

## บทที่ 5

### ธรณีวิทยามหายุคพาลีโอโซอิก

ในบทนี้เป็นการบรรยายธรณีวิทยาของหินตะกอนและหินตะกอน(แปร) (sediments & metasediments) ที่เกิดในมหายุคพาลีโอโซอิกที่ลักษณะการไหลของหิน มีมากกว่าหินของมหายุคพรีแคมเบรียน (หรือ พาลีโอโซอิก Pre-Paleozoic) รูปที่ 5.1 แสดงถึงการกระจายตัวของหินตะกอน (แปร) ที่เกิดอยู่ในมหายุคพาลีโอโซอิก

#### 5.1 หินมหายุคพาลีโอโซอิกของประเทศไทย

##### 5.1.1 หินยุคแคมเบรียน - ออร์โดวิเชียน

ชั้นหินที่มีอายุในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนต้นส่วนใหญ่ปรากฏทางทิศตะวันตกของประเทศไทยและพบใกล้กับบริเวณหินมหายุคพรีแคมเบรียนที่เกาะตระรุเตา จากรายงานพบว่าหินทั้งสองยุคนี้มีความหนามากกว่า 1.5 กิโลเมตร ในรายงานฉบับนี้แบ่งหน่วยหินออกเป็น 2 หน่วย ได้แก่ หินตะกอนยุคแคมเบรียน (กลุ่มหินตะรุเตา) และหินปูนยุคออร์โดวิเชียน (กลุ่มหินทุ่งสง) สามารถแสดงการกระจายตัวของหินทั้งสองชุดในรูปที่ 5-1

##### (ก.) กลุ่มหินตะรุเตา (Tarutao Group)

กลุ่มหินตะรุเตาเป็นหินตะกอนที่มีอายุแก่ที่สุดในประเทศไทย จากการศึกษาบรรพชีวินวิทยา (Buravas, 1960; Javanaphet, 1965; Bunopas และคณะ, 1978; Bunopas, 1981, Shergold และคณะ, 1988) ลักษณะโดยทั่วไปของหินกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นหินทรายและหินดินดานแทรกสลับกันอยู่และส่วนบนของกลุ่มหินนี้พบหินปูนแทรกสลับเป็นชั้นบางๆ ชั้นหินแบบฉบับ (type section) อยู่ที่เกาะตระรุเตา (เกาะนอกฝั่งทะเลอันดามัน) เชื่อกันว่าตะกอนของกลุ่มหินตะรุเตา น่าจะมาจากทิศตะวันตก กลุ่มหินนี้มีชื่อเรียกต่างๆ เช่น หินควอร์ตไซต์ตะรุเตา Tarutao Quartzite (Burton, 1974) หรือชุดหินภูเก็ต Phuket Series (Brown และคณะ 1951) เป็นต้น

1) การกระจายตัว หินชุดนี้ส่วนใหญ่กระจายตัว ทางภาคเหนือประเทศ(รูปที่ 5-1) ได้แก่ หินควอร์ตไซต์ผาบ่อง (Pha Bong Quartzite) มาจากชื่อเขื่อนผาบ่อง 15 กิโลเมตร ทางใต้ของแม่ฮ่องสอน (Bunopas, 1981) โดยชั้นหินแบบฉบับวางตัวบริเวณส่วนโค้งของสันเขา หนา 300 เมตร ยังไม่มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ในหมวดหินควอร์ตไซต์ผาบ่องแต่จากลักษณะเนื้อหินที่ที่เทียบสัมพันธ์กับชั้นหินช่วงล่างของกลุ่มเจ้าเหมยที่จังหวัดกาญจนบุรีและกลุ่มหินตะรุเตาในพื้นที่แหลมไทย ซึ่งเทียบอายุจากซากดึกดำบรรพ์จำพวกไทรโลไบต์ที่มีอายุพรีแคมเบรียนตอนบน (Baum และคณะ, 1970; Javanaphet, 1969; Wongwanich และคณะ, 1983) และหมวดหินเขาอุ้มยอมนเส้นทางตาก-แม่สอด (Khao Um Yom Formation) (Sukto และคณะ, 1985) ทางภาคตะวันตก ได้แก่ บริเวณห้วยหวาย (ตะวันตกบ้านหลังเขา) อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี (Huai Wai Quartzite) (Bunopas, 1967) และบริเวณบ้านรางไข่ ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอกำ

มะกา จังหวัดกาญจนบุรี (Ban Rang Khe Formation) (Dheeradilok และคณะ, 1985a) ทางภาคใต้ ได้แก่ บริเวณเขาทองโดนด อำเภอสีชล จังหวัดนครศรีธรรมราช (Thong Tanot Formation) (Nakinbodee และคณะ, 1985) และบริเวณตะวันตกและตอนกลางของเกาะตะรุเตา จังหวัดสตูล (Tarutao Group) (Javanaphet, 1969) เป็นที่น่าสังเกตว่าตั้งแต่ทางตะวันออกของ จังหวัด เชียงใหม่ ประมาณเส้นละติจูดที่  $100^{\circ}$  ไปทางเหนือจดชายแดนพม่าลงมาทางทิศใต้จนถึงอำเภอไทย ไม่พบหินอายุยุคแคมเบรียน-อโดวิเชียน อีกทั้งหินกลุ่มนี้ปรากฏเฉพาะในแผ่นจุลทวีปฉาน-ไทยเท่านั้น สำหรับในประเทศไทยเราจึงไม่พบหินอายุนี้ ณ ที่แผ่นแปรฐานอื่น ๆ

2) การลำดับชั้นหิน ในที่นี้กำหนดให้หมู่หินตะรุเตาเป็นหินแบบฉบับ (type section) กลุ่มหินนี้กำหนดขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Javanaphet (1969) ต่อมาถูกปรับลดให้เป็นหมวดหินโดย Bunopas (1981) และต่อมาจึงปรับให้ใหญ่ขึ้นเทียบเท่ากลุ่มหิน (Group) โดย Bunopas (1993) หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอน แต่บริเวณนอกเกาะตะรุเตาเป็นพวกตะกอนแปร (metasediments) และไม่พบซากดึกดำบรรพ์ สำหรับทางประเทศมาเลเซียเรียกหินกลุ่มนี้ว่ากลุ่มหินมาชิงช้าง (Machinchang Formation)

เนื่องจากการเข้าถึงพื้นที่ตอนกลางทำได้ยากและถูกจำกัดด้วยโครงสร้างรอยโค้ง (fold structure) ที่ซับซ้อนทำให้กำหนดความหนาชั้นหินได้ยาก อย่างไรก็ตามหลายคนได้กำหนดความหนาไว้ดังนี้ Teraoka และคณะ, (1983) กำหนดให้กลุ่มหินตะรุเตามีความหนารวมกัน 3,100 เมตร แต่ Bunopas (1981) กำหนดให้หนาเพียง 2,000 เมตร โดยมีชั้นหินแบบฉบับที่ อำเภอตะโลตะไประหว่างแหลมหินทราย (กริด 360-682) และต่อมาเหลือเพียง 800 เมตร (Bunopas, 1983) ส่วน Akeman (1986) ได้รายงานความหนาเพียง 890 เมตร ซึ่งในที่นี้เรากำหนดความหนาโดยใช้ข้อมูลจาก Akeman (1986) เป็นหลัก ซึ่งใช้หินปูนโผล่ (กริด 375-709) ในแผนที่ระวาง 4922 II เป็นเกณฑ์ กลุ่มหินตะรุเตาแบ่งออกได้เป็น 3 หมวดหิน ได้แก่ หมวดหิน MF1, MF2 และ MF3 (รูปที่ 5-3) ตามการจัดแบ่งของ Lee (1983)

หมวดหิน MF1 เป็นหมวดหินชั้นล่างสุด บริเวณเกาะตะรุเตามีความหนารวมกันประมาณ 80 เมตร เกาะลังกาอี (รูปที่ 5-4) มีความหนามากถึงประมาณ 1,620 เมตร ชั้นหินด้านบนเป็นหินโคลนและมีหินทรายแบ่งเป็นชั้นบางอยู่ตอนล่าง พบหินทรายปนโคลนเป็นชั้นหนาและมีขนาดตะกอนหยาบกว่าสะสมตัวอยู่ด้านบน (coarsening upward sequence) โดยแสดงลักษณะชั้นตะกอนเฉียง โครงสร้างรับน้ำหนัก (load structure) ริวคลื่น (ripple) ชั้นตะกอนถล่มไถล (slumps) และรูขนไช (burrows) ชั้นตะกอนทั้งหมดนี้แสดงถึงสภาพแวดล้อมการสะสมตัวแบบนอกชายฝั่ง (offshore) ในที่นี้กำหนดให้หมวดหิน MF1 มีชั้นหินแบบฉบับที่อำเภอมะขาม ไม่พบซากดึกดำบรรพ์

หมวดหิน MF2 บริเวณเกาะตะรุเตามีความหนาประมาณ 650 เมตร และ 1,075 เมตร บนเกาะลังกาอี สามารถแบ่งเป็น 3 หมู่หิน ได้แก่ หมู่หินล่างสุด (MF2-1) ประกอบด้วยหินทรายเม็ด

หยาบถึงละเอียดชั้นหนาถึงหนานกลาง มีสีแดงสลับกับสีน้ำตาลแสดงลักษณะชั้นตะกอนเฉียง พบชั้นกรวด ชั้นแร่หนัก และชั้นเถ้าธุลีภูเขาไฟ แทรกอยู่บ้างเป็นชั้นบาง หนุหินตอนล่างบริเวณ เกาะตะรุเตามีความหนาเฉลี่ยประมาณ 150 เมตร และ 550 เมตร บนเกาะลังกาวิ โดยมีซากดึกดำบรรพ์พวกไทร-โลไนต์ (Kobayashi, 1957, Shergold และคณะ, 1988) สำหรับสภาวะแวดล้อมของการสะสมตะกอนเป็นแบบคลองปากแม่น้ำ (estuarine channel-lag deposit) อยู่ติดกับบริเวณ ชายฝั่ง (shoreface deposits) หนุหินตอนกลาง (MF2-2) ประกอบด้วยหินทรายชั้นบาง แสดงลักษณะชั้นเฉียง มีขนาดตะกอนละเอียดถึงหยาบปานกลาง บางครั้งแทรกสลับด้วยชั้นกรวด ชั้นดิน (argillaceous layers) และเถ้าธุลีภูเขาไฟ หนุหินตอนกลางบริเวณเกาะตะรุเตามีความหนาประมาณ 250 และ 540 เมตร บนเกาะลังกาวิ Lee (1983) ได้เสนอว่าหนุหินตอนกลางแสดงสภาวะแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนในอดีตแบบปากแม่น้ำตอนบน ส่วนหนุหินตอนบน (MF2-3) บริเวณเกาะตะรุเตามีความหนาประมาณ 150 เมตร และประมาณ 700-750 เมตร บนเกาะลังกาวิ ประกอบด้วยหินทรายเม็ดละเอียดถึงละเอียดมากสีม่วง มีชั้นบางๆ ของเถ้าธุลีภูเขาไฟ แทรกสลับบ้างเพียงเล็กน้อยในตอนกลาง และตอนบนส่วนใหญ่เป็นดินโคลน มีแร่แผ่นหรือแร่เกล็ดจำพวกไมก้าชัดเจน การวางตัวของหินทรายส่วนใหญ่มีลักษณะเอียงเป็นมุมต่ำและมีชั้นซากดึกดำบรรพ์จำพวกไทรโลไบต์และหอยบราคิโอพอดชัดเจน (Shergold และคณะ 1988, Wongwanich และคณะ, 1983) สภาวะการสะสมตัวของตะกอนเป็นแบบหาดทรายถึงชายฝั่งตอนบน และอาจมีสันทรายด้วย

หมวดหินตอนบนสุดหรือหมวดหิน MF3 (รูปที่ 5-5) บริเวณเกาะตะรุเตามีความหนาเฉลี่ยประมาณ 160 เมตร และ 500 เมตรบนเกาะลังกาวิ ซึ่งเป็นชั้นทรายที่มีขนาดละเอียดจนถึงทรายแป้งในตอนล่างและชั้นหินโคลนในตอนบน (fining-upward sequence) โดยมีชั้นหินปูนบางๆเป็นชั้นแร่หนักและธุลีภูเขาไฟปรากฏตอนบน หมวดหินนี้พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกไทรโลไบต์ (Stait และคณะ, 1984, Wongwanich และคณะ, 1983) สภาวะการสะสมตัวของตะกอนเป็นแบบหลังสันทรายติดกับทะเลสาป (back-barrier lagoon) หมวดหินตอนบนนี้เปลี่ยนเป็นกลุ่มหินทุ่งสงของไทย และกลุ่มหินเซตูล (Setul) ของประเทศมาเลเซีย ดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

3) อายุ ซากดึกดำบรรพ์ในยุคแคมเบรียนที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก คือ ซากดึกดำบรรพ์จำพวก ไทรโลไบต์ซึ่งพบบริเวณเกาะตะรุเตา มีชื่อว่า อีโอสอกเกีย บูราวาสี (*Eosaukia buravasi*) (รูปที่ 5-6) ซึ่งคำหลังจากชื่อ นายสมาน บูราวาส อดีตอธิบดีกรมทรัพยากรธรณี และไทยแลนด์โซลัม (*Thailandum solum*) บริเวณแถบแหลมหินงาม (รูปที่ 5-2) โดยศาสตราจารย์ โคบายาชิ จากมหาวิทยาลัยโตเกียว (Kobayashi, 1957) เป็นผู้ค้นพบ ต่อมาก็มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์จำพวกไทรโลไบต์ชนิดอื่นอีกหลายตัว เช่น ซินาเนีย (Tsinania) พาโกเดีย (Pagodia) และ ฮานิวา

(Haniwa) ในหินตะกอนบนเกาะตะรุเตา (Wongwanich และคณะ, 1983, Shergold และคณะ, 1988) ซึ่งส่วนใหญ่กำหนดอายุให้เป็นปลายยุคแคมเบรียน

(ข) กลุ่มหินทุ่งสง (Thung Song Group)

หมู่หินทุ่งสงตั้งชื่อจาก อำเภอทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช (Brown และคณะ, 1951, Buravas, 1961 และ Javanaphet, 1969) มีอายุประมาณยุคออร์โดวิเซียน ส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินปูน หินโคลไมต์ และหินตะกอนเม็ดละเอียดที่แทรกเป็นชั้นข้างสลับกับหินปูนและหินโคลน หินดินดานในหมู่หินนี้มีความหนาทั้งหมดประมาณ 900 ถึง 1,400 เมตร

(1) การกระจายตัว รูปที่ 5-7 แสดงการกระจายตัวของกลุ่มหินนี้ในประเทศไทยแต่ชั้นหินแบบฉบับที่ดีกว่าปรากฏบริเวณเกาะตะรุเตาและเกาะลันเตา (Wongwanich, 1990) และที่จังหวัดยะลา (Bunopas และคณะ, 1978) อีกบริเวณพบทางตอนใต้ของจังหวัดกาญจนบุรี เรื่อยไปทางทิศเหนือ โดยพบเป็นบางพื้นที่จนถึงเชียงใหม่ (รูปที่ 5-7)

ดร.ธนิศร์ วงศ์วานิช เป็นคนแรกที่ศึกษาหินชุดนี้อย่างมีระบบและสามารถแบ่งกลุ่มหินทุ่งสงออกเป็น 8 หมวด (Wongwanich, 1990) โดยอาศัยข้อมูลจากสนาม การลำดับชั้นหิน และธรณีวิทยาบริเวณจังหวัดสตูลและที่เกาะตะรุเตา สามารถแบ่งเป็น 6 หมวดหิน เรียงลำดับจากหมวดหินตอนล่างไปยังตอนบน ได้แก่ หมวดหินมะละกา (Malaka Formation) หมวดหินตะโลแดง (Talodang Formation) หมวดหินละงา (La Nga Formation) หมวดหินป่าหน้า (Pa Nam Formation) หมวดหินเลตอง (Lae Tong Formation) และ หมวดหินรังนก (Rung Nok Formation) ส่วนอีก 2 หมวดหินที่มีอายุอ่อนกว่าพบบนแผ่นดินในจังหวัดสตูล ได้แก่ หมวดหินเพตรา (Phetra Formation) และหมวดหินป่าแก่ (Pa Kae Formation) อย่างไรก็ตามผลศึกษาจากแท่งหลุมเจาะและจากภาคสนามบริเวณอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถแบ่งหมวดหินย่อยออกเป็นหมวดหินถ้ำตอด (Tham Thalod Formation) ในตอนบนและหมวดหินเขาคม (Khao Khom Formation) ในตอนล่าง กลุ่มหินทุ่งสงวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องกับหมวดหินวังทอง ซึ่งมีอายุอ่อนกว่าในบริเวณแถบทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช (Srisakulrat, 2000) การลำดับชั้นหินจากหมวดจากแก่สุดไปอ่อนสุดสามารถอธิบายได้ดังนี้ (รูปที่ 5-8)

1) หมวดหินมะละกา ได้ชื่อจากห้วยมะละกา ซึ่งเป็นห้วยใหญ่ที่สุดบนฝั่งด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะตะรุเตา ความหนาของหินหมวดนี้ประมาณ 30 เมตร ประกอบด้วย หินปูนปนดินและหินปูนโคลไมต์สีเทาวางตัวสลับกันอยู่ และอาจมีชั้นบางๆของสาหร่าย (algae) สีเทาจนถึงน้ำตาลเป็นรูปเลนซ์แทรกอยู่หนาประมาณ 10 เซนติเมตร โดยอาจมีรูไชซอน (burrows) รอยซากชีวิน (trace fossils) และร่องร่วน (mud cracks) ปรากฏอยู่ด้วย Taraka และคณะ (1982) สังเกตเห็นว่าหมวดหินนี้มีลักษณะพิเศษคือมีชั้นของตะกอนภูเขาไฟเนื้อละเอียดหนาประมาณ 1 เมตร ในตอนล่างของหมวดหินนี้

2) หมวดหินตะไลแดง มีความหนาทั้งหมดประมาณ 30 เมตร ประกอบด้วยชั้นของ หินปูน มี ก้อนกลม (nodular) สีเทาอมชมพู แทรกสลับกับหินดินดานปนปูนสีเขียวถึงแดง หมวดหิน ตะไลแดงประกอบด้วยหมีหิน 2 หมี ส่วนใหญ่ตอนล่างมักแสดงชั้นหินที่ค่อนข้างหนาจนถึงหนามาก (อย่างน้อยหนาถึง 6 เมตร) ของหินทรายสีน้ำตาลปนเทา เนื้อค่อนข้างละเอียดซึ่งเป็นพวกหินทราย เนื้อถ้าภูเขาไฟจนถึงเนื้อปูน (feldspathic sandstone) ส่วนหมีหินหนารวมกันได้ประมาณ 24 เมตร มักแสดงชั้นตะกอนขวางและโครงสร้างโดม ส่วนที่จัดเป็นส่วนสำคัญของหมีหินนี้คือชั้นตะกอน หินปูนที่สลับกันระหว่างพวกที่มีก้อนกลมกับพวกที่มีเนื้อตะกอนเม็ด ซึ่งความเป็นหินคาร์บอเนต ค่อยเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่ออยู่บนช่วงบนๆของหมีหินโดยที่ช่องว่างของส่วนบนหมีหินตะไลแดง มักพบเห็นเป็นหินดินดานเนื้อปูน โดยมีลักษณะเนื้อปูนเพิ่มมากขึ้น โดยมีก้อนกลมของเนื้อปูนฝัง ประอยู่ทั่วไป บางครั้งแสดงลักษณะรูปเลนซ์ ส่วนช่วงบนมีปริมาณปูนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิด เป็นชั้น ๆ เค้นชัด ส่วนตะกอนเม็ดละเอียดของพวกหินดินดานกลับลดน้อยลงจนเกิดเพียงชั้นบาง ๆ Wongwanich (1990) ได้สังเกตเห็นว่าในส่วนบนของหมีหินนี้ประกอบด้วยวัฏจักรลักษณะปรากฏ ของตะกอนแบบนี้ถึง 6 ชุดด้วยกัน

3) หมวดหินละงา ประกอบด้วยหมีหิน 2 หมีวางตัวต่อเนื่องกัน ตอนล่างของ หมวดหินเป็นหินปูนหนาถึงหนามากและมักแสดงชั้นตะกอนขวาง มีความหนารวมกันถึง 27 เมตร

4) หมวดหินป่าหน้า ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาดำและหินปูนเม็ดแข็ง (calcsiltite) เนื้อโคลไม่ต์จนถึงหินโคลไม่ต์ ซึ่งหินโคลไม่ต์นี้ให้หินโผล่มีเนื้อหินมีสีน้ำตาลปน เหลืองสว่างและมีที่ผิวเป็นริ้วๆอยู่ในแนวตั้ง ตอนบนของหมีหินนี้เป็นหินปูนชั้นสหาวยสลับอยู่ กับหินปูนในชั้นและเลนซ์หนาประมาณ 3 เมตร หินส่วนใหญ่เป็นหินกรวดมน หินปูนเนื้อทราย และหินโคลไม่ต์ชั้นบาง

5) หมวดหินแลตอง ประกอบด้วย 2 หมีหิน ซึ่งวางตัวต่อเนื่องกัน (conformable) โดยที่หินส่วนใหญ่ของทั้งสองหมีมีเนื้อดินประกอบ ตอนล่างหนาของหมีหินมีความหนา ประมาณ 35 เมตร ประกอบด้วยชั้นบาง ของหินปูนและหินดินดานสลับกัน แต่ละชั้นหนาเฉลี่ย ประมาณ 1-3 เซนติเมตร หินปูนซึ่งแข็งกว่าแสดงสีเทาถึงน้ำตาล เม็ดเนื้อหยาบขนาดเท่าเม็ดทราย ถึงทรายแป้งและมีเนื้อปูนปนบ้าง ส่วนตอนบนซึ่งหนาประมาณ 77 เมตร ประกอบด้วยหินปูนชั้น บางเป็นส่วนใหญ่ แต่ละชั้นบางมาก ประมาณ 1-3 เซนติเมตร เช่นกัน มักมีสีเทา และแทรกสลับ อยู่กับหินดินดานสีเทาเขียวจนถึงแดง

