

ลำดับชั้นหินและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณของหินปูน
ไทรแอสสิก บริเวณเขาสุโขทัย อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง
นางสาววิไลพร ศรีนาม

ธรณีวิทยา

2557

ลำดับชั้นหินและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณของหินปูน ไทรแอสสิก
บริเวณเขาสุโขทัย อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นางสาววิไลพร ศรีนาม

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

STRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS OF TRIASSIC LIMESTONE
AT KHAO SUKPHAIWAN, AMPHOE KLAENG, CHANGWAT RAYONG

Miss Wilaiporn Srinam

A report submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of the Bachelor of Science in Geology
Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2014

...../...../.....

วันที่ส่ง

...../...../.....

วันที่รับ

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสินี เจริญฐิติรัตน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

หัวข้อ	ลำดับชั้นหินและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณของหินปูนไทรแอสสิก บริเวณเขาสุขไพรวัน อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง
ชื่อ-สกุล	นางสาววิไลพร ศรีนาม
รหัสนิสิต	5432734023
ภาควิชา	ธรณีวิทยา
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ เจริญจิตต์

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชั้นหินทางกายภาพ และสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีต บริเวณเขาสุขไพรวันอำเภอแก่ง จังหวัดระยอง จากการสำรวจภาคสนาม ได้ทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุดศึกษา ได้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 40 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซิง

จากการลำดับชั้นหินทางกายภาพ พบว่าสามารถเห็นชั้นหินมีการเรียงตัวเป็นชั้นบางถึงหนาประกอบไปด้วยหินปูน หินดินดาน และหินทราย โดยมีทิศทางการวางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก ทิศทางการเอียงเททางทิศใต้ พบโครงสร้างของหินตะกอนหลายชนิด ได้แก่ ชั้นหินบางขนาน (lamination) และการวางชั้นแบบคัดขนาดปกติ(normal graded bedding) และเนื้อหินที่พบมีลักษณะของออนคอยด์ (oncoid) พบปรากฏอยู่ทั้ง 3 จุดศึกษา

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกหินปูนตามได้ดังนี้ มัดสโตน แวคสโตน แพคสโตน และเกรนสโตน โดยในเนื้อหินพบออนคอยด์

จากการศึกษาพบซากดึกดำบรรพ์ของฟอรัมมินิเฟอรา(foraminifera) ขนาดเล็กในหินคาร์บอเนต สามารถจำแนกได้เป็น *Endotriada* และ *Crytoseptida* และ สามารถบ่งบอกอายุในช่วงไทรแอสสิกตอนต้น สภาพแวดล้อมการสะสมตัวเกิดในบริเวณที่มีพลังงานในการพัดพาต่ำ และมีลักษณะเด่นคือออนคอยด์ดังนั้น สภาพแวดล้อมการสะสมตัวคือในช่วง intertidal ถึง shallow subtidal

คำสำคัญ: เขาสุขไพรวัน ระยอง การวางชั้นแบบคัดขนาดปกติ ออนคอยด์ ไทรแอสสิกตอนต้น

TITLE STRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS OF TRIASSIC
LIMESTONE AT KHAO SUKPHAIWAN, AMPHOE KLAENG,
CHANGWAT RAYONG

RESEARCHER Miss Wilaiporn Srinam

STUDENT ID 543273423

DEPARTMENT Geology

ACADEMIC YEAR 2014

ADVISOR Assistant Professor Dr. Thasinee Charoentitirat

ABSTRACT

The aim of this work is to study on lithostatigraphy and paleoenvironment of sedimentary rock exposed at Khao Sukphaiwan, Amphone Klaeng, Changwat Rayong. Three exposures have been measured and 40 samples were collected in order to study petrography and determination of carbonate rock in the study area. The section contains thin to thick bedded. The sedimentary rocks consist of limestone, shale and sandstone which the strike of bedding plane is in east-west and dipping to south. Normal graded bedding and lamination were found. Oncoid are abundant in bed of all section. The carbonate rock type contains mudstone, wackestone, packstone, grainstone. The grain consists of oncoïd. Foraminifers are *Endotriada* and *Crytoseptida* were found in this study area and indicate Early Triassic. The depositional environment of limestone was in low energy such as intertidal to shallow subtidal because oncoïd can be found

Keywords: Khao Sukphaiwan, Rayong, Normal graded bedding, Oncoid, Early Triassic

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยครั้งนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ หากไม่ได้รับคำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ และความช่วยเหลือทั้งก่อนออกภาคสนาม ระหว่างออกภาคสนาม หลังออกภาคสนาม ตลอดจนการตรวจแก้ไข ข้อบกพร่อง และถ่ายทอดความรู้ทางธรณีวิทยาต่างๆ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสินี เจริญฐิตรีตัน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางธรณีวิทยา รวมทั้งประสบการณ์ในการออกภาคสนาม ขอขอบคุณนายธนเนตร มีรัตน์ นางสาวขวัญชนก แสงมณี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามรวมทั้งการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งเพื่อน GEO55 และน้อง GEO56, GEO57 นิสิตภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลือ และมีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่รวมทั้งให้กำลังใจและช่วยเหลือในหลายๆด้าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ง
Abstract	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
บทที่ 1 เกี่ยวกับงานวิจัยและข้อมูล	1
1.1 บทนำ (Introduction)	2
1.2 วัตถุประสงค์ (Objectives)	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา (Scope of work)	2
1.4 พื้นที่ศึกษา (Location)	3
1.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)	4
1.6 ระเบียบวิธีวิจัย (Methodology)	6
บทที่ 2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	9
2.1 ตำแหน่งและพิกัดการเก็บตัวอย่าง (Sampling points)	10
2.2 การศึกษาลำดับชั้นหินทางกายภาพ (Lithostratigraphy)	11
2.3 การศึกษาซิลิการรณนา (Petrography)	18
2.4 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ (Fossils)	40
บทที่ 3 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา	41
3.1 อภิปรายผลการศึกษา (Discussion)	42
3.2 สรุปผลการศึกษา (Conclusion)	43
เอกสารอ้างอิง	44

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่1.1 ภาพถ่ายดาวเทียม Google Earthแสดงลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ศึกษา บริเวณเขาสุขไพบรวัน	3
รูปที่1.2 แผนที่ลักษณะการกระจายตัวของหินปูน Permian-Triassic shallow marine บริเวณจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Chanthaburi terrane (Sone,2012)	5
รูปที่1.3 แผนที่ธรณีวิทยา แสดงชนิดหินและการแนวการวางตัวของเขาสุขไพบรวัน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง (Sone,2012)	5
รูปที่1.4 แผนภาพการจัดจำแนกชนิดของหินปูน ตามการจำแนกของ Dunham (1962)	7
รูปที่1.5 แผนภาพ Depositional environments and characteristics of oncoids (Flugel,2004)	8
รูปที่2.1 แผนที่จาก Google Earth ของพื้นที่ศึกษา ทิศทางการวางตัวและตำแหน่งจุดศึกษา	10
รูปที่2.2 หินทรายเนื้อหยาบชั้นหินเอียงเททางทิศใต้	11
รูปที่2.3 หินปูนหนาประมาณ 1 เมตร รอบๆชั้นหินปูนเป็นดิน	11
รูปที่2.4 ลำดับชั้นหินทางกายภาพบริเวณจุดศึกษาที่ 1ทางทิศเหนือของบริเวณ เขาสุขไพบรวัน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ประกอบด้วยหินทรายชั้นหนา	12
รูปที่2.5 หินปูนสีเทาบริเวณจุดศึกษาที่ 2 หนาทั้งหมด 8 เมตร ทิศทางการวางตัวของ ชั้นหินในแนว 67/65S	13
รูปที่2.6 ชั้นของหินปูนหนา 30-40 เซนติเมตร พบสายแร่แคลไซต์	13
รูปที่2.7 หินปูนที่มีเนื้อหินลักษณะของออนคอยด์	13
รูปที่2.8 ลำดับชั้นหินทางกายภาพบริเวณจุดศึกษาที่ 2 ทางทิศตะวันออกของบริเวณ เขาสุขไพบรวัน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ประกอบด้วยหินปูนสลับกับหินดินดานชั้นบางๆ	14
รูปที่2.9 หินปูนสีเทาเขียว หนาทั้งหมด 30 เมตร ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในแนว 90/65S	15
รูปที่2.10 ระนาบของหินปูน	15
รูปที่2.11 ด้านข้างของชั้นหินบอกความหนาของชั้นหิน	15
รูปที่2.12 ชั้นหินปูนที่มีรอยแตกแทรกสลับกับชั้นหินดินดานสีเทาเขียว มีแนวการวางตัว 90/65S	16

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 2.13 ลักษณะการวางชั้นแบบการเรียงขนาดปกติ (normal graded bedding) มี clast เป็นออนคอยด์	16
รูปที่ 2.14 หินปูนลักษณะชั้นบาง(laminated limestone) เนื้อหินแตกเป็นแผ่นๆ	16
รูปที่ 2.15 ลำดับชั้นหินทางกายภาพบริเวณจุดศึกษาที่ 3 บริเวณเขาสุขไพรวัง เนื้อหินของหินปูนมีเนื้อหยาบจนถึงเนื้อละเอียด	17
รูปที่ 2.16 ตัวอย่าง K0 : coarse-grained sandstone	19
รูปที่ 2.17 ตัวอย่าง K1 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	20
รูปที่ 2.18 ตัวอย่าง K2 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	20
รูปที่ 2.19 ตัวอย่าง K3 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	21
รูปที่ 2.20 ตัวอย่าง K4 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	21
รูปที่ 2.21 ตัวอย่าง K5 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น grainstone	22
รูปที่ 2.22 ตัวอย่าง K6 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	22
รูปที่ 2.23 ตัวอย่าง K7 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	23
รูปที่ 2.24 ตัวอย่าง K8 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	23
รูปที่ 2.25 ตัวอย่าง KL1 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	24
รูปที่ 2.26 ตัวอย่าง KL2 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	24
รูปที่ 2.27 ตัวอย่าง KL3 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	25
รูปที่ 2.28 ตัวอย่าง KL4 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	25
รูปที่ 2.29 ตัวอย่าง KL5 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	26
รูปที่ 2.30 ตัวอย่าง KL6 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	26
รูปที่ 2.31 ตัวอย่าง KL7 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	27
รูปที่ 2.32 ตัวอย่าง KL8 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	27
รูปที่ 2.33 ตัวอย่าง KL9 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	28
รูปที่ 2.34 ตัวอย่าง KL10 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	28
รูปที่ 2.35 ตัวอย่าง KL11 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	29
รูปที่ 2.36 ตัวอย่าง KL12 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	29

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่2.37 ตัวอย่าง KL13 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	30
รูปที่2.38 ตัวอย่าง KL14 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	30
รูปที่2.39 ตัวอย่าง KL15 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	31
รูปที่2.40 ตัวอย่าง KL16 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	31
รูปที่2.41 ตัวอย่าง KL17 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	32
รูปที่2.42 ตัวอย่าง KL18 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	32
รูปที่2.43 ตัวอย่าง KL19 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	33
รูปที่2.44 ตัวอย่าง KL20 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	33
รูปที่2.45 ตัวอย่าง KL21 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	34
รูปที่2.46 ตัวอย่าง KL22 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	34
รูปที่2.47 ตัวอย่าง KL23 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	35
รูปที่2.48 ตัวอย่าง KL24 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone	35
รูปที่2.49 ตัวอย่าง KL25 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	36
รูปที่2.50 ตัวอย่าง KL26 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	36
รูปที่2.51 ตัวอย่าง KL27 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	37
รูปที่2.53 ตัวอย่าง KL28 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	37
รูปที่2.54 ตัวอย่าง KL29 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone	38
รูปที่2.54 ตัวอย่าง KL30 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	38
รูปที่2.55 ตัวอย่าง KL31 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone	39
รูปที่2.56 ซากดึกดำบรรพ์ของฟอแรมมินิเฟอร์ว่า <i>Endotriada</i>	40
รูปที่2.57 ซากดึกดำบรรพ์ของไครนอยด์	40
รูปที่2.58 ซากดึกดำบรรพ์ของฟอแรมมินิเฟอร์ว่า <i>Crytoseptida</i>	40
รูปที่3.1 แผนภาพแสดง Depositional sites and environmental control ของลักษณะเม็ดไขปลา(ooids) แต่ละชนิด (Flugel,2004)	42
รูปที่3.2 ภาพจำลองสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณเป็นแบบ intertidal ถึง shallow subtidal ช่วงที่มีพลังงานในการพัดพาต่ำ ในบริเวณเขาสุโขทัย ซึ่งแสดงในกรอบสีแดง	43

บทที่ 1 เกี่ยวกับงานวิจัยและข้อมูล

- 1.1 บทนำ (Introduction)
- 1.2 วัตถุประสงค์ (Objectives)
- 1.3 ขอบเขตการศึกษา (Scope of work)
- 1.4 สถานที่ศึกษา (Location)
- 1.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)
- 1.6 ระเบียบและวิธีวิจัย (Methodology)

บทที่ 1 ความสำคัญของโครงการ

1.1 บทนำ (Introduction)

หินตะกอนเป็นวัสดุทางธรณีวิทยาที่พบกระจายตัวบนผิวโลก โดยปกคลุมเป็นแนวจนวางตัวขนานกับพื้นโลก หรือโครงสร้างอื่นๆ ซึ่งหินตะกอนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษากระบวนการทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นบนโลกเพราะนอกจากจะช่วยอธิบายรายละเอียดทางกายภาพที่สำคัญยังสามารถบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีตอีกด้วย

พื้นที่ศึกษา บริเวณเหมืองหินปูน เขาสุโขทัย ตำบลคลองดิน อำเภอกาญจนบุรี จังหวัดระยอง ซึ่งบริเวณนี้สามารถพบหมวดหินสุโขทัย(Chaodumrong, 1992) ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องบนหินยุคเพอร์เมียนและ เป็นหมวดหินที่มีอายุแก่ที่สุดในยุคไทรแอสสิกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในพื้นที่นี้สามารถพบหินปูน สีเทา เทาดำมีชั้นขนาดบางถึงหนาปานกลาง (Fontaine & Salyapongse, 1999) มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นเม็ดไขปลา(ooids) และลักษณะของออนคอยด์(oncoid)จำนวนมากเห็นได้ชัดเจนในแต่ละชั้นหิน โดยให้เป็น oncolitic limestone และพบแทรกสลับกับหินดินดานชั้นบาง นอกจากนี้ยังพบซากบรรพชีวินของไครนอยด์(crinoid)และฟอแรมินิเฟอร่า(foraminifera) ในหินปูน

บริเวณเขาสุโขทัย มีความน่าสนใจอย่างยิ่งเนื่องจากยังขาดข้อมูลการลำดับชั้นหิน นอกจากนี้การเข้าใจถึงการกระจายตัวและการลำดับชั้นหิน ของหินที่พบในพื้นที่นี้สามารถนำไปสู่การวิเคราะห์ถึงสภาพแวดล้อมโบราณในการสะสมตัวของชั้นตะกอนได้ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นหลักฐานเพิ่มเติมที่ใช้อธิบายถึงธรณีประวัติของบริเวณนี้ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ (Objectives)

เพื่อศึกษาการลำดับชั้นหินทางกายภาพ บริเวณเขาสุโขทัย อำเภอกาญจนบุรี จังหวัดระยอง เพื่อให้ทราบถึงสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณของพื้นที่ศึกษา

1.3 ขอบเขตการศึกษา (Scope of work)

การศึกษานี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของหินปูนในพื้นที่ศึกษาโดยการแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ข้อมูลภาคสนามได้แก่การลำดับชั้นหินทางกายภาพ (stratigraphy) การวางตัวของชั้นหิน (attitude of bedding) โครงสร้างทางตะกอนวิทยา (sedimentary structure) ข้อมูลวิทยาหิน (lithology) และเนื้อหิน (texture) และข้อมูลด้านซากดึกดำบรรพ์ (fossils)
2. ศีรษะศิลาวรรณนา (petrology) จากแผ่นหินขัดบาง (thin section) ของจุลลักษณะ (microfacies) และการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ในพื้นที่ศึกษา

และนำข้อมูลและตัวอย่างมาเพื่อวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณ (paleoenvironment)

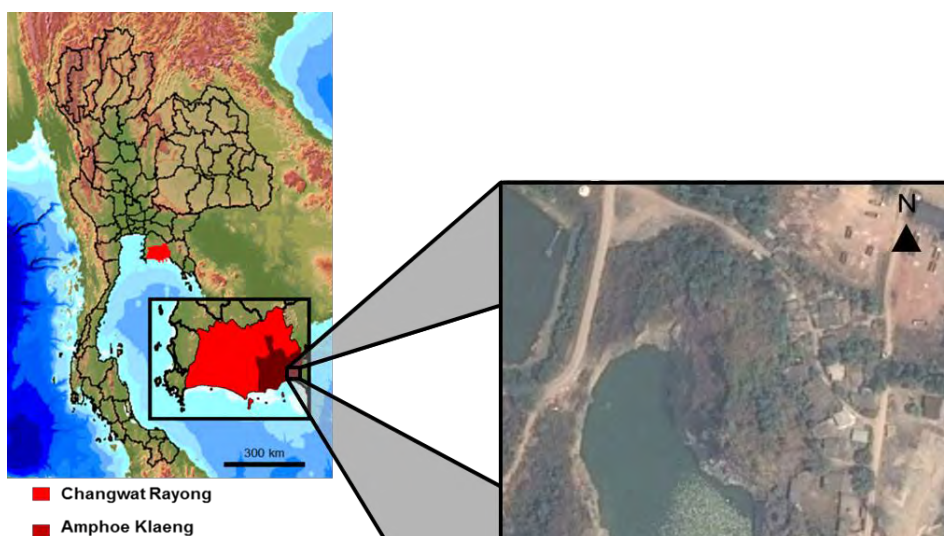
1.4 พื้นที่ศึกษา (Location)

พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณเขาสุโขทัย อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง (รูปที่ 1.1) โดยศึกษาหินโผล่ 3 จุดศึกษาทั้งหมดอยู่บนแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ราว 5334 I (อำเภอนายายอาม) ลำดับชุด L7018 พิมพ์ครั้งที่ 2-RTSD ของกรมแผนที่ทหาร พ.ศ.2551 อยู่ระหว่างเส้นแบ่งของจังหวัด ระยองและจันทบุรี

ขอบเขตของพื้นที่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์

-เส้นลองจิจูด (Vertical grid line) ตั้งแต่ $101^{\circ} 47'.42''E$ - $101^{\circ} 47'49.92''E$

-เส้นละติจูด (Horizontal grid line) ตั้งแต่ $12^{\circ} 47'0.96''N$ - $12^{\circ} 46'35.04''N$



รูปที่ 1.1 ภาพถ่ายดาวเทียม Google Earth แสดงลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ศึกษา บริเวณ เขาสุโขทัย

