

รหัสโครงการ SUT1-104-51-24-18



รายงานการวิจัย

นิเวศวิทยาบรรพกาล ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล และอนุกรมวิธาน
ออสตราคอดมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลายในพื้นที่จังหวัดเลย
**Paleoecology, paleobiogeography and systematics of Upper
Paleozoic ostracods in Loei province**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT1-104-51-24-18



รายงานการวิจัย

นิเวศวิทยาบรรพกาล ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล และอนุกรมวิธาน
ออสตราคอดมหายุคพาเลโอโซอิกตอนปลายในพื้นที่จังหวัดเลย

Paleoecology, paleobiogeography and systematics of Upper

Paleozoic ostracods in Loei province

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ ธานี

สาขาวิชาชีววิทยา

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2552

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2557

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนิเวศวิทยาบรรพกาล ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล และอนุกรมวิธานออสตราคอด
มหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลายในพื้นที่จังหวัดเลย สำเร็จได้โดยได้รับทุนสนับสนุนจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และความร่วมมือจากบุคคลและหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้ เจ้าหน้าที่ใน
พื้นที่จังหวัดเลย จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่นในการให้ข้อมูลของพื้นที่ ผู้บริหารและ
เจ้าหน้าที่เหมืองหินศักดิ์ชัย ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่เหมืองหินศิลาสิริบุรีที่อำนวยความสะดวกในการ
เก็บตัวอย่าง คณาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ในคำแนะนำต่าง ๆ เจ้าหน้าที่
ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในความช่วยเหลือเรื่องการใช้เครื่องมือ และการ
ใช้ห้องปฏิบัติการ รวมทั้งนักศึกษาที่ช่วยเก็บตัวอย่าง ดร.อัศนี มีสุข กรมทรัพยากรธรณี ผู้ให้ความรู้
ทางธรณีวิทยา จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัย



บทคัดย่อ

จากการสำรวจหน้าตัดหิน 6 แห่ง ในหินปูนยุคเพอร์เมียนตอนต้นถึงช่วงปลายของเพอร์เมียนตอนกลาง ในพื้นที่เลย ตัวอย่างหินปูนที่เก็บมานำมาละลายโดยวิธีฮอทอะซิไดไลซิส ซึ่งสามารถแยกออกสตราคอดได้จำนวนมาก ออกสตราคอดที่พบมี 51 ชนิด 25 สกุล ซึ่งมี 4 ชนิดที่เหมือนกับในพื้นที่อื่น ๆ ส่วนอีก 47 ชนิดพบเฉพาะถิ่น กลุ่มออกสตราคอดประกอบด้วยวงศ์ Bairdioidea, Kloedenellidae, Kirkbyidae, Paraparchitidea, Cytherideidae, Pachydomellidae, Aparchitidea และ Polycopidae ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบในเขตทะเลตื้น อาศัยอยู่ระหว่างใต้ระดับน้ำขึ้น น้ำลงถึงไหล่ทวีปชั้นนอก การแปลผลสภาพแวดล้อมบรรพกาลโดยอาศัยลักษณะทางนิเวศวิทยาของวงศ์และ/หรือมหาวงศ์ออกสตราคอดบ่งชี้ว่า ในพื้นที่เลย หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬารและเหมืองศักดิ์ชัยสะสมตัวในเขตทะเลเปิด ใต้ระดับน้ำขึ้น น้ำลง ต่ำกว่าระดับที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่น อยู่ระหว่างไหล่ทวีปชั้นในและไหล่ทวีปชั้นนอก มีระดับความเค็มปกติ (ยุคเพอร์เมียนตอนต้น) หน้าตัดหินทั้งหมดมีปริมาณออกซิเจนในน้ำทะเลประมาณ 5 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งพิจารณาจากร้อยละของออกสตราคอดที่ดักกรองกินอาหารกับออกสตราคอดที่กินเศษตะกอนบนพื้น ออกสตราคอดที่พบเหมือนกับชนิดในพื้นที่อื่นในเขตพาลีโอเทธิส บ่งชี้ว่ามีความใกล้ชิดกับพื้นที่จีนตอนใต้ และออกสตราคอดที่พบทั่วไประหว่างหน้าตัดหินที่ศึกษาบ่งชี้ว่าหินปูนเพอร์เมียนสะสมตัวในเขตน้ำตื้นไม่ไกลกันมากนัก ซึ่งทำให้ออกสตราคอดสามารถเคลื่อนที่หรือกระจายตัวไปได้

Abstract

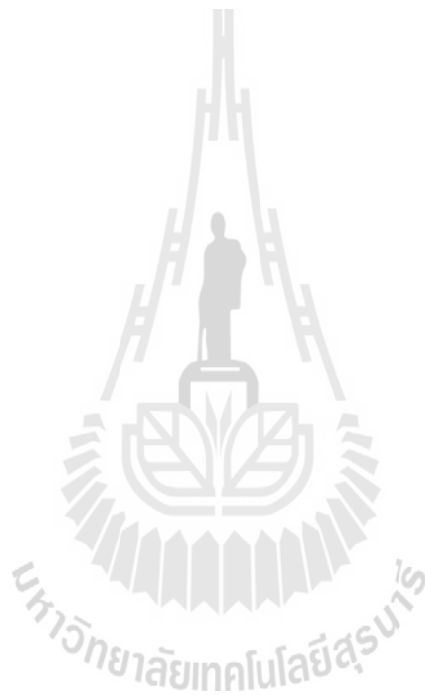
Six sections of Early to late Middle Permian limestone in Loei areas was investigated. Limestones were collected and processes by the hot acetolysis which yielded many ostracods. They are belonged to 51 species and 25 genera of which 4 species are known from other places, 47 species are endemic. The ostracod assemblages including Bairdioidea, Kloedenellidae, Kirkbyidae, Paraparchitidea, Cytherideidae, Pachydomellidae, Aparchitidea and Polycopidae are typical shallow marine species from subtidal marine to exterior platform environments. Interpretation of paleoenvironment based on paleological characteristic of the ostracod families and/or superfamilies suggests that: in the Loei area, Tham Nam Maholan and Sak Chai Quarry sections represent open marine environment, subtidal, below wave influences, from interior to exterior platforms with normal salinity (Early Permian). Oxygen concentration is approximately 5 mL/L at all sections according to percentage of filter-feeding and deposit-feeding ostracods. The ostracod species known from Permian sites within Paleotethys region are close relationships mainly with South China. Presence of common species between the studied areas suggests that the limestones were deposit in shallow marine environments not far from each other where benthic ostracod fauna was able to travel or migrate.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของแผนงานวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย	22
4.1 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	22
4.2 ลักษณะทั่วไปของออสเตราคอด	28
4.3 การจัดกลุ่ม (Classification)	33
4.4 บรรพชีวานุกรมวิธาน	34
4.5 ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล	69
4.6 การประยุกต์ใช้ออสเตราคอดยุคเพอร์เมียนทางชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลระดับภูมิภาค	73
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	78
เอกสารอ้างอิง	82
ภาคผนวก	92
ประวัตินักวิจัย	128

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงข้อมูลพื้นที่ศึกษาฟอสซิลออสตราคอดพื้นที่เลย	20
4.1 แสดงผลสรุปชนิดของออสตราคอดยุคเพอร์เมียนที่พบในพื้นที่ศึกษา	64
4.2 แสดงชนิดที่พบบ่อย (common species) ในพื้นที่ศึกษา	76
5.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสภาพแวดล้อมยุคโบราณกับงานวิจัยอื่น ๆ	79



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดง International Stratigraphic Chart	3
1.2 แสดงภูมิศาสตร์บรรพกาล ยุคดีโวเนียนตอนต้น (บนซ้าย) และตอนปลาย (บนขวา) ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (กลางซ้าย) และตอนปลาย (กลางขวา) ยุคเพอร์เมียนตอนต้น (ล่างซ้าย) ยุคปัจจุบัน (ล่างขวา)	4
2.1 แสดงภาพร่างออสตราคอด (1) ภาพประกอบแสดงรูปร่างและอวัยวะภายในของ ออสตราคอดยุคปัจจุบัน <i>Bairdia frequens</i> ตัวแทนอันดับ Podocopida เพศผู้ เมื่อนำ ฝาซ้ายออก (2-4) ภาพออสตราคอดยุคปัจจุบัน	7
2.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของออสตราคอดเทียบกับเวลาทางธรณีกาล ความกว้าง ของแท่งกราฟแสดงจำนวนของตระกูลออสตราคอด	11
2.3 แสดงตำแหน่งของจังหวัดเลยและที่ราบสูงโคราช บนแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1: 1,000,000	12
2.4 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่จังหวัดเลย	13
3.1 แผนภาพแสดง Technique of Hot Acetolysis (Crasquin-Soleau <i>et al.</i> , 2005) ในการ เตรียมตัวอย่างออสตราคอด	19
4.1 แสดงแผนที่ทางธรณีวิทยาและพื้นที่เก็บตัวอย่างในจังหวัดเลย	25
4.2 แสดงภาพถ่ายของฟิวซิลินิเชียนและเนื้อหินปูนจากตัวอย่างหินที่ศึกษา	26
4.3 แสดงแท่งธรณีจำลอง (Lithologic log) ของหน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร (08LO02) (ซ้าย) และภาพแสดงชั้นหนาของหินปูนที่ระดับ 08LO02-1 (ขวา)	27
4.4 แสดงแท่งธรณีจำลองของหน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย (08LO07) (ซ้าย) และภาพแสดง การแทรกตัวของชั้นหินดินดานระหว่างชั้นหินปูน (ขวา)	27
4.5 แสดงภาพร่างของออสตราคอด (A) ภาพตัดขวางของออสตราคอด (B) ภาพแสดงส่วน ผิวของฝาออสตราคอด	29
4.6 แสดงตัวอย่างของรูปร่างออสตราคอดที่พบในงานวิจัยนี้	30
4.7 แสดงเปลือกของออสตราคอดด้านข้าง ด้านหลัง และด้านท้อง (<i>Bairdia</i> sp.5)	31
4.8 แสดงลักษณะและอักษรย่อตำแหน่งต่าง ๆ บนเปลือกออสตราคอด จากตัวอย่างที่พบ ในงานวิจัยนี้ 2 ชนิด คือ <i>Paraparchites</i> sp.1 (ซ้าย) และ <i>Bairdia</i> sp.19 (ขวา)	32
4.9 แสดงลักษณะลวดลายที่เปลือกของออสตราคอด	32

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 แสดงลักษณะความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย (Kloedenellid dimorphism) ของออสตราคอดที่พบในงานวิจัยนี้ (A) <i>Langdia</i> sp.1; heteromorph (ซ้าย) มีลักษณะด้านท้ายกว้างกว่าใน tecnomorph (ขวา); (B) <i>Geffenina</i> sp.2; heteromorph (ซ้าย) และ tecnomorph (ขวา)	33
4.11 แสดงการแพร่กระจายของออสตราคอดตามชุดลักษณะชีวภาพ (biofacies) ที่อำเภอ Todos Santos ประเทศเม็กซิโก และองค์ประกอบหลัก (Moore, 1961) ลักษณะเปลือก เช่น ขนาด รูปร่าง และลวดลายแสดงลักษณะของแหล่งที่อยู่	59
4.12 แสดงแผนภาพกลุ่มของออสตราคอดยุคคาร์บอนิเฟอรัสที่กระจายตามแนวขอบทวีป	60
4.13 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพของหอยสองฝา รวมทั้งบราคิโอพอดและออสตราคอด	62
4.14 แบบจำลองระดับของออกซิเจนโดยอ้างอิงจากจำนวนออสตราคอดแบบกรองกิน	63
4.15 แสดงการกระจายของออสตราคอดในพื้นที่ถ้ำน้ำมโหฬาร	67
4.16 แสดงการกระจายของออสตราคอดในพื้นที่เหมืองศักดิ์ชัย	68
4.17 สัตว์และพืชในยุคพาลีโอโซอิกและมีโซโซอิกและความสัมพันธ์ต่อเวลาของแผ่นทวีปเอเชียตะวันออก	72
4.18 แผนภาพแสดงแผนที่ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงยุคเพอร์เมียนตอนต้นซึ่งระบุตำแหน่งของยุคเพอร์เมียนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้	73
4.19 ชีวภูมิศาสตร์ยุคเพอร์เมียนภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และตำแหน่งของพื้นที่ศึกษา	75

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่	หน้า
แผ่นภาพ 1	
ภาพที่ 11-13 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia lungtanensis</i> Chen, 1958	93
ภาพที่ 19-22 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia cf. urodeloformis</i> Chen, 1987	93
แผ่นภาพ 2	
ภาพที่ 20-21 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia trianguliformis</i> Chen, 1958	95
แผ่นภาพ 4	
ภาพที่ 4-5, 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.4	97
ภาพที่ 17-18, 20-21 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.8	97
แผ่นภาพ 6	
ภาพที่ 4-6 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.19	99
แผ่นภาพ 7	
ภาพที่ 16-19 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.35	101
ภาพที่ 20-21 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.36	101
ภาพที่ 22-23 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.37	101
แผ่นภาพ 8	
ภาพที่ 1-2 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.38	103
ภาพที่ 3, 6, 9 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.39	103
ภาพที่ 4-5 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.40	103
ภาพที่ 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.41	103
ภาพที่ 10-11 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.42	103
ภาพที่ 13-15 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.43	103
ภาพที่ 16-17 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.44	103
ภาพที่ 21 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.49	103
แผ่นภาพ 9	
ภาพที่ 3 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.53	105
ภาพที่ 4 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.54	105
ภาพที่ 10-11 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.59	105

สารบัญภาพภาคผนวก (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 13-15 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdia</i> sp.61	105
ภาพที่ 23 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Petasobairdia</i> sp.?	105
แผ่นภาพ 10	
ภาพที่ 3 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Kempfina</i> sp.2	107
ภาพที่ 13-18 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdiacypris</i> sp.4	107
ภาพที่ 23-24 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bairdiacypris</i> sp.6	107
แผ่นภาพ 11	
ภาพที่ 10-12 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Fabalicypis</i> sp.3	109
ภาพที่ 14 แสดงออสตราคอดชนิด Bairdiidae sp	109
แผ่นภาพ 12	
ภาพที่ 1-2, 4-5 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Baschkirina</i> sp.3	111
ภาพที่ 3 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Bogerscottia</i> sp.?	111
ภาพที่ 7-15 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Baschkirina</i> sp.4	111
แผ่นภาพ 13	
ภาพที่ 4-5 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Liuzhinia</i> sp.2	113
ภาพที่ 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Acratia</i> sp.4	113
ภาพที่ 10-24 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Acratia</i> sp.1	113
แผ่นภาพ 14	
ภาพที่ 3-6 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Acratia</i> sp.3	115
ภาพที่ 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Acratia</i> sp.4	115
ภาพที่ 9 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Pseudoacanthoscapha striatula?</i> (Shi, 1982)	115
ภาพที่ 11-14 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Silenites</i> sp.2	115
ภาพที่ 16-22 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Basslerella</i> sp.1	115
ภาพที่ 23-25 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Basslerella</i> sp.2	115
แผ่นภาพ 15	
ภาพที่ 17-20 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Microcheilinella</i> sp.2	117

สารบัญภาพภาคผนวก (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
แผ่นภาพ 16	
ภาพที่ 8-12 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Cyathus</i> sp.1	119
แผ่นภาพ 17	
ภาพที่ 1-4 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Polycope</i> sp.1	121
ภาพที่ 5-7 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Polycope</i> sp.2	121
ภาพที่ 8-13 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Polycope</i> sp.3	121
แผ่นภาพ 18	
ภาพที่ 1-6 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Samarella</i> sp.3	123
ภาพที่ 12 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Shemonaella</i> sp.1	123
ภาพที่ 15-19 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Paraparchites</i> sp.1	123
แผ่นภาพ 19	
ภาพที่ 7 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Kirkbya</i> sp.3	125
ภาพที่ 11 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Knightina</i> sp.3	125
ภาพที่ 19-20 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Polytylites</i> sp	125
แผ่นภาพ 21	
ภาพที่ 6, 10 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Kloedenella</i> indet	127
ภาพที่ 17-19 แสดงออสตราคอดชนิด <i>Permoyoungiella</i> sp.1	127

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

การศึกษาด้านบรรพชีวินในประเทศไทยกำลังเป็นที่สนใจ เนื่องจากในปัจจุบันการเข้าถึงพื้นที่ทำได้ง่ายขึ้นและมีเทคนิคใหม่ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้น จึงทำให้ฟอสซิลหลายชนิดถูกค้นพบขึ้นใหม่ ในช่วงเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา ฟอสซิลเหล่านี้เป็นทั้งองค์ความรู้ด้านอนุกรมวิธาน ความหลากหลายทางชีวภาพ บ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมและนิเวศวิทยาในอดีต และยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมถึงเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในยุคก่อนประวัติศาสตร์ สำหรับจุลบรรพชีวินวิทยานั้นเป็นแขนงที่มีความสำคัญ เนื่องจากฟอสซิลขนาดเล็กที่ถูกเก็บสะสมในชั้นหินมีจำนวนมาก สามารถแยกออกจากเนื้อหินโดยมีสภาพดีครบถ้วนสมบูรณ์ เอื้ออำนวยต่อการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ สำหรับกลุ่มครัสเตเชียน (Class Crustacea, Phylum Arthropoda) ออสตราคอด (ostracods, Subclass Ostracoda) จัดเป็นกลุ่มจุลบรรพชีวิน (microfossil) ที่มีความโดดเด่นที่สุด เพราะออสตราคอดมีความหลากหลายที่สุดกลุ่มหนึ่งทางนิเวศวิทยาบรรพกาล เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้สามารถทนต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงกว้าง มันจึงสามารถอาศัยอยู่ในน้ำทุกสภาพ ตั้งแต่บนบกไปจนถึงในทะเล ดังนั้นจึงสามารถพบออสตราคอดได้ในตะกอนทุกแห่ง โดยสัตว์กลุ่มนี้พบในยุคออร์โดวิเนียนจนถึงปัจจุบัน และพบทุกแผ่นเปลือกโลก มีผลงานวิจัยหลายงานแสดงให้เห็นว่าออสตราคอดมีความสำคัญต่อความเข้าใจชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล

ออสตราคอดอาศัยอยู่บนโลกมาตั้งแต่ประมาณ 500 ล้านปีก่อน งานวิจัยเกี่ยวกับฟอสซิลออสตราคอดสามารถนำไปใช้ประโยชน์หลายด้าน อาทิ การศึกษาวิวัฒนาการ สภาพแวดล้อม บรรพกาล การเทียบสัมพันธ์ชั้นหิน การลำดับชั้นหิน เป็นต้น ทั้งนี้มีงานวิจัยฟอสซิลออสตราคอดแพร่หลายในยุโรป อเมริกา รัสเซีย เอเชียกลาง และจีน ต่อเนื่องมานานกว่าศตวรรษ แต่ในประเทศไทย ยังไม่มีงานวิจัยด้านนี้มากนัก ทั้งนี้หินปูนยุคดิโวเนียน คาร์บอนิเฟรัส และเพอร์เมียน กระจายตัวอยู่ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย แต่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีให้เห็นเฉพาะบริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของที่ราบสูงโคราช (Khorat Plateau) ที่เป็นส่วนหนึ่งของรอยคดโค้งเลย (Loei Fold Belt) และวางตัวเป็นหินฐานรองรับหินตะกอนชุดโคราช (Khorat Group) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นในพื้นที่จังหวัดเลยและบริเวณใกล้เคียงมีคุณลักษณะที่จะพบฟอสซิลออสตราคอดได้มาก จึงเป็นโอกาสที่จะได้ค้นพบฟอสซิลออสตราคอดชนิดใหม่เป็นครั้งแรกของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาสภาพแวดล้อมบรรพกาลโดยละเอียด เพื่อเทียบสัมพันธ์กับชั้นหินยุคดังกล่าวจากพื้นที่อื่นๆ ทั่วโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสำรวจลักษณะตะกอนวิทยาและการลำดับชั้นหิน และเก็บตัวอย่างหินปูนมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย (เพอร์เมียน) ในพื้นที่เลขที่มีฟอสซิลออสตราคอด
- 1.2.2 เพื่อจัดทำอนุกรมวิธานออสตราคอดมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย
- 1.2.3 เพื่อศึกษาสภาพนิเวศวิทยาบรรพกาลโดยแปลความหมายจากกลุ่มออสตราคอด
- 1.2.4 เพื่อศึกษาสภาพชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลโดยการเปรียบเทียบชนิดของออสตราคอดที่พบในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่อื่น ๆ ทั่วโลกที่มีการบันทึกไว้

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 การวิจัยในโครงการนี้ศึกษาเฉพาะหินปูนมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย (เพอร์เมียน) ในพื้นที่จังหวัดเลย
- 1.3.2 ฟอสซิลออสตราคอดจะถูกแยกออกจากเนื้อหินปูนเพื่อการศึกษาจัดทำอนุกรมวิธานวิเคราะห์ถึงนิเวศวิทยาบรรพกาล และชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล

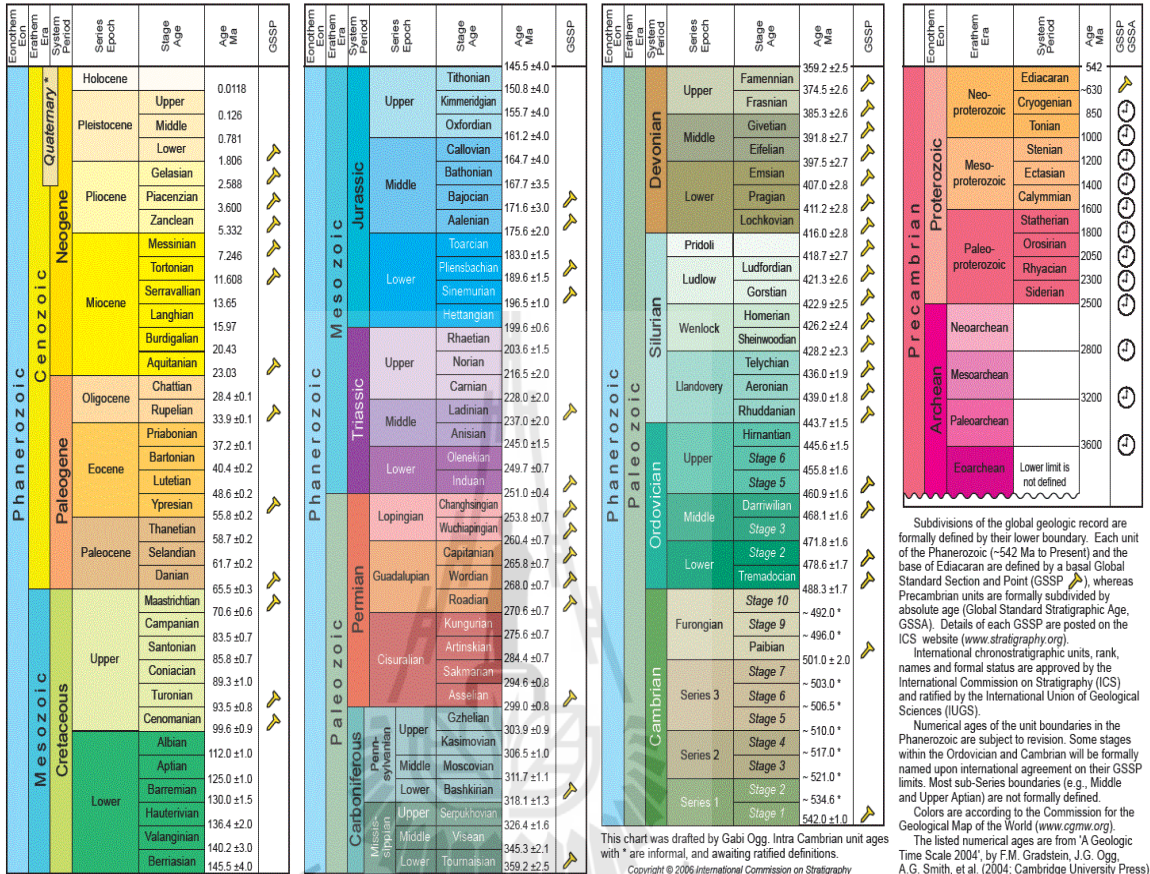
1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ตั้งอยู่บนทฤษฎีเพลตเทคโทนิค (Plate Tectonics) เอกรูปนิยัม (Uniformitarianism) และวิวัฒนาการ (Evolution) เนื่องจากแผ่นเปลือกโลก (continental crust) มีการเคลื่อนที่อยู่บนชั้นของไหลในโลก (mantle) ตลอดเวลาของบรมยุคฟาร์เนอโรโซอิก (Phanerozoic Eon ดูตารางธรณีกาลภาพที่ 1.1) แผ่นเปลือกโลกซึ่งแบ่งเป็นแผ่นทวีปต่าง ๆ ได้เคลื่อนที่ออกจากกันและ/หรือชนกันตามกระบวนการ นำมาซึ่งการเปิดและปิดของมหาสมุทรและการเกิดเทือกเขา การกระจายตัวของแผ่นทวีปต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาจึงมีความแตกต่างไปจากตำแหน่งพิกัดในปัจจุบัน (ภาพที่ 1.2) ออสตราคอดซึ่งอาศัยอยู่บนโลกมาตั้งแต่ประมาณ 500 ล้านปีก่อน ต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ทั้งนี้อาจเปรียบเทียบได้กับออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันที่มีขอบเขตแหล่งที่อยู่อาศัยกว้าง พบเกือบทุกระบบนิเวศน้ำ ดังนั้นเมื่อแผ่นทวีปมีการเคลื่อนที่ สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เช่น จากบริเวณน้ำลึกกลายเป็นน้ำตื้น บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกลายเป็นเขตอบอุ่น เป็นต้น ออสตราคอดมีการปรับตัวและแตกเป็นชนิดพันธุ์ใหม่ ซึ่งชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมก็จะเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ออกไป ทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้พื้นที่ที่เคยอยู่ชิดติดกันมาก่อนแต่ถูกกระบวนการทางเทคโทนิคทำให้ปัจจุบันอยู่ห่างออกจากกัน ก็สามารถย้อนรอยได้โดยดูจากชนิดพันธุ์ของออสตราคอดในยุคนั้น หรือพื้นที่ที่เพิ่งเชื่อมต่อกัน ก็สามารถรู้ได้จากช่วงเวลาที่มีชนิดพันธุ์หรือกลุ่มออสตราคอดที่ใกล้เคียงกัน



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



* proposed by ICS

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions.
Copyright © 2006 International Commission on Stratigraphy

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Standard Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

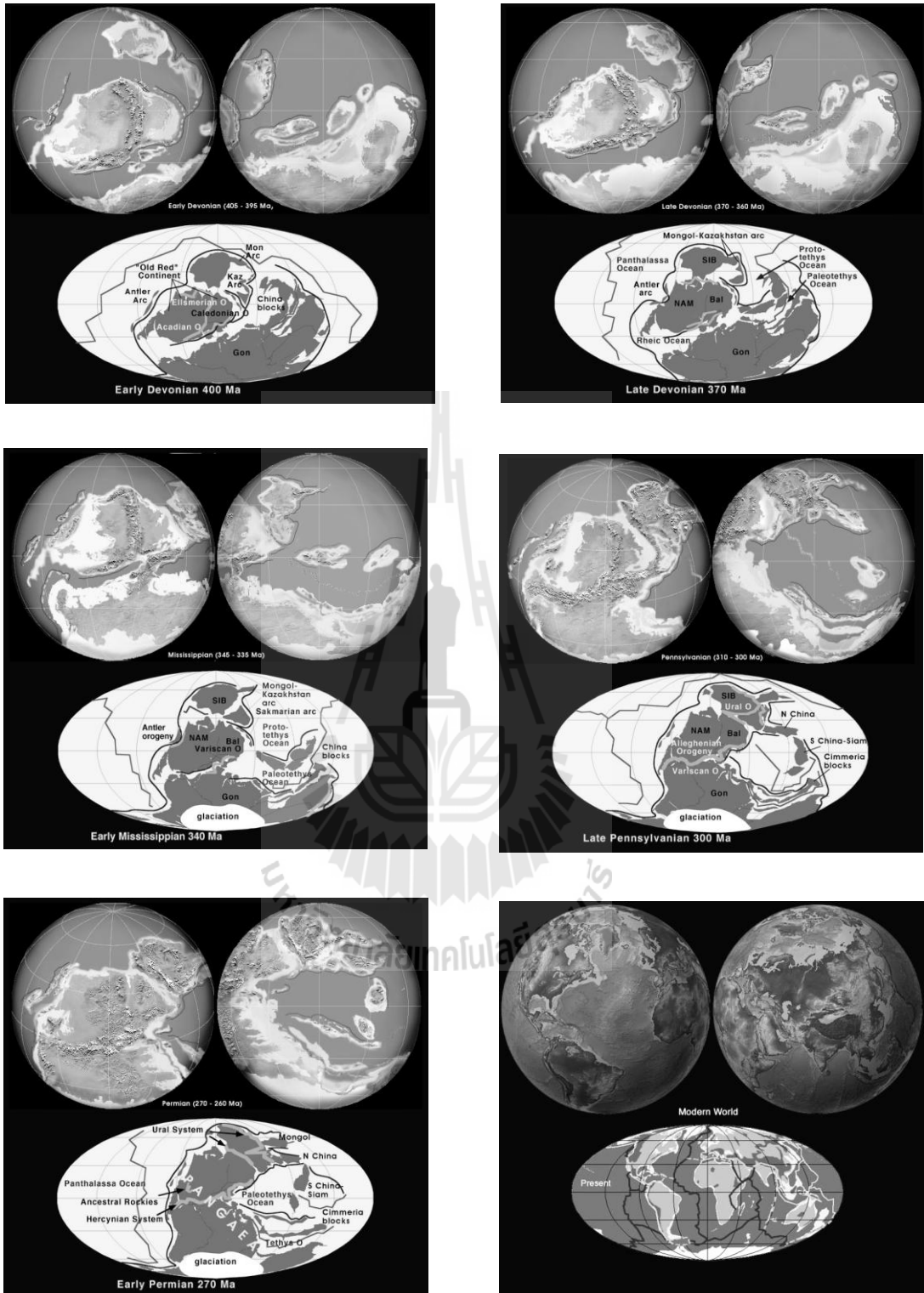
International chronostratigraphic units, rank, names and formal status are approved by the International Commission on Stratigraphy (ICS) and ratified by the International Union of Geological Sciences (IUGS).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Ordovician and Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press).

ภาพที่ 1.1 แสดง International Stratigraphic Chart (International Commission on Stratigraphy, 2003 internet)



ภาพที่ 1.2 แสดงภูมิศาสตร์บรรพกาล ยุคดีโวเนียนตอนต้น (บนซ้าย) และตอนปลาย (บนขวา) ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (กลางซ้าย) และตอนปลาย (กลางขวา) ยุคเพอร์เมียนตอนต้น (ล่างซ้าย) ยุคปัจจุบัน (ล่างขวา) ภาพจาก Blakey, 2005 (internet)

บทที่ 2

บททวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม (reviewed literature) / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ออสมตราคอด (ชีววิทยา นิเวศวิทยา และฟอสซิลออสมตราคอด)

1) ชีววิทยาของออสมตราคอด

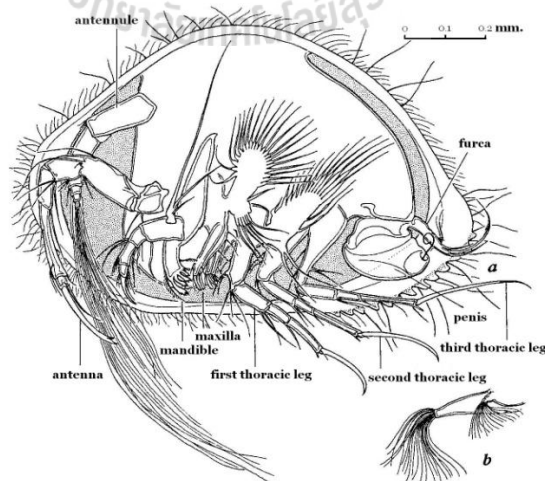
ออสมตราคอดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate) จัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรพอดา (Phylum Arthropoda) ชั้นไฟลัมแมนดิบูลาตา (Subphylum Mandibulata Clairville, 1798) คลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea Pennant, 1777) และชั้นคลาสออสมตราโคดา (Subclass Ostracoda Latreille, 1806) ออสมตราคอดเป็นที่รู้จักเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1776 โดย O.F. Müller ได้ค้นพบและตั้งชื่อชนิดออสมตราคอด ซึ่งเป็นพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในยุคปัจจุบัน ข้อมูลชีววิทยาของออสมตราคอดได้มีผู้ศึกษาไว้มากมาย อาทิ Moore (1961), Pokorný (1978), Henderson (1990), Cohen *et al.* (1998), Slipper and Horne (2002 internet), Rossi (2004), Blachowiak-Samolyk and Angel (2004 internet), Olney (2006 internet) เป็นต้น

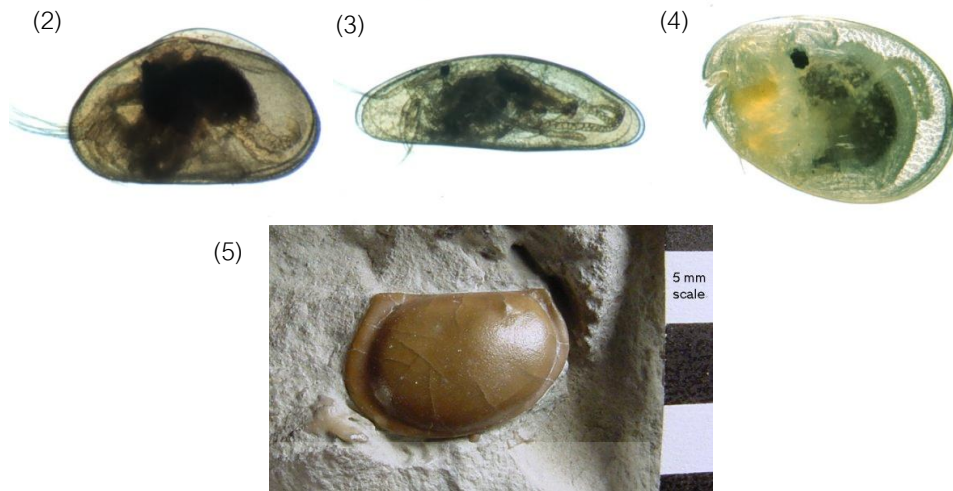
ออสมตราคอด (ภาพที่ 2.1) เป็นครัสเตเชียนที่มีลักษณะเด่นคือมีเปลือก (carapace) สองฝา (valve) ซึ่งมักเป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) มีบานพับด้านหลัง (dorsal) เชื่อมฝาทั้งสองติดกัน จึงทำให้ดูคล้ายหอยสองฝาขนาดเล็ก โดยทั่วไปมีขนาด 0.15-2.0 มิลลิเมตร ชนิดที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันอาจมีขนาดใหญ่ถึง 25 มิลลิเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดที่เคยบันทึกไว้เป็นฟอสซิลอายุออร์โดวิเชียน (Ordovician, 470-435 ล้านปี ดูภาพที่ 1) มีขนาดถึง 80 มิลลิเมตร ลำตัวของออสมตราคอดแบน ซ่อนอยู่ด้านในของเปลือก มีส่วนหัวและตัวเชื่อมต่อกัน (cephalothorax) มีระยางค์เจ็ดคู่ คือ มีสี่คู่อยู่ในส่วนหัว โดยสองคู่แรกใช้ในการเคลื่อนที่และสัมผัส คู่ที่สามและสี่ใช้ในการกินอาหาร ระยางค์ในส่วนลำตัวอาจมีสามหรือสองหรือมีเพียงคู่เดียวก็ได้ใช้ในการกินอาหาร เคลื่อนที่ และทำความสะอาด ส่วนระยางค์คู่ที่หกและเจ็ดอาจไม่พัฒนาในบางชนิด ด้านท้ายสุดมีอวัยวะมีลักษณะเป็นกิ่งสองกิ่งม้วนอยู่เรียกว่าเฟอร์คา (furca) ออสมตราคอดมีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์ โดยมีปาก คอหอย หลอดอาหาร อยู่ทางด้านหน้า (anterior) ลำไส้เล็กและทวารอยู่ด้านหลัง (posterior) ออสมตราคอดไม่มีอวัยวะพิเศษในระบบไหลเวียนเลือด หายใจผ่านผิวหนัง บางชนิดมีเหงือก ส่วนใหญ่มีหัวใจอยู่ทางด้านท้อง (ventral) บางชนิดมีตาแต่บางชนิดตาบอด โดยทั่วไปจะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยอวัยวะเพศเมียประกอบด้วย รังไข่ มดลูก ช่องคลอด และอวัยวะรับท่อน้ำของเพศผู้ ส่วนในเพศผู้ประกอบด้วย อัณฑะ ท่อนำเชื้ออสุจิและองคชาติ แต่ออสมตราคอดน้ำจืดบางชนิดขยายพันธุ์ด้วยวิธี parthenogenesis โดยตัวลูกทุกตัวเป็นเพศเมีย

ไข่พัฒนาเป็นตัวอ่อนเรียกว่า nauplis ที่มีระยะสามคู่ และสร้างเปลือกหุ้มจากนั้นจึงเติบโตโดยการลอกคราบ การเติบโตของออสตราคอดยุคปัจจุบันมีถึงเก้าชั้น ออสตราคอดน้ำจืดจะโตเต็มที่ในเวลาเพียงหนึ่งเดือน ส่วนออสตราคอดน้ำเค็มอาจใช้เวลาถึงสามปี

เปลือกมีสองชั้น คือ ชั้นนอกเป็นชั้นแข็งของแคลเซียมคาร์บอเนตและผิวชั้นในเอพิเดอร์มิส (epidermis) เปลือกชั้นนอกมักกลายเป็นฟอสซิลและถูกศึกษาโดยนักบรรพชีวินวิทยา ซึ่งลักษณะภายนอกของเปลือก มีความสำคัญต่อการจำแนกฟอสซิลออสตราคอด ส่วนการจำแนกออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่นั้นใช้ลักษณะของอวัยวะภายใน (soft body) และลักษณะด้านในของเปลือก (muscle scars) เป็นหลัก นอกจากนี้บานพับ (hinge) ที่เชื่อมด้านหลังของเปลือกด้านซ้ายและขวา สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามลำดับวิวัฒนาการ คือ 1) กลุ่มที่บานพับเรียบ ไม่มีลอคด้านใน 2) เป็นบานพับเรียบมีฟันสลับ 3) บานพับที่เรียบหรือมีลักษณะโค้งและมีฟัน (tooth) กับร่อง (socket) และ 4) เป็นการลอคของฝา ซึ่งทั้งสองข้างไม่เท่ากัน โดยฝาที่มีขนาดเล็กจะวางตัวพอดีบนฝาที่มีขนาดใหญ่กว่า และเช่นเดียวกับสัตว์ชนิดอื่น ๆ ลักษณะความแตกต่างระหว่างเพศ (dimorphism) สามารถพบได้ในออสตราคอด ทั้งนี้เพศเมียที่โตเต็มวัยเรียกว่า heteromorph จะมีลักษณะต่างไปจากเพศผู้และตัวลูกที่กำลังพัฒนา ที่เรียกว่า tectomorph ชนิดของ dimorphism ในออสตราคอดแบ่งออกเป็น 5 แบบได้แก่ 1) Kloedenellid พบเฉพาะใน Order Kloedenellocopina 2) Lobate 3) Cruminal 4) Velate และ 5) Histial ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะ โป่งพองหรือมีถุงเกิดขึ้นในส่วนท้องของเพศเมียที่โตเต็มวัย

(1)





ภาพที่ 2.1 แสดงภาพร่างออสตราคอด (1) ภาพประกอบแสดงรูปร่างและอวัยวะภายในของออสตราคอดยุคปัจจุบัน *Bairdia frequens* ตัวแทนอันดับ Podocopida เพศผู้ เมื่อเอาฝาซ้ายออก จาก Moore (1961), 2-4 ภาพออสตราคอดยุคปัจจุบัน จาก Laboratory of Invertebrate Zoology, Osaka Kyoiku University (2006; internet), (2) *Cyprinotus uenoi* (3) *Dolerocypris sinensis* (4) *Xestoleberis hanaii*, (5) ฟอสซิลออสตราคอดยุคออร์โดวิเซียน *Teichochilina jonesi* ภาพจาก Kentucky Paleontology Society (2004; internet)

2) นิเวศวิทยาของออสตราคอด

ออสตราคอดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประสบความสำเร็จในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม พวกมันสามารถอาศัยอยู่ในน้ำได้เกือบทุกแห่ง (Dole-Olivier *et al.*, 2000; Pieri *et al.*, 2006; Bassetti *et al.*, 2003) พบทั้งในน้ำจืด เช่น หนอง บ่อ คูน้ำ ลำคลอง แม่น้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือพื้นที่น้ำขังทั้งแบบชั่วคราวและถาวร แอ่งสะสมพืต (swamp) ในน้ำกร่อย เช่น ปากแม่น้ำ ทะเลสาบน้ำกร่อย และในน้ำเค็ม ตั้งแต่ระดับชายฝั่งจนถึงเขตน้ำลึกใต้พื้นที่ท้องสมุทร ในปัจจุบันพบว่าบางชนิดสามารถปรับตัวให้อยู่ในพื้นที่ชุ่มชื้น เช่น ใต้ซากใบไม้ บนมอส เป็นต้น สำหรับในระบบนิเวศน้ำออสตราคอดส่วนใหญ่มีรูปแบบการดำเนินชีวิตแบบ benthos คืออาศัยที่บดกลานและมุดอยู่ตามพื้นตะกอน สามารถว่ายน้ำได้ในระยะสั้น ๆ กลุ่มนี้มักจะถูกเก็บรักษาในตะกอนกลายเป็นฟอสซิลได้ง่าย บางชนิดสามารถว่ายน้ำได้ไกลกว่า บางชนิดอาศัยอยู่ตามรากพืชลอยน้ำ (Frenzel *et al.*, 2005) ส่วนน้อยเท่านั้นที่เป็นแพลงตอน (Blachowiak-Samolyk and Angel, 2004 internet) ฟอสซิลออสตราคอดจึงมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม (Moore, 1961; Pokorný, 1978) และถูกใช้ในการศึกษานิเวศวิทยาและสภาพแวดล้อมโบราณอย่างกว้างขวาง

ในแหล่งน้ำจืดออสมตราคอดอยู่ได้ทั้งสภาพน้ำนิ่งและน้ำไหลหรืออาจพบในหนองน้ำที่เป็นแอ่งสะสมพืด เมื่อเป็นฟอสซิลจึงพบร่วมกับหอยสองฝา น้ำจืด หนอง เกล็ดปลา ลักษณะเด่นของออสมตราคอดน้ำจืดคือมีเปลือกบางและเรียบกว่าออสมตราคอดน้ำเค็ม และเนื่องจากการสืบพันธุ์เป็นแบบ parthenogenesis จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ อาจพบว่ามีเพียงชนิดเดียวอาศัยอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง ออสมตราคอดน้ำจืดชอบอาศัยอยู่ในตะกอนที่มีขนาดละเอียดคลุมไปด้วยสารอินทรีย์และมักเป็นพวกที่ขุดรูอยู่ (burrower) ชอบอยู่ในเขตที่มีแสงส่องถึงและบริเวณที่มีพืชน้ำขึ้นอยู่โดยอาศัยเกาะอยู่ตามรากพืชเหล่านั้น ตำแหน่งละติจูดจะกำหนดชนิดของออสมตราคอดน้ำจืดที่ชอบน้ำเย็นหรือน้ำอุ่น ส่วนมากจะกินซากสิ่งมีชีวิตและเศษตะกอนพื้นท้องน้ำ อาหารของออสมตราคอดคือ ไคอะตอม โปรโตซัว แบคทีเรีย และสาหร่าย บางชนิดเป็นผู้ล่าและส่วนน้อยเป็นปรสิต ความหนาของเปลือกยังถูกควบคุมด้วยความเป็นกรดต่างของน้ำ โดยออสมตราคอดน้ำจืดชอบอยู่ในน้ำสภาวะเป็นด่างอ่อน ๆ

ออสมตราคอดน้ำกร่อยสามารถดำรงชีวิตได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการแปรผันกว้าง โดยเฉพาะปัจจัยด้านความเค็มของน้ำ เช่น บริเวณปากแม่น้ำที่มีการไหลเข้ามาของน้ำจืด รวมไปถึงทะเลสาบน้ำกร่อย ปัจจัยด้านค่าความเค็มทำให้ออสมตราคอดมีจุดแข็งกว่ากลุ่มฟอแรมที่ไม่สามารถดำรงชีวิตได้เมื่อค่าความเค็มลดลง จากการวิเคราะห์กลุ่มฟอสซิลทั้งสอง ใช้เป็นดัชนีชี้แนวชายฝั่งทะเลโบราณได้ การจัดแบ่งออสมตราคอดตามค่าความเค็มของแหล่งที่อยู่อาศัย แบ่งออกเป็น 4 ชุด ลักษณะชีวภาพ (biofacies) ได้แก่ 1) ออสมตราคอดน้ำจืด (freshwater ostracods) ในระดับความเค็มน้อยกว่า 2.0‰ 2) ออสมตราคอดน้ำกร่อย (brackish ostracods) ซึ่งมักจะมีจำนวนประชากรหนาแน่นที่ระดับความเค็ม 10‰ 3) ออสมตราคอดกลุ่มที่อาศัยในน้ำที่มีความเค็มต่ำ ประมาณ 0.2-2.0‰ (oligohaline) และออสมตราคอดกลุ่มที่ชอบความเค็มในช่วง 2.0-17‰ (mesohaline) และ 4) ออสมตราคอดที่อาศัยอยู่ในทะเล (marine ostracods) ที่มีค่าความเค็มสูงกว่า 17‰ นอกจากนี้ออสมตราคอดน้ำกร่อยที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบที่มีความเค็มจัด (hypersaline lagoon) อาจทนค่าความเค็มสูงกว่า 17‰

ออสมตราคอดน้ำเค็มซึ่งอาศัยอยู่ในทะเลมีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด การกระจายตัวขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพ ปัจจัยทางกายภาพจะควบคุมลักษณะปรากฏบนเปลือกของออสมตราคอดด้วย เช่น รูปแบบการดำเนินชีวิตทำให้รยางค์มีการพัฒนาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกด้านต่าง ๆ รูปร่างและความหนาของเปลือกจะสอดคล้องกับสภาพที่อยู่อาศัย ชนิดที่ว่ายน้ำได้มักมีรูปร่างเกือบกลมมนมีเปลือกบาง พวกที่คลานอยู่กับพื้นจะมีเปลือกหนาและมีการประดับตกแต่งของเปลือกมาก ส่วนท้องแบน พวกที่อยู่ในตะกอนเนื้อละเอียดมักมีตัวเรียวเปลือกเรียว ส่วนท้องอาจกว้างเพื่อเป็นฐานเมื่อวางตัวบนตะกอนที่อ่อนนุ่ม พวกที่อยู่ในตะกอนเนื้อหยาบเปลือกจะหนาและมีโครงร่างแบบดาบหรือมีหนาม พวกที่แทรกตัวอยู่

ระหว่างเม็ดตะกอนหยาบเปลือกจะสั้นและหนา ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะปรากฏของออสตราคอดสามารถสรุปได้ดังนี้

ความลึก ซึ่งมีอิทธิพลทางอ้อมต่อออสตราคอดโดยควบคุมปัจจัยอื่น เช่น ระดับที่แสงส่องถึง อาหาร และอุณหภูมิ

ชนิดตะกอนพื้นท้องทะเลและความสมดุลของตะกอน ออสตราคอดเปลือกเรียบจะพบในตะกอนเนื้อละเอียด ออสตราคอดเปลือกหยาบหรือมีการประดับตกแต่งมากขึ้นจะพบในตะกอนเนื้อหยาบกว่าหรือเนื้อปูนมากกว่า

การเปลี่ยนแปลงของสภาพความเป็นกรดต่างและปริมาณออกซิเจนมักพบเสมอในหินแต่ไม่มีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของออสตราคอด

ความสมบูรณ์ของพืชมีส่วนในการควบคุมปริมาณออสตราคอด เนื่องจากพืชเป็นแหล่งอาหารโดยตรงและเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นด้วย

ปริมาณแร่ธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจน มีส่วนในการควบคุมปริมาณประชากรออสตราคอด เช่น ในเขตที่มีกระแสน้ำพัดเอาสารอาหารจากพื้นท้องทะเลขึ้นมา จะมีประชากรหนาแน่น

มักพบออสตราคอดร่วมกับสิ่งมีชีวิตหลายชนิด อาทิ แบรคิโอพอด ไทรโลไบต์ ไบรโอซัว มอลลัสค ฟอแรมมินิเฟอรา ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงจำนวนของแคลคาเรียส ฟอแรมกับออสตราคอดน้ำจืด เป็นตัวบ่งบอกถึงการลูกค้าน้ำและถดถอยของน้ำทะเล

