

ซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดยุคเพอร์เมียนตอนกลางและสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนหินปูนจากพื้นที่ศึกษาบ้านวชิราลงกรณ์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

## Middle Permian Fusulinids and depositional environment of limestones from Ban Wachiralongkorn area, Pak Chong district, Nakhon Ratchasima province, NE Thailand

คมกฤษ อุตรวิเศษ,<sup>1\*</sup> มงคล อุดชาชน,<sup>2</sup> หทัยทิพย์ ทัศนภักดิ์<sup>2</sup>

Komkit Uttarawiset,<sup>1\*</sup> Mongkol Udchachon,<sup>2</sup> Hathaitip Thassanapak<sup>2</sup>

Received: 17 February 2017 ; Accepted: 26 May 2017

### บทคัดย่อ

การศึกษานุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดและตะกอนวิทยาของหินปูน จากหน้าตัดชั้นหินปูนที่โผล่ปรากฏในพื้นที่ศึกษาบ้านวชิราลงกรณ์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งตั้งอยู่บริเวณตอนใต้ของแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ ของแผ่นธรณีอินโดจีน พบว่ามีซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดปรากฏอย่างน้อย 7 สกุล ได้แก่ *Afghanella* sp., *Nankinella* sp., *Neoschwagerina* sp., *Parafusulina* sp., *Pseudodoliolina* sp., *Staffella* sp. และ *Verbeekina* sp. โดยกลุ่มชีวินซากดึกดำบรรพ์นี้บ่งชี้อายุการสะสมตะกอนในยุคเพอร์เมียนตอนกลาง นอกจากนี้ยังพบซากดึกดำบรรพ์ฟอแรมมินิเฟอร์ขนาดเล็ก อย่างน้อย 18 สกุล ได้แก่ *Climacammina* sp., *Globivalvulina* sp., *Eotuberitina* sp., *Tuberitina* sp., *Glomospira* sp., *Umbellina* sp., *Vicinespheara* sp., *Stipulina* sp., *Earlandia* sp., *Nodosinelloides* sp., *Pachyphloia* sp., *Ichtyolaria* sp., *Tetrataxis* sp., *Protonodosaria* sp., *Fronidina* sp., *Calcitornella* sp., *Neodiscus?* sp. และ *Schubertella?* sp. ซากดึกดำบรรพ์สาหร่ายอย่างน้อย 4 สกุล ได้แก่ *Mizzia* sp., *Ungdarella* sp., *Tubiphytes* sp. และ *Pseudovermiporella* sp. และซากดึกดำบรรพ์อื่น ได้แก่ หอยฝาคู่จำพวกอะลาโทคอนนิต หอยฝาเดี่ยว ปะการัง หอยตะเกียง และพลับพลึงทะเล เป็นต้น ผลการศึกษาชุดลักษณะทางจุลภาคและซากดึกดำบรรพ์ดังกล่าวทำให้ตีความได้ว่าสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนเป็นแบบลานทะเลตื้นคาร์บอนเนตเขตร้อน

คำสำคัญ: ฟิวซูลินิด ยุคเพอร์เมียน แผ่นธรณีอินโดจีน แนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์

### Abstract

This study reports the taxonomy of fusulinids and the lithology of limestones from sections exposed in Ban Wachiralongkorn in Pak Chong district of Nakhon Ratchasima province. This area is located in the southern part of the Loei-Petchabun Foldbelt of the Indochina Terrane. At least seven genera of fusulinids were observed comprising *Afghanella*, *Nankinella*, *Neoschwagerina*, *Parafusulina*, *Pseudodoliolina*, *Staffella* and *Verbeekina*. This faunal assemblage indicates a Middle Permian depositional age of the limestone sequence. Eighteen genera of smaller foraminifers consisting of *Climacammina* sp., *Globivalvulina* sp., *Eotuberitina* sp., *Tuberitina* sp., *Glomospira* sp., *Umbellina* sp., *Vicinespheara* sp., *Stipulina* sp., *Earlandia* sp., *Nodosinelloides* sp., *Pachyphloia* sp., *Ichtyolaria* sp., *Tetrataxis* sp., *Protonodosaria* sp., *Fronidina* sp., *Calcitornella* sp., *Neodiscus?* sp. and *Schubertella?* sp. and four algal genera including species of *Mizzia* sp., *Ungdarella* sp., *Tubiphytes* sp. and *Pseudovermiporella* sp. were also recorded.

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาโท, <sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

<sup>1</sup> Master degree student, <sup>2</sup> Assist. Prof., Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

\* Corresponding author: Komkit Uttarawiset, Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand

Other associated fossils comprised alatoconchid bivalves, gastropods, corals, brachiopods and crinoids. Microfacies of carbonate rocks and the occurrence of these fossils support a shallow-marine tropical depositional environment of the limestone sequence.

**Keywords:** Fusulinid, Permian, Indochina Terrane, Loei-Petchabun Foldbelt

## บทนำ

ฟิวซูลินิด (Fusulinid) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจัดอยู่ในไฟลัมโปรโตซัว (Protozoa) อันดับฟอรามินิเฟอรา (Foraminifera) อาศัยอยู่ในน้ำทะเลโดยมีเปลือกแข็งสร้างจากสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อตายไปเปลือกแข็งจะสะสมในชั้นตะกอนและอาจถูกเก็บรักษาสภาพเป็นซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหินปูนหรือหินตะกอนอื่น ฟิวซูลินิดมีชีวิตรอยู่ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงปลายยุคเพอร์เมียน ฟิวซูลินิดจัดอยู่กลุ่มจุลบรรพ์ซีวิน (Microfossil) มีวิวัฒนาการของโครงสร้างเปลือกเร็วและพบเป็นซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหินปูนมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลายหลายแห่งในโลก ดังนั้นการศึกษาฟิวซูลินิดจึงมีประโยชน์ในการระบุช่วงอายุการสะสมตะกอนของชั้นหิน การลำดับชั้นหิน สภาพแวดล้อมบรรพกาล และภูมิศาสตร์บรรพกาล

สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนหินปูนในยุคเพอร์เมียนตอนกลางทางตอนใต้ของแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ (Loei-Petchabun Foldbelt) เช่น พื้นที่พื้นที่เขาสมโภชน์ จังหวัดลพบุรี นั้นส่วนใหญ่เป็นทะเลตื้น (Wielchowsky and Young, 1985; Chonglakmani and Fontaine, 1999; Udchachon et al., 2014) การสำรวจในอดีตนั้นพบซากบรรพ์ซีวินของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น หอยสองฝาจำพวกอะลาโทคอนคิต ร่วมกับซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิด ปะการัง แบรคิโอพอด หอยฝาเดียว เป็นต้น ซึ่งพบว่าชั้นหินที่พบซากดึกดำบรรพ์หอยจำพวกอะลาโทคอนคิตในพื้นที่เขาสมโภชน์นั้นมีการสะสมตะกอนในช่วงปลายของยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (late Middle Permian) การศึกษาครั้งนี้เพื่อการศึกษาความช่วงอายุและสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนของชั้นหินปูนที่ปรากฏพบหอยสองฝาจำพวกอะลาโทคอนคิตและซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ บริเวณบ้านวชิราลงกรณ์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (Figure 1)

## ธรณีวิทยาทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณตอนใต้ของแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยหินปูนอายุเพอร์เมียนเป็นส่วนใหญ่ บางแห่งมีหินโดโลไมต์และหินปูนเนื้อปนโดโลไมต์แทรกสลับ และหลายพื้นที่พบหินดินดานและหินเชิร์ตแทรกสลับ จากการศึกษาของ Wielchowsky and Young (1985) พบว่าหินอายุ

เพอร์เมียนตามแนวเทือกเขาเลย-เพชรบูรณ์ ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมของการสะสมตะกอนหลักได้แก่ ลานทะเลตื้นผานกเค้า ลานทะเลตื้นเขาขวาง และแอ่งทะเลน้ำตื้น หินที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อมเหล่านี้ในบริเวณตอนใต้ของแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ ในพื้นที่จังหวัดจังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี จังหวัดนครราชสีมาและพื้นที่ข้างเคียง จัดอยู่ในกลุ่มหินสระบุรี และสามารถแบ่งได้เป็น 6 หมวดหิน ได้แก่ หมวดหินภูเพ (Phu Phe Formation) หมวดหินเขาขวาง (Khao Khwang Formation) หมวดหินหนองโป่ง (Nong Pong Formation) หมวดหินปางอศอก (Pang Asok Formation) หมวดหินเขาขาด (Khao Khad Formation) และหมวดหินซัพบอน (Sap Bon Formation)

