

ลำดับชั้นหินทางชีวภาพช่วงพาลีโอโซอิกตอนปลาย และสภาพแวดล้อมโบราณ
ของหมวดหินเขาตังกอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

นายธนเนตร มีรัตน์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557

LATE PALEOZOIC BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS
OF KHAO TAA NGOG FORMATION, EASTERN THAILAND

MR. THANANATE MEERAT

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 2014

วันที่ส่ง

วันที่อนุมัติ

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสินี เจริญฐิติรัตน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ลำดับชั้นหินทางชีวภาพช่วงพาลีโอโซอิกตอนปลาย และสภาพแวดล้อมโบราณ
ของหมวดหินเขาตังกอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ธนเนตร มีรัตน์* และฐาสินี เจริญจิตรัตน์

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์ +668-3092-4754 อีเมลล์: Th.Meerat@gmail.com

บทคัดย่อ

หมวดหินเขาตังกอง เป็นหินคาร์บอนेटที่มีความน่าสนใจในการศึกษารายละเอียด ทางด้านการลำดับชั้นหินทางชีวภาพและสภาพแวดล้อมการสะสมตัว เนื่องจากมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่ซับซ้อน หมวดหินนี้พบการกระจายตัวตามแนวยาวเหนือใต้ เขตแดนติดต่อราชอาณาจักรกัมพูชาและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่ อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว เพื่อศึกษาตังกองมีลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ เป็นชั้นหินปูนหนาไม่แสดงชั้น การศึกษาครั้งนี้เน้นในการลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟิวซิลินิด เพื่อให้ทราบถึงอายุและสภาพแวดล้อมโบราณของการสะสมตัวในช่วงอายุดังกล่าว

ตัวอย่างหิน 12 จุดศึกษา ถูกนำมาทำแผ่นหินบาง และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า จำแนกประเภทของหินคาร์บอนेटได้ 2 ชนิดคือ แวคสโตน และแพคสโตน ที่มีเม็ดตะกอนเป็นเนื้อเม็ดเพลลอยด์ และซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากทั้ง ฟอแรมมินิเฟอรา ฟิวซิลินิด ไครนอยด์ และปะการัง

จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ชั้นเพื่อลำดับชั้นหินทางชีวภาพ ฟอแรมมินิเฟอราขนาดเล็กที่พบได้แก่ *Colaniella* sp. และฟิวซิลินิดที่พบได้แก่ *Chusenella* sp., *Colania* sp. และ *Pseudodoliolina* sp. ซึ่งบ่งบอกอายุในช่วงเพอร์เมียนตอนกลางและเพอร์เมียนตอนปลาย

จากการศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยา และซิลิการรณนาของหินคาร์บอนेट บริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่าการสะสมตัวของตะกอนอยู่บริเวณทะเลน้ำตื้น อุณหภูมิอบอุ่นและแสงแดดส่องถึง โดยจัดเป็นบริเวณแนวปะการังและบริเวณแนวหลังปะการัง เนื่องจากหลักฐานซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากที่พบและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่พบในบริเวณเดียวกัน

คำสำคัญ: ลำดับชั้นหินทางชีวภาพ สภาพแวดล้อมโบราณ ฟิวซิลินิด หมวดหินเขาตังกอง สระแก้ว

LATE PALEOZOIC BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS OF KHAO TAA NGOG FORMATION, EASTERN THAILAND

Thananate Meerat* and Thasinee Charoentitirat

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Tel+668-3092-4754 Email: Th.Meerat@gmail.com

ABSTRACT

Khao Taa Ngog Formation rolls as an interesting study detail according to the biological diversity. It also has a complex geological structure, which distributes north to south along bordered Cambodia and eastern Thailand. The study is located in Klong Had, Sa Kaeo. The landscape of the area shows the huge mountain ranges with karst topography and massive bed. This project aims to study the biostratigraphy from fusulinid for age determination and paleoenvironments.

12 isolated samples were collected in order to study petrography and biological classification by binocular microscope. Carbonate samples were classified into 2 types : wackestone and packstone. Grains in carbonate rocks contain peloid and bioclastic grains are composed of foraminiferas, fusulinids, crinoids and corals.

Based on the occurrence of smaller foraminiferas found in this study contains *Colaniella* sp. and fusulinids found in this study contains *Chusenella* sp., *Colania* sp. And *Pseudolepidolina* sp. They indicate Late Paleozoic probably Middle to Late Permian.

Based on field investigation, the fossil assemblage and carbonate petrography in study area deposited as shallow and warm inter-tropical seas where sunlight can be reached. Moreover, the depositional environment might be in reef and back reef zone due to relation between fossil contains.

Keywords: Biostratigraphy, Paleoenvironment, Fusulinid,

Khao Taa Ngog Formation, Sa Kaeo

กิตติกรรมประกาศ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาโครงการ วิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานวิจัยให้แก่บัณฑิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชา ธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาโครงการวิจัยในครั้งนี้จะประสบความสำเร็จไม่ได้หากขาดความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ เจริญสิทธิ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำรวมถึงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น จากการศึกษาตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการเริ่มต้นทำโครงการวิจัย จนถึงขั้นตอนการจัดทำรูปเล่มออกมา เป็นรายงานฉบับที่สมบูรณ์ ทำให้ได้เรียนรู้และเข้าใจพื้นฐานของการทำงานอย่างเป็นระบบ ผึกการคิด วิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และเป็นการเสริมประสบการณ์ทำงานวิจัยทางด้านธรณีวิทยาเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ขอขอบคุณภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงบุคลากรในภาควิชา ที่คอยอำนวยความสะดวกในการจัดทำโครงการวิจัย และดูแล ห้องปฏิบัติการต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนสมาชิกที่ศึกษาทางด้านศิลาวรรณนาของหินคาร์บอนตทุก คน นางสาววิไลพร ศรีนาม และ นางสาวขวัญชนก แสงมณี ที่ให้ความช่วยเหลือและจัดเตรียม อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่างๆด้วย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
Abstract	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	
สารบัญรูปภาพ	
สารบัญตาราง	
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของโครงการ	2
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ระเบียบวิธีวิจัย	3
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
พื้นที่ศึกษา	10
บทที่ 2 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	15
จุดศึกษา WPK 6	16
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	16
- ศิลาวรรณนาของหินคาร์บอน	17
จุดศึกษา WPK 7	19
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	19
- ศิลาวรรณนาของหินคาร์บอน	20
จุดศึกษา WPK 8	21
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	21
จุดศึกษา WPK 9	22
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	22
- ศิลาวรรณนาของหินคาร์บอน	23

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 2 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	
จุดศึกษา WPK 10	25
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	25
จุดศึกษา WPK 11	26
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	26
จุดศึกษา WPK 12	27
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	27
- ศีลธรรมของหินคาร์บอน	28
จุดศึกษา WPK 13	30
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	30
จุดศึกษา WPK 14	31
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	31
จุดศึกษา WPK 15	32
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	32
- ศีลธรรมของหินคาร์บอน	34
จุดศึกษา WPK 16	35
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	35
จุดศึกษา WPK 17	36
- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	36
ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟิวซิลินิด	37
สภาพแวดล้อมโบราณ	40
บทที่ 3 สรุปผลการศึกษา	42
สรุปผลการศึกษา	43
เอกสารอ้างอิง	45

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 ลำดับชั้นหินช่วงคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียน บริเวณขอบตะวันตกที่ราบสูงโคราช (Ueno and Charoentitirat, 2011)	5
รูปที่ 1.2 รูปแสดงวิวัฒนาการธรณีแปรสัณฐานในชั้น Paleotectonic stage ช่วง Cambrian –early Triassic (Charusiri et al., 2002)	6
รูปที่ 1.3 โครงสร้างภายในและภายนอกของฟิวซิลินิดที่เริ่มต้นด้วย proloculus (initial chamber) และตามด้วย chamber ต่อๆมาที่เรียงตัวและขดตามแนวแกนสมมติที่เรียกว่า axis of coiling (ฐาสินีย์ เจริญฐิติรัตน์, 2006)	7
รูปที่ 1.4 ตัวอย่างวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของฟิวซิลินิด ตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น จนถึงยุคเพอร์เมียน (ฐาสินีย์ เจริญฐิติรัตน์, 2006)	8
รูปที่ 1.5 แผนที่ภูมิภาคประเทศและเขตการปกครองจังหวัดสระแก้ว (กรมทรัพยากรธรณี, 2007)	10
รูปที่ 1.6 แผนที่ธรณีวิทยา ส่วนหนึ่งของแนวการพอกพูนชั้นชั้นองสระแก้ว-จันทบุรี เพื่อแสดงพื้นที่การกระจายตัวของหมวดหินเขาตังกอง (Ueno and Charoentitirat, 2011)	11
รูปที่ 1.7 เขาเลื่อม อำเภอคลองหาด ส่วนหนึ่งของเทือกเขาที่ยาวต่อเนื่องไปถึงเขาตังกอง	12
รูปที่ 1.8 ลักษณะภูมิประเทศของเทือกเขาตังกอง อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว	12
รูปที่ 1.9 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย 1: 250,000, พระตะบอง (ND 48-9), กรมทรัพยากรธรณี, 2522	14
รูปที่ 2.1 หินหล่นที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 6	16
รูปที่ 2.2 ซากดึกดำบรรพ์แบคทีเรียพอด และไครนอยด์ ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 6	16
รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง WPK 6 เป็นหิน wackestone โดย grain ที่พบได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์จำพวก Grastropod, Foraminiferas และ Algae มี peloid (P), micite (M) และแสดงลักษณะการเชื่อมประสานใหม่ด้วยแร่แคลไซต์ diagenetic recrystallized blocky cement (BC) นอกจากนี้ยังพบ calcite vein จำนวนมาก	17

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง WPK 6 เป็นหิน wackestone โดย grain ที่พบได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์จำพวก Fossil skeleton จำนวนมากทั้ง Foraminiferas และ Fusulinids มี fossil skeleton (FS), foraminifers test (FO) และแสดงซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิด <i>Chusenella</i> sp. ซึ่งให้อายุในช่วง เพอร์เมียนตอนกลาง นอกจากนี้ยังพบ calcite vein จำนวนมาก	18
รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง WPK 6 มี fossil skeleton (FS), foraminifers test (FO) และแสดง ซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิด <i>Colonia</i> sp. ซึ่งให้อายุในช่วงเพอร์เมียนตอนกลาง	18
รูปที่ 2.6 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 7	19
รูปที่ 2.7 ตัวอย่าง WPK 7 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น เศษซากดึกดำบรรพ์ fossil skeleton (FS), coral (C) นอกจากนี้ยังพบ peloid (P) บ้าง	20
รูปที่ 2.8 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 8	21
รูปที่ 2.9 พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดจำนวนมากบริเวณโรงเรียนหน่วยทหาร ตระเวนชายแดนทับทิมสยาม 05	21
รูปที่ 2.10 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 9	22
รูปที่ 2.11 ตัวอย่าง WPK 9 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น เศษซากดึกดำบรรพ์ fossil skeleton (FS), bryozoa (B) นอกจากนี้ยังพบ micrite (M) บ้าง	23
รูปที่ 2.12 ตัวอย่าง WPK 9 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น เศษซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก เช่น brachiopod (BR), bryozoa (B) foraminiferas (FO), coral(c), นอกจากนี้ยังพบ micrite (M) บ้าง	24
รูปที่ 2.13 ตัวอย่าง WPK 9 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น เศษซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก เช่น foraminifera (FO), crinoids (CR), นอกจากนี้ยังพบ micrite (M) และการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์	24
รูปที่ 2.14 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 10	25
รูปที่ 2.15 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 11	26
รูปที่ 2.16 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 12	27

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.17 ตัวอย่าง WPK 12 เป็นหิน bioclastic wackestone เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย foraminifera (FO), bryozoa (B), crinoid (CR) ของตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินชีวภาพ และตะกอนมวลรวมที่เกิดจากรวมกันของเศษหินชีวภาพและ peloid ช่องว่างระหว่างตะกอน ถูกเชื่อม ประสานด้วยแร่แคลไซต์	28
รูปที่ 2.18 ตัวอย่าง WPK 12 เป็นหิน bioclastic wackestone เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย foraminifera (FO), crinoid (CR) ของตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินชีวภาพ และตะกอนมวลรวมที่เกิดจากรวมกันของเศษหินชีวภาพและ micrite (M) อยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอนที่ถูกเชื่อม ประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.01 mm ตัดผ่านบ้าง	29
รูปที่ 2.19 ตัวอย่าง WPK 12 bioclastic wackestone เม็ดตะกอนพบเป็นซากดึกดำบรรพ์ foraminifera (FO) ที่มีการตกสะสมตัวของ micrite (M) และในบริเวณเดียวกันเกิดการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ recrystalline (RE)	29
รูปที่ 2.20 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 13	30
รูปที่ 2.21 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 14	31
รูปที่ 2.22 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 15-1	32
รูปที่ 2.23 ซากดึกดำบรรพ์ปะการัง และไครนอยด์ที่มีการสะสมตัวในลักษณะที่สมบูรณ์	32
รูปที่ 2.24 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 15	33
รูปที่ 2.25 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 15-3	33
รูปที่ 2.26 ตัวอย่าง WPK 15-3 เป็นหิน Packestone ที่ส่วนใหญ่เป็นเม็ดตะกอนของพวก peloid ขนาดเล็กกว่า 0.1 mm อัดกันแน่น นอกจากนี้ยังพบลักษณะของเม็ดตะกอนของสิ่งมีชีวิต และ smaller foraminifera (FO) ที่มีขนาดประมาณ 1 mm จำนวนมาก	34
รูปที่ 2.27 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 16	35
รูปที่ 2.28 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 17	36
รูปที่ 2.29 ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟิวซิลินิดและฟอแรมมินิเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา	37
รูปที่ 2.30 ฟิวซิลินิดที่พบในพื้นที่ศึกษา <i>colonia</i> sp. บ่งชี้อายุ late Middle Permian	38
รูปที่ 2.31 ฟิวซิลินิดที่พบในพื้นที่ศึกษา <i>chusenella</i> sp. บ่งชี้อายุ late Middle Permian	38

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.32 ฟอสซิลเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา <i>coloniella</i> sp. บ่งชี้อายุ Late Permian	39
รูปที่ 2.33 แบบจำลองสภาพแวดล้อมโบราณของบริเวณจุดศึกษา WPK6, WPK7, WPK8, WPK9, WPK10, WPK11, WPK12, WPK13, WPK14, WPK15-3, WPK16 และ WPK17	40
รูปที่ 2.34 แบบจำลองสภาพแวดล้อมโบราณของบริเวณจุดศึกษา WPK 15-1	

