



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ประโยชน์ของฟิวซูลินอยเดียในเชิงชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล บริเวณขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดไชนา และบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย
(Paleobiogeographic implications of fusulinoidean faunas in the western margin of the Indochina Microcontinent and Changwat Sa Kaeo, Thailand)

จิตติมา เจริญจิตติรัตน์ (นักวิจัยหลัก)
ปัญญา จารุศิริ (นักวิจัยพี่เลี้ยง)

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยทบวงมหาวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ประโยชน์ของฟิวซูลินอยเดียในเชิงชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล บริเวณขอบตะวันตก
ของจุลทวีปอินโดไชน่า และบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย
(Paleobiogeographic implications of fusulinoidean faunas in the western
margin of the Indochina Microcontinent and Changwat Sa Kaeo, Thailand)

จิตติมา เจริญจิตติรัตน์ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปัญญา จารุศิริ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG4780046

ชื่อโครงการ: ประโยชน์ของฟิวซิลินอยเดียในเชิงชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล บริเวณขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดไชนา และบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย

ชื่อนักวิจัย: จิตติมา เจริญจิตรัตน์

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: thaicat@hotmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2549

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากลุ่มชีวินฟิวซิลินอยเดียเพื่อหาอายุ สภาพชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล และประเภทของหินคาร์บอเนต ที่พบบริเวณขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดไชนา และบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย จากการศึกษาพบกลุ่มชีวินฟิวซิลินอยเดียที่มีความหลากหลาย ในช่วงอายุคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียน เช่น *Jigulites grandis*, *Bosbytauella* cf. *bosbytauensis*, *Daixina recava*, *Chalaroschwagerina* sp., *Sphaeroschwagerina sphaerica*, *Sphaeroschwagerina* cf. *pulchra*, *Pseudoschwagerina* cf. *robusta*, *Pseudoschwagerina mounghensis*, *Eoparafusulina pusilla*, *Chusenella* sp., *Darvasites* sp., *Misellina* sp., *Minojapanella* sp., *Nankinella* sp., *Pamirina* sp., *Paraschwagerina* sp., *Pseudodoliolina* sp., *Pseudofusulina* sp., *Pseudoschwagerina* sp., *Quasifusulina* sp., *Rugosofusulina* sp., *Praeskinnerella* sp., *Skinnerella* sp., *Schubertella* sp., *Staffella* sp., *Yangcheinia* sp., *Neoschwagerina haydeni*, *Verbeekina verbeeki*, *Sumatrina* sp., *Pseudodoliolina pseudolepida* และ *Colania douvillei* เป็นต้น ซึ่งคาดว่าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการสะสมตัวของหินคาร์บอเนตที่พบฟิวซิลินอยเดียเหล่านี้ น่าจะอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรโบราณ หรือในเขตทรอปิคอล (Tropical zone) อากาศอบอุ่น และบริเวณที่เป็นทะเลเปิดและตื้น (open shallow marine) และจากการเทียบเคียงกลุ่มชีวินฟิวซิลินอยเดียในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีความคล้ายคลึงกับกลุ่มชีวินฟิวซิลินอยเดียที่พบบริเวณแผ่นเปลือกโลกลานปีง-สีเหมา (Lanping-Simao Block) ของประเทศจีน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าหินคาร์บอเนตที่พบกลุ่มชีวินฟิวซิลินอยเดียของไทยนี้ เป็นแนวต่อเนื่องทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ลงมาจากบริเวณแผ่นลานปีง-สีเหมาของประเทศจีน ฟิวซิลินอยเดียที่ใช้เปรียบเทียบกับนี้มีลักษณะเด่นและเป็นคาร์เทเซียนและทีเทียนฟาวน่า (Cathaysia and Tethyan fauna) ในช่วงคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียน

คำหลัก: Fusulinoidea, Paleobiogeography, Indochina Microcontinent, Thailand

Abstract

Project Code: MRG4780046

Project Title: Paleobiogeographic implications of fusulinoidean faunas in the western margin of the Indochina Microcontinent and Changwat Sa Kaeo, Thailand

Investigator: Titima Charoentitirat

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

E-mail Address: thaicat@hotmail.com

Project Period: 2 years from 1 July 2004 to 30 June 2006

This research aims to study fusulinoidean assemblage, age determination, paleobiogeography, and carbonate rock types along the western margin of the Indochina Microcontinent, and Changwat Sa Kaeo, Thailand. Fusulinoidean assemblages of Carboniferous and Permian ages found in the study area contain *Jigulites grandis*, *Bosbytaella* cf. *bosbytaensis*, *Daixina recava*, *Chalaroschwagerina* sp., *Sphaeroschwagerina sphaerica*, *Sphaeroschwagerina* cf. *pulchra*, *Pseudoschwagerina* cf. *robusta*, *Pseudoschwagerina mounghensis*, *Eoparafusulina pusilla*, *Chusenella* sp., *Darvasites* sp., *Misellina* sp., *Minojapanella* sp., *Nankinella* sp., *Pamirina* sp., *Paraschwagerina* sp., *Pseudodoliolina* sp., *Pseudofusulina* sp., *Pseudoschwagerina* sp., *Quasifusulina* sp., *Rugosofusulina* sp., *Praeskinnerella* sp., *Skinnerella* sp., *Schubertella* sp., *Staffella* sp., *Yangcheinia* sp., *Neoschwagerina haydeni*, *Verbeekina verbeeki*, *Sumatrana* sp., *Pseudodoliolina pseudolepida*, and *Colania douvillei*. The depositional environment might be in open shallow marine of paleo-equator or tropical zone. Moreover, the fusulinoidean assemblages in this study are similar to the ones found in the Lanping-Simao Block of South China. It shows that the Indochina Microcontinent is a southeastern extension of the Lanping-Simao Block and both areas are characterized by Cathaysian and Tethyan faunas during Carboniferous and Permian.

Keywords: Fusulinoidea, Paleobiogeography, Indochina Microcontinent, Thailand

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทบวงมหาวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณกรมทรัพยากรธรณี กรมแผนที่ทหาร สำหรับข้อมูลในการดำเนินการสำรวจภาคสนาม ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญหลายท่านที่ให้คำแนะนำ ได้แก่ Associate Prof Katsumi UENO มหาวิทยาลัยฟูกูโอกะ ประเทศญี่ปุ่น รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา จารุศิริ รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี ชูวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิโรจน์ ดาวฤกษ์ อาจารย์ ดร.วิชัย จุฑะโกสสิทธิ์กานนท์ และนิสิตทั้งในระดับปริญญาตรีและโท ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ร่วมดำเนินการในโครงการจนประสบความสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนให้เกิดการวิจัยในครั้งนี้ พร้อมเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการสำรวจภาคสนาม ห้องปฏิบัติการต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ (Introduction)	1
1.1 ที่มาของโครงการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	2
บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟิวซูลินอยเดีย (Basic knowledge on fusulinoidea)	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับฟิวซูลินอยเดีย	4
2.2 การศึกษาฟิวซูลินอยเดียจากแผ่นหินบาง	4
2.3 การจำแนกฟิวซูลินอยเดีย	7
บทที่ 3 ฟิวซูลินอยเดียที่สำคัญที่พบในจุลทวีปอินโดจีนของประเทศไทย (Characteristic fusulinoidea found in Indochina Microcontinent, Thailand)	10
บทที่ 4 สรุปผลงานของโครงการวิจัย (Research products)	46
เอกสารอ้างอิง (References)	47
Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกอ. และ สกว.	48
ภาคผนวก	49

สารบัญรูป (List of figures)

รูป	หน้า
1 หินคาร์บอนेटที่กระจายตัวบริเวณด้านตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีนและ จังหวัดสระแก้ว และดาวสี่เหลี่ยมแสดงตำแหน่งตัวอย่าง	3
2 ตัวอย่างวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของฟิวซูลินอยเดีย ตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัส ตอนต้น จนถึงยุคเพอร์เมียน (A) วิวัฒนาการตั้งแผนภาพค่อนข้างล้าสมัย บางส่วนไม่สามารถใช้ได้กับฟิวซูลินอยเดียที่พบในประเทศไทย และ รูปร่างและ ขนาดที่หลากหลายของฟิวซูลินอยเดีย (B) (ภาพจาก Boardman et al., 1987)	5
3 โครงสร้างภายในและภายนอกของฟิวซูลินอยเดีย ที่เริ่มต้นเซลล์ด้วย proloculus (initial chamber) และตามด้วย chamber ต่อๆมาที่เรียงตัว และขดตามแนวแกนสมมุติที่เรียกว่า axis of coiling	6
4 แนวการตัดฟิวซูลินอยเดียแบบต่างๆ (Boardman et al., 1987)	6
5 Fossiliferous limestone ที่ประกอบด้วยฟิวซูลินอยเดียที่ถูกตัด (แบบสุ่ม) หลายแนว แต่มีเพียงบางแนว (หรือบางตัว) เท่านั้นที่มีประโยชน์ในการบอก ชนิด (หรือ taxonomic assignment) (Flügel, 2004)	7
6 Poorly sorted bioclastic grainstone ที่ประกอบด้วยฟิวซูลินอยเดียรูปร่างกลม (<i>Zellia heritschi mira</i>) ที่ถูกตัดผ่าน proloculus (initial chamber) และ ฟิวซูลินอยเดียรูปคล้ายกระสวย ที่ถูกตัดในแนวที่แตกต่างกัน 2 แนว ฟิวซูลินอยเดียทั้ง 2 ชนิดนี้ถูกพัฒมาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน (Flügel, 2004)	7
7 ผนังของฟิวซูลินอยเดียมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป โดยเริ่ม จากผนังที่มีความเรียบง่ายแต่หลายชั้น ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นและ ตอนกลาง (รูป 7-2) และ รูป 7-1 เป็นตัวอย่างฟิวซูลินอยเดีย (<i>Beedeina</i>) ที่มีผนังประเภทนี้ อายุ Middle ถึง Late Moscovian (Middle Carboniferous), กลุ่ม Schwagerinids ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายและเพอร์เมียนตอนต้น มีผนัง 2 ชั้น (รูป 7-4 และ รูป 7-3 <i>Sphaeroschwagerina</i>), Neoschwagerinids ยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ผนังมี 2 ชั้นเช่นกันแต่มีทั้งสั้น และยาว ผนังที่ยาวจะต่อยาวลงมาชนกับด้านบนของผนังชั้นที่เกิดก่อน ได้เป็น chamberlets (รูป 7-5 <i>Yabeina</i> และรูปแบบผนัง 7-6) และฟิวซูลินอย เดียในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย มักมีขนาดเล็กและรูปแบบการขดที่แปลก ประหลาดแล้วแต่ชนิด (รูป 7-7 และ 7-8) สำหรับรูป 7-9 และ 7-10 เป็น ลักษณะตัวอย่างฟิวซูลินอยเดียที่ถูกตัดแบบสุ่ม (Flügel, 2004)	8

สารบัญรูป (List of figures) (ต่อ)

รูป	หน้า	
8	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์	13
9	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดเลย อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดสระบุรี	15
10	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดเลย	17
11	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดเลย	19
12	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ	21
13	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดสระบุรี	23
14	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดสระบุรี	24
15	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	25
16	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดสระบุรี	27
17	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ	28
18	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ	30
19	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณลำน้ำราชนิ จังหวัดลพบุรี	32
20	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ และลำน้ำราชนิ จังหวัดลพบุรี	34
21	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณลำน้ำราชนิ จังหวัดลพบุรี	36
22	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณลำน้ำราชนิ จังหวัดลพบุรี	38
23	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณลำน้ำราชนิ จังหวัดลพบุรี	40
24	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว	42
25	ฟิวชูลินอยเดียบริเวณจังหวัดลพบุรี สระบุรีและสระแก้ว	44

สารบัญตาราง (List of table)

	หน้า
ตาราง 1 ชนิดฟิวชูลินิตที่พบกระจายตัวอยู่ในขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดไชน่าและบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย	12

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ที่มาของโครงการวิจัย (Research rationale)

ฟิวซูลินอยเดีย หรือฟิวซูลินิด หรือคดข้าวสารที่คนไทยรู้จัก เป็นสัตว์เซลล์เดียวที่เคยอาศัยอยู่ในทะเลระหว่างยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน หรือประมาณ 325-245 ล้านปี ในทางธรณีวิทยาช่วงอายุที่พบฟิวซูลินอยเดียถือว่าเป็นช่วงเวลาที่สั้น กอปรกับฟิวซูลินอยเดียเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่พบกระจายในหินคาร์บอนेटเกือบทั่วโลก ดังนั้นฟิวซูลินอยเดียจึงจัดว่าเป็นซากดึกดำบรรพ์ดัชนีที่ดีในการบอกอายุหินในช่วงอายุดังกล่าว การศึกษากลุ่มชีวฟิวซูลินอยเดีย (fusulinoidean assemblage) ควบคู่ไปกับการลำดับชั้นหินของหินคาร์บอนेट และการเปรียบเทียบกลุ่มชีวฟิวซูลินอยเดียในบริเวณต่างๆ สามารถบอกอายุหิน ช่วงเวลาและสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของหินคาร์บอนेट รวมถึงการแปลความหมายเกี่ยวกับสภาพชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล (paleobiogeography)

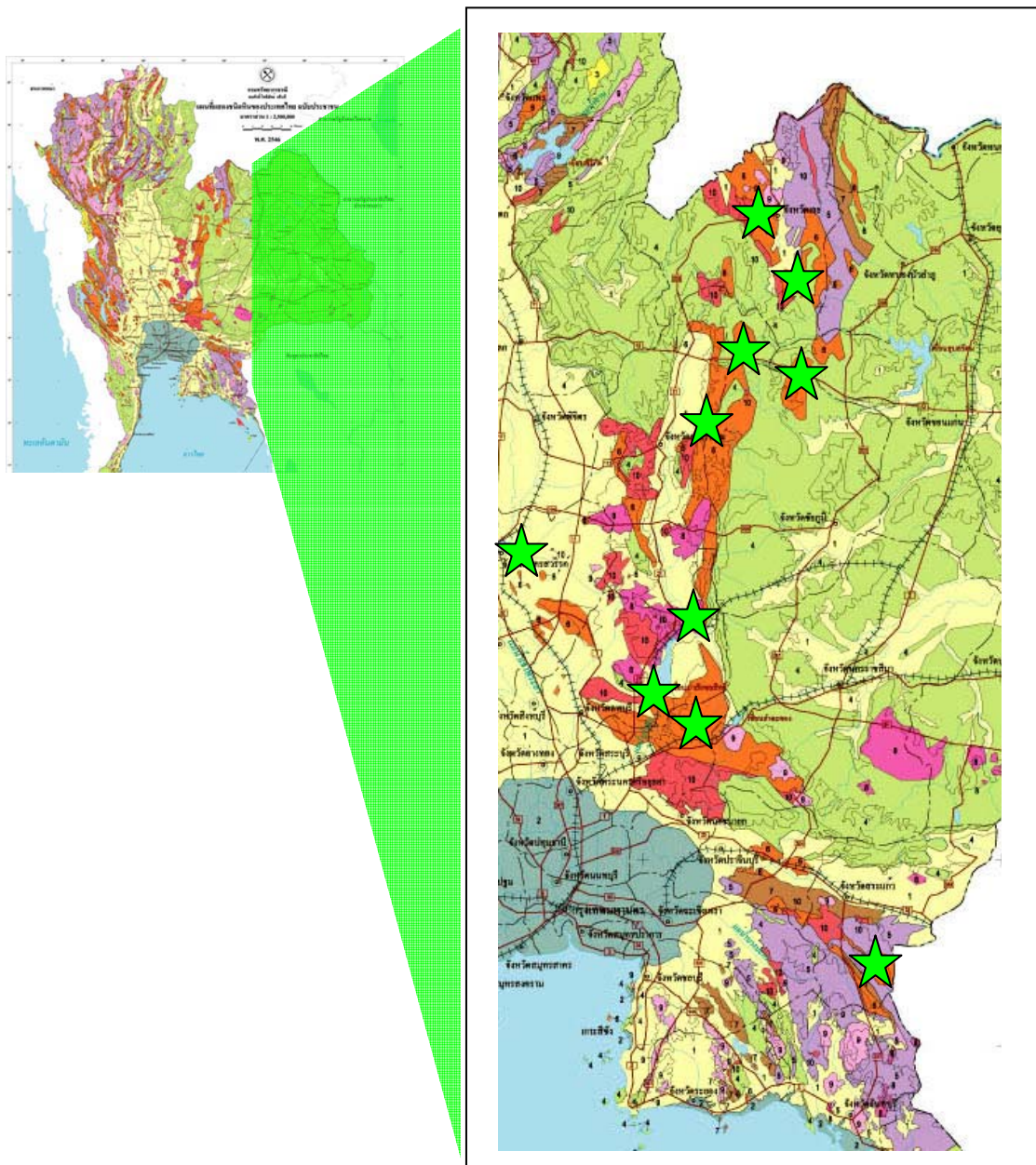
ในประเทศไทยซากดึกดำบรรพ์ของฟิวซูลินอยเดีย มีการกระจายตัวมากในหินคาร์บอนेट ที่โผล่บริเวณขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีนและบริเวณจังหวัดสระแก้ว (รูป 1) พบว่ามีรายงานการศึกษาฟิวซูลินอยเดียในบริเวณนี้เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปในเรื่องของอนุกรมวิธาน การหาอายุและประเภทของหินคาร์บอนेट การนำเอาความรู้ในส่วนนี้ประกอบกับความรู้ทางธรณีวิทยาด้านอื่นๆ หรือการเปรียบเทียบธรณีวิทยาในพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อแปลความหมายเกี่ยวกับสภาพชีวภูมิศาสตร์บรรพกาลยังไม่เป็นที่แพร่หลาย การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาสภาพชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล สภาพแวดล้อมและการวิวัฒนาการการสะสมตัวของหินคาร์บอนेटในช่วงอายุคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียนในบริเวณดังกล่าว โดยใช้ข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้องจากการศึกษาอนุกรมวิธาน การลำดับชั้นหินทางชีวภาพ การเปรียบเทียบกลุ่มชีวฟิวซูลินอยเดียในบริเวณต่างๆ และการศึกษาประเภทของหินคาร์บอนेट โดยมุ่งหวังที่จะให้ข้อมูลที่ได้รับนี้เป็นประโยชน์ในการศึกษาธรณีแปรสัณฐานในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงต่อไป และเนื่องจากปัจจุบันประชาชนมีความตื่นตัวมากกับการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ใหม่ๆ ซึ่งบางแห่งมีการพัฒนาแหล่งที่พบซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งท่องเที่ยว ดังนั้นผลงานวิจัยนี้จะได้อาณาเขตที่เป็นประโยชน์ต่อประชาชนที่สนใจด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ (Research objectives)

