

BIOSTRATIGRAPHY AND CARBONATE PETROGRAPHY  
IN KHAMMOUAN PROVINCE, LAO PDR

MISS PATCHARAPORN CHAMPASA

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF THE BACHELOR OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF GEOLOGY, FACULTY OF SCIENCE, CHULALONGKORN UNIVERSITY  
ACADEMIC YEAR 2011

การลำดับชั้นหินตามสีภาพและสีลาวรรณของหินคาร์บอนต  
บริเวณแขวงคำม่วน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

นางสาวพัชราภรณ์ จำปาสา

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2554

วันที่ส่ง .....

วันที่อนุมัติ .....

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ใจเย็น)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

## การลำดับชั้นหินตามชีวภาพและศิลาวรรณาของหินคาร์บอนेट บริเวณแขวงคำม่วน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

พัชราภรณ์ จำปาสา<sup>1</sup>, สุวิมลณี เจริญศิริรัตน์<sup>1</sup>, สราวุธ จันทระประเสริฐ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>2</sup>ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทรศัพท์ +668-1069-3523 อีเมลล์ p.champasa@hotmail.co.th

### บทคัดย่อ

หินปูนคำม่วน เป็นหินคาร์บอนेटที่มีความน่าสนใจในการศึกษาในรายละเอียด เนื่องจากมีความหลากหลายทางกายภาพและชีวภาพ อีกทั้งยังมีโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่สลับซับซ้อน โดยมีการกระจายตัวอย่างกว้างขวางจากประเทศเวียดนาม จนถึงตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในแขวงคำม่วน ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบการกระจายตัวของหินตะกอนทะเลและหินคาร์บอนेटที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ อายุมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน ตลอดแนวชั้นหินคดโค้งของพื้นที่ศึกษา โดยการศึกษาเป็นการศึกษาลักษณะทางศิลาวรรณาของหินคาร์บอนेटและซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซิลินิด และฟอแรมขนาดเล็ก เพื่อให้ทราบอายุ และช่วยในการจัดลำดับชั้นหินตามชีวภาพ

จากการศึกษาแผ่นหินบางของหินคาร์บอนेटจำนวน 71 ตัวอย่าง สามารถจำแนกลักษณะเนื้อหินคาร์บอนेटในพื้นที่ศึกษาได้เป็น มัดสโตน แวคสโตน แพคสโตน เกรนสโตน และโดโลสโตน ที่มีเม็ดตะกอนเป็นเนื้อเม็ดเพลลอยด์ เม็ดไขปลา อินทราคลาสต์ของมัดสโตนเนื้อเดียวและเนื้อผสม และซากดึกดำบรรพ์จำพวก ฟอแรมขนาดเล็ก ฟิวซิลินิด หอยกาบคู่ หอยกาบเดี่ยว แบรคิโอพอด สหรัาย ฟองน้ำ และไบรโอซัวพบว่าตัวอย่างแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะ การตกผลึกใหม่ของกลุ่มแร่แคลไซต์ และการถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์

จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ดัชนี ฟอแรมขนาดเล็กและฟิวซิลินิดที่พบได้แก่ *Brevaxina*, *Schubertella*, *Howchinia*, *Endothyra*, *Eostafella*, *Mediocris* และ *Millerella* ซึ่งบ่งบอกอายุในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย ตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นจนถึงยุคเพอร์เมียนตอนต้น

คำสำคัญ: Biostratigraphy, Carbonate Petrography, Khammouan Province, LAO PDR



## BIOSTRATIGRAPHY AND CARBONATE PETROGRAPHY IN KHAMMOUAN PROVINCE, LAO PDR

Patcharaporn Champasa<sup>1\*</sup>, Thasinee Charoentitirat<sup>1</sup> and Sarawute Chantraprasert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University;

<sup>2</sup>Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Chaing Mai University;

Tel. +6681-069-3523, E-mail: p.champasa@hotmail.co.th

---

### Abstract

Khammouan limestone rolls as an interesting study in detail according to the physical and biological diversity. It also has a complex geological structure, which distributes from Vietnam to middle part of Lao PDR. The study area is located in Khammouan Province, middle of Lao PDR, where the distribution of Upper Paleozoic marine sedimentary rocks and carbonate rocks along the fold belt have been reported. This project aims to study the carbonate petrography and identify foraminifera for age determination and biostratigraphic completion.

71 carbonate samples were classified into 5 types of carbonate rocks: mudstone, wackestone, packstone, grainstone and dolostone. Grains in carbonate rocks contain peloids, ooids, intraclasts of homogeneous and heterogeneous mudstone. Furthermore, bioclastic grains are composed of smaller forams, fusulinids, bivalves, gastropods, brachiopods, algae, sponge and bryozoas. Few samples were deformed, recrystallized, and dolomitized.

Based on the occurrence of *Brevaxina*, *Schubertella*, *Howchinia*, *Endothyra*, *Eostafella*, *Mediocris* and *Millerella*, they indicate Late Paleozoic probably Early Carboniferous to Early Permian.

**Keywords:** Biostratigraphy, Carbonate Petrography, Khammouan Province, LAO PDR

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาโครงการวิจัยในครั้งนี้จะประสบความสำเร็จไม่ได้หากขาดความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ตรีรัตน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำรวมถึงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการศึกษาตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการเริ่มต้นทำโครงการวิจัย จนถึงขั้นตอนการจัดทำรูปเล่มออกมาเป็นรายงานฉบับที่สมบูรณ์ ทำให้ได้เรียนรู้และเข้าใจพื้นฐานของการทำงานอย่างเป็นระบบ ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และเป็นการเสริมประสบการณ์ทางงานวิจัยทางด้านธรณีวิทยาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สราวุธ จันทร์ประเสริฐ จากภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้คำแนะนำในด้านธรณีโครงสร้างของพื้นที่ศึกษา รวมถึงข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาครั้งนี้

นอกจากนี้ ขอขอบคุณภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงบุคลากรในภาควิชา ที่คอยอำนวยความสะดวกในการจัดทำโครงการวิจัย และดูแลห้องปฏิบัติการต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนสมาชิกที่ศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนตทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและจัดเตรียมอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่างๆด้วย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
1.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	5
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	6
1.5 ขอบเขตการศึกษา	6
1.6 พื้นที่ศึกษา	7
1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย	10
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	11
บทที่ 2 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	12
2.1 ลักษณะทางตะกอนวิทยาของหินคาร์บอนเนต	12
2.2 ข้อมูลซากดึกดำบรรพ์	55
2.3 ลักษณะธรณีโครงสร้างของพื้นที่ศึกษา	57
บทที่ 3 สรุปผลการศึกษา	60
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	64

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า	
รูป 1.1	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (กรมทรัพยากรธรณีวิทยาและเหมืองแร่ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, 1990)	2
รูป 1.2	การกระจายตัวของหินตะกอนทะเลอายุไซลูเรียนถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอน กลาง (รูปซ้าย) และหินคาร์บอนเตยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายถึงเพอร์เมียน (รูปขวา) (Keomanivong, 2010)	4
รูป 1.3	ลักษณะธรณีโครงสร้างของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย Northwest Lao Zone, Annamite Range และ Savannakhet Zone (รูปซ้าย) และลักษณะธรณีโครงสร้างโดยรวมของประเทศ (รูปขวา)	5
รูป 1.4	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและแผนที่ธรณีวิทยาบริเวณแขวงคำม่วน สามเหลี่ยมสีน้ำเงินแสดงตำแหน่งจุดศึกษาทั้ง 43 จุดศึกษา	8
รูป 1.5	การวางตัวของชั้นหินในแต่ละจุดศึกษา	9
รูป 2.1	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM1 ประกอบไปด้วยผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์ รูปร่างเหลี่ยมขนมเปียกปูน ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ผลึกแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ช่องว่างระหว่างผลึก (V) ถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ เนื้อพื้นคือแคลไซต์เมทริกซ์	12
รูป 2.2	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM2 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และหน้าผลึกที่ไม่สมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค ผลึกที่พบแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์	13
รูป 2.3	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM3 ผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และหน้าผลึกที่ไม่สมบูรณ์ ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกที่พบแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์	14
รูป 2.4	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM4 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึก สมบูรณ์และกึ่งสมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกที่พบแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ พบเศษเปลือกหอย (Sh) ที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์ขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร	14
รูป 2.5	หินแวคสโตนตัวอย่าง KM5 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (ลูกศรสีดำ) เนื้อพื้นคือแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างผลึก (V) ถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร	15

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูป 2.6	หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM6-1 เม็ดตะกอนที่พบแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลา ขนาด ตะกอนประมาณ 0.1-0.3 มิลลิเมตร โดยเป็นการพอกทั้งแบบรัศมี และการพอกที่เป็นชั้นบางๆ ล้อมรอบเศษ หินชีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา เฟลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	16
รูป 2.7	หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM6-2 เม็ดตะกอนที่พบแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลา ขนาดผลึกประมาณ 0.3 มิลลิเมตร และการพอกเป็นชั้นบางๆแบบคอร์ตอย ล้อมรอบเศษหินชีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเฟลลอย เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์	16
รูป 2.8	หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM6-3 เม็ดตะกอนที่พบแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลา รอบเศษหิน ชิวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา (F) เปลือกหอย และเฟลลอย มีขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร ช่องว่างระหว่างเม็ด ตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ ไม่พบแคลไซต์เมทริกซ์	17
รูป 2.9	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM7 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบคือ เศษไครนอยด์ (C) และเฟลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต	18
รูป 2.10	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM8 พบแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบคือ เฟลลอย และ ฟอแรมนขนาดเล็ก (sf) พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	18
รูป 2.11	หินแวคสโตนตัวอย่าง KM9 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษไครนอยด์ (C) และเศษหิน ชิวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบว่าเนื้อหินมีการแทนที่ด้วย ไดโลไมต์ (ลูกศรสีแดง) แสดงผลึก ไดโลไมต์หน้าผลึกสมบูรณ์รูปขนมเปียกปูน ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์และ พบแนวพื้นในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน	19
รูป 2.12	หินแวคสโตนตัวอย่าง KM10 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเฟลลอย เศษไครนอยด์ (C) เศษ เปลือกหอย (Sh) ไบรโอซัว (B) เทนทาकुลิทิด (T) ฟอแรมนขนาดเล็ก (sf) และเศษหินชีวภาพ ช่องว่าง ระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ และพบแนวพื้นในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ)	20
รูป 2.13	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM11-1 ประกอบไปด้วยแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ ประกอบไปด้วยฟอแรมนขนาดเล็ก (sf) พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	20

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 2.14	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM11-2 พบแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบคือ เศษหิน ชีวภาพขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตรตัดผ่าน	21
รูป 2.15	หินแวคสโตนตัวอย่าง KM12 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย เศษไครนอยด์ (C) เปลือกหอย (Sh) ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเศษหินชีวภาพ เม็ดตะกอนที่พบถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์เมทริกซ์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	22
รูป 2.16	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM13 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ ประกอบไปด้วย หอยฝาเดียวที่ถูกเติมด้วยตะกอนขนาดเล็กเอียด พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน	22
รูป 2.17	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM14 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เกือบ 100% เนื้อหินแสดงลักษณะการถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กเป็นระบบ และสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร พบแนวพื้นในเนื้อหินเป็นแนวริ้วขนาน (ลูกศรสีดำ)	23
รูป 2.18	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM15-1 พบผลึกโดโลไมต์ที่เกิด จากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์แสดงหน้า ผลึกสมบรูณ์และกึ่งสมบรูณ์ ขอบผลึกเชื่อมกันแบบโมเสค พบแคลไซต์เมทริกซ์บริเวณรอบๆผลึก	24
รูป 2.19	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM15-2 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เกือบ 100% ช่องว่างระหว่างตะกอน ถูกเติมด้วยสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต (V) พบแนวพื้นในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และสายแร่แคลไซต์ ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร	24
รูป 2.20	หินแวคสโตนตัวอย่าง KM15-3 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย อินทราคลาสต์ของมัดสโตน (Ic) ลักษณะกึ่งกลมมน มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และขนาด 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	25
รูป 2.21	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM16-1 พบเม็ดตะกอนคือ ฟอแรมินิเฟอรา (F) อินทราคลาสต์เนื้อผสม ของตะกอนเนื้อโคลน (Ic) เฟลลอย และเศษเปลือกหอย (Sh) มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่าง ระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์	26

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 2.22	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM16-2 พบเม็ดตะกอนคืออินทราคลาสต์เนื้อผสม (lc) ของฟอแรมินิเฟอรา (ลูกศรสีแดง) และเฟลลอย เม็ดตะกอนมีลักษณะกลมมน และถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ เป็นชั้นบางๆ ขนาดประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร ช่องว่างระหว่างอินทราคลาสต์พบเฟลลอย และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิ เมตร ตัดผ่าน	26
รูป 2.23	หินแควสโตนตัวอย่าง KM16-3 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษเปลือก หอย (F) ไครนอยด์ (C) และฟอแรมินิเฟอรา (F) มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์ เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิ เมตรตัดผ่าน	27
รูป 2.24	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM16-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) ตะกอนมวลรวม (Ag) เฟลลอย และเศษเปลือกหอยฝาเดียวที่ถูกเติมด้วย ตะกอนและเศษหินชีวภาพขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal บ่งบอก แนวการสะสม (ลูกศรสีดำ)	28
รูป 2.25	หินแควสโตนตัวอย่าง KM17 เม็ดตะกอนที่พบคือ ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษ เปลือกหอย (Sh) และเฟลลอย เนื้อพื้นคือ แคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อม ประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต พบสายแร่ แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	29
รูป 2.26	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM18 พบผลึกโดโลไมต์ที่แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์รูป ขนมเปียกปูนและกึ่งสมบูรณ์ ขอบผลึกเชื่อมต่อกันสนิทแบบโมเสค ขนาด ผลึกประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วย โดโลไมต์	29
รูป 2.27	หินแควสโตนตัวอย่าง KM19-1 เม็ดตะกอนที่พบคือ เปลือกหอยสองฝา (Sh) และถูกพอก ด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ นอกจากนี้ยังพบเศษ ไครนอยด์ (C) และ เศษหินชีวภาพ เนื้อพื้นคือ แคลไซต์เมทริกซ์ และพบสาย แร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	30
รูป 2.28	หินแควสโตนตัวอย่าง KM19-2 เม็ดตะกอนที่พบคือ เศษหินชีวภาพ ซากปะการัง (C) และหอยฝา เดียวที่ถูกเติมด้วยตะกอนและเศษหินชีวภาพ ขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal บ่งบอกแนวการ สะสมตัว (ลูกศร สีดำ)	30
รูป 2.29	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM19-3 ประกอบด้วยเม็ดตะกอนคือ เฟลลอย สาหร่าย (A) และเปลือก หอย (Sh) มีเนื้อพื้นคือแคลไซต์เมทริกซ์ พบสาย แร่แคลไซต์ขนาด ประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	29

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 2.30	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM19-4 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วยเฟลลอย เศษไครนอยด์ (C) อินทรากลาสต์เนื้อผสม (Ic) ของตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินชีวภาพ และตะกอนมวลรวมที่เกิดจากรวมกันของเศษหินชีวภาพและเฟลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์	32
รูป 2.31	หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM20 เม็ดตะกอนที่พบทั้งหมดคือ เฟลลอย ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ และไม่พบแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน	32
รูป 2.32	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM21-1 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย อินทรากลาสต์ของออสตราคอด (O) เศษเปลือกหอย (Sh) ไครนอยด์ (C) และเศษหินชีวภาพ เนื้อพื้นคือ แคลไซต์เทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตรตัดผ่าน	33
รูป 2.33	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM21-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษไครนอยด์ (C) อินทรากลาสต์ของ ตะกอนเนื้อโคลน (Ic) เฟลลอย เศษหินชีวภาพ และเศษเปลือกหอย (Sh) แสดงแนวการเฉือน (ลูกศรสีดำ) พบสายแร่แคลไซต์ตกผลึกในรอยแตกดังกล่าว	33
รูป 2.34	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM21-3 เนื้อหินประกอบไปด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เกือบ 100% พบเม็ด ตะกอน คือ ฟอแรมินิเฟอรา (ลูกศรสีดำ) และพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านหลายแนว	34
รูป 2.35	หินแควสโตนตัวอย่าง KM21-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย อินทรากลาสต์ของ ตะกอนเนื้อโคลน (Ic) ลักษณะกลมมน เศษไครนอยด์ (C) ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเฟลลอย เนื้อหินแสดงลักษณะรูซอกไน ของสิ่งมีชีวิต (ลูกศรสีดำ) ที่ถูกเติมด้วยเม็ดตะกอนอินทรากลาสต์ (IB) ลักษณะเป็นเหลี่ยม และฟอแรมนขนาดเล็กก่อนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์	35
รูป 2.36	หินแควสโตนตัวอย่าง KM21-5 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วยอินทรากลาสต์ของตะกอนเนื้อโคลน (Ic) อินทรากลาสต์เนื้อผสมที่ประกอบไปด้วย เศษหินชีวภาพและตะกอนขนาดละเอียด อินทรากลาสต์ของ ออสตราคอด (O) และเศษไครนอยด์ (C) ขนาดตะกอนประมาณ 0.3-7 มิลลิเมตร และพบเฟลลอยระหว่าง เม็ดตะกอนขนาดใหญ่	35
รูป 2.37	แควสโตนหินตัวอย่าง KM22 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) ออสตราคอด (O) เศษไครนอยด์ (C) เฟลลอย และเศษหินชีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेट	36



## สารบัญรูปลูกภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 2.38	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM23 เม็ดตะกอนประกอบด้วยเศษไครนอยด์ (C) และเปลือกหอยสองฝา ที่ถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ พบเศษเปลือกหอย (Sh) และเพลลอย มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์ เมทริกซ์	37
รูป 2.39	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM24-1 ประกอบไปด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ 100% พบสายแร่แคลไซต์ ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน	37
รูป 2.40	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM24-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เปลือกหอยสองฝา (B) ที่ถูกเติมด้วย เพลลอย และเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบเศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) และเพลลอย เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์ เมทริกซ์ พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน	38
รูป 2.41	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM24-3 เม็ดตะกอนประกอบด้วย อินทราคลาสต์ เนื้อผสมของเพลลอย และตะกอนขนาดละเอียด (Ic) และถูกพอกด้วย แคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ และพบเม็ดตะกอนจำพวก เพลลอย เศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) แบรคิโอพอด (B) และฟอแรมินิเฟอรา (F) มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และมีสายแร่แคลไซต์ ตัดผ่าน	39
รูป 2.42	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM24-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เปลือกหอยสองฝา (B) ออสตราคอด (O) เศษเปลือกหอย (Sh) เพลลอย และสาหร่าย (A) พบแนวพื้นใน เนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และสายแร่ แคลไซต์ตัดผ่านเนื้อหิน	39
รูป 2.43	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM25-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) เศษหินชีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย เนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์	40
รูป 2.44	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM25-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) เศษหินชีวภาพขนาดละเอียด ไครนอยด์ (C) และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็น แคลไซต์เมทริกซ์	41
รูป 2.45	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM25-3 เม็ดตะกอนประกอบด้วย หอยสองฝา (B) ที่ถูกเติมโดยตะกอน เนื้อโคลนและเศษหินชีวภาพภายในโครงสร้าง พบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) เศษหินชีวภาพ ขนาดละเอียด ไครนอยด์ (C) และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์	41
รูป 2.46	หินแวนด์สโตนตัวอย่าง KM25-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย หอยสองฝา (B) ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) เศษหินชีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์	42

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 2.47	หินมัดสโตนตัวอย่าง KM26-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษหินชีวภาพ (b) มีเนื้อพื้นเป็น แคลไซต์เมทริกซ์ พบผลึกโดโลไมต์จากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ แสดงผลึกสมบูรณรูปขนมเปียกปูน (ลูกศรสีดำ) พบรอยแตกค่อนข้างมาก และมีการตกผลึกของสายแร่แคลไซต์ตามแนวรอยแตกและช่องว่างระหว่าง เม็ดตะกอน	43
รูป 2.48	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM26-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) เศษหินชีวภาพ และเพลลอย พบแคลไซต์เมทริกซ์ตกสะสมระหว่างช่องว่างของเม็ด ตะกอน	43
รูป 2.49	หินแพคสโตนตัวอย่าง KM29 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษของไครนอยด์ (C) เป็นส่วนใหญ่ พบฟอแรมินิเฟอรา (F) และเปลือกหอย (Sh) พบการสะสมตัวของแคลไซต์เมทริกซ์ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนและแนวรอยแตก ของเนื้อหิน เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์	44
รูป 2.50	หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM30 เม็ดตะกอนแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลาล้อมรอบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) และเศษหินชีวภาพ โดยพบการพอกที่แบบชั้นบางๆขนานกันและการพอกที่เป็นรัศมีออกจากเม็ด ตะกอน และยังพบการพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ รอบเม็ด ตะกอนแบบคอร์ตอย เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์	45
รูป 2.51	หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM31 เม็ดตะกอนแสดงการพอกแบบเม็ดไข่ปลา รอบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) และเศษหินชีวภาพ โดยพบการพอกที่แบบชั้นบางๆขนานกันและการพอกที่เป็นรัศมี ออกจากเม็ด ตะกอน เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ ขนาดประมาณ 0.3 มิลลิเมตรตัดผ่าน	46
รูป 2.52	หินแวคสโตนตัวอย่าง KM32-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ออสตราคอด (O) ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเพลลอย ขนาดตะกอนประมาณ 0.2-1 มิลลิเมตร หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่าง ระหว่างตะกอน	46
รูป 2.53	หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM32-2 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ และกิ่งสมบูรณ ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค โดยเป็นผลึกที่เกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วย โดโลไมต์	47

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูป 2.54 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM33 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้า ผลึกสมบูรณ์ และกิ่งสมบูรณ์ รูปขนมเปียกปูน ขอบผลึกเชื่อมต่อกันสนิท ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ พบแนวฟันในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ)	48
รูป 2.55 หินแควสโตนตัวอย่าง KM34-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) ออสตราคอด (O) เศษหินชีวภาพขนาดเล็ก และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาด ประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ตัดผ่าน	48
รูป 2.56 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM34-2 เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์เกือบทั้ง 100% ส่วนสีเข้มของเนื้อหินแสดงการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย พบแนวฟันในเนื้อหินแสดงแนวเส้นสีดำขนานกัน (ลูกศรสีดำ) พบสายแร่แคลไซต์ขนาด ประมาณ 1 มิลลิเมตร	49
รูป 2.57 หินมัดสโตนที่ถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะ ตัวอย่าง KM35-1 ปรากฏแนวชั้นสีเข้ม สลับกับสีอ่อน และพบการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ พบแนวฟันในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) เป็นแนวขนานกัน พบเม็ดตะกอนเป็นเศษเปลือกหอยวางตัวขนานกับชั้นหิน และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน	50
รูป 2.58 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM35-2 เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์ประมาณ 95% เม็ดตะกอนที่พบคือ เพลลอยพบแนวฟันในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตรตัดผ่าน	50
รูป 2.59 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM36-1 ประกอบไปด้วยเมทริกซ์ประมาณ 98% พบเศษหินชีวภาพตกสะสมในแนวที่เกิดแนวฟันในเนื้อหิน (ทางด้านล่างของรูป) และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิ เมตร ตัดผ่าน	51
รูป 2.60 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM36-2 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ประมาณ 98% พบแร่แคลไซต์ ที่ตกผลึกใหม่ในช่องระหว่างตะกอน พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน	51
รูป 2.61 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM36-3 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกิ่งสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ในเนื้อหินเดิม คือหิน มัดสโตน โดยยังมีบางส่วน ของเนื้อหินที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์	52
รูป 2.62 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM38 ประกอบด้วยเม็ดตะกอน คือ ฟอแรมินิเฟอรา (F) เพลลอย และเศษหินชีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ เม็ดตะกอนถูกเชื่อม ประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่ แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน	53

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 2.63	<p>หินแพคสโตนตัวอย่าง KM39 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษเปลือกหอย (Sh) เศษไครนอยด์ (C) สหรัวย (A) เศษหินซีวภาพ และเพลลอย เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต พบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านหลายแนว และพบแนวการเฉือนตัดผ่านเศษเปลือก หอยโดยมีการตกผลึกของสายแร่แคลไซต์ตามแนวดังกล่าว (ลูกศรสีดำ)</p>	53
รูป 2.64	<p>หินแพคสโตนตัวอย่าง KM40 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอร่า (F) เศษเปลือกหอย (Sh) เพลลอย และเศษหินซีวภาพ พบหอยฝาเดียว (G) แสดงลักษณะ geopetal (ลูกศรสีดำ) เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต</p>	54
รูป 2.65	<p>หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM41 พบผลึกโดโลไมต์หน้าผลึก กิ่งสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยเป็นผลึกโดโลไมต์เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ และพบแคลไซต์เมทริกซ์ และเศษไครนอยด์ (C) ที่ยังไม่ถูก แทนที่ด้วยโดโลไมต์</p>	55
รูป 2.66	<p>หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM42 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกิ่งสมบูรณ์ ขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร ขอบผลึกเชื่อมต่อกันแบบโมเสค โดยเป็นผลึกเกิดจากการแทนที่ด้วย โดโลไมต์จากเนื้อหินเดิมคือ แวคสโตน เนื่องจากพบร่องรอยของเม็ดตะกอน คือ เศษหินซีวภาพ (b) และแคลไซต์เมทริกซ์ที่ยังไม่ถูกแทนที่</p>	55
รูป 2.67	<p>ตัวอย่าง KM43 หินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้า ผลึกสมบูรณ์รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และหน้าผลึกกิ่งสมบูรณ์ ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์</p>	56
รูป 2.68	<p>ข้อมูลการวางตัวของชั้นหินและอายุของชั้นหินจากการศึกษาฟอแรมินิเฟอร่า</p>	59
รูป 2.69	<p>ภาพตัดขวางของพื้นที่ศึกษาในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ (ดัดแปลงจาก Chantraprasert, pers. comm.)</p>	60

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1.1 คำอธิบายแผนที่ธรณีวิทยาบริเวณตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (รูปที่ 1.1) (กรมทรัพยากรธรณีวิทยาและเหมืองแร่ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, 1990)	3
ตาราง 1.2 ลักษณะการจำแนกลักษณะของหินปูนแบบ Dunham, 1962 (Flügel, 2010)	6
ตาราง 1.3 ตำแหน่งจุดศึกษา	7
ตาราง 1.4 ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา	9
ตาราง 2.1 การกระจายตัวของฟอแรมินิเฟอราที่พบในตัวอย่างหินคาร์บอนเนต	57
ตาราง 2.1 การลำดับอายุทางชีวภาพของฟอแรมินิเฟอราในตัวอย่างหินคาร์บอนเนต	58
ตาราง 3.1 การลำดับอายุตามชีวภาพของซากดึกดำบรรพ์ดัชนีในพื้นที่ศึกษา	62

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

แขวงคำม่วน ตั้งอยู่ตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินคาร์บอนเนตมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic) ที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ (Karst Topography) ที่มีการกระจายตัวอย่างกว้างขวาง มีแนวการวางตัวจากประเทศเวียดนามถึงทางตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

หินคาร์บอนเนตที่พบในบริเวณแขวงคำม่วน มีความหลากหลายทั้งทางกายภาพและชีวภาพ อีกทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะธรณีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน (Ban, 2000) ทำให้การจัดลำดับชั้นหินทำได้ยาก อีกทั้งด้วยลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ ทำให้หินโผล่ที่พบเป็นเขาสูงที่มีหน้าผาสูงชัน ทำให้การเข้าไปศึกษาในพื้นที่ทำได้ยาก งานวิจัยที่ทำการศึกษาในรายละเอียดจึงพบได้น้อย การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็กที่สะสมตัวในหินคาร์บอนเนตไม่ว่าจะเป็นฟิวซิลินิด หรือฟอแรมขนาดเล็ก เพื่อให้ทราบอายุและช่วยในการลำดับชั้นหินทางชีวภาพ และทำให้เข้าใจลักษณะลักษณะธรณีโครงสร้างของพื้นที่ศึกษาได้ชัดเจนขึ้น

### 1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1.2.1 ข้อมูลธรณีวิทยาทั่วไป

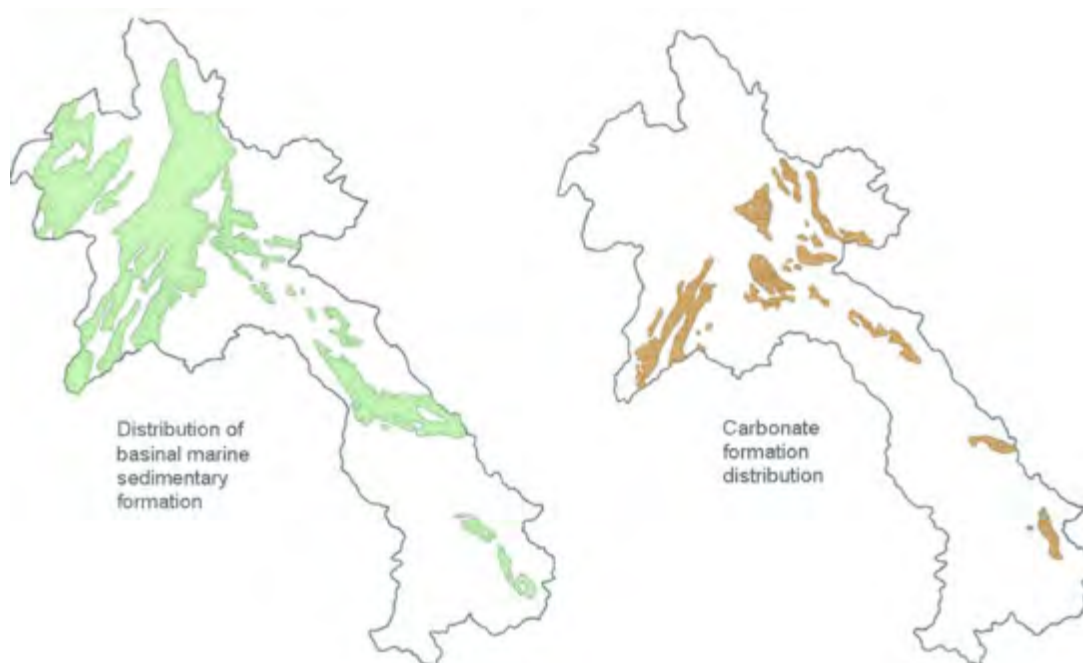
พื้นที่บริเวณตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวตั้งอยู่บนแผ่นทวีปอินโดจีน รongรับด้วยหินแปรตั้งแต่บรมยุคอาร์เคียนจนถึงบรมยุคโพรเทอโรโซอิก และแนวชั้นหินคดโค้งที่มีอายุในมหายุคพาลีโอโซอิกและมีโซโซอิก ซึ่งประกอบไปด้วยหินตะกอนเนื้อเม็ด หินคาร์บอนเนต และแนวหินคดโค้งภูเขาไฟ (รูป 1.1) (Keomanivong, 2010)