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 1.1 พิกัดอ้างอิง UTM Grid References (WGS 1984) ของจุดเก็บตัวอย่างหิน	13
ตาราง 3.1 สรุปผลการจำแนกหินคาร์บอนเนตและสภาพแวดล้อมโบราณตามแต่ละจุดศึกษา	43

บทที่1: บทนำ

- ที่มาและความสำคัญของโครงการ
- วัตถุประสงค์ของโครงการ
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
- ระเบียบวิธีวิจัย
- เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- พื้นที่ศึกษา

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

หมวดหินเขาตาง็อก (Khao Taa Ngog Formation) พบแผ่กระจายบริเวณเขตแดนติดต่อกับราชอาณาจักรกัมพูชาและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย บริเวณเทือกเขาหินปูนตาง็อก เขาผาผึ้ง เขาบริก เขาฉกรรจ์ ซึ่งประกอบด้วยหินปูนเป็นส่วนใหญ่ โดยแสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ (Karst Topography) เป็นชั้นหินปูนหนาไม่แสดงชั้น (Massive Beds) ทำให้หินโผล่ที่พบเป็นเขาสูงที่มีหน้าผาสูงชัน จึงทำให้ข้อมูลของหมวดหินดังกล่าวยังไม่มีความเฉพาะเจาะจงมากเท่าที่ควร การศึกษาในรายละเอียดจึงสามารถทำได้น้อย ดังนั้นหมวดหินเขาตาง็อก จึงมีความน่าสนใจและเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งที่จะทำการศึกษาในเรื่องของการลำดับชั้นหินและรายละเอียดของหมวดหิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นหลักฐานที่ช่วยอธิบายลักษณะของธรณีแปรสัณฐานและธรณีประวัติ ของประเทศไทยได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาลักษณะหิน โครงสร้างภายในหินตะกอน และลำดับชั้นหินทางชีวภาพ จากฟิวซิลินิด เพื่ออธิบายถึงสภาพแวดล้อมโบราณในการสะสมตัว ของหมวดหินเขาตาง็อก ข้อมูลนี้จะมีประโยชน์ ธรณีแปรสัณฐานและธรณีประวัติในช่วงอายุเพอร์เมียน ของพื้นที่ศึกษาได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถจัดลำดับ ชั้นหินตามลักษณะทางชีวภาพ และสามารถวิเคราะห์ถึงสภาพแวดล้อมโบราณในการสะสมตัวของพื้นที่ศึกษาได้
2. สามารถอธิบายถึงธรณีแปรสัณฐานและธรณีประวัติ ในบริเวณพื้นที่เขาตาง็อก จังหวัดสระแก้ว โดยการเทียบเคียงจากพื้นที่ใกล้เคียงได้

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยเก่าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 - โดยศึกษางานวิจัยที่เคยมีผู้ทำการศึกษามาแล้วและรวบรวมข้อมูลพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้าง ในบริเวณพื้นที่ศึกษา
2. เก็บข้อมูลพื้นที่การศึกษา
 - เก็บข้อมูลลำดับชั้นหินตามลักษณะหิน โครงสร้างชั้นหินและตัวอย่างหินโดยการวิจัยจะทำการศึกษาสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนเพื่ออธิบายธรณีแปรสัณฐาน จากการศึกษาลำดับชั้นหินตามลักษณะทางกายภาพของหิน โครงสร้างหินชั้นต่างๆ และจำแนกซากดึกดำบรรพ์ที่พบ
 - เก็บรวบรวมข้อมูลระยะไกล โดยการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และจัดทำข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ดังกล่าว (Geographic Information System) เพื่อนำมาวางแผนในการเลือกตำแหน่งพื้นที่สำรวจ
3. ปฏิบัติการ
 - ศึกษาตัวอย่างหินภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูลักษณะปรากฏและซากดึกดำบรรพ์
 - ศึกษาชนิดของซากดึกดำบรรพ์ที่พบโดยการจัดจำแนกตามสายพันธุ์ที่ปรากฏ เพื่อตรวจสอบชนิดและอายุของซากดึกดำบรรพ์ที่พบ
4. วิเคราะห์ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ
 - จำแนกชนิดซากดึกดำบรรพ์ที่พบ ตามลักษณะที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อทำการจัดลำดับชั้นหินทางชีวภาพ โดยอาศัย ซากดึกดำบรรพ์ ฟอสซิลชนิด เป็นตัวกำหนดอายุทางชีวภาพ
 - วิเคราะห์สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอน โดยแบ่งหน่วยหินในข้อมูลลำดับชั้นหินตามลักษณะทางกายภาพของชั้นหิน และ เปรียบความสัมพันธ์ เพื่อวิเคราะห์สภาพการสะสมแวดล้อมการสะสมตัวโบราณจากข้อมูลลำดับชั้นหิน
5. อธิบายธรณีแปรสัณฐานและธรณีประวัติในบริเวณดังกล่าว
 - อธิบายธรณีแปรสัณฐานและเล่าถึงธรณีประวัติที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และพื้นที่ใกล้เคียง โดยการเทียบเคียงข้อมูลจากพื้นที่ใกล้เคียงและวิเคราะห์จากหลักฐานที่ปรากฏ
6. สรุปผลรายงานการวิจัยและเตรียมนำเสนองานวิจัย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หมวดหินเขาตาง็อก (Khao Ta Ngog formation) เป็นเทือกเขาหินปูนในแนวค่อนข้างเหนือใต้ ทอดตัวยาว ขนานกับเขตแดนติดต่อราชอาณาจักรกัมพูชากับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย บริเวณถนนทางหลวงหมายเลข 317 บริเวณจังหวัดสระแก้ว-จันทบุรี

Ishii & Nogami (1964) ได้ทำการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ฟอแรมมินิเฟอรา พบว่า หมวดหินเขาตาง็อกสามารถเชื่อมต่อกับและเทียบเคียงได้กับ เทือกเขาหินปูนบริเวณเมืองพระตะบองและศรีโสภณ ราชอาณาจักรกัมพูชา

Pitakpaivan & Ingavat (1980) ให้อายุจากซากดึกดำบรรพ์บริเวณดังกล่าวให้อยู่ในช่วงเพอร์เมียนตอนกลาง จากการศึกษากจากซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซูลินิด

Bunopas (1983) อธิบายถึงหมวดหินเขาตาง็อก เป็นชั้นปูนหนา ไม่แสดงชั้น พบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก สัมผัสตัวบริเวณน้ำตื้นบนลานสะสมตัวคาร์บอนเนต

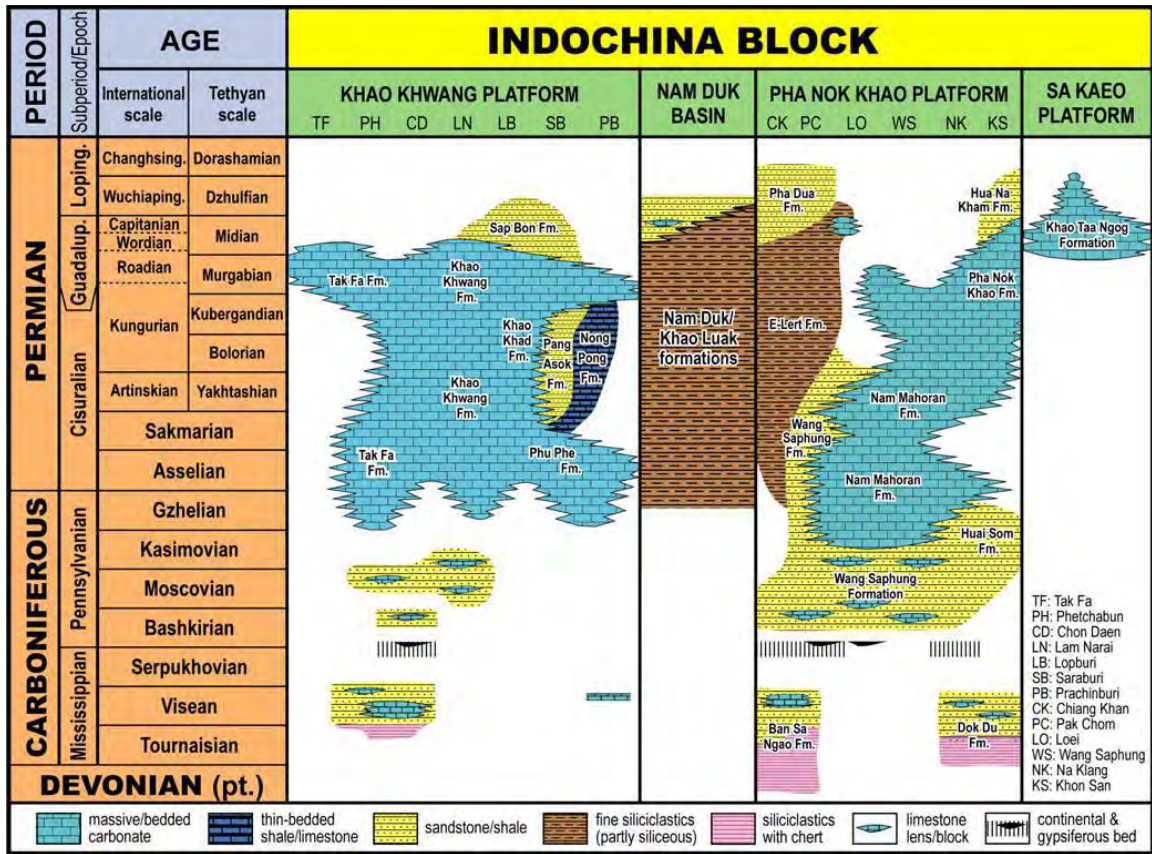
Fontaine and Salyapongse (1997) จากหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซูลินิด พบว่าหมวดหินเขาตาง็อก มีอายุระหว่างช่วงเพอร์เมียนตอนกลางจนถึงเพอร์เมียนตอนปลาย

Fontain *et al.* (1997) พบซากดึกดำบรรพ์ ฟอแรมมินิเฟอรา *Coloniella* sp. จากหมวดหินเขาตาง็อก บริเวณเขาแดง และวัดเขาแก้ว จังหวัดสระแก้ว

Chutakositkanon (2004) หมวดหินเขาตาง็อกนี้วางตัวอยู่บน หินเชิร์ต หินตะกอนภูเขาไฟ และหินภูเขาไฟ โดยวางตัวอยู่ทางด้านตะวันออกของตะเข็บธรณีสระแก้ว

Charoentitirat (2006) บริเวณอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ชนิดของหินคาร์บอนเนตประกอบด้วยเวคสโตน และบาวด์สโตน พบฟิวซูลินิด *Lepidolina multiseptata*, *Colania douvillei*, *Metadololina douvillei* ซึ่งบ่งอายุเพอร์เมียนตอนกลาง

Ueno and Charoentitirat (2011) หมวดหินเขาตาง็อกสะสมบนคาร์บอนเนตแพลตฟอร์มขนาดใหญ่ที่เรียกว่า สระแก้วแพลตฟอร์ม ซึ่งสามารถเทียบเคียงอายุได้กับหมวดหินเขาขวางในกลุ่มหินสระบุรี และหมวดหินน้ำมโหฬารในกลุ่มหินเลย (รูปที่ 1.1)

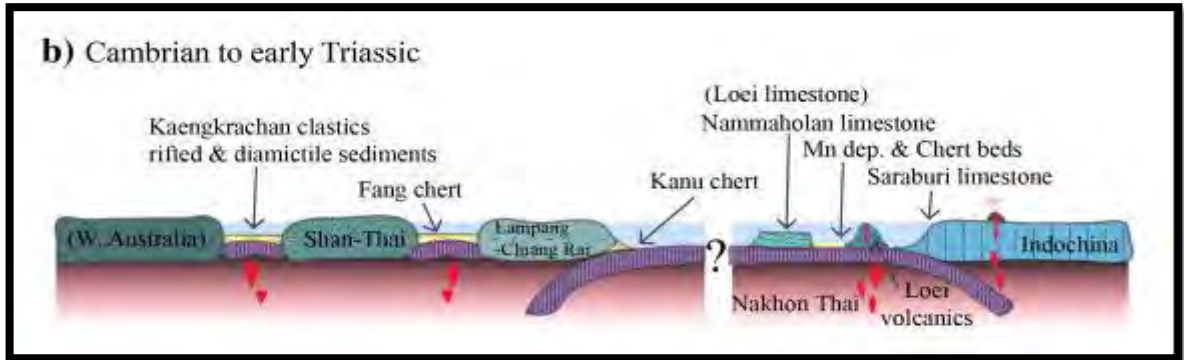


รูปที่ 1.1 ลำดับชั้นหินช่วงคาร์บอนิเฟอรัสและเพอร์เมียน บริเวณขอบตะวันตกที่ราบสูงโคราช (Ueno and Charoentitirat, 2011)

ความสัมพันธ์กับธรณีแปรสัณฐาน

Paleotectonic stage

ในมหายุคนี้เกิดการรูก้ำของน้ำทะเลจากมหาสมุทร Paleotethys ทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกอนทะเลและคาร์บอนเนต เช่น หินปูนเขาตาง้อกที่ตั้งอยู่บนแผ่นจุลทวีป Indochina (รูปที่ 1.2)



รูปที่ 1.2 รูปแสดงวิวัฒนาการธรณีแปรสัณฐานในชั้น Paleotectonic stage

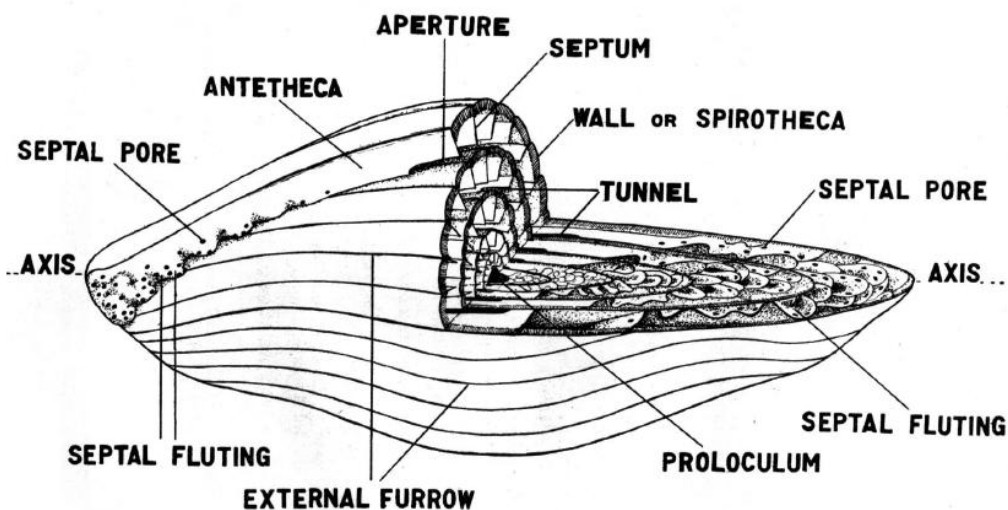
ช่วง Cambrian –early Triassic (Charusiri et al., 2002)