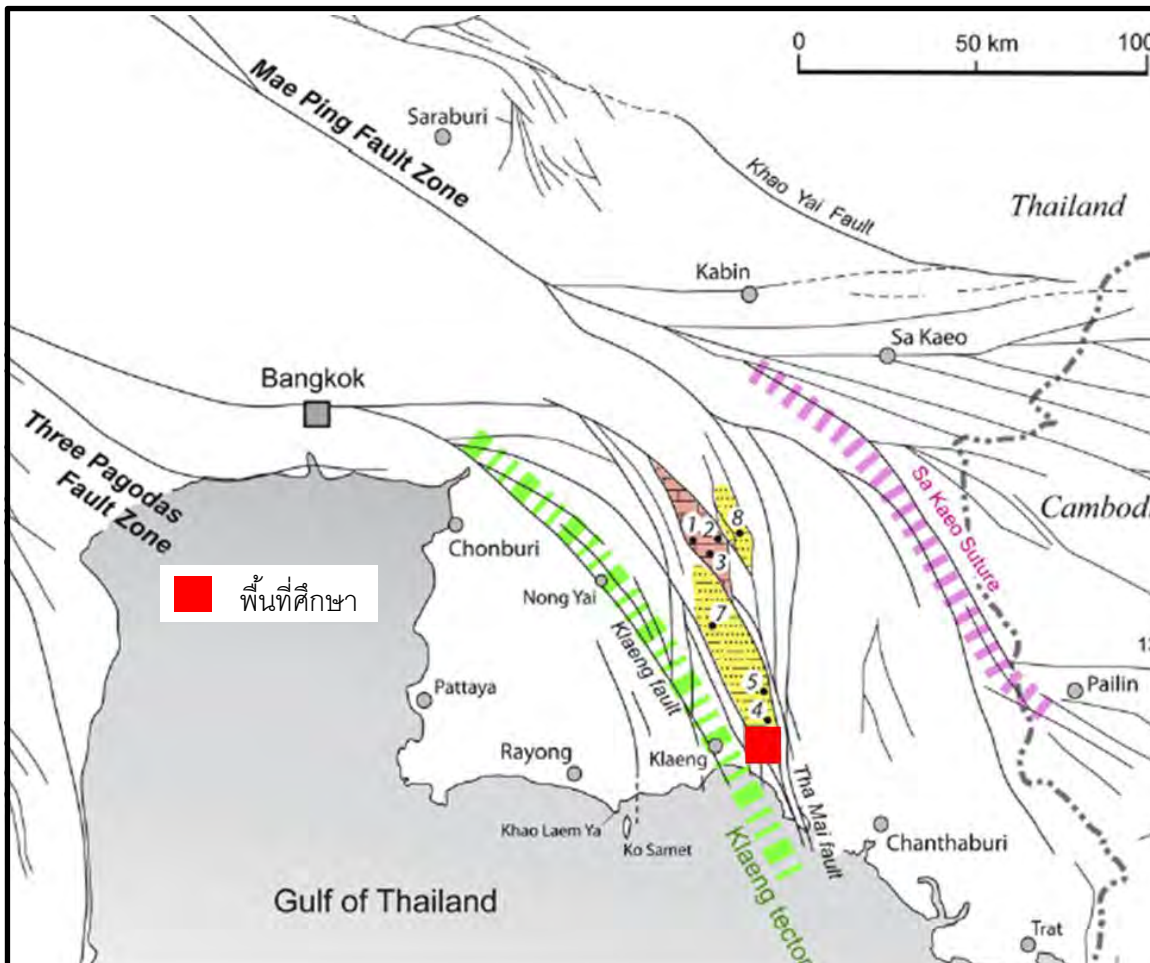
1.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

Chaodumrong (1992) กล่าวว่าหมวดหินสุขไพรวัน พบโผล่บริเวณเขาสุขไพรวัน และทางตอนเหนือของอำเภอแก่ง ประกอบด้วย หินปูนและหินดินดานเป็นส่วนใหญ่ หินปูนจะเกิดสะสมตัวในน้ำทะเลตื้น มี allochems เป็น ooids, peloids และ bioclast เคยมีการศึกษา microfossils ที่เขาสุขไพรวันอายุ Early Triassic (Scythian-Anisian) (Fontaine, 1988) หินชุดนี้ไม่แสดงลักษณะของการถูก deformed ที่รุนแรง แนว bedding plane จึงเห็นได้ชัดเจน

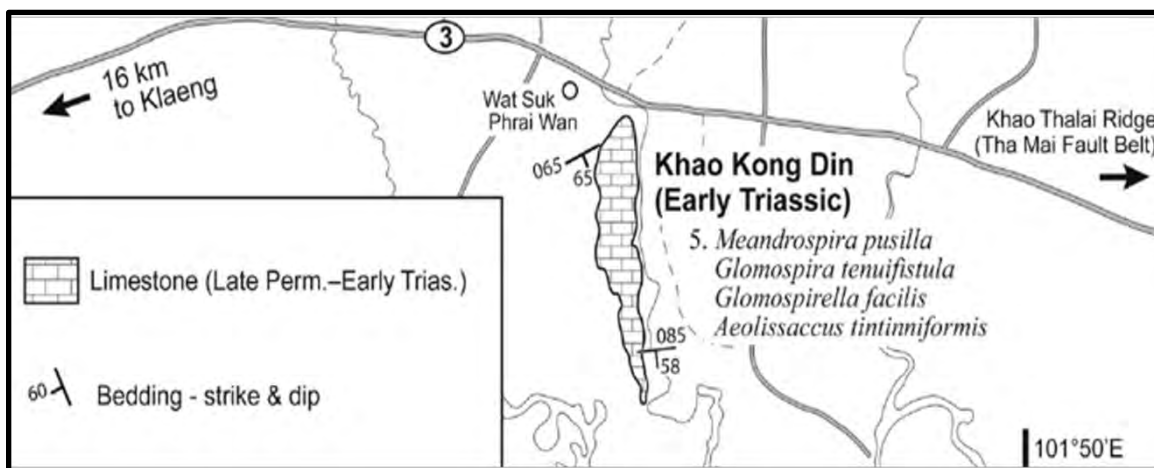
Fontaine and Vachard (1988) พบว่าหินปูนอายุไทรแอสสิก บริเวณเขาสุขไพรวัน เป็น algal-rich oolitic ถึง oncolitic boundstones และเป็น bioclastic wackestone พบรวมกับ stromatolites และ ฟอแรมมินิเฟอร่า (foraminifers) ซึ่ง oncolitic นี้มีความเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมแบบ ทะเลตื้น พืดปะการัง (reefal) หรือ สภาพแวดล้อมแบบทะเลสาบ ปรากรูอายุหินปูนในช่วง Scythian-Anisian

Fontaine and Salyapongse (1999) ศึกษา Oncolites ของหินปูนบริเวณอำเภอแก่ง oncolid มีลักษณะที่เปลือกหุ้มเป็นชั้นเห็นได้ชัด ขนาดปกติประมาณ 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจากนิวเคลียสที่อยู่ตรงกลางมีขนาดใหญ่ ทั้งนี้พบการกระจายของ oncolid ในชั้นหินพบทั้งขนาดเล็กและใหญ่ปะปนกัน บางนิวเคลียสมีเปลือกหุ้ม บางนิวเคลียสไม่มีเปลือกหุ้ม บางเม็ดตะกอนพบนิวเคลียส 2-3 เม็ดตะกอน ซึ่งพบว่าเป็นเรื่องปกติของการเกิดของ oncolid ซึ่งนิวเคลียสที่พบอาจจะเป็น bioclasts หรือ lithoclasts โดยที่เปลือกหุ้มของ oncolid นี้ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วย micrite

Sone et al. (2012) รายงานว่าเขาสุขไพรวัน เป็นหินปูน Permian-Triassic shallow marine (รูปที่ 1.2) วางตัวแนวยาวในแนวเหนือใต้ เป็น oncolitic limestone ที่พบกลุ่มของซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟอแรมมินิเฟอร่า อายุไทรแอสสิกตอนต้นดังนี้ *Meandrospira pusilla* *Glomospira tenuifstula* และ *Glomospirella facilis* (รูปที่ 1.3) ซึ่งเป็นตัวบอกลักษณะพิเศษของไซน *M.pusilla* ในอายุ Sycythian ตอนต้น หินปูนบริเวณเขาสุขไพรวันนี้วางตัวอยู่บนหินทรายสีแดงที่ความหนาไม่ชัดเจน ที่โผล่อยู่ทางด้านเหนือของเขาสุขไพรวัน และยังพบหินปูนแทรกสลับกับชั้นหินทรายและหินดินดาน



รูปที่ 1.2 แผนที่ลักษณะการกระจายตัวของหินปูน Permian-Triassic shallow marine บริเวณจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Chanthaburi terrane (Sone, 2012)



รูปที่ 1.3 แผนที่ธรณีวิทยา แสดงหิน ชนิดของซากดึกดำบรรพ์และการแนวการวางตัวของเขาสุโขไพรวัง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง (Sone, 2012)

1.6 ระเบียบและวิธีวิจัย (Methodology)

ขั้นตอนในการศึกษาวิจัยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน

รวบรวมและศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้านธรณีวิทยาและตะกอนวิทยาของพื้นที่ศึกษาจากเอกสารต่างๆ รวมทั้งศึกษาวิธีการสำรวจ การลำดับชั้นหิน การศึกษาในห้องปฏิบัติการและการประมวลผลข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงาน และกำหนดจุดประสงค์และขอบเขตการศึกษา รวมทั้งระยะเวลาและวิธีการดำเนินโครงการกับอาจารย์ที่ปรึกษาในการปฏิบัติงาน

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1) การศึกษาภาคสนาม

1. วางแผนการสำรวจภาคสนามโดยการกำหนดจุดในการสำรวจจากแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อกำหนดเส้นทาง (traverse) ในการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อจัดทำลำดับชั้นหิน บริเวณจุดศึกษาที่ได้ทำการวางแผน ตามแนวหินโผล่ (outcrop) บริเวณเขาสุโขทัยวัน อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง พร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

2. ดำเนินการสำรวจภาคสนาม เก็บรวบรวมข้อมูลและตัวอย่างเพื่อจัดทำลำดับชั้นหินตามจุดศึกษาที่ได้วางแผน (พร้อมบันทึกตำแหน่ง UTM Grid reference) โดยการเก็บข้อมูลด้านการลำดับชั้นหินจะสังเกตจากลักษณะทางกายภาพของหิน โครงสร้างทางตะกอนวิทยา และการปรากฏของซากดึกดำบรรพ์ จากนั้นเก็บตัวอย่างหิน (ศึกษาซิลิคารรณนา) และซากดึกดำบรรพ์ (จัดจำแนก) เพื่อนำมาวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ พร้อมกับภาพถ่ายและภาพวาดภาพร่าง (sketch) ของหินโผล่รวมทั้งลักษณะต่างๆที่พบในแต่ละตำแหน่งการศึกษา

2.2) การศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยการศึกษาในห้องปฏิบัติการนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1) การเตรียมตัวอย่าง

1. ทำแผ่นหินบาง (thin section) โดยการนำตัวอย่างหินจากภาคสนามมาตัดหินด้วยเครื่องตัดหินจากนั้นตัดตัวอย่างให้มีความหนาประมาณ 3.5 มิลลิเมตรแล้วนำมาติดกับกระจกสไลด์ จากนั้น

นำแผ่นหินที่ติดเรียบร้อยแล้วมาขัดกับผงขัดเบอร์ต่างๆ ตามลำดับจนมีความหนาที่เหมาะสมที่ใช้ในการศึกษา

2.2.2) การศึกษา วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

1. การศึกษาซิลิการรณนา (petrography) โดยการนำแผ่นหินบาง (thin section) ไปศึกษาซิลิการรณนาและจำแนกหินตะกอนผ่านกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ซึ่งพร้อมทั้งบรรยายลักษณะต่างๆที่พบและจัดจำแนกหินตามการจำแนกหินปูนตามการจำแนกของ Dunham Classification (1962) ได้จำแนกหินปูนดังนี้(รูปที่1.4)


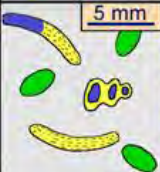
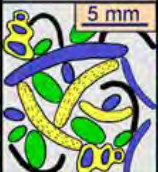
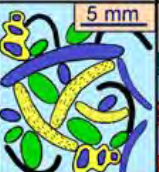

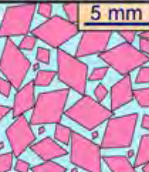
1.1 หินปูนที่มีส่วนประกอบเริ่มต้นเชื่อมประสานติดกัน แสดงลักษณะของการเชื่อมประสานกันขณะเกิดการทับถมของตะกอน เรียกว่า boundstone ได้แก่ framestone bindstone bafflestone

1.2 หินปูนที่มีส่วนประกอบเริ่มต้นไม่เชื่อมประสานกัน โดยมีหินปูน 2 คือ

- หินปูนที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเม็ด เรียกว่า grain supported ที่ไม่มีโคลนปน เรียกว่า grainstone โคลนปนปูน เรียกว่า packstone

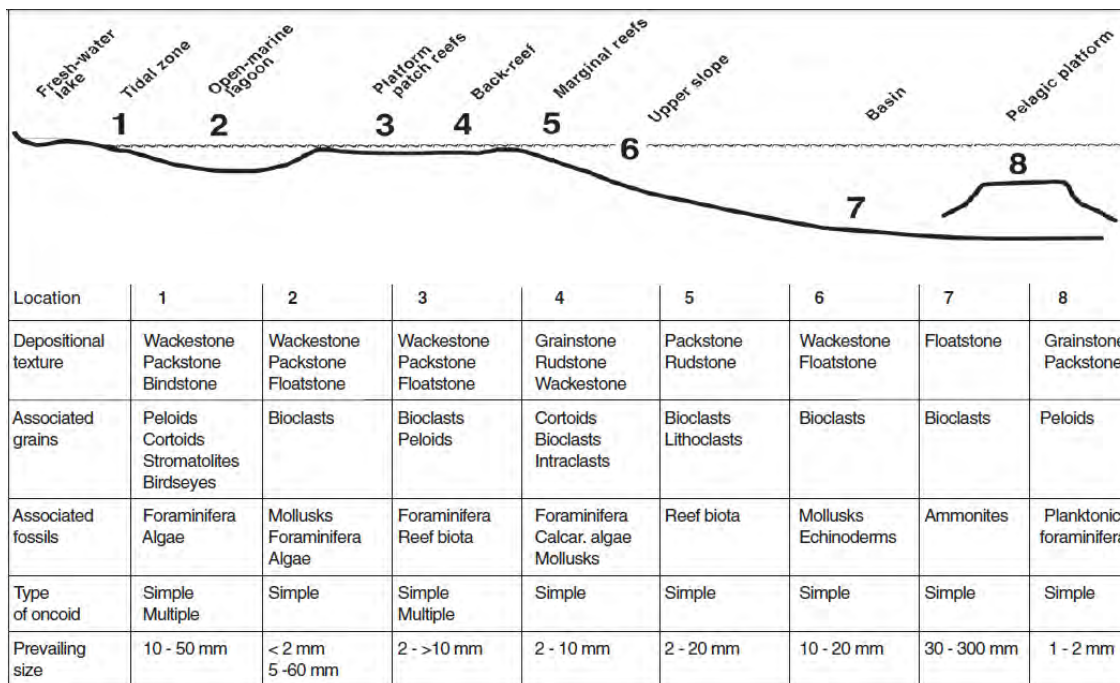
- หินปูนที่ประกอบด้วยโคลนปนปูน เรียกว่า Mud supported ที่ประกอบด้วยอนุภาคน้อยกว่า 10% เรียกว่า Mudstone ที่ประกอบด้วยอนุภาค มากกว่า 10% เรียกว่า Wackestone

1.3 Crystalline carbonates คือ หินปูนที่มีการตกผลึกใหม่หรือเกิดกระบวนการแทนที่โดยโดโลไมต์ (dolomitization) ทำให้ไม่เห็นลักษณะเนื้อหินที่แสดงถึงลักษณะที่บ่งบอกการสะสมตัว

Depositional texture recognizable					Depositional texture not recognizable
Components not bound together during deposition			Components were bound together during deposition		
Contains carbonate mud (clay / fine silt)			Lacks mud and is grain supported		
Mud supported		Grain supported			
Less than 10% grains	More than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline
5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
					

รูปที่1.4 แผนภาพการจัดจำแนกชนิดของหินปูน ตามการจำแนกของ Dunham (1962)

3. วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล จากการวิเคราะห์ซิลิการรณจากแผ่นหินขัดบาง ทำให้ทราบข้อมูลด้านบรรพชีวิน ลักษณะเด่นของเนื้อหิน และสภาพแวดล้อมโบราณในการสะสมตัว แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับแผนภาพ Depositional environments and characteristics ของลักษณะออนคอยด์ (รูปที่1.5) เพื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีตของพื้นที่ศึกษา



รูปที่1.5 แผนภาพ Depositional environments and characteristics of oncooids (Flugel,2004)

3.ขั้นสรุปผลการดำเนินงาน

3.1 อภิปรายและสรุปผล

3.2 เขียนรายงานการวิจัย

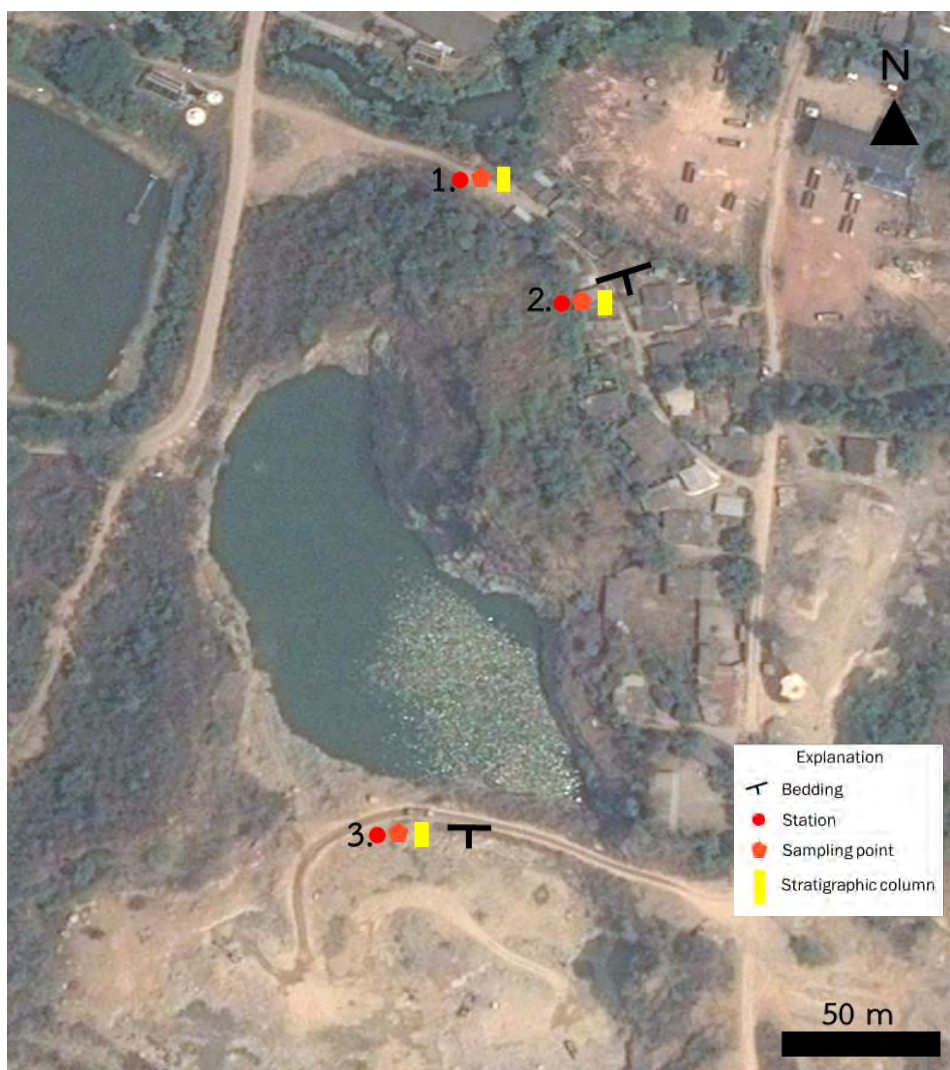
บทที่ 2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 2.1 ตำแหน่งและพิกัดการเก็บตัวอย่าง (Sampling points)
- 2.2 การศึกษาลำดับชั้นหินทางกายภาพ (Lithostratigraphy)
- 2.3 การศึกษาซิลิการรณนา (Petrography)
- 2.4 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ (Fossils)

