.2531	4:51:35	19.08	100.05	พะเยา	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนพะเยา	1
49	6ส.ค.2531	7:36:25	25.15	95.13	เมียนมาร์-อินเดีย	6.5Mb	รู้สึกสั่นไหวบนอาคารสูงในกทม.มีผู้เสียชีวิตในพม่า 3 คน	โก๊สรอยเลื่อนสะแกง	1
50	6พ.ย.2531	20:03:19	22.79	99.61	เมียนมาร์-จีน	6.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงราย เชียงใหม่และอาคารสูงในกทม.	โก๊สรอยเลื่อน Nanding Fault	1
51	29พ.ย.2531	6:59:00	15.05	99.80	กาญจนบุรี	4.5MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.ศรีสวัสดิ์ และอ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	โก๊สรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	2
52	1มี.ค.2532	10:25:08	21.73	97.94	เมียนมาร์	5.1MI	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือตอนบน	โก๊สตองยี	2
53	8เม.ย.2532	4:45:19	20.58	100.59	ลาว	4.6MI	รู้สึกสั่นไหวที่จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	1
54	20ส.ค.2532	11:36:59	20.26	99.16	เมียนมาร์-ไทย	4.3Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือตอนบน	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	1
55	20ส.ค.2532	11:42:36	20.27	99.32	เมียนมาร์-ไทย	4.6Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือตอนบน	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	1
56	27ส.ค.2532	22:20:46	20.36	99.81	เมียนมาร์-ไทย	4.5Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือตอนบน	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	1
57	29ก.ย.2532	4:52:17	20.33	98.82	เมียนมาร์-ไทย	5.4Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือตอนบน	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	1
58	1ค.ค.2532	1:19:23	20.24	98.85	เมียนมาร์-ไทย	5.3Mb	รู้สึกสั่นไหวทั่วภาคเหนือตอนบน หลายคนตกใจตื่น เสียหายเล็กน้อยแก่อาคาร ที่จ.เชียงใหม่ และเชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	1
59	23 ค.ค.2532	15:43:00	14.44	99.88	สุพรรณบุรี	3.1 MI	รู้สึกสั่นไหวบริเวณ จ.สุพรรณบุรี	โก๊สรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	2
60	29พ.ย.2532	8:17:00	18.50	98.90	เชียงใหม่	3.5MI	รู้สึกสั่นไหวที่อ.เมือง อ.สันป่าตองและอ.หางดง จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	2
61	15ธ.ค.2532	0:28:00	14.90	99.80	กาญจนบุรี	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่บริเวณอ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	โก๊สรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	2
62	9ม.ค.2533	22:35:49	11.59	95.02	ทะเลอันดามัน	5.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.ระนอง	โก๊สรอยแยกอันดามัน	1
63	19 เม.ย. 2533	12:34:00	14.08	99.86	สุพรรณบุรี	3.1 MI	รู้สึกสั่นไหวบริเวณ จ.สุพรรณบุรี	โก๊สรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	3
64	27 เม.ย. 2533	18:10:00	13.17	100.97	ชลบุรี	3.1 MI	รู้สึกสั่นไหวบริเวณ จ.ชลบุรี	โก๊สรอยเลื่อนแม่ปิง	2

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
65	29พ.ค.2533	18:23:00	14.90	99.80	กาญจนบุรี	4.2MI	รู้สึกสั่นไหวที่บริเวณอ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	ใกล้รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	2
66	14ก.ค.2533	10:51:56	20.53	100.67	เมียนมาร์-ลาว	4.5Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.แม่สาย จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนหลวงพระบาง	2
67	21ก.ค.2533	8:50:00	19.80	100.20	เชียงราย	3.2MI	รู้สึกสั่นไหวที่อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
68	11ก.ย.2533	16:27:00	18.00	99.80	แพร่	3.0MI	รู้สึกสั่นไหวในรัศมี 20 ก.ม.รอบศูนย์กลาง	ใกล้รอยเลื่อนแพร่	2
69	12ต.ค.2533	19:27:00	16.90	101.00	เพชรบูรณ์	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.หล่มสัก อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์	ใกล้รอยเลื่อนหล่มสัก	2
70	23ต.ค.2533	3:38:54	20.38	97.60	เมียนมาร์-ไทย	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
71	3พ.ย.2533	21:15:00	15.30	98.90	กาญจนบุรี	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่บริเวณอ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	ใกล้รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	1
72	15พ.ย.2533	9:34:32	3.91	97.46	สุมาตราตอนบน	6.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.ภูเก็ต จ.สงขลา และบนอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault	1
73	5ม.ค.2534	21:57:12	23.61	95.90	เมียนมาร์	6.2Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือและบนอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
74	24 ม.ค. 2534	10:23:00	14.88	100.98	ลพบุรี	3.2 MI	รู้สึกสั่นไหวบริเวณ จ.ลพบุรี	ใกล้รอยเลื่อนแม่เปิง	2
75	1เม.ย.2534	10:53:05	15.65	95.70	เมียนมาร์	6.5Mb	รู้สึกสั่นไหวได้ทั่วไปบนอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	2
76	12มิ.ย.2534	10:05:21	14.85	96.31	ทะเลอันดามัน	5.0Mb	รู้สึกสั่นไหวได้บนอาคารสูงบางแห่งในกทม.	ใกล้รอยแยกอันดามัน	2
77	13ก.ค.2534	4:57:00	17.30	101.20	เพชรบูรณ์	3.5MI	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เพชรบูรณ์และจ.เลย	ใกล้รอยเลื่อนหล่มสัก	2
78	4ส.ค.2534	19:22:00	18.50	98.50	เชียงใหม่	3.7MI	รู้สึกสั่นไหวที่อ.เมือง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	1
79	5พ.ย.2534	9:11:00	18.80	97.70	แม่ฮ่องสอน	4.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และอ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน	ใกล้รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน	2
80	23เม.ย.2535	21:18:39	22.34	98.85	เมียนมาร์	6.0MI	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย และพะเยา	ใกล้รอยเลื่อน Nanding Fault	1
81	15มิ.ย.2535	9:48:56	23.99	95.89	เมียนมาร์	5.7Mb	รู้สึกสั่นไหวบนอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
82	25ก.ค.2535	2:18:00	15.00	101.00	ลพบุรี	3.3MI	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.ลพบุรี	ใกล้รอยเลื่อนแม่เปิง	2

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
83	28ต.ค.2535	14:02:00	18.30	96.80	เมียนมาร์	6.0MI	รู้สึกสั้นไหวที่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย แม่ฮ่องสอนและอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
84	20ม.ค.2536	9:03:55	3.10	97.70	สุมาตราตอนบน	6.2Mb	รู้สึกสั้นไหวบนอาคารสูงใน อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	1
85	21พ.ย.2536	20:56:00	19.70	97.30	พรมแดนไทย-เมียนมาร์	4.0MI	รู้สึกได้ที่ จ. แม่ฮ่องสอน และจ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนขอบจาน	1
86	17ม.ค.2537	4:37:00	11.80	98.70	ชายฝั่งตอนใต้เมียนมาร์	4.7MI	รู้สึกได้ที่ อ.ปะทิว จ.ชุมพร นาน 15-20 วินาที	ใกล้รอยเลื่อนระนอง	2
87	8พ.ค.2537	2:56:00	18.30	99.20	เชียงใหม่	4.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ จ.ลำปาง จ.ลำพูน	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
88	10พ.ค.2537	1:06:00	19.10	99.60	เชียงใหม่	3.5MI	รู้สึกได้ที่อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
89	29พ.ค.2537	21:12:00	20.90	94.20	เมียนมาร์	6.2MI	รู้สึกได้ที่อาคารสูง อ.เมือง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	1
90	20ส.ค.2537	4:03:00	16.80	97.00	เมียนมาร์	6.0MI	รู้สึกได้ที่บริเวณภาคเหนือ	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	4
91	11ก.ย.2537	3:34:00	19.46	99.60	อ.สรวาย อ.พาน จ.เชียงใหม่	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.สรวาย อ.พาน จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนวังเหนือ	4
92	11ก.ย.2537	8:31:00	19.46	99.60	อ.สรวาย อ.พาน จ.เชียงใหม่	5.1MI	รู้สึกได้ที่ อ.สรวาย อ.พาน จ.เชียงราย มีความเสียหายกับสิ่งก่อสร้างเช่น โรงพยาบาล โรงเรียน วัด ใน อ.พาน จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนวังเหนือ	1
93	16ม.ค.2538	12:43:00	20.20	100.50	อ.เชียงของ จ.เชียงราย	3.1MI	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงของ จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4
94	25ม.ค.2538	11:56:00	21.00	100.60	เมียนมาร์-ลาว	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อน Nam Peng Fault	4
95	24ก.พ.2538	0:11:00	18.90	99.00	สันทราย-สันกำแพง จ.เชียงใหม่	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.สันกำแพง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	4



ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
96	24ก.พ.2538	15:11:00	21.80	99.50	เมียนมาร์	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนขอบฉาน	4
97	25ก.พ.2538	8:50:00	19.70	98.60	อ.หางดง จ. เชียงใหม่	2.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.หางดง และอ.สันป่าดง	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	4
98	17พ.ค.2538	4:48:00	18.00	96.30	เมียนมาร์	6.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ และอ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1
99	30มิ.ย.2538	6:04:00	22.10	99.00	เมียนมาร์	5.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนขอบฉาน	4
100	10ก.ค.2538	3:32:00	22.10	99.00	เมียนมาร์	6.6MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่และอ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนขอบฉาน	4
101	21 ก.ค.2538	4:47:00	22.00	99.20	เมียนมาร์	7.2Mb	รู้สึกได้ที่บริเวณภาคเหนือตอนบนและอาคารสูงในกทม. มีความเสียหายเล็กน้อยต่ออาคารและสิ่งก่อสร้าง	ใกล้รอยเลื่อนขอบฉาน	4
102	7ส.ค.2538	10:27:00	22.00	99.30	เมียนมาร์	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนขอบฉาน	1
103	17ค.ค.2538	3:56:00	19.80	98.80	อ.ป่า จ.แม่ฮ่องสอน	4.3MI	รู้สึกได้ที่ อ.ป่า จ.แม่ฮ่องสอน และอ.เมือง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน	1
104	5พ.ย.2538	6:57:00	19.80	98.80	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	4.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4
105	8พ.ย.2538	14:15:00	1.87	95.08	ทะเลอันดามัน	6.9Mb	เกิดบริเวณชายฝั่งตะวันตกเกาะสุมาตรา รู้สึกได้บนอาคารสูง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	ใกล้ Sunda Subduction Zone	4
106	15พ.ย.2538	1:30:00			อ.เมือง จ.พะเยา	3.0MI	รู้สึกได้ที่อ.เมือง จ.พะเยา ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสถานีตรวจแผ่นดินไหวเชียงใหม่ 110 กม.	ใกล้รอยเลื่อนพะเยา	4
107	9ธ.ค.2538	20:26:00	18.20	99.80	อ.ร้องกวาง จ.แพร่	5.1MI	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ อุดรดิต์ และน่าน เสียหายเล็กน้อยที่ จ.แพร่	ใกล้รอยเลื่อนแพร่	1
108	21ธ.ค.2538	23:30:00	19.70	99.00	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	5.2MI	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา และแม่ฮ่องสอน	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	1
109	5ม.ค.2539	11:14:00	20.80	99.60	เมียนมาร์-จีน	4.2MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	1

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
110	5ม.ค.2539	11:29:00	20.80	99.60	เมียนมาร์-จีน	4.1MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4
111	31มี.ค.2539	3:36:00	18.40	98.50	อ.หางดง-อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่	3.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.หางดง และอ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	4
112	2เม.ย.2539	22:23:00	19.72	99.29	อ.ไชยปราการ จ. เชียงใหม่	3.0MI	รู้สึกได้ที่อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4
113	10เม.ย.2539	5:01:00	20.40	98.50	ลุ่มน้ำสาละวิน เมียนมาร์	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมืองและรอบๆ จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน	4
114	22เม.ย.2539	2:59:00			อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	1
115	15ก.ค.2539	12:28:00	22.00	99.30	เมียนมาร์-จีน	5.0MI	รู้สึกได้ที่ หอบังคับการบิน อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อน Nanding Fault	1
116	9พ.ย.2539	10:40:00	22.00	99.30	เมียนมาร์-จีน	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อน Nanding Fault	4
117	11พ.ย.2539	16:22:00	18.50	95.60	เมียนมาร์	6.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และอ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	4
118	22ธ.ค.2539	0:51:00	20.40	100.10	ไทย-ลาว	5.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และมีความเสียหายเล็กน้อยที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4
119	15ม.ค.2540	8:26:00	18.50	95.60	เมียนมาร์	4.6MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	4
120	2ก.พ.2540	19:35:00	18.40	99.90	อ.สอง จ.แพร่	4.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.สอง จ.แพร่	ใกล้รอยเลื่อนแพร่	4
121	6มิ.ย.2540	18:06:00	20.00	99.00	ไทย-เมียนมาร์	4.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4
122	20ส.ค.2540	14:15:16	4.43	99.61	สุมาตราตอนบน	6.5MI	รู้สึกได้ที่อาคารสูงในจ.สงขลา	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	4
123	21ก.ย.2540	20:19:00	20.80	99.00	เมียนมาร์	4.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.แม่อาว อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	4

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
124	23พ.ค.2541	11:43:00	19.70	98.70	ไทย-เมียนมาร์	4.8MI	รู้สึกได้ที่ จ.แม่ฮ่องสอน จ.เชียงราย จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	4
125	25มิ.ย.2541	19:45:00	17.80	100.60	อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	2.3MI	รู้สึกได้ที่ อ.ท่าปลา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์	โก๊สรอยเลื่อนอุตรดิตถ์	4
126	25มิ.ย.2541	19:45:00	17.80	100.60	อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	2.8MI	รู้สึกได้ที่ อ.ท่าปลา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์	โก๊สรอยเลื่อนอุตรดิตถ์	4
127	26มิ.ย.2541	5:39:00	17.80	100.60	อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.ท่าปลา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์	โก๊สรอยเลื่อนอุตรดิตถ์	4
128	30มิ.ย.2541	20:19:00	19.70	98.70	ไทย-เมียนมาร์	3.1MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	4
129	13ก.ค.2541	9:20:00	19.70	99.10	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	4.1MI	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่และจ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	4
130	13ก.ค.2541	12:56:00	19.60	99.10	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	3.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่และจ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	4
131	17ส.ค.2541	20:41:00	19.30	99.00	อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา	3.9MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา	โก๊สรอยเลื่อนพะเยา	4
132	14พ.ย.2541	3:30:00	18.50	99.10	อ.เมือง จ.ลำพูน	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.ลำพูน และอ.สารภี จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	4
133	31มี.ค.2541	10:19:00	19.40	101.30	ไทย-ลาว	4.8MI	รู้สึกได้ที่ จ.น่าน	โก๊สรอยเลื่อน Nam Peng Fault	4
134	3เม.ย.2542	7:47:00	20.50	99.80	ไทย-เมียนมาร์	3.2MI	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงแสน จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อน Nam Peng Fault	4
135	29มิ.ย.2542	6:38:00	21.00	100.50	เมียนมาร์	5.6MI	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อน Nam Peng Fault	4
136	15ส.ค.2542	23:19:00	18.10	97.00	ตอนใต้ของเมียนมาร์	5.6MI	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนขอบฉาน	4
137	17ส.ค.2542	23:39:00	8.10	98.30	อันดามัน	2.1MI	รู้สึกได้ที่ จ.ภูเก็ต จ.พังงา	โก๊สรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย	1
138	29ส.ค.2542	7:41:00	8.10	98.30	อันดามัน	2.1MI	รู้สึกได้ที่ จ.ภูเก็ต จ.พังงา	โก๊สรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย	2
139	20ม.ค.2543	3:59:00	19.90	100.78	อ.หงสา จ.สยาบุรี ลาว	5.9MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.ท่าวังผา อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน จ.แพร่ จ.พะเยา จ.เชียงราย มีความเสียหายเล็กน้อยที่ จ.น่านและจ.แพร่	โก๊สรอยเลื่อนเชียงแสน	2
140	14เม.ย.2543	18:12:00	18.00	104.60	ลาว-เวียตนาม	4.9MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.สกลนคร	โก๊สรอยเลื่อนท่าแขก	4
141	29พ.ค.2543	2:41:00	18.72	99.32	อ.สันกำแพง	3.8MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.สันกำแพง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	1
142	7ส.ค.2543	18:28:00	18.10	97.50	ไทย-เมียนมาร์	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน	โก๊สรอยเลื่อนขอบฉาน	4

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
143	13ก.ย.2543	3:51:00	18.92	99.63	อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	โก๊สรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน	2
144	4ม.ค.2544	9:05:00	21.40	98.60	จ.เชียงตุง เมียนมาร์	4.6MI	รู้สึกได้ที่อ.เมือง จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนเชียงตุง	2
145	4ม.ค.2544	11:03:00	21.40	98.60	จ.เชียงตุง เมียนมาร์	5.0MI	รู้สึกได้ที่อ.เมือง จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนเชียงตุง	2
146	22ก.พ.2544	5:03:00	14.97	98.59	เขื่อนวชิราลงกรณ	4.3MI	รู้สึกได้ที่ อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	โก๊สรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	2
147	2ก.ค.2544	23:55:00	17.87	97.79	ไทย-เมียนมาร์	4.6MI	ศูนย์กลางอยู่ที่โก๊สบริเวณ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอนและมีความรู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ปิง	2
148	11พ.ย.2544	18:38:00	19.29	99.76	จ.เชียงราย	3.7MI	รู้สึกได้ที่ อ.พาน จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	2
149	25เม.ย.2545	18:49:00	18.70	99.10	อ.สารภี จ. เชียงใหม่	2.2MI	รู้สึกได้ที่ อ.สารภี จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	2
150	27เม.ย.2545	3:32:00	18.80	99.20	อ.สารภี อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่	3.2MI	รู้สึกได้ที่ อ.สันกำแพง อ.สารภี และอ.เมือง จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	2
151	8พ.ค.2545	20:05:00	19.50	99.60	อ.แม่สรวย จ. เชียงใหม่	2.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.แม่สรวย อ.เมือง จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนวังเหนือ	2
152	19พ.ค.2545	14:31:00	18.70	99.10	อ.สารภี จ. เชียงใหม่	2.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.สารภี จ.เชียงใหม่	โก๊สรอยเลื่อนแม่ทา	2
153	2ก.ค.2545	10:54:00	20.20	100.10	อ.เชียงแสน จ. เชียงราย	4.7MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.เชียงแสน จ.เชียงราย อ.เมือง จ.พะเยา อ.เมือง จ.น่าน	โก๊สรอยเลื่อนแม่จัน	2
154	18ก.ค.2545	16:50:00	20.10	97.50	เมียนมาร์	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนดองยี	2
155	19ก.ค.2545	12:39:00	20.10	97.50	เมียนมาร์	4.6MI	รู้สึกได้ที่อ.เมือง จ.เชียงราย	โก๊สรอยเลื่อนดองยี	2
156	19ส.ค.2545	4:07:00	17.11	98.01	ไทย-เมียนมาร์	4.8MI	รู้สึกได้ที่ อ.แม่สลด จ.ตาก	โก๊สรอยเลื่อนแม่ปิง	2
157	2พ.ย.2545	8:26:00	3.02	96.18	ตอนใต้ของเกาะสุมาตรา	7.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	โก๊สรอยเลื่อน West Andaman Fault	2

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
158	18ธ.ค.2545	20:47:00	19.34	99.10	อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	4.3MI	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
159	22ม.ค.2546	10:00:00	5.90	95.60	สุมาตรา	7.0MI	รู้สึกได้บนอาคารสูงนับสิบแห่งในหลายพื้นที่ของกทม. และหลายจังหวัดในภาคใต้	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	2
160	26ก.พ.2546	5:19:00	20.02	99.97	อ.เชียงแสน จ.เชียงราย	3.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงแสน จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนเชียงแสน	2
161	23ส.ค.2546	15:57:00	19.00	99.20	อ.คอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	2.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.คอยสะเก็ด อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
162	14 ก.ย.2546	3:42:00	4.64	97.59	ตอนเหนือของเกาะสุมาตรา	5.0MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.ภูเก็ต	ใกล้รอยเลื่อน Sumatra Fault System	2
163	18ก.ย.2546	18:04:00	20.50	100.90	พรมแดนลาว-เมียนมาร์	5.5MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนหลวงพระบาง	2
164	22ก.ย.2546	1:16:00	19.40	96.20	เมียนมาร์	6.7MI	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ จ.แม่ฮ่องสอน ลำพูน เชียงราย และอาคารสูงในกทม.	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	2
165	3 ก.พ. 2547	0:58:00			อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	1.9MI	รู้สึกสัมผัสที่ อ.สันทราย จ. คอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2
166	27 มี.ค. 2547	11:05:00	19.43	99.46	อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	3.4MI	รู้สึกสัมผัสที่ อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
167	6 เม.ย. 2547	11:49:00	19.79	99.75	อ.เมือง จ.เชียงราย	3.1MI	รู้สึกสัมผัสที่ อ.เมือง จ.เชียงราย	ใกล้รอยเลื่อนแม่จัน	2
168	30 พ.ค. 2547	23:53:00	18.9	99	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	2.0 MI	รู้สึกสัมผัสที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	ใกล้รอยเลื่อนแม่ทา	2

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
169	26 ธ.ค. 2547	7:58:00	3.4	95.7	เกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย	9.3MW	รู้สึกสั่นไหวได้เกือบทุกจังหวัดในภาคใต้ ภาคกลางและ บางส่วนของภาคเหนือ รวมถึงอาคารสูงหลายแห่งใน กรุงเทพมหานคร แผ่นดินไหวครั้งนี้ทำให้เกิดคลื่นสึนามิ บริเวณฝั่งทะเลอันดามัน ตั้งแต่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ สตูล และตรัง มีผู้เสียชีวิตกว่า 5,000 คนและสูญหายกว่า 3,000 คน	ใกล้แนวมุดตัวของแผ่นดิน อินเดียลงไปใต้แผ่นพม่า ทาง ตอนกลางฝั่งตะวันตกของเกาะ สุมาตรา	1
170	26 ธ.ค. 2547	8:30:00	20.76	98.04	ประเทศเมียนมาร์	6.4	รู้สึกสั่นสะเทือนในหลายจังหวัดของภาคเหนือ ได้แก่จังหวัด ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย ในเบื้องต้นยังไม่ได้รับรายงาน ความเสียหาย	ใกล้รอยเลื่อนเชียงตุง	1
171	27 ธ.ค. 2547	16:39:00	6.09	94.6	ทะเลอันดามัน	6.6MI	รู้สึกสั่นสะเทือนได้ที่จังหวัดภูเก็ต	ใกล้รอยเลื่อน West Andaman Fault	2
172	30 ธ.ค. 2547	8:07:00	-	-	ประเทศเมียนมาร์	5.4 MI	รู้สึกได้บนอาคารสูงใน อ.เมือง จ.เชียงใหม่		2
173	8 ก.พ. 2548	14:21:00	20.01	95.7	ประเทศเมียนมาร์	5.3MI		ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	2
174	9 ก.พ. 2548	20:28:00	-	-	เกาะสุมาตรา ตอนบน	5.8Mb	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.ภูเก็ต		2
175	16 ก.พ. 2548	15:19:00	8.73	93.23	หมู่เกาะนิโคบาร์ มหาสมุทรอินเดีย	5.8Mb	รู้สึกได้บนอาคารสูงในจังหวัดภูเก็ต	ใกล้รอยเลื่อน Eastern Margin Fault	2
176	28 มี.ค. 2548	23:10:00	2	97	ตะวันตกเฉียงเหนือ ของเกาะสุมาตรา	8.7 MW	แผ่นดินไหวใกล้เกาะ NIAS ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของเกาะสุ มาตรา มีผู้เสียชีวิตประมาณ 2000 คน รู้สึกสั่นสะเทือนถึง จังหวัดภูเก็ต สงขลา และผู้อาศัยอยู่บนอาคารสูงใน กรุงเทพมหานคร	ใกล้รอยเลื่อน Battee Fault	1

ตาราง 2.3 (ต่อ) รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาดตั้งแต่ 3 ริกเตอร์ขึ้นไป (พฤษภาคม พ.ศ.2473 ถึง เมษายน พ.ศ. 2548) (คัดแปลงจาก <http://www.earthquake.tmd.go.th/>)

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด	ศูนย์กลางแผ่นดินไหว	ขนาด	รายละเอียดแผ่นดินไหว	ลักษณะทางธรณีวิทยา	แหล่งที่มา
177	28 เม.ย. 2548	21:07:00	2.24	95.85	ชายฝั่งด้านตะวันตกของหมู่เกาะสุมาตรา	6.1 MW	ไม่มีรายงานความเสียหาย	ใกล้แนวมุดตัวของแผ่นดินอินเดียลงไปใต้แผ่นพม่า ทางตอนกลางฝั่งตะวันตกของเกาะสุมาตรา	1
178	30 เม.ย. 2548	11:06:00	2.9	96.5	ตะวันตกเฉียงเหนือของ เกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย	5.4 MW	ไม่มีรายงานความเสียหาย	ใกล้แนวมุดตัวของแผ่นดินอินเดียลงไปใต้แผ่นพม่า ทางตอนกลางฝั่งตะวันตกของเกาะสุมาตรา	1
179	30 เม.ย. 2548	20:17:00	16.1	96.75	อ่าวมะตะบัน ประเทศเมียนมาร์	4.9 MW	ไม่มีอันตรายต่อประเทศไทย เบื้องต้นไม่มีรายงานความเสียหาย	ใกล้รอยเลื่อนสะแกง	1

#### เอกสารอ้างอิง

1. USGS (กรมสำรวจธรณีวิทยา, อเมริกา)
2. กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย
3. ISC (International Seismological Council)
4. CHTO

ตาราง 2.4 จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1988	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	145	471	153	465	119	412	92	279	92	351	87	267
แผ่นดินไหวระยะใกล้	37	73	42	70	37	59	17	30	25	41	36	57

1988	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	124	418	153	532	171	651	122	415	235	660	116	441
แผ่นดินไหวระยะใกล้	28	63	57	112	39	98	15	36	104	179	65	142

1989	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	173	557	162	592	138	431	124	445	153	603	116	374
แผ่นดินไหวระยะใกล้	46	94	72	38	196	307	63	137	78	198	46	85



ตาราง 2.4 (ต่อ) จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1989	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	116	385	156	543	164	501	191	538	167	529	175	569
แผ่นดินไหวระยะใกล้	67	142	99	190	298	517	276	439	48	73	38	78

1990	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	164	567	181	508	143	468	202	655	140	544	148	482
แผ่นดินไหวระยะใกล้	46	97	39	63	41	62	45	75	27	49	39	55

1990	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	204	763	124	449	102	371	93	333	127	412	154	557
แผ่นดินไหวระยะใกล้	30	78	35	52	42	74	42	69	73	120	87	133

ตาราง 2.4 (ต่อ) จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1991	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	114	424	114	452	132	497	97	349	115	344	120	414
แผ่นดินไหวระยะใกล้	60	153	26	58	39	106	34	63	32	43	29	55

1991	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	117	348	107	363	91	300	111	346	81	296	112	361
แผ่นดินไหวระยะใกล้	43	61	46	70	95	160	40	87	26	37	37	60

1992	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	100	298	96	371	99	355	93	355	160	534	126	405
แผ่นดินไหวระยะใกล้	60	103	12	35	84	104	96	151	87	168	60	96

ตาราง 2.4 (ต่อ) จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1992	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	124	443	121	469	171	580	100	352	110	392	123	467
แผ่นดินไหวระยะใกล้	48	72	32	79	39	48	33	49	15	37	18	45

1993	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	97	351	100	341	107	451	94	309	105	376	93	337
แผ่นดินไหวระยะใกล้	17	40	21	45	16	39	43	59	57	72	47	68

1993	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	85	312	113	406	138	524	148	521	118	359	135	477
แผ่นดินไหวระยะใกล้	15	33	19	51	26	57	66	97	64	111	62	88

ตาราง 2.4 (ต่อ) จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1994	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	155	467	324	477	136	403	157	475	130	397	158	628
แผ่นดินไหวระยะใกล้	58	121	89	82	38	77	27	71	30	102	37	86

1994	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	-	-	94	296	113	338	217	707	110	332	117	370
แผ่นดินไหวระยะใกล้	-	-	12	61	59	104	49	141	27	72	20	48

1995	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	122	355	96	272	141	372	116	439	156	502	102	273
แผ่นดินไหวระยะใกล้	25	43	21	37	31	40	29	51	37	86	101	149

ตาราง 2.4 (ต่อ) จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1995	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	52	130	-	-	-	-	-	-	-	-	174	463
แผ่นดินไหวระยะใกล้	167	176	-	-	-	-	-	-	-	-	129	225

1996	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	141	496	154	484	113	388	82	291	74	275	92	356
แผ่นดินไหวระยะใกล้	50	108	70	186	40	126	29	58	36	100	17	131

1996	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	60	230	131	402	232	791	190	607	190	675	215	772
แผ่นดินไหวระยะใกล้	19	58	67	137	113	228	132	253	61	148	90	211

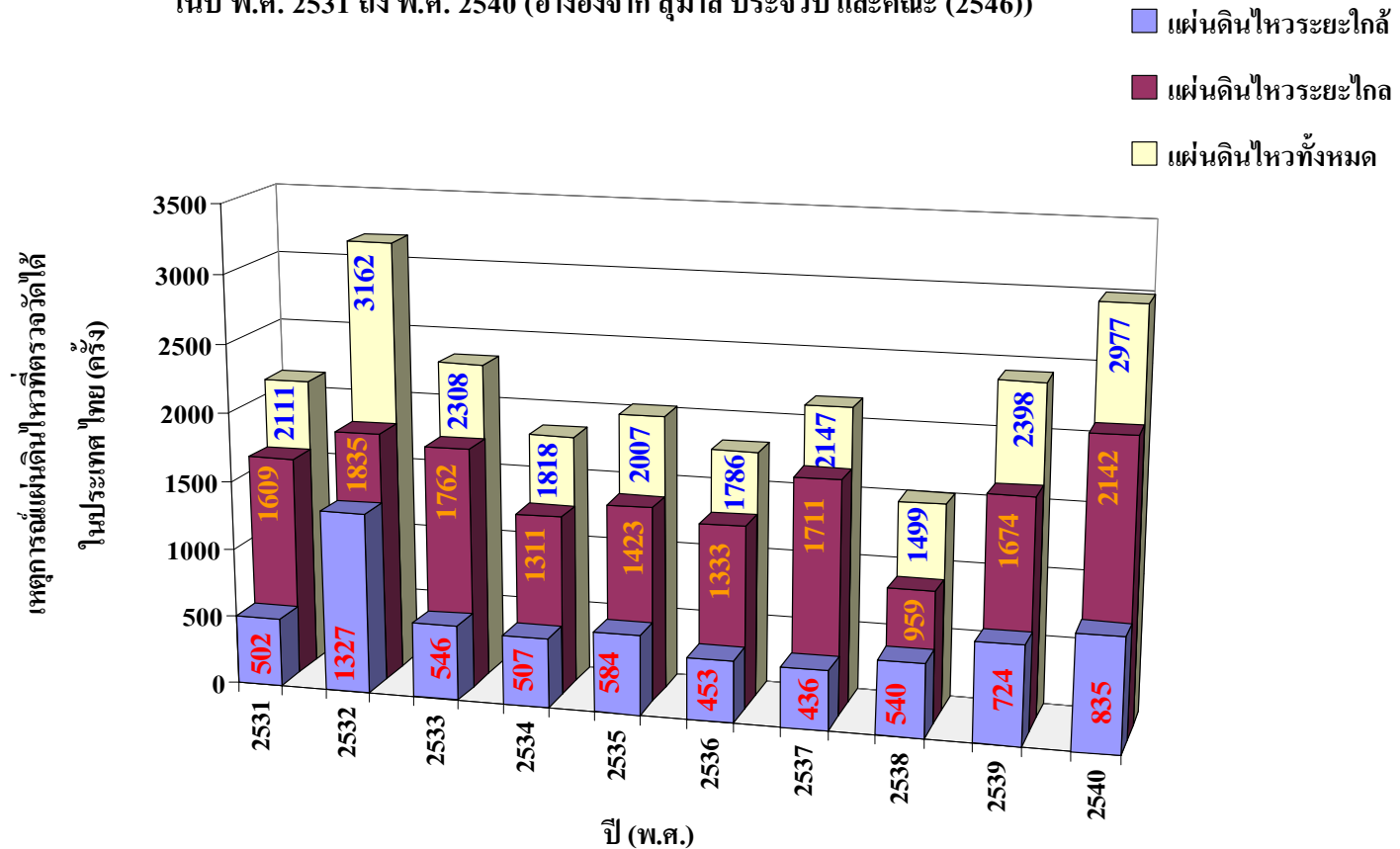
ตาราง 2.4 (ต่อ) จำนวนและเหตุการณ์ของแผ่นดินไหวใกล้และแผ่นดินไหวไกลในแต่ละเดือน กับจำนวนสถานีที่สามารถตรวจวัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ (สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

1997	เดือน ม.ค.		เดือน ก.พ.		เดือน มี.ค.		เดือน เม.ย.		เดือน พ.ค.		เดือน มิ.ย.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	117	602	160	504	278	971	142	411	137	443	143	487
แผ่นดินไหวระยะใกล้	98	218	99	92	90	209	80	108	81	149	58	107

1997	เดือน ก.ค.		เดือน ส.ค.		เดือน ก.ย.		เดือน ต.ค.		เดือน พ.ย.		เดือน ธ.ค.	
	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด	เหตุการณ์ (ครั้ง)	จำนวน สถานี ตรวจวัด
แผ่นดินไหวระยะไกล	158	534	116	396	145	475	229	636	222	648	295	965
แผ่นดินไหวระยะใกล้	42	87	33	76	75	131	52	156	58	163	69	220

แผนภูมิแสดงจำนวนเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2540 (อ้างอิงจาก สุมาลี ประจวบ และคณะ (2546))



รูป 2.19 สรุปจำนวนเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2540 (ข้อมูลจาก สุมาลี ประจวบ และคณะ, 2546)

ผลการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลจากเครื่องบันทึกแผ่นดินไหวทำให้ทราบว่าบริเวณประเทศไทยและพื้นที่ใกล้เคียงนั้นมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นและมีความเป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นอีกในอนาคต จากข้อมูลดังกล่าวพอสรุปได้ว่าบริเวณภาคตะวันตกและภาคเหนือของประเทศไทยมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นหลายครั้งทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ แต่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกและภาคใต้กลับพบว่าไม่มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก อย่างไรก็ตามข้อมูลจากเครื่องบันทึกเป็นข้อมูลที่ช่วยเสริมว่าไม่มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นในบริเวณนั้นในหลายบริเวณ ปรากฏให้เห็นเป็นแนวๆ แต่ไม่ได้หมายความว่าบริเวณอื่นซึ่งไม่เคยเกิดมีแผ่นดินไหวเลย จะไม่ใช่บริเวณที่เป็นจุดหรือแนวที่เกิดแผ่นดินไหวได้(ในอนาคต)

ดังนั้นนับตั้งแต่ที่เราเริ่มมีเครื่องบันทึกแผ่นดินไหวซึ่งทำโดยชาวจีน (รูป 2.20) ทำให้ทราบว่าโลกที่เราอาศัยอยู่นี้ไม่สงบนิ่ง และมีการเคลื่อนไหว(dynamic) อยู่ทุกขณะ การหมุนรอบตัวเองและรอบดวงอาทิตย์ก็เป็นเครื่องยืนยัน (โดยไม่ต้องทดลอง) ได้ประการหนึ่งว่าโลกเราไม่ได้อยู่นิ่งเฉย (statics) เครื่องบันทึกแผ่นดินไหวที่มีอยู่หลายรูปแบบ (รูป 2.21) ทำให้เราทราบว่าในวันหนึ่ง ๆ โลกเรามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นนับเป็นร้อยเป็นพันๆครั้ง เพียงแต่ว่ามีขนาดไม่ใหญ่พอที่จะทำให้เกิดความเสียหายได้และหลายครั้งก็มีกำเนิดอยู่ใต้พื้นท้องทะเล

เนื่องจากแผ่นดินไหวบางครั้งก็มีขนาดเล็กทำความเสียหายน้อย บ้างก็มีขนาดใหญ่ทำความเสียหายมาก จึงมีการแบ่งแผ่นดินไหวตามขนาดความรุนแรงและความเสียหายที่เรียกมาตราเมอร์คัลลีแปลง(คูตาราง 2.2) ซึ่งเป็นมาตราส่วนของแผ่นดินไหวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยดัดแปลงมาจากการศึกษาของMercalli (ค.ศ.1890-1901) ขณะนั้นเครื่องมือบันทึกความสั่นสะเทือนมีไม่มากนัก จึงแบ่งมาตราส่วนออกตามขนาดความรุนแรงที่พบเห็นและสังเกตได้ 12 ชั้น อย่างไรก็ตามข้อมูลจากเครื่องบันทึกแผ่นดินไหว สามารถบอกเราได้ อย่างแม่นยำว่าแผ่นดินไหวเกิดอยู่ตรงจุดใดแนบนเปลือกโลก มีขนาดกำลังแรงขนาดใด (เมื่อเทียบกับแรงจากลูกกระเบิด) โดยดูจากความสูงของเส้นกราฟที่ขีดออกไปจากแนวปกติบนกระดาษบันทึก (seismogram) ซึ่งโดยทั่วไปคำนวณเทียบกับผลที่ได้จากจุดกำเนิดที่อยู่ห่างจากเครื่องบันทึกไป 100 กิโลเมตร จึงเกิดการแบ่งแผ่นดินไหวอีกแบบโดยอาศัยพลังงานที่ปลดปล่อยออกเรียกมาตราริกเตอร์ (คูตาราง 2.3)

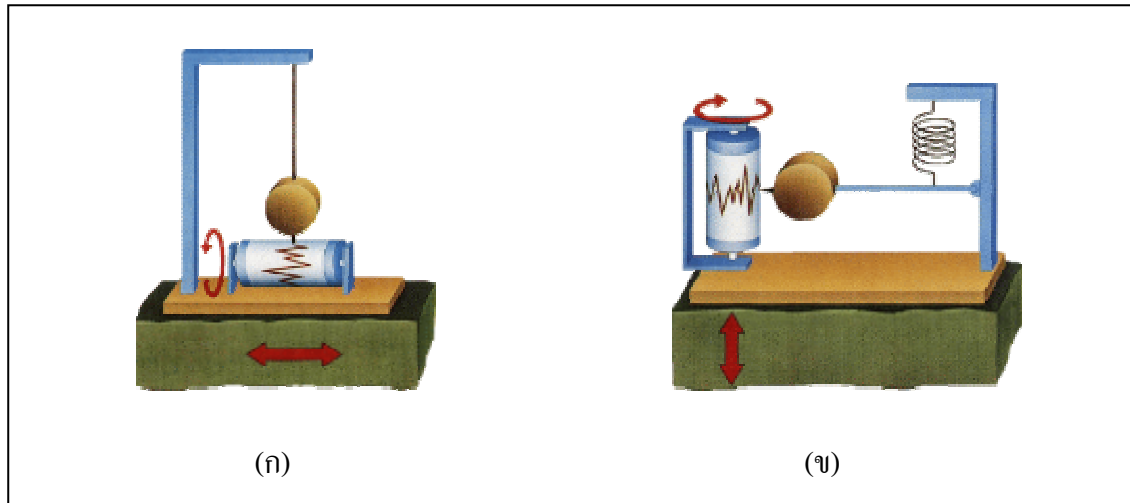
เนื่องจากจุดที่เกิดแผ่นดินไหวไม่ใช่ว่าจะอยู่ที่ผิวดินหรืออยู่ใก้กลางโลก แต่จะเกิด ณ ระดับลึกต่าง ๆ กัน ด้วยเหตุนี้นักแผ่นดินไหววิทยา(seismologist) จึงแบ่งแผ่นดินไหวออกเป็น 3 ชนิด (รูป 2.22) ตามระดับความลึกคือระดับตื้น (ลึกน้อยกว่า 70 กิโลเมตร) ระดับปานกลาง (70-400กิโลเมตร) และระดับลึกมาก (มากกว่า 400 กิโลเมตร) เมื่อเกิดแผ่นดินไหวพลังงานจะถูกปลดปล่อยออกมาทุกทิศทาง (รูป 2.23) จากจุดกำเนิดเป็นคลื่น 2 ชนิด คลื่นชนิดแรกเป็นคลื่นอัดขยายวิ่งมาถึงเครื่องบันทึกก่อน เราเรียกคลื่นปฐมภูมิ (primary wave หรือเรียกย่อ ๆ ว่า p-wave มีความเร็วประมาณ 6 กิโลเมตร/วินาที) และคลื่นชนิดที่สองเป็นคลื่นเค้นเรียกว่าคลื่นทุติยภูมิเพราะเคลื่อนที่ช้ากว่า (secondary wave หรือ s-wave มีความเร็ว 3.5 กิโลเมตรต่อวินาที) ส่วนคลื่นที่มาถึงเครื่องบันทึกช้าที่สุดคือคลื่นพื้นผิว (surface wave) ซึ่งกลายสภาพมา



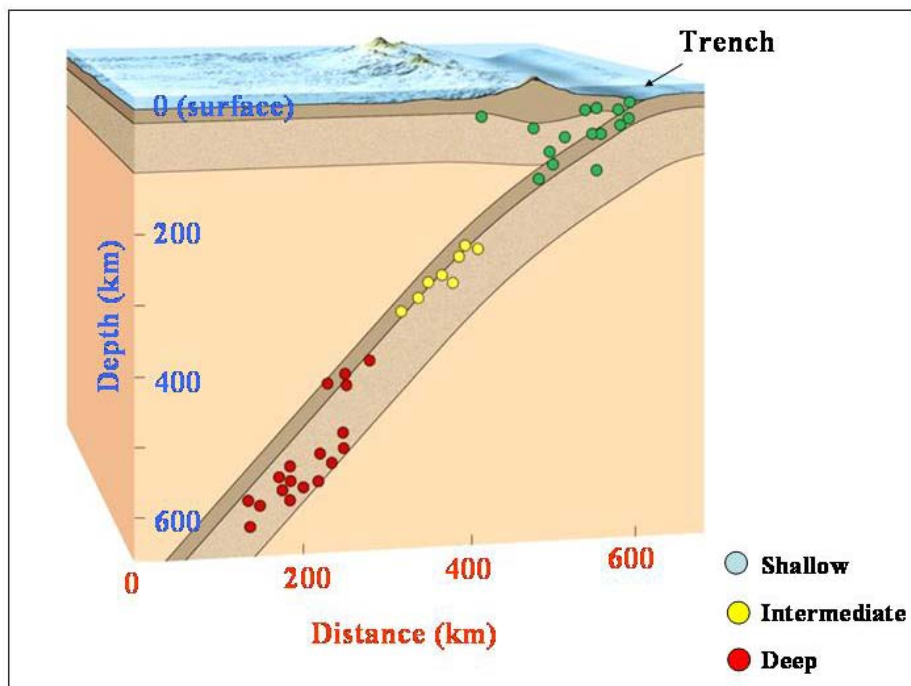
จากคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ (รูป 2.24) ซึ่งทั้งคู่เรียกรวมกันว่า คลื่นในตัวกลาง โดยที่คลื่นพื้นผิวมีพลังกำลังแรงกว่าคลื่นในตัวกลาง (body wave) เพราะยืดหยุ่นได้มากจึงบิดตัวได้ หมุนได้ หดและขยายตัวได้มาก แผ่นดินไหวรุนแรงเป็นผลมาจากคลื่นพื้นผิวพวกนี้ หลายคนเปรียบคลื่นพื้นผิวเหมือนคลื่นที่ออกมาจากการตีระฆัง ตีแรงมาก ระฆังก็ดังกังวานออกมาเป็นคลื่นมาก



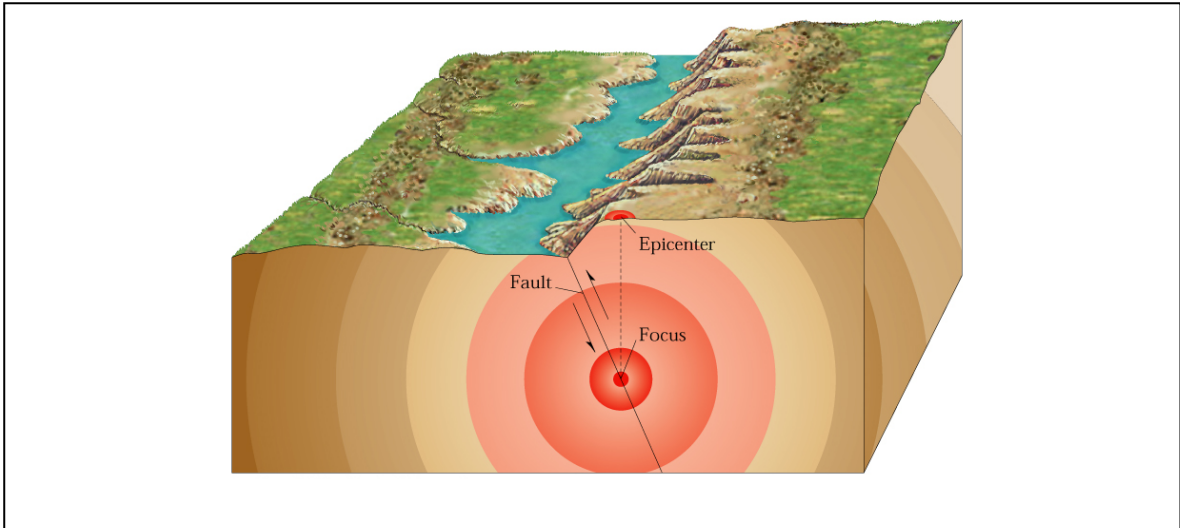
รูป 2.20 เครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวของจีน ถ้าเกิดคลื่นแผ่นดินไหวมาจากทางทิศใด จะทำให้ที่ฐานมังกรด้านนั้นเกิดการสั่นและมังกรคาบแก้วก็จะปล่อยน้ำซึ่งอยู่ในท่อภายในไหลลงมายังปากกบซึ่งก็แสดงว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นในทิศทางนั้น (ซ้ายบน) ค.ศ. 136 ฉางเฮง(Zhang Heng) นักแผ่นดินไหวของจีนผู้คิดค้นเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวเครื่องแรกของโลก



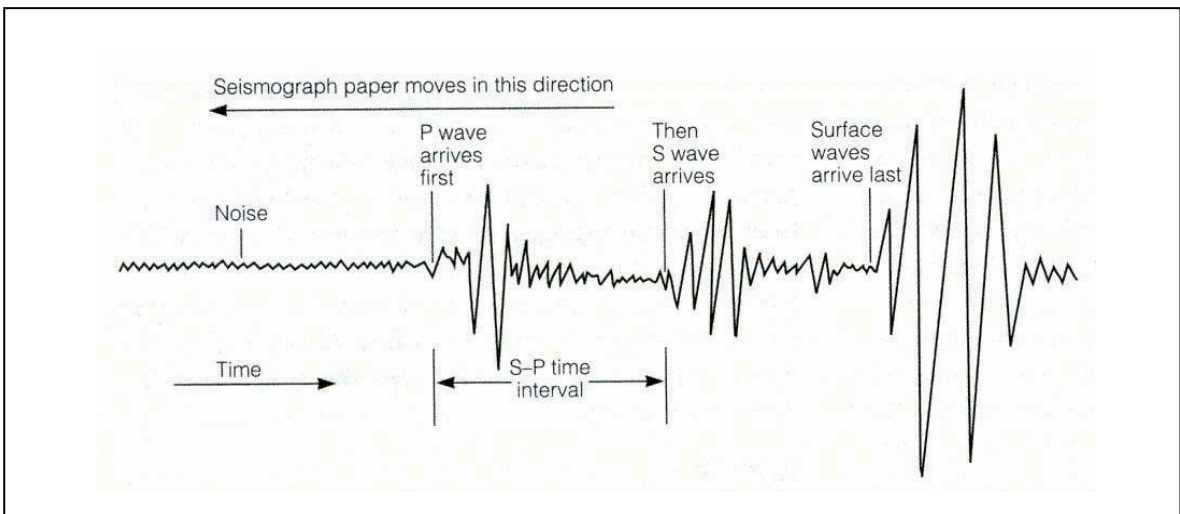
รูป 2.21 หลักการทำงานของเครื่องบันทึกคลื่นแผ่นดินไหวอย่างง่าย (ก)เครื่องบันทึกคลื่นแผ่นดินไหวของแผ่นดินไหวในแนวราบ เมื่อเกิดแผ่นดินไหว ปากกาที่ติดกับคัมถ่วงน้ำหนักจะถูกลากไปบนแผ่นกระดาษ เนื่องจากความเฉื่อย (หลักการทำงานคล้ายลูกตุ้มนาฬิกา) และ(ข) เครื่องบันทึกคลื่นแผ่นดินไหวในแนวตั้ง คัมถ่วงน้ำหนักที่ติดกับปากกาแขวนไว้บนสปริงเมื่อเกิดแผ่นดินไหวปากกาก็จะบันทึกข้อมูลทันที



รูป 2.22 การกระจายตัวของจุดเกิดแผ่นดินไหวใต้ผิวโลก แสดงตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหวตาม ความลึก โดยการประยุกต์ทฤษฎีการแปรสัณฐาน (tectonic theory) ทำให้แบ่งแผ่นดินไหวออกเป็น (1) แผ่นดินไหวระดับตื้น (shallow, ไม่เกิน 100 กิโลเมตร) (2) แผ่นดินไหวระดับลึกปานกลาง (intermediate, 200-300 กิโลเมตร) และ (3) แผ่นดินไหวระดับลึก (deep, > 300 กิโลเมตร)



รูป 2.23 จุดเกิดแผ่นดินไหว (earthquake focus) หรือ hypocenter และตำแหน่งเหนือจุดเกิดแผ่นดินไหว (epicenter) เมื่อรอยเลื่อนเกิดการเคลื่อนที่ตามระนาบรอยเลื่อน ผลทำให้คลื่นแผ่นดินไหวภายใน (body waves) เคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทางและเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ถึงผิวโลกจะเปลี่ยนไปเป็นคลื่นแผ่นดินไหวพื้นผิว (surface wave)



รูป 2.24 คลื่นแผ่นดินไหวชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดการเลื่อนตัวของแผ่นดิน ประกอบด้วย คลื่นปฐมภูมิ (primary หรือ P wave) ซึ่งเคลื่อนที่มาถึงเครื่องมือวัดก่อนคลื่นทุติยภูมิ (secondary หรือ S wave)

อาจกล่าวได้ว่าการเกิดแผ่นดินไหวทั้งหมดทุกรูปแบบนี้ สามารถตรวจจับได้ด้วยเครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน (seismograph) ได้ทั้งหมด หนังสือทางธรณีวิทยาเบื้องต้นหลายเล่ม (เช่น Press & Servier, 1982, ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2540) ได้รายงานว่ามีแต่แผ่นดินเพียงหนึ่งก้าวไกล ๆ เครื่องบันทึกแผ่นดินไหวแบบใช้แสงที่เรียกว่า optical seismograph ก็ยังสามารถตรวจจับการไหวสะเทือนได้ ในปัจจุบันเครื่องมือบันทึกแผ่นดินไหวได้พัฒนาไปมาก มีการรายงานว่าถ้าหากให้ตำแหน่งระหว่างนคร

นิวยอร์กและนครลอนดอนเคลื่อนไปจากเดิม 1 เซนติเมตร เครื่องมือดังกล่าวนี้ก็สามารถตรวจจับได้อย่างง่ายดาย เพราะสิ่งใดก็ตามที่มีการเคลื่อนที่สัมผัสกับอีกสิ่งหนึ่งย่อมก่อให้เกิดคลื่นสั้นสะท้อนซึ่งสามารถตรวจจับได้ทั้งนั้น

### 2.2.3 แผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดคลื่นสึนามิในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

จากการศึกษาในเวลาต่อมา นักวิจัยพบว่า ปรากฏการณ์แผ่นดินไหวนั้นอาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดสึนามิหรืออาจไม่มีความสัมพันธ์กับคลื่นสึนามิก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างที่ประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหว หรือทิศทางการเคลื่อนตัวของแนวรอยเลื่อนในแผ่นดินไหวนั้นๆ เป็นต้น แต่เหตุการณ์สึนามิครั้งใหญ่ๆ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์นั้นล้วนมีสาเหตุสำคัญมาจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงแผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดคลื่นสึนามิในอดีต เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางการวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยในการเกิดสึนามิต่อไปในอนาคต สำหรับข้อมูลโดยละเอียดเกี่ยวกับแผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดสึนามิในภูมิภาคแถบนี้ในทางประวัติศาสตร์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2517 ที่มีการจดบันทึกไว้จนถึงเหตุการณ์วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ได้แสดงไว้ข้างล่าง ดังนี้

(1) เมื่อ พ.ศ. 217 หรือ 326 ปีก่อนคริสต์ศักราช เกิดแผ่นดินไหวใกล้สามเหลี่ยมปากแม่น้ำสินธุ ประเทศอินเดีย ส่งผลให้เกิดสึนามิ เข้าโจมตีกองเรือรบของกษัตริย์อเล็กซานเดอร์มหาราช ขณะเดินทางกลับประเทศกรีก (Lietzin, 1974)

(2) เมื่อ พ.ศ. 2067 (ค.ศ.1524) เกิดสึนามิใกล้เมืองดาพอล รัฐมหาราชต์ ประเทศอินเดีย

(3) ในปี พ.ศ. 2112 จากการศึกษาของ มจ. ชาตรีเฉลิม ยุคล ในเอกสารไม่ตีพิมพ์เรื่อง “ตามรอยสมเด็จพระนเรศวรมหาราช” ได้กล่าวที่เมืองหงสาวดีว่า ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ขึ้น ในปี พ.ศ. 2112 โดย นายซีซาร์ เฟเดरिक (Cesare Fedrici) พ่อค้าชาวเวนิส (ประเทศอิตาลี) ซึ่งตอนนั้นคงจอดเรือเทียบท่าแถวเมืองหงสาวดี ได้เข้ามาค้าขายในเมืองหงสาวดี ได้บันทึกว่า ในการเดินทางครั้งนี้ได้เกิดปรากฏการณ์มาคาโรโอ (Macareo) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มหัศจรรย์ที่สุดในโลก กล่าวคือ มีการขึ้นลงของน้ำอย่างมหาศาลภายในระยะเวลาอันสั้นๆ กับเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่รุนแรง โดยในช่วงแรกเกิดมีคลื่นสามคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาชายฝั่งทะเล ซึ่งคลื่นลูกแรกจะพัดกลับหัวเรือจากหัวเรือไปทางท้ายเรือ คลื่นลูกที่ 2 ไม่รุนแรงเท่าคลื่นลูกแรก และคลื่นลูกที่สามทำให้สมอเรือหลุด ซึ่ง มจ. ชาตรีเฉลิม ยุคล ได้สันนิษฐานว่าในอดีตได้เคยเกิดสึนามิขึ้น แต่ในช่วงเวลาที่บันทึกภายใต้ชื่อ “มาคาโรโอ”

(4) เมื่อ พ.ศ. 2305 (ค.ศ.1762) เกิดแผ่นดินไหวที่ชายฝั่งทะเลอารากัน สหภาพพม่า ส่งผลให้เกิดสึนามิ ทำความเสียหายกับบริเวณชายฝั่งทะเลในอ่าวเบงกอล

(5) เมื่อ วันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2306 (ค.ศ. 1762) ได้เกิดแผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดคลื่นยักษ์สึนามิเมื่อเวลา 17.00 น. จากรายงานของ Oldham (1883) ทำให้เราได้ทราบว่าแผ่นดินไหวรู้สึกไปทั่วอ่าวเบงกอล และแถบรัฐอะระกันที่เมืองกัลกัตตะ ทำให้แท่งค้ำน้ำกระบอกไปมาทางทิศเหนือ-ใต้นาน 1 นาทีที่เมือง กิรอตต (Ghirottty) 25 กิโลเมตรเหนือเมืองกัลกัตตะ ทำให้แม่น้ำสูงจากระดับเดิมถึง 180 เซนติเมตร ส่วน

ที่เมือง เคดคา เมืองหลวงของบังคลาเทศ ความแรงของคลื่นพัดพาเอาเรือหลายร้อยลำสูญหาย และผู้คนล้มตายเป็นจำนวนมากที่เมืองจิตตะกอง แรงสั่นสะเทือนเหมือนกับเสียงระเบิด น้ำพุ่งขึ้นเป็นวงและเกิดทรายกระโดด (sand boil หรือ liquifaction) ภูเขาไฟ 2 ลูก ของลีตาคุนตา (Seeta Kunda) ส่งเสียงคำราม เกาะนี้อยู่ใกล้เมืองนาฮา (Nahar Charcak) และจมใต้น้ำหลังจากเกิดการระเบิด เกิดแผ่นดินไหวตามต่อเนื่องจนถึงวันที่ 19 ผลของแผ่นดินไหวทำให้เกิดการยกตัวของแผ่นดินแถบชายฝั่งอะระกัน เป็นแนวยาวกว่า 180 กิโลเมตร และการยกตัวทำให้แนวหอยนางรมสูงจากระดับน้ำทะเลเดิม 12 เมตร

(6) เมื่อ พ.ศ. 2340 (ค.ศ.1797) เกิดแผ่นดินไหวในทะเลทางทิศตะวันตกของตอนกลางเกาะสุมาตรา ด้วยขนาด 8.4 ริกเตอร์ ทำให้เกิดสึนามิ เข้าชายฝั่งเมืองปาดัง ประเทศอินโดนีเซีย มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 300 คน

(7) พ.ศ. 2376 (ค.ศ.1833) เกิดแผ่นดินไหวขนาด 8.7 ริกเตอร์ นอกชายฝั่งตะวันตกด้านทิศใต้ของเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ส่งผลให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่ทำความเสียหายให้แก่บริเวณดังกล่าว และมีผู้เสียชีวิตมากมาย ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับที่เกิดแผ่นดินไหวที่เมืองเกียวพิว เมืองในรัฐอะระกันทางตะวันตกสุดของประเทศพม่า

(8) เมื่อ พ.ศ. 2386 (ค.ศ.1843) ที่เกาะสุมาตราเกิดคลื่นขนาดใหญ่เคลื่อนตัวเข้าสู่หมู่เกาะ Nias มีรายงานการสูญเสียชีวิตจำนวนมาก ในปีเดียวกัน เมื่อ วันที่ 6 มกราคม เวลาเที่ยงคืนกว่า (0 นาฬิกา 3 นาที ตามเวลาท้องถิ่น) สึนามิเข้าปะทะสิงคโปร์และปีนัง ต่อมาเมื่อวันที่ 8 มกราคม เวลา 14 นาฬิกา 3 นาที เกิดแผ่นดินไหวรู้สึกได้ที่สิงคโปร์และปีนังอีก กล่าวกันว่าแรงสั่นสะเทือนมากจนรู้สึกได้ที่เกาะปีนังและตะวันออกไปตะวันตกที่สิงคโปร์ ซึ่งคณะผู้วิจัยตีความจากรายงานของ Oldham (1883) ว่าน่าจะเป็นแผ่นดินไหวตามมากกว่า ต่อมาตามรายงานของ Chhibber (11934) ก็เกิดแผ่นดินไหวอีกในเดือนกุมภาพันธ์ของวันที่ 6 เวลาประมาณ 5 ทุ่ม (23.00 น.) ครั้งนี้เป็นบริเวณ เมืองเกียวพิว (Kyaukpyu) ซึ่งเป็นเมืองติดอ่าวใกล้กับเมืองอาชัย (Akyab) ตรงอ่าวหลักของรัฐอะระกัน ทางตะวันตกสุดของประเทศพม่าจนทำให้การระเบิดของภูเขาไฟโคลนรามริ (Ramri) ประมาณเวลา ตี 1 ในบริเวณใกล้เมืองเกียวพิวนั่นเอง Oldham (1883) ยังได้รายงานที่เกาะปีนัง ว่า รู้สึกมีคลื่น (น่าจะเป็นสึนามิ) เข้ากระทบฝั่งมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือมายังทิศตะวันออกเฉียงใต้กินเวลาประมาณ 5-6 วินาที คณะผู้วิจัยคาดว่าน่าจะเป็นแผ่นดินไหวที่เมืองนาวิส แล้วทำให้เกิดสึนามิจนมาถึงเกาะปีนังและน่าจะเข้ามาถึงตรังและสตูล (โดยเฉพาะตามเกาะของทั้งสองจังหวัดนั้น)

(9) เมื่อ พ.ศ. 2424 (ค.ศ.1881) เกิดแผ่นดินไหวขนาด 7.9 ริกเตอร์ ที่หมู่เกาะอันดามัน ส่งผลให้เกิดสึนามิมีกคลื่นสูง 1 เมตร เข้ากระทบชายฝั่งด้านตะวันออกของคาบสมุทรอินเดีย

(10) เมื่อ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2424 (ค.ศ. 1881) เกิดแผ่นดินไหว และสึนามิ โดยต้นกำเนิดของคลื่นอยู่ที่อ่าวเบงกอล ทางตะวันตกของหมู่เกาะนิโคบาร์ ก่อให้เกิดสึนามิเคลื่อนที่เข้าหาอินเดีย 9 พื้นที่ และศรีลังกา 2 พื้นที่

(11) เมื่อ 27 สิงหาคม 2426 (ค.ศ.1883) เวลาเช้าตรู่ภูเขาไฟกรากะตัว ในประเทศอินโดนีเซียเกิดระเบิดต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง เป็นผลให้ปากปล่องภูเขาไฟทะลายนทะเลส่งผลให้เกิดสึนามิต่วมมหาสมุทรอินเดีย ที่เกาะชวา และเกาะสุมาตราที่มีความสูงของคลื่นสึนามิ 15 - 42 เมตร ทำให้มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 36,000 คน

(12) อีกเหตุการณ์ที่รุนแรงคือเหตุการณ์เมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2450 (ค.ศ. 1907) มีต้นกำเนิดของสึนามิอยู่บริเวณทางตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ก่อให้เกิดสึนามิเคลื่อนที่เข้าไปใน 7 พื้นที่ของอินโดนีเซีย

(13) เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2484 (ค.ศ.1941) เกิดแผ่นดินไหวขนาด 7.7 ถึง 8.1 ริกเตอร์ ที่ทางตะวันตกระหว่างหมู่เกาะนิโคบาร์-อันดามัน แรงสั่นสะเทือนรับรู้ได้ถึงแนวชายฝั่งของประเทศอินเดีย และศรีลังกา ทำให้เกิดสึนามิตามมา มีการบันทึกว่ามีความสูงของคลื่น 1 เมตร และเชื่อว่ามีผู้เสียชีวิตในครั้งนี้อย่างน้อยกว่า 5,000 คน จากบทความของ Gause and Nelson (1981) และ Krishnan (1953) ทำให้ทราบว่าแผ่นดินไหวได้คร่าชีวิตชาวอินเดีย 7-8 คน โดยส่วนใหญ่ทำให้ตึกและบ้านเรือนพังทลาย นอกจากนั้นแผ่นดินไหวยังทำให้เมืองโคลัมโบ, มัทราส, กัลกัตตา และบอมเบย์ (มุมไบหรือ Mumbai) เกิดผนังและกำแพงและกำแพงร้าว บ้านเรือนและตึกถล่ม ถนน สะพาน เขื่อนพังทะลายหมด เกิดรอยแยกตามพื้นดิน (ธรณีสูบ) ทำลายพื้นที่ฝั่งตะวันตกของเกาะบาระตัง (Baratang) ประมาณ 56 กิโลเมตร ทางเหนือของเมือง Port Blair ดันไม้ซึ่งมีรอบวง 17 เซนติเมตร ถูกถอนรากถอนโคน และหลายต้นทำมุมเอียงเทไปประมาณ 3 องศา ไปในทิศทางเดียวกันและยังพบว่าเกิดแผ่นดินไหวตาม (after shock) มากมายจนถึงปลายเดือนสิงหาคม

(14) เมื่อ 27 พฤศจิกายน 2488 (ค.ศ.1945) เกิดแผ่นดินไหวขนาด 8.9 ริกเตอร์ มีศูนย์กลางบริเวณชายฝั่งทะเลเมืองมิกราน ทางทิศใต้ประมาณ 100 กิโลเมตร ของเมืองหลวง ประเทศปาปัวนิวกินี เป็นผลให้เกิดสึนามิทำความเสียหายให้แก่ชายฝั่งทะเลด้านทิศตะวันตกของประเทศอินเดีย

และเหตุการณ์รุนแรงครั้งล่าสุดคือเหตุการณ์เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) ก่อให้เกิดสึนามิในหลายประเทศรอบมหาสมุทรอินเดีย รวมถึงพื้นที่บางส่วนของทวีปแอฟริกาใต้

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดสึนามิรอบมหาสมุทรอินเดียจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov) และแสดงในตาราง 2.5 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2293 (ค.ศ. 1750) ถึงวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 บริเวณรอบมหาสมุทรอินเดียได้เกิดปรากฏการณ์แผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดสึนามิมากถึง 30 ครั้ง พื้นที่ต้นกำเนิดของสึนามิส่วนใหญ่จะเกิดตามแนวร่องทะเลลึกอันดามัน-นิโคบาร์ ตั้งแต่แถบหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ของประเทศอินเดีย มาจนถึงแนวเกาะสุมาตราของประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเมื่อสึนามิมีต้นกำเนิดอยู่ในมหาสมุทรอินเดียแล้ว สึนามิสามารถเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปได้ทุกทิศทุกทางทั้งทางตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย คือประเทศพม่า ไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย หรือทางทิศตะวันตกคือประเทศอินเดียและศรีลังกา จนกว่าจะถึงชายฝั่งแล้วพัฒนาตัวเองเป็นคลื่นขนาดยักษ์

จากข้อมูลสรุปได้ว่า ในบริเวณภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พื้นที่ที่มีความสำคัญในแง่ของการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิมาโดยตลอด คือบริเวณมหาสมุทรอินเดีย เนื่องจากพื้นมหาสมุทรอินเดียเป็นรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกที่มีการชนกันเกิดเป็นแนวร่องทะเลลึกเริ่มจากเมียนมาร์ ผ่านหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ ไปจนถึงแนวประเทศอินโดนีเซีย ดังนั้นหากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวด้วยความรุนแรงในบริเวณดังกล่าว จึงต้องเฝ้าระวังเพราะเหตุการณ์แผ่นดินไหวนั้นๆ อาจก่อให้เกิดสึนามิได้

### 2.3 การศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหว

ในส่วนนี้เป็นการรวบรวมผลงานที่มีผู้เคยทำมาก่อน (literature review) โดยในการศึกษานี้ได้จัดแบ่งแนวทางการศึกษาแผ่นดินไหวของภูมิภาคนี้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ประเภทแรกคือพวกที่เกิดขึ้นในทะเลและมหาสมุทร (marine earthquake) และประเภทที่ 2 คือ พวกที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน (on-land earthquake) ซึ่งจากลักษณะการเกิดแผ่นดินไหวบนบกนั้น ในส่วนที่แล้วหลายท่านได้สรุปว่า ส่วนใหญ่เกิดจากรอยเลื่อนมีพลัง (active faults) ส่วนแผ่นดินไหวในทะเล มีผู้ศึกษาไว้ไม่แพร่หลายและข้อมูลที่รวบรวมได้ก็กระจัดกระจายไม่เป็นระบบเหมือนประเภทที่ศึกษาบนบก อย่างไรก็ตามในบทนี้ได้จำแนกเป็น 3 ส่วนใหญ่ คือ (1) ผลงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินไหวบริเวณกว้าง (regional earthquake studies) (2) ผลงานที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อนมีพลัง (active fault studies) (3) ผลงานที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวในทะเล (marine earthquake studies)

#### 2.3.1 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินไหวบริเวณกว้าง

Nutalaya และคณะ (1985) โดยได้กำหนดแหล่งกำเนิดคลื่นแผ่นดินไหว (seismogenic source zones) ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งรวมถึงประเทศไทย-พม่าและอินโดจีน โดยแบ่งได้ 12 เขต (รูป 2.25) ในส่วนของประเทศไทยนั้นอยู่ใน Zone F (Tenassarim Range) และ Zone G (Northern Thailand) ซึ่ง Zone F นั้นประกอบไปด้วยรอยเลื่อนที่อยู่สภาพพม่าคือรอยเลื่อนตองยี มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ รอยเลื่อนพานหลวง มีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนในประเทศไทยประกอบด้วย 3 กลุ่มรอยเลื่อนคือ รอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ทั้งหมดนี้มีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีลักษณะการเคลื่อนตัวทางขวา (right-lateral movement) ส่วน Zone G ครอบคลุมกลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา รอยเลื่อนเถิน และรอยเลื่อนแพร์ สำหรับรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์นั้น Nutalaya และคณะ ได้กล่าวถึงไว้ว่าเป็นรอยเลื่อนที่เป็นตัวควบคุมแม่น้ำแควใหญ่ มีการบ่งชี้ว่ามีการเคลื่อนที่แบบขวาเข้า การเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนนี้อาจเป็นไปได้ว่ามีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนสะแกงของพม่าซึ่งมีการเคลื่อนที่ในมหาสมุทรอินโดจีนตอนปลายด้วย

ตาราง 2.5 แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (ตัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.		Tsunami Location	Lat.	Long.
1	1750	MYANMAR	BURMA COAST	18.5	93.4				
2	29/4/1816	MALAYSIA	PENANG ISLAND,MALACCA PENIN.	5.383	100.25	MALAYSIA	PINANG ISLAND	5.383	100.25
3	9/1837	INDONESIA	BANDA ATJEH, INDONESIA	5.5	96	SINGAPORE	SINGAPORE	1.283	103.85
4	5/1/1843	INDONESIA	SW. SUMATRA	1.5	98	INDONESIA	KAMPONG DE MERO, SUMATRA	1.267	97.567
						INDONESIA	BARUS, SUMATRA	2.033	98.333
						INDONESIA	PULAU NIAS ISLAND, SUMATRA	1.083	97.555
5	31/10/1847	INDIA	LITTLE NICOBAR ISLAND	7.333	93.667	INDIA	KONDUL ISLAND	7.217	93.7
6	11/11/1852	INDONESIA	SIBOLGA, SUMATRA	1.7	98.8	INDONESIA	NIAS ISLAND, SUMATRA		
7	9/3/1861			0.3	99.37	INDONESIA	SIMUK ISLAND, SUMATRA		
						INDONESIA	BABANIREG IS., SUMATRA		
						INDONESIA	SIMUK I., BATU IS., SUMATRA	0.5	99
						INDONESIA	SIMUK I., SUMATRA		
8	26/4/1861	INDONESIA	SW. SUMATRA	1	97.5	INDONESIA	SINKIL-BARU, SUMATRA		
9	19/8/1868	INDIA	ANDAMAN ISLANDS	11.67	92.73	INDIA	PORT BLAIR, ANDAMAN ISLANDS	11.667	92.733
10	31/12/1881	INDIAN OCEAN	BAY OF BENGAL:CAR NICOBAR IS.	9	92	INDIA	PORT BLAIR, ANDAMAN ISLANDS	11.6	92.75
						INDIA	FALSE POINT	10.767	79.833
						INDIA	NAGAPPATTINAM (NAGAPATAM)	10.77	79.83
						INDIA	CAR NICOBAR IS.,NICOBAR ISLANDS	9.167	92.783
						INDIA	VISAKHAPATNAM	17.7	83.3
						INDIA	PAUMBEN	9.29	79.21
						INDIA	CHENNAI (MADRAS)	13.083	80.3



ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.		Tsunami Location	Lat.	Long.
						INDIA	DUBLAT	21.633	88.133
						INDIA	DIAMOND HARBOR	22.2	88.2
						SRI LANKA	TRINCOMALEE	8.567	81.217
						SRI LANKA	BATTICALOA	7.717	81.7
11	29/7/1885	INDONESIA	AJERBANGIS, SUMATRA	0.2	99.383				
12	14/12/1885	INDONESIA	BANDA ATJEH	5.5	96				
13	31/1/1886	INDONESIA	KOETA RADJA (ATJEH)						
14	1886	INDIAN OCEAN	BAY OF BENGAL						
15	16/8/1889	INDONESIA	JAVA-S. JAVA, INDONESIA						
16	4/1/1907	INDONESIA	SW. SUMATRA	2	94.5	INDONESIA	BANDA ACEH COAST (ATJEH),SUMATRA	5.5	95.3
						INDONESIA	SIMEULUE ISLAND	2.86	95.59
						INDONESIA	PADANG, SUMATRA	-1	100.35
						INDONESIA	GUNUNGSITOLI, SUMATRA	1.267	97.567
						INDONESIA	NATAL, SUMATRA	0.533	99.117
						INDONESIA	BARUS, SUMATRA	2.033	98.333
						INDONESIA	MEULABOH	4.167	96.15
17	8/7/1922	INDONESIA	LHOKNGA, ACEH	5.467	95.233				
18	31/5/1935	INDIA	INDIA						
19	28/12/1935	INDONESIA	SW. SUMATRA	0.001	98.25				
20	23/8/1936	MALAYSIA	MALAY PENINSULA	6	95				
21	26/6/1941	INDIA	ANDAMAN SEA, E. COAST INDIA	12.5	92.5	INDIA	ANDAMAN SEA		

ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.		Tsunami Location	Lat.	Long.
						INDIA	EAST COAST OF INDIA		
22	2/6/1948	MALAYSIA	MALAY PENINSULA	5.5	94				
23	9/5/1949	MALAYSIA	MALAY PENINSULA	5	95				
24	17/5/1955	MALAYSIA	MALAY PENINSULA	6.5	94				
25	2/4/1964	INDONESIA	OFF NORTHWEST COAST OF INDO.	5.9	95.7				
26	12/4/1967	MALAYSIA	MALAY PENINSULA	5.5	97.3	INDONESIA	TINAMBUNG, CELEBES, SULAWESI	-3.46	119.05
						INDONESIA	MOUTH OF TINAMBUNG RIVER	-3.52	119.02
						INDONESIA	SIGLI, SUMATRA	5.39	95.91
27	31/12/1981	INDIAN OCEAN	BAY OF BENGAL						
28	24/2/1982	INDONESIA	JAVA TRENCH, INDONESIA	4.37	97.7				
29	13/9/2002	INDIA	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	13.04	93.07				
30	26/12/2004	INDONESIA	OFF WEST COAST OF SUMATRA	3.316	95.855	ANTARCTICA	EAST ONGUL ISLAND	-69.01	39.57
						AUSTRALIA	COCOS ISLAND (KEELING)	-12.12	96.883
						AUSTRALIA	HILLARYS	-31.82	115.73
						AUSTRALIA	PORTLAND	-38.33	141.6
						AUSTRALIA	ESPERANCE	-33.87	121.9
						AUSTRALIA	ROSSLYN BAY	-23.17	150.78
						AUSTRALIA	PORT KEMBLA	-34.48	150.92
						AUSTRALIA	SPRING BAY	-42.55	147.93

ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.		Tsunami Location	Lat.	Long.
						CANADA	TOFINO	49.15	-125.9
						CANADA	VICTORIA, BRITISH COLUMBIA	46.217	-63.48
						CANADA	BELLA BELLA	52.117	-128.1
						CANADA	PORT HARDY	50.683	-127.5
						CANADA	BAMFIELD	48.833	-125.2
						CANADA	HALIFAX, NOVA SCOTIA	44.667	-63.58
						CANADA	WINTER HARBOR	50.64	-128.1
						CHILE	IQUIQUE	-20.2	-70.17
						CHILE	PUERTO WILLIAMS	-54.93	-67.63
						CHILE	PUNTA CORONA	-41.78	-73.87
						CHILE	CORRAL	-39.92	-73.5
						CHILE	TALCAHUANO	-36.72	-73.12
						CHILE	SAN ANTONIO	-27.92	-70.05
						CHILE	ARICA	-18.5	-70.33
						CHILE	ANTOFAGASTA	-23.67	-70.38
						CHILE	CALDERA	-27.08	-70.8
						CHILE	VALPARAISO	-33.03	-71.62
						CHILE	COQUIMBO	-29.95	-71.42
						ECUADOR	BALTRA, GALAPAGOS ISLANDS	-0.433	-90.28
						EL SALVADOR	ACAJUTLA	13.583	-89.83
						FIJI	SUVA	-18.13	178.43
						FIJI	KINGS WARF, SUVA	-18.13	178.42
						FRENCH POLY.	NUKU HIVA, MARQUESAS ISLANDS	-8.933	-140.1

ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.	Tsunami Location		Lat.	Long.
						INDIA	CAR NICOBAR IS.,NICOBAR ISLANDS	9.167	92.783
						INDIA	GREAT NICOBAR IS., NICOBAR ISLANDS	7	93.833
						INDIA	KARWAR, KARNATAKA	14.833	74.15
						INDIA	MAMALLAPURAM, TAMIL NADU	12.617	80.217
						INDIA	RAMESWARAM, TAMIL NADU	9.3	79.317
						INDIA	MANGALORE, KARNATAKA	12.9	74.85
						INDIA	KAVALI,ANDHRA PRADESH,KARNATAKA	14.95	80.05
						INDIA	NELLORE, ANDHRA PRADESH	14.483	80
						INDIA	PORT BLAIR, ANDAMAN ISLANDS	11.67	92.75
						INDIA	CHENNAI	13.083	80.3
						INDIA	ERNAKULAM, KERLE	10	76.267
						INDONESIA	LHOKSEMAWE	5.15	97.15
						INDONESIA	BANDA ACEH, SUMATRA	5.537	95.291
						INDONESIA	BANDA ACEH, SUMATRA	5.559	95.284
						INDONESIA	SIGLI, BANDA ACEH IS, SUMATRA	5.385	95.966
						INDONESIA	SIGLI, BANDA ACEH IS, SUMATRA	5.384	95.968
						INDONESIA	BANDA ACEH, SUMATRA	5.596	95.526
						INDONESIA	BANDA ACEH, SUMATRA	5.595	95.527
						INDONESIA	BANDA ACEH EAST COAST, SUMATRA	5.567	95.34
						INDONESIA	BANDA ACEH EAST COAST, SUMATRA	5.584	95.352
						INDONESIA	BANDA ACEH WEST COAST, SUMATRA	5.458	95.582
						INDONESIA	BANDA ACEH WEST COAST, SUMATRA	5.443	95.242
						INDONESIA	BANDA ACEH WEST COAST, SUMATRA	5.443	95.24

ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.	Tsunami Location		Lat.	Long.
						INDONESIA	MEULABOH	4.167	96.15
						INDONESIA	BANDA ACEH	5.5	95.333
						INDONESIA	SIGLI	5.35	95.933
						KENYA	LAMU	-2.283	40.9
						KENYA	MALINDI	-3.233	40.083
						MALAYSIA	SUNGAI PETANI	5.567	100.48
						MALAYSIA	PINANG ISLAND	5.383	100.25
						MALAYSIA	KEDAH	6.1	100.3
						MALDIVES	GAN	-0.68	73.15
						MALDIVES	GAN	-0.683	73.15
						MALDIVES	MALE	4	73.467
						MALDIVES	HANIMAADHOO	6.767	73.167
						MEXICO	MANZANILLO	19.05	-104.3
						MEXICO	CABO SAN LUCAS	22.883	-109.9
						MOZAMBIQUE	MOZAMBIQUE	-15.05	40.75
						MYANMAR	IRRAWADDY DELTA	16.5	95
						MYANMAR	MERGUI	12.433	98.567
						NEW CALEDON.	NOUMEA	-22.27	166.43
						NEW ZEALAND	JACKSON BAY	-43.98	168.62
						NEW ZEALAND	DOG ISLAND	-46.65	168.41
						NEW ZEALAND	GREEN ISLAND	-45.96	170.39
						NEW ZEALAND	CHARLESTON	-41.91	171.43
						NEW ZEALAND	LITTLE KAITERITERI	-41.05	173.03

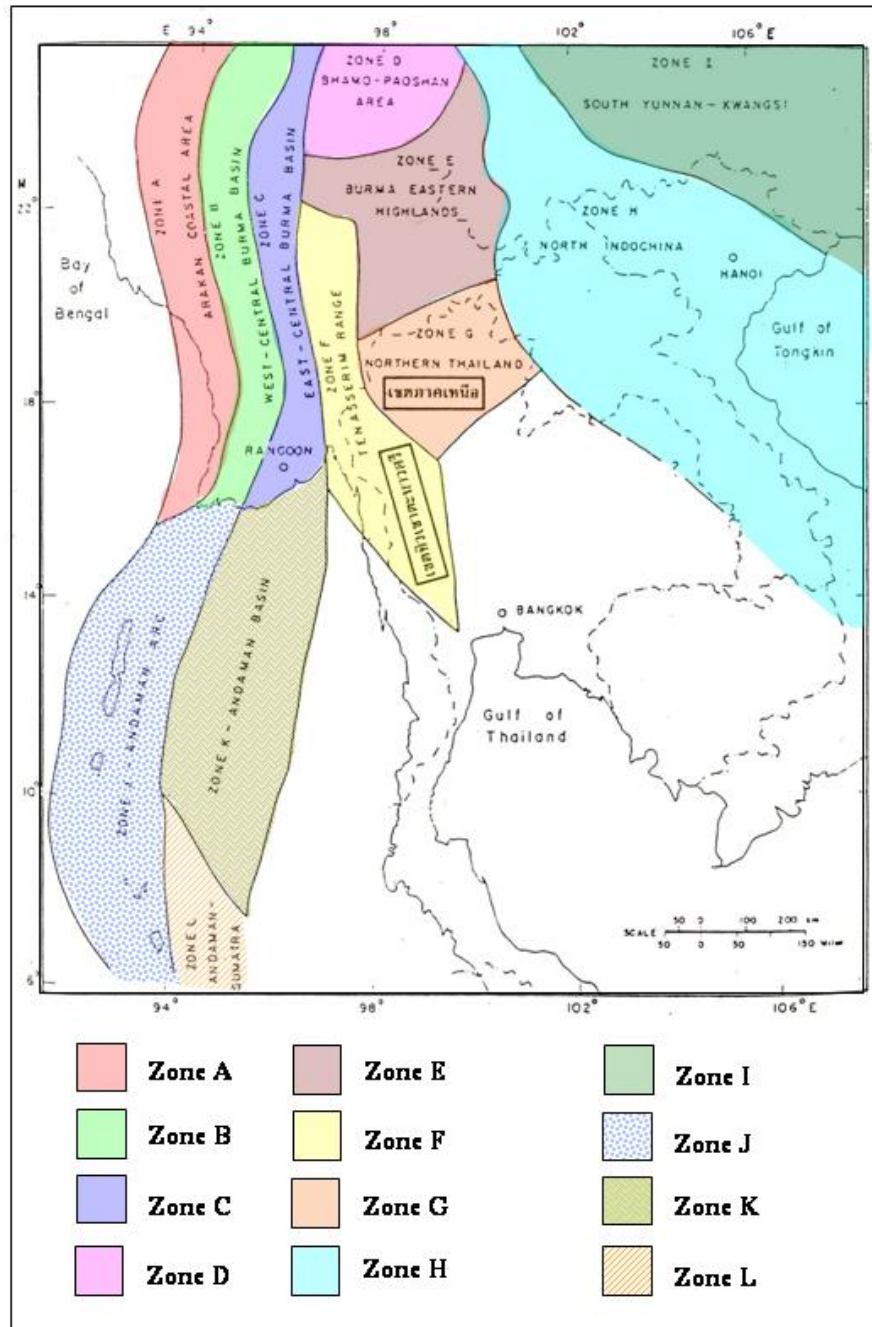
ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.		Tsunami Location	Lat.	Long.
						NEW ZEALAND	TIMARU	-44.4	171.26
						NEW ZEALAND	SUMMER HEAD	-43.57	172.77
						NEW ZEALAND	CHATHAM ISLAND	-43.94	-176.6
						NEW ZEALAND	WESTGATE, PORT TARANAKI	-39.07	174.03
						NEW ZEALAND	WHITIANGA	-43.94	-176.6
						NEW ZEALAND	MOTURIKI ISLAND	-37.63	176.19
						NEW ZEALAND	NAPIER	-39.48	176.92
						NEW ZEALAND	KAINGAROA, CHATHAM ISLAND	-43.73	-176.3
						NEW ZEALAND	KAIKOURA	-42.42	173.7
						PERU	CALLAO	-12.17	-77.15
						RUSSIA	SEVERO-KURILSK	-50.67	156.17
						SAMOA IS.	PAGO PAGO	-14.27	-170.7
						SEYCHELLES	POINTE LARUE	-4.679	55.531
						SOMALIA	HAFUN	10.4	51.4
						SOUTH AFRICA	KWAZULU-NATAL PROVINCE	-28.67	30.667
						SOUTH AFRICA	PORT ELIZABETH	-33.97	25.6
						SRI LANKA	GALLE	6.017	80.217
						SRI LANKA	TRINCOMALEE	8.57	81.22
						THAILAND	PHUKET ISLAND	7.867	98.367
						TONGA	NUKUALOFA	-21.15	-175.2
						UK	NEWLYN	50.1	-5.55
						USA	DUTCH HARBOR, ALASKA	53.9	-166.5
						USA	CRESCENT CITY, CALIFORNIA	41.75	-124.2

ตาราง 2.5 (ต่อ) แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในบริเวณพื้นที่แถบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน (คัดแปลงจาก [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))

	Time	Tsunami Source Location		Lat.	Long.		Tsunami Location	Lat.	Long.
						USA	POINT REYES, CALIFORNIA	38	-123
						USA	ATLANTIC CITY, NJ	39.35	-74.42
						USA	LA JOLLA, CALIFORNIA	32.85	-117.3
						USA	LOS ANGELES, CALIFORNIA	34.05	-118.2
						USA	SANTA MONICA, CALIFORNIA	34.017	-118.5
						USA	PORT SAN LUIS, CALIFORNIA	35.167	-120.8
						USA	MONTEREY, CALIFORNIA	36.6	-121.9
						USA	SAN FRANCISCO, CALIFORNIA	37.8	-122.5
						USA	ARENA COVE, CALIFORNIA	38.9	-123.7
						USA	NEAH BAY, WASHINGTON	48.367	-124.6
						USA	ADAK, ALASKA	51.867	-176.6
						USA	KAWAIHAE, HAWAII	20.033	-155.8
						USA	SAN DIEGO, CALIFORNIA	32.713	-117.2
						USA	KAHULUI, HAWAII	19.667	-155

จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 ทำให้มีการพูดถึงการศึกษาด้านแผ่นดินไหวในประเทศไทยมากยิ่งขึ้น Nutalaya และคณะ (1985) จึงได้ให้คำจำกัดความของ Active fault หรือรอยเลื่อนมีพลัง ว่าหมายถึงรอยเลื่อนที่ปัจจุบันยังมีการเคลื่อนตัว ซึ่งสังเกตได้จากการเกิดแผ่นดินไหวหรือการเคลื่อนที่ออกจากของหินทั้งสองข้างของรอยเลื่อน และยังสามารถสรุปว่าประเทศไทยมีรอยเลื่อน 9 แนวด้วยกันคือ (1) รอยเลื่อนเชียงแสน, (2) รอยเลื่อนแพะ, (3) รอยเลื่อนแม่ทา, (4) รอยเลื่อนเถิน, (5) รอยเลื่อนเมย-อุทัย, (6) รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์, (7) รอยเลื่อนระนอง, และ (8) รอยเลื่อนมะรุ่ย



รูป 2.25 ขอบเขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวครอบคลุมพื้นที่ประเทศเมียนมาร์, ไทยและอินโดจีน (Natalaya และคณะ, 1985)

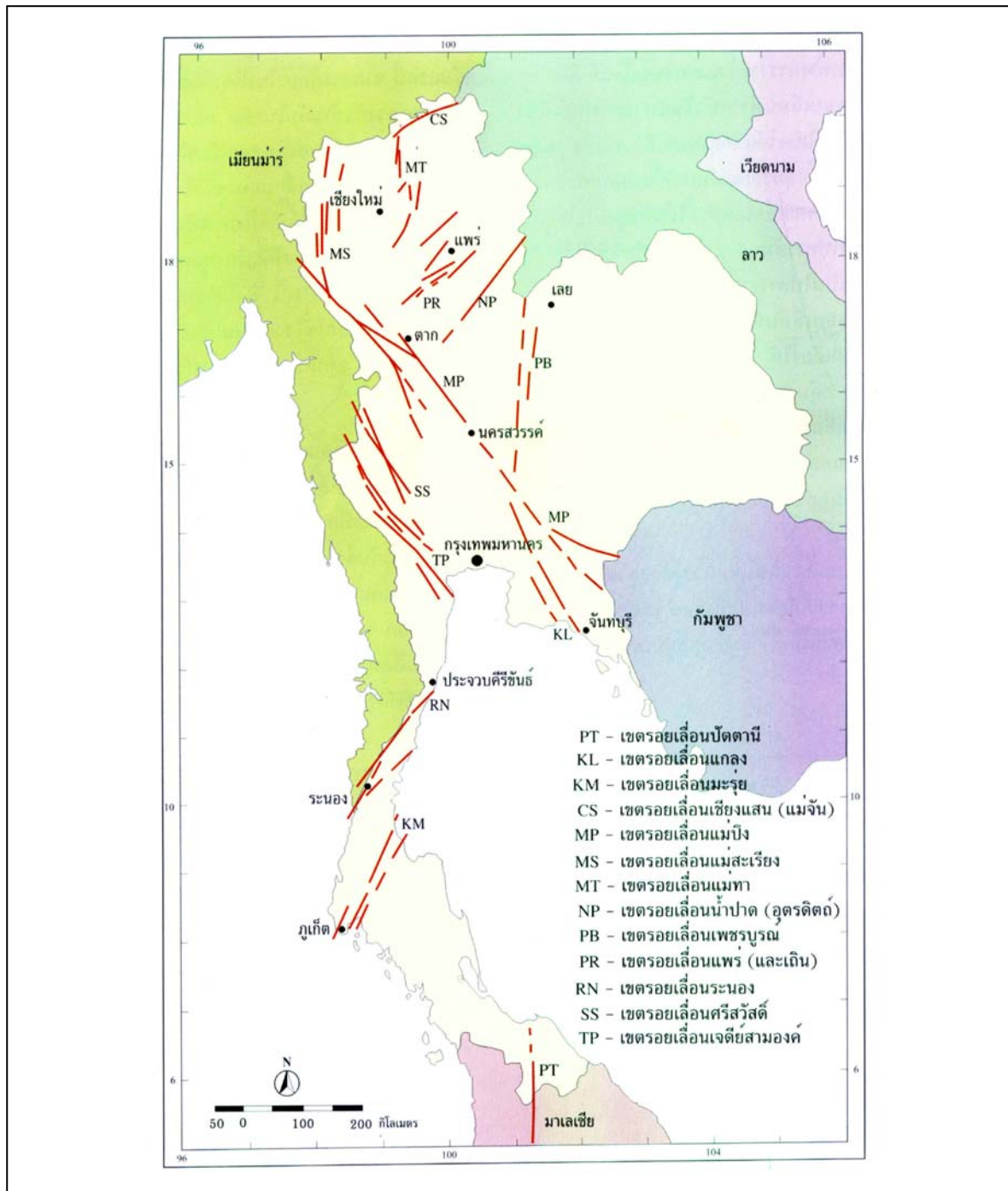


ในปีต่อมา แสงอาทิตย์ เชื้อไวรัส (2534) ได้รวบรวมข้อมูลและบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับธรณีแปรสัณฐานประเทศไทย และได้สรุปว่า ธรณีแปรสัณฐานของประเทศไทยส่วนใหญ่วางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ ออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ หินฐานธรณีฐานไทย, หินฐานธรณีอินโดจีน และกลุ่มแนวชั้นหินคดโค้งสุโขทัย-กลุ่มแนวชั้นหินคดโค้งที่อยู่ระหว่างกลางของหินฐานทั้งสอง และจัดกลุ่มรอยเลื่อนที่สำคัญ 3 กลุ่มด้วยกันคือ กลุ่มแรกวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ (1) กลุ่มรอยเลื่อนแม่ปิง (2) กลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ (3) กลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และ (4) กลุ่มรอยเลื่อนแกลง โดยกลุ่มรอยเลื่อนเหล่านี้เป็นรอยเลื่อนเหลื่อมข้าง (oblique strike-slip) ที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางขวา กลุ่มที่สองวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ (1) กลุ่มรอยเลื่อนเชียงแสน (2) กลุ่มรอยเลื่อนแพร์ (3) กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ (4) กลุ่มรอยเลื่อนระนองและ (5) กลุ่มรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย ซึ่งเป็นกลุ่มรอยเลื่อนเหลื่อมข้างเช่นกัน แต่มีการเคลื่อนไปทางซ้าย กลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มรอยเลื่อนปกติที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ได้แก่ (1) กลุ่มรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน (2) กลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา (3) กลุ่มรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ และ (4) กลุ่มรอยเลื่อนปัตตานี ซึ่งการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนของกลุ่มต่าง ๆ นั้นเป็นผลมาจากการปะทะของหินฐานธรณีอินเดียนและหินฐานธรณีจีนบริเวณเทือกเขาหิมาลัยทำให้เกิดการหมุนของแผ่นดินซุนดา (Sunda Land) ตามเข็มนาฬิกา และในขณะเดียวกันเกิดแรงอัดอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ของประเทศไทย (รูป 2.26)

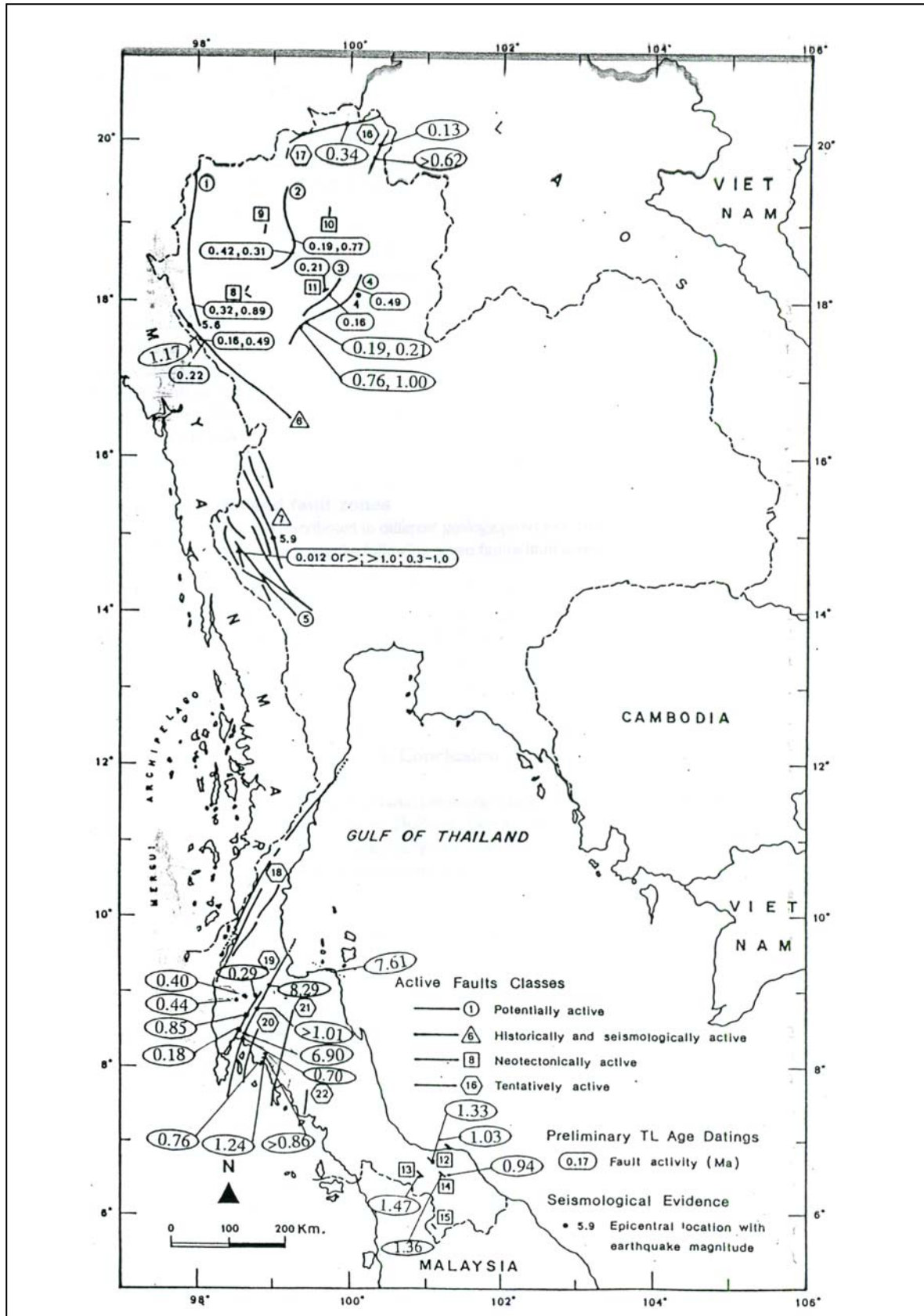
ชัยยนต์ หินทอง จากกรมทรัพยากรธรณี ได้จัดจำแนกรอยเลื่อนต่างๆ ของประเทศ โดยกล่าวไว้ว่า รอยเลื่อนต่างๆ นั้น สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ รอยเลื่อนที่มีพลัง (active หรือ alive) คือรอยเลื่อนที่มีประวัติการเคลื่อนตัวในช่วงเวลาธรณีกาลสมัยโฮโลซีน หรือประมาณ 11,000 ปี และรอยเลื่อนที่ตายแล้ว (dead fault) (Hinthong, 1995 และ 1997) ทั้งนี้ได้ใช้ ข้อมูลธรณีวิทยา, ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ และข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดแผ่นดินไหว และจำแนกรอยเลื่อนของประเทศไทยออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) รอยเลื่อนประเภทที่มีแนวโน้มอาจเคลื่อนตัวได้ในอนาคต (potentially active fault) จำนวน 5 รอยเลื่อน, 2) รอยเลื่อนประเภทที่มีประวัติการเคลื่อนตัวในช่วงเวลาประวัติศาสตร์และเกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหว (historically and seismologically active fault) จำนวน 2 รอยเลื่อน, 3) รอยเลื่อนประเภทที่เคลื่อนตัวจากการแปรสัณฐานยุคใหม่ (neotectonically active fault) จำนวน 8 รอยเลื่อน, และ 4) รอยเลื่อนประเภทที่คาดไว้พลังก่อนว่ามีพลัง (tentatively active fault) จำนวน 7 รอยเลื่อน (รูป 2.27)

ส่วนการศึกษาทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ นั้น Charusiri และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นในการประยุกต์เทคนิคโทรสัมผัสกับโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่สัมพันธ์กับแผ่นดินไหว และบริเวณที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน โดยพยายามประมวลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขมาประยุกต์กับการตีความโครงสร้างบริเวณกว้างโดยเฉพาะแนวเส้น ทั้งนี้อาศัยการแปลภาพจากดาวเทียมชนิดเลนแซต (Landsat) 5 และสปอท (SPOT) ประกอบกับภาพถ่ายทางอากาศในการวิเคราะห์ธรณีวิทยาโครงสร้างทั้งมาตราส่วนเล็กและใหญ่ จัดทำเป็นแผนที่แนวเส้นโครงสร้างทาง

ภาคเหนือของประเทศไทย และประมวลผลข้อมูลเข้ากับข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหว เสนอบริเวณแหล่งก่อเกิดแผ่นดินไหวขึ้นใหม่ ในสหภาพพม่า 7 เขต ในประเทศไทย 6 เขต ในทะเลอันดามัน 5 เขต ในลาวและเวียดนาม 2 เขต ดังรูป 2.28 โดยใช้ข้อมูลการแปลความหมายโทรสัมผัส, สภาพการแปรสัณฐาน (tectonic setting), ข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหวและโครงสร้างทางธรณีวิทยา ซึ่งแตกต่างไปจากเขตกำเนิดแผ่นดินไหวของ Nutalaya และคณะ (1985) เป็นอย่างมาก



รูป 2.26 เขตรอยเลื่อนสำคัญในประเทศไทย (แสงอาทิตย์ เชื้อวิโรจน์, 2534)



รูป 2.27 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัว การวางตัวและของการจำแนก รอยเลื่อนต่างๆ รวมทั้งผลการหาอายุของรอยเลื่อนสำคัญๆ (Hinthong, 1997)

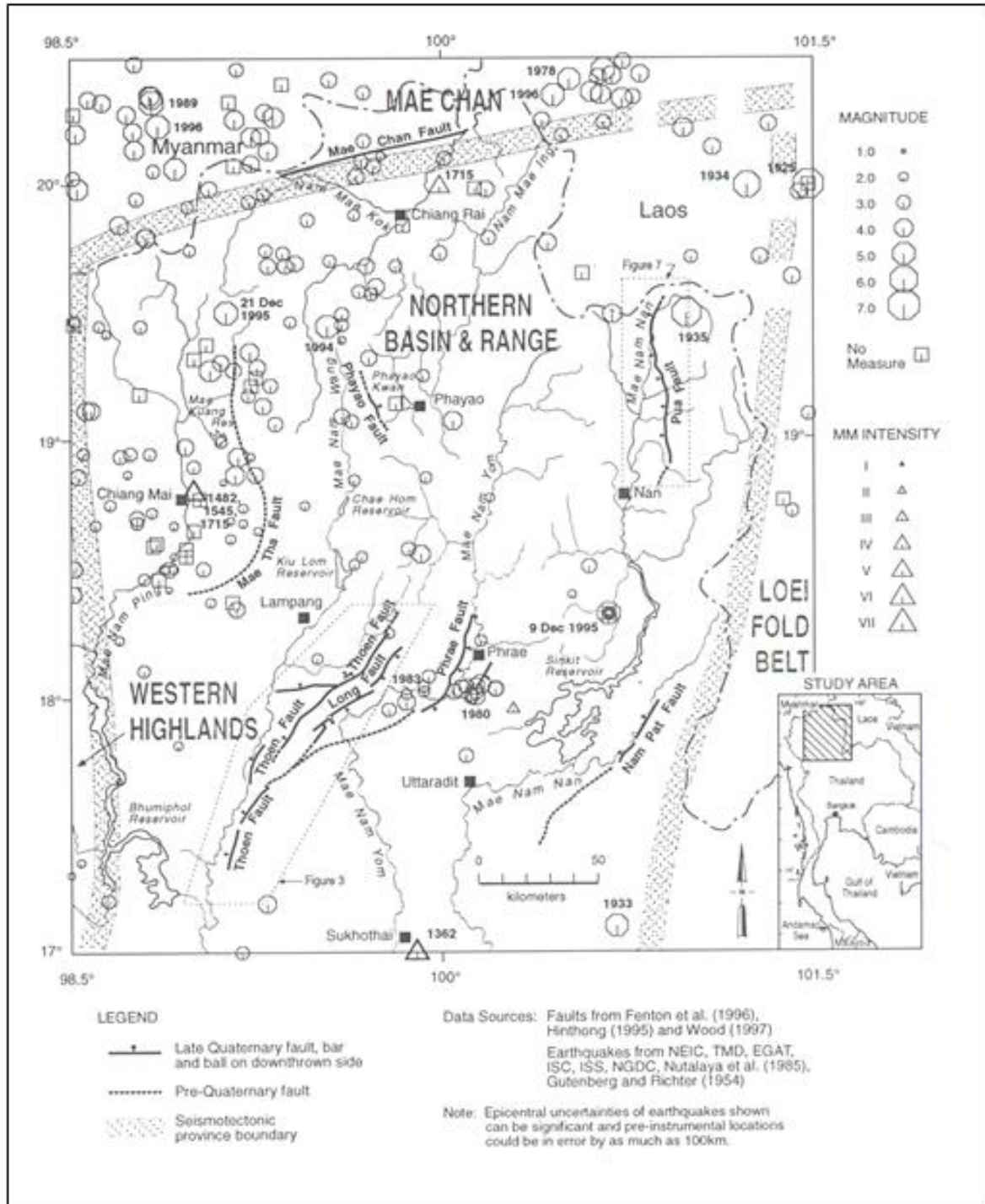


รูป 2.28 แผนที่ภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทย แสดงแนวเส้นโครงสร้าง ที่ได้จากการแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ (Charusiri และคณะ, 1996)

ในช่วงเวลาเดียวกันนั้น กรมชลประทานมีโครงการก่อสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้น เพื่อการชลประทานและการป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง และได้ขอความร่วมมือจากกรมทรัพยากรธรณีให้ทำการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้านธรณีวิทยา (กทช, 2539) ในโครงการก่อสร้างแก่งเสือเต้น จังหวัดแพร่ ซึ่งบริษัท Woodward Clyde โดย Bott และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหวบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยพบว่า เกิดมีแผ่นดินไหวขนาดสูงสุดถึงระดับ VI ตามมาตราเมอร์คัลลีแปลงจำนวน 17 ครั้งในพื้นที่โครงการฯ โดยมีเหตุการณ์ครั้งสำคัญคือ วันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2537 ที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย และในระหว่าง ปี พ.ศ. 1905 ถึง พ.ศ. 2539 ได้มี



แผ่นดินไหวเกิดขึ้นจำนวน 288 ครั้งด้วยกัน และ Fenton และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษารอยเลื่อนครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก พบว่าแอ่งสะสมตะกอนทางภาคเหนือวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนที่สำคัญ และใช้ลักษณะธรณีสัณฐาน อาทิเช่น ผารูปสามเหลี่ยม, ทางน้ำหักงอ, หุบเขารูปแก้ว, ผารอยเลื่อน และสันปิดกั้น เป็นตัวบ่งชี้ถึงควมมีพลังของรอยเลื่อน (รูป 2.29)



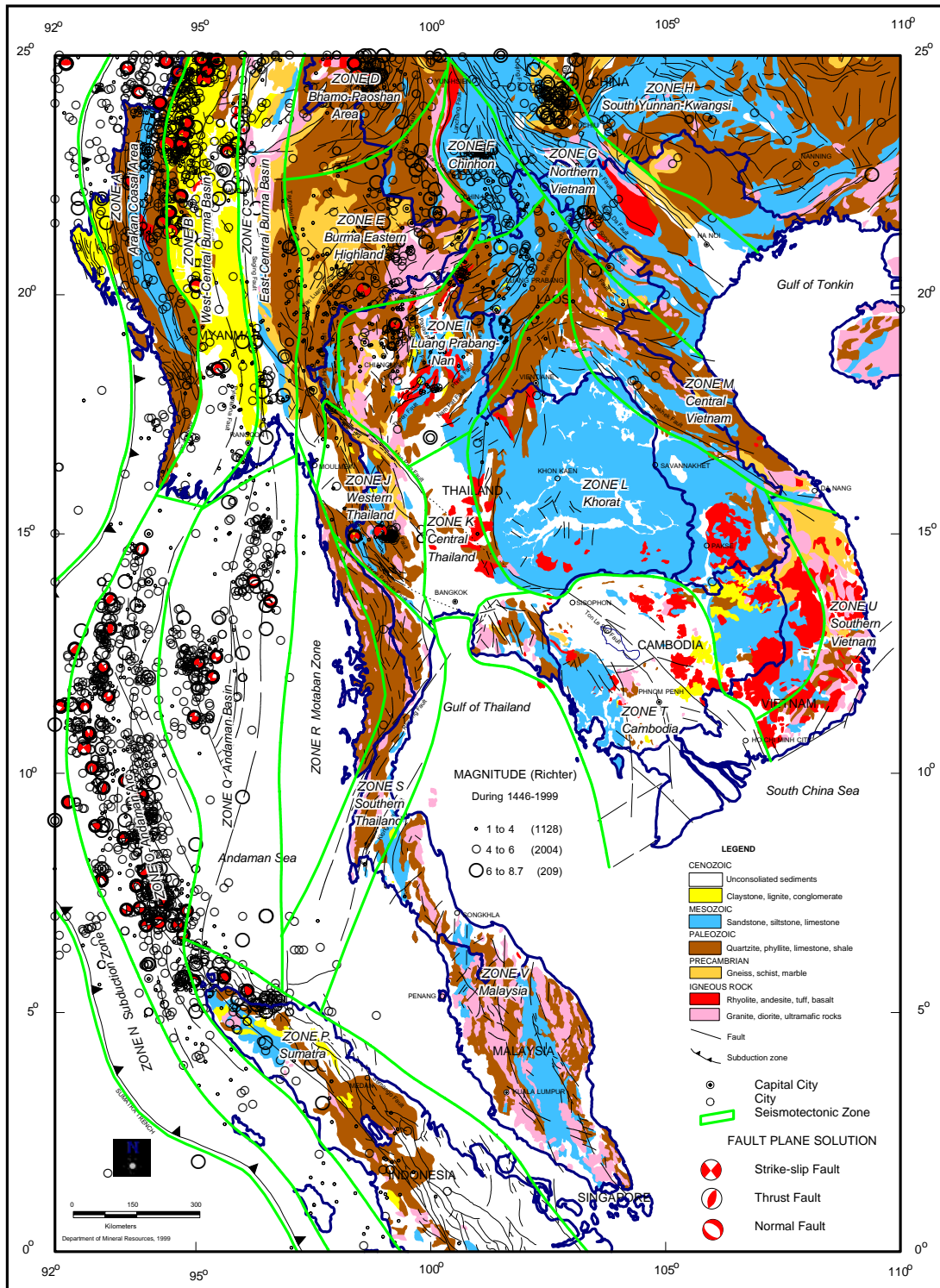
รูป 2.29 แผนที่ภาคเหนือประเทศไทยแสดงการกระจายตัวของศูนย์กลางแผ่นดินไหวขนาดต่างๆ (พ.ศ. 1905- พ.ศ. 2539) และแนวการวางตัวของรอยเลื่อน (Fenton และคณะ, 1997)

Fenton และคณะ (1997) ได้รายงานไว้ว่าพบแนวรอยเลื่อนที่สำคัญ 7 แนวรอยเลื่อนภายในรัศมี 150 กิโลเมตร โดยรอบบริเวณที่ตั้งเขื่อน ประกอบไปด้วย รอยเลื่อนแอ่งแพร่ เป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ เอียงเทไปทางทิศตะวันออก มีความยาวประมาณ 32 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 7.1 ริกเตอร์, รอยเลื่อนแพร่เป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ เอียงเทไปทางทิศตะวันออก มีความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 7.0 ริกเตอร์, รอยเลื่อนเถินเป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ เอียงเทไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีความยาวประมาณ 120 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 7.5 ริกเตอร์, รอยเลื่อนล่องเป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ เอียงเทไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 56 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 7.1 ริกเตอร์, รอยเลื่อนป่าเป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เอียงเทไปทางทิศตะวันตก มีความยาวประมาณ 68 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 7.2 ริกเตอร์, รอยเลื่อนน้ำปาดเป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ เอียงเทไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 6.9 ริกเตอร์ และรอยเลื่อนพะเยาเป็นรอยเลื่อนปกติ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ เอียงเทไปทางทิศตะวันออก มีความยาวประมาณ 28 กิโลเมตร โอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุด 6.8 ริกเตอร์

ต่อมา ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาแผ่นดินไหวในประเทศไทย และพื้นที่แผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำการศึกษาธรณีแปรสัณฐานของประเทศไทยและข้างเคียง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินไหวกับธรณีวิทยาโครงสร้าง และทำการตรวจสอบโครงสร้างลักษณะใดที่มีความโน้มเอียงที่จะเกิดแผ่นดินไหว โดยมุ่งเน้นถึงสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว โดยอาศัยข้อมูลโทรมัมผัส ข้อมูลจากภาคสนาม ข้อมูลจากการหาอายุหินและตะกอนที่ได้จากรอยเลื่อนซึ่งพบว่าประเทศไทยและพื้นที่แผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เคยมีแผ่นดินไหวใหญ่บ่อยหลายครั้งมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นมักมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับรอยเลื่อนมีพลังเท่านั้น

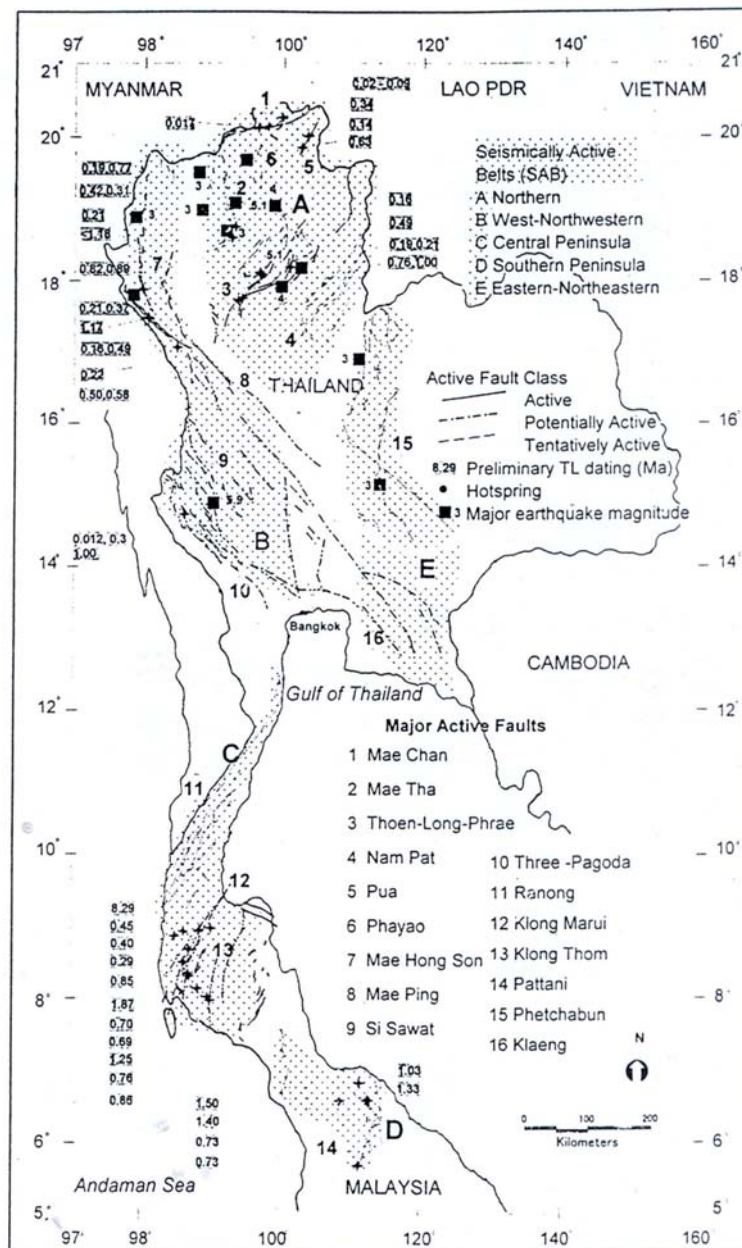
จากการศึกษาข้อมูลด้านธรณีฐานวิทยา ธรณีกาลเวลา ผนวกกับข้อมูลแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนต่างๆ ในพื้นที่อื่นของประเทศ สามารถจำแนกรอยเลื่อนมีพลังได้ 15 รอยเลื่อนคือ 1) รอยเลื่อนแม่จัน 2) รอยเลื่อนแม่ทาน 3) รอยเลื่อนเถิน-ล่อง-แพร่ 4) รอยเลื่อนน้ำปาด 5) รอยเลื่อนปัด 6) รอยเลื่อนพะเยา 7) รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน 8) รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ 9) รอยเลื่อนแม่ปิง 10) รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ 11) รอยเลื่อนระนอง 12) รอยเลื่อนคลองมะรุย-คลองท่อม 13) รอยเลื่อนโคกโพธิ์-สะบ้าย้อย-ยะลา-เบตง 14) รอยเลื่อนเลย-เพชรบูรณ์ และ 15) รอยเลื่อนระยอง-แกลง ส่วนนอกประเทศมีกลุ่มรอยเลื่อนที่สำคัญ อีก 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มรอยเลื่อนอินโด-พม่า 2) กลุ่มรอยเลื่อนสะแกง-ตองยี-พานหลวง 3) กลุ่มรอยเลื่อนนานติง-เปาซาน-เซียงราย และ 4) กลุ่มรอยเลื่อนแม่น้ำแดง-แม่น้ำมา-แม่น้ำดา (รูป 2.30)

SEISMOTECTONIC MAP OF THAILAND AND MAINLAND SE ASIA



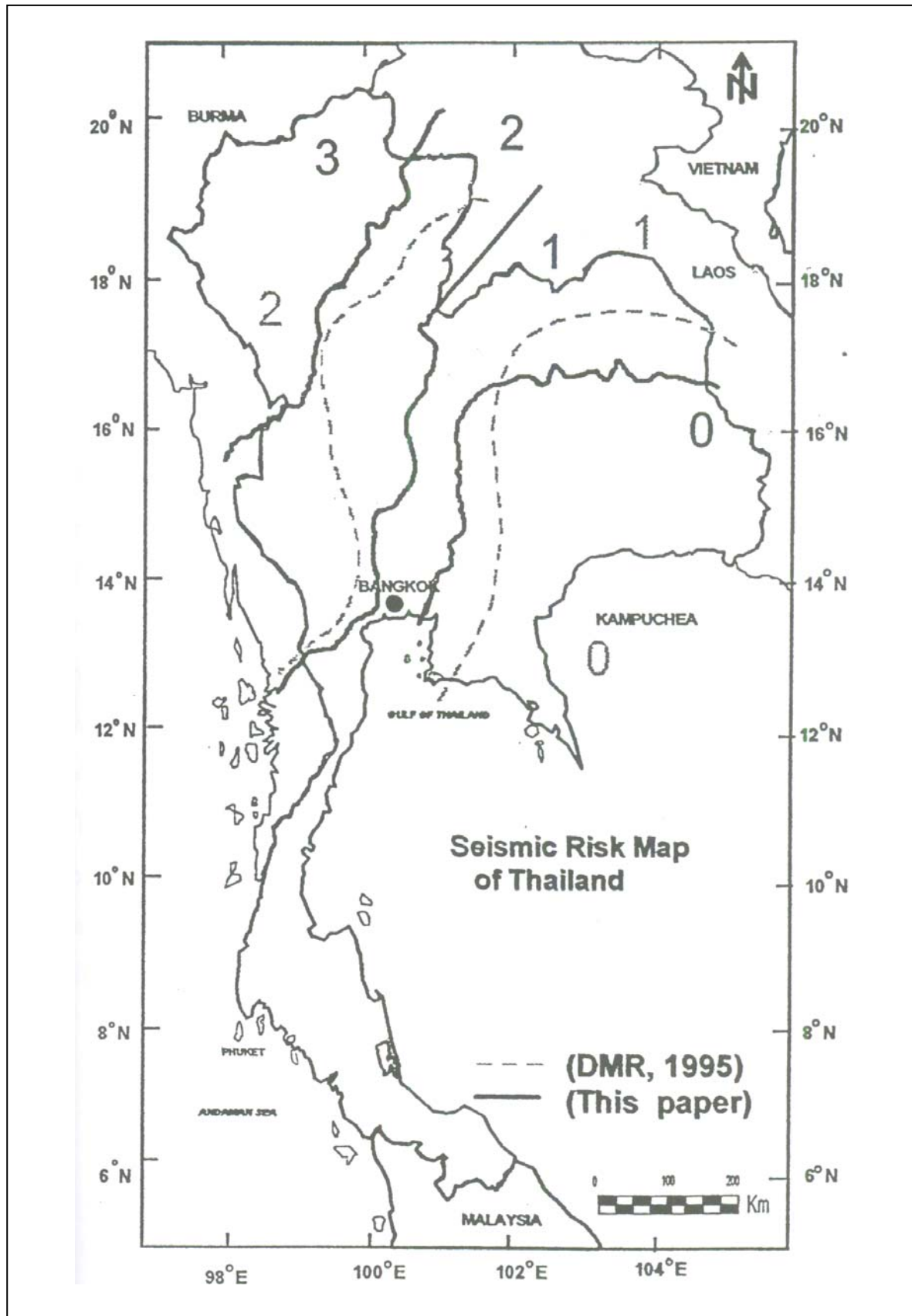
รูป 2.30 เขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ปัญหา จารุศิริ และคณะ ,2543)

ผลการศึกษาที่ได้ดังกล่าวคณะผู้ทำการวิจัยยังได้เสนอขอบเขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวใหม่ขึ้น โดยอาศัยลักษณะสภาพและโครงสร้างธรณีวิทยา สภาพลักษณะทางการแปรสัณฐาน และโครงสร้างหลักๆคือแนวการมุดตัว แนวการแยกตัว ดังรูป 2.30 และรูป 2.31 นอกจากนี้ จากข้อมูลที่แสดงในรูป 2.30 และรูป 2.31 ทำให้คณะผู้วิจัยแบ่งพื้นที่อันตรายจากแผ่นดินไหวเบื้องต้นออกเป็น 4 โซน ได้แก่ โซน 0 เป็นบริเวณที่ไม่มีอันตรายและความเสี่ยงต่อแผ่นดินไหวเลย โซน 1 เป็นบริเวณที่มีอันตรายน้อยและอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหวต่ำ โซน 2 เป็นบริเวณที่มีอันตรายบ้างหรืออาจมีความเสี่ยงต่ำถึงปานกลาง และ โซน 3 เป็นบริเวณที่มีอันตรายปานกลางหรืออาจมีความเสี่ยงปานกลางถึงสูง ดังรูป 2.32



รูป 2.31 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัว (Charusiri และคณะ, 1997) และการกระจายภูมิภาคการไหวสะเทือน ซึ่งประกอบด้วยเขตรอยเลื่อนมีพลังหลายแนวรวมกัน





รูป 2.32 แผนที่ประเทศไทยแสดงพื้นที่อันตรายจากเกิดแผ่นดินไหว (กรมทรัพยากรธรณี, 2538 และ ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2002)

### 2.3.2 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อนมีพลัง (รูป 2.31)

#### 2.3.2.1 ผลงานรอยเลื่อนแม่จัน

ในช่วงระยะเวลาต่อมามีผู้ทำการศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหวเพิ่มมากขึ้น หนึ่งในนั้นคือกรมทรัพยากรธรณี ได้ทำการคัดเลือกพื้นที่จังหวัดเชียงรายโดย สุวิทย์ โควสุวรรณ และอภิชาติ ลำจวน (2541) ทำการศึกษาธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ของรอยเลื่อนแม่จัน ผลจากการศึกษาภาพจากดาวเทียม Landsat 5TM และภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งจัดถึงแนวแตกบนพื้นดินอยู่ในแนวตะวันตก-ตะวันออก ซึ่งมีทั้งแนวรอยเลื่อนหลักและแนวรอยเลื่อนย่อย สามารถแบ่งย่อยเป็น 5 รอยเลื่อนย่อยคือ รอยเลื่อนย่อยฝาง, รอยเลื่อนย่อยแม่อาว, รอยเลื่อนย่อยแม่จัน, รอยเลื่อนย่อยดงสุวรรณและรอยเลื่อนย่อยเชียงของ นอกจากนี้ยังพบลักษณะของธรณีสัณฐานที่แปรเปลี่ยนไปเนื่องจากพฤติกรรมเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนในลักษณะซ้ายเข้า ซึ่งได้แก่ ลักษณะทางน้ำหักงอ ทะเลสาบ ผารอยเลื่อน เนินเขาปิดกั้นทางน้ำ และตะพักชั้นบันได ในการศึกษารายละเอียดได้เลือกพื้นที่เหมาะสมและทำการขุดร่องสำรวจจำนวน 4 ร่อง เพื่อศึกษาลักษณะรอยเลื่อนในรายละเอียด และได้เก็บตัวอย่างของชั้นดินตะกอนและตัวอย่างผงรอยเลื่อนจากร่องสำรวจ นอกจากนี้ได้เก็บตัวอย่างของผงรอยเลื่อนจากหินโพลีในบริเวณที่รอยเลื่อนปรากฏตามแนวของการเคลื่อนตัวในบริเวณใกล้เคียง ทำการหาอายุของตัวอย่างที่มีอินทรีย์วัตถุด้วยวิธีการคาร์บอน-14 และใช้วิธีการเรืองแสงความร้อนสำหรับตัวอย่างตะกอนที่ไม่มีอินทรีย์วัตถุและตัวอย่างผงรอยเลื่อน

ผลการศึกษาสรุปได้ว่ารอยเลื่อนแม่จันเป็นรอยเลื่อนที่มีศักยภาพในการเคลื่อนตัวได้อีกหรือเป็นรอยเลื่อนที่มีพลัง โดยมีแนวการวางตัวเกือบตะวันตก-ตะวันออกมีการเคลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า รอยเลื่อนใหญ่มีการเอียงตัวไปทางทิศเหนือ และรอยเลื่อนย่อยมีการเอียงตัวไปทางทิศใต้ เข้าหารอยเลื่อนใหญ่ มุมเอียงเทประมาณ 45 องศา มีการขยับตัวของรอยเลื่อนใหญ่และย่อย ทำให้เกิดแผ่นดินไหวเมื่อประมาณ 92,000 ปี 67,000 ปี 48,000 ปี 25,000 ปี และ 1,600 ปี ที่ผ่านมาในพื้นที่บริเวณบ้านโป่งขามและบ้านคอนแก้ว และจากผลการศึกษาเป็นไปได้ว่าเหตุการณ์แผ่นดินไหวบริเวณบ้านโป่งขามที่เกิดขึ้นในอดีตเมื่อประมาณ 1,600 ปีที่ผ่านมามีขนาดไม่น้อยกว่า 7 ริกเตอร์ และในกลุ่มรอยเลื่อนแม่จันนี้ สุวิทย์ โควสุวรรณ และคณะ (2546) ได้ทำการสำรวจเพิ่มเติมบริเวณบ้านหาดชมพู จังหวัดเชียงใหม่ ในส่วนของรอยเลื่อนย่อยแม่อาว โดยได้ทำการขุดร่องสำรวจ 9 ร่องสำรวจด้วยกัน ขุดผ่านชั้น ตะกอนเศษหินเชิงเขา และตะกอนน้ำพารูปพัดของยุคไพลสโตซีนและโฮโลซีน พบว่ามีอัตราการเคลื่อนตัวในลักษณะเหลื่อมซ้ายในแนวราบและเลื่อนย้อนในแนวตั้ง ในทิศ 50° เหนือ-80° ตะวันออก ในบริเวณตำแหน่งร่องสำรวจและใกล้เคียงมีหลักฐานทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากรอยเลื่อนมากระทำ ได้แก่ ลักษณะลำธารหักเลี้ยว ผารอยเลื่อน ผลการศึกษาชั้นรายละเอียดในร่องสำรวจพบว่ารอยเลื่อนได้ตัดผ่านชั้นเนินตะกอนน้ำพารูปพัด 3 ลำดับชั้น ชั้นตะกอนต่างๆที่ถูกรอยเลื่อนตัดผ่านนี้ขยับเคลื่อนออกจากกันในแนวราบ 2.7 เมตร ในแนวตั้ง 0.60 เมตร และนำไปประเมินได้ว่าสามารถก่อให้เกิดแผ่นดินไหวไม่น้อยกว่า 7 ริกเตอร์ ผลจากการหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อนและคาร์บอน-14 พบว่าเคยเกิดแผ่นดินไหวเมื่อ 8,100 ปี 4,000 ปี และ 1,500 ปีล่วงมาแล้ว และ

อัตราการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนย่อยแม่จันมีอัตราการเคลื่อนตัวประมาณ 0.70 มิลลิเมตรต่อปี (รูป 2.33)

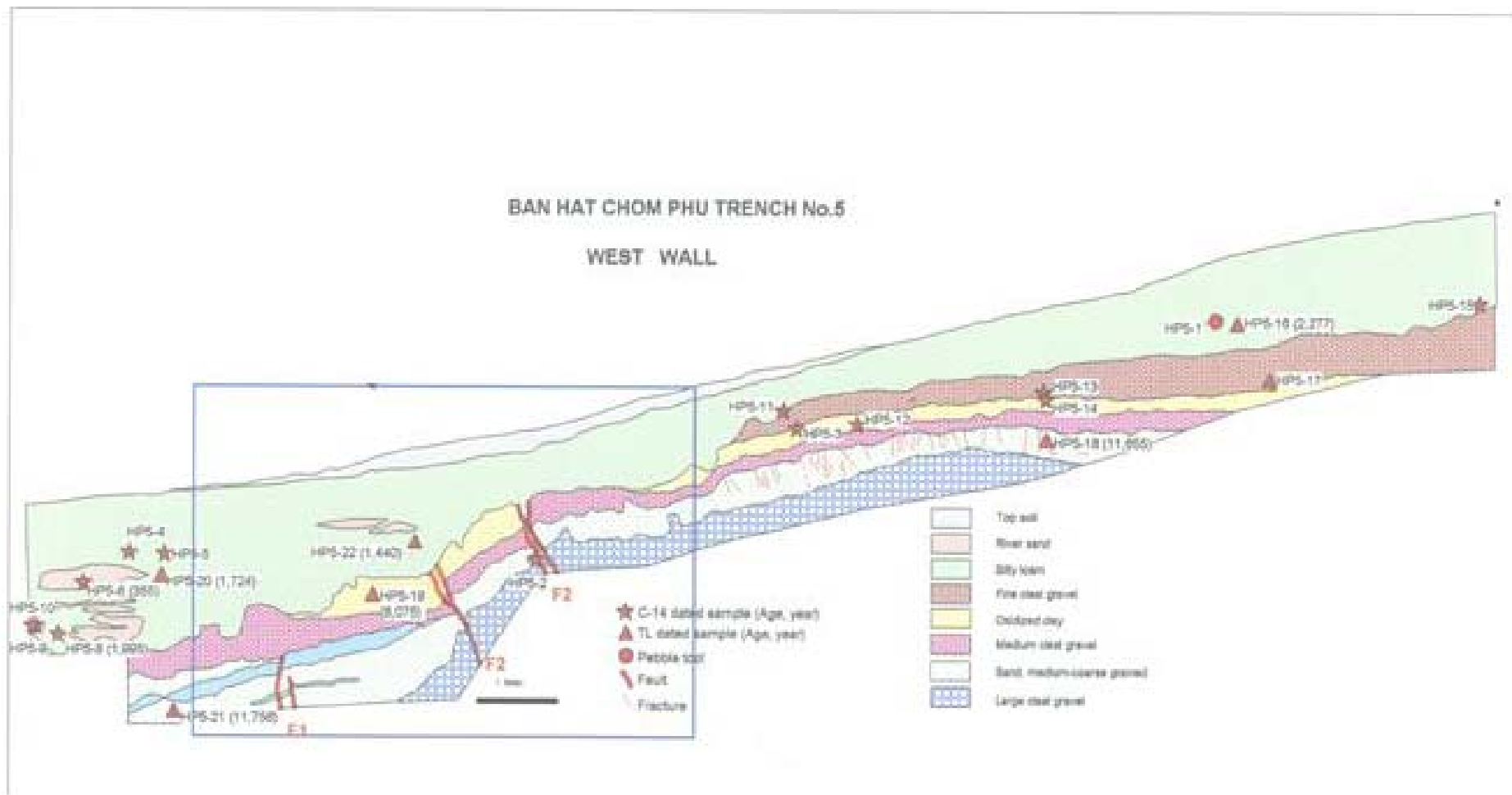
### 2.3.2.2 ผลงานรอยเลื่อนแม่กวัง

ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่ Rhodes และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษารอยเลื่อนแม่กวัง โดยทำการแปลความหมายภาพดาวเทียม Landsat 7TM, ภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลในสนาม พวกเขาพบว่า แนวรอยเลื่อนแม่กวังมีความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร และวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ตามแม่น้ำแม่กวังและแม่น้ำลาว ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่บ่งชี้ถึงความมีพลังของพื้นที่ประกอบไปด้วย ทางน้ำหักงอตั้งแต่ 400-700 เมตร สันเขาปิดกั้น แสดงลักษณะการเลื่อนทางซ้าย (left-lateral movement) โดยมีอัตราการเคลื่อนตัว ของรอยเลื่อนแม่กวังอยู่ที่ 0.175-0.7 มิลลิเมตรต่อปี (รูป 2.34)

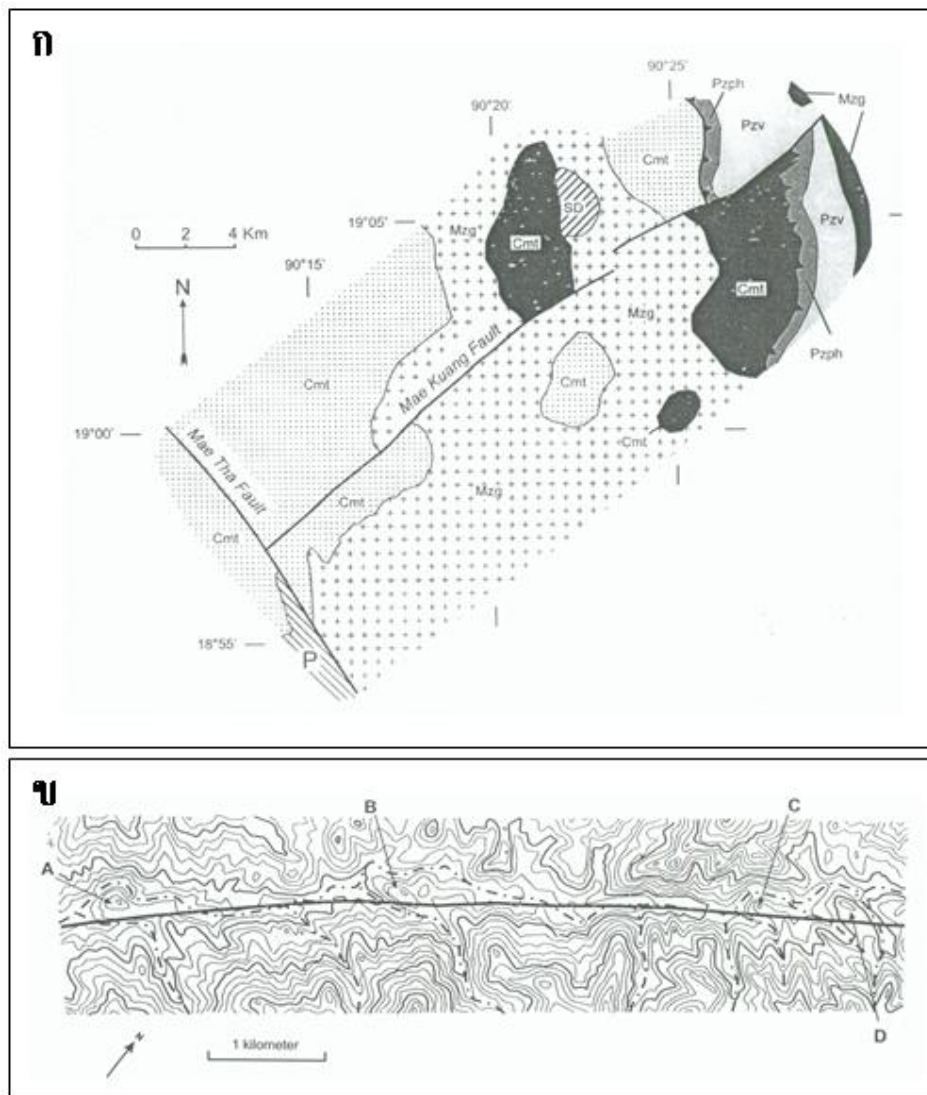
### 2.3.2.3 ผลงานรอยเลื่อนลำปาง-แพร่

ในเขตพื้นที่ลำปาง-แพร่ในภาคเหนือของประเทศไทย ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2547) ซึ่งได้รับทุนจากสำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้ทำการศึกษารอยเลื่อนมีพลัง โดยอาศัยการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการแปลความหมายทางโทรสัมผัส โดยใช้ภาพจากดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ ผนวกกับการวิเคราะห์เชิงเอกสาร, การตรวจวัดธรณีวิทยาแปรสัณฐานด้วยดัชนีความลาดยาวของทางน้ำ (รูป 2.35) และค่า ดัชนีความคดโค้ง (รูป 2.36) รวมถึงผลการหาอายุตะกอนซึ่งสัมพันธ์กับรอยเลื่อนและข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหว เพื่อกำหนดแนวรอยเลื่อนมีพลังตลอดจนทิศทางการวางตัว และทิศการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน หลังจากนั้นจึงทำการออกภาคสนามเพื่อตรวจสอบสภาพภูมิประเทศและกำหนดพื้นที่จุดร่องสำรวจ จำนวน 3 ร่อง และร่องสำรวจที่ได้ชุดไว้แล้วก่อนหน้านี้ จำนวน 3 ร่อง เพื่อหาทิศทางการเอียงเทของรอยเลื่อนมีพลัง และเก็บตัวอย่างตะกอนที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนจำนวน 30 ตัวอย่าง เพื่อหาอายุของการเคลื่อนตัวครั้งสุดท้าย และอัตราการเคลื่อนตัวต่อปีของรอยเลื่อน ตลอดจนค้นหาหลักฐานทางภูมิประเทศ

จากการศึกษาวิจัยพบว่า รอยเลื่อนในเขตพื้นที่จังหวัดลำปางและจังหวัดแพร่ มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และจัดแบ่งรอยเลื่อนที่สำคัญของจังหวัดลำปาง ออกเป็น 4 ส่วน คือ 1. รอยเลื่อนเถิน 2. รอยเลื่อนสบปราบ 3. รอยเลื่อนบ้านมาน 4. รอยเลื่อนต้นงูน ส่วนรอยเลื่อนที่สำคัญของจังหวัดแพร่ ประกอบด้วยรอยเลื่อนทั้งแถบตะวันตก และแถบตะวันออกของแอ่งแพร่ และในการศึกษานี้ได้เน้นเฉพาะรอยเลื่อนด้านตะวันออก (รอยเลื่อนแม่มาน) และ แบ่งรอยเลื่อนออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. รอยเลื่อนบ้านทุ่งเจริญ 2 . รอยเลื่อนขวาง 3. รอยเลื่อนบ้านป่าแดง ซึ่งรอยเลื่อนทั้งของลำปางและแพร่ แสดงลักษณะธรณีสัณฐานเชิงการแปรสัณฐานแตกต่างกัน โดยรอยเลื่อนลำปาง แสดงลักษณะที่คมชัดกว่า และต่อเนื่องมากกว่า โดยพื้นที่ลำปางมีความต่อเนื่องของรอยเลื่อน ประมาณ 30 กิโลเมตร และในพื้นที่แพร่ความต่อเนื่องของรอยเลื่อนประมาณ 20 กิโลเมตร (รูป 2.37) ส่วนหลักฐานทางภูมิประเทศที่สำคัญ ได้แก่ ผาสามเหลี่ยม ลำธารหักงอ และสันปิดกั้นที่ปรากฏพบทั้งสองแนวรอยเลื่อน แสดงให้เห็นว่า รอยเลื่อนทั้งสองมีการเคลื่อนตัว ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการศึกษากลไกแผ่นดินไหวในสนามและจากเครื่องมือบันทึกแผ่นดินไหว



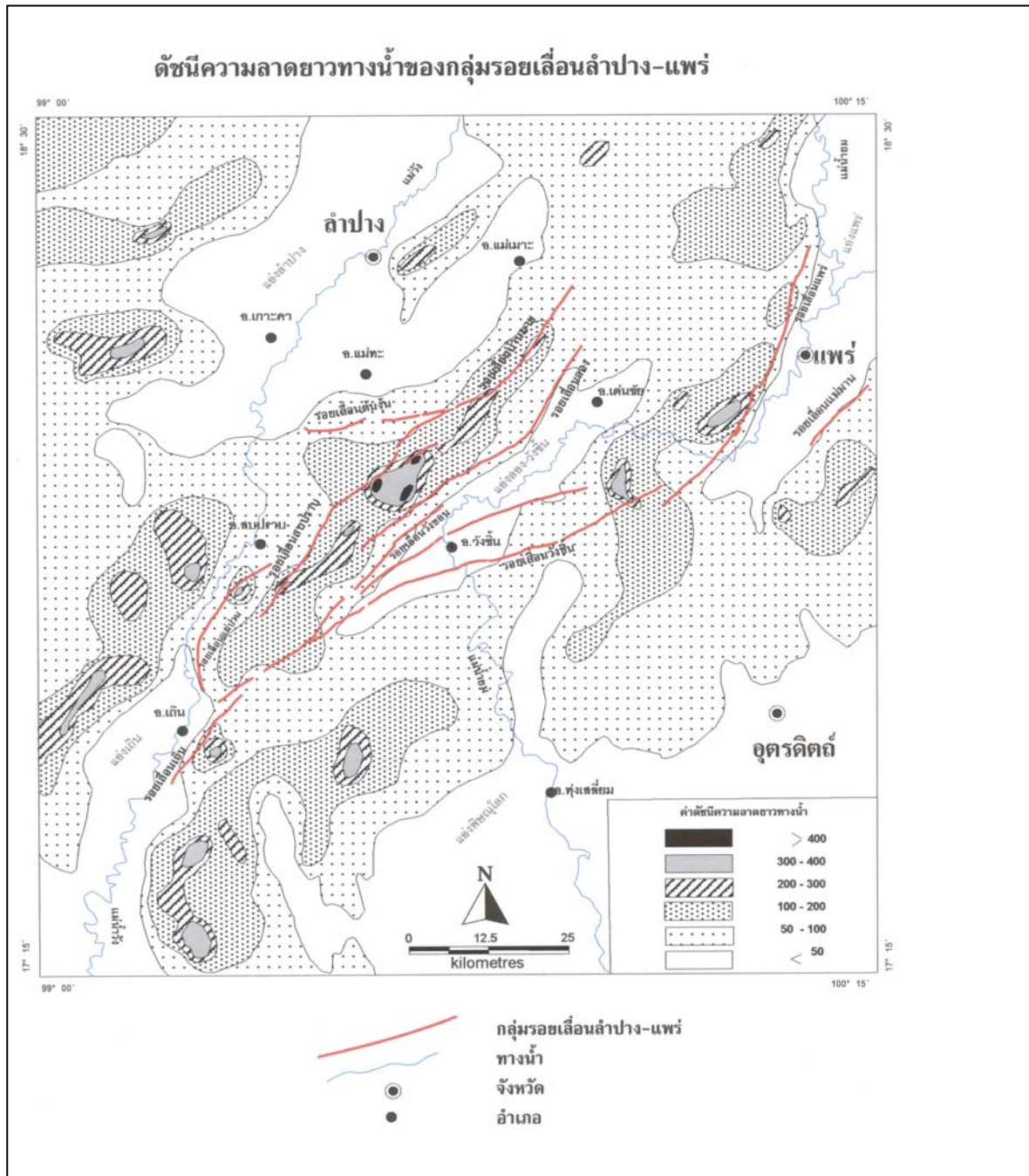
รูป 2.33 รายละเอียดธรณีวิทยาที่ปรากฏบนผนังของร่องสำรวจ HP5 อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ แสดงหลักฐานการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน 2 เหตุการณ์ (F1, F2) และรอยแตกในชั้นทรายหยาบบริเวณ โครงสร้างรูปประทุน (สุวิทย์ โคสุวรรณ และอภิชาติ ลำจวน, 2541)



รูป 2.34 (ก) แผนที่ธรณีวิทยาตามแนวรอยเลื่อนแม่กวาง(Rhodes และคณะ, 2002) (ข) แผนที่ภูมิประเทศแสดงลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา คือทางน้ำหักงอ สันเขาปิดกั้นที่เกิดจากการกระทำของรอยเลื่อนแม่กวางที่ตัดผ่าน (Rhodes และคณะ, 2002)

ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2546) สรุปว่าการเคลื่อนตัวส่วนใหญ่เป็นแบบซ้ายเข้า และจากการหาอายุของตะกอนที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนจำนวน 30 ตัวอย่าง จากร่องสำรวจทั้งเก่าและใหม่ โดยวิธีการเรืองแสงความร้อน (TL) พบว่าได้เคยมีแผ่นดินไหวในอดีตประมาณ 7 ริกเตอร์ (Mw) เกิดขึ้นครั้งหลังสุดอย่างน้อย 3 ครั้งในเขตพื้นที่ลำปาง เมื่อประมาณ 4,000 ปี (รอยเลื่อนบ้านมาย) 3,000 ปี (รอยเลื่อนต้นงุ่น) และ 2,000 ปี (รอยเลื่อนสบปราบ) ส่วนในเขตพื้นที่แพร่เฉพาะด้านตะวันออก (รอยเลื่อนแม่มาง) ได้เคยเกิดแผ่นดินไหว ขนาดเดียวกันเมื่อประมาณ 1 ล้านปี และประมาณ 5 หมื่นปีมาแล้ว อีกทั้งจากการศึกษาพบว่า รอยเลื่อนมีพลังแถบลำปางมีอัตราการเคลื่อนตัวโดยเฉลี่ยประมาณ 0.15 ถึง 0.83 มิลลิเมตรต่อปี และรอย

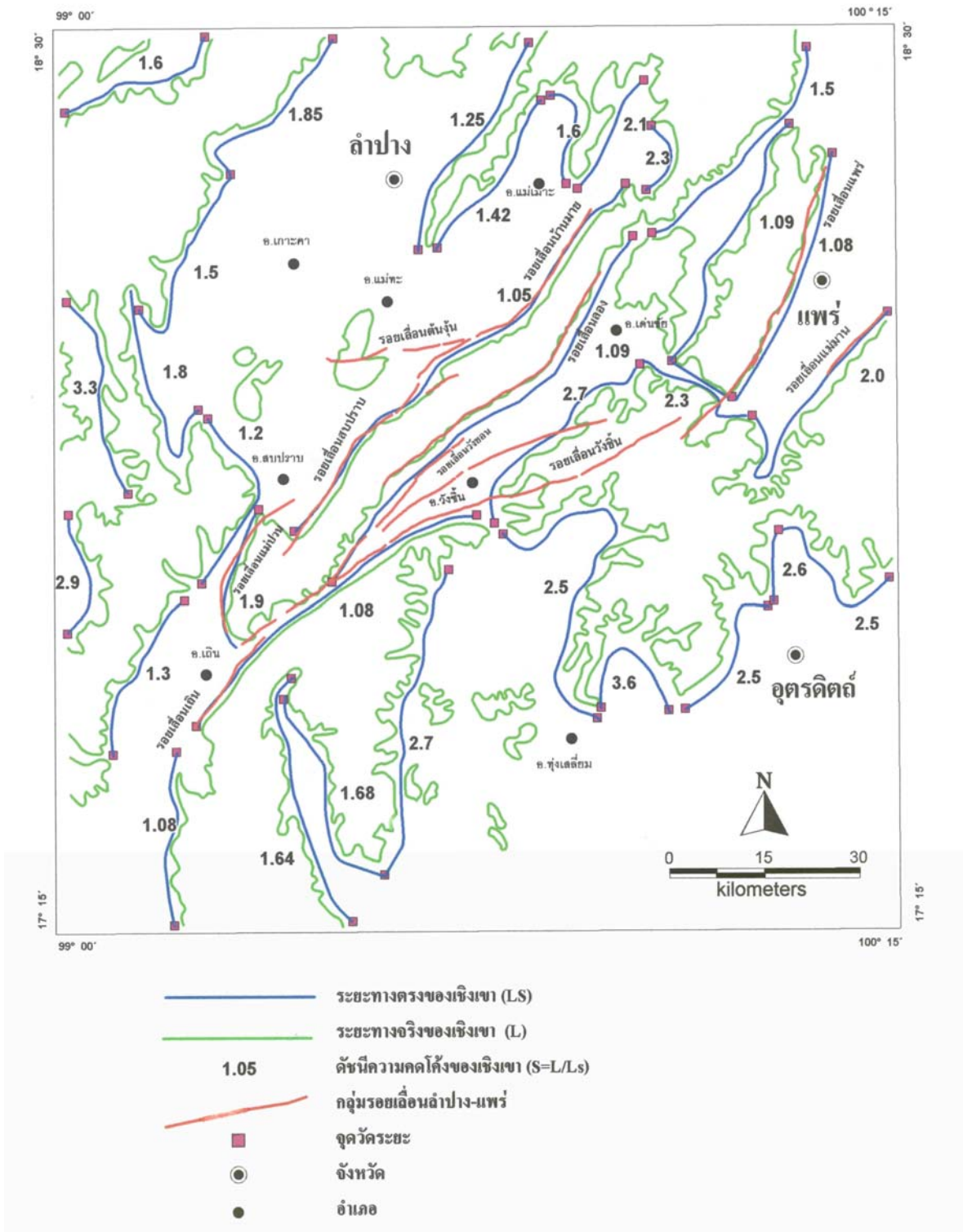
เลื่อนมีพลังในแอ่งแปร์มีอัตราการเคลื่อนตัวโดยเฉลี่ยประมาณ 0.06 มิลลิเมตรต่อปี อนึ่งจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เขตชุมชนที่อยู่ในระยะรอยเลื่อน พบว่าพื้นที่สำคัญได้แก่ อำเภอเถิน อำเภอสบปราบ อำเภอแม่ทะ และอำเภอลอง ในจังหวัดลำปาง และอำเภอสูงเม่น อำเภอเด่นชัย อำเภอวังชิ้น และอำเภอเมืองในจังหวัดแปร์ อาจได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวได้ (รูป 2.38)



