

บทที่ 5

ธรณีวิทยาในช่วงพาลีโอโซอิก

5.1 หินยุคแคมเบรียน-ออร์โดวิเชียนของไทย

ชั้นหินที่จัดว่ามีอายุในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนต้นส่วนใหญ่ปรากฏในแถบทางตะวันตกของประเทศไทยและโดยทั่วไปมักพบปรากฏใกล้ ๆ บริเวณที่พบเห็นหินมหายุคพรีแคมเบรียน ที่เกาะตระรุเตา มีรายงานว่าพบเห็นหินสองยุคดังกล่าวรวมความหนามากกว่า 1.5 กม. ในหนังสือเล่มนี้ได้จัดแบ่งหินที่อยู่ในช่วงมหายุคดังกล่าวเป็น 2 หน่วย คือ หินตะกอนเมื่อดยุคแคมเบรียน และหินปูนยุคออร์โดวิเชียน (หรือ กลุ่มหินตระรุเตา และกลุ่มหินทุ่งสง ตามลำดับ) เราได้แสดงการกระจายตัวของหินทั้งสองชุดในรูป 5.1.1 ข

5.1.1 กลุ่มหินตระรุเตา (Tarutao Group)

กลุ่มหินตระรุเตาจัดได้ว่าเป็นหมู่หินตะกอนที่แก่ที่สุดในประเทศไทยของการลำดับชั้นหินเท่าที่มีการศึกษาทางด้านบรรพชีวินวิทยา (ดู Buravas, 1960, Javanaphet, 1965, Bunopas และคณะ, 1978, และ Bunopas, 1981, Shergold และคณะ, 1988) ลักษณะโดยทั่วไปของหินกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นหินทรายและหินดินดานแทรกสลับกันอยู่และในตอนส่วนบนของกลุ่มหินนี้เป็นหินปูนชั้นบางๆ แทรกสลับ ชั้นหินแบบฉบับ(type section) อยู่ที่เกาะตระรุเตา (เกาะนอกฝั่งทะเลอันดามัน) เชื่อกันว่าตะกอนของกลุ่มหินตระรุเตาน่าจะมาจากทางทิศตะวันตก หลายคนได้เรียกชื่อต่างกันไป เช่น Tarutao quartzite (Burton, 1974) Phuket Series (ดู Brown และคณะ 1951) และแม้แต่เคยถูกจัดลำดับชั้นให้ต่ำลงเป็นหมวดหินด้วยซ้ำ

การกระจายตัว

การกระจายตัวของหินชุดนี้ได้แสดงในรูป 5.1.1 ซึ่งในที่นี้บริเวณที่สำคัญได้แก่ทางภาคเหนือ ได้แก่ 1) หินควอร์ตไซต์ผาบ่อง(Pha Bong Quartzite) มาจากชื่อเขื่อนผาบ่อง 15 กม ทางใต้ของแม่ฮ่องสอน (ดู Bunopas, 1981) และ 2) เขาอุ้มยอม เส้นทางตาก-แม่สอด (Khao Um Yom Fm., Sukto และคณะ, 1985) ทางภาคตะวันตกได้แก่ 3) บริเวณห้วยหวาย(ตะวันตกบ้านหลังเขา) อ. บ้านไร่ อุทัยธานี (Huai Wai Quartzite, Bunopas, 1967) และ 4) แถบบ้านรางเข้ สำหรับตะวันตกเฉียงใต้ของ อ.ท่ามะกา กาญจนบุรี (Ban Rang Khe Fm., Dheeradilok และคณะ, 1985a) ส่วนภาคใต้ได้แก่ 5) บริเวณเขาท้องโดนด อ.สีชล นครศรีธรรมราช (Thong Tanot Fm., Nakinbodee และคณะ, 1985) และ 6) บริเวณตะวันตกและตอนกลางเกาะตระรุเตา จ.สตูล (Tarutao Group, Javanaphet, 1969) เป็นที่น่าสังเกตว่านับตั้งแต่ทางตะวันออกของ จ. เชียงใหม่ ประมาณเส้นละติจูดที่ 100° ไปทางเหนือจดชายแดนพม่าเรื่อยลงมาทางใต้จนถึงอ่าวไทย ไม่พบหินอายุแคม

เบรียน-อโอดิเวียนอิกเลซ อิกทั้งหินกลุ่มนี้ปรากฏเฉพาะในแผ่นฉาน-ไทยเท่านั้น สำหรับในประเทศไทยเราจึงไม่พบหินอายุนี้ ณ ที่แผ่นแปรสัณฐานอื่น ๆ

การลำดับชั้นหิน

ในที่นี้เราจัดให้หมู่หินที่เรียกหมู่หินตะรุเตาเป็นหินแบบฉบับ (Type section) กลุ่มหินนี้กำหนดขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Javanaphet (1969) ต่อมาถูกปรับลดให้เป็นหมวดหินโดย Bunopas (1981) และต่อมาจึงปรับให้ใหญ่ขึ้นเทียบเท่ากับกลุ่มหิน(Group)โดย Bunopas (1993) หินส่วนใหญ่ของกลุ่มหินนี้เป็นหินตะกอน แต่บริเวณนอกเกาะตะรุเตาเป็นพวกตะกอนแปร(metasediments) และแทบไม่พบซากดึกดำบรรพ์ สำหรับทางประเทศมาเลเซียเรียกหินกลุ่มนี้ว่ากลุ่มหินมาชิงชัง (Machinchang Fm.) รูป 5.1.2 แสดงสภาพธรณีวิทยาของเกาะตะรุเตา(สตูล) และเกาะลังกาวิ (มาเลเซีย) รายละเอียดเกี่ยวกับลำดับชั้นหินได้เลือกเอาจากชั้นหินแบบฉบับที่เกาะตะรุเตานี้ และบางส่วนประมวลจาก Lee (1983) Bunopas (1981, 1983) และจากการศึกษาในสนามเบื้องต้นจากคณะผู้เขียน (ดูรูป 5.1.3)

เนื่องจากการเข้าถึงพื้นที่ตอนกลางซึ่งเป็นเขาทำได้ยากและถูกจำกัดด้วยโครงสร้างที่ซับซ้อนทำให้การวัดความหนาชั้นหินทำได้ยาก ชั้นหินในหมู่นี้อาจมีความหนารวมกัน 3,100 เมตร (Teraoka และคณะ, 1983) แต่ Bunopas (1981) กำหนดให้หนาเพียง 2,000 เมตร โดยมีชั้นหินแบบฉบับที่ อ่าวตะโลดะโป ระหว่างแหลมหินทราย (กริด 360-682) และเหลือ 800 เมตร (Bunopas) 1983) ส่วน Akeman (1986) ได้รายงานความหนาเพียง 890 เมตร ในที่นี้เราถือเอาการศึกษาเรื่องความหนาจาก Akeman (1986) เป็นหลักกับจุดที่หินปูนโผล่ (กริด 375-709) ในแผนที่ระวาง 4922 II ในที่นี้กลุ่มหินตะรุเตาแบ่งออกได้เป็น 3 หมวดหินได้แก่ หมวดหิน MF1, MF2 และ MF3 (ดูรูป 4.2.3)ตามการจัดแบ่งของ Lee (1983)

หมวดหิน MF1 เป็นหมวดหินชั้นล่างสุดหนารวมกันประมาณ 80 เมตร บนเกาะตะรุเตา แต่หนามากถึงประมาณ 1,620 เมตรบนเกาะลังกาวิ ชั้นหินเริ่มจากหินโคลนและทรายแป้งชั้นบางอยู่ตอนล่างและมีหินทรายปน โคลนซึ่งชั้นหนาและตะกอนหยาบกว่าวางอยู่ข้างบน(coarsening upward sequence) โดยแสดงชั้นตะกอนเฉียง โครงสร้างรับน้ำหนัก(load structure) รั้วคลื่น(ripple) ชั้นหินถล่มไถล(slumps) และรูซอนไซ(burrows) ชั้นตะกอนทั้งหมดนี้แสดงถึงสภาพแวดล้อมการสะสมตัวแบบนอกชายฝั่ง(offshore) ซึ่งอาจมีบางช่วงเกิดมีพายุกระหน่ำได้บ้าง ในที่นี้เราได้จัดให้หมวดหิน MF1 มีชั้นหินแบบฉบับที่อ่าวมะขาม ไม่พบซากดึกดำบรรพ์

หมวดหิน MF2 หนาประมาณ 650 เมตรบนเกาะตะรุเตา และ 1,075 เมตร บนเกาะลังกาวิ ประกอบด้วยหมวดหินที่แบ่งได้เป็น 3 หมู่หิน คือ หมู่หินล่างสุด(MF2-1) ประกอบด้วยหินทรายเม็ดหยาบถึงละเอียดชั้นหนาถึงหนานปานกลาง มักมีสีแดงสลับกับสีน้ำตาลมักแสดงชั้นตะกอนเฉียง มีชั้นกรวด ชั้นแร่หนัก และชั้นถ้ำรูปภูเขาไฟ แทรกอยู่บ้างเป็นชั้นบาง หมู่หินล่างนี้หนาเฉลี่ย

ประมาณ 150 เมตรบนเกาะตะรุเตาและ 550 เมตร บนเกาะลังกาวิ โดยมีซากดึกดำบรรพ์พวก ไตรโลไบต์ Shergold และคณะ (1988), Kobayashi (1957) สำหรับสภาวะแวดล้อม ได้ถูกกำหนดให้เป็นคลองปากแม่น้ำ (estuarine channel-lag deposit) ซึ่งติดกับส่วนบนของชายฝั่ง (shoreface deposits) ส่วนหมูหินกลาง (MF2-2) ประกอบด้วยหินทรายชั้นบาง ๆ แสดงชั้นเฉียงขนาดตะกอนละเอียดถึงหยาบปานกลาง บางครั้งแทรกสลับด้วยชั้นกรวด ชั้นดิน (argillaceous layers) และถ้ำรัฐิฎูเขาไฟ หมูหินกลาง (หนาประมาณ 250 บนเกาะตะรุเตา และ 540 เมตรบนเกาะลังกาวิ) Lee (1983) ได้เสนอว่าหมูหินกลางแสดงสภาวะแวดล้อมในอดีตแบบปากแม่น้ำตอนบน ส่วนหมูหินบน (MF2-3) ซึ่งหนาประมาณ 150 เมตร บนเกาะตะรุเตาและประมาณ 700-750 เมตร บนเกาะลังกาวิ ประกอบด้วยหินทรายเม็ดละเอียดถึงละเอียดมากสีม่วงเป็นส่วนใหญ่ โดยมีชั้นบาง ๆ ของถ้ำรัฐิฎูเขาไฟแทรกสลับบ้างเพียงเล็กน้อยในช่วงกลาง และช่วงบนมีความเป็นดินโคลนมากขึ้น และมีแร่แผ่นเนื้อแร่เกลือจำพวกไมก้าชัดเจน ส่วนใหญ่หินทรายแสดงการวางตัวของตะกอนเอียงมุมต่ำ และมีชั้นซากไตรโลไบต์และหอยบราซิโอบอดชัดเจน (Shergold และคณะ 1988, Wongwanich และคณะ, 1983) ซึ่งแสดงภาวะการสะสมตัวของตะกอนแบบส่วนของหาดทรายถึงชายฝั่งตอนบนและอาจมีสันทรายด้วย

หมวดหินบนสุดหรือหมวดหิน MF3 ซึ่งมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 160 เมตรบนเกาะตะรุเตาและ 500 เมตรบนเกาะลังกาวิ ซึ่งเป็นชั้นตะกอนจำพวกทรายละเอียดจนถึงทรายแป้งในช่วงล่าง และชั้นหินโคลนในช่วงบน (fining-upward sequence) โดยมีชั้นหินปูนบาง ๆ ชั้นแร่หนัก และรัฐิฎูเขาไฟปรากฏช่วงบน หมวดหินนี้ได้พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกไตรโลไบต์ (Stait และคณะ, 1984, Wongwanich และคณะ, 1983) สำหรับสภาพการตกตะกอนเป็นแบบบริเวณหลังสันทรายติดกับทะเลสาป (back-barrier lagoon) หมวดหินบนนี้เปลี่ยนไปเป็นกลุ่มหินทุ่งสงของไทยและกลุ่มหินเซตุล (Setul) ของมาเลเซีย (ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไป)

ซากดึกดำบรรพ์

ซากดึกดำบรรพ์ในยุคแคมเบรียนที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก คือสัตว์จำพวก ไตรโลไบต์ที่เกาะตะรุเตา ชื่อ *Eosaukia buravasi* (อีโอสอเกีย บูราวาสี) ซึ่งคำหลังมาจากชื่อ สมาน บูราวาส อธิบดีอธิบดีกรมทรัพยากรธรณี และ *Thailandum solum* (ไทยแลนด์ม โซลัม) บริเวณแถบแหลมหินงาม (รูป 5.1.2) โดยศาสตราจารย์ โคบายาชิ จากมหาวิทยาลัยโตเกียว (Kobayashi, 1957) เป็นผู้ค้นพบ

ต่อมาก็มีการค้นพบไตรโลไบต์อื่นอีกหลายตัว เช่น *Tsinania* (ซินานี), *Pagodia* (พาโกเดีย) และ *Haniwa* (ฮานิวา) ในหินตะกอนเม็ดบนเกาะตะรุเตา (Wongwanich และคณะ, 1983, Shergold และคณะ, 1988)

5.1.2 หมู่หินทุ่งสง (Thung Song Group)

การกระจายตัว

หมู่หินทุ่งสง ตั้งชื่อมาจาก อำเภอทุ่งสง (นครศรีธรรมราช) (ดู Brown และคณะ, 1951, Buravas, 1961 ; Javanaphet, 1969) สำหรับใช้เรียกชุดหินอายุประมาณออร์โดวิเซียนซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูน หินโคลไลไมต์ หินตะกอนเม็ดละเอียดปนปูนสลับกับหินโคลนและหินดินดาน หมู่หินนี้มีความหนาทั้งหมดประมาณ 900 ถึง 1,400 เมตร แต่ชั้นหินแบบฉบับที่ดีกว่าปรากฏที่เกาะตะรุเตาและเกาะละงู (Wongwanich, 1990) และที่ยะลา (Bunopas และคณะ, 1978) อีกบริเวณที่พบคือที่ทางใต้ของกาญจนบุรี เรื่อยไปทางเหนือโดยโผล่เป็นแห่ง ๆ จนถึงเชียงใหม่ รูป 5.1.2 แสดงการกระจายตัวของหมู่หินทุ่งสง

การลำดับชั้นหิน

ธนีสร์ วงศ์วานิช (Wongwanich, 1990) นับได้ว่าเป็นคนแรกที่ศึกษาหินชุดนี้อย่างมีระบบและได้จัดแบ่งกลุ่มหินทุ่งสงออกเป็น 8 หมวดโดยอาศัยข้อมูลจากสนาม การลำดับชั้นหินและวิทยาตะกอนของบริเวณจังหวัดสตูลและที่เกาะตะรุเตา โดยจัดเป็น 6 หมวดหินที่เกาะตะรุเตา จากหมวดหินส่วนล่างไปยังบนได้แก่ 1) หมวดหินมะละกา (Malaka Fm.), 2) หมวดหินทะเลแดง (Talodang Fm.) 3) หมวดหินลานา (La Nga Fm.) 4) หมวดหินป่าหน้า (Pa Nam Fm.), 5) หมวดหินแลตตอง (Lae Tong Fm.), และ 6) หมวดหินรังนก (Rung Nok Fm.) ส่วนอีก 2 หมวดหินที่มีอายุอ่อนกว่าบนแผ่นดิน (ณ จ. สตูล) ได้แก่หมวดหินเพตรา (Phetra Fm.) และ หมวดหินป่าแก่ (Pa Kae Fm.) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาจากแหล่งหลุมเจาะและจากภาคสนามแถบอำเภอทุ่งสง(นครศรีฯ) ได้เกิดการจัดแบ่งหมวดหินเพตราใหม่โดย นิคม ศรีสกุลรัตน์ (ดู Srisakulrat และ คณะ, 2000) โดยกำหนดให้แตกย่อยออกเป็นหมวดหินถ้ำตลอด (Tham Thalod Fm.) ในช่วงบนและหมวดหินเขาคม (Khao Khom Fm.) ในช่วงล่างกลุ่มหินทุ่งสงวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องกับหมวดหินวังทอง ซึ่งมีอายุอ่อนกว่าในบริเวณแถบทุ่งสง(นครศรีฯ) อนึ่งสำหรับรายละเอียดของหินแต่ละหมวดจากแก่สุดไปอ่อนสุด ได้แจกแจงเป็นรายละเอียดข้างล่างนี้

1. *หมวดหินมะละกา* หมวดหินนี้ได้ชื่อจากห้วยมะละกา ซึ่งเป็นห้วยใหญ่ที่สุดบนฝั่งด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะตะรุเตา ความหนาของหินหมวดนี้ประมาณ 30 เมตร ประกอบด้วยหินปูนปนดินและปูนโคลไลไมต์สีเทาวางตัวสลับกันอยู่ และอาจมีชั้นบางๆของสาหร่าย(algae)สีเทาจนถึงน้ำตาลเป็นรูปเลนซ์แทรกอยู่หนาประมาณ 10 ซม โดยอาจมีรูไชซอน(burrows) รอยซากชีวิต(trace fossils) และร่องระแหง (mud cracks) ปรากฏอยู่ด้วย Taraka และคณะ (1982) สังเกตเห็นว่าหมวดหินนี้มีลักษณะพิเศษคือมีชั้นของตะกอนภูเขาไฟเนื้อละเอียดหนาประมาณ 1 เมตร ในตอนส่วนล่างของหมวดหินนี้

2. *หมวดหินตะโลแดง* หมวดหินนี้หนารวมประมาณ 30 เมตร ประกอบด้วยชั้นของหินปูน มีก้อนกลม(nodular)สีเทาอมชมพู แทรกสลับกับหินดินดานปนปูนสีเขียวถึงแดง หมวดหินตะโลแดง ประกอบด้วยหมู่หิน 2 หมู่ ส่วนใหญ่ในหมวดล่างมักแสดงชั้นหินที่ค่อนข้างหนาจนถึงหนามาก (อย่างน้อยหนาถึง 6 เมตร) ของหินทรายสีน้ำตาลปนเทา เนื้อค่อนข้างละเอียดซึ่งเป็นพวกหินทราย เนื้อถ้ำภูเขาไฟจนถึงเนื้อปูน(feldspathic sandstone) ส่วนหมวดหินหนารวมกันได้ประมาณ 24 เมตร มักแสดงชั้นตะกอนขวางและโครงสร้างโดม ส่วนที่จัดเป็นส่วนสำคัญของหมู่หินนี้คือชั้นตะกอนหินปูนที่สลับกันระหว่างพวกที่มีก้อนกลม กับพวกที่มีเนื้อตะกอนเม็ด ซึ่งความเป็นหินคาร์บอนेटค่อยเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่ออยู่บนช่วงบนๆของหมวดหิน โดยที่ช่องว่างของส่วนบนหมวดหินตะโลแดง มักพบเห็นเป็นหินดินดานเนื้อปูน โดยมีลักษณะเนื้อปูนเพิ่มมากขึ้น โดยมีก้อนกลมของเนื้อปูนฝังปะอยู่ทั่วไป บางครั้งแสดงลักษณะรูปเลนซ์ ส่วนช่วงบนมีปริมาณปูนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นชั้น ๆ เค้นชัด ส่วนตะกอนเม็ดละเอียดของพวกหินดินดานกลับลดน้อยลงจนเกิดเพียงชั้นบาง ๆ Wongwanich (1990) ได้สังเกตเห็นว่าในส่วนบนของหมวดหินนี้ประกอบด้วยวัฏจักรลักษณะปรากฏของตะกอนแบบนี้ถึง 6 ชุดด้วยกัน

3. *หมวดหินละงา* หมวดหินนี้ประกอบด้วยหมู่หิน 2 หมู่วางตัวต่อเนื่องกันรวมความหนาได้ประมาณ.....เมตร หมู่ล่างเป็นหินปูนหนาถึงหนามากและมักแสดงชั้นตะกอนขวาง มีความหนารวมกันถึง 27 เมตร

4. *หมวดหินป่าหน้า* หมวดหินนี้ประกอบไปด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาดำและหินปูนเม็ดแข็ง(calcsiltite) เนื้อโคลโลไมต์จนถึงหินโคลโลไมต์ มีความหนารวมประมาณ.....เมตร ซึ่งหินโคลโลไมต์นี้ให้หินโพลท์ที่เนื้อหินมีสีน้ำตาลปนเหลืองสว่างและมีที่ผิวเป็นริ้ว ๆ อยู่ในแนวคิ่ง ในช่วงตอนบนๆ ของหมวดหินนี้เป็นหินปูนชั้นสำหรับสลับอยู่กับหินปูนในชั้นและเลนซ์หนาประมาณ 3 เมตร หินส่วนใหญ่เป็นหินกรวดมน หินปูนเนื้อทราย และหินโคลโลไมต์ชั้นบาง

5. *หมวดหินแลดอง* หมวดหินนี้ประกอบด้วย 2 หมู่หินด้วยกันมีความหนารวมกัน ซึ่งวางตัวต่อเนื่องกัน(conformable) คือหมู่ล่างและหมู่บน โดยที่หินส่วนใหญ่ของทั้งสองหมู่มีเนื้อดินประกอบ หมู่ล่างหนาประมาณ 35 เมตร ประกอบด้วยชั้นบาง ๆ ของหินปูนและหินดินดานสลับกัน แต่ละชั้นหนาเฉลี่ยประมาณ 1-3 ซม หินปูนซึ่งแข็งกว่าแสดงสีเทาถึงน้ำตาล เม็ดเนื้อหยาบขนาดเท่าเม็ดทรายถึงทรายแป้งและมีเนื้อปูนปนบ้าง ส่วนหมู่บนซึ่งหนาประมาณ 77 เมตร ประกอบด้วยหินปูนชั้นบางเป็นส่วนใหญ่ แต่ละชั้นบางมาก คือประมาณ 1-3 ซม เช่นกัน มักมีสีเทา และแทรกสลับอยู่กับหินดินดานสีเทาเขียวจนถึงแดง

6. *หมวดหินรังนก* หมวดหินรังนกหนาทั้งหมดประมาณ 365 เมตร(???*?*เช็ค) ประกอบไปด้วยชั้นหินปูนมีความหนาหลากชนิดตั้งแต่หนาน้อยจนถึงหนามาก บางช่วงมีเนื้อปูนโคลโลไมต์ในชั้นนี้พบซากดึกดำบรรพ์มากที่สุด และที่สำคัญได้แก่ ฟองน้ำ ห้อยบราดิโอบอด และรีเซปทา-คูลาติค (receptaculatids)

7. *หมวดหินเขาคม* หมวดหินนี้ได้ชื่อจากเขาคม อ. พุ่งสง (นครศรีฯ) (ดู Srisakurat, 1996) ประกอบด้วย 2 หมู่หินและมีความหนาแน่นประมาณ 99 เมตร หมู่ล่างซึ่งหนาประมาณ 55 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีดำถึงเทาเข้มจัด แต่ละชั้นหนาประมาณ 80-200 เมตร ในส่วนล่างของหินหมู่นี้ประกอบด้วยหินดินดานสีดำ และหินดินดานเนื้อควอร์ต หนาประมาณ 100-120 ซม Srisakurat (1996) เสนอให้หินดินดานที่มีการสะสมตัวตามลำน้ำและทะเลสาบ ในส่วนบนสุดของหินหมู่ล่างนี้ ประกอบด้วยชั้นเถ้าภูเขาไฟเมื่อสดแข็งเนื้อละเอียดมากมีสีเทาเมื่อผุแล้วมีสีน้ำตาลอมเหลืองอ่อนอยู่ หนาประมาณ 50 ถึง 60 ซม และจัดเป็นชั้นหินดัชนีชั้นหนึ่งในการเทียบเคียงหมวดหินนี้ ในหมู่บนซึ่งหนาประมาณ ซึ่งหนาประมาณ 40 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาชั้นบาง (3-10 ซม) ในส่วนล่าง ๆ ส่วนช่วงบน ๆ ชั้นหินหนาขึ้น (10-20 ซม) ประกอบด้วยหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาเข้มถึงดำและมักมีเนื้อโดโลไมต์แทรกอยู่ด้วยในบางช่วง ทำให้มีสีเทาอมชมพู

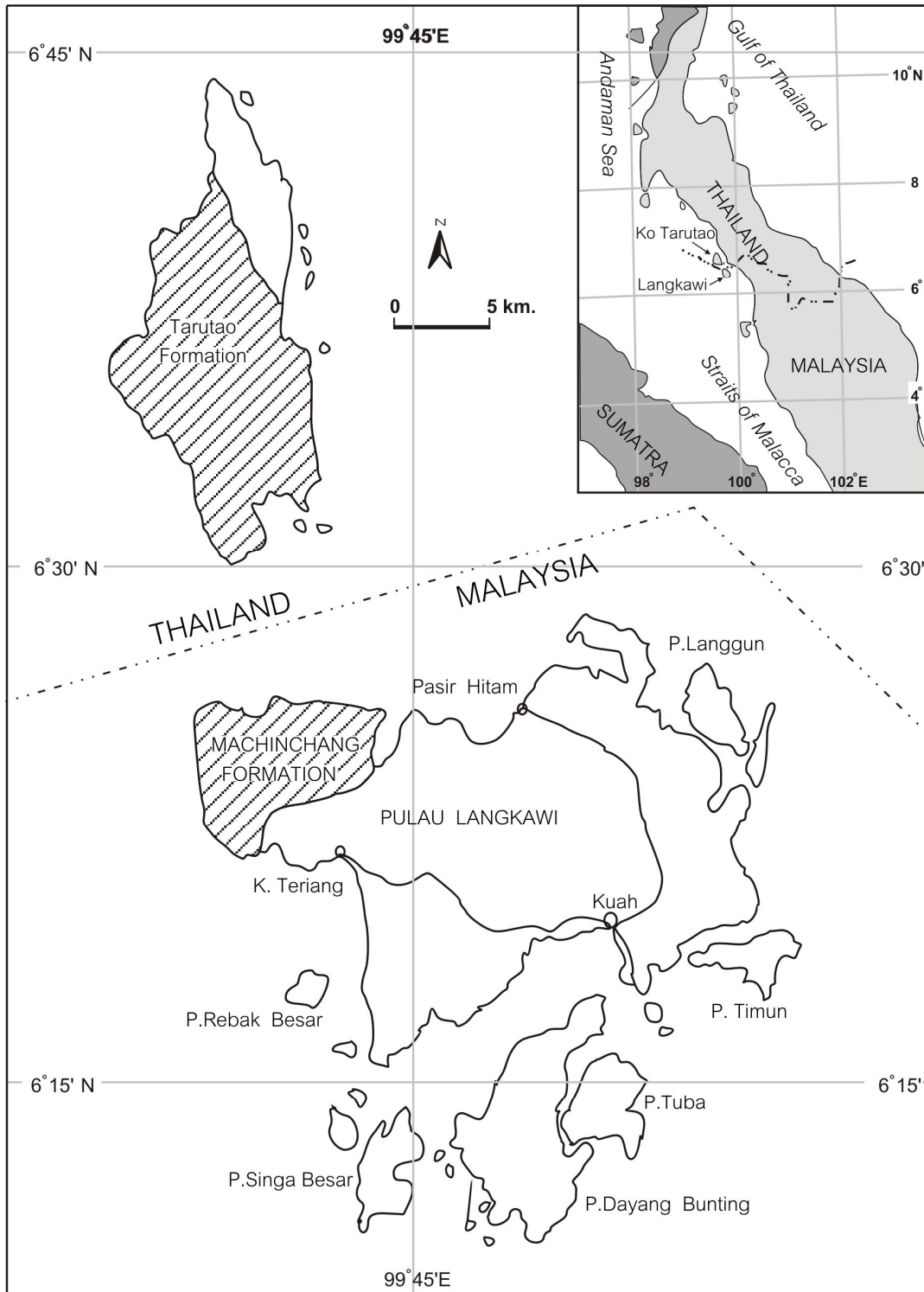
8. *หมวดหินถ้ำตาลอด* หมวดหินนี้ได้ชื่อจากเข้าถ้ำตาลอด ซึ่งเป็นเขาสูงประมาณ 120 กลางเมืองพุ่งสง (นครศรีฯ) หมวดหินถ้ำตาลอดมีความหนาแน่นประมาณ 105 เมตร ประกอบด้วยหินปูนสีเทาจนถึงเทาเข้ม ซึ่งมีหินโดโลไมต์สีเทาอมชมพูถึงชมพูอ่อนแทรกสลับในบางช่วง และมักไม่พบหินปูนเนื้อดิน ในตอนกลางของหมวดหินพบหินดินดาน เนื้อชิลิกาสีเทาและแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะชัดเจนปรากฏเป็นชั้นบาง ๆ หนาประมาณ 12-15 ซม

9. *หมวดหินป่าแก่* หมวดหินนี้มีความหนาแน่นประมาณ 145 เมตร ที่พุ่งสงและประมาณ 66 เมตรที่สตูล โดยทั่วไปประกอบด้วยหินปูนชั้นสาหร่าย (stromatolitic limestone) สีแดงจนถึงชมพูอมเทา เป็นชั้นบาง ๆ หนาประมาณ 10-15 ซม ในแต่ละชั้น แทรกสลับอยู่กับหินโคลนเนื้อทรายแป้งสีแดง ซึ่งมีหินปูนก้อนสาหร่าย (oncolith limestone) Srisakurat (1995) ได้แบ่งหมวดหินนี้ออกเป็น 3 หมู่ ได้แก่หินปูนชั้นสาหร่ายสีชมพูถึงแดง หนาประมาณ 45 เมตร ในหมวดล่าง ในหมวดกลางเป็นหินโคลนถึงหินทรายแป้งสีเทาอมแดง มีความหนาประมาณ 60 เมตร และแสดงลักษณะคล้ายร่องระแหง (mud crack) ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นมาก ส่วนหมวดบนหนาประมาณ 40 เมตร เป็นหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาอ่อนจนถึงเทาอมชมพู ซึ่งมีส่วนล่างเป็นพวกหินดินดานเนื้อปูนสีเทาเข้มแทรกสลับบ้าง พบเห็นซากดึกดำบรรพ์อยู่บ้าง (ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไป)

อนึ่งนอกเหนือจากที่พบทางใต้แล้ว ในบริเวณอื่นของประเทศมีการกระจายตัวของหินพุ่งสงที่สำคัญคือ

ในทางเหนือสุด ได้แก่ 1) แถบ อ. สอด (เชียงใหม่) ซึ่งเรียกหินปูนสอด (Hod Limestone, Bunopas, 1981) โดยจัดแบ่งย่อยเป็น 3 หน่วยหินหลัก ได้แก่หมวดหินล่างสุดหนา 300 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดินปรากฏเป็นชั้นบาง ๆ หมวดหินกลาง หนาประมาณ 100 เมตร เป็นพวกหินดินดานเนื้อทรายแป้ง และหินทรายแทรกสลับกับชั้นหินปูน ส่วนบนสุดเรียกหมวดหินบนสุดหนาประมาณ 400 เมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนชั้นหนาสีเทาถึงเทาเข้ม พบแถบทาง

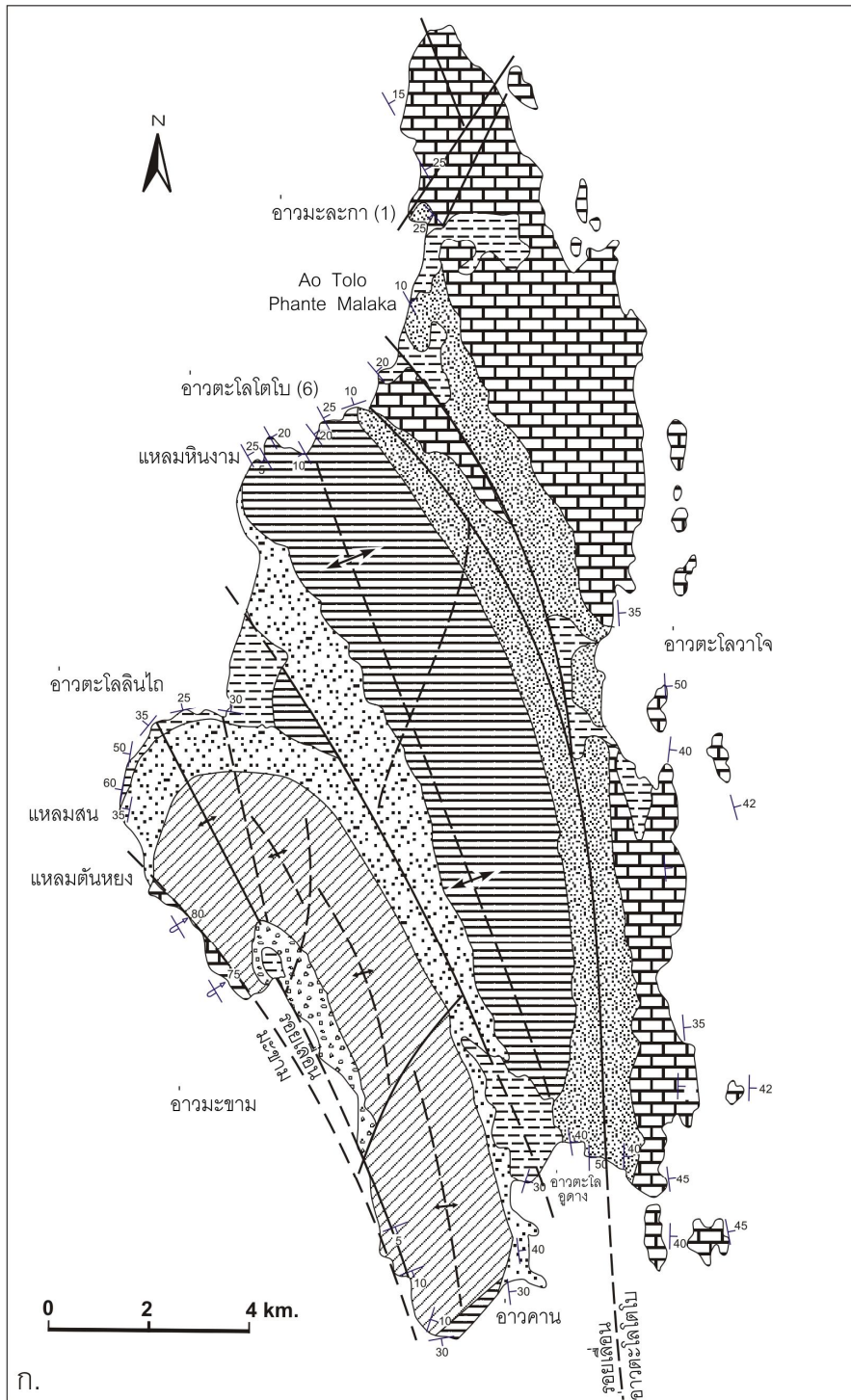
ตะวันตกของ อ. สอด ทางใต้ของเชียงใหม่โดยเฉพาะตามทาง.....ประมาณ 8 กม จาก บ. แม่แป
ผ่านหินปูนไปทางเหนือของหุบเขาน้ำแม่แป



Location map of the Tarutao Group (originally Formation) in Thailand and Machinchang Formation (in Malaysia)

รูป 5.1.1 ก. แผนที่แสดงลักษณะการกระจายตัวของหินตะกอน หมวดหินตะรุเตา(ของไทย) และหมวดหิน ลังกา
วี(ของมาเลเซีย) บนเกาะตะรุเตา และเกาะลังกาวิ

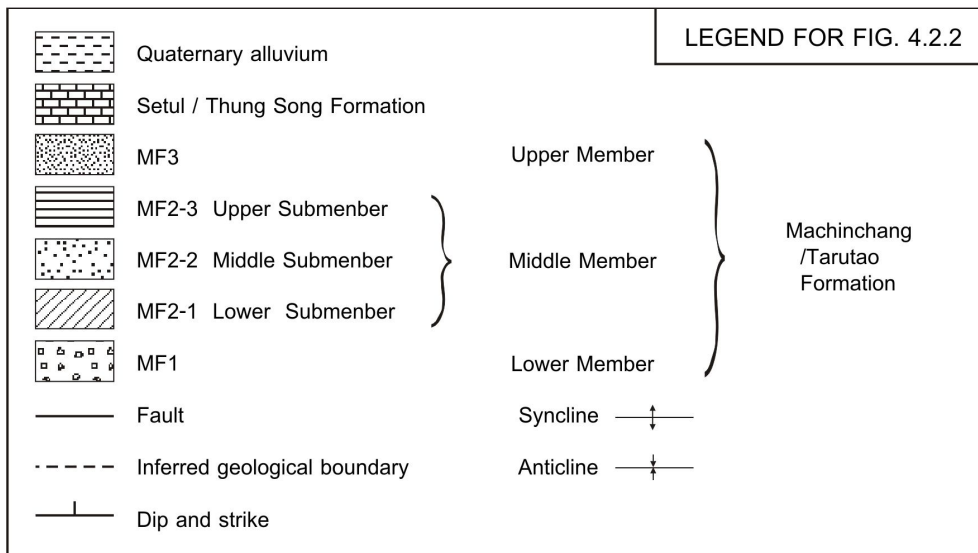
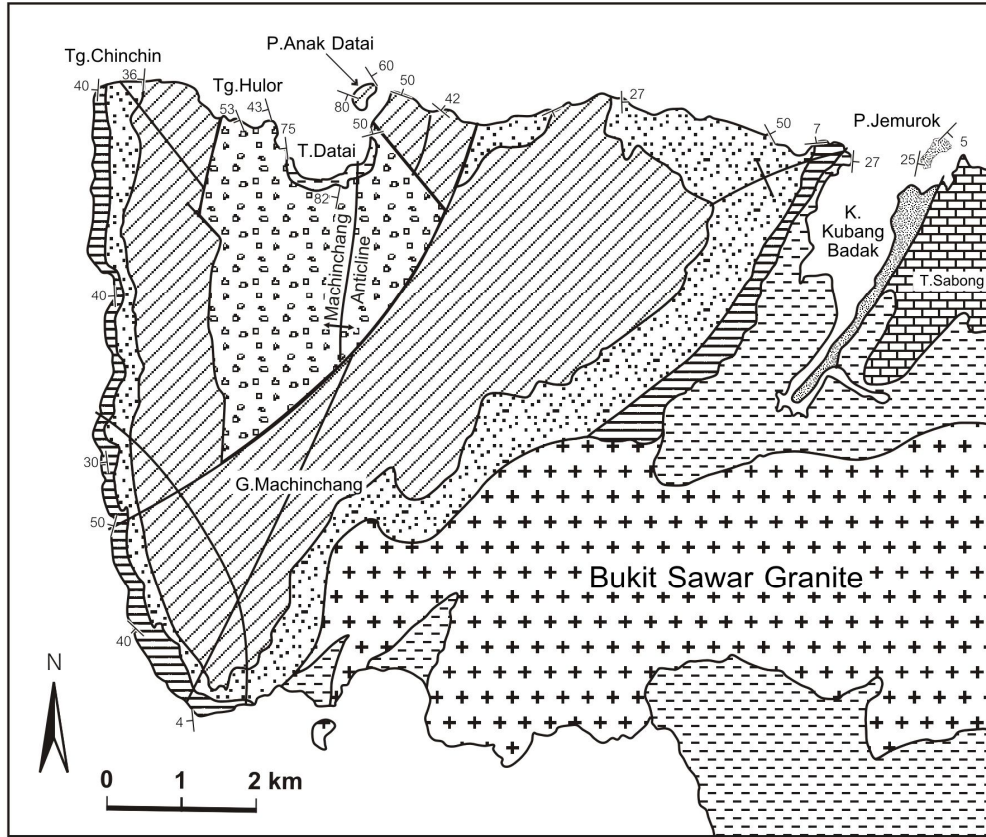
ข. แผนที่แสดงภาพสมุทรภาคใต้ของไทย แสดงที่ตั้งของเกาะตะรุเตาและลังกาวิในทะเลอันดามัน



Geological sketch map of Ko Tarutao.