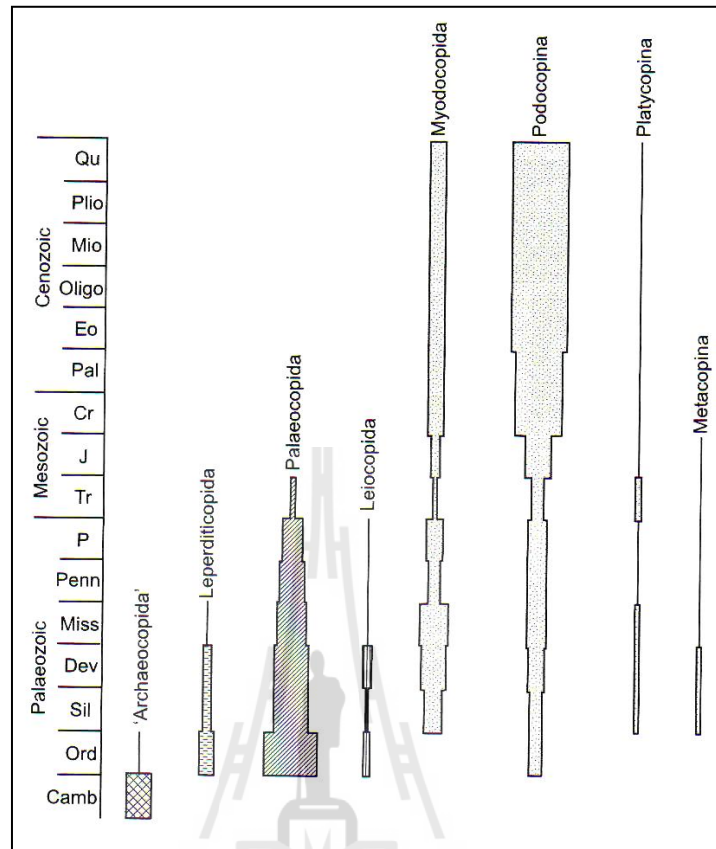
3) ฟอสซิลออสตราคอด

ออสตราคอดเป็นสัตว์กลุ่มที่อาศัยบนโลกในยุคแรก ๆ โดยเพิ่มจำนวนและกระจายพันธุ์อย่างแพร่หลายตอนปลายยุคแคมเบรียนถึงต้นยุคดีโวเนียน (ประมาณ 500-471 ล้านปีก่อน) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเพิ่มระดับน้ำทะเลปานกลางทั่วโลก และมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้สิ่งมีชีวิตเติบโตอยู่ได้ ออสตราคอดกลุ่มแรกได้แก่สมาชิกใน Order Palaeocopida, Leiocopida, Podocopida และ Leperditiocopida (Howard *et al.*, 2005) จากนั้นมีการแพร่พันธุ์ออสตราคอดอย่างรวดเร็ว ตลอดมหายุคพาเลโอโซอิก (Paleozoic Era) ออสตราคอดในกลุ่ม Myodocopida เกิดขึ้นหลังยุคไซลูเรียน (416 ล้านปีก่อน) ถึงแม้ว่าเหตุการณ์การสูญพันธุ์ในช่วงปลายยุคดีโวเนียน (ประมาณ 374 ล้านปีก่อน) จะทำให้กลุ่ม Leperditiocopid และออสตราคอดอีกหลายชนิดต้องสูญพันธุ์ไป แต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (359-299 ล้านปีก่อน) พบว่ามีออสตราคอดน้ำจืดกลุ่ม Darwinulocopina อาศัยอยู่บนโลกได้เป็นครั้งแรก จนกระทั่งออสตราคอดส่วนใหญ่ (Palaeocopid, Leiocopid และ Myodocopid) สูญพันธุ์ไปหลังจากยุคเพอร์เมียน (End Permian Mass Extinction) เมื่อประมาณ 251 ล้านปีก่อน แต่ก็เป็นที่น่าประหลาดใจเมื่อพบออสตราคอดกลุ่ม

Palaeocopid ในแอ่งน้ำลึกของยุคเทอเชียรี (65-2 ล้านปีก่อน) และยุคปัจจุบัน

ในมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic Era) ยุคไทรแอสซิก (251-199 ล้านปีก่อน) ออสตราคอดกลุ่ม Podocopid พัฒนาและแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว ช่วงปลายยุคจูแรสซิกต่อเนื่องถึง ตอนต้นยุคครีเตเชียส (150-140 ล้านปีก่อน) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการสะสมตัวของชั้นหินบนแผ่นดินมากขึ้น ทำให้ออสตราคอดที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดเพิ่มจำนวนและแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว แต่ออสตราคอดลดจำนวนลงอีกครั้งพร้อมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น หลังการสูญพันธุ์ยุคครีเตเชียส (65.5 ล้านปีก่อน) ในมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic Era) ตั้งแต่ยุคพาลีโอซีน (65.5-55.8 ล้านปีก่อน) มีการเพิ่มจำนวนออสตราคอดอย่างรวดเร็วและมีมหาศาลในยุคปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาถึงฟอสซิลออสตราคอดในมหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลางถึงตอนปลาย (Middle to Upper Paleozoic) ตั้งแต่ยุคดีโวเนียนถึงเพอร์เมียน (416-251 ล้านปีก่อน) เป็นช่วงที่ออสตราคอดมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (Moore, 1961) มีการค้นพบออสตราคอดยุคดีโวเนียนจากยุโรป (Lethiers and Whatley, 1995;) อเมริกาเหนือ (เช่น Lethiers, 1981; Knox and Gordon, 1999; Friedman and Lundin, 1998) และจากจีน (เช่น Casier *et al.*, 1997; Vannier *et al.*, 2001) ออสตราคอดยุคคาร์บอนิเฟอรัส อาทิ Crasquin-Soleau (1997), Crasquin (1984), Crasquin (1983), Crasquin (1982), Sánchez de Posada and Fohrer (2001), Masurel (1989), Fohrer and Samankassou (2005), Athersuch and Strank (1989) และ Pollard (1966) ออสตราคอดยุคเพอร์เมียน อาทิ Crasquin-Soleau *et al.* (2005), Crasquin-Soleau and Kershaw (2005), Crasquin-Soleau *et al.* (2004), Crasquin-Soleau (2003), Crasquin-Soleau *et al.* (2001), Crasquin-Soleau *et al.* (1999), Crasquin-Soleau and Baud (1998), Sohn and Kornicker (1998), Crasquin-Soleau and Orchard (1994), Dewey and Kohn (1992, 1993, 1994), Becker and Wang, 1992, Lethier *et al.* (1989) เป็นต้น สำหรับในประเทศไทย การศึกษาออสตราคอดมีน้อยมาก ออสตราคอดที่ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกพบในหินปูนยุคเพอร์เมียน เป็นพันธุ์ *Amphissites* และ *Polytyllites* ซึ่งพบที่จังหวัดน่านในปี ค.ศ. 1982 โดย Hahn and Siebenhuner (อ้างใน Fontaine, 1986) ออสตราคอดอายุคาร์บอนิเฟอรัส ตอนล่างถูกค้นพบในหินปูนทางภาคใต้ของประเทศ (Dill *et al.*, 2004) และออสตราคอดอายุเพอร์เมียนตอนกลางถูกค้นพบจากพื้นที่บึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ (Chitmarin, 2005)



ภาพที่ 2.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของออสตราคอดเทียบกับเวลาทางธรณีกาล ความกว้างของแท่งกราฟแสดงจำนวนของตระกูลออสตราคอด (Armstrong and Brasier, 2005)

2.2.2 ธรณีวิทยา

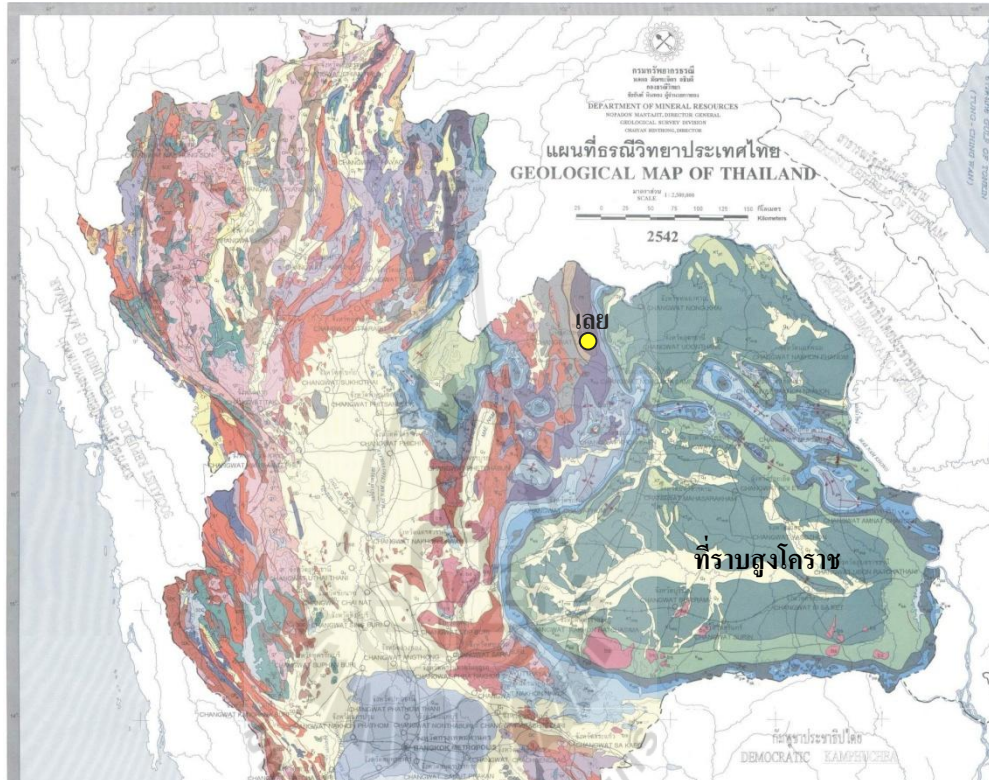
หินอายุดีโวเนียน คาร์บอนิเฟอรัส และเพอร์เมียนกระจายตัวอยู่ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย แต่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะโผล่ให้เห็นเฉพาะบริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของที่ราบสูงโคราช (Khorat Plateau) ที่เป็นส่วนหนึ่งของรอยคดโค้งเลย (Loei Fold Belt) และวางตัวเป็นหินฐานรองรับหินตะกอนชุดโคราช (Khorat Group) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 2.3)

แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่จังหวัดเลย ดังแสดงในภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นการกระจายตัวของหน่วยหินอายุต่าง ๆ ทั้งนี้หินอายุดีโวเนียน คาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียนในพื้นที่จังหวัดเลย ถูกจัดแบ่งออกเป็นหมวดหินต่าง ๆ ดังนี้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)

หินอายุดีโวเนียนจัดอยู่ในสองหมวดหิน คือ หมวดหินเชิร์ตปากชม (Pak Chom chert) และหมวดหินหนองดอแก้ว (Nong Dok Bue formation) ซึ่งสามารถเทียบสัมพันธ์กันได้

หมวดหินเชิร์ตปากชม จัดตั้งโดย Bunopas (1981) ใช้เรียกชั้นหินดินดานและหินเชิร์ตยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน พบบริเวณทางเหนือของจังหวัดเลย โดยกำหนดอายุจากฟอสซิลปะการัง

อายุยุคดีโวเนียนที่พบในหินปูนที่ริมฝั่งแม่น้ำโขง ทั้งบนฝั่งประเทศไทยและลาว (Fontaine, 1990; Fontaine *et al.*, 2005) นอกจากนี้ฟอสซิลเรดิโอลาเรียน ที่พบบริเวณอำเภอปากชมและตามทางหลวง ปากชม-เลย บ่งบอกอายุดีโวเนียนตอนปลายถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Sashida *et al.*, 1993)

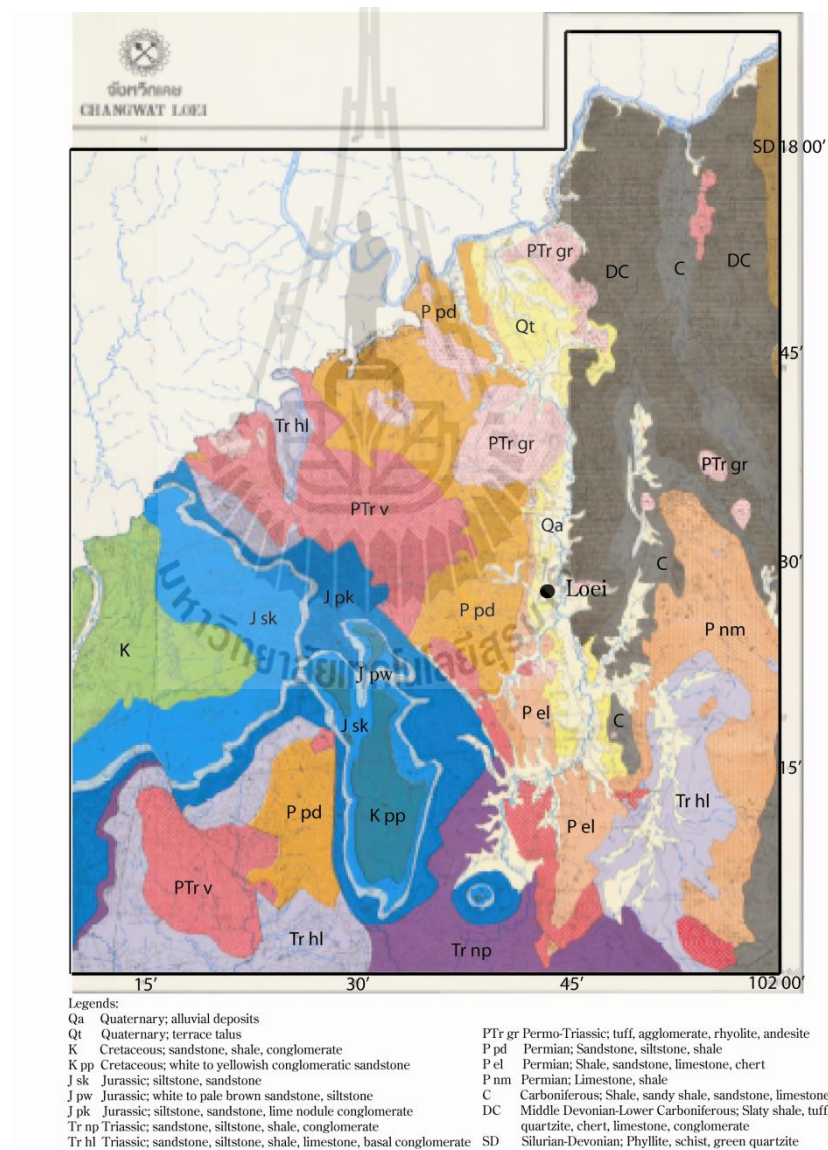


ภาพที่ 2.3 แสดงตำแหน่งของจังหวัดเลยและที่ราบสูงโคราช บนแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตรฐาน 1:1,000,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2542)

หมวดหินหนองคอกบัว จัดตั้งโดย อุดลย์ เจริญประวัติ และธนินทร์ วงศ์วานิช (2519) ใช้เรียกหินดินดาน หินปูน หินเชิร์ต หินควอร์ตไซต์และหินตะกอนภูเขาไฟทาง ตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดเลย โดยไหลเป็นเขาสูงบนฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเลย แผ่กระจาย ลงมาจากประเทศลาวในแนวเหนือ-ใต้ ถึงบ้านสงเปือย อำเภอเชียงคาน จากนั้นสันเขาแยกเป็น 2 แนว แนวหนึ่งไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ลงไปจนถึงอำเภอเมืองเลย อีกแนวพุ่งลงใต้ไปสิ้นสุดที่ ภูทองแดง อำเภอเมืองเลย หินเป็นลำดับชั้นของหินเชิร์ตชั้นบาง ๆ สีเทาสลับดำแทรกสลับกับ หินดินดานที่กลายเป็นเนื้อซิลิกาสีเทาดำถึงดำ หินควอร์ตไซต์ สีเทาถึงเทาแกมเขียว หินทรายทัฟฟ์ เฟลเซียส สีเขียวคล้ำ และพบหินปูนสีเทาดำแทรกอยู่ในหินชุดนี้อย่างชัดเจน อายุของหมวดหิน

กำหนดโดยฟอสซิลปะการัง มีอายุตั้งแต่ยุคดีโวเนียนตอนกลางถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Fontaine *et al.*, 2005) แต่ช่วงล่างของหมวดหินอาจมีอายุเก่าลงไปถึงยุคไซลูเรียน

หินอายุคาร์บอนิเฟอรัสในพื้นที่จังหวัดเลย สะสมตัวต่อเนื่องมาตั้งแต่ยุคดีโวเนียน อุดลย์ เจริญประวัติ และคณะ (Charoenprawat *et al.*, 1984) แบ่งหินในยุคดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส ที่ไหลบริเวณอำเภอปากชม อำเภอเมือง อำเภอวังสะพุง อำเภอเชียงคาน ออกเป็น 2 หน่วย จากล่างขึ้นบนคือหมวดหินหนองคอกบัว (Nong Dok Bua formation) และ หมวดหินวังสะพุง (Wang Sapung formation) ดังนี้



ภาพที่ 2.4 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่จังหวัดเลย (ดัดแปลงจาก อุดลย์ เจริญประวัติ และคณะ, 2519)

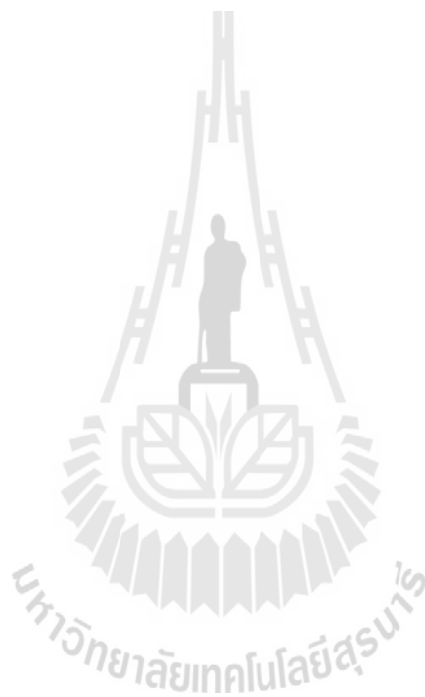
หมวดหินหนองคอกบัว (ดูรายละเอียดในหินยุคตีโวเนียน) หมวดหินวังสะพุง วางตัวต่อเนื่องขึ้นมาจากหมวดหินหนองคอกบัว โดยโผล่ในบริเวณ อำเภอวังสะพุงและแผ่กระจายคลุมบริเวณด้านตะวันออกของตัวจังหวัดเลย และวางตัวรองรับหินยุคเพอร์เมียนตอนล่าง หมวดหินประกอบด้วยหินกรวดมนแทรกสลับด้วยชั้นหินดินดาน และหินทรายเนื้อทัฟฟ์ สีเทาดำและเทาแกมเขียว หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน สีแดงคล้ำบางส่วนเป็นพวกไมกาเซียส คลุมทับด้วยพวกหินเนื้อดิน และหินปูนเนื้อทราย หินดินดาน และหินทรายสีน้ำตาลแกมเทาสลับด้วยชั้นหินปูน สีเทาดำบางแห่ง ส่วนบนสุดของหมวดหินวังสะพุง แบ่งออกได้อีกเป็น 2 หน่วย คือ หน่วยหินช่วงล่างซึ่งเป็นหินเนื้อละเอียด พวกหินดินดานสีน้ำตาล หินดินดานเนื้อปูนสีเทาเขียว มีชั้นของหินปูนแทรกสลับและหน่วยหินช่วงบนเป็นหินเนื้อหยาบพวกหินทราย ชั้นบางๆ สีเทาขาวถึงเทาแกมเขียว พวกชั้นหินสีแดงและชั้นหินกรวดมน และหินทราย พบว่ามีหินปูนสีเทาขาวถึงเทาดำแทรกสลับอยู่ หินยุคเพอร์เมียนในพื้นที่จังหวัดเลย จัดอยู่ในกลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group) จัดแบ่งเป็น 3 หมวดหิน (Charoenprawat *et al.*, 1984) ตามลำดับจากบนลงล่าง ดังนี้

หมวดหินผาเตื่อ (Pha Dua Formation) เป็นหินเนื้อประสม กระจายตัวอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่จังหวัดเลย ประกอบด้วยหินดินดาน หินทรายเนื้อไมกา สีเทาเขียวถึงสีน้ำตาลขนาดชั้นบาง และพบบางชั้นมีหินแก้วภูเขาไฟปะปน มักแสดงโครงสร้างโค้งงอ ชั้นเฉียงระดับและลักษณะ Bouma sequence พบฟอสซิลแอมโมนอยด์ *Agathiceras* sp. และฟอสซิลพืช ที่บ่งบอกอายุเพอร์เมียนตอนกลางถึงตอนบน

หมวดหินอีเลิศ (E-Lert Formation) โผล่กระจายตัวแคบๆ ในแนวเหนือ-ใต้ทางทิศตะวันตกของจังหวัดเลยถึงด้านตะวันออกของอำเภอวังสะพุง ขนานไปกับแนวแม่น้ำเลย ประกอบด้วยหินดินดานแทรกสลับกับหินเชิร์ตสีน้ำตาลเหลือง มีกระเปาะหินปูนและหินแก้วภูเขาไฟเป็นแห่งๆ พบฟอสซิลแอมโมนอยด์ *Agathiceras* sp. ในหินดินดาน ทั้งนี้อายุหินกำหนดโดยฟอสซิลฟิวซิลินิด *Parafusulina* sp. ในหินปูนได้ยุคเพอร์เมียนตอนล่างถึงตอนกลาง และฟิวซิลินิด *Schwagerina* sp. ฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็กและไบรโอซัวที่พบในหินเชิร์ต ก็บ่งอายุในยุคเพอร์เมียนตอนล่างถึงตอนกลาง หมวดหินแสดงลักษณะปรากฏเปลี่ยนแปลงด้านข้างแบบประสานนิ้วมือ (interfingering) กับหมวดหินน้ำมโหฬาร

หมวดหินน้ำมโหฬาร (Nam Mahoran Formation) แผ่กระจายตัวด้านตะวันออกของจังหวัดเลยต่อเนื่องลงมาทางใต้ ด้านตะวันตกของจังหวัดหนองบัวลำภู และทิศเหนือของจังหวัดชัยภูมิ เป็นหมวดหินคาร์บอนเนต ประกอบด้วยหินปูนเป็นส่วนใหญ่ บางบริเวณเป็นหินอ่อนและโคโลไมต์ บางบริเวณมีชั้นหินดินดาน ชั้นบางและหินทรายแทรกสลับ และมีกระเปาะ

เจิร์ดในเนื้อหินปูน มีความหนารวมมากกว่า 500 เมตร อายุหินกำหนดโดยฟอสซิลฟิวซิลินิด แบรคิโอพอด สหรัย ปะการัง และไครนอยด์ ได้ปลายยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Gzhelian) ถึงปลายยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Murghabian)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นการศึกษาค้นคว้าจาก วารสาร รายงาน และสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยจัดแบ่งออกเป็น 4 ประเด็นหลัก ซึ่งจะประกอบไปด้วย

- 1) การศึกษาออสเตรอาคอดมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย (เพอร์เมียน) ซึ่งมีการค้นพบและจัดจำแนกไว้ทั้งในและต่างประเทศ
 - 2) การศึกษานิเวศวิทยาบรรพกาลของออสเตรอาคอด ความสัมพันธ์ของออสเตรอาคอดกับลักษณะหินที่มีฟอสซิลซึ่งบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมขณะที่ตะกอนสะสมตัว
 - 3) การศึกษาชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลของออสเตรอาคอด การกระจายตัวของออสเตรอาคอดและการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์บนแผ่นทวีปต่าง ๆ ในมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย
 - 4) การศึกษาธรณีวิทยาของพื้นที่จังหวัดเลยอันประกอบด้วย การจัดแบ่งหมวดหิน การลำดับชั้นหิน โครงสร้างทางธรณีวิทยาและซากบรรพชีวินที่พบในพื้นที่
- ทุกประเด็นจะนำมาศึกษาหาข้อสรุปเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย และรวบรวมข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบในการจัดทำอนุกรมวิธาน โดยชื่อของสิ่งพิมพ์เหล่านี้จะนำมาแสดงอย่างละเอียดในรายงานขั้นสุดท้าย ซึ่งจะเขียนในรูปแบบของ Bibliography

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามขั้นต้น

การสำรวจพื้นที่ศึกษาและเก็บข้อมูลภาคสนามขั้นต้น มีความจำเป็นเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่เลย

มีรายงานว่ามิโนโลสและพบฟอสซิลอาจเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา หรืออาจมีการตัดถนน เปิดหน้าดินใหม่ซึ่งทำให้มีจุดสำรวจใหม่เพิ่มขึ้น ในขั้นนี้แบ่งงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การจัดทำแผนที่มูลฐาน (base map) ของพื้นที่สำรวจในจังหวัดเลย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจาก

- แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000
- แผนที่ธรณีวิทยา มาตรฐาน 1:250,000
- ตำแหน่งพิกัดจุดสำรวจที่มีการพบฟอสซิลมหายุคพาลีโอโซอิก

ตอนปลาย เฉพาะที่เป็นหินปูนและหินเนื้อปูน (ข้อมูลรวบรวมจากขั้นตอนที่ 1)

2) การสำรวจพื้นที่ศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นต้น เป็นการสำรวจพื้นที่ตามจุดสำรวจที่กำหนดไว้ โดยจะเก็บข้อมูลดังนี้

2.1) สภาพจริงของพื้นที่ศึกษาและการเข้าถึงพื้นที่ เพื่อตรวจสอบว่าจุดสำรวจเดิมสามารถเข้าถึงได้และมีสภาพเหมาะสม สามารถทำการศึกษาได้หรือไม่ พร้อมทั้งหาจุดสำรวจใหม่บริเวณใกล้เคียงหรือที่สามารถเข้าถึงได้ แล้วบันทึกตำแหน่งพิกัดจุดสำรวจใหม่ด้วย GPS

จุดสำรวจหินอายุเพอร์เมียนและเก็บข้อมูลในขั้นต้นในพื้นที่จังหวัดเลยและบริเวณใกล้เคียงซึ่งถือเป็นพื้นที่เลยโดยแบ่งจุดสำรวจออกเป็น 5 พื้นที่ โดยการสำรวจจะใช้เวลา พื้นที่ละ 3 วัน ดังนี้

- ครั้งที่ 1 พื้นที่ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
- ครั้งที่ 2 พื้นที่ อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย
- ครั้งที่ 3 พื้นที่ อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย
- ครั้งที่ 4 พื้นที่ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
- ครั้งที่ 5 พื้นที่ อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ

2.2) ลักษณะของหินโผล่ เพื่อดูว่ามีลำดับชั้นหินที่ดีหรือไม่ มีความต่อเนื่องหรือมีการกระจายตัวของชั้นหินเป็นอย่างไร

2.3) ศึกษาลักษณะเนื้อหินและองค์ประกอบในสนามโดยใช้แฮนด์เลนส์ เพื่อตรวจหาฟอสซิลออสตราคอด

3) เก็บตัวอย่างหินที่มีโอกาสพบฟอสซิลออสตราคอดแบบสุ่ม (Simple random sampling) ด้วยวิธี Accessibility sampling และ/หรือ Judgmental sampling (Krebs, 1999) เพื่อเป็นตัวแทนของจุดสำรวจและนำกลับมาศึกษาในห้องทดลอง

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาในห้องปฏิบัติการขั้นต้น

การนำฟอสซิลของออสตราคอดมาศึกษาลักษณะภายนอกและภายในของเปลือก ต้องนำออกมาจากตะกอน ตัวอย่างหินที่นำมาศึกษาทั้งหมดเป็นหินปูนที่แข็งมาก การล้างด้วยน้ำหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จึงไม่เหมาะสมกับตัวอย่างเหล่านี้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้วิธี

สอทอะซิโตไลซิส (Hot Acetolysis) โดยใช้กรดอะซิติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 98% ตัวอย่างหินที่เก็บมาจากการสำรวจชั้นต้นจะนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1) การศึกษาลักษณะเนื้อหินและองค์ประกอบ โดยบันทึกลักษณะหิน (Rock Description) เพื่อเป็นข้อมูลในการหาความสัมพันธ์ของลักษณะเนื้อหินกับฟอสซิลออสตราคอด

2) แยกฟอสซิลออสตราคอดออกจากหินตัวอย่าง โดยวิธีสอทอะซิโตไลซิส (Hot Acetolysis: Lethier and Crasquin-Soleau, 1988; Crasquin-Soleau *et al.*, 2005) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 3.1)

2.1) ทบหินตัวอย่างประมาณ 0.5 กิโลกรัม ให้มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้ว เพื่อเพิ่มพื้นผิวให้สัมผัสกับกรดมากขึ้น ส่วนภาชนะที่บรรจุควรหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากตัวอย่างอื่น หลักจากนั้นนำหินที่แตกละเอียดแล้วเทลงในบีกเกอร์ที่ติดป้ายแสดงรหัสตัวอย่าง

2.2) ออบเพื่อไล่ความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง และต้องระวังไม่ให้ตัวอย่างสัมผัสกับกรด

2.3) ทิ้งตัวอย่างให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ค่อย ๆ เติมกรดอะซิติกเข้มข้น 98% จนท่วมหินตัวอย่าง ปิดฝาด้วยกระดาษฟลอย แล้วปิดด้วยฝา (ไม่ต้องปิดสนิท) ในขั้นตอนนี้อาจมีฟองเกิดขึ้นแสดงว่าออบไม่แห้งหรือมีกรดปนเปื้อน

2.4) อุ่นไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ด้วยแผ่นให้ความร้อนภายในตู้ดูดควัน

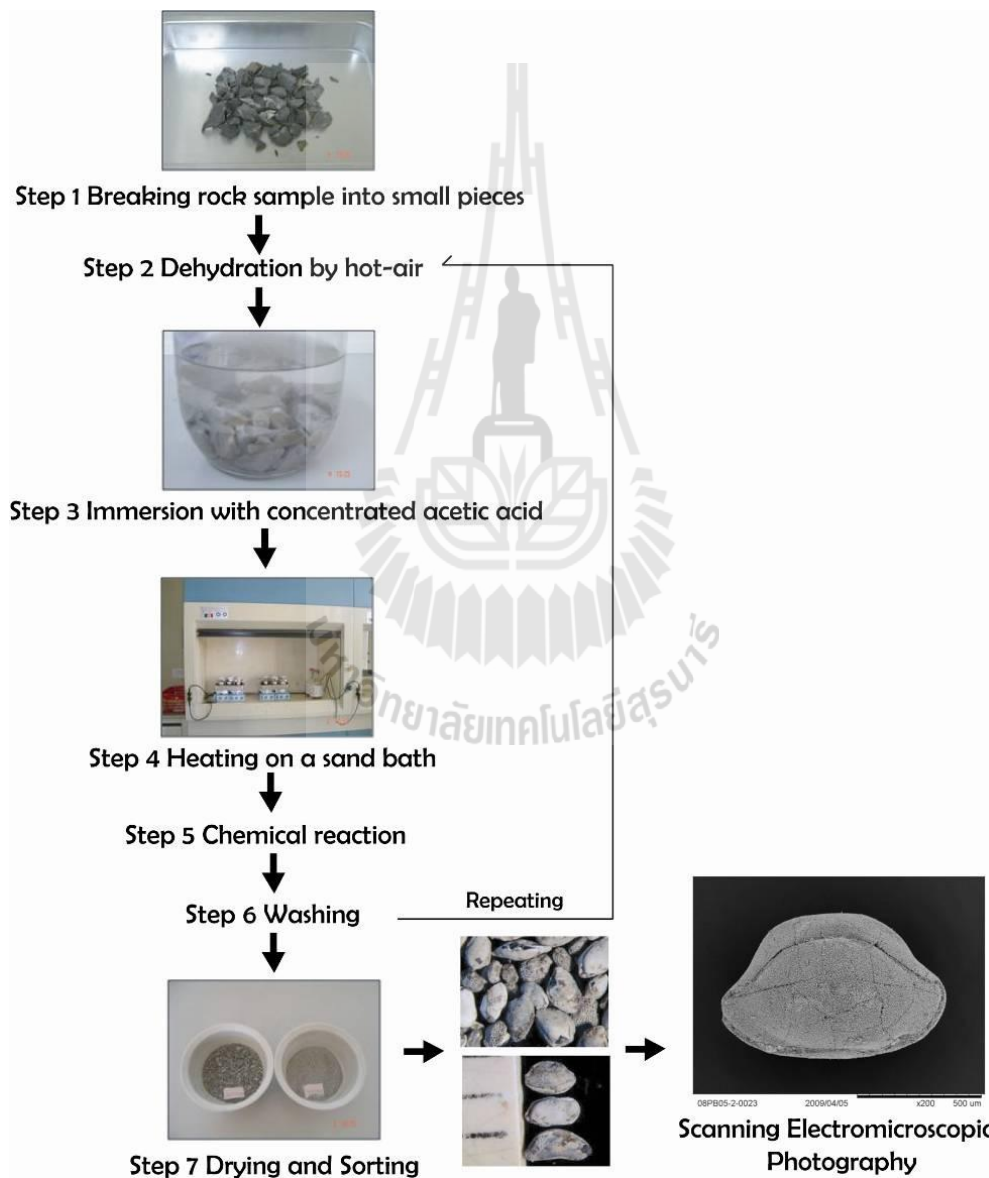
2.5) ปลอ่ยให้เกิดปฏิกิริยาและเติมกรดให้ท่วมตัวอย่างตลอด คอยสังเกตตะกอนเกิดขึ้นที่ก้นบีกเกอร์ และกรดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล ในขั้นตอนนี้อาจจะใช้เวลาหลายชั่วโมง เป็นวัน หรือเป็นสัปดาห์ หากไม่มีปฏิกิริยาให้หยคน้ำลงไปเล็กน้อยเพื่อเริ่มปฏิกิริยา

2.6) เมื่อตัวอย่างแตกดีแล้ว กรองกรดอะซิติกด้วยกระดาษกรองซึ่งสามารถนำกรดกลับมาใช้ได้ อีก จากนั้นล้างตัวอย่างหินผ่านตะแกรงสเตนเลส (ขนาดรู 2 มิลลิเมตร – 63 ไมโครเมตร) ล้างตัวอย่างหินอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันไม่ให้กรดไม่ละลายจากการเจือจางของกรด (dissolution effect) ควรสวมถุงมือ แวนตา และเสื้อคลุมขณะปฏิบัติเพื่อป้องกันการสัมผัสกับกรด ตัวอย่างหินที่ล้างอยู่บนตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และ 63 ไมโครเมตร นำไปล้างแยกกัน จนกว่าจะไม่ได้ออกกรด ส่วนหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร จะนำไปแยกด้วยกรดอีกครั้งตามข้อ 2.2

2.7) นำตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อน แล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3) เศษหินตัวอย่างที่ได้จากกระบวนการแยกฟอสซิลด้วยกรดอะซิติกจากข้อ 2 จะถูกศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope) โดยใช้เข็มหยิบฟอสซิลออกสตราคอด ออกมาเก็บไว้ เพื่อนำไปเตรียมถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electronmicroscope, SEM)

4) บันทึกหินตัวอย่างที่มีฟอสซิลออกสตราคอด เพื่อนำไปวางแผนในการสำรวจ และเก็บตัวอย่างโดยละเอียดในขั้นต่อไป



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดง Technique of Hot Acetocysis (Crasquin-Soleau *et al.*, 2005) ในการเตรียมตัวอย่างออกสตราคอด

ขั้นตอนที่ 4 การสำรวจและเก็บตัวอย่างภาคสนามโดยละเอียด

ผลจากขั้นตอนที่ 3 จะทำให้ทราบว่าจุดสำรวจใดเหมาะสมหรือเอื้ออำนวยต่อการศึกษา จากนั้นจึงจะทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างภาคสนามโดยละเอียดได้ ดังนี้

1) การสำรวจ เริ่มโดยการจัดเตรียมแผนที่มูลฐานซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลจุดสำรวจที่จะทำการสำรวจโดยละเอียด เส้นทางคมนาคมเข้าพื้นที่ ยานพาหนะ เตรียมอุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูล ได้แก่ เครื่อง GPS ค้อนธรณีวิทยา เข็มทิศธรณีวิทยา แลนด์เลนส์ ถูเก็บตัวอย่าง เป็นต้น

2) การเก็บตัวอย่าง ในขั้นนี้การเก็บตัวอย่างจะพยายามเลือกจุดสำรวจที่แสดงการลำดับชั้นหินต่อเนื่องกัน โดยเก็บตัวอย่างแบบ Systematic sampling (Krebs, 1999) ทั้งนี้ระยะห่างของชั้นข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความหนาของหินโผล่ เช่น เก็บทุก ๆ ความหนา 1 เมตร 2 เมตร หรือ 5 เมตร เป็นต้น ในการศึกษานี้ได้เก็บตัวอย่างหินทั้งหมด 84 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 3.1

3) สำรวจและเก็บตัวอย่างภาคสนามโดยละเอียด การสำรวจเก็บตัวอย่างแบ่งออกเป็น 5 พื้นที่ตามขั้นตอนที่ 1 ข้อที่ 2 โดยออกสนาม 5 ครั้ง ระยะเวลาครั้งละ 5-7 วัน ดังนี้

- ครั้งที่ 1 พื้นที่ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
- ครั้งที่ 2 พื้นที่ อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย
- ครั้งที่ 3 พื้นที่ อำเภอกุกระดิง จังหวัดเลย
- ครั้งที่ 4 พื้นที่ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
- ครั้งที่ 5 พื้นที่ อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลพื้นที่ศึกษาฟอสซิลออสตราโคดพื้นที่เลย

หมายเลขพื้นที่ตัวอย่าง	ชื่อพื้นที่ตัวอย่าง	อำเภอ/จังหวัด	พิกัดทางภูมิศาสตร์	T (m)	N	R
08LO01	เขาถ้ำใหญ่	น้ำหนาว/เพชรบูรณ์	101°23'37"E 16°56'22"N	40	4	F
08LO02	ถ้ำน้ำมโหฬาร	วังสะพุง/เลย	101°52'48"E 17°06'23"N	40	12	G
08LO03	ภูผาคูณ	กุกระดิง/เลย	101°57'03"E 16°51'40"N	60	12	P
08LO05	เหมืองหินศิลาศรีบุรี	ชุมแพ/ขอนแก่น	101°57'26"E 16°43'37"N	50	36	F

หมายเลข พื้นที่ตัวอย่าง	ชื่อพื้นที่ตัวอย่าง	อำเภอ/จังหวัด	พิกัดทาง ภูมิศาสตร์	T (m)	N	R
08LO06	บ้านเขาวง	คอนสาร/ชัยภูมิ	101°47'23"E 16°38'36"N	30	8	P
08LO07	เหมืองหินศักดิ์ชัย	คอนสาร/ชัยภูมิ	101°52'38"E 16°35'07"N	90	12	G

หมายเหตุ: T = ความหนาของ N = จำนวนตัวอย่างหิน R = ผลการสำรวจออสตราคอด F = พอใช้ G = ดี P = ไม่ดี

ขั้นตอนที่ 5 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างหินที่เก็บมาจากภาคสนามในขั้นตอนที่ 4 จะถูกศึกษาลักษณะเนื้อหิน และองค์ประกอบ และแยกฟอสซิลออสตราคอดด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น (ดูรายละเอียดในขั้นตอนที่ 3) ฟอสซิลออสตราคอดที่ได้จะถูกเตรียมตัวอย่างเพื่อถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ภาพถ่ายจะถูกนำมาศึกษาเพื่อการจัดทำอนุกรมวิธาน

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ผล

เมื่อจัดทำอนุกรมวิธานออสตราคอดแล้ว จึงสามารถวิเคราะห์ผลได้ 2 ส่วน คือ

1) สภาพนิเวศวิทยาบรรพกาลของจุดสำรวจแต่ละแห่ง วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบความหนาแน่นของออสตราคอดในระดับ วงศ์/มหวงศ์ (Melnyk and Maddocks, 1888; Peterson and Kaesler, 1980; Costanzo and Kaesler, 1987)

2) ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล วิเคราะห์โดยใช้การแปลผลจากออสตราคอดที่พบกับแบบจำลองเพื่อประมาณระดับออกซิเจนในน้ำทะเลที่มีการศึกษาไว้แล้ว ของ Lethiers and Whatley (1994) ทำให้ทราบลักษณะของพื้นที่ และการเทียบเคียงชนิดกับงานวิจัยอื่น ๆ

3) ประยุกต์ใช้ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลที่ได้จากการศึกษาออสตราคอดเพื่อยืนยันผลการสร้างแผนที่แผ่นหินระดับภูมิภาคของพื้นที่เลย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

หินยุคเพอร์เมียนที่พบในพื้นที่จังหวัดเลยและบริเวณใกล้เคียงแบ่งได้เป็น หมวดหินน้ำมโหฬาร (Nam Maholan Formation) หมวดหินอีเล็ค (E-lert Formation) และหมวดหินผาเคื่อ (Pha Dua Formation) (Charoenprawat and Wongwanich, 1976) หินเหล่านี้เป็นตะกอนคาร์บอนेटในทะเลตื้น ได้แก่ หินปูน (limestones) ของหมวดหินน้ำมโหฬาร หินตะกอนในทะเลตื้น ได้แก่ หินปูนเนื้อดิน (argillaceous limestones) หินดินดาน (shales) และหินทราย (sandstones) ของหมวดหินอีเล็ค และหินตะกอนในทะเลที่ตื้นกว่า ได้แก่ หินทราย หินทรายแป้ง (siltstones) และหินดินดานของหินยุคผาเคื่อ อายุของหินเหล่านี้อยู่ในช่วงตั้งแต่ยุคเพอร์เมียนตอนต้นถึงช่วงปลายของยุคเพอร์เมียนตอนกลาง โดยการจำแนกตามกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่พบ ได้แก่ ฟิวซิลินิด แอมโมนอยด์ และพืชต่าง ๆ (Asama *et al.*, 1968; Altermann, 1989; Charoentitirat and Ueno, 1999)

พื้นที่ศึกษาเลย (จังหวัดเลยและบริเวณใกล้เคียง) แบ่งเป็น 6 เขต ได้แก่ หน้าตัดหินเขาถ้ำใหญ่ (08LO01) หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร (08LO02) หน้าตัดหินภูผาคูณ (08LO03) หน้าตัดหินเหมืองหินศิลาศรีบุรี (08LO05) หน้าตัดหินบ้านเขาวง (08LO06) หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย (08LO07) ดังภาพที่ 4.1

4.1.1 หน้าตัดหินเขาถ้ำใหญ่ (08LO01) (ภาพที่ 4.1)

เขาถ้ำใหญ่เป็นชื่อของภูเขาขนาดใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ตอนเหนือของตำบลน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ อยู่ในหมวดหินผานกเค้า (Chonglakmani and Sattayalak, 1979) ซึ่ง Fontaine *et al.* (2002) เคยศึกษาพื้นที่นี้ไว้ว่าอยู่ในช่วงปลายของยุคเพอร์เมียนตอนกลาง พบฟิวซิลินิด เช่น *Sumatrina* sp. ในงานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างหินปูนที่โผล่ขึ้นมาตามลำธารบริเวณหน้าเขาถ้ำใหญ่ (ที่พิกัด 101° 23' 37"E, 16° 56' 22"N) เก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ตัวอย่าง และในตัวอย่างนี้พบ *Sumatrina* sp. จึงยืนยันได้ว่าเป็นหินในยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ระยะแคพิทาเนียน (Capitanian stage) (ภาพที่ 4.2 A, B) และพบออสตราคอดบางชนิดในพื้นที่ศึกษานี้

4.1.2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร (08LO02) (ภาพที่ 4.1 และ 4.3)

ถ้ำน้ำมโหฬารเป็นชื่อของภูเขาและวัดซึ่งตั้งอยู่ห่างจากอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ไปประมาณ 25 กิโลเมตร ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ พื้นที่นี้อยู่ในหมวดหินถ้ำน้ำมโหฬาร (Charoenprawat and Wongwanich, 1976) ซึ่ง Igo (1972) และ Yanagida (1967; 1976) เคยศึกษาไว้

นอกจากนี้ Assawapatchara (1999, ไม้ตีพิมพ์เผยแพร่) ได้ศึกษาวิถยาหิน (lithology) และลำดับชั้นหินตามลักษณะหิน (lithostigraphy) ของเทือกเขาทั้งหมด และได้แบ่งหมวดหิน (formation) ออกเป็น 3 หมู่หิน (member) ได้แก่ หมู่หินถ้ำเสือหมอบ หมู่หินบ้านหนองหิน และหมู่หินภูผาขาว หน้าตัดของพื้นที่ศึกษา 08LO02 ตั้งอยู่ที่พิกัด $101^{\circ} 52' 48''\text{E}$, $17^{\circ} 06' 23''\text{N}$ อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของภูเขา ซึ่งอยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น จากการศึกษาของ Assawapatchara (1999) หินปูนที่แหล่งนี้มีสีขาวยิ่งเทาอ่อน ประกอบด้วยชั้นหินหนาพวกไบโอไมโคริต (biomicrite) และหินไบโอสปาไรต์ (biosparite)

Igo (1972) รายงานว่าแหล่งนี้เป็นเขตฟิวซูลินาเซีย (fusulinacean zone) ได้แก่ *Triticites ozawai* และ *Paraschwagerina yanagidai* ซึ่งแสดงว่าเขตถ้ำน้ำมโหฬารอยู่ในช่วงแอสซีเลียน นอกจากนี้ Assawapatchara (1999) ยังรายงานว่าพบฟิวซูลินาเซีย เช่น *Schwagerina* sp. *Pseudofusulina* sp. *Schubertella* sp. และ *Parafusulina* sp. ซึ่งแสดงว่าอยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

หน้าตัดที่ศึกษา (ที่พิกัด $10^{\circ} 52' 48''\text{E}$, $17^{\circ} 06' 23''\text{N}$) หนา 40 เมตร (ภาพที่ 4.3) ประกอบด้วยชั้นหินปูนหนา หินปูนมีสีขาวยิ่งเทาอ่อน และมีเม็ดตะกอนคาร์บอนเนตสีดำ (allochem) ปนอยู่เล็กน้อย และจำแนกได้ตั้งแต่แวคสโตน (wackstone) ถึงแพคสโตน (packstone) ด้วยกลุ่มเศษซากชีว (bioclasts) (เช่น ฟิวซูลินาเซีย ฟอแรมมินิเฟอรานขนาดเล็ก และชิ้นส่วนเปลือกหอย) และการสะสมตะกอนคาร์บอนเนตแบบอินทราคลาสต์ (intraclasts) พบชั้นของสาหร่าย (algae lamination) ในส่วนล่างและส่วนกลางของหน้าตัด และยังพบบราคิโอพอด (Brachiopods) และก้านของไครนอยด์ (crinoid) ส่วนบนของหน้าตัด เก็บตัวอย่างหินปูนจากหน้าตัดหินนี้จำนวน 12 ตัวอย่าง และตัวอย่างหินตัวอย่างที่ 08LO02-1 และ 08LO02-5 จะนำมาตัดและเตรียมให้บางดังภาพที่ 4.2 (C และ D) ซึ่งพบออสตราคอดจำนวนมาก

4.1.3 หน้าตัดหินภูผาคูณ (08LO03) (ภาพที่ 4.1)

ภูผาคูณเป็นชื่อของเทือกเขาที่ตั้งอยู่ห่างจากอำเภอภูกระดึง จังหวัดเลยทางตะวันออกเฉียงใต้ไปประมาณ 10 กิโลเมตร เทือกเขาขนาดเล็กนี้ตั้งอยู่ตรงข้ามกับภูเขาหินปูนผานกเค้าไปทางตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีทางหลวงสาย 201 ตัดผ่านเทือกเขานี้ตั้งอยู่ที่พิกัด $101^{\circ} 57' 03''\text{E}$, $16^{\circ} 51' 40''\text{N}$ ซึ่งเป็นแหล่งเหมืองหินเก่า อยู่ในหมวดหินผานกเค้า (Pha Nok Khao Formation) (Chonglakmani and Sattayalak, 1979) ความหนาของหน้าตัดที่วัดได้เท่ากับ 60 เมตร ซึ่งประกอบด้วยหินปูนชั้นหนาปานกลางและหนามาก หินปูนมีสีเทาอมฟ้า ประกอบด้วยหินโคลน (mudstone) ไปจนถึงแวคสโตน และมีฟอสซิลปะปนอยู่ เช่น ฟอแรมมินิเฟอรานขนาดเล็ก และก้านของไครนอยด์ เก็บตัวอย่างหินปูนจำนวน 12 ตัวอย่างจากหน้าตัดหินนี้ แต่ไม่พบออสตราคอดจากพื้นที่นี้

4.1.4 หน้าตัดหินเหมืองศิลาศรีบุรี (08LO05) (ภาพที่ 4.1)

หน้าตัดหินนี้เป็นส่วนหนึ่งของเหมืองเก่าที่อยู่ภายในเหมืองหินปูนที่ยังเปิดดำเนินการอยู่ ตั้งอยู่ที่บ้านนาหนองทุ่ม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น ที่พิกัด $101^{\circ} 57' 26''\text{E}$, $16^{\circ} 43' 37''\text{N}$ ห่างจากอำเภอชุมแพไปทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 30 กิโลเมตร ห่างจากสี่แยกที่ตัดกันระหว่างถนนหลวงหมายเลข 12 และหมายเลข 201 ไปทางเหนือประมาณ 15 กิโลเมตร หน้าตัดหินนี้อยู่ในหมวดหินผานกเค้า (Chonglakmani and Sattayalak, 1979) ประกอบด้วยชั้นหินบาง และชั้นหินหนาปานกลาง เป็นหินปูนสีเทาอมฟ้าถึงสีเทา สัตว์ชนิดเด่นที่พบคือ บราคิโอพอด (brachiopods) ฟิวซูลินิด และก้านของไครนอยด์ จากงานวิจัยของ Wongprayoon and Seangsrichan (2009, 'ไม้ตีพิมพ์เผยแพร่') พื้นที่นี้อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น เก็บตัวอย่างหินปูนทั้งหมด 36 ตัวอย่าง จากหน้าตัดหินหนา 50 เมตร แต่พบตัวอย่างเปลือกออสตราคอดที่ไม่สมบูรณ์เพียงชิ้นเดียว

