

เส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกและสิลาวรรณาของหินคาร์บอนेट
บริเวณดอยผากิ่ง อำเภोज้ำห่ม จังหวัดลำปาง

นางสาวชญาณี วงศ์พิพัฒน์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558

PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY AND ITS CARBONATE PETROGRAPHY
AT DOI PHA KING, AMPHOE CHAE HOM, CHANGWAT LAMPANG

MISS CHAYANEE VONGPIPAT

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF THE BECHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF GEOLOGY, FACULTY OF SCIENCE, CHULALONGKORN UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015

วันที่ส่ง/...../.....
วันที่อนุมัติ/...../.....

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสินี เจริญรัฐรัตน์)
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หัวข้องานวิจัย: เส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกและซิลาวรรณนาของหินคาร์บอนเนตบริเวณดอยผากิ่ง
อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

ผู้ทำการวิจัย: นางสาวชฎานี วงศ์พิพัฒน์ **รหัสประจำตัวนิสิต:** 5532708923

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสินี เจริญฐิติรัตน์

ภาควิชา: ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา: 2558

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาซิลาวรรณนา ซากดึกดำบรรพ์ สภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีต จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเทียบสัมพันธ์เพื่อหาศักยภาพของเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกบริเวณดอยผากิ่ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง โดยการศึกษาได้ดำเนินการเก็บข้อมูลและตัวอย่างหินโผล่ในพื้นที่ทั้งหมด 32 จุดศึกษา เก็บตัวอย่างจำนวน 42 ตัวอย่าง จากการออกภาคสนามพบหินปูนสลักกับหินโดโลไมต์ มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือตะวันตกเฉียงใต้ และทิศของกรเอียงเทไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ พบแนวฟันในหิน (stylolite) ชัดเจน

งานวิจัยนี้นำตัวอย่างหินทั้งหมดมาทำแผ่นหินบาง และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าสามารถจำแนกหินคาร์บอนเนตจากพื้นที่ศึกษาได้ 5 ชนิดคือ มัตสโตน แวคสโตน แพคสโตน เกรนสโตน และโดโลสโตน ที่มีตะกอนเป็นเนื้อพิชอยด์ อูอิต เพลลอยด์ พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟอแรมินิเฟอรา เศษเปลือกหอย ไครนอยด์ และหอยฝาเดียว อีกทั้งยังพบว่าตัวอย่างแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกผลึกใหม่ของกลุ่มแร่แคลไซต์ และการถูกแทนที่ด้วยโดโลไมต์

จากการศึกษาซิลาวรรณนาของหินคาร์บอนเนตบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่าการสะสมตัวของตะกอนอยู่ในเขตทะเลตื้นในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal zone) ซึ่งบางบริเวณมีความเข้มข้นของคาร์บอนเนตสูง และจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์พบฟอแรมินิเฟอรา *Glomospirella* และ *Postcladella* ที่บ่งบอกอายุไทรแอสซิกตอนต้น ซึ่งบ่งบอกศักยภาพในการหาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกในอนาคต หากมีการสำรวจและศึกษารายละเอียดของลำดับชั้นหินที่วางตัวอยู่ด้านล่างของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา

คำสำคัญ: เส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก ซิลาวรรณนาของหินคาร์บอนเนต สภาพแวดล้อมโบราณ
อูอิต พิชอยด์ ดอยผากิ่ง ลำปาง

TITLE: Permian-Triassic boundary and its carbonate petrography at Doi Pha King,
Amphoe ChaeHom, Changwat Lampang

RESEARCHER: Miss Chayanee Vongpipat **STUDENT ID:** 5532708923

ADVISOR: Assistant Professor Dr. Thasinee Charoentitirat

DEPARTMENT: Geology

YEAR: 2558

ABSTRACT

The aim of this work is to study on petrography, fossils and paleoenvironment of carbonate exposed to demonstrate the Permian-Triassic boundary by evaluate the relative age and depositional environment at Doi Pha King, Amphoe Chae Hom, Changwat Lampang. The 42 thin sections from 32 samples have been determined the sedimentary rocks consist of limestone and dolomite with significantly stylolite. The strike of bedding plane is in NW-SW and dipping to north.

The result from this study shows that there are various carbonate rock types including mudstone, wackestone, packstone, grainstone and dolostone with pisoids, ooids, peloids and bioclastic grains that are composed of foraminiferas, shell fragments, crinoids and gastropods.

Based on carbonate petrography, these carbonate types are generally formed in intertidal environments. Foraminifera found in this study consist of *Glomospirella* and *Postcladella*. They indicate Early Triassic that means this study area have a potential to study Permian-Triassic boundary in the future if researched more on the lower strata of the study area.

KEYWORDS: PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY, CARBONATE PETROGRAPHY, PALEOENVIRONMENT,
OOIDS, PISOIDS, DOI PHA KING, CHANGWAT LAMPANG

กิตติกรรมประกาศ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานวิจัยให้แก่บัณฑิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาโครงการวิจัยในครั้งนี้จะประสบความสำเร็จไม่ได้หากขาดความช่วยเหลือจาก อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสินี เจริญฐิติรัตน์ ที่ได้เสียสละเวลาเพื่อให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนการตักเตือนและดูแลเป็นอย่างดีในทุกขั้นตอนของการทำงาน ตลอดช่วงระยะเวลาในการทำงานวิจัยครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ซาล่า และพี่ๆบุคลากรของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกๆท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำตลอดการทำงานวิจัย ขอขอบคุณนางสาว ภัทรพร เตใจ และนางสาวสิริวารินทร์ นิลพุทรา ที่ให้การช่วยเหลือในทุกขั้นตอน และให้กำลังใจมาโดยตลอด ตลอดจนเพื่อนๆ ธรณีวิทยา'56 พี่ๆ และน้องๆธรณีวิทยาทุกคน ที่ได้ให้ทั้งกำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

และสุดท้ายขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณแม่ น้องสาวและครอบครัวที่คอยอยู่เคียงข้าง คอยดูแล ห่วงใย และเข้าใจผู้วิจัยอย่างดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 เกี่ยวกับงานวิจัยและข้อมูล	1
1.1) ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	2
1.2) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3) ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4) ขอบเขตการศึกษา	3
1.5) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1.6) พื้นที่ศึกษา	6
1.7) วิธีการดำเนินงาน	8
บทที่ 2 ผลการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล	9
2.1) การศึกษาศิลาวรรณของหินคาร์บอนेटที่พบในพื้นที่ศึกษา	10
2.2) การศึกษาฟอแรมินิเฟอราที่พบ	37
2.3) สภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณ	40
บทที่ 3 สรุปผลการศึกษา	41
เอกสารอ้างอิง	43

สารบัญรูปภาพ

รูป		หน้า
รูปที่ 1.1	แผนที่เส้นทางแสดงเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-โทรแอสซิกและตำแหน่งของซากดึกดำบรรพ์ที่พบบริเวณทางตอนใต้ของ ดอยผาปลิง อ.งาว จ.ลำปาง (Ishibashi, 1994)	4
รูปที่ 1.2	แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดลำปาง (DMR, 1995) กรอบสีเขียวคือบริเวณดอยผาปลิง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง	5
รูปที่ 1.3	แผนที่ภูมิประเทศแสดงตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 2 เส้นทาง คือทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา (A) และทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาจากการศึกษา (B)	6
รูปที่ 2.1	ตัวอย่างหิน KLD 62 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และพบ peloid (Pe) ขนาด 0.05 มิลลิเมตรเล็กน้อย อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาด 0.5 มิลลิเมตร	12
รูปที่ 2.2	ตัวอย่างหิน KLD 63-1 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90 % เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร แสดงลักษณะการถูกยึดออก บางเม็ดเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตลักษณะการพอกเริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และถูกพอกซ้ำเป็นชั้นบางๆขนานกัน นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหิน	12
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างหิน KLD 64 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 95% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาด 1-2 มิลลิเมตร pisoid (Pi) ขนาด 3-4 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ peloid (Pe) ขนาดเล็กแทรกอยู่ระหว่างเม็ดตะกอน และตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอรา (Fo) ขนาดเล็ก เศษเปลือกหอย และหอยฝาเดียว (G) โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ <i>Postcladella kalhori</i> และ <i>Glomespirella sigmoidalis</i>	13
รูปที่ 2.4	หินตัวอย่าง KLD 68A เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร pisoid (Pi) ขนาด 3-4 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ peloid (Pe) ขนาดเล็กกระจายโดยรอบ ตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอรา (Fo) ขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ <i>Postcladella kalhori</i> และ <i>Glomespirella sigmoidalis</i>	13

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ 2.5	หินตัวอย่าง KLD 68B เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% ส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และเศษเปลือกหอยที่เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ พบ ooid (O) ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร pisoid (Pi) ขนาด 3-5 มิลลิเมตร ซึ่งมีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆหลายๆชั้น บางเม็ดมีการแตกหัก พบเศษเปลือกหอย (Sh) อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.8 มิลลิเมตร ตัดผ่าน	14
รูปที่ 2.7	หินตัวอย่าง KLD 70 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร เห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นๆ เพียงบางเม็ด และ peloid (Pe) ซึ่งเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) เนื้อหิน (R) และแนวสายแร่แคลไซต์	15
รูปที่ 2.8	ตัวอย่างหิน KLD 66 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยพบ ooid (O) ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เห็นการพอกเป็นชั้นๆชัดเจน ภายใน ooid เกิดกระบวนการ dolomitization อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์	16
รูปที่ 2.9	ตัวอย่างหิน KLD 67 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% และเมทริกซ์ประมาณ 15% โดยพบ ooid (O) ขนาด 1-2 มิลลิเมตรเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นๆชัดเจน ระหว่าง ooid มี peloid (Pe) แทรกอยู่ และพบตะกอนชีวภาพพวกฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย (Sh) โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ <i>Glomospirella sp.</i> นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์	17
รูปที่ 2.10	หินตัวอย่าง KLD 75 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% และเมทริกซ์ประมาณ 10% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร โดยเป็นการพอกที่เกิดขึ้นหลายชั้น และยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาด 0.3 มิลลิเมตร	17
รูปที่ 2.11	หินตัวอย่าง KLD 63-3 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) ภายในเมทริกซ์เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ และrecrystallization (R) ของแร่แคลไซต์ตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh)	19
รูปที่ 2.12	หินตัวอย่าง KLD 73 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และเศษเปลือกหอย (Sh) พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) และจับตัวกันหนาแน่นในบางบริเวณของเมทริกซ์ อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาด 1 มิลลิเมตร	19

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ 2.14	หินตัวอย่าง KLD 76 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดยตะกอนที่พบเป็นตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็ก (Fo) เศษเปลือกหอย (Sh) และไครนอยด์ (Cr) โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ <i>Endotriadella sp.</i> และ <i>Diploremina sp.</i> อีกทั้งยังพบแนวฟันในหิน (Sty)	20
รูปที่ 2.15	หินตัวอย่าง KLD 77 เป็นหิน wackstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% โดยตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และตะกอนชีวภาพพวกไครนอยด์ (Cr) อีกทั้งยังมีสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร	21
รูปที่ 2.16	หินตัวอย่าง KLD 78 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh) และไครนอยด์ (Cr) พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอนและสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร	21
รูปที่ 2.17	หินตัวอย่าง KLD 71 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น และพบตะกอนน้อยกว่า 5% ตะกอนเป็นตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh) พบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ตัดผ่าน นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นแนวฟันในหิน (Sty)	22
รูปที่ 2.18	หินตัวอย่าง KLD 72 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% พบตะกอน peloid (Pe) เล็กน้อยและตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh) นอกจากนี้ยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดเล็ก และแนวฟันในหิน (Sty) เกิดจาก Pressure solution	23
รูปที่ 2.19	หินตัวอย่าง KLD 65 เป็นหิน dolostone เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ซึ่งเป็นการแทนที่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากยังพบเนื้อหินเดิม คือ grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ peloid และ ooid	24
รูปที่ 2.20	หินตัวอย่าง KLD 81 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรมีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหินและตามช่องว่างระหว่างตะกอน (R)	25
รูปที่ 2.21	หินตัวอย่าง KLD 82 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยพบ ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรมีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และ peloid (Pe) ภายในเม็ดตะกอนเกิดกระบวนการ dolomitization อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์	26

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ 2.24	หินตัวอย่าง KLD 83 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดย ooid (O) ที่พบเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ ในช่วงแรกและการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอนในช่วงเวลาต่อมา พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหิน	28
รูปที่ 2.25	หินตัวอย่าง KLD 85 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) ขนาดเล็กมีการเรียงตัว และแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่ (R) เป็นจุดๆ พบแนวฟันในหิน (Sty) ขนานไปกับทิศทางการวางตัวของตะกอนด้วย	29
รูปที่ 2.26	หินตัวอย่าง KLD 89B (Bottom) เป็นหิน wackestone รูป (A) PPL และรูป (B) XPL ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 30% และเมทริกซ์ 70% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ (Q) เศษหิน (Rf) และแร่ไบโอไทต์ เม็ดตะกอนมีความกลมมนน้อย นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอน	29
รูปที่ 2.27	หินตัวอย่าง KLD 89B (Top) เป็นหิน dolostone รูป (A) PPL และรูป (B) XPL มีแร่โดโลไมต์เข้าไปแทนที่ประมาณ 70% ของเนื้อหิน โดยแร่โดโลไมต์มีขนาดประมาณน้อยกว่า 0.01 มิลลิเมตรกระจายอยู่ โดยมีสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตรคั่นอยู่	30
รูปที่ 2.28	หินตัวอย่าง KLD 93A เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 15% และเมทริกซ์ประมาณ 85% โดยมีตะกอนเป็น peloid (Pe) และตะกอนชีวภาพพวกหอยฝาเดียว (G) และเศษเปลือกหอย เมทริกซ์มีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ (R) และพบแนวฟันในหิน (Sty)	30
รูปที่ 2.29	หินตัวอย่าง KLD 93B รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 25% และเมทริกซ์ประมาณ 75% โดยมีตะกอนเป็นตะกอนที่ถูกพัดพามาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ (Q) แร่มีสโคไวท์ และ diagenetic pyrite (Py) แสดงรูปผลึกชัดเจน อีกทั้งยังพบชั้นแร่โคลนบางๆ หลายชั้น	31
รูปที่ 2.30	หินตัวอย่าง KLD 94B เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยมีตะกอนเป็น pellet (Pel) และ peloid (Pe) ตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอยและหอยฝาเดียว ซึ่งถูกเติมด้วยตะกอนและเศษหินชีวภาพขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal (Ge) บ่งบอกแนวการสะสมตัว	31
รูปที่ 2.33	หินตัวอย่าง KLD 92 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น มี peloid (Pe) จับกลุ่มกันเล็กน้อย พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) และสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดเล็กตัดผ่าน	33
รูปที่ 2.34	หินตัวอย่าง KLD 87 เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร รูปผลึกกึ่งสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค โดนแปรสภาพไปค่อนข้างมาก	35
รูปที่ 2.35	หินตัวอย่าง KLD 88 เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร รูปผลึกกึ่งสมบูรณ์แสดงขอบแร่ค่อนข้างชัดเจน บางส่วนของเนื้อหินแสดงลักษณะเนื้อเดิมคือ ตะกอน pisoid (Pi) ขนาด 3-4 มิลลิเมตร	35

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ 2.37	หินตัวอย่าง KLD 90 รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ 50% มีตะกอนที่ถูกพัดพามาจากบกผสมได้แก่ ควอตซ์ 45% และโปไอไทต์ 5% รูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน	36
รูปที่ 2.38	หินตัวอย่าง KLD 94A รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ 95% มีขนาดประมาณ 0.02 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบเม็ดแร่ควอตซ์ (Q) ขนาดประมาณ 0.25 มิลลิเมตร กระจายอยู่เล็กน้อย มีรูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน	37
รูปที่ 2.39	ภาพ <i>Postcladella kalhori</i> บ่งชี้อายุ Early Triassic (Induan)	38
รูปที่ 2.40	ภาพ <i>Glomespirella sigmoidalis</i> บ่งชี้อายุ Early Triassic (Olenekian)	38
รูปที่ 2.42	แสดงแผนภาพ Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model	40
รูปที่ 2.43	แสดงบริเวณที่เป็นจุดตกสะสมตัวของตะกอนในอดีตของพื้นที่ศึกษา บริเวณดอยผากิ่งอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง บริเวณทะเลตื้นในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal Zone) ซึ่งแสดงในกรอบสีแดง	40

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงตำแหน่งจุดศึกษาตามเส้นทางทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา	7
ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงตำแหน่งจุดศึกษาตามเส้นทางทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา	7
ตารางที่ 2.1 การกระจายตัวของฟอรามินิเฟอราในหินตัวอย่าง	37
ตารางที่ 2.2 ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟอรามินิเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา	39

บทที่ 1 เกี่ยวกับงานวิจัยและข้อมูล

- 1.1) ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย
- 1.2) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
- 1.3) ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.4) ขอบเขตการศึกษา
- 1.5) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.6) พื้นที่ศึกษา
- 1.7) วิธีการดำเนินงาน

