

การวิเคราะห์มูลสัตว์โบราณจากปลายยุคไทรแอสซิก หมวดหินห้วยหินลาดของ ประเทศไทย

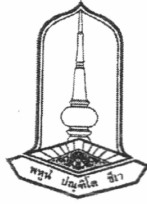
ธนิต นนท์ศรีราช

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ตุลาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายธนิต นนท์ศรีราช
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

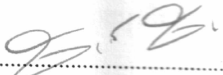
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผศ.ดร.คมศร เล่าห์ประเสริฐ)

ประธานกรรมการ

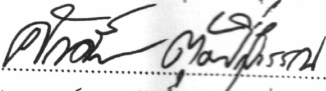
(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)



(อาจารย์ ดร.สุรเวช สุธีธร)

กรรมการ

(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)



(อาจารย์ ดร.ศักดิ์บวร คุ่มปัฐวรรณ)

กรรมการ

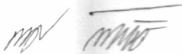
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)



(ผศ.ดร.มงคล อุดชาชน)

กรรมการ

(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)

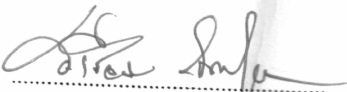


(อาจารย์นเรศ สัตยารักษ์)

กรรมการ

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



(ศ.ดร.วิเชียร มากดุน)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



(ศ.ดร.ประติษฐ์ เทอดทูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 14 เดือน ๓.๑ พ.ศ. 2558

การวิเคราะห์มูลสัตว์โบราณจากปลายยุคไทรแอสซิก หมวดหินห้วยหินลาดของ
ประเทศไทย

ธนิต นนท์ศรีราช

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ตุลาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นายธนิศ นนทศรীরาช
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... (ผศ.ดร.คมศร เล่าห์ประเสริฐ)	ประธานกรรมการ (อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
..... (อาจารย์ สุรเวช สุธีธร)	กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)
..... (อาจารย์ ศักดิ์บวร ตุ่มปีสุวรรณ)	กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)
..... (ผศ.ดร.มงคล อุดชาชน)	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
..... (อาจารย์ นเรศ สัตยารักษ์)	กรรมการ (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ.ดร.วิเชียร มากตุ่น)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2558



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.สุรเวช สุธีธร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ศักดิ์บวร ตุ่มปีสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มงคล อุดาชาชน กรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมศร เล่าห์ประเสริฐ ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์นเรศ สัตยารักษ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอบคุณพระอาจารย์จากวัดถ้ำวิมานนาคินที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างมูลสัตว์โบราณ บางส่วนในการศึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งชาวบ้านหนองหญ้าโก้ง ตำบลทุ่งลุยลาย อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิทุกคนที่ความช่วยเหลือในระหว่างการออกสำรวจภาคสนาม

ขอบคุณ ดร.วรารุณ สุธีธร ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ทุกคนที่ศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยที่ให้ทุนการศึกษา

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและญาติพี่น้อง ที่เป็นกำลังใจที่สำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาและให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ธนิต นนท์ศรีราช



ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์มูลสัตว์โบราณจากปลายยุคไทรแอสซิก หมวดหินห้วยหินลาดของประเทศไทย		
ผู้วิจัย	นายธนิต นนทศรีราช		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	ชีววิทยา
กรรมการควบคุม	อาจารย์ ดร.สุรเวช สุธีธร อาจารย์ ดร.ศักดิ์บวร ต้มปีสุวรรณ		
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2558

บทคัดย่อ

มูลสัตว์โบราณจำนวน 390 ตัวอย่าง จากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ 7 แหล่งของหมวดหินห้วยหินลาดในจังหวัดชัยภูมิ ส่วนใหญ่มีสภาพสมบูรณ์และสามารถจัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ 20 รูปแบบ โดยแบ่งออกได้ 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มที่ไม่มีเกลียวซึ่งเป็นรูปแบบที่พบได้ทั่วไปในมูลที่ถูกผลิตโดยสัตว์มีกระดูกสันหลัง และกลุ่มที่มีเกลียวซึ่งแสดงถึงลักษณะของลำไส้ที่พบเฉพาะในฉลามและปลาบางกลุ่มเท่านั้น มูลสัตว์โบราณรูปแบบ *Dicynodontocopros maximus*, *Eucoprus* sp., *Eucoprus cylindratus*, *Heteropolacoprus texaniensis* และ ?*Kalocoprus* sp. นับเป็นการค้นพบครั้งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ ได้แก่ กระดูก เกล็ดปลา เปลือกหอย และเศษชิ้นส่วนพืช แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่าและเหยื่อ เช่น ชนิดและอายุของเหยื่อ นอกจากนี้ไข่พยาธิหนอนตัวกลมกลุ่ม *Ascarites* ที่พบแสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในรูปแบบปรสิตในยุคดึกดำบรรพ์ ซึ่งการค้นพบดังกล่าวเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งเพราะเป็นการค้นพบไข่พยาธิที่เก่าแก่ที่สุดในเอเชียและควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

คำสำคัญ: มูลสัตว์โบราณ; สัณฐานวิทยา; ยุคไทรแอสซิก



TITLE Coprolite Analysis from the Late Triassic Huai Hin Lat Formation of Thailand

AUTHOR Mr. Thanit Nonsrirach

DEGREE Master Degree of Science **MAJOR** Biology

ADVISORS Suravech Suteethorn, Ph.D.
Sakboworn Tumpeesuwan, Ph.D.

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2015

ABSTRACT

390 coprolites were found near Chulabhorn dam in Chaiyaphum Province, northeastern Thailand. They come from seven outcrops of the Huai Hin Lat Formation. Most of them are well preserved. Coprolites can be classified on the basis of morphology into 20 morphotypes and divided into two main groups (non-spiral and spiral shape). The non-spiral coprolites are generally round or cylindrical shape while the spiral coprolites are related to the shape of their intestine, the later an identified to some fishes and sharks. Five types of coprolite are referable to *Dicynodontocopros maximus*, *Eucoprus* sp., *Eucoprus cylindratus*, *Heteropolacoprus texaniensis* and *Kalocoprus* sp. are recognized in this study for the first time in Southeast Asia. The thin section of coprolites was made to study its content. They compose of bone fragments, fish scales, shell and plant structure, which show the interactions between predators and prey. Moreover the discovery of *Ascarites* eggs shows that the interaction of parasitism, which is particularly interesting because this is the first record of the oldest parasitism found in Asia.

Key Words: Coprolite; Morphology; Triassic





สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ระยะเวลาของการวิจัย	3
1.6 อธิบายคำศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 ปรีทัศน์เอกสารข้อมูล	4
2.1 ธรณีวิทยาบริเวณที่ราบสูงโคราช	4
2.2 หินทรายห้วยหินลาด (Huai Hin Lat Formation)	5
2.3 ซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) และร่องรอยบรรพชีวิน (Trace Fossil)	9
2.4 สันฐานวิทยาและการจัดจำแนกมูลสัตว์โบราณ	11
2.5 การกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในยุคไทรแอสซิก	15
2.6 การกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในประเทศไทย	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
3.1 พื้นที่ศึกษา	18
3.2 สถานที่ทำการวิจัย	24
3.3 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	24
3.4 วิธีการวิจัย	24
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	27
บทที่ 4 ผลการวิจัย	28
4.1 การจัดจำแนกมูลสัตว์โบราณ	28
4.2 ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Wiener index)	42
4.3 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ภายในมูลสัตว์โบราณโดยใช้เทคนิค thin section	42



หน้า

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปและอภิปรายผล	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก	63
ประวัติย่อผู้วิจัย	81



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1.1 รายละเอียดกิจกรรมและระยะเวลาการดำเนินงาน	3
ตาราง 4.1 เปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแต่ละแหล่งซากดึกดำบรรพ์ โดยใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (shannon-Wiener index)	42
ตาราง 4.2 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณจากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ หมวดหินห้วยหินลาด	43
ตาราง 5.1 รูปแบบ ชื่อวิทยาศาสตร์ และผู้ผลิตของมูลสัตว์โบราณ	53
ตาราง 5.2 มูลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์รูปแบบต่างๆที่ปรากฏในแต่ละช่วงอายุ	55



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 2.1 ลำดับชั้นหินและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของกลุ่มหินโคราช	7
ภาพประกอบ 2.2 ลักษณะความสัมพันธ์ของหมู่หินต่างๆ ในหมวดหินห้วยหินลาด	8
ภาพประกอบ 2.3 ความหลากหลายของซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่พบในกลุ่มหินโคราช	8
ภาพประกอบ 2.4 ภาพการจัดจำแนกของซากดึกดำบรรพ์อาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปนับตั้งแต่ช่องปากหรือระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่ายจนกระทั่งมีการขับของเสียออกมาจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตโดยแบ่งตามลักษณะวัสดุและการเกิด	10
ภาพประกอบ 2.5 การจัดจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมูลสัตว์โบราณรูปแบบต่างๆ โดย Hantzschel และคณะ (1968)	11
ภาพประกอบ 2.6 การจัดจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมูลสัตว์โบราณรูปแบบต่างๆ โดย Hunt and Lucas (2012b)	12
ภาพประกอบ 2.7 มูลสัตว์โบราณรูปแบบที่ไม่มีเกลียว (non-spiral coprolite)	13
ภาพประกอบ 2.8 ภาพลำไส้ที่มีลักษณะเป็นเกลียวแบบ <i>valvula voluta</i> (scroll valve) และเกลียวแบบ <i>spiralis spirali</i> (spiral valve)	13
ภาพประกอบ 2.9 ลักษณะมูลสัตว์โบราณรูปแบบที่มีเกลียว	14
ภาพประกอบ 2.10 ลักษณะมูลสัตว์โบราณกลุ่มมีเกลียวรูปแบบ heteropolar	15
ภาพประกอบ 2.11 การกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในช่วงยุคไทรแอสซิก	16
ภาพประกอบ 3.1 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ยุคไทรแอสซิก ในอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ	18
ภาพประกอบ 3.2 แผนที่ภูมิประเทศ ระวัง เชื้อนจุฬารณณ์ 5342 III	19
ภาพประกอบ 3.3 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยาแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยข้า	19
ภาพประกอบ 3.4 ลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยผาผึ้ง	20
ภาพประกอบ 3.5 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยขี้ต้ม	20
ภาพประกอบ 3.6 แผนที่ภูมิประเทศ ระวัง อำเภอกษัตริย์สมบูรณ์ 5341 I	21
ภาพประกอบ 3.7 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอุ่น	21
ภาพประกอบ 3.8 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำผุด	22
ภาพประกอบ 3.9 แหล่งซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์	23
ภาพประกอบ 3.10 ลำดับชั้นหินแหล่งซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์	23
ภาพประกอบ 3.11 แหล่งซากดึกดำบรรพ์วัดถ้ำวิมานนาคิน	24
ภาพประกอบ 3.12 การวัดขนาดของมูลสัตว์โบราณ	25
ภาพประกอบ 3.13 การนับจำนวนเกลียวของมูลสัตว์โบราณ	25
ภาพประกอบ 3.14 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ภายในมูลสัตว์โบราณโดยใช้เทคนิค thin section	26



ภาพประกอบ 3.15	การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ภายในมูลสัตว์โบราณโดยใช้เทคนิค thin section (ต่อ)	27
ภาพประกอบ 4.1	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1	29
ภาพประกอบ 4.2	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ A2	29
ภาพประกอบ 4.3	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ B1	30
ภาพประกอบ 4.4	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ B2	30
ภาพประกอบ 4.5	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ B3	31
ภาพประกอบ 4.6	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ C	32
ภาพประกอบ 4.7	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ D	32
ภาพประกอบ 4.8	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ E	33
ภาพประกอบ 4.9	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ F	33
ภาพประกอบ 4.10	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ G	34
ภาพประกอบ 4.11	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ H1	35
ภาพประกอบ 4.12	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ H2	35
ภาพประกอบ 4.13	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ H3	36
ภาพประกอบ 4.14	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ H4	37
ภาพประกอบ 4.15	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ H5	37
ภาพประกอบ 4.16	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I1	38
ภาพประกอบ 4.17	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I2	38
ภาพประกอบ 4.18	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I3	39
ภาพประกอบ 4.19	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ J1	39
ภาพประกอบ 4.20	มูลสัตว์โบราณรูปแบบ J2	40
ภาพประกอบ 4.21	กราฟแสดงสัดส่วนจำนวนมูลสัตว์โบราณในแต่ละแหล่งซากดึกดำบรรพ์	41
ภาพประกอบ 4.22	ซากดึกดำบรรพ์กระดูกที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ	45
ภาพประกอบ 4.23	ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ	46
ภาพประกอบ 4.24	ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ (ต่อ)	47
ภาพประกอบ 5.1	มูลสัตว์โบราณรูปแบบต่างๆ ที่พบในแหล่งซากดึกดำบรรพ์ หมวดหินห้วยหินลาด	52



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

นับตั้งแต่ประเทศไทยมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์กระดูกไดโนเสาร์ชิ้นแรกที่บ้านนาหว้า จังหวัดขอนแก่นในปี พ.ศ. 2516 ส่งผลให้ประเทศไทยกลายเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีความสำคัญทางด้านบรรพชีวินวิทยา จากการออกสำรวจและศึกษาของทีมวิจัยไทย-ฝรั่งเศส ทำให้ปัจจุบันมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) ชนิดใหม่เป็นจำนวนมากทั้งในยุคไทรแอสซิก (Triassic Period) จูแรสซิก (Jurassic Period) และครีเตเชียส (Cretaceous Period)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์มาอย่างต่อเนื่อง แต่พบว่าข้อมูลของซากดึกดำบรรพ์ในยุคไทรแอสซิกนั้นได้รับการศึกษาน้อยมาก ซึ่งเชื่อว่าซากดึกดำบรรพ์ในยุคนี้เป็นหลักฐานสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการของสัตว์มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลังในมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic Era) ดังนั้นการออกสำรวจและศึกษาซากดึกดำบรรพ์ยุคไทรแอสซิกของประเทศไทยจึงสามารถช่วยให้เข้าใจในเรื่องความหลากหลายและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทั้งในประเทศไทยและในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากรายงานการค้นพบและศึกษาชิ้นส่วนซากดึกดำบรรพ์ส่วนใหญ่ชิ้นนั้นเป็นกระดูกและฟัน ดังนั้นการมุ่งเน้นการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็กและร่องรอยดึกดำบรรพ์จึงเป็นการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งพบว่าการศึกษาของซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย (Trace Fossil) ของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีน้อยมาก มีเพียงรายงานการค้นพบรอยตีนไดโนเสาร์ในหมวดหินห้วยหินลาด หมวดหินพระวิหาร หมวดหินภูพาน หมวดหินโคกกรวด และมูลสัตว์โบราณในหมวดหินห้วยหินลาด (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ก)

มูลสัตว์โบราณนับว่าเป็นซากดึกดำบรรพ์กลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะซากดึกดำบรรพ์ส่วนใหญ่จะเป็นโครงร่างแข็ง เช่น กระดูก หรือฟัน แต่ในมูลสัตว์โบราณนั้นอาจพบโครงร่างอ่อนของสิ่งมีชีวิต หรือเศษอาหารที่สัตว์กินแล้วไม่ย่อยปนอยู่ ตัวอย่างที่พบได้แก่ สัตว์ขนาดเล็กหรือปลาทั้งตัว กระดูก เส้นขน เมล็ดพืช และเปลือกหอย (Jouy-Avantin, 2003) นอกจากนี้การศึกษาทางสัตววิทยาของมูลสัตว์โบราณสามารถบอกถึงช่วงอายุของการสะสมตัวของชั้นหินในอดีต รวมทั้งระบุถึงชนิดของผู้ผลิตได้จากสัตววิทยาที่หลากหลายของมูลซึ่งเกิดจากลักษณะลำไส้ของสิ่งมีชีวิต (Hunt et al., 2007)

ในเดือนพฤศจิกายนปี 2010 ทีมนักวิจัยไทย-ฝรั่งเศสจากศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (PRC) ทำการออกสำรวจศึกษาซากดึกดำบรรพ์ยุคไทรแอสซิก พบมูลสัตว์โบราณจำนวนมากถูกเก็บรักษาไว้ที่วัดถ้ำวิมานนาคน บ้านหนองหญ้าไก่อ อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ หลังจากนั้นทีมสำรวจได้ออกสำรวจบริเวณห้วยน้ำอุ่นและพื้นที่ใกล้เคียงในเดือนธันวาคมต่อมา Laojumphon และคณะ (2012) ทำการศึกษามูลสัตว์โบราณจากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอุ่น และพื้นที่ใกล้เคียง สามารถจัดจำแนกตามลักษณะสัตววิทยาได้ 7 รูปแบบ และพบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ *Liassocopors hawkinsi* และ *Sauropros bucklandi* โดยเป็นการค้นพบครั้งแรกใน



ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การค้นพบดังกล่าวได้สนับสนุนอายุของชั้นหินหมวดหินห้วยหินลาด อยู่ในช่วงปลายยุคไทรแอสซิก ต่อมาในปี 2013 ทีมนักวิจัยไทย-ฝรั่งเศสได้ทำการออกสำรวจศึกษาซากดึกดำบรรพ์ยุคไทรแอสซิก (คาร์เนียน-นอร์เรียน) ในหมวดหินห้วยหินลาด อำเภอกอนสารจังหวัดชัยภูมิ ทำให้พบแหล่งซากดึกดำบรรพ์อีกหลายแหล่ง โดยพบซากดึกดำบรรพ์ฉลาม ปลากระดูกแข็ง สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก รวมทั้งยังพบมูลสัตว์โบราณอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา ซึ่งควรมีการศึกษารายละเอียดและองค์ประกอบภายในของมูลสัตว์โบราณที่มีการค้นพบ เพื่อเติมเต็มข้อมูลที่ขาดหายไปให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาสัณฐานวิทยาของมูลสัตว์โบราณเพื่อใช้ในการจัดจำแนก
- 1.2.2 ศึกษาโครงสร้างและเศษซากสิ่งมีชีวิตภายในมูลสัตว์โบราณ
- 1.2.3 เพื่อจัดจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตมูล รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในช่วงปลายยุคไทรแอสซิกของประเทศไทย

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกมูลสัตว์โบราณและซากดึกดำบรรพ์ภายใน สามารถใช้ระบุกลุ่มของผู้ผลิตมูลรวมทั้งหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

จัดจำแนกมูลสัตว์โบราณจากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ในหมวดหินห้วยหินลาด อำเภอกอนสารจังหวัดชัยภูมิ จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่าง ศึกษาโครงสร้างภายในและเศษซากสิ่งมีชีวิตที่ย่อยไม่หมดในมูลสัตว์โบราณโดยใช้เทคนิค thin section เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบ และประยุกต์ใช้ในการศึกษาซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 พัฒนาความรู้เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ และสภาพแวดล้อมในยุคไทรแอสซิกให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
- 1.5.2 เข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต
- 1.5.3 สามารถจัดนิทรรศการเพื่อเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจสู่ชุมชน



1.6 ระยะเวลาการวิจัย

ตาราง 1.1 รายละเอียดกิจกรรมและระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม รายละเอียดการดำเนินการ	ระยะเวลา											
	2014		2015									
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. สำรวจพื้นที่เก็บข้อมูลและมูลสัตว์โบราณ												
2. จัดจำแนกและศึกษาโครงสร้างมูลสัตว์โบราณ												
3. ศึกษาและระบุชนิดซากดึกดำบรรพ์ที่พบในมูลสัตว์โบราณ												
4. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และตีพิมพ์												

1.7 อธิบายคำศัพท์เฉพาะ

1.7.1 Coprolite คือ ขongเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต มีขนาดตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร ขึ้นไปโดยส่วนใหญ่จะถูกผลิตโดยสัตว์มีกระดูกสันหลัง

1.7.2 Faecal pellets และ faecal string คือ ขongเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต มีขนาดน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

1.7.3 Thin section คือ การศึกษาโครงสร้างภายในซากดึกดำบรรพ์หรือหินด้วยการตัดเป็นแผ่นบางประมาณ 15-30 ไมโครเมตรและยัดติดกับกระจกสไลด์



บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 ธรณีวิทยาบริเวณที่ราบสูงโคราช

หินในช่วงมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic era) เริ่มตั้งแต่ ยุคไทรแอสซิก (Triassic Period) ซึ่งมีการสะสมตัวของหินดินดาน หินปูน และหินทราย ในสภาพแวดล้อมภาคพื้นสมุทร (Marine Environment) พบในบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคใต้ และบริเวณขอบที่ราบสูงโคราชบางส่วน ส่วนหินในช่วงยุคจูแรสซิก (Jurassic Period) ถึงยุคครีเทเชียส (Cretaceous Period) ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินกรวดมน โดยชั้นหินส่วนใหญ่มีสีแดง บ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมแบบภาคพื้นทวีป (Non-marine Environment) พบในบริเวณด้านตะวันตกของภาคเหนือ และในบางพื้นที่ของภาคตะวันตกตอนบนและครอบคลุมพื้นที่บริเวณที่ราบสูงโคราชทั้งหมด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเรียกว่า กลุ่มหินโคราช (Khorat Group) (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ข)

กลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ถูกตั้งชื่อโดย Ward และ Bunnag (1964) ซึ่งประกอบด้วย 7 หมวดหิน (จากอายุแก่ถึงอ่อน) ได้แก่ หมวดหินน้ำพอง (อายุเรเจียน) หมวดหินภูกระดึง หมวดหินพระวิหาร หมวดหินเสาขัว หมวดหินภูพาน หมวดหินโคกกรวด (อายุจูแรสซิกถึงครีเทเชียส) และหมวดหินไม่ตั้งชื่อหรือ หมวดหินนิรนาม (อายุครีเทเชียสถึงเทอร์เชียรีตอนต้น)

ในปีเดียวกัน Iwai และ Asama (1964) แบ่งหินชุดโคราชออกเป็น 6 หน่วย โดยรวมหมวดหินพระวิหารและเสาขัวเข้าด้วยกัน รวมทั้งได้ตั้งหมวดหินห้วยหินลาดขึ้นโดยมีที่ตั้งของชั้นหินอ้างอิงอยู่ที่ห้วยหินลาด อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น มีความหนาทั้งหมด 140 เมตร และได้ให้อายุของหมวดหินอยู่ในช่วงอายุเรเจียน จากหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ Neocalamites และต่อมา Konno และ Asama (1973) ได้เปลี่ยนอายุ Neocalamites ใหม่ หมวดหินห้วยหินลาดจึงมีอายุเป็นนอเรียน

Bunopas (1971) ตั้งชื่อหน่วยหินน้ำผาขึ้นใหม่โดยให้อยู่ลำดับชั้นที่ต่ำกว่าหมวดหินห้วยหินลาด และรวมหมวดหินน้ำพองและหมวดหินภูกระดึงเข้าด้วยกัน โดยให้ชื่อว่าหมวดหินภูกระดึง

Chonglakmani และ Sattayarak (1978) รวมหมวดหินน้ำผาเข้ากับหมวดหินห้วยหินลาด เรียกชื่อเป็นหมวดหินห้วยหินลาด นอกจากนี้ยังแบ่งหมวดหินห้วยหินลาดออกสองส่วนคือ หมวดหินตอนล่างและหมวดหินตอนบน ซึ่งมีความสัมพันธ์ไม่ต่อเนื่องกับหินยุคเพอร์เมียนที่รองรับอยู่ แต่ต่อเนื่องกับหมวดหินน้ำพองที่วางตัวปิดทับ (Chonglakmani and Sattayarak, 1978)

จากหลักฐานทางธรณีวิทยา และแนวรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง (Unconformity) หมวดหินที่วางตัวอยู่เหนือหมวดหินโคกกรวดและหมวดหินที่วางตัวอยู่ใต้หมวดหินภูกระดึง จึงถูกแยกออกจากกลุ่มหินโคราช ส่งผลให้ในปัจจุบันกลุ่มหินโคราชประกอบไปด้วย 5 หมวดหินที่วางตัวต่อเนื่องกัน ได้แก่ หมวดหินภูกระดึง, หมวดหินพระวิหาร, หมวดหินเสาขัว, หมวดหินภูพาน และหมวดหินโคกกรวด (Chonglakmani and Sattayarak, 1978), Racey, 2009; Racey and Godall, 2009) (ภาพประกอบ 2.1)



2.2 หมวดหินห้วยหินลาด (Huai Hin Lat Formation)

หมวดหินห้วยหินลาดเป็นหมวดหินล่างสุดของชั้นหินที่ตกตะกอนบนภาคพื้นทวีป ที่กระจายตัวอยู่มากในบริเวณขอบทางตะวันตกของที่ราบสูงโคราช ได้แก่บริเวณจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา โดยเริ่มแรก Iwai และคณะ (1966) ได้ตั้งชื่อหมวดหินนี้โดยมี ตำแหน่งชั้นหินแบบฉบับอยู่บริเวณห้วยหินลาด ซึ่งไหลผ่านทางหลวงหมายเลข 201 (เลย-ชุมแพ) บริเวณ ต่อมา Bunopas (1971) ได้พบ *estheria* sp. อายุ คาร์เนียน-นอเรียนที่บริเวณเขื่อนจุฬาภรณ์ จึงได้ตั้งหมวดหินน้ำผา (Nam Pha Formation) ขึ้นโดยให้วางตัวรองรับหมวดหินห้วยหินลาดเป็นหมวดหินล่างสุดของกลุ่มหินโคราช ต่อมา Chonglakmani และ Sattayarak (1978) ได้รวมหมวดหินนี้ให้เป็นหมวดหินห้วยหินลาด เนื่องจากมีลักษณะหินและการวางตัวลำดับชั้นหินที่เหมือนกัน และได้แบ่งหมวดหินห้วยหินลาดออกเป็น 5 หมู่หินจากอายุแก่ไปอายุน้อย (Chonglakmani และ Sattayarak, 1978; อนุวัชร ตริโรจนานนท์, 2555) ได้แก่

หมู่หินโพไฮ (Pho Hai Member) ประกอบด้วยหินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ หินทัพพี หินทรายและหินกรวดมนสีแดง นับเป็นหมู่หินล่างสุด

หมู่หินชำแคน (Sam Khaen Member) ประกอบด้วยหินกรวดมน หินทราย หินปูน เป็นหมู่หินล่างสุดในบริเวณที่ไม่มีหมู่หินโพไฮ

หมู่หินดาดฟ้า (Dat Fa Member) ประกอบด้วยหินดินดานสีเทา สีเทาดำ และสีดำ มีเศษซากไม้สลับกับหินปูนสีดำ

หมู่หินภูฮี (Phu Hi Member) ประกอบด้วยหินทราย หินดินดานสีเทา หินปูนสีเทา หินตะกอนสีแดง ในช่วงล่างมักจะมีหินกรวดมนขนาดเล็กด้วย

หมู่หินอีหม้อ (I Mo Member) ประกอบด้วยหินไดออไรต์ หินทัพพี หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ หินดินดาน หินทราย และหินปูนสีเทา

หมวดหินห้วยหินลาดสามารถแบ่งย่อยได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ลำดับชั้นหินส่วนบน และลำดับชั้นหินส่วนล่าง ลำดับชั้นหินส่วนล่างประกอบด้วยหินภูเขาไฟของหมู่หินโพไฮ และหินกรวดมนพื้นฐาน (Basal Conglomerate) ของหมู่หินกรวดมนชำแคน ลำดับชั้นหินส่วนบนบริเวณชั้นหินอ้างอิงบริเวณบ้านตากฟ้าและพื้นที่ใกล้เคียงสามารถแบ่งได้เป็น 2 หมู่หิน ได้แก่ หมู่หินดาดฟ้า และหมู่หินภูฮี จากกลางขึ้นบนตามลำดับ และในบางแห่งเช่นทางตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ลำดับชั้นหินส่วนบนประกอบด้วยหมวดหินตะกอนแทรกสลับกับ intermediate intrusive และหินภูเขาไฟ ซึ่งหินอัคนีดังกล่าวมีชื่อว่าหมู่หินอีหม้อ

ความหนาของหมวดหินห้วยหินลาดอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20-1,300 เมตร ซึ่งในบางบริเวณอาจไม่พบหมวดหินห้วยหินลาดอยู่เลย โดยกลุ่มหินโคราชจะเริ่มต้นจากหมวดหินน้ำผาอง เช่นบริเวณตะวันตกของจังหวัดหนองคาย และอุดรธานี กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในบริเวณที่ไม่พบการแผ่กระจายของหมู่หินโพไฮ โดยทั่วไปจะพบหมู่หินชำแคนวางตัวรองรับหมู่หินดาดฟ้า และถูกปิดทับโดยหมู่หินภูฮี ซึ่งในบางบริเวณอาจมีหมู่หินอีหม้อแทรก (ภาพประกอบ 2.2) เนื่องจากหมวดหินห้วยหินลาดมีลักษณะการสะสมตัวในแอ่งที่ไม่ใหญ่นัก บางครั้งมีลักษณะเป็นแอ่งปิด ทำให้ได้ตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบทะเลสาบ หรือจากแม่น้ำที่มีหินต้นกำเนิดอยู่เป็นระยะทางไม่ไกลนัก เกิดการสะสมตัวในภาวะแบบไม่มีออกซิเจน (Reducing Environment) ดังเช่นในบริเวณ บ้านห้วยสนามทราย



ตำบลโคกมน อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ พบหินโคลน และหินทรายแป้ง สีดำ สารเชื่อมประสานพวกคาร์บอน มีจุดแร่ไฟโรต์ขนาดเล็กมากฝังประอยู่ในเนื้อหิน (อนุวัชร ตรีโรจนานนท์, 2555)

หมวดหินห้วยหินลาดนั้นมียางงานการพบซากดึกดำบรรพ์พืช *Neocalamites* sp., *Equisetites* sp., *Clathropteris* cf. *meniscoides* และ *Pterophyllum* sp. (Iwai et al., 1966) นอกจากนี้ยังพบสปอร์และละอองเรณูของ *Ovalipollis luzensis*, *Cycadopites carpenticri*, *Alisporites* sp. *Zebrasporit fimbriatus*, *Camerosporites* sp., *Concavisporitse luzensis* และ *Verrucosporites* sp. ซึ่งมีอายุระหว่างคาร์เนียน-นอเรียน (Haile, 1973) และสัตว์มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ เต่า *Proganochelys ruchae* (Broin, 1984) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก *Cyclotosaurus* cf. *posthumus* frass สัตว์เลื้อยคลาน phytosaur , *Mystriosuchus* sp. (Buffetaut and Ingavat, 1982) และปลา *Ceratodus* cf. *szechuanensis* (Martin and Ingavat, 1982) (ภาพประกอบ 2.3) จากการศึกษการเรียงลำดับชั้นหิน ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบของหินและซากดึกดำบรรพ์ที่พบ ชั้นหินของหมวดหินห้วยหินลาดเกิดจากการสะสมตัวในที่ราบลุ่มเชิงเขา ภายใต้ภูมิประเทศที่ไม่ราบเรียบ ในภาวะภูมิอากาศที่ค่อนข้างร้อนชื้นและค่อยๆ เปลี่ยนเป็นกึ่งแห้งแล้ง (Slightly Humid to Semi-arid Conditions) (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ข)