## การเฝ้าระวังของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา

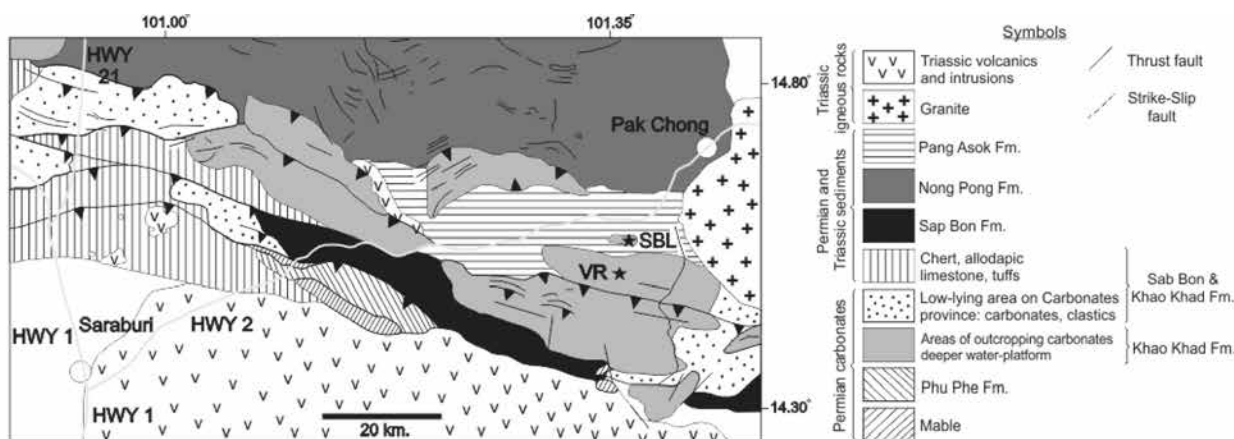
พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณบ้านวชิราลงกรณ์ ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (Figure 2) จากแผนที่ธรณีวิทยา (DMR, 1999) และการสำรวจภาคสนามพบว่าพื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วยหินปูนอายุเพอร์เมียน จัดอยู่ในหมวดหินเขาขาดของกลุ่มหินสระบุรี (Saraburi Group) เช่น หินปูนสีดำ เทาเข้มจนถึงเทาอ่อน บางส่วนเป็นหินปูนตกผลึกใหม่ และหินปูนเนื้อดินกับหินโดโลไมต์ พบหินเชิร์ตที่เป็นกระเปาะและเป็นหินชั้นดีแทรก บางส่วนคั่นสลับด้วยหินดินดาน หินทราย และหินภูเขาไฟบ้าง บางแห่งเป็นหินอ่อน และหินแคลก์ซิลิเกต ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้เฝ้าระวังชั้นหินปูนจำนวน 2 หน้าตัดชั้นหิน (Figure 2)

หน้าตัดชั้นหินบ้านวชิราลงกรณ์ (VR) (Figure 2) พบชั้นหินปูนชั้นบางถึงหนา มีการเฝ้าระวังตามธรรมชาติ และมีความยาวรวมประมาณ 50 เมตร ทิศทางการวางตัวของชั้นหิน (Strike) ประมาณ 100 องศา เอียงเทไปทางทิศใต้ (Dip direction) ด้วยมุมการเอียงเท (Dip angle) ประมาณ 75 องศา ตำแหน่งละติจูด 14° 36' 52" ลองจิจูด 101° 21' 02" ลักษณะเนื้อหินเป็นหินปูนสีเทาเข้มเนื้อละเอียด พบซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหิน เช่น หอยอะลาโทคอนคิต ฟิวซูลินิด ปะการัง แบรคิโอพอด และหอยฝาเดียว เป็นต้น

หน้าตัดชั้นหินศาลเจ้าพ่อบุญลือ (SBL) (Figure 2) ประกอบด้วยชั้นหินปูนมีลักษณะการเฝ้าระวังของตามธรรมชาติ ความยาวรวมประมาณ 40 เมตร ทิศทางการวางตัว

ของชั้นหินประมาณ 95 องศา เอียงเทไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ด้วยมุมการเอียงเทประมาณ 70 องศา ตำแหน่งละติจูด 14° 38' 43" ลองจิจูด 101° 21' 20" ลักษณะเนื้อหินมีสีเทาเข้มเนื้อ

ละเอียด พบซากดึกดำบรรพ์สะสมตัวในชั้นหิน เช่น ฟิวซูลินิต ปะการัง และแบรคิโอพอด เป็นต้น



**Figure 1** Geological map of the Saraburi-Pak Chong district in the southern part of the Loei-Phetchabun Foldbelt based on Arboit *et al.* (2016). The VR and SBL sections are located in the Khao Khad Formation.

**วิธีดำเนินงานวิจัย**

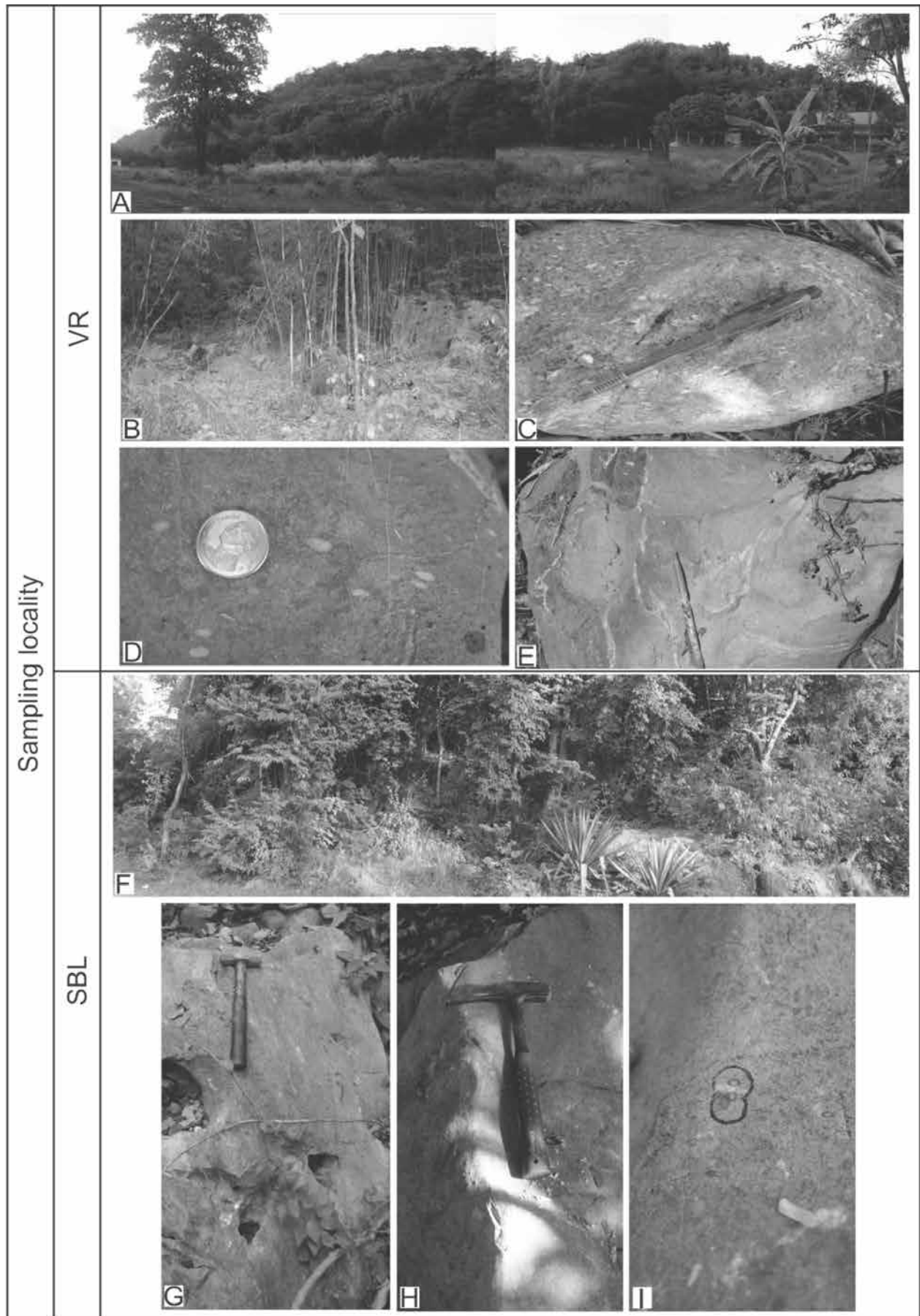
การศึกษาหินปูนจากสองหน้าตัดชั้นหินในพื้นที่บ้านวชิราลงกรณ์ ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และเก็บตัวอย่างหินปูนที่มีซากดึกดำบรรพ์จำนวนทั้งหมด 25 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น หน้าตัดชั้นหินบ้านวชิราลงกรณ์ 14 ตัวอย่าง (VR1-5; VVR1-9) และหน้าตัดชั้นหินศาลเจ้าพ่อบุญลือ 11 ตัวอย่าง (SLB1-11) โดยนำมาศึกษาภายในห้องปฏิบัติการตามวิธีการของ Green (2001) ซึ่งประกอบด้วย

การทำแผ่นหินขัดบางเพื่อศึกษาซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิต โดยนำตัวอย่างหินที่เก็บมาจากการสำรวจภาคสนามไปเตรียมในห้องปฏิบัติการตัดหินเพื่อจัดทำแผ่นหินขัดบางโดยใช้เครื่อง RF 14-16 Slab Saw, SF-8 Trim Saw, Thin-Section Grinder และ Thin-Section Machine ตามลำดับ และการศึกษาอนุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิต การศึกษาชุดลักษณะทางจุลภาคและการระบุซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ ที่พบร่วม