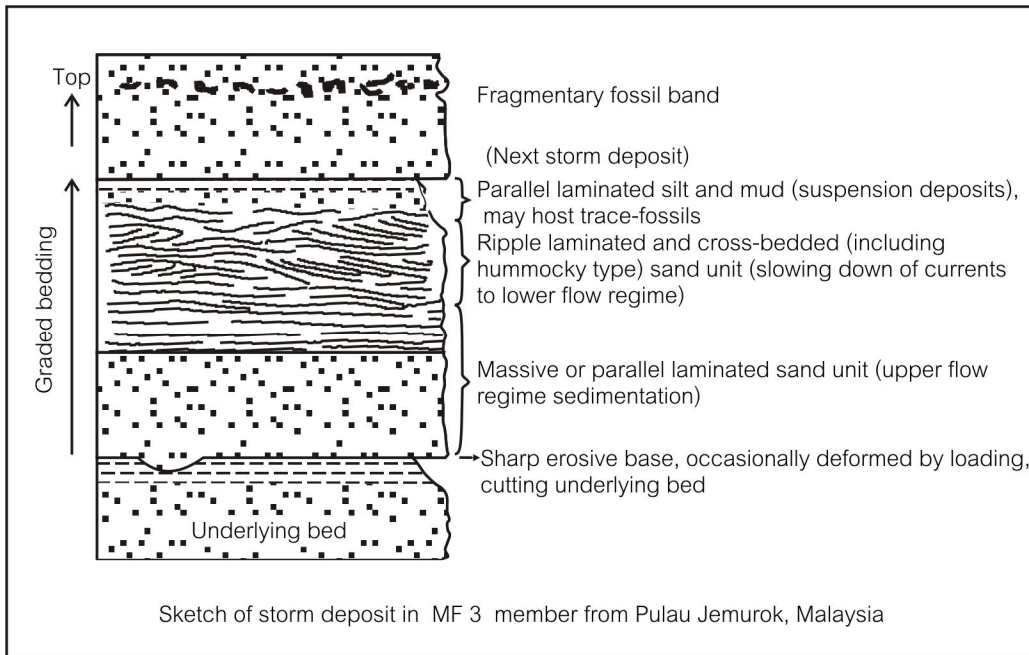
รูป 5.1.2 ก. แผนที่ธรณีวิทยาของเกาะตะรุเตา แสดงลักษณะการกระจายตัวของหินตะกอนยุคแคมเบรียน หรือ
กลุ่มหินตะรุเตา(ทางตะวันตกเป็นส่วนใหญ่) และยุคออร์โดวิเซียนหรือกลุ่มหินทุ่งสง (ทางตะวันออก

เป็นส่วนใหญ่) ซึ่งมีรอยเลื่อนอ่าวตะโละโพงวางตัวเกือบอยู่ตรงรอยสัมผัสระหว่าง หินตะกอนทั้งสองยุค (ดัดแปลงจาก Lee, 1983) หมายเลขในวงเล็บแสดงตำแหน่งที่ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ (รายละเอียดดูรูป 4.2.3)



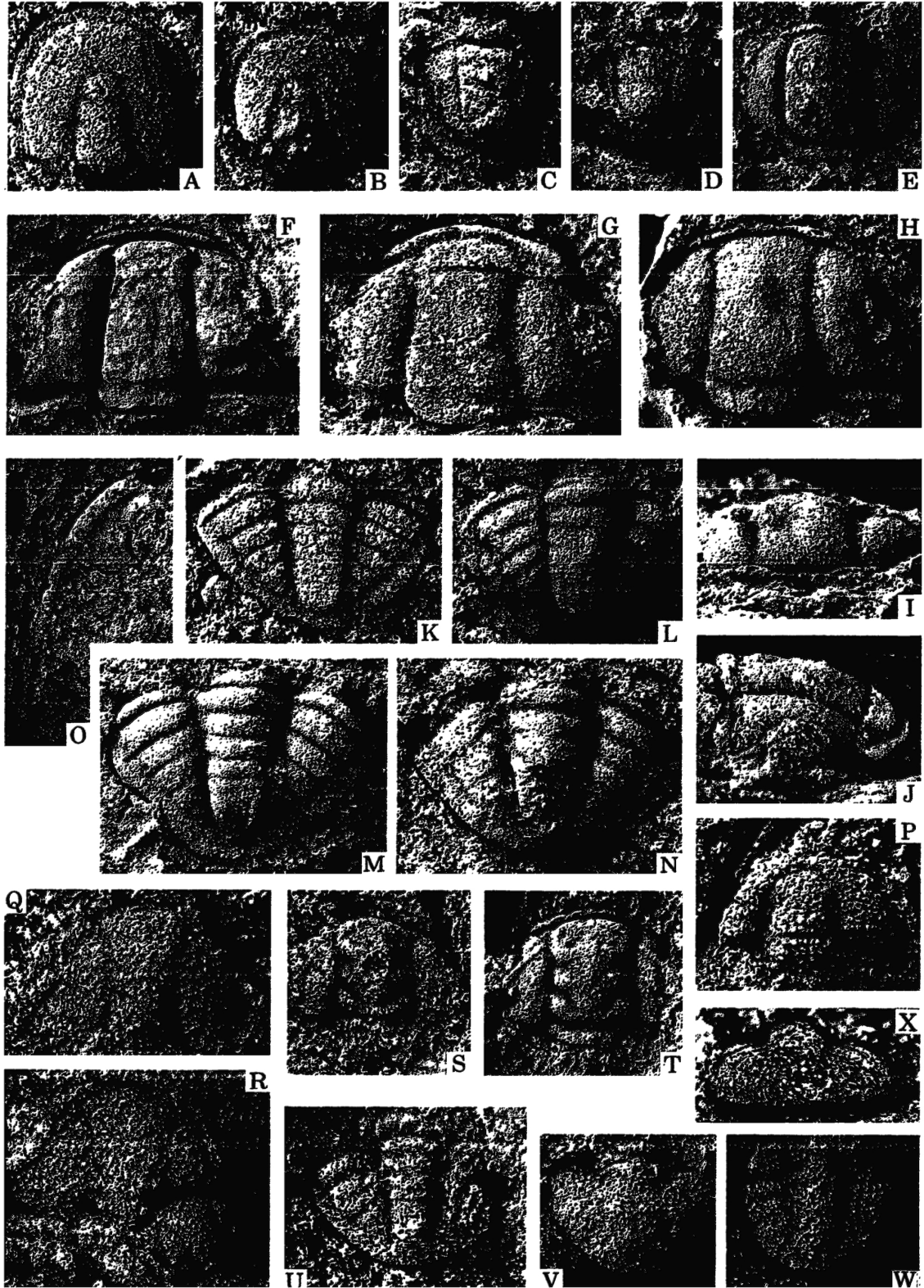
Geological sketch map of Machinchang, Pulau Langkawi.

รูป 5.1.2 ข. แผนที่ธรณีวิทยาของเกาะลังกาวิทางตะวันตกเฉียงเหนือแสดงการกระจายตัวของหินตะกอน กลุ่มหินมาฆิงซัง และหินปูน (ทางขวาของรูป) กลุ่มหินเซตูล สังกตรอยเลื่อนอ่าวตะโละโพง ผ่านมาจากทางใต้ของเกาะตะรุเตามายังตอนเหนือของเกาะลังกาวิ (ดัดแปลงจาก Lee, 1983)

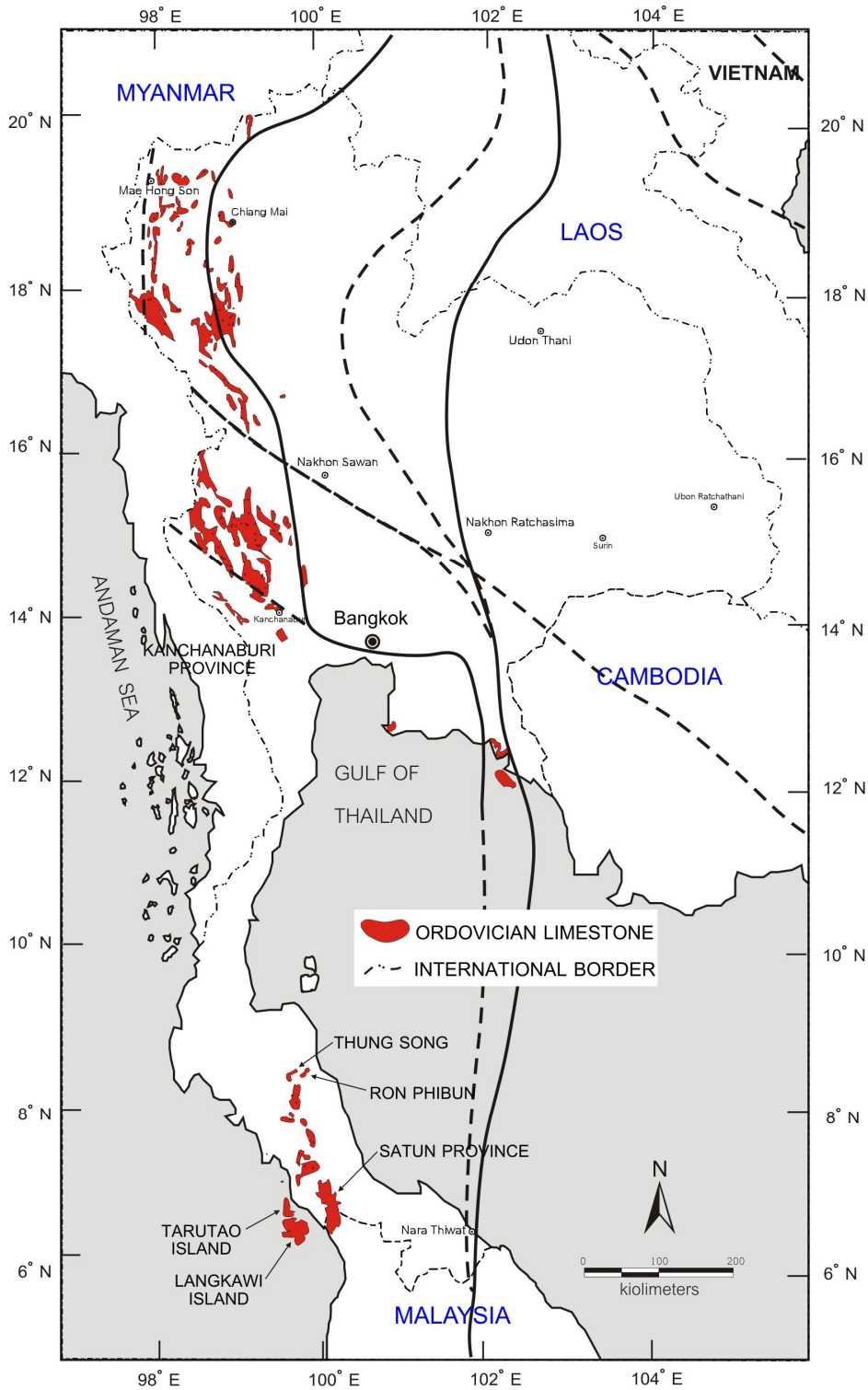


Sketch of storm deposit in MF 3 member from Pulau Jemurok

รูป 5.1.4. แท่งคอลัมน์หินตะกอน แสดงการลำดับชั้นหิน เนื่องจากการกระทำของลมพายุ

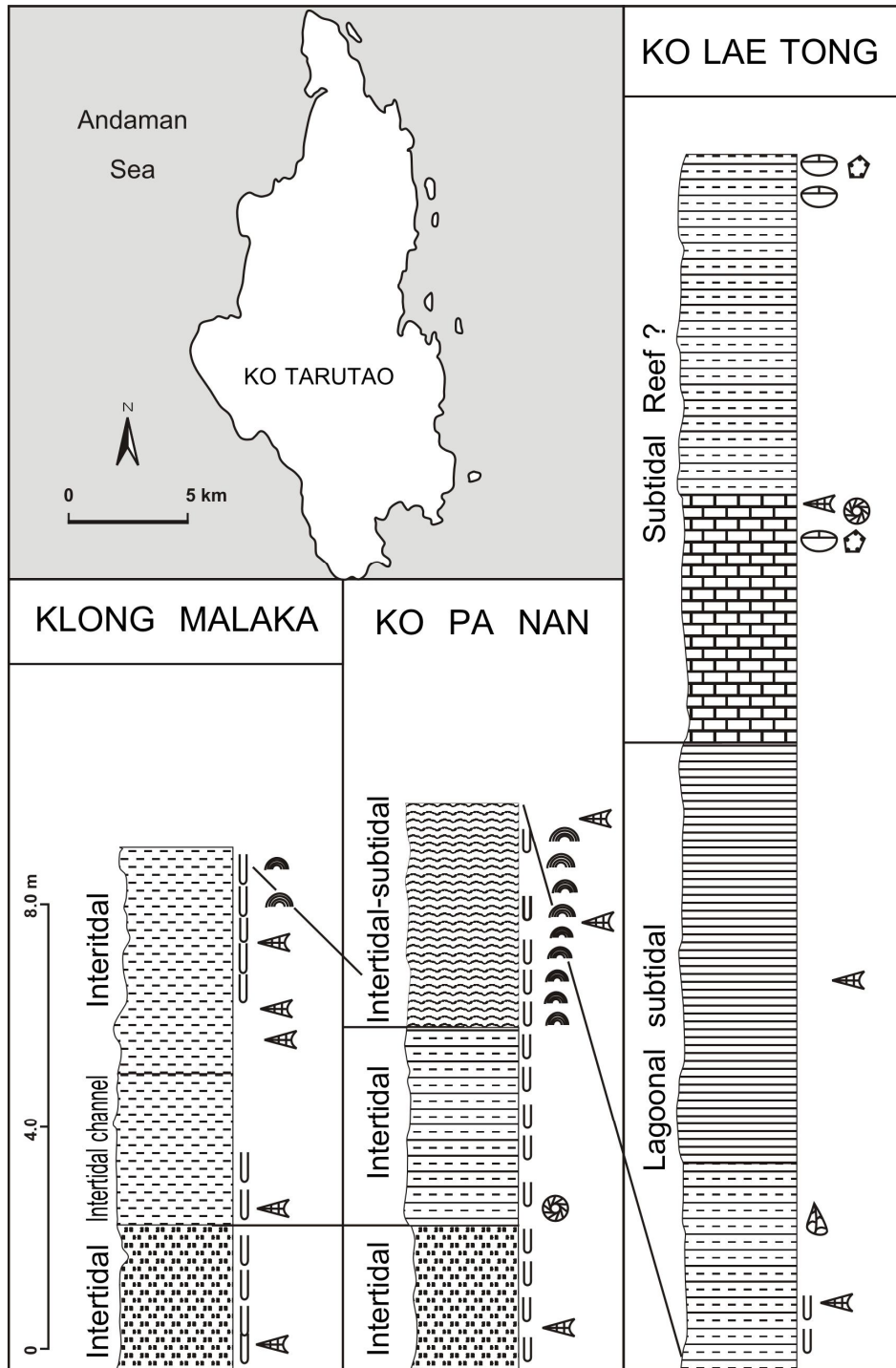


รูป 5.1.5 ซากดึกดำบรรพ์ Trilobite อายุแคมเบรียนตอนบน (Shergold และ คณะ, 1988 Kobayashi, 1957)
ในหินทรายจากเกาะตะรุเตา บริเวณชั้นหินแบบฉบับของกลุ่มหินตะรุเตา



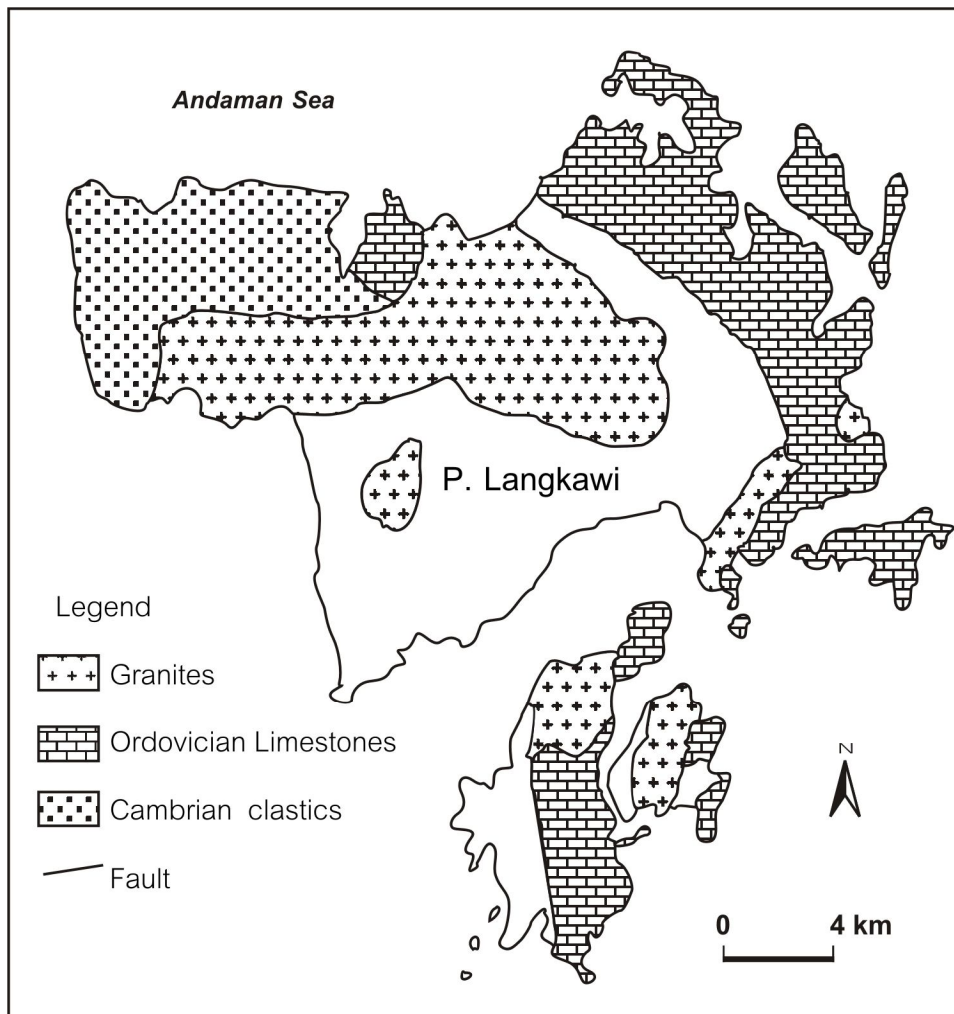
Index map of Thailand showing the location of areas mentioned in the text and distribution of Ordovician strata in Thailand and northwestern Malaysia.

รูป 5.1.6 แผนที่ประเทศไทยแสดงตำแหน่งที่ตั้งของบริเวณต่าง ๆ ที่กล่าวถึงในเนื้อเรื่องตลอดจนการกระจายตัวของชั้นหินกลุ่มนี้ในไทย และทางตะวันตกเฉียงเหนือของมาเลเซีย



Stratigraphic sections of the Thung Song Group on Ko Tarutao. The postulated depositional environment, faunal content and lithologic subdivisions are indicated.

รูป 5.1.7 ลำดับชั้นหินตะกอนของกลุ่มหินทุ่งสงบนเกาะตะรุเตา พร้อมด้วยสภาพแวดล้อมการสะสมตัว ชนิดซากดึกดำบรรพ์และหน่วยหินย่อย



Locality map of Pulau Langkawi with the areas studied by Lee (1983)

รูป 5.1.8 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของเกาะลังกาวิ การกระจายตัวของหิน และพื้นที่ศึกษาของ Lee (1983)

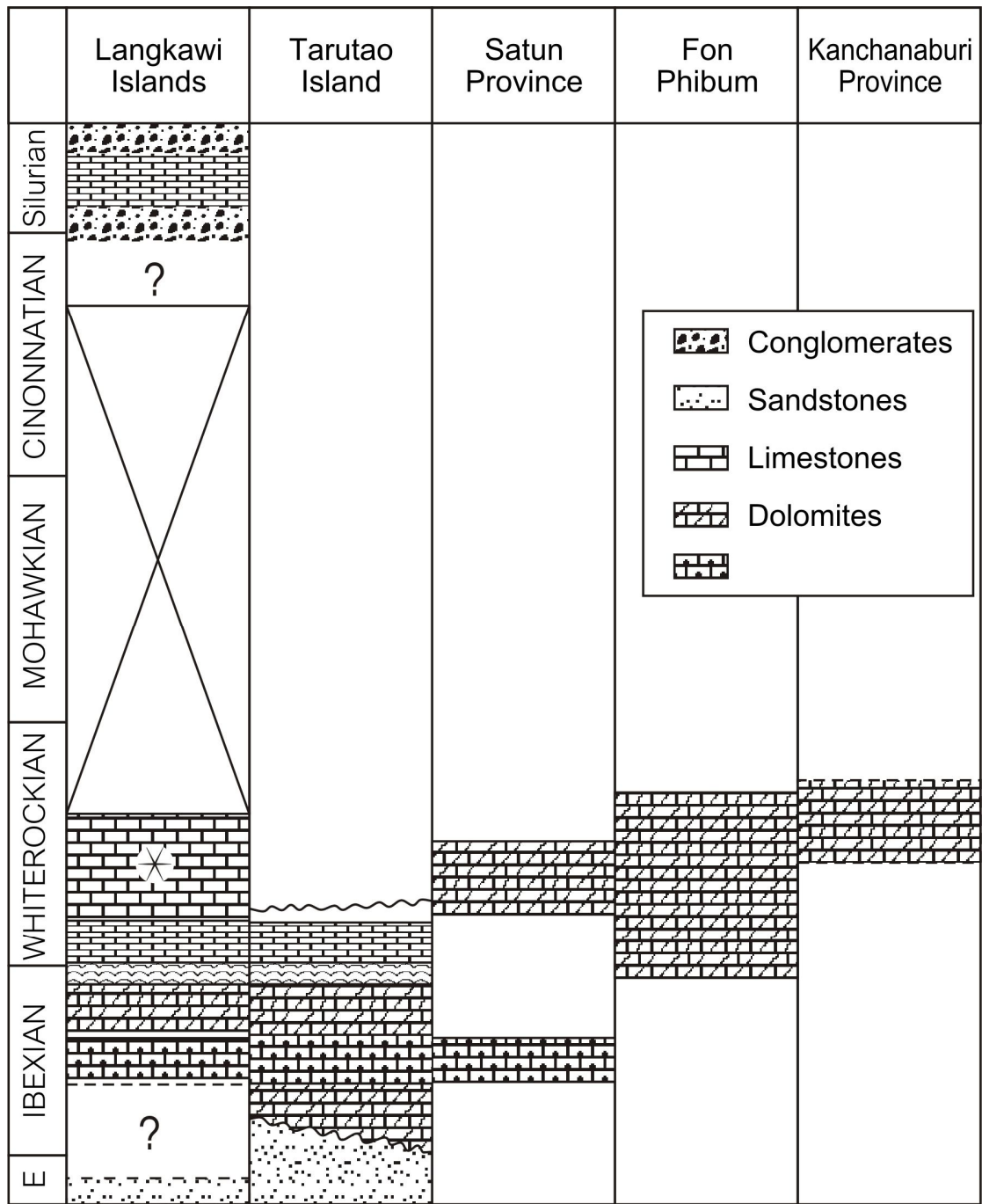


Diagram indicating the biostratigraphic correlation for Malaysia and Thailand.

รูป 5.1.9 แผนภาพแสดงการเทียบเคียง การลำดับชั้นหินของไทย และมาเลเซีย โดยหลักฐานบรรพชีวินวิทยา

5.2 หินอายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน

5.2.1 ลักษณะทั่วไป

หินตะกอนและตะกอนแปร (metasediments) ที่เราจัดอยู่ในช่วงอายุระหว่างไซลูเรียนถึง ดีโวเนียนนี้มีการแผ่กระจายตัวอยู่หลายแห่งด้วยกัน นับตั้งแต่ทางเหนือสุด ได้แก่ แถบ อ.เวียงป่าเป้า (เชียงราย) คือกลุ่มหินซัซซ็อนแม่ก่อ (Mae Ko Complex) ซึ่งต่อลงมาทางใต้ ได้แก่ หมูหินทุ่งสงเสลี่ยม (Thung Salium Group) ทางตะวันตกของทุ่งเสลี่ยม (สุโขทัย) และ จ.ตาก เช่น กลุ่มหินคอยมูเซอ กลุ่มหินแม่ยะอุ (Mae Ya U Siltstone) และกลุ่มหินเด่นมะตุม ต่อเลยลงมาทางใต้ได้แก่ แถบจ.กาญจนบุรี ซึ่งก็คือกลุ่มหินบ่อพลอย ทางภาคใต้ได้แก่ ที่ประจวบ เรียกหมวดหินเขาเสวยราชลงมาที่ระนองเรียก หมวดหินกระบี่ (Kraburi Fm.) และลงมาทางใต้สุด เช่น หมวดหินนราธิวาส (Narathiwat, 1996) ที่ยะลาเป็นพวกหมวดหินบ้านโต หมวดเบตงและหมวดหินป่าเสม็ด รูป 5.2 แสดงถึงการกระจายตัวของหินช่วงอายุดังกล่าว ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะที่สำคัญ ๆ ในหน่วยธรณีแปรสัณฐานของไทย เช่นกลุ่มหินทองผาภูมิ และกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน กลุ่มหินสุโขทัย กลุ่มหินเลย-อุดร (Loei-Udon Group) เป็นต้น

5.2.2 การกระจายตัว

1. กลุ่มหินทองผาภูมิ (Thong Pha Phum Group)

กลุ่มหินนี้พบเด่นชัดมากที่จังหวัดกาญจนบุรี (Braun และคณะ, 1976, Bunopas, 1981) โดยเฉพาะแถบทองผาภูมิและสังขละบุรี 140 กม จาก อ.เมืองกาญฯ หินโคลนเด่นชัดมากแถบห้วยทองผาภูมิ (ดู Hagen & Kemper, 1976) กลุ่มหินทองผาภูมิใช้เรียกกลุ่มหินคาร์บอนเนตน้ำตื้น หนา รวมประมาณ 1,000 ถึง 1,275 ม (Hagen & Kemper, 1976) ซึ่งวางตัวต่อเนื่องไปจนถึงอายุปลายสุดของมหายุคพาลีโอโซอิก ตั้งแต่ทางภาคใต้จนถึงกาญจนบุรีทางตอนเหนือของกาญจนบุรี จนถึงแม่สอด แม่สะเรียง แม่ฮ่องสอน ดังนั้นกลุ่มหินนี้จึงจัดอยู่เฉพาะจุลทวีปฉานไทยเท่านั้น กลุ่มหินนี้วางตัวเหนือหินกลุ่มทุ่งสง จนถึงแม่สอด แม่สะเรียง แม่ฮ่องสอน กลุ่มหินนี้วางตัวต่อเนื่องเหนือหินกลุ่มทุ่งสง (หรือหินปูนท่ามะนาว, Bunopas, 1986) ซึ่งส่วนใหญ่กลุ่มหินทองผาภูมิเป็นตะกอนเม็ดนับตั้งแต่หินทรายเนื้อปูนและหินดินดานสีดำ และมีหินปูนแทรกสลับอยู่เป็นชั้นหนามาก ตอนกลาง ความหนาประมาณ 1 กม วางตัวต่อเนื่องจากหินปูนกลุ่มทุ่งสง ในทางตะวันตกของกาญจนบุรี และทางภาคใต้ เช่น ยะลา ชั้นหินวางตัวต่อเนื่องจนถึงอายุคาร์บอนิเฟอรัส Bunopas (1983) ได้กำหนดให้หินกลุ่มนี้เรียงจากล่างสุดคือ 1) หินมาร์ลเนื้อทรายหนา 20 เมตร ซึ่งหินโผล่ระหว่างห้วยทองผาภูมิกับแควน้อย 2) หินดินดานสีดำมีซากแกรบโตไลต์หนาประมาณ 120 เมตร 3) หินทรายแข็งเนื้อปูนสีเทาเข้ม 4) หินปูนชั้นบางมีก้อนกลมเนื้อหลากชนิดตั้งแต่เนื้อดินถึงเนื้อทรายหนาเฉลี่ย 700 เมตร 5) หินดินดานเนื้อทรายสีเทาอ่อนหนา 100 เมตร และ 6) หินดินดานสี

เขี้ยวมะกอกมีซากหอยเซฟาโลปอดอายุปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส เป็นตัวแสดงการสิ้นสุดของกลุ่มหินนี้ โดยมีหินปูนยุคเพอร์เมียน(หรือปูนไทรโยค) วางตัวซ้อนทับอีกที

โดยเฉพาะในแถบเส้นทางตาก-แม่สอด Bunopas (1981) ได้ชื่อกลุ่มหินนี้ใหม่ว่ากลุ่มหินคอยมุเซอ(Doi Musur Group) ซึ่งในที่นี้เราได้จัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มหินทองผาภูมิ เพราะส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินตะกอนและตอนแปร(จำพวกฟิลไลต์ & ควอร์ตไซต์) โดยมีหินแปรฟิลไลต์อยู่ข้างล่าง หนาประมาณ 600 เมตร และมีหินทราย ทรายแป้ง และหินดินดานวางปิดทับ หนาอีกประมาณ 600 เมตร ส่วนใหญ่สีเขี้ยวมะกอกหนาถึง 1,600 เมตรอยู่ด้านล่าง ด้านบนเป็นหินดินดาน ทรายแป้ง ทราย และปูน สลับกันอยู่ หนาถึง 1,200 เมตร และยังพบซากไบรโอซัว และฟอสซิลนิค (คตข้าวสาร) อายุประมาณปลายเพอร์เมียนอีกด้วย

2. กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน (เดิม, กลุ่มหินคอยมุเซอ หรือกลุ่มหินทองผาภูมิ-ใหม่)

กลุ่มหินที่เดิมตั้งโดย Bunopas(1981) เพื่อใช้เรียกหินเชิร์ต-หินปูน-หินทราย-หินดินดานที่โผล่ให้เห็นบริเวณแม่ฮ่องสอน-แม่สะเรียง ที่มีอายุไชลูเรียนถึงต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส พบเห็นชัดเจนบริเวณหน้าเหมืองหินประมาณ 8 กม ทางใต้อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน ซึ่งชั้นหินประกอบด้วยหินเชิร์ตสีน้ำตาลเข้มถึงดำมีชั้นชัดเจน โดยมีหินทรายและหินดินดานเขี้ยวมะกอกวางตัวอยู่เหนือหินปูนทุ่งสงที่เรียกหินปูนฮอด(Hod Limestones)อีกที กลุ่มหินนี้แบ่งออกเป็น 2 หมวด คือหมวดล่างพบแถบเขื่อน ผาบ่อง เขต อ. แม่มาดไป ทางตะวันออกเป็นชุดหินจำพวกหินทราย หินดินดาน และหินเชิร์ต ซึ่งอาจมีหินปูนแทรกบ้าง ซากดึกดำบรรพ์ที่พบเห็นคือคอนโนคอนด์ ซึ่ง Bastin และคณะ (1970) เสนอให้มีอายุระหว่างยุคไชลูเรียนตอนบนถึงดิโวเนียนตอนปลาย จากลักษณะชั้นตะกอนของชุดหินดังกล่าวนี้เราจึงจัดให้มีอายุไชลูเรียน-ดิโวเนียนและมีความหนารวม 500 เมตร โดยเราเรียกหมวดหินนี้ว่าหมวดหินผาบ่อง(Pha Bong Fm.) ส่วนหินหมวดบนซึ่งน่าจะมีอายุคาร์บอนิเฟอรัสโผล่ให้เห็นเป็นหย่อม ๆ ตามเส้นทางจากแม่สะเรียงไปแม่ฮ่องสอน มีความหนารวมอีก 400 ม ประกอบด้วยหินตะกอนเม็ดทรายถึงดินเหนียว และมีหินเชิร์ตและปูนอยู่ด้วย โดยเฉพาะทางตะวันออกของอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน และตะวันออกของอำเภอแม่ลาน้อย พบคอนโนคอนด์อายุในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นด้วย ทำให้สามารถเทียบเคียงได้กับกลุ่มหินทองผาภูมิและกลุ่มหินคอยมุเซอ (ที่กล่าวในหัวข้อ 5.2.1)ได้ เรากำหนดให้หินหมวดดังกล่าวนี้มีชื่อว่า หมวดหินแม่สะเรียง (Mae Sariang Fm.)

อนึ่งสำหรับกลุ่มหินคอยมุเซอนั้น สงัด พันธุ์โอภาสได้เป็นผู้เสนอไว้ (ดู Bunopas, 1981) สำหรับเรียกชั้นหินที่โผล่ระหว่างเส้นทางตาก-แม่สอด ซึ่งประกอบด้วยชุดหินตะกอนจำพวกควอร์ตไซต์ ฟิลไลต์ หินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย และหินปูนชั้นบางมีก้อนเชิร์ต โดยแบ่งเป็น 2 หมวด หมวดล่างเรียกหินฟิลไลต์มุเซอหนา 400 เมตร หินที่เด่นชัดมากคือ หินฟิลไลต์มีควอร์ตไซต์วางถึงน้ำตาลอ่อนอาจเทียบได้กับหมวดหินผาบ่อง ส่วนหมวดบนได้แก่หินทรายแป้งเทาเขียวหนา 1,000 เมตร และชุดหินตะกอนเม็ดมีปูนบ้าง(ดูข้างบน) หนารวม 800 เมตร ลักษณะ

คล้ายกับหมวดหินแม่สะเรียง ซึ่งชั้นหินทั้งหมดมีการคดโค้ง โกงงอและเปลี่ยนแปลงลักษณะด้วยอิทธิพลของรอยเลื่อน แต่เมื่อพิจารณาแล้วน่าจะเหมือนกับกลุ่มหินทองผาภูมิ ด้วยเหตุนี้เราจึงอนุมานให้ใช้เฉพาะกลุ่มหินทองผาภูมิตำนั้นสำหรับเรียกกลุ่มหินที่เคยเรียกกลุ่มหินดอยมูเซอและกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน (หมวดล่าง) อาจสรุปได้ว่ากลุ่มหินแม่ฮ่องสอนเป็นกลุ่มหินที่ใช้เรียกเฉพาะพวกที่มีอายุกลางมหายุคเมโสโซอิกที่สะสมตัวบนแผ่นดินไทยเท่านั้น

3. หมวดหินวังทอง (Wang Thong Formation)

ธนีสร์ วงศ์วานิช (Wongwanich, 1990) เป็นคนแรกที่ได้จัดตั้งหมวดหินวังทองขึ้น โดยมีชั้นหินแบบฉบับที่ อ.วังทอง (นครศรีฯ) โดยกำหนดให้ชั้นหินหมวดนี้วางตัวอยู่ข้างบนแบบไม่ต่อเนื่องกับกลุ่มหินทุ่งสงที่เขาได้ทำการศึกษาย่างละเอียดมาก ลักษณะทั่วไปของหมวดหินนี้คือส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเม็ดแทบไม่มีหินตะกอนคาร์บอนेटอยู่เลย ตะกอนส่วนใหญ่เป็นพวกหินดินดานสีดํา หินดินดานมีคาร์บอนแทรกสลับกับหินดินดานสีเทาน้ำตาล หินโคลนสีเทา และหินทรายสกปรกเนื้อละเอียดสีเทาในชั้นของหินโคลนสีเทาปรากฏแร่จำพวกซัลไฟต์ เช่น ไพไรต์ อยู่มากมาย นอกจากนั้นยังพบซากดึกดำบรรพ์จำพวกไครนอยด์และหอยบราดิโอพอดบ้าง

ในที่นี้เราคิดว่าหินตะกอนหมวดหินวังทองน่าจะปรากฏอยู่เกือบทางตะวันออกของแผ่นดินไทยโดยเชื่อมต่อไปในแนวเหนือใต้กับหมวดหินที่เรียกหินดินดานควนดินสอ-ทุ่งหว้า (Kuan Dinso-Thung Wa Shale) โดย Bunopas (1983) ซึ่งประกอบด้วยหินดินดาน ตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราช จนถึงสตูลและตรัง และวางตัวคดกับหินปูน ของกลุ่มหินทุ่งสงซึ่งต่อเนื่องเป็นแนวยาวเหนือ-ใต้เหมือนกัน ศาสตราจารย์โคบายาชิ (ดู Kobayashi & Hamada, 1986) ได้รายงานว่ามีพบซากดึกดำบรรพ์เทนต์าคูลไลท์ (Tentaculite) ไตรโลไมต์ และแกรบโตรโลไมต์มากมายในหินดินดานดำที่แทรกสลับหินปูนที่ตรัง (ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไปเรื่องซากดึกดำบรรพ์)

4. หมวดหินชีสแกลง

หมวดหินนี้ตั้งโดย Bunopas (1981, 1983) สำหรับใช้เรียกชุดหินตะกอนแปร ซึ่งส่วนมากได้แก่หินชีส และหินฟิลไลต์ (อายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน) ซึ่งวางตัวเกือบขนานกับหินไนส์อายุพรีแคมเบรียน ทางตะวันออกของเมืองแกลง(ระยอง) สังกัด พันธุ์โอภาสได้ให้รายละเอียดไว้ว่าประกอบด้วยหินสองชุด ชุดล่างเป็นส่วนของหินแปรจำพวกชีสมิคควอร์ต-ไมก้า ควอร์ตไซต์ปนถ้ำภูเขาไฟ และหินฟิลไลต์ปนถ้ำภูเขาไฟ และชุดบนเป็นหินทรายซิลิติกตั้งแต่หินควอร์ตไซต์สีน้ำตาลเทาถึงขาวและหินทรายสลับกับหินดินดาน หินกาบ(หินชนวน) หินเชิร์ต และหินปูนชั้นบางแทรกสลับอยู่ ซึ่งเกือบทั้งสองชุดแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะและการคดโค้ง โกงงออย่างชัดเจน ชั้นหินส่วนใหญ่วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ ด้วยมุมเอียงประมาณ 55° - 60° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ณ ที่แหลมทองกลางพบหินเชิร์ต มีซากนอติลอยด์ (ชื่อ Michelinoceras micheline, กริด 790 975) ซึ่งคาดกันว่าน่าจะมียุ่ไซลูเรียน เราได้จัดให้หมวดหินชีสแกลง เป็นส่วนที่ต่อเลยจากแผ่นลำปาง-เชียงใหม่ลงมาทางใต้ โดยที่แนวหินถูกเลื่อนตัวแบบซ้ายเข้า

(sinistral) ด้วยอิทธิพลของแนวรอยเลื่อนแม่ปิง และคิดว่าเป็นส่วนด้านตะวันตกสุดของขอบแผ่นลำปาง-เชียงราย แต่ สังกัด พันธุ์โอภาส(ดู Bunopas, 1983) คิดว่าน่าจะเทียบเคียงได้กับหินดินดานที่ สัตหีบ หมวดหินบ่อพลอยและกลุ่มหินทองผาภูมิ ทางตะวันตกของประเทศมากกว่า

5. กลุ่มหินสุโขทัย (Sukhothai Group)

กลุ่มหินนี้พบมากในเขตจังหวัดสุโขทัยและกำแพงเพชร โดยมากมักแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรง กลุ่มหินนี้เราจัดให้อยู่ในแผ่นแปรสัณฐานลำปาง-เชียงราย Bunopas (1981, 1992) ได้แบ่งออกเป็น 3 หน่วยหินย่อย คือ 1) ลักษณะปรากฏแนวโค้ง(ภูเขาไฟ)(arc-facies) 2) ลักษณะปรากฏหน้าแนวโค้ง(ภูเขาไฟ)(fore-arc facies) และ 3) ลักษณะปรากฏหลังแนวโค้ง(ภูเขาไฟ)(back-arc facies) ในบริเวณแถบ อ.ฮอด (เชียงใหม่) ทางตะวันตกของตาก และทางตะวันตกเฉียงเหนือของกาญจนบุรี และแถบจ.ยะลา โดยเราคิดว่ากลุ่มหินดังกล่าวได้มีวิวัฒนาการและบางส่วนวางตัวอยู่เหนือฐานหินซึ่งในที่นี้เราคิดว่าน่าจะเป็นเปลือกสมุทรโบราณ(paleo-oceanic crust) หรือแผ่นมหาสมุทรทีสโบราณ(Paleo-Tethys) ซึ่งประกอบด้วยหินอัคนีสีเข้มและเข้มจัดเป็นส่วนใหญ่นั้นเอง ซึ่งส่วนใหญ่หินของกลุ่มหินสุโขทัยประกอบด้วยหินดินดานดำและหินเชิร์ตแถบ อ.ฝาง และเชียงใหม่ และหินเชิร์ตชั้นบาง ๆ ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ทางตะวันตกของลำปาง และตาก เถิน และกาญจนบุรี สำหรับตัวบริเวณแนวโค้ง ได้แก่บริเวณแถบเด่นมะตูม(ตาก) และแม่ก่อ-แม่เจดีย์ (เวียงป่าเป้า, เชียงราย) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินจำพวก แอมฟิไบไลต์และหินชีสมีไมกานอกจากนั้นในบริเวณแถบทางตอนใต้ของลำปาง ตะวันออกของตาก, กำแพงเพชร, นครสวรรค์ สิงห์บุรี-สุพรรณบุรี และแถบตอนใต้ของนราธิวาส หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนภูเขาไฟชนิดกรวดเหลี่ยมและถ้ำฐลี(ภูเขาไฟ) ส่วนบริเวณส่วนหน้าแนวโค้ง ได้แก่ ตะกอนน้ำทะเลลึก (flysch) ซึ่งบางท่านเรียกกลุ่มหินผาสัม(Phasom Group) ซึ่งพบทางตะวันตกของน่าน