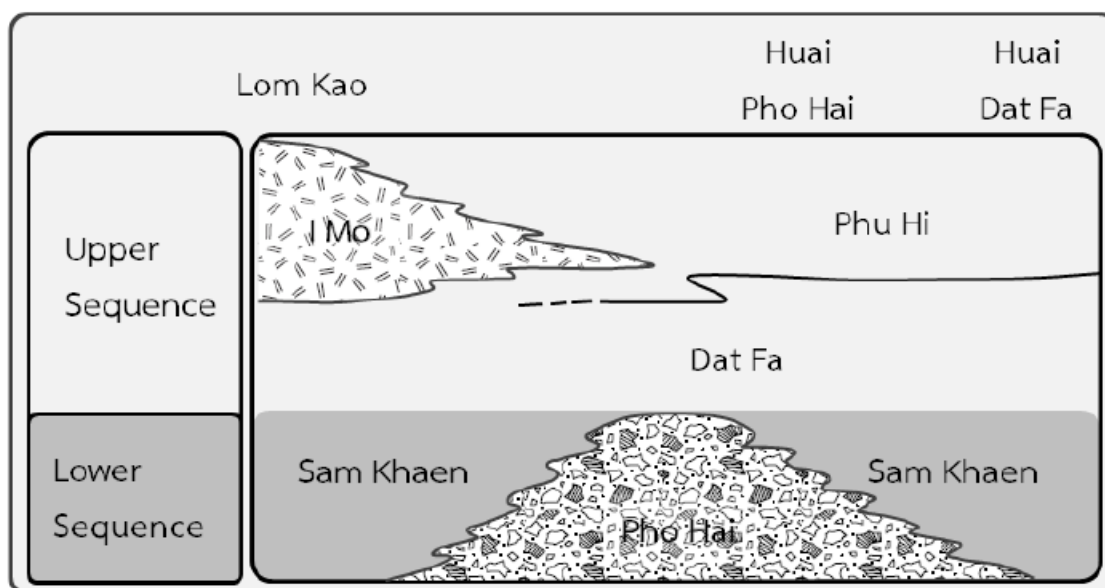


Age		Group	Formation	Key Events	Environment
TERT.			---?---?---?---	HIMALAYAN OROGENY Major uplift and erosion of >3km of sediment plus formation of long wavelength folds. 500 - 1500km left-lateral displacement and palaeomagnetic data indicate the Khorat Basin was located within Southern China (Sichuan)(see fig. 11).	Aeolian & Fluvial
CRETACEOUS	LATE		Phu Tok		Fluvial & Aeolian
		Albian-Cenomanian	Maha Sarakham	Rimmed and isolated intracontinental basin.	Hypersaline lake within an arid desert
	EARLY	Aptian	Khok Kruat	MID-CRETACEOUS EVENT Inversion, uplift and erosion plus initiation of Phu Phan Uplift to separate Khorat Basin in south from Sakon Nakhon Basin in north.	Fluvial to Paralic
			Phu Phan		Braided river system
			Sao Khua	Possible BARREMIAN-APTIAN EVENT suggested by palaeomagnetic data and marked erosion of Sao Khua Formation.	Alluvial floodplain
			Phra Wihan		Braided river system
			Phu Kradung		Lacustrine dominated alluvial floodplain
			Upper Nam Phong	'CIMMERIAN' EVENT (Indosinian III orogeny) Marked by Jurassic-Hiatus and unconformity along southern edge of Khorat Basin.	Fluvial braided and meandering rivers
	JURASSIC	?	Lower Nam Phong	INDOSINIAN II OROGENY Major uplift, erosion and peneplanation. Inversion of Triassic half-grabens.	Alluvial fans and floodplain (only seen in basin centre)
	LATE	Rhaetian	Un-named		
		Camian-Norian	Huai Hin Lat	Extension and half-graben development.	Lacustrine and fluvial with volcanics in lower part
PERMIAN	LATE	Saraburi	Hua Na Kham	INDOSINIAN I OROGENY (Late Permian-Mid Triassic) Major uplift, erosion and peneplanation.	Shallow marine
			Pha Nok Khao		

ที่มา: Racey (2009)

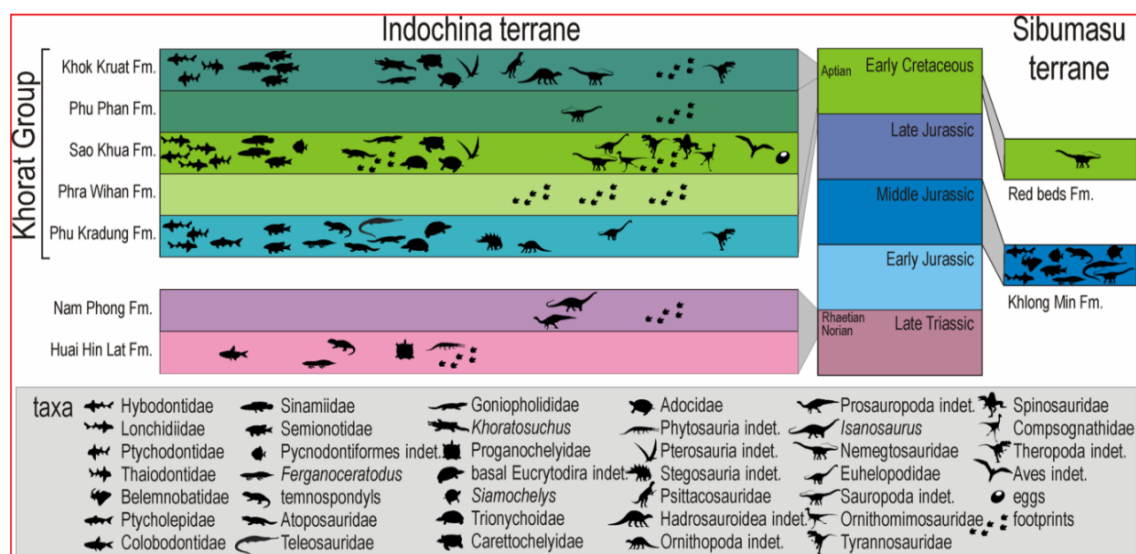
ภาพประกอบ 2.1 ลำดับชั้นหินและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของกลุ่มหินโคราช





ที่มา: Chonglakmani และ Sattayarak (อนุวัชร ตรีโรจนานนท์, 2555; อ้างอิงจาก Chonglakmani and Sattayarak, 1978)

ภาพประกอบ 2.2 ลักษณะความสัมพันธ์ของหินต่าง ๆ ในหมวดหินห้วยหินลาด



ที่มา: Cavin และคณะ (2003); Buffetaut และคณะ (2009)

ภาพประกอบ 2.3 ความหลากหลายของซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่พบในกลุ่มหินโคราช



2.3 ซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) และร่องรอยบรรพ์ชีวิน (Trace Fossil)

ซากดึกดำบรรพ์ หรือ ฟอสซิล (Fossil) หมายถึงซากของสิ่งมีชีวิตในอดีตที่อยู่ในชั้นหิน ซึ่งอาจกลายเป็นหินโดยกระบวนการทางธรณีวิทยาต่างๆ ทั้งทางกายภาพ ทางชีวภาพ ทางเคมี หรืออาจยังคงสภาพเป็นซากจริงอยู่โดยไม่เปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (วัฒนา ต้นเสถียร, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

ร่องรอยบรรพ์ชีวิน (Trace Fossil) คือซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นร่องรอยซึ่งเกิดจากการกระทำของสัตว์ในขณะที่ยังมีชีวิตอยู่และถูกเก็บรักษาไว้ในชั้นหินได้แก่ การเดิน วิ่ง คลาน คืบ เลื้อย ไถล่าเหยื่อ หาอาหาร แทะ กัด พักอาศัย หนีภัย พักหลบภัย ขุดรู เจาะรู รูที่สัตว์เจาะเข้าไปในวัตถุแข็ง เช่น เปลือกหอยและเนื้อไม้ รวมทั้งร่องรอยรังที่วางไข่ของสัตว์ และรอยรากพืชที่แทงซอนลงในชั้นดิน ตลอดจนสิ่งมีชีวิตขุดย้ายออกมา เนื่องจากส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมของสัตว์ จึงมักเรียกว่าร่องรอยบรรพ์ชีวิน โดยจัดเป็นโครงสร้างหินชีวภาพ (biogenic structure) แต่ไม่ได้รวมถึงร่องรอยต่างๆ ที่เกิดขึ้นหลังจากที่สิ่งมีชีวิตนั้นตายลง แล้วถูกน้ำหรือลมพัดพาไปให้ครูดเกเป็นรอยต่างๆ และไม่รวมถึงลักษณะที่เกิดจากการที่สัตว์นั้นเติบโตพอกพูนขึ้นมาเป็นโครงสร้างต่างๆ (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ก; วัฒนา ต้นเสถียร, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

คอปโพรไลต์ (Coprolite) หรือมูลสัตว์โบราณ หมายถึงมูลของสิ่งมีชีวิตที่กลายเป็นหินหรือซากดึกดำบรรพ์ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2544) ซึ่งเกิดจากคำศัพท์ภาษากรีกคำว่า “Kopros” หมายถึงมูลสัตว์หรือมูลของสิ่งมีชีวิต และคำว่า “lithos” หมายถึงหิน โดยส่วนใหญ่แล้วมูลสัตว์โบราณจะมีความยาวมากกว่า 10 มิลลิเมตร และสัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นผู้ผลิต ในกรณีที่มูลสัตว์เป็นเม็ดขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตรจะถูกเรียกว่า Faecal pellets หรือ faecal string (Benton and Harper, 1997)

มูลสัตว์โบราณส่วนใหญ่เป็นสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟต มีสีน้ำตาลหรือสีดำ อาจพบเศษอาหารที่ไม่สามารถย่อยหรือย่อยไม่หมดอยู่ภายในเช่น กระดูก ฟัน เศษชิ้นส่วนแมลง เส้นผมหรือขน เปลือกหอยหรือกระดอง เมล็ดพืช และหิน (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ก; Jouy-Avantin, 2003)

นอกจากนี้ยังมีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับมูลสัตว์โบราณซึ่งสามารถแยกตามวัสดุและกระบวนการเกิดได้ดังนี้ (Hunt *et al.*, 2012 a) (ภาพประกอบ 2.4)

Bromalite คือ ซากดึกดำบรรพ์อาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปนับตั้งแต่ช่องปากกระเพาะทางเดินอาหาร และระบบขับถ่ายจนกระทั่งมีการขับของเสียออกมาจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต

Consumulite คือ อาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคและกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต

Demalite คือ เศษชิ้นส่วนโครงร่างหรือกระดูกของเหยื่อที่กลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตผู้ล่า

Regurgatilitite คือ ซากดึกดำบรรพ์สิ่งที่มีชีวิตบริโภคเข้าไปนับตั้งแต่ช่องปากไปจนถึงระบบทางเดินอาหารจากนั้นถูกขย้อนหรือคายออกมาทางปาก

Purgolite คือ ซากดึกดำบรรพ์สิ่งที่มีชีวิตบริโภคเข้าไปนับตั้งแต่ช่องปากไปจนถึงระบบทางเดินอาหารจากนั้นถูกขย้อนหรือคายออกมาทางปากที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

Ekrhexalite คือ ซากดึกดำบรรพ์เศษกากอาหารที่สิ่งมีชีวิตกลืนเข้าไปในกระเพาะและถูกขย้อนออกมาทางปาก



Ejectalite คือ ซากดึกดำบรรพ์ที่สิ่งมีชีวิตกัดหรือเคี้ยวภายในปากของสิ่งมีชีวิตและถูกคายออกมา

Oralite คือ ซากดึกดำบรรพ์เศษกากอาหารที่อยู่ภายในปากของสิ่งมีชีวิต

Gastrolite คือ หินขนาดเล็กที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร

Esophagolite คือ ซากดึกดำบรรพ์เศษกากอาหารที่อยู่ในหลอดอาหารของสิ่งมีชีวิต

Intestinelite คือ ซากดึกดำบรรพ์มูลสัตว์ที่อยู่ในลำไส้สิ่งมีชีวิต

Cololite คือ กลุ่มซากดึกดำบรรพ์มูลสัตว์ที่ยังอยู่ในระบบขับถ่ายและที่ถูกขับออกจากร่างกายแล้ว

Enterospira คือ ซากดึกดำบรรพ์มูลสัตว์ที่ยังไม่ถูกขับออกจากร่างกาย

Evisceralite คือ ซากดึกดำบรรพ์มูลสัตว์ที่ถูกขับออกจากร่างกายแล้ว

Latrinite คือ ซากดึกดำบรรพ์มูลสัตว์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

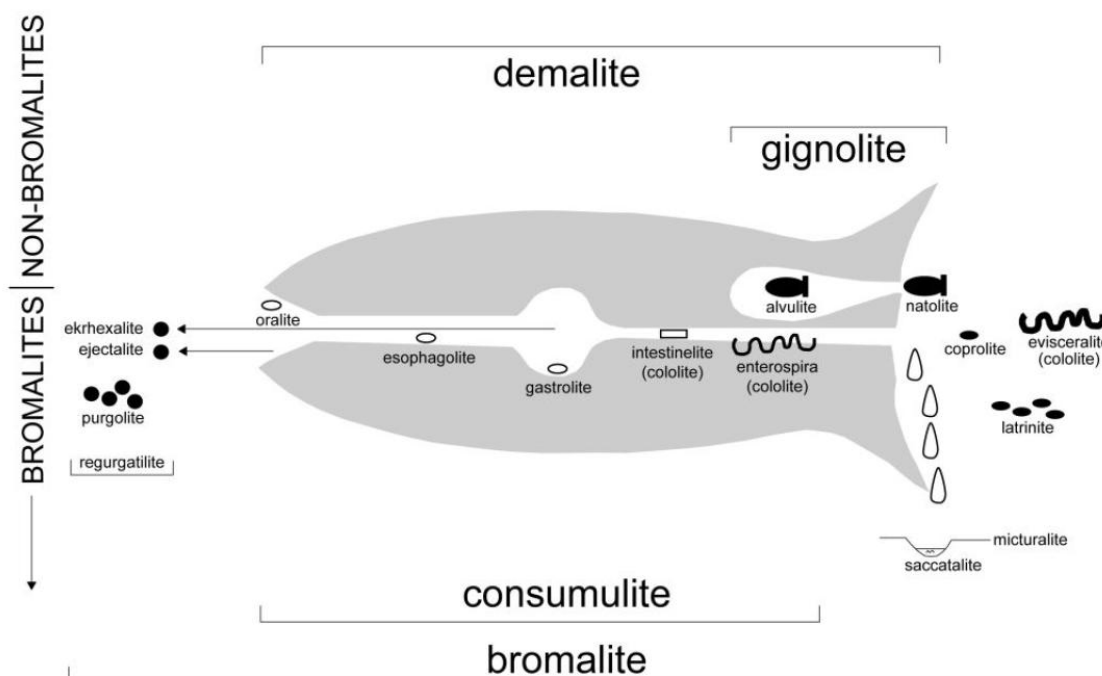
Saccatalite คือ ซากดึกดำบรรพ์ของเสียที่เป็นของเหลวหรือปัสสาวะที่ถูกขับออกมาจากร่างกาย

Micturalite คือ ร่องรอยซากดึกดำบรรพ์ของปัสสาวะหรือของเสียที่สิ่งมีชีวิตขับออกจากร่างกาย

Gignolite คือ กลุ่มซากดึกดำบรรพ์ของระบบสืบพันธุ์

Alvulite คือ ซากดึกดำบรรพ์ตัวอ่อนที่อยู่ในระบบสืบพันธุ์

Natolite คือ ซากดึกดำบรรพ์ตัวอ่อนที่อยู่ในระยะช่วงขั้นตอนการเกิด

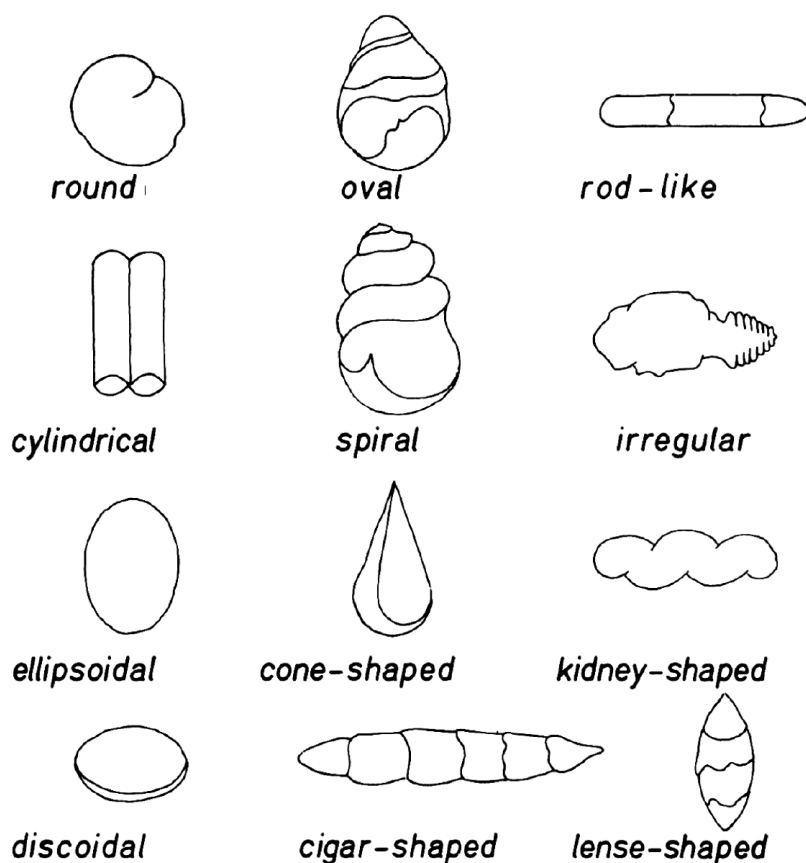


ภาพประกอบ 2.4 ภาพการจัดจำแนกซากดึกดำบรรพ์อาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปนับตั้งแต่ช่องปากหรือระบบทางเดินอาหาร และระบบขับถ่ายจนกระทั่งมีการขับของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตโดยแบ่งตามลักษณะวัสดุและกระบวนการเกิด



2.4 สันฐานวิทยาและการจัดจำแนกมูลสัตว์โบราณ

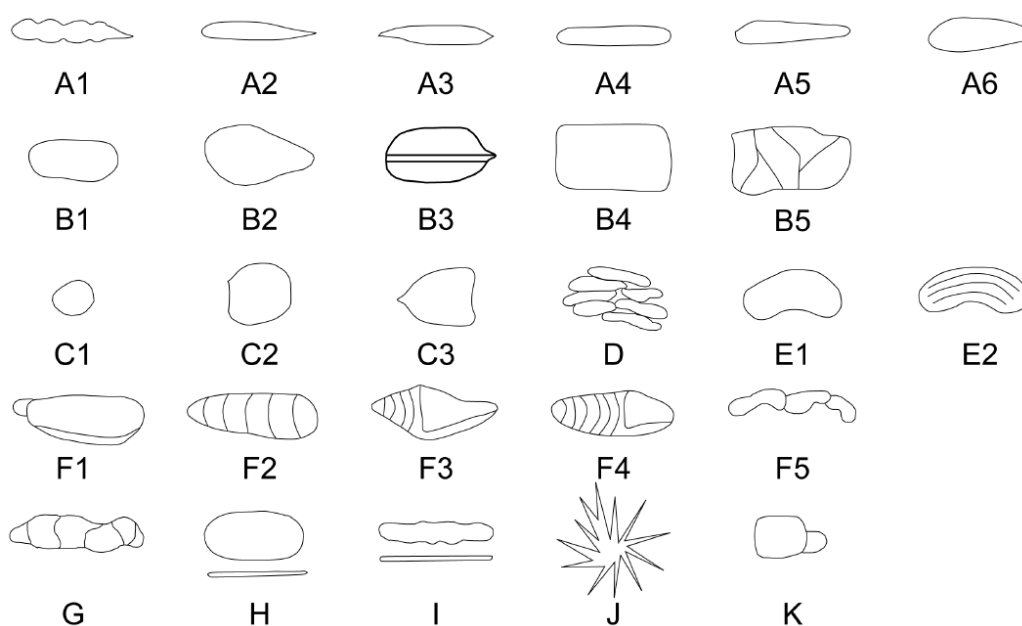
ลักษณะทางสันฐานวิทยาที่แตกต่างกันของมูลสัตว์โบราณ (ขนาด ลักษณะผิวนอก สี รวมทั้ง ซากสิ่งมีชีวิตที่ย่อยไม่หมด) เกิดจากกระบวนการขับถ่ายซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเป็นผู้ผลิต (Hunt and Lucas, 2012 b) โดยลักษณะลำไส้และช่องขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดส่งผลให้มูลมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันออกไป เช่น รูปทรงกลม (Round) รูปทรงไข่ (Oval) รูปทรงกลมยาว (Rod-like) รูปทรงกระบอก (Cylindrical) รูปทรงเกลียว (Spiral) รูปทรงไม่แน่นอน (Irregular) รูปทรงกลมรี (Ellipsoidal) รูปทรงกรวย (Cone-shaped) รูปทรงยาวคดเคี้ยว (Kidney-shaped) รูปทรงแบนคล้ายจาน (Discoidal) รูปทรงซิการ์ (Cigar-shaped) และรูปทรงเลนส์ (Lense-shaped) (Hantzschel *et al.*, 1968) (ภาพประกอบ 2.5) อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งมูลสัตว์โบราณตามลักษณะสันฐานวิทยาได้เป็นสองกลุ่มหลักคือ รูปแบบที่ไม่มีเกลียว (Non-spiral Coprolite) และรูปแบบที่มีเกลียว (Spiral Coprolite) (Hunt and Lucas, 2012b)



ที่มา: Hantzschel และคณะ (1968)

ภาพประกอบ 2.5 การจัดจำแนกลักษณะทางสันฐานวิทยาของมูลสัตว์โบราณรูปแบบต่างๆ





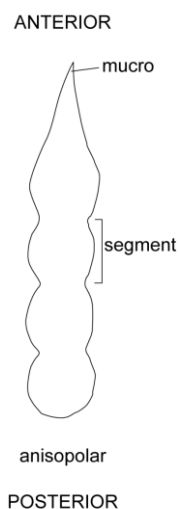
ที่มา: Hunt และ Lucas (2012b)

ภาพประกอบ 2.6 การจัดจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมูลสัตว์โบราณรูปแบบต่างๆ

2.4.1 มูลสัตว์โบราณรูปแบบที่ไม่มีเกลียว Non-spiral coprolite

มูลสัตว์โบราณรูปแบบที่ไม่มีเกลียวส่วนใหญ่จะมีรูปทรงกระบอกยาวและส่วนปลายกลมมน ซึ่งสัตว์มีกระดูกสันหลังจำนวนมากที่สามารถผลิตมูลสัตว์โบราณรูปแบบนี้ (Hunt and Lucas, 2012 b) จากการศึกษาของ Thulborn (1991) พบว่ามูลสัตว์โบราณที่ไม่มีเกลียวจะมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง ส่วนใหญ่มีลักษณะโค้งเป็นวง หรือเป็นกอนกึ่งวงหรือเป็นรูปวงรี อาจจะเป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งชิ้น หรือมีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละส่วน ซึ่งเป็นผลจากการที่มูลสัตว์ถูกบีบรัดขณะที่เคลื่อนที่ผ่านลำไส้ ตัวอย่างเช่น Anisopolar ซึ่งเป็นส่วนต้นของมูลสัตว์ที่ออกมาจากรูทวารจะมีลักษณะกลมขนาดใหญ่ และส่วนปลายของมูลสัตว์ (Mucro) จะมีลักษณะแหลมเรียวเกิดจากการบีบรัดและปิดของหูรูดทวาร (ภาพประกอบ 2.7)



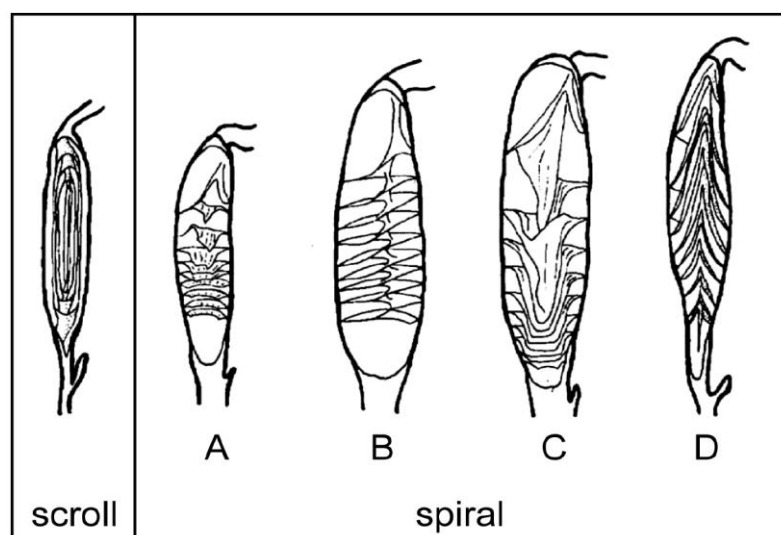


ที่มา: Hunt และ Lucas (2012b)

ภาพประกอบ 2.7 มวลสัตว์โบราณรูปแบบที่ไม่มีเกลียว (non-spiral coprolite)

2.4.2 มวลสัตว์โบราณแบบที่มีเกลียว Spiral coprolite

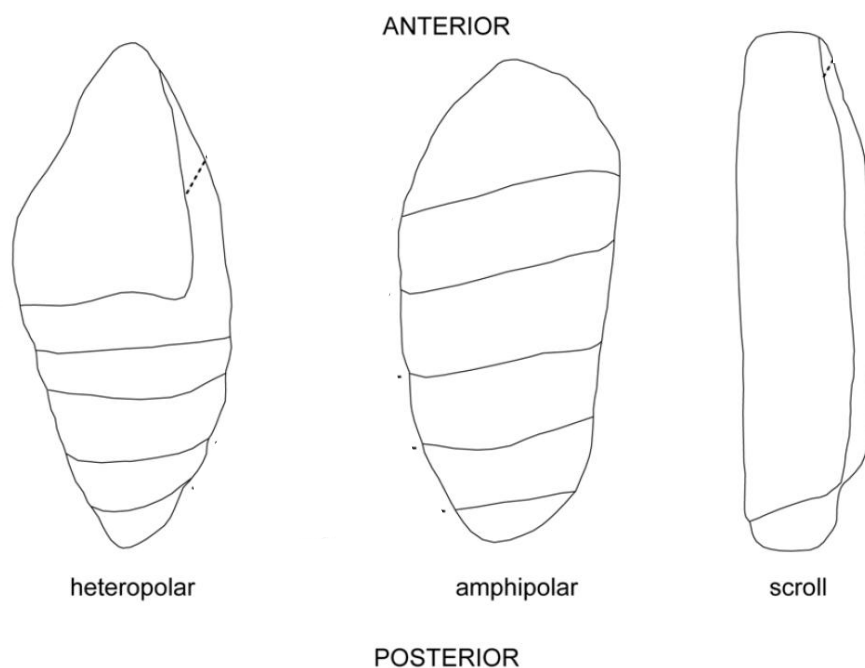
มวลสัตว์โบราณแบบที่มีเกลียวถูกบรรยายครั้งแรกโดย Buckland (1829) เกิดจากลักษณะลำไส้ที่เป็นเกลียวของสิ่งมีชีวิต (ภาพประกอบ 2.8) (Thulborn, 1991) จากการศึกษาของ Mcallister (1985) พบว่าเกลียวมีลักษณะคล้ายริบบิ้นขดเป็นเกลียวรอบแกนกลาง ทำมุมเอียงเล็กน้อยจากวงในและขยายใหญ่ออกมาเมื่อถึงวงนอก โดยสามารถแบ่งตามลักษณะเกลียวได้คือ เกลียวแบบ scroll, amphipolar และ heteropolar (ภาพประกอบ 2.9)



ที่มา: Hunt และ Lucas (2012 b)

ภาพประกอบ 2.8 ภาพลำไส้ที่มีลักษณะเป็นเกลียวแบบ *valvula voluta* (scroll valve) และ A-D เกลียว แบบ *spiralis spirali* (spiral valve)





ที่มา: Hunt และ Lucas (2012 b)

ภาพประกอบ 2.9 ลักษณะมูลสัตว์โบราณรูปแบบที่มีเกลียว

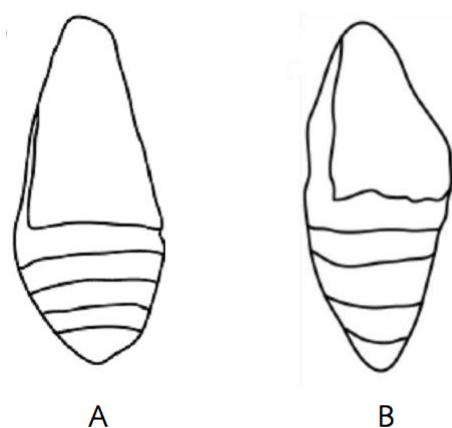
Scroll เป็นลักษณะที่พบได้ค่อนข้างยาก โดยมีลักษณะสำคัญคือมีเกลียวในแนวยาว ซึ่งเกิดจากลำไส้แบบ Scroll valve และมีสัตว์กินซากเป็นผู้ผลิต (Detritus Feeder)

Amphipolar คือ ลักษณะที่บริเวณส่วนท้าย (Posterior) มีเกลียวมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ตามความยาว

Heteropolar คือ ลักษณะที่บริเวณส่วนท้าย (Posterior) มีเกลียวน้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ตามความยาว ซึ่งสามารถแยกออกได้อีก 2 รูปแบบ ได้แก่

1. microspiral heteropolar เป็นลักษณะของมูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวบริเวณด้านท้ายน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ตามความยาว (ภาพประกอบ 2.10 A)
2. macrospiral heteropolar เป็นลักษณะของมูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวบริเวณด้านท้ายตั้งแต่ 50-75 เปอร์เซ็นต์ตามความยาว (ภาพประกอบ 2.10 B)



