

เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการครูวิจัย - ชากดักดำบรรพ์

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลกของเราและธรณีวิทยาทั่วไป

(Introduction to the Earth and General Geology)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องกำเนิดระบบสุริยะจักรวาล กำเนิดโลก และมาตวรรษณกาล อันเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการศึกษารธรณีวิทยา และโบราณชีววิทยาต่อไป
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรณีวิทยาและธรณีวิทยาประเทศไทยเบื้องต้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลกของเรา และมาตวรรษณกาล

(Introduction to the Earth, and Geologic Time Scale)

1.1.1 การกำเนิดระบบสุริยะจักรวาล (Origin of the universe and solar system)

ระบบสุริยะจักรวาล (solar system) ได้ถือกำเนิดขึ้นมาท่ามกลางความมืดมิดของอวกาศ เมื่อมากกว่า 5,000 ล้านปีมาแล้ว นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษา และตั้งข้อสมมติฐานไว้หลายรูปแบบด้วยกัน แต่มีสมมติฐานหนึ่ง เป็นที่ยอมรับมากที่สุด คือ สมมติฐานเนบิวลา (Nebula Hypothesis) ซึ่งมีแนวความคิดว่า โลกเกิดหลังจากดวงอาทิตย์ โดยมีกลุ่มก๊าซ ฝุ่นละออง และสสารจำนวนมาก ที่เรียกว่าเนบิวลา (Nebula) หมุนวนรอบตัวเองอย่างช้า ๆ เกิดแรงดึงดูดเอาก๊าซส่วนใหญ่คือ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซอื่น ๆ ฝุ่นละออง และรังสีต่าง ๆ เข้าสู่ศูนย์กลาง นั่นคือแรงโน้มถ่วง (gravity) เมื่อเวลาผ่านไปนานปี มวลสารนี้ก็ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เป็นจุดเริ่มต้นของดวงอาทิตย์ รูปร่างคล้ายลูกบอลยักษ์สีแดง เหมือนหมอกเพลิงคือ สุริยะ (Solar) และ หมอกเพลิง (Nebula) แผ่ขยายพลังงานความร้อน แสงสว่าง และแรงดึงดูดไปยังกลุ่มก๊าซ มวลสาร เป็นรัศมีโดยรอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 13 พันล้านกิโลเมตร เป็นรูปร่างคล้ายจาน 2 ใบประกบกัน และบรรดากลุ่มก๊าซมวลสารเหล่านี้ มีความหนาแน่นมากขึ้น ก่อเกิดดาวเคราะห์บริวาร 8 ดวง (รวมทั้งโลกของเรา) โคจรรอบดวงอาทิตย์

1.1.2 ทฤษฎีการกำเนิดโลก (Theory of the origin of the Earth)

โลก (The Earth) ได้ถือกำเนิดขึ้นมาเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้วหลังจากการก่อเกิดดวงอาทิตย์ โดยในยุคแรกเริ่มประกอบด้วยกลุ่มก๊าซ ฝุ่นละออง และแร่ธาตุรวมตัวกันมากขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยแรงดึงดูด เกิดมีการอัดตัว หรือชนกันระหว่างอนุภาค และสสารต่าง ๆ อีกทั้งมีการสลายตัวของธาตุ แก๊สมันตรังสี ก่อเกิดความร้อนที่สูงมาก จนกระทั่งส่วนประกอบที่เป็นนิเกิล (Ni, Nickel) และเหล็ก (Fe, Iron) ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดในโลก (ประมาณ 1 ใน 3) หลอมละลายรวมตัวเป็นมวลสารขนาดใหญ่ และหนักจมตัวลงไปเกิดเป็นแก่นโลก (Core) ส่วนประกอบอื่นที่เบากว่าก็จะลอยตัวอยู่ด้านบนพื้นผิว และจากแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์และแรงเหวี่ยงจากการหมุนรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเองของโลก มีผลให้หินหลอมเหลวภายในโลกถูกเหวี่ยงไปกระจุกตรงกลางของทรงกลมซึ่งเป็นแก่นกลางโลก ทำให้โลกมีลักษณะป่องออกตรงกลางคล้ายผลส้ม และเมื่อประมาณ 4,000 ล้านปีมาแล้ว เปลือกโลก ก่อตัวขึ้นเป็นชั้นหนา เริ่มเกิดชั้นบรรยากาศและมหาสมุทร ต่อมาเกิดผืนแผ่นดินทวีปขนาดใหญ่ (pangea) เมื่อประมาณ 3,800 ล้านปี สิ่งมีชีวิตเริ่มแรกพวกเซลล์เดียวได้ถือกำเนิดขึ้น ถ้าเราผ่าโลกแบ่งออกเป็นสองส่วนเท่ากับครึ่งหนึ่ง หรือผ่าออกเป็นสี่ส่วนเท่ากับเศษหนึ่งในสี่ส่วนของโลก เพื่อต้องการประกอบของโลก จะเห็น โครงสร้างของโลกตั้งแต่ชั้นในสุดออกมา ดังนี้

- แก่นโลก (Core) คือบริเวณแก่นใจกลางของโลก ประกอบด้วยธาตุเหล็ก และนิเกิล แม้ว่าบริเวณนี้จะมีอุณหภูมิสูงมากถึง 3,700 °C ดูเหมือนว่าจะถูกหลอมเหลวหมด แต่เนื่องจากมีแรงกดดันมหาศาล กดลง ณ จุดเดียวกันตรงกลาง จึงทำให้ธาตุเหล่านี้คงสภาพกลายเป็น ของแข็งอยู่ได้ และมีคุณสมบัติ เป็น แก่นแม่เหล็กของโลกอีกด้วย นี่เป็นส่วนที่เรียกว่า แก่นโลกชั้นใน (Inner Core) ซึ่งอยู่ลึกลงไปจากจากใจกลางโลก 6,370-5,150 กิโลเมตรขึ้นมา ส่วนบริเวณ

- **แมนเทิล (Mantle)** เป็นชั้นที่มีความหนาหนามากที่สุด และมีปริมาตรมากถึง 80% ของปริมาตรของโลกทั้งหมด อยู่ลึกจากระดับผิวโลกลงไป 75-2,890 กิโลเมตร แบ่งได้เป็น 2 ชั้น ชั้นในสุด คือ **แมนเทิลชั้นใน (Inner Mantle)** มีความหนา 2,490 กิโลเมตร ประกอบด้วยธาตุ ซิลิคอน (Si, Silicon) แมกนีเซียม (Mg, Magnesium) และออกซิเจน (O, Oxygen) เป็นส่วนใหญ่ และส่วนน้อยที่เป็น เหล็ก แคลเซียม (Ca, Calcium) และอะลูมิเนียม (Al, Aluminium) มีความร้อนสูงมากที่แผ่มาจากศูนย์กลางโลก ทำให้หินหลอมเหลวเช่นกันแต่มีความแข็งสูง จึงทำให้มีสภาพเหนียวหนืดแต่เคลื่อนที่ได้ซึ่งเรารู้จักกันดี คือ **แมกมา (Magma)** และเวลาเกิดภูเขาไฟปะทุและระเบิดขึ้นมาเมื่อใด แมกมานี้ก็จะถูกพ่นไหลหลาก ออกมาบนเปลือกโลก เรียกว่า **ลาวา (Lava)** นั่นเอง ส่วน **แมนเทิลชั้นนอก (Outer Mantle)** มีความหนา ประมาณ 400 กิโลเมตร อยู่ใกล้พื้นผิวโลก จึงค่อนข้างมีความแข็งมากกว่าชั้นใน

- **ชั้นเปลือกโลก (Crust)** อยู่ชั้นนอกสุด เกิดขึ้นมาเมื่อประมาณ 3,600 ล้านปีแล้ว มีการเปลี่ยนแปลง และเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา (Plate Tectonics) เปรียบเสมือนชั้นเปลือกโลกนี้ เคลื่อนลอยตัวอยู่บนสายพาน ขนาดใหญ่ คือชั้นแมนเทิลนั่นเอง มีทั้งการเคลื่อนที่เข้าหากันและดันตัวกัน ผลักแยกออกจากกัน หรือเคลื่อนตัวมุดเข้าข้างใต้ของสายพาน อีกจุดหนึ่ง ทำให้ชั้นเปลือกโลกเก่าบางบริเวณหลอมเหลว และ เกิดชั้นเปลือกโลกใหม่ขึ้นตลอดเวลา ชั้นเปลือกโลกมีความหนาตั้งแต่ 10-75 กิโลเมตร และมีความหนา เฉลี่ยประมาณ 20 กิโลเมตร ประกอบด้วยบริเวณ **ผืนแผ่นดิน (Continent)** วางตัวอยู่บน **แผ่นภาคพื้นทวีป (Continental Crust, Terrestrial crust)** เป็นที่ที่เราอาศัยอยู่ มีความหนาเฉลี่ย 30-40 กิโลเมตร ไปจนถึงหนาที่สุด 75 กิโลเมตรบริเวณใต้เทือกเขาหิมาลัย บริเวณแผ่นภาคสมุทรนี้ บางแห่งมีอายุ เก่าแก่ถึง 3,600 ล้านปี แต่อายุไม่น้อยกว่า 200 ล้านปี ส่วนบริเวณ **ผืนแผ่นน้ำ (Ocean)** วางตัวอยู่บน **แผ่นภาคพื้นสมุทร (Oceanic Crust)** ครอบคลุมอาณาบริเวณ 75%ของชั้น เปลือกโลกทั้งหมด มีความหนาประมาณ 6-11 กิโลเมตร และมีอายุไม่เกิน 200 ล้านปี แต่ก็มีมีการแบ่งชั้นของเปลือกโลกแยกย่อยไปอีก ได้แก่ ชั้น **Mesosphere** เป็นชั้นของแมนเทิล ซึ่งเรามีข้อมูลน้อยมาก คาดว่าเป็นชั้นหินหนืดซึ่งเคลื่อนที่ไม่ค่อยสั่นไหวสวดกเท่ากับชั้น **Asthenosphere** ซึ่งวางตัวอยู่ด้านบน และชั้น **Asthenosphere** นี้มีอุณหภูมิสูงมากถึง 1400 °C ทำให้หินหลอมเหลว เคลื่อนที่ไหลไปมาอย่างช้า ๆ เกิดเป็นชั้นบาง ๆ ซึ่งหนาประมาณ 200 กิโลเมตร ลอยตัวอยู่ข้างใต้ และชั้น **Lithosphere** ซึ่งประกอบด้วยชั้นเปลือกโลกและชั้นแข็งตอนบนของแมนเทิล มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 100 กิโลเมตร โดยหนาดั้งเดิม 2-3 กิโลเมตรใต้ผืนแผ่นดิน ไปจนถึงหนา 300 กิโลเมตรใต้ผืนแผ่นดินประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกย่อย (plate) ประมาณ 13 แผ่นด้วยกัน เหนือขึ้นมาบริเวณพื้นผิวของชั้นเปลือกโลกก็เป็นส่วนของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลก เรียกว่า **Biosphere** และชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกเอาไว้ เรียกว่า

Atmosphere

1.1.3 มาตรฐานเวลา (Geologic Time Scale)

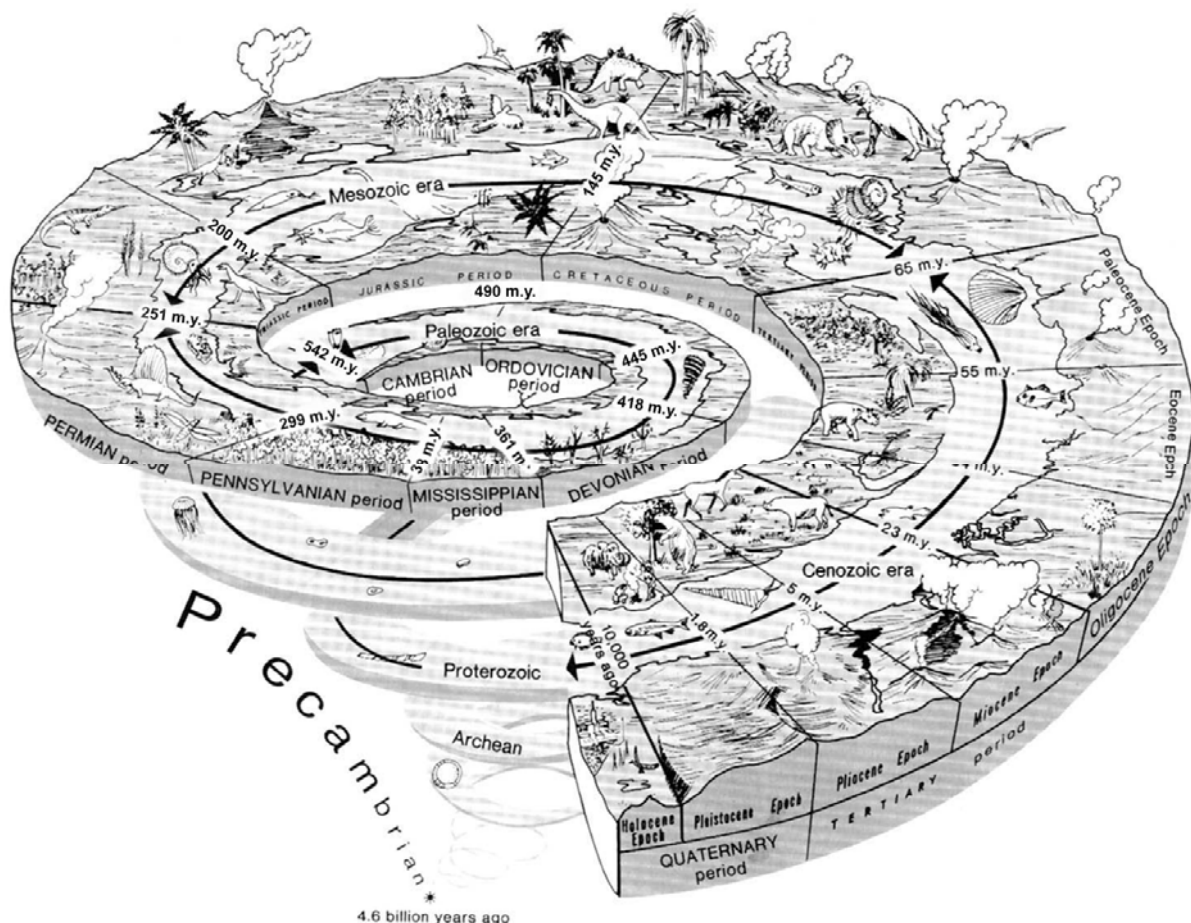
มาตรฐานเวลา (Geologic time scale) คือการลำดับอายุทางธรณีวิทยา หรือธรณีกาล (Geological time) โดยเริ่มตั้งแต่กำเนิดโลกเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้ว จนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้ เพื่อความสะดวก สามารถเข้าใจได้ตรงกัน และเกิดประโยชน์ในการนำไปใช้เทียบสัมพันธ์ชั้นหิน หรือการลำดับชั้นหินของนักธรณีวิทยา นักโบราณชีววิทยา และนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่น โดยแบ่งออกเป็นบรมยุค (Eon) มหายุค (Era) ยุค (Period) สมัย (Epoch) และช่วงอายุ (Age) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปของธรณีกาล และตารางธรณีกาล (Table of Geologic Time Scale)

1.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับธรณีวิทยาและธรณีวิทยาประเทศไทย

(Introduction to geology and geology of Thailand)

1.2.1 ธรณีวิทยาคืออะไร (what is geology?)

ธรณีวิทยา (Geology) เป็นวิชาที่ว่าด้วยศาสตร์ทุกสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับโลก (Earth Sciences) นับตั้งแต่กำเนิดโลก องค์ประกอบของโลก ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับโลกทั้งหมด ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยา และการนำวิชาธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์ด้านการใช้ทรัพยากรธรณีอย่างมีคุณค่า รวมถึงการป้องกันธรณีพิบัติภัยอันเกิดเนื่องจากภัยธรรมชาติหรือการกระทำของมนุษย์ สาขาวิชาเกี่ยวกับธรณีวิทยา ได้แก่ ธรณีวิทยากายภาพ (Physical Geology) แร่วิทยา (Mineralogy) ศิลาวิทยา (Lithology) ตะกอนวิทยา (Sedimentology) ศิลาวรรณนา (Petrology) ธรณีประวัติ (Historical Geology) ลำดับชั้นหินวิทยา (Stratigraphy) บรรพชีวินวิทยา (Palaeontology) หรือโบราณชีววิทยา (Palaeobiology) ชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography) ภูมิศาสตร์บรรพกาล (Palaeogeography) ภูมิอากาศบรรพกาล (Palaeoclimatology) ธรณีกาลวิทยา (Geochronology) นิเวศวิทยาโบราณ (Palaeoecology) ธรณีวิทยาโครงสร้าง (Structural Geology) ธรณีสัณฐานวิทยา (Geomorphology) ธรณีวิทยาภาพถ่าย (Photogeology) ภาพถ่าย ดาวเทียม (Remote Sensing) เศรษฐธรณีวิทยา (Economic Geology) ธรณีเคมี (Geochemistry) ภูเขาไฟวิทยา (Volcanology) อุทกวิทยา (Hydrology) สมุทรวิทยา (Oceanography) อุทกธรณีเคมี (Hydrogeochemistry) ธรณีอุทกวิทยา (Geohydrology) ธรณีแปรสัณฐาน (Tectonics) ธรณีฟิสิกส์ (Geophysics) วิศวกรรมธรณี (Engineering Geology) ปิโตรเลียมวิทยา (Petroleum Geology) ถ่านหินวิทยา (Coal Geology) ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมเพื่อการวางแผน (Environmental Geology for Planning) ธรณีพิบัติภัย (Geological Hazards)



รูปธรณีกาลแสดงช่วงเวลาตั้งแต่กำเนิดโลก กำเนิดสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน (ดัดแปลงจากUSGS Publication, Geologic Time และ IUGS, 2004)

บรมยุค (eon)	มหายุค (era)		ยุค (period)	สมัย (epoch)	เวลา (หน่วยเป็นล้านปี)
ฟาเนอโรโซอิก (Phanerozoic)	ซีโนโซอิก (Cenozoic)	ควอเทอร์นารี (Quaternary)	โฮโลซีน/ยุคปัจจุบัน (Holocene/Recent)	0.01	
			ไพลสโตซีน (Pleistocene)	1.8	
		เทอร์เชียรี (Tertiary)	ไพลโอซีน (Pliocene)	5	
			ไมโอซีน (Miocene)	23	
			โอลิโกซีน (Oligocene)	34	
			อีโอซีน (Eocene) พาลีโอซีน (Paleocene)	65	
			มีโซโซอิก (Mesozoic)	ครีเทเชียส (Cretaceous)	145
		จูแรสซิก (Jurassic)		200	
		ไทรแอสซิก (Triassic)		251	
	พาลีโอโซอิก (Paleozoic)	เพอร์เมียน (Permian)	299		
		คาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous)	361		
		ดีโวเนียน (Devonian)	418		
		ไซลูเรียน (Silurian)	445		
		ออร์โดวิเซียน (Ordovician)	490		
		แคมเบรียน (Cambrian)	542		
		โพรเทอโรโซอิก (Proterozoic)	ปลาย	พรีแคมเบรียน (Precambrian)	Late
	กลาง		Early		
	ต้น				
	คริปโตโซอิก (Cryptozoic)			อาร์เคียน (Archaean) (Archaean) (Azoic)	3,600
Prisconian พรีสโคเนียน					4,560

ตารางธรณีกาล Table of Geologic Time Scale (ดัดแปลงจาก Gradstein *et al*, IUGS, and USGS Publication, 2004)

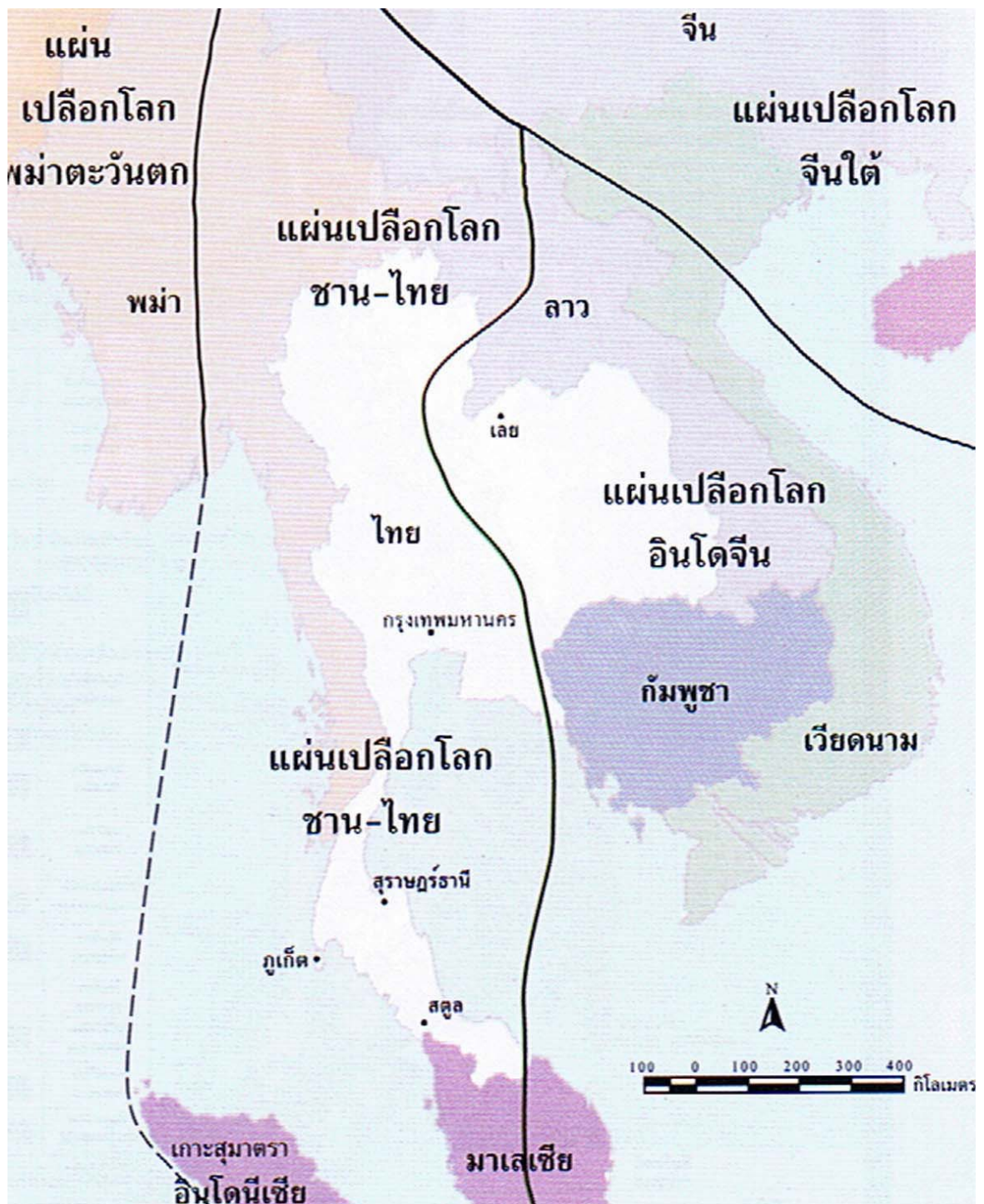
หมายเหตุ ในปัจจุบันเรียก เทอร์เชียรี (Tertiary) ว่า พาลีโอจีน (Paleogene) และควอเทอร์นารี (Quaternary) ว่า เนโอจีน (Neogene)

1.2.2 ธรณีวิทยากับชีวิตประจำวัน (Geology and daily life)

ธรณีวิทยา สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ในด้านงานวิชาการหลากหลายด้านเพื่อการวางแผน ใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีคุณค่า งานอุตสาหกรรม งานก่อสร้าง และด้านการท่องเที่ยว ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ไม่มากก็น้อย อย่างใดอย่างหนึ่งหลักไม่พ้น ยกตัวอย่างเช่น เราอยู่ในบ้านซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างที่ประกอบขึ้นจากส่วนประกอบของแร่เหล็กหิน กรวด หินปูน ซีเมนต์ และแร่ซิลิกา (Silica) หรือทรายแก้วที่นำไปทำกระจก หลังคาบ้านบางหลังทำจากแร่สังกะสี บางแห่งเป็นกระเบื้องจากดินเหนียวเผา และประตูหน้าต่างบางแห่งเป็นกรอบอลูมิเนียม เวลาเรตื่นนอนขึ้นมาสวมเสื้อส่วนใหญ่จากเสืยนาฬิกาปลุก หรือนาฬิกาข้อมือ ซึ่งมีส่วนประกอบของ แร่ควอตซ์ (Quartz) หน้าปัดนาฬิกาทำจากกระจกหรือแก้วมาจากทรายแก้วหรือซิลิกา และตัวเรือนกับ สายนาฬิกาทำจากไม้ เหล็กอลูมิเนียม หรือ สแตนเลส (Stainless steel) เงิน (Ag, Silver) ทองคำ (Au, Gold) เซรามิกส์ (Ceramics) หรือพลาสติกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม จากนั้นเมื่อไปเข้าห้องน้ำ จะพบกับอ่างล้างหน้า และโถถ่าย ปัสสาวะ อูจาระ ซึ่งทำด้วยเซรามิกส์ เป็นผลิตภัณฑ์จากแร่เฟลด์สปาร์และดินขาว (Ball Clay) เปิดก๊อกน้ำซึ่งทำจากวัสดุ ตั้งแต่สแตนเลส ทองเหลือง เงิน ไปจนถึงทองคำ หรือจากพลาสติก ส่วนแปรงสีฟันนั้นทำมาจากพลาสติกซึ่งเป็น ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี และยาสีฟันส่วนหนึ่งมาจากฟลูออไรด์ (F, Fluoride) ฝาและหลอดทำจากพลาสติกและอลูมิเนียม เมื่ออาบน้ำในบางบริเวณอาจใช้น้ำบาดาล ซึ่งได้มาจากทรัพยากรน้ำบาดาล ส่วนในบางแห่งใช้น้ำประปาซึ่งเป็นน้ำดิบที่ ผ่านกรรมวิธีให้สะอาดปราศจากเชื้อโรค โดยใส่คลอรีนซึ่งมาจากคลอรีน อ่างน้ำเสร็จแล้วก็เริ่มแต่งตัว หวีผม ใส่เสื้อผ้า ถูบ่น ถูเท้า รองเท้า สิ่งเหล่านี้บางส่วนเป็นวัสดุหรือเส้นใยสังเคราะห์ที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี เมื่อทาแป้ง ส่วนประกอบของ แป้งทาหน้าได้มาจากพวกแร่ทัลค์ (Talc) เมื่อแต่งตัวเสร็จ ได้เวลารับประทานอาหารเช้าของหลายท่าน ภาชนะที่หุงต้ม และใส่อาหารต่าง ๆ ทำมาจากอลูมิเนียม สแตนเลส แก้ว เซรามิกส์ และพลาสติก ก๊าซที่หุงต้มอาหาร ได้มาจาก พลังงานเชื้อเพลิงธรรมชาติ(Fossil Fuels) บางแห่งอาจใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า สายไฟฟ้า ปลั๊กไฟ และขั้วเสียบ ทำมาจากทองแดง (Cu, Copper) และพลาสติก หลังอาหารเช้า พร้อมออกเดินทางไปโรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือไปทำงาน บางท่านอาจเดินทางโดยใช้วิธีการเดินทางไปตามถนนบางแห่งซึ่งลาดยางมะตอย อันเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี แต่ถนนบางแห่งอาจเป็นถนนคอนกรีต นั้นเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์และมีเหล็กเสริม หรือบางท่านอาจนั่ง รถยนต์ รถเมล์ รถไฟฟ้า บันจอร์ยาน หรือจักรยานยนต์ โดยยานพาหนะเหล่านี้ผลิตมาจาก อุตสาหกรรมเหล็ก อลูมิเนียม และพลาสติก พลังงานที่ใช้ได้มาจากปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติจะเห็นว่ามนุษย์เราเกี่ยวข้องกับธรณีวิทยา และการนำทรัพยากรธรณีไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ลองทบทวนดูว่าในทุกวันนี้ พวกเราได้ใช้พลังงานและ ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดหรือเปล่านอกจากนี้ยังมีความรู้ทางธรณีวิทยาอีกสาขาหนึ่ง ซึ่งทำการศึกษาถึง สาเหตุและผลกระทบจากภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ คือ ธรณีพิบัติภัย (Geological Hazards) ได้แก่ ปรากฏการณ์แผ่นดินไหว (Earthquake) ภูเขาไฟระเบิด (Volcanic explosion) คลื่นยักษ์สึนามิ (Tsunami) หลุมยุบ (Sink hole) โพรงถ้ำถล่ม (Collapsed Sink) น้ำป่าหลากเฉียบพลัน (Sudden Flooding) แผ่นดินถล่ม (Landslide) หรือ หินถล่ม (Rock fall) ซึ่งเป็นเรื่องราวที่ขณะนี้ เรากำลังตื่นตัวและคอยติดตามข่าวสารสังเกตการณ์ และ คอยเฝ้าระวัง ทางรัฐบาลได้จัดเตรียมหน่วยป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จัดตั้งเครือข่ายธรณีพิบัติภัย ทำการอบรม เพื่อให้ความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร พร้อมแจ้งเตือนภัย และให้การช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้ทันทั่วถึง