6. กลุ่มหินหนองบัวลำภู (Nong Bua Lumpu Group)

ในที่นี้เราจัดให้หินตะกอนและตะกอนแปรอายุไซลูเรียน-ดิโวเนียน ที่พบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยบนแผ่นแปรสัณฐานอินโดจีน โดยเฉพาะแถบเลย-หนองบัวลำภู-อุดรธานี ให้เป็นชื่อใหม่ว่ากลุ่มหินหนองบัวลำภู โดยจัดแบ่งเป็น 2 หมวดหินคือ หมวดหินนาไม้ (Na Mo Formation) และหมวดหินปากชม (Pak Chom Formation)

หมวดหินนาไม้ เป็นหมวดหินตะกอนแปร(metasediments) ที่ปรากฏการแปรสภาพค่อนข้างต่ำประเภทชีสเขียวตอนบน (Upper Greenschist facies) พบเป็นแนวยาวตามแนวเหนือ-ใต้ในแถบระหว่างอุดรธานี หนองบัวลำภูและเลย ส่วนใหญ่หินประกอบด้วยหินชีสมีคลอไรต์ หินชีสเพลลิติก หินฟิลไลต์ หินควอร์ตไซต์ และหินถ้ำภูเขาไฟแปร

หมวดหินปากชม เป็นหมวดหินตะกอนอายุประมาณปลายยุคไซลูเรียนถึงดิโวเนียน พบมากในบริเวณแถบตะวันออกสุดของเลยต่อกับหนองบัวลำภู Bunopas และคณะ (1988) ได้จัดให้ประกอบด้วยหมู่หินสำคัญ 2 หมู่ คือ หมู่ถ้ำเรียก หมู่หินบ้านหนอง (หรือ Ban Nong Shale) ซึ่งมี

การวางตัวเป็นแนวแคบ ๆ ตรงรอยต่อระหว่างจังหวัดเลยกับหนองบัวลำภูประกอบด้วยหินดินดาน หินปูน หินถ้ำภูเขาไฟ และหินเชิร์ต โดยเฉพาะหินปูนนี้ประกอบด้วยปะการังกำหนดอายุในยุค คิวเทเชีย โดยหลวงพ่อฟอนเทน(ดู Fontaine, 1986) ในแถบบ้านม่วง ซึ่งต่อเลยเข้าไปในฝั่งลาว แถบหุบเขาแม่โจงที่เรียกบ้านวังก็พบปะการังนี้ในหินปูนเช่นกัน ส่วนหมู่นเรียกหมู่นหินปากชม (Pak Chom Chert) ซึ่งพบมากในบริเวณแถบ อ. ปากชม (เลย) และทางตะวันตกของหนองบัวลำภู โดยมากเป็นหินเชิร์ตชั้นหนา มาก แทรกสลับกับหินถ้ำภูเขาไฟและหินดินดาน หมวดหินปากชม อาจมีการสะสมตัวต่อเนื่องถึงต้นเพอร์เมียนด้วยก็ได้(ดูรายละเอียดในหัวข้อ 5.2.3) ซากดึกดำบรรพ์

5.2.3 ซากดึกดำบรรพ์

ในที่นี้ได้พยายามแยกเป็น 2 ยุค คือซากยุคไซลูเรียน และซากยุคคิวเทเชีย สำหรับในช่วง ยุคไซลูเรียน

5.3 หินอายุคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน

หินตะกอนที่จัดอยู่ในช่วงอายุนี้มีหลายกลุ่มหินด้วยกัน แต่โดยทั่วไปแสดงลักษณะการสะสมตัวในน้ำลึกทางตะวันตกและตอนกลางของประเทศ และแสดงการสะสมตัวในน้ำตื้นทาง ตะวันออกของประเทศ

ในที่นี้เราจำแนกออกเป็นกลุ่ม ๆ ทางส่วนเกือบ ๆ ตอนเหนือของแผ่นดินไทย เราเรียก กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน ส่วนทางตะวันตกของแผ่นดินไทยเราจัดให้เป็นกลุ่มหินแก่งกระจาน สำหรับ แผ่นลำปาง-เชียงใหม่ เราเสนอให้ใช้กลุ่มหินฝาง กลุ่มหินแม่ทา และกลุ่มหินด่านลานหอย กลุ่มหิน ดอนชัย-แม่ก่อ กลุ่มหินทุ่งเสลี่ยม กลุ่มหินผาส้ม หมวดหินบ่อพลอย และหินฟิลไลต์นราธิวาส

สำหรับกลุ่มหินวังสะพุง ซึ่งเราคิดว่าน่าจะอยู่ในแผ่นดินครไทยทางด้านตะวันออกสุดติดกับ แผ่นอินโดจีน สำหรับทางภาคตะวันออก ได้แก่ หมวดหินแกลง(ทางตะวันออกแถบอำเภอบ่อทอง) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเม็ด และกลุ่มหินสระแก้ว ในที่นี้เราขอเสนอรายละเอียดเฉพาะกลุ่มหิน แม่ทา, กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน, กลุ่มหินแกลง กลุ่มหินแก่งกระจาน และหมู่นหินวังสะ

5.3.1 กลุ่มหินแม่ทาหรือกลุ่มหินด่านลานหอย (Mae Tha หรือ Dan Lan Hoi Group)

หินตะกอนกลุ่มนี้วางตัวไม่ต่อเนื่องกับชุดหินที่แก่กว่า(อายุก่อนคาร์บอนิเฟอรัส) ซึ่งไม่ ใกล้เคียงส่วนใหญ่เป็นหินภูเขาไฟบะซอลต์และเมฟิกอูลตราเมฟิกของเปลือกสมุทรโบราณที่ตี สประกอบด้วยหินกรวดเหลี่ยมและถ้ำภูเขาไฟชั้นหนาและหินตะกอนทะเลสีแดง(marine red beds) (ดู Bunopas, 1976, 1981, 1992) ซึ่งมีความหนาประมาณเกือบ 3000 เมตร และวางตัวอยู่ใต้หินปูน ยุคเพอร์เมียน

หินกลุ่มแม่ทา สงัด ปิยะศิลป์ (ดู Piyasin, 1972) เป็นผู้ตั้งชื่อโดยมีชั้นหินแบบฉบับโผล่ให้เห็นชัดเจนบริเวณเส้นทางลำปาง-เชียงใหม่ ฟังตะวันตกของแม่น้ำแม่ทาแถบอำเภอแม่ทา(ลำปาง) และฝั่งตะวันตกของเทือกเขาขุนตาล ซึ่งในที่นี่เรารวมถึงหินทรายสกปรก และหินกรวดภูเขาไฟ (agglomerate) ที่โผล่ไปทางตะวันออก ระหว่างเส้นทางลำปาง-แพร่ และแพร่-อุตรดิตถ์ ตามแถบเดิมที่ Piyasin (1972) ได้ทำไว้ ซึ่งทำให้แตกต่างจาก Bunopas (1981, 1983) ซึ่งแยกออกเป็นอีกชุดต่างหาก ในกลุ่มหินแม่ทาสส่วนใหญ่ ปรากฏจากซากดึกดำบรรพ์ ยกเว้นพบซากใบไม้บ้างแต่น้อยมาก และประกอบด้วยหินทรายสะอาดสีขาว และหินทรายชั้นสีออกน้ำตาลแดงวางตัวสลับกันกับ หินดินดานสีเทาเขียว เทาน้ำตาล และ น้ำตาลแดง ซึ่งหินเหล่านี้แสดงลักษณะการเลื่อนตัวและโค้งตัวชัดเจนมาก จนเกิดการเอียงเทไปมาทั้งทางตะวันตกและออกด้วยมุมที่ค่อนข้างชัน 60° - 70° แม้ว่าจะไม่ทราบความหนาชัดเจนแต่เราประเมินว่าคงอยู่ระหว่าง 1,500-2,000 เมตร คล้ายกับที่ Bunopas (1981) ได้เสนอไว้ เราเชื่อว่ากลุ่มหินแม่ทานี้น่าจะต่อเลยออกไปทางเหนือ ซึ่งทำให้สามารถเทียบเคียงได้กับหินตะกอนแดงฝาง (Fang Redbeds, Bunopas, 1981) ทางเหนือของเชียงใหม่ และต่อได้กับกลุ่มหินด่านลานห้อย (Dan Lan Hoi Group, Bunopas, 1981) ที่อยู่ทางตอนเหนือของภาคกลางด้วย

อนึ่ง สำหรับหินที่เรียกหินตะกอนแดงฝางที่พบโผล่ชัดเจนประมาณ 40 กม ทางใต้ของอำเภอฝาง ตามเส้นทางเชียงใหม่-ฝาง ซึ่งมักเป็นหินกรวดชั้นหนาสลับกับหินทรายปนกรวด หินทรายและหินดินดาน ซึ่งทั้งหมดมีสีน้ำตาลแดง แดงอมชมพู มีการเอียงเทสม่ำเสมอประมาณ 40° - 45° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันตก โดยวางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียนตอนต้นตรงเขาเหาโต (Haoto Hill, ดู Kobayashi, 1964) กรวดที่พบบนและกลมเป็นหินพวกเชิร์ต ควอร์ตไซต์ และหินปูน เหมือนที่พบในกลุ่มหินแม่ทา

5.3.2 กลุ่มหินแม่ฮ่องสอนใหม่ (Mae Hong Son Group)

กลุ่มหินนี้เราจัดตั้งให้ใหม่โดยใช้คลุมถึงหินตะกอนที่สะสมตัวต่อเนื่องมาจากกลุ่มหินทองผาภูมิบนแผ่นดินไทยจนถึงปลายมหายุคพาลีโอโซอิก บางส่วนอาจเป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างบกกับทะเลเนื่องจากมีสภาพเป็นตะกอนแดง(paralic red beds, ดู Bunopas, 1993) ใกล้เคียงกับ อ. เมืองแม่ฮ่องสอน และที่นี้พบซากต้นไม้กำหนดอายุให้เป็นปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงต้นยุคเพอร์เมียนด้วย

สงัด พันธุ์โอภาส ได้กำหนดให้เรียกชื่อหินกลุ่มนี้ว่า หวมหินคอยกองมุ (Doi Kong Mu Formation, ดู Bunopas, 1981) (คอยกองมุอยู่ทางตะวันตกของตัวเมืองแม่ฮ่องสอน) และได้รับการเปลี่ยนแปลงให้เป็นหมวดหินแม่ฮ่องสอน (Mae Hong Son Formation, ดู Bunopas, 1992) สำหรับใช้เรียกหมวดหินตะกอนหนา 300 เมตร ซึ่งประกอบด้วยหินกรวดปรากฏขึ้นชัดเจน และหินทรายสีแดงสลับกับหินดินดานสีแดง อายุประมาณต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Buam และคณะ, 1970) ซึ่ง

วางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียน หินหมวดนี้มีการเอียงเทค่อนข้างชัน (60° - 70°) ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กรวดในชั้นหินกรวดประกอบด้วยควอร์ต เซิร์ต ควอร์ตไซค์ และหินทรายสีน้ำตาล นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างหินตะกอน เช่น ริวคลีน load cast และชั้นหินที่เกิดการโค้งตัว (overturned beds) อีกด้วย

ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดการสับสนเราจึงเสนอให้เรียกชื่อหินชุดนี้ใหม่ว่า กลุ่มหินแม่ฮ่องสอน และเชื่อว่า กลุ่มหินนี้มีการสะสมตัวในน้ำคือน้ำเค็มเป็นส่วนใหญ่

5.3.3 กลุ่มหินแก่งกระจาน และกลุ่มหินภูเก็ต (Kaeng Krachan และ Phuket Group)

เราใช้ชุดหินตะกอนอายุประมาณปลายมหายุคพาลีโอโซอิก ซึ่งเป็นตะกอนเม็ดชั้นหนาถึงบาง ความหนาประมาณ 3,000 ม ทางภาคใต้และประมาณ 1,950 ม ทางตะวันตกของประเทศว่า กลุ่มหินแก่งกระจาน และกลุ่มหินภูเก็ต ซึ่งถือว่าอยู่บนแผ่นดินไทยทั้งหมด

กลุ่มหินส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยหินดินดานสลับกับหินทรายมีควอร์ตมาก หินโคลนปนกรวดและหินทรายปนกรวด และพบซากหอยสองฝา หอยฝาเดียว ปะการัง และไบรโอซัว อายุประมาณคาร์บอนิเฟอรัส บางชั้นมีซากดึกดำบรรพ์ปรากฏอยู่มากโดยเฉพาะแถบเขื่อนแก่งกระจาน (ทางตะวันตกของเพชรบุรี) จนถึงสุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช (Lumjuan, 1993) และอีกบริเวณที่มีผู้ศึกษามากคือแถบภูเก็ตและพังงา และพบตัวซากไตรโลไบต์ (ชนิด Waribole) แถบตะกั่วป่า (พังงา) (ดูรายละเอียด Koch, 1973) ซึ่งเทียบเคียงได้กับตัวที่พบที่ประเทศมาเลเซีย (อายุประมาณปลายยุคครีตเวเนียนถึงต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส) และกลุ่มหินแก่งกระจานแผ่กระจายยาวมาทางใต้ถึงมาเลเซีย โดยต่อเข้ากับหมวดหินสิงหา (Singa Fm.) ของมาเลเซีย เลยขึ้นไปทางเหนือเข้าไปในพม่า ที่เรียก Mergui, Series ของพม่าได้ด้วยเหตุนี้ Mantajit (1979) จึงได้เสนอใช้ชื่อ Andaman Group (กลุ่มหินอันดามัน) แทนแต่ไม่ได้รับความนิยมเท่าใด

สำหรับส่วนบนของกลุ่มหินประกอบไปด้วยหินดินดานปนควอร์ตและหินทรายพบวางตัวอยู่ใต้หินปูนยุคเพอร์เมียนตอนกลาง เช่นที่เกาะพีพี และเกาะมุก พบหินดินดานมีซากหอยบราดิโอพอด ที่ตะกั่วป่าพบหินดินดานมีซากไบรโอซัวอายุต้นยุคเพอร์เมียน ที่เขาพระ (เพชรบุรี) พบซากไบไม้ (ชนิด Walchia piniformis) ซากไบรโอซัว และหอยฝาคู่

ได้มีการศึกษาเรื่องกลุ่มหินนี้พอสมควร แต่เดิมกำหนดให้กลุ่มหินนี้เป็นเพียงหมวดหินแก่งกระจาน (Kaeng Krachan Formation) โดย Javanaphet (1969) โดยให้อยู่ในส่วนบนของกลุ่มหินตะนาวศรี (Tanaosri Group) และวางตัวอยู่เหนือหมวดหินกาญจนบุรี (Kanchanaburi Formation) ซึ่งมีการแปรสภาพหินมากกว่า ต่อมา สัจด์ ปิยะศิลป์ ได้ทำการปรับอันดับให้ขึ้นมาเป็นกลุ่มหิน (Kaeng Krachan Group, ดู Piyasin, 1975) แต่ตอนนั้นยังกำหนดให้มีอายุตั้งแต่ไซลูเรียนจนถึง คาร์บอนิเฟอรัส ในที่นี้เรากำหนดให้เป็นกลุ่มหินตาม Piyasin (1975) โดยมีชั้นหินแบบฉบับ 2 บริเวณ คือ แถบห้วยแก่งกระจาน (ราชบุรี-เพชรบุรี) และที่เกาะภูเก็ต โดยแถบห้วยแก่ง

กระงาน Piyasin (1975) ได้แบ่งออกเป็น 3 หมวด คือ หมวดห้วยพูน้อย(แก่สุด) หมวดเขาพระ และ หมวดเขาเจ้า

หมวดหินห้วยพูน้อย (Huai Phu Noi Formation) ประกอบด้วยหินดินดานมีคาร์บอนสีเทา เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแทรกสลับกับหินดินดานปนกรวด หินโคลนปนกรวด (pebbly mudstone) และทรายแป้ง ซึ่งมีซากดึกดำบรรพ์จำพวกหอยบราดิโอพอด วัตถุประสงค์ของหมวดหินแพบห้วยพูน้อยใกล้เขาพระ (ราชบุรี) ได้ประมาณ 480 เมตร กรมทรัพยากรธรณี (2532) จัดให้มีอายุยุคโครีเนียนตอนปลาย)

หมวดหินเขาพระ (Khao Phra Formation) ประกอบด้วย หินโคลนกรวดสีเทาเขียวและหินดินดานชั้นหนามาก แสดงชั้นชัดเจนโดยแทรกสลับกับหินทรายเนื้อละเอียด และหินดินดานปนกรวด ในหินดินดานพบซากดึกดำบรรพ์จำพวกหอยกาบคู่ หอยบราดิโอพอด และไบรโอซัว วัตถุประสงค์ของหมวดหินนี้ประมาณ 520 เมตร โดยวัดจากบริเวณที่จัดให้เป็นชั้นหินแบบฉบับคือ ที่เขาพระประมาณ 8 กม ทางตะวันตกของบ้านดอนไทร เพชรบุรี (จากถนนเพชรเกษม กมที่ 140) จากการสำรวจธรณีวิทยาภาคสนามของเรา แต่เราได้ประเมินความหนาแน่นไว้เพียง 300 เมตร มีอายุประมาณยุคคาร์บอนิเฟอรัส (กรมทรัพยากรธรณี, 2532)

หมวดหินเขาเจ้า (Khao Chao Formation) ประกอบด้วยหินดินดานและหินโคลนสีเขียวเทา สลับกับหินทรายปนแก้วภูเขาไฟ หินแก้วภูเขาไฟเนื้อละเอียดชนิดไรโอไลท์ หินทรายกึ่งสะอาด (quartzitic sandstone) และหินทรายปูน(feldspathic sandstone) มีอายุยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลาย ความหนาที่ประเมินได้ทั้งหมดคือ 850 เมตร แต่ที่เราทำการศึกษาได้ประมาณ 700 เมตร แต่ที่ตรงบริเวณชั้นหินแบบฉบับคือ ที่เขากิ่งประมาณ 3 กม ทางตะวันตกของทางหลวงสายเพชรเกษม ประมาณหลัก กม 131.8

สำหรับบริเวณแถบเกาะภูเก็ต ซึ่งทำให้เกิดช็อกกลุ่มหินภูเก็ตนี้ โดยทั่วไปมีลักษณะของการลำดับชั้นหินใกล้เคียงกับกลุ่มหินแก่กระงาน (ราชบุรี-เพชรบุรี) กลุ่มหินภูเก็ต พบเห็นบนคาบสมุทรของไทยด้วย เช่น กระบี่-พังงา-ระนอง ชั้นหินที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ชั้นหินโคลนสีเทา มีชั้นบาง ๆ และชั้นหินทรายสลับหินโคลน (ทำให้หลายคนคิดว่าอาจมีการสะสมตัวแบบน้ำขุ่น หรือ turbidite และหลายแห่งแสดงการเลื่อนไถลของตะกอน(slump structure) เช่น ที่แหลมพันวา บางครั้งพบรูซอนไซ(burrows)มากมาย เช่นที่เกาะสิเหร่ ความหนาที่ประเมินได้ประมาณ 3 กม เพราะไม่ปรากฏชั้นล่างสุด ส่วนบนสุดวางตัวแบบค่อนข้างต่อเนื่องกับหินปูนกลุ่มหินราชบุรี (อายุกลางยุคเพอร์เมียน) และแสดงชั้นชัดเจนมากกว่าส่วนล่าง ซึ่งส่วนบนนี้ประกอบด้วยหินดินดาน เนื้อทราย และหินทรายเนื้อละเอียด เช่นที่เขานางหงส์ หรือเป็นตะกอนแก้วภูเขาไฟวางตัวได้หินเชิร์ต เช่นที่เกาะยางน้อย ประมาณ 50 เมตร จากหินปูนยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ที่เกาะยางน้อย เกาะมุก และเกาะพีพี (ระหว่างภูเก็ต-ตรัง) Waterhouse (1982) ได้พบหอยกาบคู่ หอยบราดิโอพอด ชนิดน้ำเย็น (cold-water) และบางครั้งปะปนกับซากไบรโอซัว ซึ่ง

กำหนดอายุได้ประมาณ ต้นยุคเพอร์เมียนจากซากหอยนี้ ส่วนทางใต้แถบเขาเมงประมาณ 30 กม ทางตะวันตกของตรังพบซากพืช (เช่น ตระกูล *Walchia of piniformis* Schlotheim, *Taeniopteris* sp.) ซึ่งเป็นพืชที่พบมากแถบมหาทวีปกอนวานาเท่านั้น แสดงถึงอายุประมาณต้นยุคเพอร์เมียนด้วย ทำให้คิดว่ากลุ่มหินแก่กระงานหรือกลุ่มหินภูเก็ตสะสมตัวสิ้นสุดในต้นยุคเพอร์เมียนมากกว่าที่กรมทรัพยากรธรณี (2532) ได้เคยเสนอไว้

ดังที่ได้กล่าวมาตอนต้นว่าได้เคยมีการเสนอชื่อหมู่หินอันดามัน (mantajit, 1979) เพื่อใช้แทนกลุ่มหินแก่กระงาน ซึ่ง Tantiwanit และคณะ (1983) ได้เสนอผลงานเรื่องนี้ใหม่และแบ่งกลุ่มหินอันดามันเป็น 2 หมวดหิน คือ หมวดหินภูเก็ต และหมวดหินเกาะยางน้อย รูป 5.3.1 และ 5.3.1 และเสนอว่าชั้นตะกอนน่าจะมีความเป็นชั้นตะกอนนิรสถาน (diamictite sequence)

ในภาพรวม ๆ กรมทรัพยากรธรณี (DMR, 1989) ได้กำหนดให้การสะสมตัวของกลุ่มหินแก่กระงานนี้เป็นแบบทะเลตั้งแต่ น้ำลึก(หมวดหินห้วยพูน้อย) ไปจนถึงแบบน้ำตื้น(หมวดหินเขาเจ้า)

เชื่อกันว่ากลุ่มหินภูเก็ตเป็นตะกอนน้ำลึกซึ่งสะสมตัวนอกชายฝั่งและอยู่ห่างจากกลุ่มหินแม่ฮ่องสอน และหินปูนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (กลุ่มหินทองผาภูมิ) แถบกาญจนบุรี Bunopas (1993, 1997) ได้เสนอว่า ชั้นตะกอนเหล่านี้อาจมีกำเนิดจากก้อนน้ำแข็งพามา(ice-rafted)จากขั้วโลกใต้ของมหาทวีปกอนวานา และเมื่อมาถึงเส้นรุ้งใกล้ศูนย์สูตรก็ละลายจนเกิดการสะสมตัวของชุดหินตะกอนของกลุ่มหินภูเก็ต หรือแก่กระงานได้จบจนถึงต้นยุคเพอร์เมียน หินน้ำแข็งพาก็ตกตะกอนหมดตามไหล่และป่าทวีป และเกิดการสะสมตัวของหินปูนในยุคเพอร์เมียนต่อมา

5.3.4 หมวดหินวังสะพุง (Wang Saphung Formation)

หมวดหินนี้ตั้งชื่อโดยอคุลย์ เจริญประวัติ (Charoen prawat และคณะ 1984) ใช้เรียกหินตะกอนเม็ดในบริเวณแถบ จ. เลย และบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ที่ประกอบด้วยหินทรายและหินดินดาน แทรกสลับด้วยหินปูน และหินกรวดชั้นบาง ๆ โดยมีชั้นหินแบบฉบับอยู่ในบริเวณห้วยหลวงและห้วยขุนนาทางตะวันออกของอำเภอวังสะพุง(เลย) (Bunopas และคณะ, 1988) สภาพการตกตะกอนน่าจะเป็นน้ำตื้นแต่ก็ลึกกว่าหินปูนยุคเพอร์เมียน (กลุ่มหินเลย) ที่ จ. เลย อย่างไรก็ตาม Assavapatchara (1999) และ Charoenthitirat (1999) ได้เสนอแนวความคิดที่ว่าหมวดหินวังสะพุงอาจแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงวิหยาตะกอนในแนวราบ(lateral-facies change) กับหมวดหินที่มิโฮพารของกลุ่มหินเลยได้ โดยอาศัยการลำดับชั้นตะกอน และวิวัฒนาการของซากดึกดำบรรพ์ที่พบในแถบ จ. เลย

หมวดหินวังสะพุงมีความหนาทั้งหมดประมาณ 400 เมตร สามารถแบ่งเป็น 2 หมู่หิน คือ หมู่ล่าง ซึ่งในที่นี้เรียก หมู่หินปากเนียม(Pak Nium member) ตามที่ Fontaine และคณะ (1982) ได้พบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิดในหินดินดาน หินทราย และเลนซ์หินปูน ซากสัตว์พวกนี้ ได้แก่ ไครนอยด์ โบรโอซัว หอยปีกนทหรือฟิเนสเทลลา ไตรโลไบต์ และซากใบไม้ และอนุกรม

(Spores) ที่พบในหินโคลนแทรกด้วยหินทรายสามารถกำหนดอายุได้เป็นต้นของกลางยุคคาร์บอนิเฟอรัส (อนุยุค Bashkirian)

ส่วนหมู่หินล่างหรือในที่นี้เรียกหมู่หินห้วยบุณนาค(Huai Bun Nak member) ตามชื่อที่ Waterhouse (1982) พบหอยบราคิโอพอดในหินทรายและหินดินดานบนเส้นทางวังสะพุง-อุดรธานี ซึ่งหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินดินดาน หินโคลน หินเชิร์ต(ซิลิเซียส) หินทราย หินทรายแป้ง และเลนซ์ หินปูนที่มีซากสัตว์มากมาย เช่น ไครนอย โบรโอซัว และ ปะการัง (ดู Yanagida 1971, 1975) นอกจากนี้ Sashida และคณะ (199..) ได้พบซากราดิโอลาเรีย ในหินดินดานปนควอร์ตซ์ สามารถกำหนดอายุให้เป็ต้นยุคเพอร์เมียน

ในที่นี้เราจัดให้หินตะกอนในหมวดหินวังสะพุงมีวิวัฒนาการอยู่ด้านตะวันออกสุดของแผ่นนครไทยซึ่งรองรับด้วยหินที่แก่กว่าจำพวกเชิร์ตและบะซอลต์ซึ่งถือว่าเป็นฐานหินของแผ่นนครไทย

5.3.5 หมวดหินตะกอนเม็ดแหลมสิงห์ (Laem Sing Formation)

หมวดหินนี้เราตั้งให้โดยเริ่มจาก Bunopas (1981, 1983) เรียกตะกอนแดงเขาทะลาย(Khao Thalai Redbeds) และตะกอนเขาแก้วกำพราง (Khao Kaeo Kamprang Shale/Sandstone) ซึ่งอย่างแรกเป็นหินทรายสะอาดสีขาวอมน้ำตาลทรายปนกรวดสีแดง หินทรายขุนและหินดินดานสีแดงอมชมพู พบระหว่างแกลงกับท่าใหม่(จันทบุรี) โดยชั้นหินมีการเอียงเทส่วนใหญ่ไปทางทิศตะวันออกประมาณ 40° - 70° ลักษณะโดยทั่วไปชั้นหินวางตัวไปตามความยาวของเขาทะลายและวางตัวเป็นแนวเดียวกับหินปูนยุคเพอร์เมียน ส่วนทางตะวันออกของเขาทะลายประกอบด้วยเขาเนินเดี่ยว 2-3 เขา ซึ่งหินส่วนใหญ่เป็นหินทรายแป้งมีไมกา หินดินดาน หินเชิร์ต หินปูน และหินกรวด ซึ่ง Bunopas (1983) จัดให้เป็นหินตะกอนเขาแก้วกำพราง มีการเอียงเทส่วนใหญ่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (30° - 60°) มีการคดโค้งโค้งงอของชั้นหิน บางส่วนเช่นที่ใกล้ๆ แกลงพบหินแก้วภูเขาไฟชนิดเมฟิก(สีเข้ม)แทรกอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามพบซากดึกดำบรรพ์อายุประมาณต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส(Visian) ได้แก่ ซากโบรโอซัว หอยบราคิโอพอด ลำตัวไครนอย จากการศึกษของเราเชื่อว่าเฉพาะ ส่วนที่เป็นหินตะกอนบริเวณเขาแก้วกำพรางเท่านั้น ที่น่าจะจัดให้อยู่ในช่วงอายุเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส ส่วนหินตะกอนแดงเขาทะลายซึ่งเดิมคิดว่าจะจัดเป็นหินคาร์บอนิเฟอรัส เราจัดให้เป็นเพียงหินตะกอนอายุประมาณจูแรสซิก ซึ่งเทียบได้เท่ากับหินชุดโคราชเท่านั้น และเทียบได้เท่ากับหมวดหินแหลมสิงห์ (Laem Sing Formation, เลิศสิน รัชสาสกุลวงศ์, 2539) ส่วนหินตะกอนเขาแก้วกำพรางซึ่งเราเสนอให้เป็นหมวดหินแหลม มีชื่อเรียกแตกต่างกันซึ่งวิจัย ศิวบรร (2533) จัดให้เป็นหน่วยหินแหลมงอบอายุระหว่างเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส เช่นเดียวกับ เลิศสิน รัชสาสกุลวงศ์(2533) แต่สิโรตม์ ศัลยพงษ์(2535) จัดให้เป็นอายุเพอร์เมียน ส่วนพล เขาว์ดำรงค์ จัดให้มีอายุระหว่างเพอร์เมียนถึงไตรแอสซิก และเรียกว่า หมวดหินเนินโพธิ์(Noen Pho

Formation) โดยเราคิดว่าหมวดหินแหลมสิงห์นี้อาจเทียบเคียงได้กับหมวดหินวังสะพุง ซึ่งทำให้เราจัดให้เป็นส่วนที่อยู่ทางตะวันออกสุดของแผ่นนครไทย การจัดให้หมวดหินแกลงดังกล่าวทำให้เชื่อว่าแผ่นนครไทยอาจต่อเลยออกมาทางใต้ถึงส่วนของภาคตะวันออก ด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาทางโบราณชีววิทยา โดยเฉพาะซากปะการังในหินตะกอนเมื่อบริเวณตอนเหนือสุดของเขาใหญ่ (40 กม.ทางตะวันออกเฉียงใต้ของ อ.บ่อทอง (ชลบุรี) ซึ่ง Fontaine & Salyapongse (1997) กำหนดอายุให้เป็นต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัสทำให้เพิ่มความเชื่อมั่นว่านอกจากหมวดหินแหลมสิงห์ที่เราคิดว่ามีอายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายแล้วยังมีหินอีกหมวดอายุใกล้เคียงกันคือ คาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น อยู่ในแถบทางเหนือของ อ.แกลง(ระยอง) หรือตะวันออกของ อ.บ่อทอง (ชลบุรี) ด้วย ซึ่งอาจจัดให้เป็นส่วนของแผ่นลำปาง-เชียงรายได้

5.3.6 ซากดึกดำบรรพ์

โดยเหตุที่ได้มีนักธรณีวิทยาและนักโบราณชีววิทยา[หรือนักบรรพชีวินวิทยา] ทำการศึกษาเรื่องซากดึกดำบรรพ์อายุนี้ไว้มา โดยเฉพาะบนแผ่นฉานไทยตั้งแต่เหนือสุด (แม่ฮ่องสอนถึงใต้สุด(สงขลา) เราจึงได้แจกแจงรายละเอียดโดยจัดแบ่งการอธิบายซากดึกดำบรรพ์แยกเป็นหัวข้อต่างหาก และเพื่อให้เข้าใจง่ายจึงจำแนกออกเป็น 2 ช่วง คือ 1) ต้นยุค และ 2) กลางถึงปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส

***บริเวณแผ่นฉานไทย โดยมีบริเวณชั้นหินแบบฉบับแถบจังหวัดราชบุรี แม้ว่าจะไม่เคยมีการกำหนดชั้นหินแบบฉบับนี้เลย (ดู Bunopas, 1981) แต่บางคนก็ยังใช้ชื่อเรียกหินปูนเช่นนี้เรื่อยๆ 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) จากการศึกษาในภาคสนามและจากการข้อมสึหินพบว่าในหลายบริเวณ เช่นที่พังงา สุราษฎร์ และนครศรี-ธรรมราช (ดู Assavapatchara, และคณะ,1999) หินปูนในแถบนี้มีแร่โคโลไมต์อยู่มาก พวกเขายังเชื่อว่าแร่โคโลไมต์เหล่านี้ อาจเกิดในช่วงพลังของการแข็งตัวในหินตะกอน(late diagenesis process) โดยมักพบเป็นสายแร่โคโลไมต์เล็ก ๆ (veinlet dolomite) แทรกอยู่ในหินปูน โดยเฉพาะในแนวรอยเลื่อนต่าง ๆ

ซากพืชสัตว์พบมากพอควร แต่ไม่แสดงการกระจายพันธุ์ (diversity) เท่าที่ควร ส่วนใหญ่ได้แก่ ฟอรัมมินิเฟอราตัวเล็ก ๆ หอยบราดิโอพอดและสาหร่าย โดยเฉพาะฟอรัมบางชนิด เช่น *Shanita sp.* และ *Eopolydixodina sp.* มักพบมากมายหลายแห่ง (Ueno, 1999) กลุ่มหินนี้เท่านั้น และหลายชนิดแสดงอายุประมาณกลางยุคเพอร์เมียน

ในที่นี้เราเสนอให้หินกลุ่มราชบุรีเทียบสัมพันธ์หรือเทียบเคียงได้กับหินปูนที่ Bunopas, (1981 และ 1992) เรียกว่ากลุ่มหินไทรโยค (Sai Yok Group) ซึ่งเราคิดว่าน่าจะเริ่มต้นจากหินปูนยุคเพอร์เมียนทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยวม (Khun Yuam River) ผ่านลงมาทางใต้ยังจังหวัดตาก กาญจนบุรี ราชบุรี ต่อเลยไปที่ประจวบคีรีขันธ์ และพัทลุง ซึ่งจากการศึกษาของเราเชื่อว่าจะ เป็นพวกเดียวกัน หรืออยู่ในแวดวงเดียวกันกับแผ่นฉาน-ไทย และปรากฏพบซากฟอสซิล เช่น *Verbikimid* และ *Neoschwagerinid* ปรากฏอยู่น้อยมากในกลุ่มหินราชบุรีหรือกลุ่มหินไทรโยคนี้

กลุ่มหินไทรโยคแบ่งออกเป็น 3 หมวดหิน (ตาม Bunopas & Vella, 1992) ตามลำดับจากแก่ไปอ่อน ได้แก่ หมวดหินม่วงกรูด หมวดหินไทรโยค และหมวดหินท่ามะเดื่อ โดยชั้นหินโผล่ตามแนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์

หมวดหินเขาม่วงกรูด หรือบางครั้งเรียกหินทรายเขามืองกรูด (Muang Krut Sandstone) (โดย Bunopas, 1983) หมวดหินส่วนล่างโผล่ให้เห็นบริเวณตีนเขาม่วงกรูด(ประมาณ 15 กม ทางตะวันตกของตัวเมืองกาญจนบุรีตามถนนกาญจนา-ไทรโยค ทางฝั่งด้านเหนือของถนน) หมวดหินประกอบด้วยชั้นหินทรายชั้นหนาที่มีความหนารวมกันประมาณ 200 เมตร โดยมีหินดินดานสีเขียวเทา ชั้นบาง ๆ แทรกสลับในส่วนบนประมาณ 100 เมตร ชั้นหินทรายความหนาเริ่มน้อยลง แต่กลับมีชั้นหินดินดานหนาขึ้น และต่อมามีคัลไซด์มากขึ้นในชั้นหินทรายในตอนบน ชั้นหินทรายเหล่านี้มักให้ซากหอยบราดิโอพอด หอยสองฝา ไบรโอซัว และปะการัง จากซากหอยบราดิโอพอด (ที่ชื่อ *Chonetinella sp.*) ทำให้สังัด พันธุ์โอภาส (Bunopas, 1992) เชื่อว่าหมวดหินนี้น่าจะมีอายุระหว่างปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงต้นยุคเพอร์เมียน

หมวดหินไทรโยค หรือเรียกหินปูนไทรโยค(Sai Yok Limestone) (Bunopas, 1992) ประกอบด้วยชั้นหินปูนเป็นส่วนใหญ่ที่มีความหนารวมกันประมาณ 900 เมตร แบ่งอย่างง่ายเป็น 3 หมู่ โดยมีหินทรายสีน้ำตาลแทรกสลับในหมู่ล่าง (Lower member) ประมาณช่วง 100 เมตรแรก และมีซากหอยบราดิโอพอด ฟอสซิล และปะการัง หินปูนที่พบเป็นชั้นบาง ๆ ของพวกแคลคาร์ไนท์ (calcarenite) ถัดมาเป็นหมู่กลาง (Intermediate member) อีกประมาณ 600 เมตร เป็นหมู่หินปูนชั้นหลัก ซึ่งมีความหนามาก หินปูนส่วนใหญ่เป็นมิโคลีถึงไมโครสเปไร์ด ผลึกเล็กและบางส่วนมีการตกผลึกใหม่ สีขาวอมน้ำตาลถึงขาวอมเทา และบางครั้งพบแร่โคโลไมต์อยู่บ้าง บางช่วงสลับกับหินโคลนซึ่งไร้ซากดึกดำบรรพ์ สำหรับหมู่บน (Upper member) ซึ่งหนาประมาณ 200 เมตร ประกอบด้วยชั้นหินปูนสลับกับหินตะกอนเม็ดโดยที่หินปูนมักแสดงชั้นหินชัดเจน สีขาวเทาถึงเทาขาว แสดงการตกผลึกใหม่บ้าง ผลึกเล็กถึงปานกลางแทรกอยู่กับชั้นหินทรายสีเทาถึงสีน้ำตาล

หินปูนในส่วนต่างๆ มีซากฟอสซิล เช่น *parafusulina* sp., *Eopolydiexodina* sp. ในอายุยุคเพอร์เมียนตอนกลาง

หมวดหินท่ามะเดื่อ หรือที่สังัด พันธุ์โอภาส เรียกหินทรายท่ามะเดื่อ (Tha Madua Sandstone) ซึ่งพบว่ามีความหนาประมาณ 80 เมตร พบอยู่ประมาณ 6 กิโลเมตรทางตะวันตกของบ้านท่ามะเดื่อ (35 กิโลเมตร ทางตะวันตกของเมืองกาญจนบุรี) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทราย สีน้ำตาลถึงขาว สลิกหายับถึงหายปานกลาง เนื้อแข็ง แทรกสลับกับหินดินดาน สีน้ำตาลอมแดงถึงอมเทาเนื้ออ่อน และเป็นชั้นบาง Hages & Kemper (1976) ได้รายงานว่า พบ *Eopolydiexodina* และ *Yangchienia* sp. ซึ่งกำหนดอายุให้เป็นกลางยุคเพอร์เมียนช่วงปลาย

5.3.7 กลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group)

กลุ่มหินสระบุรีนี้แต่เดิมเรียกรวม ๆ กันว่า กลุ่มหินราชบุรี (Brown และคณะ, 1951, Javanaphet, 1969, Piyasin, 1972, Bunopas, 1976) แต่ต่อมา สังัด พันธุ์โอภาส (Bunopas, 1981) ได้แยกเป็นอีกกลุ่มหินหนึ่งต่างหาก เนื่องจากมีความแตกต่างจากหมู่หินราชบุรี ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของประเทศ Bunopas (1981) ได้จัดให้หมู่หินปูนที่อยู่ทางตะวันออกของประเทศ ตั้งแต่จังหวัดเลย ติดขอบที่ราบสูงโคราชจนมาถึงเพชรบูรณ์และสระบุรี ในแนวเหนือใต้ ส่วนอีกแนวหนึ่งอยู่ทางขอบที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ตั้งแต่ทางตะวันออกของนครสวรรค์มาทางตาก ลพบุรี และลงมายังสระบุรีในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ กลุ่มหินนี้มักแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งคดโค้ง โกงงอและรอยเลื่อนมากมาย

ไชยยันต์ หินทอง (Hinthong 1981, 1985) ได้จัดแบ่งกลุ่มหินสระบุรีออกเป็น 6 หมวดด้วยกันตามลำดับจากแก่สุดไปยังอ่อนสุด ได้แก่ หมวดหินเขาขวาง, หมวดหินพุพี, หมวดหินหนองปล้อง, หมวดหินปางอโศก, หมวดหินเขาขาด และหมวดหินซิบบอน