**ผลการศึกษา**

อนุกรมวิธานของซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิตนั้นพิจารณาเบื้องต้นตามหลักของ Sundharovat and Nogami

(1972), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C (Moore, 1964) และจากรายงานการตีพิมพ์อื่นๆ แต่เนื่องจากตัวอย่างไม่สมบูรณ์และแตกหัก จึงพิจารณาในชั้นสกุลเท่านั้น โดยผลการศึกษาพบว่ามีฟิวซูลินิตในพื้นที่หน้าตัดชั้นหินบ้านวชิราลงกรณ์อยู่อย่างน้อย 7 สกุล ได้แก่ *Afghanella*, *Nankinella*, *Neoschwagerina*, *Parafusulina*, *Pseudodoliolina*, *Staffella* และ *Verbeekina* (Plate 1-3) และพื้นที่หน้าตัดชั้นหินศาลเจ้าพ่อบุญลืออยู่อย่างน้อย 6 สกุล ได้แก่ *Afghanella*, *Nankinella*, *Neoschwagerina*, *Parafusulina*, *Staffella* และ *Verbeekina* (Plate 1-3) นอกจากนี้พบซากดึกดำบรรพ์ฟอรัมมิเนเฟอร์ขนาดเล็กที่ไม่ใช่ฟิวซูลินิต อย่างน้อย 18 สกุล ได้แก่ *Climacamma* sp., *Globivalvulina* sp., *Eotuberitina* sp., *Tuberitina* sp., *Glomospira* sp., *Umbellina* sp., *Vicinespheara* sp., *Stipulina* sp., *Earlandia* sp., *Nodosinelloides* sp., *Pachyphloia* sp., *Ichtyolaria* sp., *Tetrataxis* sp., *Protonodosaria* sp., *Fronidina* sp., *Calcitornella* sp., *Neodiscus?* sp. และ *Schubertella?* sp. (Plate 4) ซากดึกดำบรรพ์สาหร่ายอย่างน้อย 4 สกุล ได้แก่ *Mizzia* sp., *Ungdarella* sp., *Tubiphytes* sp. และ *Pseudovermiporella* sp. และซากดึกดำบรรพ์อื่น ได้แก่ หอยฝาคู่จำพวกอะลาโทคอนคิต หอยฝาเดี่ยว ปะการัง หอยตะเกียง และพลับพลึงทะเล เป็นต้น



**Figure 2** Field photographs of the study area in the southern part of the Loei-Phetchabun Foldbelt. A-E: VR section; F-I: SBL section.

## Class SARCODINA

Order FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Suborder FUSULININA Wedekind, 1937

Superfamily FUSULINOIDEA von Moller, 1879

Family Neoschwagerinidae Dunbar and Condra, 1928

Genus *Afghanella* Thompson, 1946Type species: *Afghanella schencki* Thompson, 1946***Afghanella* sp.**

Plate 1 Figure 1-6

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างกลมรี (Discoid) และแบบกระสวย (Fusiform) การขดวนของเปลือก (Volution) 8-10 วง ห่องแรกหรือจุดศูนย์กลาง (Proloculus) มีขนาดปานกลาง ผนัง (Spirotheca) หนาปานกลางถึงหนา ด้าน Sagittal เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5-2 มิลลิเมตร ผนังกันห่อง (Septa) หนาถึงหนามากและยาว ด้าน Axial กว้างประมาณ 2 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 3.2 มิลลิเมตร พบผนังกันห่องแบบทรานสเวิร์ส ชั้นปฐมภูมิ (Primary transverse septula) และผนังกันห่องแบบทรานสเวิร์สชั้นทุติยภูมิ (secondary transverse septula) บาง

ตัวอย่างมีลักษณะรูปร่าง การขดวนของเปลือก (Volution) ผนัง (Spirotheca) คล้ายคลึงกับ *Afghanella ozawai* Hazawa, 1954 พบที่ประเทศญี่ปุ่น รายงานใน Sundharovat and Nogami (1972) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียน (Permian) และ *Afghanella* sp. พบที่จังหวัดสระบุรี โดย Dawson and Racey (1993) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียน (Permian)

**สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR1, VR2, VR5 และ SBL1) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

Superfamily Fusulinacea von Möller, 1878

Family Staffellidae A.D. Miklokh-Moklay, 1949

Genus *Nankinella* Lee, 1933Type species: *Staffella discoidea* Lee, 1931 OD;*Nankinella* Lee, 1934***Nankinella* sp.**

Plate 1 Figure 7-14; Plate 2 Figure 1, 2; Plate 3 Figure 3

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างกลมรี (Discoid) การขดวนของเปลือก (Volution) 7-8 วง ห่องแรกหรือ

จุดศูนย์กลาง (Proloculus) มีทรงกลมขนาดใหญ่ ทั้งนี้วงนอกสุดมีรูปร่างโค้งมนตลอดจนถึงปลายสุด (Polar) ทั้งสองด้าน ผนัง (Spirotheca) บางถึงหนามาก ผนังกันห่อง (Septa) บางถึงหนามากและยาว กว้างประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร

ตัวอย่างมีลักษณะรูปร่าง การขดวนของเปลือก (Volution) ผนัง (Spirotheca) ผนังกันห่อง (Septa) คล้ายคลึงกับ *Nankinella* sp. พบที่จังหวัดสระบุรี โดย Dawson and Racey (1993) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียน (Permian)

**สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR1, VR2, VR4, VR5, SBL1 และ SBL2) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

Family Neoschwagerinidae Dunbar and Condra, 1928

Genus *Neoschwagerina* Yabe, 1903Type species: *Schwagerina craticulifera* Schwager, 1883***Neoschwagerina* sp.**

Plate 2 Figure 3, 4, 6

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างกลมรี (Discoid) และกระสวย (Fusiform) ขนาดใหญ่ การขดวนของเปลือก (Volution) มีจำนวนมาก ประมาณ 12-14 วง ซึ่งมีความสูงของวงต่ำ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3.5 มิลลิเมตร ห่องแรกหรือจุดศูนย์กลาง (Proloculus) มีขนาดใหญ่ ผนัง (Spirotheca) บาง ผนังกันห่อง (Septula) บางและมีจำนวนมาก และพบตลอดโลชัน

ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึงกับ *Neoschwagerina* sp. พบที่จังหวัดสระบุรี โดย Dawson and Racey (1993) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียน (Permian), *Neoschwagerina aff. Neoschwagerina magalitae* Deprat. พบที่ตอนเหนือของประเทศนิวซีแลนด์ โดย Leven and Mackie (1997) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายถึงยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Late Carboniferous-Middle Permian) และ *Neoschwagerina?* sp. พบที่จังหวัดเฮียวโงะ ประเทศญี่ปุ่น โดย Kobayashi, Furutani and Handa (2007) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian)

**สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR2, VR4, SBL1, SBL2 และ SBL3) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

Family Schwagerinidae Dunbar and Henbest, 1930

Genus *Parafusulina* Dunbar and Skinner, 1931

Type species: *Parafusulina wordensis* Dunbar and Skinner, 1931

***Parafusulina* sp.**

Plate 2 Figure 5

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างกระสวย (Fusiform) กว้าง 1.5-5 มิลลิเมตร ยาว 1.8-8.7 มิลลิเมตร การขดวนของเปลือก (Volution) 12 วง การขดวนของเปลือกมีขนาดใหญ่ขึ้นจากวงในสู่วงนอก ห้องแรกหรือจุดศูนย์กลาง (Proloculus) มีขนาดใหญ่ ซึ่งจุดศูนย์กลางมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ผนัง (Spirotheca) หนา มีลักษณะโค้งเว้าคล้ายถุง ผนังกันห้อง (Septa) มีขนาดปานกลาง ด้าน Axial ผนังกันห้องมีการขดตัวหนาแน่น (Septal Fluting) ตัวอย่างบางตัวอย่างพบโคมาตาหนามาก (Axial Filling) โดยเฉพาะบริเวณขั้ว (Polar) ของเปลือก

ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึง โดยเฉพาะลักษณะโคมาตาที่ขดตัวหนามาก (Axial Filling) บริเวณขั้วกับ *Parafusulina* sp. พบที่จังหวัดสระบุรี โดย Dawson and Racey (1993) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียน (Permian), พบในหมวดหิน Izuru และ Nabeyama พื้นที่ Kuza ประเทศญี่ปุ่น โดย Kobayashi (2006) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian) และพบที่จังหวัดเฮียวโงะ ประเทศญี่ปุ่น โดย Kobayashi, Furutani and Handa (2007) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian)

**สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR2, SBL1, SBL2 และ SBL3) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

Family Verbeekinidae Staff and Wedekind, 1910  
Genus *Pseudodoliolina* Yabe and Hanzawa, 1932

Type species: *Pseudodoliolina ozawai* Yabe and Hanzawa, 1932

***Pseudodoliolina* sp.**

Plate 2 Figure 7-12; Plate 3 Figure 1

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างกลมรี (Discoid) กว้าง 1.5-2.5 มิลลิเมตร ยาว 2.7-3.5 มิลลิเมตร การขดวนของเปลือก (Volution) 7-8 วง โดยระยะห่างของ