บทที่ 2 ผลการศึกษา

2.1 ตำแหน่งและทิศทางการเก็บตัวอย่าง (Sampling points)

การสำรวจในพื้นที่ศึกษาบริเวณเขาสุโขทัย อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง ซึ่งการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามตามบริเวณหินโผล่ เป็นจำนวน 3 จุดศึกษา(รูปที่2.1) โดยพบหินโผล่เป็นหินตะกอนเนื้อประสาน(non-clastic sedimentary rock)ซึ่งเป็นหินปูนซึ่งพบเป็นส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษา และหินตะกอนเนื้อประสม(clastic sedimentary rock) ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน ซึ่งพบน้อยมาก หินปูนบริเวณนี้หินเนื้อประสมชีวภาพ (bioclastic rock) มีการวางตัวแนวตะวันออก-ตะวันตก มีทิศทางการเอียงเทไปทางใต้ ไม่พบลักษณะการถูก deform



รูปที่2.1 แผนที่จาก Google Earth ของพื้นที่ศึกษา ทิศทางการวางตัวและตำแหน่งจุดศึกษา

2.2 การศึกษาลำดับชั้นหินทางกายภาพ (Lithostratigraphy)

ได้ศึกษาการลำดับชั้นหินทางกายภาพทั้งหมด 3 จุดศึกษา โดยมีรายละเอียดแต่ละจุดศึกษาดังนี้

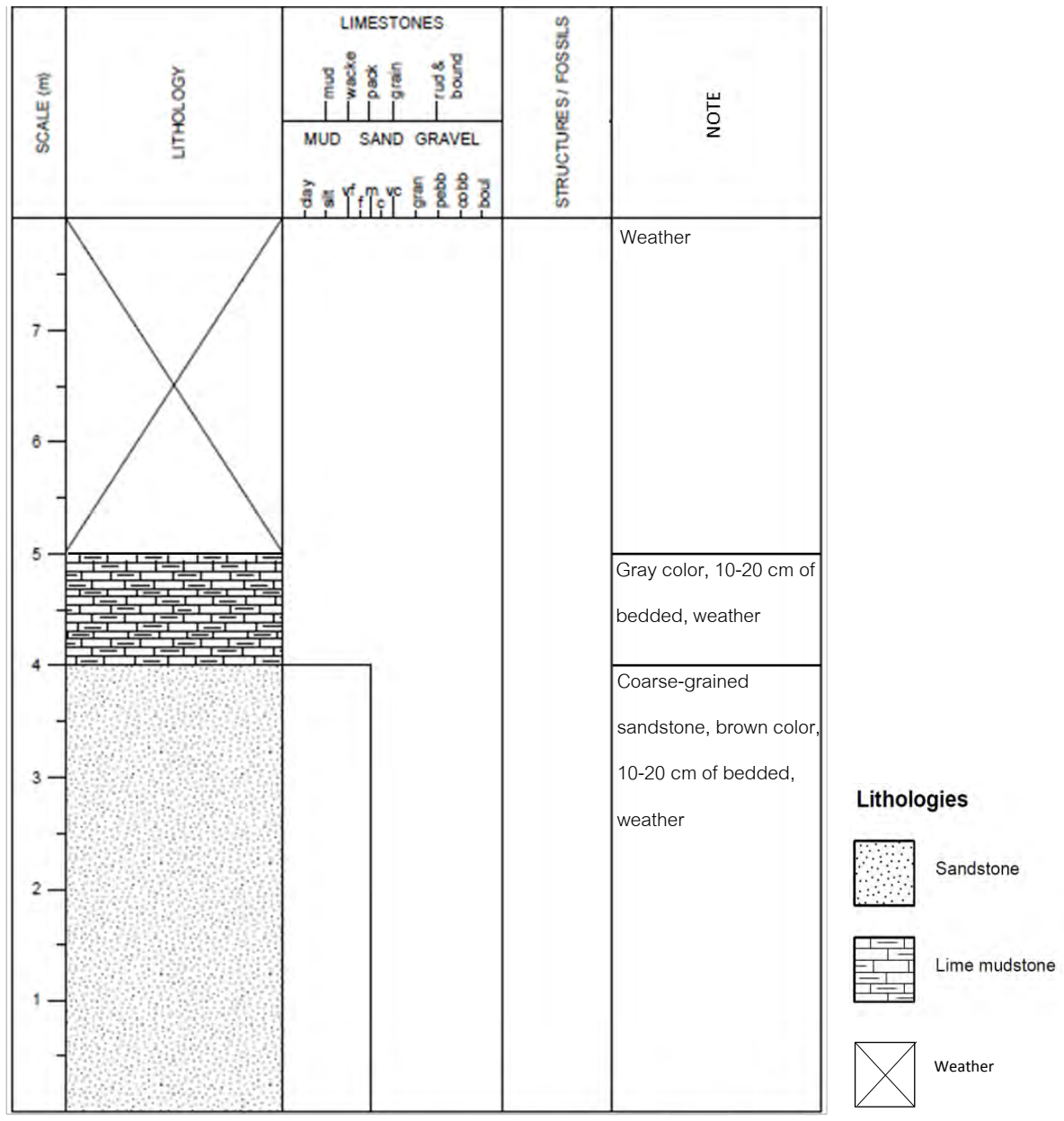
1. ลำดับชั้นหินทางกายภาพจุดศึกษา 1 พิกัด $12^{\circ}46'56.34''\text{N}$ $101^{\circ}47'48.40''\text{E}$ ชั้นหินที่พบบริเวณนี้มีความหนาประมาณ 5 เมตร ทิศทางการวางตัวในแนวแนวตะวันออก-ตะวันตก และมีทิศการเอียงเทไปทางทิศใต้ สามารถแบ่งลักษณะเนื้อหินที่พบออกได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 วางตัวอยู่ล่างสุดเป็นหินทรายเนื้อหยาบ (coarse-grained sandstone) (รูปที่ 2.2) บริเวณที่พบมีความหนาทั้งหมดประมาณ 4 เมตร แต่ละชั้นหินมีความหนาประมาณ 30-40 เซนติเมตร มีทิศทางการเอียงเทไปทางทิศใต้ เนื้อหินค่อนข้างฝุ่ และส่วนที่ 2 เป็นหินปูนมีความหนาประมาณ 1 เมตร (รูปที่ 2.3) วางตัวขนานอยู่ด้านบนของหินทรายเนื้อหยาบซึ่งรอยต่อไม่ชัดเจนเนื่องจาก หินบริเวณนี้ค่อนข้างฝุ่ และกัดจากหินปูนไปเป็นดินซึ่งไม่สามารถบอกได้ว่ามาจากหินชนิดใดมาก่อน



รูปที่ 2.2 หินทรายเนื้อหยาบ
ชั้นหินเอียงเททางทิศใต้



รูปที่ 2.3 หินปูนหนาประมาณ 1
เมตร รอบๆชั้นหินปูนเป็นดิน

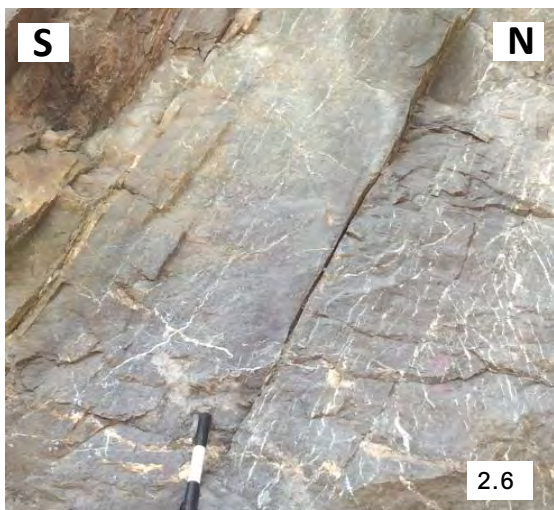


รูปที่ 2.4 ลำดับชั้นหินทางกายภาพบริเวณจุดศึกษาที่ 1 ทางทิศเหนือของบริเวณเขาสุขไพรวัง อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง ประกอบไปด้วยหินทรายชั้นหนา เป็นหินทรายเนื้อหยาบ และพบ หินปูนเนื้อละเอียด ค่อนข้างผุ

2. ลำดับชั้นหินทางกายภาพจุดศึกษาที่ 2 พิกัด $12^{\circ}46'54.23''N$ $101^{\circ}47'49.69''E$ ชั้นหินมีความหนาทั้งหมดประมาณ 8 เมตร ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในแนว 67/65S หินที่พบเป็นหินปูนเป็นสีเทา (รูปที่ 2.5) ส่วนใหญ่จะพบ bioclastic rock พบลักษณะของเนื้อหินมีลักษณะของออนคอยด์ (oncooid) มองเห็นได้ชัดเจนมีขนาดประมาณ 0.5-3 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.7) ความหนาของชั้นหินประมาณ 30-40 เมตรพบแทรกสลับกับหินดินดานชั้นบาง และบางชั้นหินพบสายแร่แคลไซต์ (calcite vein) จำนวนมาก (รูปที่ 2.6) บริเวณรอบหินปูนเป็นดินซึ่งไม่สามารถบอกชัดเจนว่าเป็นหินชนิดไหนมาก่อนเนื่องจากผุ



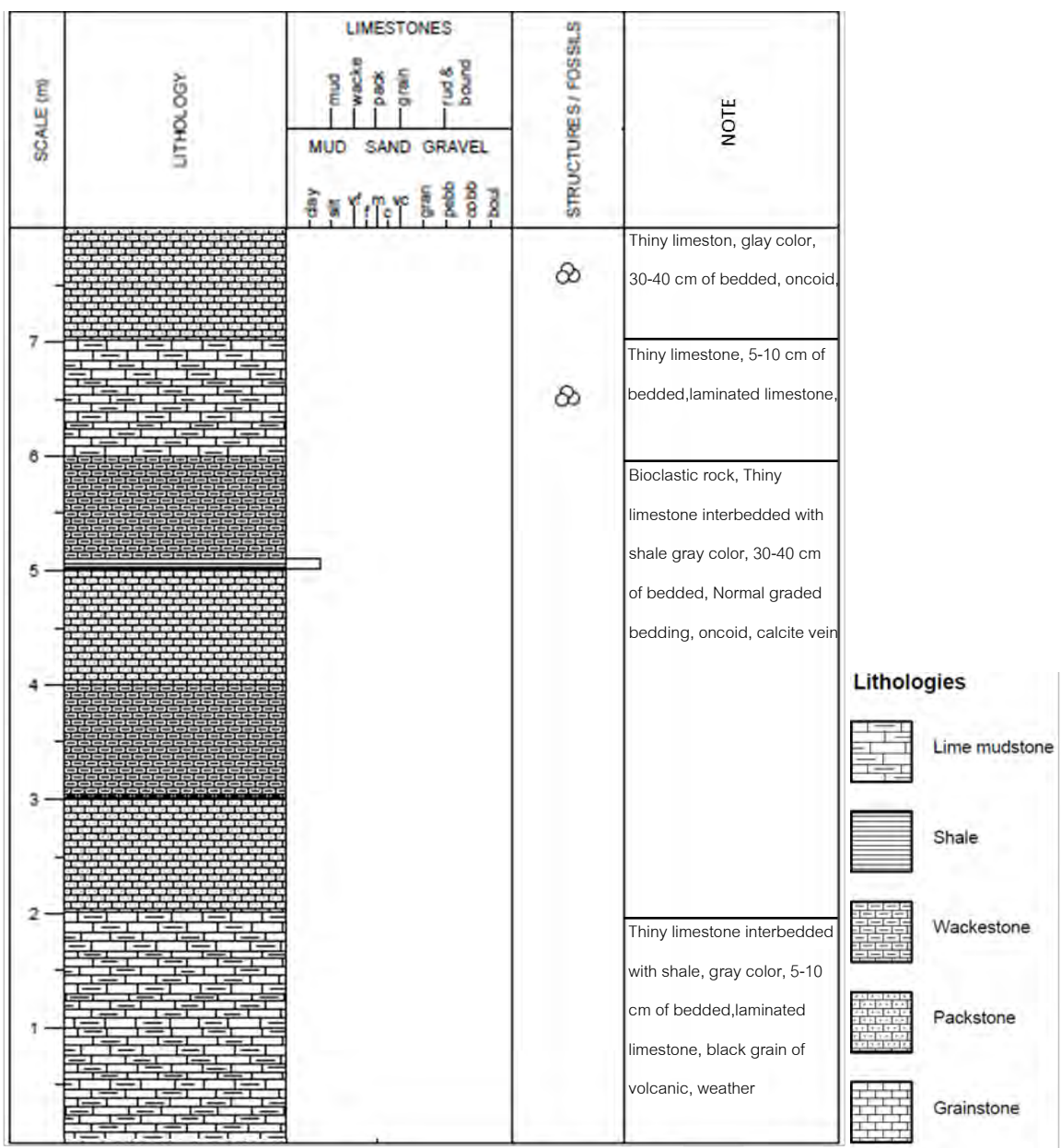
รูปที่ 2.5 หินปูนสีเทาบริเวณจุดศึกษาที่ 2 หนาทั้งหมด 8 เมตร ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในแนว 67/65S



รูปที่ 2.6 ชั้นของหินปูนหนา 30-40 เซนติเมตร พบสายแร่แคลไซต์



รูปที่ 2.7 หินปูนที่มีเนื้อหินลักษณะของออนคอยด์



รูปที่ 2.8 ลำดับชั้นหินทางกายภาพบริเวณจุดศึกษาที่ 2 ทางทิศตะวันออกของบริเวณเขาสุโขทัย อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง ประกอบด้วยหินปูนสลับกับหินดินดานชั้นบางๆ เนื้อหินของหินปูนมีเนื้อหยาบจนถึงเนื้อละเอียดมีลักษณะของอนคอยด์ มีการคัดขนาดแบบปกติ พบสายแร่แคลไซต์จำนวนมาก เนื้อหินค่อนข้างผุ

3. ลำดับชั้นหินทางกายภาพจุดศึกษาที่ 3 พิกัด $12^{\circ}46'48.33''N 101^{\circ}47'47.19''E$

ชั้นหินมีความหนาทั้งหมดประมาณ 30 เมตร (รูปที่ 2.9) ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในแนว 90/65S หินที่พบเป็นหินปูนเป็นสีเทาเขียว พบชั้นที่เป็น bioclastic rock และมีชั้นหินปูนชั้นบาง (laminated limestone) โดยมีลักษณะเนื้อหินแตกเป็นแผ่นๆ (shaly texture) และระนาบของหิน เป็นตัวบ่งชี้ของชั้นหิน (รูปที่ 2.10) ความหนาของชั้นหินประมาณ 30-40 เมตร พบแทรกสลับกับหินดินดานชั้น (รูปที่ 2.11) โดยโครงสร้างหินตะกอนที่พบคือ ลักษณะการวางชั้นแบบการเรียงขนาดปกติ (normal graded bedding) มี clast เป็น ลักษณะของอนุคอยด์ มองเห็นได้ชัดเจนมีขนาดประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.9 หินปูนสีเทาเขียว หนาทั้งหมด 30 เมตร ทิศทางการวางตัวของชั้นหินในแนว 90/65S
รูปที่ 2.10 ระนาบของหินปูน
รูปที่ 2.11 ด้านข้างของชั้นหิน บอกความหนาของชั้นหิน



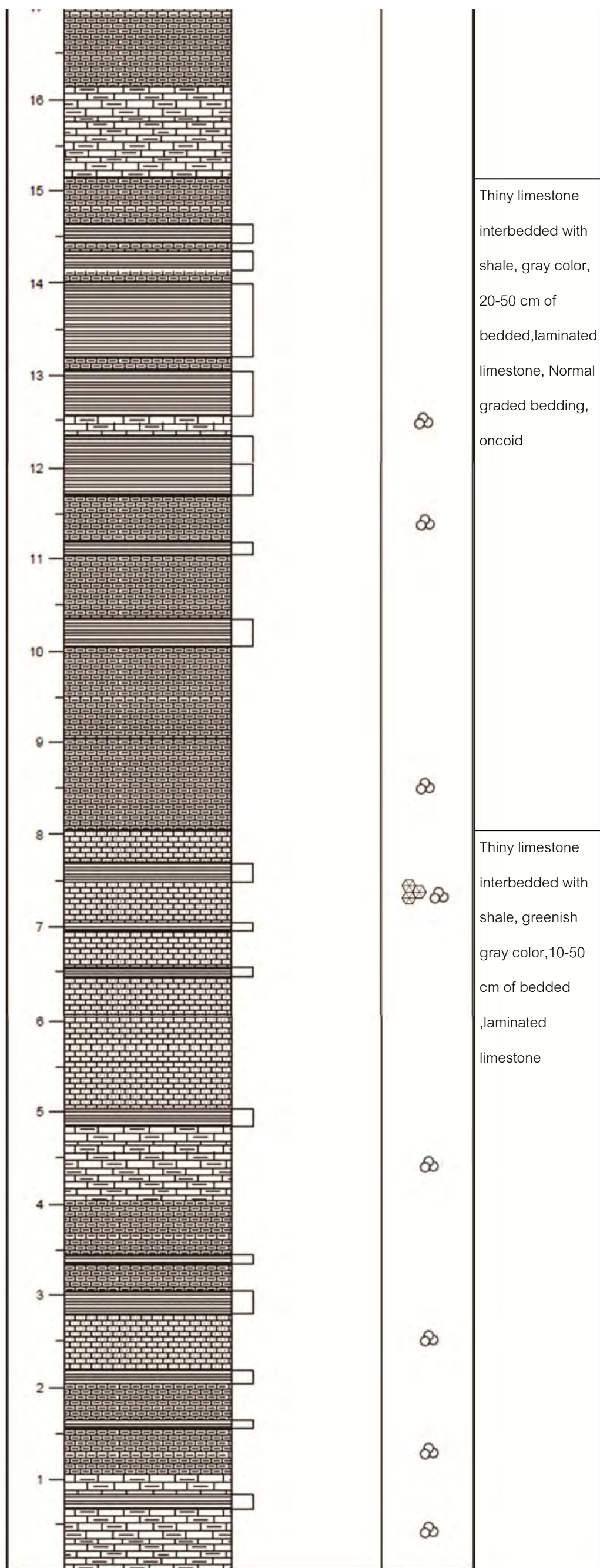


รูปที่ 2.12 ชั้นหินปูนที่มีรอยแตกแทรกสลับกับชั้นหินดินดานสีเทาเขียว มีแนวการวางตัว 90/65S


รูปที่ 2.13 การวางชั้นแบบการเรียงขนาดปกติ (normal graded bedding) มี clast เป็น ออนคอยด์