หมวดหินเขาขวาง (Khao Khwang Formation) หมวดหินนี้มีชั้นหินแบบฉบับชัดเจนบริเวณเขาขวาง (สระบุรี) ชั้นหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนชั้นหนา สีเทาตั้งแต่เทาเข้มถึงดำจนถึงเทาอ่อน แทรกสลับกับชั้นหินบาง ๆ ของพวกเชิร์ตและเชิร์ตที่เป็นก้อนกลม (nodular) ในบางแห่งหินอาจเป็นหินโคลไลไมต์ซึ่งแทรกสลับกับหินดินดานสีน้ำตาลอมชมพูจนถึงเทาเขียว หินทรายและหินทรายเนื้อเถ้าภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟ ความหนาทั้งหมด 490 เมตร ซากชีวิต ได้แก่ ฟอสซิล ห้วยบราดีโอปอด หอยสองฝา ไบรโอซัว และลำตัวไครนอยด์ ซึ่งกำหนดอายุได้ในช่วงปลายของต้นยุคเพอร์เมียน (Sakmarian, ดู Hinthong, 1985) แต่เมื่อต่อเลยไปทางเหนือแถบลพบุรี-ชัยบาดาล โดยเฉพาะบริเวณเขาสมโภชน์ โดยจากลักษณะและชนิดของฟอสซิล แสดงอายุช่วงต้นของกลางยุคเพอร์เมียน (Artin-Skian, Nakornsri, 1981)

หมู่หินพุพี (Phu Phe Formation) หมวดหินนี้จัดตั้งโดยไชยยันต์ หินทอง (Hinthong, 1981) โดยให้ชั้นหินนี้วางตัวอยู่เหนือหมวดหินพุพีแบบเหลี่ยมชั้นด้านข้าง (lateral facies Change) กับชั้น

หินที่แก่กว่าคือ หมวดหินเขาขวาง พบที่บริเวณเขาพุพี (กม131-132 บนถนนมิตรภาพ กท-สระบุรี) วัดความหนารวมบริเวณชั้นหินแบบฉบับดีประมาณ 593 เมตร โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูน มีซากกระดูก มักแสดงชั้นหนาถึงหนามากโดยมากมีสีเทาอมม่วงจนถึงเทาเข้มจัด โดยมีชั้นบางๆ ของหินเชิร์ต ซึ่งบางครั้งแสดงลักษณะก้อนแข็งมากกว่าหินปูน อย่างไรก็ตามบางส่วนของชั้นหิน แสดงการดันเลื่อนขึ้นไปทำให้ดูเหมือนวางตัวอยู่บนหมวดหินซิบบอนซึ่งอ่อนที่สุด ซากสัตว์ที่สำคัญได้แก่จำพวก Fusulinis เช่น Pseudoshwagerina sp. Triticites sp. และ Faraschagerina ในหินปูน ต่างกำหนดอายุให้อยู่ในช่วงปลายยุคเพอร์เมียน

หมู่หินหนองหญ้าปล้อง (Nong Yaplonge Formation) หมู่หินนี้วัดความหนาประมาณ 600 เมตร ในแถบบริเวณบ้านหนองปล้อง ตะวันออกเขาขวาง สระบุรี และกำหนดอายุจากซากแอมโมไนต์ ชื่อ Agathoceras และฟูลินิค ให้เป็นกลางยุคเพอร์เมียน (Artinskian-Kungurian) ชั้นหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินดินดานชั้นบาง ๆ แทรกสลับกับหินปูนซึ่งมีก้อนเชิร์ต และมีเนื้อดินปนบ้าง ทำให้คิดว่าน่าจะเกิดในบริเวณที่ลึกกว่าหมู่ก่อน ๆ

หมู่หินปางอโศก (Pang Asok Formation) หมู่หินนี้ได้ชื่อจากบ้านปางอโศก ใกล้สถานีรถไฟปางอโศก ชั้นหินของหมู่นี้หนาประมาณ 350 เมตร ประกอบด้วยหินดินดานสีเทาอมน้ำตาลถึงเทาเขียวเป็นส่วนใหญ่ และบางชั้นมีเลนซ์หินปูนแทรก พบซากใบไม้และหอยสองฝาจำพวกอายุประมาณกลางยุคเพอร์เมียน เช่นกัน

หมู่หินเขาขาด (Khao Khad Fromantion) หมู่หินนี้นับว่ามีความหนาที่สุดในบรรดาหมู่หินของกลุ่มหินสระบุรีด้วยกัน ความหนาประมาณ 1,800 เมตร โดยชัยยันต์ หินทอง ส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นหินปูนค่อนข้างหนาถึงหนามากแทรกสลับด้วยหินดินดานและหินโคลโลไมต์ บางบริเวณพบหินตะกอนเม็ด เช่น หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง และหินกรวดอยู่บ้าง แทรกสลับกับหินหลัก ๆ พบซากชีวิตมากมาย เช่น ฟูลินิค หอยบราดิโอปอด หอยแก๊สโทรปอด และแอมโมไนต์ อายุระหว่างช่วงกลางถึงช่วงปลายยุคเพอร์เมียน

หมู่หินซิบบอน (Sap Bon Formation) หินหมู่นี้ประกอบด้วยหินตะกอนแตกหลุม(detrital) หรือตะกอนเม็ด (clastics) จำพวกหินดินดานสีน้ำตาลและเทาแทรกสลับอยู่กับหินทรายสีน้ำตาลอมเหลืองถึงอมเขียว โดยมีชั้นหินปูนบาง ๆ และก้อนกลมของหินเชิร์ตแทรกอยู่ด้วยบ้าง ความหนาที่วัดได้บริเวณแถบบ้านซิบบอน (อ. ทับทิม) ประมาณ 1,000 - 1,100 เมตร มีรายงาน (Hinthong, 1981), ว่าบางบริเวณหินถูกแปรสภาพไปเป็นหินชนวน หินฟิลไลต์ และหินชีสต์ ซึ่งเราคิดว่าน่าจะมีผลมาจากการแปรสภาพแบบกัมบริเวณ (dynamothermal metamorphism) เนื่องจากหินถูกดันเลื่อนขึ้น (Chutakosikanon, 1997) ในหลายบริเวณชั้นหินตะกอนปรากฏว่ามีซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น Pseudofusutina และ Neoschagerina รวมทั้งซากแอมโมไนต์ เช่น Agaticeras ด้วยเหตุนี้ชัยยันต์ หินทอง จึงกำหนดให้หินหมู่นี้มีอายุประมาณปลายยุคเพอร์เมียน

5.3.8 กลุ่มหินเลย (Loei Group)

จากการศึกษาของสันต์ อัสวพัชระ (Assavapatchara, 1999), ในแง่การลำดับชั้นหินจากตัวหิน และของฐิติมา เจริญฐิติรัตน์ (Charoenthitirat, 1999) พบว่าหินตะกอนโดยเฉพาะหินปูนมีลักษณะการลำดับชั้นหินและอายุหินโดยซากดึกดำบรรพ์แตกต่างจากหินปูนบริเวณแถบสระบุรีหรือกลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group) อย่างมาก ทำให้เราต้องแยกหินปูนและหินตะกอนเมื่อดอายุเพอร์เมียนในบริเวณแถบจังหวัดเลย และขอบที่ราบสูงโคราชทางใต้ เช่น เพชรบูรณ์ ชัยภูมิ และลพบุรี ออกจากหมู่หินที่เรียกหมู่หินสระบุรีแถบจังหวัดสระบุรีและข้างเคียง

หินในกลุ่มนี้แต่เดิมเรียกว่าหินปูนราชบุรี (Charoenprawat & Wongwanich, 1976) และต่อมาเรียกกลุ่มหินสระบุรี (Bunopas, 1981) แต่ในที่นี้เราเรียกกลุ่มหินเลย (ตาม Assavapatchara, 1999) ซึ่งประกอบด้วย 3 หมวดหินด้วยกันคือ หมวดหินน้ำมโหฬาร หมวดหินอีเลิส และหมวดหิน ผาเตื่อ (หรือด่านซ้าย)

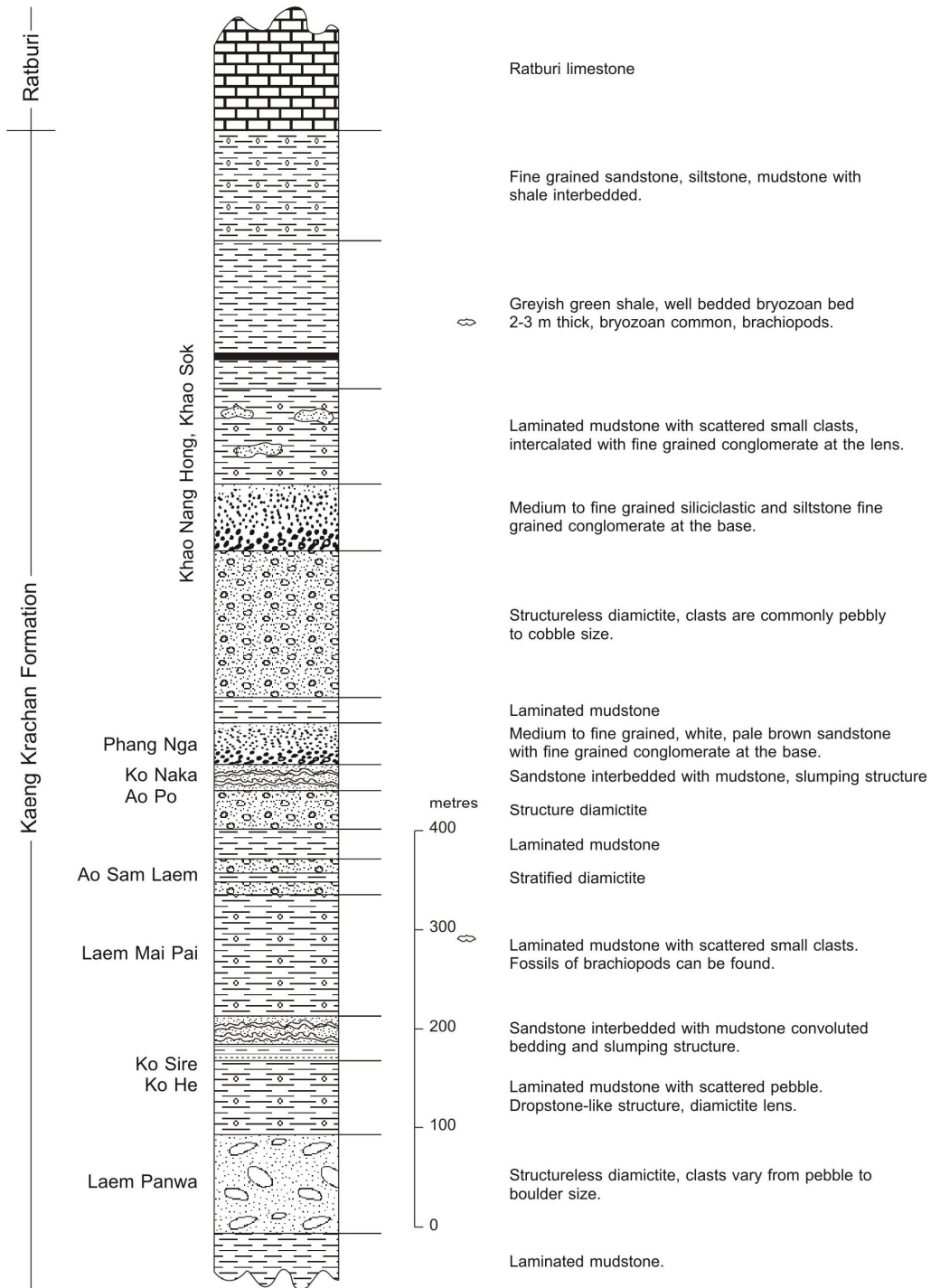
หมวดหินน้ำมโหฬาร หินหมวดนี้หนาทั้งหมดประมาณ 400 - 500 เมตร โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนแสดงชั้นชัดเจน ตั้งแต่หนาถึงหนามาก โดยมีบางส่วนแทรกสลับหินทรายและหินดินดานสีเทาอมน้ำตาล และหินทรายสีน้ำตาลแดง ตลอดจนมีก้อนเชิร์ต หมวดหินนี้บางส่วนวางตัวต่อเนื่องบนหินชุดเก่าคือหมวดหินวังสะพุง แต่นักธรณีวิทยาหลายท่านเชื่อว่า น่าจะวางตัวต่อเนื่องด้านข้าง (lateral facies change) กับหมวดหินวังสะพุงด้วย (เช่น Charoen Thitirat, 1999) อันได้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น ฟูซูลินิก ฟอแรมมินิเฟอรัสชนิดเล็ก, ไครนอยด์ หอยบราซิโอพอด และสาหร่ายซึ่งแสดงถึงการสะสมตัวในน้ำตื้น โดยเฉพาะบริเวณแถบบ้านนาดินดำ และภูขาว พบช่วงรอยต่อเกือบสมบูรณ์แบบของยุคเพอร์เมียนตอนต้น (Asselian) และยุคคาร์บอนิเฟอรัสเกือบตอนปลายสุด (Kasimovian) โดยซากฟูซูลินิกที่ชื่อ *Triticites ozawai* และ *Parachwagerina yanagidai* สำหรับต้นยุคเพอร์เมียน และที่ชื่อ *Sphaeroschwagerina sphaerica-gigas* และ *Pseudoschwagerina robusta* สำหรับปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Charoenthitirat & Ueno, 1999)

หมวดหินห้วยอีเลิส (E - lert Formation) หมวดหินนี้ Charoenprawat & Wongwanich, 1976) ได้กำหนดอายุให้เป็นกลางยุคเพอร์เมียน โดยให้หินปูนเนื้อดิน หินดินดานที่แทรกสลับกับหินเชิร์ต และหินทรายเนื้อเถ้าภูเขาไฟ ที่ปรากฏอยู่แถบด้านตะวันตกของแม่น้ำเลย และทางตะวันตกเฉียงเหนือของตัวเมืองเลย เป็นชั้นหินแบบฉบับ และมีความหนารวมทั้งสิ้นประมาณ 450 เมตร ลักษณะของชั้นตะกอนขวางและชั้นตะกอนลอนลูกคลื่น (wavy beds หรือ laminations) พบเห็นอยู่เสมอในชั้นหินทราย ซึ่ง Alterman (1989) กำหนดให้เป็นชุดหินตะกอน Bouma ประเภท A ซากสัตว์จำพวกแอมโมนอยด์ ชื่อ *Agaticeras suessi* และซากฟูซูลินิก ชื่อ *Parafusulina sp.* ที่พบในหินดินดานเนื้อซิลิกาและหินปูน แสดงอายุระหว่างต้นยุคเพอร์เมียนถึงกลางยุคเพอร์เมียน (ดู Ishibashi และคณะ, 1996)

ชุดหมวดหินผาเตือ (Pra Dua Formation) ซึ่งหนารวมกันประมาณ 400 เมตร และได้พบซากใบไม้ กำหนดอายุให้เป็นเกือบปลายยุคเพอร์เมียน (Kazanian) ส่วนใหญ่หมวดหินประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน ซึ่งแสดงการเปลี่ยนลักษณะชัดเจน บางครั้งก็แทรกสลับด้วยตะกอนเถ้าภูเขาไฟ ชั้นหินแสดงลักษณะชั้นตะกอนขวางขนาดเล็ก และลักษณะชั้นหินตะกอนอื่น ๆ ที่ถูกเรียกรวมกันว่า ชุดหินตะกอน Bouma ประเภท T โดย Alterman (1989) ชุดหินนี้วางตัวอย่างไม่ต่อเนื่องอยู่กับชั้นหินจะให้เขาทำอะไร

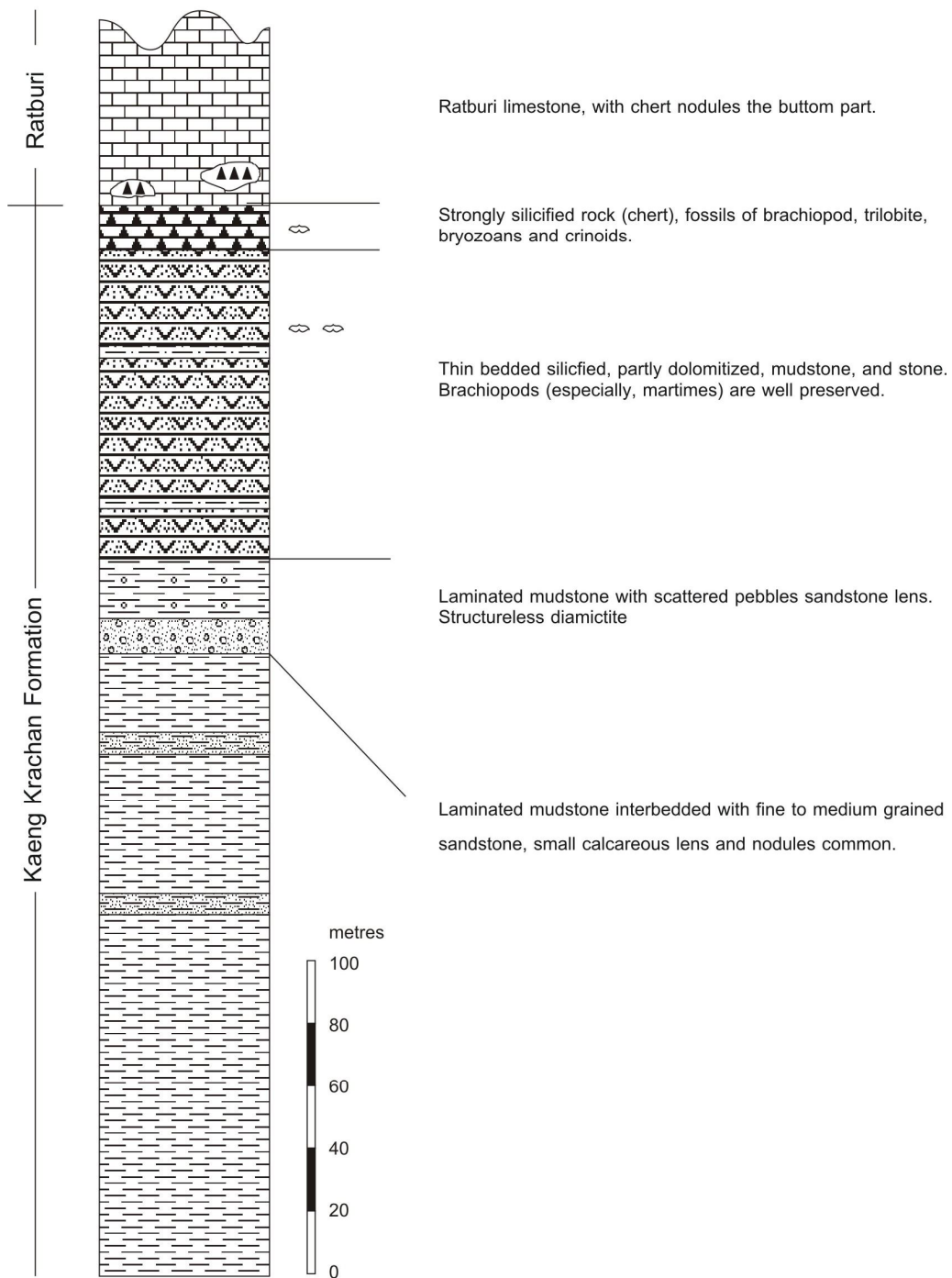
สำหรับในบริเวณแถบเพชรบูรณ์และอุดรธานี อาจแสดงลักษณะชั้นหินแตกต่างไปจากกลุ่มหินเลยบัว Chonglakmani และคณะ (1979) ได้จัดแบ่งหินออกเป็น 3 กลุ่ม จากเก่าไปอ่อนได้แก่ หมวดผานกเค้า หมวดห้วยนาขาม และหมวดน้ำคูก

หมวดหินผานกเค้า ส่วนใหญ่เป็นหินปูนสีเทา ชั้นหนาถึงหนามาก ซึ่งแสดงก้อนหินเชิร์ตกลม หรือที่ต่อเป็นชั้น และสลับกับหินดินดานสีเทา



Stratigraphic sequence of Phuket Formation

รูป 4.4.1.1 ลำดับชั้นหินของกลุ่มหินแก่กระ जान ที่เกาะภูเก็ต เรียกหมวดหินภูเก็ต (Tantivanit และคณะ, 1983)



Stratigraphic sequence of Ko Yao Noi Formation.

รูป 4.4.1.2 ลำดับชั้นหินของกลุ่มหินแก่งกระจาน เกาะขวาน้อย (ใกล้เกาะภูเก็ต ระหว่าง กระบี่-พังงา) เรียกหมวดหินเกาะขวาน้อย (Tantivanit และคณะ, 1983)

5.4 หินอายุเพอร์เมียน

สำหรับประเทศไทยหินอายุเพอร์เมียนส่วนใหญ่มักเป็นหินปูนหรือหินคาร์บอนเนต และมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ ซึ่งเมื่อก่อนพยายามเรียกรวม ๆ ว่า หินปูนราชบุรี (Ratburi Limestone, ดู Javanaphet 1969) ต่อมาจึงมีการจัดตั้งชื่อใหม่มากมาย เช่นในส่วนที่ปรากฏแถบตะวันตกของไทย (จุลทวีปฉานไทย) เรียกกลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group) ถ้าอยู่แถบบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จุลทวีปอินโดจีน) เรียกกลุ่มหินสระบุรี (Sraburi Group) หรือทางภาคเหนือเรียกกลุ่มหินงาว (Ngao Group) เป็นต้น Bunopas (1992) ได้จัดแบ่งกลุ่มหินที่สะสมตัวในช่วงอายุนี้ไว้คล้าย ๆ กัน และแบ่งเป็น 3 หมวดหิน ซึ่งได้แก่ *หมวดล่าง* มักประกอบด้วยหินปูนชั้นหนาถึงหนามาก และมีการแทรกสลับของหินตะกอนเม็ด และหินเชิร์ต หรืออาจเป็นทรายสลับหินดินดานและตามด้วยหินปูนชั้นบาง ๆ ส่วน *หมวดกลาง* มักประกอบด้วยหินปูนชั้นหนามากเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจเป็นเนื้อโคลโลไมท์ หรือเนื้อดินก็ได้ และอาจมีหินเชิร์ตดำและดินดานดำแทรกสลับบ้าง และ *หมวดบน* ประกอบด้วยหินตะกอนเม็ด ซึ่งได้แก่หินทราย และหินดินดาน ซึ่งอาจหินตะกอนภูเขาไฟแทรกในตอนบน

โดยทั่วไปจากถาวรรวม ๆ ได้ว่า หินอายุเพอร์เมียน ซึ่งมักเป็นหินปูนนี้ส่วนใหญ่วางตัวอยู่ใต้กลุ่มหินลำปางแบบไม่ต่อเนื่อง และกับหินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินภูเขาไฟแบบไม่ต่อเนื่องเช่นกัน หินยุคเพอร์เมียนมักวางตัวต่อเนื่องกับหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส แม้ว่าหินยุคนี้จะเป็หินขอดนิคมที่มีผู้ศึกษากันมากแต่ก็ไม่ค่อยมีท่านผู้ใดได้ศึกษารายละเอียดอย่างจริงจัง โดยเฉพาะในเรื่องการกำเนิดของหินยุคนี้ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสัณฐานเท่าใดนัก

ในที่นี้เราได้พยายามจัดกลุ่มเพื่ออธิบายหินตะกอนในยุคนี้ของแต่ละแผ่นเพื่อสะดวกในการเข้าใจเรื่องการแปรสัณฐานได้มากขึ้น รูป 5.4.1 แสดงการกระจายตัวของกลุ่มหินอายุเพอร์เมียนต่าง ๆ ในประเทศไทย โดยเราแบ่งการบรรยายออกเป็น 1) กลุ่มหินราชบุรี (หรือกลุ่มหินไทรโยค) 2) กลุ่มหินสระบุรี 3) กลุ่มหินเลย 4) กลุ่มหินงาว 5) กลุ่มหินจันทบุรี

5.4.1 กลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group)

กลุ่มหินนี้ใช้เรียกหินปูนอายุประมาณยุคเพอร์เมียน (ดู Bunopas, 1981, 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) ได้จำกัดเฉพาะหินปูนที่อยู่เกิดการสะสมตัวเฉพาะ

5.5 หินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก

ในที่นี้เราได้จัดเพิ่มเติมหินอายุนี้เข้ามา แม้ส่วนใหญ่ในบรรดาหินระหว่างยุคนี้ด้วยกันมักมีรายงานว่าพบเป็นหินตระกูลอัคนีเป็นส่วนใหญ่ ไม่ค่อยมีท่านใดได้เสนอหินตะกอนที่อยู่ระหว่างคาบเกี่ยวกับสองยุคนี้เท่า นั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะหลายคนมักคิดว่าการเปลี่ยนแปลงจากยุคเพอร์เมียนไปเป็นยุคไทรแอสซิกในหลายแห่งมักแสดงด้วยแนวความไม่ต่อเนื่องของชั้นหิน ยกเว้นก็มีเพราะที่บริเวณแถบนำนและลำปางที่พบแนวต่อเนื่อง (conformable Contact), ชัดเจน (Theradilok, 1992) ยิ่งทางภาคตะวันตกของประเทศยุคไทรแอสซิกตอนต้นและตอนกลางแทบหายไปเลย แต่ความจริงแล้วยังไม่เคยพบหลักฐานทางซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นตัวแสดงรอยต่อระหว่างยุคเพอร์เมียนกับไทรแอสซิกที่ชื่อ Otoceras (โอโตเซอร์รัส) สักครั้งซึ่งไม่เหมือนทางแถบจีนที่พบมากมาย แต่ในที่นี้เพื่อให้สะดวกต่อการอธิบายในเรื่องแปรสัณฐานของไทย เราจึงได้จัดแบ่งหินในระหว่าง 2 ยุคนี้ออกเป็น 5 กลุ่มหิน คือ กลุ่มหินแพร่ (Phrae Group) กลุ่มหินจันทบุรี (Chantaburi Group) กลุ่มหินบ่อพลอย, กลุ่มหินแม่มา และหมวดหินน้ำคูก รูป 4.6.1 แสดงการกระจายตัวของหมวดหินทั้งสอง

5.5.1 กลุ่มหินแพร่

กลุ่มหินแพร่ตั้งขึ้นโดย Bunopas (1981, 1991) ใช้เรียกหินหลากหลายชนิด ช่วงอายุเพอร์เมียนหรือแก่กว่าจนถึงไทรแอสซิกซึ่งมีความหนาทั้งหมดราว 2,000 ม ที่อยู่ทางตะวันออกของกลุ่มหินงาว(หินปูนยุคเพอร์เมียน) และกลุ่มหินลำปางยุคไทรแอสซิกโดยได้ชื่อจากจังหวัดแพร่ (170 กม ทางตอนเหนือของสุโขทัย) จัดว่ากลุ่มหินแพร่เป็นกลุ่มหินที่ประกอบด้วยตะกอน 3 หมวดหินใหญ่ ๆ ด้วยกัน หมวดล่างสุดได้แก่ หินเชิร์ตมีราดิโอลาเรีย หินปูนเลนซ์ และหินอัคนีสีเข้ม-เข้มจัด และหินละลายบะซอลต์ ซึ่งเทียบเคียงอายุได้ประมาณยุคเพอร์เมียนตอนกลางถึงปลาย เราให้ชื่อว่าหมวดหินสันติสุข หมวดนี้หนาประมาณ 50 เมตร เป็นตะกอนทะเลค่อนข้างลึก (flych) ซึ่งได้แก่ตะกอนหินดินดานที่มีหินทรายแทรกสลับบ้างชั้นหนามากที่มีหินปูนแทรกเป็นชั้นบางบ้าง (อายุกลางยุคเพอร์เมียน) เราให้ชื่อหมวดแม่สาย หมวดกลางนี้หนาประมาณ 500 เมตรถัดขึ้นมาเป็นหมวดกลาง ส่วนหมวดบนสุดประกอบด้วยตะกอนหนามากกว่า 1,000 ม เราได้ให้ชื่อว่าหมวดหินร่องกวาง(Rong Kwang Formation) ซึ่งได้แก่หินทรายสกรปรกปราศจากซากดึกดำบรรพ์และตะกอนเถ้าธุลีภูเขาไฟสีเขียวเทาและหินปูนอยู่ด้วย ซึ่งคาดว่าน่าจะอยู่ในยุคปลายยุคเพอร์เมียนจนถึงไทรแอสซิก แต่ต่อมา Chonglakmani (1994) ได้พบซากดึกดำบรรพ์ที่จัดให้เป็นยุคไทรแอสซิกตอนต้นในหินปูนที่เขาร่องกวางต่อจากนั้นจึงเป็นชั้นตะกอนที่วางตัวแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเราจัดให้เป็นพวกเดียวกับกลุ่มหินลำปางตอนบน ซึ่งได้แก่ หินกรวด ปูนเหลี่ยมในตอนล่าง และตามด้วยหินปูนที่แทรกสลับอยู่กับหินทรายแป้ง และหินดินดาน (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 4.7) ซึ่งแนวความคิดของเราคล้ายกับที่ สงัด พันธุ์โอภาส ได้ให้ไว้ (ดู Bunopas, 1981, 1983, 1992)

กล่าวคือ กลุ่มหินแปรของท่านได้กำหนดไว้ตั้งแต่ยุคคาร์บอนเฟอรัสจนถึงไตรแอสซิก และเราเชื่อว่ากลุ่มหินแปรอาจวางตัวอยู่เหนือฐานหินเปลือกสมุทรของแผ่นลำปาง-นครไทย เลย และต่อเลยไปยังแผ่นนครไทย ซึ่งเราจัดให้เป็นหมวดหินน้ำดุกแทน

5.5.2 กลุ่มหินจันทบุรี

กลุ่มหินจันทบุรีก็ถูกตั้งขึ้น โดย Bunopas (1981,1986) เหมือนกัน ประกอบด้วยหมวดหิน 3 หมวด ในช่วงอายุตั้งแต่เพอร์เมียนหรือแก่กว่าจนถึงไตรแอสซิก คือหมวดสระแก้ว(Sra Kaeo Formation) หมวดเขาชะกัน(Khao Chakan Formation) และหมวดแหลมงอบ(Laem Ngob Formation) โดยที่หมวดหินสระแก้ววางตัวอยู่ล่างสุด อายุประมาณเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส ประกอบด้วยหินเชิร์ตมีราดิโอลาเรียน หินปูน และ ชั้นหินเลี่ยนคัน(melange) ของชุดหินโอฟี-โอไลต์ และหินอัคนีสีเข้ม ซึ่งอาจเป็นช่วงอายุต้นถึงปลายยุคเพอร์เมียนหรืออาจแก่ถึงถัดมาเป็นหมวดหินจะกัน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูนเป็นชั้นไม่หนาประมาณไม่เกิน 500 เมตร หมวดหินบนสุดคือ หมวดหินแหลมงอบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินเชิร์ตมีชากราดิโอลาเรีย และหินตะกอนภูเขาไฟชนิดถ้ำรูตี และชนิดธารละลายซึ่งเดิมให้อายุคาร์บอนิเฟอรัส แต่ Bunopas (1992) เปลี่ยนให้เป็นกลางยุคไตรแอสซิกจากชากราดิโอลาเรีย (Hada และคณะ, 1997) กลุ่มหินจันทบุรีวางตัวอยู่ข้างใต้และบางช่วงซ้อนทับด้านข้างไปเป็นหินหมวดโป่งน้ำร้อน(Pong Nam Ro Fromation) Bunopas (1992) เรา ได้แสดงการเปรียบเทียบกลุ่มหินแปรและกลุ่มหินจันทบุรีไว้ตามลักษณะการแปรสัณฐาน (ดูตาราง 4.6.1)

ตาราง 4.6.1 ลำดับชั้นกลุ่มหินแปร และ กลุ่มหินชั้นทุรณี

5.6 หินมหายุคพาลีโอโซอิกในประเทศเวียดนาม ลาว และกัมพูชา (Paleozoic rocks in Vietnam Lao and Cambodia)

ในประเทศเวียดนาม ลาว และกัมพูชานั้น ได้มีการแบ่งหินมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic rocks) ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ (อ้างอิงจาก Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991)

- 1.1) ยุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic)
- 1.2) ยุคพาลีโอโซอิกตอนกลาง (Middle Paleozoic)
- 1.3) ยุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic)

จากหลักฐานการเกิดวิวัฒนาการทางธรณีวิทยาในส่วนของแผ่นดินอินโดไชน่านั้น (geological evolution of Indochina) ทำให้สามารถแบ่งขอบเขตทางธรณีวิทยา (geological regions) ออกเป็น 8 ส่วน ได้แก่ (รูปที่ 5.6.1)

1. Littoral Bacbo
2. Vietbac
3. West Bacbo
4. Northwest Lao
5. Truongson
6. Kontum-Savannakhet
7. Dalat-Stungtreng
8. West Cambodia

ซึ่งประเทศลาว และกัมพูชานั้นอยู่ในบริเวณของขอบเขตทางธรณีวิทยาดังนี้ คือ Northwest Lao, บางส่วนของ Truongson, Kontum-Savannakhet, Dalat-Stungtreng และ West Cambodia (อ้างอิงจาก Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991)

5.6.1 ยุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic)

หินที่พบในยุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic rocks) นั้นส่วนใหญ่จะกระจายตัวบริเวณทางเหนือของแผ่นดินอินโดไชน่า (North of Indochina) และบางส่วนของ Truongson, Stungtreng, West Cambodia **West Bacbo และ Vietbac**

การกำหนดอายุของหินที่พบส่วนใหญ่ จะถูกกำหนดโดยซากบรรพชีวิน (Index fossils) โดยที่

- ในช่วงยุคแคมเบรียนตอนล่าง (Lower Cambrian) จะถูกกำหนดโดย Acritarch และ Oncolit

- ในช่วงยุคแคมเบรียนตอนบน (Upper Cambrian) จะถูกกำหนดโดย Trilobites และ Brachiopods
- ในช่วงยุคออโดวิเซียน และไซลูเรียน (Ordovician and Silurian) จะถูกกำหนดโดย Graptolites, Corals และ Bivalves

1) ช่วงยุคแคมเบรียนตอนบน ถึง ออโดวิเซียนตอนล่าง (Upper Cambrian – Lower Ordovician)

ในประเทศเวียดนาม หินในช่วงยุคนี้แบ่งเป็น ช่วงยุคแคมเบรียนตอนล่าง-ตอนกลาง โดยบริเวณตามแนวแม่น้ำแดง ทางด้านขวา ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ หินทราย เซริไซต์ซิสต์ มี phosphorite ความหนา 600 ม. พบฟอสซิล Acritarcha และ Oncolithium บังอายุ แคมเบรียนตอนต้น ทางตอนเหนือและตะวันตกของประเทศ พบหินเซริไซด์ิกซิสต์ แทรกสลับกับ greenstone และ siliceous schist มี Mn บางพื้นที่ และบางบริเวณพบแทรกสลับกับหินปูน ความหนาของชั้นหิน 2,000 – 3,000 ม. พบฟอสซิล Ptychoparia sp., Metanomocare grandiformia Inovyinia sp. และทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ พบหินเซริไซด์ิกซิสต์ แทรกสลับกับหินควอร์ตไซต์ มีฟอสซิล Ptychang-nostus atavus, Prohedinia cf., attenuate ฟอสซิลเหล่านี้อยู่ทางตอนบนของ Middle Cambrian (Tran Van Tri, 1977, Pham Kim Ngan, 1986) และยุคหิน แคมเบรียน-ออโดวิเซียนตอนล่าง โดยหินประกอบด้วยหิน เซริไซด์ิกซิสต์ หินทรายเนื้อควอตซ์ หินกรีนซิสต์ (เมตาบะซอลต์) หินซิลิเซียสซิสต์ และหินปูน ความหนา 4,500 ม. พบฟอสซิล Drepanura premesnili, walcotti, Lotagnostus ส่วนตอนบนเป็น ฟอสซิล Isotelus stenocephanus, Asaphopsis Jacobi(O₁) บริเวณขอบทางตอนเหนือของ Kontum Block ตอนล่างเป็นหิน ซิลิเซียสซิสต์ และ แอนดีไซด์-บะซอลต์ ส่วนตอนบนเป็นหินซิสต์เนื้อดินเหนียวสีดํา มีฟอสซิล Didymograptus abnormis, Dictyonema asiaticum (Nguyen Van Phuc, 1981) ความหนาที่บริเวณนี้รวม 4,000 ม. (Nguyen Van Trang, 1984)(อ้างอิงจาก Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991)

หินที่พบในช่วงยุคนี้ส่วนใหญ่เป็นหินตะกอน (sedimentary rocks) ประกอบด้วย ควอร์ตซ์ (quartz) หินซิสต์ (schist) หินปูนเนื้อแข็ง (siliceous limestone) และหินปูนสีเทา (grey limestone) มีความหนาของชั้นหินประมาณ 1,100 เมตร พบกระจายตัวบริเวณแถบเมืองสามเหนือ (Xamnua) ของประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

ส่วนในประเทศกัมพูชา หินที่พบในช่วงยุคแคมเบรียน ถึง ออโดวิเซียนตอนล่าง (Cambrian – Lower Ordovician) ประกอบด้วยหินควอร์ตซ์ซิสต์ (quartz schist) และหินไบโอไทต์ควอร์ตไซต์ (biotite quartzite) พบกระจายตัวบริเวณแถบเมืองสตึงตรง (Stungtreng) (รูปที่ 5.6.3) นอกจากนี้ยังพบซากสิ่งมีชีวิต *Blainia aff. Gregaria* (ถูกกำหนดโดย T. Kobayashi) ซึ่งสามารถบอกอายุในช่วงแคมเบรียนตอนบน (Upper Cambrian)

2) ยุคออโดวิเซียน (Ordovician)

ในประเทศเวียดนาม หินอยู่ในช่วงอายุ ออร์โดวิเซียน – ไชลูเรียนตอนกลาง พบการลำดับชั้นอยู่ใน Bac Thai , แอ่ง Da River ประกอบด้วยหินกรวดมน หินทรายหินดินดาน และหินปูน พบฟอสซิล *Synehomalonotus birmanica*, *Plasmorella kiaeri* เป็นต้น และมี flysh-type terrigenous – tuffogenous sequence อยู่ตรงขอบทางเหนือ-ตะวันตกของ อ่าวตังเกี๋ย โดยแทรกสลับกับหินแอนดีไซต์ เดไซต์ และซิลิเซียสซิสต์ และบริเวณตอนเหนือของ Truong Son มีฟอสซิล *Monograptus boreus*, *Pristiograptus sp.*, ความหนารวม มากกว่า 2,500 ม. ส่วนบริเวณ Vietbac ประกอบด้วย เซริไซต์ และซิลิเซียส ซิสต์ แทรกสลับกับควอร์ตไซต์, orthophyre, trachyte และ Porphyry ที่มีแร่เหล็กและแมงกานีส (อ้างอิงจาก *Geology of Cambodia, Lao and Vietnam*, 1991)

หินที่พบส่วนใหญ่เป็นหินซิสต์ (schist) หินควอร์ตไซต์ (quartzite) หินฟิลไลต์ (phyllite) และมีบางส่วนเป็นหินคาร์บอเนต (carbonate rocks) ทำให้เชื่อว่าหินเดิมน่าจะเป็นหินที่ตกตะกอนสะสมตัวในน้ำทะเลจำพวกหินทราย (sandstone) หินดินดาน (shale) และหินปูน (limestone) แทรกสลับ เมื่อพิจารณาร่วมกับซากบรรพชีวินที่พบในหิน เช่น ไตรโลไบต์ (trilobite) บราคิโอพอด (brachiopod) และแกรปโตไลต์ (graptolite) แสดงว่าหินเดิมน่าจะเป็นหินตะกอนน้ำลึก (flysch)

Lovatt Smith และคณะ (1996) ได้กำหนดหินที่พบบริเวณรอบ ๆ เมืองเวียงจันทน์ (Vientiane) ให้เป็นหินชุดน้ำซอย (Nam Xoi Formation) ซึ่งพบเป็นหินแปรเป็นส่วนใหญ่ และจัดให้เป็นหินฐาน (basement) ของบริเวณนี้ (รูปที่ 5.6.2)

จากการศึกษาของ Fontaine and Workman (1978) พบซากไตรโลไบต์ (trilobite) ที่ชื่อ *Trinucleous cf. ornatus* โดยถูกกำหนดให้มีอายุในยุคออโดวิเซียน (Ordovician age) ซึ่งพบในหินดินดาน (sericitic shale) บริเวณเมืองเชียงของ (Xiengkhouang) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

ในประเทศกัมพูชา ไม่มีข้อมูลหินยุคนี้ (อ้างอิงจาก *Geology of Cambodia, Lao and Vietnam*, 1991)

5.6.2 ยุคพาลีโอโซอิกตอนกลาง (Middle Paleozoic)

เนื่องจากหินที่พบส่วนใหญ่ในยุคพาลีโอโซอิกตอนกลาง (Middle Paleozoic) มีความไม่ต่อเนื่องของชั้นหินระหว่างในยุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic) กับ ยุคดีโวเนียน (Devonian) ดังนั้นหินที่ปรากฏในยุคนี้จึงจัดให้อยู่ในยุคไชลูเรียน-ดีโวเนียน (Silurian-Devonian)

1) ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (Silurian-Devonian)