ในช่วงกลางของมหายุค Paleozoic เริ่มมีการมุดตัวของแผ่นสมุทรลำปางเชียงราย และแผ่นนครไทย ทำให้เกิดแนวภูเขาไฟขึ้น ส่งผลให้ตะกอนทะเลบางส่วนมีลักษณะของเศษหินจากตะกอนภูเขาไฟ ซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งชี้ว่าได้รับอิทธิพลจากการระเบิดของภูเขาไฟ ในบางบริเวณก็มีการสะสมตัวของพวกหินตะกอนเนื้อละเอียด ซึ่งต่อมาถูกแปรสภาพแบบไพศาล (Regional Metamorphism) ในภายหลัง จากการแทรกดันตัวของพวกหิน basalt จากบริเวณ mid oceanic ridge เช่น หิน basalt ริมถนนเส้นทางหลวงหมายเลข 317 ช่วงปลายของชั้นแปรสัณฐานโบราณกาลทั้งจุลทวีป Shan-Thai และ Indochina เคลื่อนที่เข้าใกล้กันในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร และช่วงนี้ยังคงมีการสะสมตัวของพวก limestone ในสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำตื้น ได้ limestone ยุค Permian เช่น หินปูนเขาตาง้อกจังหวัดสระแก้ว และเนื่องจากยุคนี้จุลทวีปทั้งสองอยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตรทำให้มีสภาพอากาศที่อบอุ่นเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต ทำให้สามารถพบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก (Charusiri et al., 2002)

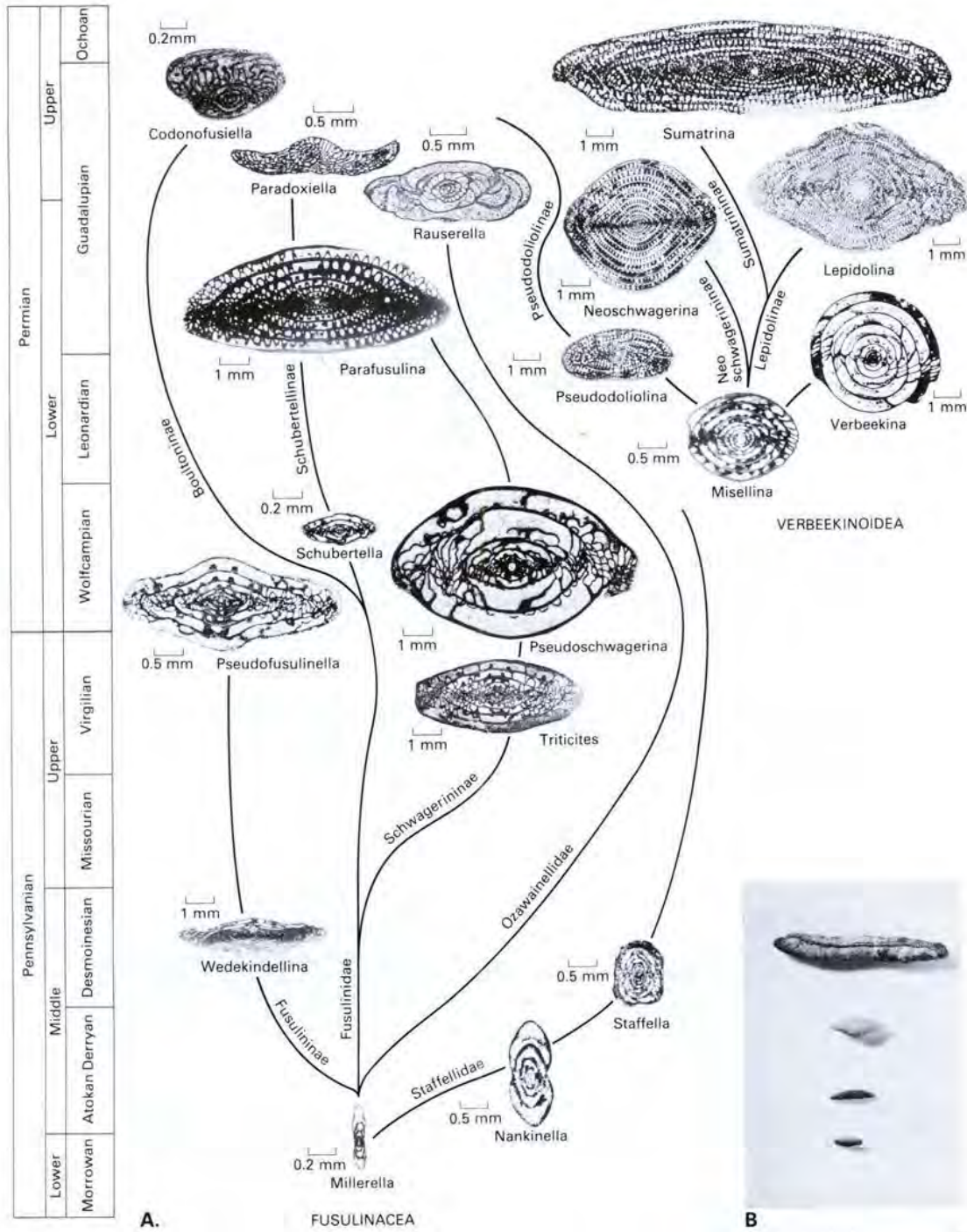
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับฟิวซูลินิด

ฟิวซูลินิดจัดเป็นฟอแรมินิเฟอราขนาดใหญ่กลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่บ่งบอกถึงอายุในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย โดยเริ่มปรากฏตั้งแต่ช่วง Early Pennsylvanian สูญพันธุ์ในช่วง late Permian เนื่องจากฟิวซูลินิดมีวิวัฒนาการที่รวดเร็วและกระจายอย่างกว้างขวาง จึงสามารถนำซากดึกดำบรรพ์มาบ่งบอกอายุและความสัมพันธ์ในแต่ละบริเวณได้ (Douglass, 1987) (รูปที่ 1.3)

ฟิวซูลินิด เป็นสัตว์เซลล์เดียวที่มีขนาดตั้งแต่เล็กมากจนมาสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ถึงขนาดใหญ่โตโดยมีความยาวของเซลล์ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ส่วนใหญ่รูปร่างของฟิวซูลินิดที่พบมีรูปร่างคล้ายเม็ดข้าวสาร บางชนิดมีลักษณะคล้ายรูปหมอนข้างขนาดจิ๋ว หรือทรงกลมคล้ายลูกบอล ลูกรักบี้ หรือรูปร่างอื่นๆ สรุปว่าฟิวซูลินิดมีรูปร่างหลากหลายแบบมาก ขึ้นอยู่กับชนิดของฟิวซูลินิด การศึกษาและการจำแนกชนิดของฟิวซูลินิดไม่สามารถจำแนกตามลักษณะภายนอกได้ ต้องทำการศึกษาจากแผ่นหินบาง ให้เห็นลักษณะภายในที่ซับซ้อน จึงง่ายต่อการจำแนกและสังเกตวิวัฒนาการของฟิวซูลินิดแต่ละชนิดได้ (รูปที่ 1.4) (ฐาสินีเย์ เจริญฐิติรัตน์, 2006)



รูปที่ 1.3 โครงสร้างภายในและภายนอกของฟิวซูลินิดที่เริ่มต้นด้วย proloculus (initial chamber) และตามด้วย chamber ต่อมาที่เรียงตัวและขดตามแนวแกนสมมติที่เรียกว่า axis of coiling (ฐาสินีเย์ เจริญฐิติรัตน์, 2006)



รูปที่ 1.4 ตัวอย่างวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของฟิวซูลินิด ตั้งแต่ยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น จนถึงยุคยูครีเอเชีย (ฐาสินีเย์ เจริญวิสุทธิรัตน์, 2006)

A. ภาพค่อนข้างล้าสมัยไม่สามารถใช้ได้กับฟิวซูลินิดที่พบในประเทศไทยที่มีวิวัฒนาการรวดเร็ว

B. ภาพจาก Boardman et al., 1987

การจำแนกฟิวซูลินิดสามารถทำได้โดยดูรายละเอียดโครงสร้างภายในและดูจากส่วนประกอบิบนผนังเซลล์ ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ ตั้งแต่ Early Carboniferous หรือ Pennsylvanian ถึง Latest Permian และจากการที่ฟิวซูลินิดแผ่กระจายตัวอย่างกว้างขวางเกือบทั่วโลก ฟิวซูลินิดจึงถือเป็นซากดึกดำบรรพ์ดัชนีที่ดี

ดังที่ทราบแล้วว่ารูปร่างฟิวซูลินิดมีหลายแบบ หลายขนาดและมีโครงสร้างภายในที่ซับซ้อน เนื่องจากความแตกต่างของการขดรอบแกนสมมติ และรูปแบบการโค้งพับของส่วนที่กั้น (septa) chamber ของผนังฟิวซูลินิดเป็น microgranular การจำแนกอายุของฟิวซูลินิดอย่างคร่าวๆ สามารถดูได้จากชนิดของผนัง

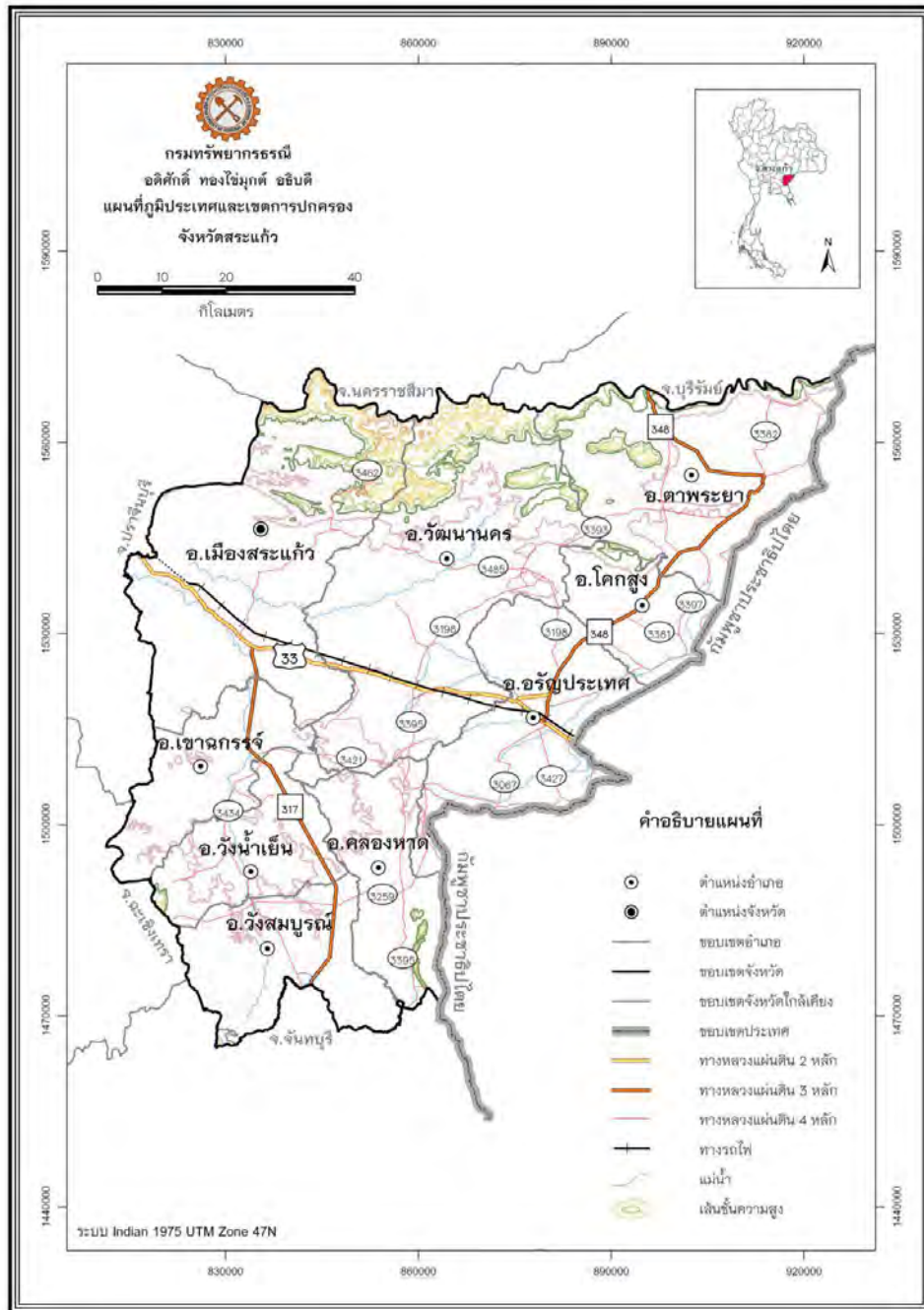
การบอกชนิดของฟิวซูลินิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้น จำเป็นต้องตัดแนวให้ใกล้ เคียงกับ axis of coiling และผ่าน proloculus (axial section) มากที่สุด จึงจะได้รายละเอียดของโครงสร้างภายใน หรือในบางครั้งแนวที่ตัดตั้งฉากกับ axis of coiling และผ่าน proloculus (sagittal section) ก็สามารถใช้ในการจำแนกฟิวซูลินิดได้เช่นกัน (ฐาสินีย์ เจริญจิตรีรัตน์, 2006)

การจำแนกฟิวซูลินิดบางครั้งอาจประสบปัญหาดังนี้

1. การตัดแผ่นหินบาง มักจะถูกสุมัดและไม่ได้มีการสังเกตแนวการตัดของฟิวซูลินิดในหินอย่างละเอียด ทำให้แนวการตัดฟิวซูลินิดมีหลายแนว โดยแนวเหล่านี้ทำให้เกิดความสับสนและยากในการจำแนก
2. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการสะสมตัว (diagenetic alteration) ทำให้ลักษณะหรือโครงสร้างของฟิวซูลินิดเปลี่ยนไป จึงยากหรือเกิดความสับสนได้