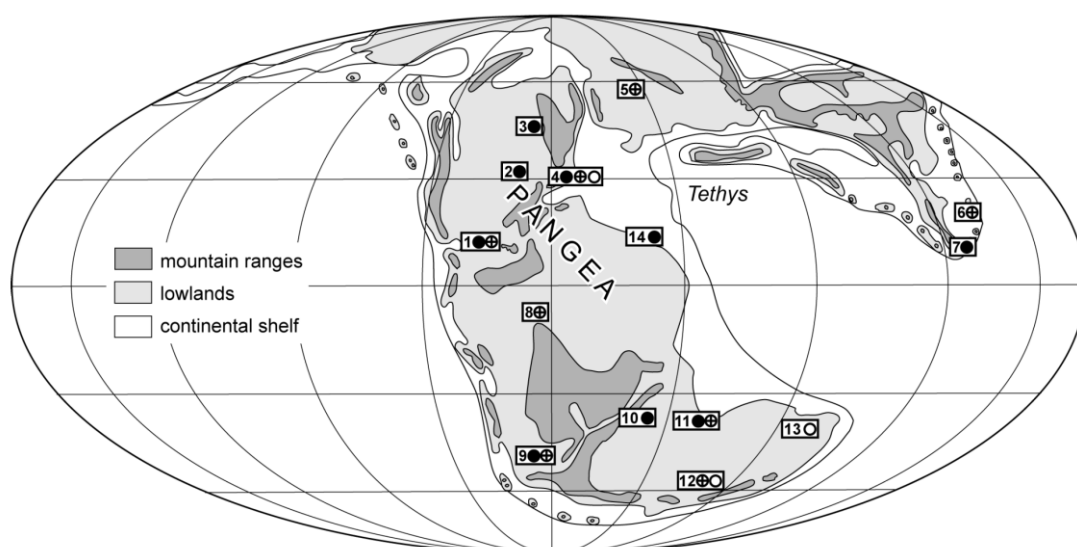


ภาพประกอบ 2.10 ลักษณะมูลสัตว์โบราณกลุ่มมีเกลียวรูปแบบ heteropolar (Hunt *et al.*, 2007)
A: เกลียวแบบ microspiral heteropolar, B: เกลียวแบบ macrospiral heteropolar

2.5 การกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในยุคไทรแอสซิก

Hunt และคณะ (2013) ศึกษาการกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในยุคไทรแอสซิก พบว่าการกระจายตัวทั่วโลกทั้งหมด 14 แหล่ง โดยมูลสัตว์โบราณในช่วงต้นยุคไทรแอสซิกนั้นมีขนาดค่อนข้างเล็กและพบเพียง 3 แหล่งได้แก่ ทวีปยุโรป ออสเตรเลีย และแอฟริกาใต้ จากนั้นเริ่มมีการกระจายตัวไปทั่วโลกในช่วงกลางยุคไทรแอสซิก พบทั้งหมด 8 แหล่งได้แก่ ด้านตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ, ด้านตะวันตกและภาคกลางของยุโรป, รัสเซีย, จีน, บราซิล, อาร์เจนตินา, อินเดีย และแอฟริกาใต้ ในขณะที่มูลสัตว์โบราณในช่วงปลายยุคไทรแอสซิกนั้นมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และพบ 9 แหล่งได้แก่ ด้านตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ, ด้านตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือ, เกาะกรีนแลนด์, ด้านตะวันตกและภาคกลางของยุโรป, ไทย, อาร์เจนตินา, มาดากัสการ์, อินเดีย และมอริสเชีย (ภาพประกอบ 2.11)





ภาพประกอบ 2.11 การกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในช่วงยุคไทรแอสซิก

- 1: ด้านตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ, 2: ด้านตะวันออกทวีปอเมริกาเหนือ,
- 3: เกาะกรีนแลนด์, 4: ด้านตะวันตกและภาค กลางของยุโรป,
- 5: รัสเซีย, 6: จีน, 7: ไทย, 8: บราซิล, 9: อาร์เจนติน่า, 10: มาดาร์กัสการ์
- 11: อินเดีย, 12: แอฟริกาใต้, 13: ออสเตรเลีย, 14: โมร็อกโก, สัญลักษณ์;
- ⊕: ช่วงต้นยุค ไทรแอสซิก ○: ช่วงกลางยุคไทรแอสซิก ●: ช่วงปลายยุค
- ไทรแอสซิก (Hunt *et al.*, 2013)

นอกจากนี้ Hunt และคณะ (2007) พยายามจำแนกมูลสัตว์โบราณและตั้งชื่อตามหลักทางวิทยาศาสตร์ พบว่าสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันของมูลสัตว์โบราณในยุคไทรแอสซิกสามารถระบุช่วงอายุการสะสมตัวของตะกอนได้ ดังนี้

ยุคเพอร์เมียน (Permian Period) พบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ

1. *Hyronocopros amphipolar*
2. *Heteropolacopros texaniensis*

ช่วงต้นยุคไทรแอสซิก (Early Triassic Period) พบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ

1. *Hyronocopros amphipolar*
2. *Alococopros triassicus*

ช่วงกลางยุคไทรแอสซิก (middle Triassic Period) พบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ

1. *Alococopros triassicus*
2. *?Liassocopros sp.*

ช่วงปลายยุคไทรแอสซิก (Late Triassic Period) พบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ

1. *Heteropolacopros texaniensis*
2. *Alococopros triassicus*
3. *Dicynodontocopros maximus*



4. *Malericopros matleyi*
 5. *Liassocopros hawkinsi*
 6. *Sauropros bucklandi*
- ช่วงต้นยุคจูแรสสิก (Early Jurassic Period) พบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ
1. *Liassocopros hawkinsi*
 2. *Sauropros bucklandi*

2.6 การกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในประเทศไทย

Srisuk (2001) ศึกษามูลสัตว์โบราณในหมวดหินเสาขัว ปลายยุคครีเทเชียส ที่แหล่งซากดึกดำบรรพ์ภูน้อย อำเภอส่องดาว จังหวัดสกลนคร สามารถแบ่งลักษณะสัญญาณวิทยาของมูลสัตว์โบราณออกได้เป็น 7 รูปแบบได้แก่

- 1) รูปทรงแบบแพนเค้ก (Pancake Shape)
- 2) รูปทรงกลมยาว (Elongate-rounded Shape)
- 3) รูปทรงบุหรีซ์การ์แบบที่ 1 (Cigar Shape I)
- 4) รูปทรงบุหรีซ์การ์แบบที่ 2 (Cigar Shape II)
- 5) รูปทรงเพชร (Diamond-shape)
- 6) รูปทรงไม่แน่นอน (Amorphous Shape)
- 7) รูปทรงลิ้น (Tongue Shape)

จากการศึกษาพบว่ารูปแบบที่ 1-5 เกิดจากจากสัตว์ที่กินปลาเป็นอาหาร (Fish-eater) รูปแบบที่ 6 เกิดจากสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร (Plant-eater) และรูปแบบที่ 7 อาจเป็นมูลของไดโนเสาร์พวกกินพืชเนื่องจากมีขนาดใหญ่ ซึ่งจากลักษณะทางสัญญาณวิทยาของมูลสัตว์โบราณและการเก็บรักษาที่ค่อนข้างสมบูรณ์สามารถระบุได้ว่าสภาพการสะสมตัวของตะกอนบริเวณภูน้อยในอดีตเป็นแบบ semi-aquatic

Laojumpon และคณะ (2012) ศึกษามูลสัตว์โบราณในหมวดหินห้วยหินลาด ปลายยุคไทรแอสสิก ที่แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอุ่นและวัดถ้ำวิมานนาคน บ้านหนองหญ้าไก่อ ตำบลทุ่งลุยลาย อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ สามารถจัดจำแนกได้ทั้งหมด 7 กลุ่มตามลักษณะสัญญาณวิทยาและซากดึกดำบรรพ์ที่พบบริเวณผิวนอก พบว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มที่ไม่มีเกลียว 3 รูปแบบซึ่งพบทั่วไปในสัตว์มีกระดูกสันหลัง และกลุ่มมีเกลียว 4 รูปแบบซึ่งอาจถูกผลิตโดย ฉลาม และปลาปอด นอกจากนี้ยังสามารถจัดจำแนกมูลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ *Liassocopros hawkinsi* และ *Sauropros bucklandi* นับเป็นการค้นพบครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และสนับสนุนอายุของชั้นหินหมวดหินห้วยหินลาดจัดอยู่ในช่วงคาร์เนียน-นอร์เรียน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

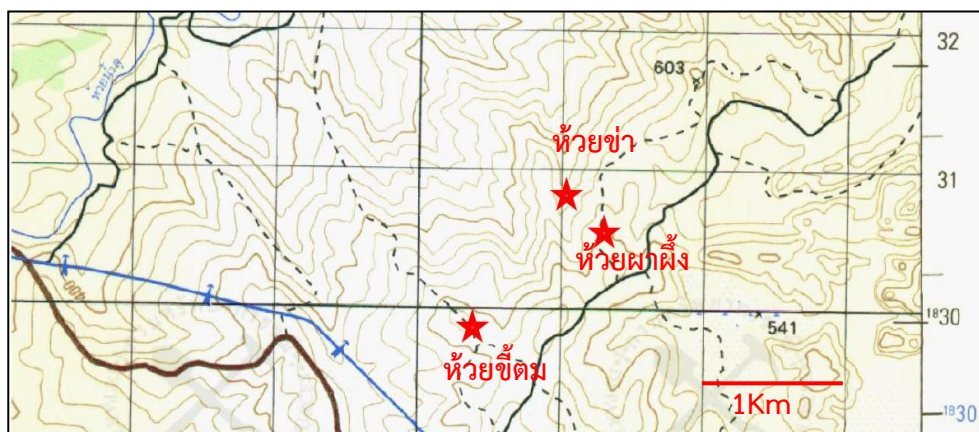
จากการออกภาคสนามและสำรวจชั้นหินในยุคไทรแอสซิกในอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ พบพื้นที่ที่มีการสะสมตัวของมูลสัตว์โบราณ จำนวน 7 แหล่ง ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ ระบุว่าเขื่อนจุฬาภรณ์ 5342 III (แอ่งสะสมตะกอนน้ำพรม) ประกอบด้วย แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยข้า ห้วยผาผึ้ง และห้วยซั้ตม ในขณะที่กลุ่มที่อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ 5341 I (แอ่งสะสมตะกอนห้วยกุ่ม) ประกอบด้วย แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยระวางน้ำอุ่น ห้วยน้ำผุด บัวสวรรค์ และวัดถ้ำวิมานนาคิน



ภาพประกอบ 3.1 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ยุคไทรแอสซิก ในอำเภอกอนสารจังหวัดชัยภูมิ

3.1.1 กลุ่มที่อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศระบุว่าเขื่อนจุฬาภรณ์ 5342 III ประกอบด้วย 3 แหล่ง ได้แก่ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยข้า ห้วยผาผึ้ง และห้วยซั้ตม





ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2540)

ภาพประกอบ 3.2 แผนที่ภูมิประเทศ ระวังเขื่อนจุฬาภรณ์ 5342 III

3.1.1.1 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยข่า; Huai Kha (CY6)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษามีลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นป่าไผ่ ชั้นที่พบซากดึกดำบรรพ์เกิดจากการกัดเซาะของลำน้ำเป็นลานแผ่นหินปูน ประกอบด้วย หินทรายแป้ง และหินทรายสีน้ำตาล มีสารเชื่อมประสานแคลเซียมคาร์บอเนต แทรกสลับกับหินปูนสีเทาดำ

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: ในพื้นที่สำรวจนี้ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง พบเพียงมูลสัตว์โบราณซึ่งส่วนใหญ่ไม่สมบูรณ์และติดอยู่ในแผ่นหิน



ภาพประกอบ 3.3 ลักษณะทางภูมิศาสตร์และธรณีวิทยาแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยข่า

3.1.1.2 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยผาผึ้ง; Huai Pha Pheung (CY2)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และ ธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ผาผึ้ง พื้นที่โดยรอบถูกปกคลุมด้วยป่าไผ่ บริเวณชั้นที่พบซากดึกดำบรรพ์เกิดจากน้ำกัดเซาะชั้นหินใน ห้วยผาผึ้ง ประกอบด้วยหินทรายแป้งสีน้ำตาล แทรกสลับกับหินทรายสีน้ำตาลแดง และหินปูนสีเทาดำ



ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: พบมูลสัตว์โบราณ และซากดึกดำบรรพ์ปลากระดูกแข็งที่ค่อนข้างสมบูรณ์ทั้งกะโหลกและส่วนเกล็ด

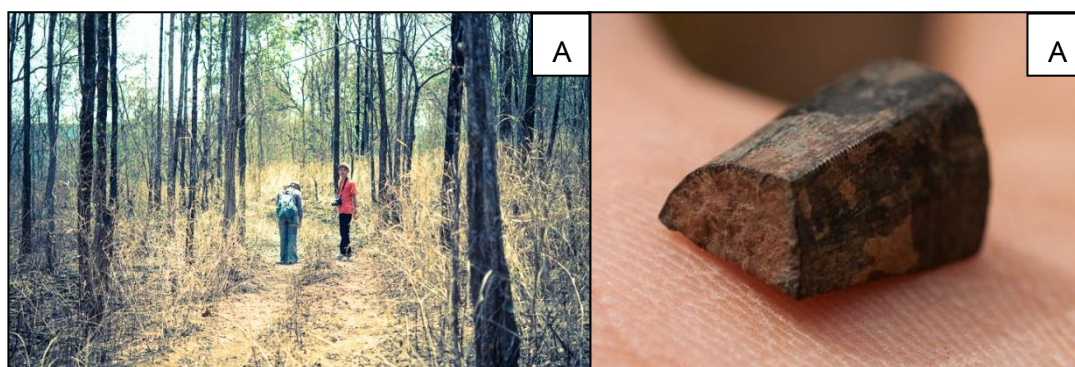


ภาพประกอบ 3.4 ลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยผาผึ้ง

3.1.1.3 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยขี้ตม; Huai Khi Thom (CY3)

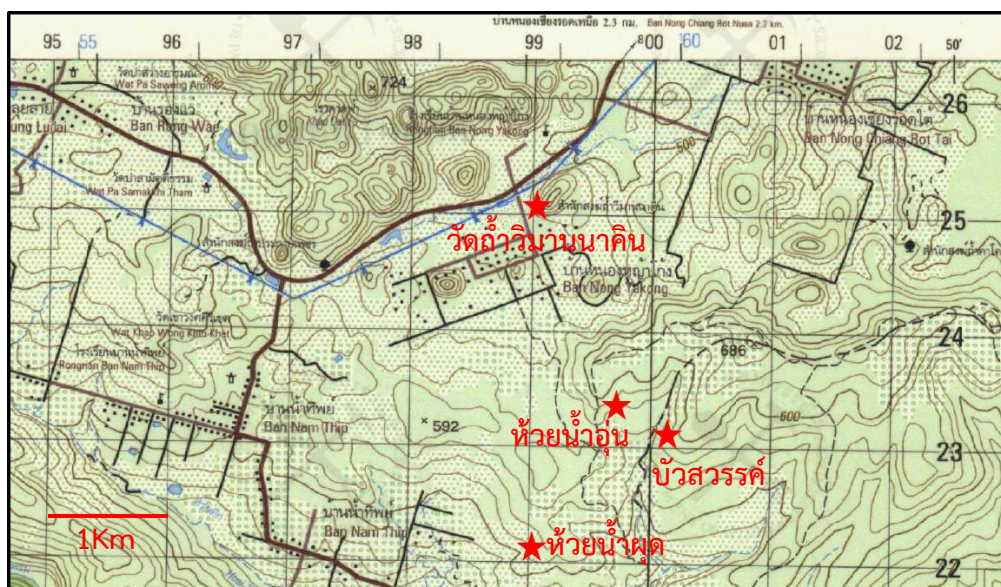
ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษามีลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นป่าต้นเพ็กสลับกับต้นไม้ใหญ่ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบส่วนใหญ่อยู่บริเวณผิวดินซึ่งเกิดจากการชะล้างหรือกัดกร่อนของน้ำ ทำให้ไม่พบชั้นหินที่มีการสะสมตัวที่แท้จริงของซากดึกดำบรรพ์

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในแหล่งห้วยขี้ตมนั้นแตกหักเสียหายเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ มูลสัตว์โบราณ ฟันของสัตว์เลื้อยคลานกลุ่มอาร์โคซอร์ และเศษกระดูกแตกหัก



ภาพประกอบ 3.5 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยขี้ตม A: ลักษณะทางภูมิศาสตร์, B: ฟันของสัตว์เลื้อยคลานกลุ่มอาร์โคซอร์

3.1.2 กลุ่มที่อยู่แผนที่ภูมิประเทศระหว่างเขื่อนจุฬาภรณ์ 5341 I ประกอบด้วย 4 แหล่ง ได้แก่ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอุ่น บัวสวรรค์ ห้วยน้ำผุด และวัดถ้ำวิมานนาคนิ



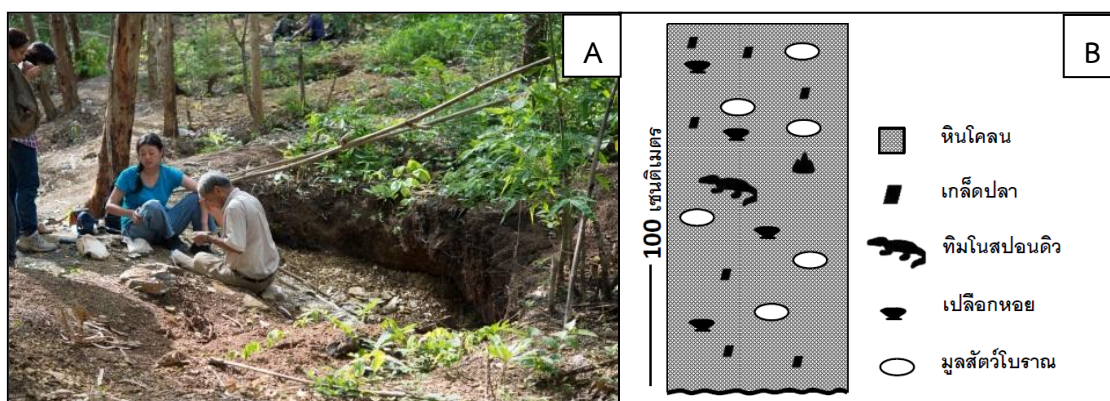
ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2540)

ภาพประกอบ 3.6 แผนที่ภูมิประเทศ ระหว่างอำเภอเกษตรสมบูรณ์ 5341 I

3.1.2.1 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอูน (Huai Nham Un ; CY1)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และ ธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นพื้นที่หินโผล่เล็กๆ บนภูเขา Laojumpon และคณะ (2007) ได้รายงานว่าชั้นหินมีลักษณะเป็นหินโคลนเนื้อปูนสีเทา หนามากกว่า 100 เซนติเมตร แทรกด้วยก้อนกรวด

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: พบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากกระจายอยู่ในหินโคลนเนื้อปูนสีเทา เช่น เกล็ดปลา หอยสองฝาขนาดเล็ก ฟันปลาฉลามน้ำจืด กระดูกสันหลังสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และมูลสัตว์โบราณจำนวนมาก (Laojumpon *et al.*, 2007)

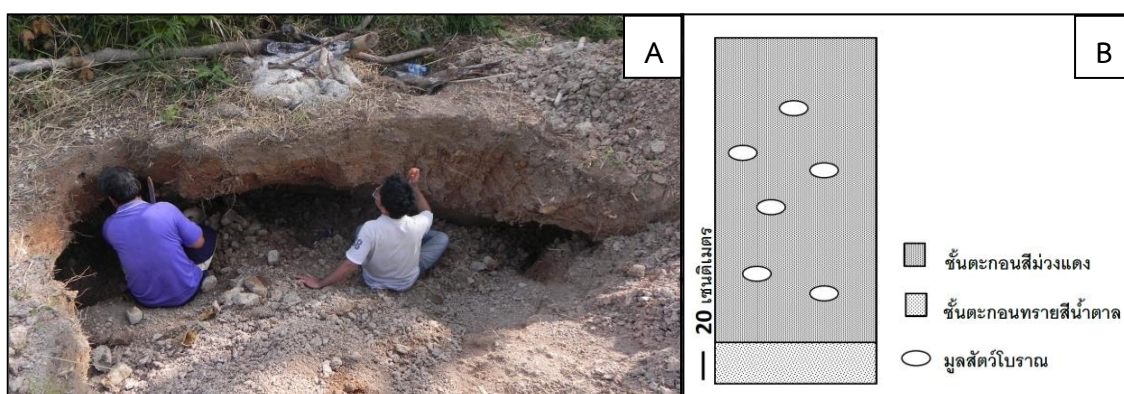


ภาพประกอบ 3.7 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอูน A: ลักษณะทางภูมิศาสตร์, B: ลำดับชั้นหิน (Laojumpon, *et al.* 2012)

3.1.2.2 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำผุด (Huai Nham Phut; CY5)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีร่องรอยการขุดโดยชาวบ้านทำให้ตะกอนดินมีการปะปนกัน ชั้นหินประกอบด้วย ตะกอนโคลนสีม่วงแดงแทรกด้วยรากไม้และก้อนกรวดหนาประมาณ 80 เซนติเมตรวางตัวอยู่บนชั้นหินทรายสีน้ำตาล

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: ในพื้นที่สำรวจนี้ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ พบเพียงมูลสัตว์โบราณกระจายตัวอยู่ในชั้นตะกอนสีม่วงแดง



ภาพประกอบ 3.8 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำผุด A: ลักษณะทางภูมิศาสตร์, B: ลำดับชั้นหิน

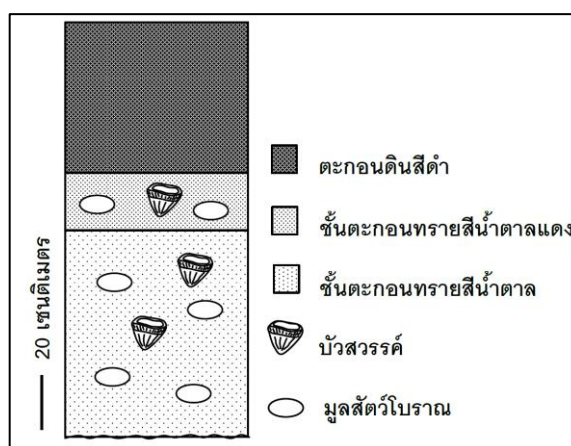
3.1.2.3 แหล่งซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์; Bua Sawan (CY8)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าโปร่ง ชั้นหินประกอบด้วย ชั้นตะกอนทรายสีน้ำตาล แทรกด้วยก้อนหินทรายขนาดกลางและใหญ่จำนวนมาก ถูกปิดทับด้วยชั้นบางๆของตะกอนสีน้ำตาลแดง และถูกปิดทับด้วยชั้นตะกอนดินสีดำเข้ม

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: พบมูลสัตว์โบราณกระจายตัวอยู่ในชั้นตะกอนทรายสีน้ำตาล และชั้นตะกอนทรายสีน้ำตาลแดง และยังพบซากดึกดำบรรพ์ที่ยังไม่สามารถระบุชนิด มีลักษณะเป็นทรงกรวยคล้ายปะการังแทรกอยู่ในชั้นหินที่พบมูลสัตว์โบราณ โดยชาวบ้านเรียกว่า “บัวสวรรค์” ซึ่งเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่ค่อนข้างน่าสนใจและควรมีการศึกษาเพิ่มเติม



ภาพประกอบ 3.9 แหล่งซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์ A: ลักษณะทางภูมิศาสตร์และธรณีวิทยา
B: ซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์

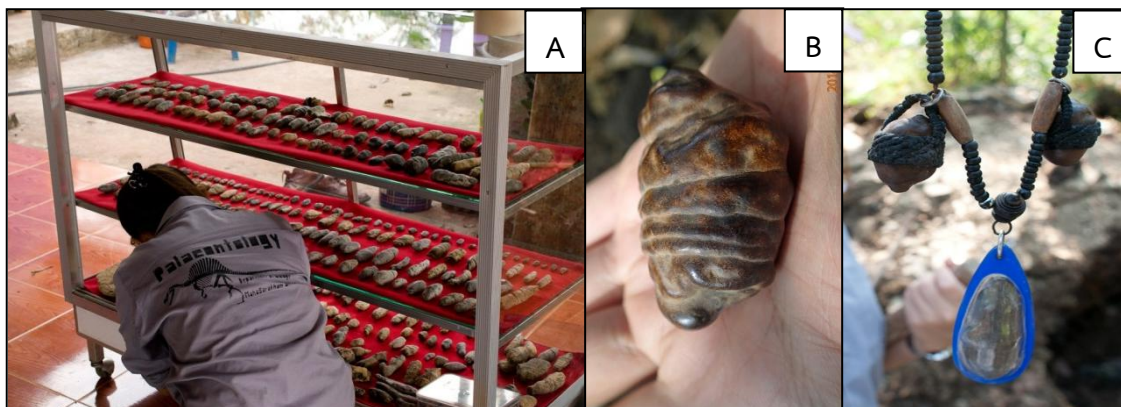


ภาพประกอบ 3.10 ลำดับชั้นหินแหล่งซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์

3.1.2.4 วัดถ้ำวิมานนาคิน (Watthum Wiman Nakhin; CY7)

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยา: พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในบ้านหนองหญ้าแก้ง ตำบลทุ่งลุยลาย อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ โดยไม่ใช่แหล่งสะสมตัวของซากดึกดำบรรพ์แต่เป็นเพียงสถานที่รวบรวมซากดึกดำบรรพ์จากชาวบ้านที่นำมาเก็บรักษาไว้ในวัด เนื่องจากมีความเชื่อว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์จึงถูกนำไปใช้เป็นวัตถุมงคล

ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ: แหล่งนี้พบซากดึกดำบรรพ์ทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ปลากระดูกแข็ง ปะการัง ไคโนยด์ หอยสองฝาขนาดเล็ก รวมทั้งมูลสัตว์โบราณจำนวนมาก และเนื่องจากมีมูลสัตว์โบราณบางรูปแบบมีลักษณะเป็นเกลียวคล้ายดักแด้ ทำให้ชาวบ้านเรียกซากดึกดำบรรพ์ชนิดนี้ว่า “ดักแด้หิน” ซึ่งมีความเชื่อว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์สามารถเพิ่มโชคกลางและป้องกันภัยอันตรายได้จึงถูกนำไปใช้เป็นวัตถุมงคล และยารักษาตำรายาพิษแมลงและสัตว์เลื้อยคลาน



ภาพประกอบ 3.11 แหล่งซากดึกดำบรรพ์วัดถ้ำวิมานนาคิน A: มุลสัตว์โบราณที่ถูกเก็บรักษาและจัดแสดงภายในตู้เก็บตัวอย่าง B: ดักแด้นหิน C: ดักแด้นหินที่ถูกนำไปทำเป็นเครื่องราง

3.2 สถานที่ทำการศึกษา

3.2.1 ศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2.2 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.3 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

มุลสัตว์โบราณที่ได้จากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ยุคไทรแอสซิก อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ

3.4 วิธีการศึกษา

3.4.1 การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

1. สำรวจและเก็บข้อมูลด้านธรณีวิทยาแหล่งซากดึกดำบรรพ์หมวดหินห้วยหินลาดยุคไทรแอสซิก อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ

2. กำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพในการศึกษา และออกภาคสนามเก็บตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์อย่างเป็นระบบ

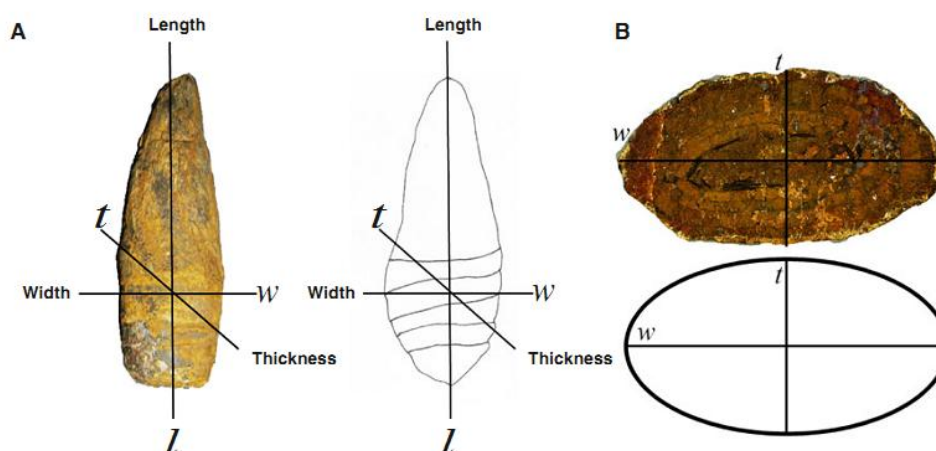
3. อนุรักษ์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการและลงทะเบียนจัดเก็บซากดึกดำบรรพ์ทั้งหมดอย่างเป็นระบบ เพื่อง่ายต่อการเลือกชิ้นตัวอย่างมาวิเคราะห์ในภายหลัง โดยตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ในห้องคลังตัวอย่างของศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.4.2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการการ

3.4.2.1 การศึกษาทางสัณฐานวิทยา

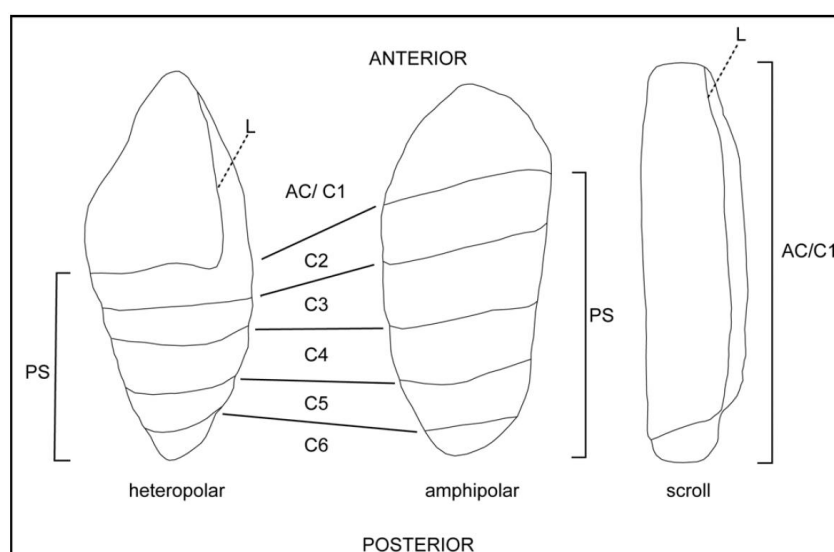
จัดจำแนกตามลักษณะภายนอกที่ปรากฏที่สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible Inclusion) เช่น ขนาด รูปทรง จำนวนเกลียว รวมทั้งสิ่งเจือปน (ซากเหลือค้างที่ย่อยไม่หมด) (Jouy-

Avantin, 2003) (ภาพประกอบ 3.12-3.13) เปรียบเทียบสัณฐานวิทยากับงานวิจัยที่มีการศึกษาก่อนหน้า



ที่มา: Shelton (2013)

ภาพประกอบ 3.12 การวัดขนาดของมูลสัตว์โบราณ L: ความยาว (length), W: ความกว้าง (width), T: ความหนา (thickness)



ภาพประกอบ 3.13 การนับจำนวนเกลียวของมูลสัตว์โบราณ AC: เกลียวด้านหน้า (anterior coil), C: เกลียว (coil), L: ขอบของเกลียวที่ 1 (lip), PS: เกลียวส่วนท้าย (posterior) (Hunt and Lucas, 2012 b)