1. รวบรวมข้อมูลการกระจายตัวและกลุ่มชีวฟิวซูลินอยเดียในระดับรายละเอียด ที่พบบริเวณขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีน และบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย
2. หาอายุ การลำดับชั้นหิน และประเภทของหินคาร์บอนेट เพื่ออธิบายสภาพแวดล้อมและวิวัฒนาการของการตกตะกอนของหินคาร์บอนेट
3. ศึกษาสภาพชีวภูมิศาสตร์บรรพกาล
4. เพื่อเผยแพร่ และเสริมสร้างความรู้เรื่องซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินอยเดียต่อผู้สนใจทั่วไป

1.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย (Research methodology)

1. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานที่เคยมีผู้ศึกษามาแล้ว โดยเป็นรายงานและวารสารตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยและต่างประเทศ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้แล้ว
2. การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อออกภาคสนาม ซึ่งได้แก่การเตรียมแผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ การแปลความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูลโทรสัมผัส เพื่อศึกษาสภาพธรณีสัณฐานวิทยา เพื่อที่จะกำหนดรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา
3. การออกภาคสนาม เพื่อสำรวจตลอดจนการเก็บตัวอย่างของหินคาร์บอเนตและฟิวซูลินอยเดีย พร้อมทั้งการศึกษาการลำดับชั้นหิน
4. การเตรียมตัวอย่างหินโดยการทำแผ่นหินบางเป็นจำนวนมาก เพื่อศึกษากลุ่มชีวินฟิวซูลินอยเดียและชนิดของหินคาร์บอเนต
5. การเทียบเคียงและศึกษาชนิดฟิวซูลินอยเดียในรายละเอียด เพื่อบอกชนิด กลุ่มชีวิน และอายุของฟิวซูลินอยเดีย ศึกษาองค์ประกอบของหินคาร์บอเนต
6. การแปลความหมายและอภิปรายร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาเดียวกันทั้งในและต่างประเทศ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและคำแนะนำ และสรุปผลการวิจัย
7. การเขียนรายงาน รายงานสรุปของโครงการจะประกอบไปด้วยรายงานการพบฟิวซูลินอยเดียในแต่ละบริเวณ ชนิดของหินคาร์บอเนต และภาพประกอบของฟิวซูลินอยเดียเพื่อใช้อ้างอิงต่อไป



รูป 1 หินคาร์บอนเนตที่กระจายตัวบริเวณด้านตะวันตกของจุลทวีปอินโดไชนาและจังหวัดสระแก้ว และ เครื่องหมายดาวแสดงตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง

บทที่ 2

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟิวซูลินอยเดีย

(Basic knowledge on fusulinoidea)

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับฟิวซูลินอยเดีย

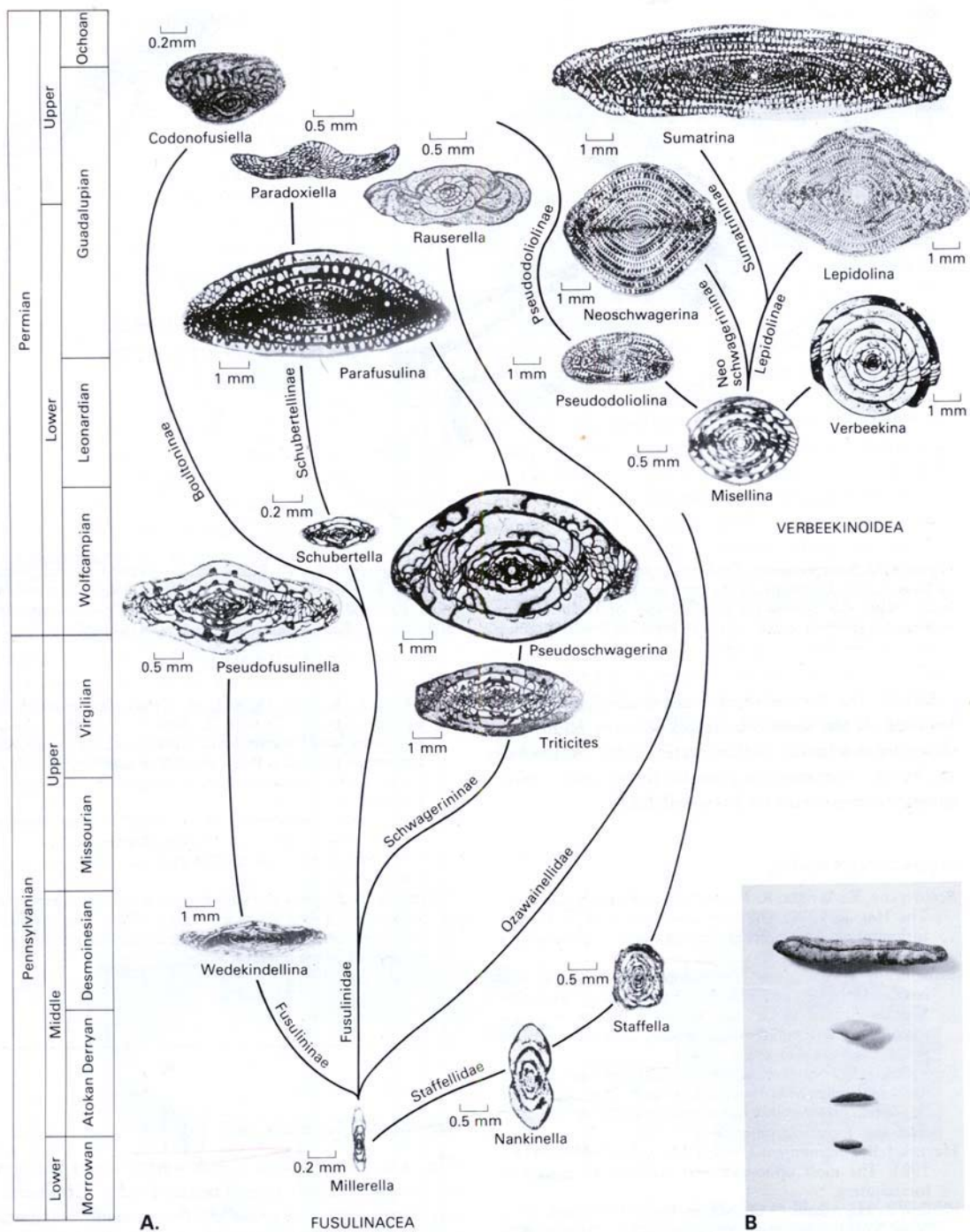
ฟิวซูลินอยเดีย จัดอยู่ในไฟลัม Sarcodina คลาส Rhizopoda ออเดอร์ ฟอแรมินิเฟอริดา และเป็นเบนทิกฟอแรมินิเฟอราขนาดใหญ่ (benthic larger foraminifera) ที่ปรากฏครั้งแรกในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Early Carboniferous) หรือยุค Pennsylvanian ฟิวซูลินอยเดียมีการกระจายตัวมากบริเวณ tropical และ subtropical carbonate environment นอกจากนี้ยังมีวิวัฒนาการที่รวดเร็ว โดยเริ่มจากเซลล์เล็กๆที่มีวิวัฒนาการไม่มากในช่วงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น และพัฒนาขึ้นจนกระทั่งมีความหลากหลายมากถึง 5,000 ชนิดในยุคเพอร์เมียนตอนต้น (รูป 2) หรือภายในระยะเวลา 30 ล้านปี ฟิวซูลินอยเดียมีช่วงอายุที่สั้น (จาก Early Carboniferous ถึง Permian) และมีการแพร่กระจายตัวกว้างขวางเกือบทั่วโลก ดังนั้นประโยชน์ของการศึกษาฟิวซูลินอยเดีย จึงเหมาะที่จะใช้หาอายุและเทียบสัมพันธ์ทางชีวภาพ (biostratigraphy) ของหินคาร์บอนेट และการแปลความหมายทางด้านชีวภูมิศาสตร์ (biogeographical interpretation) ในช่วงอายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายและยุคเพอร์เมียน

ฟิวซูลินอยเดีย เป็นสัตว์เซลล์เดียวที่มีขนาดตั้งแต่เล็กมากจนไม่อาจสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ถึงขนาดใหญ่โดยมีความยาวของเซลล์ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ส่วนใหญ่รูปทรงของฟิวซูลินอยเดียที่พบมีรูปทรงคล้ายเม็ดข้าวสาร บางชนิดมีลักษณะคล้ายรูปหมอนข้างขนาดจิ๋ว หรือทรงกลมเหมือนลูกบอล หรือคล้ายลูกกริ่ง หรือรูปทรงอื่นๆ สรุปว่ารูปร่างหรือรูปทรงของฟิวซูลินอยเดียนั้นมีหลากหลายแบบมาก ขึ้นกับชนิดของฟิวซูลินอยเดียนั้นๆ การศึกษาหรือจำแนกชนิดของฟิวซูลินอยเดียไม่สามารถจำแนกจากลักษณะภายนอกได้ ต้องทำการศึกษาจากแผ่นหินบาง ให้เห็นลักษณะภายในที่ซับซ้อน (รูป 3) จึงง่ายต่อการจำแนกและสังเกตวิวัฒนาการของฟิวซูลินอยเดียแต่ละชนิดได้

2.2 การศึกษาฟิวซูลินอยเดียจากแผ่นหินบาง

การบอกชนิดของฟิวซูลินอยเดียภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้น จำเป็นต้องตัดให้ได้แนวใกล้เคียงกับ axis of coiling (รูป 4) และผ่าน proloculus มากที่สุด (axial section) จึงจะได้รายละเอียดของโครงสร้างภายใน หรือในบางครั้งแนวที่ตัดตั้งฉากกับ axis of coiling และผ่าน proloculus (sagittal section) ก็สามารถประกอบเพื่อการจำแนกชนิดฟิวซูลินอยเดียได้เช่นกัน การจำแนกชนิดฟิวซูลินอยเดียบางครั้งอาจประสบปัญหาต่างๆทำให้ยากแก่การศึกษา ดังนี้

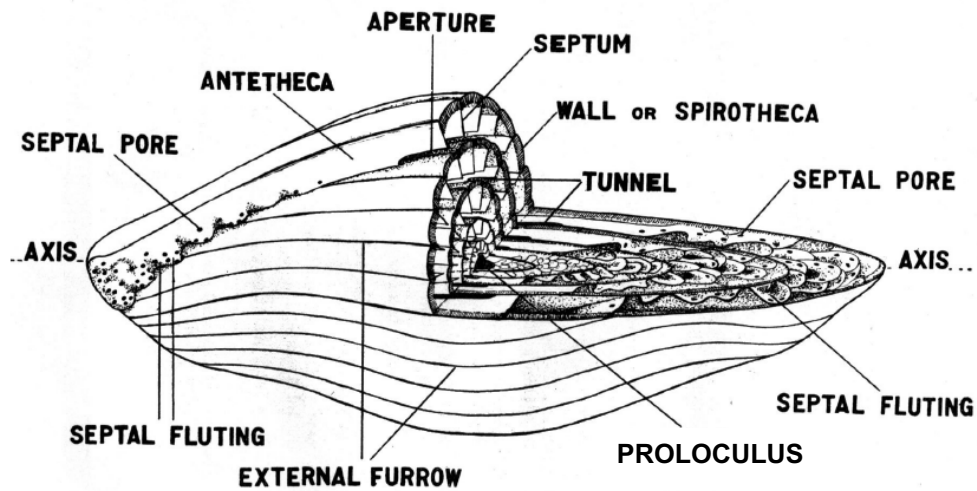
1. การตัดแผ่นหินบาง มักจะถูกสุมัดและไม่ได้มีการสังเกตแนวการวางตัวของฟิวซูลินอยเดียในหินอย่างละเอียด ทำให้แนวการตัดผ่านฟิวซูลินอยเดียมีหลายแนว โดยที่แนวเหล่านั้นอาจทำให้เกิดความสับสนและยากในการจำแนก (รูป 5)
2. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการสะสมตัว (diagenetic alteration) ทำให้ลักษณะหรือโครงสร้างของฟิวซูลินอยเดียเปลี่ยนไป จึงยากหรือเกิดความสับสนต่อการศึกษา



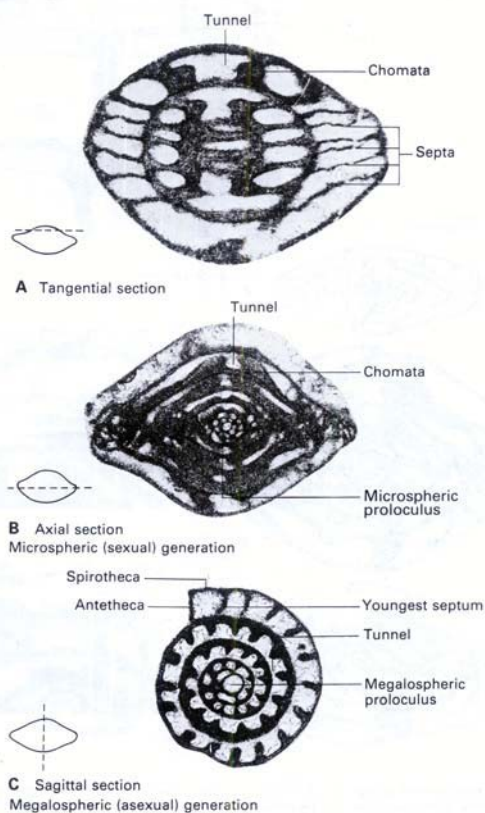
รูป 2. ตัวอย่างวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของฟิวซูลินอยเดีย ตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น จนถึงยุคเพอร์เมียน (A) วิวัฒนาการดัดแปลงสภาพค่อนข้างล้าสมัยบางส่วนไม่สามารถใช้ได้กับฟิวซูลินอยเดียที่พบในประเทศไทย และ รูปร่างและขนาดที่หลากหลายของฟิวซูลินอยเดีย (B) (ภาพจาก Boardman et al., 1987)

3. เนื่องจากฟิวซูลินอยเดียสูญพันธุ์ในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย ทำให้ขาดการเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นความคิดเห็นที่หลากหลายจากผู้ศึกษา เกี่ยวกับการจำแนก

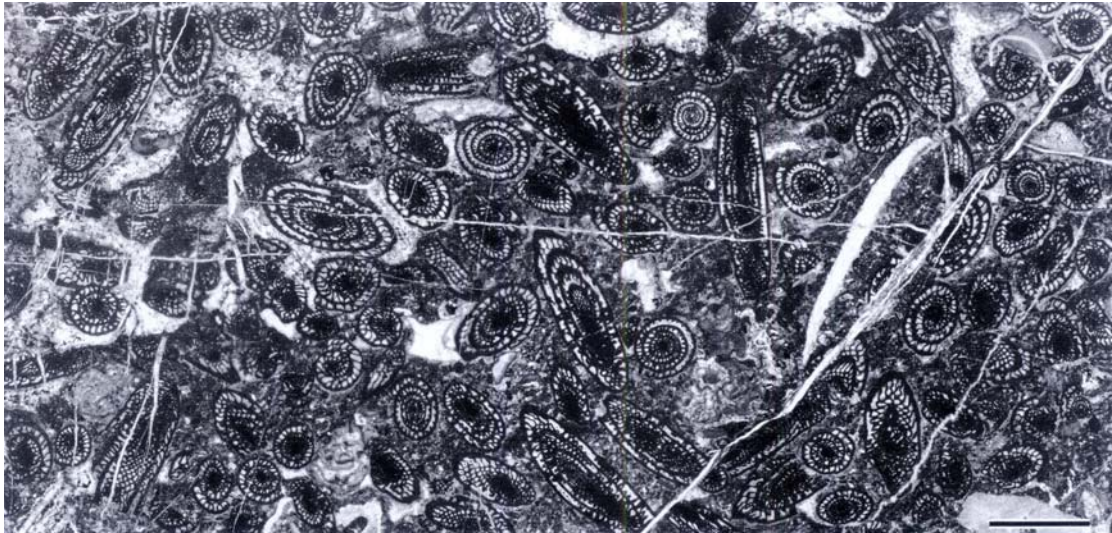
และ/หรือ geologic position จึงเกิดขึ้นบ่อยครั้ง และบางครั้งก็หาข้อสรุปไม่ได้ เนื่องจากแหล่งข้อมูลที่ได้มาจากแผ่นหินบางเท่านั้น