6) หมวดหินรังนก มีความหนาทั้งหมดประมาณ 365 เมตร ประกอบไปด้วยชั้น หินปูนมีความหนาหลากหลายชนิดตั้งแต่หนาน้อยจนถึงหนามาก บางช่วงมีเนื้อปูนโคลไม่ต์ ในชั้นนี้พบ ซากดึกดำบรรพ์มากและสำคัญที่สุด ได้แก่ ฟองน้ำ หอยบราดิโอพอด และรีเซปทา-คูลาติด (receptaculitids)

7) หมวดหินเขาคม ได้ชื่อจากเขาคม อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช (Srisakurat, 1996) ประกอบด้วย 2 หมู่หินและมีความหนารวมกันประมาณ 99 เมตร ตอนล่างของหมวดหินมีความหนาประมาณ 55 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีดำถึงเทาเข้มจัด แต่ละชั้นหนาประมาณ 80-200 เมตร ตอนล่างของหินหมู่นี้ประกอบด้วยหินดินดานสีดำ และหินดินดานเนื้อควอร์ต หนาประมาณ 100-120 เซนติเมตร Srisakulrat (1996) เสนอให้หินดินดานที่มีการสะสมตัวตามลำน้ำและทะเลสาบ ส่วนบนสุดของหินตอนล่างนี้ ประกอบด้วยชั้นถ้ำภูเขาไฟ เมื่อสดแข็งเนื้อละเอียดมากมีสีเทาเมื่อผุแล้วมีสีน้ำตาลอมเหลืองอ่อน หนาประมาณ 50 ถึง 60 เซนติเมตร และจัดเป็นชั้นหินดัชนีชั้นหนึ่งในการเทียบเคียงหมวดหินนี้ ตอนบนของหมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 40 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาชั้นบางประมาณ 3-10 เซนติเมตร ทั้งตอนล่างและตอนบนของหมวดหินนี้มีความหนาเพิ่มขึ้นประมาณ 10-20 เซนติเมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาเข้มถึงดำและมักมีเนื้อโดโลไมต์แทรกอยู่ด้วยในบางช่วง ทำให้มีสีเทาอมชมพู

8) หมวดหินถ้ำตาลอด ได้ชื่อจากเข้าถ้ำตาลอด ซึ่งเป็นเขาสูงประมาณ 120 เมตร อำเภอ ทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช หมวดหินถ้ำตาลอดมีความหนาประมาณ 105 เมตร ประกอบด้วยหินปูนสีเทาจนถึงเทาเข้ม พบหินโดโลไมต์สีเทาอมชมพูถึงชมพูอ่อนแทรกสลับในบางช่วง และมักไม่พบหินปูนเนื้อดิน ในตอนกลางของหมวดหินพบหินดินดาน เนื้อซิลิกาสีเทาและแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะชัดเจนปรากฏเป็นชั้นบางหนาประมาณ 12-15 เซนติเมตร

9) หมวดหินป่าแก่ พบบริเวณทุ่งสงมีความหนาประมาณ 145 เมตร และบริเวณจังหวัดสตูลมีความหนาของหมวดหินนี้ประมาณ 66 เมตร โดยทั่วไปประกอบด้วยหินปูนชั้นสาหร่าย (stromatolitic limestone) สีแดงจนถึงชมพูอมเทา เป็นชั้นบางหนาประมาณ 10-15 เซนติเมตร ในแต่ละชั้นแทรกสลับอยู่กับหินโคลนเนื้อทรายแป้งสีแดง ซึ่งมีหินปูนก้อนสาหร่าย (oncolith limestone) Srisakulrat (1995) ได้แบ่งหมวดหินนี้ออกเป็น 3 หมู่ ได้แก่หินปูนชั้นสาหร่ายสีชมพูถึงแดง หนาประมาณ 45 เมตร ในหมวดหินตอนล่าง ในหมวดหินตอนกลางเป็นหินโคลนถึงหินทรายแป้งสีเทาอมแดง มีความหนาประมาณ 60 เมตร และแสดงลักษณะคล้ายร่องระแหง (mud crack) ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นมาก ส่วนหมวดหินตอนบนหนาประมาณ 40 เมตร เป็นหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาอ่อนจนถึงเทาอมชมพู ส่วนล่างเป็นพวกหินดินดานเนื้อปูนสีเทาเข้มแทรกสลับบ้าง พบเห็นซากดึกดำบรรพ์อยู่บ้าง (ดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป)

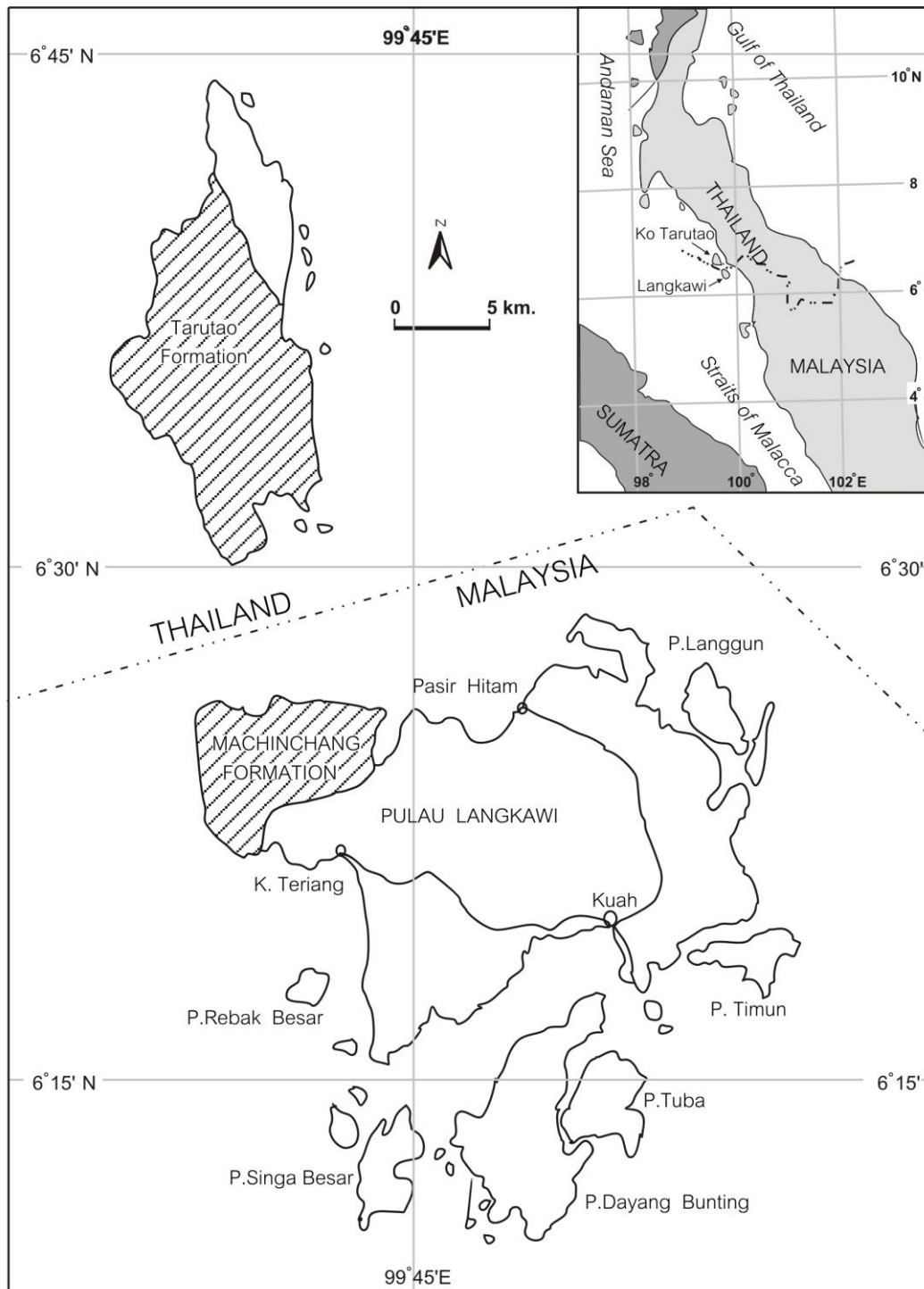
นอกจากนี้ยังพบหมวดหินป่าแก่ในบริเวณอื่นของประเทศ ได้แก่ ทางตอนเหนือของประเทศบริเวณแถบทางทิศตะวันตกของ อำเภอ ฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเรียกหินปูนฮอด (Hod Limestone, Bunopas, 1981) หมวดหินนี้ทั้งชุดมีความหนาประมาณ 800 เมตร สามารถแบ่งย่อยเป็น 3 หน่วยหินหลัก ได้แก่หมวดหินตอนล่างสุดหนา 300 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดิน

ปรากฏเป็นชั้นบาง หมวดหินตอนกลาง หนาประมาณ 100 เมตร เป็นพวกหินดินดานเนื้อทราย แป้ง และหินทรายแทรกสลับกับชั้นหินปูน ส่วนหมวดหินตอนบนสุดหนาประมาณ 400 เมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนชั้นหนาสีเทาถึงเทาเข้มเนื้อแน่นถึงเป็นชั้นหนามีแนวพินในหิน (stylolite) และมีเนื้อโคลนเป็นแถบ (argillaceous band) บ้าง ซากดึกดำบรรพ์ที่พบโดยส่วนมากมีขนาดเล็ก เป็นโคโนดอนต์ อายุประมาณออร์โดวิเชียน การเทียบเคียงการลำดับชั้นหินของไทยและมาเลเซีย โดยใช้หลักฐานบรรพชีวินวิทยาดังรูปที่ 5-9

กลุ่มหินทุ่งสงสามารถเทียบเคียงได้กับกลุ่มหินเซตูลของมาเลเซีย โดยเฉพาะในพื้นที่แถบ อำเภอกวนโดน และควนกลาง(สตูล)

\*3 หมวดหินทุ่งสงสามารถแบ่งหินได้เป็น 2 หมวดหิน คือ หมวดหินเลตง และหมวดหินรังนก โดยหมวดหินเลตงเป็นส่วนด้านล่างของกลุ่มหินทุ่งสง ประกอบด้วยหินปูน สีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นหินบาง มีหินดินดานและก้อนเชิร์ตกลม (chert nodules) แทรกสลับ หมวดหินรังนก เป็นส่วนบนของกลุ่มหินทุ่งสง ประกอบด้วยหินปูนชั้นหนา สีเทาถึงสีเทาเข้ม ปรากฏแถบของรอยหยัก (stylolite) มีหินดินดานแทรกสลับ อายุของหมวดหินเซตูลได้จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ โดยได้พบ เซฟาโลพอด (cephalopods) เช่น (Orthoceras sp., Actinoceras sp., Ornoceras sp.) ไครอนอยด์ ปะการังและฟองน้ำ ในหมวดหินรังนก ซึ่งบอกอายุในช่วงกลางยุคออร์โดวิเชียน (Middle Ordovician) ส่วนในหมวดหินเลตงไม่พบซากดึกดำบรรพ์แต่จากการลำดับชั้นหินหมวดหินเลตงวางตัวอยู่ใต้หมวดหินรังนก จึงให้หมวดหินเลตงมีอายุในช่วงต้นยุคออร์โดวิเชียน (Early Ordovician)

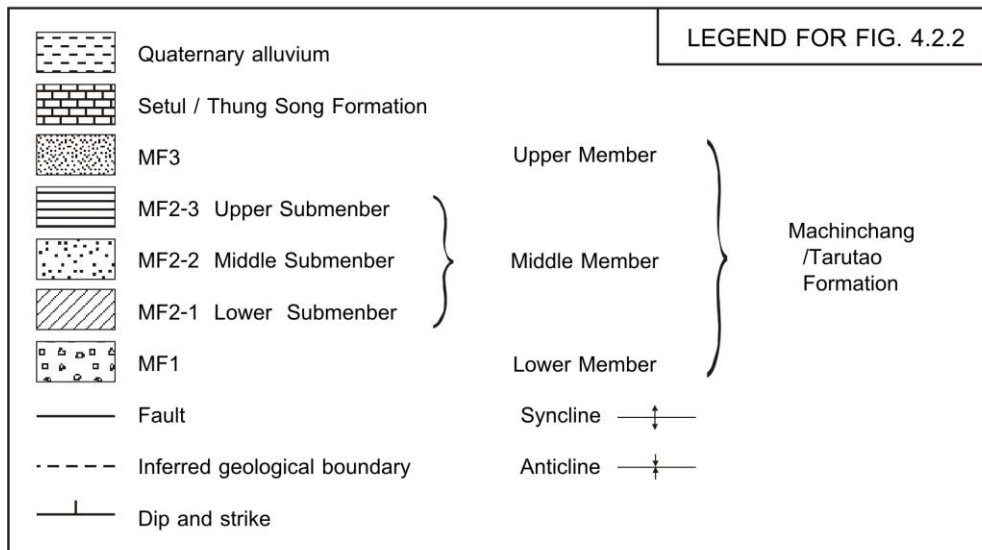
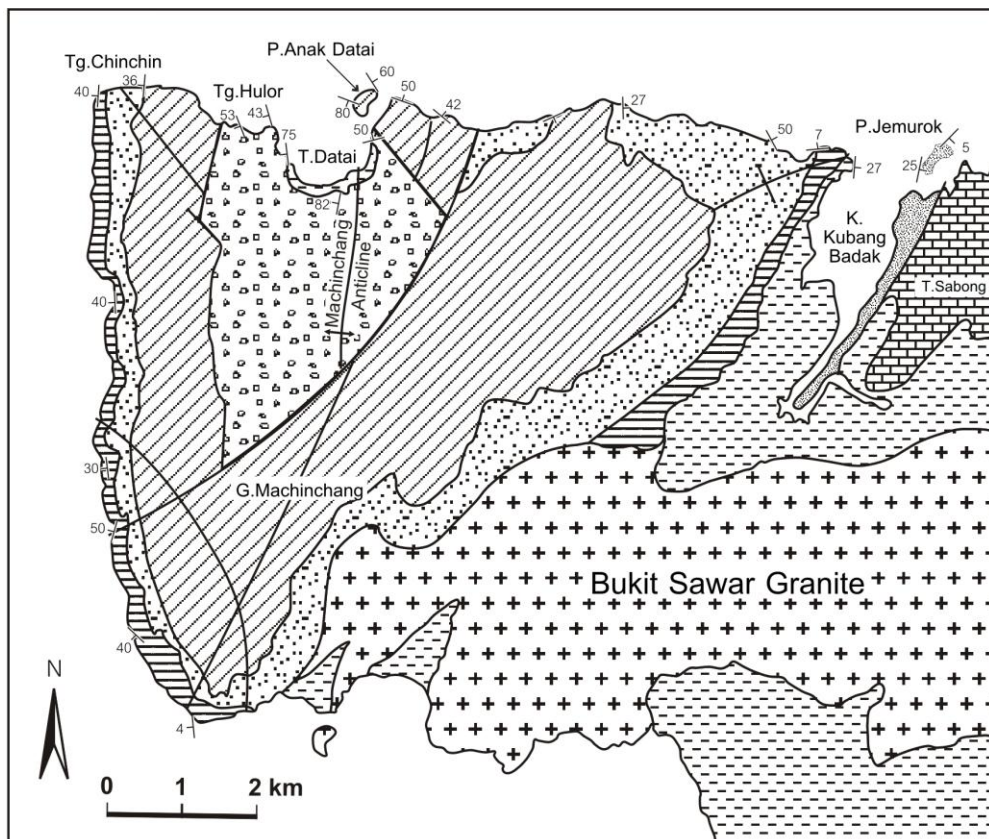
(ยก  
ข้อมูล  
มา  
จาก  
หน้า  
5-64)



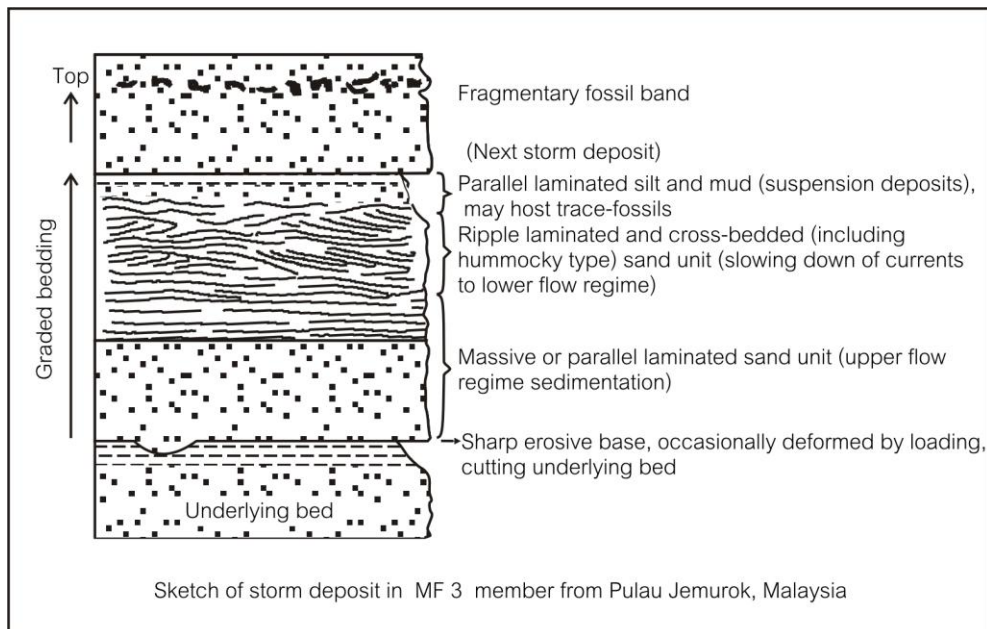
Location map of the Tarutao Group (originally Formation) in Thailand and Machinchang Formation (in Malaysia)  
 รูปที่ 5-2 (ก) แผนที่ที่ตั้งของเกาะตะรุเตาและเกาะลังกาวิในทะเลอันดามัน แสดงลักษณะการกระจายตัวของหินตะกอน กลุ่มหินตะรุเตา (ประเทศไทย) และกลุ่มหินมาซิงซังบนเกาะลังกาวิ (ประเทศมาเลเซีย)



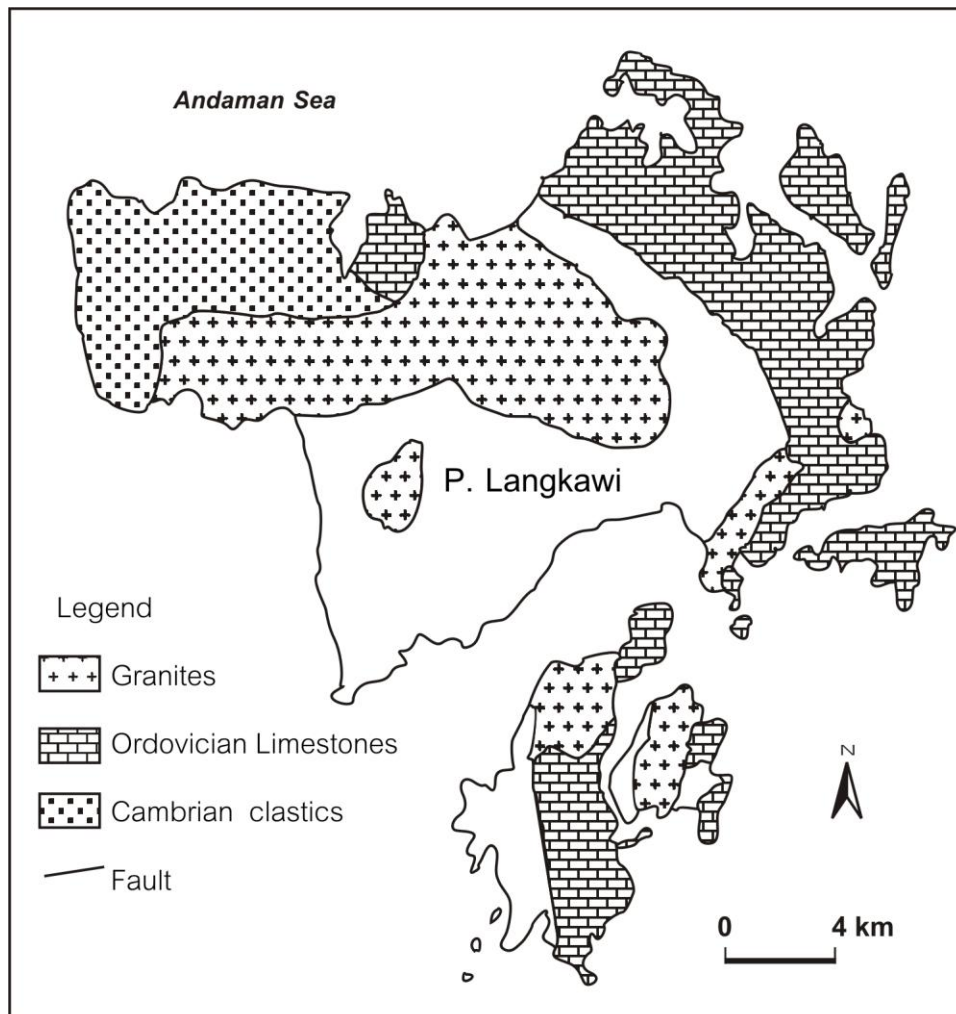




รูปที่ 5-3 แผนที่ธรณีวิทยาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะลังกาวิแสดงการกระจายตัวของหินตะกอน กลุ่มหินมาซิงซัง และหินปูน (ทางขวาของรูป) กลุ่มหินเซตูล โดยมีรอยเลื่อนอ่าวตะโลตะโบ ผ่านมาจากทางใต้ของเกาะตะรุเตามายังตอนเหนือของเกาะลังกาวิ (ดัดแปลงจาก Lee, 1983)