หินตะกอนในบริเวณตอนกลางของประเทศมีอายุมหายุคพาลีโอโซอิก แบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยรอยชั้นไม่ต่อเนื่องอายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้นถึงตอนกลาง ชุดแรกเป็นหินตะกอนทะเลที่ไม่ถูกแปรสภาพอายุไซลูเรียนถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนกลาง มีการกระจายตัวอยู่ในบริเวณตอนเหนือและตอนกลางของประเทศ (รูป 1.2) ประกอบด้วยหินดินดาน และหินทรายเป็นหลัก แทรกสลับด้วยหินปูน และถ่านหิน เชื่อว่าเกิดในสภาพแวดล้อมแบบทะเลน้ำลึก เกิดอยู่ใกล้กับบริเวณแนวมุดตัวบนแผ่นทวีปอินโดจีน และชุดที่สองเป็นหินตะกอนทะเลยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายถึงเพอร์เมียน ประกอบด้วยหินปูนเป็นหลักแทรกสลับด้วยหินดินดาน และมาร์ล เกิดในสภาพแวดล้อมแบบทะเลน้ำตื้นของแอ่งตะกอนที่เกิดจากการยกตัวของแผ่นทวีปอินโดจีน (ช่วง Hercynian collision) มีการกระจายตัวในบริเวณตอนกลางของลาว (รูป 1.2) โดยบริเวณเทือกเขาหินปูนจะแสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ (Keomanivong, 2010)



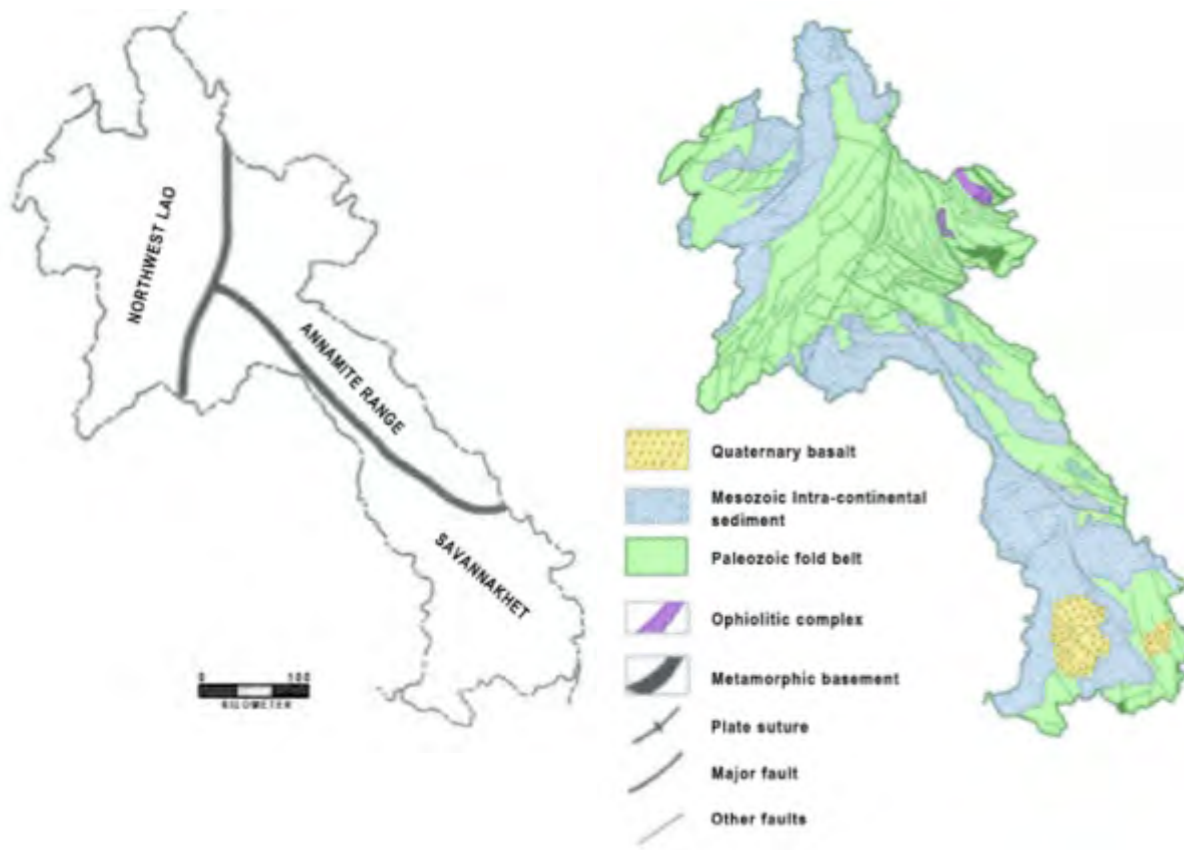






รูป 1.2 การกระจายตัวของหินตะกอนทะเลอายุไซลูเรียนถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนกลาง (รูปซ้าย) และหินคาร์บอนเตยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายถึงเพอร์เมียน (รูปขวา) (Keomanivong, 2010)

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (รูป 1.3) แบ่งออกเป็น 3 แนวหลัก คือ Northwest Lao Zone, Annamite Range และ Savannakhet Zone (Keomanivong, 2010) โดยมีแนวการวางตัวของรอยเลื่อนและชั้นหินคดโค้งที่แตกต่างกัน บริเวณ Northwest Lao Zone มีแนวหินฐานเป็นหินไนส์และหินแกรนิตที่ไม่ทราบอายุที่แน่ชัด คาดว่ามีอายุบรมยุคพาเนอโร-ไซอิก วางตัวเฉียงเทไปทางทิศตะวันออก เป็นส่วนของขอบแอ่งทวีปที่มีการพัฒนาจนเป็นแอ่งตะกอนทะเลให้กับหินตะกอนในยุคไซลูเรียนถึงไทรแอสซิก โดยแอ่งตะกอนนี้เริ่มพัฒนาเป็นแอ่งตะกอนน้ำลึกไปจนถึงแอ่งตะกอนน้ำตื้นและปิดในช่วงยุคไทรแอสซิก และในช่วงยุคเพอร์เมียนที่มีการเคลื่อนเข้าหากันของแผ่นทวีปทำให้เกิดแนวภูเขาไฟและหินภูเขาไฟกระจายตัวตามแนวคดโค้งของหินภูเขาไฟ มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ตามแนวตะเข็บธรณีวิทยาที่เชื่อมระหว่างแผ่นทวีปชาน-ไทยและแผ่นทวีปอินโดจีน บริเวณ Annamite Range พบการชนตัวและการยกตัวของแผ่นทวีปประกอบด้วยแนวชั้นหินคดโค้งของหินตะกอนทะเลอายุออร์โดวิเซียนถึงเพอร์เมียน และหินปูนน้ำตื้นอายุคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือไปทางตะวันออกเฉียงใต้ และพบรอยเลื่อนแนวระดับวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือมาทางตะวันออกเฉียงใต้ มีแนวการวางตัวจากทางตอนกลางของประเทศเวียดนามมาถึงทางตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว การวางตัวเช่นนี้เป็นผลมาจากการบงการทางธรณีแปรสัณฐานในมหายุคมีโซไซอิก และ Savannakhet Zone ประกอบด้วยหินแปร พบการสะสมตัวของหินตะกอนบกของแอ่งโคราชที่มีการสะสมตัวในประเทศไทยและแนวหินภูเขาไฟที่วางตัวในแนวทิศเหนือไปทางทิศใต้ จากทางตอนใต้ของประเทศลาวไปถึงประเทศกัมพูชา



รูป 1.3 ลักษณะธรณีโครงสร้างของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย Northwest Lao Zone, Annamite Range และ Savannakhet Zone (รูปซ้าย) และลักษณะธรณีโครงสร้างโดยรวมของประเทศ (รูปขวา)

### 1.2.2 ข้อมูลการศึกษาซากดึกดำบรรพ์

จากข้อมูลการศึกษาหินปูนในหมวดหินคำม่วน (Khammouan Formation) (Deprat, 1915) พบว่ามีการสะสมตัวของซากดึกดำบรรพ์อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะฟิวซูลินิด นอกจากนี้ยังพบซากดึกดำบรรพ์ที่มีขนาดใหญ่จำพวกแบรคิโอพอด สกุล *Productus* อายุของหินปูนบริเวณนี้ถูกกำหนดโดยฟิวซูลินิด คือ *Palaeofusulina*, *Colaniella* และ *Reichelina* ซึ่งบ่งบอกอายุเพอร์เมียนตอนปลาย

## 1.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา






### ข้อมูลหินคาร์บอนเนต

หินคาร์บอนเนตเกิดขึ้นจากชิ้นส่วนโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต หรือการตกตะกอนในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจากการสะสมตัวของตะกอนที่พัฒนามาจากพื้นที่ที่ เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนที่ผุพังจากหินท้องที่และตะกอนที่ถูกพัฒนามาสะสมตัวในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป (James, 1979) ซึ่งการสะสมตัวของหินคาร์บอนเนตเกิดขึ้นบริเวณน้ำตื้นของมหาสมุทรหรือทะเลสาบที่อ้อมตัวด้วยสารละลายคาร์บอนเนต ตกสะสมตัวอย่างรวดเร็วด้วยกระบวนการทางชีวภาพ (จากการรวมตัวของสารละลายเป็นโครงสร้างแข็งของสิ่งมีชีวิต เช่น ปะการัง เปลือกหอย ฟอสเฟอไรต์ เป็นต้น) หรือสะสมตัวของอนินทรีย์เคมีในน้ำ

ทะเล โดยจะสะสมตัวมากในบริเวณน้ำตื้นของเขตอบอุ่น และจะมีการละลายเพิ่มมากขึ้นตามความลึก ทำให้เกิดลักษณะเนื้อหินที่แตกต่างจากการสะสมของตะกอนเนื้อเม็ดกลุ่มซิลิกา โดยเนื้อหินจะแสดงลักษณะการพอกและใช้เป็นตัวบ่งบอกระดับน้ำทะเลในแต่ละช่วงเวลาที่สะสมตัว นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการสร้างตะกอนคาร์บอเนต ซึ่งเหล่านี้เองเป็นลักษณะที่สำคัญที่จะช่วยบ่งบอกสภาพการสะสมตัวของหินคาร์บอเนตและแนวปะการัง อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยใช้ในการจัดลำดับชั้นหินคาร์บอเนตด้วย (Schlager, 1992)

หินคาร์บอเนตแบ่งได้เป็นสองชนิดหลัก คือ หินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) และหินโดโลไมต์ ( $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$ ) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายที่มีในน้ำและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จากลักษณะที่เกิดแตกต่างกันทำให้หินคาร์บอเนตมีลักษณะค่อนข้างหลากหลาย โดยเฉพาะหินปูนทั้งนี้ชนิดของหินปูนจะขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน และบริเวณที่เกิดการสะสมของตะกอน จึงสามารถจำแนกชนิดหินปูนเป็นชนิดต่างๆได้หลายวิธี เช่น การจำแนกโดยใช้ลักษณะของเนื้อหินปูนตามลักษณะการสะสมตัว (Dunham, 1962) ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามตาราง 1.2

ตาราง 1.2 ลักษณะการจำแนกลักษณะของหินปูนแบบ Dunham (1962)

Carbonates					
Dunham (1962)					
Groundmass:					
Fine carbonate matrix		+ spar		sparry cement	
Matrix-supported		Grain-supported			
Grains: < 10%	> 10%				
MUDSTONE	WACKESTONE	PACKSTONE		GRAINSTONE	BOUNDSTONE
					

#### 1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาการลำดับชั้นหินทางชีวภาพ และลักษณะสีลาารรณนาของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ศึกษา แขวงคำม่วน ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

#### 1.5 ขอบเขตการศึกษา

ตัวอย่างที่นำมาจากภาคสนาม บริเวณแขวงคำม่วน ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว นำมาศึกษาภายใต้กล้อง โดยตัดเป็นแผ่นหินบาง (Thin-section) ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและสีลาารรณนาของหินคาร์บอเนต และศึกษาฟิวซิลินิดเพื่อใช้ในการหาอายุ

## 1.6 พื้นที่ศึกษา

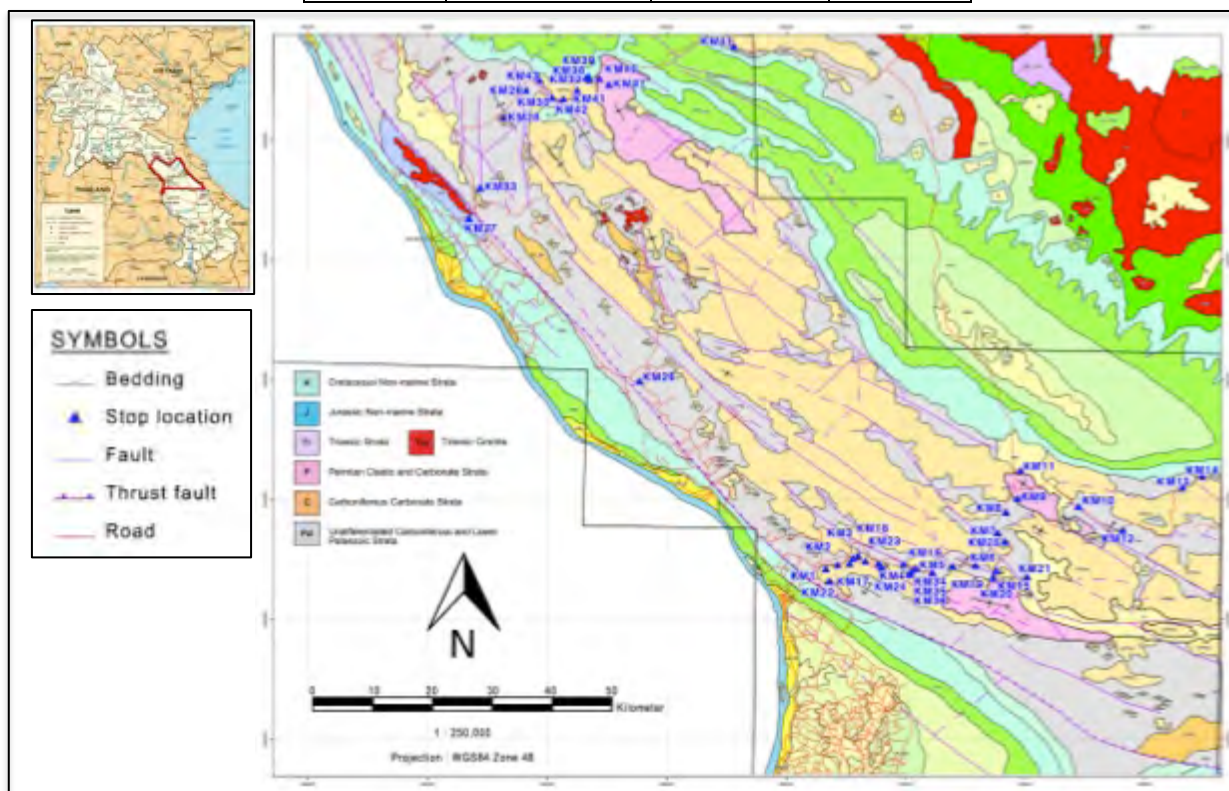
พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแขวงคำม่วน ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบแนวเทือกเขาหินคาร์บอนเนตและหินตะกอนทะเลที่มีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ ทำการสำรวจหินโผล่ที่พบตามทางหลวงหมายเลข 12 ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา ทางหลวงหมายเลข 13 ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของพื้นที่ และทางหลวงหมายเลข 2 ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา โดยทำการสำรวจทั้งสิ้น 43 จุดศึกษา (ตาราง 1.3) และเก็บตัวอย่างหินทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง (รูป 1.4 และ 1.5)

ตาราง 1.3 ตำแหน่งจุดศึกษา

จุดศึกษา	EASTING	NORTHING	ZONE
KM1	485837	1928346	48
KM2	488210	1929018	48
KM3	491197	1930119	48
KM4	495523	1928962	48
KM5	504100	1927800	48
KM6	511778	1928837	48
KM7	515506	1934367	48
KM8	516736	1937830	48
KM9	518069	1940125	48
KM10	529026	1938753	48
KM11	518554	1944875	48
KM12	535690	1934801	48
KM13	546408	1941847	48
KM14	549324	1943933	48
KM15	515260	1927990	48
KM16	501122	1928393	48
KM17	489643	1929013	48
KM18	491165	1930470	48
KM19	507592	1928748	48
KM20	514553	1927131	48
KM21	519549	1926951	48
KM22	486443	1926400	48
KM23	492448	1929829	48
KM24	495178	1929171	48
KM25	516710	1933063	48
KM26	454601	1959714	48

ตาราง 1.3 ตำแหน่งจุดศึกษา (ต่อ)

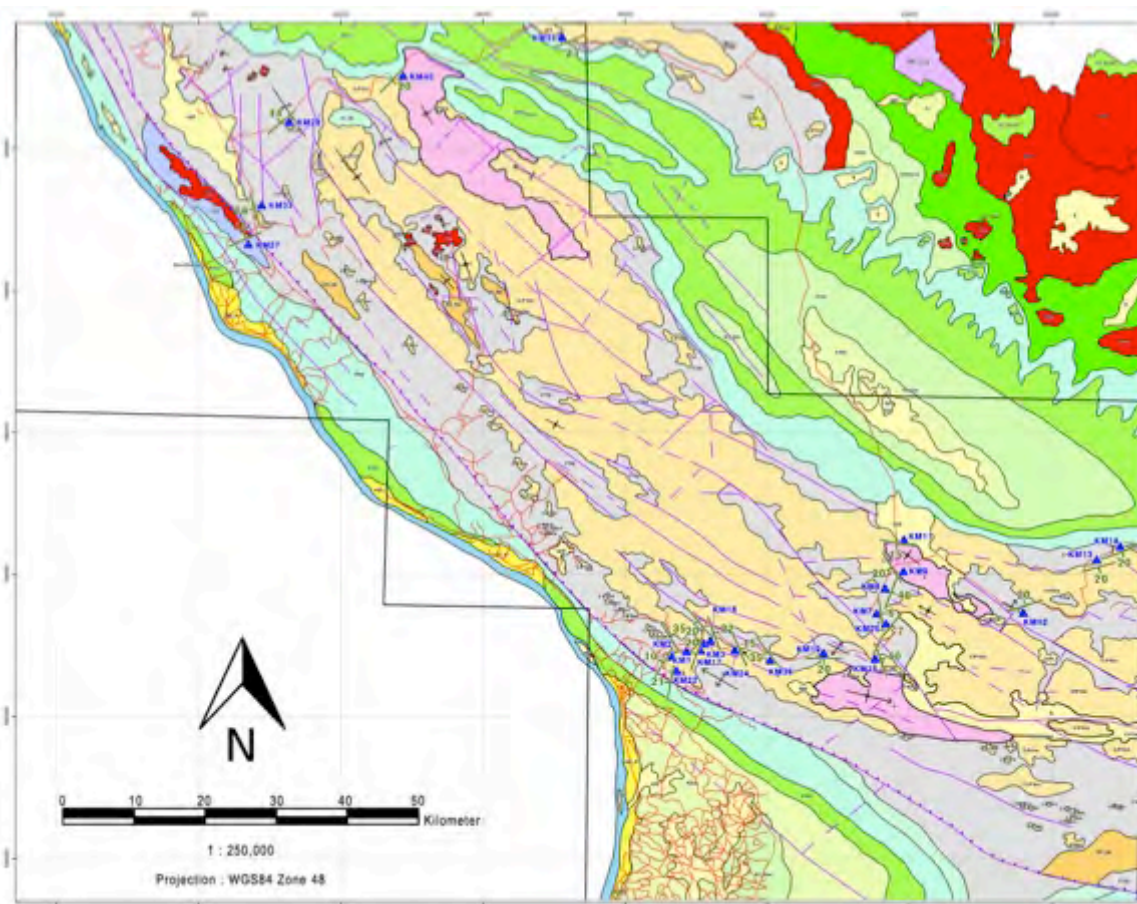
จุดศึกษา	EASTING	NORTHING	ZONE
KM27	426472	1987103	48
KM28	432074	2003648	48
KM29	435911	2008180	48
KM30	440917	2006974	48
KM31	471246	2015546	48
KM33	427982	1991898	48
KM34	499548	1928448	48
KM35	500145	1927949	48
KM36	500276	1927803	48
KM37	449655	2009152	48
KM38	446560	2010148	48
KM39	446986	2009877	48
KM40	447534	2009824	48
KM41	444686	2008519	48
KM42	441958	2006672	48
KM43	438017	2009885	48



รูป 1.4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและแผนที่ธรณีวิทยาบริเวณแขวงคำม่วน  
สามเหลี่ยมสีน้ำเงินแสดงตำแหน่งจุดศึกษาทั้ง 43 จุดศึกษา



จากข้อมูลในภาคสนาม สามารถสรุปทิศทางการวางตัวของชั้นหินได้จาก 21 จุดศึกษา (ตาราง 1.4) โดยพบว่าแนวการวางตัวของส่วนใหญ่ของชั้นหินอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (เกือบจะเป็นแนวทิศเหนือไปทางทิศใต้) และพบว่าที่ทิศของการเอียงเทมีทั้งที่เอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ข้อมูลการวางตัวของชั้นหินที่มีทิศของการเอียงเทดังกล่าว สามารถสรุปได้คร่าวๆว่า ในพื้นที่มีลักษณะชั้นหินคดโค้งแสดงลักษณะประทุนคว่ำและประทุนหงาย โดยมีแกนการวางตัวในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ แต่ทั้งนี้ก็ต้องอาศัยข้อมูลสิลาวรรณของหินคาร์บอนेटและอายุของซากดึกดำบรรพ์เพื่อช่วยในการจัดลำดับชั้นหิน และให้เข้าใจลักษณะธรณีโครงสร้างของพื้นที่



รูป 1.5 การวางตัวของชั้นหินในแต่ละจุดศึกษา

ตาราง 1.4 ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา

จุดศึกษา	ทิศทางการวางตัวของชั้นหิน	มุมเอียงเท
KM1	210	10
KM3	140	20
KM7	350	6
KM8	20	40
KM9	150	20

ตาราง 1.4 ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

จุดศึกษา	ทิศทางการวางตัวของชั้นหิน	มุมเอียงเท
KM11	100	15
KM12	253	20
KM13	75	20
KM14	70	20
KM15	340	40
KM17	200	20
KM18	340	22
KM19	90	20
KM22	190	21
KM24	335	15
KM25	42	7
KM27	248	15
KM28	232	44
KM31	68	23
KM33	160	68
KM40	45	20

### 1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กำหนดพื้นที่ศึกษา ขอบเขตการศึกษา แนวคิด วัตถุประสงค์ และเหตุผลในการศึกษา
2. ศึกษางานวิจัยเก่าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อมาเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย การเตรียมตัวก่อนออกภาคสนาม การเก็บตัวอย่างหิน และแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล
3. สัมภาษณ์ภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลและตัวอย่างหินคาร์บอนเนต
4. เตรียมตัวอย่างหินในห้องปฏิบัติการ
  - 4.1 นำตัวอย่างหินมาตัดเป็นหินแผ่น (slab) ขนาดประมาณ 2 × 3 เซนติเมตร ความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (หรือไม่ควรเกิน 1 เซนติเมตร)
  - 4.2 นำแผ่นหินมาขัดหน้าเรียบด้วยผงขัดหมายเลข 400 และผงขัดหมายเลข 1000 ก่อนนำไปติดกระจกสไลด์ด้วยกาวอีพอกซี
  - 4.3 นำแผ่นหินที่ติดกระจกแล้วไปฝนด้วยเครื่องฝนหินบาง โดยความหนาไม่ควรน้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปขัดต่อด้วยผงขัดหมายเลข 1000 จนแสงสามารถส่องผ่านแผ่นหินบางและแสดงลักษณะเนื้อหินภายใต้กล้องได้ชัดเจน
  - 4.4 นำแผ่นหินบางไปติดกระจกปิดสไลด์ด้วยกาว
  - 4.5 เช็ดทำความสะอาดแผ่นสไลด์ และติดสติ๊กเกอร์หมายเลขตัวอย่าง

5. ศึกษาลักษณะของตัวอย่างหินคาร์บอนเนตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสองตาในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษา
  - 5.1 ลักษณะทางศิลาวรรณนาของหินคาร์บอนเนต โดยใช้การจำแนกของ Dunham (1962)
  - 5.2 ลักษณะและชนิดของฟอแรมขนาดเล็ก และฟิวซิลินิดเพื่อจำแนกสกุลและอายุของซากดึกดำบรรพ์
6. ทำการเชื่อมสัมพันธ์ข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ในด้านการลำดับชั้นหินและลักษณะธรณีโครงสร้างกับอายุของฟิวซิลินิด รวมทั้งวิเคราะห์หาสภาพแวดล้อมของการตกสะสมตัวในอดีต
7. อภิปราย สรุปผลการวิจัย เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ และนำเสนอผลงาน

### 1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการลำดับชั้นหินทางชีวภาพ และรายละเอียดของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ที่ศึกษา
2. ทราบถึงอายุที่แน่ชัดของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ที่ศึกษา
3. เข้าใจลักษณะธรณีโครงสร้างของหินในพื้นที่



## บทที่ 2

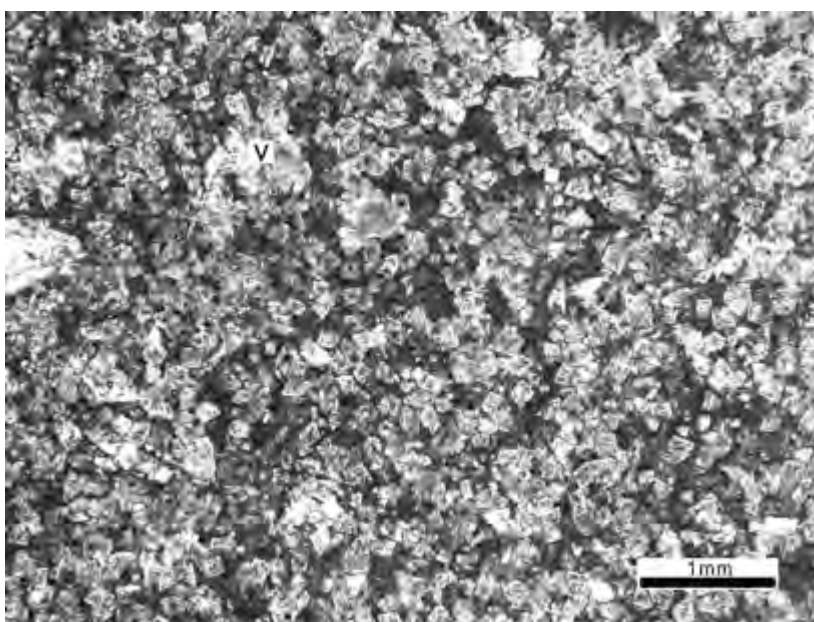
### ผลการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล

#### 2.1 ลักษณะทางตะกอนวิทยาของหินคาร์บอนเนต

ตัวอย่างหินในพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง จากจุดศึกษาทั้ง 43 จุดศึกษา (รูป 1.4) นำตัวอย่างมาตัดเป็นแผ่นหินบาง 154 แผ่น และทำการศึกษาสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องตา สามารถจำแนกหินคาร์บอนเนตตามการจำแนกหินคาร์บอนเนต ของ Dunham (1962) ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1) มัดสโตน (mudstone) 2) แวคสโตน (wackestone) 3) แพคสโตน (packstone) 4) เกรนสโตน (grainstone) 5) โดโลสโตน (dolostone) โดยมีรายละเอียดของการศึกษาสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนต ดังนี้

#### จุดศึกษา KM1

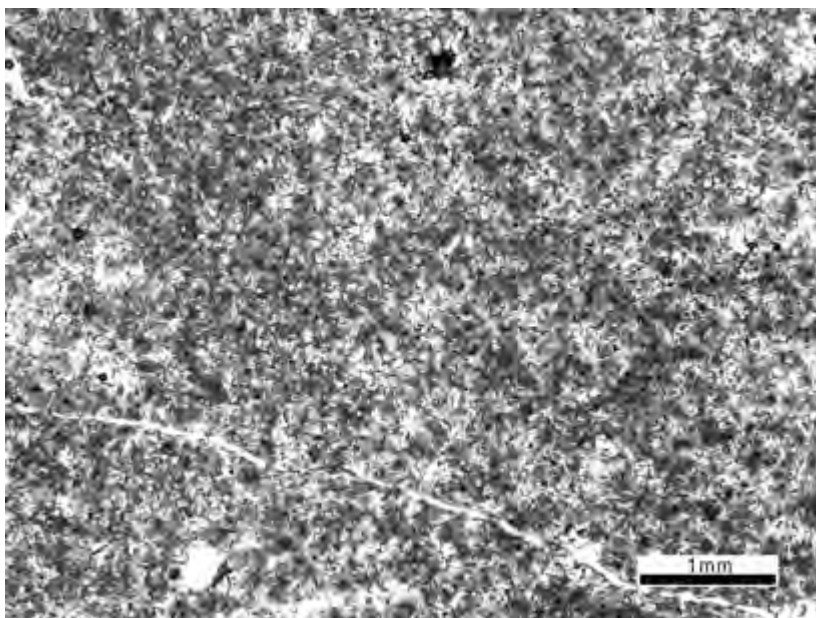
**ตัวอย่าง KM1** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร โดยส่วนกลางของผลึกจะขุ่นและบริเวณขอบจะใสชัดเจน ลักษณะขุ่นบริเวณส่วนกลางของผลึกเกิดเนื่องจากยังมีแร่แคลไซต์ที่ยังเหลือค้างปรากฏอยู่หลังจากที่แร่โดโลไมต์แทนที่ไปไม่หมด พื้นที่ระหว่างผลึกถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ เนื้อพื้นของหินแสดงลักษณะเนื้อหินเดิม คือ “มัดสโตน” โดยเนื้อหินทั้งหมด ประกอบไปด้วยผลึกโดโลไมต์ที่เกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ และพบเม็ดตะกอนที่เป็นเศษไครนอยด์และเศษเปลือกหอยที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์ประมาณ 80% มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ประมาณ 20% (รูป 2.1)



รูป 2.1 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM1 ประกอบไปด้วยผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ผลึกแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ช่องว่างระหว่างผลึก (V) ถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ เนื้อพื้นคือแคลไซต์เมทริกซ์

### จุดศึกษา KM2

**ตัวอย่าง KM2** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์ แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และหน้าผลึกที่ไม่สมบูรณ์ ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยส่วนกลางของผลึกจะขุ่นและบริเวณขอบจะใสชัดเจน ลักษณะขุ่นบริเวณส่วนกลางของผลึกเกิดเนื่องจากยังมีแร่แคลไซต์ที่ยังเหลือค้างปรากฏอยู่หลังจากที่แร่โดโลไมต์แทนที่ไปไม่หมด บางส่วนของเนื้อหินแสดงลักษณะเนื้อหินเดิม คือ มัดสโตน นอกจากนี้ยังพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน (รูป 2.2)



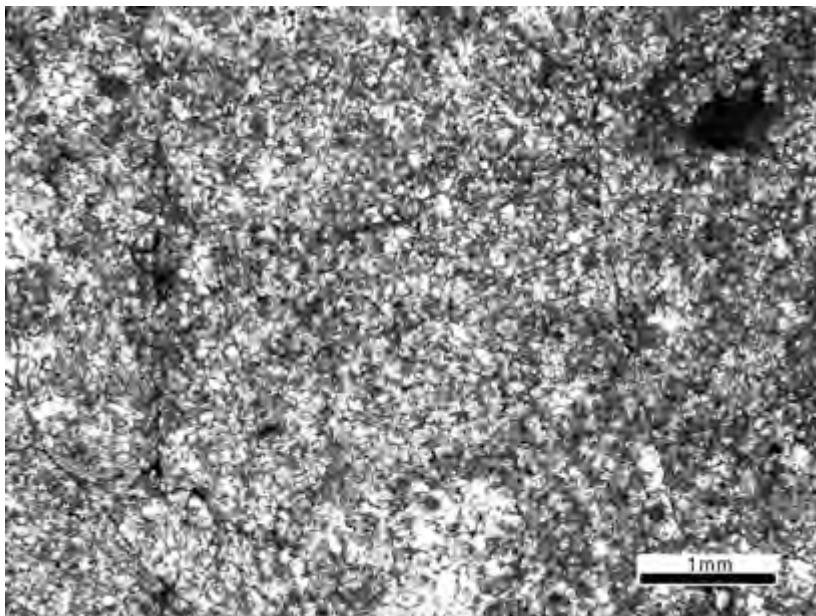
รูป 2.2 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM2 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และหน้าผลึกที่ไม่สมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค ผลึกที่พบแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์