1.2.3 ธรณีวิทยาประเทศไทย (Geology of Thailand)

ประเทศไทยประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกขนาดเล็กหรือแผ่นอนุทวีป (Terrane, plate, craton, microcontinent, block) ซึ่งเป็นแนวตะเข็บรอยต่อธรณี (Suture) ระหว่าง 2 แผ่นเปลือกโลกด้วยกัน ได้แก่ แผ่นเปลือกโลกฉาน-ไทย (Shan-Thai terrane) อยู่ทางทิศตะวันตก ซึ่งครอบคลุมบริเวณ ด้านตะวันออกของประเทศพม่า บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคใต้ของ ประเทศไทยรวมทั้งบริเวณ ประเทศมาเลเซีย และบริเวณตอนเหนือของเกาะสุมาตราประกอบด้วยหินตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียน (Pre-Cambrian) มหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic era) มหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic era) และ มหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic era) ส่วนแผ่นเปลือกโลกอินโดจีน (Indochina terrane) อยู่ทางทิศตะวันออก ครอบคลุมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาค ตะวันออกของไทยบริเวณประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศกัมพูชา (จาก ธรณีวิทยาประเทศไทย, 2544)



รูปแผนที่แสดงขอบเขตของแผ่นดินโลกบริเวณประเทศไทย (จาก ธรณีวิทยาประเทศไทย, 2544)

เนื่องจากแผ่นเปลือกโลกขนาดใหญ่มีการเคลื่อนตัว (Plate Tectonics) อยู่ตลอดเวลา แผ่นเปลือกโลกขนาดเล็กของประเทศไทยก็มีผลกระทบเช่นกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายครั้ง จากการศึกษาการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกอินเดีย (Indian plate) เข้ามาชนกับแผ่นเปลือกโลก ยูเรเชีย (Eurasian plate) ช่วงยุคเทอร์เชียรี (Tertiary) ส่งผลให้ตรงบริเวณขอบรอยตะเข็บเชื่อมต่อของ แผ่นเปลือกโลกจีน-ไทยและแผ่นเปลือกโลกอินโดจีนมีการคดโค้งตัวมากขึ้น เกิดขึ้นหินแนวคดโค้งสุโขทัย (Sukhothai Fold Belt) และชั้นหินแนวคดโค้งเลย-เพชรบูรณ์ (Loei-Petchabun Fold Belt) นอกจากนี้ยังพัฒนาเกิดเป็นแนวรอยเลื่อนสำคัญ (Major Faults) หลายแนวด้วยกัน (ธรณีวิทยาประเทศไทย, 2544) ได้แก่แนวรอยเลื่อนตามแนวระดับ (Strike-slip Fault) ทิศทางการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เช่น กลุ่มรอยเลื่อน แม่ปิง (Mae Ping Fault Zone) กลุ่มรอยเลื่อนด้านเจดีย์สามองค์ (Three Pagoda Fault Zone) และในแนวตะวันออก เฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ เช่น กลุ่มรอยเลื่อนน้ำปาด (Nam Pat Fault Zone) กลุ่มรอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault Zone) กลุ่มรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (Klong Marui Fault Zone) เป็นต้น ประเทศไทยสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา ลักษณะสภาพภูมิประเทศ และ ภูมิฐานออกเป็น 8 ภูมิภาค (ธรณีวิทยาประเทศไทย, 2544) กล่าวโดยภาพรวม ดังนี้

- **บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน (Northern and Upper Western Regions)** ประกอบด้วยเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนมากมายต่อเนื่องกัน วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เกิดที่ราบลุ่มระหว่างหุบเขา เทือกเขาเหล่านี้เป็นต้นกำเนิดแม่น้ำสำคัญหลายสายไหลลงสู่ภาคกลาง และทางตอนใต้ของประเทศ อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์ทางธรณีวิทยาโครงสร้างของประเทศไทย และธรณีสัณฐานต่อเนื่องกับแนวเทือกเขาหิมาลัย

- **บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง (The Central Plain)** ครอบคลุมบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ทั้งหมด และบริเวณที่ราบลุ่มจากแม่น้ำทางภาคตะวันตก และภาคตะวันออกที่ล้อมรอบภาคกลางอีกด้วย ประกอบด้วยตะกอนทางน้ำที่ถูกพัดพามากับแม่น้ำสายต่าง ๆ จากทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และ ภาคตะวันออก สะสมตัวบนพื้นที่ซึ่งในอดีตอยู่ระดับต่ำกว่าน้ำทะเล สะสมตัวหนาขึ้นจนกระทั่ง เหนือระดับน้ำทะเล เป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีเนินเขาโดด ๆ อยู่เป็นหย่อม ๆ

- **บริเวณเทือกเขาเลย-เพชรบูรณ์ (Loei-Petchabun Ranges)** เป็นบริเวณแนวเทือกเขาคู่พื้นที่เขตติดต่อจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ และบางส่วนของจังหวัดพิษณุโลกพิจิตร นครสวรรค์ ลพบุรี สระบุรี และนครนายก มีเทือกเขาวางตัวแนวเหนือ-ใต้เป็นส่วนใหญ่ แบ่งเขตติดต่อกับที่ราบลุ่มภาคกลางด้าน ตะวันตก และติดต่อกับที่ราบสูงโคราชด้าน ตะวันออกโดยเทือกเขาเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำ ป่าสัก เกิดที่ราบลุ่มแบบตะพักลุ่มน้ำขนานตามแนวเทือกเขา

- **บริเวณภาคตะวันออก (The Eastern Regions)** ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ใต้เทือกเขาเพชรบูรณ์และขอบที่ราบสูงโคราชลงมาถึงขอบอ่าวไทยตรงภาคตะวันออก มีทิวเขาบรรทัดเป็นแนว กั้นพรมแดนธรรมชาติระหว่างไทย-กัมพูชา พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาและภูเขาสูงสลับกับพื้นที่ ลอนลาดวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ บางบริเวณเป็นที่ราบระหว่างพื้นที่ลอนลาดลงไปจนถึงบริเวณชายทะเล ซึ่งมีแนวภูเขาแคบๆ ขนานไปกับชายฝั่งทะเลอ่าวไทยด้านจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

- **บริเวณที่ราบสูงโคราช (the Khorat Plateau)** ครอบคลุมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด ขอบตะวันตกแบ่งโดยเทือกเขาเพชรบูรณ์ ด้านใต้แบ่งโดยทิวเขาสันกำแพงและพนมดงรัก ถูกแบ่งเป็นสองส่วนโดยเทือกเขาภูพาน ออกเป็นแอ่งอุดร-สกลนคร แม่น้ำสำคัญ คือ แม่น้ำสงครามกับแม่น้ำพุงไหลลงแม่น้ำโขง และแอ่งโคราช-อุบล แม่น้ำสำคัญ คือ แม่น้ำมูลกับแม่น้ำชี ไหลลงสู่ แม่น้ำโขงเช่นเดียวกัน ทั้งสองแอ่งมีพื้นที่เทือกเขาส่วนใหญ่ลักษณะโครงสร้างชั้นหินโค้งรูปประทุนฟูก (Anticlinorium) ตะพักลุ่มน้ำ พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และน้ำท่วมไม่ถึง บริเวณกลางแอ่งมีชั้นเกลือหินกระจายทั่วไปเป็นสาเหตุของพื้นที่ดินเค็มและน้ำเค็ม ตะกอนที่ราบลุ่มน้ำส่วนใหญ่เป็นกรวด หินทราย ดินเหนียว และลูกรัง

- **บริเวณภาคตะวันตกตอนล่างและภาคใต้ (Lower Western and Southern Regions)** ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่บริเวณแนวเทือกเขาตะนาวศรีทางภาคตะวันตกตอนล่าง แบ่งเป็นสองแนว แนวตะวันตกอยู่ประเทศพม่าแนว ตะวันออกคือเทือกเขาภูเก็ต และทิวเขานครศรีธรรมราชวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เป็นแนวพรมแดนธรรมชาติระหว่างไทย กับพม่าลงไปจนถึงคาบสมุทรทางใต้จรดแนวทิวเขาสันกาลาคีรีซึ่งวางตัวในแนวเกือบตะวันออก - ตะวันตกเป็นพรมแดน

- **บริเวณอ่าวไทย (The Gulf of Thailand)** คือบริเวณทะเลด้านตะวันออกของไทย เปิดไปสู่ทะเลจีนใต้ มีเขตติดต่อระหว่างน่านน้ำไทยกับประเทศกัมพูชา เวียดนาม และมาเลเซีย โดยมีเขตน่านน้ำ ห่างจากฝั่งทะเลของแต่ละประเทศ 12 ไมล์ทะเล ลักษณะภูมิประเทศของท้องทะเลอ่าวไทย ไม่ราบเรียบ ประกอบด้วยสัน (Ridge) และแอ่ง (Basin) มากมาย วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เป็นแหล่งก๊าซธรรมชาติ ที่สำคัญ อ่าวไทยด้านตะวันออกประกอบด้วยแอ่งปัตตานีและแอ่งมาเลย์ ชั้นตะกอนที่สะสมตัว เป็น ตะกอนพื้นทวีปอายุเทอร์เชียรี ส่วนอ่าวไทยด้านตะวันตก มีแอ่งที่สำคัญ คือ แอ่งชุมพรและแอ่งสงขลา เป็นแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญ

- **บริเวณทะเลอันดามัน (the Andaman Sea)** เป็นแอ่งที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก (Tectonic basin) มีลาดทวีป (Continental slope) นอกชายฝั่งแหลมไทยมาเลเซีย ในทะเลอันดามัน ประกอบด้วยแอ่งเทอร์เชียรีที่สำคัญ 2 แอ่ง คือ แอ่งสิมิลัน อยู่ในบริเวณลึกน้อยกว่า 200 เมตร เกิดจากการเคลื่อนตัวแบบทวนเข็มนาฬิกา (Sinistral movement) ของเขตรอยเลื่อนระนอง (Ranong Fault Zone) และแอ่งเมอร์กูย (Mergui Basin) ซึ่งอยู่ในบริเวณทะเลลึกมากกว่า 200 เมตร เป็นแอ่งชนิด Transtensional back-arc basin วางตัวในแนวเหนือใต้ ในลักษณะ Half-Graben ตะกอนที่ทับถมเป็นตะกอนจากทะเล (Marine deposits) แต่ถ้าแบ่งตามอายุของชั้นหินแล้ว สามารถแบ่งได้ตามแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย (Geological Map of Thailand) โดยประเทศไทยประกอบด้วยชั้นหินรองรับโดยมีอายุตั้งแต่ช่วงยุคพรีแคมเบรียน (Pre-Cambrian) มีอายุมากที่สุดวางตัวในระดับล่างสุด เรียงลำดับสูงขึ้นมาจนถึงชั้นตะกอนในยุคควอเตอร์นารี (Quaternary) ซึ่งมีอายุน้อยที่สุด แสดงภาพรวมให้เห็นลักษณะการกระจายตัวของชั้นหินของ ประเทศไทยโดยให้สีและสัญลักษณ์แทนช่วงอายุในแต่ละยุค และมหายุคจากอายุแก่ที่สุดไปหาอายุน้อยที่สุด

หินที่พบในช่วงมหายุคพรีแคมเบรียน (Pre-Cambrian) หรือ หินมหายุคพรีแคมเบรียน (Pre-Cambrian rock) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินแปรที่เกิดการแปรสภาพบริเวณไพศาล (Regional Metamorphism) เป็นหินแปรเกรดสูง (High-Grade Metamorphism) พวกออร์โทไนส์ (Ortho-Gneiss) เช่น หินแอนนาเท็กไซต์ (Anatecite) หรือหินมิกมาไทต์ (Migmatite) และหินพาราไนส์ (Para-Gneiss) หินชีสต์ (Schist) หินแคลก์ซิลิเกต (Calc-Silicate) หินอ่อน (Marble) พบบริเวณแนวขอบตะวันตกของแผ่นเปลือกโลกงาน - ไทย เขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช และบริเวณภาคตะวันออก เขตจังหวัดชลบุรี

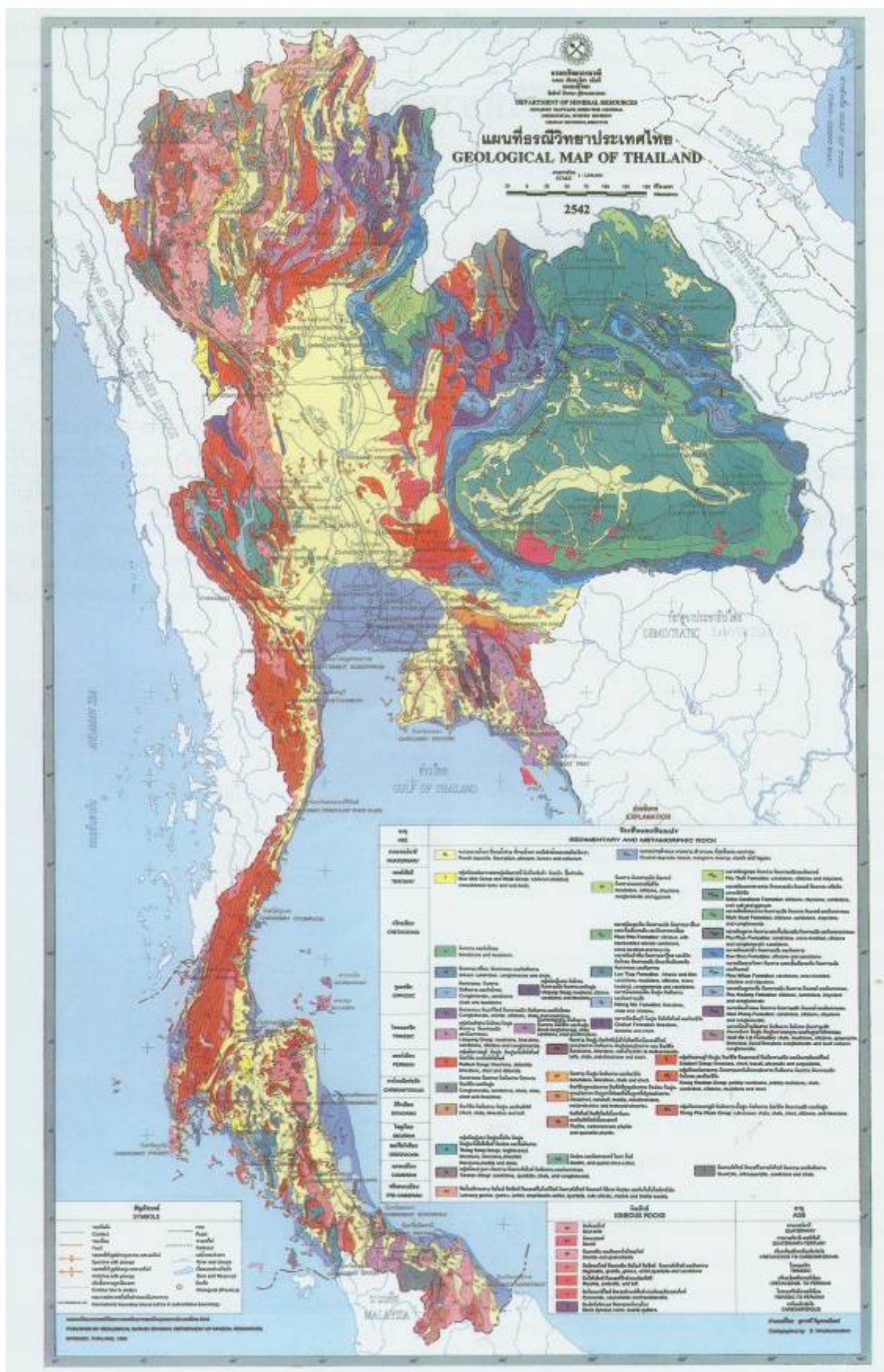
หินที่พบในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนต้น (Early Paleozoic) หรือ หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Paleozoic rock) เริ่มตั้งแต่ยุคแคมเบรียน (Cambrian) จนถึงยุคดีโวเนียน (Devonian) ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน หินคาร์บอนेट และหินแปรเกรดต่ำ ปรากฏเป็นแนวยาวลงมาจากทางภาคเหนือตอนบนผ่านทาง ภาคตะวันตก จนถึงภาคใต้และบริเวณภาคตะวันออกของไทย กลุ่มหินที่รู้จัก กันดีในบริเวณภาคใต้ ได้แก่ กลุ่มหินตระกูลแคมเบรียน (Cambrian) กลุ่มหินปูน ออร์โดวิเชียน (Ordovician) กลุ่มหิน ตะนาวศรี (Silurian-Carboniferous)

หินที่พบในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย (Late Paleozoic) หรือ หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Paleozoic rock) พบแผ่กระจายตัวอยู่เกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย ยกเว้นบริเวณที่ราบสูงโคราชเท่านั้น โดยเริ่มจากยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกหินทราย (Sandstone) หินดินดาน (Shale) และ หินโคลนปนกรวด (Conglomeratic mudstone) พบหินเชิร์ต (Chert) และหินปูน (Limestone) อยู่บ้าง จากนั้นในยุคเพอร์เมียน (Permian) ส่วนใหญ่เป็นพวกหินปูน พบหินดินดาน หินทราย และหินเชิร์ตบ้าง หินปูนยุคเพอร์เมียนสามารถ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ กลุ่มหินปูนราชบุรี (Ratburi Limestone) พบอยู่ทางด้านตะวันตกของประเทศไทยรวมถึงภาคใต้ด้วย

หินที่พบในช่วงมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic) หรือ หินมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic rock) เริ่มตั้งแต่ ยุคไทรแอสซิก (Triassic) มีการสะสมตัวของ หินดินดาน หินปูน และหินทราย ในสภาพแวดล้อมภาคพื้นสมุทร (Marine environment) พบใน บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก คือ กลุ่มหินลำปางนอกจากนี้ยังพบปรากฏบริเวณชายฝั่งทะเล ภาคตะวันออกและภาคใต้ และบริเวณขอบที่ราบสูงโคราชบางส่วน ส่วนหินในช่วงยุคจูแรสซิก (Jurassic) ถึงยุคครีเทเชียส (Cretaceous) ประกอบด้วยหินทรายหินทรายแป้ง หินดินดาน และหินกรวดมน (Conglomerate) โดยชั้นหินส่วนใหญ่จะมีสีแดง บ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมแบบภาคพื้นทวีป (Non-marine environment) ครอบคลุมพื้นที่บริเวณที่ราบสูงโคราชทั้งหมด จึงเรียกว่าเป็น กลุ่มหินโคราช (Khorat Group) นอกจากนั้นยังพบในบริเวณด้านตะวันตกของภาคเหนือ และในบางพื้นที่ของภาคตะวันตกตอนบน ส่วนทางภาคตะวันตกตอนล่างและทางภาคใต้เป็นพวกหินปูน และหินดินดานยุคจูแรสซิก ซึ่งสะสมตัวในสภาพแวดล้อมภาคพื้นสมุทร

หินที่พบในช่วงมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic) หรือ หินมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic rock) เริ่มตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรี (Tertiary or Palaeogene) ไปจนถึงยุคควอเทอร์นารี (Quaternary or Neogene) ประกอบด้วยหินที่สะสมตัวบนบกและในทะเลลึกของแอ่งที่จมตัวลงไป ในลักษณะของบล็อกกิ้งกราเบน (Half-Graben) ซึ่งวางตัวในแนวเหนือใต้ เป็นผลจากอิทธิพลเมื่อครั้งที่เกิดการยกตัวของแผ่นดิน และเกิดรอยเลื่อนในช่วงที่แผ่นเปลือกโลกอินเดียเคลื่อนตัวขึ้นมาชนกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย เมื่อประมาณ 40-50 ล้านปีที่ผ่านมา ในแอ่งเทอร์เชียรีประกอบด้วยพวกหินทราย หินดินดาน และหินโคลน พบกระจายตัว อยู่ทั้งทางบกและในทะเล ประมาณ 60 แอ่งด้วยกัน เป็นแหล่งพลังงาน เชื้อเพลิงธรรมชาติที่สำคัญของประเทศ ได้แก่ ปิโตรเลียม ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ส่วนตะกอนยุคควอเทอร์นารีนั้นครอบคลุม พื้นที่ประมาณ 1 ใน 3 ของประเทศ ส่วนใหญ่เป็นตะกอนซึ่งยังไม่แข็งตัว กลายเป็นหิน ประกอบด้วย ตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ชั้นศิลาแลง และเศษหินที่ผุพังมาจากหินเดิม เนื่องจาก การกัดกร่อนทำลายและพัดพาทางธรณีวิทยา จากอิทธิพลของกระแสน้ำและกระแสนลมทำให้เกิดการ สะสมตัวตามตะพักลุ่มน้ำ บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง บริเวณชายฝั่งทะเล และในทะเลสาบ

หินอัคนี (Igneous rocks) ในประเทศไทยพบหลายชนิด และหลายช่วงอายุด้วยกัน ตั้งแต่มหายุค พาลีโอโซอิก จนถึงมหายุคซีโนโซอิก สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนว ได้แก่ แนวตะวันออก แนวตอนกลางและแนวตะวันตก ประกอบด้วยหินแกรนิต (Granite) และหินภูเขาไฟเป็นส่วนใหญ่ โดยมีหินแมฟิก (Mafic rock) และอัลตราเมฟิกรวมอยู่ด้วย โผล่ให้เห็นเป็นบริเวณแคบ ๆ ตามแนวตะเข็บรอยต่อธรณี ในเขตจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ นครราชสีมา สระแก้ว ปราจีนบุรี และนราธิวาส



รูป แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย (จาก ธรณีวิทยาประเทศไทย, 2542)

บทที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับโบราณชีววิทยาและไดโนเสาร์

(Introduction to Palaeobiology and Dinosaur)

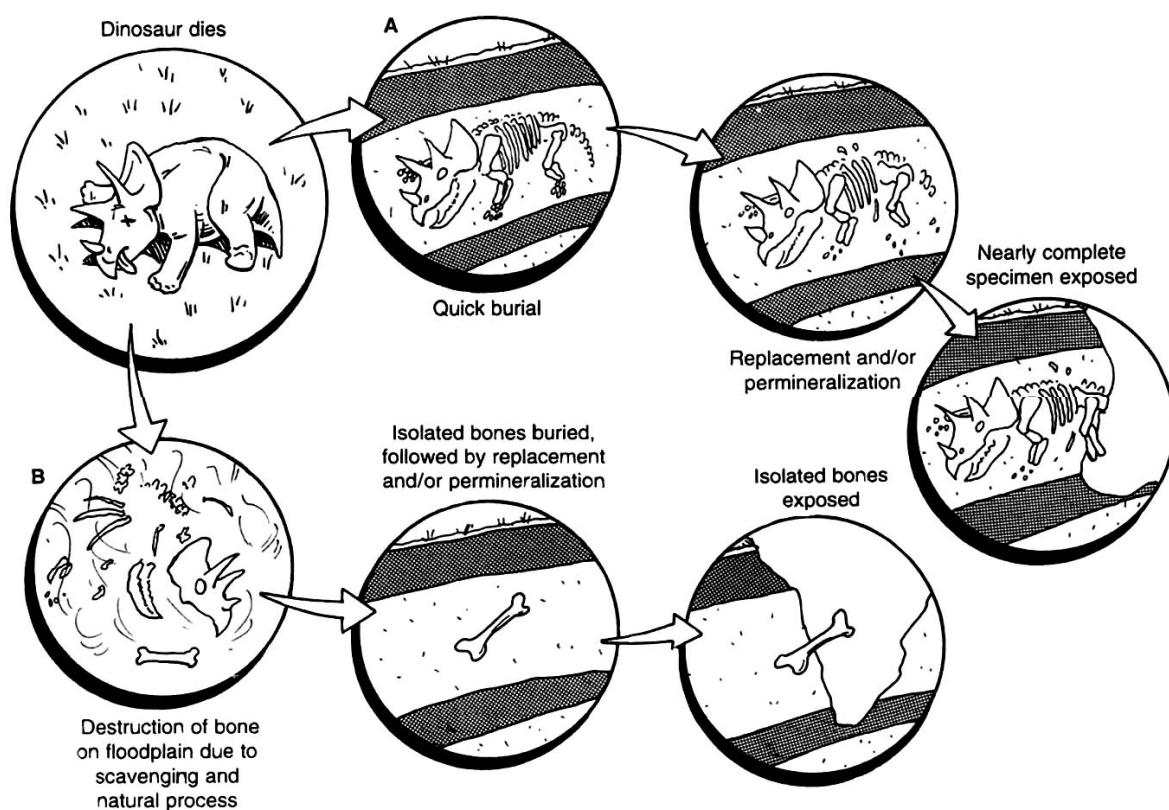
วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับโบราณชีววิทยาและสามารถบอกได้ถึงประโยชน์ของการศึกษาโบราณชีววิทยา อีกทั้งสามารถนำเอาความรู้ที่ได้ไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันได้
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์ อีกทั้งยังสามารถจำแนกชนิด และประเภทของซากดึกดำบรรพ์เบื้องต้นได้
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นในเรื่องเกี่ยวกับไดโนเสาร์ รวมถึงสัตว์และพืชร่วมสมัยไดโนเสาร์
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของไดโนเสาร์และสามารถอธิบายถึงสาเหตุของการสูญพันธุ์ ของไดโนเสาร์ได้
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องไดโนเสาร์สามารถอธิบายหรือนำเสนอเรื่องราวของการค้นพบไดโนเสาร์ในประเทศไทย พร้อมทั้งสามารถอธิบายลักษณะและจำแนกความแตกต่างของไดโนเสาร์ สัตว์และพืชร่วมสมัยในประเทศไทย ที่พบแต่ละชนิดในประเทศไทยได้

2.1 การศึกษาโบราณชีววิทยา (Studies in Palaeobiology)

2.1.1 โบราณชีววิทยา หรือ บรรพชีวินวิทยาคืออะไร (What are Palaeobiology and Palaeontology?)