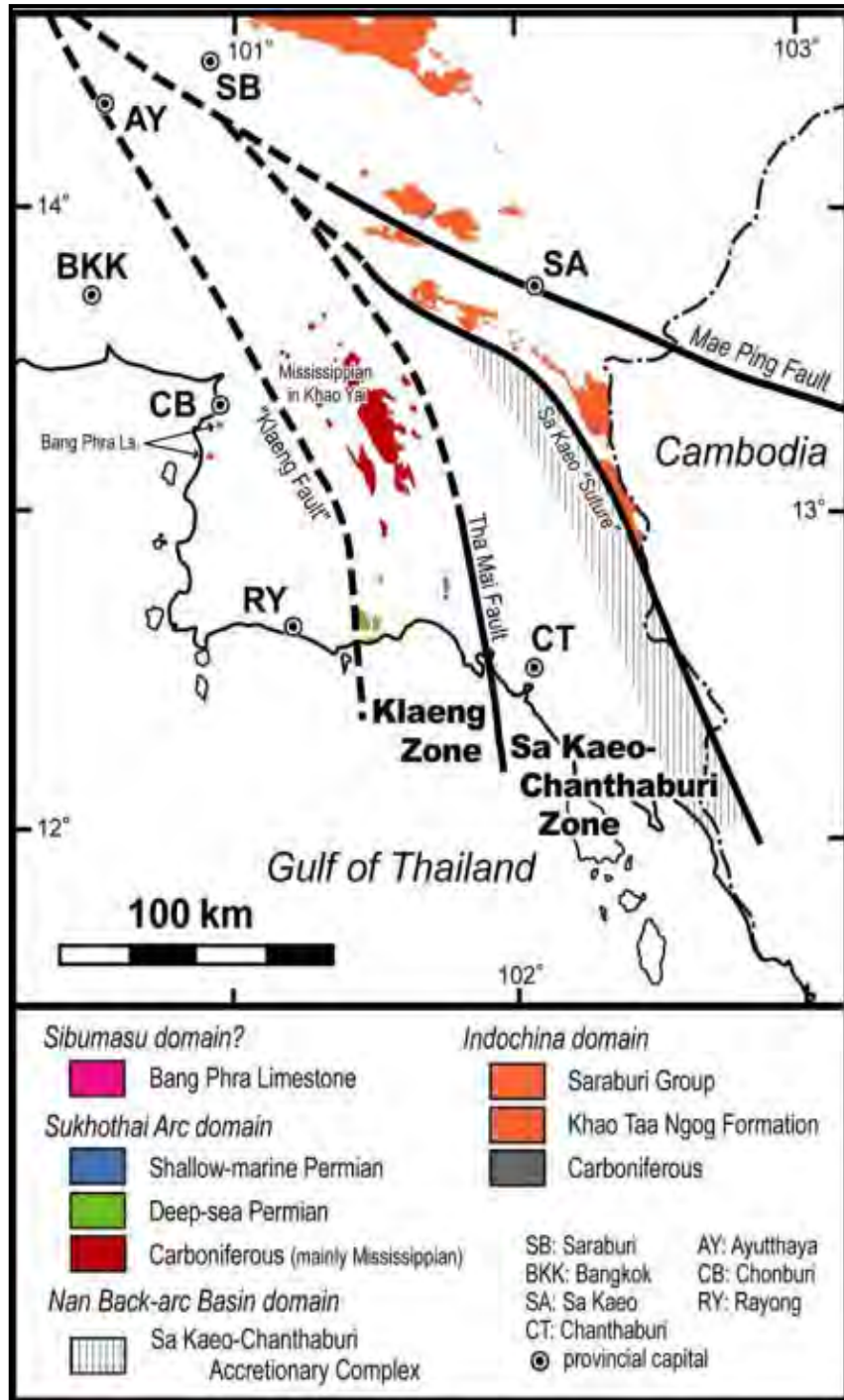
พื้นที่ศึกษา

บริเวณอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว มีภูมิประเทศที่เป็นเนินมีความสูงเฉลี่ย 50-80 เมตร และมีเนินเขาสูงระหว่าง 300-500 เมตร อยู่ในพื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกติดกับพรมแดนไทย-กัมพูชา ที่เรียกว่า เทือกเขาตังกอง มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน และภูมิลักษณะประเภทถ้ำ (รูปที่ 1.5)



รูปที่ 1.5 แผนที่ภูมิประเทศและเขตการปกครองจังหวัดสระแก้ว (กรมทรัพยากรธรณี, 2007)

หมวดหินเขาตังกอง ตั้งอยู่บนแผ่นจุลทวีปอินโดไชน่า อยู่บริเวณด้านตะวันออกของรอยตะเข็บธรณีอิสระแก้ว ซึ่งมีการกระจายตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ ตะวันออกเฉียงใต้ และถูกขนาบด้วยรอยเลื่อนแม่ปิงที่วางตัวอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของหมวดหินเขาตังกอง (รูปที่ 1.6)



รูปที่ 1.6 แผนที่ธรณีวิทยา ส่วนหนึ่งของแนวการพอกพูนซับซ้อนสระแก้ว-จันทบุรี

เพื่อแสดงพื้นที่การกระจายตัวของหมวดหินเขาตังกอง (Ueno and Charoentitrat, 2011)

บริเวณเทือกเขาตาง็อก บ้านเขาจันทร์แดง อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ที่มีลักษณะการวางตัวในแนวเกือบเหนือใต้ ยาวประมาณ 10 กิโลเมตร สูงประมาณ 280 เมตรจากระดับน้ำทะเล ลักษณะเป็นหินปูนสีเทาแสดงชั้นหนาถึงไม่แสดงชั้น แทรกสลับด้วยหินดินดาน โดยทั่วไปแสดงลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ (รูปที่ 1.7 และรูปที่ 1.8) และภายในเทือกเขาพบลักษณะธรณีแปรสัณฐานประเภทถ้ำ ตลอดจนการสะสมตัวของตะกอนจากปฏิกิริยาทางเคมี เช่น หินงอก หินย้อย



รูปที่ 1.7 เขาเลื่อม อำเภอคลองหาด ส่วนหนึ่งของเทือกเขาหินปูนที่ยาวต่อเนื่องไปถึงเขาตาง็อก

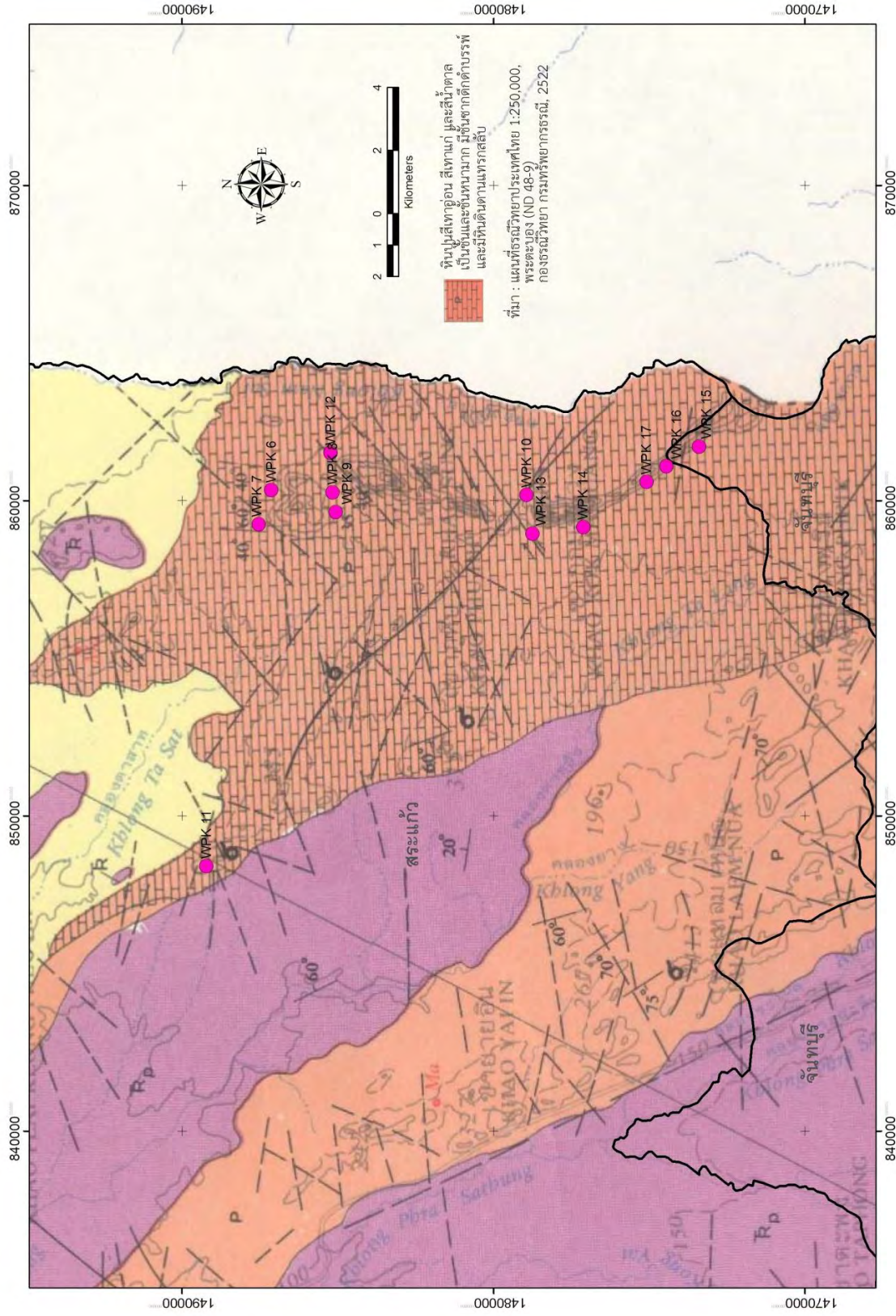


รูปที่ 1.8 ลักษณะภูมิประเทศของเทือกเขาตาง็อก อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว

ตาราง 1.1 พิกัดอ้างอิง UTM Grid References (WGS 1984) ของจุดเก็บตัวอย่างหิน

SAMPLE	N	E
WPK 6	0210558	1486281
WPK 7	0209480	1486712
WPK 8	0210441	1484315
WPK 9	0209813	1484232
WPK 10	0210202	1478088
WPK 11	0198691	1488654
WPK 12	0211693	1484351
WPK 13	0208975	1477927
WPK 14	0209138	1476298
WPK 15	0211603	1472520
WPK 16	0211004	1473584
WPK 17	0210523	1474231

ด้วยความซับซ้อนของธรณีโครงสร้างในพื้นที่ และด้วยลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ ทำให้หินโผล่ที่พบเป็นเขาสูงที่มีหน้าผาสูงชัน การเก็บข้อมูล และการศึกษาในรายละเอียดของพื้นที่จึงสามารถทำได้น้อย ดังนั้นการศึกษาในเรื่องของการลำดับชั้นหินและรายละเอียด จึงได้เก็บข้อมูลในลักษณะเป็นจุดศึกษาตามพิกัดอ้างอิง UTM Grid References (ตาราง 1.1) ตามแต่ละจุดศึกษาที่สามารถเข้าถึงได้ โดยอาศัยการเข้าถึงของพื้นที่และการกระจายตัวของจุดศึกษา เพื่อให้ครอบคลุมตลอดเทือกเขา โดยเก็บตัวอย่างหินทั้งหมด 12 จุดศึกษา ตลอดแนวเทือกเขาต่างอก บริเวณอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว (รูปที่ 1.9)



รูปที่ 1.9 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย 1: 250,000, พระตะบอง (ND 48-9), กรมทรัพยากรธรณี, 2522

สัญลักษณ์ ● แสดงบริเวณที่เป็นจุดศึกษา

บทที่2: ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม
- ศิลาวรรณนาของหินคาร์บอน
- ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟิวซิลินิด
- สภาพแวดล้อมโบราณ

บทที่ 2

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดศึกษา WPK 6

UTM Grid References: 0210558N 1486281E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม
พบเป็นก้อนหินคาร์บอนเนตขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 2 เมตร เป็นหินหล่นอยู่บริเวณริมเชิงเขา ซึ่งในบริเวณดังกล่าวมีหินหล่นตกตามเชิงเขาจำนวนมาก พบซากดึกดำบรรพ์ที่สามารถมองเห็นได้ทั้ง แบรคิโอพอด และไครนอยด์ (รูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2)



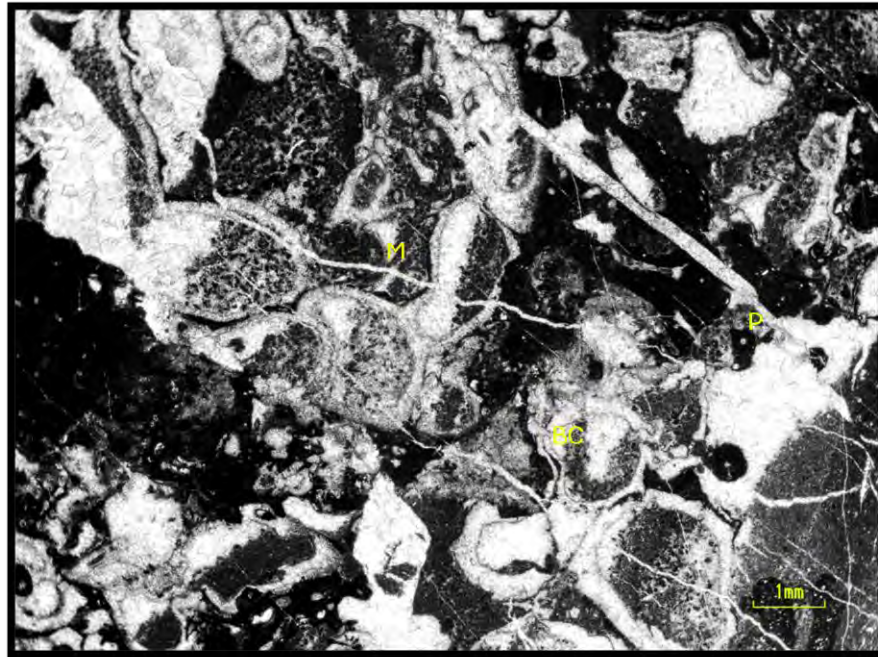
รูปที่ 2.1 หินหล่นที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 6