### จุดศึกษา KM3

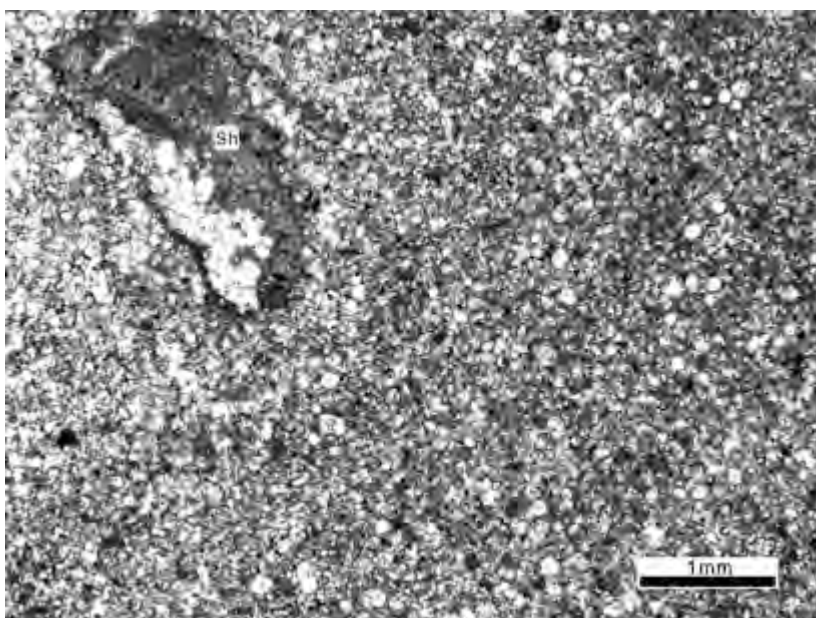
**ตัวอย่าง KM3** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์ แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และหน้าผลึกที่ไม่สมบูรณ์ ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ลักษณะของผลึกโดโลไมต์ที่เกิดจากการแทนที่ของโดโลไมต์มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่าง KM2 บางส่วนของเนื้อหินแสดงลักษณะเนื้อหินเดิม คือ หินมัดสโตน (รูป 2.3)

### จุดศึกษา KM4

**ตัวอย่าง KM4** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกึ่งสมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยผลึกเหล่านี้เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ จากเนื้อหินเดิม คือ มัดสโตน จะเห็นว่าเนื้อหินยังคงแสดงลักษณะเนื้อแคลไซต์เมทริกซ์ล้อมรอบ ผลึกโดโลไมต์อยู่ และพบเศษเปลือกหอย ขนาด 2 มิลลิเมตร (รูป 2.4)



รูป 2.3 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM3 ผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และหน้าผลึกที่ไม่สมบูรณ์ ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกที่พบแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์

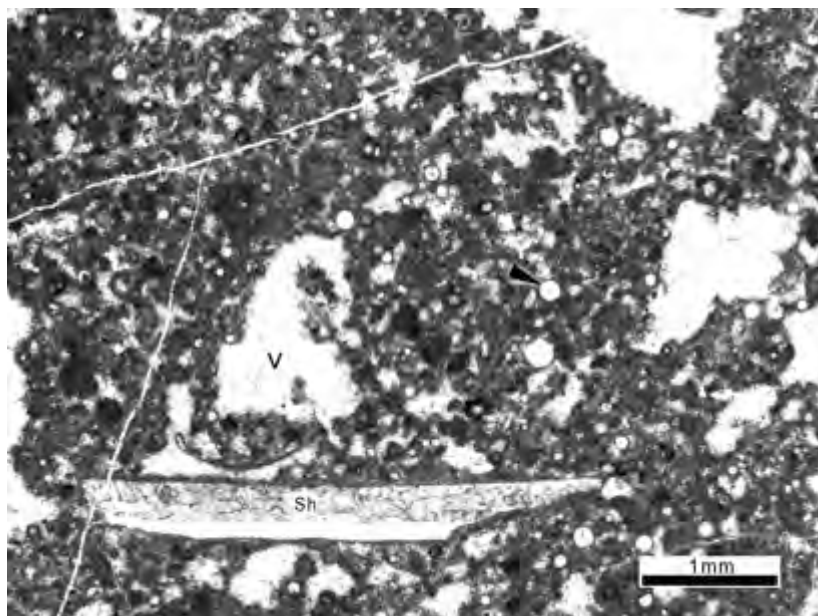


รูป 2.4 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM4 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึก สมบูรณ์และกึ่งสมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกที่พบแสดงลักษณะการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ พบเศษเปลือกหอย (Sh) ที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์ขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร

#### จุดศึกษา KM5

**ตัวอย่าง KM5** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน เนื้อหินประกอบด้วย เมทริกซ์ประมาณ 80% และ เม็ดตะกอนประมาณ 20% โดยเม็ดตะกอนที่พบ คือ เศษเปลือกหอยสองฝา ออสตราคอด และ เศษซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็ก มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (รูป 2.5)





รูป 2.5 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM5 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (ลูกศรสีดำ) เนื้อพื้นคือแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างผลึก (V) ถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร

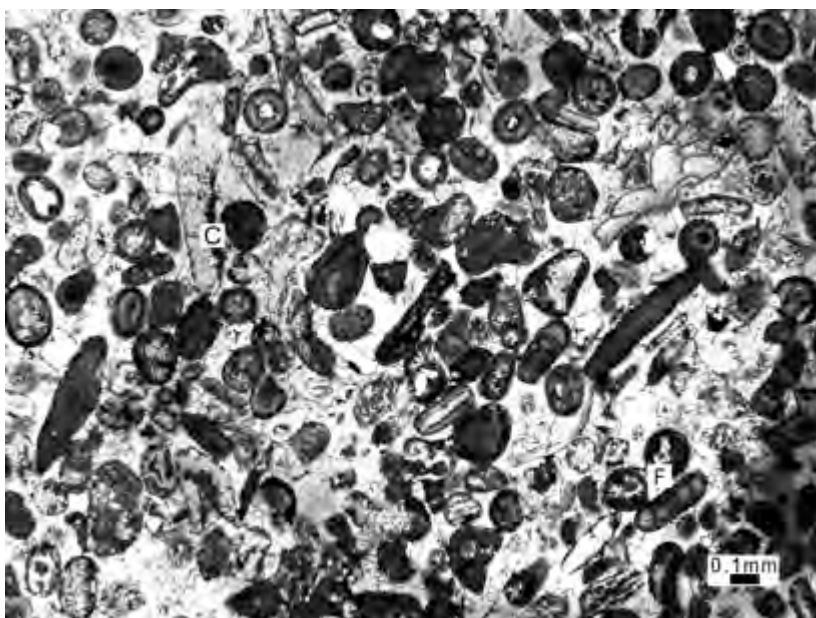
### จุดศึกษา KM6

**ตัวอย่าง KM6-1** ตัวอย่างเป็นหินแกรนสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนที่มีการพอก แบบเม็ดไข่ปลา (ooids) ขนาด 0.1-0.3 มิลลิเมตร ประมาณ 90% ถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์และไม่พบเมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนบางส่วนถูกเติมด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ (รูป 2.6) พบว่าเม็ดไข่ปลาเกิดจากการพอกของสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตล้อมรอบเศษหินชีวภาพ (bioclast) ฟอแรมินิเฟอรา และเพลลอย (peloid) โดยเป็นการพอกที่เกิดขึ้นหลายชั้น เริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน จากนั้นจึงเกิดการพอกเป็นชั้นบางๆ หนาแน่นซึ่งลักษณะดังกล่าวเกิดในสภาพแวดล้อมที่มีพลังงานสูง บริเวณน้ำตื้น ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Millerella*, *Plectogyra* และ *Eoforschia*

**ตัวอย่าง KM6-2** ตัวอย่างเป็นหินแกรนสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนที่มีการพอกแบบเม็ดไข่ปลา (ooids) ขนาด 0.1-0.4 มิลลิเมตร และคอร์ติอยด์ (cortoid) ที่มีการพอกเป็นชั้นบางๆ ขนาด 0.3 มิลลิเมตร ประมาณ 75% ถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์และไม่พบเมทริกซ์ (รูป 2.7) จะพบว่าเม็ดไข่ปลาเกิดจากการพอกของสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตล้อมรอบเศษหินชีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา และ เพลลอย (peloid) โดยเป็นการพอกที่เกิดขึ้นหลายชั้น เริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน จากนั้นจึงเกิดการพอกเป็นชั้นบางๆ หนาแน่น ซึ่งลักษณะดังกล่าวเกิดจากในสภาพแวดล้อมที่มีพลังงานสูง บริเวณทะเลน้ำตื้น ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Mediocris*, *Viseidiscus*, *Eoforschia*, *Plectogyra*, *Archaeidiscus*, *Endothyra*, *Millerella* และ *Mstinia*



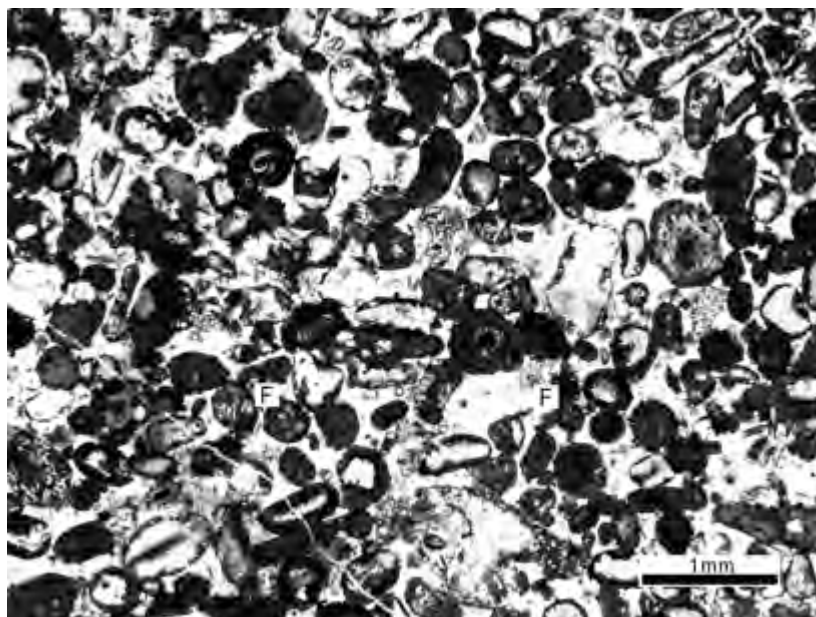
รูป 2.6 หินเกรนสโตนตัวอย่าง KM6-1 เม็ดตะกอนที่พบแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลา ขนาดตะกอนประมาณ 0.1-0.3 มิลลิเมตร โดยเป็นการพอกทั้งแบบปริศมีและการพอกที่เป็นชั้นบางๆ ล้อมรอบเศษหินชีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา เฟลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสารแร่แคลไซต์ขนาด 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน



รูป 2.7 หินเกรนสโตนตัวอย่าง KM6-2 เม็ดตะกอนที่พบแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลา ขนาดเฉลี่ยประมาณ 0.3 มิลลิเมตร และการพอกเป็นชั้นบางๆแบบคอร์ตอยล้อมรอบเศษหินชีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเฟลลอย เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์

**ตัวอย่าง KM6-3** ตัวอย่างเป็นหินเกรนสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนที่มีการพอก แบบเม็ดไข่ปลา (ooids) ขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร ประมาณ 80% ถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์และไม่พบเมทริกซ์ (รูป 2.8) จะพบว่าเม็ดไข่ปลาเกิดจากการพอกของสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตล้อมรอบ เศษหินชีวภาพ (bioclast) ฟอแรมินิเฟอรา เปลือกหอย และเฟลลอย (peloid) โดยมีการพอกเป็นชั้นบางบางขนานกัน

พบว่าลักษณะเนื้อหินของตัวอย่าง KM6-3 มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่าง KM6-1 แต่มีขนาดของเม็ดตะกอนที่ใหญ่กว่า ซึ่งเกิดการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมที่มีระดับพลังงานที่สูง ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Diplosphaerina*, *Millerella*, *Endothyra-nella*, *Plectogyra*, *Bradyina*, *Viseidiscus*, *Priscella*, *Endothyra* และ *Eoforschia*



รูป 2.8 หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM6-3 เม็ดตะกอนที่พบแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลารอบเศษหินซีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา (F) เปลือกหอย และเพลลอย มีขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ ไม่พบแคลไซต์เมทริกซ์

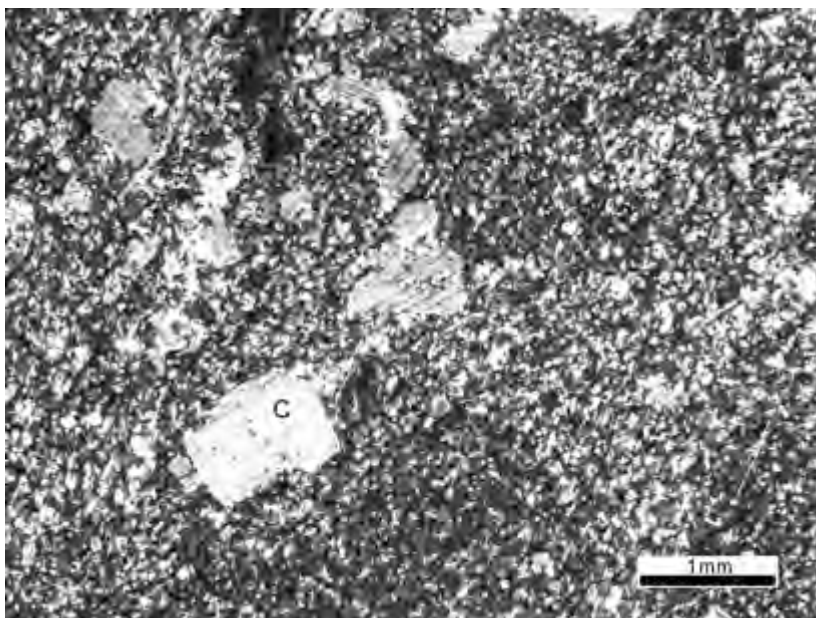
### จุดศึกษา KM7

**ตัวอย่าง KM7** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนน้อยกว่า 10% และแคลไซต์เมทริกซ์เป็นเนื้อพื้นมากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ คือ เศษซากของไครนอยด์ (crinoid stems) และเพลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเติมด้วยแคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ (รูป 2.9)

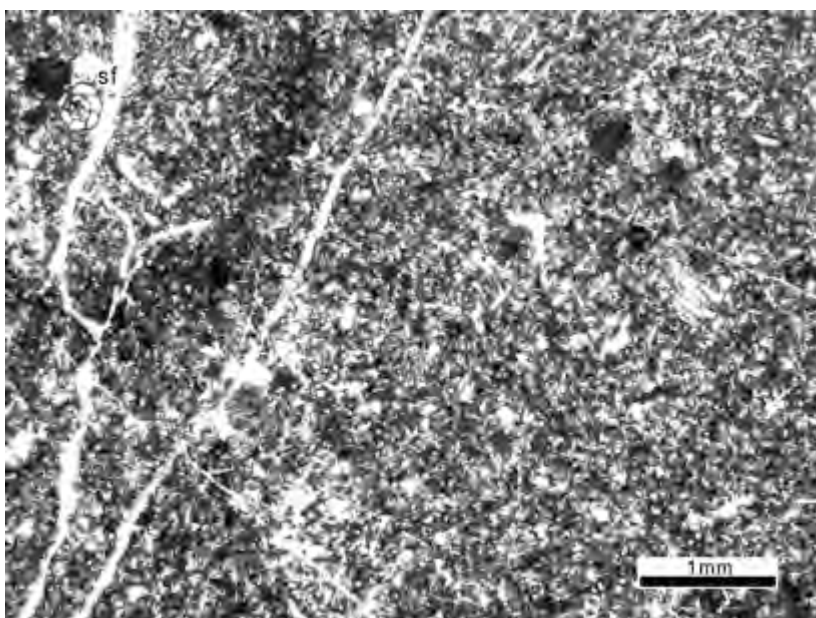
### จุดศึกษา KM8

**ตัวอย่าง KM8** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนน้อยกว่า 10% และแคลไซต์เมทริกซ์เป็นเนื้อพื้นมากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ คือ เพลลอย ออสตราคอด และฟอแรมนขนาดเล็ก พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร) และแนวฟันในเนื้อหินตัดผ่าน (รูป 2.10) ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Endothyra*





รูป 2.9 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM7 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบคือ เศษไครนอยด์ (C) และเฟลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेट

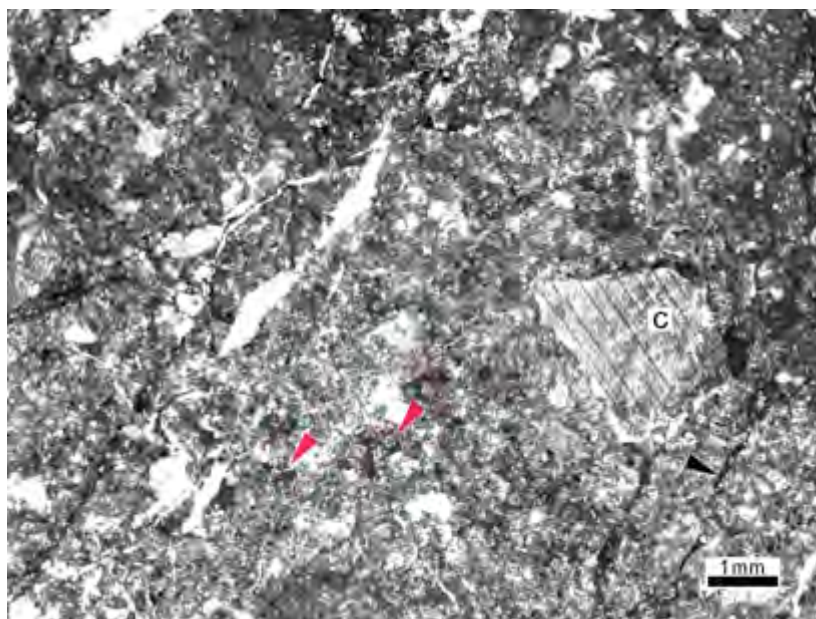


รูป 2.10 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM8 พบแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบคือ เฟลลอย และ ฟอแรมขนาดเล็ก (sf) พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

### จุดศึกษา KM9

**ตัวอย่าง KM9** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 25% และเมทริกซ์ 75% โดยเม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย เศษซากของไครนอยด์ (crinoid) และเศษหินซีวภาพ พบว่าบางส่วนของเนื้อหินเกิดการบวมแทนที่ด้วยโดโลไมต์ในเนื้อพื้นของแคลไซต์เมทริกซ์ พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกึ่งสมบูรณ์ รูปลิ่มเหลี่ยมขนมเปี้ยกปูน ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า 0.1

มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังมีแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกเติมตามช่องว่างของเนื้อหิน และพบแนวพินในหิน (stylolite) ซึ่งเกิดจากผลของการละลายโดยแรงดัน (รูป 2.11)



รูป 2.11 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM9 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษไครนอยด์ (C) และเศษหินซีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบว่าเนื้อหินมีการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ (ลูกศรสีแดง) แสดงผลึกโดโลไมต์หน้าผลึกสมบูรณรูปขนมเปียกปูน ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์และพบแนวพินในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน

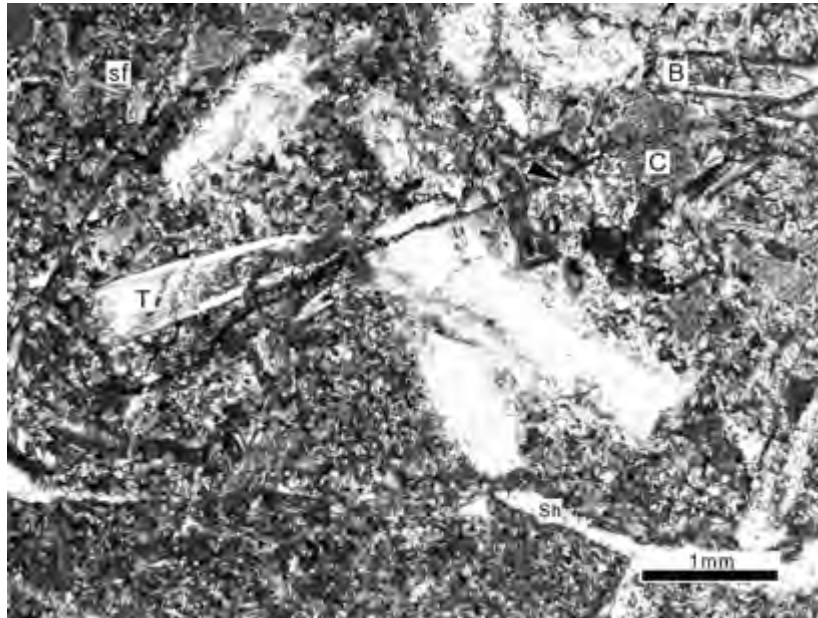
#### จุดศึกษา KM10

**ตัวอย่าง KM10** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 35% และเมทริกซ์ 65% โดยเม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย เฟลลอย เศษซากของไครนอยด์ (crinoid) เปลือกหอย ไบรโอซัว พวก *Fenestrate bryozoa* เทนทาकुลิทิด (tentaculitid) ฟอแรมขนาดเล็ก (sf) และเศษหินซีวภาพ นอกจากนี้ยังมีแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกเติมตามช่องว่างของเนื้อหิน และพบแนวพินในหิน (stylolite) (รูป 2.12)

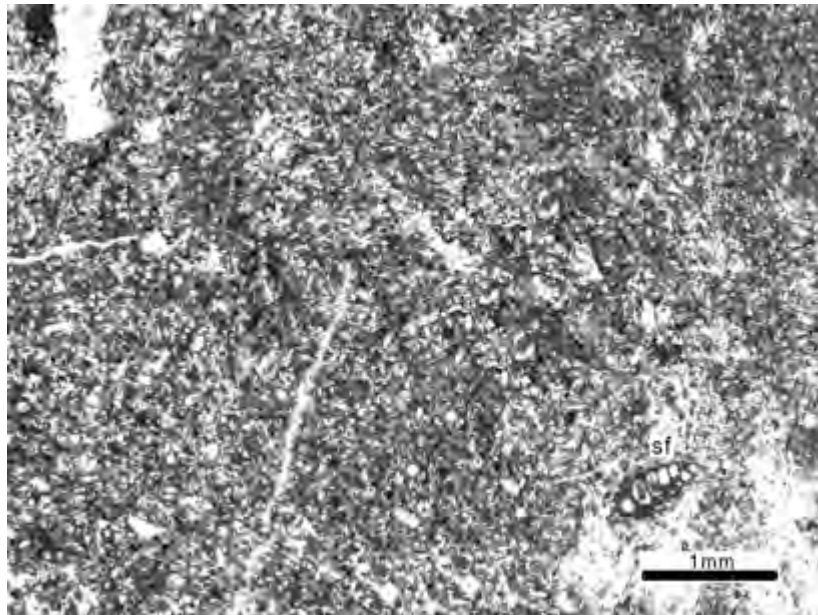
#### จุดศึกษา KM11

**ตัวอย่าง KM11-1** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนน้อยกว่า 10% และแคลไซต์เมทริกซ์เป็นเนื้อพื้นมากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ คือ ออสตราคอด (ostracods) ฟอแรมขนาดเล็ก (sf) ฟอแรมนิเฟอร์าที่พบ คือ *Climacammina* พบสายแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยแตกและเติมตามช่องว่างระหว่างตะกอน (รูป 2.13)



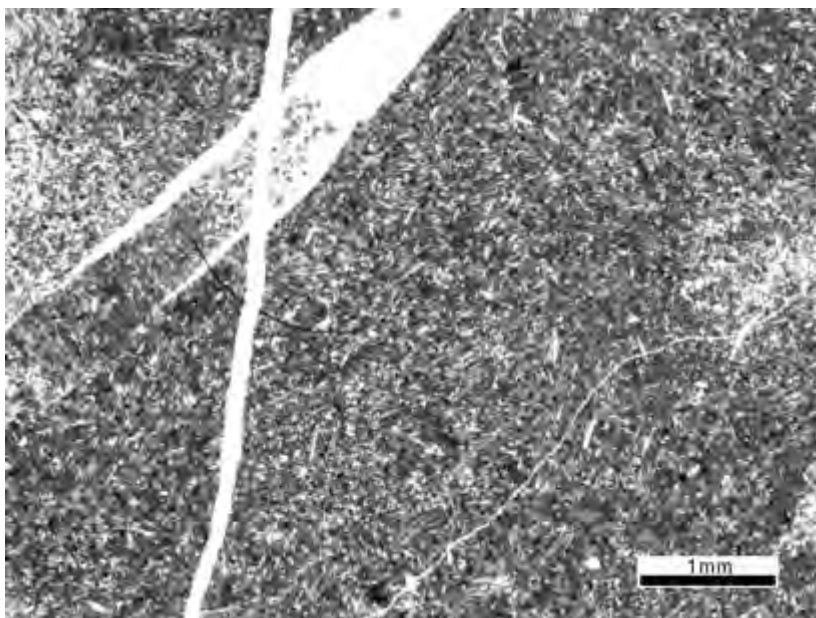


รูป 2.12 หินแควสโตนตัวอย่าง KM10 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเฟลลอย เศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) ไบรโอซัว (B) เทนทาकुลิทิด (T) ฟอแรมขนาดเล็ก (sf) และเศษหินซีวภาพ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ และพบแนวฟันในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ)



รูป 2.13 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM11-1 ประกอบไปด้วยแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยฟอแรมขนาดเล็ก (sf) พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

**ตัวอย่าง KM11-2** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนน้อยกว่า 10% และแคลไซต์เมทริกซ์เป็นเนื้อพื้นมากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบเป็นเศษหินซีวภาพขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร พบสายแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยแตก ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร (รูป 2.14)



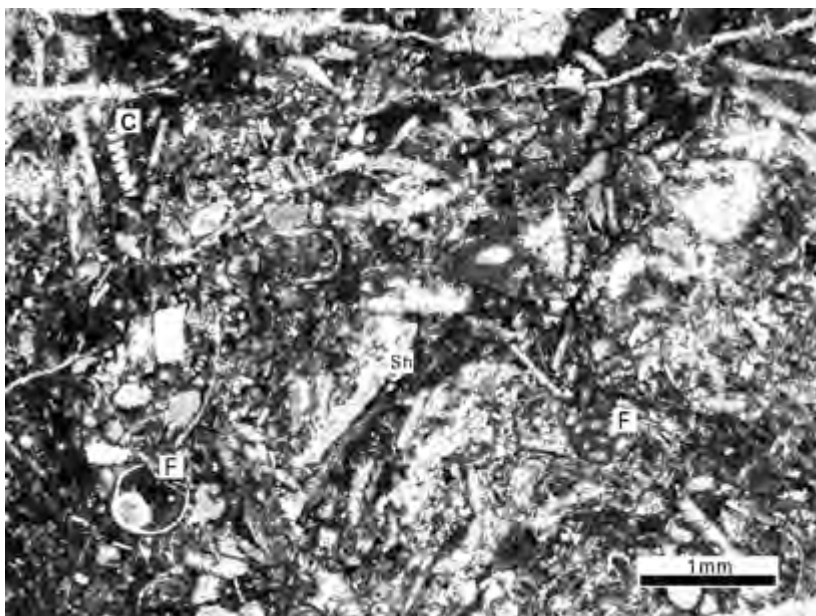
รูป 2.14 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM11-2 พบแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบคือ เศษหินซีวภาพขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตรตัดผ่าน

#### จุดศึกษา KM12

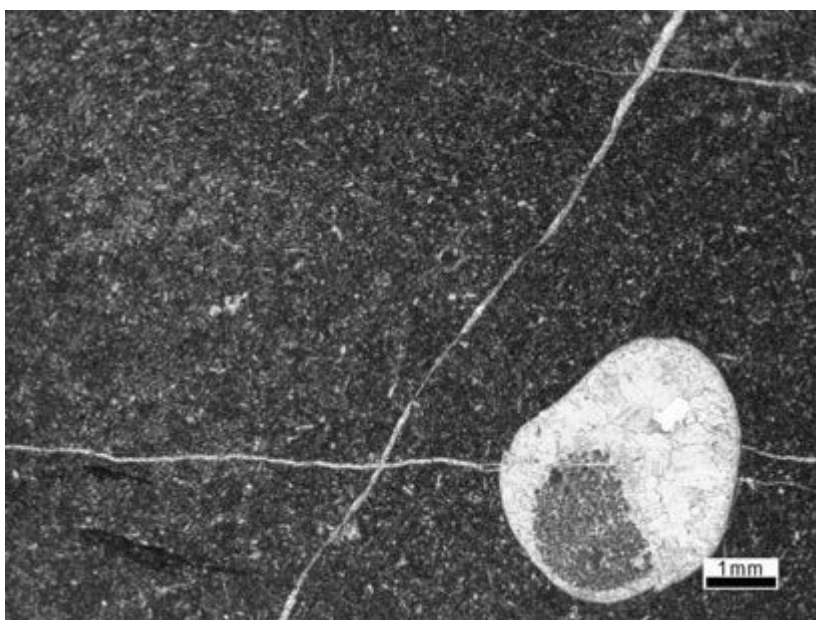
**ตัวอย่าง KM12** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 35% และเมทริกซ์ประมาณ 65% โดยเม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย เศษซากของไครนอยด์ (crinoid stems) เปลือกหอย เศษหินซีวภาพ และฟอสเฟอไรต์ โดยเม็ดตะกอนถูกปกคลุมด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ เป็นชั้นบางๆ ซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นดัชนีสำคัญ คือ *Diplosphaerina*, *Pachyphloia*, *Geinitzina*, *Howchinia*, *Elenella* นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกเติมตามช่องว่างของเนื้อหิน (รูป 2.15)

#### จุดศึกษา KM13

**ตัวอย่าง KM13** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนน้อยกว่า 10% และแคลไซต์เมทริกซ์เป็นเนื้อพื้นมากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ คือ หอยกาบเดี่ยว (gastropod) ที่ถูกเติมด้วยตะกอนขนาดเล็กหรือ geopetal ขนาด 5 มิลลิเมตร และพบสายแร่แคลไซต์ตกผลึกตาม แนวรอยแตก (รูป 2.16)



รูป 2.15 หินแควสโตนตัวอย่าง KM12 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย เศษไครนอยด์ (C) เปลือกหอย (Sh) ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเศษหินซีวภาพ เม็ดตะกอนที่พบถูกพอกด้วย แคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์เมทริกซ์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

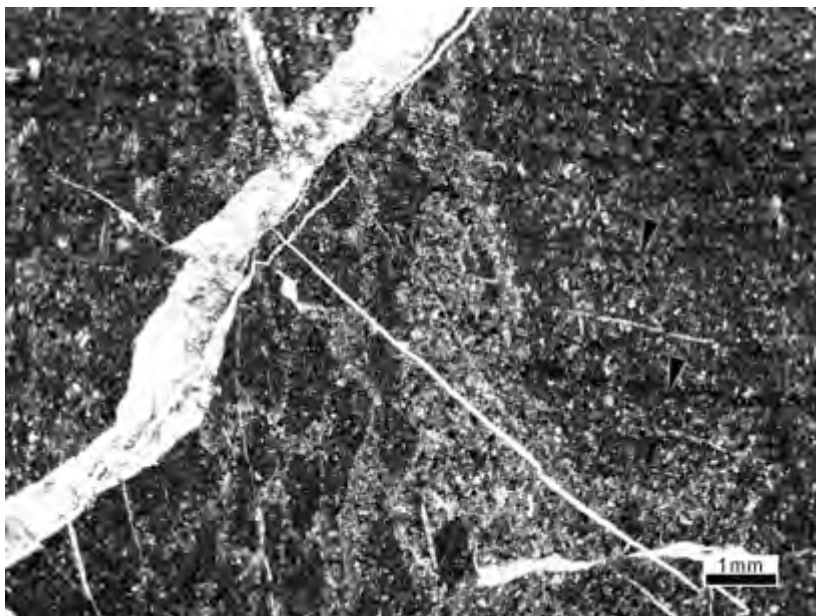


รูป 2.16 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM13 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย หอยฝาเดียวที่ถูกเติมด้วยตะกอนขนาดเล็ก พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน



### จุดศึกษา KM14

**ตัวอย่าง KM14** ตัวอย่างเป็นหินมัตสโตน เนื้อหินประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ เกือบ 100% พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน และสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.8 มิลลิเมตร และสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน นอกจากนี้ยังพบแนวฟันในหินจากการละลายโดยผลของความดันเป็นแนวเส้นขนานกันและเป็นแนวเดียวกับสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (รูป 2.17)

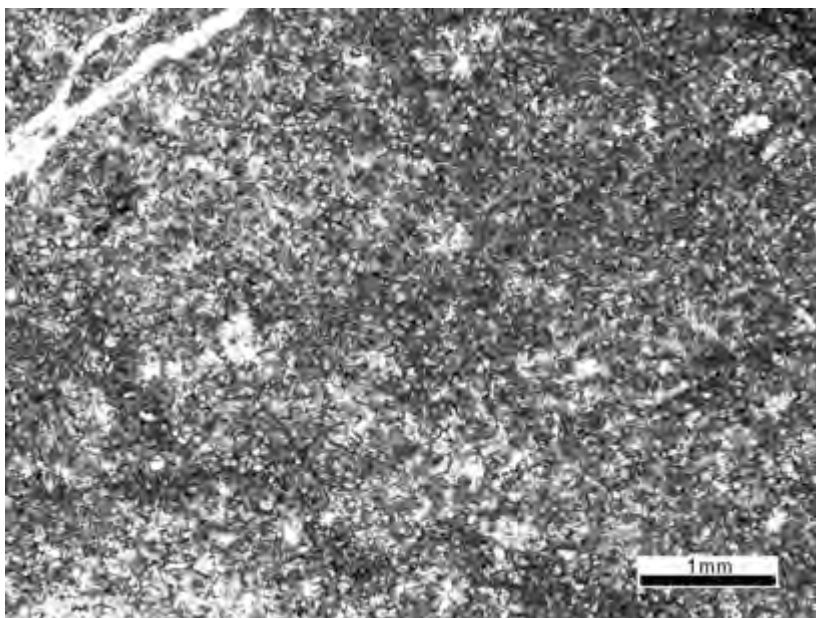


รูป 2.17 หินมัตสโตนตัวอย่าง KM14 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เกือบ 100% เนื้อหินแสดงลักษณะการถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กเป็นระบบ และสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร พบแนวฟันในเนื้อหินเป็นแนวรั้วขนาน (ลูกศรสีดำ)

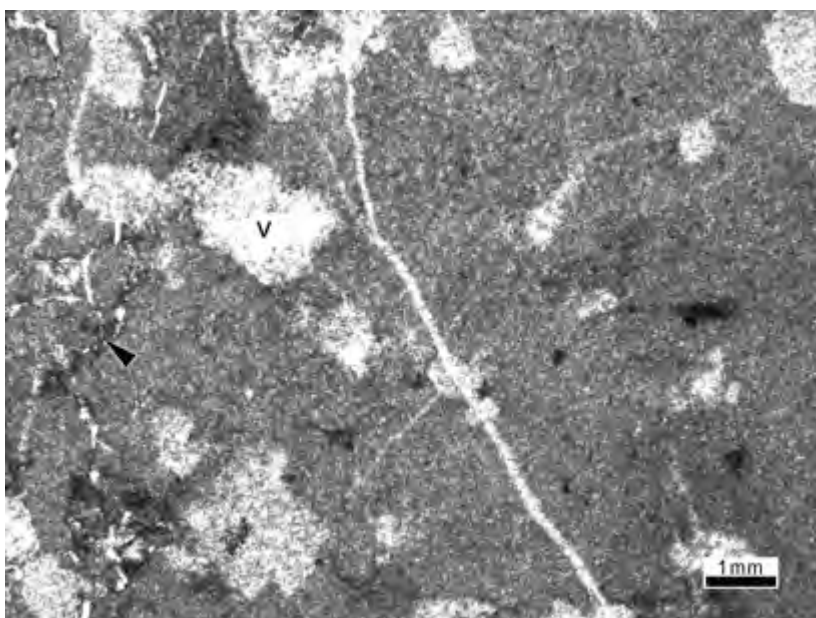
### จุดศึกษา KM15

**ตัวอย่าง KM15-1** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึก กึ่งสมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยผลึกเหล่านี้เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ จากเนื้อหินเดิม คือ มัตสโตน พบว่าบางส่วนของเนื้อหินยังแสดงลักษณะของแร่แคลไซต์ที่ยัง ไม่ถูกแทนที่ด้วย โดโลไมต์ (รูป 2.18)

**ตัวอย่าง KM15-2** ตัวอย่างเป็นหินมัตสโตน ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ เกือบ 100% พบแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่ในช่องว่างระหว่างตะกอน ซึ่งอาจเป็นช่องว่างที่เกิดจากร่องรอยของสิ่งมีชีวิต พบแนวฟันในเนื้อหินและสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน (รูป 2.19)



รูป 2.18 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM15-1 พบผลึกโดโลไมต์ที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณและกิ่งสมบูรณ ขอบผลึกเชื่อมกันแบบโมเสค พบแคลไซต์เมทริกซ์บริเวณรอบๆผลึก



รูป 2.19 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM15-2 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เกือบ 100% ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเติมด้วยสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต (V) พบแนวฟีนในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร

**ตัวอย่าง KM15-3** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน เนื้อหินประกอบไปด้วยเม็ดตะกอน ประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ คือ อินทราคลาสต์ (intraclasts) ขนาด 0.5-2 มิลลิเมตร ลักษณะกิ่งกลมมน เป็นอินทราคลาสต์ที่ประกอบด้วยตะกอนเนื้อโคลนเนื้อเดียว และพบเพลดอยขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ ถูกเชื่อมประสานโดยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกระหว่างช่องว่างของตะกอน และพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน (รูป 2.20)



รูป 2.20 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM15-3 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย อินทราคลาสต์ของมัดสโตน (lc) ลักษณะกึ่งกลมมน มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสาน ด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และขนาด 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

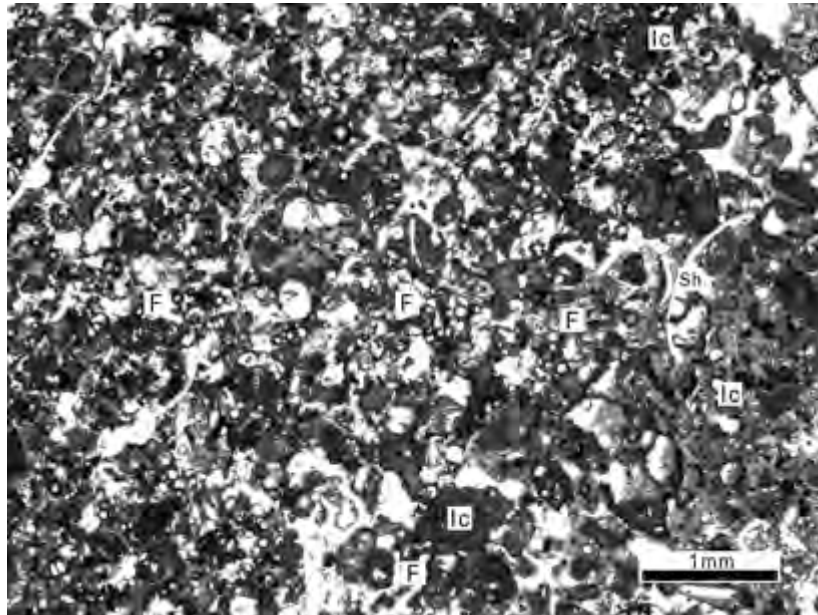
#### จุดศึกษา KM16

**ตัวอย่าง KM16-1** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน เนื้อหินประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% เมทริกซ์ประมาณ 20% เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอร่า ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร และอินทราคลาสต์ของตะกอนเนื้อโคลนขนาดประมาณ 0.4-0.8 มิลลิเมตร และยังพบเม็ดตะกอนพวกเพลลอยขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และเศษเปลือกหอย มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ตามช่องว่างระหว่างตะกอน (รูป 2.21) ฟอแรมินิเฟอร่าที่พบ คือ *Plectogyra*, *Endothyranopsis*, *Endothyra* และ *Brunsiella*

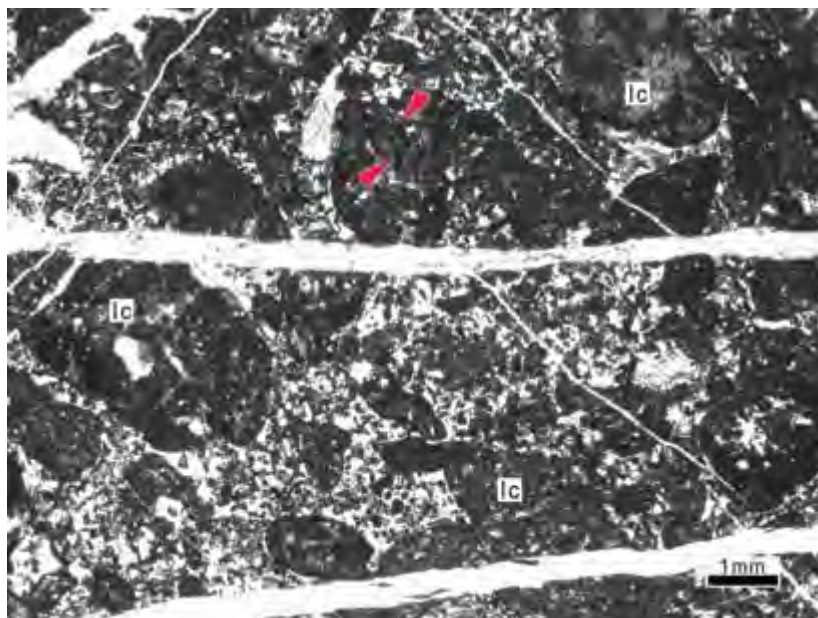
**ตัวอย่าง KM16-2** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ประมาณ 10% และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ คือ อินทราคลาสต์ ขนาดประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร ลักษณะกลมมน เนื้อของอินทราคลาสต์เป็นลักษณะเนื้อผสม ประกอบไปด้วยฟอแรมขนาดเล็ก เพลลอย เม็ดไขปลา และตะกอนเนื้อโคลน ขอบของเม็ดตะกอนมีสีเข้มชัดเนื่องจากถูกพอกด้วย แคลไซต์เมทริกซ์ เป็นชั้นบางๆ และพบตะกอนขนาดเล็กจำพวกเพลลอยตกสะสมระหว่างอินทราคลาสต์ พบสายแร่แคลไซต์ ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรตัดผ่าน (รูป 2.22) ฟอแรมินิเฟอร่าที่พบ คือ *Glomospira*

**ตัวอย่าง KM16-3** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 35% และเมทริกซ์ประมาณ 65% เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย เศษเปลือกหอย ฟอแรมินิเฟอร่า ไครนอยด์ และเพลลอย มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่านในเนื้อหิน (รูป 2.23)

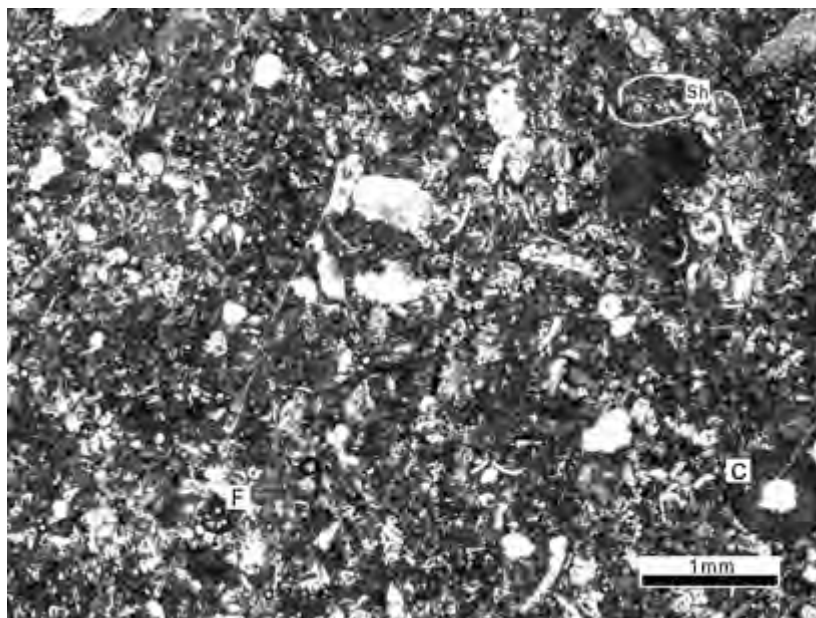




รูป 2.21 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM16-1 พบเม็ดตะกอนคือ ฟอแรมินิเฟอรา (F) อินทราคลาสต์เนื้อผสมของตะกอนเนื้อโคลน (lc) เฟลลอย และเศษเปลือกหอย (Sh) มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์



รูป 2.22 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM16-2 พบเม็ดตะกอนคืออินทราคลาสต์เนื้อผสม (lc) ของฟอแรมินิเฟอรา (ลูกศรสีแดง) และเฟลลอย เม็ดตะกอนมีลักษณะกลมมน และถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ ขนาดประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร ช่องว่างระหว่างอินทราคลาสต์พบเฟลลอย และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิ เมตรตัดผ่าน



รูป 2.23 หินแควสโตนตัวอย่าง KM16-3 เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษเปลือกหอย (F) ไครนอยด์ (C) และฟอแรมินิเฟอรา (F) มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

**ตัวอย่าง KM16-4** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% และเมทริกซ์ประมาณ 15% เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบประกอบไปด้วย ฟอแรมินิเฟอรา และเพลลอย ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร พบหอยกาบเดี่ยว (gastropod) ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ที่มีการสะสมตัวของตะกอนขนาดเล็ก และเศษหินชีวภาพ ภายในโครงสร้างก่อนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตปิดทับชั้นตะกอนละเอียด บ่งบอกแนวการสะสมตัว (ลูกศรสีดำ) ที่ขนานกับพื้นโลกในช่วงเวลาที่มีการสะสมตัวของเม็ดตะกอน แสดงลักษณะของ *geopetal* นอกจากนี้ยังพบเม็ดตะกอนมวลรวม (aggregate grains) ซึ่งเกิดจากการพอกของฟอแรมินิเฟอราและเศษหินชีวภาพด้วยสารละลายคาร์บอเนตในสภาพแวดล้อมที่มีการไหลเวียนของกระแสน้ำ เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกในช่องว่างระหว่างตะกอน (รูป 2.24) ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Endothyranopsis* และ *Endothyranella*





รูป 2.24 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM16-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) ตะกอนมวลรวม (Ag) เพลลลอย และเศษเปลือกหอยฝาเดียวที่ถูกเติมด้วยตะกอนและเศษหินซีวภาพขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal บ่งบอกแนวการสะสม (ลูกศรสีดำ)

#### จุดศึกษา KM17

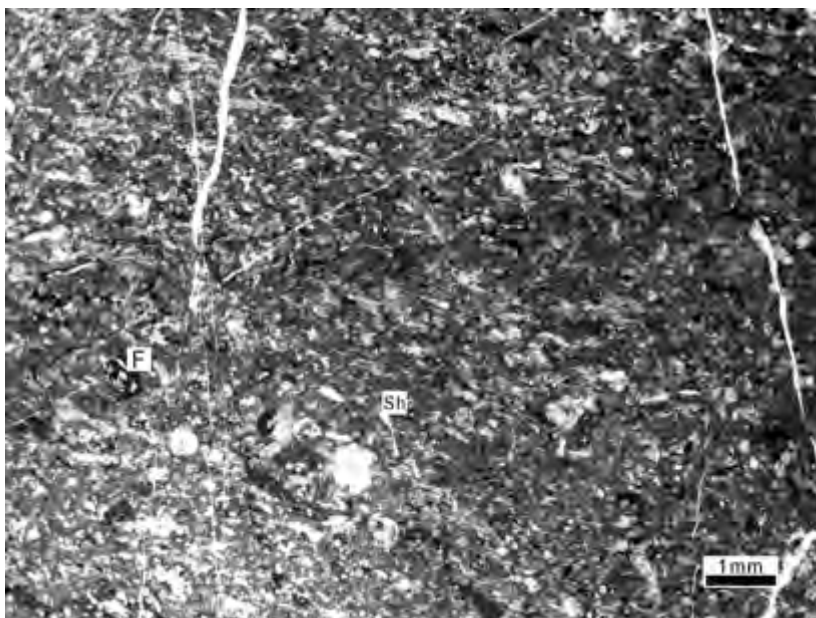
**ตัวอย่าง KM17** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% เม็ดตะกอนที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย และเพลลลอย ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานโดยแร่แคลไซต์ระหว่างช่องว่างของตะกอน พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กตัดผ่านเนื้อหิน (รูป 2.25) ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอราสกุล *Diplosphaerina*

#### จุดศึกษา KM18

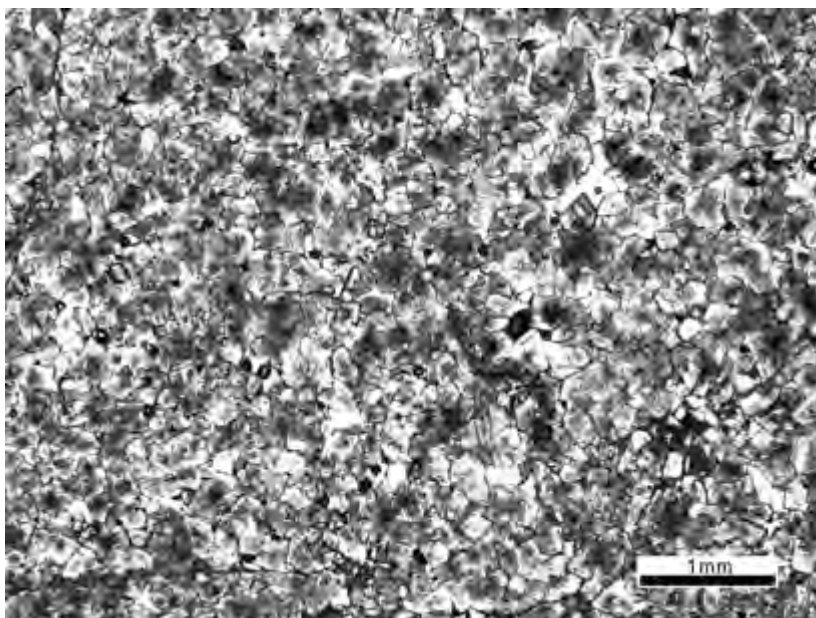
**ตัวอย่าง KM18** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบุรณ์และกิ่งสมบุรณ์ รูปขนนกเป็ยกปุ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดจากการแทนที่ด้วยแร่โดโลไมต์ โดยพบว่าส่วนกลางของบางผลึกที่ยังคงแสดงลักษณะของแร่แคลไซต์เดิมปรากฏอยู่ และพบว้ายังมีบางส่วนที่แสดงลักษณะของผลึกแร่แคลไซต์ปรากฏอยู่ด้วย (รูป 2.26)

#### จุดศึกษา KM19

**ตัวอย่าง KM19-1** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 45% และเมทริกซ์ประมาณ 55% เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ คือ เศษเปลือกหอยสองฝาขนาด 1-10 มิลลิเมตร และถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ โดยเปลือกหอยมีลักษณะยาวเรียวตกระสมขนานกัน คาดว่าน่าจะเป็นที่เกิดในที่ที่มีหอยสองฝาอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น พบเศษไครนอยด์ และเศษหินซีวภาพ เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานโดยแร่แคลไซต์ระหว่างช่องว่างของตะกอน พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กตัดผ่านเนื้อหิน (รูป 2.27)

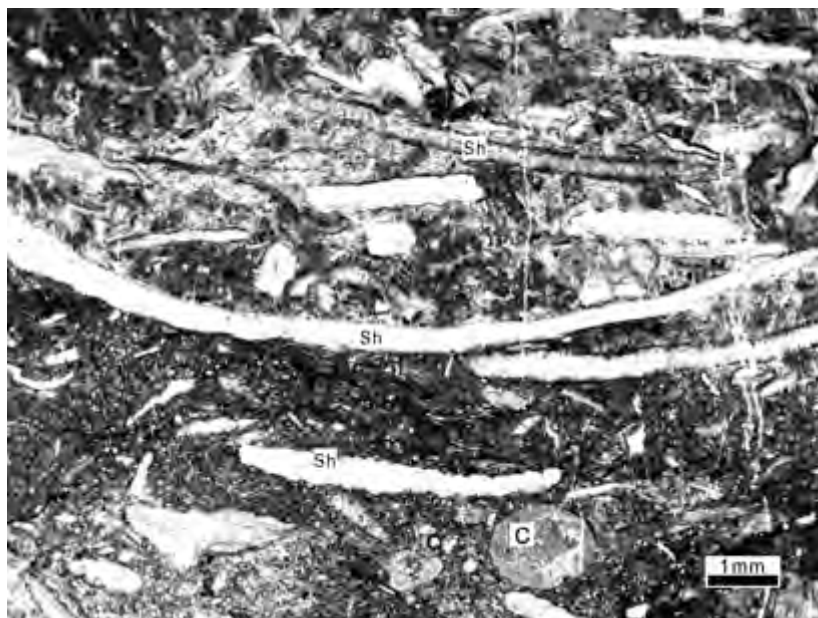


รูป 2.25 หินแควสโตนตัวอย่าง KM17 เม็ดตะกอนที่พบคือ ฟอสเฟอไรต์ (F) เศษเปลือกหอย (Sh) และเพลลอย เนื้อพื้นคือ แคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสาน ด้วยสารละลายคาร์บอนेट พบสายแร่ แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

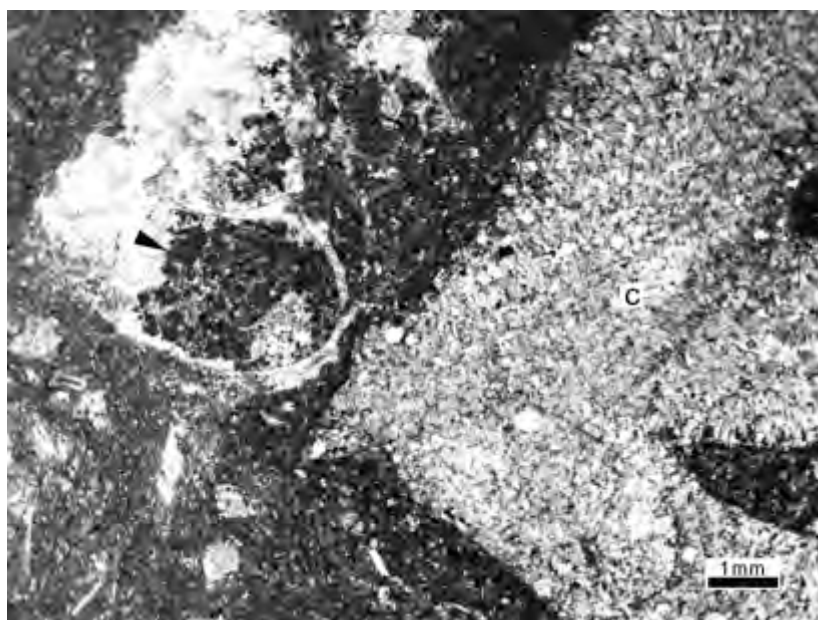


รูป 2.26 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM18 พบผลึกโดโลไมต์ที่แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์รูปขนมเปียกปูน และกิ่งสมบูรณ์ ขอบผลึกเชื่อมต่อกันสนิทแบบโมเสค ขนาดผลึกประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์

**ตัวอย่าง KM19-2** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% เม็ดตะกอนที่พบ คือ เศษหินซีวภาพ และพบหอยฝาเดียว (gastropod) แสดงลักษณะ geopetal โดยช่องว่างภายในหอยสองฝาถูกเติมด้วยตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินซีวภาพ ก่อนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेट แสดงแนวการสะสมตัวที่ขนานกับพื้นโลก ในขณะที่มีการสะสมตัวของหอยฝาเดียว นอกจากนี้ยังพบซากปะการัง (รูป 2.28)



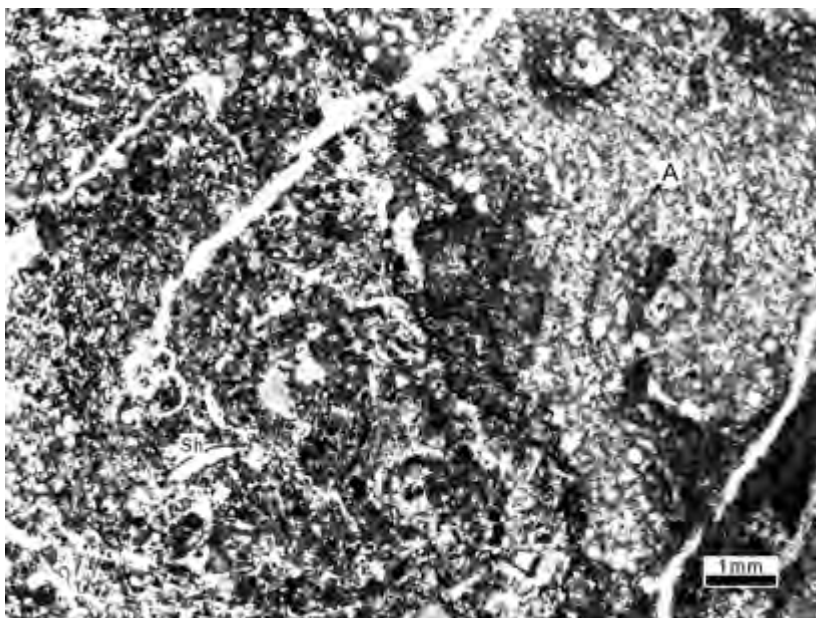
รูป 2.27 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM19-1 เม็ดตะกอนที่พบคือ เปลือกหอยสองฝา (Sh) และถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ นอกจากนี้ยังพบเศษไครนอยด์ (C) และ เศษหินซีวภาพ เนื้อพื้นคือ แคลไซต์เมทริกซ์ และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน



รูป 2.28 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM19-2 เม็ดตะกอนที่พบคือ เศษหินซีวภาพ ซากปะการัง (C) และหอยฝาเดียวที่ถูกเติมด้วยตะกอนและเศษหินซีวภาพขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal บ่งบอกแนวการสะสมตัว (ลูกศรสีดำ)

**ตัวอย่าง KM19-3** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% เม็ดตะกอนที่พบ คือ เฟลลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร สำหรับจำพวก *codiacean alga* และเปลือกหอย มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสาน ด้วยแร่แคลไซต์ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ตัด ผ่าน (รูป 2.29)





รูป 2.29 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM19-3 ประกอบด้วยเม็ดตะกอนคือ เฟลลอย สหรัาย (A) และเปลือกหอย (Sh) มีเนื้อพื้นคือแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาด ประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

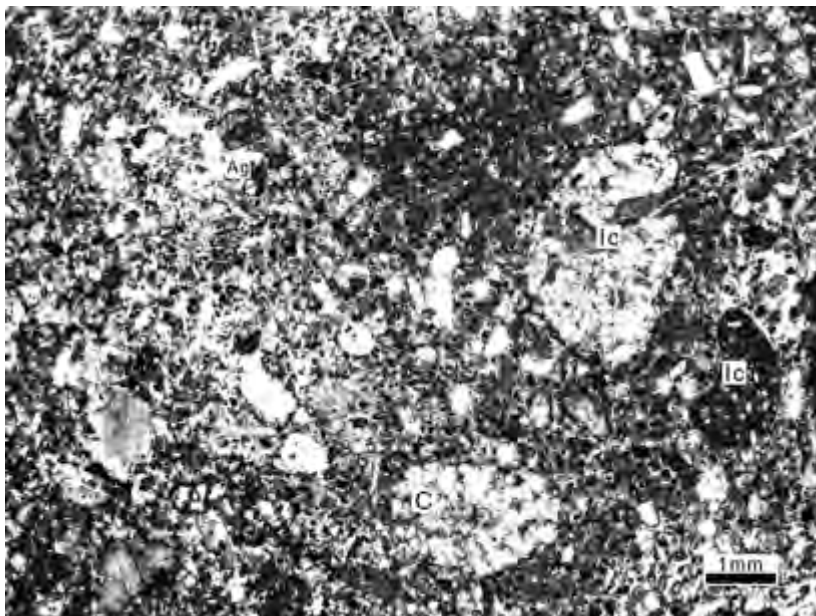
**ตัวอย่าง KM19-4** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% และเมทริกซ์ประมาณ 10% เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ คือ เฟลลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร เศษไครนอยด์ หอยฝาเดียว หอยสองฝา และเฟลลอย พบอินทราคลาสต์ที่มีลักษณะเนื้อผสม โดยประกอบไปด้วยตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินชีวภาพ และยังพบเม็ดตะกอนมวลรวมซึ่งเกิดจากการพอกรวมกันของเศษหินชีวภาพด้วยสารละลายคาร์บอเนต เม็ดตะกอนบางส่วนถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางแบบคอร์ตอย มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนและพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน (รูป 2.30)

#### จุดศึกษา KM20

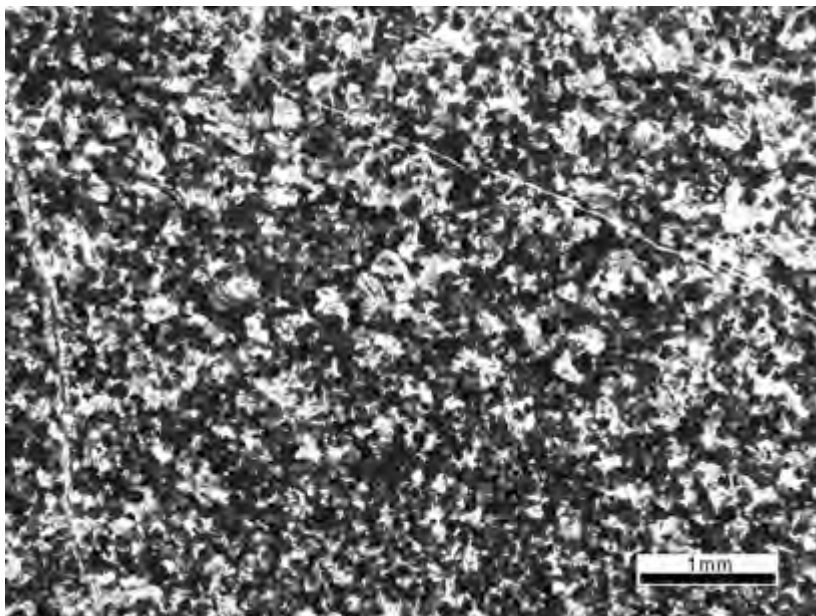
**ตัวอย่าง KM20** ตัวอย่างเป็นหินแกรนสโตน เนื้อหินประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ เม็ดตะกอนที่พบทั้งหมด คือ เฟลลอยขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน (รูป 2.31)