รูปที่ 2.14 หินปูนลักษณะชั้นบาง (laminated limestone) เนื้อหินแตกเป็นแผ่นๆ (shaly texture)

และระนาบของหิน



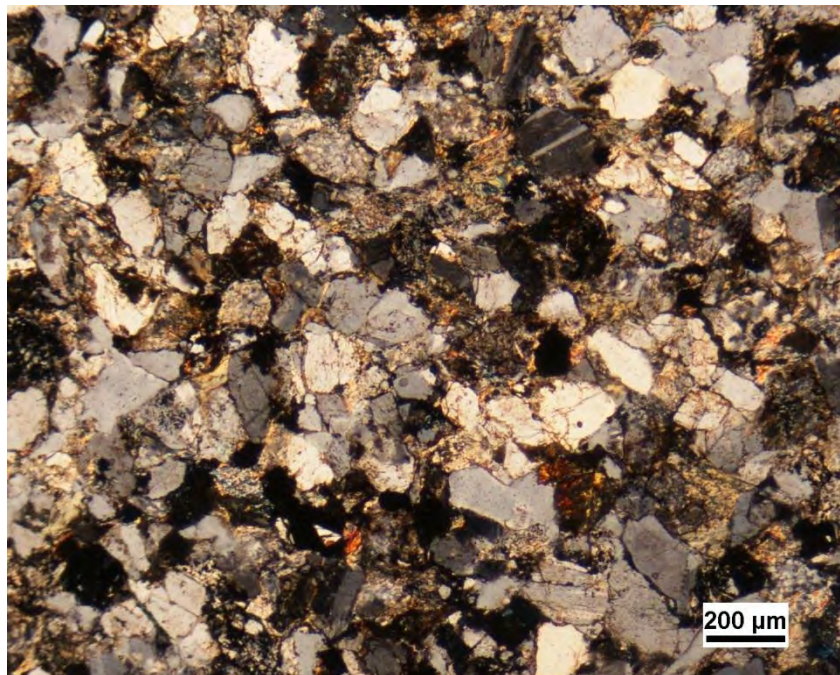
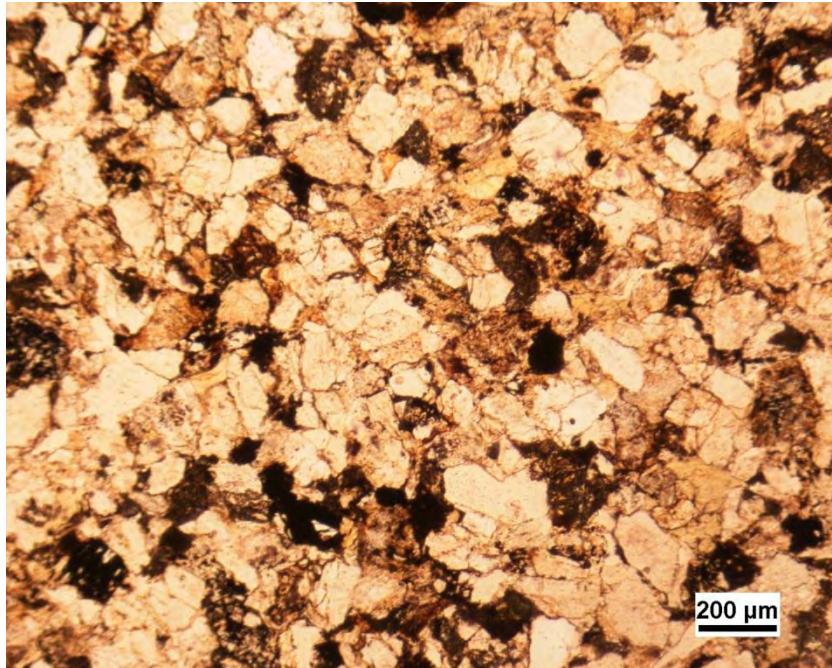
Lithologies

-  Lime mudstone
-  Shale
-  Wackestone
-  Packstone
-  Grainstone

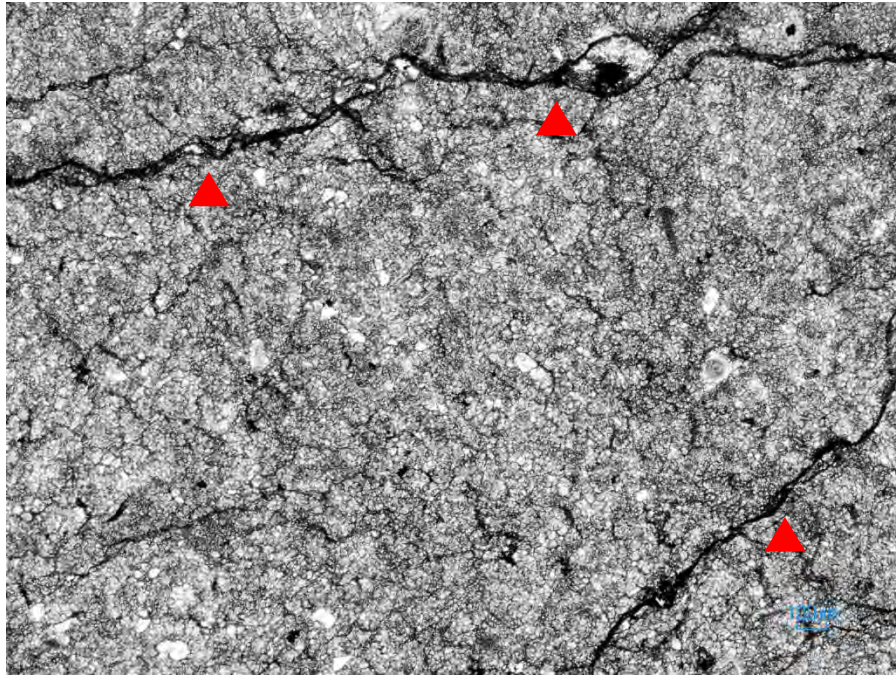
รูปที่ 2.15 ลำดับชั้นหินทางกายภาพบริเวณจุดศึกษาที่ 3 บริเวณเขาสุขไพรวัง ประกอบด้วยหินปูนสลับกับหินดินดานชั้นบางๆ เนื้อหินของหินปูนมีเนื้อหยาบจนถึงเนื้อละเอียดมีลักษณะของออนคอยด์ มีการคัดขนาดแบบปกติ

3. การศึกษาซิลิการรณนา (Petrography)

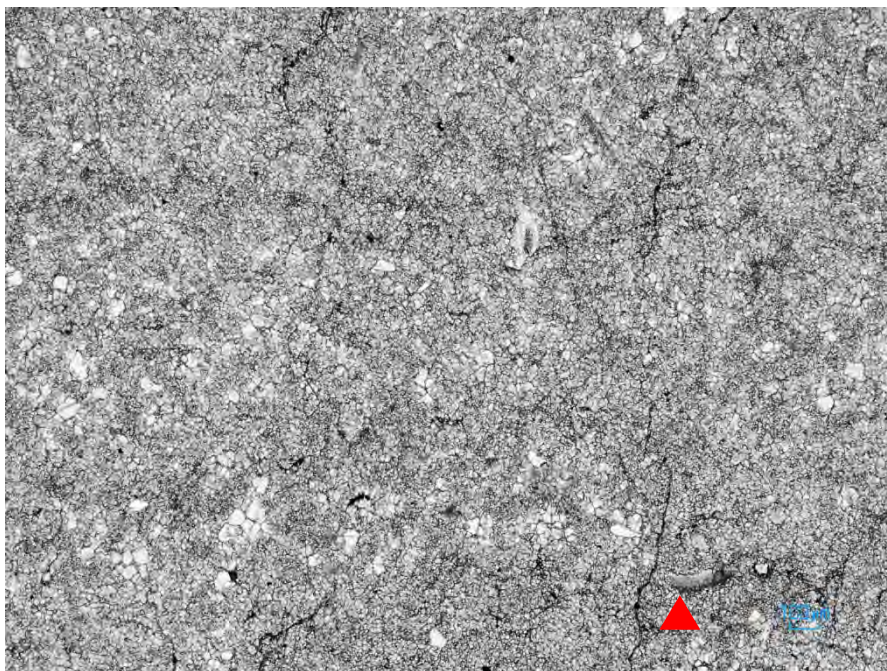
จากการออกภาคสนามได้ทำการเก็บตัวอย่างหินในแต่ละจุดศึกษา เพื่อนำมาตัดเป็นแผ่นหินบางสำหรับการศึกษาซิลิการรณนารวมทั้งสิ้น 40 ตัวอย่าง ประกอบด้วยแผ่นหินของจุดศึกษาที่ 1 จำนวน 1 ตัวอย่าง, จุดศึกษาที่ 2 จำนวน 8 ตัวอย่าง และจุดศึกษาที่ 3 จำนวน 31 ตัวอย่าง และทำการศึกษาซิลิการรณนาภายใต้กล้องจุลทรรศน์สองตา โดยสามารถจำแนกหินคาร์บอเนตในแต่ละจุดศึกษาได้ดังนี้



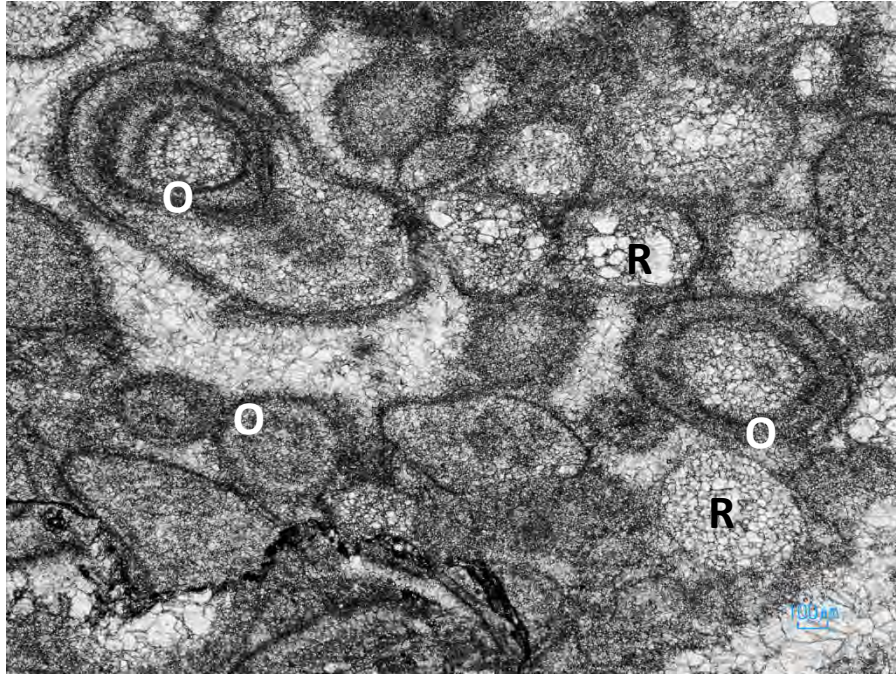
รูปที่ 2.16 ตัวอย่าง K0 : coarse-grained sandstone (รูปบน) PPL (รูปล่าง) XPL เนื้อพื้นมากกว่า 80% ขนาดของเม็ดตะกอนหยาบ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-0.2 มิลลิเมตร เม็ดตะกอนประกอบด้วยแร่ควอตซ์ 60% (Q) และเศษหิน (rock fragment) 40% (RF) มีความกลมมน rounded การัดขนาดดี ความเป็นทรงกลม



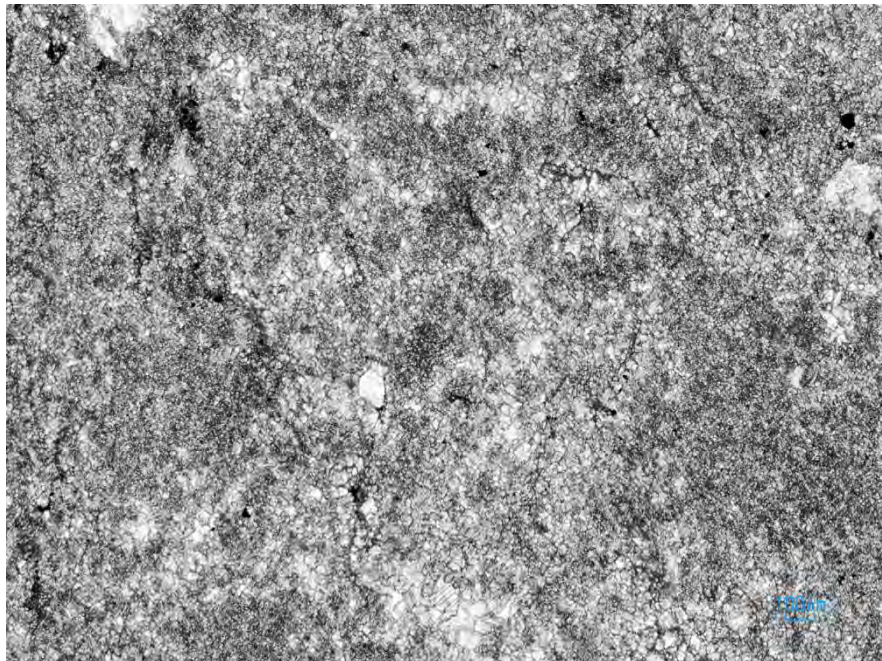
รูปที่ 2.17 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K1 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (stylolite) (ลูกศรชี้)



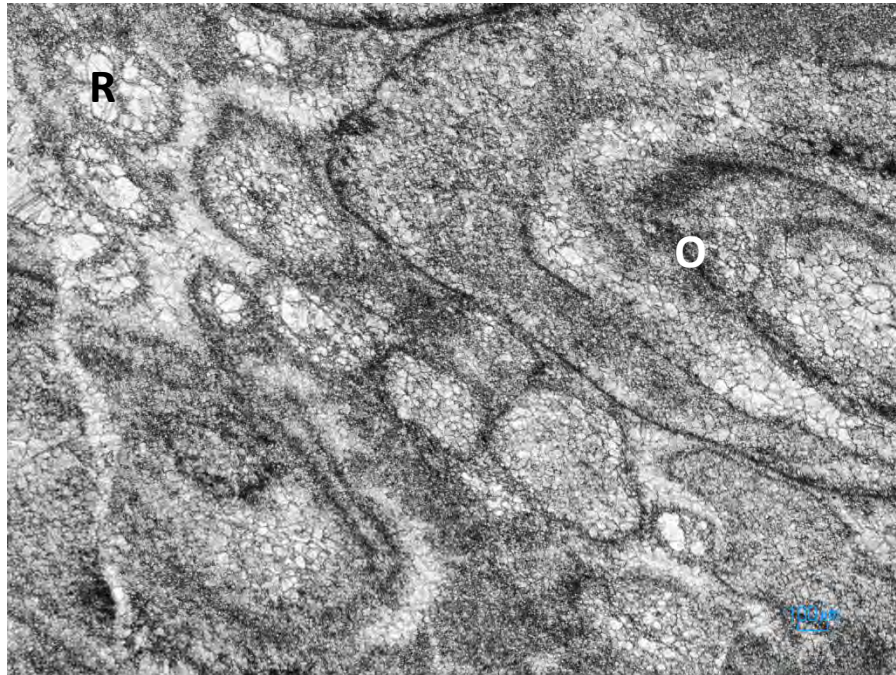
รูปที่ 2.18 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K2 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และพบลักษณะแนวพื้นในหิน(ลูกศรชี้)



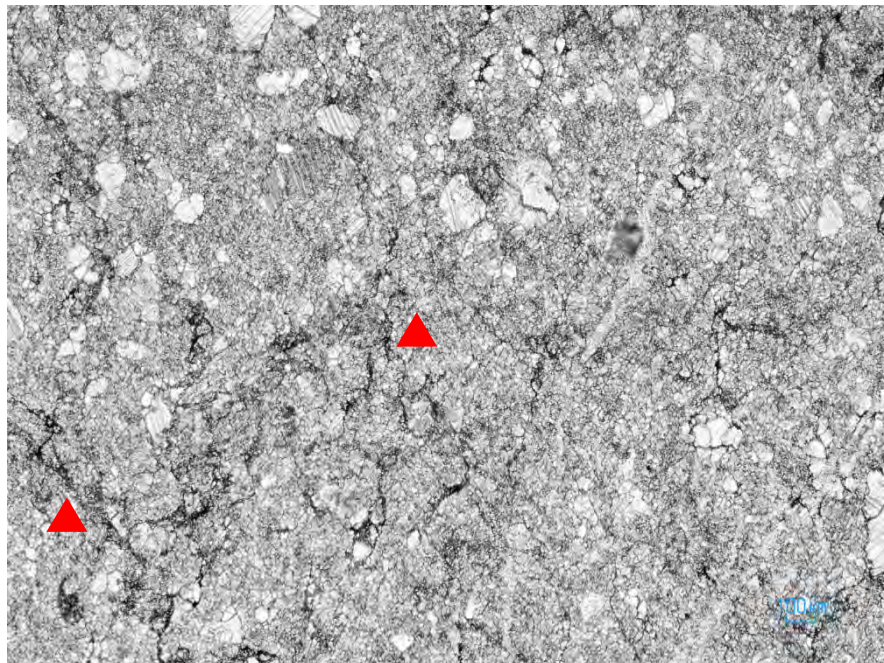
รูปที่ 2.19 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K3 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone เป็น grain-support มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1 มิลลิเมตร พบการเกิดผลึกใหม่ (recrystallization) ของเม็ดแคลไซต์ (R) พบลักษณะของออนคอยด์ (oncoïd) (O)



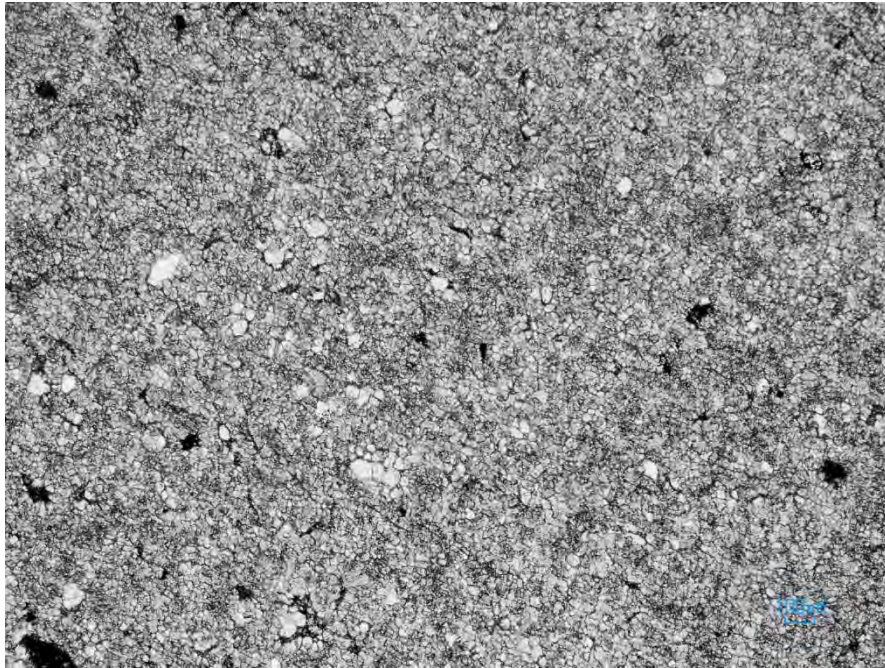
รูปที่ 2.20 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K4 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.21 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K5 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น grainstone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.2 มิลลิเมตรประมาณ 30% พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) และ พบลักษณะของอนคอยด์ (O)