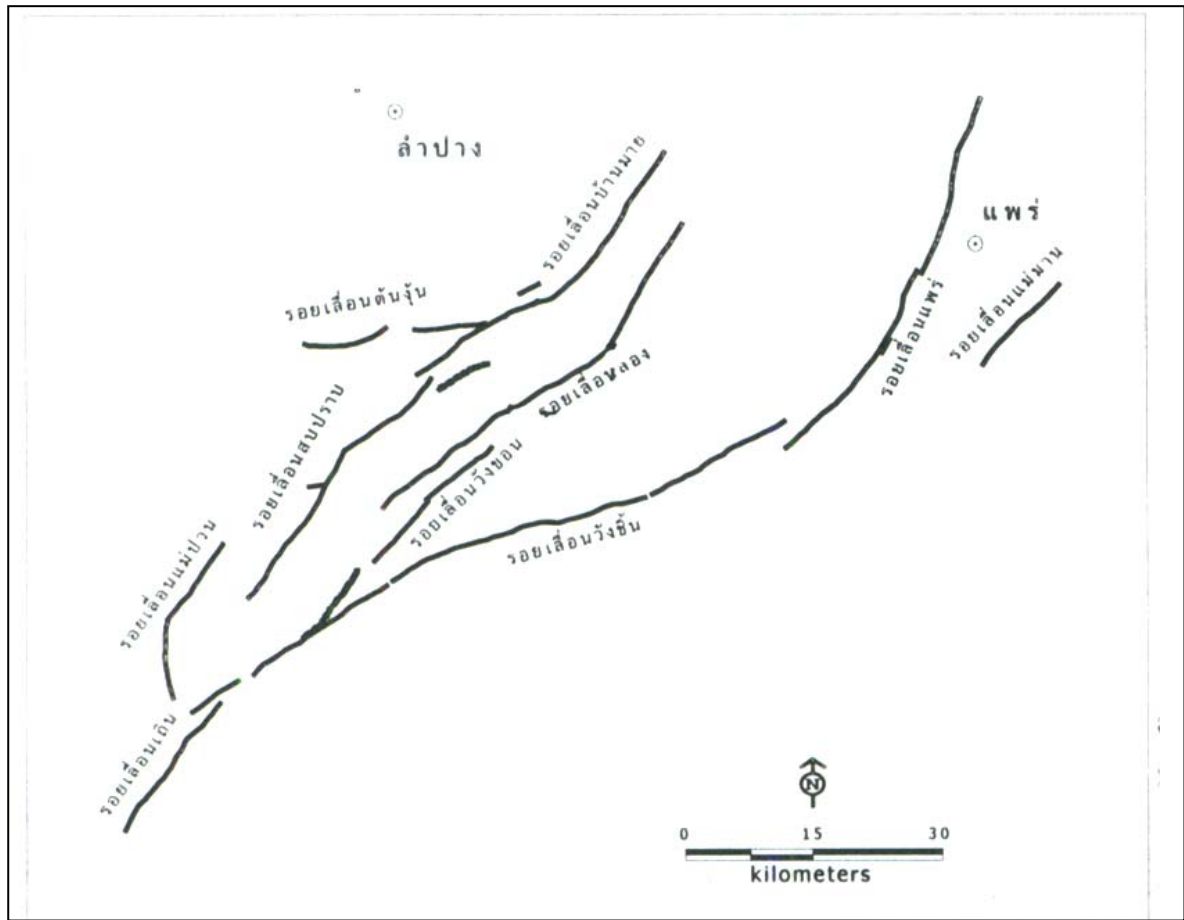
รูป 2.35 แผนที่แสดงดัชนีความลาดยาวทางน้ำของกลุ่มรอยเลื่อนลำปาง-แปร์ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2546)



ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา บริเวณกลุ่มรอยเลื่อนลำปาง-แพร่



รูป 2.36 แผนที่แสดงดัชนีความคดโค้งเชิงเขา บริเวณกลุ่มรอยเลื่อนลำปาง-แพร่ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2546)

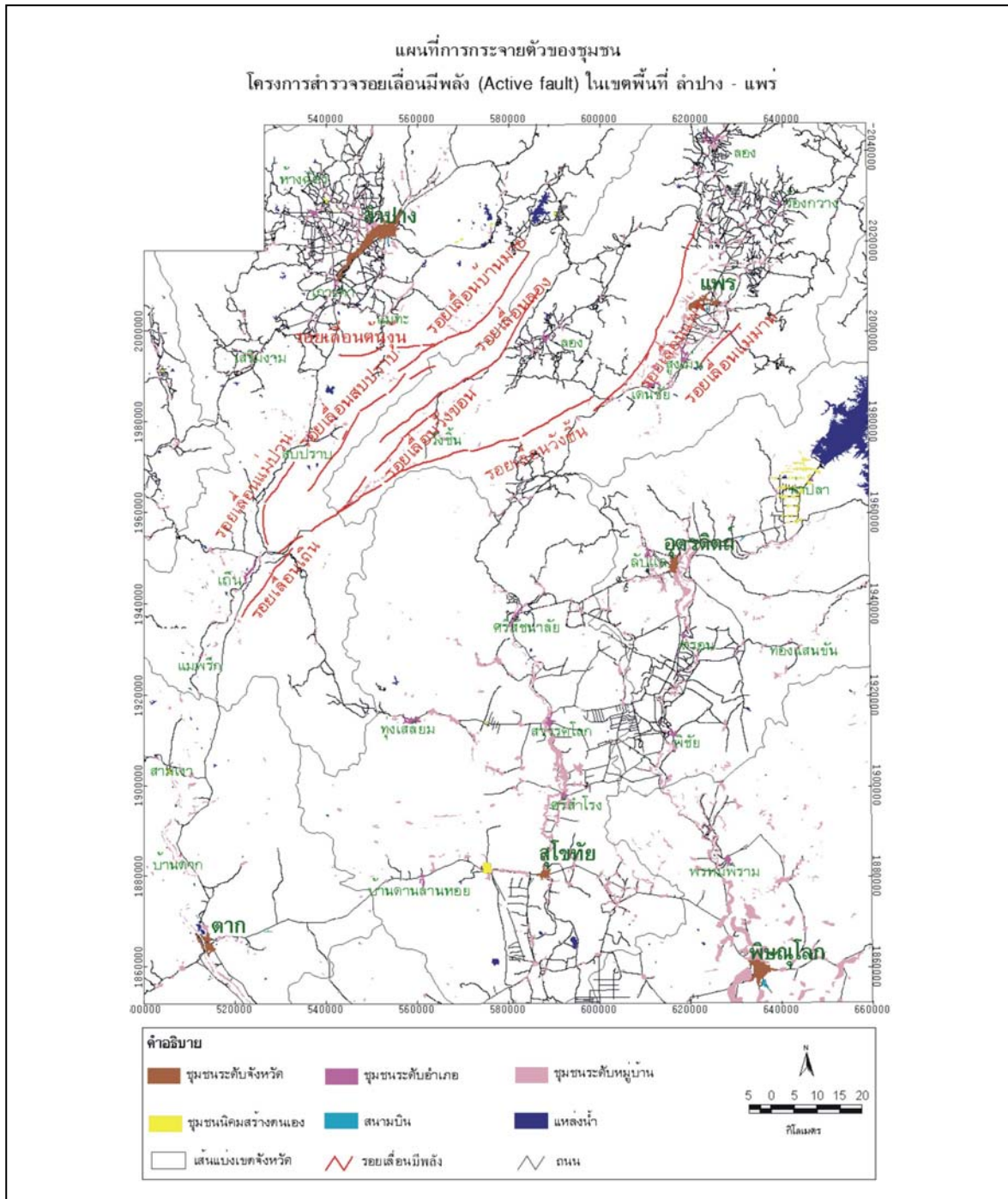


รูป 2.37 แนวกลุ่มรอยเลื่อนเงิน-แพร่ แสดงรอยเลื่อนย่อยที่วางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง-แพร่ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2546)

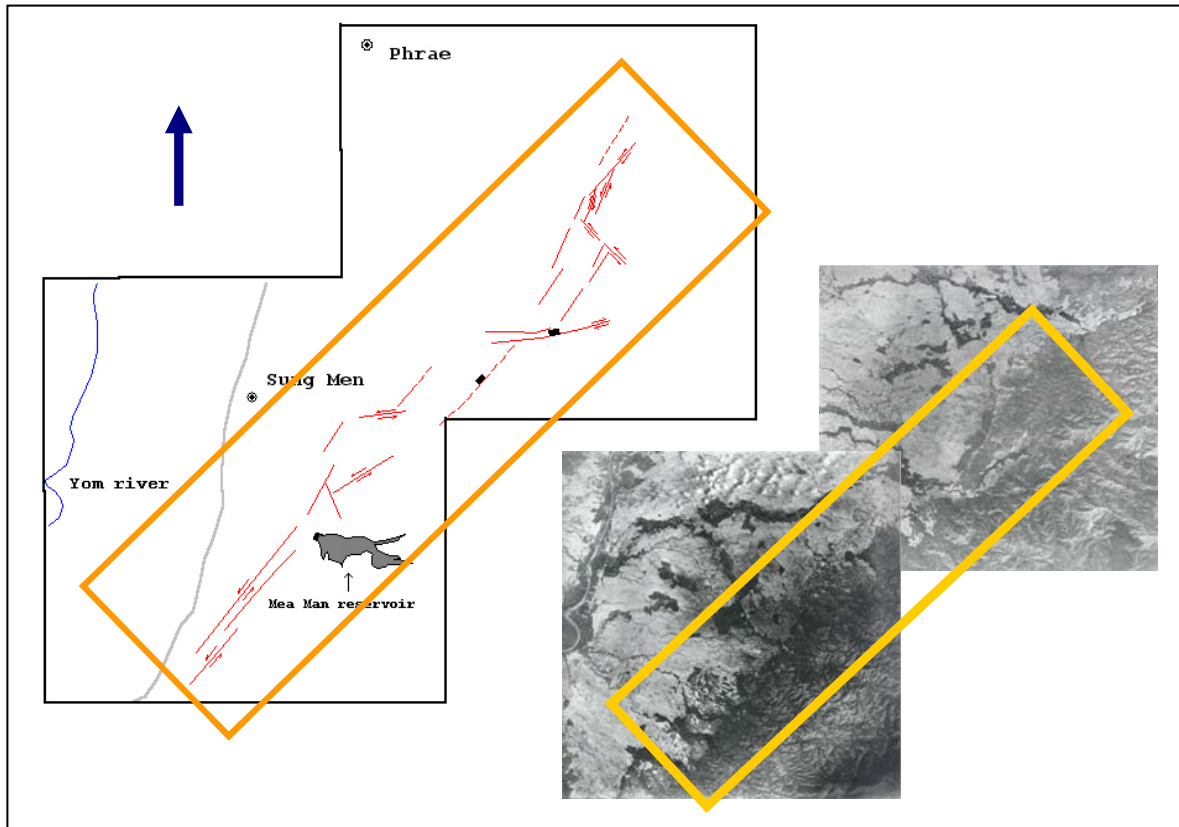
ในส่วนบริเวณจังหวัดแพร่ นั้น Udchachon (2002) ได้การศึกษารณีฐานใหม่ของส่วนตะวันออกเฉียงใต้ของรอยเลื่อนแพร่ เพื่อบ่งบอกหลักฐานที่มีความสัมพันธ์กับการเลื่อนตัว พร้อมทั้งวิเคราะห์ทิศทางของแรงภายในโลกที่กระทำในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ยังได้ทำการหาอายุตะกอนที่มีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนและลำดับเหตุการณ์การเลื่อนตัวของรอยเลื่อน ว่าควมมีพลังของแต่ละรอยเลื่อนเป็นเช่นใด พบว่ารอยเลื่อนตะวันตกเฉียงใต้ของระบบรอยเลื่อนแพร่ เป็นรอยเลื่อนที่มีศักยภาพการเลื่อนตัวปรากฏตรงบริเวณขอบด้านตะวันออกเฉียงใต้ของแอ่งแพร่ มีความยาวประมาณ 20 กิโลเมตร มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางเหนือ รอยเลื่อนหลักวางตัวอยู่ระหว่างแอ่งและแนวเทือกเขา มีทิศทางเอียงเทไปทางทิศตะวันตก พบรอยเลื่อนรองวางตัวค่อนข้างขนานไปกับรอยเลื่อนหลัก ตัดผ่านชั้นตะกอนตะพักชั้นสูงและมีทิศทางเอียงเทไปทางทิศตะวันออกตรงข้ามกับทิศทางเอียงเทของรอยเลื่อนหลัก (รูป 2.39) สำหรับหลักฐานการแปรสัณฐานตามแนวรอยเลื่อนที่ปรากฏได้แก่ สันปัดกั้น ผาสามเหลี่ยมและลำธารหักมุม เมื่อผนวกข้อมูลการหาอายุตะกอน ข้อมูลการศึกษาภาคใกแผ่นดินไหวเข้าด้วยกัน พบว่าส่วนรอยเลื่อนนี้มีการเลื่อนตัวแบบซ้ายเข้าประกอบกับแบบปกติด้วยอัตราการเลื่อนตัว



สูงสุด 0.06 มิลลิเมตรต่อปี สอดคล้องกับข้อมูลการศึกษาทิศทางของแรงที่มากระทำต่อพื้นที่นี้และใกล้เคียงในสมัยปัจจุบัน ซึ่งบ่งชี้ว่า แรงบีบอัดอยู่ในทิศทางประมาณเหนือ-ใต้ ส่วนแรงดึงออกอยู่ในทิศตะวันออก-ตะวันตก การศึกษาแผ่นดินไหวในอดีตพบว่าพื้นที่นี้เคยเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่(ประมาณ 7 ริกเตอร์)



รูป 2.38 แผนที่แสดงรอยเลื่อนในเขตจังหวัดลำปาง – แพร่ และการกระจายตัวของเขตชุมชนในบริเวณที่ศึกษาและใกล้เคียง (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2546)



รูป 2.39 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณแอ่งแพร่ แสดงแนวรอยเลื่อนที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลโทรสัมผัส (Udchachon, 2002)

#### 2.3.2.4 ผลงานรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน

ปลายปี พ.ศ. 2546 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้จัดทำโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำสาละวิน ในบริเวณใกล้ชายแดนไทย-เมียนมาร์ ในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน (ปัญญา จารุศิริและคณะ, 2547) โดยวางแผนก่อสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำจำนวน 4 เขื่อน ได้แก่ เขื่อนสาละวินตอนบน เขื่อนสาละวินตอนล่าง เขื่อนกั้นแม่น้ำปายด้านทิศตะวันตกของจังหวัดแม่ฮ่องสอนและเขื่อนกั้นแม่น้ำปายด้านทิศเหนือของจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อศึกษาในเบื้องต้นว่ามีรอยเลื่อนมีพลังปรากฏในบริเวณตำแหน่งที่ถูกเสนอให้ก่อสร้างเขื่อน รวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงโดยรอบหรือไม่ และศึกษาพฤติกรรมของการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนมีพลังที่อาจส่งผลกระทบต่อโรงไฟฟ้าพลังน้ำสาละวินได้ในอนาคต ผลการศึกษาจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น, แผนที่แนวเส้นโครงสร้างที่ได้จากการแปลความหมายโทรสัมผัส, ข้อมูลการกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหว, การสำรวจภาคสนาม, การศึกษาสนามความเครียดของการแปรสัณฐาน ได้เป็นผลจากการแปลความหมายจากข้อมูลโทรสัมผัส พบลักษณะธรณีฐานที่บ่งชี้ถึงความมีพลังของพื้นที่ คือ ผาสามเหลี่ยม, มารอยเลื่อน, ทางน้ำหักงอ, สันปิดกั้นทางน้ำ, น้ำพุร้อน และหุบเขาเส้นตรง และจากการประมวลผลกับการสำรวจธรณีวิทยาแผ่นดินไหวภาคสนาม สามารถจำแนกรอย

เดือนออกเป็น 13 กลุ่มรอยเดือน โดยที่เป็นรอยเดือนในประเทศไทย 7 กลุ่มรอยเดือนคือ กลุ่มรอยเดือนแม่ฮ่องสอน, กลุ่มรอยเดือนบ้านน้ำเพียงดิน, กลุ่มรอยเดือนขุนขวม, กลุ่มรอยเดือนแม่สะเรียง, กลุ่มรอยเดือนแม่น้ำเงา, กลุ่มรอยเดือนบ้านท่าตี่ฝั่งและกลุ่มรอยเดือนเมย ส่วนในพื้นที่ศึกษาวิจัยในเขตสหภาพพม่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มรอยเดือนด้วยกันคือ กลุ่มรอยเดือนขอบฉาน, กลุ่มรอยเดือนสะแกง, กลุ่มรอยเดือนตองยี, กลุ่มรอยเดือนพานหลวง, กลุ่มรอยเดือนเมากลิและกลุ่มรอยเดือนผาปูน และรอยเดือนที่ปรากฏในพื้นที่ประเทศสหภาพพม่า มีศักยภาพความเป็นรอยเดือนมีพลังมากกว่ารอยเดือนทั้งหลายที่มีการศึกษาในประเทศไทย

### 2.3.2.5 ผลงานรอยเดือนเมย-แม่ปิง

ส่วนกลุ่มรอยเดือนเมย-แม่ปิง จังหวัดตากนั้น ปรีชา สายทอง (2541) ได้ทำการศึกษาถึงธรณีสัณฐานวิทยาของรอยเดือนมีพลังเมย-แม่ปิง ครอบคลุมแผนที่ภูมิประเทศระหว่างบ้านปางสำน, ระวังจังหวัดตากและระหว่างบ้านนาโบสถ์ ได้ทำการแปลความหมายภาพถ่ายทางอากาศที่แสดงถึงลักษณะธรณีสัณฐานของรอยเดือนต่างๆ ผลที่ได้จากการแปลความหมายและทำการตรวจสอบภาคสนาม สามารถแบ่งหน่วยหินออกได้ 10 หน่วยหิน และหลายหน่วยหินถูกรอยเดือนแม่ปิงตัดผ่าน ซึ่งปรากฏใน ปรีชา สายทอง (2541) ได้แบ่งรอยเดือนแม่ปิงออกเป็น 22 รอยเดือนย่อย โดยส่วนใหญ่วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นรอยเดือนปกติและมีลักษณะเลื่อนไปทางขวา (normal with right lateral movement)

ต่อมา Hongjaisee (1999) ได้วิเคราะห์และประเมินภัยจากแผ่นดินไหว โดยอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหวร่วมกับผลการศึกษารอยเดือนมีพลัง และได้แสดงในรูปแบบแผนที่ขอบเขตภัยจากการเกิดแผ่นดินไหว พบว่าที่โอกาสร้อยละ 37 ของการเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงเกินค่าใดๆ พบว่าค่าความเร่งของการสั่นสะเทือนของพื้นดินบริเวณด้านตะวันตกของประเทศ มีค่าประมาณ 100 แกล โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ชายแดนไทย-เมียนมาร์ มีค่าความเร่งของพื้นดิน 120-150 แกล สำหรับที่โอกาสร้อยละ 10 ของการเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงเกินค่าใดๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ค่าความเร่งสูงสุดของพื้นดิน (GPA) ในพื้นที่จังหวัดแพร่ พะเยา เชียงรายและเชียงใหม่ มีค่าประมาณ 0.08 g จังหวัดแม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปางและน่าน มีค่าประมาณ 0.04 g และพบว่าเขื่อนแม่กวงมีศักยภาพเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวสูง เขื่อนสิริกิติ์มีศักยภาพต่ำ นอกจากนี้ยังรายงานถึงการประเมินอัตราการเลื่อนตัวของรอยเดือนแม่จันที่ 0.1-3.7 มิลลิเมตรต่อปี รอยเดือนวังเหนือที่ 0.8-3.5 มิลลิเมตรต่อปี รอยเดือนเถินกับรอยเดือนแพร่ อัตราการเลื่อนตัว 0.01-0.1 มิลลิเมตรต่อปีด้วย

### 2.3.2.6 ผลงานรอยเดือนศรีสวัสดิ์

Siribhakdi (1987) ได้กล่าวถึงรอยเดือนศรีสวัสดิ์ว่าเป็นรอยเดือนที่มีทิศทางการวางตัวตามแนวแม่น้ำแควใหญ่ ส่วนปลายทางทิศใต้ของรอยเดือนนี้ดูเหมือนจะเป็นส่วนหนึ่งที่ยื่นเข้าไปในรอยเดือนเจดีย์สามองค์ และแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 15 และ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 น่าจะมีความสัมพันธ์อย่าง

ใกล้ชิดกับรอยเลื่อนนี้ จากการศึกษาภาคสนามพบว่ารอยเลื่อนศรีสวัสดิ์น่าจะเป็นรอยเลื่อนมุมต่ำมีมุมเอียงทางด้านตะวันออก (east-dipping fault) ซึ่งจากโครงสร้างของทั้งรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ที่พบซึ่งว่ามีแรงอัด (compression) มากระทำจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ แรงเหล่านี้อาจมีต้นกำเนิดมาจาก spreading ridge และเขตมุดตัว (subduction zone) ในทะเลอันดามัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shrestha (1987) ที่กล่าวว่าแผ่นดินไหวครั้งใหญ่เมื่อวันที่ 15 และ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 เกิดขึ้นตามแนวของรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ และแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นทั้ง 2 ครั้งนี้เป็นแผ่นดินไหวในระดับตื้น นอกจากนี้ได้อย่างถึงงานของ Le Dain และ คณะ (1984) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์กลไกการเกิดแผ่นดินไหว (focal mechanism หรือ fault plane solution) ของแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 และได้แสดงให้เห็นว่าแผ่นดินไหวครั้งนี้เกิดจากการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนแบบขวาเข้า (right lateral)

ในส่วนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเอง ศุภวรรณ คล้ายพงษ์พันธุ์ และปลิว ชิตตระการ (Klaipongpan and Chittakera 1987) ได้รายงานผลปรากฏที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวทำการศึกษาเกี่ยวกับแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณปลายเขื่อนศรีนครินทร์วันที่ 15 และ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 ว่าแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2526 นั้นมีขนาด 5.3 ริกเตอร์ เป็นแผ่นดินไหวก่อน (fore shock) และตามมาด้วยแผ่นดินไหวหลัก (Main shock) ขนาด 5.9 ริกเตอร์ ในวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 นั้น ปรากฏหลักฐานดังนี้คือ พบหินร่วงบริเวณฝั่งซ้ายของห้วยแม่พลู ซึ่งเป็นหน้าผา (หรือ hanging wall) ของหินปูนชุดทุ่งสอง และพบหน้าดินพังทลายบริเวณจุดบรรจบของลำน้ำแควใหญ่และห้วยขาแข้ง โดยเฉพาะหน้าดินของหินบ้านเจ้าเศรษฐีไรต์ นอกจากนี้ยังพบรอยแตกบริเวณทางทิศใต้ของขอบอ่างเก็บน้ำศรีนครินทร์ด้านลำห้วยแม่พลูมีทิศทางประมาณ  $75^{\circ}$ - $80^{\circ}$  ตะวันตก และมีทิศทางไม่ต่อเนื่องประมาณ 3-4 กิโลเมตร รอยแตกนี้ส่วนใหญ่จะวิ่งขนานหรือปรากฏบนรอยแตกเดิมซึ่งมีแนวอยู่ประมาณ  $80^{\circ}$  ตะวันตก ถึงตะวันออก-ตะวันตก และเอียงเทไปทางทิศเหนือด้วยมุมประมาณ 65 องศา ถึง 70 องศา และจากการตรวจวัดจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2526 โดยกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่ามียุถึง 143 จุดด้วยกัน ศูนย์กลางเหล่านี้รับได้จากสถานีรับคลื่นจากประเทศไทยทั้งสิ้น บริเวณที่จุดศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวกระจายอยู่มีเนื้อที่ประมาณ 90 ตารางกิโลเมตรและมีความลึกของจุดกำเนิดระหว่าง 7-20 กิโลเมตร แต่ส่วนมากอยู่ในช่วง 10 กิโลเมตร จุดศูนย์กลางการเกิดอยู่กระจัดกระจายเต็มพื้นที่ ไม่มีการเรียงตัวอยู่ในแนวใดแนวหนึ่งโดยเฉพาะ

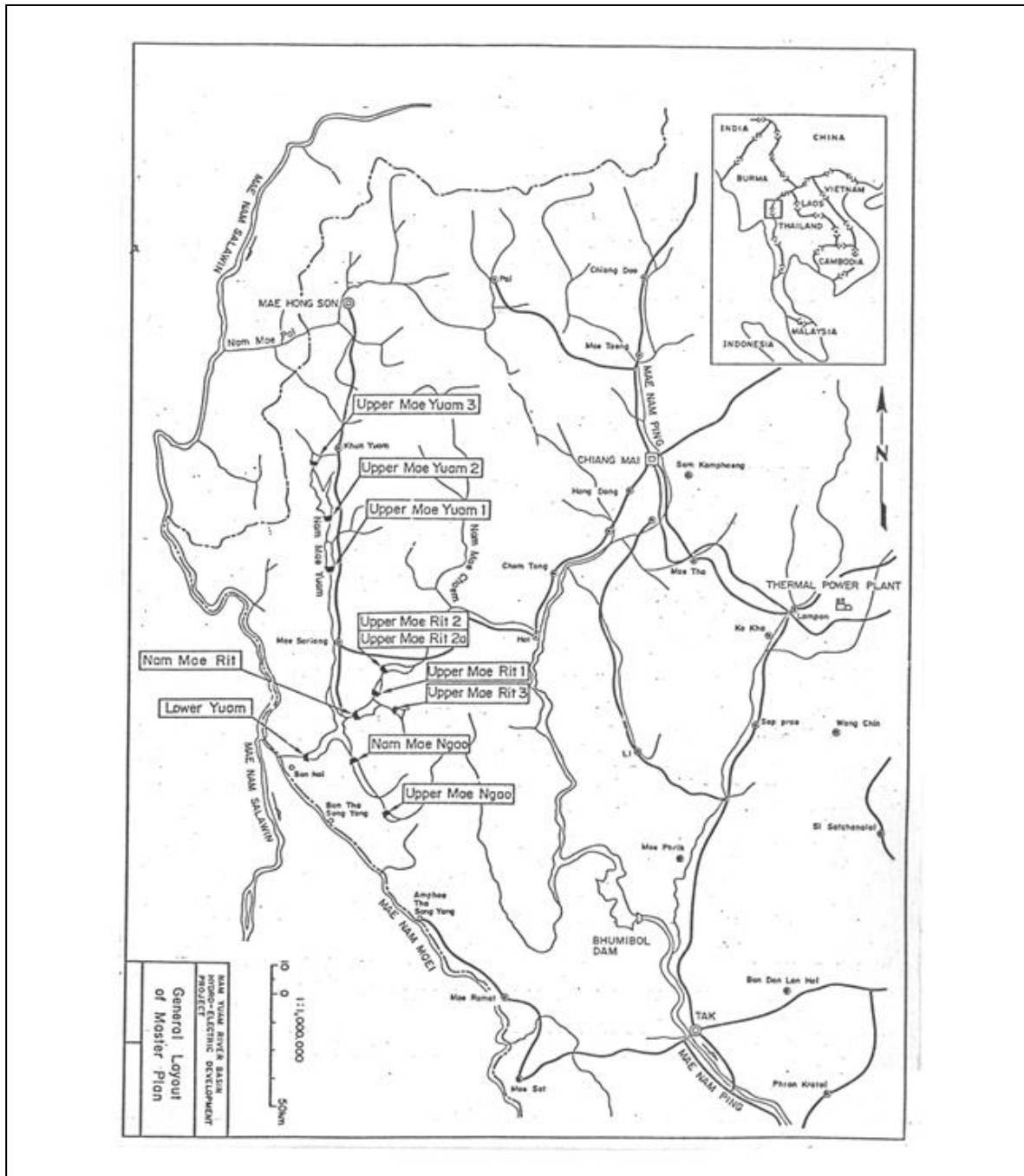
ชัยยนต์ หินทอง (1991) ได้ทำการศึกษารอยเลื่อนที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อกรุงเทพฯ โดยกล่าวถึงรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ว่าเป็นรอยเลื่อนที่พาดผ่านด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย แยกมาจากรอยเลื่อนพานหลวงในสหภาพพม่า มีแนวพาดผ่านตามทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ค่อนข้างขนานกับรอยเลื่อนเมย-อุทัยธานีโดยประมาณ แต่อยู่ถัดลงมาทางใต้ ผ่านอำเภอศรีสวัสดิ์ และบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี วางตัวตามลำแม่น้ำแควใหญ่ถึงจังหวัดกาญจนบุรี เมื่อพันพรมแดนประเทศไทยออกไปทางตะวันตกแล้ว แนวค่อนข้างจะเอียงไปทางเหนือเล็กน้อยบรรจบกับรอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี และรอย

เลื่อนพานหลวง ตัดผ่านชั้นหินตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิกถึงมหายุคมีโซโซอิก และน่าจะต่อเลยเข้ามาในแอ่งที่ราบภาคกลางตอนล่างผ่านกรุงเทพฯมีประวัติและธรรมชาติเป็นรอยเลื่อนตามแนวระนาบทางซ้าย ในช่วงอายุเทอร์เชียรี ต่อมาในสมัยควอเทอร์นารีการเคลื่อนไหวกลับทิศทางกันจากเดิม กลายเป็นรอยเลื่อนตามแนวระนาบทางขวา เนื่องจากทวีปอินเดียมีการเคลื่อนเข้าหาและไปชนกับทวีปเอเชียทางด้านประเทศธิเบต ในราว 45-50 ล้านปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

ต่อมาในปี 1992 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาด้านแผ่นดินไหว จึงได้ขอความร่วมมือไปยังกรมทรัพยากรธรณีร่วมทำการสำรวจและศึกษาด้านธรณีวิทยาแผ่นดินไหว และแหล่งแร่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการก่อสร้างเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำขวมนและน้ำเงา จังหวัดแม่ฮ่องสอน (รูป 2.40) ผลการศึกษาด้านแผ่นดินไหวพบว่า กลุ่มรอยเลื่อนเมฆ-อุทัยธานี มีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีการเลื่อนตัวในอึดแบบซ้าย (sinistral) และได้เปลี่ยนการเลื่อนตัวเป็นแบบขวาเข้า (dextral) ในช่วงโอลิโกซีน-ไมโอซีน พบวกเข้ากับผลการหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้หาอายุการเลื่อนตัวเมื่อ 0.16 , 0.49 และ 1.17 ล้านปีมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหวเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2518 บริเวณบ้านท่าสองยาง จังหวัดตาก ขนาด 5.6 ริกเตอร์ ส่วนกลุ่มรอยเลื่อนแม่สะเรียง-แม่ฮ่องสอน มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มีการเลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติเป็นลักษณะเด่น ผลการอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน สามารถบอกได้ว่าการเลื่อนตัวมากกว่า 4 ครั้งคือเมื่อ 0.57-0.61 , 0.82-0.91 , 1.57 และ 4.81 ล้านปีมาแล้ว และในพื้นที่เดียวกันนี้ ต่อมา Sarapirome & Khundee (1994) ได้ทำการศึกษารัศมีแปรสัณฐานยุคใหม่ บริเวณแม่ฮ่องสอน-ขุนขวม โดยใช้การแปลความหมายแนวเส้นโครงสร้างจากดาวเทียม Landsat และภาพถ่ายทางอากาศ พบรอยเลื่อนที่พาดผ่านในตะกอนยุคควอเทอร์นารีด้วย พบวกเข้ากับข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหวและตำแหน่งน้ำพุร้อนแล้ว ซึ่งทำให้ทั้งสองท่านสรุปว่าเป็นพื้นที่ที่ยังมีการเคลื่อนตัวอยู่

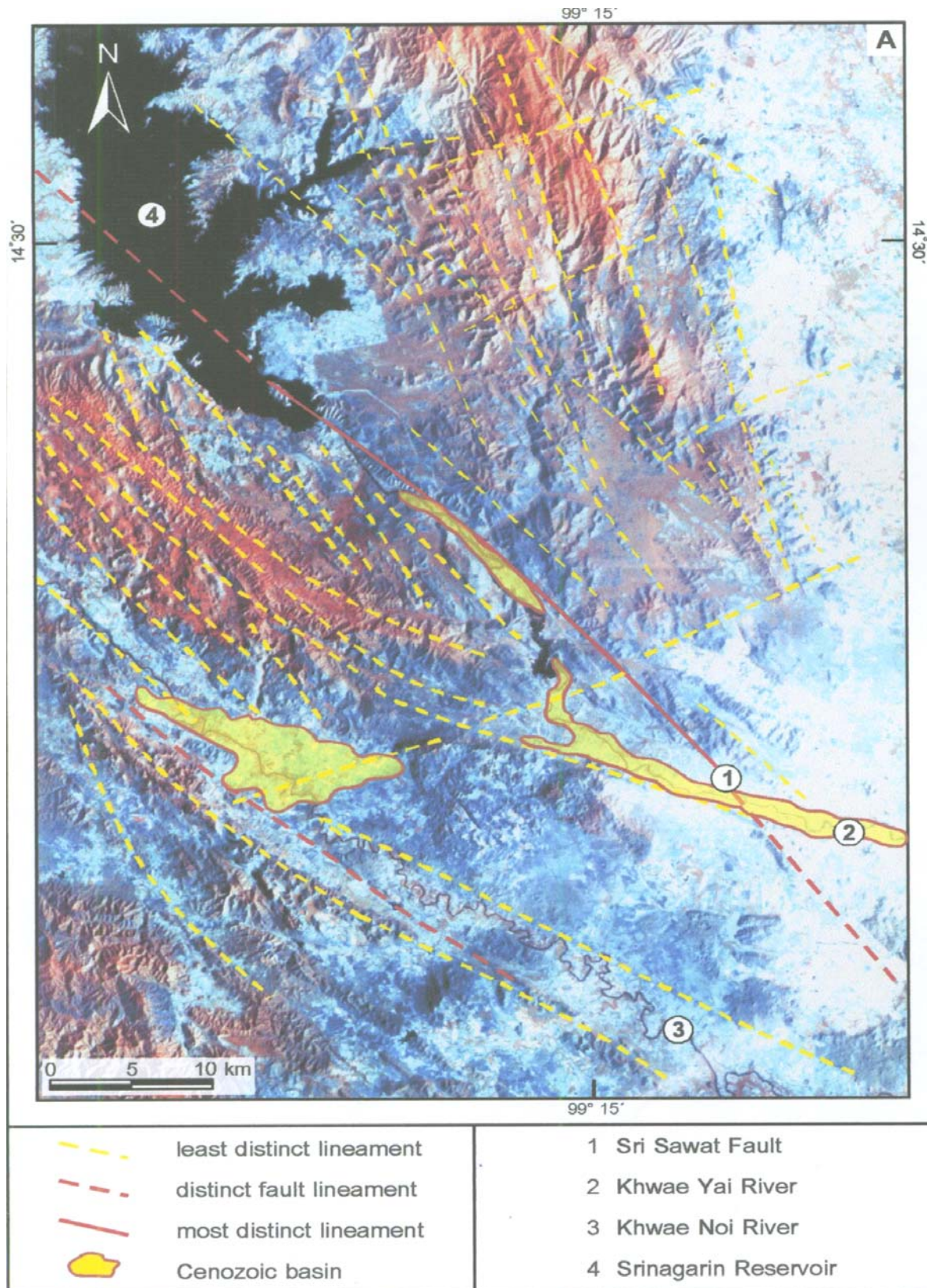
การศึกษาชั้นรายละเอียดของรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์นั้น รัชชัช นัทธี (2544) และ Songmuang (2001) ได้ทำการศึกษาความปลอดภัยเกี่ยวกับแผ่นดินไหวของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนเขาแหลมจากรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ พบว่ารอยเลื่อนศรีสวัสดิ์นี้พาดผ่านจากด้านตะวันออกเฉียงใต้ของสหภาพพม่าเข้ายังภาคตะวันตกของไทย มีทิศทางการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือก่อนไปทางทิศเหนือ และเป็นรอยเลื่อนตามแนวเฉียง มีความยาวทั้งสิ้น 380 กิโลเมตร สามารถแบ่งได้สามส่วนคือ ส่วนเหนือ ยาว 200 กิโลเมตร ส่วนกลาง ยาว 80 กิโลเมตร และส่วนใต้ ยาว 75 กิโลเมตร ซึ่งเป็นส่วนที่น่าสนใจมาก (รูป 2.41) เนื่องจากพบแนวของรอยเลื่อนคมชัดมาก มีตะกอนยุคใหม่เกิดการสะสมตัวร่วมด้วย จึงได้ทำการศึกษารายละเอียด พบว่ารอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ส่วนใต้มีการเคลื่อนตัวในแนวระดับแบบย้อนกลับ มีระยะการเลื่อนตัวในแนวระดับประมาณ 125 เมตร มีการเคลื่อนตัวอย่างน้อย 4 ครั้งในอึดที่ผ่านมา อัตราการเคลื่อนตัวมีค่าเท่ากับ 2.865 มิลลิเมตรต่อปี เมื่อนำค่ารอยแตกบนพื้นผิวพบว่ามีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุดได้ 6.3 ริกเตอร์ ในพื้นที่เดียวกันนี้ Danphai boon (2001) ยังได้นำเอาเครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์ ได้แก่ เครื่องวัดความ

ด้านทานไฟฟ้าและเครื่องวัดความเข้มข้นสนามแม่เหล็ก (Resistivity survey and Magnetic survey และ VLF-EM) เข้ามาหาแนวของรอยเลื่อน ผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่เป็นแนวของรอยเลื่อนจะแสดงค่าความด้านทานไฟฟ้าสูง (high resistivity) และความเข้มสนามแม่เหล็กที่ต่ำ (lower magnetic) แนวของรอยเลื่อนหลักวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เอียงเทไปทางตะวันออกเฉียงใต้ แนวของรอยเลื่อนรองวางตัวในแนวเดียวกันแต่เอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ยังมีการเลื่อนตัวอยู่



รูป 2.40 แผนที่แสดงโครงการก่อสร้างเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำยมและน้ำเงา จังหวัดฮ่องสอน (Hinthong และ คณะ, 1992)





รูป 2.41 ภาพจากดาวเทียม Landsat TM7 แสดงแนวเส้นโครงสร้าง บริเวณรอยเลื่อนส่วนใหญ่ของ รอยเลื่อน ศรีสวัสดิ์ (Songmuang, 2001)

### 2.3.2.7 ผลงานรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์

การศึกษารอยเลื่อนทางภาคตะวันตกของประเทศไทย Won-In (1999) ศึกษารอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ซึ่งใช้วิธีการหลายรูปแบบเพื่อค้นหาหลักฐานทางนีโอเทคโทนิก โดยใช้การแปลความหมายจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 TM, ดาวเทียม JERS, ภาพถ่ายทางอากาศและทำการตรวจสอบภาคสนาม นอกจากนี้ยังใช้การคำนวณอายุโดยวิธีเรืองแสงความร้อนและอีเอสอาร์ (ESR-dating) พบว่ารอยเลื่อนนี้มีลักษณะการเลื่อนตามแนวเฉียง มีความยาวรวม 222 กิโลเมตร มีแนวรอยเลื่อนจากทางตะวันออกเฉียงใต้ของสหภาพพม่าทอดยาวเข้ามาในประเทศไทยทางทิศตะวันตกไปสู่ภาคกลางของประเทศ

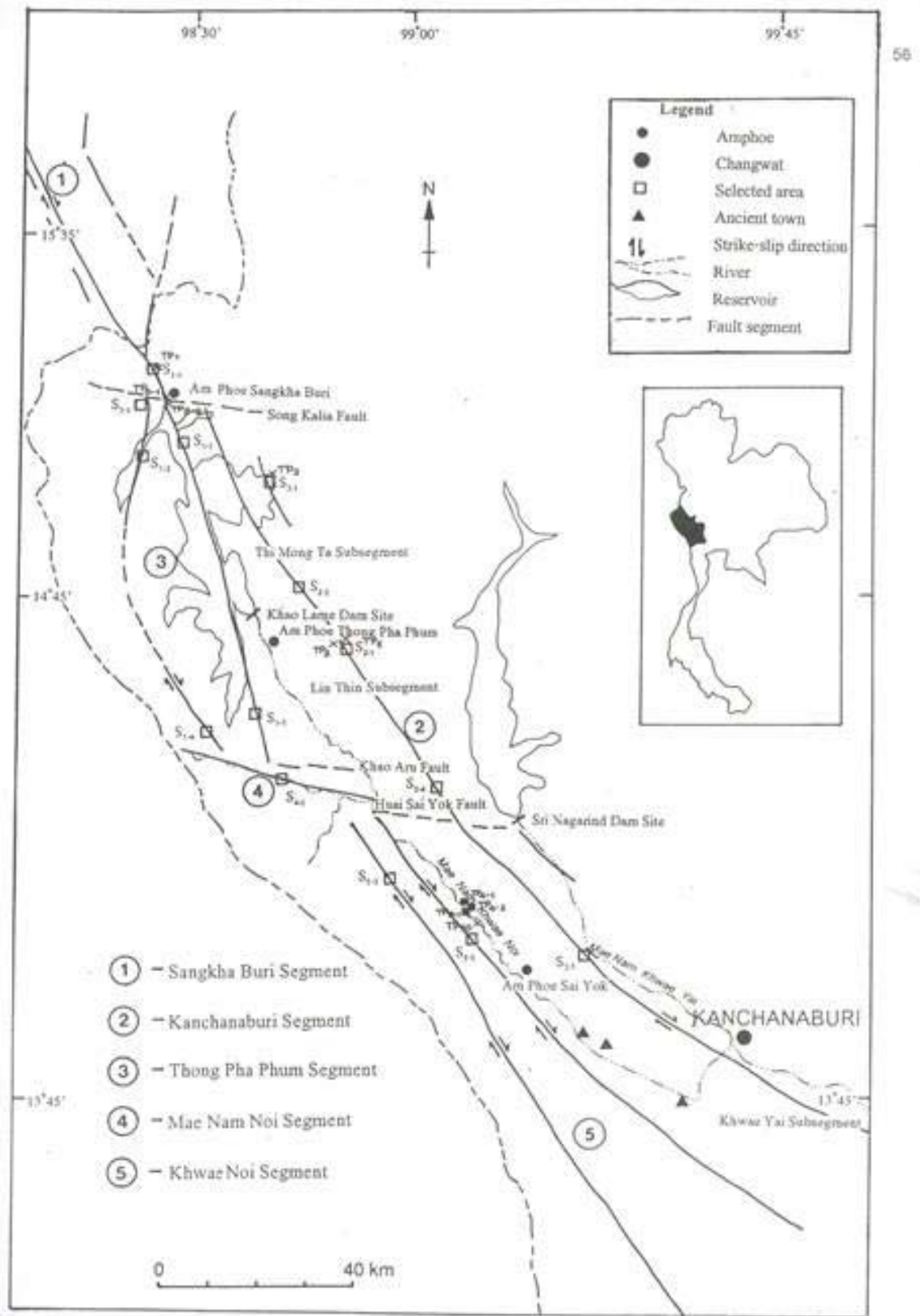
หลักฐานจากธรณีวิทยาเรขาคณิตและธรณีสัณฐานวิทยาบ่งชี้ว่ารอยเลื่อนเจดีย์สามองค์เป็นรอยเลื่อนที่มีการเลื่อนตัวมาไม่นานคือ ลำธารหังกอ, ผารอยเลื่อน, สันปัดกั้น, สันแนวยาวและลำธารแย่งน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 รอยเลื่อนย่อย ได้แก่ รอยเลื่อนย่อยสังขละบุรี ยาว 8 กิโลเมตร, รอยเลื่อนกาญจนบุรี ยาว 197.5 กิโลเมตร, รอยเลื่อนทองภุมิ ยาว 65 กิโลเมตร, รอยเลื่อนแม่น้ำน้อย ยาว 31.5 กิโลเมตร, และรอยเลื่อนแควใหญ่ ยาว 125 กิโลเมตร เมื่อนำเอาผารอยเลื่อนและตะกอนพัดพาที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อนไปหาอายุ พบว่ามีการเลื่อนตัวทั้งหมดอย่างน้อย 5 ครั้งด้วยกัน ได้แก่ อายุในช่วง 1 -0.97 ล้านปี, 0.58-0.46 ล้านปี, 0.18 ล้านปี, 0.14-0.145 ล้านปี และ 0.02 ล้านปี ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้ผนวกกับการกระจายตัวของศูนย์กลางแผ่นดินไหว ตำแหน่งน้ำพุร้อนและข้อมูลกระแสไหลของความร้อน ซึ่งสนับสนุนว่าการเลื่อนตัวครั้งหลังสุดในช่วงอายุควอเทอร์นารี เป็นการเลื่อนตัวแบบขวาเข้าและมีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้สามารถสร้างภาพอิลิปซอยแรงเครียดว่าเข้ามาในแนวเหนือ-ใต้ หลังการชนกันของทวีปอินเดียกับทวีปยูเรเชียเมื่อ 40 ล้านปีมาแล้ว (รูป 2.42)

### 2.3.3 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวในทะเล

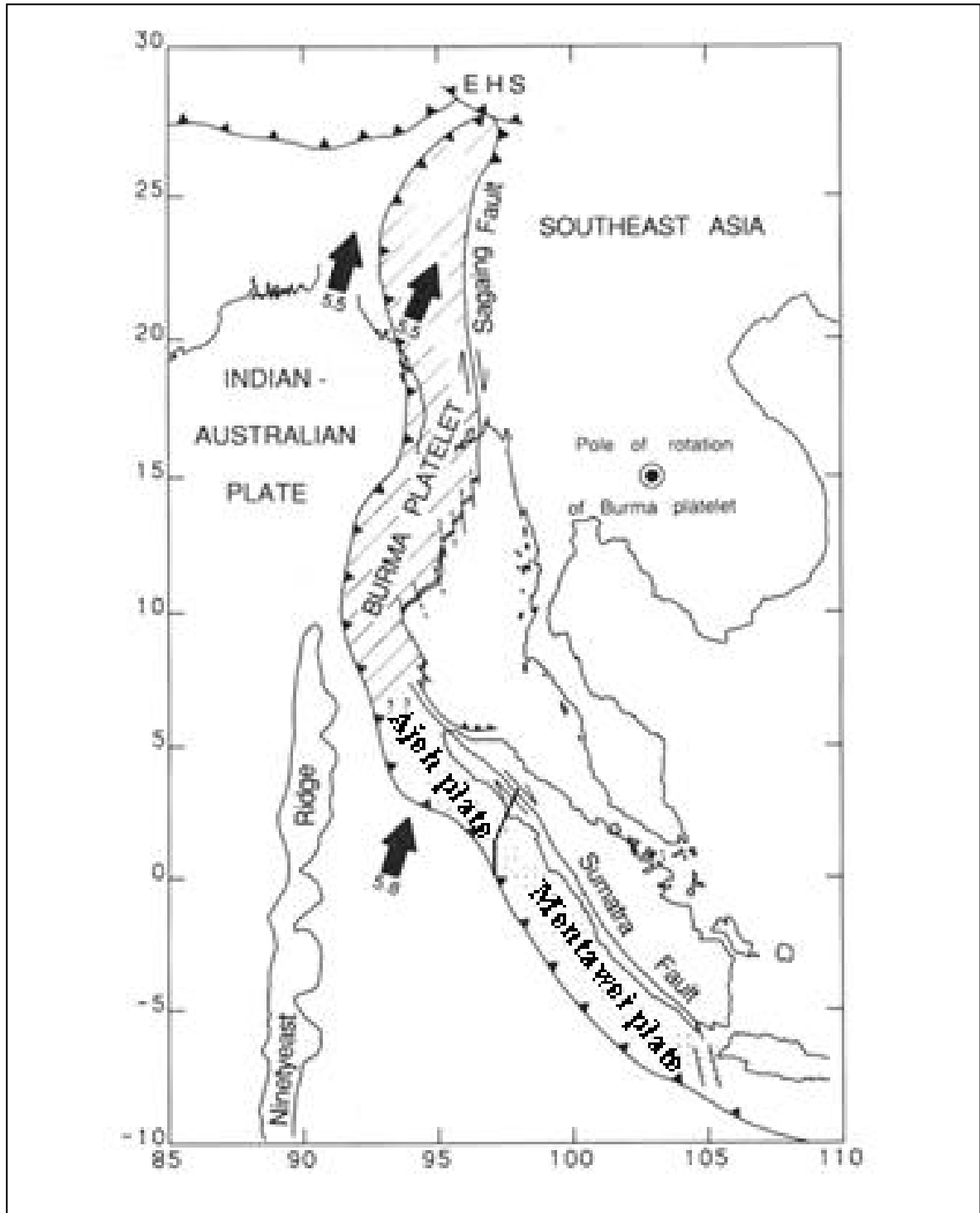
ผลงานในส่วนนี้ไม่ค่อยเป็นที่คุ้นเคยนักสำหรับบรรดานักธรณีวิทยาไทยที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นชาวต่างประเทศและเนื่องจากข้อมูลทางธรณีวิทยาส่วนใหญ่อยู่ที่ทะเล การศึกษาในช่วงแรกๆ ก็ได้มีการพูดถึงหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์แล้ว โดย Rink (1847) อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยในพื้นที่นี้ เราจึงได้อธิบายส่วนของภูมิภาคในทะเลอันดามันโดยย่อ ดังนี้

สหภาพพม่า ทะเลอันดามัน และเกาะสุมาตราตั้งอยู่ระหว่างแผ่นอินเดีย (Indian plate) (หรือแผ่นออสเตรเลีย Australian plate) กับ แผ่นยูโรป (Eurasian plate) (หรือ แผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Southeast Asian Plate) โดยที่ทั้ง 2 แผ่นเกิดการชนกัน โดยแผ่นอินเดียวิ่งเข้าชนและมุดตัวลงข้างใต้แผ่นเอเชียด้วยความเร็วประมาณ 5.5 ถึง 5.8 เซนติเมตรต่อปี (รูป 2.43) การมุดตัวดังกล่าวก่อให้เกิดแนวแผ่นดินไหว (รูป 2.44) และแนวภูเขาไฟใหญ่น้อยมากมาย (รูป 2.45) รวมถึงภูเขาไฟกระกะตั่ว (Krakatau) ด้วย ซึ่งการมุดตัวยังทำให้เกิดหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ ของอินเดีย และทำให้เกิดสภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยาที่อาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม โครงสร้างใหญ่ ตามแนวความคิดของ Suess (1904) ในหนังสือของเขาชื่อ “The Face of the Earth”

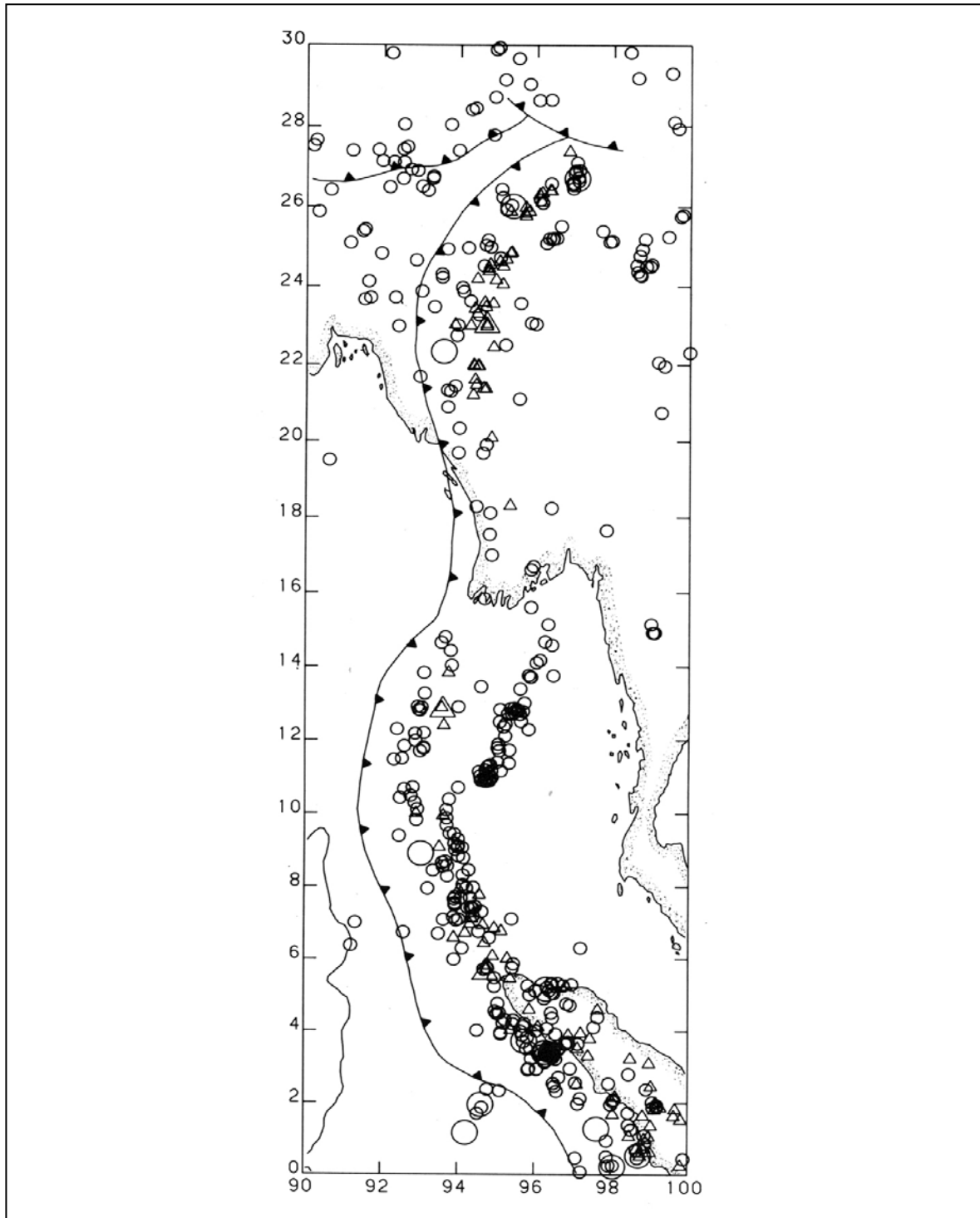




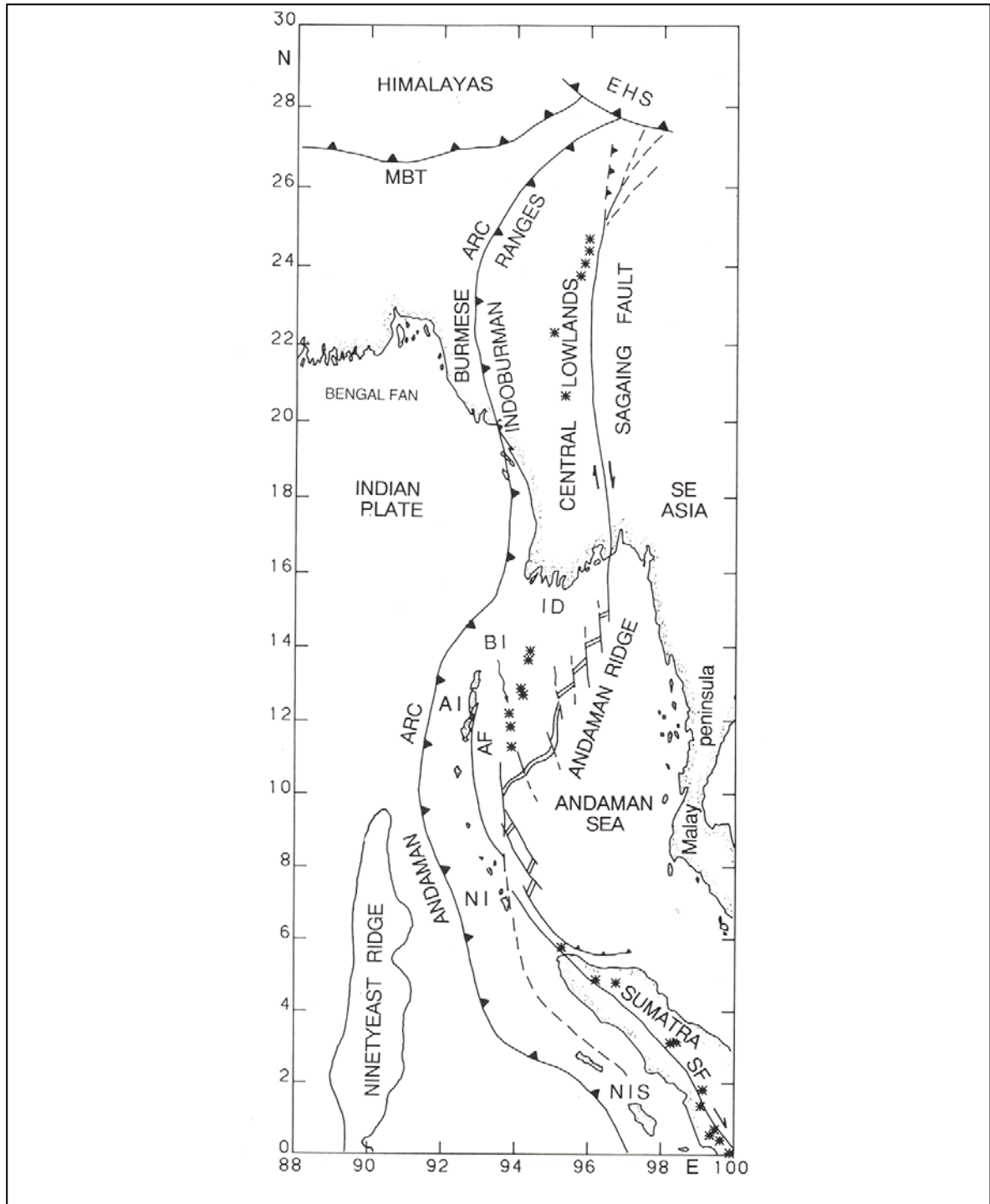
รูป 2.42 แผนที่แสดงแนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ แสดงรอยเลื่อนย่อย 5 รอยเลื่อนย่อย พร้อมตำแหน่งเก็บตัวอย่าง (Won-In, 1999)



รูป 2.43 ทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกในบริเวณแนวโค้งชุนคาตะวันตก (ลูกศรมีตัวเลขเป็นเซนติเมตรต่อปี เมื่อเทียบกับเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ การเคลื่อนที่ของแผ่นอินเดีย-ออสเตรเลียหาได้จาก การหมุนของขั้วแม่เหล็กโลกของแผ่น โดยการคำนวณของ DeMets และคณะ (1990) การเคลื่อนที่ของแผ่นพม่าได้จากการหมุนของขั้วแม่เหล็กโลก ณ ตำแหน่ง 15 °เหนือ, 103 °ตะวันออก, EHS คือ ส่วนต่อหิมาลัย ตะวันออก (Yin and Harrison, 1996)



รูป 2.44 แผนที่การไหวสะเทือนปัจจุบันของบริเวณแนวโค้งชุนคาตะวันตก แสดงการกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวขนาด  $M_b \geq 5.0$  9 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507- พ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1964-1986) ที่รวบรวมโดย ISC (International Sesimological Center) วงกลมแสดงแผ่นดินไหวระดับตื้น (0-70 กิโลเมตร), สามเหลี่ยมแสดงแผ่นดินไหวระดับกลาง (70-300 กิโลเมตร) ขนาดของสัญลักษณ์เป็นสัดส่วนกับขนาดกำลังของแผ่นดินไหว (Yin and Harrison, 1996)



รูป 2.45 องค์ประกอบการแปรสัณฐานที่สำคัญใน บริเวณแนวโค้งชุนดาตะวันตก ดาว ( \* ) แสดงถึง ตำแหน่งภูเขาไฟมีพลัง และภูเขาไฟยุคควอเทอนารี ส่วนของเทือกเขาอินเดีย - พม่า ประกอบด้วย แนว สะสมพอกพูนยกตัว AI = เกาะอันดามัน, AF = รอยเลื่อนอันดามัน, BI = เกาะแบเรนท์, EHS = ส่วนต่อ (Syntaxis) หิมาลัยตะวันออก, ID = ตะกอนปากแม่น้ำอิรวดี, MBT = รอยเลื่อนย้อนนุ่มต่ำหลัก, NI = เกาะนิ โคบาร์, NIS = เกาะนาอิส, SF = รอยเลื่อนเกาะสุมาตรา (ดัดแปลงจาก Curray และคณะ, 1979 , Guzman-Speziale & James, 1996)

Sunda Arc (รูป 2.46) เป็นระบบขอบของการชนกันขนาดใหญ่ของแผ่นเปลือกโลกครอบคลุมเกาะของ Sumba ที่อยู่ด้านตะวันออกเฉียงใต้ ถึง ตะวันตกเฉียงเหนือ (หรือเรียกว่า Indoburman Ranges) ไปบรรจบกับเทือกเขา Alpine Himalayan

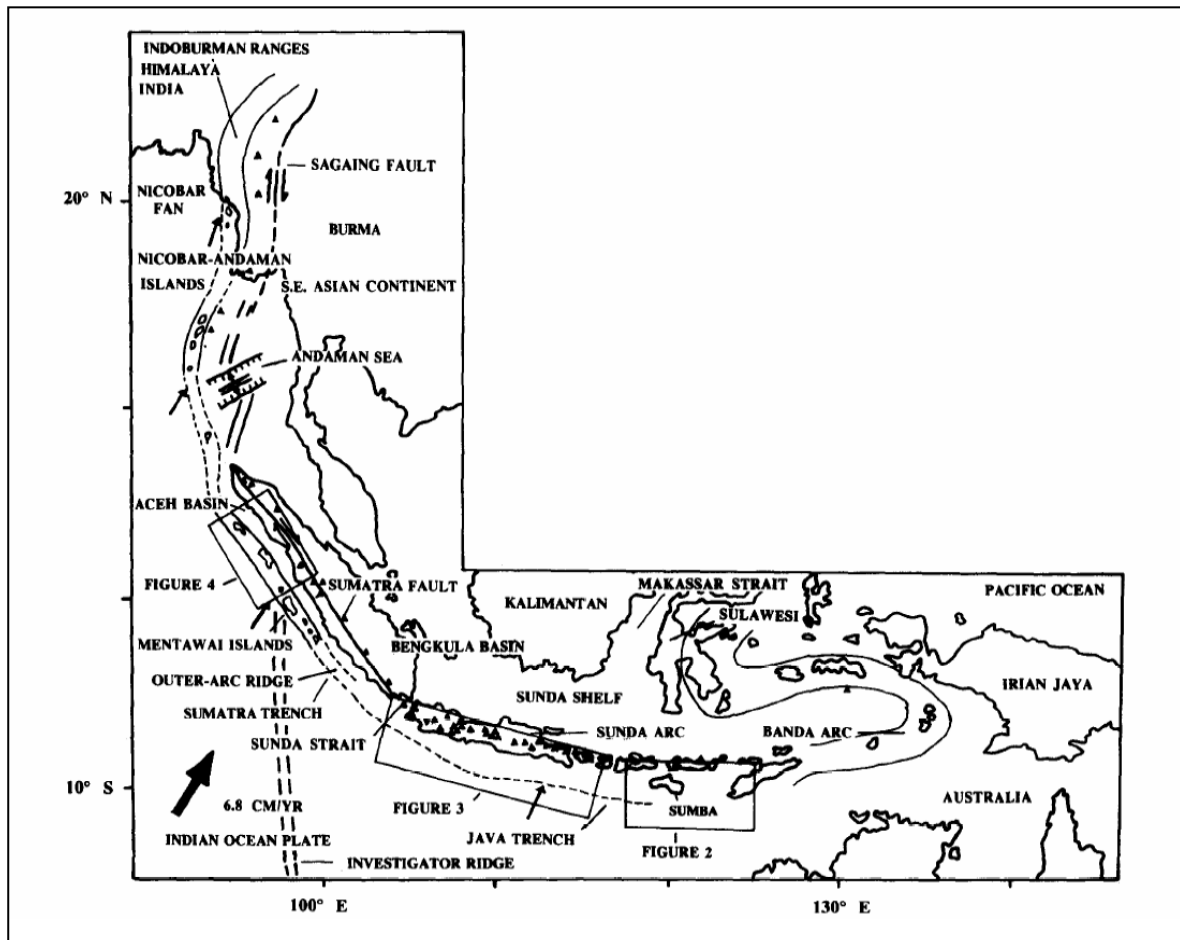
Rink (1847) ซึ่งนับว่าเป็นผู้เริ่มต้นศึกษาธรณีวิทยาและการเกิดสันอันดามัน-นิโคบาร์ (Andaman-Nicobar Ridge) ว่าเกิดจากตะกอนที่ยกตัวขึ้นจากพื้นที่ท้องทะเลลึกที่อยู่ในบริเวณที่ปัจจุบันถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของ accretionary prism ต่อมา Hochstetter (1869) ได้ศึกษาพื้นที่ทางตอนใต้ของหมู่เกาะ Andaman-Nicobar Ridge ที่เป็น outer arc ridge ที่อยู่ด้านนอกของเกาะสุมาตราและเกาะชวา

ต่อมา Suess (1904) ได้แบ่งสภาพธรณีวิทยาของสหภาพมาออกเป็น 3 ส่วน คือ

- ก) The Western zone หรือแนวภาคตะวันตกที่ประกอบด้วยเทือกเขาอะระกัน โยมาหรือที่เรียก Indoburman Ranges
- ข) The Central zone หรือแนวภาคกลางที่ประกอบด้วยแอ่งตะกอนยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Burma Basin) และ
- ค) The Eastern zone หรือแนวภาคตะวันออก ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงเรียก “Shan Plateau” โดยที่สภาพทางธรณีวิทยาของสหภาพมาเองที่มีความต่อเนื่องเชิงภูมิประเทศลงมายังทะเลอันดามัน ทำให้เราจัดแบ่งภูมิภาคทะเลอันดามัน (Andaman sea region) ออกได้หลักๆ 3 แนวคือ (1) แนวโค้งด้านนอก (Outer arc), (2) แนวแอ่งตอนกลาง (Central basin) และ (3) แนวตะวันออกของเปลือกทวีป (Curray, 2005)

ในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการศึกษา ภูมิภาคทะเลอันดามัน (Andaman Sea สหภาพมา และเกาะสุมาตรา) ไร่บ้างและได้มีการตีพิมพ์ผลงานไว้เป็นจำนวนมากซึ่งทำให้เราความเข้าใจเกี่ยวกับ ภูมิภาคแถบนี้ได้ดีขึ้น เช่น Brunnschweiler (1966, 1974), Peter และคณะ(1966), Weeks และคณะ (1967), Aung Khin and Kyaw Win (1968, 1969), Rodolfo (1969a, b), Frerichs (1971), Mitchell and McKerrow (1975), Paul and Lian (1975), Mitchell (1977, 1981, 1985), Curray และคณะ(1979, 1982), Bender (1983), Chatterjee (1984), Roy and Chopra (1987), Mukhopadyay (1984, 1992), Polachan and Racey (1994), Acharyya (1994, 1997, 1998), Sieh and natawidjaja (2000) และ Genrich และคณะ (2000) ซึ่งในบรรดาผู้ศึกษาทั้งหมดนี้อาจกล่าวได้ว่า Rodolfo (1969a) เป็นผู้สำรวจคนแรกที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปิดเปลือกโลก (crustal rifting) และ การเปิดออกของทะเลอันดามัน

อย่างไรก็ตาม Curray และคณะ (1979) ได้ตีพิมพ์เรื่องราวเกี่ยวกับธรณีแปรสัณฐานและประวัติของทะเลอันดามัน เป็นครั้งแรก ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับการแผ่ขยายของพื้นทะเล (Sea floor spreading) โดยวิธีวัดความผิดปกติทางแม่เหล็ก (magnetic anomalies) ในหลายๆ พื้นที่ท้องทะเลอันดามัน และได้สรุปว่าเกิดในช่วง 11-13 ล้านปี และ แนวแอ่งตอนกลางมีอายุ 4 ล้านปี

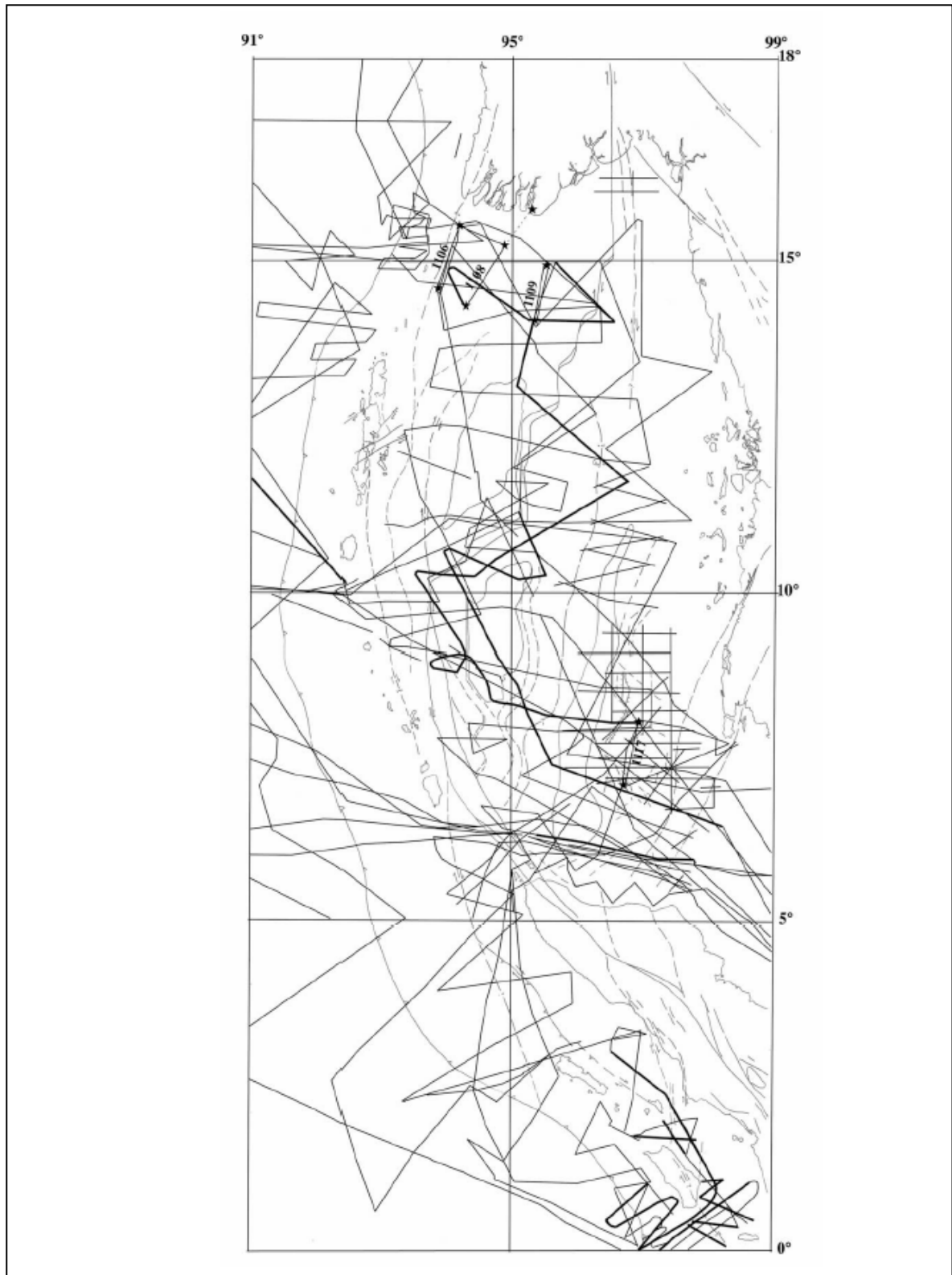


รูป 2.46 แผนที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยเฉพาะแถบที่เรียกเขตนํ้าตื้นซุนดา (Sunda Shelf) และ ส่วนด้านตะวันออกสุดของมหาสมุทรอินเดียแสดงแนวโค้งด้านหน้า (fore arc region) และความสัมพันธ์ระหว่าง Sagiang Fault, Nicobar-Andaman Islands, Andaman Sea, Sunda Trench และ Sumatra Fault (Werff, 1996)

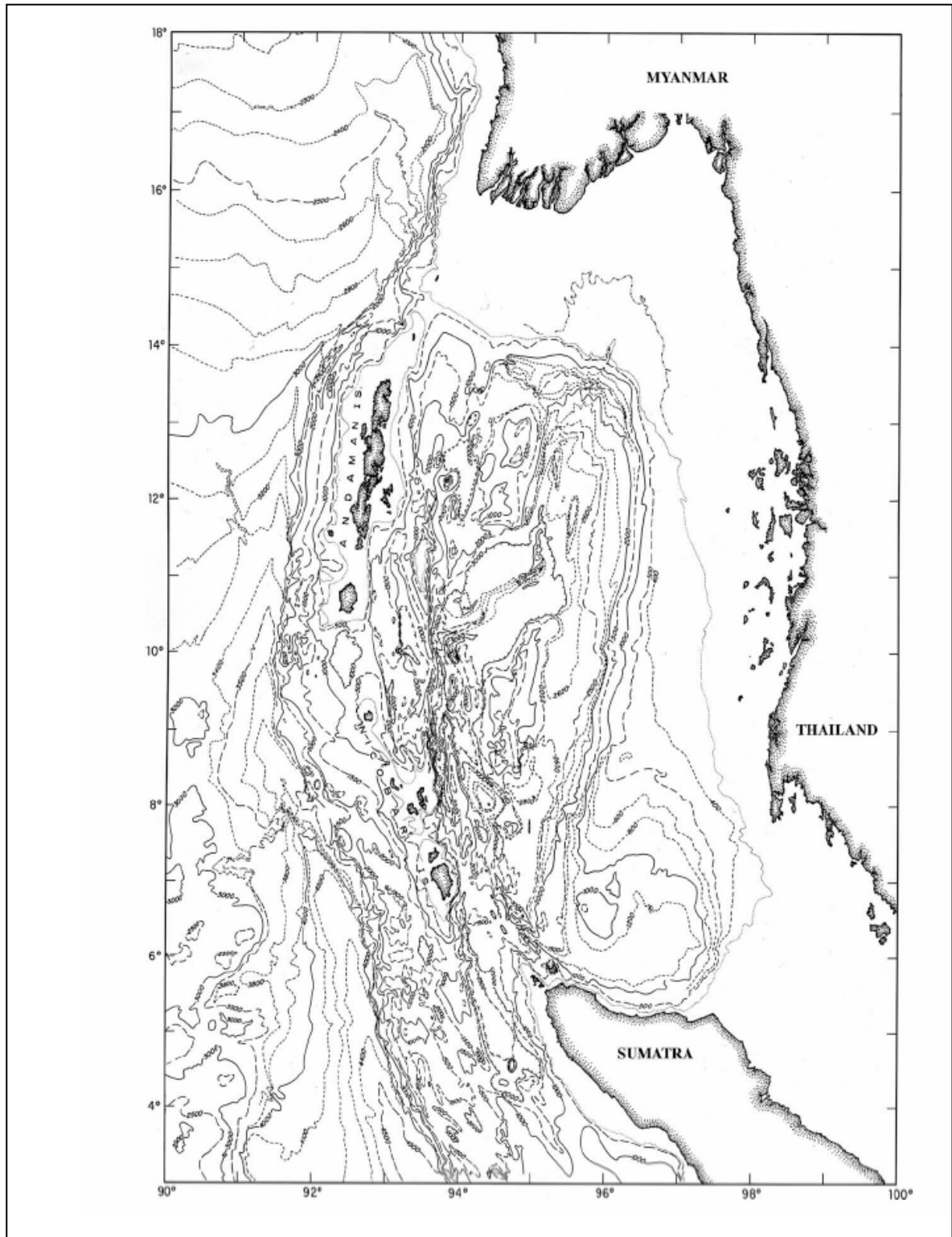
ในการศึกษาภูมิภาคทะเลอันดามันนี้เราได้ยึดลักษณะภูมิประเทศ (marine physiography) ที่ได้จากการเดินเรือสำรวจหลายแนว (ดูรูป 2.47) และให้ผลการสำรวจออกมาเป็นแผนที่ความลึกพื้นทะเล (bathymetric chart) โดย Curry (2005) (ดูรูป 2.48) ซึ่งสอดคล้องกับแผนที่ความลึกพื้นทะเลที่คำนวณจากภาพดาวเทียม (satellite altimetry) จากการศึกษาของ Smith & Sandwell (1997)

นอกจากนั้นยังใช้การวิเคราะห์ระนาบการเลื่อนตัว (fault-plane solution) ในภูมิภาคแถบนี้ (รูป 2.49) โดยอาศัยข้อมูลการศึกษาของ Guzman-Speziale & Ni (1996, 2000) Dasgupta (1992) และ Satabala (1998) และบริเวณแถบหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ (รูป 2.50) โดย Kamesh Raju และคณะ (2004) ซึ่งจากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลทางเอกสาร ทำให้คณะผู้วิจัยอนุมานได้ว่าแผ่นเปลือกโลกอินเดียมุดตัวลงใต้แผ่นเปลือกโลกพม่าตะวันตกและเมื่อพิจารณาจากข้อมูลระนาบการเลื่อนตัวและข้อมูลแผ่นดินไหวทั้ง

ระดับต้นและระดับปานกลางแล้ว พบว่าส่วนใหญ่มีการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบเหลื่อมข้าง (strike-slip movement) เป็นส่วนใหญ่ทั้งในเหตุการณ์แผ่นดินไหวระดับต้น (รูป 2.51) และระดับปานกลาง (รูป 2.52)

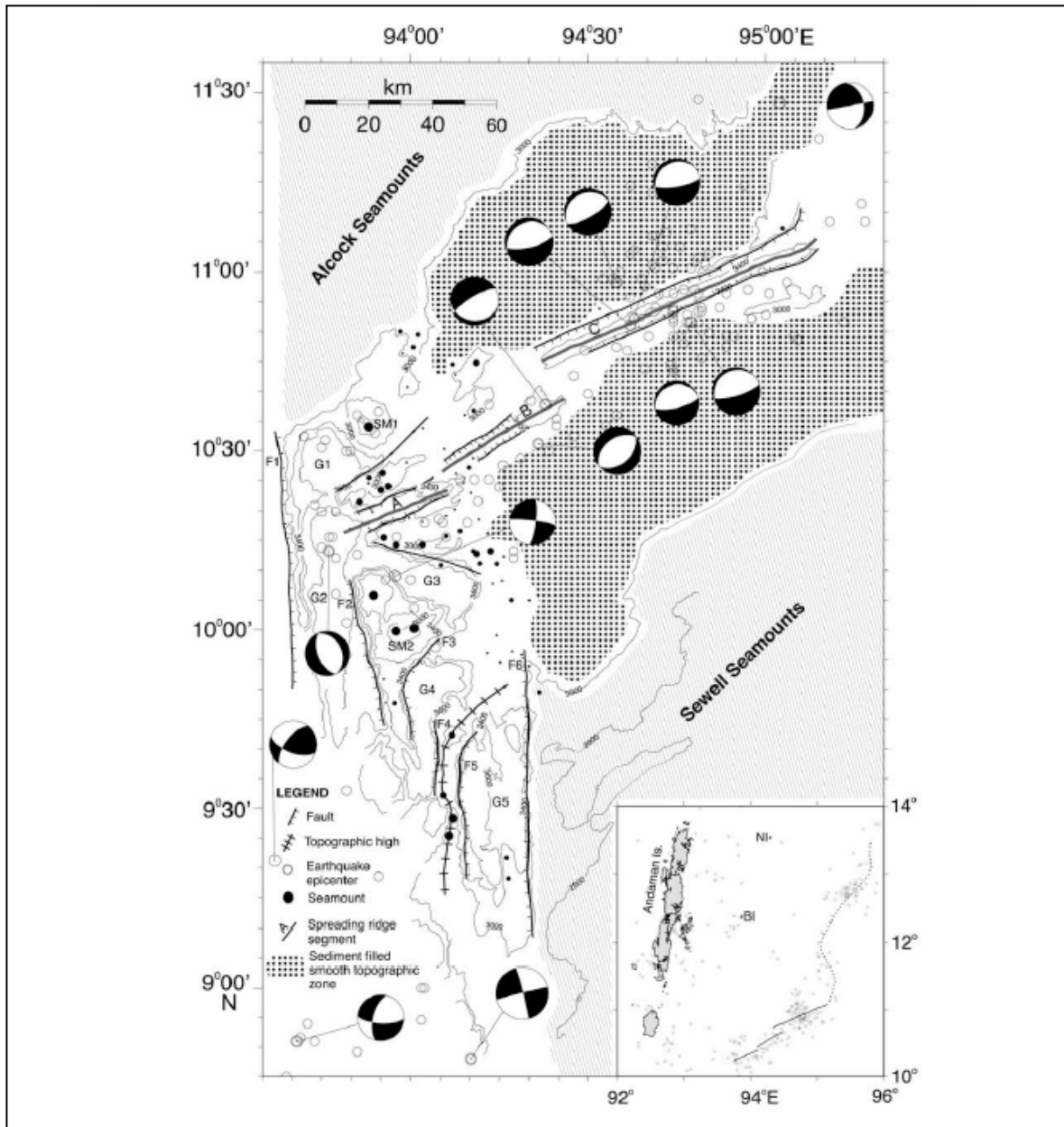


รูป 2.47 แนวเส้นทางการเดินเรือสำรวจพื้นที่ท้องทะเลอันดามันและข้างเคียง (Curry, 2005)

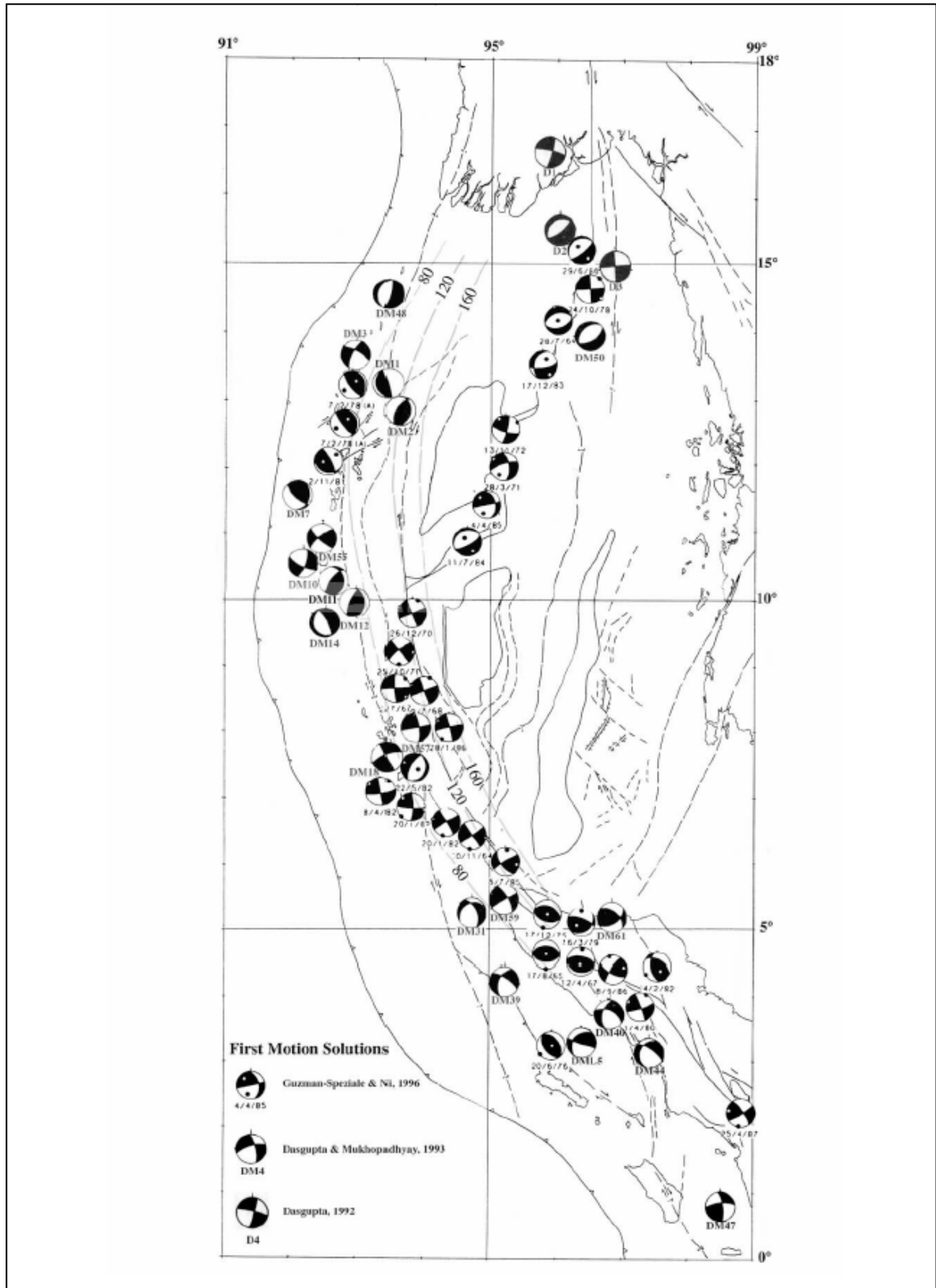


รูป 2.48 แผนที่ความลึกพื้นท้องทะเลอันดามันและบางส่วนของมหาสมุทรอินเดีย (Curry, 2005)

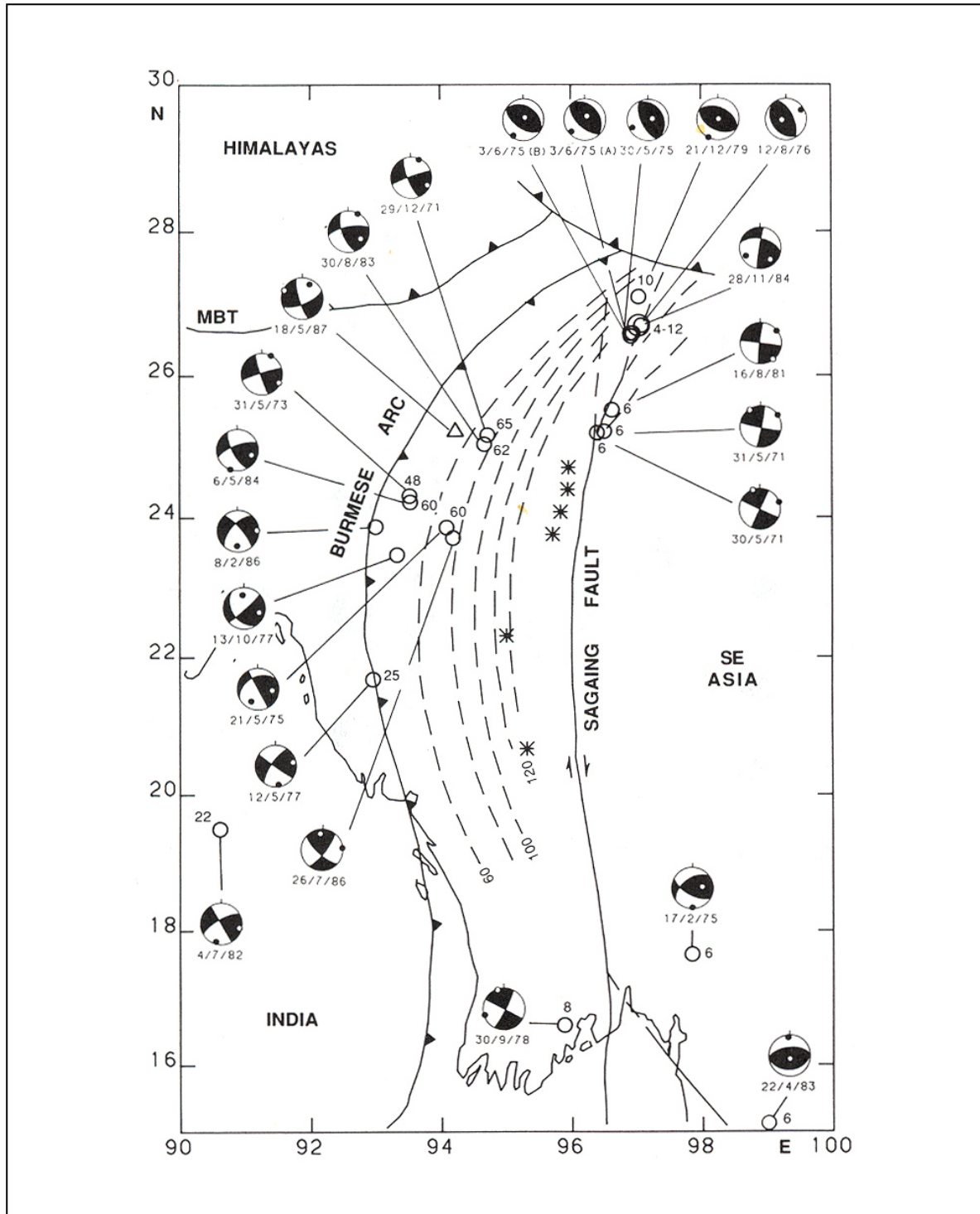




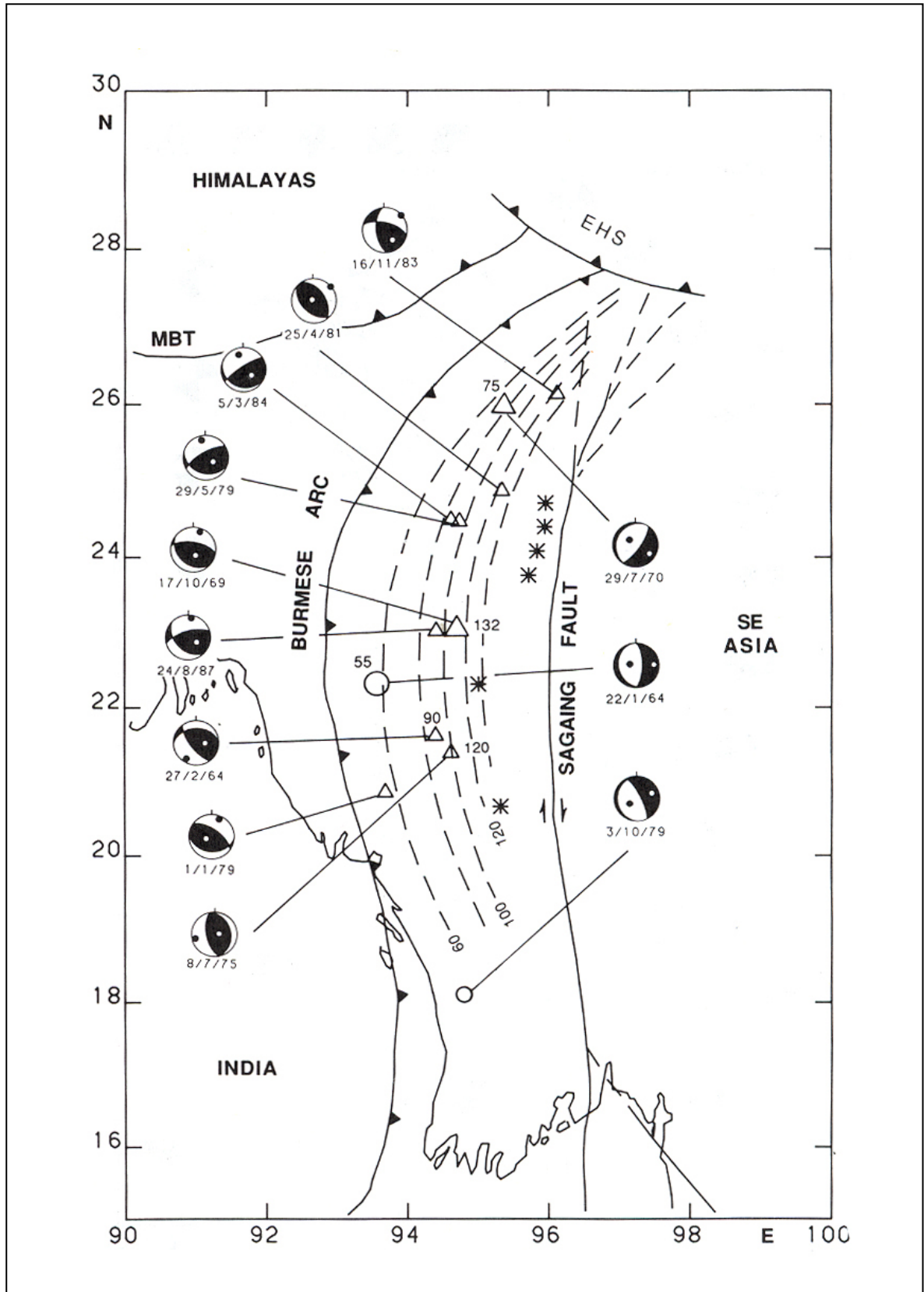
รูป 2.49 แผนที่อย่างง่ายแสดงโครงสร้างธรณีแปรสัณฐานทางตะวันออกของหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ และรูปแบบของการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนที่ส่งผลให้เกิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคแถบนี้ ซึ่งแปลข้อมูลจาก *swath bathymetry* (Kamesh Raju และคณะ, 2004)



รูป 2.50 แผนที่ภูมิภาคพื้นท้องทะเลอันดามันแสดงสภาพการแปรสัณฐานอย่างง่ายและจุดกำเนิดแผ่นดินไหวในส่วนบนของแผ่นเปลือกโลกบริเวณทะเลอันดามันและเกาะสุมาตรา (Guzman-Speziale & Ni (1996) และ Dasgupta (1992) ความลึก Benioff zone ได้จาก Guzman-Speziale & Ni (1996)



รูป 2.51 ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับตื้นในบริเวณแนวโค้งพม่า โดยใช้ซีกโลกด้านล่างและการถ่ายทอดโครงข่ายแบบพื้นที่เท่า ตัวเลขประจำโครงข่ายแสดงถึงวันเดือนปีที่เกิดแผ่นดินไหว จุดดำในโครงข่ายแสดงทิศแรงอัด (P-axis) และวงขาวในโครงข่ายแสดงทิศทางแรงดึง (T-axis) ตัวเลขในวงกลมแสดงความลึกของจุดกำเนิด ดาว (\*) แสดงภูเขาไฟยุคควอเทอร์นารี ตัวเลขประจำเส้นประแสดงความลึกของแนวมุดตัวเป็นกิโลเมตร



รูป 2.52 ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับลึกปานกลาง ในบริเวณแนวโค้งพม่า สัญลักษณ์ทั่วไปเหมือนรูปก่อนนี้ EHS = ส่วนต่อหิมาลัยตะวันออก

ส่วนการวิเคราะห์ผลข้อมูลแรงโน้มถ่วงในภูมิภาคแถบนี้เราได้ใช้การศึกษาและวิจัยของ Kieckhefer และคณะ (1981) และ Currey (2005) นอกจากนั้นข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กผิดปกติ (magnetic anomalies) ได้จากการวิเคราะห์ของ Auzeude และคณะ (1995), Fukuma และคณะ (1998) และ Fujiwara และคณะ (2001) และได้ใช้ข้อมูลจุดเกิดแผ่นดินไหวและรอยเลื่อนจากการศึกษาของ Peterson และคณะ (2004)

ในการศึกษาเบื้องต้นนี้โดยเฉพาะในส่วนของเกาะสุมาตราและในพม่า ซึ่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ 9 ริกเตอร์เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 เราได้ใช้การศึกษาของ van der Werff (1996) โดยเฉพาะเกี่ยวกับ รอยเลื่อนและลักษณะการมุดตัวอันเป็นผลจากการแปรสัณฐานดังแสดงในรูป 2.54, รูป 2.55 ก, ข และ ค

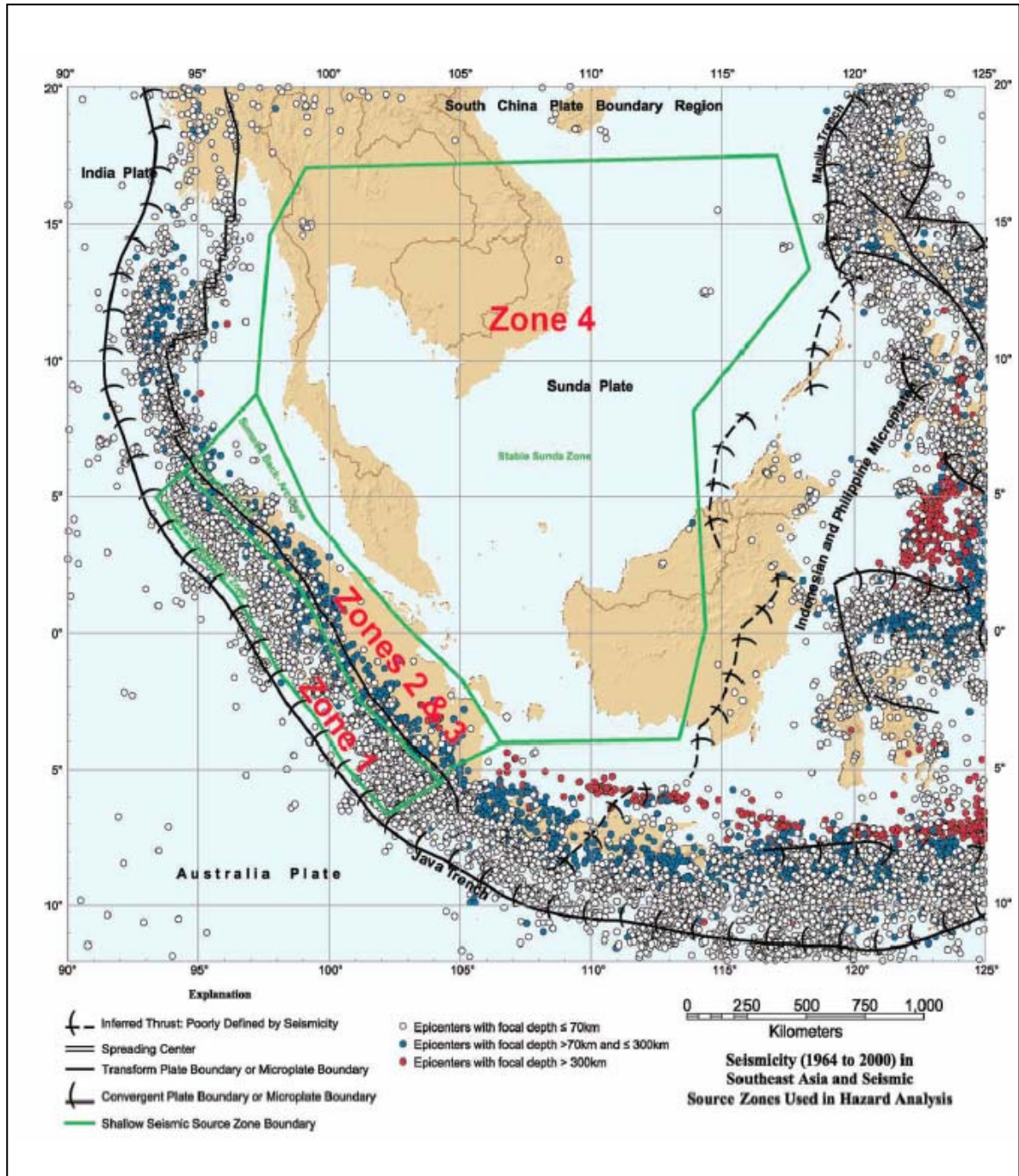
จากรูป 2.53, 2.54, 2.55 และ 2.56 รวมทั้งแผนที่ขนาดใหญ่ (ที่แนบมา) แสดงว่าจุดที่เกิดแผ่นดินไหว ยังคงปรากฏอยู่เป็นแนวๆ ทำให้เราสามารถนำมาวิเคราะห์และบ่งบอกสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคทะเลอันดามันได้ ซึ่งในที่นี้เราจำแนกสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวในทะเลได้เป็น 4 แบบ คือ 1) พวกที่เกิดสัมพันธ์กับแนวการมุดตัว (subduction-related) 2) พวกที่เกิดสัมพันธ์กับจุดแยกตัว (spreading center) 3) พวกที่เกิดสัมพันธ์กับรอยเลื่อนสวนกระแส (transcurrent fault) และรอยเลื่อนด้านข้าง (lateral fault) และ 4) พวกที่เกิดสัมพันธ์กับภูเขาไฟใต้ทะเล (volcanic-related) (รูป 2.56)

สำหรับพวกแรกได้แก่ แผ่นดินไหวที่เกิดในบริเวณร่องทะเล (deep-sea trench) เช่นร่องซุนดา และ ร่องชวา และแนวตะกอนพอกรูปปริซึม (accretionary prism) ซึ่งรวมถึงแผ่นดินไหวรุนแรงที่เกิดในบริเวณหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ และมักทำให้เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ (>6 ริกเตอร์) พวกที่สองได้แก่ แผ่นดินไหวที่เกิดในร่องลึกกลางทะเลอันดามัน อันเป็นผลมาจากการก่อเกิดแผ่นสมุทรใหม่ (new spreading-ridge system) พวกนี้มักไม่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ แต่โดยมากเป็นแผ่นดินไหวขนาดปานกลางจนถึงขนาดเล็ก (> 5 ริกเตอร์) และเป็นแผ่นดินไหวตื้นถึงปานกลาง (<50 กิโลเมตร)

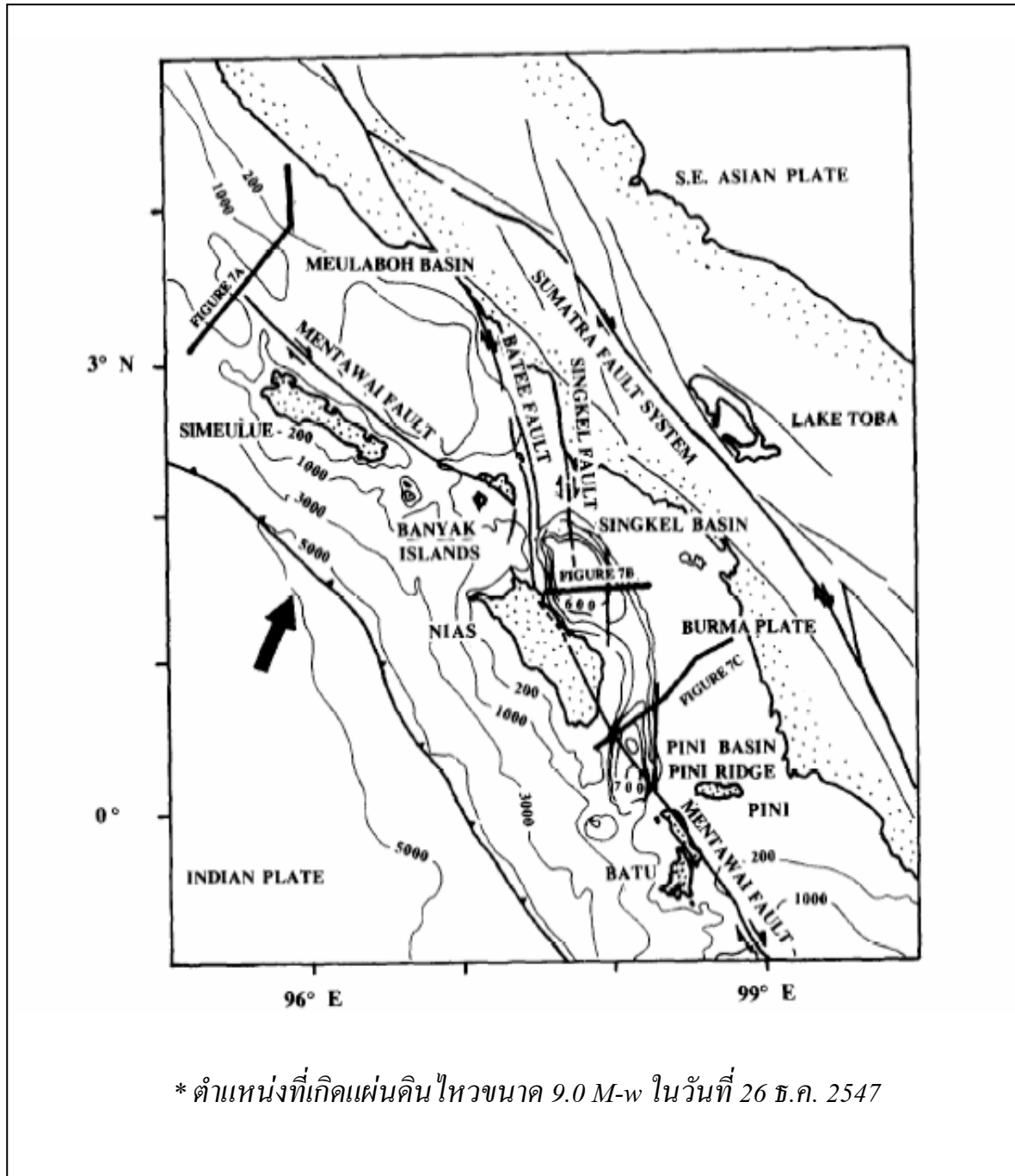
สำหรับพวกที่สามมักประกอบด้วยแผ่นดินไหวขนาดเล็กและไม่ลึกนักที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนสวนกระแส ซึ่งเกิดอยู่ใกล้กับพวกที่เป็นจุดแยกตัว และเป็นรอยเลื่อนขนาดเล็กมีความยาวไม่มากนัก (<200 กิโลเมตร) แต่ถักรอยเลื่อนในกลุ่มเดียวกันแต่เป็นรอยเลื่อนด้านข้างส่วนใหญ่ เช่น รอยเลื่อนสุมาตรา และรอยเลื่อนสะแกง พวกนี้มักเกิดร่วมกับภูเขาไฟด้วย (รูป 2.52) และมักให้แผ่นดินไหวระดับตื้นที่รุนแรง ตัวอย่างในอดีตเช่น รอยเลื่อนสะแกงเคยเกิดแผ่นดินไหวจนทำให้เมืองอังวะ เมืองแปรและเมืองพะโค เคยล่มสลายจนเสียหายอย่างหนักมาแล้ว ที่เป็นเช่นนี้เพราะเมืองตั้งอยู่บนแม่น้ำสะแกง ซึ่งขนาดไปกับรอยเลื่อนสะแกงพอดี

ยังมีแผ่นดินอีกประเภทที่เกิดอยู่ในบริเวณที่เป็นภูเขาไฟใต้ทะเลโดยเฉพาะบริเวณแถบ Alcock Rise และ Sea Well Rise ซึ่งแผ่นดินไหวส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเกิดพร้อมกับการคลุกุ่นของภูเขาไฟ แต่เป็นแผ่นดินไหวขนาดเล็กและจุดกำเนิดอยู่ค่อนข้างลึก ซึ่งนับว่ามีความสำคัญน้อยที่สุดในบรรดาการเกิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคแถบนี้

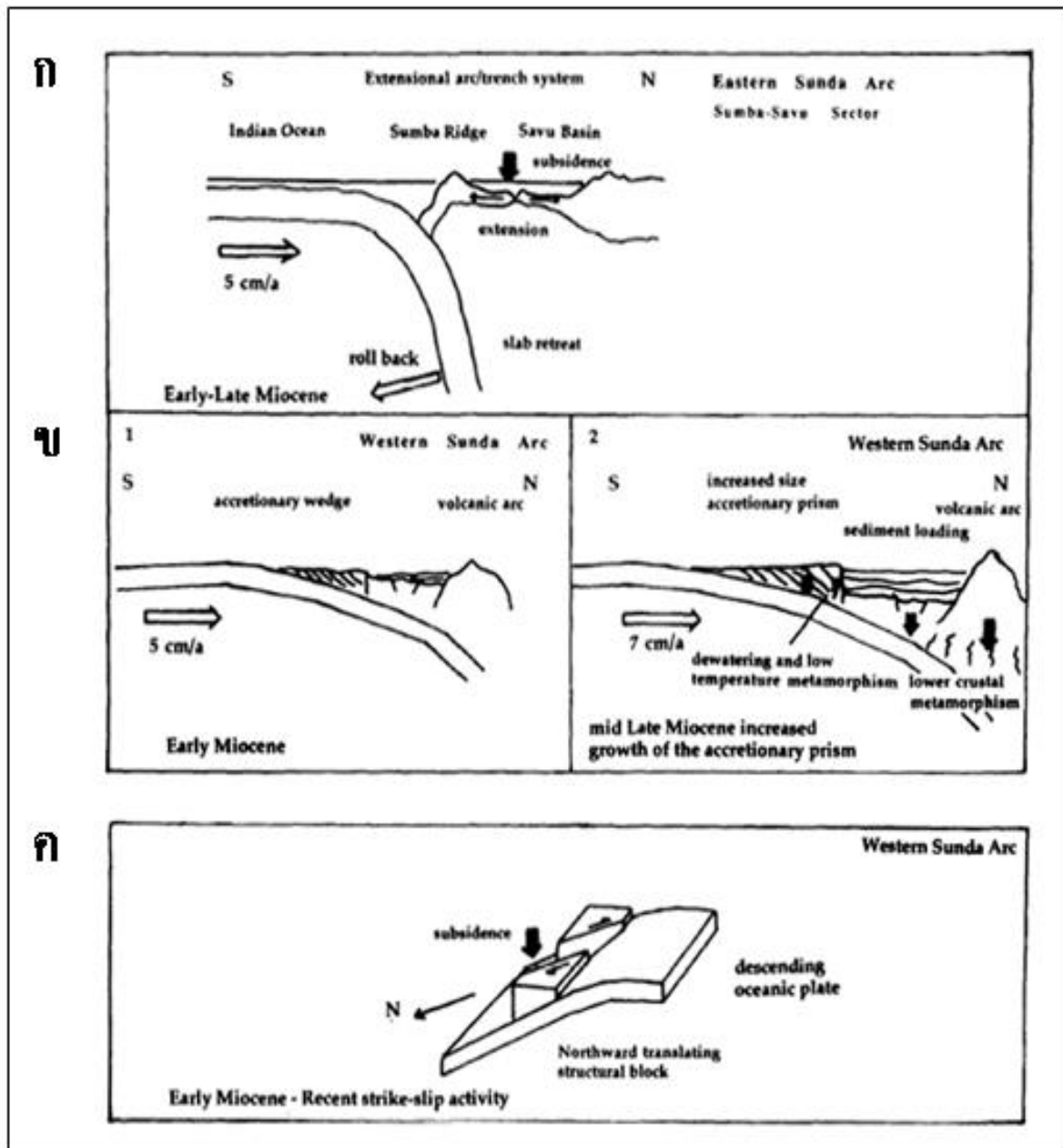




รูป 2.53 แผนที่แสดงจุดกำเนิดแผ่นดินไหวและแนวรอยเลื่อนและตำแหน่งของแผ่นซุนดา (Zone 4) ซึ่งมีการเกิดแผ่นดินไหวน้อยมาก (Petersen และคณะ, 2004)

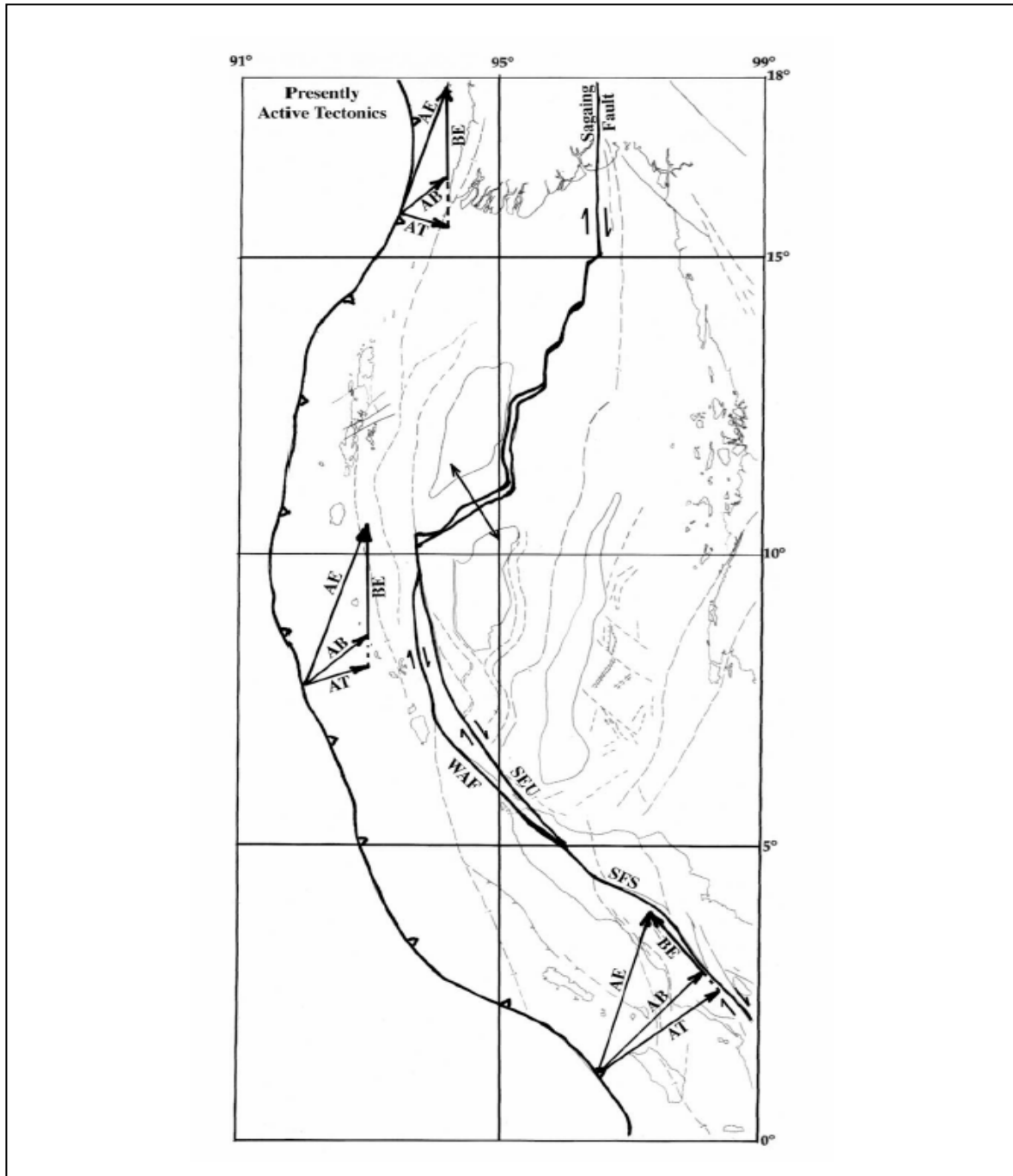


รูป 2.54 ธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่และโครงสร้างอย่างง่ายและพื้นที่ท่องเที่ยวทางทะเลทางตะวันออกเฉียงกลางเกาะสุมาตรา (จาก Matson & Moore, 1992)



รูป 2.55 ระนาบโค้ง-ร่องลึกซึ่งได้จากการมุดตัวเฉียง (*oblique subduction*) ที่เกิดให้เกิดแรงเค้นอัดไปแผ่นบนจนเกิดรอยเลื่อนเหลื่อมข้าง จากรูป ๓ แอ่งโค้งหน้าอยู่บนแผ่นดินที่มุดลงจะทำให้เกิดการเลื่อนจนทำให้เกิดรอยแตกบนแผ่นบนเลื่อนออกไปจากแกนร่องลึกตามแผ่นที่มุดตัวลงไปจนในที่สุดเกิดการยุบตัวของแผ่นดินได้ ในช่วงระยะเวลาต่างๆ (ดัดแปลงจาก Matson & Moore, 1992) (ก) Early-Late Miocene (ข) Early Miocene (ค) Early Miocene-Recent strike-slip activity





รูป 2.56 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานอย่างง่ายบริเวณพื้นทะเลอันดามันแสดงแนวซึ่งคาดว่ามีการเกิดแผ่นดินไหวของภูมิภาคแถบนี้ในที่นี้ได้กำหนดให้แนวต่อที่อยู่ระหว่างแผ่นพม่าทางตะวันตกและแผ่นยูเรเชียหรือเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทางตะวันออกคือแนวรอยเลื่อนสะแกงทางตอนเหนือ แนวรอยเลื่อนอันดามันตะวันตก, รอยเลื่อนสุโลมานไปจนถึงแนวรอยเลื่อนสุมาตรา ลูกศรแสดงทิศแรง (vector) ของแต่ละแผ่นเช่น AE คือทิศแรงระหว่างแผ่นออสเตรเลียกับยูเรเชีย AB ระหว่างแผ่นออสเตรเลียกับเมียนมาร์ BE เมียนมาร์กับยูเรเชีย AT ออสเตรเลียกับร่องทะเลลึก ซึ่งทำให้เกิดอัตราการแผ่ขยายพื้นที่ท้องทะเลอันดามันตรงจุดแยกตัว (spreading center) ประมาณ 3.8 เซนติเมตรต่อปี

ส่วนสภาพธรณีแปรสัณฐานของทะเลอันดามันได้ทำการศึกษาโดย Kamesk Raja และคณะ (2004) ซึ่งแสดงไว้ในรูป 2.57 และโดย Currey (2005) ซึ่งได้แสดงในรูป 2.58 โดยที่สภาพทางธรณีวิทยาของสหภาพพม่านี้เองที่มีความต่อเนื่องเชิงภูมิประเทศลงมายังทะเลอันดามัน ทำให้ได้เราจัดแบ่งภูมิภาคทะเลอันดามัน (Andaman sea, region) ออกได้หลักๆ 3 แนวคือ (1) แนวโค้งด้านนอก (Outer arc), (2) แนวแอ่งตอนกลาง (Central basin) และ (3) แนวตะวันออกของเปลือกทวีป (Curray, 2005)

### 2.3.3.1 แนวโค้งด้านนอก

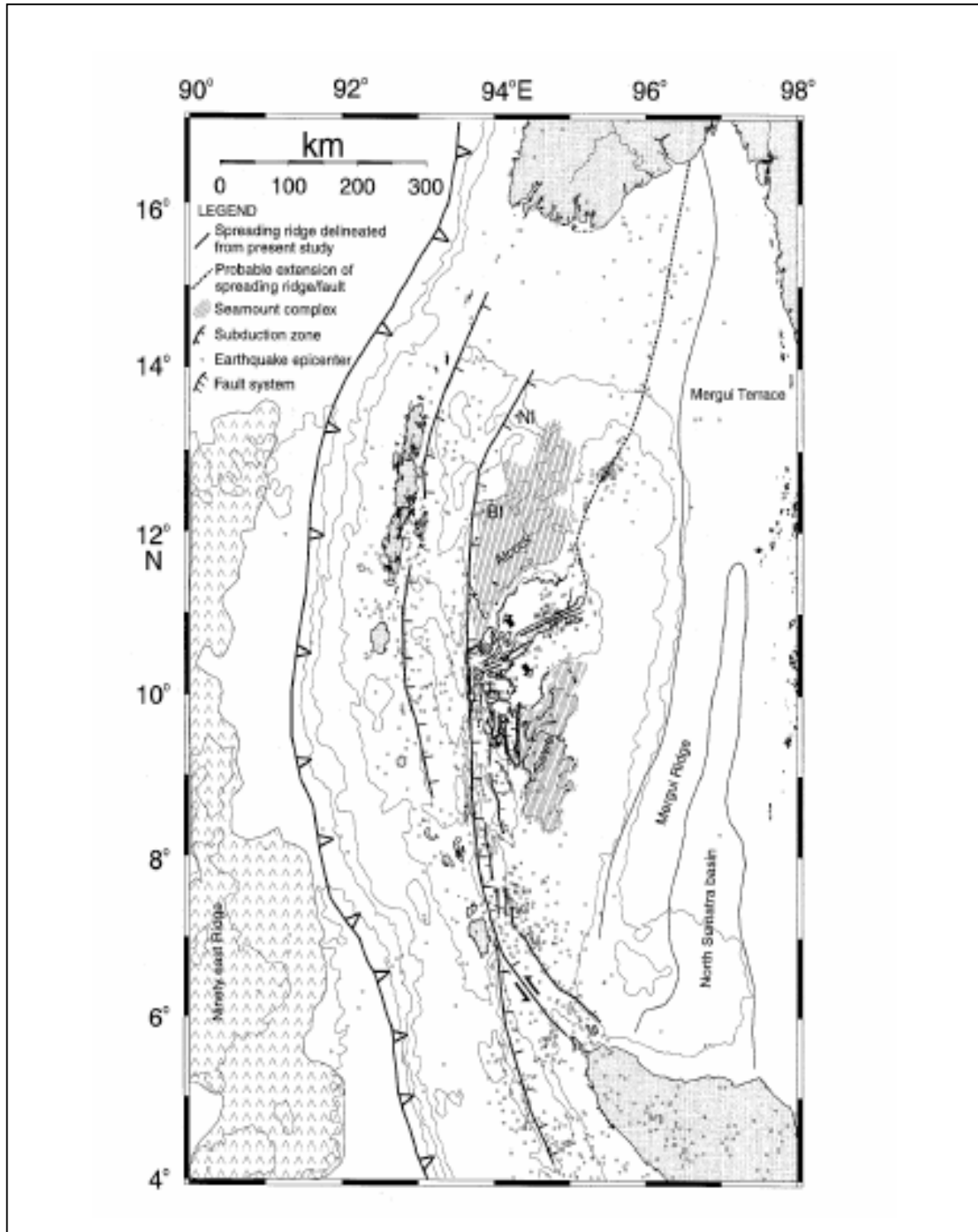
สภาพธรณีวิทยาและการลำดับชั้นหินในแถบหมู่เกาะอันดามัน (Andaman Islands) เริ่มต้นศึกษาโดย Oldham (1885) จากกรมสำรวจธรณีวิทยาของอินเดีย (Geological Survey of India) ส่วนธรณีวิทยาแถบหมู่เกาะนิโคบาร์ (Nicobar island) มาจากข้อมูลของ Rink (1847), Hochstetter (1869), Ball (1870), Tipper (1911), Gee (1927), Jacob (1954) และ Karunakaran และคณะ (1964, 1968) โดย Oldham (1885) พบว่าหินที่ปกคลุมเกาะอันดามันเป็นพวกหินทรายสีเทาสลับกับหินดินดาน โดยมีชั้นถ่านหินและหินปูนแทรกสลับบ้าง ซึ่งเขาจัดให้เป็น Port Blair Series ส่วนหินที่อายุอ่อนกว่าเป็นกลุ่มหินที่เนื้อร่วนกว่าจำพวกหินปูนและหินทราย มีเปลือกหอยและหินดินเนื้อร่วนสีเทาที่เรียก Archipelago slip (ซึ่งต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็น Archipelago Group โดย Srinivasan (1979, 1986) ในระยะหลังชุดหิน Port Blair ได้ปรับเปลี่ยนชื่อเป็น Andaman Flysch เป็นต้น ต่อมานักธรณีวิทยาหลายคนได้ปรับเปลี่ยนชื่อเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพธรณีแปรสัณฐานในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะ การศึกษาของ Chatterjee (1967, 1984), Roy และคณะ (1988), Bandopadhyay & Ghosh (1998), Acharyya (1997), Chakraborty & Pal (2001) และ Chakraborty และคณะ (1999, 2002) และ Pal และคณะ (2003) หนึ่งสำหรับการลำดับชั้นหินของสันอันดามัน-นิโคบาร์ (Andaman-Nicobar Ridge) ได้แสดงไว้ในตาราง 2.6

### 2.3.3.2 แนวแอ่งตอนกลาง

แนวแอ่งตอนกลางได้มีผู้ศึกษามากมาย แอ่งดังกล่าววางตัวเกือบเหนือได้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ (1) แอ่งโค้งหน้า (fore-arc basin) (2) แนวภูเขาไฟโค้ง (volcanic arc) และ (3) แอ่งโค้งหลัง (back-arc basin) ซึ่งได้แก่ Alcock & Sewell Rises, Central Andaman Basin และ East Basin

สำหรับแอ่งโค้งหน้ามีแนวรอยเลื่อนมากมาย เช่น Eastern Margin Fault ซึ่งศึกษาโดย Roy (1983) Diligent Fault (Chatterjee, 1984) และ West Andaman Fault (Curray และคณะ, 1979) บริเวณนี้ได้มีผู้ศึกษาเรื่องแผ่นดินไหวไว้มากมาย เช่น Dasgupta & Mukhopadhyay (1993)

ส่วนแนวโค้งภูเขาไฟได้มีผู้ศึกษามากมายเหมือนกัน ซึ่งคือ เกาะ Barren Island และเกาะ Narcondan Island (Bhattacharya และคณะ (1993) ภูเขาทั้งสองอยู่ระหว่างแนวภูเขาไฟบนเกาะสุมาตรากับภูเขาไฟกึ่งหลับ (dormant volcano) ในตอนกลางของเมียนมาร์ (ดู Chhibber, 1934, Bender, 1983) และ Stephemon & Marshall, 1984)

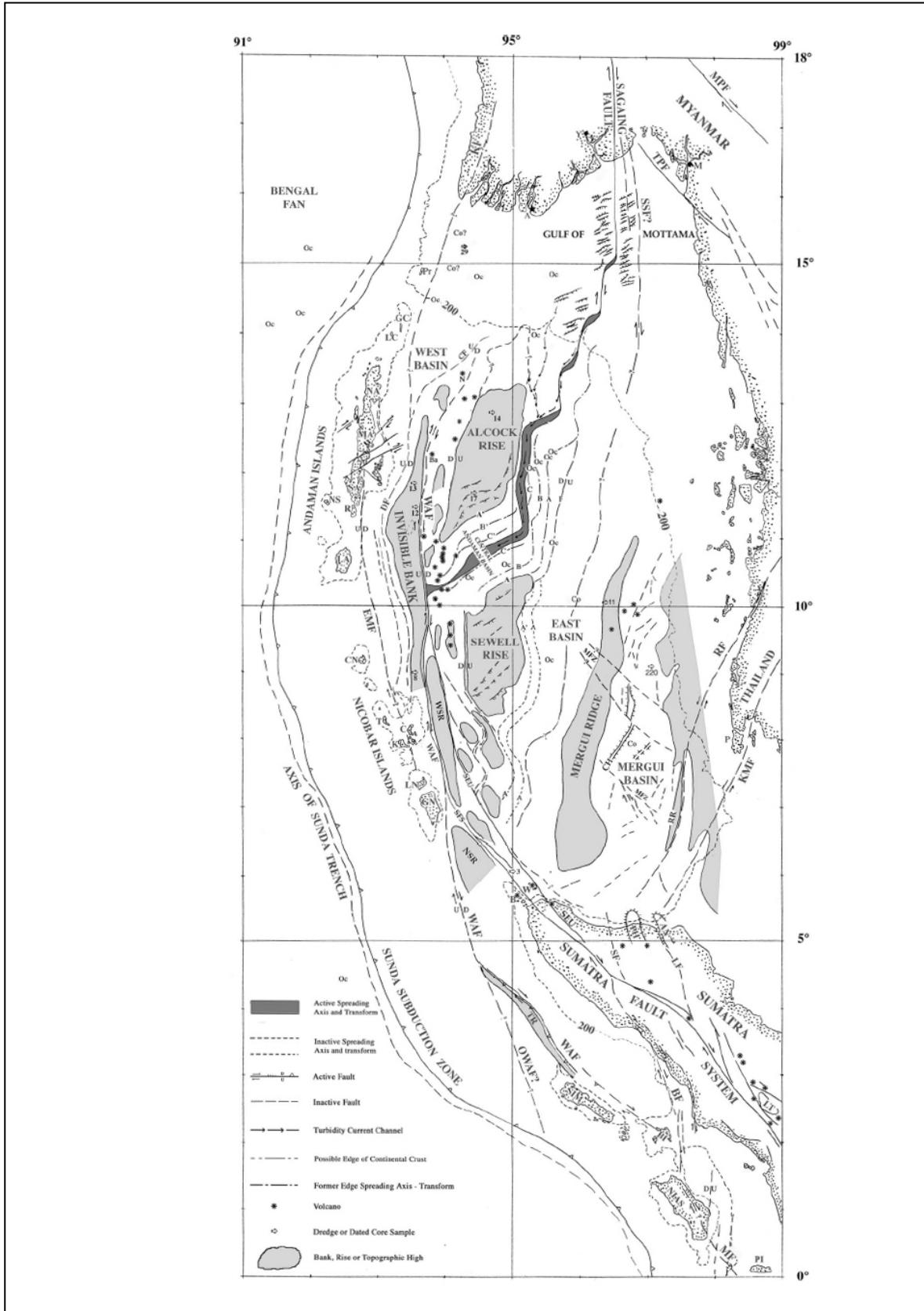


รูป 2.57 สภาพธรณีแปรสัณฐานของทะเลอันดามัน (Kamesh Raju และคณะ, 2004)

ตาราง 2.6 ลำดับชั้นตะกอนในบริเวณ Andaman-Nicobar ridge (Curry, 2005)

Age	Lithostratigraphic Units		Lithology	Facies	Seismic Units
Pleistocene 0 - 1.95 Ma	Nicobar Series	Shampeniian	Shell limestone	Upper bathyal to shelf, to beach in Holocene, ca. 500 to 0 m or shallow marine?	SS 4
Late Pliocene 3.7 - 1.95 Ma		Taipian	Silty mudstone, limestone	Middle bathyal, ca. 500 - 2500 m or shallow marine?	SS 3
Early Pliocene 5-3.7 Ma		Sawaian	Mudstone, silty-mudstone, limestone	Lower bathyal to abyssal, ca. 2500 - 4000 m or shallow marine?	
Late Miocene 10 - 5 Ma	Archipelago Series	Neillian	Mudstone, silty-mudstone, limestone	Middle to lower bathyal, ca. 500 - 3500 m or shallow marine?	M Seismic Horizon?
Middle Miocene 16 - 10 Ma		Havelockian	Mudstone, silty-mudstone, limestone	Lower bathyal, ca. 2500 - 3000m or shallow marine?	SS 2
		Ongeian	Mudstone, limestone	Lower bathyal, ca. 2500 - 3000 m or shallow marine?	
Early Miocene 25 - 16 Ma		Inglisian	Creamish yellow calcareous chalk and marl	Lower bathyal, ca. 2500 - 3800 m or shallow marine?	
		Jarawaian	Creamish yellow calcareous chalk and limestone	Lower bathyal, ca. 3000 m or shallow marine?	
	Andamanian	Grey sandy limestone, white siliceous chalk and silt	Middle bathyal, ca. 500 - 3000 m or shallow marine?		
Upper Eocene to Oligocene ca. 45 - 25 Ma	Andaman Flysch Group ( <i>Port Blair Group</i> )		Graded beds of sandstone and shale, with mainly southerly-directed flow.	Bengal Fan turbidites with some slope basin deposits	
Upper Cretaceous to Middle/Upper Eocene ca. 70 - 45 Ma	Mithakhari Group ( <i>Baratang and Port Meadow Groups</i> )	Namunagarh Formation	Conglomerate, sandstone, siltstone, limestone and shale, grading upward into Andaman Flysch.	Small isolated trench-slope basins to paralic	SS 1
		Lipa Black Shale	Dark gray to black splintery shale, with local gypsum, pyrite, coal and mud cracks.	Shallow to sub-aerial	P Seismic Horizon?
Mesozoic to Eocene?	Ophiolite		Pillow basalts, serpentinites, ultramafic rocks, associated with radiolarian cherts and other sedimentary rocks.	Open ocean ophiolites	P Seismic Horizon?
Proterozoic ?	Older Sediments		Tectonic slices of deformed continental metamorphic rocks.	Fragments from pre-subduction continental margin	

แอ่งโค้งหลัง ได้เริ่มต้นศึกษาโดย Rodolfo (1969) โดยเรียกชื่อ Alcock & Sewell Rises ว่าเป็น Sea Mounts) Win Maw & Myint Kui (1998) ได้ศึกษาส่วนเหนือของ Alcock Rise แอ่งโค้งนี้มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นมากเหมือนกันและน่าจะต่อเลยไปจนถึงรอยเลื่อนสะแกงของเมียนมาร์ (Dey, 1968, Win Swe, 1981) ซึ่งรอยเลื่อนนี้ Mitchell (1977) เรียกว่า Hnizze-Sagain Fault โดย Guzman-Speziale & Ni (1993) ได้คำนวณว่าอัตราการเปิดของแอ่ง Central Andaman น่าจะอยู่ที่ประมาณ 5.7 เซนติเมตรต่อปี และ Vigny และคณะ (2003) ดำรวจรอยเลื่อนสะแกงและรอยเลื่อน Shan Scarp โดย GPS และพบว่ารอยเลื่อนสะแกงมีการเลื่อนตัวประมาณ 2 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งนับว่าสูงมาก (ดูรูป 2.59) Curry (2005) เชื่อว่ารอยเลื่อนสะแกงน่าจะต่อเลยไปทางใต้และแยกตัวออกเป็นแขนงรอยเลื่อนในประเทศไทย ซึ่งก็คือรอยเลื่อนเจดีย์และรอยเลื่อนแม่ปิง



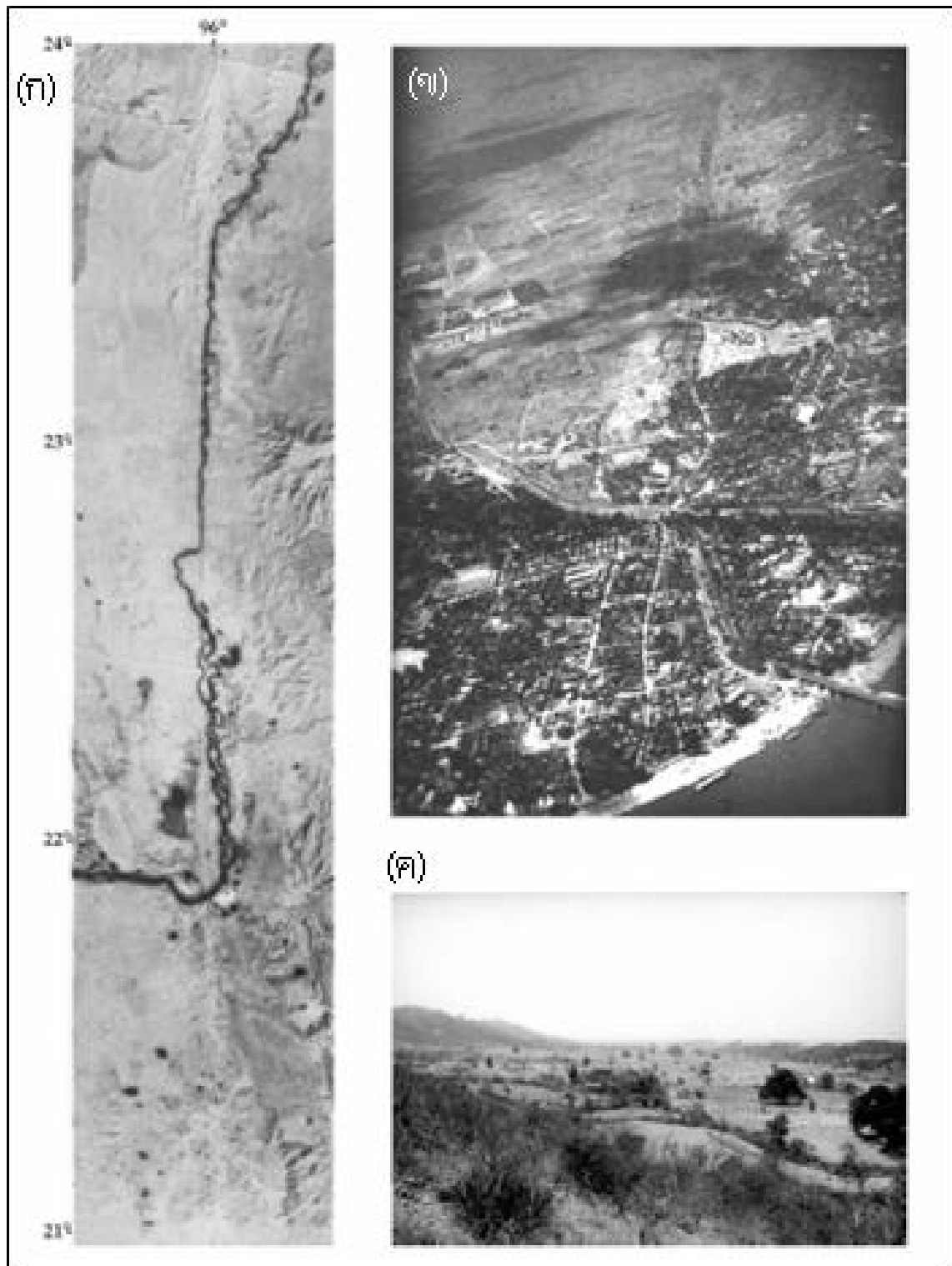
รูป 2.58 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานของทะเลอันดามันทางตอนใต้ของประเทศเมียนมาร์ และตอนเหนือ เกาะสุมาตรา (Curry, 2005) ตัวอักษรย่อต่าง ๆ นั้นได้อธิบายรายละเอียดของแต่ละบริเวณ ดังนี้: A คือ Ama

Village, AN คือ Arun High, B คือ Bruheh Island, Ba คือ Barren Island, BF คือ Battee Fault, BI คือ Banyak Islands, C คือ Camorta Island, CF คือ Cocos Fault, CH คือ Central Horst, CN คือ Car Nicobar Island, Co คือ continental crust refraction determination, DF คือ Diligent Fault, EMF คือ Eastern Margin Fault, EP คือ Elephant Point, GC คือ Great Cocos Island, GN คือ Great Nicobar Island, K คือ Katchall Island, KF คือ Kabaw Fault, KMF คือ Khlong Marui Fault, LA คือ Little Andaman Island, LC คือ Little Cocos Island, LF คือ Lhokseumawe-Lopok Kutacane Fault, LN คือ Little Nicobar Island, LT คือ Lake Toba, M คือ Mawlamyine (Moulmein), MA คือ Middle Andaman Island, MF คือ Mentawai Fault, MFZ คือ Mergui Fault, MPF คือ Mae Ping Fault, N คือ Narcondam Island, NA คือ North Andaman Island, NS คือ North Sentinel Island, NSR คือ North Sumatra Ridge, Oc คือ oceanic crust refraction determination, OWAF คือ Old West Andaman Fault, P คือ Phuket Island, PH คือ Peusangan High, PI คือ Pini Island, Pr คือ Preparis Island, R คือ Rutland Island, RF คือ Ranong Fault, RR คือ Ranong Ridge, SA คือ South Andaman Island, SEU คือ Seulimeum strand of SFS, SF คือ Samalanga Sipokok Fault, SFS คือ Sumatra Fault System, SIM คือ Simeuleu Island, SSF คือ Shan Scarp Fault, T คือ Terressa Island, TPF คือ Three Pagodas Fault, TR คือ Tuba Ridge, W คือ Weh Island, WAF คือ West Andaman Fault, WSR คือ West Sewell Ridge, Y คือ Yangon (Rangoon)

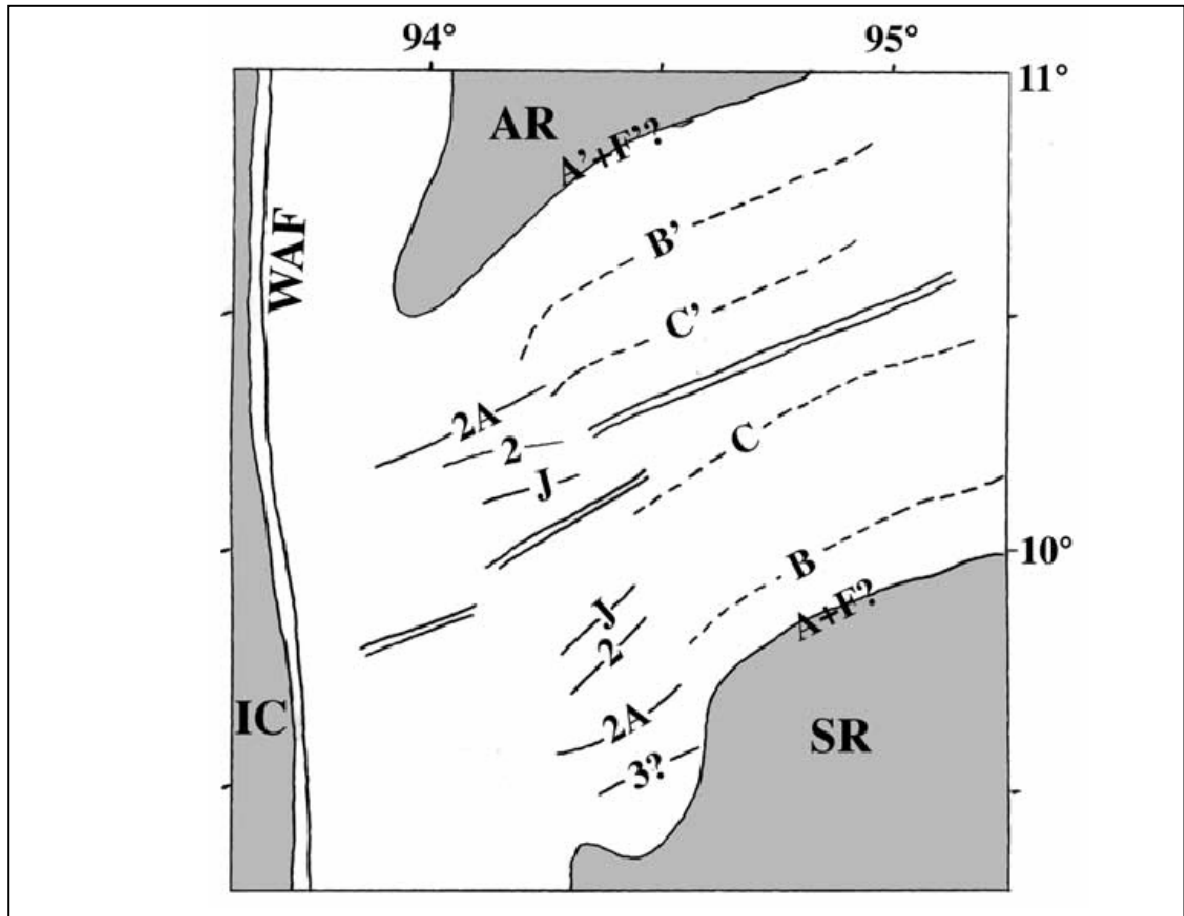
### 2.3.3.3 แนวตะวันออกของเปลือกทวีป

แนวตะวันออกนี้ต่อเลยมาจากรัฐฉานของสหภาพพม่าจึงมีค่าเท่ากับส่วนของ Shan Thai (Bunopas, 1981) หรือ Sibumasu (Metcalf, 1984) และ Acharyya (1994) นั่นเอง เชื่อว่าแนวรอยเลื่อนส่วนใหญ่เป็นแบบ listric โดยเฉพาะส่วนที่เป็นบ่าทวีป (continental slope) รอยเลื่อนเหล่านี้มีความสำคัญมาก

แอ่งตะกอนที่สำคัญคือแอ่งเมอร์กูย (Mergui Basin) ซึ่งเป็นแอ่งนอกชายฝั่งของแอ่งสุมาตราเหนือ (North Sumatra Basin) นักธรณีวิทยาหลายคนได้ทำการศึกษาไว้บ้าง เช่น Harding (1985), Polachan & Racey (1994) และ Anderson และคณะ (1997) ซึ่งมีรอยเลื่อนชนิด Half graben อยู่ด้านในแอ่ง แอ่งเมอร์กูยนี้ถูกตัดด้วยรอยเลื่อนของไทย 2 แนวที่วางตัวประมาณในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งคือรอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault) และรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (Klong Marui Fault) ซึ่งก่อนยุค Miocene มีการเลื่อนแบบขวาเข้า (right lateral) และปัจจุบันมีการเลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า (left lateral) (ดู Lee & Lawer, 1995) โดยมีลักษณะการวางตัวของความเข้มสนามแม่เหล็กได้แสดงในรูป 2.60



รูป 2.59 รูปถ่ายรอยเลื่อนสะแกง (Curry, 2005) (ก) ภาพถ่ายทางอากาศแสดงแม่น้ำอริวดีบรรจบกับรอยเลื่อน (ข) ภาพถ่ายทางอากาศมุมต่ำในแนวเฉียงบริเวณเมืองสะแกง (ค) ภาพภูมิประเทศมองไปทางทิศเหนือบริเวณเมืองสะแกง



รูป 2.60 ค่าความผิดปกติสนามแม่เหล็กแอ่งเมอร์กูย (Mergui Basin) แสดงการวางตัวของค่าผิดปกติที่ขนานกัน Alcock Rise และ Seawell Rise ซึ่งวางตัววางแนวรอยเลื่อน West Andaman (WAF) และ Invisible Crest (IC) (Raju และ คณะ, 2004)



## 2.4 ลักษณะข้อมูลในการศึกษาแผ่นดินไหว

ข้อมูลส่วนใหญ่ที่ได้สำหรับเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 นั้น ส่วนใหญ่เน้นหนักในเรื่องของการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเอกสารเป็นหลัก เนื่องจากเป็นเหตุการณ์ที่เกิดจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวนอกประเทศไทย สำหรับในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้ข้อมูลการอ้างอิงจากปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) ซึ่งเน้นศึกษารอยเลื่อนเป็นสำคัญ ตามรายละเอียดข้างล่างนี้