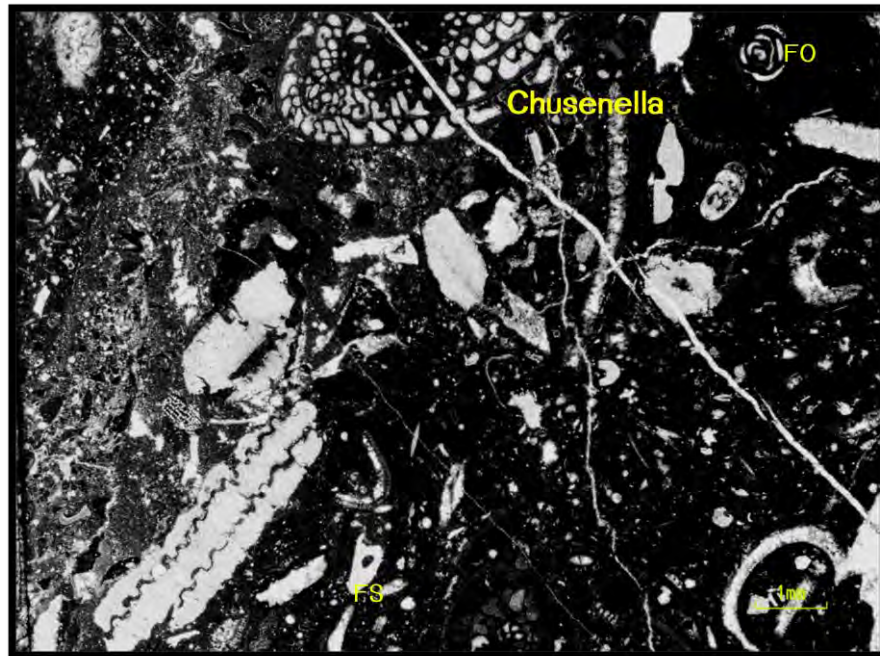
รูปที่ 2.2 ซากดึกดำบรรพ์แบรคิโอพอด และไครนอยด์ ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 6

- ศิลาพรรณนาของหินคาร์บอนเนต

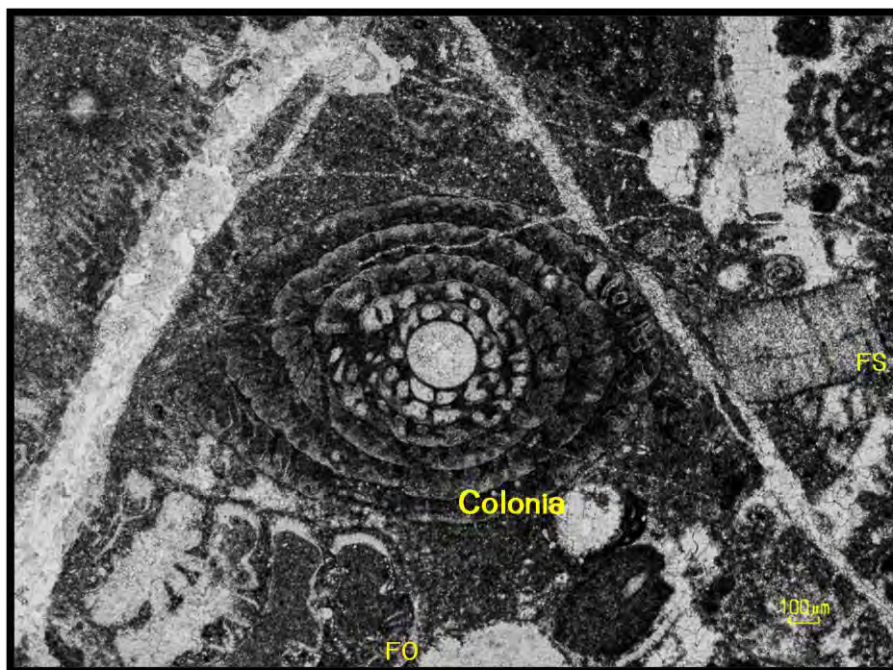
เป็นหิน wackestone ประกอบด้วย grain ประมาณ 55% โดย grain ที่พบได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์จำพวก gastropod ขนาดประมาณ 0.5x1 มิลลิเมตร algae ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร peloid ขนาดประมาณ 0.1-0.4 มิลลิเมตร พบกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป และพบเศษซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ นอกจากนี้พบ calcite vein ขนาดเล็กตัดผ่านไปในทิศทางเดียวกันจำนวนมากพบ matrix ประมาณ 30% (รูปที่ 2.3 รูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง WPK 6 เป็นหิน wackestone โดย grain ที่พบได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์จำพวก gastropod, foraminifera และ algae มี peloid (P), micrite (M) และแสดงลักษณะการเชื่อมประสานใหม่ด้วยแร่แคลไซต์ diagenetic recrystallized blocky cement (BC) นอกจากนี้ยังพบ calcite vein จำนวนมาก



รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง WPK 6 เป็นหิน wackestone โดย grain ที่พบได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์จำพวก Fossil skeleton จำนวนมากทั้ง foraminiferas และ fusulinids มี fossil skeleton (FS), foraminifers test (F0) และแสดงซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิด *Chusenella* sp. ซึ่งให้อายุในช่วงเพอร์เมียนตอนกลาง นอกจากนี้ยังพบ calcite vein จำนวนมาก



รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง WPK 6 มี fossil skeleton (FS), foraminifers test (FO) และแสดงซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิด *Colonia* sp. ซึ่งให้อายุในช่วงเพอร์เมียนตอนกลาง

จุดศึกษา WPK 7

UTM Grid References: 0209480N 1486721E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

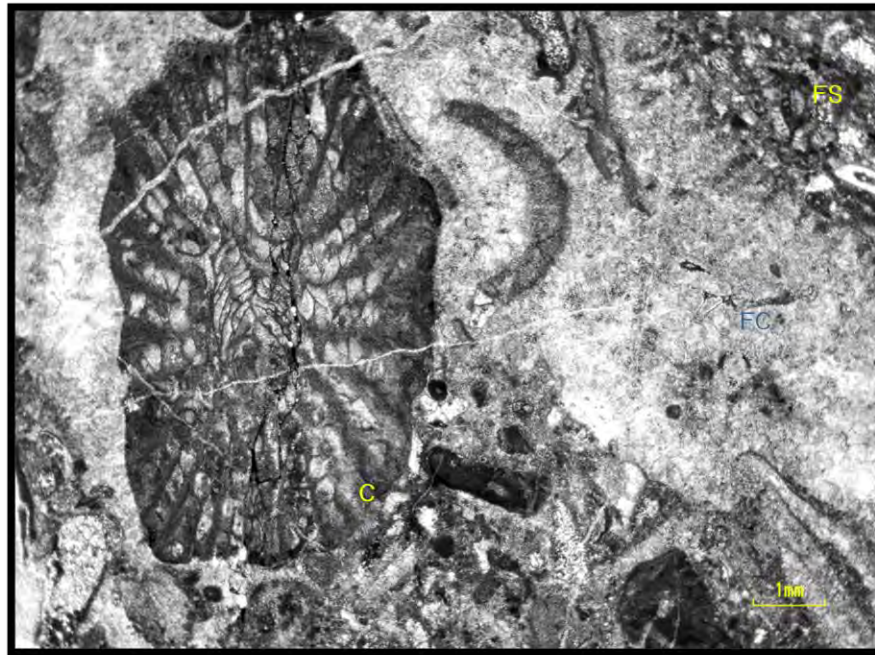
พบเป็นหินโผล่ขนาด กว้าง 5 เมตร ยาว 15 เมตร และสูง 3 เมตร ต่อเนื่องจากเทือกเขา พบร่องรอยการกระทำของน้ำฝนที่ทำให้หินคาร์บอนेटในบริเวณนี้ถูกกัดกร่อน และในบริเวณดังกล่าวพบลักษณะของหินเชิร์ตที่แทรกตัวอยู่ในชั้นหินคาร์บอนेट แสดงในลักษณะของ chert nodule สีดำ แผ่กระจายอยู่ทั่วไปในหินปูนบริเวณดังกล่าว (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 7

- ศิลาวรรณนาของหินคาร์บอนเนต

เป็นหิน bioclastic wackestone ประกอบด้วย grain ประมาณ 50% โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็นเศษซากดึกดำบรรพ์จำพวก smaller foraminifera tests ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร , algae ขนาดต่างๆกัน และ coral ขนาด 2-4 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบ fine grain calcite และ peloid ขนาดประมาณ 0.3 มิลลิเมตร และพบ calcite vein ขนาดเล็กบ้างเล็กน้อย (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 ตัวอย่าง WPK 7 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็นเศษซากดึกดำบรรพ์ fossil skeleton (FS), coral (C) นอกจากนี้ยังพบ peloid (P) บ้าง

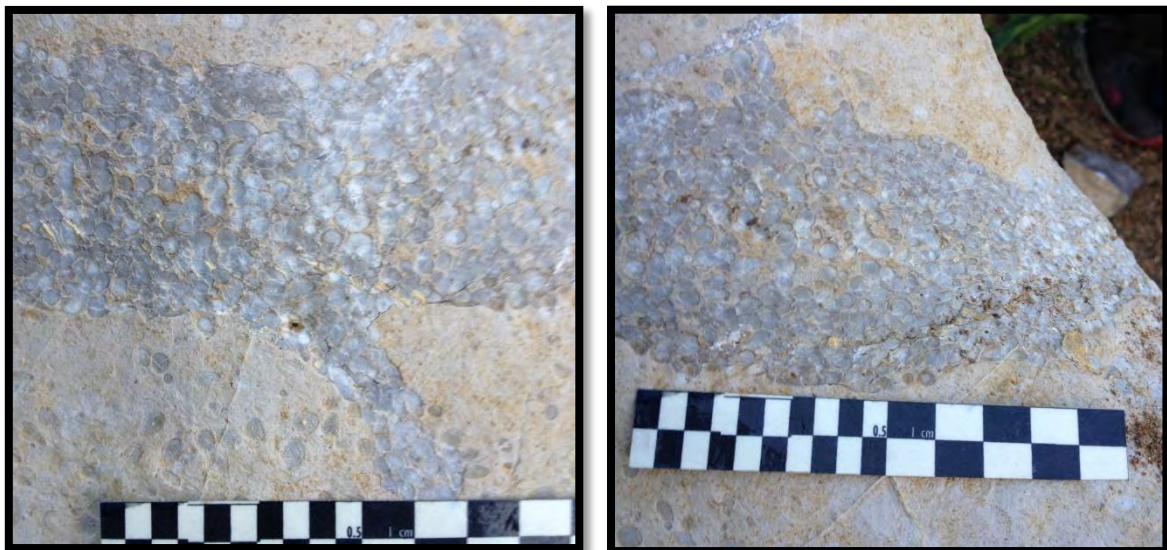
จุดศึกษา WPK 8

UTM Grid References: 0210441N 1484315E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม
พบเป็นหินหล่นขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 2 เมตร และสูง 2 เมตร บริเวณหน่วยทหารตระเวนชายแดนทับทิมสยาม 05 โดยใกล้กับบริเวณหน้าผาสูงของเทือกเขาตังกอง ซึ่งในหินหล่นดังกล่าวพบซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซิลินิด จำนวนมาก(รูปที่ 2.18และรูปที่ 2.9)



รูปที่ 2.8 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 8



รูปที่ 2.9 พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิดจำนวนมากบริเวณโรงเรียนหน่วยทหารตระเวนชายแดนทับทิมสยาม 05

จุดศึกษา WPK 9

UTM Grid References: 0209813N 1484232E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

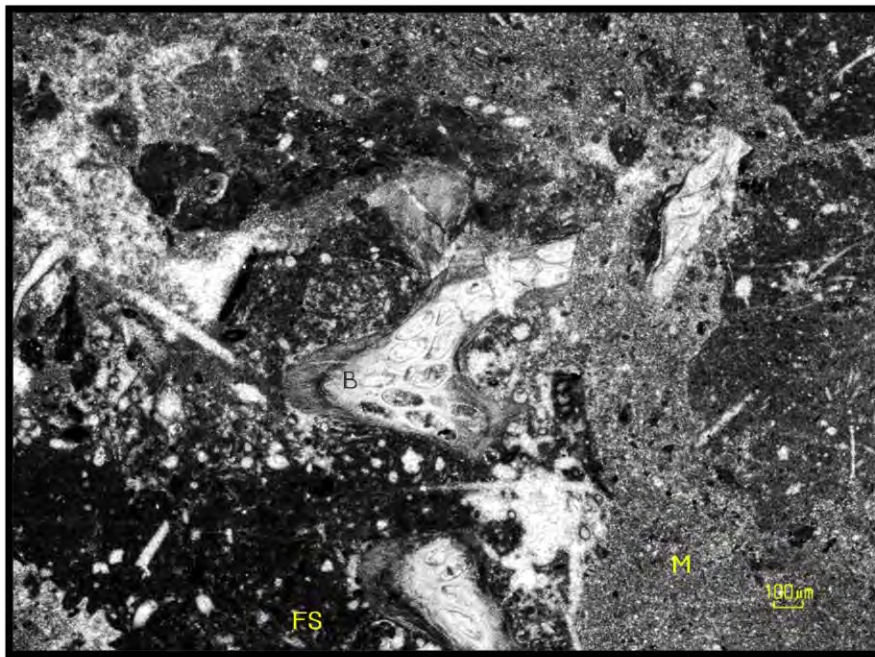
พบเป็นหินโผล่ขนาด กว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร และสูง 10 เมตร เป็นแนวยาวต่อจากเทือกเขาตองกอก ซึ่งหินโผล่ที่พบบริเวณนี้มีลักษณะเป็นเนื้อหินคาร์บอนเตสึเทาอ่อน และสีเทาเข้ม มีความหลากหลายของเนื้อหิน ซึ่งบางบริเวณมีร่องรอยของการผุพังและกัดกร่อนอย่างรุนแรง ซึ่งแตกต่างกับบริเวณข้างเคียงที่มีการผุพังน้อยกว่า (รูปที่ 2.10)



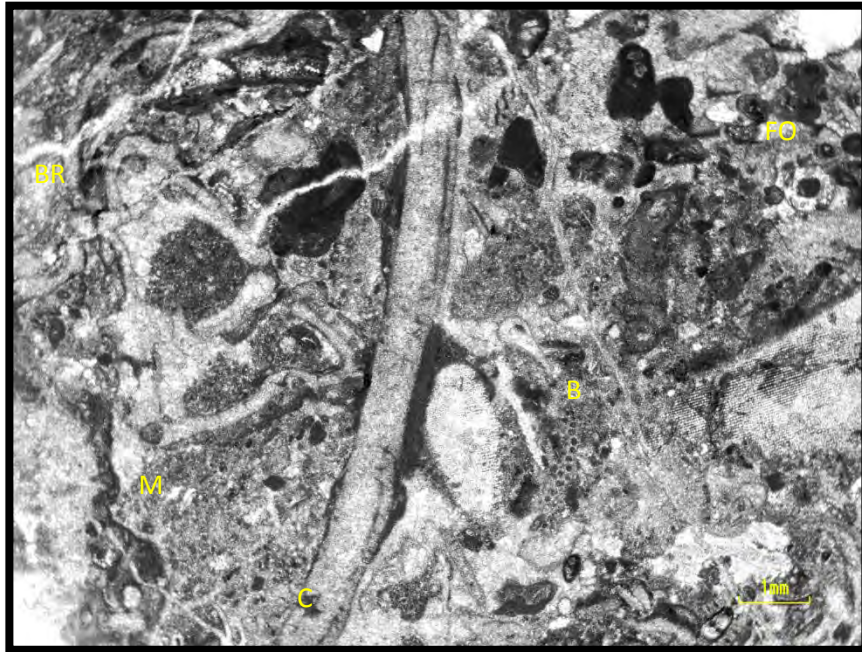
รูปที่ 2.10 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 9