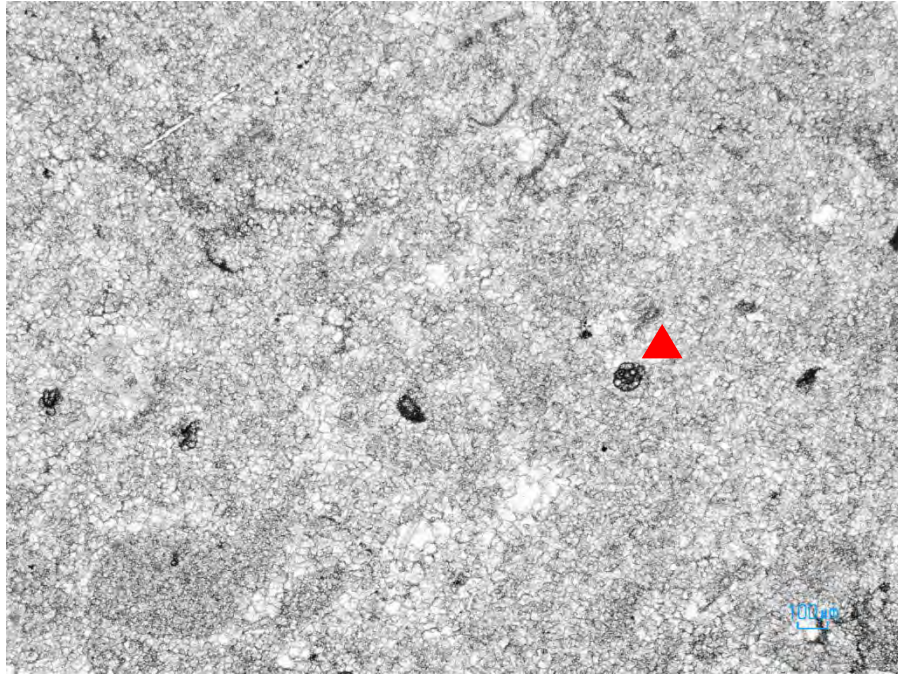
รูปที่ 2.22 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K6 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1-0.2 มิลลิเมตรประมาณ 20% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



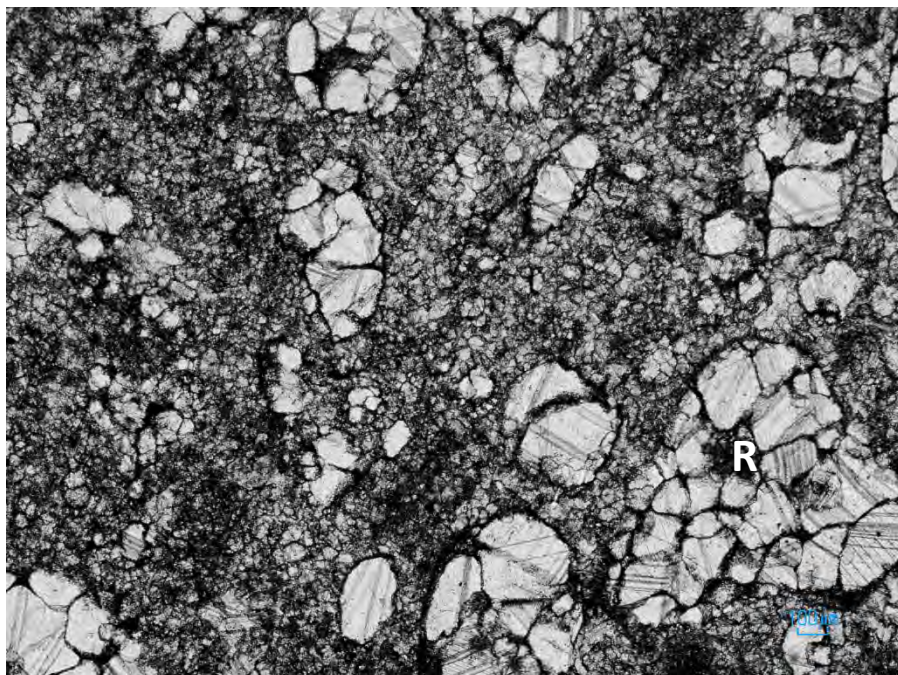
รูปที่ 2.23 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K7 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1 มิลลิเมตร และเม็ดตะกอนของ clastic rock



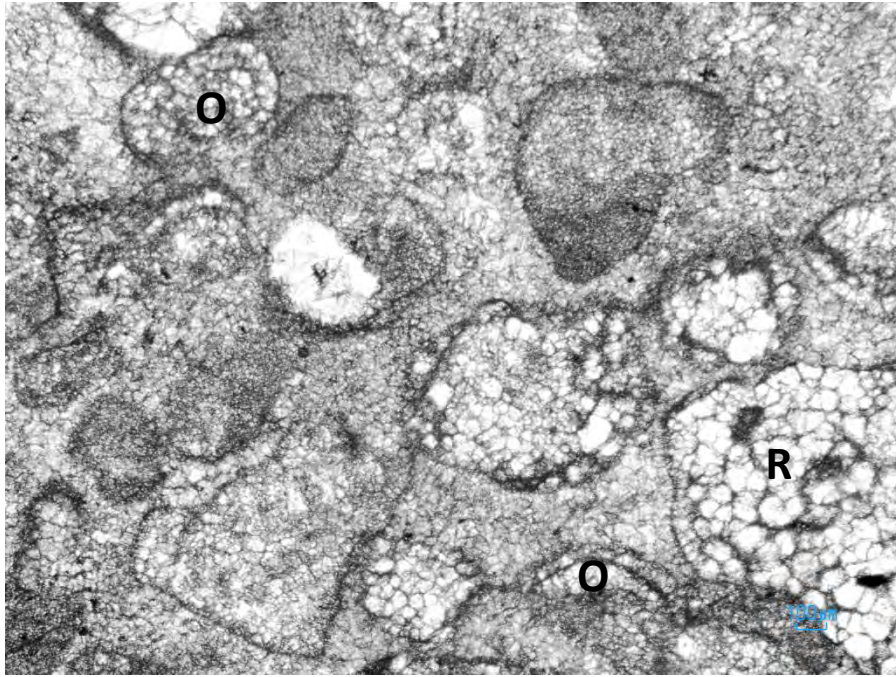
รูปที่ 2.24 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง K8 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone เป็น grain-support มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน ขนาดของเม็ดแคลไซต์ประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตรพบลักษณะของออนคอยด์ (O) ซึ่งมีขนาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร



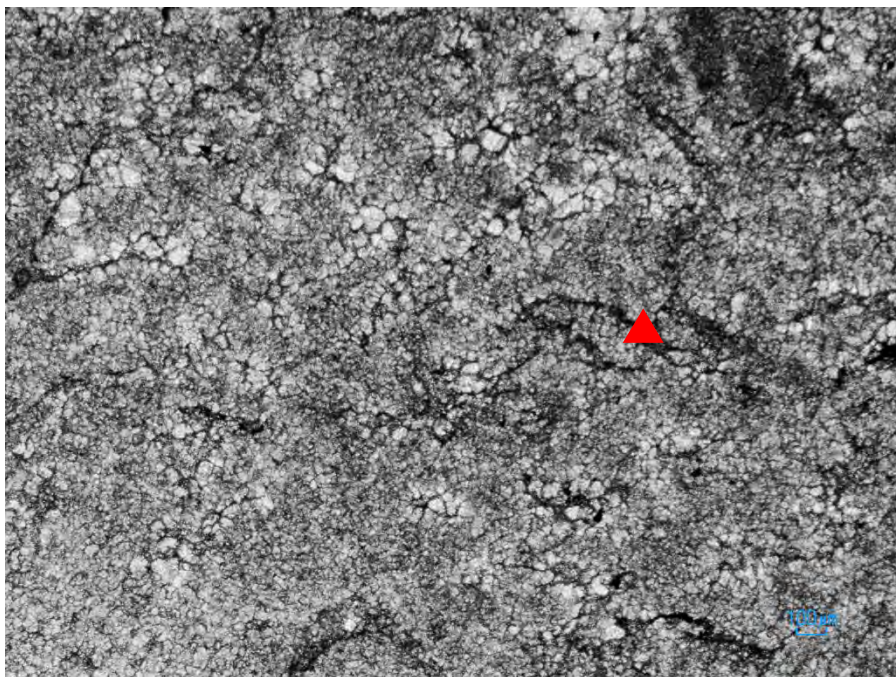
รูปที่ 2.25 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL1 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยเนื้อหินพื้นเป็นหินโคลนพบซากดึกดำบรรพ์ของฟอแรมมิเนียเฟอรา (foraminifera) ในเนื้อหิน (ลูกศรชี้)



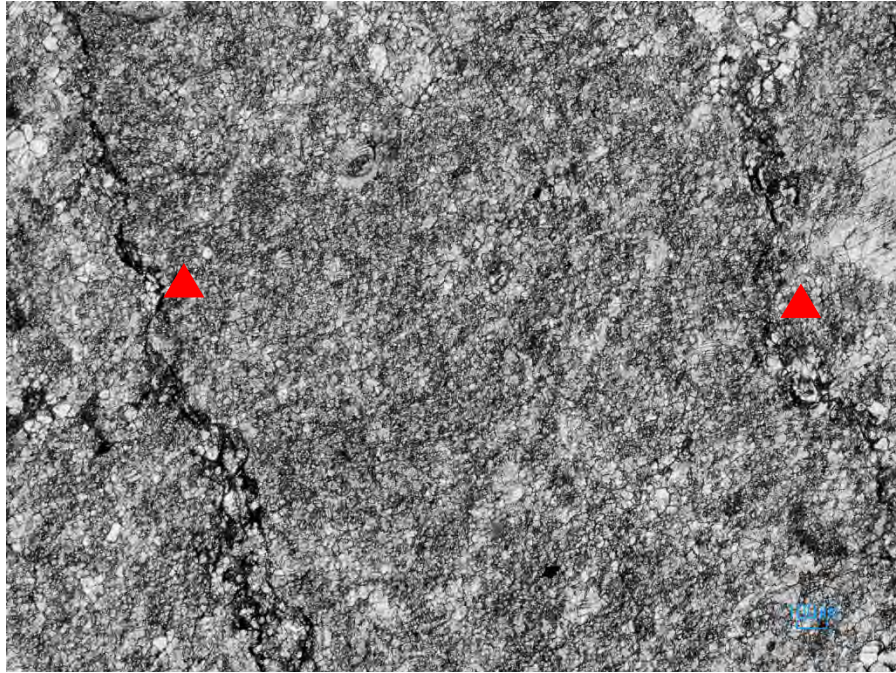
รูปที่ 2.26 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL2 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1-0.4 มิลลิเมตรมีการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R)



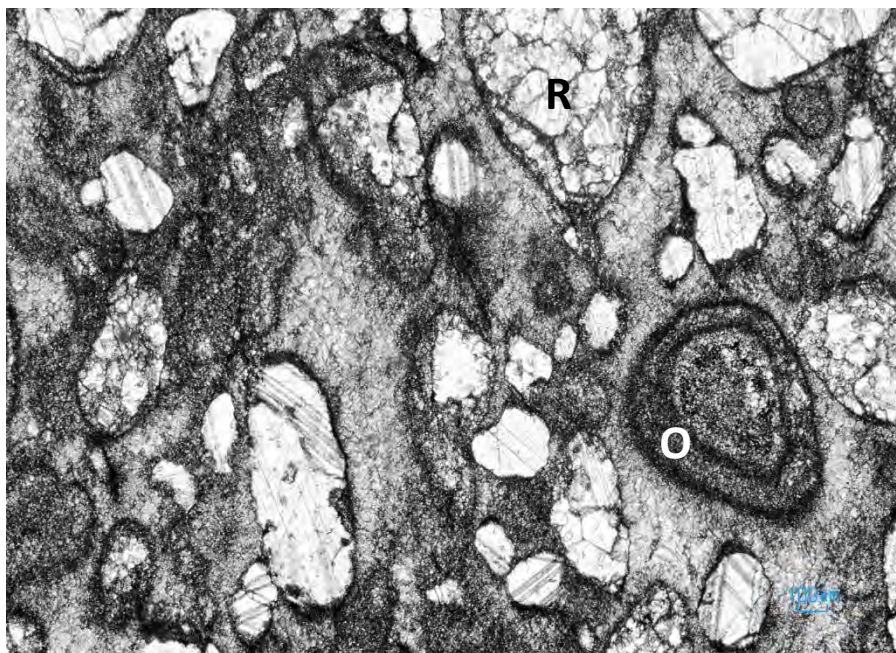
รูปที่ 2.27 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL3 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยพบลักษณะของออนคอยด์ (oncoid) ขนาดประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร (O) และพบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R)



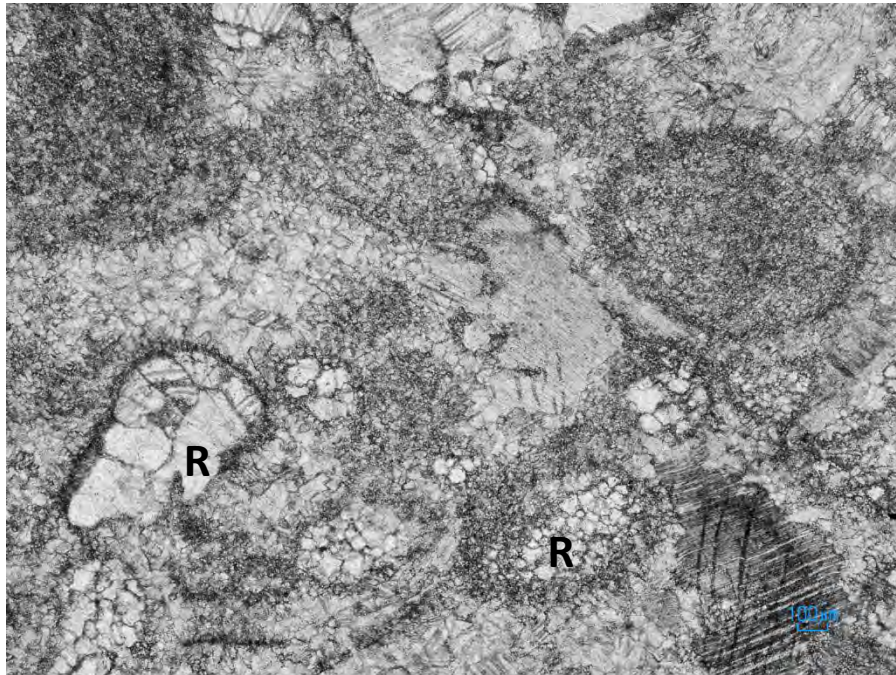
รูปที่ 2.28 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL4 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 30% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



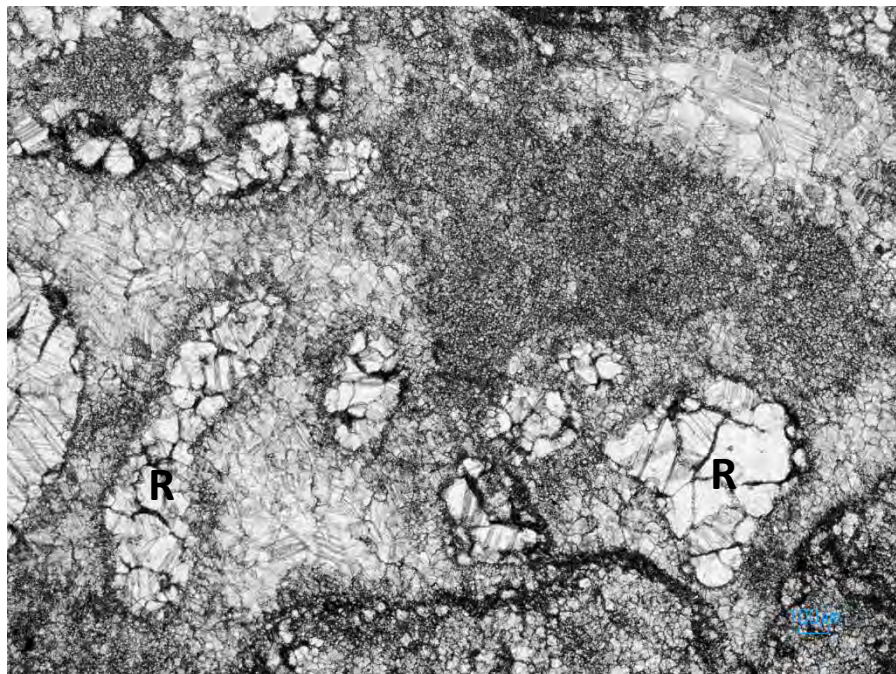
รูปที่ 2.29 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL5 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยเนื้อพื้นเป็นหินโคลน พบเม็ดของแคลไซต์ประมาณ 2% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้) 2 แนวและมีสายแร่แคลไซต์



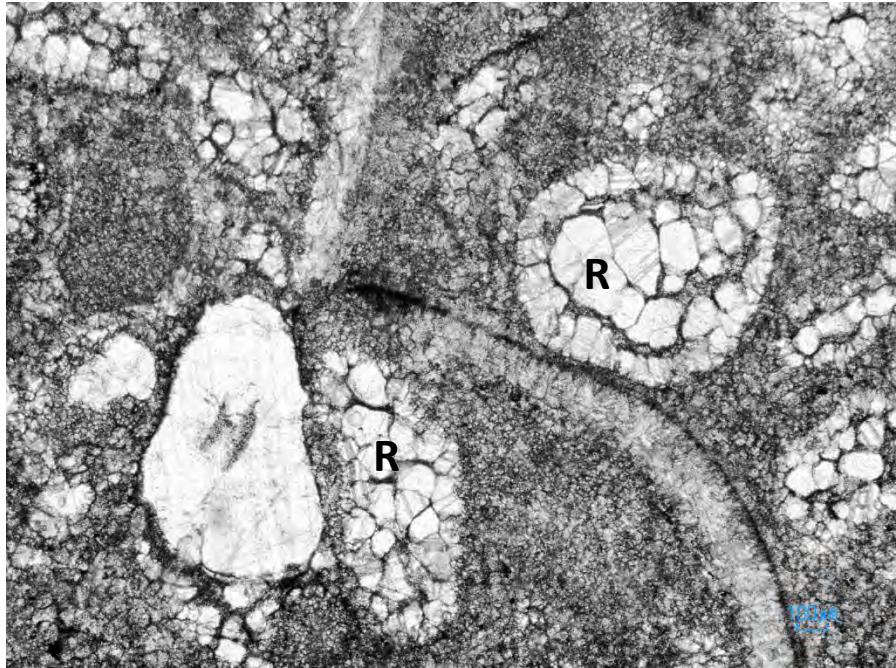
รูปที่ 2.30 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL6 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนประมาณ 5% มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1-0.5 มิลลิเมตร การเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) พบลักษณะของอนุสรณ์คยต์ขนาดประมาณ 0.1-0.2 มิลลิเมตร (O)