ประเทศเวียดนาม หินยุคไซลูเรียน พบบริเวณ Bacbo, Da River basin และเทือกเขา Truong Son ใกล้ชายแดนเวียดนาม-ลาว ประกอบด้วยหินซิสต์เนื้อดินเหนียว หินซิสต์เนื้อมาร์ล และหินปูนแทรกสลับกับหินทราย พบฟอสซิล *Retziella webri*, *Encrinurus cf. sinicus*, *Nipponophyllum sp.*, ความหนาของชั้นหิน 800-2,500 ม. และตรงบริเวณขอบของ West Bacbo และ Western Nambo ให้อายุไซลูเรียน จาก assumed terrigenous - tuffogeneous sediments (อ้างอิงจาก Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991)

หินยุคดีโวเนียนตอนล่าง – ตอนกลาง พบวางตัวไม่ต่อเนื่องในชั้นหินแก่กว่าใน West Bacbo และ Hue – Quang Tri ตอนล่างประกอบด้วย Detrital terrigenous sediments สีแดง มีฟอสซิลปลา และ Flora ส่วนตอนบนประกอบด้วย หินดินดานเนื้อดินเหนียว และ หินปูน หนา 1,500 – 2,500 ม. โดยฟอสซิลที่พบ ได้แก่ *Hysterolite wangi*, *Euryspirifer tonkinensis*, *Pachyfavosites polymorphus* และ *Caliopora battersbyi* นอกจากนี้ยังพบชั้นหินอายุนี้ ในบริเวณเทือกเขา Truong Son ซึ่งลักษณะของชุดหินแตกต่างจาก Bacbo โดยมีฟอสซิลต่างๆ น้อยกว่า โดยประกอบด้วย *Monograptus sp.*, *Nowakia*, *Styliolina*, *Schiospirifer*, *Stringocephalus*, *Favosites*, *Calceola* เป็นต้น (Tong Dzuy Thanh, 1986)

หินที่พบส่วนใหญ่เป็นหินดินดาน (shale) และหินทรายแป้ง (siltstone) พบกระจายตัวบริเวณแถบเมืองเซียงของ (Xiengkhouang) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2) นอกจากนี้ยังพบซากบรรพชีวินจำพวกไครนอยด์ (crinoid) และไตรโลไบต์ (trilobite) ที่มีชื่อว่า *Encrinurus punctatus var. laosensis* และ *Lichard cf. scabra* รวมทั้งหอยบราคิโอพอด (brachiopod) ที่มีชื่อว่า *Spirifer sulcatus*

สำหรับในยุคดีโวเนียนตอนล่าง ถึง ดีโวเนียนตอนกลาง (Lower-Middle Devonian) นั้น มีหลักฐานที่พบเป็นลักษณะปรากฏของหิน รวมถึงพบซากบรรพชีวิน (fossils) ดังนี้

- พบหินทรายเนื้อปูน (calcareous sandstone) บริเวณแถบเมืองอัตตะปู้ (Attapu) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2) และพบซากบรรพชีวินที่มีชื่อว่า *Schellwienella umbraculum* และ *Atrypa reticularis*

- พบหินปูน (limestone) และหินทราย (sandstone) ที่มีซากบรรพชีวิน (Eifelian and Givetian fossils) ที่มีชื่อว่า *Favosites eifeliensis*, *F. goldfussi* และ *Stringocephalus burtini* ซึ่งซากบรรพชีวินเหล่านี้เป็นที่รู้จักเพื่อใช้ในการกำหนดอายุในช่วงยุคดีโวเนียนตอนกลาง (Middle Devonian) บริเวณแถบเมืองเซียงของ (Xiengkhouang) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

- พบปะการัง (corals) จำพวก *Xysstriphyllum* ในหินปูน (limestone) ปะปนอยู่กับปะการังชนิดแท่ง (tabulate coral) และชนิด *Favosites* ซึ่งกำหนดอายุให้เป็นยุคดีโวเนียนตอนกลาง

(Middle Devonian) พบบริเวณทางตะวันตกของเมืองเวียงจันทน์ (Vientiane) แถบบ้านวังเหนือ (Ban Vang Nua) ในประเทศลาว (Fontaine and Workman, 1978) (รูปที่ 5.6.2)

นอกจากนี้ยังพบซากบรรพชีวินจำพวกไตรโลไบต์ (trilobite) และ บราคิโอพอด (brachiopod) และปะการัง (corals) เป็นจำนวนมากในแถบบริเวณเมืองเซียงของ (Xiengkhouang) และเมืองปากเด (Paklay) ของประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

ชุดหินที่พบว่าเป็นความไม่ต่อเนื่องของชั้นหินนั้น จัดอยู่ในยุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง ถึง พาลีโอโซอิกตอนกลาง (Lower-Middle Paleozoic) ซึ่งพบกระจายตัวบริเวณเกาะในอ่าวไทย (Gulf of Thailand) ได้แก่ เกาะน้ำคู้ (Namdu islands) และเกาะบาลัว (Balua islands) โดยให้ชื่อชุดหินนี้ว่า ชุดหินน้ำคู้ (Namdu Formation) และสามารถเทียบเคียงได้กับชุดหินที่ปรากฏในแถบตะวันตกเฉียงเหนือของลาว และบริเวณทางตะวันตกเฉียงใต้ของกัมพูชา

- สำหรับชุดหินน้ำคู้ (Namdu Formation) นั้น ประกอบด้วยตะกอนบก (terrigenous sediments) และหินภูเขาไฟ (acidic volcanics) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความหนาประมาณ 1,000 เมตร

5.6.3 ยุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic)

หินที่ปรากฏในยุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic) ส่วนใหญ่จะกระจายตัวในบริเวณแถบประเทศเวียดนาม กัมพูชา และลาว ซึ่งหินปูนในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian limestone) เป็นลักษณะเด่นของหินที่ปรากฏในยุคนี้

1) ยุคดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Devonian-Carboniferous)

จาก Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991 กล่าวถึงประเทศเวียดนามว่า หินยุคดีโวเนียนตอนบน ประกอบด้วย หินปูนแทรกสลับกับ siliceous shale มีแร่แมงกานีส และพบฟอสซิล *Crytospyrifer aff. Chaoi*, *Palmatolepis gracilis*, *Quasiendothyra sp.* ในบริเวณ เทือกเขา Truong Son มีตะกอนของ pyroclastic-terrigenous แทรกสลับด้วย flora มีถ่านหิน และชั้นหินดินดานเนื้อดินเหนียว มีฟอสซิล *Emanuella haugi* และ *Desquamatia* (Dzuong Xuan Hao, 1980)

ยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียนตอนกลาง ตอนล่างประกอบด้วยหินปูนและหินดินดานเนื้อซิลิกา ความหนาของชั้นหิน 1,000 ม. โดยตอนบนของชุดหินพบบริเวณ Truong Son เป็นหินดินดานเนื้อถ่าน และที่พบบริเวณ West Dac Lac เป็นหินดินดานเนื้อซิลิเซียส แทรกสลับกับหินปูน และที่บริเวณตอนกลางของแอ่ง Da River พบหินบะซอลต์ หินซิสต์เนื้อดินเหนียว และหินทรายแป้ง พบ ฟอสซิลพวก (*Tourmayella*, *Profusulinella*, *Triticites* และ *Neoschwagerina*) (Nguyen Van Liem, 1981)

หินที่พบในยุคนี้ประกอบด้วย หินจำพวกตะกอนบก-หินภูเขาไฟ (volcanic-terrigenous) และหินคาร์บอเนต (carbonate rock) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพบกระจายตัวบริเวณทางเหนือของเมืองส

ตึงเตรง (North Stungtreng) ปอยเปต (Poipet) ไพลิน (Pailin) และกัมปด (Kampot) ในประเทศกัมพูชา (รูปที่ 5.6.3) รวมทั้งเมืองน้ำท่า (Namtha) และไทรบุรี (Xaignabouli) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

จากการศึกษาของ J. Gubler (1935) หินในยุคดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Devonian-Carboniferous) ประกอบด้วย การแทรกสลับของหินดินดาน (shale) และมาร์ล (marl) ที่พบซากบรรพชีวินจำพวก *Radiolaria* กับ หินทรายเนื้อละเอียด (fine-grained sandstone) และหินปูน (limestone) ที่พบซากบรรพชีวินจำพวก *Radiolaria* และ *Spongia* ซึ่งวางตัวอยู่ในส่วนบน รวมทั้งการศึกษาของ B.A. Alabouvette และ C. Dottin ในแถบตะวันตกของประเทศกัมพูชา พบหินกรวดมน (conglomerate) และหินกรวดเหลี่ยม (breccia) ซึ่งมีการวางตัวของชั้นหินอยู่ด้านล่าง นอกจากนี้แล้วยังพบหินที่ปรากฏในบริเวณต่าง ๆ ดังนี้

- หินกรวดมน (conglomerate) และหินแข็งจำพวกซิลิกา (siliceous rock) ที่พบซากบรรพชีวินจำพวกไครนอยด์ (crinoid) และบราซิโอพอด (brachiopod) กระจายตัวบริเวณเมืองกำปด (Kampot) แถบเทือกเขาคีร์วอง (Krivong mountains) และท่าปก (Tapok mountains) ในประเทศกัมพูชา (รูปที่ 5.6.3)

- หินชีสต์ (schist) หินทราย (sandstone) และหินปูน (limestone) กระจายตัวบริเวณเมืองปากเล (Paklay) ทางตอนเหนือของประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2) ซึ่งจากลักษณะการสะสมตัวของตะกอนนั้น แสดงว่าหินชุดนี้วางตัวอยู่ใต้หินปูนในยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian limestone)

2) ยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian)

หินที่พบส่วนใหญ่ในยุคนี้ ประกอบด้วยหินปูน (limestone) และหินปูนเนื้อแข็ง (siliceous limestone) พบกระจายตัวบริเวณเมืองคำม่วน (Khammuon) เมืองเซน (Muongsen) และเมืองเชียงทอง (Xiengkhoung) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2) นอกจากนั้นยังพบหินจำพวกคาร์บอเนต (carbonate rock) กระจายตัวบริเวณเมืองตึงเตรง (Stungtreng) และเมืองกำปด (Kampot) ในประเทศกัมพูชา (รูปที่ 5.6.3) ตามลักษณะของหินที่ปรากฏ ดังนี้

- หินทราย (sandstone) หินคาร์บอเนต (carbonate rock) หินดินดาน (shale) และชั้นถ่านหิน (coal seam) ที่มีซากบรรพชีวินจำพวก *Carbonicola* รวมทั้งพบหินไรโอไลต์ (rhyolite) แอนดีไซต์ (andesite) ทัฟ (tuff) หินทราย (sandstone) และหินดินดาน (shale) ที่มีซากบรรพชีวินจำพวก *Orthocerus sp.* และ *Productus aagardi* กระจายตัวบริเวณเมืองไทรบุรี (Xaignabouli) และเมืองนาโม (Namou) ทางตอนเหนือของประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

- หินปูนในยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Permian-Carboniferous limestone) ที่มีซากบรรพชีวินจำพวก *Fusulina*, *Endothyra*, *Triticites*, *Schwagerina*, *Verbeekina* และ

Neoschwagerina ซึ่งถูกกำหนดโดย J. Fromaget, E.Saurin to Uralian, Artinskian และ Sakmarian กระจายตัวบริเวณแถบเมืองวังเวียง (Vangvieng) และน้ำลึก (Namlik) ทางตอนเหนือของประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2) - หินปูน (limestone) แทรกสลับกับหินจำพวกแอนดีไซต์ (andesite) หินกรวดมน และหินกรวดเหลี่ยม (volcanic breccia and conglomerate) ที่มีซากบรรพชีวินจำพวก *Fusulina* กระจายตัวบริเวณทางเหนือของเมืองสตึงเตรง (North of Stungtreng) แถบแม่น้ำโขง ในประเทศกัมพูชา (รูปที่ 5.6.3)

3) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

ในประเทศเวียดนาม หินในยุคเพอร์เมียนตอนบน พบว่าวางตัวไม่ต่อเนื่องบนชั้นหินที่เก่ากว่า กระจายอยู่เป็นบริเวณกว้าง ใน Bacb และในบางพื้นที่ของ Truong Son โดยพบหินปูนเป็นหลัก แต่ในหลายพื้นที่พบว่ามี Bauxite หรือชั้นถ่านในคอนล่างของการลำดับชั้น (Le Hong, 1986) พบฟอสซิล *Codonofusiella*, *Leptodus*, *Palaeofusulina* และ *Gigantopteris nicotinoefoliae* เป็นต้น (Phan Cu Tien, 1986) และพบหินบะซอลต์เป็นบริเวณกว้างในแอ่ง Da River ชั้นหินมีความหนา มากกว่า 1,000 ม. (Dao Dinh Thuc, 1985) (อ้างอิงจาก *Geology of Cambodia, Lao and Vietnam*, 1991)

หินที่พบในยุคนี้ ประกอบด้วยหินปูนที่มีซากบรรพชีวิน (fossiliferous limestone) เป็นส่วนใหญ่กระจายตัวบริเวณเมืองพระตะบอง (Battambang) และเมืองกำปด (Kampot) ในประเทศกัมพูชา (รูปที่ 5.6.3) รวมทั้งพบหินแอนดีไซต์ (andesite) ไรโอไลต์ (rhyolite) แทรกสลับกับหินปูน (limestone) กระจายตัวบริเวณเมืองเซียงของ (Xiengkhoung) ในประเทศลาว (รูปที่ 5.6.2)

หินปูนเพอร์เมียน (Permian limestone) ที่พบในประเทศกัมพูชา มีดังนี้ (J. Gubler, 1935)

- บริเวณแถบเมืองพนมซา (Phnomxa) พบหินที่ประกอบด้วย (จากล่างขึ้นบน)

a) หินกรวดมน (basal conglomerate) รองรับอยู่ทางด้านล่าง ซึ่งมีส่วนของหินจำพวกควอร์ตไซต์ (quartzite) หินทราย (sandstone) และไรโอไลต์ (rhyolite) แทรกอยู่ในเนื้อหิน

b) หินปูนที่มีลักษณะเป็น oolitic limestone

c) หินปูนที่มีซากบรรพชีวิน (fossiliferous limestone) และมาร์ล (marl)

d) หินปูนเนื้อแข็ง (siliceous limestone) ที่มีซากบรรพชีวินจำพวก Radiolaria และ

Sponges

e) หินปูนเนื้อแน่นชั้นหนา (massive limestone)

- บริเวณเมืองพระตะบอง (Battambang) พบหินปูนที่มีซากบรรพชีวินจำพวก *Yangchienia sp.*, *Cancellina sp.* of Artinskian or Kungurian และหินปูนที่มีซากบรรพชีวินจำพวกบราซิโอพอด (brachiopod) รวมทั้งมาร์ล (marl) หินทราย (sandstone) และหินชีสต์ (schist) (E. Saurin, 1963)

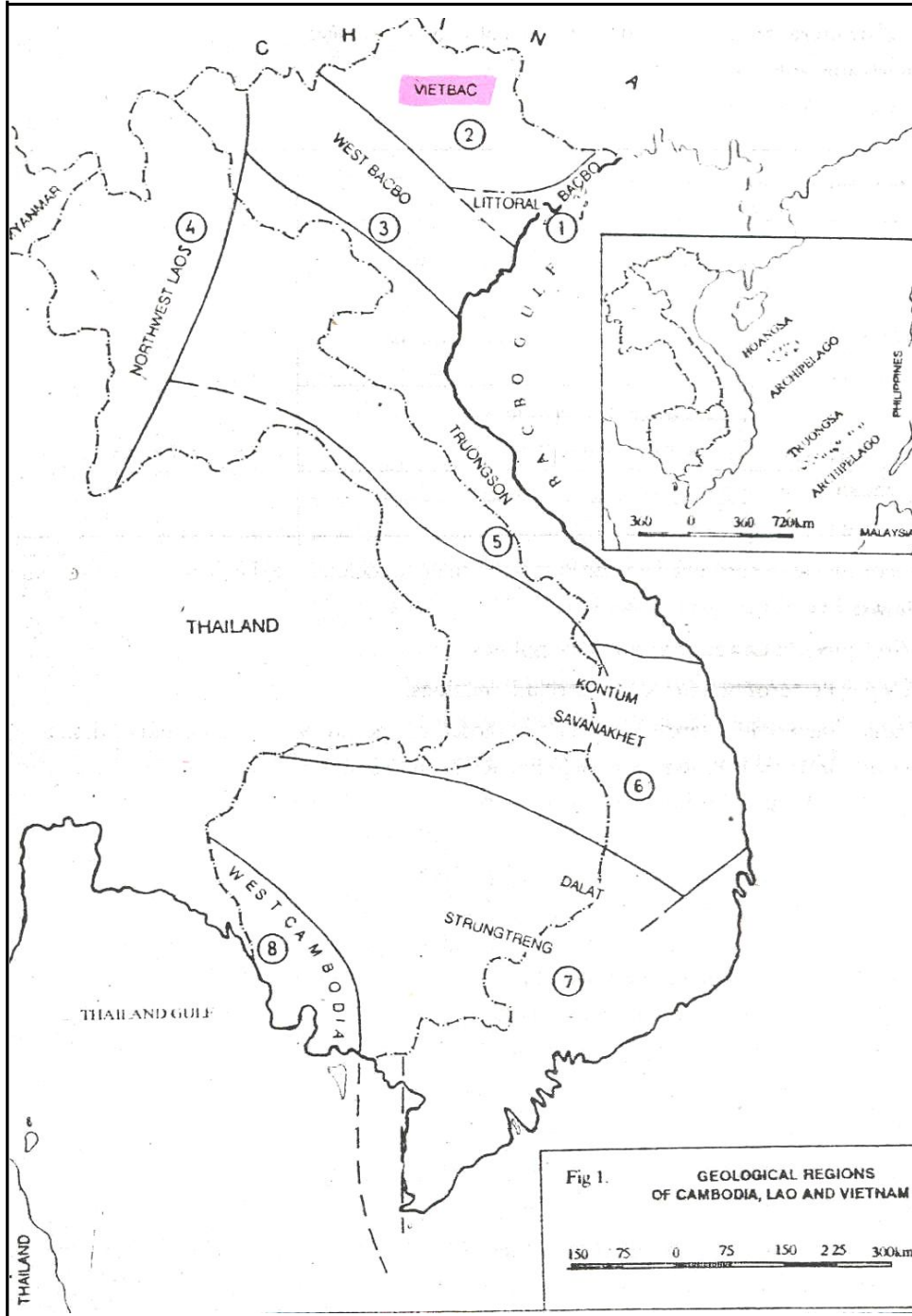
สำหรับในประเทศลาวนั้น หินยุคเพอร์เมียน (Permian rock) พบกระจายตัวบริเวณที่ราบจาร์ (Plain of Jars) เมืองเซียงของ (Xiengkhoung) และเมืองแคงเข (Khangkhay) (รูปที่ 5.6.2) ซึ่งสามารถจัดให้อยู่ในชุดหินแคงเข (Khangkhay Formation) ประกอบด้วยตะกอนจำพวกคาร์บอเนต (carbonate sediments) หินปูนคาร์บอเนต (carbonaceous limestone) และตะกอนบก-ภูเขาไฟ (volcano-terrigenous) นอกจากนี้ยังพบซากบรรพชีวินเป็นจำนวนมากจำพวกบราคิโอพอด (Brachiopods) แกสโตรพอด (Gastropods) พิเลซิพอด (Pelecypods) ไบรโอไฟต์ (Bryophytes) และฟุซูลินา (Fusulina) (Nguyen Xuan Lien, 1983)

- L. Dussault and Ch. Jacob ได้ทำการศึกษาลักษณะของหินโผล่ (outcrop) ที่ปรากฏตามเส้นทางพนสะวัน-แคงเข (Phonsavan-Khangkhay) พบว่าหินบริเวณนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 หมวด โดยหินทั้ง 3 หมวดนี้มีความหนาแน่นมากกว่า 1,000 เมตร ได้แก่

1) หินดินดาน (grey shale) และมาร์ล (marl) ที่มีซากบรรพชีวินจำพวก *Plicatifera sp.*, *Schuhertella sp.*, *Anatsalites sp.*

2) หินทรายจำพวกคาร์บอเนต (carbonate sandstone) หินดินดาน (shale) หินทรายแป้ง (siltstone) ทัฟ (tuff) แทรกสลับกับ หินไรโอไลต์เนื้อดอก (porphyric rhyolite) เดไซต์ (dacite) และ แอนดีไซต์ (andesite)

3) หินทรายแป้ง (siltstone) แทรกสลับกับ หินทราย (sandstone)



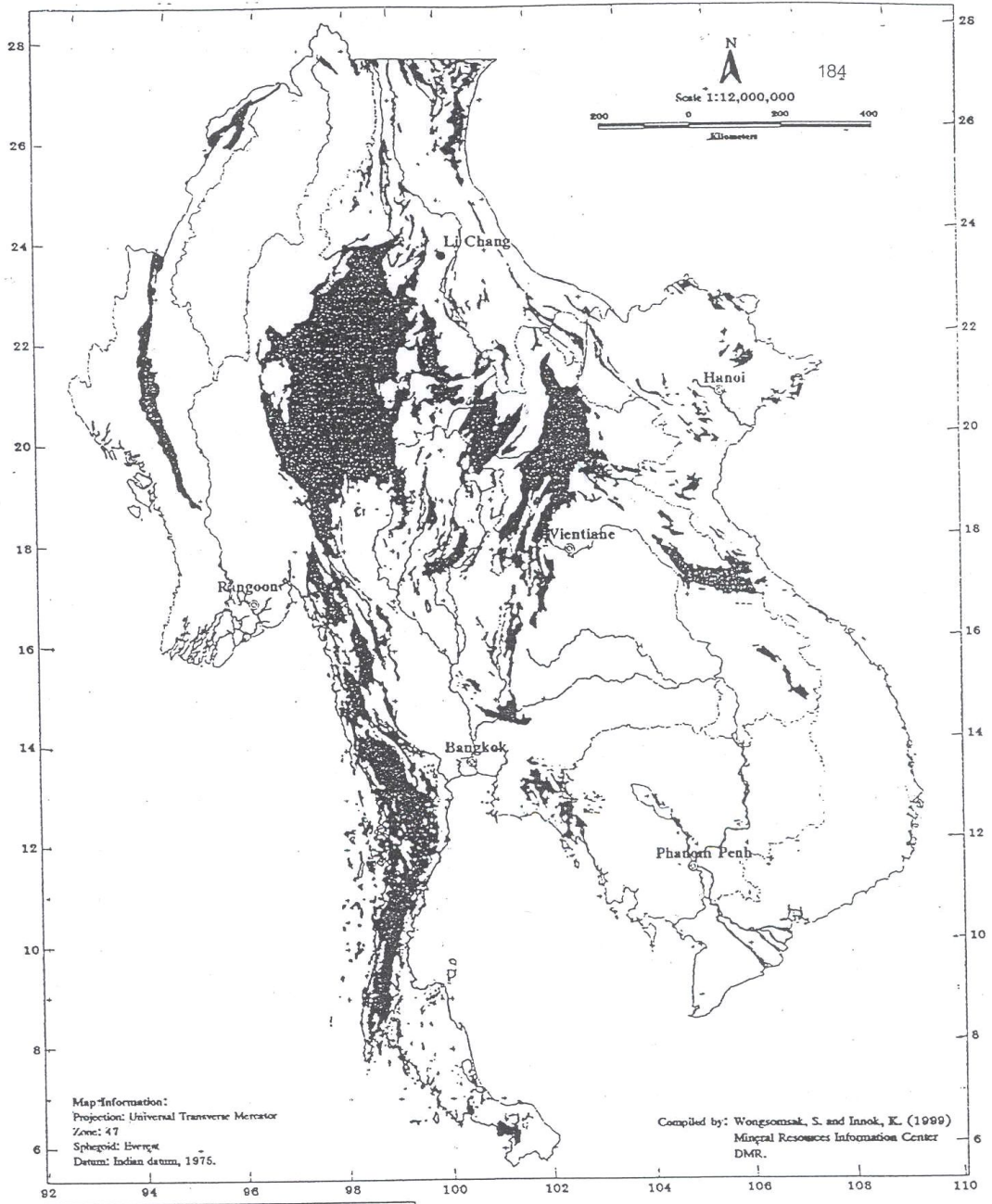
รูปที่ 5.6.1 ขอบเขตทางธรณีวิทยา (geological regions) ที่เกิดจากวิวัฒนาการทางธรณีวิทยาใน ส่วนของแผ่นฐานอินโดไชน่า (geological evolution of Indochina) (ที่มา: Geology of Cambodia, Lao and Vietnam, 1991)



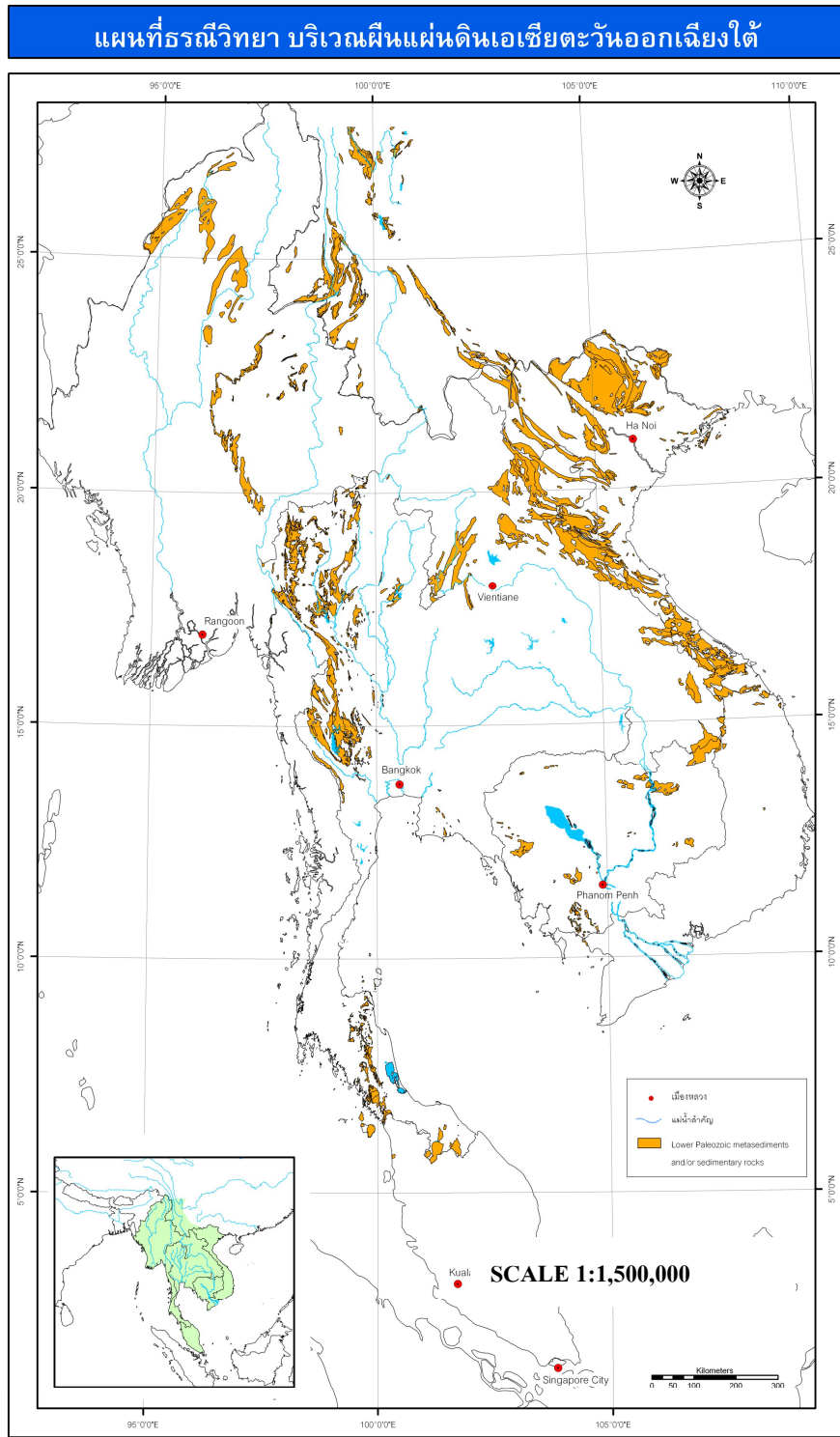
รูปที่ 5.6.2 การกระจายตัวของหินมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic rocks) ที่พบลักษณะของหินที่ปรากฏตามส่วนต่างๆ ของประเทศลาว (ที่มา: www.infoplease.com)



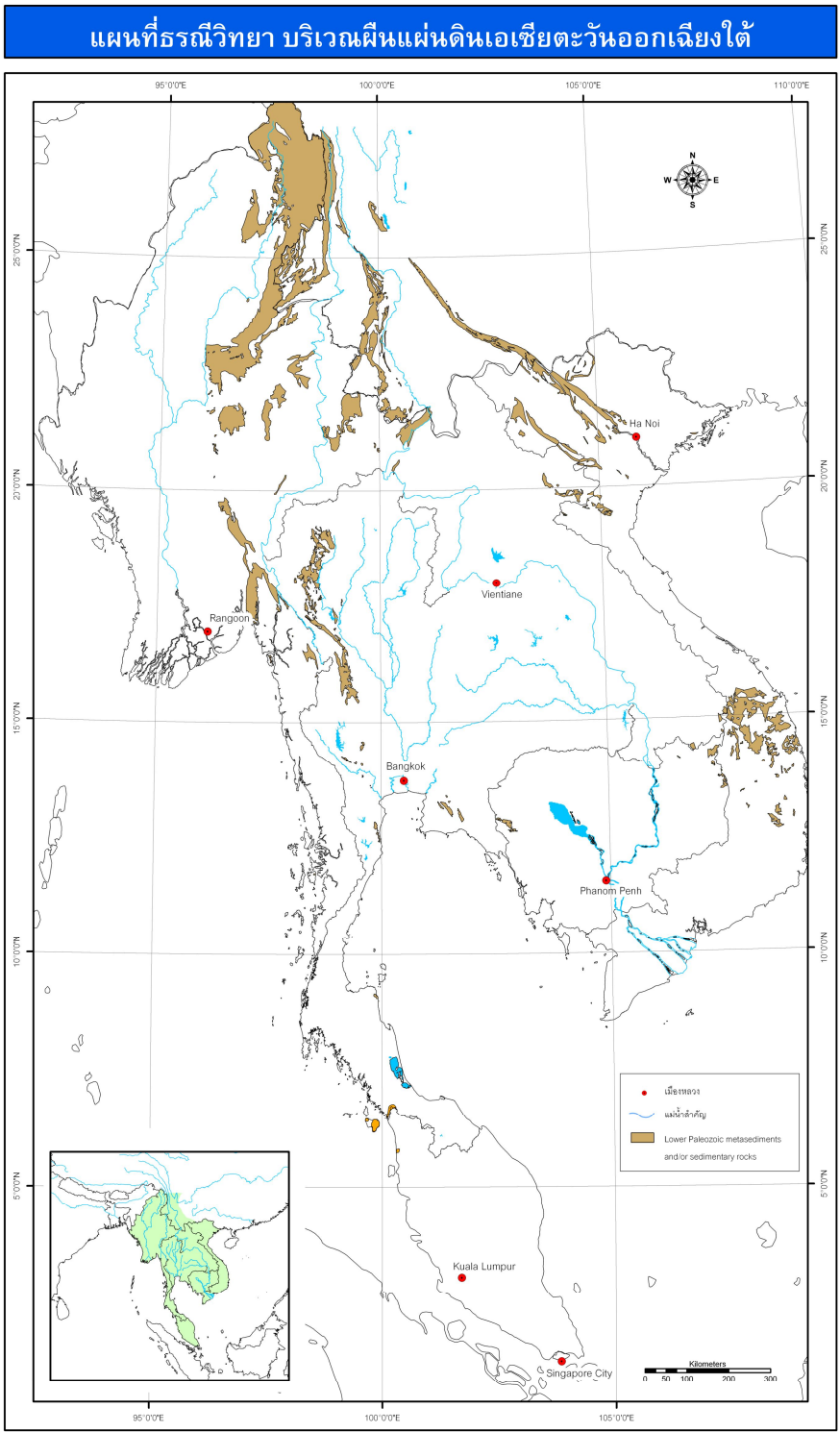
รูปที่ 5.6.3 การกระจายตัวของหินมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic rocks) ที่พบลักษณะของหินที่ปรากฏตามส่วนต่างๆ ของประเทศกัมพูชา (ที่มา: www.infoplease.com)



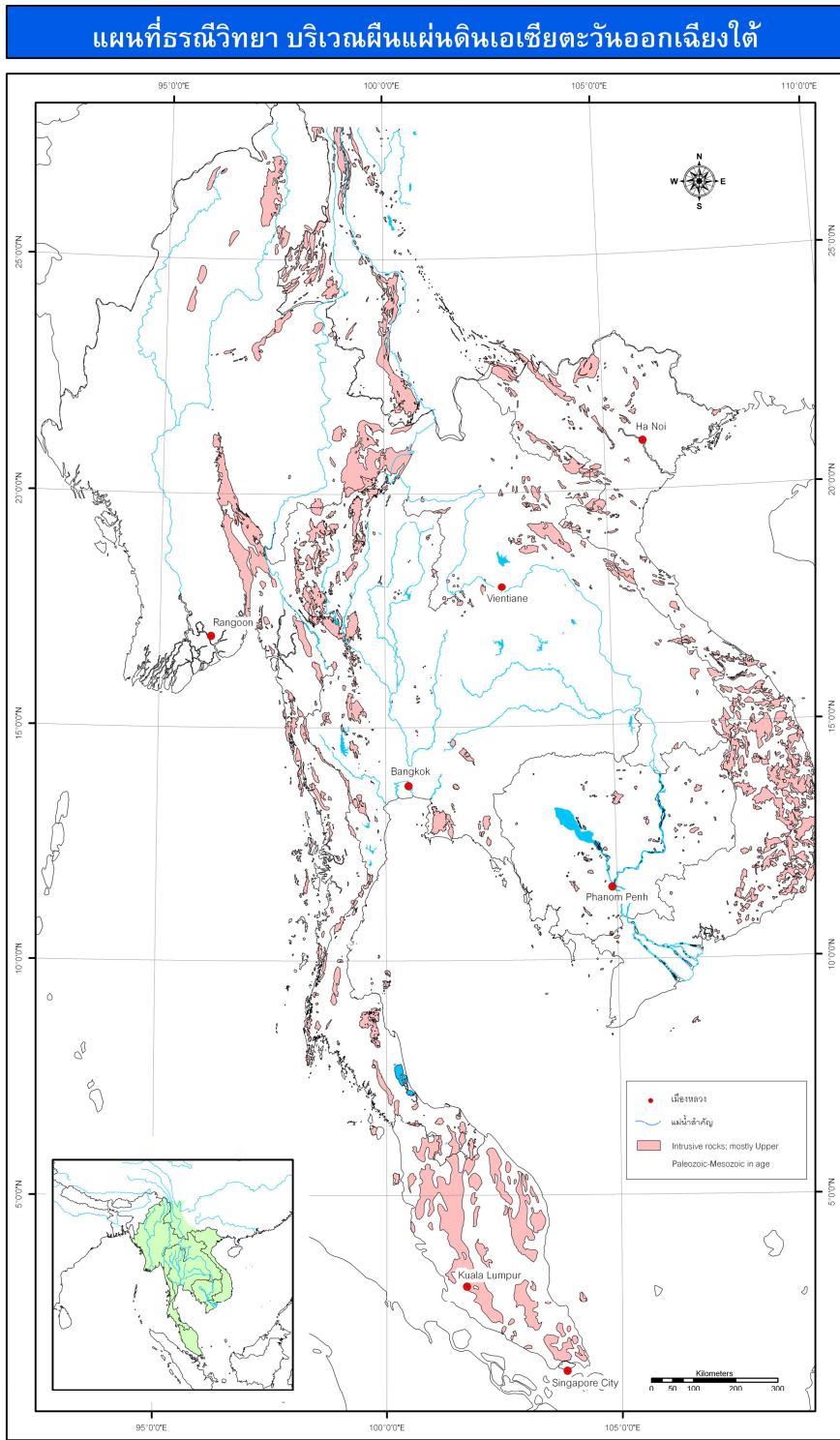
รูปที่ 5.6.4 การกระจายของหินมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic rocks) ในแถบประเทศไทย พม่า ลาว กัมพูชา และเวียดนาม (Wongsomsak, S. and Innok, K., 1999. Mineral Resources Information Center DMR.)