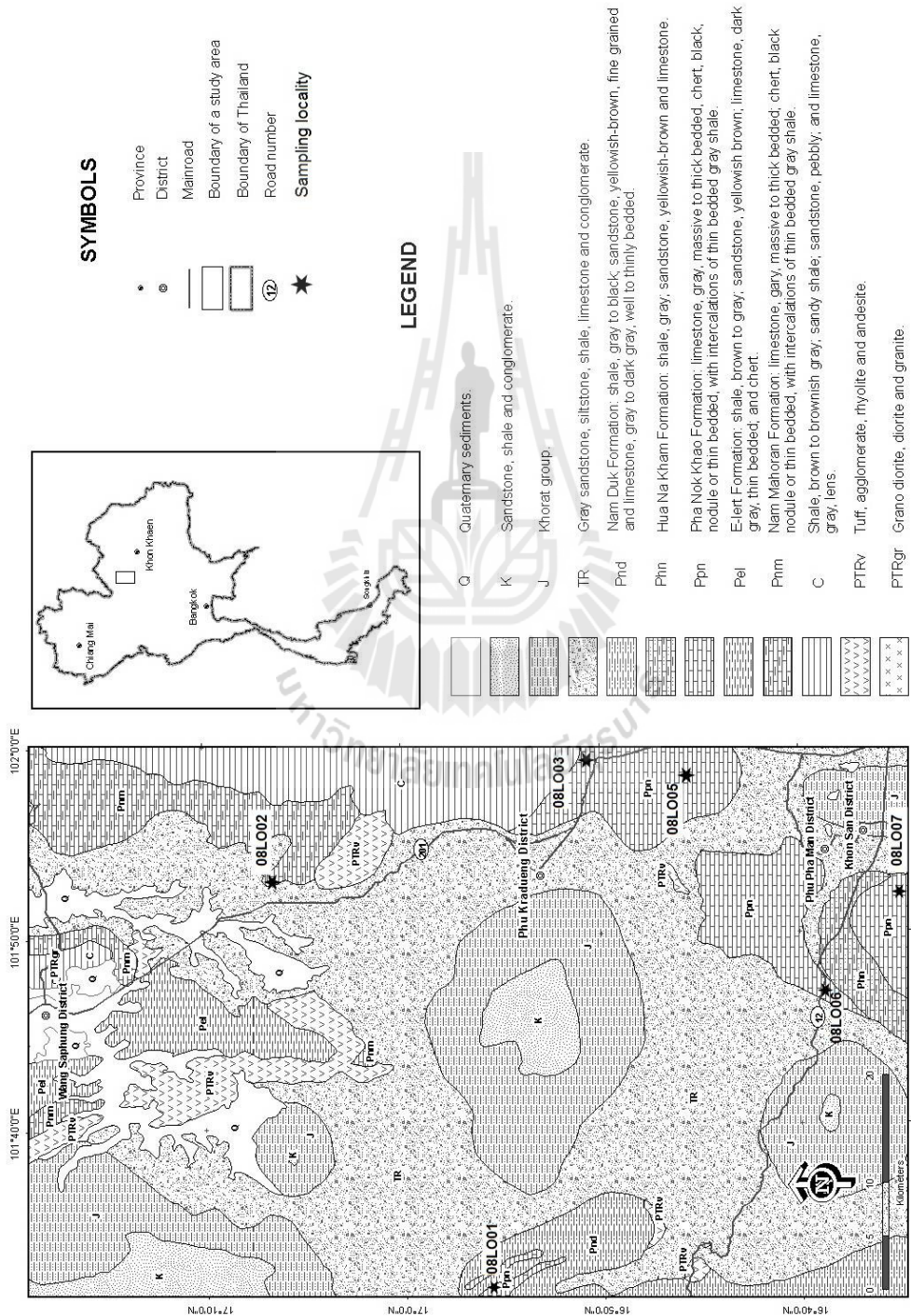
4.1.5 หน้าตัดหินบ้านเขาวง (08LO06) (ภาพที่ 4.1)

หน้าตัดหินหมายเลข 08LO06 เป็นหินที่โผล่ออกมาจากการตัดถนนที่พิกัด $101^{\circ} 47' 23''\text{E}$, $16^{\circ} 38' 36''\text{N}$ กิโลเมตรที่ 78+800 บนถนนหลวงหมายเลข 12 ห่างจากอำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิไปทางตะวันตกประมาณ 10 กิโลเมตร หน้าตัดหินหนา 30 เมตร อยู่ในหมวดหินผานกเค้า (Chonglakmani and Sattayalak, 1979) ซึ่งเป็นหินปูนที่มีชั้นหนาปานกลางถึงหนามาก หินปูนในแหล่งนี้มีสีเทาอ่อนถึงสีครีม และจัดเป็นแวกสโตน ที่มีเศษซากชีวิน และการสะสมตะกอนคาร์บอเนตแบบอินทราคลาสต์ ชั้นหินเรียงตามขนาดจะอยู่ในชั้นล่าง ๆ และพบหินกรวดอยู่ ส่วนกลางของหน้าตัด มีชั้นหินดินดานเจือซิลิกาบาง ๆ และชั้นหินปูนหนาอยู่ส่วนบนของหน้าตัด ชั้นส่วนของฟอสซิลที่พบ เช่น แอมโมนอยด์ (ammonoids) ฟอรัมมินิเฟอราขนาดเล็ก และฟิวซูลินาเซีย (Verbeekina sp.) อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนกลาง หรืออาจจะอยู่ในยุควอร์ดียน (Wordian) เก็บตัวอย่างหินปูนทั้งหมด 8 ตัวอย่าง แต่ไม่พบตัวอย่างออสตราคอดจากพื้นที่นี้

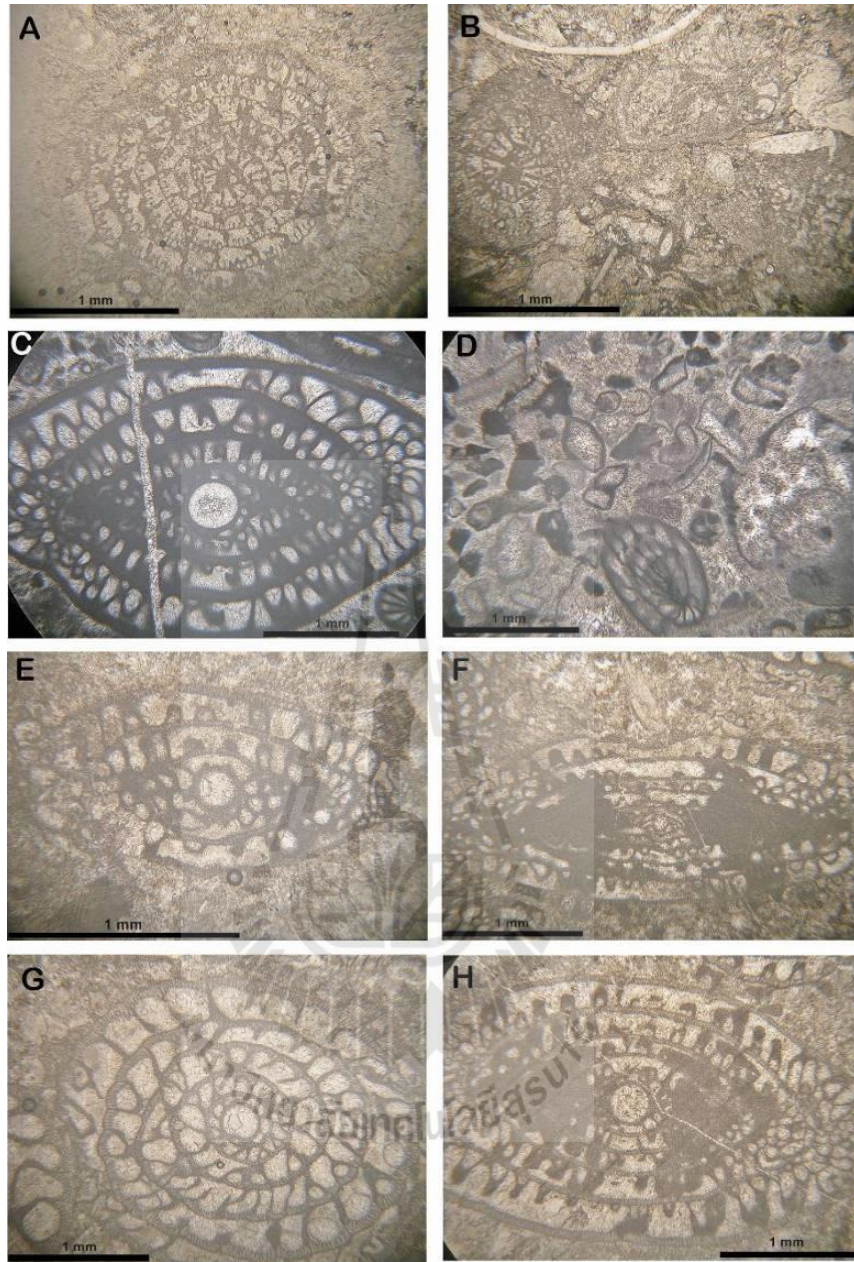
4.1.6 หน้าตัดหินเมืองศักดิ์ชัย (08LO07) (ภาพที่ 4.1 และ 4.4)

หน้าตัดหินนี้ตั้งอยู่ที่พิกัด $101^{\circ} 52' 38''\text{E}$, $16^{\circ} 35' 07''\text{N}$ อยู่ในเขตเหมืองหินปูนที่ยังเปิดดำเนินการอยู่ ที่บ้านทุ่งนาเลา ห่างจากอำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ ไปประมาณ 5 กิโลเมตร แผ่นหินนี้อยู่ในหมวดหินผานกเค้า Chonglakmani and Sattayalak (1979) ลักษณะเป็นชั้นหินปูนหนาปานกลางและหนามาก แทรกด้วยชั้นหินดินดาน หินปูนนี้มีสีเทาถึงสีเทาดำ ประกอบด้วยแวกสโตนที่มีฟอสซิล และมีการเกิดผลึกใหม่ (recrystalline) พบผลึกควอตซ์กระจายอยู่บริเวณส่วนล่างของหน้าตัด พบฟอสซิลขนาดใหญ่ เช่น บราคิโอพอด และก้านของไครนอยด์ ซึ่งพบเฉพาะส่วนล่างของหน้าตัดเท่านั้น ในส่วนกลางของหน้าตัดเป็นชั้นหินปูนหนาประมาณ 20 เมตร ส่วนบนของหน้าตัดเป็นชั้นหินปูนหนาปานกลาง พบฟิวซูลินาเซียจำนวนมาก และจัดอยู่ในยุค

เพอร์เมียนตอนต้น Wongprayoon and Seangsrichan (2009, ไมตรีพิมพ์เผยแพร่) ได้เก็บตัวอย่าง หินปูน 2 ตัวอย่าง จากพื้นที่หน้าตัดหินนี้ แล้วนำมาเตรียมให้บางดังภาพที่ 4.2 E-H พบ *Pseudofusulina* sp. แสดงว่าอยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น เก็บตัวอย่างหินปูนทั้งหมด 12 ตัวอย่างจาก หน้าตัดหินนี้ และพบตัวอย่างออสตราคอดทั้ง 12 ตัวอย่าง

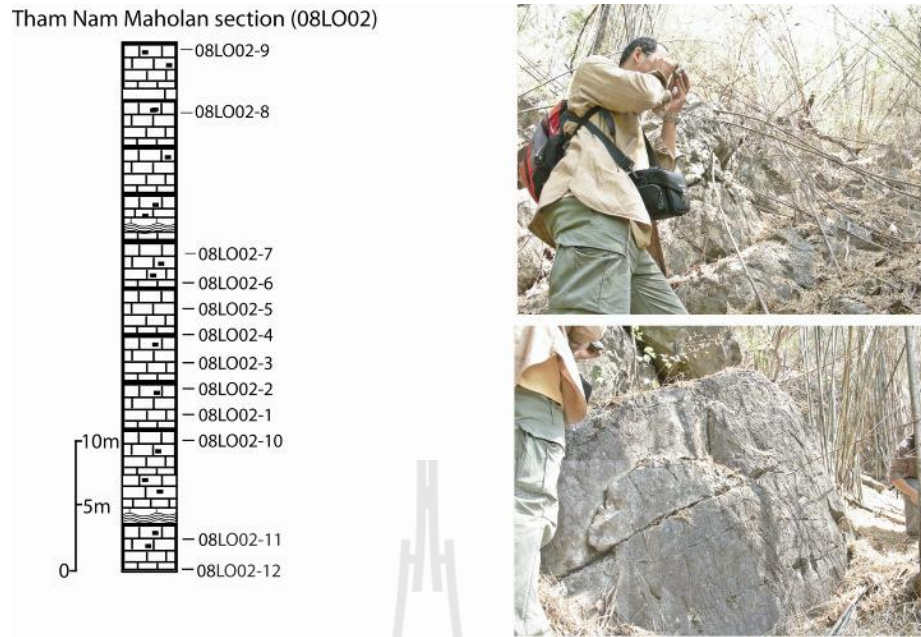


ภาพที่ 4.1 แสดงแผนที่ทางธรณีวิทยาและพื้นที่เก็บตัวอย่างในจังหวัดเลย

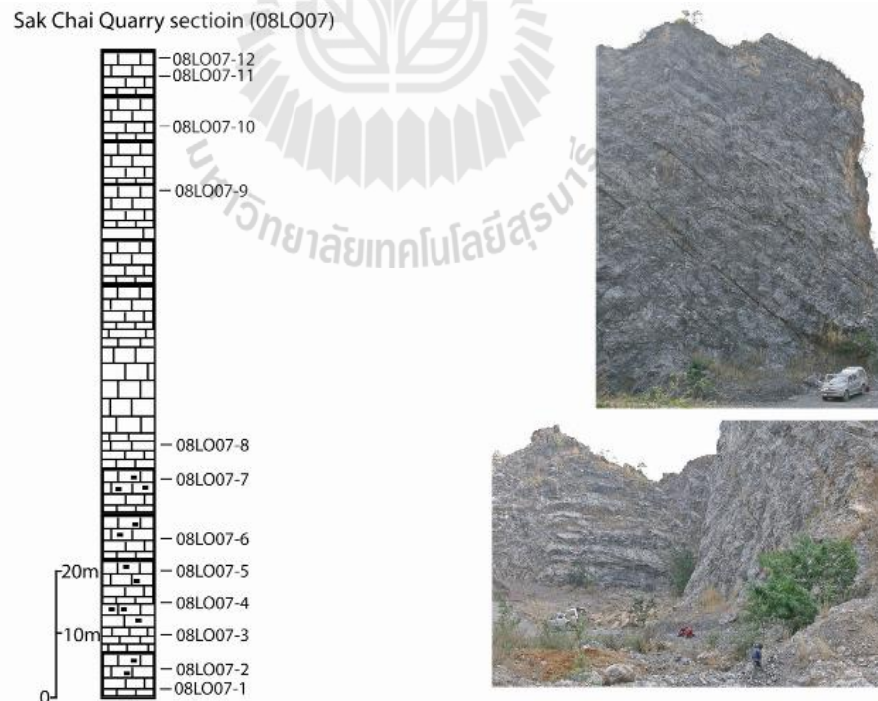


ภาพที่ 4.2 แสดงภาพถ่ายของฟิวซูลินิเชียนและเนื้อหินปูนจากตัวอย่างหินที่ศึกษา*

* คำอธิบายภาพ: A และ B: *Sumatrina* sp., ตัวอย่างหมายเลข 08LO01-4 จากพื้นที่เขาถ้ำใหญ่ จังหวัดเพชรบูรณ์; C: ฟิวซูลินิด, ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-5 จากพื้นที่ถ้ำน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย; D: ไบโอบีคลาสต์และเนื้อหินที่ถูกชะล้างจากหินปูนเนื้อประสมชีวภาพ (biomicritic limestone), ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-5 จากถ้ำน้ำมโหฬาร, จังหวัดเลย; E และ F: *Pseudofusulina* sp.1, ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-11 จากเหมืองหินศักดิ์ชัย, จังหวัดเลย; G and H: *Pseudofusulina* sp.2 ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-11 จากเหมืองหินศักดิ์ชัย, จังหวัดเลย



ภาพที่ 4.3 แสดงแท่งธรณีจำลอง (Lithologic log) ของหน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร (08LO02) (ซ้าย) และภาพแสดงชั้นหนาของหินปูนที่ระดับ 08LO02-1 (ขวา)



ภาพที่ 4.4 แสดงแท่งธรณีจำลองของหน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย (08LO07) (ซ้าย) และภาพแสดงการแทรกตัวของชั้นหินดินดานระหว่างชั้นหินปูน (ขวา)

4.2 ลักษณะทั่วไปของออสตราคอด

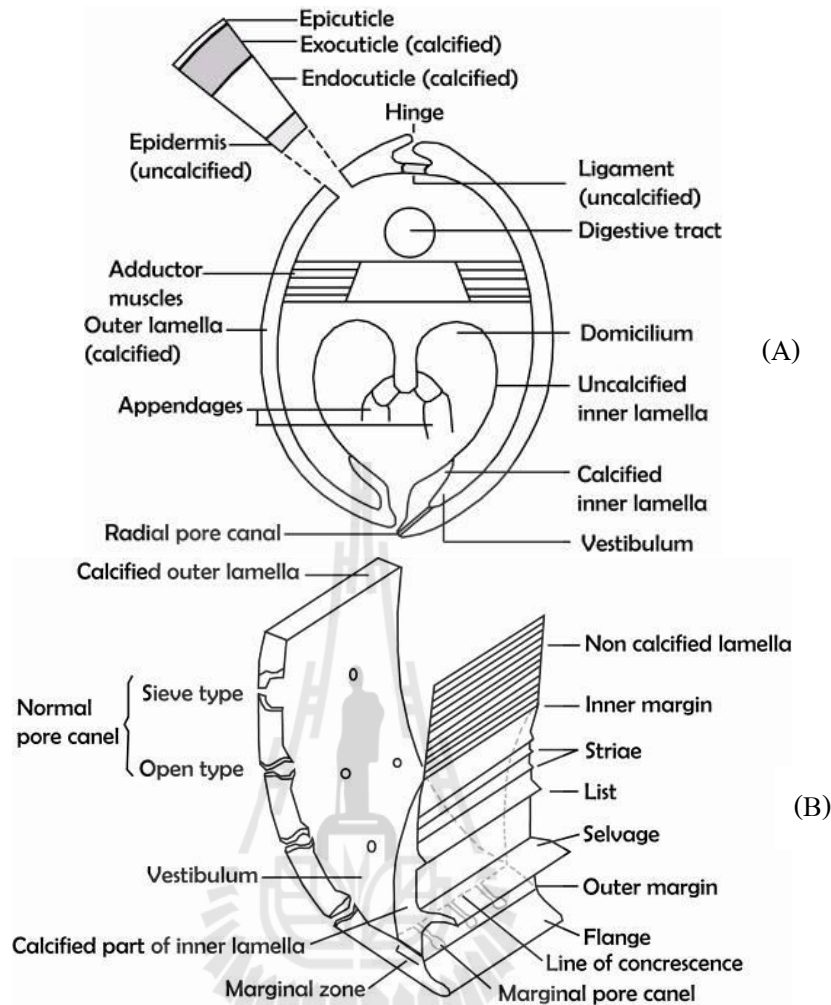
ออสตราคอดเป็นครัสเตเชียนขนาดเล็ก กลุ่มที่มีความหลากหลายและกระจายมากที่สุดในยุคออร์โดวิเชียน (Ordovician) มีรายงานว่าออสตราคอดทั้งที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันและสูญพันธุ์ไปแล้วมีอยู่ราว 33,000 ชนิด ออสตราคอดสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมทางน้ำเกือบทั้งหมดตั้งแต่ในน้ำจืดจนถึงในทะเล (Armstrong and Brasier, 2005) ซึ่งจุลบรรพชีวินวิทยา (micropaleontology) มีบทบาทสำคัญในการจำแนกลำดับชั้นหินตามชีวภาพ (biostratigraphy) ในการศึกษาสภาพแวดล้อมสมัยโบราณ (paleoenvironment) และอาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้แนวชายฝั่งยุคโบราณ และการกระจายตัวของแผ่นเปลือกโลก

บรรพชีวินอนุกรมวิธานเป็นส่วนสำคัญยิ่งของงานวิจัยนี้ หรืออีกนัยหนึ่งออสตราคอดที่พบต้องได้รับการจำแนกและจัดกลุ่มก่อนนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป และเนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาส่วนเปลือกของออสตราคอด เพื่อนำไปจำแนกชนิด ดังนั้นจึงอธิบายพื้นฐานวิทยาของเปลือกออสตราคอด แล้วจึงรายงานผลอนุกรมวิธานของออสตราคอด

4.2.1 เปลือกของออสตราคอด

เปลือกของออสตราคอดจะสร้างขึ้นโดยชั้นเอพิเคอร์มิสเหมือนกับครัสเตเชียนอื่น ชั้นคิวติเคิลเมื่อเริ่มสร้างจะมีลักษณะอ่อนนุ่มแล้วจึงแข็งขึ้นด้วยกระบวนการแข็งตัวของ โปรตีน (sclerotization) และเปลือกทางด้านซ้ายและด้านขวาจะสร้างโดยกระบวนการสะสมแร่ธาตุ (mineralization) และเชื่อมต่อกับชั้นคิวติเคิลด้วยลิแกเมนต์ (ligament) เปลือกซ้ายและขวาจะเชื่อมกันด้วยกล้ามเนื้อแอดดักเตอร์ (adductor) ตลอดลำตัว และยึดกับผิวหนังด้านในของลามลลาชั้นนอก (outer lamella) (ภาพที่ 4.5 A)

เปลือกแต่ละข้างประกอบด้วยลามลลาชั้นนอกและลามลลาชั้นใน (inner lamella) ลามลลาชั้นนอกเป็นหินปูน ซึ่งเป็นผิวหนังด้านนอกของเปลือกแล้วมีวนตัวเข้าตรงด้านท้องเป็นชั้นลามลลาชั้นใน ลามลลาชั้นในเป็นหินปูนบางส่วนและเชื่อมกับชั้นคิวติเคิลเพื่อปกคลุมส่วนของลำตัวที่อ่อนนุ่ม ออสตราคอดจะสัมผัสกับสภาพแวดล้อมโดยรอบโดยใช้ขนรับความรู้สึก (tactile bristle) ซึ่งยื่นออกมาจากลามลลาชั้นนอกโดยผ่านช่องต่าง ๆ ได้แก่ ช่องทางปกติ (normal pore canal) ช่องบริเวณขอบ (marginal pore canal) และรูกรอง (sieve pore) ส่วนบานพับอยู่ที่ด้านหลังของเปลือกทั้งสอง (ภาพที่ 4.5 A และ B)



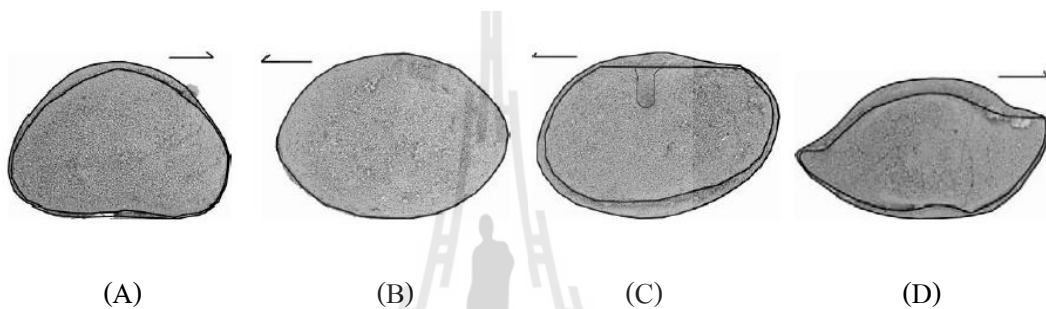
ภาพที่ 4.5 แสดงภาพร่างของออสตราคอด (A) ภาพตัดขวางของออสตราคอด ; (B) ภาพแสดงส่วนผิวของฝาออสตราคอด (ดัดแปลงจาก Moore, 1961; Armstrong and Brasier, 2005)

4.2.2 สัณฐานวิทยาเปลือกของออสตราคอด

สัณฐานวิทยาของเปลือกออสตราคอดเป็นหนึ่งในเกณฑ์การจัดกลุ่มออสตราคอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งออสตราคอดในยุคพาลีโอโซอิก ซึ่งเนื้อของออสตราคอดสลายไป และต้องศึกษาส่วนเปลือกอันประกอบด้วยรูปร่าง ขนาด ด้านท้อง และด้านหลัง ลักษณะภายในเช่น รอยกล้ามเนื้อยึดฝา (muscle scar) และการยึดฝาสำคัญต่อการจำแนกฟอสซิลของออสตราคอด

รูปร่างภายนอกของออสตราคอดสามารถจำแนกได้เป็น รูปไข่ (ovate) รูปกระสวย (elliptical) หรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (quadrate) (ภาพที่ 4.6) ด้านบนของเปลือกอาจจะนูนหรือตรง ส่วนด้านท้องอาจจะนูน ตรง หรือเว้า โดยทั่วไปปลายด้านหน้าและด้านท้ายจะกลม แต่ในบางสกุลจะยาว รูปร่างของสกุล *Bairdia* มีรูปร่างเฉพาะและเรียกว่ารูปร่างแบบแบร์เดียน (Bairdian-

shape) (ภาพที่ 4.6) ส่วนที่โค้งที่สุดอาจจะอยู่บน ล่าง หรือกึ่งกลางความสูง บริเวณที่ติดกับบานพับ ที่มองเห็นจากด้านหลังคือดอร์ซัม (dorsum) (ภาพที่ 4.7 และ 4.8) จุดเชื่อมต่อระหว่างขอบของ ด้านหลังและส่วนท้ายเรียกว่ามุมคาร์ดินัล (cardinal corner) ซึ่งมุมนี้สามารถวัดและใช้ในการ จำแนกออสตราคอดได้ (ภาพที่ 4.6 C และ *Kirkby* sp.2 ในภาพที่ 4.9) ตำแหน่งสูงที่สุดที่ทำให้เกิด รูปปร่าง ถ้าอยู่ด้านหน้ากึ่งกลางความยาวของเปลือกจะเรียกว่าพรีพลีท (preplete) ถ้าอยู่ใกล้กับ กึ่งกลางความยาวเรียกว่าแอมพลีท (amplete) ถ้าอยู่หลังกึ่งกลางความยาวเรียกว่าโพสท์พลีท (postplete)



ภาพที่ 4.6 แสดงตัวอย่างของรูปร่างออสตราคอดที่พบในงานวิจัยนี้*

* (A) *Silenites* sp.2 ภาพด้านข้างของเปลือกสมบูรณ (ฝาขาว) แสดงรูปร่างกึ่งสามเหลี่ยม (subtriangular) ขอบบนนูน ขอบท้องเว้า ปลายด้านหน้าและด้านท้ายกลมมน ส่วนที่โค้งที่สุดของ ปลายทั้งสองอยู่ที่ตำแหน่งต่ำกว่ากึ่งกลางความสูง ฝาซ้ายห่อหุ้มจากฝาขวาเป็นแนวกว้างที่ขอบ ด้านบนและขอบด้านท้อง

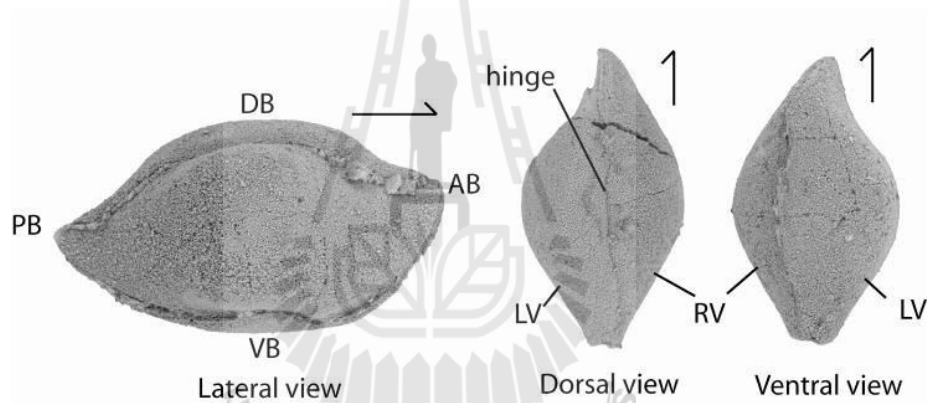
(B) *Microcoelonella* sp.2 ภาพด้านข้างของเปลือกสมบูรณ (ฝาซ้าย) แสดงรูปร่างแบบรูปไข่ ขอบ ด้านบนและด้านล่างนูน ปลายด้านหน้าและด้านท้ายกลม ส่วนที่โค้งที่สุดของปลายทั้งสองอยู่ที่ กึ่งกลางความสูง ฝาขาวห่อหุ้มจากฝาขวาเล็กน้อยตลอดแนวขอบของฝายกเว้นที่บริเวณบานพับ

(C) *Sargentina* sp.2 ภาพด้านข้างของเปลือกสมบูรณ (ฝาซ้าย) แสดงรูปร่างแบบกึ่งรูปไข่ ขอบบน ตรง ขอบท้องนูน ปลายด้านหน้ากลม โดยมีส่วนที่โค้งที่สุดอยู่ล่างจุดกึ่งกลางความสูง และมีปลาย ด้านท้ายกลม มีส่วนที่โค้งที่สุดอยู่เหนือจุดกึ่งกลางความสูง มุมบนด้านหน้าเท่ากับ 135° และมุม บนด้านท้ายเท่ากับ 130° ฝาขาวห่อหุ้มจากฝาซ้ายเป็นแนวกว้างตลอดขอบเปลือก

(D) *Bairdia* sp.5 ภาพด้านข้างของเปลือกสมบูรณ (ฝาขาว) แสดงรูปร่างแบบแบร์ดีเยิน (Bairdian-shape) ขอบบนนูน ขอบล่างเว้า ปลายด้านหน้าเรียว มีส่วนที่โค้งที่สุดอยู่เหนือจุดกึ่งกลางความสูง และปลายด้านท้ายเรียวแต่มีส่วนที่โค้งที่สุดอยู่ที่จุดกึ่งกลางความสูง มีรอยบากด้านบน ฝาซ้าย ห่อหุ้มจากฝาขวาที่ขอบด้านบน

ฝาบริเวณที่ไม่ยึดด้วยบานพับเป็นขอบอิสระทางปลายด้านหน้า ปลายด้านหลัง และขอบด้านท้อง (ภาพที่ 4.8) ความยาวจะวัดจากปลายด้านหน้าสุดไปถึงปลายท้ายสุด และความสูงจะวัดจากจากขอบด้านหลังไปยังขอบด้านท้องของเปลือก

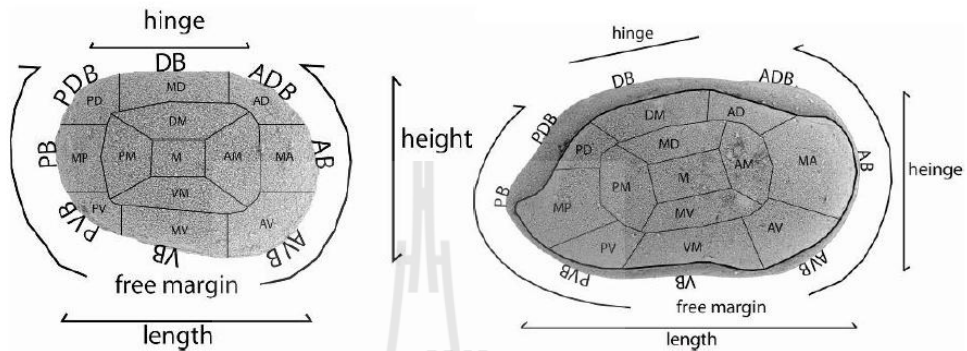
ฝาซ้ายและฝาขวาประกบกันตลอดแนวขอบที่ไม่ยึดด้วยบานพับ การเหลื่อมกันระหว่างฝาที่ใหญ่กว่าและเล็กกว่า สามารถใช้ในการจำแนกชนิดได้ (ภาพที่ 4.6) ในมุมมองจากด้านบนและด้านท้อง เปลือกของออสตราคอดสามารถแบ่งได้เป็นแบบสมมาตรและไม่สมมาตร อนุทั้งสองด้าน (biconvex) หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส (quadrangular) บริเวณที่ติดกับขอบด้านหลังที่เรียกว่าดอร์ซัม (dorsum) อาจจะเป็นรอยบากลึกหรือไม่มีรอยบาก (ภาพที่ 4.7) บริเวณที่ติดกับขอบด้านท้องเรียกว่าเวนเตอร์ (venter) (ภาพที่ 4.7) โครงสร้างที่ยื่นออกมาตรงส่วนท้องอาจจะเรียบหรือเป็นสัน เป็นจีบ หรือเป็นปีก



ภาพที่ 4.7 แสดงเปลือกของออสตราคอดด้านข้าง ด้านหลัง และด้านท้อง (*Bairdia* sp.5)

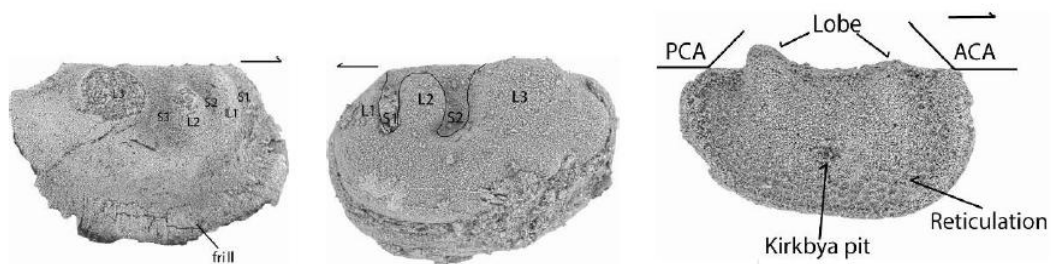
ด้านข้างของออสตราคอด สามารถแบ่งได้เป็นด้านหน้า ด้านท้าย ด้านบน และด้านล่าง การแบ่งส่วนต่าง ๆ บนเปลือกของออสตราคอดสามารถระบุได้ เช่น ส่วนหน้าด้านบน (anterodorsal) (ภาพที่ 4.8) ผิวของฝาอาจจะเรียบหรือมีลวดลาย ซึ่งลวดลายนี้สามารถนำมาใช้จำแนกได้ (*Kirkby* sp.2 ในภาพที่ 4.9) ลักษณะเป็นพู และร่อง เป็นลักษณะเฉพาะที่เด่นชัดของเปลือกออสตราคอดหลายชนิด พูแสดงชั้นของเปลือกที่ยุบตัวตามอวัยวะภายใน อาจจะพบหลายพู ตั้งแต่ด้านหน้าถึงด้านท้ายของเปลือก ซึ่งระบุโดย L_1, L_2, L_3 และ L_4 ส่วนร่องเกิดจากรอยยุบระหว่างพูแทนโดย S_1, S_2 และ S_3 ตั้งแต่ส่วนหน้าถึงส่วนท้าย (ภาพที่ 4.9) ร่อง S_2 แสดงรอยของตำแหน่งกล้ำมเนื้อยึดเปลือก ร่อง S_2 ในวงศ์ Kirkbyoidea เรียกว่าร่อง Kirkbyan ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของวงศ์นี้

ระบบสืบพันธุ์ของออสตราคอดพัฒนาดี เพศผู้และเพศเมียมีขนาดและรูปร่างของเปลือกแตกต่างกัน เพศเมียมีลักษณะที่เรียกว่า heteromorph ซึ่งต่างจากเพศผู้หรือวัยอ่อน ซึ่งเรียกว่า tecnomorph โดยมีลักษณะส่วนท้ายโป่งพองกว่า มีหูส่วนท้องเด่นชัด และมีส่วนฟักไข่ที่พองออกหรือมีรอยจิบกว้าง ๆ



ภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะและอักษรย่อตำแหน่งต่าง ๆ บนเปลือกออสตราคอด จากตัวอย่างที่พบในงานวิจัยนี้ 2 ชนิด คือ *Paraparchites* sp.1 (ชาย) และ *Bairdia* sp.19 (ขวา)

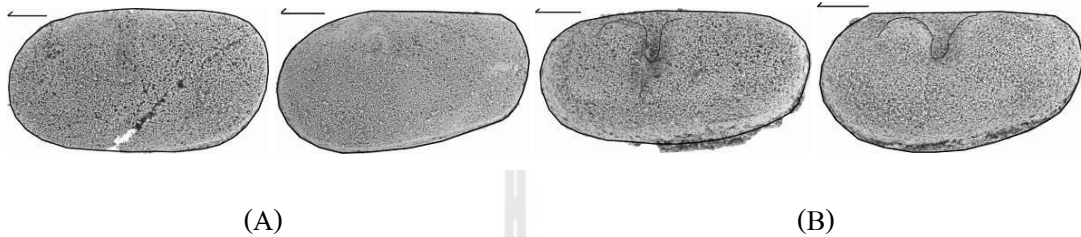
คำอธิบายอักษรย่อ: M : median; AM: anteromedian; MA: mid-anterior; PM: posteromedian; MP: mid-posterior; MD: dorsomedian; DM:mid-dorsal; MV: venterodorsal; MV: mid-ventral; AD: anterodorsal; AV:anterodorsal; PD: posterodorsal; PV; posteroventral. Terms such as DB: dorsal border; ADB: anterodorsal border; AB: anterior border; AVB: anteroventral border; VB: ventral border; PVB: posteroventral border; PB: posterior border; and PDB: posterodorsal



ภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะลวดลายที่เปลือกของออสตราคอด*

* พู ร่อง และจิบที่พบใน *Hollinella* (*Hollina*) *herrickana* (Girty, 1909) (ซ้าย) พู และร่อง ที่พบใน *Geisina* sp.2 (กลาง) พู ร่องตรงกลางที่เรียกว่าร่อง Kirkbyan และลวดลายแบบตาข่ายที่พบบนผิวเปลือกของ *Knigtina* sp.2 (ขวา) ลูกศรแสดงด้านหน้า

ความแตกต่างระหว่างเพศ (sexual dimorphism) ปรากฏเด่นชัดในออร์เดอร์ Palaeocopida ตัวอย่างเช่นในแฟมิลี Kloedenellacea ซึ่งมีความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียที่เรียกว่า Kloedenellid dimorphism (ภาพที่ 4.10) แต่ในออร์เดอร์ Podocopida ไม่ปรากฏชัดเจนแต่เพศผู้จะยาวและแคบกว่าเพศเมีย ส่วนเพศเมียจะมีด้านท้ายที่มนกว่า



ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย (Kloedenellid dimorphism) ของ ออสตราคอดที่พบในงานวิจัยนี้ (A) *Langdia* sp.1; heteromorph (ซ้าย) มีลักษณะด้านท้ายกว้างกว่า ใน tecnomorph (ขวา); (B) *Geffenina* sp.2; heteromorph (ซ้าย) และ tecnomorph (ขวา)

4.3 การจัดกลุ่ม (Classification)

การจัดกลุ่มออสตราคอดที่ยังมีชีวิตใช้ฐานวิธานของลำตัวภายในเปลือก ส่วนใหญ่ใช้ รยางค์และลักษณะอื่น ๆ เช่น รูปร่างและตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ การปรากฏของตาและหัวใจ ในทางตรงข้ามการจัดจำแนกฟอสซิลของออสตราคอดใช้ลักษณะเบื้องต้นของเปลือก ลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดอนุกรมวิธาน เช่น 1) รูปร่างของเปลือก 2) ลักษณะ ตำแหน่ง และมุมของการ เหลื่อมกัน 3) ความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย 4) ลวดลายบนผิวและลักษณะบริเวณขอบ นอกจากนี้ยังมีลักษณะอื่น ๆ อีก เช่น 1) ตำแหน่งและการเรียงตัวของรอยกล้ำมเนื้อ 2) ลักษณะของ ช่องตามขอบ (marginal pore canal) 3) รูปร่างของขอบและปีก ซึ่งมีความสำคัญในการจำแนก รูปร่างของออสตราคอดยุคพาเลโอโซอิกตอนปลาย

การจัดกลุ่มออสตราคอดลำดับสูง เช่น ชั้นคลาส คลาส หรือชั้นไฟลัมยังมีข้อโต้แย้งอยู่บ้าง แต่ในงานวิจัยนี้ออสตราคอดจะถูกจัดอยู่ในคลาสหนึ่งของชั้นไฟลัมครัสเตเชีย ตามการจัดจำแนก ใน Treatise on Invertebrate Paleontology Part Q, ของ Moore (1961)

ออสตราคอดสามารถจำแนกได้เป็น 5 ออร์เดอร์ คือ Archaeocopida, Leperditicopida, Palaeocopida, Podocopida, and Myodocopida แต่ในงานวิจัยนี้พบเพียงสมาชิกของ 3 ออร์เดอร์ สุดท้าย

Order ARCHAEOCOPIDA (L.Cam.-M.Cam., ?U.Cam.-?L.Ord.)

Order LEPERDITICOPIDA (?U.Cam., L.Ord.-U.Dev.)

Order PALAEOCOPIDA (L.Ord.-M. Perm., ?Rec.)

Suborder BEYRICHICOPINA (L.Ord.-M.Perm.,?Rec.)

Suborder KLOEDENELLOCOPINA (L.Ord.-U.Jur.)

Order PODOCOPIDA (L.Ord.-Rec.)

Suborder PODOCOPINA (L.Ord.-Rec.)

Suborder METACOPINA (L.Ord., M.Ord.-L.Cret.)

Suborder PLATYCOPINA (Jur.-Rec.)

Order MYODOCOPIDA (Ord.-Rec.)

Suborder MYODOCOPINA (Ord.-Rec.)

Suborder CLADOCOPINA (?Dev., Miss.-Rec.)