บทที่ 1

เกี่ยวกับงานวิจัยและข้อมูล

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

หินคาร์บอนเตยุคเพอร์เมียนและไทรแอสสิกส่วนใหญ่ ในบริเวณจังหวัดลำปางถูกจัดอยู่ในกลุ่มหิน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มหินงาวยุคเพอร์เมียน และกลุ่มหินลำปางยุคไทรแอสสิก (Piyasin, 1972) โดยส่วนใหญ่แล้วกลุ่มหินลำปางวางตัวไม่ต่อเนื่องบนหินภูเขาไฟยุคเพอร์โม-ไทรแอสสิก แต่มีบางบริเวณที่มีการวางตัวต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องบนกลุ่มหินยุคเพอร์เมียน (Chaodumrong, 1992) ทำให้การศึกษาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสสิกทำได้เพียงบางบริเวณเท่านั้น จากการออกภาคสนามเบื้องต้นบริเวณดอยผากิ่ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง พบแนวหินโคลมีลักษณะเป็นหินปูนสลับกับหินโดโลไมต์ และพบซากดึกดำบรรพ์ของฟอรามินิเฟอร่า (foraminifera) ยุคเพอร์เมียนตอนปลาย แต่จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดลำปางได้จัดให้บริเวณนี้เป็นหินอายุไทรแอสสิกตอนกลางของหมวดหินผากันและหมวดหินฮ่องฮอยในกลุ่มหินลำปาง (Piyasin, 1972) ความไม่สอดคล้องด้านอายุของหินระหว่างข้อมูลที่ได้จากการออกภาคสนาม และข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณีนี้สันนิษฐานว่าเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่ง จึงเป็นบริเวณที่น่าสนใจในการศึกษาเชิงลึกเพื่อปรับปรุงขอบเขตหินคาร์บอนเตยุคเพอร์เมียนและความสัมพันธ์กับหินอายุไทรแอสสิกในพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษารายละเอียดด้านอายุจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ฟอรามินิเฟอร่าเพื่อจัดทำลำดับชั้นหินทางชีวภาพให้เกิดความชัดเจนในด้านอายุมากยิ่งขึ้น และศึกษาสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเตเพื่อวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณ (paleoenvironment) โดยผลของงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปวิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการศึกษาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสสิกในพื้นที่ศึกษาได้ อีกทั้งหากพบว่ามีศักยภาพในการศึกษาเส้นเขตชั้นหินระหว่างสองยุคนี้อยู่จริง งานวิจัยชิ้นนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการเป็นบริเวณอ้างอิงใหม่ (reference locality) ของหมวดหินพระธาตุ หมวดหินที่แก่ที่สุดของกลุ่มหินลำปางยุคไทรแอสสิกตอนต้น ซึ่งเดิมมีชั้นหินแบบฉบับ (type section) อยู่ที่วัดพระธาตุม่วงคำ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง (Piyasin, 1980) แต่เนื่องจากชั้นหินแบบฉบับเดิมมีการผุพัง (weathering) เป็นอย่างมากปรากฏให้เห็นไม่ชัดเจนทำให้ศึกษาได้ยากแล้วในปัจจุบัน นอกจากนี้งานวิจัยชิ้นนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาด้านอื่นๆของพื้นที่ศึกษาต่อไปในอนาคต เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีข้อมูลด้านธรณีวิทยาอยู่น้อยมากในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- เพื่อศึกษาลำดับชั้นหินทางชีวภาพและอายุของหินคาร์บอนเต บริเวณดอยผากิ่ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง
- เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเต ในบริเวณพื้นที่ศึกษา
- นำอายุและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณของคาร์บอนเตที่ได้มาวิเคราะห์และเทียบสัมพันธ์เพื่อหาศักยภาพของเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสสิก

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- การลำดับชั้นหินทางชีวภาพ และชนิดของฟอแมมินเฟอราที่พบในหินคาร์บอนเนต
- อายุและสภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวของหินคาร์บอนเนตในบริเวณที่ศึกษา
- ประเมินศักยภาพเพื่อบ่งบอกเส้นเขตชั้นหินระหว่างยุคเพอร์เมียนและไทรแอสซิกได้

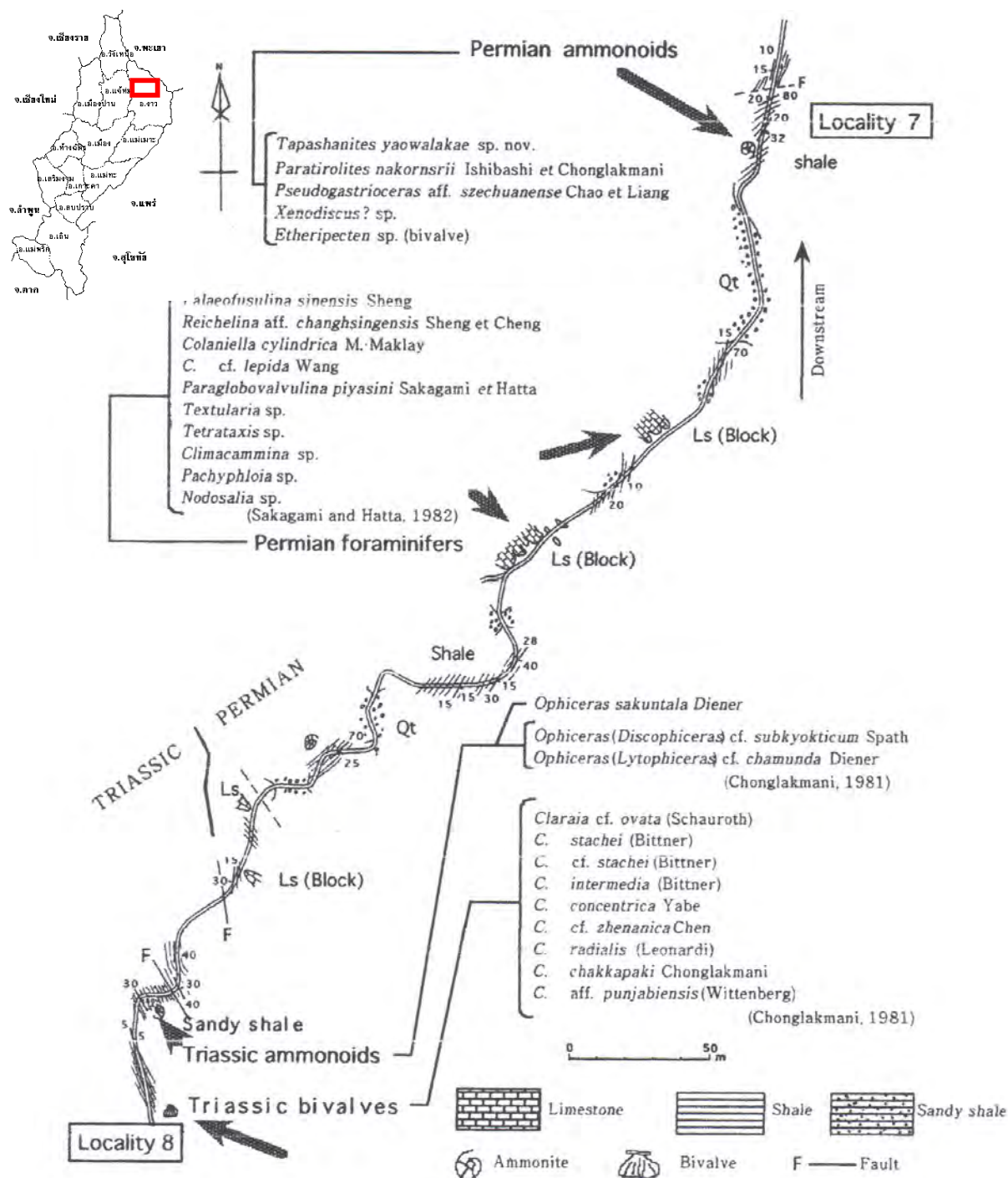
1.4 ขอบเขตการศึกษา

ตัวอย่างหินคาร์บอนเนตที่เก็บมาจากภาคสนามบริเวณดอยผากั้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสองตา (binocular microscope) โดยการตัดแผ่นบาง (thin section) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของหินคาร์บอนเนต และศึกษาฟอแมมินเฟอราเพื่อใช้ในการหาอายุ

1.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลการศึกษาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกในพื้นที่ใกล้เคียง

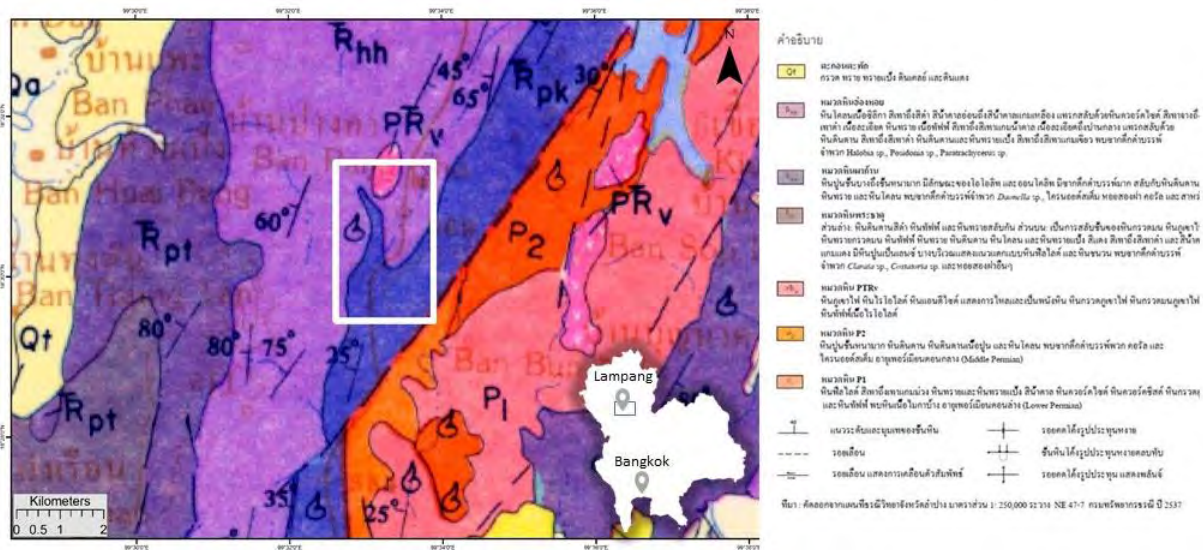
Ishibashi (1994) ได้ทำการศึกษาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกบริเวณดอยผากั้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ซึ่งมีธรณีวิทยาทางด้านฝั่งตะวันออกของดอยคือหมวดหินห้วยทาก กลุ่มหินงาว ยุคเพอร์เมียนประกอบด้วยหินดินดาน หินปูน หินกรวดมน และหินทราย Sakagami and Hatta (1982) ศึกษาหินปูนแล้วพบฟอแมมินเฟอรา *Paleofusulina sinensis* Sheng, *Reichelina* aff. *changhsingensis* Sheng et Cheng, *Colaniella cylindrical* M. Maklay, *C. cf. lepida* Wang, *Paraglobovalvulina piyasini* Sakagami et Hatta, *Textularia* sp., *Tetrataxis* sp., *Climacammina* sp., *Pachyphloia* sp., *Nodosalia* sp. ซึ่งบ่งบอกอายุ Upper Permian ต่อมา Ishibashi (1990) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในหินดินดานพบแอมโมนอยด์ *Tapashanites yaowalakae* sp. nov., *Paratirolites nakornsrii* Ishibashi et Chonglakmani, *Pseudogastrioceras* aff. *szechuanense* Chao et Liang, *Xenodiscus?* sp., และหอยกาบคู่ *Etheripecten* sp. ซึ่งบ่งบอกอายุ Uppermost Permian ส่วนธรณีวิทยาทางด้านฝั่งตะวันตกของดอยผากั้งคือหมวดหินพระธาตุ และหมวดหินฮ่องหอย ยุคไทรแอสซิก ประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย และหินปูน Chonglakmani (1981) ได้ทำการศึกษาหินดินดานพบหอยกาบคู่ชนิด *Claria* cf. *ovata* (Schaueroth), *C. stachei*. (Bittner), *C. cf. stachei* (Bittner), *C. intermedia* (Bittner), *C. concentrica* Yabe, *C. cf. zhenanica* Chen, *C. radialis* (Leonardi), *C. chakkapaki* Chonglakmani, *C. aff. punjabiensis* (Wittenberg) และแอมโมนอยด์ *Ophiceras sakuntala* Diener, *Ophiceras* (*Discophiceras*) cf. *subkyokticum* Spath, *Ophiceras* (*Lyttophiceras*) cf. *chamunda* Diener จากการศึกษาของ Ishibashi (1994) พบว่าระหว่างชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกในบริเวณนี้มีแนวรอยเลื่อนความยาวประมาณ 1.8 กิโลเมตร กว้างประมาณ 2 เมตรวางตัวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ชั้นกลางอยู่บริเวณห้วยแม่ปาด้านตะวันตกเฉียงใต้ของดอยซึ่งพบแอมโมนอยด์และหอยกาบคู่ในหินดินดานยุคไทรแอสซิกแต่ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ในหินปูนยุคเพอร์เมียนใกล้เคียงแนวรอยเลื่อน (รูปที่ 1.1)



รูปที่ 1.1 แผนที่เส้นทางแสดงเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไตรแอสซิกและตำแหน่งของซากดึกดำบรรพ์ที่พบบริเวณทางตอนใต้ของ ดอยผาปลิง อ.งาว จ.ลำปาง (Ishibashi, 1994)

ข้อมูลธรณีวิทยาเบื้องต้นในพื้นที่ศึกษา

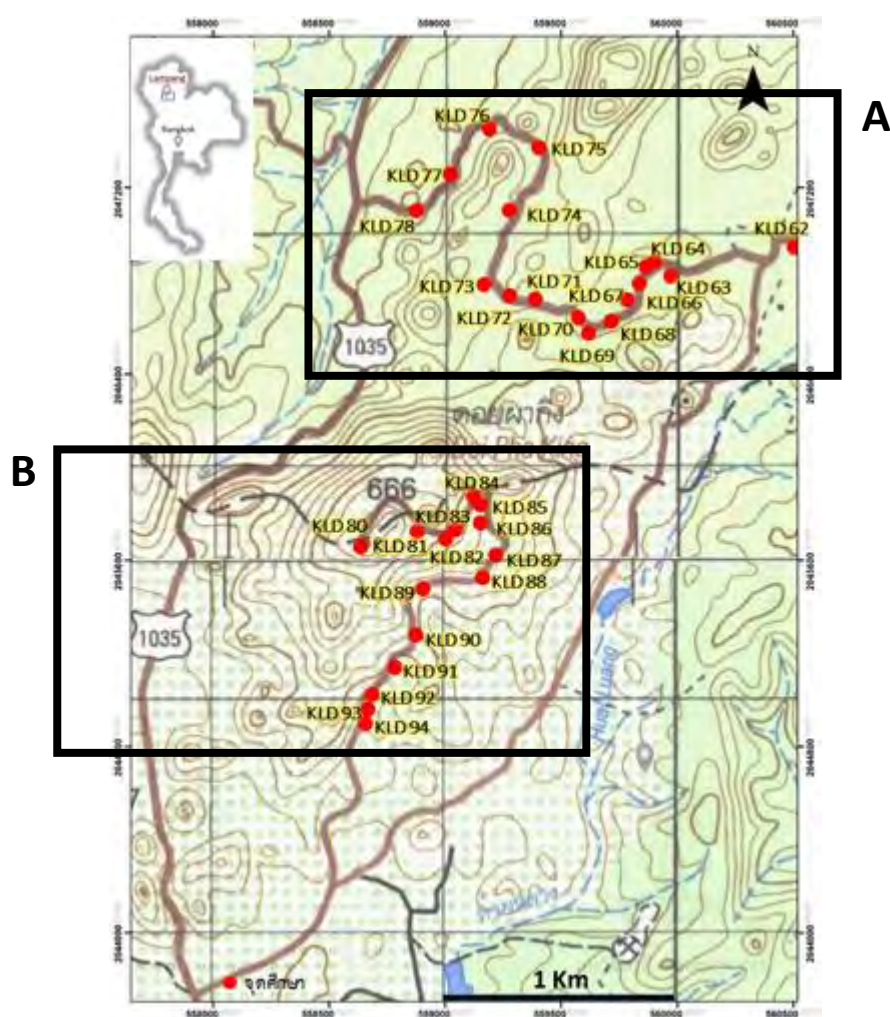
จากแผนที่ธรณีวิทยา Piyasin (1972) ได้จัดให้พื้นที่ศึกษาบริเวณดอยผากั้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง อยู่ในหมวดหินผากั้งและหมวดหินฮ่องหอยยุคไทรแอสซิกตอนกลาง (รูปที่ 1.2) ซึ่งหมวดหินผากั้งมีความหนาประมาณ 400-600 เมตร ส่วนใหญ่เป็นหินปูนมีส่วนประกอบพวก oncoids สำหรับย dasycladaceans bioclastic grains และ ooids มีสีเทาถึงเทาดำ และหินปูนเนื้อละเอียดสีเทาอ่อน พบซากดึกดำบรรพ์ฟอแรมินิเฟอราและแอมโมนอยด์ มักแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นแบบคาสต์บางบริเวณพบหินทราย และหินโคลนอยู่หมวดหินผากั้งนั้นมีอายุในช่วงไทรแอสซิกตอนกลาง สละสมตัวในทะเลน้ำตื้น (Chaodumrong, 1992) ส่วนหมวดหินฮ่องหอยมีความหนาประมาณ 650-1000 เมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินโคลนสีเทาเขียวมีทั้งชั้นบางๆ เรียงขนานกันและชั้นหนา บางบริเวณมีชั้นทรายสีเทาเขียวแทรกสลับ ด้านบนและด้านล่างของหมวดหินมีชั้นของหินปูนแทรกสลับอยู่เล็กน้อย พบซากดึกดำบรรพ์แอมโมนอยด์ หอยสองฝาและโคโนดอนต์ เกิดในสภาพแวดล้อมแบบ submarine fan มีอายุในช่วงไทรแอสซิกตอนกลาง (Chaodumrong, 1992) จากแผนที่ธรณีวิทยาจะเห็นว่าแนวการวางตัวของชั้นหินในบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษามีความต่อเนื่องกัน แต่ข้อมูลทางด้านอายุของหินในพื้นที่กลับไม่มีความต่อเนื่อง กล่าวคือไม่พบข้อมูลชั้นหินที่มีอายุไทรแอสซิกตอนต้นในพื้นที่ศึกษาจากรายงานของกรมทรัพยากรธรณี