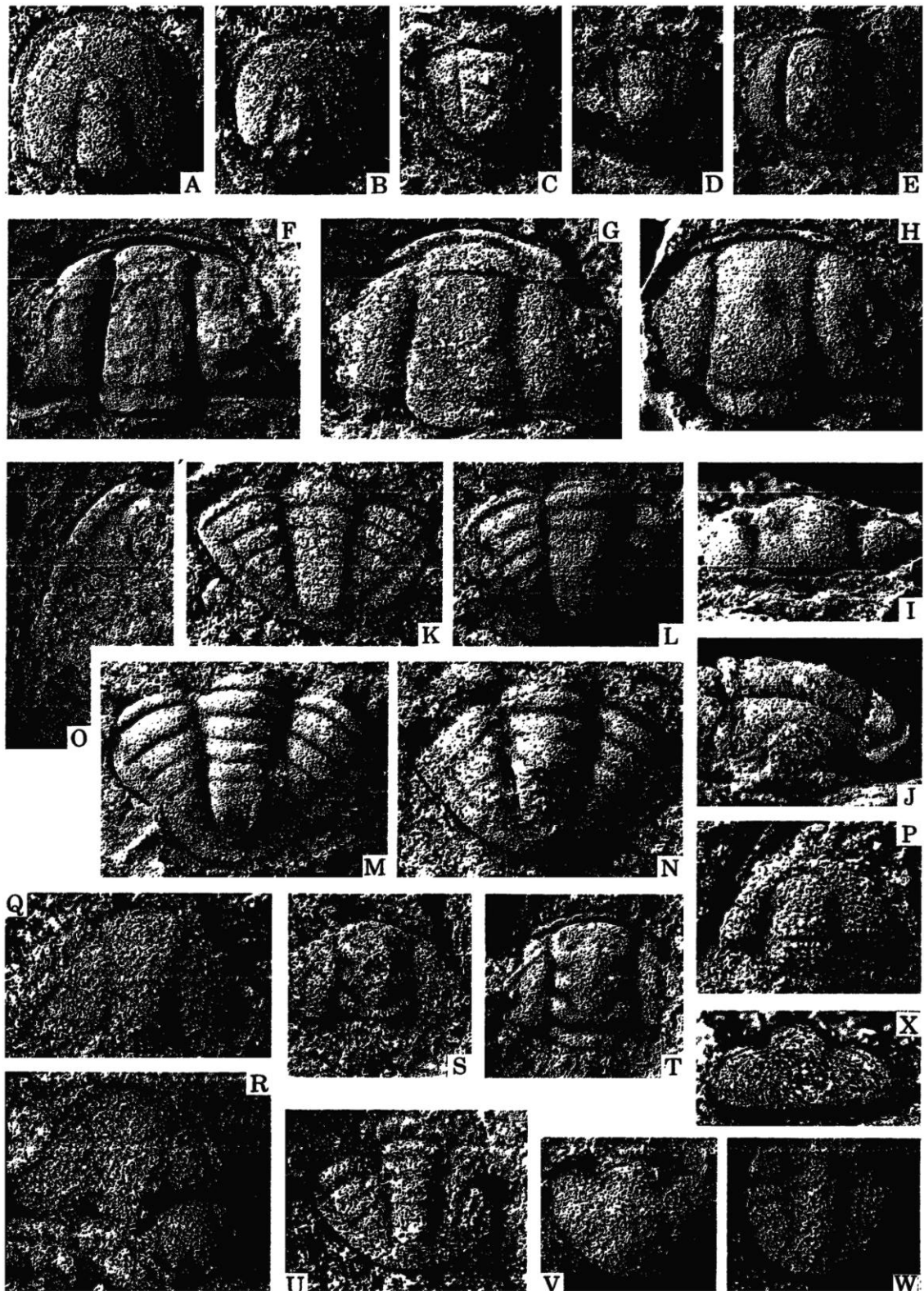


รูปที่ 5-4 แท่งหินแสดงการลำดับชั้นหิน และการสะสมตัวของตะกอนในหมวดหิน MF 3

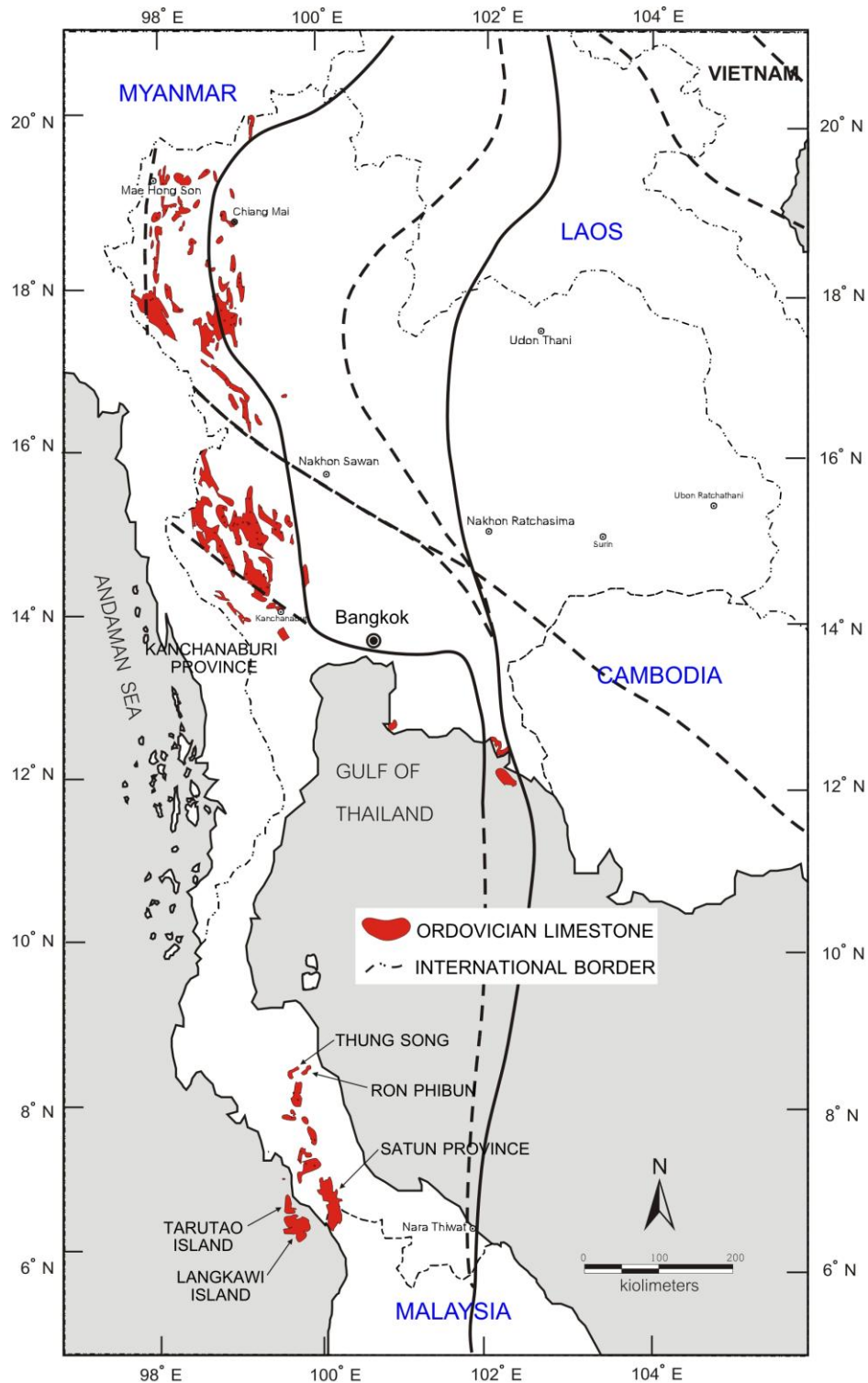


รูปที่ 5-5 แผนที่ที่ตั้งของเกาะลังกาวิ แสดงการกระจายตัวของหิน (Lee, 1983)

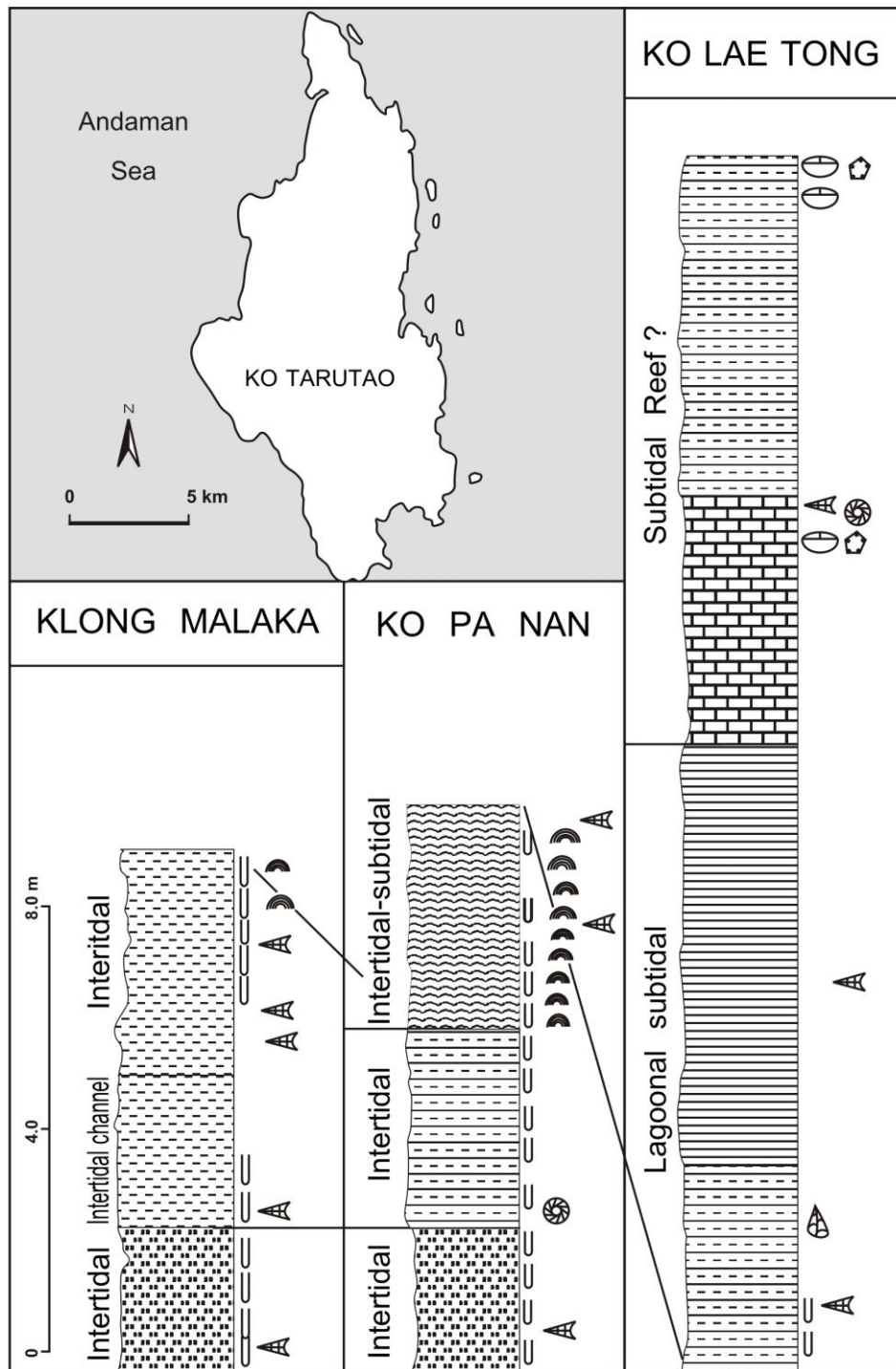




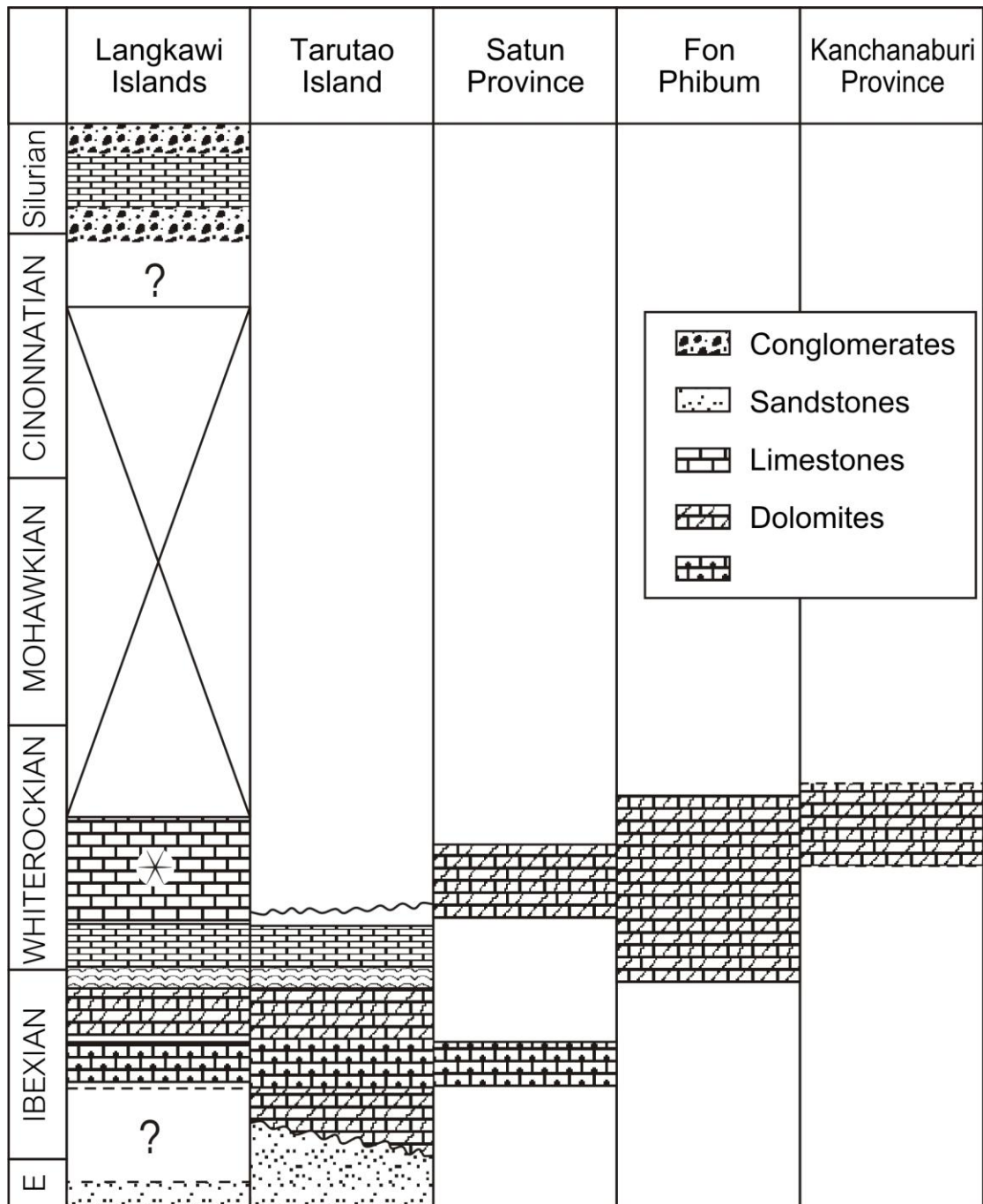
รูปที่ 5-6 ซากดึกดำบรรพ์จำพวกไตรโลไบต์ (Trilobite) อายุยุคแคมเบรียนตอนบน ในหินทรายชั้น หินแบบฉบับของกลุ่มหินตะรุเตา (Shergold และ คณะ, 1988 และ Kobayashi, 1957)



รูปที่ 5-7 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวของหินปูนยุคออร์โดวิเซียน (กลุ่มหินทุ่งสง) และทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศมาเลเซีย



รูปที่ 5-8 การลำดับชั้นหินตะกอนของกลุ่มหินทุ่งสงบนเกาะตะรุเตา สภาพแวดล้อมการสะสมตัว ชนิดซากดึกดำบรรพ์และหน่วยหินย่อย (Wongwanich, 1990)



รูปที่ 5-9 แผนภาพแสดงการเทียบเคียงการลำดับชั้นหินโดยหลักฐานบรรพชีวินวิทยาของประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย

### 5.1.2 หินตะกอนยุคไซลูเรียน-ดิโวเนียน

#### ลักษณะทั่วไป

หินตะกอนและหินตะกอนแปร (metasediments) ที่มีอายุอยู่ในยุคไซลูเรียนถึง ดิโวเนียน มักพบการกระจายตัวอยู่หลายพื้นที่ทั้งทางภาคเหนือ ได้แก่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัด เชียงราย

เช่น กลุ่มหินซัพซ็อนแม็กโก (Mae Ko Complex) ลงมาทางใต้ เช่น หมู่หินทุ่งสงเสลียม (Thung Salium Group) ทางตะวันตกของอำเภอทุ่งเสลียม จังหวัดสุโขทัย และทางตะวันออกของจังหวัดตาก เช่น กลุ่มหินคอยมูเซอ กลุ่มหินแม่ยะอุ (Mae Ya U Siltstone) และกลุ่มหินเด่นมะตูม ต่อเลยลงมาทางใต้ได้แก่แถบจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งคือกลุ่มหินบ่อพลอย ทางภาคใต้ ได้แก่ หมวดหินเขาเสวยราช จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลงมาที่จังหวัดระนอง เรียก หมวดหินกระบะบุรี (Kraburi Formation) และลงมาทางใต้สุด เช่น หมวดหินนราธิวาส (Narathiwat, Formation) ที่จังหวัดยะลาเป็นพวก หมวดหินบ้านโต หมวดเบตงและหมวดหินปาสเม็ด (รูปที่ 5-10) ในที่นี้จะกล่าวถึงกลุ่มหินที่มีความสำคัญกับธรณีแปรสัณฐานของไทย เช่น กลุ่มหินทองผาภูมิ และกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน กลุ่มหินสุโขทัย กลุ่มหินเลย-อุดร (Loei-Udon Group) เป็นต้น

#### การกระจายตัว

การกระจายตัวและชั้นหินแบบฉบับหินในยุคนี้มีการเรียกชื่อหมู่หินหรือกลุ่มหินแตกต่างกันไปตามแต่จุดที่พบทางภูมิศาสตร์ (รูปที่ 5.xx) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) กลุ่มหินทองผาภูมิ (Thong Pha Phum Group) กลุ่มหินนี้พบเด่นชัดมากที่จังหวัดกาญจนบุรี (Braun และคณะ, 1976 และ Bunopas, 1981) โดยเฉพาะบริเวณอำเภอทองผาภูมิและอำเภอสองขันชะบุรี หินโผล่เด่นชัดมากแถบห้วยทองผาภูมิ (Hagen และ Kemper, 1976) 140 กิโลเมตร จากอำเภอเมืองกาญจนบุรี กลุ่มหินทองผาภูมิใช้เรียกกลุ่มหินคาร์บอนเตน้ำต้น นารวมประมาณ 1,000 ถึง 1,275 เมตร (Hagen และ Kemper, 1976) ซึ่งวางตัวต่อเนื่องไปจนถึงอายุปลายสุดของมหายุคพาลีโอโซอิก ตั้งแต่ทางภาคใต้จนถึงกาญจนบุรีทางตอนเหนือของกาญจนบุรีจนถึงแม่สอด แม่สะเรียง แม่ฮ่องสอน ดังนั้นกลุ่มหินนี้จึงจัดอยู่เฉพาะจุลทวีปฉานไทยเท่านั้น กลุ่มหินนี้วางตัวเหนือหินกลุ่มทุ่งสงจนถึงแม่สอด แม่สะเรียง และแม่ฮ่องสอน กลุ่มหินนี้วางตัวต่อเนื่องเหนือหินกลุ่มทุ่งสงหรือหินปูนท่ามะนาว (Bunopas, 1986) ซึ่งส่วนใหญ่กลุ่มหินทองผาภูมิประกอบด้วยหินตะกอนเนื้อประสมนับตั้งแต่หินทรายเนื้อปูนและหินดินดานสีดำ และมีหินปูนแทรกสลับอยู่เป็นชั้นหนามากตอนกลาง กลุ่มหินทองผาภูมิวางตัวต่อเนื่องจากหินปูนกลุ่มทุ่งสงในทางตะวันตกของอำเภอเมืองกาญจนบุรี และทางภาคใต้ เช่น ยะลา ชั้นหินวางตัวต่อเนื่องจนถึงอายุคาร์บอนิเฟอรัส Bunopas (1983) ได้กำหนดให้หินกลุ่มนี้เรียงจากล่างสุดคือ 1) หินมาร์ลเนื้อทรายหนา 20 เมตร ซึ่งหินโผล่ระหว่างห้วยทองผาภูมิกับแควน้อย 2) หินดินดานสีดำมีซากแทรบโตไลต์หนาประมาณ 120 เมตร 3) หินทรายแข็งเนื้อปูนสีเทาเข้ม 4) หินปูนชั้นบางมีก้อนกลมเนื้อหลากหลายชนิดตั้งแต่เนื้อดินถึงเนื้อทรายหนาเฉลี่ย 700 เมตร 5) หินดินดานเนื้อทรายสีเทาอ่อนหนา 100 เมตร และ 6) หินดินดานสีเขียวมะกอกมีซากหอยเซฟาโลปอดซึ่งกำหนดอายุอยู่ในปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส เป็นตัวแสดงการสิ้นสุดของกลุ่มหินนี้ โดยมีหินปูนยุคเพอร์เมียน(หรือปูนไทรโยค) วางตัวซ้อนทับอีกที่