### 2.4.1 การประยุกต์ข้อมูลโทรสัมผัส

ข้อมูลโทรสัมผัสหรือข้อมูลระยะไกล (remote sensing) โดยเฉพาะข้อมูลภาพจากดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศสามารถจำแนกได้ว่า รอยเลื่อนที่สนใจมีความเก่าหรือใหม่มากน้อยเพียงใด และมีที่ท่อน (segment) หรือกิ่งสาขา วางตัวลักษณะใด มีการเลื่อนตัวแบบใด ถ้าตัดผ่านแอ่งตะกอนยุคใหม่ (Cenozoic basin) หรือแสดงลักษณะภูมิประเทศจำเพาะ เช่น ผารอยเลื่อน (fault scarp), สันขวางรอยเลื่อน (shutter ridge), สันขนานรอยเลื่อน (parallel ridge), ลำธารหักเคียน (offset stream), บึงขนาบรอยเลื่อน (sag pond) และ หน้าตัดสามเหลี่ยม (triangular facet) ซึ่งถ้าลักษณะภูมิประเทศเหล่านี้ยังปรากฏชัดเจนอยู่ แสดงว่ารอยเลื่อนนั้นเกิดใหม่และอาจเกิดการเลื่อนตัวเมื่อไม่นานนี้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สามารถยืนยันได้จากลักษณะปรากฏในภาคสนาม อนึ่งการได้มาซึ่งข้อมูลภาพจากดาวเทียมนับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นหนึ่ง เพราะภาพดาวเทียมที่ต้องการต้องผ่านการเน้นภาพด้วยคอมพิวเตอร์ และช่วงคลื่นที่ทำให้เกิดภาพคมชัดต้องประกอบด้วยช่วงคลื่นหมายเลข 7, 5 และ 4 ซึ่งผสมด้วยสีน้ำเงิน เขียว และแดง ลงไปตามลำดับจึงนับว่าเป็นภาพที่เหมาะสมมากทางธรณีวิทยา

### 2.4.2 การหาอายุรอยเลื่อน

ข้อมูลด้านการหาอายุจากตัวอย่างที่เกิดจากผงรอยเลื่อน (fault gouge) หรือตะกอนอันเป็นผลจากการกระทำของรอยเลื่อน (fault-related sediments) ณ บริเวณรอยเลื่อนที่ศึกษา ทำให้ได้ทราบว่ารอยเลื่อนดังกล่าวมีประวัติการเลื่อนตัวเมื่อใด ดังนั้นเมื่อเก็บตัวอย่างจากบริเวณดังกล่าว ณ สาขาใดสาขาหนึ่งของรอยเลื่อน อาจบอกได้ว่ารอยเลื่อนที่นั่น หรือสาขานั้นมีการเลื่อนตัวครั้งสุดท้ายได้เมื่อใด ถ้าผลปรากฏว่าอายุจากผงรอยเลื่อนไม่มากนัก เช่น ประมาณ 300 หรือ 400 ปี และมีระยะการเคลื่อนตัวมากแสดงว่ารอยเลื่อนมีโอกาสมิใช่รอยเลื่อนมีพลังได้มาก และอาจมีแนวโน้มของการเกิดแผ่นดินไหวได้อีกในอนาคต ถ้าดูจากผงรอยเลื่อน ณ ตำแหน่งอื่นของรอยเลื่อน และพบว่ารอยเลื่อนนั้นแสดงการเลื่อนตัวครั้งก่อน ๆ ไม่แก่กว่าอายุที่ได้จากการเลื่อนตัวครั้งสุดท้ายไม่มากนัก เช่น ครั้งสุดท้ายวัดอายุได้ 300 ปี และก่อนครั้งสุดท้ายวัดได้ 400 ปี รอยเลื่อนดังกล่าวจึงอาจเป็นรอยเลื่อนที่น่ากลัวว่าจะมีโอกาสสั่นไหวได้อีกในอนาคต ทั้งนี้ไม่เคยมีประวัติการเลื่อนตัวมาก่อน การศึกษาหาอายุรอยเลื่อนสามารถทำได้หลายวิธีในปัจจุบัน เช่น วิธีคาร์บอน-14 (radiocarbon dating) วิธีฟิชชันแทรค (fission track) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้เน้นหนักการหาอายุโดยวิธีเรืองแสงความร้อน (thermoluminescence dating) เป็นหลัก โดยทั้งหมดได้ไปทำการศึกษาและวิเคราะห์ ณ มหาวิทยาลัย Akita ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการเรียงแสงความร้อนนับว่าสามารถหาอายุรอยเลื่อนได้โดยตรงและหาอายุที่อยู่ในช่วงระหว่าง 200 ปี 2 ล้านปีได้ผลดี ส่วนวิธีการหาอายุโดยวิธีอื่นจัดเป็นวิธีการหาอายุโดยอ้อม และช่วงอายุอาจสั้นกว่า เช่น คาร์บอน-14 หาได้มากที่สุดคืออายุไม่เกิน 5 หมื่นปี อีกทั้งหาได้เฉพาะตัวอย่างที่มีคาร์บอนหรืออินทรีย์วัตถุเท่านั้น สำหรับการหาอายุโดยวิธีเรียงแสงความร้อน ตัวอย่างที่ใช้หาต้องประกอบด้วยแร่ควอร์ตหรือแร่แคลไซต์เป็นหลัก และตัวอย่างอาจเป็นจากธรรมชาติ เช่น ตะกอนหรือผงรอยเลื่อน หรือที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น เครื่องปั้นดินเผาก็ได้ แต่ตัวอย่างที่ต้องการหาอายุต้องเลือกเฉพาะที่ไม่ถูกแสง เพราะปริมาณรังสีที่ต้องการวัดถูกทำลายด้วยแสงอาทิตย์ จึงต้องเก็บรักษาไว้ในที่มืด หรือถ้าเป็นตัวอย่างเครื่องปั้นดินเผาที่ต้องชุบผิวออกออกก่อนและกันไม่ให้ผิวในถูกแสงโดยเก็บไว้ในที่มืด ตัวอย่างที่ต้องการหาอายุต้องผ่านกรรมวิธีแยกเฉพาะเอาแร่ควอร์ตหรือแร่แคลไซต์แร่ใดแร่หนึ่งออกมา โดยให้ความบริสุทธิ์ของแร่ประมาณมากกว่าร้อยละ 95 และมีขนาดเล็ก พอ ๆ กัน ตัวอย่างจึงต้องผ่านกรรมวิธีตำ ร่อน แยกด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า ชะล้างด้วยกรด ซึ่งบางครั้งต้องเช็ก่อนว่าตัวอย่างประกอบด้วยแร่ดังกล่าวหรือไม่ จึงต้องนำไปวิเคราะห์หาชนิดแร่ด้วยเครื่องสะท้อนรังสีเอกซ์ (XRD) เสียก่อน ด้วยหลักการที่ว่าแร่ดังกล่าวสามารถดูดซับปริมาณกัมมันตรังสีไว้ได้มาก ดังนั้นแร่ที่มีอายุมากจึงควรมีปริมาณกัมมันตรังสีในตัวมาก และถ้าแร่อายุน้อยก็ควรมีปริมาณสะสมไว้น้อย ซึ่งปริมาณกัมมันตรังสีที่ตรวจพบในแร่ควอร์ตหรือแคลไซต์นี้ได้มาจากการแตกตัวของธาตุยูเรเนียม (U) ทอเรียม (Th) และโปแตสเซียม (K) ในแร่บางจำพวก การดูดซับปริมาณกัมมันตรังสีของแร่ควอร์ตและแคลไซต์ไว้ในตัวมันทำให้เกิดเป็นรอยแผล (หรือหลุม) ในตัวมัน โดยที่ถ้าเราเผาแร่นี้ ณ อุณหภูมิหนึ่ง เช่น ประมาณ 300๐ ช รอยแผล (หรือหลุม) เหล่านี้ก็จะหายไปและเกิดเป็นพลังงานความร้อนแทน ซึ่งเราสามารถวัดพลังงานความร้อนนี้ได้และถ้าเรารู้ว่าอัตราการดูดซึมเป็นเท่าใดต่อปี (ซึ่งคำนวณได้จากการวัดปริมาณรวมของยูเรเนียม ทอเรียม และโปแตสเซียม ในตัวอย่างที่เก็บมา) เราก็คำนวณหาอายุของผงรอยเลื่อน หรือตะกอนได้ (ผงรอยเลื่อนนี้มีแร่ควอร์ตที่อยู่ในผงเกิดการดูดซับกัมมันตรังสีใหม่หลังจากที่เกิดการเลื่อนตัว โดยที่ปริมาณกัมมันตรังสีมีอยู่เดิมสลายไปเนื่องจากความร้อนจากการเลื่อนตัว) สูตรที่เราใช้ในการคำนวณดังสมการที่ 2.1

$$TL \text{ age} = ED/AD \text{ ----- สมการ 2.1}$$

โดยกำหนดให้ ED คือ ปริมาณกัมมันตรังสีทั้งหมดที่ถูกดูดซับนับตั้งแต่ตะกอนสะสมตัวครั้งสุดท้ายจนถึงปัจจุบัน และ AD คือ ค่าปริมาณรังสีที่ตะกอนได้รับจากดินรอบข้างต่อปี

#### 2.4.3 การเลือกสรรพื้นที่ : กรณีตัวอย่างรอยเลื่อนแม่เอย

พื้นที่ที่ใช้เป็นกรณีตัวอย่าง (case study) ที่ใช้ในการอธิบายครั้งนี้คือพื้นที่แถบตอนเหนือของจังหวัดเชียงราย โดยเฉพาะแถบอำเภอแม่จัน ซึ่งจากหลักฐานทางธรณีวิทยาพบว่ารอยเลื่อนแม่จันพาดผ่านในแนวเกือบตะวันออก-ตะวันตก และมีทิศทางเดียวกับรอยเลื่อนในมณฑลยูนนานที่พบว่ามีภารกิจเกิด

แผ่นดินไหวรุนแรงบ่อยครั้ง รอยเลื่อนใหญ่แม่จันนี้ มีความยาวมากอย่างน้อย 150 กิโลเมตร ในเรื่องการเกิดไหวสะเทือน (seismicity) สามารถตรวจพบได้ในปัจจุบันจากเครื่องบันทึกซึ่งมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงปานกลาง พบน้ำพุร้อนอยู่ทั่วไปกระจายตัวไปตามแนวรอยเลื่อน ข้อมูลประวัติศาสตร์ล้านนาที่บ่งบอกชัดเจนว่าน่าจะเกิดแผ่นดินไหวจากรอยเลื่อนนี้ ข้อมูลจากภาคสนามและจากโทรสัมผัสทำให้จัดแบ่งรอยเลื่อนแม่จันออกเป็น 5 ท่อน หรือ 5 สาขาย่อยจากตะวันตกไปตะวันออกได้แก่ รอยเลื่อนสาขาฝาง สาขาแม่ฮาด สาขาแม่จัน สาขาคงสุวรรณ และสาขาเชียงของ ซึ่งเราพบว่าทุกสาขาแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวแบบซ้ายเข้าในลักษณะเดียวกันหมด ผลจากข้อมูลโทรสัมผัสประกอบกับข้อมูลธรณีฟิสิกส์ภาคพื้นดินและการรังวัดพื้นที่อย่างละเอียดทำให้เราสามารถกำหนดบริเวณจุดแนวร่องสำรวจขนาดเฉลี่ยประมาณ  $4 \times 2 \times 1$  เมตรขวางแนวรอยเลื่อนได้ ปัจจุบันเราได้ทำการขุดแนวสำรวจไปแล้วรวม 6 ร่อง และได้ทำการจัดลำดับชั้นตะกอนยุคใหม่ (Quaternary stratigraphy) ทุกร่อง เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของตะกอนที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนหรือที่ถูกรอยเลื่อนนั้นตัด ต่อมาจึงเก็บตัวอย่างจากร่องสำรวจทุกร่อง (โดยพยายามไม่ให้ตะกอนถูกแสง) ตามระดับความลึกได้ทั้งหมดประมาณ 50 ตัวอย่าง และตัวอย่างตามแนวรอยเลื่อนใหญ่แม่จันอีกประมาณ 15 ตัวอย่าง

#### 2.4.4 ผลการศึกษา : รอยเลื่อนแม่ฮาด

ผลการหาอายุบริเวณรอยเลื่อนสาขาแม่ฮาด (ของรอยเลื่อนใหญ่แม่จัน) พบว่าได้เคยเกิดมีแผ่นดินไหวใหญ่ในอดีต (ประมาณอย่างน้อย 7 ริกเตอร์) เกิดขึ้น 4 ครั้งในช่วงเวลา ตั้งแต่ 35,000 ปี จนถึง 15,600 ปี และจากการหาอายุรอยเลื่อนสาขาแม่จัน (ของรอยเลื่อนใหญ่แม่จัน) พบว่าได้เคยเกิดมีแผ่นดินไหวใหญ่ (ประมาณ 7 ริกเตอร์) เกิดขึ้นมาอย่างน้อย 5 ครั้ง นับตั้งแต่ประมาณ 940,000 ปี จนถึง 1,600 ปี โดยที่ช่วงอายุหลังนี้สอดคล้องกับผลที่ได้จากการหาอายุโดยวิธี คาร์บอน-14 และสอดคล้องกับผลการหาอายุของรอยเลื่อนเชียงแสน ซึ่งได้อายุประมาณ 1,000 ปี โดยวิธีเรืองแสงความร้อนซึ่งแผ่นดินไหวดังกล่าวอาจสัมพันธ์กับการล่มสลายของเวียงหนองหล่มใน เขตอำเภอเชียงแสน ซึ่งหลายคนคิดว่าเป็นนครโยนก(เดิม) โดยพิจารณาจากการยุบตัวของเวียงหนองหล่มซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแม่น้ำกก จนทำให้เกิดการทะลักของน้ำจากแม่กกเข้าไปในบริเวณหนองน้ำ (ซึ่งแต่เดิมเป็นเมืองโบราณเดิมได้)

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ในเขตจังหวัดกาญจนบุรี จนถึงพรมแดนไทย-พม่าให้เป็นกรณีศึกษาอีกบริเวณหนึ่ง รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์นี้มีความยาวอย่างน้อย 222 กิโลเมตร วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และลักษณะภูมิประเทศเฉพาะจากรอยเลื่อนนี้ปรากฏชัดเจนในพม่ามากกว่าในไทยด้วยวิธีการศึกษาทำนองเดียวกัน โดยเน้นหนักในเรื่องข้อมูลด้านโทร-สัมผัสและอายุรอยเลื่อน โดยวิธีเรืองแสงความร้อน (จากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง) แม้ว่าจะยังไม่มีการขุดร่องสำรวจเพื่อตรวจหาแนวที่ปรากฏของรอยเลื่อนในระดับลึก แต่ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการขยับตัวของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ก่อให้เกิดแผ่นดินไหว ขนาด 7 ริกเตอร์ อย่างน้อย 5 ถึง 6 ครั้ง ตั้งแต่เมื่อประมาณ 1 ล้านปีมาแล้ว จนถึง 12,000 ปี ก่อนปัจจุบัน

#### 2.4.5 ชนิดรอยเลื่อนมีพลัง

สำหรับประเทศไทยและข้างเคียงแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน มักมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนที่ปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในบรรดานักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในปัจจุบันว่า รอยเลื่อนดังกล่าวนี้จัดเป็น รอยเลื่อนมีพลัง (active fault) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนที่เคยมีประวัติการเคลื่อนตัวอย่างน้อย 1 ครั้ง ในช่วง 35,000 ปี หรือหลายครั้งในช่วง 100,000 ปี ข้อมูลจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์และจากเครื่องบันทึกไม่สามารถกำหนดรายละเอียดของรอยเลื่อนมีพลังในเชิงตำแหน่งที่แน่ชัด และระยะเวลาที่เคยไหวตัวในอดีตที่อายุแก่กว่า 500 หรือ 1,000 ปีได้ แต่ข้อมูลบันทึกทางธรณีวิทยา (geologic record) สามารถกำหนดแน่ชัดลงไปได้ว่ารอยเลื่อนมีพลังนั้น มีลักษณะทิศทางการวางตัวเป็นอย่างไร หากพาดผ่านที่ใดจะทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบใดได้บ้าง และเคยมีประวัติการเคลื่อนตัวมาแล้วหรือไม่ หรือนานขนาดไหน ซึ่งหลักฐานดังกล่าวหาได้จากข้อมูลโทรสัมผัส ข้อมูลจากภาคสนาม และข้อมูลการหาอายุรอยเลื่อน

อนึ่งผลการศึกษาข้อมูลโทรสัมผัส (รูป 2.61) ผนวกกับข้อมูลแผ่นดินไหวในพื้นที่แถบอื่นของประเทศและประเทศข้างเคียงบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (รูป 2.30) ตลอดจนแผนที่ธรณีแปรสัณฐาน (ดูรูป 1.8 บทที่ 1) ทำให้พบว่ามียรอยเลื่อนอีกหลายแนวที่น่าจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการเกิดแผ่นดินไหวในอดีตจนถึงปัจจุบัน และหลายรอยเลื่อนอาจจัดเป็นรอยเลื่อนมีพลังได้ จนพอจัดกลุ่มได้ 7 กลุ่มใหญ่ (ดูรูป 2.62) ที่สำคัญได้แก่ 1) กลุ่มรอยเลื่อนอินโด-พม่า 2) กลุ่มรอยเลื่อนสะแกง-ปานหลวง-ตองจี 3) กลุ่มรอยเลื่อนน่านดิง-เปาซาน-เซียงราย 4) กลุ่มรอยเลื่อนแดง-มา-ดา 5) กลุ่มรอยเลื่อนแม่สะเรียง-แม่ปิง-ด่านเจดีย์สามองค์ 6) กลุ่มรอยเลื่อนเดียนเบียนฟู-หลวงพระบาง-แพร่-เถิน-อุตรดิตถ์ และ 7) กลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา-แม่ริม

อย่างไรก็ตามเท่าที่ได้มีการศึกษาจนถึงปัจจุบันยังไม่มีประเทศใดในแถบพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ประเทศใดได้ทำการประยุกต์ผลจากการศึกษาหาอายุรอยเลื่อนและตะกอนที่เกี่ยวข้องและภูมิแปรสัณฐาน (morphotectonics) เพื่อจำแนกประเภทรอยเลื่อนดังกล่าว ดังนั้นจึงน่าจะมีการขยายการศึกษานี้ออกมาในรูปแบบของการศึกษาเชิงอายุรอยเลื่อนให้มากขึ้น สำหรับการศึกษาในอนาคต

สำหรับประเทศไทยจากการประมวลผลการศึกษาในเบื้องต้นนี้โดยอาศัยข้อมูลโทรสัมผัส ประกอบกับการสำรวจในสนาม และผลการหาอายุผนวกกับข้อมูลด้านแผ่นดินไหว ทำให้สามารถจำแนกประเภทรอยเลื่อนว่ารอยไหนเป็นรอยเลื่อนมีพลัง และรอยไหนที่เป็นรอยเลื่อนหมดพลัง (dead fault หรือ inactive fault) และยังสามารถลำดับชั้นรอยเลื่อนมีพลังออกเป็น 3 ชั้น (รูป 2.63) คือ รอยเลื่อนมีพลัง (active fault) รอยเลื่อนศักยภาพมีพลัง (potentially active) และรอยเลื่อนน่าจะมีความมีพลัง (Tentatively active) และสามารถจำแนกโซนแผ่นดินไหว (seismically active belt) ของประเทศออกเป็น 5 บริเวณ (ดูรูป 2.63) ได้แก่ 1) บริเวณภาคเหนือ 2) บริเวณภาคตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือ 3) บริเวณภาคตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือ 4) บริเวณภาคใต้ตอนบน และ 5) บริเวณภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งโซนดังกล่าวนี้

สอดคล้องกับแนวตะเข็บ (suture) โบราณของแผ่นเปลือกโลกที่ประกอบเป็นประเทศไทยเรา (ดูรูป 1.8 บทที่ 1) และรอยเลื่อนใหญ่ ๆ ของประเทศนั่นเอง โดยที่ในแต่ละโซนประกอบด้วยทั้งรอยเลื่อนที่หมดพลัง และรอยเลื่อนมีพลังลำดับชั้นต่างๆ ด้วย ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าตรวจพบรอยเลื่อนมีพลังได้ทั้งหมด 15 แนวตามแนวโซนแผ่นดินไหว 5 โซน คือ

(1) รอยเลื่อนแม่จัน รอยเลื่อนแม่ทา รอยเลื่อนเถิน-ลอง-แพร์ รอยเลื่อนน้ำปัด รอยเลื่อนปัว และรอยเลื่อนพะเยา ของโซน(แผ่นดินไหว)ภาคเหนือ

(2) รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน รอยเลื่อนแม่ปิง รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ของโซน(แผ่นดินไหว) ภาคตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือ

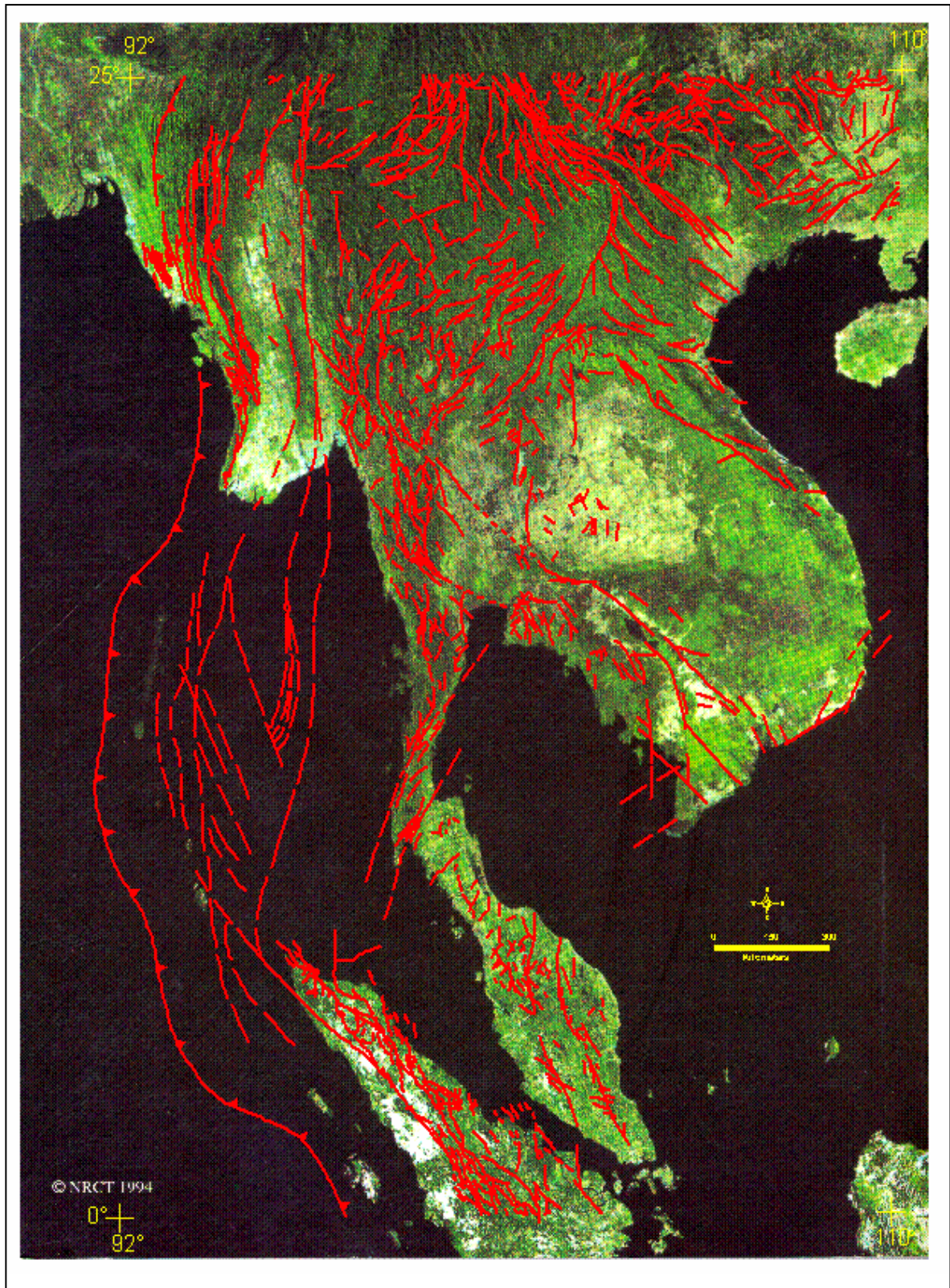
(3) รอยเลื่อนระนอง รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย รอยเลื่อนคลองท่อม ในโซน (แผ่นดินไหว) ภาคใต้ตอนบน

(4) รอยเลื่อนกโกโพธิ์ - สะบ้าย้อย - ยะลา - และเบตง ซึ่งเป็นรอยเลื่อนสายสั้น ๆ โดยเรียกรวมกันว่า รอยเลื่อนปัตตานี ในโซน(แผ่นดินไหว)ภาคใต้ตอนล่าง และ

(5) รอยเลื่อนเลย - เพชรบูรณ์ และรอยเลื่อนระยอง - แกลง สำหรับโซน(แผ่นดินไหว)ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก

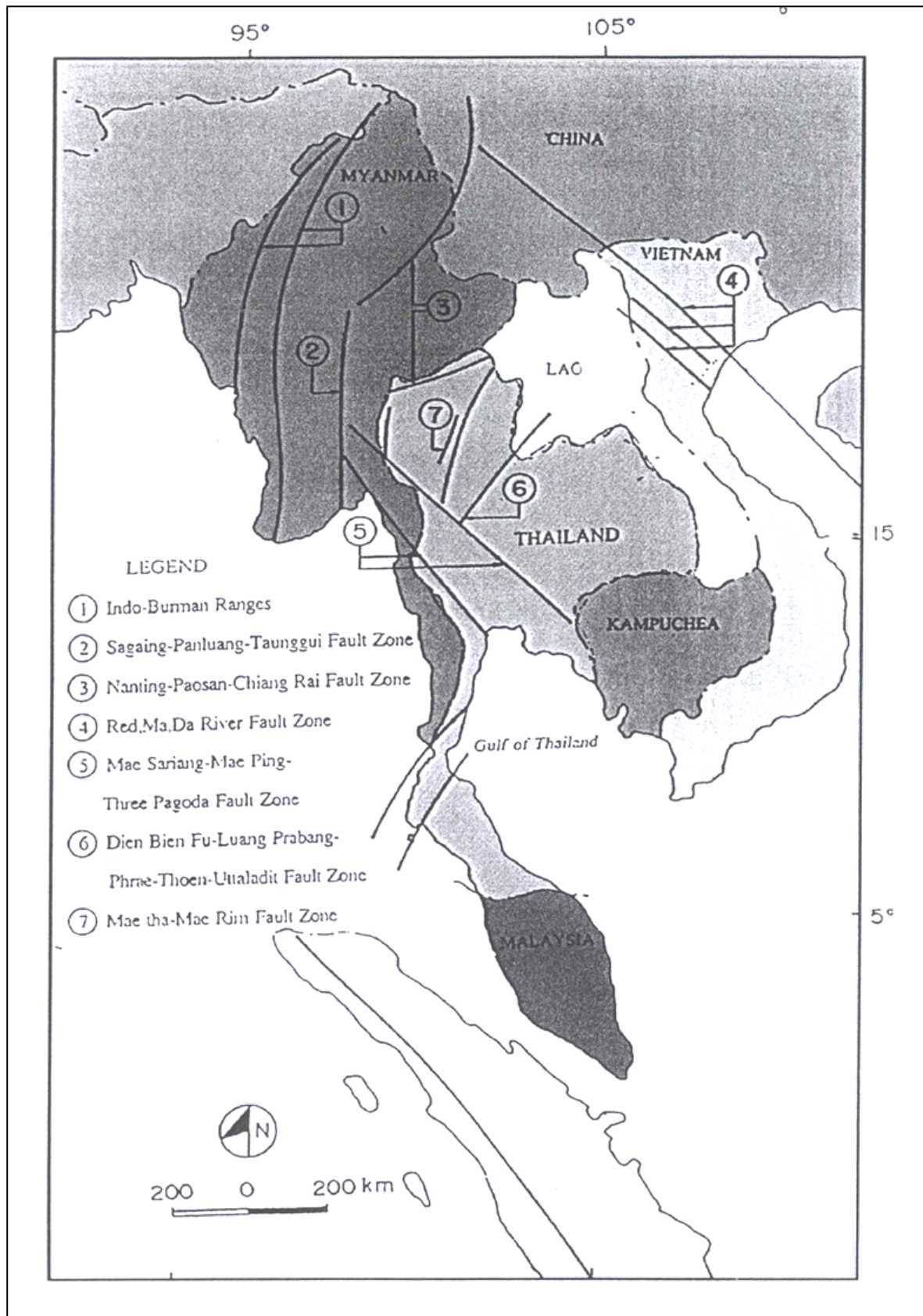
เป็นที่น่าสังเกตว่าโซนแผ่นดินไหวภาคเหนือ และโซนภาคตะวันตก - ตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยรอยเลื่อนมีพลัง (จริง ๆ) ส่วนโซนอื่น ๆ มักประกอบด้วยรอยเลื่อนศักย์มีพลังและรอยเลื่อนไม่มีพลังทั้งสิ้น แต่ทั้งนี้ได้พิจารณาพร้อมกับรายงานผลการหาอายุจากเอกซาร์ไม่เผยแพร่ของกรมทรัพยากรธรณี



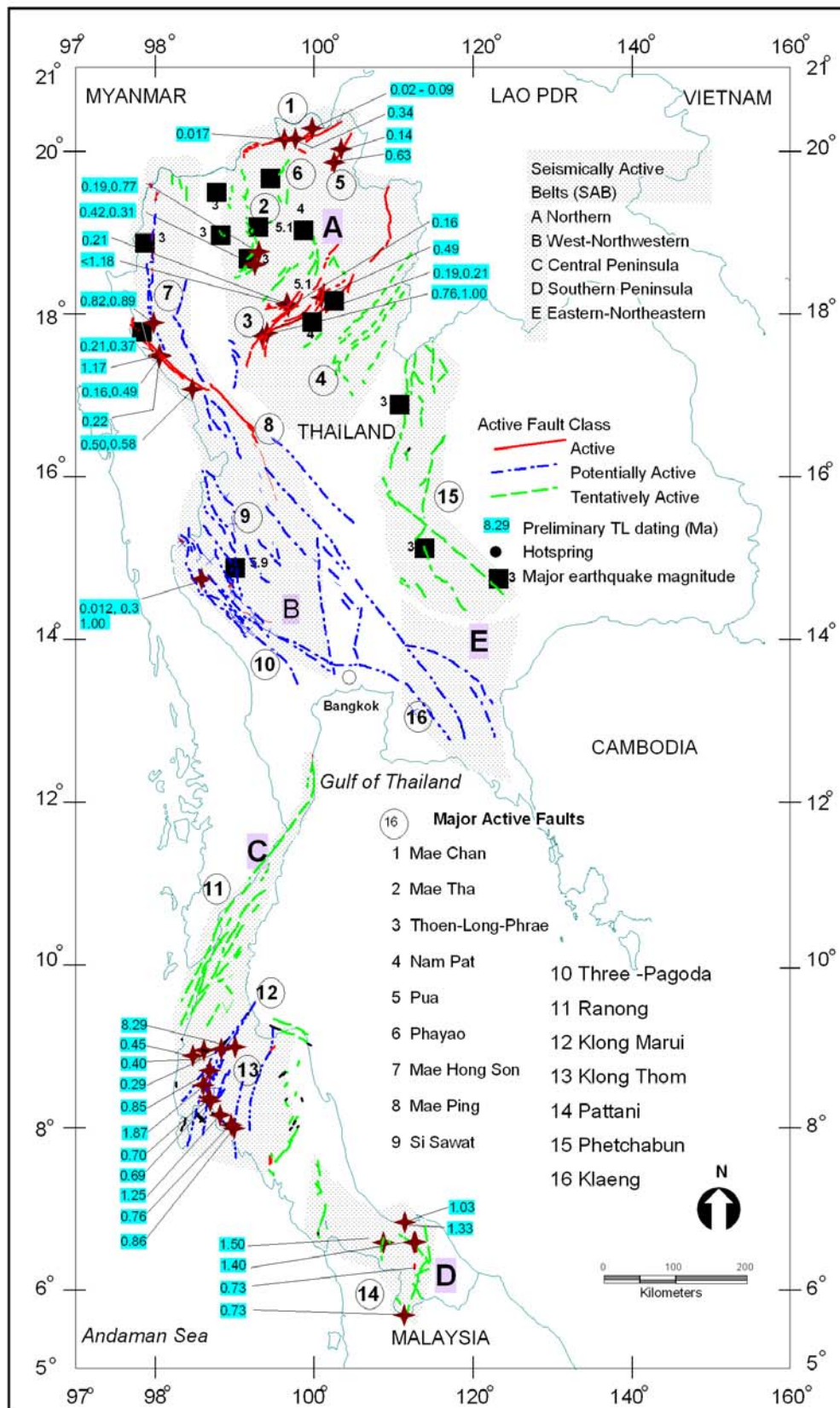


รูป 2.61 ภาพจากดาวเทียม NOAA-11 ถ่ายปลายปี 1992- ต้นปี 1993 แสดงพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และการกระจายตัวของแนวรอยเลื่อนต่างๆ ที่ได้จากการแปลความหมาย (ปัญญา จารุศิริและสุวิทย์ โควสุวรรณ, 2543)





รูป 2.62 แผนที่แผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แสดงกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังที่สำคัญๆ 7 กลุ่ม (ปัญญา จารุศิริ และสุวิทย์ โทสุวรรณ, 2543)



รูป 2.63 แผนที่การกระจายตัวของรอยเลื่อนมีพลัง รอยเลื่อนแม่สาย (รอยเลื่อนแม่จัน) หมายเลข 1 (ปัญหาจารุศิริ และ สุวิทย์ โคสุวรรณ, 2543)



## 2.5 การจำแนกพื้นที่แหล่งกำเนิดการไหวสะเทือน

ในการจำแนกและอธิบายลักษณะของบริเวณแหล่งกำเนิดความไหวสะเทือน (seismic source zones) ในแต่ละพื้นที่นั้น ปัญหาหลักในการจำแนกขอบเขตและลักษณะของแต่ละบริเวณ คือ ปริมาณและคุณภาพของข้อมูลการไหวสะเทือนและข้อมูลทางธรณีวิทยาที่มีอยู่อย่างจำกัด อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ หากเราสามารถทราบลักษณะของธรณีแปรสัณฐานในแต่ละพื้นที่ที่เกี่ยวกับข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน เราก็สามารถบรรยายลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของแหล่งกำเนิดการไหวสะเทือนในเขตหรือบริเวณนั้นได้ โดยที่คำจำกัดความของคำว่า “แหล่งกำเนิดการไหวสะเทือน หรือ seismic source zones” นั้น Algermissen และคณะ (1982) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า

- ก) seismic source zones คือ บริเวณที่มีการเกิดการไหวสะเทือน และ
- ข) seismic source zones สามารถจำแนกได้ด้วยข้อมูลทางธรณีแปรสัณฐานไหวสะเทือน (seismotectonic) หรือข้อมูลการไหวสะเทือนของบริเวณการเกิดการไหวสะเทือน (seismogenic structure or zone) ซึ่งหากว่าไม่สามารถใช้ข้อมูลการไหวสะเทือนในบริเวณการเกิดการไหวสะเทือนเพื่อกำหนดแหล่งกำเนิดความไหวสะเทือนได้ เราสามารถใช้ข้อมูลการไหวสะเทือนในอดีต (historical seismicity) แทนได้

ลักษณะของบริเวณธรณีแปรสัณฐานไหวสะเทือน (seismotectonic structure หรือ zone) นั้น หมายถึง ขอบเขตหรือบริเวณที่ทราบแน่ชัดว่ามีลักษณะเฉพาะทางธรณีวิทยาโครงสร้างที่มีความเกี่ยวข้องกับการกำเนิดแผ่นดินไหว ส่วนลักษณะของโครงสร้างของบริเวณการเกิดการไหวสะเทือน (seismogenic structure or zone) นั้นหมายถึง ลักษณะเฉพาะทางธรณีวิทยาหรือกลุ่มของลักษณะเฉพาะที่มีแบบฉบับของการแปรสัณฐาน ซึ่งคล้ายคลึงหรือมีความสัมพันธ์กับการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต

เนื้อหาในบทนี้ จะกล่าวถึงลักษณะทางธรณีแปรสัณฐานไหวสะเทือนที่ได้พัฒนาและปรับปรุงแก้ไข โดย Thenhaus (1982a) โดยครอบคลุมแผนที่ระหว่างละติจูด 0°เหนือ ถึง 21°เหนือ ลองจิจูด 90°ตะวันออก ถึง 106°ตะวันออก โดยที่ข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งบริเวณแหล่งกำเนิดความไหวสะเทือนประกอบไปด้วยจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหว (epicenter) (รูป 2.64), ข้อมูลทางธรณีวิทยา และข้อมูลด้านธรณีแปรสัณฐาน (รูป 2.65) จากการใช้ตัวบ่งชี้ดังกล่าว สามารถแบ่งพื้นที่บริเวณแหล่งกำเนิดความไหวสะเทือนออกเป็น 21 บริเวณ (ดูรูป 2.66 และ ตาราง 2.7) คือ โซน A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T และ โซน U โดยมีข้อมูลรายละเอียดในแผนที่แผ่นพับและตามหัวข้อที่อธิบายข้างล่างนี้

### 2.5.1 โซน A เขตแนวการมุดตัวอันดามัน

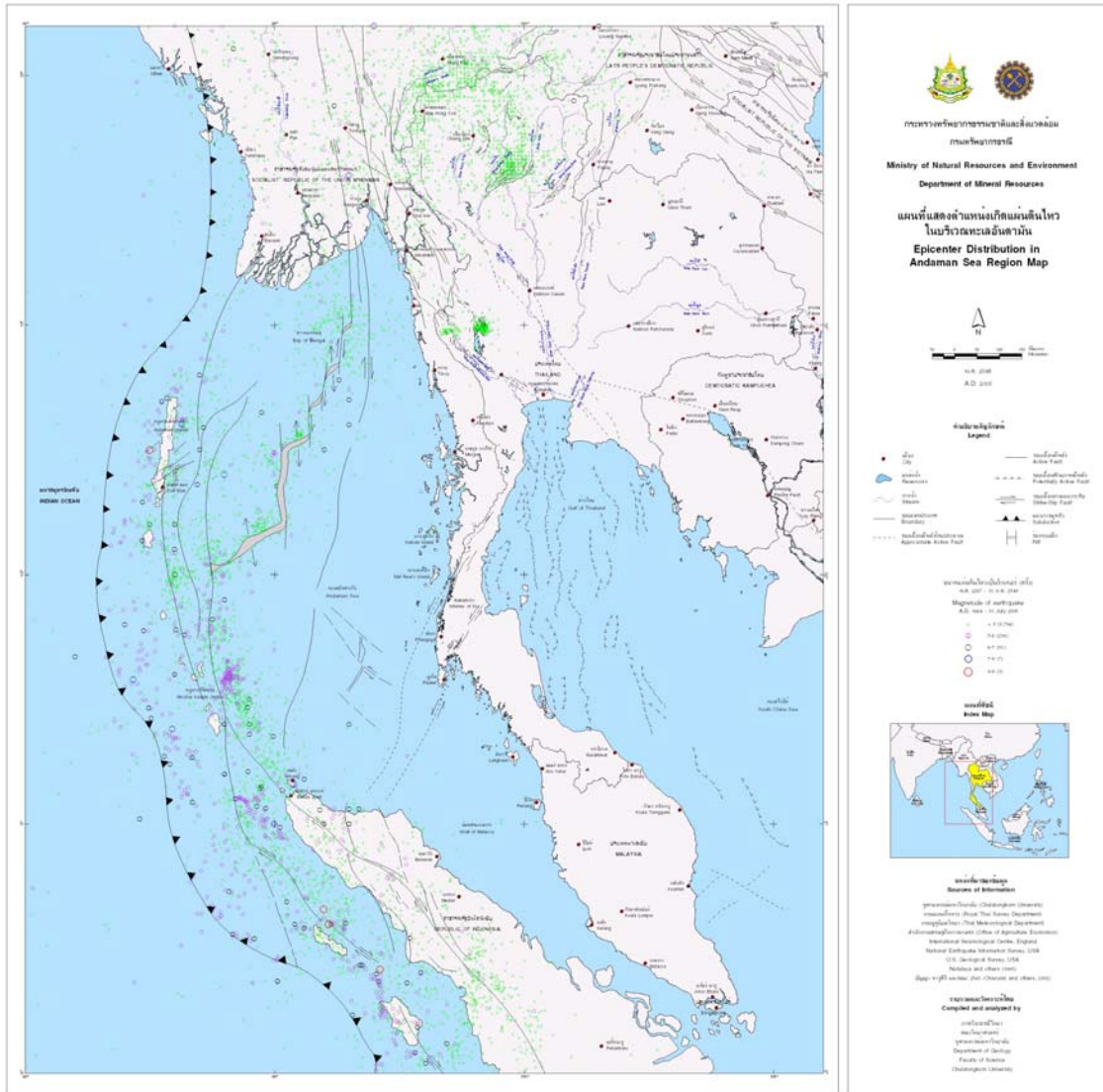
แนวการมุดตัวอันดามันมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 2,000 กิโลเมตร (รูป 6.6) ซึ่งทางตอนเหนือเป็นส่วนของพื้นที่ทวีป แต่แหล่งการกำเนิดแผ่นดินไหวนี้มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในทะเล โดยทั่วไปเขตนี้มีการรองรับตัวทางตอนเหนืออยู่ในแนวเหนือ-ใต้ จนถึงเกาะสุมาตรา จากนั้น จึงวางตัวเกือบขนานกับเกาะสุมาตรา ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนที่เป็นแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบนพื้นดินดังกล่าว อยู่

ทางทิศตะวันตกสุดของประเทศติดต่อกับประเทศบังคลาเทศ โดยทั่วไปพื้นที่เป็นแนวยาววางตัวระหว่างชายฝั่งของอ่าวเบงกอล (Bay of Bengal) กับเทือกเขาอาระกันโยมา (Arakan Yoma) ระดับความสูงของพื้นที่ 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร ดังนั้นลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่มีความแคบแต่ยาว ส่วนกว้างที่สุดประมาณ 70 กิโลเมตร ซึ่งจากข้อมูลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนสะท้อนในบริเวณ โซน A โดย Curray (2005) ได้ทำการบันทึกข้อมูลในโซนนี้ และคณะผู้วิจัยได้คัดเลือกภาพตัดขวาง 2 แนว มาพิจารณา คือแนว T36-37+ C: F-G และแนว M8-9-W (ดูรูป 2.67) จากการศึกษาค้นคว้าโดยมากพื้นที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนรูปพัด (alluvial fans) และตะกอนจากแม่น้ำ (รูป 2.68 และ 2.69) โดยมีส่วนสูงสุดของเนินตะกอนประมาณ 600 เมตร แม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำกะละดัน (Kaladan) และแม่น้ำมินเชาน์ (Min Chaung) ซึ่งไหลจากทางเหนือลงใต้ เนื่องจากถูกควบคุมด้วยรอยเลื่อน (fault) หรือเป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ไหลจากทางตะวันตกของเทือกเขาอาระกันโยมาลงสู่อ่าวเบงกอล เมืองที่สำคัญได้แก่ ซิตทเว (คนไทยเรียก “ซิตว้อย”) ชื่อเดิมคือ อักยบ (Akyab) ตั้งอยู่บนปากแม่น้ำกะละดัน เป็นเมืองหลวงของรัฐระไคน์ (Rakhine State) (แต่คนไทยเรียก “ยะไข่”) นับว่าเป็นเมืองท่าที่สำคัญ และเป็นศูนย์กลางของโรงสีข้าวของประเทศ

เทือกเขาอาระกันโยมานี้จัดว่าประกอบด้วยหินหลากหลายชนิดที่ทำให้เกิดโครงสร้างคดโค้งเลื่อนย้อน (fold-and-thrust belt) ในบริเวณตอนเหนือวางตัวแนวเหนือเฉียงตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE) ส่วนในบริเวณตอนใต้วางตัวในแนวเหนือเฉียงตะวันตกเฉียงเหนือ (NNW) และวางตัวต่อเนื่องลงไปในทะเลอันดามันและกลายสภาพเป็นบริเวณมุดตัวไปจนสุดทางใต้ของภูมิภาค สำหรับในทะเลแนวการคดโค้งเลื่อนย้อนที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และ ตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้มีความยาวรวมกันประมาณ 1,600 กิโลเมตร รอยเลื่อนที่สำคัญในเขต นี้คือ รอยเลื่อน Old West Andaman Fault ทางใต้สุดของภูมิภาค และอยู่นอกชายฝั่งตะวันตกของเกาะสุมาตรา

จากข้อมูลระดับความลึกแผ่นดินไหวที่วัดโดย Yin and Harrison (1996) โดยโซนนี้อยู่ในแนวที่ 2 ของรูป 2.70 และนำมากำหนดจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว (hypocenter) ในแนวแนวตัดขวางพบว่าแผ่นดินไหวที่เกิดในโซน A นี้ ส่วนใหญ่เกิดมาจากการมุดตัวเป็นหลัก (รูป 2.71) โดยทำมุมการมุดตัว 45 องศา โดยประมาณ และโดยส่วนใหญ่แล้วตลอดการมุดตัวของแผ่นจะเป็นการเคลื่อนตัวแบบเลื่อนข้าง (strike-slip fault) แทบทั้งสิ้น ยกเว้นในส่วนการมุดตัวช่วงแรก (ความลึก 50 กิโลเมตร) และส่วนที่ลึกประมาณ 150 กิโลเมตร มีลักษณะการเคลื่อนตัวแบบปกติ (normal movement)

จากข้อมูลความหนาแน่นของเหตุการณ์แผ่นดินไหว (รูป 2.72) จะเห็นได้ว่าในเขตนี้เกิดแผ่นดินไหวมากเมื่อดูจากปริมาณการเกิด แต่ส่วนใหญ่จะเกิดแผ่นดินไหวขนาดเล็กมากกว่า 5 ริกเตอร์หรือ 5-6 ริกเตอร์ ส่วนแผ่นดินไหวขนาดใหญ่มีรายงานเพียงแค่ 2 ครั้ง ในปัจจุบันเขตนี้มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นเขตที่เคยเกิดแผ่นดินไหวขนาด 8.7 ริกเตอร์ เมื่อ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2340 ประวัติศาสตร์การเกิดแผ่นดินไหวในอดีตที่จัดอยู่ในเขตนี้ได้แสดงในผังตาราง 2.8

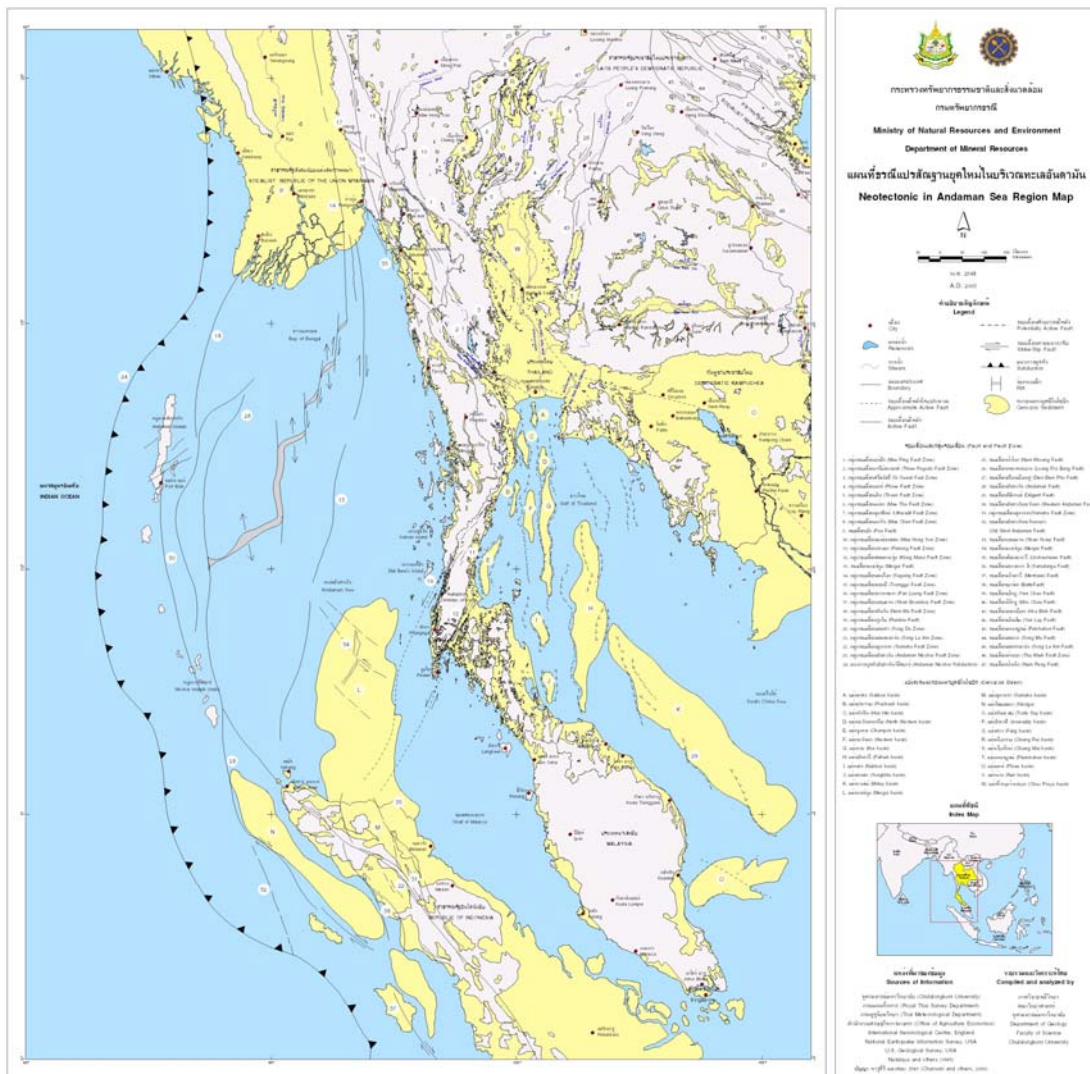


รูป 2.64 แผนที่แสดงตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหว (ดูรายละเอียดแผนที่จากภาคผนวก)

**2.5.2 โซน B เขตที่ราบตอนกลางฝั่งตะวันตกของเมียนมาร์**

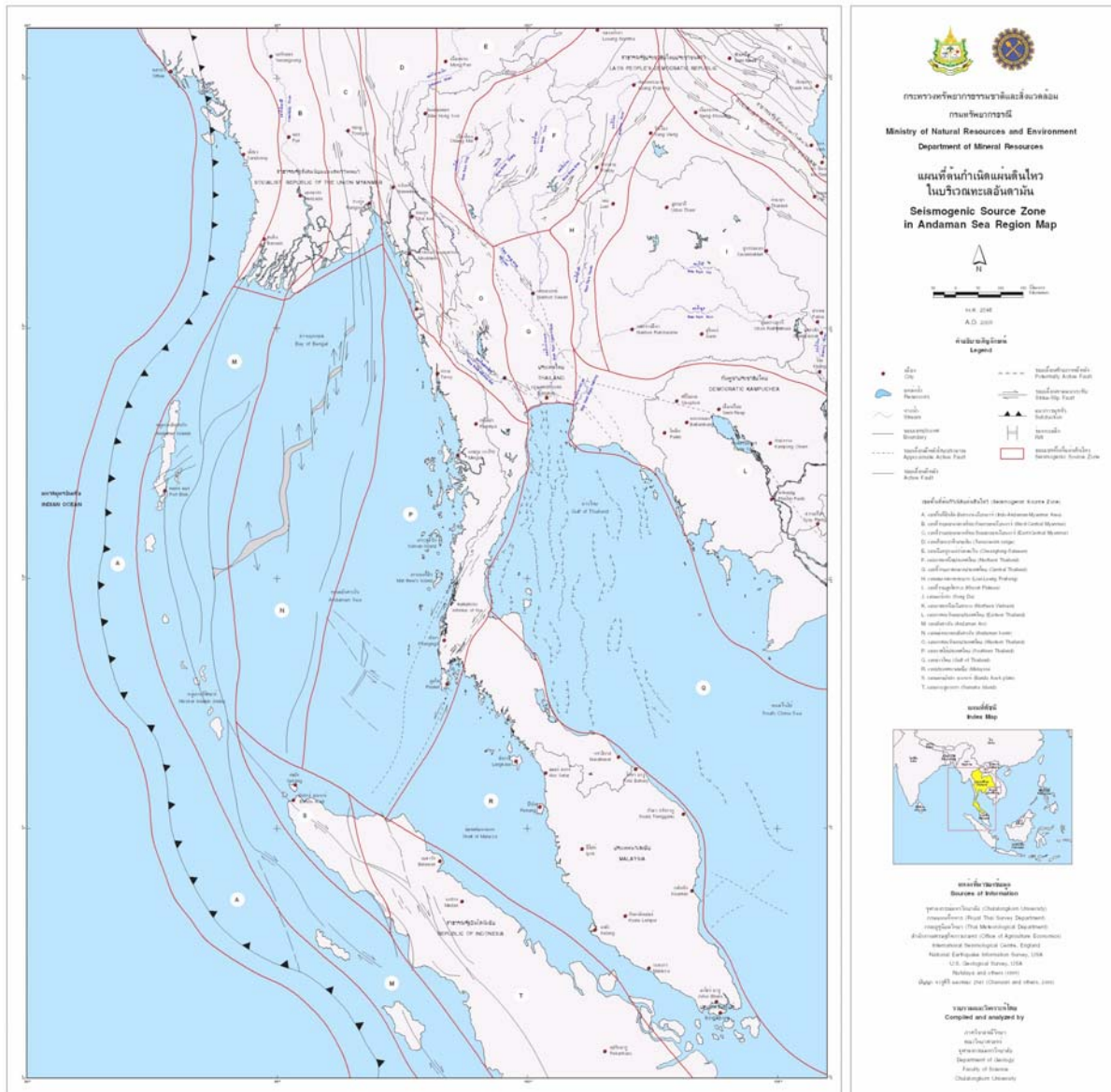
ที่ราบตอนกลางฝั่งตะวันตกของเมียนมาร์เป็นที่ราบที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่มีแม่น้ำอิระวดีซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญ เป็นตัวพัดพาตะกอนมาสะสม และไหลลงทะเลไปออกที่บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ แห่ลงหรือเขตกำเนิดแผ่นดินไหวเขตนี้ครอบคลุมพื้นที่ในรัฐต่างๆ ของเมียนมาร์ (พม่า) ได้แก่ รัฐมะโกวา(Magowa Division), รัฐมาโก(Bago Division) และ รัฐอะยิยามาดี(Ayeyarmady Division) เขตนี้มีอาณาเขตทางทิศตะวันตกเทือกเขาอินโด-พม่า หรือเทือกเขาอะระกันปิยะมา เป็นแนวเทือกเขาที่ต่อเลยออกมาจากเทือกเขาหิมาลัยทางตอนเหนือและอยู่ถัดเลยจากชายฝั่งอาระกันเขามาทางด้านตะวันออก มีความยาว 1,300 กิโลเมตร และต่อเลยลงไปได้ในทะเลอีกประมาณ 1,700 กิโลเมตร (โดยในที่นี้เราได้จัดแยกเป็นเขตกำเนิดแผ่นดินไหว) ส่วนด้านตะวันออกของโซนแบ่งด้วยแนวหินภูเขาไฟประกอบด้วย หินแอนดีไซต์ หินบะซอลต์ และหินไรโอไลต์ หินจะโพลต์ไม่ต่อเนื่อง

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้ครอบคลุมแอ่งตะกอนขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า แอ่งชินวิน-อิรวดี (Chinwin Irawady Basin) อันเป็นแอ่งตอนกลางพม่า (Inner Burma Basin) ที่สำคัญมากเพราะจัดว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวของพม่า แอ่งดังกล่าวทอดตัวไปตามแนวเหนือใต้ โดยมีแม่น้ำอิรวดีไหลจากเหนือลงใต้อยู่ภายในแอ่ง แม่น้ำอิรวดีไหลผ่านเมืองแปร ซึ่งเป็นเมืองที่ได้รับอิทธิพลจากแผ่นดินไหวจนเกิดความเสียหายหลายครั้ง ในทางธรณีวิทยา เป็นแอ่งตะกอนซีโนโซอิกขนาดใหญ่ ประกอบด้วยแอ่งหลัก ๆ 2 แอ่ง คือ แอ่งอิรวดีภาคกลาง (Central Basin) ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือ และ แอ่งตะกอนปากแม่น้ำอิรวดี (Irrawaddy Delta Basin) ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ ตะกอนเป็นพวก molasses type เริ่มสะสมตัวในช่วง Eocene จนถึง Quaternary และมีความหนามากกว่า 10 กิโลเมตร จึงเป็นแอ่งที่มีความสำคัญในการสำรวจหาปิโตรเลียมของพม่าด้วย ในโซนนี้มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ไม่รุนแรงมากนักส่วนมากความรุนแรงจะไม่เกิน 5-6 ริกเตอร์ โดยแผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดที่เคยเกิดในเขตนี้ คือ 5.6 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 24 เดือนกันยายน พ.ศ. 2532 (ตาราง 2.8)



รูป 2.65 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ในบริเวณทะเลอันดามัน (ดูรายละเอียดแผนที่จากภาคผนวก)





2.66 แผนที่ต้นกำเนิดแผ่นดินไหวในทะเลอันดามัน (ดูรายละเอียดแผนที่จากภาคผนวก)

ตาราง 2.7 เขตกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ในบริเวณพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

Zone A	Andaman subduction	เขตมุดตัวอันดามัน
Zone B	West-Central Myanmar	เขตที่ราบพม่าตะวันตกตอนกลาง
Zone C	East-Central Myanmar	เขตที่ราบพม่าตะวันออกตอนกลาง
Zone D	Mae Hong Son – Matabar	เขตแม่ฮ่องสอน-เมะตะมะ
Zone E	Muang Pan – Chiang Rai	เขตเมืองพาน - เชียงราย
Zone F	Chiang Mai – Luang Pra Bang	เชียงใหม่ - หลวงพระบาง
Zone G	Central Thailand	เขตไทยกลาง

ตาราง 2.7 (ต่อ) เขตกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ในบริเวณพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

Zone H	Petchabun – Wang Wiang	เขตเพชรบูรณ์ - วังเวียง
Zone I	Khorat Plateau	เขตที่ราบสูงโคราช
Zone J	Song Ca	เขตแม่น้ำคา
Zone K	Northern Vietnam	เขตเวียดนามเหนือ
Zone L	Eastern Thailand – Cambodia	เขตกัมพูชา - ไทยตะวันออก
Zone M	Andaman Arc	เขตแนวโค้งอันดามัน
Zone N	Andaman Basin	เขตแอ่งตะกอนอันดามัน
Zone O	Western Thailand	เขตไทยตะวันตก
Zone P	Mergui	เขตเมอร์กูย
Zone Q	Gulf of Thailand	เขตอ่าวไทย
Zone R	Malaysia – Malacca	เขตคาบสมุทรมลายูเซีย - มะละกา
Zone S	Aceh – Mentawai	เขตอาเจะห์ - เมินมาไว
Zone T	Tenasserim	เขตไทยใต้
Zone U	Sumatha Island	เขตเกาะสุมาตรา

### 2.5.3 โซน C เขตที่ราบตอนกลางฝั่งตะวันออกของเมียนมาร์

เขตที่ราบตอนกลางฝั่งตะวันออกของเมียนมาร์อยู่ในแอ่งชินวิน-อิระวดี (Chinwin Irawady Basin) หรือแอ่งตอนกลางพม่า (Inner Burma Basin) มีลักษณะทางภูมิศาสตร์คล้ายกับโซน B คือเป็นที่ราบค่อนข้างเรียบและภายในประกอบด้วยแอ่งตะกอนใหญ่ 2 แอ่ง ได้แก่ แอ่งพะโคโยมา (Pegu Yoma Basin) และ แอ่งสะโตง (Sittang Basin) ซึ่งวางตัวในแนวเกือบเหนือ-ใต้

โดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำอิระวดี (Irrawaddy) ซึ่งแผ่ขยายมาทางทิศตะวันออกและแม่น้ำซิตเตาว์ (Sittang) (คนไทยเรียก “สะโตง”) เขตที่ราบนี้ถูกขนาบด้วยรอยเลื่อนใหญ่ทั้งทางตะวันออกและทางตะวันตกเป็นรอยเลื่อนสะแกงและรอยเลื่อนขอบฉาน จึงเป็นบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวหลายครั้ง ระดับความสูงของพื้นที่ 450 เมตร จากระดับน้ำทะเล แม่น้ำสายสำคัญที่ไหลผ่านได้แก่ แม่น้ำอิระวดี และแม่น้ำสะโตน มีความยาวประมาณ 560 กิโลเมตร โดยแม่น้ำทั้งสองสายนี้มีทิศทางการไหลจากเหนือลงใต้ มีเทือกเขาเตี้ย ๆ กั้นระหว่างสองแม่น้ำนี้คือ เทือกเขาพิทิวโยมา (Pegu Yoma) หรือคนไทยเรียก “พะโคโยมา” บริเวณปากแม่น้ำทั้งสองสายเป็นบริเวณดินดอนสามเหลี่ยม ซึ่งเกิดจากการตกตะกอนทับถมเป็นเวลานานทำให้เป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญอีกแห่ง

รอยเลื่อนสะแกง เป็นรอยเลื่อนสำคัญและมีลักษณะการเลื่อนตัวแบบขวาเข้า วางตัวในแนวเหนือใต้ และมีความยาวประมาณ 1,200 กิโลเมตร จากรัฐคะฉิ่นตอนเหนือจนถึง อ่าวมะตะปะปัจจุบันจากข้อมูลธรณีฟิสิกส์บ่งบอกว่ารอยเลื่อนนี้ต่อยาวไปในทะเล (Than Hag, 1981) รอยเลื่อนสะแกงวางตัวผ่านด้านตะวันตกของเทือกเขาสะแกง-แกงอ Sagiang-Gangaw Range ทางตอนเหนือ และผ่านด้านตะวันออกของเทือกเขาพะโก พิกิวโยมา รอยเลื่อนนี้มีชื่อเรียกกันหลายชื่อเช่น รอยเลื่อนฮินซี (Hninzee Fault), รอยเลื่อนสะโดง (Sittaung Fault), Shan Boundary Fault, Shan-Burma Fault และ Sagiang Fault แต่ “Sagiang Fault” เรียกโดย Win Swe ในปี 1970 (พ.ศ. 2513) และมีผู้ที่ศึกษาในพื้นที่นี้กันอย่างแพร่หลาย

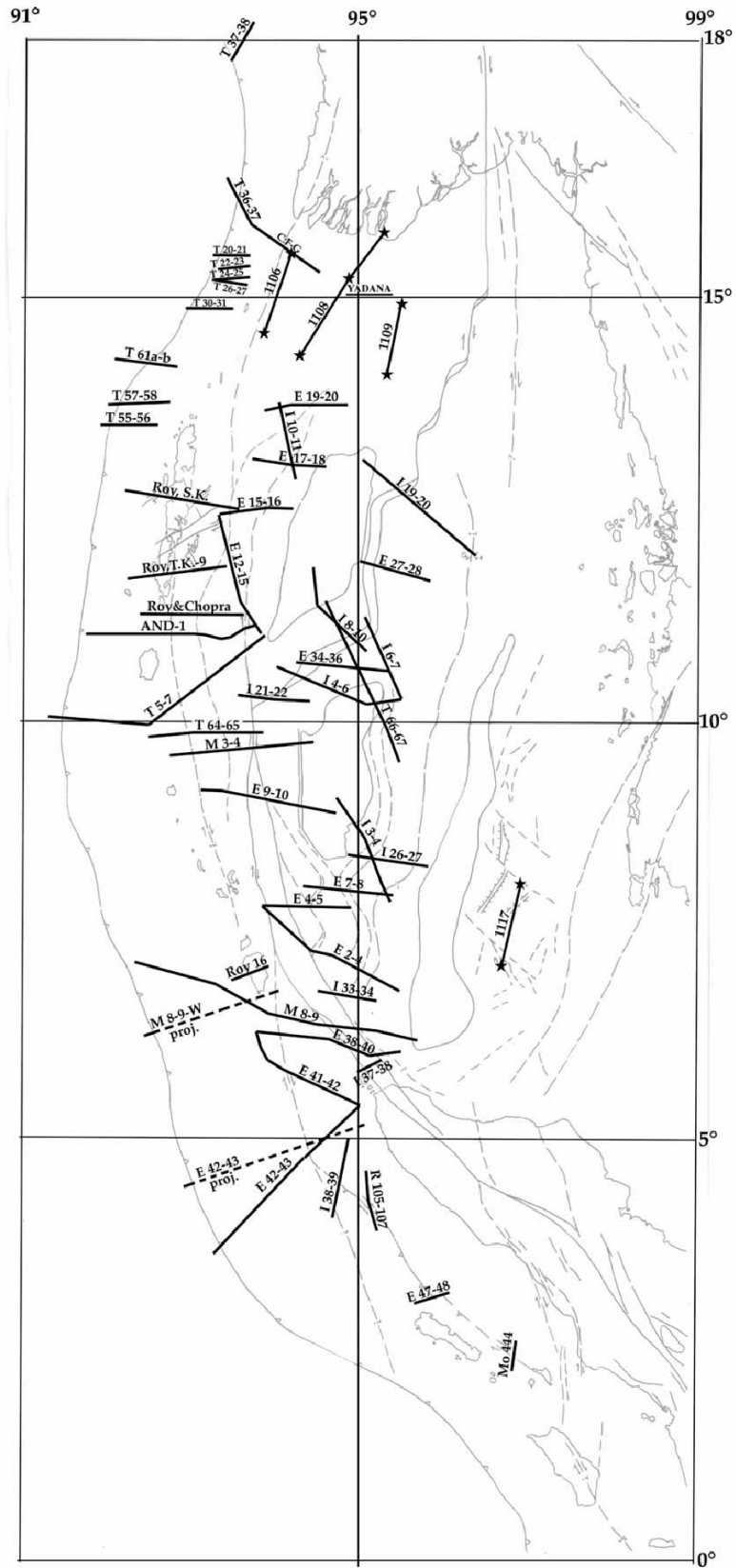
ผ່ารอยเลื่อนฉาน (Shan Scarp Fault หรือ Shan Boundary Fault) เป็นรอยเลื่อนด้านข้างแบบขวาเข้า (dextral) วางตัวอยู่ด้านตะวันออกสุดของเขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้ และเป็นตัวแบ่งโซนนี้ออกจากโซน D ซึ่งอยู่ในด้านตะวันออก ส่วนด้านตะวันตกของโซน C ถูกแบ่งออกจากโซน B ด้วยแนวภูเขาไฟ

ในเขต ถ้ากำเนิดแผ่นดินไหวนี้เป็นที่ตั้งของเมืองสำคัญ ๆ หลายเมือง เช่น เมืองมันทะเลย เมืองโมก็อก เมืองอมระปุระ เมืองสะแกง ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการไหวสะเทือนของรอยเลื่อนทั้งสองหลายครั้ง

Win Swe (1980) เชื่อว่าสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในอดีตนั้นเป็นอิทธิพลจากการเลื่อนตัวที่เกิดตามแนวรอยเลื่อนขอบฉานนี้รวมทั้งรอยเลื่อนสะแกงด้วย (Brown และคณะ 1932; Brown & Leicester, 1933; Chhibber, 1934; Gorshkov, 1959)

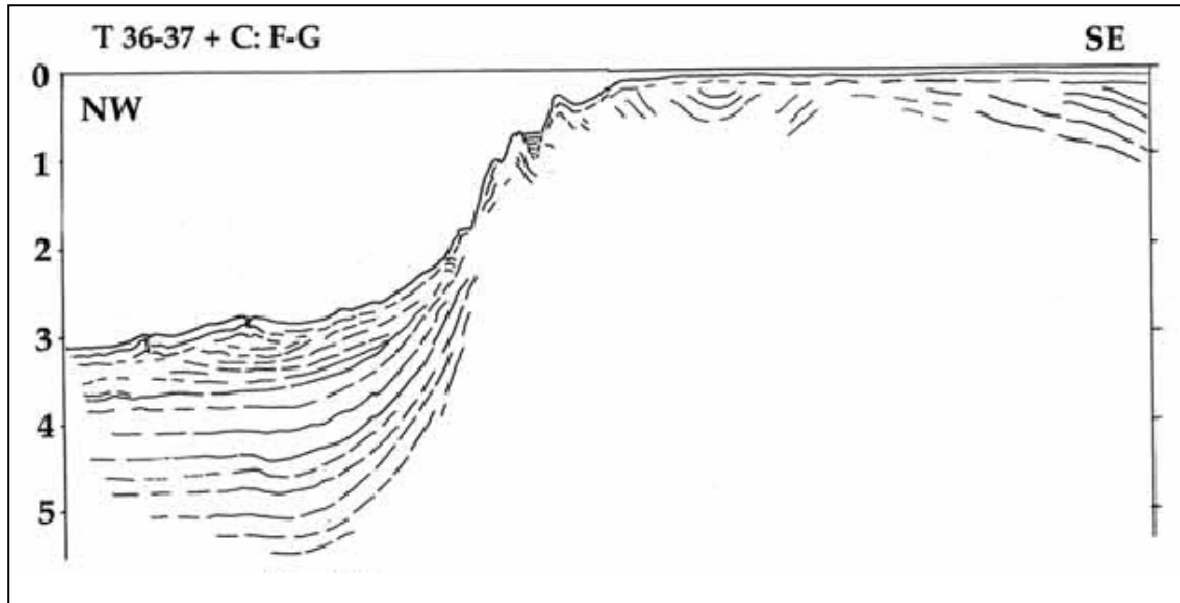
เมืองสะแกง, อะวา และมันทะเลย ซึ่งอยู่ด้านขวาของ fault zone ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหวในอดีตหลายครั้ง นอกจากนี้อีกหลายเมืองทางตอนใต้ของรอยเลื่อนนี้ก็ได้รับผลกระทบ เช่น ยะเมทิน (Yamethin), พินมานา (Pyinmana), ตองอู (Toungoo), สวา (Swa), พิว (Pyu) และ เมืองพะโก (Pegu)

สำหรับตัวอย่างการเกิดแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2382 ที่เมืองอะวาและอมระปุระ บ้านเรือนแทบทุกหลังเสียหายหมด พื้นดินแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย (Win Swe, 1980) ส่วนเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เมืองพิวและเมืองพะโก ในเดือน พฤษภาคม และ ธันวาคม พ.ศ. 2473 เป็นแผ่นดินไหวสำคัญที่ขยายความรุนแรงมาทั่วถึงประเทศพม่าและประเทศไทย ประวัติการทำลายล้างที่เกิดจากแผ่นดินไหวแสดงดังตาราง 2.8 แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นบริเวณนี้บางครั้งทำให้เกิดสึนามิ อนึ่งเมื่อพิจารณารูป 2.72(ข) พบว่าในเขตนี้เคยเกิดแผ่นดินไหวขนาดมากกว่า 7 ริกเตอร์ ถึง 2 ครั้ง และเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญที่สุดในเขตนี้ คือ แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 5 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2473 ที่ละติจูด  $17^{\circ}$  เหนือ  $96.5^{\circ}$  ตะวันออก โดยมีขนาด 7.3 ริกเตอร์

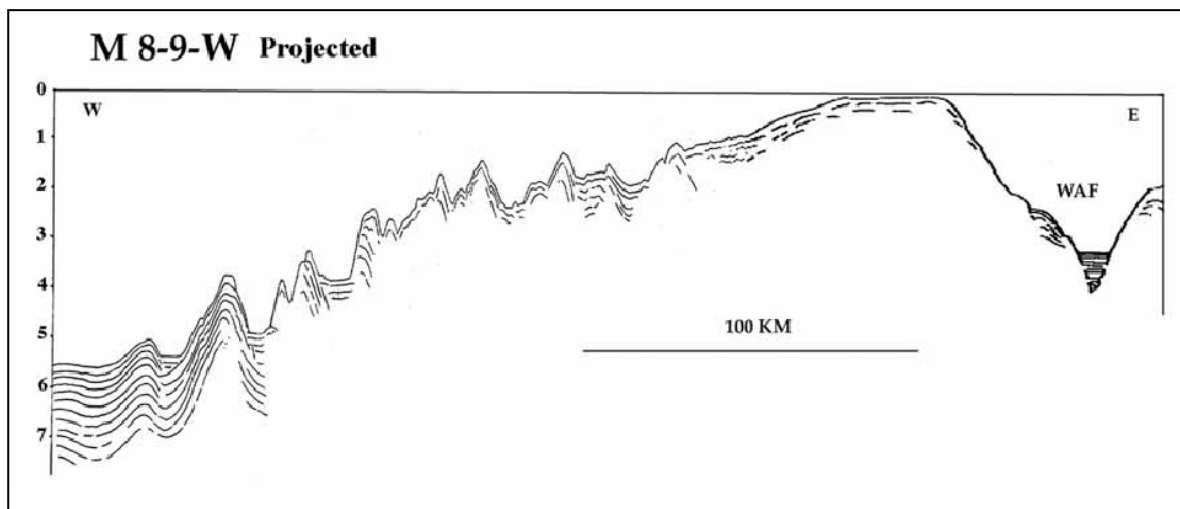


รูป 2.67 แนวเส้นตัดขวางฉบับที่กกลั้นไหวสะเทือนในรูป 2.68, 2.69, 2.73, 2.74, 2.75 และ 2.76 (Curry, 2005)

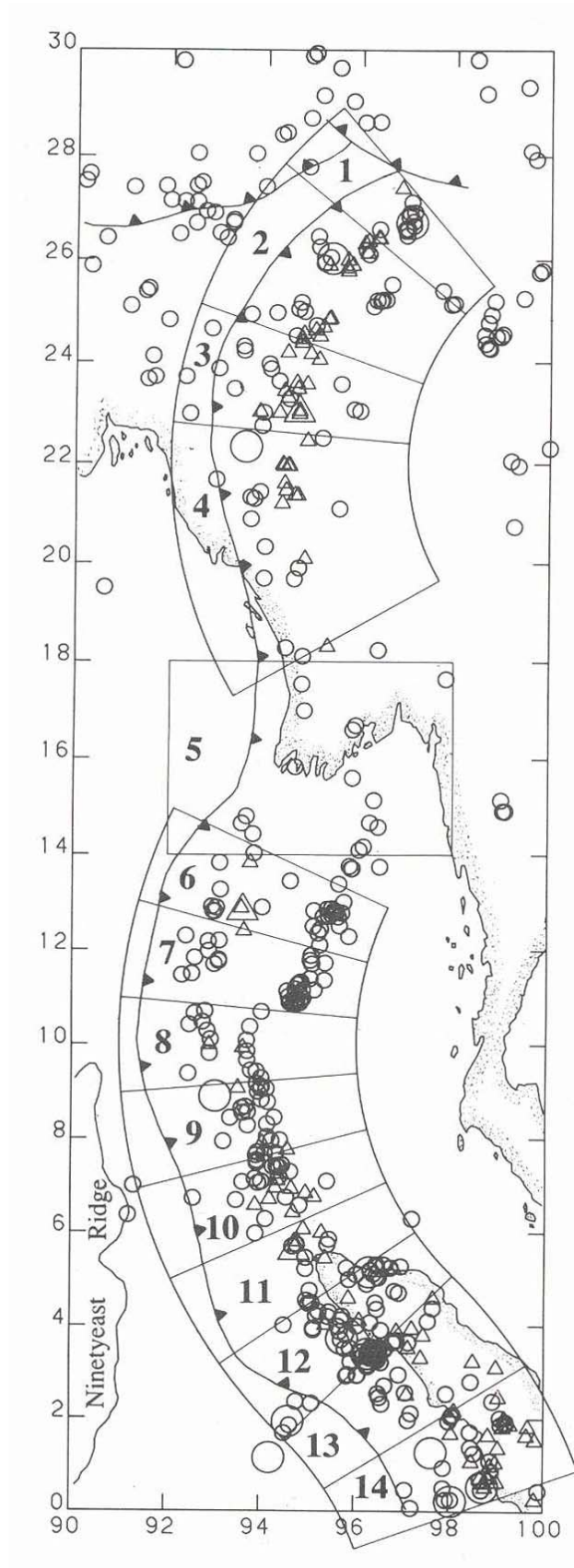




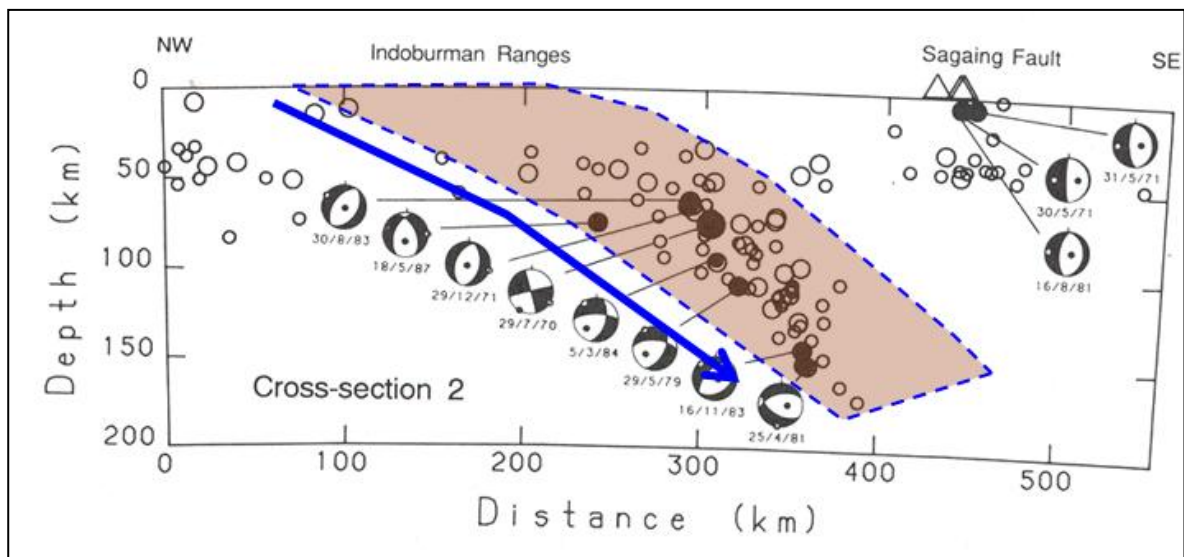
รูป 2.68 ภาพวาดผลลัพท์บันทึกคลื่นไหวสะเทือนสะท้อนในบริเวณโซน A เขตแนวการมุดตัวอันดามัน แนวการสำรวจ T36-37 และ C:F-G (Curry, 2005)



รูป 2.69 ภาพวาดผลลัพท์บันทึกคลื่นไหวสะเทือนสะท้อนในบริเวณโซน A เขตแนวการมุดตัวอันดามัน แนวการสำรวจ M 8-9-W (Curry, 2005)



รูป 2.70 ตำแหน่งแนวการเกิดแผ่นดินไหวบริเวณ ชุนดาตะวันออก (Yin and Harrison, 1996)



รูป 2.71 ภาพตัดขวางแนวการเกิดแผ่นดินไหวแนวที่ 2 บริเวณแนวโค้งชุนดาตะวันตก จากรูป 2.70 แสดงลักษณะการเกิดแผ่นดินไหวที่สัมพันธ์กับแนวที่คาดว่าเป็นแนวการมุดตัวของแผ่นอินเดีย-ออสเตรเลีย ลงไปได้แผ่นพม่าด้วยมุมประมาณ 45 องศา จุดค่าเล็กในโครงข่ายแสดงแกนอัด (P-axis) และจุดขาวแสดงแกนดึง (T-axis) (Yin and Harrison, 1996)

### 2.5.4 โซน D เขตเทือกเขาทีนะชะลิ้ม

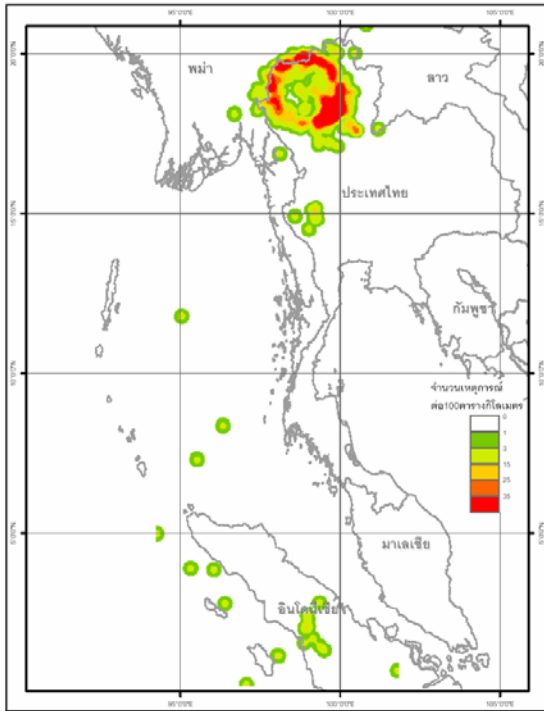
เทือกเขาไซโน-พม่า (Sino-Burma Ranges) เริ่มจากทางตะวันออกเฉียงสุดของแอ่งพม่า ทางตอนเหนือสุดของพม่า (คือ แถบเทือกเขาคะชิน) อันเป็นส่วนที่แยกสายมาจากเทือกอินโดพม่า ยอดมีความสูงประมาณ 4,000 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง

แม่น้ำสายสำคัญในเขตนี้คือ แม่น้ำสาละวิน ซึ่งต่อมาจากประเทศจีนในมณฑลยูนนาน ทางจีนเรียกแม่น้ำหนู(Nu Jiang) ในทางตอนเหนือ และไหลลงใต้ออกสู่อ่าวมะเดมะ แถบเมืองมะเดมะ เมืองสำคัญ ๆ ที่อยู่ในเขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้ ได้แก่ เมืองทะวาย, นะวันทา, ซายกุง, เซ้ และมารเมียวในพม่า ส่วนในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอนทั้งจังหวัด

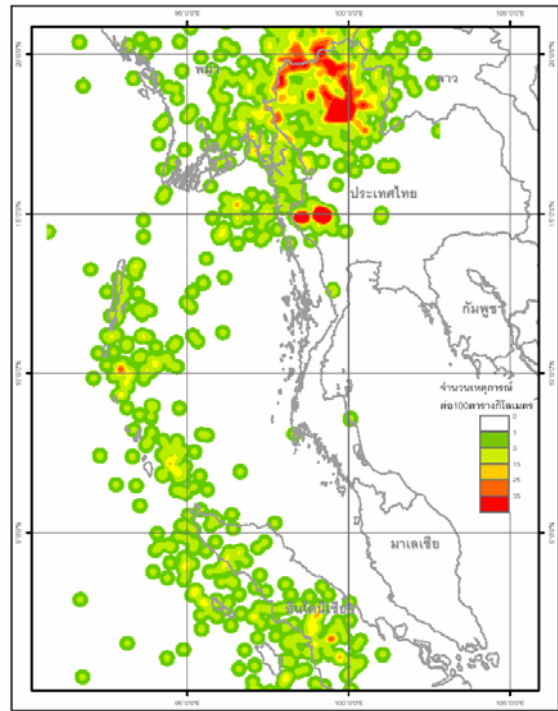
รอยเลื่อนที่สำคัญในเขตนี้ประกอบด้วย กลุ่มรอยเลื่อนแม่สะเรียง(Mae Sariang Fault Zone) เป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่ตัดผ่านเข้ามาในประเทศไทยในแนวเหนือ-ใต้ จากประเทศพม่า กลุ่มรอยเลื่อนกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ รอยเลื่อนขุนยวม ที่ผ่าน อ.เมืองฯ อ. ขุนยวม อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอนไปสิ้นสุดที่กลุ่มรอยเลื่อนแม่ปิงมีความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร ส่วนใหญ่หินมหายุคมีโซโซอิกซึ่งส่วนใหญ่เป็นชั้นกรวดและทรายโดยเฉพาะในแถบ บริเวณ อ.ขุนยวมและ อ.แม่สะเรียง ได้ถูกกลุ่มรอยเลื่อนนี้ยกตัวสูงขึ้นและแยกออกจากหินมหายุคพาเลโอโซอิก เข้าใจกันว่าแอ่งต่าง ๆ ในบริเวณนี้เกิดจากอิทธิพลของกลุ่มรอยเลื่อนนี้ทั้งสิ้น (Baum และคณะ, 1970 ; Campbell และคณะ, 1973)



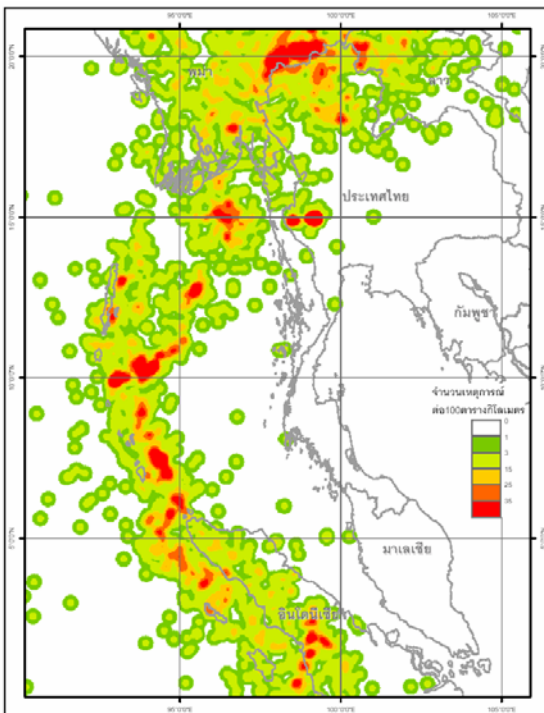




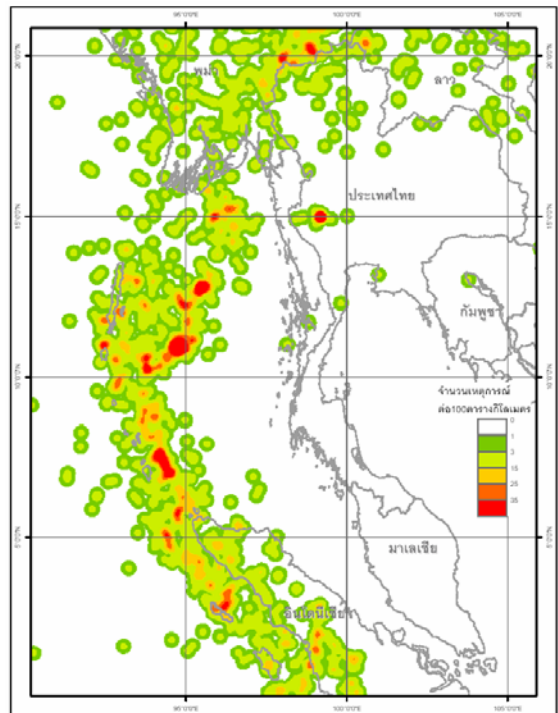
(ก) แผ่นดินไหวขนาด 1-2 ริกเตอร์



(ข) แผ่นดินไหวขนาด 2-3 ริกเตอร์

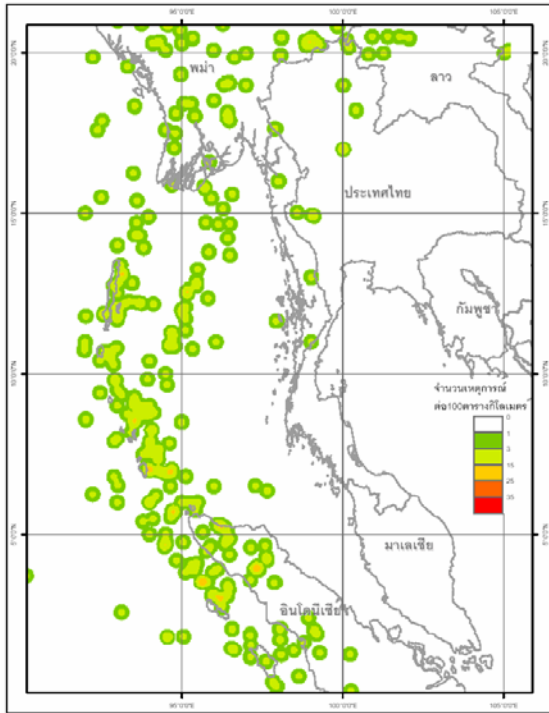


(ค) แผ่นดินไหวขนาด 3-4 ริกเตอร์

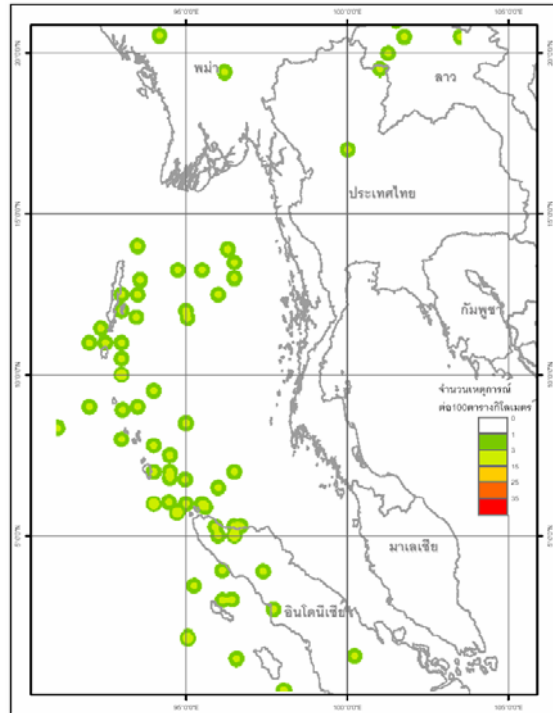


(ง) แผ่นดินไหวขนาด 4-5 ริกเตอร์

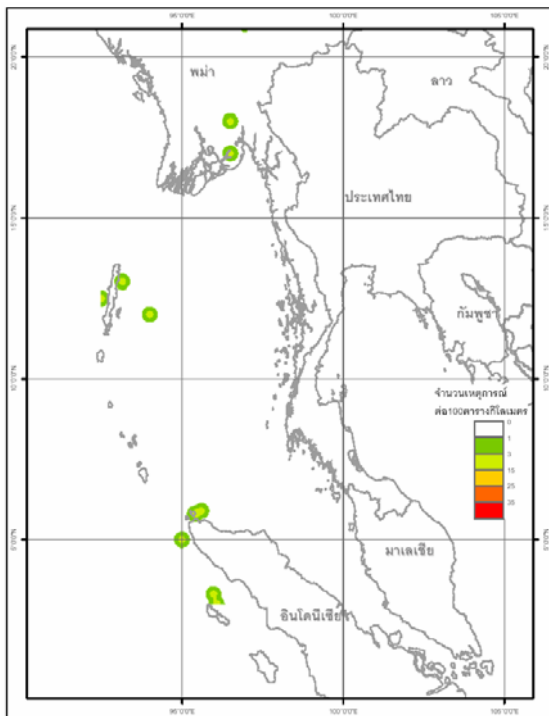
รูป 2.72 ความหนาแน่นของเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นจากอดีตถึงปัจจุบันในระดับความรุนแรงตามมาตราริกเตอร์ต่างๆกัน



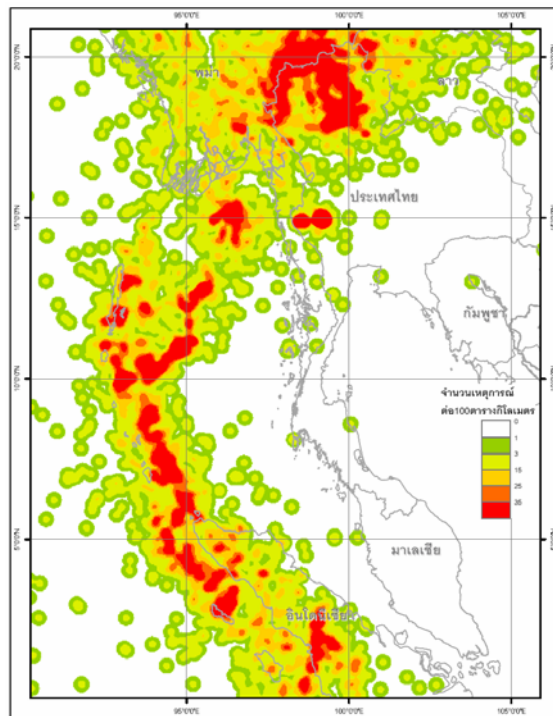
(จ) แผ่นดินไหวขนาด 5-6 ริกเตอร์



(ฉ) แผ่นดินไหวขนาด 6-7 ริกเตอร์



(ข) แผ่นดินไหวขนาด >7 ริกเตอร์



(ค) แผ่นดินไหวขนาด 1-10 ริกเตอร์

รูป 2.72 (ต่อ) ความหนาแน่นของเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นจากอดีตถึงปัจจุบันในระดับความรุนแรงตามมาตราริกเตอร์ต่างๆกัน



อนึ่งจากการตรวจสอบด้านอายุ โดยวิธี Ar-Ar ของ Charusiri (1989) พบว่ารอยเลื่อนแม่สะเรียงมีประวัติการเลื่อนตัวรุนแรงเมื่อ 80 ล้านปีมาแล้ว ยังมีรอยเลื่อนปานหลวง (Pan Luang Fault) และรอยเลื่อนตองยี (Toungyi Fault) ที่มีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ทางตอนใต้ แต่เมื่อขึ้นไปทางเหนือ รอยเลื่อนแต่เมื่อขึ้นไปทางเหนือรอยเลื่อนที่มีการวางตัวเกือบเหนือได้ รอยเลื่อนทั้งสองมีการเคลื่อนตัวคล้ายกัน คือแบบด้านข้างขวาเข้า (dextral) จากการศึกษาเชิงอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน (Thermoluminescence dating) โดย Charusiri และคณะ (2002) พบว่า รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอนเคยมีประวัติการเลื่อนตัวในยุคควอเทอร์นารีมาแล้วหลายครั้ง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ เมื่อประมาณสองถึงสามหมื่นปีมาแล้ว รอยเลื่อนตองยีมีแนวผ่านเมืองตองยีและพาดผ่านทะเลสาบอินลี (Inle) ที่สวยงามของเมืองตองยีนี้เคยเกิดแผ่นดินไหวเมื่อ 23 พ.ศ. 2455 ขนาด 8 ตามมาตราริกเตอร์ (Gutenberg & Richter, 1954) ซึ่งสามารถรู้สึกทั่วประเทศเมียนมาร์และทางตะวันตกและทางตอนเหนือของประเทศไทย อนึ่ง รายละเอียดเกี่ยวกับแผ่นดินไหวในเขตนี้ ได้แสดงในรูป 2.66 ซึ่งแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นแผ่นดินไหวที่มีขนาดไม่เกิน 5 ริกเตอร์ มีเพียง 8 ครั้งเท่านั้นที่ตรวจวัดได้ ว่ามีขนาดความรุนแรง 5-6 ริกเตอร์ ส่วนแผ่นดินไหวที่มีขนาดเกิน 6 ริกเตอร์นั้นไม่มีรายงานว่าเคยเกิดขึ้นในเขตนี้ (ตาราง 2.8)

### 2.5.5 โซน E เขตเมืองพาน-เชียงราย

เขตนี้ทางตอนเหนือครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของภูฏาน ของเมียนมาร์(พม่า) ส่วนทางตอนใต้สิ้นสุดที่ฝั่งตอนเหนือของแม่น้ำปิงในไทย ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือไปกับแม่น้ำกกของไทยและอาณาบริเวณไปถึงทางฝั่งด้านตะวันออกเฉียงเหนือของแม่น้ำโขง ลักษณะเป็นเทือกเขาสูงประกอบด้วยเทือกแดนลาว (กั้นพรมแดนไทย-เมียนมาร์) และเทือกเขาถนนธงชัยมียอดสูงมากกว่า 2,000 เมตร เช่น ดอยอินทนนท์ (สูงที่สุดของประเทศไทย 2,565 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ของทิวเขาถนนธงชัยตะวันออก) ดอยฟ้าห่มปก (อ.แม่อาว จ. เชียงใหม่ สูง 2,146 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ของเทือกเขาแดนลาว) และดอยหลวงเชียงดาว (สูง 2,185 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ของเทือกเขาถนนธงชัยตะวันตก) เป็นต้น เขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้ปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของสามเหลี่ยมทองคำ

เมืองสำคัญ ได้แก่ เมืองเชียงตุง อยู่ใกล้สามเหลี่ยมทองคำ จึงเป็นบริเวณที่มีการปลูกฝิ่นเป็นจำนวนมาก และทาวนีย์ เป็นที่ตั้งโรงงานผลิตบุหรี่พม่า ในแผนที่แนลลิส(Nalles map, ไม่ระบุปี) กำหนดให้เมืองเชียงตุง หรือแก่งตุง(Keng Tung) ว่าเป็นเมืองหลวงของสามเหลี่ยมทองคำ

กลุ่มแม่น้ำที่ไหลลงแม่น้ำโขง ได้แก่ แม่ววก แม่สาย แมกก และแม่อิง ซึ่งเป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ แม่ววก (ยาว 40 กิโลเมตร) กั้นพรมแดน ไทย-พม่า ไหลมารวมกับแม่สาย (ยาว 15 กิโลเมตร) กั้นพรมแดนไทย - พม่าเหมือนกัน บริเวณที่เรียก “สบรวก” ซึ่งเป็นจุดที่ดินแดนสามประเทศบรรจบกัน (คือ ไทย-พม่า-ลาว) อันเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ “สามเหลี่ยมทองคำ” ที่มีการค้าฝิ่นและสินค้าที่มาจากจีนอยู่มาก นอกจากนั้นยังมีแม่กกซึ่งมีสาขาสำคัญคือ แม่ฝาง (ผ่านเมืองฝาง) และแม่ลาว (ผ่าน อ. ดอกคำใต้ จ. พะเยา) และแม่อิงที่ผ่านกว๊านพะเยา ผ่าน อ. พาน และลงแม่โขงที่ อ. เชียงของ



ในทางธรณีวิทยา กลุ่มรอยเลื่อนเชียงแสน (Chiang Saen Fault Zone) ซึ่งปัจจุบัน เรียก รอยเลื่อนแม่จัน (สุวิทย์ โควสุวรรณและอภิชาติ ลำจวน, 2546) ซึ่งประกอบด้วย รอยเลื่อนย่อยรวมถึงรอยเลื่อนแม่จัน จ. เชียงราย และรอยเลื่อนคอยเกี๊ยะ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ กลุ่มรอยเลื่อนนี้ผ่านประเทศไทย มีความยาวประมาณ 150 กิโลเมตร อยู่ในทิศทางตะวันตก-ตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มจากประเทศลาว ผ่าน อ.เชียงแสน แหล่งน้ำพุร้อน อ.แม่จัน จ.เชียงราย ตามสายแม่น้ำกก จนถึงแอ่ง อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ เป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่ตัดผ่านหินแกรนิตยุคไทรแอสติกเป็นส่วนใหญ่ (Chuaviroj และคณะ, 1980, ; Nutalaya และคณะ, 1985) และหลายส่วนวางตัวขนานกับแอ่งตะกอนควอเตอร์นารีด้วยในปัจจุบันจากข้อมูลธรณีลักษณะฐานวิทยาพบว่ารอยเลื่อนแม่จันมีการเลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า (Sinistral movement) ครั้งสำคัญมีจำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งทำให้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ขนาดประมาณ 7 ริกเตอร์มาแล้ว รอยเลื่อนแม่จันที่มีความสำคัญมาก (สุวิทย์ โควสุวรรณและอภิชาติ ลำจวน (2540) รวมทั้ง Nutalaya และคณะ)

บริเวณแนวคอยอินทนนท์-ตากที่อยู่ในประเทศไทยเป็นแนวเทือกเขานี้ทอดยาวจากทางเหนือลงมาจรดแนวรอยเลื่อนแม่ปิงยาวประมาณ 300 กิโลเมตร กว้างมากกว่า 70 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างเป็นแกนรูปประทุนของภูมิภาค (Baum และคณะ, 1970) ประกอบด้วยหินแปรเกรดสูงพวก หินพาราไนส์ หินควอร์ตซิติกซีสต์ หินไบโอไทต์ซีสต์ หินแคลก์ซิลิเกตและหินอ่อน (Baum และคณะ, 1970 และ Campbell และคณะ, 1975) แนวชั้นหินด้านทิศเหนือวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แล้วค่อยๆ เบนไปเป็นแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ใกล้เคียงกับแนวรอยเลื่อนแม่ปิงพบว่ามีหินอัคนีชนิดหินแกรนิต หินแกรโนไดออไรต์ และหินเพกมาไทต์ แทรกอยู่หลายๆ บริเวณตลอดแนวเทือกเขา หินแปรชั้นสูงทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอนและทางตัวตกของอำเภอจอมทอง และอำเภอฮอดจังหวัดเชียงใหม่ ถูกปิดทับด้วยหินทรายยุคแคมเบรียนและ/หรือ หินปูนยุคออร์โดวิเซียนแบบไม่ต่อเนื่อง (Baum และคณะ, 1970) จากรูป 2.72 และข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหวในตาราง 2.8 พบว่าแผ่นดินไหวที่เกิดในเขตนี้ส่วนใหญ่เป็นแผ่นดินไหวที่มีขนาดไม่เกิน 5 ริกเตอร์ มีเพียง 9 เหตุการณ์เท่านั้นที่ขนาดมากกว่า 5 ริกเตอร์ โดยที่แผ่นดินไหวที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในบริเวณนี้ที่มีการตรวจวัดได้ คือ เมื่อวันที่ 22 เดือนกันยายน พ.ศ. 2508 ที่ตำแหน่งละติจูดที่  $20.25^{\circ}$  เหนือ ลองจิจูด  $99.25^{\circ}$  ตะวันออก มีขนาด 5.65 ริกเตอร์

### 2.5.6 โซน F เขตเชียงใหม่-หลวงพระบาง

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือ โดยทางตะวันตกครอบคลุมแอ่งเชียงใหม่ และทางตะวันออกเฉียงใต้ครอบคลุมบริเวณจังหวัดหลวงพระบาง เขตแผ่นดินไหวนี้จัดว่าครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศลาวทางตอนเหนือซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศของประเทศลาวเป็นเขตภูเขา และหุบเขา ประกอบด้วยเมืองพงสาลี หลวงน้ำทา บ่อแก้ว อุดมไชย ไชยบุรี บางส่วนของเวียงจันทน์ หลวงพระบาง และเชียงของเป็นที่ราบแคบ ๆ ตามขอบลุ่มน้ำโขง

ภูมิประเทศทางตอนเหนือของประเทศลาวเป็นดินแดนทิวทัศน์ (Hisada, 2540)เต็มไปด้วยภูเขาสูง แม่น้ำส่วนใหญ่เป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง และไหลลงสู่แม่น้ำโขงได้แก่ น้ำมะ น้ำท่า น้ำเป้ง น้ำงา น้ำจิม น้ำสูง น้ำปุย น้ำพอน น้ำเมือง น้ำลึก เป็นต้น

สำหรับเขตที่เป็นแผ่นดินไหวนี้ ในประเทศไทยก็มีลักษณะของภูมิประเทศ โดยทั่วไปเป็นแบบแอ่งและเทือกเขาที่มีแม่น้ำสายหลักของภาคเหนือ คือ วัง ยม และน่าน อยู่ในแอ่งหุบเขา (intermountane basin) อนึ่ง การคดโค้งของแอ่งตะกอนเป็นรูปตัวเอส “S” (ในภาษาอังกฤษจัดว่าเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อรอยเลื่อนแม่จันท์และรอยเลื่อนอุตรดิตถ์)

กลุ่มแม่น้ำที่ไหลลงแม่น้ำเจ้าพระยา เช่น แม่น้ำปิงยาว 715 กิโลเมตร ไหลมาบรรจบแม่น้ำวังซึ่งยาว 400 กิโลเมตร ที่บ้านปากวัง อ.บ้านตาก จ.ตาก และแม่น้ำยมยาว 700 กิโลเมตร ไหลมาบรรจบแม่น้ำน่านซึ่งยาว 740 กิโลเมตร ที่หน้าวัดพระธาตุ ต. บ้านเกษัย อ. ชุมแสง จ. นครสวรรค์ ส่วนแม่น้ำน่านไหลมาบรรจบแม่น้ำปิงที่บริเวณ ต. ปากน้ำโพ และ ต. แควใหญ่ อ. เมือง จ. นครสวรรค์

เมืองที่สำคัญในเขตภูมิภาคนี้คือ เมืองหลวงพระบาง ซึ่งเป็นเมืองหลวงแห่งแรกของคนลาว จ. เชียงใหม่ ประเทศไทย ซึ่งทั้งสองเมืองได้รับอิทธิพลการสันเสียดินเนื่องจากแผ่นดินไหวใหญ่และหลายครั้ง

โครงสร้างทางธรณีวิทยาที่พบในบริเวณเขตนี้ พบกลุ่มโครงสร้างโค้งงอและแนวรอยเลื่อน วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ สำหรับรอยเลื่อนในประเทศไทยประกอบด้วย กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์(Uttaradit Fault Zone) กลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา(Mae Tha Fault Zone) กลุ่มรอยเลื่อนแพร่(Phrae Fault Zone) จากลักษณะสภาพธรณีสัณฐานวิทยาเชิงการแปรสัณฐาน (tectonic geomorphology) ทำให้ทราบว่า รอยเลื่อนนี้มีลักษณะการเคลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า เช่นเดียวกับรอยเลื่อนแม่จัน หลักฐานการหาอายุโดยเฉพาะ ด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน พบว่า รอยเลื่อนลำปาง-แพร่ มีการเคลื่อนตัวหลายครั้ง ส่วนรอยเลื่อนในประเทศลาวคือ รอยเลื่อนน้ำเป้ง(Nam Peng) ซึ่งวางตัวไปตามลำน้ำเป้ง เริ่มจากเมืองปากเบ็ง ซึ่งอยู่ใกล้พรมแดนไทย และรอยเลื่อนด้านตะวันออกของเมืองหลวงน้ำท่าต่อเลยไปเชื่อมกับรอยเลื่อนลานช้างในจีนตอนใต้สุดเราเรียกว่ารอยเลื่อนหลวงพระบาง

แผ่นดินไหวในเขตนี้ที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยตรวจวัดได้คือ เมื่อวันที่ 13 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2478 ด้วยขนาด 6.5 ริคเตอร์ (ตาราง 2.8)

### 2.5.7 โซน G เขตที่ราบภาคกลางประเทศไทย

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวโซน G นี้ปกคลุมบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทยของที่ราบลุ่มเจ้าพระยาทั้งตอนบน (Upper Chao Phraya Basin) และตอนล่างซึ่งเกิดจากการกระทำของแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งหมดที่ไหลลงสู่อ่าวไทย ประกอบด้วยแม่น้ำสายสำคัญคือ แม่น้ำเจ้าพระยาแม่โดยพัดพาตะกอนมาสะสมตัวในพื้นที่ตอนล่างที่เคยอยู่ใต้น้ำทะเลมาก่อนจนกลายเป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่โพล่เหนือระดับน้ำทะเล การทับถมและสะสมตัวของตะกอนนี้ไม่เพียงแต่จะเกิดจากการกระทำของแม่น้ำที่ไหลจาก

ที่สูงทางภาคเหนือเท่านั้น กระทำของตะกอนนี้ไม่เพียงแต่จะเกิดจากการกระทำของแม่น้ำที่ไหลจากที่สูงทางภาคเหนือ คือสาขา ปิง วัง ยม และน่าน เท่านั้น หากยังเกิดจากการกระทำของแม่น้ำที่ไหลจากที่สูงทางด้านตะวันตกและตะวันออกที่ล้อมรอบที่ราบภาคกลางด้วย แม่น้ำทางด้านตะวันตกที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำสะแกกรัง เป็นต้น ส่วนแม่น้ำทางด้านตะวันออกที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำลพบุรี และแม่น้ำบางปะกง เป็นต้น จนทำให้เกิดแอ่งที่ราบภาคกลางประกอบด้วยเนินตะกอนรูปพัดเชิงซ้อนทั้งทางตะวันตกและตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา จนในที่สุดเกิดต่อเนื่องเป็นที่ราบผืนเดียวกันทั้งบริเวณตอนบนและตอนล่าง

ในทางธรณีวิทยา เขตกำเนิดแผ่นดินไหวที่ประกอบด้วย รอยเลื่อนแม่ปิง (ต่อเลยไปเกือบเชื่อมกับรอยเลื่อนเมย) รอยเลื่อนอุตรดิตถ์ (น้ำปาด) และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ทางตอนใต้ของแอ่งภาคกลางนี้ ซึ่งต่อเนื่องจากการเปิดตัวของอ่าวไทยทางตอนใต้และการเกิดแอ่งเทอร์เชียรีในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบนและตามด้วยการเกิดรอยเลื่อนในแนวเหนือ-ใต้ (Bunopas, 1981) จนทำให้การสะสมตัวเกิดขึ้นบนบกแบบเนินตะกอนน้ำพารูปพัด ที่ราบตะกอนน้ำพา ทางน้ำ ทะเลสาบ และแบบกึ่งทางน้ำกับทะเลสาบ ในปัจจุบันยังไม่มีผู้ใดศึกษาหรือบ่งบอกได้ชัดเจนว่ารอยเลื่อนแม่ปิงที่พาดผ่านเข้ามาทางตอนกลางของแอ่งมีการเลื่อนตัวอยู่ในยุคปัจจุบัน หรือแนวรอยเลื่อนย่อยของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ที่ Tulyaha (1993) สรุปรว่าวางตัวผ่านทางตอนใต้ของกรุงเทพฯ และรอยเลื่อนแม่น้ำเจ้าพระยา (AIT, 1980) ซึ่งเกือบขนานแม่น้ำเจ้าพระยามีการเลื่อนตัวในยุคปัจจุบันหรือไม่ อย่างไรก็ตามจากการศึกษารอยเลื่อนองครักษ์ของคณะผู้วิจัยซึ่งต่อเลยมาทางตะวันออกในเขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้ พบว่า มีการเลื่อนตัวครั้งหลังสุดประมาณ 26,000 ปีที่แล้วมา การศึกษาอัตราเร่งของพื้นดินเมื่อรับคลื่นแผ่นดินไหวคณาจารย์จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) พบว่า ชั้นดินในกรุงเทพฯ มีอัตราการขยายตัวของคลื่นแผ่นดินไหวสูงขึ้นมากเมื่อรับแรงสั่นสะเทือน

อย่างไรก็ตามสภาพการไหวสะเทือนในปัจจุบัน (recent seismicity) พบว่า การเกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 15 และ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 ด้วยขนาดกำลังแรง 5.6 และ 5.8 ทางตะวันตกของประเทศ ตามด้วยแผ่นดินไหวขนาดเล็กอีก 1,440 ครั้ง จนถึงสิ้นปีนั้น ได้สร้างความวิตกกังวลให้ประชาชนทั่วไปทั้งในกรุงเทพฯ และปริมณฑล

อนึ่ง สำหรับเรื่องการเกิดแผ่นดินไหวในเขตนี้ จากการศึกษาของ Fenton และคณะ (1891) และ Bott และคณะ (1987) พบว่าได้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ในอดีตขนาดประมาณ 5.6 ริกเตอร์ใกล้พรมแดนไทย-ลาว มาแล้ว

### 2.5.8 โซน H เขตเพชรบูรณ์-วังเวียง

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้มีทั้งส่วนที่อยู่ในประเทศลาวและประเทศไทย สำหรับไทยอยู่ทางตะวันตกติดกับที่ราบภาคกลางและแม่น้ำผาด ส่วนทางตะวันออกจรดที่ราบสูงโคราช โดยประกอบด้วยเทือกเขาเลยติดต่อเพชรบูรณ์ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเลย เพชรบูรณ์ บางส่วนของจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร

นครสวรรค์ สระบุรี และนครนายก โดยที่เทือกเขาเพชรบูรณ์และคงพญาเย็นเป็นแนวเขตแดน ทางด้านเหนือต่อเข้าไปในประเทศลาว

เทือกเขาเพชรบูรณ์เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำป่าสักซึ่งไหลเป็นแนวค่อนข้างตรงจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ บริเวณสองฝั่งแม่น้ำเกิดเป็นที่ราบลุ่มแบบตะพักลุ่มน้ำ กว้างและขนานกันไป

ลักษณะภูมิประเทศของบริเวณนี้ ประกอบด้วย พื้นที่ซึ่งเป็นทิวเขามีลักษณะชันชันเป็นสันยาวต่อเนื่องกัน วางตัวในแนวเหนือ-ใต้เป็นส่วนใหญ่ และพื้นที่ที่เกือบราบ (peneplain) ซึ่งพบอยู่ทางตอนเหนือ เนื่องจากส่วนที่เคยเป็นทิวเขาที่ถูกกัดเซาะก็จะทำให้เกิดการผุพัง จนบางบริเวณกลายเป็นพื้นที่ที่เกือบราบ เกิดเป็นแนวขนานกันลงมาทางใต้ตามของด้านในของเทือกเขาเพชรบูรณ์ ส่วนบริเวณตอนกลางมีลักษณะเป็นพื้นที่ลอนลาด โดยมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 50-100 เมตร จากระดับน้ำทะเล เทือกเขาที่สำคัญคือ เทือกเขาเพชรบูรณ์ (ในเขต จ. เลย และขอนแก่น) ประกอบด้วยเทือกเขาขดคด คือ เขามีมีด้านบนราบ และมีขอบชัน ด้านบนที่ราบอาจเป็นที่ราบใหญ่ได้ เช่น ที่ราบบนคอยภูกระดึงหรือภูเรือ เป็นต้น ยอดเขาที่สูงที่สุดคือเขาค้อ (1,000 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง)

ลักษณะธรณีวิทยาโดยทั่วไปพบรอยเลื่อนหลัก ๆ หลายรอย ซึ่งบางรอยน่าจะมียุคหลัง รอยเลื่อนบางรอยวางตัวหินแข็งอายุเก่าและแอ่งตะกอนยุคปัจจุบัน รอยเลื่อนสำคัญได้แก่รอยเลื่อนเดียนเบียนฟูและรอยเลื่อนเพชรบูรณ์

รอยเลื่อนเดียนเบียนฟู(Dien Bien Phu Fault) ซึ่งต่อเลยมาจากตะวันออกของจังหวัดเลย เข้ามาตามขอบด้านตะวันออกของแนวหินอัคนีพนงและวังเวียง และเบี่ยงตัวขึ้นไปทางเหนือ เข้าไปหาเมืองเดียนเบียนฟู และบรรจบกับรอยเลื่อนจิงผิง ในประเทศจีน

กลุ่มรอยเลื่อนเพชรบูรณ์(Petchabun Fault Zone) วางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้เป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่อาจหักงอและเชื่อมต่อกับกลุ่มรอยเลื่อนของลาว ที่เมืองปากเล(Paklay) ประเทศลาวผ่านเข้ามาในประเทศไทยทางด้านตะวันตกของ อ. ภูเรือ จ. เลย ในแนวเหนือใต้ผ่านแอ่งเพชรบูรณ์ลุ่มน้ำป่าสักเกิดจากอิทธิพลของกลุ่มรอยเลื่อนนี้ซึ่งตัดผ่านกลุ่มหินโคราช และกลุ่มหินสระบุรี

บริเวณเทือกเขาเลย-เพชรบูรณ์ ครอบคลุมไปด้วยหินตะกอนและหินอัคนีเป็นส่วนใหญ่ มีหินแปรบ้างเป็นบริเวณแคบๆ หินเหล่านี้มีอายุตั้งแต่มหายุคพาเลโอโซอิกจนถึงมหายุคซีโนโซอิก โดยมีหินมหายุคพาเลโอโซอิกตอนล่าง ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน และหินยุคดีโวเนียนปรากฏให้เห็นทางพื้นที่ด้านตะวันออกของอำเภอปากชม จังหวัดเลย ติดต่อกับอำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี หินมหายุคพาเลโอโซอิกตอนบน ได้แก่ หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสและยุคเพอร์เมียน ปรากฏให้เห็นทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดเลย ต่อเนื่องถึงจังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดลพบุรีและจังหวัดสระบุรี หินมหายุคมีโซโซอิก ได้แก่ หินยุคจูแรสซิก จนถึงยุคครีเทเชียส พบอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของแนวเทือกเขา ในเขตจังหวัดเลย จังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดพิษณุโลก หินมหายุคมีโซโซอิกยังพบได้ทางทิศตะวันตก โดยสัมผัสอยู่กับแนวรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ (น้ำปาด) และถูกตัดด้วยแนวรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ในแนวเหนือ-ใต้ นอกจากนี้ยังพบตะกอน

มหาวิทยาลัยโซโซอีกเป็นหย่อมๆ ในเขตจังหวัดลพบุรีติดต่อกับจังหวัดสระบุรี หินมหายุคซีโนโซอิกเป็นหินยุคเทอร์เชียรีสะสมตัวในแอ่งเพชรบูรณ์ นอกนั้นปกคลุมด้วยตะกอนยุคควอเตอร์นารี ซึ่งประกอบด้วยศิลาแลง ดินลูกรังของชั้นตะพักต่างๆ และบริเวณสะสมตัวของตะกอนน้ำพาของกลุ่มแม่น้ำเลยและแม่น้ำป่าสักทางตอนใต้ของเขตแผ่นดินไหวนี้ ได้แก่ บริเวณภูเขาไฟถ้ำนารายณ์-ชัยบาดาล ซึ่งมีการปะทุครั้งสุดท้ายเมื่อประมาณ 7 แสนปีที่แล้วมา (ปัญญา จารุศิริและคณะ, 2547)

การเกิดแผ่นดินถล่ม (landslides) ในบริเวณแถบน้ำก้อ-น้ำซุบ จ.เพชรบูรณ์จนเป็นผลให้ฝนตกในแถบสูงชัน ภูมิประเทศดังกล่าวถูกควบคุมด้วยรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ จากผลการหาอายุด้วย คาร์บอน-14 AMS ของชั้นตะกอนแถบน้ำก้อ พบว่ามีอายุประมาณ 3-5 พันปี (สมบัติ อยู่เมือง, 2548 ทำให้คาดคิดว่ารอยเลื่อนเพชรบูรณ์น่าจะยังมีพลังอยู่ในบางสาขารอยเลื่อน)

### 2.5.9 โซน I เขตที่ราบสูงโคราช

ภูมิประเทศของประเทศลาวในโซนนี้ ได้แก่ บริเวณที่สูงและภูเขาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกเฉียง ประกอบด้วยเมือง หัวพัน เชียงของ บอริคาน คำม่วน เซกอง อัดทะปุ ส่วนหนึ่งทางด้านตะวันออกเฉียงของเวียงจันทน์ สะหวันเขต และสาละวัน

ส่วนของประเทศไทยคือบริเวณที่ราบสูงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด มีเนื้อที่ประมาณ 150000 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย มีความสูงประมาณ 130-250 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

เทือกเขาเพชรบูรณ์และดงพญาเย็นเป็นขอบที่ราบสูงโคราชทางทิศตะวันตก โดยเริ่มจากจุดเหนือสุดที่ผามอง ขวตอลงมาทางทิศใต้ตามแนวของภูเขาภูพานคำ ภูแลนคา และภูพังเหยจนถึงเขื่อนลำตะคอง ซึ่งบริเวณนี้พื้นที่มีความลาดเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ของที่ราบสูงโคราชทางด้านทิศใต้ประกอบด้วยทิวเขาสันกำแพงและพนมดงรัก ซึ่งเป็นของเขาสูงชันและเอียงเทไปหาแอ่งทางทิศเหนือ ส่วนขอบแอ่งทางด้านทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเป็นแนวเทือกเขาในประเทศลาว

ที่ราบสูงโคราชถูกแบ่งออกด้วยเทือกเขาภูพานที่เกิดจากโครงสร้างของหินโค้งรูปประทุนลูกฟูก (anticlinorium) ที่มีแกนวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้ส่วนทางด้านเหนือ เกิดแอ่งย่อยอุดร-สกลนครและทางด้านใต้ เกิดแอ่งย่อยโคราช-อุบล แอ่งทั้งสองมีพื้นที่เอียงเทไปยังทิศตะวันออกเฉียงแลมีพื้นที่ราบเรียบซึ่งประกอบด้วยที่ราบน้ำท่วมถึง และที่ราบน้ำท่วมไม่ถึง (non-floodplain) อยู่กลางแอ่ง นอกจากนี้ในบริเวณกลางแอ่ง มีการแทรกดันของเกลือหินกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพื้นที่ดินเค็มและน้ำเค็มในบริเวณที่ราบสูงโคราช

ส่วนทางตอนกลางของหน่วยทางตอนเหนือและตะวันออกเฉียงพบรอยเลื่อนขนาดยาวมาก ซึ่งในที่นี้เรียกรอยเลื่อนท่าแขก(Tha Khok Fault) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนที่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ การวางตัวของรอยเลื่อนนี้ขนานกับรอยเลื่อนอ้ายลาว-แม่น้ำแคว

ธรณีวิทยาโดยทั่วไปประกอบด้วยหินชั้นของกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ซึ่งเป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิกสะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (non-marine red beds) เป็นส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย หินโคลนและหินกรวดมน ความหนาของหินทั้งสิ้นอาจถึง 4,000 เมตร มีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี วางทับอยู่บนพื้นผิวที่เกิดจากการผุกร่อนของหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน โดยที่ชั้นหินเอียงลาดเล็กน้อยสู่ใจกลางแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร บริเวณทิศใต้ของที่ราบสูงโคราช มีหินบะซอลต์ยุคควอเทอร์นารีไหลคลุมกลุ่มหินโคราชเป็นหย่อมๆ

จากข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหวในตาราง 2.8 พบว่าในเขตนี้แทบจะไม่เคยเกิดแผ่นดินไหวเลย โดยมีเพียง 8 เหตุการณ์เท่านั้นที่ตรวจวัดได้ในเขตนี้ และความรุนแรงสูงสุดที่ตรวจวัดได้ คือ ประมาณ 4.46 ริกเตอร์เมื่อวันที่ 29 เดือนกันยายน พ.ศ. 2521

#### 2.5.10 โซน J เขตแม่น้ำดำ

เทือกเขาที่สูงที่สุดของเวียดนามอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของส่วนนี้ คือ เทือกเขาฟานซีปาน (Fansian) 3,143 เมตร สูงที่สุดในอินโดจีน และเทือกเขาหวางเลี่ยนเซิน (Hoang Lien Son) ซึ่งให้น้ำในปริมาณมากแก่แม่น้ำแดง และแม่น้ำดำ ที่ราบลุ่มแม่น้ำแดง มีพื้นที่ประมาณ 16,000 ตารางกิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเพียง 0.3-10 เมตร แต่สปริงน้ำจะพัดพาตะกอนมาสะสมกันที่ปากอ่าวและจะขยายดินแดนออกไปอีกประมาณ 100 เมตร

ข้อมูลแผ่นดินไหวในบริเวณนี้มีเพียง 28 ครั้งเท่านั้นที่ตรวจวัดได้และมีขนาดไม่เกิน 5 ริกเตอร์ โดยแผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยตรวจวัดได้มีขนาด 4.1 ริกเตอร์เมื่อวันที่ 19 เดือนกันยายน พ.ศ. 2536

#### 2.5.11 โซน K เขตภาคเหนือเวียดนาม

เทือกเขาที่สูงที่สุดของเวียดนามอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของส่วนนี้ คือ เทือกเขาฟานซีปาน (Fansian) 3,143 เมตร สูงที่สุดในอินโดจีน และเทือกเขาหวางเลี่ยนเซิน (Hoang Lien Son) ซึ่งให้น้ำในปริมาณมากแก่แม่น้ำแดง และแม่น้ำดำ ที่ราบลุ่มแม่น้ำแดง มีพื้นที่ประมาณ 16,000 ตารางกิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยเพียง 0.3-10 เมตร แต่สปริงน้ำจะพัดพาตะกอนมาสะสมกันที่ปากอ่าวและจะขยายดินแดนออกไปอีกประมาณ 100 เมตร

ที่ราบสูงตอนกลางของประเทศ เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาอานนาม (Annam) จากทางทิศเหนือลงมาทางทิศใต้ ประกอบด้วยที่ราบสูงหลายแห่ง ซึ่งมีเนื้อที่รวมกันประมาณ 37,000 ตารางกิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยมากกว่า 1,500 เมตร ชายฝั่งทางด้านตะวันออกของประเทศเวียดนามติดกับอ่าวตังเกี๋ย (Gulf of Ton Kin) มีลักษณะยาว และแคบ นอกจากนี้บางแห่งมีน้ำตื้นเงินมาก จากฝั่งออกไป 1,000 ถึง 10,000 เมตร น้ำมีความลึกเพียง 5 เมตรเท่านั้น

หน่วยหินที่พบบริเวณนี้เรียกว่า หน่วยแบกโบตะวันตก (West Bac Bo Tectonic Unit) Vilaihong และคณะ, (1997) โดยหินส่วนใหญ่จัดเป็นหินไนส์ หินแปรหลากชนิดและมิกมาไทต์ในยุคพรีแคมเบรียนหรือต้นมหายุค โปรทีโรโซอิก และประกอบด้วยหินแปรกรีนชีสต์ สมัยปลายยุคพรีแคมเบรียนถึงยุคแคม

บริเวณที่เกิดการอัคคิน(เลื่อนตัว) ตลอดจนชุดกลุ่มหินโอไฟโอไลต์ซับซ้อน และเราคาดคิดว่าคงจะเกิดการปะทะหรือชนกับส่วนของฐานธรณีจีนใต้(South China Tectonic Unit) ก่อนเกิดเป็นรอยต่อดา(Da Suture) ตอนช่วงต่อระหว่างมหาสมุทรพาสิโอโซอิกกับมหาสมุทรเมโซโซอิก หรือระหว่างยุคดิโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Hutchison, 1989) แล้วจึงมาชนกับหน่วยอินโดจีน (หรือหน่วยเวียงจันทน์-สุวรรณเขตในที่นี้) ตอนสมัยต้นมหาสมุทรเมโซโซอิก เกิดเป็นรอยต่อมา(Ma suture)หรือบ้างก็เรียกรอยต่อ ดานัง-ซีเวียง(Danang-Zhejiang Suture, Metcalfe, 1997) เช่น Sengor, 1984, Metcalfe, 1997) หรืออาจถึงกลางยุคเมโซโซอิกได้ (Stokes และคณะ, 1997) ในการศึกษาของเรา เราให้หน่วยแปรสัณฐานหน่วยนี้ซึ่งความจริงส่วนใหญ่อยู่ในเวียดนามด้านตะวันตก ถูกขนาบด้วยรอยเลื่อนแนวระนาบขนาดใหญ่มาก 2 รอยเลื่อน คือ รอยเลื่อนมา (หรือเรียกรอยต่อมา-Ma Suture) ที่ตามแม่น้ำมาแก่นพรมแดนลาว-เวียดนาม และรอยเลื่อนน้ำนิน(Nam Nuen) ทางตะวันตกของจังหวัดหัวพัน แต่ดูเหมือนทางเวียดนามจะให้แนวรอยเลื่อนใหญ่เข้าไปทางตะวันออก คือแถบบริเวณที่เรียกรอยเลื่อนนามสาม(Nam Sam Fault) มากกว่า

### 2.5.12 โชน L เขตกัมพูชา-ไทยตะวันออก

บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ตอนใต้ของเทือกเขาเพชรบูรณ์และขอบที่ราบสูงโคราชต่อเนื่องลงมาจนถึงของอ่าวไทยตอนบน บริเวณนี้อยู่ในเขตจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด รวมทั้งบางบริเวณของจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว โดยมีทิวเขาบรรทัด ซึ่งมีความยาวทั้งสิ้น 144 กิโลเมตร เป็นแนวพรมแดนทางด้านตะวันออกระหว่างประเทศไทยกับประเทศกัมพูชา

ทางตอนบนของภาคตะวันออกมีลักษณะเป็นที่ราบและพื้นที่บ่อนลาดอยู่ระหว่างเทือกเขา ที่เป็นของที่ราบสูงโคราชกับเทือกเขาตอนกลางของภาคตะวันออก พื้นที่บ่อนลาดในบริเวณมีความสูงประมาณ 50-150 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ตอนกลางของภาคมีลักษณะเป็นที่อกเขาและภูเขาสูงสลับกับที่ราบและพื้นที่บ่อนลาด มียอดเขา สอยดาวเป็นยอดสูงสุด คือสูง 1640 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ทางตอนล่างของภาคมีลักษณะเป็นพื้นที่บ่อนลาดสลับกับที่ราบ ซึ่งต่อเนื่องมาจากบริเวณที่เป็นภูเขาปรากฏเป็นแนวแคบๆ ขนานไปกับชายฝั่งทะเล ตั้งแต่จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี จนถึงจังหวัดตราด พื้นที่โดยทั่วไปมีความสูงประมาณ 1-50 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

บริเวณชายฝั่งทะเล เป็นที่ราบเรียบอยู่ระหว่างพื้นที่เชิงเขาหรือพื้นที่บ่อนลาดขนานกับชายฝั่งทะเล ภาคตะวันออก เกิดจากการสะสมตัวของชั้นตะกอนจากน้ำทะเลที่รุกเข้ามาในแผ่นดินในบริเวณที่เป็นที่ราบเชิงเขาหรือพื้นที่บ่อนลาดเดิม มีความกว้างประมาณ 5-10 กิโลเมตรจากของอ่าวไทยปัจจุบัน ประกอบด้วยพื้นที่สันทราย (sand ridge) ทั้งเก่าและใหม่ ซึ่งเกิดจากการกระทำของทะเลและลม พื้นที่ชะวากทะเล (estuary) พื้นที่ลากูน (lagoon) ดินดอนสามเหลี่ยมและลานตะพักทะเล พื้นที่เหล่านี้มีความสูงประมาณ 1-10 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

เขตที่ราบสูงและชายฝั่งทะเลภาคตะวันตกเฉียงใต้ ของกัมพูชา บริเวณนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมาก กล่าวคือ มีลักษณะเป็นที่ราบสูง เพื่อศึกษาที่สำคัญได้แก่ เทือกเขาคาดามอนด์ (Cadamon) ซึ่งเป็นเทือกเขาที่ต่อมาจากเทือกเขาบรรทัดในภาคตะวันออกของ ประเทศไทย ยอดสูงที่สุดคือ พนมอูราน (Phnom Aural) มีความสูง 813 เมตร และเทือกเขาช้าง หรือมัก เรียกกันว่า (Elephant Range) มีความสูงอยู่ระหว่าง 500-1,000 เมตร

กลุ่มรอยเลื่อนแกลง(Klaeng Fault Zone) รวมกลุ่มของรอยเลื่อนบริเวณคลองกระแสด คลองโตนด และคลองพระวาใหญ่ ที่ขนานกันอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ กลุ่มรอยเลื่อนนี้ วางตัวตามคลองโตนดไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทางบริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ต่อไปถึง บริเวณอ่าวเกาะนอก อ.ท่าใหม่ จ. จันทบุรี ยาวประมาณ 250 กิโลเมตร ทำให้หินมหายุค พรีแคมเบรียน แยกออกจากหินยุคไซลูเรียนดิโวเนียนที่คลองกระแสดและหินยุคไทรแอสสิกสัมผัสกับหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสที่คลองโตนด (Nakinbodee และคณะ, 1976) จากการหาอายุหินโดย Ar/Ar ทำให้ Charusiri(1989) สรุปว่า อายุของรอยเลื่อนแกลงที่รุนแรงอาจอยู่ในช่วงประมาณ 55 ล้านปีมาแล้ว

ชั้นหินไม่มีความต่อเนื่องกัน โผล่ปรากฏไม่มากนัก อัตราการผุพังสูง และพบซากดึกดำบรรพ์น้อย ทำให้ความเห็นทางด้านการให้อายุหินโดยนักธรณีวิทยาความแตกต่างกัน โดยเฉพาะในช่วงตะวันตกสุด บริเวณจังหวัดชลบุรีและบริเวณใกล้ชายแดนประเทศกัมพูชาในช่วงอำเภอโป่งน้ำร้อนจังหวัดสระแก้วและ จังหวัดจันทบุรี

ชั้นหินในบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ หิน มีอายุตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียนจนถึงตะกอนยุคควอเตอร์นารี โดยหินมหายุคพรีแคมเบรียนปรากฏให้เห็นบริเวณตอนกลางของภาค ทางด้านตะวันออกปกคลุมด้วยชั้นหินมหายุคพาสิโอโซอิกเป็นบริเวณกว้าง หินยุคไทรแอสสิกพบทั้งพวกหินชั้นและหินอัคนี โผล่เป็นแนวจากบริเวณจังหวัดสระแก้วถึงจังหวัด จันทบุรี และคลุมอยู่บนแนวตะเข็บรอยต่อธรณีสระแก้ว-โอฟีโอไลต์ ม้วนหินมหายุคมีโซโซอิกที่เป็นหิน ภูเขาไฟและหินชั้นลักษณะเทียบเคียงได้กับกลุ่มหิน โคราชนั้นปรากฏอยู่ตามบริเวณชายฝั่งด้านทิศ ตะวันออกและเกาะทางด้านทิศใต้ของจังหวัดตราด หินอัคนีส่วนใหญ่เป็นมวลหินแกรนิตพบมากในเขต จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรี

### 2.5.13 โชน M เขตแนวโค้งอันดามัน

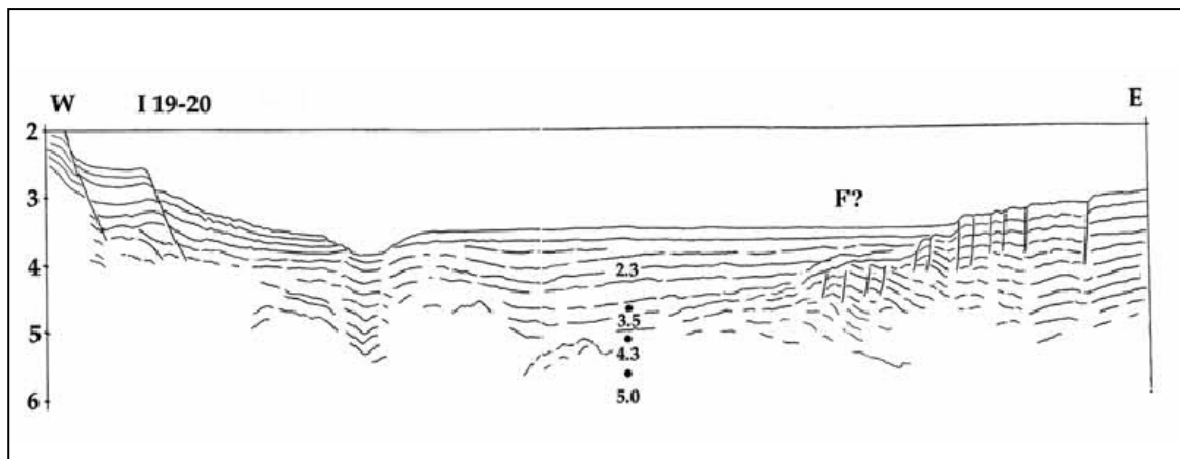
เขตกำเนิดแผ่นดินไหวแท้จริงเป็นส่วนที่มีความต่อเนื่องมาจากเขตหรือโชน B หรือเขตที่ราบพม่า ตะวันตกซึ่งอยู่ทางตอนเหนือและโดยทั่วไปเขตนี้วางตัวขนานกับเขตมุดตัวอันดามัน (โชน B) ทาง ตะวันตก ส่วนทางตะวันออกขนานกับเขต N เกือบเหนือใต้ไปจนถึงหมู่เกาะนิโคบาร์ ส่วนทางตอนใต้ของ เขตวางตัวขนานไปกับเกาะสุมาตราเนื่องจากเป็นเขตที่ต่อเนื่องมาจาก เขต B ในพม่าทำให้มีสภาพ ธรณีวิทยาคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ผลจากอิทธิพลของการมุดตัวของแผ่นอินโด-ออสเตรเลียในเขต A ทำให้ เกิดรอยเลื่อนย้อนมากมายไปทางทิศตะวันตกจนทำให้ตะกอนชั้นหนาๆ ถูกรอยเลื่อนดันขึ้นมาเกิดแปร



แนวปริซึมพอกพูน (accretionary prism) ได้ ดังนั้นการเกิดขึ้นของหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ และ หมู่เกาะในแอส-ซิมูแล ซึ่งเขต M นี้เป็นแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวมากมายตามแนวรอยเลื่อน จากข้อมูลแผ่นดินไหวในปัจจุบันจากเครื่องมือวัดทำให้ทราบว่าได้เคยเกิดแผ่นดินไหวในแนวนี้จำนวน 1172 ครั้ง (คูตาราง 2.78) แผ่นดินไหวใหญ่ที่สุดด้วยขนาด 9.0 ริกเตอร์

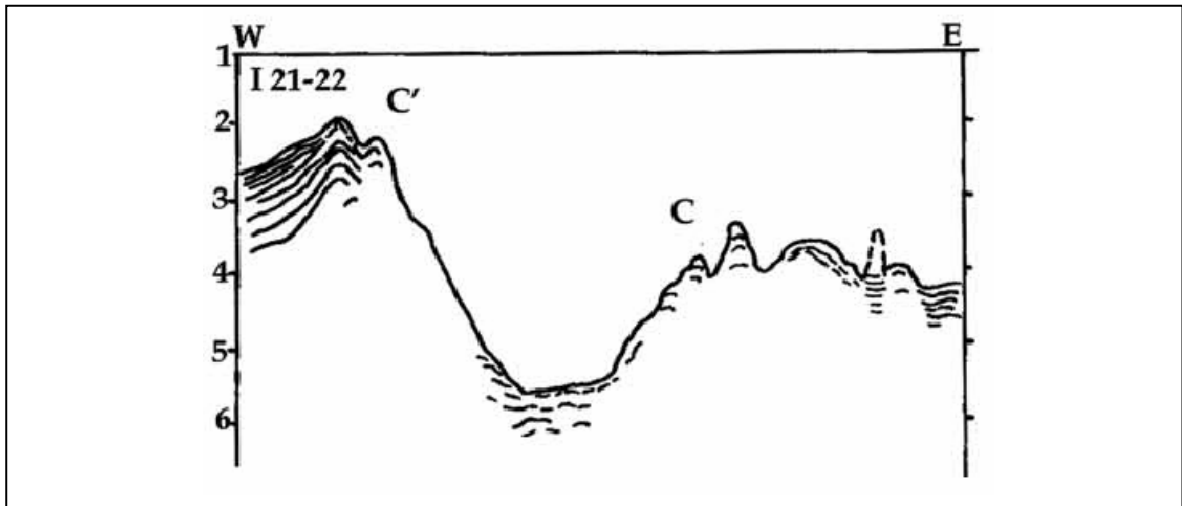
#### 2.5.14 โชน N เขตแอ่งตะกอนอันดามัน

เขตแอ่งตะกอนอันดามันวางตัวต่อเนื่องจากเขต C หรือเขตที่ราบพม่าตะวันออกทางตอนเหนือ ส่วนทางใต้ติดต่อกับเขต T ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของเกาะสุมาตรา เขต N นี้ วางตัวขนานกับเขต M ทางทิศตะวันตก และเขต P ทางทิศตะวันออก สำหรับเขตแอ่งตะกอนอันดามันนี้ Curray (2005) เสนอว่าเป็น ส่วนของแอ่งโค้งหลัง (back-arc basin) (รูป 2.73) ของทะเลอันดามัน ซึ่งประกอบด้วยเขตยกตัวอัลค็อก (Alcock Rise) และ ซีเวลล์ (Sewell Rises) และแอ่งอันดามันตะวันออก (East Andaman Basin) ซึ่งทำให้ทางด้านตะวันออกสุดของเขตแอ่งนี้ คือ แนวหักเหของเปลือกทวีป (continental crust refraction determination) ซึ่งต่อไปบรรจบกับรอยเลื่อนของฉาน (Shan Boundary Fault) บนแผ่นดินพม่า ส่วนทางตะวันตกสุดของเขตนี้สิ้นสุดที่ แนวภูเขาไฟ ใต้ทะเล (รูป 2.74 )

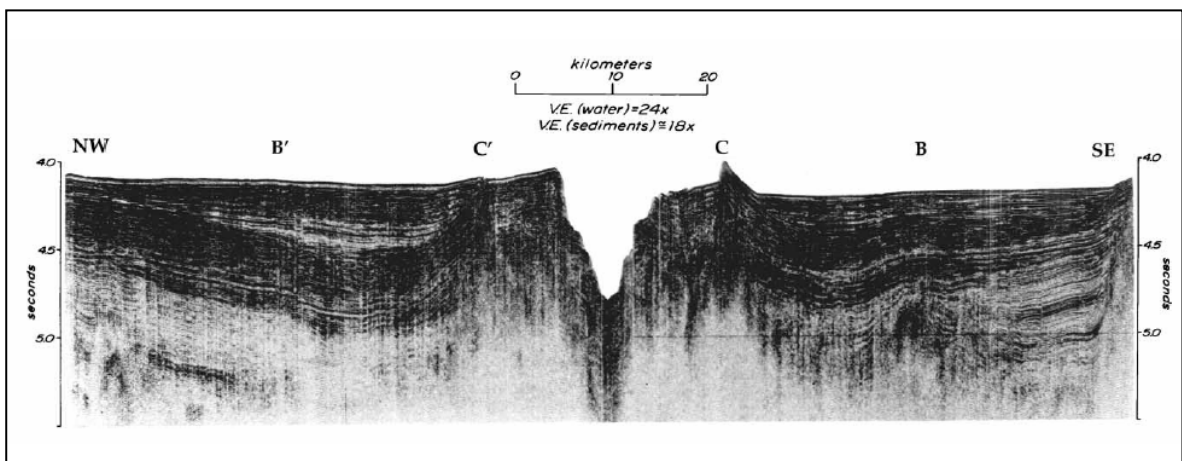


รูป 2.73 ภาพวาดผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในบริเวณ โชน N เขตแอ่งตะกอนอันดามัน ในส่วนของแอ่งโค้งหลัง (back-arc basin) (Curray, 2005)

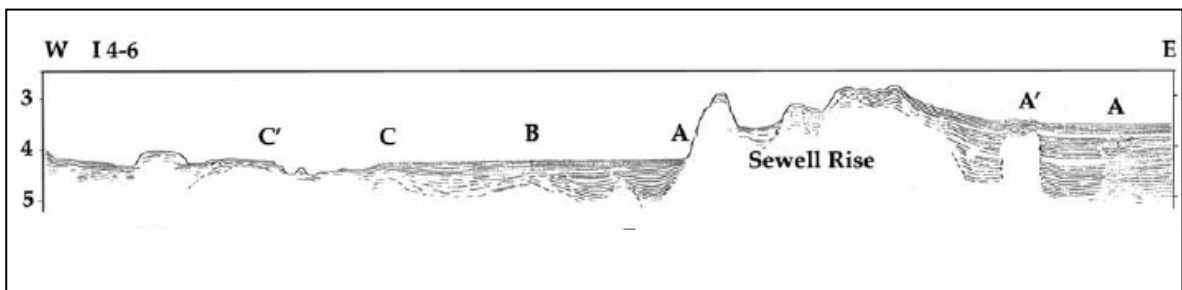
ส่วนที่เรียกแอ่งกลางอันดามัน (Central Andaman Basin) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นหุบลึก (rift) (ดูรูป 2.75) ประมาณ 400-600 เมตร มีความกว้าง 400-600 กิโลเมตร เชื่อกันว่ากว้างกว่าและลึกกว่าเนินตะกอนรูปพัดเบงกอล (Bengal Alluvial Fan) ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของการแผ่ขยายของพื้นที่องทะเลอันดามัน (Andaman spreading ridge) นั่นเอง ตะกอนที่สะสมตัวในแอ่งกลางอันดามันมีตั้งแต่ 0-2 กิโลเมตร Murray (2005) เชื่อว่าส่วนของแอ่งตะกอนกลางอันดามันมาสิ้นสุดที่รอยเลื่อนอันดามันตะวันตก (West Andaman Fault) สำหรับลักษณะชั้นตะกอนและสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลได้แสดงในรูป 2.76



รูป 2.74 ภาพวาดผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในบริเวณโซน N เขตแอ่งตะกอนอันดามันแสดงแนวภูเขาไฟใต้ทะเล (Curry, 2005)



รูป 2.75 ภาพถ่ายผลบันทึกการไหวสะเทือนสะท้อนที่ตัดผ่านตอนกลางของแนวแกนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แสดงลักษณะแผ่ขยาย (spreading axis) จากเส้น T66-67 (Curry, 2005)



รูป 2.76 ภาพวาดผลบันทึกคลื่นไหวสะเทือนในบริเวณโซน N เขตแอ่งตะกอนอันดามันแสดงลักษณะชั้นตะกอนและสภาพภูมิประเทศใต้ทะเล (Curry, 2005)

Gyman-Speziale และ Ni (1993) ได้คำนวณอัตราการเปิดแอ่งกลางอันดามันและระยะเคลื่อนไป ตามแนวรอยเลื่อน โดยใช้โมเมนต์แผ่นดินไหว ตั้งแต่ พ.ศ. 2507-พ.ศ.2529 พวกเขาพบว่าอัตราการเคลื่อน ตัว (การเปิด) ของแอ่งกลางอันดามันอยู่ในช่วง 0.5-5 มิลลิเมตรต่อปี และสำหรับรอยเลื่อนสะแกง ถ้าใช้ ข้อมูลแผ่นดินไหว (เริ่มจาก พ.ศ. 2451) จะได้อัตราการเคลื่อนตัว 57 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งทำให้เขาเชื่อว่า อัตราการเปิดของแอ่งอันดามันจากดำเนินไปโดยปราศจากการไหวสะเทือน (aseismic)

ในแง่แผ่นดินไหวบริเวณที่มีแผ่นดินไหวใหญ่น้อยปรากฏสำหรับเขตนี้ ได้แก่ บริเวณที่เป็นเขตยก ตัวแอลด็อก และที่รองลงมา ได้แก่ เขตยกตัวซีเวลล์ ไปจนถึงหัวเกาะสุมาตรา ส่วนทางตอนเหนือ แผ่นดินไหวชุมนุมในบริเวณ 15° และ 102° ซึ่งเป็นทางปากอ่าวมะตะมะ อันเป็นบริเวณส่วนปลายสุด ของรอยเลื่อนสะแกงและรอยเลื่อนของงาน Curray (2005) ยังเชื่อว่ารอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ อาจมา เชื่อมต่อกับรอยเลื่อนใหญ่ทั้งสองนี้ที่ละติจูดประมาณ 17° เหนือ

จากข้อมูลแผ่นดินไหวจากการวิจัยพบว่า แผ่นดินไหวในอดีตที่แรงที่สุด คือ ประมาณ 6.6 ริกเตอร์ เมื่อ วันที่ 6 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2504 เขตนี้ นับว่าเป็นเขตอันตรายอีกเขตหนึ่งเพราะเท่าที่ผ่านมา เครื่องบันทึกแผ่นดินไหวสามารถตรวจวัดได้ว่าเคยเกิดแผ่นดินไหวอย่างน้อย 872 ครั้ง (รายละเอียดดู ตาราง 2.8)