- ศิลาวรรณนาของหินคาร์บอนเนต

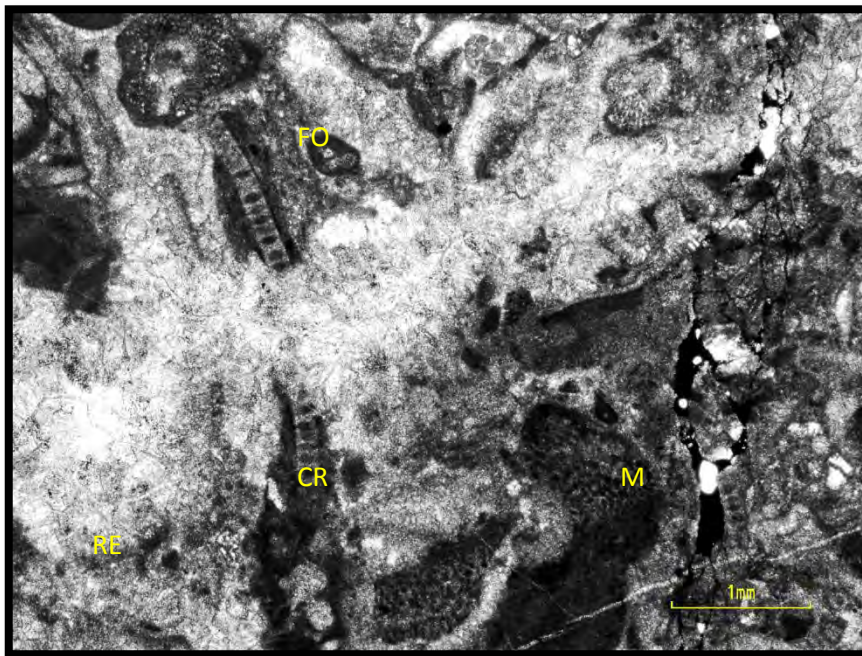
เป็นหิน bioclastic wackestone ประกอบด้วย grain ประมาณ 60% โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็นเศษซากดึกดำบรรพ์จำพวก smaller foraminifera tests ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร , algae ขนาดต่างๆกัน และ bryozoa นอกจากนี้ยังพบ micrite และ และพบ calcite vein ขนาดเล็กตัดผ่านบ้างเล็กน้อย (รูปที่ 2.11 รูปที่ 2.12 และรูปที่ 2.13)



รูปที่ 2.11 ตัวอย่าง WPK 9 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็นเศษซากดึกดำบรรพ์ fossil skeleton (FS), bryozoa (B) นอกจากนี้ยังพบ micrite (M) บ้าง



รูปที่ 2.12 ตัวอย่าง WPK 9 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น
 เศษซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก เช่น brachiopod (BR), bryozoa (B) foraminifera (FO),
 coral(c), นอกจากนี้ยังพบ micrite (M) บ้าง



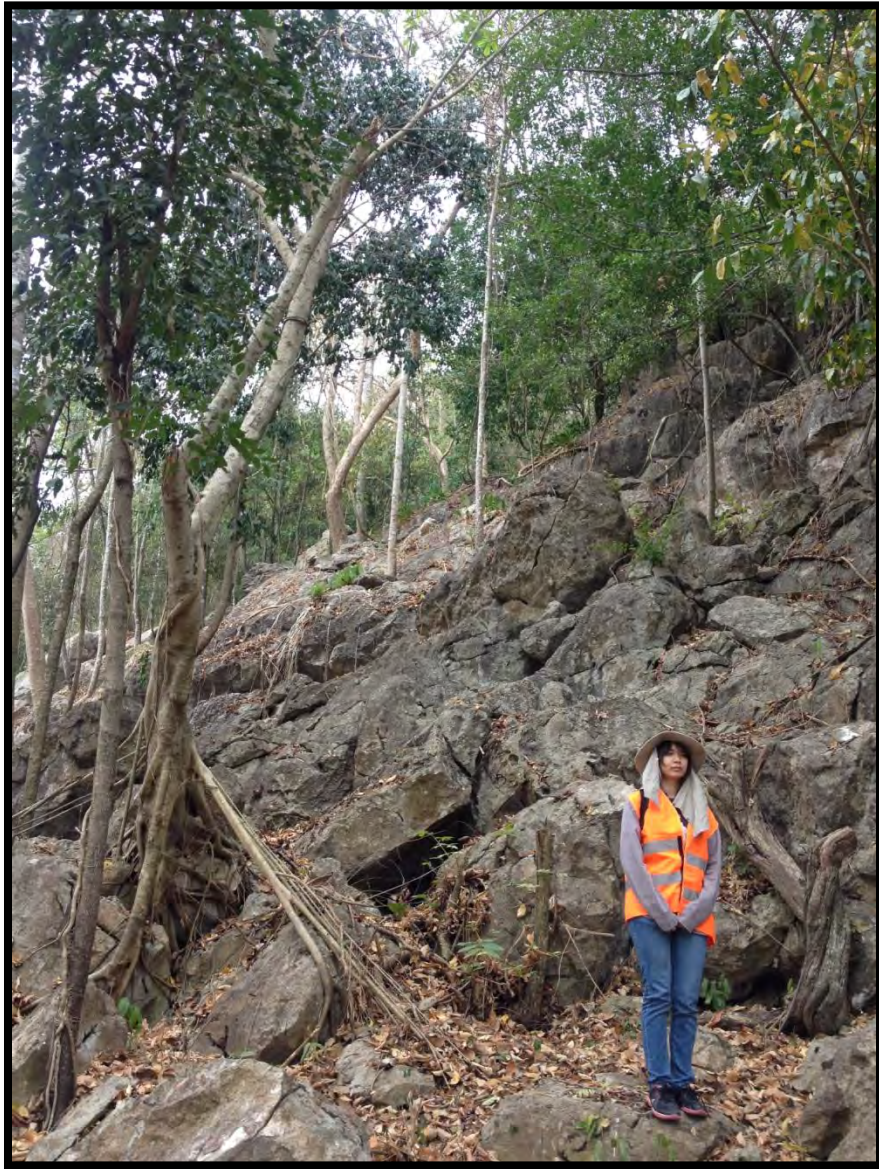
รูปที่ 2.13 ตัวอย่าง WPK 9 เป็นหิน bioclastic wackestone โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น
 เศษซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก เช่น foraminifera (FO), crinoids (CR), นอกจากนี้ยังพบ
 micrite (M) และการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ recrystalline (RE)

จุดศึกษา WPK 10

UTM Grid References: 0210202N 1478088E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

พบหินโผล่ตามแนวเทือกเขา เป็นแนวยาวประมาณ 30 เมตร สูง 20 เมตร ลาดลงมาจากเทือกเขาตงอ็อก พบหินคาร์บอนเนตที่มี 2 ลักษณะประกอบด้วย หินปูนสีเทาที่มีการผุพังสูง และไม่พบการผุพัง ซึ่งทั้งสองลักษณะพบได้ในบริเวณจุดศึกษา WPK 10 โดยพบซากดึกดำบรรพ์ไครนอยด์จำนวนมาก (รูปที่ 2.14)



รูปที่ 2.14 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 10

จุดศึกษา WPK 11

UTM Grid References: 0198691N 1488654E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

พบเป็นลานหินโผล่และหินหล่นตามแนวเทือกเขา เป็นแนวยาวประมาณ 30 เมตร กว้าง 30 เมตร ลาดลงมาจากเทือกเขาตงอ๊ก พบเป็นหินคาร์บอนเนตสีเทาเนื้อแน่น พบซากดีด้าบรรพ์จำนวนมาก ทั้ง แบรคิโอพอด ไครนอยด์ และปะการัง (รูปที่ 2.15)



รูปที่ 2.15 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 11

จุดศึกษา WPK 12

UTM Grid References: 0211693N 1484351E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

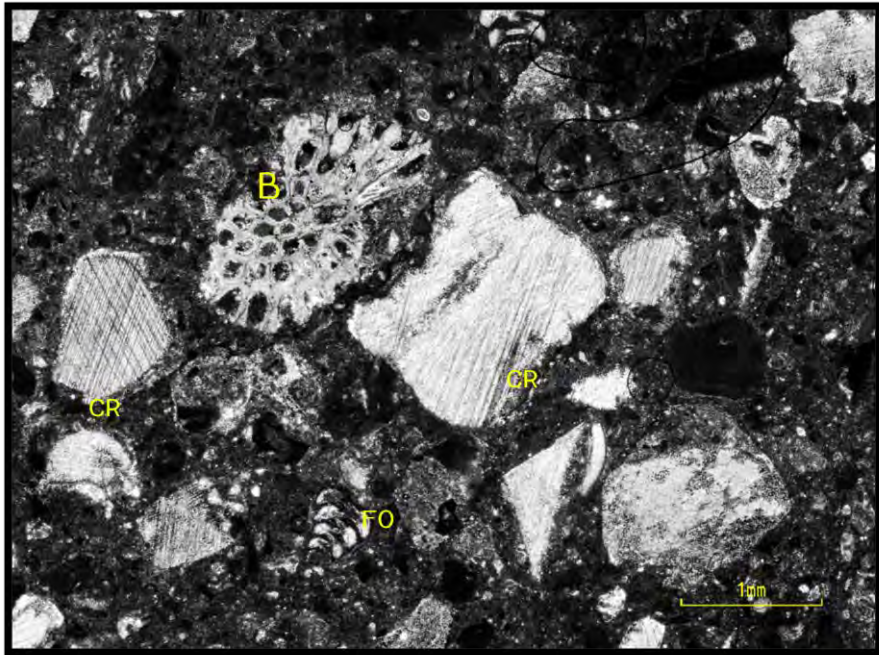
พบหินหล่นตามแนวเทือกเขา ขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1 เมตร ลาดลงมาจากเทือกเขาตงอ็อก พบหินคาร์บอนเนตที่มีลักษณะสีเทาอ่อนเนื้อแน่น พบชิ้นส่วนซากดึกดำบรรพ์ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับจุดศึกษาอื่น โดยซากดึกดำบรรพ์ที่พบมักจะเป็นชิ้นส่วนของไครนอยด์ (รูปที่ 2.16)



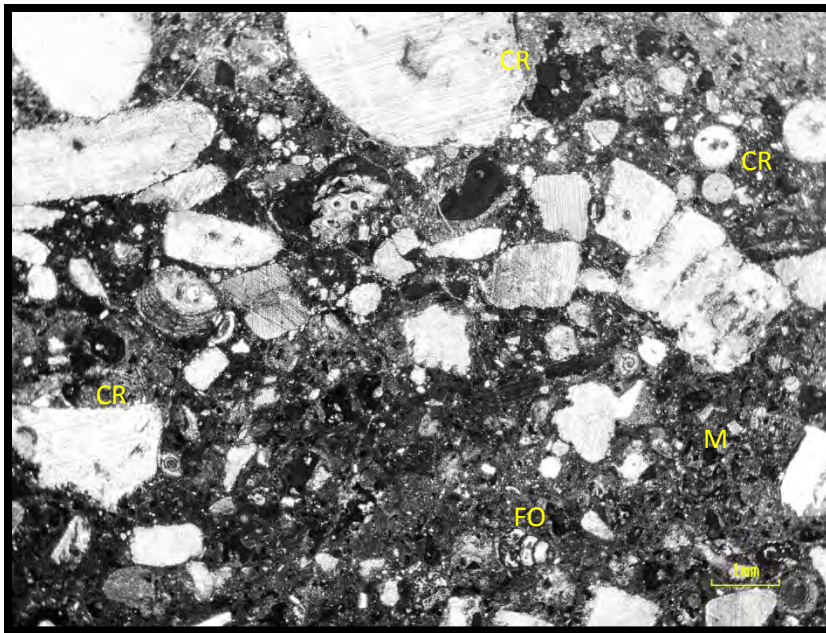
รูปที่ 2.16 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 12

- ศิลาพรรณนาของหินคาร์บอนेट

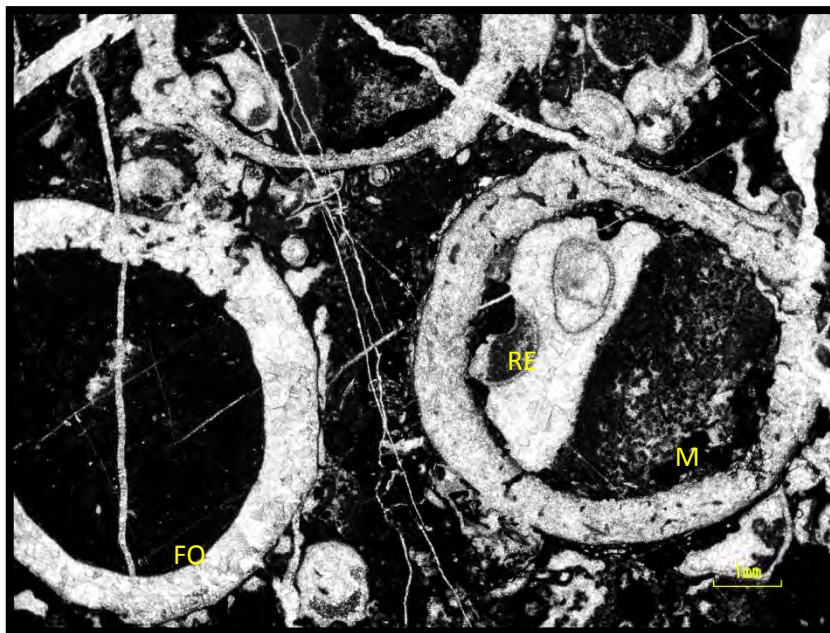
เป็นหิน bioclastics wackestone ประกอบด้วย grain ประมาณ 30% โดย grain ที่พบส่วนใหญ่เป็น bioclast มีขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ที่มี calcite vein ตัดเข้าไปแทรกใน bioclast และพบเศษซากดึกดำบรรพ์ที่มีแร่ calcite เข้าไปตกผลึกทำให้เห็น twin นอกจากนี้ยังพบ calcite vein ขนาดเล็ก ในส่วนของ matrix มีประมาณ 30% และพบการปะปนของตะกอนและผลึก calcite ขนาดเล็กด้วย (รูปที่ 2.17 รูปที่ 2.18 และรูปที่ 2.19)