แต่ละวง เกือบเท่ากัน ห้องแรกหรือจุดศูนย์กลาง (Proloculus) มีขนาดปานกลาง ผนัง (Spirotheca) หนา ผนังกันห้อง (Septa) หนาและห่างกัน พาราโคมาตา (Parachomata) หนา ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึงกับ *Pseudodoliolina ozawai* Yabe and Hanzawa, 1932 โดย Yabe และ Hanzawa (1932) พบที่ประเทศญี่ปุ่น รายงานใน Sundharovat and Nogami (1972) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนต้น (Artinskian)

**สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR1, VR2 และ VR4) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

Family Staffellidae Miklukho-Maklay, 1949

Genus *Staffella* Ozawa, 1925

Type species: *Fusulina sphaerica* Abich, 1859

***Staffella* sp.**

Plate 3 Figure 2, 4

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างกลมรี (Discoid) เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.8-2.8 มิลลิเมตร การขดวนของเปลือก (Volution) 6-8 โวลูชัน โดย 1-3 วงแรกมีขนาดเล็กและวงถัดมาขยายความสูงขึ้น ซึ่งแต่ละวงมีขนาดเท่า ๆ กัน ห้องแรกหรือจุดศูนย์กลาง (Proloculus) มีขนาดเล็ก ผนัง (Spirotheca) บาง ไม่พบผนังกันห้อง (Septa) พบโคมาตา (Chomata) บ้างเล็กน้อย

ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึงกับ *Staffella mollerii* Ozawa, 1925 โดย Ozawa (1925) พบบริเวณ Nagato ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งรายงานอายุของกลุ่มบรรพชีวินฟิวซิลินิดในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian)

**สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR1, VR5 และ SBL2) ยุคเพอร์เมียน (Permian)

Family Verbeekinidae Staff and Wedekind, 1910

Genus *Verbeekina* Staff, 1909

Type species: *Fusulina verbeeki* Geinitz, 1876

***Verbeekina* sp.**

Plate 3 Figure 5-7

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** เปลือกมีรูปร่างทรงกลม (Spherical) ขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 มิลลิเมตร แต่ละวงค่อนข้างสูง การขดวนของเปลือก (Volution) 7-8 โวลูชัน ผนัง (Spirotheca) บาง ผนังกันห้อง (Septa) บางและยาวไม่ขดตัว วางตัวสม่ำเสมอตลอดวง

ตัวอย่างมีลักษณะรูปร่าง การขดวนของเปลือก (Volution) ผนัก (Spirotheca) ผนักกั้นห้อง (Septa) คล้ายคลึงกับ *Verbeekina verbeeki* Geinitz and Marek, 1876 พบที่ประเทศกัมพูชา รายงานใน Sundharovat and Nogami (1972), พบที่จังหวัดสระบุรี โดย Dawson and Racey (1993)

และพบบริเวณ Nagato ประเทศญี่ปุ่น โดย Ozawa (1925) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian) **สถานที่พบ และช่วงอายุ:** สถานที่พบบริเวณพื้นที่ศึกษา (VR2, VR4, SBL1, SBL2, SBL3, SBL4 และ SBL9) ยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian)

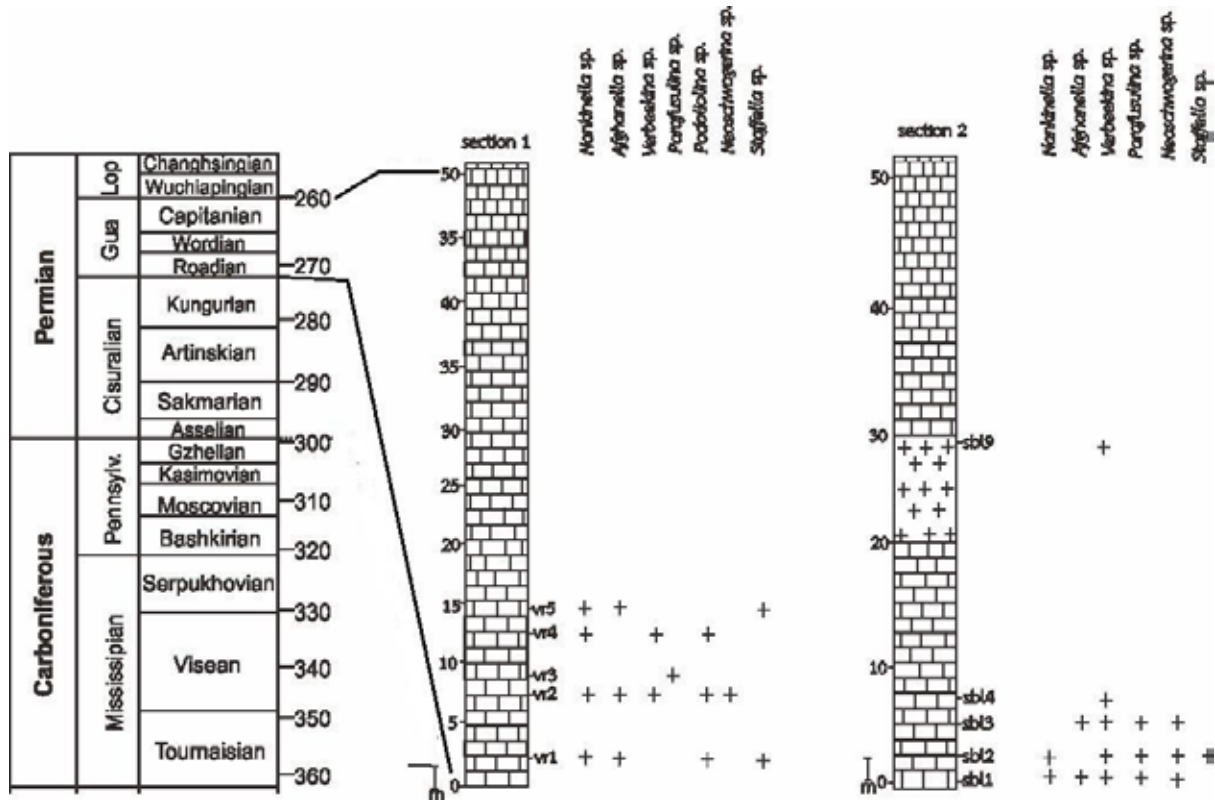
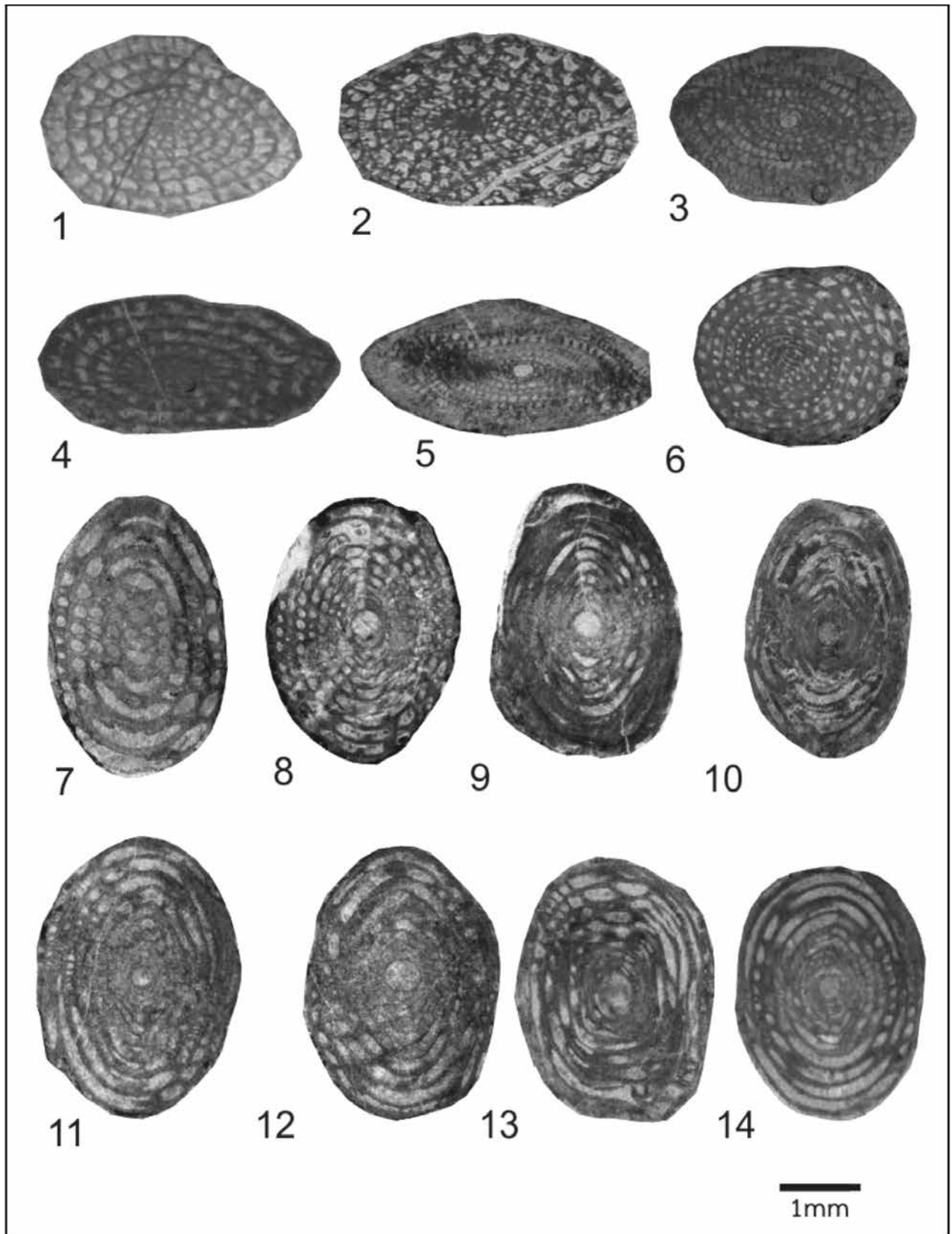
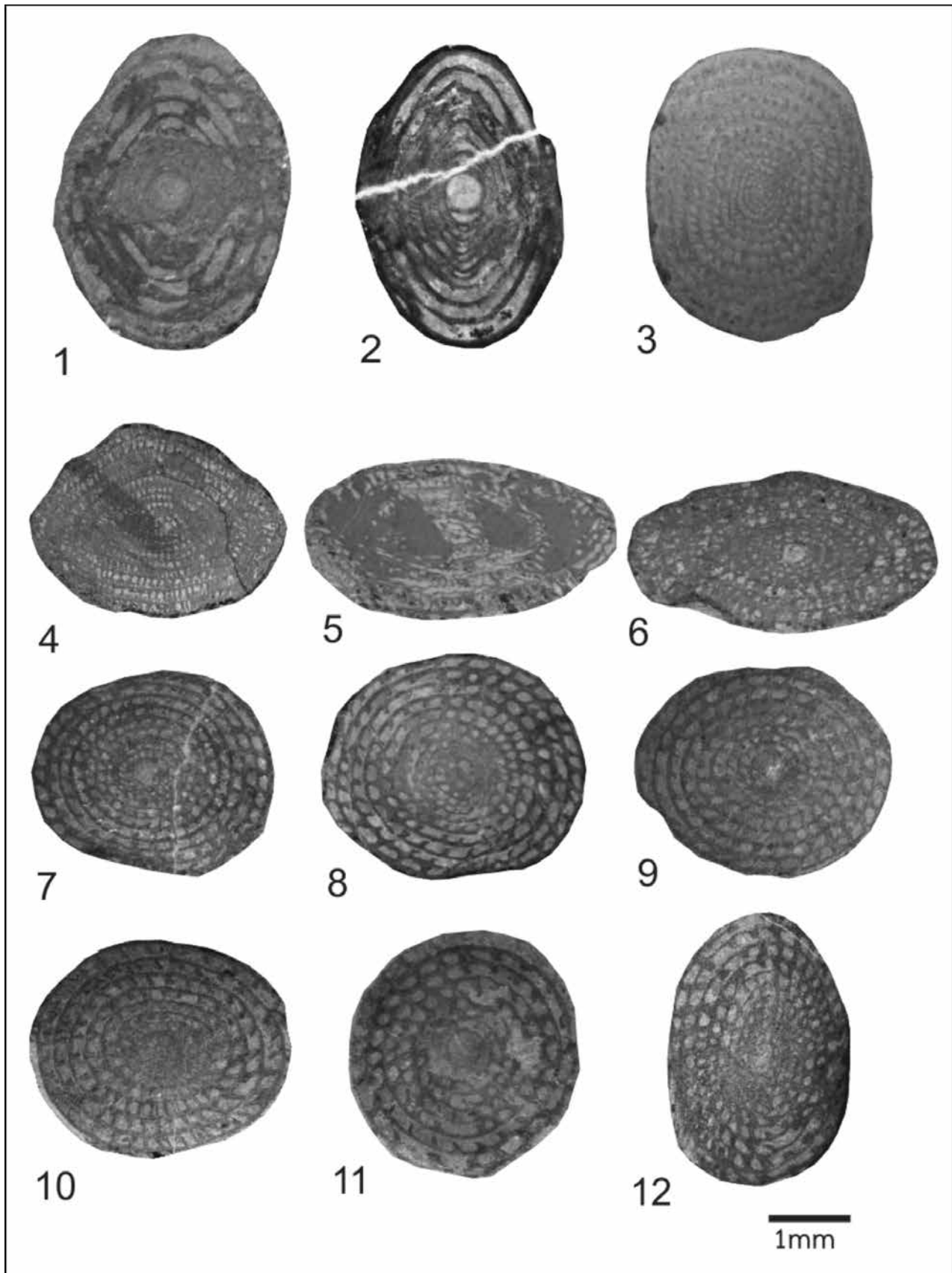