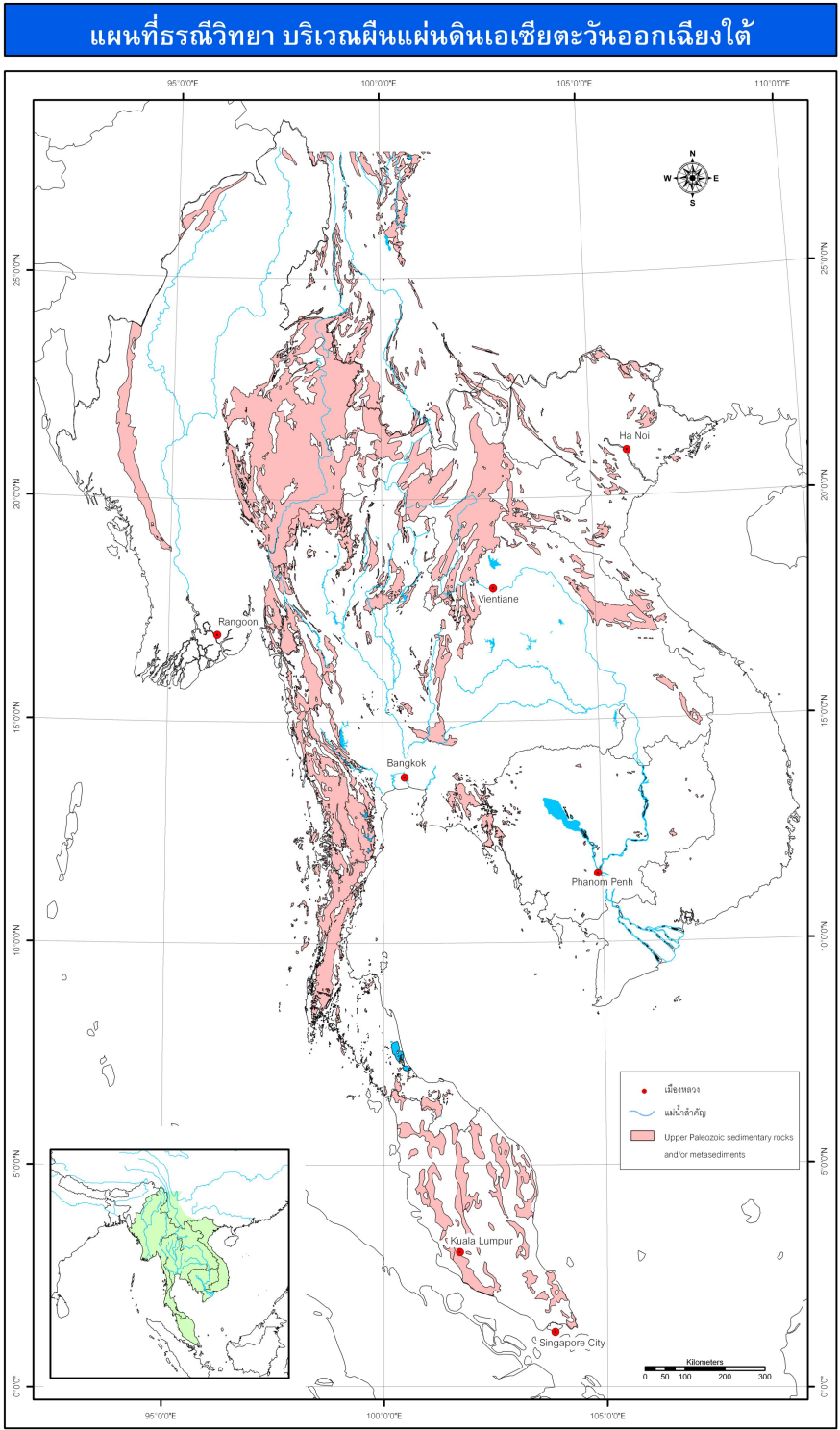
รูป แผนที่ธรณีวิทยา บริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
(Lower Paleozoic metasediments and/or sedimentary rocks)



รูป แผนที่ธรณีวิทยา บริเวณพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
(Lower Paleozoic metasediments and/or sedimentary rocks)



รูป แผนที่ธรณีวิทยา บริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
(Intrusive rocks; mostly Upper Paleozoic-Mesozoic in age)



รูป แผนที่ธรณีวิทยา บริเวณพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
(Upper Paleozoic sedimentary rocks and/or metasediment)

5.7 หินมหายุคพาลีโอโซอิกในประเทศไทย

5.7.1 กลุ่มหินแคมเบรียน/ออร์โดวิเซียน

หินกลุ่มนี้ในพม่าดูเหมือนจะสมบูรณ์เป็นแบบฉบับมากที่สุด กลุ่มหินดังกล่าวมีความหนา มากกว่าพันเมตรและวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องกับหินกลุ่มแรกที่แก่กว่า โดยประกอบด้วย 2 กลุ่มหิน ที่สำคัญด้วยกัน คือ กลุ่มหินชวงมะยี (Chaungmagyi Group) และกลุ่มหินโมโลเฮียน (Molohein Group)

กลุ่มหินชวงมะยี ประกอบด้วยหินน้ำทะเลลึกไร้ซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งได้แก่ หินทราย สกปรก และหินทรายเฟลด์สปาร์ สลับกับหินโคลน และหินดินดาน, หินปูน & หินทรายแป้ง บางช่วงอาจมีการวางชั้นเฉียงระดับ (cross-bedding) และรอยรูสัตว์ (burrow) ในหินทรายแป้ง อันอาจแสดงถึงการสะสมตัวในน้ำตื้นด้วย ทำให้คิดว่าอาจเป็นลักษณะแอ่งค่อยๆ จม (gradually filling basin) และเฟลด์สปาร์ในหินทรายแสดงว่ามาจากหินแกรนิต ซึ่งอาจเป็นจากกลุ่มหินโม ก็อกได้ความหนาของกลุ่มหินชวงมะยี ประมาณ 2,000–2,200 เมตร

มีหินอีกชุดหนึ่งวางตัวอยู่บนกลุ่มหินชวงมะยี เรียก กลุ่มหินปางยูน (Pangyun Beds) (มาจากชื่อแม่น้ำที่ไหลลงแม่น้ำน้ำตู่) ซึ่งเป็นพวกหินทรายสีชมพูถึงสีเทาไม่ก้ำปน หินทรายแป้ง สีแดง และหินดินดานสีเขียวเทาและเขียวน้ำตาล และมีหินกรวดมน, หินโดโลไมต์ชมพูเทา และหินตะกอนภูเขาไฟอยู่ในชั้นล่าง ๆ ความหนาของหินทั้งหมด ประมาณ 2,500 เมตร เชื่อกัน ว่ากลุ่มหินชวงมะยีมีการสะสมตัวแบบใกล้ชายฝั่งทะเล (ช่วงน้ำทะเลขึ้นลง) จนถึงการสะสมตัว โดยแม่น้ำ (fluvial deposition) กลุ่มหินชวงมะยิวางตัวสลับกับชุดหินภูเขาไฟบอร์ควิน (Bawdwin) ซึ่งพบในทางตอนเหนือของรัฐบาลานเป็นหินจำพวกไรโอไลต์และเถ้าภูเขาไฟ จนถึง กรวดภูเขาไฟ อาจสลับกับหินทรายบ้าง กลุ่มหินอีกกลุ่มหนึ่งที่อายุใกล้เคียงกันคือ กลุ่มโมโล เรียน (ชื่อยอดเขาแถบเมืองหล่อสัก (lawksawk) ซึ่งเป็นหินทรายซึ่งมีซากไทรโลไบต์ ชื่อ Eosaukia Buravasi อายุแคมเบรียนตอนบน ส่วนล่างของกลุ่มหินเป็นหินกรวดมนสลับโดโลไมต์ เหมือนกลุ่มหินปางยูน

กลุ่มหินที่วางตัวอยู่บนกลุ่มหินยุคแคมเบรียน คือ กลุ่มหินนางกยางยี (Naungkangyi Group) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชุดหิน คือ ชุดล่างเรียก ตวงจี้ยูน (Taungkyun Formation) และชุดบน เรียกชุดลิลู (Lilu Formation) คำว่านางกยางยี เป็นชื่อหมู่บ้านจากเมืองมะอิมโย (Maymyo) ชุด หินล่างประกอบด้วยหินปูนอินทรีย์เนื้อทรายสีเหลืองถึงเหลืองอ่อน ซึ่งอาจพุ่งไปเป็นหินมาร์ล ชั้นหินวางตัวต่อเนื่องกับชุดปางยูน โดยเฉพาะแถบหุบเขาน้ำปางยูน ใกล้เมืองบอร์ควิน พบซาก ดึกดำบรรพ์จำพวก ไบโอสัว (bryozoa) ซีสตอน (cystoid) ไทรโลไบต์ และบราซิโอพอด ส่วน

ในชุดบนประกอบด้วยหินดินดาน และหินดินหลากสี (เช่น แดง เหลือง ส้ม ม่วง ฟ้า) วางตัวต่อเนื่องกับชุดล่าง พบมากแถบเมืองลาซิโอ (Lashio) ทั้งทางตะวันตกและตะวันออก ชนิดของกลุ่มซากดึกดำบรรพ์คล้ายกับของชุดล่างเพียงแต่คนละสกุลกัน และที่สำคัญ คือ ซากเซฟาโลปอด ที่ชื่อ ออโทเซอร์รัส (Orthoceras) และเอคทีโนเซอร์รัส (actionceras) ที่ทำให้คิดว่ากลุ่มหินนี้แสดงถึงการสะสมตัวของน้ำทะเลตื้น ความหนารวมทั้งหมดของกลุ่มหินนี้ประมาณ 2,500 เมตร

5.7.2 กลุ่มหินไซลูเรียน-ดิโวเนียน

หินในยุคไซลูเรียน ของพม่าแบ่งได้เป็น 3 ชุดหินคร่าว ๆ คือ ชุดหินลินวี (Linwe Formation) ชุดหินปางสา-ปิ่ว (Pangsha-Pye Formation) และนามซิม (Namhsim Formation)

ชุดหินลินวี (มาจากชื่อ บ้านลินวี เมืองหยีงาน-Ye-ngan หนาประมาณ 550-650 เมตร ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดิน ซึ่งมีซากฟาคอยดัล (Phacoidal) สีชมพูปนเทา หินโคลนเนื้อปูน และหินดินดาน พบซากแกรบโตไลต์ (graptolite) มากมาย เช่น โมโนแกรมดัส ไคลมาโคแกรบดัส และบางครั้งพบว่า เป็นหินดินดานสีแดงอยู่ข้างล่าง (Red Shale Member) และหินมาร์ลเนื้อทราย อยู่ข้างบน (Sandy Marl Member)

ชุดปางสา-ปิ่ว (ชื่อมาจากหมู่บ้านปางสา-ปิ่ว ห่างจากเมืองสีปอ – Hsipaw ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 12 กิโลเมตร) ส่วนใหญ่เป็นหินดินดานสีม่วงจนถึงดำ อาจมีไมกาในบางชั้น และมีแกรบไลต์มากมาย เช่น โมโนแกรมดัส และไดโพลแกรบดัส ความหนาของชุดหินรวมไม่เกิน 100 เมตร

ชุดนามซิม (ชื่อมาจากแม่น้ำ) ประกอบด้วยหินทรายแก้ว ชั้นหนามาก สีขาวจนถึงน้ำตาลความหนาประมาณ 500 เมตร ปรากฏให้เห็นแถบรัฐฉานตอนเหนือ พบซากออโทเซอร์รัส บราดิโอปอด และแกสโตปอด บางช่วงแสดงการวางชั้นเฉียงระดับชัดเจน เช่น ในรัฐฉานตอนใต้ ชั้นหินชุดนี้หนาถึง 1,000 เมตร ประกอบด้วยหินทรายเม็ดละเอียด และมีหินปูนฟาคอยดัลสลับอยู่ช่วงล่าง

สำหรับหินชุดดิโวเนียนในพม่า โพล่กระจายอย่างแพร่หลายสามารถได้เป็น 3 ชุดหินเหมือนกัน คือชุดหินซีบิงยี (Zebingyi Formation) ในตอนล่าง ชุดปาคุกปิ่น (Padaukping Formation) ในตอนกลาง และชุดเวตวิน (Wetwin Formation) ในตอนบน

ชุดซีบิงยีประกอบด้วยหินปูนชั้นขาวปน สีเทาในช่วงล่าง ถูกวางทับด้วยหินปูน/หินดินดานสีดำ และหินปูนชั้นบางสีขาวในช่วงบน ๆ บางส่วนมีซากแกรบโตไลต์ (โมโนแ

รบคัส), เซบฟาโลปอด (ออโทเซอร์รัส และไทรโลไบต์) พบมากบริเวณขอบที่ราบสูงและแถบรอยเลื่อนสะเทียงทางตะวันออก ของเมืองมัณฑะเลย์ Pascoe (1959) กำหนดอายุหินชุดนี้ให้เป็นดีโวเนียนตอนล่าง อาจถือได้ว่าแกรบ-โตไลต์ที่พบเป็นครั้งแรกของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบในชุดหินนี้ โดย La Touche (1913)

ชุดปาดุกปิ่น ประกอบด้วยหินปูนปนโคลไลต์บริเวณแถบหมู่บ้านปาดุกปิ่น ประมาณ 17 กม. ทางตะวันออกค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือของเมืองเมย์มีโอ (Maymyo) พบซากคอนโนคอนต์มากมาย ปะปนกับหอยเซบฟาโลปอด ปะการังโครอล ฟองน้ำ สาหร่ายสโตมาโตไลต์ หอยแกสโตปอด เทนตาकुไลต์ ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดให้อายุดีโวเนียนตอนกลาง

ส่วนชุดเวดวิน (ห่างจากปาดุกปิ่นไปทางทิศตะวันตกค่อนไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณ 1.5 กม.) เป็นหินดินดานวางตัวอยู่บนหินปูนชุดปาดุกปิ่น และพบซากไบรโอซัว หอยบราซิโอปอด หอยแกสโตปอด ซึ่งกำหนดให้มียุคดีโวเนียนตอนบน

5.7.3 กลุ่มหินคาร์บอนิเฟอรัส และเพอร์เมียน

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของพม่ายังไม่พบซากบรรพชีวินที่สามารถบ่งบอกอายุหินว่าอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสเลย อย่างไรก็ตามชั้นหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส พบอยู่มากทางบริเวณตอนใต้ของพม่าแถบเทือกเขาหินชะลิ้ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเม็ดหยาบหลายพันเมตร ซึ่งมีชื่อเรียกดังต่อไปนี้ 1) กลุ่มหินเลียบิน (Lebying Group) 2) กลุ่มหินตวงนิโอ (Taungnyo Series) 3) กลุ่มหินเมอร์กูย (Mergui Series) และ 4) กลุ่มมอชี (Mawchi Series) และทั้งหมดนี้วางตัวอยู่ข้างใต้หินปูนที่เรียกกลุ่มหินมะละแหม่ง (Moulmein Limestone) ซึ่งอาจต้องจัดรวมกันเป็นหินคาร์บอนิเฟอรัส แม้ว่าอาจมีความต่อเนื่องของชั้นหินไปจนถึงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนต้นก็ตาม และเมื่อดูจากลักษณะชั้นหินแล้วเป็นตะกอนที่สะสมในน้ำลึกทั้งหมด

กลุ่มหินตวงนิโอ (ให้ชื่อตามเขาทางใต้ของเมืองมะละแหม่ง) ประกอบด้วยหินทรายควอร์ตไซต์ และหินดิน หินทรายเนื้อปูนมีซากหอยแกสโตปอด ไบรโอซัว ปะการัง และออสทาคอด หนาเป็นพันเมตรทางตะวันออกของเมืองยามิดินเป็นหินตะกอนน้ำลึก (flysch) โดยมาเป็นหินชนวนควอร์ตไซต์ และหินทรายสกปรก และอาจมีหินปูนบ้าง

กลุ่มหินที่เรียกกลุ่มหินเมอร์กูย (Mergui Group) มีความหนาประมาณ 3,000 เมตร ประกอบด้วยหินเนื้อดิน (argillaceous) ปราศจากชั้น สีดำหรือเทาอมน้ำตาล มีหินปูนและหินทรายแทรกสลับอยู่หนาหลายเมตร ซึ่งบางส่วนถูกแปรสภาพเป็นหินควอร์ตไซต์ ชั้นถัดมาคือ หินทรายสกปรกสีเทาเข้ม สลับกับหินกรวดเหลี่ยมเนื้อละเอียด ถัดขึ้นมาเป็นชั้นหินกรวดมนสลับกับหิน

ทรายสกปรก มีก้อนแกรนิตอยู่ในเนื้อหิน เนื้อหินไปคือหินปูนที่มีหินเนื้อดินแทรกเข้ามา ส่วนหินภูเขาไฟของกลุ่มหินนี้พบอยู่บ้างในแถบแหลมเมอร์กูย (ทางใต้นอกพื้นที่ศึกษา) หินชุดเมอร์กูยมักถูกแทรกด้วยหินแกรนิตเหมือนที่พบในประเทศไทย สำหรับหินข้างเคียงที่มีอายุใกล้เคียงกัน

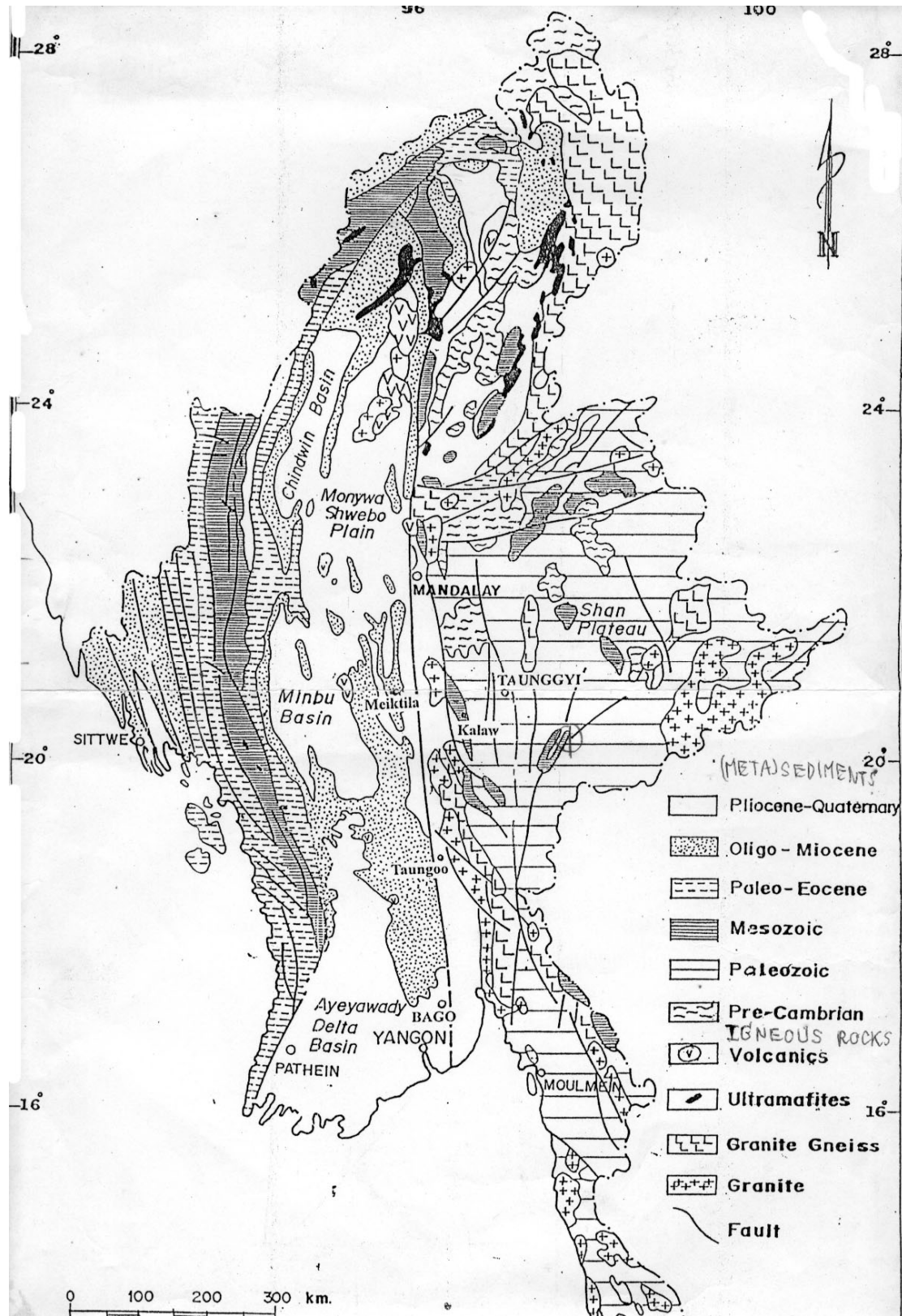
หินกลุ่มสุดท้ายคือ กลุ่มหินมอซี (ชื่อเทือกเขาทางตะวันออกของพม่า ไกล่พรมแดนไทย บริเวณด้านตะวันตกของแคว้นกะยัก-Kayah) ประกอบด้วย หินโคลน หินทรายแป้ง หินควอร์ตไซต์ หินปูนเนื้อทราย หินปูน หินกรวดและหินทราย ซึ่งมีเม็ดกรวดส่วนใหญ่เป็นหินปูน

ส่วนหินอายุเพอร์เมียนของภาคตะวันออกของพม่า เมื่อก่อนจัดรวมอยู่ในส่วนที่เรียกหินปูนที่ราบสูง (Plateau Limestone) ซึ่งรวมเอาหินปูนยุคออร์โดวิเซียนเข้ามาด้วย Garson และคณะ (1976) ได้แบ่งชุดหินปูนยุคเพอร์เมียน บริเวณแถบเมืองหยิงงาน (90 กิโลเมตรทางตะวันออกเฉียงใต้ของเมืองมัณฑะเลย์) ออกเป็น 2 ชุดหิน ชุดแรกเรียก ทิชิพิน (Thisipin Formation) ซึ่งประกอบด้วยหินปูนชั้นหนามากมีซากหอยบราซิโอพอด และปะการัง ชั้นถัดมาเป็นหินปูนเนื้อเชิร์ต และชั้นบนเป็นหินปูนชั้นบาง บางช่วงมีการวางชั้นเฉียงระดับจากซากปะการังและฟอแรมมินิเฟอรา (จำพวก Psendoschwagerina) ทำให้เชื่อว่าเป็นอายุเพอร์เมียนตอนปลาย ที่สะสมตัวในทะเลตื้น ความหนาประมาณ 500 เมตร หินปูนอีกชุดที่อ่อนกว่าเรียกว่า บางยี (Nwabangyi Formation) ซึ่งถูกกลายสภาพให้เป็นโดโลไมต์ (dolomitized) มีความหนาประมาณ 2,500 เมตร (และอาจถึง 5,000 เมตร ในบางแห่ง) ประกอบด้วยหินปูนชั้นบาง ๆ มีซากฟอแรมฯ และหอยแกสโตรพอด ชั้นถัดขึ้นมาเป็นหินปูนน้ำลึกลีทาเซียมจัดทำพวกไมโคร (micrite) และชั้นบนเป็นพวกหินปูนกรวดเหลี่ยม และแทรกกลางชั้นด้วยหินปูนเนื้อละเอียดลีทาเซียมพบซากบรรพชีวินจำนวนฟอแรมน ชนิดชานิตา อะมอซี (Shanita amosi) ซึ่งแสดงอายุเพอร์เมียนตอนปลาย

หินปูนบริเวณทางตอนใต้ของพม่าบริเวณแถบด้านกะเหรี่ยงและกะยัก (Kayah) มีชื่อว่า หินปูนมะละแหม่ง (Moulmein Limestone) มีลักษณะคล้ายกับหินปูนชุดวาบางยีและชุดหินชิพิน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยซากบรรพชีวินคล้าย ๆ กัน

ยังมีหินตะกอนเม็ดเล็กที่วางตัวอยู่บนหินปูนมะละแหม่งเรียกชุดหินมะตะบัน (Mataban Bed) ซึ่งโผล่ให้เห็นยาวมากกว่า 70 กิโลเมตร ทางตอนเหนือของมะตะบัน และยังพบซากบรรพชีวินเป็นพืชที่ยังไม่สามารถสรุปได้เด่นชัดบริเวณแถบสถานีรถไฟปะปนอยู่กับหอยน้ำกร่อย นอกจากนั้นในบริเวณแถบตะวันตกของเมืองลอยลอ (Loilaw) เป็นหินดินดานสลับกับหินทราย

และพบซากหอยบราดิโอพอด จำพวกสไปริเฟอร์ (Spirifer) และมาร์ตินา (Martina) ซึ่งอาจแสดงว่าหินมีความต่อเนื่องจากยุคเพอร์เมียนจนถึงไทรแอสสิก



รูป 5.7.1 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงการกระจายตัวของหินยุคต่างๆในประเทศพม่า

(Bender,1983)

5.8 หินมหายุคพาลีโอโซอิกในประเทศมาเลเซีย

หินมหายุคพาลีโอโซอิก(Paleozoic Rocks)

หินมหายุคพาลีโอโซอิกบนแหลมมาเลเซียนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงอายุด้วยกันคือ

- 1.มหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic) ซึ่งรวมเอายุค แคมเบรียน (Cambrian) ออร์โดวิเซียน (Ordovician) ซิลูเรียน (Silurian) และ ดีโวเนียน (Devonian) เข้าไว้ด้วยกัน
2. มหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic) ซึ่งรวมเอายุค คาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) เข้าไว้กับยุคเพอร์เมียน (Permian)

มหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic)

พื้นที่ Batu Merintang-Sungai Kolok Transect

หินยุคซิลูเรียน (Silurian) และ ดีโวเนียน (Devonian)

Tiang schist / Ban sa formation

หมวดหิน Tiang schist ตั้งขึ้น โดย Mohamad Hussein et al. เพื่อใช้อธิบายถึงหินแปรที่พบทางด้านตะวันออกของเทือกเขาแกรนิตใน Belum ซึ่งชื่อนี้ได้มาจากแม่น้ำ Tiang ส่วน Ban sa formation ตั้งขึ้นโดยคณะทำงานของไทย โดยได้ชื่อมาจากบ้านสา ตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำโกลก ซึ่งเป็นบริเวณที่มีหิน โผล่ชัดเจน

หมวดหิน Tiang schist / Ban sa formation ปรากฏให้เห็นอยู่ 2 บริเวณของพื้นที่ศึกษา โดยส่วนตะวันตก จะวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ เริ่มตั้งแต่คลอง Ai Ku Sa ในประเทศไทย มาจนถึง Kuala Sungai Machang ในมาเลเซีย ส่วนด้านตะวันออกปรากฏบริเวณบ้านสา และริมถนน บ้านบาตา อ.แว้ง จ.นราธิวาส

ในมาเลเซียหินชุดนี้ประกอบด้วย quartz schist และ quartz mica schist โดยทั่วไป quartz mica schist แสดงลักษณะ strongly schistose และ well foliated พบว่ามีแร่ chlorite , calcite และ pyrite แทรกอยู่ในหิน schist เหล่านี้ด้วย แร่ mica ส่วนใหญ่จะเป็นแร่ muscovite พบแร่ biotite เพียงเล็กน้อย นอกจากนั้นยังพบเลนส์ของหิน amphibolite schist หลายที่ไปตามแม่น้ำ tiang โดยประกอบด้วยแร่ quartz-actinolite-termolite schist และ quartz-hornblende schist มีรายงานของ Rohayu (1994) พบว่า sillimanite gneiss บริเวณถนน East-west Highway ในพื้นที่ Belum อยู่

ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ Batu Merintang-Sungai Kolok Transect ไปประมาณ 10 km. และยังพบ quartz-chiastolite schist ซึ่งบอกว่าหินเหล่านี้ถูกแปรสภาพไปมาก จึงทำให้ไม่สามารถบอกความหนาของหินหมวดนี้ได้

ในประเทศไทย Tiang schist / Ban sa formation พบได้บริเวณบ้านสา ตลอดริมแม่น้ำโกลก และริมถนนบริเวณบ้านบาลา ส่วนใหญ่ประกอบด้วย biotite-augen gneiss (40-90%) ชั้นบางถึงหนา สีเทาอ่อน 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 ที่พบที่แม่น้ำ Tiang มี texture คล้ายกับบริเวณบ้านสาแต่มีแร่ silica มากกว่า และแร่ brown biotite, hornblende และ actinolite

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

เนื่องจากไม่พบซากดึกดำบรรพ์ในหินชุดนี้ และไม่สามารถหาความหนาของชั้นหินได้ การหาอายุของหินชุดนี้จึงทำได้ยาก แต่จากข้อมูลในภาคสนามเชื่อว่า Tiang schist และ Kroh formation อายุ Silurian-Devonian ในมาเลเซีย โดยหมวดหินทั้งสองถูกแยกด้วย Main rang granite น่าจะมีอายุเดียวกัน และจากการแปรสภาพแบบ high-grade regional metamorphism (amphibolite facies) ในประเทศแสดงถึงการแปรสภาพอย่างรุนแรงในอายุช่วง Middle Paleozoic ดังนั้นจึงให้ Tiang schist / Ban sa formation มีอายุในช่วง Silurian-Devonian

บริเวณ Betong-Pengkalan Hulu Transect Area

หินยุคไซลูเรียน (Silurian) และ ดีโวเนียน (Devonian)

Kroh formation/ Betong formation

Burton ได้ตั้ง Kroh formation ขึ้นในปี 1972 เพื่อใช้แทน Baling formation ที่นำไปใช้เป็นชื่อกลุ่มหินเบริง ชื่อของหมวดหินมีที่มาจากเมืองเล็กๆ ชื่อ โกร๊ะ อยู่ทางเหนือของรัฐปะริสติดกับชายแดนไทย Kroh formation ใช้เรียกชั้นหินดินดานสีดำที่มีซากดึกดำบรรพ์ของ graptolites และ tentaculites หินทราย หินดินดาน(calcareous shales) และหินปูน graptolites ที่พบมีช่วงอายุในช่วง Lower-Middle Silurian – Lower Devonian และ tentaculites มีช่วงอายุ Lower-Middle

Devonian ส่วนชื่อ Betong formation นั้นถูกเสนอโดย Muenlek et al. (1979) เพื่อใช้เรียก sequence ของหินตะกอนที่มีซากดึกดำบรรพ์ อายุ Silurian-Devonian ในบริเวณ จ.ยะลา และ อ.เบตง

Kroh formation/ Betong formation ในฝั่งมาเลเซียกระจายตัวอยู่บริเวณ Pengkalan Hulu (Krohtow), Kelian และ Kerunai ทางเหนือของรัฐปะริส หมวดหินวางตัวไปทางใต้ตามแนวหุบ Sugai Ketil และไปสิ้นสุดที่ Bintang granite Batholite อยู่ทางด้านตะวันตกของพื้นที่สำรวจ

ในฝั่งไทย Kroh formation/ Betong formation กระจายตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ในบริเวณที่เป็นพื้นที่ต่ำใน อ.เบตง เช่นที่บ้านบ่อน้ำร้อน บ้านปิยมิตร 3 ซึ่งอยู่ทางตอนกลางและล่างของพื้นที่สำรวจในฝั่งไทย ขอบเขตทางด้านตะวันตกของหมวดหินนี้ติดกับเขาแกรนิต และในบางพื้นที่เหลือเป็น roof pendant อยู่กับหินแกรนิต เช่นบริเวณบ้าน กม9.

โดยทั่วไป Kroh formation/ Betong formation ประกอบด้วย หินดินดานสีดํา sub-mature arenite calcareous shale และ หินปูน พบว่าในหลายพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับหินแกรนิต หินมักถูกแปรสภาพเป็นหินแปรแบบ low-grade metamorphism หมวดหินสามารถแบ่งออกเป็น 4 facies คือ argillaceous, arenaceous, calc-silicate และ calcareous facies ในพื้นที่สำรวจ argillaceous พบมากที่สุดประกอบด้วยหิน carbonaceous argillaceous สีดํา หิน siliceous shale และหิน chert ที่สามารถพบได้ทั่วไป การลำดับชั้นหินของ Kroh formation/ Betong formation ทำได้ยากเนื่องจากหินปูนถูกแปรสภาพจาก folding และ faulting

Argillaceous facies เป็นหน่วยหินที่มีมากที่สุด ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของ Pengkalan Hulu-Beling หน่วยหินประกอบด้วยหินดินดาน สีเทาเข้าถึงดํา และหิน mudstone และบ่อยครั้งพบว่าหินถูกแปรสภาพเป็นหินแปรเช่นหิน slate, phyllite, polytic hornfels, metamudstone และ quartz-mica schist และหิน chert มีอยู่บ้างใน Argillaceous facies ยังพบว่าในหลายพื้นที่มีหิน limestone lenses แทรกอยู่ในชั้นหิน เช่น Sungai Kuak, Kampung Lalang และ Kampung Pahit Dalam ใน Pengkalan Hulu

พบซากดึกดำบรรพ์ของพวก Spirograptus (graptolite) ในส่วนล่างของ sequence มีอายุในช่วง ไชลูเรียน และในส่วนบนของ sequence พบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น brachiopod, trilobite และ bryozoa โดยพบในหินโคลนและหินดินดาน ในพื้นที่ และ Kampung Pahit Dalam ใน Pengkalan Hulu ส่วนซากดึกดำบรรพ์ของ Tentaculites พบมากในชั้นหินบริเวณถนนเรียบชายแดนไทย-มาเลเซีย ฝั่งมาเลเซีย

Arenaceous facies ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหิน metasandstone และหิน metaphyllite แทรกอยู่บ้างหินหน่วยนี้มักปรากฏในเลนส์ อยู่ใน Argillaceous facies โดยหน่วยหินโคลนมากในบริเวณกิโลเมตรที่ 8 บนเส้นทาง Pengkalan Hulu – Beling และไม่พบซากดึกดำบรรพ์ในหน่วยหินนี้

calc-silicate facies ประกอบด้วยหิน cala-silicate hornfel และหิน impure limestone เล็กน้อย หินหน่วยนี้เกิดจากการแปรสภาพของหิน calcareous argillite ซึ่งมักจะสัมพันธ์กับการแทรกตัวของหินแกรนิต หินที่พบมักมีสีเข้มเนื่องจากมีองค์ประกอบคาร์บอนแทรกอยู่ในเนื้อหิน หน่วยหินนี้ปรากฏมากในบริเวณ Belukar Semang ทางตะวันตกเฉียงใต้ของรัฐกลันตัน ขอบเขตด้านตะวันตกติดกับ Damar granite และขอบเขตด้านตะวันออกติดกับหินอ่อนของ calcareous member

Calcareous facies ประกอบไปด้วยหินปูน ลักษณะชั้นหินเป็นเลนส์ ไม่ต่อเนื่อง ในหลายบริเวณหินแปรสภาพไปเป็น หินอ่อน โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้กับหินแกรนิต เช่นที่ Belukar Semang ทั่วไป Calcareous facies จะแสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาร์สต์

ในฝั่งประเทศไทย Kroh formation/ Betong formation ประกอบด้วยหินดินดาน ชั้นบาง siltstone, lithic sandstone, chert และ limestone lenses ในบริเวณที่ใกล้กับหินแกรนิต เช่น Sukhirin granite หินจะถูกแปรสภาพไปเป็นหิน phyllite หรือ slate ส่วนล่างของ Kroh formation/ Betong formation โผล่มาบริเวณถนนจาก อ. เบตง ไป จ.ยะลา ประกอบด้วย mudstone ชั้นบาง สีเทาถึงเทาเข้ม แทรกสลับด้วยหิน siliceous shale-sandstone เนื้อละเอียด

ส่วนกลางของหมวดหิน โผล่มาบริเวณถนนเรียบชายแดน อ. เบตง ที่บ้าน กม.4-9 และ บ้าน กม.19 บนถนนจาก อ. เบตง ไปยะลา ประกอบด้วย mudstone ชั้นบาง สีเทาถึงเทาเข้ม แทรกสลับด้วยหิน siliceous shale-sandstone เนื้อละเอียด หิน ribbon chert ที่มี radiolarian อยู่ด้วยและ หิน limestone lenses ส่วนตอนบนของ sequence เป็นหินดินดาน สีชมพูที่มีซากดึกดำบรรพ์ของ Tentaculite หนาประมาณ 4-20 เมตร

ส่วนบนของหมวดหิน โผล่ให้เห็นมากทางด้านตะวันออกของพื้นที่ บริเวณถนนจากบ้านสวนส้มถึงบ้านอัยเยอร์เบอร์จิง ขนานไปกับชายแดน และทางด้านตะวันตกของ อ.เบตงบริเวณ หมู่บ้าน ปิยมิตร3 ประกอบด้วย mudstone ชั้นบาง สีเทาถึงเทาเข้ม แทรกสลับด้วยหิน siliceous shale-sandstone เนื้อละเอียด หิน ribbon chert ที่มี radiolarian อยู่ด้วยและหิน limestone lenses ส่วนตอนบนของ sequence เป็นหินดินดาน สีชมพูที่มีซากดึกดำบรรพ์ของ Tentaculite หนาประมาณ 2-5 เมตร หมวดหินนี้แสดงแนวแตก S1 ในแนวเหนือ-ใต้ มุมเอียงเทส่วนใหญ่ไปทางตะวันออก และแสดงลักษณะของ kink band ด้วย Kroh formation/ Betong formation มีความหนาประมาณ 10 m.

ในระหว่างการสำรวจ Kroh formation/ Betong formation ทั้งในไทยและมาเลเซีย ได้พบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากของ graptolites, brachiopods, trilobite และ tentaculite ซึ่งมักพบในหินดินดาน สีชมพู และใน limestone lenses จากการลำดับชั้นหินและซากดึกดำบรรพ์ที่พบสามารถระบุอายุของหินได้ในช่วง Silurian-Devonian

บริเวณ Bekit Batu Putih-Satun Transect Area

หินยุคแคมเบรียน(Cambrian Rocks)

Machinchang Formation / Tarutao Group

หมวดหินนี้ตั้งโดย Jones(1961) มีการกระจายตัวอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของ เกาะลังกาวิ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 25 ตารางกิโลเมตร

หมวดหินมะชินซัง ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ขาว น้ำตาล ม่วง แดง เม็ดตะกอนขนาด ปานกลาง หินทรายแป้ง หินทรายแกร์เวค หินกรวดมน มีเม็ดค่อนข้างกลมมน ขนาดpebble ประกอบด้วย ก้อนควอร์ตไซต์ขาว หินควอร์ตไซต์ ช่วงกลางของหมวดหิน เป็นหินทรายแป้ง สีน้ำตาล เทาและดำ ส่วนบนของหมวดหินนี้ประกอบด้วยหินดินดานและหิน โคลน สีแดง ม่วงและเทา

การหาอายุของหินชุดนี้ค่อนข้างยากเนื่องจากพบซากดึกดำบรรพ์ไม่มาก โดยพบ brachiopods,เศษของ trilobite และซากปะการัง ในบริเวณ Pulau terutau(kobayashi,1957) และจาก ซากดึกดำบรรพ์ได้กำหนดให้หินชุดนี้มีอายุ Late Cambrian

หมวดหินมะชินซังสามารถเทียบเคียงได้กับกลุ่มหินตะรุเตา ในบริเวณเกาะตะรุเตา ซึ่ง ประกอบด้วยหินทรายสีแดง หินชนวน และหินควอร์ตไซต์ มีความหนามากกว่า 1,000 m. ซากดึกดำบรรพ์ที่พบเป็นพวก trilobite และ brachiopods สามารถระบุอายุได้แคมเบรียนตอนปลาย (Kobayashi.1957 ; Shergold et al., 1988)

หินยุคอโรวีเซียน – ซิลูเรียน (Ordovician – Silurian Rocks)

Setul Formation/Thung Song Group

หมวดหินเซตูล ตั้งขึ้น โดย Jones (1981) สำหรับชั้นหิน stylonitic limestone ที่โผล่ ทางด้านตะวันออกของเกาะลังกาวิ และทางด้านตะวันตกของรัฐปะริศ โดยเขาหินปูนทางด้าน ตะวันตกของรัฐปะริสจะวางตัวอยู่ในแนวเหนือ – ใต้ ตามแนวชายแดน ไทย – มาเลเซีย ชื่อของ หมวดหินเซตูลได้มาจากชื่อของจังหวัดสตูล แต่เนื่องจากการออกเสียงที่ต่างกันจึงเรียกเพี้ยนเป็นเซ ตูล

ที่เกาะลังกาวิ Jones (1981) ได้แบ่งหมวดหินนี้ออกเป็น 5 ชุดด้วยกันคือ Upper Detrial Member, Upper Setul limestone, Lower Detrial Member, Lower Saetul Limestone และ Basal Limestone โดยเขาได้เลือกพื้นที่ทางด้านเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของเกาะลังกาวิ เป็นพื้นที่หินต้นฉบับของหมวดหินเซตุล และจากการเทียบสัมพันธ์ Lower Detrial Member สามารถเทียบได้กับหมวดหินมะหังทางตะวันออกของรัฐเคดาห์ และ argillaceous facies ของหมวดหินโกรีะทางด้านเหนือของรัฐปะริส

จากการสำรวจของนักธรณีมาเลเซีย ภายใต้โครงการสำรวจร่วมไทย – มาเลเซีย พบว่าหมวดหินเซตุลในพื้นที่สำรวจทางด้านเหนือของรัฐปะริส ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่าง Upper Setul limestone และ Lower Setul limestone เนื่องจากหินทั้งสองชุดมีความคล้ายคลึงกันมาก และมีการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ไม่มากนัก และได้เสนอให้ Upper Detrial Member ของ Jones (1981) เป็นส่วนล่างของหมวดหินเจนติก (Jentik Formation)

หมวดหินเซตุล มีการกระจายตัวอยู่ทางด้านเหนือของรัฐปะริส จะโผล่เป็นเขาสูงที่วางตัวอยู่ในแนวเหนือ – ใต้ เช่นเทือกเขานากะวัน แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาร์สต์ และถูกล้อมรอบด้วยที่ราบลูกฟูก ขอบเขตด้านเหนือของหิน (ในพื้นที่ทางเหนือของรัฐปะริส) ติดกับเขาจีนทางด้านตะวันออกมีรอยเลื่อนเป็นขอบเขตติดกับหมวดหินกูบังปาซุ และหมวดหินลูโปะสิเฮอร์ ส่วนทางด้านตะวันตกติดกับชายแดนของประเทศไทย

ความหนาของหมวดหินเซตุล ได้จากการศึกษาของ Jones (1981) ได้ความหนาโดยประมาณของชั้นหินในไว้คร่าว ๆ ประมาณ 5,000 ฟุต หรือ 1,524 เมตร

ลักษณะหินของหมวดหินเซตุลส่วนใหญ่ประกอบด้วย Styolitic crystalline limestone สีเทาถึงเทาเข้ม เป็นชั้นหนา ตรงบริเวณแถบ stylolite เกิดจากองค์ประกอบจำพวก argillaceous, carbonaceous และ siliceous ซึ่งจะปรากฏเด่นชัดบริเวณหน้าหินที่ถูกกักกร่อนไปแล้ว บางส่วนของหินกลายเป็นหินโดโลไมต์ จากที่กล่าวไปแล้วว่าหมวดหินเซตุลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ระหว่าง Upper Setul limestone และ Lower Setul limestone แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัดเจน แต่จากการสังเกตพบว่า Lower Setul limestone นั้นแสดงแถบของ stylolite มากกว่า และมีสีที่เข้มกว่า Upper Setul limestone หินปูนที่อยู่ใกล้กับหินแกรนิตมักจะถูกแปรไปเป็นหินอ่อน มีผลึกแร่แคลไซต์ขนาดปานกลาง

จากรายงานของ Jones (1981) ส่วนที่เป็น detrial facies คือ Upper Detrial Member และ Lower Detrial Member ที่พบบริเวณเกาะลังกาวินั้น ประกอบด้วย หินดินดานสีดำ หินเชิร์ต และ

หินทราย แต่จากการสำรวจของนักธรณีมาเลเซีย ภายใต้โครงการสำรวจร่วมไทย - มาเลเซียได้เทียบ สัมพันธ์หินชุด Upper Detrial Member ซึ่งพบซากดึกดำบรรพ์ของ graptolites และ tentaculite ยุค Devonian เข้ากับส่วนล่างของหมวดหินเจนติก

อายุของหมวดหินเซตุลได้จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ โดย Kobayashi (1958, 1959) ได้ ศึกษา Gastropod และ cephalopod ในหิน Lower Setul limestone ได้อายุในช่วงออร์โดวิเซียน ส่วนอายุของหิน Upper Setul limestone ได้จากการศึกษา conodont โดย Sashida (pers. Comm.) ได้อายุในช่วง Middle-Late Silurian