โบราณชีววิทยา (Palaeobiology) หรือ บรรพชีวินวิทยา (Palaeontology) คือ เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งของวิชาธรณีวิทยา (Earth Sciences) ที่ว่าด้วยการศึกษารวมชาติวิทยาและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตโบราณ เช่น ศึกษาเกี่ยวกับพืชโบราณ (Palaeobotany) ละอองเรณูวิทยา (Palynology) โบราณชีววิทยาสัตว์มีกระดูกสันหลัง (Vertebrate Palaeontology) และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate Palaeontology) จุลบรรพชีวินวิทยา (Micropalaeontology) และวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาร่องรอยของสิ่งมีชีวิตโบราณ (Trace fossils หรือ Ichonology) สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มถือกำเนิดขึ้นมาเมื่อกว่า 3,800 ล้านปีมาแล้ว เริ่มจากสิ่งมีชีวิตรูปแบบง่าย ๆ เซลเดียว พวกแบคทีเรีย และต่อมาเมื่อประมาณ 2,500 ล้านปี พวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) ซึ่งสามารถสังเคราะห์แสงและเป็นแหล่งผลิตออกซิเจนแหล่งแรกของโลกก็ได้ถือกำเนิดขึ้นมา จากนั้นเมื่อประมาณ 542 ล้านปี สิ่งมีชีวิตหลายชนิดกำเนิดและมีวิวัฒนาการมากขึ้น จนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ซับซ้อนมากขึ้น เป็นสัตว์และ พืชในทะเล ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ พืชและสัตว์บก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก จนถึงสิ่งมีชีวิตปัจจุบัน ต้นตระกูลของมนุษย์เริ่มปรากฏเมื่อประมาณ 5 ล้านปีมาแล้ว และมนุษย์ปัจจุบันเริ่มปรากฏเมื่อประมาณ 100,000 ปีที่ผ่านมา สิ่งมีชีวิตทั้งหลายเหล่านี้ เจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่บนโลก จนกระทั่งสุดท้ายสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ก็ตายลงไปด้วยปัจจัยหลายสาเหตุด้วยกัน จากนั้นซากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้ถูกเก็บรักษาไว้โดยชั้นตะกอนที่มาทับถมโดยธรรมชาติ (Preservation) ซึ่งในเวลาต่อมาสารละลายแร่ธาตุที่ถูกนำมากับชั้นตะกอนที่ทับถม เข้าไปแทนที่ในโครงสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (มีสองแบบ คือ การแทนที่ที่ไม่สมบูรณ์ คือเกิดการแทนที่เพียงบางส่วนไม่ทั้งหมด และการแทนที่อย่างสมบูรณ์) จากนั้นเกิดกระบวนการทำให้ซากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เกิดการแข็งตัวกลายเป็นหิน (Diagenesis or Petrification or Silicification) กาลเวลาผ่านไปเนิ่นนานแสนนานจนกระทั่งถึงปัจจุบัน นักบรรพชีวินวิทยา (Palaeontologist) ผู้ศึกษารวมชาติวิทยาและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตแห่งยุคโบราณย้อนเปรียบเทียบกับยุคปัจจุบัน ได้ทำการสำรวจพบและขุดค้น ทำการอนุรักษ์ ศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตโบราณในแต่ละลำดับชั้นและแต่ละช่วงอายุของธรณีกาล (Biostratigraphy) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมวิธาน (Taxonomy หรือ Systematics) เป็นการจัดจำแนกและอธิบายสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นระบบ การจำแนกกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามวิวัฒนาการชาติพันธุ์ (Phylogenetic classification) การศึกษาลักษณะรูปร่างสัณฐานหรือสัณฐานวิทยา (Morphology) การศึกษาลักษณะโครงสร้างของกระดูกสัตว์ (Osteology) หรือกายวิภาคของพืชโบราณ (Plant Anatomy) ทำให้สามารถจำลองเหตุการณ์ในอดีตถึงการดำรงชีวิตตั้งแต่ครั้งยังมีชีวิตจนกระทั่งตายไป (Reconstruction of Palaeoenvironment) แล้วถูกเก็บรักษาไว้ในชั้นตะกอนในรูปของซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งในเวลาต่อมาชั้นตะกอนเหล่านี้ผ่านกระบวนการที่ทำให้แข็งตัวกลายเป็นหิน (Diagenesis) จากนั้นสามารถอธิบายถึงสาเหตุการตายและวิธีการเก็บรักษาสภาพไว้จนกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ หรือ



รูป แสดงภาพจำลองเหตุการณ์หลังการตาย (Taphonomy) ของสิ่งมีชีวิตก่อนกลายมาเป็นซากดึกดำบรรพ์ (After Fastovsky and Weishampel, 1996)

2.1.2 ประโยชน์ของการศึกษาโบราณชีววิทยาหรือบรรพชีวินวิทยา (Use of Palaeobiology or Palaeontology)

1. ทำให้เราทราบว่า โลกของเรากำเนิดเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้ว เรารู้ถึงองค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก จนกระทั่งเกิดมีสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบนโลกนี้ขึ้นนับตั้งแต่ สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มเซลล์เดียวถือกำเนิดเมื่อประมาณ 3,600 ล้านปีมาแล้ว มีลักษณะรูปร่าง ลักษณะโครงสร้างและการดำรงชีวิตเป็นอย่างไร ต่อมาสิ่งมีชีวิตทั้งหลายเหล่านี้ได้พัฒนาและมีวิวัฒนาการซับซ้อนขึ้นมาจนเป็นสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน

2. ทำให้เราทราบว่า การศึกษาโบราณชีววิทยาซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ ใช้เป็นหลักฐานในการศึกษาสภาพแวดล้อมโบราณ ลักษณะการสะสมตัวของชั้นหิน สภาพภูมิศาสตร์และสภาพภูมิอากาศบรรพกาล ลักษณะสภาพภูมิประเทศโบราณ เมื่อครั้งที่ซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ยังมีชีวิตอยู่ เก็บเรื่องราวต่างๆ ของโลกและสิ่งมีชีวิตเอาไว้เป็นสมุดบันทึกแผ่นดินและบันทึกประวัติศาสตร์ธรรมชาติเล่มใหญ่ของโลกที่รอคอยให้เราค้นหา และคอยเปิดพลิกอ่านดูเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละหน้าของประวัติโลกของเรา ให้ทราบถึงกำเนิดโลกและสิ่งมีชีวิต องค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างของโลกและสิ่งมีชีวิต การดำรงอยู่ การเปลี่ยนแปลงและสาเหตุ การพัฒนา และการสิ้นสุด หมุนเวียนเป็นวัฏจักรในแต่ละรอบของช่วงวิวัฒนาการและในแต่ละช่วงของกาลเวลา

3. ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ เพื่อ ใช้เป็นข้อมูลหลักฐานอ้างอิงในการศึกษาหาความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างชั้นหินในบริเวณต่างๆ (Geologic or lithologic and biostratigraphic correlation) โดยใช้ซากดึกดำบรรพ์ดัชนี (Index fossil) เป็นตัวบ่งชี้หาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตโบราณและธรณีวิทยาในตั้งแต่สองบริเวณขึ้นไป นั่นคือถ้าพบซากดึกดำบรรพ์ชนิด (species) สกุล (genus) หรือกลุ่มเดียวกันแน่นอนในชั้นหินต่างบริเวณมากกว่าหนึ่งแห่งขึ้นไป แสดงว่าในชั้นหินที่พบซากดึกดำบรรพ์นั้นๆ มีสภาพแวดล้อมและเกิดการตกสะสมตัว (Depositional settling) ของชั้นตะกอนในแอ่งสะสมตัวในช่วงเวลาเดียวกัน หรือมีอายุทางธรณีกาลเดียวกันถึงแม้ว่าจะอยู่ต่างที่กันก็ตาม ด้วยเหตุนี้ทำให้นักธรณีวิทยาสามารถหาอายุเปรียบเทียบของชั้นหิน (Relative age) ในบริเวณต่าง ๆ ได้

4. ซากดึกดำบรรพ์บางชนิดมีปริมาณธาตุไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) สูง เมื่อการสะสมตัวเป็นจำนวนมากเป็นระยะเวลานานนับหลายล้านปี ประกอบด้วยอุณหภูมิ ความร้อน ความกดดันที่เหมาะสม ทำให้ก่อเกิดเป็นแหล่งต้นกำเนิดทรัพยากรเชื้อเพลิงธรรมชาติ (Fossil Fuels) เช่น น้ำมัน (Petroleum) ก๊าซธรรมชาติ (Gas) และหินน้ำมัน (Oil Shales) ให้นักธรณีวิทยาและธรณีฟิสิกส์ทำการศึกษาค้นสมบัติ ลักษณะโครงสร้าง และปริมาณของซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ โดยรวมกับการใช้เครื่องมือทางธรณีฟิสิกส์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยในการค้นหาชั้นหินตะกอนที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นแหล่งสะสมตัวและกักเก็บเชื้อเพลิงธรรมชาติเหล่านี้

2.2 ซากดึกดำบรรพ์และกระบวนการเกิดเป็นซากดึกดำบรรพ์ (Fossils and fossilization process)

2.2.1 ซากดึกดำบรรพ์คืออะไร (What is fossil?)

ซากดึกดำบรรพ์ หรือฟอสซิล (Fossils) หมายถึงซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายไปแล้ว หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่เกิดจากพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต (Trace fossils or Ichnology) ทั้งพวกสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและพืช ซึ่งถูกเก็บรักษา (Preservation) ไว้ตามธรรมชาติในชั้นตะกอนที่มาปิดทับเก็บรักษาสภาพซากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ทันที หรือเกิดในช่วงระยะเวลาหลังจากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นตายไปไม่นานนัก โดยยังไม่ทันจะเน่าเปื่อยผุพังไปเสียก่อน ซึ่งในกาลต่อมาได้กลายเป็นหินโดยกระบวนการทางธรรมชาติ (Fossilization process) โดยสารละลายแร่ธาตุที่มากับตะกอนทางน้ำค่อย ๆ เข้าไปแทนที่โครงสร้างเซลล์เดิมของสิ่งมีชีวิตนั้น ตามแนวรอยแตก หรือตามช่องว่างระหว่างเซลล์กระดูกและเซลล์พืชทีละชนิดๆ จนกระทั่งมีโครงสร้างแข็งแรงขึ้นจนสามารถรับน้ำหนักของตะกอนที่มาทับถมต่อมากลายเป็นหิน หรือสภาพก็กลายเป็นหินเกิดเป็นซากดึกดำบรรพ์ขึ้นมา โดยกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นในช่วงก่อนระยะเวลาเริ่มต้นของยุคประวัติศาสตร์ (Historic Age)

2.2.2 ซากดึกดำบรรพ์เกิดขึ้นได้อย่างไร (How was fossil happened?)

สรรพสิ่งเมื่อถือกำเนิดหรือบังเกิดขึ้นมา ย่อมมีความดำรงอยู่ เจริญเติบโตหรือวิวัฒนาการขึ้นไปจนถึงที่สุดแล้วคงสภาพ และจากนั้นก็ค่อย ๆ เสื่อมไปตามกาลเวลา แล้วในที่สุดย่อมมีความดับไปเป็นธรรมชาติธรรมดาเป็นเช่นนั้นเอง สิ่งมีชีวิตทั้งหลายก็เช่นกันย่อมไม่พ้นกฎเกณฑ์ดังกล่าว ตามธรรมดาเมื่อชีวิตหนึ่งตายไปร่างกายก็เน่าเปื่อยผุพัง และย่อยสลายปนกับดินไป แต่ก็มีซากสิ่งมีชีวิตจำนวนหนึ่งถูกเก็บรักษาสภาพไว้โดยธรรมชาติเหมือนเป็นเหตุบังเอิญ แต่แท้จริงแล้วเป็นเหตุที่ถึงพร้อมของเหตุการณ์หลายอย่างสอดคล้องกัน ณ ช่วงเวลานั้นพอดี มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถชะลอหรือสกัดกั้นการเน่าเปื่อยผุพังได้ อันประกอบด้วยเหตุปัจจัยดังต่อไปนี้

- สิ่งมีชีวิตนั้นจะต้องมีส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างแข็ง (Hard parts) เช่นเปลือก กระดอง หรือกระดูกสันหลัง เป็นส่วนใหญ่

- สภาพสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิเป็นตัวช่วยเก็บรักษาสภาพของซากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ทั้งนี้บริเวณที่จะสามารถเก็บรักษาสภาพได้ดีนั้น จะต้องเย็นจัด หรือแห้งแล้งมาก ซึ่งช่วยชะลอหรือหยุดการทำงานของแบคทีเรียในการย่อยสลายเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ในบางครั้งสามารถเก็บรักษาสภาพส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ (Soft parts) ไว้ได้ แต่ก็พบเพียงส่วนน้อย

- เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงไป จะต้องถูกทับถมโดยตะกอนโดยทันทีอย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการรบกวนจากสัตว์กินซากและการเน่าเปื่อยผุพังย่อยสลายจากแบคทีเรียไปได้ หรือถูกรบกวนจากสัตว์กินซากและถูกรบกวนจากแบคทีเรียน้อยที่สุด หรืออยู่ในสภาพที่ปลอดจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทั้งนี้โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ซึ่งถึงพร้อมได้ดังกล่าวข้างต้นเหล่านี้ มีเพียงหนึ่งในล้านส่วนเท่านั้นที่จะเกิดและหลงเหลือเป็นซากดึกดำบรรพ์ให้เราได้ค้นพบและทำการศึกษาถึงเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตโบราณนั้นๆ

2.2.3 กระบวนการเกิดเป็นซากดึกดำบรรพ์ (Processes of fossilization)

ด้วยเหตุปัจจัยดังกล่าวข้างต้นทำให้สามารถจัดแบ่งซากดึกดำบรรพ์ออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกัน ตามลักษณะการกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ ดังนี้

1. **โครงร่างอ่อนไม่เปลี่ยนแปลง (Unaltered soft parts)** เกิดจากการที่ซากสิ่งมีชีวิตที่ถูกเก็บรักษาไว้ในสภาพที่เย็นจัด หรือแห้งจัด ตายและถูกทับถมโดยเร็ว เช่น ซากสมบรูณ์ของช้างแมมมัท (Mammoths) พบในชั้นน้ำแข็งยุคไพลสโตซีน (Pleistocene) บริเวณแถบทุนดรา (Tundra) ของไซบีเรีย

2. **โครงร่างแข็งไม่เปลี่ยนแปลง (Unaltered hard parts)** เกิดในพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นส่วนใหญ่ หลังจากเนื้อเยื่อส่วนอื่นจะเน่าเปื่อยผุพังย่อยสลายไป แต่จะคงเหลือเพียงโครงร่างแข็งเปลือกนอกไว้ เนื่องจากส่วนประกอบของโครงร่างเหล่านี้เป็นพวกแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) พวก calcite, aragonite, แคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate), ซิลิกา (silica) พวก non-crystalline, hydrated form opal, สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน complex organic compounds (พวก chitin) หรือ combination ของทั้งหมด

3. **โครงร่างแข็งเปลี่ยนแปลง (Altered hard parts)** เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากโครงร่างเดิมอย่างมากแต่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางกายภาพและทางเคมีอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างดังต่อไปนี้

- **Carbonized** โดยกระบวนการ **Carbonization** เกิดการระเหยออกไปของพวกไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน เหลือแต่พวกคาร์บอน

- **Permineralized** โดยกระบวนการ **Permineralization** หรือ **Petrifaction** มีสารละลายแร่ธาตุเข้ามาแทนที่ในโครงสร้างเซลล์ (Cell structure)

- **Recrystallized** โดยกระบวนการ **Recrystallization** โดยโครงสร้างเซลล์เดิมจะผุพังและสลายไปแล้วแทนที่ด้วยสารละลายแร่ธาตุจากชั้นตะกอนที่ทับถม หรือธาตุองค์ประกอบของเดิมซึ่งหลอมรวมตัวกันตกเป็นผลึกใหม่ที่มีลักษณะเรียงต่อกัน (Mosaic) เกิดเป็นลักษณะโครงข่ายเชื่อมโยงไปมาถึงกัน (Interlocking crystals)

- **Dehydrated** และ **Crystallized** เกิดการสูญเสียน้ำภายในโครงสร้างของซากสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปไปเป็นแร่อีกพวกหนึ่ง เช่น ลักษณะโครงร่างเดิมเป็นพวก opal ซึ่งมีคุณสมบัติไม่เสถียรเมื่อสูญเสียน้ำ จะเปลี่ยนรูปไปเป็นพวก chalcedony และ quartz

- **Replaced** โดยกระบวนการ **Replacement** เกิดการแทนที่ในโครงสร้างทั้งหมดของซากสิ่งมีชีวิต โดยสารละลายน้ำแร่ต่าง ๆ เช่น เกิดการแทนที่โดยแร่ไฟไรต์ แร่ฮีมาไทต์ และแร่แคลไซต์

4. **ร่องรอยของสิ่งมีชีวิตโบราณ (Trace fossils or Ichnology)** คือร่องรอยของพืชหรือสัตว์โบราณ หรือผลจากการกระทำ หรือพฤติกรรมของสัตว์โบราณ จำแนกได้ ดังนี้

- **Mold or Mould** คือ แม่พิมพ์ของร่องรอยของสัตว์หรือพืชโบราณที่ประทับเอาไว้บนชั้นตะกอน ต่อมาถูกทับถมโดยตะกอนอีกชุดหนึ่ง ทำให้เก็บรักษาสภาพรอยไว้จนกระทั่งตะกอนเหล่านี้แข็งตัวกลายเป็นชั้นหิน มีสองรูปแบบด้วยกัน คือ แม่พิมพ์ภายนอก (External Mold) และแม่พิมพ์ภายใน (Internal Mold)

- **Cast** คือรูปหล่อของร่องรอยสัตว์หรือพืชโบราณที่ประทับไว้บนชั้นตะกอน แล้วต่อมาถูกทับถมโดยตะกอนอีกชุดหนึ่ง มีสารละลายแร่ธาตุเข้าไปแทนที่ในรอยนั้น จนกระทั่งเกิดแข็งตัวเก็บรักษาไว้ในชั้นหินปกติจะเกิดคู่กันกับ Mold ซึ่งจะเป็นรอยประทับบนชั้นหินที่วางตัวข้างใต้ ส่วน Cast จะเป็นชั้นข้างบนที่มาปิดทับ

- **Track, Trail** คือ รอยที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของสัตว์ เช่น รอยตีนไดโนเสาร์ ส่วน **Boring, Burrow** หรือ **Tube** เป็นร่องรอยการขุดรูเพื่อหาอาหาร เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย หรือเพื่อหลบภัย ของตัวหนอน และสัตว์โบราณอื่น ๆ

- **Coprolites** คือ ซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งขับถ่ายของสัตว์ ช่วยให้ทราบถึงลักษณะรูปร่างและขนาดของรูทวารหนักของสัตว์โบราณ เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาถึงรูปร่างลักษณะ รวมถึงอาหารของสัตว์โบราณเหล่านั้น ช่วยในการจำลองสภาพแวดล้อมโบราณได้ดียิ่งขึ้น

- **Impressions** คือ ซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นรอยกดของส่วนผิวหนังหรือเปลือกของสัตว์หรือรอยพิมพ์ของพืชโบราณ

- **Gastroliths** คือ พวกก้อนกรวดที่มีลักษณะค่อนข้างมน และเป็นมันวาวเนื่องจากการถูกขัดสีเป็นเวลานาน มักพบปรากฏอยู่ใกล้บริเวณส่วนท้องของซากดึกดำบรรพ์พวกสัตว์เลื้อยคลาน ส่วนใหญ่มักเป็นพวกแร่ Quartz เรียกว่า Gizzard stone พบมากช่วงอายุมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic era) เป็นก้อนกรวดที่สัตว์เลื้อยคลาน เช่น ไดโนเสาร์ กลืนเข้าไปเพื่อช่วยในการบดย่อยอาหารในกระเพาะแล้วถ่ายออกมา

2.2.4 ซากดึกดำบรรพ์ดัชนี (Index fossils)

ซากดึกดำบรรพ์ดัชนี (Index fossils) หมายถึงซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีช่วงอายุสั้น ๆ พบกระจายอยู่ทั่วทุกแห่งในโลก ซึ่งมีลักษณะง่ายต่อการจำแนก ใช้เป็นตัวกำหนดอายุของชั้นหินได้ดีมาก โดยมีข้อพิจารณาในการคัดเลือกอยู่ 2 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตนั้นจะต้องมีความแพร่หลายในทางภูมิศาสตร์ เช่น พบในทะเลทั่วโลก ซึ่งทำให้เป็นที่มั่นใจว่าซากดึกดำบรรพ์ชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วโลก

2. สิ่งมีชีวิตนั้นจะต้องมีอัตราการวิวัฒนาการสูง ดังนั้นหลังจากเวลาผ่านไปแล้ว 2-3 ล้านปีสามารถเรียกได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ (New species)

2.2.5 กลุ่มซากดึกดำบรรพ์ (Facies fossils)

กลุ่มซากดึกดำบรรพ์ (Facies fossils) เป็นกลุ่มของซากดึกดำบรรพ์ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อมบรรพกาล ซึ่งโดยทั่วไปแล้วซากดึกดำบรรพ์พบเป็นเดี่ยว ๆ ได้ยาก ส่วนใหญ่แล้วมักจะพบเป็นกลุ่ม โดยลักษณะของซากดึกดำบรรพ์ ที่พบโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 แบบ ดังต่อไปนี้

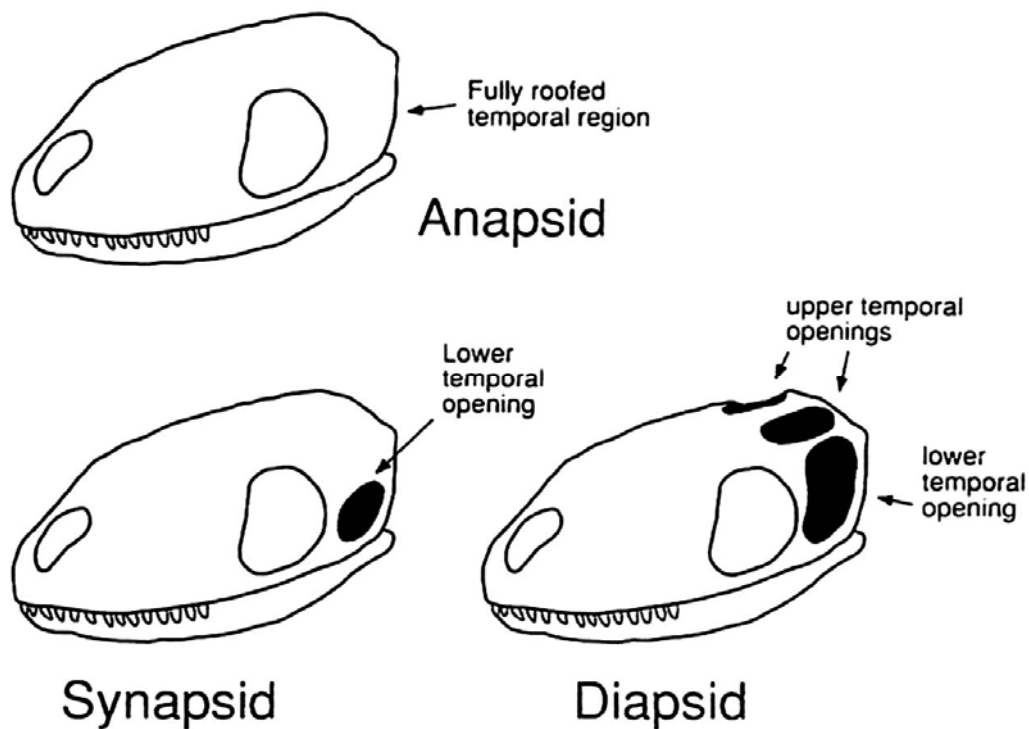
1. **Life assemblage** หรือ **Biocoenosis** คือ ถ้าสังเกตพบว่าซากดึกดำบรรพ์หรือกลุ่มของซากดึกดำบรรพ์ที่พบนั้น ถูกเก็บรักษาไว้ในสภาพเดิมเหมือนครั้งยังมีชีวิตอยู่ และสัมพันธ์กันกับสิ่งมีชีวิตอื่นในบริเวณนั้น เรียกว่า **Articulated** นั่นคือเมื่อสิ่งมีชีวิตตายไป ถูกรบกวนน้อยที่สุด และไม่ถูกเคลื่อนย้ายไปไหนถ้ามีก็น้อยมาก ๆ คือคงสภาพใกล้เคียงก่อนตายมากที่สุดนั่นเอง

2. **Death assemblage** หรือ **Thanatacoenosis** คือ การที่พบโครงกระดูก หรือโครงร่างแข็งอยู่กระจัดกระจาย บ่งชี้ว่าโครงร่างเหล่านี้เมื่อตายไป ณ ที่แห่งหนึ่ง แล้วถูกกระแสน้ำพัดพามาจากที่อื่น หรือจากสภาพแวดล้อมอื่น มาตกสะสมตัวแล้วถูกตะกอนทางน้ำปิดทับถม ณ บริเวณนี้ หรือแม้แต่ถูกกัดเซาะผุพังมาจากชั้นหินเดิมที่เก็บรักษาซากดึกดำบรรพ์นั้นมาไว้ตรงบริเวณนี้

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไดโนเสาร์ (Introduction to dinosaur)

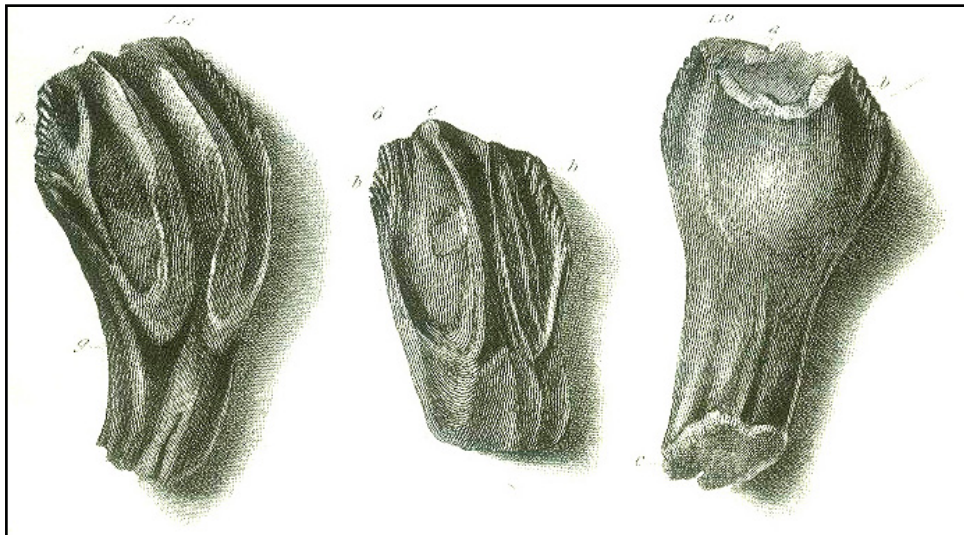
2.3.1 ไดโนเสาร์คืออะไร (What is dinosaur?)