Figure 3 Stratigraphic columns showing sampling interval of limestones. The assemblage of fusulinid indicate Middle Permian age of both studied sections (VR and SBL).

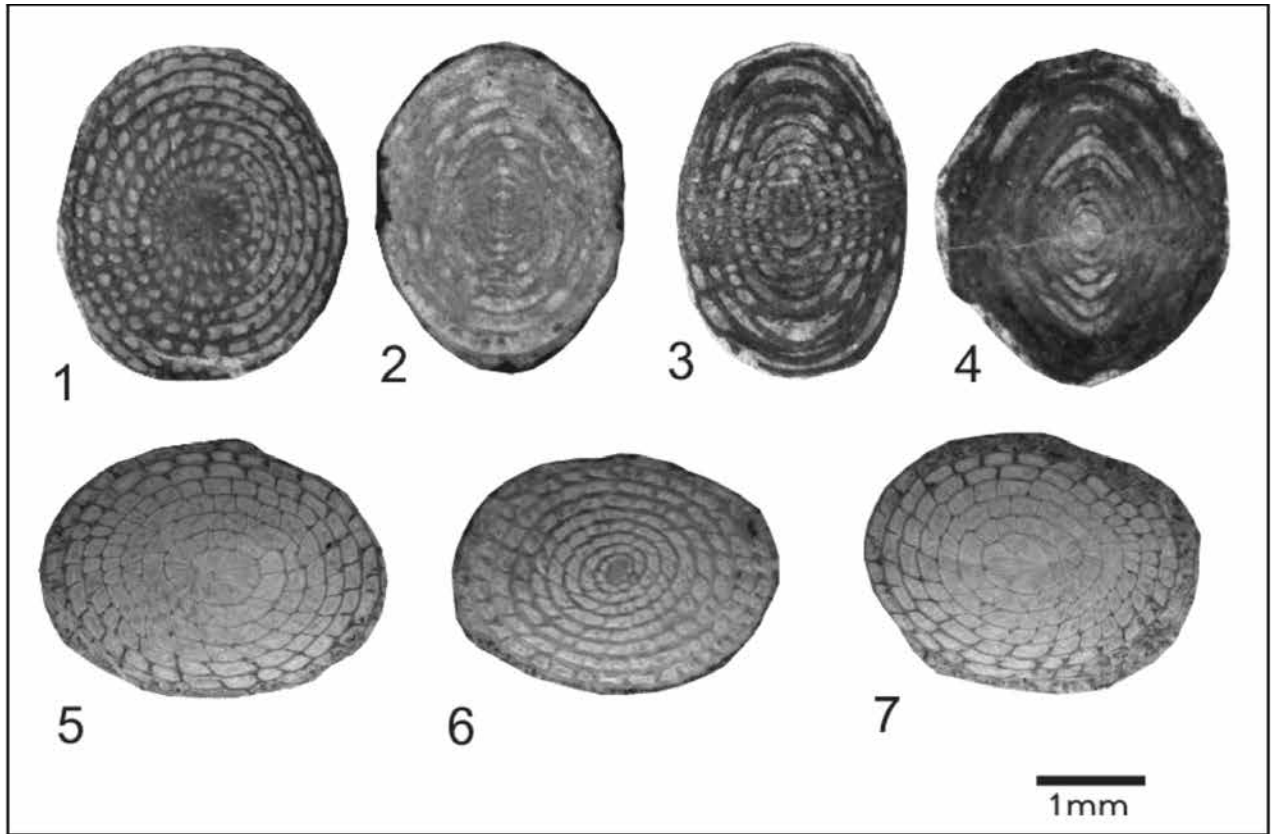


**Plate 1** Photomicrographs of fusulinids from the study area. 1-4: axial section, 1-6=*Afghanella* (VR1, VR2, VR5 and SBL1), 7-14=*Nankinella* (VR1, VR2, VR4, VR5, SBL1 and SBL2) (scale bar = 1 mm.)