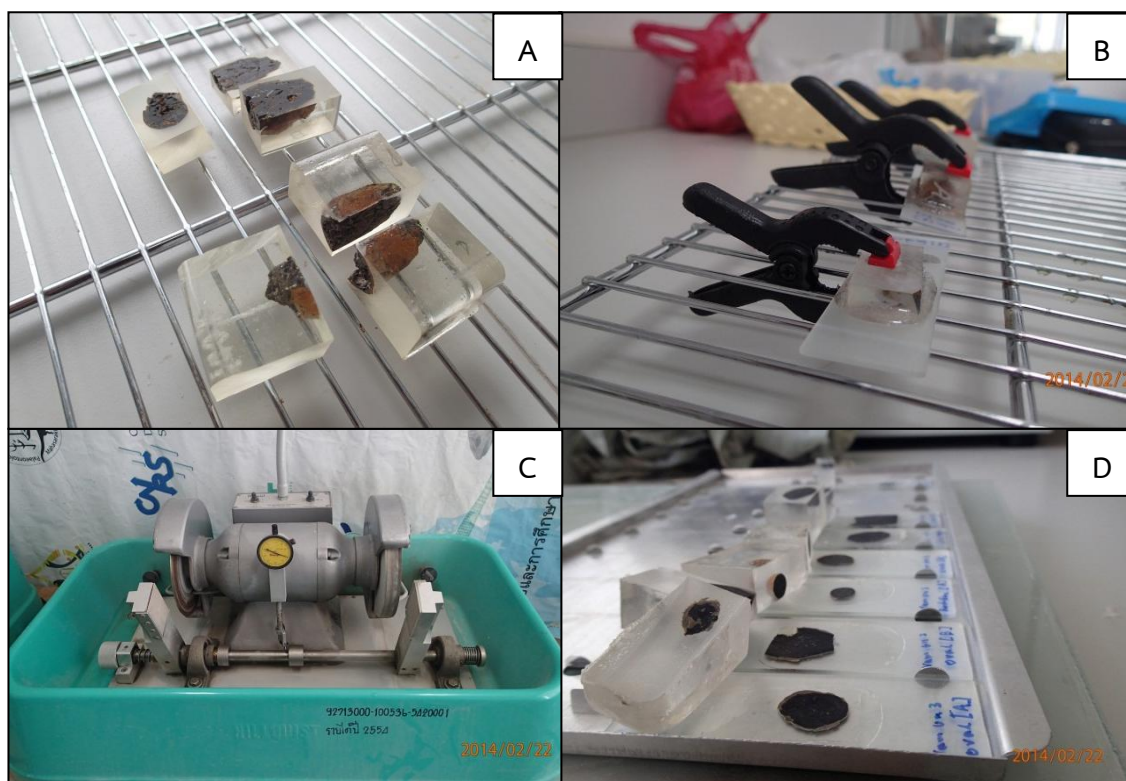
3.3.4.2 การศึกษาโครงสร้างและเศษซากดึกดำบรรพ์ภายในมูลสัตว์โบราณโดยเทคนิค

Thin section

เทคนิค Thin section คือ การยัดตัวอย่างด้วยกาวติดกับกระจกสไลด์ในสถานะสุญญากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการเดียวกับการศึกษาสัณฐานวิทยา (petrography) มีวิธีการศึกษาดังนี้

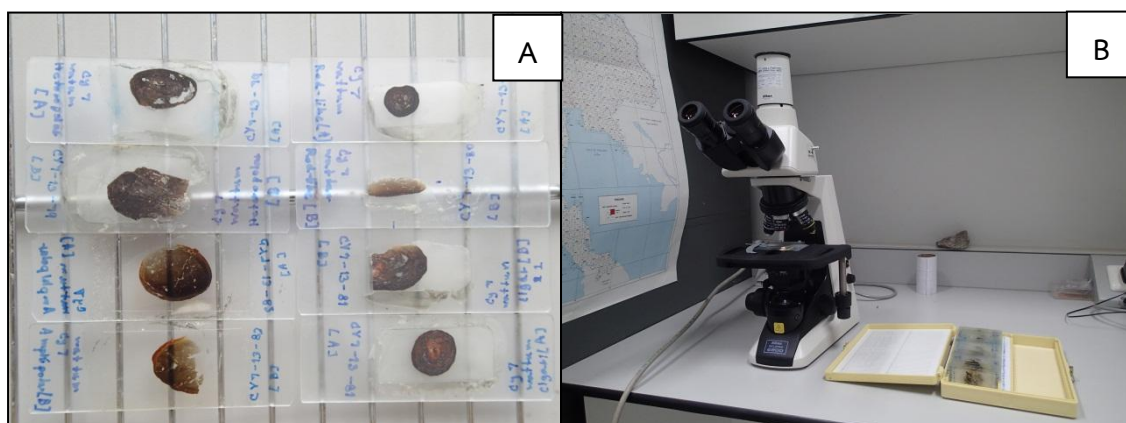


1. คัดเลือกตัวอย่างมูลสัตว์โบราณที่จัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาแล้ว
รูปแบบละ 1 ตัวอย่างในแต่ละแหล่งซากดึกดำบรรพ์ ทำความสะอาดด้วยน้ำ และหล่อตัวอย่างด้วยเรซิน
(polyester resins) หุ้มเพื่อเพิ่มความแข็งแรงก่อนทำการตัดชิ้นตัวอย่าง
2. ตัดครึ่งชิ้นตัวอย่างตามแนวยาวและแนวขวางเป็นชิ้น ให้มีความขนาดเล็กกว่า
กระจกสไลด์ที่ใช้ในการยัดติดเล็กน้อย จากนั้นขัดชิ้นตัวอย่างด้วยผงเพชเบอร์ 400 และ 600
ตามลำดับ
3. ติดชิ้นตัวอย่างเข้ากับกระจกสไลด์ (mounting) ทางด้านที่ขัดด้วยผงเพชรด้วย
epoxy resins โดยระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศขึ้นระหว่างชั้น
4. นำชิ้นตัวอย่างที่ติดเข้ากับกระจกสไลด์แล้วไปผ่านด้วยเครื่อง จากนั้นขัดชิ้น
ตัวอย่างด้วยผงเพชเบอร์ 400 600 และ 1,000 ตามลำดับจนกระทั่งบางประมาณ 30 ไมโครเมตร และ
ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ด้วย canadian balsam จากนั้นทำการศึกษาและถ่ายภาพตัวอย่างภายใต้กล้อง
จุลทรรศน์



ภาพประกอบ 3.14 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ภายในมูลสัตว์โบราณโดยใช้เทคนิค thin section;

- A: ตัวอย่างที่หุ้มด้วยเรซินและถูกตัดครึ่งตามแนวยาวและแนวขวาง,
- B: การติดตัวอย่างกับกระจกสไลด์ ด้วยกาว epoxy,
- C: เครื่องตัด thin section, D: ตัวอย่างหลังจากที่ถูกตัดด้วยเครื่อง thin section



ภาพประกอบ 3.15 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ภายในมูลสัตว์โบราณโดยใช้เทคนิค thin section (ต่อ);

A: ตัวอย่างหลังจากถูกขัดด้วยผงเพชรจนกระทั่งบางประมาณ 30 ไมโครเมตร,

B: กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการศึกษาและถ่ายภาพ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 สันฐานวิทยา คัดแยกมูลสัตว์โบราณเบื้องต้นตามลักษณะที่สังเกตจากภายนอก สี น้ำหนัก ขนาด ปริมาตร สิ่งเจือปน (ซากเหลือค้างที่ย่อยไม่หมด) นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่รวบรวมไว้แล้ว จัดจำแนกเพื่อระบุชนิดและชื่อวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ทางสันฐานได้แก่ ความยาว (Length) ความกว้าง (Width) ความหนา (Thickness) จำนวนเกลียว (Spiral) และน้ำหนัก (Weight)

3.5.2 การศึกษาโครงสร้างและเศษซากดึกดำบรรพ์ภายในโดยเทคนิค thin section วิเคราะห์ตัวอย่างในกระจกสไลด์ที่ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ศึกษาโครงสร้างภายใน ระบุและเปรียบเทียบชนิดของซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การจัดจำแนกมุลสัตว์โบราณ

มุลสัตว์โบราณจำนวน 390 ตัวอย่างจาก 7 แหล่งขุดค้นถูกจัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยา พบว่าสามารถจัดจำแนกได้ทั้งหมด 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่กลุ่มที่ไม่มีเกลียว (Non-spiral) จำนวน 7 รูปแบบประกอบด้วย A: รูปทรงกระบอกขนาดใหญ่ (large cylindrical shape), B: รูปทรงกระบอกขนาดเล็ก (Small Cylindrical Shape), C: รูปทรงกลมรี (Ellipsoidal Shape), D: รูปทรงหยดน้ำ (Tear Drop Shape), E: รูปทรงกระสุน (Bullet Shape), F: รูปทรงกลม (Round Shape) และ G: รูปทรงไม่แน่นอน (Irregular Shape) กลุ่มที่มีเกลียวจำนวน 3 รูปแบบประกอบด้วย H: รูปทรงเฮเทอโรโพลาร์ (Heteropolar), I: รูปทรงแอมฟิโพลาร์ (Amphipolar), J: รูปทรงสโครล (Scroll) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

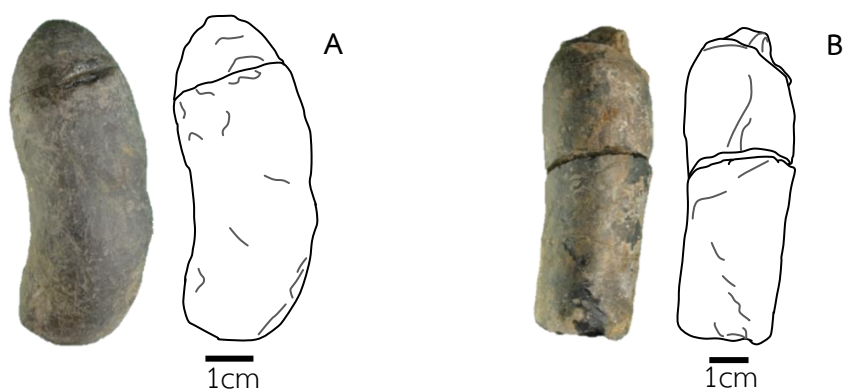
4.1.1 มุลสัตว์โบราณรูปแบบที่ไม่มีเกลียว (non-spiral morphotype)

รูปแบบ A รูปทรงกระบอกขนาดใหญ่ (large cylindrical shape) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยได้ดังนี้

รูปแบบ A1 มีจำนวนทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ไม่สมบูรณ์ มีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาว เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันตลอดทั้งชิ้น ตัวอย่างบางชิ้นโค้งเล็กน้อยส่วนปลายกลมมน มีความยาวตั้งแต่ 33.42 ถึง 73.85 มิลลิเมตร บริเวณผิวนอกเรียบมีสีเทาไปจนถึงดำเข้ม และพบเกล็ดปลาติดอยู่

มุลสัตว์โบราณกลุ่มที่มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาวนั้น Hunt and Lucas (2012 b) ได้จัดจำแนกและตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eucoprus cylindratus* เป็นลักษณะของมุลที่พบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งลักษณะที่โค้งเล็กน้อยที่พบในมุลสัตว์รูปแบบ A1 เป็นรูปทรงของมุลที่ถูกผลิตโดยสัตว์เลื้อยคลานกลุ่มจระเข้ เนื่องจาก Milan *et al.* (2012 b) ได้รายงานว่ามีลักษณะเป็นทรงกระบอกส่วนปลายมนและโค้งประมาณ 120-150 ° แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์จระเข้ในยุคไทรแอสซิก จึงมีความเป็นไปได้ที่มุลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 อาจถูกผลิตโดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงจะเข้ที่พบในยุคไทรแอสซิก

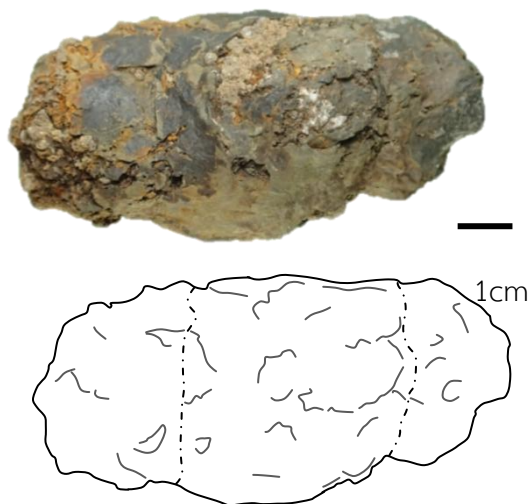




ภาพประกอบ 4.1 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-031, B: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-032)

รูปแบบ A2 มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่ไม่สมบูรณ์ มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกแบนรีคล้ายลิ้น (tough-like shape) ผิวค่อนข้างขรุขระ มีความยาวตั้งแต่ 65.74 ถึง 76.90 มิลลิเมตร

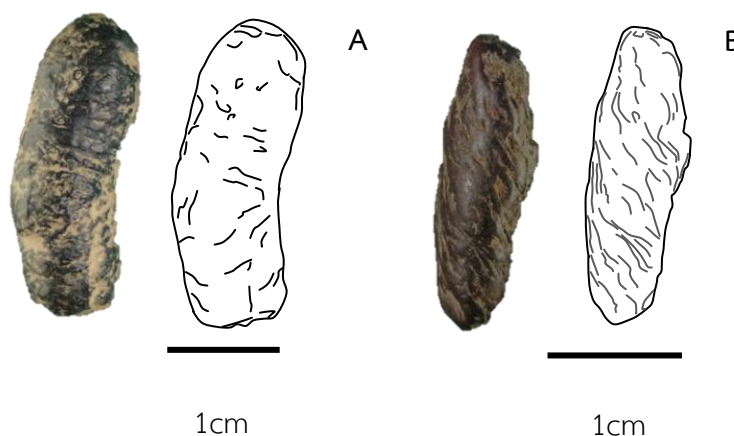
มูลสัตว์โบราณรูปทรง A2 มีลักษณะคล้ายมูลสัตว์โบราณที่ Hunt และคณะ (2007) ได้จัดจำแนกและตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dicynodontocopros maximus* ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบมากในช่วงปลายยุคไทรแอสซิก (Carnian) และมักพบบริเวณที่มีการปรากฏตัวสิ่งมีชีวิตกลุ่ม Cynodont (Hunt *et. al.*, 2013; Hugot, 2014)



ภาพประกอบ 4.2 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ A2 (ตัวอย่างหมายเลข CY6-13-001)

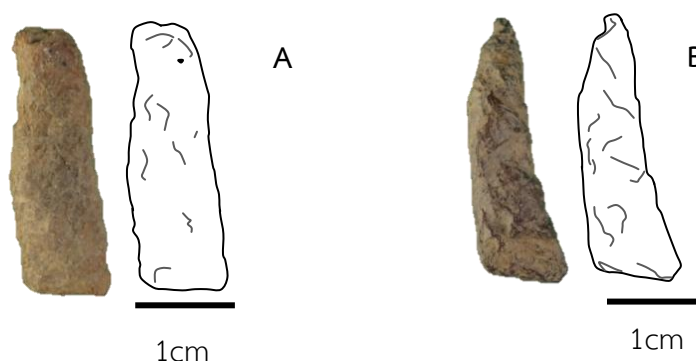
รูปแบบ B รูปทรงกระบอกที่มีขนาดเล็ก (small cylindrical shape) แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยได้ดังนี้

รูปแบบ B1 มีจำนวนทั้งหมด 42 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันตลอดชิ้น ส่วนปลายกลมมนบริเวณผิวนอกมันวาวและขรุขระเป็นริ้ว มีความยาวตั้งแต่ 9.92 ถึง 52.28 มิลลิเมตร มีสีดำหรือน้ำตาลเข้ม และบางตัวอย่างพบเกล็ดปลาติดอยู่ที่ผิวนอก



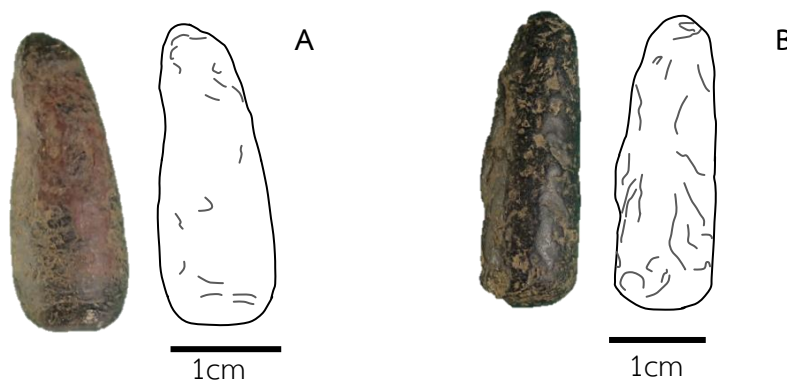
ภาพประกอบ 4.3 มุลสัต์วโบราณรูปแบบ B1 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-005, B: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-007)

รูปแบบ B2 มีจำนวนทั้งหมด 31 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกระบอก มีปลายด้านใดด้านหนึ่งหรือปลายทั้งสองด้านเล็กเรียวแหลมหรือตัดทื่อ มีความยาวตั้งแต่ 9.57 ถึง 29.57 มิลลิเมตร มีน้ำตาลบางตัวอย่างพบเกล็ดปลาติดอยู่ที่ผิวนอก



ภาพประกอบ 4.4 มุลสัต์วโบราณรูปแบบ B2 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-011, B: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-012)

รูปแบบ B3 มีจำนวนทั้งหมด 11 ตัวอย่าง ทั้งหมดสมบูรณ์ มีลักษณะกลมยาวเป็นรูปทรงกระบอก ส่วนปลายกลมมน มีปลายด้านหนึ่งป้านออกมีขนาดใหญ่กว่าอีกด้าน มีความยาวตั้งแต่ 7.62 ถึง 36.63 มิลลิเมตร มีสีดำหรือน้ำตาล ผิวนอกขรุขระเล็กน้อย และไม่พบซากดึกดำบรรพ์



ภาพประกอบ 4.5 มุลสัตว์โบราณรูปแบบ B3 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-008, B: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-006)

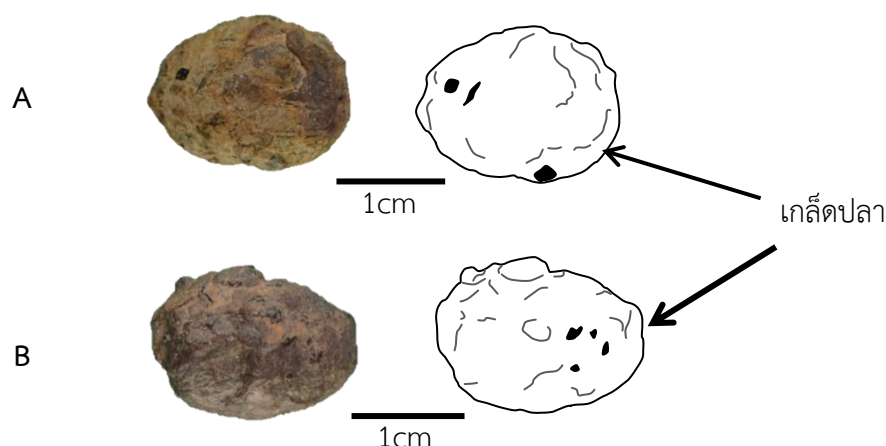
มุลสัตว์โบราณรูปแบบ B ที่มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกเป็นลักษณะเด่นของ มุลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eucoprus cylindratus* ที่ Hunt and Lucas (2012 b) ได้ จัดจำแนกไว้เช่นเดียวกับมุลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 เพียงแต่มีขนาดเล็กกว่า ซากดึกดำบรรพ์เกล็ดปลาที่ พบบริเวณผิวนอกบ่งชี้ว่ามุลสัตว์โบราณถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตที่กินเนื้อเป็นอาหาร มุลสัตว์โบราณรูปแบบ ทรงกระบอกนั้นเป็นรูปแบบที่พบได้ทั่วไปในสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซึ่งอาจถูกผลิตโดย ปลากระดูกแข็ง สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ทิมโนสปอนดิว (temnospondyl) สัตว์เลื้อยคลาน จระเข้ขนาดเล็ก และเต่า (Hunt and Lucas, 2012 b; Milàn *et al.*, 2012 a; Milàn *et al.*, 2012b)

รูปแบบ C รูปทรงกลมรี (ellipsoidal shape)

มีจำนวนทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ทั้งหมดสมบูรณ์ มีลักษณะทรงกลมรีคล้ายไข่ ส่วนปลาย กลมมน มีความยาวตั้งแต่ 17.68 ถึง 25.65 มิลลิเมตร ผิวนอกขรุขระซึ่งอาจเกิดจากการผุพัง มีสีน้ำตาล อมแดงและพบซากดึกดำบรรพ์ติดอยู่

สิ่งมีชีวิตที่ผลิตมุลที่มีลักษณะทรงกลมรี Hunt and Lucas (2012b) เสนอว่าส่วนใหญ่ เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังกลุ่มปลากระดูกแข็งและสัตว์ที่กินแมลงเป็นอาหาร (insectivore) แต่จาก หลักฐานเกล็ดปลาที่พบบริเวณผิวนอกของมุลสัตว์รูปแบบ C นั้นแสดงให้เห็นว่ามุลเหล่านี้ถูกผลิตโดย สิ่งมีชีวิตที่กินเนื้อ (carnivore) หรือกินปลาเป็นอาหาร (fish-eater)



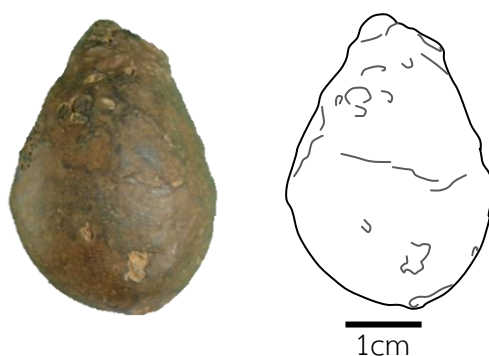


ภาพประกอบ 4.6 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ C (A: ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-021, B: ตัวอย่างหมายเลข CY-11-008)

รูปแบบ D รูปทรงหยดน้ำ (tear drop shape)

มีจำนวนทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ทั้งหมดสมบูรณ์ มีลักษณะทรงกลมรี ส่วนหัวเล็กเรียวแหลม ส่วนท้ายกลมมนและป้านออกมีขนาดใหญ่คล้ายรูปทรงหยดน้ำ มีความยาวตั้งแต่ 18.79 ถึง 40.8 มิลลิเมตร มีสีดำหรือน้ำตาลเข้ม บริเวณผิวนอกเรียบมันวาวและไม่พบซากดึกดำบรรพ์

มวลสัตว์ที่มีรูปทรงคล้ายหยดน้ำเป็นรูปแบบที่พบได้ทั่วไปในสัตว์มีกระดูกสันหลังกลุ่มปลากระดูกแข็ง (Hunt and Lucas, 2012b)

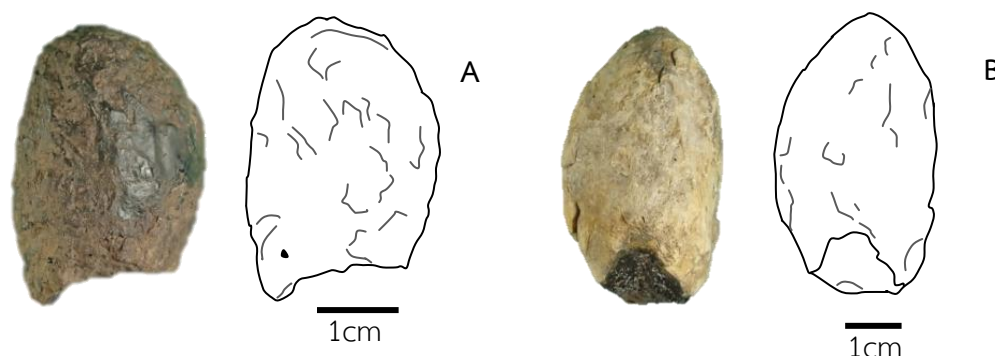


ภาพประกอบ 4.7 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY2-13-003)

รูปแบบ E รูปทรงกระสุน (bullet shape)

มีจำนวนทั้งหมด 29 ตัวอย่าง มีลักษณะทรงกระบอกปลายด้านหนึ่งกลมมน ปลายด้านตรงข้ามมีส่วนเว้าส่วนโค้งซึ่งเกิดจากการแตกหักของส่วนต่อเนื่อง มีความยาวตั้งแต่ 20.81 ถึง 46.05 มิลลิเมตรผิวขรุขระ มีสีดำหรือน้ำตาลบริเวณที่แตกหักมีสีเข้มกว่าผิวนอก ตัวอย่างบางชิ้นพบเกล็ดปลาติดอยู่บริเวณผิวนอก

มวลสัตว์โบราณที่มีรูปทรงทรงกระบอกสั้นคล้ายหัวกระสุน Hunt และคณะ (2013) ได้จัดจำแนกและตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eucoprurus* sp. โดยเป็นรูปแบบที่พบค่อนข้างมากในช่วงยุคไทรแอสซิก ซึ่งถูกผลิตโดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน

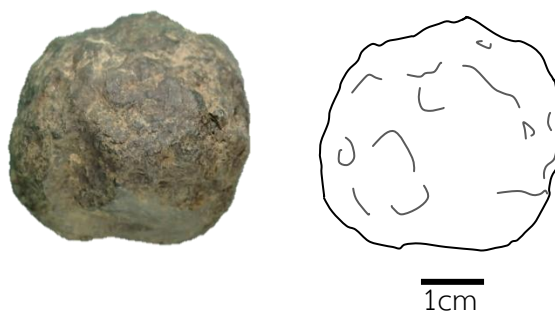


ภาพประกอบ 4.8 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ E (A: ตัวอย่างหมายเลข CY3-13-001, B: ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-028)

รูปแบบ F รูปทรงกลม (round shape)

มีจำนวนทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกลมคล้ายลูกบอล มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 13.37 ถึง 37.50 มิลลิเมตร ตัวอย่างบางชิ้นผิวขรุขระอาจเกิดจากการผุพังและกัดกร่อน บริเวณผิวนอกมีสีน้ำตาลแดงและไม่พบซากดึกดำบรรพ์

มวลสัตว์โบราณที่มีลักษณะทรงกลมนั้นสามารถถูกผลิตได้ทั้งสัตว์ที่มีกระดุกหลังและสัตว์ไม่มีกระดุกสันหลัง แต่เนื่องมวลสัตว์โบราณที่พบในครั้งนี้มีขนาดค่อนข้างใหญ่จึงมีความเป็นไปได้ที่จะถูกผลิตโดยกลุ่มสัตว์มีกระดุกสันหลังจำพวกปลากระดุกแข็งและสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) (Hunt and Lucas, 2012b)

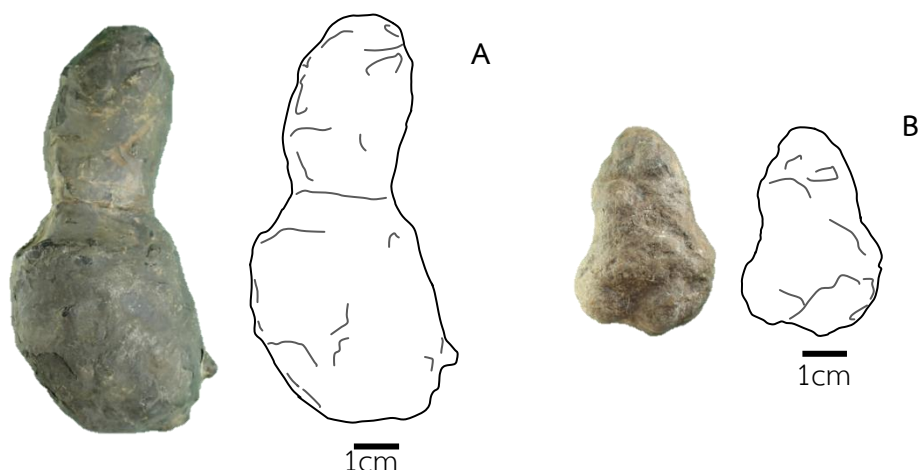


ภาพประกอบ 4.9 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ F (ตัวอย่างหมายเลข CY2-13-002)

รูปแบบ G รูปทรงไม่แน่นอน (Irregular shape)

มีจำนวนทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะรูปทรงกระบอกยาว ปลายทั้งสองกลมมน ปลายด้านหนึ่งใหญ่กว่าอีกด้านและมีร่องเว้าตรงกลาง มีความยาวตั้งแต่ 29.71 ถึง 80.65 มิลลิเมตร มีสีเทาดำและน้ำตาลแดง ผิวเรียบและไม่พบซากดึกดำบรรพ์

มวลสัตว์โบราณลักษณะดังกล่าวคล้ายกับมวลสัตว์โบราณรูปทรงไม่แน่นอน (Irregular) ซึ่ง Hantzschel และคณะ (1986) ได้รายงานไว้แต่ไม่ได้ระบุถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตผู้ผลิต และเนื่องจากไม่พบซากดึกดำบรรพ์บริเวณผิวนอกผู้ผลิตมวลสัตว์รูปแบบนี้จึงอาจเป็นได้ทั้งสัตว์ที่กินพืชหรือกินสัตว์เป็นอาหาร



ภาพประกอบ 4.10 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ G (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-022,
B: ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-002)

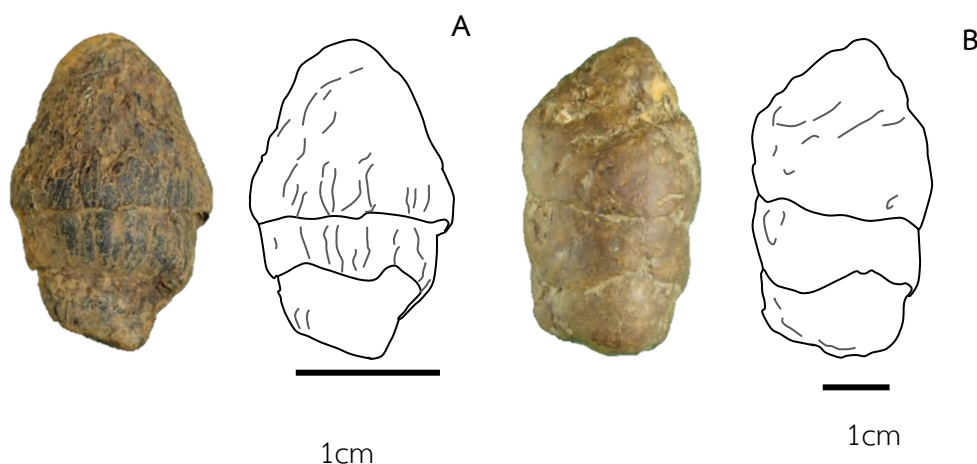
4.1.2 รูปแบบที่มีเกลียว (Spiral Morphotype)

รูปแบบ H รูปทรงเฮเทอโรโพลาร์ (heteropolar)

รูปแบบ H นั้นเป็นมวลสัตว์โบราณที่มีเกลียวตามขวางบริเวณส่วนท้าย (posterior) ไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ของความยาว หรือเป็นมวลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบ Heteropolar สามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่มย่อยได้ดังนี้