รูป 3. โครงสร้างภายในและภายนอกของฟิวซูลินอยเดีย ที่เริ่มต้นเซลล์ด้วย proloculus (initial chamber) และตามด้วย chamber ต่อๆมาที่เรียงตัวและขดตามแนวแกนสมมุติที่เรียกว่า axis of coiling



รูป 4. แนวการตัดฟิวซูลินอยเดียแบบต่างๆ (Boardman et al., 1987)



รูป 5. Fossiliferous limestone ที่ประกอบด้วยฟิวซูลินอยเดียที่ถูกตัด (แบบสุ่ม) หลายแนว แต่มีเพียงบางแนว (หรือบางตัว) เท่านั้นที่มีประโยชน์ในการบอกชนิด (หรือ taxonomic assignment) (Flügel, 2004)

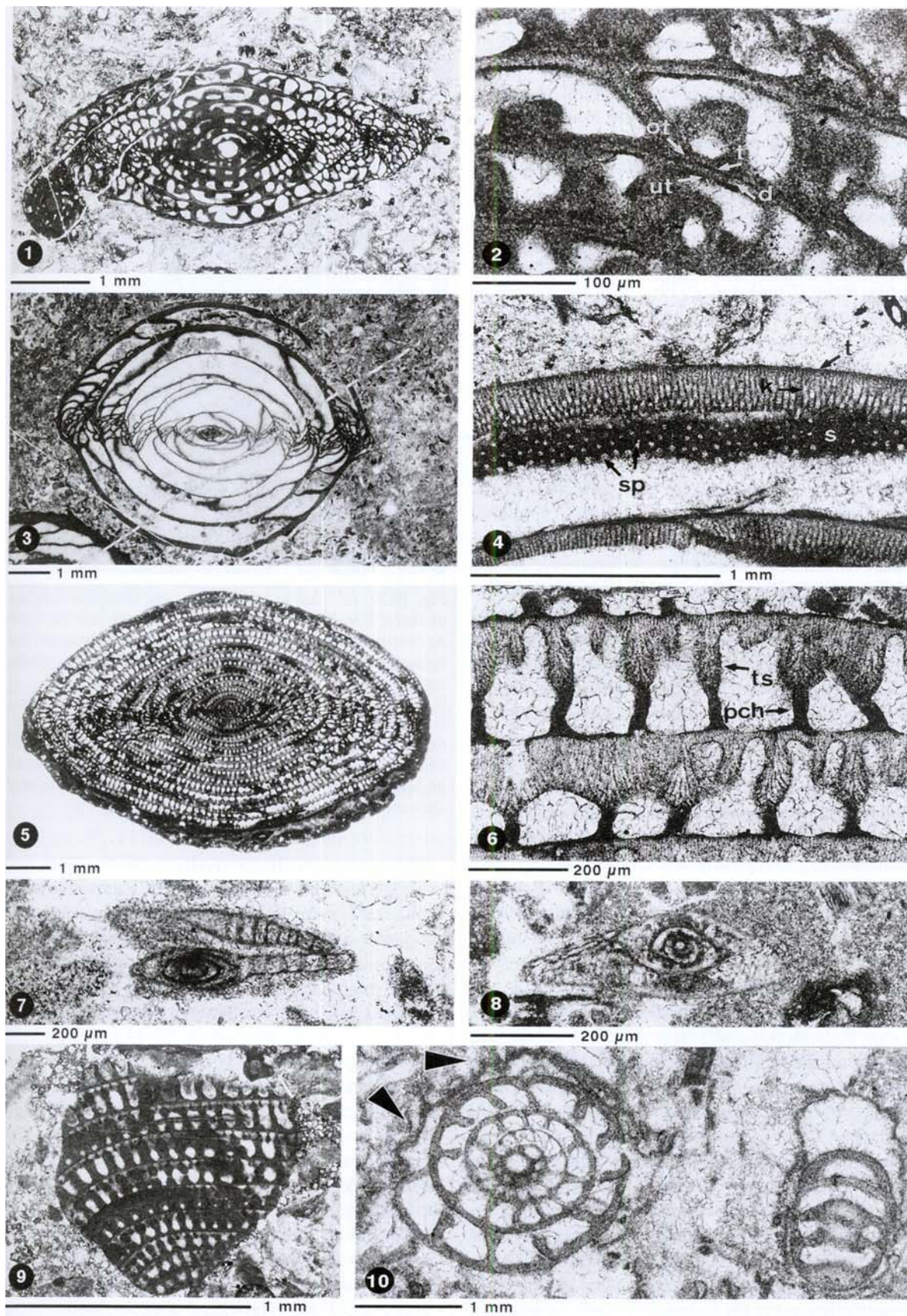
2.3 การจำแนกฟิวซูลินอยเดีย

การจำแนกฟิวซูลินอยเดีย สามารถทำได้โดยดูรายละเอียดโครงสร้างภายในและดูจากส่วนประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ ตั้งแต่ Visean (Early Carboniferous หรือ Pennsylvanian) ถึง latest Permian และจากการที่ฟิวซูลินอยเดียแพร่กระจายตัวกว้างขวางเกือบทั่วโลก จึงมีความจำเป็นที่ต้องมี biostratigraphic zonation เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเทียบอายุ

ดังที่ทราบแล้วว่ารูปร่างของฟิวซูลินอยเดียมีหลายแบบ (รูป 6) หลายขนาด และมีโครงสร้างภายในที่ซับซ้อนเนื่องจากความแตกต่างของการขดรอบแกนสมมุติ และรูปแบบการโค้งพับของส่วนที่กั้น(septa) chamber ผนังของฟิวซูลินอยเดียเป็น microgranular การจำแนกอายุของฟิวซูลินอยเดียอย่างคร่าวๆสามารถดูได้จากชนิดของผนัง (รูป 7)



รูป 6. Poorly sorted bioclastic grainstone ที่ประกอบด้วยฟิวซูลินอยเดียรูปร่างกลม (*Zellia heritschi mira*) ที่ถูกตัดผ่าน proloculus (initial chamber) และฟิวซูลินอยเดียรูปคล้ายกระสวย ที่ถูกตัดในแนวที่แตกต่างกัน 2 แนว ฟิวซูลินอยเดียทั้ง 2 ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน (Flügel, 2004)



(ดูคำอธิบาย รูป 6 ในหน้าถัดไป)

รูป 7. ผนังของฟิวซูลินอยเดียมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป โดยเริ่มจากผนังที่มีความเรียบง่ายแต่หลายชั้น ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นและตอนกลาง (รูป 7-2) และ รูป 7-1 เป็นตัวอย่างฟิวซูลินอยเดีย (*Beedeina*) ที่มีผนังประเภทนี้ อายุ Middle ถึง Late Moscovian (Middle Carboniferous), กลุ่ม Schwagerinids ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายและเพอร์เมียนตอนต้น มีผนัง 2 ชั้น (รูป 7-4 และ รูป 7-3 *Sphaeroschwagerina*), กลุ่ม Neoschwagerinids ยุคเพอร์เมียนตอนกลาง ผนังมี 2 ชั้นเช่นกันแต่มีทั้งสั้นและยาว ผนังที่ยาวจะต่อยาวลงมาชนกับด้านบนของผนังชั้นที่เกิดก่อนได้เป็นchamberlets (รูป 7-5 *Yabeina* และรูปแบบผนัง 7-6) และฟิวซูลินอยเดียในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย มักมีขนาดเล็กและรูปแบบการขดที่แปลกประหลาดแล้วแต่ชนิด (รูป 7-7 และ 7-8) สำหรับรูป 7-9 และ 7-10 เป็นลักษณะตัวอย่างฟิวซูลินอยเดียที่ถูกตัดแบบส้อม (Flügel, 2004)

บทที่ 3

ฟิวซูลินอยเดียสำคัญที่พบในจุลทวีปอินโดไชนาของประเทศไทย

(Characteristic fusulinoidea found in Indochina Microcontinent, Thailand)

การเก็บตัวอย่างและศึกษาฟิวซูลินอยเดีย การลำดับชั้นหินทางชีวภาพของฟิวซูลินอยเดียในบริเวณต่างๆที่อยู่ในจุลทวีปอินโดไชนาและบริเวณสระแก้วนั้นได้กระทำเรียบร้อยแล้ว ผลจากการศึกษาและสืบค้นข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบฟิวซูลินอยเดียในพื้นที่ต่างๆ และทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับอ้างอิงต่อไปนั้น รวมถึงการศึกษาหินคาร์บอนेटพบว่า มีหินปูนอายุคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียนโผล่กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งจากรายงานพบว่าในหินปูนบางแห่งนั้นพบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินอยเดียอยู่มากด้วย สำหรับ ชนิด การกระจายตัว ความหนาแน่นและอายุของฟิวซูลินอยเดียที่พบนั้นแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากรายงานและการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฟิวซูลินอยเดียที่ให้อายุคาร์บอนิเฟอรัสมีการกระจายตัวอยู่มากบริเวณจังหวัดเลยและเพชรบูรณ์ ส่วนฟิวซูลินอยเดียอายุเพอร์เมียนพบอยู่ทั่วไปบริเวณขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดไชนาตั้งแต่บริเวณจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ ชัยภูมิ ลพบุรี สระบุรี และสระแก้ว โดยที่ชนิดและความหนาแน่นของฟิวซูลินอยเดียอายุเพอร์เมียนตอนต้นและตอนกลางในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันไป ส่วนอายุเพอร์เมียนตอนปลายนั้นพบมีรายงานอยู่บริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี และสระแก้ว

การศึกษาชนิดและหินคาร์บอนेटในพื้นที่ทั้งหมดสรุปได้ในแต่ละบริเวณดังนี้

1. บริเวณ อำเภอวังสะพุง และอำเภอเมือง จังหวัดเลย เก็บตัวอย่างหินปูนทั้งหมด 23 แห่ง ประเภทของหินคาร์บอนेटที่พบประกอบด้วยแวกส์โตน (wackestone) แพคส์โตน (packstone) และแกรนสโตนที่ไม่สะอาด (poorly washed grainstone) ฟิวซูลินอยเดียที่พบได้แก่ *Jigulites grandis*, *Bosbytauella* cf. *bosbytauensis*, *Daixina recava*, *Chalaroschwagerina* sp., *Sphaeroschwagerina sphaerica*, *Sphaeroschwagerina* cf. *pulchra*, *Pseudoschwagerina* cf. *robusta*, *Pseudoschwagerina mounghensis*, *Eoparafusulina pusilla*, *Chusenella* sp., *Darvasites* sp., *Misellina* sp., *Minojapanella* sp., *Nankinella* sp., *Pamirina* sp., *Paraschwagerina* sp., *Pseudodoliolina* sp., *Pseudofusulina* sp., *Pseudoschwagerina* sp., *Quasifusulina* sp., *Rugosofusulina* sp., *Praeskinnerella* sp., *Skinnerella* sp., *Schubertella* sp., *Staffella* sp. และ *Yangcheinia* sp. อายุเทียบเคียงของฟิวซูลินอยเดียคือยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลาย ยุคเพอร์เมียนตอนต้นและตอนกลาง นอกจากนี้ *Praeskinnerella* sp. และ *Skinnerella* sp. ที่พบในพื้นที่ศึกษายังไม่มียารายงานว่าพบในประเทศไทยมาก่อน การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นครั้งแรกที่มีการรายงานว่าพบฟิวซูลินอยเดียทั้ง 2 ชนิดนี้
2. บริเวณอำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ พื้นที่ศึกษาเป็นเขาหินปูน ชนิดหินคาร์บอนेटที่พบคือมัตสโตน (mudstone) แวกส์โตนและแพคส์โตน ฟิวซูลินอยเดียอายุเพอร์เมียนตอนกลางที่พบในพื้นที่ได้แก่ *Presumatrina uruzganensis*

3. บริเวณอำเภอดากฟ้า และอำเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์ จากการศึกษาตัวอย่างหินคาร์บอนेटในพื้นที่ 10 แห่งพบว่าชนิดของหินแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้คือ แวกส์โตนและแพคส์โตน ฟิวซูลินอยเดียที่บ่งอายุเพอร์เมียนตอนกลางที่พบในพื้นที่ได้แก่ *Verbeekina verbeeki*, *Chusenella* sp., *Pseudofusulina* sp., *Staffella* sp., และ *Nankinella* sp.

4. บริเวณอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีหินโผล่ชัดเจนและพบฟิวซูลินอยเดียมากมาย ชนิดของหินคาร์บอนेटบริเวณนี้คือแวกส์โตนและแพคส์โตน พบฟิวซูลินอยเดียจำพวก *Neoschwagerina haydeni*, *Verbeekina verbeeki*, *Sumatrina* sp., *Pseudodoliolina pseudolepida* และ *Colania douvillei* ซึ่งบ่งอายุเพอร์เมียนตอนกลาง

5. บริเวณอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ชนิดของหินคาร์บอนेटประกอบด้วยแวกส์โตน และบาวด์ส์โตน พบฟิวซูลินอยเดียจำพวก *Codonofusiella* sp., *Reichelina* sp., *Dunbarula* sp., *Kahlerina* sp., *Eostaffella?* sp., *Lepidolina multiseptata*, *Colania douvillei*, *Metadoliolina douvillei* ซึ่งบ่งอายุเพอร์เมียนตอนกลาง

จากการศึกษาและการรวบรวมรายงานเก่า พบว่าฟิวซูลินิตที่พบกระจายตัวอยู่ในจุลทวีปอินโดไชน่าและบริเวณจังหวัดสระแก้วของประเทศไทยนั้น บ่งบออายุหินคาร์บอนेट ตั้งแต่ Early Carboniferous จนถึง Late Permian ซึ่งความหลากหลายมีมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงอายุ สรุปได้ดังตาราง 1 และภาพของฟิวซูลินอยเดียที่บันทึกได้จากแผ่นหินบางแสดงไว้ในรูป 8 ถึง 25 ซึ่งเป็นตัวอย่างฟิวซูลินิตที่สำคัญยุคเพอร์เมียนตอนต้นและตอนปลาย ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ และรวบรวมจาก Charoentitirat (2002), Kanmera and Toriyama (1968) และ Toriyama and Kanmera (1979) ตัวอย่างแผ่นหินบางถูกเก็บไว้ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 1 ชนิดฟอสซิลที่พบกระจายตัวอยู่ในขอบตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีนและบริเวณจังหวัด
สระแก้ว ประเทศไทย

Age		Pha Nok Khao Platform	No. of Genera	Khao Khwang Platform	No. of Genera	Sa Kao Platform	No. of Genera
Late Permian				<i>Lantschichites</i>	1	<i>Colaniella, Chenella</i>	2
Middle Permian	Midian	<i>Presumatrina, Laosella, Verbeekina, Chusenella, Yangchienia, Pseudodoliolina, Toriyamaia, Neoschwagerina, Schubertella</i>	9	<i>Lepidolina, Colania, Afghanella, Sumatrina, Pseudodoliolina, Verbeekina, Presumatrina, Verbeekina(Paraverbeekina), Eoverbeekina, Minojapanella(Russella), Neoschwagerina, Orientoschwagerina, Laosella, Chusenella, Kahlerina, Pseudofusulina, Neofusulinella, Sphaerulina, Ozawainella, Toriyamaia, Schubertella, Neothailandina, Cancellina, Nankinella, Yangchienia, Rauserella?, Pisolina, Dunbarula, Metadoliolina</i>	29	<i>Lepidolina, "Metadoliolina", Neoschwagerina, Colania, Chusenella, Pseudodoliolina, Dunbarula, Kahlerina, Reichelina, Codonofusiella</i>	10
	Murghabian						
	Kubergandian	<i>Misellina, Paminina, Darvasites, Laosella, Chalaroschwagerina, Staffella, Pseudofusulina, Pravitoschwagerina, Ozawainella</i>	9	<i>Misellina, Maklaya, Neothailandina, Thailandina, Neofusulinella, Pseudofusulina, Pseudodoliolina, Eoverbeekina, Verbeekina, Armenia, Laosella, Parafusulina, Brevaxina, Monodiexodina, Chusenella, Cancellina, Ozawainella, Schubertella, Yangchienia, Sphaerulina</i>	20	<i>Misellina</i>	1
	Bolorian						
Early Permian	Yatashian	<i>Paminina, Darvasites, Pseudofusulina, Chusenella, Chalaroschwagerina, Sphaerulina, Pisolina, Levenella Minojapanella, Schubertella, Toriyamaia, Nankinella, Mesoschubertella, Pseudoreichelina, Staffella, Pseudoendothyra?, Dutkevitchia, Pseudofusulina</i>	20	<i>Darvasites, Robustoschwagerina, Paraschwagerina, Chalaroschwagerina, Pseudofusulina</i>	5		
	Sakmarian	<i>Robustoschwagerina, Sphaeroschwagerina, Triticites, Pseudoschwagerina, Schubertella, Alpinoschwagerina, Rugosofusulina, Paraschwagerina, Pseudofusulina, Paraschwagerina, Schwagerina, Quasifusulina, Eoparafusulina, Rugosochusenella, Dutkevichia, Daixina, Pseudoendothyra, Eostaffella, Boultonia, Ozawainella, Staffella, Nankinella, Zigarella</i>	23	<i>Pseudoschwagerina, Sphaeroschwagerina, Quasifusulina, Schubertella</i>	4	<i>Triticites</i>	1
	Asselian						
Carboniferous	Late	Gzhelian	24	<i>Triticites, Paraschwagerina</i>	2		
		Kasimovian					
		Moscovian	16				
	Bashkirian	<i>Mediocris, Eostaffella, Ozawainella, Neostaffella, Pseudostaffella, Fusiella, Schubertella, Baedaina, Profusulinella, Fusulinella, Pseudotriticites, Fusulina, Pseudoendothyra, Paleoreichelina, Staffella, Nankinella,</i>					
E.		<i>Mediocris, Eostaffella</i>	2				

Data from Igo, 1972; Toriyama, 1975; Toriyama&Kanmera, 1975; Ingavat et.al., 1980, Igo et.al., 1993, Ueno and Igo, 1993, Charoentitrat, 1999, 2002, etc.