รูปที่ 2.17 ตัวอย่าง WPK 12 เป็นหิน bioclastic wackestone เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย foraminifera (FO), bryozoa (B), crinoid (CR) ของตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินชีวภาพ และตะกอนมวลรวมที่เกิดจากรวมกันของเศษหินชีวภาพและ peloid ช่องว่างระหว่างตะกอน ถูกเชื่อม ประสานด้วยแร่แคลไซต์



รูปที่ 2.18 ตัวอย่าง WPK 12 เป็นหิน bioclastic wackestone เม็ดตะกอนประกอบไปด้วย foraminifera (FO), crinoid (CR) ของตะกอนขนาดละเอียดและเศษหินชีวภาพ และ ตะกอนมวลรวมที่เกิดจากรวมกันของเศษหินชีวภาพและ micrite (M) อยู่ในช่องว่างระหว่าง ตะกอนที่ถูกเชื่อมประสานด้วยแร่แคลไซต์ พบสายแร่แคลไซต์ขนาด 0.01 mm ตัดผ่านบ้าง



รูปที่ 2.19 ตัวอย่าง WPK 12 bioclastic wackestone เม็ดตะกอนพบเป็นซากดึกดำบรรพ์ foraminifera (FO) ที่มีการตกสะสมตัวของ micrite (M) และในบริเวณเดียวกันเกิดการตกผลึกใหม่ของแร่ แคลไซต์ recrystalline (RE)

จุดศึกษา WPK 13

UTM Grid References: 0208975N 1477927E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม
พบหินโผล่ตามแนวเทือกเขา ขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร พบหินคาร์บอนेटที่มีลักษณะสีเทาอ่อนเนื้อแน่น พบชั้นส่วนซากดึกดำบรรพ์ชั้นส่วนของไครนอยด์ และมีร่องรอยการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากการกระทำของน้ำฝน (รูปที่ 2.20)



รูปที่ 2.20 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 13

จุดศึกษา WPK 14

UTM Grid References: 0209138N 1476298E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

พบลานหินหล่นตามแนวเทือกเขา ตลอดแนวเทือกเขา เป็นแนวยาวประมาณ 20 เมตร พบหินคาร์บอนेटที่มีลักษณะสีเทาเข้ม เนื้อแน่น แตกคม พบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมาก ทั้งฟิวซิลินิด ไครอนอยด์ และปะการัง โดยกระจายตัวอยู่เต็มพื้นที่ ทั่วทั้งบริเวณ (รูปที่ 2.21)



รูปที่ 2.21 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 14

จุดศึกษา WPK 15

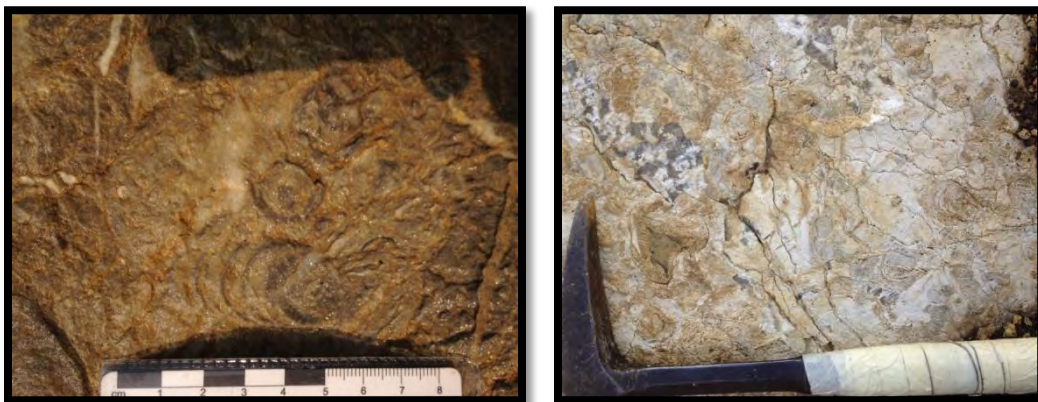
UTM Grid References: 0211603N 1472520E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

เป็นบริเวณที่มีการขุดทำบ่อน้ำเพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งในบริเวณนี้ได้มีบริเวณที่ทำการศึกษาทั้งสิ้น 3 บริเวณ โดย แบ่งเป็น WPK 15-1, WPK 15-2 และ WPK 15-3 ซึ่งมีความแตกต่างจากลักษณะที่พบในการออกภาคสนาม คือในบริเวณ WPK 15-1 พบหินคาร์บอนेटสีเทาอ่อนเนื้อแน่น มีสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ปะการัง สะสมตัวเป็นชั้นให้พบเห็นได้ (รูปที่ 2.22 และรูปที่ 2.23)



รูปที่ 2.22 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 15-1



รูปที่ 2.23 ซากดึกดำบรรพ์ปะการัง และไครนอยด์ที่มีการสะสมตัวให้เห็นในลักษณะที่สมบูรณ์

บริเวณ WPK 15-3 เป็นบริเวณที่มีการถมของหินคาร์บอนเนตที่เกิดจากการขุดบ่อน้ำเพื่อการเกษตรกรรมจากบริเวณ WPK 15-1 ซึ่งมีลักษณะเนื้อหินที่แตกต่างกันคือมีลักษณะเป็น หินคาร์บอนเนตสีเข้ม ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งมีความแตกต่างเป็นอย่างมากกับบริเวณ WPK 15-1 (รูปที่ 2.24 และรูปที่ 2.25)



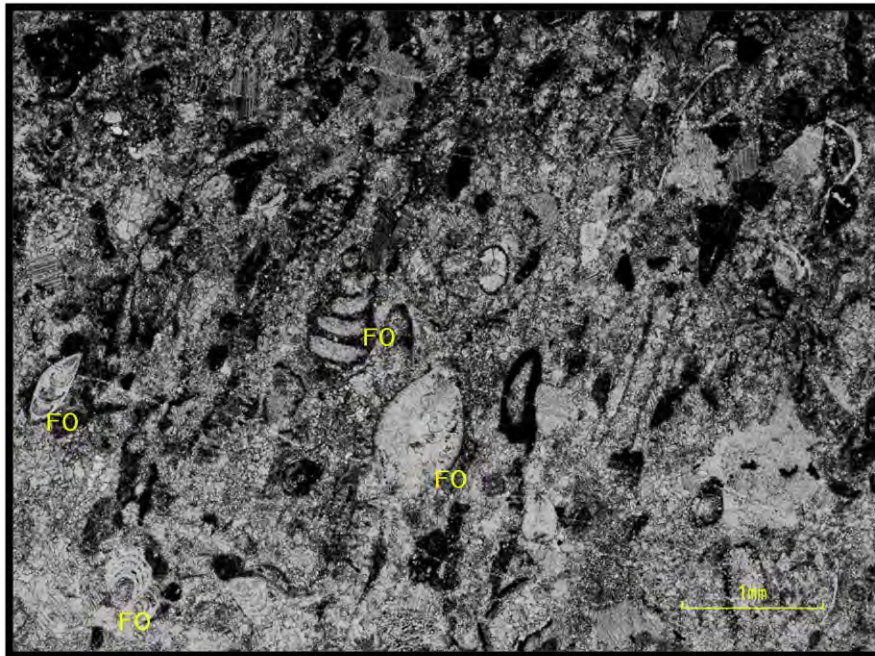
รูปที่ 2.24 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 15



รูปที่ 2.25 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 15-3

- ศิลาบรรณนาของหินคาร์บอนเนต

เป็นหิน Packstone ที่ส่วนใหญ่เป็นเม็ดตะกอนของพวกเพลลอยด์ ขนาดเล็กกว่า 0.1 mm อัดกันแน่น นอกจากนี้ยังพบลักษณะของเม็ดตะกอนของสิ่งมีชีวิต ที่เป็นส่วนของไดโนแคลไซต์มาแทนที่จนเต็มเหลือแต่ส่วนของแคลไซต์ให้เห็น และพบพวกฟอแรมมินิเฟอราที่มีขนาดประมาณ 1 mm จำนวนมาก (รูปที่ 2.26)



รูปที่ 2.26 ตัวอย่าง WPK 15-3 เป็นหิน Packstone ที่ส่วนใหญ่เป็นเม็ดตะกอนของพวก peloid ขนาดเล็กกว่า 0.1 mm อัดกันแน่น นอกจากนี้ยังพบลักษณะของเม็ดตะกอนของสิ่งมีชีวิต และ smaller foraminifera (FO) ที่มีขนาดประมาณ 1 mm จำนวนมาก

จุดศึกษา WPK 16

UTM Grid References: 0211004N 1473584E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม
พบหินโผล่ที่มีขนาดใหญ่ กว้างประมาณ 10 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 7 เมตร ซึ่งในบริเวณนี้หินคาร์บอนเตสซีเข้มที่มีซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซิลินิดจำนวนมาก มีร่องรอยของการกัดเซาะจากน้ำฝน (รูปที่ 2.27)



รูปที่ 2.27 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 16

จุดศึกษา WPK 17

UTM Grid References: 0210523N 1474231E

- ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม
พบหินหล่นกระจายอยู่เต็มพื้นที่ ซึ่งหินหล่นที่พบนี้มีลักษณะเป็นหินคาร์บอนเนตสีเข้ม พบซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซิลินิด กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งในบริเวณใกล้เคียง มีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ คือ ถ้ำน้ำเขาศิ่วที่เกิดจากการกัดกร่อนของน้ำ การสะสมตัวใหม่ของตะกอนถ้ำ ปรากฏให้เห็นเป็น หินงอก หินย้อย (รูปที่ 2.28)



รูปที่ 2.28 หินโผล่ที่พบในบริเวณจุดศึกษา WPK 17

ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟิวซิลินิด

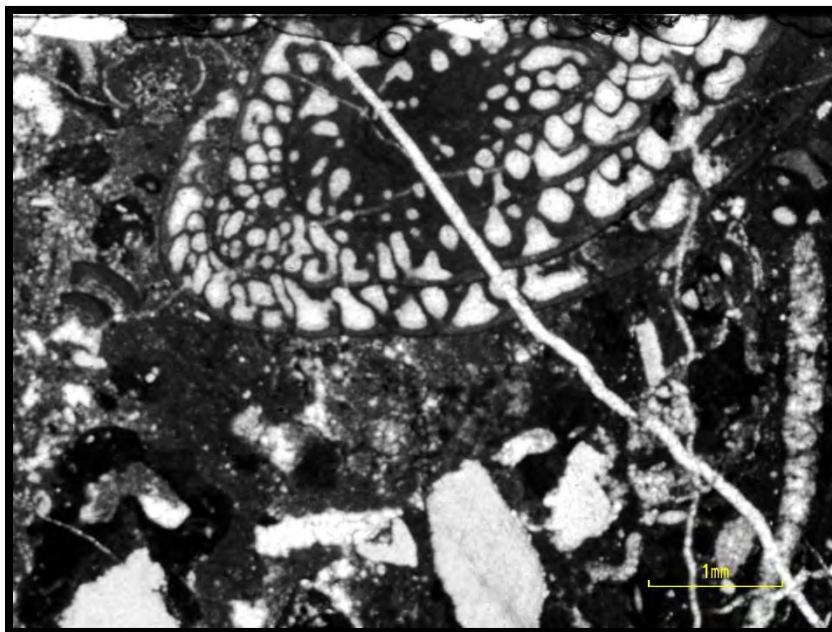
จากการศึกษาตัวอย่างหินคาร์บอนเนตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ฟิวซิลินิดที่พบมี 3 ชนิดหลักๆ คือ *Chusenella* sp. (รูปที่ 30), *Colania* sp. (รูปที่ 31) และ *Pseudodoliolina* sp. ซึ่งบ่งชี้อายุ late Middle Permian (Midian) และ ฟอสเฟอรัมมินิเฟอราขนาดเล็กที่พบได้แก่ *Colaniella* sp. (รูปที่ 32) คาดว่าบ่งชี้อายุ Late Permian ทำให้สามารถบ่งชี้อายุของหมวดหินเขาตังกองในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา เพื่อแยกเขาตังกอง อําเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว ว่าอยู่ในช่วง late Middle Permian to Late Permian จากซากดึกดำบรรพ์ ฟิวซิลินิดและฟอสเฟอรัมมินิเฟอราที่พบ (รูปที่ 2.29)

Permian	Late	Changhsingian	
		Wuchiapingian	<i>Colaniella</i> sp.(smaller foraminifera)
	Middle	Midian	<i>Chusenella</i> sp., <i>Colania</i> sp. และ <i>Pseudodoliolina</i> sp.
		Murgabian	
		Kubergandian	
	Early	Bolorian	
		Yakhtashian	
		Sakmarian	
		Asselian	

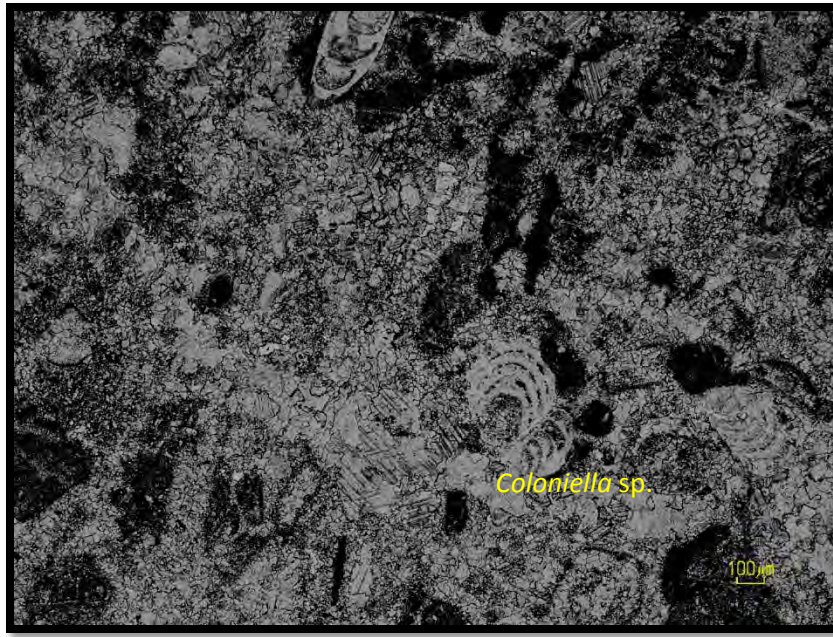
รูปที่ 2.29 ลำดับชั้นหินทางชีวภาพจากฟิวซิลินิดและฟอสเฟอรัมมินิเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2.30 ฟิวซูลินิตที่พบในพื้นที่ศึกษา *Colania* sp. บ่งชี้อายุ late Middle Permian



รูปที่ 2.31 ฟิวซูลินิตที่พบในพื้นที่ศึกษา *Chusenella* sp. บ่งชี้อายุ late Middle Permian