รูปที่ 1.2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดลำปาง (DMR, 1995) กรอบสี่เหลี่ยมคือบริเวณดอยผากั้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

1.6 พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาลำดับชั้นหินทางชีวภาพ และลักษณะคิลาวรรณนาของหินคาร์บอนेटในบริเวณดอยผากิ่ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ซึ่งมีทางหลวงหมายเลข 1035 ล้อมรอบ พื้นที่ศึกษาอยู่บนแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50000 ระวัง 4946 III (อำเภอแจ้ห่ม) ลำดับชุด L7017 พิมพ์ครั้งที่ 2 ของกรมแผนที่ทหาร พ.ศ.2535 และ 4945 IV (จังหวัดลำปาง) ลำดับชุด L7017 พิมพ์ครั้งที่ 3 ของกรมแผนที่ทหาร พ.ศ.2535 ทำการศึกษาบริเวณดอยผากิ่งทั้งหมด 32 จุดศึกษา เก็บตัวอย่างจำนวน 42 ตัวอย่าง พบหินเขาหินปูนสลับกับหินโดโลไมต์ มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือตะวันตกเฉียงใต้ และทิศของการเอียงเทไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ พบแนวฟันในหิน (stylolite) ชัดเจน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างโดยการแบ่งเส้นทางการศึกษาเป็น 2 เส้นทางคือทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา และทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 1.3) แต่ละจุดศึกษามีพิกัดดังตารางที่ 1.1 และ 1.2



รูปที่ 1.3 แผนที่ภูมิประเทศแสดงตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 2 เส้นทาง คือทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา (A) และทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาจากการศึกษา (B)

จุดศึกษาตามเส้นทางทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา

จุดศึกษา	EASTING	NORTHING	ZONE
KLD 62	560505	2046946	47N
KLD 63	559972	2046821	47N
KLD 64	559903	2046884	47N
KLD 65	559865	2046862	47N
KLD 66	559837	2046789	47N
KLD 67	559784	2046720	47N
KLD 68	559716	2046627	47N
KLD 69	559618	2046576	47N
KLD 70	559574	2046642	47N
KLD 71	559388	2046722	47N
KLD 72	559278	2046737	47N
KLD 73	559167	2046785	47N
KLD 74	559276	2047104	47N
KLD 75	559404	2047372	47N
KLD 76	559191	2047453	47N
KLD 77	559021	2047260	47N
KLD 78	558876	2047103	47N

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงตำแหน่งจุดศึกษาตามเส้นทางทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา

จุดศึกษาตามเส้นทางทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

จุดศึกษา	EASTING	NORTHING	ZONE
KLD 80	558636	2045658	47N
KLD 81	558879	2045723	47N
KLD 82	559002	2045692	47N
KLD 83	559043	2045731	47N
KLD 84	559122	2045875	47N
KLD 85	559152	2045838	47N
KLD 86	559151	2045760	47N
KLD 87	559218	2045622	47N
KLD 88	559162	2045526	47N
KLD 89	558904	2045478	47N
KLD 90	558873	2045279	47N
KLD 91	558784	2045140	47N
KLD 92	558686	2045023	47N
KLD 93	558667	2044960	47N
KLD 94	558657	2044900	47N

ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงตำแหน่งจุดศึกษาตามเส้นทางทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

1.7 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และวิธีการศึกษาเบื้องต้น

ศึกษารายงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเช่น วิธีการลำดับชั้นหินทางชีวภาพ ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง งานวิจัยในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและแผนที่ทางหลวง

2. สัมภาษณ์ภาคสนามและเก็บตัวอย่าง

สำรวจภาคสนาม เก็บรวบรวมข้อมูลและตัวอย่างหินพร้อมบันทึกตำแหน่ง UTM Grid reference โดยศึกษาลักษณะการวางตัวของชั้นหิน จำแนกลักษณะทางกายภาพของหิน โครงสร้างทางตะกอนวิทยา และการปรากฏของซากดึกดำบรรพ์

3. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างหินจากภาคสนามมาทำเป็นแผ่นหินบางเพื่อศึกษาแผ่นหินบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์สองตา (binocular microscope) ทำการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ฟอแรมินิเฟอราเพื่อจำแนกชนิดพันธุ์ และศึกษาซิลิการรณนา (petrography) โดยศึกษาเนื้อหินและจัดจำแนกหินคาร์บอนเนตตามการจำแนกของ Dunham Classification (1962) ดังนี้

1. Mudstone จะมีลักษณะที่เป็น mud-supported คือมีเนื้อโคลนเป็นส่วนใหญ่มากกว่า 90% และมีปริมาณ grain น้อยกว่า 10% มักจะไม่พบซากดึกดำบรรพ์อยู่ในเนื้อหินเลย
2. Wackestone ซึ่งจะมีลักษณะเป็น mud-supported เช่นเดียวกัน คือจะมีเนื้อโคลนเป็นส่วนใหญ่ แต่จะมีปริมาณ grain มากกว่า 10%
3. Packstone มีลักษณะเป็น grain-supported โดยที่ยังมีเนื้อโคลนปะปนอยู่บ้าง
4. Grainstone มีลักษณะเป็น grain-supported เช่นเดียวกัน แต่เนื้อหินมากกว่า 90% จะประกอบไปด้วย grain และไม่มีเนื้อโคลนปน
5. Boundstone คือหินที่แสดงลักษณะการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในขณะที่สะสมตัว
6. Dolostone คือหินที่ประกอบไปด้วยผลึกแร่ที่ตกผลึกใหม่หรือเกิดกระบวนการแทนที่โดยโดโลไมต์ ทำให้ไม่เห็นลักษณะเนื้อหินที่แสดงถึงลักษณะที่บ่งบอกการสะสมตัว

4. วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล จากการวิเคราะห์ซิลิการรณนาจากแผ่นหินขัดบาง ทำให้ทราบข้อมูลด้านบรรพชีวิน ลักษณะเด่นของเนื้อหิน แล้วนำมาข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณ จัดทำลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากซากดึกดำบรรพ์ฟอแรมินิเฟอราที่พบ และนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อหาศักยภาพในการศึกษาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสสิกในบริเวณพื้นที่ศึกษา

5. อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

6. เขียนรายงานการวิจัย

บทที่ 2 ผลการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล

- 2.1) การศึกษาศิลปะวรรณนาของหินคาร์บอนेटที่พบในพื้นที่ศึกษา
- 2.2) การศึกษาฟอแรมินิเฟอราที่พบ
- 2.3) สภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณ

บทที่ 2

ผลการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การศึกษาซิลวาร์รณนาของหินคาร์บอนेटที่พบในพื้นที่ศึกษา

จากการออกภาคสนามบริเวณดอยผากิ่ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ทำการเก็บตัวอย่างโดยการแบ่งเส้นทางการศึกษาเป็น 2 เส้นทางคือทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา และทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา ได้จุดศึกษาทั้งหมด 32 จุดศึกษา เก็บตัวอย่างจำนวน 42 ตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาทำแผ่นหินบาง และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์สองตา Binocular Microscope สามารถจำแนกหินคาร์บอนेटได้ 5 ชนิด คือ 1) mudstone 2) wackestone 3) packstone 4) grainstone 5) dolostone โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 เส้นทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา

□ Grainstone

- หินตัวอย่าง KLD 62

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% ไม่พบเมทริกซ์ เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร มีลักษณะการพอกของสารละลายคาร์บอนेटเป็นแนวรัศมีล้อมรอบ และมี peloid ขนาด 0.05 มิลลิเมตรเล็กน้อย อีกทั้งยังพบสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน ขนาด 0.5 มิลลิเมตร

- หินตัวอย่าง KLD 63-1 (รูปที่ 2.2), KLD 63-2

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% ไม่พบเมทริกซ์ เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร มีการคัดขนาดค่อนข้างดี แสดงลักษณะการถูกยึดออกไปในทิศทางเดียวกัน บางเม็ดแสดงการพอกของสารละลายคาร์บอนेट โดยลักษณะการพอกเริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และถูกพอกซ้ำเป็นชั้นบางๆขนานกัน นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหิน

- หินตัวอย่าง KLD 64 (รูปที่ 2.3)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 95% พบเมทริกซ์น้อยกว่า 5% ถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาด 1-2 มิลลิเมตร pisoid ขนาด 3-4 มิลลิเมตรที่มีการพอกของสารละลายคาร์บอนेटเป็นชั้นบางๆ ในบางบริเวณพบ peloid แทรกอยู่ระหว่างเม็ดตะกอน และพบตะกอนชีวภาพเป็นพวกฟอแรมินิเฟอรานขนาดเล็ก เศษเปลือกหอย และหอยฝาเดียวที่มี peloid อยู่ภายใน ซึ่งฟอแรมินิเฟอรานที่พบคือ *Postcadella kalhori* และ *Glomespirella sigmoidalis*

- **หินตัวอย่าง KLD 68A (รูปที่ 2.4)**

หินตัวอย่างนี้เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% ไม่พบเมทริกซ์ เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร pisoid ขนาด 3-4 มิลลิเมตร ทั้งยังพบ peloid ขนาดเล็กกระจายโดยรอบ และมีตะกอนชีวภาพพวกฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Postcadella kalthori* และ *Glomospirella sigmoidalis* และยังพบว่ามีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆล้อมรอบนิวเคลียสชนิดต่างๆเช่นเศษหินชีวภาพ ฟอแรมินิเฟอรา และ peloid เป็นต้น

- **หินตัวอย่าง KLD 68B (รูปที่ 2.5)**

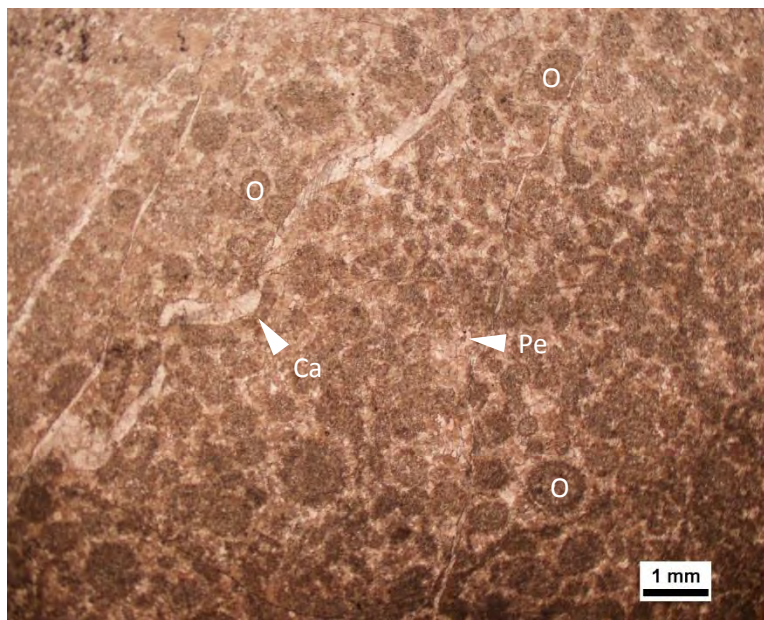
หินตัวอย่างนี้เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% ไม่พบเมทริกซ์ โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ peloid และเศษเปลือกหอยที่เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ภายใน พบ ooid ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร และ pisoid ขนาด 3-5 มิลลิเมตร ซึ่งมีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆหลายๆชั้น บางเม็ดมีการแตกหัก อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.8 มิลลิเมตร

- **หินตัวอย่าง KLD 69B (รูปที่ 2.6)**

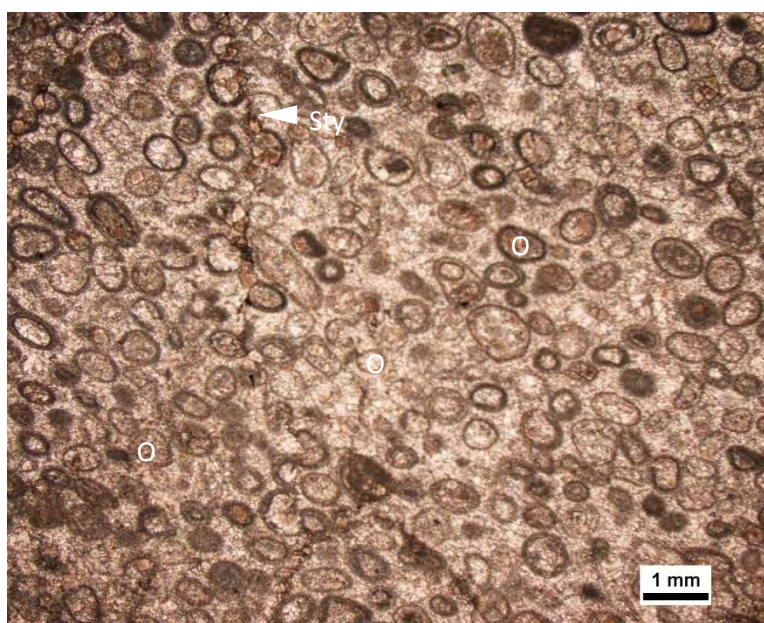
หินตัวอย่างนี้เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% ไม่พบเมทริกซ์ เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร pisoid ขนาด 3-4 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ บางบริเวณมีการแตกหัก พบ peloid กระจายอยู่ทั่ว ตะกอนชีวภาพพวกฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Glomospirella sp.* นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวหิน

- **หินตัวอย่าง KLD 70 (รูปที่ 2.7)**

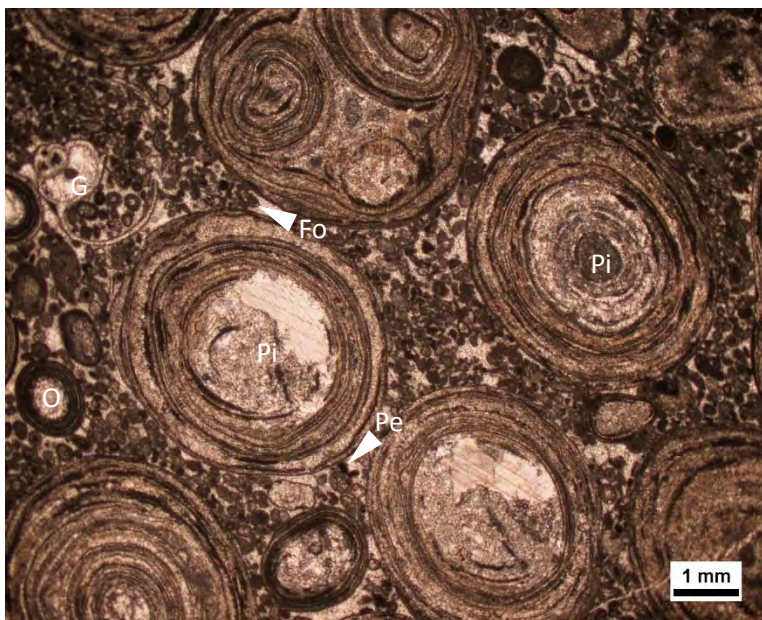
หินตัวอย่างนี้เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% ไม่พบเมทริกซ์ เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร เห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆเพียงบางเม็ด และ peloid ซึ่งเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนนอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์



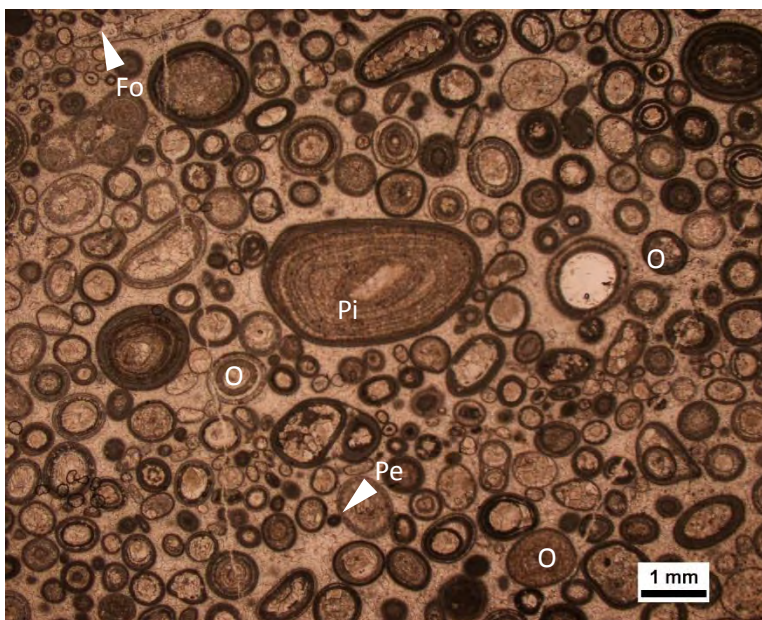
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างหิน KLD 62 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และพบ peloid (Pe) ขนาด 0.05 มิลลิเมตรเล็กน้อย อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาด 0.5 มิลลิเมตร



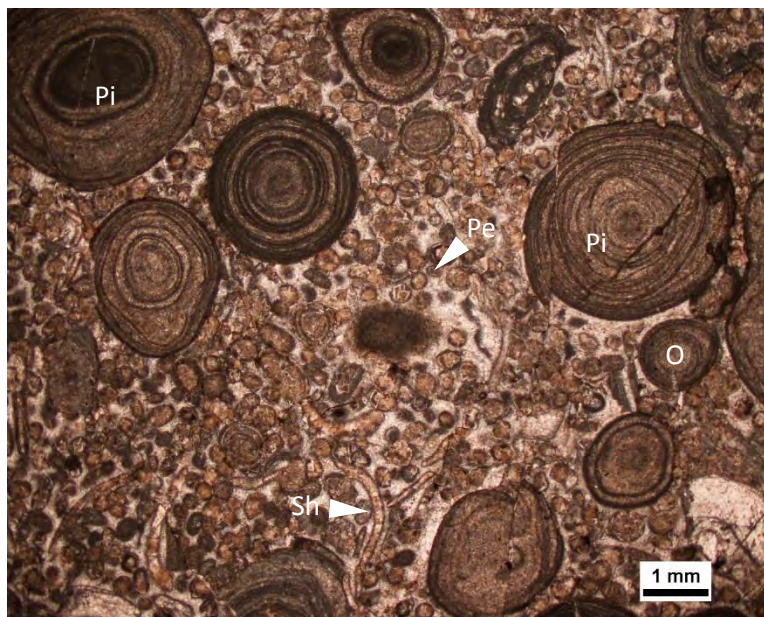
รูปที่ 2.2 หินตัวอย่าง KLD 63-1 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90 % เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร แสดงลักษณะการถูกยึดออก บางเม็ดเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตลักษณะการพอกเริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และถูกพอกซ้ำเป็นชั้นบางๆขนานกัน นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหิน



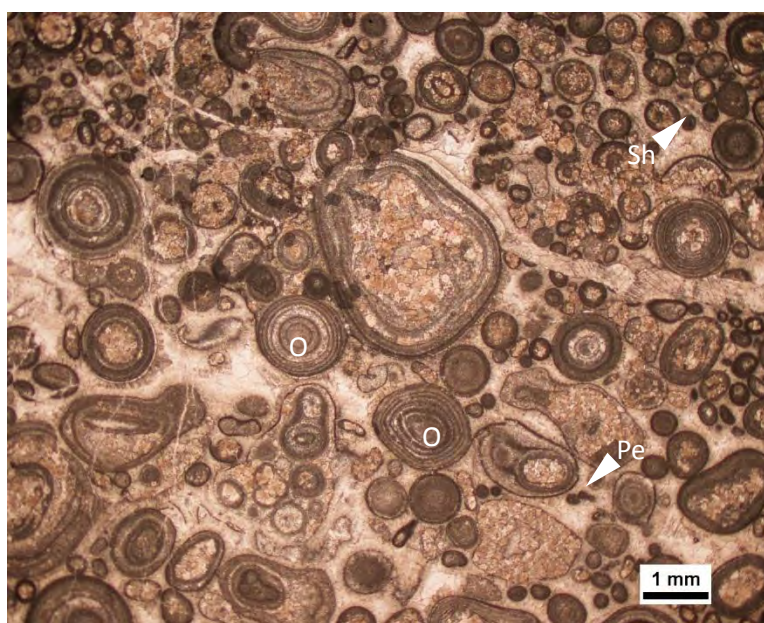
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างหิน KLD 64 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 95% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาด 1-2 มิลลิเมตร pisoid (Pi) ขนาด 3-4 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ peloid (Pe) ขนาดเล็ก แทรกอยู่ระหว่างเม็ดตะกอน และตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอรา (Fo) ขนาดเล็ก เศษเปลือกหอย และหอยฝาเดียว (G) โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Postcladella kalhori* และ *Glomespirella sigmoidalis*



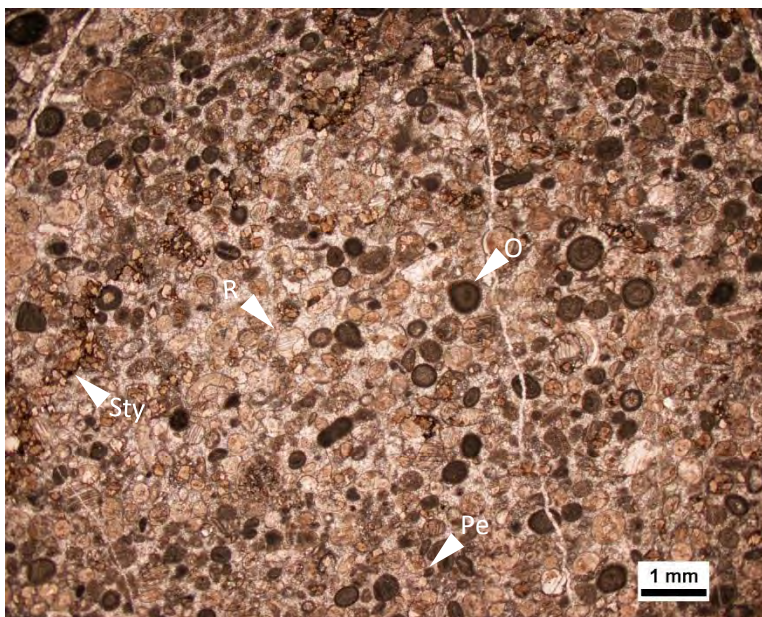
รูปที่ 2.4 หินตัวอย่าง KLD 68A เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร pisoid (Pi) ขนาด 3-4 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ peloid (Pe) ขนาดเล็กกระจายโดยรอบ ตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอรา (Fo) ขนาดเล็ก และเศษเปลือกหอย โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Postcladella kalhori* และ *Glomespirella sigmoidalis*



รูปที่ 2.5 หินตัวอย่าง KLD 68B เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% ส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และเศษเปลือกหอยที่เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ พบ ooid (O) ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร pisoid (Pi) ขนาด 3-5 มิลลิเมตร ซึ่งมีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆหลายๆชั้น บางเม็ดมีการแตกหัก พบเศษเปลือกหอย (Sh) อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.8 มิลลิเมตร ตัดผ่าน



รูปที่ 2.6 หินตัวอย่าง KLD 69B เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นๆ บางบริเวณมีการแตกหัก พบ peloid (Pe) กระจายอยู่ทั่ว ตะกอนชีวภาพพวกฟอแรมินิเฟอร่า ขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย (Sh) โดยฟอแรมินิเฟอร่าที่พบคือ *Glomospirella sp.* นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์



รูปที่ 2.7 หินตัวอย่าง KLD 70 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.2-0.5 มิลลิเมตร เห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นๆ เพียงบางเม็ด และ peloid (Pe) ซึ่งเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) เนื้อหิน (R) และแนวสายแร่แคลไซต์

□ Packstone

● หินตัวอย่าง KLD 66 (รูปที่ 2.8)

หินตัวอย่างนี้เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยตะกอนที่พบ ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร โดยเห็นการพอกของ ooid เป็นชั้นบางๆ ชัดเจน ภายใน ooid ถูกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์

● หินตัวอย่าง KLD 67 (รูปที่ 2.9)

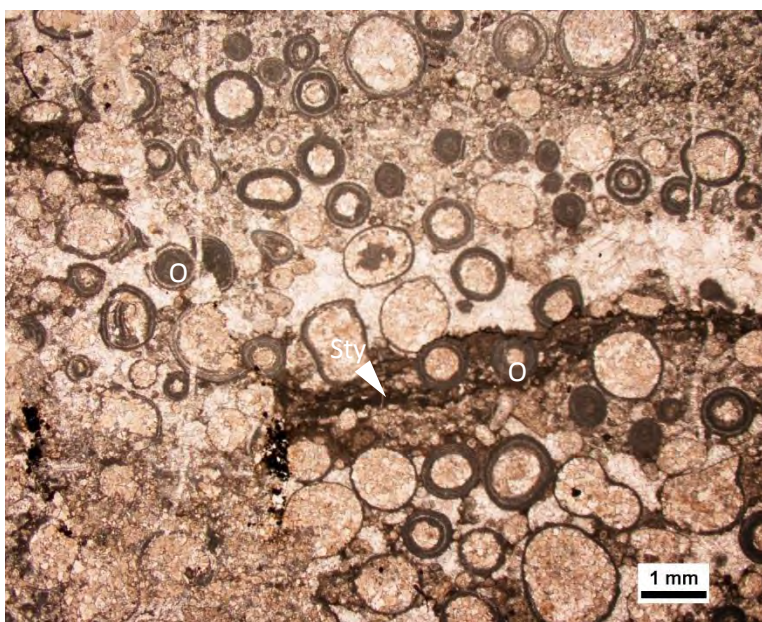
หินตัวอย่างนี้เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% และเมทริกซ์ประมาณ 15% โดยตะกอนที่พบ ได้แก่ ooid ขนาด 1-2 มิลลิเมตรเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นๆ ชัดเจน ระหว่าง ooid มี peloid แทรกอยู่ และพบตะกอนชีวภาพพวกฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Glomospirella sp.* นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์

- หินตัวอย่าง KLD 69A

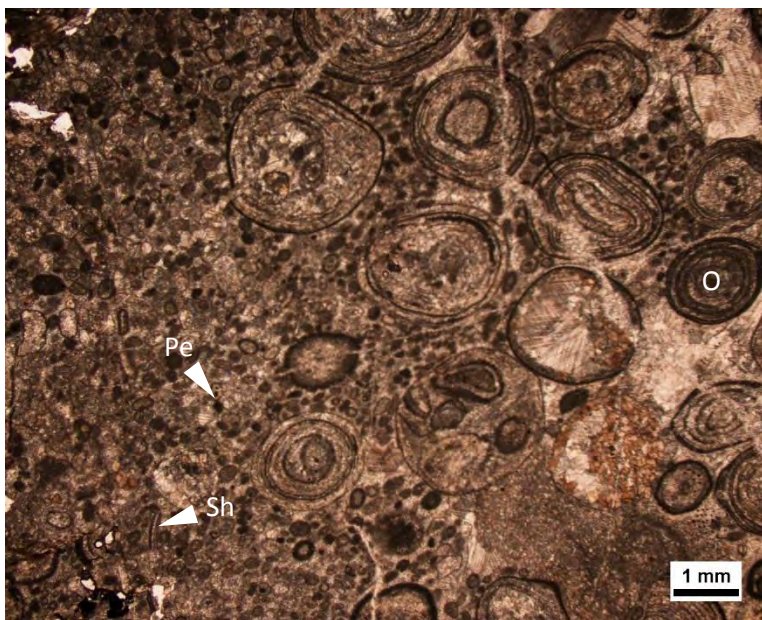
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid แสดงลักษณะการถูกยี้ดออกไปในทิศทางเดียวกัน พบตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหิน

- หินตัวอย่าง KLD 75 (รูปที่ 2.10)

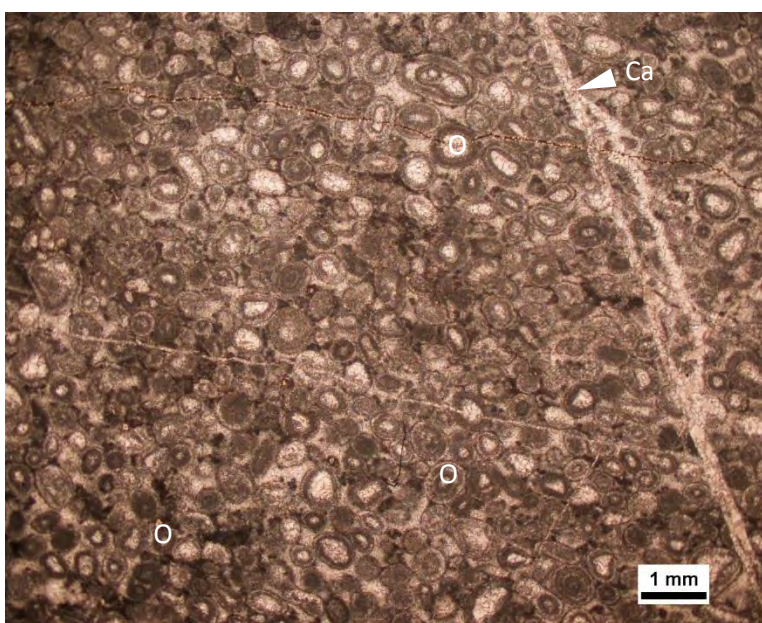
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% และเมทริกซ์ประมาณ 10% โดยตะกอนส่วนใหญ่ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร โดยการพอกที่เกิดขึ้นมีหลายชั้น เริ่มจากการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน จากนั้นจึงเกิดการพอกเป็นชั้นบางๆขนานกัน นอกจากนี้ยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.3 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างหิน KLD 66 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยพบ ooid (O) ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เห็นการพอกเป็นชั้นๆชัดเจน ภายใน ooid เกิดกระบวนการ dolomitization อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์



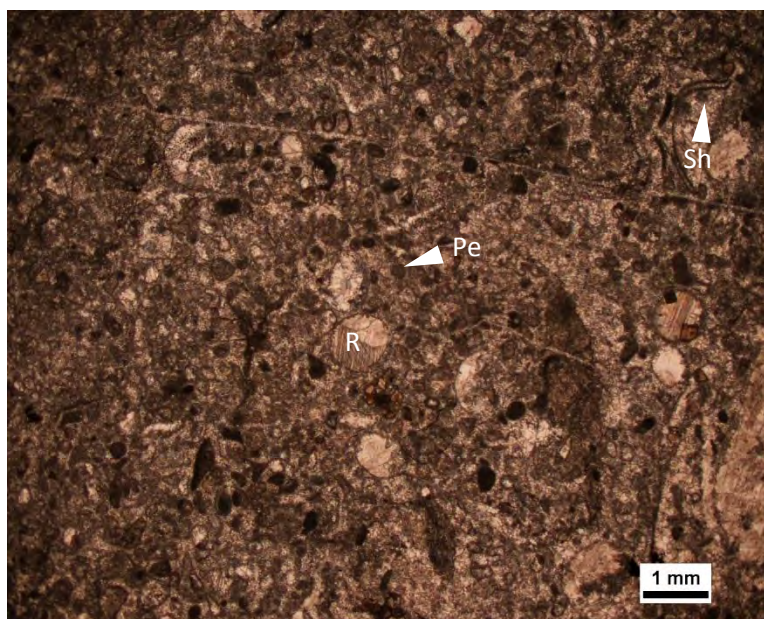
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างหิน KLD 67 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% และเมทริกซ์ประมาณ 15% โดยพบ ooid (O) ขนาด 1-2 มิลลิเมตรเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอนเนตเป็นชั้นๆชัดเจน ระหว่าง ooid มี peloid (Pe) แทรกอยู่ และพบตะกอนชีวภาพพวกฟอแรมินิเฟอรานขนาดเล็กและเศษเปลือกหอย (Sh) โดยฟอแรมินิเฟอรานที่พบคือ *Glomospirella* sp. นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์



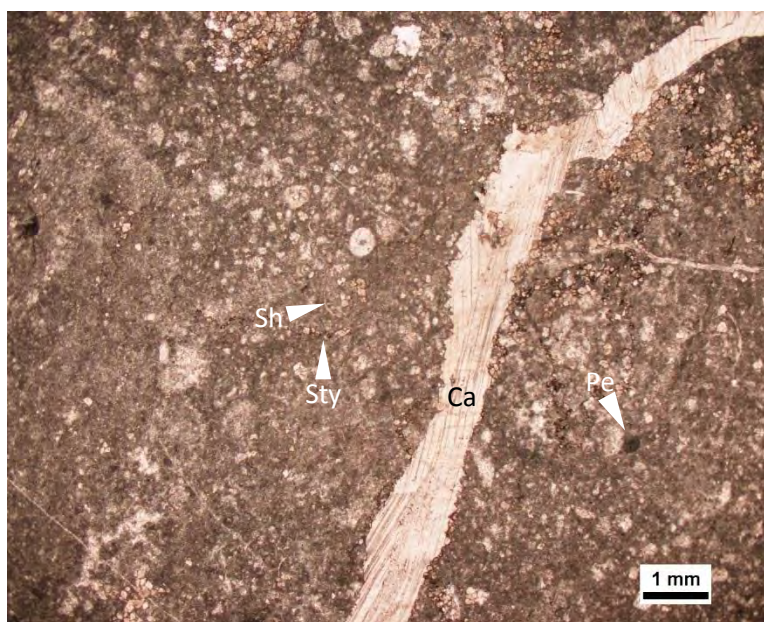
รูปที่ 2.10 หินตัวอย่าง KLD 75 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% และเมทริกซ์ประมาณ 10% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร โดยเป็นการพอกที่เกิดขึ้นหลายชั้น และยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาด 0.3 มิลลิเมตร

□ Wackestone

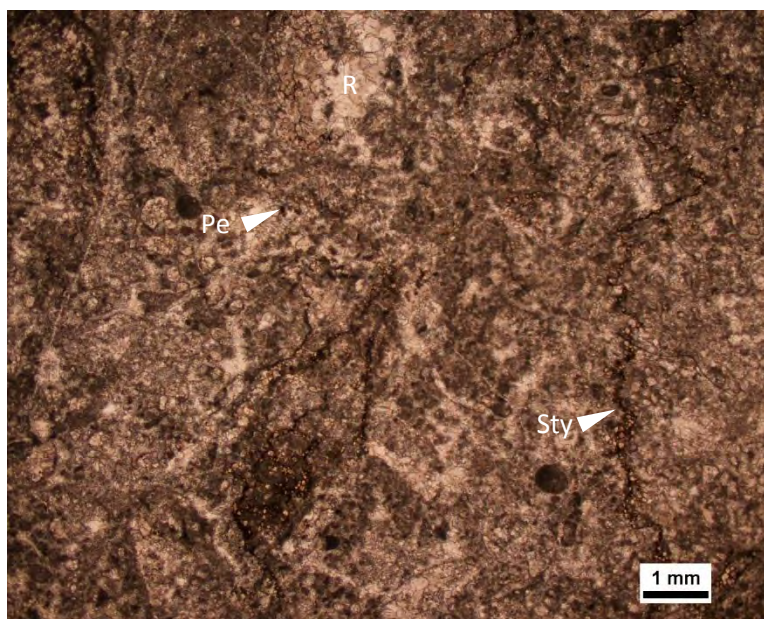
- **หินตัวอย่าง KLD 63-3 (รูปที่ 2.11)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ peloid ขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ซึ่งภายในเมทริกซ์เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ คือ มีลักษณะเป็นรูปผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาแทนที่ และ เกิดกระบวนการตกผลึกใหม่ (recrystallization) ของแร่แคลไซต์
- **หินตัวอย่าง KLD 73 (รูปที่ 2.12)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ peloid และเศษเปลือกหอย พบแร่แคลไซต์ตกผลึกอยู่ตามแนวรอยฟันและจับตัวกันหนาแน่นในบางบริเวณของเมทริกซ์ อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 1 มิลลิเมตร
- **หินตัวอย่าง KLD 74 (รูปที่ 2.13)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ peloid ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันและตามช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน
- **หินตัวอย่าง KLD 76 (รูปที่ 2.14)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดยตะกอนที่พบ ได้แก่ ตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็ก เศษเปลือกหอย และไครนอยด์ ซึ่งฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Diplotremina* spp. และ *Endotriadello* spp.,
- **หินตัวอย่าง KLD 77 (รูปที่ 2.15)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% โดยตะกอนที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ peloid และตะกอนชีวภาพพวกไครนอยด์ อีกทั้งยังมีสายแร่แคลไซต์ตัดผ่าน ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร
- **หินตัวอย่าง KLD 78 (รูปที่ 2.16)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยตะกอนที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ peloid ตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอยและไครนอยด์ พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอนและสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร



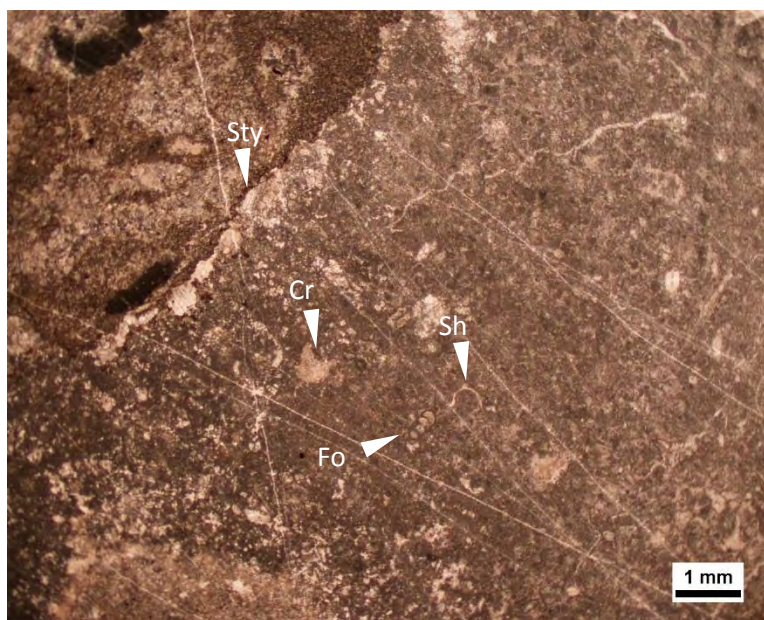
รูปที่ 2.11 หินตัวอย่าง KLD 63-3 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 50% และเมทริกซ์ประมาณ 50% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) ภายในเมทริกซ์เกิดกระบวนการ dolomitization ทำให้เกิดผลึกของแร่ โดโลไมต์ และ recrystallization (R) ของแร่แคลไซต์ตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh)



รูปที่ 2.12 หินตัวอย่าง KLD 73 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และเศษเปลือกหอย (Sh) พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) และจับตัวกันหนาแน่นในบางบริเวณของเมทริกซ์ อีกทั้งยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาด 1 มิลลิเมตร



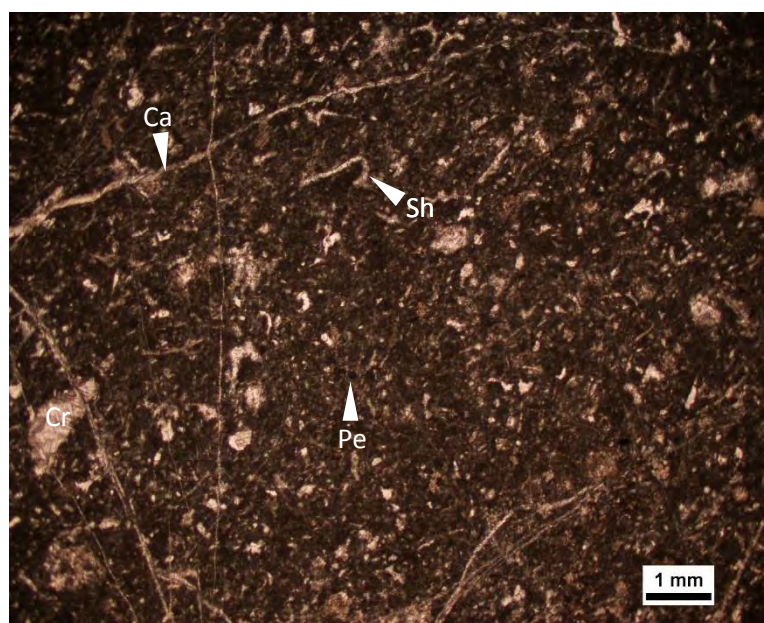
รูปที่ 2.13 หินตัวอย่าง KLD 74 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) และตามช่องว่างระหว่างตะกอน (R)



รูปที่ 2.14 หินตัวอย่าง KLD 76 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดยตะกอนที่พบเป็นตะกอนชีวภาพพวก ฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็ก (Fo) เศษเปลือกหอย (Sh) และโครนอยด์ (Cr) โดยฟอแรมินิเฟอราที่พบคือ *Endotriadella* sp. และ *Diplotremina* sp. อีกทั้งยังพบแนวฟันในหิน (Sty)



รูปที่ 2.15 หินตัวอย่าง KLD 77 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% โดยตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และตะกอนชีวภาพพวกโครนอยด์ (Cr) อีกทั้งยังมีสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.16 หินตัวอย่าง KLD 78 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) และตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh) และโครนอยด์ (Cr) พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอนและสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร

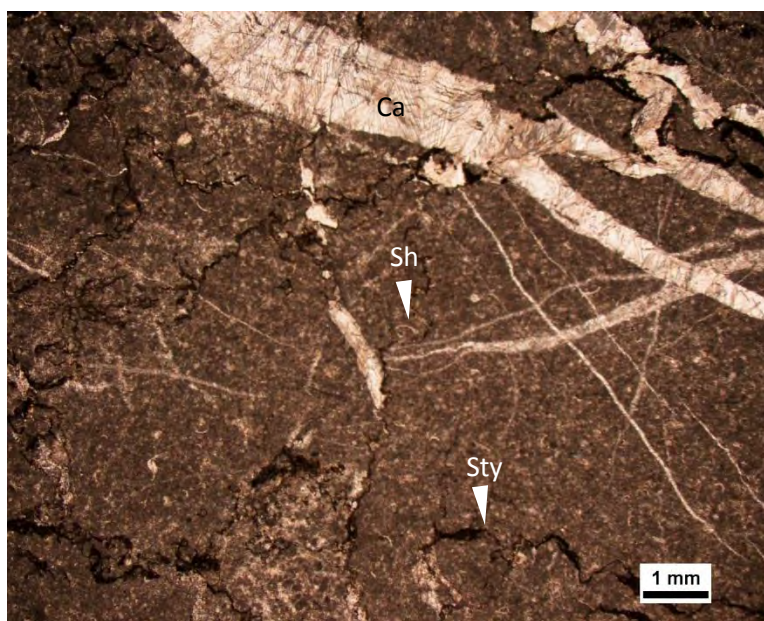
□ Mudstone

- หินตัวอย่าง KLD 71 (รูปที่ 2.17)

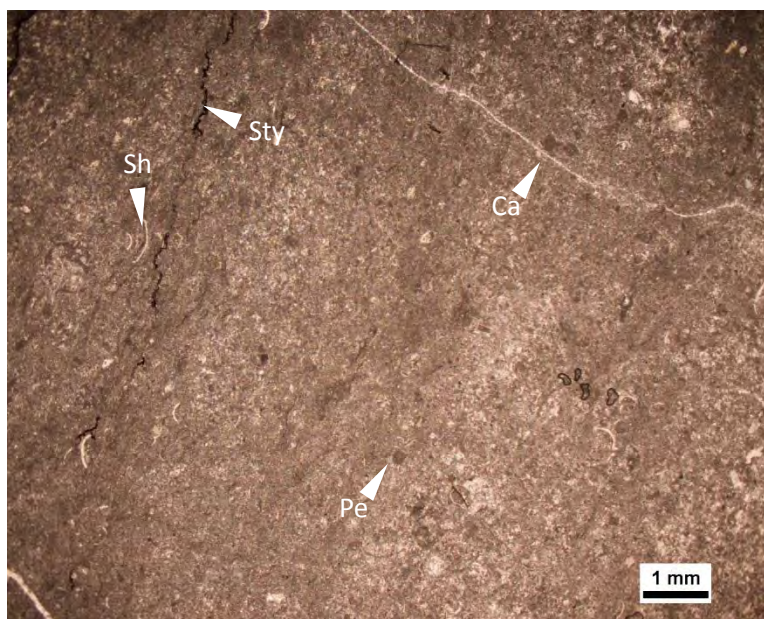
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น และพบตะกอนปริมาณน้อยมาก (น้อยกว่า 5%) ตะกอนเป็นตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย พบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.1-1.5 มิลลิเมตร ตัดผ่าน นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นแนวฟันในหินที่เกิดจาก Pressure solution

- หินตัวอย่าง KLD 72 (รูปที่ 2.18)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% พบตะกอน peloid เล็กน้อยและตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย นอกจากนี้ยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก และแนวฟันในหินเกิดจาก Pressure solution



รูปที่ 2.17 หินตัวอย่าง KLD 71 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น และพบตะกอนน้อยกว่า 5% ตะกอนเป็นตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh) พบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ตัดผ่าน นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นแนวฟันในหิน (Sty)

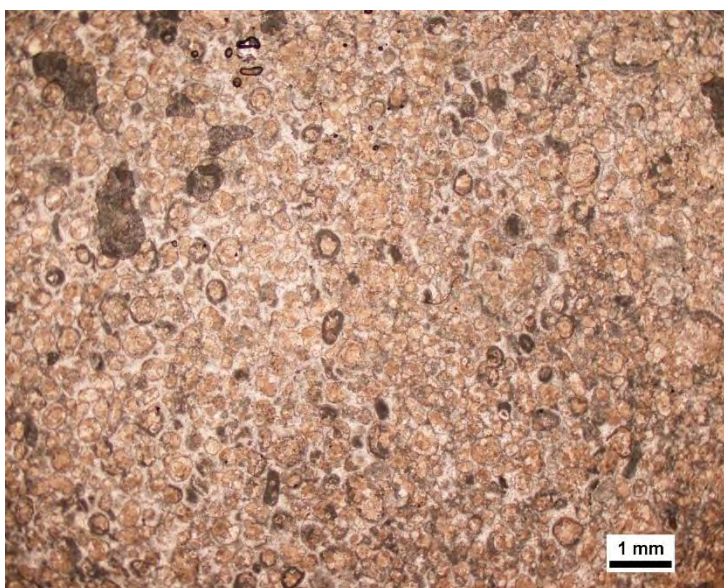


รูปที่ 2.18 หินตัวอย่าง KLD 72 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% พบตะกอน peloid (Pe) เล็กน้อยและตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอย (Sh) นอกจากนี้ยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดเล็ก และแนวฟันในหิน (Sty) เกิดจาก Pressure solution

□ Dolostone

- หินตัวอย่าง KLD 65 (รูปที่ 2.19)

หินตัวอย่างนี้เป็นหิน dolostone พบผลึกโดโลไมต์หน้าผลึกกิ่งสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ ประมาณ 80% ขนาดผลึกประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ผลึกโดโลไมต์ที่พบเกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ซึ่งเป็นการแทนที่ 'ไม่สมบูรณ์' เนื่องจากยังพบเนื้อหินเดิม คือ grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ peloid และ ooid



รูปที่ 2.19 หินตัวอย่าง KLD 65 เป็นหิน dolostone เกิดจากการแทนที่ด้วยโดโลไมต์ ซึ่งเป็นการแทนที่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากยังพบเนื้อหินเดิม คือ grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ peloid และ ooid

2.1.2 เส้นทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

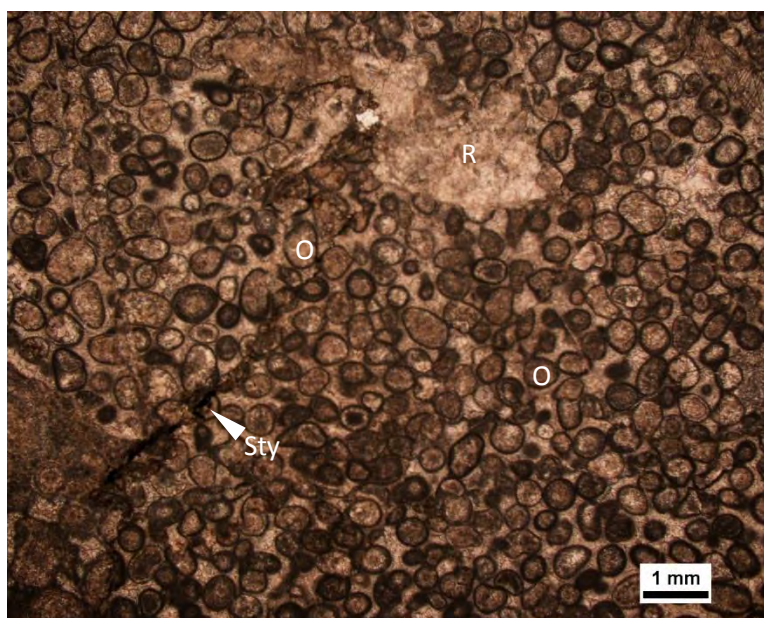
□ Grainstone

● หินตัวอย่าง KLD 80

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 90% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร pisoid ขนาด 3-4 มิลลิเมตร มีการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ และเม็ดตะกอนมวลรวม (aggregate grains) ซึ่งนิเวศวิทยาของการพอกคือ ooid นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกรอบเม็ดตะกอนและตามช่องว่างระหว่างตะกอน

● หินตัวอย่าง KLD 81 (รูปที่ 2.20)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรและคอร์ตอย (cortoid) ที่มีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและตามช่องว่างระหว่างตะกอน



รูปที่ 2.20 หินตัวอย่าง KLD 81 เป็นหิน grainstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 85% เนื้อเชื่อมประสานเป็นผลึกแคลไซต์ขนาดเล็ก โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรมีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหินและตามช่องว่างระหว่างตะกอน (R)

□ Packstone

- หินตัวอย่าง KLD 82 (รูปที่ 2.21)

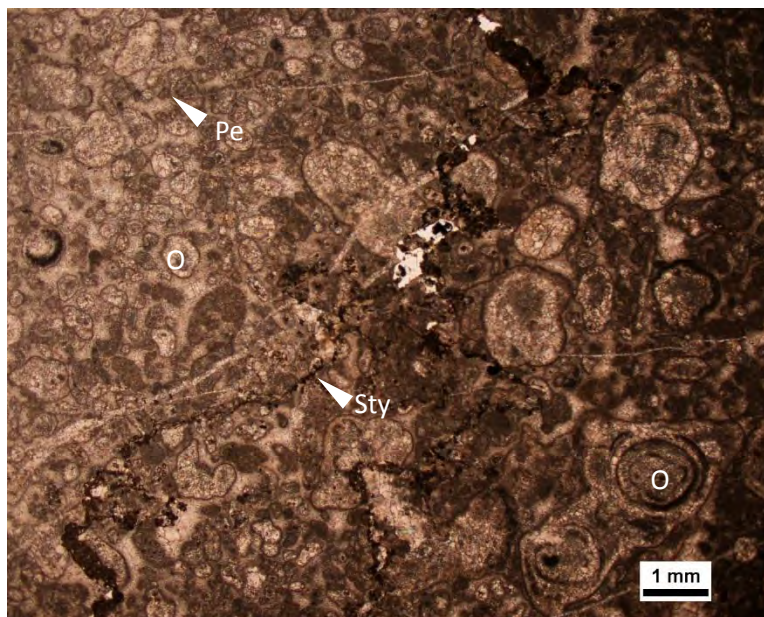
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยพบ ooid ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรมีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และ peloid ภายในเม็ดตะกอนเกิดกระบวนการ dolomitization อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์

- หินตัวอย่าง KLD 84 (รูปที่ 2.22)

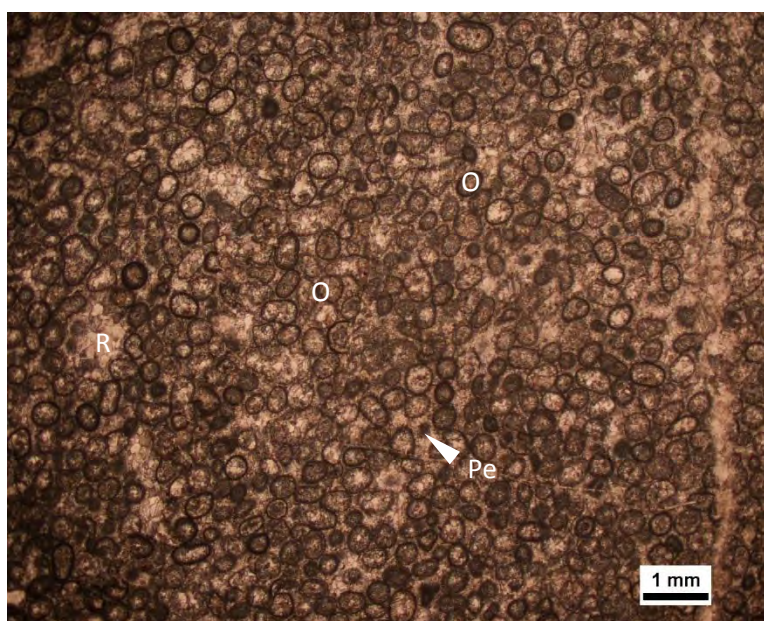
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 95% และเมทริกซ์ประมาณ 5% โดยตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ ooid ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ที่มีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และ peloid กระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอน

- หินตัวอย่าง KLD 89C (รูปที่ 2.23)

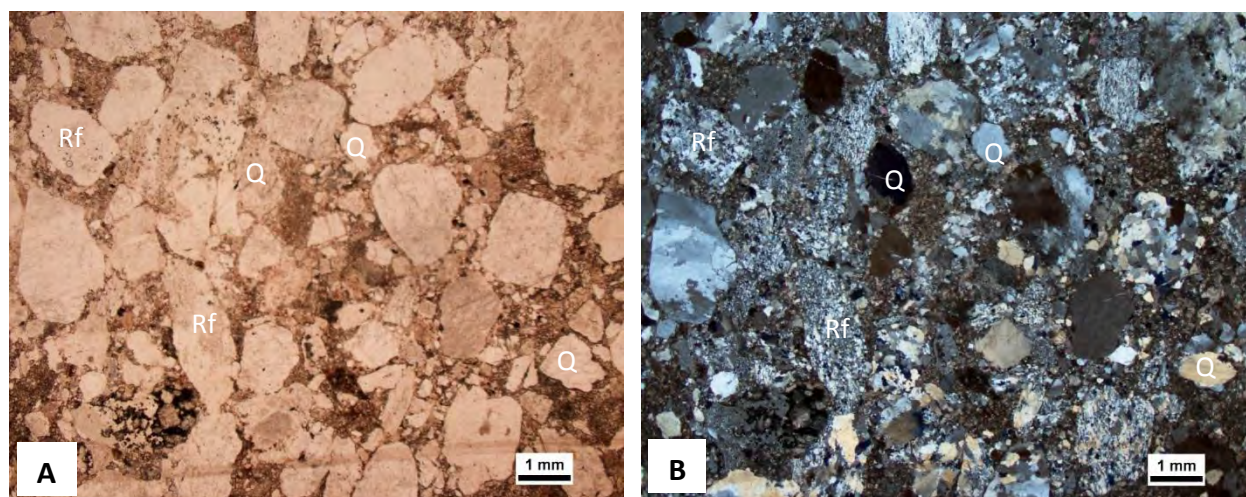
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 95% และเมทริกซ์ 5% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ เศษหิน และแร่ไบโอไทต์ ขนาด 0.1-1.5 มิลลิเมตร มีการคัดขนาดที่ไม่ค่อยดี เม็ดตะกอนมีความกลมมนน้อย



รูปที่ 2.21 หินตัวอย่าง KLD 82 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 80% และเมทริกซ์ประมาณ 20% โดยพบ ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตรที่มีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และ peloid (Pe) ภายในเม็ดตะกอนเกิดกระบวนการ dolomitization อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์



รูปที่ 2.22 หินตัวอย่าง KLD 84 เป็นหิน packstone ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 95% และเมทริกซ์ประมาณ 5% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น ooid (O) ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ที่มีการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอน และ peloid (Pe) กระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอน (R)



รูปที่ 2.23 หินตัวอย่าง KLD 89C เป็นหิน packstone รูป (A) PPL และรูป (B) XPL ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 95% และเมทริกซ์ 5% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ (Q) เศษหิน (Rf) และแร่ไบโอไทต์ ขนาด 0.1-1.5 มิลลิเมตร มีการคัดขนาดที่ไม่ค่อยดี เม็ดตะกอนมีความกลมมนน้อย

□ Wackestone

● หินตัวอย่าง KLD 83 (รูปที่ 2.24)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดย ooid ที่พบเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆในช่วงแรกและการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอนในช่วงเวลาต่อมา พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหิน

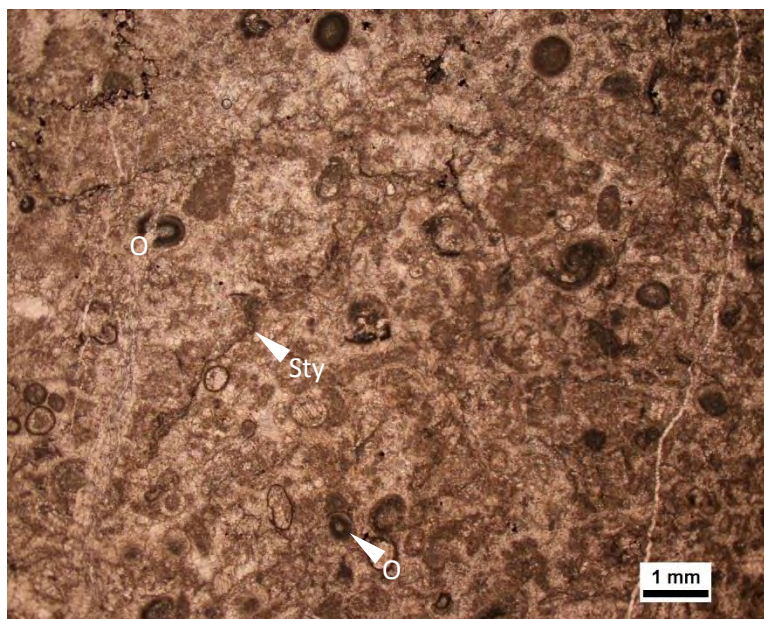
● หินตัวอย่าง KLD 85 (รูปที่ 2.25)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% โดยตะกอนส่วนใหญ่ ได้แก่ peloid ขนาดเล็กมีการเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน และแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่เป็นจุดๆ พบแนวฟันในหินขนานไปกับทิศทางการวางตัวของตะกอนด้วย

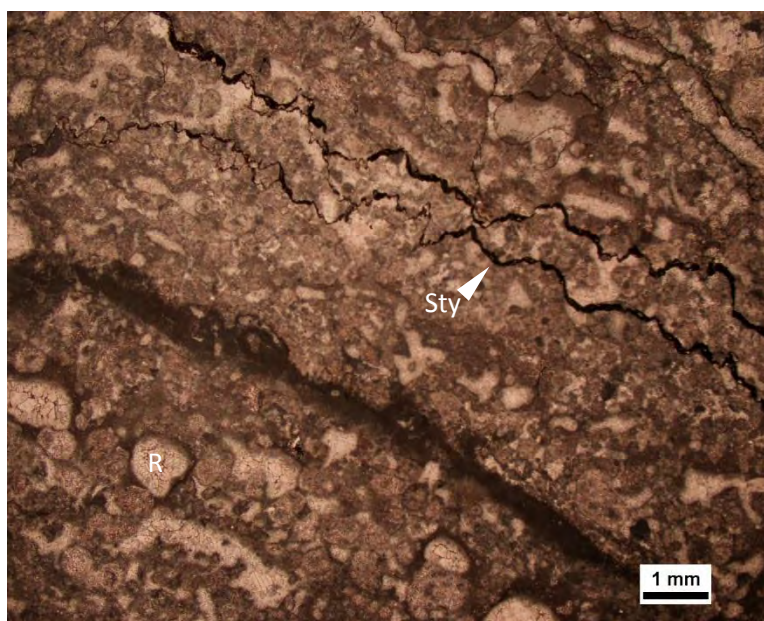
● หินตัวอย่าง KLD 89B (รูปที่ 2.26, 2.27)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะจาก wackestone ประกอบด้วยเม็ดควอตซ์และเศษหิน (bottom) ไปเป็น dolostone กล่าวคือ แร่โดโลไมต์เข้าไปแทนที่ประมาณ 70% ของเนื้อหิน โดยแร่โดโลไมต์มีขนาดประมาณ น้อยกว่า 0.01 มิลลิเมตรกระจายอยู่ (top) โดยมีสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตรคั่นอยู่

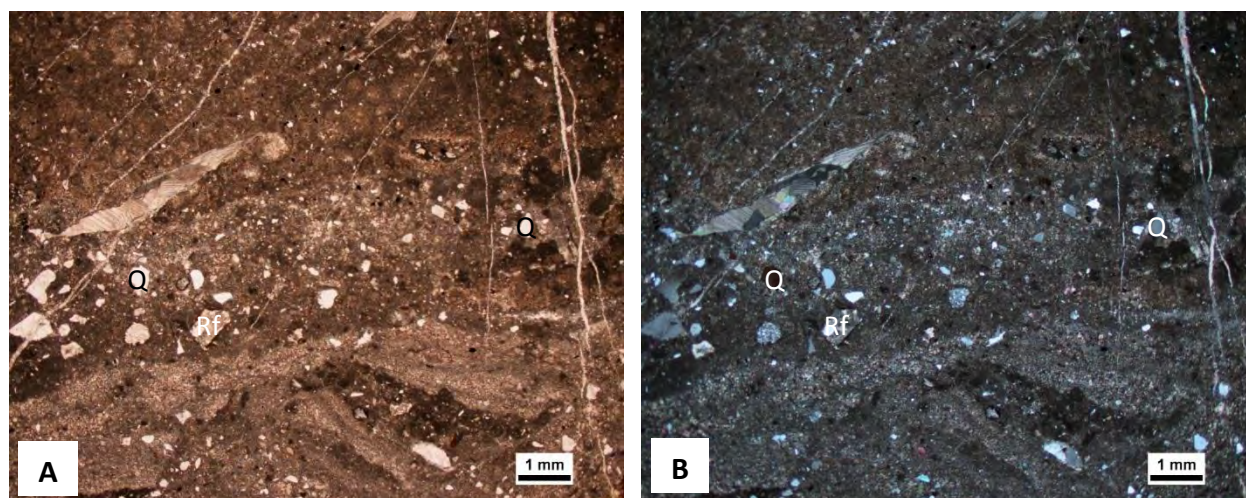
- **หินตัวอย่าง KLD 93A (รูปที่ 2.28)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 15% และเมทริกซ์ประมาณ 85% โดยมีตะกอนเป็น peloid และตะกอนชีวภาพพวกหอยฝาเดียวและเศษเปลือกหอย เมทริกซ์มีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ และพบแนวฟันในหิน
- **หินตัวอย่าง KLD 93B (รูปที่ 2.29)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 25% และเมทริกซ์ประมาณ 75% โดยมีตะกอนเป็นตะกอนที่ถูกพัดพามาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ ขนาด 0.05-0.25 มิลลิเมตร แร่มีสโคไวท์ และ diagenetic pyrite แสดงรูปผลึกชัดเจน อีกทั้งยังพบชั้นโคลนบางๆ หลายชั้น
- **หินตัวอย่าง KLD 94B (รูปที่ 2.30)**
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยมีตะกอนเป็น pellet และ peloid ตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอยและหอยฝาเดียว ซึ่งถูกเติมด้วยตะกอนและเศษหินชีวภาพขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal บ่งบอกแนวการสะสม



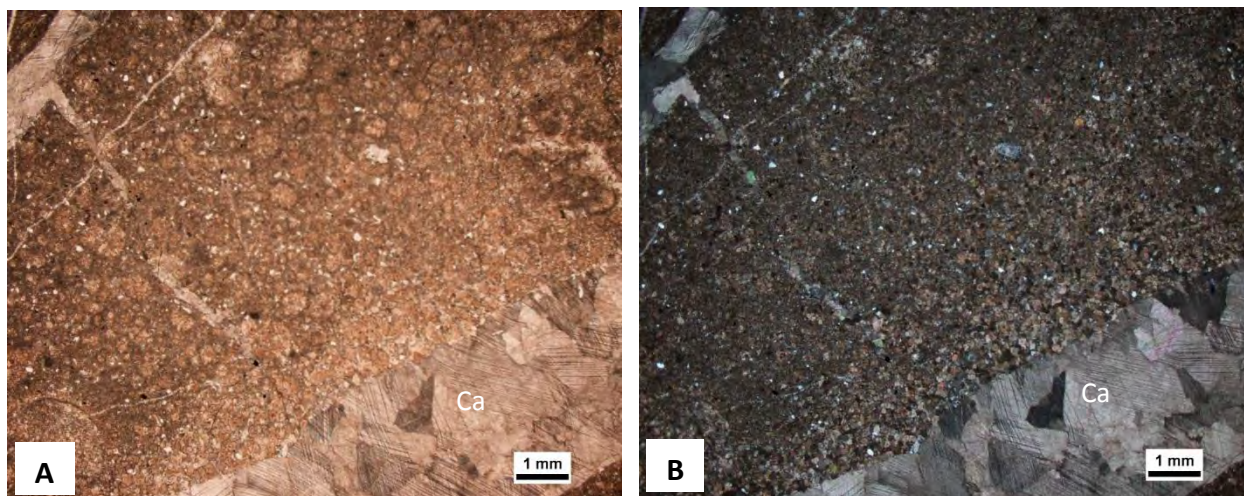
รูปที่ 2.24 หินตัวอย่าง KLD 83 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 30% และเมทริกซ์ประมาณ 70% โดย ooid (O) ที่พบเห็นการพอกของสารละลายคาร์บอเนตเป็นชั้นบางๆ ในช่วงแรกและการพอกเป็นรัศมีล้อมรอบเม็ดตะกอนในช่วงเวลาต่อมา พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหิน



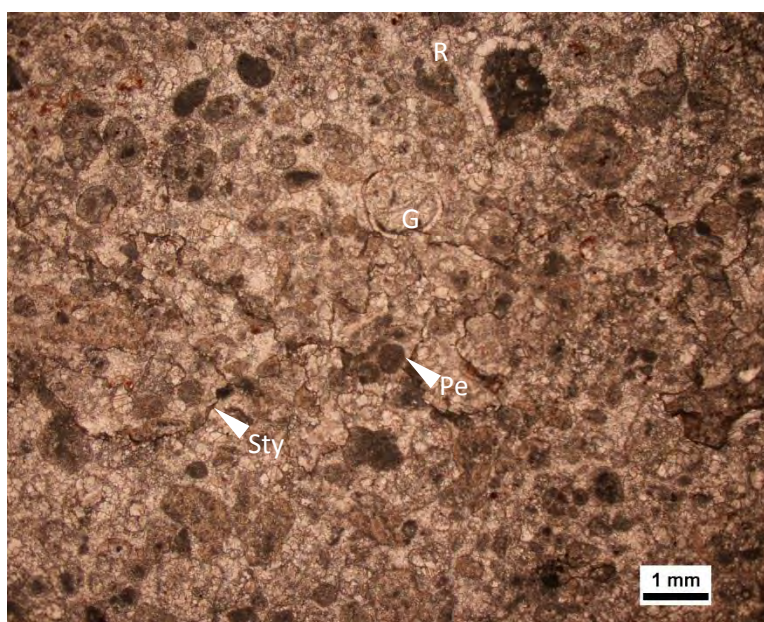
รูปที่ 2.25 หินตัวอย่าง KLD 85 เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 20% และเมทริกซ์ประมาณ 80% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็น peloid (Pe) ขนาดเล็กมีการเรียงตัว และแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่ (R) เป็นจุดๆ พบแนวฟืนในหิน (Sty) ขนานไปกับทิศทางการวางตัวของตะกอนด้วย



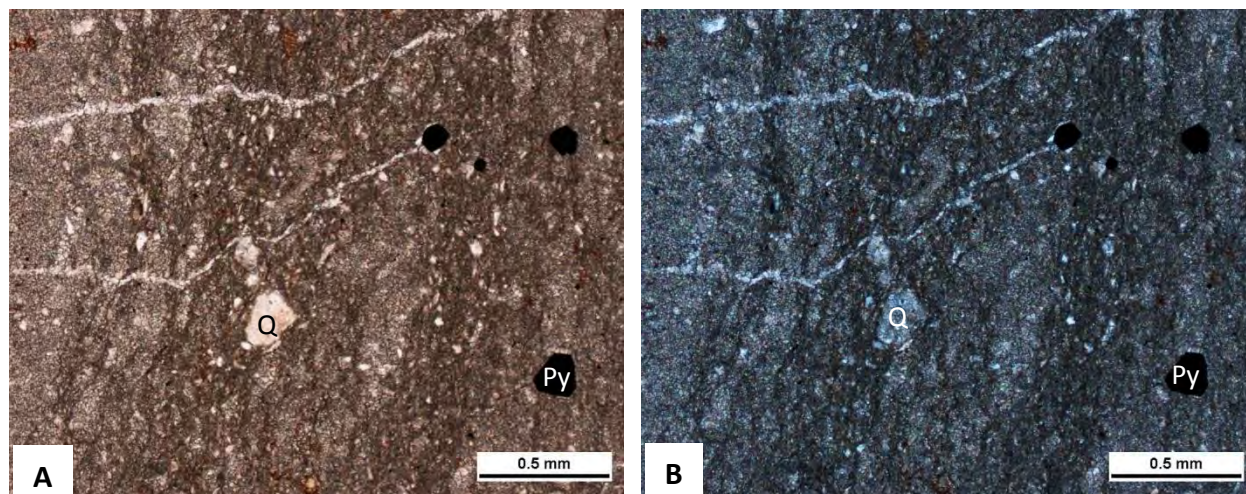
รูปที่ 2.26 หินตัวอย่าง KLD 89B (Bottom) เป็นหิน wackestone รูป (A) PPL และรูป (B) XPL ประกอบด้วยเม็ดตะกอน 30% และเมทริกซ์ 70% โดยตะกอนส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ (Q) เศษหิน (Rf) และแร่ไบโอไทต์ เม็ดตะกอนมีความกลมมนน้อย นอกจากนี้ยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามช่องว่างระหว่างตะกอน