คำอธิบายรูป 8

1-6, 10, 10a. *Sphaeroschwagerina shamovi* (Sherbovich)

1: sagittal section, PB1-33-5, x10.

2: axial section, PB1-48-2, x10.

3: oblique section, PB1-46-3, x10.

4: tangential section, PB1-42-3, x10.

5: oblique section, PB1-36-1, x10.

6: axial section, PB1-46-4, x10.

10: axial section, PB1-46-2, x10.

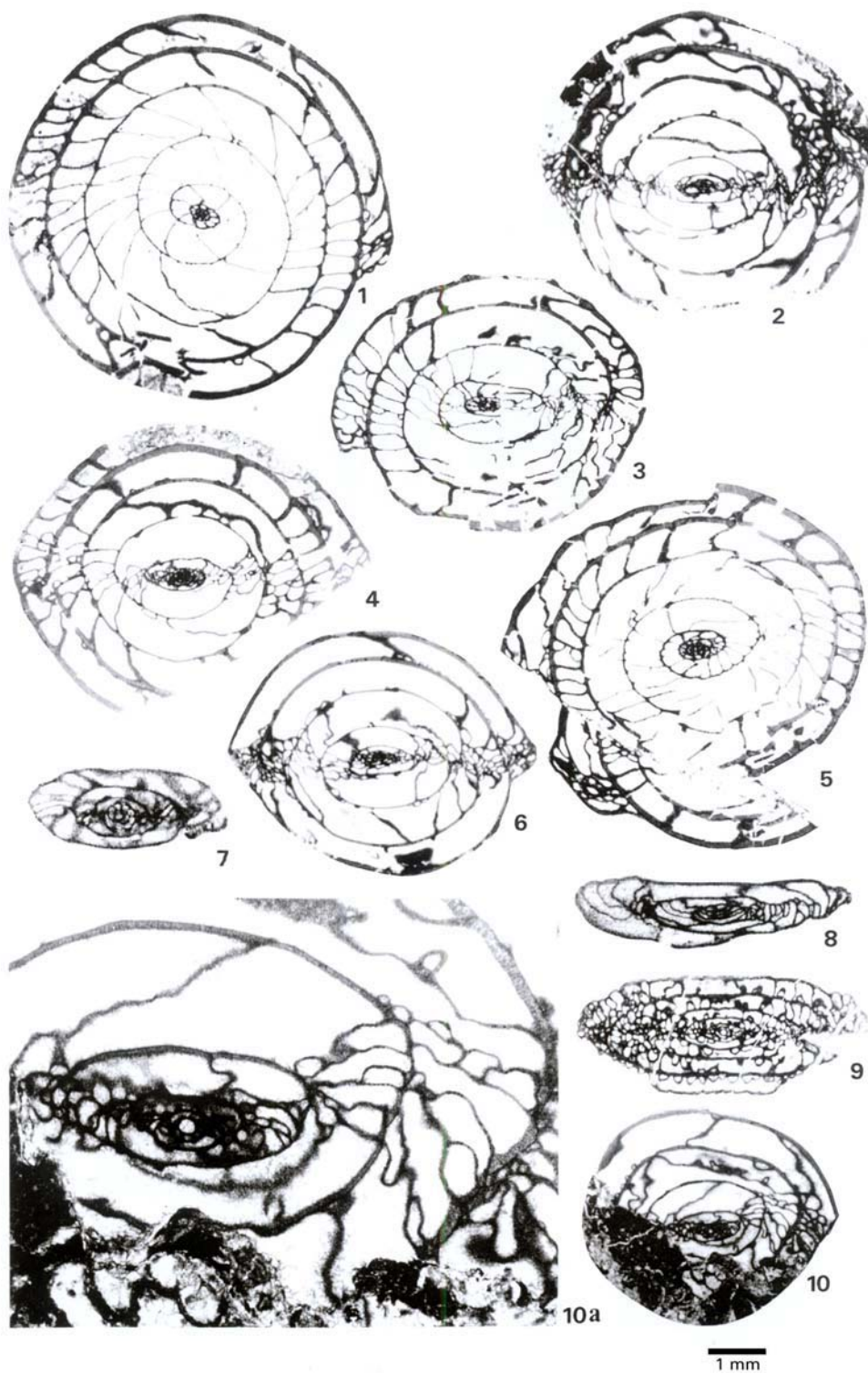
10a: enlarged part of **10**, showing very small proloculus and tightly coiled juvenile volutions, x40.

7. *Schubertella* sp., axial section, PB1-49-1, x40.

8. *Biwaella* sp. A, tangential section, PB1-45-6, x20.

9. *Rugosofusulina* sp. A, axial section, PB1-11-3, x10.

PB = Phetchabun (เพชรบูรณ์)



រូប ៨

คำอธิบายรูป 9

1-2. *Chalaroschwagerina longiinflata* n.sp.

1: axial section, LOE1-106, x10.

2: axial section, LOE1-108, x10.

3. *Laosella* sp., axial section, SR4-6, x10.

4. *Chalaroschwagerina* sp., axial section, SR5-3, x10.

5. *Chusenella* sp. B, oblique section, LS5-3, x10.

6. *Armenina* sp., tangential section, SR2-10, x10.

7. *Neoschwagerina* sp., oblique section, KS5-9/1-15, x10.

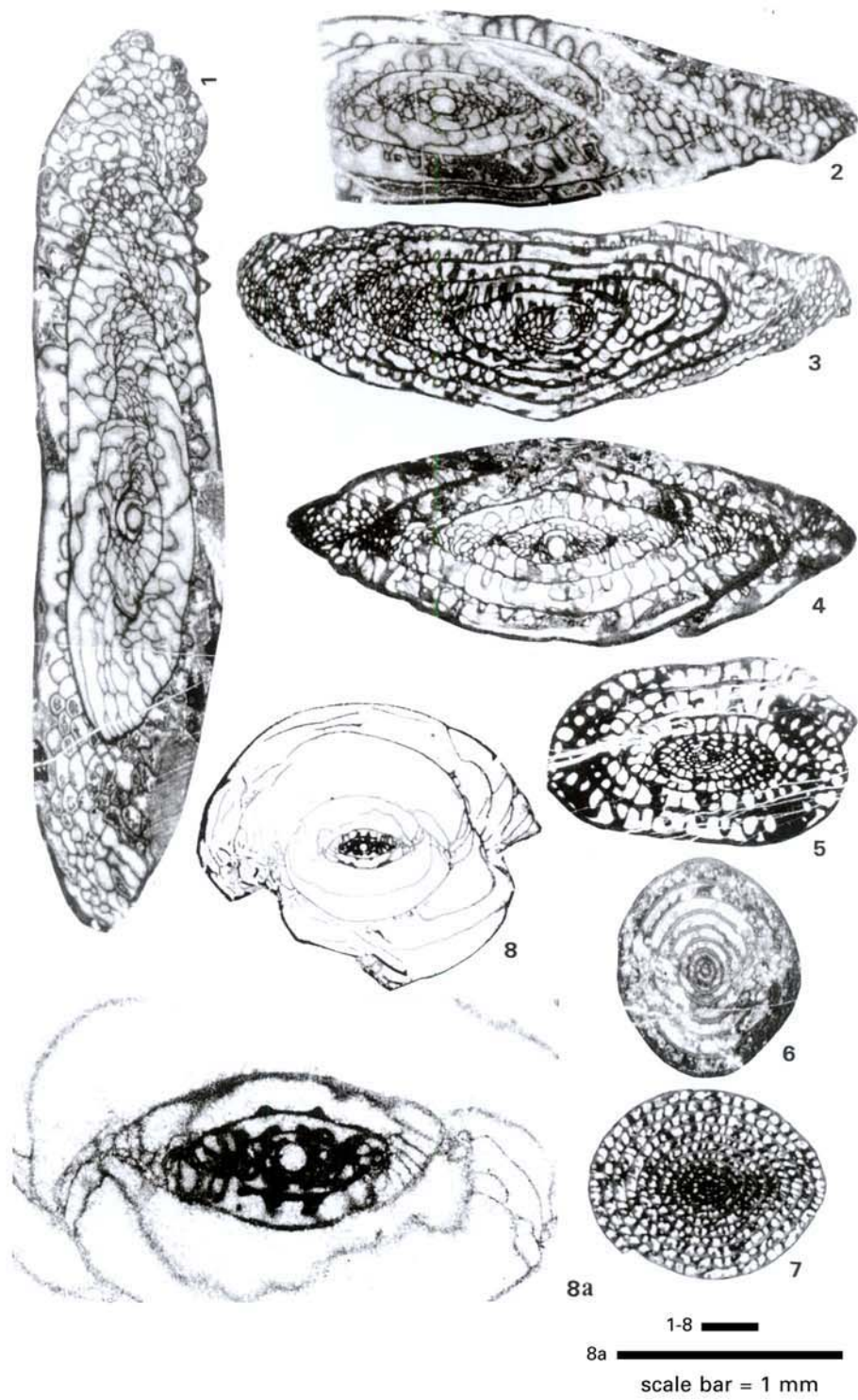
8, 8a. *Robustoschwagerina* sp. B

8: axial section, SR6-1, x10.

8a: enlarged part of 8, showing a well-defined juvenarium composed
of a medium-sized proloculus and succeeding three volutions, x40.

LOE = Loei (เลย), SR = Sara Buri (สระบุรี),

LS = Lom Sak (หล่มสัก), KS = Khon San (คอนสาร)



រូប ៩

คำอธิบายรูป 10

1-2, 1a. *Paraschwagerina uenoi*

1: axial section, SR5-9, x10.

1a: enlarged part of 1, showing juvenile volutions with minute proloculus and fluted septa, x40.

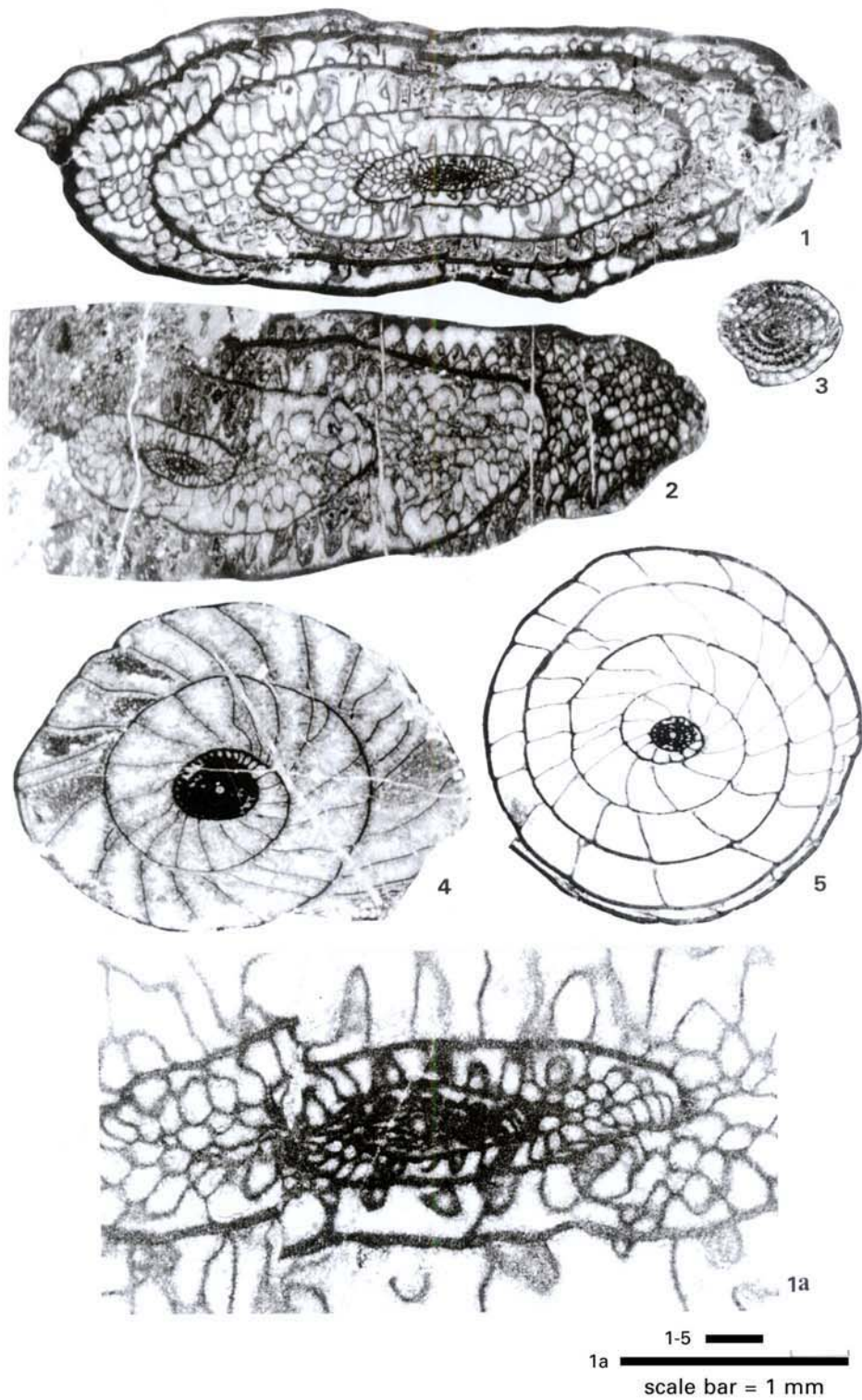
2: axial section, LOE1-111, x10.

3. *Yangchienia* sp., oblique section, BCF1-7, x20.

4. *Robustoschwagerina* sp. A, sagittal section, LOE1-96, x10.

5. *Robustoschwagerina* sp. B, sagittal section, SR6-1, x10.

BCF = Ban Chong Fang, Loei (บ้านช่องฝาง, เลย)



ပုံ ၁၀

คำอธิบายรูป 11

1-6, 6a, 7-8. *Chalaroschwagerina vulgaris* (Schellwien)

1: axial section, LOE1-29, x10.

2: axial section, LOE1-83, x10.

3: axial section, LOE1-65, x10.

4: axial section, LOE1-11, x10.

5: axial section, LOE1-16, x10.

6: axial section, LOE1-4, x10.

6a: enlarged part of **6**, showing an alveolar keriotheca in spirotheca, x20.

7: oblique section, KS2-8-6, x10.

8: axial section, LOE1-5, x10.

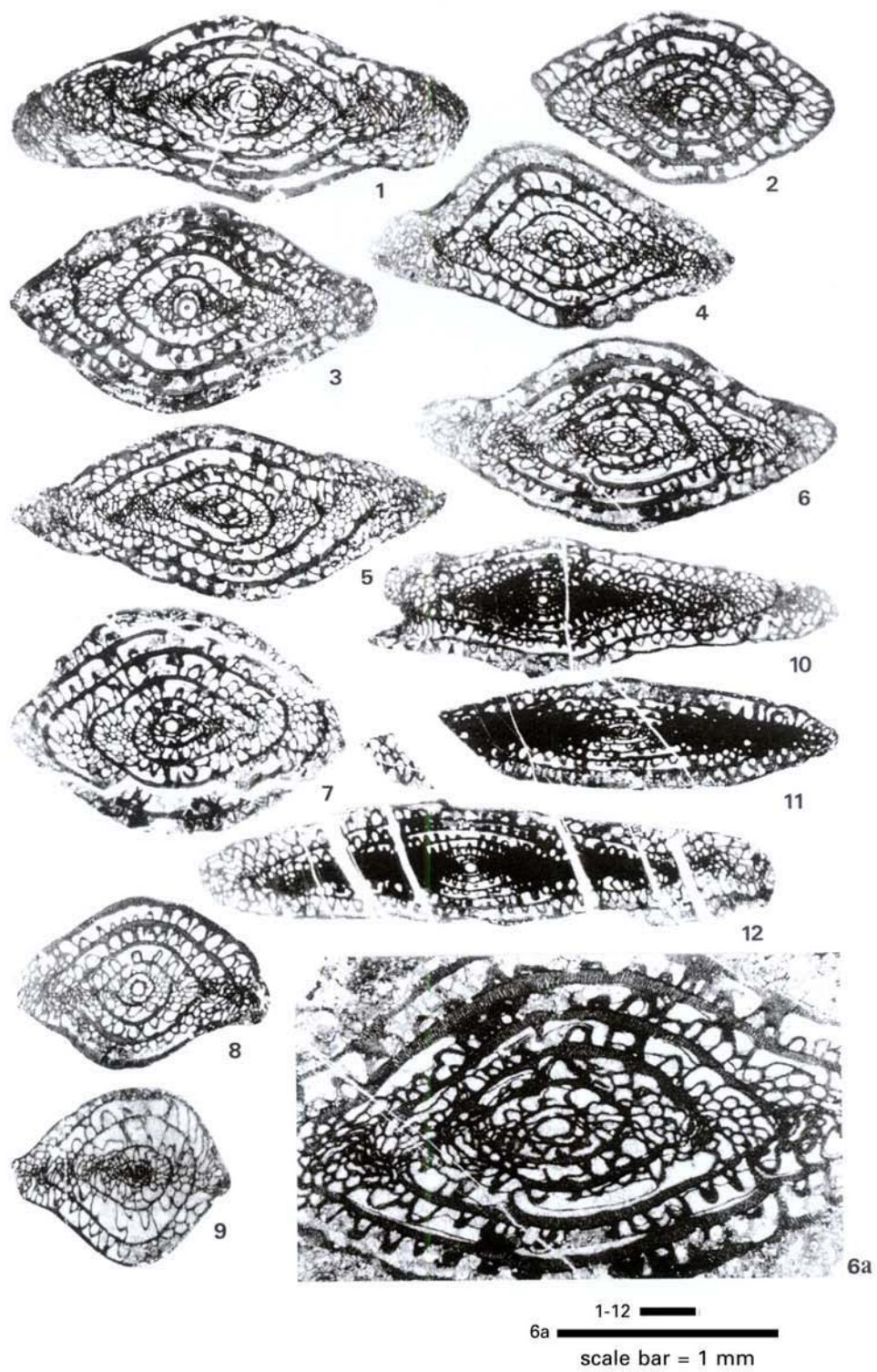
9. *Paraschwagerina* sp., tangential section, LOE1-34, x10.