4.4 บรรพชีวานุกรมวิธาน

ในงานวิจัยนี้ศึกษาตัวอย่างหินปูนด้วยวิธีอ้อมทออะซิโดไลซิสทั้งหมด 84 ตัวอย่าง จากการสกัดด้วยกรดทำให้แยกออกสตราคอดได้ และถ่ายภาพตัวอย่างโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แล้วนำภาพถ่ายมาศึกษาอนุกรมวิธาน ตัวอย่างออกสตราคอดที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยออกสตราคอดยุคเพอร์เมียนที่มีรายงานไว้ งานวิจัยนี้สามารถจำแนกออกสตราคอดจากพื้นที่เลยได้ 51 ชนิด (Species) 25 สกุล (Genera) และ 9 วงศ์ (Family)

อักษรย่อ : L: length, H: height, W: width; AB: anterior border; VB: ventral border; PB: posterior border; DB: dorsal border; LV: left valve; RV: right valve; ACA: anterior cardinal angle; PCB: posterior cardinal angle

Class OSTRACODA Latreille, 1802

Order PALAEOCOPIDA Henningsmoen, 1953

Suborder BEYRICHICOPINA Scott, 1961

Superfamily OEPILELLOIDEA Jaanusson, 1957

Family APARCHITIDAE Jones, 1901

Genus *Cyathus* Roth & Skinner, 1930

Type species: *Cyathus ulrichi* Roth & Skinner, 1930

Cyathus sp.1

แผ่นภาพ 16 ภาพที่ 8-12

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ 46 ตัวอย่าง และ 8 ฝา

ขนาด: H=0.26-0.43 mm, L=0.44-0.73 mm, ความหนา=0.31-0.41 mm, H/L=0.54-0.60

คำอธิบาย: ตัวอย่างสกุล *Cyathus* สามารถจำแนกได้ง่ายเนื่องจากมีเปลือกขนาดเล็ก มีรูปร่างแบบกระสวย และพองออกตรงช่วงกลางเปลือก ส่วน *Cyathus* sp.1 สามารถจำแนกได้โดยมีเส้นลายละเอียดอยู่บนผิวเปลือกตั้งแต่ขอบด้านบนจนมาถึงขอบด้านท้อง เมื่อมองจากด้านบนจะเห็นเปลือกยาวและมีรูปร่างกึ่งวงรี ขอบด้านบน (DB) ของฝาทั้งสองมีลักษณะนูนสูงกว่าบานพับ ออสตราคอดชนิด *C. sp.1* สามารถเปรียบเทียบกับ *C. caperata* (Guan, 1978) จากยุคเพอร์เมียนตอนต้นของมณฑล Hunan จากประเทศจีนตอนใต้ (Guan, 1978) แต่แตกต่างกันที่ *C. caperata* (Guan, 1978) มีลักษณะเปลือกเมื่อมองจากด้านบนเป็นรูปสี่เหลี่ยมมากกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 หน้าตัดหินเหมือนศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Suborder KLOEDENELLOCOPIA Scott, 1961

Superfamily KLOEDENELLOIDEA Ulrich & Bassler, 1908

Family KNOXITIDAE Egorov, 1950

Genus *Kloedcytherella* Kozur, 1985Type species: *Kloedcytherella oertlii* Kozur, 1985**Kloedenellidae indet.**

แผ่นภาพ 21 ภาพที่ 6, 10

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.74 mm, L=0.89 mm, H/L=0.83

คำอธิบาย: ตัวอย่างจัดอยู่ในวงศ์ Kloedenellidae เนื่องจากมีแนวด้านหลัง (DB) ตรง มีร่องตรงกลางเล็กน้อย Kloedenellidae indet. มีเปลือกค่อนข้างกลม บานพับตรงโดยไม่มีรอยนูน ทั้งสองฝา ส่วนกลางค่อนข้างแบน ในปัจจุบันยังไม่สามารถระบุชนิดได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Suborder KLOEDENELLOCOPINA Scott, 1961

Superfamily PARAPARCHITOIDEA Scott, 1959

Family PARAPARCHITIDAE Scott, 1959

Genus *Paraparchites* Ulrich & Bassler, 1906

Type species: *Paraparchites humerosus* Ulrich & Bassler, 1906

***Paraparchites* sp.1**

แผ่นภาพ 18 ภาพที่ 15-19

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ 12 ตัวอย่าง และตัวอย่างเปลือกไม่สมบูรณ 6 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.37-0.83 mm, L=0.51-1.18 mm, H/L=0.66-0.76

คำอธิบาย: ลักษณะที่ใช้จำแนกสกุล *Paraparchites* คือ ไม่มีร่อง ไม่มีพู รูปไข่หรือรูปไข่ยาว ส่วนขอบด้านหน้า (AB) และขอบด้านท้าย (PB) กลมกว้าง ด้านท้องเหลื่อมกันเล็กน้อยแต่ด้านบนไม่เหลื่อมกัน การจำแนก *P. sp.1* สามารถใช้รูปร่างของเปลือก ผิวเปลือกเรียบ ฝาซ้าย (LV) เหลื่อมจากฝาขวา (RV) ตลอดแนวขอบของฝาด้านท้อง ลักษณะความแตกต่างระหว่างเพศสังเกตได้จากเพศเมียมีด้านท้ายใหญ่กว่าและเปลือกกลมกว่า เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่าง *P. sp.1* กับตัวอย่างวัยอ่อนของ *P. chenshii* Crasquin, 2010 ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Meishan ในประเทศจีนตอนใต้ (Crasquin *et al.*, 2010: Plate 2, Figures 13-15) พบว่ามีความแตกต่างกันโดยที่เปลือกเป็นรูปสี่เหลี่ยมมากกว่า และส่วนโค้งของด้านท้าย (PB) อยู่เหนือกึ่งกลางความสูง แต่ตัวอย่างที่มีลักษณะเกือบกลมจะคล้ายกับตัวอย่างเต็มวัยของ *P. chenshii* Crasquin, 2010 แต่ในงานวิจัยนี้จะจัดไว้ในสกุล *Samarella* เนื่องจากฝาขวาเหลื่อมจากฝาซ้ายที่ขอบด้านบน (DB) (ดูใน *Samarella* sp.5)

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO01-3, แหล่งเขาถ้ำใหญ่ หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคกลาง ช่วงปลายยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 และ 08LO02-10 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Shemonaella* Sohn, 1971

Type species: *Shemonaella dutroi* Sohn, 1971

***Shemonaella* sp.1**

แผ่นภาพ 18 ภาพที่ 12

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบรูณ์ 2 ตัวอย่าง**ขนาด:** H=0.58-0.68 mm, L=0.73-0.82 mm, H/L=0.80-0.83**คำอธิบาย:** ออสตราคอดวงศ์ Paraparchitidae ที่ไม่มีหนาม ไม่พบลักษณะด้านหลังเป็นรอยบากหรือเปลือกเหลี่ยมกัน จัดอยู่ในสกุล *Shemonaella* ลักษณะที่ใช้จำแนก *Shemonaella* sp.1 คือเปลือกเกือบกลมและมีผิวเรียบ ในงานวิจัยนี้ไม่สามารถเปรียบเทียบ *S. sp.1* กับชนิดใดได้**แหล่งที่พบ:** ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น***Samarella* sp.3**

แผ่นภาพ 18 ภาพที่ 1-6

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบรูณ์ 127 ตัวอย่าง**ขนาด:** H=0.25-0.51 mm, L=0.37-0.69 mm, H/L=0.69-0.87**คำอธิบาย:** *Samarella* sp.3 สามารถจำแนกได้โดยมีลักษณะเป็นรูปหัวใจ ซึ่งมีมุมบนด้านหน้าและด้านท้าย(ACA และ PCA) ยกสูงกว่าขอบบน (DB) และจุดที่โค้งที่สุดของขอบล่าง (VB) อยู่ที่กึ่งกลางความยาว ความผันแปรของรูปร่างเปลือกจากตัวอย่างที่ศึกษาทั้งอัตราส่วนของ H/L และองศาของมุม ACA และ PCA เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตามระยะการเจริญจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย ออสตราคอดชนิดนี้สามารถเปรียบเทียบกับ *S. victori* Crasquin, 2010 ในยุคเพอร์เมียนตอนปลายจากหน้าตัดหิน Meishan ในประเทศจีนตอนใต้ (Crasquin *et al.*, 2010) แต่แตกต่างกันที่ *S. sp.3* มีรูปร่างเปลือกแบบหัวใจ และมีขอบด้านหน้า (AB) กว้างกว่าด้านท้าย (PB) และส่วนที่โค้งที่สุดของทั้งสองด้านอยู่เหนือกึ่งกลางความสูง**แหล่งที่พบ:** ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Superfamily KIRKBYOIDEA Ulrich & Bassler, 1906

Family KIRKBYIDAE Ulrich & Bassler, 1906

Genus *Kirkbya* Jones, 1859Type species: *Dithyrocaris permiana* Jones, 1850

***Kirkbya* sp.3**

แผ่นภาพ 19 ภาพที่ 7

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกไม้สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

คำอธิบาย: การจำแนก *Kirkbya* sp.3 ใช้พูและใช้ร่อง kirkbyan ที่อยู่ด้านท้องส่วนกลางของเปลือก

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-10 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Knightina* Kellett, 1933Type species: *Amphissites allorismoides* Knight, 1928***Knightina* sp.3**

แผ่นภาพ 19 ภาพที่ 11

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกไม้สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.37 mm, L=0.76 mm, H/L=0.48

คำอธิบาย: *Knightina* sp.3 มีเปลือกเป็นรูปเกือบสี่เหลี่ยม มุมที่ปลายด้านหน้า (ACA) และมุมที่ปลายด้านหลัง (PCA) กว้างเกือบ 90 องศา ส่วนยาวที่สุดคือขอบบน (DB) และสูงที่สุดอยู่หน้าส่วนกลางของความยาว ตัวอย่างนี้จัดอยู่ในสกุล *Knightina* เพราะไม่พบร่อง kirkbyan แต่ก็ไม่มีบลักษณะลาดเอียงที่ด้านบนส่วนท้ายของเปลือกซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสกุลนี้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Family AMPHISSITIDAE Knight, 1928

Genus *Polytylites* Cooper, 1941Type species: *Polytylites geniculatus*, Cooper, 1941***Polytylites* sp.**

แผ่นภาพ 19 ภาพที่ 19-20

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 6 ตัวอย่าง ตัวอย่างเปลือกไม้สมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.31-0.46 mm, L=0.62-0.71 mm, H/L=0.51-0.53

คำอธิบาย: ออสตราคอดในวงศ์ Amphissitidae ที่มีปุ่มนูนตรงกลางและขอบข้าง จะจัดอยู่ใน *Polytylites* ซึ่ง *Polytylites* sp. มีปุ่มนูนตรงกลางอย่างชัดเจน และมีร่อง kirkbyan ใต้ปุ่มนูนและขอบข้างด้านบนส่วนท้ายของเปลือก ออสตราคอดชนิด *P. sp.* ที่พบไม่สามารถเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 และ 08LO07-8 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Superfamily YOUNGIELLOIDEA Kellett, 1933

Family YOUNGIELLIDAE Kellett, 1933

Genus *Permoyoungiella* Kozur, 1985

Type species: *Permoyoungiella bogschi* Kozur, 1985

***Permoyoungiella* sp.**

แผ่นภาพ 21 ภาพที่ 17-19

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 4 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.22-0.24 mm, L=0.49-0.50 mm, H/L=0.45-0.47

คำอธิบาย: ตัวอย่างสกุล *Permoyoungiella* สามารถจำแนกได้โดยมีขอบด้านหลัง (DB) ตรง เปลือกขนาดเล็ก รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว ผิวเปลือกเรียบหรือมีรอยรูปตาข่ายจาง ๆ ออสตราคอดชนิด *Permoyoungiella* sp. มีขอบด้านหน้า (AB) ใหญ่กว่าขอบด้านท้าย (PB) ฝาซ้าย (LV) เหลื่อมจากฝาขวา (RV) เล็กน้อย เปลือกแบนข้าง

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Order PODOCOPIDA Müller, 1894

Suborder PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamily BAIRDIOIDEA Sars, 1888

Family BAIRDIIDAE Sars, 1888

Genus *Bairdia* McCoy, 1844

***Bairdia lungtanensis* Chen, 1958**

แผ่นภาพ 1 ภาพที่ 11-13

1958 *Bairdia lungtanensis* Chen (sp. nov.). Chen: 224, pl.4, figs.1-8

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบุรณ์ 5 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.39-0.75 mm, L=0.71-1.40 mm, H/L = 0.51-0.54

แหล่งที่พบ: พบในหน้าตัดหิน Kwanshan และ Lungtan จากแหล่งหินปูน Chihsia จังหวัด Nanking ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น (Chen, 1958) ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-9 และ 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia cf. urodeloformis* Chen, 1987**

แผ่นภาพ 1 ภาพที่ 19-22

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบุรณ์ 12 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.22-0.45 mm, L=0.63-1.05 mm, H/L=0.34-0.43

คำอธิบาย: นำตัวอย่างออกสตราคอดเปรียบเทียบกับ *Bairdia urodeloformis* Chen, 1987 ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Meishan ประเทศจีนตอนใต้ (Shi and Chen, 1987) มีลักษณะเปลือกยาวและแบน มีปลายด้านหน้า (AB) แหวม และปลายด้านท้าย (PB) เรียว ขอบด้านบน (DB) ตรง แต่ใน *B.urodeloformis* มีลักษณะนูน

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia trianguliformis* Chen, 1958**

แผ่นภาพ 2 ภาพที่ 20-21

1958 *Bairdia trianguliformis* Chen (sp. nov.). Chen: 6, pl.6, figs.9-121982 *Bairdia trianguliformis* Chen. Chen & Shi: 121, pl.6, figs.9-122002 *Bairdia trianguliformis* Chen. Shi & Chen: 66, pl.4, figs.3-9

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบุรณ์ 12 ตัวอย่าง และตัวอย่างไม่สมบุรณ์ 3 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.61-0.89 mm, L=1.19-1.79 mm, H/L=0.48-0.50

คำอธิบาย: *Bairdia trianguliformis* Chen, 1958 ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น จากแหล่งหินปูน Chihisia จากประเทศจีนตอนใต้ มีลักษณะเฉพาะคือฝาขวา (RV) เหลื่อมจากฝาซ้าย (LV) มาก ตรงตำแหน่งขอบด้านบน (DB)

แหล่งที่พบ: พบในหน้าตัดหิน Kwanshan และ Lungtan จากแหล่งหินปูน Chinsia จังหวัด Nanking ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น (Chen, 1958) ในหน้าตัดหิน Nantong จังหวัด Jiangsu ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย (Chen and Shi, 1982) ในหน้าตัดหิน Matan และ Pingding จังหวัด Guangxi ประเทศจีนตอนใต้ ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย (Shi and Chen, 2002) ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-9 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 และหมายเลข 08LO07-10 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.4

แผ่นภาพ 4 ภาพที่ 4-5, 7-8

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 7 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.411-0.511 mm, L=0.680-0.790 mm, H/L=0.60-0.64

คำอธิบาย: ออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.4 มีลักษณะกลมป้าน ขอบด้านบนสั้น (AB) และขอบด้านหลัง (PB) ยาวเรียว ทั้งขอบด้านบนและขอบด้านหลังแบนข้าง ออสตราคอดชนิดนี้สามารถเปรียบเทียบกับ *B. subleguminoides* Chen, 1987 ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Meishan ประเทศจีนตอนใต้ได้ (Shi and Chen, 1987) แต่ความแตกต่างที่พบคือ *B. sp.4* มีลักษณะป่องกว่า *B. subleguminoides* และ *B. subleguminoides* มีส่วนหน้ายาวกว่า และมีอัตราส่วน H/L=0.49-0.50.

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-9 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.8

แผ่นภาพ 4 ภาพที่ 17-18, 20-21

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 10 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.280-0.594 mm, L=0.532-1.150 mm, H/L=0.48-0.52

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.8 มีขอบเป็นมุมแหลม ขอบด้านบน (AB) เป็นมุมแหลมและชี้ขึ้นด้านบน ส่วนขอบด้านท้าย (PB) เรียวแหลม *B. sp.8* มีลักษณะคล้ายกับ *B. iwaizakiensis* Ishizaki, 1967 จาก

ยุคเพอร์เมียนตอนต้น ในหมวดหิน Tassobe ของประเทศญี่ปุ่น จากภาพด้านข้าง มุมของ DB ความแหลมของ AB และ PB ที่มีขนาดเล็กและยาว ทำให้ *B. sp.8* แตกต่างจาก *B. iwaizakiensis* ในขณะที่ *B. iwaizakiensis* มีส่วนที่สูงที่สุดอยู่หน้าจุดกึ่งกลางความยาวจึงทำให้มุมของ DB แคบกว่า และ *B. sp.8* ยังสามารถเปรียบเทียบกับ *B. wushunbaoi* Crasquin, 2010 ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Meishan ประเทศจีนตอนใต้ได้ (Crasquin *et al.*, 2010) แต่ *B. sp.8* มีเปลือกยาวกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-10 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.19

แผ่นภาพ 6 ภาพที่ 4-6

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 6 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.509-0.516 mm, L=0.868-0.889 mm, H/L=0.58

คำอธิบาย: *Bairdia sp.19* มีเปลือกสั้น มีมุมบนด้านท้าย (PDB) เกือบเป็นมุมฉาก ขอบด้านหน้า (AB) และ ด้านท้าย (PB) เป็นมุมโค้งมีรัศมีความโค้งสั้น AB และ PB แบนข้าง ส่วนที่โค้งมากที่สุดของ AB อยู่ในระดับสูงมาก ในขณะที่ส่วนที่โค้งที่สุดของ PB อยู่ในระดับต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ *B. sp.19* กับ *Bairdia rigasensis* Crasquin-Soleau, 1998 จากยุคเพอร์เมียนของประเทศกรีซ (Hydra Island) (Crasquin-Soleau and Baud, 1998) แต่มีเปลือกสั้นกว่าและไม่ปรากฏแนวสันตรงบริเวณขอบของฝาทั้งสอง

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-7 หมายเลข 08LO07-8 และ หมายเลข 08LO07-10 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.35

แผ่นภาพ 7 ภาพที่ 16-19

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 7 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.31-0.63 mm, L=0.59-1.07 mm, H/L=0.52-0.54

คำอธิบาย: *Bairdia sp.35* มีเปลือกยาวและมีรูปร่างแบบกระสวย ขอบด้านหน้า (AB) ยื่นยาวออกไปและกลม มีรัศมีความโค้งปานกลาง จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง 3 ใน 4 ของส่วนสูง (อยู่เหนือกึ่งกลางความสูง) ส่วนขอบด้านท้าย (PB) ยื่นยาวและกลมแต่มีรัศมีความโค้งสั้น จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่

ตำแหน่งต่ำกว่ากึ่งกลางความสูง ขอบท้ายด้านท้อง (PVB) นูนและแบนข้าง ตัวอย่าง *B. sp.35* นี้ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น และตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.36

แผ่นภาพ 7 ภาพที่ 20-21

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.36-0.61 mm, L=0.51-0.87 mm, H/L=0.58-0.59

คำอธิบาย: *Bairdia sp.36* มีความโค้งที่ส่วนบนมาก แต่มีขอบด้านท้อง (VB) ยาวและตรง ขอบด้านบน (DB) ขอบด้านบนส่วนหน้า (ADB) และขอบด้านบนส่วนท้าย (PDB) ตรง ส่วนขอบด้านหน้า (AB) กลมและมีรัศมีความโค้งปานกลาง ส่วนท้ายสั้น ขอบด้านท้าย (PB) กลมและมีรัศมีความโค้งน้อย จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่ตำแหน่งต่ำกว่ากึ่งกลางความสูง ฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาตลอด ขอบด้านบน ในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถเปรียบเทียบกับ *B. sp.36* กับชนิดใดได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 และ 08LO02-9 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.37

แผ่นภาพ 7 ภาพที่ 22-23

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.38-0.40 mm, L=0.84-0.78 mm, H/L=0.45-0.50

คำอธิบาย: *Bairdia sp.37* มีขอบด้านบนเป็นมุมป้าน และมีรอยเว้าที่ปลายด้านหน้าและด้านท้าย ขอบด้านท้อง (VB) นูน ขอบด้านหน้า (AB) กลมและมีรัศมีความโค้งน้อย จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่ตำแหน่งเกือบเท่ากับระดับขอบบน ขอบด้านท้าย (PB) กลมและมีรัศมีความโค้งน้อย จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางความสูง ขอบหน้าด้านท้อง (AVB) และขอบท้ายด้านท้อง (PVB) ยาวและนูน ออสตราคอดชนิด *B. sp.37* คล้ายกับ *B. sp.8* คือมีส่วนโค้งของ AB และ PB แต่ด้านหลังของ *B. sp.37* ปรากฏลักษณะโค้งกว้าง ๆ แต่ใน *B. sp.8* มีลักษณะเป็นมุม

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-10 และ 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.38**

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 1-2

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างเปลือกไม่สมบูรณ์ 4 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.46 mm, L=1.09 mm, H/L=0.42

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.38 มีลักษณะขอบบนโค้งกว้าง เว้าส่วนปลายด้านหน้าและด้านท้าย ฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาทั้งด้านหลังและด้านท้อง (DB และ VB) ออสตราคอดชนิด *B.* sp.38 เมื่อเปรียบเทียบกับชนิด *B.* sp.37 พบว่าทั้งสองชนิดมีขอบด้านหน้าและขอบด้านท้าย (AB และ PB) โค้ง แต่แตกต่างกันที่การเหลื่อมจากของฝาทั้งสองตรงตำแหน่งด้านหลังและด้านท้อง (DB และ VB)

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-10 และหมายเลข 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 และหมายเลข 08LO07-2 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทั้งหมดอยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.39**

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 3, 6, 9

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกไม่สมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง

ขนาด: H= 0.36 mm, L= 1.52 mm, H/L=0.48

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.39 เป็นออสตราคอดในสกุล *Bairdia* ชนิดหนึ่งที่มีเปลือกขนาดใหญ่ ขอบด้านหน้า (AB) และขอบด้านท้าย (PB) เรียวแหลมปลายกระดกขึ้นด้านบน จุดที่โค้งที่สุดของปลายทั้งสองด้านอยู่ที่ระดับเกือบเท่ากับขอบหลัง (DB) ปรากฏแนวสันตรงขอบด้านท้อง (VB) ที่ฝาขวา ออสตราคอดชนิด *B.* sp.39 ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-2 และ 08LO02-10 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.40**

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 4-5

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบุรณ์ 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างเปลือกไม่สมบุรณ์ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.42-0.53 mm, L=0.70-0.87 mm, H/L=0.58-0.60

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.40 มีส่วนโค้งของขอบบนสูง ฝาขวามีขอบบนตรง แต่ฝาซ้ายโค้ง ดังนั้นที่ตำแหน่ง DB จึงเหลื่อมกันมาก จุดที่สูงที่สุดอยู่หลังกึ่งกลางความยาว ตัวอย่าง *B. sp.40* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 และ 08LO07-7 หน้าตัดหินเหมือนศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.41

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 7-8

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบุรณ์ 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างเปลือกไม่สมบุรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.50 mm, L=0.95 mm, H/L=0.52

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.41 มีด้านหน้าและด้านท้ายของเปลือกยาวและแคบ ขอบด้านหน้า (AB) และขอบด้านท้าย (PB) กลมมีรัศมีความโค้งน้อย ด้านท้องแบน ออสตราคอดชนิด *B. sp.41* สามารถเปรียบเทียบกับ *B. sp.35* ได้แต่ *B. sp.41* มีส่วนหน้าและส่วนท้ายแคบกว่า และตำแหน่ง AB ของ *B. sp.41* อยู่ต่ำกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-7 และ 08LO07-8 หน้าตัดหินเหมือนศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdia sp.42

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 10-11

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบุรณ์ 2 ตัวอย่าง และตัวอย่างเปลือกไม่สมบุรณ์ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.34-0.60 mm, L=0.72-1.17 mm, H/L=0.46-0.51

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.42 มีเปลือกยาว ขอบด้านท้าย (PB) กลมป้าน จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางความสูง ออสตราคอดชนิด *B. sp.42* จัดอยู่ในสกุล *Bairdia* ไม่ใช่ *Bairdiacypris* เนื่องจากมีขอบด้านหน้า (AB) แคบ สามารถเปรียบเทียบกับ *Cryptobairdia pelikani* Kozur, 1985 จากยุคเพอร์เมียนตอนกลางและตอนปลายของประเทศสังการีได้ (Kozur, 1958: Plate 13, Figures 2, 5) แต่มีเปลือกที่ยาวกว่าและมี AB เล็กกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-7 และ 08LO07-8 หน้า

ตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
ทั้งหมดอยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.43**

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 13-15

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 4 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.39-0.63 mm, L=0.79-1.30 mm, H/L=0.47-0.49

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.43 มีเปลือกยาวและมีขอบด้านหลัง (DB) ยาว มีขอบด้านท้อง (VB) สั้น ขอบล่างส่วนหน้า (AVB) และ ขอบล่างส่วนท้ายนูน จุดที่โค้งที่สุดของ PB อยู่ที่ตำแหน่งต่ำกว่ากึ่งกลางความสูง ออสตราคอดชนิด *B. sp.43* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้ได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.44**

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 16-17

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 4 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.32-0.36 mm, L=0.58-0.76 mm, H/L=0.56

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.44 มีเปลือกยาว ขอบล่างส่วนหน้า (AVB) นูน แต่ขอบบนส่วนท้าย (PDB) เว้า จุดที่โค้งที่สุดของ AB อยู่เกือบถึงระดับขอบบน (DB) ออสตราคอดชนิด *B. sp.44* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้ได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-8 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.49**

แผ่นภาพ 8 ภาพที่ 21

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.36 mm, L=0.78 mm, H/L=0.46

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.49 มีลักษณะที่จำแนกได้ชัดเจนคือ ส่วนที่โค้งที่สุดของขอบด้านหน้า (AB) อยู่เหนือระดับขอบบน (DB) ขอบล่างด้านหน้า (AVB) โค้งกว้าง ขอบด้านท้าย (PB) เรียวและจุดที่โค้งมากที่สุดอยู่เหนือกึ่งกลางความสูง ออสตราคอดชนิด *B. sp.49* สามารถเปรียบเทียบกับ

Acanthoscapha takaesae Kozur, 1985 จากยุคเพอร์เมียนตอนกลางและตอนปลายของประเทศ
ฮังการีได้ (Kozur, 1985: Plate 16, Figure 5) แต่อย่างไรก็ตามที่ตำแหน่ง AB และ PB ไม่มีหนาม
แหลม และยังไม่สามารถจำแนกชนิดได้อย่างชัดเจน

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-10 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัด
ชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.53**

แผ่นภาพ 9 ภาพที่ 3

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกไม้สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.62 mm, L=1.23 mm, H/L=0.50

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.53 มีขอบด้านบน (DB) ยาวและตรง และฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาตรง
ตำแหน่งขอบบน (DB) ขอบบนส่วนหน้า (ADB) และ ขอบบนส่วนท้าย (PDB) พบตัวอย่างไม้
สมบูรณ์เพียง 1 ตัวอย่าง

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัด
เลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.54**

แผ่นภาพ 9 ภาพที่ 4

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกไม้สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.70 mm, L>1.16 mm, H/L about 0.60

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.54 มีลักษณะกลม ขอบด้านหน้า (AB) แคบและแบนข้าง จุดที่โค้งที่สุดของ
AB อยู่ตรงกึ่งกลางความสูง ฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาตรงตำแหน่งขอบบนและขอบบนด้านหน้า
(DB และ ADB) พบตัวอย่างไม้สมบูรณ์เพียง 1 ตัวอย่าง

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-7 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัด
ชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.59**

แผ่นภาพ 9 ภาพที่ 10-11

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.36-0.58 mm, L=0.57-0.95 mm, H/L=0.58-0.61

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.59 มีเปลือกรูปไข่ ขอบด้านหลังและด้านท้องโค้งกว้าง ขอบด้านหน้า (AB) และ ขอบด้านท้าย (PB) กลม มีรัศมีความโค้งมาก จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่กึ่งกลางความสูง AB มีขนาดใหญ่กว่า PB ฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาที่ตำแหน่ง DB ออสตราคอดชนิด *B. sp.59* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้ได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-10 และ 08LO07-11 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Bairdia* sp.61**

แผ่นภาพ 9 ภาพที่ 13-15

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 14 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.35-0.45 mm, L=0.62-0.74 mm, H/L=0.57-0.61

คำอธิบาย: *Bairdia* sp.61 มีเปลือกรูปว่าว ขอบด้านหน้า (AB) กลมและมีรัศมีความโค้งปานกลาง จุดที่โค้งมากที่สุดอยู่เหนือกึ่งกลางความสูง ขอบด้านท้าย (PB) แหลม จุดที่โค้งมากที่สุดอยู่เหนือขอบด้านท้อง (VB) ออสตราคอดชนิด *B. sp.61* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานไว้ได้

แหล่งที่พบ: Sample number 08LO02-11 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Petasobairdia* Chen, 1982

***Petasobairdia?* sp.**

แผ่นภาพ 9 ภาพที่ 23

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO01-3 เขาถ้ำใหญ่ หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคกลางของประเทศไทย ปลายยุคเพอร์เมียนตอนกลาง

Genus *Bairdiacypris* Bradfield, 1935

***Bairdiacypris* sp.4**

แผ่นภาพ 10 ภาพที่ 13-18

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 11 ตัวอย่าง และตัวอย่างเปลือกไม่สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.31-0.51 mm, L=0.51-1.10 mm, H/L=0.43-0.47

คำอธิบาย: *Bairdiacypris* sp.4 มีเส้นขอบบน (DB) ตรง ขอบด้านท้อง (VB) เว้า ขอบบนด้านหน้า (ADB) ตรง ขอบด้านหน้า (AB) กลมมีรัศมีมีความโค้งมาก จุดที่โค้งที่สุดอยู่กึ่งกลางความสูง ขอบด้านท้าย (PB) กลมมีรัศมีมีความโค้งปานกลาง จุดที่โค้งที่สุดอยู่ต่ำกว่ากึ่งกลางความสูง ฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาตลอดแนวขอบเปลือก ออสตราคอดชนิด *B. sp.4* มีเปลือกสั้นกว่าชนิดอื่น ๆ ในสกุลเดียวกัน ขอบบน (DB) ตรงและโดยทั่วไปจะลาดเอียงลงไปด้านท้าย จากการศึกษาดูอย่างยังไม่สามารถเปรียบเทียบ *B. sp.4* กับชนิดที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-8 หน้าตัดหินเหมือนศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Bairdiacypris sp.6

แผ่นภาพ 10 ภาพที่ 23-24

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 4 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.45-0.63 mm, L=1.00-1.33 mm, H/L=0.44-0.46

คำอธิบาย: *Bairdiacypris* sp.6 ที่บริเวณขอบด้านบน (DB) มีการเหลื่อมกันของฝาทำให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยม ขอบด้านหน้า (AB) และขอบด้านท้าย (PB) มีลักษณะกลม มีรัศมีมีความโค้งมาก จุดที่โค้งที่สุดอยู่เหนือกึ่งกลางความสูง ออสตราคอดชนิด *B. sp.6* สามารถเปรียบเทียบกับ *B. triangularis* Shi, 2002 จากยุคเพอร์เมียนตอนปลายของ Guangxi ในประเทศจีนตอนใต้ (Shi and Chen, 2002) แต่มี AB และ PB กว้างกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-8 หน้าตัดหินเหมือนศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Fabalitypris* Cooper, 1946

Type species: *Fabalitypris wileyensis* Cooper, 1946

Fabalitypris sp. 3

แผ่นภาพ 11 ภาพที่ 10-12

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 8 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.22-0.40 mm, L=0.42-0.83 mm, H/L=0.45-0.51

คำอธิบาย: *Fabalicypis* sp.3 มีเปลือกรูปร่างแบบรูปไต ขอบบน (DB) นูน และขอบล่างของทั้งสองฝา (VB) เว้า ขอบด้านหน้า (AB) และขอบด้านท้าย (PB) กลม มีรัศมีมีความโค้งปานกลาง จุดที่โค้งที่สุดอยู่ที่กึ่งกลางความสูง ฝาซ้ายเชื่อมจากฝาขวาปานกลางตลอดแนวขอบของเปลือก

ออสตราคอดชนิด *F. sp.3* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้
แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO01-4 เขาถ้ำใหญ่ หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคกลางของประเทศไทย ปลายยุคเพอร์เมียนตอนกลาง

Genus *Silenites* Coryell & Booth, 1933

Type species: *Silenites silenus* coryell & Booth, 1933

***Silenites* sp.2**

แผ่นภาพ 14 ภาพที่ 11-14

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 14 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.42-0.58 mm, L=0.60-0.90 mm, H/L=0.62-0.70

คำอธิบาย: *Silenites* sp.2 สามารถจำแนกได้โดยมีเปลือกเกือบเป็นรูปสามเหลี่ยม ขอบด้านบนโค้งสูง ฝาซ้ายที่ตำแหน่ง DB นูน เปลือกด้านขวาที่ตำแหน่ง DB ตรงและค่อย ๆ ลาดลง การเชื่อมกันของฝาซ้ายและฝาขวาที่ตำแหน่ง DB นี้เป็นลักษณะสำคัญของออสตราคอดชนิด *S. sp.2* แต่ในการศึกษาลักษณะของ *S. sp.2* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-5 และ 08LO02-10 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Liuzhinia* Zheng, 1976

Type species: *Liuzhinia subovata* Zheng, 1976

***Liuzhinia* sp.2**

แผ่นภาพ 13 ภาพที่ 4-5

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.29-0.30 mm, L=0.59-0.59 mm, H/L=0.50-0.51

คำอธิบาย: *Liuzhinia* sp.2 จำแนกได้โดยเปลือกมีลักษณะกึ่งรูปไข่ ขอบบน (DB) ตรง ส่วนขอบบนด้านหน้า (ADB) และขอบบนด้านท้าย (PDB) นูน ที่ขอบด้านหน้า (AB) แบนข้างและกลม มีรัศมี

ความโค้งมาก จุดที่โค้งที่สุดอยู่ตรงกึ่งกลางความสูง ขอบท้าย (PB) กลม มีรัศมีความโค้งปานกลาง และจุดที่สูงที่สุดอยู่เหนือระดับขอบล่าง บริเวณด้านท้องแบน เมื่อเปรียบเทียบกับออสตราคอดชนิด *L. sp.2* กับชนิด *L. sp.1* พบว่า AB และ PB ของ *L. sp.2* มีลักษณะกลม และ ADB และ PDB มีลักษณะนูน

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-5 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Kempfina* Crasquin, 2010

Type species: *Bairdiacratia qinglaii* Crasquin 2008

***Kempfina* sp.2**

แผ่นภาพ 10 ภาพที่ 3

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 1 ตัวอย่างและตัวอย่างเปลือกไม่สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.73 mm, L=1.20 mm, H/L=0.61

คำอธิบาย: *Kempfina* sp.2 มีขอบบน (DB) ยาว และความเหลื่อมกันของฝาของแนว DB กว้าง และขอบด้านท้าย (PB) อยู่ที่กึ่งกลางความสูง ออสตราคอดชนิด *K. sp.2* คล้ายกับ *K. sp.1* แต่สามารถแยกได้จาก ความเหลื่อมกันของฝาด้านบนกว้างกว่า และตำแหน่งโค้งที่สุดของ PB ที่กึ่งกลางความสูง

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO01-4 เขาถ้ำใหญ่ หมวดหินผานกเค้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคกลางของประเทศไทย ปลายยุคเพอร์เมียนตอนกลาง

Genus *Acratia* Delo, 1930

Type species: *Acratia typica* Delo, 1930

***Acratia* sp.1**

แผ่นภาพ 13 ภาพที่ 10-24

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 51 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.25-0.51 mm, L=0.66-1.18 mm, H/L=0.43-0.53

คำอธิบาย: ออสตราคอดสกุล *Acratia* สามารถจำแนกได้โดยมีลักษณะพิเศษที่เรียกว่า จะงอยอะคราเทียน (Acratian beak) *Acratia* sp.1 มีขอบด้านหน้า (AB) แหลม และมีลักษณะจะงอย

อะแครเซียน เป็นรูปตะขอ ขอบบนโค้งกว้าง แต่ที่ตำแหน่ง DB ตรง ขอบบนด้านหน้า (ADB) และ ขอบบนด้านหลัง (PDB) นูน ส่วนสูงที่สุดอยู่ด้านหน้ากึ่งกลางความยาวเล็กน้อย ออสตราคอดชนิด *A. sp.1* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-3, หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัด ชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Acratia sp.3

แผ่นภาพ 14 ภาพที่ 3-6

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ 10 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.29-0.54 mm, L=0.56-1.01mm, H/L=0.49-0.53

คำอธิบาย: *Acratia sp.3* เป็นชนิดหนึ่งในสกุล *Acratia* ที่มีจะงอยอะแครเซียนยาว และที่ขอบ ด้านหน้า (AB) มีลักษณะเป็นตะขอ จุดที่โค้งที่สุดของ AB อยู่เหนือกึ่งกลางความสูง ออสตราคอด ชนิด *A. sp.3* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-2, หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัด ชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Acratia sp.4

แผ่นภาพ 14 ภาพที่ 7-8

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.28-0.33 mm, L=0.51-0.59 mm, H/L=0.53-0.56

คำอธิบาย: *Acratia sp.4* สามารถจำแนกได้จากเปลือกมีรูปร่างกึ่งสี่เหลี่ยมคางหมู ที่ขอบบน (DB) ขอบบนด้านหน้า (ADB) และขอบบนด้านท้าย (PDB) นูนเล็กน้อย ส่วน AB มีลักษณะแบนข้าง จุด ที่โค้งที่สุดของ AB อยู่เหนือกึ่งกลางความสูง ขอบด้านท้าย (PB) เรียวแหลม ส่วนที่โค้งที่สุดของ PB อยู่ที่ระดับเดียวกับขอบล่าง (VB) บริเวณด้านท้องแบน ในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถเปรียบเทียบกับ ออสตราคอดชนิด *A. sp.4* กับชนิดที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1, หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัด ชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Baschkirina* Rozdestvenskaja, 1959

Type species: *Baschkirina memorabilis* Rozdestvenskaja, 1959

***Baschkirina* sp.3**

แผ่นภาพ 12 ภาพที่ 1-2, 4-5

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 2 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.35-0.51 mm, L=0.55-0.73 mm, H/L=0.64-0.69

คำอธิบาย: *Baschkirina* sp.3 จำแนกได้โดยมีลักษณะเปลือกกึ่งสามเหลี่ยม และมีขอบบนโค้งสูงที่ขอบด้านหน้า (AB) แบนข้างมากและกลม มีรัศมีความโค้งปานกลาง จุดที่โค้งที่สุดอยู่ต่ำกว่ากึ่งกลางความสูง ส่วนที่สูงที่สุดอยู่ที่กึ่งกลางความสูงหรืออยู่หน้ากึ่งกลางความสูง ส่วนขอบด้านท้าย (PB) แหลม และอยู่ระดับเดียวกับขอบล่าง (VB) ลักษณะเฉพาะของ *B. sp.3* ที่มีตำแหน่ง AB แบนมากทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดใดได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Baschkirina* sp.4**

แผ่นภาพ 12 ภาพที่ 7-15

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 35 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.23-0.42 mm, L=0.32-0.64 mm, H/L=0.62-0.76

คำอธิบาย: *Baschkirina* sp.4 สามารถจำแนกได้โดยมีขอบด้านหน้า (AB) กว้างมาก และขอบบนด้านท้าย (PDB) ลาดเกือบเป็นแนวตั้ง ตัวอย่างนี้มีความผันแปรของอัตราส่วน H/L ออสตราคอดชนิด *B.sp.4* สามารถเปรียบเทียบกับ *B. sp.1* ได้ แต่มีลักษณะความลาดเอียงของ PDB มากกว่า และมีเปลือกสูงกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 หมายเลข 08LO02-2 และ หมายเลข 08LO02-10, หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Family PACHYDOMELLIDAE Berdan & Sohn, 1961

Genus *Microcheilinella* Geis, 1933Type species: *Microcheilus distortus* Geis, 1932

***Microcheilinella* sp.2**

แผ่นภาพ 15 ภาพที่ 17-20

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 4 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.23-0.25 mm, L=0.44-0.53 mm, H/L=0.46-0.51

คำอธิบาย: *Microcheilinella* sp.2 จำแนกได้โดยมีเปลือกรูปสี่เหลี่ยม ขอบด้านท้าย (PB) ขนาดเล็ก ส่วนขอบด้านหน้า (AB) กลมป้าน ฝาซ้ายเหลื่อมจากฝาขวาน้อยตลอดแนวขอบเปลือก ส่วนที่หนาที่สุดอยู่หน้ากึ่งกลางความยาว ออสตราคอดชนิด *M.* sp.2 สามารถเปรียบเทียบกับ *M. rectodorsata* Forel, 2010 ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Meishan ของประเทศจีนตอนใต้ ได้ (Crasquin *et. al.*, 2010: page 46, Plate 3, Figures 1-7) แต่มีอัตราส่วน H/L น้อยกว่าและการเหลื่อมกันขอบฝาซ้ายและฝขวาน้อยกว่า

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-1 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Bogerscottia* Kozur, 1985Type species: *Bogerscottia gerryi* Kozur, 1985***Bogerscottia?* sp.**

แผ่นภาพ 12 ภาพที่ 3

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.46 mm, L=0.77 mm, H/L=0.60

คำอธิบาย: ตัวอย่างนี้จัดอยู่ในวงศ์ Bairdioidea เนื่องจากมีปลาย AB ขาวและแหลม ส่วนที่โค้งที่สุดของ AB อยู่เหนือกึ่งกลางความสูง ขอบด้านท้าย (PB) เรียวแหลม จุดที่โค้งที่สุดอยู่สูงกว่าขอบล่าง (VB) ตัวอย่างนี้ยังไม่สามารถจำแนกว่าอยู่ในสกุล *Bogerscottia* ได้อย่างชัดเจนเนื่องจาก ปลายหนามแหลมที่ฝขวาวอาจจะหักหายไป

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO05-7 หน้าตัดหินเหมืองศิลาศรีบุรี หมวดหินผานกเค้า จังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Genus *Cytherellina* Jone & Holl, 1869Type species: *Beyrichia siliqua* Jones, 1855

Bairdioidea sp. A

แผ่นภาพ 11 ภาพที่ 14

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.268 mm, L=0.586 mm, H/L=0.49

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1, หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Family GEROIIDAE Grundel, 1962

Genus *Pseudoscanthoscapha* Kozur, 1985Type species: *Pseudoscanthoscapha beckeri* Kozur, 1985***Pseudacanthoscapha striatula?* (Shi, 1982)**

แผ่นภาพ 14 ภาพที่ 9

1982 *Acratia? striatula* Shi sp.nov. Chen & Shi: 139, pl.11, figs.9-111985 *Pseudacanthoscapha beckeri* Kozur n. gen.n.sp. Kozur: 110, pl.18, fig.91987 *Acratia striatula* Shi. Shi & Chen: 49, pl.11, figs.13-18, pl.17, figs.1-42008 *Pseudacanthoscapha beckeri* Kozur, 1985. Mette: pl.2, fig.12010 *Pseudacanthoscapha striatula* (Shi, 1982). Crasquin *et al.*: 53, pl.5, fig.4, fig.20D

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกไม่สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง

คำอธิบาย: ตัวอย่างนี้คาดว่าเป็น *Pseudacanthoscapha striatula* แต่ยังมีข้อที่ทำให้ยังไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนคือ มีเส้นลายขนานตามยาวที่เปลือก และส่วนขอบด้านหน้าแตกหักไป ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุชนิดได้อย่างชัดเจน

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-2 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Family CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Genus *Basslerella* Kellett, 1935Type species: *Basslerella crassa* Kellett, 1935

***Basslerella* sp.1**

แผ่นภาพ 14 ภาพที่ 16-22

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 60 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.28-0.36 mm, L=0.36-0.48 mm, H/L=0.71-0.80

คำอธิบาย: ออสตราคอดสกุล *Basslerella* สามารถจำแนกได้จากมีขอบด้านท้องแบนและส่วนที่หนาที่สุดอยู่ที่ปลายด้านท้าย ซึ่ง *Basslerella* sp.1 มีลักษณะเปลือกเกือบกลมจนถึงกึ่งวงรี และมีลายเส้นจาง ๆ ที่ผิวเปลือก และมีด้านท้องแบน ลายเส้นที่ผิวเปลือกบอบบางมาก (ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทิ้งการรักษาสภาพตัวอย่างและการฟูก่อน) จึงสามารถสังเกตได้ในบางตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งลายเส้นบนผิวเปลือกนี้แตกต่างลายตาข่ายบนผิวเปลือกของ *B. reticulata* Shi, 1987 ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Meishan ของประเทศจีนตอนใต้ (Shi and Chen, 1987) และ *B. sp.1* ที่มีเปลือกรูปไข่จะคล้ายกับ *B. obesa* Kellett *sensu* Shi & Chen 2002 ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย จากหน้าตัดหิน Matan และ Pingding ในประเทศจีนตอนใต้ (Shi and Chen, 2002: Plate 23, Figures 26-35) แต่มีลายเส้นต่างกัน

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO07-10 หน้าตัดหินเหมืองศักดิ์ชัย หมวดหินผานกเค้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น

***Basslerella* sp.2**

แผ่นภาพ 14 ภาพที่ 23-25

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 21 ตัวอย่าง

ขนาด: H=0.20-0.56 mm, L=0.30-0.83 mm, H/L=0.64-0.73

คำอธิบาย: *Basslerella* sp.2 สามารถจำแนกได้โดยมีเปลือกยาวรูปไข่ ผิวเปลือกเรียบด้านท้องกว้างและแบนมาก ออสตราคอดชนิด *B. sp.2* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้

แหล่งที่พบ: ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 และ 08LO02-2 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

Order MYODOCOPIDA Sars, 1866

Suborder CLADOCOPINA Sars, 1866

Family POLYCOPIDAE Sars, 1866

Genus *Polycope* Sars, 1866Type species: *Polycope orbicularis* Sars, 1866

Polycope sp.1

แผ่นภาพ 1 ภาพที่ 1-4

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 7 ตัวอย่าง**ขนาด:** H=0.28-0.45 mm, L=0.26-0.40 mm, H/L=1.07-1.6**คำอธิบาย:** มีเปลือกเกือบกลมขนาดเล็ก ซึ่งจัดอยู่ในสกุล *Polycope* ซึ่ง *Polycope sp.1* สามารถจำแนกได้โดยมีเปลือกรูปกลมทรงสูง มีขอบบน (DB) ตรง ออสตราคอดชนิด *P. sp.1* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้**แหล่งที่พบ:** ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-1 และ 08LO02-2, หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น***Polycope sp.2***

แผ่นภาพ 17 ภาพที่ 5-7

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 3 ตัวอย่าง**ขนาด:** H=0.39-0.40 mm, L=0.39-0.40 mm, H/L=1.00**คำอธิบาย:** *Polycope sp.2* มีลักษณะเปลือกเกือบกลม ขอบด้านบนทั้งสองฝา (DB) หนา และอาจจะมียูบด้านบน ออสตราคอดชนิด *P. sp.2* ไม่สามารถเปรียบเทียบกับชนิดที่มีรายงานได้**แหล่งที่พบ:** ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-5, หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น***Polycope sp.3***

แผ่นภาพ 17 ภาพที่ 8-13

ตัวอย่าง: ตัวอย่างเปลือกสมบูรณ์ 6 ตัวอย่าง**ขนาด:** H=0.25-0.48 mm, L=0.27-0.54 mm, H/L=0.88-0.96**คำอธิบาย:** *Polycope sp.3* มีเปลือกเกือบกลม และมีขอบบน (DB) ตรง ซึ่ง *P. sp.3* ต่างจาก *P. sp.1* ที่มีอัตราส่วน H/L น้อยกว่า และต่างจาก *P. sp.2* โดยมี DB เป็นเส้นตรงและไม่มียูบด้านบน**แหล่งที่พบ:** ตัวอย่างหมายเลข 08LO02-6 และ 08LO02-10 หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโหฬาร หมวดหินน้ำมโหฬาร จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ยุคเพอร์เมียนตอนต้น

4.4 การกระจายของออสตราคอดและการแปลผลนิเวศวิทยาบรรพกาล

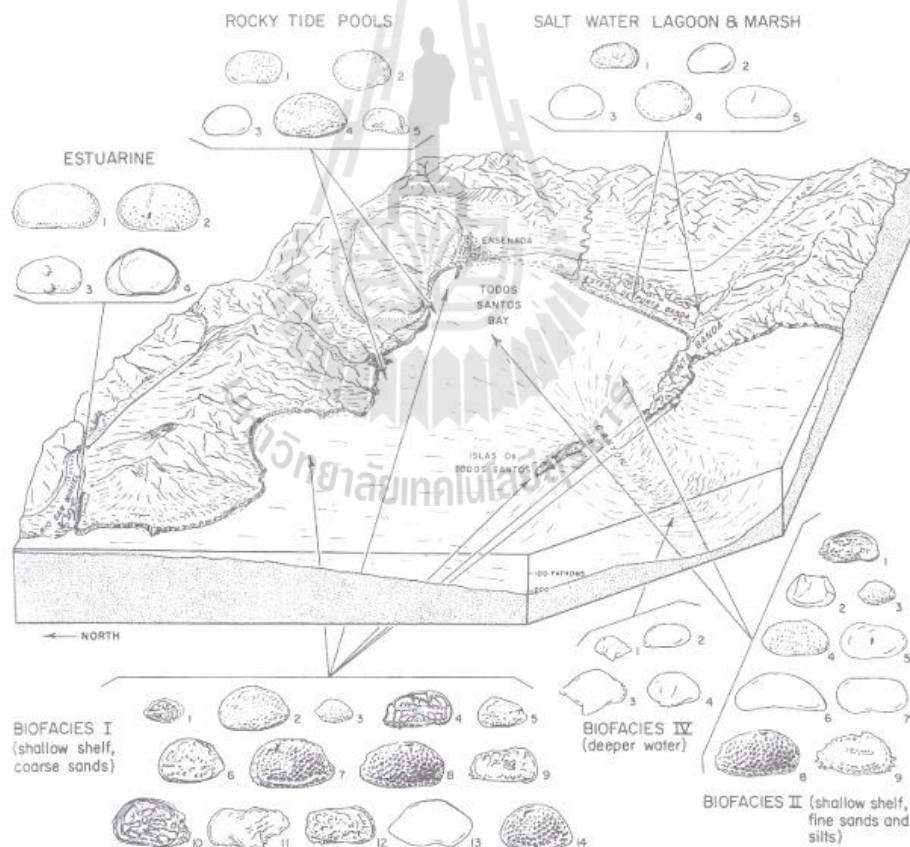
ออสตราคอด 98% อาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหน้าดิน และเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างรูปแบบของสภาพแวดล้อมสมัยโบราณ ประโยชน์สำคัญเหนือจุดบรรพชีวินอื่น ๆ คือสามารถนำมาแปลผลนิเวศวิทยาบรรพกาลได้ ซึ่งจากงานวิจัยนี้ได้นำผลการสำรวจการกระจายของออสตราคอด มาใช้เป็นเครื่องมือแสดงลักษณะทางนิเวศวิทยาบรรพกาลตามหัวข้อการศึกษาดังนี้ 1) สรุปลักษณะการกระจายและนิเวศวิทยาของออสตราคอด 2) ลักษณะของนิเวศวิทยาบรรพกาลของออสตราคอดและการแปลผลระดับของออกซิเจนในสิ่งแวดล้อมจากออสตราคอด และ 3) การแปลผลนิเวศวิทยาบรรพกาล

4.4.1 การกระจายและนิเวศวิทยาของออสตราคอด

จากการศึกษาของ Moore (1961) และ Pokorny (1987) ออสตราคอดที่ยังมีชีวิตอยู่ในปัจจุบันอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำประมาณ 98% มีบางชนิดและบางระยะการเจริญเท่านั้นที่อาศัยอยู่ในมวลน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีระยะวัยอ่อนเป็นแพลงก์ตอน ออสตราคอดจะอาศัยอยู่ในน้ำจืด น้ำกร่อย และในทะเล ออสตราคอดที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดโดยทั่วไปมีเปลือกเรียบ บาง และมีหินปูนสะสมน้อย เปลือกมีน้ำหนักเบาจึงสามารถว่ายน้ำไปได้หลายเซนติเมตรเหนือพื้น บางชนิดปรับตัวไปอาศัยอยู่ในดินชื้นและเศษซากใบไม้ ออสตราคอดหลายชนิดกินเศษซากอินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น ไดอะตอม โปรติสต์ และแบคทีเรีย มีบางชนิดเท่านั้นที่กินซากและเป็นผู้ล่า ส่วนออสตราคอดที่อาศัยอยู่ในทะเลมีเปลือกที่หนักกว่า ดังนั้นจึงกลานตามพื้น ผังตัวตามพื้น หรือแทรกอยู่ตามหิน กินเศษซากอินทรีย์ หรือล่าโปรติสต์ หรือหนอนเป็นอาหาร ชอบอาศัยอยู่ในทรายปนเลน หรือทรายละเอียด มากกว่าจะอาศัยอยู่ในโคลนที่ไม่มีออกซิเจน ในหินเกลือหรือทรายควอตซ์ และหินปูน เปลือกของออสตราคอดแสดงให้เห็นแหล่งที่อยู่หรือสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัย ความละเอียด ขนาด และลวดลายของเปลือกจะแสดงแหล่งที่มันอยู่ ว่ามีความแข็งแรง ขนาดของตะกอน และขนาดรูพรุนของพื้นผิวว่าเป็นอย่างไร ตัวอย่างเช่น ถ้าอาศัยอยู่ในพื้นผิวหยาบมันจะมีเปลือกหนาและมีลวดลายที่ผิวเปลือกหยาบ ถ้าเป็นกลุ่มที่ขุดรูอยู่ในทรายมักจะมีขนาดเล็ก เปลือกเรียบและแข็งแรง ถ้าขุดรูอยู่ตามทรายละเอียด และโคลน มักจะมีผิวเปลือกเรียบและรูปร่างยาว (ภาพที่ 4.11) ส่วนพวกที่ว่ายน้ำอยู่เหนือพื้นเล็กน้อยจะมีเปลือกเรียบ บาง มีรูปร่างแบนไขหรือเกือบกลมเมื่อมองจากด้านข้าง และมีแอนเทนนายาวและแข็งแรง

ออสตราคอดเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ทั่วไปแต่ส่วนใหญ่สามารถอาศัยอยู่ในช่วงความเค็มจำเพาะ ตั้งแต่ในน้ำจืดจนถึงความเค็มสูง ซึ่งความเค็มสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับคือ น้ำจืด (< 0.5 ppt) น้ำกร่อย (0.5 – 30 ppt) และน้ำเค็ม (30 – 40 ppt) สภาพที่มีความเค็มสูงคือมีความเค็มสูงกว่า 40 ppt โดยทั่วไปความหนาแน่นของออสตราคอดน้ำเค็มจะสูงกว่าสภาพความเค็มปกติ

ความลึกส่งผลต่อการกระจายของออสตราคอด โดยแท้จริงแล้วปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น ความดันของน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามความลึก และทำให้ปริมาณออสตราคอดและความหลากหลายเปลี่ยนแปลงไปด้วย ออสตราคอดที่อาศัยอยู่ที่พื้นทะเลที่อาศัยอยู่ในระดับความลึกต่าง ๆ สามารถแบ่งได้เป็น ไหล่ทวีปชั้นใน (inner-shelf) ไหล่ทวีปชั้นนอก (outer-shelf) และระหว่างแสงส่องถึงเขตน้ำลึก (bathyal-abysal) บริเวณไหล่ทวีปหรือเขตทะเลตื้นมีความลึกอยู่ระหว่าง 0 ถึง 200 เมตร จะมีความหลากหลายของออสตราคอดมากที่สุดและมีจำนวนประชากรหนาแน่นที่สุดบริเวณขอบของพื้นที่ ส่วนเขตแสงส่องถึงและเขตน้ำลึก ที่ความลึกระดับ 1000 ถึง 1500 เมตร อุณหภูมิอยู่ในช่วง 4 – 6 องศาเซลเซียส ออสตราคอดที่อาศัยอยู่จะมีทั้งเปลือกเรียบและเปลือกมีหนามยาว (เช่น biofacies IV ในภาพ 4.11) เช่นเดียวกับสัตว์อื่น ๆ บริเวณเขตร้อนมีความหลากหลายของออสตราคอดสูงกว่าในเขตละติจูดสูง