#### จุดศึกษา KM21

**ตัวอย่าง KM21-1** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย อินทราคลาสต์ของออสตราคอด ขนาด ประมาณ 5 มิลลิเมตร พบเศษเปลือกหอย ไครนอยด์ ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร และเศษหินชีวภาพ ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตร (รูป 2.32)



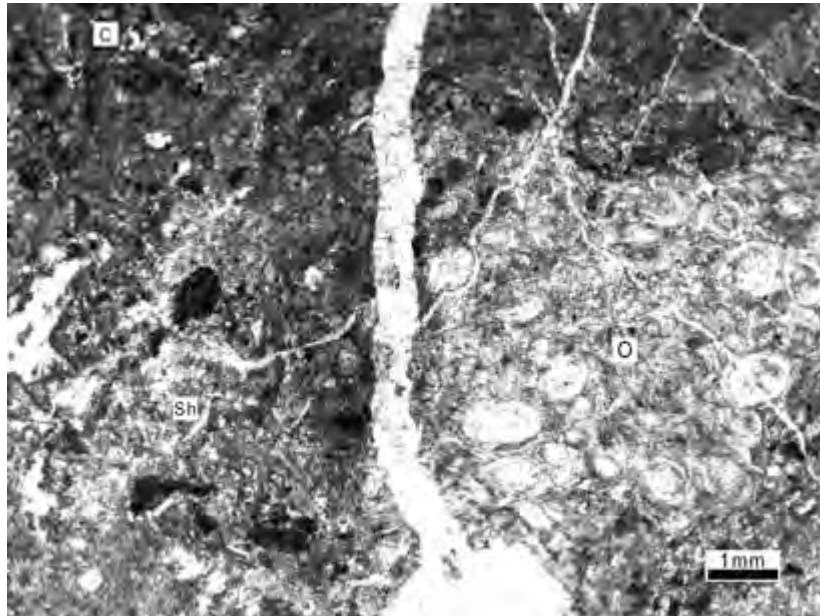
รูป 2.30 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM19-4 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วยเฟลลอย เศษไครนอยด์ (C) อินทราคลาสต์เนื้อผสม (Ic) ของตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินซีวภาพ และตะกอนมวลรวมที่เกิดจากรวมกันของเศษหินซีวภาพและเฟลลอย ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์



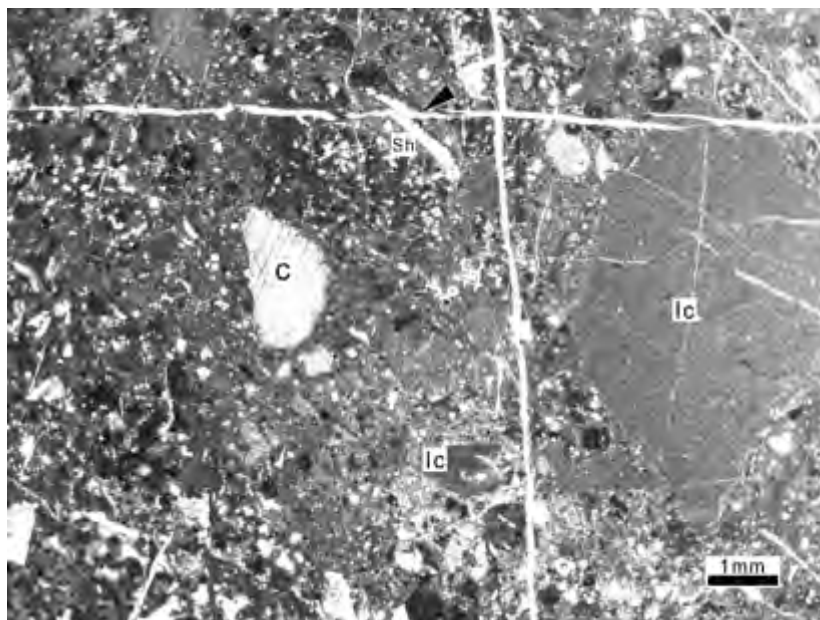
รูป 2.31 หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM20 เม็ดตะกอนที่พบทั้งหมดคือ เฟลลอย ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์และไม่พบแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน

**ตัวอย่าง KM21-2** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 75% และเมทริกซ์ประมาณ 25% เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบประกอบด้วย อินทราคลาสต์ของตะกอนเนื้อโคลนเนื้อเดียว มีขนาดตั้งแต่ 0.3-5 มิลลิเมตร พบเศษไครนอยด์ ขนาด 1.5 มิลลิเมตร ตะกอนมวลรวมของเฟลลอยและเศษหินซีวภาพ ขนาด 0.4 มิลลิเมตร และเฟลลอยที่มีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบเศษหอยซึ่งถูกตัดผ่านด้วยสายแร่แคลไซต์ แสดงแนวการเชื่อมในเนื้อหิน หินมีเนื้อพื้นเป็น

แคลไซต์เทริกซ์ (รูป 2.33) พบว่าตะกอนมีขนาดที่หลากหลาย ลักษณะเป็นเหลี่ยมและมีการัดขนาดที่ไม่ดี แสดงถึงการเคลื่อนย้ายเม็ดตะกอนในช่วงสั้นๆ



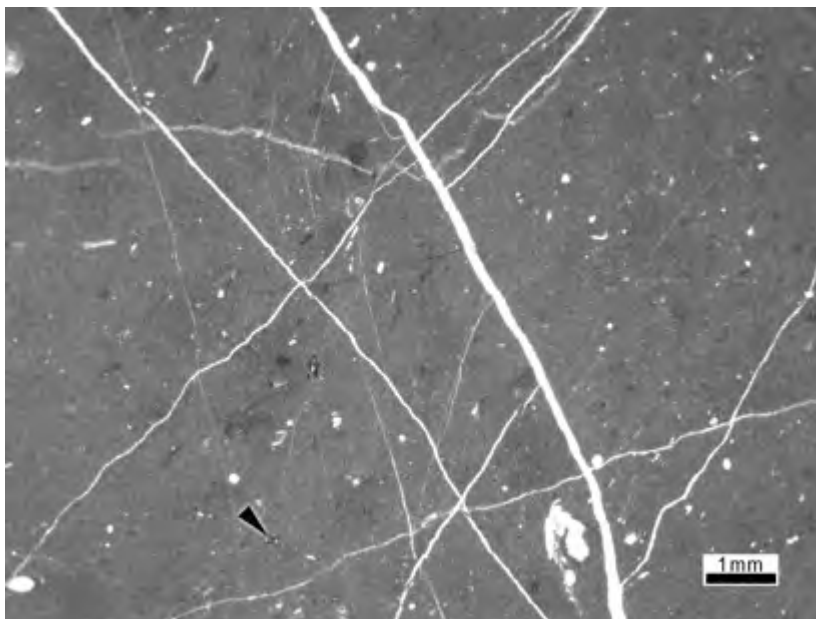
รูป 2.32 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM21-1 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย อินทราคลาสต์ของออสตราคอด (O) เศษเปลือกหอย (Sh) ไครนอยด์ (C) และเศษหินซีวภาพ เนื้อพื้นคือ แคลไซต์เทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตรตัดผ่าน



รูปที่ 2.33 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM21-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษไครนอยด์ (C) อินทราคลาสต์ของตะกอนเนื้อโคลน (lc) เฟลลอย เศษหินซีวภาพ และเศษเปลือกหอย (Sh) แสดงแนวการเฉือน (ลูกศรสีดำ) พบสายแร่แคลไซต์ตกผลึกในรอยแตกดังกล่าว



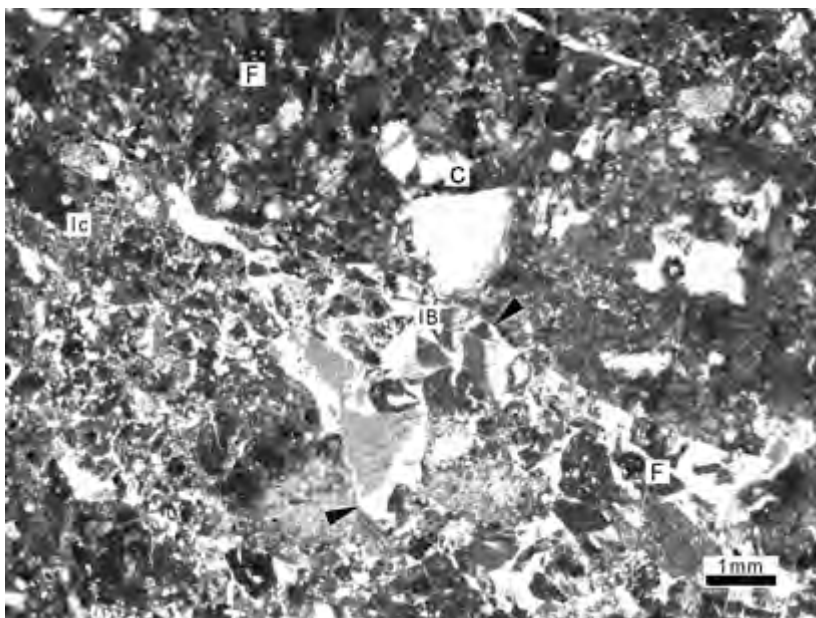
**ตัวอย่าง KM21-3** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์เกือบ 100% และพบเม็ดตะกอน คือ ฟอแรมินิเฟอร่าเพียง 1% โดยเป็น ฟอแรมินิเฟอร่า สกุล *Eostaffella* นอกจากนี้ยังพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านหลายแนว (รูป 2.34)



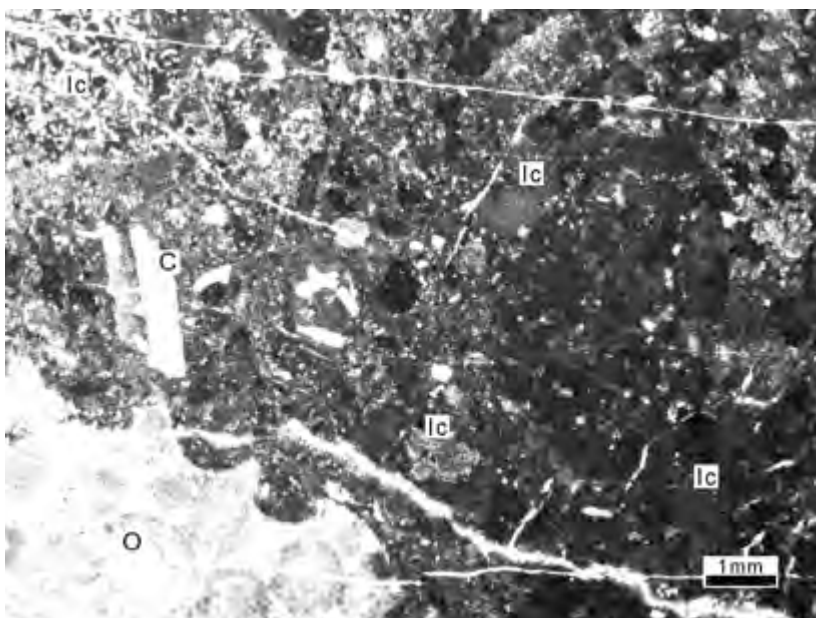
รูป 2.34 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM21-3 เนื้อหินประกอบไปด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เกือบ 100% พบเม็ดตะกอน คือ ฟอแรมินิเฟอร่า (ลูกศรสีดำ) และพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านหลายแนว

**ตัวอย่าง KM21-4** ตัวอย่างเป็นหินแพคโตน เนื้อหินประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 75% และเมทริกซ์ประมาณ 25% เม็ดตะกอนที่พบส่วนใหญ่ประกอบด้วย อินทราคลาสต์ของตะกอนเนื้อโคลนเนื้อเดียว มีลักษณะกลมมน ขนาดประมาณ 0.3-1 มิลลิเมตร เศษไครนอยด์ ฟอแรมินิเฟอร่า และเพลลอย นอกจากนี้ยังพบร่องรอยการซอนไซของสิ่งมีชีวิต ที่ถูกเติมด้วยอินทราคลาสต์ ของตะกอน เนื้อโคลนที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม และฟอแรมขนาดเล็ก ก่อนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेट เนื้อพื้นของหินเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेटตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน นอกจากนี้ยังพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน (รูป 2.35)

**ตัวอย่าง KM21-5** ตัวอย่างเป็นหินแวกโตน เนื้อหินประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 45% และเมทริกซ์ประมาณ 55% เม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย อินทราคลาสต์ของตะกอนเนื้อโคลนเนื้อเดียว อินทราคลาสต์เนื้อผสมที่ประกอบไปด้วยเศษหินชีวภาพ และตะกอนเนื้อโคลนและอินทราคลาสต์ของออสตราคอด และเศษไครนอยด์ โดยมีขนาด 0.3-7 มิลลิเมตร พบเพลลอยและเศษหินชีวภาพที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านเนื้อหิน (รูป 2.36)



รูป 2.35 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM21-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย อินทรศาสตร์ของตะกอนเนื้อโคลน (Ic) ลักษณะกลมมน เศษไครนอยด์ (C) ฟอแรมินิเฟอร่า (F) และเฟลลอย เนื้อหินแสดงลักษณะรูซอนไชของสิ่งมีชีวิต (ลูกศรสีดำ) ที่ถูกเติมด้วยเม็ดตะกอนอินทรศาสตร์ (IB) ลักษณะเป็นเหลี่ยม และฟอแรมขนาดเล็กก่อนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์

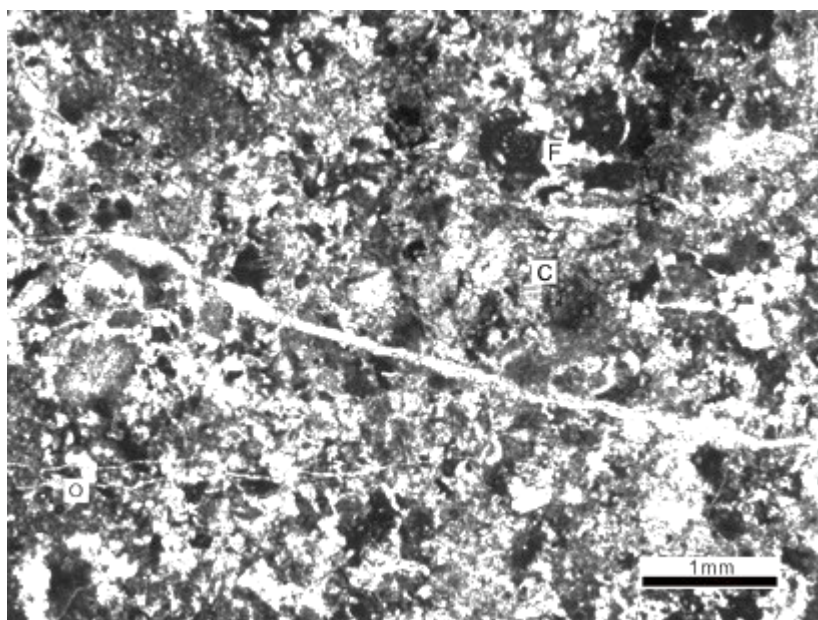


รูป 2.36 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM21-5 เม็ดตะกอนประกอบไปด้วยอินทรศาสตร์ของตะกอนเนื้อโคลน (Ic) อินทรศาสตร์เนื้อผสมที่ประกอบไปด้วยเศษหินซีวภาพและตะกอนขนาดเล็กเฉียด อินทรศาสตร์ของออสตราคอด (O) และเศษไครนอยด์ (C) ขนาดตะกอนประมาณ 0.3-7 มิลลิเมตร และพบเฟลลอยระหว่างเม็ดตะกอนขนาดใหญ่



### จุดศึกษา KM22

**ตัวอย่าง KM22** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา ออสตราคอด เศษไครนอยด์ เพลลลอย และเศษหินชีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต ซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นดัชนีในการบ่งบอกอายุคือ ฟอแรมินิเฟอราสกุล *Archaeodiscus*, *Endothyranella*, *Mstinia* และ *Endothyranopsis* (รูป 2.37)



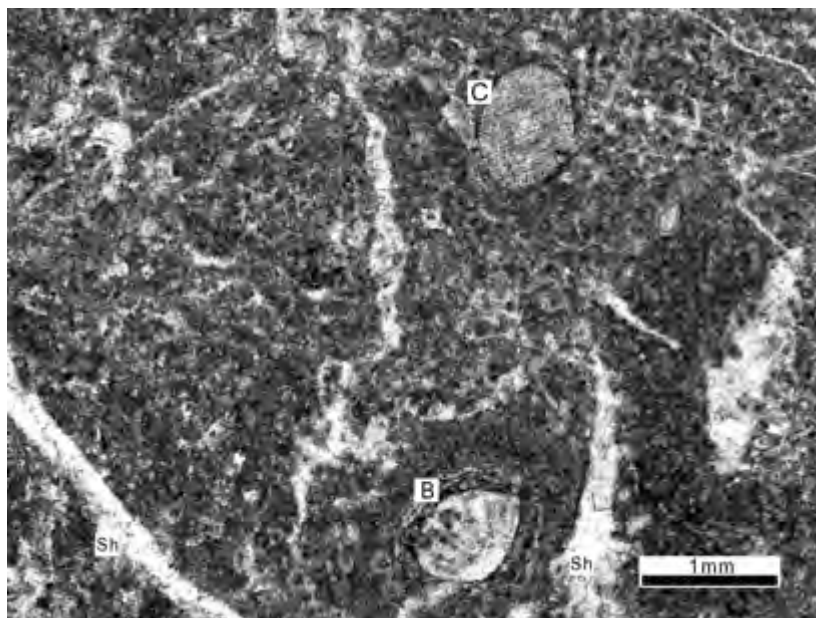
รูป 2.37 แวคสโตนหินตัวอย่าง KM22 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) ออสตราคอด (O) เศษไครนอยด์ (C) เพลลลอย และเศษหินชีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต

### จุดศึกษา KM23

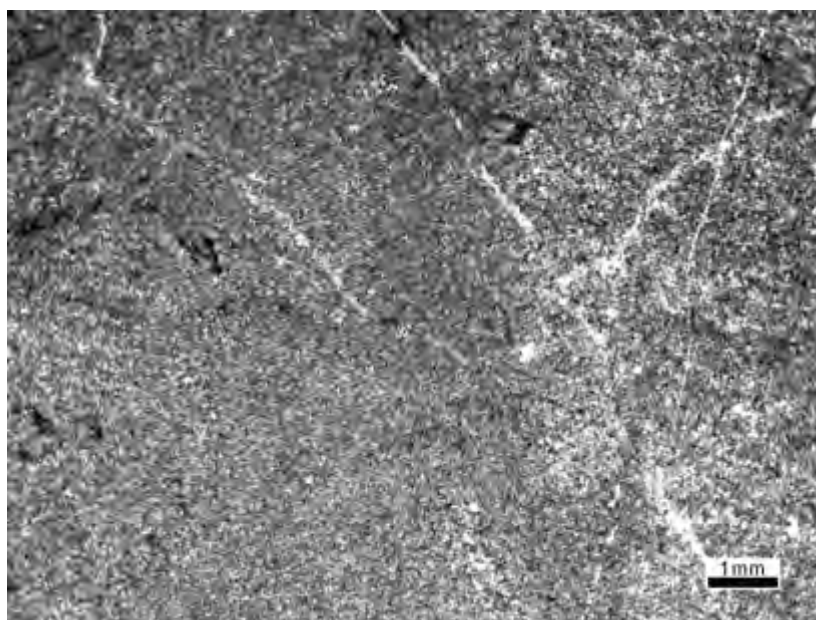
**ตัวอย่าง KM23** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย เศษไครนอยด์ เปลือกหอยสองฝาที่ถูกห่อหุ้มด้วยสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ ขนาด 0.8 มิลลิเมตร พบเศษเปลือกหอยและเพลลลอย ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบแร่แคลไซต์ตกผลึกเติมตามแนวรอยแตกและแสดงลักษณะการเปลี่ยนลักษณะ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน (รูป 2.38)

### จุดศึกษา KM24

**ตัวอย่าง KM24-1** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน เนื้อหินประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ 100% ไม่พบซากดึกดำบรรพ์และเม็ดตะกอนสะสมตัว พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน (รูป 2.39)

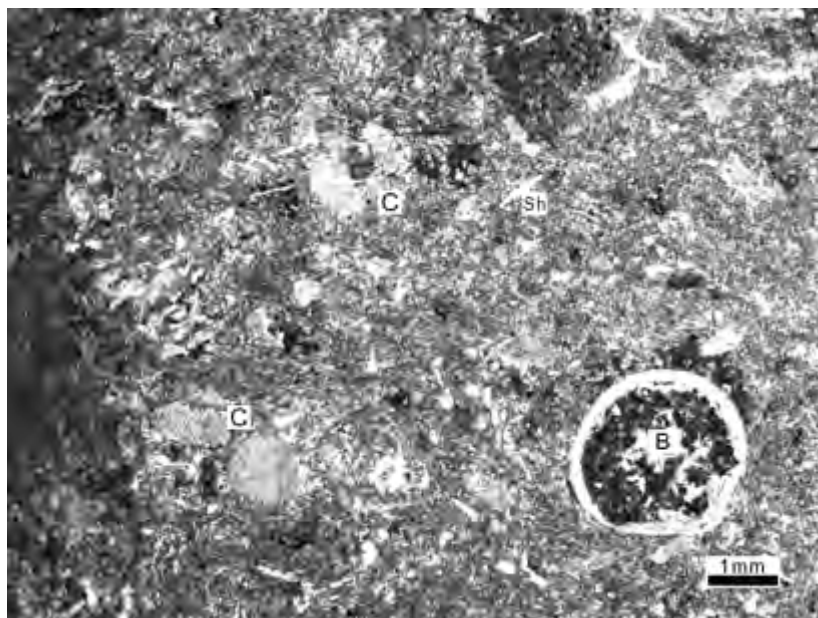


รูป 2.38 หินแควสโตนตัวอย่าง KM23 เม็ดตะกอนประกอบด้วยเศษไครนอยด์ (C) และเปลือกหอยสองฝาที่ถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ พบเศษเปลือกหอย (Sh) และเพลลอย มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์



รูป 2.39 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM24-1 ประกอบไปด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ 100% พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (veinlet) ตัดผ่าน

**ตัวอย่าง KM24-2** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย เปลือกหอยสองฝา ขนาด 2 มิลลิเมตร ที่ถูกเติมด้วยเพลลอย และเศษหินสีวภาพ พบเศษไครนอยด์ ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เศษเปลือกหอย และเพลลอย ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेट (รูป 2.40)

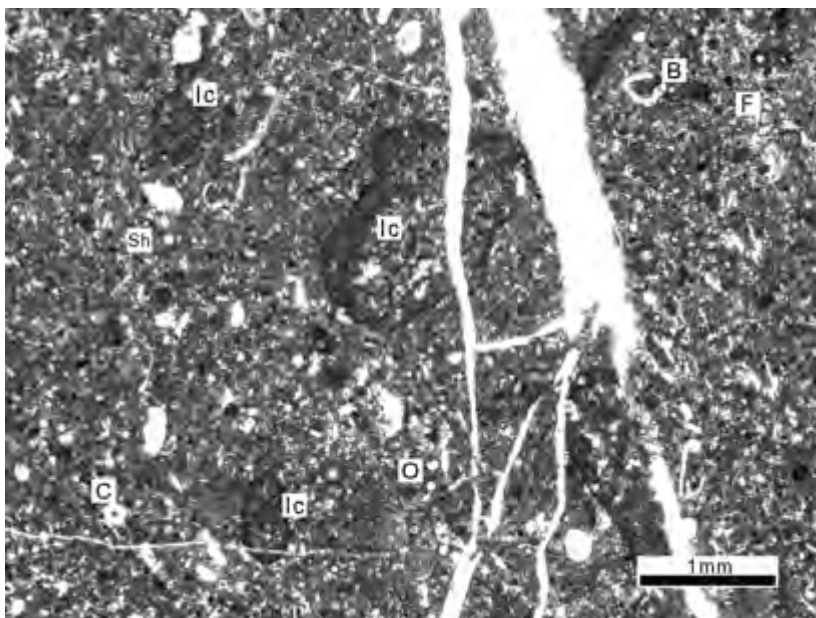


รูป 2.40 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM24-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เปลือกหอยสองฝา (B) ที่ถูกเติมด้วย เพลลลอย และเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบเศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) และเพลลลอย เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน

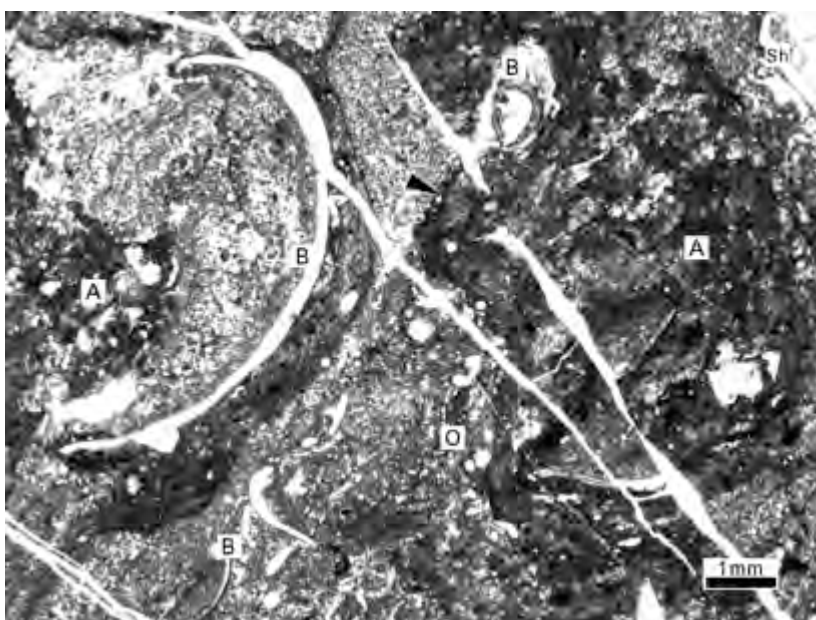
**ตัวอย่าง KM24-3** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และ เมทริกซ์ประมาณ 80% เม็ดตะกอนที่พบ คือ อินทราคลาสต์เนื้อผสมซึ่งประกอบไปด้วยตะกอน เพลลลอยและตะกอนเนื้อโคลน อินทราคลาสต์ถูกหุ้มด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ พบเพลลลอย เศษไครนอยด์ เศษเปลือกหอย ออสตราคอด แบรคิโอพอด และฟอแรมินิเฟอราที่มีเนื้อพื้นเป็น แคลไซต์ เมทริกซ์ และมีสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรตัดผ่าน ฟอแรมินิเฟอรา ที่พบ คือ *Howchinia* และ *Brunsia* (รูป 2.41)

**ตัวอย่าง KM24-4** ตัวอย่างเป็นหินแวคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 35% และ เมทริกซ์ประมาณ 65% เม็ดตะกอนที่พบ คือ เปลือกหอยสองฝา ขนาด 1-7 มิลลิเมตร ออสตราคอด เศษเปลือกหอย เพลลลอย และสาหร่าย พื้นที่สีเข้มแสดงขอบเขตการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตจำพวก สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (cyanobacteria) ซึ่งเกิดจากการดักจับตะกอนเนื้อโคลนและเศษหินชีวภาพ ขนาดละเอียดเป็นชั้นบางๆ นอกจากนี้ยังพบแนวพื้นในเนื้อหิน และสายแร่แคลไซต์ ตัดผ่านเนื้อหินด้วย (รูป 2.42)





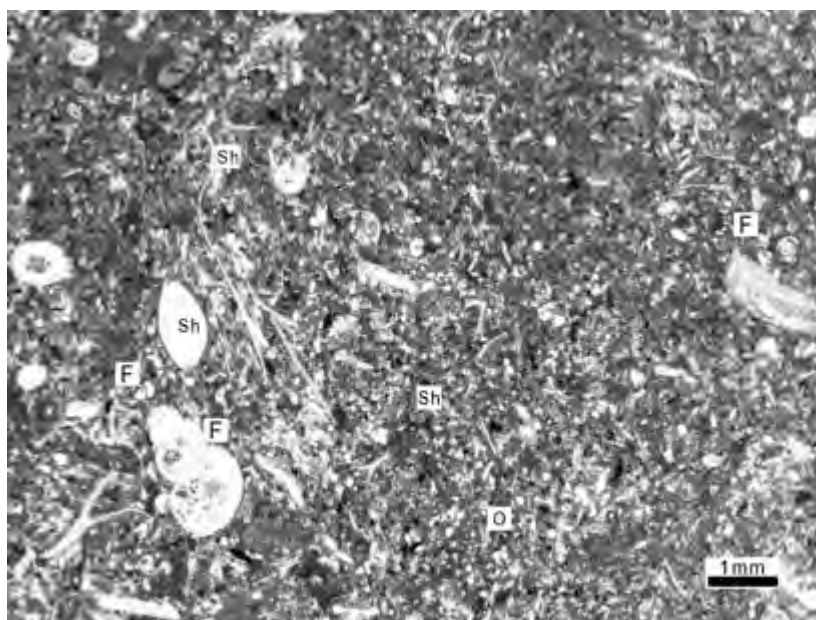
รูป 2.41 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM24-3 เม็ดตะกอนประกอบด้วย อินทราคลาสต์เนื้อผสมของเพลลอย และตะกอนขนาดละเอียด (lc) และถูกพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ และพบเม็ดตะกอนจำพวก เพลลอย เศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) แบรคิโอพอด (B) และฟอแรมินิเฟอรา (F) มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และมีสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน



รูป 2.42 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM24-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เปลือกหอยสองฝา (B) ออสตราคอด (O) เศษเปลือกหอย (Sh) เพลลอย และสาหร่าย (A) พบแนวพื้นใน เนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านเนื้อหิน

### จุดศึกษา KM25

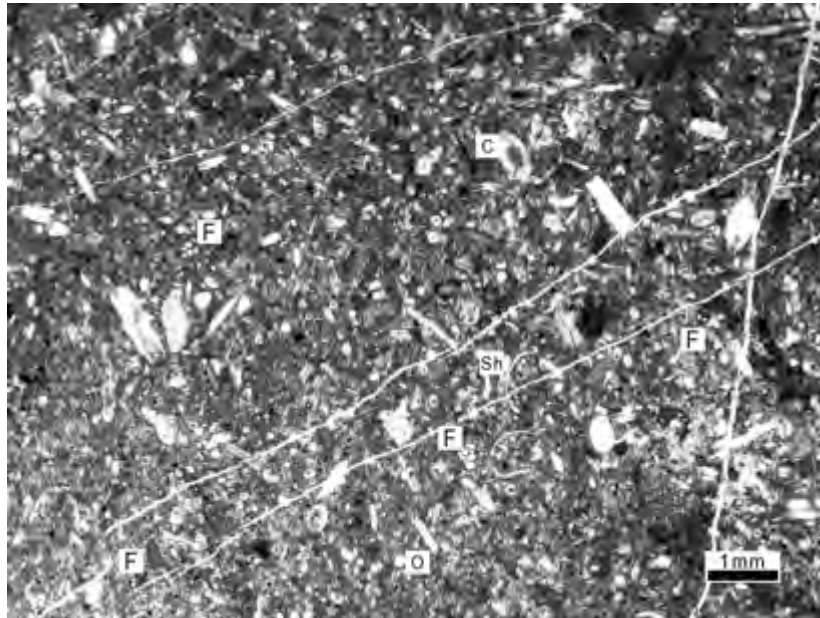
**ตัวอย่าง KM25-1** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 25% และเมทริกซ์ประมาณ 75% เม็ดตะกอนที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย ออสตราคอด เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนเนต ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Plectogyra*, *Endothyranopsis*, *Bradyina*, *Criboospira*, *Saccamminopsis*, *Brunsiella*, *Eostaffella* และ *Endothyra* (รูป 2.43)