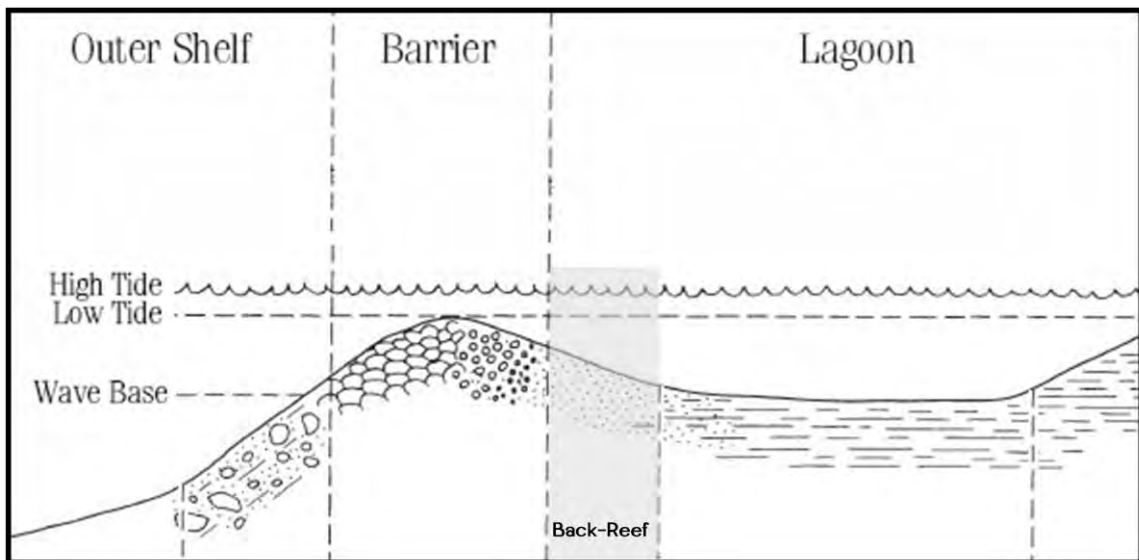
รูปที่ 2.32 ฟอสซิลไมนินเฟอราที่พบในพื้นที่ศึกษา *Colaniella* sp. บ่งชี้อายุ Late Permian

สภาพแวดล้อมโบราณ

จากผลการศึกษาในจุดศึกษา WPK6, WPK7, WPK9, WPK12, WPK15-3 พบว่า

ตัวอย่างเป็นหิน bioclastics wackestone-packstone ซึ่งเม็ดตะกอนที่พบประกอบไปด้วยเศษซากดึกดำบรรพ์สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆจำนวนมาก ทั้ง เปลือกหอย ฟอแรมินิเฟอรา ไครนอยด์ และฟิวซิลินิด มีเนื้อพื้นเป็นแคลไซต์เมทริกซ์ ซึ่งการสะสมตัวของเศษซาก ดึกดำบรรพ์จำนวนมาก และด้วยซากดึกดำบรรพ์ที่พบมีขนาดเม็ดตะกอนที่มีขนาดเท่ากับช่วงที่กำลังเจริญเติบโตของซากดึกดำบรรพ์ ไม่ค่อยพบร่องรอยของการแตกหัก ทำให้ทราบว่าไม่ได้มีการพัดพามาจากที่อื่น และในเนื้อหินเองมักพบสารเชื่อมประสานที่ประกอบไปด้วย micrite (fine-grained calcite) (Flügel, 2004) ซึ่งนี้มักพบในบริเวณที่ เรียกว่า บริเวณแนวหลังปะการัง หรือ back-reef (รูปที่ 2.33)

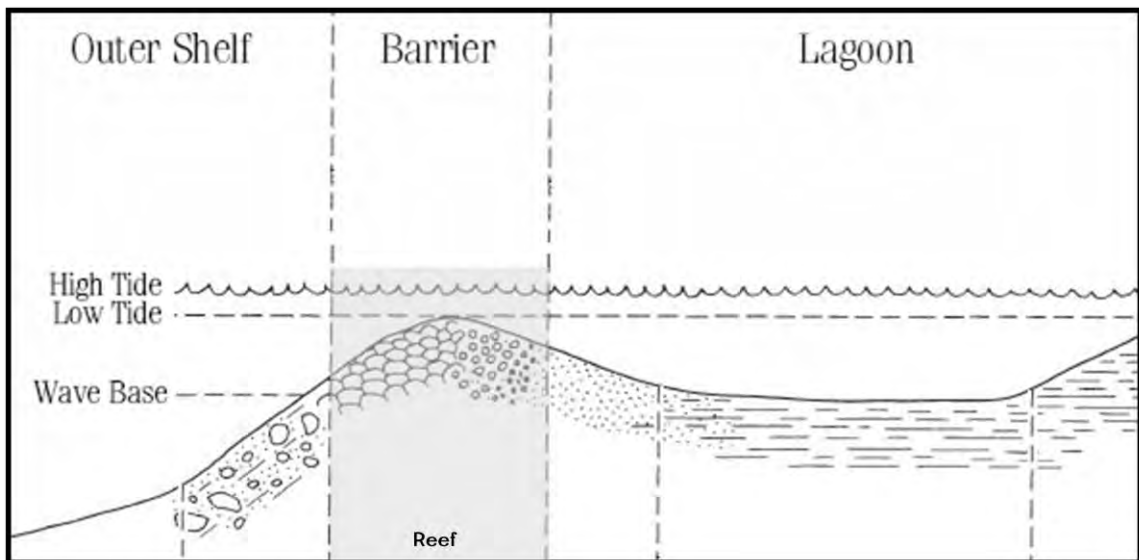
โดยบริเวณแนวหลังปะการัง (back-reef) เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับผลกระทบจากคลื่นน้อย ไม่ค่อยได้รับผลกระทบจาก แรงกระแทกจากคลื่นต่างๆ และมีการไหลผ่านของกระแสน้ำ ทำให้ช่วยพัดพาตะกอนออกจากแนวปะการัง สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเติบโตของปะการังและสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด ส่งผลให้บริเวณนี้ มีความหลากหลายของทั้งชนิดและรูปร่างของสิ่งมีชีวิตสูง



รูปที่ 2.33 แบบจำลองสภาพแวดล้อมโบราณของบริเวณจุดศึกษา WPK6, WPK7, WPK9, WPK15-3

จากผลการศึกษาในจุดศึกษา WPK 15-1 พบว่า

ตัวอย่างหินในจุดศึกษา WPK 15-1 มีความพิเศษ เนื่องจากพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น ปะการังและไครนอยด์ ซึ่งในส่วนของปะการังแสดงลักษณะเป็นชั้นแนวปะการัง ซึ่งน่าจะเจริญเติบโตในบริเวณนั้น เช่นเดียวกับไครนอยด์ที่มีลักษณะค่อนข้างสมบูรณ์ในการสะสมตัว ทำให้สามารถอธิบายถึงสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีตแตกต่างจากจุดศึกษาอื่นๆ เนื่องจากซากดึกดำบรรพ์ที่พบมีความแตกต่างจากบริเวณอื่น ซึ่งจัดให้อยู่ใกล้แนวปะการัง (Reef) (รูปที่ 2.34)



รูปที่ 2.34 แบบจำลองสภาพแวดล้อมโบราณของบริเวณจุดศึกษา WPK 15-1

บทที่3: สรุปผลการศึกษา

- สรุปผลการศึกษา

บทที่ 3 สรุปผลการศึกษา

ซึ่งในแต่ละจุดศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษา(ตาราง 3.1)ได้ดังนี้

ตาราง 3.1 สรุปผลการจำแนกหินคาร์บอนेटและสภาพแวดล้อมโบราณตามแต่ละจุดศึกษา

SAMPLE	N	E	Dunham's Classification	Paleoenvironment
WPK 6	0210558	1486281	Bioclastic wackestone	Back-Reef
WPK 7	0209480	1486712	Bioclastic wackestone	Back-Reef
WPK 8	0210441	1484315		
WPK 9	0209813	1484232	Bioclastic wackestone	Back-Reef
WPK 10	0210202	1478088		
WPK 11	0198691	1488654		
WPK 12	0211693	1484351	Bioclastic wackestone	Back-Reef
WPK 13	0208975	1477927		
WPK 14	0209138	1476298		
WPK 15-1	0211603	1472520		Reef
WPK 15-3	0211603	1472520	Bioclastic packstone	Back-Reef
WPK 16	0211004	1473584		
WPK 17	0210523	1474231		

จากการศึกษาลักษณะทางสีลาพรรณของหินคาร์บอนेटภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้การจำแนกของ Dunham (1962) และทำการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ในตัวอย่างหิน โดยทำการศึกษาจากชนิดของฟิวซิลินิด และฟอแรมินิเฟอรา และจำแนกฟิวซิลินิดและฟอแรมินิเฟอรา ที่พบในระดับสกุล จากข้อมูลลักษณะสีลาพรรณที่ได้ นำมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของหินคาร์บอนेट และทำการจัดลำดับชั้นหินทางชีวภาพตามอายุของฟิวซิลินิดฟอแรมินิเฟอราที่พบ

จากการศึกษาลักษณะทางตะกอนวิทยา และศิลาวรรณาของหินคาร์บอนเนต สามารถแบ่งลักษณะหินออกเป็น 2 ประเภท คือ แวคสโตน และแพคส โดยเม็ดตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็นเศษหินชีวภาพจากซากสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ประกอบด้วย ฟิวซูลินิด ฟอแรมินิเฟอรา ไครนอยด์ เศษเปลือกหอยสองฝา แบรคิโอพอด ไบรโอซัว และสาหร่าย โดยบางตัวอย่างที่พบบ่งชี้ยังแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะ (deformation) การตกผลึกใหม่ของกลุ่มแร่แคลไซต์ (recrystallization)

จากการศึกษาลักษณะและชนิดของฟิวซูลินิดฟอแรมินิเฟอราที่พบในตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 4 สกุลคือ ฟิวซูลินิดที่พบได้แก่ *Chusenella* sp., *Colonia* sp. และ *Pseudodoliolina* sp. ซึ่งบ่งชี้อายุ late Middle Permian (Midian) และฟอแรมินิเฟอราขนาดเล็กที่พบได้แก่ *Coloniella* sp. คาดว่าบ่งชี้อายุ Late Permian และจากชนิดของฟิวซูลินิดและฟอแรมินิเฟอราที่พบนี้ พบว่ามีซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นดัชนีสำคัญในการบอกอายุหินคาร์บอนเนต เพื่อการลำดับชั้นหินทางชีวภาพได้ในช่วง late Middle Permian to Late Permian ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าหมวดหินเขาตังกองในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีอายุอยู่ในช่วงเวลาดังกล่าวจากซากดึกดำบรรพ์ดัชนีที่พบในเทือกเขาตังกอง อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว

จากข้อมูลลักษณะทางศิลาวรรณาของหินคาร์บอนเนต และชนิดของซากดึกดำบรรพ์ที่พบบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และเนื่องจากลักษณะเนื้อหินที่มีความค่อนข้างคล้ายคลึงกัน จึงคาดว่าสภาพแวดล้อมในการสะสมตัวของตะกอนมีความคล้ายคลึงกันเช่นเดียวกัน โดยให้อยู่ในบริเวณแนวปะการังและบริเวณแนวหลังปะการัง เนื่องจากซากดึกดำบรรพ์ที่พบมีลักษณะที่มีความหลากหลายมีการแตกหักน้อย ค่อนข้าง สมบูรณ์ ซึ่งแสดงว่าเกิดจากการสะสมตัวในขณะที่มีชีวิตอยู่หรือถูกพัดพามาไม่ไกลจากบริเวณที่เคยมีชีวิตอยู่

เอกสารอ้างอิง

- Bunopas, S. 1983. Paleozoic succession in Thailand. In: Geological Society of Thailand & Geological Society of Malaysia (eds) Proceedings of the Workshop on Stratigraphic Correlation of Thailand and Malaysia. Haad Yai, 8–10 September 1983, Volume 1, Technical Papers, 39–76.
- Charoentitirat, T. 2002. Late Middle Permian fusulonoidean zonation from Changwat Sra Kaeo, East Thailand. In: Mantajit, N. (ed.) *Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand 2002*. Bangkok, 26-31 August 2002, 77-81
- Chutakositkanon, V., Charoentitirat, T., Charusiri, P. & Hisada, K. 2004. Sa Kaeo–Chanthaburi accretionary complex, eastern Thailand: Tectonic evolution of the western margin of Indochina. In: Charusiri, P. & Hisada, K. (eds) Permian–Triassic sediments in Thailand, Sa Kaeo–Chanthaburi and Phuket. Field Excursion Guidebook of International Symposium on the Geologic Evolution of East and Southeast Asia – Microcontinental Accretion and Formation of Marginal Sea. Department of Geology, Chulalongkorn University, Bangkok
- Chutakositkanon, V. & Hisada, K. 2008. Tectono-stratigraphy of the Sa Kaeo Chanthaburi Accretionary Complex, Eastern Thailand: Reconstruction of tectonic evolution of oceanic plate-Indochina collision. In: Choowong, M. & Thitimakorn, T. (eds) *Proceedings of International Symposium on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008), 4th IGCP516, and 5th APSEG*. Bangkok, 24-26 November 2008,
- Flügel, E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks*, 976 p. Springer-Verlag.
- Fontaine, H. & Salyapongse, S. 1997. Biostratigraphy of East Thailand. In: Dheeradilok, P., Hinthong, C. et al. (eds) *Proceedings of the International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific*. Bangkok, 19-24 August 1997, 73-82.
- Fontaine, H., Salyapongse, S., Tansuwan, V. & Vachard, D. 1997. Permian Limestones from Chanthaburi to Sakaeo and Upper Carboniferous Limestone of Khao Singto, East Thailand. *CCOP Newsletter*, 24(4),

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Ishii, K. & Nogami, Y. 1964. Contributions to the geology and paleontology of Cambodia. Part 1. Permian fusulinids. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 8(2), 9–69.
- Pitakpaivan, K. & Ingavat, R. 1980. *Lepidolina multiseptata multiseptata* Deprat in Thailand. In: Kobayashi, T., Toriyama, R. & Hashimoto, W. (eds) *Geology and Palaeontology of Southeast Asia*, Volume 21. University of Tokyo Press, Tokyo, 37–42.
- Ueno, K. & Charoentitirat, T., 2011. Carboniferous and Permian. In: Ridd, M.F., Barber, A.J., Crow, M.J. (Eds.), *the Geology of Thailand. The Geological Society of London*, 71–136.
- ฐาสินีย์ เจริญสุทธิรัตน์, ประโยชน์ของฟิวซูลินอยเดียในเชิงภูมิศาสตร์บรรพกาล บริเวณขอบตะวันตกของจุดทวีปอินโดไชน่า และบริเวณจังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย, กองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2006