โดยเฉพาะในแถบเส้นทางตาก-แม่สลด Bunopas (1981) ได้ชื่อกลุ่มหินนี้ใหม่ว่า กลุ่มหินดอยมุเซอ (Doi Musur Group) ซึ่งในที่นี้เราได้จัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มหินทองผาภูมิ เพราะส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินตะกอนและตอนแปร (จำพวกฟิลไลต์ และ ควอร์ตไซต์) โดยมีหินแปรฟิลไลต์อยู่ข้างล่าง หนาประมาณ 600 เมตร และมีหินทราย ทรายแป้ง และหินดินดานวางปิดทับ หนาอีกประมาณ 600 เมตร ส่วนใหญ่สีเขียวมะกอกหนาถึง 1,600 เมตรอยู่ด้านล่าง ด้านบนเป็นหินดินดาน ทรายแป้ง ทราย และปูน สลับกันอยู่ หนาถึง 1,200 เมตร และยังพบซากไบรโอซัว และฟอสซิล (คตข้าวสาร) อายุประมาณปลายเพอร์เมียนอีกด้วย

ข) กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน (Mae Hong Son Group) ซึ่งในอดีตเรียกว่า กลุ่มหินดอยมุเซอ หรือกลุ่มหินทองผาภูมิ ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้ในปัจจุบัน กลุ่มหินเดิมตั้งโดย Bunopas (1981) เพื่อใช้เรียกหินเชิร์ต หินปูน หินทราย หินดินดานที่โผล่ให้เห็นบริเวณแม่ฮ่องสอน-แม่สะเรียง ที่มีอายุไชลูเรียนถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น พบเห็นชัดเจนบริเวณหน้าเหมืองหินประมาณ 8 กิโลเมตร ทางใต้อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน ซึ่งชั้นหินประกอบด้วยหินเชิร์ตสีน้ำตาลเข้มถึงดำมีชั้นชัดเจน โดยมีหินทรายและหินดินดานสีเขียวมะกอกวางตัวอยู่เหนือหินปูนทุ่งสงที่เรียกหินปูนฮอด (Hod Limestones)

กลุ่มหินแม่ฮ่องสอนนี้แบ่งออกเป็น 2 หมวด คือ หมวดหินตอนล่างพบแถบเขื่อนผาบ่อง เขตอำเภอแม่มาดไป ทางตะวันออกเป็นชุดหินจำพวกหินทราย หินดินดาน และหินเชิร์ต ซึ่งอาจมีหินปูนแทรกบ้าง ซากดึกดำบรรพ์ที่พบคือ คอนโนดอนต์ ซึ่ง Bastin และคณะ (1970) เสนอให้มีอายุระหว่างยุคไชลูเรียนตอนบนถึงดิโวเนียนตอนปลาย ลักษณะชั้นตะกอนของชุดหินดังกล่าวนี้เราจึงจัดให้มีอายุไชลูเรียน-ดิโวเนียนและมีความหนาแน่น 500 เมตร โดยเรียกหมวดหินนี้ว่าหมวดหินผาบ่อง (Pha Bong Formation) ส่วนหินหมวดบนซึ่งน่าจะมีอายุคาร์บอนิเฟอรัส โผล่ให้เห็นเป็นหย่อม ๆ ตามเส้นทางจากแม่สะเรียงไปแม่ฮ่องสอน มีความหนาแน่น 400 เมตร ประกอบด้วยหินตะกอนเม็ดทรายถึงดินเหนียว และมีหินเชิร์ตและหินปูนอยู่ด้วย โดยเฉพาะทางตะวันออกของอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน และตะวันออกของอำเภอแม่ออนน้อย พบคอนโนดอนต์อายุในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นด้วย ทำให้สามารถเทียบเคียงได้กับกลุ่มหินทองผาภูมิและกลุ่มหินดอยมุเซอ กำหนดให้หินหมวดดังกล่าวนี้มีชื่อว่า หมวดหินแม่สะเรียง (Mae Sariang Formation)

อนึ่งสำหรับกลุ่มหินดอยมุเซอนั้น ดร.ดร.สงัด พันธุ์โอภาสได้เป็นผู้เสนอไว้สำหรับเรียกชั้นหินที่โผล่ระหว่างเส้นทางตาก-แม่สลด ซึ่งประกอบด้วยชุดหินตะกอนจำพวก หินควอร์ตไซต์ หินฟิลไลต์ หินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย และหินปูนชั้นบางมีก้อนเชิร์ต (Bunopas, 1981) โดยแบ่งเป็น 2 หมวด หมวดล่างเรียกหินฟิลไลต์มุเซอหนา 400 เมตร หินที่เด่นชัดมากคือ หินฟิลไลต์มีควอร์ตไซต์ขาวถึงน้ำตาลอ่อนอาจเทียบได้กับหมวดหินผาบ่อง ส่วนหมวดบนได้แก่หินทรายแป้งเทาเขียวหนา 1,000 เมตร และชุดหินตะกอนเม็ดมีปูนบ้างหนาแน่น

800 เมตร ลักษณะคล้ายกับหมวดหินแม่สะเรียง ซึ่งชั้นหินทั้งหมดมีการคดโค้งงอและเปลี่ยนลักษณะด้วยอิทธิพลของรอยเลื่อน แต่เมื่อพิจารณาเหมือนกับกลุ่มหินทองผาภูมิ ด้วยเหตุนี้เราจึงอนุมานให้ใช้เฉพาะกลุ่มหินทองผาภูมิเท่านั้นสำหรับเรียกกลุ่มหินที่เคยเรียกกลุ่มหินคอยมูเชอและกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน (หมวดล่าง) อาจสรุปได้ว่ากลุ่มหินแม่ฮ่องสอนเป็นกลุ่มหินที่ใช้เรียกเฉพาะพวกที่มีอายุกลางมหายุคเมโสโซอิกที่สะสมตัวบนแผ่นฉานไทยเท่านั้น

ค) หมวดหินวังทอง (Wang Thong Formation) ดร.ธนิศร์ วงศ์วานิช เป็นคนแรกที่ได้จัดตั้งหมวดหินวังทองขึ้น โดยมีชั้นหินแบบฉบับที่ อำเภอวังทอง จังหวัดนครศรีธรรมราช (Wongwanich, 1990) โดยกำหนดให้ชั้นหินหมวดนี้วางตัวอยู่ข้างบนแบบไม่ต่อเนื่องกับกลุ่มหินทุ่งสงที่เขาได้ทำการศึกษาละเอียดมาก ลักษณะทั่วไปของหมวดหินนี้คือส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเม็ดแทบไม่มีหินตะกอนคาร์บอนเตอยู่เลย ตะกอนส่วนใหญ่เป็นพวกหินดินดานสีดา หินดินดานมีคาร์บอนแทรกสลับกับหินดินดานสีเทาน้ำตาล หินโคลนสีเทา และหินทรายสกปรกเนื้อละเอียดสีเทาในชั้นของหินโคลนสีเทาปรากฏแร่จำพวกซิลไฟต์ เช่น ไพไรต์อยู่มากมาย นอกจากนั้นยังพบซากดึกดำบรรพ์จำพวกไครนอยด์และหอยบราดิโอพอดบ้าง

ในที่นี้เราคิดว่าหินตะกอนหมวดหินวังทองน่าจะปรากฏอยู่เกือบทางตะวันออกของแผ่นฉานไทยโดยเชื่อมต่อในแนวเหนือใต้กับหมวดหินที่เรียกหินดินดานควนดินสอ-ทุ่งหว้า (Khuan Dinso-Thung Wa Shale) โดย ดร.ดร.สงัด พันธุ์โอภาส ซึ่งประกอบด้วยหินดินดาน ที่พบตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราช จนถึงสตูลและตรัง Bunopas (1983) และวางตัวติดกับหินปูนของกลุ่มหินทุ่งสงซึ่งต่อเนื่องเป็นแนวยาวเหนือ-ใต้เหมือนกัน ศาสตราจารย์โคบายาชิ ได้รายงานพบซากดึกดำบรรพ์เทนตา-คูไลต์ (Tentaculite) ไตรโลไบต์ และแกรบไตรโลไต์มากมายในหินดินดานดำที่แทรกสลับหินปูนที่ตรัง (Kobayashi และ Hamada, 1986)

ง) หมวดหินชีสเกลลง (Klaeng Schist) หมวดหินนี้ตั้งโดย Bunopas (1981 และ 1983) สำหรับใช้เรียกชุดหินตะกอนแปร ซึ่งส่วนมากได้แก่ หินชีสและหินฟิลไลต์ (อายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน) ซึ่งวางตัวเกือบขนานกับหินไนส์อายุพรีแคมเบรียน โดยทั่วไปกระจายตัวอยู่ทางตะวันออกของเมืองแกลง(ระยอง) ดร.ดร.สงัด พันธุ์โอภาสได้ให้รายละเอียดไว้ว่าประกอบด้วยหินสองชุด ชุดล่างเป็นส่วนของหินแปรจำพวกหินชีสมีควอร์ต-ไมก้า หินควอร์ตไซต์ปนแก้วภูเขาไฟ และหินฟิลไลต์ปนแก้วภูเขาไฟ และชุดบนเป็นหินทรายซิลิสิคตั้งแต่หินควอร์ตไซต์สีน้ำตาลเทาถึงขาวและหินทรายสลับกับหินดินดาน หินกาบ(หินชนวน) หินเชิร์ต และหินปูนชั้นบางแทรกสลับอยู่ (Bunopas, 1981) ซึ่งเกือบทั้งสองชุดแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะและการคดโค้งงออย่างชัดเจน ชั้นหินส่วนใหญ่วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ ด้วยมุมเอียงเทประมาณ  $55^{\circ}$ - $60^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ณ ที่แหลมทองกลางพบหินเชิร์ต มีซากนอติลอยด์ (ชื่อ *Michelinoceras micheline*, กริด 790 975) ซึ่งคาดกันว่าจะมีอายุไซลูเรียน ในที่นี้เราได้จัดให้หมวดหินชีสเกลลง

เป็นส่วนที่ต่อเลยจากแผ่นลำปาง-เชียงรายลงมาทางใต้ โดยที่แนวหินถูกเลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า (sinistral) ด้วยอิทธิพลของแนวรอยเลื่อนแม่ปิง และคิดว่าเป็นส่วนด้านตะวันตกสุดของขอบแผ่นลำปาง-เชียงราย แต่ ดร.สังัด พันธุ์โอบาส (Bunopas, 1983) คิดว่าน่าจะเทียบเคียงได้กับ หินดินดานที่ลัดทึบ หมวดหินบ่อพลอยและกลุ่มหินทองผาภูมิ ทางตะวันตกของประเทศมากกว่า

จ) กลุ่มหินสุโขทัย (Sukhothai Group) กลุ่มหินนี้พบมากในเขตจังหวัดสุโขทัย และกำแพงเพชร โดยมากมักแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะที่รุนแรง กลุ่มหินนี้เราจัดให้อยู่ในแผ่นแปรฐานลำปาง-เชียงราย Bunopas (1981 และ 1992) ได้แบ่งออกเป็น 3 หน่วยหินย่อย คือ ลักษณะปรากฏแนวโค้ง(ภูเขาไฟ) (arc-facies) ลักษณะปรากฏหน้าแนวโค้ง(ภูเขาไฟ) (fore-arc facies) และลักษณะปรากฏหลังแนวโค้ง(ภูเขาไฟ) (back-arc facies) ในบริเวณแถบ อำเภอฮอด (เชียงใหม่) ทางตะวันตกของอำเภอเมืองตาก และทางตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอเมืองกาญจนบุรี และแถบจังหวัดยะลา – ปัตตานี โดยเราคิดว่ากลุ่มหินดังกล่าวได้มีวิวัฒนาการและบางส่วนวางตัวอยู่เหนือฐานหินซึ่งในที่นี้เราคิดว่าจะจะเป็นเปลือกสมุทรโบราณ (paleo-oceanic crust) หรือแผ่นมหาสมุทรที่สโโบราณ (Paleo-Tethys) ซึ่งประกอบด้วยหินอัคนีสีเข้มและเข้มจัดเป็นส่วนใหญ่นั้นเอง ซึ่งส่วนใหญ่หินของกลุ่มหินสุโขทัยประกอบด้วยหินดินดานดำและหินเชิร์ต โดยเฉพาะแถบอำเภอฝาง และอำเภอเมืองเชียงใหม่ ส่วนหินเชิร์ตชั้นบาง ๆ ไม่พบซากดึกดำบรรพ์พบทางตะวันตกของลำปาง เถิน ตากและกาญจนบุรี สำหรับบริเวณแนวโค้ง (ภูเขาไฟ) ได้แก่ บริเวณแถบเด่นมะตูม(ตาก) และแม่ก่อ-แม่เจดีย์ (เวียงป่าเป้า, เชียงราย) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินจำพวกแอมฟิไบไลต์และหินชีสมีไมกา นอกจากนั้นในบริเวณแถบทางตอนใต้ของอำเภอเมืองลำปาง ตะวันออกของอำเภอเมืองตาก, กำแพงเพชร, นครสวรรค์ สิงห์บุรี-สุพรรณบุรี และแถบตอนใต้ของอำเภอเมืองนราธิวาส หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนภูเขาไฟชนิดกรวดเหลี่ยมและเถ้าธุลี (ภูเขาไฟ) ส่วนบริเวณส่วนหน้าแนวโค้ง ได้แก่ ตะกอนน้ำทะเลลึก (flysch) ซึ่งบางท่านเรียกกลุ่มหินผาส้ม (Phasom Group) ซึ่งพบทางตะวันตกของน่าน (ดู Bunopas, 1981)

ฉ) กลุ่มหินหนองบัวลำภู (Nong Bua Lumpu Group) ในที่นี้เราจัดให้หินตะกอนและตะกอนแปรอายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน ที่พบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยบนแผ่นอินโดจีน โดยเฉพาะแถบเลย-หนองบัวลำภู-อุดรธานี ให้เป็นชื่อใหม่ว่ากลุ่มหินหนองบัวลำภู โดยจัดแบ่งเป็น 2 หมวดหินคือ หมวดหินนาไม้ (Na Mo Formation) และหมวดหินปากชม (Pak Chom Formation) ตามการจำแนกของ Bunopas (1997)

หมวดหินนาไม้ เป็นหมวดหินตะกอนแปร (metasediments) ที่ปรากฏการแปรสภาพค่อนข้างต่ำประเภทชีสเขียวตอนบน (upper greenschist facies) พบเป็นแนวยาวตามแนวเหนือ-ใต้ ในแถบระหว่างอุดรธานี หนองบัวลำภูและเลย ส่วนใหญ่หินประกอบด้วยหินชีสมีคลอไรต์ หินชีสเพลลิติก หินฟิลไลต์ หินควอร์ตไซต์ และหินภูเขาไฟแปร

หมวดหินปากชม เป็นหมวดหินตะกอนอายุประมาณปลายยุคไซลูเรียนถึงดีโวเนียน พบมากในบริเวณแถบตะวันออกสุดของเลยต่อกับหนองบัวลำภู Bunopas และคณะ (1988) ได้จัดให้ประกอบด้วยหมู่หินสำคัญ 2 หมู่ คือ หมู่ล่างเรียก หมู่หินบ้านหนอง (Ban Nong Shale) ซึ่งมีการวางตัวเป็นแนวแคบ ๆ ตรงรอยต่อระหว่างจังหวัดเลยกับหนองบัวลำภู (ดู Bunopas, 1981) ประกอบด้วยหินดินดาน หินปูน หินเถ้าภูเขาไฟ และหินเชิร์ต โดยเฉพาะหินปูนนี้ ประกอบด้วยปะการังกำหนดอายุในยุคดีโวเนียน ซึ่งต่อมาหลวงพ่อั้งรี ฟอนเทน ได้ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ปะการังแถบนี้และพบว่าหมู่หินบ้านหนองในแถบบ้านม่วง ซึ่งต่อเลยเข้าไปในฝั่งลาวแถบหุบเขาแม่โขงที่เรียกบ้านวังก็พบปะการังนี้ในหินปูนเช่นกัน (ดู Fontaine, 1986) ส่วนหมู่บนเรียก หมู่หินปากชม (Pak Chom Chert) ซึ่งพบมากในบริเวณแถบ อำเภอปากชม (เลย) และทางตะวันตกของหนองบัวลำภู โดยมากเป็นหินเชิร์ตชั้นหนามาก แทรกสลับกับหินเถ้าภูเขาไฟและหินดินดาน หมวดหินปากชมอาจมีการสะสมตัวต่อเนื่องถึงต้นยุคเพอร์เมียนด้วย

หินแปรที่ใกล้เคียงกับพรมแดนไทย-มาเลเซีย โดยเฉพาะที่บริเวณบ้านสาแม่น้ำไกลก ซึ่งในที่นี้เรียกตามคณะทำงานไทย-มาเลเซีย ว่าหมวดหินบ้านสา (Ban sa formation) ตลอดจนแม่น้ำไกลกและริมถนนจนถึงบริเวณบ้านบาลา ส่วนใหญ่ประกอบด้วย biotite-augen gneiss (40-90%) ขึ้นบางถึงหนาสีเทาอ่อน แทรกสลับอยู่กับ banded schistose biotite gneiss (10-60%) สีเทา โดย Augen biotite gneiss แสดงลักษณะ gneissosity ชัดเจน และมี phenocrysts 40-60% ประกอบด้วย k-feldspar เป็นส่วนใหญ่ หิน Augen biotite gneiss ยังแสดงลักษณะ porphyroblastic texture ขนาด 0.5-1 x 2-4 cm. และ groundmass ขนาด medium-coarse grained แร่ประกอบหินได้แก่ sheared quartz(30%), feldspar(40%) และ platy biotite(40%) หิน schistose biotite-gneiss ที่พบบริเวณบ้านสานั้นมีลักษณะคล้ายกับ augen gneiss แต่มี phenocryst น้อยกว่าและมีแร่ mica มากกว่า และ quartz-amphibolite schist ที่พบที่แม่น้ำTiang มี texture คล้ายกับบริเวณบ้านสาแต่มีแร่ silica มากกว่า และแร่ brown biotite, hornblende และ actinolite

ลักษณะเนื้อหินแสดงแนวแตก S1 วางตัวในแนวเหนือ – ใต้ มีแนวเอียงเทชันมากเอียงไปทางตะวันออก และแสดงแนวแตก S2 ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ- ตะวันตกเฉียงใต้ ละเอียงเทไปด้านตะวันออก ยังพบ kink band ได้ทั่วไป

นอกจากนี้ยังมีหมวดหินเบตง (Betong formation) กระจายตัวอยู่ในแนวเหนือ – ใต้ในบริเวณที่เป็นพื้นที่ต่ำใน อำเภอ เบตง เช่นที่บ้านบ่อน้ำร้อน บ้านปิยมิตร3 ไม่ห่างไกลจากพรมแดนไทย-มาเลเซีย ขอบเขตทางด้านตะวันตกของหมวดหินนี้ติดกับเขา แกรนิต และในบางพื้นที่เหลือเป็น roof pendant อยู่กับหิน แกรนิต เช่นบริเวณบ้าน กิโลเมตร9. และเทียบเคียงได้กับหมวดหินโคระของมาเลเซีย (ดูที่ข้อ 5.4)

### (3) อายุซากดึกดำบรรพ์

ในที่นี่ได้พยายามแยกซากดึกดำบรรพ์เป็น 2 ยุค คือซากยุคไทรูเรียนได้แก่แกรปโตไลต์, เทนทาคิวไลทิส เอลิเกนส์ (*Tentaculites elegans*), สะไทลิโอนา คลาวูลา (*Styliolina clavula*) และ ซากยุคดิโวเนียน ได้แก่ โคโนดอนต์

### (บรรทัดใหม่ น่าจะมีรายละเอียดมากกว่านี้ไหม?)

#### 5.1.3 หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน

(1) การกระจายตัวและชั้นหินแบบฉบับหินตะกอนที่จัดอยู่ในช่วงอายุนี้ในประเทศไทยมีหลายกลุ่มหินด้วยกัน แต่โดยทั่วไปมักแสดงลักษณะการสะสมตัวในน้ำลึกและพบอยู่ทางตะวันตกและตอนกลางของประเทศ ส่วนทางตะวันออกมักแสดงการสะสมตัวในน้ำตื้น

ในที่นี่เราจำแนกหินตะกอนยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน ออกเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งถ้าอยู่ตอนเหนือของแผ่นฉานไทย เราเรียกกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน ส่วนทางตะวันตกของแผ่นฉานไทยเราจัดให้เป็นกลุ่มหินแก่งกระจาน สำหรับแผ่นลำปาง-เชียงใหม่ เราเสนอให้ใช้กลุ่มหินฝาง กลุ่มหินแม่ทา และกลุ่มหินด่านลานหอย กลุ่มหินดอนชัย-แม่ก่อ กลุ่มหินทุ่งเสลี่ยม กลุ่มหินผาส้ม หมวดหินบ่อพลอย และหินฟิลไลต์นราธิวาส

สำหรับกลุ่มหินวังสะพุง ซึ่งเราคิดว่าน่าจะอยู่ในแผ่นนครไทยทางด้านตะวันออกสุดและติดกับแผ่นอินโดจีน สำหรับทางภาคตะวันออก ได้แก่ หมวดหินแก่ง (ทางตะวันออกแถบอำเภอบ่อทอง) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อประสมหรือตะกอนเม็ด ซึ่งจัดอยู่ในแผ่นลำปาง-เชียงใหม่ และกลุ่มหินสระแก้ว ในที่นี่เราขอเสนอรายละเอียดเฉพาะกลุ่มหินแม่ทา กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน กลุ่มหินแก่ง กลุ่มหินแก่งกระจาน และหมู่หินวังสะพุง