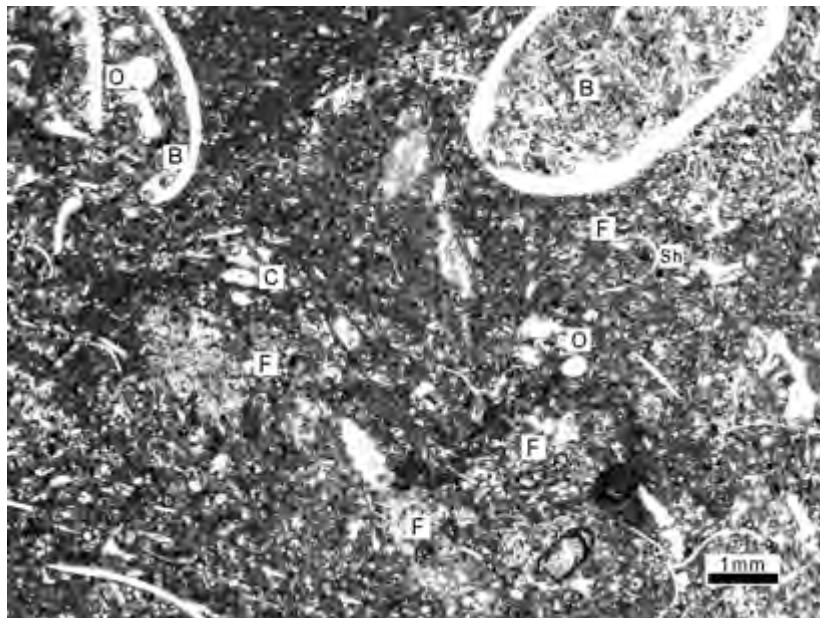
รูป 2.43 หินแควสโตนตัวอย่าง KM25-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย เนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์

**ตัวอย่าง KM25-2** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% เม็ดตะกอนที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย ออสตราคอด เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด ไครนอยด์ และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนเนต เนื้อหินมีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่าง KM25-1 ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Endothyranella*, *Cribostrumum* และ *Plectogyra* (รูป 2.44)

**ตัวอย่าง KM25-3** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% เม็ดตะกอนที่พบ คือ หอยสองฝา ที่ถูกเติมโดยตะกอนเนื้อโคลนและเศษหินซีวภาพกายโครงสร้าง มีขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร พบฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย ออสตราคอด เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด ไครนอยด์ และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนเนต เนื้อหินมีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่าง KM25-1 ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Plectogyra*, *Endothyranella*, *Forschia* (รูป 2.45)



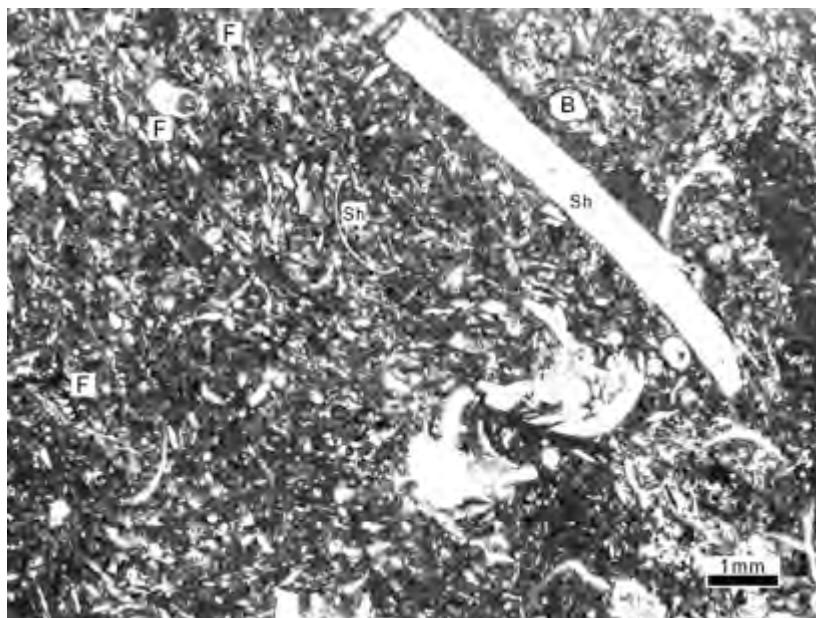
รูป 2.44 หินแวกสโตนตัวอย่าง KM25-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด ไครนอยด์ (C) และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์



รูป 2.45 หินแวกสโตนตัวอย่าง KM25-3 เม็ดตะกอนประกอบด้วย หอยสองฝา (B) ที่ถูกเติมโดยตะกอนเนื้อโคลนและเศษหินซีวภาพภายใต้โครงสร้าง พบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) ออสตราคอด (O) เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด ไครนอยด์ (C) และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์

**ตัวอย่าง KM25-4** ตัวอย่างเป็นหินแวกสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% เม็ดตะกอนที่พบ คือ หอยสองฝา ฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนเนต เนื้อหินมีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่าง KM25-1 (รูป 2.46)





รูปที่ 2.46 หินแควสโตนตัวอย่าง KM25-4 เม็ดตะกอนประกอบด้วย หอยสองฝา (B) ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์

#### จุดศึกษา KM26

**ตัวอย่าง KM26-1** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนน้อยกว่า 10% และเมทริกซ์มากกว่า 90% เม็ดตะกอนที่พบ คือ เศษหินซีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบว่ามีการแทนที่ด้วยโดโลไมต์เกิดขึ้นบางส่วน พบรอยแตกค่อนข้างมากและมีการตกผลึกของสายแร่แคลไซต์ตามรอยแตก และช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน (รูป 2.47)

**ตัวอย่าง KM26-2** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% และเมทริกซ์ประมาณ 15% โดยเม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วย ฟอแรมินิเฟอรา เศษไครนอยด์ เศษเปลือกหอย เศษหินซีวภาพ และเพลลอย พบแคลไซต์เมทริกซ์ตกสะสมระหว่างช่องว่างของเม็ดตะกอน และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต (รูป 2.48)

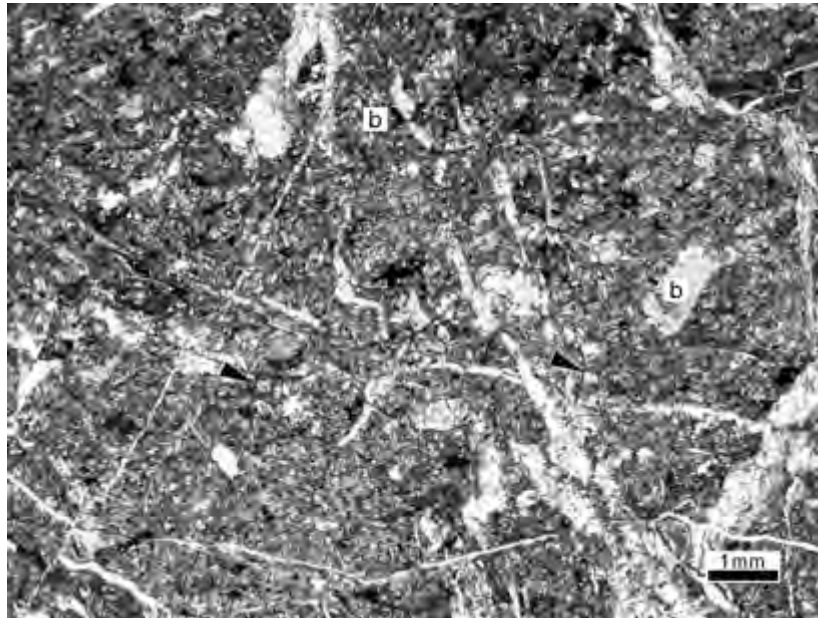
#### จุดศึกษา KM27

**ตัวอย่าง KM27** ตัวอย่างหินที่พบคือ หินทราย

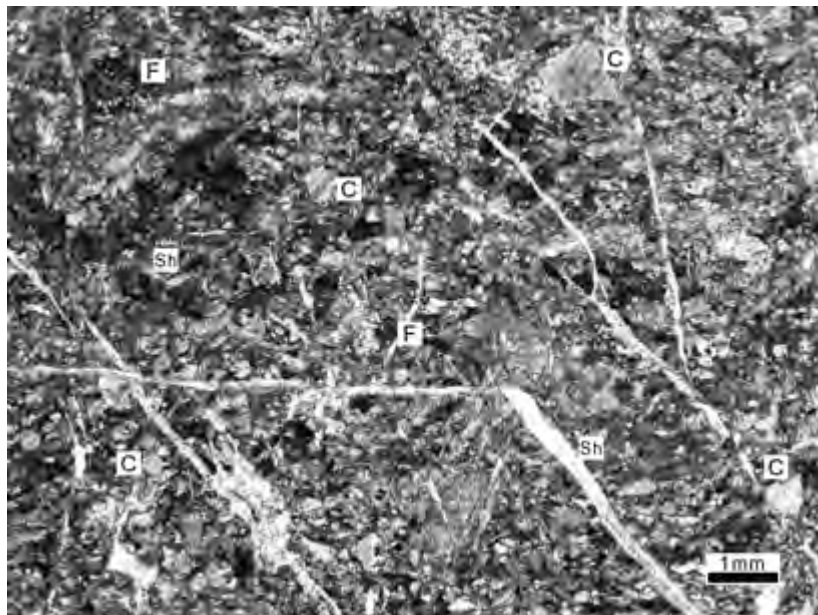
#### จุดศึกษา KM28

**ตัวอย่าง KM28** ตัวอย่างหินที่พบคือ หินควอตไซต์





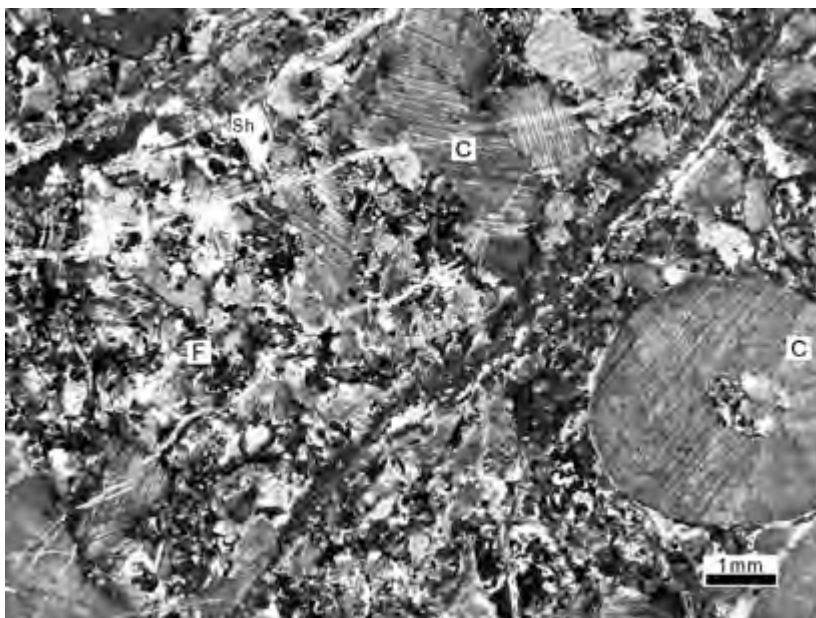
รูป 2.47 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM26-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษหินซีวภาพ (b) มีเนื้อพื้นเป็น แคลไซต์เมทริกซ์ พบผลึกโดโลไมต์จากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ แสดงผลึกสมบูรณรูปขนมเปียกปูน (ลูกศร สีดำ) พบรอยแตกค่อนข้างมากและมีการตกผลึกของสายแร่แคลไซต์ตามแนวรอยแตกและช่องว่างระหว่าง เม็ดตะกอน



รูป 2.48 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM26-2 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) เศษเปลือกหอย (Sh) เศษหินซีวภาพ และเฟลลอย พบแคลไซต์เมทริกซ์ตกสะสมระหว่างช่องว่างของเม็ด ตะกอน

### จุดศึกษา KM29

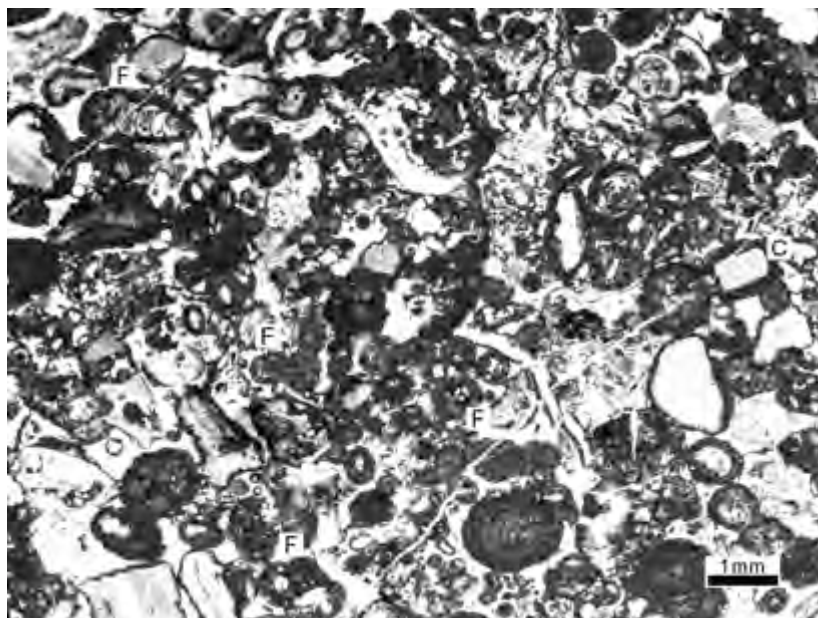
ตัวอย่าง KM29 ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% และเมตริกซ์ประมาณ 10% เม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ คือ เศษของไครนอยด์ (C) มีขนาดความกว้างลำตัวประมาณ 4 มิลลิเมตร ยังพบฟอแรมินิเฟอรา (F) และเปลือกหอยสะสมตัวด้วย (Sh) ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนพบการสะสมตัวของแคลไซต์เมตริกซ์ นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยแตกในเนื้อหิน (รูป 2.49) โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Plectogyra* และ *Endothyra*



รูป 2.49 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM29 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษของไครนอยด์ (C) เป็นส่วนใหญ่ พบฟอแรมินิเฟอรา (F) และเปลือกหอย (Sh) พบการสะสมตัวของแคลไซต์เมตริกซ์ใน ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนและแนวรอยแตกของเนื้อหิน เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์

### จุดศึกษา KM30

ตัวอย่าง KM30 ตัวอย่างเป็นหินแกรนสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% โดยไม่พบเมตริกซ์ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ เม็ดตะกอนที่พบแสดงการพอกแบบเม็ดไข่ปลา (ooids) โดยการพอกของสารละลายคาร์บอเนตล้อมรอบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) และเศษหินชีวภาพ ลักษณะการพอกเริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และถูกพอกซ้ำเป็นชั้นบางๆ นานๆ บางส่วนพบว่าเม็ดตะกอนมีการพอกของแคลไซต์เมตริกซ์เป็นชั้นบางๆ แสดงลักษณะคอร์ตอยด์ (cortoid) (รูป 2.50) ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอราสกุล *Pachyphloia*, *Eostaffella*, *Schubertella* และ *Endothyra*



รูป 2.50 หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM30 เม็ดตะกอนแสดงลักษณะการพอกแบบเม็ดไข่ปลาล้อมรอบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) และเศษหินซีวภาพ โดยพบการพอกที่แบบชั้นบางๆขนานกัน และการพอกที่เป็นรัศมีออกจากเม็ดตะกอน และยังพบการพอกด้วยแคลไซต์เมทริกซ์เป็นชั้นบางๆ รอบเม็ดตะกอนแบบคอร์ตอย เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์

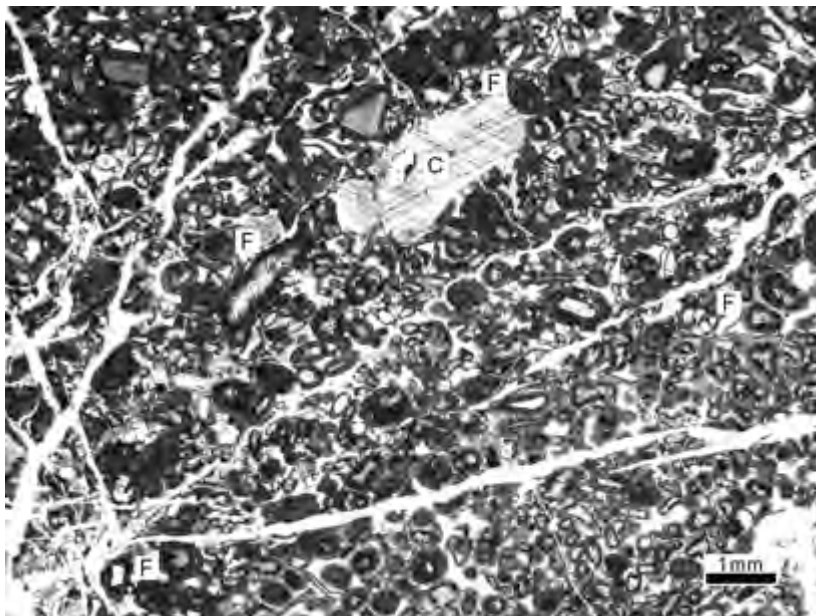
#### จุดศึกษา KM31

ตัวอย่าง KM31 ตัวอย่างเป็นหินแกรนสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% โดยไม่พบเมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ เม็ดตะกอนที่พบแสดงการพอกแบบเม็ดไข่ปลา (ooids) โดยการพอกของสารละลายคาร์บอนेटล้อมรอบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) และเศษหินซีวภาพ ลักษณะการพอกพบทั้งที่เป็นการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และการพอกเป็นชั้นบางๆขนานกัน พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร และสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่านเนื้อหิน (รูป 2.51) ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอราสกุล *Schubertella*, *Brevaxina* และ *Pachyoia*

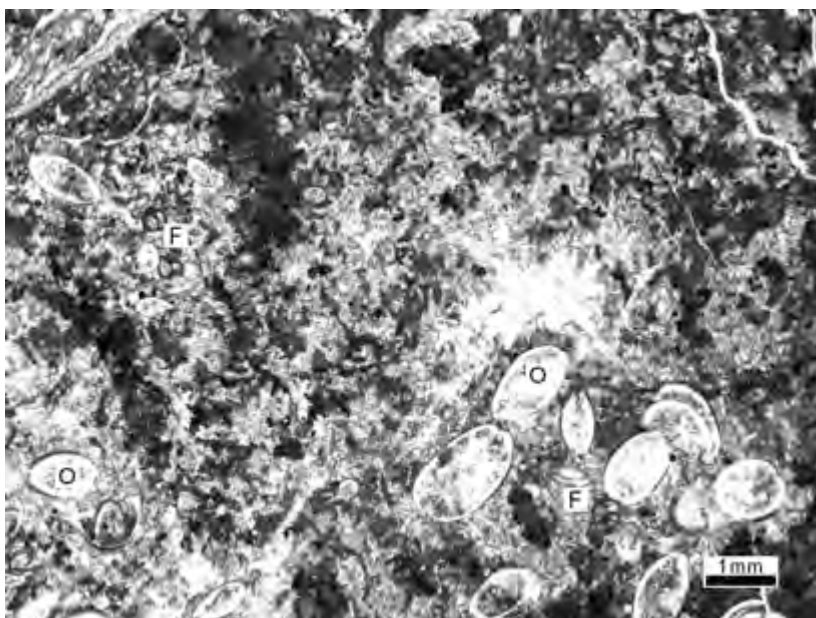
#### จุดศึกษา KM32

ตัวอย่าง KM32-1 ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 25% และเมทริกซ์ประมาณ 75% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วยออกสตราคอด (O) ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเพลลอยหินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ (รูป 2.52)



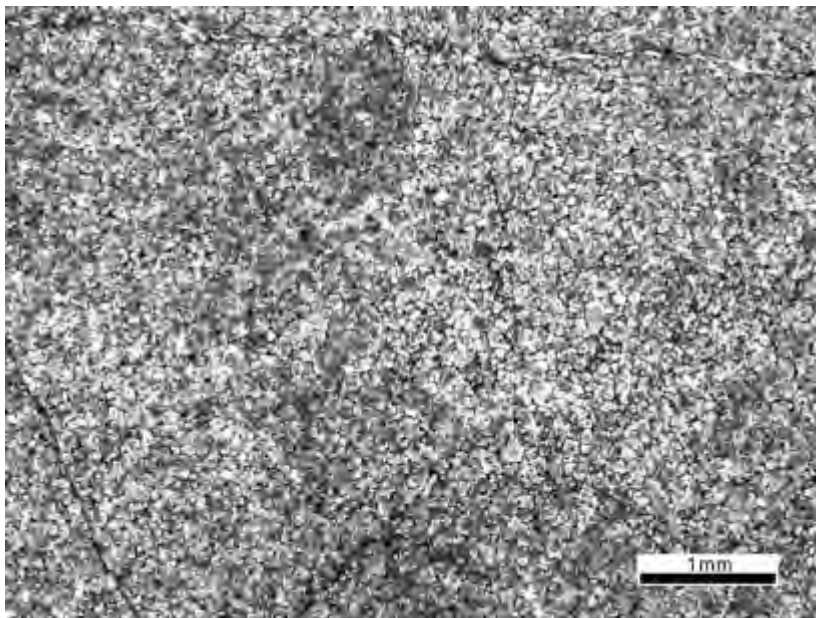


รูป 2.51 หินแกรนสโตนตัวอย่าง KM31 เม็ดตะกอนแสดงการพอกแบบเม็ดไข่ปลารอบฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษไครนอยด์ (C) และเศษหินซีวภาพ โดยพบการพอกที่แบบชั้นบางๆขนานกันและการพอกที่เป็นรัศมีออกจากเม็ดตะกอน เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ ขนาดประมาณ 0.3 มิลลิเมตรตัดผ่าน



รูป 2.52 หินแวคสโตนตัวอย่าง KM32-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ออสตราคอด (O) ฟอแรมินิเฟอรา (F) และเพลลอย ขนาดตะกอนประมาณ 0.2-1 มิลลิเมตร หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ และพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอน

**ตัวอย่าง KM32-2** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์ แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกิ่งสมบูรณ์ ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกโดโลไมต์ที่พบเกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ โดยส่วนกลางของผลึกจะขุ่นและบริเวณขอบจะใสชัดเจน ลักษณะขุ่นบริเวณส่วนกลางของผลึกเกิดเนื่องจากยังมีแร่แคลไซต์ที่ยังเหลือค้างปรากฏอยู่ หลังจากที่แร่โดโลไมต์แทนที่ไปไม่หมด (รูป 2.53)



รูป 2.53 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM32-2 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกิ่งสมบูรณ์ ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค โดยเป็นผลึกที่เกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วยโดโลไมต์

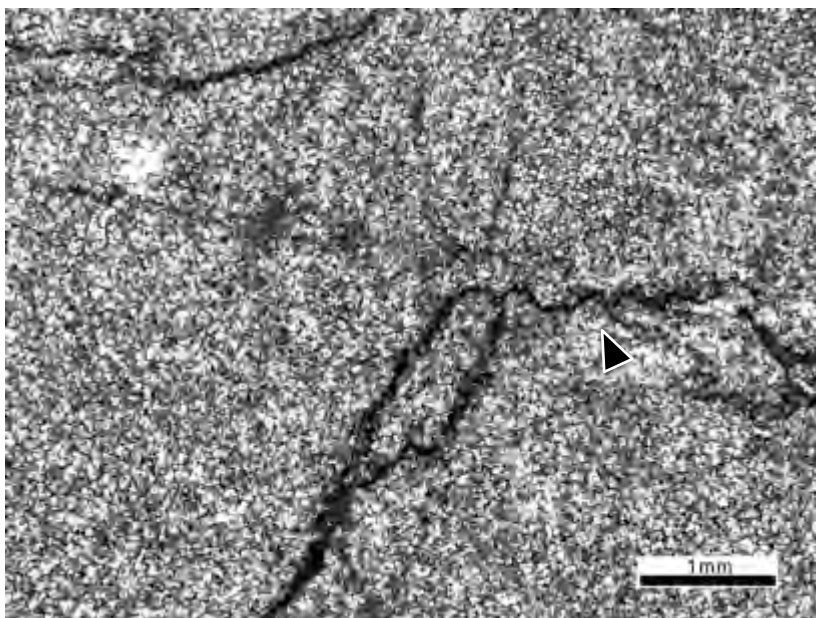
### จุดศึกษา KM33

**ตัวอย่าง KM33** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์ แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกิ่งสมบูรณ์ ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกโดโลไมต์ที่พบเกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ พบว่ามีการละลายของสารละลายคาร์บอเนตจากผลของความดันแสดงแนวพื่นในเนื้อหินปรากฏอยู่ด้วย (รูป 2.54)

### จุดศึกษา KM34

**ตัวอย่าง KM34-1** ตัวอย่างเป็นหินแควสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% เม็ดตะกอนที่พบ คือ ฟอแรมินิเฟอรา (F) ออสตราคอด (O) เศษหินซีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์ เมทริกซ์ และถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตร ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Endothyra* ดังแสดงในรูปที่ 2.55





รูป 2.54 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM33 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้า ผลึกสมบูรณและกิ่งสมบูรณ รูปขนมเปียกปูน ขอบผลึกเชื่อมต่อกันสนิท ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการ แทนที่ด้วยโดโลไมต์ พบแนวฟั่นในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ)



รูปที่ 2.55 หินแควสโตนตัวอย่าง KM34-1 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) ออสตราคอด (O) เศษหินชีวภาพขนาดละเอียด และเพลลอย หินมีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาด ประมาณ 0.8 มิลลิเมตรตัดผ่าน

**ตัวอย่าง KM34-2** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์เกือบทั้ง 100% และพบ แร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน โดยส่วนสีเข้มของเนื้อหินแสดงการเจริญเติบโตของ สิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรียซึ่งดักจับแคลไซต์เมทริกซ์มาพอกเป็นชั้น นอกจากนี้ยังพบแนวฟั่นในเนื้อหินซึ่ง เกิดจากการละลายของสารละลายคาร์บอนเนตจากผลของความดัน แสดงแนวเส้นสีดำขนานกัน (ลูกศร สีดำ) (รูป 2.56)



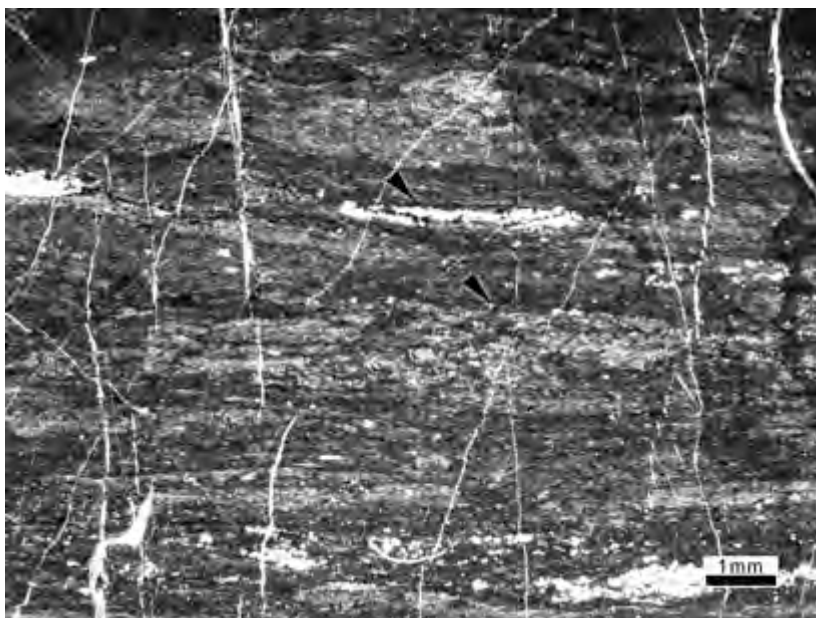


รูป 2.56 หินมัตสโตนตัวอย่าง KM34-2 เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์เกือบทั้ง 100% ส่วนสีเข้มของเนื้อหินแสดงการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย พบแนวฟันในเนื้อหินแสดงแนวเส้นสีดำขนานกัน (ลูกศรสีดำ) พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร

**จุดศึกษา KM35** ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง Northing: 1927949, Easting: 500145, Zone: 48

**ตัวอย่าง KM35-1** ตัวอย่างเป็นหินมัตสโตน ประกอบไปด้วยเมทริกซ์ประมาณ 95% พบเม็ดตะกอน คือ เศษเปลือกหอย เนื้อหินแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะ (deformation) โดยปรากฏแนวชั้นของตะกอนเนื้อโคลนสีเข้มสลับกับสีอ่อนเป็นชั้นบางๆ และพบแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่แยกชั้นกับตะกอนเนื้อโคลน นอกจากนี้ยังพบการละลายของสารละลายคาร์บอนเนตจากเนื้อหิน แสดงแนวฟันในเนื้อหินเป็นเส้นสีดำขนานกับแนวชั้นตะกอน (รูป 2.57)

**ตัวอย่าง KM35-2** ตัวอย่างเป็นหินมัตสโตน เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์ประมาณ 95% พบเม็ดตะกอนพวกเพลลอยขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ประมาณ 5% พบแนวฟันในเนื้อหินและสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน (รูป 2.58)



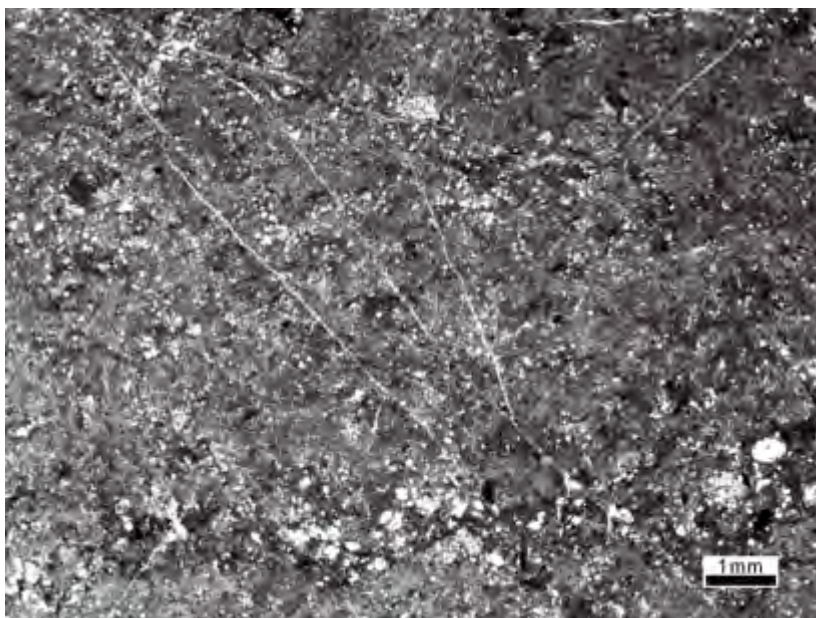
รูป 2.57 หินมัตสโตนที่ถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะ ตัวอย่าง KM35-1 ปรากฏแนวชั้นสีเข้มสลับกับสีอ่อน และพบการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ พบแนวพินในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) เป็นแนวขนานกัน พบเม็ดตะกอนเป็นเศษเปลือกหอยวางตัวขนานกับชั้นหิน และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน



รูป 2.58 หินมัตสโตนตัวอย่าง KM35-2 เนื้อหินประกอบด้วยเมทริกซ์ประมาณ 95% เม็ดตะกอนที่พบคือ เพลลลอยพบแนวพินในเนื้อหิน (ลูกศรสีดำ) และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.4 มิลลิเมตรตัดผ่าน