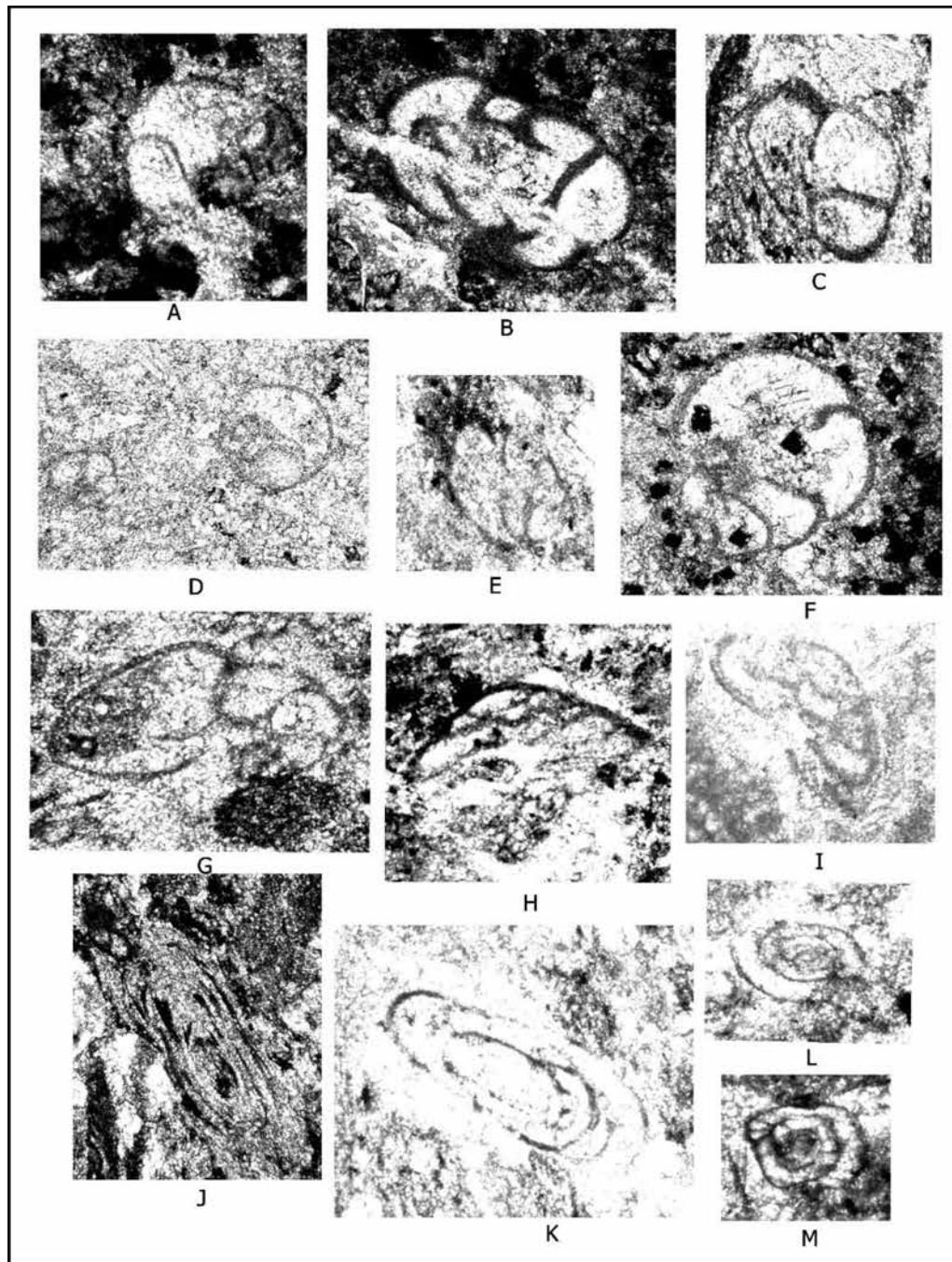




**Plate 2** Photomicrographs of fusulinids from the study area. 1-2, 4-9, 11: axial section; 3, 10, 12: sagittal section; 1-2=*Nankinella* (VR1, VR2, VR4, VR5, SBL1 and SBL2); 3, 4, 6=*Neoschwagerina* (VR2, VR4, SBL1, SBL2 and SBL3); 5=*Parafusulina* (VR2, SBL1, SBL2 and SBL3); 7-12=*Pseudodoliolina* (VR1, VR2 and VR4) (scale bar = 1 mm.)



**Plate 3** Photomicrographs of fusulinids from the study area. 2-4: axial section; 1, 5-7: sagittal section; 1=*Pseudodoliolina* (VR1, VR2 and VR4); 2, 4=*Staffella* (VR1, VR5 and SBL2); 3=*Nankinella* (VR1, VR2, VR4, VR5, SBL1 and SBL2); 5-7=*Verbeekina* (VR2, VR4, SBL1, SBL2, SBL3, SBL4 and SBL9) (scale bar = 1 mm.)



**Plate 4** Photomicrographs of smaller foraminifers. A-G=*Globivalvulina* sp., H,I= *Tetrataxis* sp., J,K= ?*Neodiscus* sp., L,M= ?*Schubertella* sp.

## ผลการวิเคราะห์ชุดลักษณะระดับจุลภาค (Microfacies analysis)

ตัวอย่างหินปูนที่เก็บมาจากจุดที่ทำการสำรวจ ได้ถูกนำไปตัดและจัดเตรียมเป็นแผ่นหินบาง (thin section) เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ชุดลักษณะระดับจุลภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากการศึกษาแผ่นหินบางครั้งนี้สามารถจำแนกชุดลักษณะระดับจุลภาคยึดตามหลักการจำแนกชนิดของหินปูนโดย Dunham (1972) ออกเป็น 3 ชุดลักษณะหลัก โดย (Figures 4, 5) และหลักการจำแนกชนิดของหินปูนโดย Folk (1959) ด้วย ในกรณีวิเคราะห์ครั้งนี้ทำการประเมินปริมาณองค์ประกอบ allochem โดยอาศัย Comparison charts for visual percentage estimation developed for limestone โดย Baccelle and Bosellini (1965)

### ชุดลักษณะหลักที่ 1 Fusuline wackestone

ชุดลักษณะนี้พบในชั้นหินปูนมีสีหินสดเป็นสีเทาเข้ม สีผิวเป็นเทาจางและหากผุมากพบเป็นสีน้ำตาลขาว พบฟิวซูลินิดจำนวนมากและบางช่วงพบการเรียงตัวของฟิวซูลินิดที่มีรูปร่างแบบฟิวซีฟอร์มขนาดใกล้เคียงกับแนวชั้นหิน พบเปลือกหอยอะลาโทคอนคิตจำนวนมากและพบแบคทีเรียฟอสเฟตทั่วไป

ผลการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามี allochem กระจายตัวอยู่ประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ในเนื้อหิน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็น micrite โดย allochem ที่พบนั้นส่วนใหญ่เป็นฟิวซูลินิดและ smaller foraminifer กระจายตัวรวมกันกับเศษแตกหักของ allochem อื่นๆ โดยซากฟิวซูลินิดนั้นอยู่ในสภาพที่ค่อนข้างดี แต่มีการแตกหักบ้างเล็กน้อยตามวงนอกของ test (abraded outer volution) พื้นที่ส่วนมากเป็น micrite สีดำเข้ม และพบตะกอนขนาดเล็กวางตัวอยู่บนเศษแตกหักขนาดใหญ่กว่า (geopetal structure) ส่วนในตัวอย่างอื่นๆพบเป็นสีเทา จากหลักการจำแนกหินคาร์บอเนตของ Dunham (1962) หินปูนชั้นนี้สามารถจำแนกเป็น Fusuline wackestone และจากหลักการจำแนกหินคาร์บอเนตของ Folk (1959) หินปูนนี้สามารถจำแนกเป็น Sparse biomicrite