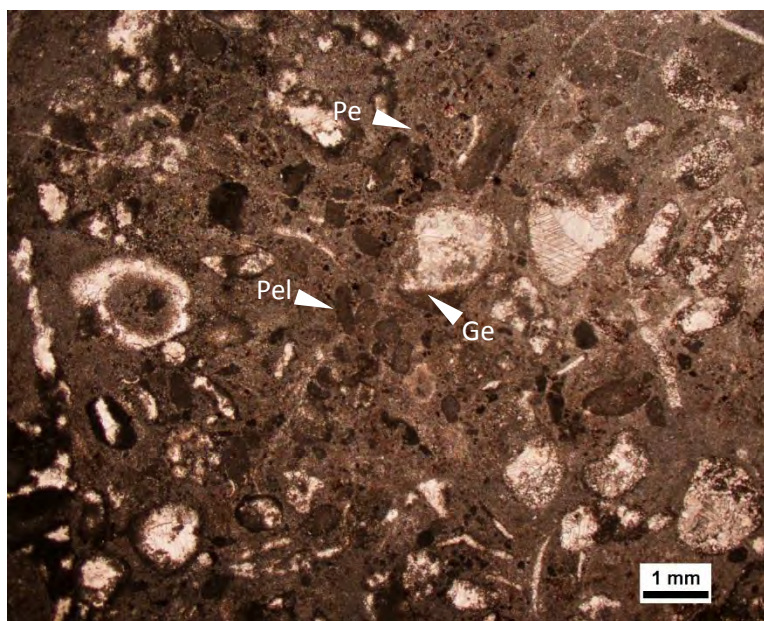
รูปที่ 2.27 หินตัวอย่าง KLD 89B (Top) เป็นหิน dolostone รูป (A) PPL และรูป (B) XPL มีแร่โดโลไมต์เข้าไปแทนที่ประมาณ 70% ของเนื้อหิน โดยแร่โดโลไมต์มีขนาดประมาณน้อยกว่า 0.01 มิลลิเมตรกระจายอยู่ โดยมีสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตรคั่นอยู่



รูปที่ 2.28 หินตัวอย่าง KLD 93A เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 15% และเมทริกซ์ประมาณ 85% โดยมีตะกอนเป็น peloid (Pe) และตะกอนชีวภาพพวกหอยฝาเดียว (G) และเศษเปลือกหอย เมทริกซ์มีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ (R) และพบแนวฟอสซิลในหิน (Sty)



รูปที่ 2.29 หินตัวอย่าง KLD 93B รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 25% และเมทริกซ์ประมาณ 75% โดยมีตะกอนเป็นตะกอนที่ถูกพัดพามาจากบก ได้แก่ แร่ควอตซ์ (Q) แร่มีสโคไวท์ และ diagenetic pyrite (Py) แสดงรูปผลึกชัดเจน อีกทั้งยังพบชั้นแรโคลนบางๆ หลายชั้น



รูปที่ 2.30 หินตัวอย่าง KLD 94B เป็นหิน wackestone ประกอบด้วยเม็ดตะกอนประมาณ 40% และเมทริกซ์ประมาณ 60% โดยมีตะกอนเป็น pellet (Pel) และ peloid (Pe) ตะกอนชีวภาพพวกเศษเปลือกหอยและหอยฝาเดียว ซึ่งถูกเติมด้วยตะกอนและเศษหินชีวภาพขนาดละเอียด แสดงลักษณะ geopetal (Ge) บ่งบอกแนวการสะสมตัว

□ Mudstone

- หินตัวอย่าง KLD 86 (รูปที่ 2.31)

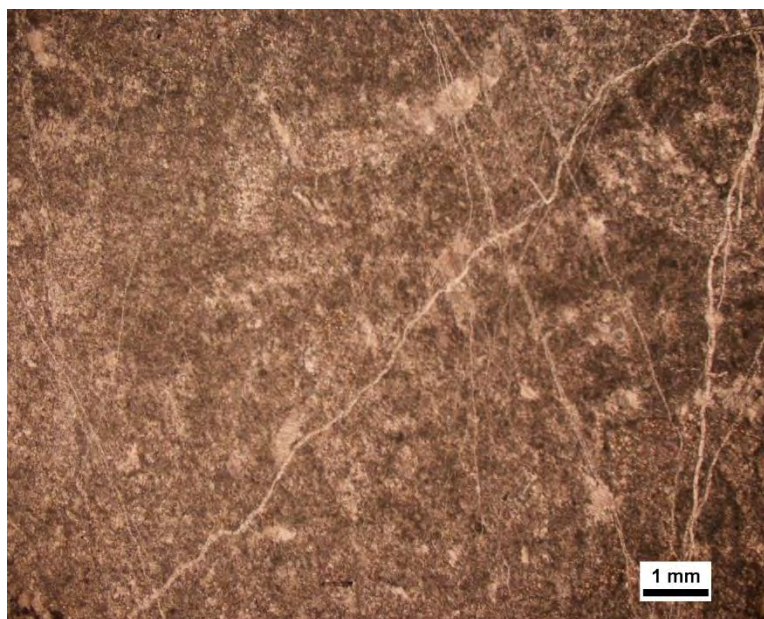
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 90% ส่วนที่เหลือพบตะกอนขนาดเล็กมากๆ ปะปนอยู่ด้วย พบการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ นอกจากนี้ยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กจำนวนมาก

- หินตัวอย่าง KLD 91 (รูปที่ 2.32)

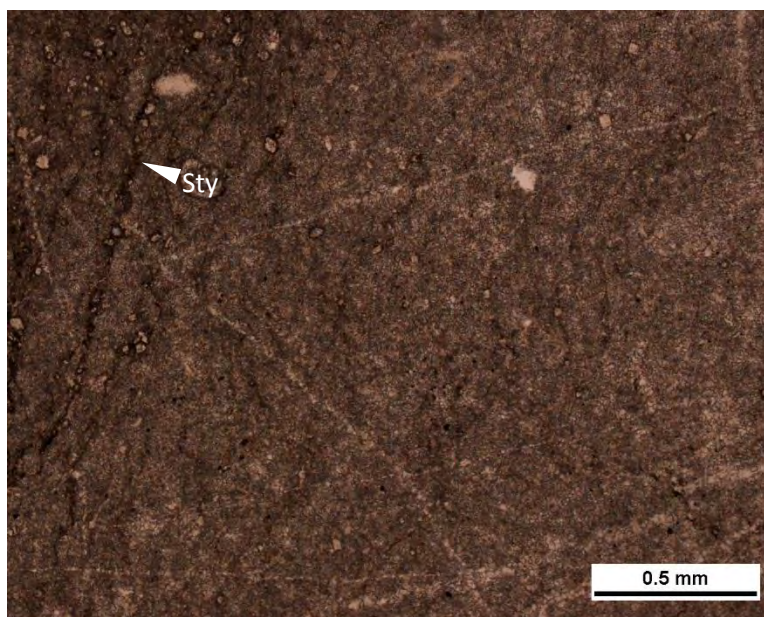
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น และพบตะกอนปริมาณน้อยมาก (น้อยกว่า 5%) อีกทั้งยังพบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟันในเนื้อหินและแนวสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.6 มิลลิเมตร

- หินตัวอย่าง KLD 92 (รูปที่ 2.33)

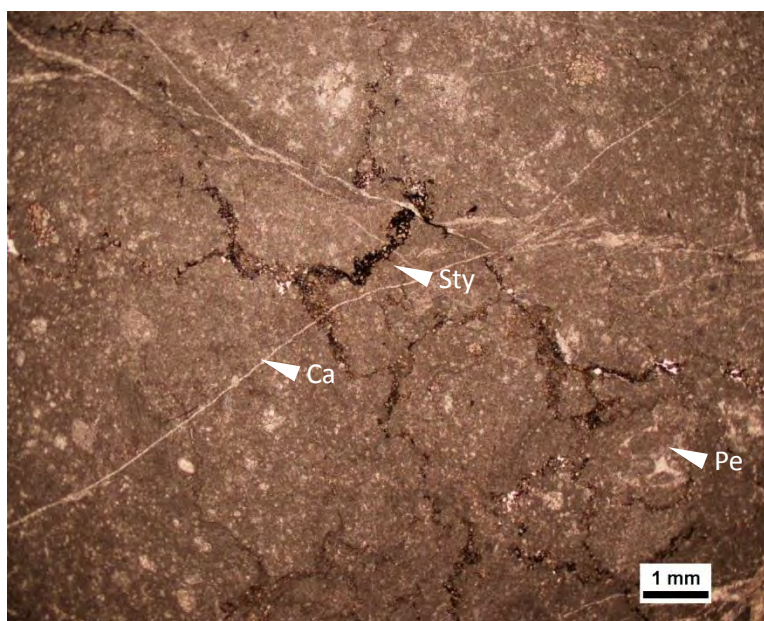
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น บางบริเวณพบ peloid จับกลุ่มกัน พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน และสายแร่แคลไซต์ขนาดประมาณ 0.02 มิลลิเมตร ตัดผ่าน



รูปที่ 2.31 หินตัวอย่าง KLD 86 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 90% ส่วนที่เหลือพบตะกอนขนาดเล็กมากๆ ปะปนอยู่ด้วย พบการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ นอกจากนี้ยังพบแนวสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดเล็กจำนวนมากแนวฟันในหิน



รูปที่ 2.32 หินตัวอย่าง KLD 91 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น และพบตะกอนปริมาณน้อยมาก(น้อยกว่า 5%) พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) ในเนื้อหิน



รูปที่ 2.33 หินตัวอย่าง KLD 92 เป็นหิน mudstone ประกอบด้วยเมทริกซ์มากกว่า 95% คือเป็นเนื้อโคลนเกือบทั้งแผ่น มี peloid (Pe) จับกลุ่มกันเล็กน้อย พบแร่แคลไซต์ตกผลึกตามแนวรอยฟัน (Sty) และสายแร่แคลไซต์ (Ca) ขนาดเล็กตัดผ่าน

□ Dolostone

- หินตัวอย่าง KLD 87 (รูปที่ 2.34)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร รูปผลึกกึ่งสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค โคนแปรสภาพไปค่อนข้างมาก ไม่แสดงเนื้อหินเดิม

- หินตัวอย่าง KLD 88 (รูปที่ 2.35)

หินตัวอย่างนี้ เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร รูปผลึกกึ่งสมบูรณ์แสดงขอบแร่ค่อนข้างชัดเจน บางส่วนของเนื้อหินแสดงลักษณะเนื้อเดิมคือ ตะกอน pisoid ขนาด 3-4 มิลลิเมตร เนื่องจากยังถูกแทนที่ไม่สมบูรณ์

- หินตัวอย่าง KLD 89A (รูปที่ 2.36)

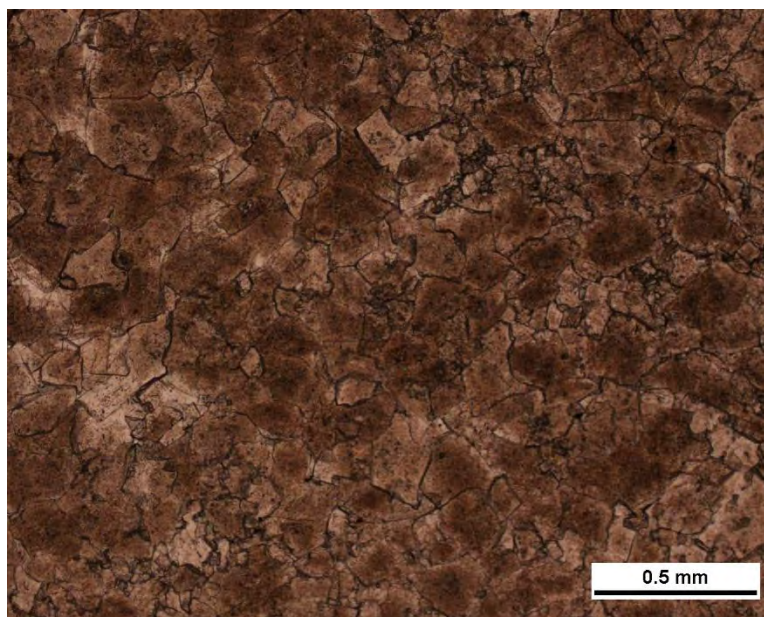
หินตัวอย่างนี้ เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.05 มิลลิเมตร รูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน มีแร่ควอตซ์และไบโอไทต์ ปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย

- หินตัวอย่าง KLD 90 (รูปที่ 2.37)

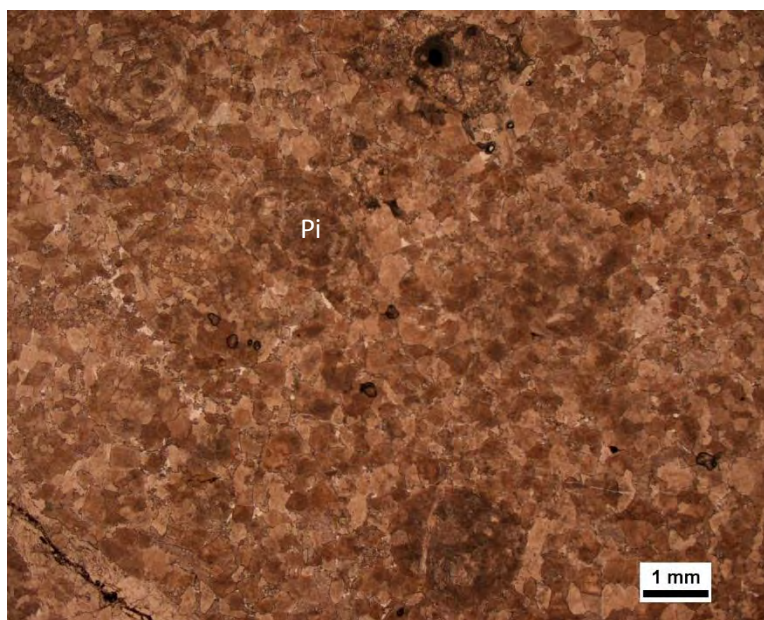
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ 50% มีตะกอนที่ถูกพัดพามาจากบกผสมได้แก่ ควอตซ์ 45% และไบโอไทต์ 5% รูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน

- หินตัวอย่าง KLD 94A (รูปที่ 2.38)

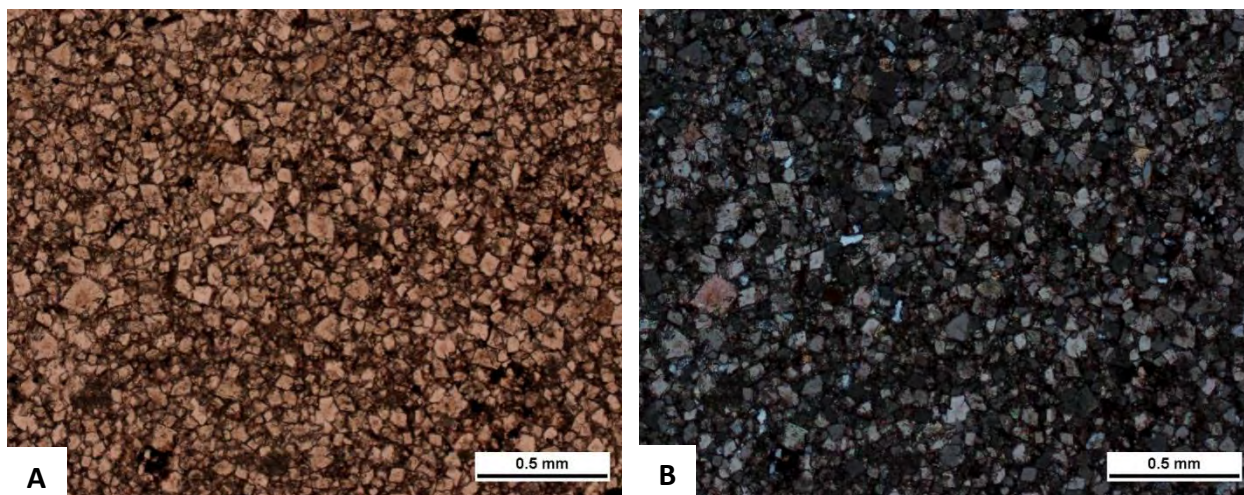
หินตัวอย่างนี้ เป็นหินปูนชนิด dolostone ประกอบด้วยผลึกของโดโลไมต์ 95% มีขนาดประมาณ 0.02 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบเม็ดแร่ควอตซ์ขนาดประมาณ 0.25 มิลลิเมตร กระจายอยู่เล็กน้อย มีรูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน



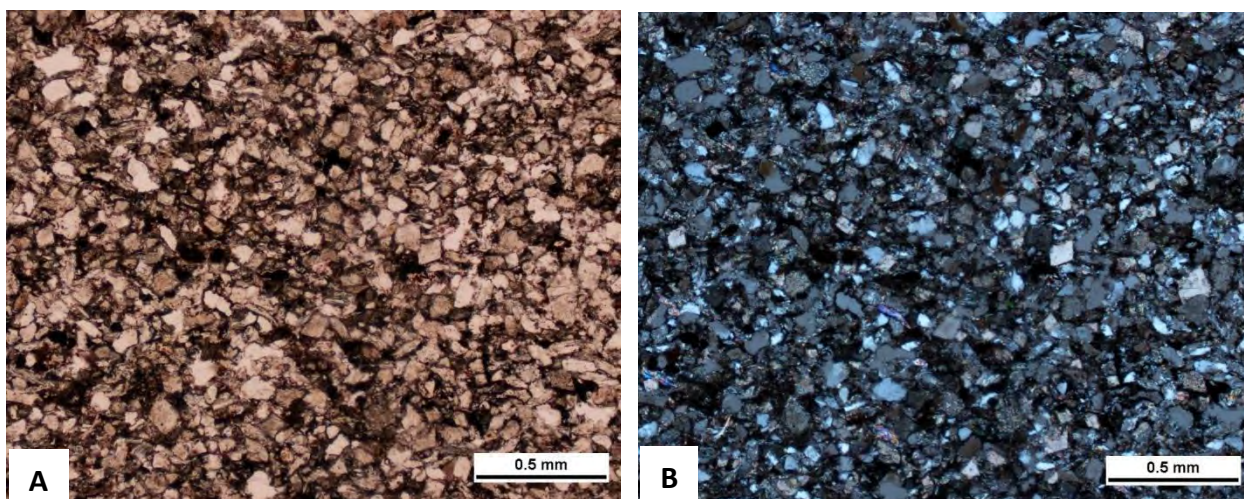
รูปที่ 2.34 หินตัวอย่าง KLD 87 เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร รูปผลึกก็งสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน ขอบผลึกเชื่อมต่อกันเป็นแบบโมเสค โดนแปรสภาพไปค่อนข้างมาก