10. *Pseudofusulina subnathorsti* (Lee), axial section, LOE1-51, x10.

11-12. *Pseudofusulina* cf. *gregaria* (Lee)

11: axial section, LOE1-44, x10.

12: axial section, LOE1-81, x10.



ပုံ ၁၁

คำอธิบายรูป 12

1-18, 18a. *Misellina* (*M.*) *termieri* (Deprat)

1: axial section, KS2-11-3, x20.

2: axial section, KS2-12-4, x20.

3: axial section, KS2-10-15, x20.

4: sagittal section, KS2-10-20, x20.

5: tangential section, KS2-4-15, x20.

6: sagittal section, KS2-10-15, x20.

7: sagittal section, KS2-7-15, x20.

8: sagittal section, KS2-5-3, x20.

9: axial section, KS2-10-7, x20.

10: axial section, KS2-3-13, x20.

11: sagittal section, KS2-11-5, x20.

12: oblique section, KS2-7-6, x20.

13: axial section, KS2-11-6, x20.

14: oblique section, KS2-7-15, x20.

15: sagittal section, KS2-7-4, x20.

16: sagittal section, KS2-7-9, x20.

17: sagittal section, KS2-4-13, x20.

18: axial section, KS2-10-11, x20.

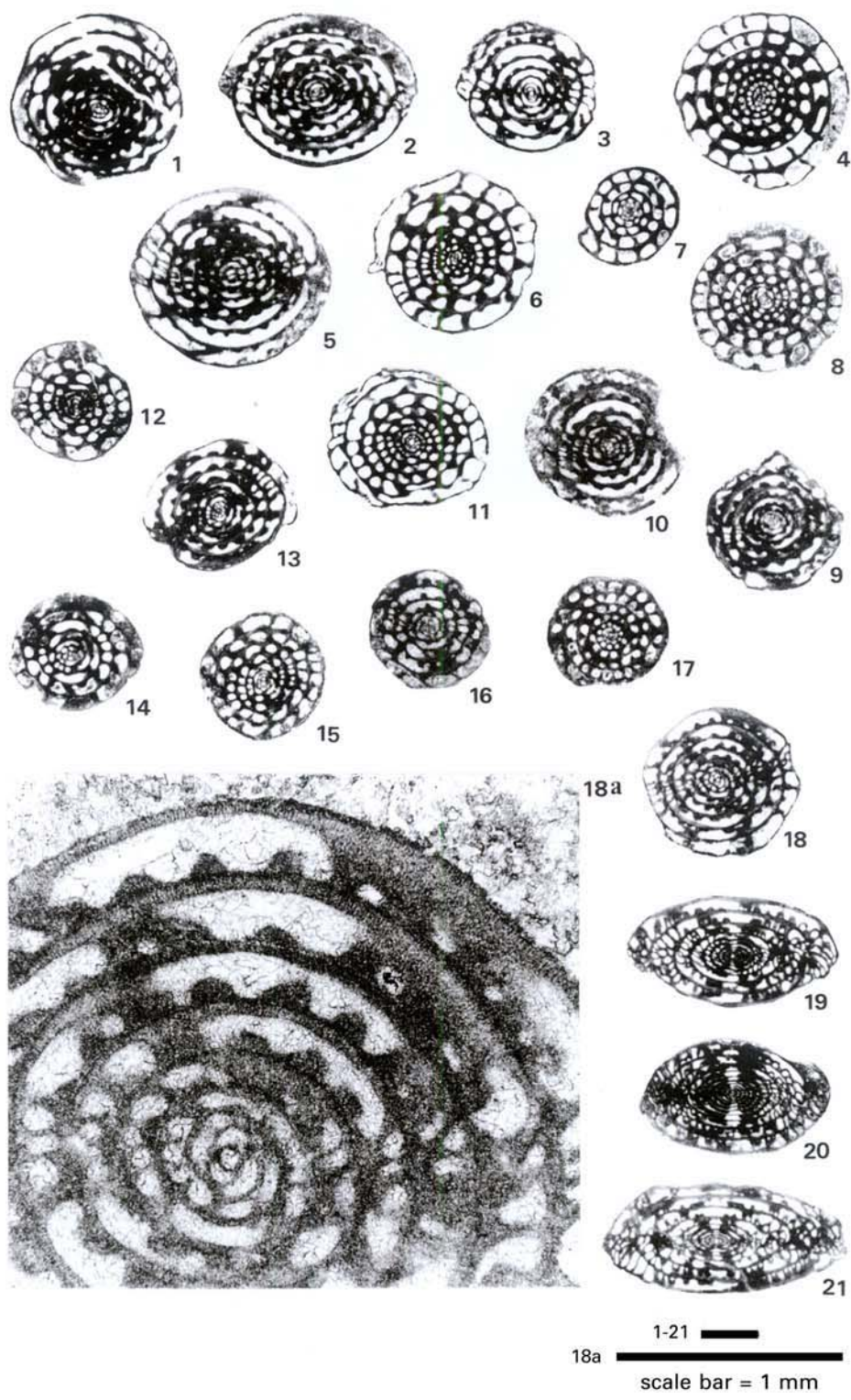
18a: enlarged part of 18, showing very small proloculus and a fine alveolar
keriotheca in spirotheca, x100.

19-21. *Darvasites ordinatus* (Chen)

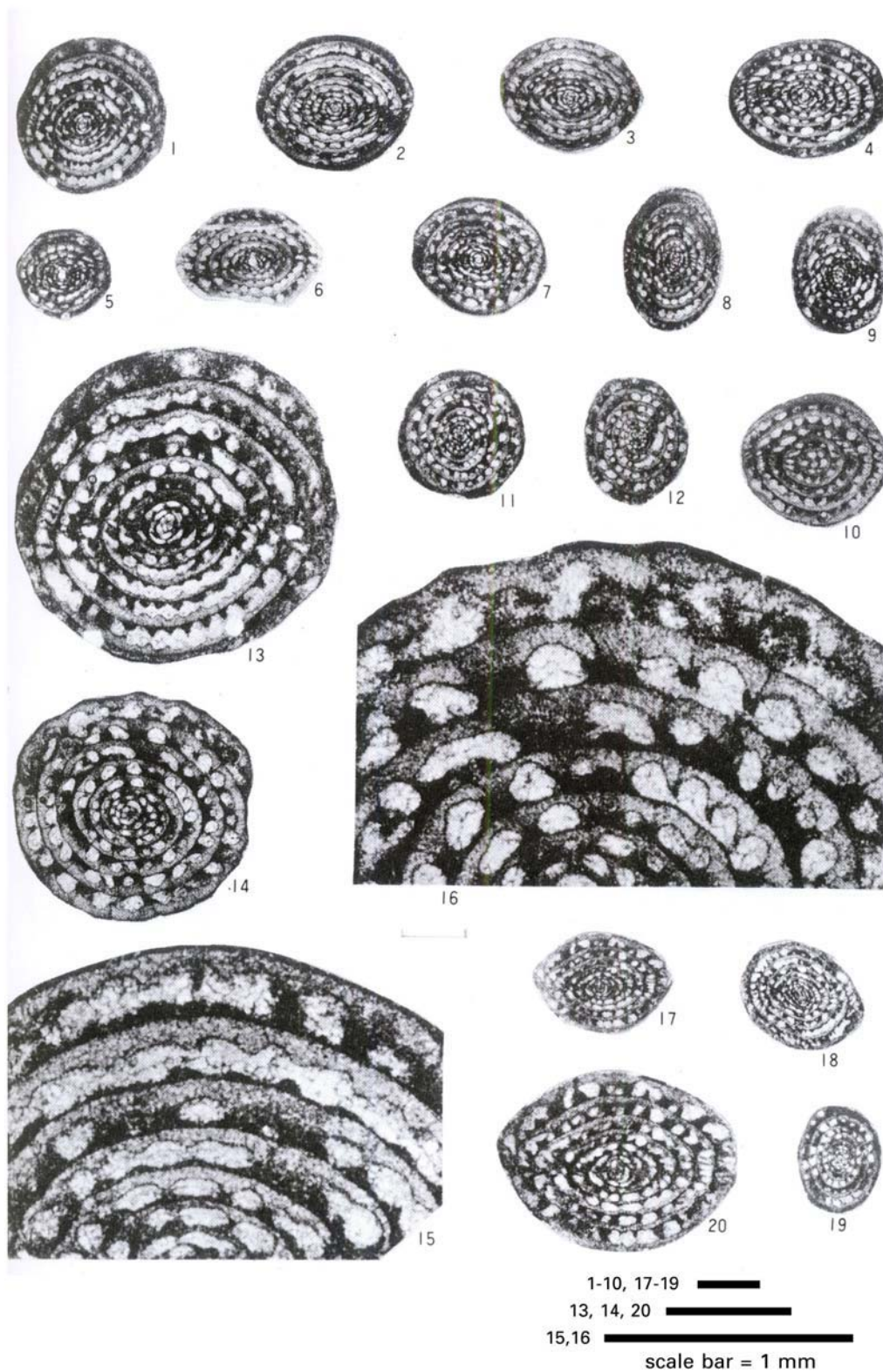
19: axial section, KS2-14-4, x10.

20: axial section, KS2-15-5, x10.

21: axial section, KS2-14-2, x10.



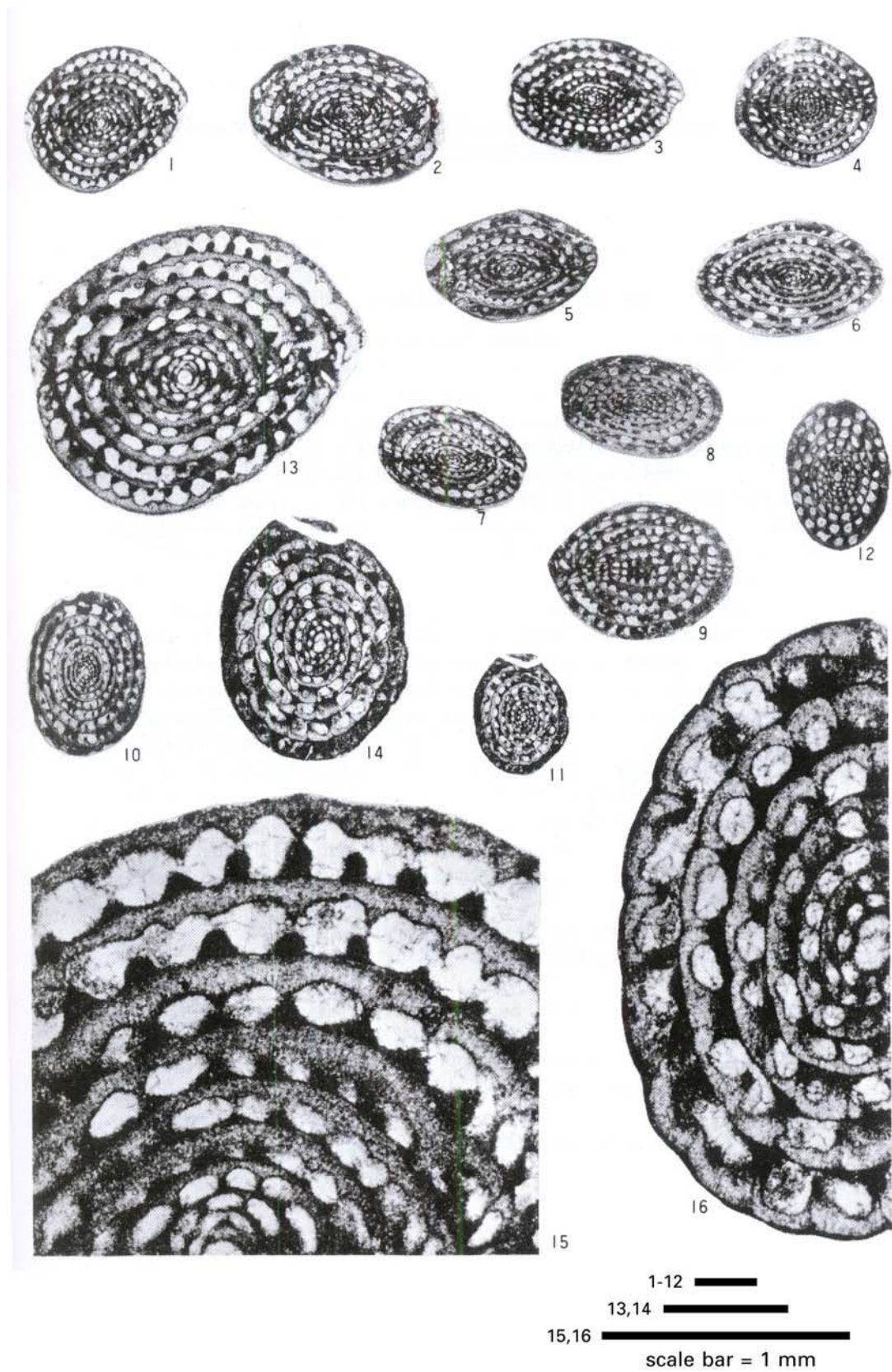
ပုံ ၁၂



คำอธิบายรูป 13 (Kanmera and Toriyama; 1968; Plate IV)

1-16. *Maklaya pamirina* (Leven)

17-20. *Maklaya saraburiensis* Kanmera and Toriyama



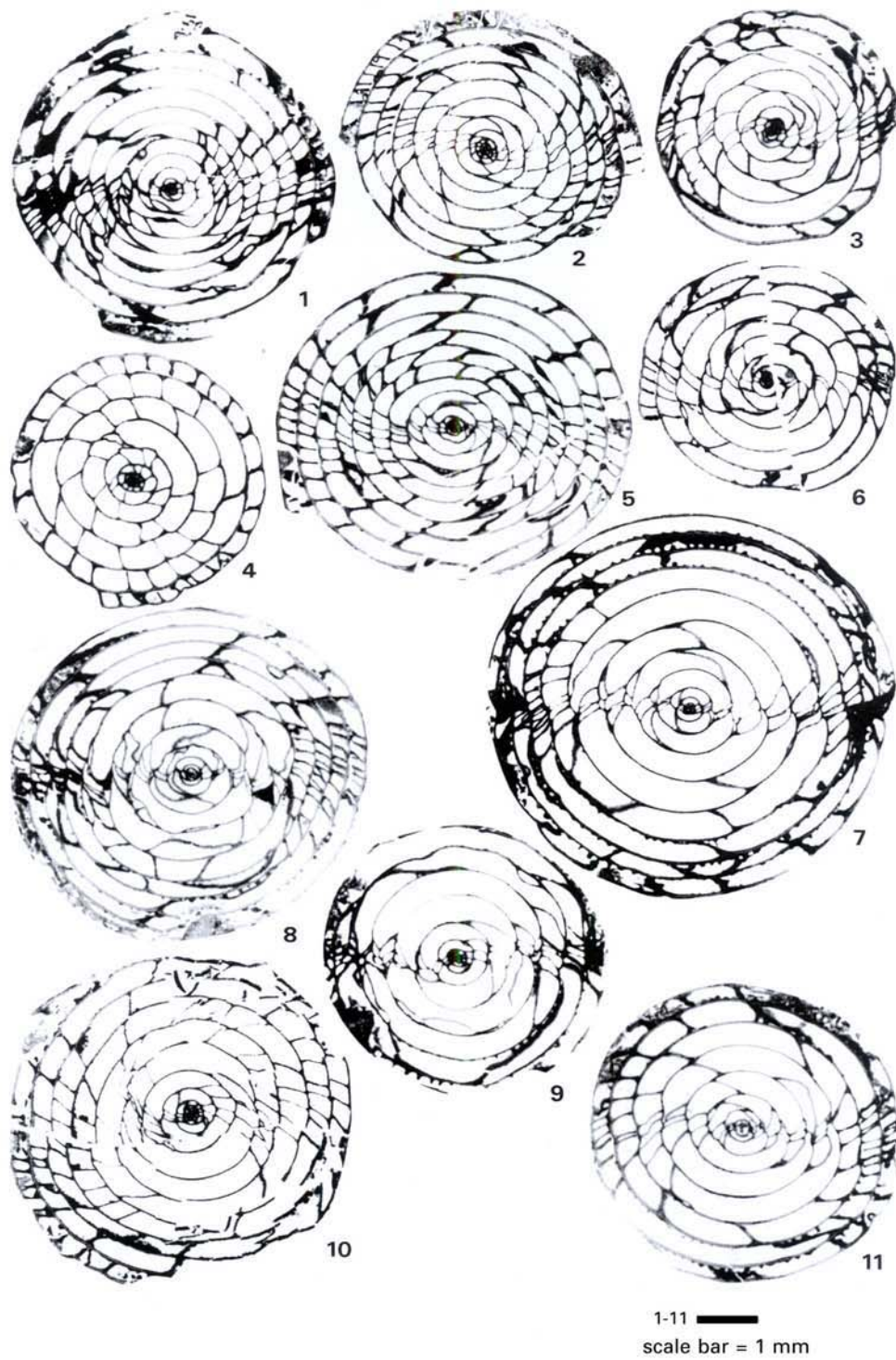
คำอธิบายรูป 14 (Kanmera and Toriyama; 1968; Plate V)