หมวดหินเซตุลสามารถเทียบเคียงได้กับกลุ่มหินทุ่งสง ซึ่งในพื้นที่สำรวจของโครงการ ไทย – มาเลเซีย หินมีการกระจายตัว อำเภอควนโดน และอำเภอควนกลาง จังหวัดสตูล สามารถ แบ่งหินได้เป็น 2 หมวดหิน คือ หมวดหินแดง และหมวดหินรังนก โดยหมวดหินแดงเป็นส่วน ด้านล่างของกลุ่มหินทุ่งสง ประกอบด้วยหินปูน สีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นหินบาง มีหินดินดานและ chert nodules แทรกสลับ หมวดหินรังนก เป็นส่วนบนของกลุ่มหินทุ่งสง ประกอบด้วยหินปูนชั้นหนา สีเทาถึงสีเทาเข้ม ปรากฏแถบของ stylolite มีหินดินดานแทรกสลับ อายุของหินได้จากการศึกษา ซากดึกดำบรรพ์ โดยได้พบ cephalopods (*Orthoceras sp.*, *Actinoceras sp.*, *Ornoceras sp.*) crinoids, corals and sponge ในหมวดหินรังนก ซึ่งบอกอายุในช่วง Middle Ordovician ส่วนใน หมวดหินแดงไม่พบซากดึกดำบรรพ์แต่จากการลำดับชั้นหินหมวดหินแดงวางตัวอยู่ใต้หมวดหิน รังนก จึงให้หมวดหินแดงมีอายุในช่วง Early Ordovician

หินยุคดีโวเนียน (Devonian Rocks)

Jentik Formation

ชื่อของ Jentik Formation ถูกเสนอโดย Meor Hakif Hassan และ Lee (2002) เพื่อใช้เรียก transition sequence จาก Setul Formation ถึง Kubang Pasu Formation ซึ่งโผล่ให้เห็นดีเหมือนหิน บริเวณเนินเขา A, เนินเขา B และเนินเขา C ในพื้นที่ Guar Sanai, Kampunt Guar Jentik, Beseri รัฐ ปะริส

การกระจายตัวของ Jentik Formation อยู่ในบริเวณเหมือนหินของเนินเขา A, เนินเขา B และเนินเขา C ในพื้นที่ Guar Sanai, Kampunt Guar Jentik, Beseri รัฐปะริส ซึ่งหน่วยหินที่ได้

Setul Formation และวางตัวอยู่บน Kubang Pasu Formation นอกจากนี้ในบริเวณเนินเขาทั้งสามยังไม่พบหมวดหินนี้ในบริเวณใดของพื้นที่สำรวจ แต่มีรายงานของ Meor Hakif Hassan และ Lee (2004) ว่าพบหินที่มีลักษณะคล้ายกับเนินเขา A, เนินเขา B และเนินเขา C ที่เหมืองหิน Bumita, kampung Binjal รัฐปะริส

แต่เดิม Meor hakif Hassan และ Lee (2002) ได้แบ่ง Jentik Formation ออกเป็น 6 หน่วยหิน คือ หน่วยหิน 1 ถึง 6 ตามลำดับ แต่จากการสำรวจโดยคณะทำงานมาเลเซีย ภายใต้โครงการสำรวจธรณีวิทยาร่วมระหว่างไทยและมาเลเซีย ได้พิจารณาลักษณะทางธรณีวิทยาโดยรวมของพื้นที่สำรวจและจากการเทียบสัมพันธ์กับหินที่พบในบริเวณ รัฐเคดาห์ รัฐปะริส และเกาะลังกาวิ ได้แบ่ง Jentik Formation ออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนล่าง ส่วนกลาง และส่วนบน ซึ่งประกอบด้วยหิน 1 ถึง 4 ของ Meor hakif Hassan และ Lee (2002) ส่วนหน่วยหิน 5 และ 6 ให้เป็นส่วนล่างของ Kubang Pasu Formation ในพื้นที่สำรวจ

หินส่วนล่างของ Jentik Formation ประกอบด้วย clastic sequence ของหิน carbonaceous สีดำ และหิน shale สีแดง ที่มีซากดึกดำบรรพ์ของ Dacryconarid, Monograptids, Plagiolaria หน่วยหินนี้จะเทียบได้กับหน่วยหิน 1 ของ Meor hakif Hassan และ Lee (2002) และ Upper Detrial Member ใน Setul Formation ของ Jones (1981) หินส่วนล่างของ Jentik Formation ไล่ไปให้เห็นดีในบริเวณด้านตะวันตกของเนินเขา C ด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเนินเขา B และด้านตะวันออกเฉียงใต้ของเนินเขา A

หินส่วนกลางของ Jentik Formation ประกอบด้วยหิน arenaceous argillite สีอ่อน ชั้นหนาปานกลางถึงหนา หิน arenaceous จะเด่นกว่าหิน argillite ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ และโครงสร้างแบบ slump สามารถพบได้ทั่วไป หน่วยหินนี้วางตัวอยู่บนหินส่วนล่างของ Jentik Formation พบอยู่ทางด้านตะวันตกของเนินเขา C ด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเนินเขา B และด้านตะวันออกเฉียงใต้ของเนินเขา A สามารถเทียบได้กับหน่วยหิน 2 ของ Meor hakif Hassan และ Lee (2002)

หินส่วนบนของ Jentik Formation ส่วนใหญ่เป็นหิน argillaceous ประกอบด้วยหิน mudstone สีแดง ชั้นหนา ที่มีซากดึกดำบรรพ์ของ brachiopods (*Diacoryphe*, *Posidonomaya*) อายุ Devonian พบอยู่ทางด้านตะวันออกของเนินเขา C เทียบได้กับหน่วยหิน 3 ของ Meor hakif Hassan และ Lee (2002)

ส่วนบนสุดของ Jentik Formation หินเริ่มเปลี่ยนเป็นหิน sandstone ชั้นหนาแทรกสลับกับหิน laminated mudstone ที่มีซากดึกดำบรรพ์ของ *Posidonomaya* และบางครั้งอาจพบหิน limestone

สีเทาเข้มแสดงชั้นดี มีซากดึกดำบรรพ์ของ straight cone nautiloid แทรกอยู่ในหินหน่วยนี้ด้วย สามารถเทียบส่วนบนสุดของ Jentik Formation ได้กับหน่วยหิน 4 ของ Meor hakif Hassan และ Lee (2002)

ในบริเวณเดียวกันที่พบหินส่วนบนของ Jentik Formation ยังพบหินส่วนล่างสุดของ Kubang Pasu Formation ซึ่งเทียบได้กับหน่วยหิน 5 และ 6 ของ Meor hakif Hassan และ Lee (2002)

ซากดึกดำบรรพ์ของ Dacryconarid, Monograptids, Plagiolaria ที่พบในหิน argillaceous sequence สีเทาเข้มและน้ำตาล ในส่วนล่างของ Jentik Formation บริเวณเนินเขา A, เนินเขา B และ เนินเขา C ในพื้นที่ Guar Sanai, Kampunt Guar Jentik, Beseri รัฐปะริส ซึ่งซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ ให้อายุอยู่ในช่วง Early Devonian สำหรับส่วนล่างของ Jentik Formation

ส่วนกลางของ Jentik Formation ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ แต่บนของหน่วยหิน บริเวณเนินเขา C ที่ประกอบด้วยหิน mudstone สีแดง ชั้นหนา พบซากดึกดำบรรพ์ของ criniod ossicles, Posidonomaya, brachiopods *Tournquistia burtonae*, *Malayanoplia* sp., *Perakia* sp, *Echinicoeliopsis* sp., trilobite *Diacoryphe* sp. ซึ่งมีอายุ Late Devonian

หินส่วนบนสุดของเนินเขา B พบซากดึกดำบรรพ์ส่วนใหญ่เป็นพวก criniod ossicles และ เศษของ Trilobite (*Macrobole Kedahensis*) ให้อายุ Earliest Carboniferous และยังพบ Cladochonus (small tabulate coral) อายุ Early Tournaisian (Earliest Carboniferous) (Hamada, 1968, 1973) ใน หิน mudstone สีแดง ทางตะวันออกของเนินเขา B ดังนั้นจึงให้ส่วนนี้เป็นรอยต่อระหว่าง Jentik Formation ส่วนบน และ Kubang Pasu Formation ส่วนล่าง

จากข้อมูลทางบรรพชีวินเชื่อได้ว่า Jentik Formation มีอายุ Devonian และเป็นรอยต่อระหว่าง Setul Formation และ Kubang Pasu Formation

หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic)

บริเวณ Gubir-Sadao Transect Area

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous Rocks)

KubangPasu Formation/Yaha Formation

KubangPasu Formation/Yaha Formation ในบริเวณ Gubir-Sadao Transect นั้นปรากฏทั้งด้านตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ ในมาเลเซียครอบคลุมพื้นที่ Sintok ใน Kubang Pasu District และ นำเซย

ในมาเลเซีย KubangPasu Formation/Yaha Formation ที่พบในพื้นที่ Sintok ประกอบด้วย หิน argillite สลับกับหิน sandstone และหิน tuffaceous sandstone และหิน siliceous เล็กน้อย ความหนาของหินแต่ละชั้นประมาณ 0.2 ถึง 1 เมตร และความหนาทั้งหมดประมาณ 300 – 350 เมตร หินที่พบบริเวณถนนเรียบชายแดนไทย – มาเลเซีย ในพื้นที่ Sintok ประกอบด้วยหิน sandstone ชั้นหนา หิน greywacke - subgreywacke แทรกสลับอยู่กับหิน argillite สีเทาชั้นหนาถึงหนามาก หิน quartz arenite ชั้นหนา เม็ดตะกอนคัดขนาดดี แสดง cross bedding และถูกปิดทับด้วยหิน chert หรือ siliceous shale หินประเภท argillite ประกอบด้วยหิน shale, mudstone และหิน argillo-arenite เม็ดตะกอนคัดขนาดไม่ดี

หิน arenaceous ประกอบด้วย subgreywacke สีขาวถึงเทา เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง และ หิน quartzite (quartz arenite) เล็กน้อย ส่วนหิน siliceous ประกอบด้วยหิน chert ชั้นบางและหิน siliceous shale และ sedimentary features ที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ graded bedding, cross lamination, fucoidal marking และ slump structures ในบริเวณที่ใกล้กับหิน granite หินมักถูกแปรสภาพไปเป็น หิน spotted slate, quartzite และ quartz-mica schist

ในฝั่งไทย KubangPasu Formation/Yaha Formation ที่พบบริเวณ อ.ยะหา บ้านบาโหย และ อ.นาทวี มีความหนาทั้งหมดประมาณ 400 - 450 เมตร และสามารถแบ่งออกเป็น 6 members ตามลำดับดังนี้

1) Sandstone member ประกอบด้วยหิน quartzitic sandstone สีน้ำตาลอ่อน เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง มีการคัดขนาดดี ชั้นหนาถึง massive แทรกสลับด้วยหิน mudstone แต่ละชั้นของ หิน sandstone หนาประมาณ 4 เมตร และมีความหนารวมทั้งหมด 30 เมตร

2) Sandstone สลับกับ mudstone member มีความหนาทั้งหมดประมาณ 180 – 300 เมตร และแสดง fining upward และ coarsening upward cycles ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหิน mudstone แทรกสลับกับหิน arkosic และ quartzitic sandstone สีเขียวอ่อนถึงเทา เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง แสดงชั้นแบบ wavy และ lenticular beds

3) Sandstone member หินหน่วยนี้หนาประมาณ 15 – 50 เมตร ประกอบด้วยหิน lithic sandstone สีเทาเข้มถึงดำ เม็ดตะกอนขนาดเล็กถึงปานกลาง มีการคัดขนาดปานกลาง แสดง wavy bed

4) Tuffaceous sandstone สลับกับ mudstone member ประกอบด้วยหิน tuffaceous sandstone สีน้ำตาลแดง เม็ดตะกอนขนาดปานกลางถึงใหญ่ แทรกสลับกับหิน greywacke สีเทาเขียวแดง เม็ดตะกอนขนาดปานกลางถึงใหญ่ หิน mudstone ชั้นหนา และหิน siltstone หน่วยหินนี้หนาประมาณ 10 – 50 เมตร

5) Chert member มีความหนาประมาณ 15 เมตร ประกอบด้วยหิน ribbon chert เป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนเปลี่ยนไปเป็น siliceous siltstone และชั้นหินมีการคดโค้งแบบ tigh fold และ recumbent fold มีรายงานว่าพบ radiolarian อายุ Carboniferous ใน chert base bedded

6) Shale สลับกับ sandstone member หน่วยหินนี้พบกระจายทั่วทั้งพื้นที่ ความหนาประมาณ 40 – 50 เมตร ประกอบด้วยหิน mudstone สีเทาดำ สลับกับหิน fine-grained sandstone แสดง sedimentary structures แบบ very thin, evenly – bedded และ sharp base bedded

จากลักษณะของหินและการลำดับชั้นหิน KubangPasu Formation/Yaha Formation ที่อยู่ทางตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ นั้นมีลักษณะที่เหมือนกัน และได้มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น bivalve Posidonimaya sp., trilobites, ammonite, brachiopods, crinoid, gastropods และเศษพืชในหมวดนี้ และจากมีรายงานของ Sashida et al .(2002) ว่าพบ radiolarian อายุ Carboniferous ใน chert member ใกล้เคียงบ้านกะบัง จึงสรุปได้ว่า KubangPasu Formation/Yaha Formation มีอายุ Carboniferous

หินยุคเพอร์เมียน – ไทรแอสซิก (Permian – Triassic Rocks)

Cherty Unit

Cherty Unit พบในบริเวณ Sungai Tiang และ Kuala Nerang ทางใต้ของพื้นที่สำรวจและโผล่ดีในตอนกลางของพื้นที่สำรวจที่ Sungai Sebaping, Padang Terap District หิน โผล่ของ Cherty Unit ก็มักมีขนาดเล็กและไม่สามารถใส่ลงไปในแผนที่ธรณีวิทยาได้ ไม่พบหน่วยหินนี้ในพื้นที่ฝั่งไทย

Cherty Unit ประกอบด้วย pelagic chert สีเทาอ่อน แสดงชั้นดี หิน siliceous shale หรือ mudstone แทรกสลับกับหิน shale และ sandstone ชั้นหิน chert ของ KubangPasu Formation/Yaha

Formation หิน chert ของ Cherty Unit มีสีที่อ่อนกว่า ในบางพื้นที่ส่วนบนของหน่วยหินมี limestone แทรกอยู่ด้วย

Cherty Unit มีอายุในช่วง Permo – Triassic เนื่องจากการหาอายุของ radiolarian ที่พบใน Cherty Unit จากรายงานของ Sashida et al. (1992, 1993 & 1995) พบ radiolarian อายุ late Middle Permian ต่อมา Ishiga และ Imoto พบ radiolarian อายุ Late Permian ในหิน siliceous limestone บริเวณเหมืองหินที่ Bukit Barak และในชั้นหิน chert บริเวณ Bukit Nyan, Basir Jasin (1994) มีรายงานว่าพบ radiolarian จำนวน 13 species อายุ Middle Triassic ใน Cherty Unit บริเวณ Pokok Pauh, Pokok Sena, Merbau Pulas ในปี 1995 Spiller และ Metcalfe รายงานว่าพบ radiolarian อายุ Late Permian-Middle Triassic จาก Cherty Unit

บริเวณ Batu Merintang-Sungai Kolik Transect Area

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส – เพอร์เมียน (Carboniferous – Permian Rocks)

Mangga formation/Ka Lu Bi formation/Ai Ka Po formation

ในมาเลเซีย Mangga formation ถูกตั้งขึ้นโดย Mohamad Hussein et al. สำหรับหินแปรเกรดต่ำของหิน arenaceous, argillaceous, pyroclastic, hornfels และ marble ในพื้นที่ด้านตะวันออกของ Belum โดยชื่อนี้ได้มาจากชื่อของแม่น้ำ Mangga ซึ่งเป็นบริเวณที่พบหมวดหินเป็นที่แรก ส่วนในประเทศไทยชื่อ Ka Lu Bi formation และ Ai Ka Po formation ถูกตั้งขึ้นโดยคณะทำงานไทย ใช้แทนหินตะกอนที่ถูกแปรสภาพแบบ low-grade metamorphic ซึ่งพบทางตอนกลางของพื้นที่สำรวจฝั่งตะวันตกโดยชื่อ Ka Lu Bi และ Ai Ka Po เป็นชื่อของหมู่บ้าน

Mangga formation/Ka Lu Bi formation/Ai Ka Po formation ในมาเลเซียโพลีดีบริเวณตอนบนของแม่น้ำ Machang และแผ่กระจายไปทางตะวันออกเฉียงใต้ถึงเขา Kampung ในเขตไทย Mangga formation/Ka Lu Bi formation/Ai Ka Po formation นั้น โพลีดีให้เห็นหลายพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางและทางด้านตะวันตกของพื้นที่สำรวจ ส่วนล่างของ Ai Ka Po formation โพลีดีบริเวณถนนตัดผ่านและบริเวณที่ถูกน้ำกัดเซาะ และปรากฏภูมิประเทศเป็นสันเขา แดบและยาววางตัวแนวเหนือ-ใต้ เช่น เขาใกล้กับหมู่บ้าน Ka Lu Bi – Laem Thong หรือเขาที่อยู่ทางด้านตะวันตกของหมู่บ้าน Khua son Patthana และเขาด้านตะวันตกของหมู่บ้าน Chang Perk ส่วนบนของหมวด Ka Lu Bi โพลีดีตามถนนและบริเวณทางน้ำบริเวณบ้านสุคีริน บ้านกะรุปี บ้านโต๊ะไม้ บ้านกุ่มง บ้านน้ำหอม เป็นต้น

ลักษณะของหินที่พบในมาเลเซียส่วนใหญ่เป็นพวกหิน low-grade metamorphic สามารถแบ่งออกเป็น 4 facies คือ argillaceous (CPmgag), arenaceous (CPmgar), pyroclastic (CPmgpy), และ calcareous (CPmgcl) โดยหน่วยหิน argillaceous ประกอบด้วย metamorphose siliceous shale, slate phyllite, metadsiltstone และ hornfels สามารถแบ่ง argillaceous facies ได้เป็น 2 ส่วนคือบนและล่าง ส่วนบนของ argillaceous facies ประกอบด้วย calc-silicate hornfels บริเวณที่พบหินดีที่สุดอยู่ทางแยกบริเวณ Felda Tumbi Rapat หินนี้มีเนื้อสีเทาอ่อน ขนาดตะกอนเล็กมาก มีการเรียงตัวเล็กน้อย และแทรกด้วย quartz และ calcite vein การศึกษาด้านสัณฐานวิทยาพบว่าแร่ประกอบหินส่วนใหญ่เป็น quartz นอกนั้นเป็นแร่ muscovite, biotite, diopside, และ iron oxide แต่ยังพบ ribbon chert สีเทาถึงเทาอ่อนบริเวณ กม 173.2 ของถนน East-West Highway แต่ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ของ radiolarian ส่วนหิน slate และ phyllite มักพบแทรกสลับกับ metasilstone

Argillaceous facies ประกอบด้วย metasandstone และ metagreywacke ถูกแทรกสลับด้วย metasilstone และ schist (รูปที่) ซึ่ง schist ที่พบเป็นพวก quartz-mica schist, quartz-mica-garnet schist และ quartz-mica-graphite schist หน่วยหิน pyroclastic นั้นมักพบเป็นเลนส์อยู่ในหน่วยหินประกอบด้วย Argillaceous และ arenaceous

หน่วยหิน calcareous ส่วนใหญ่เป็นพวก impure marble และ pure marble สีขาว พบว่าหน่วยหินนี้มักแทรกตัวเป็นเลนส์อยู่ในหน่วยหินอื่น ๆ

การแปรสภาพของหินค่อนข้างรุนแรงและมักวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และเอียงเทไปทางทิศตะวันตก

ในฝั่งประเทศไทย หินถูกแปรสภาพน้อยมาก เนื่องจากถูกกระทำโดยการแทรกตัวของ granite pluton น้อยกว่าในมาเลเซียและพบว่าชั้นหินมีความหนากว่า เพราะมีสภาพของการสะสมตัวในทะเลที่ลึกกว่า

ส่วนล่างของหินชุดนี้คือ 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 ที่บ้านกะลุบี่ ทางด้านตะวันตกของ Le Pae-Jeli granite belt ทำให้หินมีการวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มุมเอียง

เทปานกลางไปทางด้านทิศตะวันตก หินในบริเวณนี้ประกอบไปด้วยหิน quartzite ชั้นบางถึงหนาปานกลาง เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง สีเทาเขียว และถูกแทรกด้วย quartz veinlet ซึ่งมักวางตัวในแนวเหนือ-ใต้

Ai Ka Po formation ที่บ้าน Khua Son Patthana และเขาเล็ก ๆ ทางด้านตะวันออกของหมู่บ้าน Chang Perk ซึ่งอยู่ตรงกลางของ To Mo Quadrangle หินบริเวณนี้ถูกแปรสภาพไปมากเนื่องจากถูกแทรกเข้ามาโดยหิน acid to intermediate igneous แนวการวางตัวของหินอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ และชั้นหินเรียงเทหลายทิศทาง 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 ที่วางตัวสลับกันไป ชั้นหินมีขนาดบางถึงหนาปานกลาง และถูกแทรกด้วยสายแร่ quartz ส่วนบนของ facies เป็น rhythmic sequence ของหิน shale และ siltstone และตอนบนของชั้นหินมี sandstone เนื้อละเอียดแทรกสลับอยู่ การแปรสภาพของหินเกิดในพื้นที่เล็กบริเวณที่เป็น shear zone และ contact zone ใต้เป็นหิน slite, phyllite, phylitic shale และ spotted slate

ส่วนล่างของ Ka Lu Bi formation มีหินโผล่ให้เห็นชัดเจนในบริเวณถนนสาย Sukhirin-So Wo และสาย Sukhirin-Ai Bo Jo บ้านน้ำตก และด้านเหนือของบ้านกุ่มง หินวางตัวค่อนข้างอยู่ในแนวเหนือและส่วนใหญ่เรียงเทไปทางด้านตะวันตก 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 ส่วนหินที่ถูกแปรสภาพมาก

จะพบที่บ้านน้ำหอม บ้าน kata และบ้าน Khao Patthana ทางด้านเหนือของพื้นที่สำรวจ โดยในพื้นที่ To Mo ชั้นวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และมีการเอียงเทหลายทิศทาง ประกอบด้วย rhythmic sequence ของ shales (60%) หินสคดีสีเทาเข้มถึงเทาเขียว มีชั้นบางถึงบางมาก ถูกแทรกสลับด้วย siltstones และ mudstones (40%) สีเทาถึงเทาเขียว ชั้นบาง ในส่วนบนสุดของ sequence เป็นการแทรกสลับกันระหว่างหิน carbonaceous shales ชั้นบาง สีเทาเข้มถึงดำ กับหิน shales สีม่วงแดง มักพบการ deformation และแปรสภาพแบบ low-grade contact metamorphic ของหินชุดนี้ทำให้หินเดินเปลี่ยนไปเป็นหิน slate, phyllite, phyllitic และ spotted slate

การลำดับชั้นหินของหินในบริเวณบ้านสุครินถึงบ้านสอวอ มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มุมเอียงเทของชั้นหินค่อนข้างชัน หินส่วนใหญ่เป็นพวก rhythmic sequence แต่มีองค์ประกอบที่เป็นพวก carbonaceous มากกว่าในพื้นที่โต๊ะไม้ 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 โดยเฉพาะถนนสายสุขขยถึงกะเต๊ะ สายกะเต๊ะถึงบ้านน้ำหอม และสายกะเต๊ะถึงอัยสี่ระ โครงสร้างหินเช่นการวางตัวของหินแนว foliation การเอียงเทของชั้นหิน จะถูกควบคุมโดย fault zone ที่อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ หินในบริเวณนี้แสดงแนวแตกทั้ง S1 และ S2 หินส่วนใหญ่เป็นพวก low-grade metamorphic เช่น หิน phyllite สีเทาเข้ม เทาน้ำตาล และเทาฟ้า หิน phyllitic shale, phyllitic schist และหิน schist ที่มีสาย quartz ตัดเข้ามาในบริเวณที่เป็น fault zone พบหินปนกันหลายชนิด เช่น หิน conglomerate, quartzite, spotted slate, volcanic และ aplite

เนื่องจากหินชนิดนี้ถูก deformation และ metamorphose อย่างรุนแรงทำให้ไม่สามารถหาความหนาของชั้นหินได้

ในการสำรวจโดยคณะทำงานไทย-มาเลเซีย ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ในหินชนิดนี้ แต่มีรายงานโดย Mac Donal (1955) ว่าได้พบซากดึกดำบรรพ์ *paleoajera* sp., *Costiferina* sp. (brachiopod) และ gastropod ของ Mangga formation ในบริเวณ Kampung Belimbing, Batu Melintang ประเทศมาเลเซีย ซึ่งให้มียุ Permian แต่จากลักษณะของหิน และการลำดับชั้นของ Mangga formation/ Ka Lu Bi formation/ Ai Ka Po formation คณะทำงานไทย-มาเลเซีย ได้ให้หมวดหินมีอายุ Carboniferous-Permian

Taku schist/Bu Ke Ta formation

Taku schist/Bu Ke Ta formation เป็นหินแปรที่สามารถเทียบสัมพันธ์ได้กับ Mangga formation/ Ka Lu Bi formation/Ai Ka Po formation ซึ่งชื่อของ Taku Schist ถูกตั้งขึ้นโดย Mac Donal (1997) เพื่อใช้เรียก sequence ของหินแปรที่พบบริเวณตอนกลางของรัฐกลันตัน โดยชื่อ Taku Schist ได้มาจากชื่อของ Sungai Taku ส่วน Bu Ke Ta formation ตั้งขึ้นโดยคณะทำงานไทย ในโครงการสำรวจธรณีวิทยาร่วมไทย-มาเลเซีย บริเวณ Batu Merintang-Sungai Kolok Trasect (2002) โดยได้ชื่อจากบ้านบูเกตา ใกล้กับแม่น้ำโกลก

ในฝั่งมาเลเซีย หมวดหิน Taku schist มีการกระจายตัว ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-เหนือ ตั้งแต่ทางรถไฟทางใต้ของ Sungai Galas ตอนกลางของรัฐกลันตันขึ้นไปจนถึงบ้านตะเนาะแมเราะ ประเทศไทยขอบเขตทางด้านตะวันตกของหมวดหินนั้นขึ้นไปทางเหนือไปตาม Sungai Galas, Sungai Kenik ผ่าน Ulu Sangai Taku, Suagai Sokor ที่ Kuala Bertam และสิ้นสุดที่ Kemahang granite mass ขอบเขตทางด้านตะวันออกเรียบลงไปตามแม่น้ำ Dungai Lebir และบางส่วนของแม่น้ำ Sungai Kelentan

ในฝั่งไทย พบหินโพลีเพียงที่เดียว คือ บริเวณลำธารบ้านบูเกตา ที่อยู่ตอนกลางของพื้นที่สำรวจใกล้กับชายแดนไทย-มาเลเซีย

Taku schist/ Bu Ke Ta formation ในพื้นที่สำรวจ ประเทศมาเลเซีย ประกอบด้วยหิน schist เป็นส่วนใหญ่ซึ่งหินทั้งหมดแสดง crystalline และ schistosed หิน Mica schist เป็นหินที่พบมากที่สุดประกอบด้วยหิน quartz-mica schist, mica-garnet schist และ quartz-mica-garnet schist และ

มักพบแถบบาง ๆ ของหิน amphibole schist และ quartz schist แทรกอยู่ในหิน mica schist ด้วยหิน Hornfel พบในบริเวณที่อยู่ใกล้กับหิน granite

ในฝั่งประเทศไทย Taku schist/ Bu Ke Ta formation ประกอบด้วยหิน amphibole schist แถบบาง สีเทาเข้มถึงดำแทรกสลับกับหิน quartz amphibole schist สีเทาอ่อน หินแสดงแนวแตก S1 ซึ่งวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ จากการศึกษาค้นคว้าโดย Salyapongse, per comm. พบแร่ในกลุ่มของแร่ amphibolite เช่น แร่ hornblende, tremolite และ actinolite

อายุของ Taku schist/Bu Ke Ta formation ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน แต่จากรายงานของ Mac Donal (1967) ได้เสนอให้ Taku schist/ Bu Ke Ta formation มีอายุในช่วง Carboniferous-Triassic และจากการศึกษาโดยคณะทำงานไทย-มาเลเซีย ได้ให้หมวดหินนี้มีอายุในช่วง Carboniferous-Permian เท่ากับอายุ Mangga formation/ Ka Lu Bi formation/Ai Ka Po formation

หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (Permian - Triassic Rocks)

Telong formation

Telong formation ถูกเสนอขึ้นโดย Aw (1990) เพื่อใช้เรียก sequence ของพบบริเวณแม่น้ำ Sungai Telong ในพื้นที่ Sungai Aring ของรัฐกลันตัน จากรายงานเก่าของคณะทำงานมาเลเซีย Telong formation มีชื่อเดิมว่า Sokor formation

ในมาเลเซีย หมวดหินนี้โผล่ให้เห็นได้ดีในบริเวณ Kampong Legeh และต่อเนื่องไปทางตะวันออกเฉียงถึงตะเนาะแมเราะ ทางด้านตะวันออกของพื้นที่สำรวจ แต่หมวดหินนี้ไม่พบในฝั่งไทย เนื่องจากถูกตะกอนปัจจุบันปกคลุม

Telong formation ประกอบด้วยหิน argillite, low-grade metasediment, metavolcanic หมวดหินนี้ Ab Halim Hamzah และ Mustafar Hamzah ได้แบ่งหินออกเป็น 4 facies ได้แก่ argillaceous, arenaceous, calcareous และ volcanic facies โดย Facies ที่พบในพื้นที่สำรวจคือ argillaceous facies ซึ่งประกอบด้วยหิน slate สีเขียว สีเทาแดงถึงดำ หิน schist, hornfel มีแร่ pyrite จำนวนมากแทรกอยู่ในหิน carbonaceous หิน arenaceous facies ประกอบด้วยหิน marble สีน้ำตาล พบได้บริเวณ Gua Setir ทางตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่สำรวจ

ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ในหมวดหินนี้ ในบริเวณพื้นที่สำรวจ แต่จากการเทียบสัมพันธ์หมวดหินนี้เทียบได้กับหน่วยหินที่ลักษณะคล้ายกันซึ่งอยู่ไปทางใต้ของพื้นที่สำรวจ (Sungai Aring และ Kuala Betis ในรัฐกลันตัน) ให้อายุของหินอยู่ในช่วง Late Permian-Triassic

จากการลำดับชั้น (chronostratigraphically) หมวดหิน Telong สามารถเทียบเคียงได้กับ Ai Ba Lo formation อายุ Permo-Triassic ในฝั่งไทย

Ai Ba Lo formation

Ai Ba Lo formation ตั้งขึ้นโดยคณะทำงานไทย ในโครงการสำรวจธรณีวิทยาร่วมไทย-มาเลเซียบริเวณ Batu Merintang-Sungai Kolok Transect (2002) เพื่อใช้เรียก sequence ของหินตะกอนที่สะสมตัวในทะเลลึกที่พบในบริเวณ อ.จะนะ จ.นราธิวาส โดยชื่อของหมวดหินได้จากชื่อของบ้านอัยบาล อ.จะนะ อยู่ทางตะวันตกของ จ.นราธิวาส

หมวดหินนี้กระจายตัวเฉพาะฝั่งไทย โผล่ให้เห็นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่บ้านกุ่มง ลงไปทางใต้จนถึงส่วนบนของบ้านเขาสนพัฒนา อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่สำรวจ ชั้นหินวางในแนว NNE-SSW มุมเอียงเทของชั้นหินค่อนข้างชัน เอียงทั้งด้านตะวันออกและตะวันตก เป็นผลมาจากเนื้อหินที่ค่อนข้างอ่อนและจาก folding และ faulting

พบหินโผล่ในบริเวณแม่น้ำสายบุรี ซึ่งหินโผล่แสดงลักษณะของ repeated sequence ไปตลอดระยะทาง 2-3 กิโลเมตร หินส่วนใหญ่เป็นหิน chert สีเทาถึงขาว ชั้นบาง แสดงชั้นแบบ even beds ในเนื้อหินมีซากดึกดำบรรพ์ของ radiolarian แทรกสลับกับหิน shale และมีหิน volcaniclastic sediments อยู่บ้าง แนวแตกของหินแบบ S1 อยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แนวคดโค้งของหินมีทั้งแบบ tight fold, recumbent fold และ overturned fold จึงทำให้หาความหนาที่แท้จริงไม่ได้

ในพื้นที่สำรวจ ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ แต่จากการลำดับชั้นหินให้อายุของหินอยู่ในช่วง Permo-Triassic

Ai Ba Lo formation สามารถเทียบสัมพันธ์ได้กับ Telong formation ในประเทศมาเลเซีย โดยทั้งสองหมวดหินสะสมตัวในช่วงเวลาเดียวกันและสะสมตัวในแอ่งตะกอนที่ไม่สงบเนื่องจากการแทรกตัวขึ้นมาของหินอัคนี และจากลักษณะเนื้อหิน Ai Ba Lo formation น่าจะสะสมตัวในแอ่งสะสมตัวที่ลึกกว่า Telong formation บริเวณ Betong-Pengkalan Hulu Transect Area

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous Rocks)

KubangPasu Formation ถูกกำหนดให้วางตัวอยู่บน Kroh formation และวางตัวอยู่ใต้ Gerik formation ชื่อของ KubangPasu Formation ถูกเสนอขึ้นโดย Jones (1978) เพื่อใช้เรียก sequence ของหิน sandstone ชั้นหนา แลหิน shale ชั้นบางที่อยู่ในบริเวณรัฐเคดาห์และรัฐปะริส ทางตะวันตกเฉียงเหนือของมาเลเซีย ชื่อของหมวดหินนี้ได้มาจากเมือง Kubang Pasu รัฐเคดาห์ ซึ่งเป็นบริเวณที่พบหมวดหินนี้เป็นครั้งแรก

ในประเทศไทย Yaha Formation นั้นวางอยู่ใต้ Betong Formation หมวดหินนี้ตั้งขึ้นโดย Nakhpadungrat et al. (1988) สำหรับเรียก sequence ของหินตะกอนยุค Carboniferous ในบริเวณ อ.สะเดา และ อ.ยะหา ซึ่งเป็นบริเวณที่พบ Yaha Formation เป็นครั้งแรก

การกระจายตัวของ KubangPasu Formation/ Yaha Formation ในมาเลเซีย พบหินโผล่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่สำรวจ ครอบคลุมบริเวณ Sungai Teliang ตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐเคดาห์และบริเวณตอนกลางของพื้นที่สำรวจ อยู่ตอนบนของรัฐปะริส KubangPasu Formation/ Yaha Formation ในบริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐเคดาห์เป็นป่าที่ทำการเข้าถูโดยใช้เรือเข้าไปตามแม่น้ำ ดังนั้น จึงสำรวจได้เฉพาะบริเวณริมตลิ่ง ส่วนพื้นที่ตอนบนของรัฐ

ปะริสการเขาถึงทำได้สะดวกมีหิน โผล่ดีเนื่องจากมีถนนตลอดแนวชายแดน

ในฝั่งไทย หมวดหินนี้กระจายตัวยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือ ด้านตะวันออก และด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่สำรวจ และบางส่วนเหลือเป็น roof pendant วางตัวอยู่บน Srinakhon granite และ Chantharat granite ในตอนกลางของพื้นที่ KubangPasu Formation/ Yaha Formation สามารถแบ่งออกเป็น 2 facies คือ ส่วนล่างของหมวดหิน หรือ argillaceous facies และส่วนบนของหมวดหินหรือ arenaceous facies

KubangPasu Formation/ Yaha Formation ในมาเลเซีย ส่วนใหญ่เป็นหิน sandstone สลับกับหิน argillaceous และหิน siliceous แต่ละชั้นจะหนาประมาณ 0.2 - 1 เมตร ความหนาตลอดทั้ง sequence ประมาณ 300 - 350 เมตร

หินที่พบในหมวดหินประกอบด้วย (เรียงจากล่างขึ้นบน) หิน sandstone ชั้นหนา หิน greywacke-subgreywacke แทรกสลับกับหิน argillite ชั้นหนาถึงหนามาก ตามด้วยหิน quartz arenite และถูกปิดทับด้วยหิน chert และหิน siliceous shale โดยหิน subgreywacke เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง เป็นหินประเภท arenite ที่พบมากที่สุด นอกนั้นเป็นหิน quartzite (quartz arenite),

feldspathic sandstone และหิน grit ส่วนหินประเภท siliceous นั้นประกอบไปด้วยหิน chert และหิน siliceous shale ซึ่งหิน chert (ribbon chert) จะโผล่ในพื้นที่จำกัดบริเวณหุบเขา Sungai Teliang ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่สำรวจในเนื้อหินมีโครงสร้างของ microcrystalline quartz และ chalcedony ซึ่งน่าจะเป็นร่องรอยของ radiolaria และ sedimentary features ที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ graded bedding, cross lamination, fucoidal marking และ slump structures

ในบริเวณ Gunung Kenderang และ Kerunai (ทางใต้ของบริเวณตอนกลางพื้นที่สำรวจ) sandstone succession ในพื้นที่นี้ถูก metamorphose ประกอบด้วยหิน protoquartzite เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง สีจาง มีแร่ประกอบหินเป็น mica 5 – 15% และมีแร่ tourmaline, feldspar และ carbonaceous เล็กน้อย และยังมีหิน orthoquartzite และ subgreywacke ที่มีการคัดขนาดตะกอนไม่ดี และมักจะเปลี่ยนไปเป็นหิน pebbly metasandstone และ metasandstone หรือไปเป็นหิน metasilstone หมวลหินนี้ทั่วไปแสดงชั้นที่หนาถึง massive และอาจพบ cross bedding ได้ในบางพื้นที่

หินประเภท argillite ประกอบด้วยหิน shale, mudstone และ argillo-arenaceous sequence ที่มีหินหลายชนิดจาก muddy siltstone ไปเป็น wacke และ subgreywacke หินมีสีเทาอ่อนถึงเทาเข้ม หิน shale มีสีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นหนาประมาณ 0.3 - 0.6 เมตร แสดง lamination และมักพบหิน siltstone แทรกสลับอยู่ในหิน shale ด้วย

ตอนกลางของพื้นที่สำรวจบริเวณ กม 18.7 บนถนนเรียบชายแดนฝั่งมาเลเซีย พบหิน brecciated chert วางตัวอยู่ใต้ sandstone sequence และ shale โดยที่ brecciated chert มี clast ขนาด pebble-cobble และมีตัวเชื่อมประสานเป็นทรายและโคลน คาดว่าหิน breccia เหล่านี้เกิดจากการถล่มในขณะที่มี tectonic activities

KubangPasu Formation/ Yaha Formation ในประเทศไทย ประกอบด้วยหิน sandstone, siltstone และ ribbon chert เป็นส่วนใหญ่ และมีหิน limestone lenses แทรกอยู่บ้าง (รูป) หมวลหินนี้แบ่งได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนล่างและส่วนบน แต่ไม่สามารถแสดงบนแผนที่ธรณีวิทยาได้

ส่วนล่างของ KubangPasu Formation/ Yaha Formation ปรากฏให้เห็นได้ดีบริเวณถนนเรียบชายแดน จากด่านตรวจคนเข้าเมือง อ.เบตง ถึงบ้านซาโฮ้ และจากบ้านจาเราะซุชงูถึงเขาวังสุคา ชั้นหินมีความหนาทั้งหมด 300-400 เมตร และแสดงชั้นแบบ thickening และ coarsening upward cycles (ตาราง) หินหน่วยนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนล่างตอนล่าง ส่วนล่างตอนกลาง และส่วนล่างตอนบน

1) หินส่วนล่างตอนล่าง ประกอบด้วยหิน mudstone และ siltstone (80%) แสดงชั้นบางถึงหนาปานกลาง สีเทาถึงน้ำตาลเทา แทรกสลับกับหิน lithic และ arkosic sandstone (20%) แสดงชั้นแบบ wavy และ lenticular หิน mudstone ในหน่วยหินนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) หิน laminated mudstone สีเทา เนื้อเนียนสะอาด 2) หิน mudstone สีเทาเขียว เนื้อสกปรกมีเศษของแร่ feldspar และเศษพืชปนอยู่ในเนื้อหิน

2) หินส่วนล่างตอนกลาง ประกอบด้วยหิน shale, mudstone และ siltstone (30%) แสดงชั้นแบบ evenly bed สีเทาเข้มถึงเทาเขียว แทรกสลับกับหิน arkosic, lithic และ quartzitic sandstone (70%) เม็ดตะกอนขนาดละเอียดถึงปานกลาง มีชั้นหินขนาดบางถึงหนา (0.2 – 2 เมตร) บางชั้นหนาถึง 4 เมตร

3) ส่วนล่างตอนบนหนาประมาณ 30 เมตร ประกอบด้วยหิน shale ชั้นบางถึงบางมาก สีน้ำตาลอ่อนถึงเทาอ่อน และสีขาว หิน siltstone, mudstone และ siliceous ซึ่งในบางชั้นของหิน chert พบร่องรอยของ radiolaria