รูปแบบ H1 มีจำนวนทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์มีลักษณะทรงกลมรี ปรากฏเกลียวขนาดใหญ่ตามขวางไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของชิ้นตัวอย่าง (Micro Spiral) ประมาณ 3-4 เกลียว อยู่ทางด้านท้ายตัวอย่าง มีความยาวตั้งแต่ 16.38 ถึง 47.15 มิลลิเมตร สีดำและน้ำตาลอมเหลือง บริเวณผิวนอกขรุขระเป็นริ้วๆ และพบเกล็ดปลาติดอยู่

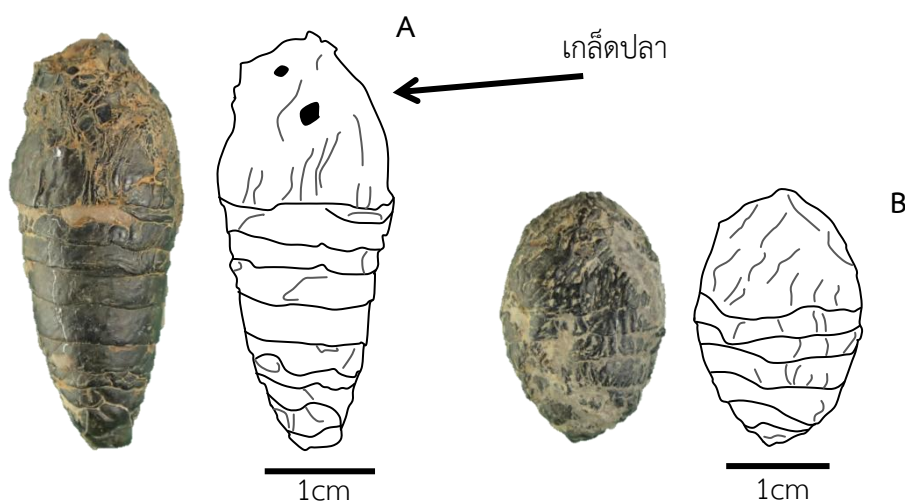
รูปแบบ H1 ที่ปรากฏเกลียวแบบ micro spiral นั้นมีลักษณะฐานวิธานคล้าย มวลสัตว์โบราณที่ Hunt *et al.* (2007) ได้จัดจำแนกและตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sauropros bucklandi* และถูกผลิตโดยสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีลำไส้เป็นเกลียวแบบ *valvula spiralis* (spiral valve) (Hunt and Lucas, 2012 b) ได้แก่ กลุ่มปลากระดูกอ่อน (chondrichthyan) หรือฉลาม



ภาพประกอบ 4.11 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ H (A: ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-049,
B: ตัวอย่างหมายเลข CY8-14-015)

รูปแบบ H2 มีจำนวนทั้งหมด 43 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกลมรี คล้ายรูปแบบ H1 แต่ปรากฏเกลียวถี่ตามขวางตั้งแต่ 50-75 เปอร์เซ็นต์ของชั้นตัวอย่าง (Macro Spiral) ประมาณ 5-11 เกลียว อยู่ทางด้านท้ายตัวอย่าง โดยเรียกรูปทรงนี้ว่า heteropolar classic มีความยาวตั้งแต่ 15.11 ถึง 50.29 มิลลิเมตร บริเวณผิวนอกมันวาวและขรุขระเป็นริ้วๆ มีสีดำเข้มและน้ำตาลอมเหลือง พบซากดึกดำบรรพ์เกล็ดปลาติดอยู่บริเวณพื้นผิว

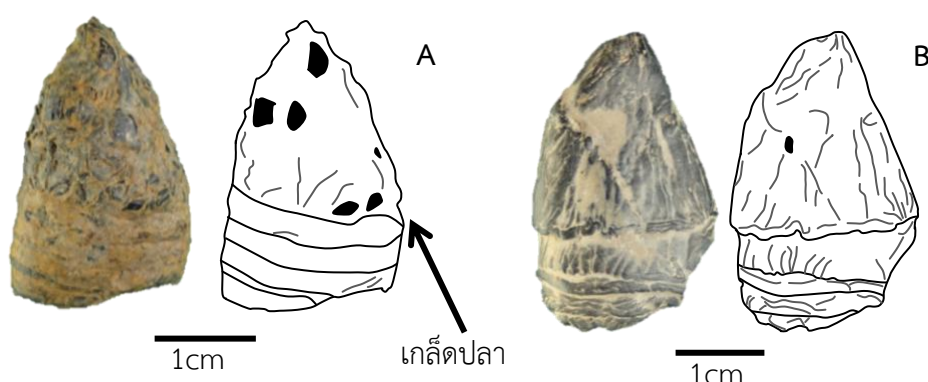
รูปแบบ H2 ที่ปรากฏเกลียวแบบ micro spiral นั้นมีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้าย มวลสัตว์โบราณที่ Hunt และคณะ (2007) ได้จัดจำแนกและตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Liassocopros hawkinsi* ซึ่งมีผู้ผลิตเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังกลุ่มปลากระดูกอ่อน (Chondrichthyans) หรือฉลาม (Shark)



ภาพประกอบ 4.12 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ H2 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY3-11-010,
B: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-070)

แบบ H3 มีจำนวนทั้งหมด 52 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะกลมรี ปรากฏเกลียวถี่ๆประมาณ 5-11 เกลียว คล้ายรูปแบบ H2 แต่ส่วนท้ายหรือบริเวณที่เป็นเกลียวของตัวอย่างจะตัดทื่อ ซึ่งเรียกรูปทรงนี้ว่า heteropolar edge มีความยาวตั้งแต่ 16.1 ถึง 39.58 มิลลิเมตร ผิวนอกมันวาว และขรุขระเป็นริ้วๆ มีสีดำเข้มและน้ำตาลอมเหลือง พบซากดึกดำบรรพ์เกล็ดปลาติดอยู่บริเวณพื้นผิวจำนวนมาก

รูปแบบ H3 นั้นมีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายมูลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Liassocopros hawkinsi* (Hunt et al., 2007) ซึ่งมูลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์นี้จะมีทั้งรูปทรงกลมรีคล้ายรูปแบบ H2 และส่วนปลายตัดทื่อคล้ายรูปแบบ H3 และมีผู้ผลิตเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังกลุ่มปลากระดูกอ่อน (chondrichthys) หรือฉลาม (shark)

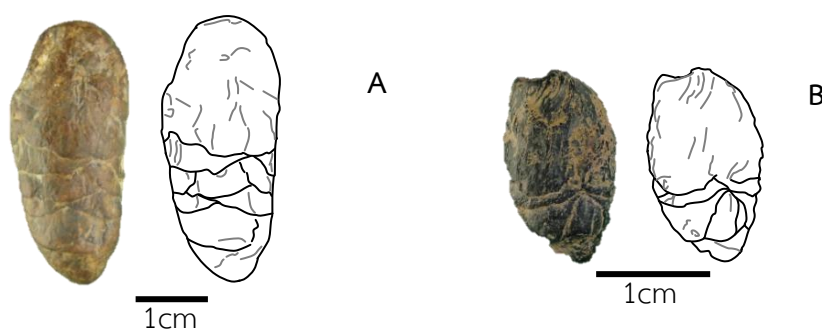


ภาพประกอบ 4.13 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ H3 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-045, B: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-051)

รูปแบบ H4 มีจำนวนทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์มี ลักษณะทรงกลมรีและทรงกระบอก โดยบริเวณท้ายตัวอย่างปรากฏเกลียว 3-7 เกลียวเฉียงประมาณ 45 องศาไขว้กัน โดยเรียกรูปทรงนี้ว่า zigzag-heteropolar (Diedrich and Felker, 2012) มีความยาวตั้งแต่ 17.3 ถึง 35.78 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลเข้มอมเหลือง ผิวนอกขรุขระเป็นริ้วๆและไม่พบซากดึกดำบรรพ์

มูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบ zigzag นั้นยังไม่มีรายงานการค้นพบในยุคไทรแอสสิก โดยมีเพียงรายงานการค้นพบมูลสัตว์โบราณรูปทรงกระบอกยาวซึ่งมีเกลียวแบบ zigzag ในช่วงกลางยุคอีโอซีน (Eocene period) บริเวณตะกอนทะเลตื้นที่เทือกเขา Ankumer ประเทศเยอรมัน (Diedrich and Felker, 2012) โดย Diedrich and Felker (2012) เสนอว่ามูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบ zigzag อาจถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มกระเบน (ray) หรือฉลามครีบดำ (carchariniform) จากหลักฐานดังกล่าวจึงเป็นการค้นพบครั้งแรกในยุคไทรแอสสิก

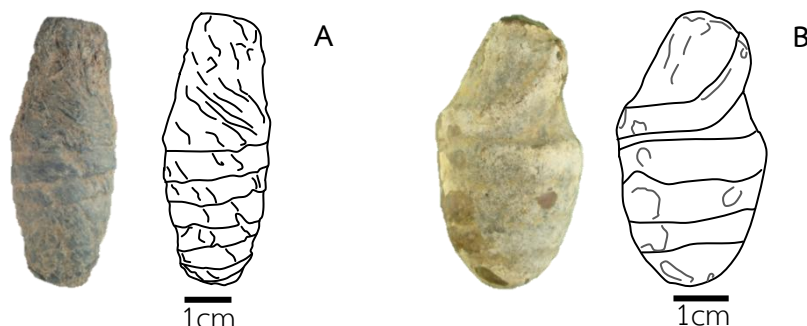




ภาพประกอบ 4.14 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ H4 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY8-14-016,
B: ตัวอย่างหมายเลข CY3-13-014)

รูปแบบ H5 มีจำนวนทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกลมรียาว ปรากฏเกลียวไม่ถึง 50% ของชิ้นตัวอย่าง ส่วนหัวทื่อและส่วนท้ายกลมมน ปรากฏเกลียวประมาณ 6-7 เกลียวซึ่งบริเวณที่เป็นเกลียวจะเป็นจุดที่กว้างที่สุดของชิ้นตัวอย่าง มีความยาวตั้งแต่ 28.26 ถึง 48.18 มิลลิเมตร บริเวณผิวนอกขรุขระ มีสีน้ำตาลเข้มอมเหลืองและไม่พบซากดึกดำบรรพ์บริเวณผิว

รูปแบบ H5 นั้นมีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายมวลสัตว์โบราณที่ Hunt และคณะ (2012c) ได้จัดจำแนกและตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Heteropolacoprus texaniensis* ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีลักษณะเด่นคือส่วนที่กว้างที่สุดของชิ้นตัวอย่างคือจุดที่สิ้นสุดของเกลียว และถูกผลิตโดยปลากระดูกอ่อน (chondrichthysans) หรือฉลาม (shark)



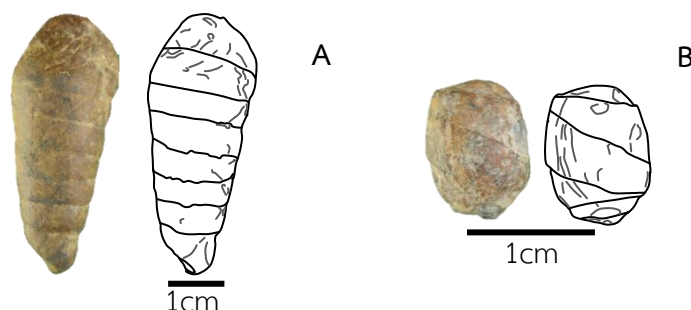
ภาพประกอบ 4.15 มวลสัตว์โบราณรูปแบบ H5 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-067,
B: ตัวอย่างหมายเลข CY8-14-021)

รูปแบบ I รูปทรงแอมฟิโพลาร์ (amphipolar)

รูปแบบ I เป็นมวลสัตว์โบราณที่มีเกลียวตามขวางบริเวณส่วนท้าย (posterior spire) ตั้งแต่ 75-100 เปอร์เซ็นต์ของความยาว หรือเป็นมวลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบ amphipolar สามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยได้ดังนี้

รูปแบบ I1 มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 76 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกระบอกและกลมรี ส่วนปลายกลมมน ปรากฏ 3-10 เกลียวในแนวขวางตลอดทั้งชิ้นตัวอย่าง มีความยาวตั้งแต่ 7.92 ถึง 48.67 มิลลิเมตร ผิวนอกขรุขระเป็นริ้วๆมีสีน้ำตาลเข้มอมเหลือง และพบเกล็ดปลาติดอยู่

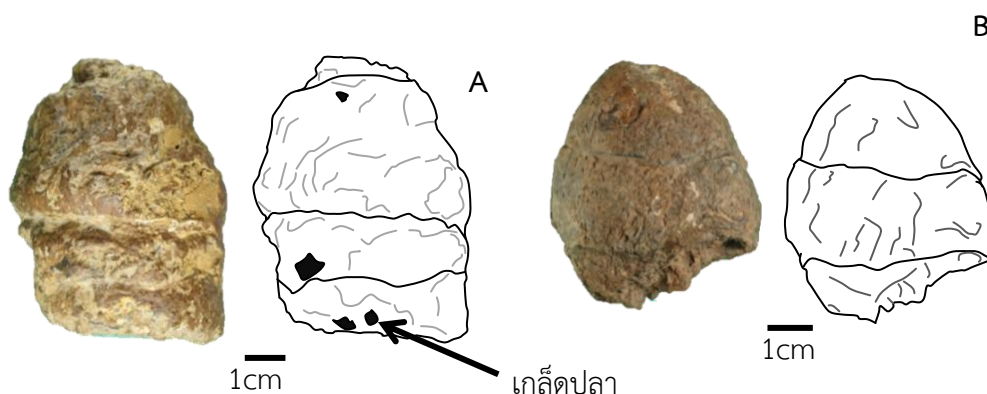
มูลสัตว์ที่มีเกลียวแบบ amphipolar เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้เป็นเกลียว Jain (1983) ได้ระบุว่าสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้ลักษณะดังกล่าว ได้แก่ปลาโบราณ (primitive fish) และปลาปอด (lung fishes)



ภาพประกอบ 4.16 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I1 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY8-14-017, B: ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-077)

รูปแบบ I2 มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ทั้งหมดไม่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกลมรี ปลายด้านหนึ่งกลมมนในขณะที่ปลายด้านตรงข้ามมีร่องรอยการแตกหักของส่วนต่อเนื่อง ปรากฏเกลียวต่างๆ 3-4 เกลียวในแนวขวางตลอดทั้งชิ้นตัวอย่าง มีความยาวตั้งแต่ 31.2 ถึง 48.78 มิลลิเมตร บริเวณผิวนอกขรุขระเป็นริ้วๆ สีน้ำตาลเข้มอมเหลือง และพบกระดูกและเกล็ดปลาจำนวนมากบริเวณผิวนอก

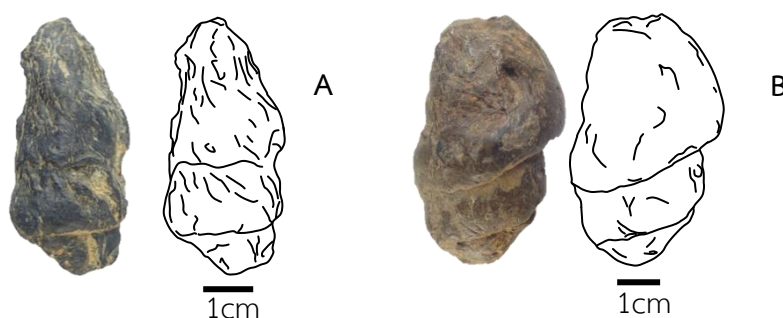
มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I2 เป็นรูปแบบที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ กระดูกและเกล็ดปลาบริเวณผิวบ่งชี้ว่าผู้ผลิตเป็นสัตว์กินเนื้อ เนื่องจากตัวอย่างทุกชิ้นของรูปแบบดังกล่าวมีลักษณะไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การจดจำแนกและระบุชนิดผู้ผลิตค่อนข้างทำได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามมูลสัตว์โบราณรูปแบบดังกล่าวมีลักษณะบางส่วนคล้ายกับมูลสัตว์โบราณที่สมบูรณ์รูปแบบ 7 ที่พบบริเวณห้วยน้ำอุ่น (Laojumpon *et al.*, 2012) ซึ่ง Laojumpon และคณะ (2012) เสนอว่ามูลสัตว์รูปแบบดังกล่าวนี้อาจถูกผลิตโดยกลุ่มปลาปอดที่มีขนาดใหญ่



ภาพประกอบ 4.17 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I2 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-078, B: ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-029)

รูปแบบ I3 มีจำนวนทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกระบอกกลมรี ปรากฏเกลียวทลวมาๆประมาณ 3 เกลียว มีความยาวตั้งแต่ 17.53 ถึง 28.38 มิลลิเมตร ผิวนอกขรุขระมีสีดำและน้ำตาลแดง และไม่พบซากดึกดำบรรพ์อยู่บริเวณผิว

รูปแบบ I3 นั้นมีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายมูลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Kalocoprur* sp. ซึ่งพบในช่วงปลายยุคเพนซิลเวเนียน (Pennsylvanian period) และถูกผลิตโดยปลากระดูกแข็ง (chondrichthyans) (Hunt *et al.*, 2012 c) ซึ่งยังไม่มีรายงานการค้นพบมูลสัตว์รูปแบบดังกล่าวในยุคไทรแอสซิก



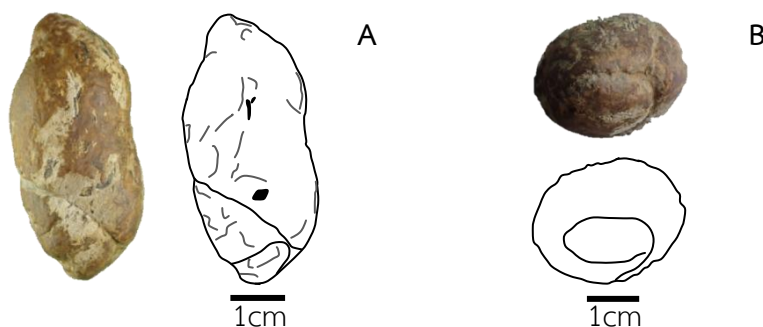
ภาพประกอบ 4.18 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ I3 (A: ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-059, B: ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-079)

รูปแบบ J รูปทรงสโครล (scroll)

มูลสัตว์โบราณรูปแบบ J เป็นรูปแบบที่มีเกลียวตามแนวยาวของชิ้นตัวอย่างหรือมีเกลียวแบบ scroll สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยได้ดังนี้

รูปแบบ J1 มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่างส่วนใหญ่สมบูรณ์ มีลักษณะทรงกระบอกปรากฏเพียง 1 เกลียวในแนวตามยาวตลอดทั้งชิ้นตัวอย่าง มีความยาวตั้งแต่ 12.95 ถึง 49.45 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลเข้มอมเหลือง ผิวนอกขรุขระและพบเกล็ดปลาติดอยู่

มูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบ scroll ถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้แบบ *valvula volute* (scroll valve) (Hunt and Lucas, 2012 b) เป็นรูปแบบที่พบได้ค่อนข้างน้อย เกล็ดปลาที่พบแสดงถึงพฤติกรรมการกินปลาเป็นอาหาร Hunt and Lucas (2012 b) ได้ศึกษาลำไส้แบบ scroll พบว่าสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้รูปแบบดังกล่าวเป็นสัตว์ที่กินซากเป็นอาหาร (detritus feeder)

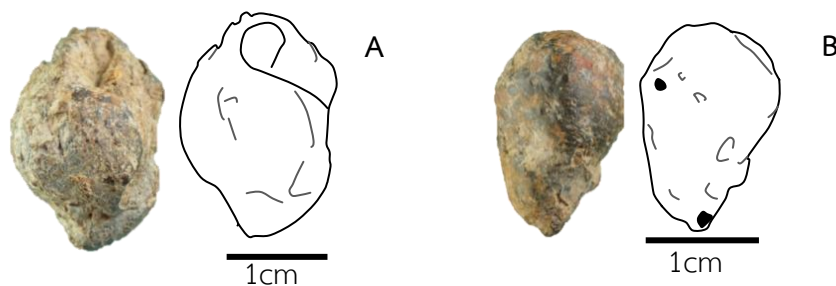


ภาพประกอบ 4.19 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ K (A-B ตัวอย่างหมายเลข CY8-14-012), B: มุมมองจากด้านหลัง (posterior view)

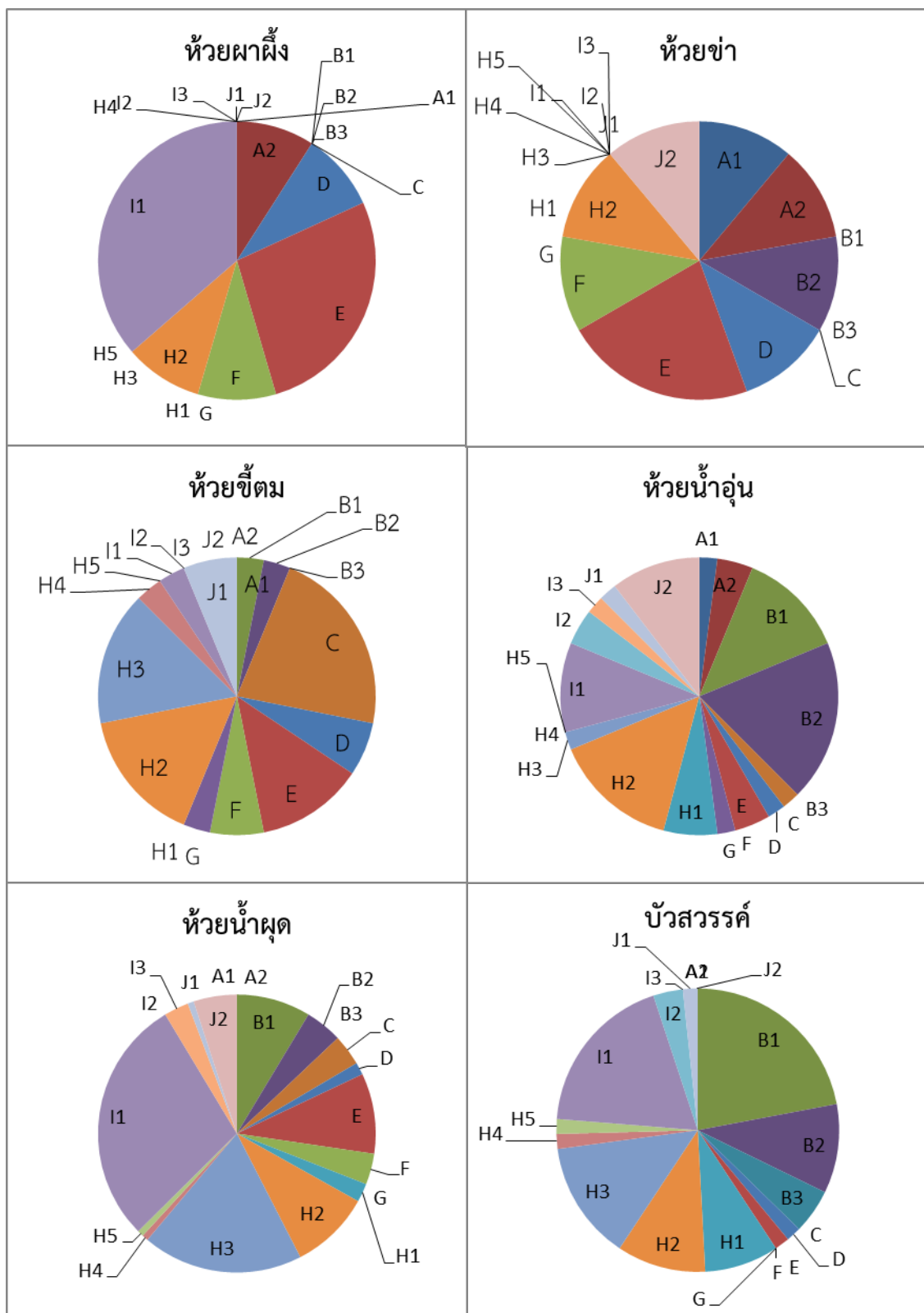
รูปแบบ J2 รูปทรงคล้ายหอย (shell-like shape)

มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่สมบูรณ์ ปรากฏเพียง 1 เกลียวตามแนวยาวตลอดทั้งชิ้นตัวอย่าง มีขนาดสั้นปลายด้านหนึ่งเล็กเรียวแหลมคล้ายหอย มีความยาวตั้งแต่ 10.19 ถึง 21.07 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลเข้มอมเหลือง บริเวณผิวนอกขรุขระและพบเกล็ดปลาติดอยู่

มูลสัตว์โบราณรูปแบบ J2 ที่มีเกลียวแบบ scroll นั้นอาจถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้แบบ *valvula volute* (scroll valve) และกินซากเป็นอาหาร (detritus feeder) คล้ายรูปแบบ J1



ภาพประกอบ 4.20 มูลสัตว์โบราณรูปแบบ J (A: ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-035, B: ตัวอย่างหมายเลข CY5- 13-036)



ภาพประกอบ 4.21 กราฟแสดงสัดส่วนจำนวนมูลสัตว์โบราณในแต่ละแหล่งซากดึกดำบรรพ์



4.2 ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Wiener index)

การใช้มัลส์ตัวโบราณในบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งซากดึกดำบรรพ์ โดยใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Wiener index) มีค่าเท่ากับ 1.59 2.04 2.20 2.20 2.23 และ 2.46 โดยเปรียบเทียบกับแหล่งซากดึกดำบรรพ์กลุ่มที่อยู่ในแผนที่ระวางเขื่อนจุฬาภรณ์ และกลุ่มที่อยู่ในแผนที่ระวางอำเภอเกษตรสมบูรณ์

ตาราง 4.1 เปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแต่ละแหล่งซากดึกดำบรรพ์ โดยใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Wiener index)

แหล่งซากดึกดำบรรพ์	ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Wiener index)	ระวางแผนที่
ห้วยผาผึ้ง (CY2)	1.59	เขื่อนจุฬาภรณ์
ห้วยข่า (CY6)	2.04	เขื่อนจุฬาภรณ์
ห้วยน้ำผุด (CY5)	2.20	อำเภอเกษตรสมบูรณ์
บัวสวรรค์ (CY8)	2.20	อำเภอเกษตรสมบูรณ์
ห้วยซี้ตม (CY3)	2.23	เขื่อนจุฬาภรณ์
ห้วยน้ำอุ่น (CY1)	2.46	อำเภอเกษตรสมบูรณ์

จากการเปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตพบว่า กลุ่มแหล่งซากดึกดำบรรพ์ที่อยู่ในแผนที่ระวางเขื่อนจุฬาภรณ์ ส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ เนื่องจากไม่พบชั้นหินที่มีการสะสมตัวของซากดึกดำบรรพ์ที่ชัดเจนทำให้ตัวอย่างที่พบมีจำนวนน้อย โดยแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยผาผึ้งมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำที่สุด (1.59) ในขณะที่กลุ่มแหล่งซากดึกดำบรรพ์ที่อยู่ในแผนที่ระวางอำเภอเกษตรสมบูรณ์ ส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เนื่องจากชั้นหินที่พบค่อนข้างชัดเจนทำให้พบมัลส์ตัวโบราณจำนวนมาก โดยแหล่งขุดค้นห้วยน้ำอุ่นมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด (2.46) เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีรูปแบบของมัลส์ตัวโบราณมาก

4.3 การศึกษาโครงสร้างและซากดึกดำบรรพ์ภายในมัลส์ตัวโบราณโดยใช้เทคนิค thin section

มัลส์ตัวโบราณทั้ง 22 ตัวอย่าง จาก 4 แหล่งได้แก่ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอุ่น ห้วยน้ำผุด ห้วยข่า และวัดถ้ำวิมานนาคนิ ถูกคัดเลือกจากรูปทรงที่ต่างกันในแต่ละแหล่งขุดค้น เพื่อนำมาศึกษาโครงสร้างและซากดึกดำบรรพ์ที่อยู่ภายในโดยใช้เทคนิค thin section ตัวอย่างทั้งหมดถูกตัดตามแนวยาวและตัดตามแนวขวาง ในกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะตัดทั้งสองแนว จะถูกตัดเพียงแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น จากการศึกษาพบว่าตัวอย่างบางส่วนมีความเปราะบางต่อการเสียหาย แม้ว่าจะหล่อด้วยเรซิน (resin) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงแล้ว จนไม่สามารถดำเนินการศึกษาต่อตามขั้นตอนได้อย่างสมบูรณ์ในทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากทั้งที่สมบูรณ์และไม่



สมบูรณ์ ได้แก่ กระดูก เกล็ดปลา เปลือกหอย เปลือกของออสตราคอด โครงสร้างเซลล์ และไขพยาธิ รวมทั้งซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากที่ไม่สามารถระบุได้ (ตาราง 4.2)

ตาราง 4.2 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณจากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยหินลาด

รูปแบบ	specimen no.	แหล่งซากดึกดำบรรพ์	ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในมูลสัตว์โบราณ
A1	CY7-13-085	วัดถ้ำวิมานนาคนิ	เกล็ดปลา ?สปอร์หรือละอองเรณู ไขพยาธิ เศษกระดูกที่แตกหัก
B1	CY1-13-044	ห้วยน้ำอุ่น	เศษกระดูกที่แตกหัก
B1	CY5-13-131	ห้วยน้ำผุด	เศษกระดูกที่แตกหัก
B1	CY6-13-008	ห้วยข่า	?ฟอสเฟอไรต์ เศษชิ้นส่วนพืช และเศษกระดูกที่แตกหัก
B1	CY7-13-080	วัดถ้ำวิมานนาคนิ	เกล็ดปลา และเศษกระดูก
B2	CY5-13-125	ห้วยน้ำผุด	เกล็ดปลา เศษกระดูกที่แตกหัก
C	CY5-13-127	ห้วยน้ำผุด	เกล็ดปลา เปลือกหอย ?ออสตราคอด และเศษกระดูกที่แตกหัก
D	CY1-13-043	ห้วยน้ำอุ่น	เกล็ดปลา โครงสร้างเซลล์พืช ชิ้นส่วนของอาร์โทพอด และเศษกระดูกที่แตกหัก
D	CY5-13-133	ห้วยน้ำผุด	เกล็ดปลา เศษกระดูกที่แตกหัก
D	CY7-13-084	วัดถ้ำวิมานนาคนิ	เกล็ดปลา กระดูกบริเวณที่มีร่องรอยเส้นเลือดและเส้นประสาท
E	CY1-13-042	ห้วยน้ำอุ่น	เกล็ดปลา เปลือกหอย และกระดูก
E	CY7-13-081	วัดถ้ำวิมานนาคนิ	เกล็ดปลา กระดูกสันหลังและเศษกระดูกที่แตกหัก
F	CY5-13-132	ห้วยน้ำผุด	เกล็ดปลา กระดูกสันหลัง เปลือกหอย และเศษกระดูกที่แตกหัก
H2	CY5-13-128	ห้วยน้ำผุด	กระดูกสันหลัง และเศษกระดูกที่แตกหัก
H3	CY5-13-126	ห้วยน้ำผุด	เศษกระดูกที่แตกหัก
H3	CY7-13-079	วัดถ้ำวิมานนาคนิ	เกล็ดปลา และเศษกระดูกที่แตกหัก
I1	CY5-13-129	ห้วยน้ำผุด	กระดูกสันหลัง และเศษกระดูกที่แตกหัก
I1	CY7-13-082	วัดถ้ำวิมานนาคนิ	เกล็ดปลา กระดูกสันหลัง เศษกระดูก เปลือกหอย และชิ้นส่วนของอาร์โทพอด