1-17. *Maklaya sethputi* Kanmera and Toriyama

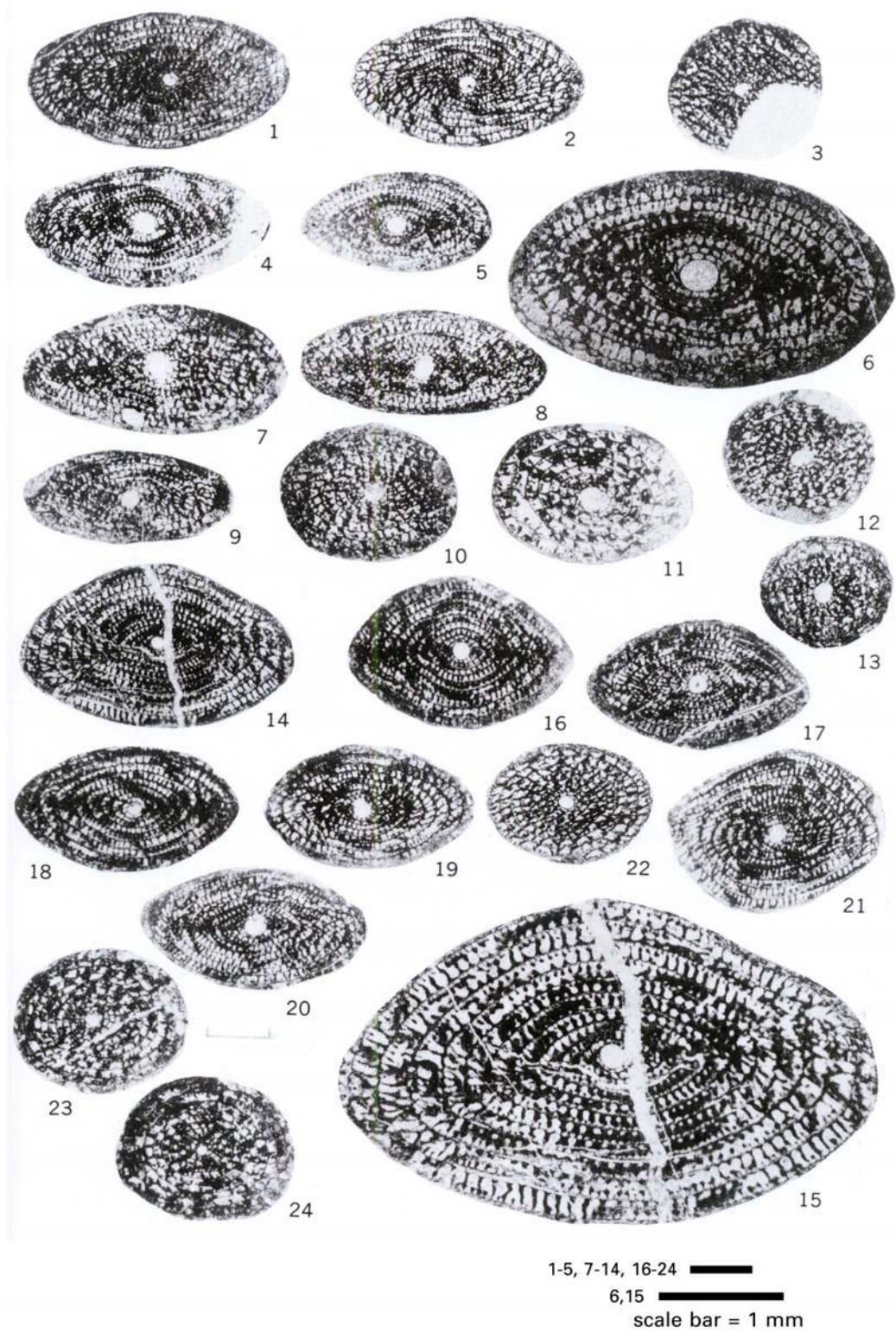
คำอธิบายรูป 15

1-11. *Verbeekina verbeeki* (Geinitz)

- 1: tangential section, LS6-21, x10.
- 2: tangential section, LS6-4, x10.
- 3: tangential section, LS6-3, x10.
- 4: sagittal section, LS6-17, x10.
- 5: tangential section, LS6-1, x10.
- 6: tangential section, LS6-2, x10.
- 7: axial section, LS6-12, x10.
- 8: axial section, LS6-9, x10.
- 9: axial section, LS6-22, x10.
- 10: tangential section, LS6-13, x10.
- 11: axial section, LS6-7, x10.



ပုံ 15



คำอธิบายรูป 16 (ดู Toriyama and Kanmera; 1979; Plate X)

1-3. *Afghanella schencki tereshkovae* Leven

4-13. *Afghanella megaspherica* Sheng

14-24. *Afghanella sumatranaeformis* (Gubler)

คำอธิบายรูป 17

1-3. *Laosella loeyensis* (Pitakpaivan)

1: axial section, KS5-18-19, x10.

2: axial section, KS5-19-5, x10.

3: sagittal section, KS5-5-22, x10.

4-13. *Yangchienia thompsoni* Skinner and Wilde

4: axial section, KS3-14, x20.

5: axial section, KS5-10-21, x20.

6: axial section, KS3-32, x20.

7: axial section, KS3-33, x20.

8: tangential section, SR4-9, x20.

9: axial section, KS3-19, x20.

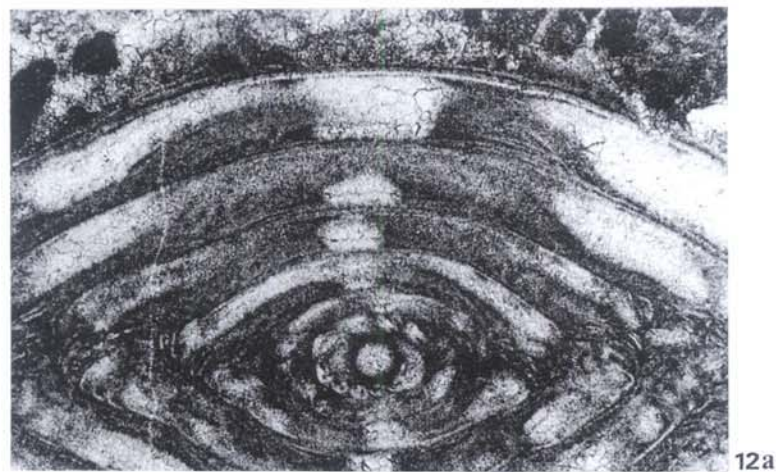
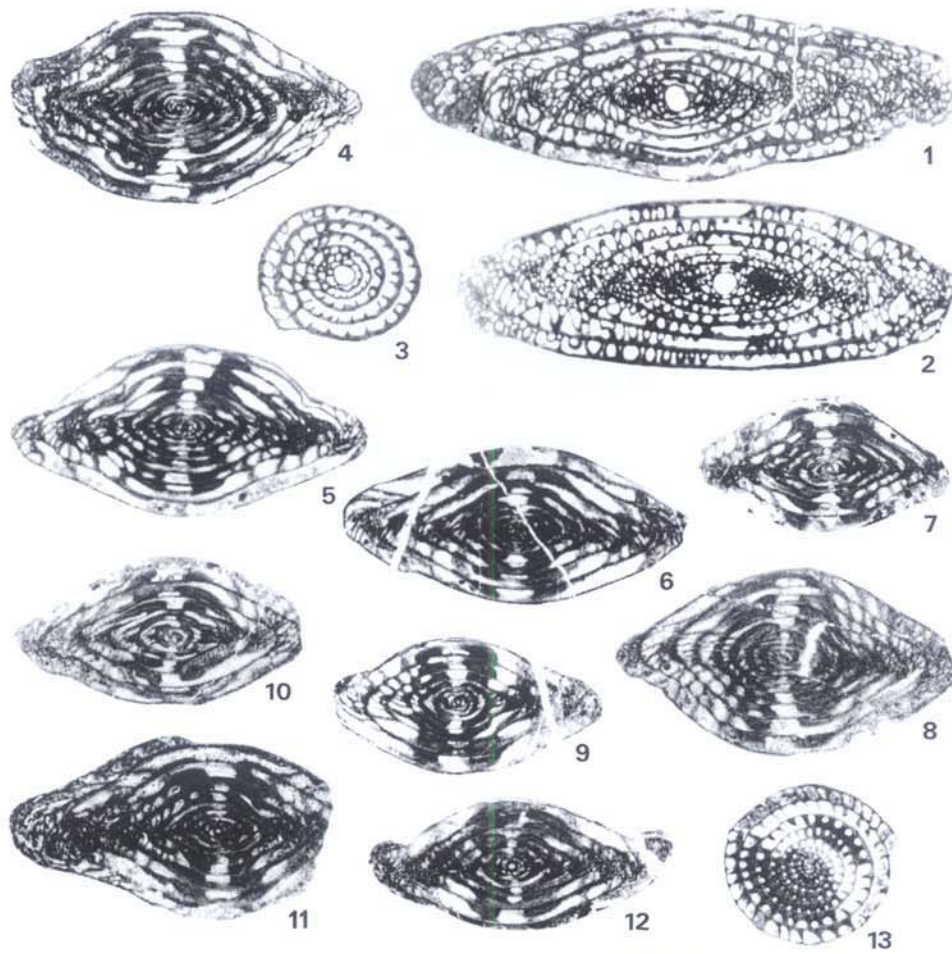
10: axial section, KS3-9, x20.

11: axial section, KS5-7-20, x20.

12: axial section, KS3-3, x20.

12a: enlarged part of 12, showing askew coiled early volutions and
four-layered spirotheca with clear diaphanotheca, x100.

13: sagittal section, KS5-10-7, x20.

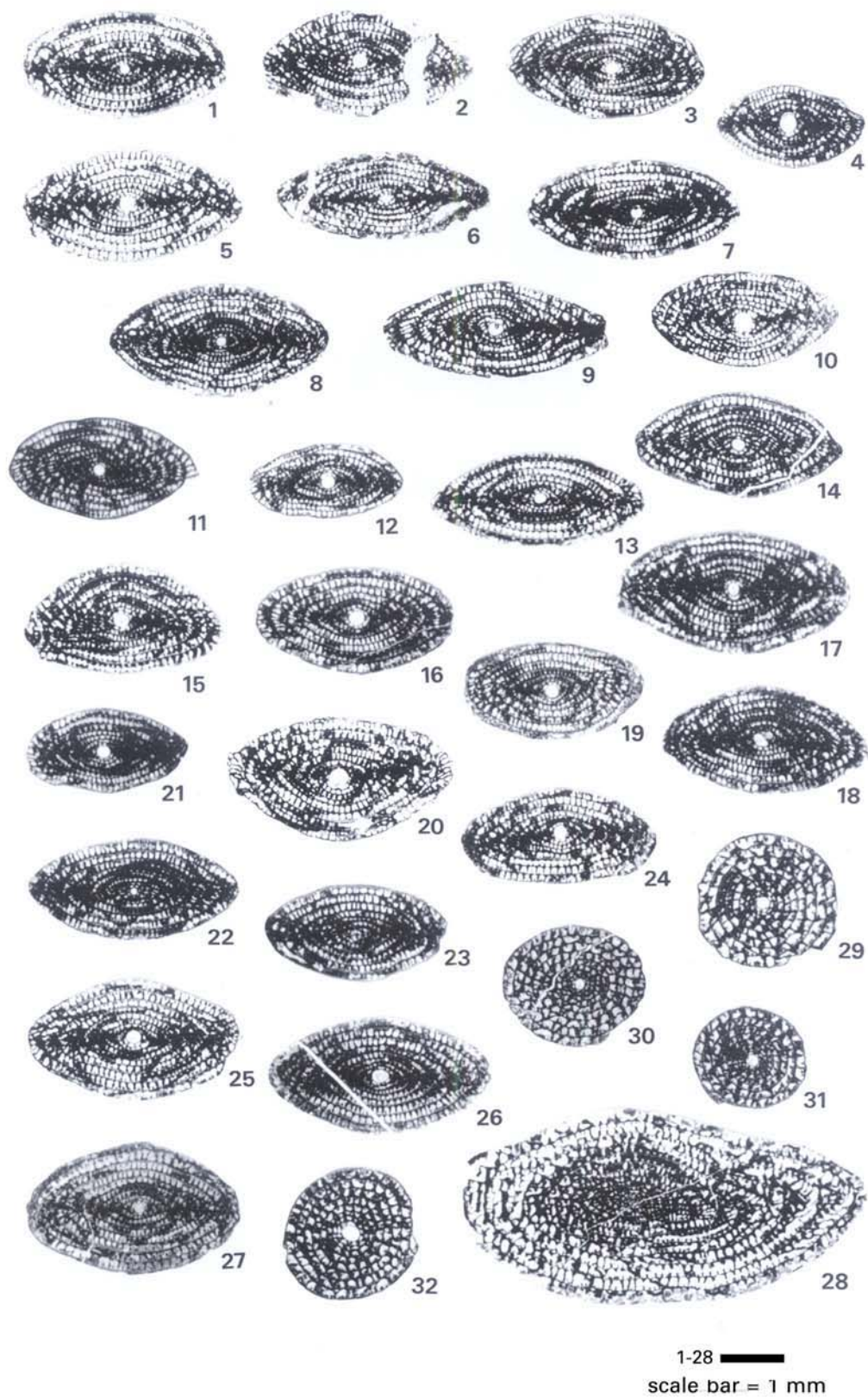


1-13 
 12a 
 scale bar = 1 mm

คำอธิบายรูป 18

1-32. *Presumatrina uruzganensis* Leven

- | | |
|--|--|
| 1: axial section, KS5-7/1-6, x10. | 2: axial section, KS5-18-23, x10. |
| 3: axial section, KS5-7-17, x10. | 4: axial section, KS5-16-2, x10. |
| 5: axial section, KS5-18-32, x10. | 6: axial section, KS5-19-11, x10. |
| 7: axial section, KS5-5-14, x10. | 8: axial section, KS5-6-3, x10. |
| 9: axial section, KS5-19-17, x10. | 10: axial section, KS5-19-14, x10. |
| 11: axial section, KS5-11-23, x10. | 12: axial section, KS5-5-4, x10. |
| 13: axial section, KS5-1-24, x10. | 14: axial section, KS5-10-15, x10. |
| 15: axial section, KS5-18-25, x10. | 16: axial section, KS5-18-8, x10. |
| 17: axial section, KS5-8-14, x10. | 18: axial section, KS5-18-5, x10. |
| 19: axial section, KS5-10-3, x10. | 20: axial section, KS5-19-8, x10. |
| 21: axial section, KS5-11-3, x10. | 22: axial section, KS5-1-5, x10. |
| 23: axial section, KS5-13-12, x10. | 24: axial section, KS5-3-21, x10. |
| 25: axial section, KS5-18-12, x10. | 26: axial section, KS5-11-29, x10. |
| 27: axial section, KS5-12-6, x10. | |
| 28: tangential section of microspheric specimen, KS5-18-41, x10. | |
| 29: sagittal section, KS5-7-2, x10. | 30: sagittal section, KS5-9-15, x10. |
| 31: sagittal section, KS5-5-8, x10. | 32: sagittal section, KS5-7/1-18, x10. |



ပုံ ၁၈

คำอธิบายรูป 19

1-9. *Neoschwagerina haydeni* Dutkevich and Khabakov

1: tangential section, LR1-20-9, x10.

2: sagittal section, LR1-15-19, x10.

3: tangential section, LR1-15-2, x10.

4: tangential section, LR1-15-23, x10.

5: tangential section, LR1-15-14, x10.

6: tangential section, LR1-10-17, x10.