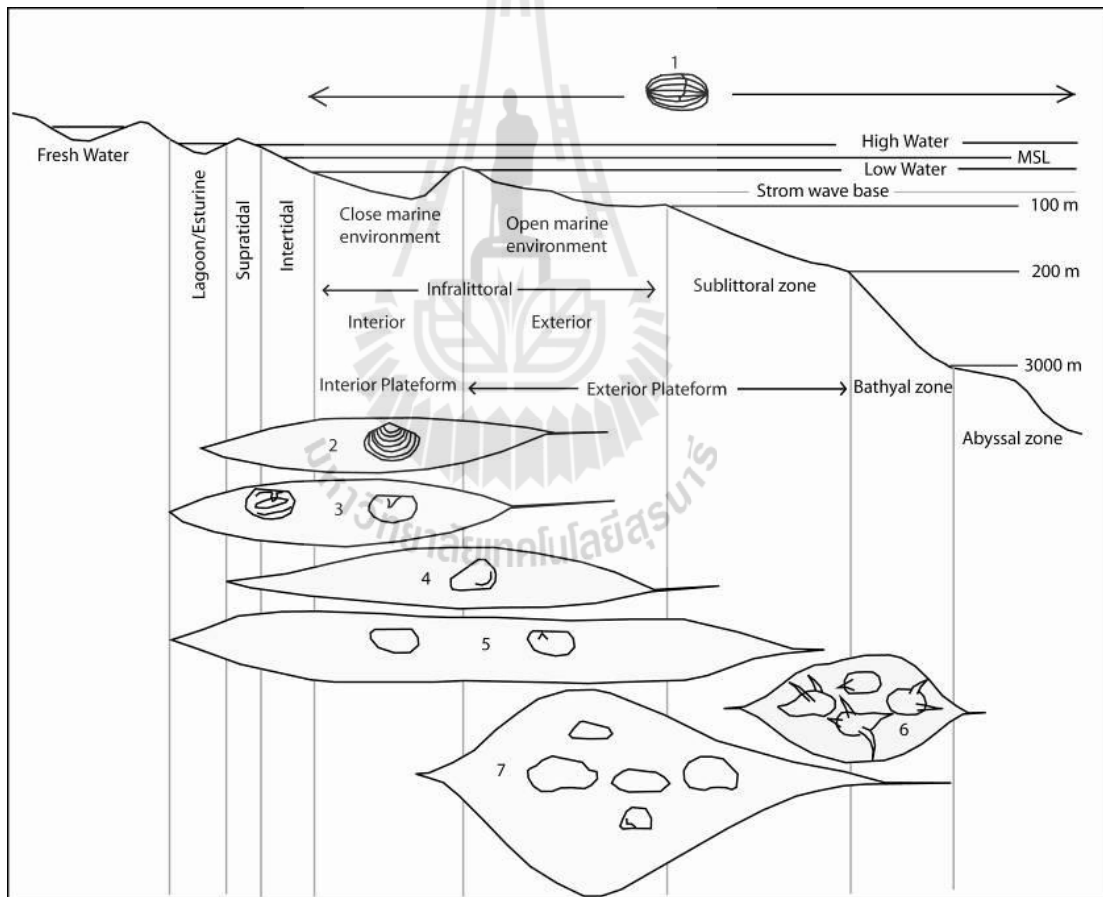


ภาพที่ 4.11 แสดงการแพร่กระจายของออสตราคอดตามชุดลักษณะชีวภาพ (biofacies) ที่อ่าว Todos Santos ประเทศเม็กซิโก และองค์ประกอบหลัก (Moore, 1961) ลักษณะเปลือก เช่น ขนาด รูปร่าง และลวดลายแสดงลักษณะของแหล่งที่อยู่

4.4.2 ลักษณะนิเวศวิทยาบรรพกาลของออสตราคอด

การวิเคราะห์นิเวศวิทยาบรรพกาลโดยใช้ออสตราคอดมีหลายวิธี อาทิ เปรียบเทียบรูปแบบของชนิดที่ยังมีชีวิต หน้าที่และสัณฐานวิทยาของเปลือก โครงสร้างของประชากร สังคม และชนิด ของออสตราคอด การวิเคราะห์การรวมกลุ่มของฟอสซิล และการวิเคราะห์ตะกอน (Pokorny, 1978) ในวิธีเหล่านี้ ลักษณะนิเวศวิทยาบรรพกาลของออสตราคอดวงศ์ต่าง ๆ หรือมหาวงศ์ต่าง ๆ ได้มีการศึกษาของยูคพาเลียโอโซอิคตอนปลายไว้แล้ว (Peterson and Kaesler, 1980; Crasquin, 1984; Costenzo and Keasler, 1987; and Melnyk and Maddocks, 1988a; 1988b)

จากข้อมูลของผู้วิจัยข้างต้น ลักษณะของออสตราคอดวงศ์/มหาวงศ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ดังนี้ (ภาพที่ 4.12)



ภาพที่ 4.12 แสดงแผนภาพกลุ่มของออสตราคอดยุคคาร์บอนิเฟอรัสที่กระจายตามแนวขอบทวีป

1: Entomozoidae; 2: Cryptophyllus; 3: Kloedenelloidea; 4: Cavellinidae; 5:

Paraparchitidea; 6: Thuringian Ecozone; 7: Bairdioidea (ดัดแปลงจาก Crasquin, 1984)

Hollinoidea: เป็นกลุ่มที่คลานตามพื้นหรือว่ายน้ำบนพื้นผิวที่แข็งแรงและคงรูป อยู่ในความเค็มช่วงกว้างแถบน้ำตื้นหรือตื้นมาก มีขนาดใหญ่และมีโครงสร้างเป็นสัน (adventral structure) ซึ่งอาจจะบ่งชี้ว่าอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามขอบ เช่น ปากอ่าว แนวตะกอนปากอ่าว และทะเลสาบ

Kirkbyoidea: เป็นกลุ่มที่อยู่ใต้เขตน้ำขึ้นน้ำลงในทะเล อยู่บนพื้นผิวหินปูน โคลนที่แข็งแรงและคงรูป อาจจะคลานบนพื้นหรือว่ายน้ำ

Paraparchitidea: อยู่บริเวณที่ตื้นหรือตื้นมาก ในที่มีความเค็มช่วงกว้าง อยู่บนพื้นผิวตะกอนเลน อาจจะเป็นกลุ่มที่คลานตามพื้น บางชนิดสามารถอยู่ได้ทั้งน้ำกร่อยและที่ความเค็มสูง แต่ไม่พบอยู่ในเขตไหล่ทวีปด้านนอก

Cavellinidae: อาศัยอยู่ในที่ตื้นมาก จนถึงเขตตื้น อยู่ในความเค็มช่วงกว้าง ฟังตัวอยู่ในพื้นโคลน

Bairdioidea: อาศัยอยู่ในเขตตื้นถึงทะเลลึกบนพื้นโคลนเนื้อแน่น ในเขตน้ำอุ่น สมาชิกของ Bairdiocyprididae เช่น *Silenites* และ *Baschkirina* ชอบอาศัยอยู่ใกล้ชายฝั่งและบนพื้นโคลน

Kloedenelloidea: อาศัยอยู่ในที่ตื้นมาก มีความเค็มช่วงกว้าง อยู่บนพื้นผิวที่คงรูปหรืออ่อนนุ่ม และฟังตัวอยู่ในดิน

Youngielloidea: อยู่ในทะเลตื้น

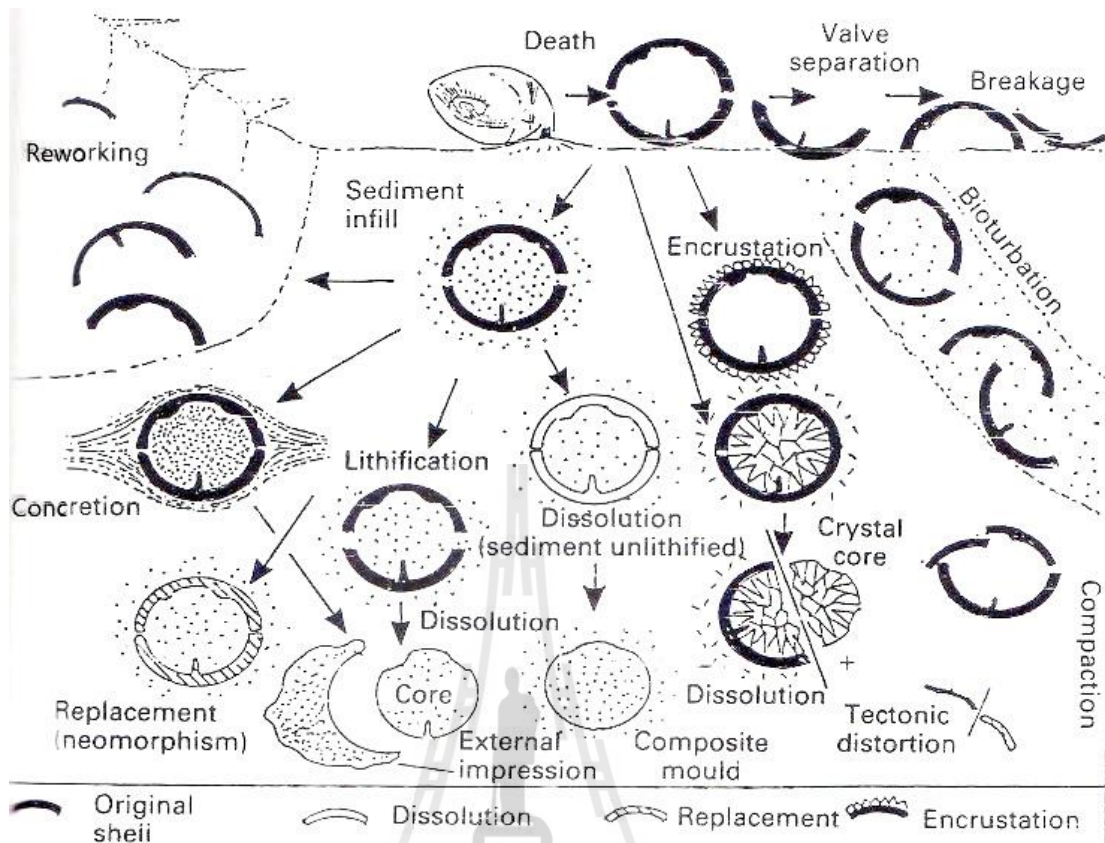
Aparchitidae: ออสตราคอดชนิด *Cyathus* อาจจะอาศัยอยู่นอกชายฝั่ง

Cytherideidae: ออสตราคอดชนิด *Basslerella* อาศัยอยู่เฉพาะนอกชายฝั่ง แต่บางชนิดที่มีขนาดใหญ่ชอบอาศัยอยู่ใกล้ชายฝั่ง

Pachydomellidae: ออสตราคอดชนิด *Microcheilinella* อาศัยอยู่นอกชายฝั่ง

Cladocopina: สมาชิกของกลุ่มนี้อาศัยอยู่ใกล้ชายฝั่งที่มีความเค็มช่วงกว้าง

ตัวอย่างออสตราคอดส่วนใหญ่ที่พบในการศึกษานี้ จะมีเปลือกปิดซึ่งแสดงว่าจะมีการเคลื่อนที่น้อย อยู่ในพื้นผิวอ่อนนุ่มและมีปริมาณตะกอนมาก (Oertel, 1971) ดังภาพที่ 4.13 และพบในหินปูนที่มีเนื้อหินพื้นมาก (matrix-supported limestone) และพบตั้งแต่ตัวอย่างขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่



ภาพที่ 4.13 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพของหอยสองฝา รวมทั้งปราคิโอพอดและออสตราคอด (Goldring, 1991)

4.4.3 การสร้างรูปแบบปริมาณออกซิเจนในน้ำทะเลโดยอ้างอิงจากออสตราคอด

ออสตราคอดกลุ่มกรองกินยุคพาลีโอโซอิกหลากหลายกลุ่มได้ถูกนำมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับการกินและหายใจของออสตราคอดยุคหลังพาลีโอโซอิก (Whatley, 1990; 1992) ออสตราคอดกลุ่มกรองกินจะต่างจากกลุ่มกินสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนตามพื้นเป็นอาหาร คือจะมีแผ่นเหงือกจำนวนมากเพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวการแลกเปลี่ยนแก๊สในระบบการหายใจ และช่วยกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในน้ำโดยใช้ขนพิเศษเพื่อส่งเข้าปาก รูปแบบการกินนี้เป็นประโยชน์ต่อออสตราคอดแบบกรองกินเมื่อปริมาณออกซิเจนต่ำ Lethiers and Whatley (1994) ได้แสดงว่าหลักการนี้ใช้ในยุคพาลีโอโซอิกได้โดยศึกษาข้อมูลตะกอนและบรรพชีวินระหว่าง Emsian และ Visian จำนวน 43 พื้นที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถอธิบายปริมาณของออกซิเจนด้วยวิธีอื่น ผลการศึกษาพบว่าเมื่อพบออสตราคอดกลุ่มกรองกินมากขึ้น ปริมาณออกซิเจนจะลดลง และออสตราคอดกลุ่มกรองกินในยุคพาลีโอโซอิกตอนปลายคือออร์เดอร์ Palaeocopida ประกอบด้วยวงศ์ Paraparchitidea Kloedenelloidea และ Kirkbyoidea และออร์เดอร์ Platycopina

ประกอบด้วยวงศ์ Cavellinidae และออสตราคอดกลุ่มกินตะกอนอินทรีย์คือออร์เดอร์ Podocopida ประกอบด้วยวงศ์ Bairdiocyprididae ซึ่งมีสกุล *Microcheilinella* และวงศ์ Bairdioidea Lethiers and Whatley (1994) ได้เสนอแบบจำลองเพื่อประมาณระดับออกซิเจนในน้ำทะเลโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของปริมาณออสตราคอดดังภาพที่ 4.14 และในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้ในการเพื่อประมาณระดับออกซิเจนในพื้นที่ศึกษา

Environments	Biostrome	Open	← Carbonate Platform →	+/- restricted	Mud Zones	Black shales			
Specimen abundance	+/- high according to energy levels			Often very high	Low	Very low			
Percentage of filter-feeding species	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Approximate Oxygen concentration (m/l)	6		5	4	3	2	1	0.5	

ภาพที่ 4.14 แบบจำลองระดับของออกซิเจนโดยอ้างอิงจากจำนวนออสตราคอดแบบกรองกิน (Lethiers and Whatley, 1994)

4.4.4 การกระจายของออสตราคอดและการแปลผลนิเวศวิทยาบรรพกาลของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาออสตราคอดยุคเพอร์เมียนพบออสตราคอดจากตัวอย่างหินปูนในพื้นที่เลขดังตารางที่ 4.1 พบออสตราคอดจำนวนน้อยจากตัวอย่างพื้นที่ศึกษาหมายเลข 08LO01 จึงไม่สามารถแปลผลสิ่งแวดล้อมในยุคนั้นได้

ออสตราคอดยุคเพอร์เมียนที่พบมากในการศึกษานี้เป็นชนิดที่อาศัยอยู่ในเขตทะเลตื้นตั้งแต่บริเวณขอบทะเลจนถึงไหล่ทวีปด้านนอก (exterior platform) (ภาพที่ 4.12) ซึ่งสามารถจำแนกได้โดยลักษณะเปลือกหนาอาจมีเปลือกเรียบหรือลายตาข่าย กลุ่มที่พบมากที่สุดคือวงศ์ Bairdioidea ตัวอย่างเช่น *Bairdia* *Acratia* *Bairdiocypris* และ *Bashkirina* ซึ่งอยู่ในบริเวณนอกชายฝั่งเล็กน้อย แต่เปลือกของออสตราคิดเหล่านี้หนา อ้วน และยาว ไม่บอบบางหรือมีหนามแบบที่พบในทะเลลึก (Crasquin, 1984; Yuan *et al.*, 2007)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลสรุปชนิดของออสตราคอดยุคเพอร์เมียนที่พบในพื้นที่ศึกษา

ลำดับ ที่	ชนิดออสตราคอด	พื้นที่ศึกษา			
		08LO01	08LO02	08LO05	08LO07
Aparchitidae					
1	<i>Cyathus</i> sp.1	+			
2	Kloedenellidae indet.		+		
Paraparchitidea					
3	<i>Paraparchites</i> sp.1	+	+		
4	<i>Shemonaella</i> sp.1		+		
5	<i>Samarella</i> sp.3				+
Kirkbyoidea					
6	<i>Kirkbya</i> sp.3				+
7	<i>Knightina</i> sp.3		+		
8	<i>Polytylites</i> sp.				+
9	<i>Permoyoungiella</i> sp.		+		
Bairdioidea					
10	<i>Bairdia lungtanensis</i> Chen, 1958		+		
11	<i>B. cf. urodeloformis</i> Chen, 1987				+
12	<i>B. trianguliformis</i> Chen, 1958		+		+
13	<i>Bairdia</i> sp. 4		+		
14	<i>Bairdia</i> sp. 8		+		
15	<i>Bairdia</i> sp. 19				+
16	<i>Bairdia</i> sp. 35		+		+
17	<i>Bairdia</i> sp. 36		+		
18	<i>Bairdia</i> sp. 37		+		
19	<i>Bairdia</i> sp. 38		+		+
20	<i>Bairdia</i> sp. 39		+		
21	<i>Bairdia</i> sp. 40				+
22	<i>Bairdia</i> sp. 41				+
23	<i>Bairdia</i> sp. 42		+		+

ลำดับ ที่	ชนิดออสตราคอด	พื้นที่ศึกษา			
		08LO01	08LO02	08LO05	08LO07
24	<i>Bairdia</i> sp. 43		+		
25	<i>Bairdia</i> sp. 44		+		+
26	<i>Bairdia</i> sp. 49				+
27	<i>Bairdia</i> sp. 53		+		
28	<i>Bairdia</i> sp. 54				+
29	<i>Bairdia</i> sp. 59				+
30	<i>Bairdia</i> sp. 61		+		
31	<i>P.?</i> sp.	+			
32	<i>Bairdiacypris</i> sp. 4				+
33	<i>Bairdiacypris</i> sp. 6				+
34	<i>Fabalitypris</i> sp. 3	+			
35	<i>Silenites</i> sp.2		+		
36	<i>Liuzhinia</i> sp.2		+		
37	<i>Kempfina</i> sp.2	+			
38	<i>Acratia</i> sp.1				+
39	<i>Acratia</i> sp.3				+
40	<i>Acratia</i> sp.4				+
41	<i>Baschkirina</i> sp. 3		+		
42	<i>Baschkirina</i> sp. 4		+		
Pachydomillidae					
43	<i>Microcheilinella</i> sp.2				+
44	<i>Bogerscottia?</i> sp.			+	
45	<i>Bairdioidea</i> sp.A		+		
Geroiidae					
46	<i>Pseudacanthoscapha striatula?</i> (Shi,1982)				+
Cytherideidae					
47	<i>Basslerella</i> sp.1				+

ลำดับ ที่	ชนิดออสตราคอด	พื้นที่ศึกษา			
		08LO01	08LO02	08LO05	08LO07
48	<i>Basslerella</i> sp.2		+		
	Polycopidae				
49	<i>Polycope</i> sp.1		+		
50	<i>Polycope</i> sp.2		+		
51	<i>Polycope</i> sp.3		+		

หมายเหตุ LO = พื้นที่เลข + = พบตัวอย่างออสตราคอด

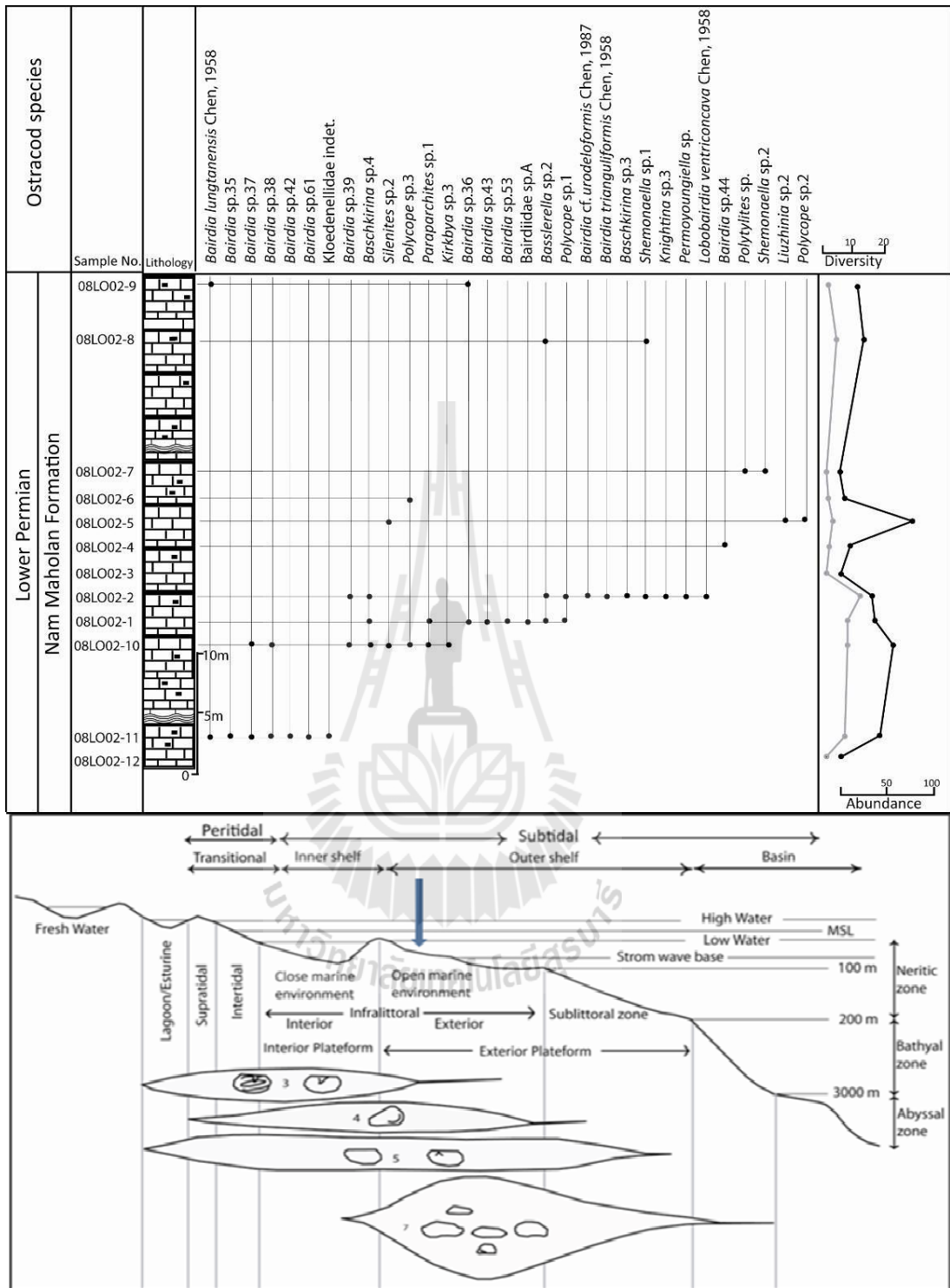
1) การกระจายของออสตราคอดในพื้นที่ถ้ำน้ำมโหฬาร (08LO02) (ภาพที่ 4.15)

เก็บตัวอย่างออสตราคอดได้ 10 ตัวอย่างจากหน้าตัดหิน 12 ตัวอย่างในพื้นที่ 08LO02 ประกอบด้วย วงศ์ที่พบมากที่สุดคือ Bairdioidea (58.1%) และวงศ์อื่น ๆ คือ Paraparchitidea Kirkbyoidea และ Polycopidae (10.30% ในแต่ละวงศ์) Kloedenelloidea (7%) และ Cytherideidae (4%) ซึ่งออสตราคอดที่อยู่ในวงศ์ Kirkbyoidea และ Kloedenelloidea (17.30%) เป็นวงศ์ที่พบในเขตทะเลตื้น และมีความเค็มช่วงกว้าง

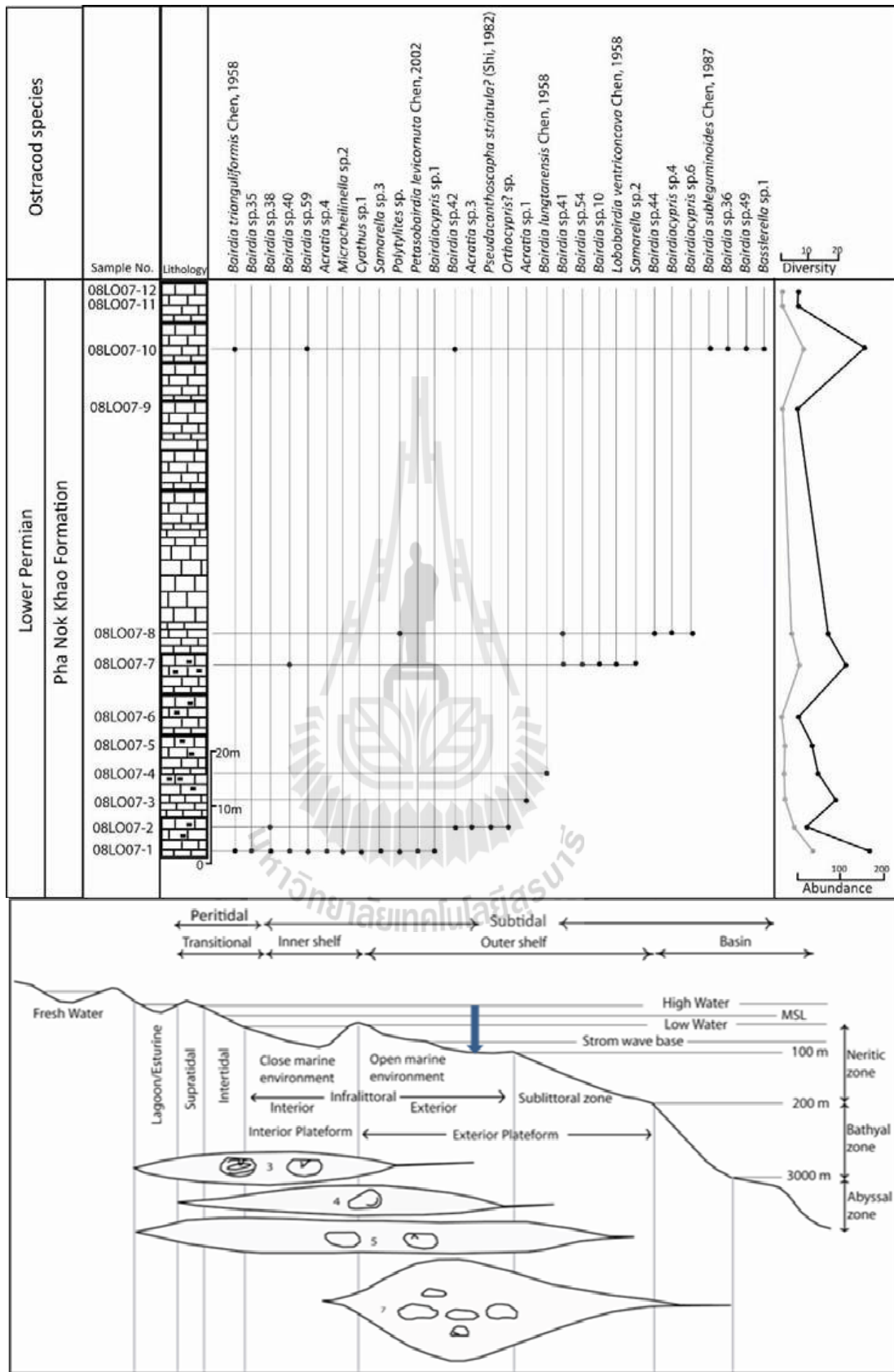
ดังนั้นสภาพแวดล้อมของช่วงเวลานั้นคือทะเลเปิด น้ำตื้น ใต้น้ำขึ้นน้ำลง มีความเค็มช่วงกว้างจนถึงความเค็มปกติ เบอร์เซนต์ของออสตราคอดแบบกรองกิน (Paraparchitidea Kloedenelloidea และ Kirkbyoidea) คือ 27.6% ซึ่งประมาณระดับออกซิเจนได้เท่ากับ 5.5 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งเป็นสภาวะทะเลปกติ

2) การกระจายของออสตราคอดในพื้นที่เหมืองศักดิ์ชัย (08LO07) (ภาพที่ 4.16)

กลุ่มของออสตราคอดที่พบในพื้นที่ศึกษา 08LO07 มีกลุ่มเด่นคือวงศ์ Bairdioidea (79.3%) และวงศ์อื่นได้แก่ Paraparchitidea (6.87%) Kirkbyoidea (3.4%) Aparchitidae (3.4%) Pachydomellidae (3.4%) และ Cytherideidae (3.4%) สภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษาในเวลานั้นคือทะเลเปิด ใต้น้ำขึ้นน้ำลง และนอกชายฝั่งที่มีความเค็มปกติ การไม่พบออสตราคอดวงศ์ Kloedenelloidea และพบ Paraparchitidea จำนวนน้อย ทำให้เห็นความแตกต่างจากพื้นที่ 08LO02 นั่นคือพื้นที่ 08LO07 มีความลึกมากกว่า นอกจากนี้ยังพบ Cytherideidae (*Basslerella* sp.2) ซึ่งแสดงว่าพื้นที่นี้อยู่ในตำแหน่งทะเลที่ไกลออกไป มีปริมาณออกซิเจนสูงกว่า 6 มิลลิลิตร/ลิตร เนื่องจากพบออสตราคอดแบบกรองกินจำนวนน้อย



ภาพที่ 4.15 แสดงการกระจายของออสตราคอดในพื้นที่น้ำมโหฬาร



ภาพที่ 4.16 แสดงการกระจายของออสตราคอดในพื้นที่เหมืองศักดิ์ชัย

4.4.5 สรุปนิเวศวิทยาบรรพกาลของพื้นที่ศึกษาโดยอ้างอิงจากการพบออสตราคอด

กลุ่มออสตราคอดยุคเพอร์เมียนจากการวิจัยนี้เป็นชนิดที่อยู่ในทะเลตื้นซึ่งอยู่ตามขอบทะเลจนถึงไหล่ทวีปด้านนอก จากลักษณะของนิเวศวิทยาบรรพกาลของวงศ์หรือมหวงศ์ออสตราคอด (Peterson and Kaesler, 1980; Crasquin, 1984; Costenzo and Keasler, 1987; and Melnyk and Maddocks, 1988a; 1988b) กลุ่มออสตราคอดที่ได้จากการศึกษานี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) น้ำตื้นมากอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง 2) น้ำตื้นต่อจากเขตน้ำขึ้นน้ำลงในเขตไหล่ทวีปตอนใน และ 3) น้ำตื้นในเขตไหล่ทวีปด้านนอก กลุ่มที่ชอบอาศัยอยู่ต่อจากเขตน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงไหล่ทวีปชั้นนอกจะพบวงศ์ Bairdioidea (มากกว่า 70%) ตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ 08LO07 มีลักษณะสภาพแวดล้อมทางทะเลปกติ น้ำตื้นจนถึงค่อนข้างลึก มีระดับความเค็มปกติ และอาจจะอยู่ในเขตไหล่ทวีปชั้นนอก กลุ่มออสตราคอดที่อาศัยอยู่ต่อจากเขตน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงไหล่ทวีปชั้นใน เช่น พื้นที่ 08LO02 ซึ่งมีความหลากหลายมากกว่าพื้นที่ข้างต้น แต่เปอร์เซ็นต์ของวงศ์หรือมหวงศ์ที่พบไม่สามารถระบุได้ว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ตื้นกว่าหรือลึกกว่า ออสตราคอดวงศ์อื่น ๆ ที่พบ เช่น Paraparchitidea Cytherideidae Cavellinidae Pachydomellidae Aparchitidea Coelonellidae และ Polycopidae บอกได้ว่าสภาพแวดล้อมนี้มีออสตราคอดหลายชนิดสามารถอาศัยอยู่ได้ และเป็นที่น่าสังเกตว่าจากการศึกษานี้พบออสตราคอดในพื้นที่ที่มีอิทธิพลจากคลื่นจำนวนน้อย และพื้นที่ข้างต้นทั้งหมดอยู่ในจุลทวีปอินโดจีน (Indochina block)

จากผลของการศึกษาออสตราคอดยุคโบราณสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ 08LO02 และ 08LO07 จากพื้นที่เลย อยู่ในยุคเพอร์เมียนที่เป็นทะเลเปิด ต่อจากเขตน้ำขึ้นน้ำลง อยู่ด้านล่างแนวปะทะคลื่น ในเขตไหล่ทวีปชั้นในและชั้นนอก ที่มีระดับความเค็มปกติ

ระดับออกซิเจนในน้ำทะเลสามารถบอกได้โดยใช้เปอร์เซ็นต์ของออสตราคอด กลุ่มกรองกินต่อกลุ่มกินซากตะกอนตามพื้นที่โดยใช้แบบจำลองของ Lethiers and Whatley (1994) พื้นที่ศึกษาทั้งหมดอยู่ในสภาวะปริมาณออกซิเจนสูง (ประมาณมากกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งแสดงว่าเป็นสภาพแวดล้อมทางทะเลปกติ

4.5 ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล

เนื่องจากฟอสซิลของออสตราคอดมีประวัติศาสตร์อันยาวนาน มีจำนวนมาก มีความหลากหลายสูง แพร่กระจายตามความลึก อุณหภูมิ พื้นผิว และไม่มีระยะที่อยู่ในมวลน้ำ จึงทำให้สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างรูปแบบชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลได้ (Whatley, 1988) นอกจากนี้การปรากฏของออสตราคอดในที่ต่าง ๆ หรือชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลของสัตว์กลุ่มนี้จึงมี

ความสำคัญในด้านทำให้เกิดความรู้การแพร่กระจายและการเชื่อมต่อทางภูมิศาสตร์ผ่านการตกตะกอนสะสมในระยะเวลาอันยาวนาน

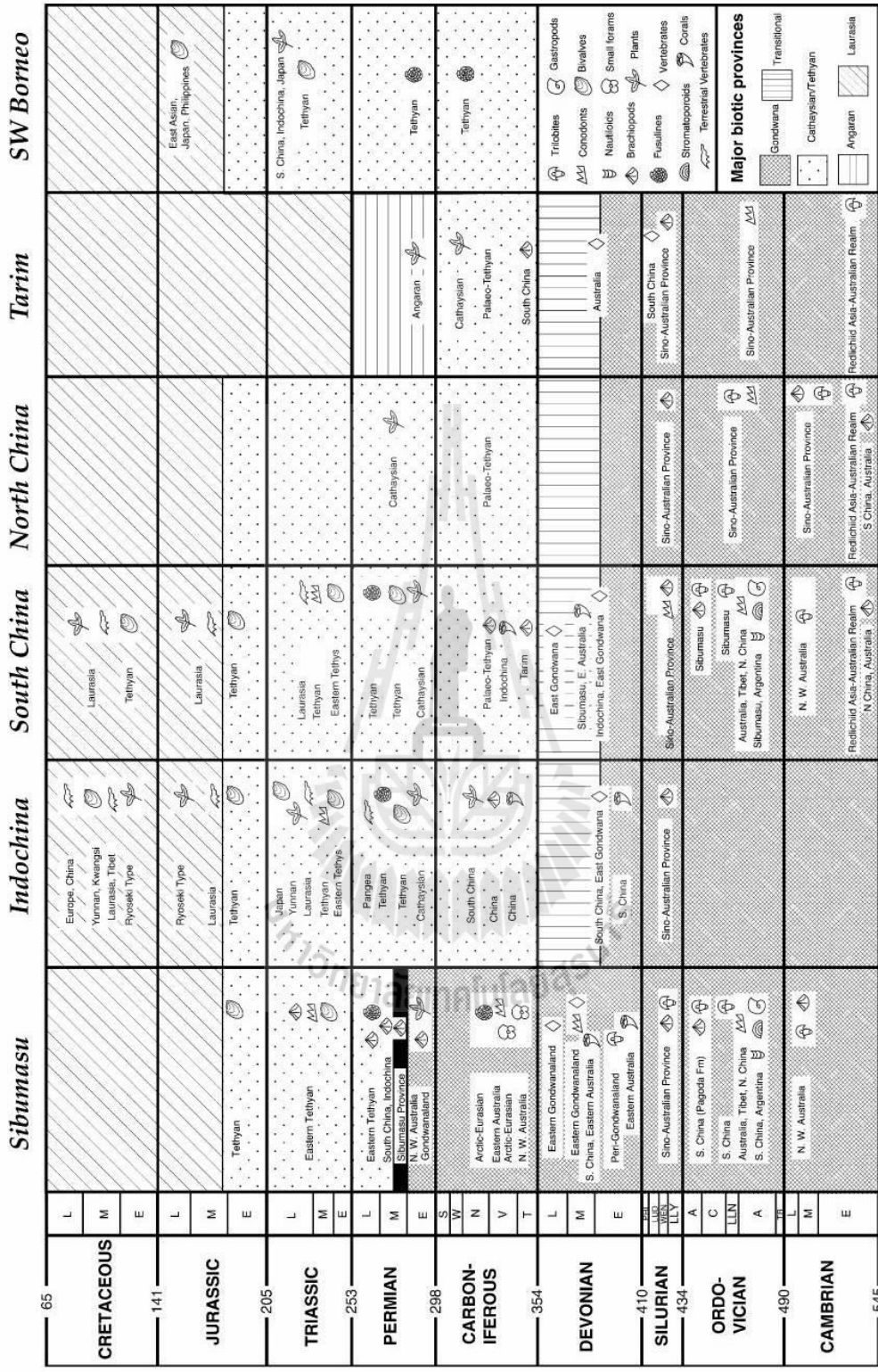
จากข้อมูลของแผ่นเปลือกโลกของประเทศไทยยุคเพอร์เมียน พื้นที่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในทะเล ซึ่งบริเวณแผ่นเปลือกโลกนี้สามารถแบ่งเป็นพื้นที่ใหญ่ ๆ 2 พื้นที่ คือ 1) แผ่นทวีปคาเทเซียน (Cathaysian terranes) ประกอบด้วยจุลทวีปจินตอเหนือ จินตอใต้ และอินโดไชน่า 2) แผ่นทวีปซิมมาเรียน (Cimmerian terranes) ประกอบด้วยทวีปตุรกี อิหร่าน อัฟกานิสถานตอนเหนือ ธิเบตตอนเหนือ และไซบูมาสุ (Sibumasu block) และแผ่นทวีปสองแผ่นนี้ถูกแยกจากกันตลอดยุคเพอร์เมียนโดยมหาสมุทรขนาดใหญ่เรียกว่าพาเลโอเทธิส (Paleotethys) จากนั้นทะเลก็ปิดในช่วงปลายของยุคเพอร์เมียนและไทรแอสสิก และทำให้เกิดแผ่นดินขนาดใหญ่ในบริเวณนี้ แต่การวิวัฒนาการและช่วงเวลาของแผ่นเปลือกโลกในประเทศไทยยังเป็นที่โต้แย้งกันอยู่ โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับว่า ประเทศไทยเกิดจากการรวมกันของ 2 ทวีปคือ จุลทวีปอินโดไชน่าทางตะวันออกเฉียง และไซบูมาสุทางตะวันตก ดังนั้นพืชและสัตว์ในยุคเพอร์เมียนในสองจุลทวีปนี้จะมี ความแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.17) จากการศึกษาของ Ueno (1999) และ Metcalfe (2002) หินปูนของ จุลทวีปอินโดไชน่าที่ตกตะกอนทับถมบริเวณขอบด้านตะวันตกของแผ่นทวีปประกอบด้วยสัตว์ ของแผ่นทวีปคาเทเซียน เช่นฟิวซูลินเชียน สกุล *Pseudoschwagerina* sp. *Afghanella* sp. และ *Yabeina* sp. ซึ่งฟิวซูลินเชียนกลุ่มนี้พบที่ตื้นในน้ำอุ่นของทะเลเขตร้อน ในทางตรงข้ามหินปูนของ จุลทวีปไซบูมาสุที่ตกตะกอนในแผ่นทวีปไซบูมาสุ ประกอบด้วยฟิวซูลินาเชียนสกุล *Shanita* sp. *Monodioxodina* sp. และ *Eopolydioxodina* sp.

จากข้อมูลข้างต้นและข้อมูลของออสตราคอดซึ่งน่าจะอาศัยและจำกัคอยู่ในเขตพาเลโอเทธิส ออสตราคอดสกุลที่พบในงานวิจัยนี้เป็นชนิดที่พบมาก (common species) ในยุคเพอร์เมียน และอยู่ในเขตนน้ำอุ่นของแนวพาเลโอเทธิส เช่น จินตอใต้ (Chen, 1958; Chen and Shi, 1982; Chen and Bao 1986; Shi and Chen, 1987; Shi and Chen 2002; Crasquin *et al.*, 2010) ซังการี (Kozur, 1985) คูนีเซีย (Lethiers *et al.*, 1989) และ โอมาน (Crasquin-Soleau *et al.*, 1999)

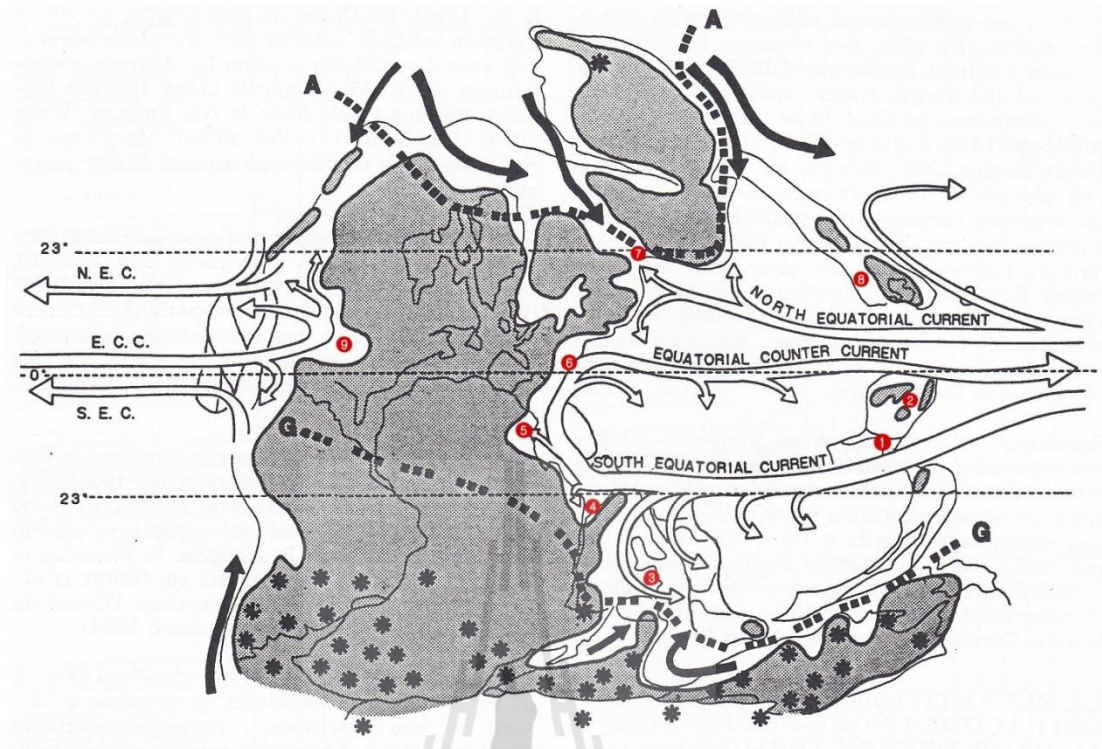
ในงานวิจัยนี้พบออสตราคอดในพื้นที่เลยทั้งหมด 51 ชนิด โดยมี 4 ชนิด (8%) พบใน แหล่งอื่น และ 46 ชนิด (90%) พบเฉพาะแหล่งนี้เท่านั้น (endemic species) การกระจายของออสตรา คอดส่วนใหญ่จะอยู่ที่พื้นที่ตื้นน้ำซึ่งปัจจัยทางนิเวศมีความจำเพาะ (เช่นพื้นผิว ความลึก อุณหภูมิ และความเค็ม) ออสตราคอดในยุคเพอร์เมียนตอนต้นจนถึงยุคเพอร์เมียนตอนกลางที่พบใน การศึกษานี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับออสตราคอดยุคเพอร์เมียนตอนต้นจนถึงยุคเพอร์เมียนตอน ปลายของจินตอใต้ ตัวอย่างเช่น *Bairdia luntanensis* และ *B. trianguliformis* ในยุคเพอร์เมียนตอน ปลาย ที่พบในเขตพื้นที่ศึกษาจังหวัดเลยและบริเวณใกล้เคียง ถูกค้นพบครั้งแรกในจินตอใต้โดย

Chen (1958) นอกจากนี้ *B. lungtanensis* ยังพบในยุคเพอร์เมียนตอนปลายของพื้นที่ Meishan ของจีนตอนใต้ (Shi and Chen, 1987) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าแผ่นจุลทวีปอินโดไชน่า (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางของประเทศไทย) มีการเชื่อมต่อกับแผ่นจุลทวีปไชน่าจนกระทั่งถึงยุคเพอร์เมียนตอนปลาย

การกระจายของออสตราคอดไปยังที่ไกล ๆ ในพื้นที่พาลีโอเทธิสสามารถอธิบายได้โดยร่องรอยของกระแสน้ำในมหาสมุทรยุคโบราณ (paleocurrent) มีทิศทางจากตะวันออกไปตะวันตก (Lethiers and Crasquin-Soleau, 1995) ดังภาพที่ 4.18 แนวกระแสน้ำบริเวณเส้นศูนย์สูตรสามารถพาออสตราคอดจากมาয়้านด้านตะวันตกของพาลีโอเทธิสได้ ตัวอย่างเช่นออสตราคอด 3 ชนิด คือ *Kloedcytherella oertlii* Kozur, 1985 *Sulcella suprapermiana* Kozur, 1985 และ *S.mesopermiana* Kozur, 1985 ยุคเพอร์เมียนตอนกลางและตอนปลายมีความสัมพันธ์กับอังกฤษ (Kozur, 1985) กรีซ (Crasquin-Soleau and Baud, 1998) อิสราเอล (Gerry *et al.*, 1987) และโอมาน (Crasquin-Soleau *et al.*, 1999) ออสตราคอดชนิด *Hollinella (Hollina) herrickana* ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย สัมพันธ์กับตุนีเซียยุคเพอร์เมียนตอนปลาย (Lethiers *et al.*, 1989) และชนิด *Kempfina qinglilai* ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย สัมพันธ์กับอิตาลี (Crasquin *et al.*, 2008) ซึ่งออสตราคอดเหล่านี้พบในยุคเพอร์เมียนตอนต้นและตอนกลางของประเทศไทย ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าสิ่งมีชีวิตในเขตร้อนสามารถกระจายไปยังตะวันตกช่วงทะเลยังเปิดอยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย



ภาพที่ 4.17 ถัดไว้และพื้นที่ในเขตพาลีโอไซคลิกและมีไซโซอิกและความสัมพันธ์ของแผ่นทวีปเอเชียตะวันออก (Metcalf, 2002)



ภาพที่ 4.18 แผนภาพแสดงแผนที่ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงยุคเพอร์เมียนตอนต้นซึ่งระบุตำแหน่งของยุคเพอร์เมียนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้* (ดัดแปลงจาก Lethiers and Crasquin-Soleau, 1995)

* คำอธิบายภาพ 5.3: 1: Thailand (Chitnarin *et al.*, 2008); 2: South China (Chen, 1958, Chen and Bao, 1986, Chen and Shi, 1982, Shi and Chen, 1987, Shi and Chen, 2002, Crasquin *et al.*, 2010); 3: Oman (Crasquin-Soleau *et al.*, 1999); 4: Israel (Gerry *et al.*, 1987); 5: Tunisia (Lethiers *et al.*, 1989); 6: Hungary, Italy (Kozur, 1985, Crasquin *et al.*, 2008); 7: Russian platform (Belousova, 1965, Gusseva, 1971); 8: North China (Guan, 1978); 9: Late Carboniferous and Permian of North America (Kellett, 1934, Ulrich and Bassler, 1906) เส้นหนา: ปก Permian coastlines, ภาพสีที่บ: แผ่นดิน, ลูกศรสีขาว : กระแสน้ำอุ่นที่ผิวหน้า, ลูกศรสีดำ: กระแสน้ำเย็นที่ผิวหน้า, A: เส้นแบ่งเขตทางใต้ของแผ่นอังการีอัน (Angarian), G: เส้นแบ่งเขตทางเหนือของกอนวานีอัน (Gondwanian)

4.6 การประยุกต์ใช้ออสตราคอดยุคเพอร์เมียนทางชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลระดับภูมิภาค

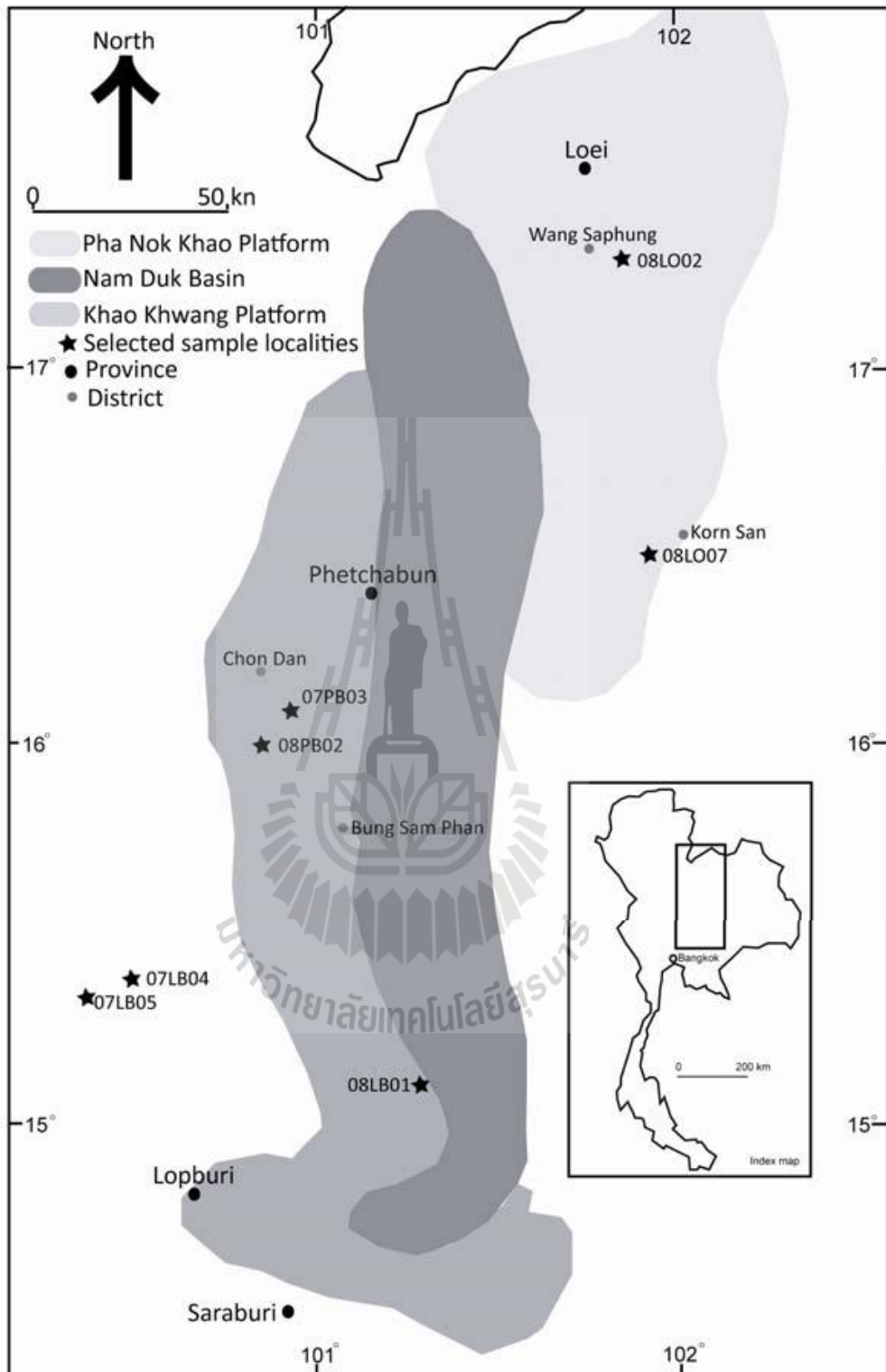
ชีวภูมิศาสตร์ยุคเพอร์เมียนในพื้นที่ศึกษานี้ ได้พิจารณาจากการสร้างแผนที่ชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลของ Wielchowsky and Young (1985) ซึ่งรายงานผลการศึกษาว่าการกระจายของ

คาร์บอนेटและซิลิกาซุกเพอร์เมียนในที่ราบภาคกลางของและแนวเขตตะวันตกของที่ราบสูงโคราช สามารถแบ่งพื้นที่ตามลักษณะหินจากทางตะวันตกไปตะวันออกได้เป็น แผ่นหินเขาขวาง แอ่งน้ำ คูค และแผ่นหินผานกเค้า (ภาพที่ 4.19) ซึ่งพื้นที่ศึกษาจังหวัดเลยและพื้นที่ใกล้เคียงอยู่ในส่วนแผ่นหินผานกเค้า

แผ่นหินผานกเค้าครอบคลุมพื้นที่เลยตั้งแต่อำเภอชุมแพทางตอนใต้ไปถึงอำเภอเชียงคานทางตอนเหนือ แผ่นหินคาร์บอนัตสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ 1) แผ่นหินบริเวณขอบ 2) แผ่นหินตอนใน และ 3) แผ่นหินตอนนอก จากการศึกษาของ Wielchowsky and Young (1985) โดยใช้ข้อมูลฟิวซิลินาเขียนที่พบ รายงานว่าแผ่นหินนี้อยู่ในยุคแอสซีเลียนตอนต้น (Asselian) จนถึงยุคกัวดาลูเปียน (Guadalupian)

นอกจากการศึกษาของ Wielchowsky and Young (1985) แล้ว ยังมีผู้ศึกษาชีวภูมิศาสตร์ซุกเพอร์เมียนของพื้นที่นี้อีกหลายงานวิจัยและยังมีข้อโต้แย้งหลายประเด็น เช่น แผ่นหินเหล่านี้เคลื่อนมาชนกันทางตะวันออกแล้วเคลื่อนตัวแยกกันตามแผ่นเปลือกโลก (Helmcke, 1994) หรือสองแผ่นมีลักษณะเอียงไปทางตะวันออกและมีแอ่งลึกอยู่ทางด้านตะวันตกอยู่ตั้งแต่เดิม (Tabakh and Utharoon, 1998) ดังนั้นจึงนำผลของออสตราคอดที่พบมาพิจารณาเทียบกับพื้นที่ศึกษา (ตาราง 4.2)

จากตารางที่ 4.2 ฟอสซิลออสตราคอดที่พบมากในแผ่นหินผานกเค้ามีจำนวน 28 ชนิด ซึ่งออสตราคอดชนิด *Polytylites* sp. (Kirkbyoidea) *Paraparchites* sp.1 และ *Samarella* sp.3 (Paraparchitidea) เป็นชนิดที่พบในน้ำทะเลตื้น ออสตราคอดชนิด *Paraparchites* sp.1 ที่พบในแผ่นหินผานกเค้าเป็นชนิดที่ปรากฏในช่วงแรกถึงช่วงปลายของซุกเพอร์เมียนตอนกลาง (แอสซีเลียนและมีเดียน) ส่วน *Samarella* sp.3 และ *Polytylites* sp. จะพบในซุกเพอร์เมียนตอนต้น นอกจากนี้ยังพบออสตราคอดวงศ์ Bairdioidea (*Bairdia* sp. *Acratia* sp. *Bairdiacypris* sp. *Silenites* sp. และ *Baschkirina* sp.) วงศ์ Aparchitidae (*Cyathus* sp.) และวงศ์ Cytherideidae (*Basslerella* sp.) ซึ่งออสตราคอดเหล่านี้มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เช่นเดียวกับที่พบในแผ่นหินเขาขวาง (Chitnarin *et al.*, 2008) แต่ไม่พบออสตราคอดวงศ์ Hollinoidea และ Kloedenelloidea ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบในเขตทะเลตื้นใกล้ชายฝั่ง ซึ่งแสดงว่าหินปูนซุกเพอร์เมียนของแผ่นหินผานกเค้าตกตะกอนสะสมไม่ไกลจากแผ่นหินเขาขวางซึ่งออสตราคอดสามารถแพร่กระจายไปได้



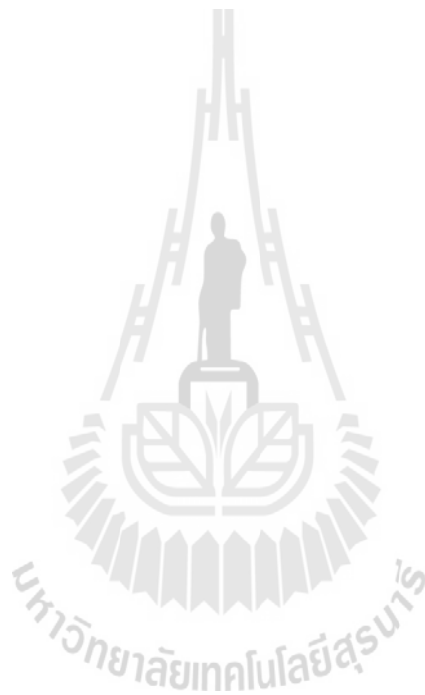
ภาพที่ 4.19 ซิวภูมิศาสตร์ยุคเพอร์เมียนภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยและตำแหน่งของพื้นที่ศึกษา (ดัดแปลงจาก Wielchowsky and Young, 1985)

ตารางที่ 4.2 แสดงชนิดที่พบบ่อย (common species) ในพื้นที่ศึกษา

ลำดับ ที่	ชนิดออสตราคอด	พื้นที่ศึกษา				C
		08LO	08LO	08LO	08LO	
		01	02	05	07	
1	<i>Cyathus</i> sp.1	+				1
2	<i>Paraparchites</i> sp.1	+	+			2
3	<i>Samarella</i> sp.3				+	1
4	<i>Polytylites</i> sp.				+	1
5	<i>Permoyoungiella</i> sp.		+			1
6	<i>Bairdia lungtanensis</i> Chen, 1958		+			1
7	<i>B. cf. urodeloformis</i> Chen, 1987				+	1
8	<i>B. trianguliformis</i> Chen, 1958		+		+	2
9	<i>Bairdia</i> sp. 4		+			1
10	<i>Bairdia</i> sp. 19				+	1
11	<i>Bairdia</i> sp. 35		+		+	2
12	<i>Bairdia</i> sp. 38		+		+	2
13	<i>Bairdia</i> sp. 42		+		+	2
14	<i>Bairdia</i> sp. 43		+			1
15	<i>Bairdia</i> sp. 44		+		+	2
16	<i>Bairdia</i> sp. 61		+			1
17	<i>Bairdiacypris</i> sp. 4				+	1
18	<i>Bairdiacypris</i> sp. 6				+	1
19	<i>Silenites</i> sp.2		+			1
20	<i>Acratia</i> sp.1				+	1
21	<i>Acratia</i> sp.3				+	1
22	<i>Acratia</i> sp.4				+	1
24	<i>Baschkirina</i> sp. 4		+			1
24	<i>Microcheilinella</i> sp.2				+	1
25	<i>Basslerella</i> sp.1				+	1
26	<i>Basslerella</i> sp.2		+			1

ลำดับ ที่	ชนิดออสตราคอด	พื้นที่ศึกษา				C
		08LO	08LO	08LO	08LO	
		01	02	05	07	
27	<i>Polycope</i> sp.1		+			1
28	<i>Polycope</i> sp.3		+			1

หมายเหตุ C = จำนวนพื้นที่ศึกษาที่พบ



บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้พบออสตราคอดยุคเพอร์เมียนจาก 4 พื้นที่ศึกษา (08LO01, 08LO02, 08LO05 และ 08LO07) ของพื้นที่จังหวัดเลยและบริเวณใกล้เคียง จากการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน การแปลผลทางนิเวศวิทยาบรรพกาล และการตรวจสอบชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลด้วยการใช้ออสตราคอดสามารถทำได้ แต่ยังมีบางประเด็นที่ต้องพิจารณาดังนี้

5.1 อภิปรายผลธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

หินยุคเพอร์เมียนพบกระจายอยู่ทั่วประเทศไทย ยกเว้นที่ราบสูงโคราช และมีลักษณะทางธรณี และชุดลักษณะแตกต่างกัน Assawapatchara *et al.* (2006) ได้รายงานลำดับชั้นหินตามลักษณะหินของประเทศไทยไว้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ข้อมูลของ Assawapatchara *et al.* (2006) เป็นหลัก และใช้ข้อมูลจาก 1) แผนที่ทางธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 2) รายงานทางธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 จาก กรมทรัพยากรแร่ 3) รายงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยาในพื้นที่ดำเนินการวิจัย (ดูบทที่ 2) นอกจากนี้ข้อมูลแผ่นเปลือกโลกของประเทศไทยใช้ข้อมูลหลักจากรายงานของ Ueno (2002) การเลือกพื้นที่เลยในการศึกษาเนื่องจากเหตุผล 3 ประการคือ 1) พื้นที่นี้อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีรายงานเกี่ยวกับออสตราคอดยุคเพอร์เมียนน้อย 2) พื้นที่นี้เป็นแผ่นจุลทวีปอินโดจีน่าประกอบด้วยหินปูนช่วงต้นถึงช่วงปลายของยุคเพอร์เมียนตอนกลาง 3) เป็นพื้นที่ที่สามารถเข้าไปเก็บตัวอย่างได้ง่าย

ข้อจำกัดหนึ่งของงานวิจัยนี้คือการหาอายุของหน้าตัดหิน แม้ว่าฟิวซิลินาเซียนจะมีความสำคัญในการใช้หาอายุของลำดับชั้นหินตามชีวภาพในประเทศไทย (Dawson and Racey, 1993) แต่จากการศึกษาไม่พบกลุ่มฟิวซิลินาเซียนในหน้าตัดหินบางพื้นที่ ดังนั้นการหาอายุที่แน่นอนในพื้นที่เหล่านั้นต้องใช้การเทียบเคียงกับพื้นที่ใกล้เคียงที่ทราบอายุ หรือเทียบเคียงกับฟอสซิลอื่น ๆ ที่ปรากฏแทน

5.2 อภิปรายผลบรรพชีวินอนุกรมวิธาน

การสกัดตัวอย่างออสตราคอดจากหินปูนด้วยวิธีไฮดรอกซีโทไลซิส (Lethiers and Crasquin-Soleau, 1988; Crasquin-Soleau *et al.*, 2005) ได้ผลตัวอย่างสมบูรณ์ ตัวอย่างออสตราคอดที่ได้เหมาะสมกับการถ่ายภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทั้งวิธีเคลือบด้วยทองและไม่

เคลือบทอง แต่ปัญหาที่พบ เช่น ความผันแปรของลักษณะตัวอย่างจากแต่ละพื้นที่ ความหลากหลายของกลุ่มฟอสซิล และกรดทำลายตัวอย่างบางชิ้นทำให้ศึกษาได้ยาก

ข้อมูลเกี่ยวกับออสตราคอดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีน้อย จึงต้องเทียบเคียงออสตราคอดที่ศึกษากับออสตราคอดชนิดที่มีอายุต่างกัน ในงานวิจัยนี้การแปลผลออสตราคอดยุคดีโวเนียนไม่สามารถทำได้เนื่องจากไม่มีผลการศึกษามาก่อน ดังนั้นจึงกำหนดชื่อของชนิดนั้นไว้กว้าง ๆ แม้ว่าจะมีความคล้ายคลึงกับบางชนิด แต่ก็ยังมีลักษณะบางประการที่แตกต่างกันทั้งจากตัวอย่างในพื้นที่เดียวกัน และจากต่างพื้นที่ ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไปอนาคต

5.3 อภิปรายการแปลผลนิเวศวิทยาบรรพกาล

การแปลผลชุมชนออสตราคอดกับสภาพแวดล้อมบรรพกาลโดยใช้ลักษณะนิเวศวิทยาบรรพกาลของออสตราคอดระดับวงศ์/มหวงศ์ และแบบจำลองเพื่อประมาณระดับออกซิเจนในน้ำทะเลกับสิ่งแวดล้อมยุค โบราณ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในด้านลักษณะทางธรณีโครงสร้างตะกอน และซากฟอสซิลที่สัมพันธ์กัน (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสภาพแวดล้อมยุค โบราณกับงานวิจัยอื่น ๆ

สภาพแวดล้อม	หน้าตัดหินที่ศึกษา	
	08LO02	08LO07
วงศ์ออสตราคอดที่พบมาก	Bairdioidea (58%)	Bairdioidea (79%)
ลักษณะพื้นผิว	หินปูนเนื้อโคลน	หินปูนเนื้อโคลน
ความเค็ม	ปกติ	ปกติ
ความลึก	ตื้น	ลึก
สภาพแวดล้อมที่อ้างอิงจากออสตราคอด	ทะเลเปิด อยู่ใต้น้ำขึ้นน้ำลง บริเวณไหล่ทวีปชั้นนอก	ทะเลเปิด อยู่ใต้น้ำขึ้นน้ำลง ห่างจากชายฝั่ง
ปริมาณออกซิเจน (มิลลิลิตร/ลิตร)	5.5	>6
ลักษณะทางธรณีวิทยา	สีเทาอ่อน เป็นผลึกหินปูน	สีเทาเข้ม เป็นหินปูนเนื้อดิน
การจำแนกกลุ่มหินปูน	แวกสโตน – แพกสโตน	แวกสโตน – แพกสโตน
ผลจากงานวิจัยอื่น	เป็นเขตน้ำขึ้นน้ำลง ถึง ใต้น้ำขึ้นน้ำลง (Assawapatchara, 1999)	เป็นเขตทะเลตื้น และเป็นแผ่นหินคาร์บอนเนต (Wongprayoon and Seangsrichan (2009)

ออสตราคอดที่ฝังอยู่ในหินปูนสามารถจำแนกได้เป็นหินโคลน แวกสโตน แพกสโตน และ หินโคลนเนื้อปูน แต่พบตัวอย่างออสตราคอดน้อยในหินปูนโดโลไมท์ และผลึกหินปูน สมาชิกของ ออสตราคอดวงศ์ Bairdioidea มักจะพบห่างจากชายฝั่งมักพบในหินปูนเนื้อโคลน และหินปูนเนื้อ ดิน (บางครั้งพบในหินดินดานสีดำ) ซึ่งสอดคล้องกับผลของฟิวซิลินาเขียนจากหน้าตัดหิน 08LO02 และ 08LO07 การพบออสตราคอดวงศ์ Bairdioidea มากแสดงว่าบริเวณนี้เป็นทะเลเปิด ได้นำขึ้นน้ำ ลงที่มีการทับถมของตะกอน จากลักษณะของเปลือกออสตราคอด Bairdioidea ที่หนาและพอง ในขณะที่เปลือกออสตราคอดวงศ์ Kloedenellidae ยาวและบอบบางซึ่งยืนยันว่าบริเวณนี้เคยเป็น ทะเลเปิดและค่อนข้างห่างจากชายฝั่ง

ปริมาณออกซิเจนในน้ำทะเลสามารถประมาณได้จากเปอร์เซ็นต์ของออสตราคอดแบบ กรองกั้นกับออสตราคอดที่อยู่ในตะกอนจากแบบจำลองของ Lethiers and Whatley (1994) หน้าตัด หินที่ศึกษาทั้งหมดอยู่ในเขตที่มีระดับออกซิเจนสูง (ประมาณมากกว่า 5 มิลลิลิตร/ลิตร) แสดงว่า เป็นสภาพแวดล้อมทางทะเลปกติ

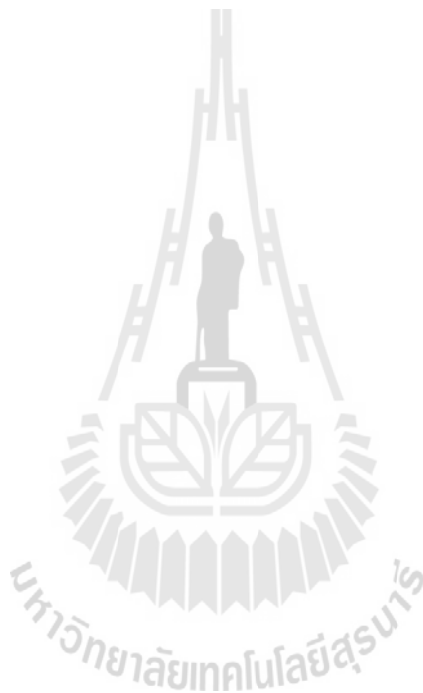
5.4 อภิปรายผลชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล

ผลการศึกษาฟอสซิลของออสตราคอดพบว่ามีความใกล้เคียงกับออสตราคอดยุคเพอร์เมียน ในบริเวณพาลีโอเทธิส โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีนตอนใต้ แม้ว่ากลุ่มที่พบส่วนใหญ่ (85%) จะเป็นกลุ่มเฉพาะถิ่น แต่ลักษณะเฉพาะถิ่นในประเทศไทยที่พบนี้อาจเนื่องจากมีข้อมูลการศึกษา ออสตราคอดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้น้อย งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นรายงานจากพื้นที่จีนตอนใต้ ซึ่ง สามารถเทียบเคียงกันได้

5.5 สรุปผล

จากการเก็บตัวอย่างภาคสนามพื้นที่จังหวัดเลยเพื่อศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยา การจำแนก ลำดับชั้นหิน และเก็บตัวอย่างหินปูนเพื่อศึกษาออสตราคอดยุคเพอร์เมียนจำนวน 84 ตัวอย่าง (08LO01 = 4 ตัวอย่าง 08LO02 = 12 ตัวอย่าง 08LO03 = 12 ตัวอย่าง 08LO05 = 36 ตัวอย่าง 08LO06 = 8 ตัวอย่าง และ 08LO07 = 12 ตัวอย่าง) นำตัวอย่างที่ได้มาสกัดด้วยวิธีฮือทอะซิโดไลซิส เพื่อศึกษาชนิดของออสตราคอด พบว่าหินปูนจากจุลทวีปอินโดไชนามีตัวอย่างออสตราคอดจำนวนมาก โดยพบตัวอย่างออสตราคอดทั้งหมด 51 ชนิด 25 สกุล ซึ่งมี 4 ชนิดที่เหมือนกับในพื้นที่อื่น ๆ ส่วนอีก 47 ชนิดพบเฉพาะถิ่น วงศ์ที่พบคือ Bairdioidea, Kloedenellidae, Kirkbyidae, Paraparchitidea, Cytherideidae, Pachydomellidae, Aparchitidea และ Polycopidae ชุมชนของ ออสตราคอดเหล่านี้เป็นชนิดที่พบในเขตทะเลตื้น จากน้ำขึ้นน้ำลงถึงไหล่ทวีปตอนนอก การแปล

ผลสภาพแวดล้อมยุคโบราณอาศัยลักษณะนิเวศวิทยาบรรพกาลของออสเตรอาคอดระดับวงศ์/มหาวงศ์ หน้าตัดหินถ้ำน้ำมโพรและเหมืองหินศักดิ์ชัยในพื้นที่เลยสะสมตัวในเขตทะเลเปิด ได้ระดับน้ำขึ้นน้ำลง ตั้งแต่เขตไหล่ทวีปชั้นในถึงไหล่ทวีปชั้นนอก มีความเต็มปกติ อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนต้น ระดับออกซิเจนประมาณ 5 มิลลิตร/ลิตร ได้จากผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ของออสเตรอาคอดชนิดกรองกิน และออสเตรอาคอดชนิดที่กินตะกอนตามพื้นตามแบบจำลองของ Lethiers and Whatley (1994) และฟอสซิลของออสเตรอาคอดมีความใกล้เคียงกับออสเตรอาคอดยุคเพอร์เมียนในบริเวณพาลีโอเทิสของประเทศจีนตอนใต้



เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2542). **แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตรฐาน 1:1,000,000**. กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2544). **ธรณีวิทยาประเทศไทย**. กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ. 540 หน้า
- อดุลย์ เจริญประวัติ และ ชนิศร์ วงศ์วานิช. (2519). รายงาน**ธรณีวิทยาเบื้องต้น**ระวางจังหวัดเลย (NE47-12) มาตรฐาน 1:250,000. กรมทรัพยากรธรณี. 61 หน้า และแผนที่ธรณีวิทยา 1 ฉบับ
- อดุลย์ เจริญประวัติ, ชนิศร์ วงศ์วานิช, วรวิทย์ ตันติวานิช และอุดม กิติปรีวัตร. (2519). **แผนที่ธรณีวิทยา** ระวางจังหวัดเลย (NE 47-12) มาตรฐาน 1:250,000. กรมทรัพยากรธรณี.
- Altermann, W. (1989). Facies development in the Permian Phetchabun basin central Thailand. **VWB-Verlag für Wissenschaft und Bildung**. Berlin: Wiss. U.Bildung.
- Armstrong, W. and Brasier, M. (2005). **Microfossils**. (2nd ed.). Malden: Blackwell Pub.
- Assama, K., Iwai, I., Veeraburus, M., and Hongnusunthi, A. (1968). Permian plants from Loei, Thailand. **Journal of Geology and Paleontology of Southeast Asia**.4: 82-99.
- Assawapatchara, S. (1999). **Lithostratigraphy of the Nam Maholan Formation, Loei area, northeastern Thailand**. M.Sc. Thesis, Chulalongkorn University.
- Assawapatchara, S., Charusiri, P., Charoentitirat, C., Chutakositkanon, V., Hisada, K., and Ueno, K. (2006). On the lithology of Permian rocks in Thailand: implications for depositional environments and tectonic settings. **Journal of the Geological Society of Thailand**. 1: 27-48.
- Athersuch, J. and Strank, A.R.E. (1989). foaminifera and ostracods from the Dinantian Woodbine Shale and Urswick Limestone, South Cumbria, U.K. **Journal of Micropaleontology**. 8(1), 9-21.
- Bassetti, M. A., Miculan, P., and Lucchi, F. R. (2003). Ostracod faunas and brackish-water environments of the late Messinian Sapigno section (northern Apennines, Italy). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. 198, 335-352.
- Blakey, R. (2005). Department of Geology. Northern Arizona University. Internet <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/RCB.html>

- Blachowiak-Samolyk, K. and Angel, M. (2004). Internet. <http://ocean.iopan.gda.pl/ostracoda/index.php>
- Becker, G. and Wang, S. (1992). Kirkbyacea and Bairdiacea (Ostracoda) from the Palaeozoic of China. **Palaeontographica Abt. A**, 224, 1-54.
- Belousova, Z. D. (1965). Phylum Arthropoda, Class Crustacea, Subclass Ostracoda, in evolution and succession of organisms at the Paleozoic-Mesozoic boundary. **Akademic Nauk SSSR, Trudy Paleontology Institute**. 108: 254-265.
- Bunopas, S. (1981). **Paleogeographic history of the western Thailand and adjacent parts of Southeast Asia: a plate tectonics interpretation**. Ph.D.Thesis, Victoria University.
- Casier, J., Letheirs, F., and Hou, H. (1997). Ostracods from the Frasnian/Famennian transition beds in the Lijiaping section (Hunan, Southern China). **Earth and Planetary Sciences**. 325, 443-438.
- Charoenprawat, A. and Wongwanich, T. (1976). **Preliminary geology of Changwat Loei, Map Sheet (ND 47-12)**. Bangkok: Department of Mineral Resources.
- Charoenprawat, A., Wongwanich, T., Tantivanit, W. and Theetiparivatra, V., (1984). **Geological map of sheet Changwat Loei (NE 47-12), scale 1:250,000**, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand.
- Charoentitirat, T. and Ueno, K. (1999). Late Carboniferous-Early Permian fusulinaceans fauna from Loei, northeast Thailand. In B. Rattanasathien and S. Rieb (eds.) **Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys 5th** (pp 86-87).
- Chonglakmani, C. and Sattayalak, N. (1979). **Geological map of Thailand on 1: 250,000 scale: sheet Changwat Phetchabun (NE47-16)**. Bangkok: Department of Mineral Resources.
- Chen, T. C. (1958). Permian ostracods from the Chihsia limestone of Lungtan, Nanking. **Acta Palaeontologica Sinica**. 6(2): 215-257.
- Chen, D. and Bao, H. (1986). Lower Permian ostracodes from the Chihsia Formation of Jurong and Longtan, Jiangsu province. **ACTA Micropalaeontologica Sinica**. 3(2): 107-132.
- Chen, D. and Shi, C. (1982). Latest Permian ostracoda from Nantong, Jiangsu and from Miannyang, Hubei. **Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology Academic Sinica**. 4: 105-152.

- Chitnarin, A. (2005). Taxonomy of Middle Permian Ostracodes from the Bung Sam Phan area, Phetchabun province, Thailand. **Master Thesis**, Suranaree University of Technology, 90 p.
- Chitnarin, A., Crasquin, S., Chonglakmani, C., Broutin, J., Grote., J. and Thanee, N. (2008). Middle Permian Ostracods from Tak Fa Limestone, Phetchabun Province, Central Thailand. **Geobios**. 41(3):341-353.
- Cohen, A. C., Martin, J. W., and Kornicker, L. S. (1998). Homology of Holocene ostracode biramous appendages with those of other crustaceans: the protopod, epipod, exopod and endopod. **Lethaia**. Vol. 31, pp. 251-265.
- Costanzo, G. V. and Kaesler, R. L. (1987). Changes in Permian marine ostracodes fauna during regression, Florena Shale, Mineral Well Formation. **American Midland Naturalist**. 13(5): 245-281.
- Crasquin, S. (1982). Repartition des ostracodes dans le Viseen du Boulonnais et de l' Avesnois (Nord de la France). **Diplome d'Etudes Approfondies**. L'Université des Sciences et Techniques de Lille. 44 p., 4 pl.
- Crasquin, S. (1983). Ostracodes Viseens du Nord de la France (Etude paleontologique et analyse de la fraction argileuse). **Extrait des Annales de la Societe Geologique du Nord**. 191-204, pl V, VI.
- Crasquin, S. (1984). Ostracodes du Dinantien: Systematique-Biostratigraphie-Paleoecologie (France, Belgique, Canada). **These de Docteur de Troisieme cycle en Paleontologie**. L' Université des Sciences et Techniques de Lille. 238 p., 23 pl.
- Crasquin-Soleau, S. (2003). New ostracod (Crustacea) species (*Geffenina wangi*) of the Middle Permian from the Jebel Gharif (Central Oman). *Journal of Micropaleontology*. 22, 101-105.
- Crasquin-Soleau, S. (1997). First Upper Paleozoic ostracodes from British Columbia (Canada): Harper Ranch Group. **Palaeontographica**. 244, 37-84.
- Crasquin-Soleau, S. and Baud, A. (1998). New Permian Ostracods from Greece (Hydra Island). **British Micropalaeontological society**. 17: 131-152.
- Crasquin-Soleau, S., Broutin, J., Roger, J., Platel, J., Al Hashmi, H., Angiolini, L., Baud, A., Bucher, H., and Marcoux, J. (1999). First Permian Ostracode Fauna from the Arabian Plate (Khuff Formation, Sultanate of Oman). **Micropaleontology**. 45(2): 163-183.

- Crasquin-Soleau, S., Broutin, J., Besse, J., and Berthelin, M. (2001). Ostracodes and paleobotany from the middle Permian of Oman: Implications on Pangea reconstruction. **Terra Nova**, 13, 1, 38-43.
- Crasquin, S., Forel, M. B., Feng, Q. L., Yuan, A., Baudin, F. & Collin, P. Y. (2010). Ostracods (Crustacea) through Permian-Triassic boundary in South China: the Meishan stratotype (Zhejiang Province, South China). **Journal of Systematic Palaeontology**.
- Crasquin-Soleau, S., Marcoux, J., Angiolini, L., Nicora, A., and Bertho, Y. (2004). A new ostracode fauna from the Permian-Triassic boundary in Turkey (Taurus, Antla Nappes). **Micropaleontology**. 50, 3, 281-296.
- Crasquin-Soleau, S. and Kershaw, S. (2005). Ostracod fauna from the Permian-Triassic boundary Interval of South China (Huaying Mountains eastern Sichuan Province): palaeoenvironmental significance. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 127, 131-141.
- Crasquin-Soleau, S. and Orchard, M. (1994). Upper Paleozoic Ostracods of the Harper Ranch Beds (South-central British Columbia, Canada). **Micropaleontology**. 40(3): 242-254.
- Crasquin, S., Perri, M. C., Nicora, A., and De Weaver, P. (2008). Ostracods across the Permian-Triassic boundary in western Tethys: the Bulla Parastratotype (southern Alps, Italy). **Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia**. 114(2):233-262.
- Crasquin-Soleau, S. Vaslet, D., and Le Nindre, Y.M. (2005). Ostracods from Permian-Triassic boundary in Saudi Arabia (Khuff Formation). **Palaeontology**. 48(4), pp.853-868.
- Dawson, O. and Racey, A. (1993). Fusuline-calcareous algal biofacies of the Permian Ratburi Limestone, Saraburi, Central Thailand. **Journal of Southeast Asian Earth Sciences**. 8: 49-65.
- Dewey, C. and Kohn, P. (1992). On *Kindella melnyxi* Dewey and Kohn sp. nov. **Stereo-Atlas of Ostracod Shells** 19(22): 95-98.
- Dewey, C. and Khon, P. (1993). On *Sucella huecoecsis* Dewey and Khon sp. nov. **Stereo-Atlas of Ostracod Shells** 20: 4: 13-16.
- Dewey, C. and Kohn, P. (1994). On *Knoxina lecta* Coryell and Rogatz. **Stereo-Atlas of Ostracod Shells** 20(13): 51-58.

- Dill, H.G., Luppold, F.W., Techmer, A., Chaodumrong, P., and Phoonphun, S. (2004). Lithology, micropaleontology and chemical composition of calcareous rocks of Paleozoic through Cenozoic age (Surat Thani province, central Penninsular Thailand): implications concerning the environment of deposition and the economic potential of limestones. **Journal of Asian Earth Sciences**, 23, 63-89.
- Dole-Olivier, M. J., Galassi, D. M. P., Marmonier, P., and Creuze des Chatelliers, M. (2000). The biology and ecology of lotic microcrustaceans. **Freshwater Biology**, 44, 63-91.
- Guan, S., Sun, Q., Jiang, Y., Li, L., Zhao, B., Zhang, X., Yang, R. and Feng, B. (1978). Subclass Ostracoda. **Paleontological Atlas of Central and SouthChina**. Beijing: Geological Publishing House.
- Gusseva, E. A. (1971). Ostracodes du Permien basal du bassin houiller de Petshora. In Ivanova, V. A. (ed.). **Ostracodes paléozoïques dans les différentes regioneuropeenes de l'U.R.S.S.** (pp 184-248).
- Fontaine, H. (1986). The Permian of Southeast Asia. **CCOP Technical Bulletin**. Vol. 18, 182 p.
- Fontaine, H. (1990). Some Devonian corals and stromatoporoids from northeast Thailand: **Geologisches Jahrbuch, Reihe B**, v.73, p.57-79.
- Fontaine, H., Salyapongse, S., Tien, D. N., and Vachard, D. (2002). The Permian of Khao Tham Yai area in Northeast Thailand. In Nopadon Mantajit (ed.). **Proceedings of the symposium on Geology of Thailand** (pp 45-57).
- Fontaine, H., Salyapongse, S., Suteethorn, S., Tian, P., and Vachard, D. (2005). **Sedimentary rocks of the Loei region, Northeastern Thailand: stratigraphy, paleontology, sedimentology**. Department of Mineral Resources. Bangkok. 165 p.
- Frenzel, P., Henkel, D., Siccha, M., and Tschendel, L. (2005). Do ostracod associations reflect macrophyte communities? A case study from the brackish water of the southern Baltic Sea coast. **Aquatic Sciences**. 67, 142-155.
- Friedman, G.M. and Lundin, R.F. (1998). Freshwater ostracodes from upper Middle Devonian fluvial facies, Catskill Mountains, New York. **Journal of Paleontology**. 72, 485-490.
- Fohrer, B. and Samankassou, E. (2005). Paleocological control of ostracode distribution in a Pennsylvanian Auerning cyclothem of the Carnic Alps, Austria. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 225, 317-330.

- Gerry, E., Honingstein, A., Derin, B. and Flexer, A. (1987). Late Permian ostracodes of Israel: Taxonomy, distribution and paleogeographical implications. **Senckbergiana Lethaea**. 68(1/4): 197-223. Gerry, E., Honingstein, A., Derin, B. and Flexer, A. (1987). Late Permian ostracodes of Israel: Taxonomy, distribution and paleogeographical implications. **Senckbergiana Lethaea**. 68(1/4): 197-223.
- Goldring, R. (1991). **Fossils in the field: Information Potential and Analysis**. Singapore: Longman Singapore Publisher.
- Guan, S., Sun, Q., Jiang, Y., Li, L., Zhao, B., Zhang, X., Yang, R. and Feng, B. (1978). Subclass Ostracoda. **Paleontological Atlas of Central and South China**. Beijing: Geological Publishing House.
- Helmcke, D. (1994). Distribution of Permian and Triassic syn-orogenic sediments in central mainland SE-Asia. In P. Angsuwathana, T. Wongwanich, W. Tansatien, S. Wongsomsak, and J. Tulyatid (eds.). **Proceedings of the International Symposium on: Stratigraphic Correlation of SE Asia** (pp 123-128).
- Henderson, P. A. (1990). Freshwater ostracods. In D. M. Kermack and R. S. K. Barnes (Eds.) **Synopese of the British Fauna (New Series)**. No. 42, 228 p.
- Igo, H. (1972). Fusulinacean fossil from Thailand, part VI. Fusulinacean fossil from North Thailand. In T. Kobayashi (ed.). **Geol. Paleontology Society of Japan**. 169: 15-43.
- International Commission on Stratigraphy. (2003) Internet; <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>
- Kellett, B. (1934). Ostracodes of the Upper Permian and the Lower Permian of Kansa: II. Genus *Bairdia*. **Journal of Paleontology**. 8(2): 120-138.
- Kentucky Paleontology Society, University of Kentucky. (2004) Internet;<http://www.uky.edu/OtherOrgs/KPS/>
- Knox, L.W. and Gordon, E.A. (1999). Ostracodes as indicators of brackish water environments in the Catskill Magnafacies (Devonian) of New York state. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 148, 9-22.
- Kozur, H. (1985). Biostratigraphic evaluation of the Upper Paleozoic conodonts, ostracods and holothurian sclerites of the Bükk Mts. Part II: Upper Paleozoic ostracods. **Acta Geologica Hungarica**. 8(3-4): 225-256.

- Krebs, C. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Inc. Canada. 620 p.
- Laboratory of Invertebrate Zoology, Department of Biology, Osaka Kyoiku University. (2006) Internet; <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/>
- Lethiers, F. (1981). Ostracodes du Devonien terminal de l'ouest du Canada: Systématique, Biostratigraphie et paléooéologie. **Geobios**. Mémoire 5 Spécial, 234 p.
- Lethiers, F. and Crasquin, S. (1988). Comment extraire des microfossiles à tests calcitiques de roches calcaires dures. **Revue de Micropaléontologie**. 31: 56-61.
- Lethiers, F. and Crasquin-Soleau, S. (1995). Distribution des ostracodes et paléocourantologie au Carbonifère terminal-Permien. **Geobios**. 8: 257-272.
- Lethiers, F. and Whatley, R. (1994). The use of Ostracoda to reconstruct the oxygen levels of late Palaeozoic oceans. **Marine Micropaleontology**. 24: 57-69.
- Lethiers, F. and Whatley, R. (1995). Oxygen and filter-feeding marine ostracods: application to the Devonian-Dinantian interval. **Geobios**. 28, 2: 199-207.
- Lethiers, F., Razgallah, S., Colin, J.-P. and Vachard, D. (1989). Micropaleontology of the Permian marls of Merbah el Oussif (Jebel Tebaga, Tunisie) with special emphasis on the ostracods. **Journal of Micropaleontology** 8(2): 227-238.
- Masurel, H. (1989). Ostracods as palaeoenvironmental indicators in the Lower Carboniferous Yoredale Series of northern England. **Journal of Micropaleontology**. 8(2), 157-182.
- Melnyk, D and Maddocks, R. (1988). Ostracode biostratigraphy of the Permo-Carboniferous of central and north-central Texas, part I: Palaeoenvironmental framework. **Micropaleontology** 34(1): 1-20.
- Melnyk, D. and Maddocks, R. (1988a). Ostracode biostratigraphy of the Permo-Carboniferous of central and north-central Texas, part I: Palaeoenvironmental framework. **Micropaleontology**. 34(1): 1-20.
- Melnyk, D. and Maddocks, R. (1988b). Ostracode biostratigraphy of the Permo-Carboniferous of central and north-central Texas, part II: ostracode zonation. **Micropaleontology**. 34(1): 21-40.
- Metcalfe, I. (2002). Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia. **Journal of Asian Earth Sciences**. 20: 551-566.

- Moore, R. (1961). **Treatise on Invertebrate Paleontology: Part Q: Arthropoda 3: Crustacea: Ostracoda** (p.442). Kansas: University of Kansas.
- Olney, M. (2006). University College, London, U.K now at Northern Illinois University, U.S.A. internet, <http://www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/ostracod.html>
- Oertli, H. J. (1971). The aspect of Ostracode fauna-a possible new tool on petroleum sedimentology. In Oertli, H. J. (ed.). **Paléoécologie des Ostracodes** (pp 137-151). Bull. Cent. Rech. Pau, SNPA.
- Peterson, R.M.and Kaesler, R. L. (1980). **Distribution and diversity of ostracodes assemblages from the Hamlin Shale and the Americus Limestone (Permian, Wolfcampian) in northeastern Kansas**. University of Kansas Paleontological Contributions. 100: 1-26.
- Pieri, V., Marten, K., Naselli-Flores, L. Marrone, F., and Rossetti, G. (2006). Distribution of Recent ostracodes in inland waters of Sicily (Southern Italy). **Journal of Limnology**. 65(1): 1-8.
- Pokorny, V. (1978). Ostracodes. In B. U. Haq and A. Boersma (eds.). **Introduction to marine micropaleontology**. New York: Elsevier.
- Pollard, J. (1966). A non-marine ostracode fauna from the coal measures of Durham and Northumberland. **Palaeontology**. Vol. 9, part 4, 667-697.
- Rossi, V., Bellavere, C., Benassi, G., Gandolfi, A., Todeschi, E. B. A., and Menozzi, P. (2004). Spatial segregation of *Darwinula stevensoni* (Crustacea: Ostracoda) genotypes in lentic and lotic habitats of Northern Italy. **Journal of Limnology**. 63(1), 13-20.
- Sashida, K., Igo, H., Hisada, K.I., Nakornsri, N. and Ampornmaha, A. (1993). Occurrence of Paleozoic and Early Mesozoic radiolaria in Thailand (preliminary report), **Journal of Southeast Asian Earth Science**, v.8, no.1-4, p.97-108.
- Sánchez de Posada, L.C. and Fohrer, E. (2001). Kirkbyoid ostracodes (Upper Carboniferous) from the Cantabrian mountains (Spain) and Carnic Alps (Austria and Italy). **Journal of Paleontology**. 75(5), 972-984.
- Shi, C. G. and Chen, D. Q. (1987). **The Changhsingian ostracodes from Meishan, Chanxing, Zhejiang. Stratigraphy and paleontology of Systemic boundary in China, Permian and Triassic**. Nanjing: University Press House.

- Shi, C. G. and Chen, D. Q. (2002). Late Permian ostracodes from Heshan and Yishan of Guangxi. **Bulletin of Nanjing Institute Geology and Paleontology, Academic Sinica**. 15:47-129.
- Slipper, J. I. and Horne, D. J. (2002) internet; <http://www.gre.ac.uk/schools/nri/earth/ostracod/index.htm>
- Sohn, I. and Kornicker, L. (1998). Ostracodes from the Late Permian of Greece (Thaumatocyprididae and Polycopidae). **Smithsonian Contributions to Paleobiology** 87: 31pp.
- Tabakh, M. and Utha-Aroon, C. (1998). Evolution of a Permian carbonate platform to siliciclastic basin: Indochina Plate, Thailand. **Sedimentary Geology**. 121(1-2): 97-119.
- Ueno, K. (1999). Gondwana/Tethys divide in East Asia: Solution from Late Paleozoic foraminiferal paleobiogeography. In B. Rathanasthien and S. Rieb (eds.). **Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys 5th** (pp 45-54).
- Ulrich, E. O. and Bassler, R. S. (1906). New American Paleozoic Ostracoda. Notes and descriptions of Upper Carboniferous genera and species. **Proceedings U.S. National Museum** (pp 149-165).
- Vannier, J., Wang, S.Q., and Coen, M. (2001). Leperiticopid arthropods (Ordovician-Late Devonian): functional morphology and ecological range. **Journal of Paleontology**. 75(1), 75-95.
- Whatley, R. (1990). Ostracoda and global events. In: R. Whatley and C. Maybury (eds.). **Ostracoda and Global Events** (pp 3-24).
- Whatley, R. (1992). The platycopid signal: a means of detecting kenoxic events using Ostracoda. **Journal of Micropalaeontology**. 10: 181-185.
- Whatley, R. C. (1988). Ostracoda and palaeogeography. In P. De Decker, J. P. Colin, and J. P. Peypoquet (eds.). **Ostracoda in the Earth Science** (pp 103-115).
- Wielchowsky, C. and Young, J. (1985). Regional facies variation in Permian of the Phetchabun fold and thrust belt, Thailand. In P. Thanuvarachon, S. Hokjaroen and W. Yanungme (eds.). **Proceeding of the Conference on Geology and Mineral Resources Development of Northeastern Thailand** (pp 41-55).

- Wongprayoon, T. and Seangsrichan, V. (2009). **Geology of Sheets 5341 I, 5341 IV, 5342 II and 5342 III on scale 1:50,000, Chiyaphum and Khon Kaen districts**. Bangkok: Department of Mineral Resources.
- Yuan, A., Crasquin-Soleau, S., Feng, Q., and Gu, S. (2007). Latest Permian deepwater ostracods from southwestern Guangxi, South China. **Journal of Microplaeontology**. 26: 169-191.