#### (ก) กลุ่มหินแม่ทาหรือกลุ่มหินด่านลานหอย (Mae Tha หรือ Dan Lan Hoi Group)

หินตะกอนกลุ่มนี้วางตัวไม่ต่อเนื่องกับชุดหินที่แก่กว่า (อายุก่อนคาร์บอนิเฟอรัส) ซึ่งไม่โผล่ให้เราเห็น กลุ่มหินแม่ทาหรือด่านลานหอยนี้ส่วนใหญ่เป็นหินภูเขาไฟจำพวกบะซอลต์และหินอัคนีสีเข้มและเข้มจัดมากของเปลือกสมุทรโบราณที่ที่ส กลุ่มหินนี้ประกอบด้วยหินกรวดเหลี่ยมและภูเขาไฟชั้นหนาและหินตะกอนทะเลสีแดง (marine red beds) (Bunopas, 1976, 1981 และ 1992) ที่มีความหนาประมาณเกือบ 3000 เมตร และวางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียน

สำหรับกลุ่มหินแม่ทา นายสงัด ปิยะศิลป์ เป็นผู้ตั้งชื่อโดยมีชั้นหินแบบฉบับโผล่ให้เห็นชัดเจนบริเวณเส้นทางลำปาง-เชียงใหม่ ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่ทาแถบอำเภอมะทา (ลำปาง) และฝั่งตะวันตกของเพือกเขาขุนตาล (ดู Piyasin, 1972) ซึ่งในที่นี่เรารวมถึงหินทรายสกปรกและหินกรวดภูเขาไฟ (agglomerate) ที่ไปโผล่ทางตะวันออก ระหว่างเส้นทางลำปาง-แพร่ และแพร่-อุตรดิตถ์ ซึ่งเหมือนกับที่ Piyasin (1972) ได้ทำไว้ ซึ่งทำให้แตกต่างจาก Bunopas (1981 & 1983) ซึ่งแยกออกเป็นอีกกลุ่มต่างหาก ในกลุ่มหินแม่ทาส่งส่วนใหญ่ปราศจากซากดึกดำบรรพ์ ยกเว้นพบ

ซากใบไม้บ้างแต่ก็น้อยมาก และประกอบด้วยหินทรายสะอาดสีขาว และหินทรายขุนสีออกน้ำตาลแดงวางตัวสลับกันกับหินดินดานสีเทาเขียว เทาน้ำตาล และน้ำตาลแดง ซึ่งชั้นหินเหล่านี้มักแสดงการเลือนตัวและโก่งตัวชัดเจนมาก จนเกิดการเอียงเทไปมาทั้งทางตะวันตกและออกด้วยมุมที่ค่อนข้างชัน  $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$  แม้ว่าจะไม่ทราบความหนาชัดเจนแต่เราประเมินว่าคงอยู่ระหว่าง 1,500-2,000 เมตร คล้ายกับที่ Bunopas (1981) ได้เสนอไว้ และเราเชื่อว่ากลุ่มหินแม่ทານี้น่าจะต่อเลยออกไปทางเหนือ ซึ่งทำให้สามารถเทียบเคียงได้กับหินตะกอนแดงฝาง (Fang Redbeds, Bunopas, 1981) ทางเหนือของเชียงใหม่ และต่อได้กับกลุ่มหินด่านลานห้อย (Dan Lan Hoi Group, Bunopas, 1981) ที่อยู่ทางตอนเหนือของภาคกลางด้วย

อนึ่ง สำหรับหินที่เรียกหินตะกอนแดงฝางที่พบใกล้ชัดเจนประมาณ 40 กิโลเมตร ทางใต้ของอำเภอฝาง ตามเส้นทางเชียงใหม่-ฝางนี้ มักเป็นหินกรวดชั้นหนาสลับกับหินทรายปนกรวด หินทรายและหินดินดาน ซึ่งทั้งหมดมีสีน้ำตาลแดง แดงอมชมพู มีการเอียงเทสัณฐานประมาณ  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันตก โดยวางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียนตอนต้น ตรงเขาเหาโต (Haoto Hill) Kobayashi (1964) ได้รายงานว่าพบเม็ดกรวดที่มนและกลมส่วนใหญ่เป็นหินพวกหินเชิร์ต หินควอร์ตไซต์ และหินปูน ซึ่งเหมือนกับพบในกลุ่มหินแม่ทา

#### (ข) กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน (Mae Hong Son Group)

กลุ่มหินนี้เราตั้งให้ใหม่โดยกำหนดให้ครอบคลุมถึงหินตะกอนที่สะสมตัวต่อเนื่องมาจากกลุ่มหินทองผาภูมิบนแผ่นดินไทยจนถึงปลายมหายุคพาลีโอโซอิก บางส่วนอาจเป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างบกกับทะเลเนื่องจากมีสภาพเป็นถึงตะกอนแดง (paralic red beds) (Bunopas, 1993) ใกล้กับ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และที่นี้พบซากดึกดำบรรพ์กำหนดอายุให้เป็นปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงต้นยุคเพอร์เมียนด้วย

ดร.สัจด์ พันธุ์โสภาส ได้กำหนดให้เรียกชื่อหินกลุ่มนี้ว่า หมวหินดอยกองมู (Doi Kong Mu Formation) (Bunopas, 1981) (ดอยกองมูเป็นชื่อเขาอยู่ทางตะวันตกของตัวเมืองแม่ฮ่องสอน) และได้รับการเปลี่ยนแปลงให้เป็นหมวดหินแม่ฮ่องสอน (Mae Hong Son Formation) โดย Bunopas (1992) สำหรับใช้เรียกหมวดหินตะกอนหนา 300 เมตร ซึ่งประกอบด้วยหินกรวด และหินทรายสีแดงสลับกับหินดินดานสีแดง อายุประมาณต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Buam และคณะ, 1970) ซึ่งวางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียน หินหมวดนี้มีการเอียงเทค่อนข้างชัน ( $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$ ) ไปทางทิศตะวันออก กรวดในชั้นหินกรวดประกอบด้วยหินควอร์ต หินเชิร์ต หินควอร์ตไซต์ และหินทรายสีน้ำตาล นอกจากนั้นยังมีโครงสร้างหินตะกอน เช่น ริ้วคลื่น load cast และชั้นหินที่เกิดการโค้งตัว (overturned beds) อีกด้วย

ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดการสับสนเราจึงเสนอให้เรียกชื่อหินชุดนี้ใหม่ว่า กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน และเชื่อว่า กลุ่มหินนี้มีการสะสมตัวในน้ำทะเลตื้นเป็นส่วนใหญ่



## (ค) กลุ่มหินแก่งกระจาน และกลุ่มหินภูเก็ต (Kaeng Krachan &amp; Phuket Group)

ในที่นี้เราเสนอให้เรียกชุดหินตะกอนอายุประมาณปลายมหายุคพาลีโอโซอิก ซึ่งเป็นตะกอนเม็ดชั้นหนาถึงบาง ซึ่งมีความหนาประมาณ 3,000 เมตร ในภาคใต้และประมาณ 1,950 เมตรในทางตะวันตกของประเทศว่ากลุ่มหินแก่งกระจาน และกลุ่มหินภูเก็ต ซึ่งถือว่าอยู่บนแผ่นฉานไทยทั้งหมด

กลุ่มหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินดินดานสลับกับหินทรายมีควอร์ตมาก หินโคลนปนกรวดและหินทรายปนกรวด และพบซากหอยสองฝา หอยฝาเดียว ปะการัง และไบรโอซัว อายุประมาณคาร์บอนิเฟอรัส บางชั้นมีซากดึกดำบรรพ์ปรากฏอยู่มากโดยเฉพาะแถบเขื่อนแก่งกระจาน(ทางตะวันตกของเพชรบุรี) จนถึงสุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช (Lumjuan, 1993) และอีกบริเวณที่มีผู้ศึกษามากคือแถบภูเก็ตและพังงา และพบตัวซากไตรโลไบต์ (ชนิด Waribole) แถบตะกั่วป่า (พังงา) (Koch, 1973) ซึ่งเทียบเคียงได้กับตัวที่พบที่ประเทศมาเลเซีย (อายุประมาณปลายยุคดิโวเนียนถึงต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส) กลุ่มหินแก่งกระจานแผ่กระจายเป็นแนวยาวตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรี-ราชบุรี มาทางใต้ถึงมาเลเซีย โดยต่อเข้ากับหมวดหินสิงหา(Singa Fomation)ของมาเลเซีย และเลยขึ้นไปทางเหนือเข้าไปในพม่า ที่เรียกชุดหินเมอร์กูย Mergui, Series ของพม่าได้ด้วยเหตุนี้ Mantajit (1979) จึงได้เสนอใช้ชื่อ Andaman Group (กลุ่มหินอันดามัน) ซึ่งอาจเป็นคำที่ครอบคลุมกว่าแทนแต่ไม่ได้รับความนิยมเท่าใด

สำหรับส่วนบนของกลุ่มหินแก่งกระจานประกอบไปด้วยหินดินดานปนควอร์ตและหินทราย พบวางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียนตอนกลาง เช่นที่เกาะพีพี และเกาะมุก พบหินดินดานมีซากหอยบราซิโอพอด ที่อำเภอตะกั่วป่า(พังงา)พบหินดินดานมีซากไบรโอซัวอายุต้นยุคเพอร์เมียน ที่เขาพระ(เพชรบุรี) พบซากใบไม้ (ชนิด Walchia piniformis) ซากไบรโอซัว และหอยฝาคู่

ได้มีการศึกษาเรื่องกลุ่มหินนี้พอสมควร แต่เดิมกำหนดให้กลุ่มหินนี้เป็นเพียงหมวดหินแก่งกระจาน (Kaeng Krachan Formation) โดย Javanaphet (1969) ซึ่งเขาให้อยู่ในส่วนบนของกลุ่มหินตะนาวศรี (Tanaosri Group) และวางตัวอยู่เหนือหมวดหินกาญจนบุรี (Kanchanaburi Formation) ซึ่งมีการแปรสภาพหินมากกว่า ต่อมา พ.อ.สงัด ปิยะศิลป์ ได้ทำการปรับอันดับให้ขึ้นมาเป็นกลุ่มหิน (Kaeng Krachan Group) (ดู Piyasin, 1975) แต่ตอนนั้นยังกำหนดให้มีอายุตั้งแต่ยุคไซลูเรียนจนถึง ยุคคาร์บอนิเฟอรัส ในที่นี้เรากำหนดให้เป็นกลุ่มหินตาม Piyasin (1975) ได้เคยเสนอไว้ โดยมีชั้นหินแบบฉบับ 2 บริเวณ คือ แถบห้วยแก่งกระจาน (ราชบุรี-เพชรบุรี) และที่เกาะภูเก็ต โดยแถบห้วยแก่งกระจาน Piyasin (1975) ได้แบ่งออกเป็น 3 หมวด คือ หมวดห้วยพูน้อย(แก่สุด) หมวดเขาพระ และหมวดเขาเจ้า (อ่อนสุด)

หมวดหินห้วยพูน้อย (Huai Phu Noi Formation) ประกอบด้วยหินดินดานมีคาร์บอนสีเทาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแทรกสลับกับหินดินดานปนกรวด หินโคลนปนกรวด (pebbly mudstone) และ

ทรายแป้ง ซึ่งมีซากดึกดำบรรพ์จำพวกหอยบราดิโอพอด วัดความหนาของหมวดหินแถบห้วยพูน้อย ใกล้เขาพระ (ราชบุรี) ได้ประมาณ 480 เมตร กรมทรัพยากรธรณี (2532) จัดให้มีอายุยุคดิโว-เนียน ตอนปลาย

หมวดหินเขาพระ (Khao Phra Formation) ประกอบด้วยหินโคลนกรวดสีเทาเขียวและ หินดินดานชั้นหนามาก หมวดหินนี้แสดงชั้นชัดเจนโดยแทรกสลับกับหินทรายเนื้อละเอียด และ หินดินดานปนกรวด ในหินดินดานพบซากดึกดำบรรพ์จำพวกหอยกาบคู่ หอยบราดิโอพอด และไบรโอซัว ความหนาของหมวดหินนี้ประมาณ 520 เมตร โดยวัดจากบริเวณที่จัดให้เป็นชั้นหิน แบบฉบับคือ ที่เขาพระซึ่งอยู่ห่างประมาณ 8 กิโลเมตร ทางตะวันตกของบ้านดอนไทร เพชรบุรี (จากถนนเพชรเกษม กิโลเมตรที่ 140) จากการสำรวจธรณีวิทยาภาคสนามของเรา แต่เราได้ ประเมินความหนาแน่นไว้เพียง 300 เมตร มีอายุประมาณยุคคาร์บอนิเฟอรัส (กรมทรัพยากรธรณี, 2532)

หมวดหินเขาเจ้า (Khao Chao Formation) ประกอบด้วยหินดินดานและหินโคลนสีเขียว เทา สลับกับหินทรายปนแก้วภูเขาไฟ หินแก้วภูเขาไฟเนื้อละเอียดชนิดไรโอไลต์ หินทรายสะอาด (quartzitic sandstone) และหินทรายหยาบ (feldspathic sandstone) ซึ่งมีอายุยุคคาร์บอนิเฟอรัส ตอนปลาย มีความหนาที่ประเมินได้ทั้งหมด 850 เมตร ส่วนจากการสำรวจของเขাবริเวณเกาะสี เھر(ภูเก็ต) ได้ความหนาประมาณ 700 เมตร ขณะที่บริเวณชั้นหินแบบฉบับคือ ที่เขากลิ้ง (ทาง ตะวันตกของทางหลวงสายเพชรเกษมประมาณหลัก กิโลเมตร 131.8) มีความหนามากถึง 3 กิโลเมตร

สำหรับบริเวณแถบเกาะภูเก็ต ซึ่งทำให้เกิดชื่อกลุ่มหินภูเก็ตนี้ โดยทั่วไปมีลักษณะของการ ลำดับชั้นหินใกล้เคียงกับกลุ่มหินแก่กระเจาน (ราชบุรี-เพชรบุรี) กลุ่มหินภูเก็ต ซึ่งมีค่าเท่ากับกลุ่ม เห็นแก่กระเจานนี้พบเห็นบนคาบสมุทรไทยหลายแห่งด้วยกัน เช่น กระปี่-พังงา-และระนอง Ampaiwan และคณะ (2009) ได้รายงานไว้ว่า ชั้นหินที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ชั้นหินโคลนสี เทา มีชั้นบาง ๆ และชั้นหินทรายสลับหินโคลน (ทำให้หลายคนคิดว่าอาจมีการสะสมตัวแบบน้ำขุ่น (turbidite) และหลายแห่งแสดงการเลื่อนไถลของตะกอน(slump structure) เช่น ที่แหลมพันวา บางครั้งพบรูขนไช(burrows)มากมาย เช่นที่เกาะสีเھر ความหนาที่ประเมินได้ประมาณ 3 กิโลเมตร เพราะไม่ปรากฏชั้นล่างสุด ส่วนบนสุดวางตัวแบบค่อนข้างต่อเนื่องกับหินปูน กลุ่มหิน ราชบุรี (อายุกลางยุคเพอร์เมียน) และแสดงชั้นชัดเจนมากกว่าส่วนล่าง ซึ่งส่วนบนนี้ประกอบด้วย หินดินดาน เนื้อทราย และหินทรายเนื้อละเอียด เช่นที่เขานางหงส์ หรือเป็นตะกอนแก้วภูเขาไฟ วางตัวได้หินเชิร์ต เช่นที่เกาะยางน้อย ประมาณ 50 เมตร จากหินปูนยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ที่ เกาะยางน้อย เกาะมุก และเกาะพีพี (ระหว่างภูเก็ต-ตรัง) Waterhouse (1982) ได้พบหอยกาบคู่ และหอยบราดิโอพอดชนิดน้ำเย็น (cold-water) นอกจากนี้บางครั้งปะปนกับซากไบรโอซัว ซึ่ง

กำหนดอายุได้ประมาณ ต้นยุคเพอร์เมียนจากซากฟอสซิล ส่วนทางใต้แถบเขาเม้งประมาณ 30 กิโลเมตร ทางตะวันตกของอำเภอเมืองตรังพบซากพืช (เช่น ตระกูล *Walchia* of *piniformis* Schlotheim, *Taeniopteris* sp.) ซึ่งเป็นพืชที่พบมากแถบมหาทวีปกอนวานาเท่านั้น แสดงถึงอายุประมาณต้นยุคเพอร์เมียนด้วย ทำให้คิดว่ากลุ่มหินแก่กระจานหรือกลุ่มหินภูเก็ตสะสมตัวสูงสุดในต้นยุคเพอร์เมียนมากกว่าที่กรมทรัพยากรธรณี (2532) ได้เคยเสนอไว้

ดังที่ได้กล่าวมาตอนต้นว่าได้เคยมีการเสนอชื่อหินอันดามัน (Mantajit, 1979) เพื่อใช้แทนกลุ่มหินแก่กระจาน ซึ่ง Tantiwanit และคณะ (1983) ได้เสนอผลงานเรื่องนี้ใหม่และแบ่งกลุ่มหินอันดามันเป็น 2 หมวดหิน คือ หมวดหินภูเก็ต และหมวดหินเกาะยาวน้อย รูป 5.3.1 และ 5.3.1 และเสนอว่าชั้นตะกอนน่าจะมีกำเนิดเป็นชั้นตะกอนนิรสถาน (diamictite sequence)

ในภาพรวม ๆ กรมทรัพยากรธรณี (1989) ได้กำหนดให้การสะสมตัวของกลุ่มหินแก่กระจานนี้เป็นแบบทะเลตั้งแต่ น้ำลึก (หมวดหินห้วยพูน้อย) ไปจนถึงแบบน้ำตื้น (หมวดหินเขาเจ้า)

เชื่อกันว่ากลุ่มหินภูเก็ตเป็นตะกอนน้ำลึกซึ่งสะสมตัวนอกชายฝั่งและอยู่ห่างจากกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน และหินปูนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (กลุ่มหินทองผาภูมิ) แถบกาญจนบุรี Bunopas (1993, 1997) ได้เสนอว่า ชั้นตะกอนเหล่านี้อาจมีกำเนิดจากก้อนน้ำแข็งพามา (ice-rafted) จากขั้วโลกใต้ของมหาทวีปกอนวานา และเมื่อมาถึงเส้นรุ้งใกล้ศูนย์สูตรก็ละลายจนเกิดการสะสมตัวของชุดหินตะกอนของกลุ่มหินภูเก็ต หรือแก่กระจานได้จบจนถึงต้นยุคเพอร์เมียน หินน้ำแข็งพาก็ตกตะกอนหมดตามไหล่และป่าทวีป และเกิดการสะสมตัวของหินปูนในยุคเพอร์เมียนต่อมา ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องนี้หาอ่านได้จาก Ampaiwan และคณะ (2009)

#### หมวดหินวังสะพุง (Wang Saphung Formation)

หมวดหินนี้ตั้งชื่อโดยอดุลย์ เจริญประวัติ (ดู Charoenprawat และคณะ, 1984) ใช้เรียกหินตะกอนเม็ดในบริเวณแถบ จังหวัด เลย และบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ที่ประกอบด้วยหินทรายและหินดินดาน แทรกสลับด้วยหินปูน และหินกรวดชั้นบาง ๆ และต่อมา Bunopas และคณะ (1988) ได้กำหนดให้ชั้นหินแบบฉบับอยู่ที่บริเวณห้วยหลวงและห้วยบุ่นาคทางตะวันออกของอำเภอวังสะพุง(เลย) และมีสภาพการตกตะกอนเป็นแบบน้ำตื้นแต่ก็ลึกกว่าหินปูนยุคเพอร์เมียน (กลุ่มหินเลย) ที่ จังหวัด เลย อย่างไรก็ตาม Assavapatchara (1999) และ Charoenthitirat (1999) ได้เสนอแนวความคิดที่ว่าหมวดหินวังสะพุงอาจแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงวิวัฒนาการในแนวราบ(lateral-facies change) กับหมวดหินที่มโหฬารของกลุ่มหินเลยได้ โดยอาศัยการลำดับชั้นตะกอน และวิวัฒนาการของซากดึกดำบรรพ์ที่พบในแถบ จังหวัด เลย

หมวดหินวังสะพุงมีความหนาทั้งหมดประมาณ 400 เมตร และสามารถแบ่งเป็น 2 หมู่หิน คือ หมู่ล่าง ซึ่งในที่นี้เรียก หมู่หินปากเนียม(Pak Nium Member) ตามที่ Fontaine และคณะ (1982) ได้พบซากดึกดำบรรพ์หลายหลายชนิดในหินดินดาน หินทราย และเลนชั้นหินปูน ซากสัตว์

พวกนี้ได้แก่ ไครนอยด์ โบรโอซัว หอยเปลือกหรือฟิเนสเทลลา ไตรโลไบต์ และซากใบไม้ และอนุ  
เกสร (Spores) ที่พบในหินโคลนแทรกด้วยหินทรายสามารถกำหนดอายุได้เป็นต้นของกลางยุคคาร์  
บอนิเฟอรัส (อนุยุค Bashkiran)

ส่วนหมูหินบนซึ่งหรือในที่นี้เรียกหมูหินห้วยบุณนาค(Huai Bun Nak Member) ตามชื่อที่  
Waterhouse (1982) พบหอยบราดิโอพอดในหินทรายและหินดินดานบนเส้นทางวังสะพุง-อุดรธานี  
ซึ่งหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินดินดาน หินโคลน หินเชิร์ต (หินโคลนซิลิเซียส) หินทราย หินทราย  
แป้ง และเลนส์หินปูนที่มีซากสัตว์มากมาย เช่น ไครนอยด์ โบรโอซัว และ ปะการัง (Yanagida, 1971  
และ 1975) นอกจากนั้น Sashida และคณะ (199..) ได้พบซากราดิโอลาเรียในหินดินดานปนค  
วอร์ชและสามารถกำหนดอายุให้เป็นต้นยุคเพอร์เมียน