ไดโนเสาร์ (dinosaur) โดยคำนิยามประกอบด้วยรากศัพท์จากภาษากรีก คือ **deinos** หมายถึง น่ากลัว (terrible) และ **sauros** หมายถึง สัตว์เลื้อยคลาน (lizard) ดังนั้น ไดโนเสาร์ (dinosaur) จึงหมายความว่า สัตว์เลื้อยคลานที่น่ากลัว (terrible lizard) แต่ทว่าไดโนเสาร์ในทางอนุกรมวิธาน (Taxonomy) แล้ว หมายถึงสัตว์เลื้อยคลานพวก ไดแอฟซิด (diapsid) แบ่งโดยลักษณะของหูกะโหลก คือมีลักษณะหูกะโหลกส่วนหลังของดวงตา ด้านบนมีช่องเปิดเป็นโพรงวงรี

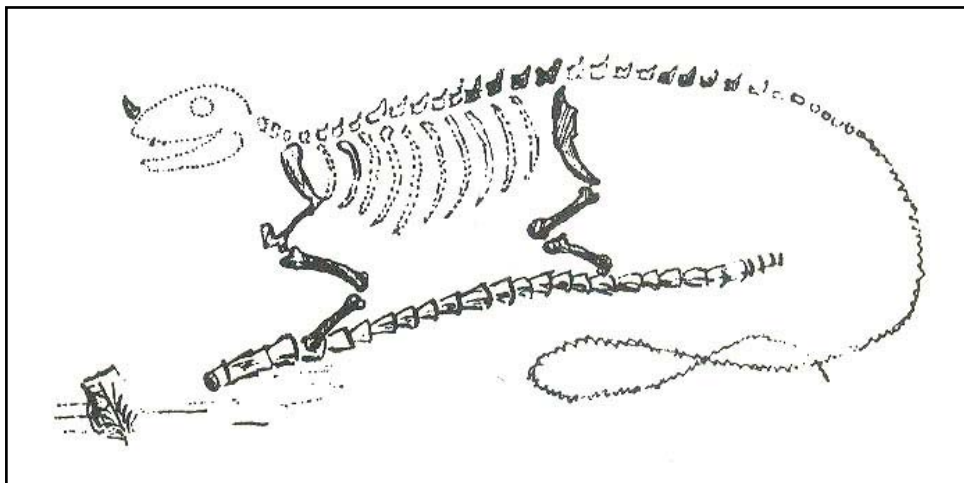


รูป แสดงลักษณะของหัวกะโหลกของสัตว์เลื้อยคลาน (After Fastovsky and Weishampel, 1996)

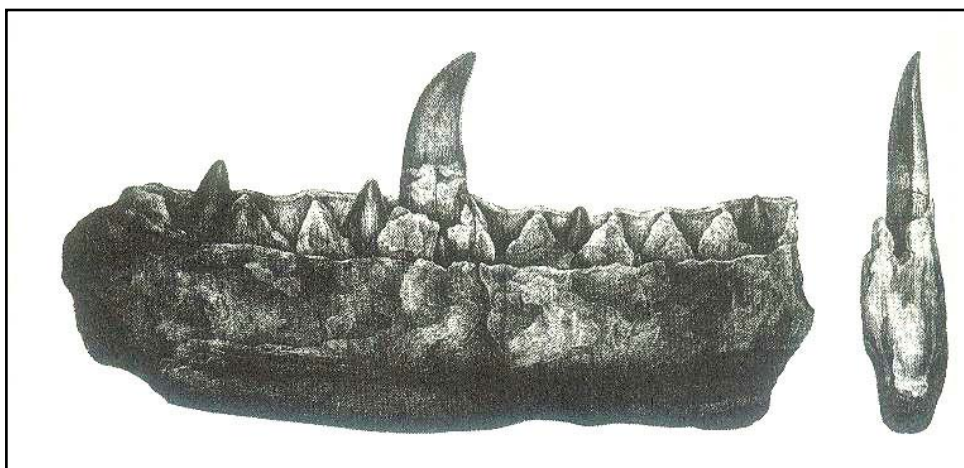
ไดโนเสาร์เป็นสัตว์ที่น่าทึ่งและมีมนต์เสน่ห์ของทั้งเด็กและผู้ใหญ่เสมอมา โดยมีประวัติการค้นพบไดโนเสาร์เริ่มต้นในประเทศอังกฤษเมื่อปี ค.ศ. 1677 (พ.ศ. 2220 ตรงกับรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช) โดยบาทหลวง โรเบิร์ต พล็อต (Reverend Robert Plott) ศาสตราจารย์ทางด้านเคมีของมหาวิทยาลัยออกฟอร์ด (Oxford University) ท่านได้เขียนหนังสือเรื่องประวัติศาสตร์ของแคว้นออกฟอร์ดเชียร์ (Oxfordshire) ซึ่งเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยา (Natural History) โดยเนื้อความตอนหนึ่งได้กล่าวถึง "...กระดูกขาของมนุษย์หรืออย่างน้อยก็เป็นของสัตว์บางชนิด..." ได้มาจากเหมืองหินอายุจูแรสซิก ตอนกลางของเมืองคอร์นวอลล์ (Cornwall) ในแคว้นออกฟอร์ดเชียร์ ซึ่งแท้จริงแล้วเป็นกระดูกส่วนปลายของกระดูกขาหลังท่อนบน (distal end of femur) ของไดโนเสาร์ ซึ่งอาจนับได้ว่าเป็นบันทึกร่องรอยของไดโนเสาร์ที่ปรากฏเป็นลายลักษณ์อักษรครั้งแรกของโลกตะวันตก (Delair and Sarjeant 1975; Norman 1991, 1994; Brett-Surman 1997) และประมาณอีกหนึ่งร้อยกว่าปีต่อมา ในปี ค.ศ. 1822 (พ.ศ. 2365 ตรงกับรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 2 พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย) เจมส์ พาร์กินสัน (James Parkinson) ได้เผยแพร่ชื่อของไดโนเสาร์ เมกะโลซอรัส (*Megalosaurus*) ขึ้นมาเป็นคนแรก แต่ถึงกระนั้นก็ยังไม่มีคำอธิบายตัวอย่างแต่อย่างใด (Norman 1994; Brett-Surman 1997)



a



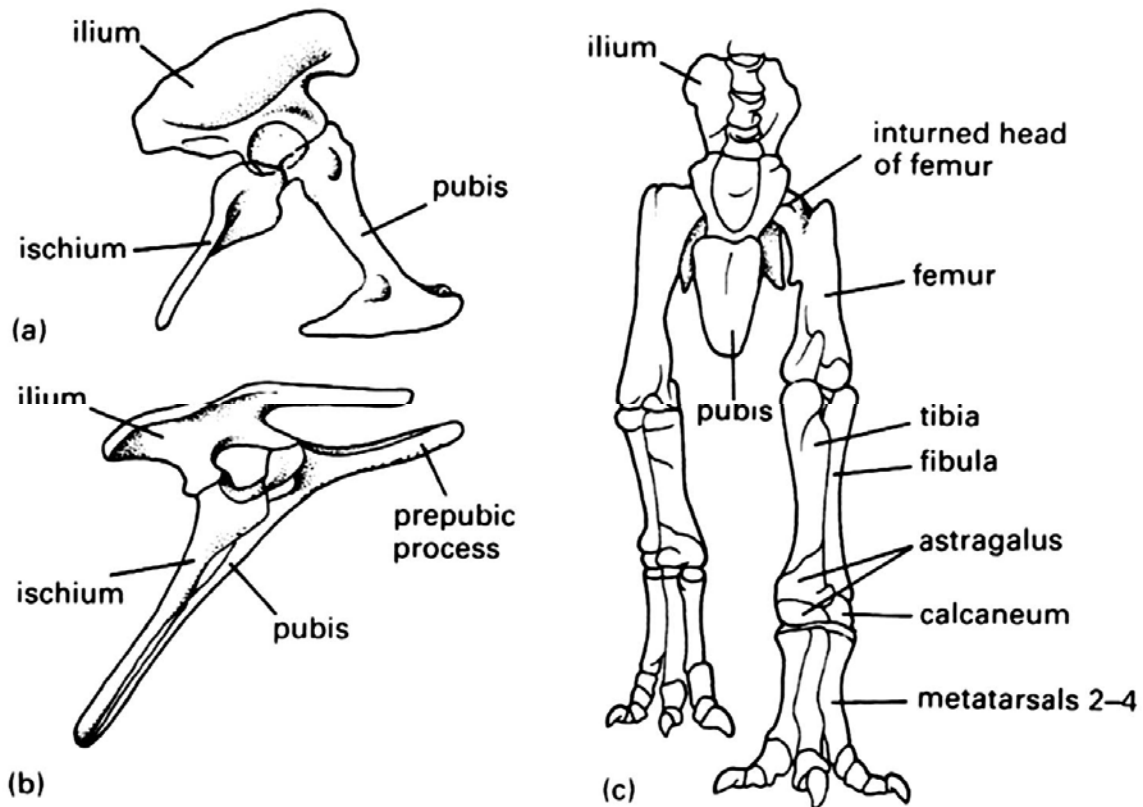
b



c

รูป แสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับการกำเนิดของคำว่าไดโนเสาร์ a) แสดงลักษณะฟัน ของ อิกัวโนดอน (*Iguanodon* tooth), b) รูปวาดจำลองลักษณะรูปร่างของ อิกัวโนดอน แรกเริ่มวาดโดย นายแพทย์กิเดียน แมนเทล (First reconstruction of the skeleton of *Iguanodon* by Gideon Mantell) โดยเข้าใจผิดว่ากระดูกแกนเล็บที่ พบเป็นนอของอิกัวโนดอน และ c) แสดงกรามและฟัน ของ เมกะโลซอรัส (Lower jaw of *Megalosaurus*) (After Colbert, 1968a,b)

นับจากนั้นมา ได้มีการสำรวจและศึกษาเรื่องราวของไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยไปทั่วโลก แต่กลุ่มศึกษาวิจัยหลักที่ทำการศึกษาวิจัยไดโนเสาร์แบ่งได้เป็นสี่กลุ่มใหญ่ ได้แก่ทางอเมริกาและแคนาดา ทางยุโรปทางเอเชีย และทางออสเตรเลีย ปัจจุบันนี้ไดโนเสาร์จำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน โดยแบ่งจากลักษณะของกลุ่มกระดูกสะโพก หรือ pelvic girdles ดังนี้รูป



รูป แสดงประเภทของไดโนเสาร์แบ่งตามลักษณะกลุ่มกระดูกสะโพก (Pelvic girdles) และลักษณะการวางตัวของกระดูกขาหลังไดโนเสาร์: - a) กระดูกสะโพกแบบสัตว์เลื้อยคลาน (the typical pelvic girdle of the saurischian, lateral view); b) กระดูกสะโพกแบบนก (the typical pelvic girdle of the ornithischian, lateral view); c) ลักษณะการวางตัวของกระดูกขาหลังไดโนเสาร์ (anterior view of the hindlimbs to show the fully upright posture of *Tyrannosaurus*), (Follow Benton, 1997: a, c after Osborn, 1916; b after Romer, 1956).

ไดโนเสาร์ 2 ประเภทใหญ่นี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 อันดับ (Order) ได้แก่

1. **ไดโนเสาร์อันดับซอริสเชีย (Saurischian)** มีกระดูกสะโพกแบบสัตว์เลื้อยคลาน (lizard-hipped) โดยมีกระดูกหัวหน่าว (pubis) ชี้ไปทางด้านหน้า และ กระดูกเชิงกราน (ischium) ชี้ไปทางด้านหลัง (รูป a)แบ่งเป็นอันดับย่อย (Suborder) ได้แก่

1.1 **เทอโรพอด (Theropoda)** เป็นกลุ่มไดโนเสาร์ที่รวมพวกที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับต้นกำเนิดนกไว้ด้วย ส่วนใหญ่เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อ (Meat-eating or Carnivorous dinosaur) เกือบทั้งหมด มีบางพวกเป็นไดโนเสาร์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ Omnivorous dinosaur และบางพวกคาดว่าเป็นไดโนเสาร์ที่กินซากสัตว์เป็นอาหาร (Scavenging dinosaur) ไดโนเสาร์เหล่านี้เดิน 2 ขาเป็นส่วนใหญ่ โครงสร้างร่างกายคล้ายนก มีฟันลักษณะปลายแหลมคม สันขอบฟันคล้ายใบเลื่อยทำหน้าที่เหมือนมีดฟันเนื้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มไดโนเสาร์ (After Weishampel, Dodson and Osmólska, 2004) ที่รู้จักกันดี (well-known taxa) เช่น- เทอโรพอด (Theropoda)

- เซอราโตซอเรีย (Ceratosauria)
 - ซีโลไฟซอยเดีย (Coelophysoidea) เช่น ซินทาร์ซัส (*Syntarsus*), ไดโลโฟซอรัส (*Dilophosaurus*), ซีโลไฟซิส (*Coelophysis*), โปรคอมพ์ซอกนาธัส (*Procompsognathus*)
 - นีโอเซอราโตซอเรีย (Neoceratosauria) เช่น อีเลฟโฟซอรัส (*Elaphosaurus*), เซอราโตซอรัส (*Ceratosaurus*), คาร์โนทอรัส (*Carnotaurus*)
 - เตตะเนอริ (Tetanurae)
 - สไปโนซอรอยเดีย (Spinosauroidea)
 - เมกะโลซอริดี (Megalosauridae)
 - ยูสเตร็ปโตสปอนดิลลีเนีย (*Eustreptospondylinae*) เช่น ยูสเตร็ปโตสปอนดิลลัส (*Eustreptospondylus*), เปียตนิตสกีซอรัส (*Piatnitskysaurus*), อัฟโฟรเวเนเตอร์ (*Afrovenator*)
 - เมกะโลซอริเนีย (*Megalosaurinae*) เช่น เมกะโลซอรัส (*Megalosaurus*), พอยคิโลพเลอรอน (*Poikilopleuron*), ทอร์โวซอรัส (*Torvosaurus*)
 - สไปโนซอริดี (Spinosauridae)
 - บาร์ริโอไนคิดี (*Baryonychidae*) เช่น บาร์ริโอนิกซ์ (*Baryonyx*)
 - ซูโคไมมัส (*Suchomimus*)
 - คริสตาตูซอรัส (*Cristatusaurus*)
 - สไปโนซอริเนีย (*Spinosaurinae*)* เช่น สไปโนซอรัส (*Spinosaurus*), เออร์ริเทเทอร์ (*Imitator*)
- * สยามโมซอรัส สู้ธีร์น (*Siamosaurus suteethorni*) อยู่ในกลุ่ม สไปโนซอริดี โดยหลักฐาน พบเพียงฟันเท่านั้น และขณะนั้นจัดให้อยู่ในกลุ่มย่อย บาร์ริโอไนคิดี แต่ทว่า เร็ว ๆ นี้ (พ.ศ. 2547) เราได้พบกระดูกส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติมมากขึ้น จนกระทั่งสามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มย่อย สไปโนซอริเนีย ได้
- ซีลูโรซอเรีย (Coelurosauria)
 - คอมพ์ซอกนาธิดี (*Compsognathidae*) เช่น คอมพ์ซอกนาธัส (*Compsognathus*), อริสโตซุคัส (*Aristosuchus*), ซิโนซอโรพเทอริกซ์ (*Sinosauroptryx*)
 - ไทรันโนซอรอยเดีย (Tyrannosauroidae) เช่น ดริปโตซอรัส (*Dryptosaurus*), อีโอไทรันนัส (*Eotyrannus*)
 - เทอริซโนซอรอยเดีย (Therizinosauroidae)
 - เทอริซโนซอริดี (*Therizinosauridae*) เช่น เทอริซโนซอรัส (*Therizinosaur*), เออร์ลิโกซอรัส (*Erlikosaurus*), อีชานโนซอรัส (*Eshanosaurus*), เซกโนซอรัส (*Segnosaurus*)
 - ไทรันโนซอริดี (Tyrannosauridae)
 - อัลเบอร์โตซอริเนีย (*Albertosaurinae*) เช่น อัลเบอร์โตซอรัส (*Albertosaurus*), กอร์กอสอรัส (*Gorgosaurus*)
 - ไทรันโนซอริเนีย (*Tyrannosaurinae*) เช่น ดาสเพลโตซอรัส (*Daspletosaurus*), ทาร์โบซอรัส (*Tarbosaurus*), ไทรันโนซอรัส (*Tyrannosaurus*), นาโนไทรันนัส (*Nanotyrannus*)
 - เอเวเทอโรพอด (Avetheropoda)
 - คาร์โนซอเรีย (Carnosauria) เช่น โลรินฮานอสอรัส (*Lourinhanosaurus*), โมโนโลโฟซอรัส (*Monolophosaurus*), ครีโอโลโฟซอรัส (*Cryolophosaurus*), ฟูกูอิแรพเตอร์ (*Fukuiraptor*), สยามโมไทรันนัส (*Siamotyrannus*)*

* *Siamotyrannus isanensis* gen.et.sp. nov. ในปี ค.ศ. 1996 (พ.ศ.2539) Buffetaut, Suteethorn และ Tong ได้จัดให้อยู่ใน สกุล (Family) ไทรันโนซอริเด (Tyrannosauridae) (จาก Nature, 1996, v.381, p. 689-691) หลังจากนั้นปี ค.ศ. 2001 (พ.ศ. 2544) Holtz ได้จัดไว้ให้อยู่ในสกุล ไทรันโนซอริเด (Tyrannosauridae) (จาก Mesozoic Vertebrate Life, 2004, p. 64-83) ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 (พ.ศ. 2546) Rauhut (จาก Palaeontology, 2003, v. 46(5), p. 903-910 และจาก Palaeontological Association, London ใน Special Papers in Palaeontology 69, p. 1-125) และในปี ค.ศ. 2004 (พ.ศ. 2547) Holtz, Molnar and Currie (จาก The Dinosauria, 2004, p. 71-110) ได้จัดให้อยู่ในพวก เอเวเทอโรพอด (Avetheropoda)

- อัลโลซอโรอยเดีย (Allosauroidae)
 - ซินแรพเตอร์ (Sinraptoridae) เช่น ซินแรพเตอร์ (*Sinraptor*), หยางชวานโนซอรัส (*Yangchuanosaurus*)
- อัลโลซอริดี (Allosauridae) เช่น อัลโลซอรัส (*Allosaurus*)
- คาร์ชาโรดอนโตซอริดี (Carcharodontosauridae) เช่น อะโครแคนโทซอรัส (*Acrocanthosaurus*), คาร์ชาโรดอนโตซอรัส (*Carcharodontosaurus*), ไจแกนโตซอรัส (*Gigantosaurus*), นีโอเวเนเตอร์ (*Neovenator*)
- แมนิแรพเตอร์โฟเมส (Maniraptoriformes)
 - ออร์นิโทมิโมซอเรีย (Ornithomimosauria) เช่น การ์ดูติมิมีส (*Garudimimus*), เฟลลิแกนมิมีส (*Pelicanmimus*), ฮาร์ปีมิมีส (*Harpymimus*)
 - ออร์นิโทมิมีดี (Ornithomimidae) เช่น ออร์นิโทมิมีส (*Ornithomimus*), กัลปิลิมิมัส (*Gallimimus*), สตรูธิโอมิมีส (*Struthiomimus*), อาร์เคออร์นิโทมิมีส (*Archaeornithomimus*), ซินออร์นิโทมิมีส (*Sinornithomimus*)
 - โอวิแรพโทโรซอเรีย (Oviraptorosauria) เช่น โอวิแรพเตอร์ (*Oviraptor*), คอรัคทิพเทอริกซ์ (*Caudipteryx*)
 - เทอริซิโนซอโรอยเดีย (Therizinosauroidae) เช่น เทอริซิโนซอรัส (*Therizinosaurus*)
 - พาเวส (Paraves)
 - อัลวาเรซซอริดี (Alvarezsauridae) ยกตัวอย่างเช่น อัลวาเรซซอรัส (*Alvarezsaurus*)
 - ยูแมนิแรพโทรา (Eumaniraptora)
 - ทรูโดนต์ (Troodontidae) เช่น ทรูโดนต์ (*Troodon*), ซอโรโรนีธอยดิส (*Sauromithoides*), ซินออร์นีธอยดิส (*Synornithoides*)
 - ไดโรเมโอซอริดี (Dromaeosauridae) เช่น ไดโนไนคัส (*Deinonychus*), ไดโรเมโอซอรัส (*Dromaeosaurus*), เวโลซิแรพเตอร์ (*Velociraptor*), ไมโครแรพเตอร์ (*Microaptor*)
 - เอเวียล (Avialae) เช่น อาร์เคออปเทอริกซ์ (*Archaeopteryx*), คอนฟุเซียสซอร์นิส (*Confuciusornis*), โกบิเทอริกซ์ (*Gobipteryx*)

1.2 ซอโรโปโดมอร์ฟา (Sauropodomorpha) เป็นไดโนเสาร์กินพืช (Plant-eating or Herbivorous dinosaur) ทั้งหมด มีทั้งเดิน 2 ขา และ 4 ขา ศีรษะขนาดเล็ก มีคอยาว หางยาว รูปร่างใหญ่ ฟันเป็นลักษณะคล้ายคราด หรือคล้ายเขี้ยว ใช้สำหรับเด็ดเก็บใบไม้ มีลักษณะของการบาดเจ็บคล้ายไปมาระหว่างฟันกราม บน และฟันกรามล่างข้างเล็กน้อย แต่ไม่พบร่องรอยการบดเคี้ยวมากมายเหมือนในพวกสัตว์กีบ (ungulates) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (mammals) ทั่วไป ฉะนั้นไดโนเสาร์จึงต้องกลืนก้อนกรวด (gastrolith) เพื่อเข้าไป บดย่อยอาหารในกระเพาะ และมีแบคทีเรียในช่องท้องช่วยย่อยสลายอีกทีหนึ่ง แบ่งเป็นอันดับแยกย่อย ดังนี้

1.2.1 โปรซอโรพอด (Prosauropoda) เป็นไดโนเสาร์ขนาดกลาง ถึงขนาดใหญ่ (ความยาว ประมาณ 2.5-10 เมตร) ปกติเดิน 2 ขา แต่สามารถเดินได้ทั้ง 2 หรือ 4 ขา หัวเล็ก คอยาว หางยาว เช่น แมสซอสปอนดิลลัส (*Massospondylus*), เพลทีโอซอรัส (*Plateosaurus*), ลูเฟงโกซอรัส (*Lufengosaurus*), ริโอจาซอรัส (*Riojasaurus*)

1.2.2 ซอโรพอด (Sauropoda) เป็นไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ เดิน 4 ขา คอยาว หางยาว มีความยาวมากที่สุดถึง 35 เมตร และหนักมากที่สุดถึง 100 ตัน ได้แก่

- ซอโรพอด (Sauropoda) เช่น อิสานโนซอรัส (*Isanosaurus*)*, โคตาซอรัส (*Kotasaurus*), วุลคาโนดอน (*Vulcanodon*)
- * อิสานโนซอรัส อรรถวิภานชี (*Isanosaurus attaviachi*) จัดอยู่ในกลุ่ม ซอโรพอด พบหลักฐานกระดูกส่วนต่าง ๆ เช่น กระดูกสันหลัง กระดูกขา และกระดูกสะบักไหล่
- ยูซอโรพอด (Eusauropoda) เช่น มาเมนชีซอรัส (*Mamenchisaurus*), โอเหมซอรัส (*Omeisaurus*), ชูโนซอรัส (*Shunosaurus*), เซติโอซอรัส (*Cetiosaurus*)
- นีโอซอโรพอด (Neosauropoda)
 - ดิพลอดอคอยเดีย (Diplodocoidea)
 - เนเมกโตซอริดี (Nemegtosauridae) เช่น เนเมกโตซอรัส (*Nemegtosaurus*)

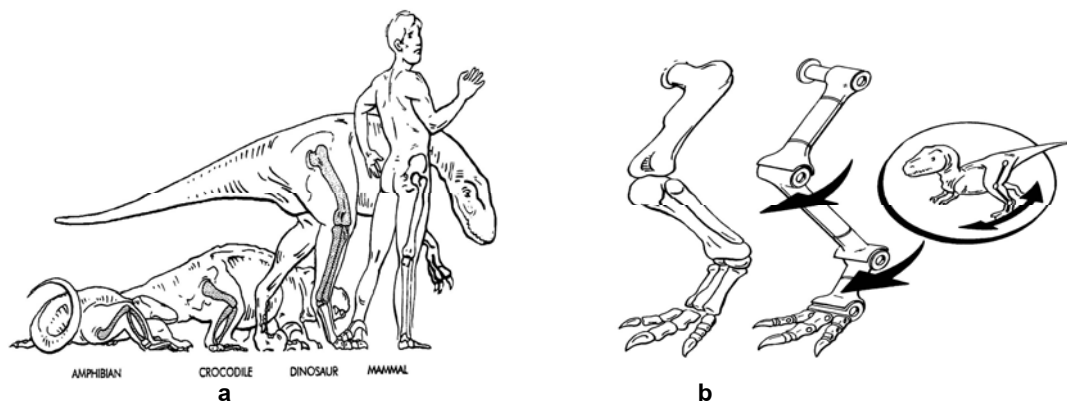
- เรบบาซอร์ซิดี (Rebbachisauridae) เช่น เรบบาซอร์ซัส (Rebbachisaurus),
 - ไดเครโอซอร์ซิดี (Dicraeosauridae) เช่น ไดเครโอซอร์ซัส (Dicraeosaurus)
 - ดิพลอดอกซิดี (Diplodocidae) เช่น ดิพลอดอกคัส (Diplodocus), อะแพทโตซอร์ซัส (Apatosaurus), ไชส์โมซอร์ซัส (Seismosaurus), ซุปเปอร์ซอร์ซัส (Supersaurus)
 - มาโครนาเรีย (Macronaria) เช่น แอตลาสซอร์ซัส (Atlasaurus)
 - คามาราสอโรมอร์ฟา (Camarasauromorpha)
 - คามาราสอริดี (Camarasauridae) เช่น คามาราสอร์ซัส (Camarasaurus)
 - ไททันโนซอร์ฟอर्मิส (Titanosauriformes) เช่น เพโลโรซอร์ซัส (Pelorosaurus)
 - แบริคคิโอซอร์ซิดี (Brachiosauridae) เช่น แบริคคิโอซอร์ซัส (Brachiosaurus)
 - ไททันโนซอเรีย (Titanosauria) เช่น อียิปต์โตซอร์ซัส (Aegyptosaurus), ภูเวียงโกซอร์ซัส (Phuwiangosaurus)*, ตังหวายโยซอร์ซัส (Tangvayosaurus), ไททันโนซอร์ซัส (Titanosaurus)
- * ภูเวียงโกซอร์ซัส สิริธรเน (Phuwiangosaurus sirindhornae) จัดอยู่ในกลุ่ม ไททันโนซอร์ซิด พบชิ้นส่วนของหัวกะโหลกและฟัน กระดูกของวัยผู้ใหญ่และวัยเด็ก
- ลิธอสโตรเทีย (Lithostrotia) เช่น อลามอสอร์ซัส (Alamosaurus), แอมเพโลซอร์ซัส (Ampelosaurus), แอนตาร์กติกโตซอร์ซัส (Antarctosaurus)
 - ซอลตาซอร์ซิดี (Saltosauridae) เช่น ซอลตาซอร์ซัส (Saltasaurus)