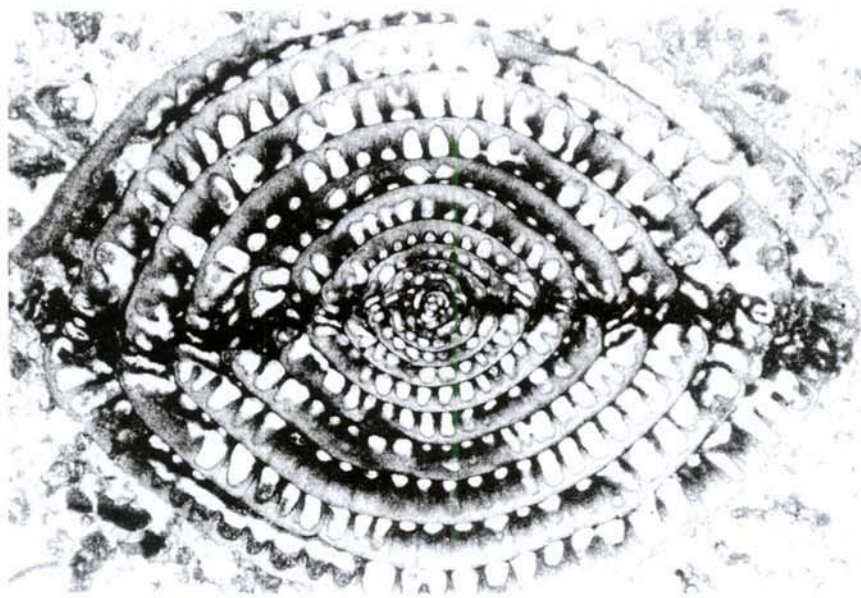
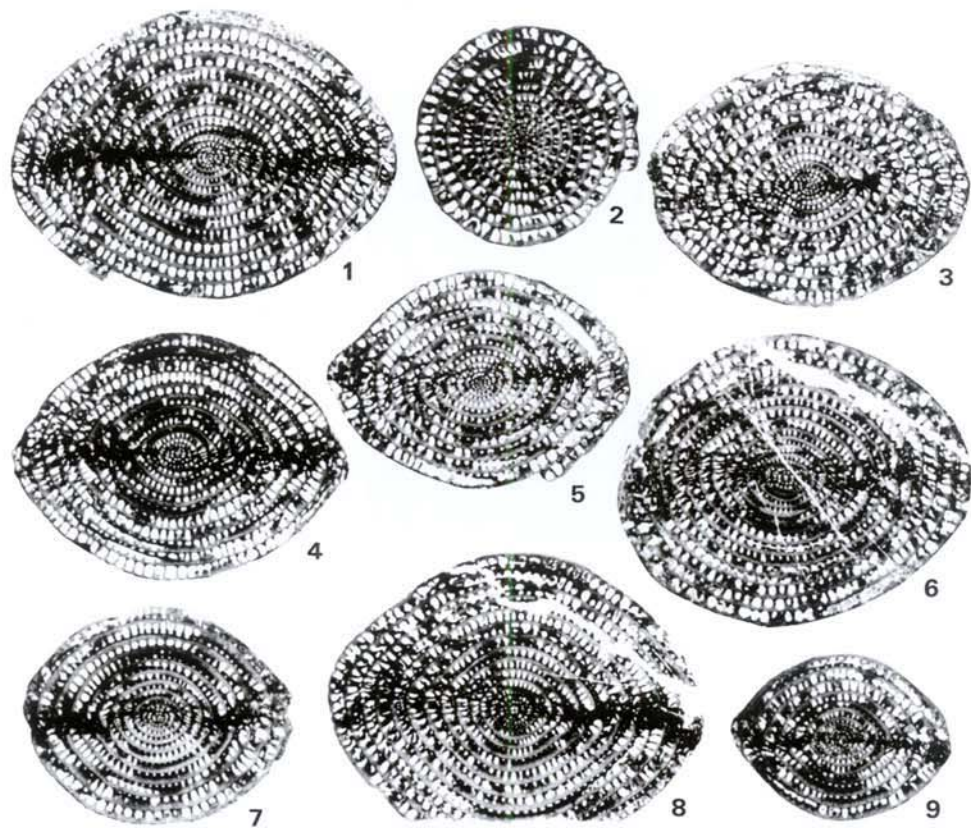
7: tangential section, LR1-15-25, x10.

8: tangential section, LR1-26-6, x10.

9: axial section, LR1-15-21, x10.

9a: enlarged part of 9, showing very small proloculus, primary transverse septula developed from the third(?) volution, and a fine alveolar keriotheca in spirotheca, x40.

LR = Lam Narai, Lop Buri (ลำน้ำรายณ์, ลพบุรี)



9a

1-9

9a

scale bar = 1 mm

คำอธิบายรูป 20

1-5. *Neoschwagerina haydeni* Dutkevich and Khabakov

1: axial section, LR1-11-1, x10.

1a: enlarged part of 1, in which minute proloculus, slightly rotated axis of coilings in early few volutions, and well-developed primary transverse septula from the forth(?) volution can be observed, x40.

2: tangential section LR1-26-12, x10.

3: tangential section LR1-15-7, x10.

4: tangential section LR1-26-16, x10.

5: axial section LR1-15-5, x10.

6. *Sumatrina* sp., tangential section, LR1-21-7, x10.

7-14. *Pseudodoliolina pseudolepida* (Deprat)

7: axial section, KS5-17-3, x10.

8: axial section, LR1-30-2, x10.

9: oblique section, KS5-18-31, x10.

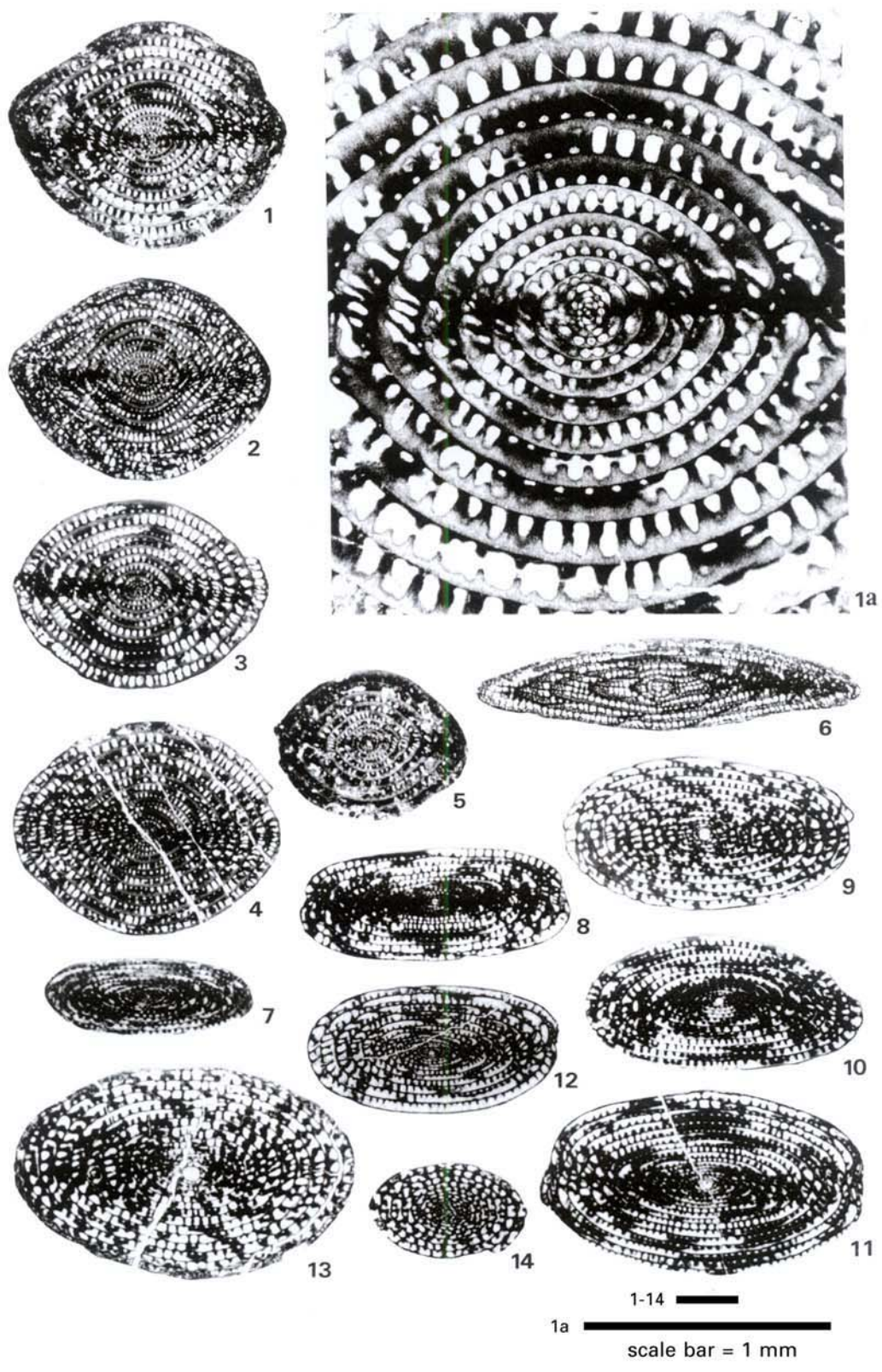
10: axial section, KS5-1-20, x10.

11: axial section, LR1-23-12, x10.

12: axial section, LR1-46-4, x10.

13: oblique section, LR1-38-29, x10.

14: oblique section, LR1-28-3, x10.

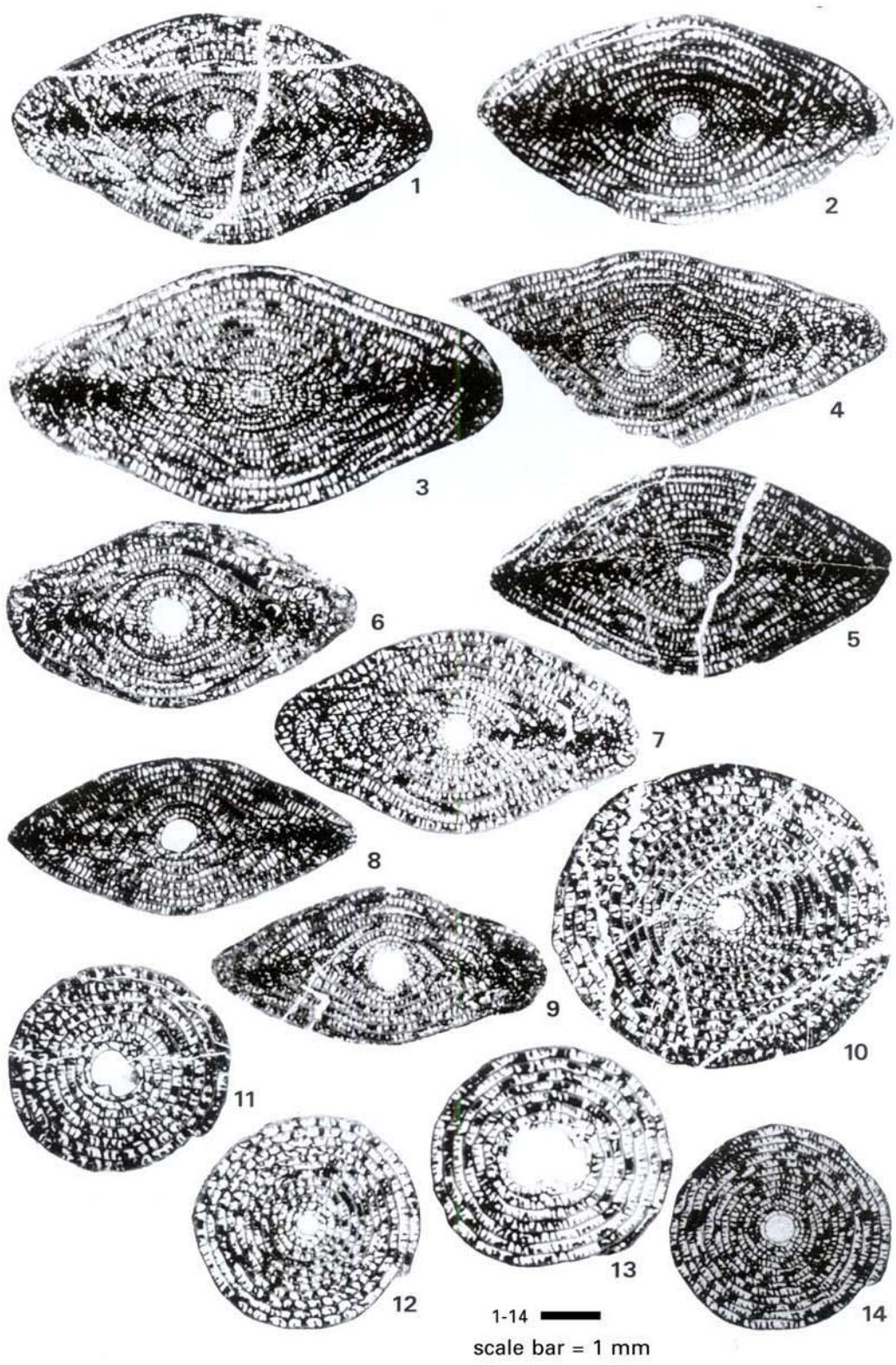


រូប 20

คำอธิบายรูป 21

1-14. *Colania douvillei* (Ozawa)

- 1: axial section, LR1-34-8, x10.
- 2: axial section, LR1-18-7, x10.
- 3: axial section, LR1-15-3, x10.
- 4: axial section, LR1-31-21, x10.
- 5: axial section, LR1-31-25, x10.
- 6: axial section, LR1-34-12, x10.
- 7: axial section, LR1-34-20, x10.
- 8: axial section, LR1-29-4, x10.
- 9: axial section, LR1-31-3, x10.
- 10: sagittal section, LR1-7-2, x10.
- 11: sagittal section, LR1-36-11, x10.
- 12: sagittal section, LR1-4-2, x10.
- 13: sagittal section, LR1-15-11, x10.
- 14: sagittal section, LR1-41-5, x10.



คำอธิบายรูป 22

1-7. *Colania douvillei* (Ozawa)

1: axial section, LR1-38-20, x10.

2: oblique section, LR1-18-4, x10.

3: axial section, LR1-26-18, x10.

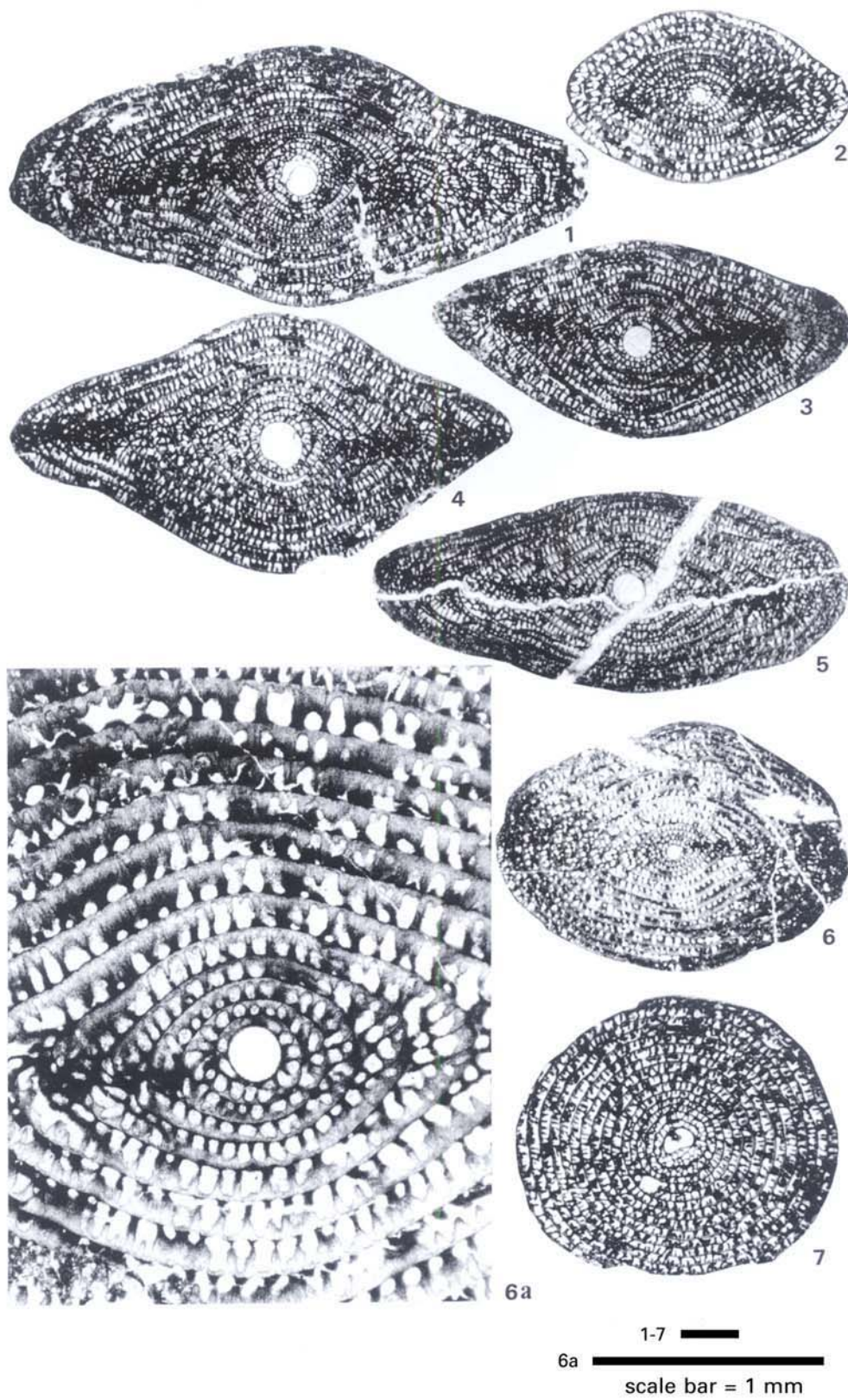
4: axial section, LR1-38-11, x10.