### 2.5.15 โชน O เขตไทยตะวันตก

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้อยู่ในประเทศไทยเกือบทั้งหมด ทางทิศตะวันออกติดกับเขต G ทางเหนือ และได้ติดกับ เขต E และ S ตามลำดับ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของเขตนี้ประกอบด้วยเทือกเขา ตะนาวศรีเป็นเทือกเขาสูง ซึ่งกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกลับประเทศพม่า เทือกเขานี้ทอดตัวยาว จากด้านตะวันตกของจังหวัดกาญจนบุรี ลงไปทางบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีแม่น้ำที่สำคัญคือ แม่น้ำแควใหญ่และแควน้อยที่ไหลมาจากเทือกเขาตะนาวศรีไหลผ่านจังหวัดกาญจนบุรีสู่อ่าวไทยที่จังหวัด เพชรบุรีเรียกว่าแม่น้ำแม่กลอง ขอบทางตอนใต้ของเขตนี้แสดงได้ด้วย กลุ่มรอยเลื่อนแม่ปิง(Mae Ping Fault Zone) ซึ่งเป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่รวมเอารอยเลื่อนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น รอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี รอย เลื่อนวังเจ้า และรอยเลื่อนลานสาง เป็นต้น มีทิศทางไปทางตะวันออกเฉียงใต้โดยเริ่มต้นจากรอยเลื่อนสะ แกง(Sagaing Fault) หรือรอยเลื่อนงาน(Shan Boundary Fault Zone) ในประเทศพม่า ผ่านเข้ามาใน ประเทศไทยบริเวณแม่น้ำเมยด้านตะวันตกเฉียงใต้ของ อ. แม่สะเรียง จ. แม่ฮ่องสอน ผ่านบ้านลานสาง จ. ตาก แม่น้ำปิง จ. กำแพงเพชร และ จ. นครสวรรค์ ต่อเลยไปถึง อ. สระแก้ว จ. ปราจีนบุรีและประเทศ กัมพูชา มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 750 กิโลเมตร ที่ผ่านประเทศไทยเนื่องจากเป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่ยาวจึง ตัดผ่านชั้นหินมากมายตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียนถึงเมโซโซอิกและพบว่าหินมหายุคพรีแคมเบรียนของ หินไนส์เชียงใหม่ หินไนส์ตาก และหินไนส์คอมเพลกซ์บ้านไร่เคลื่อนตัวไปทางซ้ายประมาณ 100 กิโลเมตร (Campbell , 1973; Bunopas, 1981 ; Chantaramee, 1981 ; Tapponier และคณะ, 1986) จากการ หาวอายุรอยเลื่อนไทย Charusiri (1989) โดยใช้วิธี Ar/Ar พบว่ารอยเลื่อนแม่ปิงเลื่อนตัวรุนแรงเมื่อ

ประมาณ 70 ล้านปีมาแล้ว ต่อมา ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) พบว่ารอยเลื่อนแม่ปิงทางตอนเหนือเคยมีการเคลื่อนตัวจนเกิดแผ่นดินไหวเมื่อประมาณ 2-3 หมื่นปีมาแล้ว

ทางตะวันออกของเขตนี้แสดงด้วย กลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ (Srisawat Fault Zone) ซึ่งกลุ่มรอยเลื่อนนี้วางตัวขนานและอยู่ระหว่างกลางกับแนวกลุ่มรอยเลื่อนแม่ปิง และกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ส่วนบริเวณทางตะวันออกเฉียงใต้เริ่มจาก อ. ศรีสวัสดิ์และบริเวณตอนเหนือของ อ. บ่อพลอย จ. กาญจนบุรี ผ่านแม่น้ำแควใหญ่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เข้าไปในประเทศพม่าต่อกลับกลุ่มรอยเลื่อนแม่ปิง โดยตัดผ่านหินตั้งแต่มหายุคพาเลโอโซอิกตอนต้น จนถึงมหายุคมิโซโซอิกตอนต้น มีความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร (Nutalaya และคณะ, 1985)

ทางตอนใต้ของเขตนี้ คือ กลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (Three Pagoda Fault Zone) ซึ่งเป็นกลุ่มรอยเลื่อนอีกกลุ่มหนึ่งที่วางตัวขนานกับกลุ่มรอยเลื่อนแม่ปิงและกลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ ที่อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งต่อเลยไปรวมกับรอยเลื่อนขอบฉาน ในประเทศพม่า เป็นรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างแนวระดับแบบเคลื่อนตัวไปทางซ้าย (Tapponier และคณะ, 1986) แต่จากการศึกษาของปัญญา จารุศิริและคณะ (2543) พบว่ารอยเลื่อนแม่ปิงในปัจจุบันมีการเคลื่อนตัวไปทางขวาผสมแนวตั้ง

เมื่อวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2502 ได้มีบันทึกว่าที่ตำบลคลองโคกของจังหวัดกาญจนบุรี ได้เกิดแผ่นดินไหวไม่ทราบขนาดกำลัง (no magnitude) ส่งผลให้เกิดพื้นดินแตกแยกจนเสี่ยงดังและเกิดมีน้ำพุพุ่งขึ้นมาจากพื้นดินจนเป็นข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์ (Nutalaya และคณะ, 1985)

ต่อมาได้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่อีก 2 ครั้งในบริเวณจังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 15 และ 22 เดือนเมษายน พ.ศ. 2526 ด้วยขนาดกำลังแรงประมาณ 5.5 และ 5.9 ตามลำดับ (ดูตาราง 2.3) จนทำให้ผู้คนแตกตื่นกันมากและมีรายงานเกี่ยวกับแผ่นดินแยก (ground cracks) และแผ่นดินถล่มอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหวตามอีก 140 ครั้ง Nutalaya และคณะ (1980) ได้ประเมินว่าแผ่นดินไหวเมื่อเดือนเมษายน 2526 เทียบขนาดความรุนแรงได้ประมาณ VII ตามมาตราเมอร์แคลลีแปลง และวัดอัตราเร่งของพื้นดินได้ประมาณ 0.05g โดยเชื่อกันว่าแผ่นดินไหวเดือนเมษายน 2526 เกิดขึ้นมาจากอิทธิพลของ รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์

สำหรับรอยเลื่อนแม่ปิงซึ่งได้เกิดแผ่นดินไหวเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2518 ด้วยขนาดกำลัง 5.6 ตามมาตราริกเตอร์ กรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดทำแผนที่ระดับความเสียหายแผ่นดินไทย (isoseismal map) ดังแสดงในรูป 2.14 โดยให้มีระดับความรุนแรงเท่ากับ VI ตามมาตราเมอร์แคลลีแปลง

โดยทั่วไปเขตกำเนิดแผ่นดินไหวไทยตะวันตกนี้ได้มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นทั้งหมด 348 ครั้ง แต่มีความสำคัญแม้ส่วนใหญ่แผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้มีขนาดเล็กก็ตาม เนื่องจากอยู่ใกล้บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีผู้คนอาศัยอยู่มาก จากการศึกษาภาพจากดาวเทียมของคณะผู้วิจัย พบว่าเมื่อต่อเลยรอยเลื่อนเข้าไปในพม่า ความมีพลังของรอยเลื่อนจะมีมากขึ้น เนื่องจากแสดงลักษณะภูมิประเทศแผ่นดินไหวชัดเจนหลายจุด

### 2.5.16 Zone P เขตเมอร์กูย

เมืองที่สำคัญ ได้แก่ เมอร์กูย และกะโยชา เป็นเมืองที่ใหญ่เป็นอันดับสามของประเทศ มีความสำคัญโดยเป็นเมืองท่า ศูนย์กลางการค้า มีโรงเลื่อยไม้ และอุตสาหกรรม

Sattayarak (1992) กล่าวถึง การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติในทะเลอันดามันว่ามีแอ่งเทอร์เชียรีที่สำคัญคือ แอ่งสิมิลัน ซึ่งอยู่ในบริเวณที่น้ำทะเลลึกน้อยกว่า 200 เมตร แอ่งนี้เกิดจากการเคลื่อนตัวแบบทวนเข็มนาฬิกา (sinistral movement) ของเขตรอยเลื่อนระนองและแอ่งเมอร์กูย (Mergui Basin) ซึ่งอยู่ในบริเวณที่น้ำทะเลลึกมากกว่า 200 เมตร เป็นแอ่งชนิด transtensional back-arc basin อันเนื่องจากการมุดตัวของเปลือกโลก แนวแอ่งนี้จะเชื่อมต่อกับแอ่งสุมาตราของประเทศอินโดนีเซีย แอ่งเทอร์เชียรีบริเวณทะเลอันดามัน วางตัวเป็นแนวในทิศทางประมาณเหนือ-ใต้ ในลักษณะของ half graben ตะกอนที่ทับถมอยู่ในแอ่งเป็นตะกอนจากทะเลซึ่งมีความหนาถึง 8000 เมตร บริเวณใจกลางแอ่ง

จากตาราง 2.8 แสดงว่าได้เคยเกิดมีแผ่นดินไหวในเขตนี้ทั้งหมดประมาณ 56 ครั้ง ครั้งที่รุนแรงที่สุดได้แก่ที่เกิดที่ ละติจูด  $7^{\circ}$  เหนือ  $96.5^{\circ}$  ตะวันออก เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2476 มีขนาดความรุนแรงประมาณ 6.5 ตามมาตราริกเตอร์

### 2.5.17 โซน Q เขตอ่าวไทย

อ่าวไทยหมายถึงบริเวณทะเลด้านตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งเปิดไปสู่ทะเลจีนใต้ ขอบเขตของอ่าวไทยตอนบนต่อเนื่องกับดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยาของที่ราบลุ่มภาคกลาง และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ทิศตะวันตกติดต่อกับชายฝั่งทะเลภาคใต้ ส่วนทิศตะวันออกและทิศใต้ติดต่อกับชายฝั่งทะเลภาคใต้ ส่วนทิศตะวันออกและทิศใต้ติดต่อกับเขตกับน่านน้ำของประเทศกัมพูชา เวียดนามและมาเลเซีย โดยมีเขตน่านน้ำห่างจากฝั่งทะเลของแต่ละประเทศ 12 ไมล์ทะเล

Praditjan and Dook (1992) ได้กล่าวถึง การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติบนอ่าวไทย ว่าลักษณะภูมิประเทศของท้องทะเลในอ่าวไทยไม่ราบเรียบ แต่มีสัน (ridge) และแอ่ง (basin) มากมาย สันและแอ่งเหล่านี้วางตัวขนานกันไปในทางแนวเหนือ-ใต้ในลักษณะของ กราเบน (graben) และ half graben สันบริเวณเกาะกระ และจังหวัดนครราชสีมาเป็นแนวแบ่งท้องทะเลอ่าวไทยออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านตะวันออก และด้านตะวันตก

ด้านตะวันออกประกอบด้วยแอ่งที่สำคัญ 2 แอ่งคือ แอ่งปัตตานี และแอ่งมาเลย์ ซึ่งตะกอนที่สะสมตัวในสองแอ่งนี้เป็นตะกอนพื้นทวีปในยุคเทอร์เชียรี มีความหนาประมาณ 4 กิโลเมตร แอ่งในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นแหล่งก๊าซธรรมชาติที่สำคัญของประเทศ เช่น แหล่งบงกช แหล่งจักรวาล แห่งฟูนัน เป็นต้น ส่วนด้านตะวันตกของท้องทะเลอ่าวไทยประกอบด้วยแอ่งขนาดเล็กประมาณ 10 แอ่งตะกอนเทอร์เชียรีที่สะสมตัวนั้นอยู่ในระดับตื้น มีความหนาประมาณ 300 เมตร แอ่งที่สำคัญและพบแหล่งปิโตรเลียมได้แก่ แอ่งชุมพรและแอ่งสงขลา เป็นต้น สำหรับแอ่งอื่นๆ ได้แก่ แอ่งหัวหิน แอ่งประจวบคีรีขันธ์ แอ่งกระ ด้านตะวันตก และแอ่งกระด้านตะวันออก

แอ่งเทอร์เชียรีในอ่างไทยส่วนใหญ่เป็นแอ่งขนาดเล็ก ยกเว้นแอ่งหัวหิน แอ่งชุมพร แอ่งกระด้าง ตะวันตกและแอ่งปัตตานี ซึ่งมีพื้นที่มากกว่า 1,000 ตารางกิโลเมตร

Malaya basin วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ตะวันตก-ใต้-ตะวันออก ขนานไปกับแอ่งใน Sumatra, Tonle Sap-Mekong, Red River และในอ่าว Bacbo โดยที่กล่าวมาทั้งหมดได้รับผลอันเกิดจากธรณีแปรสัณฐานเนื่องจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียและแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย แอ่งวางตัวอยู่ระหว่าง Narathiwat High ด้านเหนือ-ตะวันตก, Khorat High ด้านเหนือ-ใต้ และ Tenggol Arch ด้านใต้หินพื้นฐานเป็นหินแกรนิต และ metaquartzite ในยุคครีเทเชียส

### 2.5.18 โซน R เขตมาเลเซีย

ลักษณะภูมิประเทศในประเทศไทยมีเทือกเขาภูเก็ททอดยาวมาจากจังหวัดภูเก็ต พังงา ลงครอบคลุมจังหวัดกระบี่ และตรัง นอกจากนี้ยังมีทิวเขานครศรีธรรมราชวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ผ่านจังหวัดนครศรีธรรมราชและตรังลงไปจนถึงจังหวัดสตูล โดยไปจรดกับทิวเขาตันการาตีร์ซึ่งวางตัวในแนวเกือบตะวันออก-ตะวันตกเป็นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย ในบริเวณทิวเขาเหล่านี้มีหุบเขาที่มีแม่น้ำสายสั้นๆ ไหลผ่านแล้วออกทะเลที่อ่าวไทย เช่น แม่น้ำปัตตานี แม่น้ำสายบุรี เป็นต้น

ส่วนในมาเลเซียตะวันตก แบ่งภูมิประเทศออกได้เป็น 3 บริเวณ คือ 1) ที่ราบสูงตอนกลาง ประกอบด้วยภูเขาใหญ่หลายเทือก และปกคลุมด้วยป่าทึบเป็นบริเวณกว้างขวาง และมีสัตว์ป่าชุกชุม 2) ชายฝั่งทะเลตะวันตก ประกอบด้วยหาดเลนยาวต่อเนื่องกันไปไกล มีพื้นที่เป็นหล่ม บึง และ 3) ชายฝั่งทะเลตะวันออก ประกอบด้วยหาดทรายยาวเหยียด ไม่เหมาะแก่การเป็นท่าเรือ แม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำปาหัง อยู่ในรัฐปาหัง มีความยาวประมาณยาว 480 กิโลเมตร ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ยาวที่สุดในประเทศมาเลเซีย

กลุ่มรอยเลื่อนปัตตานี(Pattani Fault Zone) คือรอยเลื่อนที่ต่อมาจากประเทศมาเลเซียในแนวเหนือ ใต้จากเมืองเบตง(Betong) และเมืองราบ(Raub) ที่เรียกว่า Tomo-Raub Fault (Tan, 1981) เข้ามาในประเทศไทยบริเวณแม่น้ำสายบุรี ผ่านไปทางด้านตะวันตกของ อ. รือเสาะ จ. นราธิวาส ขึ้นไปทางเหนือที่บริเวณ จ. ปัตตานี และอาจเลยเข้าไปในอ่าวไทย Tomo-Raub Fault ในประเทศมาเลเซียเป็นรอยเลื่อนแบบปกติ (Chung และคณะ, 1978) ดังนั้นการเคลื่อนตัวของกลุ่มรอยเลื่อนปัตตานีก็น่าจะเป็นแบบปกติด้วย

### 2.5.19 โซน S เขตไทยใต้

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวนี้อยู่ระหว่างเขต Q (อ่าวไทย) ทางทิศตะวันออกและเขต P ในทิศตะวันตก ส่วนทางเหนือของเขตติดกับรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ส่วนทางตอนใต้ติดกับรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย ตอนกลางของเขตนี้เป็นรอยเลื่อนระนอง เขตนี้ประกอบด้วยรัฐมอญ (Mon State) เขตทันทินถายี (Tanintharyi Division) ชื่อเดิมคือ เทอเนสเซอร์ิม (Tenasserim) โดยมีแหลมวิกตอเรีย (Victoria Point) ซึ่งเป็นพื้นที่ทางใต้สุดของพม่า (ตรงข้ามจังหวัดระนองของประเทศไทย) มีลักษณะของพื้นที่เป็นเทือกเขา และที่ราบชายฝั่งทะเลแคบ ๆ ทอดยาวระหว่างทะเลอันดามันและเทือกเขาเทอเนสเซอร์ิม (คนไทยเรียก "ตะนาวศรี") ซึ่งกั้นระหว่างประเทศพม่ากับประเทศไทย บางบริเวณเป็นเทือกเขามีหน้าผาสูงชันจรดฝั่ง

ทะเล ระดับความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ 0-12,000 ฟุต (ประมาณ 0-3,650 เมตร) จากระดับน้ำทะเล มีลักษณะชายฝั่งที่เว้าแหว่งเป็นเกาะแก่งมากมาย เช่น เกาะทวาย (Tavoy) หมู่เกาะมรุษย์ แม่น้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ ได้แก่ แม่น้ำเทอแนสเซอร์ิม ส่วนประเทศไทยเริ่มตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีจนถึงจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ลักษณะภูมิประเทศของบริเวณนี้ทางทิศตะวันตกของประเทศไทยประกอบด้วยด้วยเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นแนวพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า เทือกเขานี้ทอดตัวยาวลงมาจากด้านตะวันออกของจังหวัดกาญจนบุรี ลงมาถึงบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นส่วนของพรมแดนที่แคบที่สุด โดยวัดจากสันเขาตะนาวศรีบริเวณเขาหุบผิง ผ่านสถานีวังคิ้วถึงชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย กว้างประมาณ 11 กิโลเมตร ทิวเขาที่ต่อเนื่องลงไปทางทิศใต้จะมีลักษณะการวางตัวไปในแนวเดียวกันกับรอยเลื่อนระนอง มีลักษณะแคบและเรียว จากชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกไปยังฝั่งทะเลด้านตะวันตกโดยมีส่วนที่แคบที่สุดของคาบสมุทรที่เรียกว่าคอคอดกระ ซึ่งกว้างประมาณ 64 กิโลเมตร บริเวณแม่น้ำปากจั่น ทิวเขาตะนาวศรีจะแยกออกเป็น 2 แนวโดยมีแนวตะวันตกอยู่ในประเทศพม่า ส่วนแนวตะวันออกคือ เทือกเขาภูเก็ต วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดชุมพร ระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี

ที่ราบระหว่างหุบเขาและที่ราบลอนลาดพบอยู่ทั่วไปและพบมากบริเวณตอนกลางของภาคซึ่งระดับความสูงจะค่อยๆ ลดลงและลาดต่ำลงสู่ทะเล

ทางใต้สุดของพมามีรอยเลื่อนที่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ และมีประวัติการเลื่อนตัวรุนแรงมากในช่วงยุคเดียวกับรอยเลื่อนแม่ปิง และด่านเจดีย์สามองค์ซึ่งCharusiri และคณะ (1992) เรียก รอยเลื่อนนี้ว่า รอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault) มีการเลื่อนแบบซ้ายเข้า ซึ่งทำหน้าที่กั้นพรมแดนไทย-พม่า โดยประมาณ

กลุ่มรอยเลื่อนระนอง(Ranong Fault Zone) เป็นกลุ่มรอยเลื่อนเหลื่อมข้างตามแนว (strike slip) ที่อยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบด้วยรอยเลื่อนต่าง ๆ แผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างขนานกันไปจากทะเลอันดามัน จ. ระนองไปยังอ่าวไทยในทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่บริเวณ จ. ประจวบคีรีขันธ์ และ จ. ชุมพร ยาวประมาณ 300 กิโลเมตร

กลุ่มรอยเลื่อนคลองมรุ่ย(Klong Marui Fault Zone) เป็นรอยเลื่อนเหลื่อมข้างเช่นเดียวกับกลุ่มรอยเลื่อนระนองและมีทิศทางขนานกันด้วยคือ ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้แผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างจาก จ. ภูเก็ต และ จ. พังงา ฝั่งทะเลอันดามันถึงอ่าวไทยบริเวณ จ.สุราษฎร์ธานี

จากตาราง 2.8 แสดงว่าได้เคยเกิดมีแผ่นดินไหวในเขตนี้ทั้งหมดประมาณ 414 ครั้ง ครั้งที่รุนแรงที่สุดได้แก่ที่เกิดที่ ละติจูด  $5.3^{\circ}$  เหนือ  $96.7^{\circ}$  ตะวันออก เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2507 มีขนาดความรุนแรงประมาณ 7.05 ตามมาตราริกเตอร์

### 2.5.20 โซน T เขต ออจาห์-เมนทาไวย์

เขตกำเนิดแผ่นดินไหวเขตนี้นับได้ว่าเป็นเขตที่มีความสำคัญมากอีกเขตหนึ่งที่มีขนาดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่บ่อยเกิดขึ้นเป็นประจำ (รูป 2.64) และมักได้รับอิทธิพลจากสึนามิหลายครั้งในอดีตอีกด้วย เขต

นี้มีอาณาเขตทางตอนเหนือและตะวันออกติดกับเขต U ส่วนทางใต้และทางทิศตะวันตกติดต่อกับเขต M

ในทางธรณีวิทยา หินส่วนใหญ่เป็นหินยุคก่อนเทอร์เชียรี (pre-Tertiary rock) และบางแห่งหินมีอายุประมาณปลายมหายุคพาลีโอโซอิก เขตนี้ถูกขนาบด้วยรอยเลื่อนใหญ่หลายรอย ซึ่งแต่ละรอยเลื่อนมักเกิดแผ่นดินไหวใหญ่เสมอ ที่สำคัญคือ รอยเลื่อนสุมาตรา ทางตอนเหนือของเขต ซึ่งวิ่งพาดผ่านเกือบกลางเกาะสุมาตรา มีทิศการวางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีลักษณะการเลื่อนตัวเหลือมือข้างแบบขวาเข้า (dextral) ส่วนทางตอนใต้ของเขตนี้เป็นรอยเลื่อนเมนทาวาย (Mentawai Fault) มีการวางตัวเกือบขนานกับรอยเลื่อนสุมาตราและมีลักษณะการเลื่อนตัวแบบขวาเข้าเช่นเดียวกับรอยเลื่อนสุมาตรา พื้นที่ในระหว่างรอยเลื่อนทั้งสองแนวนี้นี้ มีรอยเลื่อนอีก 1 รอยเลื่อน ชื่อ รอยเลื่อนบาตรี (Batee Fault) โดยมีการวางตัวเกือบเหนือใต้ และสิ้นสุดที่เกาะไนแอส (Nias) ซึ่งเป็นตัวแบ่งแผ่นธรณีแปรสัณฐานเป็น 2 แผ่น คือ แผ่นอาเจะห์ ทางตอนเหนือของเกาะสุมาตราหรือเขตนี้และแผ่นเมนทาวาย ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของเกาะ และทำให้แผ่นทั้งสองแผ่นเคลื่อนที่ในอัตราและทิศทางที่ไม่เท่ากัน โดยที่ทางตอนใต้ของแผ่นเมนทาวาย (ตรงช่องว่างซุนดาใต้สุดของเกาะสุมาตรา) เนื่องจากการเคลื่อนที่ส่วนใหญ่เป็นแบบการมุดตัวลงไปแบบเกือบตั้งฉากกับแนวการมุดตัว ทำให้ความเร็วด้านข้างมีค่าเกือบเป็นศูนย์ ส่วนทางเหนือขึ้นไป โดยเฉพาะเกือบถึงรอยเลื่อนระหว่างแผ่น ความเร็วด้านข้างเพิ่มขึ้นเป็น 11 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่ง Malod และ Kemal (1996) เชื่อว่าเป็นส่วนของแผ่นเมนทาวาย ลักษณะนี้ทำให้รอยเลื่อนบาตรี อยู่ระหว่างรอยเลื่อนสุมาตราและรอยเลื่อนเมนทาวายไม่ค่อยมีพลังมากเท่ากับรอยเลื่อนสุมาตราและรอยเลื่อนเมนทาวาย

สำหรับแผ่นอาเจะห์ทางตอนเหนือของเกาะไนแอส ประกอบด้วยแอ่งตะกอนขนาดใหญ่ 2 แอ่ง คือ แอ่งอาเจะห์ (Aceh Basin) และแอ่งสิมูลู (Simeulue Basin) ซึ่งแยกจากกันด้วยสันทูปา (Tuba Ridge) หนึ่ง โดยรวมแล้วเขตอาเจะห์-เมนทาวาย มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นทั้งหมด 245 ครั้ง และที่ใหญ่ที่สุดก็คือแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ด้วยขนาดกำลังประมาณ 9.3 ริกเตอร์

### 2.5.21 โซน U เขตเกาะสุมาตรา

ในส่วนของเขตเกาะสุมาตรานี้ มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ส่วนทิศเหนือและทิศตะวันออกของเกาะสุมาตราทั้งเกาะ โดยที่ทางตอนเหนือของโซน U นี้ ติดกับ โซน N, P และ โซน S ทางด้านทิศตะวันตกติดกับโซน R ส่วนทางทิศตะวันตกติดต่อกับโซน T โดยมีรอยเลื่อนสุมาตรา (Sumatra Fault) เป็นเขตแบ่งระหว่างโซน U กับโซน T เมืองที่สำคัญที่อยู่ในอาณาเขตของโซน U ประกอบไปด้วย เมืองเซบัง (Sebang), บันดาร์ อาเจะห์ (Banda Aceh), เบลาวัง (Belawan), เมดาน (Medan) และเมืองเปกันบารู (Pekanbaru) ในโซน U นี้มีรอยเลื่อนที่สำคัญ คือ รอยเลื่อนลือกเสมาวี (Lhoksemawe Fault), รอยเลื่อนสมาลังกาสิโปโก (Samalanka sipokok Fault) ซึ่งนักวิจัยหลายท่านคิดว่าน่าจะเป็นรอยเลื่อนที่ตายแล้ว แต่ทางคณะผู้วิจัยคิดว่ารอยเลื่อนทั้ง 2 รอยเลื่อนนี้อาจจะมีส่วนเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับรอยเลื่อนที่อยู่ในประเทศไทย คือ รอยเลื่อนระนองและรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย ซึ่งจากข้อมูลจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวพบว่า เคยมีเหตุการณ์แผ่นดินไหวเกิดขึ้นในบริเวณรอยเลื่อนทั้ง 2 แนวนี้เช่นกัน แต่ถือว่าไม่มากนักเมื่อ



เทียบกับบริเวณข้างเคียง เช่น บริเวณรอยเลื่อนสุมาตราที่เกิดแผ่นดินไหวอย่างซุกซม และขนาดความรุนแรงของแผ่นดินไหวในบริเวณรอยเลื่อนนี้ก็มีความเพียง <5 ริกเตอร์เป็นส่วนใหญ่ (รายละเอียดโปรดดูในแผนที่แนบ)

## 2.6 ผลกระทบจากแผ่นดินไหว เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

### 2.6.1 การเกิดสึนามิและการไหวสะเทือน

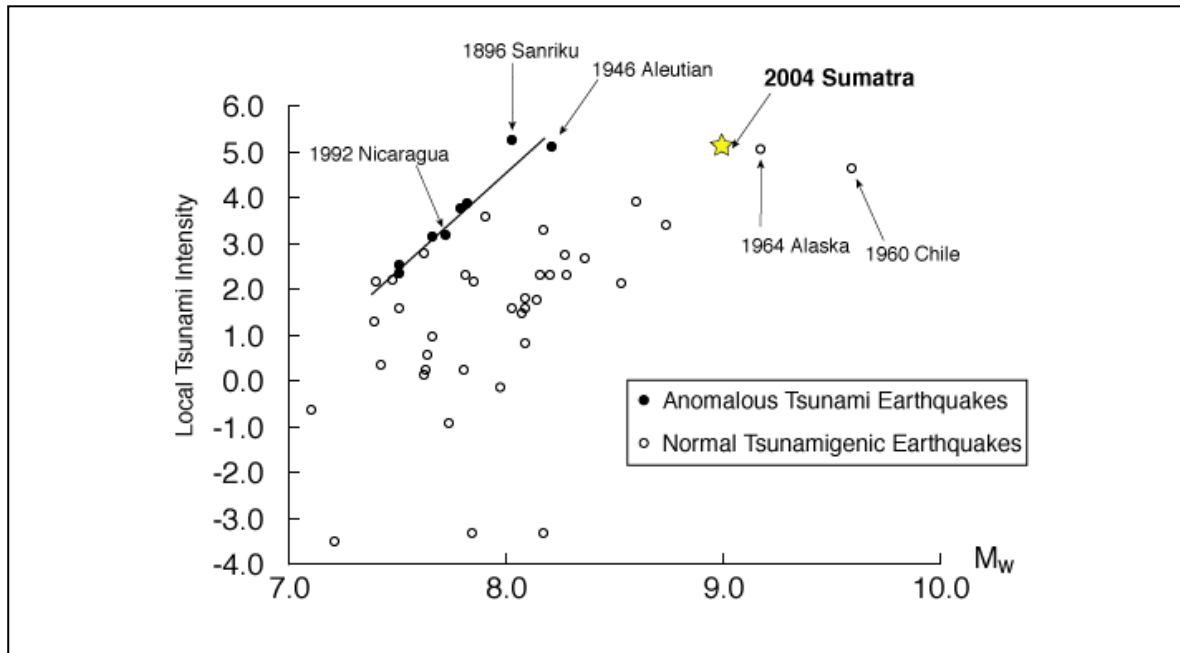
โดยทั่วไปขนาดกำลังแผ่นดินไหว (earthquake magnitude) ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการบ่งชี้ขนาดสึนามิ และเป็นผลแปรตามกัน กล่าวคือ ในบริเวณที่ใกล้ศูนย์กลางแผ่นดินไหว (focus) แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ก่อให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ และแผ่นดินไหวขนาดเล็กเนื่องจากอยู่ไกลจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหวก่อให้เกิดสึนามิขนาดเล็ก

ความจริงแผ่นดินไหวใหญ่ครั้งนี้เกิดที่เหนือเกาะสิมิลู (Simeulue) ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆ ทางตะวันตกของสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย แต่ด้วยอิทธิพลของรอยเลื่อนย้อนยักซ์ (megathrust) นี้ได้ก่อให้เกิดสึนามิยักษ์ที่โหมกระหน่ำชายฝั่งทะเลรอบ ๆ มหาสมุทรเกือบทุกประเทศ นับตั้งแต่ประเทศอินโดนีเซีย ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ ไทย มัลดีฟและในน่านน้ำบางแห่งทำให้เกิดคลื่นวิ่งขึ้น (run-up) สูงถึง 30 เมตร

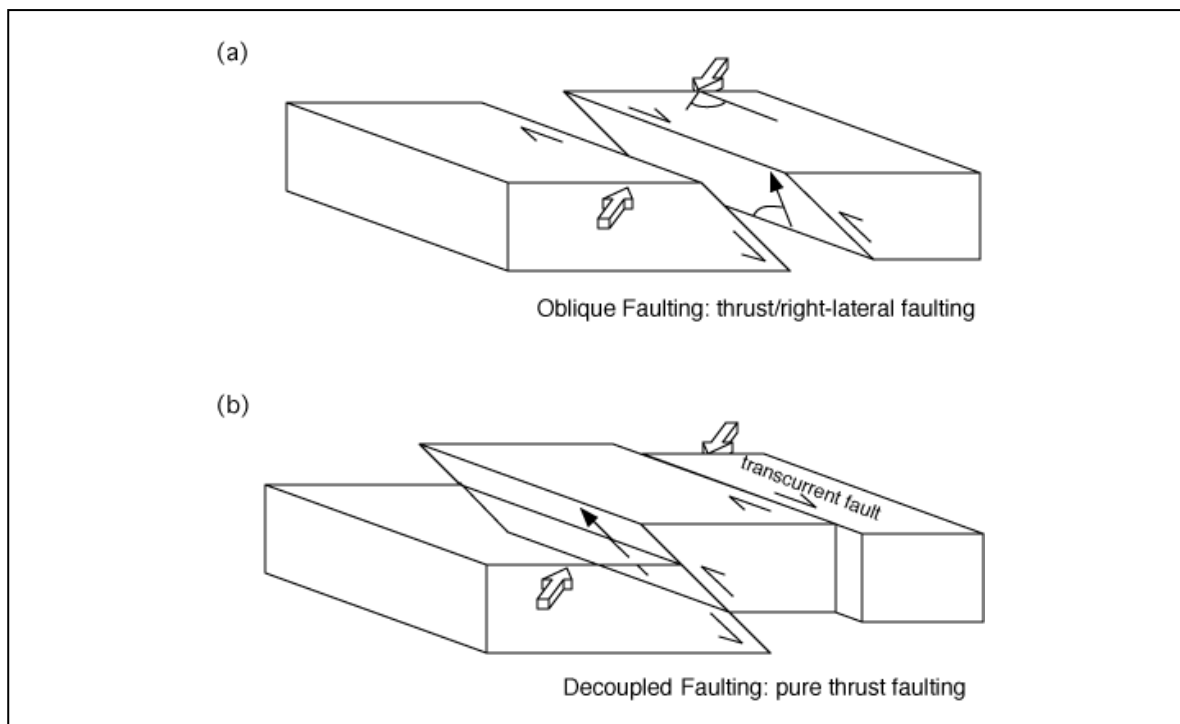
ข้อมูลในรูป 2.77 บอกเราถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างขนาดแผ่นดินไหวกับขนาดสึนามิที่เข้าปะทะในบริเวณที่ใกล้กับจุดเกิดแผ่นดินไหว (เส้นสีดำ) จุดสีดำแสดงถึงแผ่นดินไหวจากสึนามิ (tsunami earthquake) ซึ่งจัดว่าเป็นแผ่นดินไหวชนิดผิดปกติ (anomalous earthquake) เพราะก่อให้เกิดสึนามิที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดแผ่นดินไหวได้ อย่างไรก็ตามแผ่นดินไหวเมื่อ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 นี้แม้จะมีค่าคลื่นเข้าปะทะหรือคลื่นวิ่งขึ้น (run-up) ได้สูงถึง 31 เมตร แต่ก็ไม่ปรากฏว่าเป็นแผ่นดินไหวผิดปกติ

ตัวแปรที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ กลไกที่ทำให้เกิดสึนามิมักอยู่ในบริเวณแนวมุดตัว โดยมีการแปรสัณฐานในลักษณะควบคู่ (decoupled tectonics) โดยเฉพาะการเกิดสึนามิใหญ่ครั้งนี้มาจากแผ่นดินไหวหลัก (main shock) จึงปรากฏเป็นรอยแตกตามแนวรอยเลื่อนย้อนระหว่างแผ่นทั้งสอง (interplate thrust) แต่ในเวลาต่อมา ได้เกิดแผ่นดินไหวตาม (after shock) ซึ่งทำให้เกิดรอยแตกทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนย้อนและรอยเลื่อนระดับด้านข้างบนแผ่นที่เกยอยู่ข้างบน (รูป 2.78) หลังจากเกิดรอยแตกยาวมากนี้เราจึงทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาและเกิดเป็นสึนามิมวลยักษ์ขึ้นได้

เราเรียกจุดที่เกิดการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปการไหวสะเทือนนี้เราเรียกว่าเซนทรอยด์ (earthquake centroid) สำหรับการเกิดสึนามิครั้งนี้มีเซนทรอยด์แผ่นดินไหว ทางตะวันตกของเกาะสุมาตรา (วงกลมดำมีเครื่องหมายบวกในรูป 2.79) ซึ่งตำแหน่งของเซนทรอยด์แผ่นดินไหวทำให้เห็นว่าพลังงานส่วนมากได้ปล่อยออกมาจากแผ่นดินไหวในบริเวณน้ำลึกตรงจุดใกล้ร่องทะเลลึกทำให้ได้ สึนามิที่มีพลังงานศักย์มากกว่าสึนามิที่เกิดจากรอยเลื่อนที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งในเขตน้ตื้น

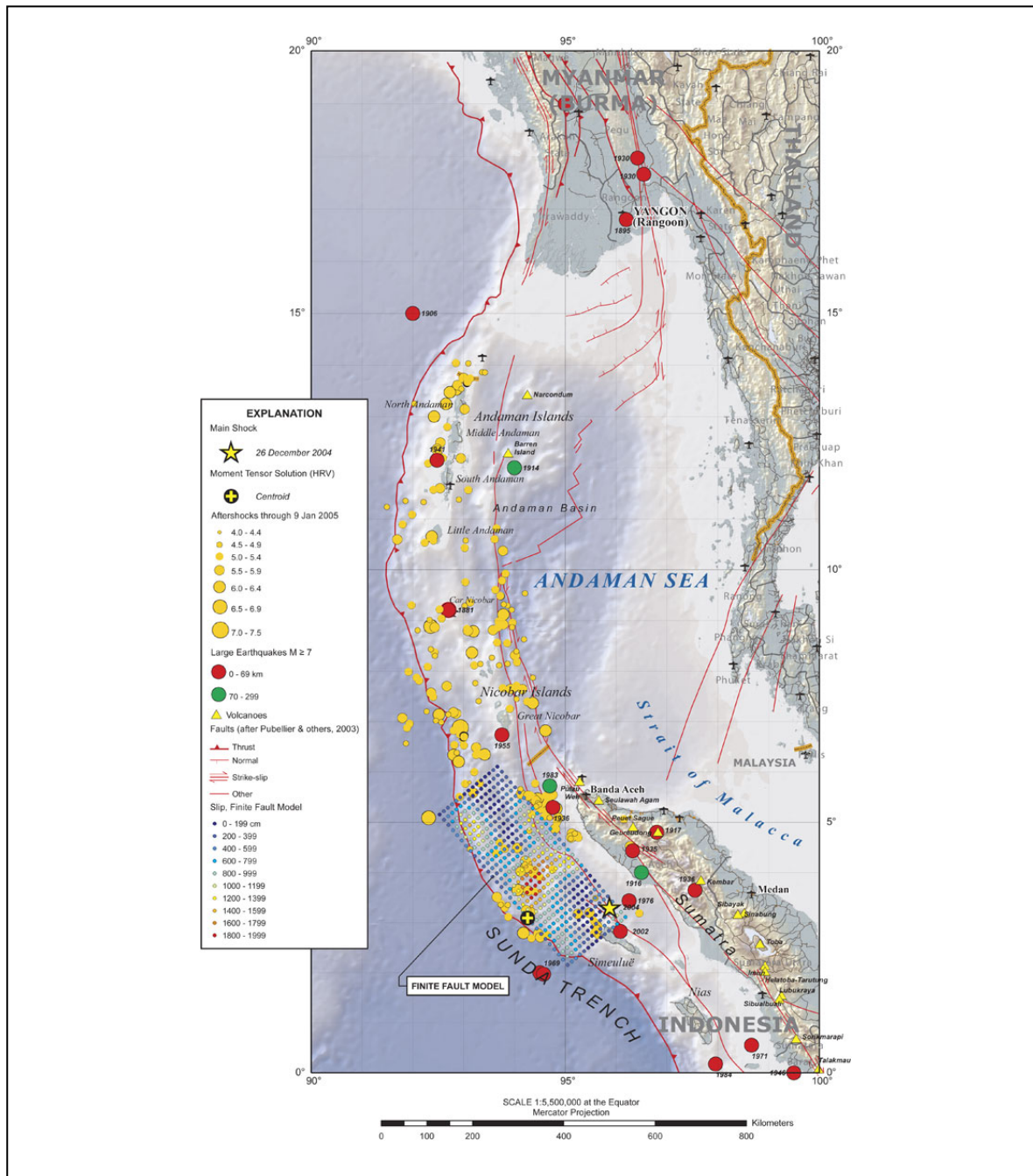


รูป 2.77 กราฟแสดงความสัมพันธ์ เชิงเส้นระหว่างขนาดแผ่นดินไหว (แกน X, หน่วยริกเตอร์) และขนาดสึนามิที่เข้าปะทะ (แกน Y) จะเห็นว่าแผ่นดินไหวให้สึนามิไม่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>)

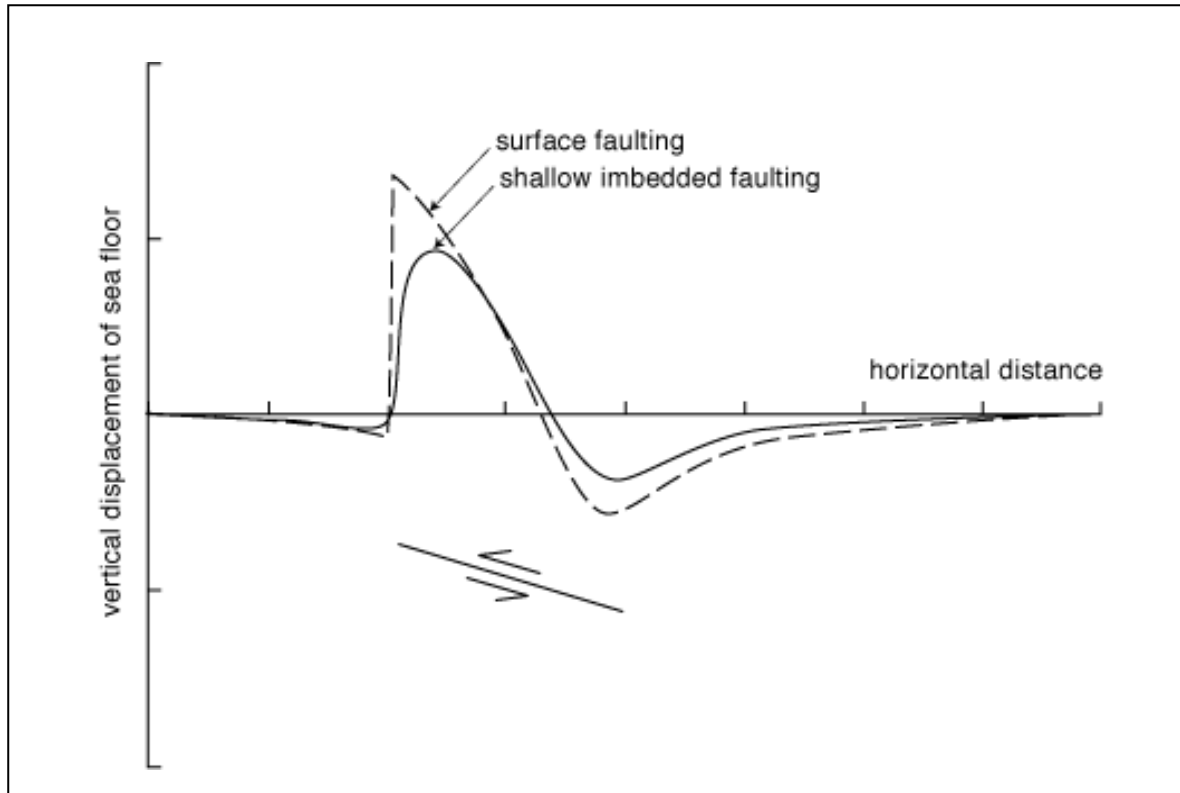


รูป 2.78 ลักษณะการมุดตัว 2 แบบที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อน อย่างแรกเป็นการมุดตัวแบบมีรอยเลื่อนควบคู่ (ล่าง) ซึ่งมีทั้งที่เป็นการเลื่อนตัวย้อนสมบุรณ์ (pure thrusting) และมีการเลื่อนระดับด้านข้าง (lateral faulting) และอย่างที่สองเป็นการมุดตัวที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนเฉียง (oblique faulting) (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/tectonics.html>)

ในรูป 2.47 แผ่นดินบริเวณสุมาตราเริ่มจากจุดเกิดแผ่นดินไหวบนผิว (รูปดาว) แล้วแผ่ออกไปทั่วทุกทิศ จากรูปแบบรอยเลื่อนสมบรูณ์ (finite fault model) ที่ได้จากข้อมูลแผ่นดินไหวจนเครือข่ายทั่วโลก ทำให้ทราบว่ารอยแตกน่าจะต่อยาวลึกลงไปจนถึงร่องทะเลลึกซุนด้าและแตกออกได้พื้นฝั่งปรากฏเป็นรอยเลื่อนฝั่งหน้าได้ โดยทั่วไปนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสึนามิที่เกิดจากรอยเลื่อนบนพื้นทะเลลึกใหญ่กว่าสึนามิจากรอยเลื่อนปรากฏภายในแผ่นดินหรือจากแผ่นดินไหวที่ไม่ทำให้พื้นทะเลเป็นรอยเลื่อน (ดูรูป 2.80)



รูป 2.79 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานบริเวณแนวมุดตัวแสดงจุดเกิดแผ่นดินไหวหรือตำแหน่งเซนทรอยด์ (วงกลมที่มีกากบาทเหลือง) และสภาพการไหวสะเทือนหลังเกิดเหตุการณ์ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>)



รูป 2.80 กราฟแสดงการเกิดรอยเลื่อนย้อนจนทำให้พื้นทะเลเกิดการเคลื่อนตัวในแนวดิ่งทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนที่ผิวและรอยเลื่อนภายใน (เส้นทึบ) (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>)

## 2.6.2 เกิดการเปลี่ยนแปลงของพิกัดทางภูมิศาสตร์

นักธรณีฟิสิกส์ได้พบว่า การไหวตัวครั้งนี้ทำให้เกิดระยะเคลื่อนตามแนวรอยเลื่อนของแผ่นเปลือกโลกจนจุดสังเกตในแนวราบอย่างน้อย 10 เมตร และในแนวดิ่งอีก 5 เมตร เป็นที่เชื่อกันในตอนแรก ๆ ว่าเกาะเล็ก ๆ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะใหญ่อินโดนีเซียอาจเคลื่อนที่ในแนวราบได้มากถึง 20 เมตร และยังเชื่ออีกว่าบริเวณปลายตอนเหนือเกาะสุมาตรา อาจเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้มากถึง 36 เมตร การเคลื่อนที่ลักษณะนี้ทำให้หลายบริเวณในชายฝั่งตะวันตกของเกาะ สุมาตราและเกาะช้างเคียงอาจอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ซึ่งโชคยังเข้าข้างประเทศไทยเพราะในเชิงการแปรสัณฐานไหวสะเทือน(seismotectonics)(การเปลี่ยนแปลงลักษณะของเปลือกโลกที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหว) เราอยู่ห่างชายฝั่งทะเลอันดามันจากบริเวณมุดตัวกว่า 800 กิโลเมตร ซึ่งผลของชายฝั่งทะเลเปลี่ยนแปลงลงมาถึงไทยไม่มากนัก จากการวิจัยด้านเครือข่าย GPS คณะวิจัยทั้งจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยยุโรปและญี่ปุ่นต่างเห็นพ้องว่าการไหวตัวรุนแรงครั้งนี้ทำให้เกาะภูเก็ตเคลื่อนจากตำแหน่งเดิม 30 เซนติเมตร และทำให้กรุงเทพฯเคลื่อนไป 9 เซนติเมตร ส่วนที่อื่น ๆ เช่น จีน ที่เซี่ยงไฮ้ (9,000กิโลเมตร จากจุดเกิดแผ่นดินไหว) ก็เคลื่อนไป 4 มิลลิเมตร และคุนหมิง (2,400 กิโลเมตร จากจุดเกิดแผ่นดินไหว) เคลื่อนห่างจากเดิม 9 มิลลิเมตร

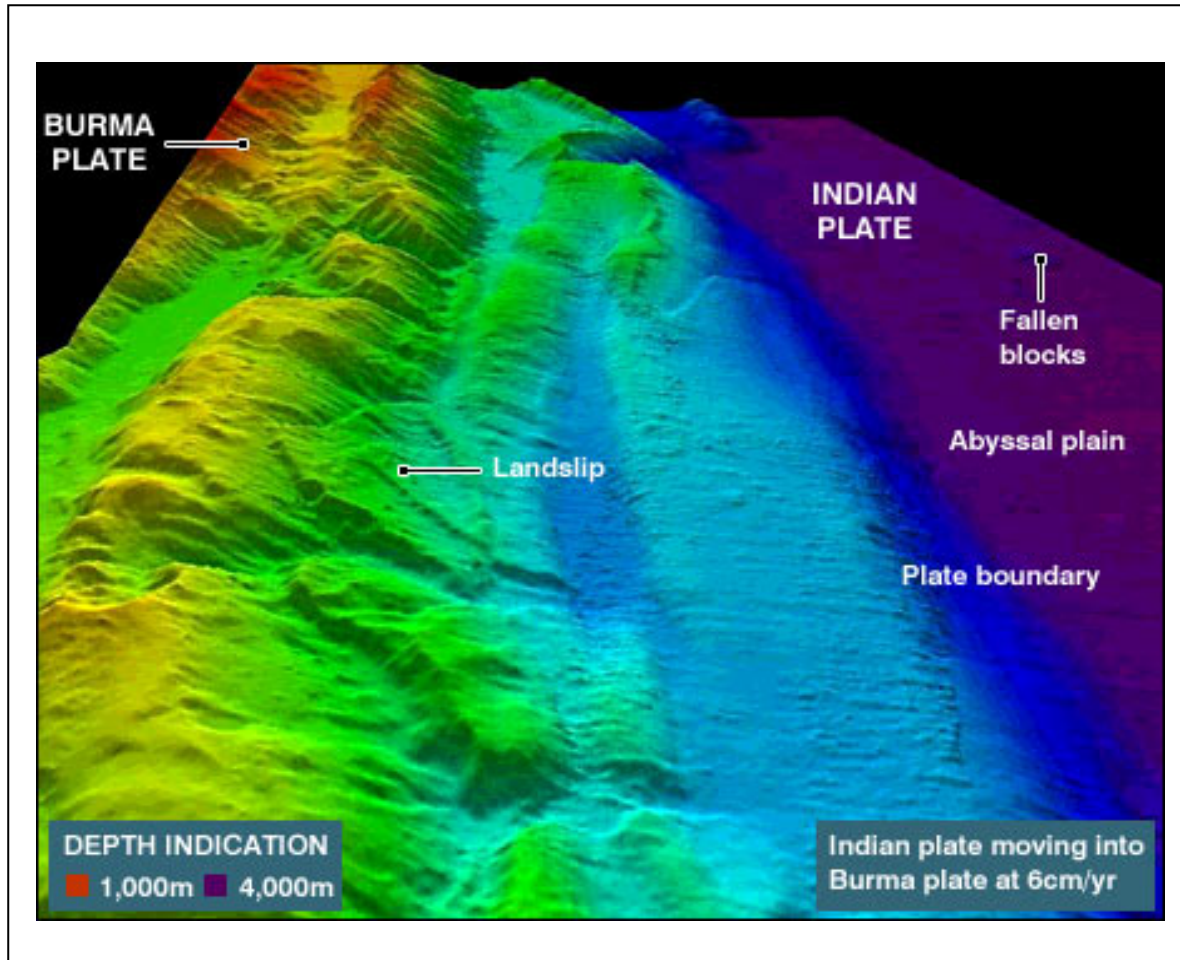
### 2.6.3 การหมุนของโลกเปลี่ยนไป

นักวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะนักธรณีฟิสิกส์(geophysicists) เชื่อว่าการขยับตัวของแผ่นเปลือกโลกอย่างเฉียบพลันจนเกิดการปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมามีผลต่อการหมุนของโลกแน่นอนแบบจำลองคณิตศาสตร์บอกว่าผลจากการสั่นสะเทือนทำให้ระยะเวลาของวันสั้นลงไปอีก 2.68 ไมโครวินาที(MS) คิดแล้วประมาณ 1 ในพันล้านของวัน และยังทำให้ช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลงของวันยาวไปอีก 15 ไมโครวินาทีต่อปี พลังอันมหึมาครั้งนี้นี้ยังทำให้แถบโลกเกิดการกวัดแกว่ง(wobble)เปลี่ยนไปจากทิศทางเดิม เป็นระยะประมาณ 2.5 เซนติเมตร ในทางละติจูด 145° ตะวันออก และอาจมากถึง 6 เซนติเมตร ได้เมื่อเวลาผ่านไป

### 2.6.4 เปลี่ยนโฉมพื้นท้องทะเลและภูมิประเทศบนบก

ผลจากการที่แผ่นอินเดียขยับตัวลงใต้แผ่นพม่าในบริเวณร่องทะเลลึกซุนดาจนเกิดแผ่นดินไหวยักษ์นี้เองทำให้เกิดการสำรวจทางทะเลถึงสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลรอบพื้นที่แผ่นดินไหวอย่างรวดเร็วและช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548 เรือราชनावีอังกฤษ ชื่อ HMS Scott ร่วมกับมหาวิทยาลัยเซาท์แทมตัน (Southampton Oceanography Center) ก็ได้ค้นพบผลจากข้อมูลการหยั่งลึกพื้นทะเลด้วยระบบโซนาร์หลายลำแสง(multi-beam sonar)ว่าพื้นทะเลทางตะวันตกของสุมาตรา(รูป 81) ที่อยู่ลึกไปประมาณ 1,000 ถึง 5,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลแสดงผลของแผ่นดินไหวยักษ์ได้ก่อให้เกิดแนวสันสะเทือนย้อน(thrust ridge) สูงขึ้นราว 1,500 เมตร และแสดงร่องรอยการพังทลายหลายแห่งอันเกิดการไหวสะเทือนรุนแรง ซึ่งเชื่อว่าร่องรอยเหล่านี้คือ แผ่นดินถล่มขนาดใหญ่ที่มีหน้ากว้าง 2-3 กิโลเมตร และสูงถึง 100 เมตร พลังแรงของน้ำที่ทำให้ถูกผลักดันจากการถล่มทลายของผืนแผ่นดินใต้นี้ เทียบได้กับก้อนหินหนักหลายล้านตันถูกลากตามพื้นทะเลได้ไกลถึง 10 กิโลเมตร ผลการสำรวจพบว่าร่องทะเลลึกซุนดากว้างกว่าเดิม 2-3 กิโลเมตร ตรงจุดที่เกิดแผ่นดินไหว

ยิ่งกว่านั้นการเกิดแผ่นดินไหวตามเป็นระลอก ๆ เหมือนกับการสั่นระฆังต่อเนื่อง แม้จะไม่แรงเท่าการสั่นระฆังครั้งแรกแต่ก็ทำให้เกิดการไหวที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนใหญ่ของไทย เช่น รอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault) รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย(Klong Marui Fault) (รูป 2.63) ซึ่งนักธรณีวิทยาส่วนใหญ่เชื่อว่าเป็นรอยเลื่อนมีพลัง ผลการสั่นไหวจึงทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของคาบสมุทรไปตามแนวรอยเลื่อนนี้ อีกทั้งทำให้เกิดหลุมยุบ และดินถล่มมากมาย เนื่องจากแผ่นดินบริเวณดังกล่าวมีโพรงถ้ำหรือมีความลาดชันสูงอยู่แล้ว จึงทำให้เกิดความไม่เสถียรและไม่สมดุลได้ ปრაกฏการณ์ดังกล่าวยังเกิดขึ้นเรื่อย ๆ แม้ในปัจจุบันหลุมยุบและแผ่นดินถล่มยังคงดำเนินต่อไปได้เรื่อย ๆ ในบริเวณที่ไม่เสถียร รอยเลื่อนในไทยไม่ได้มีรอยเดี่ยวที่มีพลัง แต่มีอีกหลายรอย(Charusiri และคณะ, 1998) เช่น รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และรอยเลื่อนแม่ปิง (รูป 2.63) ทั้งสองมีเขื่อนตั้งอยู่ จึงเป็นจุดที่น่าอันตรายหากเกิดแผ่นดินไหวในบริเวณนี้ขึ้น



รูป 2.81 ภาพมองจากทางเหนือไปทิศใต้แสดงพื้นมหาสมุทรอินเดียลึกกว่า 4,000 เมตร (ขวา) และสันเขาเหนือแผ่นพม่า (คือ ตะวันตกของเกาะสุมาตรา) ลึกประมาณไม่ถึง 1,000 เมตร (ซ้าย) (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4247409.stm>)

### 2.6.5 การกระตุกของค่าสนามแม่เหล็กโลก

จากการศึกษาศึกษาของ Iyemori และคณะ (2005) จากมหาวิทยาลัยเกียวโต ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะความเปลี่ยนแปลงของค่าสนามแม่เหล็กโลกหลังจากที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ที่ผ่านมา โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด 2 ที่คือ ที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมาพบว่าการกระตุกของค่าสนามแม่เหล็กโลกในช่วงเวลาประมาณ 3.8 นาที และที่ เมือง Tong Hai ของประเทศจีน บริเวณละติจูด 10 องศาเหนือ ก็มีการกระตุกของค่าสนามแม่เหล็กโลกในช่วงเวลาประมาณ 30 วินาทีเช่นเดียวกัน ซึ่งเมื่อทำการประมวลผลอย่างละเอียดแล้วยืนยันว่า การกระตุกของค่าสนามแม่เหล็กโลกในครั้งนี้ไม่ได้มีผลมาจากเครื่องมือวัด (sensor) แต่น่าจะมีส่วนเกี่ยวเนื่องมาจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคมที่ผ่านมา ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลในประเทศไทย สามารถสรุปได้ว่าการกระตุกของค่าสนามแม่เหล็กโลกนั้นเกิดจากกระแสไฟฟ้าในชั้นบรรยากาศที่เรียกว่าชั้น ไอโอ

โนสเฟียร์ (ionosphere) เกิดการสั่นพ้อง (resonance) กันกับคลื่นเสียงบริเวณผิวระดับน้ำทะเล (middle atmosphere) และ ที่บริเวณส่วนล่างสุดของ thermosphere ซึ่งคลื่นเสียงนั้นน่าจะเกิดจากแผ่นดินไหว สึนามิ หรือ acoustic-gravity waves ในเวลานั้น

### 2.6.6 เกิดการยุบของแผ่นดินหรือ ที่เรียกว่า “หลุมยุบ”

จากข้อมูลการสำรวจจากกรมทรัพยากรธรณี พบว่า หลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ลักษณะทางกายภาพของพื้นโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอีกอย่าง คือ การเกิดหลุมยุบ (sinkhole) เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นจากรายงานของกรมทรัพยากรธรณี ดังนี้

#### 2.6.6.1 พื้นที่หลุมยุบบ้านปากแจ่ม ห้วยยอด จ. ตรัง

พื้นที่ อยู่ใกล้ รร. วัดบ้านปากแจ่ม ม.7 ต. ปากแจ่ม อ. ห้วยยอด จ. ตรัง

พิกัด 0570636 และ 0850120 ระวังห้วยยอด

เวลา ถล่มเวลาเช้า วันที่ 30 ธ.ค. 47

ธรณีวิทยา เป็นตะกอนเชิงเขา และแม่น้ำ วางตัวบน ปริมาตรหินปูนออร์โดวิเซียน

ลักษณะพื้นที่ เป็นที่ราบเชิงเขา ทางเดินขึ้นเขาหินปูน ห่างจากภูเขา 400 ม ห่างจากลำธาร 150 ม

สภาพหลุมยาว ความกว้างแตกต่างกัน จุดกว้าง 5 เมตร แคบที่สุด 1/2 เมตร ยาวต่อเนื่อง 15 เมตร แต่ถ้ามุมแนวร่องลึกและรอยร้าวของดินทางตอนเหนือ จะยาวต่อเนื่องถึง 20 เมตร ลึกสูงสุด 6 เมตร เฉลี่ย 2-3 เมตร ยังคงมีน้ำขัง ซึ่งคาดว่าเป็นน้ำใต้ดิน ไม่พบหินดาน แต่จากธรณีวิทยา เชื่อว่าหินดานข้างใต้ ซึ่งอาจไม่ลึกนัก เป็นหินปูนยุคออร์โดวิเซียน ที่มีโพรงถ้า ปัจจุบันมีการกันพื้นที่รอบๆ กว้าง 15 เมตร ปากหลุมยังคงขยายตัวถล่มอยู่ โดยในหลุมมีการขยายด้านข้างออกเป็นรูปโอง ส่วนใหญ่จะขยายตัวตามแนวแกนของหลุมคือ 340 (NNW-SSE) ดินที่อยู่ในหลุมเป็นดินเหนียว ดินร่วน สีนํ้าตาลเหลือง ซึ่งเป็นดินที่สะสมตัวตามเชิงเขา ขอบบ่อพังทลายและมีดินตกลงไปในหลุม ดันยางลัม 1 ดัน รายงานแล้วว่าตอนถล่มมีเสียงดังและสั่นไหว

ประวัติ น่าจะเกิดจากการยุบตัวของหน้าดินที่วางทับหินปูนมีโพรง ซึ่งภายหลังการสั่นสะเทือน อาจทำให้เกิดการยุบตัวของดินเพื่ออุดตามช่องว่างของโพรง ซึ่งมีแนวการยุบตัวอยู่ในแนวใกล้เคียงกับรอยเลื่อนใหญ่

#### 2.6.6.2 พื้นที่หลุมยุบบ้านเขาหลัก 1 ห้วยยอด จ. ตรัง

พื้นที่ อยู่ใกล้สามแยกหมู่บ้านเขาหลัก ซึ่งเป็นสระน้ำหลังบ้าน ม. 7 ต.น้ำผุด อ. ห้วยยอด จ. ตรัง

พิกัด 0581293 และ 0853989 ระวังห้วยยอด

เวลา ถล่มเวลา 13.00 น. วันที่ 26 ธ.ค.47

ธรณีวิทยา เป็นตะกอนเชิงเขา ตะกอนแม่น้ำ วางตัวบนปริมาตรหินปูนออร์โดวิเซียนที่สัมผัสกับหินแกรนิตไทรแอสซิก



ลักษณะพื้นที่ เป็นบ่อน้ำเลี้ยงปลา กว้าง 8 เมตร ยาว 8 เมตร ลึก 5 เมตร เป็นชั้นดินเหนียว ห่างจากภูเขาและลำธารมากกว่า 500 เมตร ปัจจุบันน้ำแห้ง บ่ออยู่ในแนวเหนือ-ใต้ พบว่าขอบบ่อทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือมีรอยแตกโค้ง รัศมีประมาณ 3 เมตร เป็นแฉ่งๆ พร้อมทั้งมีรอยร้าวในดิน และแสดงการยุบตัวลงไปจากจุดเดิม 10-20 เซนติเมตร ความกว้างของรอย 50 เซนติเมตร ความยาวของรอยต่อเนื่อง 3 เมตร หรือถ้ารวม trace ของมัน ก็ถึง 5 เมตร ความลึกไม่ทราบ พื้นบ่อน้ำทรงตัว แต่จุดที่ยุบ ยังคงยุบตัวได้

เหตุการณ์ ตอนยุบตัวมีเสียงดัง แต่ก่อนบ่อน้ำเต็มบ่อ แต่หลังจากการยุบตัวแล้ว น้ำในบ่อไหลลงร่องอย่างรวดเร็ว เพียง 5 นาที ทั้งน้ำและปลา 2000 ตัวก็หายลงไป ในร่องยุบตัวนี้ น่าจะเกิดจากการยุบตัวของหน้าดินที่วางทับหินปูนมีโพรง ซึ่งภายหลังการสั่นสะเทือน อาจทำให้เกิดการยุบตัวของดินเพื่ออุดตามช่องว่างของโพรง ซึ่งจากปริมาณน้ำที่หายไปและความเร็วของการดูด แสดงว่าโพรงใต้ดินนี้น่าจะใหญ่มาก

#### 2.6.6.3 พื้นที่หลุมยุบบ้านเขาหลัก 2 ห้วยยอด ตรัง

พื้นที่ อยู่ใกล้ลำน้ำตกเขาหลัก ม. 7 ต.น้ำผุด อ. ห้วยยอด จ. ตรัง พิกัด 0581793 และ 0854079 ระวังห้วยยอด

เวลา ถล่มเวลาไม่แน่นอน วันที่ 27-29 ธ.ค. 47

สภาพธรณีวิทยาเป็นตะกอนแม่น้ำ วางตัวบนปริมาตรหินปูนออร์โดวิเซียนที่สัมผัสกับหินแกรนิตไทรแอสซิก

ลักษณะพื้นที่ พื้นที่เป็นสวนเชิงเขา หลุมวงรีกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร ลึก 3 เมตร เป็นชั้นดินทรายแกรนิต ห่างจากภูเขา 600 เมตรและลำธาร 50 เมตร มีน้ำขังก้นบ่อ ขอบบ่อมีการทรุดตัว ในบ่อมีลักษณะกว้างกว่าเป็นโอง ภายในมีต้นกล้วยตกลงไป มีเสียงดังตอนถล่ม คาดว่ายังยุบตัวได้อีก นอกจากนี้ห่างไป 200 เมตร พบหลุมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร ลึกเกือบ 1 เมตร ภายในมีน้ำขัง แสดงลักษณะหลุมคล้ายโอง เป็นดินแบบเดียวกัน แนวแกนของหลุมทั้งสองเชื่อมต่อกันแล้วอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ น่าจะเกิดจากการยุบตัวของหน้าดินที่เกิดจากการสะสมของทางน้ำเก่า ที่มีแหล่งตะกอนเป็นหินแกรนิตวางทับชั้นหินปูนมีโพรง ซึ่งภายหลังการสั่นสะเทือน อาจทำให้เกิดการยุบตัวของดินเพื่ออุดตามช่องว่างของโพรง

#### 2.6.6.4 พื้นที่หลุมยุบเขตอำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่

กรมทรัพยากรธรณี ได้รับแจ้งว่า มีหลุมยุบบริเวณ อ. อ่าวลึก จ. กระบี่ ขอให้ไปตรวจสอบด่วน กรมทรัพยากรธรณีจึงได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบ ในขณะเดียวกัน นายอำเภออ่าวลึกได้เข้าไปในพื้นที่ก่อนหน้า พร้อมทั้งได้เตือนให้ประชาชนระมัดระวัง ไม่ให้เข้าไปใกล้หลุมยุบ และกั้นเขตนอกพื้นที่ประมาณ 15 เมตร

พื้นที่บริเวณที่เกิดการยุบเป็นทางลาดขนาด 1 เลน ภายในโรงงานบริษัทกระบี่น้ำมันพืช หมู่ 2 ตำบลอ่าวลึกเหนือ พิกัด 0472416 และ 0926080 ห่างจากตัวอำเภออ่าวลึกไปทางทิศตะวันออกประมาณ 3



กิโลเมตร สภาพพื้นที่โดยรอบเป็นที่ราบหุบเขาหินปูน มีเขาชื่อ “เขาโรงเลื่อย” ซึ่งเป็นเขาสูง หน้าผาชัน ห่างจากจุดเกิดเหตุ 500-600 เมตร

เวลาหลุมยุบถล่ม วันที่ 26 ธ.ค. 47 เวลาประมาณ 13.00-14.00 น. โดยเริ่มจากเป็นหลุมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เมตร ลึก 1 เมตร ต่อมาหลุมได้กว้างขึ้นเรื่อยๆ จนถึงขณะสำรวจก็ยังคงยุบตัว และเพิ่มความกว้างของตัวหลุมอย่างต่อเนื่อง

สภาพธรณีวิทยาในพื้นที่เป็นตะกอนปัจจุบัน ซึ่งวางทับชั้นหินปูนยุคเพอร์เมียน

ลักษณะพื้นที่หลุมยุบ เป็นหลุมยุบรูปวงรี กว้างตั้งแต่ 5-6 เมตร ยาว 7-8 เมตร ทางด้านเหนือลึก 5 เมตร และทางใต้ลึก 7 เมตร มีน้ำใต้ดินขัง แกนของหลุมยุบอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ หรือประมาณมุมอาซิมุตที่ 40 และ 220 องศา ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกับแนวรอยเลื่อนใหญ่ของเขาโรงเลื่อย ที่รอบล้อมพื้นที่ ลักษณะการเว้าของหลุมเกิดจากการกัดเซาะของน้ำใต้ดินที่ขัง/ซึมอยู่เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากปากหลุมจะแคบและเว้าเข้าไปด้านใน ภายในหลุม ไม่พบชั้นหินฐาน แต่พบเพียงชั้นดินตะกอน ปัจจุบัน โดยช่วงความลึกที่ 50 เซนติเมตรแรกจากผิวดิน เป็นดินถมและยางมะตอย ซึ่งเกิดจากการทำถนน ต่อมาอีก 5-7 เมตรเป็นชั้นดินเหนียว ดินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดง น้ำตาลเหลือง เทาน้ำตาล ซึ่งจัดให้เป็นดิน แล่ง หรือดินที่ถูก Leaching แล้ว (หน้าดินชั้น C)

หลังจากการตรวจสอบไป 1 วัน พบว่าผนังด้านในตามแนวยาวของหลุมยุบทรุดตัวอีก ประมาณข้างละ 1 เมตร ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะของน้ำที่ขังอยู่

วันที่ 3 ม.ค.47 มีรายงานว่าพบหลุมขนาดกลาง กว้างประมาณ 2 เมตร ลึกประมาณ 1 เมตร ยุบตัว บริเวณถัดจากหลุมแรกประมาณ 200 เมตร ปัจจุบันกำลังศึกษารายละเอียดต่อไป

บทสรุป เป็นชั้นดินถมและดินธรรมชาติเดิมที่ถล่มลงมาตามแนวหลุมยุบหรือ sink hole เดิมของ หินฐานประเภทหินปูนที่มีโพรงถ้ำ โดยดินที่ทับถมโพรงถ้ำแต่เดิมมีลักษณะร่วน ไม่แน่น ซึ่งเมื่อเกิดการ สั่นไหวที่รุนแรงระดับหนึ่ง หรือจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่รวดเร็วเกินไป ชั้นดินตามโพรง ดังกล่าวจะเกิดการยุบตัว โดยแนวยุบตัวคาดว่าอาจเกิดขนานไปกับแนวรอยแตกที่ใกล้เคียงที่สุด คือแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ในแง่ความรุนแรง จัดว่าเป็นพื้นที่ที่ต้องพึงระมัดระวังไว้ แต่ไม่ ถึงกับเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยรุนแรง เนื่องจากเป็นการเกิดจากหน้าดิน ซึ่งไม่ใช่หินฐานราก

ความเสียหาย ไม่มีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บ แต่อาจมีความเสี่ยงต่อตัวโรงงานที่อยู่ใกล้เคียง

#### 2.6.6.5 พื้นที่หลุมยุบเขตอำเภอเมืองฯ จังหวัดตรัง

กรมทรัพยากรธรณี ได้รับแจ้งว่า มีหลุมยุบบริเวณ อ.เมืองฯ จ.ตรัง ขอให้ไปตรวจสอบด่วน กรม ทรัพยากรธรณีจึงได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบ ในขณะเดียวกัน เจ้าหน้าที่จากอำเภอเมืองฯ ได้เข้าไปใน พื้นที่ก่อนหน้า พร้อมได้เตือนให้ประชาชนระมัดระวัง ไม่ให้เข้าไปใกล้หลุมยุบ และกั้นเขตนอกพื้นที่ ประมาณ 10 เมตร

พื้นที่บริเวณที่เกิดการยุบประกอบด้วย 2 บริเวณใหญ่ๆ บริเวณที่ 1 เป็นสระน้ำหลังบ้าน อยู่ในชุมชนใกล้สามแยกหมู่บ้านเขาหลัก ม. 7 ต.น้ำฝูด อ. เมืองฯ จ.ตรัง พิกัด 0581293 และ 0853989 สภาพโดยรอบเป็นที่ราบที่อยู่ห่างจากภูเขาและบริเวณที่ 2 พบ 2 หลุม อยู่บริเวณสวนปาล์ม ตามเชิงเขาหินปูนใกล้น้ำตกเขาหลัก ม. 7 ต.น้ำฝูด อ. เมืองฯ จ.ตรัง พิกัด 0581793 และ 0854079 อยู่ห่างจากเทือกเขา 300 เมตรและลำธาร 50 เมตร

เวลาหลุมยุบบริเวณที่ 1 ยุบถล่มในวันที่ 26 ธ.ค. 47 เวลาประมาณ 13.00 น. มีเสียงดังและเกิดการสั่นสะเทือนเวลายุบตัว และบริเวณที่ 2 ยุบถล่มประมาณวันที่ 27-29 ธ.ค.47 ไม่มีรายงานเรื่องเสียงและการสั่นสะเทือน ปัจจุบันหลุมทั้งหมดยังไม่หยุดยุบตัว และยังคงเพิ่มความกว้างของตัวหลุมอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องจากการถล่มของขอบหลุมและการกัดของน้ำใต้ดินที่ยังอยู่

สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในตะกอนปัจจุบันที่วางทับรอยสัมผัสของหินแกรนิตและหินปูนยุคออร์โดวิเซียน

ลักษณะพื้นที่หลุมยุบ -หลุมบริเวณที่ 1 เดิมเป็นบ่อเลี้ยงปลารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาว 8 เมตร ลึก 5 เมตร เป็นชั้นดินเหนียว ปัจจุบันน้ำแห้ง พบว่าขอบบ่อทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือมีรอยแตกโค้งรัศมีประมาณ 3 เมตร มีการถล่มของชั้นดินเป็นแฉ่งๆ หลายชั้น พร้อมทั้งแสดงการยุบตัวลงไปจากจุดเดิม 10-20 เซนติเมตร รอยที่อยู่บริเวณก้นบ่อเป็นรอยลึกมาก กว้าง 50 เซนติเมตร ยาวต่อเนื่อง 3-5 เมตร ก้นบ่อแสดงลักษณะคงตัว แต่ตามรอยร้าวยังคงยุบตัวอย่างต่อเนื่อง บริเวณนี้มีลักษณะพิเศษคือตอนยุบตัวมีเสียงดังมาก หลังจากนั้น น้ำในบ่อทั้งหมดพร้อมทั้งปลาอีกกว่า 2,000 ตัวได้ถูกดูดหายลงไปนรอยร้าวทางก้นหลุมนี้ ภายใน 5 นาที

- หลุมยุบบริเวณที่ 2 ประกอบด้วยหลุมขนาดเล็ก 1 หลุมและขนาดใหญ่ 1 หลุม ทั้งสองหลุมวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ หลุมขนาดใหญ่มีลักษณะรูปวงรี กว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร ลึก 3 เมตร เป็นชั้นดินทรายแกรนิต มีน้ำขังก้นบ่อ ซึ่งน่าจะเป็นทางน้ำใต้ดิน ขอบบ่อแสดงการทรุดตัว ผันในบ่อกว้างกว่าเป็นรูปโอง พื้นล่างยังแสดงการยุบตัว และมีต้นกล้วย 1 ต้นตกลงไปในบ่อ ไม่พบหินดานในหลุมยุบนี้ สำหรับหลุมขนาดเล็กมีลักษณะกลม กว้างประมาณ 1 เมตร ลึก 1 เมตร ภายในมีน้ำขัง ลักษณะดินคล้ายหลุมใหญ่

บทสรุป ทั้งหมดเป็นชั้นดินถมและดินธรรมชาติเดิมที่ถล่มลงมาตามแนวหลุมยุบหรือ sink hole เดิมของหินฐานประเภทหินปูนที่มีโพรงถ้ำ หรือหินปูนที่แตกผุจากการสัมผัสกับหินแกรนิต โดยดินที่ทับถมโพรงถ้ำแต่เดิมมีลักษณะร่วน ไม่แน่น ซึ่งเมื่อเกิดการสั่นไหวที่รุนแรงระดับหนึ่ง หรือจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่รวดเร็วเกินไป ชั้นดินตามโพรงดังกล่าวจะเกิดการยุบตัว โดยแนวยุบตัวคาดว่าอาจเกิดในแนวขนานไปกับแนวรอยแตกที่ใกล้เคียงที่สุด คือแนวเหนือ-ใต้ ในแง่ความรุนแรง จัดว่าเป็นพื้นที่ที่ต้องพึงระมัดระวังไว้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณที่ 1 ในขณะที่พื้นที่บริเวณที่ 2 ไม่ถึงกับเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยรุนแรง เนื่องจากการเกิดจากหน้าดิน ซึ่งไม่ใช่หินฐานราก

### 2.6.6.6 พื้นที่หลุมยุบเขตอำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

กรมทรัพยากรธรณี ได้รับแจ้งว่า มีหลุมยุบบริเวณ อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช ขอให้ไปตรวจสอบด่วน กรมทรัพยากรธรณีจึงได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบ ในขณะเดียวกัน เจ้าหน้าที่จากอำเภอทุ่งใหญ่ ได้เข้าไปในพื้นที่ก่อนหน้า พร้อมได้เตือนให้ประชาชนระมัดระวัง ไม่ให้เข้าไปใกล้หลุมยุบ และกั้นเขตนอกพื้นที่ประมาณ 10 เมตร

พื้นที่บริเวณที่เกิดการยุบประกอบด้วยอยู่ในสวนยางของนายสมโชค มณีนวล บ้านควนโหนด ม. 3 ต. ท่ายาง อ. ทุ่งใหญ่ จ. นครศรีธรรมราช พิกัด 0541320 และ 0921674 สภาพโดยรอบเป็นที่ราบที่อยู่ห่างจากภูเขาหินปูน 1 กิโลเมตร ห่างจากชุมชน 300 เมตร

เวลาที่เกิดหลุมยุบบริเวณที่ 1 ยุบถล่มในวันที่ 2 ม.ค. 48 เวลาประมาณ 23.00 น. ถึงวันที่ 3 ม.ค. 48 เวลา 06.00 น. มีเสียงดังและเกิดการสั่นสะเทือนเวลาขุดตัว ปัจจุบันหลุมทั้งหมดยังไม่หยุดขุดตัว และยังคงเพิ่มความกว้างและความลึกของตัวหลุมอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องจากการถล่มของขอบหลุมและการกัดของน้ำใต้ดินที่ยังอยู่

สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในตะกอนปัจจุบันที่วางทับหินปูนยุคเพอร์เมียน ลักษณะพื้นที่หลุมยุบ –หลุมรูปวงรี กว้าง 15 เมตร ยาว 20 เมตร ลึก 8 เมตร (ตาราง 2.9)(เท่าที่พบโผล่พื้นน้ำใต้ดิน) พบว่ามีต้นยางตกลงไป 6 ต้น โดย 2 ต้น (ต้นละ 20 เมตร) ตกลงไปในหลุม และอีก 4 ต้น ตกคาหลุมอยู่ครึ่งหนึ่ง และค่อยๆ จมลงไป ซึ่งคาดว่าเมื่อขอบหลุมพังทลายต่อเนื่อง ต้นยางทั้งหมดจะตกลงไปในหลุม จึงคาดได้ว่าหลุมดังกล่าวอาจลึกถึง 30 เมตร

บทสรุป เป็นชั้นดินถมและดินธรรมชาติเดิมที่ถล่มลงมาตามแนวหลุมยุบหรือ sink hole เดิมของหินฐานประเภทหินปูนที่มีโพรงถ้ำ โดยดินที่ทับถมโพรงถ้ำแต่เดิมมีลักษณะร่วน ไม่แน่น ซึ่งเมื่อเกิดการสั่นไหวที่รุนแรงระดับหนึ่ง หรือจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่รวดเร็วเกินไป ชั้นดินตามโพรงดังกล่าวจะเกิดการยุบตัว ในแง่ความรุนแรง จัดว่าเป็นพื้นที่ที่ต้องพึงระมัดระวัง ไว้เป็นอย่างมาก เนื่องจากหลุมค่อนข้างใหญ่และลึกมาก

ความเสียหาย ไม่มีผู้เสียชีวิต หรือได้รับบาดเจ็บ หรือการพังทลายของสิ่งปลูกสร้าง

### 2.6.6.7 พื้นที่หลุมยุบบริเวณบ้าน โพนค่าย ตำบลนาอ้อ อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย

ตำแหน่งของหลุมยุบอยู่ที่พิกัด 07914220E1945089N อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหารระหว่างบ้านธาตุ (5344 III) เป็นที่ดินของนายปราโมทย์ เพชรดี ราษฎรบ้าน โพนค่าย หมู่ที่ 7 ตำบลนาอ้อ อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย จุดเกิดเหตุเป็นที่นาห่างจากบ้านเรือนของชุมชนประมาณ 150 เมตร อยู่ด้านฝั่งซ้ายของแม่น้ำเลย ห่างจากแม่น้ำเลยประมาณ 1 กิโลเมตร จากการสอบถามญาติเจ้าของที่ซึ่งอยู่ใกล้ขณะเกิดเหตุ ได้ความว่า หลุมยุบเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548 เวลาประมาณ หกโมงเย็น ก่อนพบหลุมยุบมีเสียงกึกๆ ได้ยินอย่างชัดเจน หลุมยุบที่พบครั้งแรกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เมตร ใช้ไม้หยั่งความลึกแนวตั้งได้ประมาณ 3 เมตร แต่เมื่อหยั่งด้านข้างของหลุมไม่สามารถ

หยั่งจนถึงขอบหลุมได้ และมีน้ำขังในหลุม น้ำในหลุมมีสภาพใสเย็น ชาวบ้านที่ทราบข่าวนำภาชนะมาตักไปบริโภค ทาธาตุ โดยเชื่อว่าเป็นน้ำศักดิ์สิทธิ์ รักษาโรคได้ ต่อมาได้ตักน้ำจากคลองชลประทานบริเวณใกล้เคียงมาใส่ในนาแปลงนี้จนเต็ม แล้วปล่อยออก หลังจากนั้นจึงพบว่า หลุมยุบได้ขยายตัวใหญ่ขึ้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 เมตร และน้ำในหลุมยุบยังคงอยู่

จากการตรวจสอบเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2548 เวลา 17.30 น. พบว่าหลุมยุบมีรูปร่างเป็นวงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 เมตร มีน้ำขังระดับน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร จากผิวดิน ขณะตรวจสอบผนังของหลุมได้พังเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 15 เซนติเมตร ดินที่ผนังของหลุมเป็นดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลเข้ม ความลึกของหลุมมากกว่า 5 เมตร แนวการขยายตัวของหลุมจะขยายเข้าหาฝั่งแม่น้ำ ในแนวประมาณ NW-SE (N50W) จุดที่เกิดหลุมยุบอยู่บนลานตะพักระดับต่ำ (Low terrace) ของแม่น้ำเลย ด้านตะวันออกของหลุมยุบเป็นภูเขาหินตะกอนของหมวดหินวังสะพุง อยู่ห่างจากหลุมยุบประมาณ 1.5 กิโลเมตร ไกลออกไปประมาณ 10 กิโลเมตร เป็นภูเขาหินปูนยุคเพอร์เมียน ห่างจากหลุมยุบไปทางด้านทิศตะวันตกประมาณ 3 กิโลเมตร เป็นหินตะกอนของหมวดหินอิลิซยุคเพอร์เมียน ด้านทิศเหนือประมาณ 4 กิโลเมตรเป็นหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก หลังจากนั้นตอนเย็นของวันที่ 8 มกราคม ปลัดเทศบาลตำบลน้ำอ้อได้แจ้งให้ทราบว่าเกิดรอยแยกต่อเนื่องจากหลุมไปทางด้านใต้ยาวประมาณ 1 เมตร เมื่อไปตรวจสอบแล้วพบว่าเป็นการพังของผนังหลุมเพื่อให้หลุมมีความเสถียร และความลึกของหลุมยุบตื้นขึ้นอยู่ที่ประมาณ 2 เมตร เท่านั้น

สรุปหลุมยุบที่เกิดขึ้นนี้ มีสาเหตุจากสภาพใต้ผิวดินมีโพรง และมีความสัมพันธ์กับแนวรอยเลื่อนของแม่น้ำเลยที่มีแนวใกล้เคียงกับแนวการขยายตัวของหลุมยุบ โพรงใต้ดินนี้เป็นโพรงที่มีขนาดเล็ก สาเหตุการเกิดโพรงยังไม่ชัดเจนว่าได้ผิวดินจะมีชั้นหินปูนรองรับอยู่หรือไม่ เนื่องจากพื้นที่เป็นพื้นราบบริเวณใกล้เคียงไม่พบหินโผล่ และเจ้าหน้าที่ประจำท้องถิ่นและประชาชนของบ้านโพนคายได้ชี้แจงว่าในพื้นที่นี้ไม่มีการใช้น้ำบาดาล แต่ห่างจากจุดหลุมยุบไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 2 กิโลเมตร มีหลุมเจาะน้ำบาดาล ซึ่งมีชั้นหินอุ้มน้ำบาดาลเป็นหินปูนและหินดินดาน แต่ถัดขึ้นไปอีกประมาณ 1.5 กิโลเมตรในทิศเดียวกันมีหลุมเจาะน้ำบาดาลรายงานว่าชั้นหินอุ้มน้ำเป็นหินดินดานและแร่อิพิซัม ดังนั้นเพื่อความชัดเจนของชั้นดิน ได้จุดเกิดหลุมยุบ ควรจะใช้วิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์มาตรวจสอบต่อไป

#### 2.6.6.8 พื้นที่หลุมยุบเขตอำเภอละงู จังหวัดสตูล

กรมทรัพยากรธรณี ได้รับแจ้งว่า มีหลุมยุบบริเวณ อ. ละงู จ. สตูล ขอให้ไปตรวจสอบด่วน กรมทรัพยากรธรณีจึงได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบ ในขณะเดียวกัน ผู้ว่าราชการจังหวัดสตูล ได้เข้าไปในพื้นที่ก่อนหน้า พร้อมได้เตือนให้ประชาชนระมัดระวัง ไม่ให้เข้าไปใกล้หลุมยุบ ปัจจุบันมีการกันเขตชัดเจนห่างจากตัวหลุม 10-15 เมตร

พื้นที่หลุมยุบเกิดที่บ้านหัวทาง หมู่ 6 ต.ละงู อ.ละงู จ. สตูล เกิดเพียง 1 หลุม พิกัด 0586611 และ 0759478 (ตาราง 2.9) สภาพพื้นที่อยู่ในสวนปลูกผักและสวนมะพร้าวของนางนิตยา คีด้วยชาติ ห่างจาก

หลุมยุบไปทางทิศตะวันออก 200 เมตร เป็นบ่อน้ำที่มีรอยร้าวและรอยเลื่อน

เวลาที่เกิดหลุมยุบถล่ม วันที่ 31 ธ.ค. 47 เวลาประมาณ 04.00 น. ส่วนบ่อน้ำได้รับความเสียหายในวันที่ 26 ธ.ค. 47 พบหลังจากการเกิดแผ่นดินไหวเล็กน้อย

สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่พบเกิดอยู่ในตะกอนปัจจุบัน ซึ่งวางทับชั้นหินปูนยุคออร์โดวิเซียน

ลักษณะพื้นที่หลุมยุบ เป็นที่ราบใกล้คลองละงู และมีชุมชนตลาด อ. ละงู อยู่ใกล้เคียง ห่างจากเทือกเขาหินปูนเทือกใหญ่ 2-3 กิโลเมตร แต่ยังพบเนินเขาหินปูนอยู่ทั่วไปรอบๆ พื้นที่ สภาพหลุมยุบเป็นรูปวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เมตร ลึก 3.5 เมตร ยังคงมีน้ำขังอยู่ ซึ่งคาดว่าเป็นน้ำใต้ดิน ไม่พบหินดาน แต่เชื่อว่าหินดานใต้เป็นหินปูนที่มีโพรงถ้ำ การถล่มในครั้งแรกของหลุมเริ่มจากการยุบตัวของดินเป็นรูปวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร ลึก 2 เมตร และมีเสียงดัง หลังจากนั้นเกิดเสียงดังอีกประมาณ 3 ครั้ง พร้อมเกิดการยุบตัวของหลุมอย่างต่อเนื่องจนมีขนาดเท่าปัจจุบัน การสำรวจชั้นดินภายในหลุม พบว่าเป็นดินเหนียว และดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเหลือง มีชั้นสีเทาสลับหนา 30 เซนติเมตร ขอบบ่อพบว่าดินเริ่มพังทลายเข้าไปในหลุมยุบ

ห่างออกไปประมาณ 20 เมตร ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ พบว่าเป็นบ่อน้ำเล็กๆ ที่แสดงการแตกร้าว บ่อน้ำมีการลงท่อ 11 ท่อ แต่ละท่อยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ซึ่งปัจจุบัน 6 ท่อได้ตกลงไปในบ่อน้ำ ท่อมีรอยร้าว และมีการไหลไป 2-3 เซนติเมตร ก้นบ่อมีรอยเลื่อนไหลประมาณ 30-50 เซนติเมตร การเลื่อนตัวดังกล่าวเกิดในวันที่ 26 ธ.ค. 47 หลังจากการเกิดแผ่นดินไหว นอกจากนี้ ดินไม่รอบข้างแสดงการไหลตัวอย่างชัดเจน

ภายหลังจากการตรวจสอบไป 1 วัน พบว่าหลุมยุบได้ขยายขนาดไปอีก 2 เมตร และบ่อน้ำแสดงการเลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนืออีก 20-30 เซนติเมตร พบรอยร้าวในท่อน้ำ นอกจากนี้ยังพบบ่อน้ำใกล้เคียง ซึ่งอยู่ห่างออกไปทางทิศตะวันออก 200 เมตร ทรุดตัวไปจากเดิม 10-20 เซนติเมตร ท่อพีวีซีมีการโค้งงอชัดเจน

ปัจจุบันจากการตรวจสอบเพิ่มเติมในวันที่ 3 มกราคม 2548 พบว่าหลุมยุบขยายตัวกว้างกว่า 9 เมตรและมีความลึกเพิ่มถึง 4-5 เมตร มีน้ำขังพอสมควร

ประวัติเดิม มีหลุมยุบเกิดขึ้นหลายครั้งในเขต อ. ละงู เช่นบ้านทุ่งนางแก้ว เมื่อ 2 เดือนที่ผ่านมา และหลายๆบริเวณ แต่บริเวณนี้อยู่ใกล้ชุมชนมากที่สุด

บทสรุป รอยเลื่อนและดินแยกใกล้บ่อน้ำที่หลุมยุบน่าจะสัมพันธ์กับรอยเลื่อนและแผ่นดินไหว และมีการยุบตัวของหลุมตามโพรงถ้ำที่รองรับข้างใต้ตามมา โดยดินที่ทับถมโพรงถ้ำแต่เดิมมีลักษณะร่วนไม่แน่น ซึ่งเมื่อเกิดการสั่นไหวที่รุนแรงระดับหนึ่ง หรือจากการเปลี่ยนแปลง

ของระดับน้ำใต้ดินที่รวดเร็วเกินไป ชั้นดินตามโพรงดังกล่าวจะเกิดการยุบตัว จัดว่าเป็นพื้นที่ที่ต้องระวังไว้ ความเสียหาย ไม่มีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บ แต่เกิดความเสียหายต่อบ่อน้ำใกล้เคียง

### 2.6.6.9 พื้นที่หลุมยุบกึ่งอำเภอมะนัง จ. สตูล

ได้มีการออกข่าวทางโทรทัศน์และหนังสือพิมพ์ว่ามีหลุมยุบอยู่ประมาณ 6 หลุม ให้ไปตรวจสอบด่วน พื้นที่ทั้งหมดอยู่ใน บ้านปากคอก ม. 6 ต. สวนปาล์มพัฒนา กิ่ง อ. มะนัง จ. สตูล พบจริงๆ เพียง 5 หลุม โดยหลุมที่ 1 อยู่ในพิกัด 0605647 และ 0782585 ระวังทุ่งหว่า หลุมที่ 2-5 อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน (ห่างกันประมาณ 20 เมตร) พิกัด 0605704 และ 0783576 (ตาราง 2.9)

เวลาหลุมที่ 1 ถล่มเวลา 18.00 น. วันที่ 27 ธ.ค.47 และหลุม 2-5 เวลา 6.00 น.

สภาพธรณีวิทยาของทุกหลุมอยู่ในปริมาตรหินปูนออร์โดวิเซียน ที่อยู่ใกล้แนวสัมผัสของ หินดินดาน หินเชิร์ต ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน

ลักษณะพื้นที่ หลุมที่ 1 เป็นที่ราบเชิงเขา ทางเดินขึ้นเขาหินปูน ห่างจากภูเขา 250 เมตร ห่างจากลำธาร 50 เมตร สภาพหลุม กว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร ลึกสูงสุด 3 เมตร แต่จากคำบอกเล่าสภาพลึกเดิม 6 เมตร ยังมีน้ำขัง ซึ่งคาดว่าเป็นน้ำใต้ดิน ไม่พบหินดาน แต่จากธรณีวิทยาเชื่อว่าหินดานข้างใต้ ซึ่งอาจไม่ลึกนัก เป็นหินปูนยุคออร์โดวิเซียน ที่มีโพรงถ้ำ ปัจจุบัน ดินไม่ค่อยแสดงการยุบตัว มีการกันพื้นที่รอบๆ กว้าง 15 เมตร ปากหลุมไม่ขยายตัวแล้ว แต่ในหลุมมีการขยายด้านข้างออกเป็นรูปโอง ดินที่อยู่ในหลุมเป็นดินเหนียว ดินร่วน สีน้ำตาลเหลือง ซึ่งเป็นดินที่สะสมตัวตามเชิงเขา ขอบบ่อพังทลายและมีดินตกลงไปในหลุม หลุมที่ 2 เป็นที่ราบเชิงเขาหินปูน ห่างจากภูเขา 200 เมตร ห่างจากร่องน้ำ 10-20 เมตร ลักษณะดินปากหลุมและในหลุมคล้ายหลุม 1 คือเป็นดินสะสมตัวตามเชิงเขา หลุมกว้าง 5 เมตร ยาว 6 เมตร ลึก 3-4 เมตร คำบอกเล่าสภาพลึกเดิม 5 เมตร พบน้ำใต้ดินเล็กน้อยตามก้นบ่อ สภาพดินแน่นขึ้น ยกเว้นตรงที่มีน้ำยังอ่อนและยุบตัว ไม่พบหินดาน ซึ่งน่าเป็นหินปูนมีโพรง หลุม 3-5 เป็นหลุมยุบเล็กๆ กว้างไม่เกิน รัศมี 1 เมตร อยู่ติดกัน ทั้งหมดอยู่ในลำธาร ทางตะวันตกของหลุม 2 ปัจจุบันหลุมไม่ยุบและเริ่มมีตะกอนท้องน้ำสะสมแล้ว อย่างไรก็ตามพบว่าแนว trend หลุม 2-3-4-5 อยู่ในแนว 310-320 หรือ NW-SE ซึ่งเป็นแนว conjugated ของรอยเลื่อนใกล้เคียง

จากประวัติในบริเวณนี้พบว่าหลุมยุบนี้ น่าจะเกิดจากการยุบตัวของหน้าดินที่วางทับหินปูนมีโพรง ซึ่งภายหลังจากสิ้นสะเทือน อาจทำให้เกิดการยุบตัวของดินเพื่ออุดตามช่องว่างของโพรง ซึ่งมีแนวการยุบตัวอาจจะอยู่ในแนวตั้งฉากกับรอยเลื่อนใหญ่

ตาราง 2.9 สรุปเหตุการณ์หลุมยุบ ตั้งแต่วันที่ 26 ธ.ค.2547-22 มิ.ย.2548 ปัจจุบันพบใน 14 จังหวัดรวม 56 หลุม (กรมทรัพยากรธรณี)

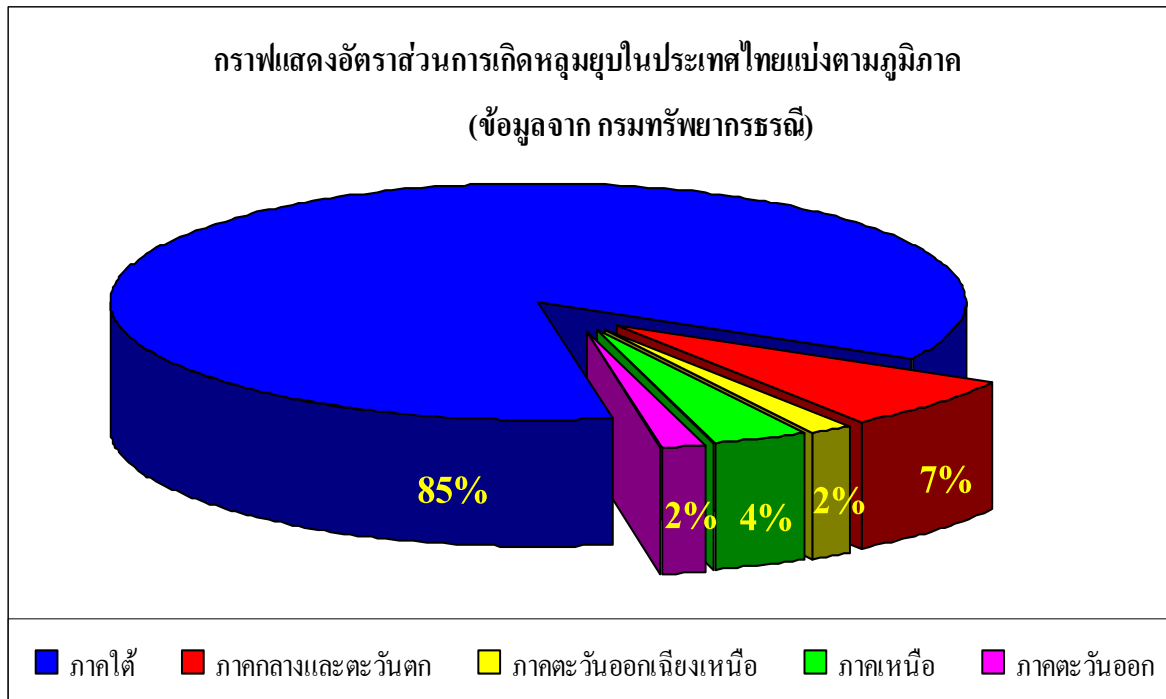
วันที่	สถานที่	จำนวน ( หลุม )	ขนาด ก x ย x ล ( เมตร )
26 ธ.ค. 47	บริษัทกระบี่น้ำมันพืช ค. อ่าวลึกเหนือ อ. อ่าวลึก จ. กระบี่	1	6x7x5
26 ธ.ค. 47	บ้านเขาหลัก หมู่ 7 ต. น้ำผุด อ. เมือง จ. ตรัง	1	1x8x5
27 ธ.ค. 47	บ้านปากคอก หมู่ 6 ต. สวนป่าส้มพัฒนา กิ่ง อ. มะนัง จ. สตูล	5	4x5x3 5x6x3 อีก 3 หลุมขนาด 1x1x1
29 ธ.ค. 47	บ้านเขาหลัก หมู่ 7 ต. น้ำผุด อ. เมือง จ. ตรัง	2	4x5x3 1x1x1
30 ธ.ค. 47	บ้านปากแจ่ม หมู่ 7 ต. ปากแจ่ม อ. ห้วยยอด จ. ตรัง	1	5x20x6
31 ธ.ค. 47	บ้านหัวทาง หมู่ 6 ต. ละงู จ. สตูล	1	6x8x4
3 ม.ค. 48	ทิศตะวันออกจากบริษัทกระบี่น้ำมันพืชประมาณ 200 เมตร ค. อ่าวลึกเหนือ อ. อ่าวลึก จ. กระบี่	1	2x3x3
3 ม.ค. 48	บ้านควนโหนด หมู่ 3 ต. ท่ายาง อ. พังใหญ่ จ. นครศรีธรรมราช	1	20x20x15
6 ม.ค. 48	บ่อแสนวิลล่า ต. บ่อแสน อ. ทัพปุด จ. พังงา ( ยุบตัว 26 ธ.ค. 47)	1	4x6x3
6 ม.ค. 48	หมู่ที่ 7 ต. ช้างขาว อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี ( ยุบตัว 26 ธ.ค. 47)	1	4x4x2
6 ม.ค. 48	บ้านโพนคำย ม. 7 ต. นาอ้อ อ. เมือง จ. เลย ( ยุบตัว 6 ม.ค. 48)	1	8x8x4
9 ม.ค. 48	เขาถ้ำทะลุ หมู่ 3 ต. ควนโดน อ. ควนโดน จ. สตูล	1	0.8x0.8x10
9 ม.ค. 48	หมู่ที่ 4 ต. ลำสินธุ์ กิ่ง อ. ศรีนครินทร์ จ. พัทลุง	1	3x3x2
11 ม.ค. 48	หมู่ที่ 2 ต. ขอนหาด อ. ชะอวด จ. นครศรีธรรมราช ( ยุบตัววันที่ 11 ม.ค. 48)	1	40x40x17
11 ม.ค. 48	หมู่ที่ 2 ต. ขุนทะเล อ. ลานสะกา จ. นครศรีธรรมราช	2	1.5x1.5x2
14 ม.ค. 48	บ้านคอกควาย อ. บ้านไร่ จ. อุทัยธานี	1	1x1x1 ( ไม่พบโพรง )
21 ม.ค. 48	ต. กรูด อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี	1	5x5x4
21 ม.ค. 48	ต. ขวา อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี	1	2x2x2
21 ม.ค. 48	หมู่ 10 ต. พังพรหมคร อ. เกียนซา จ. สุราษฎร์ธานี	1	ไม่พบโพรงใต้ดิน
22 ม.ค. 48	หมู่ 3 บ้านต้นพยอม ต. หน้าเขา อ. เขาพนม จ. กระบี่ ( ยุบตัว 27 ธ.ค. 47)	1	2x2x2
26 ม.ค. 48	อ. นาโยง จ. ตรัง	1	3x3x3
31 ม.ค. 48	ม. 7 ต. ลิพัง อ. ปะเหลียน จ. ตรัง	1	บ่อน้ำยุบตัว ท่อบ่อหาย 24 ท่อ
7 ก.พ. 48	บ้านสันสลิม .5 ต. ปากอ้อคอนชัย อ. เวียงชัย จ. เชียงราย	1	3x3x5
9 ก.พ. 48	บ้านทุ่งคางิ้ว ม. 3 ต. ถ้ำพรรณา อ. ถ้ำพรรณา จ. นครศรีธรรมราช	1	7x7x3
	ม. 6 ต. หน้าเขา อ. เขาพนม จ. กระบี่	1	2x2x3

ตาราง 2.9 (ต่อ) สรุปเหตุการณ์หุลุมยุบ ตั้งแต่วันที่ 26 ธ.ค. 2547-22 มิ.ย 2548 ปัจจุบันพบใน 14 จังหวัด รวม 56 หลุม (กรมทรัพยากรธรณี)

วันที่	สถานที่	จำนวน ( หลุม )	ขนาด ก x ย x ล ( เมตร )
	ม.6 ต. หน้าเขา อ. เขาพนม จ. กระบี่	1	2x2x3
11 ก.พ. 48	ม.5 ต. ตากแดด อ. เมือง จ. ชุมพร	1	3x3x1
17 ก.พ. 48	ม.1 ต. สำนักทอง อ. เมือง จ. ระยอง	1	1x1x1
19 ก.พ. 48	บ้านแม่ยางโทน ต. แม่ยางตาล อ. ร้องกวาง จ. แพร่	1	1.2x1.2x6 ( ป่อน้ำทรุดตัว )
9 มี.ค. 48	ต. บางเหลียง อ. ปลายพระยา จ. กระบี่	2	6x6x7
6 เม.ย. 48	บ้านหมาก หมู่ 6 ต. ยางสวรรค์ อ. พระแสง จ. สุราษฎร์ธานี	4	5x7x2.3
	บ้านห้วยสี่เสียด ต. คอนสัก อ. คอนสัก จ. สุราษฎร์ธานี	2	2.6x5x1
9 พ.ค. 48	บ้านทุ่งนางแก้ว หมู่ 5 ต. น้ำผุด อ. ละงู จ. สตูล	1	3 x 3 x 2
13 พ.ค. 48	ต. เขาสก อ. พนม จ. สุราษฎร์ธานี	2	8 x 8 x 6 x 234
15 พ.ค. 48	ต. ย่านซ้อ อ.ควนโดน จ. สตูล	1	3 x 3 x 4
18 พ.ค. 48	อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	1	2 x 2 x 2
20 พ.ค. 48	โรงเรียนบ้านกอม่องทะเล อ.สังขละบุรี จ. กาญจนบุรี	1	5.5 x 5.5 x 3.5
30 พ.ค. 48	ต.เขาวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง(รอยแตก บ้านร้าง จากหุลุมยุบ)	1	ไม่ชัดเจน
1 มิ.ย. 48	หมู่ 3 ต.โพธิ์น่างำตอก อ.สรรพยา จ. ชัยนาท	1	
6 มิ.ย. 48	บ้านหนองคล้า ต.อ่าวลึก จ.กระบี่	1	2 x 2 x 2
7 มิ.ย. 48	บ้านบางเหลียว ต. คีรีวงค์ อ. ปลายพระยา จ. กระบี่	1	1 x 1 x 1
8 มิ.ย. 48	โรงเรียนเด็กอนุบาลวัดจันทาราม หมู่ 2 ต.น้ำจืด อ.กระบุรี จ.ระนอง	1	4.6 x 5 x 3
22 มิ.ย. 48	หมู่ 7 เทศบาลวังไผ่ อ. เมือง จ. ชุมพร	1	4.6 x 5 x 3 มีน้ำก้นหลุมลึก 1 เมตร
22 มิ.ย 48	บ้านหัวทาง อ. ละงู จ. สตูล	2	1 x 1 x 0.5
	รวม	56	

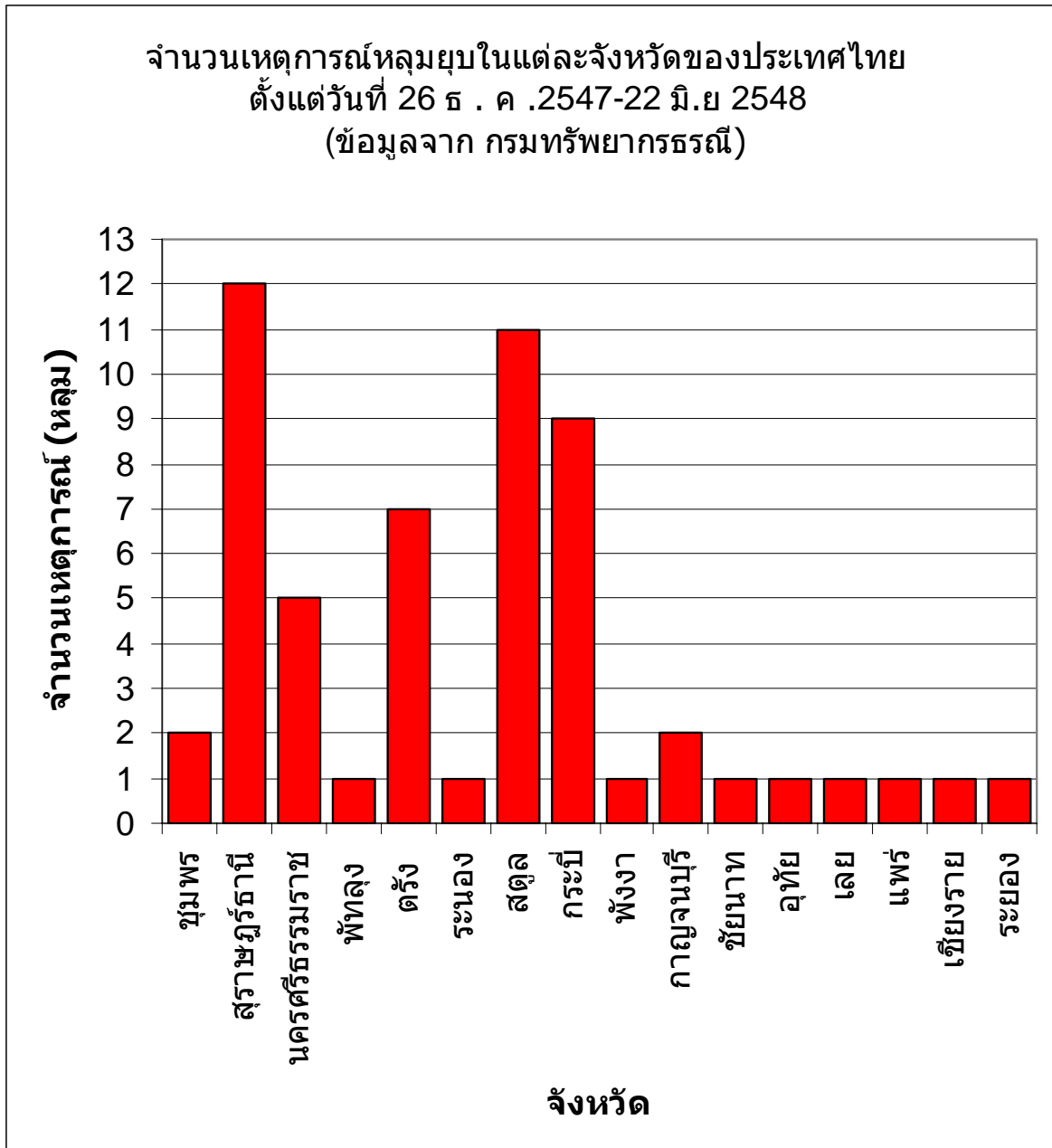
จากข้อมูลการเกิดหุลุมยุบหลังจากวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นวันที่เกิดแผ่นดินไหว 9.3 ริคเตอร์ที่เกาะสุมาตรา พบว่าหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวในครั้งนั้น ประเทศไทยได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน จะเห็นได้ว่าเกิดหุลุมยุบอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในภาคใต้ของประเทศไทย (รูป 2.82) เกิดหุลุมยุบมากที่สุด คิดเป็น 85 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับภาคอื่นๆ ทั้งหมด ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากลักษณะทางธรณีวิทยาของภาคใต้นั้นมีหินฐานธรณีที่เป็นหินปูนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งโดยธรรมชาติของหินปูนแล้วมักจะเกิดโพรงหรือถ้ำอยู่ภายในอันเนื่องมาจากการกัดเซาะของน้ำใต้ดิน ดังนั้นเมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือนหรือมีการเคลื่อนตัวอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว โพรงหรือถ้ำที่อยู่ใต้ดินจึงเกิดการถล่มและเกิดเป็นหุลุมยุบแสดงให้เห็นบนบริเวณพื้นโลก





รูป 2.82 อัตราส่วนการเกิดหลุมยุบหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 แบ่งตามภูมิภาค (ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี)

เมื่อพิจารณาการเกิดหลุมยุบในภาคใต้ในแต่ละจังหวัดจะเห็นว่า จังหวัดที่เกิดหลุมยุบมากที่สุดคือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 12 หลุม รองลงมาคือ สตูล 11 หลุม และกระบี่ 9 หลุม ตามลำดับ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า 3 จังหวัดเหล่านี้เป็นจังหวัดที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดหลุมยุบมากที่สุด ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากความเปราะบางของชั้นใต้ดินก็เป็นได้ แต่อีกนัยหนึ่งก็ควรระวังจังหวัดที่ยังเกิดหลุมยุบน้อยครั้ง เพราะเนื่องจากยังมีการขุดตัวไม่มากนัก แสดงว่าน่าจะมีโอกาสเกิดมากกว่าในบริเวณที่เคยเกิดมาแล้ว ซึ่งควรมีการศึกษาอย่างละเอียดต่อไป



รูป 2.83 จำนวนการเกิดหลุมยุบหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ในภาคใต้ของประเทศไทยแบ่งตามจังหวัด (ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี)

### 2.6.7 แผ่นดินถล่ม

ดินถล่มหรือโคลนถล่ม คือ การเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก และจะมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องในการทำให้มวลดินและหินเคลื่อนตัวด้วยเสมอ ดินถล่มมักเกิดตามมาหลังจากน้ำป่าไหลหลาก ในขณะที่เกิดพายุฝนตกหนักรุนแรงต่อเนื่อง หรือภายหลังจากพายุฝนแผ่นดินไหวก็เป็นอีกสาเหตุที่สำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดดินถล่มได้ ซึ่งกรมทรัพยากรธรณีได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับดินถล่มและเสนอพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มตามระดับความเสี่ยง โดยแบ่งเป็นจังหวัด ซึ่งพื้นที่ที่มีความ

เสี่ยงในการเกิดดินถล่ม มีอยู่ 3 จังหวัด คือ จังหวัดภูเก็ต (ตาราง 2.10), จังหวัดกระบี่ (ตาราง 2.11) และ จังหวัดพังงา (ตาราง 2.12)

ตาราง 2.10 บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (จังหวัดภูเก็ต) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
1	ภูเก็ต	กระทุ้ง	กระทุ้ง	บ้านไม้เรียบ	
2	ภูเก็ต	กระทุ้ง	กระทุ้ง	บ้านเหนือ (น้ำตก, ลีเกอ)	
3	ภูเก็ต	กระทุ้ง	ป่าตอง	บ้านกะหลิม	
4	ภูเก็ต	ถลาง	เทพกระษัตรี	บ้านแขนง	
5	ภูเก็ต	ถลาง	เทพกระษัตรี	บ้านพรุสมภาร	
6	ภูเก็ต	ถลาง	เทพกระษัตรี	บ้านเหรียญ	
7	กระบี่	ถลาง	เทพกระษัตรี	บ้านแหลมทราย	
8	ภูเก็ต	ถลาง	ป่าคลอก	บ้านฝักจืด	
9	ภูเก็ต	ถลาง	ไม้ขาว	บ้านหมากปรก	
10	ภูเก็ต	ถลาง	ศรีสุนทร	บ้านลิพอนเข้าล้าน	
11	ภูเก็ต	ถลาง	ศรีสุนทร	บ้านควน	
12	ภูเก็ต	ถลาง	ศรีสุนทร	บ้านลิพอนบางกอก	
13	ภูเก็ต	ถลาง	ศรีสุนทร	บ้านท่าเรือ	
14	ภูเก็ต	เมือง	กระรน	บ้านกะตะ	
15	ภูเก็ต	เมือง	กระรน	บ้านกระรน	
16	ภูเก็ต	เมือง	กระรน	บ้านคอกช้าง	
17	ภูเก็ต	เมือง	กระรน	บ้านบางลา	
18	ภูเก็ต	เมือง	ฉลอง	บ้านวัดใหม่	
19	ภูเก็ต	เมือง	ราไวย์	บ้านแหลมพรหมเทพ	
20	ภูเก็ต	เมือง	วิชิต	บ้านชิดเขียว	
21	ภูเก็ต	เมือง	วิชิต	บ้านแหลมพันวา	

ตาราง 2.11 บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (กระบี่) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
1	กระบี่	เกาะลันตา	ศาลาด่าน	บ้านโล๊ะคูหยง	
2	กระบี่	เกาะลันตา	เกาะลันตาน้อย	บ้านคลองโตนด	
3	กระบี่	เมือง	ทับปริก	บ้านท่าคลอง	
4	กระบี่	เมือง	ทับปริก	บ้านหนองพุด	
5	กระบี่	เมือง	อ่าวนาง	บ้านแหลมตง	
6	กระบี่	เหนือคลอง (กิ่งอำเภอ)	เกาะศรีบอยา	บ้านเกาะปู	
7	กระบี่	เหนือคลอง (กิ่งอำเภอ)	ศาลาด่าน	บ้านโล๊ะคูหยง	
8	กระบี่	อ่าวลึก	เกาะลันตาน้อย	บ้านคลองโตนด	

ตาราง 2.12 บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (พังงา) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ/กิ่ง	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
1	พังงา	กะปง	กะปง	บ้านกะปง	
2	พังงา	กะปง	กะปง	บ้านบางกุ่ม	
3	พังงา	กะปง	ท่านา	บ้านปากถัก	
4	พังงา	กะปง	ท่านา	บ้านท่านา	
5	พังงา	กะปง	รมณีย์	บ้านปากคลอง	
6	พังงา	กะปง	รมณีย์	บ้านท่าหัน	
7	กระบี่	กะปง	รมณีย์	บ้านรมณีย์	
8	พังงา	กะปง	เหมาะ	บ้านปลาขวา(ค้างคาว)	
9	พังงา	กะปง	เหมาะ	บ้านเหมาะ	
10	พังงา	กะปง	เหมาะ	บ้านสะพานเสือ	
11	พังงา	กะปง	เหล	บ้านช้างเขือ	
12	พังงา	กะปง	เหล	บ้านปากเหล	
13	พังงา	กะปง	เหล	บ้านเล็ดดอก	
14	พังงา	กะปง	เหล	บ้านในเหล	

ตาราง 2.12 (ต่อ) บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (พังงา) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ/กิ่ง	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
15	พังงา	เกาะยาว	คุระ	บ้านอ่าวกะพ้อ	
16	พังงา	เกาะยาว	พรุไฉ	บ้านคลองคินเหนียว	
17	พังงา	เกาะยาว	พรุไฉ	บ้านท่าเรือ	
18	พังงา	คุระบุรี	คุระ	บ้านเตรียม	
19	พังงา	คุระบุรี	คุระ	บ้านทุ่งหนา	
20	พังงา	คุระบุรี	คุระ	บ้านบางหละ	
21	พังงา	คุระบุรี	คุระ	บ้านบางหว่า	
22	พังงา	คุระบุรี	คุระ	บ้านห้วยทรัพย์	
23	พังงา	คุระบุรี	คุระ	บ้านหินลาด	
24	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กระโสม	บ้านกะโสม	
25	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กระโสม	บ้านกะโสม	
26	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กระโสม	บ้านจีน	
27	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กระโสม	บ้านพรุใหญ่	
28	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กะไหล	บ้านกะไหล	
29	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กะไหล	บ้านควน	
30	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	กะไหล	บ้านเหนือ	
31	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	คลองเคียน	บ้านคลองใส	
32	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	คลองเคียน	บ้านติเต๊ะ	
33	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	คลองเคียน	บ้านบางดิบ	
34	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	คลองเคียน	บ้านหาดทรายเปลือกหอย	
35	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	โคกกลอย	บ้านนากลาง	
36	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	ถ้ำ	บ้านขุมมุด	
37	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	ถ้ำ	บ้านลำวะนอก	
38	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	ถ้ำ	บ้านจีน้อย	
39	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	ถ้ำ	บ้านทุ่งซีเหล็ก_(ลำวะใน)	
40	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	ท่าอยู่	บ้านนาโทอง	
41	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	ท่าอยู่	บ้านตากแดด	
42	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	หล่อยูง	บ้านควน	

ตาราง 2.12 (ต่อ) บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (พังงา) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ/กิ่ง	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
43	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	หล่อยูง	บ้านบางปลา	
44	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	หล่อยูง	บ้านหล่อยูงออก	
45	พังงา	ตะกั่วทุ่ง	หล่อยูง	บ้านแหลมหิน	
46	พังงา	ตะกั่วป่า	เกาะยาว	บ้านนอกนา	
47	พังงา	ตะกั่วป่า	เกาะยาว	บ้านเมืองใหม่	
48	พังงา	ตะกั่วป่า	กึกคัก	บ้านทุ่งขมิ้น	
49	พังงา	ตะกั่วป่า	กึกคัก	บ้านบางเนียง	
50	พังงา	ตะกั่วป่า	กึกคัก	บ้านบางหลาโอน	
51	พังงา	ตะกั่วป่า	โคกเคียน	บ้านทุ่งหัวนา	
52	พังงา	ตะกั่วป่า	โคกเคียน	บ้านบางลาน	
53	พังงา	ตะกั่วป่า	โคกเคียน	บ้านบางกรักใน	
54	พังงา	ตะกั่วป่า	ตะกั่วป่า	บ้านทุ่งโดนดัวนเหนือ	
55	พังงา	ตะกั่วป่า	ตำตัว	บ้านวังรา	
56	พังงา	ตะกั่วป่า	ตำตัว	บ้านเชิงปราง	
57	พังงา	ตะกั่วป่า	ตำตัว	บ้านตำตัว	
58	พังงา	ตะกั่วป่า	ตำตัว	บ้านบนโดน	
59	พังงา	ตะกั่วป่า	ตำตัว	บ้านบางเหริยง	
60	พังงา	ตะกั่วป่า	ตำตัว	บ้านเหนือ	
61	พังงา	ตะกั่วป่า	บางไทร	บ้านทุ่งกก	
62	พังงา	ตะกั่วป่า	บางไทร	บ้านทุ่งโดนดัวนใต้	
63	พังงา	ตะกั่วป่า	บางไทร	บ้านดอกแดง	
64	พังงา	ตะกั่วป่า	บางไทร	บ้านบางมรวน	
65	พังงา	ตะกั่วป่า	บางไทร	บ้านพังจวน	
66	พังงา	ตะกั่วป่า	บางนายสี	บ้านบางนายสี	
67	พังงา	ตะกั่วป่า	บางม่วง	บ้านในปี	
68	พังงา	ตะกั่วป่า	บางม่วง	บ้านบางน้ำใส	
69	พังงา	ทับปุด	โคกเจริญ	บ้านคลังชัน	
70	พังงา	ทับปุด	โคกเจริญ	บ้านทุ่งต่อเรือ	


ตาราง 2.12 (ต่อ) บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (พังงา) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ/กิ่ง	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
71	พังงา	ทับปุด	โคกเจริญ	บ้านปากช่อง	
72	พังงา	ทับปุด	ถ้ำทองกลาง	บ้านไม้งาม	
73	พังงา	ทับปุด	ทับปุด	บ้านเขาคำนอน	
74	พังงา	ท้ายเหมือง	ทุ่งมะพร้าว	บ้านเขากล้วย	
75	พังงา	ท้ายเหมือง	ทุ่งมะพร้าว	บ้านสร้างตนเอง	
76	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านช้างนอน	
77	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านดินเป็ด	
78	พังงา	ท้ายเหมือง	ทุ่งมะพร้าว	บ้านทุ่งมะพร้าว	
79	พังงา	ท้ายเหมือง	ทุ่งมะพร้าว	บ้านอินทนิล_(บางป่อ)	
80	พังงา	ท้ายเหมือง	ทุ่งมะพร้าว	บ้านนาใน	
81	พังงา	ท้ายเหมือง	นาเดย	บ้านนาแฝก	
82	พังงา	ท้ายเหมือง	นาเดย	บ้านบางคลี	
83	พังงา	ท้ายเหมือง	บางทอง	บ้านค่าย	
84	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำแก่น	บ้านเขาหลัก	
85	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำแก่น	บ้านคอนจันทร์	
86	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านบกปุย	
87	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านทับเหรียญ	
88	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านท่ากะได	
89	พังงา	ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านลำภี	
90	พังงา	เมือง	เกาะปันหยี	บ้านเกาะหมากน้อย	
91	พังงา	เมือง	ตากแดด	บ้านตากแดด	
92	พังงา	เมือง	ตากแดด	บ้านบางฉนวน	
93	พังงา	เมือง	ตากแดด	บ้านสวนพริก	
94	พังงา	เมือง	ตากแดด	บ้านลำรู่	
95	พังงา	เมือง	ถ้ำน้ำผุด	บ้านฝ้ายท่า	
96	พังงา	เมือง	ถ้ำน้ำผุด	บ้านหัวช้าง	
97	พังงา	เมือง	ท้ายช้าง	บ้านถ้ำน้ำผุด	
98	พังงา	เมือง	ทุ่งคาโงก	บ้านทุ่งคาโงก	

ตาราง 2.12 (ต่อ) บัญชีรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม พื้นที่ภาคใต้ (พังงา) (กรมทรัพยากรธรณี)

ลำดับ ที่	จังหวัด	อำเภอ/กิ่ง	ตำบล	บ้าน	ระดับ เสี่ยง
99	พังงา	เมือง	ทุ่งคาโงก	บ้านบางมา	
100	พังงา	เมือง	ทุ่งคาโงก	บ้านเก้าเจ้า	
101	พังงา	เมือง	ทุ่งคาโงก	บ้านในหนด	
102	พังงา	เมือง	นบปริง	บ้านนบปริง	
103	พังงา	เมือง	นบปริง	บ้านบางบัว	
104	พังงา	เมือง	นบปริง	บ้านปากหრა	
105	พังงา	เมือง	นบปริง	บ้านผล	
106	พังงา	เมือง	นบปริง	บ้านบางเนาะ	
107	พังงา	เมือง	นบปริง	บ้านโรงกลวง	
108	พังงา	เมือง	ปากอ	บ้านบางตง	
109	พังงา	เมือง	ปากอ	บ้านปากอ	
110	พังงา	เมือง	สองแพรก	บ้านทับหวน	
111	พังงา	เมือง	สองแพรก	บ้านสองแพรก	
112	พังงา	เมือง	สองแพรก	บ้านหินเพิง	

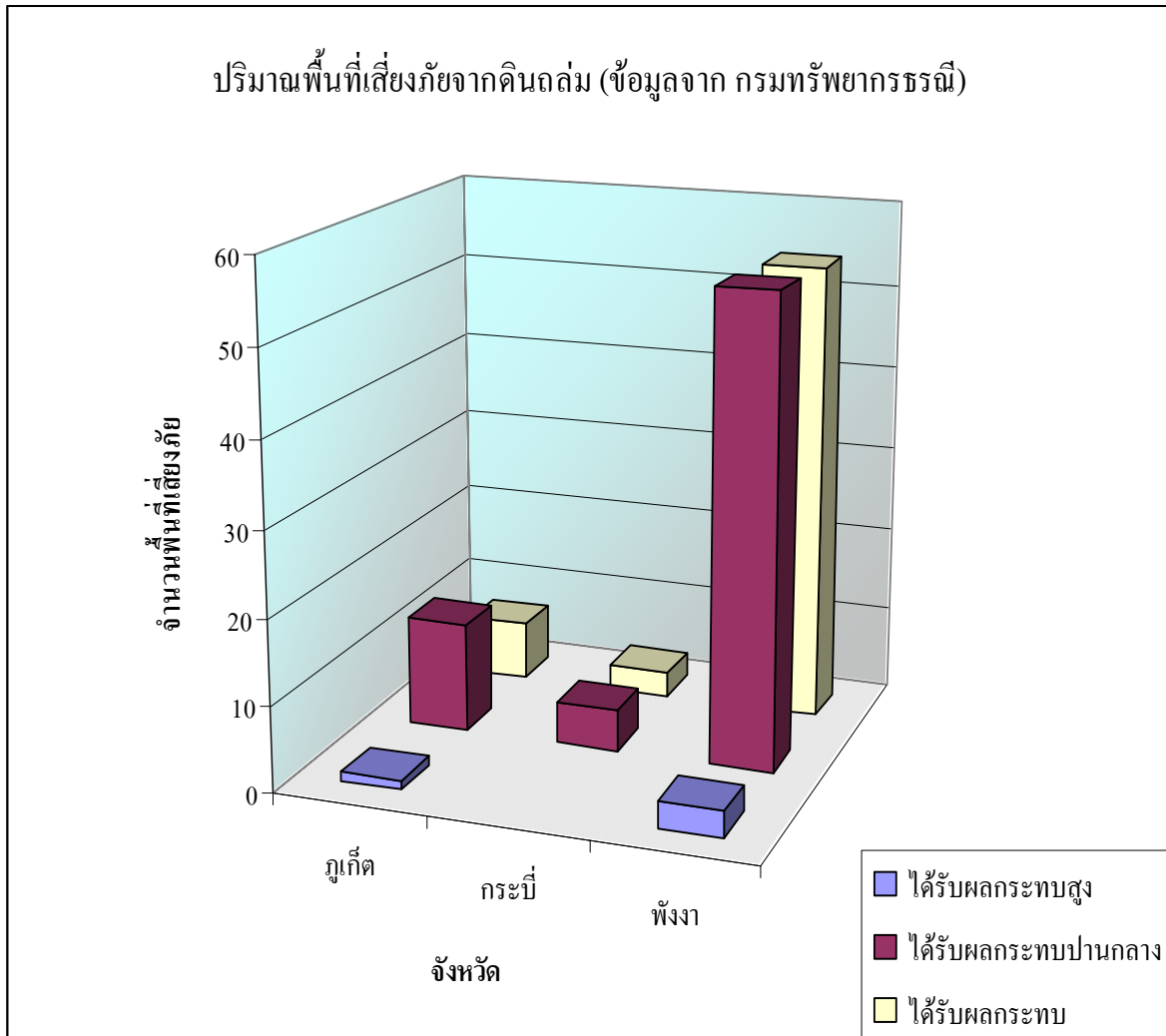
 = ได้รับผลกระทบ

 = ได้รับผลกระทบปานกลาง

 = ได้รับผลกระทบสูง

จากการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากกรมทรัพยากรธรณี ทำให้ทราบว่าจังหวัดที่เสี่ยงภัยดินถล่มมากที่สุด คือจังหวัดพังงา, ภูเก็ต และกระบี่ ตามลำดับ (รูป 2.84)





รูป 2.84 ปริมาณพื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม (ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี)

### 2.6.8 ประชาชนเสียชีวิตและสูญหาย

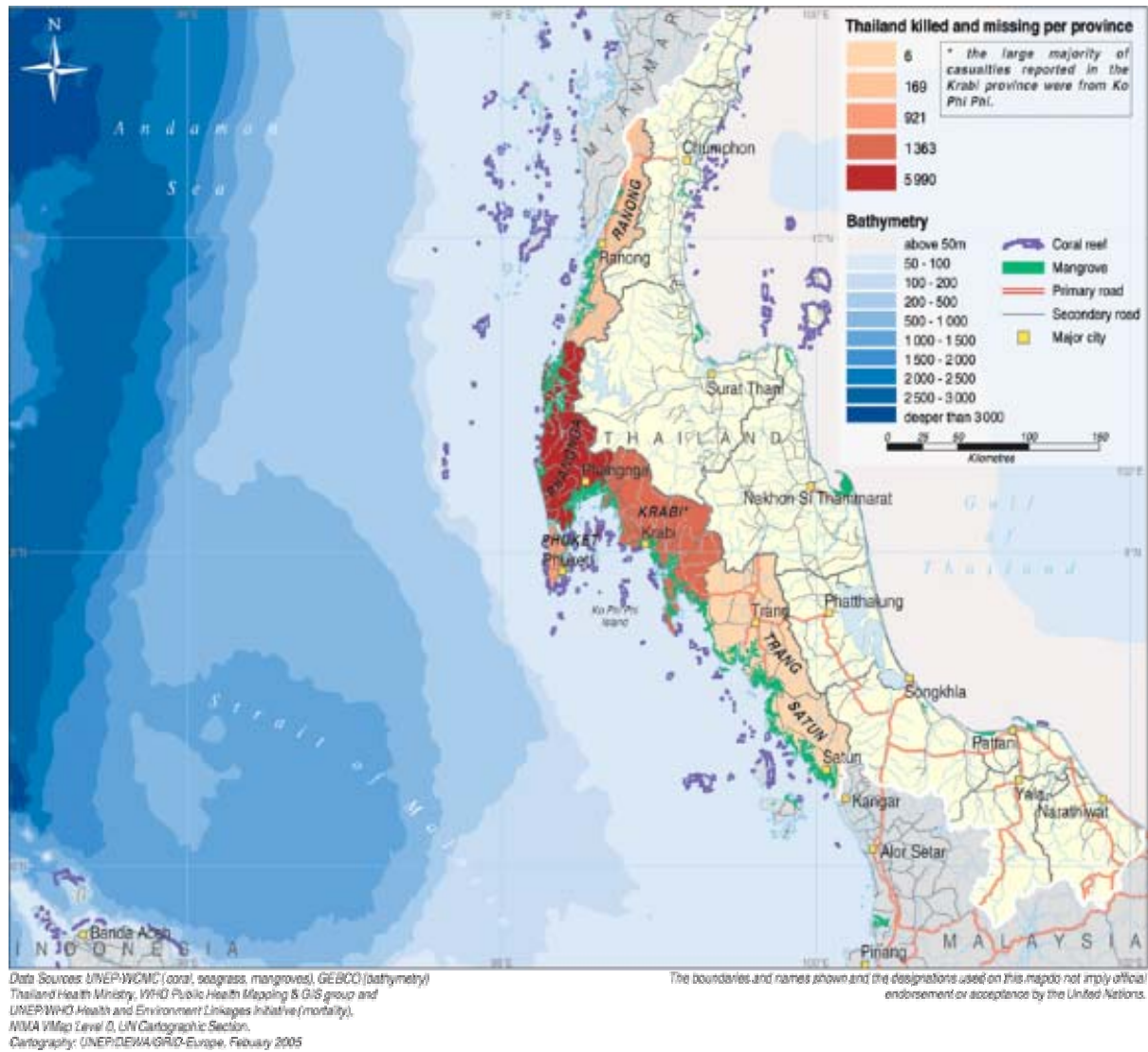
ผลกระทบที่เกิดจากสึนามิซัดเข้าทำลายชายฝั่งบริเวณรอบมหาสมุทรอินเดีย ส่งผลให้บ้านเรือนที่ปลูกสร้างบริเวณใกล้ชายหาดได้รับความเสียหายอย่างหนักและยากที่จะประเมินความเสียหายได้ และที่สำคัญที่สุดประชาชนที่อยู่ในบริเวณเหล่านั้นต้องเสียชีวิตและสูญหายอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากรายงานของ “International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies” ได้รายงานความเสียหายไว้ในบทความเรื่อง “ASIA: EARTHQUAKE AND TSUNAMIS” เมื่อวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2538 พบว่ามีประชาชนที่เสียชีวิตจากเหตุการณ์สึนามิในครั้งนี้ 213,762 คน ประชาชนสูญหายอีก 20,730 คน และมีประชาชนที่ไร้ที่อยู่อาศัยอีก 2,283,399 คน รายละเอียดดูที่ ตาราง 2.13

ตาราง 2.13 จำแนกจำนวนประชาชนที่เสียชีวิต, สูญหาย และไร้ที่อยู่อาศัยจากเหตุการณ์สึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

ประเทศ	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)	จำนวนผู้สูญหาย (คน)	จำนวนผู้ไร้ที่อยู่อาศัย (คน)
อินโดนีเซีย	166,320	6,245	617,159
ศรีลังกา	30,922	5,565	917,482
อินเดีย	10,749	5,640	667,599
มัลดีฟ	82	21	21,663
ไทย	5,318	3,199	-
พม่า	59	10	3,200
มาเลเซีย	68	50	4,296
แอฟริกาตะวันออก	244	-	52,000
รวม	213,762	20,730	2,283,399

ส่วนจำนวนผู้ที่เสียชีวิตและสูญหายในประเทศไทยนั้นมีจำนวนมากเป็นอันดับ 5 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาพักผ่อนในประเทศไทย จังหวัดพังงา เป็นพื้นที่ที่มีผู้เสียชีวิตมากที่สุด (รูป 2.85) ถัดมาก็เป็นจังหวัดกระบี่ ภูเก็ต ระนอง และตรัง ตามลำดับ

นอกจากความเสียหายทางด้านชีวิตและทรัพย์สินแล้ว ผลกระทบจากแผ่นดินไหวและสึนามิในครั้งนี้นี้ยังมีอีกมากมาย ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม ภูมิทัศน์ที่เสียไป ปะการังใต้น้ำ แหล่งท่องเที่ยวที่ต่างๆ ซึ่งเป็นที่นิยมของชาวต่างชาติ ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยว เศรษฐกิจและสังคมอีกด้วย



รูป 2.85 จำนวนผู้เสียชีวิตและผู้สูญหายในแต่ละจังหวัดจากเหตุการณ์สึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ([http://www.grid.unep.ch/product/map/download/thailand\\_victim.gif](http://www.grid.unep.ch/product/map/download/thailand_victim.gif))

## บทที่ 3

### เหตุการณ์สึนามิ เมื่อ 26 ธันวาคม 2547

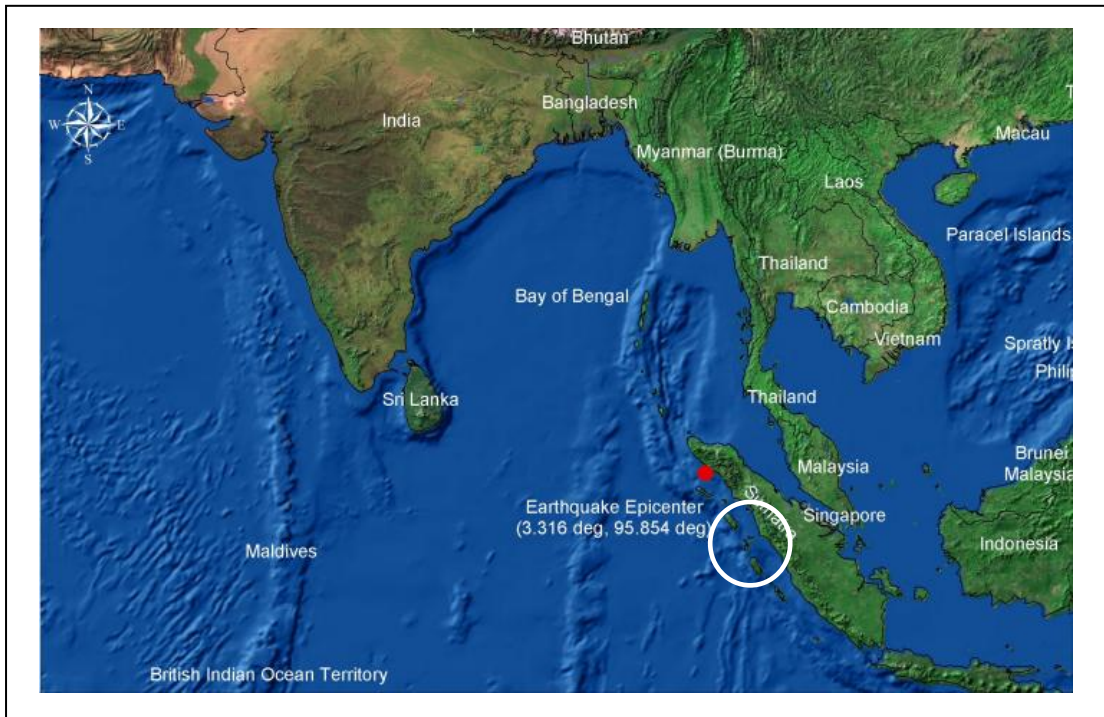
#### 3.1 บทวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์และการเกิดสึนามิ

##### 3.1.1 สาเหตุการเกิดสึนามิ

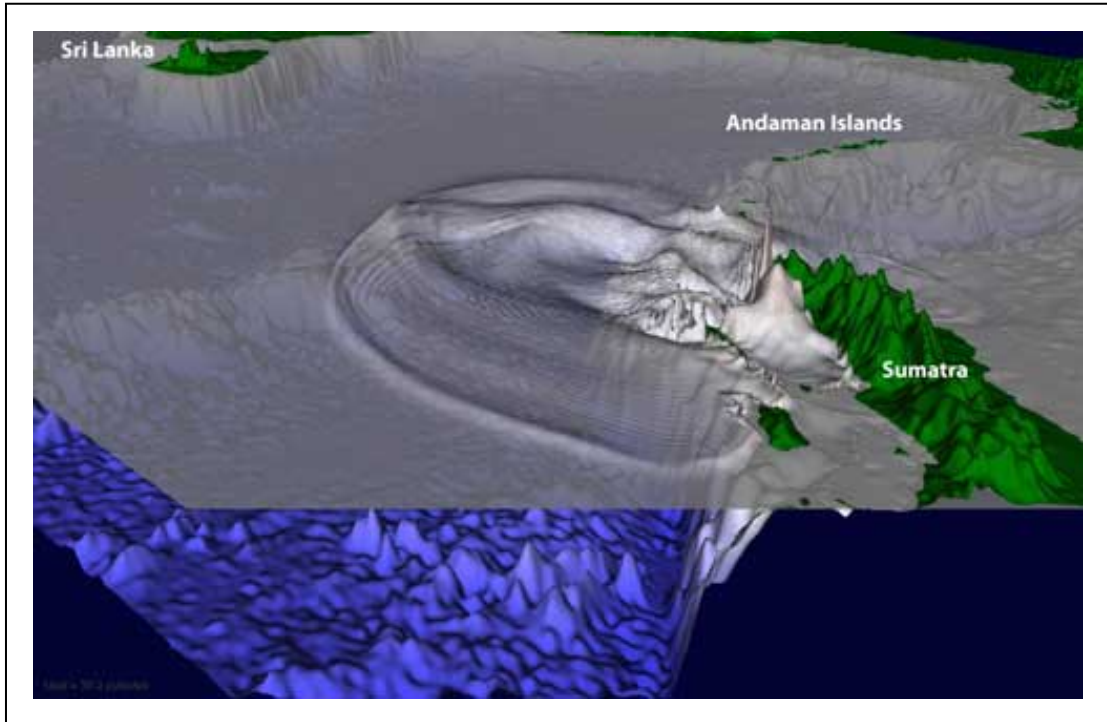
จากการประมวล วิเคราะห์หลักฐานต่างๆ ที่คณะผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ สามารถสรุประยะเวลา การเข้าปะทะของสึนามิในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันได้ดังที่กล่าวไปแล้วในบทที่แล้วคือ สึนามิเข้าปะทะฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต ประกอบด้วยชายหาดกะตะ กะรน ป่าตอง เมื่อเวลาประมาณ 9.38 น. และในเวลาถัดมาไม่กี่นาที ก็ได้เข้าปะทะชายหาดกมลา สุรินทร์ บางเทา เลพง์ ในยางและไม้ขาว รวมขึ้นไปถึงหาดท้ายเหมือง อ่าวทับละมุ เขาหลัก บ้านน้ำเค็ม ของจังหวัดพังงา และขึ้นไปถึงบริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสนและหาดใกล้เคียงของจังหวัดระนอง ซึ่งจะเห็นว่า ระยะเวลาที่แตกต่างกันของการเข้าปะทะ เป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ควบคุมความแตกต่างของลักษณะการเข้าปะทะของสึนามิได้ รวมไปถึง สามารถวิเคราะห์ลงไปรายละเอียดได้ว่า พฤติกรรมของสึนามิ มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถึงได้เกิดความแตกต่างของการเข้าปะทะในแต่ละพื้นที่

สาเหตุการเกิดสึนามิในครั้งนี้ คือ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกใต้ทะเลในบริเวณตอนใต้ของส่วนเหนือเกาะสุมาตรา (รูป 3.1) ซึ่งผลการคำนวณระยะทางการเคลื่อนตัวได้เปิดเผยออกมาแล้วในหลายๆ เอกสารวิชาการ โดยสรุประยะทางการเคลื่อนตัวเฉียงในแนวตั้ง (mega-thrust) ของแผ่นเปลือกโลกอินโด-ออสเตรเลีย โดยการมุดลงไปใต้แผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย ประมาณ 13.9 -15.0 เซนติเมตร (จากบทความของ Harinarayana และ Hirata ในวารสารนานาชาติ Gondwana Research ฉบับที่ 8 หน้า 246-257 ปี ค.ศ. 2005 และ Lay และคณะวารสาร Science ฉบับที่ 308 หน้า 1127-1133 ปี ค.ศ. 2005) แต่การคำนวณจากหลายสำนักยังมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมากในเรื่องของระยะทางทั้งในแนวตั้งและแนวระดับของการเคลื่อนตัวซึ่งยังมีรายงานการเปลี่ยนแปลงตัวเลขกันอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม ทีมสำรวจจากประเทศญี่ปุ่นได้เดินทางไปสำรวจสภาพพื้นที่องทะเลในบริเวณที่เกิดรอยแตกของแผ่นเปลือกโลกล่าสุดพร้อมได้บันทึกภาพและเก็บตัวอย่างหินและตะกอนใต้น้ำมาทำการวิเคราะห์ (ข้อมูลจากสารคดีของสถานีโทรทัศน์ NHK ประเทศญี่ปุ่น) พบว่าการเคลื่อนตัวครั้งนี้เกิดขึ้นในแนวเฉียง คิดเป็นระยะทางในแนวราบของการขยับตัวของแผ่นเปลือกโลกตัวประมาณ 15 กิโลเมตร การคืนตัวของแผ่นเปลือกโลกอินโด-ออสเตรเลีย หลังจากมุดตัวทำให้เกิดการดันตัวของมวลน้ำในแนวตั้งตลอดระยะทางแนวระนาบประมาณ 15 กิโลเมตร จะเห็นว่า การขยับตัวของมวลน้ำในแนวตั้งเกิดขึ้นก่อนหลังจากการคืนตัวอย่างมหาศาลของแผ่นเปลือกโลกอินโด-ออสเตรเลีย ทำให้พลังงานสะสมที่ทำให้มวลน้ำขยับตัวมีพลังงานมหาศาล และภายหลังจากการเคลื่อนตัวของมวลน้ำในแนวตั้งขึ้นถึงผิวน้ำทะเล การ

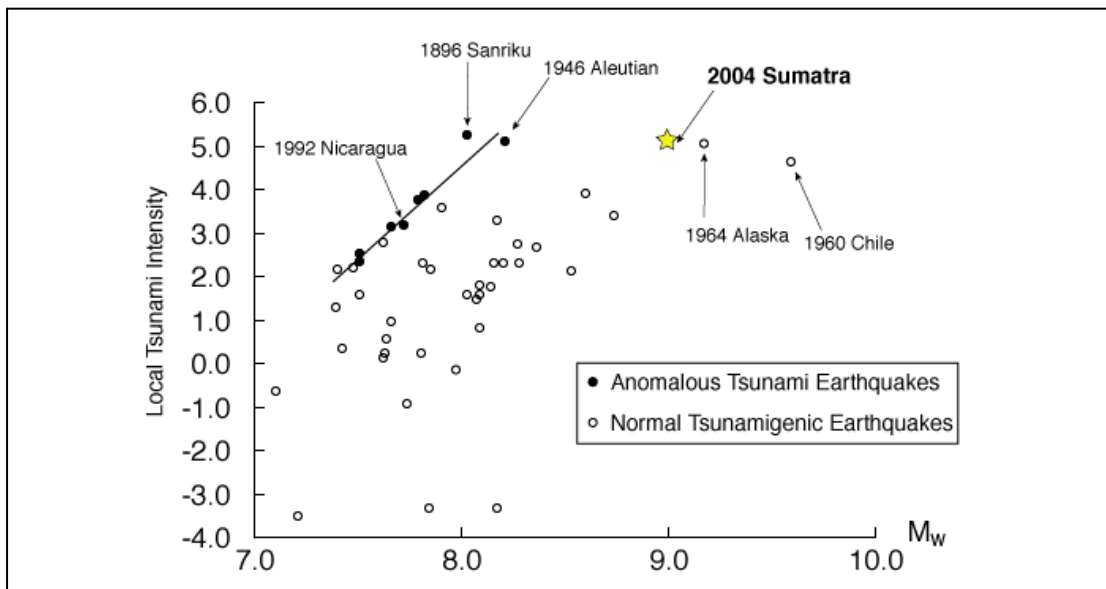
ขยายตัวแผ่ออกในแนวระดับไปตามมหาสมุทรที่เกิดขึ้น (รูป 3.2) ด้วยความเร็วและพลังงานเริ่มต้นสูงมาก และความเร็วของการแผ่ขยายตัวของสึนามิลดลงบ้างแต่ในอัตราไม่มาก และจะลดลงอีกเมื่อระดับฐานของสึนามิ และพื้นทะเล หรือมีการหักเหจากการเข้าชนเกาะแก่งต่างๆ และอาจจะมีความเร็วมากขึ้นหากเข้าสู่ร่องน้ำ ซึ่งพฤติกรรมเคลื่อนตัวของสึนามิเมื่อเข้าใกล้ฝั่งจะคล้ายกับคลื่นลมปกติหากพิจารณาในมุมมองทางกลศาสตร์ แต่ต่างกันอย่างมากในเรื่องความเร็วและพลังงานที่สะสมมาจากแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวและสึนามิ ซึ่งหากเปรียบเทียบความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิครั้งกับเหตุการณ์ที่ผ่านมาในอดีต จะเห็นว่า เหตุการณ์ครั้งนี้มีความรุนแรงเป็นลำดับที่สาม (รูป 3.3) แต่สร้างความสูญเสียและความเสียหายมากที่สุดเท่าที่เคยมีการบันทึกไว้ในประวัติศาสตร์



รูป 3.1 แผนที่ภูมิประเทศบริเวณกว้างแสดงสภาพความลึกของท้องทะเลและตำแหน่งศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหว เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ณ บริเวณตอนใต้ของเมืองบันดา อาจะห์ เกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย แสดงในจุดสีแดงในวงกลม (ข้อมูลรูปจาก : [http://www.baird.com/baird/en\\_html/indian\\_ocean/indianocean.html](http://www.baird.com/baird/en_html/indian_ocean/indianocean.html))