2. ไดโนเสาร์อันดับออร์นิทิสเชียน (Ornithischian) มีลักษณะกระดูกสะโพกแบบนก (bird-hipped) คือ กระดูกหัวหน่าว (pubis) และกระดูกเชิงกราน (ischium) ชี้ไปข้างหลังทางเดียวกัน (รูปb) เป็นไดโนเสาร์กินพืชทั้งหมด แบ่งเป็นอันดับแยกย่อย ดังนี้

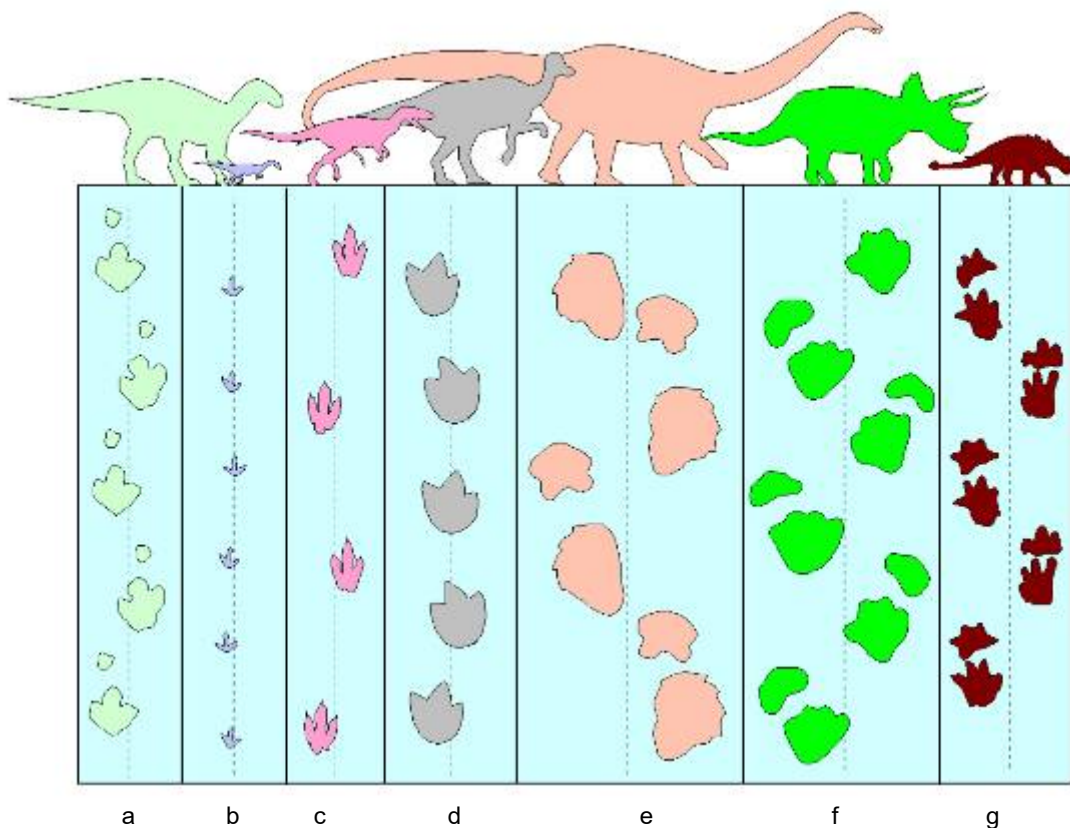
- เลโซโทซอร์ซัส (Lesothosaurus)
- เจนาซอเรีย (Genasauria)
 - ไทรีโอโฟรา (Thyreophora)
 - สเตโกซอเรีย (Stegosauria)
 - ฮัวหยางโกซอร์ซิดี (Huayangosauridae) เช่น ฮัวหยางโกซอร์ซัส (Huayangosaurus)
 - สเตโกซอร์ซิดี (Stegosauridae) เช่น สเตโกซอร์ซัส (Stegosaurus), เคนโตรซอร์ซัส (Kentrosaurus), ตัวเจียงโกซอร์ซัส (Tuojiangosaurus)
 - แองคิโลซอเรีย (Ankylosauria)
 - แองคิโลซอร์ซิดี (Ankylosauridae) เช่น มินมี (Minmi), โกบิซอร์ซัส (Gobisaurus), ชาโมซอร์ซัส (Shamosaurus)
 - แองคิโลซอร์ไน์ (Ankylosaurinae) เช่น ไชชานีเย (Saichania), พินาโคซอร์ซัส (Pinacosaurus), แองคิโลซอร์ซัส (Ankylosaurus)
 - โนโดซอร์ซิดี (Nodosauridae) เช่น ซอโรเพลตา (Sauropelta), เอ็ดมันตันโตเนีย (Edmontonia)
 - โนโดซอร์ซิดี อินเซอร์ติ เซดิส (Nodosauridae incertae sedis) เช่น สตรูททีโอซอร์ซัส (Struthiosaurus)
 - แองคิโลซอเรีย อินเซอร์ติ เซดิส (Ankylosauria incertae sedis) เช่น ไฮลีโอซอร์ซัส (Hylaeosaurus), โพลาคันทัส (Polacanthus)
 - สคูเทลโลซอร์ซัส (Scutellosaurus)
 - เซอราโปดา (Cerapoda)
 - ออร์นิโทโปดา (Ornithopoda)
 - เฮเทอโรดอนโตซอร์ซิดี (Heterodontosauridae) เช่น เอกไคโนดอน (Echinodon)

- ยูออร์นิโทพอดา (Euornithopoda) เช่น ฮิปซิลอโฟดอน (*Hypsilophodon*), ยานดูซอร์ส (*Yandusaurus*)
- อิกัวโนดอนเทีย (Iguanodontia) เช่น ทินอนโตซอร์ส (*Tenontosaurus*), แรบโดดอน (*Rhabdodon*)
- ดรายโมมอร์ฟา (Dryomorpha)
 - ดรายโอซอริดี (Dryosauridae) เช่น ดรายโอซอร์ส (*Dryosaurus*), วาลโดซอร์ส (*Valdosaurus*)
- แองคิโลพอลเล็กเซีย (Ankylopollexia) เช่น แคมพ์โตซอร์ส (*Camptosaurus*)
- อิกัวโนดอนทอยเดีย (Iguanodontoidea) เช่น อิกัวโนดอน (*Iguanodon*), อูราโนซอร์ส (*Ouranosaurus*), โปรแบคโตรซอร์ส (*Probactrosaurus*)
- แฮดโรซอริดี (Hadrosauridae) เช่น แบคโตรซอร์ส (*Bactrosaurus*), เทลมาโตซอร์ส (*Telmatosaurus*)
- ยูแฮดโรซอเรีย (Euhadrosauria)
 - แฮดโรซอริเนีย (Hadrosaurinae) เช่น เอ็ดมันตันซอร์ส (*Edmontosaurus*), แฮดโรซอร์ส (*Hadrosaurus*), ไมอาซอรา (*Maiasaura*), ซานตุงโกซอร์ส (*Shantungosaurus*)
 - แลมบีโอซอริเนีย (Lambeosaurinae) เช่น ไครโธซอร์ส (*Corythosaurus*), แลมบีโอซอร์ส (*Lambeosaurus*), พาราซอโรโลฟัส (*Parasaurolophus*), ซินตาออสอร์ส (*Tsintaosaurus*)
- มาร์จินเซฟาเลีย (Marginocephalia)
- เซอราทอปเซีย (Ceratopsia)
 - เซอราทอปเซีย (Ceratopsia)
 - ซิตตะโกซอริดี (Psittacosauridae) เช่น ซิตตะโกซอร์ส (*Psittacosaurus*)*
- * ซิตตะโกซอร์ส สัตยารักษี (*Psittacosaurus sattayarakii*) จัดอยู่ในกลุ่มย่อย ซิตตะโกซอริต โดยพบหลักฐานเพียงกระดูกและฟันเท่านั้น
- นีโอเซอราทอปเซีย (Neoceratopsia) เช่น เจ้าหยางซอร์ส (*Chaoyangsaurus*), โปรโตเซอราทอปส์ (*Protoceratops*)
 - เซอราทอปซิดี (Ceratopsidae)
 - เซนโตรซอริเนีย (Centrosaurinae) เช่น สไตราโคซอร์ส (*Styracosaurus*)
 - แชสมอสอริเนีย (Chasmosaurinae) เช่น แชสมอสอร์ส (*Chasmosaurus*), เพนตะเซอราทอปส์ (*Pentaceratops*), ไตรเซอราทอปส์ (*Triceratops*)
- พาเคียเซฟาโลซอเรีย (Pachycephalosauria)
 - พาเคียเซฟาโลซอเรีย (Pachycephalosauria) เช่น สตีโนเพลลิกซ์ (*Stenopelix*)
 - โกโยเซฟาลา (*Goyocephala*) เช่น โกโยเซฟาเลีย (*Goyocephale*)
 - โฮมาโลเซฟาโลยเดีย (*Homalocephaloidea*) เช่น โฮมาโลเซฟาเลีย (*Homalocephale*)
 - พาเคียเซฟาโลซอริดี (Pachycephalosauridae) เช่น พาเคียเซฟาโลซอร์ส (*Pachycephalosaurus*), สเตโกซีราส (*Stegoceras*)

ไดโนเสาร์แม้เป็นสัตว์เลื้อยคลาน แต่ว่ามีลักษณะการก้าวเดินไม่เหมือนสัตว์เลื้อยคลานทั่วไป โดยลักษณะการวางตัวของกระดูกขาเกือบเป็นเส้นตรงตั้งฉากกับพื้นเหมือนมนุษย์ และสัตว์เลื้อยคลานตัวอื่น ๆ ฉะนั้นแนวทางการก้าวเดินค่อนข้างจะเป็นแนวเส้นตรงไม่กางขาออกแบบสัตว์เลื้อยคลานพวกจะเข้



รูป แสดงลักษณะการวางตัวของกระดูกขาของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดต่าง ๆ a) ในลักษณะยืนตั้งตรงเต็มที่ (lateral views of hind limbs showing fully erect posture of four creatures), b) ลักษณะการเคลื่อนไหว (locomotion) ของไดโนเสาร์ (After Fastovsky and Weishampel, 1996)



รูป แสดงแนวทางการเดินและรอยตีนของไดโนเสาร์ชนิดต่าง ๆ (Dinosaur footprints and trackways): -
a) *Iguanodon*, b) *Compsognathus*, c) *Tyrannosaurus rex*, d) *Hadrosaurus*, e) *Brachiosaurus*, f) *Triceratops*,
g) *Ankylosaurus*, not to scale. (ดัดแปลงจาก Gillette and Lockley, 1989)

2.3.2 ยุคไดโนเสาร์ (Dinosaur Age)

ยุคไดโนเสาร์จัดอยู่ในช่วงมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic Era) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัย ได้กำเนิดขึ้นมา ดำรงชีวิต มีวิวัฒนาการ และสูญพันธุ์ไปในที่สุด ยุคทองของไดโนเสาร์หรือยุคที่ไดโนเสาร์ครองโลกอยู่

2.3.2.1 ยุคไทรแอสซิก (Triassic period)

ช่วงยุคไทรแอสซิก (Triassic) เป็นยุคเริ่มต้นของมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic) เริ่มต้นเมื่อ 251 ล้านปีมาแล้ว แต่ไดโนเสาร์ที่เก่าแก่ที่สุดถือกำเนิดขึ้นเมื่อประมาณ 230-203 ล้านปีที่ผ่านมา และเพิ่มจำนวนมากขึ้นทั้งไดโนเสาร์กินพืชที่เก่าแก่ที่สุด อีซานโนซอรัส อรรถวิภันชี (*Isanosaurus attavipachi*) ไดโนเสาร์กินเนื้อ (Theropod) นอกจากนั้นยังมีพวกสัตว์เลื้อยคลานชนิดอื่น เช่น พวก ฟิโลซอร์ (phytosaur) สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (amphibian) ไซโคลโตซอรัส (*Cyclotosaurus*) เต่า โปรกาโนเชลิส รูจาอี (*Proganochelys ruthae*) ตะพาบน้ำ สัตว์น้ำ พวกปลาปอด (lungfish) และปลาพวกเซมิโอโนทิด (semionotid) มีพืชน้ำและสัตว์น้ำเล็ก ๆ มีแม่น้ำ หนองน้ำ บึงน้ำจืด และชายน้ำ เต็มไปด้วยดงเฟิน (ferns) ไซโลตัม หรือ หวายทะเล (psilotums) หนวดถอดปล้อง (equisetum) สนหางม้า หรือ แส้หางม้า (horsetails) ไกล่เคียงเป็นพวกปรง (cycads) สน (conifers) และแปะก๊วย (ginkgo) เป็นแหล่งอาหารสำคัญของพวกสัตว์กินพืช นอกจากนั้นยังมีสัตว์ร่วมสมัย ได้แก่ พวกสัตว์เลื้อยคลานคล้ายสัตว์เลื้อยลูกตัวนม (mammal like reptile) และสัตว์เลื้อยลูกตัวนมขนาดเล็กได้ปรากฏขึ้น เช่นเดียวกับกับพวกสัตว์เลื้อยคลานบินได้ พวกเทอโรซอร์ (Pterosaur)

2.3.2.2 ยุคจูแรสซิก (Jurassic period)

เริ่มตั้งแต่ 200-145 ล้านปีที่ผ่านมา สภาพแวดล้อมโบราณในช่วงยุคจูแรสซิกมีสภาพภูมิอากาศอบอุ่น เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำกว้างใหญ่ มีแม่น้ำลำธารขนาดใหญ่ มีพืชพรรณอุดมสมบูรณ์ มีไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก ได้แก่พวก ยูอีโลโปดิด (Euhelopodid) สเตโกซอริด (Stegosaurid) ฮิปซิลอโฟดอนทิด (Hypsilophodontid) ไดโนเสาร์กินเนื้อหากินตามชายน้ำ และสัตว์ร่วมสมัย พวกจะเข้ ซูโนซุคัส ไทยแลนด์ติคัส (*Sunosuchus thailandicus*) เต่าโบราณสยามโมเชลิส เพนินซูลาริส (*Siamochelys peninsularis*) เต่ายักษ์ ตะพาบน้ำ สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (amphibian) ปลาปอด (lungfish) ปลา เลปิโดเทส พุทธบุตรเอนซิส (*Lepidotes buddhabutensis*) ปลากินเนื้อ อีซานอิกทิส พาลูสทิส (*Isanichthys palustris*) ฉลามน้ำจืด (Hybodont sharks) หอยสองฝา (bivalves) อาศัยอยู่ตามบริเวณหนองน้ำ ทะเลสาบ และในแม่น้ำสายใหญ่ ในยุคนี้แม้จะมีนกพวกแรกเริ่มเกิดขึ้นแล้ว แต่ในอากาศพวกสัตว์เลื้อยคลานบินได้พวกเทอโรซอร์ก็ยังครองความเป็นใหญ่อยู่

2.3.2.3 ยุคครีเทเชียส (Cretaceous period)

เริ่มต้นเมื่อ 145-65 ล้านปีมาแล้ว สภาพแวดล้อมโบราณในช่วงยุคครีเทเชียส สภาพภูมิประเทศมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำใหญ่ เป็นแหล่งอาศัยของไดโนเสาร์และสัตว์ดึกดำบรรพ์ ซึ่งเมื่อตายไปก็ถูกตะกอนจากแม่น้ำกลบฝังและเก็บรักษาไว้เป็นซากดึกดำบรรพ์ โดยสัตว์และพืชตลอดช่วงยุคครีเทเชียสนั้นส่วนใหญ่เป็นไดโนเสาร์กินพืชหลายชนิด เช่น ภูเวียงโกซอรัส สิรินธรเน่ (*Phuwiangosaurus sirindhornae*) ไดโนเสาร์ปากนกแก้ว ซิตตะโกซอรัส สัตยารักษ์กิ (*Psittacosaurus sattayarakii*) อิกัวโนดอน (*Iguanodon*) ไดโนเสาร์คล้ายพวก แบรคิโอซอริด (Brachiosaurid) และไดโนเสาร์กินเนื้อ (Theropod) ได้แก่ ไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ สยามโมไทรันนัส อีซานเอนซิส (*Siamotyrannus isanensis*) ไดโนเสาร์กินปลา สยามโมซอรัส สุธีธรณี (*Siamosaurus suteethomi*) ไดโนเสาร์นกกระจากเทศ กิรินีมิมัส (*Ginnareemimus*) และไดโนเสาร์ตัวเท่าไก่ คอมพ์ซอกนาทัส (*Compsognathus*) รวมถึงไดโนเสาร์ที่มีขนปกคลุมคล้ายนก (สันนิษฐานว่าอาจมีวิวัฒนาการเป็นต้นกำเนิดของสายพันธุ์นก) โดยไดโนเสาร์เหล่านี้จะหากินตามบริเวณชายน้ำอันอุดมสมบูรณ์ด้วยพืชพรรณไม้ ได้แก่ สน ปรง แปะก๊วย เฟิน เฟินต้น และมีสัตว์ร่วมสมัยอาศัยตามแหล่งน้ำ ได้แก่ จะเข้ โกงนิโอโฟลิส ภูเวียงเอนซิส (*Goniopholis phuwiangensis*) เต่าโบราณ อีซานเนมัส ศรีสุขกิ (*Isanemys srisuki*) เต่า คิสซิลคูเมมัส โคราซเอนซิส

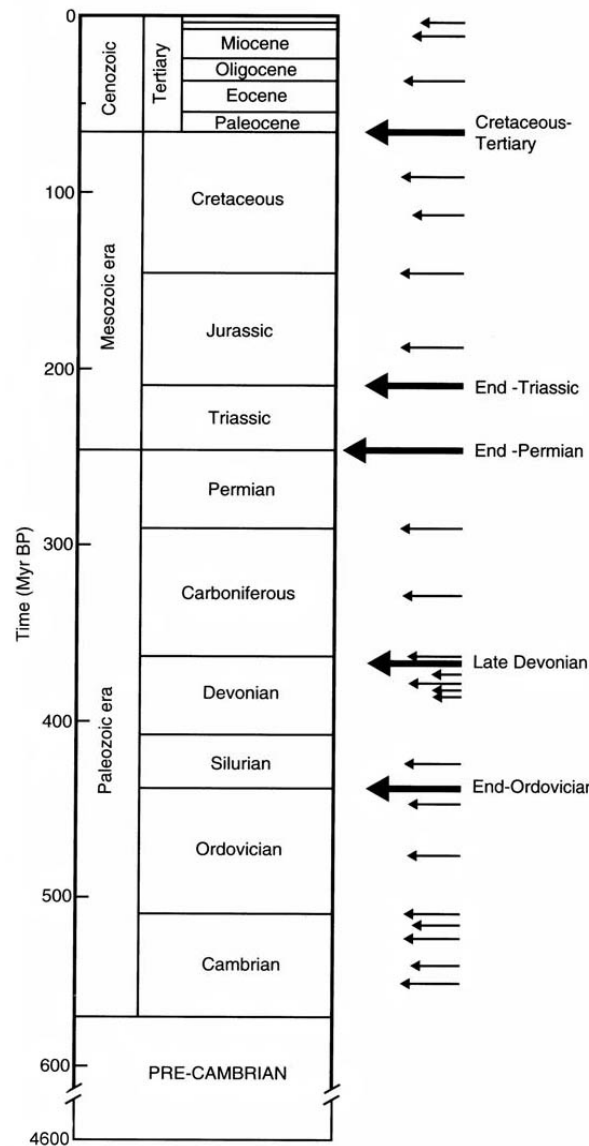
2.3.3 การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ (Dinosaur Extinction)

เมื่อประมาณ 65 ล้านปีมาแล้ว ไดโนเสาร์ สัตว์เลื้อยคลานในทะเล และสัตว์เลื้อยคลานบินได้พากันสูญพันธุ์ไปอย่างสิ้นเชิง เป็นที่น่าฉงน และน่าสนใจยิ่งนักว่าเป็นเพราะสาเหตุใด นับจนถึงปัจจุบันนี้ก็ยังไม่มีใครทราบถึงสาเหตุใดแน่นอน แต่ก็มีบางทฤษฎีเป็นที่ยอมรับพอสมควรอยู่บ้าง อันที่จริงแล้วการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายได้เกิดขึ้นหลายครั้งในหลายช่วงอายุของธรณีกาล มีการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตครั้งใหญ่ ๆ ไม่กี่ครั้ง ดังรูป มีการสูญพันธุ์ครั้งย่อยอยู่หลายครั้ง และมีการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ในช่วงสิ้นสุดยุคออร์โดวิเซียน (End-Ordovician) ช่วงยุคดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian) ช่วงสิ้นสุดยุคเพอร์เมียน (End-Permian) ช่วงสิ้นสุดยุคไทรแอสซิก (End-Triassic) และช่วงรอยต่อระหว่างยุคครีเทเชียสและเทอร์เชียรี (Cretaceous-Tertiary) ซึ่งทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปหมด

ทฤษฎีการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ ทฤษฎีที่มีเหตุผลซึ่งเป็นที่ยอมรับมีอยู่ 2 ทฤษฎีใหญ่ด้วยกัน ดังนี้

- **สาเหตุจากนอกโลก** เช่น อุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลก เชื่อว่าเกิดขึ้นตอนปลายยุคครีเทเชียส มีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกของเรา โดยผลของแรงกระแทกรุนแรงมาก ก่อให้เกิดฝุ่นคลุ้ง กระจายปกคลุมทั้งโลก กันมิให้แสงอาทิตย์ผ่าน นำมาซึ่งความมืดและหนาวเย็น สภาพอากาศแปรปรวน บรรดาพืชพรรณพากันล้มตายลงเพราะเป็นพิษและขาดออกซิเจนในการสังเคราะห์แสง บรรดาไดโนเสาร์ซึ่งเป็นสัตว์ใหญ่ที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจมาก ไดโนเสาร์กินพืชที่ต้องการกินพืชเป็นปริมาณมาก ก็ทยอยล้มตายลง จากนั้นไดโนเสาร์กินเนื้อก็ค่อย ๆ ตายตามกันไปเพราะขาดออกซิเจนและขาดอาหาร จนในที่สุดออกซิเจนเหลือน้อยเต็มทีจนกระทั่งหมดไป ไดโนเสาร์ขนาดเล็กและสัตว์เล็กอื่น ๆ ก็ตายตามไปในที่สุด อาจมีหลงเหลืออยู่บ้างเช่น จำพวกสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมขนาดเล็ก นก แมลงขนาดเล็ก และสัตว์ที่สามารถจำศีลได้เป็นเวลานาน เช่น เต่า จะเข้ ปลาปอด พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดที่เมล็ดหรือสปอร์มีเปลือกแข็ง เช่น เฟิน ปรัง เป้ง แปะก๊วย หวายทะนอย สน ปาล์ม แส้หางม้า กก และพืชดอก พวกแมกโนเลีย (Magnolia) จนกระทั่งผ่านพ้นช่วงเวลาวิกฤตอันยาวนานนั้นได้ จากนั้นสิ่งมีชีวิตทั้งหลายได้แก่พวกสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม สัตว์เลื้อยคลานยุคใหม่ นก แมลง พืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชดอก เริ่มต้นก่อเกิดขึ้นและแพร่ขยายพันธุ์ใหม่ในยุคเทอร์เชียรี นอกจากนี้ยังพบชั้นดินที่สะสมตัวในช่วงปลายยุคครีเทเชียสมีธาตุอิริเดียมเป็นองค์ประกอบสูงมากเป็นพิเศษ จึงมีความเชื่อในทฤษฎีนี้มากขึ้นว่าธาตุนี้ น่าจะมาจากอุกกาบาตขนาดใหญ่ที่พุ่งเข้าชนโลกในช่วงปลายยุคครีเทเชียส โดยในบางบริเวณของเปลือกโลกพบเป็นหลุมขนาดใหญ่ ลักษณะเหมือนถูกกระแทกโดยมวลวัตถุขนาดใหญ่อย่างรุนแรงเป็นบริเวณกว้าง

- **สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลก** เช่น ภูเขาไฟระเบิด เชื่อว่าในช่วงยุคครีเทเชียส ได้เกิดภูเขาไฟปะทุ และระเบิดเป็นจำนวนมากมาย ในหลายบริเวณทั่วโลก ก่อให้เกิดลาวาหลากเป็นบริเวณกว้างซึ่งเชื่อว่าเป็นประเทศอินเดียปัจจุบันนี้ และฝุ่นกาซปกคลุมไปทั่วโลก เต็มไปด้วยกาซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศปริมาณมาก เกิดความร้อนระอุสูง เกิดฝนกรด และเกิดการทำลายของชั้นโอโซนในบรรยากาศให้กลายเป็นสภาวะเรือนกระจก พวกพืชพรรณเป็นพิษและขาดออกซิเจน ไดโนเสาร์ และสัตว์ร่วมสมัยหลายชนิดได้พากันป่วยและตายลงไปเป็นจำนวนมากจนสูญพันธุ์ไปหมดในหลายสายพันธุ์ คงเหลือเพียงพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชดอกบางชนิด นก แมลง สัตว์เลื้อยลูกด้วยนมขนาดเล็ก ปลาปอดและสัตว์เลื้อยคลานเพียงบางชนิดเท่านั้นที่สามารถปรับตัวอยู่รอด และมีวิวัฒนาการมาจนถึงปัจจุบันได้ พวกที่เชื่อทฤษฎีนี้ได้ให้เหตุผลในการพบธาตุอิริเดียมสูงมากในชั้นดินที่สะสมตัวช่วงปลายยุคครีเทเชียสว่า ธาตุดังกล่าวนี้มาจากหินที่หลอมละลายใต้โลกถูกพ่นขึ้นมาเป็นลาวาหลากและฝุ่นกาซจากภูเขาไฟที่ปะทุ ระเบิดออกมาอย่างมากมายล่าสุดนี้ได้เกิดทฤษฎีใหม่ที่มีความน่าเชื่อถือได้ขึ้นมาอีกทฤษฎีหนึ่ง คือ เชื่อว่าสาเหตุของการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่เกิดจาก