### ชุดลักษณะหลักที่ 2 Fusuline packstone

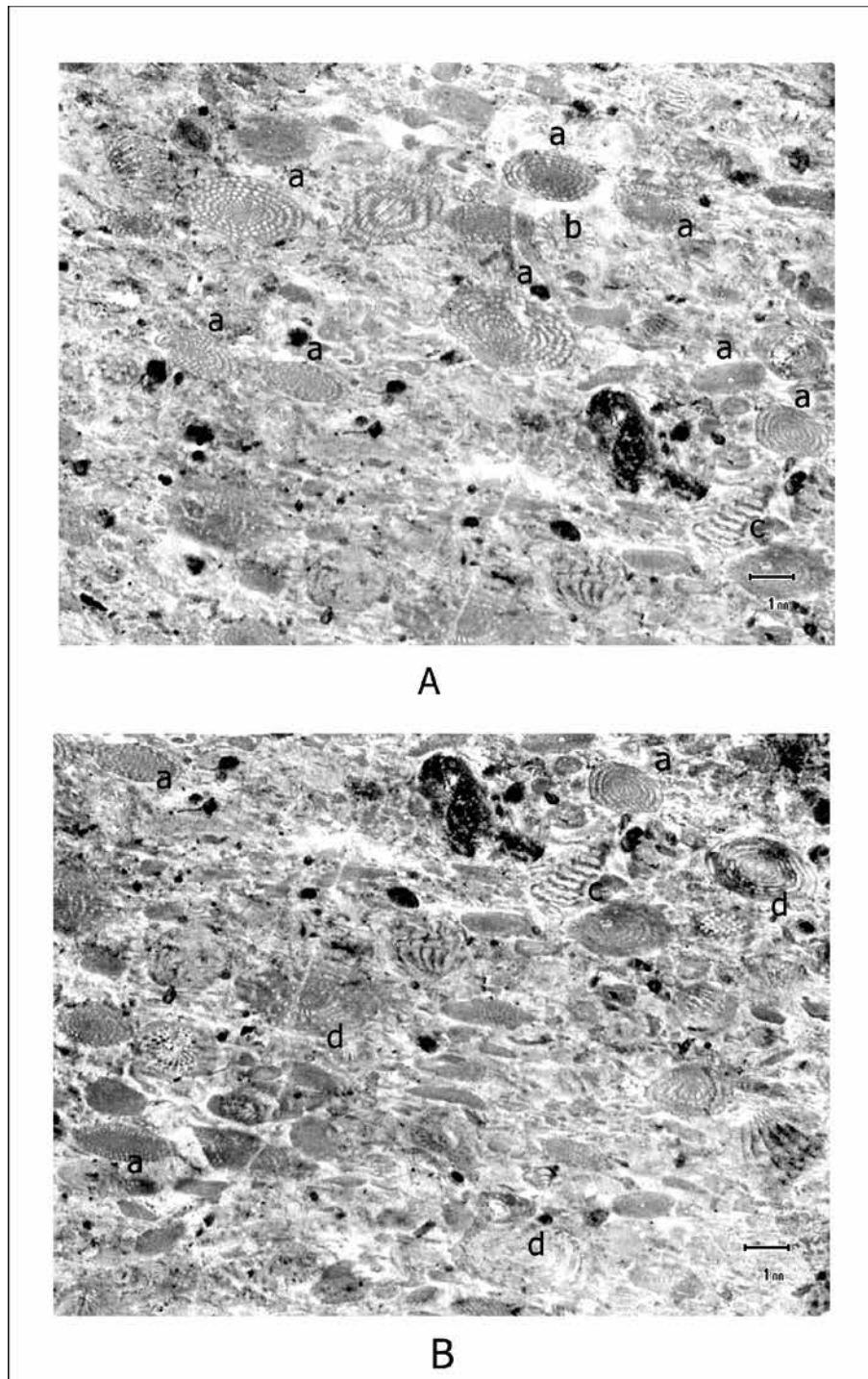
ผลการสำรวจในภาคสนามพบว่าชุดลักษณะนี้กระจายตัวโดยทั่วไป ลักษณะเด่นในภาคสนามพบฟิวซูลินิดกระจายตัวค่อนข้างหนาแน่นในเนื้อหินปูน สีผิวสดของหินปูนเป็นสีเทาเข้ม ซากดึกดำบรรพ์อื่นที่พบร่วม เช่น หอยกลุ่มอะลาโทคอนคิตซึ่งพบในสองรูปแบบหลักคือมีการวางตัวแบบกระจายตัวกันและแบบที่สองมีการวางตัวซ้อนทับกันแน่นของเปลือกหอย โดยทั้งสองรูปแบบนั้นส่วนใหญ่แล้วพบหอยทั้งสองฝาในตำแหน่งชิดกันตามธรรมชาติ โดยพบชั้นที่มีอะลาโทคอนคิตทั้งหมดเจ็ดชั้นหินที่อยู่ในชุดลักษณะนี้ โดยมีความหนาแน่นของเปลือกหอยในชั้นหินมากถึงปานกลาง พบแบคทีเรียฟอสเฟตและปะการังบ้างตลอดแนวการสำรวจ โดยปะการังที่พบส่วนมากเป็นปะการังกลุ่มรูโกส (massive rugose coral)

การศึกษาแผ่นหินบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า มี allochem ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด พบกระจายอย่างไม่เป็นระเบียบและมีการคัดขนาดที่ไม่ดี ส่วนใหญ่ allochem พบเป็นฟิวซูลินิดกระจายตัวอยู่ร่วมกับเศษแตกหักของซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ จากหลักการจำแนกหินคาร์บอเนตของ Dunham (1962) หินปูนชั้นนี้สามารถจำแนกเป็น Fusuline packstone และจากหลักการจำแนกหินคาร์บอเนตของ Folk (1959) หินปูนนี้สามารถจำแนกเป็น Packed biomicrite

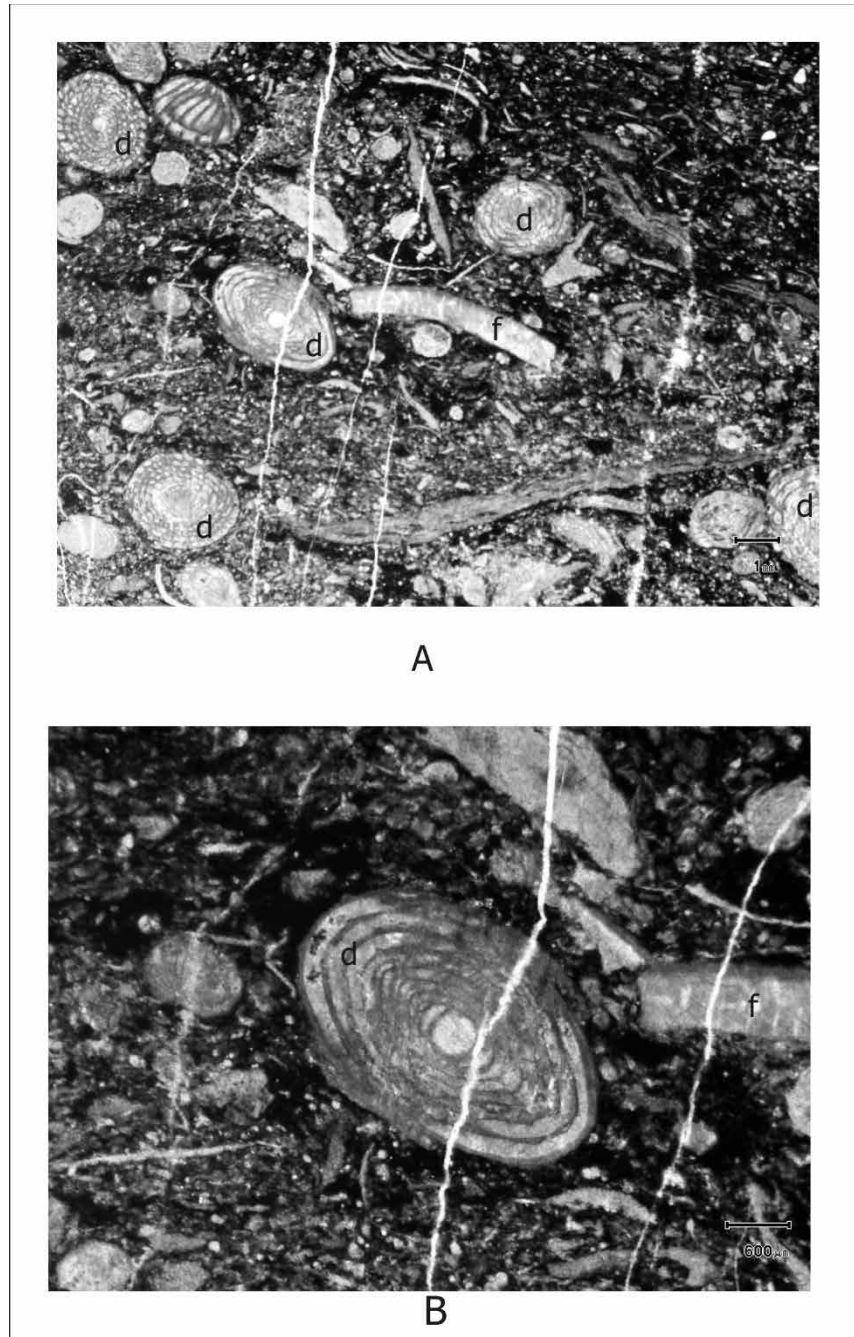
### ชุดลักษณะหลักที่ 3 Bioclastic wackestone

ผลการสำรวจภาคสนามพบชุดลักษณะนี้มีสีผิวสดเป็นสีเทาเข้ม พบสลับกับชุดลักษณะอื่นตลอดแนวการสำรวจ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในชั้นหินประกอบด้วยอะลาโทคอนคิตและฟิวซูลินิด และซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ

การศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า มี allochem อยู่ในช่วงประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่เป็นฟิวซูลินิดกระจายตัวอยู่ร่วมกับเศษแตกหักของ allochem อื่นๆจากหลักการจำแนกหินคาร์บอเนตของ Dunham (1962) หินปูนชั้นนี้สามารถจำแนกเป็น bioclastic wackestone และจากหลักการจำแนกหินคาร์บอเนตของ Folk (1959) หินปูนนี้สามารถจำแนกเป็น Sparse biomicrite



**Figure 4** A and B: photomicrographs of fusuline wackestone; a=*Afghanella* sp. b=*Mizzia* sp., c=*Climacammina* sp., d=*Nankinella* sp. B: magnification of A.



**Figure 5** A: photomicrograph of bioclastic wackestone; d=*Nankinella* sp., f=alatochonchid fragment; B: magnification of A.