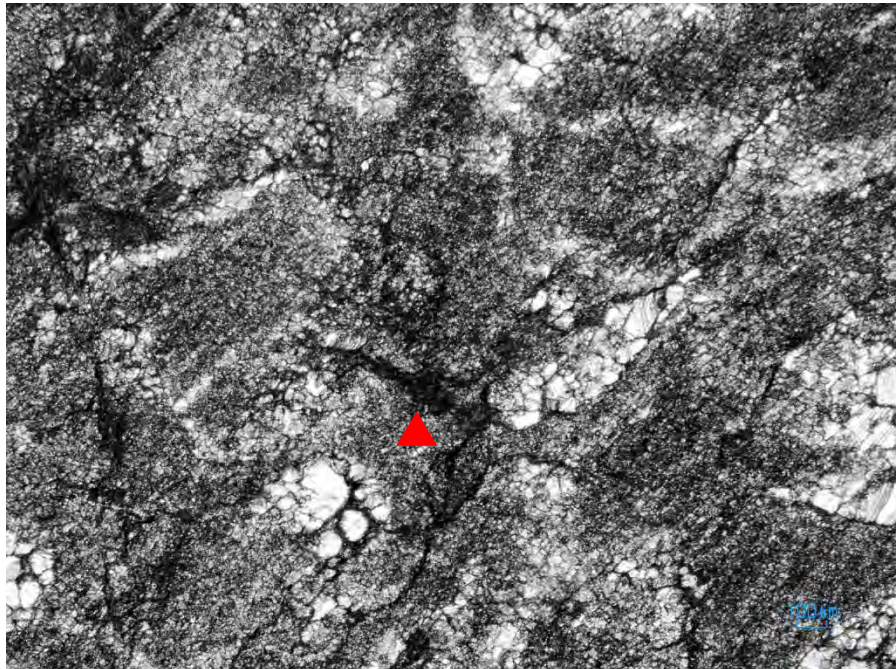
รูปที่ 2.31 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL7 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยขนาดของเม็ดตะกอน 0.2-0.3 มิลลิเมตร พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) และมีเนื้อหินเป็นหินโคลน มีแคลไซต์ประมาณ 70%



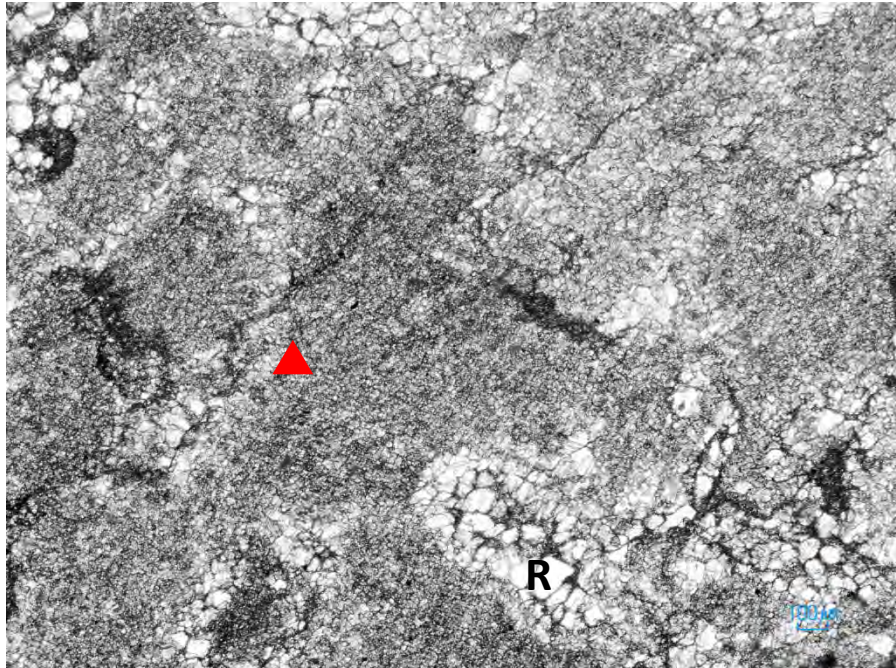
รูปที่ 2.32 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL8 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยขนาดของเม็ด 0.3-0.5 มิลลิเมตร พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) มีแคลไซต์ประมาณ 60%



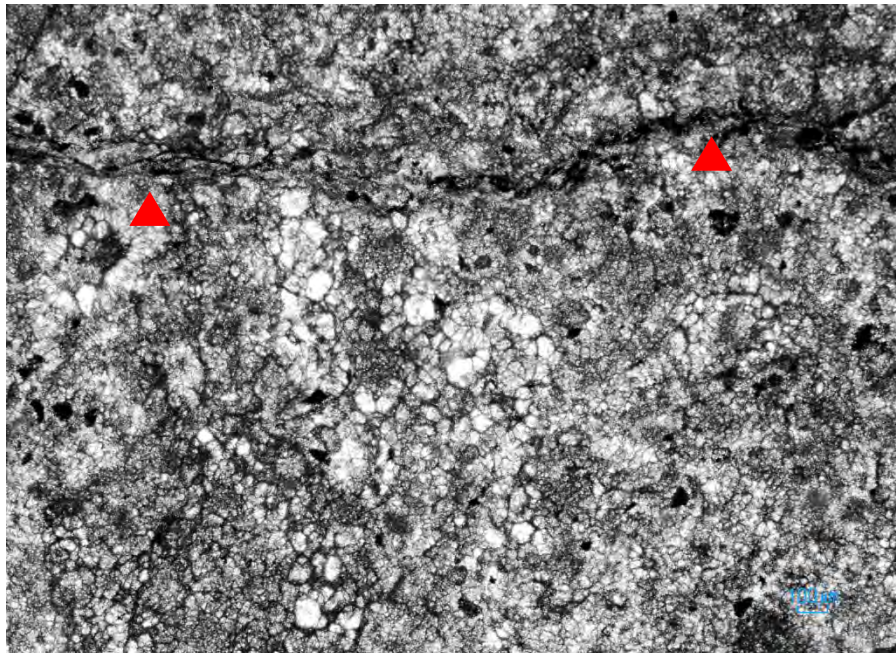
รูปที่ 2.33 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL9 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยขนาดของเม็ด 0.3-0.5 มิลลิเมตร พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) มีแคลไซต์ประมาณ 50% และมีสายแร่แคลไซต์ (calcite vein)



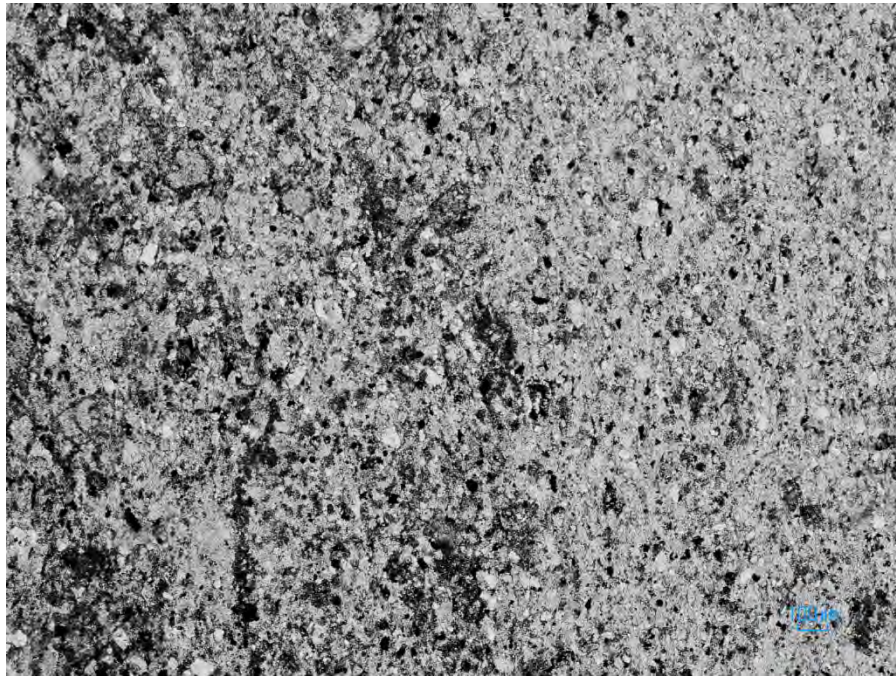
รูปที่ 2.34 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL10 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.2 มิลลิเมตรประมาณ 20% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



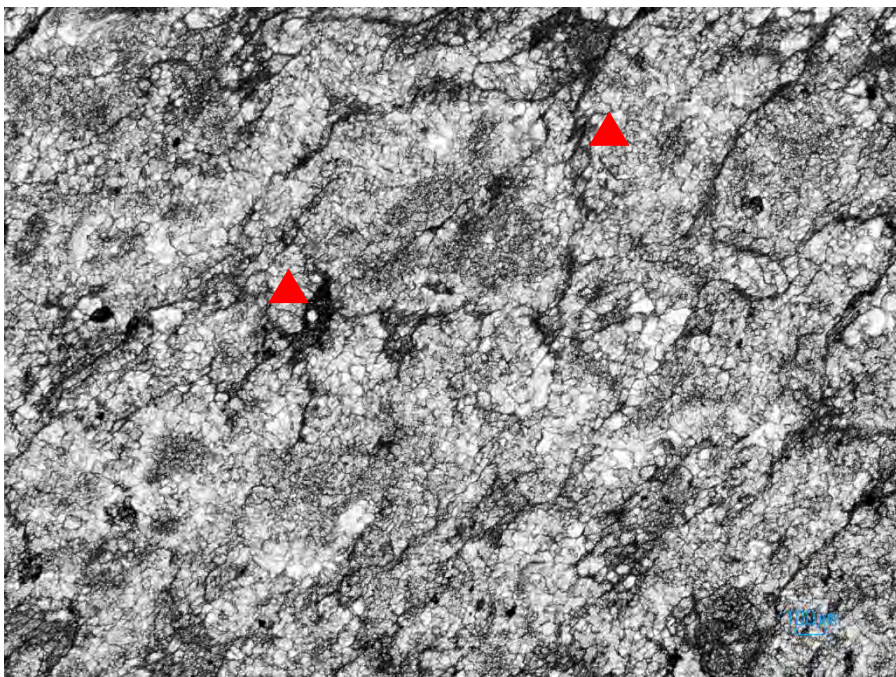
รูปที่ 2.35 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL11 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.2 มิลลิเมตรประมาณ 30% พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



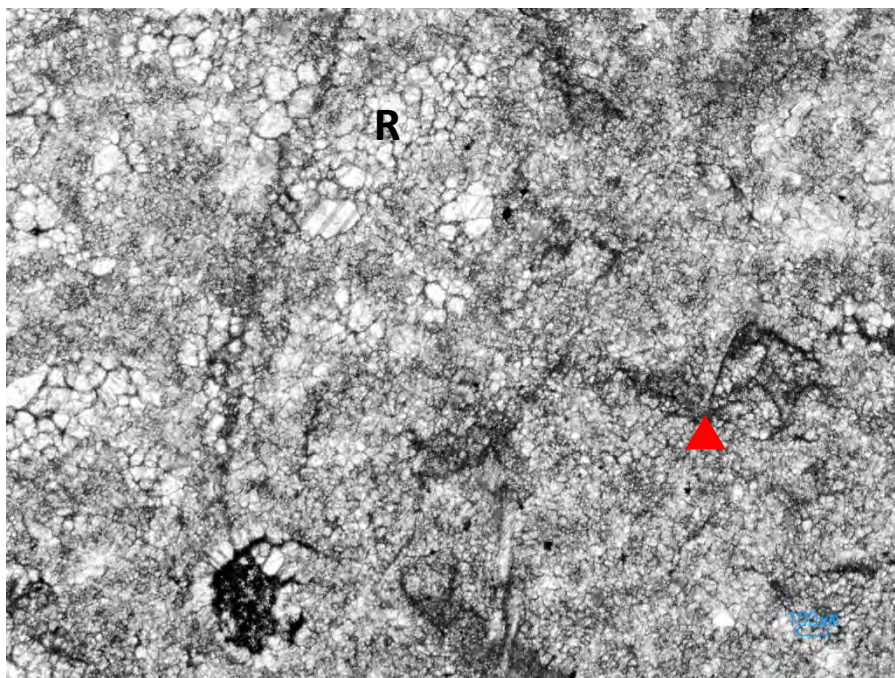
รูปที่ 2.36 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL12 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 80% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



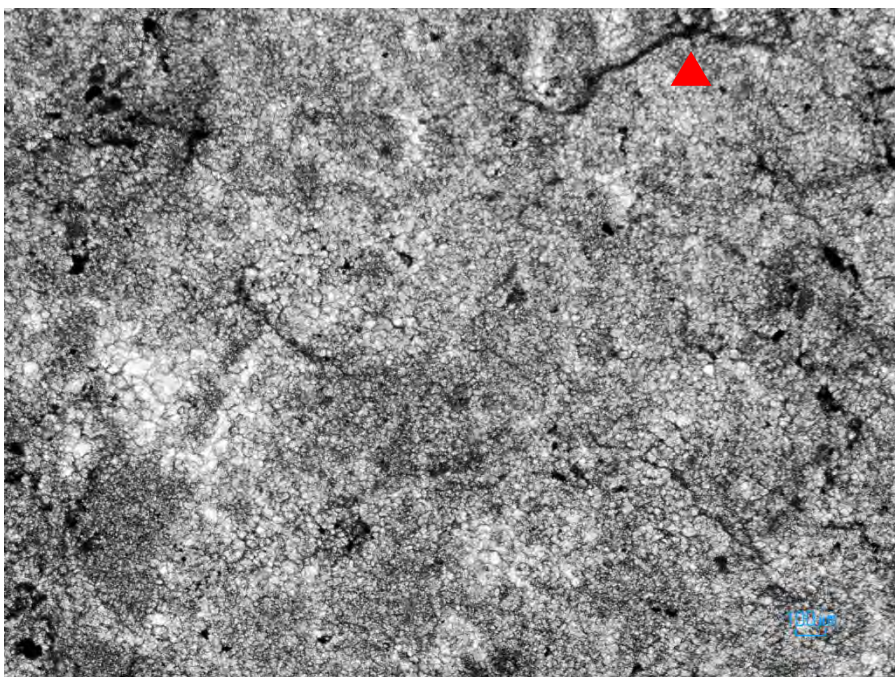
รูปที่ 2.37 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL13 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone โดยขนาดของเม็ดตะกอนน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร มีการคัดขนาดของเม็ดตะกอน(graded)



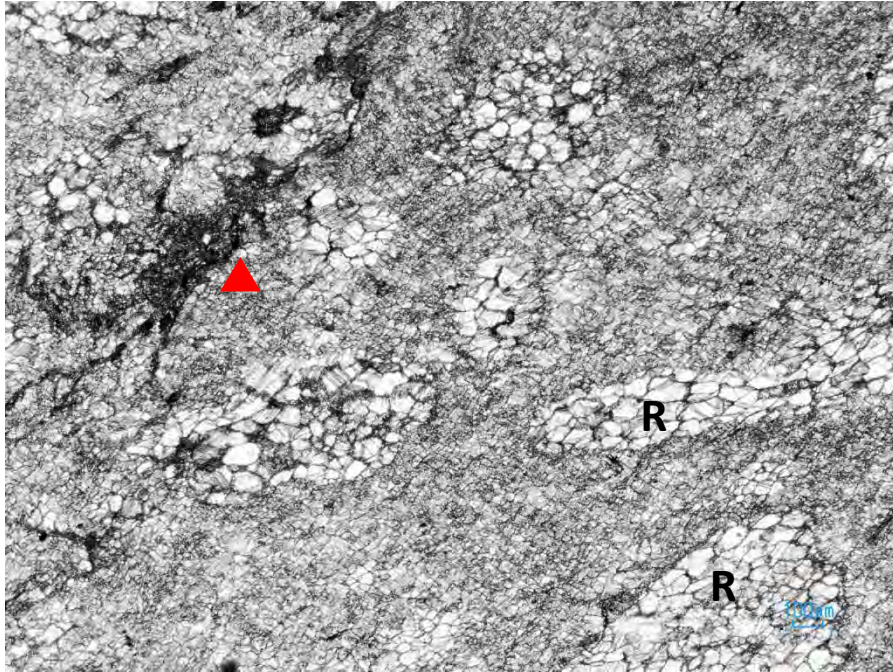
รูปที่ 2.38 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL14 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 60% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



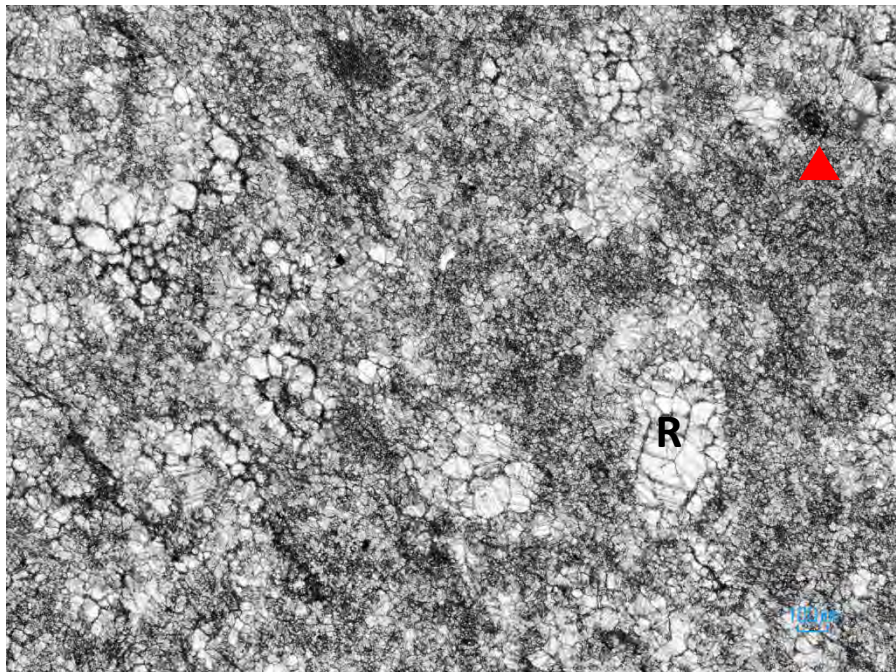
รูปที่ 2.39 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL15 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1-0.2 มิลลิเมตร ประมาณ 40% พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) และพบลักษณะแนวฟันในหิน (ลูกศรชี้)



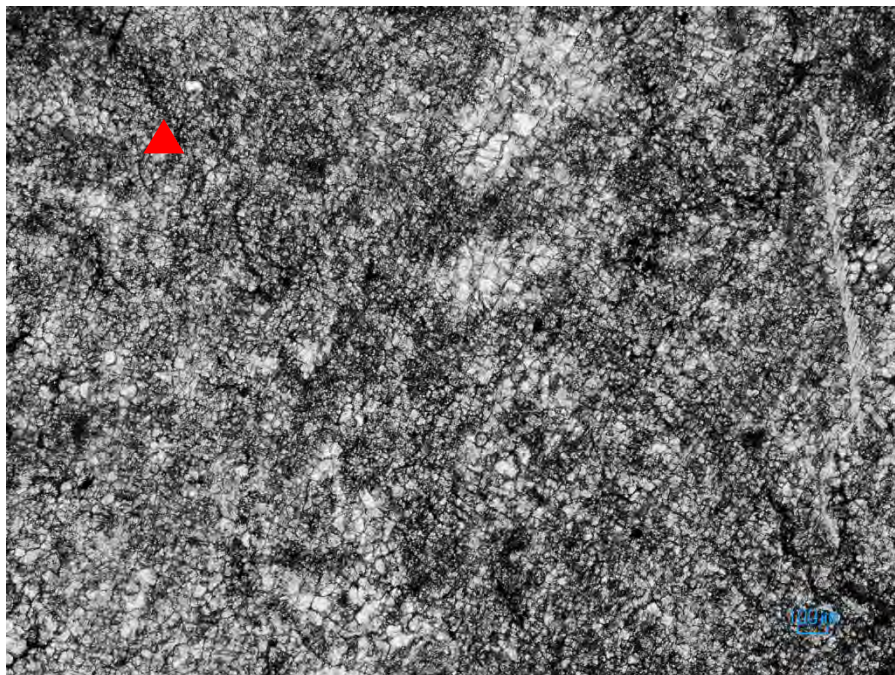
รูปที่ 2.40 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL16 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1 มิลลิเมตร ประมาณ 5% และพบลักษณะแนวฟันในหิน (ลูกศรชี้)