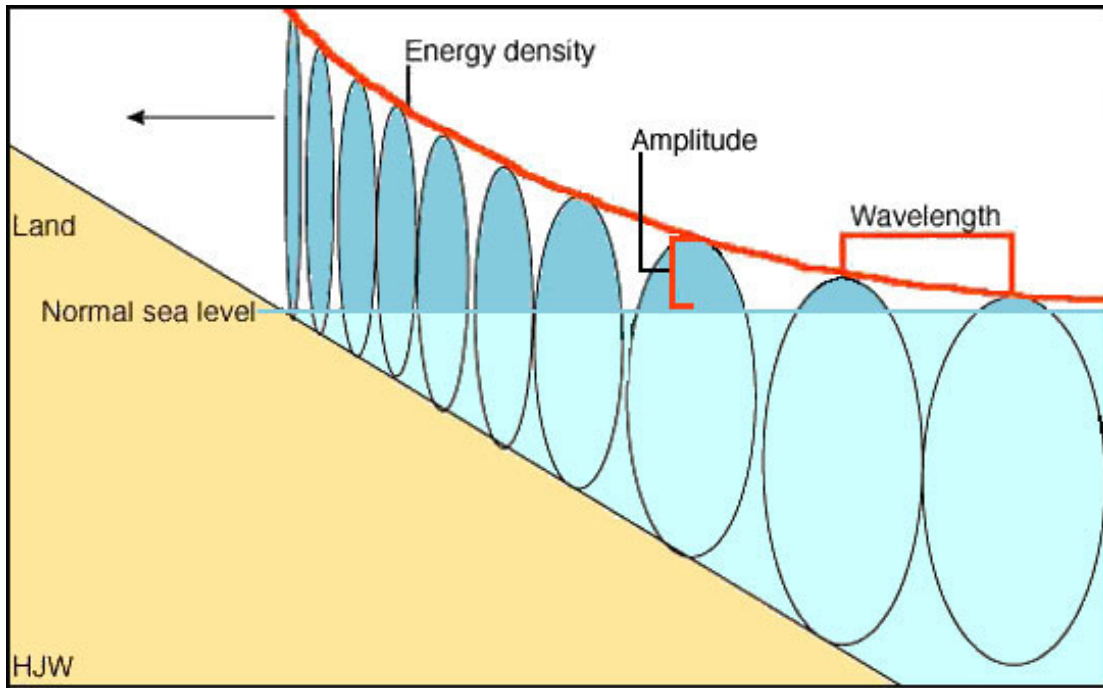
รูป 3.2 ภาพสามมิติจำลองตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของการเกิดสึนามิ ทิศทางการเคลื่อนที่ของสึนามิ และสภาพพื้นผิวแผ่นเปลือกโลกใต้มหาสมุทร (รูปภาพจำลองเคลื่อนที่ได้ในภาคผนวก: ข้อมูลรูปจาก [http://www.baird.com/baird/en\\_html/indian\\_ocean/indianocean.html](http://www.baird.com/baird/en_html/indian_ocean/indianocean.html))



รูป 3.3 กราฟเปรียบเทียบความรุนแรงของแผ่นดินไหวในมาตราวัดริกเตอร์ (9 ริกเตอร์) กับความรุนแรงของสึนามิ (Intensity 5) (รูปดาว) ของแต่ละพื้นที่ที่เคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ก่อให้เกิดสึนามิ จะเห็นว่า ตำแหน่งแผ่นดินไหวเมื่อ 26 ธันวาคม 2547 อยู่ในกราฟที่เมื่อพิจารณาถึงความรุนแรงของขนาดแผ่นดินไหวเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ที่เคยก่อให้เกิดสึนามิแล้วสูงเป็นอันดับสาม (รูปกราฟจาก USGS)



### 3.1.2 พลังงานของสึนามิ



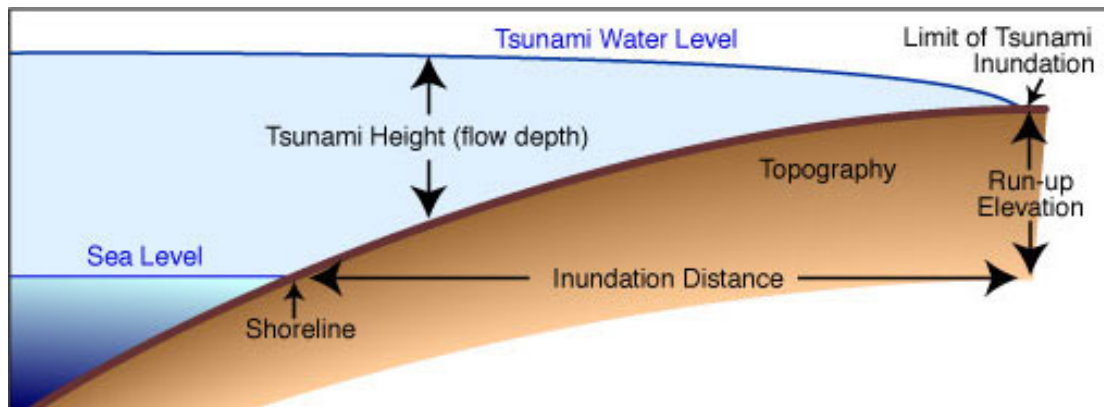
รูป 3.4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของสึนามิ (tsunami energy density) ความสูงของสึนามิ (amplitude) และความยาวช่วงคลื่นในทะเลลึก (wavelength) จะเห็นว่า พลังงานของสึนามิ ไม่ได้ลดลง แต่จะมีความยาวช่วงคลื่นสั้นลง และความสูงของยอดคลื่นสูงขึ้น เมื่อระดับฐานของสึนามิ (tsunami wave base) เข้ามาปะทะพื้นชายฝั่งทะเล (รูปคัดแปลงจาก USGS)

### 3.1.3 ลักษณะการท่วมของสึนามิ

การสำรวจและศึกษาแบบจำลองต่างๆ ในเรื่องผลกระทบและระยะทางการเคลื่อนตัวของสึนามิ หรือแม้กระทั่งระดับความสูง มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับความเข้าใจให้เป็นทำนองเดียวกันถึงความหมายของคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันความสับสน ขณะทำงานได้สรุปความหมายที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการท่วมของสึนามิที่ใช้ประกอบการทำรายงานฉบับนี้ (ดูรูป 3.5 ประกอบ) ได้แก่

1. ระยะทางในแนวระนาบไกลสุดที่น้ำทะเลท่วมเข้าไปในแผ่นดิน (limit of tsunami inundation)
2. ระยะทางในแนวระนาบของน้ำทะเลท่วมเข้าไปในแผ่นดินเทียบจากแนวชายฝั่งปกติ (Inundation distance)
3. ระดับความสูงของสึนามิเมื่อเข้าไปไกลสุดในแผ่นดินเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง (Run-up elevation)

4. ระดับการท่วมของน้ำทะเลจากสึนามิวัดจากระดับความสูงของพื้นผิวสภาพภูมิประเทศ (tsunami water level)
5. ความสูงของสึนามิวัดจากระดับความสูงของพื้นผิวภูมิประเทศ (tsunami height หรือ flow depth)
6. แนวชายฝั่งปกติ (shoreline)

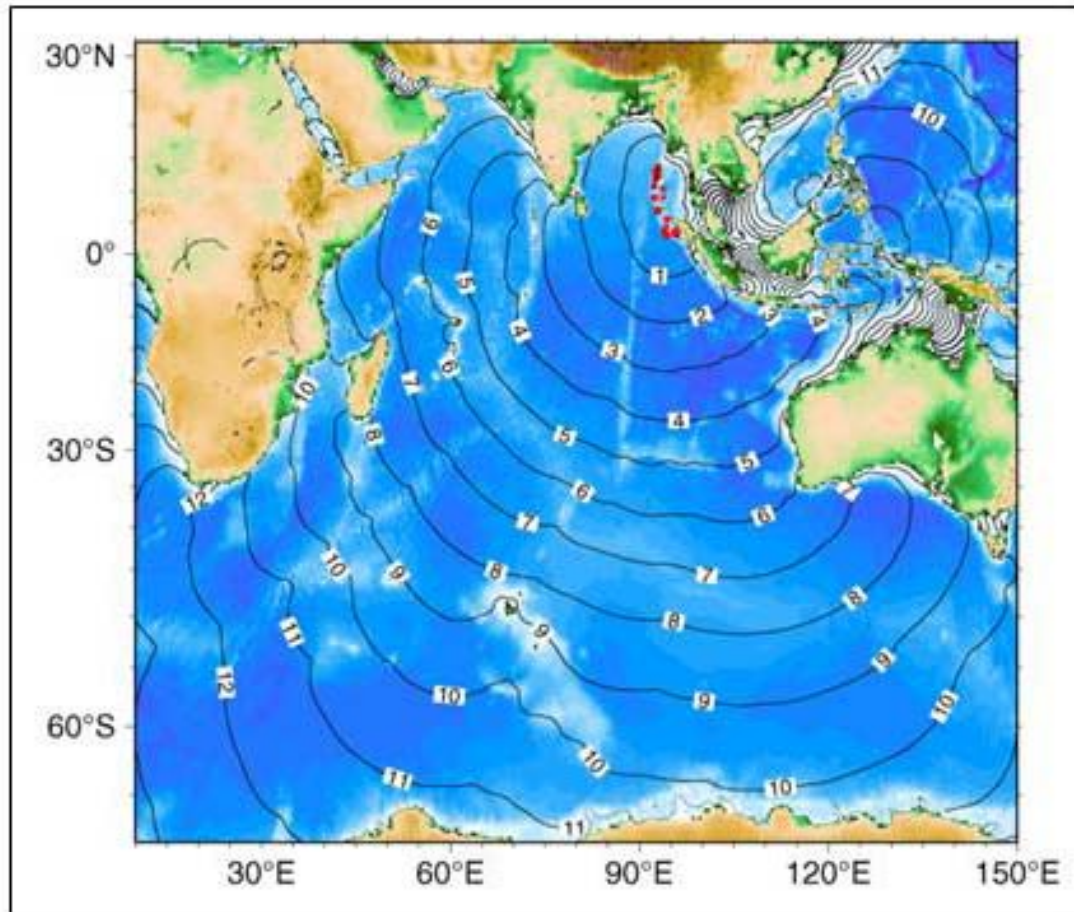


รูป 3.5 แผนภาพแสดงลักษณะท่วมของน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งจากสึนามิที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการสำรวจและอ้างอิงในรายงานฉบับนี้ (รูปจากโฮมเพจของ USGS)

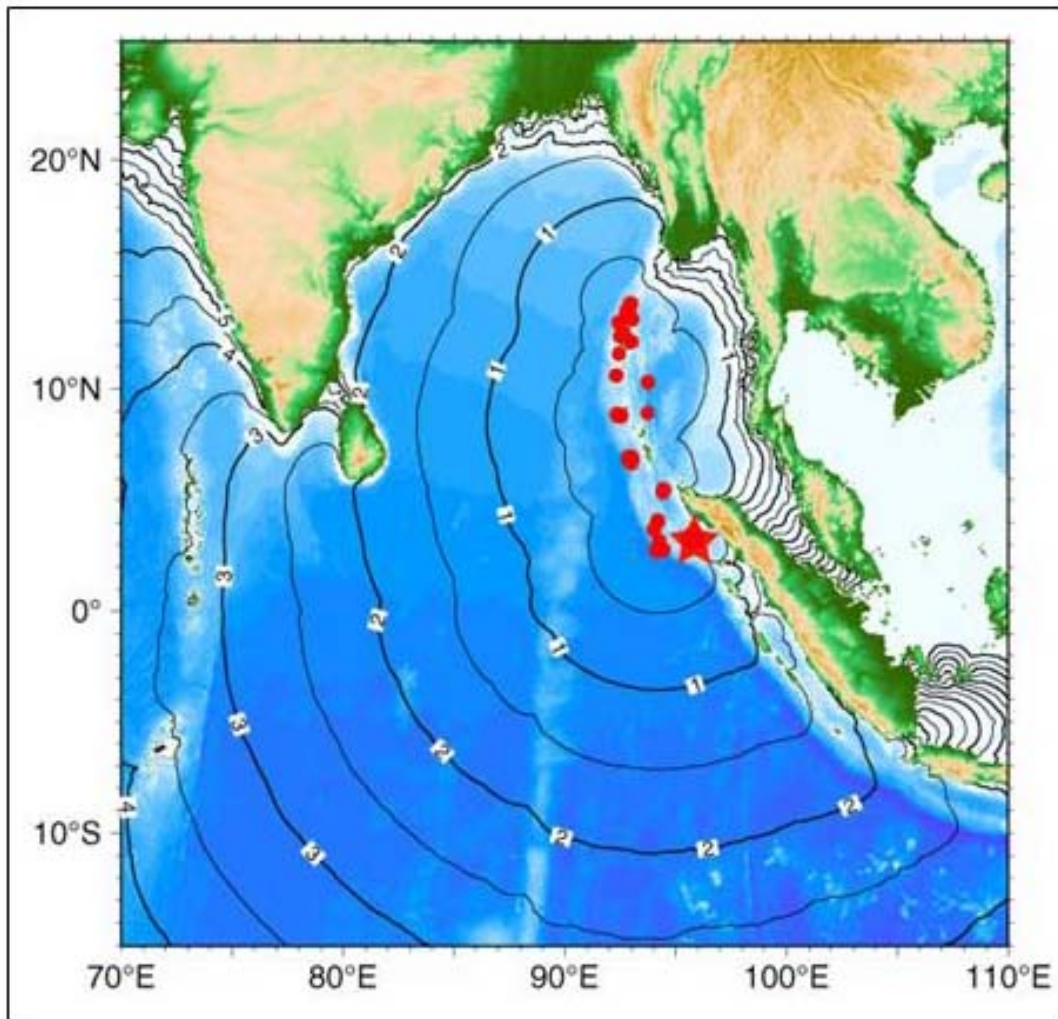
### 3.1.4 ระยะเวลาและการเคลื่อนตัวของสึนามิ

สึนามิใช้เวลาในการเคลื่อนตัวมายังบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย ประมาณ 1-2 ชั่วโมง (ดูรูป 3.6 ประกอบ ตัวเลขในเส้นแสดงระยะเวลาเป็นชั่วโมง) และการเคลื่อนตัวของสึนามิไกลสุดไปยังทวีปแอฟริกาใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม เส้นแสดงเวลาการเคลื่อนตัวนี้เป็นการคำนวณที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งมีความแตกต่างจากข้อมูลจริงบ้าง เช่น ในพื้นที่อ่าวไทย จริงๆ แล้วไม่ได้รับผลกระทบจากสึนามิ แต่แบบจำลองได้แสดงเส้นเวลาไว้

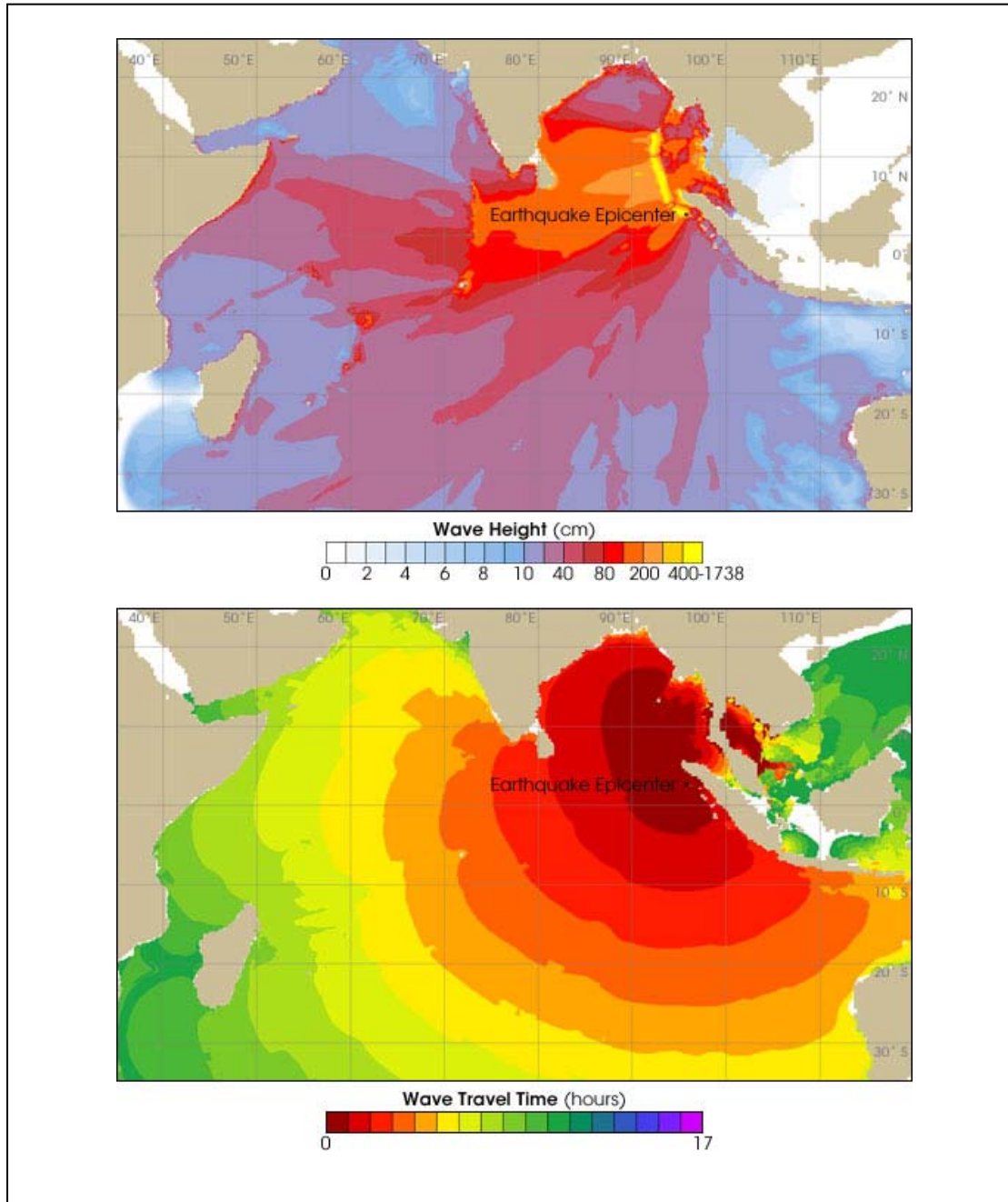




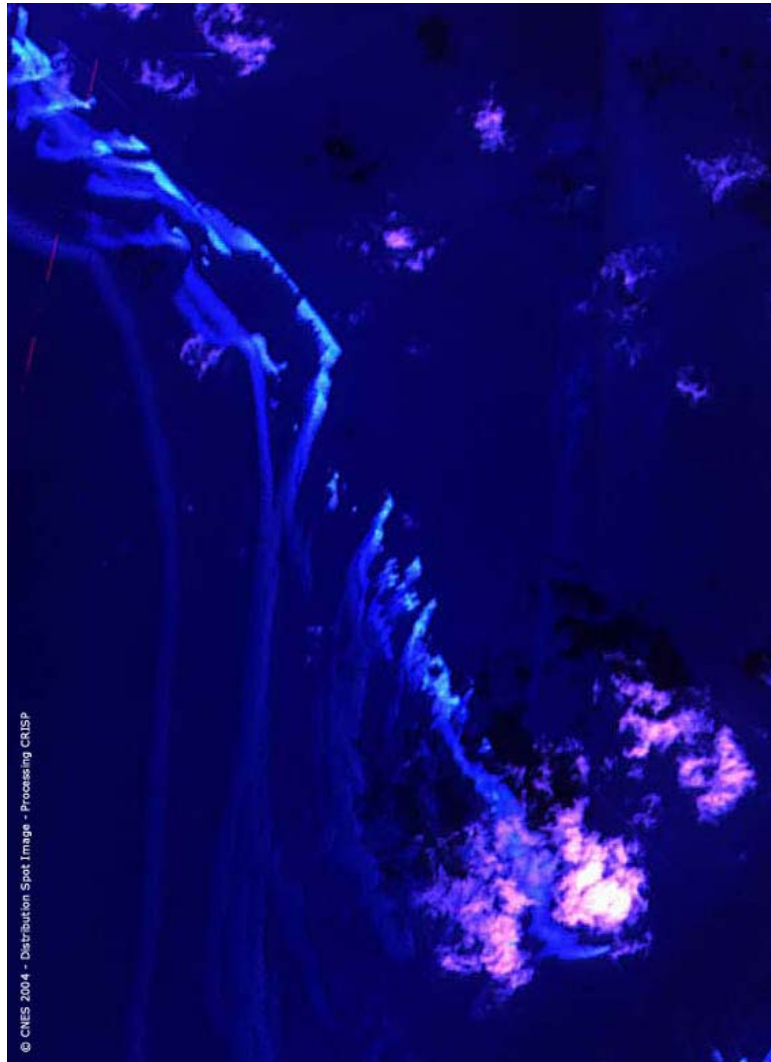
รูป 3.6 เส้นเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของสึนามิ (ข้อมูล: สร้างแบบจำลองและรูป โดย Dr Kenji Satake, กรมทรัพยากรธรณี ประเทศญี่ปุ่น)



รูป 3.7 ภาพขยายแผนที่ที่แสดงเส้นระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ จากรูป 3.6 จะเห็นว่าแบบจำลองถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้เห็นภาพระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ มิเฉพาะแต่เกิดจากแผ่นดินไหวที่เกาะสุมาตรา แต่หากแผ่นดินไหวเกิดในบริเวณแนวรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกด้านฝั่งตะวันตกของทะเลอันดามัน เช่น ศูนย์กลางอยู่ในบริเวณหมู่เกาะนิโคบาร์ ก็อาจจะทำให้เกิดสึนามิได้เช่นกัน (ข้อมูล: สร้างแบบจำลองและรูป โดย Dr Kenji Satake, กรมทรัพยากรธรณี ประเทศญี่ปุ่น)

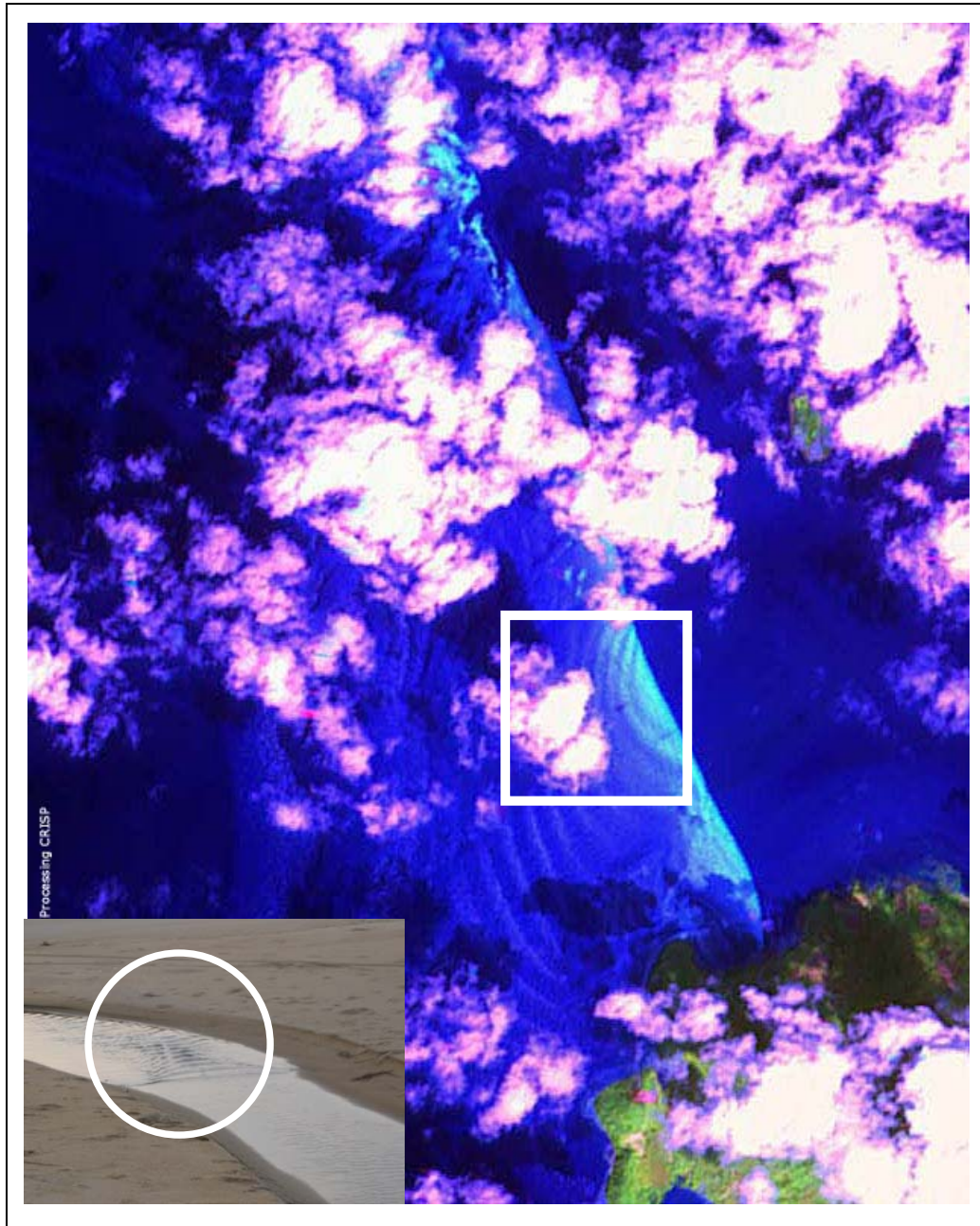


รูป 3.8 แผนภาพที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ถึงความสูงของคลื่นสึนามิ (wave height) และระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 โดย NOAA (Dr. Titov) จะเห็นว่า ภาพแบบจำลองจะได้ผลออกมาคล้ายกับการคำนวณของ Dr Kenji Satake คือ ระยะเวลาการเคลื่อนตัวของสึนามิจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว ถึงชายฝั่งทะเลอันดามันของไทย ประมาณ 1-2 ชั่วโมง และผลการคำนวณจากแบบจำลองยังมีความแตกต่างจากข้อมูลจริง เช่น ในภาพแสดงให้เห็นผลกระทบในฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งจริงๆ แล้วไม่ได้รับผลกระทบจากสึนามิ แต่อย่างใด

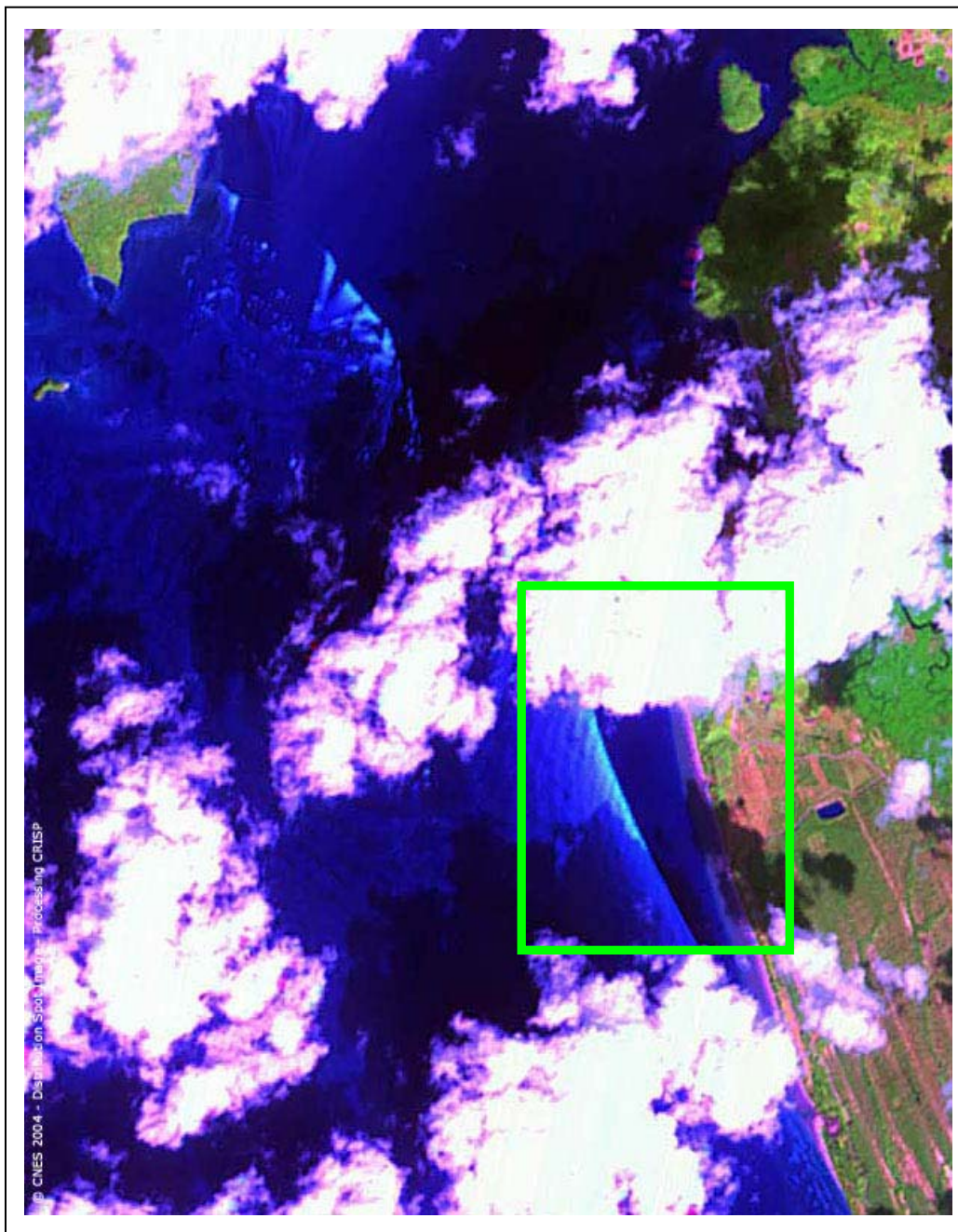


รูป 3.9 ภาพดาวเทียม Spot ที่บันทึกได้ในช่วงเวลาที่สึนามิเคลื่อนตัวเข้ามาในแถบทะเลไทย อ่าวพังงา และจังหวัดกระบี่ จะเห็นว่า การเคลื่อนตัวของแนวสึนามิ มีความแตกต่างจากการเคลื่อนตัวที่ได้จากแบบจำลองเป็นอย่างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของสึนามิจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษและคำนึงถึงปัจจัยทางกายภาพ ฟิสิกส์ และสมุทรศาสตร์หลายประการ เช่น การหักเหของสึนามิหลังจากการเข้าปะทะบริเวณที่เป็นเกาะ สภาพภูมิประเทศพื้นท้องทะเล เป็นต้น (ภาพดาวเทียมจาก โฮมเพจของ CRISP)





รูป 3.10 ภาพดาวเทียม Spot ที่บันทึกได้ในระหว่างการเคลื่อนตัวของสึนามิเข้ามาในบริเวณอ่าวพังงา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในปัจจัยทางภูมิประเทศใต้น้ำ ในบริเวณที่อยู่ในกรอบสีขาว แสดงถึงสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลที่เป็นร่อง หรือตื้นกว่าบริเวณอื่น การก่อตัวของคลื่นจะมีความสูงในช่วงกลางของร่องใต้ทะเล ซึ่งเป็นธรรมชาติของคลื่นเมื่อเคลื่อนตัวเข้าสู่ร่องน้ำโดยปกติ (ดังแสดงในภาพเล็กด้านมุมซ้ายล่าง บันทึกภาพจากร่องน้ำเล็กๆ บริเวณหาดไม้ขาว จังหวัดภูเก็ต) ความเข้าใจทางกลศาสตร์การเคลื่อนตัวของสึนามิ ทำให้เราสามารถนำไปอธิบายในหลายๆ พื้นที่ของชายฝั่งทะเลอันดามันว่า ทำไมความรุนแรงและความเสียหายจึงเกิดขึ้นอย่างมากในบริเวณปากคลอง ปากน้ำ หรือบริเวณที่มีร่องน้ำไหลออกสู่ทะเล (ข้อมูลภาพดาวเทียม จากโฮมเพจของ CRISP)



รูป 3.11 ภาพดาวเทียม Spot บันทึกขณะสึนามิเข้าปะทะหาดปากเมง จังหวัดตรัง จะเห็นว่าทิศทางการเข้าปะทะของสึนามิ ไม่ได้ขนานไปกับชายฝั่ง (แสดงในกรอบ) อย่างที่ปรากฏในอีกหลายๆ หาดของจังหวัดภูเก็ต และพังงา ด้วยความแตกต่างในเรื่องการหักเหของคลื่นและปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศได้ทะเล ทำให้เกิดความแตกต่างในทิศทางและระยะเวลาการเข้าปะทะของสึนามิ หลักฐานทางตะกอนวิทยาที่พัฒนามาสะสมตัวโดยสึนามิก็แสดงความชัดเจนและสนับสนุนการวิเคราะห์ทิศทางของสึนามิได้เป็นอย่างดี (ข้อมูลภาพดาวเทียม จากโฮมเพจของ CRISP)



### 3.1.5 ปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำ (Drawdown or withdrawal effect)

ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้จะเกิดในหลายๆ พื้นที่ โดยจะเห็นการลดระดับลงอย่างชัดเจนของน้ำทะเลในพื้นที่ที่มีความชันน้อยมากตั้งแต่หน้าหาดลงไปในทะเล ทั้งนี้เนื่องจากสึนามิ จะทำการดึงมวลน้ำไปจนถึงระดับฐานของสึนามิ (tsunami wave base) ซึ่งหากความชันหน้าหาดมาก ก็จะเห็นปรากฏการณ์นี้ไม่ชัดเจนมาก หรือการดึงมวลน้ำลงไปในทะเลจะมีระยะทางสั้นๆ และหากลักษณะภูมิประเทศใต้ทะเลมีความราบเรียบไม่เท่ากัน ก็อาจจะทำให้เกิดลักษณะการดึงมวลน้ำแบบน้ำวน ดังในกรณีของเกาะพีพี อย่างไรก็ตาม พลังงานของสึนามิไม่ได้ลดลงมากนักเมื่อถึงระดับฐานการก่อตัวของสึนามิ (ดังแสดงในรูป 3.4) แต่ความเร็วจะลดลงเมื่อเกิดความเสียดทานของคลื่นกับพื้นทะเล ฉะนั้น การประมาณค่าหรือการคำนวณความเร็วของการเคลื่อนตัวของสึนามิ จะแตกต่างจากความเร็วที่ก่อกำเนิดจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวเป็นอย่างมาก และความเร็วของการเข้าปะทะชายฝั่งคงไม่ใช่ที่ความเร็ว 700-800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังที่หลายๆ คนคาดคิด (ดูผลการวิเคราะห์และคำนวณความเร็วของสึนามิที่ได้จากหลักฐานทางตะกอนวิทยาในบทถัดไป)



รูป 3.12 ปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำจากระดับน้ำทะเลปกติ (drawdown หรือ withdrawal effect) ก่อนที่สึนามิจะเข้าปะทะชายหาดบริเวณจังหวัดภูเก็ต (รูปจากอินเทอร์เน็ต ไม่ทราบที่มาและเจ้าของแน่นอน)

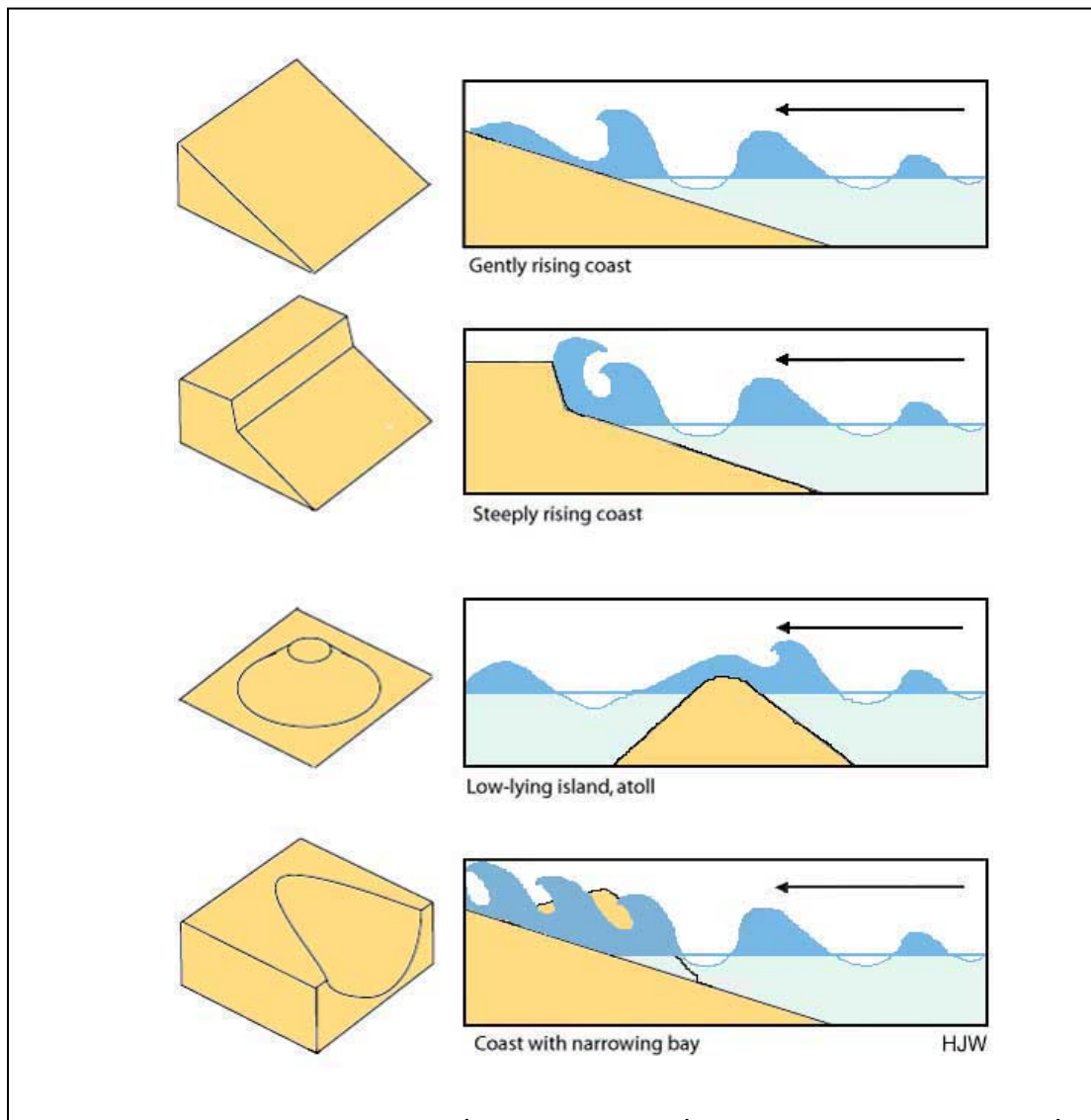


รูป 3.13 ปรางค์การณั้ดิ่งมวลงน้ำ จากบริเวณบ้านเขาหลัก จังหวัดพังงา จากรูปบนจะเห็นระยะทางที่น้ำถูกลงไปสร้างเป็นสันสินามิ เป็นระยะทางน้ำลดไปห่างจากฝั่งประมาณ 200 เมตร (แสดงด้วยลูกศรสีเหลืองในรูปบน) และจะเห็นว่าสินามิมีพฤติกรรมเป็นลักษณะคลื่นหัวแตก (Breaker zone หรือ Surfzone) (แสดงโดยลูกศรสีแดงในรูปล่าง) แต่ด้วยพลังงานที่ผลักดันมาจากการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็วทำให้มวลน้ำมหาศาลได้พัดเข้ามาสู่พื้นที่ชายหาด (รูปถ่ายจากนักท่องเที่ยว ได้จากอินเทอร์เน็ต ไม่ทราบที่มาแน่นอน)



### 3.1.6 รูปแบบการเข้าปะทะชายฝั่งของสึนามิ

จากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม พบลักษณะการเข้าปะทะ การก่อตัวความสูงของสึนามิ ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ไม่เฉพาะแต่ปัจจัยได้ทะเลที่เป็นตัวควบคุมลักษณะการเข้าปะทะพื้นที่หน้าหาด แต่พบว่า ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่ง (coastal landforms) เช่น ความสูงต่ำของสันทรายหน้าหาด (beach ridges, dune) สลับกับพื้นที่ราบลุ่มหลังแนวสันทราย (back-barrier lagoon หรือ inter-barrier depression) จะเป็นตัวช่วยลดความรุนแรง และความเสียหายของสึนามิได้เป็นอย่างดี เช่น ในกรณีหาดกระรอน หาดไม้ขาว เป็นต้น ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดในบทถัดไป ส่วนรูปแบบการเข้าปะทะของสึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 โดยรวมสรุปจากหลายพื้นที่ที่ไม่เฉพาะประเทศไทย เป็นดังรูปด้านล่าง

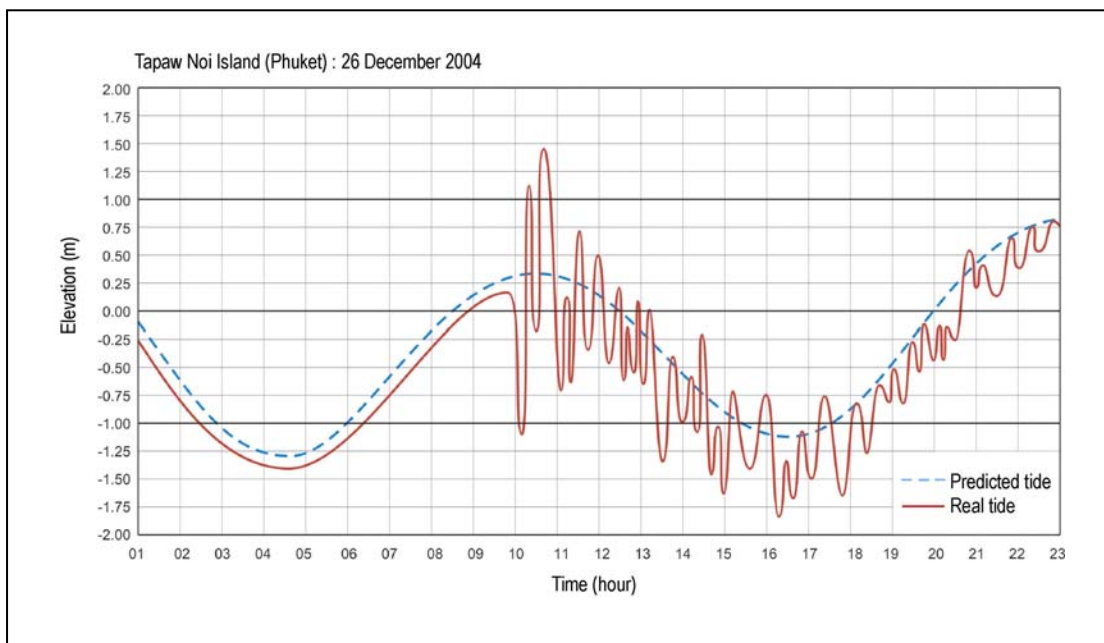


รูป 3.14 แผนภาพแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของสึนามิ ที่ถูกควบคุมโดยความแตกต่างในเรื่องภูมิประเทศใต้ทะเล (รูปภาพจากโฮมเพจของ USGS)

### 3.1.7 ระดับน้ำจริงที่ได้จากข้อมูลสถานีวัดระดับน้ำ เกาะตะพาน้อย ภูเก็ต

สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะพาน้อย เป็นข้อมูลที่เราสามารถนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมและระยะเวลาในการเข้าปะทะฝั่งตะวันออกของภูเก็ตได้ (ดูรูป 3.15) ในบริเวณสถานีวัดและบริเวณใกล้เคียงที่อยู่ด้านฝั่งตรงข้ามกับชายหาดด้านตะวันตก จะพบปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำ (drawdown effect) ไม่มากหรือหากไม่สังเกตอาจจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลก่อนสึนามิเข้าปะทะเลย อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำ ได้ทำให้ระดับน้ำทะเลลดลงไปที่ระดับประมาณ 1.20 เมตร จากระดับน้ำทะเลปกติ เริ่มเมื่อเวลาประมาณ 9.55 น. ถึงประมาณ 10.10 น. หลังจากนั้นสึนามิได้ก่อตัวขึ้นสูงอย่างรวดเร็วและสึนามิระลอกแรกได้ทำให้ระดับน้ำทะเลสูง ประมาณ 1.50 เมตร จากระดับน้ำทะเลปกติ เมื่อเวลาประมาณ 10.20 น. หลังจากนั้นระดับน้ำลดลงมาอยู่ที่ระดับต่ำกว่าน้ำทะเลปานกลางประมาณ 0.20 เมตร ซึ่งหากพิจารณาระดับน้ำที่ลดลงแล้วไม่แตกต่างจากระดับน้ำลงปกติ แสดงให้เห็นว่า ปรากฏการณ์ดึงมวลน้ำจะเกิดอย่างชัดเจนในการก่อตัวของสึนามิระลอกแรกเป็นหลัก หลังจากนั้น สึนามิระลอกสองก็ได้เข้ามาด้วยระดับความสูง 1.50 เมตร เวลาประมาณ 10.30 น. จากระดับน้ำทะเลปกติ และระดับน้ำทะเลก็เริ่มกลับเข้าสู่ปกติ

ด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่อยู่ห่างจากฝั่งตะวันตกของภูเก็ต และการเดินทางของสึนามิได้มีการหักเหไปหลังจากเข้าปะทะบริเวณแหลมพรหมเทพ และหลังจากเขาปะทะเกาะสิเหร่ ไปแล้ว ทำให้ความรุนแรงและความสูงของระดับน้ำเมื่อผ่านสถานีวัดไม่ได้สูงเทียบเท่าระดับความสูงที่สึนามิเข้าปะทะฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต อย่างไรก็ตาม สถานีวัดนี้เป็นสถานีเดียวที่อยู่ใกล้เคียงเกาะภูเก็ต ซึ่งในอนาคตหากมีการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำเพิ่มเติมในอีกหลายๆ บริเวณก็จะทำให้เราสามารถติดตามพฤติกรรมการเพิ่มหรือลดระดับความสูงของระดับน้ำทะเลได้ และคงไม่เฉพาะเพื่อวิเคราะห์ป้องกันสึนามิ แต่หมายรวมถึงการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของพายุได้อีกด้วย



รูป 3.15 ข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำขึ้นน้ำลง เกาะตะเกาญ้อย ซึ่งตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของ เกาะภูเก็ต (สร้างกราฟจากข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลงจาก กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ และการวิเคราะห์ บางส่วนได้จาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005 *Journal of Geological Society of Japan*)

### 3.2 ความเสียหายที่เกิดกับบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของไทย

เมื่อสึนามิเข้าปะทะชายฝั่งหรือเกาะของทะเลอันดามัน คลื่นได้สูญเสียพลังงานบางส่วนไป เนื่องจากการสะท้อนกลับของคลื่นที่ปะทะชายฝั่ง ในขณะที่พลังงานและโมเมนตัมของคลื่นที่แผ่เข้าสู่ฝั่งจะถูกทำให้กระจายลงสู่ด้านล่างและเกิดกระแสน้ำหมุนวน (รูป 3.16) ด้วยพลังงานอันมหาศาลของคลื่น ได้เข้าไปกัดเซาะ (voluminous erosional energy) และเข้าพังทลายชายฝั่งโดยเฉพาะหาดทรายที่มีสภาพเขตน้ำตื้นที่กว้างขวางและชายฝั่งที่ปกคลุมด้วยต้นไม้และพืชพันธุ์จึงมักถูกน้ำท่วมปกคลุม ด้วยระดับน้ำที่สูงขึ้นมากที่เรียกความสูงขึ้นปะทะ (run-up) ประกอบกับการเคลื่อนตัวของน้ำที่รวดเร็วในการเข้าปะทะ ก่อถึงฝั่งทำให้ลักษณะทางกายภาพทั้งที่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นและพวกที่เป็นธรรมชาติ ถูกทำลายและพังพินาศไปโดยง่าย จากการสำรวจทราบว่าสึนามิที่เข้าปะทะให้คลื่นสูง คลื่นสึนามินั้น บางครั้งสามารถปะทะฝั่งที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 5 เมตรจนถึง 15 เมตร สำหรับในบริเวณชายฝั่งทะเลแถบภูเก็ต สงขลา และระนอง ระดับความสูงปะทะอยู่ในช่วงประมาณ 5-12 เมตร (ในบางประเทศ ตั้งแต่ 20 เมตร และบางครั้งอาจสูงถึง 100 เมตรได้) และเคลื่อนที่เข้าฝั่งได้ไกลถึง 1-2 กิโลเมตรได้ เมื่อสึนามิเคลื่อนเข้าหาฝั่งด้วยพลังงานกัดเซาะที่มากมาย ทำให้ปากแม่น้ำกว้างขวางออกได้ ด้วยเหตุนี้ลักษณะทางกายภาพและภูมิลักษณะโดยรวมของชายฝั่ง (coastal landforms) ทะเลอันดามันจึงเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ได้แก่ (1) หาดเกิดการกัดเซาะ (รูป 3.17), (2) บางส่วนของหาดก็เกิดการทับถมจนงอกออกไปอย่างชัด (รูป 3.18) และ (3) สันทรายหลายแห่งอาจถูกเซาะจนหัวหาดอาจหายไป (รูป 3.19) นอกจากนี้ยังทำให้ลักษณะทางชีวภาพเปลี่ยนแปลง เช่น อาจทำให้ปะการังที่อยู่ใกล้ฝั่งมากๆ ได้รับความเสียหายได้ เช่น หักและพังโค่น (รูป 3.20) จึงทำให้ทัศนียภาพทั้งบนบกและในทะเลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ภาพชายหาดที่เคยสวยงามกลับหมดสภาพ (รูป 3.21) ซึ่งยังผลให้บรรยากาศในการท่องเที่ยวไร้คุณค่าทางทัศนียภาพ

ดังนั้นอันตรายจากสึนามิ (tsunami hazards) ในครั้งนี้จึงมีมากมายโดยเฉพาะโครงสร้างชายฝั่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (coastal structures) ซึ่งอาจแบ่งเป็น 4 ลักษณะที่ได้รับผลกระทบได้แก่ (1) การที่โครงสร้างลอยน้ำ (floatation) และถูกลากจูง (drag) เนื่องจากคลื่นสูงขึ้นปะทะ (run-up) และคลื่นถอยกลับ (drawdown) ได้แก่วัตถุลอยน้ำหรือที่ติดเกาะไว้ เช่น เรือ ต้นไม้ หรือคน (รูป 3.22), (2) การปรับราบพื้นที่ (peneplanation) อันเนื่องมาจากแรงปะทะของคลื่นที่โถมซัดเข้ามา (ซึ่งแรงกว่าความเร็วลม) (รูป 3.23), (3) การแตกหักพังทลายและยุบตัวของโครงสร้าง (collapse and crushing of structures) เช่น ตัวตึก บ้านเรือน และสะพาน (รูป 3.24) และ การที่โครงสร้างจมอยู่ใต้น้ำหรือถูกน้ำท่วมจนทำให้ไฟฟ้าดับ และเครื่องจักรใช้การไม่ได้ (รูป 3.25) ตลอดจนการเสียชีวิตของมนุษย์ ผลเสียหายที่ตามมาอีกหลายอย่าง เนื่องจากการรुक้าของสึนามิ (tsunami inundation) เช่น บ่อน้ำบนบกเดิม ป่าชายเลน ต้นไม้และพืชเกษตรกรรมถูกทำลาย สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่ และมีเบาะแสการเกิดโรคติดต่อ ซึ่งการเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ในครั้งนี้นำให้เกิดแผ่นดินไหวตามมา (after shock) ใต้นานเป็นเดือน (ประมาณ 2 เดือน) หลังจากเกิดสึนามิ

มีรั้งใหญ่จนทำให้โพรงถ้ำหินปูนใต้ดินเกิดการสั่นไหวต่อเนื่องและเกิดการยุบตัว (collapse) จนเกิดเป็นโครงสร้างหลุมยุบ (sink hole structure) ตามมาได้ (รูป 3.26)

ด้วยภาวะการณ์และลักษณะผลดังกล่าวเกี่ยวกับสึนามินี้จึงต้องมีการตรวจสอบเฝ้าระวัง (monitoring) เพื่อทำให้เกิดการเตือนภัย (warning) และลดอันตรายหรือภัยพิบัติ (hazard mitigation) โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ได้รับอันตราย (hazard area หรือ zone) หรืออาจได้รับอันตรายจากสึนามิในอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงต้องทราบว่าพื้นที่ใดได้รับความเสียหายบ้าง โดยการประเมินเชิงพื้นที่ (spatial assessment) ด้วยการทำแผนที่สึนามิ (tsunami mapping) (รูป 3.27)



รูป 3.16 ภาพจากดาวเทียม อิโคนอส (IKONOS) คลองพรุไทร (ก) วันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2546 และ (ข) วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ปากแม่น้ำกว้างออกเนื่องจากคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งอย่างรวดเร็วด้วยพลังการกัดเซาะที่มากมาย บริเวณคลองพรุไทร บ้านบางขะ ต. กีกัก อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา (ที่มา: [www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/](http://www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/))



รูป 3.17 (ก) ภาพก่อนการเกิดสึนามิบริเวณแหลมปะการัง ต. คีตก อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา ถ่ายไปทาง ตะวันออกเฉียงเหนือ (ที่มา: [www.thai-tour.com/thai-tour/South/Pangnga/data/place/kaolak/attractions.html](http://www.thai-tour.com/thai-tour/South/Pangnga/data/place/kaolak/attractions.html)) (ข) ภาพหลังการเกิดสึนามิบริเวณเดียวกัน ภาพย้อนทางไปยังทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แสดงผลการกัดเซาะที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพและภูมิลักษณะโดยรวม(coastal landforms) เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก (ภาพโดย ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



รูป 3.18 ภาพจากดาวเทียมไอคอนอส(IKONOS) (ก) วันที่ 13 มกราคม พ. ศ. 2546 และ (ข) วันที่ 29 ธันวาคม 2547 ทางเหนือของเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซียบริเวณแถบ (ค) แสดงการทับถมของตะกอนใหม่ และ บริเวณ (ง) แสดงลักษณะชายหาดที่ถูกกัดเซาะ (ที่มา: [www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/](http://www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/))





รูป 3.19 ภาพจากดาวเทียม อีคอนอส(IKONOS) (ก) วันที่ 13 มกราคม พ. ศ. 2546 และ (ข) วันที่ 29 ธันวาคม 2547 แสดงสันทรายบริเวณแหลมปะการัง ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา ที่ถูกกัดเซาะจนหัวหาดหายไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและภูมิทัศน์โดยรวม (ที่มา: [www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/](http://www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/))



รูป 3.20. ภาพความเสียหายใต้ทะเลอันดามันจากสึนามิ ซึ่งทำให้ปะการังที่อยู่ใกล้ชายฝั่งมากๆ หักและพังโค่น ลักษณะทางชีวภาพและทัศนียภาพใต้ท้องทะเลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ที่มา: [www.thairath.co.th](http://www.thairath.co.th))



รูป 3.21 ภาพเปรียบเทียบบริเวณชายหาดป่าตอง (อ. กระบู้ จ.ภูเก็ต) ที่เคยสวยงาม (ซ้าย) กลับมีทัศนียภาพเปลี่ยนไปจากเดิมหลังจากสึนามิทำให้บรรยากาศในการท่องเที่ยวไร้คุณค่า (ขวา) (ภาพโดยภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



รูป 3.22 ผลจากการที่วัตถุเกิดการลอยและถูกลากจูงเนื่องจากคลื่นสูงปะทะฝั่งและเคลื่อนถอยกลับจนทำให้รถลอยน้ำและเมื่อน้ำลดรถจึงเกาะติดไว้กับโครงสร้างชายฝั่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (ภาพโดยภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)





รูป 3.23 ภาพพื้นที่ที่ถูกปรับราบบริเวณ บ้านเขาหลัก ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา เนื่องจากถูกพื้นที่ชายฝั่งแรงปะทะของคลื่นที่เข้ามาซัดด้วยขนาดความเร็วที่แรงกว่าความเร็วลม (ภาพ โดย ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



รูป 3.24 การแตกหักพังและยุบตัวของอาคาร บริเวณบ้านบ้านคึกคัก ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา ในรูปแสดงการยุบตัวของอาคารชั้น 1 จนทำให้ชั้น 2 พังลงมา อันเป็นผลมาจากพลังการทำลายของสึนามิ

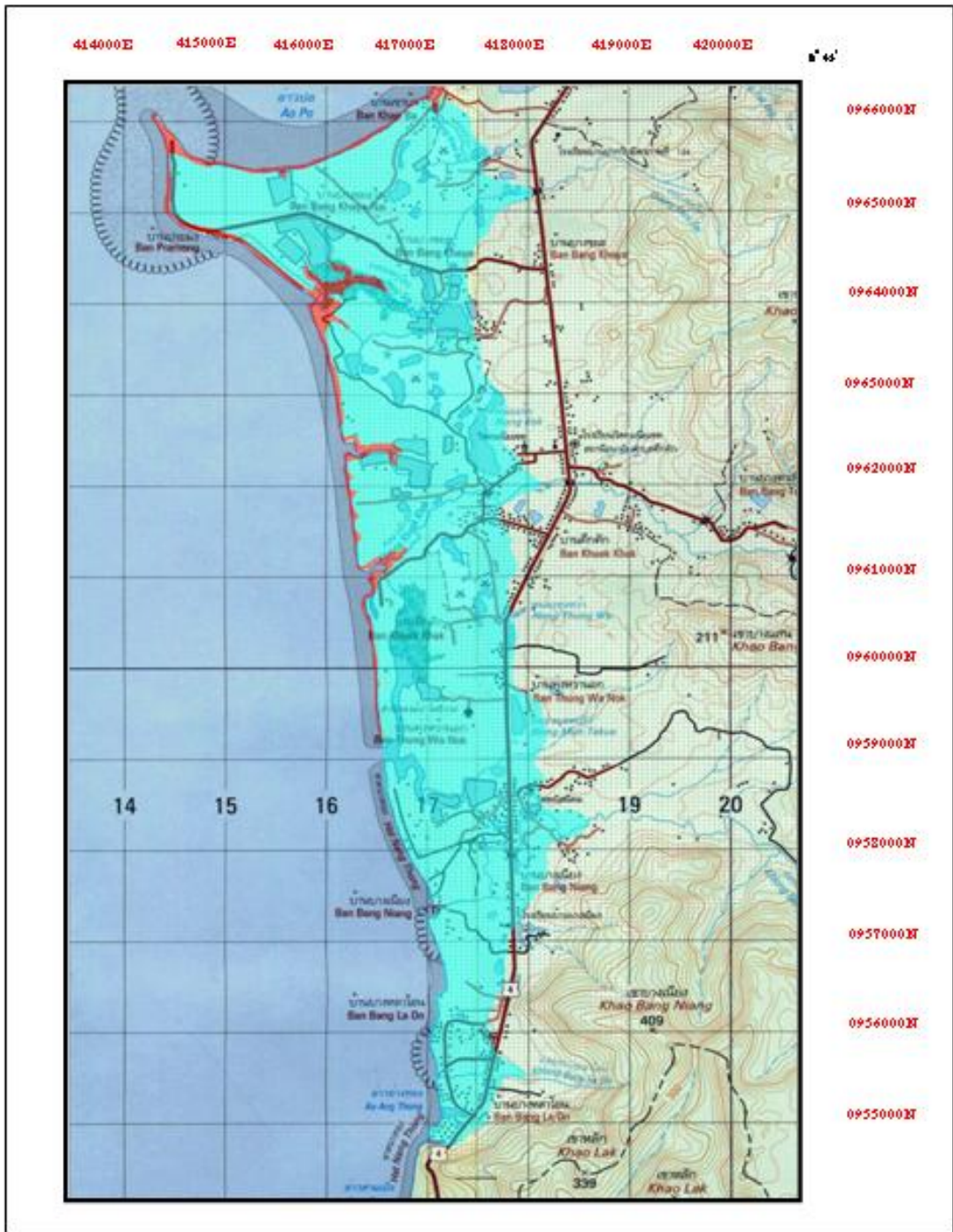


รูป 3.25 เสาไฟฟ้าหักโค่นบริเวณถนนบ้านเขาหลัก ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา เนื่องจากแรงปะทะจากสึนามิและทำให้โครงสร้างต่างๆจมอยู่ใต้น้ำ ไฟฟ้าดับส่งผลให้เครื่องจักรและเครื่องใช้ไฟฟ้าใช้งานไม่ได้ (ภาพโดย ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)





รูป 3.26 (ก) ภาพหลุมยุบ พิกัด UTM 47N 0605645 0782568 หมู่ 6 บ้านปากคอก ต.สวนป่าลัมพัฒนา กิ่ง อ.มะนัง จ.สตูล ตรวจพบ เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2547 ภายหลังจากเกิดสึนามิครั้งใหญ่ทำให้โพรง ถ้ำหินปูนใต้ดินเกิดการยุบตัว และพัฒนาเป็นโครงสร้างหลุมยุบ (ภาพโดย ผศ.ดร.ไตรภพ ผ่อง สุวรรณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลา (ที่มา: [www.sc.psu.ac.th/TSunami/Action\\_BioTech.htm](http://www.sc.psu.ac.th/TSunami/Action_BioTech.htm)) (ข) ภาพจำลองหลุมยุบแสดงลักษณะรูปร่างของโพรงใต้ดินที่มักเกิดหินปูน เมื่อหินปูน เกิดการแตกและน้ำใต้ดินมีส่วนทำให้โพรงขยายใหญ่ ในที่สุดผนังด้านบนของโพรงไม่เสถียรและ เกิดการยุบตัวกลายเป็นหลุมยุบได้ (ที่มา: [www.isgs.uiuc.edu/servs/pubs/geobits-pub/geobit7/geobit7.html](http://www.isgs.uiuc.edu/servs/pubs/geobits-pub/geobit7/geobit7.html)) (ค) ขั้นตอนการเกิดหลุมยุบ (ที่มา: [www.karencarr.com/Images/Gallery/2004\\_gallery\\_sinkhole.jpg](http://www.karencarr.com/Images/Gallery/2004_gallery_sinkhole.jpg)) (ง) การเกิดหลุมยุบเนื่องจากการสูบน้ำมาใช้จากชั้นดินที่เป็นกรดในเขต ที่อยู่อาศัย (ที่มา: [www.swfwmd.state.fl.us/emergency/sinkhole/images/SinkholePoster.gif](http://www.swfwmd.state.fl.us/emergency/sinkhole/images/SinkholePoster.gif))



รูป 3.27 แผนที่แสดงบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสึนามิในบริเวณแหลมปะการังและบ้านบางเนียง จังหวัดพังงา พื้นที่สีฟ้าเป็นบริเวณที่น้ำท่วม และและพื้นที่สีแดงเป็นพื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะ (ภาพโดย ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

อย่างไรก็ตามไม่ใช่ทุกครั้งที่เกิดแผ่นดินไหว (แผ่นดินถล่ม หรือภูเขาไฟระเบิดด้วย) ไม่ใช่จะเกิดสึนามิแล้วทำลายล้างเสมอไป ในบางครั้งแม้สึนามิเกิดขึ้นมาแต่ก็ไม่ได้รุนแรงมาก จากตาราง 1 สรุปจากการศึกษาพบว่ามีเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นของการเกิดสึนามิ (จากทั่วโลก) ที่เป็นอันตรายร้ายแรง และในแต่ละพื้นที่ก็มีความรุนแรงมากน้อยต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่ตัวเลขนี้ประเมินได้ง่าย คือ จำนวนประชาชนที่สูญเสียชีวิต (ตาราง 1)

ตาราง 1 สึนามิของอินโดนีเซียมีความรุนแรง ซึ่งประเมินจากขนาดคลื่นสูงชันปะทะ และจำนวนยอดผู้เสียชีวิต (ที่มา: [www.occultopedia.com/t/tsunami.htm](http://www.occultopedia.com/t/tsunami.htm))

ปี ค.ศ.	บริเวณ	ขนาดกำลังแรง (Ms)	F M	ความสูงคลื่นปะทะ (Run-up), (เมตร)	จำนวนคนผู้เสียชีวิต
1965	Seram, Molucca	7.5	TF	4	71
1967	Tinambung	5.8	TF	-	58
1968	Tambu Sulawesi	7.4	NF	8-10	200
1969	Majene Sulawesi	6.9	TF	10	64
1977	Sumba	8.0	NF	15	189
1982	Sarantuka	5.9	TF	-	13
1992	Flores	7.5	TF	26	2,100
1994	Banyuwangi	6.8	TF	14	208
1996	Palu, Sulawesi	7.7	TF	6	8
1996	Biak, Irian Jaya	8.0	TF	12	160
1998	Taliabu Molucca	7.7	TF	3	34

FM = ชนิดการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก (fault movement)

TF = รอยเลื่อนในแนวราบ

## บทที่ 4

### ผลกระทบทางกายภาพจากสึนามิ

#### 4.1 พื้นที่ที่ได้รับการท่วมจากน้ำทะเลและข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล

##### 4.1.1 พื้นที่จังหวัดระนอง

คณะทำงานได้สำรวจธรณีวิทยา ต.ม่วงกลาง อ.กะเปอร์ จ.ระนอง และจัดทำแผนที่ที่น้ำทะเลรุก ล้ำเข้าไป หาดอ่าวเคย บ้านเตรียม มีหาดทรายที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวคือ หาดอ่าวเคย หาดบางเบน และหาด ประพาสทางด้านเหนือของอ่าวเคย ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอุทยานแห่งชาติแหลมสน ต.กระบุรี อ.กระบุรี จ. พังงา ห่างจากแยกถนนเพชรเกษมเป็นระยะทางประมาณ 6.5 กิโลเมตร มีสภาพป่าดงดิบที่อุดมสมบูรณ์ ด้วยพันธุ์ไม้และสัตว์ป่าหลากหลายชนิด และยังมีป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์มาก เหมาะสำหรับเดินป่า พัก แรม หาดบางเบนเป็นหาดทรายยาวและกว้างใหญ่ มีทราย ละอียด ร่มรื่นด้วยป่าสนธรรมชาติ บริเวณ ชายหาดจะมองเห็นเกาะแก่งในทะเลได้อย่างสวยงาม นอกจากนี้ยังเป็นที่ตั้งของที่ทำการอุทยานแห่งชาติ ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว บ้านพักนักท่องเที่ยว สถานที่กางเต็นท์ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ และ หาดแหลมสน อยู่ห่างจากหาดบางเบนไปประมาณ 4 กิโลเมตรมีหาดทรายขาวสะอาด และเป็นที่อยู่ของ นกนานาชนิด

จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกล้ำเข้าไปคือ บ้านบางเบน บ้านอ่าวเคย ระยะทางที่น้ำทะเลรุกล้ำเข้าไปไกลสุด ประมาณ 2 กิโลเมตร บ้านบริเวณที่ทำการอุทยานแห่งชาติแหลม สนได้รับความเสียหายมากที่สุด ซึ่งโครงสร้างความเสียหายได้แก่ อาคารสำนักงานอุทยาน บ้านเรือน ประชาชน เรือประมง ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง กระจังปลา ช่วงระดับความสูงของคลื่นเฉลี่ย (average water level) ของคลื่น พิกัด 0433801 N 1036963 E สูง 3 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ข้อมูลที่ได้จากการ สอบถามชาวบ้านผู้ประสบภัยพบว่าลูกคลื่นมาจำนวน 1 ลูกและยอดคลื่นสูง (maximum water level) สูง ประมาณ 3 เมตร ช่วงเวลาที่น้ำทะเลล่าถอยกลับ (draw down) 2-3 นาที สำหรับการสำรวจลักษณะธรณี สันฐานชายฝั่งพบว่าเป็นแนวสันทรายเชื่อมจากแหลมหิน (headland coastal barrier) ด้านหลังสันทราย เป็นที่ต่ำ (back barrier depression) ที่มีป่าพรุ และป่าชายเลน บริเวณชายหาดประพาสและพื้นที่อื่นๆ บริเวณใกล้เคียงอุทยานแห่งชาติแหลมสน

##### 4.1.2 พื้นที่จังหวัดพังงา

###### 4.1.2.1 แผนที่สึนามิบ้านน้ำเค็ม ต. บางม่วง อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา

หาดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมของทั้งคนไทยและคนต่างชาติ ได้แก่ หาดบางสัก ต.บาง ม่วง ริมถนนสายเพชรเกษม สายท้ายเหมือง-ตะกั่วป่า กิโลเมตรที่ 76-77 มีทางแยกซ้ายมือเข้าไปประมาณ 100 เมตร (รูป 4.1) ชายหาดบางสักมีหาดทรายขาวสะอาดยาวขนานกับทิวสนร่มรื่น ยามเย็นจะมีชาวบ้าน

นักท่องเที่ยวมานั่งชมพระอาทิตย์ตกอยู่เสมอ ชายหาดจะมีที่พัก และร้านอาหารบริการ แลมหาดวัง  
นุ้ย หาดทับตะวัน และหาดบางหลูดอยู่ทางทิศเหนือของหาดบางสัก

จากการสำรวจความเสียหายพบว่า พื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้แก่ บ้านน้ำเค็ม บ้านบางม่วง บ้านไทย  
ใหม่ และบ้านบางสัก ระยะทางที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้ไกลสุดวัดจากปลายแหลมปะการังประมาณ 3.5  
กิโลเมตร บริเวณบ้านน้ำเค็ม บ้านบางเนียง เป็นส่วนที่ได้รับความเสียหายมากที่สุด โครงสร้างที่เสียหาย  
ได้แก่ บ้าน สะพาน วัด โรงแรม ร้านค้า รีสอร์ท ถนนริมหาดและถนนสายหลัก ตำแหน่งปากคลองที่โดน  
คลื่นสึนามิกัดเซาะ จากการสำรวจช่วงระดับความสูงของคลื่น (water level range) สูงประมาณ 2.4 -3  
เมตร ข้อมูลจากการสอบถามชาวบ้านคลื่นเข้ามาจำนวน 3-4 ลูก และยอดคลื่นสูง (maximum water level)  
สูง 4-6 เมตร ช่วงเวลาที่น้ำทะเลถอยกลับ (draw down) อยู่ระหว่าง 2-10 นาที ระดับความสูงของ  
ตะกอนใหม่ที่วัดได้ บริเวณแหลมปะการัง ประมาณ 10-20 เซนติเมตร

#### 4.1.2.2 แผนที่สินามิบริเวณแหลมปะการัง บ้านบางเนียง ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา

แหลมปะการังอยู่ระหว่างเส้นทางตะกั่วป่า-เขาหลัก จากตัวเมืองตะกั่วป่าเลี้ยวขวา กิโลเมตรที่ 78-79  
เข้าไปอีก 5 กิโลเมตร (รูป 4.2) แหลมปะการังเคยเป็นหาดทรายที่มีซากปะการังเขากวางหักอยู่เต็มหาด  
บรรยากาศร่มรื่นด้วยแนวสน ช่วงเย็น ๆ เหมาะที่จะนั่งชมพระอาทิตย์ตก และใกล้ๆ แหลมปะการังยังมีที่  
พักให้นักท่องเที่ยวได้เลือกพักผ่อน

จากการสำรวจความเสียหายในภาคสนามพบว่า พื้นที่บริเวณริมหาดถูกกัดเซาะหายไปเป็นบริเวณ  
กว้าง ถนนที่อยู่ริบชายหาดถูกคลื่นเซาะเสียหาย พื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้แก่ แหลมปะการัง บ้าน  
ประมง บ้านเขาบัว บ้านบางขะใน บ้านทุ่งหัวนอก บ้านบางเนียง และบ้านบางหลาโอน ระยะทางที่น้ำ  
ทะเลรุกเข้าไปได้ประมาณ 500 เมตร ถึง 2,000 เมตร เนื่องจากตามแนวชายหาดบริเวณนี้ไม่มีแนวป่าชาย  
เลนและมีการตั้งบ้านเรือนอยู่อย่างหนาแน่น รวมถึงรีสอร์ทและโรงแรมต่างๆ ดังนั้นจึงเกิดความเสียหาย  
ต่อบ้านเรือนและมีผู้เสียชีวิตค่อนข้างมาก นอกจากนี้ปากน้ำบริเวณคลองพุไทร คลองเขาบัว คลองคึกคัก  
เปิดกว้างขึ้นและพบร่องรอยการพังทลายในแนวคิง และการกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นด้วย ช่วงระดับความ  
สูงสุดของคลื่นเฉลี่ยประมาณ 8-10 เมตรโดยสังเกตจากความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชั้นที่ 2 ของอาคารที่  
ได้รับผลกระทบ

#### 4.1.2.3 แผนที่สินามิอ่าวเขาหลัก ต.คึกคัก อ. ตะกั่วป่า จ.พังงา

อ่าวเขาหลักตั้งอยู่ห่างจากอำเภอตะกั่วป่า 32 กิโลเมตร (รูป 4.3) เคยเป็นสถานที่ท่องเที่ยวทาง  
ชายทะเลที่กำลังเป็นที่นิยมอีกแห่งหนึ่ง บริเวณชายหาดเขาหลักมีหาดทรายกว้างและโขดหินก้อนเล็ก  
ใหญ่เรียงรายอยู่มากมาย พืชพรรณบริเวณหน้าหาดประกอบด้วยต้นมะพร้าวและแนวสนริมชายหาด

จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้ไกลสุด คือ บ้านเขาหลัก บ้านทับ  
ละมุ บ้านลำรู่ ระยะทางที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้ไกลสุด ประมาณ 1.8 กิโลเมตร บริเวณบ้านคึกคักได้รับ  
ความเสียหายมากที่สุด โครงสร้างที่เสียหาย ได้แก่ บ้าน สะพาน อาคาร วัด โรงแรม ร้านค้า รีสอร์ท และ

ถนนริมหาด ช่วงระดับความสูงของคลื่นเฉลี่ย (water level range) ของคลื่น 2-6 เมตร จากการสอบถาม ชาวบ้านลูกคลื่นมาจำนวน 3-4 ลูกและยอดคลื่นสูง (Maximum Water Level) สูง 6-8 เมตร ช่วงเวลาที่น้ำ ทะเลต่ำถอยกลับ (draw down) 2-10 นาทีระดับความสูงของตะกอนใหม่ที่วัดได้ประมาณ 15-20 เซนติเมตร จากการสำรวจลักษณะทางธรณีสัณฐานชายฝั่งพบว่าประกอบด้วย สันทราย (beach ridges) สลับกับแนวที่ลุ่มต่ำระหว่างสันทราย และแหลมหิน (rocky headland) และแนวเขาด้านตะวันออกของ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ที่เป็นแนวกั้นการท่วมของสึนามิทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงคล้ายกับ บริเวณบ้านบางเนียง หรือแหลมปะการัง อย่างไรก็ตาม ด้วยลักษณะภูมิประเทศและระยะทางจากหน้า หาดถึงบริเวณเขาด้านตะวันตกของหาดที่ไม่ไกลมากนัก สามารถพิจารณาพื้นที่นี้และออกแบบเส้นทาง หนีภัยจากสึนามิได้ในอนาคต

#### 4.1.3 พื้นที่จังหวัดภูเก็ต

พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบบริเวณจังหวัดภูเก็ตประกอบด้วย หาดไม้ขาว หาดในยาง หาดในทอน หาดบางเทา หาดกมลา หาดป่าตอง หาดกะตะ หาดกะรน หาดราไวย์ อ่าวฉลอง หาดเลพัง และบ้านแหลม ตึกแก ครอบคลุมพื้นที่ทางด้านตะวันตกและตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต

##### 4.1.3.1 แผนที่สึนามิหาดในยาง อ.ถลาง จ. ภูเก็ต

หาดในยาง เป็นที่ตั้งทำการของอุทยานแห่งชาติสิรินาถ ห่างจากตัวเมืองภูเก็ต 37 กิโลเมตร จากสี่ แยกอำเภอถลาง ตรงขึ้นไปจนถึงทางแยกเข้าสนามบิน เลี้ยวซ้ายไปจนถึงสนามบินทางหลวง 402 แยก ซ้ายเข้าทางหลวง 4026 ไปอีกประมาณ 2 กิโลเมตร ถึงอุทยานแห่งชาติสิรินาถ มีพื้นที่ครอบคลุมประมาณ 90 ตารางกิโลเมตร หรือ 56,250 ไร่ หาดทรายบริเวณนี้มีความยาวต่อเนื่องกันถึง 13 กิโลเมตร มีสนทะเล ขึ้นอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ มีแนวปะการังกว้างใหญ่ติดกับหาดทราย ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของปลาทะเลนานา ชนิด และเต่าทะเล ซึ่งจะขึ้นมาวางไข่บนหาดในยาง สำหรับหาดไม้ขาว เป็นหาดที่มีจึกจั่นทะเลและเต่า ทะเลขึ้นมาวางไข่เช่นเดียวกับหาดในยาง หาดทรายแก้ว เป็นหาดทรายขาวทอดยาวขนานกับทิวต้นสนอยู่ ถัดจากหาดไม้ขาวไปจนถึงสะพานสารสิน นับเป็นหาดที่อยู่เหนือสุดของเกาะภูเก็ต

จากการสำรวจความเสียหายพบว่าสภาพหาดบริเวณนี้เป็นหาดทรายยาว (beach ridges) ตลอด แนว บริเวณหาดทรายแก้วและหาดไม้ขาว มีพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปกติประมาณ 5 เมตรตลอดแนว ชายฝั่งพบบ้านเรือนน้อยมาก แต่มีชุมชนอยู่เป็นหย่อมๆ เช่นบริเวณบ้านท่าฉัตรไชย บ้านไม้ขาว และบ้าน ในยางเป็นต้น (รูป 4.4 และ 4.5) ดังนั้นความเสียหายจึงเกิดกับบ้านเรือนที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ติดกับชายหาด ซึ่ง แนวการท่วมและทำลายของสึนามิจะลึกเข้าไปจากชายฝั่งประมาณ 500 เมตรนอกจากนี้สภาพภูมิประเทศ ของพื้นที่ที่มีคลองเล็กๆ ที่เป็นที่ยุ่มต่ำระหว่างแนวสันทราย (inter-barrier depressions) วางตัวขนานไป กับแนวชายหาดยังช่วยลดความรุนแรงที่เกิดอันเนื่องมาจากสึนามิได้อีกด้วย ดังนั้นบ้านเรือนที่ตั้งอยู่หลัง แนวคลองนี้ได้รับผลกระทบน้อยกว่าบริเวณหน้าหาด ระดับความสูงของน้ำโดยเฉลี่ยประมาณ 4 เมตร จากพื้นดิน



#### 4.1.3.2 แผนที่สึนามิหาดเล้ง อ.ถลาง จ.ภูเก็ต

หาดบางเทาและหาดเล้ง อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 24 กิโลเมตร ตามถนนเทพกระษัตรีไปทางเหนือสู่อุทยานสิริราชเทวีทิวาเทพกระษัตรีทิวาศรีสุนทร จากนั้นเลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนศรีสุนทรไปอีก 12 กิโลเมตร จนถึงหาดสุรินทร์เลี้ยวขวาไปอีก 2 กิโลเมตร ถึงอ่าวบางเทา เป็นหาดทรายทอดตัวยาว (long beach ridge และ barriers) สลับกับที่ลุ่มต่ำระหว่างสันทราย (inter-barrier depressions) (รูป 4.4)

จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้ คือ บ้านบางเทา เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ระยะทางที่น้ำทะเลรุกเข้าไปประมาณ 1.5 กิโลเมตร บริเวณบ้านบางเทาได้รับความเสียหายมากที่สุด และโครงสร้างที่เสียหาย ได้แก่ บ้าน สะพาน อาคาร วัด โรงแรม ร้านค้า ถนน และรีสอร์ท ปากคลองที่โดนคลื่นสึนามิกัดเซาะได้แก่ ปากคลองบางเทา ช่วงระดับความสูงของคลื่นเฉลี่ย (average water level range) ของคลื่นสูงระหว่าง 2-4 เมตร จากการสอบถามชาวบ้านลูกคลื่นมาจำนวน 3-4 ลูกและยอดคลื่นสูง (maximum water level) สูง 5-6 เมตร ช่วงเวลาที่น้ำทะเลถอยกลับ (draw down) 5-10 นาที ระดับความสูงของตะกอนใหม่ที่วัดได้จากหาดบางเทาหนาประมาณ 15 เซนติเมตร จากการสำรวจลักษณะทางธรณีสัณฐานชายฝั่งพบว่า เป็นอ่าวโค้งทางตอนใต้ของอ่าวบางเทา และเป็นหาดตรงยาวต่อขึ้นไปยังหาดเล้ง ด้วยลักษณะความโค้งของอ่าวบางเทา ทำให้เกิดการกระจายตัวของคลื่นอย่างกว้างขวาง และด้วยระดับความลึกของพื้นที่ตื้นกว่าทำให้ความสูงของการก่อตัวของคลื่นสูงกว่าบริเวณอื่น (ลักษณะพฤติกรรมของคลื่นที่เข้าปะทะจะคล้ายกับหาดป่าตอง หาดกมลา และพื้นที่ที่เป็นอ่าวโค้งอื่นๆ)

#### 4.1.3.3 แผนที่การรุกค้ำของน้ำทะเลหาดกมลา อ.กระบุรี จ.ภูเก็ต

หาดกมลา อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ต 26 กิโลเมตร จากอนุสาวรีย์ท้าวเทพกระษัตรีท้าวศรีสุนทร โดยเลี้ยวซ้ายผ่านหาดสุรินทร์ แหลมสิงห์ หาดกมลาเป็นแนวหาดทรายยาวประมาณ 2 กิโลเมตร (รูป 4.6) นับเป็นหาดหนึ่งที่สงบเงียบ มีสถานที่พักผ่อนไม่มากนัก บริเวณชายหาดที่ใกล้กับสถานีตำรวจเป็นบริเวณที่มีบ้านเรือนอยู่หนาแน่นและมีการตั้งร้านค้าเรียงรายติดกับชายหาด อีกส่วนหนึ่งของหาดเป็นพื้นที่โล่งซึ่งเป็นสุสานของชาวมุสลิม บริเวณหาดกมลามีถนนห่างจากชายหาดประมาณ 300-400 เมตร ความเสียหายที่เกิดขึ้นมากที่สุดอยู่บริเวณร้านค้าที่ติดกับชายหาดและพบว่าพื้นที่หาดบริเวณนั้นโดนกัดเซาะออกไป นอกจากนี้ยังมีความเสียหายที่เกิดขึ้นกับบ้านเรือนที่อยู่ตามแนวถนนอีกด้วย จากการสอบถามผู้อยู่ในเหตุการณ์คนหนึ่งบอกว่าได้รับโทรศัพท์เตือนให้หนีจากญาติที่อยู่บริเวณหาดป่าตอง ระดับความสูงของคลื่นวัดจากบริเวณหน้าหาดโดยเฉลี่ยประมาณ 3-5 เมตรจากพื้นดิน

#### 4.1.3.4 แผนที่การรุกค้ำของน้ำทะเลหาดป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต

หาดป่าตอง อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 15 กิโลเมตร ตามเส้นทางถนนวิจิตรสงคราม หรือทางหลวง 4020 ไปประมาณ 9 กิโลเมตร เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ทางหลวง 4029 ไปอีก 6 กิโลเมตร เป็นอ่าวที่มีความโค้งมาก หาดทรายงดงามเป็นแนวยาว 9 กิโลเมตร น้ำทะเลใสสะอาด เหมาะแก่การเล่นน้ำมากที่สุด

“หาดกะหลิม” ไปตามเส้นทางเดียวกับหาดป่าตอง แต่เมื่อถึงตัวหาดป่าตอง จะมีทางแยกให้เลี้ยวขวาก็จะถึงหาดกะหลิมเป็นหาดเล็กๆ มีโขดหินและแนวปะการังและมีสถานที่พักริมหาด (รูป 4.6)

จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้ไกลสุดประมาณ 800 เมตร บริเวณคลองปากบาง ตอนใต้ของอ่าวป่าตอง โครงสร้างที่ได้รับความเสียหาย ได้แก่ สะพาน อาคาร วัด โรงแรม ร้านค้า ถนนและริสอร์ท บริเวณปากคลองที่โดนคลื่นสึนามิกัดเซาะได้แก่ คลองปากบาง ซึ่งพบการกัดเซาะตลอดสองฝั่งและมีรายงานเรือประมงเสียหายประมาณ 80 ลำตลอดลำคลอง ช่วงระดับความสูงของคลื่น (water level range) สูง 4-5 เมตร จากการสอบถามชาวบ้านลูกคลื่นมาจำนวน 5-6 ลูกและยอดคลื่นสูง (maximum water level) สูง 5 เมตร ช่วงเวลาที่น้ำทะเลถอยกลับ (draw down) ประมาณ 10 นาที ลักษณะทางธรณีสัณฐานชายฝั่งที่เป็นอ่าวโค้ง (bay) และมีแนวคลองอยู่ทางตอนใต้ (คลองปากบาง) และสภาพพื้นที่ท้องทะเลที่มีความชันไม่มากนัก ทำให้คลื่นสามารถก่อตัวได้อย่างสูงกว่าบริเวณอื่น และแผ่กระจายตัวตามรูปร่างของอ่าวขนานไปกับแนวชายฝั่งทะเล และด้วยสิ่งก่อสร้างที่มีอย่างมากมาย จึงทำให้เส้นทางท่วมน้ำของคลื่นถูกบังด้วยสิ่งก่อสร้างเหล่านี้ ทำให้เกิดความเสียหายและสูญเสียชีวิตมากกว่าพื้นที่อื่นๆ (คล้ายกับกรณีอ่าวกมลา)

#### 4.1.3.5 แผนที่การลุกล้ำของน้ำทะเลหาดกะตะ หาดกะรน อ.เมือง จ.ภูเก็ต

หาดกะตะ อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 17 กิโลเมตร ไปตามเส้นทางถนนเจ้าฟ้าถึงห้าแยกคลองเลี้ยวขวาไปตามถนนหมายเลข 4028 หาดกะตะแบ่งออกเป็น 2 หาดคือ หาดกะตะใหญ่ กับหาดกะตะน้อย (รูป 4.6) เป็นหาดที่มีแนวปะการังติดต่อกันไปจนถึงเกาะปูซึ่งอยู่ด้านหน้าหาดกะตะ บริเวณชายหาดมีบ้านพัก บริษัทนาเที่ยว ร้านค้า แหล่งบันเทิง ไว้สำหรับบริการนักท่องเที่ยวด้วย

หาดกะรน อยู่ห่างจากหาดกะตะไปทางเหนือ มีเพียงเนินเขาเตี้ย ๆ คั่นอยู่เท่านั้น แต่ถ้าต้องการไปที่กลางหาดกะรนและหมู่บ้านกะรน มีถนนแยกจากหาดกะตะไปอีกประมาณ 3 กิโลเมตร อ่าวกะรนใหญ่กว่าอ่าวกะตะ มีชายหาดยาว เหนือชายหาดเป็นเนินทรายสูงๆ ต่ำๆ มีสนทะเลต้นใหญ่ๆ และต้นตาลขึ้นเรียงรายอยู่โดยทั่วไป ทรายที่อ่าวกะรนขาวสะอาดและละเอียดมาก

จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าไปได้ประมาณ 500 เมตร สิ่งก่อสร้างที่ได้รับเสียหาย ได้แก่ บ้าน อาคาร โรงแรม ร้านค้า ช่วงระดับความสูงของคลื่น (water level range) สูง 2-5 เมตร จากการสำรวจลักษณะทางธรณีสัณฐานของหาดกะตะ กะรน เป็นสันทราย (beach ridges) ที่มีความสูงมากกว่าบริเวณอื่นจึงสามารถป้องกันแนวคลื่นได้เองตามธรรมชาติอยู่แล้ว และด้วยรูปร่างของหาดทรายที่ค่อนข้างตรง และความชันของพื้นทะเลและหน้าหาดมากกว่าที่อื่นๆ จึงช่วยลดความรุนแรงของสึนามิได้เป็นอย่างดี

#### 4.1.3.6 แผนที่สึนามิหาดราไวย์และอ่าวฉลอง อ.เมือง จ.ภูเก็ต

หาดราไวย์ อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 17 กิโลเมตร (รูป 4.7) เส้นทางจากห้าแยกคลองไป

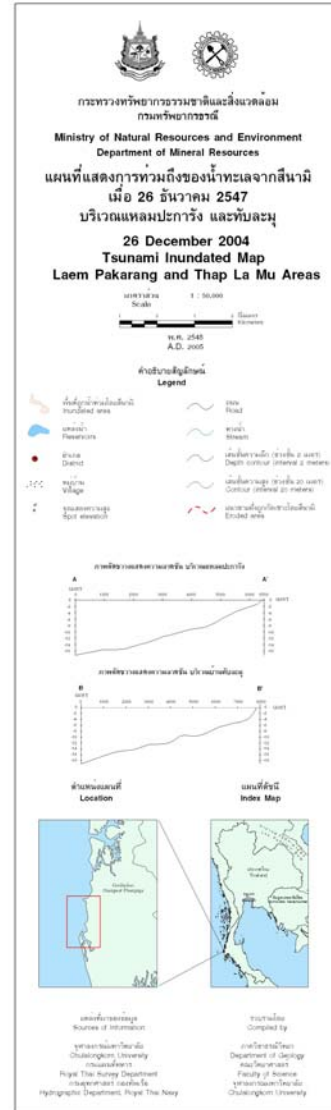
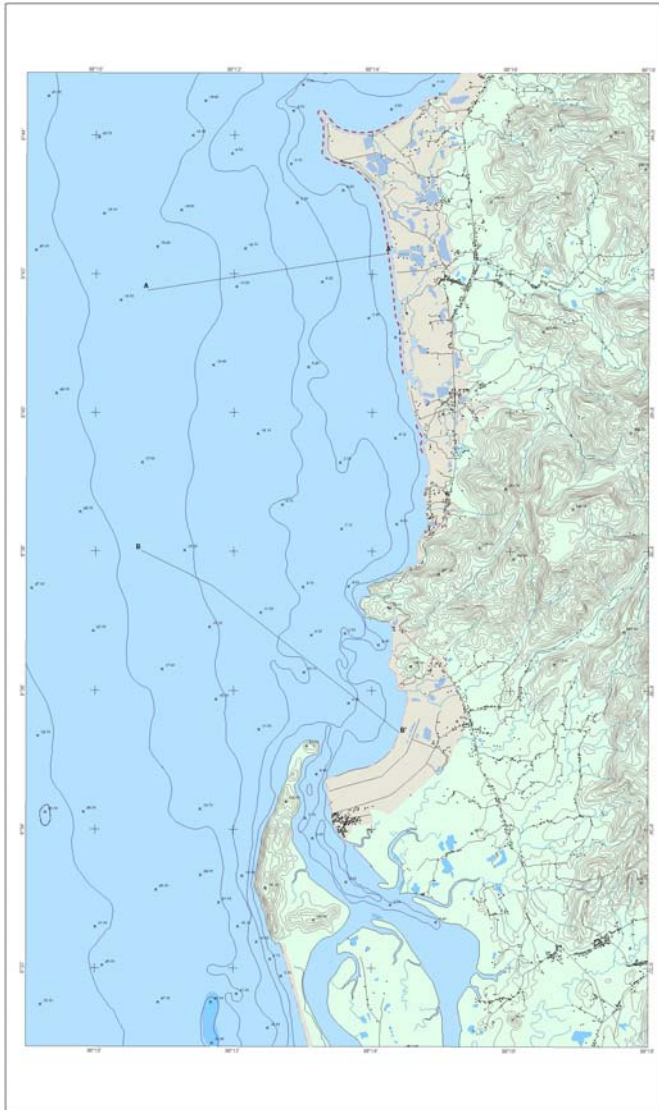
คูหาตราไวย์ (ทางหลวง 4024) เป็นเส้นทางที่สวยที่สุดสายหนึ่งของภูเก็ต หาดตราไวย์ เป็นหาดที่สวยงาม และมีชาวเลอาศัยอยู่

อ่าวฉลอง อยู่ห่างตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 11 กิโลเมตร สามารถใช้เส้นทางเดียวกับทางไปหาดตราไวย์ เมื่อถึงห้าแยกฉลองเลี้ยวซ้ายประมาณ 1 กิโลเมตรถึงอ่าวฉลอง มีท่าเรือเป็นสะพานไม้ทอดยาวไปในทะเล ชายหาดเป็นรูปโค้งยาว มองเห็นทิวมะพร้าวริมหาดเอนดูออกทะเล ทะเลบริเวณนี้ไม่เหมาะแก่การเล่นน้ำ เพราะหาดเป็นโคลน ที่อ่าวฉลองนี้นักท่องเที่ยวจะเช่าเรือไปเที่ยวตามเกาะต่างๆหรือเข้าไปตกปลาได้ จากการสำรวจความเสียหายพบว่าการท่วมของน้ำทะเลเข้าไปสูงจากพื้นประมาณ 50-80 เซนติเมตร ลึกเข้าไปประมาณ 100 เมตรแต่บางแห่งลึกเข้าไปเกือบ 100-200 เมตรและระดับสูงจากพื้นดินประมาณ 1.5-2 เมตรเช่นที่ Friendship resort ความเสียหายเกิดขึ้นกับเครื่องใช้ไม้สอยภายในบ้าน เช่นตู้เย็น โต๊ะเครื่องครัว แต่บางบริเวณมีความเสียหายเกิดแก่บ้านเรือน ได้แก่บริเวณบ้านป่าไผ่ น้ำพัดร้านอาหารชั้นเดียวและบ้านเรือนที่อยู่บริเวณนั้นพังเสียหายและมีการรुक้ำของน้ำเข้าไปประมาณ 300 เมตรจากแนวชายฝั่ง

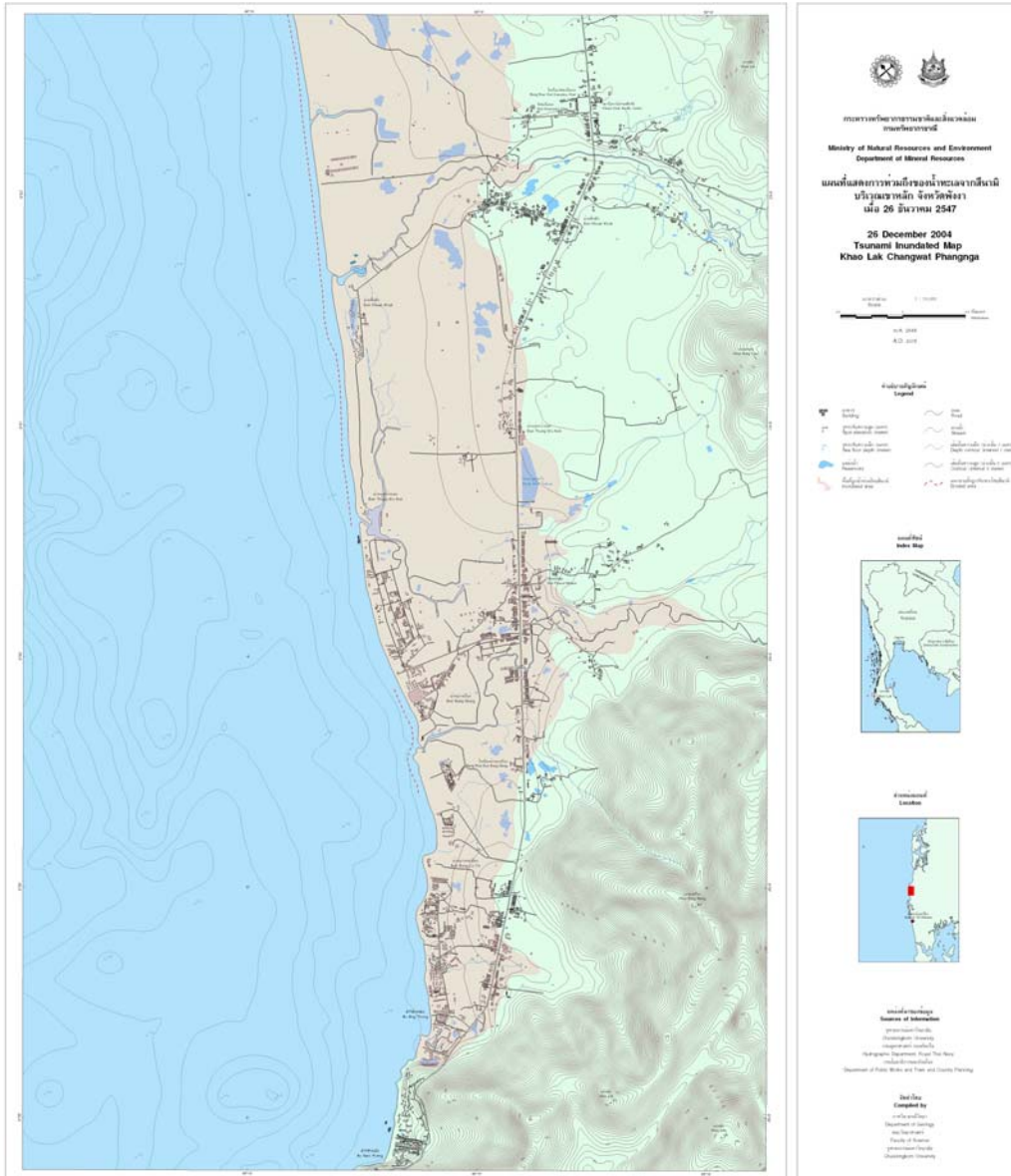
#### 4.1.3.7 แผนที่สินามิบ้านแหลมตุ๊กแก อ.เมือง จ.ภูเก็ต

บ้านแหลมตุ๊กแก อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะภูเก็ต (รูป 4.7) ประชากรที่บ้านแหลมตุ๊กแกนี้ส่วนใหญ่เป็นชาวเลหรือชาวน้ำ มีการตั้งบ้านเรือนอยู่กันอย่างหนาแน่นประมาณกว่า 200 หลังคาเรือน ตัวบ้านทำด้วยไม้ชั้นเดียวยกพื้นสูง สภาพค่อนข้างผุและเก่า จากการสำรวจและสอบถามชาวบ้านพบว่าน้ำทะเลเข้ามาท่วมบ้านเรือนระดับน้ำสูงประมาณ 1-2 เมตร แต่จากการสังเกตคาดว่าความแรงของน้ำคงไม่มากนัก เพราะไม่มีบ้านเรือนพังเสียหาย บริเวณใกล้เคียงนี้มีท่าเทียบเรือรัชฎา-ภูเก็ต จากการสำรวจพบว่าเรือที่อยู่ตามแนวลำคลองถูกน้ำพัดล่มและพังกน้ำก็อยู่บริเวณใต้สะพาน ไม่พบความเสียหายต่อบ้านเรือนบริเวณปากคลองยกเว้นมีการท่วมของน้ำเข้ามาบริเวณปากคลองประมาณ 50-100 เมตร สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตรเท่านั้น



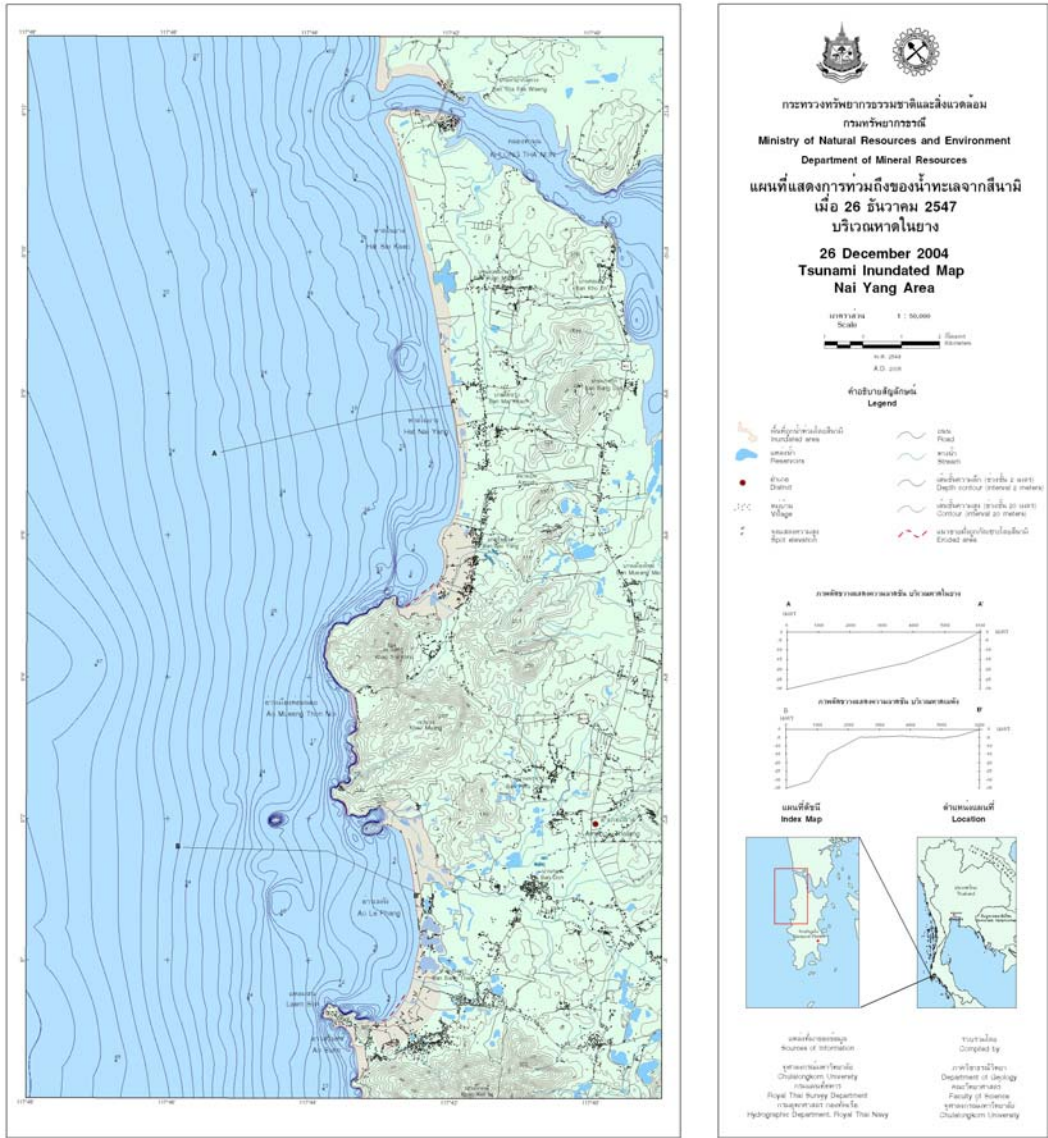


รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณแหลมปะการังและทับละมุ (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)



รูปที่ 4.3 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณเขาหลัก (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)

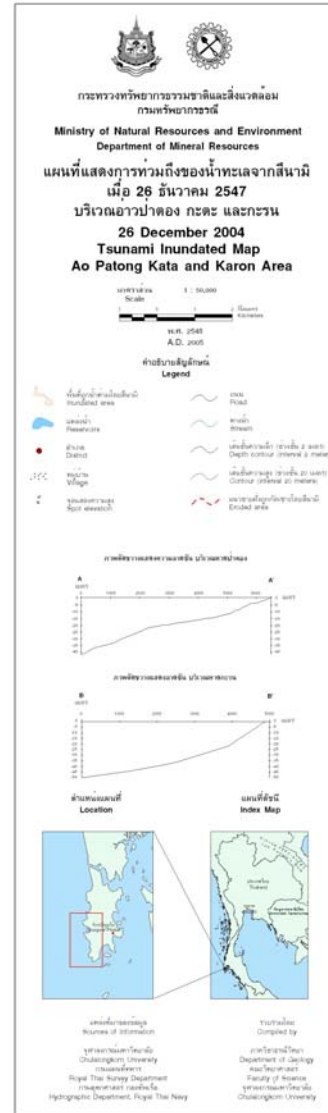
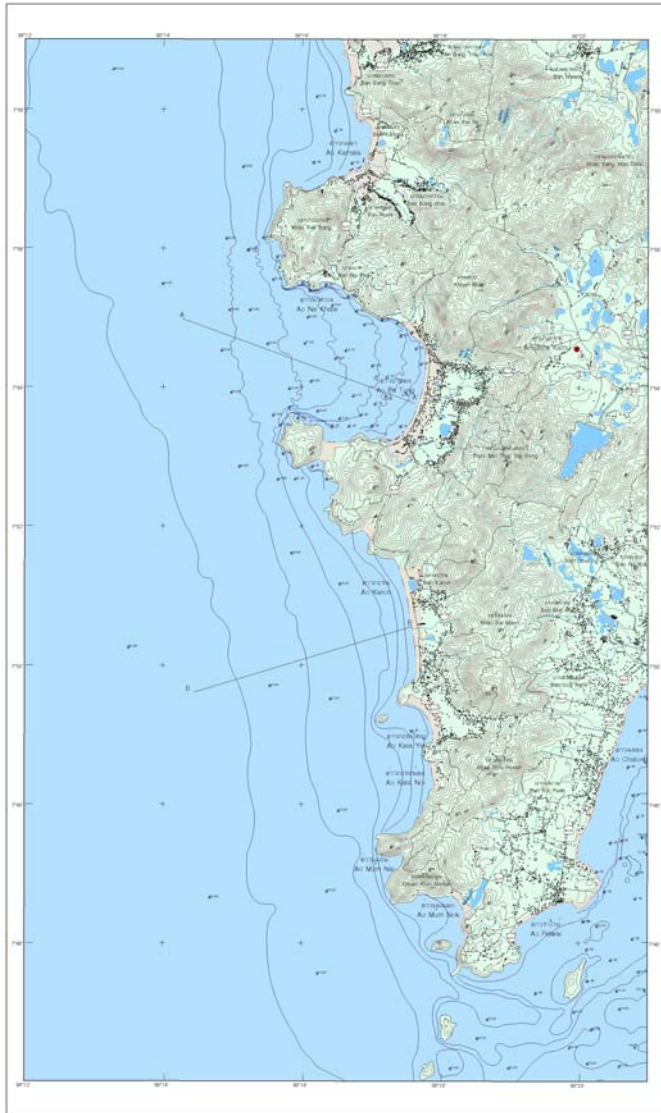




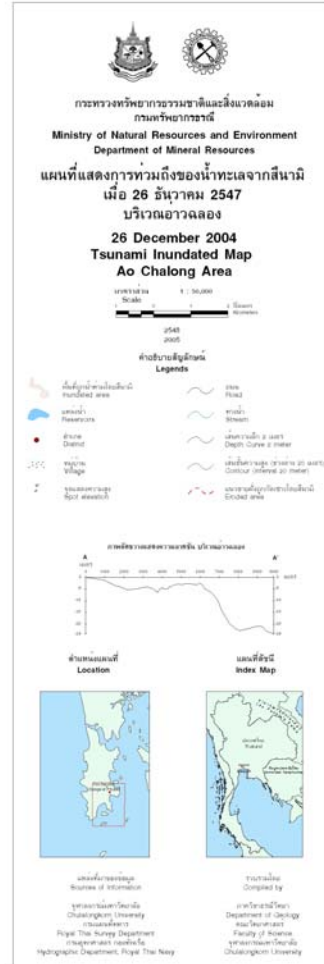
รูปที่ 4.4 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณหาดไผ่ขาว ในยาง และเลพัง (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)



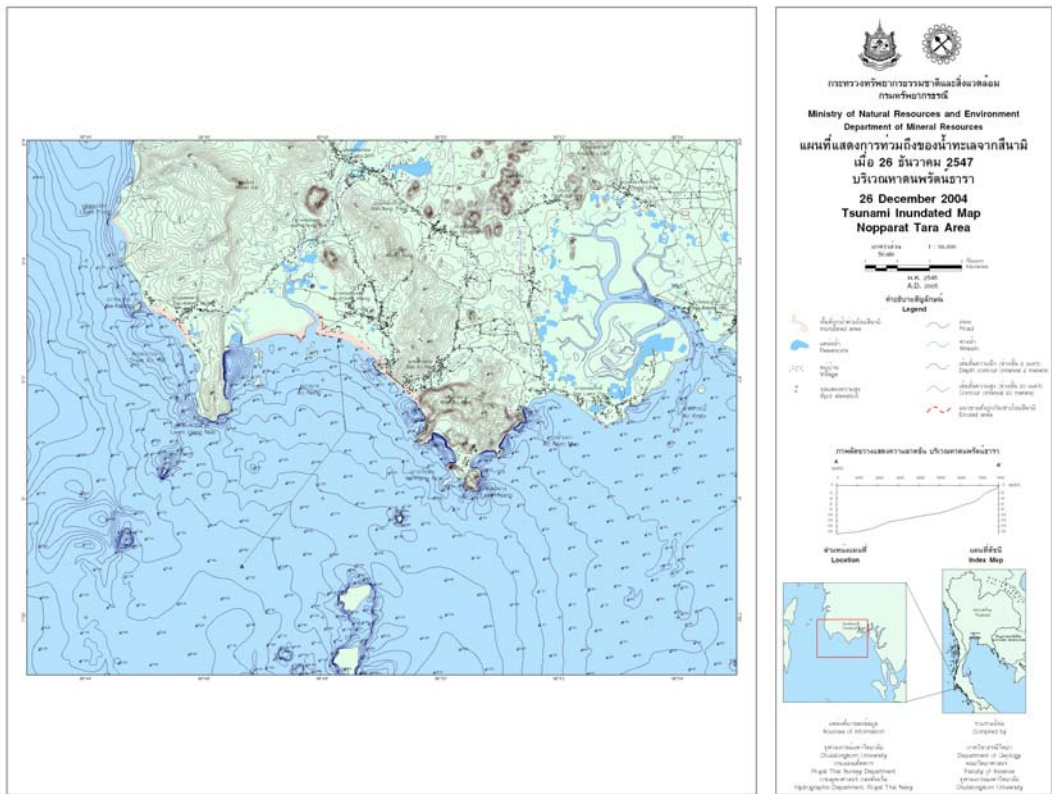




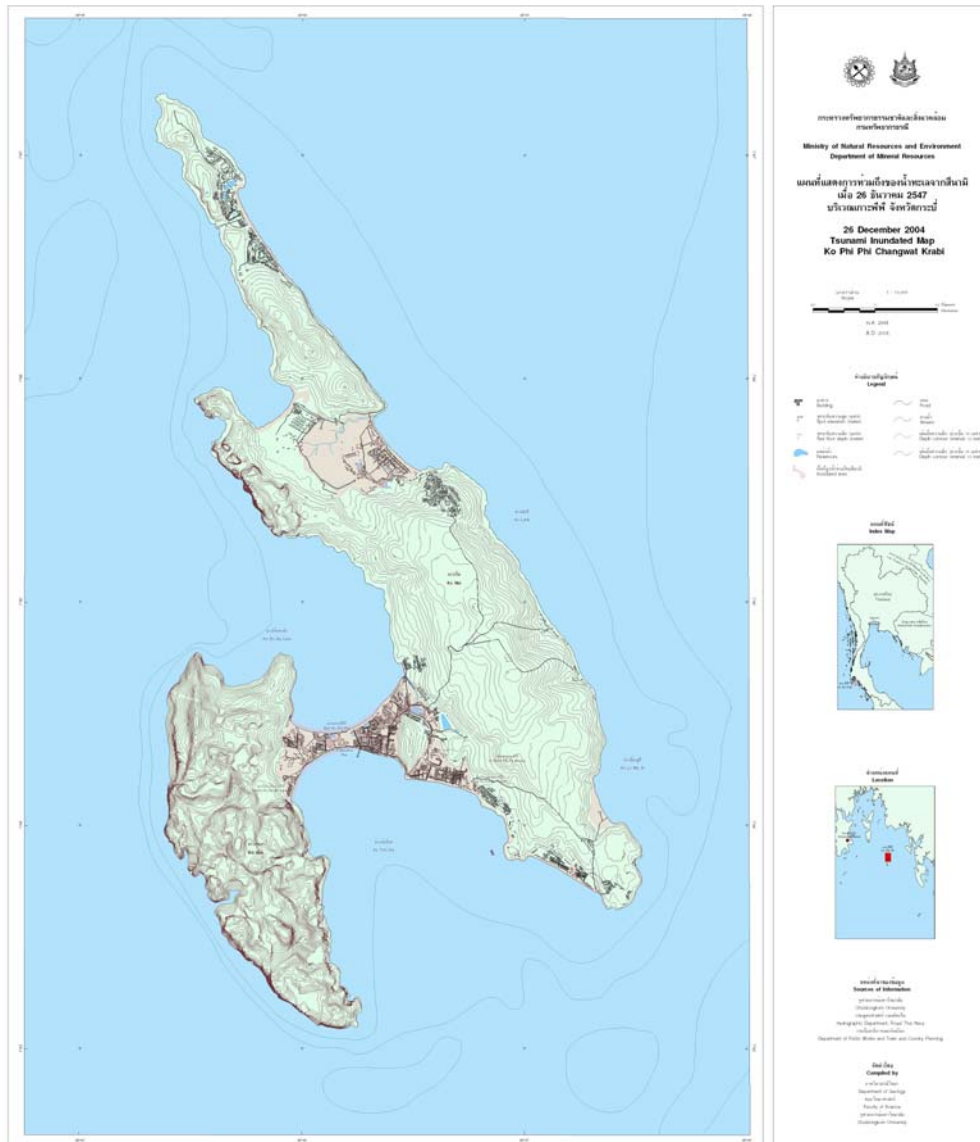
รูปที่ 4.6 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอ่าวป่าตอง กะตะและกะรน (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)



รูปที่ 4.7 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอ่าวฉลอง (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)

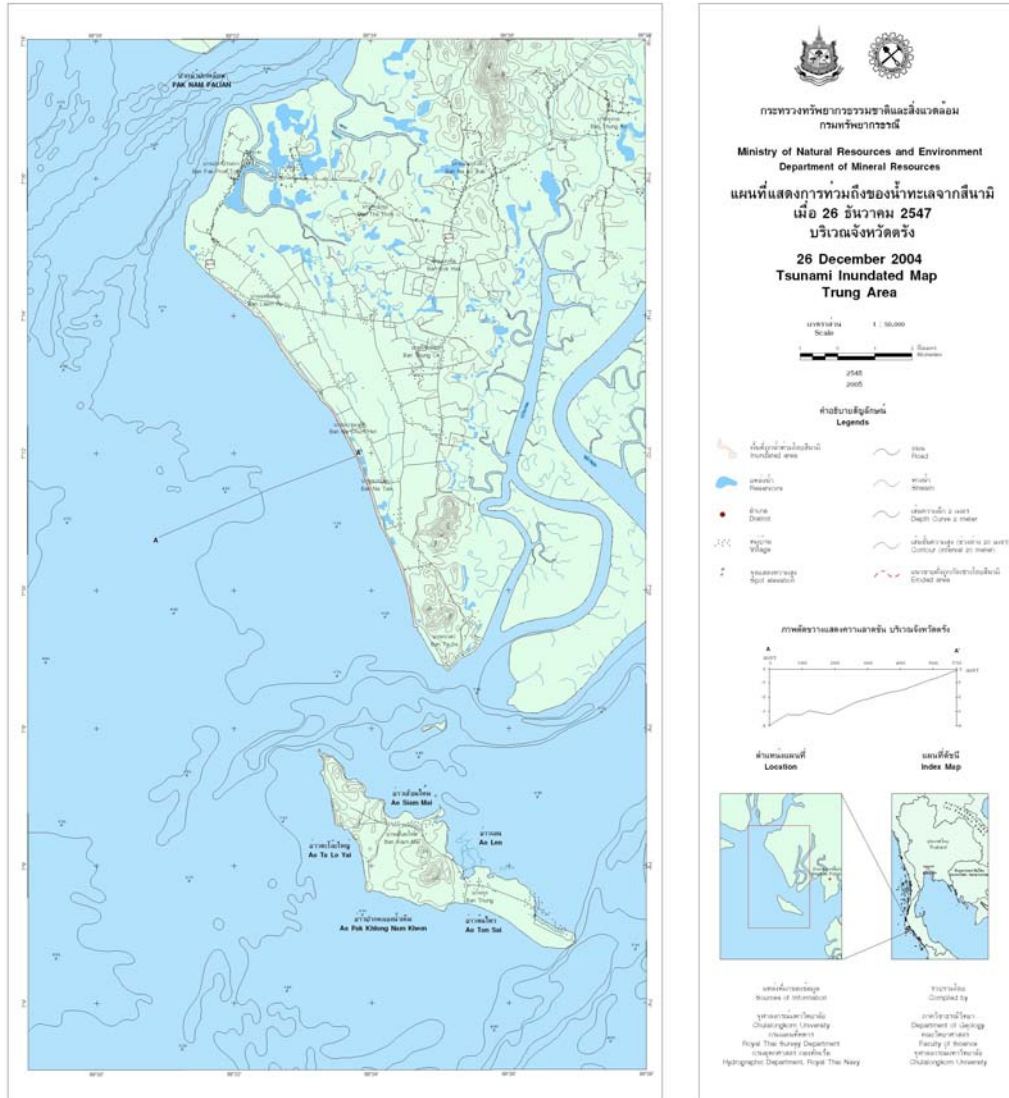


รูปที่ 4.8 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณหาดนพรัตน์ธารา (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)

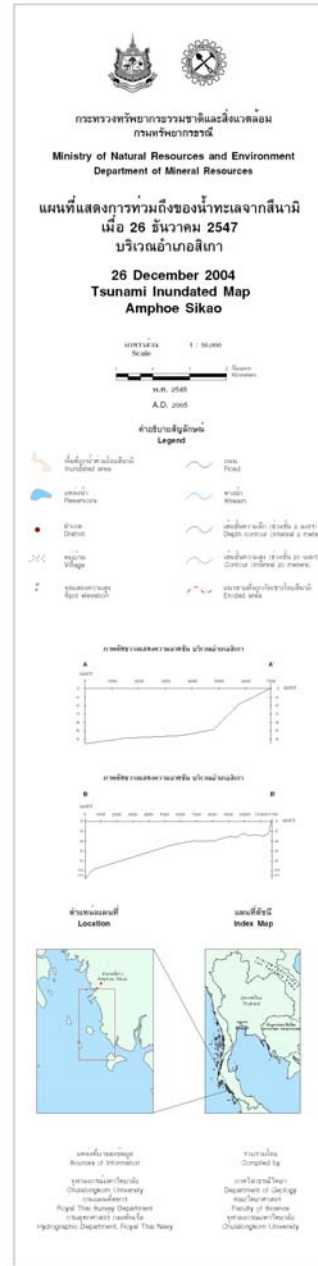


รูปที่ 4.9 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณเกาะพีพี (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)





รูปที่ 4.10 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณจังหวัดตรัง (โปรดดูภาพขยายของแผนที่ในภาคผนวก)

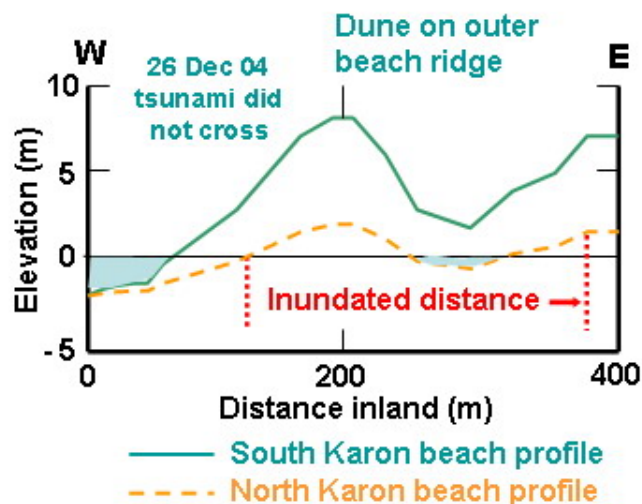


รูปที่ 4.11 แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ บริเวณอำเภอสิเกา (โปรดดูภาพขยายแผนที่ในภาคผนวก)

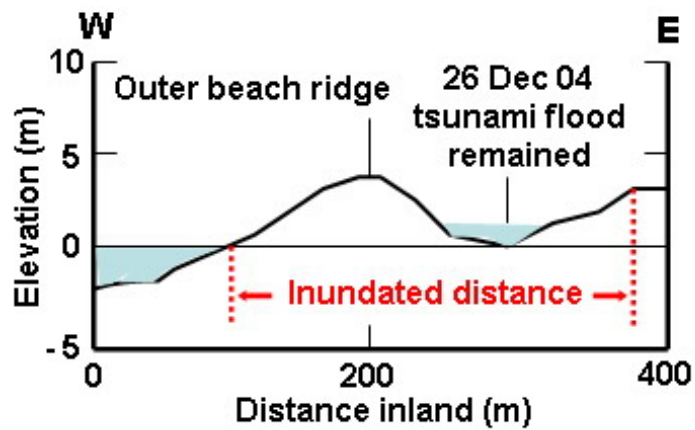
## 4.2 ผลวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพต่อความรุนแรงของสึนามิ

### 4.2.1 ปัจจัยทางกายภาพบนฝั่งที่มีผลต่อความรุนแรงของสึนามิ

ปัจจัยทางกายภาพบนฝั่งที่ช่วยลดความรุนแรงของสึนามิ ได้จากการวิเคราะห์ผลข้อมูลจากการสำรวจและการวัดระดับในภาคสนามที่สำคัญได้แก่ ความลาดชันของหน้าหาด (shoreface slope) ความสูงของพื้นที่หน้าหาดที่เกิดจากภูมิประเทศธรรมชาติ (natural topographical barrier) ซึ่งพบเห็นได้อย่างชัดเจนในบริเวณหาดกะรน และหาดไม้ขาว โดยในกรณีของหาดกะรน พบว่า ด้านเหนือของหาดมีลักษณะภูมิประเทศที่ต่ำที่เป็นสันหาดทราย (beach ridge) มีความสูงประมาณ 1-2 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งจากข้อมูลการวัดระดับความสูงสึนามิจากภาคสนามในบริเวณนี้พบว่า สึนามิมีความสูงประมาณ 3 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางจึงสามารถข้ามผ่านแนวสันทรายนี้เข้าไปในแผ่นดินได้ แต่ในบริเวณตอนกลางและตอนใต้ของอ่าวกะรน จะมีความสูงของภูมิประเทศชายฝั่งมากกว่า คือสูงประมาณ 7 เมตร ซึ่งเป็นภูมิประเทศที่เกิดจากแนวสันทรายและเนินทรายลมหอบ (beach ridge and sand dune) จากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีความชันหน้าหาดค่อนข้างสูง สึนามิไม่สามารถข้ามผ่านแนวสันทรายธรรมชาติ ดังรูป 4.12 และ 4.13 ส่วนในกรณีของหาดไม้ขาวก็เช่นกัน มีความชันหน้าหาดสูงมาก และโดยสภาพพื้นที่มีที่ลุ่มต่ำอยู่ด้านหลังสันทรายหน้าหาด (back-barrier lagoon) จึงทำให้น้ำทะเลที่เกิดจากการท่วมของสึนามิแผ่กระจายออกในบริเวณที่ลุ่มต่ำหลังจากข้ามสันทรายมาแล้ว



รูป 4.12 ภาพตัดขวางของภูมิประเทศหน้าหาดกะรน ทางด้านเหนือเปรียบเทียบกับตอนกลางและทางใต้ (รูปจาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005)



รูป 4.13 ภาพตัดขวางภูมิประเทศหน้าหาดจากบริเวณหาดไม้ขาว ใกล้เคียงนามบิน จังหวัดภูเก็ต (รูปบน) ที่เป็นแนวป้องกันความแรงสึนามิโดยธรรมชาติ (รูปจาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005) และรูปล่างซ้าย แสดงความชันหน้าหาด (shoreface slope) ที่สูงกว่าบริเวณอื่น รูปล่างขวาแสดงที่ลุ่มต่ำหลังแนวสันทราย (back-barrier lagoon) ที่ช่วยลดแรงสึนามิ (ภาพโดย ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



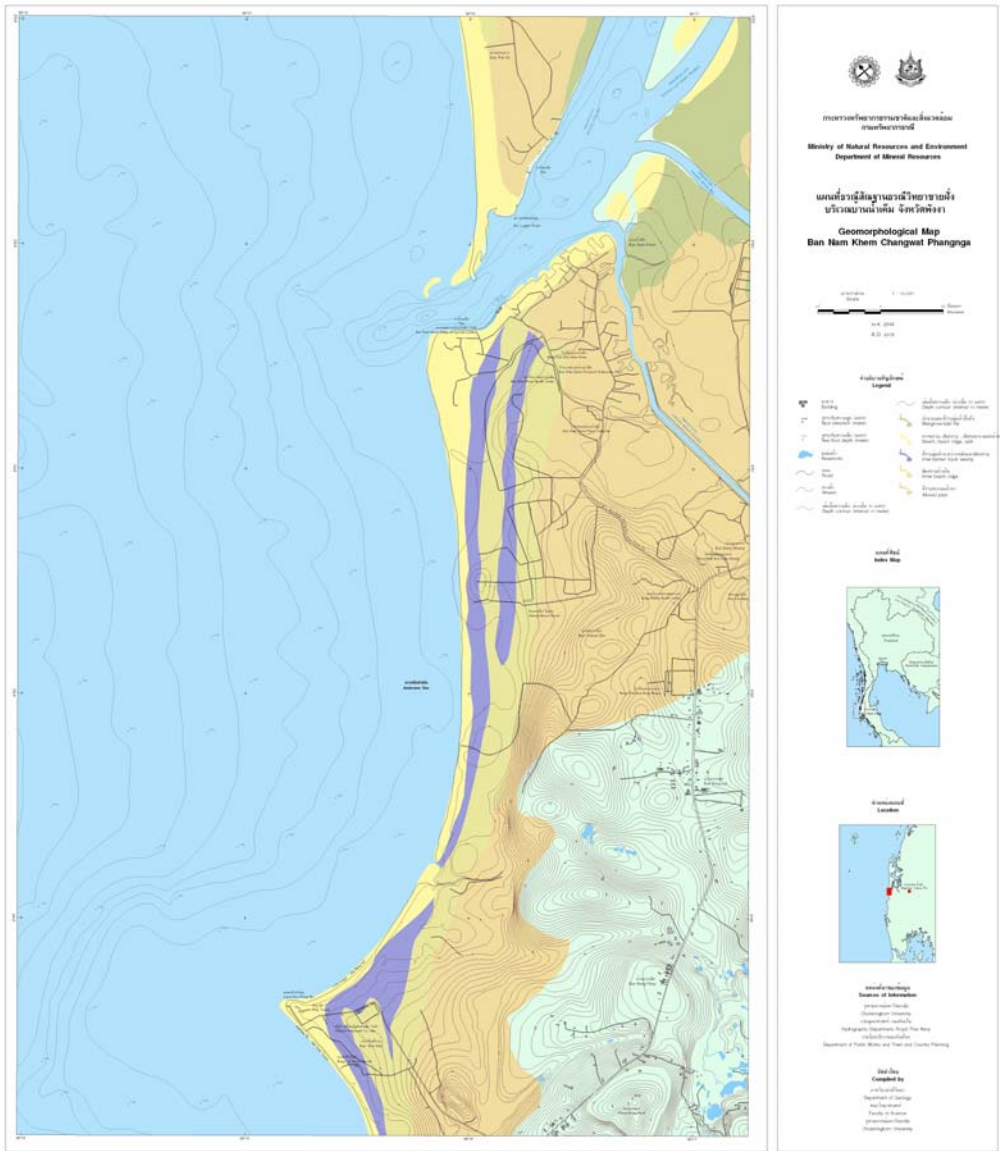
#### 4.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพในทะเลที่มีผลต่อความรุนแรงของสึนามิ

การวิเคราะห์ทางด้านสภาพภูมิประเทศใต้ทะเล ร่องน้ำ สภาพภูมิประเทศชายฝั่งที่เกี่ยวข้องกับการท่วมของน้ำทะเลจากสึนามิที่จะนำมาวิเคราะห์ในบทนี้ครอบคลุมพื้นที่ดำเนินการ 10 แห่งของจังหวัดพังงาและภูเก็ต โดยใช้ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม สำรวจระยะไกล นำมาวิเคราะห์ร่วมกับสภาพภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่ คณะทำงานได้สร้างแผนที่แสดงเส้นชั้นความลึกของพื้นทะเลให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากแผนที่แสดงระดับความลึกของน้ำทะเลของกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ มาตราส่วน 1:250,000 ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้นำข้อมูลจากแผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงของแต่ละพื้นที่และภาพถ่ายทางอากาศแสดงสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลและชายฝั่งประมวลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่ออธิบายปัจจัยทางธรณีวิทยาภาพในทะเลที่มีผลต่อความเสียหายหรือผลกระทบที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

##### 4.2.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่ง บ้านน้ำเค็ม ต.บางม่วง อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา

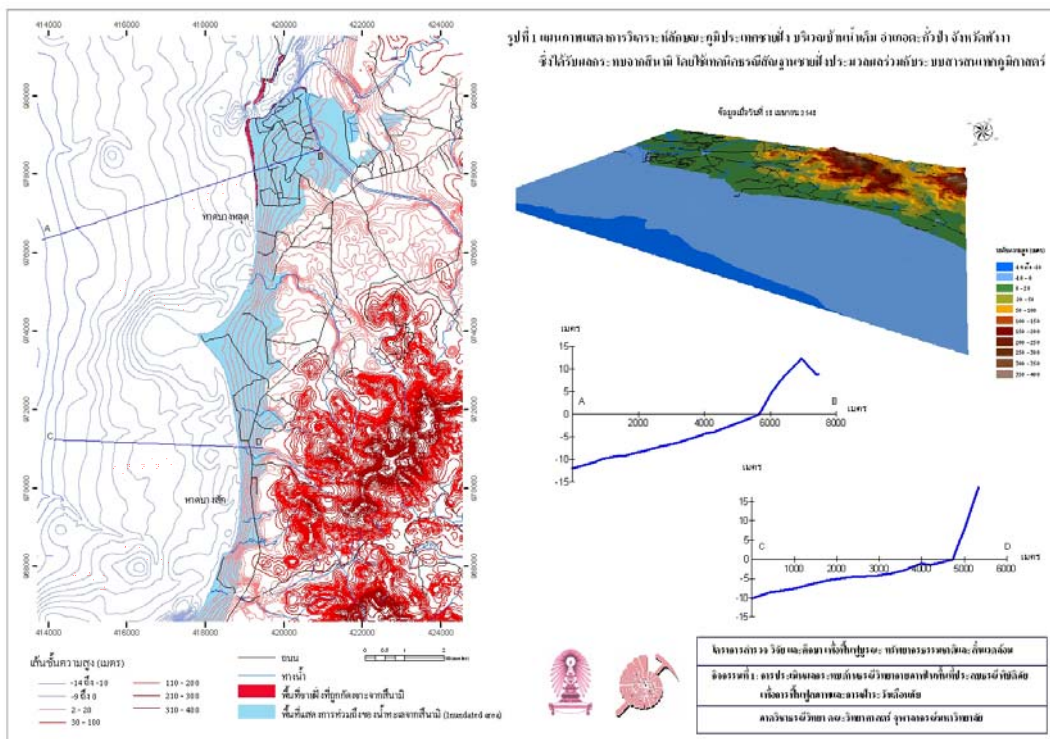
บ้านน้ำเค็ม ตำบลบางม่วง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ตั้งอยู่ริมถนนสายเพชรเกษม สายท้ายเหมือง-ตะกั่วป่า กิโลเมตรที่ 76-77 มีทางแยกซ้ายมือเข้าไป 100 เมตร ประกอบด้วยชายหาดบางสัก แหลมหัวกรังนุ้ย หาดทับตะวัน และหาดบางหลูดอยู่ทางทิศเหนือของหาดบางสัก จากการสำรวจความเสียหายในภาคสนามพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าเข้าไป คือ บ้านน้ำเค็ม บ้านบางม่วง บ้านไทยใหม่ และบ้านบางสัก ระยะทางที่น้ำทะเลรุกเข้าเข้าไปไกลสุดวัดจากท่าเรือบ้านน้ำเค็มได้ประมาณ 2.5 กิโลเมตร บริเวณบ้านน้ำเค็ม ได้รับความเสียหายมากที่สุด โครงสร้างเสียหาย ได้แก่ บ้าน สะพาน อาคาร วัด โรงแรม ร้านค้า รีสอร์ท ถนนริมหาดและถนนสายหลัก ปากคลองบ้านน้ำเค็มได้รับผลกระทบจากสึนามิกัดเซาะ ช่วงระดับความสูงของคลื่น (water level range) ของคลื่นสูง 2.4 -3 เมตร จากการสอบถามชาวบ้านคลื่นเข้ามาจำนวน 3-4 ลูก และยอดคลื่นสูง (maximum water level) สูง 4-6 เมตรช่วงเวลาที่น้ำทะเลล่าถอยกลับ (draw down) อยู่ระหว่าง 2-10 นาที ระดับความสูงของตะกอนใหม่ที่วัดได้ บริเวณตอนใต้ของบ้านน้ำเค็มมีความหนาประมาณ 10-20 เซนติเมตร ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งเป็นสันทราย (beach ridge) วางตัวเกือบเหนือใต้ โดยมีแหลมหิน (rocky headland) เป็นระยะๆ กันระหว่างหาด และมีแนวเขาสูงอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของทางหลวงหมายเลข 4 โดยมีระยะห่างระหว่างหน้าหาดถึงบริเวณชายเขาไม่มาก ทำให้เกิดการปิดกั้นของน้ำทะเลขณะที่เกิดสึนามิ

รูป 4.14 และ 4.15 แสดงการวิเคราะห์ทางธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งบริเวณบ้านน้ำเค็ม โดยแผนที่ด้านซ้ายแสดงถึงสภาพลักษณะภูมิประเทศทั้งบนฝั่งและนอกฝั่ง พร้อมทั้งได้ทดลองสร้างภาพถ่ายทางอากาศในบริเวณหาดบางหลูด (แนว AB) และหาดบางสัก (แนว CD) พบว่า มีความแตกต่างในเรื่องของความชัน



รูปที่ 4.14 แผนที่แสดงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่ง บริเวณบ้านน้ำเค็ม จังหวัดพังงา (โปรดดูภาพขยายแผนที่ในภาคผนวก)

บริเวณนอกชายฝั่งและพบสภาพภูมิประเทศไดน้ำที่เป็นร่องที่ต่ำซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยเสริมทางธรณีสัณฐานชายฝั่งที่ทำให้ความรุนแรงและความเสียหายของพื้นที่บริเวณนี้มากกว่าที่อื่นๆ อย่างไรก็ตาม บริเวณที่ตั้งโรงเรียนบ้านน้ำเค็มพบว่าตั้งอยู่บนเนินที่เป็นที่ราบลอนคลื่น (Undulating terrain) ซึ่งอยู่สูงจากระดับโดยทั่วไปในบริเวณใกล้เคียงอันเนื่องมาจากมีหินรองรับที่ต่อเนื่องมาจากแนวเขาด้านตะวันออก ทำให้ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาอยู่สูงจากพื้นที่อื่นๆ และไม่ได้รับผลกระทบจากการท่วมของสึนามิ จึงน่าจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับการออกแบบเพื่อเป็นพื้นที่หลบภัยและหนีภัยได้เป็นอย่างดีในอนาคต



รูป 4.15 การวิเคราะห์ภูมิประเทศในทะเล บริเวณพื้นที่บ้านน้ำเค็มและใกล้เคียง จังหวัดพังงา ลูกศรสีแดงแสดงตำแหน่งและทิศทางร่องน้ำใต้ทะเลที่ประเมินว่ามีความเสี่ยงจากสึนามิที่รุนแรงจากบริเวณใกล้เคียงเมื่อเข้าสู่ชายฝั่ง

#### 4.2.2.2 การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งบริเวณแหลมปะการัง บ้านบางเนียง ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา

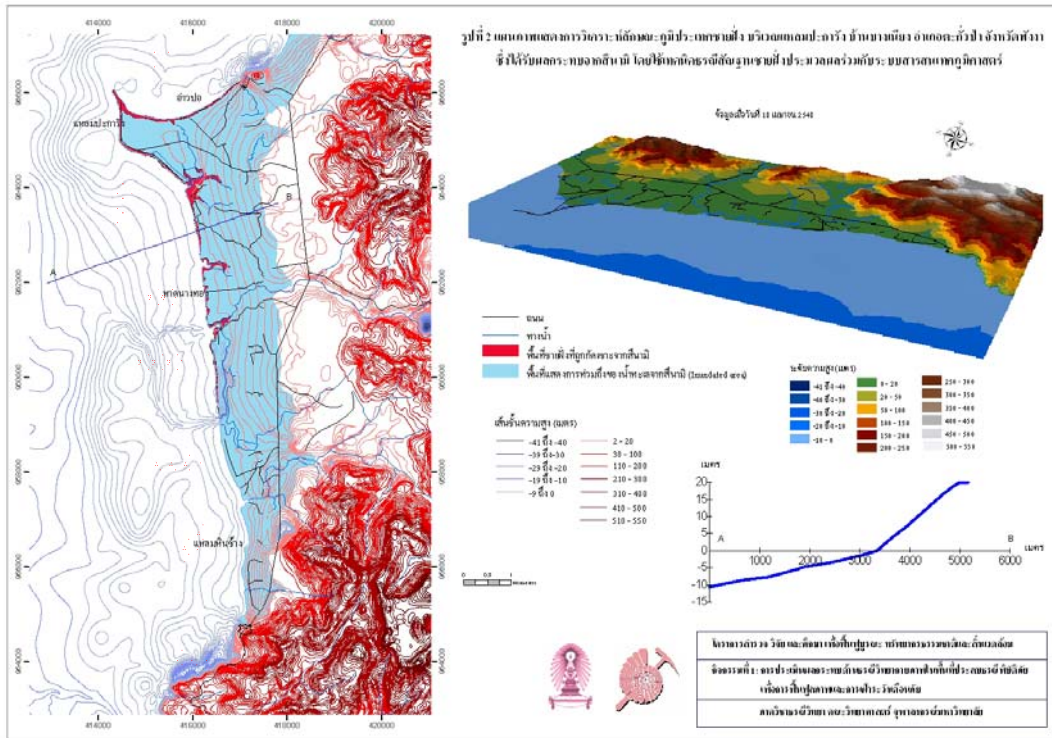
แหลมปะการังอยู่ระหว่างเส้นทางตะกั่วป่า-เขาหลัก จากตัวเมืองตะกั่วป่าเลียวขวา กิโลเมตรที่ 78-79 เข้าไปอีก 5 กิโลเมตร (รูป 4.16) จากการสำรวจความเสียหายในภาคสนามพบว่าพื้นที่บริเวณริมหาดถูกกัดเซาะหายไปเป็นบริเวณกว้าง (แสดงโดยพื้นที่สีแดงตามแนวชายฝั่งทะเลในแผนที่) ถนนที่อยู่ริบชายหาดถูกคลื่นเซาะเสียหาย ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

จากการวิเคราะห์สภาพธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่ง (ดูรูป 4.17 ประกอบ) พบว่าความชันของหน้าหาดต่อเนื่องไปในทะเลมีความชันไม่มาก และพบแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่ต่อเนื่องมาจากแนวคลองบนฝั่ง โดยเฉพาะบริเวณบ้านคึกคักและบ้านบางเนียง ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพที่ควบคุมความรุนแรงของการเข้าปะทะโดยสึนามิ ประกอบกับเป็นแนวร่องน้ำที่ต่อเนื่องจากบนบกอยู่แล้ว จึงทำให้ความรุนแรงและความเร็วของสึนามิมากกว่าบริเวณอื่นๆ

#### 4.2.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งอ่าวเขาหลัก ต. คึกคัก อ. ตะกั่วป่า จ.พังงา

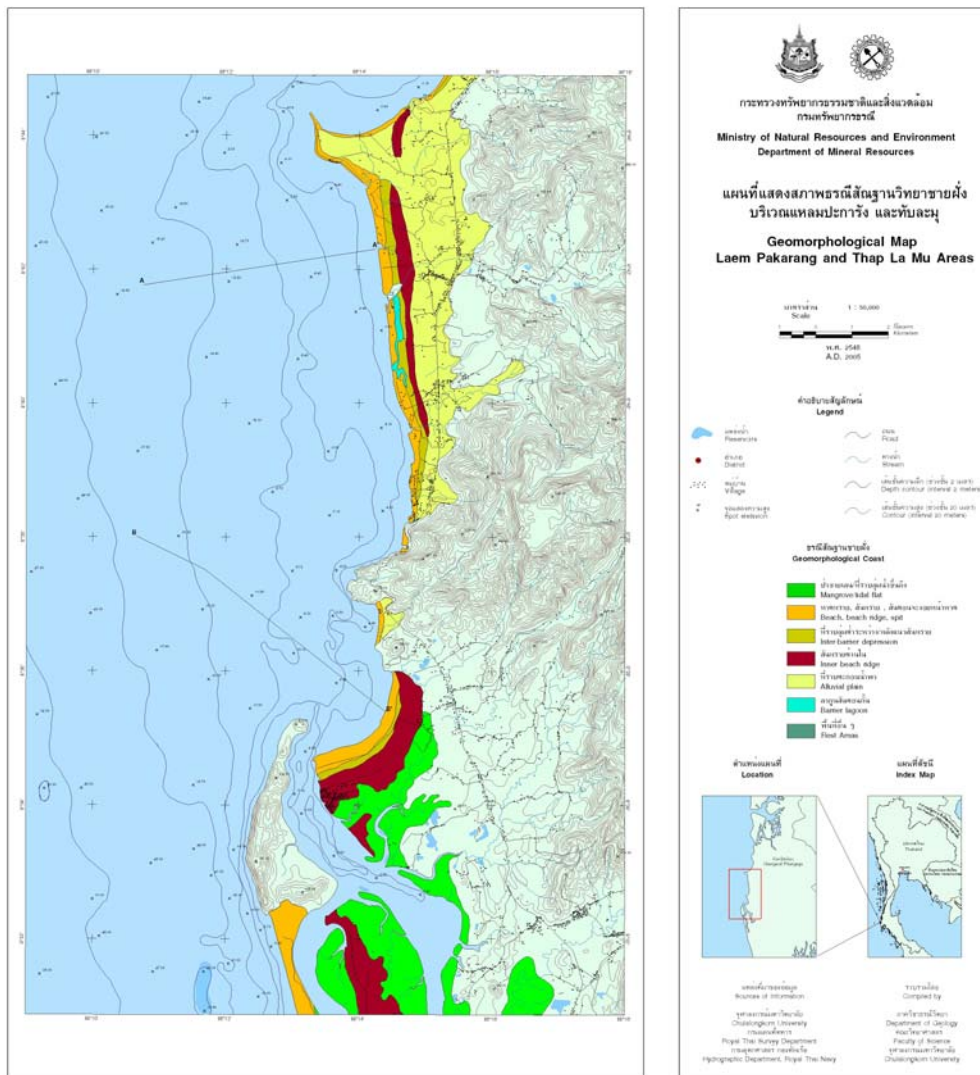
อ่าวเขาหลักตั้งอยู่ห่างจากอำเภอตะกั่วป่า 32 กิโลเมตร (รูป 4.18) บริเวณชายหาดเขาหลักมีหาดทรายกว้างและโขดหินก้อนเล็กใหญ่เรียงรายอยู่มากมาย จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าเข้าไปไกลสุด คือ บ้านเขาหลัก บ้านทับละมุ บ้านลำรู่ ระยะทางที่น้ำทะเลรุกเข้าเข้าไปไกลสุด ประมาณ 1.8 กิโลเมตร ดังแสดงในแผนที่ บริเวณฐานทัพเรือเป็นอ่าวที่มีแนวคลองทับละมุอยู่ทางด้านใต้

อย่างไรก็ตาม ด้วยลักษณะภูมิประเทศนอกชายฝั่งที่เป็นร่องน้ำบริเวณตรงกลางอ่าวทำให้สันนิษฐานได้ว่า แนวร่องน้ำใต้ทะเลจะเป็นปัจจัยควบคุมความรุนแรงของสึนามิและการหักเหของสึนามิเป็นอย่างมาก ซึ่งจากการสำรวจภาคสนามพบว่า แนวคลองทับละมุเป็นแนวที่สึนามิสามารถท่วมเข้าไปได้แรงที่สุดในบริเวณอ่าวเขาหลักนี้

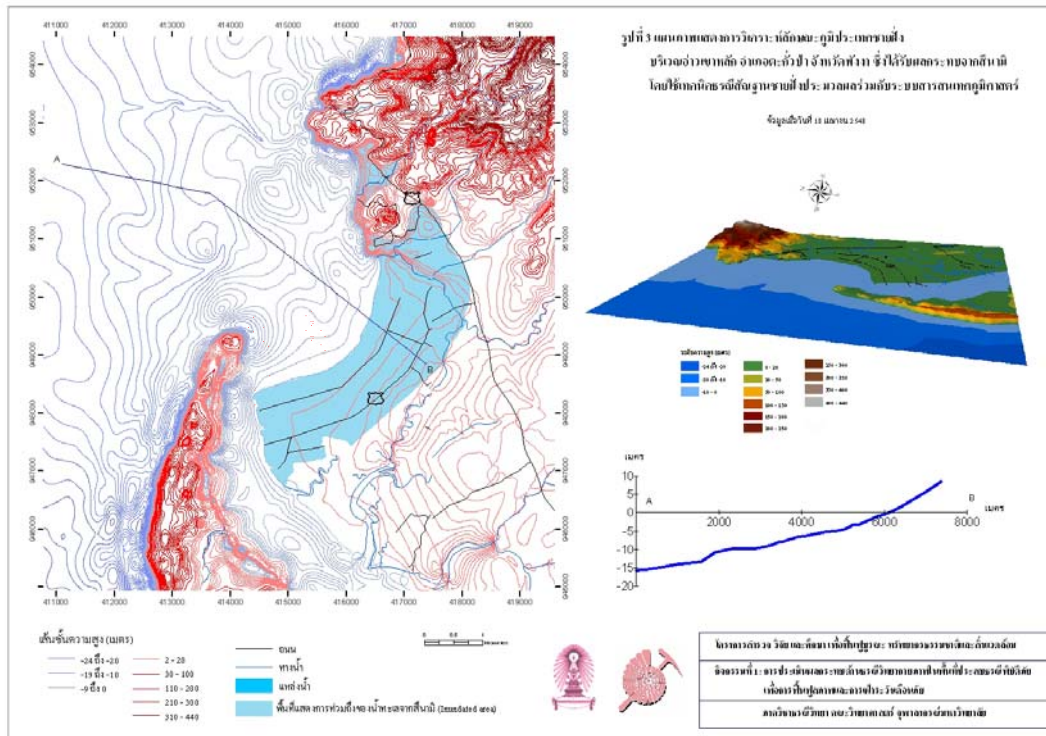


รูป 4.16 การวิเคราะห์ภูมิประเทศได้ทะเลในพื้นที่แหลมปะการังและบริเวณใกล้เคียง จังหวัดพังงา ลูกศรสีแดงเป็นแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งมีแนวทิศทางการเข้าหาฝั่งในหลายทิศทาง (ความยาวของลูกศรแสดงความเร็วของสึนามิที่แตกต่างกันเมื่อเข้าสู่แนวร่องน้ำ)