ตาราง 4.2 (ต่อ)

รูปแบบ	specimen no.	แหล่งซาก ดึกดำบรรพ์	ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในมูลสัตว์โบราณ
I2	CY7-14-001	วัดถ้ำวิมานนาคน	เกล็ดปลา กระดูกสันหลัง และเศษกระดูกที่แตกหัก
J	CY1-13-045	ห้วยน้ำอุ่น	เกล็ดปลา เปลือกหอย และเศษกระดูกที่แตกหัก
J	CY5-13-130	ห้วยน้ำผุด	เศษกระดูกที่แตกหัก
J	CY7-13-083	วัดถ้ำวิมานนาคน	เกล็ดปลา และเศษกระดูกที่แตกหัก

กระดูกของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่พบในมูลสัตว์โบราณนั้น ส่วนใหญ่แตกหักและมีสภาพไม่สมบูรณ์ซึ่งยากต่อการระบุว่าเป็นส่วนของสิ่งมีชีวิตชนิดใด โดยกระดูกที่สามารถระบุได้ มีดังนี้ กระดูกสันหลังของปลากระดูกแข็ง กระดูกบริเวณที่มีร่องรอยเส้นเลือดและเส้นประสาท (lamellar bone) และกระดูกยางค์ (limb bone) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกหรือสัตว์เลื้อยคลาน (ภาพประกอบ 4.22)

เกล็ดปลากระดูกแข็งที่พบในมูลสัตว์โบราณ ส่วนใหญ่เป็นเกล็ดที่ค่อนข้างไม่สมบูรณ์มากนัก แต่อย่างไรก็ตามจากลักษณะที่ค่อนข้างโดดเด่นของเกล็ดสามารถจัดจำแนก 2 กลุ่มดังนี้ (ภาพประกอบ 4.23)

1. เกล็ดปลาแบบ Paleoniscoid พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-043) ตัวอย่างที่พบมีลักษณะเป็นเกล็ดรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มีลักษณะค่อนข้างยาวและหนา โดยเกล็ดปลาลักษณะดังกล่าวสามารถพบได้ในปลากลุ่ม Palaeonisciformes

2. เกล็ดปลาแบบ Garnoid พบภายในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ C (ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-127) ตัวอย่างที่พบมีลักษณะเป็นเกล็ดรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน บางและแบน โดยเกล็ดปลาลักษณะดังกล่าวสามารถพบได้ในปลากลุ่ม Semionotiformes ซึ่งพบเป็นจำนวนมากในช่วงมหายุคมีโซโซอิก

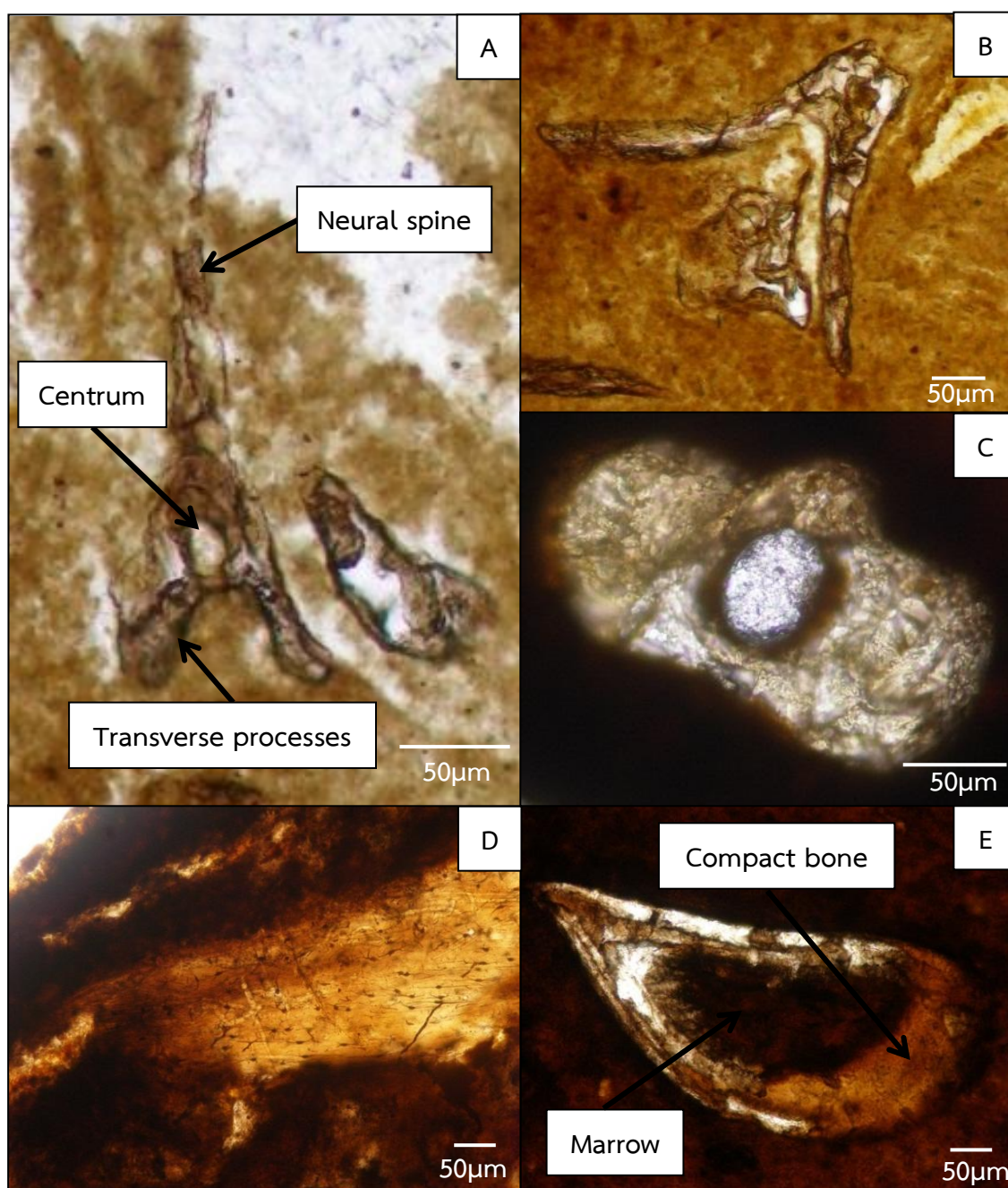
นอกจากนี้เส้นการเจริญ (growth ring) บริเวณผิวเกล็ดปลาที่พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ E (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-042) แสดงให้เห็นว่าอายุของปลากระดูกแข็งเจ้าของเกล็ดก่อนที่จะถูกกินประมาณ 1-2 ปี

เศษโครงสร้างพืช ที่พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY6-13-08) มีลักษณะเป็นเซลล์รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เกาะกันเป็นกลุ่ม พบบริเวณขอบของหน้าตัดหรือบริเวณผิวชั้นในของชิ้นตัวอย่าง ซึ่งบริเวณใกล้เคียงพบกระดูกและเกล็ดปลาที่บ่งชี้ว่าผู้ผลิตเป็นสัตว์กินเนื้อ จึงอาจมีความเป็นไปได้ว่าพืชดังกล่าวเจริญเติบโตขึ้นหลังจากมูลถูกขับออกจากร่างกายแล้ว

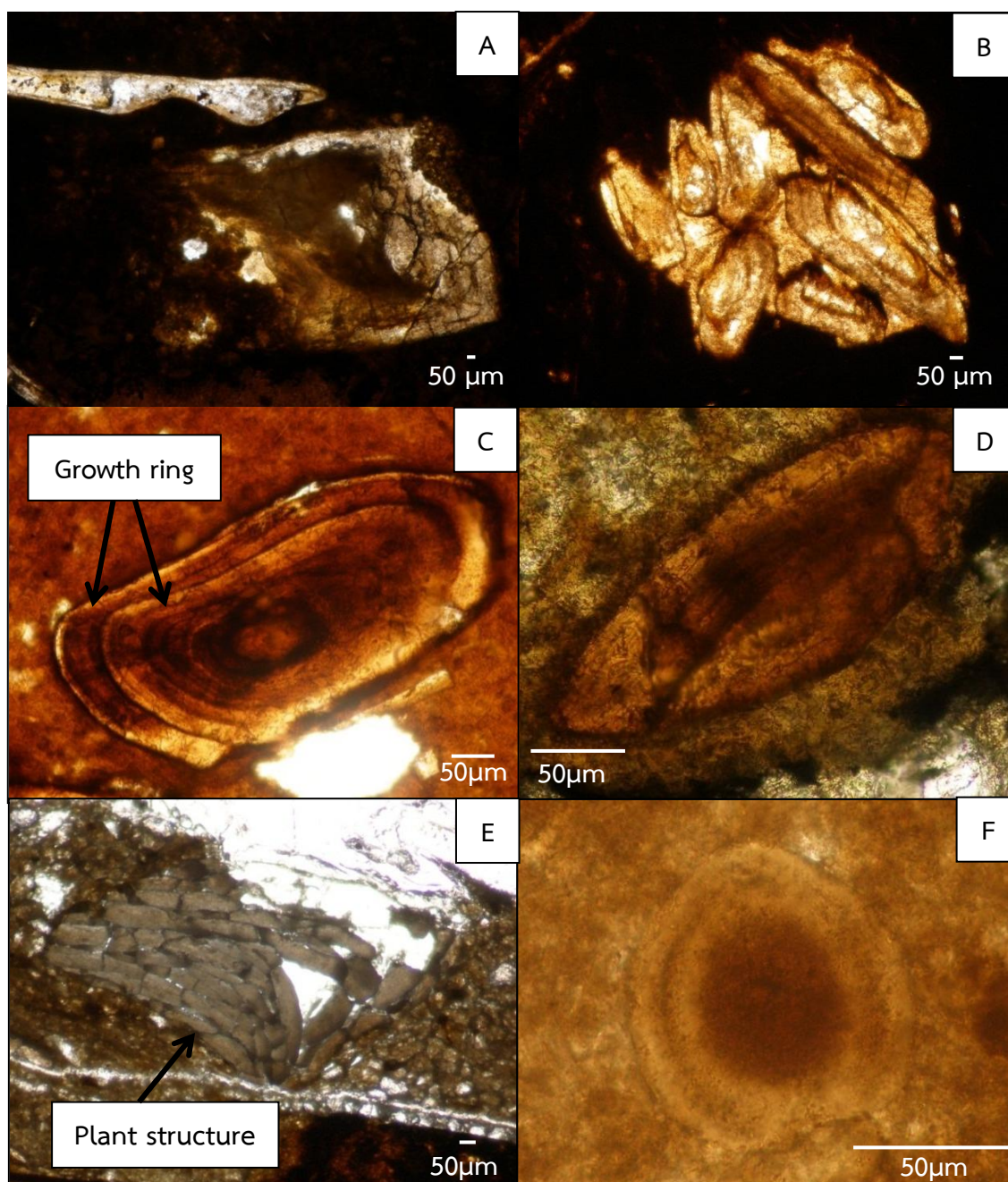
ไข่พยาธิทั้ง 2 ตัวอย่าง ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-085) มีลักษณะรูปไข่ค่อนข้างกลมรี มีขนาดประมาณ 35-50 ไมโครเมตร มีสีน้ำตาลอมเหลือง เปลือกหนาและโปร่งแสง ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของไข่พยาธิหนอนตัวกลม (round worm) กลุ่ม *Ascaris* (ประยงค์ ระดมยศ, 2541; อนันต์ สกฤติภูมิ, 2530)

นอกจากนี้ยังพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีเปลือกแข็ง ได้แก่ เปลือกหอย ?gastropod ?ออสตราคอด (ostracods) และ ?ฟอรัมมินิเฟอรา (foraminifera) รวมทั้งเศษชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตกลุ่มอาร์โทรพอด (arthropod)

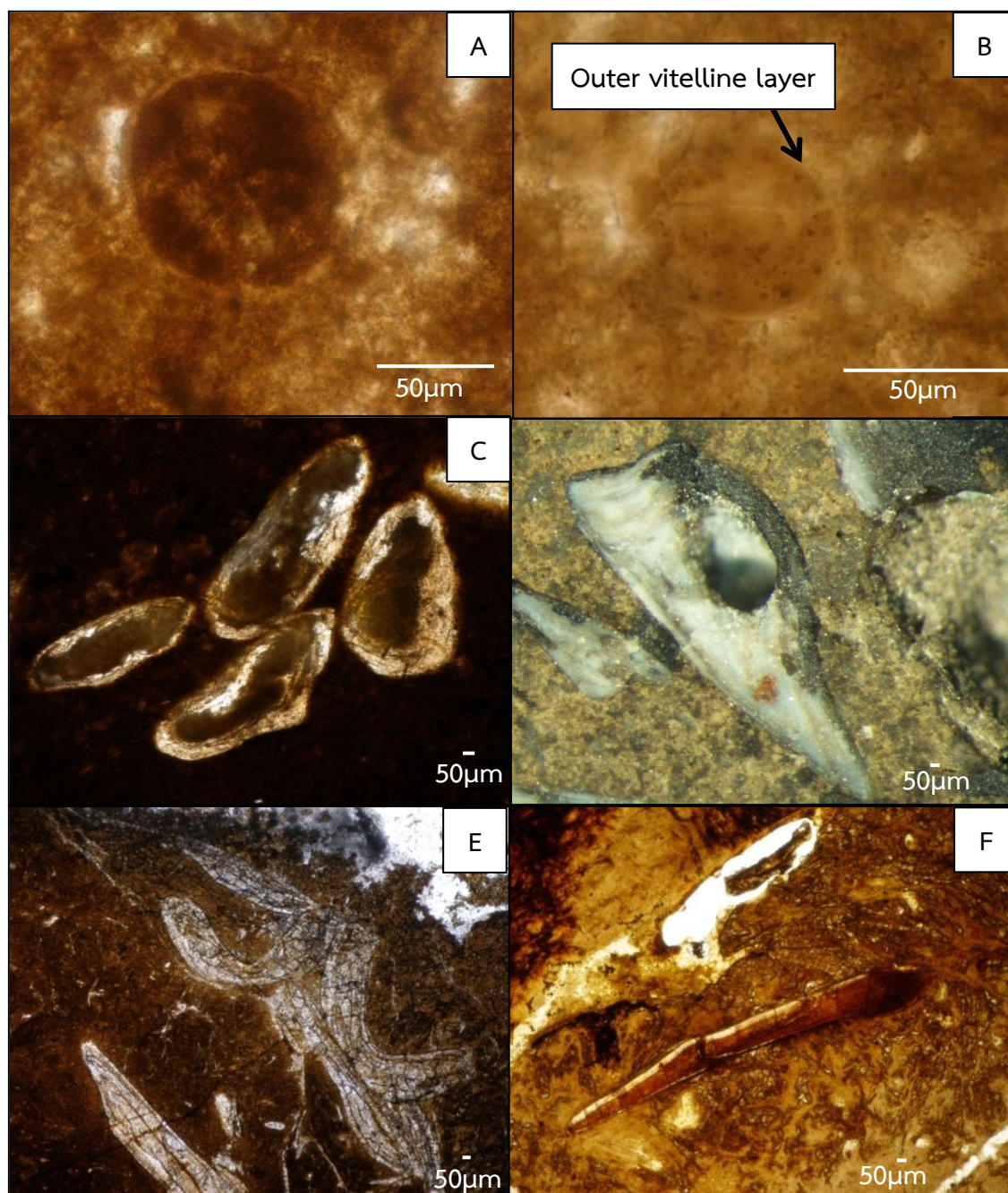




ภาพประกอบ 4.22 ซากดึกดำบรรพ์กระดูกที่พบในมูลสัตว์โบราณ A-B: กระดูกสันหลังปลาที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ I1 (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-082), C: กระดูกสันหลังปลาที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ F (ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-132), D: กระดูกบริเวณ lamellar ที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-084), E: ภาพตัดขวางกระดูกซี่โครงที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ E (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-042)



ภาพประกอบ 4.23 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ A: เกล็ดปลาแบบ ganoid ที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ C (ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-127), B: เกล็ดปลาแบบ paleoniscoid ที่พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-043), C: เกล็ดปลาที่แสดง growth ring ที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ E (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-042), D: ?foraminifera ที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ B1 (ตัวอย่างหมายเลข CY6-13-008), E: เศษโครงสร้างพืชที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-043), F: ?สปอร์หรือละอองเรณูที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ A1 (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-085)



ภาพประกอบ 4.24 ซากดึกดำบรรพ์ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ (ต่อ), A-B: ไข่พยาธิหนอนตัวกลมที่พบภายในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-085), C: ?เปลือกกอสตราคอตที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ C (ตัวอย่างหมายเลข CY5-13-127), D: เปลือกหอยที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ C (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-082), E: เศษชิ้นส่วนของอาร์โทพอดที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-043), F: เศษชิ้นส่วนของอาร์โทพอดที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ I1 (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-082)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผล

5.1.1 การจัดจำแนกสัณฐานวิทยาโมลัสต์วโบราณ

โมลัสต์วโบราณจำนวน 390 ตัวอย่างจากทั้ง 7 แหล่งซากดึกดำบรรพ์ในหมวดหินห้วยหินลาด สามารถจัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานได้ทั้งหมด 20 รูปแบบ (ภาพประกอบ 5.1) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่กลุ่มที่ไม่มีเกลียว 7 รูปแบบและกลุ่มที่มีเกลียวจำนวน 3 รูปแบบ โดยมีโมลัสต์วโบราณ 11 รูปแบบที่สามารถจัดจำแนกชื่อทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ *Dicynodontocopros maximus*, *Eucoprus* sp., *Eucoprus cylindratus*, *Heteropolacoprus texaniensis*, *Kalocoprus* sp., *Liassocopros Hawkinsi* และ *Sauropros bucklandi* ซึ่งเป็นการค้นพบเพิ่มเติมจากการรายงานของ Laojumpon และคณะ (2012) ที่จัดจำแนกโมลัสต์วโบราณในแหล่งห้วยน้ำอุ่น 2 รูปแบบคือ *Sauropros bucklandi* และ *Liassocopros Hawkinsi* ส่งผลให้ปัจจุบันในแหล่งซากดึกดำบรรพ์ในหมวดหินห้วยหินลาดพบโมลัสต์วโบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 7 รูปแบบ

อย่างไรก็ตามโมลัสต์วโบราณรูปแบบ *Kalocoprus* sp. เป็นรูปแบบที่มีรายงานการค้นพบในช่วงปลายยุคเพนซิลเวเนีย (Pennsylvanian period) (Hunt *et al.*, 2012c) และยังไม่มีรายงานการค้นพบโมลัสต์วโบราณรูปแบบดังกล่าวนี้ในช่วงยุคไทรแอสสิก เช่นเดียวกับโมลัสต์วโบราณรูปแบบ H4 ที่มีเกลียวแบบ zigzag-heteropolar โดยมีลักษณะคล้ายกับโมลัสต์วโบราณที่ Diedrich and Felker, (2012) ได้รายงานการค้นพบในตะกอนทะเลต้นช่วงกลางยุคอีโอซีน (Eocene period) ประเทศเยอรมัน รวมทั้งโมลัสต์วโบราณรูปแบบ J2 ที่มีเกลียวแบบ scroll ที่ยังไม่มีรายงานการค้นพบโมลัสต์วโบราณรูปทรงดังกล่าวมาก่อน จึงนับเป็นการค้นพบโมลัสต์วโบราณรูปแบบดังกล่าวครั้งแรกในยุคไทรแอสสิก

โมลัสต์วโบราณทั้งหมด 20 รูปแบบที่มีความแตกต่างกันในขนาดและรูปร่างนั้นบ่งชี้ถึงความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งยังเป็นหลักฐานของการปรากฏตัวของสัตว์มีกระดูกสันหลังเจ้าของมูลในช่วงปลายยุคไทรแอสสิกที่เคยอาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา

5.1.2 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ภายในโมลัสต์วโบราณและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

จากการศึกษาโครงสร้างภายในโมลัสต์วโบราณโดยใช้เทคนิค thin section พบว่าบางตัวอย่างบางชิ้นมีความเปราะบางต่อการเสียหาย ซึ่งอาจเกิดจากชนิดของอาหาร ระบบย่อยอาหาร และขับถ่ายของสัตว์ผู้ผลิต รวมทั้งสภาพแวดล้อมการสะสมตัว ที่ส่งผลต่อโครงสร้างภายในของโมลัสต์วโบราณ จากการศึกษาพบซากดึกดำบรรพ์จำนวนมากทั้งที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์

เกล็ดปลาแบบ paleoniscoid และ garnoid ที่พบแสดงให้เห็นว่ามีปลากระดูกแข็งอย่างน้อย 2 กลุ่มอาศัยอยู่ในพื้นที่ทำการศึกษาได้แก่ ปลากระดูกแข็งกลุ่ม Palaeonisciformes และกลุ่ม Semionotiformes ซึ่งเป็นปลาที่พบจำนวนมากในช่วงมหายุคมีโซโซอิก



เส้นการเจริญเติบโตที่พบบริเวณเกล็ดปลาที่พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ E (ตัวอย่างหมายเลข CY1-13-042) บ่งชี้ว่าเหยื่อซึ่งเป็นปลากระดูกแข็งเจ้าของเกล็ดนั้นถูกกินในขณะที่มีอายุประมาณ 1-2 ปี นอกจากนี้เศษกระดูกและเกล็ดปลาที่แตกหักที่พบในมูลสัตว์โบราณ แสดงให้เห็นว่าผู้ผลิตเจ้าของมูลมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบกัดฉีกหรือบดเหยื่อ โดยสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีขากรรไกร

เศษโครงสร้างฟอสซิลที่พบอยู่บริเวณขอบหน้าตัดหรือบริเวณผิวชั้นในของชิ้นตัวอย่างมูลสัตว์โบราณรูปแบบ D (ตัวอย่างหมายเลข CY6-13-08) อาจเป็นไปได้ว่าฟอสซิลดังกล่าวเจริญเติบโตขึ้นหลังจากมูลถูกขับออกจากร่างกายแล้ว ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามูลสัตว์โบราณชิ้นนี้มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นซากดึกดำบรรพ์ร่องรอยกลุ่ม coprolite (มูลที่ถูกขับออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตแล้ว) มากกว่าที่จะเป็น intestinelite (มูลที่ยังไม่ถูกขับออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต)

สปอร์หรือ ละอองเรณู ที่พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 (ตัวอย่างหมายเลข CY7-13-085) ที่ถูกผลิตโดยสัตว์กินเนื้อนั้น Scott และคณะ (2003) เสนอว่าสปอร์หรือละอองเรณูสามารถกระจายตัวทั้งในอากาศ และน้ำที่สิ่งมีชีวิตดื่ม รวมทั้งพฤติกรรมการล่าสัตว์กินพืชของสัตว์กินเนื้อ จึงเป็นสาเหตุให้สามารถพบสปอร์ และละอองเรณูในสัตว์กินเนื้อ

ซากดึกดำบรรพ์ไข่พยาธิหนอนตัวกลม (Round Worm) กลุ่ม *Ascaris* ที่พบในมูลสัตว์โบราณรูปแบบ A นั้นเป็นการค้นพบครั้งแรกในประเทศไทยและทวีปเอเชีย ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบปรสิต (Parasitism) ในยุคไทรแอสซิก แต่อย่างไรก็ตามไข่พยาธิที่พบในมูลสัตว์รูปแบบ A นั้นไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าสิ่งมีชีวิตผู้ผลิตมูลรูปแบบ A เป็นโฮสต์ของพยาธิ ดังกล่าว Dentzien-Dias และคณะ (2013) เสนอว่าการพบไข่พยาธิในสิ่งมีชีวิตอาจเกิดได้ 2 กรณีคือ กรณีแรกอาจเกิดจากพยาธิที่ฝังตัวอยู่ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังก่อนแล้วจากนั้นจึงถูกล่าโดยโฮสต์ลำดับถัดไปเช่น ปลากระดูกแข็ง และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก รวมทั้งสัตว์เลื้อยคลาน ในขณะที่วงจรการเจริญเติบโตของพยาธิยังคงดำเนินอยู่ กรณีที่สองคือหรือพยาธิตัวเต็มวัยที่มีไข่ที่อยู่ภายในเยื่อถูกกินโดยโฮสต์ลำดับสุดท้าย

กระดูก เกล็ดปลา ชิ้นส่วนอาร์โทพอด หอยและ ?ออสตราคอด ที่พบภายในมูลสัตว์โบราณ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่าและเหยื่อเช่น รูปแบบการกินอาหาร ชนิดและอายุของเหยื่อ นอกจากนี้ไข่พยาธิตัวกลมที่พบยังแสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในรูปแบบปรสิต (parasitism) ที่เริ่มมีมาตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกซึ่งเป็นการค้นพบที่น่าสนใจอย่างยิ่งและควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

5.1.3 การระบุสิ่งมีชีวิตผู้ผลิตและความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์มีกระดูกสันหลังในหมวดหินห้วยหินลาด

มูลสัตว์โบราณจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับรูปแบบลำไส้และลักษณะการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งการระบุชนิดของผู้ผลิตนั้นค่อนข้างทำได้ยากเนื่องจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งชนิดนั้นสามารถผลิตมูลได้หลากหลายรูปแบบในขณะที่มูลสัตว์หนึ่งรูปแบบก็อาจเกิดจากสิ่งมีชีวิตหลายชนิดเช่นกัน (Benton and Harper 1997) อย่างไรก็ตามยังมีความเป็นไปได้ที่จะระบุกลุ่มสิ่งมีชีวิตผู้ผลิตจากลักษณะลำไส้ที่โดดเด่นในสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่ม (Hunt *et al.*, 2007)

มูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 นั้นมีลักษณะสัณฐานวิทยาและโครงสร้างภายในคล้ายกับมูลที่ถูกผลิตโดยสัตว์เลื้อยคลานกลุ่มจะเข้ (Milan *et al.*, 2012 b) ซึ่งยังไม่มีรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์จะเข้ในยุคไทรแอสซิก ดังนั้นมูลสัตว์โบราณรูปแบบ A1 อาจถูกผลิตโดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มี



ลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกับจระเข้ที่พบในยุคไทรแอสซิก ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่มูลสัตว์โบราณรูปแบบดังกล่าวจะถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตกลุ่ม Phytosaur เนื่องจากรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ *Mystriosuchus* sp. (Buffetaut and Ingavat, 1982) ในหมวดหินห้วยหินลาด

รูปแบบ A2 เป็นรูปแบบที่มีลักษณะคล้ายมูลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dicynodontocopros maximus* (Hunt et al., 2007) ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบมากในช่วงปลายยุคไทรแอสซิก (upper Carnian) และมักพบบริเวณที่มีการปรากฏตัวของสิ่งมีชีวิตกลุ่ม Cynodont (Hunt et al., 2013; Hugot, 2014) โดย Cynodont เป็น tetrapod ที่คล้ายสัตว์เลื้อยคลานซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง Permian-Triassic ซึ่งยังไม่มีรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ในหมวดหินห้วยหินลาด ดังนั้นการค้นพบมูลสัตว์โบราณรูปแบบดังกล่าวแสดงถึงความเป็นไปได้ที่ Cynodont เคยอาศัยในช่วงยุคไทรแอสซิกของประเทศไทย

รูปแบบ B1, B2 และ B3 เป็นมูลสัตว์โบราณที่สามารถพบได้ทั่วไปในสัตว์มีกระดูกสันหลัง กลุ่ม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ทิมโนสπονดิว (temnospondyl) สัตว์เลื้อยคลาน เต่า และจระเข้ขนาดเล็ก (Hunt and Lucas, 2012 b; Milàn, et al., 2012 a,b) โดยมูลสัตว์โบราณรูปแบบ B1, B2 และ B3 อาจถูกผลิตโดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่มีรายงานการค้นพบในหมวดหินห้วยหินลาด ได้แก่ *Cyclotosaurus* cf. (Buffetaut and Ingavat, 1982) *posthumus frass*, *Mystriosuchus* sp. (Ingavat and Janvier, 1981) *plagiosauroid* (Suteethorn et al., 1988) *Mystriosuchus* sp. (Buffetaut and Ingavat, 1982) *Proganochelys ruchae* (Broin, 1984)

รูปแบบ C, D, E และ F เป็นรูปแบบที่ถูกผลิตโดยสัตว์มีกระดูกสันหลังหลากหลายชนิด กระดูกและเกล็ดปลาที่พบบ่งชี้ว่าผู้ผลิตเป็นสัตว์กินเนื้อ ในขณะที่รูปแบบ G ไม่ได้ทำการศึกษา โครงสร้างภายใน เนื่องจากพบตัวอย่างน้อย และไม่พบซากดึกดำบรรพ์บริเวณผิวนอก จึงอาจถูกผลิตได้ทั้งสัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช

รูปแบบ H1, H2, H3, H4 และ H5 เป็นมูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบเฮทเทอโรโพลาร์ ซึ่งถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้เป็นเกลียวแบบ *valvula spiralis* (spiral valve) (Hunt and Lucas, 2012 b) โดยเกลียวรูปแบบดังกล่าวพบได้ในสิ่งมีชีวิตกลุ่ม ปลากระดูกอ่อน (chondrichthyans) หรือ ฉลาม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการค้นพบฟันฉลาม *Hybodus* ในแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอ่อน (Laojumpon et al., 2012) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่ฉลามกลุ่ม *Hybodont* เป็นเจ้าของมูลสัตว์โบราณรูปแบบ H1-H5

รูปแบบ I1 และ I3 เป็นมูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบแอมฟิโพลาร์ ซึ่งเกิดจากลำไส้ที่มีลักษณะเป็นเกลียวของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มปลาปอด (lung fishes) (Jain, 1983) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการค้นพบแผงฟันปลาปอดชนิด *Ferganoceratodus szechuanensis* ในหมวดหินห้วยหินลาด (Matin and Ingavat, 1982; Martin et al., 1997; Cavin et al., 2007) ในขณะที่รูปแบบ I2 ตัวอย่างที่พบมีขนาดค่อนข้างใหญ่และไม่สมบูรณ์ การจัดจำแนกและระบุชนิดผู้ผลิตเป็นเรื่องยาก แต่อย่างไรก็ตามมูลสัตว์โบราณรูปแบบดังกล่าวมีลักษณะคล้ายคลึงกับมูลสัตว์โบราณรูปแบบที่ 7 ที่พบบริเวณห้วยน้ำอ่อน (Laojumpon et al., 2012) ซึ่ง Laojumpon และคณะ (2012) เสนอว่ามูลสัตว์โบราณนี้อาจถูกผลิตโดยกลุ่มปลาปอด (lung fish) ขนาดใหญ่