5: axial section, LR1-38-26, x10.

6: axial section, LR1-2-2, x10.

6a: enlarged part of 6, showing a tectum and a fine alveolar
keriotheca in spirotheca, x40.

7: sagittal section, LR1-38-20, x10.



คำอธิบายรูป 23

1-7, 7a, 8. *Colania douvillei* (Ozawa)

1: sagittal section, LR1-26-1, x10.

2: axial section, LR1-26-33, x10.

3: axial section, LR1-26-31, x10.

4: axial section, LR1-35-15, x10.

5: axial section, LR1-26-3, x10.

6: axial section, LR1-38-7, x10.

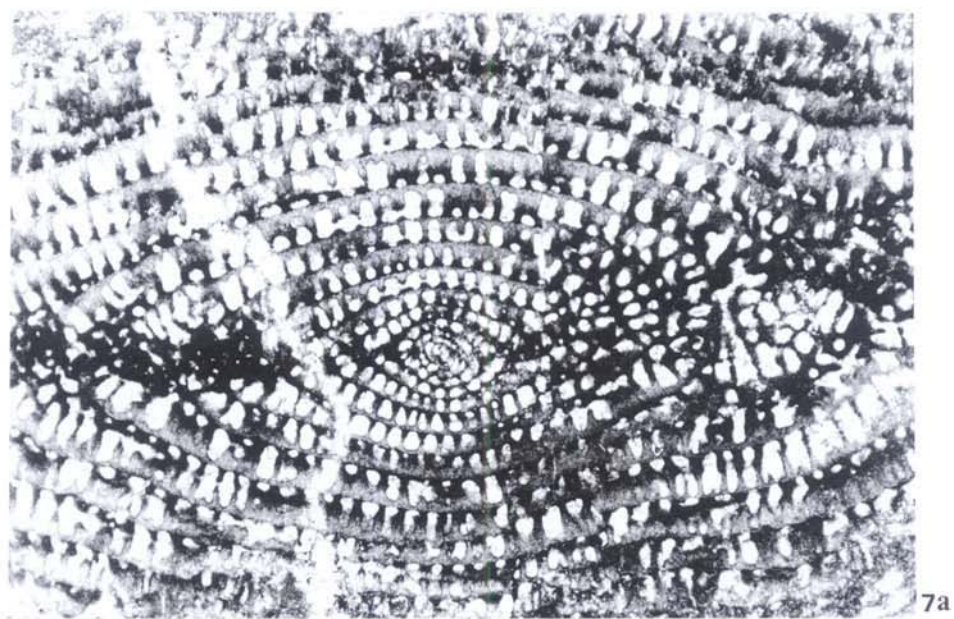
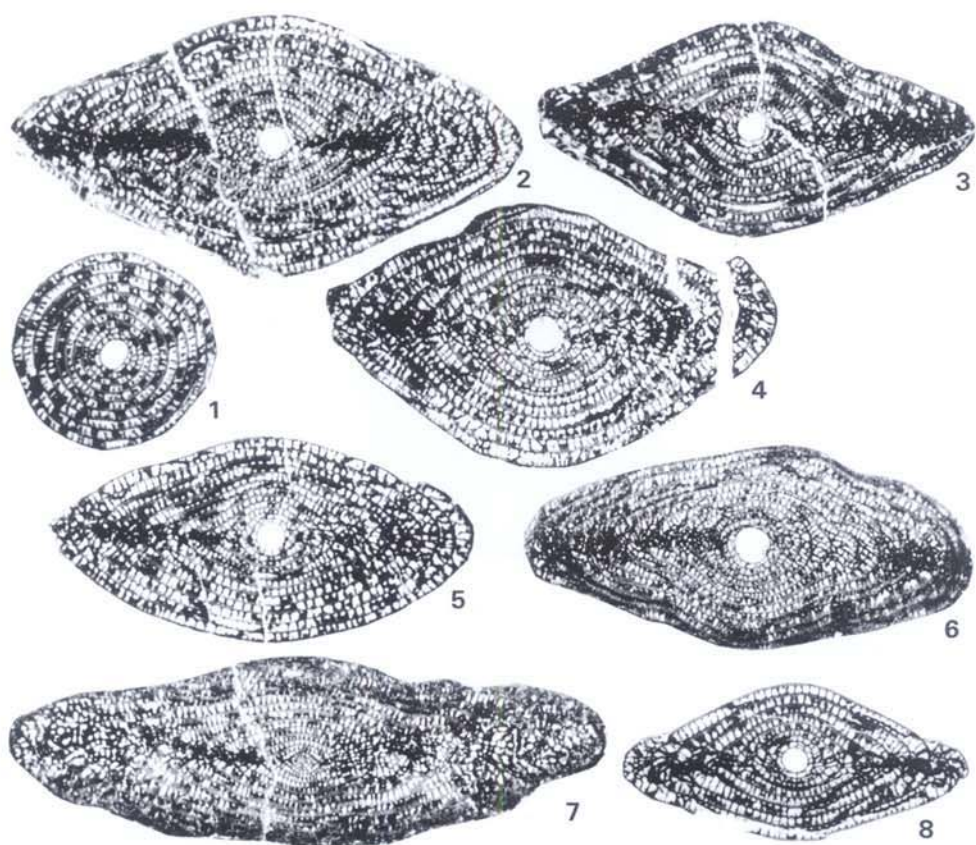
7: axial section of microspheric specimen, LR1-1-7, x10.

7a: enlarged part of **7**, showing very small proloculus, slightly rotated

axis of coilings in early few volutions, and a thin tectum and a fine

alveolar keriotheca in spirotheca, x40.

8: axial section, LR1-30-8, x10.



7a 1-8
scale bar = 1 mm

រូប 23

คำอธิบายรูป 24

1-2, 7. *Lepidolina multiseptata* (Deprat)

1: sagittal section, SK6-52

2: axial section of microspheric specimen, SK6-27

7: axial section, SK1-136

3-6. *Metadoliolina douvillei* (Gubler)

3: tangential section, SK1-80

4: axial section, SK1-66

5: sagittal section, SK6-15

6: sagittal section, SK1-100

SK = Sa Keao (สระแก้ว)



ပုံ ၂၄

คำอธิบายรูป 25

1-5. *Codonofusiella* sp.

- 1: axial section, SK6-24
- 2: tangential section, SK6-55
- 3: parallel section, SK6-2
- 4: sagittal section, SK6-8
- 5: oblique section, SK6-4

6-8. *Reichelina* sp.

- 6: axial section, SK6-4
- 7: axial section, SK6-47
- 8: axial section, SK4-2-15

9-10. *Dunbarula* sp.

- 9: tangential section, LR1-26-6
- 10: axial section, SK4-2-34

11-12. *Kahlerina* sp.

- 11: sagittal section, LR1-24-1
- 12: axial section, SK1-7

13. *Eostaffella*? sp., axial section, SK1-123

14-15. *Lepidolina multiseptata* (Deprat)

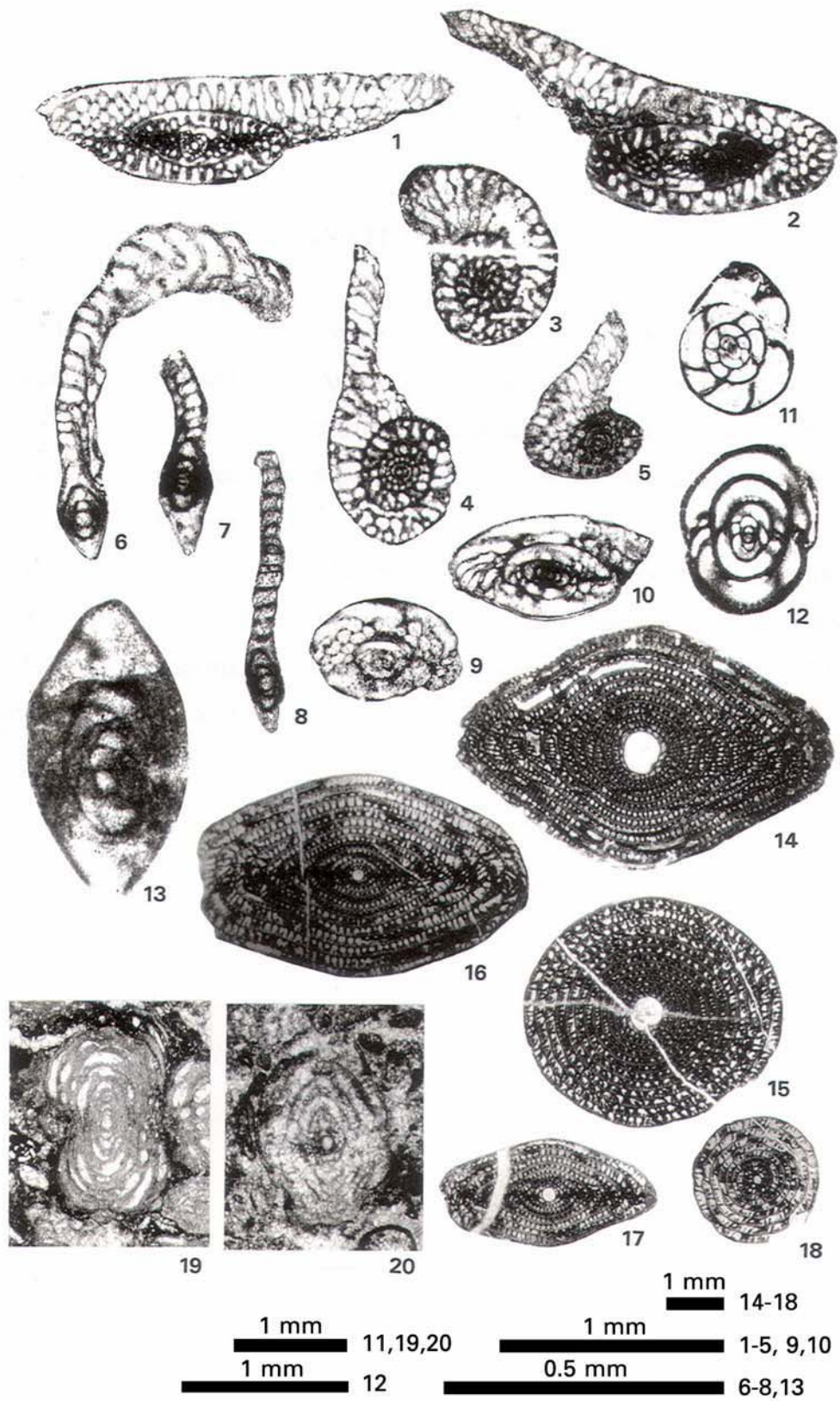
- 14: axial section, SK1-3
- 15: sagittal section, SK1-117

16-18. *Colania douvillei* (Ozawa)

- 16: axial section, SK4-2-77
- 17: axial section, SK4-2-17
- 18: sagittal section, SK4-2-21

19. *Staffella* sp., axial section, SR3-13-8

20. *Nankinella* sp., axial section, SR3-16-1



ပုံ ၂၅

บทที่ 4

สรุปผลงานของโครงการวิจัย (Research products)

1. จากการศึกษาฟิวซิลินอยเดียในพื้นที่ศึกษาพบว่ามีหลากหลายมาก อีกทั้งยังมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แต่ทั้งนี้การศึกษากลุ่มชีวิตฟิวซิลินอยเดียและฟิวซิลินอยเดียที่มีลักษณะเด่นพบว่าสามารถเทียบความสัมพันธ์ของหินในแต่ละพื้นที่ได้โดยใช้เวลาที่เกิดในช่วงเดียวกัน และความคล้ายคลึงกันของกลุ่มชีวิตฟิวซิลินอยเดีย
2. จากการศึกษาชนิดหินคาร์บอนเนต และอายุของหินคาร์บอนเนตที่ได้จากฟิวซิลินอยเดียที่พบในหินนั้น สันนิษฐานว่าสภาพแวดล้อมในอดีตในช่วงคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียน โดยเฉพาะเพอร์เมียนตอนต้นและตอนกลางนั้น น่าจะมีความเหมาะสมต่อการสะสมตัวของหินคาร์บอนเนต เนื่องจากพบหินคาร์บอนเนตชั้นหนากระจายอยู่ทั่วพื้นที่ และเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการแพร่กระจายตัวของฟิวซิลินอยเดีย เนื่องจากมีความหลากหลายในสายพันธุ์ ซึ่งสภาพที่เหมาะสมนั้นน่าจะอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรโบราณ หรือในเขตทรอปิคอล (Tropical zone) อากาศอบอุ่น และบริเวณที่เป็นทะเลเปิดและตื้น (open shallow marine)
3. จากการเทียบเคียงกลุ่มชีวิตฟิวซิลินอยเดียบริเวณด้านตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีน และจังหวัดสระแก้วของประเทศไทย พบว่ามีความคล้ายคลึงกับกลุ่มชีวิตฟิวซิลินอยเดียที่พบบริเวณแผ่นเปลือกโลกลานปีง-สีเหมา (Lanping-Simao Block) ของประเทศจีน ซึ่งอาจกล่าวว่าหินคาร์บอนเนตที่พบกลุ่มชีวิตฟิวซิลินอยเดียของไทยนี้ เป็นแนวต่อเนื่องทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ลงมาจากบริเวณแผ่นลานปีง-สีเหมาของประเทศจีน ฟิวซิลินอยเดียที่ใช้เปรียบเทียบนี้มีลักษณะเด่นและเป็นคาร์เทเซียนและที่เทียนฟาวน่า (Cathaysia and Tethyan fauna) ในช่วงคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียน

เอกสารอ้างอิง (References)

- Boardman, S.R., Cheetham, H.A., and Rowell, J.A., 1987. Fossil invertebrates, 713 p. Blackwell Scientific Publications.
- Charoentitirat, T., 2002. Permian fusulinoidean biostratigraphy and carbonate development in the Indochina Block of Thailand with their paleogeographic implication. Ph.D Thesis, University of Tsukuba, Japan, 198 p., 32 pls.
- Flügel, E., 2004. Microfacies of carbonate rocks, 976 p. Springer-Verlag.
- Kanmera K., and Toriyama, R., 1968. Fusuline fossils from Thailand, Part III. *Maklaya*, New Generic Designation for Neoschwagerinids of the Group of *Can cellina pamirina* Leven. Geol. Palaeont. Southeast Asia, vol. 5, p. 31-46, pls. 4-5.
- Toriyama, R., and Kanmera, K., 1979. Fusuline fossils from Thailand, Part XII. Permian fusulines from the Ratburi Limestone in the Khao Khao area, Sara Buri, Central Thailand. Geol. Palaeont. Southeast Asia, vol. 20 p. 23-93, pls. 4-14.
- Ueno, K., 2000. Permian fusulinacean faunas of the Sibumasu and Baoshan blocks: implications for the paleogeographic reconstruction of the Cimmerian continent. Geosci. Jour., vol. 4, Special edition, p.160-163.

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกอ. และ สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ

- Assavapatchara, S., Charusiri, p., Charoentitirat, T., Chutakositkanon, V., Hisada, K., and Ueno, K., 2006. On the lithostratigraphy of Permian rocks in Thailand: implications for depositional environments and tectonic settings. *Journal of the Geological Society of Thailand*, 1, 27-48.
- Choowong, M., Murakoshi, N., Hisada, K., Charusiri, P., Charoentitirat, T., Chutakositkanon, V., Jankaew, K., Kanjanapayont, P., and Phantuwongraj, S., 2008. 2004 Indian Ocean tsunami inflow and outflow at Phuket, Thailand. *Marine Geology*, 248, 179-192.
- Ueno, K., Miyahigashi, A., and Charoentitirat, T., 2010. The Lopingian (Late Permian) of mid-oceanic carbonates in the Eastern Palaeotethys: stratigraphical outline and foraminiferal succession. *Geological Journal*, 45, 285-307.

ปล. ผู้วิจัยได้เปลี่ยนชื่อจาก จิตติมา (Titima) เป็น ฐาสินี (Thasinee) เมื่อ พ.ศ.2549

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- เชิงวิชาการ

ผลงานวิจัยบางส่วนนำไปแสดงในงานจุฬาริชาการ สานความรู้ สู่แผ่นดิน 23-27 พฤศจิกายน 2548 ในหัวข้อ มารู้จัก “คตข้าวสาร” กันเถอะ ซึ่งเป็นการแนะนำให้รู้จัก รวมถึงประโยชน์ในทางธรณีวิทยาของคตข้าวสารหรือฟิวซิลินอยต์แก่ผู้สนใจที่เข้าชมงาน

3. การเสนอผลงานในที่ประชุม

ผลงานวิจัยนี้ได้ถูกนำเสนอในรูปแบบของ oral presentation ในการประชุมนานาชาติเรื่อง Geological Anatomy of East and South Asia: Paleogeography and Paleoenvironment in Eastern Tethys (IGCP516) 10-17 ตุลาคม 2548 ณ มหาวิทยาลัย Tsukuba ประเทศญี่ปุ่น