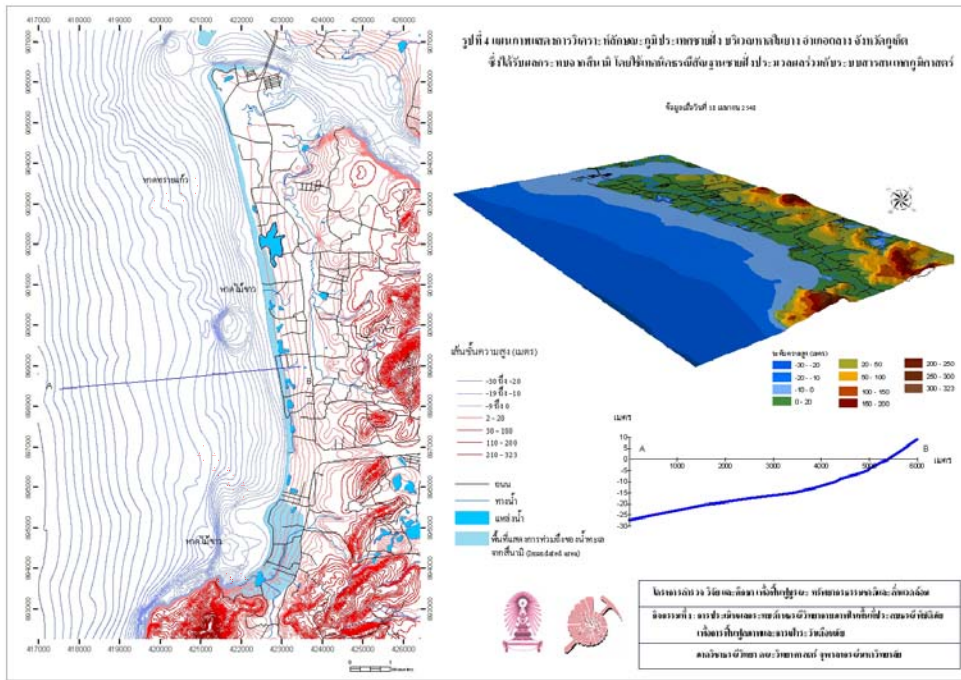




รูปที่ 4.17 แผนที่แสดงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่ง บริเวณแหลมปะการัง และทับละมุ (โปรดดูแผนที่ขยายในภาคผนวก)

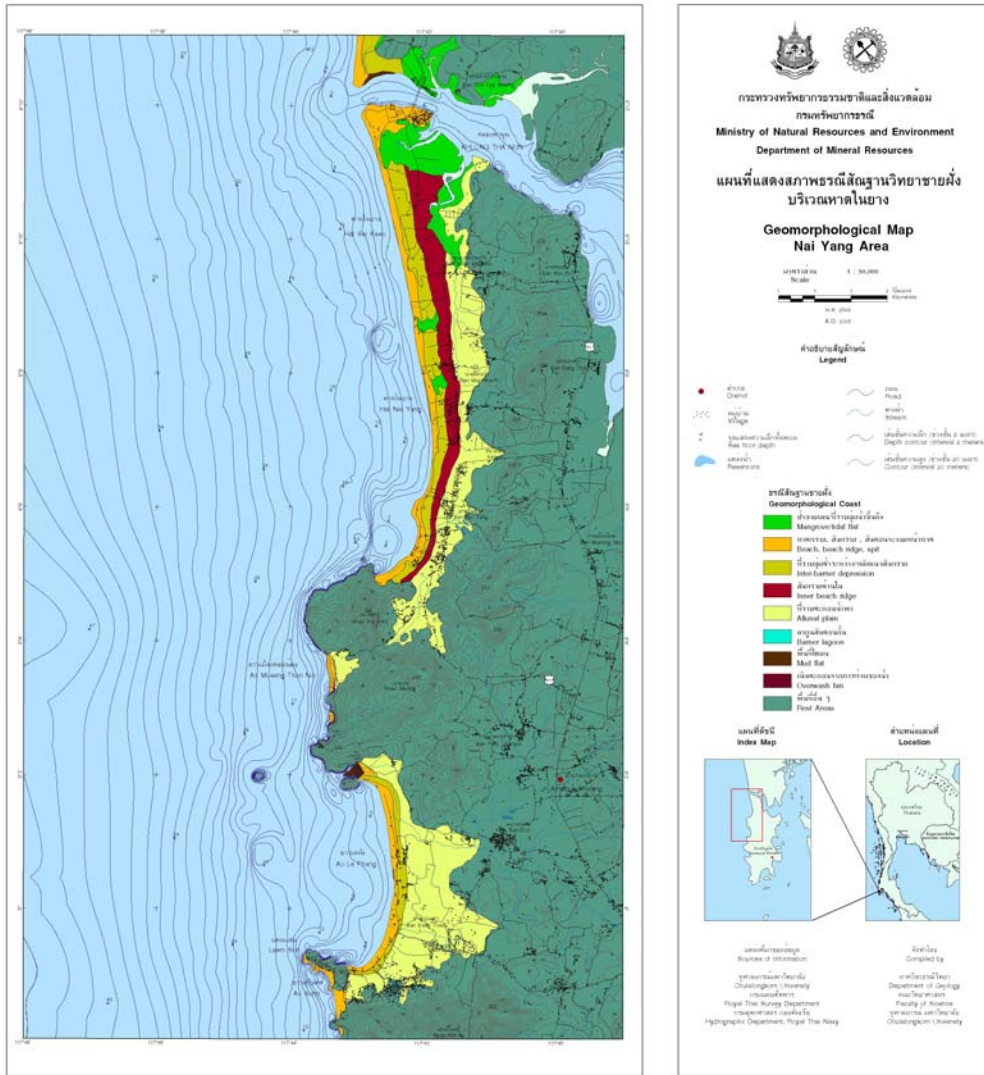


รูป 4.18 สภาพภูมิประเทศใต้ทะเลบริเวณอำเภอเขาหลัก ทำเรือที่บดละมู จังหวัดพังงา ลูกศรสีแดงแสดงทิศทาง  
ร่องน้ำใต้ทะเลและชี้ไปในบริเวณที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบรุนแรงกว่าบริเวณอื่น



รูป 4.19 ภูมิประเทศได้น้ำบริเวณหาดในยาง หาดไม้ขาวและท่าฉัตรชัย จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงตำแหน่งร่องน้ำในทะเลที่น่าจะเป็นแนวที่ทำให้สึนามิเข้ามาด้วยความเร็วมากกว่าบริเวณอื่น





รูปที่ 4.20 แผนที่แสดงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่ง บริเวณหาดไนยาง (โปรดดูแผนที่ขยายในภาคผนวก)

#### 4.2.2.4 การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งบริเวณหาดในยาง อ.ถลาง จ. ภูเก็ต

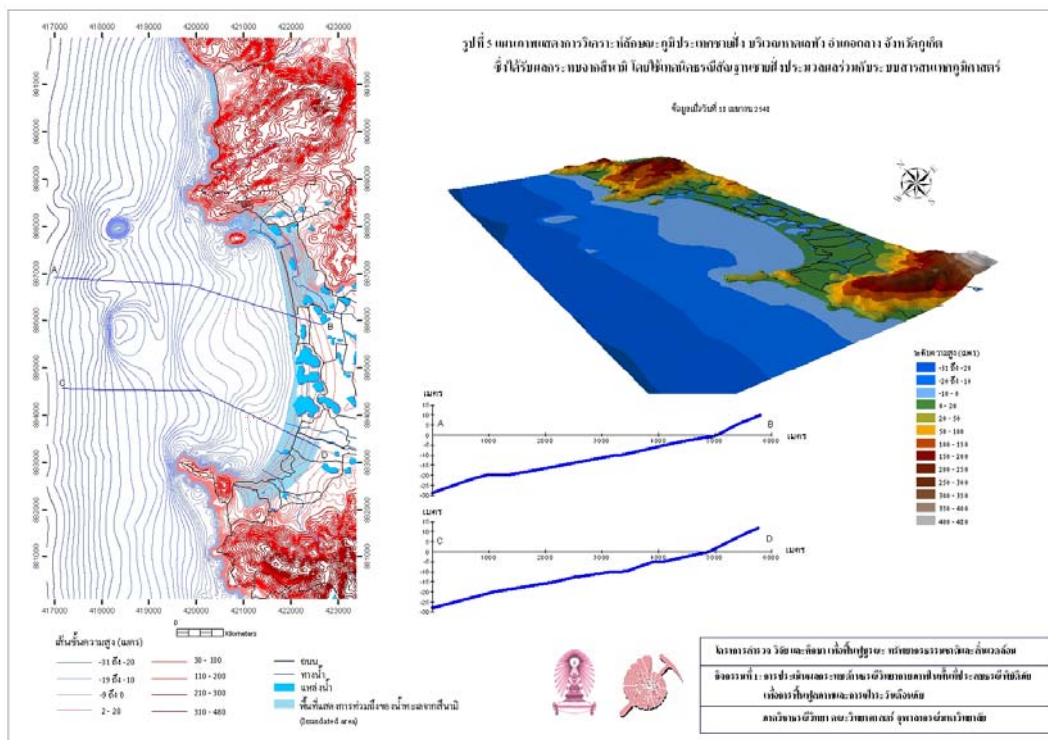
หาดในยาง เป็นที่ตั้งทำการของอุทยานแห่งชาติสิรินาถ ห่างจากตัวเมืองภูเก็ต 37 กิโลเมตร จากสี่แยกอำเภอถลาง ตรงขึ้นไปจนถึงทางแยกเข้าสนามบิน เลี้ยวซ้ายไปจนถึงสนามบินทางหลวง 402 แยกซ้ายเข้าทางหลวง 4026 ไปอีกประมาณ 2 กิโลเมตร ถึงอุทยานแห่งชาติสิรินาถ มีพื้นที่ครอบคลุมประมาณ 90 ตารางกิโลเมตร หรือ 56,250 ไร่ หาดทรายบริเวณนี้มีความยาวต่อเนื่องกันถึง 13 กิโลเมตร มีสนทะเลขึ้นอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ มีแนวปะการังกว้างใหญ่ ติดต่อกับหาดทราย สำหรับหาดไม้ขาว และหาดทรายแก้ว เป็นหาดทรายขาวทอดยาวขนานกับทิวคันสนอยู่ถัดจากหาดไม้ขาวไปจนถึงสะพานสารสิน นับเป็นหาดที่อยู่เหนือสุดของเกาะภูเก็ต

จากการสำรวจความเสียหายของสภาพหาดบริเวณนี้และวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศได้นำพบว่า มีแนวร่องน้ำได้ทะเลในบริเวณหน้าหาดในยาง และมีเนินตะกอนหรือโหนดหินใต้น้ำที่สูงกว่าระดับพื้นทะเลทั่วไปในบริเวณตอนกลางของหาดไม้ขาว ซึ่งลักษณะเนินใต้น้ำจะเป็นตัวควบคุมความรุนแรงและทิศทางของสึนามิในบริเวณนี้ให้แก่กระจายออกด้านเหนือและใต้ของอ่าว ประกอบกับหาดบริเวณนี้เป็นหาดทรายยาว (beach ridges) ตลอดแนว บริเวณหาดทรายแก้วและหาดไม้ขาว มีพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปกติประมาณ 5 เมตรตลอดแนวชายฝั่งพบบ้านเรือนน้อยมาก แต่มีชุมชนอยู่เป็นหย่อมๆ เช่นบริเวณบ้านท่าฉัตรไชย บ้านไม้ขาว และบ้านในยาง เป็นต้น (รูป 4.19) ดังนั้นความเสียหายจึงเกิดกับบ้านเรือนที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ติดกับชายหาด ซึ่งแนวการท่วมและทำลายของสึนามิจะลึกเข้าไปจากชายฝั่งประมาณ 400-500 เมตรนอกจากนี้สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่มีคลองเล็กๆ ที่เป็นกลุ่มต่ำระหว่างแนวสันทราย (inter-barrier depressions) วางตัวขนานไปกับแนวชายหาดยังช่วยลดความรุนแรงที่เกิดอันเนื่องมาจากสึนามิได้อีกด้วย ดังนั้นบ้านเรือนที่ตั้งอยู่หลังแนวคลองนี้ได้รับผลกระทบน้อยกว่าบริเวณหน้าหาด ระดับความสูงของน้ำโดยเฉลี่ยประมาณ 4 เมตรจากพื้นดิน

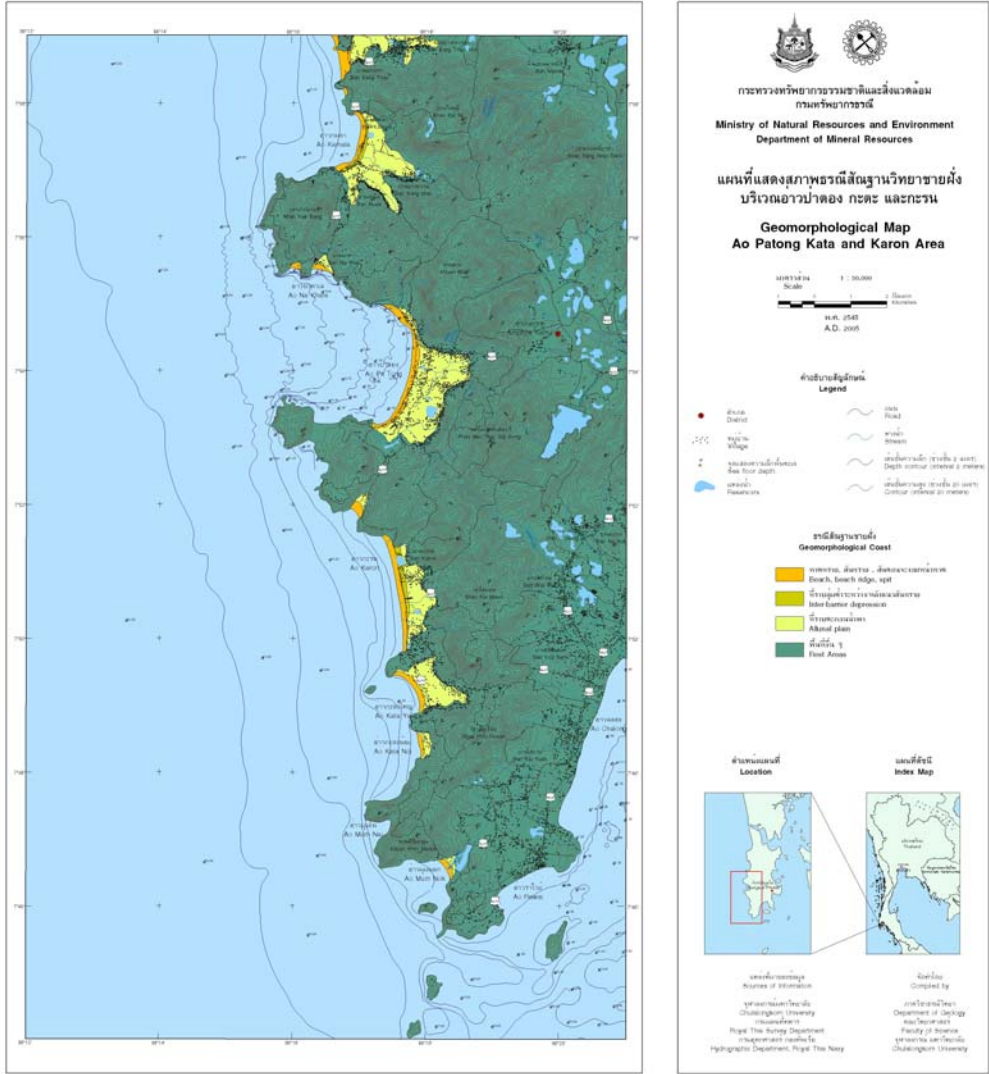
#### 4.2.2.5 การวิเคราะห์ภูมิประเทศชายฝั่งอ่าวเลพัง อ.ถลาง จ.ภูเก็ต

หาดบางเทาและหาดเลพัง อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 24 กิโลเมตร ตามถนนเทพกระษัตรีฯ ไปทางเหนือสู่อุทยานสิริราชเทวีเทพกระษัตรีท้าวศรีสุนทร จากนั้นเลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนศรีสุนทรไปอีก 12 กิโลเมตร จนถึงหาดสุรินทร์เลี้ยวขวาไปอีก 2 กิโลเมตร ถึงอ่าวบางเทา เป็นหาดทรายทอดตัวยาว (long beach ridge และ barriers) สลับกับที่ลุ่มต่ำระหว่างสันทราย (inter-barrier depressions) (รูป 4.20 และ 4.21)

เมื่อวิเคราะห์ลักษณะทางธรณีสัณฐานชายฝั่งพบว่า มีแนวเนินสันทรายใต้น้ำบริเวณตอนกลางของอ่าวซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของสึนามิออกทั้งบริเวณตอนเหนือและตอนใต้ของอ่าวซึ่งความรุนแรงของสึนามิจากการสำรวจภาคสนามก็สอดคล้องกับสภาพความสูงต่ำของใต้น้ำทะเล ประกอบกับเป็นอ่าวโค้งทางตอนใต้ของอ่าวบางเทา และเป็นหาดตรงยาวต่อขึ้นไปยังหาดเลพัง ด้วยลักษณะความโค้งของอ่าวบางเทา ทำให้เกิดการกระจายตัวของคลื่นอย่างกว้างขวาง และด้วยระดับความลึกของพื้นทะเลที่ตื้นกว่าทำให้ความสูงของการก่อตัวของสันสึนามิสูงกว่าบริเวณอื่น (ลักษณะพฤติกรรมของคลื่นที่เข้าปะทะจะคล้ายกับหาดป่าตอง หาดกมลา และพื้นที่ที่เป็นอ่าวโค้งอื่นๆ )



รูป 4.21 สภาพภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณอ่าวเลพัง และหาดในทอน จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่น่าจะเป็นแนวที่สึนามิเข้าปะทะรุนแรง

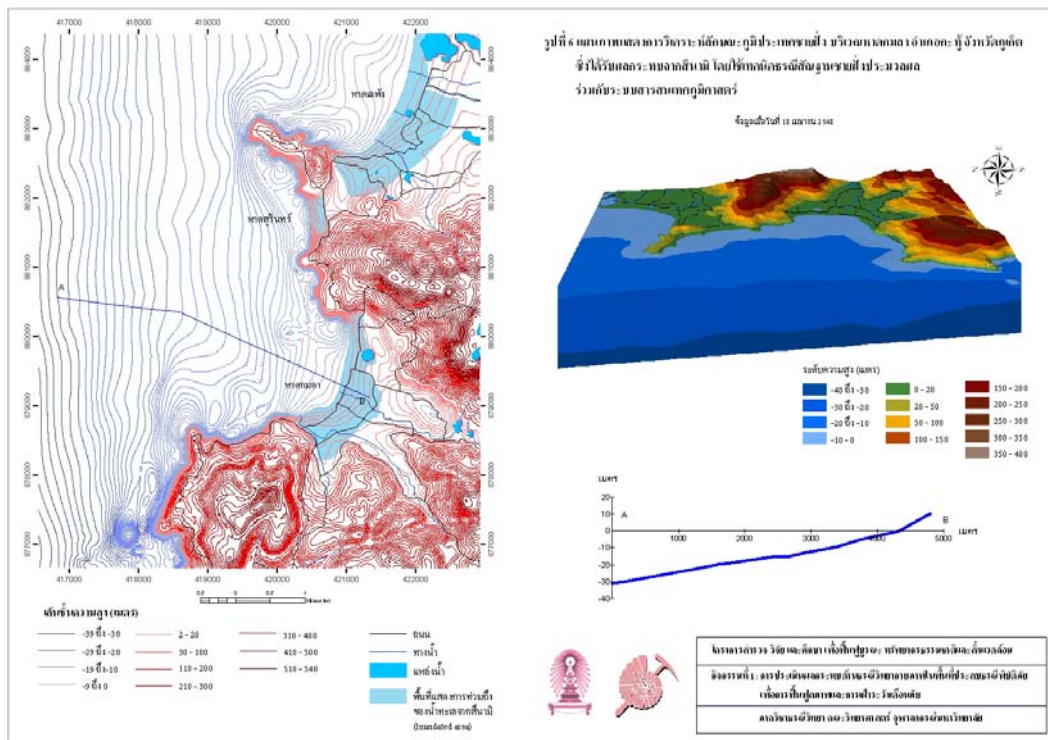


รูปที่ 4.22 แผนที่แสดงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่ง บริเวณอ่าวป่าตอง กะตะ กะรน (โปรดดูแผนที่ขยายในภาคผนวก)

4.2.2.6 การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งหาดกมลา อ.กระบุรี จ.ภูเก็ต

หาดกมลา อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ต 26 กิโลเมตร จากอนุสาวรีย์ท้าวเทพกระษัตรีท้าวศรีสุนทร โดยเลี้ยวซ้ายผ่านหาดสุรินทร์ แลหล่มสิงห์ หาดกมลาเป็นแนวหาดทรายยาวประมาณ 2 กิโลเมตร (รูป 4.22 และ 4.23)

ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งและได้นำพบว่า มีความชันน้อยซึ่งทำให้การก่อตัวของสึนามิสูงมาก ประกอบกับพื้นที่บนฝั่งจากหน้าหาดเป็นเขาที่เป็นแนวปิดกั้นคลื่นทำให้เกิดความรุนแรงมากกว่าบริเวณอื่น ซึ่งแตกต่างจากหาดสุรินทร์ที่มีความชันมากกว่าการก่อตัวของสึนามิจึงไม่สูงเท่า



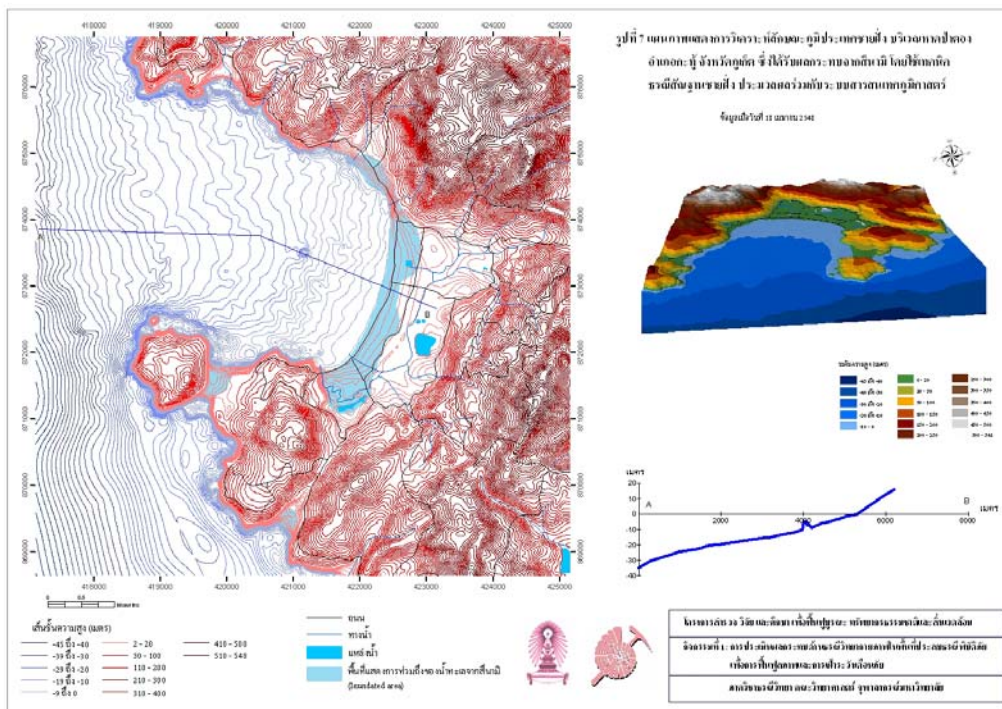
รูป 4.22 ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณหาดกมลา และหาดสุรินทร์ จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงแนวร่องน้ำใต้ทะเลที่น่าจะเป็นแนวสึนามิเคลื่อนตัวด้วยความเร็วมากกว่าบริเวณอื่น



#### 4.2.2.7 การวิเคราะห์ภูมิประเทศชายฝั่งหาดป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต

หาดป่าตอง ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 15 กิโลเมตร ตามเส้นทางถนนวิจิตรสงคราม หรือ ทางหลวง 4020 ไป 9 กิโลเมตร เลี้ยวซ้ายเข้าสู่ทางหลวง 4029 ไปอีก 6 กิโลเมตร เป็นอ่าวที่มีความโค้งมาก หาดทรายเป็นแนวยาว 9 กิโลเมตร (รูป 4.24)

ด้วยลักษณะทางธรณีสัณฐานชายฝั่งที่เป็นอ่าวโค้ง (bay) และมีแนวคลองอยู่ทางตอนใต้ (คลองปากบาง) สภาพพื้นที่ท้องทะเลที่มีความชันไม่มากนักแต่มีความสูงต่ำไม่สม่ำเสมอ ทำให้คลื่นสามารถก่อตัวได้อย่างสูงกว่าบริเวณอื่นและการหักเหเป็นไปในหลายทิศทางแผ่กระจายตัวตามรูปร่างของอ่าวขนานไปกับแนวชายฝั่งทะเล และด้วยสิ่งก่อสร้างที่มีอย่างมากมาย จึงทำให้เส้นทางการท่วมเอ่อของคลื่นถูกบังด้วยสิ่งก่อสร้างเหล่านี้ ทำให้เกิดความเสียหายและสูญเสียชีวิตมากกว่าพื้นที่อื่นๆ (คล้ายกับกรณีอ่าวกมล)

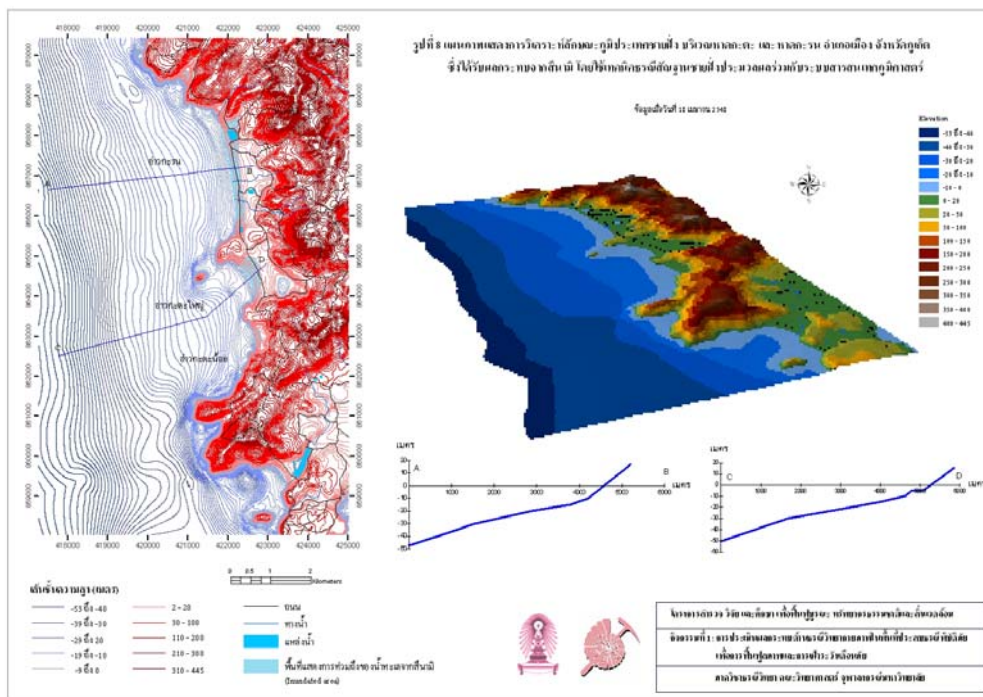


รูป 4.24 ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณอ่าวป่าตอง จังหวัดภูเก็ต จะเห็นว่าในอ่าวไม่พบแนวร่องน้ำที่ชัดเจน แต่มีความชันของพื้นทะเลน้อยมาก การเคลื่อนตัวของสึนามิจึงมาได้ด้วยความเร็วมากกว่าบริเวณหาดอื่น และมีทิศทางเข้าปะทะตลอดความโค้งของอ่าว

#### 4.2.2.8 การวิเคราะห์ภูมิประเทศชายฝั่งหาดกะตะ หาดกะรน อ.เมือง จ. ภูเก็ต

หาดกะตะ อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ต 17 กิโลเมตร ไปตามเส้นทางถนนเจ้าฟ้าถึงห้าแยกฉลองเลี้ยวขวาไปตามถนนหมายเลข 4028 หาดกะตะแบ่งออกเป็น 2 หาดคือ หาดกะตะใหญ่ กับหาดกะตะน้อย (รูป 4.25)

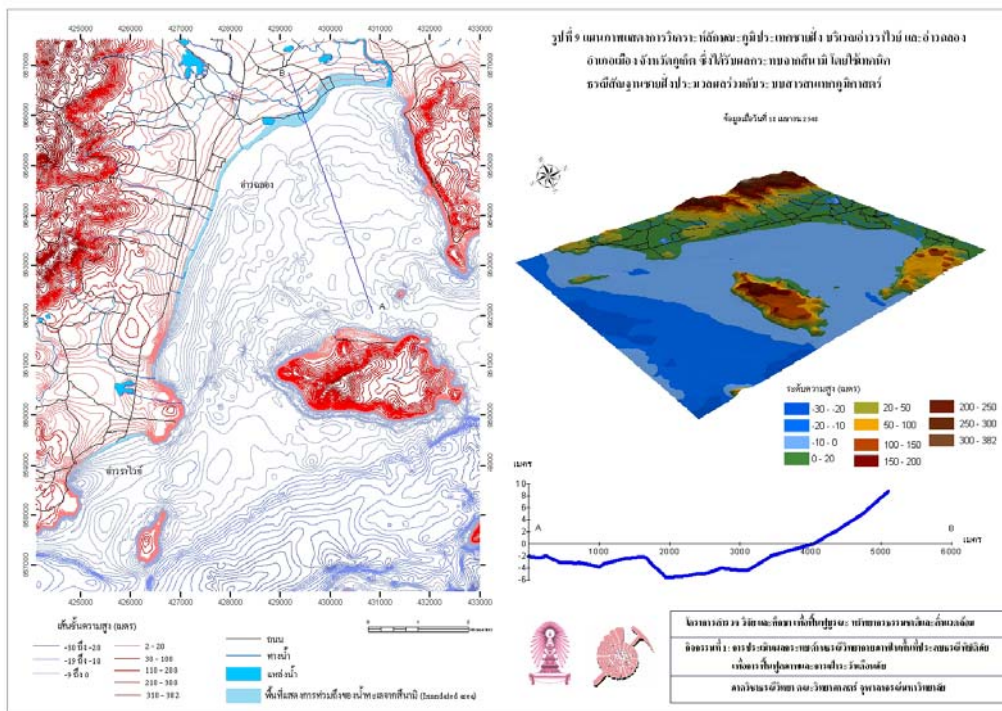
จากการสำรวจความเสียหายพบว่าพื้นที่น้ำทะเลรุกเข้าเข้าไปประมาณ 500 เมตร โครงสร้างเสียหาย ได้แก่ บ้าน อาคาร โรงแรม ร้านค้า ช่วงระดับความสูงของระดับน้ำ (water level range) 2-5 เมตร ลักษณะทางธรณีสัณฐานของหาดกะตะ กะรน เป็นสันทราย (beach ridges) ความชันของหน้าหาดสูงต่อเนื่องลงไปในทะเล ด้วยความชันที่มากกว่าบริเวณอื่นจึงสามารถป้องกันการก่อตัวของแนวคลื่นได้เองตามธรรมชาติ และด้วยรูปร่างของหาดทรายที่ค่อนข้างตรง และความชันของพื้นทะเลและหน้าหาดมากกว่าที่อื่นๆ จึงช่วยลดความรุนแรงของสึนามิได้เป็นอย่างดี



รูป 4.25 ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณหาดกะรน กะตะ จังหวัดภูเก็ต

#### 4.2.2.9 การวิเคราะห์ภูมิประเทศชายฝั่งหาดราไวย์และอ่าวฉลอง อ.เมือง จ.ภูเก็ต

หาดราไวย์ อยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ตประมาณ 17 กิโลเมตร (รูป 4.26) จากการสำรวจความเสียหายพบว่า มีการท่วมของน้ำทะเลเข้าไปสูงจากพื้นประมาณ 50-80 เซนติเมตร ลึกเข้าไปประมาณ 100 เมตร แต่บางแห่งลึกเข้าไปเกือบ 200 เมตร และระดับสูงจากพื้นดินประมาณ 1.5-2 เมตร เช่นที่ Friendship resort ความเสียหายเกิดขึ้นกับเครื่องใช้ไม้สอยภายในบ้าน เช่นตู้เย็น โต๊ะ เครื่องครัว แต่บางบริเวณมีความเสียหายเกิดแก่บ้านเรือน ได้แก่ บริเวณบ้านป่าไผ่ น้ำพัดร้านอาหารชั้นเดียวและบ้านเรือนที่อยู่บริเวณนั้นพังเสียหายและมีการรुकล้ำของน้ำเข้าไปประมาณ 300 เมตรจากแนวชายฝั่ง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ด้านตะวันออกของภูเก็ตการหักเหของสึนามิได้ลดความรุนแรงของคลื่นลงมากและการก่อตัวไม่สูงมากนักซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอของพื้นที่ได้นำและความชันน้อยกว่าพื้นที่อื่นๆ

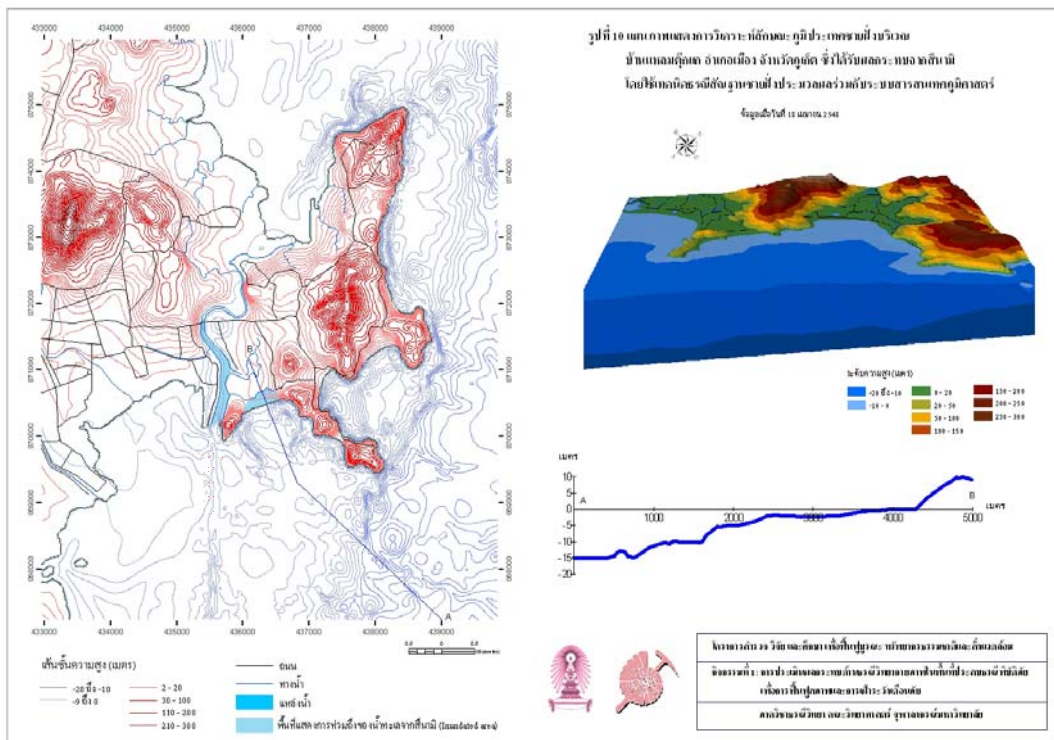


รูป 4.26 ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณอ่าวฉลอง จังหวัดภูเก็ต



#### 4.2.2.10 การวิเคราะห์ภูมิประเทศชายฝั่งบริเวณบ้านแหลมตุ๊กแก อ.เมือง จ.ภูเก็ต

บ้านแหลมตุ๊กแก อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะภูเก็ต ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งมีคลองที่ต่อเนื่องเป็นแนวร่องน้ำลงไปในทะเล ที่น่าจะเป็นปัจจัยควบคุมความรุนแรงของสึนามิในบริเวณร่องน้ำนี้มากกว่าบริเวณอื่น ประกอบกับการหักเหของสึนามิได้เกิดขึ้นก่อนและหลายครั้งจึงทำให้ลดความรุนแรงไปได้มาก (รูป 4.27)



รูป 4.27 ภูมิประเทศใต้ทะเล บริเวณแหลมตุ๊กแก จังหวัดภูเก็ต ลูกศรสีแดงแสดงแนวร่องน้ำใต้ทะเล ซึ่งพุ่งตรงเข้าสู่คลองในบริเวณแหลมตุ๊กแก ทำให้สึนามิเข้าไปได้มากกว่าในบริเวณอื่น

#### 4.3 ผลวิเคราะห์ตะกอน

ภายหลังจากสึนามิได้เข้าปะทะฝั่งทะเลอันดามันของไทย ความคาดหมายหนึ่งที่คณะผู้วิจัยได้ตั้งเป็นวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการศึกษา สํารวจในภาคสนาม ก็คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพตะกอนทั้งที่เป็นตะกอนเดิม และตะกอนใหม่ที่อาจจะถูกพัฒนามาจากการเคลื่อนตัวของสึนามิ โดยในการสำรวจภาคสนามในช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3 ถึง 9 มกราคม 2548 คณะทำงานได้แบ่งทีมสำรวจออกเป็น 3 ทีม เพื่อเก็บข้อมูลทางกายภาพในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต พังงา และระนอง ให้ได้มากที่สุดและครอบคลุมพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบให้มากที่สุด

จากการสำรวจพบว่า ในบางพื้นที่ที่สึนามิได้ท่วมเข้าไปในแผ่นดิน มีการสะสมตัวของตะกอนใหม่ในบริเวณกว้าง และบางแห่งพบการสะสมตัวของตะกอนใหม่เข้าไปในแผ่นดินจากหน้าชายหาดถึง 700 เมตร โดยหลักฐานทางตะกอนวิทยาที่สำคัญมากที่สุดที่ยืนยันว่าเป็นตะกอนใหม่ที่พัฒนามาจากสึนามิ ก็คือ ลักษณะปรากฏทางพื้นผิว (tsunami surface patterns) อันได้แก่ โครงสร้างและรูปร่างของตะกอนที่เป็นริ้วคลื่น (ripple sands) และโครงสร้างที่เป็นเนินทราย (dunes) ที่พบแสดงทิศทางการพัดพาทั้งเข้าไปในแผ่นดิน (landward) และพัดพาออกฝั่งทะเล (seaward) โดยคณะทำงานพบว่า รูปแบบ ขนาด และความหนาของตะกอนใหม่ที่ถูพัดพาจากสึนามิ มีความหลากหลาย และเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ (flume experiments) จากงานวิจัยของนักวิจัยจากต่างประเทศ เช่น ในสหรัฐอเมริกา และในญี่ปุ่น ที่เป็นประเทศผู้นำทางการศึกษาตะกอนจากสึนามิ

คำถามสำคัญที่ทีมงานได้ตั้งไว้ คือ ตะกอนใหม่ที่ถูพัดพาจากสึนามิมาจากที่ใด และด้วยความรุนแรงหรือความเร็วของการพัดพาเท่าใด ซึ่งการที่จะตอบคำถามเหล่านี้ได้ต้องใช้ความละเอียดในเรื่องของการเก็บข้อมูลตะกอนในภาคสนามเป็นอย่างมาก และด้วยสภาพพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน เป็นพื้นที่ที่มีมักจะได้รับอิทธิพลจากมรสุม หรือเกิดพายุฝนตกตลอดเวลา การรักษาสภาพของตะกอนพื้นผิวที่คณะทำงานพบบางแห่งได้ถูกทำลายและแปรสภาพไปบ้าง อย่างไรก็ตาม คณะทำงานได้วางแผนเพื่อศึกษาเก็บข้อมูลอีกครั้งอย่างเร่งด่วนก่อนที่หลักฐานทางตะกอนวิทยาจะแปรสภาพไปไม่เห็นโครงสร้างพื้นผิว จึงได้ดำเนินการศึกษาภาคสนามในระดับรายละเอียดในจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล ในเวลาต่อมา ซึ่งพบว่า โครงสร้างพื้นผิวตะกอนบางแห่งปรากฏอย่างไม่ชัดเจนนัก ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลา และปัญหาจากการเข้าพื้นที่ในบางแห่งไม่สามารถกระทำได้ ทำให้คณะทำงานสามารถเก็บข้อมูลในเรื่องตะกอนสึนามิได้อย่างจำกัด แต่อย่างน้อยที่สุดข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาจากภาคสนาม โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต พังงา และระนอง เมื่อนำมาวิเคราะห์ตามหลักวิชาการอย่างละเอียดแล้ว พบว่า ข้อมูลตะกอนสึนามิสามารถให้คำตอบหลายๆ อย่าง เช่น ในแต่ละพื้นที่ตะกอนใหม่ที่พัฒนามาจากสึนามิมาจาก

ที่ใด และด้วยความเร็วของสึนามิเท่าไร ในบทนี้ คณะทำงานที่ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านตะกอนวิทยา ทั้งในประเทศและผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศได้ช่วยกันวิเคราะห์อย่างรอบคอบและด้วยรายละเอียดในเชิงวิชาการจริงๆ ซึ่งข้อมูลบางอย่างเป็นข้อมูลเชิงเทคนิคซึ่งอาจจะยากต่อความเข้าใจสำหรับผู้อ่านทั่วไปที่ไม่มีพื้นฐานทางตะกอนวิทยาอย่างนักธรณีวิทยา แต่คณะผู้วิจัยจะพยายามเขียนสรุปเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายที่สุด โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ครั้งนี้ น่าจะเป็นต้นแบบสำคัญ ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางธรณีวิทยา โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับตะกอนสึนามิ เพื่อประยุกต์ในการวิจัยศึกษา และสำรวจหาหลักฐานตะกอนวิทยา ของสึนามิที่อาจจะเคยเกิดขึ้นในอดีตได้เป็นอย่างดี

#### 4.3.1 ตะกอนสึนามิจากอุทยานแห่งชาติแหลมสน จ.ระนอง

อุทยานแห่งชาติแหลมสน จังหวัดระนองเป็นพื้นที่ในหลายๆ อุทยานแห่งชาติที่ได้รับผลกระทบ และความเสียหายจากสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ซึ่งแม้ว่าโดยตำแหน่งภูมิศาสตร์แล้วสึนามิที่เข้าปะทะในบริเวณนี้น่าจะมีความรุนแรงไม่มากเมื่อเทียบเท่ากับบริเวณจังหวัดพังงาและภูเก็ต แต่ข้อเท็จจริงจากการสำรวจภาคสนามโดยทีมงาน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางชีวภาพในหลายๆ ประเด็นเกิดขึ้นที่นี่

จากลักษณะปรากฏของตะกอนสึนามิ (รูป 4.28 ถึง 4.31) และร่องรอยการกัดเซาะบริเวณหน้าหาดแหลมสนเรือเข้าไปในแผ่นดินพบการกัดเซาะที่มีลักษณะของการกระแทก หรือการเข้าปะทะที่รุนแรงในบริเวณหน้าหาดจนถึงแนวถนนเรียบขนานชายฝั่ง แต่ด้วยสภาพของพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากคือ ประมาณ 1-2 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีที่ลุ่มต่ำที่เป็นแนวร่องระหว่างสันทราย (inter-barrier depressions) และแนวป่าชายเลนด้านตะวันออกจากที่ตั้งที่ทำการอุทยานแห่งชาติ ทำให้การท่วมของน้ำทะเลจากสึนามิข้ามผ่าน ไปยังที่ลุ่มต่ำเหล่านี้ ซึ่งยืนยันได้ดีจากการที่ไม่ค่อยพบหลักฐานทางตะกอนที่แสดงการไหลของน้ำทะเลขณะถอยร่น

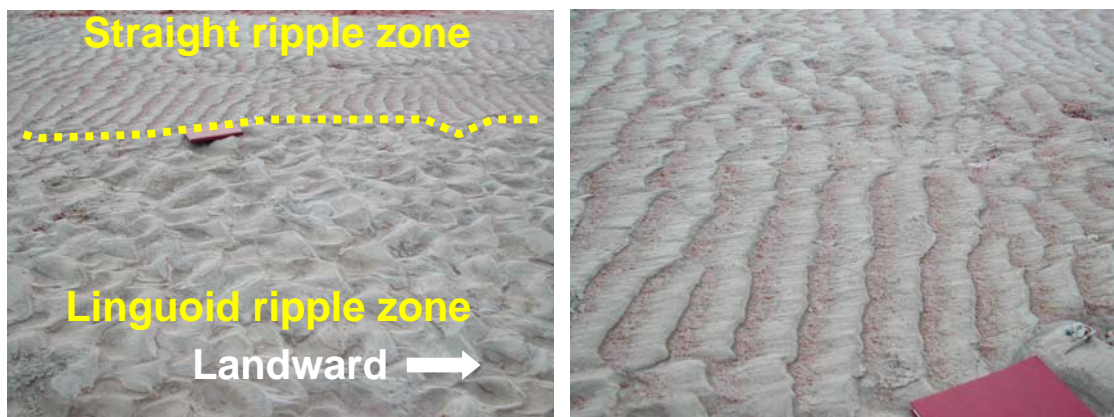
ในบริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสนเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่คณะสำรวจได้ทำการเก็บตัวอย่างที่เป็นระบบ อันเนื่องมาจากความสมบูรณ์ของข้อมูลตะกอนสึนามิ โดยได้วางแนวขุดเก็บตัวอย่างให้สัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างตะกอนที่เป็นรอยริ้วคลื่นทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน (landward ripple sands) ซึ่งได้ทำการขุดเก็บตัวอย่างตะกอนจากบริเวณตั้งแต่หน้าหาด ทุกระยะ 50 เมตร เป็นแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติตะกอนกับการกระจายตัวเชิงพื้นที่ ระยะทางที่ตะกอนถูกพัดพาไปได้ไกลสุดในแผ่นดิน เพื่อประมวลผลเรื่องความเร็วและระดับน้ำทะเลที่ท่วมขึ้นมาอย่างเป็นระบบ

ลักษณะโครงสร้างตะกอนในบริเวณแหลมสนนี้ พบแสดงการเคลื่อนตัวในทิศทางเข้าสู่แผ่นดินเป็นส่วนใหญ่ (landward movement) ซึ่งโครงสร้างตะกอนเกิดในหลายรูปแบบคล้ายกับบริเวณบ้านบาง

เนียงของจังหวัดพังงา คือ พบโครงสร้างตะกอนรอยริ้วคลื่นที่มีสันตรง (straight-crested ripple sands) โครงสร้างรอยริ้วคลื่นที่เป็นแนวโค้ง (linguoid-crested ripple sands) ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ซึ่งทำให้สามารถสรุปได้จากหลักฐานเหล่านี้ว่า ความเร็วในการเข้าปะทะของสึนามิในบริเวณแหลมสนมีความแตกต่างกันแม้จะระยะใกล้ๆ กันก็ตาม ทั้งนี้ปัจจัยเรื่องความสูงต่ำของภูมิประเทศบนฝั่ง เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่ควบคุมความเร็วของสึนามิดังกล่าว



รูป 4.28 พื้นที่หาดบริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสนที่พบการกระจายตัวของตะกอนสึนามิเป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร จากหน้าหาด รูปขวามือแสดงตำแหน่งการขุดร่องสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างตะกอน โดยมีระยะห่างระหว่างหลุมตัวอย่าง 50 เมตร แนวเส้นสีขาวแสดงแนวทิศทางตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง (ข้อมูลภาพและการวิเคราะห์บางส่วนได้จาก Choowong และคณะ ปี 2005 *Journal of Geological Society of Japan*)



รูป 4.29 โครงสร้างพื้นผิวตะกอนสีนามิที่แสดงทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน และแสดงรูปแบบที่แตกต่างกันในร่องรอยริ้วคลื่น จะเห็นว่า แม้ว่าตำแหน่งของการเกิดรอยริ้วคลื่นต่างกันไม่มากนักแต่การพัฒนาแบบริ้วคลื่นแตกต่างกัน คือ เป็นรูปแบบตรง (*straight-crested ripple sands*) และแบบโค้งเว้า (*linguoid-crested ripple sands*)



รูป 4.30 ประมวลภาพรูปแบบพื้นผิวโครงสร้างตะกอนสีนามิที่พบบริเวณแหลมสน จังหวัดระนอง โดยสองรูปด้านบนแสดงรอยริ้วคลื่นที่เป็นสันโค้งเว้า (*linguoid-crested ripple sands*) รูปล่างซ้ายแสดงรอยริ้วคลื่นที่เป็นสันเกือบตรง (*slightly straight-crested ripple sands*) และรูปล่างขวาแสดงโครงสร้างตะกอนรอยริ้วคลื่นที่ถูกรบกวนโดยวัตถุ (*tool or bounce mark*)





รูป 4.31 ภาพตัดขวางแสดงลักษณะการลำดับชั้นตะกอนสีนํามีในบริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสน ซึ่งพบตะกอนสีนํามีที่แยกได้สองชุดที่แสดงลักษณะการค้ดขนาดตะกอนใหญ่ขึ้นไปเล็ก (*fining upward sequences*) โดยตะกอนชุดล่างมีขนาดตะกอนใหญ่กว่าอย่างชัดเจนไล่ลำดับเล็กขึ้นด้านบนปะปนระหว่างตะกอนทรายกับโคลน (*clayey sands*) มีความหนาตั้งแต่ 10-15 เซนติเมตร ส่วนตะกอนด้านบนประกอบด้วยเม็ดทรายขนาดปานกลางถึงขนาดเล็ก (*medium- to fine-grained sand*) ความหนามากที่สุดที่พบประมาณ 20 เซนติเมตร จะเห็นว่าตะกอนสีนํามีในบริเวณนี้มีความหนามากกว่าในบริเวณพื้นที่อื่นๆ และด้วยลักษณะการลำดับชั้นตะกอนน่าจะบอกถึงจำนวนครั้งของการที่สีนํามีเข้าปะทะบริเวณนี้ได้อย่างน้อยสองครั้งซึ่งตรงกับคำบอกเล่าจากผู้อยู่ในเหตุการณ์

#### 4.3.2 ตะกอนสีนํ้าจากบ้านบางเนียง ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ. พังงา

บ้านบางเนียง ตั้งอยู่ตอนกลางระหว่างอ่าวเขาหลักถึงแหลมปะการัง จังหวัดพังงา เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่พบตะกอนสีนํ้ามีแผ่กระจายทั่วบริเวณในหลายทิศทาง จากลักษณะภูมิประเทศในแถบนี้พบว่าเป็นที่ราบต่ำมีความสูงไม่มากจากระดับน้ำทะเลปานกลาง คือ สูงประมาณ 1-2 เมตร และมีภูเขาตั้งอยู่ด้านถนนสุขุมวิท (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4) ด้วยลักษณะภูมิประเทศที่ต่ำและมีเขากั้นด้านตะวันออกทำให้พบการสะสมตัวของตะกอนสีนํ้าที่แสดงทิศทางทั้งเข้าสู่แผ่นดิน (landward) และออกสู่ทะเล (seaward) ตะกอนสีนํ้าที่พบส่วนใหญ่มีขนาดทรายและมีความหนาแตกต่างกัน ความหนามากที่สุดของตะกอนที่พบบนพื้นผิวที่ราบลุ่มประมาณ 10 เซนติเมตรและความหนาลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นไปในแผ่นดิน

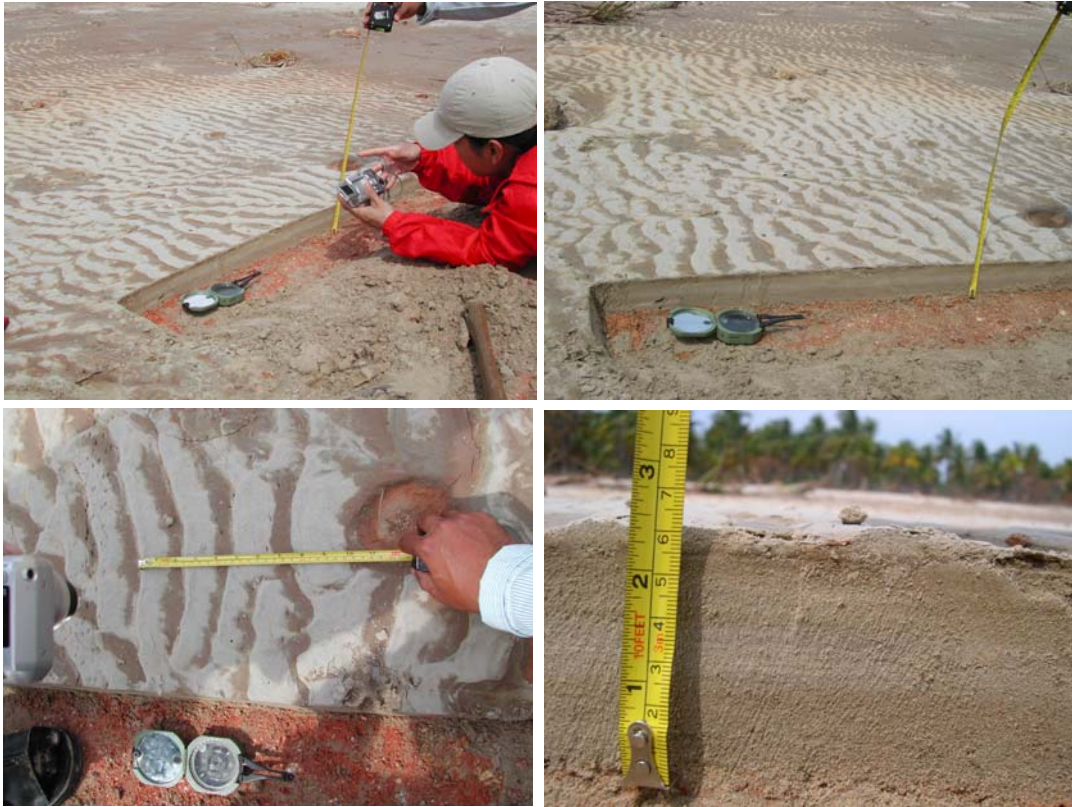
โครงสร้างตะกอนที่พบในบริเวณนี้มีความหลากหลายในรูปแบบซึ่งบ่งบอกความรุนแรงของสีนํ้ามาได้จากลักษณะปรากฏบนพื้นผิวเหล่านี้ เช่น ลักษณะรอยริ้วคลื่นที่เป็นแนวสันตรง (straight-crested ripple sands) และที่เป็นสันโค้งรูปวงรี (catenary and linguoid-crested ripple sands) สามารถใช้เป็นหลักฐานที่แสดงความแตกต่างของความเร็วสีนํ้าได้ โดยในบริเวณใกล้เคียงกันที่พบรูปแบบโครงสร้างตะกอนพื้นผิวทั้งสามรูปแบบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความเร็วของสีนํ้าที่ทำให้เกิดรูปแบบโครงสร้างที่เป็นสันโค้งรูปวงรีจะมีมากกว่า ทั้งนี้คงต้องพิจารณาองค์ประกอบทางกายภาพอื่นๆ ด้วย เช่น ลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ หรือแม้กระทั่งความสูงต่ำของพื้นที่เพียงไม่กี่เซนติเมตรก็เป็นตัวแปรที่จะทำให้เกิดโครงสร้างตะกอนในหลายรูปแบบได้

ภาพที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม (รูป 4.32 ถึง 4.36) ระหว่างวันที่ 3 ถึง 9 มกราคม 2548 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมพอดีที่โครงสร้างตะกอนเหล่านี้ยังคงสภาพอยู่ทั้งบนพื้นผิวและในร่องของลำดับชั้นตะกอน ทางคณะสำรวจได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนโดยการขุดผนังตะกอนเป็นแนวร่องยาว (trenching pit) เพื่อศึกษาการกระจายตัวของขนาดตะกอนที่สัมพันธ์กับโครงสร้างพื้นผิว อย่างไรก็ตามจากข้อสังเกตในภาคสนามจะไม่พบการแสดงรายละเอียดภายในโครงสร้างตะกอน (internal sedimentary structures) มากนัก ซึ่งทางคณะทำงานจะได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงระดับขนาดเม็ดตะกอนต่อไป (grain by grain analysis) เพื่อที่จะให้เห็นโครงสร้างภายในของตะกอนสีนํ้าชัดเจนขึ้น





รูป 4.32 รวมภาพลักษณะปรากฏบนพื้นผิวของตะกอนสีนํ้ามึนที่เป็นรอยริ้วคลื่นแสดงทิศทางการพัดพาออกสู่ทะเล (seaward slightly straight-crested ripple sands) (สองภาพบนสุด) และโครงสร้างตะกอนที่เกิดจากการตกหรือกระแทกของวัตถุที่ลอยมากับน้ำทะเล (tool or bounce marks) (ภาพกลางและล่าง) ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่เกิดรอยริ้วคลื่นและวัตถุบางตำแหน่งได้รับกวนการฟอร์มตัวของรี้วรอยคลื่น



รูป 4.33 ประมวลภาพการศึกษาชั้นตะกอนโดยการขุดแนวหลุมเพื่อเก็บตัวอย่าง (trenching pit) เป็นแนวยาวเพื่อให้ครอบคลุมโครงสร้างตะกอนในแนวระนาบ จากรูปจะเห็นว่าตะกอนสีนามีในบริเวณบ้านบางเนียงนี้มีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 6 เซนติเมตรที่วัดในตำแหน่งประมาณ 500 เมตรห่างแนวชายฝั่งทะเลปัจจุบัน ตะกอนสีนามีที่พบมีขนาดตั้งแต่ทรายละเอียดถึงทรายขนาดปานกลางเป็นส่วนใหญ่ ด้านบนของชั้นตะกอนทรายพบตะกอนขนาดโคลนหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ปิดทับอยู่ซึ่งจะสังเกตได้จากสีเทาเข้มที่อยู่ระหว่างชั้นรื้อรอยคลื่น

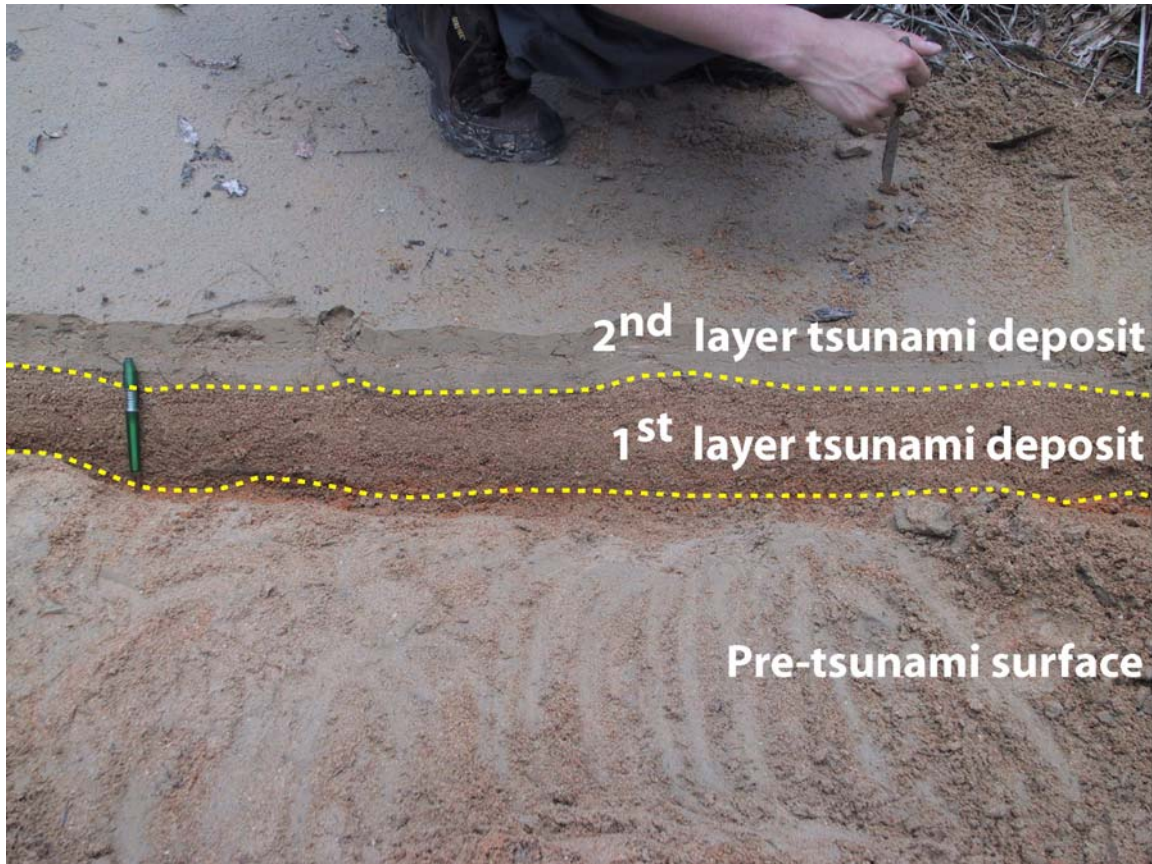




รูป 4.34 โครงสร้างตะกอนที่เป็นริ้วรอยคลื่นรูปแบบโค้ง (linguoid-crested ripple sands) ที่พบได้ทั่วไปในบริเวณนี้และยังเห็นร่องรอยคราบการตกผลึกของเกลือ (salt crystallization) ในแอ่งของริ้วรอยคลื่นอยู่ด้านบนสุดเหนือชั้นตะกอนโคลน รูปแบบโครงสร้างตะกอนลักษณะนี้บ่งบอกความแตกต่างในเรื่องความเร็วของสึนามิ และความสูงของระดับน้ำทะเล



รูป 4.35 ภาพตัดขวางแสดงหน้าตัดชั้นตะกอน จะเห็นว่า ตะกอนมีการคัดขนาดจากใหญ่ขึ้นไปเล็ก (*fining upward*) และในบางพื้นที่พบการสะสมตัวเป็นสองชั้นที่มีชุดการคัดขนาดสองชุด (*double-layered fining upward sequences*) การขุดร่องสำรวจและการทำรายละเอียดชั้นตะกอนสีนํามีในระดับโครงสร้างตะกอน จะช่วยให้สามารถคำนวณความเร็วและเปรียบเทียบความรุนแรงของสีนํามีได้ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อ ความเร็วของสีนํามีต่อไป



รูป 4.36 ลักษณะตะกอนสีนํ้าที่แสดงการสะสมตัวสองชั้น (*double-layered tsunami sediments*) ที่พบบริเวณแกรนด์ ไดมอนด์ รีสอร์ท แอนด์ สปา บ้านบางเนียง โดยชุดตะกอนทั้งสองชั้นแสดงการคัดขนาดตะกอนจากหยาบขึ้นไปละเอียดด้านบน (*fining upward sequences*) อย่างไรก็ตามโครงสร้างภายในของตะกอนแต่ละชั้นปรากฏไม่ชัดเจนนัก แต่พอสรุปได้ว่า มีการสะสมจากพัดพาโดยสึนามิอย่างน้อยสองครั้งในบริเวณนี้ (ข้อมูลวิเคราะห์บางส่วนจาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005 *Journal of Geological Society of Japan*)



### 4.3.3 ตะกอนสีนํามีจากหาดไม้ขาว อ.ถลาง จ.ภูเก็ต

หาดไม้ขาวตั้งอยู่ทางตอนเหนือของสนามบินภูเก็ต โดยลักษณะธรณีสัณฐานบริเวณนี้จัดว่าเป็นแนวสันทราย (beach ridges) สลับกับที่ราบลุ่มต่ำ (depression) ที่มีแนวการวางตัวในทิศทางเกือบเหนือใต้ทอดยาวขึ้นไปถึงบริเวณท่าฉัตรชัย จากการสำรวจในภาคสนามพบพฤติกรรมสีนํามีที่เข้าปะทะในบริเวณนี้ในลักษณะการเอ่อท่วมข้ามสันทรายไปแผ่กระจายออกด้านข้างในบริเวณที่ราบลุ่มต่ำ ระยะการท่วมของน้ำทะเลจากสีนํามีเข้าไปในแผ่นดินไกลสุดประมาณ 400 เมตร

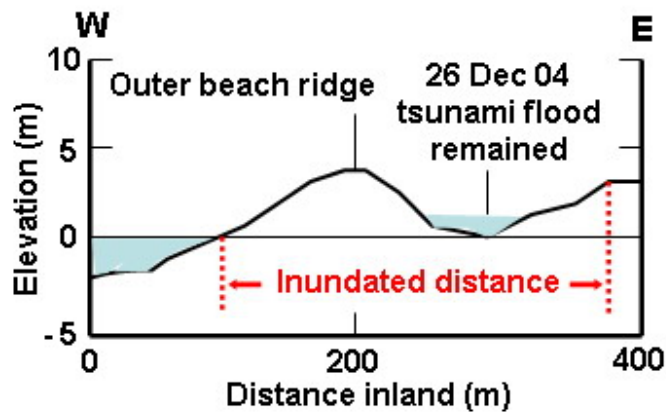
ลักษณะปรากฏบนพื้นผิวตะกอนสีนํามีแสดงทิศทางการพัดพาเข้าไปในแผ่นดินเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะตะกอนสีนํามีที่พบสะสมตัวอยู่บนแนวสันทรายเดิมซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าน้ำทะเลมีทิศทางการท่วมเอ่อเข้าไปในแผ่นดินและไม่ได้ไหลย้อนกลับออกสู่ทะเลมากนักยกเว้นในบริเวณปากคลองทางเหนือของสนามบิน โดยมีปัจจัยในเรื่องของความสูงของภูมิประเทศหน้าหาดเป็นตัวควบคุม ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 4-5 เมตร และความชันหน้าหาดที่มีมากกว่าบริเวณอื่น (ลักษณะความสูงและธรณีสัณฐานบริเวณนี้จะคล้ายกับตอนกลางและตอนใต้ของหาดกะรน) ทำให้ลักษณะการเข้าปะทะของสีนํามีไม่รุนแรงมาก โครงสร้างตะกอนสีนํามีที่พบส่วนใหญ่เป็นแนวรอยริ้วคลื่น (ripple sands) ที่มีความหนาไม่มากโดยเฉลี่ยประมาณ 5 เซนติเมตร และมีความยาวช่วงสันรอยริ้วคลื่นประมาณ 20 เซนติเมตร ขนาดของรอยริ้วคลื่นเองก็เป็นหลักฐานทางตะกอนวิทยาที่ยืนยันพฤติกรรมและความรุนแรงของสีนํามีที่เข้าปะทะในบริเวณนี้ว่าไม่รุนแรงมากนัก

หลักฐานทางตะกอนวิทยาที่สำคัญอีกประการที่พบอย่างชัดเจนในบริเวณปากคลองทางตอนเหนือของสนามบินก็คือ โครงสร้างที่แสดงการถูกแปรสภาพที่พบในตะกอนหน้าหาดเดิม (deformed foreshore sedimentary structures) โดยพบลักษณะการแปรสภาพโดยแรงกระแทกสีนํามีและเกิดการสะสมตัวของตะกอนสีนํามีกดทับเป็นรูปไต (kidney-shaped deformed foreshore sediments) โครงสร้างตะกอนเดิมที่ถูกแปรสภาพไป แสดงให้เห็นว่า การเข้าปะทะของสีนํามีได้นำพาตะกอนบริเวณหน้าหาด (shoreface sediments) เข้าไปสะสมตัวในบริเวณอื่น ซึ่งตะกอนหน้าหาดนี้เองจัดได้ว่าเป็นแหล่งตะกอนสีนํามีที่สำคัญในครั้งนี้

ประมวลภาพตะกอนสีนํามีและตะกอนหน้าหาดเดิมที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผลของการเข้าปะทะโดยสีนํามีในบริเวณหาดไม้ขาวและปากคลองทางเหนือของสนามบินที่จะแสดงต่อไปนี้จัดได้ว่าเป็นหลักฐานทางตะกอนวิทยาที่สำคัญที่สามารถยืนยันแหล่งที่มาของตะกอนสีนํามีได้เป็นอย่างดี (รูป 4.37 ถึง 4.42)



รูป 4.37 ลักษณะภูมิประเทศของหาดไม้ขาวที่มีความสูงประมาณ 4-5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีสวนสนอยู่บริเวณหน้าหาดทำให้การเคลื่อนตัวของตะกอนสีนามิไปไม่ได้ไกลนักจากบริเวณหน้าหาดซึ่งเห็นได้จากตะกอนสีนามิถูกบังไว้โดยต้นสน (รูปซ้าย) และตะกอนขนาดโคลนบางส่วนได้เคลื่อนตัวเข้าไปได้ไกลกว่าขนาดทราย โดยเฉพาะในบริเวณที่ลุ่มต่ำหลังแนวสันทราย (รูปขวา)



รูป 4.38 ภาพตัดขวางแสดงความสูงของภูมิประเทศบริเวณหาดไม้ขาวและลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นสันทรายอยู่ด้านนอกสุดติดกับทะเล (outer beach ridge) และที่ราบลุ่มต่ำหลังแนวสันทราย (รูปภาพจาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005)



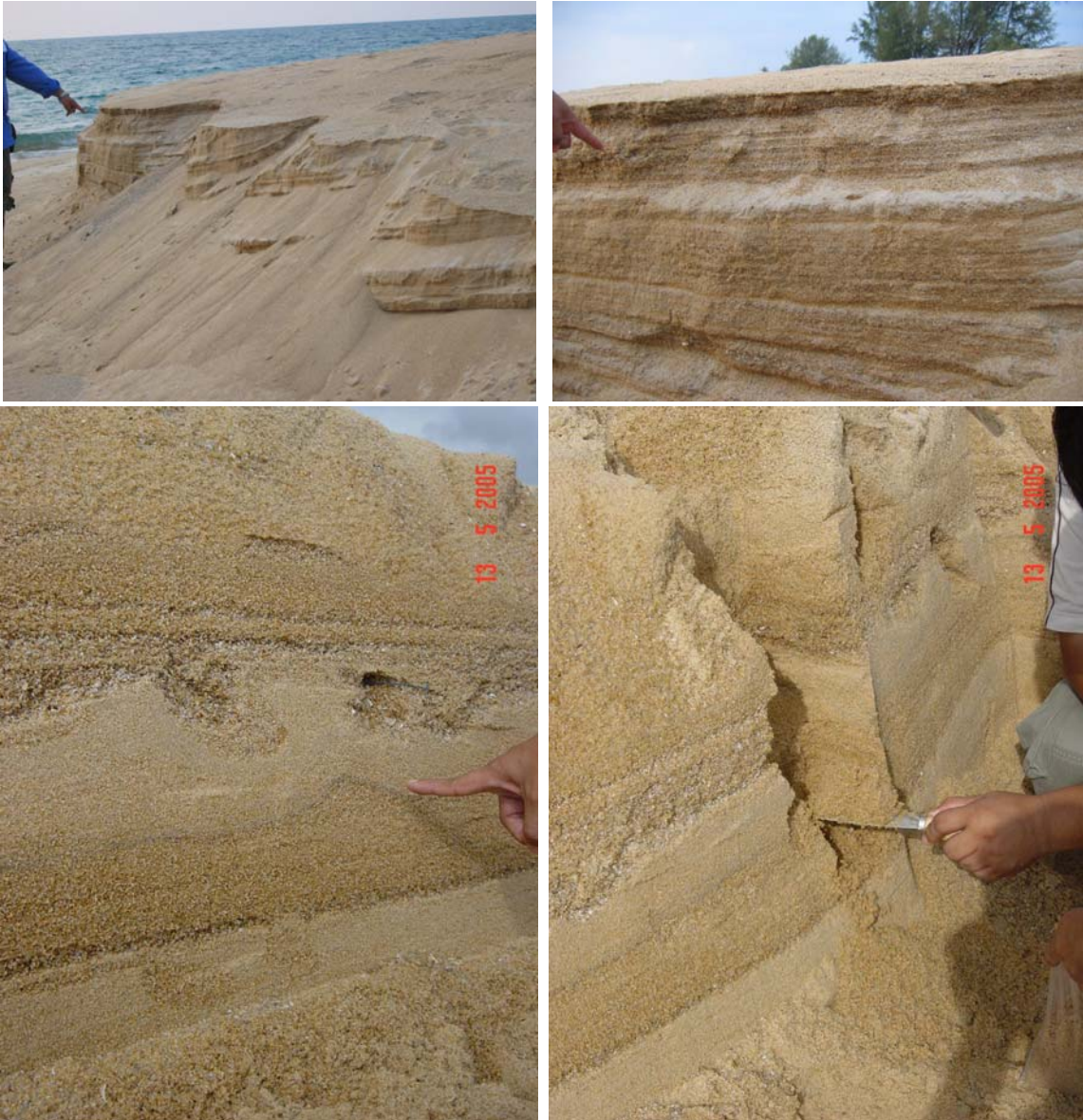
รูป 4.39 โครงสร้างตะกอนพื้นผิวที่เป็นรอยริ้วคลื่น (*ripple sands*) พบสะสมตัวอยู่บนแนวสันทรายนอกสุด (*outer beach ridge*) (สองรูปบน) ลักษณะการแตกระแหง (*mud crack*) ในตะกอนขนาดโคลนที่สะสมตัวเป็นชั้นบางๆ ปักทับอยู่บนพื้นผิวตะกอนทรายเดิม (รูปล่างซ้าย) และซากเปลือกหอยจากบริเวณที่เคยสะสมตัวอยู่กับตะกอนหน้าหาด (*shoreface sediments*) ที่ถูกพัดพามาปะปนกับตะกอนสีนํามี (รูปล่างขวา)



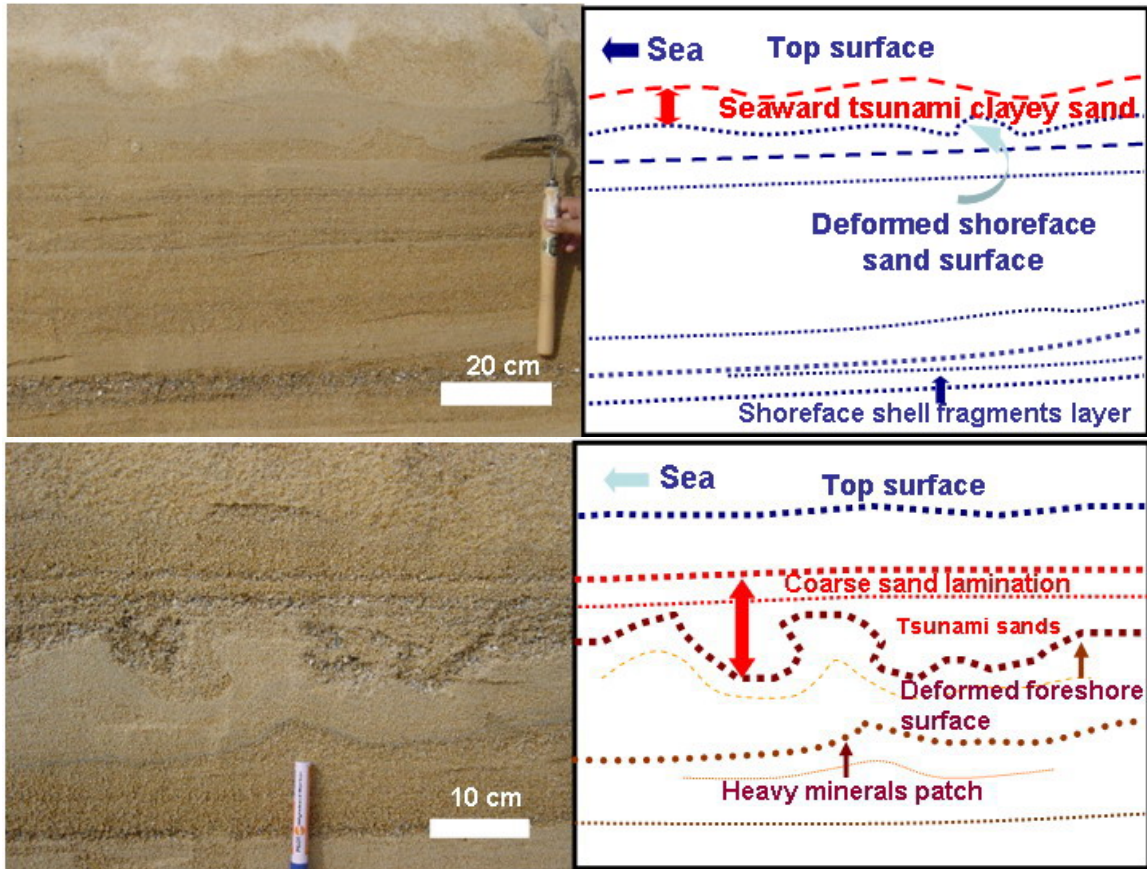


รูป 4.40 ภาพหน้าตัดของตะกอนสีนํามี (สีเทาเหลืองด้านบนที่ลูกศรสีขาวชี้) ที่พบในบริเวณหาดไม้ขาว มีความหนาอยู่ในช่วง 5-10 เซนติเมตรปิดทับอยู่บนตะกอนสีนํมทรายเดิม (สีเทาดำด้านล่าง) แนวจุดประสีขาวเป็นเส้นแบ่งชั้นตะกอนสีนํมกับตะกอนเดิม





รูป 4.41 แสดงภาพหน้าตัดตะกอนบริเวณปากคลองด้านเหนือของสนามบินภูเก็ต สองภาพบนเป็นลักษณะตะกอนหน้าหาด (*shoreface sediments*) ที่พบเห็นโดยทั่วไป แต่หากทดลองปาดหน้าตะกอนให้เรียบและปล่อยให้แห้งสักพักจะเห็นโครงสร้างภายในชัดเจนที่แสดงการแปรสภาพของตะกอนหน้าหาดเดิมและภายหลังได้มีตะกอนสีนํามีเข้ามาปิดทับจนเกิดลักษณะ โครงสร้างรูปไต (*kidney-shaped deformed shoreface sediments* รูปล่างซ้าย) และรูปล่างขวาแสดงการเก็บตัวอย่างชั้นตะกอนที่เป็นตะกอนสีนํามีและตะกอนหน้าหาดเดิมอย่างละเอียดเพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของตะกอนเพื่อวิเคราะห์แหล่งที่มาของตะกอนสีนํามี



รูป 4.42 แสดงภาพตัดขวางจริงจากภาคสนามและภาพวาดเพื่อให้เห็น โครงสร้างตะกอนเดิมและตะกอนที่ นามิชัดเจนขึ้น จากทั้งสองรูปจะเห็นการแปรสภาพของตะกอนหน้าหาดเดิมในสองรูปแบบ คือ รูปแบบที่ เป็นรอยริ้วที่แสดงการกัดทับจากตะกอนสีนามีขนาดทรายละเอียดด้านบนที่น้ำหนักไม่มากและตะกอนสี นามีแสดงทิศทางการพัดพาออกสู่ทะเล คาดว่าเป็นการสะสมตัวขณะน้ำทะเลที่ท่วมจากสึนามิถอยร่น (รูป บน) เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างตะกอนเดิมที่แปรสภาพไปเป็นรูปไต (kidney-shaped) ที่สะสมตัวอยู่ ด้านล่างของลักษณะปรากฏตะกอนรูปบน (รูปล่าง) จะเห็นว่า การรบกวนสภาพตะกอนเดิมเป็นไปด้ว ้ ความรุนแรงมากกว่า ซึ่งน่าจะเกิดขณะที่สึนามิเข้ากระแทกชายฝั่ง (ภาพและบทวิเคราะห์บางส่วนจาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005)

#### 4.3.4 ตะกอนสีนํามีจากหาดบางเทา อ.ถลาง จ.ภูเก็ต

หาดบางเทาดั้งอยู่ทางตอนใต้ของอ่าวเลพัง โดยรูปร่างของอ่าวมีความโค้งไม่มากและความชันตั้งแต่หน้าหาดลงไปในทะเลมีไม่มากนัก พบแนวโขดหินหรือพีดปะการังปรากฏอยู่บริเวณตอนกลางของอ่าวห่างจากชายหาดปัจจุบันประมาณ 1 กิโลเมตร (ดูภาพเส้นชั้นความสูงใต้ทะเลบริเวณอ่าวเลพังในหัวข้อบทวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพในทะเลประกอบ) ซึ่งการที่ภูมิประเทศใต้น้ำตอนกลางมีความสูงมากกว่าตอนเหนือและตอนใต้ของอ่าว ทำให้เมื่อคลื่นเคลื่อนตัวเข้าสู่อ่าวได้มีการเบี่ยงเบนทิศทางการปะทะไปในทางทิศเหนือและทางใต้ หลักฐานหนึ่งที่ยืนยันทิศทางการเข้าปะทะของคลื่นได้เป็นอย่างดีคือ ลักษณะปรากฏของตะกอนที่พบบริเวณหาดบางเทาทางตอนใต้ ซึ่งพบเป็นเนินทรายและสันทรายที่มีรูปร่างเป็นรอยริ้วคลื่น (dunes and ripple sands) ทั้งแสดงทิศทางการพัดพาเข้าสู่แผ่นดิน (landward) และออกสู่ทะเล (seaward) ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อภาพรวมลักษณะปรากฏของตะกอนสีนํามี ในหัวข้อนี้จะได้แสดงภาพและบทวิเคราะห์ตะกอนที่พบจากหาดบางเทาทั้งหมดที่คณะทำงานได้ทำการเก็บรวบรวมได้ในขณะปฏิบัติงานในภาคสนาม

ลักษณะปรากฏทางพื้นผิวที่สำคัญของตะกอนสีนํามีที่หาดบางเทา คือ ขนาด รูปร่างและทิศทางการพัดพา ซึ่งจากหลักฐานทางตะกอนวิทยาเหล่านี้จัดได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์แหล่งที่มาของตะกอน และความเร็วที่คลื่นพัดพาตะกอนเข้ามาปะทะชายฝั่งบริเวณนี้ รูปร่างของการเกิดโครงสร้างตะกอนหากเปรียบเทียบตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ตั้งแต่บริเวณหน้าหาดเข้าไปในแผ่นดิน จะพบว่า มีความสัมพันธ์ในเรื่องของขนาดลักษณะปรากฏทางพื้นผิว (dimension of surface sedimentary structure) กับระยะทางจากหน้าหาด โดยมีการลดขนาดลงเมื่อเข้าสู่แผ่นดิน จากลักษณะปรากฏที่เป็น เนินทราย (dunes) เปลี่ยนเป็นแนวริ้วรอยคลื่น (ripple sands) นอกจากนี้ยังพบว่า มีการพัฒนาแนวริ้วรอยคลื่นบนสันของเนินทราย (ripple sands on dunes) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความรุนแรงของคลื่นลดลงเรื่อยๆ ในระยะทางไม่มากนักจากหน้าหาดเพราะพบลักษณะซ้อนทับของตะกอนทั้งสองรูปแบบในระยะทางประมาณ 150 เมตรจากชายหาดปัจจุบัน

ปริมาณตะกอนที่ถูกคลื่นพัดพาเข้ามาสะสมตัวในแผ่นดินไม่ได้มาจากแหล่งตะกอนหน้าหาดแหล่งเดียว แต่จากลักษณะทางกายภาพของตะกอนพบว่า มีการนำตะกอนจากบริเวณปากคลอง (inlet/outlet sediments) เข้ามาสะสมตัวด้วย (ดูการเปรียบเทียบในหัวข้อผลการวิเคราะห์ตะกอน) นอกจากนี้ ทิศทางการพัดพาที่เห็นได้จากทิศทางการวางตัวของริ้วรอยคลื่นแสดงให้เห็นว่า การพัดพาตะกอนเข้าสู่แผ่นดินเป็นไปในทิศทางหลักทิศทางเดียว (uni-directional landward movement) ในขณะที่ทิศทางการวางตัวของริ้วคลื่นขณะน้ำทะเลถอยร่นพบในหลายทิศทาง (multi-directional movements) ซึ่ง

วิเคราะห์ได้ว่า พลังงานในการพัดพาตะกอนขณะน้ำทะเลเอื่อย (laminar flow) มีความแรงไม่มากส่วนทิศทางถูกควบคุมและสัมพันธ์กับลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ (topographical control) ซึ่งพบการพัดพาในหลายทิศทาง และบางแห่งพบเป็นการไหลออกทะเลแบบน้ำวน เช่น ที่บริเวณบ้านน้ำเค็ม และภูมิประเทศบนพื้นผิวได้ถูกกัดเซาะ (eroded surface) มีความเป็นไปได้ว่าการกัดเซาะอย่างรุนแรงโดยสึนามิที่เคลื่อนตัวในทิศทางเข้าฝั่งที่มีความเร็วสูงกว่าขณะที่น้ำทะเลเอื่อย ทำให้ต้องระมัดระวังในการวิเคราะห์พื้นผิวภูมิประเทศที่ถูกกัดเซาะว่า น่าจะเกิดจากทิศทางเคลื่อนตัวของสึนามิเข้าหาฝั่งมากกว่าขณะน้ำทะเลเอื่อย

ภาพต่อไปนี้ (รูป 4.43 ถึง 4.44) เป็นลักษณะปรากฏบนพื้นผิว (surface sedimentary structures) ที่พบในบริเวณหาดบางเทา ซึ่งจะเป็นกุญแจสำคัญในการประมวลผลวิเคราะห์ความเร็วและความสูงของระดับน้ำทะเลในขณะเข้าปะทะโดยสึนามิที่ได้จากการคำนวณโดยใช้หลักฐานทางตะกอนวิทยา



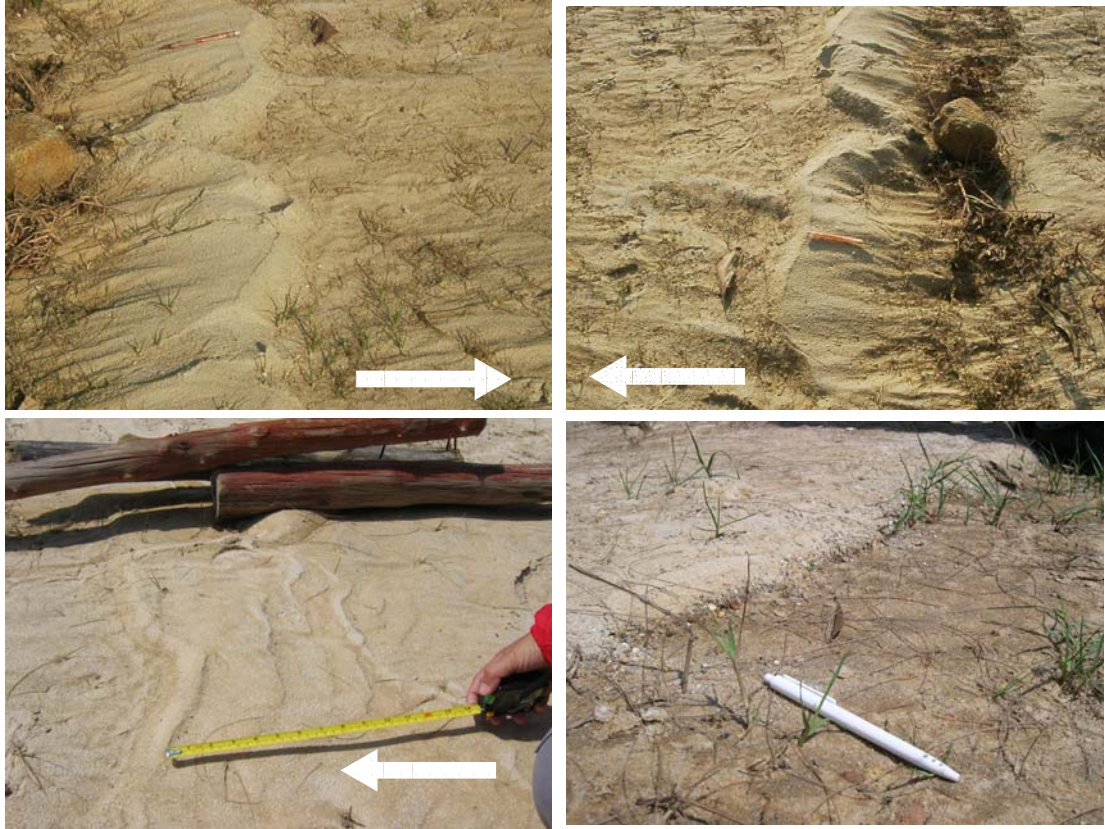


รูป 4.43 ภาพแสดงลักษณะปรากฏบนพื้นผิวของตะกอนสึนามิ (tsunami surface structural patterns) บริเวณหาดบางเทา จะเห็นว่าระยะระหว่างสันของเนินทราย (bedform dune wavelength) ในรูป A และ B มีช่วงความยาวตั้งแต่ 60-120 เซนติเมตร ลูกศรชี้ทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนรูป C แสดงรอยริ้วคลื่น (ripple sands) ที่เกิดบนเนินทรายในทิศทางออกสู่ทะเล (รูปคัดแปลงจาก Choowong และคณะ ปี ค.ศ. 2005)



รูป 4.44 เนินทรายที่เกิดเป็นลักษณะสันเนินทรายที่ไม่สมมาตร (*asymmetrical landward bedform dunes*) แสดงทิศทางการเคลื่อนตัวเข้าสู่แผ่นดิน (คั้งลูกศรชี้) โดยพบลักษณะตะกอนรูปแบบนี้เป็นระยะทางยาว ประมาณ 100 เมตรจากหน้าหาดปัจจุบัน ตะกอนได้ถูกนำขึ้นมาจากการพัดพาโดยคลื่นระลอกแรก และ ลักษณะโครงสร้างตะกอนพื้นผิวน่าจะเกิดจากอิทธิพลของสีนามิระลอกสองซึ่งจากหลักฐานต่างๆ บ่งบอกว่า สีนามิระลอกสองนี้มีความสูงมากกว่าระลอกอื่นๆ





รูป 4.45 เนินทรายที่มีรูปร่างไม่สมมาตร (*asymmetrical straight-crested landward bedform dunes*) ที่มีขนาดความยาวแต่ละช่วงคลื่นลดลงและมีการเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นรอยริ้วคลื่น (*landward ripple sands*) สัมพันธ์กับระยะทางจากน้ำหาดเข้าสู่แผ่นดิน ลูกศรและปลายปากกาชี้ทิศทางเข้าสู่แผ่นดินในทิศทางโดยเฉลี่ย 120 องศา



รูป 4.46 รอยริ้วคลื่นที่มีรูปร่างสันโค้งไม่ต่อเนื่อง (*catenary and slightly straight-crested ripple sands*) ที่เกิดอยู่บนเนินทรายที่แสดงทิศเข้าสู่แผ่นดิน (*landward sand dunes*) รูปบนซ้ายแสดงการซ้อนทับของรอยริ้วคลื่นที่มีทิศทางเข้าแผ่นดิน (*landward ripple sands*) รูปบนขวา และรูปล่างซ้าย ขวา แสดงรอยริ้วคลื่นที่มีทิศทางออกทะเล (*seaward ripple sands*) (ปลายปากกาชี้ออกทะเล) ในหลายทิศทาง จากลักษณะปรากฏเหล่านี้เป็นหลักฐานทางตะกอนวิทยาที่จะบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความลึกของกระแสน้ำที่พัดพาจากคลื่นมาได้





รูป 4.47 ภาพตัดขวางแสดงความหนาของตะกอนสีนํามีที่วัดได้จากแต่ละรูปแบบของลักษณะปรากฏบนพื้นผิว จะเห็นว่า ตะกอนสีนํามีที่มีรูปร่างพื้นผิวที่เป็นเนินทราย (*bedform dunes*) จะมีความหนาอยู่ในช่วง 10-12 เซนติเมตร และมีมุมเอียงทางด้านชันน้อย (*stoss angle*) ระหว่าง 20 ถึง 30 องศา และมีมุมเอียงทางด้านชันมาก (*lee angle*) ระหว่าง 2-5 องศา ซึ่งการวัดขนาดความยาวของแต่ละสันทราย (*wavelength*) ความสูงของยอดสัน (*height*) มุมเอียงเททั้งสองด้าน ประมวลผลร่วมกับการวิเคราะห์ขนาดตะกอน (*grain size analysis*) จะสามารถคำนวณความเร็ว (ความเร็วที่ระดับฐานของการพัดพา หรือ ความเร็วต่ำสุด) และ ความสูงของกระแสน้ำทะเลจากการพัดพาโดยสีนํามีได้

#### 4.3.5 ตะกอนสีนํามีจากหาดกมลา อ.กะพ้อ จ.ภูเก็ต

อ่าวกมลาเป็นอ่าวโค้งที่อยู่ระหว่างหัวแหลม (Headlands) มีหาดที่แคบโดยมีความกว้างของพื้นที่ต่ำตั้งแต่หน้าหาดไปถึงบริเวณเขาด้านตะวันตกประมาณ 1.5 ถึง 2 กิโลเมตร และมีความสูงของพื้นที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปกติประมาณ 1-2 เมตร ซึ่งเมื่อพิจารณาความสูงของภูมิประเทศแล้วจัดได้ว่าเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการท่วมของสีนํามีมากที่สุดอีกพื้นที่หนึ่งในจังหวัดภูเก็ต จากพฤติกรรมการเข้าปะทะของสีนํามีพบว่ามีการพัดพากระจายไปทั่วทั้งอ่าว ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ภูมิประเทศได้น้ำทะเลก็จะขยับขึ้นและสอดคล้องกับแนวการเข้าปะทะจริงของสีนํามี

ตะกอนสีนํามีที่พบในอ่าวกมลานี้ไม่มากนักซึ่งจากลักษณะทางภูมิประเทศจะพบว่าตะกอนได้ถูกพัดพาขึ้นมาและถูกนำออกสู่ทะเลเสียเป็นส่วนใหญ่ หลักฐานทางโครงสร้างและขนาดตะกอนที่พบยืนยันการนำพาตะกอนออกสู่ทะเลได้ชัดเจน ลักษณะตะกอนที่พบในหาดกมลามีการผสมผสานระหว่างตะกอนทรายที่มีความหนามากที่สุดประมาณ 10 เซนติเมตร ถูกปิดทับโดยตะกอนดินโคลนที่มีความหนาประมาณ 2-5 มิลลิเมตร แสดงทิศทางการสะสมตัวออกทะเล (Seaward) เป็นส่วนใหญ่ บริเวณที่พบการสะสมตัวของตะกอนสีนํามีชัดเจนที่สุดคือ บริเวณร่องน้ำทางด้านใต้ของอ่าว (รูป 4.48 ถึง 4.52)

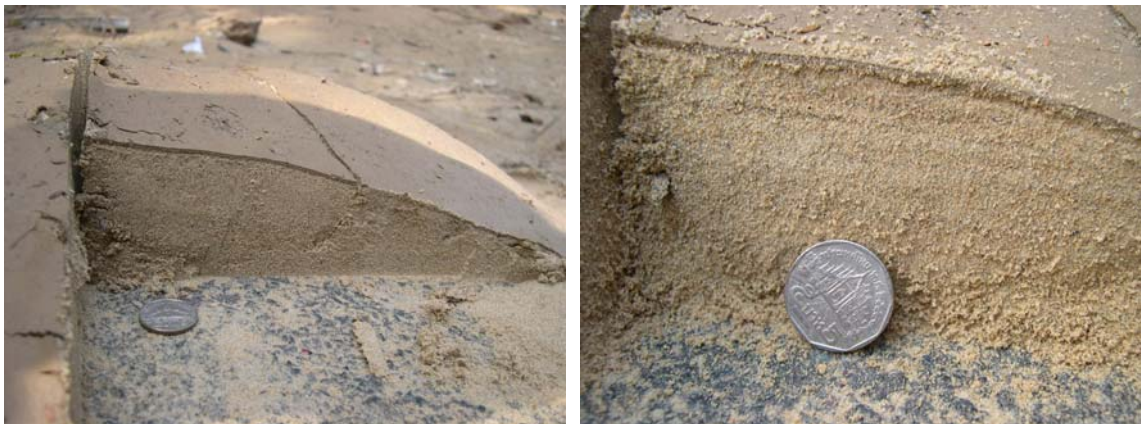


รูป 4.48 ลักษณะบนพื้นผิวของตะกอนที่พบที่หาดกมลา แสดงชั้นตะกอนขนาดโคลน ที่มีความหนา ระหว่าง 2-5 มิลลิเมตร ปิดทับอยู่บนชั้นตะกอนทราย (ภาพซ้าย) และร่องรอยคราบเกลือตกผลึก (salt crystallization) ที่พบบนพื้นผิวตะกอนแสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในเรื่องความเค็มทั้งในตะกอน น้ำบาดินและน้ำใต้ดิน (คณะทำงานได้รายงานผลกระทบในเรื่องความเค็มที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในรายงานความก้าวหน้าต่อจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2548 แล้ว)

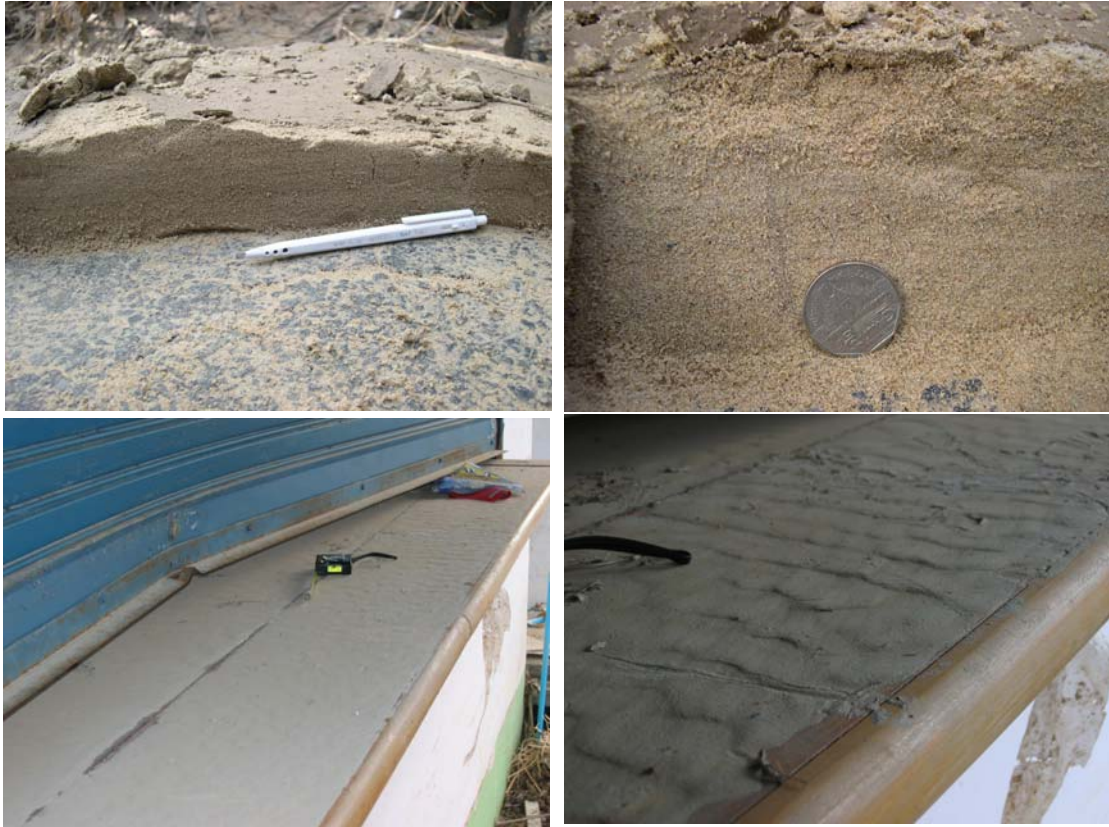




รูป 4.49 ซากปลาทะเลที่พบปะปนกับตะกอนสีนํามิ (รูปซ้าย) และร่องรอยการขุดรูของปูทะเลที่เกิดจากการพัดพามาโดยสีนํามิห่างจากชายหาดประมาณ 100 เมตร ซึ่งเป็นอีกผลกระทบหนึ่งในด้านชีวภาพที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัยของสัตว์ทะเลจากบริเวณที่เคยมีชีวิตอยู่อย่างปกติ (คณะทำงานได้รายงานในความก้าวหน้าของการสำรวจผลกระทบจากสีนํามิ เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2548 ไปแล้ว)



รูป 4.50 ตะกอนสีนํามิที่สามารถแบ่งชั้นการสะสมตัวได้ชัดเจนสองชั้นคือ ด้านล่างเป็นตะกอนทรายความหนาโดยเฉลี่ย 8 เซนติเมตร และด้านบนเป็นตะกอนโคลนความหนาเฉลี่ย 2 มิลลิเมตร พบห่างจากชายฝั่งทะเลปัจจุบันของหาดกมลา ประมาณ 100 เมตร โครงสร้างพื้นผิวตะกอนบ่งบอกทิศทางการพัดพาออกสู่ทะเลเป็นส่วนใหญ่



รูป 4.51 ลักษณะตะกอนโดยทั่วไปที่พบในบริเวณหาดกมลาที่พบโครงสร้างตะกอนบนพื้นผิวถนนมีความหนาโดยเฉลี่ย 8 เซนติเมตร (รูปบนซ้ายขวา) และตะกอนที่พบอยู่ในสิ่งก่อสร้างที่สูงจากพื้นดินปกติประมาณ 1 เมตร ทิศทางของรอยริ้วคลื่น (ripple sands) แสดงการไหลออกสู่ทะเล และบ่งบอกว่าเป็นตะกอนที่ปะปนหรือแขวนลอยมากับน้ำทะเล มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร





รูป 4.52 ประมวลภาพตะกอนสีนํามีและชั้นการสะสมตัวเดิม (สองรูปล่างสุด) จากหาดกมลา จังหวัดภูเก็ต ภาพทั้งหมดบันทึกเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2548 โดยทีมสำรวจจากภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



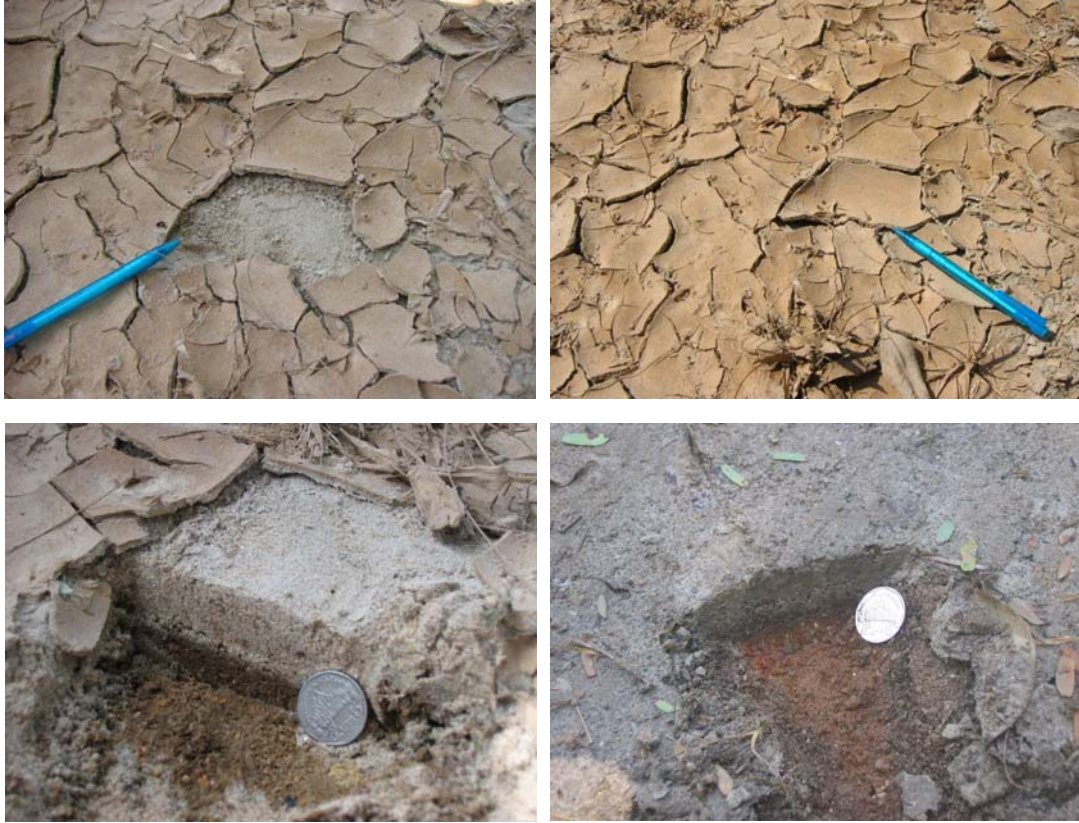
#### 4.3.6 ตะกอนสีนํามีจากหาดป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต

หาดป่าตองจัดได้ว่าเป็นพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายเรื่องชีวิตและทรัพย์สินมากอีกแห่งหนึ่งของจังหวัดภูเก็ต จากการสำรวจของคณะทำงานพบว่า ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาจากสีนํามีไม่มากนัก (รูป 4.53 ถึง 4.55) เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ เช่น สิ่งปลูกสร้างที่อยู่บริเวณหน้าหาดจำนวนมาก และด้วยปัจจัยทางกายภาพเองที่ลักษณะของอ่าวป่าตองเป็นอ่าวโค้งโดยมีหัวแหลม (headlands) อยู่ทั้งด้านเหนือและด้านใต้ สภาพภูมิประเทศได้ทะเลตั้งแต่หน้าหาดปัจจุบันลงไปราบเรียบมีความชันต่ำ ทำให้การเข้าปะทะของสีนํามีเป็นไปด้วยความเร็วสูงและความสูงของสันสีนํามีจากการสำรวจระดับการท่วมของน้ำทะเลบางบริเวณสูงถึง 4 เมตรจากระดับพื้นผิวถนน อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาขึ้นมาและหลงเหลือร่องรอยให้เห็น ในขณะที่ทีมสำรวจเข้าพื้นที่พบว่าปริมาณไม่มากและเป็นตะกอนทรายเป็นส่วนใหญ่

อ่าวป่าตองมีคลองปากบางอยู่บริเวณตอนใต้ของอ่าว ซึ่งทีมสำรวจพบลักษณะตะกอนที่เป็นเนินทรายใต้น้ำขนาดใหญ่ที่เกิดจากการกระทำของสีนํามี ในบริเวณใต้สะพานปากบางเองก็พบการกัดเซาะของตะกอนบริเวณฐานของคอสะพานอย่างมากที่บ่งบอกความรุนแรงของการเข้าปะทะในบริเวณร่องน้ำของคลองปากบางนี้ ดังที่ได้กล่าวในหลายๆ ส่วนของรายงานว่า ความเร็วและความสูงของสีนํามีในบริเวณปากคลองและร่องน้ำจะมากกว่าบริเวณอื่นๆ ซึ่งหลักฐานทางตะกอนวิทยาที่ยืนยันได้เป็นอย่างดี



รูป 4.53 ลักษณะตะกอนที่เป็นเนินทรายใต้น้ำ (submerge dune sands) พบในบริเวณคลองปากบางมีขนาดความยาวช่วงคลื่นประมาณ 2.50 เมตร แสดงทิศทางการเคลื่อนตัวของสีนํามีทั้งเข้าไปในแผ่นดินและออกสู่ทะเล ตำแหน่งลูกศรชี้ในภาพด้านซ้ายเป็นบริเวณที่ทำการวัดขนาดเนินทรายใต้น้ำในรูปด้านขวา (ภาพเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548 บันทึกขณะน้ำทะเลลงต่ำสุด)



รูป 4.54 ประมวลภาพลักษณะตะกอนสีนํามิบริเวณตอนเหนือของอ่าวป่าตอง บันทึกภาพเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548 พบว่าตะกอนทรายด้านล่างมีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ปิดทับโดยตะกอนขนาดโคลนความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ที่เห็นลักษณะการแตกระแหง (mud crack) ซึ่งแบ่งแยกชั้นการสะสมตัวอย่างชัดเจน ตะกอนทรายด้านล่างคาดว่าถูกนำขึ้นมาสะสมตัวโดยสีนํามิขณะเข้าปะทะชายฝั่งในทิศทางเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนตะกอนโคลนด้านบนคาดว่าเกิดสะสมตัวหรือตกตะกอนขณะน้ำทะเลถอยร่น








รูป 4.55 ภาพถ่ายมุมสูงจากคลองปากบางแสดงให้เห็นตะกอนบางส่วนได้สูญหายในบริเวณปากคลอง (รูปบนซ้าย บันทึกภาพขณะน้ำทะเลลงต่ำสุด เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2548) และตะกอนเดิมที่ถูกคลื่นกัดเซาะบริเวณใต้สะพานคลองปากบาง (รูปล่างซ้ายขวา) จะเห็นว่า การเคลื่อนย้ายตะกอนคลื่นในบริเวณปากคลองเป็นไปในปริมาณมากกว่าบริเวณหน้าหาด

ตะกอนสีนํามิที่ได้ทำการเก็บรวบรวมได้จากภาคสนาม มีลักษณะปรากฏ หรือ โครงสร้างพื้นผิวที่ชัดเจนว่า เกิดจากการพัดพาของคลื่นหรือมวลของน้ำขนาดใหญ่ โครงสร้างตะกอนพื้นผิวที่พบโดยทั่วไป คือ ลักษณะริ้วรอยคลื่น (ripple sands) ทั้งที่แสดงในทิศทางการพัดพาเข้าหาแผ่นดิน (landward) และพัดพาออกจากแผ่นดิน (seaward) โดยส่วนใหญ่ในหลายๆ ประเทศ มีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการเก็บข้อมูลตะกอนเป็นอย่างมาก จากคำบอกเล่าของผู้เชี่ยวชาญทางตะกอนวิทยาจากประเทศญี่ปุ่นเอง ซึ่งมักจะเกิดสีนํามิบ่อยครั้ง แต่ด้วยสภาพทางภูมิประเทศ สภาพธรณีวิทยา และสภาพตะกอนที่แตกต่างกัน ทำให้ในประเทศญี่ปุ่นเองก็ยังไม่มืข้อมูลตะกอนสีนํามิที่ถูกรักษาสภาพ โครงสร้างพื้นผิวอย่างที่พบในเมืองไทย ผู้เชี่ยวชาญในญี่ปุ่นเองส่วนใหญ่ศึกษาตะกอนสีนํามิที่เกิดขึ้นในอดีต หลายสิบปี หลายร้อยปี หรือหลายพันปีมาแล้ว เพื่อหาความถี่ของการเกิดสีนํามิในอดีต อย่างไรก็ตาม โครงสร้างพื้นผิวตะกอนสีนํามิที่พบในเมืองไทย ที่เกิดจากสีนํามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 จะเป็นการบันทึกที่สำคัญ ซึ่งคณะผู้วิจัย ได้จำแนกประเภท โครงสร้างพื้นผิวของตะกอนสีนํามิ ได้ดังตารางที่ 1



ตาราง 1 สรุปรูปการจำแนกโครงสร้างพื้นผิวตะกอนสึนามิ (Tsunami sedimentary surface structures)

รูปแบบ ตะกอน (Bed form pattern)	ทิศทาง (Direction)	รูปร่างพื้นผิว (Morphology)	ขนาด (Dimension)				รูปจริงในภาคสนาม (Field photo)	ตำแหน่ง (Location)
			ความยาวช่วง คลื่นตะกอน (Wavelength) (cm)	ความหนา สูงสุด (Height) (cm)	ค้ำมุด้านชัน น้อย (Stoss)	ค้ำมุด้านชัน มาก (Lee)		
Small dunes	LW	Symmetry slightly sinuous-crested	60-200	15	10	10		บ้านบางเทา (Bang Tao) ภูเก็ต
		Asymmetry straight-crested	60-120	10-12	10	25		บ้านบางเทา (Bang Tao) ภูเก็ต

รูปแบบ ตะกอน (Bedform pattern)	ทิศทาง (Direction)	รูปร่างพื้นผิว (Morphology)	ขนาด (Dimension)				รูปจริงในภาคสนาม (Field photo)	ตำแหน่ง (Location)
			ความยาวช่วง คลื่นตะกอน (Wavelength) (cm)	ความหนา สูงสุด (Height) (cm)	ถ้ามุมด้านชัน น้อย (Stoss)	ถ้ามุมด้านชัน มาก (Lee)		
Ripples	LW	Asymmetry sinuous-crested	10-15	2-4	5	15		บ้านบางเทา (Bang Tao) ภูเก็ต
		Asymmetry straight-crested	30-40	5	10	20		บ้านบางเทา (Bang Tao) ภูเก็ต
		Asymmetry lunate-crested	50	5	5	25		บ้านป่าไร่ (Pa Lai) ภูเก็ต

Asymmetry  
linguoid-crested

10-12

2-3

5

10



แหลมสน  
(Lam Son)  
ระนอง

Asymmetry  
straight-crested

8-10

1-2

3

15



บ้านบางเนียง  
(Bang Niang)  
พังงา

SW

Asymmetry  
sinuous-crested

8-12

2-4

3

12



บ้านบางเทา (Bang  
Tao) ภูเก็ต



Asymmetry  
catenary-crested

8-10	1-2	3	10
------	-----	---	----



บ้านบางเทา (Bang  
Tao) ภูเก็ต

Asymmetry  
straight-crested

5	1	3	10
---	---	---	----



บ้านบางเนียง  
(Bang Niang)  
พังงา

### หมายเหตุ

LW = ทิศทางเข้าหาแผ่นดิน (landward) SW = ทิศทางออกทะเล (seaward)

การจำแนกประเภทรูปร่างของโครงสร้างตะกอนใช้พื้นฐานการจำแนกจาก SEPM แนะนำโดย Ashley (1990)

#### 4.4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ชายฝั่งทะเล

##### 4.4.1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่ถูกกัดเซาะชายฝั่งจากสึนามิ

สึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 นอกจากได้สร้างความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สิน เป็นจำนวนมากแล้ว ยังสร้างความเสียหายต่อทรัพยากรชายฝั่ง และทางธรณีวิทยากายภาพ โดยเฉพาะการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จากการประเมินสภาพความเสียหายแล้ว จังหวัดพังงาได้รับความเสียหายในเรื่องการกัดเซาะชายฝั่งมากที่สุด อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในเรื่องการกัดเซาะชายฝั่งนี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องระมัดระวังเรื่องตัวแปรทางกายภาพและเรื่องของระยะเวลา ในที่นี้หมายถึง เวลาของการเปรียบเทียบเพื่อประเมินหาพื้นที่สูญหายจากสึนามิ ไม่ว่าจะใช้ข้อมูลจากระยะไกล เช่น ช่วงเวลาในการบันทึกภาพถ่ายจากดาวเทียม หรือรูปถ่ายทางอากาศ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินเชิงพื้นที่ แต่อย่างน้อยที่สุด การเปรียบเทียบเชิงพื้นที่ก่อนและหลังเกิดสึนามิ ก็ทำให้เราสามารถระบุตำแหน่งพื้นที่เสียหายได้ ทั้งนี้คณะทำงานได้สรุปและรวบรวมข้อมูลโดยเฉพาะภาพถ่ายดาวเทียมที่เผยแพร่จากแหล่งต่างๆ พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการศึกษาอย่างละเอียดในอนาคตพร้อมทั้งข้อควรระวัง ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป

##### 4.4.2 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่จากข้อมูลระยะไกล

ข้อมูลระยะไกลที่จัดได้ว่าเป็นข้อมูลที่สามารถได้มาด้วยความรวดเร็วมากที่สุด คือ ข้อมูลการบันทึกภาพจากดาวเทียมที่โคจรรอบวงโคจรของโลก ซึ่งแม้ว่าจะไม่ได้ภาพที่บันทึกได้หลังเหตุการณ์โดยทันทีทันใดก็ตาม แต่ก็สามารถนำมาประยุกต์ในการประเมินตำแหน่งของพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะชายฝั่งได้ จากข้อมูลดาวเทียมที่เปิดเผยออกมาหลังเหตุการณ์สึนามิ ดาวเทียมที่บันทึกภาพสึนามิได้ในจังหวัดที่โคจรผ่านประเทศไทย คือ ดาวเทียม SPOT ซึ่งสามารถบันทึกภาพการเคลื่อนตัวของสึนามิได้ในอ่าวพังงา (ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในรายละเอียดเรื่อง การเคลื่อนตัวและทิศทางสึนามิ) ส่วนดาวเทียมดวงอื่นที่โคจรมาในช่วงสึนามิ คือ IKONOS ซึ่งสามารถบันทึกภาพได้ในประเทศศรีลังกา ซึ่งจากอวงโคจรของดาวเทียมต่างๆ ที่จะย้อนกลับมาโคจรและบันทึกภาพพื้นที่ในเมืองไทยได้เร็วที่สุดก็คือดาวเทียม IKONOS ที่สามารถโคจรกลับมาบันทึกภาพในพื้นที่ประเทศไทยได้ในวันที่ 29 ธันวาคม 2547 และจากข้อมูลในหลายหน่วยงานภาพจากดาวเทียม IKONOS ที่บันทึกก่อนสึนามิ ในบริเวณตำแหน่งเดียวกัน ก็คือเมื่อวันที่ 13 เดือนมกราคม 2546 ที่ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบเชิงพื้นที่ก่อนและหลังสึนามิ ด้วยความแตกต่างกันในเรื่องของเวลาการบันทึกภาพ ทำให้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการคำนวณพื้นที่สูญหายเป็นไปได้ไม่่ง่ายนัก ฉะนั้นในการคำนวณเชิงพื้นที่ สิ่งที่ต้องระวังและต้องนำมาพิจารณาก็คือ

1. ระยะเวลารายเดือนของการบันทึกภาพ ต้องนำมาพิจารณาว่า เป็นการบันทึกภาพในฤดูกาลใด การกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นจากกระแสน้ำปกติหรือไม่ เช่น กระแสน้ำขนานชายฝั่ง (Longshore current) โดยปกติทำให้เกิดการหมุนเวียนของตะกอนทั้งการสะสมตัวและการกัดเซาะอยู่แล้ว หรือหากภาพบันทึกในฤดูมรสุมซึ่งอาจจะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นในบางบริเวณอยู่แล้ว ต้องนำมาหักลบค่าการกัดเซาะจากสึนามิด้วย
2. ระยะเวลาในการบันทึกภาพในแต่ละวัน ต้องนำมาพิจารณาด้วยเพราะว่า การขึ้นลงของระดับน้ำทะเลในรอบวันซึ่งทำให้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ต่างกัน ในกรณีที่ภาพบันทึกในช่วงน้ำลงต่ำสุด เราจะเห็นชายหาดกินบริเวณกว้างกว่าปกติ หรือหากภาพบันทึกได้ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด ก็จะทำให้เห็นพื้นที่ชายหาดน้อยกว่าปกติ ฉะนั้น การพิจารณาควรต้องปรับเปลี่ยนเส้นระดับน้ำทะเลให้เหมือนกัน โดยปกติจะปรับแก้ให้เส้นน้ำทะเลอยู่ในระดับเดียวกับระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือมิฉะนั้นจะใช้ระดับลงต่ำสุดหรือขึ้นสูงสุดก็ให้ใช้เหมือนกันในการเปรียบเทียบภาพก่อนหลังเกิดสึนามิ
3. การตรงภาพหรือการปรับมาตราส่วนของภาพให้เท่ากัน มีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องทำการตรงภาพที่ได้จากการบันทึกของดาวเทียม หรือรูปถ่ายทางอากาศให้มีมาตราส่วนเท่ากัน แม้ในภาพเดียวกันก็อาจจะเกิดความไม่เท่ากันของระยะทางได้ (distortion) ฉะนั้น ทางปรับแก้ที่ดีที่สุดคือ การตรวจสอบตำแหน่งจริงในภาคสนามเทียบกับตำแหน่งในภาพ (ground control point) อย่างน้อยต้องให้ครอบคลุมทุกมุมของภาพแต่ละภาพ หลังจากนั้นก็นำไปตรงปรับภาพให้อยู่ในมาตราส่วนเดียวกันกับภาพอื่นๆ คณะทำงานจากภาควิชาธรณีวิทยา ได้ทำการปรับตำแหน่งในภาพ อย่างละเอียดในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่ง และครอบคลุมพื้นที่ทำการวิเคราะห์แผนที่หนีภัย (evacuation map) ใน 3 บริเวณ คือ พื้นที่อุทยานแห่งชาติสิรินาถ-หาดในยาง พื้นที่บริเวณเขาหลัก-แหลมปะการัง และพื้นที่บริเวณบ้านน้ำเค็ม ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในบทถัดไป
4. การใช้ระบบอ่านพิกัด มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตรวจสอบระบบการอ่านพิกัดจากแผนที่และจาก GPS ในระบบเดียวกัน ในรายงานนี้ใช้ระบบพิกัด WGS 84

#### 4.4.3 การสำรวจติดตามผลการกัดเซาะชายฝั่งในภาคสนาม

ทีมสำรวจจากภาควิชาธรณีวิทยาได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ตลอดแนวชายฝั่งเป็นรายเดือน พบว่า ในบางบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งจากสึนามิ ได้มีการฟื้นฟูสภาพทางกายภาพโดยเฉพาะการกลับมาของตะกอนโดยปริมาณตะกอนหน้าหาดได้ถูกนำมาสะสมตัวในปริมาณมากโดยระบบการหมุนเวียนตะกอนปกติในบริเวณชายหาด เช่น ตะกอนบริเวณที่เป็นทางน้ำออกสู่ทะเล (Inlet/outlet channel) ที่เปิดเป็นบริเวณกว้างจากสึนามิ ได้มีตะกอนใหม่พัดพามาปิดทับ

แล้วในบางบริเวณ จะเห็นว่าเพียงแค่นี้อายุสองถึงสามเดือนหลังจากการกัดเซาะอย่างรุนแรง โดยสิ้นนามิแล้ว ธรรมชาติก็ฟื้นฟูระบบในตัวของมันเองได้บางส่วนถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ทั้งหมด ฉะนั้น การติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพภายในระยะเวลาสองปีก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะให้เราได้เห็น ระบบการหมุนเวียนของตะกอนชายหาดแม้กระทั่งการกัดเซาะที่เกิดขึ้น โดยปกติในบางฤดูกาล มักจะมีการสะสมตัวเกิดขึ้นในภายหลังตลอดเวลา

ตัวอย่างที่จะได้นำมากล่าวต่อไปนี้เป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ในพื้นที่ที่เกิดการกัดเซาะชายฝั่งจากสิ้นนามิ ที่ได้จากข้อมูลระยะไกล คือ ภาพดาวเทียมจากหลายหน่วยงาน และหลายองค์กรทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยภาพดังกล่าวสามารถค้นหาได้จากการเปิดเผยในเวปไซต์ต่างๆ เท่าที่คณะทำงานได้ทำการค้นคว้ามา ซึ่งในการประเมินและวิเคราะห์ที่ละเอียดจริงๆ คงต้องใช้รูปถ่ายทางอากาศในมาตราส่วนที่ละเอียดมาช่วยในการปรับปรุงข้อมูลและต้องเป็นภาพที่ได้ทำการปรับตรงภาพแล้ว โดยหลายๆ หน่วยงานของประเทศไทยที่กำลังดำเนินการจัดทำรูปถ่ายทางอากาศทั้งภาพขาวดำและภาพสีอยู่ในปัจจุบัน ในหัวข้อนี้จะวิเคราะห์โดยภาพดาวเทียมเป็นหลัก เพื่อให้เห็นภาพรวมของการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดจากสิ้นนามิ ส่วนการรายงานการกัดเซาะในแต่ละพื้นที่ จะได้อธิบายในหัวข้อรายละเอียดความเสียหายรายจังหวัด

รูป 4.59 แสดงตัวอย่างภาพดาวเทียมและภาพความเสียหายจากการสำรวจภาคสนามบริเวณตอนล่างของเกาะคอเขา และบ้านน้ำเค็ม จนถึงแหลมหัวกรังนุ้ย ของจังหวัดพังงา จากภาพซึ่งเป็นภาพบันทึกได้ในมุมมองกว้าง จะเห็นการกัดเซาะเกิดขึ้นในหลายบริเวณ คือ

ตำแหน่งที่ 1 บริเวณตอนใต้ที่เป็นบริเวณหาดทรายหรือสันดอนจะงอยเล็กๆ (sand spit) ได้เกิดการกัดเซาะหายไป แต่การขาดหายไปไม่ได้หมายความว่าตะกอนทั้งหมดหายไป แต่การกัดเซาะได้ทำให้ตะกอนสันดอนจะงอยหายไปประมาณ 50-100 เซนติเมตรจากระดับความหนาเดิม โดยทางคณะทำงานได้เข้าไปสำรวจในช่วงเวลาที่ระดับน้ำทะเลลดต่ำสุด ก็ยังสามารถเห็นสันดอนจะงอยนี้ โผล่เหนือระดับน้ำทะเลในบริเวณนี้ จากระบบการหมุนเวียนของตะกอนคาดว่าตะกอนจะมีการฟื้นฟูตัวโดยธรรมชาติคือมีการสะสมตัวหนาขึ้น โดยใช้ระยะเวลาไม่นานนัก

ตำแหน่งที่ 2 เป็นบริเวณปากคลองบางปอ จะพบการเปิดกว้างของปากคลองจากเดิม ซึ่งลักษณะตะกอนเดิมบริเวณปากคลองจะเป็นตะกอนทรายผสมดินโคลน การหายไปของตะกอนคาดว่า เป็นผลมาจากการเพิ่มความเร็วของสิ้นนามิเมื่อเข้าสู่ร่องน้ำ อย่างไรก็ตาม บริเวณนี้มีป่าชายเลนอยู่เป็นบริเวณกว้าง จึงสามารถลดแรงปะทะของสิ้นนามิได้

ตำแหน่งที่ 3 บริเวณท่าเรือบ้านน้ำเค็มที่ตั้งอยู่ปากคลองน้ำเค็ม พบการสูญเสียตะกอนเพราะเป็นบริเวณที่คาดว่าสิ้นนามิมีความรุนแรงและความเร็วมากกว่าบริเวณอื่น แต่ด้วยมีสิ่งก่อสร้างอยู่อย่างหนาแน่น ปริมาณตะกอนจึงสูญเสียไม่มาก แต่ความสูญเสียส่วนใหญ่เป็นเรื่องทรัพย์สิน อาคาร บ้านเรือน และเรือประมงที่จอดอยู่ในคลองน้ำเค็มขณะเกิดสิ้นนามิ

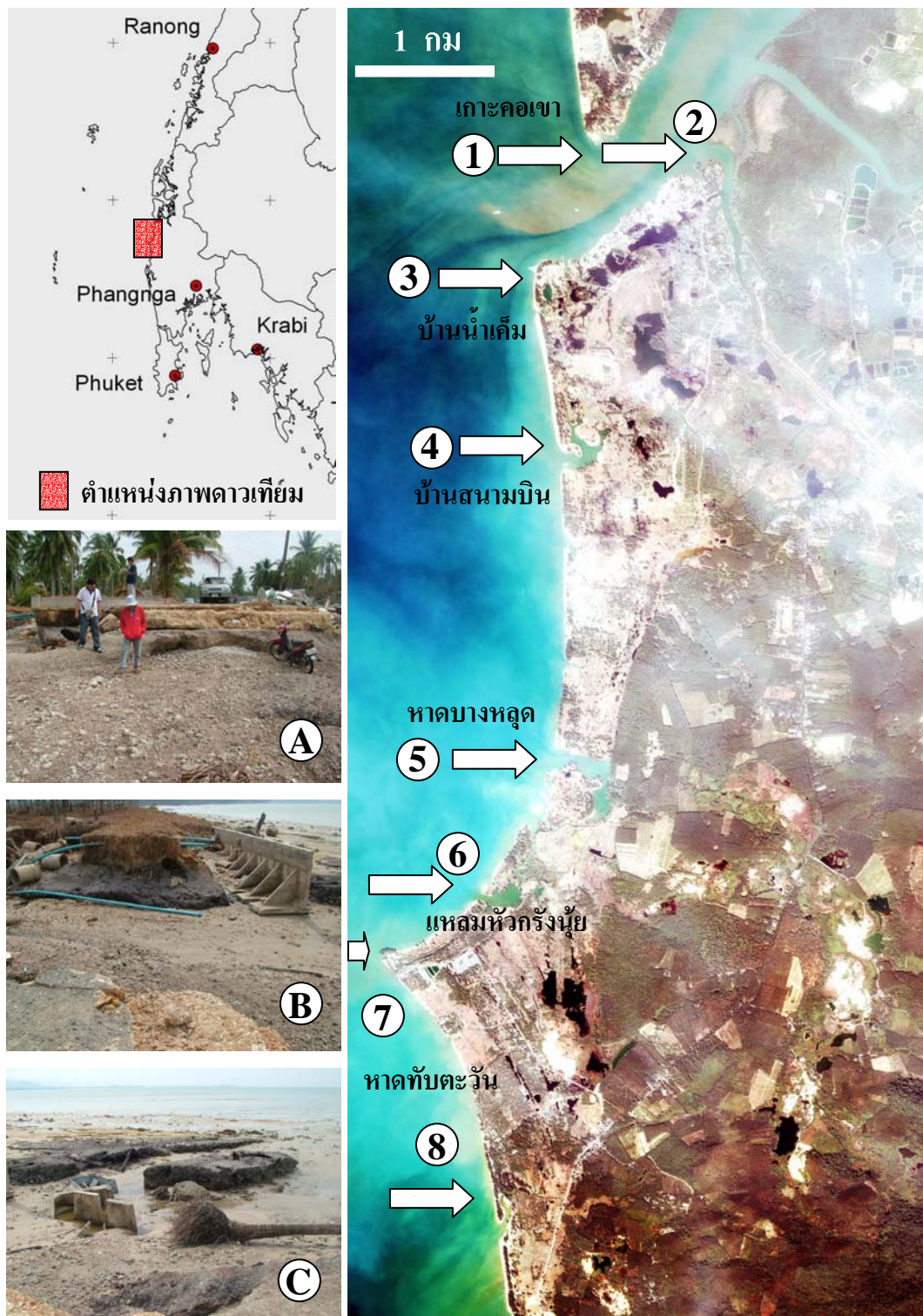
ตำแหน่งที่ 4 บริเวณตั้งแต่ท่าเรือบ้านน้ำเค็มผ่านบ้านสนามบิน ลงไปทางทิศใต้จนถึงหาดบางหลูดได้มีการสูญเสียตะกอนหน้าหาดเป็นแนวยาว ซึ่งตะกอนบางส่วนได้ถูกพัดพาขึ้นมาสะสมตัวในแผ่นดิน จากภาพจะเห็นว่า ในบริเวณนี้มีร่องรอยการขุดทำเหมืองแร่ดีบุก ทั้งที่เป็นแอ่งบ่อเหมืองและเนินตะกอนที่ขุดจากเหมือง ซึ่งทำให้ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงต่ำของพื้นที่ไม่เท่ากัน ตะกอนที่ถูกสีนามีกัดเซาะจากหน้าหาดได้ถูกนำมาสะสมตัวในบ่อเหมืองเป็นปริมาณมาก ในหลายทิศทาง ซึ่งรายละเอียดในเรื่องตะกอนและทิศทางการเข้าปะทะได้กล่าวไว้ในส่วนการวิเคราะห์ตะกอนแล้ว

ตำแหน่งที่ 5 และ 6 บริเวณหาดบางหลูด จะเห็นว่า การกัดเซาะได้ทำให้เกิดช่องเชื่อมระหว่างทะเลกับบ่อเหมืองแร่เก่าทั้งสองบริเวณซึ่งเคยมีการทำเหมืองแร่ดีบุกใกล้ชายฝั่งปัจจุบันมาก อย่างไรก็ตามจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงตะกอนภายหลังพบว่า ปริมาณตะกอนหน้าหาดได้เพิ่มขึ้นและปิดช่องเชื่อมทะเลกับบ่อเหมืองแล้ว แต่น้ำทะเลยังสามารถเข้าบ่อเหมืองเก่าได้หากมีคลื่นลมในช่วงมรสุมหรือในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด

ตำแหน่งที่ 7 แหลมหัวกรังนุ้ย เป็นพื้นที่แหลมรูปสามเหลี่ยม (cusped cape) ที่ยื่นออกไปในทะเลโดยพื้นที่บริเวณนี้เป็นหาดปะการัง ที่มีแนวพืดปะการังยาวต่อเนื่องลงไปในทะเลประมาณ 500-1,000 เมตร (ดูแผนที่เส้นชั้นความสูงของพื้นที่ทะเลประกอบ) ซึ่งพบการกัดเซาะบริเวณหน้าหาดถนนหน้าหาดขาดหายไปบางส่วนและมีการพัดพาเอาเศษปะการังขึ้นมาสะสมตัวในแผ่นดินบ้าง

ตำแหน่งที่ 8 หาดทับตะวันตอนใต้ของแหลมหัวกรังนุ้ย พบการกัดเซาะไม่มากนักเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นทางด้านเหนือขึ้นไป พบเศษปะการังถูกพัดพาขึ้นมาบ้างไม่มากปะปนกับตะกอนหน้าหาด

ส่วนภาพด้านซ้าย (A, B และ C) เป็นภาพความเสียหายที่บันทึกจากแหลมหัวกรังนุ้ย



รูป 4.59 ตำแหน่งการกัดเซาะชายฝั่งจากดาวเทียม IKONOS และสภาพความเสียหายจากการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่งด้านซ้าย (A,B,C) บริเวณแหลมหัวกรังนุ้ย (ข้อมูลดาวเทียมจาก GISTDA)



บริเวณแหลมปะการังก็เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่พบการสูญเสียตะกอนอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปลายแหลมปะการังด้านเหนือสุดที่เป็นตะกอนทรายปิดทับแนวพีดปะการังได้ถูกกัดเซาะจากคลื่น โดยปริมาณตะกอนที่ปิดทับด้านบนปะการังสูญหายไป จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ตะกอนที่ปิดทับเดิมมีความหนาโดยประมาณ 1-2 เมตร และตะกอนบริเวณนี้ถูกกัดเซาะหายไปทั้งหมดจนถึงพื้นปะการังที่รองรับตะกอนอยู่เดิม(รูป 4.60) นอกจากตอนปลายสุดของแหลมปะการังแล้วเรายังพบว่า ตะกอนส่วนล่างที่รองรับแนวต้นสน ก็ถูกกัดเซาะหายไป จนทำรากของต้นสนไม่มีสิ่งยึดเกาะ การกัดเซาะได้เข้ามาถึงถนนซีเมนต์ และตะกอนสูญเสียคิดเป็นระยะทางประมาณ 10-20 เมตร จากหน้าหาดเดิม ในภายหลังพบว่าต้นสนส่วนใหญ่ที่ยังคงสภาพอยู่ก็ไม่สามารถยืนต้นได้ต่อไป (จากการสำรวจเมื่อเดือน พฤษภาคม 2548) แม้ว่าจะมีความพยายามฟื้นฟูสภาพโดยการย้ายต้นสนโดยโครงการของกรมทรัพยากรชายฝั่งก็ตาม ซึ่งในช่วงเวลาก่อนการสำรวจเมื่อเดือนพฤษภาคม 2548 พบว่า ได้มีมรสุมเข้ามาในบริเวณฝั่งอันดามัน ทำให้สภาพต้นสนเดิมที่ไม่มีความมั่นคงได้ล้มลงอีกเป็นจำนวนมาก (ดูรูป 4.61 รูปถ่ายจากภาคสนามประกอบ) การกัดเซาะ โดยเฉพาะจากพายุและมรสุม ยังสามารถเกิดขึ้นในบริเวณนี้

การสูญเสียตะกอนจากการกัดเซาะโดยคลื่นในบริเวณแหลมปะการังนี้ เกิดขึ้นทั้งด้านเหนือของแหลมและด้านใต้ เรื่อยไปจนถึงปากคลองที่เป็นที่ตั้งของบลูวิลเลจ รีสอร์ท แอนด์ สปา



รูป 4.60 ภาพดาวเทียม IKONOS บริเวณแหลมปะการัง กรอบสีแดงเป็นบริเวณที่เกิดการกัดเซาะตะกอนทรายที่หายไปที่ปิดทับปะการัง (ข้อมูลภาพดาวเทียม จาก CRISP)



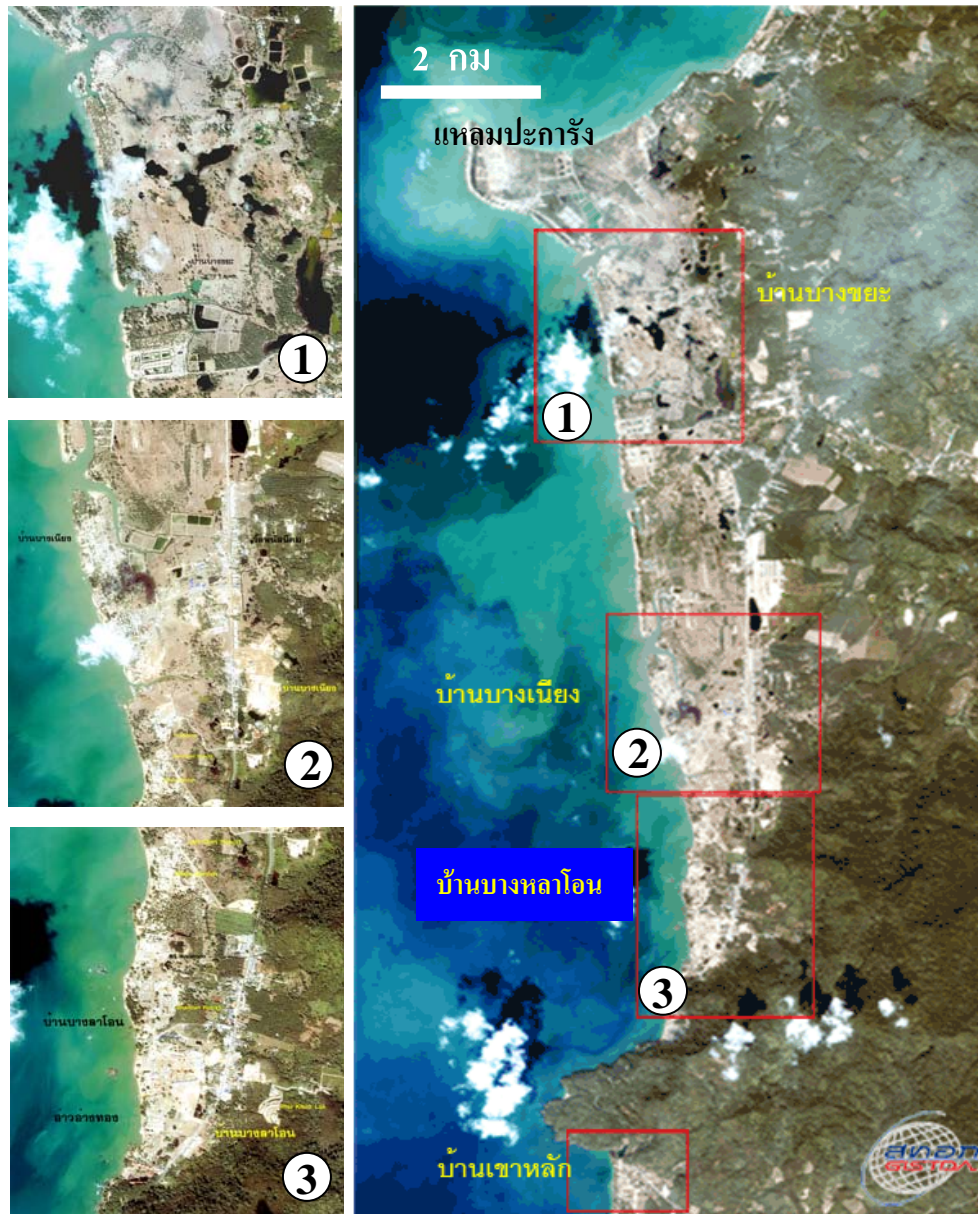


รูป 4.61 ภาพบันทึกจากการสำรวจภาคสนามแสดงสภาพความเสียหายจากการกัดเซาะชายฝั่งอันเป็นผลเนื่องมาจากสึนามิบริเวณแหลมปะการัง (ภาพบนสุดถ่ายไปทางทิศตะวันตก เมื่อวันที่ 7 มกราคม 2548) ภาพกลางและล่างบันทึกเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2548 แสดงการกัดเซาะอย่างต่อเนื่องจากมรสุม

ในบริเวณตอนใต้ของแหลมปะการังตั้งแต่ปากคลองที่เป็นที่ตั้งของบลูวิลเลจ รีสอร์ท แอนด์ สปา เรื่อยไปทางใต้จนถึงบริเวณบ้านบางปลาอิน พบการกัดเซาะทั้งในบริเวณปากคลองเดิม หน้าหาด และบางพื้นที่ได้เกิดการเปิดของปากคลองเล็กๆ ขึ้นมาใหม่ ในหลายตำแหน่ง (ดังถูกสรุปตั้งแต่รูป 4.62 ถึงรูป 4.67) การกัดเซาะไม่ได้เกิดเฉพาะบริเวณหน้าหาด แต่ยังเกิดในบริเวณตลิ่งของฝั่งคลอง ในบริเวณหน้าหาดเองที่มีธรณีสัณฐานเดิมที่เป็นแนวสันทราย (beach ridges) สลับกับพื้นที่ลุ่มต่ำด้านหลัง (back-barrier lagoon) การกัดเซาะทำให้น้ำทะเลท่วมเข้าไปในพื้นที่ลุ่มต่ำ ในบางบริเวณจนสามารถกลับมาเชื่อมต่อกับน้ำทะเลได้อีกครั้ง จากลักษณะการกัดเซาะหน้าหาดบริเวณนี้ ทำให้เกิดธรณีสัณฐานหรือรูปร่างของหน้าหาดที่เป็นรอยเว้า ซึ่งบ่งบอกถึงทิศทางอันหลากหลายของสึนามิทั้งในขณะที่เข้าปะทะและในขณะที่น้ำทะเลถอยล่นลงสู่ระดับปกติ ฉะนั้นจึงพอสรุปในเบื้องต้นได้ว่า การกัดเซาะอย่างรุนแรงเกิดขณะสึนามิเข้าปะทะในทิศทางเข้าหาฝั่ง และการหมุนเวียนตะกอนออกสู่ทะเลเกิดอย่างต่อเนื่องในขณะที่น้ำทะเลถอยร่น ซึ่งพฤติกรรมการกัดเซาะลักษณะนี้ทำให้สภาพภูมิประเทศหน้าหาดเปลี่ยนแปลงอย่างมาก อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรระมัดระวังและควรเฝ้าติดตามก็คือ การเปลี่ยนทิศทางของกระแสน้ำขนานฝั่ง (longshore current) ซึ่งเดิมที่มีทิศทางขนานไปกับฝั่ง แต่หลังจากสภาพภูมิประเทศหน้าหาดจนไปถึงใต้ทะเล(shoreface topography)เปลี่ยนไป ในบางพื้นที่อาจจะพบปรากฏการณ์กระแสน้ำไหลออกสู่ทะเล (rip current) ได้ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรจะทำการศึกษาในรายละเอียดในอนาคต เพราะการที่กระแสน้ำไหลย้อนกลับออกสู่ทะเลอาจจะเป็นอันตรายต่อนักท่องเที่ยวในอนาคตได้

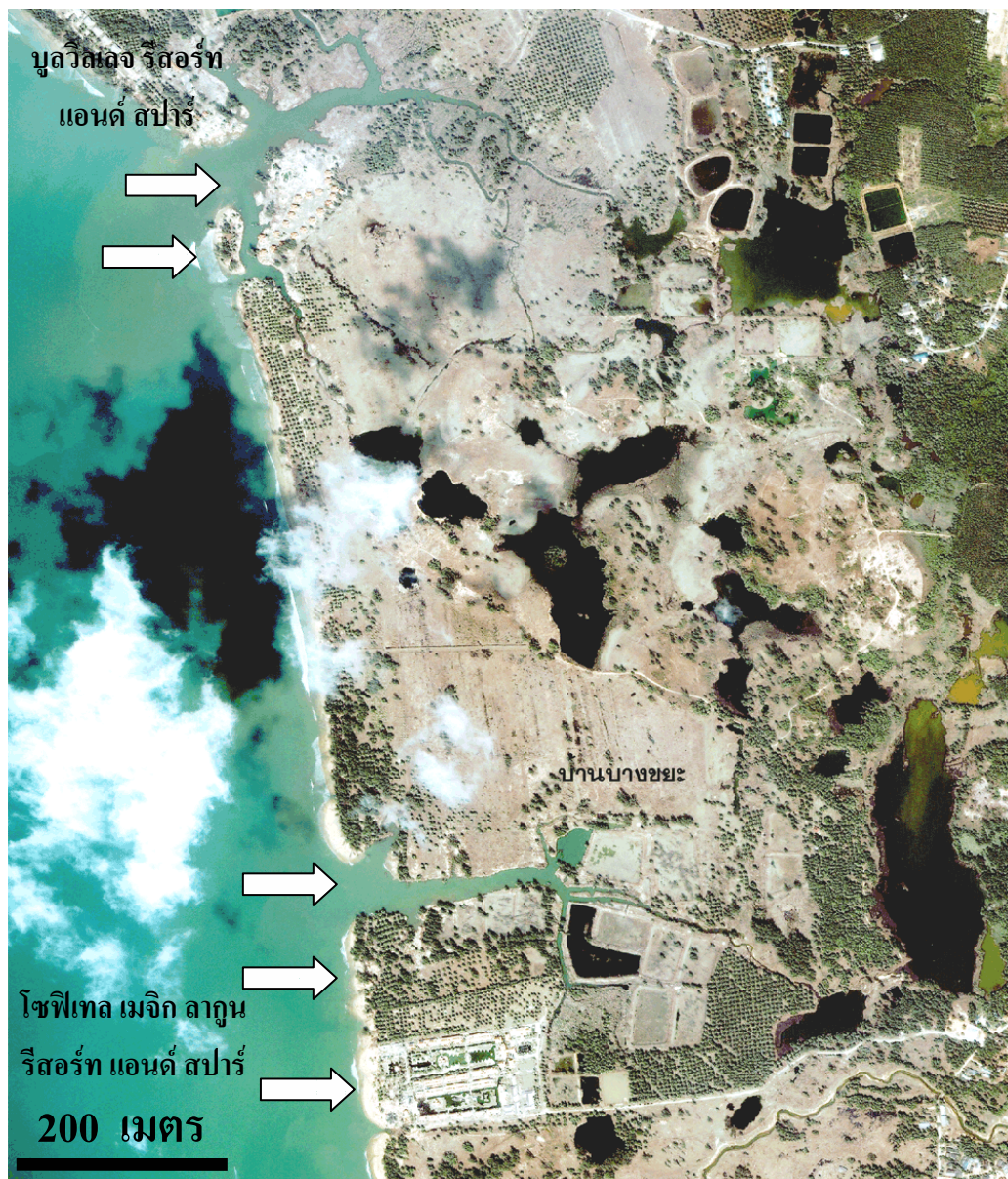
คณะทำงานได้จัดทำแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ก่อนและหลังเหตุการณ์สึนามิในรูปของแผนที่แสดงการใช้ที่ดินและการจัดลำดับพื้นที่เสียหายดังรายละเอียดของแผนที่ในภาคผนวก

ภาพจากดาวเทียม IKONOS วันที่ 29 ธันวาคม 2547  
แสดงพื้นที่ที่เสียหายจากคลื่นสึนามิ  
บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน จ.พังงา  
จัดทำโดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ



รูป 4.62 ภาพดาวเทียม IKONOS ในบริเวณกว้าง (ภาพขวา) และภาพระดับรายละเอียด (ภาพซ้าย) ของพื้นที่ตั้งแต่แหลมปะการัง ลงมาทางตอนใต้จนถึงบ้านบางหลาโอน จังหวัดพังงา ดูรายละเอียดแต่ละพื้นที่ในรูปถัดไป (ข้อมูลภาพดาวเทียมจาก GISTDA)





รูป 4.63 ภาพดาวเทียม IKONOS ที่บันทึกได้เมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2547 ในบริเวณตอนล่างของแหลมปะการัง จนถึงบ้านคึกคัก จังหวัดพังงา ลูกศรแสดงตำแหน่งที่พบการกัดเซาะตะกอนหน้าหาดจากการสำรวจภาคสนาม (ข้อมูลภาพดาวเทียมจาก GISTDA)