รูปแบบ J1-J2 เป็นมูลสัตว์โบราณที่มีเกลียวแบบ scroll ถูกผลิตโดยสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้เป็นเกลียวแบบ *valvula volute* (scrollvalve) (Hunt and Lucas 2012b) เกล็ดปลาและเศษกระดูก



บ่งชี้ว่าผู้ผลิตเป็นสัตว์กินเนื้อ Hunt and Lucas (2012 b) ได้ศึกษาสิ่งมีชีวิตที่มีลำไส้แบบ scroll พบว่าส่วนใหญ่เป็นสัตว์กินซาก (detritus feeder) โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตกลุ่ม agnathan หรือกลุ่มปลาที่ไม่มีขากรรไกร

5.1.4 ช่วงอายุและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอน

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่มีช่วงชีวิตและอาศัยในสภาพแวดล้อมต่างกัน ส่งผลให้มูลสัตว์โบราณมีรูปทรงแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาและสภาพแวดล้อมที่จำกัด ซึ่งสามารถนำมาบ่งชี้ช่วงอายุและสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนในบริเวณที่พบได้ (Hunt *et al.*, 2007) โดยมูลสัตว์โบราณที่มีการจัดจำแนกชื่อวิทยาศาสตร์ถือเป็นซากดึกดำบรรพ์ดัชนี (index fossil) สามารถบ่งชี้ช่วงการสะสมตัวและสภาพแวดล้อมได้

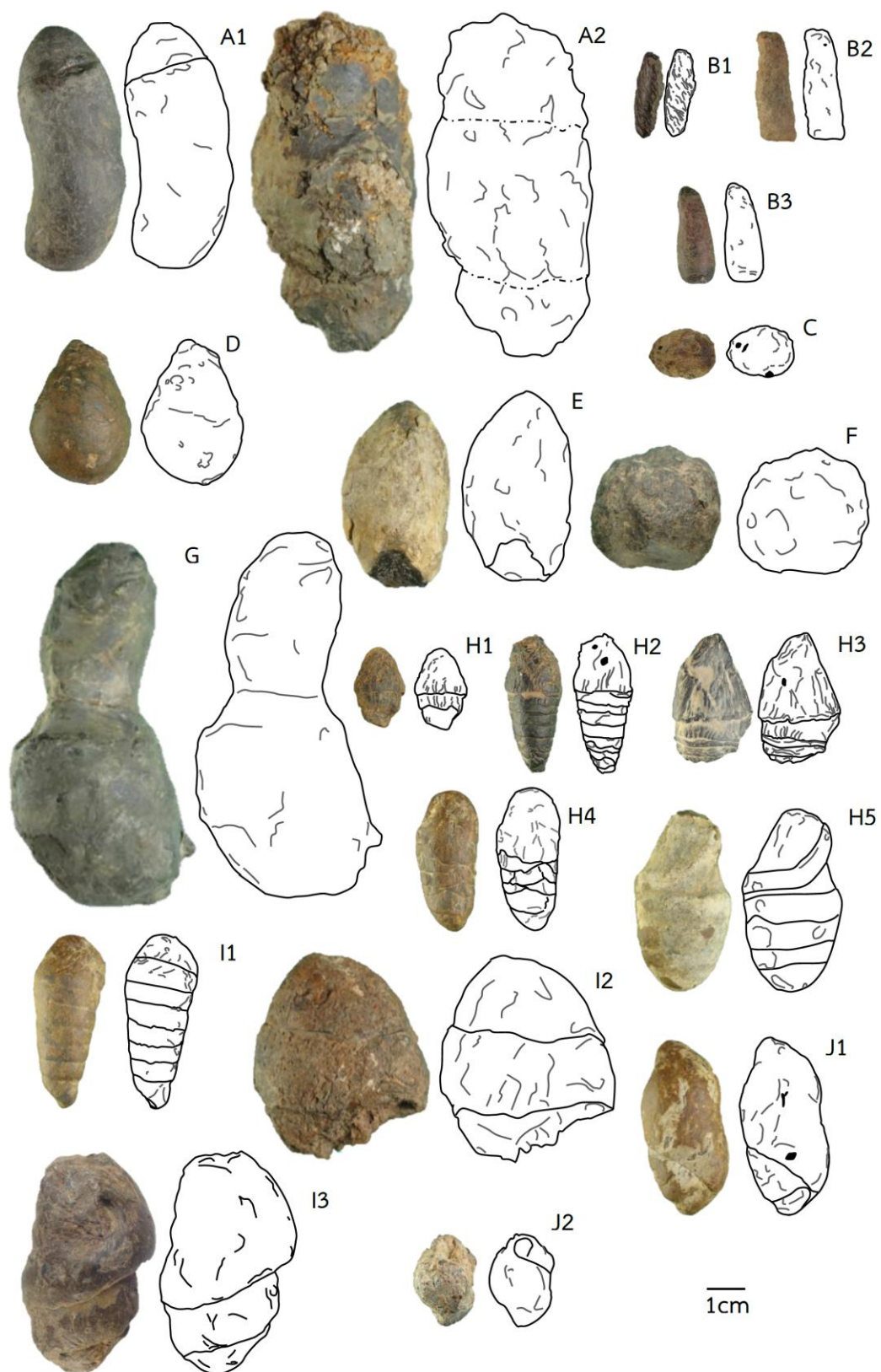
จากการเปรียบเทียบมูลสัตว์โบราณที่พบในหมวดหินห้วยหินลาดกับรายงานการกระจายตัวของมูลสัตว์โบราณในยุคไทรแอสซิก (Hunt *et al.*, 2013) พบว่ามูลสัตว์โบราณส่วนใหญ่มีอายุการสะสมตัวในช่วงปลายยุคไทรแอสซิก โดยเฉพาะมูลสัตว์โบราณรูปแบบ *Liassocopors Hawkinsi* และ *Sauropos bucklandi* ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบบ่อยในยุค คาร์เนียน-นอร์เรียน (Hunt *et al.*, 2007) สอดคล้องกับการศึกษาทางธรณีวิทยาระบุว่าหมวดหินห้วยหินลาดมีการสะสมตัวในยุคดังกล่าว (Racey, 2009; Racey and Godall, 2009) แต่จากหลักฐานการค้นพบมูลสัตว์โบราณรูปแบบ *Dicynodontocopros maximus* ที่มีรายงานการค้นพบในชั้นหินยุคคาร์เนียนเท่านั้น ในขณะที่มูลสัตว์โบราณรูปแบบ *Heteropolacopros texaniensis* ที่ไม่ปรากฏตัวในชั้นหินที่มีอายุการสะสมตัวอ่อนกว่ายุคคาร์เนียน (Hunt *et al.*, 2013) แสดงให้เห็นว่าให้พื้นที่ศึกษาครั้งนี้มีอายุการสะสมตัวอยู่ในช่วงคาร์เนียน (ภาพประกอบ 5.3)

นอกจากนี้มูลสัตว์โบราณยังสามารถระบุสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มจะอาศัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Hunt *et al.*, 2007) Hunt และคณะ (2007) ระบุว่ามูลสัตว์โบราณรูปแบบ *Dicynodontocopros maximus* มักพบในชั้นหินโคลนสีเทาดำที่มีการสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อมแบบเปียกสลับแห้งสภาวะน้ำนิ่ง ในขณะที่รูปแบบ *Heteropolacopros texaniensis* มักพบบริเวณแม่น้ำตะกอนสีแดง และมูลสัตว์ที่มีรูปทรงกลมรี (รูปแบบ C, D, H1, I1) มักพบในบริเวณแหล่งน้ำที่มีสารละลายปูนผสมอยู่ จากหลักฐานมูลสัตว์โบราณที่พบแสดงให้เห็นว่าให้พื้นที่ศึกษาอาจมีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในที่ราบลุ่มน้ำ และแอ่งน้ำหรือทะเลสาบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาโดยเทคนิค thin section นั้นเป็นเพียงการศึกษาโครงสร้างภายในมูลสัตว์โบราณเบื้องต้นเท่านั้น เนื่องจากภายในมูลสัตว์โบราณมีซากดึกดำบรรพ์หลายชนิดซึ่งเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับซากดึกดำบรรพ์ในแต่ละชนิด





ภาพประกอบ 5.1 มวลสัตว์โบราณรูปแบบต่างๆ ที่พบในแหล่งซากดึกดำบรรพ์หมวดหินห้วยหินลาด

ตาราง 5.1 รูปแบบ ชื่อวิทยาศาสตร์ และผู้ผลิตของมูลสัตว์โบราณ

รูปแบบ	รูปทรง	รูปแบบย่อย	สัณฐานวิทยา	ชื่อวิทยาศาสตร์	ผู้ผลิต
A	รูปทรงกระบอกขนาดใหญ่ (large cylindrical)	A1	ปลายกลมมน โค้งเล็กน้อย	<i>Eucoprus cylindratus</i>	กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีสัณฐานวิทยาใกล้เคียงจะเข้
		A2	ทรงกระบอกแบน รีคล้ายลิ่ม	<i>Dicynodontocopros maximus</i>	Cynodont
B	รูปทรงกระบอกขนาดเล็ก (small cylindrical)	B1	ปลายกลมมน โค้งเล็กน้อย ผิวขรุขระเป็นริ้วๆ	<i>Eucoprus cylindratus</i>	ปลาบางกลุ่ม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ทิมโนสπονดิว สัตว์เลื้อยคลาน จระเข้ขนาดเล็ก และเต่า
		B2	ปลายด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านเล็กเรียวแหลมหรือตัดทื่อ		
		B3	ปลายกลมมน ด้านหนึ่งมีขนาดใหญ่กว่าอีกด้าน		
C	รูปทรงกลมรี (ellipsoidal)		กลมรี คล้ายไข่	-	ปลา และสัตว์กินแมลง
D	รูปทรงหยดน้ำ (tear drop)		ทรงกลมรี ปลายด้านหนึ่งเล็กเรียวแหลมคล้ายหยดน้ำ	-	ปลา
E	รูปทรงกระสุน (bullet)		ทรงกระบอกสั้น ปลายด้านหนึ่งแตกหักคล้ายหัวกระสุน	<i>Eucoprus sp.</i>	สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และ สัตว์เลื้อยคลาน
F	รูปทรงกลม (round)		ทรงกลมคล้ายลูกบอล	-	ปลาบางกลุ่ม และสัตว์กินพืช
G	รูปทรงไม่แน่นอน (irregular)		ปลายด้านหนึ่งใหญ่กว่าและมีร่องเว้าตรงกลาง	-	?



ตาราง 5.1 (ต่อ)

รูปแบบ	รูปทรง	รูปแบบย่อย	ลักษณะวิทยา	ชื่อวิทยาศาสตร์	ผู้ผลิต
H	รูปทรงเฮเทอโพลาร์ (heteropolar)	H1	ทรงกลมรี ปรากฏเกลียวแบบ macro spiral	<i>Sauropros bucklandi</i>	ปลากระดุกอ่อน
		H2	รูปทรง heteropolar classic	<i>Liassocopros hawkinsi</i>	
		H3	รูปทรง heteropolar edge	<i>Heteropolacoprus texaniensis</i>	?กระเบน หรือ ฉลามครีบดำ ปลากระดุกอ่อน
		H4	รูปทรง zig-zag heteropolar		
		H5	จุดที่เป็นเกลียวเป็นส่วนที่กว้างที่สุดของชิ้นตัวอย่าง		
I	รูปทรงแอมฟีโพลาร์ (amphipolar)	I1	ปรากฏเกลียวตลอดทั้งชิ้นตัวอย่าง	-	ปลาปอด
		I2	ขนาดใหญ่ ปรากฏเกลียวตลอดทั้งชิ้นตัวอย่าง	-	?ปลาปอดขนาดใหญ่
		I3	ปรากฏเกลียวหลวมๆประมาณ 3-4 เกลียว	<i>?Kalocoprus sp.</i>	?ปลาปอด
J	รูปทรงสโครล (scroll)	J1	รูปทรงกระบอก ปรากฏเกลียวในแนวยาว	-	สัตว์กินซาก
		J2	รูปทรงคล้ายหอย ปรากฏเกลียวในแนวยาว	-	



ตาราง 5.2 มวลสัตว์โบราณที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์รูปแบบต่างๆที่ปรากฏในแต่ละช่วงอายุ

System Period			Series Epoch	Stage Age	Ichnotaxon							
					<i>Dicynodontocopros maximus</i>	<i>Eucoprus cylindratus</i>	<i>Heteropolacopros texaniensis</i>	<i>kalocoprus oteroensis</i>	<i>Liassocopros hawkinsi</i>	<i>Saurocopros bucklandi</i>		
Jurassic	Middle		Callovian		↑			↑	(Laojumpon et. al., 2012)			
			Bathonian									
			Bajocian									
			Aalenian									
	Lower		Toarcian									
			Pliensbachian									
			Sinemurian									
			Hettangian									
Triassic	Upper		Rhaetian									
			Norian									
			Carnian									
	Middle		Ladinian									
			Anisian									
	Lower		Olenekian									
			Induan									
	Permian	Lopingian								Changhsingian		
			Wuchiapingian									
Guadalupian			Capitanian									
			Wordian									
			Roadian									
Cisuralian			Kungurian									
			Artinskian									
			Sakmarian									
		Asselian										
Carboniferous	Pennsylvanian	Upper	Gzhelian									
			Kasimovian									
		Middle	Moscovian									
		Lower	Bashkirian									





เอกสารอ้างอิง



เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2550 ก). ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตที่ดึกดำบรรพ์ในประเทศไทย
กรมทรัพยากรธรณี: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- _____. (2550 ข). ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- _____. (2544). ธรณีวิทยาประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ วันที่ 5 ธันวาคม 2542.
ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- ประยงค์ ระดมยศ, วันชัย มาลีวงษ์, จิตติมา วงศาโรจน์, อัญชลี ตั้งตรงจิตร, วิโรจน์ กิตติคุณ, ชูเกียรติ
ศิริวิชัยกุล, วรารท์ มีสมบุญ, ประภาศรี จงสุขสันติกุล, เขวลิตร์ จีระดิษฐ์, พลรัตน์ วิไลรัตน์,
ไพศาล อิมพันธ์ และปัทมาวดี กฤษณามระ. (2541). *ประวัติหนองพญาธิการแพทย์ทฤษฎี
และการปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: กรมศาสนา โรงพิมพ์การศาสนา.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). *พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ:
ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรารุช สุธีธร. (2555). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ไดโนเสาร์ยุคไทรแอสสิกในประเทศไทย*. มหาสารคาม:
ศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วัฒนา ต้นเสถียร. (ไม่ระบุปีที่พิมพ์). “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์” *เอกสารประกอบการ
ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ โครงการการพัฒนาและส่งเสริมการให้ความรู้เกี่ยวกับกฎหมาย
กรมทรัพยากรธรณี*. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- อนุวัชร ตรีโรจนานนท์. (2555). *ลำดับชั้นหินของหมวดหินห้วยหินลาด*. กรุงเทพฯ: สำนักธรณีวิทยา
กรมทรัพยากรธรณี.
- อนันต์ สุกุลกิม. (2530). *ประวัติวิทยา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.
- Benton, M. and Harper, D. (1997). *Basic Palaeontology*, Addison Wesley Longman
Limited. England: Edinburgh Gath, Harlow Essex CM20 2JE.
- Broin, F. (1984). *Proganochelys Ruchae n. sp., Chelonien du Trias supérieur de
Thaïlande*. *Stvia Geologica Salmanticensia*, 1(1), 87-97.
- Buckland, W. (1829). *On the Discovery of Coprolites, or fossil faeces, in the
Lias at Lyme Regis, and in other formations: Transactions of the Geological
Society*. London: s.n.
- Buffetaut, E. and Ingavat, R. (1982). *Phytosaur Remains (Reptilia, Thecodontia) from the
Upper Triassic of north-eastern. Thailand*: Geobios.
- Buffetaut, E., Cuny, G., Le Loeuff, J. and Suteethorn, V. (2009). *Late Palaeozoic and
Mesozoic continental ecosystems of SE Asia: an introduction, Late Palaeozoic
and Mesozoic ecosystems in SE Asia: Geological Society of London*. London:
Special Publications.



- Bunopas, S. (1971). *On the Geology and Stratigraphy of the Nam Phrom Dam and its Vicinity, Geological Society of Thailand*. Thailand: Newsletters.
- Cuny, G., Le Loeuff, J. and Suteethorn, V. (2009). *Late Palaeozoic and Mesozoic Ecosystems in SE Asia: Geological Society of London*. London: Special Publications.
- Cavin, L., Suteethorn, V., Buffetaut, E. and Tong, H. (2007). A new Thai Mesozoic Lungfish (Sarcopterygii, Dipnoi) with an Insight into Post Palaeozoic Dipnoan Evolution. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 149, 141-177.
- Cavin, L., Suteethorn, V., Bufeetaut, E., Lauprasert, K., Le Loeuff, J., Lutat, P., Philippe, M., Richter, U. and Tong, H. (2003). *Palaeobiogeographical Affinities of Fish from Phu Nam Jun, Late Jureassic – Errly Cretaceous of North – Eastern Thailand*, In: 1st International Conference on Palaeontology of Southeast Asia, s.l.: s.n. p. 217-233
- Chonglakmni, C. and Sattayarak, N. (1978). Stratigraphy of Huai Hin Lat Formation (Upper Triassic) in NE Thailand. in *Nutlaya. P., ed., Proceedings of the Third Regional Conference on Geology and Mineralogy Resources of Southeast Asia: Department of Mineral Resources, Thailand*, s.l.: s.n. p. 739-762.
- Dentzien-Dias P. C., Poinar G J.R., de Figueiredo A. E. Q., Pacheco A. C. L., Horn B. L. D. and Schultz, C. L. (2013). Tapeworm Eggs in a 270 Million-Year-Old Shark Coprolite, Permian Tapeworm Eggs. *University of South Alabama, United States of America*, 8(1), 215-218, January.
- Diedrich, C. G. and Felker, H. (2012). Middle Eocene Shark Coprolites from Shallow Marine and Deltaic Coasts of the Pre-North Sea Basin In Central Europe, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 311-318.
- Friedman, V. (2012). Vertebrate Coprolites from the Lower Eagle Ford Group Of North Central Texas and Their Paleoecological Significance, Vertebrate Coprolites, *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 221-228.
- Haile, N.S. (1973). Note on Triassic Fossil Pollen from the Nam Pha Formation, Chulabhorn (Nam Phrom) Dam. *Thailand, Geological Society of Thailand, Newsletter*, 6(1), 15-16.
- Hantzschel, W., El-Baz, F. and Amstutz, G.C. (1968). Coprolite: Annotated Bibliograohy. *Geological Society of America*, 108, 132.
- Hugot, J-P., Gardner, S. L., Borba, V., Araujo P., Leles, D., Da-Rosa Á. A. S., Dutra J., Ferreira L. F. and Araújo A. (2014). Discovery of a 240 Million Year old Nematode Parasite Egg in a Cynodont Coprolite Sheds light on the Early Origin of Pinworms in Vertebrates. *Parasites & Vector*, 7, 486.



- Hunt, A. P., Lucas S. G., Spielmann J. A. and J Lerner A. (2007). A Review of Vertebrate Coprolites of the Triassic with Descriptions of New Mesozoic Ichnotaxa, The Global Triassic. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 41, 88-107.
- Hunt, A. P. and Lucas, S.G. (2012 a). Classification of Vertebrate Coprolites and Related Trace Fossil. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 137-146.
- Hunt, A. P. and Lucas, S.G. (2012 b). Descriptive Terminology of Coprolite and Feces. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 153-160.
- Hunt, A. P., Lucas, S.G., Milan, J. and Spielmann J. A. (2012 a). Vertebrate Coprolite Studies: Status and Prospectus. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 5-24.
- Hunt, A. P., Lucas, S. G. and Spielmann, J. A. (2012 b). New Coprolite Ichnotaxa From The Buckland Collection At The Oxford University Museum Of Natural History, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 115-124.
- Hunt, A. P., Lucas, S.G., Spielmann, J.A., Cantrell, A. K. and Suazo, T. L. (2012 c). A New Marine Coprofauna from The Beeman Formation (Late Pennsylvanian: Late Missourian), Sacramento Mountains, New Mexico, USA, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 193-196.
- Hunt, A. P., Lucas, S. G., Spielmann, J. A., Cantrell, A., Suazo, T. and Lerner, A. J. (2012 d). Bromalites from the Tinajas Lagerstätte (Late Pennsylvanian: Late Missourian), Central New Mexico, USA, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 175-183.
- Hunt, A. P., Lucas, S. G., Spielmann, J. A., Suazo, T. L. and Cantrell, A. K. (2012 e). A Re-Evaluation of Late Pennsylvanian Bromalites From The Kinney Brick Quarry Lagerstätte, New Mexico, USA, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 185-192.
- Hunt, A. P., Lucas, S.G. and Spielmann, J.A. (2013). Triassic Vertebrate Coprolite Ichnofaunas, The Triassic System. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 61, 237-258.
- Ingavat, R. and Janvier, P. (1981). *Cyclotosaurus* cf. *Posthumus* Fraas (Capitosauridae, Stereospondyli from the Huai Hin Lat Formation (Upper Triassic). *Northeastern Thailand, with a note on Capitosaurid Biogeography*: *Geobios*, 14, 711-725.
- Iwai, J., Asama, K., Veeraburus, M. and Hongnusunthi, A. (1966). Stratigraphy of the so-called Khorat Series and a Note on the Fossil Plant-bearing Paleozoic Strata in Thailand. *Geology and Paleontology of the SE Asia*, Tokyo University Press, 2, 179-196.



- Iwai, J. and Asama, K. (1964). *Geology and Palaeontology of the Khorat Plateau and the Plant-bearing Permian Formations, Report on the Stratigraphical and Palaeontological Reconnaissance in Thailand and Malaysia*. Tokyo: Overseas Technical Cooperation Agency,
- Jain, S. L. (1983). *Spirally Coiled 'Coprolites' from Upper Triassic Maleri Formation*. India: Paleontology.
- Jouy-Avantin, F., Debenath, A., Moigne A-M., and Mone, H. A. (2003). Standardized Method for the Description and the Study of Coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 30, 367-372.
- Konno, E., and Asama, K. (1973). *Mesozoic Plants from Khorat, Thailand: Geology and Palaeontology of Southeast Asia*. Tokyo: Tokyo University Press.
- Laojumpon, C., Matkhammee, T., Wathanapitaksakul, A., Suteethorn, V., Suteethorn, S., Lauprasert, K., Srisuk, P., and Loeuff, J. (2012). Preliminary Report on Coprolites from the late triassic of Thailand, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 207-213.
- Mansky, C. F., Lucas, S. G., Spielmann, J. A. and Hunt, A. P. (2012). Mississippian Bromalites From Blue Beach, Nova Scotia, Canada, Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 161-170.
- Martin, M. and Ingavat, R. (1982). First record of an Upper Triassic ceratodontid (Dipnoi, Ceratodontiformes) in Thailand and its paleogeographical Significance. *Mémoires de la Société géologique de France*, 147, 101-105.
- Martin, M., Buffetaut, E., Tong, H. and Suteethorn, V. (1997). *New Jurassic dipnoans from Thailand: Geological Society of Denmark, online Series*. [online]. Available from: http://www.2dgf.dk/Publikationer/DGF_On_Line/Volume_1/newjur.htm. [accessed 25 December 2012].
- Mcallister, J.A. (1985). Reevaluation of the Origin of Spiral Coprolite, *University of Kansas Palaeontological Contributions*, 114, 1-12.
- Milàn, J. (2012). Crocodylian Scatology – a Look Into Morphology, Internal Architecture, inter- and Intraspecific Variation and Prey Remains in Extant Crocodylian Feces, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 65-71.
- Milàn, J., Clemmensen, L. B., Adolfssen, J. S., Estrup, E. J., Frobøse, N., Klein, N., Mateus, O. and Wings, O. (2012 a). A Preliminary Report on Coprolites From The Late Triassic Part of the Kap Stewart Formation, Jameson Land, East Greenland, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 203-205.



- Milà, J., Rasmussen, B. W. and Bonde, N. (2012 b). Coprolites with Prey Remains and Traces from Coprophagous Organisms from the Lower Cretaceous (Late Berriasian) Jydegaard Formation of Bornholm, Denmark, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 235-240.
- Racey, A. (2009). Mesozoic Red bed Sequences from SE Asia and the Significance of the Khorat Group of NE Thailand, *Geological Society, London, Special Publications*, 315, 41-67.
- Racey, A. and Goodall, J. G. S. (2009). Palynology and Stratigraphy of the Mesozoic Khorat Group Red Bed Sequences from Thailand; in Buffetaut, E., Cuny, G., Le Loeuff, J. and Suteethorn, V., eds., Late Palaeozoic and Mesozoic Ecosystems of SE Asia. *Geological Society of London, Special Publication*, 315, 67-81.
- Scott, L., Fernández-Jalvo, Y., Carrión, J. and Brink, J. (2003). Preservation and Interpretation of Pollen in Hyaena Coprolites: Taphonomic Observations from Spain and southern Africa, *Palaeontologia Africana*, 39, 83-91, December.
- Silva, P. A. D., Borba, V. H., Dutra, J. M.F., Leles, D., Da-Rosa, A. A.S., Ferreira, L. F. and Araujo, A. (2014). A New Ascarid Species in Cynodont Coprolite Dated of 240 Million Years, *An Acad Bras Cienc, Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 86(1), 265-269.
- Souto, P. R. D. F. and Medeiros, M. A. (2012). Tetrapod Coprolites from The Cenomanian Bone-Bed of Northeastern, Brazil, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 229-234.
- Srisuk, P. (2001). Bulletin of the Srisuk's House Museum. *Series A (Paleontology)*, 3(2), 29-39.
- Stringer, G. L. and King, L. (2012). Late Eocene Shark Coprolites from The Yazoo Clay in Northeastern Louisiana, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 275-308.
- Suazo, T. L., Cantrell, A. K., Lucas, S. G., Spielmann, J. A. and Hunt, A. P. (2012). Coprolites Across the Cretaceous/Tertiary Boundary, San Juan Basin, New Mexico, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 263-274.
- Sullivan, R. M. and Jasinski, S. E. (2012). Coprolites from the Upper Cretaceous Fruitland, Kirtland and Ojo Alamo Formations, San Juan Basin, New Mexico, Vertebrate Coprolites. *New Mexico Museum of Natural History and Science*, 57, 225-262.
- Suteethorn, V., Janvier, P. and Morales, M. (1988). Evidence for a Plagiosauroid Amphibian in the Upper Triassic Huai Hin Lat Formation of Thailand. *Jour. of Southeast Asian Earth Sciences*, 2, 185-187.



- Thulborn, R.A. (1991). Morphology, preservation and Palaeobiological Significance of Dinosaur Coprolite. *Palaeogeography*, 83, 341-366.
- Ward, D.E. and Bunnag, D. (1964). Stratigraphy of the Mesozoic Khorat Group in Northeast Thailand, Department of Mineral Resources, Bangkok. *Report of Investigation*, 6, 95.



ภาคผนวก



ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณ



ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยน้ำอุ่น

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	Spiral	Method
2	CY1-13-002	G	29.71	45.30	16.58	27.13	1.22	0	Morpho.
3	CY1-13-003	B1	33.80	12.65	10.72	80.30	17.52	0	Morpho.
4	CY1-13-004	B2	13.48	5.94	5.38	0.82	1.90	0	Morpho.
5	CY1-13-005	B2	11.45	4.60	4.20	0.30	1.36	0	Morpho.
6	CY1-13-006	B2	11.71	7.11	6.39	0.81	1.52	0	Morpho.
7	CY1-13-007	B2	15.60	6.52	6.39	0.87	1.34	0	Morpho.
8	CY1-13-008	B2	11.61	4.93	4.36	0.35	1.40	0	Morpho.
9	CY1-13-009	B2	9.57	4.43	4.42	0.27	1.44	0	Morpho.
10	CY1-13-010	J2	15.89	10.20	5.36	0.56	0.64	1	Morpho.
11	CY1-13-011	J2	18.00	10.36	9.10	1.40	0.83	1	Morpho.
12	CY1-13-012	H1	17.49	9.46	5.57	1.06	1.15	5	Morpho.
13	CY1-13-013	H3	33.55	13.48	12.46	7.69	1.36	8	Morpho.
14	CY1-13-014	H3	30.44	18.50	9.63	4.97	0.92	6	Morpho.
15	CY1-13-015	H1	38.48	24.87	11.48	9.59	0.87	3	Morpho.
16	CY1-13-016	I3	40.18	14.19	13.15	7.36	0.98	3	Morpho.
17	CY1-13-017	H2	29.13	17.37	11.90	6.32	1.05	6	Morpho.
18	CY1-13-018	H3	16.10	8.98	6.39	0.88	0.95	4	Morpho.
19	CY1-13-019	H3	26.24	12.13	7.92	2.74	1.09	4	Morpho.
20	CY1-13-020	I1	20.48	11.78	10.86	2.99	1.14	4	Morpho.
21	CY1-13-021	J1	16.60	6.81	5.30	0.78	1.30	1	Morpho.
22	CY1-13-022	B1	16.54	7.12	6.08	0.85	1.19	0	Morpho.
23	CY1-13-023	B2	14.56	3.79	2.68	0.20	1.35	0	Morpho.
24	CY1-13-024	B2	15.79	5.00	4.30	0.30	0.88	0	Morpho.
25	CY1-13-025	B1	12.08	4.51	4.34	0.34	1.44	0	Morpho.
26	CY1-13-026	B2	9.62	4.08	3.18	0.18	1.44	0	Morpho.
27	CY1-13-027	B1	9.92	3.00	2.87	0.12	1.40	0	Morpho.
28	CY1-13-028	E	48.47	27.90	26.97	46.54	1.28	0	Morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	Spiral	Method
29	CY1-13-029	I2	48.78	40.76	23.44	49.46	1.06	3	Morpho.
30	CY1-13-030	I2	31.20	28.22	20.94	21.06	1.14	3	Morpho.
31	CY1-13-031	A2	45.19	28.75	20.15	22.00	0.84	3	Morpho.
32	CY1-13-032	H2	26.33	20.43	8.75	3.65	0.78	6	Morpho.
33	CY1-13-033	H2	25.83	14.02	11.43	3.54	0.86	5	Morpho.
34	CY1-13-034	H3	23.14	10.97	8.96	2.71	1.19	11	Morpho.
35	CY1-13-035	I1	27.78	17.45	11.35	6.71	1.22	5	Morpho.
36	CY1-13-036	I1	21.89	14.36	13.81	4.76	1.10	4	Morpho.
37	CY1-13-037	H1	22.47	9.42	6.36	1.23	0.91	3	Morpho.
38	CY1-13-038	I1	17.92	10.23	8.72	1.43	0.89	5	Morpho.
39	CY1-13-039	H2	19.99	14.08	14.05	4.18	1.06	3	Morpho.
40	CY1-13-040	I1	18.85	11.87	8.30	2.20	1.18	2	Morpho.
41	CY1-13-041	J2	18.54	11.10	10.34	2.49	1.17	1	Morpho.
42	CY1-13-042	A1							Thin.
43	CY1-13-043	D							Thin.
44	CY1-13-044	B1							Thin.
45	CY1-13-045	J2							Thin.
46	CY1-13-046	H2							Thin.
54	CY1-13-054	H3	39.22	29.98	16.30	20.62	1.08	3	Thin.



ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยผาผึ้ง

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	Spiral	Method
1	CY2-13-001	A2	65.74	33.22	22.22	59.09	1.22	0	morpho.
2	CY2-13-002	F	37.50	38.12	36.26	60.37	1.16	0	morpho.
3	CY2-13-003	D	40.80	25.15	21.69	24.70	1.11	0	morpho.
4	CY2-13-004	I1	44.85	20.58	16.71	21.44	1.39	5	morpho.
5	CY2-13-005	I1	22.03	13.53	13.12	4.47	1.14	5	morpho.
6	CY2-13-006	I1	30.02	24.35	17.48	17.04	1.33	4	morpho.
7	CY2-13-007	I1	25.16	13.30	13.15	4.37	0.99	4	morpho.
8	CY2-13-008	H2	50.29	22.33	19.62	31.35	1.42	6	morpho.
9	CY2-13-009	E	27.46	20.91	17.29	14.19	1.43	0	morpho.
10	CY2-13-010	E	39.67	21.65	21.41	26.11	1.42	0	morpho.
11	CY2-13-011	E	29.81	25.56	24.16	20.89	1.13	0	morpho.

ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์ห้วยขี้ตม

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
1	CY3-11-001	F	15.56	12.82	11.07	2.22	1.01	0	morpho.
2	CY3-11-002	C	20.55	12.72	11.84	3.64	1.18	0	morpho.
3	CY3-11-003	C	17.68	12.14	12.83	2.61	0.95	0	morpho.
4	CY3-11-004	C	25.65	15.55	14.80	7.41	1.26	0	morpho.
5	CY3-11-005	B1	22.95	10.56	10.24	3.11	1.25	0	morpho.
6	CY3-11-006	J1	19.25	13.33	9.80	4.00	1.59	1	morpho.
7	CY3-11-007	D	24.12	19.38	17.58	9.08	1.10	0	morpho.
8	CY3-11-008	C	17.77	12.86	13.00	3.73	1.26	0	morpho.
9	CY3-11-009	J1	10.19	5.92	5.62	0.34	1.00	1	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
10	CY3-11-010	H2	35.37	14.23	13.47	8.31	1.23	9	morpho.
11	CY3-11-011	H3	38.73	19.86	18.32	13.88	0.99	4	morpho.
12	CY3-11-012	H3	21.75	11.64	10.50	2.87	1.08	8	morpho.
13	CY3-11-013	H2	31.90	15.31	12.52	6.31	1.03	3	morpho.
14	CY3-11-014	I1	20.51	10.85	10.08	2.90	1.29	3	morpho.
15	CY3-11-015	H3	23.08	16.26	13.83	4.91	0.95	7	morpho.
16	CY3-11-016	H2	24.23	15.20	14.58	5.31	0.99	4	morpho.
17	CY3-11-017	G	31.43	30.35	27.51	20.05	0.76	0	morpho.
18	CY3-11-018	D	18.79	14.62	13.99	4.68	1.22	0	morpho.
19	CY3-13-001	E	32.08	22.39	21.59	21.29	1.37	0	morpho.
20	CY3-13-002	F	13.37	13.09	12.92	3.35	1.48	0	morpho.
21	CY3-13-003	C	25.37	14.48	13.97	5.60	1.09	0	morpho.
22	CY3-13-004	C	19.66	13.22	15.52	4.42	1.10	0	morpho.
23	CY3-13-005	H3	23.43	14.05	11.75	4.37	1.13	3	morpho.
24	CY3-13-006	H2	15.11	8.08	7.73	1.13	1.20	1	morpho.
25	CY3-13-007	B2	24.19	12.37	12.20	3.58	0.98	0	morpho.
26	CY3-13-008	E	33.62	21.49	20.45	16.03	1.08	0	morpho.
27	CY3-13-009	E	27.40	20.01	19.37	11.46	1.08	0	morpho.
28	CY3-13-010	E	20.81	16.91	14.64	8.00	1.55	0	morpho.
29	CY3-13-011	C	21.79	15.79	13.32	6.16	1.34	0	morpho.
30	CY3-13-012	H3	27.61	18.15	16.26	10.45	1.28	5	morpho.
31	CY3-13-013	H2	27.90	19.27	17.42	7.68	0.82	4	morpho.
32	CY3-13-014	H4	17.03	9.93	9.62	2.15	1.32	4	morpho.



ตารางทะเบียนมุลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์น้ำผุด

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
1	CY5-13-006	B2	23.93	10.25	7.97	2.26	1.16	0	morpho.
2	CY5-13-007	B2	19.79	8.66	5.52	1.23	1.30	0	morpho.
3	CY5-13-008	H4	17.69	9.25	8.59	1.76	1.25	7	morpho.
4	CY5-13-009	B1	14.57	6.73	5.25	0.69	1.34	0	morpho.
5	CY5-13-010	B1	18.50	7.45	5.90	0.91	1.12	0	morpho.
6	CY5-13-011	B1	24.58	9.27	5.62	1.52	1.19	0	morpho.
7	CY5-13-012	B2	22.68	10.80	9.56	3.05	1.30	0	morpho.
8	CY5-13-013	B1	14.50	6.14	4.12	0.57	1.55	0	morpho.
9	CY5-13-014	B1	14.05	4.58	4.16	0.28	1.05	0	morpho.
10	CY5-13-015	B1	13.71	5.29	3.12	0.29	1.28	0	morpho.
11	CY5-13-016	B1	14.56	7.44	3.92	0.56	1.32	0	morpho.
12	CY5-13-017	J1	14.88	4.76	4.21	0.44	1.48	1	morpho.
13	CY5-13-018	B1	13.40	4.93	4.52	0.35	1.17	0	morpho.
14	CY5-13-019	B2	11.41	3.99	3.50	0.25	1.57	0	morpho.
15	CY5-13-020	B1	11.17	6.11	5.15	0.50	1.42	0	morpho.
16	CY5-13-021	C	18.55	13.94	10.22	2.73	1.03	0	morpho.
17	CY5-13-022	C	18.98	11.31	9.69	2.23	1.07	0	morpho.
18	CY5-13-023	F	16.65	14.77	11.41	2.96	1.05	0	morpho.
19	CY5-13-024	F	17.49	13.83	10.51	3.04	1.20	0	morpho.
20	CY5-13-025	E	37.99	23.17	18.17	15.02	0.94	0	morpho.
21	CY5-13-026	E	27.33	21.02	16.07	12.57	1.36	0	morpho.
22	CY5-13-027	E	34.74	22.95	14.26	11.55	1.02	0	morpho.
23	CY5-13-028	E	25.22	16.00	14.14	7.08	1.24	0	morpho.
24	CY5-13-029	E	22.87	25.35	16.54	10.54	1.10	0	morpho.
25	CY5-13-030	E	27.93	21.97	16.08	9.34	0.95	0	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
26	CY5-13-031	E	30.34	18.31	17.95	10.81	1.08	0	morpho.
27	CY5-13-032	E	29.37	19.63	18.30	8.84	0.84	0	morpho.
28	CY5-13-033	E	26.46	19.80	18.41	10.93	1.13	0	morpho.
29	CY5-13-034	E	27.30	16.14	15.63	6.49	0.94	0	morpho.
30	CY5-13-035	J2	21.07	14.63	12.63	3.41	0.88	1	morpho.
31	CY5-13-036	J2	18.73	12.16	11.76	2.15	0.80	1	morpho.
32	CY5-13-037	J2	12.59	9.73	7.94	1.14	1.17	1	morpho.
33	CY5-13-038	D	32.29	27.99	24.52	21.40	0.97	0	morpho.
34	CY5-13-039	E	29.49	19.70	19.39	11.13	0.99	0	morpho.
35	CY5-13-040	E	36.69	29.38	23.68	18.83	0.74	0	morpho.
36	CY5-13-041	H3	39.58	23.36	16.21	13.45	0.90	0	morpho.
37	CY5-13-042	H3	34.15	26.12	11.15	6.22	0.63	6	morpho.
38	CY5-13-043	H3	34.47	17.32	13.94	8.55	1.03	5	morpho.
39	CY5-13-044	H2	27.54	21.73	19.99	10.63	0.89	6	morpho.
40	CY5-13-045	H3	28.45	17.96	12.17	5.90	0.95	5	morpho.
41	CY5-13-046	H1	28.01	16.87	8.05	4.28	1.13	3	morpho.
42	CY5-13-047	I1	23.27	15.19	7.37	2.79	1.07	3	morpho.
43	CY5-13-048	H3	23.84	10.73	10.44	3.13	1.17	3	morpho.
44	CY5-13-049	H1	22.23	14.20	3.61	2.63	2.31	3	morpho.
45	CY5-13-050	H3	21.53	14.02	10.62	3.32	1.04	5	morpho.
46	CY5-13-051	H3	20.03	12.23	10.45	2.64	1.03	6	morpho.
47	CY5-13-052	H3	17.79	8.59	8.57	1.25	0.95	7	morpho.
48	CY5-13-053	H3	19.66	14.61	8.53	2.63	1.07	3	morpho.
49	CY5-13-054	H3	21.65	10.16	6.90	1.91	1.26	7	morpho.
50	CY5-13-055	H3	19.31	12.19	6.99	1.99	1.21	6	morpho.
51	CY5-13-056	H3	21.71	14.18	10.81	4.01	1.20	5	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
52	CY5-13-057	I3	20.71	9.16	5.54	1.13	1.08	3	morpho.
53	CY5-13-058	H3	18.95	10.30	5.34	1.13	1.08	4	morpho.
54	CY5-13-059	H2	43.80	22.62	20.90	22.10	1.07	7	morpho.
55	CY5-13-060	H2	41.06	18.99	13.65	7.94	0.75	7	morpho.
56	CY5-13-061	H3	31.06	13.29	10.83	3.26	0.73	6	morpho.
57	CY5-13-062	H5	32.72	13.58	10.62	6.30	1.34	7	morpho.
58	CY5-13-063	H3	20.28	11.77	10.46	2.59	1.04	4	morpho.
59	CY5-13-064	H3	31.96	17.83	16.98	11.32	1.17	4	morpho.
60	CY5-13-065	H2	29.01	20.51	18.51	12.20	1.11	5	morpho.
61	CY5-13-066	H2	20.38	12.07	10.01	2.22	0.90	4	morpho.
62	CY5-13-067	H2	30.66	17.16	13.34	6.14	0.87	5	morpho.
63	CY5-13-068	H2	22.32	11.97	6.50	2.07	1.19	5	morpho.
64	CY5-13-069	I1	15.56	11.69	9.65	1.81	1.03	6	morpho.
65	CY5-13-070	I1	36.50	29.35	17.59	17.63	0.94	4	morpho.
66	CY5-13-071	I1	32.89	20.24	17.32	8.94	0.78	5	morpho.
67	CY5-13-072	I1	23.51	17.87	9.21	4.15	1.07	5	morpho.
68	CY5-13-073	I1	21.96	13.86	9.80	2.90	0.97	5	morpho.
69	CY5-13-074	I1	28.56	14.67	13.56	6.75	1.19	7	morpho.
70	CY5-13-075	I1	22.58	12.18	9.60	2.37	0.90	6	morpho.
71	CY5-13-076	I1	20.42	11.89	9.48	2.46	1.07	5	morpho.
72	CY5-13-077	I1	20.29	14.63	14.62	5.72	1.32	3	morpho.
73	CY5-13-078	I1	25.29	19.00	8.90	3.62	0.85	4	morpho.
74	CY5-13-079	I3	28.38	17.74	13.43	6.31	0.93	3	morpho.
75	CY5-13-080	I1	25.12	14.61	13.73	4.48	0.89	6	morpho.
76	CY5-13-081	I1	16.03	10.15	8.85	1.89	1.31	4	morpho.
77	CY5-13-082	H1	16.38	11.27	10.66	2.04	1.04	3	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
78	CY5-13-083	l1	21.91	11.39	11.32	2.62	0.93	3	morpho.
79	CY5-13-084	l1	21.73	13.42	6.24	1.61	0.88	3	morpho.
80	CY5-13-085	l1	25.83	10.91	6.01	1.69	1.00	5	morpho.
81	CY5-13-086	l1	17.77	12.12	6.98	1.74	1.16	4	morpho.
82	CY5-13-087	l1	25.48	10.09	9.35	3.33	1.39	7	morpho.
83	CY5-13-088	l1	25.31	13.98	8.33	2.71	0.92	5	morpho.
84	CY5-13-089	l1	33.54	21.54	9.01	5.73	0.88	4	morpho.
85	CY5-13-090	H3	19.55	15.50	8.65	2.31	0.88	3	morpho.
86	CY5-13-091	l1	34.74	15.10	9.15	6.09	1.27	5	morpho.
87	CY5-13-092	l1	26.07	15.16	10.16	3.58	0.89	4	morpho.
88	CY5-13-093	l1	28.68	16.43	9.36	4.52	1.02	3	morpho.
89	CY5-13-094	J2	16.23	16.40	12.96	3.19	0.92	1	morpho.
90	CY5-13-095	l1	22.41	15.48	10.87	3.57	0.95	4	morpho.
91	CY5-13-096	H2	23.57	13.00	12.01	4.46	1.21	8	morpho.
92	CY5-13-097	l1	23.66	14.91	12.39	3.97	0.91	3	morpho.
93	CY5-13-098	l1	28.45	16.55	11.45	4.11	0.76	4	morpho.
94	CY5-13-099	l1	15.31	7.19	7.05	1.00	1.29	7	morpho.
95	CY5-13-100	l1	20.19	13.22	9.53	3.11	1.22	3	morpho.
96	CY5-13-101	H2	23.22	16.04	12.44	3.63	0.78	3	morpho.
97	CY5-13-102	l1	19.69	13.19	7.52	2.20	1.13	5	morpho.
98	CY5-13-103	l1	21.77	14.91	9.58	2.53	0.81	3	morpho.
99	CY5-13-104	l1	18.07	9.50	8.28	1.57	1.10	3	morpho.
100	CY5-13-105	l1	17.33	7.79	7.28	1.06	1.08	4	morpho.
101	CY5-13-107	l1	16.76	12.89	8.18	1.82	1.03	3	morpho.
102	CY5-13-108	l1	18.84	8.32	6.97	1.18	1.08	5	morpho.
103	CY5-13-109	l1	17.64	9.44	8.06	1.34	1.00	4	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
104	CY5-13-110	I1	48.67	11.79	9.55	1.83	0.33	4	morpho.
105	CY5-13-111	H3	21.01	11.80	6.69	1.37	0.83	3	morpho.
106	CY5-13-112	H2	27.69	18.11	12.15	4.76	0.78	4	morpho.
107	CY5-13-113	H2	24.07	11.93	5.41	1.83	1.18	4	morpho.
108	CY5-13-114	H3	18.84	12.82	7.14	1.77	1.03	4	morpho.
109	CY5-13-115	H3	20.29	12.05	7.39	1.71	0.95	4	morpho.
110	CY5-13-116	H3	21.62	13.78	9.27	2.79	1.01	8	morpho.
111	CY5-13-117	H3	17.68	13.10	11.26	2.36	0.90	7	morpho.
112	CY5-13-118	I3	17.53	10.13	6.11	1.02	0.94	3	morpho.
113	CY5-13-119	H3	21.59	11.49	5.05	1.30	1.04	3	morpho.
114	CY5-13-120	I3	21.61	8.48	7.83	1.43	1.00	5	morpho.
115	CY5-13-121	J2	15.37	9.70	6.21	0.91	0.98	1	morpho.
116	CY5-13-122	I1	26.83	13.55	8.51	3.60	1.16	4	morpho.
117	CY5-13-123	I1	18.42	9.61	7.25	1.38	1.08	3	morpho.
118	CY5-13-124	H3	21.49	13.31	8.85	2.29	0.90	3	morpho.
119	CY5-13-125	B2							Thin.
120	CY5-13-126	H3							Thin.
121	CY5-13-127	C							Thin.
122	CY5-13-128	H2							Thin.
123	CY5-13-129	I1							Thin.
124	CY5-13-130	J2							Thin.
125	CY5-13-131	B2							Thin.
126	CY5-13-132	F							Thin.
127	CY5-13-133	D							Thin.
128	CY5-13-134	B1							Thin.



ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์ข้า

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
1	CY6-13-001	A2	76.9	37.92	26.3	83.54	1.09	4	morpho.
2	CY6-13-002	E	31.87	16.4	13.86	8.75	1.21	1	morpho.
3	CY6-13-003	E	46.05	21.71	19.28	17.43	0.90	6	morpho.
4	CY6-13-004	B1	10.54	30.31	9.07	11.43	3.94	0	morpho.
5	CY6-13-005	J2	21.44	12.2	9.97	2.44	0.94	0	morpho.
6	CY6-13-006	H2	21.54	9.46	9.35	2.35	1.23	12	morpho.
7	CY6-13-007	F	32.95	37.7	23.74	30.45	1.03	0	morpho.
8	CY6-13-008	B2							Thin
9	CY6-13-009	D							Thin
10	CY6-13-010	A1							Thin

ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์วัดถ้ำวิมานนาคน

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
1	CY7-13-001	B2	24.60	6.15	5.93	1.40	1.56	0	Morpho.
2	CY7-13-005	B1	26.97	9.96	9.09	3.63	1.49	0	Morpho.
3	CY7-13-006	B3	29.85	10.19	9.40	4.10	1.43	0	Morpho.
4	CY7-13-007	B2	22.05	6.68	7.16	1.15	1.09	0	Morpho.
5	CY7-13-008	B3	26.79	10.24	10.16	4.36	1.56	0	Morpho.
6	CY7-13-009	H4	24.32	9.08	8.79	2.98	1.54	3	Morpho.
7	CY7-13-010	B1	10.44	5.05	4.55	0.33	1.38	0	Morpho.
8	CY7-13-011	B2	26.18	8.74	8.44	1.40	0.72	0	Morpho.
9	CY7-13-012	B2	29.57	9.53	9.35	2.25	0.85	0	Morpho.
10	CY7-13-013	B2	20.99	10.65	9.41	1.27	0.60	0	Morpho.
11	CY7-13-014	B2	30.38	12.66	12.10	5.12	1.10	0	Morpho.
12	CY7-13-015	B2	11.83	5.20	4.96	0.46	1.51	0	Morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
13	CY7-13-016	B2	24.87	12.76	12.30	4.06	1.04	0	Morpho.
14	CY7-13-017	B1	18.15	9.71	7.98	2.09	1.49	0	Morpho.
15	CY7-13-018	B1	52.28	16.89	15.91	12.48	0.89	0	Morpho.
16	CY7-13-019	B1	44.16	15.33	13.36	8.85	0.98	0	Morpho.
17	CY7-13-020	B1	34.00	12.63	12.21	10.56	2.01	0	Morpho.
18	CY7-13-021	F	27.32	21.56	21.32	15.90	1.27	0	Morpho.
19	CY7-13-022	G	80.65	38.93	35.49	133.10	1.19	0	Morpho.
20	CY7-13-023	A2	71.07	31.20	29.78	58.63	0.89	0	Morpho.
21	CY7-13-024	H1	23.23	9.86	9.20	2.59	1.23	3	Morpho.
22	CY7-13-025	B3	25.54	12.71	12.60	5.32	1.30	0	Morpho.
23	CY7-13-026	B3	28.86	17.37	16.98	14.18	1.67	0	Morpho.
24	CY7-13-027	B3	36.63	16.97	15.93	13.78	1.39	0	Morpho.
25	CY7-13-028	B3	30.21	16.60	14.01	10.32	1.47	0	Morpho.
26	CY7-13-029	B3	22.89	11.81	11.64	4.43	1.41	0	Morpho.
27	CY7-13-030	E	28.53	14.61	15.00	5.63	0.90	0	Morpho.
28	CY7-13-031	A1	73.85	24.94	24.10	76.44	1.72	0	Morpho.
29	CY7-13-032	A1	67.00	25.73	23.48	58.65	1.45	0	Morpho.
30	CY7-13-033	A1	53.82	22.29	21.18	37.74	1.49	0	Morpho.
31	CY7-13-034	A1	62.08	28.06	27.07	71.97	1.53	0	Morpho.
32	CY7-13-035	A1	41.04	30.07	28.04	49.67	1.44	0	Morpho.
33	CY7-13-036	A1	51.52	25.13	34.80	64.68	1.44	0	Morpho.
34	CY7-13-037	A1	60.53	23.94	22.45	36.54	1.12	0	Morpho.
35	CY7-13-038	J1	46.23	16.77	14.94	18.52	1.60	1	Morpho.
36	CY7-13-039	A1	33.42	20.84	19.67	20.20	1.47	0	Morpho.
37	CY7-13-040	E	33.42	25.73	23.50	19.46	0.96	0	Morpho.
38	CY7-13-041	E	34.26	29.83	29.28	17.78	0.59	0	Morpho.
39	CY7-13-042	I1	25.64	13.86	12.73	6.76	1.49	5	Morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
41	CY7-13-044	I1	23.65	13.87	11.75	5.98	1.55	5	Morpho.
40	CY7-13-043	I1	23.12	13.11	12.20	4.50	1.22	3	Morpho.
41	CY7-13-044	I1	23.65	13.87	11.75	5.98	1.55	5	Morpho.
43	CY7-13-046	I1	18.75	8.14	7.61	1.63	1.40	5	Morpho.
44	CY7-13-047	I1	16.46	10.33	8.87	2.17	1.44	7	Morpho.
45	CY7-13-048	H3	17.00	13.68	13.20	3.11	1.01	4	Morpho.
46	CY7-13-049	H3	26.32	13.79	6.41	2.73	1.17	8	Morpho.
47	CY7-13-050	H3	24.22	13.80	6.04	1.66	0.82	8	Morpho.
48	CY7-13-051	H3	32.36	20.13	6.97	5.43	1.20	5	Morpho.
49	CY7-13-052	H3	27.90	17.04	10.15	6.46	1.34	7	Morpho.
50	CY7-13-053	H3	24.28	17.68	11.01	5.08	1.07	3	Morpho.
51	CY7-13-054	I1	18.36	10.85	4.89	1.01	1.04	10	Morpho.
52	CY7-13-055	I1	23.45	11.72	9.52	3.57	1.36	5	Morpho.
53	CY7-13-056	I1	25.48	13.58	8.78	3.48	1.15	6	Morpho.
54	CY7-13-057	H3	25.11	13.00	6.85	2.87	1.28	6	Morpho.
55	CY7-13-058	H3	23.04	15.97	10.33	4.93	1.30	5	Morpho.
56	CY7-13-059	I3	25.20	11.72	6.71	2.05	1.03	3	Morpho.
57	CY7-13-060	I1	28.00	11.68	9.48	4.11	1.33	9	Morpho.
58	CY7-13-061	I1	25.70	19.59	8.58	3.81	0.88	6	Morpho.
59	CY7-13-062	I1	19.40	12.07	8.25	2.18	1.13	3	Morpho.
60	CY7-13-063	I1	29.40	19.21	14.41	8.45	1.04	3	Morpho.
61	CY7-13-064	H3	19.06	12.83	11.12	3.86	1.42	3	Morpho.
62	CY7-13-065	H2	22.00	12.30	10.99	4.14	1.39	3	Morpho.
63	CY7-13-066	H5	39.16	14.49	12.76	11.38	1.57	4	Morpho.
64	CY7-13-067	H5	28.26	10.86	6.23	2.44	1.28	7	Morpho.
65	CY7-13-068	H3	21.11	10.75	9.69	3.25	1.48	5	Morpho.
66	CY7-13-069	H3	20.65	8.65	6.47	1.42	1.23	7	Morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
67	CY7-13-070	H2	23.48	15.46	8.77	4.05	1.27	6	Morpho.
68	CY7-13-071	H2	30.58	12.74	11.81	5.89	1.28	13	Morpho.
69	CY7-13-072	B3	16.48	7.49	7.28	1.29	1.44	0	Morpho.
70	CY7-13-073	H2	25.06	11.81	9.37	2.60	0.94	5	Morpho.
71	CY7-13-074	H2	30.83	14.15	73.62	3.53	0.11	8	Morpho.
72	CY7-13-075	H2	23.97	13.91	14.26	6.65	1.40	8	Morpho.
73	CY7-13-076	H2	33.78	26.73	21.84	24.05	1.22	8	Morpho.
74	CY7-13-077	H2	27.98	12.66	6.39	2.44	1.08	7	Morpho.
75	CY7-13-078	I2	37.90	21.75	21.40	145.60	8.25	3	Morpho.
76	CY7-13-079	H3							Thin.
77	CY7-13-080	B1							Thin.
78	CY7-13-081	B1							Thin.
79	CY7-13-082	I1							Thin.
80	CY7-13-083	J2							Thin.
81	CY7-13-084	D							Thin.
82	CY7-13-085	A1							Thin.
83	CY7-13-094	I2	46.01	43.58	27.41				Thin.

ตารางทะเบียนมูลสัตว์โบราณแหล่งซากดึกดำบรรพ์บัวสวรรค์

No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
1	CY8-14-001	H2	44.60	20.92	18.51	19.46	1.13	5	morpho.
2	CY8-14-002	H3	42.23	18.12	18.06	20.73	1.50	10	morpho.
3	CY8-14-003	H3	31.89	15.97	15.51	9.40	1.19	9	morpho.
4	CY8-14-004	H3	38.85	24.09	18.10	26.92	1.59	6	morpho.
5	CY8-14-005	H3	32.23	16.43	12.10	9.25	1.44	11	morpho.
6	CY8-14-006	H1	29.69	20.16	16.59	14.35	1.45	5	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
7	CY8-14-007	H2	28.31	22.17	6.37	4.72	1.18	11	morpho.
8	CY8-14-008	H3	21.15	14.21	7.62	2.99	1.31	8	morpho.
9	CY8-14-009	H3	20.44	12.86	10.29	4.81	1.78	6	morpho.
10	CY8-14-010	H3	27.60	15.13	8.35	4.52	1.30	7	morpho.
11	CY8-14-011	H1	28.12	13.50	9.99	5.22	1.38	3	morpho.
12	CY8-14-012	J1	49.45	22.49	18.82	29.33	1.40	1	morpho.
13	CY8-14-013	H1	34.99	28.87	15.31	22.33	1.44	3	morpho.
14	CY8-14-014	H1	37.56	28.64	19.28	32.32	1.56	3	morpho.
15	CY8-14-015	H1	47.15	26.24	19.42	33.56	1.40	3	morpho.
16	CY8-14-016	H4	35.78	16.29	12.61	9.72	1.32	8	morpho.
17	CY8-14-017	I1	45.36	18.30	14.02	14.21	1.22	8	morpho.
18	CY8-14-018	I1	35.94	20.08	14.13	13.30	1.30	7	morpho.
19	CY8-14-019	H2	28.11	16.46	11.90	6.31	1.15	4	morpho.
20	CY8-14-020	H2	29.92	15.36	7.42	3.84	1.13	4	morpho.
21	CY8-14-021	H5	48.18	25.25	20.49	32.47	1.30	5	morpho.
22	CY8-14-022	H2	48.79	37.19	22.23	46.04	1.14	5	morpho.
23	CY8-14-023	I2	45.15	35.17	22.39	47.58	1.34	3	morpho.
24	CY8-14-024	E	32.26	23.81	22.55	25.32	1.46	0	morpho.
25	CY8-14-025	D	20.94	14.50	12.48	3.54	0.93	0	morpho.
26	CY8-14-026	I1	17.13	11.57	6.66	1.39	1.05	3	morpho.
27	CY8-14-027	H3	45.19	20.92	13.64	17.07	1.32	4	morpho.
28	CY8-14-028	I1	29.73	20.29	12.47	9.87	1.31	3	morpho.
29	CY8-14-029	I1	33.84	21.02	10.53	9.59	1.28	3	morpho.
30	CY8-14-030	I1	24.83	19.03	11.75	7.73	1.39	6	morpho.
31	CY8-14-031	I1	18.43	8.37	7.21	1.58	1.42	3	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
32	CY8-14-032	H2	19.75	11.85	7.31	2.21	1.29	3	morpho.
33	CY8-14-033	l1	36.20	13.54	11.13	7.97	1.46	5	morpho.
34	CY8-14-034	l1	24.41	14.14	8.58	4.19	1.41	4	morpho.
35	CY8-14-035	l1	26.61	15.47	9.53	2.94	0.75	5	morpho.
36	CY8-14-036	l1	33.02	16.21	9.57	6.36	1.24	6	morpho.
37	CY8-14-037	B1	15.24	6.87	5.85	0.87	1.42	0	morpho.
38	CY8-14-038	B2	17.39	6.93	4.71	0.75	1.32	0	morpho.
39	CY8-14-039	B2	19.51	8.48	7.64	1.69	1.34	0	morpho.
40	CY8-14-040	B1	12.39	5.37	4.49	0.50	1.67	0	morpho.
41	CY8-14-041	B1	12.96	4.20	3.99	0.33	1.52	0	morpho.
42	CY8-14-042	B2	18.95	8.73	5.81	1.30	1.35	0	morpho.
43	CY8-14-043	B1	10.16	3.80	2.60	0.16	1.59	0	morpho.
44	CY8-14-044	B1	19.25	7.31	5.96	0.98	1.17	0	morpho.
45	CY8-14-045	B3	15.38	5.80	4.90	0.60	1.37	0	morpho.
46	CY8-14-046	B1	17.18	7.71	6.25	1.14	1.38	0	morpho.
47	CY8-14-047	B2	14.14	6.14	5.84	0.65	1.28	0	morpho.
48	CY8-14-048	B3	19.81	9.33	6.59	1.76	1.44	0	morpho.
49	CY8-14-049	B2	25.55	9.96	9.47	3.10	1.29	0	morpho.
50	CY8-14-050	B1	14.37	6.40	4.48	0.55	1.33	0	morpho.
51	CY8-14-051	B1	12.59	7.24	5.54	0.66	1.31	0	morpho.
52	CY8-14-052	B1	12.09	4.96	3.66	0.36	1.64	0	morpho.
53	CY8-14-053	B2	10.83	3.99	3.35	0.20	1.38	0	morpho.
54	CY8-14-054	B1	10.16	5.06	4.60	0.31	1.31	0	morpho.
55	CY8-14-055	B3	7.62	4.58	4.50	0.59	3.76	0	morpho.
56	CY8-14-056	B1	21.26	10.42	4.66	1.58	1.53	0	morpho.
57	CY8-14-057	B1	20.44	10.73	5.39	1.91	1.62	0	morpho.



No.	Field No.	Type	Length	Wide	Thickness	Weight	Density	spiral	Method
58	CY8-14-058	B1	15.48	10.14	5.03	1.28	1.62	0	morpho.
59	CY8-14-059	l1	21.37	10.97	6.06	2.15	1.51	6	morpho.
60	CY8-14-060	l2	41.74	33.66	18.71	36.62	1.39	3	morpho.



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายธนิศ นนท์ศรีราช
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2533
จังหวัดและประเทศที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารคามพิทยาคม พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสารคามพิทยาคม พ.ศ. 2554 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2558 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน - ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 25 ซอย 6/2 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
ทุนการศึกษา	ทุนเรียนดีวิทยาศาสตรแห่งประเทศไทย ประจำปี 2555