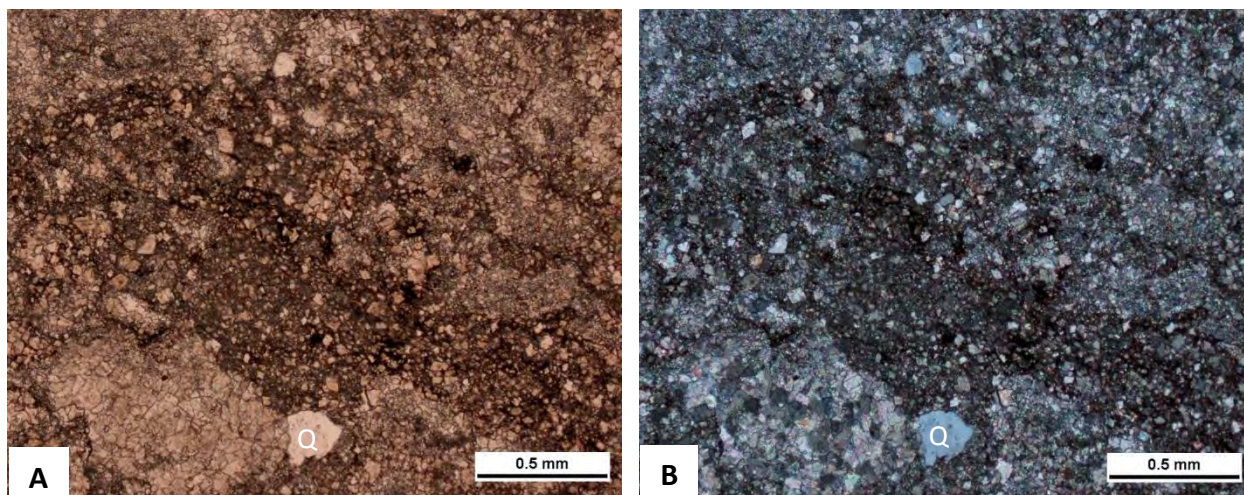
รูปที่ 2.35 หินตัวอย่าง KLD 88 เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.1 มิลลิเมตร รูปผลึกก็งสมบูรณ์แสดงขอบแร่ค่อนข้างชัดเจน บางส่วนของเนื้อหินแสดงลักษณะเนื้อเดิมคือ ตะกอน pisoid (Pi) ขนาด 3-4 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.36 หินตัวอย่าง KLD 89A รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ ทั้งแผ่น ขนาดผลึกประมาณ 0.05 มิลลิเมตร รูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน มีแร่ควอตซ์ และไบโอไทต์ปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย



รูปที่ 2.37 หินตัวอย่าง KLD 90 รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ 50% มี ตะกอนที่ถูกพัดพามาจากบกผสมได้แก่ ควอตซ์ 45% และไบโอไทต์ 5% รูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน



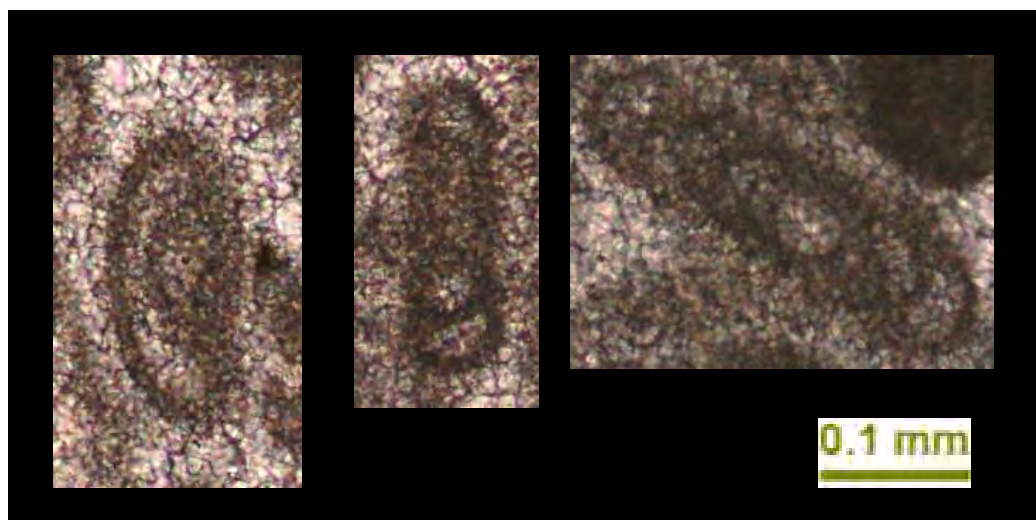
รูปที่ 2.38 หินตัวอย่าง KLD 94A รูป (A) PPL และรูป (B) XPL เป็นหิน dolostone ประกอบด้วยผลึกของ โดโลไมต์ 95% มีขนาดประมาณ 0.02 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบเม็ดแร่ควอตซ์ (Q) ขนาดประมาณ 0.25 มิลลิเมตร กระจายอยู่เล็กน้อย มีรูปผลึกสมบูรณ์แสดงขอบของแร่ชัดเจน

2.2 การศึกษาฟอรามินิเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา

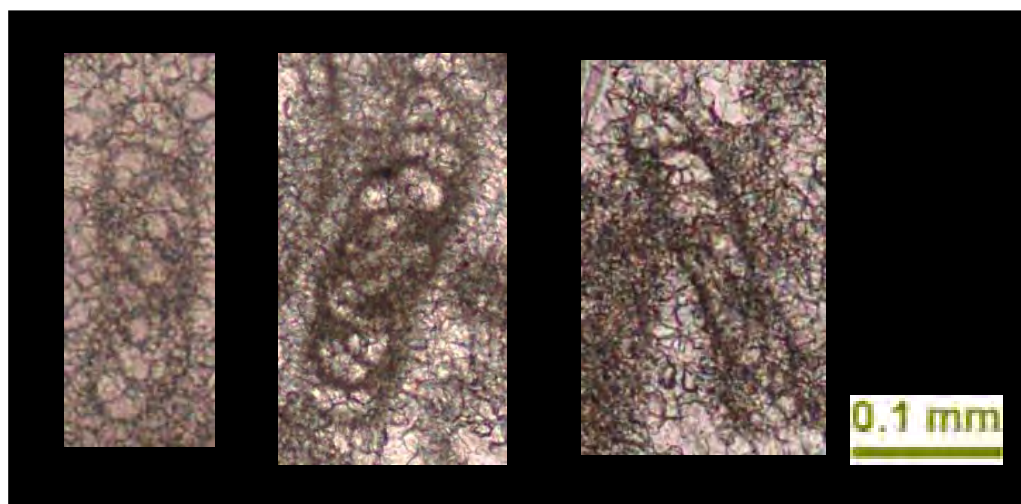
จากการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 32 จุดศึกษา พบหินคาร์บอนेटที่มีฟอรามินิเฟอราทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ได้แก่ KLD 64, KLD67, KLD 68A, KLD 69B และ KLD 76 สามารถจำแนกได้ 4 สกุล ดังตารางที่ 2.1 และสามารถบ่งชี้อายุได้ดังตารางที่ 2.2

สกุล	KLD 64	KLD 67	KLD 68A	KLD 69B	KLD 76
<i>Postcladella</i>	●		●		
<i>Glomospirella</i>	●	●	●	●	
<i>Diplotremina</i>					●
<i>Endotriadella</i>					●

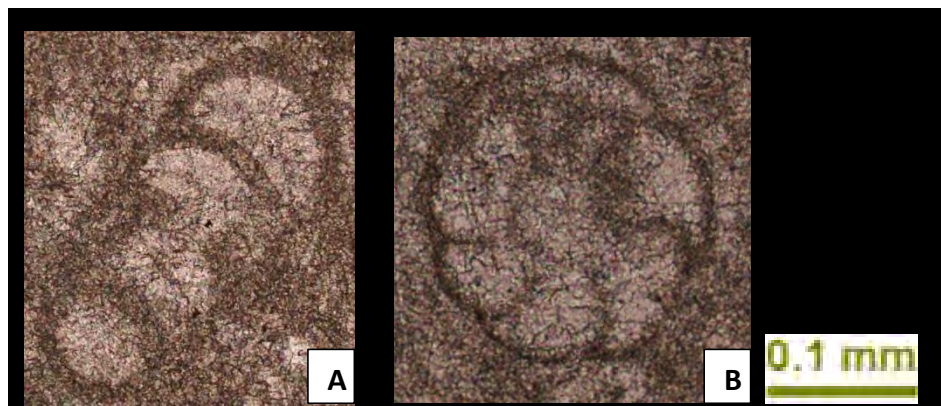
ตารางที่ 2.1 การกระจายตัวของฟอรามินิเฟอราในหินตัวอย่าง



รูปที่ 2.39 ภาพ *Postcladella kalhori* บ่งชี้อายุ Early Triassic (Induan)



รูปที่ 2.40 ภาพ *Glomespirella sigmoidalis* บ่งชี้อายุ Early Triassic (Olenekian)



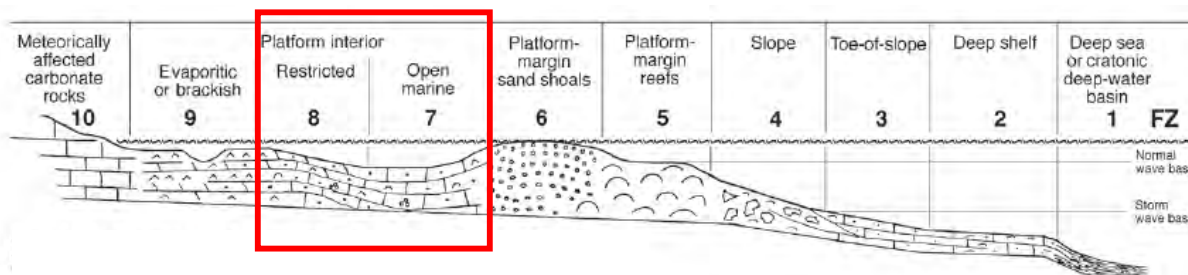
รูปที่ 2.41 ภาพ *Endotriadella* sp. (A) และ *Diplotremina* sp. (B) บ่งชี้อายุ Middle Triassic

TRIASSIC	Middle	Ladinian	<i>Endotriadella</i> sp. และ <i>Diplotremina</i> sp.
		Anisian	
	Early	Olenekian	<i>Glomospirella sigmoidalis</i>
		Induan	<i>Postcladella kalhori</i>
PERMIAN	Lopingian	Changhsingian	
		Wuchiapingian	

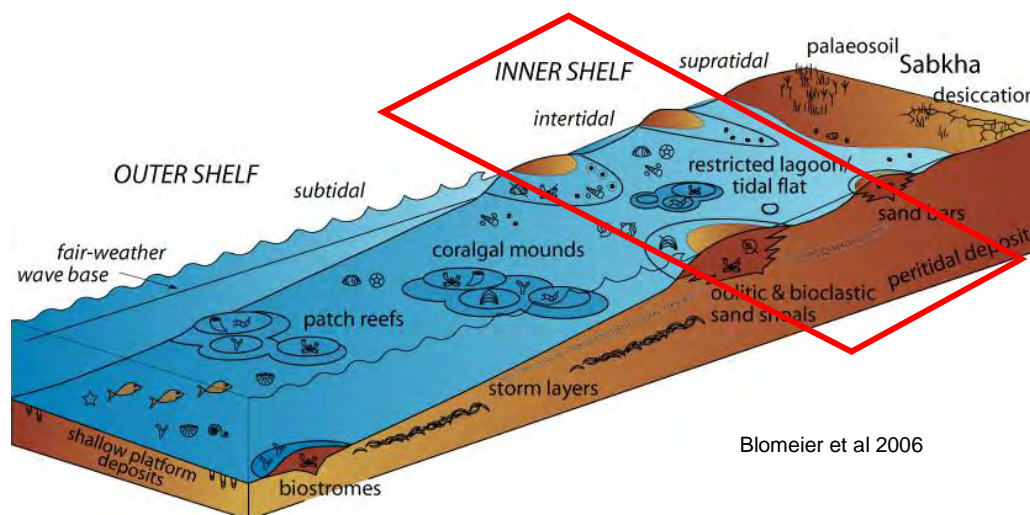
ตารางที่ 2.2 ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟอแมมินเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา

2.3 สภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณในพื้นที่ศึกษา

หากพิจารณาหินตัวอย่างของหินคาร์บอเนตทั้ง 32 จุดศึกษา 42 ตัวอย่าง โดยสามารถแบ่งหินตัวอย่างออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ 3 กลุ่ม ตามลักษณะเด่นที่พบภายใต้ตัวอย่างแผ่นหินบาง ได้แก่ 1) wackestone with Abundant fragment of fossils and bioturbation (KLD 63-3, KLD 77, KLD 78, KLD 94B) 2) Ooid grainstone with concentric ooids (KLD 64, KLD 68A, KLD 68B, KLD 69B, KLD 70, KLD 81) และ 3) Homogeneous mudstone, non-fossiliferous micrite (KLD 86, KLD 91, KLD 92) โดยหากพิจารณาต่อไปอีกตาม Wilson Model จะพบว่าลักษณะที่ปรากฏให้เห็นนี้ จะเกิดอยู่ในโซน FZ 7-8 ตามแผนภาพ Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model (รูปที่ 2.42) ซึ่ง ooid grainstone และ fossil fragment wackestone จะเกิดในสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของหินคาร์บอเนตบริเวณทะเลตื้นที่มีพลังงานสูง เกิดอยู่ในโซน FZ 7 หรือบริเวณ open marine และ Homogeneous mudstone จะเกิดในบริเวณ FZ8 หรือบริเวณ restricted เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีพลังงานต่ำ อย่างไรก็ตามทั้งหมดนี้เกิดขึ้นในเขตทะเลตื้นในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal Zone) (รูปที่ 2.43) ทั้งสิ้น ซึ่งตามปกติแล้วบริเวณนี้จะพบว่ามีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่น้อย ทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ และมีระดับพลังงานในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน จึงสามารถพบลักษณะเนื้อหินได้หลายชนิด



รูปที่ 2.42 แสดงแผนภาพ Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model



รูปที่ 2.43 แสดงบริเวณที่เป็นจุดตกสะสมตัวของตะกอนในอดีตของพื้นที่ศึกษา บริเวณคอยผากิ่ง อำเภोज้ำห่ม จังหวัดลำปาง บริเวณทะเลตื้นในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal Zone) ซึ่งแสดงในกรอบสีแดง

บทที่ 3 สรุปผลการศึกษา

บทที่ 3

สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางศิลาวรรณนา ตะกอนวิทยา และบรรพชีวินวิทยา ของหินคาร์บอนेट บริเวณ ดอยผากิ่ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดลำปาง ทำให้สามารถสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ฟอแรมินิเฟอร่าที่พบในตัวอย่างหินคาร์บอนेटพบฟอแรมินิเฟอร่าสกุล *Postcadella*, *Glomospirella* ที่สามารถบ่งบอกอายุไทรแอสซิกตอนต้น และ *Diplostromina*, *Endotriadello* บ่งบอกอายุไทรแอสซิกตอนกลาง ซึ่งข้อมูลด้านอายุไม่สอดคล้องกับแผนที่ธรณีวิทยาที่มีมาก่อนหน้านี้ อาจจะต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นต่อไป

2. สามารถแบ่งลักษณะหินคาร์บอนेटในพื้นที่ศึกษาออกได้เป็น 5 ประเภท คือ มัดสโตน แวคสโตน แพคสโตน เกรนสโตน และโดโลสโตน โดยตัวอย่างที่พบยังแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะ (deformation) การตกใหม่ของกลุ่มแร่แคลไซต์ (recrystallization) และการแทนที่ด้วยแร่โดโลไมต์ (dolomitization) โดยสามารถแบ่งหินตัวอย่างออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม ตามลักษณะเด่นที่พบภายใต้ตัวอย่างแผ่นหินบาง ได้แก่

- Wackestone with Abundant fragment of fossils and bioturbation
- Ooid grainstone with concentric ooids
- Homogeneous mudstone, non-fossiliferous micrite

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวโบราณอยู่ในเขตทะเลตื้นในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal Zone)

3. จากข้อมูลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ศึกษานี้มีศักยภาพในการหาเส้นเขตชั้นหินอายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกในอนาคต หากสำรวจและศึกษารายละเอียดของลำดับชั้นหินที่วางตัวอยู่ด้านล่างของชั้นหินในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Chaodumrong, P., Rao, P., 1992. Depositional environments of Triassic carbonates, lampang group, central north Thailand. In: Piencharoen, C. (Ed.), *Proceedings of a National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development*. Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, pp. 355–367.

Flügel, E., 2010, *Microfacies of Carbonate Rocks: analysis, interpretation and application*, 2nd ed. Springer-Verlag Berlin, Germany. 984 p.

Ishibashi, T., Nakornsri, N. & Nagai, K. 1994. Permian-Triassic boundary and fauna at Doi Pha Phlung, northern Thailand. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Earth and Planetary Sciences*, 28, 23-40

Kobayashi, F., Martini, R., Rettori, R., Zaninetti, L., Ratanasthien, B., Saegusa, H., Nakaya, H., 2006. Triassic foraminifers of the Lampang Group (Northern Thailand). *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 312–325.

Piyasin, S., 1972. Geology of Changwat Lampang, Sheet NE 47-7, Scale 1:250000. Department of Mineral Resources, *Report of Investigation*, No. 14, 1-98. (in Thai with English summary)

Ueno, K., Charoentitirat, T., 2011, Carboniferous and Permian. In: Ridd, M.F., Barber, A.T. and Crow, M.J. (eds) *The Geology of Thailand*. Geological Society, London, 71-136.