รูป 4.64 ภาพดาวเทียม IKONOS ขยายให้เห็นพื้นที่การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณตอนล่างของแหลมปะการัง ปากคลองที่ตั้งบูลิวเลจ รีสอร์ท แอนต์ สปาร์ การกัดเซาะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงทำให้ปากคลองเปิดกว้างขึ้น และแนวสันทรายเดิม (ในตำแหน่งวงกลม) ได้ถูกกัดเซาะจนเกิดเป็นลักษณะเกาะสันดอน ซึ่งแสดงให้เห็นปริมาณตะกอนได้สูญเสียบ่อยอย่างชัดเจน (ระดับเส้นประสีขาว ดังแสดงในรูปถ่ายด้านล่าง บันทึกภาพเมื่อ 7 มกราคม 2548) (ข้อมูลภาพดาวเทียมจากโฮมเพจของ CRISP)





รูป 4.65 ภาพดาวเทียม IKONOS ก่อนและหลังสึนามิในบริเวณโซฟีเทล เมจิก ลาгуน บ้านก๊กัก จังหวัดพังงา (ข้อมูลภาพจากโฮมเพจของ CRISP) จะเห็นการกัดเซาะบริเวณหน้าหาดชัดเจน (ตำแหน่งที่ลูกศรชี้) และสองรูปภาพกลาง แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะจากการสำรวจภาคสนาม เมื่อวันที่ 8 มกราคม 2548 ส่วนสองรูปล่างแสดงการฟื้นตัวของตะกอนที่มาปิดกั้นปากคลองในบริเวณใกล้เคียง บันทึกภาพเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2548





รูป 4.66 ภาพดาวเทียม IKONOS แสดงตำแหน่งการกักเซาะชายฝั่งตั้งแต่บริเวณบ้านคึกคัก ลงมาทางใต้ถึงหาดนางทอง จังหวัดพังงา (ลูกศรชี้) ซึ่งการกักเซาะมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ทางด้านเหนือขึ้นไป ก็เกิดอย่างชัดเจนในพื้นที่ที่เป็นร่องน้ำและพื้นที่สันทรายหน้าหาด (ข้อมูลภาพดาวเทียมจาก GISTDA)





รูป 4.67 ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS แสดงการกัดเซาะชายฝั่งตั้งแต่หาดนางทอง ลงมาทางตอนใต้ถึง อ่าวอ่างทอง บ้านบางหลาโอน จังหวัดพังงา (ตำแหน่งในลูกศรชี้) (ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก GISTDA)

#### 4.5 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพรายพื้นที่ (ข้อมูลจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2548)

##### 4.5.1 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพพื้นที่จังหวัดระนอง

จากเหตุการณ์พิบัติภัยสึนามิ จังหวัดระนองนับว่าได้รับผลกระทบไม่มากเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ โดยมีพื้นที่ชายฝั่งสำคัญที่ได้รับผลกระทบ คือ ชายหาดบางเบน ชายหาดบ้านทะเลนอก และชายหาดประพาส

###### 4.5.1.1 ชายหาดบางเบน

ชายหาดทรายบางเบนตั้งอยู่ที่หมู่ 2 บ้านบางเบน ตำบลม่วงกลวง อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติแหลมสน เป็นชายหาดที่มีความลาดชันต่ำและหน้าหาดกว้างมาก ลักษณะเป็นหาดทรายปนโคลน ดังนั้นหลังจากเกิดสึนามิจึงทำให้มีระดับน้ำทะเลเอ่อท่วมสูงขึ้นประมาณ 3.0 เมตร และน้ำทะเลสามารถท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 500 เมตร พบการกัดเซาะชายหาดบริเวณพื้นที่หน้าหาดเข้ามาประมาณ 50 เมตร บริเวณป่าสนธรรมชาติริมชายหาดถูกคลื่นซัดล้มลงจำนวนมาก โดยมีบางส่วนถูกกัดเซาะจนรากลอย และเกิดร่องลึกจำนวนมาก

สภาพของชายหาดภายหลังเกิดสึนามิ พบการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก และจากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 ได้มีการนำทรายจากที่อื่นมาปรับถมพื้นที่บริเวณหน้าหาด และบริเวณป่าสนแล้ว

###### 4.5.1.2 ชายหาดบ้านทะเลนอก

ชายหาดบ้านทะเลนอก ตั้งอยู่ที่หมู่ 2 บ้านกำพวน กิ่งอำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง เป็นชายหาดที่มีความลาดชันต่ำและหน้าหาดกว้างประมาณ 25 เมตร ดังนั้นหลังเกิดสึนามิมีระดับน้ำทะเลท่วมสูงประมาณ 3 เมตร และน้ำทะเลสามารถท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 500 เมตร ลักษณะชายหาดเป็นหาดทรายปนโคลน พบการกัดเซาะชายหาดสูงประมาณ 80 เซนติเมตร

บริเวณพื้นที่ชายฝั่งหลังแนวชายหาด พบว่าน้ำทะเลกัดเซาะสิ่งก่อสร้างลึกเข้ามาในแผ่นดินมากกว่า 500 เมตร ทำลายอาคารโรงเรียนบ้านทะเลนอก และสถานีอนามัย จากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 พบว่า องค์การบริหารส่วนจังหวัดระนอง ได้ปรับถมพื้นที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

###### 4.5.1.3 ชายหาดประพาส

ชายหาดประพาส ตั้งอยู่ที่หมู่ 2 บ้านกำพวน กิ่งอำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง เป็นชายหาดที่มีความลาดชันต่ำและหน้าหาดกว้างประมาณ 50 เมตร ดังนั้นหลังจากเกิดสึนามิมีระดับน้ำทะเลท่วมสูงประมาณ 3.5-4.0 เมตร และน้ำทะเลสามารถท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 500-800 เมตร ลักษณะชายหาดเป็นหาดทรายปนโคลน พบการกัดเซาะชายหาดสูงประมาณ 50 เซนติเมตร

บริเวณพื้นที่ชายฝั่งหลังแนวชายหาด พบว่าน้ำทะเลกัดเซาะสิ่งก่อสร้างลึกเข้ามาในแผ่นดินมากกว่า 500 เมตร จากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 พบว่า องค์การบริหารส่วนจังหวัดระนอง ได้ปรับพื้นที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

#### 4.5.2 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพพื้นที่จังหวัดพังงา

จังหวัดพังงาได้รับผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากมีแนวชายฝั่งที่ขนานกับแนวสึนามิ โดยมีระยะทางที่ถูกคลื่นเข้ากระทบเป็นระยะทางยาวตั้งแต่ตอนเหนือของจังหวัดมาจนถึงเขตอำเภอตะกั่วป่าทางตอนใต้ ตั้งแต่ชายหาดเกาะพระทอง เกาะคอเขา บ้านน้ำเค็ม บางม่วง หาดทับตะวัน หาดบางสัก หาดปากวิปี แหลมปะการัง หาดคึกคัก หาดบางเนียง หาดนางทอง หาดเขาหลัก และท่าเรือทับละมุ

##### 4.5.2.1 หมู่บ้านน้ำเค็ม (ข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี)

หมู่บ้านน้ำเค็มเป็นชุมชนชาวประมงที่มีผู้อยู่อาศัยจำนวนมาก บริเวณด้านหน้าของหมู่บ้านเป็นปากคลองบางม่วง(คลองเล)ซึ่งเดิมมีสันทรายยาวขนานชายหาดแหลมสน มีหน้าหาดกว้างประมาณ 20 เมตร อยู่ติดปากคลอง ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นท่าเทียบเรือประมงขนาดเล็ก

สึนามิมีความสูงประมาณ 4.7 เมตร ระยะทางที่น้ำทะเลท่วมประมาณ 1.0 กิโลเมตร ทำลาย บ้านเรือนและฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งเสียหายจำนวนมาก ชายหาดที่ใช้เป็นท่าเทียบเรือประมงและสันทรายปากแม่น้ำสูญหายไปมีระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร ส่วนหน้าหาดด้านใต้ของปากคลองบางม่วงถูกกัดเซาะไปประมาณ 40 เมตร สันทรายด้านหลังชายหาดถูกทำลายบางส่วน มีการกัดเซาะลึกประมาณ 0.4 เมตร และบริเวณตอนเหนือของบ้านน้ำเค็ม ช่วงแหลมทับแขกและเกาะคอเขา เดิมมีเกาะฟ้า เป็นเกาะขนาดเล็กประมาณ 5 ตารางกิโลเมตรได้สูญหายไปด้วย

##### 4.5.2.2 ชายหาดทับตะวัน

ชายหาดทับตะวันตั้งอยู่ที่หมู่ 7 บ้านบางสัก ต. บางม่วง อ. ตะกั่วป่า จ.พังงา แนวชายฝั่งมีการพัฒนาเป็นชุมชน มีแนวมะพร้าวตามชายฝั่ง รวมทั้งสถานที่พักผ่อนตากอากาศ

ชายหาดมีความลาดชันต่ำและหน้าหาดกว้างประมาณ 50 เมตร ลักษณะเป็นหาดทรายปนโคลนละเอียด หลังจากเกิดสึนามิมีการกัดเซาะทรายบริเวณชายหาดประมาณ 40 เมตร และน้ำทะเลสามารถท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 1.2-1.7 กิโลเมตร โดยท่วมข้ามถนนเพชรเกษม แต่เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีประชาชนอยู่อาศัยไม่หนาแน่น ความเสียหายจึงมีไม่มากนัก ประกอบกับมีแนวกำแพงกันคลื่นชายหาดจึงได้รับความเสียหายไม่มาก

สภาพของชายหาดภายหลังเกิดสึนามิ จากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 พบว่ามี การนำทรายจากที่อื่นมาปรับถมพื้นที่บริเวณหน้าหาดจนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

#### 4.5.2.3 ชายหาดบางสัก

ชายหาดบางสัก เป็นพื้นที่ต่อเนื่องด้านใต้หาดทับตะวัน อยู่ในเขตตำบลบางม่วง อำเภอดงทับฟ้า จังหวัดพังงา แนวชายฝั่งมีการพัฒนาเป็นชุมชน มีแนวมะพร้าวและสวนตามชายฝั่ง ชายหาดเป็นทรายมีความลาดชันต่ำและหน้าหาดกว้างประมาณ 50 เมตร หลังจากเกิดสึนามิพบมีการกัดเซาะทรายชายหาดประมาณ 30 เมตร ลึกประมาณ 0.50 เมตร และน้ำทะเลท่วม ลึกเข้าไปในแผ่นดินได้ประมาณ 0.8-1.0 กิโลเมตร

สภาพของชายหาดจากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 พบว่าได้มีการปรับถมพื้นที่แล้ว

#### 4.5.2.4 แหลมปะการัง

บ้านแหลมปะการัง ตั้งอยู่ที่ตำบลคึกคัก อำเภอดงทับฟ้า จังหวัดพังงา เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะพิเศษ โดยเป็นแหลมขนาดใหญ่ และมีการสะสมตัวของซากปะการังจำนวนมาก โดยเฉพาะปะการังโขด และปะการังเขากวาง แนวชายฝั่งมีการพัฒนาเป็นชุมชน รวมทั้งสถานที่พักตากอากาศจำนวนมาก

ลักษณะชายหาดที่มีความลาดชันต่ำและเป็นเขตสะสมตัวของตะกอนทราย จึงมีหน้าหาดกว้างประมาณ 60-100 เมตร ลักษณะเป็นหาดทรายปนเศษซากปะการัง หลังเกิดสึนามิ พบการกัดเซาะทรายบริเวณชายหาดมากกว่า 50 เมตร ลึกตั้งแต่ 0.50-1.5 เมตร ทำให้ต้นสนโคนล้ม แลรากลอยจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพื้ดพาปะการังโขดขนาดใหญ่มากองไว้บนชายฝั่งจำนวนมาก รวมทั้งเกิดสันดอนทรายบริเวณตอนเหนือของแหลมปะการังอีกด้วย

ทั้งนี้คลื่นขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นยังทำให้น้ำทะเลท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 1.5-1.7 กิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่น ประกอบไปด้วยเขตที่พักตากอากาศและบ้านเรือนประชาชนจำนวนมาก นับว่าเป็นจุดที่มีความเสียหายสูงมากอีกจุดหนึ่ง

สภาพของชายหาดภายหลังเกิดคลื่นสึนามิ จากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 พบว่ามีการนำทรายมาปรับถมถนนและพื้นที่บางส่วน รวมทั้งการรื้อถอนบ้านเรือนในบริเวณใกล้เคียง

#### 4.5.2.5 ชายหาดคึกคัก

ชายหาดคึกคักตั้งอยู่ที่หมู่ 3 บ้านคึกคัก ตำบลคึกคัก อำเภอดงทับฟ้า จังหวัดพังงา ทางทิศเหนือของหาดติดกับแหลมปะการัง และทิศใต้ติดกับหาดบางเนียง โดยมีคลองธรรมชาติกั้น แนวชายฝั่งมีการพัฒนาเป็นชุมชน และมีการปลูกแนวสนและมะพร้าวเป็นแนวตามชายฝั่ง รวมทั้งมีสถานที่พักตากอากาศจำนวนมาก

ลักษณะชายหาดที่มีความลาดชันต่ำและมีการกัดเซาะบ้างในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้น้ำหาด กว้างประมาณ 50 เมตร ลักษณะเป็นหาดทราย หลังจากเกิดสึนามิพบการกัดเซาะทราย

บริเวณชายหาดประมาณ 15 เมตร ลึกตั้งแต่ 0.50-2.0 เมตร ทำให้ต้นสนโคนล้ม และรากลอยจำนวนมาก

คลื่นขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นยังท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 1.0-1.2 กิโลเมตร ทำให้แหล่งชุมชนและสถานตากอากาศที่มีอยู่อย่างหนาแน่น ได้รับผลกระทบอย่างมาก

สภาพของชายหาดภายหลังเกิดสึนามิ จากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 พบว่ามี การนำทรายมาปรับถมพื้นที่บางส่วน รวมทั้งการรื้อถอนที่พักตากอากาศในบริเวณใกล้เคียง

#### 4.5.2.6 ชายหาดบางเนียง

ชายหาดบางเนียงตั้งอยู่ที่หมู่ 5 บ้านบางเนียง ตำบลลี้ลี้ อำเภอดงตาล จังหวัด พังงา ลักษณะชายหาดเป็นพื้นที่ต่อเนื่องจากชายหาดลี้ลี้ โดยมีคลองธรรมชาติกั้นสามารถเดินข้าม ได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีหาดทรายสะอาด จึงได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวอย่างสมบูรณ์ โดยมีสถานที่พักตากอากาศตั้งตลอดแนวชายฝั่ง

ลักษณะชายหาดมีความลาดชันต่ำโดยมีหน้าหาดกว้างประมาณ 60 เมตร เมื่อเกิดสึนามิ จึงแสดงการกัดเซาะทรายบริเวณชายหาดเป็นแนวยาวประมาณ 30-40 เมตร ลึกประมาณ 0.50 เมตร ทำให้ต้นสนรากลอยและน้ำทะเลท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางประมาณ 0.8-1.0 กิโลเมตร แหล่งชุมชนและสถานตากอากาศได้รับผลกระทบโดยที่สภาพของชายหาดจากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 ยังไม่มีการปรับถมพื้นที่แต่อย่างใด

#### 4.5.2.7 ชายหาดเขาหลัก

ชายหาดเขาหลักตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 6 และหมู่ที่ 7 ตำบลลี้ลี้ อำเภอดงตาล จังหวัด พังงา เป็นสถานที่ตากอากาศที่กำลังได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวต่างชาติอย่างมาก โดยเฉพาะจาก ประเทศทางยุโรป ทำให้พื้นที่เขาหลักได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวอย่างรวดเร็ว โดยมีสถานที่ พักตากอากาศตั้งตลอดแนวชายฝั่งจำนวนมาก

ลักษณะชายหาดเป็นหาดขนาดเล็กหลายหาดติดต่อกัน หน้าหาดกว้างประมาณ 40 เมตร หลังจากเกิดสึนามิมีการกัดเซาะทรายบริเวณชายหาดประมาณ 25 เมตร ลึกประมาณ 0.50-1.0 เมตร และน้ำทะเลท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางประมาณ 0.8-1.4 กิโลเมตร โดยท่วม ข้ามถนนเพชรเกษม แหล่งชุมชนและสถานตากอากาศได้รับผลกระทบอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็น แหล่งที่พักขนาดใหญ่และมีผู้คนหนาแน่น สภาพของชายหาดจากการสำรวจเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2548 มีการปรับถมพื้นที่และการรื้อถอนที่พักไปบ้างบางส่วน



#### 4.5.2.8 ชายหาดทับละมุ

ชายหาดทับละมุเป็นพื้นที่ของกองทัพเรือ เขตชุมชนประมงและท่าเรือขนส่ง อยู่ทางตอนใต้ของชายหาดเขาหลัก โดยมีเขาหลักกั้นตรงกลาง

ลักษณะชายหาดเป็นหาดทราย โดยที่หน้าหาดกว้างประมาณ 30 เมตร หลังการเกิดสึนามิมีการกัดเซาะทราย บริเวณชายหาดประมาณ 20 เมตร และน้ำทะเลท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางประมาณ 1.2-1.4 กิโลเมตร โดยท่วมข้ามถนนไปในเขตป่าชายเลนจึงทำให้ถนนไม่เสียหาย

#### 4.5.3 ผลวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

จังหวัดภูเก็ตนับว่าได้รับผลกระทบมากในด้านเศรษฐกิจเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ โดยมีพื้นที่ชายฝั่งสำคัญที่ได้รับผลกระทบ มาก คือ ชายหาดบ้านกมลา และชายหาดป่าตอง

##### 4.5.3.1 ชายหาดบ้านกมลา

ชายหาดบ้านกมลาอยู่ที่หมู่ 3 หมู่ 5 หมู่ 6 บ้านกมลา ตำบลกมลา อำเภอกระบุรี จังหวัดภูเก็ต แนวชายฝั่งมีการพัฒนาเป็นชุมชนหนาแน่น และแหล่งท่องเที่ยว ชายหาดยาวประมาณ 2 กิโลเมตร ลักษณะเป็นหาดโค้ง ทิศทางเหนือของชายหาดมีทิวต้นสนและต้นมะพร้าว

ชายหาดมีความลาดชันต่ำ และหน้าหาดกว้างประมาณ 40 เมตร ลักษณะเป็นหาดทรายละเอียด หลังเกิดสึนามิมีการกัดเซาะทรายบริเวณชายหาดจนถึงถนนริมฝั่ง และน้ำทะเลสามารถท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 0.8-1.0 กิโลเมตร โดยท่วมข้ามถนนเข้าไปในเขตชุมชน

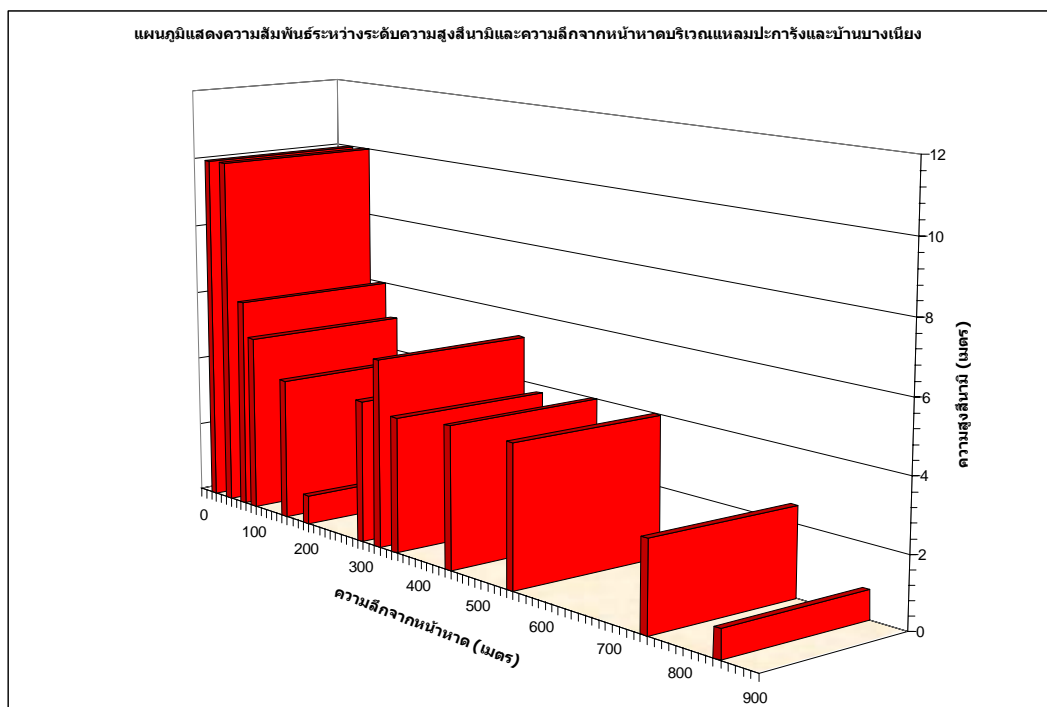
##### 4.5.3.2 ชายหาดป่าตอง

หาดป่าตองเป็นแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติที่มีโครงสร้างสวยงาม มีลักษณะเป็นอ่าว และมีความยาวชายหาดประมาณ 3 กิโลเมตร ชายหาดได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญมีถนนเรียบชายหาด หน้าหาด กว้างประมาณ 50 เมตร ลักษณะเป็นหาดทรายละเอียด หลังจากเกิดสึนามิมีการกัดเซาะทรายบริเวณชายหาดไม่มากนัก แต่น้ำทะเลสามารถท่วมลึกเข้าไปในแผ่นดินได้เป็นระยะทางไกลประมาณ 1.0-1.2 กิโลเมตร โดยท่วมข้ามถนนเลียบริมชายหาดเข้าไปในเขตชุมชนและแหล่งธุรกิจ ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมาก

#### 4.6 กราฟสรุปความสูงของสึนามิรายพื้นที่

ข้อมูลกราฟที่แสดงต่อไปนี้เป็นกราฟแท่งที่ได้จากการวัดระดับความสูงของสึนามิพื้นผิวดินเป็นส่วนใหญ่ (tsunami heights) และแสดงระดับในบริเวณหาดเดียวกันแต่ไม่ใช่แนวภาพตัดขวางเดียวกันซึ่งคณะทำงานได้พยายามสร้างเพื่อให้เห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของสึนามิกับระยะทางการท่วมของสึนามิในแต่ละบริเวณ

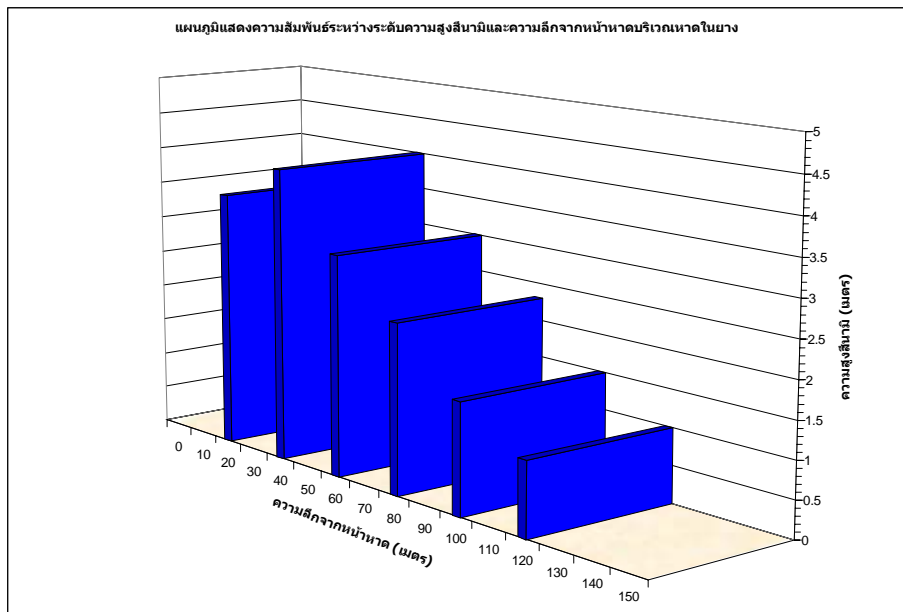
##### 4.6.1 ความสูงของสึนามิจังหวัดพังงา



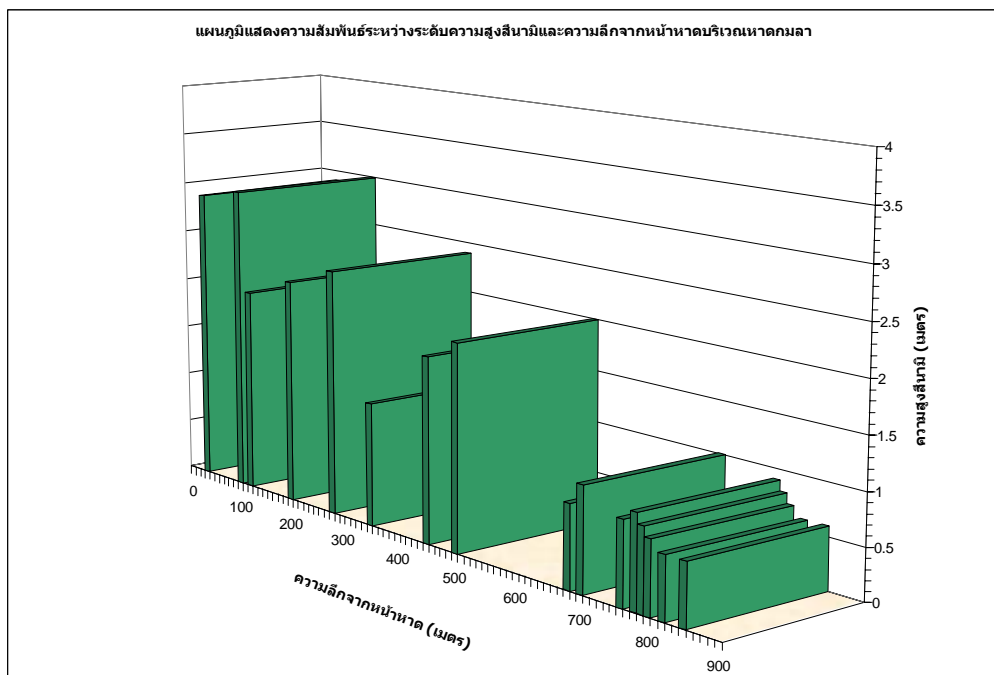
รูป 4.68 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณบ้านบางเนียง จังหวัดพังงา



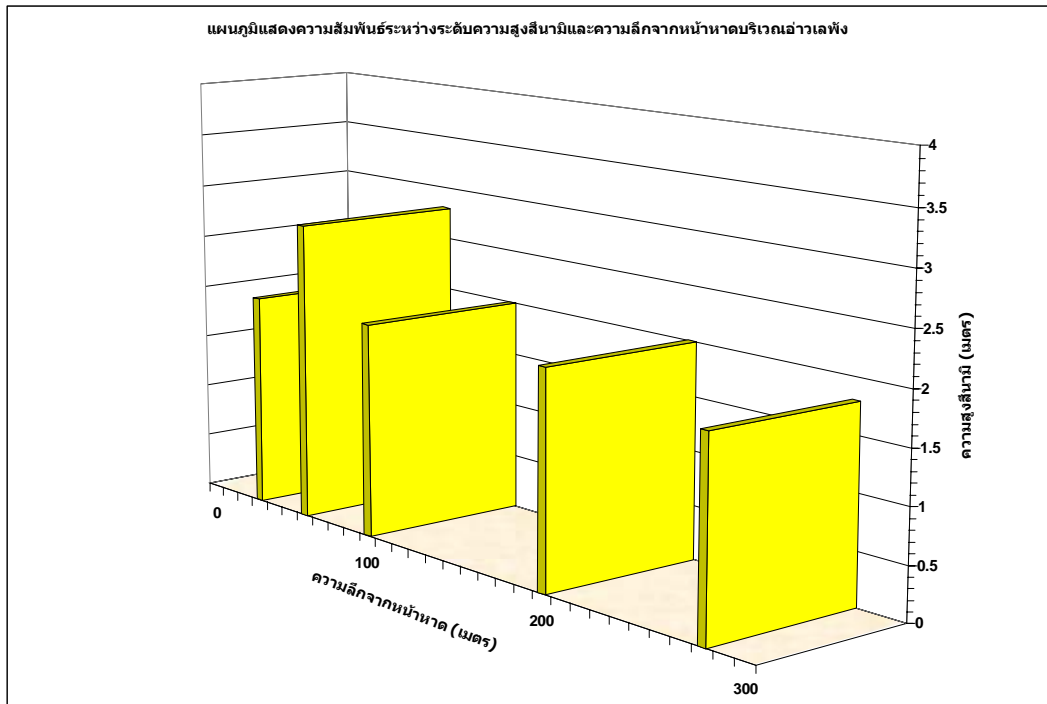
#### 4.6.2 ความสูงสึนามิจากจังหวัดภูเก็ต



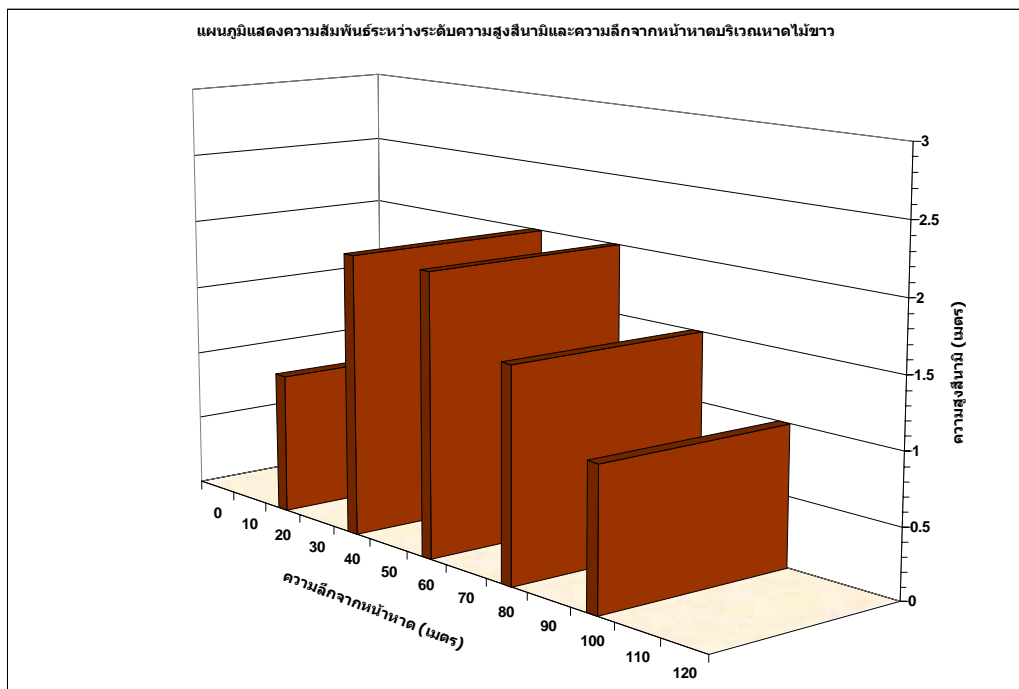
รูป 4.69 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดในยาง จังหวัดภูเก็ต



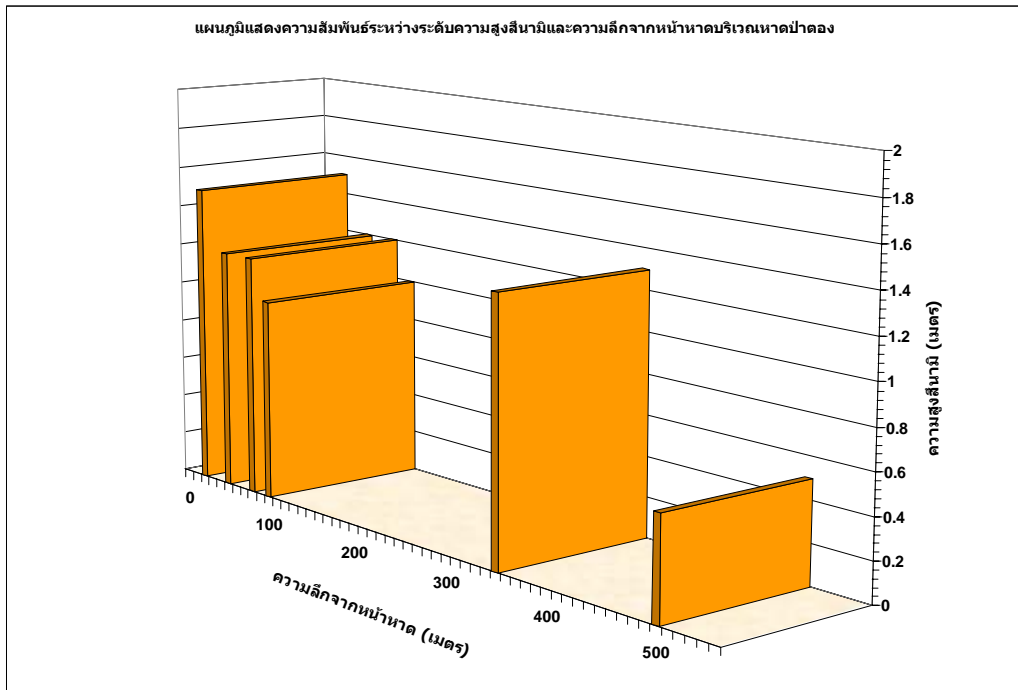
รูป 4.70 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดกมลา จังหวัดภูเก็ต



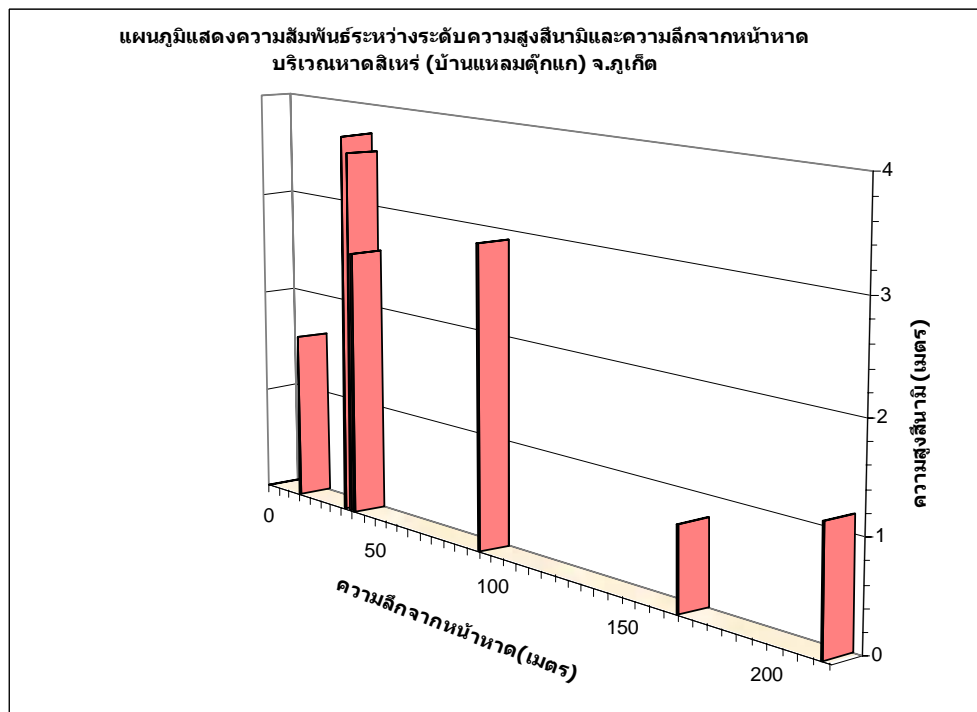
รูป 4.71 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณอ่าวเลพัง จังหวัดภูเก็ต



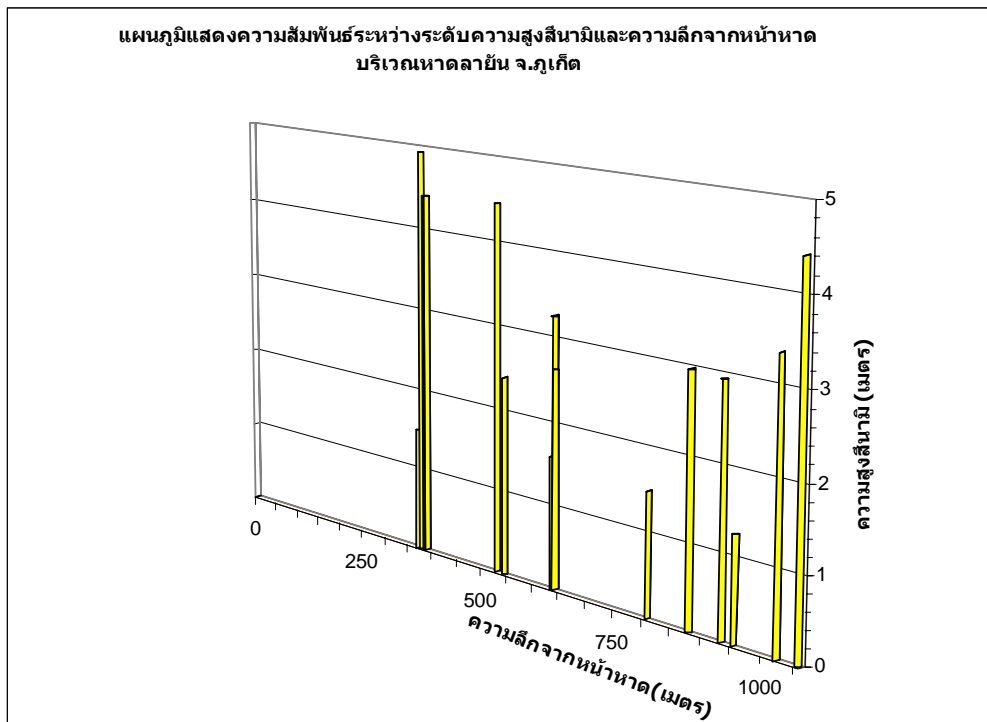
รูป 4.72 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดไม้ขาว จังหวัดภูเก็ต



รูป 4.73 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต

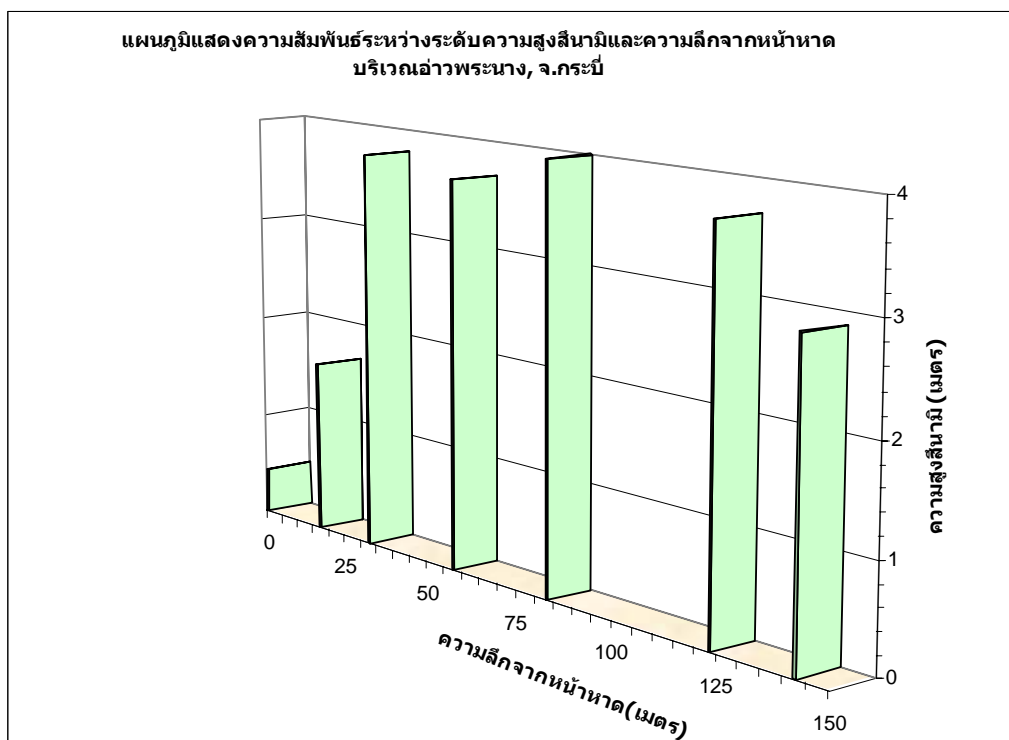


รูป 4.74 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดสิเหร่ จังหวัดภูเก็ต

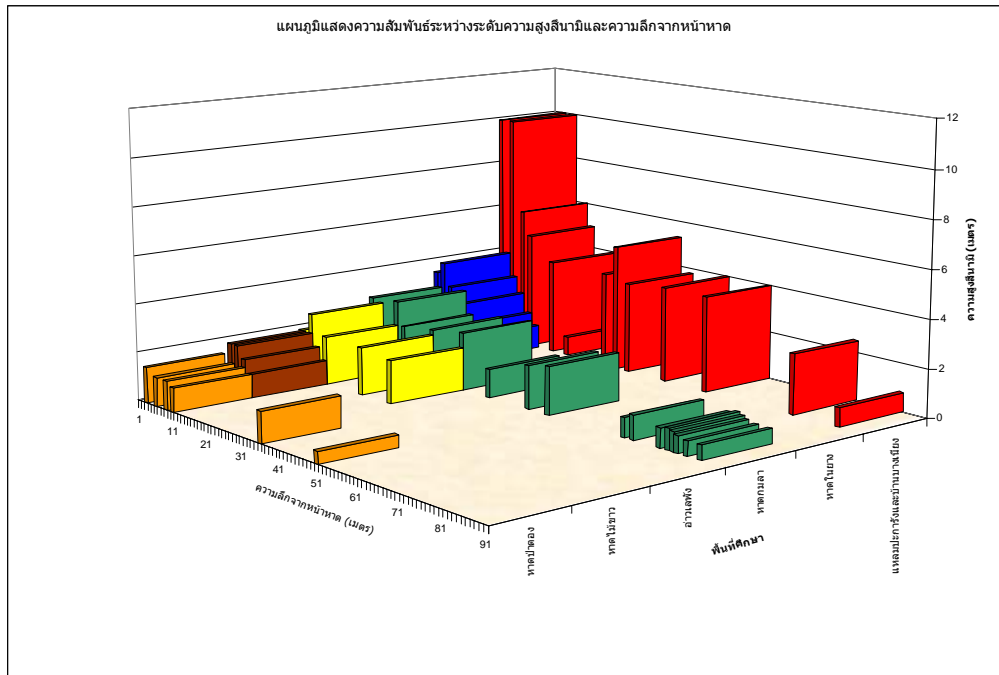


รูป 4.75 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณหาดลายัน จังหวัดภูเก็ต

#### 4.6.3 ความสูงของสึนามิจากจังหวัดกระบี่



รูป 4.76 กราฟแสดงระดับความสูงของสึนามิจากบริเวณอ่าวพระนาง จังหวัดกระบี่ (ข้อมูลจากศูนย์สึนามิ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



รูป 4.77 กราฟเปรียบเทียบระดับความสูงของสึนามิจากพื้นที่ที่ประสบพิบัติภัยสึนามิโดยภาพรวมจะเห็นว่าความสูงของสึนามิจากบริเวณจังหวัดภูเก็ตขึ้นไปทางเหนือถึงจังหวัดพังงาและระยะทางการท่วมของสึนามิจากหน้าหาดเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

## บทที่ 5

### การประเมินความเสียหายและโอกาสการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิ

เหตุการณ์แผ่นดินไหวใต้ทะเลในมหาสมุทรอินเดีย เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ด้วยขนาดกำลัง 9.3 ตามมาตราริกเตอร์ เมื่อเวลาประมาณ 00 ชั่วโมง 58 นาที ตามเวลามาตรฐานสากล (หรือเวลาประมาณ 7 โมง 58 นาที ตามเวลาในประเทศไทย) ได้ก่อให้เกิดสึนามิที่ร้ายแรงที่สุดของประวัติศาสตร์โลกเราในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา และเป็นที่สองรองลงมาจากสึนามิจากแผ่นดินไหวใหญ่ที่ซึลิ เมื่อปี พ.ศ. 2503 ซึ่งมีขนาดกำลัง 9.5 ริกเตอร์ โดยที่แผ่นดินไหวใหญ่ทั้งสองนี้เกิดจากอิทธิพลการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกแผ่นหนึ่งลงไปใต้อีกแผ่นหนึ่งเหมือนกัน แม้ระดับกำลังจะใกล้เคียงกันแต่ที่ซึลิมิเสียชีวิตรอบแปซิฟิกทั้งหมดเพียง 5,400 คน แต่โศกนาฏกรรมมหาสมุทรอินเดียครั้งนี้ทำให้มีผู้เสียชีวิตรอบมหาสมุทรอินเดียมากถึง 2 แสนคน

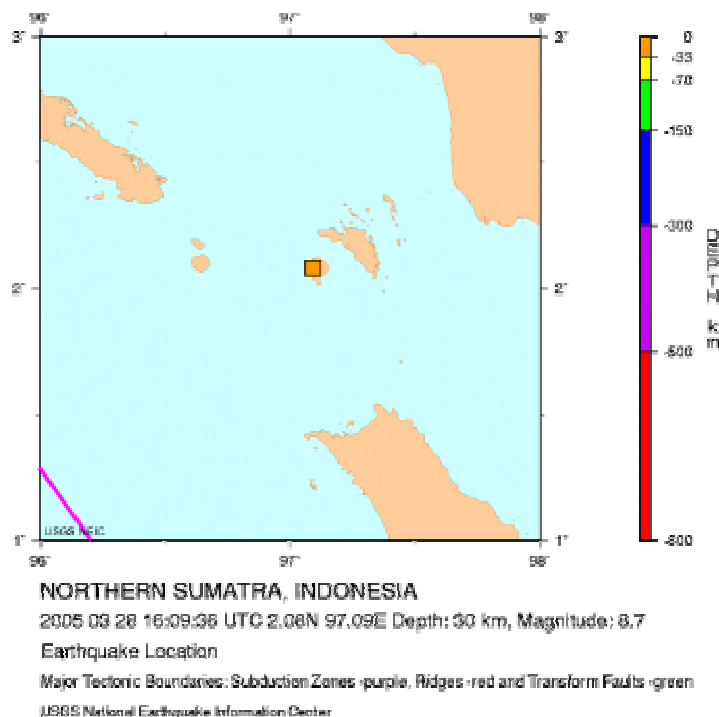
จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและสึนามิครั้งนี้ได้สร้างความวิตกกังวลเป็นอย่างมากในเรื่องโอกาสเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิในพื้นที่เสี่ยงอันตรายโดยเฉพาะในพื้นที่แถบชายฝั่งอันดามันของประเทศไทย การประเมินความเสียหายเชิงพื้นที่ในโครงการนี้ได้อยู่บนพื้นฐานการสำรวจ รวบรวมข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน เพื่อทำการวิเคราะห์เชิงวิชาการธรณีวิทยาจริงๆ ซึ่งผลการประเมินสภาพความเสียหายทางกายภาพได้แสดงแล้วในบทที่ผ่านมา ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการวิเคราะห์โอกาสการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิในอนาคตซึ่งแน่นอนที่สุดการประเมินโอกาสเกิดแผ่นดินไหวไม่ใช่เรื่องที่จะกระทำได้ง่ายและมีปัจจัยทางกายภาพและธรณีวิทยาหลายประการที่เป็นตัวควบคุมการเกิดแผ่นดินไหว อาจจะกล่าวได้ว่า เราไม่สามารถประเมินโอกาสเกิดแผ่นดินไหวในเชิงพื้นที่ได้ถูกต้องแม่นยำและไม่มีใครเคยทำได้ ซึ่งยากพอๆ กับการประเมินโอกาสเกิดสึนามิที่สามารถกระทำได้แต่มีช่วงเวลาจำกัดมากที่จะทำนายได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของคณะทำงาน ทำให้เราสามารถประเมินโอกาสการเกิดแผ่นดินไหวในพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีการบันทึกไว้ในอดีตหรือไม่เคยเป็นศูนย์กลางของแผ่นดินไหวมาก่อนว่า มีโอกาสที่จะเป็นศูนย์กลางแผ่นดินไหวอันเนื่องมาจากการขยับตัวของเปลือกโลกในครั้งนี้

#### 5.1 การประเมินพื้นที่เสียหายจากแผ่นดินไหวและสึนามิ

แผ่นดินไหวใหญ่ครั้งนี้เกิดที่เหนือเกาะสิมิลู (Simeulue) ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆ ทางตะวันตกของสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย (ดูรูป 5.1) แต่ด้วยอิทธิพลของรอยเลื่อนยูนันยักซ์ (mugathrust) นี้ได้ก่อให้เกิดสึนามิยักษ์ที่โหมกระหน่ำชายฝั่งทะเลรอบ ๆ มหาสมุทรเกือบทุกประเทศ นับตั้งแต่ประเทศอินโดนีเซีย ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ ไทย มัลดีฟและในน่านน้ำบางแห่งทำให้เกิดคลื่นวัง



ขึ้น (run-up) สูงถึง 30 เมตร และยังทำให้เกิดความเสียหายทั้งทรัพย์สินและชีวิตมนุษย์ไกลไปถึงเมืองท่าอลิซาเบธทางตอนใต้ของแอฟริกาซึ่งอยู่ห่างจากจุดเกิดแผ่นดินไหวถึง 8,000 กม

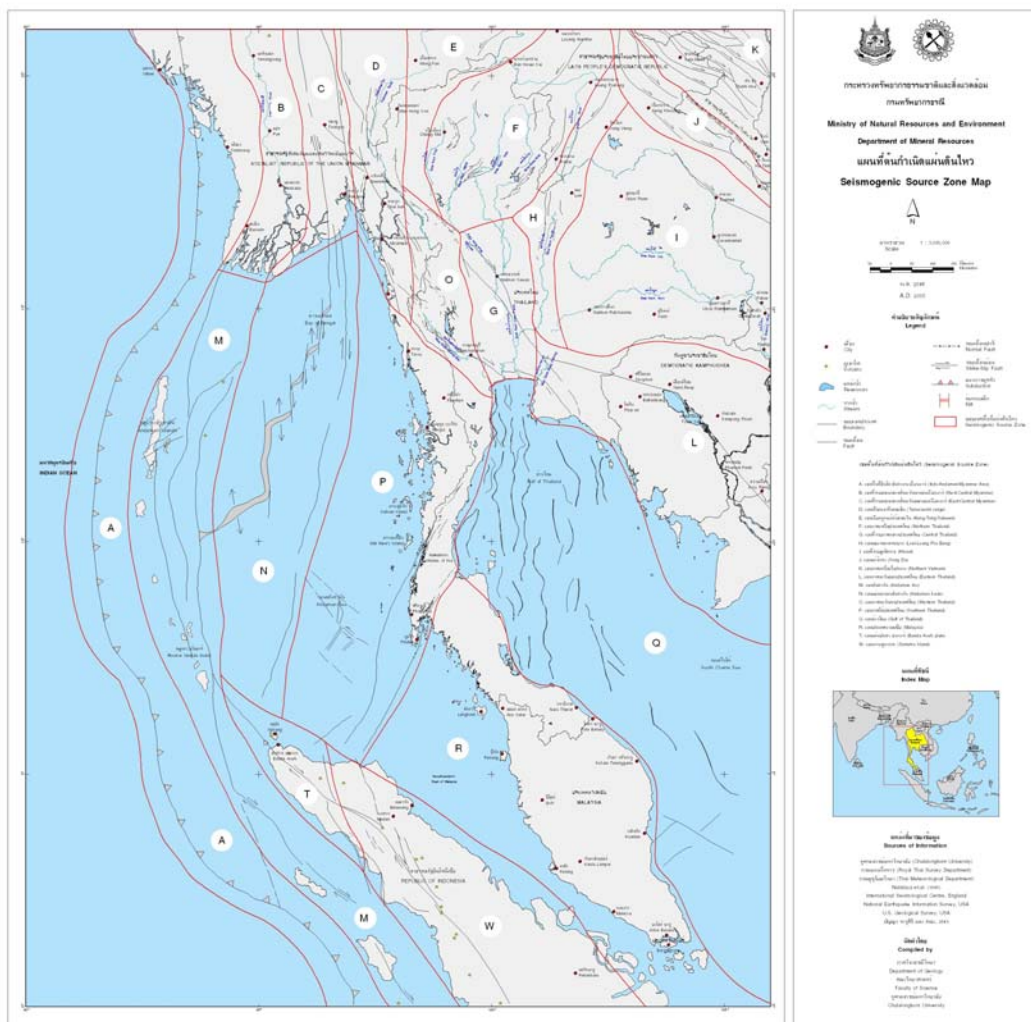


รูป 5.1 จุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวบนผิวโลก ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของเกาะซิมิวู ทำให้เกิดรอยแตกแยกกว่า 1,200 กม เป็นแนวโค้งไปตามเกาะจนถึงหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์ สีนามิที่เกิดไม่ใช่มาจากจุดนี้เพียงจุดเดียว (USGS National Earthquake Information Center)

จุดเกิดแผ่นดินไหว (hypocenter หรือ earthquake focus) ครั้งนี้อยู่ที่ละติจูด  $3^{\circ} 19'$  เหนือ และลองจิจูด  $95^{\circ} 24'$  ตะวันออก ตรงเกาะซิมิวู หน้าจากเกาะใหญ่สุดมาทางตะวันตก ประมาณ 160 กม และเกิด ณ ระดับความลึกประมาณ 30 กม ได้ระดับน้ำ แม้หลายคนอาจบอกว่าแผ่นดินไหวใหญ่นี้เป็นส่วนปลายสุดทางตะวันตกของวงแหวนไป แต่ความจริงแล้วทางธรณีวิทยาถือว่าเกิดอยู่คนละแผ่นเปลือกโลก ซึ่งนับว่าโอกาสเกิดสึนามิจากแผ่นดินไหวในบริเวณแถบนี้จะไม่มากก็ตาม เพราะโอกาสแผ่นดินไหวในแถบวงแหวนไปรอบมหาสมุทรแปซิฟิกมีมากถึงร้อยละ 81 ของแผ่นดินไหวใหญ่ๆ ในโลก อย่างไรก็ตามมีผู้ที่รู้สึกถึงแผ่นดินไหว (เพียงอย่างเดียวที่นอกเหนือจากสึนามิ) ได้ไกลถึงบังคลาเทศ มัลดีฟ อินเดีย ไทย พม่า ลิงคโปร์ และจินตอนใต้

แผ่นดินไหวจนเกิดสึนามิยักษ์ครั้งนี้ทำให้เกิดรอยแตกเป็นแนวยาวตามบริเวณร่องมหาสมุทรซุนดา (Sunda trench) เป็นระยะทางถึง 1,200 กม และก่อให้เกิดการเลื่อนตัวไปจากตำแหน่งเดิม 15 เมตร ในทิศประมาณตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ อันเป็นผลมาจากการที่แผ่นเปลือกโลกอินเดีย (หรืออินโดออสเตรเลีย) มุดกำลังไปได้แผ่นเปลือกโลก พม่าตะวันตก (Western Burma) ซึ่ง

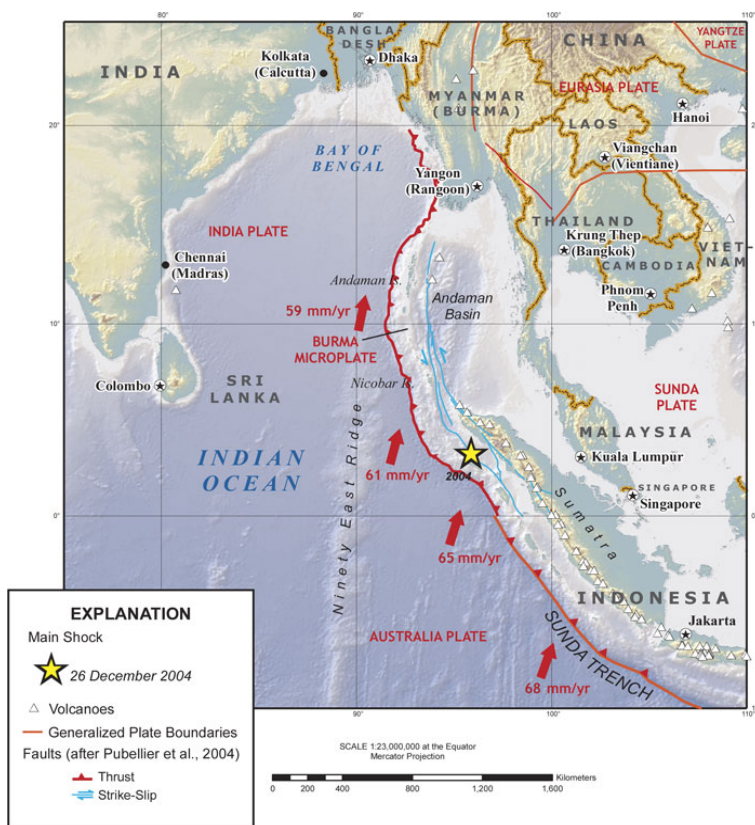
เป็นแผ่นประกอบด้วย พม่าทางตะวันตก-อันดามัน-และสุมาตรา โดยที่แผ่นพม่าตะวันตกนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเปลือกโลกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นมหาทวีปยูเรเชีย (รูป 5.2)



รูป 5.2 แผนที่แสดงต้นกำเนิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

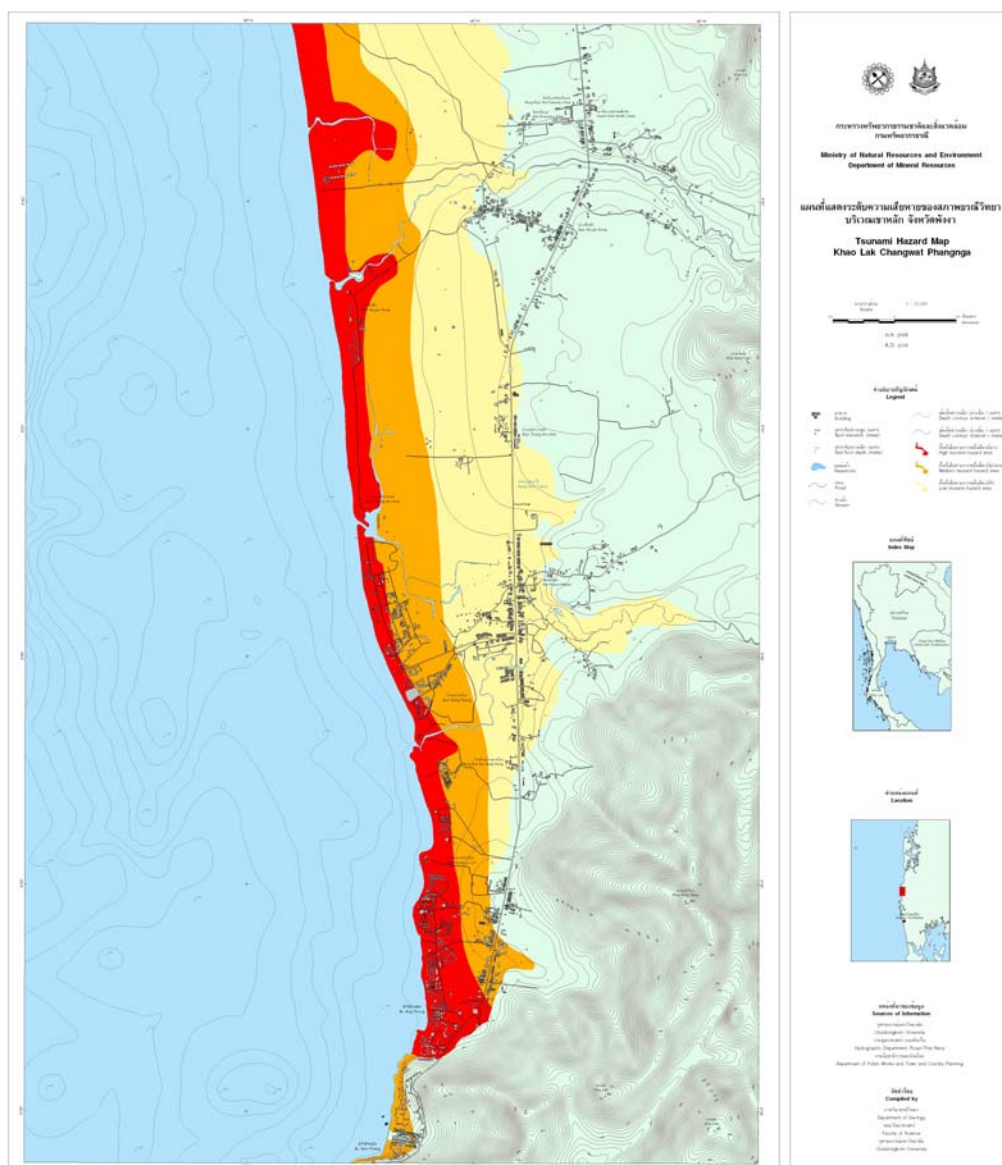
อย่างไรก็ตามการเคลื่อนตัวของแผ่นอย่างฉับพลันนี้ไม่ได้เกิดแบบครั้งเดียวหยุด แต่แบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ (phase) ในเวลา 2-3 นาที ข้อมูลจากเครื่องบันทึกแผ่นดินไหวทำให้เราทราบว่าในช่วงแรกผลการเคลื่อนตัวทำให้เกิดรอยแตกยาว 400 กม กว้าง 100 กม ใต้ทะเลลึก 30 กม และเกิดรอยแตกด้วยความเร็ว 2 กม/นาทิจ โดยเริ่มจากนอกฝั่งอะละเชียงในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้เป็นเวลา 100 วินาที (เกือบ 2 นาที) หลังจากนั้นจึงหยุดการเคลื่อนไหวนานประมาณ 100 วินาที (เกือบ 2 นาที) ก่อนที่จะเกิดรอยแตกต่อไปในแนวเหนือใต้ขึ้นไปทางหมู่เกาะอันดามัน-นิโคบาร์

ความจริงแล้วแผ่นมหาสมุทรอินเดีย (Indian Oceanic plate) มีการเลื่อนเข้าหาและมุดตัวลงไปข้างใต้ แผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อยู่ตลอดเวลาในทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือด้วย อัตราการมุดตัวประมาณ 6 ถึง 6.5 ซม. ต่อปี (รูป 5.3) ซึ่งถือว่าเป็นอัตราการมุดตัวในระดับปานกลาง ต่ำกว่าการเคลื่อนของแผ่นแปซิฟิกลงไปใต้แผ่นอเมริกาใต้ ด้วยอัตราเกือบ 10 ซม. ต่อปี และที่เร็วกว่าอัตราการเคลื่อนที่ของแผ่นแอนแดนติกซึ่งมีค่าประมาณ 3 ถึง 5 ซม. ต่อปี อย่างไรก็ตามผลของการมุดตัวของแผ่นมหาสมุทรอินเดียก็คล้าย ๆ กับแผ่นแปซิฟิก กล่าวคือ ยังผลให้แผ่นที่เกิดการมุดตัวมีการสะสมพลังงานไว้มากพอที่จะปลดปล่อยพลังงานออกมาเมื่อถึงจุดหนึ่ง และแผ่นที่มุดตัวนี้เมื่อมุดตัวลงไปใต้โลกที่มีอุณหภูมิและความดันรอบ ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดก่อให้เกิดการหลอมละลายบางส่วนในแผ่นที่มุดตัว และเกิดเป็นหินหนืด (magma) ซึ่งมีการดันตัว (emplacement) ให้ขึ้นสูงสู่ผิวโลกเกิดเป็นการปะทุของภูเขาไฟได้ เกิดเป็นแนวภูเขาไฟโค้ง (volcanic arc) ที่เรียก แนวโค้งซุนดา (sunda arc)



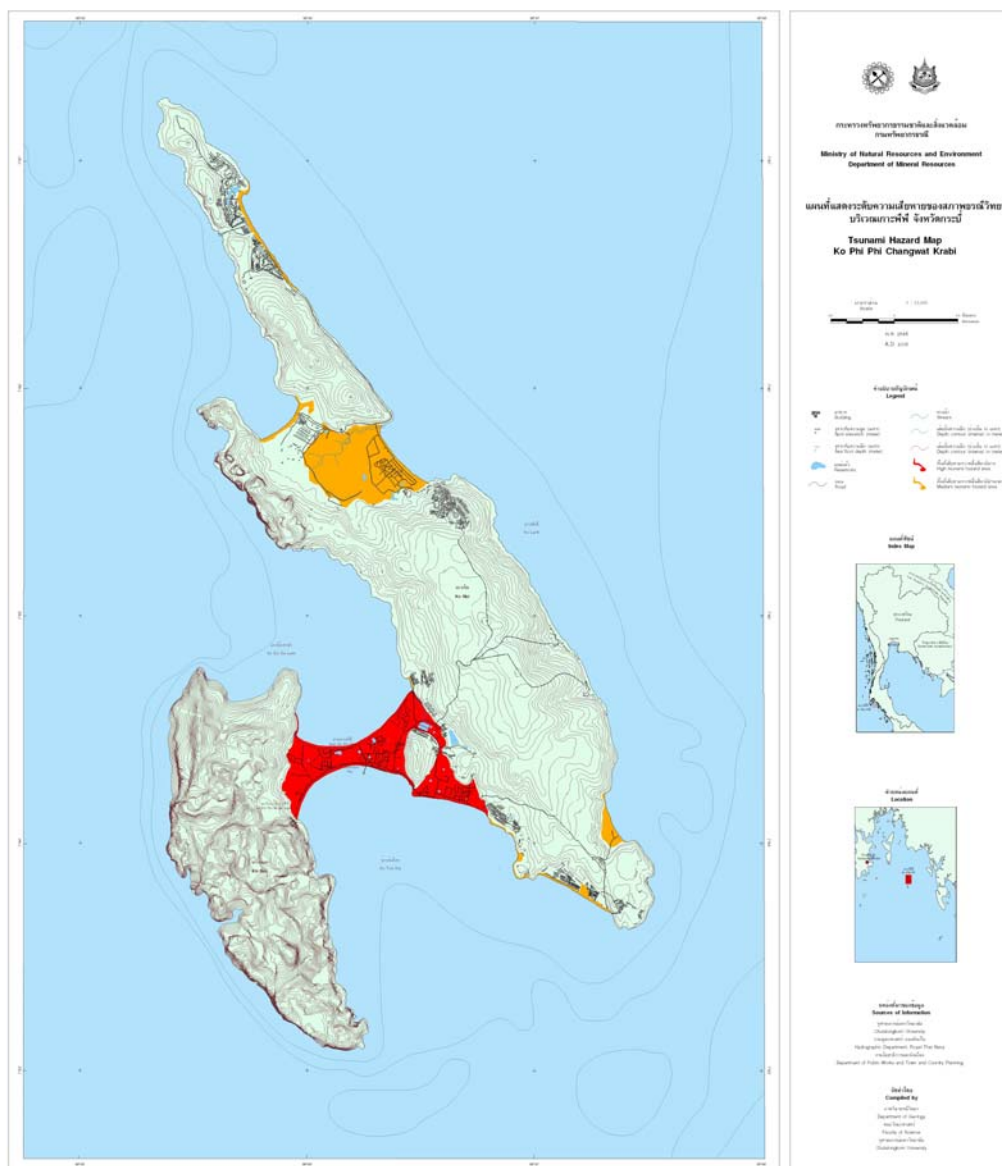
รูป 5.3 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานอย่างง่ายรอบมหาสมุทรอินเดียตอนบนแสดงทิศทาง (ลูกศร) และบริเวณมุดตัวของแผ่นอินเดียลงไปข้างใต้แผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามแนวร่องทะเลลึกซุนดา ซึ่งทำให้เกิดการมุดตัวแบบเฉียง (oblique subduction) และทำให้เกิดแผ่นดินไหวเมื่อ 26 ธันวาคม 2547 (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/tsumatraEQ/tectonic.html>)

ในโครงการนี้ได้จัดทำแผนที่แสดงระดับความเสียหาย (Tsunami hazard map) ของพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยได้จัดลำดับความเสียหายที่ประเมินจากความเสียหายทางกายภาพ (Physical damages) เท่านั้น โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ (ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.4 และ 5.5) ซึ่งพื้นที่เสียหายมากที่สุดจะสัมพันธ์กับสภาพธรณีวิทยาภายในแต่ละพื้นที่ เช่น ลักษณะทางธรณีสัณฐาน ภูเขาชายฝั่ง ภูมิประเทศใต้ทะเลและหน้าหาด ซึ่งระดับความเสียหายทางกายภาพนี้สามารถนำไปเทียบเคียงกับระดับความเสียหายทางโครงสร้างพื้นฐานและทางเศรษฐกิจได้ แต่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่สามารถใช้ในการประเมินราคาพื้นที่



รูป 5.4 ตัวอย่างแผนที่แสดงการจัดลำดับความเสียหายทางกายภาพ (Tsunami hazard map based on physical damages) ในบริเวณเขาหลัก จังหวัดพังงา





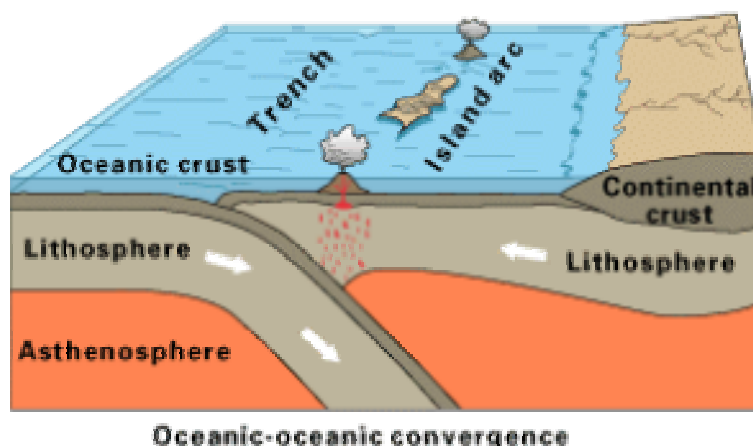
รูป 5.5 ตัวอย่างแผนที่แสดงการจัดลำดับความเสียหายทางกายภาพ (Tsunami hazard map based on physical damages) ในบริเวณเกาะพีพี จังหวัดกระบี่

## 5.2 การประเมินพื้นที่และบริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิ

นับตั้งแต่ที่โลกได้อุบัติขึ้นมาไม่เคยสงบนิ่ง ขบวนการเกิดแผ่นดินไหวในหลายพื้นที่มีอยู่ตลอดเวลาแทบทุกวันหรือเกิดภูเขาไฟระเบิดใหญ่บ่อยแทบทุกเดือนหรือเมื่อไม่นานนี้เกิดแผ่นดินถล่มและหลุมยุบ ซึ่งโดยแท้จริงแล้วเป็นภาวะปกติของโลกด้วยภาวะที่โลกอยากจะสมดุลทำให้โลกต้องไม่หยุดนิ่ง การปะทุของภูเขาไฟตามแนวรอยแตกขนาดใหญ่ในมหาสมุทรทำให้เกิดสสารร้อนละลาย (magma) ไหลออกมาจากโลกในปริมาณมหาศาลจนเกิดเป็นหินละลาย (lava) ต้นกำเนิดภูเขาไฟ ในทางธรณีวิทยาการระเบิดของภูเขาไฟย่อมทำให้เกิดการสร้างสสารใหม่ตามมหาสมุทรและมาก่อนให้เกิดการปรับเปลี่ยนพลังงานมากเท่าใดนักเมื่อเทียบกับอีกบริเวณของเปลือกโลก โดยเฉพาะตามขอบแผ่นของมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific plate) ที่เกิดการทำลายล้าง (destructive) แผ่นเปลือกโลก (crustal lithosphere) ในบริเวณตะเข็บธรณี (geosuture) ซึ่งเป็นรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก 2 แผ่น ทำให้แผ่นเปลือกโลกแผ่นหนึ่งถูกกลืนเข้าไปในโลกได้แม้ว่าเกิดการสูญเสียสารไปแต่ก็ก่อให้เกิดการแปรรูปไปเป็นพลังงานอันยิ่งใหญ่จนทำให้เกิดการสั่นไหวของแผ่นเปลือกโลก (curstal หรือ lithospheric plate) กลายเป็นแผ่นดินไหว และสสารที่ถูกกลืนลงไปใต้น้ำโลกนี้บางส่วนก็ถูกส่งกลับคืนสู่เปลือกโลกใหม่ ที่นี้ลองมาดูจุดหรือแนวที่เกิดหินหลอมละลายแทรกขึ้นมาตามรอยแตกพลังงานได้ถูกนำไปใช้อย่างมากมายจนทำให้เกิดเป็นสสารหลอมละลายเหล่านี้ได้ในเปลือกโลกบริเวณดังกล่าว ซึ่งก็นับว่าเป็นการถ่ายทอดพลังงานไปเป็นสสารได้เหมือนกัน ฉะนั้นหากพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูง ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ แนวการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลก ดังที่จะได้กล่าวต่อไป

### 5.2.1 แนวการมุดตัว (Subduction zone)

พลังการไหวสะเทือนจากแผ่นดินไหวใหญ่หลวงมาก และโดยเฉพาะบริเวณที่เปลือกโลกเกิดการดูดกลืนที่เรียกแนวมุดตัว (subduction zone, ดูรูป 5.6) กล่าวกันว่าแผ่นดินไหวมากกว่าร้อยละ 90 เกิดในบริเวณหรือแนวนี้ และเมื่อเกิดแผ่นดินไหวที่มีขนาด 7.5 ริกเตอร์ก็อาจทำให้เกิดสึนามิ (tsunami) ได้ จากหลักฐานทางวิทยาการไหวสะเทือน (seismology) พบว่าถ้าการมุดตัวทำมุม  $25^{\circ} \pm 10^{\circ}$  มักเกิดเป็นสึนามิร้ายแรงได้ และถ้ามุมการมุดตัว (dipping angle) ต่ำ ๆ สึนามิมักเกิดโดยมีท้องคลื่น (trough) นำหน้า และการที่แผ่นเปลือกโลกแผ่นที่เกยอยู่ข้างบนเกิดการทรุดตัว (subsidence) อันเป็นผลมาจากการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกที่อยู่ด้านล่างยังผลทำให้เกิดน้ำท่วมบริเวณชายฝั่งทะเลใกล้ ๆ จุดเกิดแผ่นดินไหวได้ ซึ่งทำให้ได้สึนามิเกิดขึ้นสองลูก ลูกหนึ่งเคลื่อนสู่ทะเลหรือมหาสมุทร ส่วนอีกลูกหนึ่งเคลื่อนสู่แผ่นดิน สึนามิลูกที่เคลื่อนเข้าหาแผ่นดินมียอดคลื่นเป็นลอนสูงและมีความยาวคลื่นสั้นกว่าลูกที่เดินทางสู่ทะเล

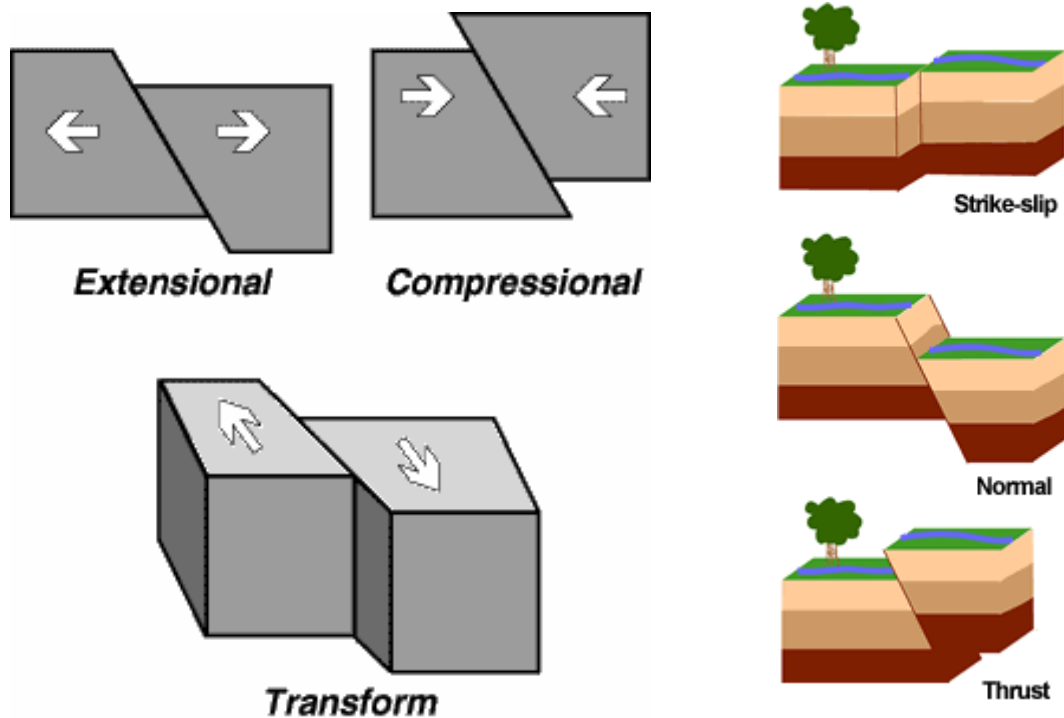


รูป 5.6 แนวการมุดตัว (subduction zone) ของแผ่นเปลือกโลก (lithosphere) อินเดีย (ซ้าย) ลงไปได้ แผ่นอินโดนีเซีย (ขวา, ซึ่งที่จริงเรียกแผ่นพม่า) ในแนวรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกที่เคลื่อนที่เข้าหากัน (convergent plate boundary) จนทำให้เกิดแนวโค้งภูเขาไฟ (island arc)  
(<http://pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html>)

### 5.1.2 แนวการเกิดรอยเลื่อน (Fault Zone)

นอกจากการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกจะทำให้เกิดการทรุดตัวแล้วยังทำให้เกิดรอยเลื่อน (ดูรูป 5.7) ที่สัมพันธ์กับการมุดตัวหลายรูปแบบ และรอยเลื่อนเหล่านี้มักจะทำให้เกิดแผ่นดินไหว ใหญ่่น้อยตามมา (aftershock) ด้วย รอยเลื่อนอาจเป็นได้ทั้งรอยเลื่อนแนวระดับ (lateral slip faults) และรอยเลื่อนตามแนวตั้ง (dip-slip หรือ vertical-slip faults) ซึ่งอย่างหลังอาจเป็นรอยเลื่อนปกติ (normal fault) อันเป็นผลจากแรงดึงออก (extensional stress) หรือรอยเลื่อนย้อน (thrust fault) จากแรงอัด (compressional stress) ก็ได้ อย่างไรก็ตาม สึนามิใหญ่มักเกิดสัมพันธ์กับการเกิดรอยเลื่อน ย้อนเสมอ ด้วยเหตุการณ์การเลื่อนตัวของเปลือกโลกไปตามแนวระดับมักไม่ทำให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ ของคลื่นมากทำให้มวลน้ำทะเลเกิดการปรับตัวทั้งสองข้างของรอยเลื่อนได้ไม่เท่ากัน ส่วน แผ่นดินไหวที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกไปตามแนวระดับมักไม่ทำให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ มักทำให้ได้การยกตัวหักล้างกับการทรุดตัว เป็นผลทำให้เกิดสึนามิขนาดเล็ก ๆ หรือไม่มีเลยด้วยซ้ำ

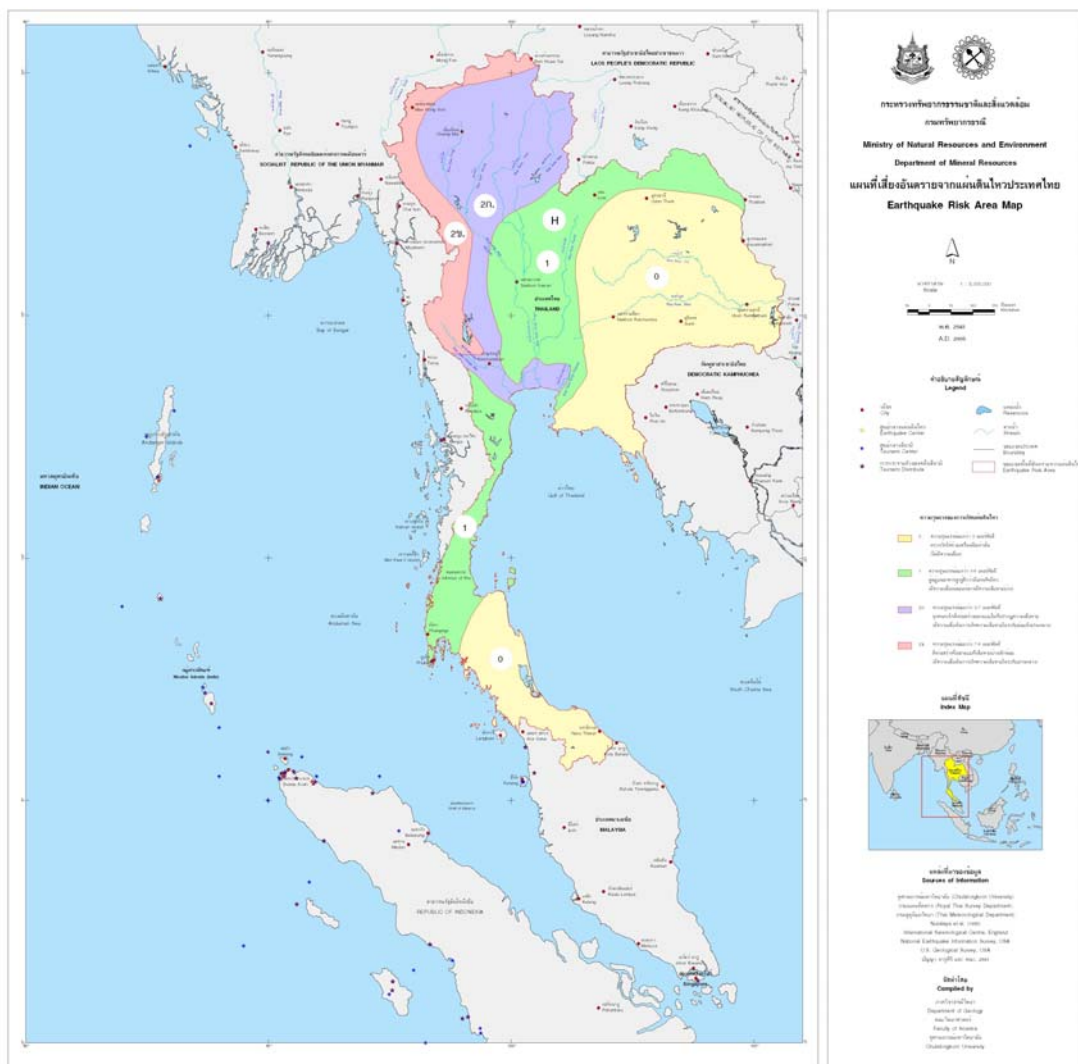




รูป 5.7 ชนิดรอยเลื่อนแบบต่าง ๆ 3 แบบที่มักทำให้เกิดสึนามิ

(<http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/plate-tectonics.html>)

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแผ่นดินไหวและการกำหนดโซนตามลำดับความเสี่ยงได้มีการจัดทำแผนที่ขึ้นมาโดยกรมทรัพยากรธรณี และในโครงการนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม โดยได้จัดทำเป็นแผนที่ ดังแสดงในรูป 5.8



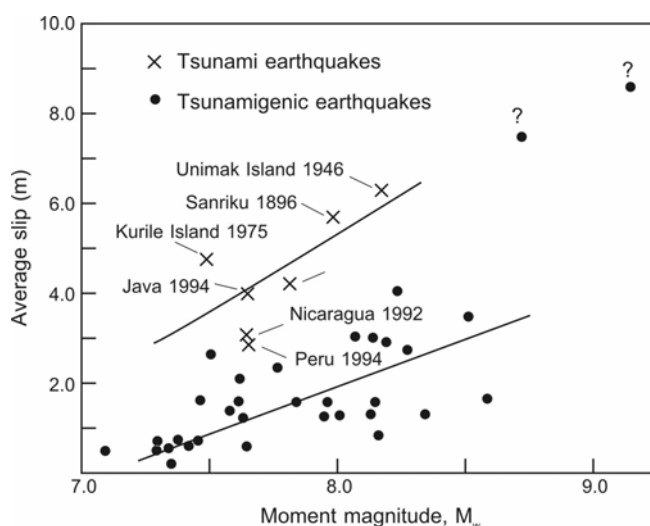
รูป 5.8 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอันตรายจากแผ่นดินไหวในประเทศไทย

5.2.3 การมุดตัวที่ไม่ก่อให้เกิดสึนามิ

สึนามิขนาดใหญ่ก็มีได้จำกัดอยู่แต่เฉพาะในแนวมุดตัว ซึ่งเป็นแนวรอยเลื่อนระหว่างแผ่นเปลือกโลกเท่านั้น ตามแนวรอยเลื่อนย้อนหลังแนวโค้ง (back-arc thrust) ที่อยู่เสถียรเข้าไปจากแนวมุดตัวของเปลือกโลกแผ่นบนก็อาจจะทำให้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ที่ทำให้เกิดสึนามิได้ เช่นที่เกิดที่หมู่

เกาะฟลอเรสทางตอนกลางของอินโดนีเซีย เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2535 และที่นั่นไซ-โอคิของญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2536 นอกจากนั้นสึนามิมีเกาะโดโรของฟิลิปปินส์ เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2537 ก็เชื่อกันว่าเกิดจากแนวรอยเลื่อนด้านข้างหรือที่เกาะคูร์ต เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2537 เกิดจากแผ่นเปลือกโลกที่มุดตัวลงไปแล้วทำให้เกิดแผ่นดินไหวจนเกิดแผ่นดินถล่มใต้น้ำ (submarine landslide) จึงจะเกิดสึนามิในที่สุดได้

จากการศึกษาของ Geist (1997) (ดูรูป 5.9) พบว่าระยะเคลื่อนตามรอยเลื่อน (fault slip) มักมีค่ามากที่สุดบริเวณระนาบรอยเลื่อนซึ่งจุดนี้ทำให้เกิดสึนามิขึ้น ด้วยเหตุนี้แผ่นดินไหวจากสึนามิ (tsunami earthquake) จึงมีระยะเคลื่อนมากกว่าแผ่นดินไหวให้สึนามิ (tsunamigenic earthquake) ที่มีขนาดกำลัง (moment magnitude) เท่ากัน เช่น แผ่นดินไหวที่เกิดที่เกาะชวา เมื่อ ค.ศ. 1994 ซึ่งเป็นผลมาจากสึนามิซึ่งมีระยะเคลื่อน 4 เมตร มีค่าระยะเคลื่อนมากกว่าแผ่นดินไหวสึนามิถึง 2 เท่า แผ่นดินไหวที่เกิดในทะเลลึกทำให้เกิดรอยแตกด้วย ซึ่งความยาวและการวางตัวของรอยแตกมีผลต่อการเกิดสึนามิ จากการศึกษาพบว่าแผ่นดินไหวที่เกิดที่ชิลีเมื่อปี พ.ศ. 2503 ทำให้เกิดรอยแตกยาวกว่า 1,000 กม ทำนองเดียวกันถ้าความยาวคลื่นสึนามิจากแผ่นดินไหวมีค่าน้อยกว่าความยาวรอยแตกก็อาจทำให้เกิดภาวะรวมจุด (beaming effect) ได้ เช่น แผ่นดินไหวที่อะแลสกา เมื่อ พ.ศ. 2507 ทำให้เกิดสึนามิบีบตรง (directivity) เข้ามาที่ชายฝั่งแคลิฟอร์เนียและชิลีได้ ภาวะเช่นนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์คำนวณทิศทางเคลื่อนที่ของสึนามิไปยังผู้สังเกตบนฝั่งได้ นอกจากนั้นยังคำนวณหาความเร็วสึนามิซึ่งมักสัมพันธ์กับทิศทางและความเร็วการเกิดรอยแตก (rupture velocity) อีกด้วยได้

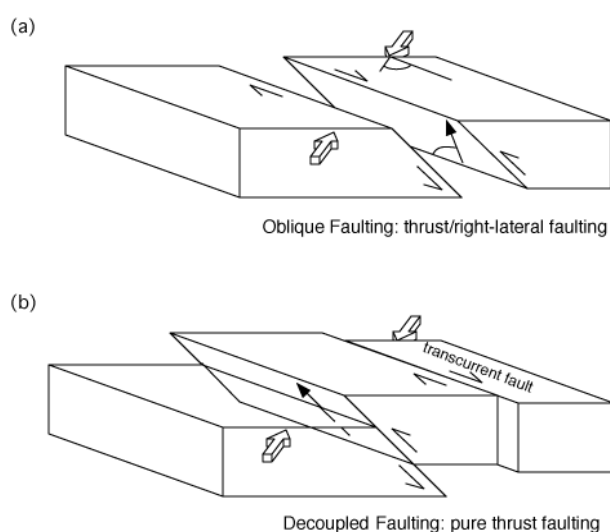


รูป 5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกำลังแรงของแผ่นดินไหว (แกน X) กับระยะเคลื่อน (แกน Y) สำหรับการเกิดแผ่นดินไหวให้สึนามิ (จุดดำ) และ แผ่นดินไหวจากสึนามิ (X) (Geist, 1997)

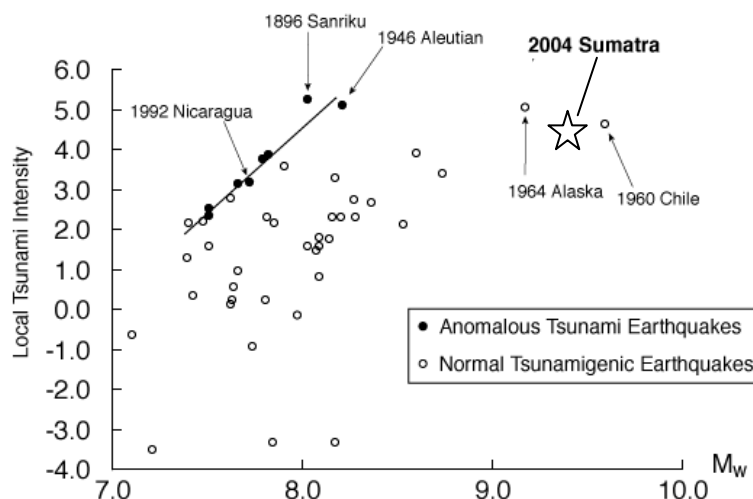
#### 5.2.4 การเกิดสึนามิและการไหวสะเทือน (seismicity)

โดยทั่วไปขนาดกำลังแผ่นดินไหว (earthquake magnitude) ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการบ่งชี้ขนาดสึนามิ และเป็นผลแปรตามกัน กล่าวคือ ในบริเวณที่ใกล้ศูนย์กลางแผ่นดินไหว (focus) แผ่นดินไหวใหญ่ก่อให้เกิดสึนามิใหญ่และแผ่นดินไหวเล็กก่อให้เกิดสึนามิเล็ก และขนาดสึนามิแปรผันตามคลื่นปะทะสูงหรือคลื่นวิ่งขึ้น (run-up) ที่เข้าหาฝั่งนั่นเอง

ข้อมูลในรูป 5.10 บอกเราถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างขนาดแผ่นดินไหวกับขนาดสึนามิที่เข้าปะทะในบริเวณที่ใกล้กับจุดเกิดแผ่นดินไหว (เส้นสีดำ) จุดสีดำแสดงถึงแผ่นดินไหวจากสึนามิ (tsunami earthquake) ซึ่งจัดว่าเป็นแผ่นดินไหวชนิดผิดปกติ (anomalous earthquake) เพราะก่อให้เกิดสึนามิที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดแผ่นดินไหวได้ อย่างไรก็ตามแผ่นดินไหว 26 ธันวาคม 2547 นี้แม้จะมีค่าคลื่นเข้าปะทะหรือคลื่นวิ่งขึ้น (run-up) ได้สูงถึง 31 เมตร แต่ก็ไม่ปรากฏว่าเป็นแผ่นดินไหวผิดปกติ



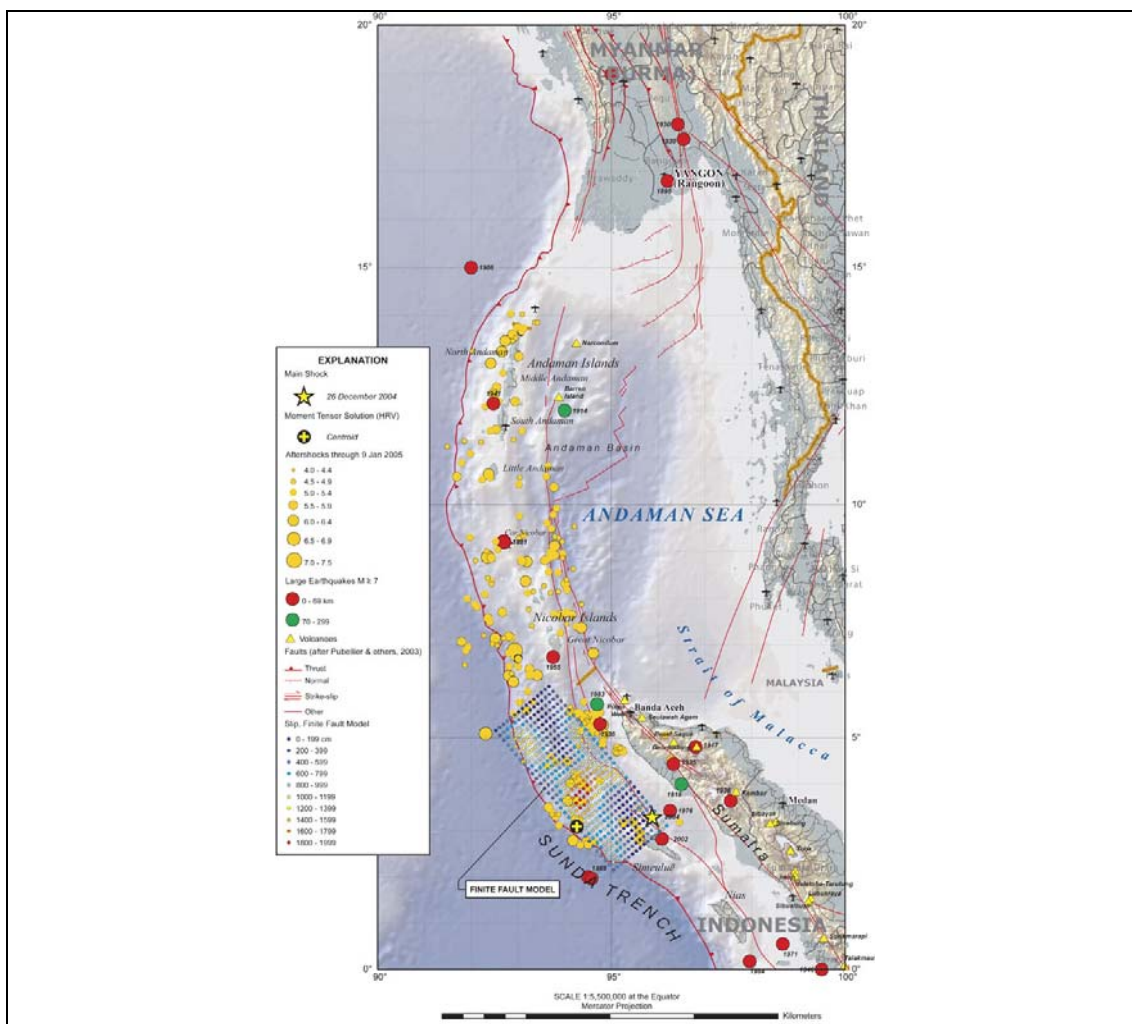
รูป 5.10 ลักษณะการมุดตัว 2 แบบที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อน อย่างแรกเป็นการมุดตัวแบบมีรอยเลื่อนควบคู่ (ล่าง) ซึ่งมีทั้งที่เป็นการเลื่อนตัวย้อนสมบูรณ (pure thrusting) และมีการเลื่อนระดับด้านข้าง (lateral faulting) และอย่างที่สองเป็นการมุดตัวที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนเฉียง (oblique faulting) (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/tectonics.html>)



รูป 5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ เช่น เส้นระหว่างขนาดแผ่นดินไหว (แกน X, หน่วยริกเตอร์) และขนาดสึนามิที่เข้าปะทะ (แกน Y) จะเห็นว่าแผ่นดินไหวทำให้สึนามิไม่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>)

ตัวแปรที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ กลไกที่ทำให้เกิดสึนามิมักอยู่ในบริเวณแนวมุดตัว โดยมีการแปรสัณฐานในลักษณะควบคู่ (decoupled tectonics) โดยเฉพาะการเกิดสึนามิใหญ่ครั้งนี้มาจากแผ่นดินไหวหลัก (main shock) จึงปรากฏเป็นรอยแตกตามแนวรอยเลื่อนย้อนระหว่างแผ่นทั้งสอง (interplate thrust) แต่ต้องมาเกิดแผ่นดินไหวตาม (after shock) ซึ่งทำให้เกิดรอยแตกทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนย้อนและรอยเลื่อนระดับด้านข้างบนแผ่นที่เกยอยู่ข้างบน (รูป 5.11) หลังจากเกิดรอยแตกยาวมากขึ้นเราจึงทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาและเกิดเป็นสึนามิมวลยักษ์ขึ้นได้

เราเรียกจุดที่เกิดการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปการไหวสะเทือนนี้เราเรียกว่าเซนทรอยด์ (earthquake centroid) สำหรับการเกิดสึนามิครั้งนี้มีเซนทรอยด์แผ่นดินไหว ทางตะวันตกของเกาะสุมาตรา ซึ่งตำแหน่งของเซนทรอยด์แผ่นดินไหวทำให้เห็นว่าพลังงานส่วนมากได้ปล่อยออกมาจากแผ่นดินไหวในบริเวณน้ำลึกตรงจุดใกล้ร่องทะเลลึกทำให้ได้ สึนามิที่มีพลังงานศักย์มากกว่าสึนามิที่เกิดจากรอยเลื่อนที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งในเขตน้ำตื้น

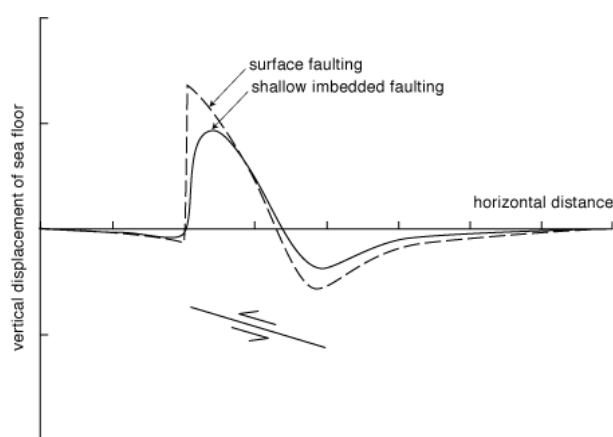


Base map of the Sumatra subduction zone showing seismicity associated with the 2004 Sumatra earthquake. Figure is taken from the [USGS Earthquake Summary Poster](#). (see a [larger version of this image](#), 244 kb)

รูป 5.12 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานบริเวณแนวมุดตัวแสดงจุดเกิดแผ่นดินไหว (วงกลมที่มีกากบาทเหลือง) และสภาพการไหวสะเทือนหลังเกิดเหตุการณ์ 26 ธันวาคม 2547 (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>)

ในรูป 5.12 แผ่นดินบริเวณสุมาตราเริ่มจากจุดเกิดแผ่นดินไหวบนผิว (รูปดาว) แล้วแผ่ออกไปทั่วทุกทิศ จากรูปแบบรอยเลื่อนสมบูรณ (finite fault model) ที่ได้จากข้อมูลแผ่นดินไหวจนเครือข่าย

ทั่วโลก ทำให้ทราบว่ารอยแตกน่าจะต่อยาวลึกลงไปจนถึงร่องทะเลลึกซุนด้าและแตกออกได้พื้นฝั่งปรากฏเป็นรอยเลื่อนฝั่งหน้าได้ โดยทั่วไปนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสึนามิที่เกิดจากรอยเลื่อนบนพื้นทะเลลึกใหญ่กว่าสึนามิจากรอยเลื่อนปรากฏภายในแผ่นดินไหวที่ไม่ทำให้พื้นทะเลเป็นรอยเลื่อน (ดูรูป 5.13)



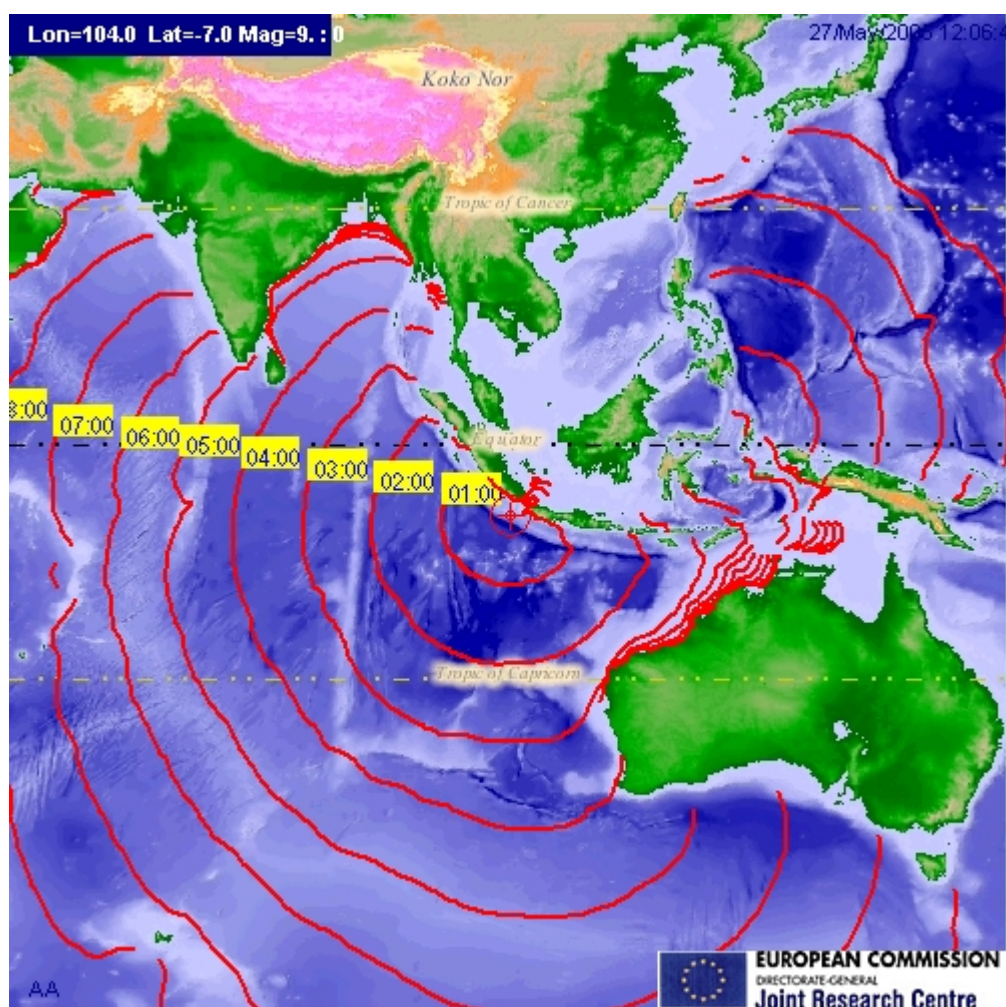
รูป 5.13 กราฟแสดงการเกิดรอยเลื่อนย้อนจนทำให้พื้นทะเลเกิดการเคลื่อนตัวในแนวตั้งทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนที่ผิว (เส้นประ) และรอยเลื่อนภายใน (เส้นทึบ)

(<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>)

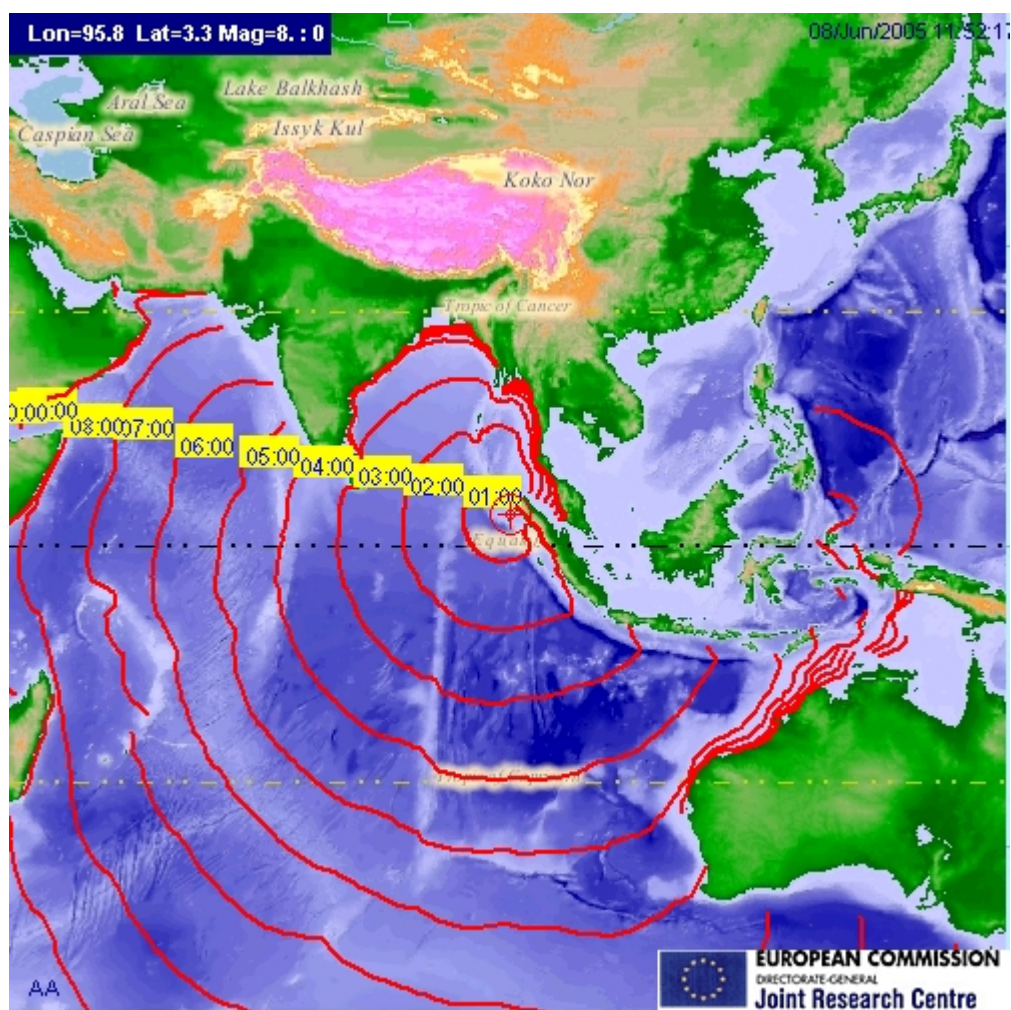
#### 5.2.5 การวิเคราะห์โอกาสเกิดสึนามิหลังจากแผ่นดินไหว

ดังที่กล่าวไปแล้วว่า การวิเคราะห์และประเมินโอกาสเกิดสึนามิหลังจากแผ่นดินไหวนั้นเป็นเรื่องที่สามารถทำได้แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการประเมินโอกาสเพราะหลังจากเกิดแผ่นดินไหวแล้วการคาดการณ์ว่าสึนามิจะเกิดตามมาด้วยหรือไม่นั้นต้องใช้ระยะเวลาสั้นมาก การคำนวณระยะเวลาของสึนามิที่จะเข้าปะทะชายฝั่งต้องอาศัยแบบจำลองที่แม่นยำ แต่ ณ ปัจจุบันก็ยังไม่มีการคำนวณที่แม่นยำที่สุด การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีข้อจำกัดมากและมีปัจจัยหรือตัวแปรที่จะใช้ในการคำนวณมากมาย อย่างไรก็ตาม แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็เป็นคำตอบเดียวที่ดีที่สุดในปัจจุบัน ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยการกำหนดตำแหน่งการเกิดแผ่นดินไหวที่มีขนาด 8 ถึง 9 ริกเตอร์ในตำแหน่งต่างๆ ในภูมิภาคใกล้เคียงกับประเทศไทยที่อาจจะก่อให้เกิดสึนามิที่ส่งผลกระทบต่อชายฝั่งอันดามัน จัดทำโดย European Commission อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โอกาสเกิดสึนามิยังคงต้องอาศัยการวิเคราะห์ชนิดของแผ่นดินไหวอย่างละเอียดและรอบคอบด้วย



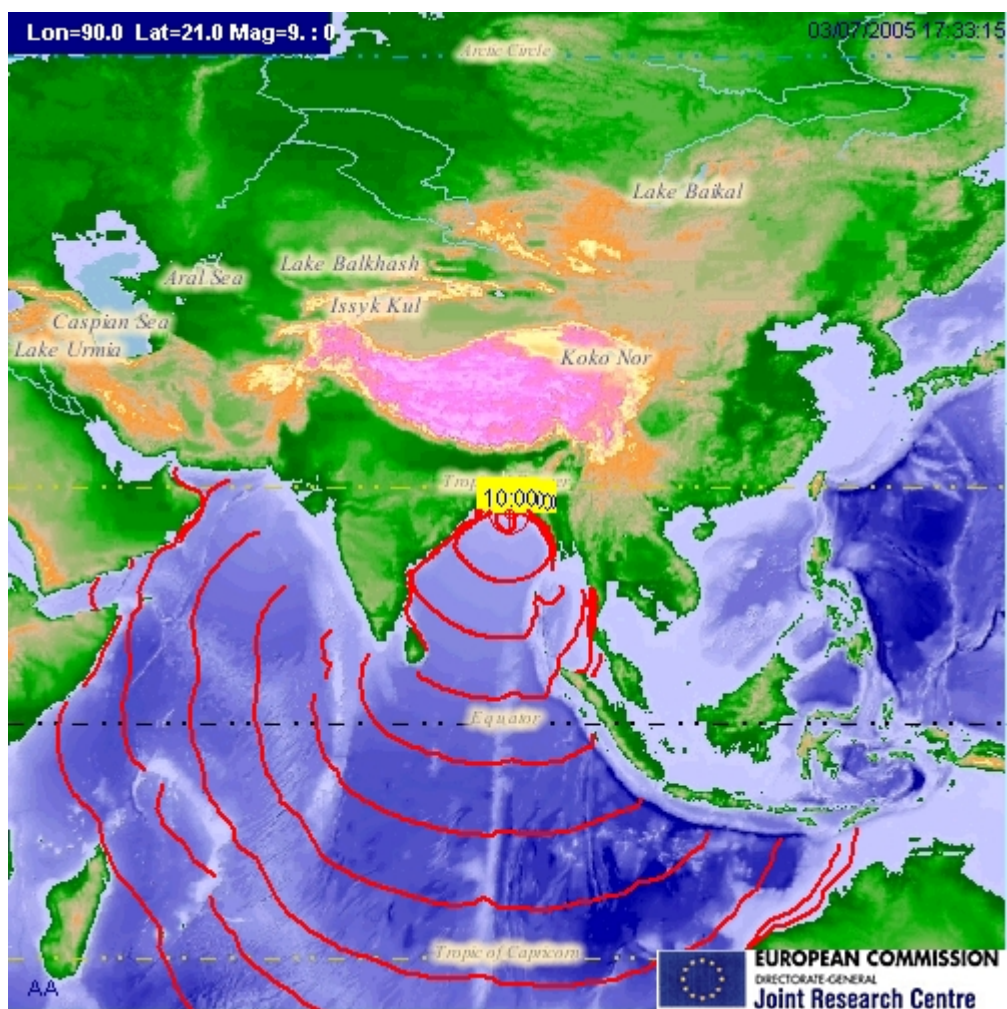


รูปที่ 5.14 แผนที่แสดงการคาดการณ์ว่าจะมีสึนามิเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยหากแผ่นดินไหวขนาด 9 ริคเตอร์เกิดในบริเวณ ลองจิจูด 104 องศา และละติจูด 7 องศา คือทางตอนใต้ของเกาะสุมาตรา ก็มีโอกาสที่สึนามิจะเข้าปะทะประเทศไทยได้



รูป 5.15 แผนที่แสดงการคาดการณ์ว่าจะมีสึนามิเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยหากแผ่นดินไหวขนาด 8 ริกเตอร์เกิดในบริเวณ ลองจิจูด 95.8 องศา และละติจูด 3.3 องศา คือทางตอนใต้และตอนกลางของเกาะสุมาตรา ก็มีโอกาที่สึนามิจะเข้าปะทะประเทศไทยได้





รูป 5.16 แผนที่แสดงการคาดการณ์ว่าจะมีสึนามิเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยหากแผ่นดินไหวขนาด 9 ริกเตอร์เกิดในบริเวณ ลองจิจูด 90 องศา และละติจูด 21 องศา คือทางตะวันออกเฉียงของประเทศไทย ก็มีโอกาสที่สึนามิจะเข้าปะทะประเทศไทยได้

ตัวอย่างแบบจำลองที่ได้แสดงนี้ ยังคงต้องใช้ตัวแปรอื่นๆ ในการช่วยวิเคราะห์โอกาสเกิดคลื่นามิหลังการเกิดแผ่นดินไหวแล้วซึ่งเป็นที่ต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์กันอย่างรอบคอบต่อไป

### 5.3 สรุปและข้อเสนอแนะท้ายบท

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวไม่สามารถกระทำได้ในช่วงระยะเวลาอันสั้นที่ทางทีมงานในโครงการมีระยะเวลาในการดำเนินโครงการเร่งด่วนนี้จะสามารถกระทำได้อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมมาไว้ในรายงานฉบับนี้น่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ดีและหลายๆ หน่วยงานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้แต่ก็ควรใช้ความระมัดระวังในการวิเคราะห์ซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในสาขานี้จริงๆ

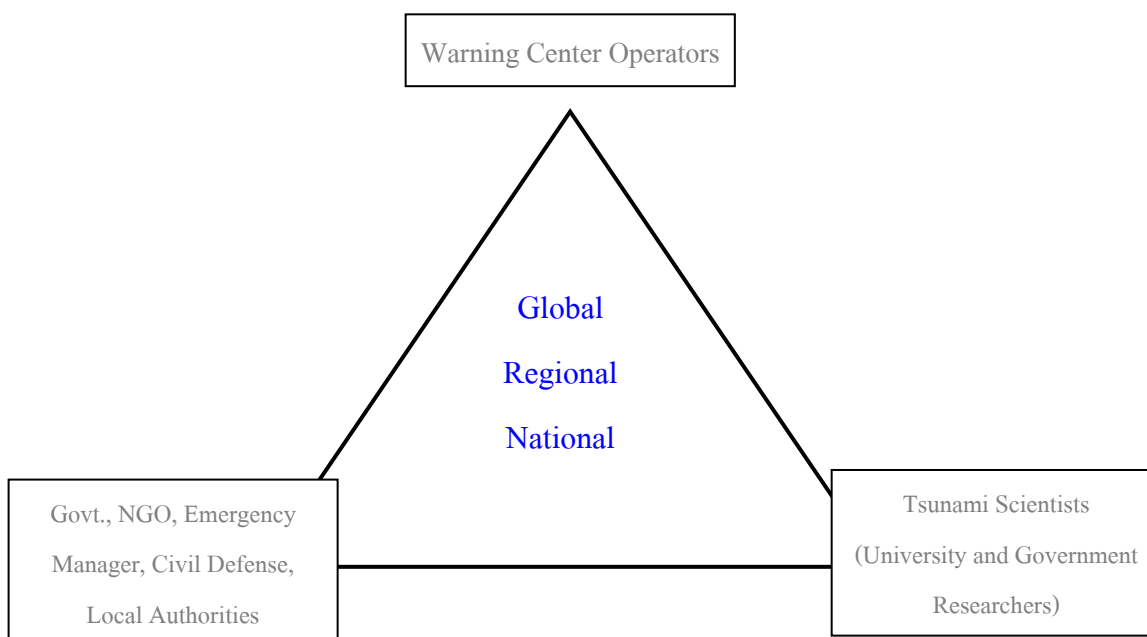
ในส่วนของการวิเคราะห์โอกาสเกิดคลื่นามิหลังแผ่นดินไหวนั้นสิ่งที่จะต้องตอบคำถามให้ได้ว่า ทำอย่างไรที่เราจะรู้ว่าแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นเกิดจากการขยับตัวของแผ่นเปลือกโลกในทิศทางใด ซึ่งคงต้องใช้การวิเคราะห์ในเรื่องตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่แม่นยำมาก เช่น ในกรณีที่มีการเคลื่อนตัวในแนวตั้งหรือแนวเฉียงของแผ่นเปลือกโลกที่จะสามารถกระเพื่อมน้ำให้เกิดเป็นคลื่นามิได้นั้น คงจะต้องใช้การคำนวณที่รวดเร็วมากเพื่อที่จะให้ได้คำตอบในระยะเวลาอันสั้นว่า แผ่นเปลือกโลกเคลื่อนตัวอย่างไร หลังจากนั้นก็จะสามารถนำเข้าสู่สมการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะบ่งบอกระยะเวลาการเดินทางของคลื่นามิจากแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวก่อนที่จะถึงชายฝั่งว่าใช้เวลาเท่าใด การติดตั้งสถานีวัดตำแหน่งหรือพิกัดทางภูมิศาสตร์โลกในพื้นที่ต่างๆ ให้มากขึ้นก็น่าจะเป็นแนวทางที่จะสามารถคาดการณ์โอกาสเกิดคลื่นามิหลังจากแผ่นดินไหวได้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็อย่าลืมว่า คลื่นามิไม่ได้เกิดจากแผ่นดินไหวอย่างเดียว การถล่มของหินหรือตะกอนในมหาสมุทรด้วยมวลมหาศาลก็สามารถทำให้เกิดคลื่นามิได้ ฉะนั้น การวิเคราะห์โอกาสเกิดคลื่นามิจึงต้องอาศัยข้อมูลจากหลายภาคส่วนและต้องอยู่บนพื้นฐานการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจริงๆ เพื่อให้การเตือนภัยมีประสิทธิภาพที่แท้จริง เพราะการเตือนภัยแต่ละครั้งได้ทำให้เกิดความวิตกกังวลไม่เฉพาะในเรื่องการหนีภัยของประชาชนในพื้นที่แต่หมายรวมไปถึงความกังวลในเรื่องการประกอบอาชีพ การทำธุรกิจในพื้นที่เหล่านั้น

## บทที่ 6

### การเตือนภัย การป้องกันและบรรเทาภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ

#### 6.1 ผลการศึกษาาระบบเตือนภัยและบรรเทาภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ

ระบบการเตือนภัยแผ่นดินไหวและสึนามิที่ดีและสัมฤทธิ์ผล ไม่ว่าจะ เป็นในระดับโลก ระดับภูมิภาค หรือในระดับประเทศ นอกจากจำเป็นต้องมีศูนย์เตือนภัยพิบัติที่ดีและมีประสิทธิภาพแล้ว ควรมีการร่วมมือและสนับสนุนจากหน่วยงานอื่นๆ ด้วยทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ดังแสดงในแผนภาพในรูป 6.1 ซึ่งประกอบด้วยส่วนของภาครัฐและองค์กรระดับนานาชาติ ตลอดจนนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านแผ่นดินไหวและสึนามิ ทั้งนี้ในส่วนของภาครัฐและองค์กรระดับนานาชาติ ควรประกอบด้วย ตัวแทนของรัฐบาล NGO (Non-Government Organization) ผู้บริหารจัดการและมีอำนาจตัดสินใจในกรณีฉุกเฉิน ทหาร และเจ้าหน้าที่ในระดับท้องถิ่น อีกส่วนที่สำคัญคือนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านแผ่นดินไหวและสึนามิ รวมถึงนักวิจัยในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานราชการอื่นๆ ซึ่งควรมีบทบาทในการเตือนภัยสึนามิด้วย



รูป 6.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบที่สำคัญของการเตือนภัยสึนามิล่วงหน้า

### 6.1.1 ระบบเตือนภัยสึนามิที่มีในปัจจุบัน

ตัวอย่างศูนย์เตือนภัยสึนามิที่สำคัญที่มีอยู่ในโลกในปัจจุบันได้แก่

1. ศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Tsunami Warning Center, PTWC)
2. ศูนย์เตือนภัยสึนามิของญี่ปุ่น (Japanese Warning System)
3. ศูนย์เตือนภัยสึนามิชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐฯและอลาสกา ตั้งอยู่ที่ เมืองพาลมา รัฐอลาสกา (West Coast/Alaska Tsunami Warning Center, Palma, Alaska)

โดยในบทนี้จะกล่าวถึงศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิกและศูนย์เตือนภัยสึนามิของญี่ปุ่นในรายละเอียดเพื่อเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากทั้งสองระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงและเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

#### 6.1.1.1 ศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Tsunami Warning Center, PTWC)

ระบบเตือนภัยสึนามิในมหาสมุทรแปซิฟิก (Tsunami Warning System in the Pacific หรือ TWSP) เป็นโปรแกรมทางวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดอันหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการช่วยเหลือมนุษยชาติโดยการบรรเทาภัยและผลกระทบอันเนื่องมาจากสึนามิ ทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน

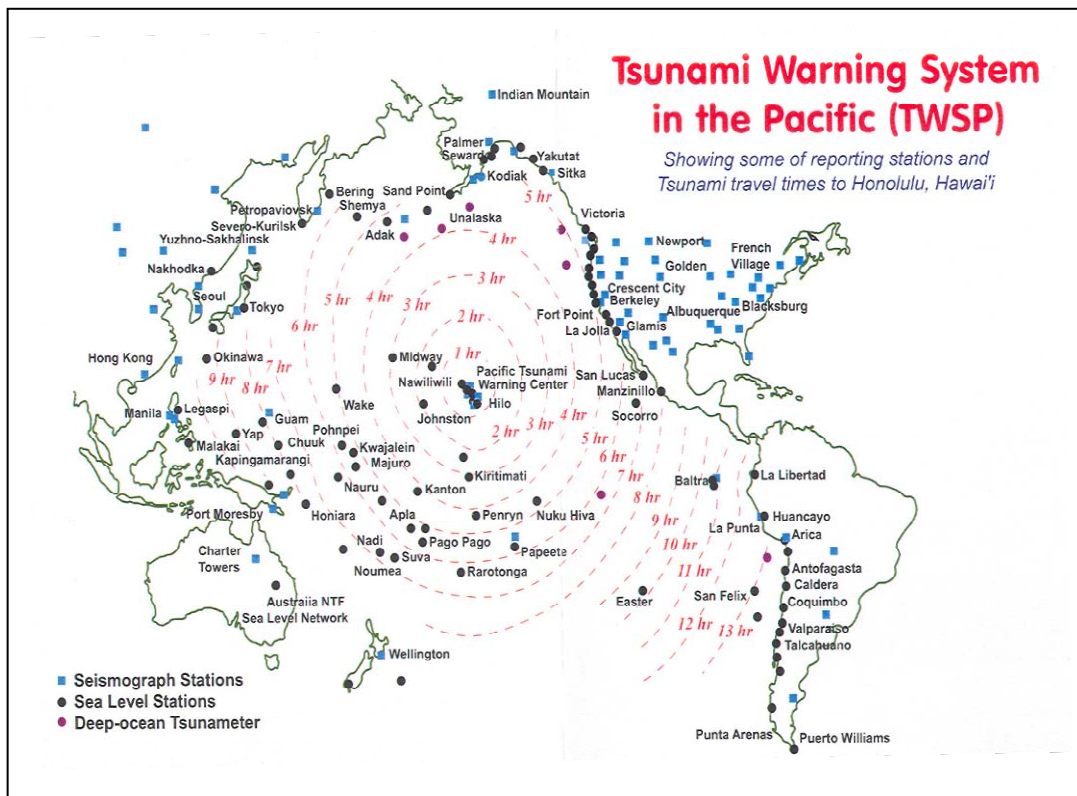
ระบบเตือนภัยสึนามิในมหาสมุทรแปซิฟิกดังกล่าวประกอบด้วยศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Tsunami Warning Center: PTWC) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสำนักงานใหญ่ โดยที่ศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิกได้มีการจัดตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1949 (พ.ศ. 2492) ที่ Ewa Beach ในเกาะฮาวาย และระบบการทำงานของศูนย์ฯนี้อาศัยข้อมูลจากประเทศต่างๆรอบมหาสมุทรแปซิฟิก และมีหน้าที่หลักในการเตือนภัยสึนามิไปยังประเทศสมาชิก

ระบบเตือนภัยสึนามิในมหาสมุทรแปซิฟิกประกอบไปด้วย

1. กลุ่มประเทศสมาชิก 27 ประเทศ ที่อยู่โดยรอบมหาสมุทรได้เข้าร่วมในโครงการ ICG/ITSU (International Coordination Group for the Tsunami Warning System in the Pacific) ได้แก่ แคนาดา สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก กัวเตมาลา เอลซาลวาดอร์ นิการากัว คอสตาริกา โคลอมเบีย เอกวาดอร์ เปรู ชิลี เกาหลีใต้ (ฝรั่งเศส) หมู่เกาะคุก ชาร์มัว ฟิจิ เกาเทวาลาโดเนีย (ฝรั่งเศส) นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย สิงคโปร์ มาเลเซีย **ประเทศไทย** ฟิลิปปินส์ จีน เกาหลีใต้ เกาหลีเหนือ ญี่ปุ่น และรัสเซีย

2. สถานีตรวจวัดแผ่นดินไหว (Seismic stations) มากกว่า 150 สถานี กระจายอยู่ทั่วโลก (รูปที่ 5.2) และสามารถให้ข้อมูลได้ในลักษณะ ณ เวลาจริง หรือเกือบเวลาจริง (real-time หรือ near real-time) ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งแผ่นดินไหวที่อาจก่อให้เกิดสึนามิได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ

3. สถานีวัดระดับน้ำ (Sea level stations) มากกว่า 100 สถานี กระจายอยู่ทั่วโลกทั้งในมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย (รูป 6.2) ซึ่งใช้ในการยืนยันว่ามีคลื่นสึนามิเกิดขึ้น รวมทั้งใช้ในการประเมินระดับความรุนแรงของคลื่นสึนามิ และสามารถส่งข้อมูลทั้งในระบบใกล้เคียงเวลาจริง หรือ ณ เวลาจริง (near real-time หรือ real-time) ผ่านทางดาวเทียม อินเทอร์เน็ต และโทรศัพท์



รูป 6.2 แผนที่รอบมหาสมุทรแปซิฟิกแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจจับแผ่นดินไหว (seismograph stations) ซึ่งแทนด้วยสี่เหลี่ยมสีฟ้า สถานีวัดระดับน้ำทะเล (sea level stations) แทนด้วยจุดสีดำ และทุ่นตรวจจับคลื่นสึนามิ (deep-ocean tsunameter) แทนด้วยจุดสีม่วง ซึ่งทั้งหมดนี้รวมอยู่ในศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก (Tsunami Warning System in the Pacific, TWSP) นอกจากนี้ในรูปยังแสดงให้เห็นตัวอย่างเวลาโดยประมาณที่สึนามิเคลื่อนตัวจากเมือง Honolulu เกาะฮาวาย ไปยังสถานที่ต่างๆรอบมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งแทนด้วยวงเส้นประสีแดงกำกับด้วยเวลาในหน่วยชั่วโมง

ศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิกทำการกระจายข่าวข้อมูลและการเตือนภัยสึนามิไปยังจุดต่างๆกว่า 100 จุด รอบมหาสมุทรแปซิฟิก โดยที่ในกรณีที่มีแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในทะเลและมี

1. ระดับความรุนแรงมากกว่า 7.5 ตามมาตราริกเตอร์



- ศูนย์จะส่งข้อความเตือนภัยสึนามิ (Tsunami warning) ไปยังบริเวณที่อยู่ในระยะการเคลื่อนที่ของสึนามิตั้งแต่ศูนย์ถึงสองชั่วโมง
  - ศูนย์จะส่งข้อความเฝ้าระวังภัยสึนามิ (Tsunami watching) ไปยังบริเวณที่อยู่ในระยะการเคลื่อนที่ของสึนามิตั้งแต่สองถึงสี่ชั่วโมง
2. ระดับความรุนแรงน้อยกว่า 7.5 ตามมาตราริกเตอร์

- ศูนย์จะส่งข้อความเตือนภัยสึนามิ (Tsunami warning) ไปยังบริเวณที่อยู่ในระยะการเคลื่อนที่ของสึนามิตั้งแต่ศูนย์ถึงสามชั่วโมง
- ศูนย์จะส่งข้อความเฝ้าระวังภัยสึนามิ (Tsunami watching) ไปยังบริเวณที่อยู่ในระยะการเคลื่อนที่ของสึนามิตั้งแต่สามถึงหกชั่วโมง

นอกจากศูนย์เตือนภัยจะจัดส่งข้อมูลความข่าวสารความคืบหน้าของเหตุการณ์สึนามิ (Tsunami information bulletin) ทุกๆชั่วโมงแล้ว ข้อความที่จัดส่งโดยศูนย์เตือนภัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาและข้อมูลที่ได้รับ เช่นในบริเวณที่มีการประกาศเตือนภัยสึนามิอาจได้รับการประกาศให้เป็นการเฝ้าระวังแทน ทั้งนี้ประเทศสมาชิกและประเทศที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากสึนามิควรติดตามประกาศจากทางศูนย์อย่างใกล้ชิด

นับตั้งแต่เหตุการณ์แผ่นดินไหว ที่มีศูนย์กลางอยู่ในทะเลทางตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะสุมาตราและมีความรุนแรง 9.3 ตามมาตราริกเตอร์ อันก่อให้เกิดธรณีพิบัติภัยสึนามิ เมื่อ 26 ธันวาคม 2547 ที่ผ่านมา ศูนย์ข้อมูลสึนามินานาชาติ (International Tsunami Information Center, ITIC) และศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก (PTWC) ได้มีส่วนร่วมในการสนับสนุนสมัชชาสมุทรศาสตร์ระหว่างประเทศ (Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC) ที่ทำหน้าที่ประสานให้มีการจัดตั้งระบบเตือนภัยและบรรเทาภัยสึนามิที่มีเครือข่ายครอบคลุมทั่วโลก อันได้แก่มหาสมุทรแปซิฟิก มหาสมุทรอินเดีย มหาสมุทรแอตแลนติก ทะเลแคริบเบียน และทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

บริเวณนอกชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือมีแนวรอยเลื่อนมุดตัวคาสคาเดีย (Cascadia subduction zone) เป็นแนวยาวเกือบขนานไปกับชายฝั่ง ทำให้บริเวณชายฝั่งตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกาแผ่นดินไหวเกิดขึ้นบ่อยครั้ง และพื้นที่ชายฝั่งเหล่านี้ก็มีความเสี่ยงต่อคลื่นสึนามิอย่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่ชายฝั่งของรัฐวอชิงตันและรัฐโอเรกอน ถึงแม้ว่าจะมีระบบเตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิกติดตั้งแล้ว ทว่าการในระดับท้องถิ่นยังมีนโยบายที่จะรณรงค์และจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเตือนภัยและบรรเทาภัยสึนามิอีกด้วย ดังตัวอย่างที่กล่าวถึงต่อไปนี้เป็นกิจกรรมที่ปฏิบัติในมณฑลแปซิฟิก (Pacific County) รัฐวอชิงตัน

- Neighborhood Watch เป็นโครงการที่สนับสนุนให้ชาวบ้านรวมกลุ่มกันขึ้นมาในละแวกเพื่อนบ้าน เพื่อคอยสอดส่องดูแลซึ่งกันและกันในกรณีที่มีพิบัติภัย กลุ่มเพื่อนบ้านนี้จะมีการ

รวมกลุ่มกันเองตามสะดวกและสมัครใจ โดยในแต่ละกลุ่มจะมีการตกลงสถานที่ที่จะมารวมตัวกัน ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ ซึ่งจะทำให้การหนีภัยสะดวกและง่ายต่อการจัดการ อีกทั้งยังช่วยให้มั่นใจว่าเพื่อนบ้านในกลุ่มรับทราบถึงภัยพิบัติและสามารถหนีออกมาได้อย่างปลอดภัย

- Scanner เป็นเครื่องรับฟังสัญญาณคลื่นวิทยุคลื่นสั้นซึ่งโดยปกติใช้โดยเจ้าหน้าที่กู้ภัย ตำรวจ พนักงานดับเพลิง ซึ่งในกรณีที่มีเหตุพิบัติภัย ประชาชนสามารถทราบข้อมูลได้ทันทั่วถึง

- สถานีวิทยุของ NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ซึ่งประชาชนสามารถหาซื้อเครื่องรับวิทยุที่สามารถรับช่องสัญญาณของ NOAA ได้ และเมื่อมีเหตุแผ่นดินไหวเกิดขึ้นและคาดว่าจะเกิดสึนามิ จะมีการเตือนภัยสึนามิผ่านทางสถานีวิทยุนี้

- หอกระจายข่าว เสียงตามสาย และหอสัญญาณเตือนภัย ซึ่งจะประกาศกระจายข่าวหรือส่งสัญญาณเสียง (ไซเรน) ในกรณีที่มีการเตือนภัยสึนามิ และต้องการให้ประชาชนอพยพ ซึ่งปัญหาเกี่ยวกับหอกระจายข่าว เสียงตามสาย และหอสัญญาณเตือนภัย คือสัญญาณเตือนภัยไม่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ทำให้บางบริเวณประชาชนไม่ได้ยินเสียงสัญญาณเตือนภัย

- ระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่ถูกตั้งให้โทรไปยังเบอร์โทรศัพท์บ้านทุกเบอร์ที่จดทะเบียนในพื้นที่นั้น ในกรณีที่มีการเตือนภัยสึนามิ และ/หรือ มีคำสั่งอพยพ ระบบนี้จะโทรไปยังเบอร์บ้านโดยอัตโนมัติและมีข้อความบันทึกบอกเตือนภัยหรือหนีภัยแก่ผู้รับสาย ในกรณีที่สายไม่ว่างระบบจะทำการโทรใหม่เป็นเวลาทั้งหมดสามครั้ง ระบบนี้จะใช้ไม่ได้ผลถ้าประชาชนใช้โทรศัพท์ในภาวะฉุกเฉินเป็นเวลานานเกินไป ทำให้ไม่ได้รับข้อความเตือนภัย

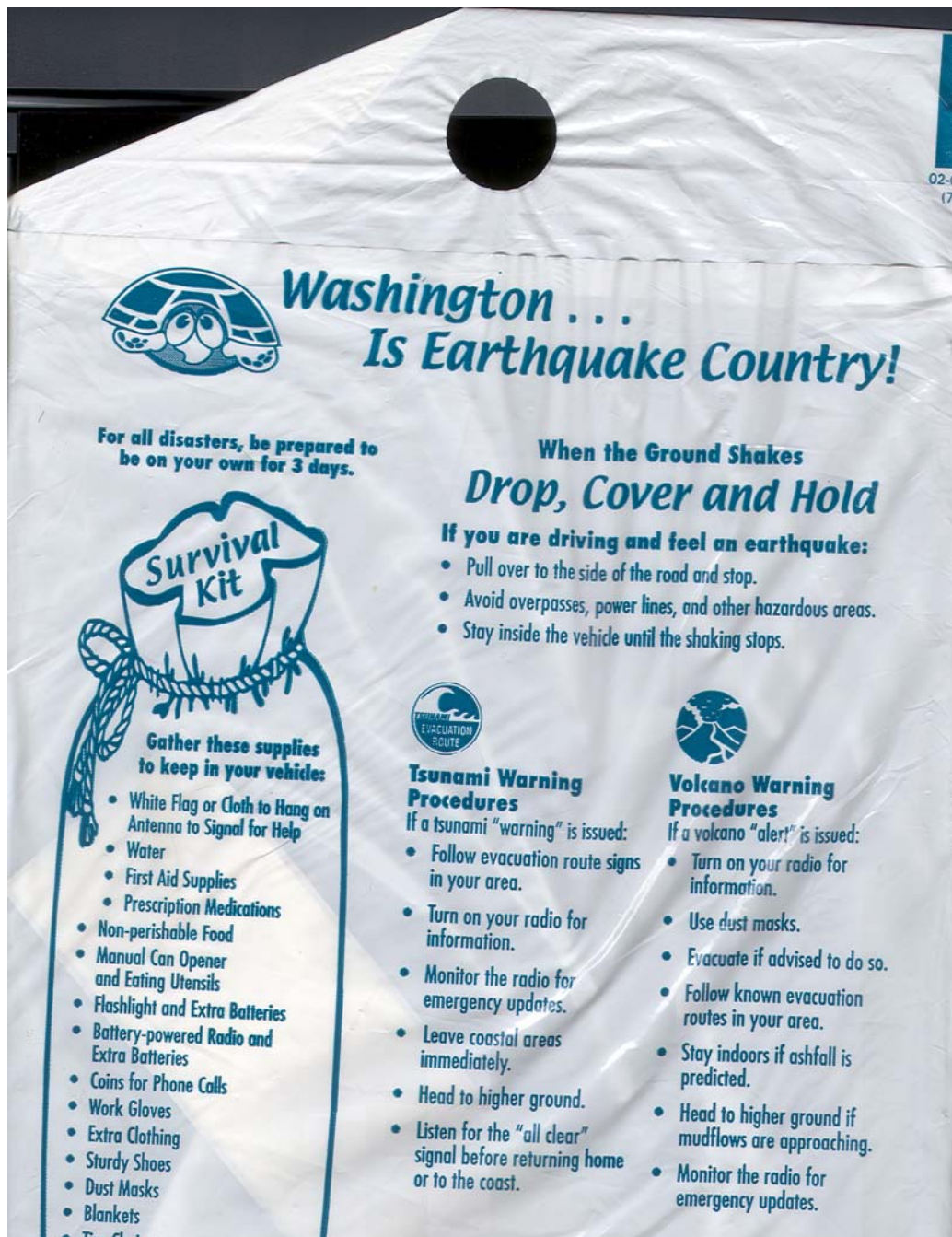
- ความร่วมมือกันระหว่างเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ฉุกเฉิน เช่นหน่วยกู้ภัย ตำรวจ หน่วยดับเพลิง รถพยาบาล ในขณะที่มีเหตุการณ์ภัยพิบัติ

- การจัดเสวนาสึนามิ (Tsunami workshop) เผยแพร่ และแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับสึนามิให้กับประชาชน โดยจะจัดเป็นประจำ (อาจจะทุกเดือน)

- การจัดทำแผนที่หนีภัย เส้นทางหนีภัย และกำหนดพื้นที่ปลอดภัย โดยมีป้ายบอกชัดเจน ประชาชนสังเกตเห็นและรู้ว่าในกรณีฉุกเฉินควรหนีไปทางไหน และต้องไปรวมตัวที่ใด

- ชุดชูชีพสึนามิ (Tsunami survival kit) (รูป 6.3) ชุดเอกสารที่ช่วยให้รอดตายจากสึนามิที่ทุกครัวเรือนจะได้รับแจกจากทางการ จะประกอบด้วย หนังสือการ์ตูนสำหรับเด็กที่มีภาพพร้อมคำบรรยายเกี่ยวกับสึนามิและวิธีปฏิบัติตนเมื่อเกิดสึนามิ แผน Family Disaster Plan (รูป 6.4) สตีกเกอร์เส้นทางหนีภัย (รูป 6.5) แผนที่ทางหลวง (รูป 6.6) แผนที่หนีภัย (รูป 6.7) คู่มือเตรียมความพร้อมกรณีเกิดภัยพิบัติ (รูป 6.8) และแผ่นข้อมูลแนะนำการปฏิบัติตนกรณีเกิดสึนามิ (รูป 6.9)

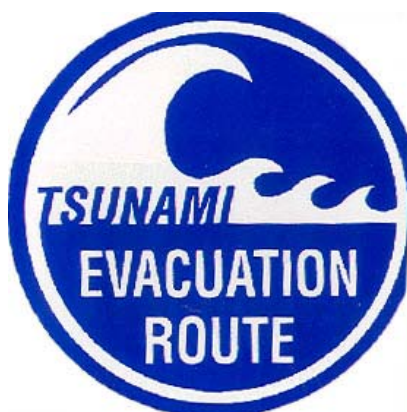
- การซ้อมหนีภัย ซึ่งมีการจัดการอย่างน้อยสองครั้งต่อปี



รูป 6.3 แสดงตัวอย่างถุงหุชีพสึนามิ (Tsunami survival kit) (ข้อมูลจาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)

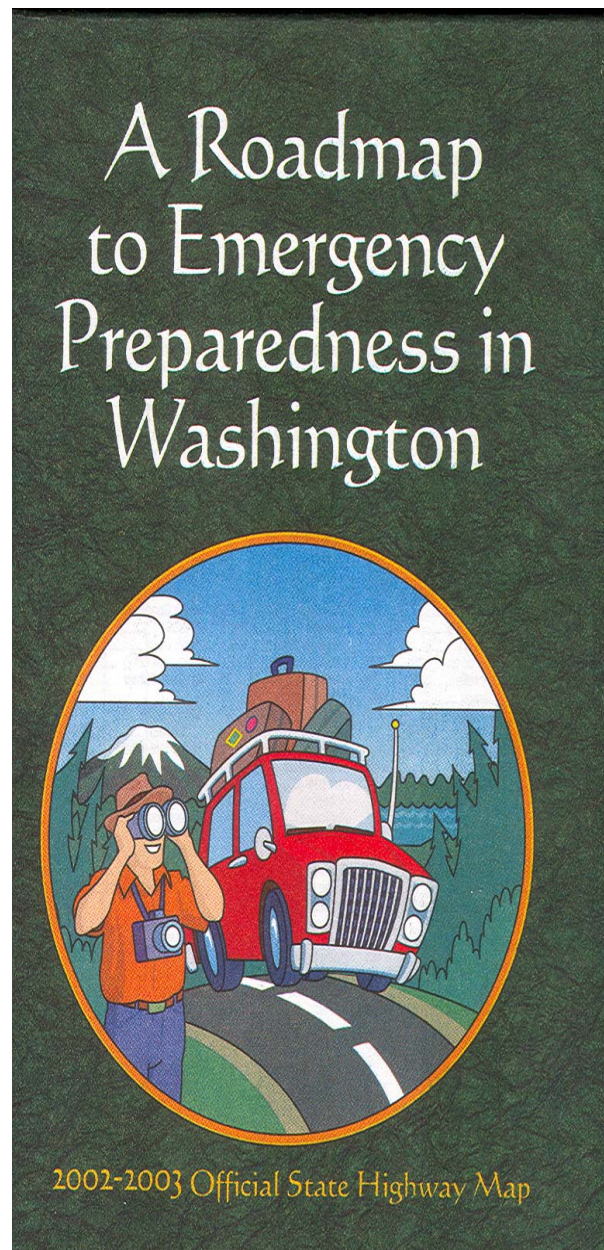
FAMILY DISASTER PLAN	
Emergency Meeting Place .....	Outside Your Home
Emergency Meeting Place Phone .....	
Address .....	
Family Contact .....	(Out-of-State Contact)
Phone ( ) .....	Phone ( ) .....
	Day Evening
National Tsunami Hazard Mitigation Program (Alaska, California, Hawaii, Oregon, Washington, NOAA, FEMA, USGS)	

รูป 6.4 ตัวอย่างแผ่นข้อมูลฉุกเฉิน ซึ่งแต่ละครัวเรือนจะต้องทำการกรอกข้อมูลที่สำคัญลงไป เพื่อในกรณีฉุกเฉินสามารถหยิบมาใช้ได้ทันที โดยข้อมูลที่กรอกประกอบด้วย (1) สถานที่นัดพบกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน เช่น สึนามิ ควรไปรวมตัวกันที่ไหน บ้านใครก่อนเพื่อที่จะได้หนีไปพร้อมกันเป็นกลุ่ม หรืออาจเป็นที่หลบภัยที่ใกล้และดีที่สุดในบริเวณนั้น (2) เบอร์โทรศัพท์ของสถานที่นัดพบ (3) ที่อยู่ของจุดนัดพบ ว่าอยู่ที่ไหน บ้านเลขที่เท่าไร (4) ชื่อผู้ที่อยู่ต่างจังหวัดหรือต่างเมือง สามารถติดต่อได้ที่ (5) เบอร์โทรเวลากลางวัน (6) เบอร์โทรเวลากลางคืน (ข้อมูลจาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)

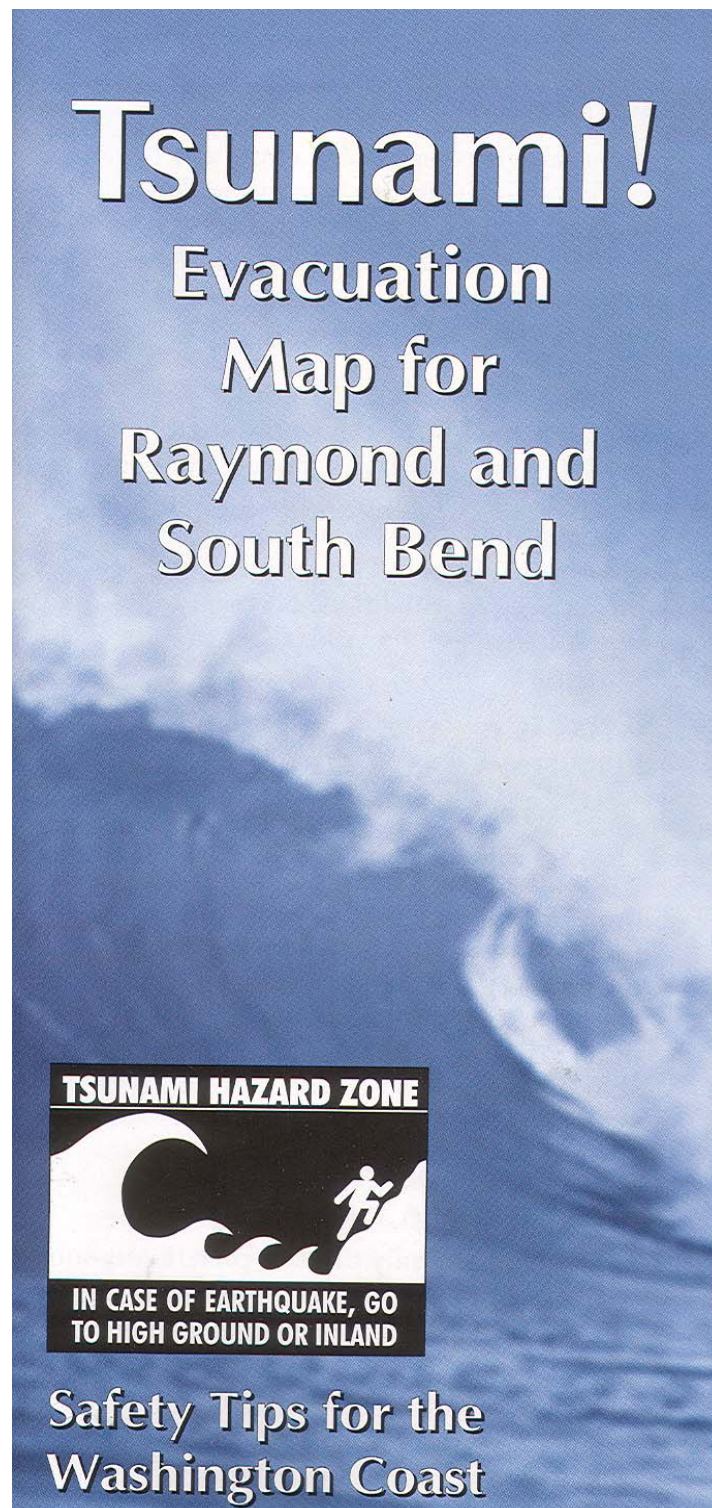


รูป 6.5 ตัวอย่างสติ๊กเกอร์บอกเส้นทางหนีภัยสึนามิ เพื่อให้ประชาชนได้ทำความรู้จัก คูนเคย และจะได้สังเกตเห็นในพื้นที่จริงได้ ซึ่งในพื้นที่จะมีป้ายขนาดใหญ่ที่เหมือนกับสติ๊กเกอร์นี้ ติดอยู่ตามเส้นทางหนีภัย (ข้อมูลจาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)