### อภิปรายผลและสรุปผล

จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดจากทั้ง 2 หน้าตัดชั้นหินในบริเวณพื้นที่เส้นทางวัดบ้านวชิราลงกรณ์วรารามวรวิหาร พบว่ามีฟิวซูลินิดในพื้นที่ศึกษาอยู่ อย่างน้อย 7 สกุล ได้แก่ *Afghanella*, *Nankinella*, *Neoschwagerina*, *Parafusulina*, *Pseudodoliolina*, *Staffella* และ *Verbeekina* ซึ่งทั้ง 2 หน้าตัดชั้นหินพบฟิวซูลินิดมีความคล้ายคลึงกันและเป็นกลุ่มสกุลเดียวกัน ประกอบด้วย 6 สกุล ได้แก่ *Afghanella*, *Nankinella*,

*Neoschwagerina*, *Parafusulina*, *Staffella* และ *Verbeekina* อย่างต่อเนื่องในหน้าตัดชั้นหินบ้านวชิราลงกรณ์ (VR1-VR5) ถึงหน้าตัดชั้นหินศาลเจ้าพ่อบุญลี (SBL1-SBL11) ยกเว้นสกุล *Pseudodoliolina* ซึ่งพบเฉพาะหน้าตัดชั้นหินบ้านวชิราลงกรณ์

ซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดจากการศึกษารังนี้ มีรูปร่างคล้ายคลึงกับฟิวซูลินิดในเขตทางตอนเหนือของประเทศนิวซีแลนด์ ตอนกลางและตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น ประเทศกัมพูชา และตอนกลางของประเทศไทย จากการศึกษานุกรม

วิชาของฟิวซูลินิดพบว่ามีส่วนใหญ่ฟิวซูลินิดสกุลเหล่านี้ปรากฏช่วงชีวิตในยุคเพอร์เมียนตอนกลาง (Middle Permian) ผลการศึกษาชุดลักษณะทางจุลภาค ซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิดและซากดึกดำบรรพ์อื่นที่พบร่วมกันทำให้สามารถตีความได้ว่าสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนเป็นลานทะเลตื้นคาร์บอเนต (shallow-marine carbonate platform) และอยู่ในเขตร้อน (Tropical zone) เนื่องจากซากดึกดำบรรพ์ที่พบเหล่านี้เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในทะเล ส่วนตะกอนที่พบประกอบไปด้วย carbonate wackestone และ packstone ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนขนาดละเอียดประกอบเป็นพื้นที่องทะเลที่ค่อนข้างอ่อนนุ่มสะสมตัวในพื้นที่ได้ฐานคลื่นปกติ (fair-weather wave base) ซึ่ง allochem มีการัดขนาดไม่ถี่และในบางครั้งมีการรบกวนของคลื่นน้ำที่แรงกว่าเช่นพายุ (occasional storm event) ทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกอนพายุ และในภาคสนามพบการเรียงตัวของฟิวซูลินิดในบางชั้นแสดงถึงการพัดพาของคลื่นที่แรงกว่าคลื่นในสภาพอากาศปกติ (fusuline-storm sheet)

หินปูนยุคเพอร์เมียนตอนกลางในพื้นที่ศึกษาที่จัดอยู่ในหมวดหินเขาขาด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนบริเวณตอนกลางของประเทศไทยของจพันธ์ จงลักษณ์ณี และคณะ (2553) ซึ่งบ่งชี้ว่าหมวดหินเขาขาดมีการสะสมของตะกอนแบบลานทะเลตื้น และ Wielchowsky and Young (1985) ซึ่งบ่งชี้ว่าบริเวณตะวันตกของแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์มีสภาพแวดล้อมบรรพกาลแบบลานทะเลตื้นอย่างไรก็ตามหน้าตัดชั้นหินศาลเจ้าพ่อบุญล้อมนั้นไม่ปรากฏในพื้นที่ของหินดินดาน ซึ่งจัดอยู่ในหมวดหินปางอโศก ซึ่งมีสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนแบบทะเลลึก (deep marine environment) (Figure 1) สามารถอธิบายได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ภายหลังการสะสมตัว เช่น การเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนย้อน (trust fault)

## เอกสารอ้างอิง

1. Kasuya A., Isozaki Y. and Igo H. Constraining Paleolatitude of a Biogeographic boundary in mid-Panthalassa: Fusuline province shift on the Late Guadalupian (Permian) migrating seamount. *Gondwana Research*. 2012;21, 611-623.
2. Armstrong SH. and Brasier. *Microfossil*. 2<sup>nd</sup> ed. United Kingdom: Blackwell Publishing; 2005. P. 249-279. *Geology and Mineral Resources Development of the Northeastern Thailand; Khon Kaen, Thailand.*
3. Khon Kaen: Khon University; 1985. P. 41-56.
3. กรมทรัพยากรธรณี. ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2550. 2-6, 17-26, 124-138.
4. Wielchowsky CC. and Young JD. Regional facies variation in Permian rocks of the Phetchabun Fold and Thrust Belt, Thailand. In: Thanvarachorn P., Hokjaroen S. and Youngme W., editors. *Proceedings on Schwagerinid, neoschwagerinid, and veebeekid fusulinoideans*. *Journal Paleontological Research*. 2006;10(1): 37-59.
5. Hinthong C. Upper Paleozoic System, the studies on the Permo-Carboniferous Central Plain and Lower Phetchabun Ranges. Unpublished Report. Geological Survey Division. Bangkok : Department of Mineral Resources; 1985.
6. Arboit F., Collins AS, Morley CK, King R and Amrouch. Detrital zircon analysis of the southwest Indochina terrane, central Thailand: Unravelling the Indosinian orogeny. *GSA Bulletin*. 2016;128(5-6).
7. Green OR. *A Manual of Practical Laboratory and Field Techniques in Palaeobiology*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 2001. P. 152-153, 188-193, 321-324.
8. Sundharovat S. and Nogami Y. Key to the Selected Genera of Fusuline. *The Southeast Asian Studies*. 1972;10(3): 433-450.
9. Dawson o. and Racey A. Fusuline-Calcareous algal biofacies of the Permian Ratburi Limestone, Saraburi, Central Thailand. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*. 1993;8, 49-65.
10. Leven EJ and Grant-Mackie JA. Permian fusulinid Foraminifera from Wherowhero point, Orua Bay, Northland, New Zealand. *Journal of Geology and Geophysics*. 1997, 40.
11. Kobayashi F., Furutani H. Handa K. Early Permian (Cisuralian) fusulinoideans from Hijima, west of Yamasaki, Hyogo-Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 6. *Nature and Human Activities*. 2007;11, 61-65.
12. Kobayashi, F. Middle Permian foraminifers of the Izuru and Nabeyama Formations in the Kuzu areas,

- Tochigi Prefecture, Japan Part 1. *Journal of Asian Earth Science*. 2014;87:37-55.
13. Ozawa Y. Paleontological and stratigraphical limestone of Nagato. *Journal of the college of science, Tokyo imperial university*. 1925.
  14. มงคล อุชชาชน. สภาพแวดล้อมบรรพกาลของชั้นหินที่มี หอยกาบคู่จำพวกอะลาโทคอนคิต บริเวณ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. รายงานการวิจัยได้รับทุนสนับสนุน การวิจัยจากงบประมาณ เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาวิทยาลัย มหาสารคาม; 2552.
  15. Dunham RJ. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham WE. editors. *Classification of Carbonate Rock*. American Association of Petroleum Geologists Memoir; Americ; 1962. P. 108-121.
  16. Flugel E. *Microfacies of Carbonate Rocks*. Germany, Springer; 2004.
  17. จงพันธ์ จงลักษณ์ณี, พล เชาว์ดำรงค์, เต๋นโชค มั่นใจ, กิจ ษณะ มลิลลา, มงคล อุชชาชน, หทัยทิพย์ อุชชาชน, Feng Q., Shangyue S. และ Wenqiang W. การวิจัยเปรียบเทียบโครงสร้างธรณีวิทยาแปรสัณฐานและวิวัฒนาการ ของสภาพธรณีวิทยาบริเวณแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ และแนวเทือกเขาเจียงเซ็ง-โมเจียง (ยูนนาน). รายงาน การวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2553. หน้า 7.
  18. Udchachon, M., Burrett, C., Thassanapak, H., Chonglakmani, C., Campbell, H., Feng, Q. 2014. Depositional setting and paleoenvironment of a Middle Permian carbonate ramp sequence within the Indochina Terrane.
  19. Chonglakmani C. and Fontaine H. The Lam Narai-Phetchabun Region: A Platform of Early Carboniferous to Late Permian Age. *Proc. Techn. Conf. on Development of Geology for Thailand into the year 2000*. Chulalongkorn University, Thailand. 1990, 39-98.
  20. Baccelle L. and Bosellini A. Diagrammi per la stima visiva della composizione percentuale nelle rocce sedimentaire. *Annali della University di Ferrara Sezione IX. Sci. Geol. Paleontol.* 1965;1, 59-62.
  21. Folk, R.L. Spectral subdivision of limestone types. In: Ham, W.E. (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks*. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 1959;1, 1-279.
  22. Moore, W. L. Notes on the morphology and taxonomic Position of the fusulinid *Millerella marblensis* Thompson. *Jour. Paleont.* 1964; 38(2): 47-48.