รูป แสดงช่วงระยะเวลาการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่และครั้งย่อยของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในช่วงธรณีกาล (Adapted from Benton and Harper, 1997) ลูกศรขนาดใหญ่ แสดงถึงการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ และลูกศรขนาดเล็ก แสดงถึงการสูญพันธุ์ครั้งย่อย

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไดโนเสาร์ในประเทศไทย (Introduction to dinosaur in Thailand)

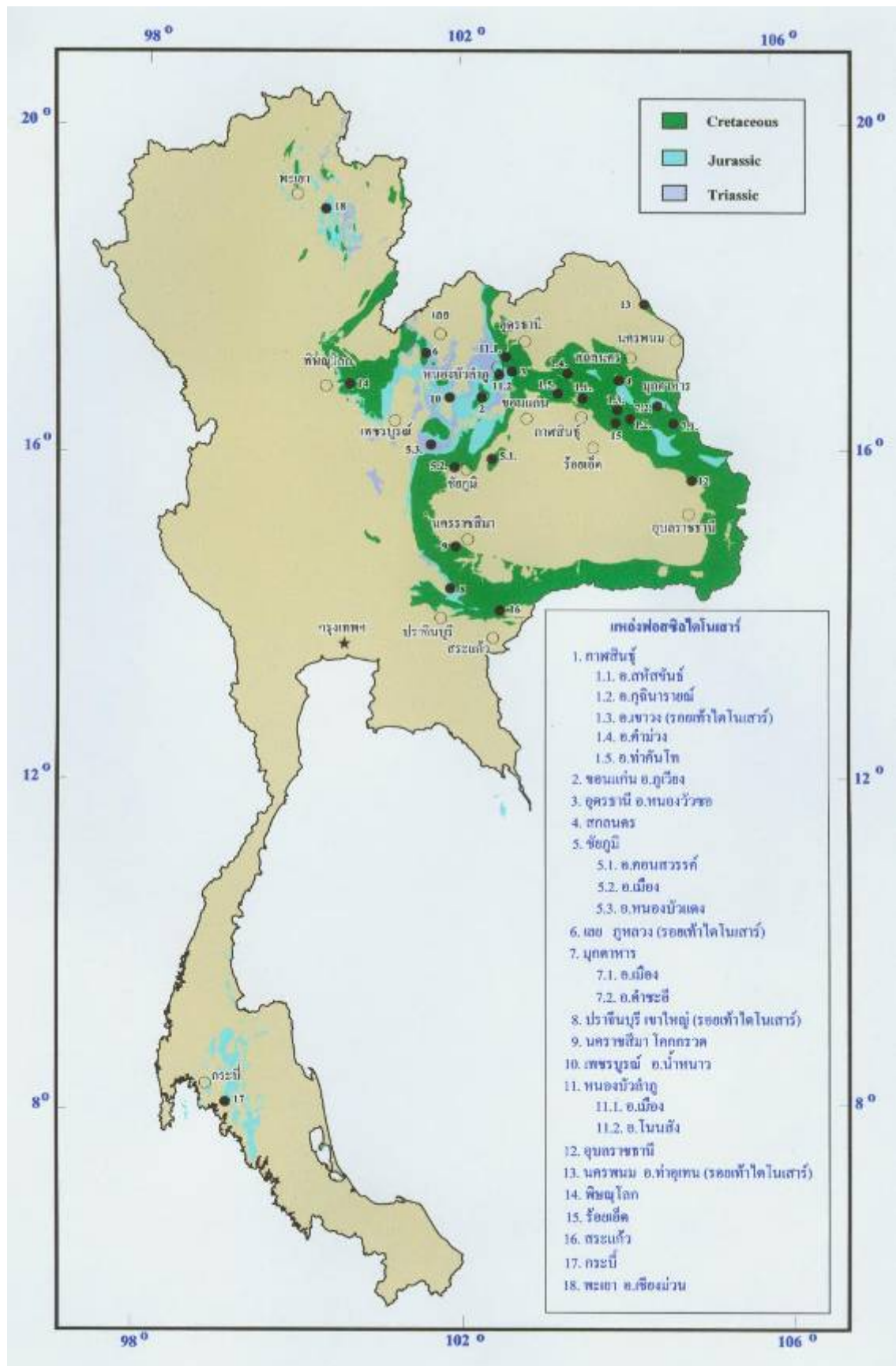
ประเทศไทยมีนักโบราณชีววิทยาผู้ที่มีความรู้เฉพาะทาง และทำการศึกษาวิจัยด้านไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัย โดยตรงอย่างจริงจังน้อยมาก โดยส่วนใหญ่แล้วผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านโบราณชีววิทยามักจะเป็นนักธรณีวิทยาที่ทำการสำรวจธรณีวิทยาของประเทศไทย โดยเฉพาะธรณีวิทยาในช่วงมหายุคมีโซโซอิกที่ไดโนเสาร์เคยดำรงชีวิตและครองโลกอยู่ ซึ่งนักธรณีวิทยาเหล่านี้มีโอกาสสำรวจพบซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้มากที่สุดมีฉะนั้นก็จะเป็นการค้นพบโดยบังเอิญจากการกระทำของมนุษย์หรือจากการกระทำโดยธรรมชาติ จากนั้นบุคคลทั่วไปบังเอิญไปพบเห็นซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ ในที่นี้จะกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแหล่งที่อยู่ของไดโนเสาร์ในประเทศไทย และการศึกษาไดโนเสาร์ของประเทศไทยว่ามีประวัติความเป็นมาอย่างไร

2.4.1 แหล่งที่อยู่ของไดโนเสาร์ในประเทศไทย (Dinosaur localities in Thailand)

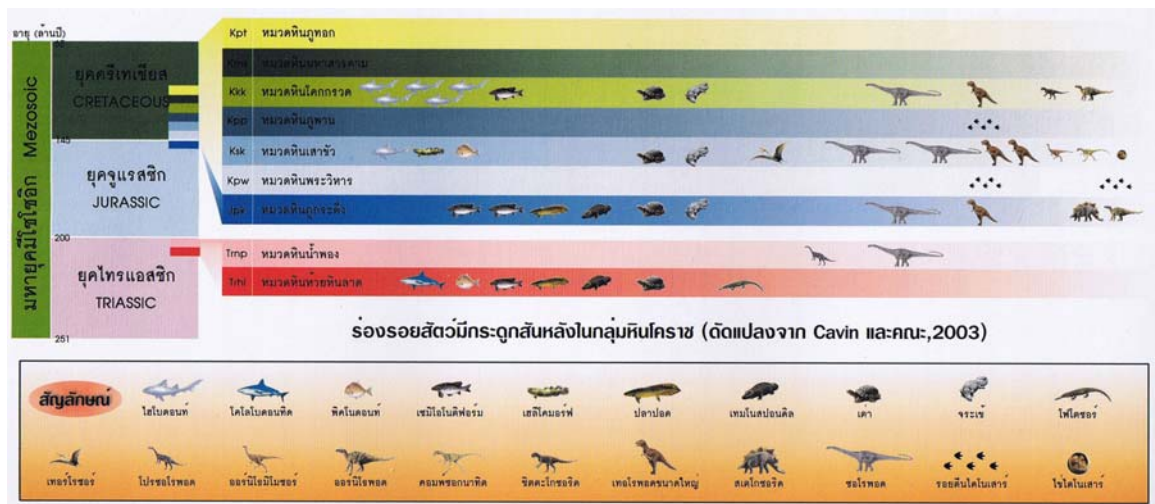
ในประเทศไทย เราพบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัย ซึ่งถูกเก็บรักษาสภาพไว้ในชั้นหินตะกอนของมหายุคมีโซโซอิก สามารถจำแนกชั้นหินเหล่านี้ได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้แก่

ชั้นหินที่เกิดสะสมตัวบนภาคพื้นทวีป หรือบนแผ่นอนุทวีปอินโดจีน (Indochina plate) ส่วนใหญ่พบในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น กลุ่มหินโคราช (Khorat Group) เป็นชั้นหินที่เกิดจากการสะสมตัวของกระแสน้ำพัดพาหรือตะกอนทางน้ำที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนจากแม่น้ำ หรือทะเลสาบ น้ำกร่อย หรือบริเวณชายฝั่งแม่น้ำโบราณ (Fluvial or Fluvio-lacustrine environment) รายละเอียดและข้อมูลประกอบแสดงในรูป ซึ่งลักษณะภูมิประเทศปัจจุบันนี้อาจกลายเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำคล้ายลักษณะสภาพ แวดล้อมเดิม บางครั้งชั้นหินเดิมอาจถูกยกตัวขึ้นกลายเป็นภูเขา หรือถูกกัดกร่อนกลายเป็นที่ราบ ซึ่งประกอบ ด้วย หินดินดาน สีน้ำตาลแดงหรือสีเทาเขียว หินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดง หินทราย สีเทาขาวหรือสีน้ำตาลแดง และหินกรวดมน สีน้ำตาลแดง หรือในบางครั้งอาจกลายเป็นทะเลทรายในบางพื้นที่ (ในประเทศไทยยังไม่พบ แต่พบเพียงลักษณะของชั้นตะกอนโบราณที่เกิดจากการสะสมตัวของกระแสน้ำ ในบางบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศบรรพกาลร้อนและกึ่งแห้งแล้ง หรือ arid to semi-arid พบเป็นชั้นหินทราย หินทรายแป้ง มีสีแดงเม็ดละเอียด ขนาดเม็ดตะกอนเท่ากัน วางตัวทั้งในแนวราบและเกิดชั้นเฉียงระดับ (crossbedding) เรียกว่าตะกอนลมพัดพา หรือ loess) ที่เก็บรักษาซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้เอาไว้รอคอยให้เราค้นพบ หรือรอคอยให้นักธรณีวิทยาหรือนักโบราณชีววิทยาเข้าไปสำรวจพบและทำการศึกษาวิจัย

ชั้นหินที่เกิดสะสมตัวในทะเลโบราณ หรือบนแผ่นอนุทวีปฉาน-ไทย (Shan-Thai plate) ปัจจุบันชั้นหินเหล่านี้ถูกกระบวนการทางธรณียกตัวขึ้น หรือถูกกัดกร่อนไป และปรากฏให้เห็นซากดึกดำบรรพ์ที่สะสมตัวในชั้นหินตะกอนเหล่านั้น ซึ่งพบหินเหล่านี้ในบางพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย เช่น หินโคลนคลองมีน (Klong Min Formation) ในกลุ่มหินตรัง (Trang Group) ซึ่งเป็นบริเวณผืนแผ่นดินที่ติดต่อกับชายทะเลหรือน้ำทะเลท่วมถึง พบไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยรวมทั้งพืชสมัยนั้นด้วย ส่วนในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคเหนือของประเทศไทย เช่น กลุ่มหินลำปาง (Lampang Group) กลุ่มหินอุ้มผาง (Umphang Group) พบสัตว์ร่วมสมัยในทะเลของมหายุคมีโซโซอิก และกลุ่มหินตะกอนสีแดง (red bed) ซึ่งเป็นตะกอนที่สะสมตัวบนแผ่นดิน ปรากฏในบางบริเวณของบริเวณจังหวัดเชียงราย พะเยา น่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พบไดโนเสาร์ สัตว์และพืชร่วมสมัย ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นไดโนเสาร์กินพืช พวกซอโรพอด (Sauropod) นอกนั้นก็จะเป็นไดโนเสาร์กินเนื้อ (Theropod) ไดโนเสาร์กินพืชพวกออร์นิทิสเชียน (Ornithischian dinosaur) สัตว์เลื้อยคลานในทะเลพวกอิกธีโอซอร์ (Ichthyosaur) และสัตว์เลื้อยคลานบินได้พวกเทอโรโรซอร์ (Pterosaur) นอกจากนี้เรายังพบไข่ของไดโนเสาร์ และรอยตีนของไดโนเสาร์ (dinosaur tracks or dinosaur footprints) ทั้งของไดโนเสาร์ชนิดกินพืชและชนิดกินเนื้อ



รูป แหล่งซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ที่พบในประเทศไทย (พ.ศ. 2547)



รูป แผนภูมิแสดงช่วงอายุและซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยที่พบในกลุ่มหินโคราชของประเทศไทย (ดัดแปลงจาก Cavin et.al, 2003)

2.4.2 การศึกษาไดโนเสาร์ในประเทศไทย (Dinosaur studies in Thailand)

ในที่นี้ จะกล่าวถึง ความเป็นมาและประวัติการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยที่เกี่ยวข้อง การวางรากฐานและพัฒนาการด้านการศึกษาวิจัยไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยในประเทศไทย การสำรวจไดโนเสาร์จากในภาคสนามถึงการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ จนกระทั่งต่อมาได้มีการพัฒนาจัดสร้างพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมตัวอย่างที่ทำการสำรวจ เพื่อการศึกษาวิจัย และเพื่อจัดแสดงนิทรรศการเผยแพร่ความรู้ได้จากงานวิจัยนั้นๆ โดยเรียบเรียงใหม่ตามลำดับปี พ.ศ. ที่พบ (จาก วราวุธ, 2542) และจากปี พ.ศ. ที่ตีพิมพ์รายงานการค้นพบหรือปีที่รายงานการวิจัยแล้วเสร็จ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน รวมถึงประสบการณ์ที่ได้จากการทำงานของผู้เรียบเรียง (เน้นเฉพาะไดโนเสาร์แต่อาจมีการกล่าวถึงสัตว์ร่วมสมัยของไดโนเสาร์บ้างเล็กน้อย) เมื่อเทียบกับการศึกษาวิจัยและวิทยาการในด้านไดโนเสาร์กับประเทศทางยุโรป อเมริกา แคนาดา จีน มองโกเลีย รัสเซีย และอินเดีย บ้านเรานับว่ายังห่างไกลมาก แต่ทว่า แม้เราจะเริ่มทำการศึกษากายหลังจากเขา แต่ว่าปัจจุบันนี้เราพบเจอไดโนเสาร์หลากหลายสกุลใหม่ ชนิดใหม่ของโลกมากมาย และยังมีอีกหลายชนิดที่รอคอยให้เราสำรวจพบและทำการการศึกษาวิจัย และงานด้านศึกษาวิจัยไดโนเสาร์ของบ้านเราก็มีพัฒนาการที่เติบโตเร็วมากเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ด้านนี้ทั่วโลกเช่นกัน ซึ่งอันที่จริงแล้ว การศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับไดโนเสาร์ในประเทศไทยเริ่มต้นมาเมื่อประมาณเกือบ 30 ปีนี้เอง แม้เราจะทราบว่าประเทศไทยมีชั้นหินในช่วงมหายุคมีโซโซอิก แต่ในอดีตกาลก่อนหน้านั้นก็มิได้พบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ที่เป็นชิ้นเป็นอัน ด้วยพบเพียงร่องรอยของเศษกระดูกเท่านั้น เนื่องจากเราไม่รู้จัก หรือยังไม่มีความรู้ด้านนี้เพียงพอตั้งแต่ปี

พ.ศ. 2519 การสำรวจไดโนเสาร์ที่เป็นจุดเริ่มต้นการสำรวจไดโนเสาร์ของประเทศไทยเริ่ม โดยนายสุธรรม แยมเนียม นักธรณีวิทยา จากโครงการสำรวจแร่ยูเรเนียม กรมทรัพยากรธรณี ได้พบกระดูกไดโนเสาร์เป็นครั้งแรกของประเทศไทย ในบริเวณห้วยประตูตีหมา เทือกภูเวียง หรือปัจจุบันนี้คือ อุทยานแห่งชาติภูเวียง (ประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติเมื่อปี พ.ศ. 2535) อำเภอกุเวียง จังหวัดขอนแก่น ต่อมานักโบราณชีววิทยาชาวฝรั่งเศสได้ทำการตรวจสอบกระดูกไดโนเสาร์ขนาดกว้างประมาณ 1 ฟุต พบว่าเป็นกระดูกไดโนเสาร์กินพืช พวกซอโรพอด เดินสี่เท้า คอยาว หางยาว ยาวประมาณ 15 เมตร ลักษณะคล้ายซอโรพอดจากทวีปอเมริกาเหนือ ยังไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (Ingavat and Taquet, 1978; Ingavat et al, 1978) ในเวลานั้น คณะสำรวจธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้รายงานการค้นพบร่องรอยของซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังพวกไดโนเสาร์และจะเข้าไปในหลายบริเวณในปี

พ.ศ. 2521 นายวราวุธ สุธีธร และนายไพรัตน์ จรรยาหาญ พร้อมคณะ สำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาระวังจังหวัดร้อยเอ็ด รายงานว่าพบกระดูกไดโนเสาร์ 3 ชิ้น เก็บรักษาไว้โดยพระครูวิจิตรสหัสคุณเจ้าอาวาสวัดสักกะวัน อ. สหัสขันธ์

ปี พ.ศ. 2524 นายเชิงชาย ไกรคง นักธรณีวิทยาจากหน่วยสำรวจยูเรเนียม กรมทรัพยากรธรณี ได้นำคณะสำรวจโบราณชีววิทยาไทย-ฝรั่งเศสขึ้นบนยอดภูประตู่ติหมา สูงจากระดับน้ำทะเล 422 เมตร ในเขต อุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ไปยังจุดที่พบกระดูกขาของไดโนเสาร์ขนาดใหญ่ ความยาวประมาณ 1 เมตร จากนั้นได้ทำการสำรวจในบริเวณนั้นพบกระดูกขาอีกหนึ่งท่อน รวมพบจำนวน 2 ท่อน และยังพบฟันของไดโนเสาร์ รวมถึงฟันกระชัง ฟันปลา เลปิโดเทส และกระดูกงูเต่า (วราวุธ, 2542)

ปี พ.ศ. 2525 ณ บริเวณเดียวกัน คณะสำรวจได้พบกระดูกซี่โครงชิ้นหนึ่งฝังอยู่ในหิน เมื่อทำการขุดขยายต่อไป ได้พบกระดูกไดโนเสาร์เรียงรายต่อกันเป็นจำนวนมาก นั่นคือหลุมชุดคันไดโนเสาร์หลุมที่ 1 บริเวณภูประตู่ติหมา อุทยานแห่งชาติภูเวียง เป็นหลุมชุดคันไดโนเสาร์แห่งแรกในประเทศไทย และนับเป็นการเปิดศักราชของการสำรวจไดโนเสาร์ของประเทศไทย แหล่งที่พบไดโนเสาร์นี้จัดอยู่ในชั้นหินของหมวดหินเสาขัว กลุ่มหินโคราช มีอายุประมาณ 130 ล้านปี นับจากนั้นคณะสำรวจโบราณชีววิทยาไทย-ฝรั่งเศสก็กลับมาสำรวจ และเก็บตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ที่โผล่พ้นผิวดินมา เพื่อนำไปทำการศึกษาวิจัยที่กรมทรัพยากรธรณีอีกหลายครั้ง (วราวุธ, 2542)

ในปี พ.ศ. 2527 หลังจากผลการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบแล้วเสร็จ ซึ่งคณะสำรวจได้พบกระดูกไดโนเสาร์ขนาดเล็ก 2 ชิ้น มีลักษณะเป็นรูกลวงคล้ายกระดูกไก่หรือนก จากการตรวจสอบพบว่าเป็นกระดูกขาหลังท่อนล่างและขาหน้าท่อนบนของไดโนเสาร์พวกซีลูโรซอร์ (Coelurosaur) มีลักษณะใกล้เคียงกับ คอมพ์ซอกนาธัส ลองกิเปส (*Compsognathus longipes*) ในแคว้นบาวาเรีย สหพันธรัฐเยอรมัน (Buffetaut and Ingavat, 1984) เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อจำพวกสัตว์เล็ก ๆ ขณะนั้นและแมลง เดินด้วย 2 ขาหลัง ขนาดเล็กมาก ยาวประมาณ 70 เซนติเมตรหนัก 3.5 กิโลกรัม โดยความยาวของหัวประมาณ 3 นิ้ว คอยาว ส่วนหางยาวกว่าหัว คอ และลำตัวรวมกัน ปราดเปรี้ยว ว่องไวได้เร็ว พบในชั้นหินหมวดหินเสาขัว ยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 130 ล้านปี (วราวุธ, 2542)

ประมาณปี พ.ศ. 2527 เจ้าหน้าที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ซึ่งได้พบรอยตีนไดโนเสาร์บริเวณผาเตลีนบนยอดภูหลวง จ. เลย ขณะกำลังทำทางเดิน โดยเข้าใจว่าเป็นรอยประหลาดปรากฏบนพื้นหินทราย และแจ้งทางกรมทรัพยากรธรณีมาตรวจสอบ พบว่าเป็นรอยตีนของไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดกลาง ประมาณ 15 รอย ประทับบนแผ่นหินทราย พื้นที่มีประมาณ 8 ตารางเมตร บางรอยปรากฏร่องซึ่งเกิดจากรอยเล็บครูดเป็นทางยาว เกิดขณะไดโนเสาร์ยกเท้าก้าวเดิน มี 3 นิ้ว ขนาดรอยกว้างประมาณ 31 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร รอยตีนไดโนเสาร์เหล่านี้ปรากฏในชั้นหินทรายหมวดหินภูพาน ยุคครีเทเชียสตอนต้น อายุประมาณ 120 ล้านปี จัดว่าเป็นรอยตีนไดโนเสาร์ที่พบเป็นครั้งแรกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้* จากการศึกษาวิจัยรอยตีนซึ่งชัดเจนที่สุดคือรอยหมายเลข 4 และระยะก้าวเดินสามารถคำนวณความสูงจากพื้นถึงสะโพกของไดโนเสาร์ตัวนี้ 1.78 เมตร และความเร็วในการก้าวเดินจากรอยหมายเลข 3 และ 4 ซึ่งห่างประมาณ 2.80 เมตร คำนวณความเร็วในการเดินได้ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Buffetaut et al, 1985a,b) เดินเป็นกลุ่มไปในทิศทางเดียวกัน แสดงถึงลักษณะนิสัยที่ชอบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเพื่อช่วยเหลือกันเป็นทีมในการล่าเหยื่อเป็นอาหาร * เมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2534 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงเสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรแหล่งนี้ นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณเป็นอย่างยิ่งต่อคณะสำรวจไดโนเสาร์ (วราวุธ, 2542)

นับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2524 จนถึงประมาณปี พ.ศ. 2529 คณะสำรวจพบขึ้นตัวอย่างไดโนเสาร์ พันจะเข้ กระดอง เต่า เกล็ดปลา เลปโดเทส บริเวณยอดภูประตุดีหมา และในบรรดาฟันของไดโนเสาร์เทอโรพอดที่พบ มีจำนวนหนึ่งที่มีลักษณะแปลกไปจากไดโนเสาร์เทอโรพอดอื่น คือมีลักษณะเป็นแท่งกรวย ปลายแหลม มีสันและร่องเล็ก ๆ เป็นแนวยาว โดยรอบจากปลายยอดถึงเกือบ ๆ โคนฟัน จากผลการศึกษาวิจัยและเปรียบเทียบกับลักษณะฟันที่พบในไดโนเสาร์ชนิดอื่นทั่วโลก ในปี พ.ศ. 2529 (Buffetaut and Ingavat, 1986) ได้จัดให้เป็นไดโนเสาร์สกุลและชนิดใหม่ ชื่อ *สยามโมซอร์ส สุธีธรณี* (*Siamosaurus suteethorni*) ตั้งเพื่อเป็นเกียรติแก่ นายวราวุธ สุธีธร ผู้สำรวจพบฟันไดโนเสาร์ชนิดนี้ ซึ่งครั้งแรกจัดอยู่ในกลุ่มบาริโอนิคิตี (*Baryonychidae*) แต่ต่อมาพบหลักฐานเพิ่มเติมจึงได้จัดอยู่ในกลุ่ม สไปโนซอร์ริตี (*Spinosauridae*) กินปลาเป็นอาหาร พบในชั้นหินหมวดหินเสาขัว อายุครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 130 ล้านปี (วราวุธ, 2542) ซึ่งต่อมาพบฟันของไดโนเสาร์ชนิดนี้ในอีกหลายบริเวณนอกจากนี้ในภาคอีสาน ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ สกลนคร นครราชสีมา และอุบลราชธานี

ปี พ.ศ. 2529 นายวราวุธ สุธีธร ได้รับทุนไปอบรมและดูงาน ณ ประเทศฝรั่งเศส 5 เดือน เรื่องการศึกษาวิจัย ซากดึกดำบรรพ์ ผักการขุดสำรวจซากดึกดำบรรพ์ในภาคสนาม เรียนรู้เทคนิคการอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ในห้องปฏิบัติการ การเก็บรักษาตัวอย่างในคลัง และการจัดแสดงนิทรรศการ เมื่อกลับมาแล้วได้นำความรู้ที่ได้รับ มาทำการขุดสำรวจและอนุรักษ์ไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบนับตั้งแต่นั้นมา พร้อมกันนั้นก็เริ่มจัดวางรากฐานงานสำรวจโบราณชีววิทยาและศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยไปด้วย (วราวุธ, 2542)

ปี พ.ศ. 2530 เดือนมิถุนายน คณะสำรวจได้วางแผนและทำการขุดสำรวจไดโนเสาร์ที่ภูเวียงอย่างเป็นระบบ ใช้เวลาประมาณ 3 อาทิตย์ เปิดพื้นที่บริเวณหลุมขุดค้นที่ 1 ภูประตุดีหมา กว้างประมาณ 6 ตารางเมตร ลึกลงไปประมาณ 1 เมตร พบกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดขนาดใหญ่หลายชิ้น ประกอบด้วยกระดูกขาท่อนบน กระดูกขาท่อนล่าง กระดูกสะโพก กระดูกสะบัก กระดูกซี่โครง กระดูกคอ และกระดูกสันหลัง นอกจากนี้ในบริเวณเดียวกันนี้ยังพบฟันของไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ มากกว่า 10 ซี่ มีลักษณะแบน ปลายแหลมคม โคนงอเล็กน้อย สันขอบด้านข้างเป็นรอยหยักคล้ายใบเลื่อย ปนในกองกระดูกสันนิษฐานได้ 2 แบบว่า ไดโนเสาร์กินเนื้ออาจมาและกัดไดโนเสาร์กินพืชแล้วฟันหลุดตกใกล้ๆ เหี่ยว หรือไดโนเสาร์กินเนื้อนี้มากัดกินซากไดโนเสาร์กินพืชที่ตายแล้ว จากนั้นก็ทำฟันหลุดตกใกล้ๆ ซากนั้น ต่อมากระดูกบางส่วนอยู่กับที่และบางส่วนอาจกระจัดกระจายแล้วถูกตะกอนน้ำพามาทับถม แล้วผ่านกระบวนการกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ (Buffetaut and Suteethorn, 1989; วราวุธ, 2542)