ภาคผนวก

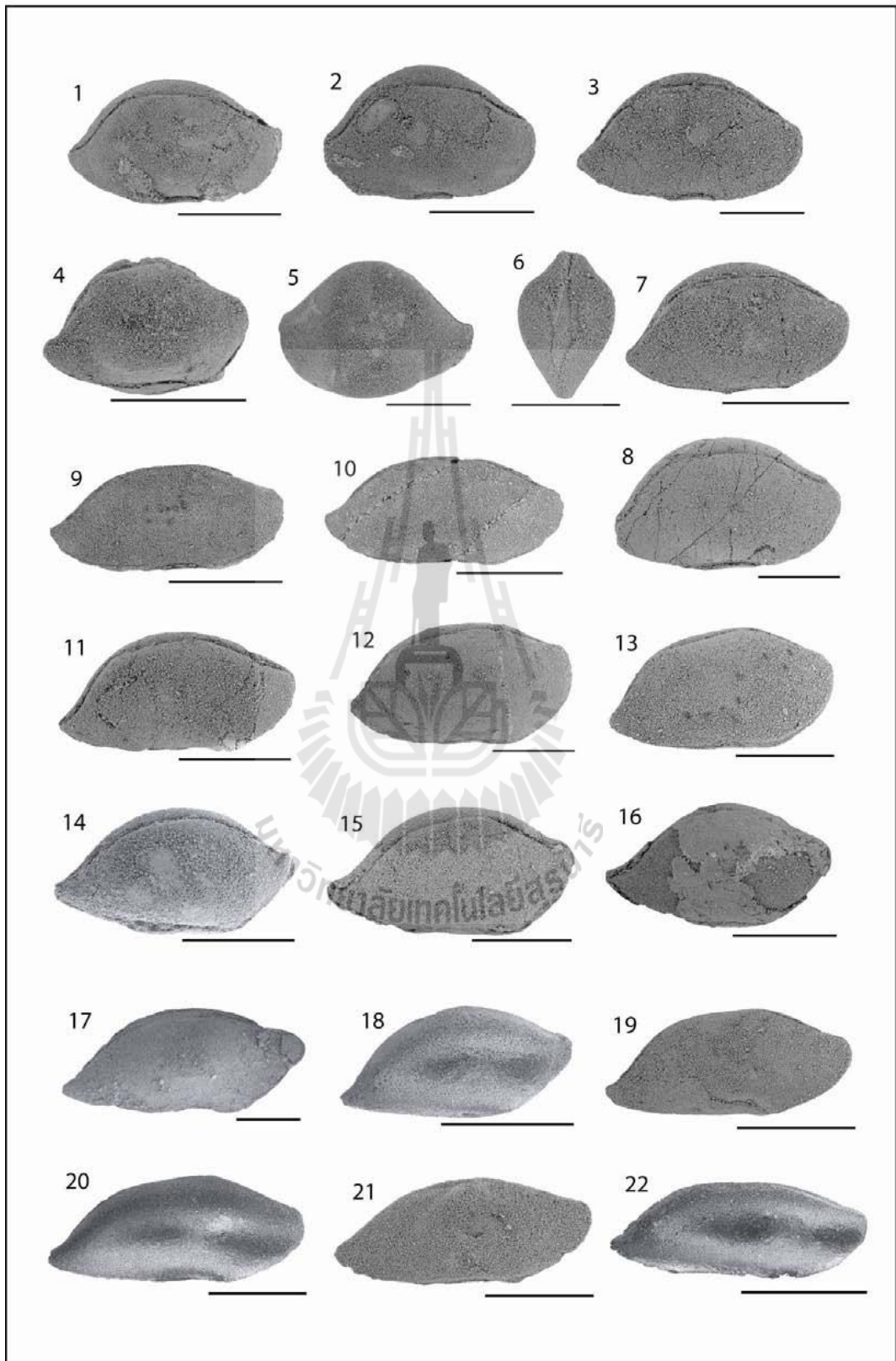
แผ่นภาพแสดงภาพถ่ายตัวอย่างออสตราคอดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

แผ่นภาพ 1

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 500 μm ยกเว้นภาพที่ 3, 8, 13-15, 17-18, 20-22 เท่ากับ 300 μm)

ภาพที่ 11-13 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia lungtanensis* Chen, 1958; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1011, ตัวอย่าง 07PB03-7; 12 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1012, ตัวอย่าง 08LO02-11; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1013, ตัวอย่าง 08LO02-9
ภาพที่ 19-22 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia cf. urodeloformis* Chen, 1987; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1019, ตัวอย่าง 07LB05-B2; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1020, ตัวอย่าง 07LB05-B2; 21 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1021, ตัวอย่าง 08LO02-2; 22 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1022, ตัวอย่าง 07LB05-2

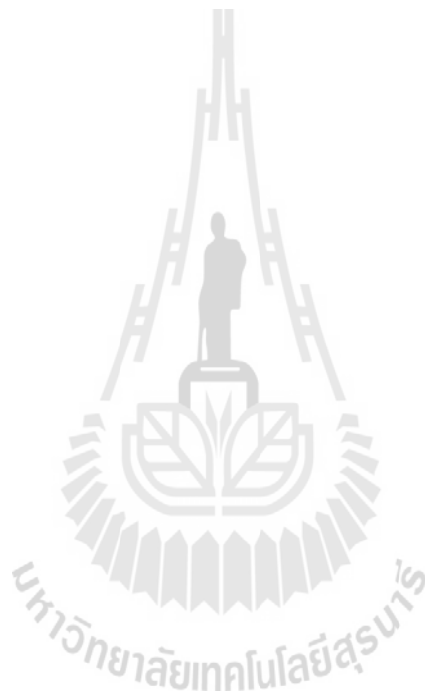


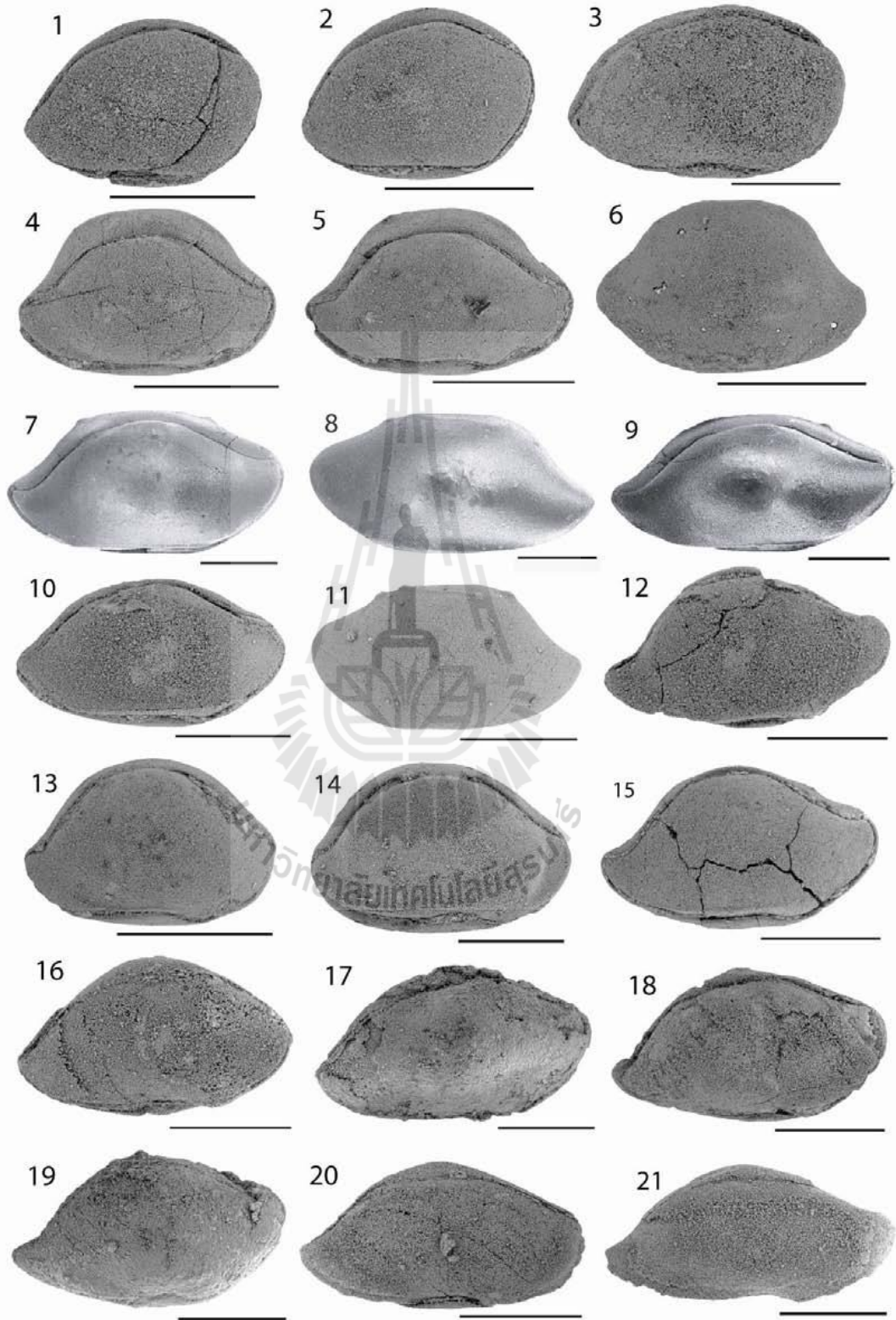


แผ่นภาพ 2

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 500 μm ยกเว้นภาพที่ 3, 7-11, 13-14 เท่ากับ 300 μm)

ภาพที่ 20-21 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia trianguliformis* Chen, 1958; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1040, ตัวอย่าง 08LO07-10; 21 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1041, ตัวอย่าง 08LO07-1



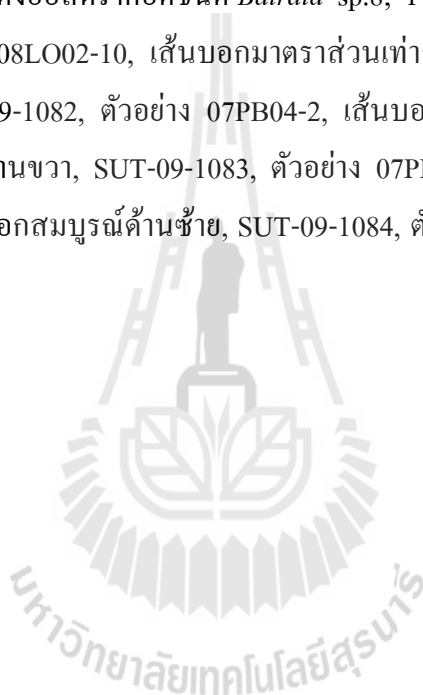


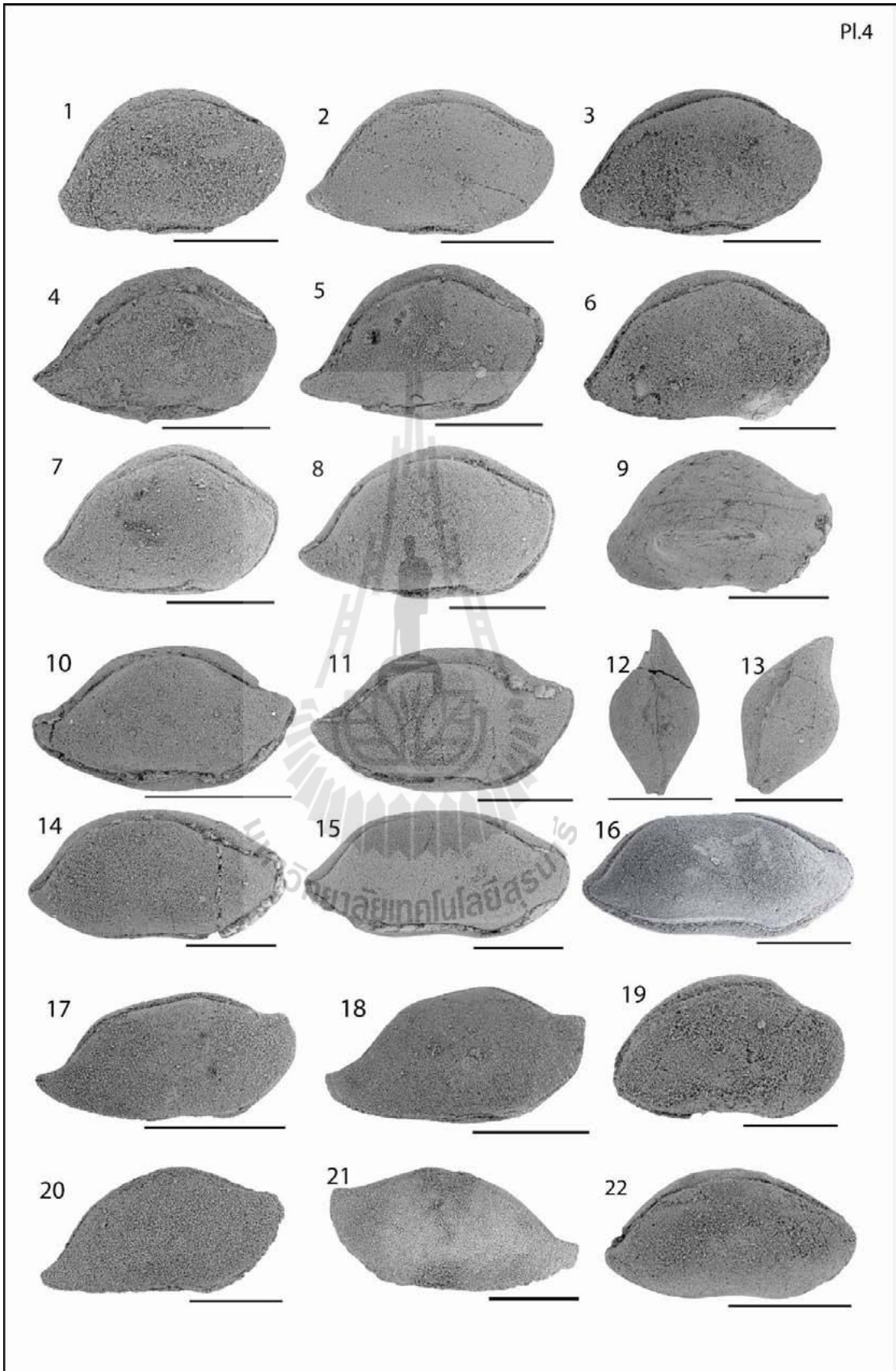
แผ่นภาพ 4

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 9-10, 12-13, 17-18, 22 เท่ากับ 500 μm , และภาพที่ 1, 20 เท่ากับ 200 μm)

ภาพที่ 4-5, 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.4; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1068, ตัวอย่าง 07PB05-3, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ; 5 ภาพถ่ายเปลือกด้านขวา, SUT-09-1069, ตัวอย่าง 07PB05-2; 7 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1070, ตัวอย่าง 08LB01-6; 8 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1071, ตัวอย่าง 08LO02-9

ภาพที่ 17-18, 20-21 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.8; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1081, ตัวอย่าง 08LO02-10, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 500 μm ; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1082, ตัวอย่าง 07PB04-2, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 500 μm ; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1083, ตัวอย่าง 07PB04-2, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 200 μm ; 21 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1084, ตัวอย่าง 07PB04-2, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm

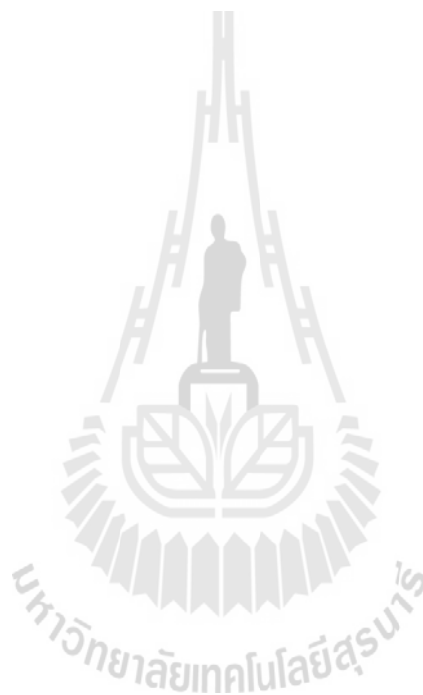




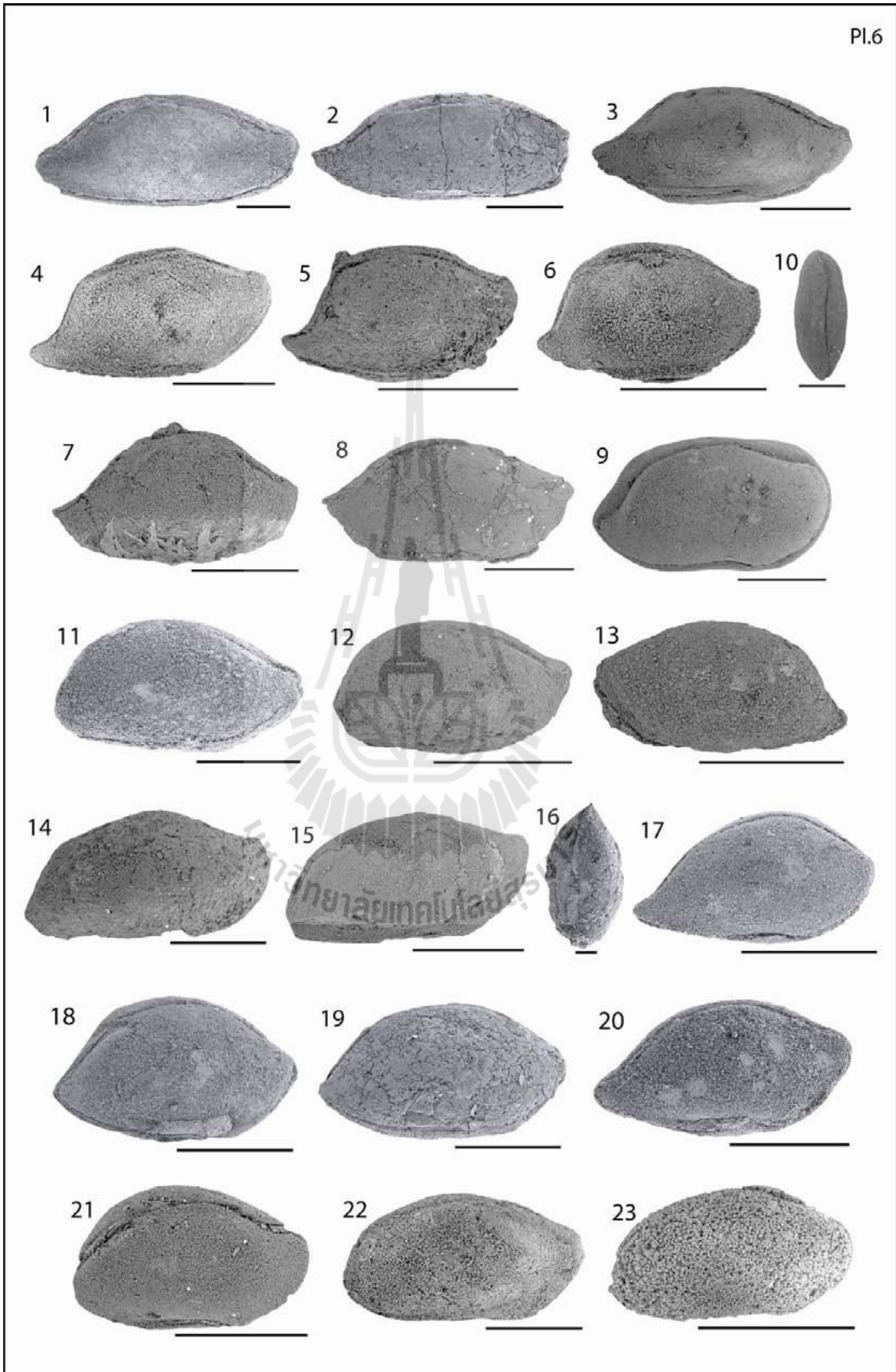
แผ่นภาพ 6

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 500 μm ยกเว้นภาพที่ 1-2, 4, 7, 11, 17-20, 22 เท่ากับ 500 μm , และภาพที่ 16 เท่ากับ 100 μm)

ภาพที่ 4-6 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.19; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1112, ตัวอย่าง 08LO07- 7; 5 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1113, ตัวอย่าง 07LB05-A3; 6 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1114, ตัวอย่าง 08LO07-10



Pl.6



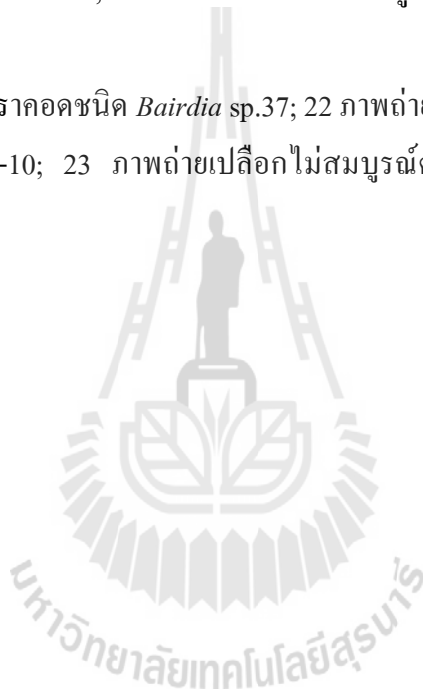
แผ่นภาพ 7

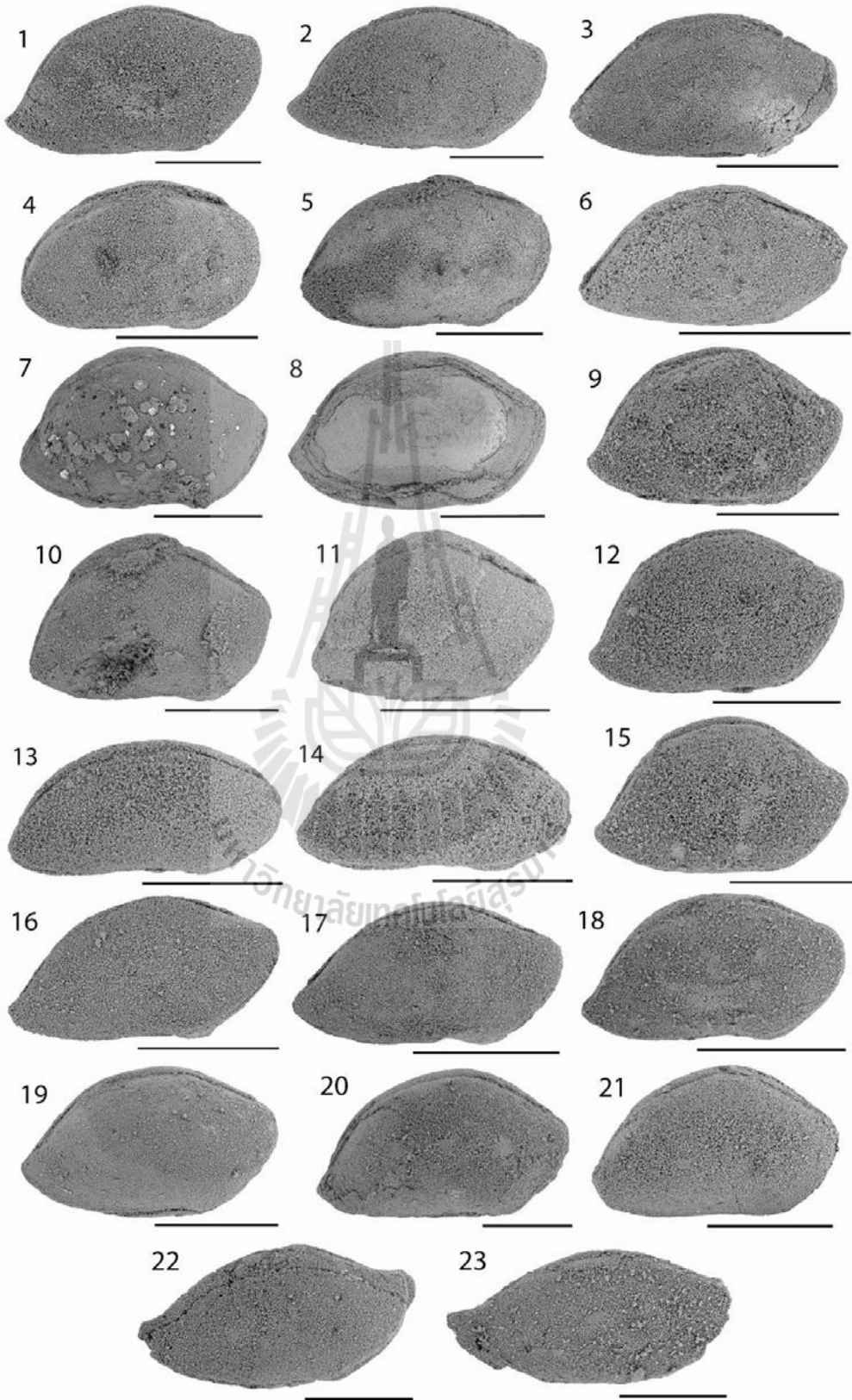
(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 3-4, 6-7, 11, 17-19 เท่ากับ 300 μm)

ภาพที่ 16-19 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.35; 16 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1146, ตัวอย่าง 07PB04-2; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1147, ตัวอย่าง 08LO07-1; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1148, ตัวอย่าง 08LO02-11; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1149, ตัวอย่าง 08LO02-11

ภาพที่ 20-21 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.36; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1151, ตัวอย่าง 08LO02-1; 21 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1152, ตัวอย่าง 08LO02-9

ภาพที่ 22-23 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.37; 22 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1153, ตัวอย่าง 08LO02-10; 23 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1154, ตัวอย่าง 08LO02-11





แผ่นภาพ 8

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 1-2, 6-7, 5-10, 15, 24 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 1-2 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.38; 1 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1155, ตัวอย่าง 08LO02-10; 2 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1156, ตัวอย่าง 08LO02-11

ภาพที่ 3, 6, 9 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.39; 3 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1157, ตัวอย่าง 08LO02-2; 6 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1158, ตัวอย่าง 08LO02-2; 9 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1159, ตัวอย่าง 08LO02-10

ภาพที่ 4-5 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.40; 4 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1160, ตัวอย่าง 08LO07-7; 5 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1161, ตัวอย่าง 08LO07-1

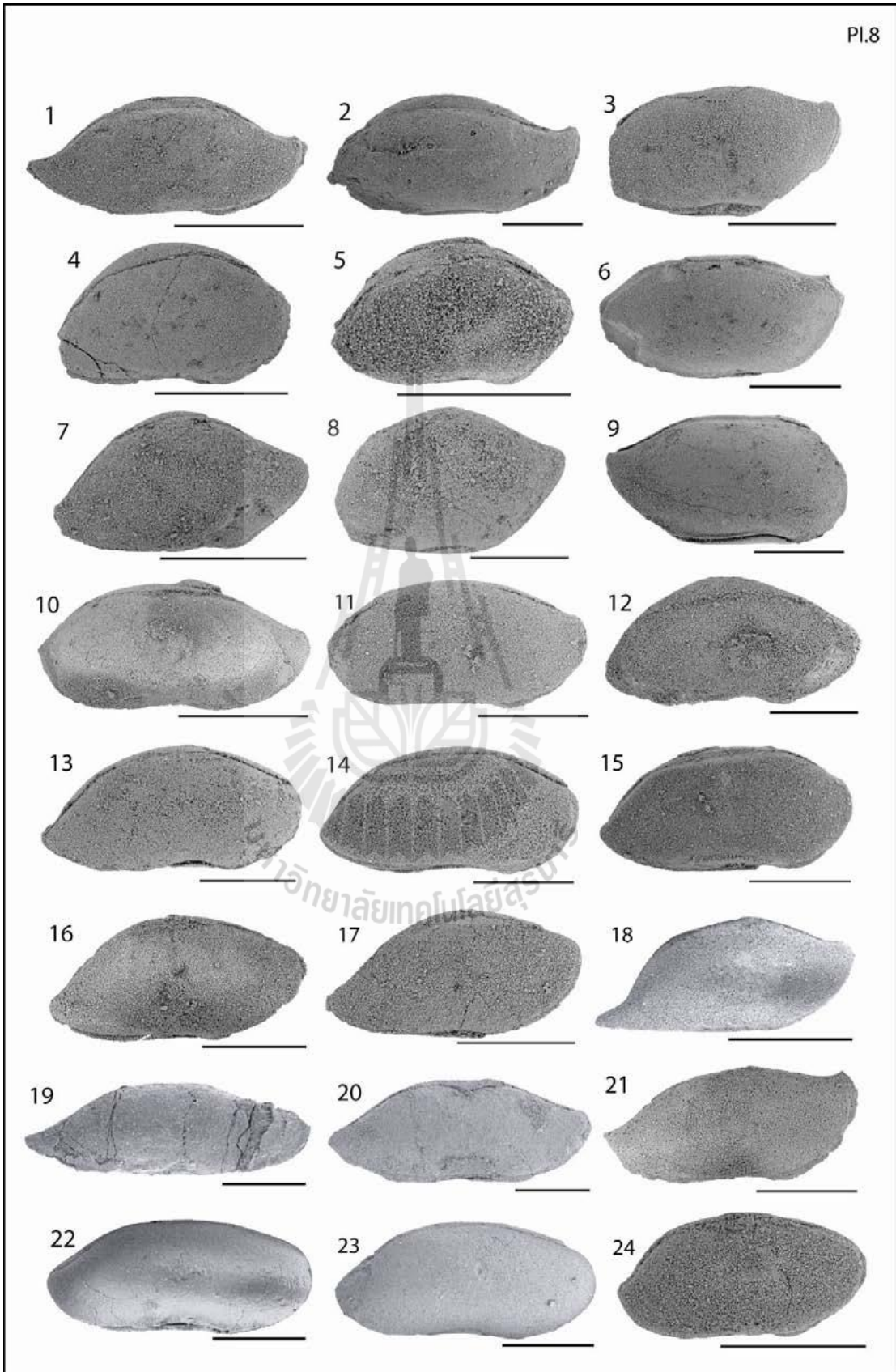
ภาพที่ 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.41; 7 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1162, ตัวอย่าง 08LO07-8; 8 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1163, ตัวอย่าง 08LO07-7

ภาพที่ 10-11 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.42; 10 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1164, ตัวอย่าง 08LO07-2; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1165, ตัวอย่าง 08LO02-11

ภาพที่ 13-15 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.43; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1166, ตัวอย่าง 07LB09-1; 14 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1167, ตัวอย่าง 07LB09-2; 15 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1168, ตัวอย่าง 08LO02-1

ภาพที่ 16-17 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.44; 16 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1169, ตัวอย่าง 08LO07-8; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1170, ตัวอย่าง 08PB01

ภาพที่ 21 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.49; ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1177, ตัวอย่าง 08LO07-10



แผ่นภาพ 9

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 2-4, 6, 9-11, 16, 18-22, 24 เท่ากับ 500 μm)

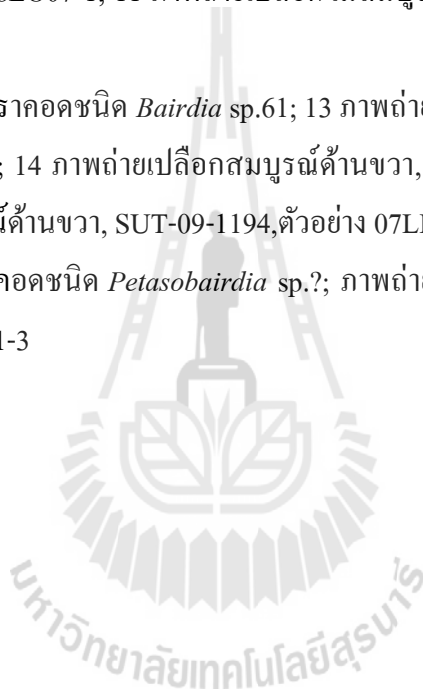
ภาพที่ 3 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.53; ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1181, ตัวอย่าง 08LO02-1

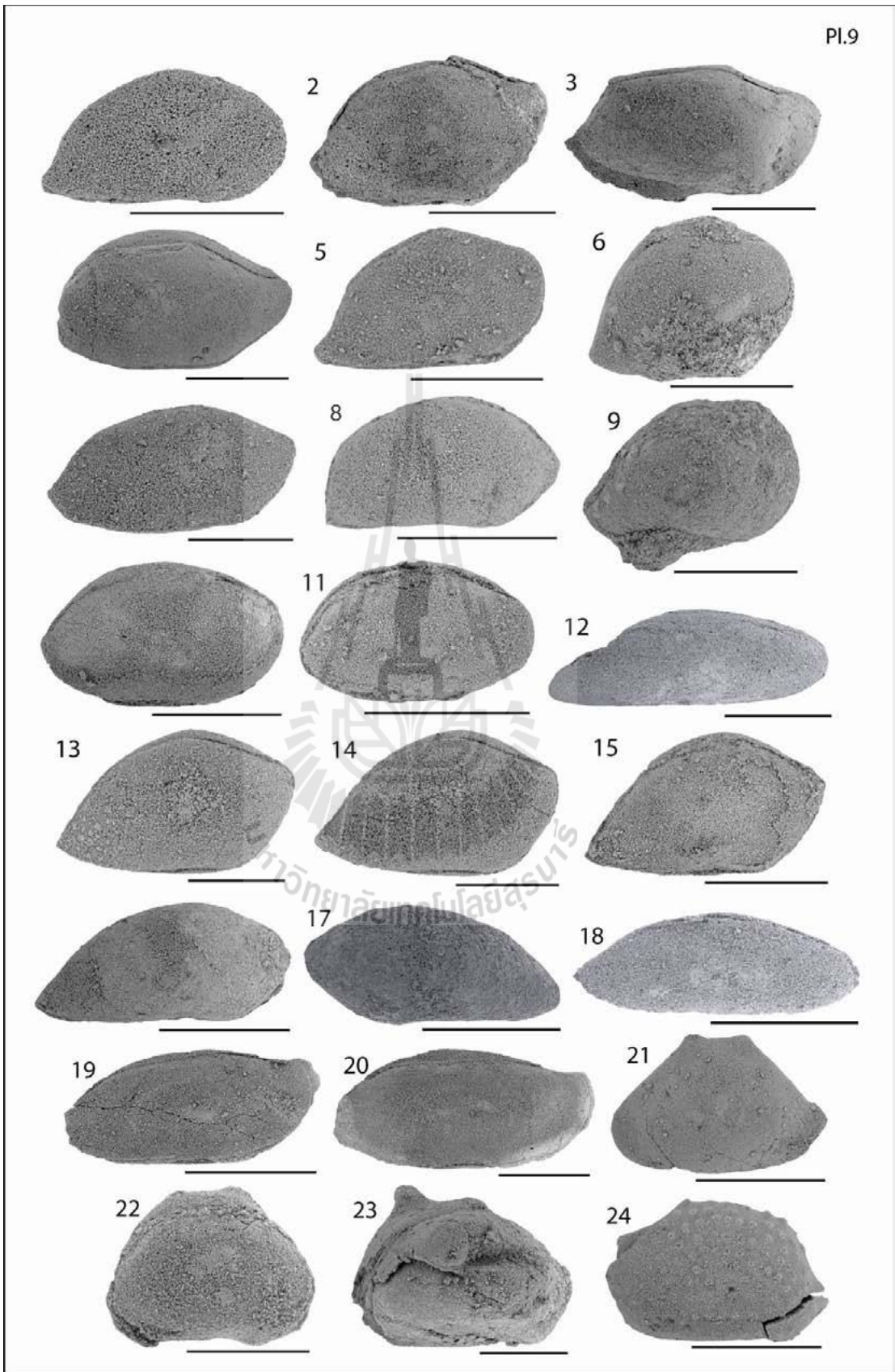
ภาพที่ 4 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.54; ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1182, ตัวอย่าง 08LO07-7

ภาพที่ 10-11 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.59; 10 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1188, ตัวอย่าง 08LO07-1; 11 ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1189, ตัวอย่าง 08LO07-10

ภาพที่ 13-15 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdia* sp.61; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1192, ตัวอย่าง 07PB04-2; 14 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1193, ตัวอย่าง 07PB04-2; 15 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1194, ตัวอย่าง 07LB05-B2

ภาพที่ 23 แสดงออสตราคอดชนิด *Petasobairdia* sp.?; ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1201, ตัวอย่าง 08LO01-3





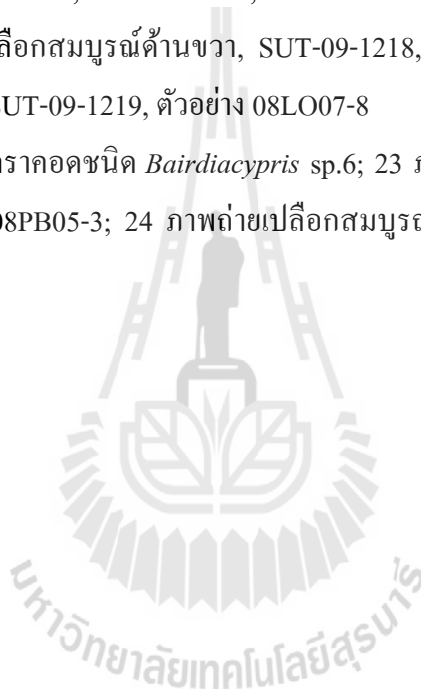
แผ่นภาพ 10

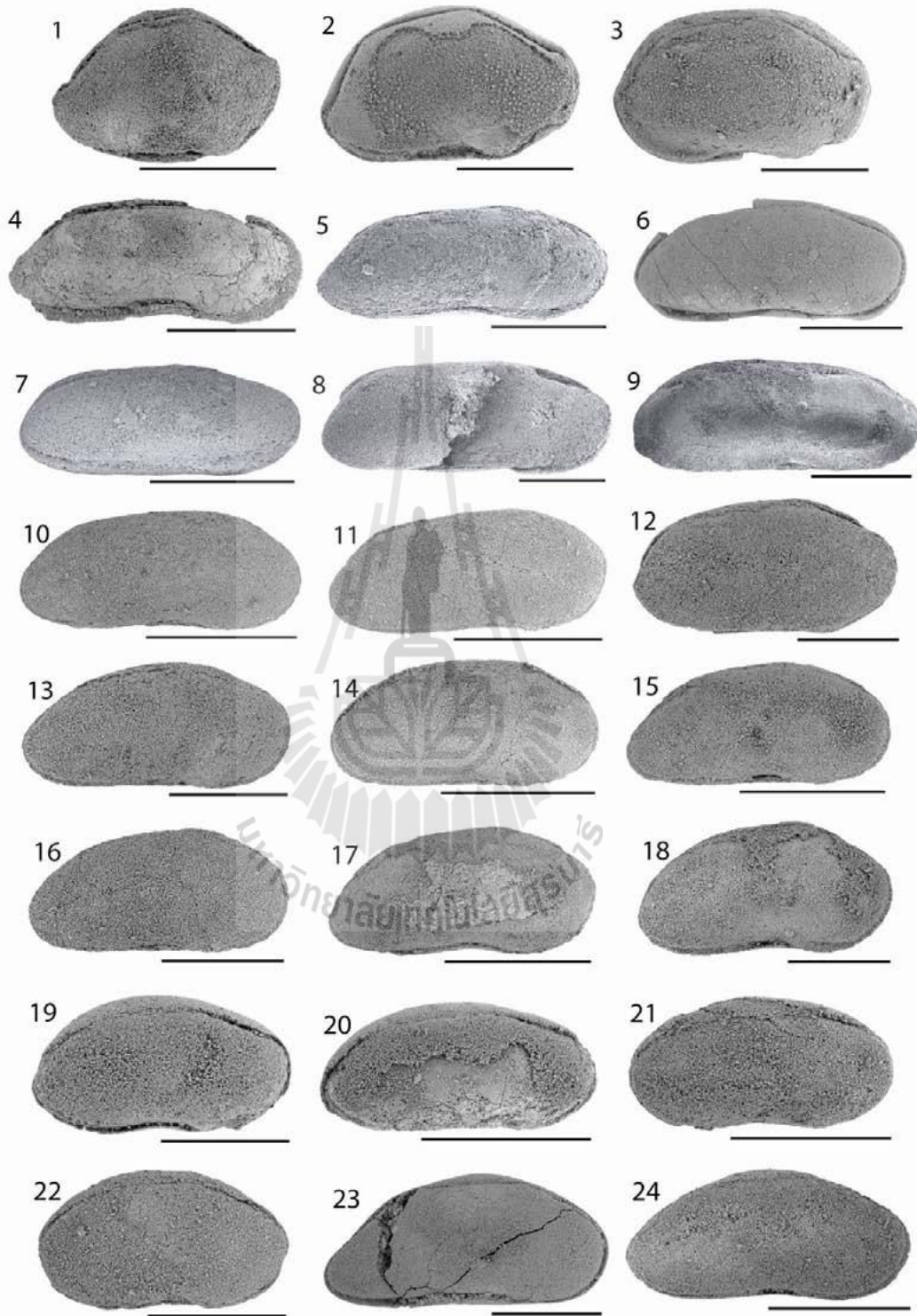
(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 500 μm ยกเว้นภาพที่ 5, 7-9, 12-13, 16, 18-19, 22 เท่ากับ 300 μm)

ภาพที่ 3 แสดงออสตราคอดชนิด *Kempfina* sp.2; ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1205, ตัวอย่าง 08LB01-4

ภาพที่ 13-18 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdiacypris* sp.4; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวาที่แตกหัก, SUT-09-1214, ตัวอย่าง 08LO07-8; 14 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1215, ตัวอย่าง 07PB04-2; 15 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1216, ตัวอย่าง 07PB04-2; 16 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1217, ตัวอย่าง 07PB04-2, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1218, ตัวอย่าง 07PB04-2; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1219, ตัวอย่าง 08LO07-8

ภาพที่ 23-24 แสดงออสตราคอดชนิด *Bairdiacypris* sp.6; 23 ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1224, ตัวอย่าง 08PB05-3; 24 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1225, ตัวอย่าง 08LO07-8





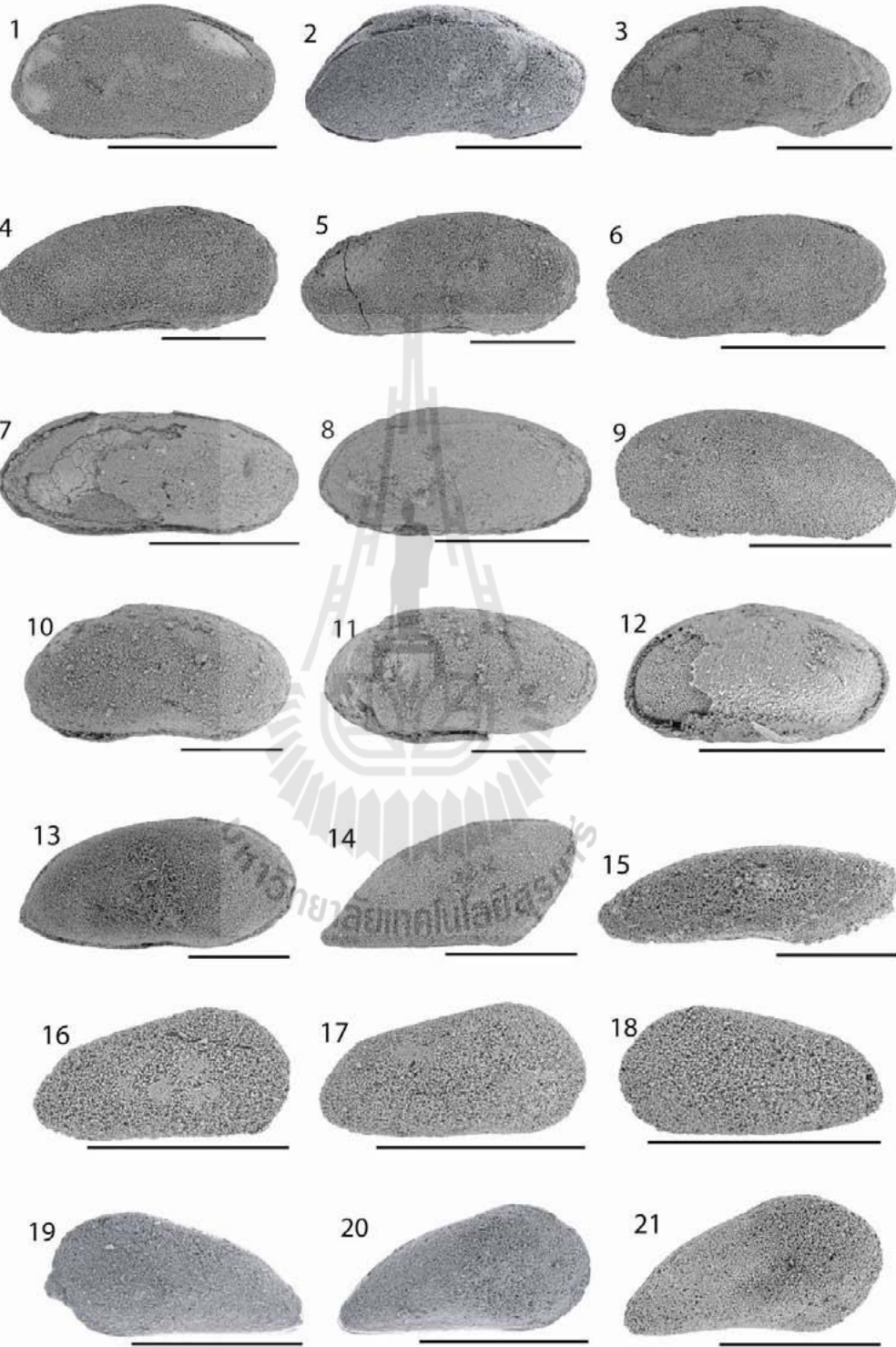
แผ่นภาพ 11

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 1, 3, 6-8, 15 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 10-12 แสดงออสตราคอดชนิด *Fabalicypsis* sp.3; 10 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1236, ตัวอย่าง 08LO01-4; 11 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1237, ตัวอย่าง 08LO01-4; 12 ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1238, ตัวอย่าง 07LB05-A3

ภาพที่ 14 แสดงออสตราคอดชนิด Bairdiidae sp.; ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1243, ตัวอย่าง 08LO02-1





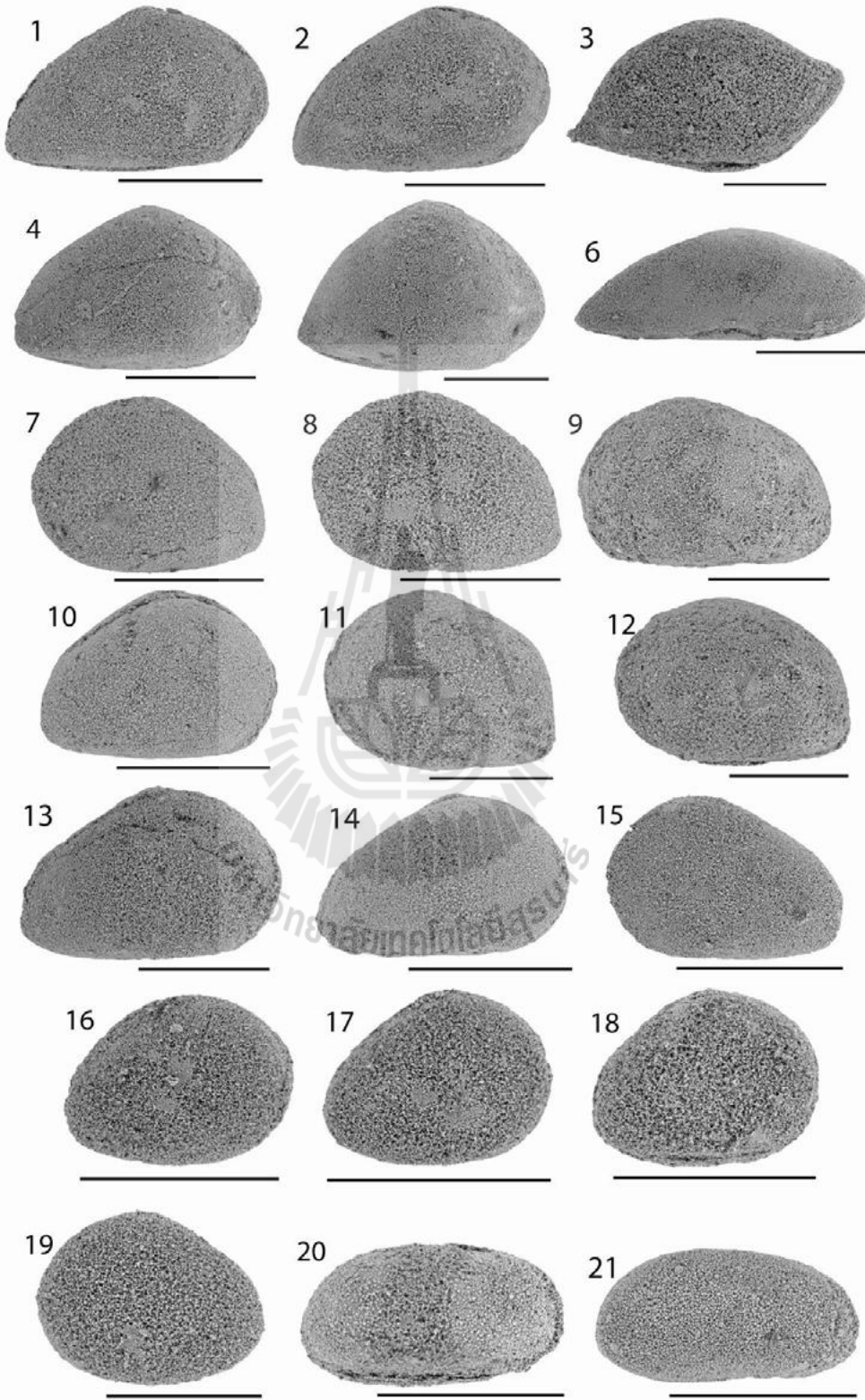
แผ่นภาพ 12

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 6 เท่ากับ 500 μm , ภาพที่ 7-9, 11-12 เท่ากับ 200 μm)

ภาพที่ 1-2, 4-5 แสดงออสตราคอดชนิด *Baschkirina* sp.3; 1 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1248, ตัวอย่าง 07PB04-5; 2 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1249, ตัวอย่าง 07PB04-5; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1250, ตัวอย่าง 08LO02-2; 5 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1251, ตัวอย่าง 08LO02-2

ภาพที่ 3 แสดงออสตราคอดชนิด *Bogerscottia* sp.?; ภาพถ่ายเปลือกไม่สมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1252, ตัวอย่าง 08LO05-7

ภาพที่ 7-15 แสดงออสตราคอดชนิด *Baschkirina* sp.4; 7 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1253, ตัวอย่าง 07LB04-8; 8 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1254, ตัวอย่าง 07LB04-8; 9 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1255, ตัวอย่าง 07PB03-3; 10 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1256, ตัวอย่าง 07PB04-5; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1257, ตัวอย่าง 07PB03-3; 12 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1258, ตัวอย่าง 07PB03-3; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1259, ตัวอย่าง 08LO02-1; 14 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1260, ตัวอย่าง 08LO02-2; 15 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1261, ตัวอย่าง 08LO02-2



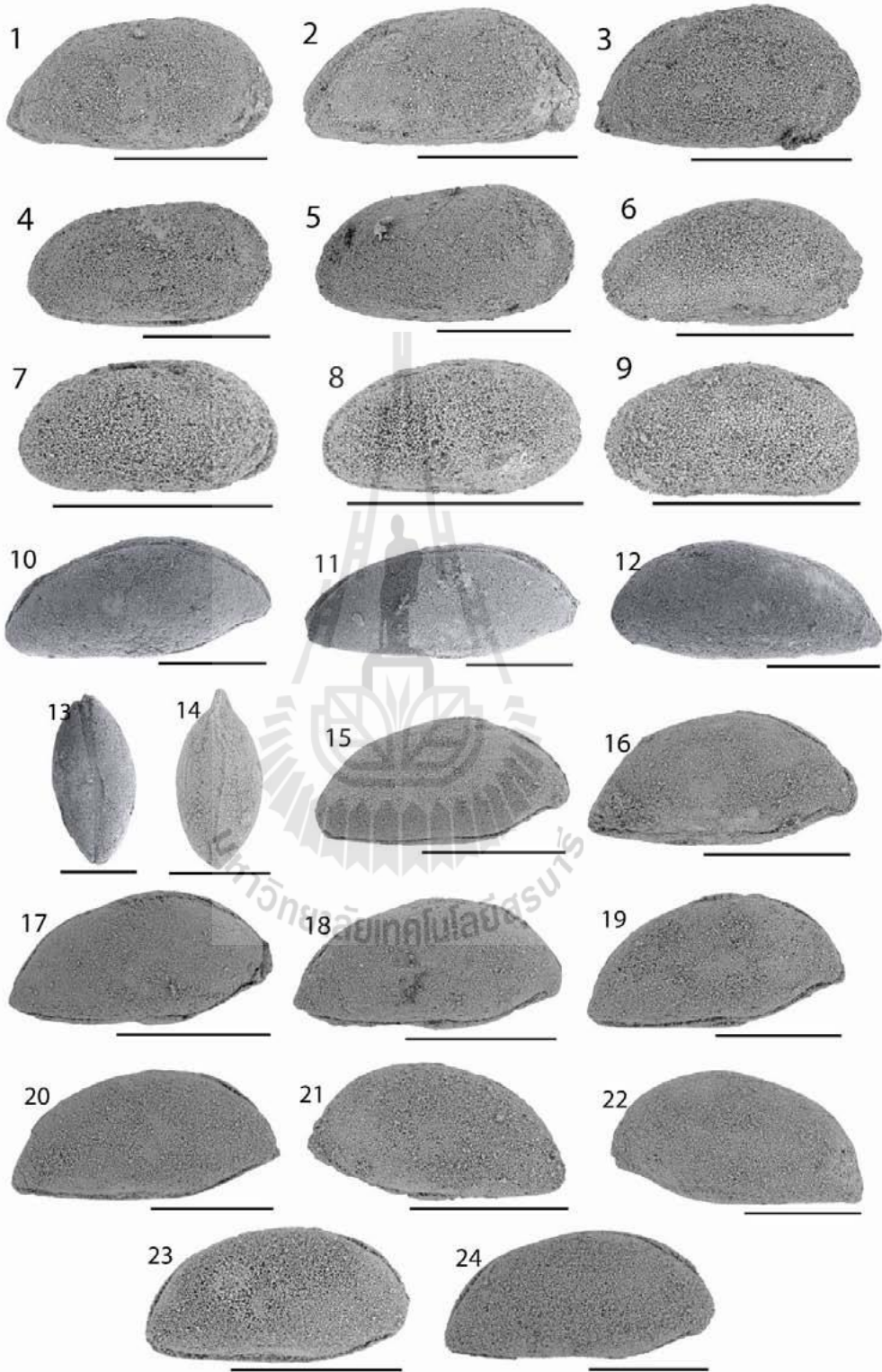
แผ่นภาพ 13

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 15-18 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 4-5 แสดงออสตราคอดชนิด *Liuzhinia* sp.2; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1271, ตัวอย่าง 08LO02-5; 5 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1272, ตัวอย่าง 08LO02-5