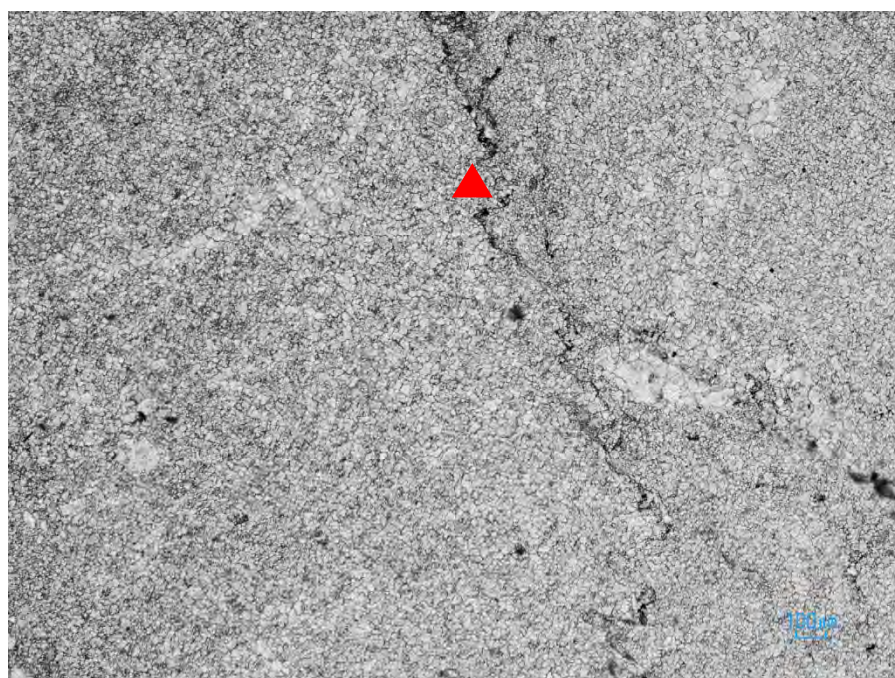
รูปที่ 2.41 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL17 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1-0.2 มิลลิเมตรประมาณ 30% พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



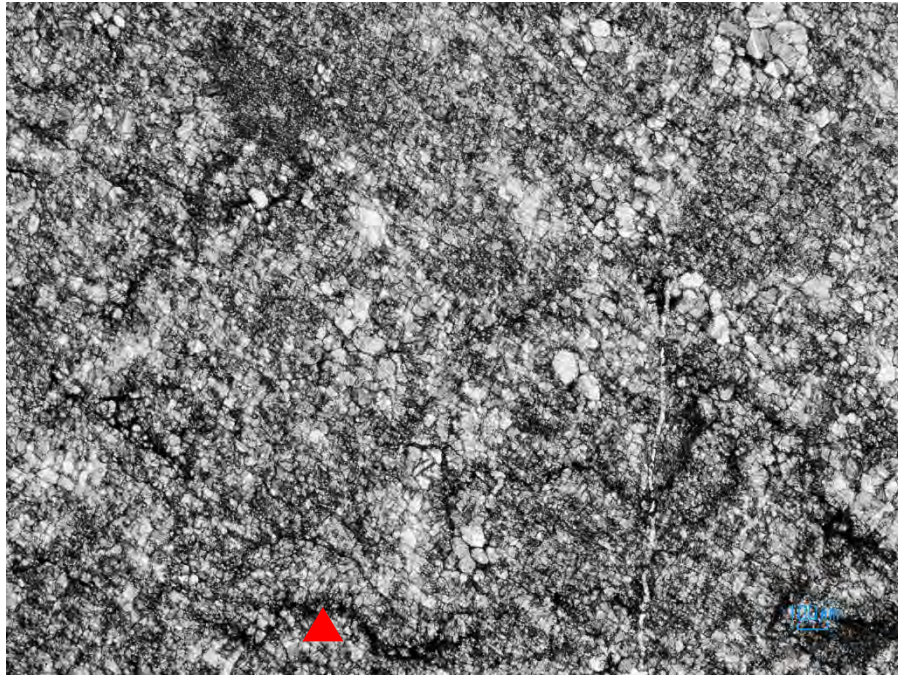
รูปที่ 2.42 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL18 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1-0.5 มิลลิเมตร พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) และมีฟอแรมมินิเฟอรา (ลูกศรชี้)



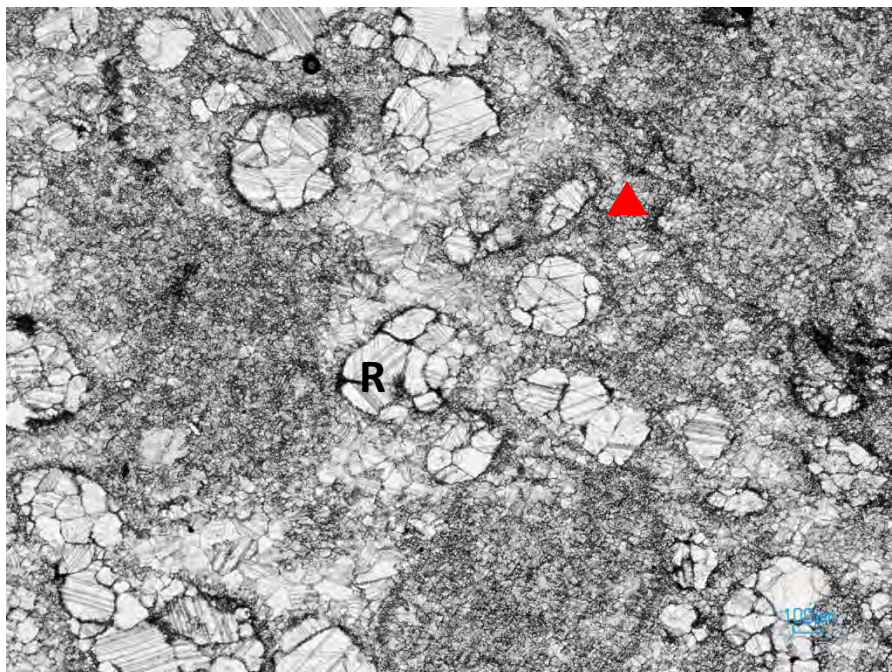
รูปที่ 2.43 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL19 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 10% พบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



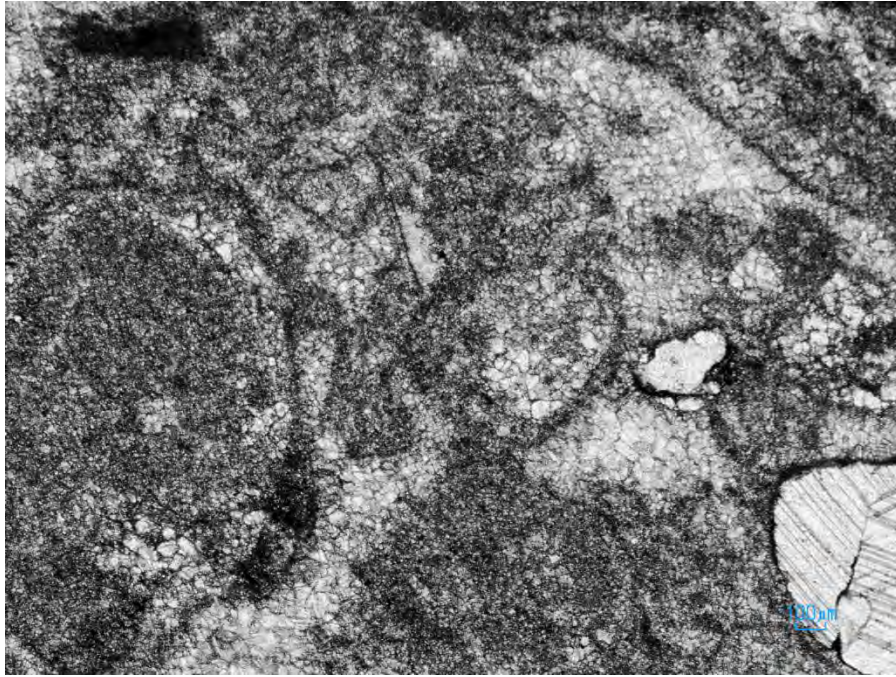
รูปที่ 2.44 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL20 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 3% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



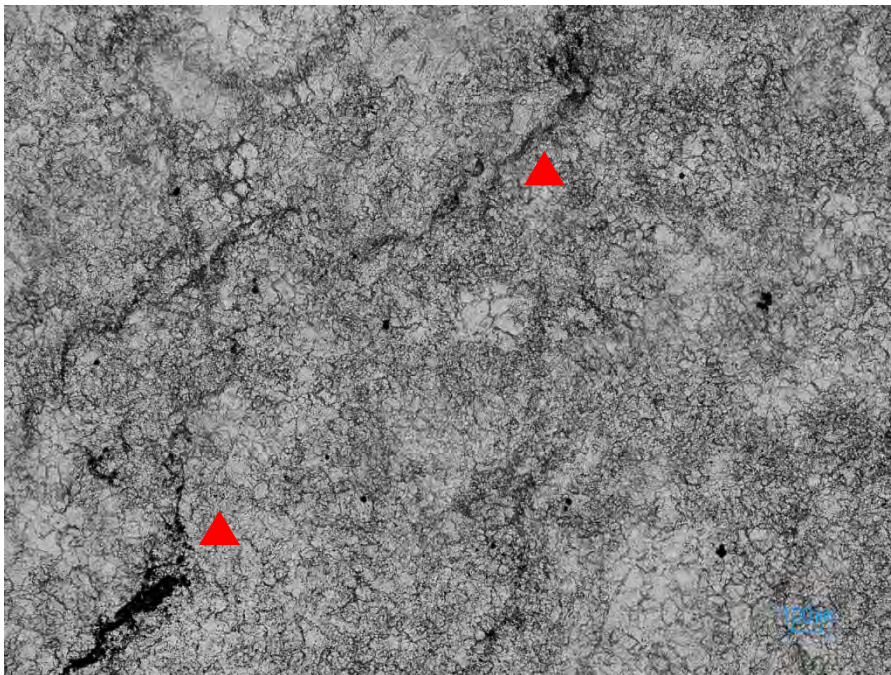
รูปที่ 2.45 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL21 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 20% พบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้) และสายแร่แคลไซต์



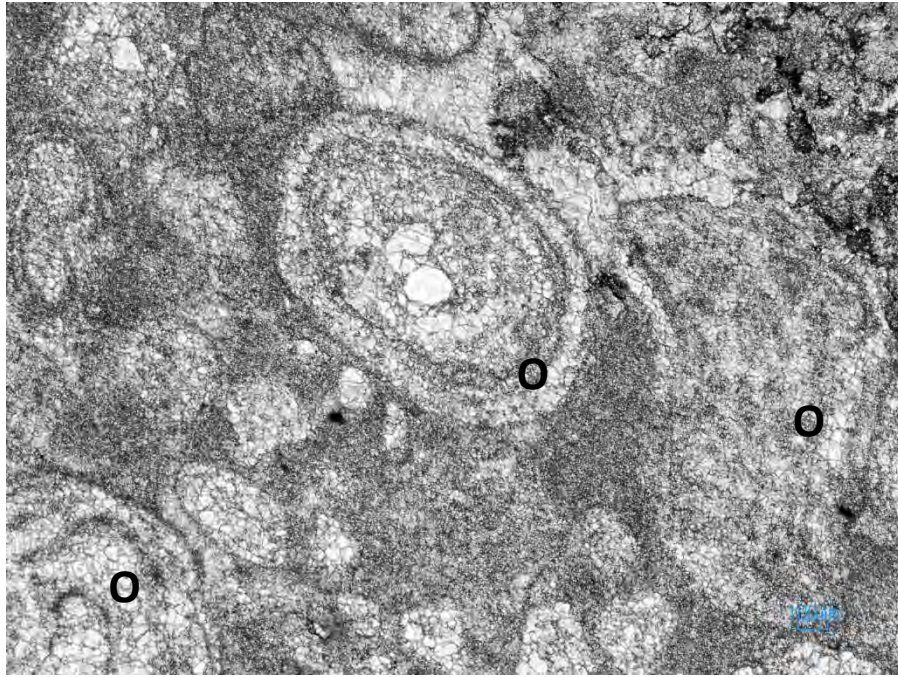
รูปที่ 2.46 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL22 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1-0.3 มิลลิเมตรประมาณ 50% พบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้) และพบการเกิดผลึกใหม่ (R)



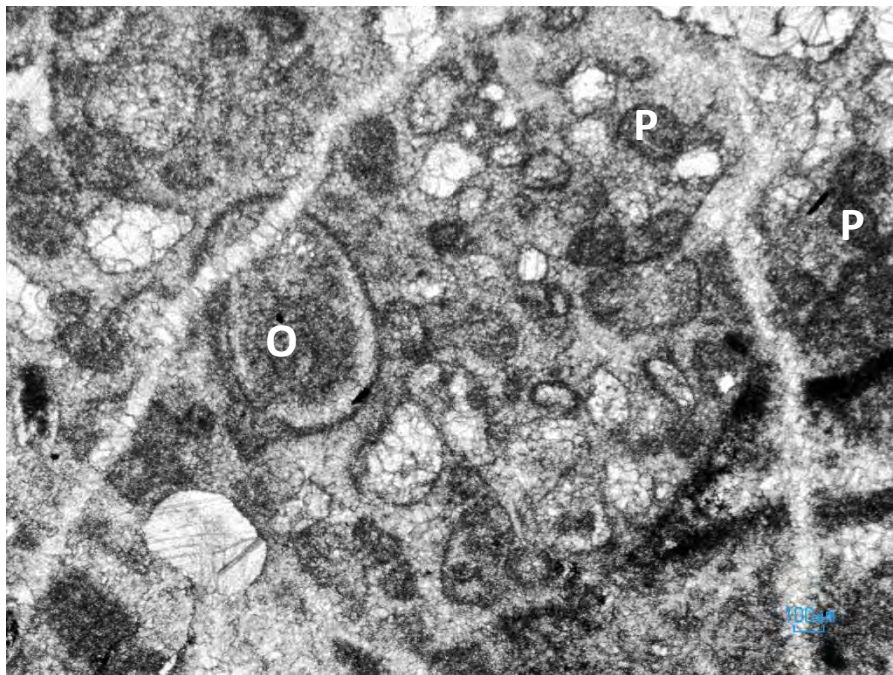
รูปที่ 2.47 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL23 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 20%



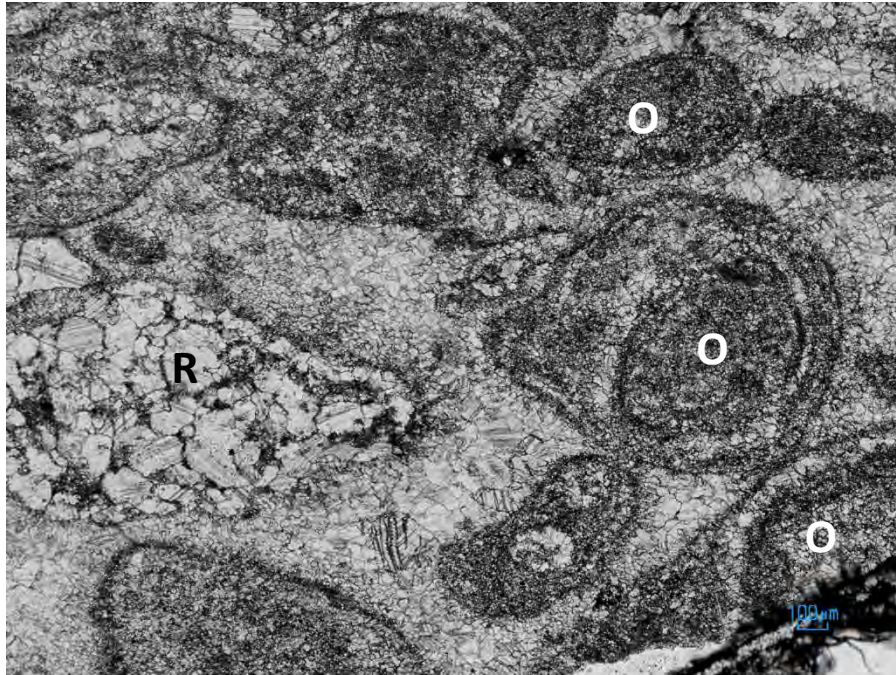
รูปที่ 2.48 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL24 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น mudstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1 มิลลิเมตรประมาณ 3% และพบลักษณะแนวพื้นในหิน (ลูกศรชี้)



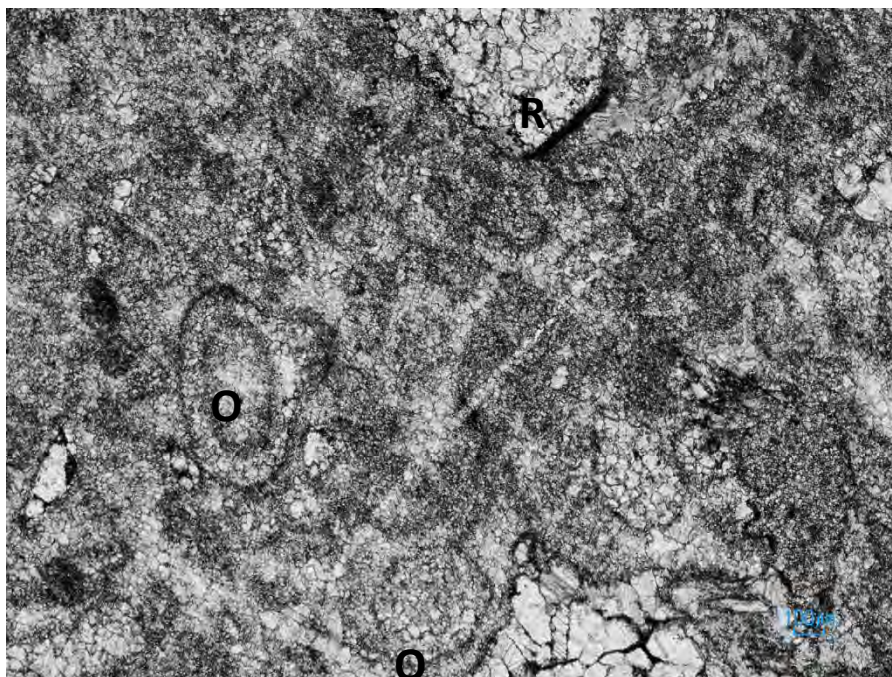
รูปที่2.49 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL25 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน โดยพบลักษณะของออคอยด์ขนาดประมาณ 0.3-2 มิลลิเมตร (O)