ส่วนบนของ KubangPasu Formation/ Yaha Formation มีหินโพลีดีในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณถนนจากบ้านซาโฮ้ถึงบ้านจาเราะชูชู และจากบ้านจาเราะชูชูถึงเขาวังสุดา ส่วนใหญ่หน่วยหินนี้ประกอบด้วยหิน sandstone ชั้นหนา หิน argillite ที่มี ribbon chert และ limestone lenses ด้วย ในส่วนบนนี้ชั้นหินมีความหนาทั้งหมด 400 – 500 เมตร และแสดงชั้นแบบ thickening และ coarsening upward sequence สามารถแบ่งหน่วยหินออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) หินส่วนบนตอนล่าง ประกอบด้วยหิน mudstone และ siltstone (40%) ชั้นหนาปานกลางถึงหนา (0.4 - .06 เมตร) แทรกสลับกับหิน arkosic, lithic และ quartzitic sandstone (70%) เม็ดตะกอนขนาดละเอียดถึงปานกลาง แสดงชั้นแบบ wavy และ lenticular

2) หินส่วนบนตอนกลางประกอบด้วยหิน arkosic, lithic และ quartzitic sandstone ชั้นหนาถึง massive (4 - 8 เมตร) สีน้ำตาลอ่อน เม็ดตะกอนขนาดปานกลาง มีการคัดขนาดดี แทรกสลับด้วยหิน mudstone ชั้นบาง เนื้อสกปรกที่มีเศษพืชปนอยู่ด้วย และหิน mudstone เนื้อสะอาด หินทั้งหมดมีความหนารวม 80 - 100 เมตร

3) หินส่วนบนตอนบน ประกอบด้วยหิน mudstone และ siltstone (30%) ชั้นหนาถึงหนาปานกลาง สีเทาถึงเทาเขียว แทรกสลับกับหิน arkosic, lithic และ quartzitic laminated sandstone (70%) ชั้นหนาปานกลางถึงหนา (0.6 – 2 เมตร) สีเทาอ่อนถึงน้ำตาลเหลือง เม็ดตะกอนขนาดเล็กถึงปานกลาง

4) หินส่วนบนตอนบนสุด มีความหนาประมาณ 40 เมตร ประกอบด้วยหิน laminated silicified shale ชั้นบาง สีเทาถึงเทาเข้ม สลับอยู่กับหิน ribbon chert สีเทาเข้ม ที่มี radiolarian และ conodont

หินส่วนใหญ่จะวางตัวในแนวเหนือ – ใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ และชั้นหินเอียงเทไปทางตะวันตกและตะวันออกเฉียงใต้ แสดงแนวแตก S1 ในแนวเหนือ – ใต้ และเอียงเทไปทางทิศตะวันตก ความหนาทั้งหมดของชั้นหินประมาณ 800 เมตร

KubangPasu Formation/ Yaha Formation ในประเทศไทยสามารถแบ่งได้อย่างชัดเจนเป็น 2 facies คือ argillaceous facies และ arenaceous facies

หิน argillaceous facies ของ KubangPasu Formation/ Yaha Formation

หิน arenaceous facies โผล่ดีในบริเวณที่ราบใกล้กับ granite pluton ที่อยู่ทางตอนกลางของพื้นที่สำรวจ sequence ของหินโผล่ให้เห็นอย่างต่อเนื่องเป็นแนวแคบ ๆ ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ ในบริเวณบ้านจันทรัตน์ และบริเวณถนนสาย เบตง – ยะลา จากบ้าน กม.29 ถึง บ้าน กม. 24 และต่อเนื่องไปจนถึงเขื่อนตอนใต้บางกลาง

หิน argillaceous ในส่วนล่างของ KubangPasu Formation/ Yaha Formation บางส่วนถูกแปรสภาพจากกระบวนการ deformation และ low – grade metamorphism ในบริเวณที่เป็น shear zones และ contact zones ให้เปลี่ยนเป็นหิน thin – to medium – banded phyllite, phyllitic schist, mica schist และ quartz schist ส่วนหิน quartzite กับ calc – silicate นั้นมีให้เห็นอยู่บ้าง

ในบริเวณบ้านจันทรัตน์ หินถูก folded และ sheared อย่างรุนแรง หินในบริเวณนี้ประกอบด้วย thin-banded schist สีเทาฟ้าถึงเทาเข้ม สลับกับหิน phyllitic schist สีเทาฟ้า แนวแตกของหินมีทั้งแบบ S1 และ S2 และ kink band

ในพื้นที่สุดต้นท่อน หน่วยหินประกอบด้วย ชั้นบาง ๆ ของหิน phyllite สีเทาฟ้า และหิน schist สีเทาเขียว หินแสดงแนวแตกในแนวในแนวเหนือ-ใต้ และเอียงเทไปทางทิศตะวันตก แสดง kink band และ grass fractures และ medium banded quartz กับ marble lenses สามารถพบเห็นได้บ้าง

ที่บ้าน กม.29 ถึงบ้าน กม.42 ตามถนนสายเบตง-ยะลา หินในบริเวณนี้ถูกแปรสภาพโดย shear zone ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และบางส่วนถูกแปรสภาพโดยหิน granite ที่แทรกเข้ามา ในเนื้อหินแสดง fold แบบ chevron และ recumbent folds หินในพื้นที่

ประกอบด้วย quartz phyllite, quartz schist และ quartzite สีน้ำตาลเหลืองถึงเทาฟ้า แสดงแนวแตก S1 ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และเอียงเทในทางเหนือ แสดง kink band และ grass fractures

หิน argillaceous facies ของ KubangPasu Formation/ Yaha Formation

หิน argillaceous facies ส่วนใหญ่เหลือเป็น roof pendants บนหิน granite ในพื้นที่ที่เป็นภูเขาใกล้กับแม่น้ำปัตตานี และบริเวณเทือกเขา ละหัด-อัยเยอร์เค็ม ทางตอนกลางของพื้นที่สำรวจ และพื้นที่ทางด้านตะวันออกของบ้านปิยมิตร ไปจนถึงทางใต้ของบ้านโต

หินส่วนใหญ่เป็นหิน sandstone ชั้นหนาปานกลางถึงหนามาก หิน quartzite และหิน argillite เล็กน้อย

ในบริเวณเทือกเขาละหัด-อัยเยอร์เค็ม หิน argillaceous facies ประกอบด้วยหิน recrystalline sandstone ถึง quartzite (80%) ชั้นหนาถึงหนามาก สีน้ำตาลอ่อนถึงเทาอ่อน แทรกสลับกับหิน phyllite, phyllitic schist และ schist (20%) ชั้นบางถึงหนาปานกลาง (0.1 – 0.6 เมตร) สีเขียวอ่อนถึงเทาฟ้า พบ quartz dykes แทรกอยู่ในแนวเหนือ – ใต้ หินแสดงแนวแตก S1 ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวเหนือ - ใต้ เอียงเทไปทางเหนือและตะวันตก และแสดง kink band และ grass fractures

ในบริเวณน้ำตกละออกรุง ตาพะเยา และเขื่อนบางลาง หินในบริเวณนี้ประกอบด้วย lithic และ quartzitic sandstone ชั้นหนาถึงหนามาก สีเทาเข้าถึงเทา เม็ดตะกอนขนาดเล็กถึงปานกลาง สลับกับหิน argillite ชั้นบางมาก ส่วนบนของ facies ประกอบด้วย mudstone และ siltstone (40%) ชั้นบางถึงหนาปานกลาง สีเทาถึงเทาเขียว แทรกสลับกับหิน arkosic และ quartzitic sandstone (60%) ชั้นบางถึงหนา (0.2 – 0.6 เมตร) สีเทาเขียวถึงน้ำตาลเหลือง เม็ดตะกอนขนาดเล็กถึงปานกลาง และแสดงชั้นแบบ wavy และ lenticular beds หินแสดงแนวแตกในแนวเหนือ-ใต้ และเอียงเทไปทางตะวันตก แสดง kink band และ grass fractures

Arenaceous facies ในบริเวณสุดตันทัน ถูกแปรสภาพอย่างรุนแรงโดย fault ในแนวเหนือ-ใต้ หินในบริเวณนี้ประกอบด้วย laminated quartzite, quartz schist และ phyllite เล็กน้อย โดยหินมีสีน้ำตาลอ่อนถึงเทาเขียว ชั้นหนาถึงหนามาก

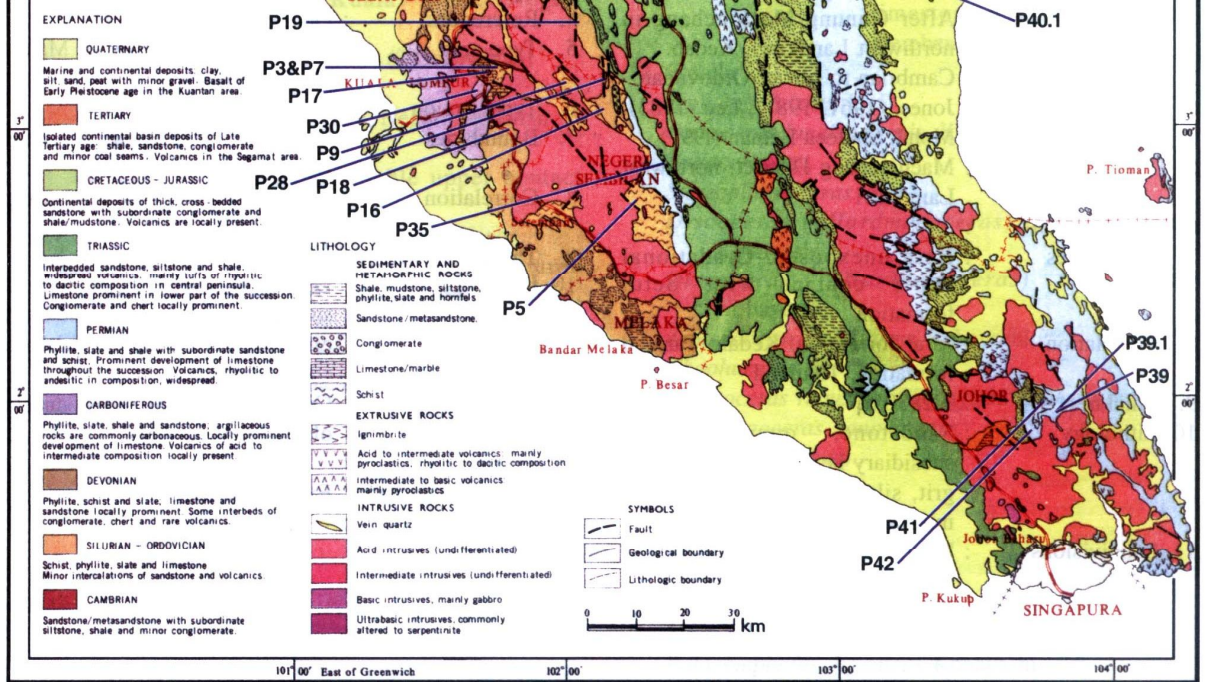


Figure 4. Location of type area of onland Palaeozoic rock formations of Peninsular Malaysia. Map reproduced with the permission of the Director-General of Minerals and Geoscience Department Malaysia.

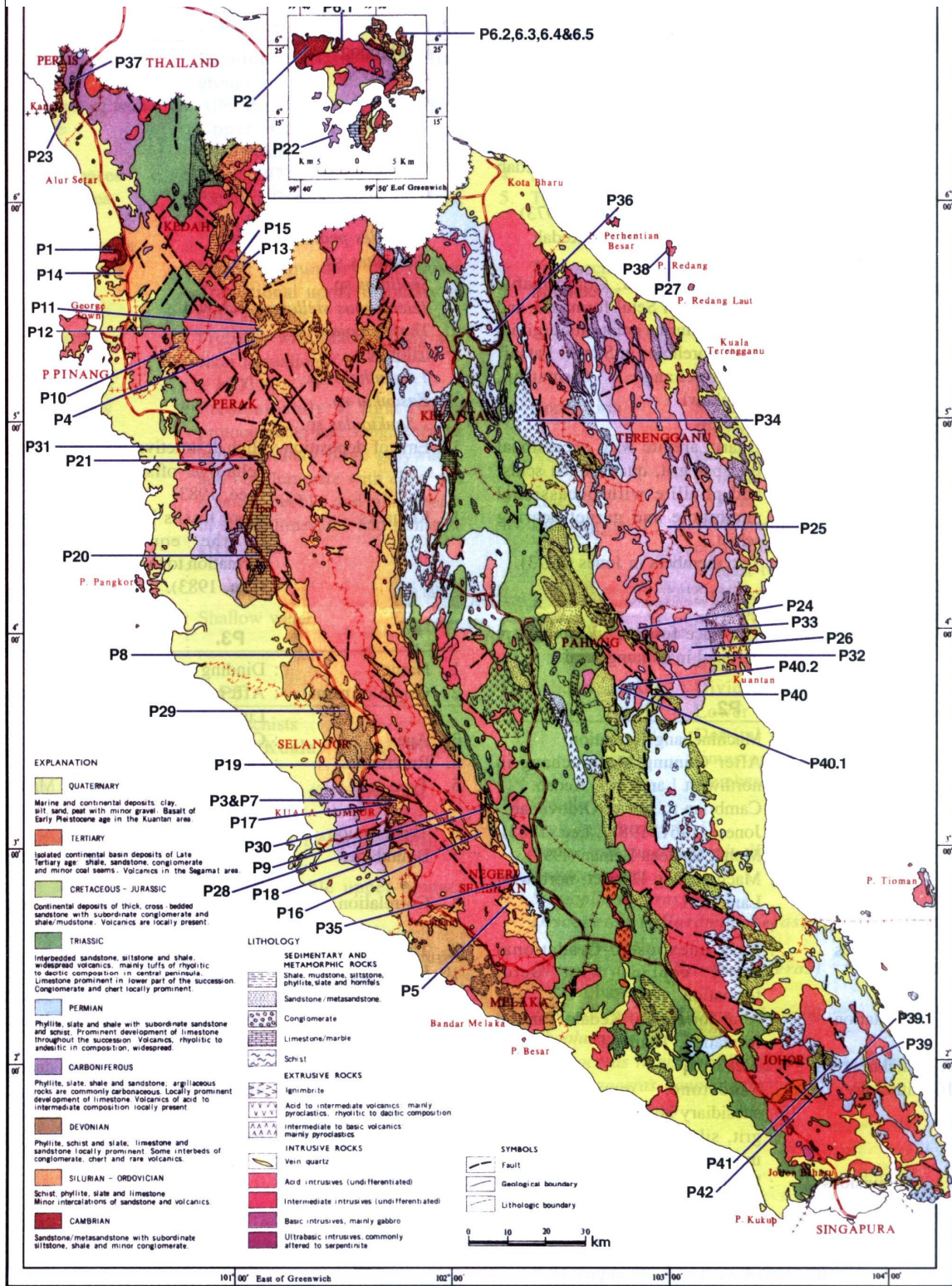


Figure 4. Location of type area of onland Palaeozoic rock formations of Peninsular Malaysia. Map reproduced with the permission of the Director-General of Minerals and Geoscience Department Malaysia.

7

รูป 5.8.1 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงการกระจายตัวของหินยุคต่างๆในประเทศมาเลเซีย(กิตติ ขาววิเศษ, 2004.)

5.9 หินมหายุคพาลีโอโซอิกในตอนใต้ของมณฑล ยูนาน ประเทศจีน

กลุ่มหินอายุแคมเบรียน (Cambrian) และออร์โดวิเนียน (Ordovician)

ชุดหินที่จัดอยู่ในกลุ่มอายุพาลีโอโซอิกตอนต้น (Lower Paleozoic) ซึ่งได้แก่ยุคแคมเบรียนและออร์โดวิเนียน โดยทั่วไปวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องกับกลุ่มหินอายุพรีแคมเบรียนในมณฑลยูนาน จัดแบ่งได้เป็น 6 ชุดหินด้วยกัน คือ

1. ชุดแคมเบรียนล่าง (Lower Cambrian) ประกอบด้วยหินแปรชั้นค่อนข้างต่ำจำพวกชีสต์และฟิลไลต์ (phyllite) แทรกสลับอยู่กับหินอ่อนถูกวางทับด้วยหินที่ไม่มีการแปรสภาพมากนัก เช่นหินทรายและหินดินดาน โดยมีหินปูนสลับอยู่บ้าง ชั้นถัดมาคือ
2. ชุดแคมเบรียนตอนกลาง (Middle Cambrian) ประกอบด้วยหินโดโลไมต์และหินปูนแทรกสลับด้วยหินทรายแข็งของหินดินดาน ในตอนล่างถูกทับด้วยหินโดโลไมต์ / หินปูนชั้นหนา
3. ชุดแคมเบรียนตอนบน (Upper Cambrian) ส่วนใหญ่เป็นหินโดโลไมต์, หินปูน, หินปูนเนื้อดิน, หินทรายแข็ง และหินดินดาน
4. ชุดออร์โดวิเนียนตอนล่าง (Lower Ordovician) เป็นหินพวกคลาโซไลต์ (clastic) สลับกับหินปูน
5. ชุดออร์โดวิเนียนตอนกลาง (Middle Ordovician) เป็นหินพวกมาร์ล (marl) เป็นส่วนใหญ่ อาจมีการสลับของหินโคลนบ้างในบางบริเวณยกเว้นทางภาคตะวันตกของมณฑลยูนาน
6. ชุดออร์โดวิเนียนตอนบน (Upper Ordovician) จำพวกหินดินดาน หินทรายแข็ง โดยมีหินมาร์ลแทรกสลับอยู่บ้าง และหินปูนหรือหินคาร์บอเนต (carbonate rocks) ปะปนบ้างหรือเป็นชั้นหนา เช่น แถบเมืองจินปิง, ต้าลี่ และเมืองเจดง (Zhaotong)

สำหรับการกระจายตัวของชุดหินดังกล่าวในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่บริเวณทางตอนเหนือและตะวันออกของเมืองคุนหมิง ทางตอนใต้ของเทือกเขาอ้ายลาว ส่วนทางตะวันออกของเมืองต้าลี่ พบกลุ่มหินที่จัดอยู่ในช่วงพาลีโอโซอิกตอนต้น และอาจแก่กว่าจนถึงโปรทีโรโซอิกตอนกลาง เรียกกันโดยทั่วไปว่ากลุ่มหินลานซ้าง (Lancang Group) ซึ่งมีการกระจายตัวอยู่บริเวณฝั่งด้านตะวันตกของแม่น้ำโขง หรือแม่น้ำลานซ้าง (Lancang

Jiang) ไปตามแนวเหนือ-ใต้ ตั้งแต่เมืองเบาซานจนถึงเมืองจินหนง ส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินชีสต์ จำพวกควอร์ตซ์และคอบโอไทต์, ควอร์ตซ์คลอไรต์, เซริไซต์ และเซริไซต์คาร์บอนเนต หินเหล่านี้แทรกสลับด้วยเลนส์ของหินปูนหรือหินอ่อน หินเซิร์ต และหินภูเขาไฟจำพวกบะซอลต์ พบซากดึกดำบรรพ์จำพวก *Oneotodus tenuis* (โอนีโอโตดัสเทอัส) ซึ่งเป็นสัตว์พวกโคโนคอนต์ (Conodont) และ กำหนดอายุให้เป็นพาลีโอโซอิกตอนต้น จากลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีเคมีบ่งชี้ว่าน่าจะเกิดในสภาพการตกตะกอนแบบทะเลลึก ในช่วงยุคแคมเบรียน (หรืออาจอ่อนกว่า) จนถึงมหายุคพรีแคมเบรียนทางจีนจัดให้ประกอบด้วย 4 ชุดหินด้วยกันคือ ชุดเม็งเจียนซาน (Mengjianshan Formation), ชุดแมนไค (Mandai Formation), ชุดฮุยมีน (Huimin Formation) และชุดน่านเคน (Nanken Formation) ชุดสุดท้ายนี้ประกอบด้วยกลุ่มหินชีสต์ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างบน อายุของหินยังไม่เป็นที่แน่นอน โดยนักธรณีวิทยาจีนบางท่านจัดให้ชุดหินอายุคาร์บอนิ-เฟอรัสตอนต้นเทียบเท่ากับชุดน่านตวน ชุดหินดังกล่าววางตัวแบบไม่ต่อเนื่องอยู่ใต้ชุดหินที่อ่อนกว่ามาก คือ ชุดหัวไถจู (Huakaizuo) ซึ่งมีอายุจูแรสสิก

จุดที่ทำการศึกษายู่ทางเหนือของเมืองเบาซาน (Baoshan) ซึ่งหินในชุดหินเบาซาน (Baoshan Formation) เป็นหินดินดานปนทรายและหินปูน ทางจีนได้กำหนดให้มีอายุประมาณแคมเบรียนตอนปลาย หินชุดที่อ่อนกว่าถูกแบ่งออกจากกันด้วยแนวรอยเลื่อน คือ อายุออร์โดวิเซียนตอนบน ซึ่งทางจีน (Xu Xiaosong, 1997 ติดต่อบางตัว) ระบุว่าน่าจะเป็นกลุ่มหินที่สามารถเทียบเคียงได้กับกลุ่มหินซงซาน (ที่มีอายุพรีแคมเบรียน) แต่ทางคณาจารย์จีนที่ทำการวิจัยด้วยเชื่อว่า หินจะดูเหมือนเป็นพวกหินแปรจำพวกชีสต์ที่มีไมก้า หินแกรนูลไลต์ (granulite) และหินอ่อน ซึ่งบางแห่งพบซากดึกดำบรรพ์ที่ระบุให้เป็นอายุออร์โดวิเซียนตอนบน และอยู่ใกล้กับหินตะกอนอายุเดียวกับที่เป็นหินจำพวกทรายแป้งเนื้อดินและหินดินดานซึ่งทั้งหมดมีสีตั้งแต่สีแดงอมชมพูจนถึงสีเขียวอมเหลือง นอกจากนั้นยังพบหินทรายอาร์โคสิกและหินมาร์ลเป็นชั้นบาง ซากดึกดำบรรพ์ที่มีรายงานจากจีนคือ ไตรโลไบต์ (Trilolite), แกรบโตไลต์ (graptolite), คอนโคนต์ (conodont) และซิสตอยด์ (cystoids) เชื่อกันว่าหินแปรที่ทางจีนกำหนดให้เป็นชุดเดียวกับกลุ่มหินซงซานนี้น่าจะมาจากหินภูเขาไฟจำพวกหินเดไซต์ลายดอก (dacite porphyry) ซึ่งทำให้น่าจะเป็นตระกูลหรือจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับกลุ่มหินภูเขาไฟโค้งลานซ้าง (Lancang volcanic arc) ลักษณะการวางตัวของชั้นหินที่ปรากฏในแผนที่ธรณีวิทยาของเสฉวน (1990)

อีกจุดหนึ่งที่ทำการศึกษา คือหินออร์โดวิเซียนที่เมืองด้าลี่-เซียงหยุน, แลบทะเลสาบเอ๋อไห่ (Ehai Lake) ซึ่งมีทั้งที่เป็นตะกอนเม็ดและตะกอนเคมี และยังมีหินมาร์ลชั้น อนึ่งหินยุคออร์โดวิเซียนนี้มีความแตกต่างจากที่พบที่เมืองเบาซาน

กลุ่มหินอายุไซลูเรียน (Silurian) และดิโวเนียน (Devonian)

กลุ่มหินอายุในช่วงนี้อาจเรียกได้ว่ากลุ่มหินอายุพาลีโอโซอิกตอนกลาง (Middle Paleozoic)

โดยมากมักมีการกระจายตัวอยู่ในแถบเดียวกับที่พบกลุ่มหินพาลีโอโซอิกตอนต้น เช่น แถบเมืองคุนหมิง เมืองซีเหม็ง ทางใต้ของเทือกเขาฮัยลาว และแถบเมืองต้าลี่ แต่เนื่องจากการกระจายตัวไม่กว้างนักในแผนที่จึงจัดให้รวมอยู่กับกลุ่มหินพาลีโอโซอิกตอนล่างสำหรับหินไซลูเรียน และรวมกับหินพาลีโอโซอิกตอนบนสำหรับหินดิโวเนียนด้วย ในประเทศจีนโดยเฉพาะบริเวณแถบมณฑลยูนาน พบลักษณะความไม่ต่อเนื่องของชั้นหินระหว่างหินอายุไซลูเรียนกับหินอายุดิโวเนียน (Xu และ คณะ, 1996) โดยทั่วไปหินอายุไซลูเรียนและ ดิโวเนียนสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 6 ชุดหินด้วยกัน (Yunan Regional Survey Team, 1990) คือ

1. ชุดหินไซลูเรียนตอนล่าง (Lower Silurian) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนรูปลักษณะมีแกรบโตไลต์ (graptolite facies) และหินดินดานปนทรายแป้ง
2. ชุดหินไซลูเรียนตอนกลาง (Middle Silurian) เป็นหินจำพวกคาร์บอนเนตเนื้อดิน และ หินกลาสโตไลต์ ทางตะวันตกและหินทรายและดินดานทางตะวันออกของมณฑลยูนาน โดยมีหินปูนวางตัวเป็นชั้นหนาในส่วนบน
3. ชุดหินไซลูเรียนตอนบน (Upper Silurian) ประกอบด้วยหินคาร์บอนเนตเนื้อดิน ในบริเวณที่ ศึกษาคือทางฝั่งตะวันออกของยูนาน
4. ชุดหินดิโวเนียนตอนล่างเป็นหินจำพวกกลาสโซไลต์ และซิลิคลาสติก ซึ่งอาจมีหินคาร์บอนเนตแทรกสลับอยู่บ้าง
5. ชุดหินดิโวเนียนตอนกลาง (Middle Devonian) ได้แก่หินปูน หินทรายและหินดินดาน
6. ชุดที่อ่อนที่สุด คือ ชุดหินดิโวเนียนตอนบน (Upper Devonian) เป็นหินคาร์บอนเนตและซิลิคลาสติก เป็นส่วนใหญ่

ในบริเวณเมืองจิงหง (Jing Hong) อาจมีหินจำพวกภูเขาไฟบ้าง กลุ่มหินนี้อาจเรียกรวม ๆ ว่า กลุ่มหินลาบา (Laba Group)

การศึกษาชุดหินไซลูเรียนอย่างคร่าว ๆ ในบริเวณเบาชาน พบตามลักษณะที่ได้บรรยายไว้ตอนต้น คือประกอบไปด้วยหินดินดานปนซากแกรบโตไลต์ (graptolite shale) สีเทาอมน้ำตาลถึงเขียวจาง ๆ ในส่วนของชุดหินตอนล่าง บางท่านให้ชื่อว่าหมู่หินนานควาน (Nanduan Formation) ตอนล่างสำหรับในชุดบน ๆ (ชุดไซลูเรียนตอนกลาง

และตอนบน) เป็นหินปูนมีก้อนเนื้อดินปะปนมีสีชมพูอมเหลืองและสีเทา หินปูนเนื้อม้
ลายและหินปูนปนดินแทรกอยู่กับหินดินดานปนซากเกรบโตไลต์สีเทาเข้มสลับอยู่ด้วย
จากรายงานของ Xu คณະ (1996) พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกเกรบโตไลต์ เซพฟาโล
พอด คอรอล ไตรโลไบต์ และซีสตอย จากการศึกษาพบความต่อเนื่องของชั้นหินจากหิน
ซุดออร์โดวิเซียนปรากฏเด่นชัดในหลายบริเวณที่ศึกษา ทั้งข้อมูลจากด้านธรณีวิทยาการ
ลำดับชั้น และวิวัฒนาการด้านบรรพชีวิน โดยคาดว่าหินซุดออร์โดวิเซียนและไชลูเรียนมี
สภาวะการตกตะกอนที่คล้ายกันและต่อเนื่องกันในบริเวณแถบเมืองเบาซานและ
โดยรอบ คือมีสภาพการตกตะกอนแบบน้ำทะเลตื้น

ส่วนซุดหินดิโวเนียนที่ศึกษา ณ บริเวณ ตำบลเวนกวนเมืองเฟงซิง (50
กิโลเมตรทางตะวันตกของเมืองเฟงซิง) คือ ซุดดิโวเนียนตอนล่าง ซึ่งทางจีนเรียกว่า ซุด
เวินกวน (Wenquan Formation) และ อีกบริเวณ คือระหว่างเมือง ซิเหม็ง และลานซ้าง
ซึ่งโดยมากประกอบด้วยหินทรายและทรายแป้ง หินดินดาน หินเชิร์ต ซึ่งพบซากดึกดำ
บรรพ์จำพวก เกรบโตไลต์ เทนตาคิวไลต์ และราดิโอลาเรีย ซึ่งยังไม่มีการศึกษาการ
ลำดับชั้นหินให้แก่ซุดในรายละเอียดว่าหินซุดดังกล่าวมีสภาพการตกตะกอนเป็นอย่างไร
แต่นักธรณีวิทยาจีนหลายคน (Xu Xiaoxong 1995, ติดต่อบุคคล) ยังเชื่อว่าน่าจะมี
เป็นไปได้ที่ซุดหินดิโวเนียนทางฝั่งตะวันตกและตอนใต้ อาจตกตะกอนสะสมตัวในน้ำลึก
โดยเฉพาะที่ศึกษาระหว่างเมืองซิเหม็ง – ลานซ้าง หินเชิร์ต (หรือหินซิลิซิก) แสดง
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะอย่างมากโดยเฉพาะเกิดการเลื่อนตัวและการโค้งงอใน
หลายบริเวณแสดงลักษณะของการเกิดหินตะกอนกรวดเหลี่ยม (Sedimentary breccia)
และโครงสร้างเลื่อนไถล (Slump structure) นอกจากนี้ยังพบบล็อกหินทราย (sand
block) ซึ่งลักษณะเหล่านี้แสดงถึงการสะสมตัวในน้ำทะเลลึกอย่างไรก็ตามน่าจะ
ได้มีการศึกษาโดยเฉพาะทางด้านบรรพชีวิน ของซากสัตว์ราดิโอลาเรียในรายละเอียดด้วย
เพื่อยืนยันการสะสมตัวน้ำลึกของซุดหินดังกล่าว แสดงภาพตัดขวางผ่านบริเวณเมืองซู่ถ้ง
ไปยังเมือง ซิเหม็ง แสดงถึงหินซุดดิโวเนียนเกิดการคดโค้งและได้รับอิทธิพลจนเกิดการ
เปลี่ยนลักษณะ โครงสร้างและเกิดการคดโค้งโค้งงอและการเลื่อนตัวแบบปกติ (Normal
Faulting)

กลุ่มหินคาร์บอนิเฟรัส (Carboniferous) และ เพอร์เมียน (Permian)

สำหรับกลุ่มหินนี้หรือเรียกอีกอย่างว่ากลุ่มหินพาลีโอ โซอิกตอนบน (Upper
Paleozoic) มีการกระจายตัวเกือบทุกสภาพภูมิศาสตร์ และอาจพบเป็นส่วนน้อยในบริเวณ

แอ่งซีเหมาและที่ราบสูงตอนเหนือจากข้อมูลของ Yunan Regional Geological Survey Team (1990) ได้แบ่งหินตะกอนช่วงอายุดังกล่าวออกเป็น 4 ชุดหิน ได้แก่

1. ชุดหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนล่าง ประกอบด้วยหินปูนเป็นชั้น ๆ เนื้อทรายหรือก้อนทราย (siliceous bands or nodules) และ คลาสโซไลต์ ส่วนตอนบน ๆ เป็นพวกหินภูเขาไฟจำพวกบะซอลต์

2. ชุดหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนกลาง (Middle Carboniferous) ประกอบด้วยชุดหินคาร์บอนเตเป็นส่วนใหญ่ และอาจมีหินภูเขาไฟบ้าง

3. ชุดหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนบน (Upper Carboniferous) ชุดนี้มีความหลากหลายมากในแต่ละพื้นที่ เช่นทางยูนานตะวันออกเป็นพวกหินปูน (แถบเมืองคุนหมิง) ในแถบเมืองเบาซานเป็นหินดินดาน หินปูนและหินบะซอลต์ แถบเมืองซีเหมา เป็นหินปูนและหินภูเขาไฟ แถบเมืองเมงลาและลูซุนเป็นหินคลาสโซไลต์ที่มีถ่านหินปนแทรกสลับเป็นชั้น ส่วนบริเวณเมืองเทงจง (ตะวันตกของเมืองเบาซาน) เป็นหินทรายสกปรกจำพวกแกรเวก (greywacke)

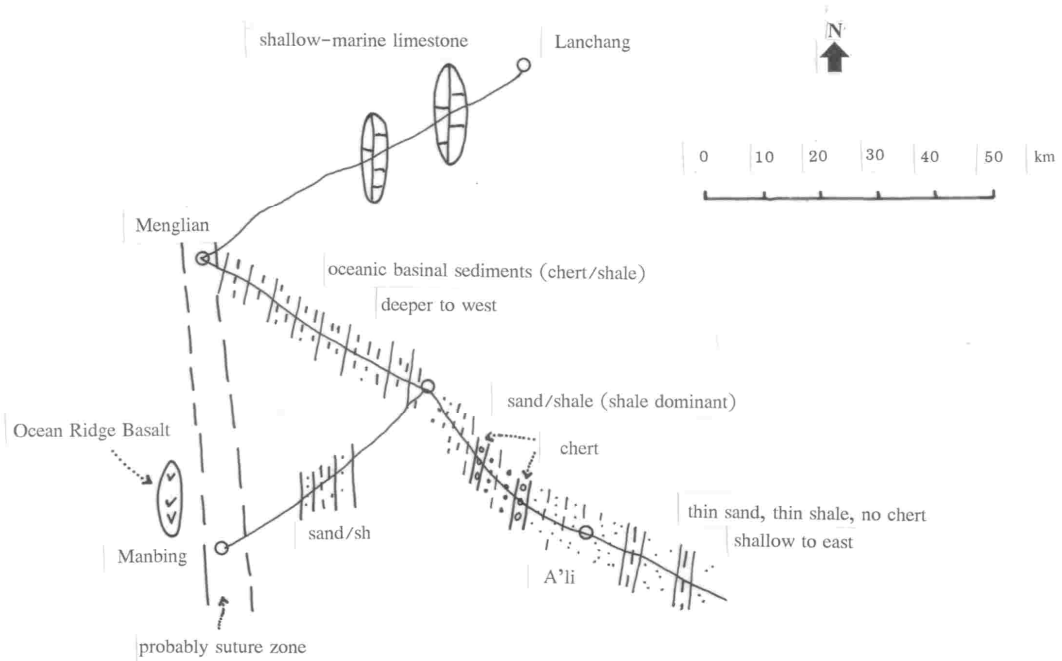
4. ชุดหินเพอร์เมียนตอนล่าง (Lower Permian) เป็นพวกหินทรายแข็ง หินโคลนแทรกสลับกับหินทรายหินเชิร์ตและหินดินดานปนปูน โดยมีหินปูนชั้นหนาถึงหนามาก และหินภูเขาไฟปิดทับตามลำดับชั้นกลาง ๆ เป็นพวก หินทราย หินกรวดมน หินโคลนแทรกสลับกับชั้นถ่านหิน และชั้นบน ๆ ประกอบด้วยหินปูนเป็นส่วนใหญ่

สำหรับการศึกษาวิเคราะห์เชิงธรณีสนามในครั้งนี้ ได้พบ ชุดหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนบน ที่จีนเรียกว่า ชุดนาควน (Nanduan Formation) อยู่ประมาณ 2 กม. ทางตะวันออกของจุดตรวจอาลี ดิดพรหมแดนพม่า-จีนซึ่งประกอบไปด้วย 3 หมวดหิน แต่จุดที่ศึกษานี้คือหมวดหินตอนบน (upper member) ซึ่งเป็นพวกหินทรายแก้ว ชั้นหนาถึงหนานปานกลาง สีเทาอมเหลือง ประกอบด้วยเม็ดแร่ ควอร์ตซ์ นอกจากนี้ก็มีหินทรายอาร์โคส (Arkosic) และหินทรายสกปรก (greywacke) ปนบ้าง แทรกสลับกับหินชนวนสีเทาเขียว ชั้นหินทรายมีความหนาแตกต่างกัน แต่ละชั้นอาจหนา 2.3 เมตร แสดงลักษณะฟลูทคลาส (flute cast) และการวางชั้นแบบเรียงขนาด (vertical graded bedding) โดยพบซากดึกดำบรรพ์ จำพวกซากเปลือกหอยสองฝา (bivalves) หอยบราคิโอพอดและแอมโมไนต์บริเวณชั้นกลาง และชั้นล่าง

อีกจุดที่ทำการศึกษา คือ ชุดหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนบนเหมือนกัน ซึ่งเรียกว่า ชุดดิงเจียไจ้

(Dingjiazai Formation) โกลีเซียนเจซี (Jiexi) แถบเมืองเบาซาน ประกอบด้วยหินทราย ปนกรวด หินทรายแก้ว หินดินดานและหินปูน ตลอดจนพบซากฟอสซิล หอยหาลิโอ พอด และหอยกาบคู่ แสดงลักษณะการสะสมตัวแบบทะเลตื้นนอกฝั่ง (littoral shallow marine) แต่เนื่องจากก้อนกรวดบางก้อนแสดงถึงลักษณะหน้าลิง (monkey-face concave) เส้นรอยครูด (striation) และหินทิ้ง (drop stone) ซึ่งแสดงลักษณะหรือหลักฐานสำคัญของการสะสมตัวด้วยอิทธิพลจากธารน้ำแข็ง จึงอาจเรียกว่าหินไดอะมิกไทต์ (diamictite) อันเป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของมหาทวีปกอนวานา (Gondwana) ในยุคนี้ หินปูนในยุคคาร์บอนิเฟอรัสที่ศึกษาคือบริเวณแถบเมืองซู่ถั่ง ซึ่งพบเป็นลักษณะคล้าย หินปูนพอกพูน (limestone build-up) ซึ่งหลายคนว่าวางตัวต่อเนื่อง บางคนว่าด้วยรอยเลื่อนกับหินบะซอลต์อายุใกล้เคียงกัน

สำหรับชุดหินอายุเพอร์เมียน จุดที่ศึกษาคือ แถบบริเวณเหมือนหินปูนที่ผลิต ซีเมนต์ โกลีกับเมืองพั่ว (ทางจีนเรียกชุดเหมาโคว (Maokou Formation) ซึ่งเป็นหินปูน สีเทาถึงเทาอ่อน เป็นทั้งที่เป็นเม็ดถั่ว (oolitic) และที่เป็นสาหร่าย (algal) หนาเห็นเป็น ชั้น ๆ เป็นพวกเนื้อละเอียด (micrite) พบซากดึกดำบรรพ์อายุเพอร์เมียนตอนล่าง จำพวกคดข้าวสาร (ฟอสซิล) มากมาย เช่น Yabeina sp., Parafusulina sp., Pseudofusulina sp. ยังมีซากลูโกส และก๊าซโปดอีกด้วย บางส่วนเป็น intraclastic limestone เห็นเศษหินชัดอาจใหญ่ถึง 8 ซม. และได้ทำการศึกษาชุดเพอร์เมียนตอนล่าง (Upper Permian) บริเวณทางแยกทางหลวงประมาณ 1 กิโลเมตร ตะวันออกของอาตี้ ทางจีนให้ชื่อว่า ชุดลาบา (Laba Formation) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินทรายแก่ปน หิน มักมีสีเทา มีหินดินดานสีออกเขียว เขียวเทาและสีเขียวคล้ำออกดำ ที่จุดนี้พบหิน เซิร์ตที่มีซากราดิโอลาเรียอยู่ด้วย นอกจากนั้นยังมีหินดินดานสีชมพูแดงและหินมาร์ลเป็นเลนส์สีเทา อีกทั้งตามเส้นทางสายซีเหมา-ลานซ่าง (ห่างจากซีเหมาประมาณ 116 กิโลเมตร) พบหินตะกอนแตกหลุด (clastic sediments) ยุคเพอร์เมียน ซึ่งโดยมากเป็น หินดินดานกึ่งชนวน (slaty shale) ซึ่งแสดงลักษณะการวางตัวอยู่ในแนวเกือบตั้ง (nearly strata) ซึ่งเข้าใจว่าคงถูกเลื่อนตัวดันขึ้นมาปิดทับหินที่อายุอ่อนกว่า คือหินอายุยูเรสซิก



Simplified geology along Highway Lanchang - Menglian - A'li showing distribution of Upper Paleozoic sediments and their paleoenvironment.

รูป 5.9.1 แผนที่ธรณีวิทยาอย่างง่ายตามเส้นทางลานช้าง-ฮ้ายลี่ แสดงการกระจายตัวของหินตะกอนน้ำลึก-ตื้น และการวางตัวของหินบะซอลต์ อายุพาลีโอโซอิกตอนบน(Charusiri and el.at. ,2542)