ภาพที่ 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด *Acratia* sp.4; 7 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1295, ตัวอย่าง 08LO07-1; 8 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1296, ตัวอย่าง 08LB01-1

ภาพที่ 10-24 แสดงออสตราคอดชนิด *Acratia* sp.1; 10 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1276, ตัวอย่าง 07LB05-6; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1277, ตัวอย่าง 07PB03-2; 12 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1278, ตัวอย่าง 07PB03-2; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านท้อง, SUT-09-1279, ตัวอย่าง 07PB03-2; 14 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านหลัง, SUT-09-1284, ตัวอย่าง 07PB03-5; 15 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1280, ตัวอย่าง 07PB03-5; 16 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1281, ตัวอย่าง 07PB03-5; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1282, ตัวอย่าง 07PB0-5; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1283, ตัวอย่าง 07PB03-3; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1285, ตัวอย่าง 07PB03-5; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1286, ตัวอย่าง 07PB03-3; 21 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1287, ตัวอย่าง 07PB03-5; 22 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1288, ตัวอย่าง 07PB03-3; 23 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1289, ตัวอย่าง 07PB03-5; 24 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1290, ตัวอย่าง 07PB03-3



แผ่นภาพ 14

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 2-3, 12-13, 15 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 3-6 แสดงออสตราคอดชนิด *Acratia* sp.3; 3 ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1292, ตัวอย่าง 08PB02-12; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1293, ตัวอย่าง 07PB04-22; 5 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1293, ตัวอย่าง 07PB04-2; 6 ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1294, ตัวอย่าง 07LB09-1

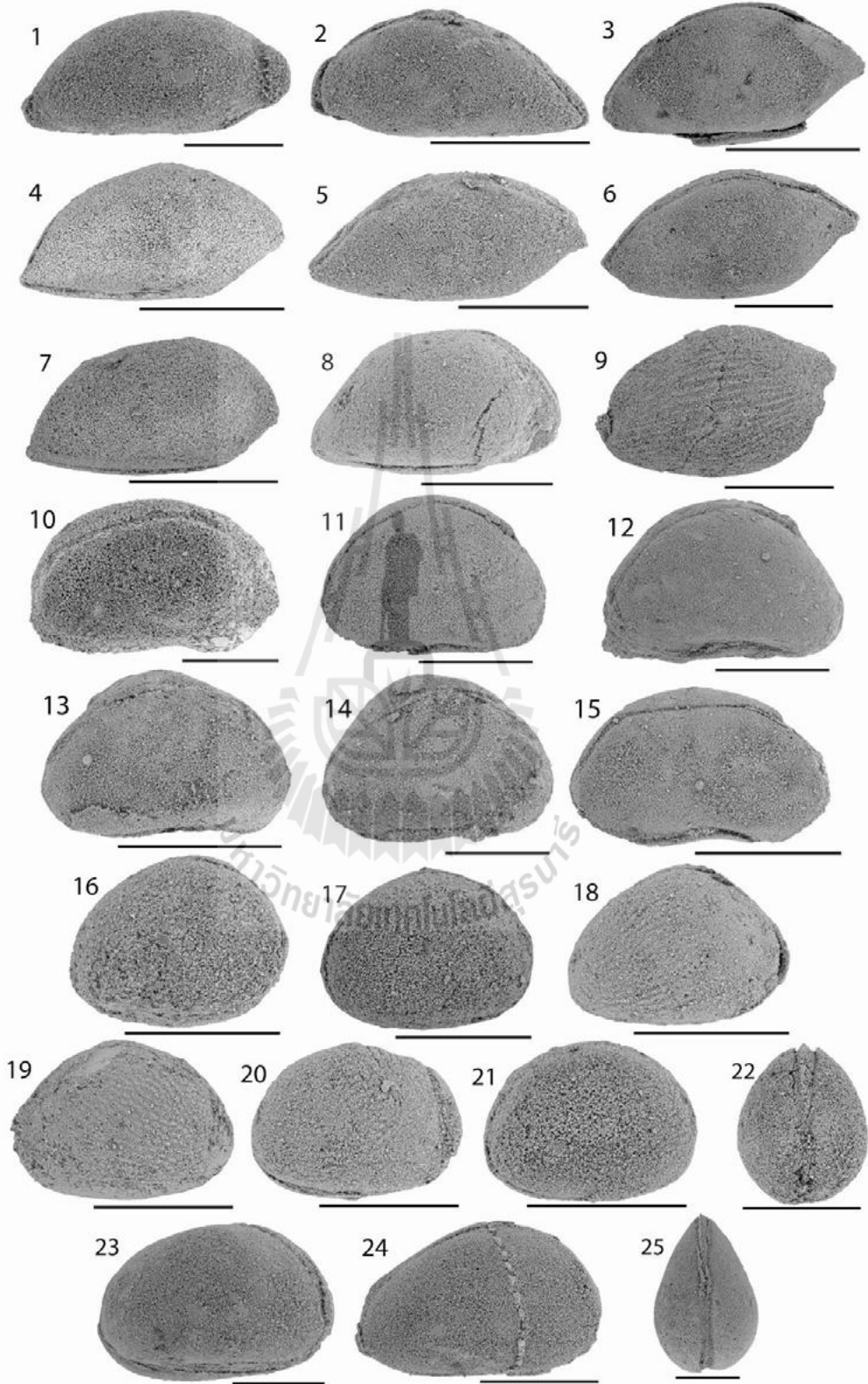
ภาพที่ 7-8 แสดงออสตราคอดชนิด *Acratia* sp.4; 7 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1295, ตัวอย่าง 08LO07-1; 8 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1296, ตัวอย่าง 08LB01-1

ภาพที่ 9 แสดงออสตราคอดชนิด *Pseudoacanthoscapha striatula?* (Shi, 1982); ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1297, ตัวอย่าง 08LO07-2

ภาพที่ 11-14 แสดงออสตราคอดชนิด *Silenites* sp.2; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1299, ตัวอย่าง 07PB04-5; 12 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1300, ตัวอย่าง 07LB05-D3; 13 ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1301, ตัวอย่าง 07PB08-3; 14 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1302, ตัวอย่าง 07LB05-D3, เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm

ภาพที่ 16-22 แสดงออสตราคอดชนิด *Basslerella* sp.1; 16 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1304, ตัวอย่าง 07PB03-5; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1305, ตัวอย่าง 07PB04-2; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1306, ตัวอย่าง 07PB03-5; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1307, ตัวอย่าง 07PB03-5; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1308, ตัวอย่าง 07PB03-5; 21 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1309, ตัวอย่าง 07LB09-1; 22 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านหน้า, SUT-09-1310, ตัวอย่าง 07LB09-2

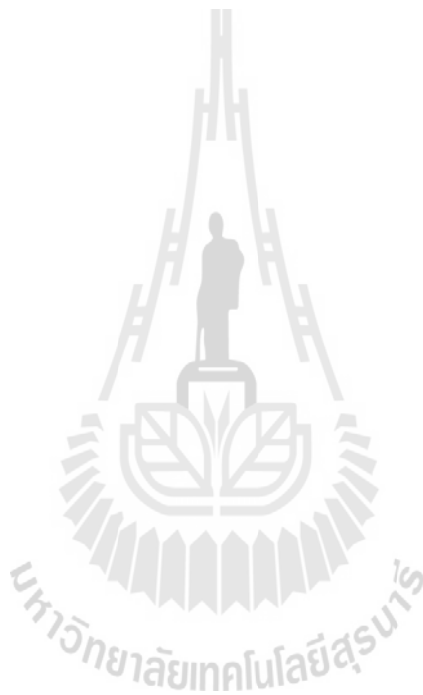
ภาพที่ 23-25 แสดงออสตราคอดชนิด *Basslerella* sp.2; 23 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1311, ตัวอย่าง 08LO02-2; 24 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1312,, ตัวอย่าง 08LO02-2; 25 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านหน้า, SUT-09-1313, ตัวอย่าง 08LO02-2

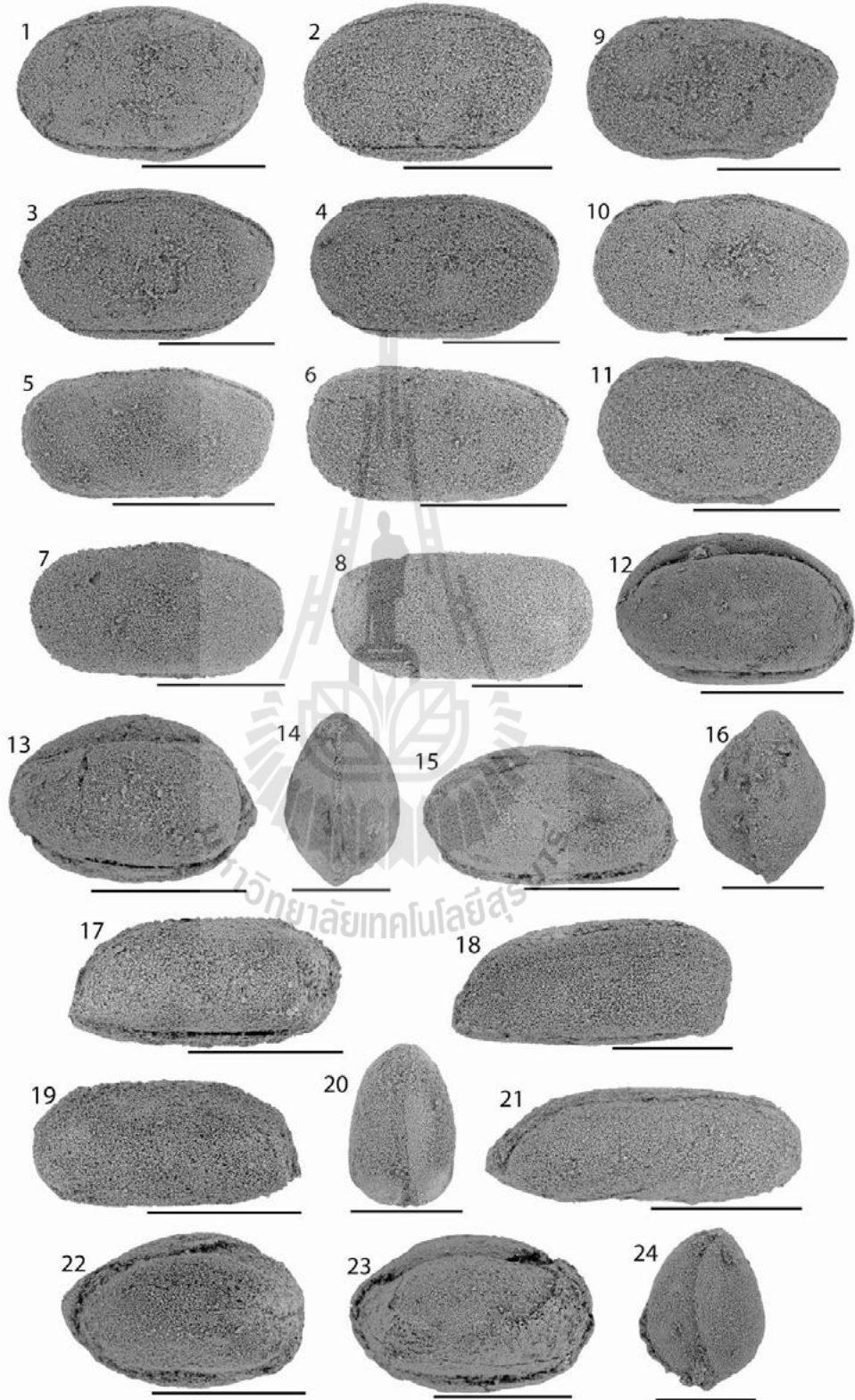


แผ่นภาพ 15

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 12 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 17-20 แสดงออสตราคอดชนิด *Microcheilinella* sp.2; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1329, ตัวอย่าง 07PB04-2; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1330, ตัวอย่าง 07PB04-2; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1331, ตัวอย่าง 07PB04-2; 20 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านหน้า, SUT-09-1332, ตัวอย่าง 08LO07-1

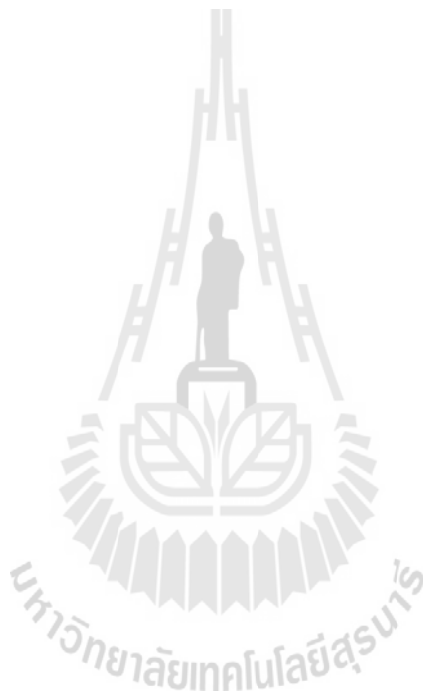




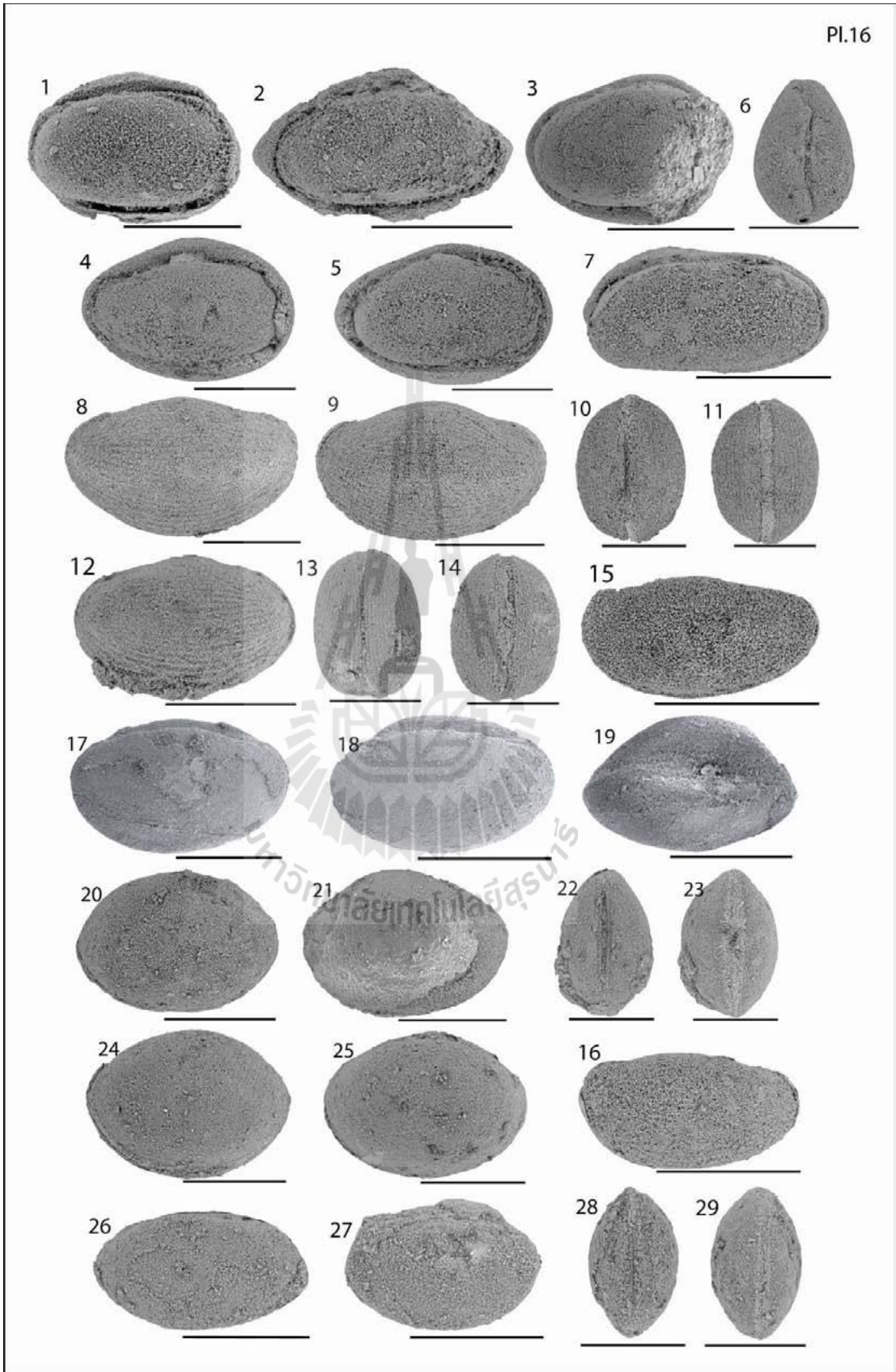
แผ่นภาพ 16

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 3 เท่ากับ 500 μm และภาพที่ 4-5 เท่ากับ 200 μm)

ภาพที่ 8-12 แสดงออสตราคอดชนิด *Cyathus* sp.1; 8 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1345, ตัวอย่าง 07PB04-2; 9 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1346, ตัวอย่าง 07PB04-2; 10 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านบน, SUT-09-1347, ตัวอย่าง 07PB04-2; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านหน้า, SUT-09-1348, ตัวอย่าง 07PB04-2; 12 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1349, ตัวอย่าง 07LB05-D2



Pl.16



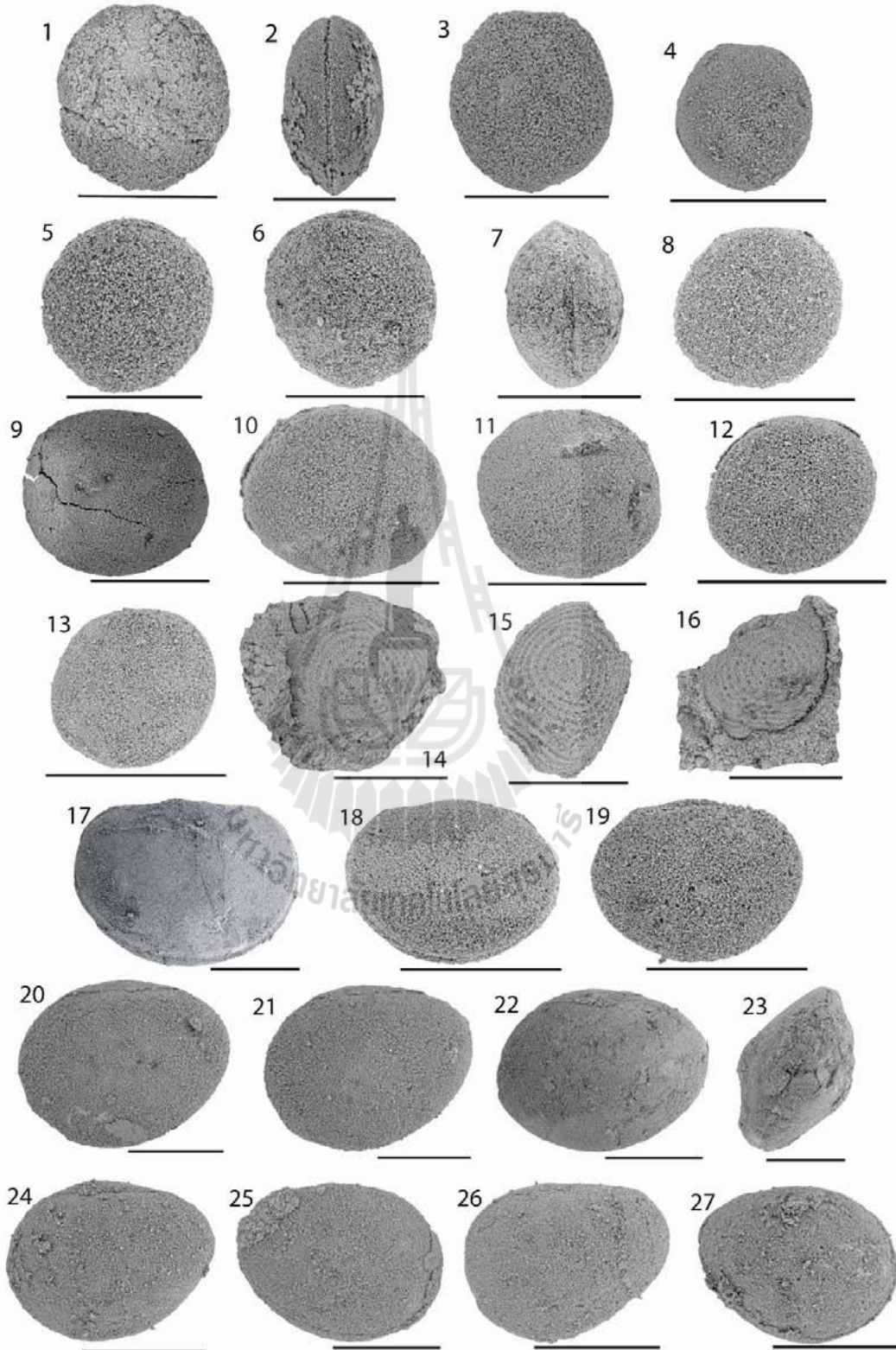
แผ่นภาพ 17

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 23 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 1-4 แสดงออสตราคอดชนิด *Polycope* sp.1; 1 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1367, ตัวอย่าง 07PB04-2; 2 posterior view of the complete carapace, SUT-09-1368, ตัวอย่าง 07PB04-2; 3 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1369, ตัวอย่าง 08LO02-2; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1370, ตัวอย่าง 07LB05-B2

ภาพที่ 5-7 แสดงออสตราคอดชนิด *Polycope* sp.2; 5 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1371, ตัวอย่าง 08LO02-5; 6 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1372, ตัวอย่าง 08LO02-5; 7 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านหลัง, SUT-09-1373, ตัวอย่าง 08LO02-5

ภาพที่ 8-13 แสดงออสตราคอดชนิด *Polycope* sp.3; 8 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1379, ตัวอย่าง 07LB09-1; 9 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1374, ตัวอย่าง 07PB04-5; 10 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1375, ตัวอย่าง 08LO02-2; 11 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1376, ตัวอย่าง 08LO02-2; 12 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1377, ตัวอย่าง 07LB09-1; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1378, ตัวอย่าง 07LB09-1



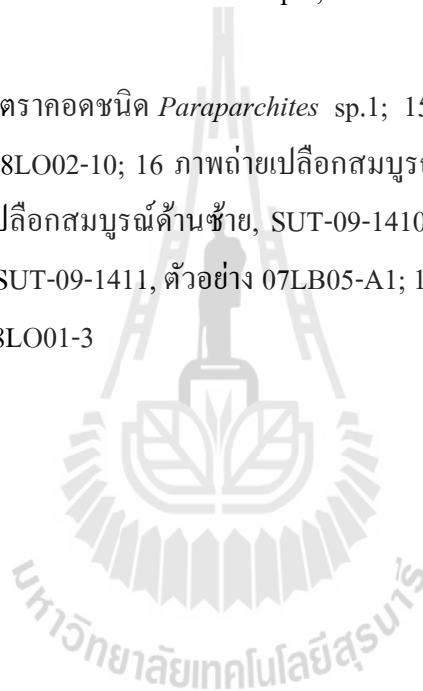
แผ่นภาพ 18

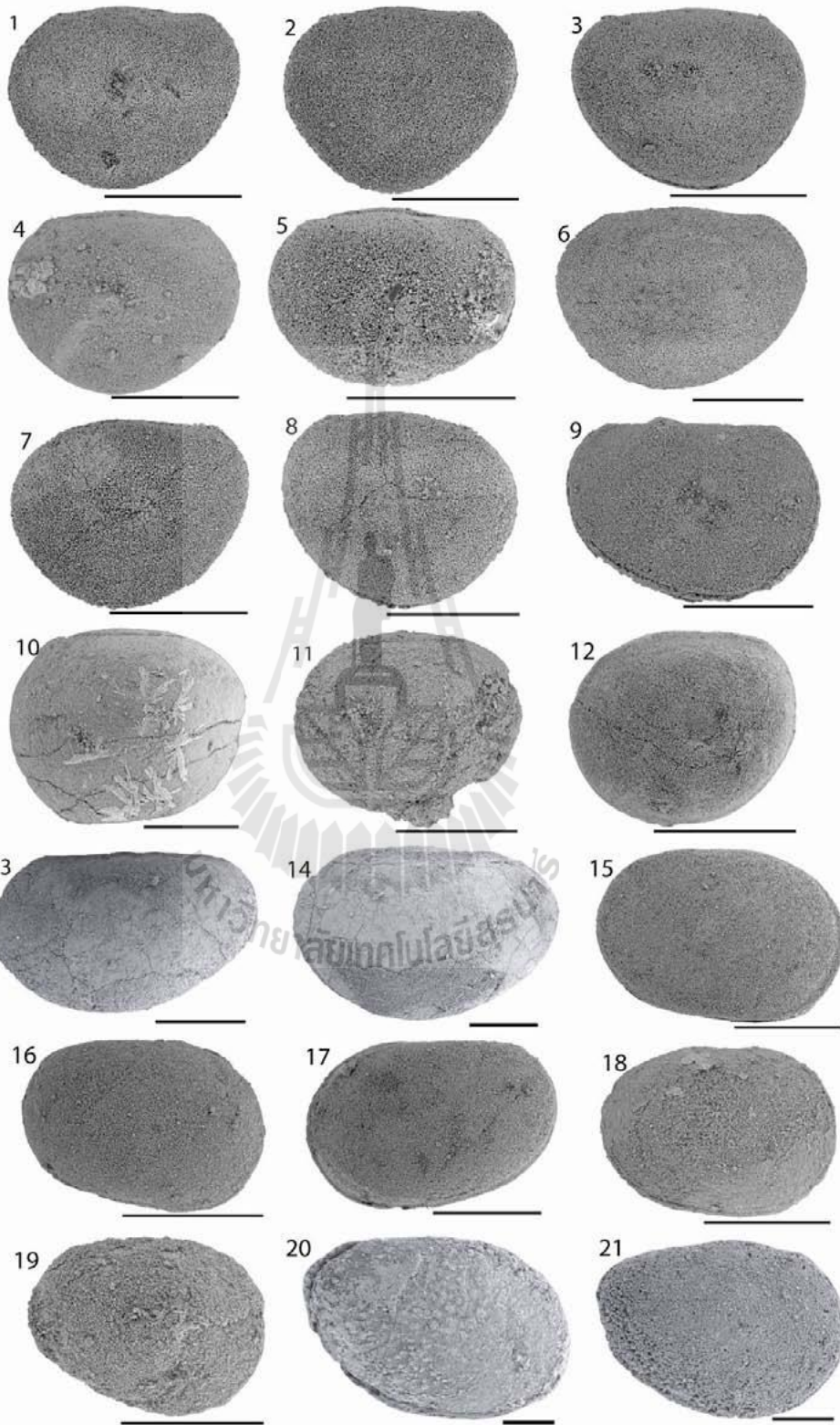
(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 10, 12, 15-17 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 1-6 แสดงออสตราคอดชนิด *Samarella* sp.3; 1 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1394, ตัวอย่าง 07PB04-2; 2 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1395, ตัวอย่าง 07PB04-2; 3 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านขวา, SUT-09-1396, ตัวอย่าง 07PB04-5; 4 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1397, ตัวอย่าง 07LB05-A1; 5 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1398, ตัวอย่าง 07LB05-A1; 6 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1399, ตัวอย่าง 07PB04-2

ภาพที่ 12 แสดงออสตราคอดชนิด *Shemonaella* sp.1; ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1405, ตัวอย่าง 08LO02-2

ภาพที่ 15-19 แสดงออสตราคอดชนิด *Paraparchites* sp.1; 15 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านขวา, SUT-09-1408, ตัวอย่าง 08LO02-10; 16 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านขวา, SUT-09-1409, ตัวอย่าง 08LO01-3; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านซ้าย, SUT-09-1410, ตัวอย่าง 08LO02-1; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านขวา, SUT-09-1411, ตัวอย่าง 07LB05-A1; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบูนด้านขวา, SUT-09-1412, ตัวอย่าง 08LO01-3





แผ่นภาพ 19

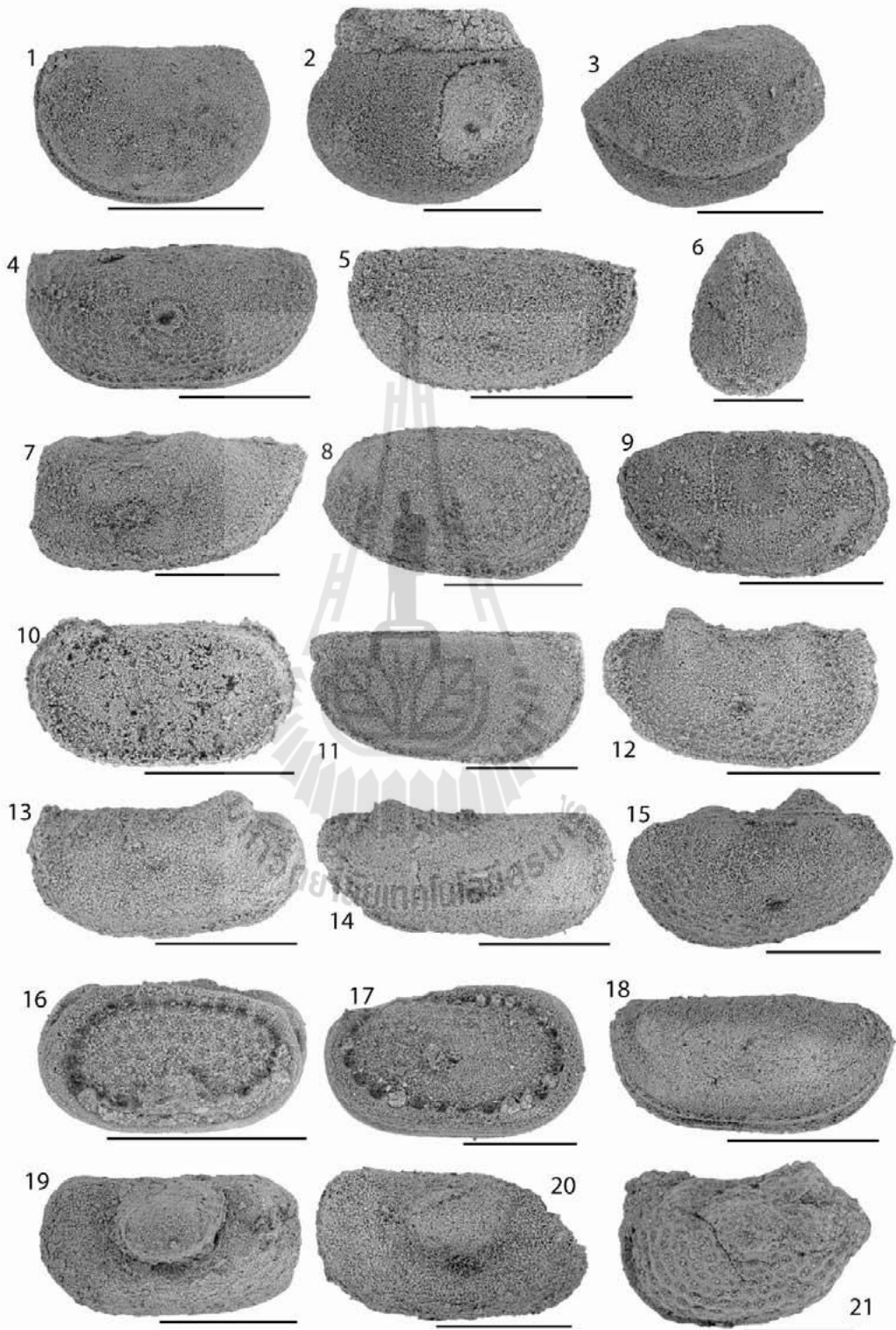
(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 15 เท่ากับ 200 μm , ภาพที่ 16, 18 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 7 แสดงออสตราคอดชนิด *Kirkbya* sp.3; ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1421, ตัวอย่าง 08LO02-5.

ภาพที่ 11 แสดงออสตราคอดชนิด *Knightina* sp.3; ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านขวา, SUT-09-1425, ตัวอย่าง 08LO02-2

ภาพที่ 19-20 แสดงออสตราคอดชนิด *Polytylites* sp; 13 ภาพถ่ายเปลือกสมบูรณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1428, ตัวอย่าง 08LO07-1; 14 ภาพถ่ายเปลือกไม้สมบูรณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1429, ตัวอย่าง 08LO07-8





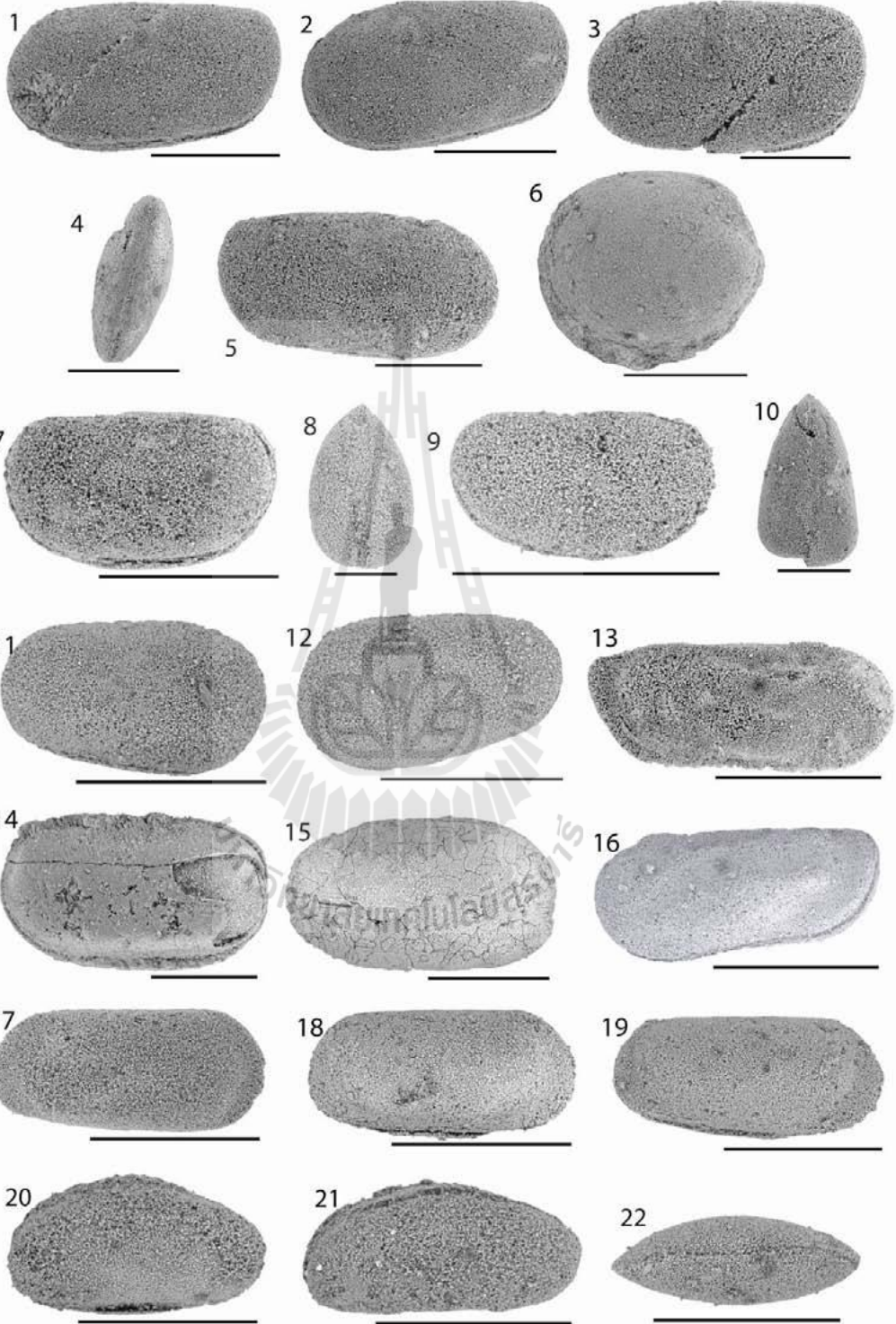
แผ่นภาพ 21

(เส้นบอกมาตราส่วนเท่ากับ 300 μm ยกเว้นภาพที่ 4, 6 เท่ากับ 500 μm)

ภาพที่ 6, 10 แสดงออสตราคอดชนิด *Kloedenellcea* indet.; 6 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านซ้าย, SUT-09-1469, ตัวอย่าง 08LO02-11; 10 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านหลัง, SUT-09-1470, ตัวอย่าง 08LO02-11

ภาพที่ 17-19 แสดงออสตราคอดชนิด *Permoyoungiella* sp.1; 17 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1473, ตัวอย่าง 08LO02-2; 18 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1474, ตัวอย่าง 07PB04-2; 19 ภาพถ่ายเปลือกสมบรูณ์ด้านขวา, SUT-09-1475, ตัวอย่าง 07PB04-5





ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ (ภาษาไทย) ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ ธานี
ชื่อ (ภาษาอังกฤษ) Dr. Nathawut Thaneer

2. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3-4099-00527-28-4

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์: 044-224633, 089-9492052

โทรสาร: 044-224633

E-mail: nathawut@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

Year	Degree	Field	Institution/Country
1978	B.Sc.	Biology	Khon Kean University Khon Kean, Thailand
1980	M.Sc.	Environmental Biology	Mahidol University Bangkok, Thailand
1988	Ph.D.	Ecological Entomology	Massey University Palmerston North, New Zealand
1998	Ph.D.	Plant Health	Massey University Palmerston North, New Zealand
1982	Postgraduate Certificate	Bioassay Techniques	Biotropical Center Bogor, Indonesia
1990	Postgraduate Certificate	Integrated Environmental Planning and Management	Griffith University Nathan, Australia
1992	Postgraduate Certificate	Mathematical Ecology	International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy
1994	Postgraduate	Island Ecosystem and	Biotropical Center

	Certificate	Ecotourism	Bogor, Indonesia
2002	Postgraduate	Water Quality Management	ATPAC/USA/Canada
	Certificate	And Planning	Mae Jo University, Thailand

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

Environmental Planning and Management

Integrated Pest Management

Ecosystem Analysis and Management

Ecotourism and Environmental Conservation

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

1) ภูกิจ พันธุ์เกษม, ชำรง เปรมปรีดิ์, สวงวน ปัทมธรรมกุล, ณัฐวุฒิ ธานี และ ชิติ วิสารัตน์. (2553). การเก็บกักคาร์บอนของแปลงปลูกไม้ตะกุง. งานประชุมวิชาการประจำปี มหาวิทยาลัยรังสิต **Rsucon 2010**. สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี.

2) ภูกิจ พันธุ์เกษม, ชำรง เปรมปรีดิ์, สวงวน ปัทมธรรมกุล, ณัฐวุฒิ ธานี และ ชิติ วิสารัตน์. (2553). การเก็บกักคาร์บอนของแปลงปลูกไม้โตเร็ว. งานประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง “ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 1 ความเสี่ยงและโอกาสท้าทายในกลไกการจัดการสภาพภูมิอากาศโลก **Climate Thailand Conference 2010**”. สำนักวิเคราะห์และรับรองโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (สวร.) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) กรุงเทพมหานคร.

3) Keeratiurai, P., Thane, N., and Vichairattatragul, P. (2013). Assessment of the carbon emitted from the layer and young chicken farming under the uncertainty. **ARNP Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(9): 630-644.

4) Keeratiurai, P., Thane, N., and Vichairattatragul, P. (2013). Assessment of the carbon massflow from the layer farming with life cycle inventory. **ARNP Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(9): 673-682.

5) Keeratiurai, P. and Thane, N. (2013). The decision making to reduce carbon emission under uncertainty of herbivore meat production. **ARNP Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(7): 531-540.

6) Keeratiurai, P. and Thane, N. (2013). Comparison of carbon equivalent emissions under uncertainty of energy using for industries of pig and broiler meat production. **Science Series Data Report**. 5(5): 55-65.

7) Aroon, S., Artchawakom, T., Hill, J. G., and **Thanee, N.** (2012). Seasonal variation in the diet of common Palm Civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) at Sakaerat Biosphere Reserve, Thailand. **Proceedings of the 8th Inter conference Inter-University Cooperation Program. ASEAN Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, and Environmental Stability.** 8 - 12 July, 2012. Kyung Hee University, Seoul, Korea. (The Best Practice Awards)

8) Keeratiura P., Pankasam, P., Prempre T., Patamatamkul, S., and **Thanee, N.** (2012). Carbon sequestration of fast growing tree. **European Journal of Operational Research (EJOR).** 81(4): 459-464.

9) Pankasam, P., Prempre T., Keeratiura P., Patamatamkul, S., and **Thanee, N.** (2012). Carbon sequestration of fast growing tree for rural electricity generation. **International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2012). Periodical of Advanced Materials Research on title Electrical Power & Energy Systems.** Mainland, China. 516-517.

10) **Thanee, N.** and Thipsantia, P. (2012). Relationship between termite biodiversity and gut protozoa at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province, Thailand. **Proceedings of the 8th Inter conference Inter-University Cooperation Program. ASEAN Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, and Environmental Stability.** 8 - 12 July, 2012. Kyung Hee University, Seoul, Korea.

11) Pitakpong, A., Saipunkaew, W., Dathong, W., and **Thanee, N.** (2011). Use of epiphytic lichens as bioindicators for air quality monitoring in Nakhon Ratchasima municipality, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program. Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific.** 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

12) Sukteeka, S. Jitpukdee, S., and **Thanee, N.** (2011). Species diversity of millipedes in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program. Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific.** 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

13) Tantikamton, K., Nhaknaen, P., Pokaew, K., Ninlaor, N., and **Thanee, N.** (2011). Solid waste composition and the behavior of household solid waste management in some small islands, Trang province, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program. Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific.** 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

14) Tantipanatip, T., **Thanee, N.**, and Keeratiurai, P. (2011). Carbon massflow from egg production using life cycle assessment to develop carbon footprint in Khon Kaen and Nakhon Nayok provinces, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program. Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific.** 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

15) Thipsantia, P. and **Thanee, N.** (2011). Biodiversity of termites and their relationship to dry dipterocarp and dry evergreen ecosystems at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province, Thailand. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program. Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific.** 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka. (The Best Practice Awards)

16) Vichairattanatragul, P., **Thanee, N.**, and Keeratiurai, P. (2011). Carbon footprint of fattening pig production in Thailand: Case studies in Ratchaburi, Nakhon Pathom and Nakhon Ratchasima provinces. **Proceedings of the 7th Inter conference Inter-University Cooperation Program. Regional Stability through Economic, Social and Environmental Development in the Greater Mekong Sub-region and Asia-Pacific.** 7 - 12 August, 2011, Colombo. Sri Lanka.

17) Thassanapak, H., Qinglai, F., Grant-Mackei, J., Chonglakmani, C. and **Thanee, N.** (2011). Middle Traissic radiolarian faunas from Chiang Dao, Northern Thailand. **Palaeoworld.** 20: 179-202.

18) Boonriam, W., Yamada, A., Saitoh, S., Hasin, S., Wiwatwitaya, D., Artchawakom, T., and **Thanee, N.** (2010). How much area is foraged by termites in tropical forest. **The 7th Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Singapore.** 1st and 2nd March 2010.

19) Kudthalang, N. and **Thanee, N.** (2010). The assessment of water quality in the upper part of the Chi Basin using physicochemical variables and benthic macroinvertebrates. **Suranaree Journal of Science and Technology**. 17(2): 165-176.

20) **Thanee, N.** and Keeratiurai, P. (2010). Carbon footprint and carbon massflow for chicken meat and egg production in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. **The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference**, Nong Khai, Thailand. pp 6.

21) **Thanee, N.**, Saipankaew, W., and Pitakpong, A. (2010). Use of lichens as bioindicators for air quality monitoring in Nakhon Ratchasima municipality area. **The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference**, Nong Khai, Thailand. pp 6.

22) Aroon, S., Artchawachom, T., Hill, J. G., Kupittayanant, S., and **Thanee, N.** (2009). Ectoparasites of the common palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) at Sakaerat Environmental Research Station, Thailand. **Suranaree Journal of Science and Technology**. 16(4): 277-281.

23) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). **Comparison of carbon emitted factors from ox and buffalo farms and slaughterhouses in meat production. Thai Journal of Agricultural Science**. 42(2): 97-107.

24) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). Comparison of carbon emitted for meat production from ox buffalo pig and chicken. **Proceedings of the 8th National Convention on Environmental Engineering, Suranaree University of Technology**, Nakhon Ratchasima, March 25-27, 2009.

25) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). Comparison of carbon emitted from ox buffalo pig and chicken farms and slaughterhouses in meat production. **Suranaree Journal of Science and Technology**. 16(2): 79-90.

26) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). The study of carbon massflow in ox, buffalo, and pig meat production from farms and slaughterhouses in Thailand. **Thai Environmental Engineering Journal**. 23(2): 37-51.

27) **Thanee, N.**, Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2009). The study of carbon massflow in ox, buffalo and pig production from farms and slaughterhouses in Thailand.

Proceedings of the 5th International Conference-University Cooperation Program, Toward Knowledge Networks for the Economy, Society, Culture, Environment and Health for the Greater Mekong Subregion and Asia-Pacific. Kohinoor Continental Hotel, Mumbai, India, September 6-10, 2009.

28) **Thanee, N.,** Kupittayanant, S., and Pinmongkholgul, S. (2009). **Prevalence of ectoparasites and blood parasites in small mammals at Sakaerat Environmental Research Station, Thailand.** Thai Journal of Agricultural Science. 42(3): 149-158.

29) **Thanee, N.,** Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2008). Comparison of carbon emission factors from ox and buffalo farms and energy of slaughterhouses in meat production. **Proceedings of International Conference, Energy Security and Climate Change: Issues, Strategies, and Options (ESCC 2008),** Sofitel Centara Grand Hotel, Bangkok, Thailand, August 06-08, 2008.

30) **Thanee, N.,** Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2008). Comparison of carbon mass flow and emission factors from ox and buffalo farms in meat production. **Proceedings of the 4th International Conference, Knowledge Networks and Regional Development in the Greater Mekong Subregion and Asia-Pacific,** Golden Dragon Hotel, Kunming, Yunnan Province, People's Republic of China, June 22-27, 2008.

31) **Thanee, N.,** Dankittikul, W., and Keeratiurai, P. (2007). The study of carbon mass flow in milk production from daily farms: A case study in Nachon Ratchasima province. **Proceedings of the Second GMSARN International Conference, Sustainable Development: Challenges and Opportunities for the Greater Mekong Subregion.** Pattaya, Thailand, December 12-14, 2007.

32) Chitnarin, A., **Thanee, N.,** Crasquin-Soleau, S., and Chonglakmani, C. (2006). First discovery of Middle Triassic (Anisian) ostracods from the Pha Khan Formation, Northern Thailand. **Circum-Pacific Triassic Stratigraphy and Correlation Symposium,** New Zealand (poster).

33) Chonglakmani, C., Noipaw, N., Chitnarin, A., and **Thanee, N.** (2006). Late Triassic (Norian) stromatolites and ostracods from the Huai Hin Lat Formation, North-Central Thailand. **Circum-Pacific Triassic Stratigraphy and Correlation Symposium,** New Zealand (poster).

34) Thassanapak, H., Qinglai, F., Chonglakmani, C., Udchachon, M., and **Thanee, N.** (2006). Middle Triassic radiolarians from Chiang Dao area, Northern Thailand. **Interred XI: Radiolarians in Stratigraphy & Paleocyanography**, New Zealand (poster).

35) Uchachon, M., Chonglakmani, C., Campbell, H., and **Thanee, N.** (2006). Paleocology of the Permian Alatoconchid bivalves from North-Central, Thailand. **International Palaeontological Congress**, China (poster).

36) Pongswat, S., **Thanee, N.**, Thammathaworn, S., Peerapornpisal, Y., and Nontanum, S. (2005). Water quality and diversity of phytoplankton in a hard-water lake, Thailand. **Suranaree Journal of Science and Technology**. 13(1): 55-70.

37) Onlamai, C. and **Thanee, N.** (2004). Some ecological aspects of little honeybee (*Apis florea* F.) and type of sugar contents in honey in Northeast Thailand. **Pakistan Journal of Biological Sciences**. 7(4): 658-661.

38) Pongswat, S., Thammathaworn, S., Peerapornpisal, Y., **Thanee, N.**, and Somsiri, C. (2004). Phytoplankton in the Rama IX lake, a mand-made lake, Pathumthani province, Thailand. **Science Asia**. 30: 261-267.