ในที่นี้เราจัดให้หินตะกอนในหมวดหินวังสะพุงมีวิวัฒนาการอยู่ด้านตะวันออกสุดของแผ่น  
นครไทยซึ่งรองรับด้วยหินที่แก่กว่าจำพวกเชิร์ตและบะซอลต์ซึ่งถือว่าเป็นฐานหินของแผ่นนครไทย

#### (๑) หมวดหินแหลมสิงห์ (Laem Sing Formation)

หมวดหินนี้ตั้งชื่อโดยเริ่มจาก Bunopas (1981 & 1983) ที่ใช้เรียกตะกอนแดงเขาทะลาย  
(Khao Thalai Redbeds) และตะกอนเขาแก้วกำพรัง (Khao Kaeo Kamprang  
Shale/Sandstone) ซึ่งอย่างแรกเป็นหินทรายสะอาดสีชาวม่น้ำตาลทรายปนกรวดสีแดง หินทราย  
ขุนและหินดินดานสีแดงอมชมพู พบระหว่างอำเภอกาแพงกับอำเภอกำแพง (จันทบุรี) โดยชั้นหินมี  
การเอียงเทส่วนใหญ่ไปทางทิศตะวันออกประมาณ  $40^{\circ}$ - $70^{\circ}$  (Ridd, 2010) ลักษณะโดยทั่วไปชั้น  
หินวางตัวไปตามความยาวของเขาทะลายและวางตัวเป็นแนวเดียวกับหินปูนยุคเพอร์เมียน ส่วน  
ทางตะวันออกของเขาทะลายประกอบด้วยเขาเนินเตี้ย 2-3 เขา ซึ่งหินส่วนใหญ่เป็นหินทรายแป้งมี  
ไมกา หินดินดาน หินเชิร์ต หินปูน และหินกรวด ซึ่ง Bunopas (1983) จัดให้เป็นหินตะกอนเขาแก้ว  
กำพรัง ที่มีการเอียงเทส่วนใหญ่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ( $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ) และมีการคดโค้งโค้งงอ  
ของชั้นหิน บางส่วนเช่นที่ใกล้ๆ กับอำเภอกาแพงพบหินเถ้าภูเขาไฟชนิดเมฟิก(สีเข้ม)แทรกอยู่ด้วย  
อย่างไรก็ตามพบซากดึกดำบรรพ์อายุประมาณต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส(Visian) ได้แก่ ซากโบรโอซัว  
หอยบราดิโอพอด ลำตัวไครนอยด์ จากการศึกษาของเราเชื่อว่าเฉพาะ ส่วนที่เป็นหินตะกอน  
บริเวณเขาแก้วกำพรังเท่านั้น ที่น่าจะจัดให้อยู่ในช่วงอายุเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส ส่วนหิน  
ตะกอนแดงเขาทะลายซึ่งเดิมคิดว่าน่าจะจัดเป็นหินคาร์บอนิเฟอรัส เราจัดให้เป็นเพียงหินตะกอน  
อายุประมาณยุคจูแรสซิก ซึ่งเทียบได้เท่ากับกลุ่มหินโคราชเท่านั้น และเทียบได้เท่ากับหมวดหิน  
แหลมสิงห์ (Laem Sing Formation, ๑ เลิศสิน รักษาสกุลวงศ์, 2539) ส่วนหินตะกอนเขาแก้วกำ  
พรังซึ่งเราเสนอให้เป็นหมวดหินแหลม สิ่งนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันซึ่งวิชัย ศิวบรร (2533) จัดให้เป็น  
หน่วยหินแหลมงอบ (Laem Ngob Unit) ที่อายุระหว่างเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส เช่นเดียวกับ  
เลิศสิน รักษาสกุลวงศ์(2533) แต่สิโรตม์ ศัลยพงษ์(2535) จัดให้เป็นอายุเพอร์เมียน ส่วน ดร.พล

เซาร์ดำรงค์ 25xx จัดให้มีอายุระหว่างยุคเพอร์เมียนถึงยุคไทรแอสซิก และเรียกหินหมวดนี้ว่า หมวดหินเนินโพธิ์ (Noen Pho Formation) โดยเราคิดว่าหมวดหินแหลมสิงห์นี้อาจเทียบเคียงได้กับ หมวดหินวังสะพุง ซึ่งทำให้เราจัดให้เป็นส่วนที่อยู่ทางตะวันออกสุดของแผ่นนครไทย การจัดให้ หมวดหินแก่งดงกล่าวทำให้เชื่อว่าแผ่นนครไทยอาจต่อเลยออกมาทางใต้ถึงส่วนของภาคตะวันออก ด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาทางโบราณคดีวิทยา โดยเฉพาะซากปะการังในหินตะกอนเนื้อ ประสมบริเวณตอนเหนือสุดของเขาใหญ่ (40 กิโลเมตร ทางตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอบ่อทอง (ชลบุรี) ซึ่ง Fontaine และ Salyapongse (1997) กำหนดอายุให้เป็นต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัสทำให้เพิ่มความเชื่อมั่นว่านอกจากหมวดหินแหลมสิงห์ที่เราคิดว่ามีอายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายแล้วยัง มีหินอีกหมวดอายุใกล้เคียงกันคือ คาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นอยู่ในแถบทางเหนือของอำเภอกาญจนบุรี (ระยอง) หรือตะวันออกของอำเภอบ่อทอง (ชลบุรี) อีกด้วย ซึ่งอาจจัดให้เป็นส่วนของแผ่นลำปาง- เชียงรายได้

(ข) หมวดหินยะหา (Yaha Formation) พบบริเวณ อำเภอยะหา บ้านบาโหย และ อำเภอ นาทวี ใกล้พรมแดนไทย-มาเลเซียหนาทั้งหมดประมาณ 400 - 450 เมตร และแบ่งออกเป็น 6 หมวดหิน ตามลำดับดังนี้

1) หินทรายบน (Sandstone member) ประกอบด้วยหิน ทรายควอร์ตมท (quartzitic sandstone) สีน้ำตาลอ่อน ประกอบด้วยทรายที่...ปานกลาง มีการคัดขนาดดี ขึ้นหนาถึง หนามาก แทรกสลับด้วยหิน โคลน แต่ละชั้นของหิน ทราย หนาประมาณ 4 เมตร และมีความหนา รวม 30 เมตร

2) หินทรายสลับโคลน (Sandstone - mudstone member) มีความหนาทั้งหมด ประมาณ 180 – 300 เมตร และแสดงชั้นตะกอนเม็ดเล็กด้านบนสลับกับเม็ดใหญ่ด้านบน (fining upward) และ coarsening upward cycles ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินโคลนแทรกสลับกับหิน ทรายเฟสสปาร์และทรายควอร์ต สีเขียวอ่อนถึงเทา เม็ดทรายขนาดปานกลาง แสดงชั้นแบบเป็น ลอยคลื่น (wavy) และเป็นชั้นเลนซ์ (lenticular beds)

3) หินทรายบน (Sandstone member) หินหน่วยนี้หนาประมาณ 15 – 50 เมตร ประกอบด้วยหินทรายเศษหิน (lithic sandstone) สีเทาเข้มถึงดำ ขนาดทรายเป็นแบบทราย ละเอียดถึงปานกลาง มีการคัดขนาดปานกลาง แสดงชั้นแบบเป็นลอน

4) หินทรายเถ้าสลับโคลน (Tuffaceous sandstone / mudstone member) ประกอบด้วยหินทรายเถ้า... (tuffaceous sandstone) สีน้ำตาลแดง ตะกอนทรายขนาดปานกลาง

ถึงใหญ่ แทรกสลับกับหินทรายสกปรก (greywacke) สีเทาเขียวและแดง ตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงใหญ่ หินโคลนแสดงชั้นหนา และหมู่หินนี้หนารวมทั้งหมดประมาณ 10 – 50 เมตร

5) หมู่หินเชิร์ต (Chert member) หนา 15 เมตร ประกอบด้วยหินเชิร์ตสีรุ้งเป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นหินทรายแป้ง (siliceous siltstone) และชั้นหินมีโค้งตึบ (tight fold) และโค้งนอน (recumbent fold) มีรายงานว่าพบ radiolarian อายุ Carboniferous ใน chert base bedded

6) หมู่หินดินดานสลับทราย (Shale / sandstone member) หน่วยหินนี้พบกระจายทั่วทั้งพื้นที่ หนาทั้งหมดประมาณ 40 – 50 เมตร ประกอบด้วยหินโคลน สีเทาดำ สลับกับหินทรายเนื้อละเอียด (fine-grained sandstone) แสดงโครงสร้างตะกอนแบบชั้นบางมากแต่มีฐานส่วนล่างที่ชัดเจน (sharp base beds)

จากลักษณะหินและการลำดับชั้นของหมวดยะหา (Yaha Formation) ที่อยู่ทั้งทางตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ นั้นมีลักษณะที่เหมือนกัน และพบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น หอยสองฝา โพสิดโนเมีย (Posidonimaya sp), ไทโลไบต์ (trilobites), แอมโมไนต์, หอยบราคิโอพอด, ไครนอย, ..... และเศษพืชในหมวดนี้ ซึ่ง Sashida et และคณะ (2002) ว่าพบหินเชิร์ตมีราดิโอลาเรียที่กำหนดอายุให้อยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสใกล้เคียงกับ จึงสรุปได้ว่าหมวดหินภูพานอายุเทียบเท่ากับหมวดหินยะหาคือมีอายุประมาณยุคคาร์บอนิเฟอรัส

๗) หมวดหินกาลูบิและหมวดไคกาโป บริเวณใกล้พรมแดนไทย-มาเลเซีย พบหมวดหินที่ชื่อหมวดหินกาลูบิและหมวดไคกาโป (Ka Lu Bi formation & Ai Ka Po formation) ถูกตั้งขึ้นโดยคณะทำงานไทย ใช้แทนหินตะกอนที่ถูกแปรสภาพแบบ low-grade metamorphic ซึ่งพบทางตอนกลางของพื้นที่สำรวจฝั่งตะวันตกโดยชื่อ Ka Lu Bi และ Ai Ka Po ซึ่งเป็นชื่อของหมู่บ้าน

หมวดหินชนิดนี้แสดงหลักฐานชัดเจนโผล่ดีบริเวณตอนบนของแม่น้ำมาซาง (Sungai Machang) และแผ่กระจายไปทางตะวันออกเฉียงใต้ถึงเขากำพุงในเขตไทย หมวดหินนี้นั้นโผล่ให้เห็นหลายพื้นที่ ที่ชัดเจนนี้คือบริเวณถนนตัดผ่านและที่ถูกน้ำกัดเซาะ โดยปรากฏภูมิประเทศเป็นสันเขา แคบและยาว วางตัวแนวเหนือ-ใต้ เช่น เขาใกล้กับหมู่บ้าน Ka Lu Bi – Laem Thong หรือเขาที่อยู่ทางด้านตะวันตกของหมู่บ้าน Khua son Patthana และเขาด้านตะวันตกของหมู่บ้าน Chang Perk ส่วนบนของหมวด Ka Lu Bi โผล่ดีตามถนนและบริเวณทางน้ำบริเวณบ้านสุคิริน บ้านกะรุปี บ้านโต๊ะไม้ บ้านกุ่มง บ้านน้ำหอม เป็นต้น

ในประเทศไทย หินตะกอนชุดนี้ถูกแปรสภาพน้อยมาก เนื่องจากถูกกระทำโดยการแทรกตัวของหินแกรนิต น้อยกว่าในมาเลเซียและพบว่าชั้นหินมีความหนาแน่นกว่า เพราะมีสภาพของการสะสมตัวในทะเลที่ลึกกว่า

ส่วนล่างของหิน Ai Ka Po formation มักปรากฏเป็นสันเขาแคบ ๆ วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ประกอบด้วยหิน tuffaceous และ quartzitic sandstones สีเทาเขียว เทาอ่อน มีชั้นบางถึงหนา เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง และหิน matrix-supported conglomerate การแปรสภาพของหินส่วนใหญ่เกิดขึ้นเป็นพื้นที่เล็กเช่นบริเวณที่สัมผัสกับหิน granite และ shear zones และถูกแปรสภาพไปเป็นหิน quartzite และ meta-conglomerate

จากการ Deformation ที่รุนแรง และการถูกแปรสภาพของหน่วยหิน Ai Ka Po ที่บ้านกะดูปี ทางด้านตะวันตกของ Le Pae-Jeli granite belt ทำให้หินมีการวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มุมเฉียงเทปานกลางไปทางด้านทิศตะวันตก หินในบริเวณนี้ประกอบไปด้วยหิน quartzite ชั้นบางถึงหนาปานกลาง เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง สีเทาเขียว และถูกแทรกด้วย quartz veinlet ซึ่งมักวางตัวในแนวเหนือ-ใต้

Ai Ka Po formation ที่บ้าน Khua Son Patthana และเขาเล็ก ๆ ทางด้านตะวันออกของหมู่บ้านช้างเผือก (Chang Perk) กลางแผนที่แผ่นโตโม๊ะ (To Mo Quadrangle) หินบริเวณนี้ถูกแปรสภาพไปมากเนื่องจากถูกแทรกเข้ามาโดยหิน acid to intermediate igneous แนวการวางตัวของหินอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ และชั้นหินเฉียงเทหลายทิศทาง หินที่พบเป็นพวก quartzite ชั้นบางถึงหนาปานกลาง เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง สีเทาเขียว และหิน silicified shales และมักพบแร่ sulfide สะสมตัวอยู่ในหินเนื้อละเอียด

ส่วนบนของหินชุดนี้ หรือ Ai Ka Po formation เป็นพวก argillaceous facies โดยส่วนล่างของ facies ประกอบด้วยหิน shales, sandstones, conglomerates ที่วางตัวสลับกันไปชั้นหินมีขนาดบางถึงหนาปานกลาง และถูกแทรกด้วยสายแร่ quartz ส่วนบนของ facies เป็น rhythmic sequence ของหิน shale และ siltstone และตอนบนของชั้นหินมี sandstone เนื้อละเอียดแทรกสลับอยู่ การแปรสภาพของหินเกิดในพื้นที่เล็กบริเวณที่เป็น shear zone และ contact zone ได้เป็นหิน slite, phyllite, phyllitic shale และ spotted slate

ส่วนล่างของ Ka Lu Bi formation มีหินโผล่ให้เห็นชัดเจนในบริเวณถนนสาย Sukhirin-So Wo และสาย Sukhirin-Ai Bo Jo บ้านน้ำตก และด้านเหนือของบ้านกุ่มง หินวางตัวค่อนข้างอยู่ในแนวเหนือและส่วนใหญ่เฉียงเทไปทางด้านตะวันตก ประกอบด้วยหิน shale ที่แสดงการตะกอนแบบ fining upward sequence, sandstone และ conglomerate โดย conglomerate เป็นพวก para-conglomerate (60%) สีน้ำตาลแดง และถ้าหินผุจะเป็นสีน้ำตาลเหลือง มีชั้นหนาปานกลางถึงหนามาก (0.5-1.5 เมตร) โดยมี clasts ประมาณ 20-30 % ขนาด pebble-cobble



เม็ดค่อนข้างเหลี่ยมถึงเหลี่ยม และมีการคัดขนาดไม่ดี clast ประกอบด้วย smoky quartz (95%) และ sandstone (5%) สีน้ำตาลอ่อน มีการเรียงตัวของ clasts ไปในทิศทางเดียวกับแนวแตก SI ส่วน matrix ของหินประกอบด้วยตะกอนทรายเนื้อสกปรก เม็ดตะกอนขนาดเล็กถึงปานกลาง สีน้ำตาลส้ม หิน sandstone (30%) สีน้ำตาลแดง แสดงชั้นบางถึงหนาปานกลาง เม็ดตะกอนขนาดทรายละเอียด หิน siltstones และ shales (30%) มีชั้นหนา 0.5-1.2 เมตร สีเทาเข้ม และแสดง kink band

ส่วนบนของ Ka Lu Bi formation ที่พบบริเวณในบริเวณที่ลุ่ม จะแผ่กระจายออกไปเป็นบริเวณกว้างในบริเวณ To Mo-Sukhirin และหินถูกแปรสภาพเล็กน้อย ส่วนหินที่ถูกแปรสภาพมากจะพบที่บ้านน้ำหอม บ้าน kata และบ้าน Khao Patthana ทางด้านเหนือของพื้นที่สำรวจ โดยในพื้นที่ To Mo ชั้นวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และมีการเอียงเทหลายทิศทาง ประกอบด้วย rhythmic sequence ของ shales (60%) หินสมีสีเทาเข้มถึงเทาเขียว มีชั้นบางถึงบางมาก ถูกแทรกสลับด้วย siltstones และ mudstones (40%) สีเทาถึงเทาเขียว ชั้นบาง ในส่วนบนสุดของ sequence เป็นการแทรกสลับกันระหว่างหิน carbonaceous shales ชั้นบาง สีเทาเข้มถึงดำ กับ หิน shales สีม่วงแดง มักพบการ deformation และแปรสภาพแบบ low-grade contact metamorphic ของหินชุดนี้ทำให้หินเดิมเปลี่ยนไปเป็นหิน slate, phyllite, phyllitic และ spotted slate

การลำดับชั้นหินของหินในบริเวณบ้านสุครินถึงบ้านสอวอ มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มุมเอียงเทของชั้นหินค่อนข้างชัน หินส่วนใหญ่เป็นพวก rhythmic sequence แต่มีองค์ประกอบที่เป็นพวก carbonaceous มากกว่าในพื้นที่โต๊ะโม๊ะ ที่อยู่ลงไปทางใต้ และเนื่องจากพื้นที่นี้อยู่ในบริเวณ fault zone ขนาดใหญ่และถูกแทรกขึ้นมาด้วยหิน volcanic dyke จึงทำให้หินเกิดการ deformation และ metamorphose ที่รุนแรงทำให้ชั้นหินเกิดการคดโค้งแบบ tigh fold และ asymmetrical fold และหินในหลายที่แปรสภาพไปเป็นหิน spotted slate

การลำดับชั้นหินของหินในบริเวณบ้านอัยกาถึงบ้านเขาสนพัฒนา และบ้านอัยบาลถึงบ้านช้างเผือก หินในบริเวณนี้แสดง foliation ในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งเป็นผลมาจาก folding และ faulting โดยทั่วไปในพื้นที่ประกอบด้วยหินประเภท low-grade metamorphic เช่นหิน phyllite สีเทาเข้ม เทาน้ำตาล และเทาฟ้า หิน phyllitic shale, phyllitic schist และหิน schist โดยหิน schist แสดงแนวแตก S1 และ S2 คาดว่าหินแปรเหล่านี้จะแปรมาจากหิน rhythmic sequence ในบริเวณที่เป็น fault zone ชั้นหินแสดงแนวหลายแบบ เช่น tigh fold, asymmetrical

fold และ recumbent fold ส่วนหินที่อยู่ใกล้กับ contact zone จะแสดงลักษณะ relict texture, altered texture และ spotted slate

การลำดับชั้นหินของหินในบริเวณบ้านกะเต๊ะ โดยเฉพาะถนนสายดุซงยอถึงกะเต๊ะ สายกะเต๊ะถึงบ้านน้ำหอม และสายกะเต๊ะถึงอัยสรีระ โครงสร้างหินเช่นการวางตัวของหินแนว foliation การเอียงเทของชั้นหิน จะถูกควบคุมโดย fault zone ที่อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ หินในบริเวณนี้แสดงแนวแตกทั้ง S1 และ S2 หินส่วนใหญ่เป็นพวก low-grade metamorphic เช่น หิน phyllite สีเทาเข้ม เทา น้ำตาล และเทาฟ้า หิน phyllitic shale, phyllitic schist และหิน schist ที่มีสาย quartz ตัดเข้ามาในบริเวณที่เป็น fault zone พบหินปนกันหลายชนิด เช่น หิน conglomerate, quartzite, spotted slate, volcanic และ aplite

เนื่องจากหินชุดนี้ถูก deformation และ metamorphose อย่างรุนแรงทำให้ไม่สามารถหาความหนาของชั้นหินได้ชัดเจน

## (2) อายุ

โดยเหตุที่ได้มีนักธรณีวิทยาและนักโบราณคดีวิทยา[หรือนักบรรพชีวินวิทยา ได้ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ช่วงอายุนี้ไว้มาก โดยเฉพาะบนแผ่นฉานไทยตั้งแต่เหนือสุด จนถึงใต้สุด เราจึงได้แจกแจงรายละเอียดโดยจัดแบ่งการอธิบายซากดึกดำบรรพ์แยกเป็นหัวข้อต่างหาก และเพื่อให้เข้าใจง่ายจึงจำแนกออกเป็น 2 ช่วง คือ ต้นยุค และกลางถึงปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส

ในแผ่นฉานไทย มีชั้นหินแบบฉบับแถบที่จังหวัดราชบุรี(Bunopas, 1981) แม้ว่าจะไม่เคยมีหินโผล่ให้เห็นมากเท่าในนักและไม่ค่อยมีผู้ค้นหารายละเอียด แต่นักธรณีวิทยาก็นิยมใช้ชื่อกลุ่มหินราชบุรีเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป โดยปกติชั้นหินปูนยุคนี้ประกอบด้วยหินปูนตั้งแต่ความหนาไม่มากนักไม่กี่ซม ต่อหนึ่งชั้นไปจนถึงมากกว่า 1 เมตร ต่อชั้น แทรกสลับอยู่กับชั้นหินดินดานในบางช่วง ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 800 เมตร (Assavapatchara และคณะ, 1999) จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าหินปูนส่วนใหญ่ของยุคนี้เป็นหินปูนโคลน (mudstone-type) และโดยมากมักมีการเกาะตัวของผลึกแร่แคลไซต์จนเกิดเป็นพวกที่เรียก wackstone, packstone และ boundstone อยู่ด้วย หินเชิร์ตที่มีปรากฏเป็นก้อนกลม (nodules) มักปรากฏอยู่ในส่วนล่างของกลุ่มหินนี้ (ซึ่งเรียก nodular limestone) จากการศึกษาในภาคสนามและจากการย้อมสีหินพบว่าหินปูนในแถบนี้มีแร่โคโลไมต์อยู่มาก พวกเขายังเชื่อว่าแร่โคโลไมต์เหล่านี้อาจเกิดในช่วงหลังของการแข็งตัวเป็นหินตะกอน(late diagenesis process) โดยมักพบเป็นสายแร่โคโลไมต์เล็ก ๆ (veinlet dolomite) แทรกอยู่ในหินปูนโดยเฉพาะในแนวรอยเลื่อนต่าง ๆ