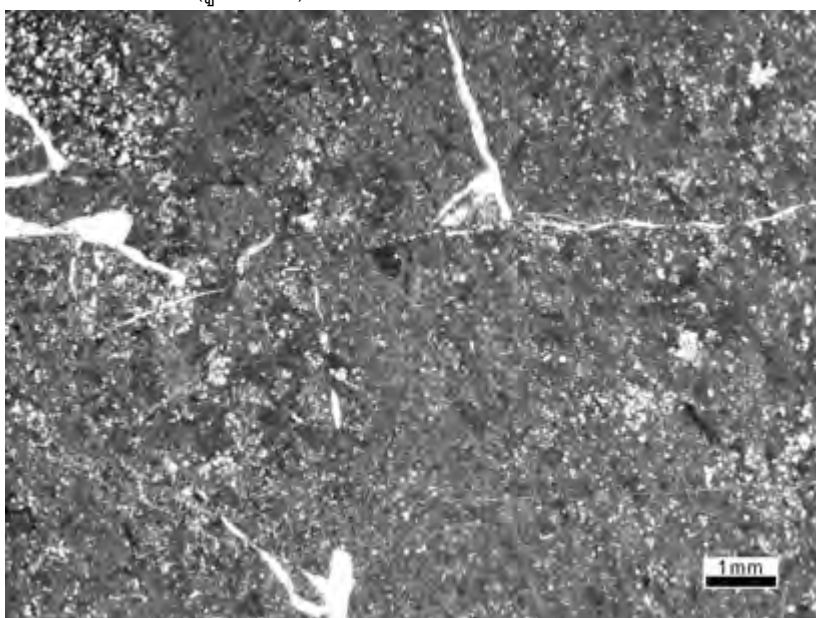
### จุดศึกษา KM36

ตัวอย่าง KM36-1 ตัวอย่างเป็นหินมัตสโตน ประกอบไปด้วยเมทริกซ์ประมาณ 98% และพบผลึกแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ในช่องว่างระหว่างแคลไซต์เมทริกซ์ พบการละลายของสารละลายคาร์บอเนต แสดงแนวพินในเนื้อหิน และสายแร่แคลไซต์ (รูป 2.59)



รูป 2.59 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM36-1 ประกอบไปด้วยเมทริกซ์ประมาณ 98% พบเศษหินซีวภาพตกสะสมในแนวที่เกิดแนวพื้นในเนื้อหิน (ทางด้านล่างของรูป) และพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน

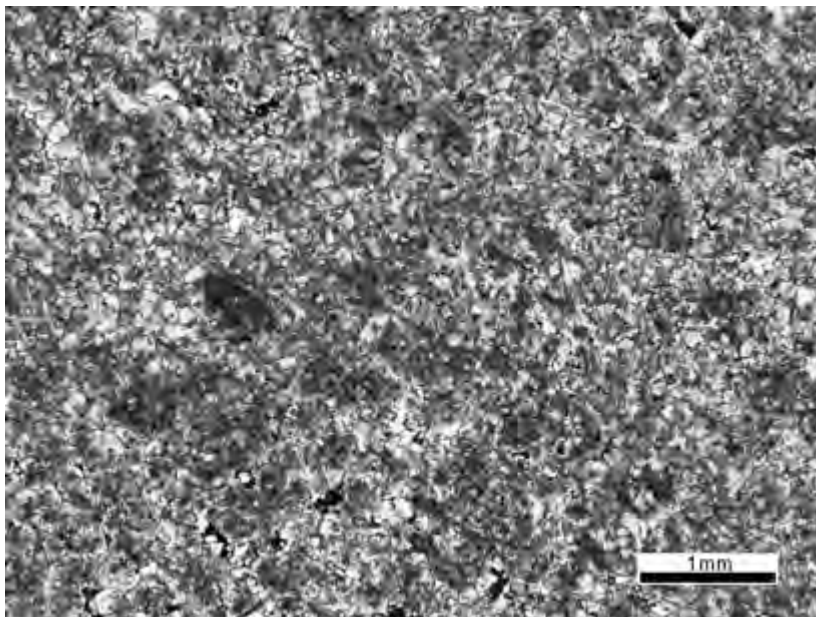
**ตัวอย่าง KM36-2** ตัวอย่างเป็นหินมัดสโตน ประกอบไปด้วยเมทริกซ์ประมาณ 98% และผลึกแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ในช่องว่างระหว่างแคลไซต์เมทริกซ์ โดยไม่พบการสะสมตัวของซากดึกดำบรรพ์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กตัดผ่าน (รูป 2.60)



รูป 2.60 หินมัดสโตนตัวอย่าง KM36-2 ประกอบด้วยแคลไซต์เมทริกซ์ประมาณ 98% พบแร่แคลไซต์ที่ตกผลึกใหม่ในช่องว่างระหว่างตะกอน พบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน



**ตัวอย่าง KM36-3** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยผลึกเหล่านี้เกิดจากการแทนที่ด้วย โดโลไมต์จากเนื้อหินเดิม คือ “มัดสโตน” จะเห็นว่าเนื้อหินยังคงแสดงลักษณะเนื้อแคลไซต์เมทริกซ์ล้อมรอบผลึกโดโลไมต์อยู่ (รูป 2.61)



รูป 2.61 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM36-3 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ผลึกมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ในเนื้อหินเดิม คือหินมัดสโตน โดยยังมีบางส่วนของเนื้อหินที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์

#### จุดศึกษา KM37

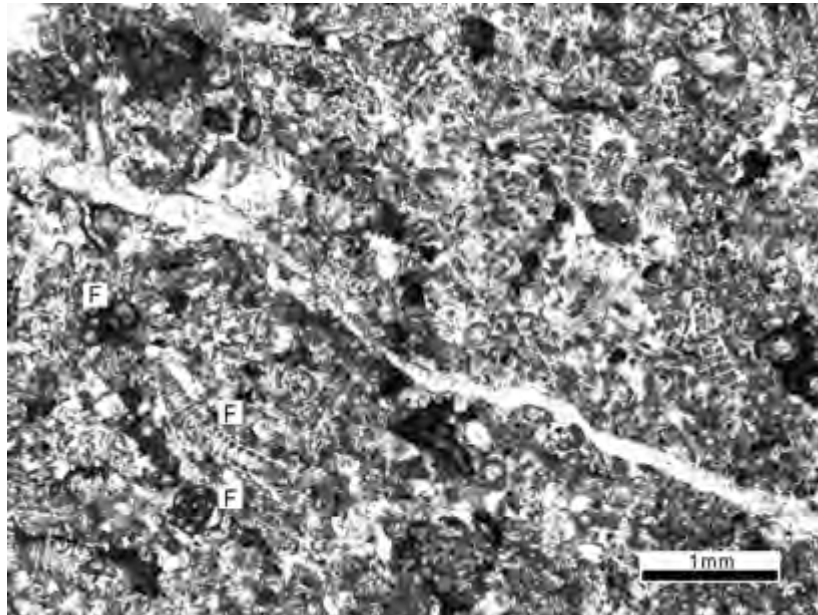
**ตัวอย่าง KM36-1** ตัวอย่างหินที่พบคือ หินทรายแป้ง

#### จุดศึกษา KM38

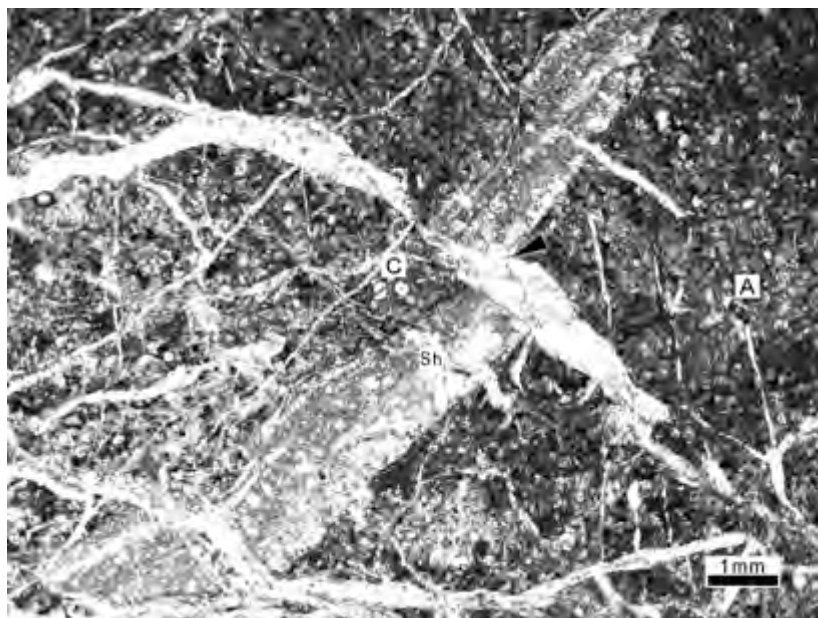
**ตัวอย่าง KM38** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 75% และเมทริกซ์ประมาณ 25% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา เฟลลอยและเศษหินชีวภาพ ช่องว่างระหว่างตะกอนพบการสะสมตัวของแคลไซต์เมทริกซ์ ถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตรตัดผ่าน (รูป 2.62)

จุดศึกษา KM39 ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง Northing: 2009877, Easting: 446986, Zone: 48

**ตัวอย่าง KM39** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 70% และเมทริกซ์ประมาณ 30% เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย เศษเปลือกหอย เศษไครนอยด์ สาหร่าย (algal cysts) เศษหินชีวภาพ และเฟลลอย เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ ช่องว่างระหว่างตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอเนต และพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านหลายแนว โดยพบแนวการเชื่อมที่มีสายแร่แคลไซต์ตกผลึก (รูป 2.63)



รูป 2.62 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM38 ประกอบด้วยเม็ดตะกอน คือ ฟอแรมินิเฟอรา (F) เฟลลลอย และเศษหินซีวภาพ มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ตัดผ่าน

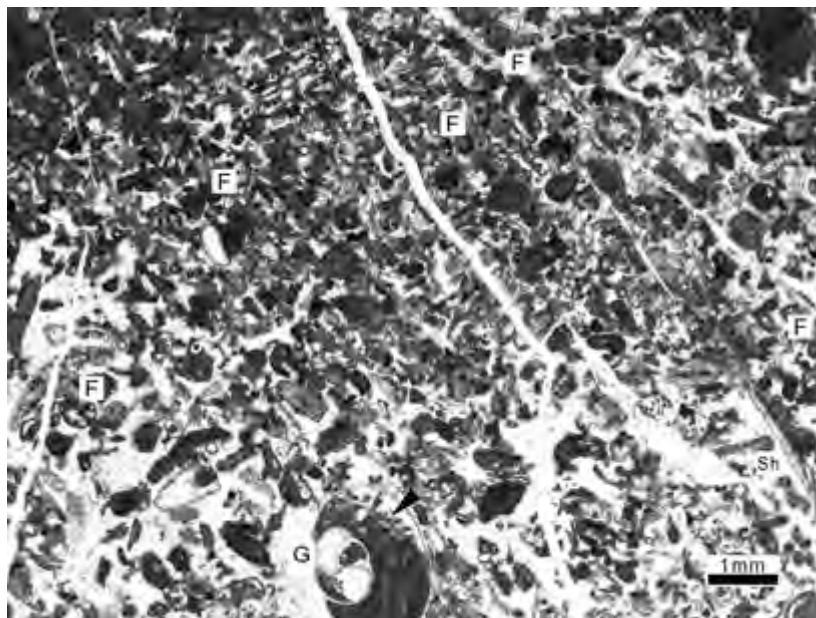


รูป 2.63 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM39 เม็ดตะกอนประกอบด้วย เศษเปลือกหอย (Sh) เศษไครนอยด์ (C) สาหร่าย (A) เศษหินซีวภาพ และเฟลลลอย เนื้อพื้นของหินคือแคลไซต์เมทริกซ์ เม็ดตะกอนถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนेट พบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่านหลายแนว และพบแนวการเจียนตัดผ่านเศษเปลือกหอยโดยมีการตกผลึกของสายแร่แคลไซต์ตามแนวดังกล่าว (ลูกศรสีดำ)



### จุดศึกษา KM40

**ตัวอย่าง KM40** ตัวอย่างเป็นหินแพคสโตน ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 75% เมทริกซ์ประมาณ 10% และถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ เม็ดตะกอนที่พบประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย เฟลลอย และเศษหินซีวภาพ พบหอยฝาเดียว แสดงลักษณะ geopetal โดยพบตะกอนขนาดละเอียด เฟลลอย และเศษหินซีวภาพสะสมอยู่ภายในโครงสร้างของหอยฝาเดียวแสดงแนวการตกสะสมที่ขนานกับพื้นโลกก่อนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ (รูป 2.64) ฟอแรมินิเฟอราที่พบ คือ *Brunsiella* และ *Geinitzina*



รูป 2.64 หินแพคสโตนตัวอย่าง KM40 เม็ดตะกอนประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา (F) เศษเปลือกหอย (Sh) เฟลลอย และเศษหินซีวภาพ พบหอยฝาเดียว (G) แสดงลักษณะ geopetal (ลูกศรสีดำ) เม็ดตะกอน ถูกเชื่อมประสานด้วยสารละลายคาร์บอนเนต

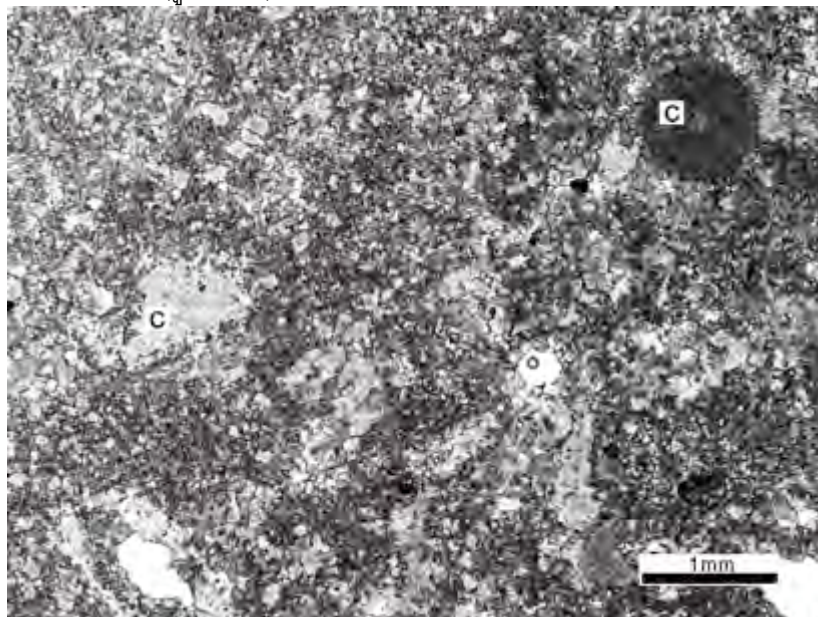
### จุดศึกษา KM41

**ตัวอย่าง KM41** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์หน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ประมาณ 75% ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร และเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ผลึกโดโลไมต์ที่พบเกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ซึ่งเป็นการแทนที่ที่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากยังพบเนื้อหินเดิม คือ “มัดสโตน” แสดงลักษณะแคลไซต์เมทริกซ์ประมาณ 25% ปรากฏอยู่ล้อมรอบผลึกโดโลไมต์ นอกจากนี้ยังพบเศษไครนอยด์ที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์ (รูป 2.65)

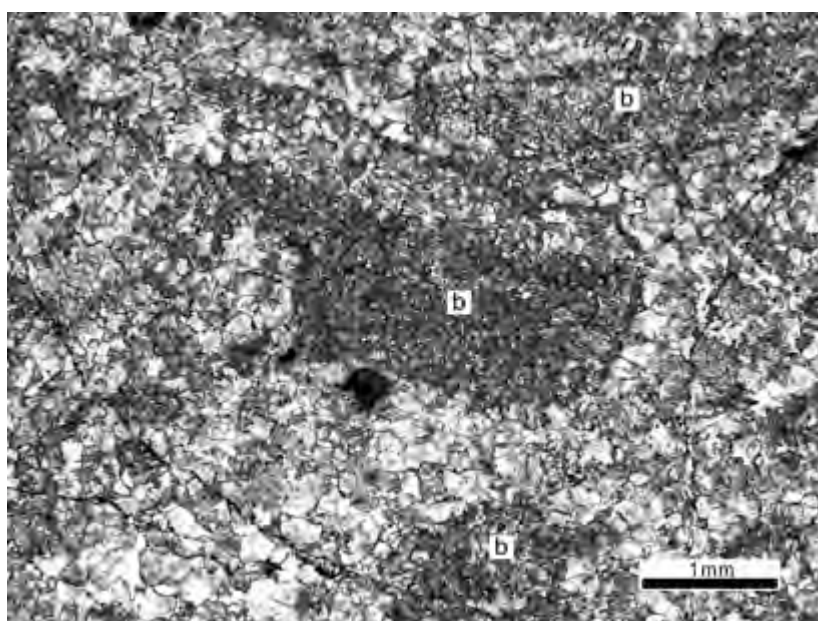
### จุดศึกษา KM42

**ตัวอย่าง KM42** ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์ และกึ่งสมบูรณ์ ผลึกที่พบมีขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร พบว่าผลึกบางส่วนมีการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ทั้งผลึก แสดงลักษณะผลึกใส และบางส่วนยังคงแสดงลักษณะขุนบริเวณส่วนกลางแสดงลักษณะของแร่แคลไซต์ที่ยังไม่ถูกแทนที่ โดยลักษณะดังกล่าวเกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ในเนื้อหินเดิม ซึ่งคาด

ว่าน่าจะเป็น แวกสโตน เนื่องจากพบร่องรอยของ เม็ดตะกอน คือ เศษหินซีวภาพ และแคลไซต์เมทริกซ์ ที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์ (รูป 2.66)



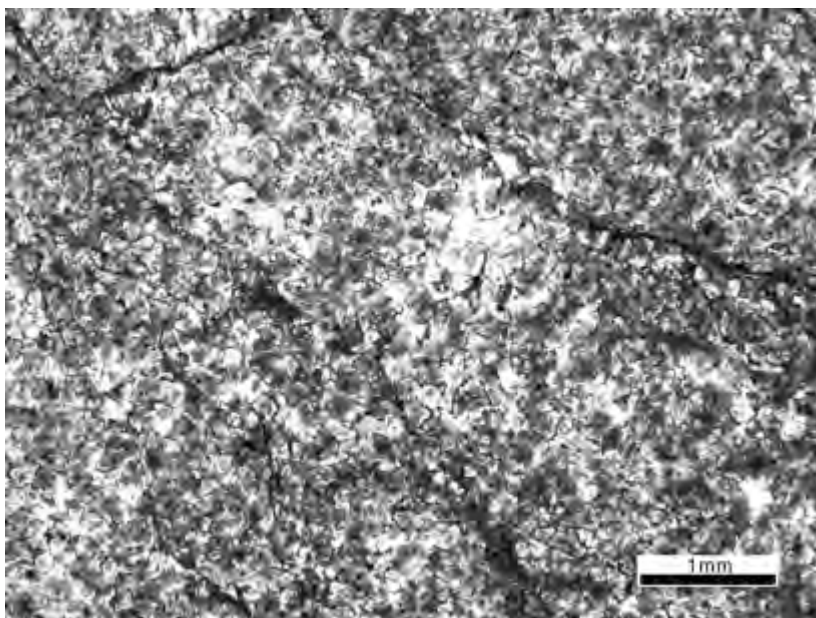
รูป 2.65 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM41 พบผลึกโดโลไมต์หน้าผลึก กึ่งสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยเป็นผลึกโดโลไมต์เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ และพบแคลไซต์เมทริกซ์ และเศษโครนอยด์ (C) ที่ยังไม่ถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์



รูป 2.66 หินโดโลสโตนตัวอย่าง KM42 พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึกสมบูรณ์และกึ่งสมบูรณ์ ขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร ขอบผลึกเชื่อมต่อกันแบบโมเสค โดยเป็นผลึกเกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์จากเนื้อหินเดิมคือ แวกสโตน เนื่องจากพบร่องรอยของเม็ดตะกอน คือ เศษหินซีวภาพ (b) และแคลไซต์เมทริกซ์ที่ยังไม่ถูกแทนที่

### จุดศึกษา KM43

ตัวอย่าง KM43 ตัวอย่างเป็นหินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้าผลึก สมบูรณ์ รูปร่างเหลี่ยมขนมเปียกปูน และหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์ ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากกระบวนการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ส่วนกลางของผลึกยังคงแสดงลักษณะของแร่แคลไซต์จากเนื้อหินเดิม คือ มัดสโตน ที่ถูกแทนที่ไม่หมด โดยบริเวณขอบผลึกและช่องว่างระหว่างผลึกยังพบแคลไซต์เมทริกซ์สะสมอยู่ (รูป 2.67)



รูป 2.67 ตัวอย่าง KM43 หินโดโลสโตน พบผลึกโดโลไมต์แสดงหน้า ผลึกสมบูรณ์รูปร่างเหลี่ยมขนมเปียกปูน และหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์ ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นผลึกที่เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์





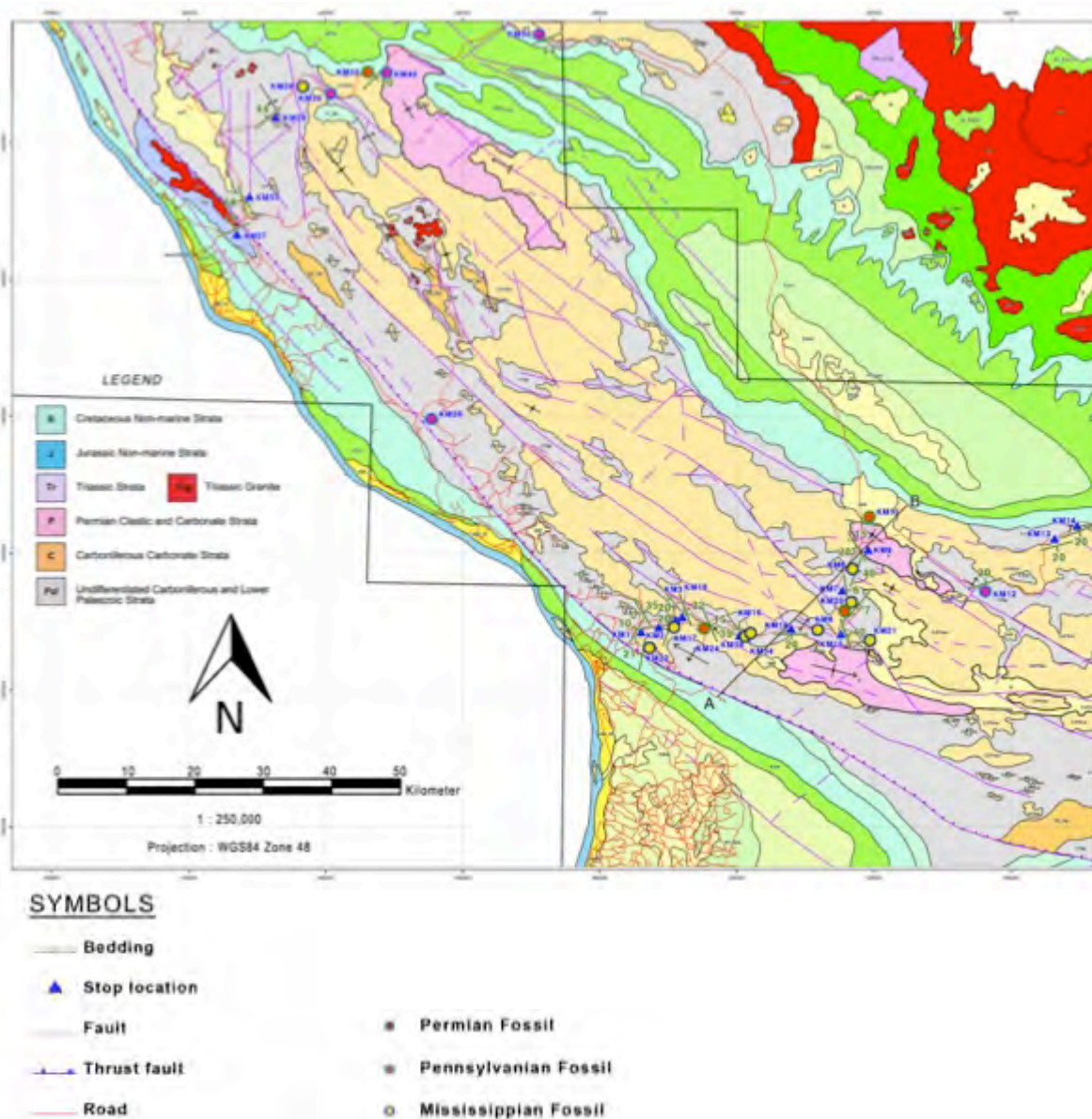
ตาราง 2.2 การลำดับอายุทางชีวภาพของฟอสซิลในตัวอย่างหินคาร์บอนเนต

Period	Carboniferous						Permian				
Subperiod	Mississippian			Pennsylvanian			Permian				
Epoch	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	Early				
Age	Tournasian	Visean	Serpukhovian	Bashkirian	Moscovian	Kasimovian	Gzhelian	Asselian	Sakmarian	Yakhtashian	Bolorian
<i>Archaediscus</i>		—————	—————	—————	—————						
<i>Bradyina</i>		- - - - -	—————	—————	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
<i>Brevaxina</i>								—————	—————	—————	—————
<i>Brunsiella</i>		—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
<i>Climacammina</i>		—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	- - - - -	
<i>Criboospira</i>		—————	—————								
<i>Diplosphaerina</i>	—————										
<i>Elenella</i>	—————										
<i>Endothyra</i>	—————	—————	—————	- - - - -	- - - - -						
<i>Endothyranella</i>					—————	—————	—————	- - - - -	- - - - -		
<i>Endothyranopsis</i>		—————									
<i>Eoforschia</i>		—————	—————								
<i>Eostafella</i>			—————	—————							
<i>Forschia</i>	—————	—————	- - - - -								
<i>Geinitzina</i>	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	—————	—————	—————	—————
<i>Globivalvulina</i>			—————	—————							
<i>Glomospiral</i>			- - - - -	—————							
<i>Howchinia</i>		—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	- - - - -
<i>Mediocris</i>			—————								
<i>Millerella</i>				—————							
<i>Mstinia</i>	- - - - -	—————	—————								
<i>Pachyphloia</i>									—————	—————	—————
<i>Plectogyra</i>	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
<i>Priscella</i>		—————	—————								
<i>Schubertella</i>					- - - - -	- - - - -	- - - - -	—————	—————	—————	—————
<i>Saccamminopsis</i>	—————										
<i>Tuberitina</i>	- - - - -	- - - - -	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
<i>Viseidiscus</i>		—————	—————								
ตัวอย่าง	KM6-1, KM6-2, KM6-3, KM8, KM16-1, KM16-2, KM16-4, KM17, KM21-3, KM22, KM25-1, KM25-3, KM29, KM34-1			KM11-1, KM24-3, KM25-2, KM32-1			KM12, KM26-2, KM30, KM31, KM40				

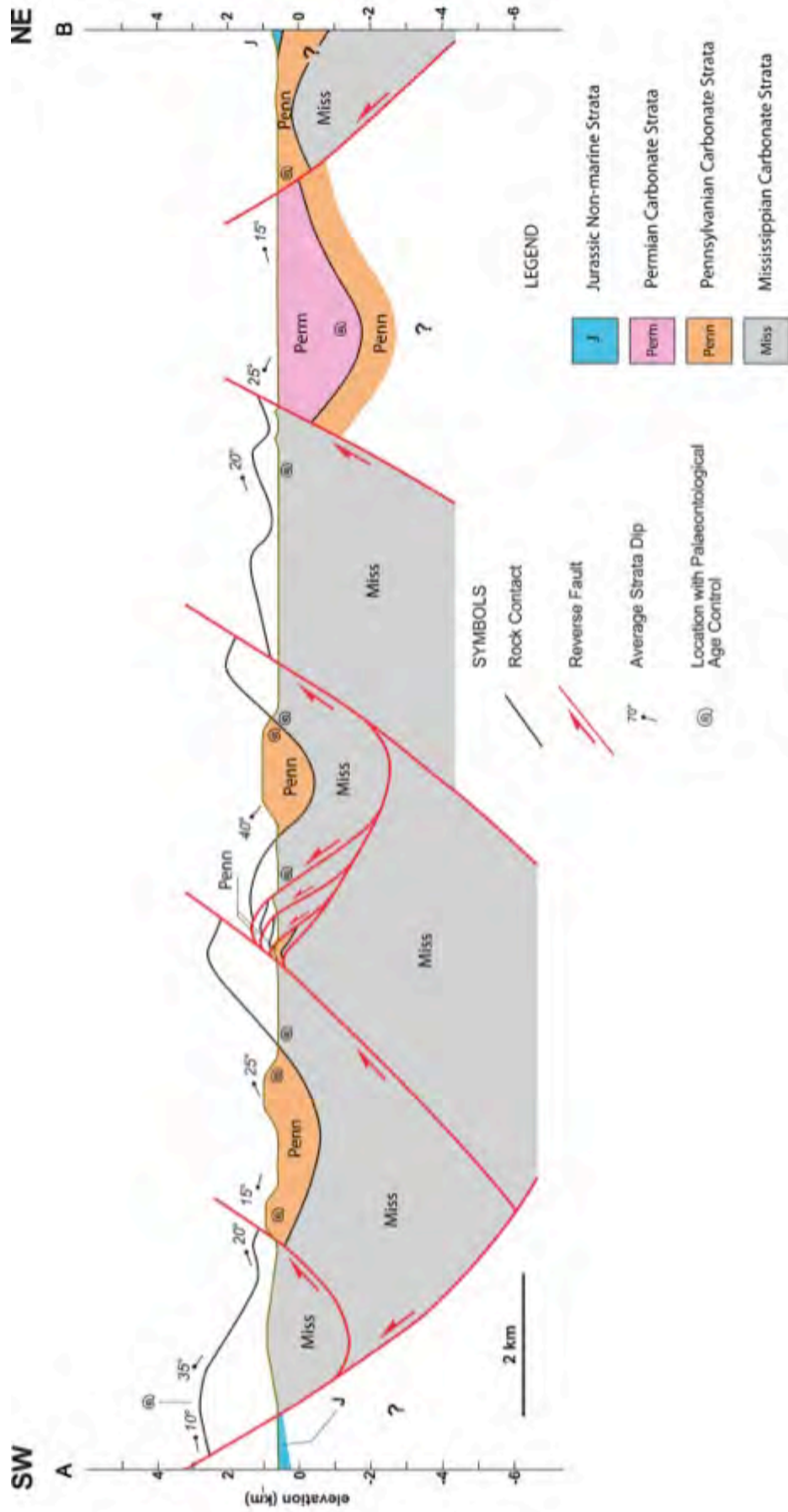
จากการศึกษาข้อมูลซากดึกดำบรรพ์ซึ่งเป็นดัชนีในการบ่งบอกอายุ จำพวกฟอสเฟอไรต์และการกระจายตัวในตัวของฟอสเฟอไรต์ในพื้นที่ศึกษา พบว่ามี การกระจายตัวของฟอสเฟอไรต์ที่อยู่ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัสจนถึงเพอร์เมียนตอนต้น สามารถจำแนกซากดึกดำบรรพ์ออกเป็น 3 ช่วงอายุ คือ อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Mississippian) อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลาย (Pennsylvanian) และอายุเพอร์เมียนตอนต้น ดังแสดงในตารางที่ 2.2

### 2.3 ลักษณะธรณีโครงสร้างของพื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาลักษณะทางธรณีโครงสร้างในพื้นที่ศึกษาจากข้อมูลการวางตัวของชั้นหิน และข้อมูลอายุของซากดึกดำบรรพ์ โดยในภาพที่ 2.69 แสดงข้อมูลอายุที่ได้จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ และข้อมูลการวางตัวของชั้นหินในแต่ละจุดศึกษา จากนั้นทำการตัดขวางพื้นที่ทางทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 2.70



รูป 2.68 ข้อมูลการวางตัวของชั้นหินและอายุของชั้นหินจากการศึกษาฟอสเฟอไรต์



รูป 2.70 ภาพตัดขวางของพื้นที่ศึกษาในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ (ตัดแปลงจาก Chantraprasert, pers. comm.)