รูป 6.6 ตัวอย่างแผนที่ทางหลวงที่ให้ข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตนในกรณีฉุกเฉิน (ข้อมูล จาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)



รูป 6.7 ตัวอย่างแผนที่หนีภัยของชายฝั่งวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา (ข้อมูลจาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)



# Disaster Preparation Handbook

A planning and response guide  
for natural and man-made disasters

*How to Use 9-1-1*

*Emergency Planning for Businesses*

*Preparing Your Family for Disasters*

*Preparing for Terrorism*

*Community Awareness of Illegal Methamphetamine Labs*

*Preparing Your Household for Emergencies*

*Checklist of Disaster Emergency Supplies*

*Preparing Your Home for Disasters*

*Preparing for Winter Storms*

*Preparing for Natural Disasters*



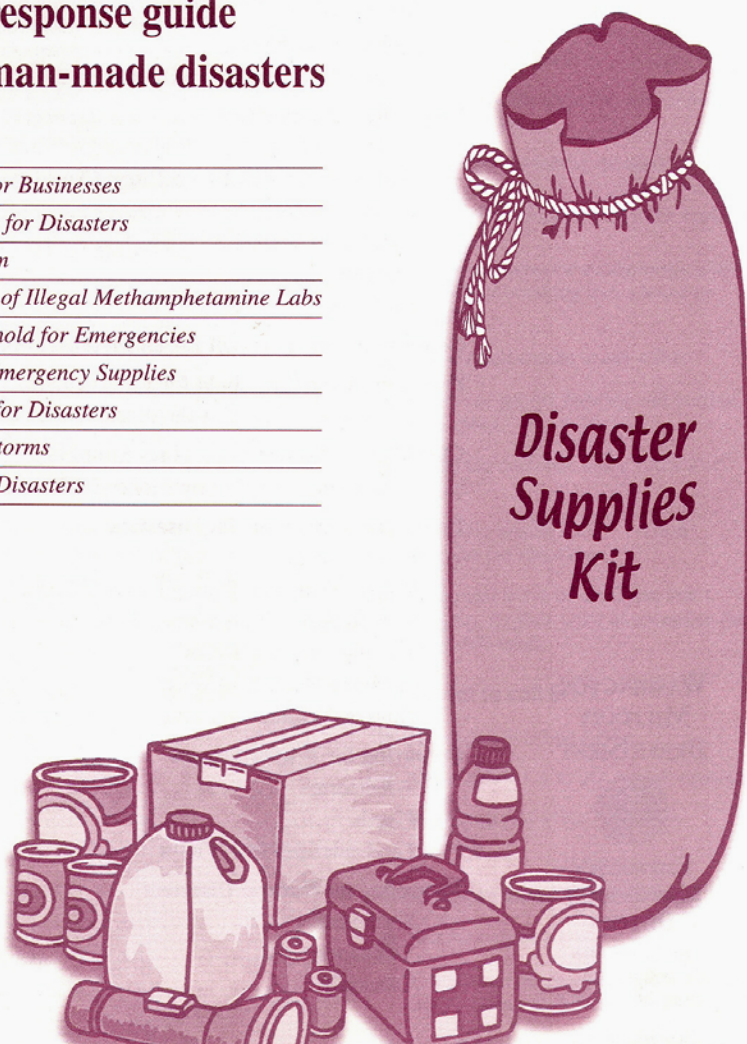
**WASHINGTON  
MILITARY  
DEPARTMENT**

**Emergency  
Management  
Division**

Camp Murray  
Washington 98430-5122

**George Crawford**  
Earthquake Program Manager

**Barbara Thurman**  
Public Education Program Manager



รูป 6.8 ตัวอย่างคู่มือเตรียมพร้อมกรณีที่มีภัยพิบัติ ซึ่งจะให้ข้อมูลแนะนำในการเตรียมตัวและปฏิบัติตนเมื่อเกิดภัยพิบัติต่างๆ ทั้งที่เกิดตามธรรมชาติหรือโดยฝีมือมนุษย์ (ข้อมูลจาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)

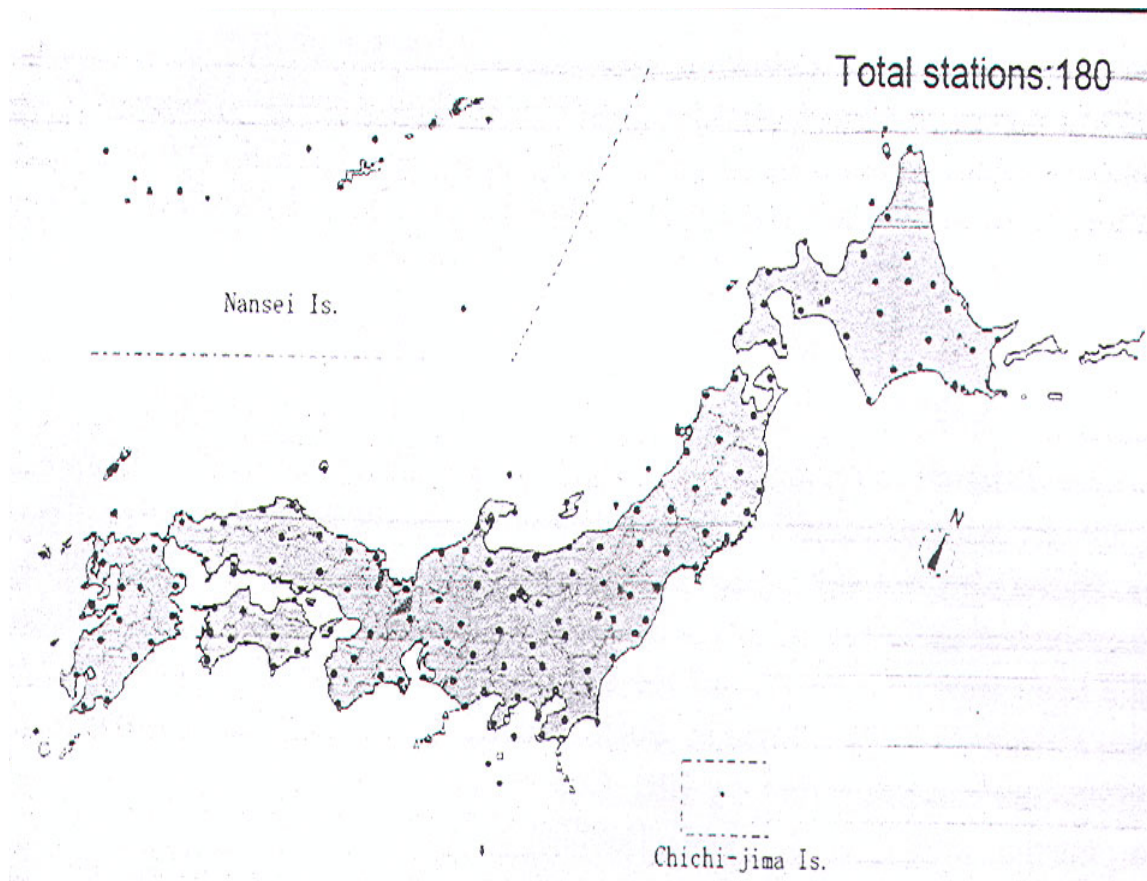




รูป 6.9 ตัวอย่างแผ่นข้อมูลแนะนำการปฏิบัติตนกรณีเกิดสึนามิ เป็นแผ่นขนาดเล็ก กะทัดรัด เนื้อหากระชับ เข้าใจง่าย (ข้อมูลจาก Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA)

### 6.1.1.2 ศูนย์เตือนภัยสึนามิของญี่ปุ่น (Japanese Warning System)

ประเทศญี่ปุ่นเป็นหนึ่งในประเทศสมาชิกของศูนย์เตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก ที่มีระบบเตือนภัยสึนามิเป็นของตนเอง จัดตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1952 ภายใต้การควบคุมดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยาของญี่ปุ่น (Japan Meteorological Agency, JMA) โดยที่ระบบเตือนภัยนี้ประกอบไปด้วย สถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวมากกว่า 180 สถานีกระจายครอบคลุมพื้นที่ของประเทศ (ดังรูป 6.10) และสถานีวัดระดับน้ำทะเลมากกว่า 80 สถานี นอกจากนี้ยังมีสถานีวัดน้ำขึ้น น้ำลงชนิด fuse-type และมีเครื่องวัดระดับน้ำที่มีตัวรับสัญญาณแบบอัลตราโซนิก (water level gauges with ultrasonic detector) ติดตั้งตามท่าเรือต่างๆ เพื่อเฝ้าดูสึนามิขนาดใหญ่และระดับการท่วมถึงของสึนามิ (run-up)



รูป 6.10 แผนที่แสดงตำแหน่งของสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวกว่า 180 สถานีครอบคลุมพื้นที่ของเกาะญี่ปุ่น (Harinarayana and Hirata, 2005)

ศูนย์หลักของศูนย์เตือนภัยสึนามิในประเทศญี่ปุ่นได้รับข้อมูลจากศูนย์ระดับท้องถิ่นทั้ง 6 ศูนย์ ซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองซัปโปโร เช่น ไค โตเกียว โอซากา ฟูกูโอกะ และโอกินาวา โดยที่ระบบที่ใช้เป็นระบบที่สามารถคำนวณค่าตัวแปรการไหวสะเทือนโดยอัตโนมัติ และระบบนี้มีชื่อเรียกว่า Earthquake and Tsunami Observation System (ETOS)

เมื่อเกิดแผ่นดินไหวขึ้น กรมอุตุนิยมวิทยาของญี่ปุ่นจะทำการประเมินหาตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหว ถ้าเป็นแผ่นดินไหวที่เกิดในทะเลและมีความลึกไม่มากและคาดว่าจะก่อให้เกิดสึนามิ ก็ จะทำการประเมินพื้นที่ที่คาดว่าจะถูกกระทบโดยสึนามิ และจะทำการเตือนภัยสึนามิไปยังพื้นที่ เหล่านั้นอย่างรวดเร็ว ถ้าสึนามิที่คาดว่าจะเกิดมีขนาดเล็ก (สูงน้อยกว่า 2 เมตร) หรือขนาดใหญ่ กรมอุตุนิยมวิทยาญี่ปุ่นมีแผนการที่จะประกาศเตือนภัยสึนามิไปยังพื้นที่ชายฝั่งให้ได้ภายในเวลา 3 นาที หลังเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งจะทำให้ประชาชนในพื้นที่ที่เสี่ยงภัยต่อเหตุการณ์ดังกล่าวทั้งหมดได้รับข้อมูล และการเตือนภัยอย่างรวดเร็ว ทันเวลา

นอกจากนี้ในประเทศญี่ปุ่นมีการให้ข้อมูลข่าวสารด้านต่างๆรวมทั้งภัยพิบัติและการเตือนภัยสึนามิผ่านทางสถานีโทรทัศน์ของญี่ปุ่น คือ NHK โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นจะปรากฏบนจอในขณะที่มีการถ่ายทอดรายการปกติของทางสถานี ซึ่งวิธีนี้ประชาชนสามารถได้รับข่าวสารและติดตามสถานการณ์ ได้ทันทั่วทั้งที่และต่อเนื่อง

บริเวณท่าเรือฮามานะกะ (Hamanaka) เมืองคิริทัปปู (Kiritappu) ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะฮอกไกโด ของประเทศญี่ปุ่นมีการสร้างกำแพงหนา ความสูงประมาณ 4 เมตร หนาประมาณ 3 เมตร สำหรับกั้น สึนามิ โดยที่กำแพงนี้มีประตูปิด-เปิดที่สามารถควบคุมการปิด-เปิดจากที่ว่าการอำเภอ (city hall) เมื่อ ได้รับรายงานว่ามีสึนามิเกิดขึ้น (รูป 6.11)

บริเวณชายฝั่งทางตะวันออกเฉียงใต้ของเมืองชิซูโอกะ มีกำแพงหนาประมาณ 15 เมตร และ สูงประมาณ 20 เมตรจากระดับพื้นปกติ ยาวเกือบ 30 เมตร นักธรณีวิทยาชาวญี่ปุ่นกล่าวว่าบริเวณนี้มีความเสี่ยงที่จะเกิดสึนามิค่อนข้างมาก ประกอบกับบริเวณนี้เป็นแหล่งอุตสาหกรรมสำคัญและการคมนาคมหลักสู่เมืองนาโกยา และลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นที่ราบจึงจำเป็นต้องมีการก่อสร้าง กำแพงเพื่อป้องกันภัยดังกล่าว (รูป 6.12)

บางบริเวณชายฝั่งเมืองฮิโร (Hiroo) บนเกาะฮอกไกโด ประเทศญี่ปุ่น ได้มีการกำหนดเส้นทางหนีภัยและพื้นที่ปลอดภัยจากสึนามิให้เห็นชัดเจน รูป 6.13 ตามลำดับ ซึ่งบริเวณที่มีหน้าผาชันบริเวณ ชายหาดจะทำให้หนีได้ลำบากเมื่อเกิดสึนามิ ทางارجจึงได้สร้างบันไดไว้สำหรับใช้หนีสึนามิหรือพิบัติ ภัยอื่นๆที่อาจเกิดขึ้นมา (รูป 6.14)



รูป 6.11 กำแพงกันสึนามิบริเวณท่าเรือฮามะนะกะ (Hamanaka) เมืองคิริทปปุ (Kiritappu)





รูป 6.12 กำแพงสูงสร้างไว้เพื่อกั้นสึนามิ บริเวณเมืองชิซูโอกะ



รูป 6.13 ป้ายแสดงสถานที่หลบภัยสึนามิบริเวณศาลเจ้าอัครเคชิ เมืองอัครเคชิ เกาะฮอกไกโด ประเทศญี่ปุ่น

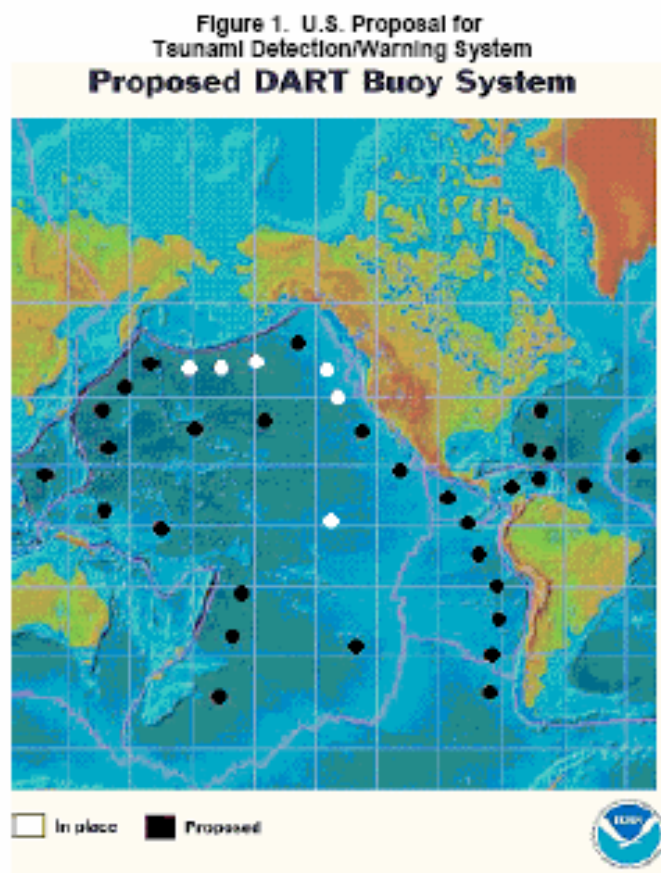


รูป 6.14 บันไดสำหรับหนีภัยสึนามิหรือพิบัติภัยอื่นๆ เช่น ลมพายุ ที่อาจเกิดขึ้นบริเวณชายหาดที่มีหน้าผาชันที่เมืองฮิโร (Hiroo)



### 6.1.1.3 การจัดตั้งระบบเตือนภัยในมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean Tsunami Warning System)

ในการจัดตั้งระบบเตือนภัยสึนามิในมหาสมุทรอินเดียจำเป็นต้องมีการร่วมมือของประเทศต่างๆรอบมหาสมุทรอินเดียในการให้ข้อมูล ข่าวสาร การเตือนภัย และนอกจากนี้รัฐบาลของประเทศต่างๆเหล่านี้ควรร่วมกันซื้อและติดตั้งทุ่นสึนามิ (เช่นเดียวกับที่ใช้ในมหาสมุทรแปซิฟิก) โดยที่ควรเป็นการร่วมทุนระหว่างนานาประเทศไม่ใช่ประเทศไทยเพียงประเทศเดียวเนื่องจากราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่องมือเหล่านี้มีค่าสูง และควรติดตั้งเป็นเครือข่ายของเครื่องตรวจวัดสึนามิหลายเครื่องกระจายอยู่รอบชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย นักวิทยาศาสตร์ของ NOAA เชื่อว่าทุ่นตรวจจับสึนามิ 20 เครื่องน่าจะเพียงพอที่จะครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก และ 50 เครื่องน่าจะเพียงพอที่จะครอบคลุมชายฝั่งทะเลทั่วโลก (Kintisch, 2005) แผนที่แสดงตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการติดตั้งทุ่นสึนามิแสดงไว้ในรูป 6.15



รูป 6.15 แผนที่บริเวณโดยรอบมหาสมุทรแปซิฟิกและซ่างเกียงซึ่งแสดงตำแหน่งที่คาดว่าจะติดตั้งทุ่นสึนามิในอนาคต (จุดสีดำ) ส่วนที่จุดสีขาวแสดงตำแหน่งของทุ่นสึนามิที่ติดตั้งแล้วและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน (ข้อมูลจากเวปไซต์ของ NOAA)

## 6.2 ข้อเสนอแนะ การป้องกันและบรรเทาภัยในประเทศ

### 6.2.1 แนวทาง วิธีการป้องกันและปฏิบัติตัวสำหรับภัยแผ่นดินไหว

จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ทำให้ทราบว่า เมื่อวันที่ 17 มกราคม 2538 ได้เกิดแผ่นดินไหวบริเวณตอนใต้ของเกาะซอนชู เมืองโกเบ เกียวโต โอซากา ประเทศญี่ปุ่น ขนาด 7.2 ริกเตอร์ มีผู้เสียชีวิต 5,000 คน บาดเจ็บ 26,000 คน, เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2542 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศตุรกี ขนาด 7.8 ริกเตอร์ ผู้เสียชีวิต 17,118 คน บาดเจ็บ 50,000 คน ไร้ที่อยู่อาศัย 600,000 คน, เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2542 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศตุรกี ขนาด 6.3 ริกเตอร์ ผู้เสียชีวิต 834 คน บาดเจ็บ 5,000 คน, เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2543 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศอินโดนีเซีย ขนาด 6.8 ริกเตอร์ ผู้เสียชีวิต 103 คน บาดเจ็บ 2,174 คน, เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2543 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศญี่ปุ่น ขนาด 5.9 ริกเตอร์ ผู้บาดเจ็บ 130 คน บ้านเรือนเสียหาย 2,334 หลัง, เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2544 เกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศอินเดีย ขนาด 6.4 ริกเตอร์ ผู้เสียชีวิต 20,085 คน บาดเจ็บ 166,836 คน ลังก่อสร้างพัง 339,000 หลัง และล่าสุดเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ โดยมีจุดศูนย์กลาง ณ พื้นที่มหาสมุทรใกล้ๆ บริเวณหัวเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย วัดขนาดการสั่นสะเทือนได้ 9.0 ริกเตอร์ เกิดรอยเลื่อนในแนวตั้งขนาดใหญ่ยาวนับหลายร้อยกิโลเมตรและในที่สุดเพียงพริบตา ก็ก่อให้เกิดคลื่นสึนามิขนาดใหญ่ตามมาซัดทำลายอาคาร บ้านเรือน ผู้ที่อาศัยและนักท่องเที่ยวอยู่บริเวณชายฝั่งรอบๆ มหาสมุทรอินเดีย สรุปตัวเลขผู้เสียชีวิตและผู้ได้รับบาดเจ็บจาก U.S. Geological Survey เป็นจำนวนมากถึง 283,100 คน ผู้สูญหาย 14,100 คน และผู้ไร้ที่อยู่อาศัย 1,126,900 คน

หากเรามองในแง่ของธรณีวิทยาแล้ว จะเห็นว่าแผ่นดินไหวเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของเปลือกโลก อันเนื่องมาจากการขยับหรือเคลื่อนตัวของชั้นเปลือกโลกเพื่อปลดปล่อยพลังงานที่สะสมบริเวณชั้นเปลือกโลก ด้วยการระบายความเครียดที่สะสมไว้ภายในชั้นเปลือกโลกออกอย่างฉับพลัน เพื่อปรับสมดุลของเปลือกโลกให้คงที่ สำหรับประเทศไทยเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นดินเปลือกโลกยูเรเชีย ซึ่งล้อมรอบด้วยแผ่นดินเปลือกโลกมหาสมุทรอินเดีย และแผ่นดินเปลือกโลกมหาสมุทรแปซิฟิก โดยทั่วไปแล้วแผ่นดินไหวขนาดใหญ่มักเกิดมาตรงบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นดินเปลือกโลกเหล่านี้ ในขณะที่บริเวณภายในแผ่นมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวน้อยกว่า และมักไม่รุนแรงนัก ซึ่งจะเกิดตามแนวของรอยเลื่อนใหญ่ๆ จึงทำให้ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตที่ถือว่าค่อนข้างปลอดภัยจากแผ่นดินไหวพอสมควร

อย่างไรก็ตาม นอกจากแผ่นดินไหวที่มีศูนย์กลางการเกิดอยู่นอกประเทศไทยแล้ว ภายในประเทศไทยยังมีแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นเนื่องจากรอยเลื่อนในประเทศที่ยังเคลื่อนตัวอยู่ รอยเลื่อนเหล่านี้ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศ โดยเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้ง

สำคัญๆ ที่สามารถตรวจพบในประเทศไทยหลายครั้ง ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 6.5 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2478 โดยมีศูนย์กลางอยู่ในพื้นที่ป่าในจังหวัดน่าน ใกล้กับรอยเลื่อนปัว แต่ไม่มีบันทึกข้อมูลความเสียหาย สำหรับเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สามารถรู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ คือเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 5.6 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 โดยมีศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ที่อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก เกิดจากเลื่อนตัวของรอยเลื่อนเมย-วังเจ้า และเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 5.9 ริกเตอร์ เมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2526 โดยมีศูนย์กลางแผ่นดินไหวใกล้อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่ใกล้แนวรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์

หลังจากนั้นได้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวในประเทศไทยขึ้นอีกหลายครั้ง แต่ไม่ค่อยรุนแรง สำหรับกรณีที่เกิดความเสียหายรุนแรง เช่นที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2537 ที่บริเวณอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย และพื้นที่ใกล้เคียง ก่อให้เกิดความเสียหายมากกับโรงพยาบาลอำเภอพาน ถึงขั้นระงับการใช้อาคาร วัดและโรงเรียนหลายแห่งเสียหายเล็กน้อยถึงปานกลาง นับเป็นเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ทำความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้างรุนแรงที่สุดเท่าที่เคยปรากฏ ศูนย์กลางแผ่นดินไหวครั้งนี้ อยู่บริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดพะเยา มีระดับความรุนแรงขนาด 5.1 ริกเตอร์ และอีกหลายครั้งตามมาในปี พ.ศ. 2538 และ 2539 ในบริเวณจังหวัดเชียงราย และพื้นที่ใกล้เคียง รวมถึงบริเวณชายแดนไทย-ลาว และไทย-พม่า

ในช่วง 20 กว่าปีที่ผ่านมา การศึกษาวิจัยด้านแผ่นดินไหวในประเทศไทยมีความก้าวหน้าขึ้นมาก มีการรวบรวมข้อมูลแผ่นดินไหวที่เป็นระบบขึ้น และมีเครือข่ายสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวที่สมบูรณ์ขึ้นมาก ทำให้สามารถตรวจจับการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเล็กและขนาดกลางได้จำนวนมากในภาคเหนือและตะวันตกของประเทศไทยและในบริเวณชายแดนไทย-พม่า รวมทั้งนักวิชาการจากหลายสถาบันการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ และสร้างแผนที่ความเสี่ยงภัยของแผ่นดินไหวขึ้นมาหลายชุด ผลการศึกษาวิเคราะห์ได้ชี้ว่า บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกมิได้ปลอดภัยดังที่เคยเชื่อกัน แต่กลับมีความเสี่ยงภัยอยู่ในระดับปานกลาง (เป็นหนึ่งใน วานิชชัย, 2538) และเชื่อว่าขนาดแผ่นดินไหวที่มีศูนย์กลางในประเทศ ระดับ 5-6 ริกเตอร์ จะเกิดขึ้นประมาณ 6-8 ปีต่อครั้ง (สุมาลี ประจวบ, 2538)

ตาราง 6.1 ค่าความถี่ของการเกิดแผ่นดินไหวที่ระดับความรุนแรงต่างๆทั่วโลกในรอบปี (USGS)

ความรุนแรง	มาตราริกเตอร์	ความถี่เฉลี่ยในรอบ 1 ปี
รุนแรงมาก	ตั้งแต่ 8 ขึ้นไป	1*
รุนแรง	7-7.9	17**
หนัก	6-6.9	134**
ปานกลาง	5-5.9	1,319**
เบา	4-4.9	ประมาณ 13,000
เล็กน้อย	3-3.9	ประมาณ 130,000
เล็กน้อยมาก	2-2.9	ประมาณ 1,300,000

\* จากข้อมูลแผ่นดินไหว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1900 \*\* จากข้อมูลแผ่นดินไหว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990

จากข้อมูลเชิงสถิติของการเกิดแผ่นดินไหวทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1900 ของ U.S. Geological Survey ทำให้เราทราบว่าโลกเรามีการขยับหรือเคลื่อนตัวของชั้นเปลือกโลกเพื่อปลดปล่อยพลังงานที่สะสมบริเวณชั้นเปลือกโลกอยู่ตลอดเวลา อาจจะมีมากถึง 1,400,000 ครั้งต่อปี ด้วยความรุนแรงในระดับต่างๆกัน ซึ่งในขณะนี้เรายังไม่มีเทคโนโลยีที่สามารถทราบล่วงหน้าว่าแผ่นดินไหวระดับความรุนแรงจะเกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไร และอย่างไร ดังนั้นแผ่นดินไหวเป็นมหันตภัยอันตรายที่คุกคามเข้ามาโดยไม่มีการแจ้งเตือนล่วงหน้า ให้เราหลบหนีออกจากบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวได้ทัน ประกอบประชาชนโดยทั่วไปยังไม่มีความรู้ความเข้าใจในภัยแผ่นดินไหวและธรณีพิบัติภัยอื่นๆที่ตามมาจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว จึงมักทำให้ตัวเลขความเสียหายทั้งในด้านชีวิตและทรัพย์สินสูงเมื่อเทียบกับมหันตภัยด้านอื่นๆ เพราะฉะนั้น การเตรียมความพร้อมในการรับสถานการณ์แผ่นดินไหว โดยศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนหรือวิธีการในการป้องกันและปฏิบัติตัวเมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการรักษาชีวิตและทรัพย์สินของผู้ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงธรณีพิบัติภัยนี้

ในทางปฏิบัติเราอาจจะแบ่งขั้นตอน แนวทาง หรือวิธีการในการป้องกันและปฏิบัติตัวเมื่อเกิดแผ่นดินไหว สำหรับในพื้นที่บริเวณที่คาดว่าจะเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ได้ ออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ดังต่อไปนี้ (1) ก่อนการเกิดแผ่นดินไหว (2) ระหว่างเกิดแผ่นดินไหว และ (3) หลังเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งในแต่ละขั้นตอนล้วนแต่มีความสำคัญในการรักษาชีวิตและทรัพย์สินของผู้ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย

### 6.6.1.1 การปฏิบัติตัวและเตรียมการก่อนเกิดแผ่นดินไหว

ในขั้นตอนนี้ ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญในการรักษาชีวิตและทรัพย์สิน เพราะเป็นการเตรียมตัว และสร้างความพร้อมเพื่อรองรับสถานการณ์แผ่นดินไหวที่จะเกิดขึ้น เป็นการป้องกันหรือบรรเทาภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว และพอสรุปเป็นข้อๆได้ดังต่อไปนี้

- (1) ศึกษาแนวทางในการป้องกันและปฏิบัติตน เพื่อเตรียมตัวให้พร้อมกับการเผชิญหน้ากับแผ่นดินไหว
  - ทำการศึกษาหาความรู้เพื่อการความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพธรณีวิทยาและแผ่นดินไหวในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง
  - ศึกษาการใช้เครื่องมือดับเพลิงและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น เพราะภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว มักมีเหตุเพลิงไหม้และผู้ได้รับบาดเจ็บตามมาเสมอ จากการศึกษาพบว่า ถึงดับเพลิงหรือเครื่องมือดับเพลิงอื่นๆ ที่มีใช้ในประเทศไทย (รูป 6.16) มีความหลากหลายรูปแบบและยากต่อการใช้งานเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จริง ดังนั้นประชาชนในบ้านหรือในพื้นที่จะต้องมีการหมั่นฝึกและทดลองใช้ปฏิบัติงานหลายๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญในการใช้งาน



รูป 6.16 ตัวอย่างอุปกรณ์ดับเพลิงสำหรับใช้ภายในบ้านหรืออาคาร ที่มีหลากหลายรูปแบบและการใช้งาน ที่จัดจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดในประเทศ

- ทำการซักซ้อมแผนการปฏิบัติตนขณะเกิดแผ่นดินไหว และศึกษาเส้นทางหนีภัย หากเกิดแผ่นดินไหวไว้ล่วงหน้า
- (2) เตรียมอุปกรณ์สื่อสาร วิทยุ อาหาร ยารักษาโรค อุปกรณ์ปฐมพยาบาล และสิ่งของที่จำเป็นในการดำรงชีพ (ประมาณ 3-4 วัน สำหรับสมาชิกทุกคน) และต้องบอกให้สมาชิกทุกคนทราบว่าเก็บไว้ที่ใด เพื่อให้ทุกคนสามารถนำไปใช้ได้หลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว หากสมาชิกในครอบครัวมีโรคประจำตัว ควรมียารักษาโรคเตรียมไว้ด้วย
- อุปกรณ์และสิ่งของที่จำเป็นที่ควรเตรียมไว้สำหรับเหตุการณ์แผ่นดินไหว
- ของมีค่าต่างๆ เช่น เงินสด เอกสารสิทธิ สมุดเงินฝาก บัตรประชาชน บัตรประกันสุขภาพ
  - อาหารฉุกเฉิน ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปที่ไม่จำเป็นต้องอุ่นหรือปรุงโดยใช้ไฟ เช่น ขนมปั่นบิสกิต อาหารกระป๋อง น้ำดื่ม โดยควรเตรียมเพื่อไว้สำหรับระยะเวลาประมาณ 3-4 วัน ให้เพียงพอสำหรับสมาชิกทุกคนในครอบครัว หากสมาชิกในครอบครัวมีเด็กทารกอยู่ด้วย อย่าลืมเตรียมอาหารสำหรับเด็กทารกด้วย
  - ยารักษาโรค และอุปกรณ์ปฐมพยาบาล เช่น ยารักษาโรคประจำตัว ยาหยอดตา ยาใส่แผล ผ้าพันแผล พลาสเตอร์ปิดแผล
  - เสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม เสื้อแจ็กเก็ต ชุดชั้นใน ผ้าขนหนู ผ้าอนามัย ผ้าอ้อมเด็ก กระดาษชำระ
  - อุปกรณ์สื่อสาร โทรศัพท์มือถือ วิทยุทรานซิสเตอร์ และถ่านสำรองหลายๆก้อน
  - อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต เช่น มีดพก กรรไกร ไฟฉายพร้อมถ่านสำรอง เทียน ไฟแช็ก ไม้ขีดไฟ





รูป 6.17 ตัวอย่างอาหารฉุกเฉินที่จัดแสดงในงานนิทรรศการที่จัดแสดง ณ เมืองชิสุโอกะ ในประเทศญี่ปุ่น ที่แนะนำให้ประชาชนจัดเตรียมไว้สำหรับรับมือกับเหตุการณ์แผ่นดินไหว ปริมาณตัวอย่างอาหารฉุกเฉินที่จัดแสดง สำหรับครอบครัวที่มีสมาชิกประมาณ 3-4 คน และเพียงพอที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้ 3-4 วัน



รูป 6.18 ตัวอย่างอุปกรณ์ปฐมพยาบาล ยารักษาโรค เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม วิทยุทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ที่จัดแสดงในงานนิทรรศการที่จัดแสดง ณ เมืองชิสุโอกะ ในประเทศญี่ปุ่น ที่แนะนำให้ประชาชนจัดเตรียมไว้สำหรับรับมือกับเหตุการณ์แผ่นดินไหว

- (3) ควรมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ดับเพลิงไว้ในบ้าน เพราะหลังการเกิดแผ่นดินไหว มักมีเพลิงไหม้ตามมาเสมอ
- (4) ควรทราบตำแหน่งของวาล์วปิดน้ำ วาล์วปิดก๊าซ สะพานไฟฟ้า สำหรับปิดน้ำ ปิดก๊าซ และตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อป้องกันไฟไหม้
- (5) อย่าวางสิ่งของหนัก สิ่งของอันตราย ไว้บนชั้นสูง เพราะเมื่อเกิดแผ่นดินไหวอาจปลัดตกลงมาเป็นอันตราย
- (6) ควรผูกและยึดตู้ ชั้นวางของ และเครื่องใช้หนักๆ เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น โดยยึดให้แน่นกับพื้นหรือผนังบ้านด้วยอุปกรณ์เฉพาะทาง



รูป 6.19 ตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับยึดตู้และเครื่องใช้ภายในบ้านหรืออาคาร ที่จัดแสดงในงานนิทรรศการที่จัดแสดง ณ เมืองชิสุโอกะ ในประเทศญี่ปุ่น สำหรับรับมือกับเหตุการณ์แผ่นดินไหว

- (7) ศึกษาและวางแผน เรื่องเส้นทางหนีภัย และจุดนัดหมายที่ปลอดภัย ในกรณีเกิดการพลัดหลง
- (8) ในกรณีที่ บ้าน ที่อยู่อาศัย หรืออาคารก่อสร้างเดิมไม่ได้เป็นไปตามข้อกำหนด สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวให้ปรับปรุงให้ได้ตามข้อกำหนด
- (9) ในกรณีที่สร้างบ้าน ที่อยู่อาศัย หรืออาคารก่อสร้างใหม่ ให้ก่อสร้างเป็นไปตามข้อกำหนด สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว





รูป 6.20 ตัวอย่างการยึดตู้เย็นขนาดใหญ่กับผนังบ้านหรืออาคารด้วยอุปกรณ์เฉพาะทาง เพื่อป้องกันไม่ให้ล้มเสียหายและก่อให้เกิดอันตราย เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว



รูป 6.21 ตัวอย่างการยึดตู้หรือชั้นกับผนังบ้านหรืออาคารด้วยอุปกรณ์เฉพาะทาง เพื่อป้องกันไม่ให้ล้มเสียหายและก่อให้เกิดอันตราย เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว

- (10) หลายครั้งที่เกิดเหตุการณ์ดินหรือหินถล่ม เนื่องจากแผ่นดินไหว ดังนั้น บ้าน ที่อยู่อาศัยหรืออาคารก่อสร้างเดิม ที่สร้างอยู่ในพื้นที่ใกล้เชิงเขาที่เสี่ยงต่อการเกิดดินหรือหินถล่ม ควรหาทางป้องกันปัญหาดินหรือหินถล่มไว้ก่อน และการสร้างบ้านหรืออาคารก่อสร้างใหม่ ควรเลี่ยงที่จะสร้างในบริเวณพื้นที่ใกล้เชิงเขาที่เสี่ยงต่อกับดินหรือหินถล่มด้วย
- (11) การเดินทางไปพักตามสถานที่ที่ท่านไม่คุ้นเคย ท่านควรสำรวจหรือสอบถามข้อมูลและเส้นทางหลบภัยจากเจ้าของสถานที่หรือบุคคลที่คุ้นเคยกับสถานที่นั้นไว้ล่วงหน้า เพราะหากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว ท่านจะทราบเส้นทางหลบภัยและข้อควรระวังอื่นๆ และทำให้ท่านสามารถหลบออกมาได้อย่างปลอดภัย

### 6.2.1.2 การปฏิบัติตัวระหว่างเกิดแผ่นดินไหว

ในขั้นตอนนี้ ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการรักษาชีวิตของผู้ประสบภัยแผ่นดินไหว เพราะเป็นช่วงที่มีอันตรายมากที่สุด และผู้ประสบภัยมักอยู่ในสภาวะที่ตื่นตระหนกและไม่สามารถควบคุมตนเองได้ แม้ว่าจะมีการเตรียมตัวและสร้างความพร้อมเพื่อรองรับสถานการณ์แผ่นดินไหวที่จะเกิดขึ้นไว้แล้ว แต่หากผู้ประสบภัยไม่สามารถควบคุมตนเองและปฏิบัติตามแนวทางการป้องกันหรือบรรเทาภัยพิบัติได้ สิ่งที่ได้เตรียมมาก็เท่ากับสูญเปล่า สำหรับขั้นตอนหรือแนวทางในการปฏิบัติตนขณะเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว อาจจะสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังต่อไปนี้

- (1) พยายามควบคุมสติ และอย่าตื่นตกใจ แม้ว่าจะทำได้ยาก แต่ก็ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดในขณะนั้น
- (2) ถ้าท่านอยู่ในบ้านก็ให้อยู่ในบ้าน ถ้าอยู่นอกบ้านก็ให้อยู่นอกบ้าน เพราะจากตัวเลขสถิติพบว่า ผู้ประสบภัยส่วนใหญ่จะได้รับบาดเจ็บขณะวิ่งเข้าออกจากบ้าน
- (3) ถ้าท่านอยู่ในบ้านหรือตัวอาคาร และยังสามารถเปิดประตูหน้าต่างได้ทัน ควรรีบกระทำโดยด่วน เพราะบางครั้งเมื่อเกิดแผ่นดินไหว อาจจะทำให้วงกบของประตูหรือหน้าต่าง เกิดการบิดเบี้ยวจนไม่สามารถเปิดออกได้
- (4) ถ้าท่านยังสามารถปิดน้ำ ปิดก๊าซ และตัดกระแสไฟฟ้าได้ ควรรีบกระทำ เพื่อป้องกันเหตุเพลิงไหม้ ทั้งในขณะที่เกิดและหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว
- (5) พยายามหาที่หลบภัยที่ใกล้ตัวที่สุด และพยายามมองหาทางหนีให้พร้อมอยู่เสมอ รอจนกระทั่งแผ่นดินไหวหยุดนิ่ง จึงค่อยเดินทางไปยังจุดนัดหมาย หรือจุดปลอดภัย
- (6) ถ้าท่านอยู่ในบ้านให้หมอบอยู่ในส่วนของบ้านที่มีโครงสร้างแข็งแรงที่สามารถรับน้ำหนักได้มาก และให้หลบอยู่ใต้โต๊ะหรือเตียงที่สามารถรับน้ำหนักได้มาก
- (7) ถ้าท่านอยู่ในตึกหรืออาคารสูง ควรตั้งสติให้มั่น และรีบออกจากตัวอาคารโดยเร็ว และห้ามใช้ลิฟต์ขณะเกิดแผ่นดินไหวโดยเด็ดขาด
- (8) อย่าใช้จุดไฟ หรือทำให้เกิดประกายไฟใดๆ ภายในห้อง เช่น การเปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพราะอาจมีก๊าซรั่วอยู่ โดยที่ท่านไม่ทราบ
- (9) ถ้าท่านอยู่ในที่โล่งแจ้ง ให้อยู่ห่างจากตัวอาคาร สิ่งก่อสร้าง เสาไฟฟ้า และสิ่งที่ย้อยแขวนต่างๆ ที่อาจจะพังทลายลงมาได้ เพราะที่ที่ปลอดภัยที่สุด คือ ที่โล่งแจ้ง
- (10) ถ้าท่านกำลังขับรถอยู่ ให้หยุดรถและนั่งอยู่ภายในตัวรถ รอจนกระทั่ง แผ่นดินไหวหยุด
- (11) ถ้าท่านอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของภาคใต้ ให้อยู่ห่างจากชายฝั่ง เพราะหลายครั้งที่เกิดแผ่นดินไหว อาจเกิดคลื่นสึนามิขนาดใหญ่ซัดเข้าหาฝั่งได้





รูป 6.22 คลื่นสึนามิที่ซัดเข้ากระทบจังหวัดชายฝั่งด้านตะวันตกของภาคใต้ ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาด 9.0 ริกเตอร์ ณ พื้นที่มหาสมุทรใกล้ๆ บริเวณหัวเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547

- (12) ถ้าท่านอยู่บริเวณเชิงเขา ที่มีเหตุการณ์ดินและหินถล่มอยู่บ่อยๆ อย่างเช่น บริเวณพื้นที่ภูเขาสูงของจังหวัดภูเก็ต ให้อยู่ห่างจากบริเวณเชิงเขา เพราะหลายครั้งที่การเกิดแผ่นดินไหว อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดดินและหินถล่มตามมาได้



รูป 6.23 ตัวอย่างเหตุการณ์ดินถล่มที่เมือง ลา คอนชิตา รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา  
เมื่อ ค.ศ. 1995



### 6.2.1.3 การปฏิบัติตัวหลังการเกิดแผ่นดินไหว

สำหรับขั้นตอนหรือแนวทางในการปฏิบัติตนหลังการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว อาจจะสรุปเป็นข้อๆได้ดังต่อไปนี้

- (1) ควรตรวจสอบสภาพร่างกายตัวเองและคนข้างเคียงว่าได้รับบาดเจ็บหรือไม่ และหากได้รับบาดเจ็บให้รีบทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นก่อน
- (2) ควรสวมรองเท้าหุ้มส้นเสมอ เพราะอาจมีเศษแก้ว หรือวัสดุแหลมคมอื่นๆ
- (3) ตรวจสอบภายในห้องว่ามีก๊าซรั่วหรือไม่ ด้วยการดมกลิ่นเท่านั้น ถ้าได้กลิ่นให้เปิดประตูหน้าต่างทุกบานด้วยความระมัดระวัง เพื่อระบายอากาศหรือก๊าซ
- (4) ตรวจสอบสายไฟ ท่อน้ำ ท่อก๊าซ ถ้ามีก๊าซรั่วให้ปิดวาล์วถึงก๊าซ ยกสะพานไฟ และไม่จุดไฟหรือก่อให้เกิดประกายไฟใดๆ
- (5) ควรรีบออกจากตัวอาคารที่เสียหายทันที เพราะหากเกิดแผ่นดินไหวตามมา อาคารและโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงอาจจะพังทลายลงมาได้
- (6) นำอุปกรณ์สื่อสาร วิทยุ อาหาร ยารักษาโรค และสิ่งของที่จำเป็นในการดำรงชีพที่เตรียมไว้ติดตัวไปกับท่านด้วย
- (7) พยายามออกจากบริเวณที่มีอันตราย เช่น บริเวณที่มีสายไฟขาดและวัสดุสายไฟพาดถึง หรือบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการพังทลายของสิ่งก่อสร้าง
- (8) พยายามเดินทางไปยังจุดนัดหมาย หรือจุดปลอดภัยโดยเร็ว โดยการเดินทางให้พยายามใช้วิธีเดินเท้าเท่านั้น เพราะหลายครั้ง ในการเดินทางโดยใช้รถยนต์ในช่วงเวลาเช่นนี้ อาจทำให้เกิดการจราจรติดขัด หรือขัดขวางการปฏิบัติการเพื่อช่วยเหลือผู้ที่ได้รับบาดเจ็บและอันตราย หรือขัดขวางการปฏิบัติการเพื่อดับเพลิงไหม้ของเจ้าหน้าที่
- (9) เปิดวิทยุเพื่อรับฟังข่าวสารและคำแนะนำจากหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานที่ให้ความช่วยเหลือ และใช้โทรศัพท์เท่าที่มีความจำเป็นจริงๆ
- (10) ให้หลบอยู่ที่จุดนัดหมายหรือจุดปลอดภัย รอจนกระทั่งได้รับประกาศแจ้งว่าปลอดภัย และสามารถเดินทางกลับได้
- (11) ตัวบ้านเรือน อาคาร และสิ่งก่อสร้างของท่านอาจได้รับความเสียหายและไม่แข็งแรง จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและเพลิงไหม้ การจะเข้าไปยังพื้นที่ดังกล่าวต้องได้รับการอนุญาต และผ่านการรับรองก่อน เพื่อความปลอดภัยของตัวท่านเอง
- (12) ในบางพื้นที่อาจถูกกำหนดเป็นพื้นที่อันตราย เนื่องจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่รบกวนสมดุลของโครงสร้างชั้นหิน แล้วทำให้เกิดธรณีพิบัติภัยด้านอื่นๆ ตามมาตลอดอีกหลายๆสัปดาห์อยู่บ่อยๆ เช่นการเกิดดินหรือหินถล่ม (เช่นจังหวัดภูเก็ต)

และการเกิดหลุมยุบ (เช่นจังหวัดตรังและจังหวัดสตูล) ดังนั้นควรที่จะหลีกเลี่ยงในการเข้าไปยังพื้นที่ดังกล่าว การจะเข้าไปยังพื้นที่ดังกล่าวต้องได้รับการอนุญาตและผ่านการรับรองก่อน เพื่อความปลอดภัยของท่านเอง

- (13) เมื่อสถานการณ์เข้าสู่ภาวะปกติแล้ว ควรให้แพทย์ทำการตรวจเช็คร่างกายของท่าน หากพบว่าอาการผิดปกติจะได้รับการรักษาอย่างทันที่

## 6.2.2 ระบบเตือนภัยสึนามิและแผนบรรเทาภัยสึนามิสำหรับประเทศไทย

ระบบเตือนภัยสึนามิที่มีประสิทธิภาพจะสามารถช่วยลดและบรรเทาภัยจากสึนามิได้ แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยวิธีการที่หลากหลายอันประกอบด้วยหลักสำคัญ 4 ประการคือ

- ก) การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเตือนภัยแก่ประชาชน ว่าการเตือนภัยหมายถึงอะไร และเมื่อมีการเตือนภัยควรปฏิบัติตัวอย่างไร (Warning guidance)
- ข) การประเมินอันตรายและความเสี่ยงของพื้นที่ (Hazard and risk assessment) การจัดทำแผนที่อันตราย แผนที่เสี่ยงภัย แผนที่หนีภัย เส้นทางหนีภัย และกำหนดพื้นที่ปลอดภัยและจุดหลบภัยสึนามิ
- ค) การเตรียมพร้อมต่อภัยพิบัติ (Preparedness) ประชาชนควรมีความพร้อมและมีสติในกรณีที่มีพิบัติภัยเกิดขึ้น และ
- ง) การให้การศึกษาและความรู้เกี่ยวกับพิบัติภัยต่างๆรวมทั้งแผ่นดินไหวและสึนามิ

### 6.2.2.1 หน่วยงานในระดับท้องถิ่น

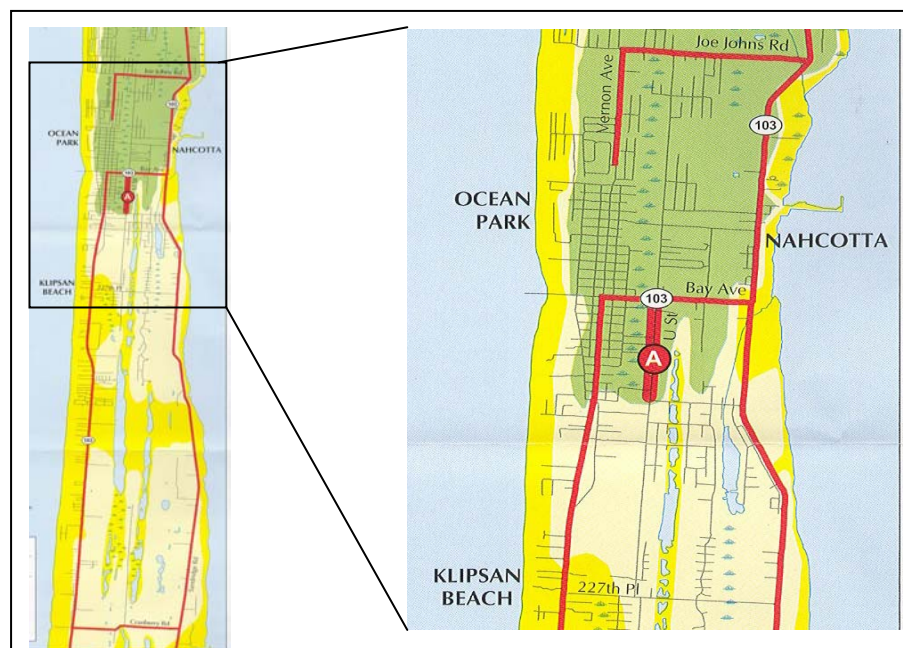
สำหรับหน่วยงานระดับท้องถิ่นควรจัดให้มีโปรแกรมบรรเทาภัย (mitigation program) ซึ่งประกอบด้วย 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

- ก) การให้ความรู้เกี่ยวกับสึนามิ การเกิด ภัยที่เกิดจากสึนามิให้กับประชาชนทั่วไป โดยเฉพาะประชาชนที่อาศัยบริเวณชายฝั่ง เจ้าหน้าที่ของรัฐบาลและเจ้าหน้าที่ในชุมชน ครู อาจารย์ สื่อมวลชนแขนงต่างๆ ผู้มีอำนาจในทางการเมืองและออกกฎหมายทั้งระดับประเทศ และระดับท้องถิ่น และนักท่องเที่ยว โดยที่อาจจัดให้อยู่ในรูปของการสอนในห้องเรียน การสัมมนา ประชุม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การออกอากาศทางสื่อต่างๆ หรืออยู่ในรูปของข้อมูลเผยแพร่ เช่นเอกสารความรู้ หนังสือ คู่มือ เอกสารประกอบการสอน วีดิโอ โปสเตอร์ รูปภาพ และสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ
- ข) การเตรียมพร้อมกรณีเกิดภัยพิบัติ ในรูปแบบของการฝึกอบรมการปฏิบัติตนกรณีเกิดแผ่นดินไหว และสึนามิ การซ้อมหนีภัย ซึ่งประชาชนที่มีความพร้อมและมีการตื่นตัว

เกี่ยวกับพิบัติภัยจะรู้โดยทันทีว่าควรปฏิบัติตนอย่างไร ในกรณีที่มีพิบัติภัยและมีการประกาศเตือนภัยสึนามิ ซึ่งทำให้รอดชีวิตและสามารถช่วยชีวิตผู้อื่นได้ และ

- ค) การหนีภัยสึนามิที่จำเป็นต้องมีและคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เช่นการหนีภัยควรทำให้เป็นนิสัย การฝึกซ้อมและการเรียนรู้ตั้งแต่ยังเด็กและควรจัดให้มีการสอนเกี่ยวกับการหนีภัยในโรงเรียน ควรมีการซ้อมและจับเวลาที่ใช้ในการหนีจากที่ทำงานหรือที่บ้านไปตามเส้นทางหนีภัย (รูป 6.24) ไปยังพื้นที่ที่ปลอดภัย เพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลที่จะช่วยในการหนีภัยในกรณีเกิดเหตุการณ์จริง แผนที่หนีภัยควรประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น และดูง่าย เข้าใจง่าย ในการทำแผนที่หนีภัย ควรให้ประชาชนในพื้นที่มีส่วนร่วม และรับรู้ เพื่อที่จะช่วยให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญและให้มีการตื่นตัว

ในกรณีที่พื้นที่ปลอดภัยที่จัดให้เป็นอาคารสูงหรือพื้นที่สูงที่ใช้หลบภัย ควรมีการคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ปลอดภัยว่าเพียงพอต่อจำนวนประชากรในพื้นที่หรือไม่ และสื่อมวลชนควรให้ความร่วมมือจากในการซักซ้อมการหนีภัย และควรมีการคำนึงถึงการหนีภัยของผู้พิการ คนชรา เด็กเล็ก และสัตว์เลี้ยงในพื้นที่ อาจจัดให้มีกลุ่มอาสาสมัครที่คอยช่วยเหลือคนเหล่านี้ในกรณีฉุกเฉิน



รูป 6.24 ตัวอย่างแผนที่หนีภัย (Evacuation Map) บริเวณ Ocean Park ของ Pacific County รัฐ Washington ประเทศสหรัฐอเมริกา พื้นที่สีเหลืองคือพื้นที่อันตรายจากสึนามิ น้ำท่วมสูง พื้นที่สีเหลืองอ่อนคือพื้นที่อันตรายจากสึนามิ ความสูงของน้ำไม่มาก พื้นที่สีเขียวคือพื้นที่ปลอดภัย เป็นพื้นที่สูง เส้นสีแดงคือเส้นทางหนีภัย (ในกรณีนี้ฝัซถนนเป็นเส้นทางหนีภัย) จุด A คือบริเวณที่ใช้หลบภัย

### 6.2.2.2 ระดับประเทศ

การเตือนภัยและการบรรเทาภัยสึนามิในระดับประเทศอาจแบ่งได้เป็น 4 ด้านหลักๆ โดยกล่าวตามลำดับความสำคัญ ความเป็นไปได้และความเหมาะสมต่อประเทศไทยดังนี้

- ก) การให้การศึกษา จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบเตือนภัยสึนามิ เพราะการมีสถานีตรวจวัดระดับน้ำ และทุ่นตรวจจับสึนามิ จะไม่สามารถช่วยชีวิตคนได้ถ้าประชาชนไม่ทราบว่าควรปฏิบัติตนอย่างไรเมื่อเกิดสึนามิ หรือเมื่อมีการเตือนภัยสึนามิ และเป็นเรื่องที่ยังเป็นที่ยิ่งที่ประชาชนควรทราบว่าจะสามารถได้รับข่าวสารอย่างไรในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน
- ข) ความรู้และประสบการณ์สามารถช่วยชีวิตและลดจำนวนผู้เสียชีวิตได้ ดังตัวอย่างที่เห็นได้จากเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยคลื่นยักษ์สึนามิในวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เช่น เกาะสิมูเล (Simulae Island) ประเทศอินโดนีเซียซึ่งมีจำนวนผู้เสียชีวิตเพียง 6 คน จากจำนวนประชากรทั้งหมดกว่า 74,000 คน เนื่องจากประชาชนบนเกาะนี้มีประสบการณ์เกี่ยวกับสึนามิในอดีต หรือกรณีชาวออร์แกนซึ่งอาศัยอยู่บนหมู่เกาะสุรินทร์ ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิตจากคลื่นสึนามิ เนื่องจากชนกลุ่มนี้ได้รับสืบทอดความรู้เรื่องภัยสึนามิมาจากบรรพบุรุษ นอกจากนั้นจากข่าวเด็กหญิงชาวอังกฤษ ชื่อ Tilly Smith ซึ่งสามารถช่วยชีวิตนักท่องเที่ยวคนอื่นๆ อีกหลายคนที่อยู่บนหาดได้ โดยการบอกให้ทุกคนรีบขึ้นฝั่งวิ่งหลังจากที่เธอสังเกตเห็นปรากฏการณ์น้ำทะเลลดลง(draw down effect) อย่างผิดปกติ ซึ่งเด็กหญิงจำได้จากวิชาที่เรียนที่โรงเรียนว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวสัมพันธ์กับสึนามิและคลื่นสึนามิกำลังจะเข้ามาในไม่ช้า
- ค) ควรมีการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนในทุกระดับชั้นเริ่มตั้งแต่ประถม เพื่อให้เด็กได้รู้จักภัยพิบัติธรรมชาติ ผลกระทบจากภัยพิบัติ การหนีภัย การป้องกัน การบรรเทาภัย แนวทางหรือวิธีปฏิบัติตนในขณะที่เกิดภัยพิบัติ ในระดับที่สูงขึ้นอาจรวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนฉุกเฉิน (emergency planning) และการวางแผนการใช้ที่ดิน (land use planning) และ
- ง) ทั้งนี้รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรจัดให้มีเงินทุนสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแผ่นดินไหวและสึนามิในประเทศไทยให้มากขึ้น และส่งเสริมให้มีการผลิตสื่อต่างๆที่เป็นข้อมูลเผยแพร่เกี่ยวกับสึนามิและพิบัติภัย เช่นเอกสารความรู้ หนังสือ คู่มือ เอกสารประกอบการสอน วีดีโอ โปสเตอร์ รูปภาพ และสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ



### 6.2.2.3 เพิ่มสถานีตรวจวัดระดับน้ำทะเลให้ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน

สถานีตรวจวัดระดับน้ำ (water-level gauges) สามารถบอกถึงการเกิดคลื่นสึนามิได้ โดยจะสังเกตเห็นได้จากกราฟระดับน้ำว่าลดลงหรือสูงขึ้นกว่าปกติอย่างเห็นได้ชัดเจน ยกตัวอย่างเช่นกรณีเหตุการณ์คลื่นสึนามิในวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ที่ระดับน้ำลดลงและสูงขึ้นอย่างมากกว่าปกติ ส่วนในกรณีการเกิด after shock ในวันที่ 28 มีนาคม 2548 ระดับน้ำเพิ่มขึ้นเพียง 4-5 เซนติเมตร และในกรณีที่มีการเตือนภัยสึนามิในวันที่ 24 กรกฎาคม 2548 พบว่าระดับน้ำเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จะเห็นได้ว่าข้อมูลระดับน้ำสามารถเป็นตัวยืนยันการเกิดสึนามิได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับหุ่นสึนามิ ถ้าเป็นชนิดที่เก็บข้อมูลโดยระบบดิจิทัล (digital sensor) ซึ่งมีราคาประมาณ 100,000 บาท ถ้าเป็นระบบอะนาล็อกราคาจะต่ำกว่านั้น สถานีตรวจวัดระดับน้ำมีบทบาทที่สำคัญในการบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่ผิดปกติ อันมีสาเหตุมาจากคลื่นสึนามิ ณ ปัจจุบันกรมยุทธศาสตร์ทหารเรือมีสถานีตรวจวัดระดับน้ำในชายฝั่งอันดามันเพียงสามแห่ง ประกอบด้วยสถานีเกาะตะรุเตา สถานีตะเภาน้อย จ. ภูเก็ต และสถานีเกาะเมียง หมู่เกาะสิมิลัน ซึ่งมีเพียงสถานีเดียวคือ สถานีเกาะเมียงที่เป็นระบบดิจิทัล สามารถส่งข้อมูลมายังส่วนกลางได้ทันที จะเห็นได้ว่าจำนวนสถานีตรวจวัดระดับน้ำที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอต่อการเฝ้าระวังเตือนภัยสึนามิในชายฝั่งทะเลอันดามันที่มีประสิทธิภาพ ควรจัดให้มีการติดตั้งสถานีตรวจวัดระดับน้ำเพิ่มขึ้นอย่างเร่งด่วน และให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น และควรมีการเปลี่ยนสถานีตรวจวัดระดับน้ำที่ใช้ให้เป็นระบบดิจิทัลให้หมดเพื่อความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูลและสามารถเตือนภัยได้ทัน ทั้งนี้จากการปรึกษากับกรมอุทกศาสตร์ทราบว่า มีโครงการติดตั้งสถานีตรวจวัดระดับน้ำเพิ่มเป็น 9 สถานี โดยจะเพิ่มสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิทัลในบริเวณชายฝั่งต่อไปนี้ ระนอง กระบุรี กันตัง ตรัง เกาะนอกสุดของหมู่เกาะสุรินทร์ เกาะลิคาน้อย และจะทำการเปลี่ยนสถานีที่เป็นอนาล็อกให้เป็นสถานีดิจิทัลด้วย นอกจากนี้ควรมีการร่วมมือระหว่างประเทศในการใช้ข้อมูลระดับน้ำร่วมกัน เช่น กับประเทศอินเดีย พม่า และอินโดนีเซีย

### 6.2.2.4 การเพิ่มสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหว (Seismograph stations)

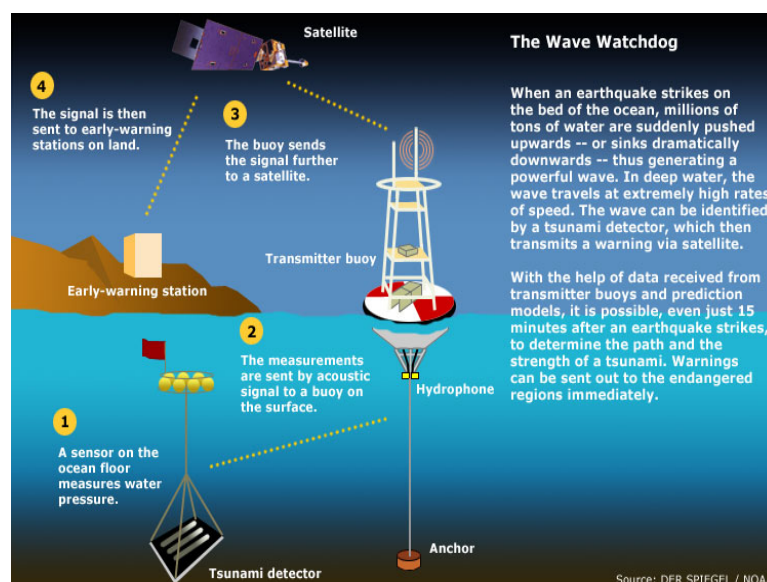
การจัดตั้งสถานีวัดแผ่นดินไหวก็เพื่อ 1) ทำหน้าที่เป็นศูนย์เตือนภัยแผ่นดินไหวและสึนามิในระดับภูมิภาคและระดับท้องถิ่น 2) กำหนดแผ่นดินไหว ในกรณีที่มีเหตุแผ่นดินไหวในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง มีหน้าที่ในการคำนวณหาที่มาของแหล่ง (Source Parameter) เพื่อหาตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว ระดับความลึกของศูนย์กลางแผ่นดินไหว เวลาที่เกิด และระดับความรุนแรงภายในเวลาอันรวดเร็ว

ในกรณีที่แผ่นดินไหวมีจุดศูนย์กลางในทะเล และเกิดที่ระดับความลึกไม่มากจากผิวโลก ศูนย์เหล่านี้มีหน้าที่ในการคำนวณความสูงของคลื่นสึนามิที่จะเกิดในพื้นที่ชายฝั่ง และมีหน้าที่ให้ข้อมูล

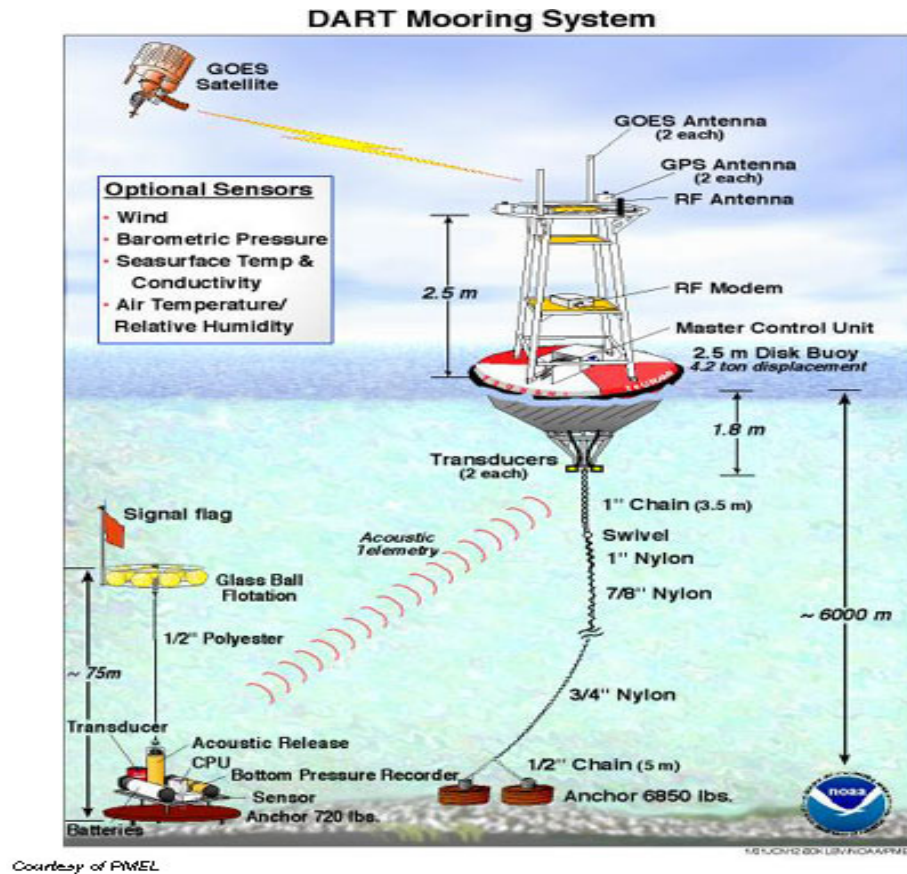
และกระจายข่าวการเตือนภัยสึนามิ (Tsunami Warning) และระวังภัยสึนามิ (Tsunami Watching) ซึ่งขึ้นกับระดับความรุนแรงและความเร็วของคลื่นสึนามิที่คาดว่าจะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการให้ข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับแผ่นดินไหวและสึนามิแก่ประชาชนและบุคคลที่สนใจ

#### 6.2.2.5 การติดตั้งทุ่นตรวจจับสึนามิ (DART Buoys)

ในกรณีที่มีเงินงบประมาณพอเพียง ทุ่นตรวจจับสึนามิ (Tsunameters หรือ Deep-Ocean Assessment and Reporting of Tsunami หรือที่เรียกสั้นๆว่า DART Buoy หรือ Tsunami Buoy) ทุ่นตรวจจับสึนามินี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยนักวิทยาศาสตร์ของ NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ของสหรัฐอเมริกา และได้มีการติดตั้งและนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบเตือนภัยสึนามิมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งแต่ ค.ศ. 2001 (พ.ศ. 2544) โดยมีลักษณะเป็นเครือข่ายของระบบตรวจวัดในทะเลที่ประกอบด้วย ทุ่นลอยน้ำ ส่วนบันทึกข้อมูลความดันพื้นสมุทร (deep sea sensor) หลักการทำงานของเครื่องคือ deep sea sensor จะส่งสัญญาณเมื่อมีคลื่นสึนามิเคลื่อนที่ผ่าน โดยจะทำการส่งข้อมูลได้ทันทีจากทุ่นลอยน้ำที่ทราบตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่แน่นอนผ่านไปยังสถานีเตือนภัยที่อยู่ใกล้เคียงผ่านระบบดาวเทียม (รูป 6.25) ศูนย์เตือนภัยบนฝั่งจะทำการประมวลผลที่ได้ร่วมกับข้อมูลแผ่นดินไหว และดำเนินการแจ้งเตือนภัยต่อไป รูป 6.26 แสดงให้เห็นส่วนประกอบของทุ่นสึนามิ เครื่องนี้สามารถตรวจจับคลื่นสึนามิได้ถึงขนาดเล็กที่สุดคือ 1 เซนติเมตร ในปัจจุบันมีทุ่นตรวจจับสึนามิเพียง 7 ทุ่นเท่านั้นที่มีการติดตั้งและใช้งานอยู่ โดยมีราคาประมาณ 10 ล้านบาท (250,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ) ต่อเครื่อง และมีค่าบำรุงรักษาประมาณ 2 ล้านบาท (50,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ) ต่อปี



รูป 6.25 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของทุ่นตรวจจับสึนามิ



รูป 6.26 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของทุ่นตรวจจับสึนามิ

### 6.2.3 การเตือนภัยสึนามิ

ในการเตือนภัยสึนามิทุกฝ่ายต้องคำนึงถึงความเป็นจริง ดังนี้

1. การประกาศเตือนภัยมีจุดประสงค์หลักคือการบรรเทาภัยที่อาจมีต่อชีวิตและทรัพย์สิน และการประกาศเตือนภัยเป็นการทำนายโดยอาศัยข้อมูลและหลักการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการคำนวณ ดังนั้นอาจมีความผิดพลาด หรืออาจจะไม่เกิดสึนามิตามที่ประกาศก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น ในอดีตที่ผ่านมา สามในสี่ของประกาศเตือนภัยสึนามิ พบว่าไม่มีสึนามิเกิดขึ้น และมีการยกเลิกการเตือนภัยเหล่านั้นในที่สุด
2. การเตือนภัยและการหนีภัย เป็นขั้นตอนที่ยุ้งยากและก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในทางเศรษฐกิจและสูญเสียทรัพย์สิน ไม่ว่าจะเกิดสึนามิตามที่ทำนายหรือประกาศเตือนหรือไม่ก็ตาม

3. ในแผนเตือนภัยและบรรเทาสาธารณภัยควรมีการรวมเอาหน่วยงาน กรม กระทรวงที่เกี่ยวข้องกับ Emergency Management ในประเทศไทย เช่น กระทรวงต่างๆ จังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน (องค์การบริหารส่วนจังหวัด องค์การบริหารส่วนตำบล) และหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น UN, Red Cross สถานีวิทยุ สถานีโทรทัศน์ มาช่วยในการซักซ้อมและปฏิบัติ

#### 6.2.4 การหนีภัยสึนามิ (Tsunami Evacuation)

ในการหนีภัยสึนามิ (Tsunami Evacuation) ประชาชนและเจ้าหน้าที่ประสานต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆเหล่านี้ด้วยเสมอ ที่สำคัญได้แก่

- Multi-hazard ภัยอื่นที่อาจเกิดร่วมกับสึนามิ เช่น แผ่นดินไหว ดินถล่ม ไฟไหม้ ฯลฯ
- ฤดูท่องเที่ยวและวันหยุดซึ่งจะมีนักท่องเที่ยวและประชาชนจากนอกพื้นที่เข้ามาในบริเวณเป็นจำนวนเพิ่มขึ้น ทำให้อาจเป็นปัญหาต่อการหนีภัย
- ในหลายพื้นที่ถนนอาจใช้เป็นเส้นทางหนีภัยไม่ได้หรือมีความเสี่ยงสูง อาจต้องมีการคิดหาหนทางหนีภัยวิธีอื่น
- บางพื้นที่ไม่มีตึกสูงที่สามารถใช้หลบภัยได้ ควรมีการพิจารณาสร้างหอหลบภัย (vertical evacuation platform)
- ในกรณีที่มีการจำเป็นต้องหลบภัยในพื้นที่ปลอดภัย ควรคำนึงถึงแหล่งน้ำดื่ม น้ำใช้ ความสะอาด และระบบสาธารณสุขปกคของผู้หลบภัยด้วย
- ในกรณีที่เกิดกรณีพิบัติภัย สื่อมวลชนโดยเฉพาะสื่อโทรทัศน์ควรร่วมกันนำเสนอข่าวเตือนภัยและไม่ควรแก่งแย่งกันในการนำเสนอข่าว เพราะจะทำให้ประชาชนเกิดการสับสนได้
- ควรมีการรวมกลุ่มของสมาชิกวิทยุสมัครเล่น เพื่อปฏิบัติหน้าที่ขณะที่เกิดภัยพิบัติเพื่อช่วยกระจายข่าวการเตือนภัย และข่าวสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

#### 6.2.5 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะการเตือนภัยในประเทศไทย

จากเหตุการณ์ประกาศเตือนภัยสึนามิในวันอาทิตย์ที่ 24 กรกฎาคม 2548 ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันโดยศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ ภายหลังจากที่มีแผ่นดินไหวระดับความรุนแรง 7.2 ตามมาตราริกเตอร์ ศูนย์กลางที่หมู่เกาะนิโคบาร์ ทำให้ตั้งข้อสังเกตและมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เจ้าหน้าที่ระดับจังหวัดและท้องถิ่นควรปรับปรุงแผนการหนีภัยสึนามิให้ดีขึ้น
2. ประชาชนควรได้รับความรู้และทราบวิธีการหนีภัยที่ถูกต้องและปลอดภัย ควรมีสติ

- 3.ควรมีการปรับปรุงระบบการสื่อสารในกรณีฉุกเฉินทั้งทางโทรศัพท์และสื่ออื่นๆให้ดีขึ้น
- 4.ควรระบุและให้ความรู้แก่ประชาชนว่าควรรอนานแค่ไหน จึงจะถือว่าปลอดภัย และสามารถกลับบ้านได้ และจะสามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังประชาชนเหล่านี้ได้อย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดการสับสน

### 6.3 สรุป

การให้การศึกษาจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบเตือนภัยสึนามิ เพราะการมีสถานีตรวจวัดระดับน้ำและทุ่นตรวจจับสึนามิจะไม่สามารถช่วยชีวิตคนได้ถ้าประชาชนไม่ทราบว่าควรปฏิบัติตนอย่างไรเมื่อเกิดสึนามิ หรือเมื่อมีการเตือนภัยสึนามิ และเป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วงยิ่งที่ประชาชนควรทราบว่าจะสามารถได้รับข่าวสารอย่างไรในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน รัฐบาลควรส่งเสริมและสนับสนุนการให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับสึนามิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อยู่อาศัยและประกอบอาชีพบริเวณชายฝั่ง ผ่านกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และหน่วยงานของรัฐอื่นๆ รวมถึงสถาบันการศึกษา

ควรให้ขวัญและกำลังใจแก่ผู้ประสบภัยคลื่นยักษ์สึนามิครั้งที่ผ่านมา เพื่อที่คนเหล่านี้จะได้ไม่กลัวเนื่องจากความกลัวจะทำให้พวกเขาไม่มีสติในกรณีที่มีสึนามิเกิดขึ้นในอนาคต

ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ (National Disaster Warning Center) มีหน้าที่โดยตรงในการประกาศเตือนภัยสึนามิและแผ่นดินไหว แต่ในขณะเดียวกันหน่วยงานอื่นๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรมอุทกศาสตร์ หน่วยหรือศูนย์วิจัยในประเทศไทยที่ทำศึกษาและตรวจวัดแผ่นดินไหว ควรมีอำนาจในการประกาศเตือนภัยแผ่นดินไหวและสึนามิด้วย และที่สำคัญที่สุดคือศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติควรประกาศเตือนภัยสึนามิให้เร็วที่สุด

### 6.4 แหล่งข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลที่สำคัญซึ่งผู้สนใจอาจเข้าไปตรวจหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ดังต่อไปนี้

- Dr. Futoshi Nanayama, GSJ (Geological Survey of Japan)
- Dr Brian Atwater, USGS (United States Geological Survey)
- Prof. Ken-ichiro Hisada, Univ. of Tsukuba, Japan (Institute of Geological Sciences)
- Stephanie Fritts, 911 and Emergency Management Coordinator, Pacific County, Washington, USA
- <http://ioc.unesco.org/itsu/>
- <http://www.noaa.gov/>

## บทที่ 7

### บทสรุปและเสนอแนะ

เหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยแผ่นดินไหวและสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ประชาชนคนไทยรวมถึงชาวต่างประเทศต่างตกอยู่ในความทุกข์ระทมกับชะตาของเหยื่อสึนามิ ผลกระทบจากแผ่นดินไหวและสึนามิที่ทำลายชีวิตและทรัพย์สินรวมทั้งความหวังของผู้คนมากมาย หลายประเทศที่อยู่บริเวณทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย ในประเทศไทยพบว่าพื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายอยู่บริเวณ 6 จังหวัดทางด้านฝั่งทะเลอันดามัน อันได้แก่ จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล ผลกระทบที่เกิดจากสึนามิซัดเข้าทำลายชายฝั่งบริเวณรอบมหาสมุทรอินเดีย ส่งผลให้บ้านเรือนที่ปลูกสร้างบริเวณใกล้ชายหาดได้รับความเสียหายอย่างหนักและยากที่จะ ประเมินความเสียหายได้และที่สำคัญที่สุดประชาชนที่อยู่ในบริเวณเหล่านั้นต้องเสียชีวิตและสูญ หายอีกเป็นจำนวนมากถึง 213,762 คน สูญหายอีก 20,730 คน และไร้ที่อยู่อาศัยอีก 2,283,399 คน ในส่วนของผู้สูญเสียชีวิตในประเทศไทยอันได้แก่ประชาชนและนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและ ชาวต่างชาติที่อยู่บริเวณจังหวัดดังกล่าว มีผู้เสียชีวิต 5,395 คน บาดเจ็บ 8,457 คนและสูญหาย 2,995 คน

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับมอบหมายจาก กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการประเมินผลกระทบทางธรณีวิทยาและกายภาพ ในพื้นที่ประสบพิบัติภัยเพื่อการฟื้นฟูสภาพและการเฝ้าระวังเตือนภัย ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้รับมอบหมายให้ดำเนินการศึกษาอย่างเร่งด่วน โดยวัตถุประสงค์หลัก ของโครงการที่ทางภาควิชาธรณีวิทยารับผิดชอบดำเนินการ คือ ศึกษาสาเหตุ วิเคราะห์เพื่อ ประเมินผลกระทบ และโอกาสเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิที่จะส่งผลต่อประเทศไทย

คณะทำงานได้ทำการศึกษาภาคสนามเพื่อสำรวจธรณีวิทยาของพื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหาย ซึ่งผลการประเมินความเสียหายทางกายภาพในพื้นที่ 6 จังหวัดสามารถจัดลำดับความเสียหายจาก มากไปน้อย คือ จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดระนอง จังหวัดกระบี่ จังหวัดตรังและจังหวัดสตูล ความเสียหายสำคัญทางกายภาพได้แก่ ความเสียหายเชิงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการท่วมของน้ำ ทะเลจากสึนามิ การสูญเสียชีวิตชายฝั่งจากการกัดเซาะ การเปลี่ยนสภาพธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่ง ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบการหมุนเวียนตะกอนและกระแสน้ำในระยะยาว การปนเปื้อน จากความเค็มในดิน ตะกอน น้ำพื้นผิวและน้ำใต้ดิน ผลกระทบจากแผ่นดินไหวอื่นๆ เช่น การเกิด หลุมยุบ แนวรอยเลื่อนมีพลัง อย่างไรก็ตามในการดำเนินโครงการได้มีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูล การ ประสานงาน และงบประมาณที่อาจจะทำให้การดำเนินงานมีความล่าช้าไปบ้างแต่คณะทำงานก็ได้ พยายามดำเนินการอย่างดีที่สุดเพื่อให้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพ



มากที่สุดโดยมีจุดประสงค์เพื่อระดมมันสมองและการวิเคราะห์เชิงวิชาการจริงๆ และจัดทำผลสรุปที่หน่วยงานต่างๆ ประชาชนในพื้นที่สามารถนำผลการวิจัยไปสานต่อหรือเพื่อวางแผนกำหนดแนวทางการป้องกัน บรรเทาภัยได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

โครงการได้แบ่งกิจกรรมย่อยในการวิเคราะห์เป็นสองกิจกรรมคือ

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 การวิเคราะห์สาเหตุ โอกาสและผลกระทบของแผ่นดินไหว และ

กิจกรรมย่อยที่ 1.2 การวิเคราะห์สาเหตุ โอกาสและผลกระทบจากนามิ

ซึ่งผลการวิจัยในโครงการสามารถสรุปได้ตามหัวข้อดังนี้

### 7.1 สรุปการวิเคราะห์สาเหตุ โอกาสและผลกระทบของแผ่นดินไหว

ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของการเกิดแผ่นดินไหว หรือศูนย์กลางแผ่นดินไหว ครั้งนี้อยู่ที่ละติจูด  $3^{\circ} 19'$  เหนือ และลองจิจูด  $95^{\circ} 24'$  ตะวันออก ตรงเกาะสิมิลู ห่างจากเกาะใหญ่สุมาตราไปทางตะวันตกประมาณ 160 กม และเกิด ณ ระดับความลึกประมาณ 30 กม ได้ระดับน้ำ ซึ่งโอกาสเกิดสึนามิจากแผ่นดินไหวในบริเวณแถบนี้้น้อยมากเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นๆ อย่างไรก็ตามแผ่นดินไหวในครั้งนี้นั้นแรงจนหลายคนรู้สึกได้ไกลถึงบังคลาเทศ มัลดีฟ อินเดีย ไทย พม่า สิงคโปร์ และจีนตอนใต้ สาเหตุหลักของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งนี้เป็นผลมาจากการที่แผ่นเปลือกโลกมหาสมุทรอินเดีย(หรืออินโดออสเตรเลีย) เคลื่อนที่และมุดตัวลงไปได้แผ่นเปลือกทวีปพม่าตะวันตก ซึ่งประกอบด้วย พม่าทางตะวันตก-อันดามัน-และสุมาตรา โดยที่แผ่นพม่าตะวันตกนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเปลือกโลกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นมหาทวีปยูเรเชีย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแผ่นดินไหวอย่างละเอียดพบว่า ขนาดกำลังแผ่นดินไหวถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการบ่งชี้ขนาดสึนามิ และเป็นผลแปรตามกัน กล่าวคือ ในบริเวณที่ใกล้ศูนย์กลางแผ่นดินไหวขนาดใหญ่อาจจะก่อให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ และแผ่นดินไหวขนาดเล็กเนื่องจากอยู่ไกลจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหว น่าจะก่อให้เกิดสึนามิขนาดเล็กได้ แม้ว่าแผ่นดินไหวใหญ่ครั้งนี้เกิดที่เหนือเกาะสิมิลู ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆ ทางตะวันตกของสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย แต่ด้วยอิทธิพลของรอยเลื่อนย้อนยักซ์นี้ได้ก่อให้เกิดสึนามิยักษ์ที่โหมกระหน่ำชายฝั่งทะเลรอบๆ มหาสมุทรเกือบทุกประเทศ นับตั้งแต่ประเทศอินโดนีเซีย ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ ไทย มัลดีฟ และในน่านน้ำบางแห่งทำให้เกิดคลื่นวิ่งขึ้นสูงถึง 30 เมตร

ตัวแปรที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ กลไกที่ทำให้เกิดสึนามิมักอยู่ในบริเวณแนวมุดตัว โดยมีการแปรสัณฐานในลักษณะควบคู่ โดยเฉพาะการเกิดสึนามิใหญ่ครั้งนี้มาจากแผ่นดินไหวหลักจึงปรากฏเป็นรอยแตกตามแนวรอยเลื่อนย้อนระหว่างแผ่นทั้งสอง และในเวลาต่อมา ได้เกิดแผ่นดินไหวตาม (after shock) ซึ่งทำให้เกิดรอยแตกทั้งส่วนที่เป็นรอยเลื่อนย้อนและรอยเลื่อนระดับ

ด้านข้างบนแผ่นที่เกยอยู่ข้างบน หลังจากเกิดรอยแตกยาวมากนี้ทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาและเกิดเป็นสึนามิมวลยักษ์ขึ้นได้

การไหวตัวครั้งนี้ทำให้เกิดระยะเคลื่อนตามแนวรอยเลื่อนของแผ่นเปลือกโลกในแนวราบอย่างน้อย 10 เมตร และในแนวดิ่งอีก 5 เมตร เกาะเล็ก ๆ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะใหญ่สุมาตราอาจเคลื่อนที่ในแนวราบได้มากถึง 20 เมตร และบริเวณปลายตอนเหนือเกาะสุมาตรา อาจเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้มากถึง 36 เมตร การเคลื่อนที่ลักษณะนี้ทำให้หลายบริเวณในชายฝั่งตะวันตกของเกาะสุมาตราและเกาะข้างเคียงอาจอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ในเชิงการแปรสัณฐานไหวสะเทือน การเปลี่ยนลักษณะของเปลือกโลกที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหว ประเทศไทยเราอยู่ห่างชายฝั่งทะเลอันดามันจากบริเวณมุดตัวกว่า 800 กิโลเมตร ซึ่งผลของชายฝั่งทะเลเปลี่ยนแปลงลงมาถึงไทยไม่มากนัก ผลวิจัยด้าน GPS พบว่าการไหวตัวรุนแรงครั้งนี้ทำให้เกาะภูเก็ตเคลื่อนจากตำแหน่งเดิม 30 เซนติเมตร และทำให้กรุงเทพมหานครเลื่อนไป 9 เซนติเมตร ส่วนที่อื่น ๆ เช่น จีนที่เซี่ยงไฮ้ (9,000 กิโลเมตร จากจุดเกิดแผ่นดินไหว) ก็เลื่อนไป 4 มิลลิเมตร และคุนหมิง (2,400 กิโลเมตร จากจุดเกิดแผ่นดินไหว) เคลื่อนห่างจากเดิม 9 มิลลิเมตร

ผลจากการที่แผ่นอินเดียมุดตัวลงใต้แผ่นพม่าในบริเวณร่องทะเลลึกชุนด้าจนเกิดแผ่นดินไหวยักษ์นี้ทำให้เกิดการสำรวจทางทะเลถึงสภาพภูมิประเทศใต้ทะเลรอบพื้นที่แผ่นดินไหวอย่างรวดเร็วผลจากข้อมูลการหยั่งลึกพื้นทะเลด้วยระบบโซนาร์หลายลำแสง (multi-beam sonar) พบว่าพื้นทะเลทางตะวันตกของสุมาตราที่อยู่ลึกไปประมาณ 1,000 ถึง 5,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลได้ก่อให้เกิดแนวสันสะเทือนย้อนสูงชันราว 1,500 เมตร และแสดงร่องรอยการพังทลายหลายแห่งอันเกิดการไหวสะเทือนรุนแรง ซึ่งเชื่อว่าร่องรอยเหล่านี้คือ แผ่นดินถล่มขนาดใหญ่ที่มีหน้ากว้าง 2-3 กิโลเมตร และสูงถึง 100 เมตร พลังแรงของน้ำที่ทำให้ถูกผลักดันจากการถล่มทลายของผืนแผ่นดินใต้น้ำนี้ เทียบได้กับก้อนหินหนักหลายล้านตันถูกลากตามพื้นทะเลได้ไกลถึง 10 กิโลเมตร ผลการสำรวจพบว่าร่องทะเลลึกชุนด้ากว้างกว่าเดิม 2-3 กิโลเมตร ตรงจุดที่เกิดแผ่นดินไหว

การเกิดแผ่นดินไหวตามเป็นระลอก ๆ แม้จะไม่รุนแรงเท่าการสั่นครั้งแรกแต่ก็ทำให้เกิดการไหวที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนใหญ่ของไทย เช่น รอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault) รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (Klong Marui Fault) ซึ่งเชื่อว่าเป็นรอยเลื่อนมีพลัง ผลการสั่นไหวจึงทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของคาบสมุทรไปตามแนวรอยเลื่อนนี้ อีกทั้งทำให้เกิดหลุมยุบ และดินถล่มมากมาย เนื่องจากแผ่นดินบริเวณดังกล่าวมีโพรงถ้ำหรือมีความลาดชันสูงอยู่แล้ว จึงทำให้เกิดความไม่เสถียรและไม่สมดุลได้ปรากฏการณ์ดังกล่าวยังเกิดขึ้นเรื่อย ๆ แม้ในปัจจุบันหลุมยุบและแผ่นดินถล่มยังคงดำเนินต่อไปได้เรื่อย ๆ ในบริเวณที่ไม่เสถียร รอยเลื่อนในประเทศไทยไม่ได้มีรอยเดียวที่มีพลัง แต่มีอีกหลายรอย เช่น รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และรอยเลื่อนแม่ปิง ทั้งสองมีเขื่อนตั้งอยู่ จึงเป็นจุดที่น่าอันตรายหากเกิดแผ่นดินไหวในบริเวณนี้ขึ้น

## 7.2 สรุปผลงานจากกิจกรรมย่อยที่ 1.1 และการประยุกต์ใช้ข้อมูล

คณะทำงานในโครงการสามารถสร้างผลผลิตที่เป็นรูปธรรมและหลายภาคส่วนสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ได้โดย ดังเช่น แผนที่ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแผ่นดินไหวไม่เฉพาะในประเทศไทย แต่รวมถึงพื้นที่สำคัญรอบทะเลอันดามัน ได้แก่ แผนที่แสดงจุดกำเนิดแผ่นดินไหว พร้อมกับระบุพื้นที่ที่อาจจะได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหว ฐานข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีตถึงปัจจุบัน รวมถึงประเมินพื้นที่อันตรายในประเทศไทยไม่เฉพาะเรื่องแผ่นดินไหวแต่รวมถึงพื้นที่เสี่ยงต่อการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนมีพลัง ซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. รายงานและแผนที่เกี่ยวกับแผ่นดินไหว ข้อมูลแผนที่ชุดนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่สัมพันธ์กับธรณีวิทยาโครงสร้างของการเกิดแผ่นดินไหว เพื่อประเมินความเป็นไปได้เชิงพื้นที่ของบริเวณมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหว และพื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบก่อนและหลังการเกิดแผ่นดินไหว กำหนดโซนความเสี่ยงต่อภัยแผ่นดินไหวโดยได้ทำการปรับปรุงพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในรูปแบบแผนที่ เสนอแนะการกำหนดมาตรการป้องกันเตือนภัยแผ่นดินไหว และแนวทางการให้ความรู้แก่ประชาชนในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์
2. ฐานข้อมูลเชิงประวัติศาสตร์พื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินไหว ฐานข้อมูลที่ได้เป็นการรวบรวมวิเคราะห์ตำแหน่งขนาดของแผ่นดินไหวและความเสียหายในพื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินไหวในอดีตเพื่อประเมินคาบความถี่และโอกาสการเกิดซ้ำและสามารถนำข้อมูลตำแหน่งมาช่วยวิเคราะห์แนวโครงสร้างทางธรณีวิทยา เช่น แนวรอยเลื่อน ที่อาจจะได้รับผลกระทบภายหลังจากเกิดแผ่นดินไหวได้
3. ผลการศึกษาระบบเตือนภัย ป้องกันภัยและบรรเทาภัยแผ่นดินไหว เสนอแนะแนวทางการป้องกันในรูปรายงานและออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

## 7.3 สรุปการวิเคราะห์สาเหตุ โอกาส และผลกระทบจากสึนามิ

ผลของแผ่นดินไหวได้ก่อให้เกิดสึนามิซึ่งนอกจากจะสร้างความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สิน เป็นจำนวนมากแล้ว ยังสร้างความเสียหายต่อทรัพยากรชายฝั่งและทางธรณีวิทยาภาพ โดยเฉพาะการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งในพื้นที่จังหวัดต่างๆ จากการประเมินสภาพความเสียหายแล้ว จังหวัดพังงาได้รับความเสียหายในเรื่องการกัดเซาะชายฝั่งมากที่สุด ผลการสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ตลอดแนวชายฝั่งเป็นรายเดือน พบว่า ในบางบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งจากสึนามิ ได้มีการฟื้นฟูสภาพ โดยเฉพาะการกลับมาของตะกอนหน้าหาดได้ถูกนำมาสะสมตัวในปริมาณมากโดยระบบการหมุนเวียนตะกอนปกติในบริเวณชายหาดในบางบริเวณ

ซึ่งจะเห็นว่าเพียงแค่นี้อาจใช้เวลาสองถึงสามเดือนหลังจากการกักเซาะอย่างรุนแรงโดยสึนามิแล้ว ธรรมชาติก็ฟื้นฟูระบบในตัวของมันเองได้บางส่วนถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ทั้งหมด ฉะนั้น การติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพภายในระยะยาวก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะให้เราได้เห็นระบบการหมุนเวียนของตะกอนชายหาดแม้กระทั่งการกักเซาะที่เกิดขึ้น โดยปกติในบางฤดูกาล มักจะมีการสะสมตัวเกิดขึ้นในภายหลังตลอดเวลา

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่ควบคุมความรุนแรงของสึนามิที่เข้าปะทะแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยใช้หลักฐานทางธรณีวิทยาและกายภาพที่พบในพื้นที่ประสบภัยทั้งหมดมาประมวลกับข้อมูลด้านอื่นๆ เช่น สมุทรศาสตร์ ฟิสิกส์ อุทกศาสตร์และทางชีวภาพ ทำให้คณะทำงานสามารถเข้าใจถึงปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างเรื่ององระดับความสูงของน้ำทะเลที่ท่วมถึงในแต่ละบริเวณ ระดับความเสียหายทางกายภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งผลสรุปปัจจัยต่างๆ เหล่านี้น่าจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเครือข่ายงานวิจัยของสาขาวิชาการต่างๆ ในอนาคตอย่างต่อเนื่อง

คณะทำงานได้ทำการสำรวจพื้นที่ระดับรายละเอียดเพื่อสร้างตัวอย่างแผนที่แสดงเส้นทางหนีภัยจากสึนามิ รวมถึงผลผลิตอื่นๆ ของโครงการ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ โปสเตอร์ วิชิตีแสดงแบบจำลองและความรู้เบื้องต้นของการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หลายๆ หน่วยงานน่าจะสามารถนำข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ได้จากโครงการนี้ไปประกอบในการตัดสินใจ วางแผนเพื่อกำหนดมาตรการฟื้นฟูพื้นที่อย่างยั่งยืนได้ และสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลและความรู้ทางธรณีวิทยาเหล่านี้เพื่อให้เข้าถึงประชาชนได้โดยตรงเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและสามารถที่จะดำรงชีวิตให้อยู่กับธรรมชาติได้อย่างปลอดภัย

#### 7.4 สรุปผลงานกิจกรรมย่อยที่ 1.2 และการประยุกต์ใช้ข้อมูล

ในส่วนของคุณภาพการสำรวจผลกระทบจากสึนามิในพื้นที่ประสบภัย ทีมงานได้แสดงผลการศึกษาในรูปแบบของรายงานและแผนที่เป็นหลัก อันได้แก่ แผนที่แสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการท่วมของน้ำทะเลจากสึนามิที่ครอบคลุมพื้นที่สำคัญใน 6 จังหวัดแถบชายฝั่งทะเลอันดามัน แผนที่แสดงการประเมินระดับพื้นที่เสียหายทางกายภาพจากสึนามิ ข้อมูลและแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพบริเวณชายฝั่ง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากการกักเซาะ การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่การใช้ที่ดิน รวมถึงได้จัดทำฐานข้อมูลต่างๆ ทางธรณีวิทยาที่น่าจะเป็นฐานข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการที่จะนำไปใช้ในการฟื้นฟูและวางแผนการเฝ้าระวังเตือนภัยสึนามิในอนาคต ซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. แผนที่แสดงการท่วมถึงของน้ำทะเลจากสึนามิ สามารถกำหนดพื้นที่ประสบภัย (Hazard area) และนำเสนอตัวอย่างแผนที่หนีภัย (Evacuation Map) แสดงเส้นทางหนีภัย

2. แผนที่แสดงกรณีศึกษาฐานวิทยาลัย ดำเนินการกักเชื้อจากสีนามิ สามารถกำหนดตำแหน่งหน้าชายหาดที่เกิดความสูญเสียในเรื่องการกักเชื้อ และประเมินระยะเวลาการฟื้นตัวโดยธรรมชาติในแต่ละพื้นที่ และกำหนดเขตที่ควรป้องกันในพื้นที่เสี่ยงที่เป็นชุมชน
3. การวิเคราะห์ระบบเตือนภัยและป้องกันบรรเทาภัยสามารถนำข้อมูลตัวอย่างการเฝ้าระวังภัยจากต่างประเทศเพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับประเทศและนำเสนอในรูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสำหรับประชาชน นักท่องเที่ยว
4. ฐานข้อมูลสีนามิสามารถรวบรวมผลการสำรวจทางธรณีวิทยาและ ภาพถ่ายและแผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับหน่วยงานต่างๆ

ผลผลิตของโครงการนอกจากจะนำเสนอในรูปรายงานและแผนที่เป็นหลักแล้ว โครงการจะผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ เอกสารเผยแพร่เกี่ยวกับแผ่นดินไหวและสีนามิที่ง่ายต่อความเข้าใจ โดยผ่านการตรวจสอบและเห็นชอบจากคณะกรรมการกำกับการศึกษาแล้วในการจัดการประชุมเพื่อเผยแพร่ข้อมูลในพื้นที่ประสบภัยโดยตรงในนามของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยงานหลักที่สามารถนำข้อมูลจากโครงการไปประยุกต์ใช้โดยตรงในสังกัดของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อาทิ กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรชายฝั่ง ส่วนหน่วยงานอื่นที่สามารถนำข้อมูลไปช่วยในการวางแผนป้องกันและบรรเทาภัยจากแผ่นดินไหวและสีนามิ อาทิ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมพัฒนาที่ดิน สำนักผังเมือง และหน่วยงานท้องถิ่นในพื้นที่ประสบภัยต่างๆ

จากการทำงานของคณะทำงานตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการได้พบปัญหา และอุปสรรคต่างๆ ที่สำคัญ เช่น การขาดข้อมูลพื้นฐานทางภาพถ่ายที่ขาดการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ การขาดความเชื่อมโยงหรือบูรณาการศาสตร์ต่างๆ และที่สำคัญการขาดบุคลากรในแต่ละสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจริงๆ ซึ่งเป็นประเด็นหนึ่งที่น่าจะต้องมีการพิจารณาอย่างจริงจังและเร่งด่วน และคงต้องมีการส่งเสริมการวิจัยทางด้านพิบัติภัย การถ่ายทอดองค์ความรู้ทางพิบัติภัยให้แก่ทุกระดับการศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อลดความสูญเสียที่อาจจะจากพิบัติภัยธรรมชาติในอนาคต

## 7.5 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ งานวิจัยในอนาคต

การบูรณาการศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพิบัติภัยทางธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญโดยเหตุการณ์แผ่นดินไหวและสึนามิในครั้งนี้ได้ทำให้ทุกศาสตร์ได้ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการร่วมมือในการวิจัยเพื่อระดมมันสมองของนักวิชาการต่างๆ ในการวิเคราะห์เชิงลึก ซึ่งต่อไปนี้จะเป็นการเสนอแนะจากคณะทำงานในมุมมองของนักธรณีวิทยา โดยเฉพาะการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ กายภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และอื่นๆ

### 1. สร้างทีมงานติดตามเหตุการณ์แผ่นดินไหวในภูมิภาค

โดยการส่งเสริมงานวิจัยร่วมกันกับสถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น กรมทรัพยากรธรณีสหรัฐอเมริกา (USGS), NOAA, กรมทรัพยากรธรณีญี่ปุ่น (GSJ) และมหาวิทยาลัยที่มีผู้เชี่ยวชาญทางแผ่นดินไหวและสึนามิในต่างประเทศ โดยควรมีหน่วยงานเจ้าภาพเป็นศูนย์กลางในการติดต่อประสานงาน เช่น คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย กรมทรัพยากรธรณี

### 2. สร้างทีมงาน นักวิเคราะห์ นักวิจัย เรื่องกลศาสตร์ของสึนามิ

ความเข้าใจในศาสตร์ของสึนามิโดยเฉพาะกลศาสตร์ สมุทรศาสตร์ ในปัจจุบันมีผู้เชี่ยวชาญจริงๆ ในเรื่องนี้ในประเทศไทยไม่มากนัก จะเห็นจากการออกมาเสนอองค์ความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับสึนามิในสื่อต่างๆ หลายครั้งได้สร้างความสับสนให้แก่สังคม ซึ่งในเรื่องกลศาสตร์สึนามินี้ต้องยอมรับความจริงว่า ประเทศไทยต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญในต่างประเทศทั้งในเรื่องการให้ความรู้และการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่เฉพาะทาง การสร้าง Simulation model เพื่อทำนายสึนามิก็เป็นอีกประเด็นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องสร้างออกมาให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ผู้เชี่ยวชาญด้านนี้ไม่มากนักในประเทศที่เชี่ยวชาญจริงๆ ดังเช่น Dr Kenji Satake แห่งกรมทรัพยากรธรณีญี่ปุ่น Dr Titov, Dr Gonzales ใน NOAA ซึ่งบุคลากรที่เชี่ยวชาญเหล่านี้ เป็นบุคคลที่ประเทศไทยเราต้องส่งนักวิจัยไปฝึกฝนด้วย และนักวิจัยที่น่าจะมีพื้นฐานในเรื่องกลศาสตร์ ฟิสิกส์ เช่น Physicist, Seimologist, geologist, oceanologist น่าจะเป็นทีมแรกๆ ที่ต้องให้ความสำคัญและส่งเสริม

### 3. สร้างทีมงานวิจัยทางธรณีวิทยาและธรณีสิ่งแวดล้อมวิทยา

นักธรณีวิทยาในประเทศไทยเองยังมีไม่มากด้วยข้อจำกัดหลายอย่าง ข้อเสนอแนะต่อไปนี้เป็นสิ่งที่คณะผู้วิจัยเห็นว่าประเทศไทยของเราต้องทำการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง



### 3.1 การศึกษา recurrence ของสึนามิและแผ่นดินไหว

เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในขณะนี้หากเราไม่สามารถติดตามหรือศึกษาย้อนกลับไปในอดีต เพื่อค้นหาเหตุการณ์พิบัติภัยเช่นนี้เคยเกิดมาในคาบเวลาใดแล้ว เราจะไม่สามารถคาดการณ์ว่าในอนาคตอาจจะมีเหตุการณ์เช่นนี้อีกหรือไม่ ความร่วมมือทางวิชาการด้านธรณีวิทยา ธรณีस्थฐานวิทยา กับผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายในต่างประเทศเป็นสิ่งที่ควรสนับสนุน คณะทำงานได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น พูดคุย และขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญที่มีชื่อเสียงระดับโลก ซึ่งพร้อมที่จะให้ความร่วมมือทางวิชาการหากประเทศไทยเรามีการสนับสนุนการค้นคว้าวิจัยในด้านนี้ เช่น Dr Brian Atwater แห่ง USGS, Dr Brady Rhodes แห่ง California State University, Dr Futoshi Nanayama แห่ง GSJ, Dr Ken-ichiro Hisada แห่ง University of Tsukuba, Dr Naomi Murakoshi แห่ง Shinshu University และอีกหลายๆ ท่าน

### 3.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงทางทะเลในเรื่องตะกอน สิ่งมีชีวิตทั้งบนบกและในทะเลอย่างต่อเนื่อง

นักวิชาการในศาสตร์ต่อไปนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสนับสนุนเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ชีวภาพ คือ Oceanographers, biologist, palaeontologist, physicist ซึ่งจะต้องสร้างงานวิจัยผ่านทางเครือข่ายในหลายภาควิชา เช่น วิทยาศาสตร์ทางทะเล ชีววิทยา ธรณีวิทยา

### 3.3 ติดตามการเปลี่ยนแปลงภูมิประเทศนอกชายฝั่ง เพื่อประเมินทิศทางและความรุนแรงหากสึนามิเกิดขึ้นอีกในอนาคต

การติดตามการเปลี่ยนแปลงภูมิประเทศได้นำเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง คณะผู้วิจัยในโครงการนี้ได้ทำการประเมินปัจจัยทางกายภาพทั้งบนบกและในทะเลที่มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของสึนามิ พบว่า ปัจจัยเรื่องภูมิประเทศนอกชายฝั่งได้นำมีความสำคัญอย่างมาก หน่วยงานที่มีขีดความสามารถที่จะติดตามการเปลี่ยนแปลงนี้ อาทิ กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ น่าจะเป็นหน่วยงานเข้าภาพร่วมกับนักวิจัยทางสมุทรศาสตร์ชายฝั่ง นักธรณีस्थฐานวิทยา และควรจะมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องทุกปี

## 4. ส่งเสริมงานวิจัยทางวิศวกรรมต่างๆ

ด้วยเหตุผลที่ว่าเราคงจะไม่สามารถกีดขวางการทำลายของกระบวนการที่เกิดจากพิบัติภัยทางธรรมชาติได้ทุกชนิด โดยเฉพาะแผ่นดินไหวและสึนามิ ฉะนั้นหนทางที่ควรจะต้องนำมาเป็นประเด็นในการแก้ไข คือ ทำอย่างไรเพื่อลดพิบัติภัยในกรณีที่เกิดเหตุการณ์เหล่านี้ การออกแบบอาคาร วัสดุต่างๆ เพื่อลดความรุนแรง ลดความเสียหาย เป็นสิ่งจำเป็นในอนาคต เช่น การเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้อาคารที่พักอาศัย ศาสตร์ที่น่าจะเข้ามามีบทบาทคือ วิศวกรรมโยธา วิศวกรรม

ก่อสร้าง การคิดค้นวัสดุก่อสร้างที่อันตรายน้อยที่สุดเมื่อเกิดการพัดพาและการทำลายจากสึนามิ ต้องอาศัยนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมาชายฝั่ง น่าจะมีบทบาทอย่างมากในเรื่องนี้ เป็นต้น

#### 5. การประสานงานในเรื่องการกำหนดพื้นที่หนีภัย การจัดการ และการซ่อมระบบเตือนภัยและหนีภัยจากแผ่นดินไหว และสึนามิ

ปัญหาที่พบอย่างมากในประเทศไทยของเราคือ การขาดหน่วยงานเจ้าภาพที่จะคอยประสานงานในเรื่องการบรรเทาภัย และการขาดความเชื่อมโยงจากผู้เชี่ยวชาญที่รู้จริงในเรื่องพิบัติภัย เห็นได้ชัดเจนจากความสับสนที่เกิดขึ้นหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและสึนามิ ขณะนี้ประเทศไทยมีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่เป็นหน่วยงานเจ้าภาพอยู่แล้ว ความซ้ำซ้อนการทำงานน่าจะบรรเทาเบาบางลงได้ ศูนย์เตือนภัยพิบัติภัยแห่งชาติก็มีแล้ว ความสับสนหรืออำนาจตัดสินใจในการเตือนภัยที่ชัดเจนน่าจะหมดไป แต่ก็เห็นได้ในปัจจุบันว่า หลายครั้งมีการนำเสนอข้อมูลที่ไม่ตรงกันจากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่น่าจะเกิดขึ้นหากมีการประสานงานที่ดีและการกำหนดความรับผิดชอบในแต่ละเรื่องให้ชัดเจน ความคิดที่จะแข่งกันหรือแย้งชิงกันเสนอข้อมูลเพื่อผลประโยชน์นั้น ไม่สมควรอย่างยิ่งในกรณีพิบัติภัยร้ายแรงเช่นนี้ เพราะจะสร้างความสับสนและความเบื่อหน่ายให้แก่ประชาชนในพื้นที่ได้ ความคิดเช่นนี้ควรจะละลายหายไปจากสังคมไทย

กล่าวโดยสรุป การลงทุนวิจัยอย่างเป็นระบบ ไม่ว่าจะกระทำโดยนักวิชาการ หรือแม้กระทั่งบุคลากรจากกรม กองต่างๆ เป็นสิ่งที่ควรกระทำก่อนที่จะมีการตัดสินใจเชิงนโยบาย การวิจัยที่เป็นระบบจะดำเนินไปได้อย่างจริงจังหากเป็นงานวิจัยที่ผู้ทำงานวิจัยมีอิสระในความคิดจริงๆ ไม่ติดกับระบบที่ไม่จำเป็น มีการประเมินผลการวิจัยเป็นระยะๆ มีการระงับงานวิจัยหากผลการวิจัยไม่เป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน และการวิจัยต้องกระทำจากผู้ที่มีความต้องการทำงานวิจัย มีความกระตือรือร้นจริงๆ ต้องเป็นนักวิจัยที่เชี่ยวชาญจริงๆ มีจรรยาบรรณ และที่สำคัญต้องมีผู้สนับสนุนทั้งในเรื่องงบประมาณที่อิสระและการดำเนินงานที่อิสระ ซึ่งทางคณะทำงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อเสนอแนะนี้คงมีประโยชน์บ้าง เพื่อให้การตัดสินใจเชิงนโยบายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพที่จะส่งผลดีต่อประเทศของเราในการลดความสูญเสียจากพิบัติภัยในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง

## ภาษาไทย

- กรมทรัพยากรธรณี, 2539, การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านธรณีวิทยา โครงการก่อสร้างเขื่อน  
แก่งเสือเต้น จังหวัดแพร่, รายงานฉบับหลักภาษาไทย, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวง  
อุตสาหกรรม, 435 หน้า.
- จดหมายเหตุ, 2506. พงสาวดาร มอญ-พม่า, สำนักพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ ฉบับที่ 1, 336 หน้า.
- จดหมายเหตุ, 2507. พงสาวดาร ดาราศาสตร์, สำนักพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ ฉบับที่ 8, 267 หน้า.
- จดหมายเหตุ, 2508. ฉบับที่ 11-12, สำนักพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ, 320 หน้า.
- จดหมายเหตุ, 2508. ฉบับที่ 13-14, สำนักพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ, 331 หน้า.
- จดหมายเหตุ, 2512 ฉบับที่ 61-62, สำนักพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ, 298 หน้า.
- ชัยยันต์ หินทอง, 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างธรณีแปรสัณฐานกับแผ่นดินไหว, เอกสารเผยแพร่,  
กองธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 25 หน้า.
- ปริญญา นุดาลัย, 2533, ความ(ไม่)ค่อยรู้เรื่องแผ่นดินไหวในประเทศไทย, เอกสารการอภิปรายเรื่อง  
แผ่นดินไหว สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, หน้า 28-53.
- ปรีชา สายทอง, 2541, ธรณีฐานของรอยเลื่อนมีพลังของรอยเลื่อนแม่ปิง, รายงานโครงการ  
พิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะเทคโนโลยี ภาควิชาเทคโนโลยี  
ธรณี, 59 หน้า.
- ปัญญา จารุศิริ สุวิทย์ โคสุวรรณ วัฒนา ตูติจิน และ ชัยยุทธ ชันชปราบ, 2533. ธรณีเคมีของธาตุ  
หายากในหินแกรนิตของประเทศไทย: ความเกี่ยวเนื่องกับการสำรวจในอนาคต, การ  
ประชุมวิชาการ ด้านเหมืองแร่ ครั้งที่ 5 ในหัวข้อ: อุตสาหกรรมแร่และพลังงานเพื่อการ  
พัฒนาเศรษฐกิจ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหวิทยา มหาวิทยาลัยสงขล  
นครินทร์ หาดใหญ่ 24-25 พฤศจิกายน 2537 หน้า 2-23 ถึง 2-47.
- ปัญญา จารุศิริ, บุญศิริ จารุศิริ, สุวภาคย์ อิมสมุท, สนธยา โชคเศรษฐกิจ, รัศมี สุวรรณวิระกำจร  
และมาละดี ทัยคุปต์, 2537. โครงสร้างทางธรณีวิทยา ชนิดของหินแกรนิตและแนวแร่ใน  
บริเวณระหว่างขุนตาล และเวียงป่าเป้า ภาคเหนือของประเทศไทย, รายงานการวิจัยฉบับ  
สมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, 72 หน้า. (ไม่ได้ตีพิมพ์)
- ปัญญา จารุศิริ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์ และ สุวิทย์ โคสุวรรณ, 2544. แผ่นดินไหวที่ไม่ไกลเกินตัว  
วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 55 ฉบับที่ 2 ปี 2544 หน้า 76-91.
- ปัญญา จารุศิริ, สุวิทย์ โคสุวรรณ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, บุรินทร์ เวชบันเทิง, และ สุทธิพันธ์ ขุทรานนท์,  
2543, รายงานวิจัย(ฉบับสมบูรณ์)แผ่นดินไหวในประเทศไทย และ พื้นแผ่นดินเอเชีย  
ตะวันออกเฉียงใต้, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการ  
วิจัย (สกว.), 171 หน้า.

ปัญญา จารุศิริ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, นพดล ม่วงน้อยเจริญ, อภิชาติ ลำจวน และสุวิทย์ โคสุวรรณ, 2547, โครงการ การสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง (Active Fault) ในเขตพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี และลำปาง-แพร่ (ปีที่ 1), (ร่าง)รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 134 หน้า.

ปัญญา จารุศิริ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, เป็นหนึ่ง วานิชชัย, มนตรี ชูวงษ์, รัชชัช นัทธี, สาโรจน์ สุระโคตร, รัฐกร สองเมือง, เครือวัลย์ จำปาเงินและกรกฎ ชูสุทธิสกุล, 2547, โครงการสำรวจศึกษารอยเลื่อนมีพลังเบื้องต้นในโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำสาละวิน, รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 305 หน้า.

รัชชัช นัทธี, ปัญญา จารุศิริ และวิโรจน์ ดาวฤกษ์, 2544, การศึกษาวิจัยความปลอดภัยเกี่ยวกับแผ่นดินไหวของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนเขาแหลม, รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 127 หน้า.

สวัสดิ์ อ่องสกุล, 2539, ประวัติศาสตร์ล้านนา, สำนักพิมพ์อมรินทร์, กรุงเทพมหานคร, 524 หน้า.

สุวิทย์ โคสุวรรณ และอภิชาติ ลำจวน, 2541, ธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ของรอยเลื่อนแม่จัน บริเวณอำเภอ แม่จัน จังหวัดเชียงราย, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 58 หน้า.

สุวิทย์ โคสุวรรณ, ปรีชา สายทอง และอภิชาติ ลำจวน, 2546, แผ่นดินไหวโบราณกาลบริเวณอำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่, กรมทรัพยากรธรณี กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย, 31 หน้า

แสงอาทิตย์ เชื้อวิโรจน์, 2534, ธรณีแปรสัณฐานของประเทศไทย, กรมทรัพยากรธรณี กองธรณีวิทยา ฝ่าย แปลภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียม, 58 หน้า.

หลวงประเสริฐ อักษรนิตย, 2510. จดหมายเหตุกรุงเก่า, สำนักพิมพ์กรุงวิทยา, กรุงเทพฯ, 466 หน้า  
ศุภวรรณ กล้ายพงศ์พันธ์ และปลิว ชิตตระการ, 1987, แผ่นดินไหวที่ปลาย่างเขื่อนศรีนครินทร์, In Panitan Lukleunaprasit et al. (eds.), Proceeding of the 1<sup>st</sup> Workshop on Earthquake and Hazard Mitigation Bangkok, Chulalongkorn University, pp. 181-197.

มนตรี ชูวงษ์ และปัญญา จารุศิริ, 2548, อัตราการกัดเซาะชายฝั่งจากฝั่งทะเลอันดามันและชายฝั่งอ่าวไทย, รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ คณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.), 96 หน้า

### ภาษาอังกฤษ

Acharyya, S.K., 1994. Accretion of Indo-Australian Gondwanic blocks along Peri-Indian collision margins. Ninth International Gondwana Symposium, Hyderabad, India 1994, pp. 1029-1049.

- Acharyya, S.K., 1997. Stratigraphy and tectonic history reconstruction of the India–Burma–Andaman mobile belt. *Indian Journal of Geology* 69, 211–234.
- Acharyya, S.K., 1998. Break-up of the greater Indo-Australian continent and accretion of blocks framing south and east Asia. *Journal of Geodynamics* 26, 149–170.
- Algermissen, S.T., Perkins, D.M., Thenhaus, P.C., Hanson, S.L., and Bender, B.L., 1982. Probabilistic estimates of maximum acceleration and velocity in rock in the contiguous United States: Open-File Report 82-1033, USGS, 99 p.
- Ananthanarayanan, P.V., Ramdev, C.M., Murti, K.V.S., 1981. Andaman Island Arc. Workshop on Geological Interpretation of Geophysical Data. Institute of Petroleum Exploration, Oil and Natural Gas Commission, Dehra Dun, India, pp. 8
- Andreason, M.W., Mudfor, B., St Onge, J.E., 1997. Geologic evolution and petroleum system of the Thailand Andaman Sea basins. Indonesian Petroleum Association. Proceedings of the Petroleum Systems of SE Asia and Australasia, May 1997, IPA97-OR-44 1997.
- Aung Khin, Kyaw Win, 1968. Preliminary studies of the paleogeography of Burma during the Cenozoic. *Union of Burma Journal of Science and Technology* 1, 241–251.
- Aung Khin, Kyaw Win, 1969. Geology and hydrocarbon prospects of the Burma Tertiary geosyncline. *Union of Burma Journal of Science and Technology* 2, 53–81.
- Auzende, J.M., Hey, R.N., Pelletier, B., Rouland, D., Lafoy, Y., Garcia, E., Huchon, P. 1995. Propagating rift west of Fiji Archipelago, *J. Geophys. Res.* 100, 17823-17835.
- Ball, V., 1870. Notes on the geology of the vicinity of Port Blair, Andaman Islands. *Journal Asiatic Society of Bengal* 39, 231–239.
- Bandopadhyay, P.C., Ghosh, M., 1998. Facies, petrology and depositional environment of the Tertiary sedimentary rocks, around Port Blair, South Andaman. *Journal Geological Society of India* 52, 53–66.
- Barr, S.M., and Macdonald, A.S., 1983, Nan river suture zone, Northern Thailand, *Geology*, v. 15 p. 907-910.
- Baum, F., von Braun, E., Hahn, L., Hess, A., Koch, K.E., Kruse, G., Quarch, H., and Seibenhuner, M., 1970. On the geology of Northern Thailand: Beihefte Zum Geologischen Jahrbuch Heft 102, 23 p.
- Bender, F., 1983. *Geology of Burma*. Borntraeger, Berlin, 260 p.
- Bhattacharya, A., Reddy, C.S.S., Srivastav, S.K., 1993. Remote sensing for active volcano monitoring in barren Island, India. Ninth Thematic Conference on Geologic Remote

- sensing, Pasadena, California, pp. 993–1003.
- Bott, J., Wong, I., Prachuab, S., Wechbunthung, B., Hinthong, C., and Sarapirome, S., 1997, Contemporary seismicity in northern Thailand and its tectonic implications, In Proceedings of the International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific, Department of Mineral Resources, August: pp. 453-464.
- Brown, J.C., 1914, The Burma earthquake of May 1912, Memoirs of the Geological Survey of India, vol. 13, Part 1, pp. 1-147.
- Brown, J.C., and Leicester, P., 1933. The Pyu earthquake of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> December, 1930 and subsequent Burma earthquakes up to January 1932: Memoirs of the Geological Survey of India, vol. 42, Part 1, pp. 1-140.
- Brown, J.C., Leicester, P. and Chhibber, H.L., 1932, A preliminary note on the Pegu earthquake of May 5<sup>th</sup>, 1930: Records of the Geological Survey of India, vol. 25 Part 2, 221-270
- Brunnschweiler, R.O., 1966. On the geology of the Indoburman Ranges. Geological Society Australia Journal 13, 127–194.
- Brunnschweiler, R.O., 1974. Indoburman Ranges. In: Spencer, A.M. (ed.), Mesozoic–Cenozoic Orogenic Belts, Geological Society London, Special Publication 4, pp. 279–299.
- Bunopas, S., 1976. Geology and Mineral Resources of Pitsanulok Quadrangle: Royal Thai Department of Mineral Resources, Report of Investigation no. 16, 217 p.
- Bunopas, S., 1981. Paleogeographic History of Western Thailand and adjacent parts of Southeast Asia : A Plate Tectonic Interpretation : An Unpublished Ph.D. Thesis, Victoria University of Wellington, New Zealand, 810 p. reprinted 1982, Geological Survey Paper, no.5, Geological Survey Division, Royal Thai Department of Mineral Resources, Bangkok.
- Bunopas, S. and Vella, P., 1983. Tectonic and geologic evolution of Thailand : Proceedings of Workshop on Stratigraphic Correlation of Thailand and Malaysia, Haad Yai, Thailand, September 1983, pp. 307-327.
- Campbell, K.V., 1973, Basement complexes of Thailand, In Proceedings of the Conference on the Geology of Thailand, Chiang Mai University, Thailand, Special Publication, no. 1, p 3-13.



- Campbell, K.V., and Nutalaya, P., 1975, Structure elements and deformation events, In R.B. Stokes, C. Tantasukrit, K.V. Campbell (eds.), Proceedings of the Conference on the Geology of Thailand, Chiang Mai University, Thailand, p. 155-165.
- Chakraborty, P.P., Pal, T., Gupta, T.D., and Gupta, K.S., 1999. Facies pattern and depositional motif in an immature trench-slope basin, Eocene Mithakhari Group, Middle Andaman Island, India. *Journal Geological Society India* 53, 271–284.
- Chakraborty, P.P., Pal, T., 2001. Anatomy of a forearc submarine fan: Upper Eocene–Oligocene Andaman Flysch Group, Andaman Islands, India. *Gondwana Research* 4, 477–486.
- Chakraborty, P.P., Mukhopadhyay, B., Pal, T., Gupta, T.D., 2002. Statistical appraisal of bed thickness patterns in turbidite successions, Andaman Flysch Group, Andaman Islands, India. *Journal of Asian Earth Sciences* 21, 189–196.
- Chantaramee, S., 1981, Tectonic deformation of the Langsang area, Tak, Thailand, M.Sc. Dissertation, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Charusiri, P., 1989. Lithophile Metallogenic Epochs of Thailand : A Geological and Geochronological Investigation : Unpublished Ph.D. Thesis, Queen's University, Kingston, ONT, Canada, 819 p.
- Charusiri, P., Charusiri, B., Pongsapich, W. and Suwanwerakamtorn, R., 1993. Application of enhanced satellite-borne images to the relationship Between fractures and mineralization in the Nam Mae Moei-Nam Mae Ping area, northern Thailand: *Nonrenewable Resources*, Oxford University Press V.2, no.2, pp. 46-59.
- Charusiri, P. Charusiri, B., Pongsapich, W., Suwawerakamtorn, R., 1994. Application of Enhanced Satellite-Borne Images to the Relationships between Fractures and Mineralization in the Nam Mae Moei-Nam Mae Ping Area, Northern Thailand : *Nonrenewable Resources*, v.3, No. 1, pp. 6-59.
- Charusiri, P., Suwannachote, P., Nuchanong, T., Saengsil, S. and Yaemniyom, S., 1995. Alteration and Pb-Zn (Au) Mineralization of the Phu Chang Area, Changwat Loei, NE Thailand: Implication for a Proposed Genetic Model. : in L. Wannakao (ed.) *Proceedings of the International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral Resources of Indochina*, 22-25 November, 1995. Khon Khaen University, Khon Khaen, NE Thailand, pp. 201-223.
- Charusiri, P., Daorerk, V., and Supajanya, T., 1996, Applications of Remote-Sensing Techniques to Geological Structures Related to Earthquakes and Earthquake-Prone Areas in Thailand and Neighbouring Areas: A Preliminary Study. *Journal of Scientific Research*, Chulalongkorn University : vol. 21, No.1.

- Charusiri, P., Kosuwan, S. and Imsamut, S., 1997. Tectonic evolution of Thailand: From Bunopas (1981)'s to a new scenario. : in Proceedings of The International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific, 19-24 August 1997. Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, pp. 414-420.
- Charusiri, P., Kosuwan, S., Lumjuan, A. and Wechbunthung, B., 1998. Review of active fault and seismicity in Thailand. : in Proceedings of the Ninth Regional Congress on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asian - GEOSEA'98 and IGCP 383, 17-19 August 1998. Shangri-la Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia: pp. 653-665.
- Charusiri, P., Daorerk V., Archibald, D., Hisada, K. and Ampaiwan, T., 2002. Geotectonic Evolution of Thailand: A New Synthesis. Journal of the Geological Society of Thailand ,2002, no.1, pp. 1-20.
- Chatterjee, P.K., 1967. Geology of the main islands of the Andaman Sea. Proceedings Symposium on Upper Mantle Project, Geophysical Research Board, National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India, pp. 348-360.
- Chatterjee, P.K., 1984. The Invisible Bank fault and geotectonics of the Andaman Nicobar Islands. Quarterly Journal Geological Mineral Metallurgical Society India 56, 28-40.
- Chen, E., and Huang, Y., 1979, Preliminary discussion on the 1605 Qionghou earthquake and its seismogenetic structure, Seismology and Geology, China, vol. 1 no. 1, pp. 37-44 (abstract)
- Chhibber, H.L., 1934. The Geology of Burma. McMillan and Co, London, 530 p.
- Choowong, M., Charusiri, P., Murakoshi, N., Hisada, K., Daorerk, V., Charoentitirat, T., Chutakositkanon, V., Jankaew, K., Kanjanapayont, P., 2005. Initial report on tsunami deposits from Phuket and adjacent areas of Thailand induced by Sumatra earthquake of 26 December 2004, Journal of Geological Society of Japan, Vol. 111, No. 7. XVII-XVIII
- Choowong, M., Murakoshi, N, Hisada, K., Charusiri, P., Charoentitirat, T., Chutakositkanon, V, Jankaew, K., Kanjanapayont, P., 2005. Significance of 26 December 2004 landward and seaward tsunami deposits from the Andaman coast of Thailand. Journal of Asian Earth Sciences (submitted).
- Choowong, M., Murakoshi, N, Hisada, K., Charusiri, P., Charoentitirat, T., Chutakositkanon, V, Jankaew, K., Kanjanapayont, P., 2005. Effects on the Andaman coast of Thailand after 26 December 2004 tsunami. Journal of Coastal Research (submitted).

- Chuaviroj, S., 1992. Outline of the Tectonic Evolution of Thailand : In Charusiri et al. (eds.), Proceedings of the Development Geology for Thailand into the year 2000, Chulalongkorn University, Bangkok, 12-14 December, 1990, pp. 19-28.
- Chuaviroj, S., Chaturongkawanich, S., and Sukawattananan, P., 1980. Geology of geothermal resources of northern Thailand (Part I, San Kamphaeng), unpublished report of Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Bangkok, 45 p.
- Curry, J.P., 2005 Tectonics and history of the Andaman Sea region. *Journal of Asian Earth Sciences* 25 (2005), 187–232.
- Curry, J.R., Moore, D.G., Lawver, L.A., Emmel, F.J., Raitt, R.W., Henry, M., Kieckhefer, R., 1979. Tectonics of the Andaman Sea and Burma. In: Watkins, J., Montadert, L., Dickerson, P.W. (eds.), *Geological and Geophysical Investigations of Continental Margins* American Association Petroleum Geologists, Memoir 29, pp. 189–198.
- Curry, J.R., Emmel, F.J., Moore, D.G., Raitt, R.W., 1982. Structure, tectonics and geological history of the northeastern Indian Ocean. In: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. (eds.), *The Ocean Basins and Margins. The Indian Ocean*, vol. 6. Plenum Press, New York, pp. 399–450.
- Curry, J.R., Moore, D.G., Lawver, L.A., Emmel, F.J., Raitt, R.W., Henry, M., Kieckhefer, R., 1979. Tectonics of the Andaman Sea and Burma. In: Watkins, J., Montadert, L., Dickerson, P.W. (eds.), *Geological and Geophysical Investigations of Continental Margins*, American Association Petroleum Geologists, Memoir 29, pp. 189–198.
- Danphaiboon, V., 2001, Ground geophysical investigation of south part of quaternary Srisawat fault segment Changwat Kanchanaburi. Bachelor of Science, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
- Dasgupta, S., 1992. Seismotectonics and stress distribution in the Andaman plate. *Memoir Geological Society of India* 23, 319–334.
- Dasgupta, S., Mukhopadhyay, M., 1993. Seismicity and plate deformation below the Andaman arc, northeastern Indian Ocean. *Tectonophysics* 225, 529–542.
- Dey, B.P., 1968. Aerial photo interpretation of a major lineament in the Yamethin–Pyawbwe quadrangle. *Union of Burma Journal Science and Technology* 1, 431–443.
- Fenton, C. H., Charusiri, P., Hinthong, C., Lumjuan, A., and Mangkonkarn, B., 1997, Late Quaternary faulting in northern Thailand, In *Proceedings of the International Conference*

- on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific, Bangkok, Department of Mineral Resources, August: pp.436-452.
- Frerichs, W.E., 1971. Paleobathymetric trends of Neogene foraminiferal assemblages and sea floor tectonism in the Andaman Sea area. *Marine Geology* 11, 159–173.
- Fukuma, K. H., Hamano, S.Y., 1998 Origin of the absence of magnetic lineations in the Yamato Basin of the Japan Sea: Magnetic properties of mafic rocks from Ocean Drilling Program hole 794D, *J. Geophys. Res.* 103, 17791-17805.
- Fujiwara, T., Yamazaki, T., Joshima, M., 2001. Bathymetry and magnetic anomalies in the Havre trough and southern Lau Basin: from rifting to spreading in the back-arc basins, *Earth Planet. Sci. Lett.* 185, 253-264.
- Gee, F.R., 1927. The Geology of the Andaman and Nicobar Islands, with special reference to Middle Andaman Island. *Records of the Geological Survey of India* LIX, 208–232.
- Genrich, J.F., Bock, Y., McCaffrey, R., Prawirodirjo, L., Stevens, C.W., Puntodewo, S.S.O., Subarya, C., Wdowinski, S., 2000. Distribution of slip at the northern Sumatran fault system. *Journal of Geophysical Research* 105, 28,327–28,341.
- Gutenberg, B., and Richter, C.F., 1954. *Seismicity of the earth and associated phenomena*, ed. 2<sup>nd</sup>: Princeton, N. J., Princeton University Press, 310 p.
- Guzma'n-Speziale, M., Ni, J., 1993. The opening of the Andaman Sea. *Geophysical Research Letters* 20, 2949–2952.
- Guzma'n-Speziale, M., Ni, J., 1996. Seismicity and active tectonics of the western Sunda Arc. In: An Yin, Harrison, M.T. (eds.), *The Tectonic Evolution of Asia*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 63–84.
- Guzma'n-Speziale, M., Ni, J., 2000. Comment on 'Subduction in the Indo-Burman region: is it still active?' by S.P. Satyabala. *Geophysical Research Letters* 27, 1065–1066.
- Harding, T.P., 1985. Seismic characteristics and identification of negative flower structures, positive flower structures, and positive structural inversion. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 69, 582–600.
- Hinthong, C., 1991. Role of Tectonic Setting in Earthquake Events in Thailand : A paper presented at Asean-EC Workshop on Geology and Geophysics, Jakarta, Indonesia, 7-11 October, 1991, 16 p.
- Hinthong, C., Siribhakdi, K., Yaemniyon, N., Klaipongpun, S., Chittrakarn, P., 1992, Study on geology, earthquake, and mineral resources of the nam yuam river basin project,

- Thailand., prepared on behalf of EGAT-DMR joint study program under the work No.6 (Study of active fault in Thailand) of the sub-committee of the nation committee on earthquake: 104 p.
- Hinthong., C., 1995, The study of active faults in Thailand, In Proceedings of the technical conference on the progression and vision of mineral resources development, Bangkok: Department of Mineral Resources: pp.129-140.
- Fenton, C., Charusiri, P., Hinthong, C., Lumchuan, A., and Mangkornkarr, B., 1997. Late Quaternary Faulting in northern, Thailand : A paper submitted to International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific, Bangkok, Department of Mineral Resources, Thailand, 19-29 August, 1997, 18 p.
- Hochstetter, F. von, 1869. Geology and physical geography of Nicobar Islands. Records Geological Survey of India 2 (Pt 3).
- Hongjatsee, U., 1999, Major fault and seismic hazard in northern, Thailand, Thesis, Department of Geology, Faculty of Science, Chiang Mai University.
- Hutchison, C.S., 1989. Geological Evolution of South-East Asia. Clarendon Press, London, 368 p.
- Izart, A., Mustafa Kemal, B. and Malod, J.A., 1994. Seismic stratigraphy and subsidence evolution of the northwest Sumatra forearc basin, Marine Geology, 122, 109-124.
- Jacob, K., 1954. The occurrence of radiolarian cherts in association with ultrabasic intrusives in the Andaman Islands, and its significance in sedimentary tectonics. Records Geological Survey India 83 (Pt 2).
- Karunakaran, C., Ray, K.K., Saha, S.S., 1964a. A new probe into the tectonic history of the Andaman and Nicobar Islands. Reports of the 22<sup>nd</sup> International Geologic Congress, New Delhi, India IV, 507–515.
- Karunakaran, C., Pawde, M.B., Raina, V.K., Ray, K.K., Saha, S., 1964b. Geology of South Andaman Island, India. Reports of the 22<sup>nd</sup> International Geologic Congress, New Delhi, India. XI, 79–100.
- Karunakaran, C., Ray, K.K., Saha, S.S., 1964c. Sedimentary environment of the formation of Andaman Flysch, Andaman Islands, India. Reports of the 22<sup>nd</sup> International Geologic Congress, New Delhi, India XV, 226–232.
- Karunakaran, C., Ray, K.K., Saha, S.S., 1968a. A revision of the stratigraphy of Andaman and

- Nicobar Islands, India. *Bulletin of the National Institute of Sciences of India* 38, 436–441.
- Karunakaran, C., Ray, K.K., Saha, S.S., 1968b. Tertiary sedimentation in the Andaman–Nicobar geosyncline. *Journal Geological Society of India* 9, 32–39.
- Khaokhiew, C., 2004, *Geoarchaeology of Thailand rockshelter, Changwat Mae Hong Son, Northern Thailand*, Thesis, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
- Kieckhefer, R.M., Moore, G.F., Emmel, F.J., 1981. Crustal structure of the Sunda forearc region west of central Sumatra from gravity data. *Journal of Geophysical Research* 86, 7003–7012.
- Lee, T.T., Lawver, L.A., 1995. Cenozoic plate reconstruction of Southeast Asia. *Tectonophysics* 251, 85–138.
- Nutalaya, P., 1975, *Cenozoic rocks*, Department of Geology Sciences, Chiang Mai University, Special publication vol. 1, pp. 129-142.
- Nutalaya, P., Sodsri, S., Arnold, E.P., 1985, *Series on Seismology-Volume II-Thailand*. In E.P Arnold (ed.), *Southeast Asia Association of Seismology and Earthquake Engineering*, pp.1-402.
- Malod, J.A., Mustafa Kemal, B., Beslier, M., O., Deplus, C., and Diament, M., 1993. Déformations du bassin □avant-arc au nord-ouest de Sumatra. Une réponse à la subduction oblique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 316, Série II, 791-797.
- Matson R. G. and Moore G. F. 1992. Structural influences on Neogene subsidence in the Central Sumatra Fore-arc Basin. *Geology and Geophysics of Continental Margins. Am. Ass.Petr. Geol. Mem.* 53, 157-181.
- Metcalf, I., 1984. Late Paleozoic paleogeography of SE Asia: some stratigraphic paleontological and paleomagnetic constraints, Fifth Regional Congress Geology Mineral Resources SE. Asia, Kuala Lumpur Abstr. 20.
- Metcalf, I., 1997. The Palaeo-Tethys and Palaeozoic-Mesozoic tectonic evolution of Southeast Asia. In *The international conference on stratigraphy and tectonic evolution of Southeast Asia and the South Pacific, 19-24 August 1997, Bangkok, Thailand*, pp. 260-272.
- Misra, P.C., Roy, T.K., 1984. Exploration in Andaman forearc basin its evaluation, facies trend and prospects—a review. *Fifth Offshore Southeast Asia, Singapore*, 4.66–4.83.



- Mitchell, A.H.G., McKerrow, W.S., 1975. Analogous evolution of the Burma orogen and the Scottish Caledonides. *Geological Society of America Bulletin* 86, 305–315.
- Mitchell, A.H.G., 1977. Tectonic settings for emplacement of Southeast Asian tin granites. *Geological Society of Malaysia, Bulletin* 6, 123–140.
- Mitchell, A.H.G., 1981. Phanerozoic plate boundaries in mainland SE Asia, The Himalayas and Tibet. *Journal Geologic Society London* 138, 109–122.
- Mitchell, A.H.G., 1985. Collision-related fore-arc and back-arc evolution of the northern Sunda Arc. *Tectonophysics* 116, 323–334.
- Mukhopadhyay, M., 1984. Seismotectonics of subduction and back-arc rifting under the Andaman Sea. *Tectonophysics* 108, 229–239.
- Mukhopadhyay, M., 1992. On earthquake focal mechanism studies for the Burmese arc. *Current Science* 62, 72–85.
- Nutalaya, P. and Rau, J. L., 1984, Structural framework of the Chao Phraya Basin, Thailand : in Thanasutipitak et al. (eds.) *Proceeding of the Symposium on Cenozoic Basins of Thailand : Geology and Resources*, October, 1984, Chiangmai University.
- Nutalaya, P., Sodsri, S., and Arnold, E.P., 1985, *Series on Seismology, Volume II - Thailand : Southeast Asia Association of Seismology and Earthquake Engineering*, 403 p.
- Oldham, T., 1883. A catalogue of Indian earthquakes from the earliest time to the end of A.D. 1869: *Memoirs of the Geological Survey of India*, 19, part 3, 48 pp.
- Oldham, R.D., 1885. Notes on the geology of the Andaman Islands. *Records Geological Survey India* 18 (Pt 3).
- Pal, T., Chakraborty, P.P., Gupta, T.D., Singh, C.D., 2003. Geodynamic evolution of the outer-arc–forearc belt in the Andaman Islands, the central part of the Burma–Java subduction complex. *Geological Magazine* 140, 289–307.
- Paul, D.D., Lian, H.M., 1975. Offshore basins of southwest Asia-Bay of Bengal to South Sea. In: *Proceedings of the Ninth World Petroleum Congress, Tokyo*, vol. 3, pp. 1107–121.
- Peter, G., Weeks, L.A., Burns, R.E., 1966. A reconnaissance geophysical survey in the Andaman Sea and across the Andaman–Nicobar Island arc. *Journal of Geophysical Research* 71, 495–509.
- Petersen, M.D., Dewey, J., Hartzell, S., Mueller, C., Harmsen, S., Frankel, A. D., Rukstales, K., 2004. Probabilistic seismic hazard analysis for Sumatra, Indonesia and across the Southern Malaysian Peninsula. *Tectonophysics* 390, 141– 158.

- Polachan, S. and Satayarak, N., 1989. Strike-slip tectonics and the development of Tertiary basins in Thailand: Proceedings of the International Symposium on Intermontane Basin : Geology and Resources, Chiang Mai, Thailand, 30 Jan - 2 Feb 1989, pp. 243-253
- Polachan, S., Racey, A., 1994. Stratigraphy of the Mergui Basin, Andaman Sea: implications for petroleum exploration. *Journal of Petroleum Geology* 17, 373–406.
- Press, F., Siever, R., 1982, *Earth*, 3<sup>rd</sup>, W.H. Freeman and Company, United States of America, 613 p.
- Pradidtan, S., and Dook, R., 1992, Petroleum geology of the northern part of the gulf of Thailand, in C. Piancharoen, ed.-in-chief, Proceedings of the National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development. Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, 17-24 November, pp. 235-246.
- Raju, K.A.K., Ramprasad, T., Rao, P.S., Rao, B.R., and Varghese, J., 2004. New insights into the tectonic evolution of the Andaman basin, northeast Indian Ocean. *Earth and Planetary Science Letters* 221, 145–162.
- Rhodes, P. B., Perez, P., Lumjuan, A., and Kosuwan, K. 2002. Kinematics of the Mae Kuang Fault, Proceedings of the symposium on geology of Thailand, Bangkok Thailand, pp. 298-308.
- Rink, P.H., 1847. Die Nikobar Inseln. Eine Geographische Skizze, mit specieller Berücksichtigung der Geognosie, Kopenhagen. Translated Selections, Records Government India LXXVII, 540 p.
- Rodolfo, K.S., 1969a. Bathymetry and marine geology of the Andaman basin, and tectonic implications for Southeast Asia. *Geological Society of America Bulletin* 80, 1203–1230.
- Rodolfo, K.S., 1969b. Sediments of the Andaman basin, northeastern Indian Ocean. *Marine Geology* 7, 371–402.
- Roy, T.K., 1983, Geology and hydrocarbon prospects of Andaman–Nicobar basin. In: Bhandari, L.L. (ed.), *Petroliferous Basins of India* *Petroleum Asia Journal*, pp. 37–50.
- Roy, T.K., Chopra, N.N., 1987, Wrench faulting in Andaman fore-arc basin, India. *Proceedings Offshore Technology Conference* 19, pp. 393–404.
- Roy, D.K., Acharyya, S.K., Ray, K.K., Lahri, T.C., Sen, M.K., 1988, Nature of occurrence, age, and depositional environment of the oceanic pelagic sediments associated with the ophiolite assemblage, South Andaman Islands, India. *Indian Minerals* 42, 31–56.
- Satabala, S.P., 1998. Subduction in the Indo-Burman region: is it still active?. *Geophysical*

- Research Letters 25, 3189–3192.
- Sattayarak, N., 1992, Petroleum exploration opportunities in Thailand, In C. Piancharoen, ed.-in-chief, Proceedings of the National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development. Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, 17-24 November, pp. 668-675.
- Sengor, A.M.C, 1984, The Cimmeride orogenic system and tectonic of Eurasial, Geological Society of America, Special Paper 195, 82 p.
- Shrestha P. M., 1987, Investigation of active fault in Kanchanaburi province, Thailand, Thesis, Graduate School Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Sarapirome, S., and Khundee, S., 1994, Preliminary study on Neotectonics in the Mae Hong Son-Khun Yuam Vaelly, Geological Survey Division, Department on Mineral Resources, p. 1-13.
- Sieh, K., Natawidjaja, D., 2000, Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia. Journal of Geophysical Research 105, 28,295–28,326.
- Siribhakdi, K., 1987, Seismicity of Thailand and periphery. Geological Survey Division, Department of Mineral Resources Bangkok, pp.151-158.
- Srinivasan, M.S., 1979, Geology and mineral resources of the Andaman and Nicobar Islands, Andaman Nicobar Information 1978–1979. Government Printing Office, Port Blair.
- Srinivasan, M.S., 1986. Neogene reference sections of Andaman–Nicobar: their bearing on volcanism, sea-floor tectonism and global sea-level changes. In: Ghose, N.C., Varadarajan, S. (eds.), Ophiolites and Indian Plate Margin, pp. 295–308.
- Smith, W.H.F., Sandwell, D.T., 1997. Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. Science 277, 1956–1962.
- Songmuang, R., 2001, The use of remote-sensing technique for detecting quaternary fault in the southern part of Srisawat fault segment, Kanchanaburi, Bachelor of science, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
- Srinivasan, M.S., 1986. Neogene reference sections of Andaman–Nicobar: Hochstetter, F. von, 1869. Geology and physical geography of Nicobar Islands. Records Geological Survey of India 2 (Pt 3).
- Stephenson, D., Marshall, T.R., 1984. The petrology and mineralogy of Mt. Popa and the nature of the late-Cenozoic Burma volcanic arc. Journal Geological Society of London 141, 747–762.

- Suensilpong, S., 1977. The role of plate collision in tin mineralization in Thailand : In The 7<sup>th</sup> Circum-Pacific Plutonic Project Meeting, Japan, 14 p.
- Suess, E., 1904. *The Face of the Earth*, vol. 5. Clarendon Press, Oxford.
- Tan, B.K., 1984, The tectonic framework and evolution of the Central Belt and its margins, Peninsular Malaysia. *Geological Society of Malaysia bulletin* 17, 307-322.
- Thenhaus, P.C., Algermissen, S.T., and Perkins, D.M., 1982a, A new seismic source zone map for the conterminous United States (abs.), *Geological Society of America Abstracts with Programs*, vol. 14 no. 7, p. 630
- Tapponnier, P., Peltzer, G., and Armijo, R., 1986. On the mechanics of collision between India and Asia : In Coward, M.P. and Ries, A.C. (eds.), *Collision Tectonics*, *Journal of the Geological Society of London, Special Publication*, 19, pp. 115-157.
- Tipper, G.H., 1911. The geology of the Andaman Islands. *Memoir Geological Survey India* 35, 195–216.
- Van der Werff, W., 1996. Variation in forearc basin development along the Sunda Arc, Indonesia *Journal of Southeast Asian Earth Science*. vol. 14. no. 5. pp. 331-349.
- Vigny, C., Socquet, A., Rangin, C., Chamot-Rooke, N., Pubellier, M., Bouin, M.-N., Bertrand, G., Becker, M., 2003. Present-day crustal deformation around Sagaing Fault, Myanmar. *Journal of Geophysical Research* 108, ETG 6-1-10.
- Weeks, L.A., Harbison, R.N., Peter, G., 1967. Island arc system in the Andaman Sea. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 51, 1803–1815.
- Win Maw, Myint Kyi, 1998. Prospecting the Moattama/Tanintharyi Shelf of Myanmar, *Proceedings, Gas Habitats of SE Asia and Australian Conference*. Indonesian Petroleum Association.
- Win Swe. 1970. A major strike slip fault in Burma. Paper read at the 5<sup>th</sup> Burma Research Congress.
- Win Swe, 1981. A major strike-slip fault in Burma. *Contributions to Burmese Geology* 1, 63–72.
- Won-in, K., 1999, Neotectonic evidences along the Three Pagoda Fault Zone, Changwat Kanchanaburi, Thesis, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
- Udchachon, M., 2002, Neotectonic of the southeastern segment of the Phrae fault system, Phrae basin, Northern Thailand, Thesis, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

## แหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์และโฮมเพจ

[http://www.grid.unep.ch/product/map/download/thailand\\_victim.gif](http://www.grid.unep.ch/product/map/download/thailand_victim.gif)  
<http://www.ngdc.noaa.gov>  
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4247409.stm>  
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>  
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/tectonics.html>  
<http://soundwaves.usgs.gov/2005/04/marchLG.gif>  
[http://pasadena.wr.usgs.gov/shake/ous/STORE/Xslav\\_04/ciim\\_display.html](http://pasadena.wr.usgs.gov/shake/ous/STORE/Xslav_04/ciim_display.html)  
[http://earthquake.usgs.gov/eqinthenews/2004/usslav/andaman\\_fig1.gif](http://earthquake.usgs.gov/eqinthenews/2004/usslav/andaman_fig1.gif)  
<http://www.earthquake.tmd.go.th>  
[http://www.baird.com/baird/en\\_html/indian\\_ocean/indianocean.html](http://www.baird.com/baird/en_html/indian_ocean/indianocean.html)  
[http://www.baird.com/baird/en\\_html/indian\\_ocean/indianocean1.html](http://www.baird.com/baird/en_html/indian_ocean/indianocean1.html)  
<http://www.crisp.nus.edu.sg/tsunami>  
<http://www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/>  
<http://www.crisp.nus.edu.sg/tsunami/>  
<http://www.thairath.co.th>  
[http://www.sc.psu.ac.th/TSunami/Action\\_BioTech.htm](http://www.sc.psu.ac.th/TSunami/Action_BioTech.htm)  
<http://www.isgs.uiuc.edu/servs/pubs/geobits-pub/geobit7/geobit7.html>  
[http://www.karencarr.com/Images/Gallery/2004\\_gallery\\_sinkhole.jpg](http://www.karencarr.com/Images/Gallery/2004_gallery_sinkhole.jpg)  
<http://www.swfwmd.state.fl.us/emergency/sinkhole/images/SinkholePoster.gif>  
<http://www.occultopedia.com/t/tsunami.htm>  
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/tectonic.html>  
<http://pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html>  
<http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/plate-tectonics.html>  
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>  
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>  
<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/seismo.html>