สำหรับซากพืชสัตว์พบมากพอควร แต่ไม่แสดงการกระจายพันธุ์ (diversity) เท่าที่ควร ส่วนใหญ่ได้แก่ ฟอรัมมินิเฟอราตัวเล็ก ๆ หอยบราดิโอพอดและสาหร่าย โดยเฉพาะฟอรัมฯ บางชนิด เช่น *Shanita* sp. และ *Eopolydiexodina* sp. มักพบมากมายหลายแห่ง (Ueno, 1999) ซึ่งเป็นซากดึกดำบรรพ์ดัชนี (index fossils) กลุ่มหินนี้เท่านั้น และหลายสายพันธุ์แสดงอายุ ประมาณกลางยุคเพอร์เมียน

ในที่นี้เราเสนอให้หินกลุ่มราชบุรีเทียบสัมพันธ์หรือเทียบเคียงได้กับหินปูนที่ Bunopas (1981 และ 1992) เรียกว่ากลุ่มหินไทรโยค (Sai Yok Group) ซึ่งเราคิดว่าน่าจะเริ่มต้นจากหินปูนยุค เพอร์เมียนทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยม (Khun Yuam River) ผ่านลงมาทางใต้ยังจังหวัดตาก กาญจนบุรี ราชบุรี ต่อเลยไปที่ประจวบคีรีขันธ์ และพัทลุง ซึ่งจากการศึกษาของเราเชื่อว่าน่าจะเป็น พวกเดียวกัน หรืออยู่ในแวดลงเดียวกันกับแผ่นฉาน-ไทย และปรากฏพบซากฟอสซิล เช่น *Verbikimid* และ *Neoschwagerinid* ปรากฏอยู่น้อยมากในกลุ่มหินราชบุรีหรือกลุ่มหินไทรโยคนี้

กลุ่มหินไทรโยคแบ่งออกเป็น 3 หมวดหิน (ตาม Bunopas และ Vella, 1992) ตามลำดับ จากเก่าไปอ่อน ได้แก่ หมวดหินม่วงกรูด หมวดหินไทรโยค และหมวดหินท่ามะเดื่อ โดยชั้นหินโผล่ตามแนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์

หมวดหินเขาม่วงกรูด หรือบางครั้งเรียกหินทรายเขาเมืองกรูด (Muang Krut Sandstone) (Bunopas, 1983) หมวดหินส่วนล่างโผล่ให้เห็นบริเวณตีนเขาม่วงกรูด (ประมาณ 15 กิโลเมตร ทางตะวันตกของตัวเมืองกาญจนบุรีตามถนนกาญจนบุรี-ไทรโยค ทางฝั่งด้านเหนือของถนน) หมวดหินประกอบด้วยชั้นหินทรายชั้นหนาที่มีความหนาแน่นประมาณ 200 เมตร โดยมี หินดินดานสีเขียว-เทา ชั้นบางๆแทรกสลับในส่วนบนประมาณ 100 เมตร ชั้นหินทรายความหนา เริ่มน้อยลง แต่กลับมีชั้นหินดินดานหนาขึ้น และต่อมามีคัลไซต์มากขึ้นในชั้นหินทรายในตอนบน ชั้นหินทรายเหล่านี้มักให้ซากหอยบราดิโอพอด หอยสองฝา ไบรโอซัว และปะการัง จากซากหอยบราดิโอพอด (ที่ชื่อ *Chonetinella* sp.) ทำให้ดร.สงัด พันธุ์โอภาส (Bunopas, 1992) เชื่อว่าหมวดหินนี้น่าจะมีอายุระหว่างปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงต้นยุคเพอร์เมียน

หมวดหินไทรโยค หรือเรียกหินปูนไทรโยค (Sai Yok Limestone) (Bunopas, 1992) ประกอบด้วยชั้นหินปูนเป็นส่วนใหญ่ที่มีความหนาแน่นประมาณ 900 เมตร แบ่งอย่างง่ายเป็น 3 หมู่ โดยมีหินทรายสีน้ำตาลแทรกสลับในหมู่ล่าง (Lower member) ประมาณช่วง 100 เมตรแรก และมีซากหอยบราดิโอพอด ฟอสซิล และปะการัง หินปูนที่พบเป็นชั้นบาง ๆ ของพวกแคลคาร์ไนท์ (calcarenite) ถัดมาเป็นหมู่กลาง (Intermediate member) อีกประมาณ 600 เมตร เป็นหมู่หินปูน ชั้นหลัก ซึ่งมีความหนามาก หินปูนส่วนใหญ่เป็นมิคัลถึงไมโครสเปไร์ด ผลึกเล็กและบางส่วนมีการตกผลึกใหม่ สีขาวอมน้ำตาลถึงขาวอมเทา และบางครั้งพบแร่โคโลไมต์อยู่บ้าง บางช่วงสลับกับหินโคลนซึ่งไว้ซากดึกดำบรรพ์ สำหรับหมู่บน (Upper member) ซึ่งหนาประมาณ 200 เมตร

ประกอบด้วยชั้นหินปูนสลับกับหินตะกอนเม็ดโดยที่หินปูนมักแสดงชั้นหินชัดเจน สีขาวเทาถึงเทาขาว แสดงการตกผลึกใหม่บ้าง ผลึกเล็กถึงปานกลางแทรกอยู่กับชั้นหินทรายสีเทาถึงสีน้ำตาล หินปูนในส่วนล่างๆ มีซากฟอสซิล เช่น *parafusulina* sp., *Eopolydiexodina* sp. ให้อายุยุคเพอร์เมียนตอนกลาง

หมวดหินท่ามะเตี๋ย หรือที่ดร.สงัด พันธุ์โอภาส เรียกหินทรายท่ามะเตี๋ย (Tha Madua Sandstone) ซึ่งพบว่ามีความหนาประมาณ 80 เมตร พบอยู่ประมาณ 6 กิโลเมตรทางตะวันตกของบ้านท่ามะเตี๋ย (35 กิโลเมตร ทางตะวันตกของเมืองกาญจนบุรี) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทราย สีน้ำตาลถึงขาว ผลึกหยาบถึงหยาบปานกลาง เนื้อแข็ง แทรกสลับกับหินดินดาน สีน้ำตาลอมแดงถึงอมเทาเนื้ออ่อน และเป็นชั้นบาง Hages และ Kemper (1976) ได้รายงานพบ *Eopolydiexodina* และ *Yangchienia* sp. ซึ่งกำหนดอายุให้เป็นกลางยุคเพอร์เมียนช่วงปลาย

#### กลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group)

กลุ่มหินสระบุรีนี้แต่เดิมเรียกรวม ๆ กันว่า กลุ่มหินราชบุรี (Brown และคณะ, 1951, Javanaphet, 1969, Piyasin, 1972 และ Bunopas, 1976) ต่อมา ดร.สงัด พันธุ์โอภาส (Bunopas, 1981) ได้แยกเป็นอีกกลุ่มหินหนึ่งต่างหาก เนื่องจากมีความแตกต่างจากกลุ่มหินราชบุรี ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของประเทศ โดย Bunopas (1981) ได้จัดให้กลุ่มหินสระบุรีเป็นกลุ่มหินปูนที่อยู่ทางตะวันออกของประเทศ ตั้งแต่จังหวัดเลย ติดขอบที่ราบสูงโคราชจนมาถึงเพชรบูรณ์และสระบุรี ในแนวเหนือใต้ ส่วนอีกแนวหนึ่งอยู่ทางขอบที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ตั้งแต่ทางตะวันออกของนครสวรรค์ มาทางตาก ลพบุรี และลงมายังสระบุรีในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ กลุ่มหินนี้มักแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งคดโค้งโก่งงอและรอยเลื่อนมากมาย

ไชยยันต์ หินทอง (Hinthong 1981 และ 1985) และ Chutakosikanon และคณะ (2004) ได้จัดแบ่งกลุ่มหินสระบุรีออกเป็น 6 หมวดด้วยกันตามลำดับจากแก่สุดไปยังอ่อนสุด ได้แก่ หมวดหินเขาขวาง หมวดหินพุไฟ หมวดหินหนองปล้อง หมวดหินปางอโศก หมวดหินเขาขาด และหมวดหินชีบบอน

หมวดหินเขาขวาง (Khao Khwang Formation) หมวดหินนี้มีชั้นหินแบบฉบับชัดเจนที่บริเวณเขาขวาง (สระบุรี) ชั้นหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนชั้นหนา สีเทาตั้งแต่เทาเข้มถึงดำจนถึงเทาอ่อน แทรกสลับกับชั้นหินบาง ๆ ของพวกเชิร์ตและเชิร์ตที่เป็นก้อนกลม (nodular) ในบางแห่งหินอาจเป็นหินโคลไมต์ซึ่งแทรกสลับกับหินดินดานสีน้ำตาลอมชมพูจนถึงเทาเขียว หินทรายและหินทรายเนื้อแก้วภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟ ความหนาทั้งหมด 490 เมตร ซากชีวิตได้แก่ ฟอสซิล ห้วยบราติโอปอด หอยสองฝา ไบรโอซัว และลำตัวไครนอยด์ ซึ่งกำหนดอายุได้ในช่วงปลายของต้นยุคเพอร์เมียน (Sakmarian และ Hinthong, 1985) แต่เมื่อต่อไปทางเหนือแถบ

ลพบุรี-ชัยบาดาล โดยเฉพาะบริเวณเขาสมโภชน์ โดยจากลักษณะและชนิดของฟอสซิล แสดงอายุช่วงต้นของกลางยุคเพอร์เมียน (Artin-Skian, Nakornsri, 1981)

หมวดหินพูพี (Phu Phe Formation) หมวดหินนี้จัดตั้งโดยชัยยันต์ หินทอง (Hinthong, 1981) โดยให้ชั้นหินนี้วางตัวอยู่เหนือหมวดหินพูพีแบบเหลี่ยมชั้นด้านข้าง (lateral facies change) กับชั้นหินที่แก่กว่าคือ หมวดหินเขาขวาง พบที่บริเวณเขาพูพี (กิโลเมตร 131-132 บนถนนมิตรภาพ กท-สระบุรี) และกำหนดความหนาแน่นของชั้นหินแบบฉบับได้ประมาณ 593 เมตร โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนมีซากกระดูก มักแสดงชั้นหนาถึงหนามากโดยมากมีสีเทาอมม่วงจนถึงเทาเข้มจัด โดยมีชั้นบางๆ ของหินเชิร์ต ซึ่งบางครั้งแสดงลักษณะก้อนแข็งมากกว่าหินปูน อย่างไรก็ตาม บางส่วนของชั้นหินแสดงการดันเลื่อนขึ้นไปทำให้ดูเหมือนวางตัวอยู่บนหมวดหินซับบอนซึ่งอ่อนที่สุด ซากสัตว์ที่สำคัญได้แก่จำพวก Fusulinis เช่น Pseudoshwagerina sp. Triticites sp. และ Faraschagerina ในหินปูน ต่างกำหนดอายุให้อยู่ในช่วงปลายยุคเพอร์เมียน

หมวดหินหนองหญ้าปล้อง (Nong Yaplóng Formation) หมวดหินนี้วัดความหนาประมาณ 600 เมตร ในแถบบริเวณบ้านหนองปล้อง ตะวันออกเขาขวาง สระบุรี และกำหนดอายุจากซากแอมโมไนต์ที่ชื่อ Agatheceras และฟอสซิล ให้เป็นกลางยุคเพอร์เมียน (Artinskian-Kungurian) ชั้นหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินดินดานชั้นบาง ๆ แทรกสลับกับหินปูนซึ่งมีก้อนเชิร์ตและมีเนื้อดินปนบ้าง ทำให้คิดว่าน่าจะเกิดในบริเวณที่ลึกกว่าหินหมักก่อน ๆ ที่ได้อธิบายไป

หมวดหินปางอโศก (Pang Asok Formation) หมวดหินนี้ได้ชื่อจากบ้านปางอโศก ใกล้สถานีรถไฟปางอโศก ชั้นหินของหมื่นนี้หนาประมาณ 350 เมตร ประกอบด้วยหินดินดานสีเทาอมน้ำตาลถึงเทาเขียวเป็นส่วนใหญ่ และบางชั้นมีเลนส์หินปูนแทรก พบซากใบไม้และหอยสองฝาโดยกำหนดอายุได้ประมาณกลางยุคเพอร์เมียน เช่นกัน

หมวดหินเขาขาด (Khao Khad Formation) หมวดหินนี้นับว่ามีความหนาหนามากที่สุดในบรรดาหมู่หินของกลุ่มหินสระบุรีด้วยกัน ความหนาประมาณ 1,800 เมตร โดยชัยยันต์ หินทอง ส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นหินปูนค่อนข้างหนาถึงหนามากแทรกสลับด้วยหินดินดานและหินโคลไไมต์ บาง บริเวณพบหินตะกอนเม็ด เช่น หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง และหินกรวดอยู่บ้าง แทรกสลับกับหินหลัก ๆ พบซากชีวิตมากมาย เช่น ฟอสซิล หอยบราดิโอพอด หอยแก๊สโทรพอด และแอมโมไนต์ โดยที่อายุระหว่างช่วงกลางถึงช่วงปลายยุคเพอร์เมียน

หมวดหินซับบอน (Sap Bon Formation) หินหมวดนี้ประกอบด้วยหินตะกอนแตกหลุม (detrital) หรือตะกอนเม็ด (clastics) เนื้อประสมหรือตะกอน จำพวกหินดินดานสีน้ำตาลและเทา แทรกสลับอยู่กับหินทรายสีน้ำตาลอมเหลืองถึงอมเขียว โดยมีชั้นหินปูนบาง ๆ และก้อนกลมของหินเชิร์ตแทรกอยู่ด้วยบ้าง ความหนาที่วัดได้บริเวณแถบบ้านซับบอน (อำเภอ ทับทิม) สระบุรี ประมาณ 1,000 - 1,100 เมตร มีรายงานที่เสนอโดย ชัยยันต์ หินทอง ว่าบางบริเวณหินถูกแปร

สภาพไปเป็นหินชนวน หินฟิลไลต์ และหินชีสต์ Hinthong, (1981) ซึ่งเราคิดว่าน่าจะมีผลมาจากการแปรสภาพแบบกัมมันตความร้อน (dynamothermal metamorphism) เนื่องจากหินถูกดันเลื่อนขึ้น (Chutakosikanon, 1997 และ Chutakosikanon, 2001) ในหลายบริเวณชั้นหินตะกอนปรากฏว่ามีซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น Pseudofusulina และ Neoschagerina รวมทั้งซากแอมโมไนต์ เช่น Agaticeras ด้วยเหตุนี้ชัยยันต์ หินทอง จึงกำหนดให้หินหมื่นนี้มีอายุประมาณปลายยุคเพอร์เมียน

#### 5.1.4 หินยุคเพอร์เมียน

สำหรับประเทศไทยหินอายุเพอร์เมียนส่วนใหญ่มักเป็นหินปูนหรือหินคาร์บอเนต และมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ ซึ่งเมื่อก่อนพยายามเรียกรวม ๆ ว่า หินปูนราชบุรี (Ratburi Limestone) (Javanaphet 1969) ต่อมาจึงมีการจัดตั้งชื่อใหม่มากมาย เช่นในส่วนที่ปรากฏแถบตะวันตกของไทย (จุลทวีปฉานไทย) เรียกกลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group) ถ้าอยู่แถบบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จุลทวีปอินโดจีน) เรียกกลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group) หรือทางภาคเหนือเรียกกลุ่มหินงาว (Ngao Group) เป็นต้น Bunopas (1992) ได้จัดแบ่งกลุ่มหินที่สะสมตัวในช่วงอายุนี้นี้ไว้คล้ายๆกัน และแบ่งเป็น 3 หมวดหิน ซึ่งได้แก่ หมวดล่าง มักประกอบด้วยหินปูนชั้นหนาถึงหนามาก และมีการแทรกสลับของหินตะกอนเม็ด และหินเชิร์ต หรืออาจเป็นทรายสลับหินดินดานและตามด้วยหินปูนชั้นบาง ๆ ส่วนหมวดกลาง มักประกอบด้วยหินปูนชั้นหนามากเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจเป็นเนื้อโคลไลไมท์ หรือเนื้อดินก็ได้ และอาจมีหินเชิร์ตดำและดินดานดำแทรกสลับบ้าง และหมวดบนประกอบด้วยหินตะกอนเม็ด ซึ่งได้แก่หินทราย และหินดินดาน ซึ่งอาจหินตะกอนภูเขาไฟแทรกในตอนบน

โดยทั่วไปจากกล่าวรวม ๆ ได้ว่า หินตะกอนอายุเพอร์เมียน ซึ่งมักเป็นหินปูนนี้ส่วนใหญ่ซึ่งวางตัวอยู่ใต้กลุ่มหินลำปางแบบไม่ต่อเนื่อง และกับหินยุคเพอร์เมียน-ไตรแอสสิกซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินภูเขาไฟแบบไม่ต่อเนื่องเช่นกัน หินยุคเพอร์เมียนมักวางตัวต่อเนื่องกับหินตะกอนยุคคาร์บอนิเฟอรัส แม้ว่าหินของยุคนี้จะเป็นหินยอदनนิยมที่มีผู้ศึกษากันมากแต่ก็ไม่ค่อยมีท่านผู้ใดได้ศึกษารายละเอียดอย่างจริงจังโดยเฉพาะในเรื่องการกำเนิดและโครงสร้างของหินยุคนี้ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสัณฐานเท่าใดนัก

ในที่นี้เราได้พยายามจัดกลุ่มเพื่ออธิบายหินตะกอนในยุคนี้ของแต่ละแผ่นเพื่อสะดวกในการเข้าใจเรื่องการแปรสัณฐานได้มากขึ้น การบรรยายแบ่งออกเป็น กลุ่มหินราชบุรี (หรือกลุ่มหินไทรโยค) กลุ่มหินสระบุรี กลุ่มหินเลย และกลุ่มหินงาว

#### กลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group)

กลุ่มหินนี้ใช้เรียกหินปูนอายุประมาณยุคเพอร์เมียน (Bunopas, 1981 และ DMR, 1992) ที่มีหินดินดานและหินทรายแทรกสลับอยู่ด้วยที่ปรากฏพบในส่วนทางคาบสมุทรไทย (Thai Peninsula) ซึ่งมีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 1,400 เมตร และวางตัวอยู่เหนือหินตะกอนกลุ่มแก่งกระจาน แต่เดิมใช้เรียกหินปูนที่มีอายุเพอร์เมียนที่แพร่กระจายอยู่ทั่วทุกแห่งในประเทศไทย ภายใต้ชื่อหินปูนราชบุรี (Ratburi Limestone) โดย Brown และคณะ, (1951) และต่อมาเปลี่ยนเป็นกลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group) โดย Javanaphet (1969) แต่ Bunopas (1981, 1992) ได้จำกัดเฉพาะหินปูนที่อยู่เกิดการสะสมตัวในน้ำตื้นของแผ่นฉาน-ไทยเท่านั้น

#### กลุ่มหินเลย (Loei Group)

จากการศึกษาของสันต์ อัสวพัทธะ (Assavapatchara, 1999) ในแง่การลำดับชั้นหินจากตัวหิน และซากดึกดำบรรพ์โดย จูติมา เจริญฐิติรัตน์ (Charoenthitirat, 1999) และรวบรวมกลุ่มหินตะกอนของยุคนี้โดย Assavapatchara และคณะ, (2009) พบว่าหินตะกอนโดยเฉพาะหินปูนมีลักษณะการลำดับชั้นหินและอายุหินโดยซากดึกดำบรรพ์แตกต่างจากหินปูนบริเวณแถบสระบุรีหรือกลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group) อย่างมาก ทำให้เราต้องแยกหินปูนและหินตะกอนเม็ดอายุเพอร์เมียนในบริเวณแถบจังหวัดเลย และขอบที่ราบสูงโคราชทางใต้ เช่น เพชรบูรณ์ ชัยภูมิ และลพบุรี ออกจากหมู่หินที่เรียกหมู่หินสระบุรีแถบจังหวัดสระบุรีและข้างเคียง

หินในกลุ่มนี้แต่เดิมเรียกว่าหินปูนราชบุรี (Ratburi Limestone Charoenprawat และ Wongwanich, 1976) และต่อมาเรียกกลุ่มหินสระบุรีโดย Bunopas (1981) แต่ในที่นี้เราเรียกกลุ่มหินเลย (ตาม Assavapatchara, 1999) ซึ่งประกอบด้วย 3 หมวดหินด้วยกันคือ หมวดหินน้ำมโฬาร หมวดหินอีเลิศ และหมวดหินผาเตื่อ (หรือด่านซ้าย)