### บทที่ 3

## สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้การจำแนกของDunham (1962) และทำการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ในตัวอย่างหิน โดยทำการศึกษาชนิดของฟอแรมินิเฟอรา และจำแนกฟอแรมินิเฟอรา ที่พบในระดับสกุล จากข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาที่ได้ นำมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของหินคาร์บอนเนต และทำการจัดลำดับชั้นหินตามอายุของฟอแรมินิเฟอราที่พบ และศึกษาลักษณะธรณี โครงสร้างของพื้นที่

จากการศึกษาลักษณะทางตะกอนวิทยา และสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนต สามารถแบ่งลักษณะหินออกเป็น 5 ประเภท คือ มัตสโตน แวคสโตน แพคสโตน เกรนสโตน และโดโลสโตน โดยเม็ดตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็นเศษหินชีวภาพจากซากสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ประกอบด้วย ฟอแรมินิเฟอรา ไครนอยด์ เศษเปลือกหอยสองฝา เศษหอยฝาเดียว บราคิโอพอด ออสตราคอด และสาหร่าย โดยพบว่าบางส่วนของเม็ดตะกอนถูกพอกด้วยสารละลายคาร์บอนเนต นอกจากนี้ยังพบเม็ดตะกอนจำพวกเพลลอย อินทรศาสตร์ที่มีเนื้อเดียวของมัตสโตนและเนื้อผสมของเศษหินชีวภาพ โดยตัวอย่างที่พบยังแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะ (deformation) การตกใหม่ของกลุ่มแร่แคลไซต์ (recrystallization) และการแทนที่ด้วยแร่โดโลไมต์ (dolomitization)

จากการศึกษาลักษณะและชนิดของฟอแรมินิเฟอราที่พบในตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 31 สกุล คือ *Archaediscus*, *Bradyina*, *Brevaxina*, *Brunsia*, *Brunsiella*, *Climacammina*, *Cribrospira*, *Cribrostomum*, *Diplosphaerina*, *Elenella*, *Endothyra*, *Endothyranella*, *Endothyranopsis*, *Eoforschia*, *Eostafella*, *Forschia*, *Geinitzina*, *Globivalvulina*, *Glomospiral*, *Howchinia*, *Mediocris*, *Millerella*, *Mstina*, *Pachyphloia*, *Plectogyra*, *Priscella*, *Pseudoschwagerina*, *Schubertella*, *Saccaminopsis*, *Tuberitina* และ *Viseidiscus* จากชนิดของฟอแรมินิเฟอราที่พบ พบว่ามีซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นดัชนีสำคัญในการบอกอายุหินคาร์บอนเนต 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Mississippian) ช่วงคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลาย (Pennsylvanian) และช่วงเพอร์เมียนตอนต้น (ตาราง 3.1)

จากข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนต และชนิดของฟอแรมินิเฟอราที่พบบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพน้อย และเนื่องจากลักษณะเนื้อหินที่มีความหลากหลาย จึงคาดว่าสภาพแวดล้อมในการสะสมตัวของตะกอนมีความหลากหลายเช่นเดียวกัน ก่อนถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะภายหลัง แสดงแนวรอยแตกขนาดเล็กจำนวนมากในบางตัวอย่างหินและการแทนที่ของแร่โดโลไมต์ แนวพื้นในชั้นหิน และการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์



ตารางที่ 3.1 การลำดับอายุตามชีวภาพของซากดึกดำบรรพ์ในพื้นที่ศึกษา

<i>Eon</i>	<i>Era</i>	<i>Period</i>	<i>Epoch</i>	<i>Age</i>	<i>Fossil</i>	
Phanerozoic	Paleozoic	Permian	Early	Bolorian		
				Yakhtashian	<i>Schubertella</i>	
				Sakmarian		
				Asselian		
		Carboniferous	Pennsylvanian	Late	Gzhelian	<i>Schubertella</i>
					Kasimovian	
				Middle	Moscovian	
				Early	Bashkirian	<i>Millerella</i>
			Mississippian	Late	Serpukhovian	<i>Endothyranopsis, Eostafella, Mediocris</i>
					Visean	<i>Eostafella</i>
				Middle		<i>Endothyranopsis</i>
				Early	Tournasian	

## เอกสารอ้างอิง

- Ban Van Tien, 2000. Report geology and minerals of mid-central Laos region scale 1:200,000. Department of Geology and Mines, Lao People's Democratic Republic, 300 p.
- Boudagher M.K., 2008. Evolution and Geological Significance of Larger Benthic. Netherlands: Elsevier, 518 p.
- Cu Tien Phan, 2000. The Permian of Vietnam, Laos and Cambodia and its interregional correlation. In Yin, H., Dickins, G.R. and Tong, J.(eds). Permian-Triassic Evolution of Tethys and Western Circum-Pacific: Vietnam, Geology and Mineral Resources. 99-109.
- Fitter, L.S. and Poche, D.J., 2001. Ancient Environments and the Interpretation of Geologic History, 3<sup>rd</sup> edition., New Jersey: Prentice Hall, 567 p.
- Flugel, E., 2010. Microfacies of Carbonate rock – analysis, Interpretation and Application, 2<sup>nd</sup> edition. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 984 p.
- Fontaine, H., 2002. Permian of Southeast Asia: an overview. Journal of Asian Earth Sciences, 20, 567-588.
- Keomanivong, S., 2010. Summary Tectonic, Geology and Structure of Lao PDR, in Panchareon, P., Srisuk, N., Raviwan, S. and Nuchanong, T.(eds). Proceeding of Thai-Lao Technical Conference on Geology Mineral Resources: Bangkok, 7-8 September 2010, Department of Mineral Resources. 101-107.
- Lepvrier, C., 2008. Indosinian tectonics in Vietnam. Geoscience, 340, 94–111.

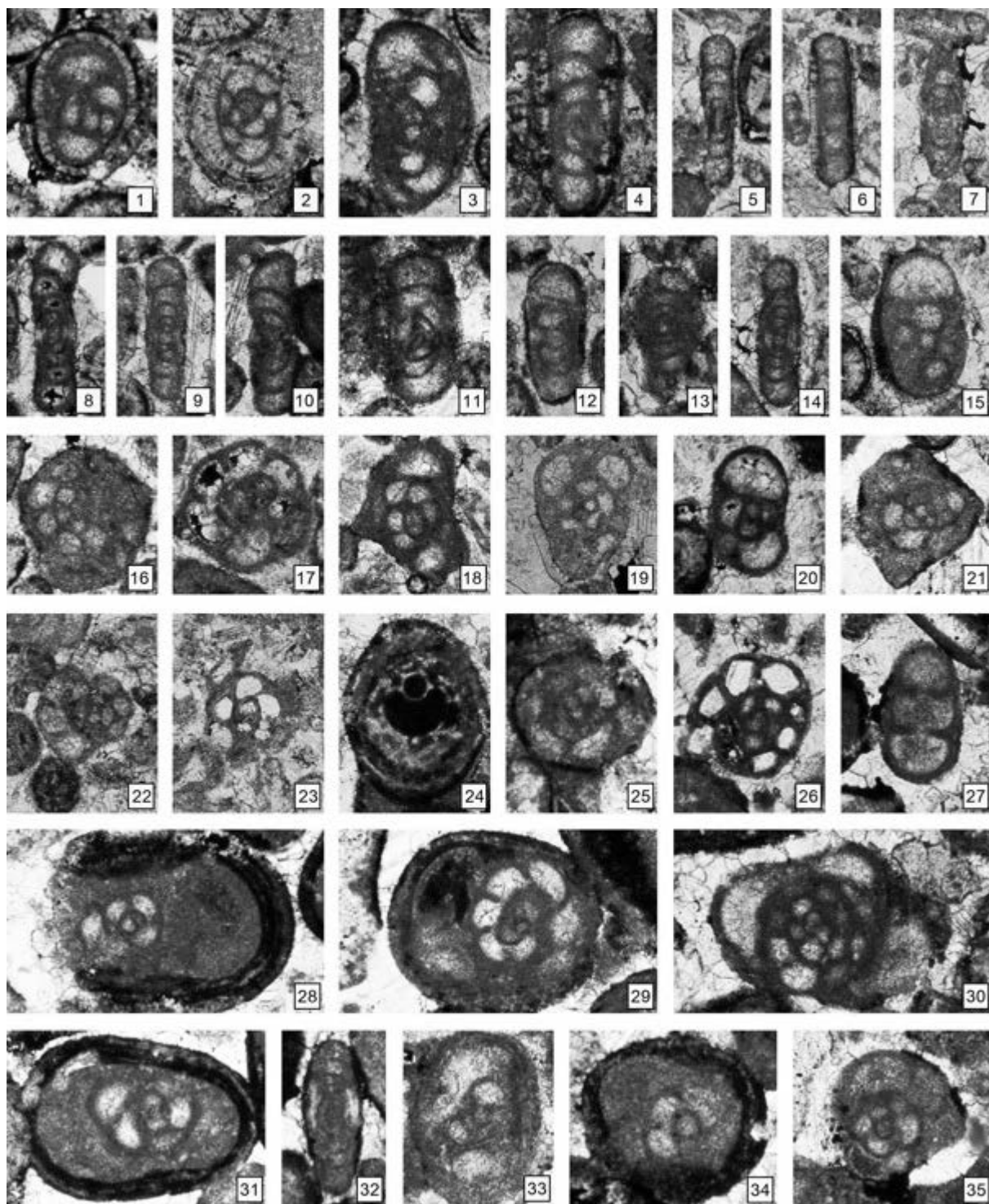
ภาคผนวก

## คำอธิบายแผ่นภาพที่ 1

รูปที่ 1	<i>Millerella</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-1
รูปที่ 2	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-1
รูปที่ 3	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-1
รูปที่ 4	<i>Eoforschia</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-1
รูปที่ 5	<i>Mediocris</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 6	<i>Mediocris</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 7	<i>Viseidiscus</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 8	<i>Viseidiscus</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 9	<i>Viseidiscus</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 10	<i>Eoforschia</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 11	<i>Eoforschia</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 12	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 13	<i>Archaediscus</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 14	<i>Viseidiscus</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 15	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 16	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 17	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 18	<i>Millerella</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 19	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 20	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 21	<i>Mediocris</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 22	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 23	<i>Mstinia</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-2
รูปที่ 24	<i>Diplosphaerina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 25	<i>Millerella</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 26	<i>Millerella</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 27	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 28	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 29	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 30	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 31	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 32	<i>Viseidiscus</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 33	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 34	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 35	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3



## แผ่นภาพที่ 1

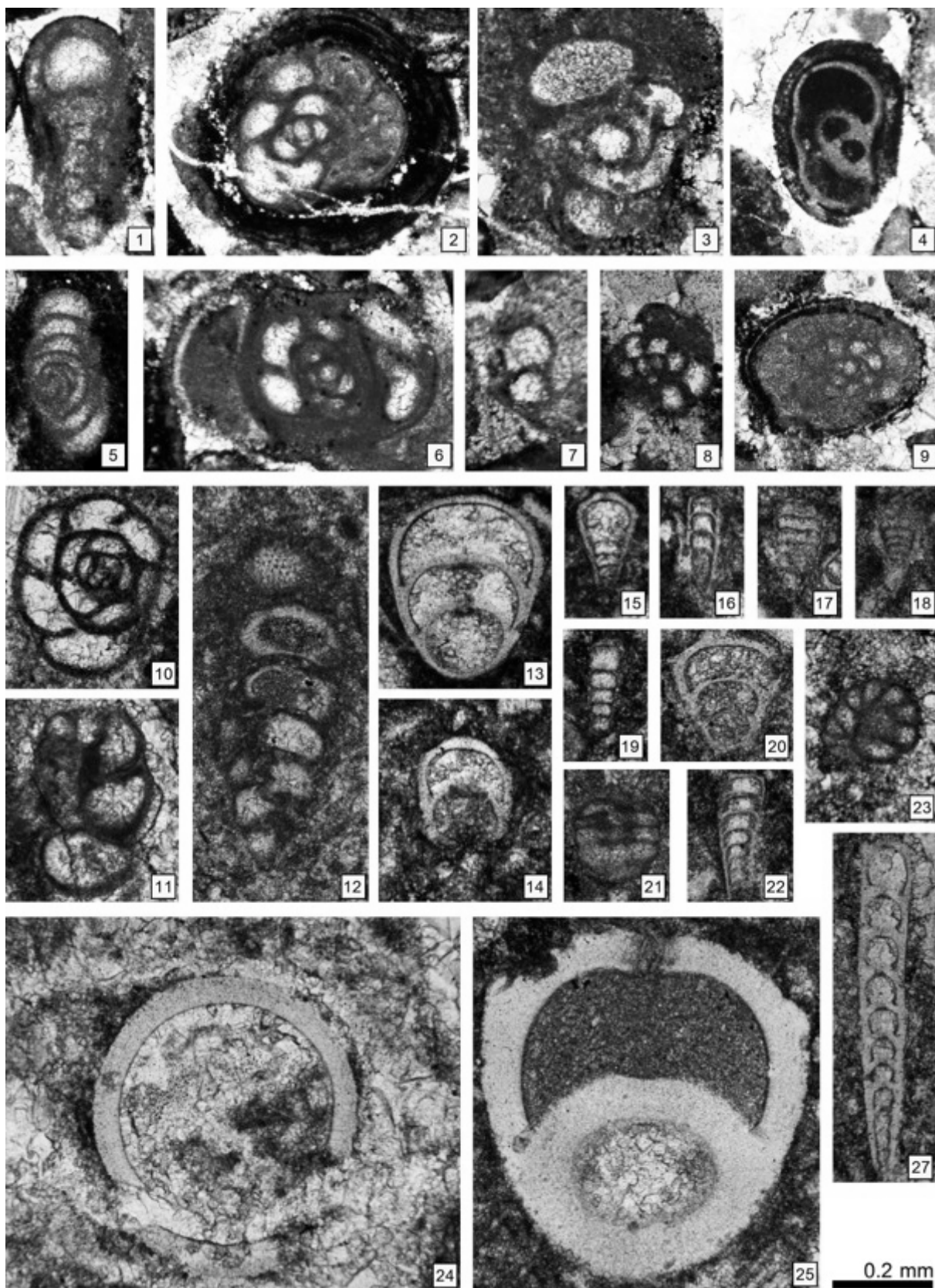


0.2 mm

## คำอธิบายแผ่นภาพที่ 2

รูปที่ 1	<i>Priscella</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 2	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 3	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 4	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 5	<i>Eoforschia</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 6	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 7	<i>Tuberitina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 8	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 9	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM6-3
รูปที่ 10	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 8
รูปที่ 11	<i>Globivalvulina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 12	<i>Climacammina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 11-1
รูปที่ 13	<i>Diplosphaerina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 14	<i>Diplosphaerina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 15	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 16	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 17	<i>Geinitzina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 18	<i>Geinitzina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 19	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 20	<i>Diplosphaerina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 21	<i>Howchinia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 22	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 23	<i>Elenella</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 24	<i>Diplosphaerina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12
รูปที่ 25	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 12

แผ่นภาพที่ 2

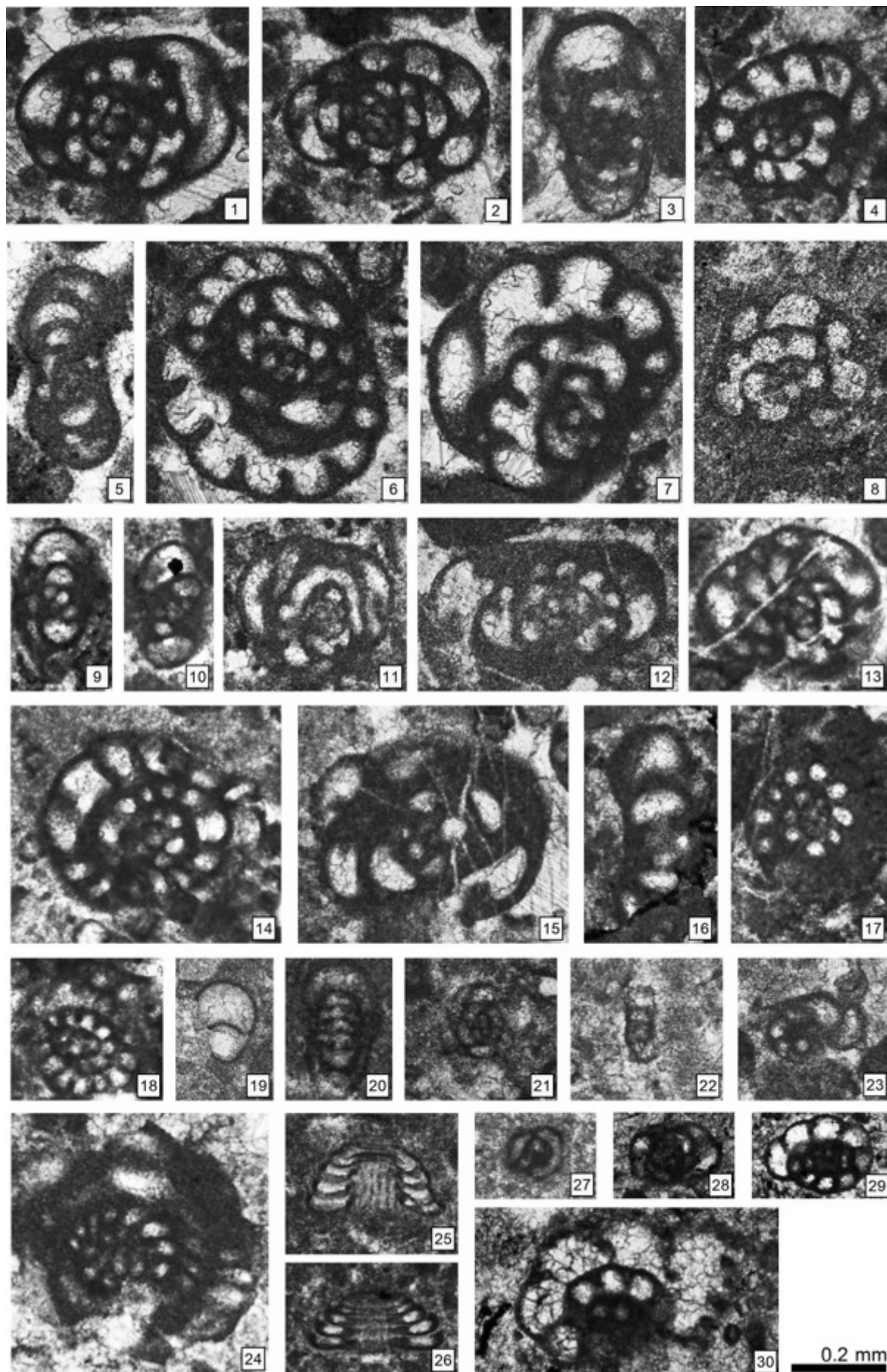


## คำอธิบายแผ่นภาพที่ 3

รูปที่ 1	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM 16-1
รูปที่ 2	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM 16-1
รูปที่ 3	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 16-1
รูปที่ 4	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 16-1
รูปที่ 5	<i>Brunsiella</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-1
รูปที่ 6	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-1
รูปที่ 7	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-1
รูปที่ 8	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-2
รูปที่ 9	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 10	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 11	<i>Glomospira</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 12	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 13	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 14	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 15	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 16	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 17	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 18	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM16-4
รูปที่ 19	<i>Diplosphaerina</i> sp.	ตัวอย่าง KM17
รูปที่ 20	<i>Eostaffella</i> sp.	ตัวอย่าง KM21-3
รูปที่ 21	<i>Archaediscus</i> sp.?	ตัวอย่าง KM22
รูปที่ 22	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM22
รูปที่ 23	<i>Mstinia</i> sp.	ตัวอย่าง KM22
รูปที่ 24	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM22
รูปที่ 25	<i>Howchinia</i> sp.	ตัวอย่าง KM24-3
รูปที่ 26	<i>Howchinia</i> sp.	ตัวอย่าง KM24-3
รูปที่ 27	<i>Brunsia</i> sp.	ตัวอย่าง KM24-3
รูปที่ 28	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM25-1
รูปที่ 29	<i>Endothyranopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM25-1
รูปที่ 30	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM25-1



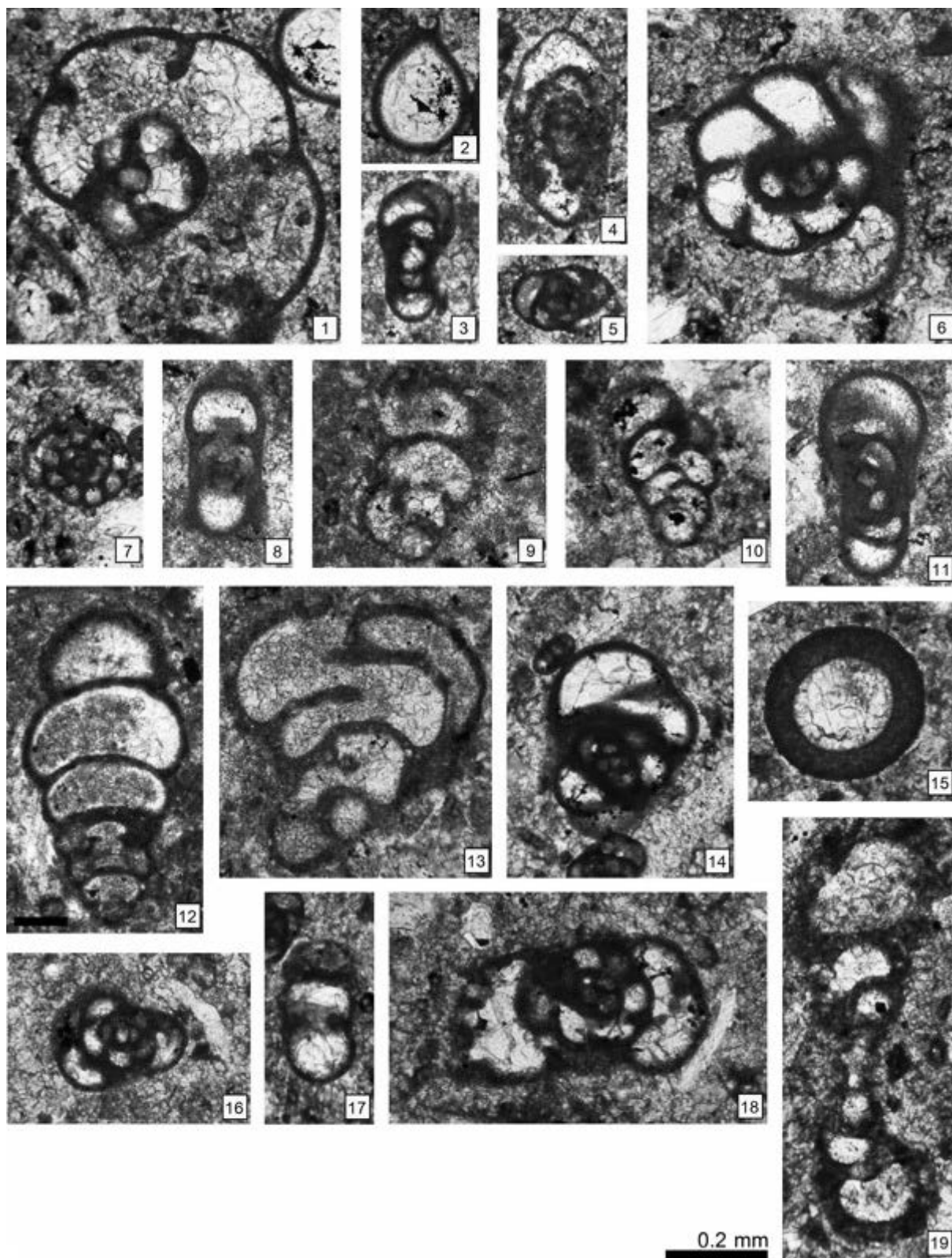
แผ่นภาพที่ 3



## คำอธิบายแผ่นภาพที่ 4

รูปที่ 1	<i>Cribrospira</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 2	<i>Saccaminopsis</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 3	<i>Brunsiella</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 4	<i>Eostaffella</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 5	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 6	<i>Bradyina</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 7	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-1
รูปที่ 8	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-2
รูปที่ 9	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-2
รูปที่ 10	<i>Cribrostomum</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-2
รูปที่ 11	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-2
รูปที่ 12	<i>Cribrostomum</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-2
รูปที่ 13	<i>Cribrostomum</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-2
รูปที่ 14	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-3
รูปที่ 15	<i>Eorlandia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-3
รูปที่ 16	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-3
รูปที่ 17	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-3
รูปที่ 18	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-3
รูปที่ 19	<i>Forschia</i> sp.	ตัวอย่าง KM 25-3

แผ่นภาพที่ 4

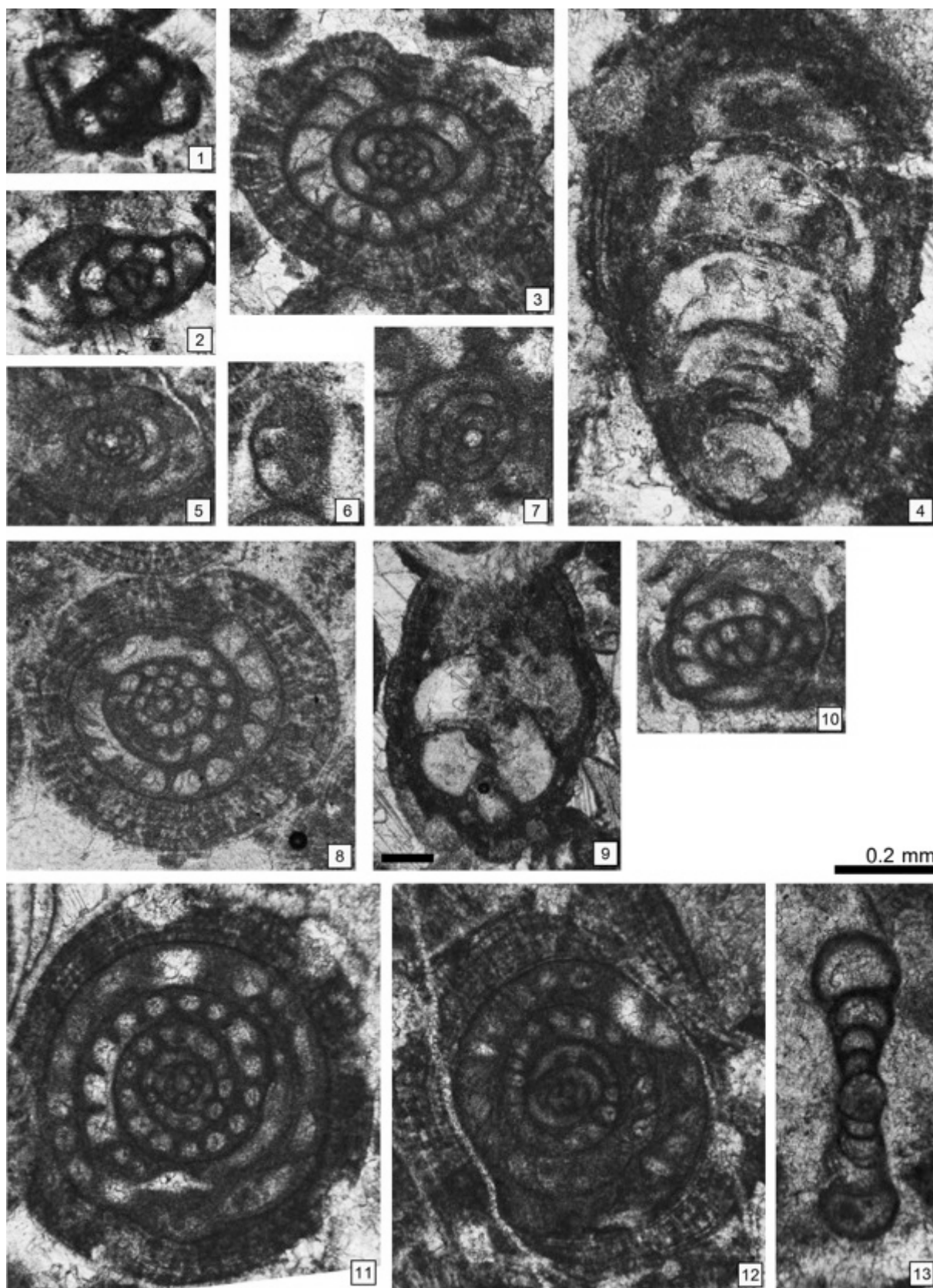


**คำอธิบายแผ่นภาพที่ 5**

รูปที่ 1	<i>Plectogyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM29
รูปที่ 2	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM29
รูปที่ 3	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 4	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 5	<i>Eostaffella</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 6	<i>Endothyranella</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 7	<i>Eostaffella</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 8	<i>Schubertella</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 9	<i>Pachyphloia</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 10	<i>Endothyra</i> sp.	ตัวอย่าง KM30
รูปที่ 11	<i>Schubertella</i> sp.	ตัวอย่าง KM31
รูปที่ 12	<i>Brevaxina</i> sp.	ตัวอย่าง KM31
รูปที่ 13	<i>Brunsiella</i> sp.	ตัวอย่าง KM40



แผ่นภาพที่ 5



**คำอธิบายแผ่นภาพที่ 6**

รูปที่ 1 *Endothyra* sp.

ตัวอย่าง KM34-1

รูปที่ 2 *Pachyoia* sp.

ตัวอย่าง KM31

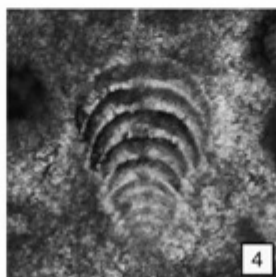
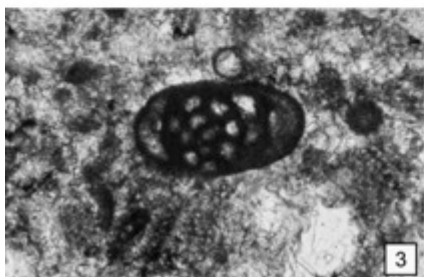
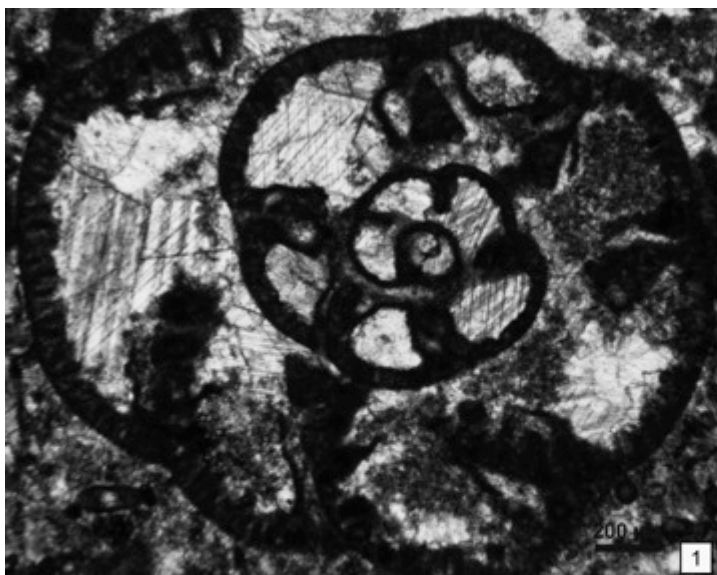
รูปที่ 3 *Endothyra* sp.

ตัวอย่าง KM34-1

รูปที่ 4 *Geinitzina* sp.

ตัวอย่าง KM40

แผ่นภาพที่ 6



0.2 mm