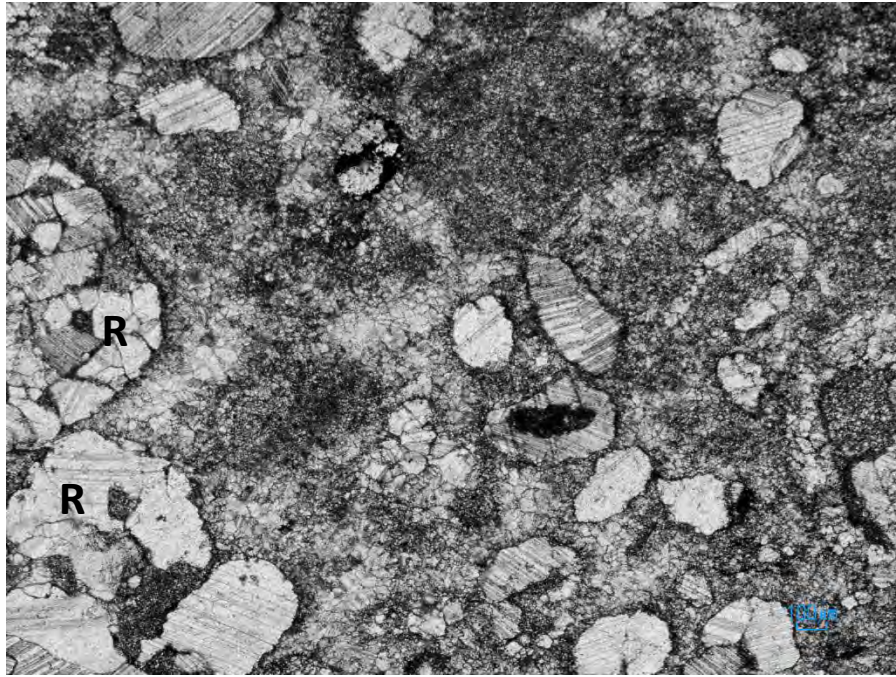
รูปที่2.50 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL26 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนเป็น peloid ขนาด 0.1 มิลลิเมตร (P) พบลักษณะของออคอยด์ (O) และพบลักษณะสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน



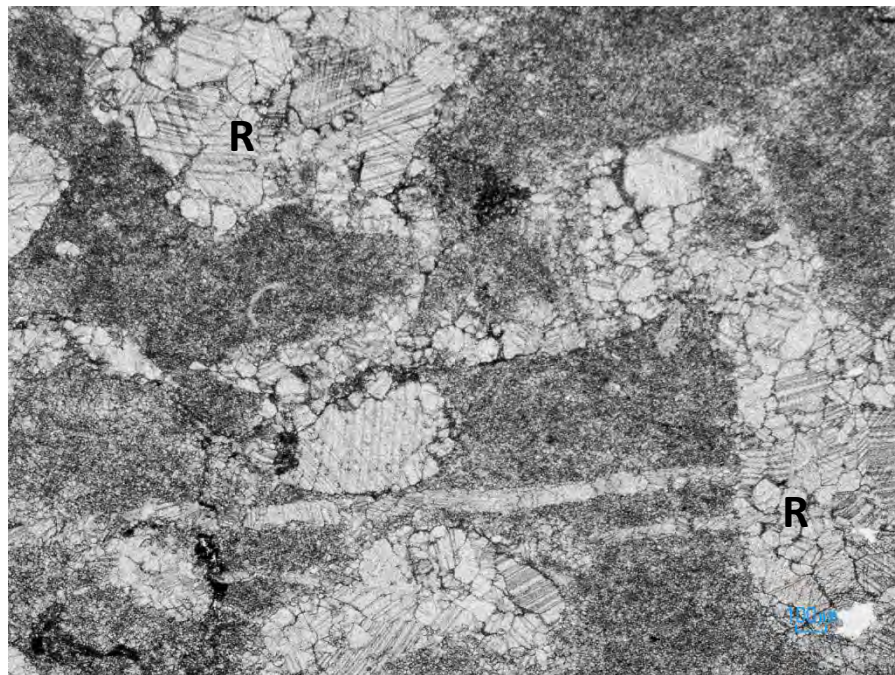
รูปที่ 2.51 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL27 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone เป็น grain-support พบลักษณะของออนคอยด์ (oncoid) (O) ขนาด 0.3-2 มิลลิเมตรพบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R)



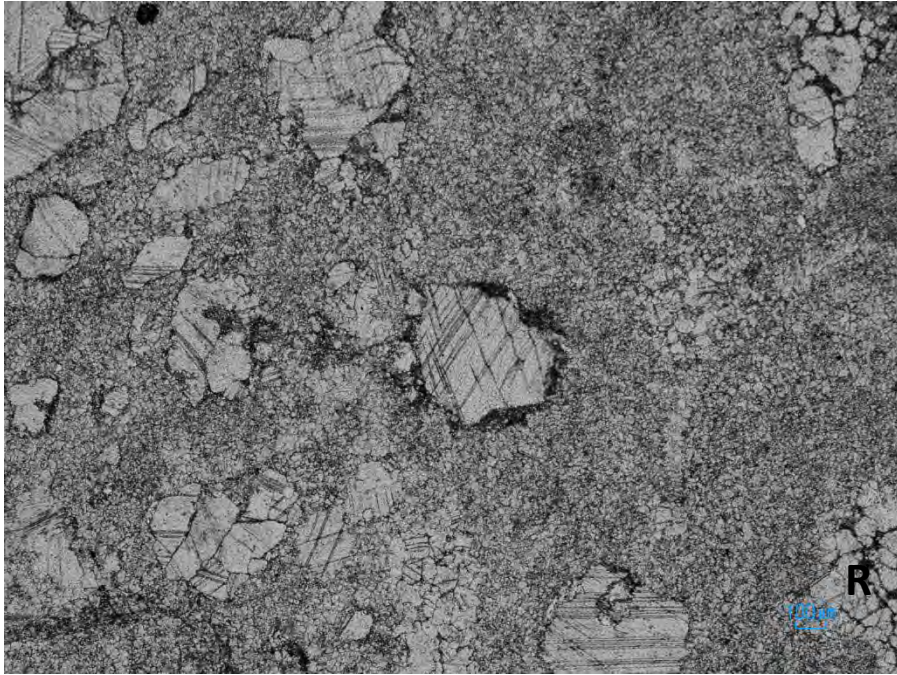
รูปที่ 2.52 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL28 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackstone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลนมีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ ขนาด 0.1 มิลลิเมตรพบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R) พบลักษณะของออนคอยด์ (O)



รูปที่ 2.53 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL29 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น packstone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตรประมาณ 50% พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R)

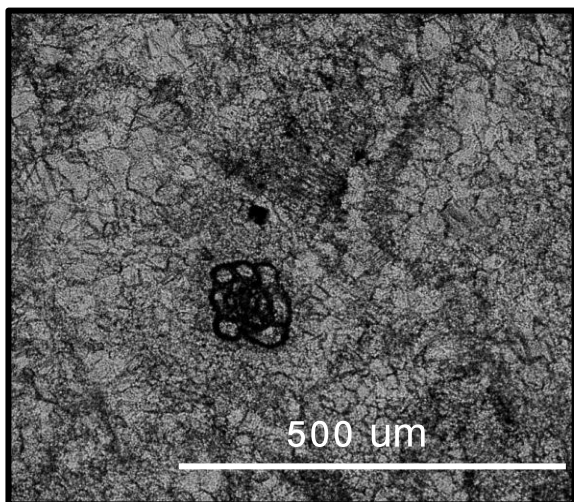


รูปที่ 2.54 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL30 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone โดยมีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.1-0.3 มิลลิเมตรพบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R)

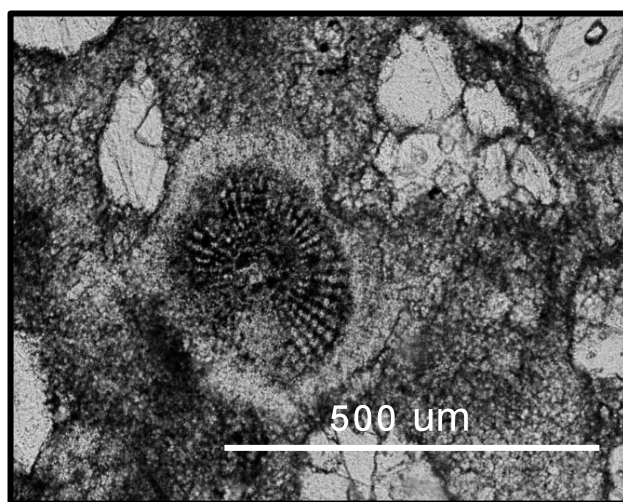


รูปที่ 2.55 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่าง KL31 ตัวอย่างหินนี้มีลักษณะหินเป็น wackestone มีเนื้อพื้นเป็นหินโคลน มีเม็ดตะกอนของแคลไซต์ขนาด 0.2-0.4 มิลลิเมตรประมาณ 30% พบการเกิดผลึกใหม่ของเม็ดแคลไซต์ (R)

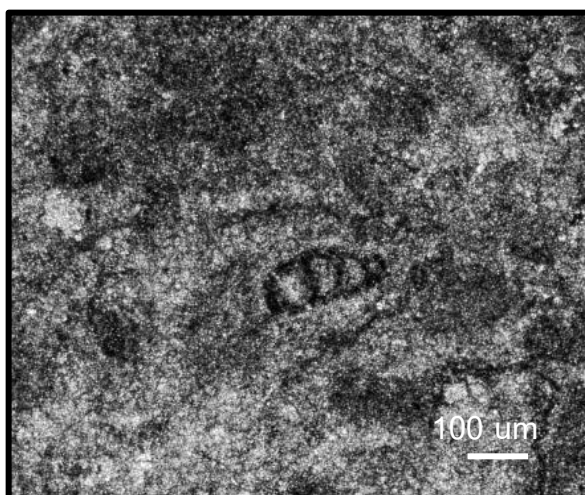
2.4 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ (Fossils)



รูปที่ 2.56 ซากดึกดำบรรพ์ของฟอแรมมินิเฟอรา
Endotriada



รูปที่ 2.57 ซากดึกดำบรรพ์ของไครนอยด์ (crinoid)



รูปที่ 2.58 ซากดึกดำบรรพ์ของฟอแรมมินิเฟอรา
Cryptoseptida

บทที่ 3 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

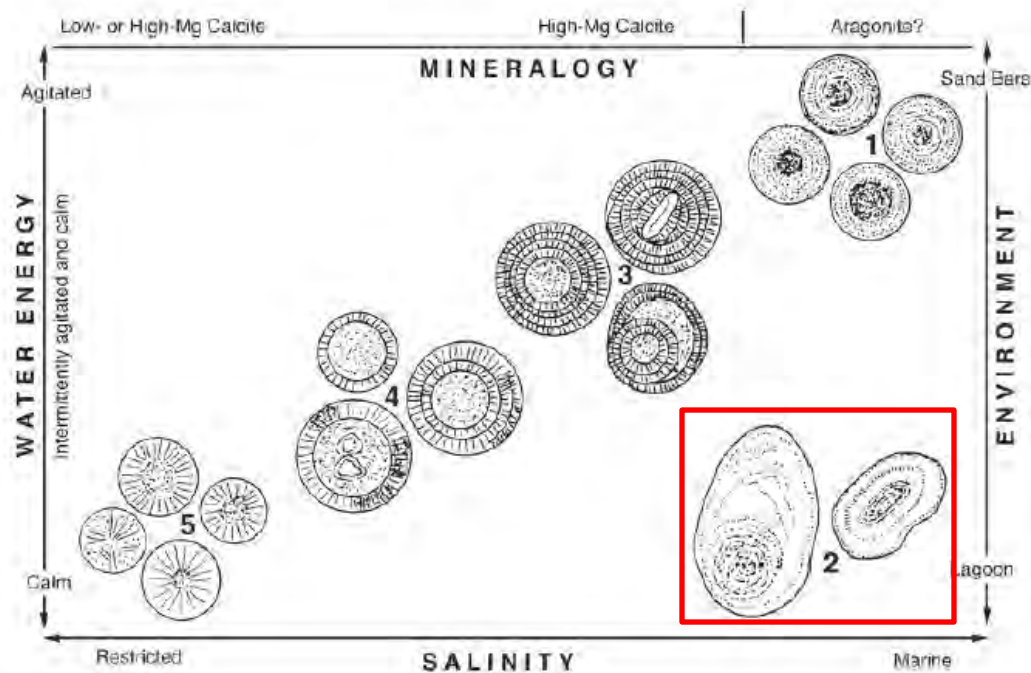
3.1 อภิปรายผลการศึกษา (Discussion)

3.2 สรุปผลการศึกษา (Conclusion)

บทที่ 3 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

3.1 อภิปรายผลการศึกษา (Discussion)

จากการศึกษาการลำดับชั้นหินทางกายภาพของจุดศึกษาทั้ง 3 ตำแหน่งนั้น จะพบว่าในแต่ละจุดศึกษาจะพบลักษณะของเนื้อหินที่เห็นชัดเจน ที่สามารถมองด้วยตาเปล่า เป็นออนคอยด์(oncoid) และภาพจากภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้นก็สามารถบ่งบอกได้ว่าเป็นออนคอยด์เนื่องจากลักษณะที่ปรากฏ จะพบว่าชั้นเปลือกหุ้มนิวเคลียสนั้น มีรัศมีที่ไม่สมมาตรกัน และขนาดที่ใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร จะเห็นว่าลักษณะออนคอยด์ที่ได้จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 จุดนั้นโดยพิจารณาจากแผนภาพ Depositional sites and environmental control ของลักษณะเม็ดไขปลา(ooids) มีลักษณะที่คล้ายแบบที่ 2 (ซึ่งแสดงในกรอบสีแดง) (รูปที่3.1) มีลักษณะเปลือกหุ้มนิวเคลียสรัศมีไม่สมมาตร ขนาดใหญ่ เกิดจากสิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น และจะเห็นว่าสภาพแวดล้อมการสะสมตัวจะอยู่ในช่วงที่เป็น ทะเลสาบ(lagoon)หรือทะเล(marine) และ เกิดจากสิ่งมีชีวิต เกิดในบริเวณที่มีในช่วงบริเวณที่น้ำนิ่ง พลังงานในการพัดพาต่ำ และมีความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการตกผลึกของแคลไซต์เป็นสภาพแวดล้อมในการสะสมตัวในช่วง intertidal ถึง shallow subtidal



รูปที่3.1 แผนภาพ Depositional sites and environmental control ของลักษณะเม็ดไขปลา(ooids) แต่ละชนิด (Flugel,2004)

3.2 สรุปผลการศึกษา (Conclusion)

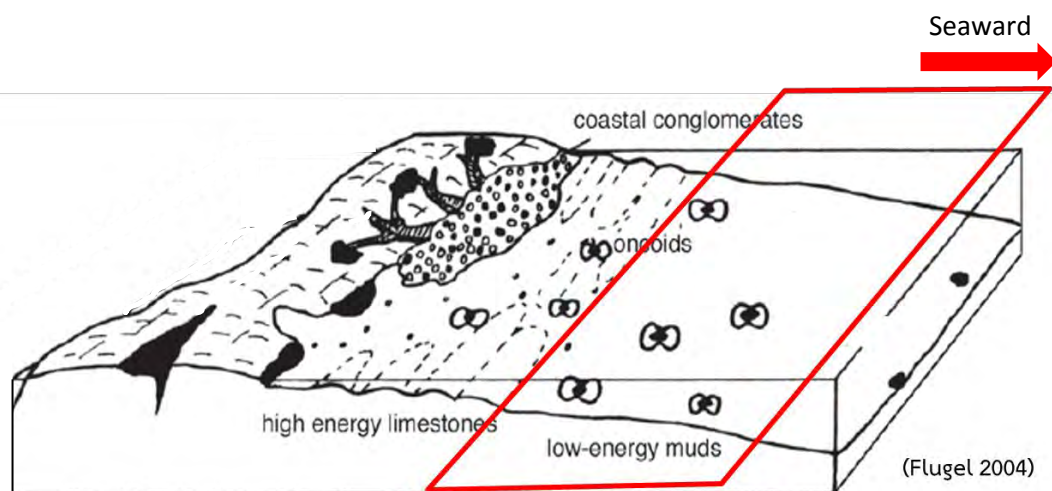
จากการสำรวจภาคสนามและศึกษาการลำดับชั้นหินทางกายภาพ ศิลาบรรณนาและซากดึกดำบรรพ์โดยนำมาวิเคราะห์และอภิปรายผลในด้านสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีตสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการศึกษาลำดับชั้นหินทางกายภาพมีทิศทางในการวางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตกและเอียงเทไปทางทิศใต้ พบลักษณะโครงสร้างหินตะกอน เช่น การวางชั้นแบบการเรียงขนาดปกติ (Normal graded bedding) มี clast เป็นออนคอยด์ (oncoïd) มีขนาดประมาณ 2-4 มิลลิเมตร และสลับชั้นกับหินปูนลักษณะชั้นบาง (laminated limestone)

2. จากการศึกษาศิลาบรรณนาของเนื้อหินปูนคาร์บอนेटในพื้นที่ศึกษา พบว่าประกอบไปด้วยมัดสโตน แวกสโตน แพคสโตน และเกรนสโตน โดยในเนื้อหินพบออนคอยด์

3. จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เทียบกับพื้นที่ข้างเคียงพบว่าหินบริเวณพื้นที่ที่ศึกษามีการสะสมตัวในยุคไทรแอสสิกตอนต้น

จากการศึกษาการลำดับชั้นหิน ศิลาบรรณนาโดย องค์ประกอบของเนื้อหิน ซากดึกดำบรรพ์ จึงสามารถสรุปสภาพแวดล้อมการสะสมตัวเป็นช่วง intertidal ถึง shallow subtidal



รูปที่ 3.2 ภาพจำลองสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณเป็นแบบ intertidal ถึง shallow subtidal ช่วงที่มีพลังงานในการพัดพาต่ำ ในบริเวณเขาสูไซไพร์วัน ซึ่งแสดงในกรอบสีแดง

เอกสารอ้างอิง

- Chaodumrong, P., Rao, P., 1992. Depositional environments of Triassic carbonates, Lampang Group, central north Thailand. Proceedings of the National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development. Department of Mineral Resources, Ministry of Industry, Bangkok, Thailand, pp. 355–367.
- Flugel, E., 2004. Microfacies of carbonate rocks, 976 p. Springer-Verlag.
- Fontaine, H., Salyapongse, S., 1997a. Biostratigraphy of East Thailand. Proceedings of the International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific, vol. 1, 19-24 August 1997. Department of Mineral Resources, Bangkok, pp. 73–82.
- Fontaine, H., Salyapongse, S., 1999. Oncolitic limestone is widespread in the Klaeng area, east Thailand: distribution of this type of limestone in the Triassic of Southeast Asia. Proceedings of the International Symposium on Shallow Tethys 5. Department of Geological Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, pp. 282–286.
- Fontaine, H., Vachard, D., 1988. Preliminary remarks on a few fossiliferous localities of Thailand and Malaysia. CCOP Newsletter 13, 14–18.
- Sone, M., Metcalfe, I., and Chaodumrong, P., 2012. The Chanthaburi Terrane of southeastern Thailand: Stratigraphic confirmation as a disrupted segment of the Sukhothai Arc. Journal of Asian Earth Science. 61. 16-32.