หมวดหินน้ำมโฬาร หินหมวดนี้หนาทั้งหมดประมาณ 400 - 500 เมตร โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนแสดงชั้นชัดเจน ตั้งแต่หนาถึงหนามาก โดยมีบางส่วนแทรกสลับหินทรายและหินดินดานสีเทาอมน้ำตาล และหินทรายสีน้ำตาลแดง ตลอดจนมีก้อนเชิร์ต หมวดหินนี้บางส่วนวางตัวต่อเนื่องบนหินชุดแก่งกระจานคือหมวดหินวังสะพุง แต่นักธรณีวิทยาหลายท่านเชื่อว่า น่าจะวางตัวต่อเนื่องด้านข้าง (lateral facies change) กับหมวดหินวังสะพุงมากกว่า (เช่น Charoenthitirat, 1999) อันได้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น ฟอสซิลนิค ฟอรัมมินิเฟอราชนิดเล็ก, ตลอดจนไดรอนอยด์ หอยบราดิโอปอด และสาหร่ายซึ่งแสดงถึงการสะสมตัวในน้ำตื้น โดยเฉพาะบริเวณแถบบ้านนาดินดำ และภูขาว พบช่วงรอยต่อเกือบสมบูรณ์แบบของยุคเพอร์เมียนตอนต้น (Asselian) และยุคคาร์บอนิเฟอรัสเกือบตอนปลายสุด (Kasimovian) โดยซากฟอสซิลชนิดที่ชื่อ *Triticites ozawai* และ *Parachwagerina yanagidai* สำหรับต้นยุคเพอร์เมียน และที่ชื่อ *Sphaeroschwagerina sphaerica-gigas* และ *Pseudoschwagerina robusta* สำหรับปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Charoenthitirat และ Ueno, 1999)

หมวดหินห้วยอีเล็ด (E - Lert Formation) Charoenpravat และ Wongwanich, 1976) ได้กำหนดหมวดหินนี้ให้มีอายุกลางยุคเพอร์เมียน ให้หินหมวดนี้ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดิน หินดินดานที่แทรกสลับกับหินเชิร์ต และหินทรายเนื้อเถ้าภูเขาไฟ ที่ปรากฏอยู่แถบด้านตะวันตกของแม่น้ำเลย และทางตะวันตกเฉียงเหนือของตัวเมืองเลย เป็นชั้นหินแบบฉบับ และมีความหนา รวมทั้งสิ้นประมาณ 450 เมตร โดยมีลักษณะเดิมคือแสดงชั้นตะกอนขวางและชั้นตะกอนลอนลูกคลื่น (wavy beds หรือ laminations) พบเห็นอยู่เสมอในชั้นหินทราย ซึ่ง Alterman (1989) กำหนดให้เป็นชุดหินตะกอนแบบบูมา (Bouma sequence) ประเภท A ซึ่งมีซากสัตว์จำพวกแอมโมไนต์ ชื่อ *Agaticeras suessi* และซากฟอสซิลชื่อ *Parafusulina* sp. ในหินดินดานเนื้อซิลิกาและหินปูนที่แสดงอายุระหว่างต้นยุคเพอร์เมียนถึงกลางยุคเพอร์เมียน (Ishibashi และคณะ, 1996)

หมวดหินผาเตื่อ (Pha Dua Formation) หมวดหินนี้หนารวมกันประมาณ 400 เมตร และพบซากใบไม้ ซึ่งกำหนดอายุให้เป็นเกือบปลายยุคเพอร์เมียน (Kazanian) ส่วนใหญ่หมวดหินประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะชัดเจน บางครั้งก็แทรกสลับด้วยตะกอนเถ้าภูเขาไฟ ชั้นหินของหมวดหินนี้มักแสดงลักษณะชั้นตะกอนขวางขนาดเล็ก และลักษณะชั้นหินตะกอนอื่น ๆ ที่ถูกเรียกรวมกันว่า ชุดหินตะกอนบูมา ประเภท (Bouma T) โดย Alterman (1989) ชุดหินนี้วางตัวอย่างไม่ต่อเนื่องอยู่กับหมวดหินอีเล็ด

สำหรับในบริเวณแถบเพชรบูรณ์และอุดรธานี อาจแสดงลักษณะชั้นหินแตกต่างไปจากกลุ่มหินเลยบ้างซึ่ง Chonglakmani และคณะ (1979) ได้จัดแบ่งหินออกเป็น 3 กลุ่ม จากเก่าไปอ่อนได้แก่ หมวดผานกเค้า หมวดหัวนาขาม และหมวดน้ำดุก

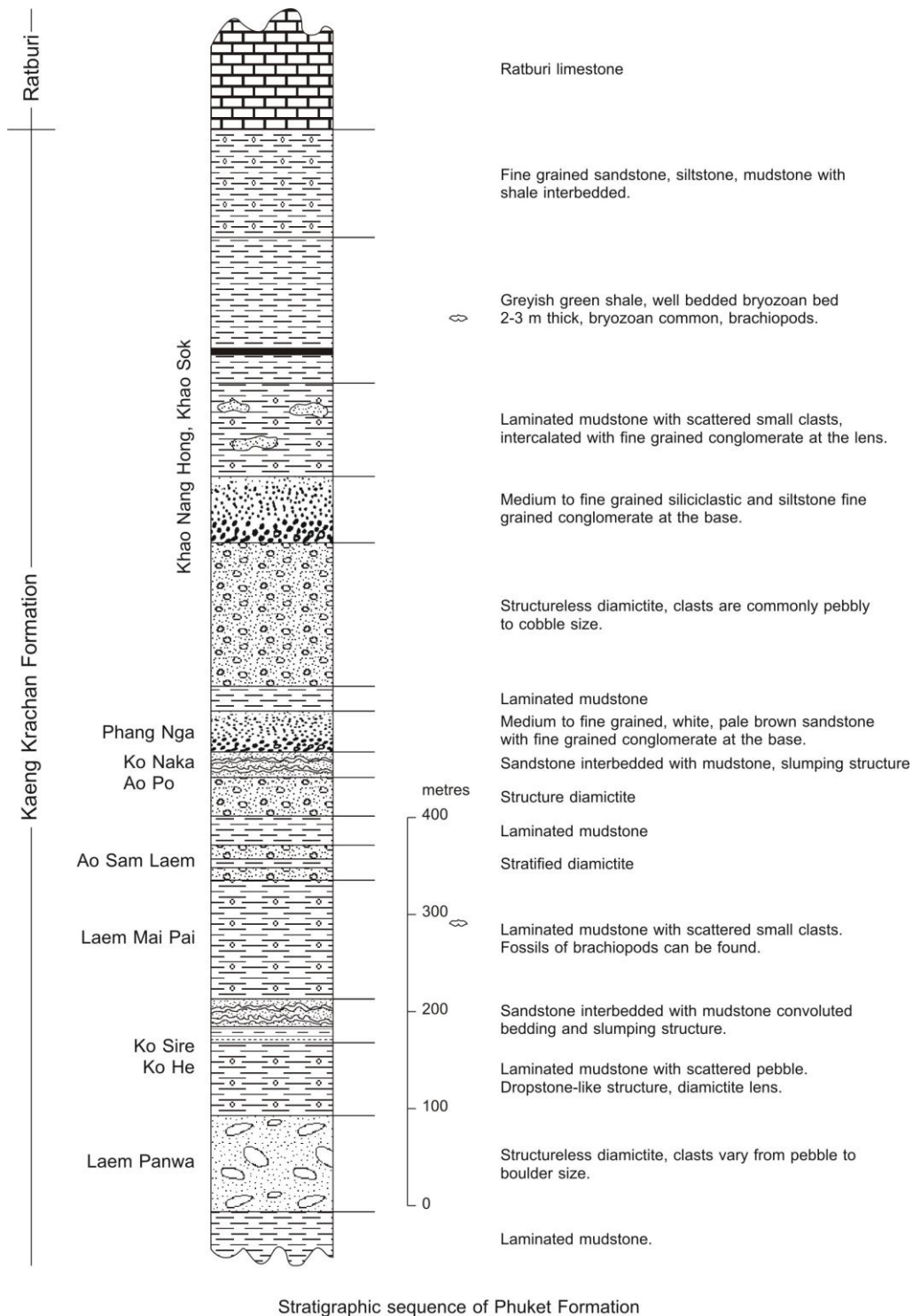
หมวดหินผานกเค้า ส่วนใหญ่เป็นหินปูนสีเทา ชั้นหนาถึงหนามาก ซึ่งแสดงก้อนหินเชิร์ตกลม หรือที่ต่อเป็นชั้น และสลับกับหินดินดานสีเทา

## ยังไม่จบ

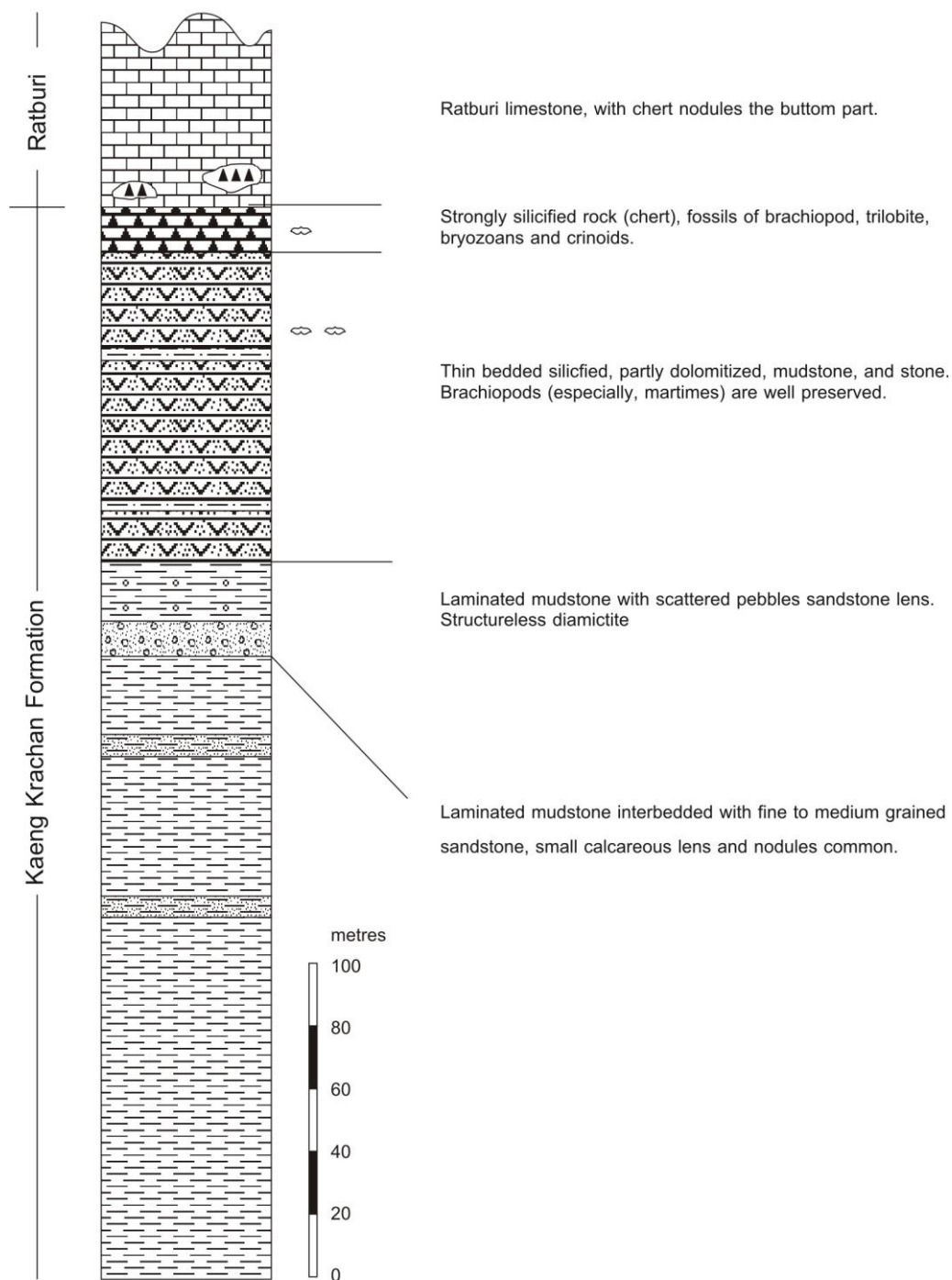
## และยังขาดกลุ่มหินขาว และกลุ่มหินจันทบุรี







รูปที่ 5-10 ลำดับชั้นหินของกลุ่มหินแก่งกระ जान ที่เกาะภูเก็ต เรียกหมวดหินภูเก็ต (Tantivanit และคณะ, 1983)



Stratigraphic sequence of Ko Yao Noi Formation.

รูปที่ 5-11 ลำดับชั้นหินของกลุ่มหินแก่งกระจาน เกาะยวน้อย (ใกล้เกาะภูเก็ต ระหว่างกระบี่-พังงา) เรียกหมวดหินเกาะยวน้อย (Tantivanit และคณะ, 1983)

### 5.1.5 หินยุคเพอร์เมียน-ไตรแอสซิก

ในที่นี้เราได้จัดเพิ่มเติมหินอายุนี้เข้ามา แม้ส่วนใหญ่ในบรรดาหินระหว่างยุคนี้ด้วยกันมักมี รายงานว่าพบเป็นหินจำพวกอัคนีเป็นส่วนใหญ่ ไม่ค่อยมีท่านใดได้เสนอหินตะกอนที่อยู่ระหว่าง คาบเกี่ยวกับสองยุคนี้เท่า นั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะหลายคนมักคิดว่าการเปลี่ยนแปลงจากยุคเพอร์ เมียนไปเป็นยุคไทรแอสซิกในหลายแห่งมักแสดงด้วยแนวความไม่ต่อเนื่องของชั้นหิน ยกเว้นก็มี เพราะที่บริเวณแถบนำนและลำปางที่พบแนวต่อเนื่อง (conformable contact) ชัดเจน (Theradilok, 1992) ยิ่งทางภาคตะวันตกของประเทศยุคไทรแอสซิกตอนต้นและตอนกลางแทบ หายไปเลย แต่ความจริงแล้วยังไม่เคยพบหลักฐานทางซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นตัวแสดงรอยต่อ ระหว่างยุคเพอร์เมียนกับยุคไทรแอสซิกที่ชื่อ Otoceras (โอโตเซอร์ส) เลยในไทยซึ่งไม่เหมือนทาง แถบทางประเทศจีนที่พบมากมาย แต่ในที่นี้เพื่อให้สะดวกต่อการอธิบายในเรื่องแปรสัณฐานของ ไทย เราจึงได้จัดแบ่งหินในระหว่าง 2 ยุคนี้ออกเป็น 5 กลุ่มหิน คือ กลุ่มหินแพร์ (Phrae Group) กลุ่มหินจันทบุรี (Chantaburi Group) กลุ่มหินบ่อพลอย, กลุ่มหินแม่มา และหมวดหินน้ำดุก รูป 4.6.1 แสดงการกระจายตัวของหมวดหินทั้งสอง

#### กลุ่มหินแพร์

กลุ่มหินแพร์ตั้งขึ้นโดย Bunopas (1981, 1991) ใช้เรียกหินหลากหลายชนิด ช่วงอายุเพอร์ เมียนหรือแก่กว่าจนถึงไทรแอสซิกซึ่งมีความหนาทั้งหมดราว 2,000 กิโลเมตร ที่อยู่ทางตะวันออก ของกลุ่มหินงาว (หินปูนยุคเพอร์เมียน) และกลุ่มหินลำปางยุคไทรแอสซิกโดยได้ชื่อจากจังหวัดแพร์ (170 กิโลเมตร ทางตอนเหนือของสุโขทัย) จัดว่ากลุ่มหินแพร์เป็นกลุ่มหินที่ประกอบด้วยตะกอน 3 หมวดหินใหญ่ ๆ ด้วยกัน หมวดล่างสุดได้แก่ หินเชิร์ตมีราดิโอลาเรีย หินปูนเลนซ์ และหินอัคนีสี เข้ม-เข้มจัด และหินละลายบะซอลต์ ซึ่งเทียบเคียงอายุได้ประมาณยุคเพอร์เมียนตอนกลางถึง ปลาย เราให้ชื่อว่าหมวดหินสันติสุข หมวดนี้หนาประมาณ 50 เมตร เป็นตะกอนทะเลค่อนข้างลึก (flych) ซึ่งได้แก่ตะกอนหินดินดานที่มีหินทรายแทรกสลับบ้างและมีชั้นหนามากโดยมีหินปูนแทรก เป็นชั้นบางบ้าง (อายุกลางยุคเพอร์เมียน) เราให้ชื่อหมวดแม่สาย หมวดกลางนี้หนาประมาณ 500 เมตรถัดจากหมวดกลางขึ้นมาเป็นบนสุดซึ่งประกอบด้วยตะกอนหนามากกว่า 1,000 ม เราได้ ให้ชื่อว่าหมวดหินร่องกวาง (Rong Kwang Formation) ซึ่งได้แก่หินทรายสกปรกปราศจากซากดึกดำบรรพ์ และตะกอนเถ้าธุลีภูเขาไฟสีเขียวเทาและหินปูนอยู่ด้วย ซึ่งคาดว่าน่าจะอยู่ในยุคปลาย ยุคเพอร์เมียนจนถึงไทรแอสซิก แต่ต่อมา Chonglakmani (1994) ได้พบซากดึกดำบรรพ์ที่จัดให้ เป็นยุคไทรแอสซิกตอนต้นในหินปูนที่เขาร่องกวางต่อจากนั้นจึงเป็นชั้นตะกอนที่วางตัวแบบไม่ ต่อเนื่อง ซึ่งเราจัดให้เป็นพวกเดียวกับกลุ่มหินลำปางตอนบน ซึ่งได้แก่ หินกรวด ปูนเหลี่ยมใน ตอนล่าง และตามด้วยหินปูนที่แทรกสลับอยู่กับหินทรายแป้ง และหินดินดาน ซึ่งแนวความคิดของ เราคล้ายกับที่ ดร.สงัด พันธุ์โอภาส ได้ให้ไว้ (Bunopas, 1981, 1983 และ 1992) กล่าวคือ กลุ่ม หินแพร์ของท่านได้กำหนดไว้ตั้งแต่ยุคคาร์บอนเฟอรัสจนถึงไทรแอสซิก และเราเชื่อว่ากลุ่มหินแพร์

อาจวางตัวอยู่เหนือฐานหินเปลือกสมุทรของแผ่นลำปาง-นครไทย เลย และต่อเลยไปยังแผ่นนครไทย ซึ่งเราจัดให้เป็นหมวดหินน้ำดุกแทน

#### กลุ่มหินจันทบุรี

กลุ่มหินจันทบุรีก็ถูกตั้งขึ้นโดย Bunopas (1981&1986) เหมือนกัน ประกอบด้วยหมวดหิน 3 หมวด ในช่วงอายุตั้งแต่ยุคเพอร์เมียนหรือแก่กว่าจนถึงยุคไตรแอสซิก คือหมวดสระแก้ว(Sra Kao Formation) หมวดเขาชะกัน(Khao Chakan Formation) และหมวดแหลมงอบ(Laem Ngob Formation) โดยที่หมวดหินสระแก้ววางตัวอยู่ล่างสุด อายุประมาณเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส ประกอบด้วยหินเชิร์ตมีราดิโอลาเรียน หินปูน และ ชั้นหินเลี่ยนดัน(melange) ของชุดหินงูใหญ่โอพีโอไลต์ และหินอัคนีสีเข้ม ซึ่งอาจเป็นช่วงอายุตั้งแต่ปลายยุคเพอร์เมียนหรืออาจแก่กว่า ถัดมาเป็นหมวดหินชะกัน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนเป็นชั้นไม่หนาประมาณไม่เกิน 500 เมตร หมวดหินบนสุดคือ หมวดหินแหลมงอบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินเชิร์ตมีซากราดิโอลาเรีย และหินตะกอนภูเขาไฟชนิดเถ้าธุลี และชนิดธารละลายซึ่งเดิมให้อายุคาร์บอนิเฟอรัส แต่ Bunopas (1997) เปลี่ยนให้เป็นกลางยุคไตรแอสซิกเนื่องจากพบซากราดิโอลาเรีย (Hada และคณะ, 1997) กลุ่มหินจันทบุรีวางตัวอยู่ข้างใต้และบางช่วงซ้อนทับด้านข้างไปเป็นหินหมวดโป่งน้ำร้อน(Pong Nam Ro Formation) Bunopas (1992) ได้แสดงการเปรียบเทียบกลุ่มหินแพร่และกลุ่มหินจันทบุรีไว้ตามลักษณะการแปรสัณฐาน

### **(ยังขาดบ่อพลอย แม่มาน และน้ำดุก)**

## **5.2 หินมหายุคพาลีโอโซอิกของประเทศเวียดนาม ลาว และกัมพูชา**

ประเทศเวียดนาม ลาว และกัมพูชานั้น มีการแบ่งหินมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic rocks) อย่างง่ายออกเป็น 3 ช่วง (Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991) ได้แก่ มหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic) มหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลาง (Middle Paleozoic) และมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic) จากหลักฐานการเกิดวิวัฒนาการทางธรณีวิทยาในส่วนของแผ่นฐานอินโดไชน่านั้น (geological evolution of Indochina) ทำให้สามารถแบ่งขอบเขตทางธรณีวิทยา (geological regions) ออกเป็น 8 ส่วน (รูปที่ 4-1) ได้แก่ แบคโบชายฝั่ง (Littoral Bacbo), เวียดนาม (Vietbac), แบคโบตะวันตก (West Bacbo), ลาวตะวันตกเฉียงเหนือ (Northwest Lao), ตรังซอน (Truongson), คอนทุม-สววรรค์เขต (Kontum-Savannakhet), ดาลัด-สตุงต্রেอง (Dalat-Stungtreng) และ กัมพูชาตะวันตก (West Cambodia) เป็นต้น

ประเทศลาวและกัมพูชานั้นอยู่ในบริเวณของขอบเขตทางธรณีวิทยาดังนี้ คือ ลาวตะวันตกเฉียงเหนือบางส่วน ของ ตรังซอน, คอนทุม-สววรรค์เขต, ดาลัด-สตุงต্রেอง และกัมพูชาตะวันตก ซึ่ง

หินในมหายุคพาลีโอโซอิกของประเทศลาวส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินคาร์บอนเนต และหินอัคนีเป็นต้นโดยสัมพันธ์กับลักษณะแอ่งตะกอนที่จัดให้เป็นแนวโค้ง (arc) ภูเขาไฟ และการชนกันแบบคละลิสเซิน (collision) จนเป็นเขาสูง