ปี พ.ศ. 2532 เดือนกันยายน คณะสำรวจได้ทำการสำรวจเพิ่มเติมในบริเวณหลุมขุดค้นที่ 2 ถ้าเจีย*อยู่ทางตอนเหนือของหลุมขุดค้นที่ 1 ประมาณ 500 เมตร พบกระดูกสันหลังส่วนคอของไดโนเสาร์ซอโรพอด เรียงรายต่อกันจำนวน 6 ชิ้น ไม่พบส่วนของหัวกะโหลก คณะสำรวจได้สร้างอาคารชั่วคราวป้องกันการถูกทำลายโดยมิได้ขุดขึ้นมาตามคำร้องขอของทางจังหวัดและอุทยานแห่งชาติ แต่ก็ได้ทำการเข้าฝีกกระดูกหุ้มด้วยกระสอบป่านชุบน้ำปูนปลาสเตอร์เพื่อป้องกันกระดูกแตกหักเสียหาย ต่อมาสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้เสด็จพระราชดำเนินไปทรงทอดพระเนตรหลุมขุดค้นแห่งนี้ ในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2532 หลังจากนั้นสมเด็จพระพี่นางเธอฯ กรมหลวงสงขลานครินทร์ ทรงเสด็จฯ ในวันที่ 25 มีนาคม 2533 (วราวุธ, 2542)

* เป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งว่า ในปี 2536 อุทยานแห่งชาติได้รับงบประมาณ 1.8 ล้านบาทเพื่อก่อสร้างอาคารครอบหลุม ทั้งนี้อาคารคลุมหลุมชั่วคราวได้ถูกรื้อถอนออกไปขณะก่อสร้าง มีผู้บุกรุกทำลายกระดูกคอไดโนเสาร์ภายในฝีกหุ้ม โดยฝีกถูกงัดเป็นผลให้กระดูกแตกหักเสียหาย และเคลื่อนย้ายไปจากตำแหน่งเดิม ไม่สามารถซ่อมแซมได้ยากต่อการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับคืนมา ทั้งไว้เพียงภาพถ่ายว่าครั้งหนึ่งเคยมีข้อมูลที่สำคัญทางโบราณชีววิทยาเกี่ยวกับกระดูกคอไดโนเสาร์กินพืชที่สมบูรณ์ และยังไม่ทราบชนิดซึ่ง ณ ตอนนี้ได้สูญเสียไปแล้ว (วราวุธ, 2542)

ภายในปีเดียวกัน (กันยายน 2532) คณะสำรวจไดโนเสาร์พบร่องรอยของรอยตีนไดโนเสาร์หลายชนิด ประทับบนผิวหน้าหินทราย บริเวณลานหินลาดป่าชาด อุทยานแห่งชาติภูเวียง ได้จัดให้เป็นแหล่งไดโนเสาร์ที่ 8 หินลาดป่าชาด รอยตีนไดโนเสาร์ที่พบมีจำนวน มากกว่า 60 รอย แนวทางเดินหลายทิศทางบนหินทราย สีขาว เป็นลานกว้างประมาณ 10 เมตร ยาว 25 เมตร ลาดเอียงเทเล็กน้อยไปทางทิศใต้ อยู่ในระดับสูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 640 เมตร เกือบถึง

ในปี พ.ศ. 2533 ชาวบ้านหนองคองพบกระดูกไดโนเสาร์หลายชิ้นวางตัวกระจัดกระจายเป็นบริเวณกว้างประมาณ 10 ตารางเมตร คณะสำรวจได้ไปทำการสำรวจและขุดค้นเพิ่มเติม พร้อมได้ให้ชื่อบริเวณนี้ว่าเป็น หลุมขุดค้นที่ 4 โนนสาวเอ้ บ้านหนองคอง* เป็นเนินเตี้ย ห่างจากภูประตู่ตีหมาไปทางด้านทิศเหนือประมาณ 4 กิโลเมตร พบกระดูกเพิ่มเติมอีกจำนวนหนึ่ง เป็นกระดูกของไดโนเสาร์ซอโรพอดขนาดใหญ่ และกระดูกของไดโนเสาร์ซอโรพอดวัยเยาว์ ซึ่งพบได้ไม่บ่อยนัก นอกจากนั้นพบเกล็ดปลา เลปโตเทส และ กระดองเต่า (วรารุช, 2542)

* น่าสนใจอย่างยิ่งที่ในเวลาต่อมาพบว่า หลุมขุดค้นแห่งนี้และบริเวณใกล้เคียงถูกบุกรุกทำลายและลอบขุดกระดูกไดโนเสาร์ไปขายในช่วงปลายปี 2536 ต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ทำให้เราสูญเสียข้อมูลจำนวนมากมายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ซอโรพอดเหล่านี้อันประมาณคุณค่ามิได้ไปอย่างสิ้นเชิง (วรารุช, 2542)

ในปี พ.ศ. 2534 คณะสำรวจทำการสำรวจพบหลุมขุดค้นแห่งใหม่ หลุมขุดค้นที่ 5 ซ้ำหญาคา อยู่ทางใต้ของภูประตู่ตีหมาไปประมาณ 2 กิโลเมตร จากนั้นได้ทำการขุดค้นในปี 2535 และ 2536 พบกระดูกของไดโนเสาร์ซอโรพอดทั้งขนาดใหญ่และวัยเยาว์ ในช่วงปี 2536 คณะสำรวจได้ขุดพบกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดขนาดเล็กเป็นของพวกวัยเด็ก พบปนกับกระดูกของพวกเทอโรพอด นับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญอาจเป็นส่วนเติมเต็มส่วนที่ขาดหายไปของข้อมูลไดโนเสาร์ไทยได้มากที่สุด (วรารุช, 2542) ภายในปีเดียวกันนี้ ได้พบหลุมขุดค้นเพิ่มเติมอีก คือ หลุมขุดค้นที่ 6 ดงเค็ง อยู่ทางใต้ของภูโป่งใหญ่ทางใต้ของภูประตู่ตีหมาประมาณ 4 กิโลเมตร พบกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดหลายชิ้น และกระดูกกระดูกเขี้ยวโบราณขนาดเล็กจำนวนหนึ่ง นอกจากนั้นยังสำรวจพบหลุมขุดค้นที่ 7 ภูน้อย อยู่ทางใต้ของภูประตู่ตีหมาไป ประมาณ 7 กิโลเมตร พบกระดูกไดโนเสาร์หลายขนาดปะปนกัน ยังไม่ได้ทำการขุดค้นอย่างเป็นระบบ (วรารุช, 2542) ในปี 2534 นี้ หลังจากที่คณะสำรวจไดโนเสาร์ได้แวะเวียนไปทำการสำรวจร่องรอยของซากดึกดำบรรพ์เพิ่มเติม ที่ภูผาโง อ. กุฉินารายณ์ จ. กาฬสินธุ์ หลายครั้งแล้ว เมื่อเดือนมกราคม ก็ได้พบกระดูกไดโนเสาร์ก่องใหญ่ ซึ่งชาวบ้านนาไคร้พบขณะก่อสร้างพระวิหารแล้วเก็บก่องไว้ ส่วนใหญ่เป็นกระดูกสันหลัง กระดูกขา และเศษกระดูกแตกหักของไดโนเสาร์ซอโรพอดขนาดใหญ่มากกว่า 1 ตัว สะสมตัวในชั้นหินหมวดหินเสาขัว ยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 130 ล้านปี จึงได้ทำการขุดทดสอบพบว่ามีชั้นกระดูกที่อาจจะทำการขุดค้นต่อไป จากนั้นในเดือนมีนาคม-เมษายน คณะสำรวจได้กลับไปทำการขุดค้นชั้นกระดูกไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบเปิดขยายออกไปกว้างประมาณ 3 เมตร ยาว 20 เมตร ด้านที่ลึกสุดประมาณกว่า 2 เมตร พบกระดูกขนาดใหญ่ 10 ชิ้น และเศษกระดูกจำนวนหนึ่ง ฟัน ซี่ เกล็ดปลา และกระดองเต่า บ่งชี้สภาพแวดล้อมโบราณว่าเป็นแม่น้ำหรือแหล่งน้ำที่มีสัตว์หลายชนิดอาศัยอยู่ และไดโนเสาร์มาตายที่นี่หรือถูกพัดพามาสะสมตัวบริเวณชายฝั่ง ในระหว่างนั้นมีผู้นำตัวอย่างจากแหล่งที่พบใกล้เคียง เป็นฟันของไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดใหญ่ และกระดูกไดโนเสาร์พวกซอโรพอดประกอบด้วยกระดูกสะโพก กระดูกสันหลัง และกระดูกซี่โครง สะสมตัวในชั้นกรวด อายุเดียวกันกับที่ภูผาโง คณะสำรวจได้ทำการสำรวจเพิ่มเติมในแหล่งดังกล่าวพบ ฟันจะเข้ กระดองเต่า และมูลสัตว์โบราณ (วรารุช, 2542)

ในปี พ.ศ. 2534 ทางภาคใต้ของไทย ที่ภูเขาทอง จังหวัดพัทลุง ได้มีการค้นพบชิ้นส่วนของกระดูกส่วนหัว กระดูกขาหน้าขวา กระดูกขาหลังซ้าย และกระดูกสันหลังบางส่วนของซากดึกดำบรรพ์สัตว์เลื้อยคลานในทะเล อยู่ในชั้นหินปูนโดโลไมต์ หมวดหินชัยบุรี อายุไทรแอสซิกตอนต้น ประมาณ 200 ล้านปี จากการศึกษาวิจัยแล้วเสร็จ (Mazin *et al*, 1991)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 ได้มีผลการวิจัยตีพิมพ์ออกมาถึง การค้นพบไดโนเสาร์ปากนกแก้วชนิดใหม่ของโลก (Buffetaut and Suteethorn, 1989, 1992) ชื่อว่า *ซิตตะโกซอรัส สัตยารักษ์กี* (*Psittacosaurus sattayarakii*) จากชั้นหินหมวดหินโคกกรวด บริเวณบ้านดงบังน้อย จังหวัดชัยภูมิ ให้อายุครีเทเชียสตอนต้น (Aptian-Albian) ประมาณ 100 ล้านปี โดยตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่นายนเรศ สัตยารักษ์ ผู้ค้นพบตัวอย่างต้นแบบของไดโนเสาร์ชนิดนี้ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนของกระดูกกรามบน – ลำงและฟัน คล้ายกันกับไดโนเสาร์ปากนกแก้วที่พบในจีน และมองโกเลีย แต่ว่ามีขนาดเล็กกว่า และลักษณะบางอย่างของหัวกะโหลกแตกต่างออกไป จึงได้ใช้ชื่อสกุลเดียวกัน แต่ต่างชนิดกัน (วราวุธ, 2542) ไดโนเสาร์ปากนกแก้ว *ซิตตะโกซอรัส สัตยารักษ์กี* (*Psittacosaurus sattayarakii* Buffetaut and Suteethorn, 1992) อิงจากหลักฐานของกรามและฟันที่พบ (วราวุธ, 2542, ภาพวาดโดย คุณนกร วาณิชชัยวิรุฬห์, 2538, not to scale) ภายในปีเดียวกัน (พ.ศ. 2535) คณะสำรวจพบไดโนเสาร์โปรซอโรพอดครั้งแรก และเป็นโปรซอโรพอด ที่เก่าแก่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยพบในชั้นหินทรายสีแดงของหมวดหินน้ำพอง ที่ อ. น้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ จัดอยู่ในยุคไทรแอสซิกตอนปลาย อายุประมาณ 200 ล้านปี มีขนาดใหญ่ แข็งแรง โดยทั่วไปแล้ว โปรซอโรพอดเป็นไดโนเสาร์กินพืช ลักษณะฟันมีรอยหยักเหมือนเลื่อยอย่างหยาบ คอยาว เท้าหน้าขนาดค่อนข้างเล็กกว่าเท้าหลัง มีเล็บแหลมคม (Buffetaut *et al*, 1995; วราวุธ, 2542) ขณะเดียวกัน ในปีนี้ (พ.ศ. 2535) ได้มีการค้นพบรอยตีนไดโนเสาร์จากบริเวณ น้ำใสใหญ่ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จ.ปราจีนบุรี โดยกลุ่มสมาชิกชมรมนักนิยมธรรมชาติ จากการสำรวจครั้งต่อมาโดยนักธรณีวิทยา พบว่าเป็นรอยพิมพ์หินของรอยตีนไดโนเสาร์บนผิวหน้าหินทรายก้อนใหญ่ที่หลุดมาจากชั้นหินในบริเวณนั้น เป็นรอยตีนของไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดใหญ่อยู่รอยเดียว มี 3 นิ้ว ขนาดกว้าง 26 เซนติเมตร ยาว 31 เซนติเมตร และรอยตีนของไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดเล็กถึงขนาดกลาง พบประมาณ 7-8 รอย มี 3 นิ้ว กว้าง 13.7 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร ชั้นหินทรายที่พบรอยตีนเหล่านี้ อยู่ในหมวดหินพระวิหาร ยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 140 ล้านปี (วราวุธ, 2542; Lockley *et al*, 2002)

ในปี พ.ศ. 2536 เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน คณะสำรวจได้ทำการขุดสำรวจกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดที่ฝังตัวอยู่ในชั้นหินทรายแข็ง ใกล้กับที่ทำการหน่วยพิทักษ์อุทยานภูประตู่ตีหมา ภูเวียง พบเป็นกระดูกสันหลังและกระดูกซี่โครงหลายชิ้นของไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ ให้ชื่อแหล่งนี้ว่า หลุมขุดค้นที่ 3 ห้วยประตู่ตีหมา (วราวุธ, 2542) ปี พ.ศ. 2536 เดือนสิงหาคม สองคนในคณะสำรวจไดโนเสาร์ขณะนั้น คือ นายสมชัย เจริญมิชานนท์ และนายปรีชา ชัยหนองขาม ได้พบกระดูกสันหลังหลายชิ้นโผล่ขึ้นมาให้เห็นจากชั้นหินทรายสีแดงของหมวดหินเสาขัว บริเวณลานหินลาดยาว อยู่ทางทิศเหนือของหลุมขุดค้นที่ 2 ประมาณ 500 เมตร คณะสำรวจได้ให้เป็นหลุมขุดค้นที่ 9 หินลาดยาว และทำการขุดค้นเพิ่มเติม พบส่วนของสะโพกด้านซ้าย และกระดูกส่วนหาง 13 ชิ้นเรียงรายต่อกัน ชั้นหินทรายนี้แข็งมาก ทำการขุดค้นเป็นเวลาหลายเดือน มีกัลยาณมิตรมากมายมาช่วยขุดอย่างต่อเนื่อง จากลักษณะกระดูกบอกได้ว่าเป็นกระดูกของไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดใหญ่ ซึ่งแต่ก่อนเราเคยพบแต่ฟันยังไม่เคยพบกระดูก ดังนั้น คณะสำรวจไดโนเสาร์ไทยฝรั่งเศสจึงได้เร่งทำการศึกษาวิจัยในรายละเอียดจนแล้วเสร็จเมื่อปี 2539 พบว่าไดโนเสาร์ที่พบนี้มีลักษณะบางอย่างเป็นของกลุ่ม *ไทรันโนซอร์* และมีลักษณะที่ต่างออกไปจัดเป็นสกุลใหม่และชนิดใหม่ของโลก ยาวประมาณ 6.5 เมตร จึงให้ชื่อว่า *สยามโมไทรันนัส อีสานเอนซิส* (*Siamotyrannus isanensis*) จัดว่าเป็นไดโนเสาร์ไทรันแห่งสยาม พบในผืนแผ่นดินอีสาน (Buffetaut *et al*, 1996) จากนั้นได้พบลักษณะของกระดูกและฟันในอีกหลายแห่ง ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ สกลนคร หนองบัวลำภู นครราชสีมา และอุบลราชธานี (วราวุธ, 2542) ปี พ.ศ. 2536 วันที่ 22 กันยายน ทางคณะสำรวจไดโนเสาร์ได้รับแจ้งจากนางสาวสุทธาสินี คล้ายสีเงิน นักเขียนอิสระ ว่าได้พบซากกระดูกไดโนเสาร์ในเขตอุทยานแห่งชาติภูเก้าภูพานคำ อ.หนองวัวซอ จ.อุดรธานี เมื่อไปทำการตรวจสอบได้พบชิ้นส่วนของกระดูกซี่โครงและกระดูกสันหลังของไดโนเสาร์ซอโรพอด ฟันไดโนเสาร์กินเนื้อพวกคาร์โนซอร์ และกระดูกเต่า

ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2537 คณะสำรวจได้ค้นพบกระดูกของไดโนเสาร์ออร์นิโธมิมอสอร์ (*Ornithomimosaur*) บริเวณหลุมขุดค้นที่ 5 อุทยานแห่งชาติภูเวียง อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น ต่อมาได้ทำการศึกษาวิจัยและให้ชื่อสกุลอย่างไม่เป็นทางการว่า *กินนารีมีมัส* (*Ginnareemimus*) โดยมีรายงานเบื้องต้นกล่าวถึงไดโนเสาร์สกุลนี้ตีพิมพ์ในปี พ.ศ. 2538 และ

ปี พ.ศ. 2537 ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลากว่า 10 ปี นับจากการเริ่มต้นโครงการความร่วมมือสำรวจโบราณชีววิทยา ไทย-ฝรั่งเศส ได้มีการค้นพบกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดจำนวนมากในหลายแหล่ง โดยเฉพาะกระดูกไดโนเสาร์ที่ได้จากหลุมขุดค้นที่ 1 อุทยานแห่งชาติภูเวียงเป็นส่วนใหญ่ ร่วมกับกระดูกไดโนเสาร์ซอโรพอดจากแหล่งอื่นเพิ่มเติมซึ่งมีจำนวนมากเพียงพอต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยในรายละเอียด คณะสำรวจได้คัดเลือกนางสาววาเลอรี มาร์แตง นักศึกษาปริญญาเอกจากมหาวิทยาลัยปารีสที่หก เป็นผู้ทำการศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่อง “ไดโนเสาร์ซอโรพอด ยุคครีเทเชียสตอนต้นของประเทศไทย” มี ดร. อีริค บุปโตะ และนายวราวุธ สุธีธร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา หลังจากการศึกษาวิจัยเสร็จสิ้นเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2537 พบว่ากระดูกเหล่านี้จัดเป็นกระดูกต้นแบบของไดโนเสาร์ซอโรพอดสกุลใหม่และชนิดใหม่ของโลก ประกอบด้วยกระดูกคอ กระดูกสะบัก กระดูกสันหลังส่วนกลางลำตัว กระดูกซี่โครง กระดูกขาหน้า กระดูกแขน กระดูกขาหลัง กระดูกหน้าแข้ง กระดูกน่อง และกระดูกสะโพก (Martin *et al*, 1994) เป็นไดโนเสาร์กินพืชขนาดกลาง คอยาว หางยาว เดินสี่ขา ยาวประมาณ 15 - 20 เมตร ผู้ทำการศึกษาได้ทราบบังคมทูลสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อขอพระราชทานพระราชานุญาตอัญเชิญพระนามาภิไธยเป็นชื่อไดโนเสาร์ ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงไม่ขัดข้อง ดังนั้น จึงได้ชื่อว่า *ภูเวียงโกซอรัส สิรินธรเน่* (*Phuwiangosaurus sirindhornae*) พบในชั้นหินหมวดหินเสาขัว อยู่ในช่วงครีเทเชียสตอนต้น อายุประมาณ 130 ล้านปี (วราวุธ, 2542) ซึ่งในเวลาต่อมาพบไดโนเสาร์ชนิดนี้ในอีกหลายแห่งในภาคอีสาน ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ สกลนคร และหนองบัวลำภู ภายในปีเดียวกันนี้ (พ.ศ. 2537) เดือนกันยายน นายวราวุธ สุธีธร นางเยาวลักษณ์ ชัยมณี นายอัสนี มีสุข นายธีระพล วงศ์ประยูร และคณะจากกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ซึ่งขณะนั้นได้ออกไปทำการสำรวจซากดึกดำบรรพ์หายที่พบในแหล่งไดโนเสาร์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้รับแจ้งจากนายอนันต์ เกตุเอม และนายสุนทร ปัญจสุธารส จากฝ่ายพัฒนาน้ำบาดาล 3 ว่ามีการพบกระดูกไดโนเสาร์ที่วัดสีกะวัน จึงได้ไปทำการตรวจสอบเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2537 และผลการขุดทดสอบเบื้องต้นในช่วง 2 วันต่อมา พบว่าเป็นแหล่งสะสมตัวของกระดูกไดโนเสาร์ที่น่าสนใจมาก แต่ทว่า ขณะนั้นเป็นฤดูฝน ชั้นหินอุ้มน้ำมาก ไม่สะดวกและอาจทำให้กระดูกเสียหายหากขุดต่อไป จึงได้ทำการปิดหลุมขุดค้นชั่วคราวก่อน หลังจากนั้นในเดือนพฤศจิกายน คณะสำรวจไดโนเสาร์ไทย-ฝรั่งเศส ก็ได้กลับมาทำการขุดค้นไดโนเสาร์ต่อจากเดิมอีกครั้ง อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มขุดเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2537 จากที่คาดการณ์ไว้ว่าจะขุดค้นเสร็จสิ้นภายในเวลา 1 เดือน แต่ปรากฏว่ายังคงพบกระดูกไดโนเสาร์ ฟัน และสัตว์ร่วมสมัย ได้แก่ ฟันจระเข้ เกล็ดปลา กระดองเต่า หอยสองฝา และก้อนกรวดในกระเพาะอาหารไดโนเสาร์ มากขึ้นเรื่อยๆ และเปิดขยายหลุมกว้างออกไปอีก เริ่มแรกจากมีผ้าใบมุงเป็นหลังคาป้องกันแสงแดดและสายฝนขณะทำการขุดค้น มีเชือกกันรอบแนวหลุมขุดค้น ต่อมาเมื่อมีคนมาเยี่ยมชมหลุมขุดค้นมากขึ้นทุกวัน เมื่อวันที่หนึ่ง นางประพิศ สัมปัตตะวนิช ผู้ตรวจราชการกรมทรัพยากรธรณีในขณะนั้น พร้อมด้วยนายอนันต์ เกตุเอม หัวหน้าฝ่ายพัฒนาน้ำบาดาล 3 มาตรวจเยี่ยมหลุมขุดค้นไดโนเสาร์ จึงเห็นร่วมกันว่าควรมีอาคารโครงเหล็กมีหลังคาและลวดตาข่ายล้อมรอบพื้นที่ประมาณ 200 ตารางเมตร ดังนั้น ด้วยความอนุเคราะห์จากฝ่ายพัฒนาน้ำบาดาล 3 ได้จัดส่งเจ้าหน้าที่ 10 คนและอุปกรณ์ อาคารป้องกันหลุมขุดค้นก็แล้วเสร็จภายในเวลา 10 วัน จากการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพยิ่ง (วราวุธ, 2542)

ตลอดช่วงปี พ.ศ. 2538 ทางคณะสำรวจไดโนเสาร์ได้รับการสนับสนุนจากทางกองช่างและกองรังวัด กรมทรัพยากรธรณี จัดส่งเจ้าหน้าที่และเครื่องมือเจาะหินขนาดใหญ่เพื่อทำการขุดร่อนน้ำป้องกันน้ำใต้ดินท่วมชั้นกระดูกและทำรังวัดทำแผนที่บริเวณภูกุ่มข้าว จ. กาฬสินธุ์ เพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนาภูกุ่มข้าวต่อไปในอนาคต (วราวุธ, 2542) คณะสำรวจได้ทำการขุดค้นกระดูกไดโนเสาร์ที่ภูกุ่มข้าวอย่างต่อเนื่องมาจนกระทั่ง เดือนตุลาคม 2538 พบกระดูกเพิ่มเติมอีกหลายร้อยชิ้น และที่น่าสนใจคือได้พบซากดึกดำบรรพ์ของไดโนเสาร์ซอโรพอด วางตัวเรียงรายต่อกันเกือบสมบูรณ์ทั้งตัวในลักษณะนอนคว่ำตายอยู่ และกระดูกหางม้วนโค้งพาดตัวกลางหลัง กระดูกส่วนอื่นยังอยู่ครบขาดเพียงแต่กระดูกขาหน้าขวา กระดูกคอ และส่วนหัวที่หลุดหายไป อาจเนื่องจากกระแสน้ำพัดพาไปไกลจากที่เดิมซึ่งตายและถูกทับถมอยู่ นับว่าเป็นโครงกระดูกไดโนเสาร์ที่สมบูรณ์ที่สุดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้* เลยทีเดียว นอกจากนั้นยังพบส่วนของหัวกะโหลกไดโนเสาร์ซอโรพอดหลายชิ้น จากกระดูกทั้งหมดที่พบขณะนั้นประมาณกว่า 630 ชิ้น จากไดโนเสาร์อย่างน้อย 6 ตัว พบว่ากระดูก

* ล่าสุดนี้ ได้พบรอยตีนของไดโนเสาร์กินเนื้อเพิ่มเติมโดยเจ้าหน้าที่ป่าไม้ขณะลาดตระเวนในตอนกลางคืน พบใกล้จุดเดิมแต่ห่างออกไปเล็กน้อย แต่ไม่สามารถเห็นรอยได้ชัดเจนในเวลากลางวัน ต้องใช้ไฟฉายช่วยส่องดูในเวลากลางคืน จึงจะเห็นรอยนูนและเว้าลึกต่ำลงไปชัดเจนกว่า และจากผลการศึกษาวิจัยของผู้เชี่ยวชาญด้านรอยตีนไดโนเสาร์จากฝรั่งเศสซึ่งแล้วเสร็จในปี 2545 ว่าได้พบร่องรอยของรอยตีนไดโนเสาร์กินพืช 2 รอยมีขนาดใหญ่ และรอยจางๆ อีกสองรอย (ยาว 52 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร) เดินตัดแนวทางเดินของรอยตีนไดโนเสาร์กินเนื้อ แม้ว่าจะพบเพียงรอยทางเดินรอยแรกรอยเดียว ไม่เห็นช่วงก้าวเดินที่ชัดเจนนั้น ก็จัดได้ว่าเป็นรอยตีนไดโนเสาร์กินพืชที่พบครั้งแรกของประเทศไทย (Le Loeuff *et al*, 2002) หลังจากที่ยังพบแต่รอยตีนไดโนเสาร์กินเนื้อทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก

ในช่วง ปี พ.ศ. 2539-2542 คณะสำรวจชุดค้นไดโนเสาร์ ได้ทำการสำรวจตรวจสอบแหล่งไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมสมัยที่น่าสนใจซึ่งเป็นการพบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย ได้แก่ การพบแหล่งไดโนเสาร์กินพืชในช่วงยุคไทรแอสซิก ในหมวดหินน้ำพอง อายุประมาณ 200 ล้านปี พบกระดูกท่อนขา กระดูกสันหลัง และกระดูกส่วนอื่น ๆ ที่ จังหวัดชัยภูมิ พบครั้งแรกโดยชาวบ้าน และคณะสำรวจไดโนเสาร์ได้เข้าไปทำการตรวจสอบพบว่ามีลักษณะต่างไปจากไดโนเสาร์ กินพืช *ภูเวียงโกซอรัส สิรินธรเน* ที่พบก่อนหน้านี้ในหลายด้าน จึงได้เก็บตัวอย่างทั้งหมดมากทำการอนุรักษ์และศึกษาวิจัยในรายละเอียด เพื่อให้ทราบถึงลักษณะและชนิดของไดโนเสาร์ที่พบใหม่นี้ พร้อมได้ตั้งให้เป็นไดโนเสาร์กินพืชสกุลใหม่และชนิดใหม่ของโลก ว่า *อีสานโนซอรัส อรรถวิภานันธิ* (*Isanosaurus attavipachi*) (Buffetaut *et al*, 2000, 2002b) นอกจากนั้นยังได้พบแหล่งไดโนเสาร์ใหม่อายุจูแรสซิก อีกสองชนิดด้วยกัน ในหมวดหินภูกระดึง อายุประมาณ 150 ล้านปี ได้แก่ การสำรวจพบชิ้นส่วนกระดูกสันหลังของไดโนเสาร์พวก *สเตโกซอไรด์* (*Stegosaurid*) ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ (Buffetaut *et al*, 2001) ในเวลาต่อมาได้ทำการสำรวจพบกระดูกขาหลัง และกระดูกสันหลังของไดโนเสาร์ *ฮิปซิลอฟดอน* (*Hypsilophodon*) ที่จังหวัดมุกดาหาร (Buffetaut *et al*, 1997, 2003b) ตัวอย่างที่พบในทั้งสองแหล่งนี้ ทราบเพียงว่าเป็นสกุลใด แต่ยังไม่เพียงพอที่จะระบุแน่ชัดได้ว่าเป็นชนิดไหน ต้องพบหลักฐานเพิ่มเติมมากกว่านี้ก่อน นอกจากนี้ได้รับแจ้งจากเจ้าหน้าที่

ปี พ.ศ. 2541 การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้รับงบประมาณ 68 ล้านบาท โดยความร่วมมือระหว่างการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย กรมทรัพยากรธรณี และจังหวัดขอนแก่น เพื่อสร้างอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียงต่งนิทรรศการห้องหุ่นไดโนเสาร์ และถนนกันไฟป่า ในบริเวณศูนย์ศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ภูเวียงและอาคารคลุมหลุมขุดค้น ในเขตอุทยานแห่งชาติภูเวียง อ. ภูเวียง จ. ขอนแก่น

ปี พ.ศ. 2542 กรมทรัพยากรธรณี ได้สร้างอาคารถาวรคลุมหลุมขุดค้นไดโนเสาร์ภูเวียง อ.สหัสขันธ์ จ.กาฬสินธุ์ ขึ้นแทนที่อาคารเดิมซึ่งล้อมด้วยลวดตาข่าย ใช้ชื่อว่า “อาคารพระญาณวิสาละ” ตามชื่อสมณศักดิ์ใหม่ ของเจ้าอาวาสวัดสักระวัน (พระครูวิจิตรสหัสคุณ) ผู้ค้นพบกระดูกไดโนเสาร์ภูเวียงเป็นคนแรก โดยอาคารแห่งนี้เปิดเป็นพิพิธภัณฑ์แหล่งขุดค้นไดโนเสาร์ภูเวียง ในช่วงปี พ.ศ. 2542-2543 กรมทรัพยากรธรณีได้รับจัดสรรงบประมาณ 2.3 ล้านบาท สำหรับก่อสร้างโรงปฏิบัติงาน บ้านพัก และจัดจ้างปั้นหุ่นไดโนเสาร์ขนาดเท่าจริงเพื่อจัดแสดงในอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง อ. ภูเวียง จ. ขอนแก่น

ปี พ.ศ. 2543 เดือนกันยายน ได้มีการตีพิมพ์รายงานวิจัยไดโนเสาร์ซอโรพอดที่เก่าแก่ที่สุดของโลกเป็นไดโนเสาร์สกุลใหม่ชนิดใหม่ของไทยและของโลก ชื่อว่า *อีสานโนซอรัส อรรถวิภันธิ* (*Isanosaurus attavipachi*) (Buffetaut *et al*, 2000, 2002b) พบที่บ้านโนนถาวร จ.ชัยภูมิ ในหินทรายและหินโคลน หมวดหินน้ำพอง ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย (Late Norian or Rhaetian) ประมาณ 200 ล้านปี ตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่นายปรีชา อรรถวิภันธิ อดีตอธิบดีกรมทรัพยากรธรณี และอดีตปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม ผู้ซึ่งให้ความสนใจและสนับสนุนงานด้านไดโนเสาร์ไทยตลอดมา ไดโนเสาร์ชนิดใหม่นี้เป็นไดโนเสาร์กินพืช พบโดยชาวบ้าน ซึ่งทางคณะสำรวจไดโนเสาร์ไทย-ฝรั่งเศสเข้าไปทำการตรวจสอบและเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาวิจัยในรายละเอียด ซึ่งกระดูกต้นแบบประกอบด้วยกระดูกขาหลังซ้าย ยาว 76 เซนติเมตร กระดูกสะบ้าไหล่ด้านขวา แผ่นกระดูกอกกระดูกสันหลัง ประมาณความยาวได้ 6.5 เมตร สันนิษฐานว่ายังโตไม่เต็มที่นัก ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2543-2544 ได้มีการสำรวจพบไดโนเสาร์ซอโรพอดและหอยสองฝาแหล่งใหม่ในบริเวณ บ้านห้วยเตือ ต. โนนทัน อ. เมือง จ. หนองบัวลำภู ยังมิได้ทำการการศึกษาวิจัยในรายละเอียด จากการตรวจสอบเบื้องต้นของคณะสำรวจไดโนเสาร์ คาดว่ากระดูกไดโนเสาร์ที่พบน่าจะเป็นไดโนเสาร์กินพืชชนิดเดียวกันกับไดโนเสาร์ที่พบในจังหวัดขอนแก่น และกาฬสินธุ์ ในชั้นหินทรายหมวดดินเสาชั่ว ยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 130 ล้านปี และในช่วงต้นปี พ.ศ. 2544 กรมทรัพยากรธรณี ได้จัดทีมสำรวจเข้าไปทำการสำรวจขุดค้นไดโนเสาร์เพิ่มเติมอย่างเป็นระบบและทำการเข้าเผือกขนย้ายตัวอย่างไปทำการอนุรักษ์ ที่ศูนย์วิจัยซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ภูเวียง อ. ภูเวียง จ. ขอนแก่น เพื่อเตรียมตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในรายละเอียดในขั้นต่อไป พร้อมนี้กรมทรัพยากรธรณีได้จัดทำนิทรรศการเพื่อจัดแสดงที่บริเวณพิพิธภัณฑ์แหล่งโนนทัน จ. หนองบัวลำภู โดยงบประมาณสนับสนุนจาก อบต. โนนทัน นอกจากนี้ในช่วงปี 2547-2549 ได้มีการพบกระดูกไดโนเสาร์เพิ่มเติมจากการขุดเปิดขยายถนนของกรมทางหลวงอีกจำนวนมาก กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัยในรายละเอียด

ปี พ.ศ. 2544 กรมทรัพยากรธรณีได้รับจัดสรรงบประมาณ 1.28 ล้านบาท เพื่อจัดทำนิทรรศการในอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง อ. ภูเวียง จ. ขอนแก่น และในเดือนเมษายน ก็เริ่มเปิดให้ประชาชนเข้าชมนิทรรศการตาม

ปี พ.ศ. 2545 เดือนสิงหาคม ได้มีการค้นพบแหล่งไดโนเสาร์ซอโรพอดทางภาคเหนือเป็นครั้งแรกบริเวณ อ.เชียงม่วน จ.พะเยา เป็นไดโนเสาร์ที่พบแหล่งแรกบนแผ่นอนุทวีปฉานไทย อายุประมาณช่วงครีเทเชียสตอนต้น เทียบเคียงได้กับหมวดหินเสาขัว ของกลุ่มหินโคราช และในปีเดียวกัน เดือนธันวาคม ได้มีการค้นพบแหล่งไดโนเสาร์ซอโรพอดแหล่งใหม่ และยังพบฟันจระเข้ เกล็ดปลา กระดองเต่า และหอยสองฝา ในบริเวณอุทยานแห่งชาติปางสีดา อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว คณะสำรวจไดโนเสาร์ กรมทรัพยากรธรณี ได้ไปทำการตรวจสอบและทำการสำรวจขุดค้น เข้าเผือกขนย้ายตัวอย่างเพื่อนำมาทำการอนุรักษ์ยังห้องปฏิบัติการ จากลักษณะรูปร่างของกระดูกไดโนเสาร์ที่พบจากทั้งสองแหล่งนี้ คาดว่าน่าจะเป็นไดโนเสาร์กินพืชชนิดเดียวกันกับที่พบในจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์ ปัจจุบันยังมีได้ทำการศึกษาวิจัยในรายละเอียดในปีนี้ (พ.ศ. 2545) คณะสำรวจไดโนเสาร์ไทย ได้ทำการสำรวจขุดค้นแหล่งซากดึกดำบรรพ์ปลาโบราณ แหล่งภูน้ำจั้น วณอุทยานภูน้ำจั้น อ. กุฉินารายณ์ จ. กาฬสินธุ์ อย่างเป็นระบบ ทำการขุดค้นและเคลื่อนย้ายตัวอย่างมาทำการอนุรักษ์ที่ห้องปฏิบัติการศูนย์ศึกษาวิจัยไดโนเสาร์ภูมูมข้าว เพื่อทำการศึกษาวิจัยในรายละเอียดต่อไป ภายในปีเดียวกัน (พ.ศ. 2545) ทางคณะสำรวจไดโนเสาร์ กรมทรัพยากรธรณี ได้ทำการสำรวจพบกระดูกขาหน้าขนาดใหญ่ของไดโนเสาร์ *อีซานโนซอรัส อรรถวิภานี* เพิ่มเติม แหล่งที่พบไม่ไกลจากแหล่งแรก ที่ จ. ชัยภูมิ ซึ่งเป็นแหล่งพบกระดูกต้นแบบ พบในหินทรายและหินโคลน หมวดหินน้ำพอง ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย (Late Norian or Rhaetian) ประมาณ 200 ล้านปี โดยกระดูกขาหน้า ที่พบมีการศึกษาวิจัยซึ่งแล้วเสร็จในปี 2545 (Buffetaut *et al.*, 2002a, b) ว่ามีขนาดยาว 104 เซนติเมตร เกือบสมบูรณ์สามารถประมาณความยาวของไดโนเสาร์ชนิดนี้ได้ 12-15 เมตร และมีรายงานผลการวิจัยของเต่าโบราณจาก จ.นครราชสีมาทางภาคใต้ของประเทศไทยแล้วเสร็จ เป็นเต่าสกุลและชนิดใหม่ของโลก ชื่อว่า *สยามโมเชลิส เพนนินซูลาริส* (*Siamochelys peninsularis*) (Tong *et al.*, 2002) พบในหินทรายและหินโคลน หมวดหินคลองมื่น ยุคจูแรสซิกตอนกลางถึงครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 150 ล้านปี

ปี พ.ศ. 2546 กรมทรัพยากรธรณีจัดแบ่งงบประมาณประจำปีส่วนหนึ่งจำนวน 0.14 ล้านบาท เพื่อบริหารจัดการพิพิธภัณฑ์งานตกแต่งและจัดทำนิทรรศการภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น ปี พ.ศ. 2546 เดือนกุมภาพันธ์สำรวจพบกระดูกไดโนเสาร์ทางภาคใต้ อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ในชั้นหินทรายหมวดหินคลองมื่น (Khlong Min Formation) เป็นแหล่งที่สองที่พบบริเวณแผ่นอนุทวีปฉาน-ไทย เพิ่มอีกแห่งหนึ่งนอกจากแหล่งไดโนเสาร์เชียงม่วน จังหวัดพะเยา แต่จัดว่าเป็นไดโนเสาร์ที่เก่าแก่พวกแรกสุดที่พบบนแผ่นอนุทวีปฉาน-ไทย อายุประมาณช่วงจูแรสซิกตอนกลางถึงครีเทเชียสตอนต้น ซึ่งเป็นเวลาที่ทวีปบนโลกแยกออกจากกัน โดยพบเป็นกระดูกสันหลังของไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่วงศ์อีโลปอดิดี การค้นพบนี้สนับสนุนความคิดเรื่องแผ่นฉาน-ไทย ชนกับแผ่นอินโดจีนและเชื่อมต่อไปเป็นผืนเดียวกับแผ่นดินใหญ่เอเชียตั้งแต่ช่วงแรกของมหายุคมีโซโซอิกและน่าจะก่อนยุคจูแรสซิก (Buffetaut *et al.*, 2002, 2003, 2005) ในปีเดียวกัน (พ.ศ. 2546) เดือนมีนาคมและเมษายน ทางกรมทรัพยากรธรณีได้รับงบประมาณจากจังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 0.264 ล้านบาท สำหรับจัดทำนิทรรศการในพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์แหล่งโนนทัน จ.หนองบัวลำภู และได้รับงบประมาณ จำนวน 0.834 ล้านบาทจากจังหวัดขอนแก่น ในโครงการต้อนรับคณะผู้เข้าชม APEC 2003 เพื่อตกแต่งสถานที่ต้อนรับคณะผู้ติดตามผู้เข้าร่วมประชุมซึ่งเดินทางมาทัศนศึกษา ที่พิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง จ. ขอนแก่น ในช่วงการประชุมระหว่างวันที่ 23 พฤษภาคม ถึงวันที่ 4 มิถุนายน 2546 ประมาณต้นเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2546 คณะสำรวจไดโนเสาร์ได้รับแจ้งจากนายณรงค์ สัตยารักษ์ นักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (ในขณะนั้น) ว่าพบรอยตีนไดโนเสาร์จำนวนมาก ในบ่อเหมืองหินทรายของบริษัทสหรุ่งเรือง จำกัด ริมทางหลวงสายนครพนม-บ้านแพง หมายเลข 212 กม.ที่ 257 อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม เมื่อเข้าไปทำการตรวจสอบแหล่ง เป็นเนินหินทรายเตี้ย ๆ สูงประมาณ เมตร จากระดับถนน บ่อเหมืองกว้างประมาณ 200 เมตร ยาว 500 เมตร ลึก 10 เมตร พบรอยตีนไดโนเสาร์ สามนิ้วคล้ายรอยตีนไก่ เห็นชัดเจนบนผิวหน้าหินทราย สีน้ำตาลแดง หมวดหินโคกกรวด อายุประมาณ 100 ล้านปี ช่วงยุคครีเทเชียสตอนปลาย ขณะสำรวจพบ

ปี พ.ศ. 2546 ถึงปัจจุบัน คณะสำรวจไดโนเสาร์ไทยฝรั่งเศสได้มีรายงานผลการวิจัยปลาโบราณที่ภูน้ำจั้น ซึ่งสำรวจพบในเขตนอุทยานภูน้ำจั้น อ. ภูหินรายณ์ จ. กาฬสินธุ์ มาตั้งแต่ปี 2545 โดยพระอาจารย์ศักดา ฐมมรโต เจ้าอาวาสวัดป่าพุทธรูป จากการสำรวจวิจัยพบว่าเป็นปลาชนิดใหม่ของโลก จึงให้ชื่อว่า เลปิโดเทส พุทธบุตร เอนซิส (*Lepidotes buddhabutrensis*) (Cavin *et al*, 2003a, 2004, 2005; Cavin and Suteetnom, 2006) ซึ่งขณะนี้พบมากกว่า 200 ตัว ในจำนวนปลาที่พบในแหล่งนี้ส่วนใหญ่เป็นปลา เลปิโดเทส แต่ก็พบปลาชนิดอื่นด้วยได้แก่ ปลากินเนื้อ อีสานอิกทิส พาลุสทริส (*Isanichthys palustris*) (Cavin and Suteetnom, 2006) และปลาปอด (Lungfish)

นอกจากนี้ยังพบร่องรอยของไดโนเสาร์พวกสไปโนซอร์ ในชั้นหินทรายหมวดหินโคกกรวดอายุครีเทเชียสตอนปลาย ประมาณ 100 ล้านปี ที่จังหวัดขอนแก่น และไดโนเสาร์ออร์นีโทพอด ในชั้นหินทรายหมวดหินโคกกรวด จังหวัด นครราชสีมา กำลังอยู่ในระหว่างการสำรวจและศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในรายละเอียด

ปี พ.ศ. 2547 กรมทรัพยากรธรณีได้รับจัดสรรงบประมาณ 198 ล้านบาท เพื่อพัฒนาอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ ภูเก้าภูผา อ. สหัสขันธ์ จ. กาฬสินธุ์ ในระยะต้น ในการปรับปรุงอาคารและทำการตกแต่งภายใน ปี พ.ศ. 2547-2548 มีผลงาน การวิจัยและข้อมูลเพิ่มเติมของปลา เลปิโดเทส จากแหล่งปลาโบราณที่ภูน้ำจั้น จ.กาฬสินธุ์ และปลาชนิดอื่น พวกปลาปอด ปลากินเนื้อ (Cavin *et al*, 2004, 2005) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยที่แล้วเสร็จของเต้าน้ำจืดโบราณชนิดใหม่ของโลก คิซัลคูเมมิส โคราทเอนซิส (*Kizylkumemys khoratensis*) (Tong *et al.*, 2005) บริเวณบ้านสะพานหิน จ.นครราชสีมา พบในชั้นหินทราย หมวดหินโคกกรวด ยุคครีเทเชียสตอนปลาย ประมาณ 100 ล้านปี

ในปี พ.ศ. 2548 นี้ ได้มีรายงานการวิจัยของไซไดโนเสาร์จิว พบในหินทรายหมวดหินเสาขัว ประมาณ 130 ล้านปี ที่ จังหวัดสกลนคร (Buffetaut *et al*, 2005) ปี พ.ศ. 2548 ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ คณะสำรวจไดโนเสาร์ไทยได้รับแจ้ง และได้ทราบข่าวจากหนังสือพิมพ์ จึงเข้าไปทำการสำรวจ บริเวณอ.หนองสูง จ.มุกดาหาร สำรวจพบกระดูกสันหลัง ไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่หลายชิ้น กระดองเต้าน้ำจืดขนาดใหญ่ 2 ตัว กระดูกขาของไดโนเสาร์กินเนื้อ ในชั้นหินทรายและ หินทรายแป้ง หมวดหินภูกระดึง ยุคจูแรสซิก ประมาณ 150 ล้านปี แหล่งนี้กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัยในชั้นรายละเอียด นอกจากนี้ได้มีการค้นพบสัตว์ร่วมสมัยไดโนเสาร์ ได้แก่ พวกจระเข้ และเต่า ในช่วงอายุเดียวกันในภาคอีสานหลายแห่ง กำลังอยู่ในระหว่างการสำรวจและศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

ปี พ.ศ. 2549 มีผลงานการวิจัยที่แล้วเสร็จ ซึ่งได้เข้าโบราณสฤงและชนิดใหม่ของโลก ชื่อว่า *อีสานเนมิส ศรีสุทก* (*Isanemys srisuki*) (Tong et al., 2006) บริเวณภูวด จ. ขอนแก่น พบในหินทราย หมวดหินเสี้ยว ในยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 130 ล้านปี และพบปลากินเนื้อโบราณสฤงและชนิดใหม่ของโลกจากภูน้ำจั้น จ.กาฬสินธุ์ ชื่อว่า *อีสานอิทิส พาลุสทริส* (*Isanichthys palustris*) (Cavin & Suteethorn, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยของฉลามน้ำจืดสฤงและชนิดใหม่ของโลก ชื่อว่า *อีสานโนดัส พลาดะชิ* (*Isanodus paladeji*) (Cuny et al., 2004, 2006) ฉลามน้ำจืดชนิดใหม่ของโลก ชื่อว่า *ลอนชิดิออน โคราชเอนซิส* (*Lonchidion khoratensis*) (Cuny et al., 2004, 2006) จากบริเวณภูพานทอง จ.หนองบัวลำภู ในชั้นหินทรายหมวดหินเสี้ยว ยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 130 ล้านปี และทำการศึกษาวิจัยพบฉลามน้ำจืดชนิดใหม่ของโลกจากบริเวณโคกผาส้วม จ.อุบลราชธานี ซึ่งทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างมาตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2539 โดยให้ชื่อว่า *อะโครไรโซดัส โคราชเอนซิส* (*Acrorhizodus khoratensis*) (Cappetta et al., 2006) พบในหินทรายของหมวดหินโคกกรวด ยุคครีเทเชียสตอนปลาย ประมาณ 100 ล้านปี ในปีเดียวกัน (พ.ศ. 2549) สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณีได้รับแจ้งจาก สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 11 (สำนักงานเขตป่าไม้พิษณุโลกเดิม) ว่ามีการสำรวจพบรอยตีนไดโนเสาร์โดยคณะเจ้าหน้าที่ประจำอุทยานแห่งชาติ ภูหินร่องกล้า อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย พบเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2549 ขณะตรวจพื้นที่ป่า พบเป็นรอยตีนไดโนเสาร์บนผิวหน้าหินทรายซึ่งเป็นลานหินบริเวณห้วยลำน้ำหมันแดง เจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรธรณี เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2549 นายพิสิทธ์ ยวงเดชกล้า และนางสาวธิดา แสนะยมูล พร้อมผู้เชี่ยวชาญเรื่องรอยตีนไดโนเสาร์จากฝรั่งเศส Dr. Jean Le Loeuff ได้เข้าไปทำการตรวจสอบเบื้องต้น ในเขตอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า บริเวณห้วยหมันแดง ตำบลกกสะทอน อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย พบรอยตีนไดโนเสาร์มี 3 นิ้วปรากฏบนผิวหน้าของหินทราย เนื้อละเอียด สีม่วงแดง คาดว่าน่าจะเป็นหินทรายของหมวดหินเสี้ยว อายุประมาณ 130 ล้านปี ในช่วงยุคครีเทเชียสตอนต้น ลำห้วยที่พบรอยตีนไดโนเสาร์มีน้ำไหลผ่านและมีตะกอนทางน้ำปิดทับบนลานหินเป็นช่วงๆ จึงพบรอยตีนที่สามารถสังเกตได้เพียง 10 รอย ใน 3 แนวทางเดิน เป็นรอยตีนของไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ ลักษณะคล้ายคลึงกันกับรอยตีนไดโนเสาร์บริเวณผาเตลีน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย รอยตีนกว้างประมาณ 30 เซนติเมตรยาวประมาณ 40 เซนติเมตร ความยาวช่วงก้าวประมาณ 120-140 เซนติเมตร จากข้อมูลเบื้องต้นประมาณได้ว่าไดโนเสาร์เจ้าของรอยตีนนี้เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อ ขนาดกลาง ยาวประมาณ 5 เมตร และมีความสูงถึงสะโพก 1.8 เมตร ภายในปี พ.ศ. 2549 กรมทรัพยากรธรณีได้รับจัดสรรงบประมาณ 94.7 ล้านบาท เพื่อทำการจัดนิทรรศการภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูกุ่มข้าว อ. สหัสขันธ์ จ. กาฬสินธุ์ และงบประมาณอีกประมาณ 80 ล้านบาท ในงานปรับปรุงและพัฒนาตัวอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง งานจัดแสดงนิทรรศการ งานปรับปรุงโรงปฏิบัติงานพร้อมครุภัณฑ์ และทำการปรับปรุงภูมิทัศน์โดยรอบอาคารพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง อ. ภูเวียง จ. ขอนแก่น เพื่อให้สามารถดำเนินการบริหารและจัดการพิพิธภัณฑ์ ซึ่งจะสามารถใช้งานได้และเปิดบริการอย่างเต็มรูปแบบมากขึ้นกว่าเดิม ได้มีการจัดทำแผนพัฒนาเป็นอุทยานไดโนเสาร์ภูเวียง เพื่อให้เป็นแหล่งเรียนรู้อย่างครบวงจรทั้งนิทรรศการภายใน นิทรรศการกลางแจ้ง และการทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ทางธรณีวิทยา ณ อุทยานแห่งชาติภูเวียง ภายในปี 2550-2551

บทที่ 3 การสำรวจขุดค้นและการอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ สัตว์ และพืชร่วมสมัย (Investigation and reparation Techniques on Dinosaur and Associated fossils)

วัตถุประสงค์

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในงานสำรวจและอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ อีกทั้งยังสามารถทำการสำรวจและอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งพลังของกัลยาณมิตรในงานด้านโบราณชีววิทยาของประเทศไทย สามารถช่วยสำรวจและอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ สัตว์และพืชร่วมสมัยรวมทั้งยังเป็นการสร้างคนรุ่นใหม่ในงานด้านโบราณชีววิทยาเพิ่มขึ้น เป็นการเสริมสร้างทรัพยากรมนุษย์อีกแรงหนึ่งซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้รับการฝึกฝนนี้ต่อยอดสูงขึ้นไปอีก

3.1 การสำรวจไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบ (Systematic Excavation)

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการสำรวจไดโนเสาร์ (Equipment and Tools needed for Dinosaur Expedition)

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการสำรวจไดโนเสาร์ (Equipment and Tools needed for Dinosaur Expedition) อย่างน้อยที่นักโบราณชีววิทยาและทีมงานสำรวจโบราณชีววิทยาจะต้องมี ดังต่อไปนี้

1. ข้อนธรณีวิทยา (Geological hammer) เป็นเครื่องมือประจำตัวนักธรณีวิทยา ใช้สำหรับทุบหิน ขุดทดสอบชั้นดิน เพื่อทำการตรวจสอบทางธรณีวิทยาเบื้องต้นในภาคสนาม
2. แว่นขยาย (Hand lens) หรือ แว่นขยายที่ใช้ดูพระเครื่อง ใช้ส่องรายละเอียดของเม็ดตะกอน หรือซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็ก
3. แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา (Topographic map and geologic map) มาตราส่วนต่างๆ ช่วยในการวางแผนเส้นทางสำรวจธรณีวิทยาและโบราณชีววิทยา เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของตัวเองและแนวเส้นทางที่ต้องการจะไปทำการสำรวจ อาจมีซองพลาสติกแบบมีซิปรูดปิดไว้ใส่แผนที่ (ถ้ามี)
4. เข็มทิศ (Compass) หรือ เครื่องบอกพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS)
5. ปากกา ดินสอ ยางลบ และเครื่องเขียนอื่น ๆ (Stationery)
6. สมุดสนาม หรือสมุดบันทึก (Field note or notebook)
7. ปากกาเขียนตัวอย่าง (Marking pen)
8. มาตราส่วน (Scales) เช่น แถบมาตราส่วน ไม้บรรทัด ตลับเมตร (measure scale)
9. กล้องถ่ายรูป (Camera)
10. กล้องส่องทางไกล (binocular or spyglass) (ถ้ามี)
11. ลวด หรือเชือก พร้อมเสา (Rope and marker points) เพื่อเป็นหมุดหลักในการตักกริดเก็บข้อมูลภาพร่าง (sketch) ของซากดึกดำบรรพ์ และบริเวณแหล่งขุดค้น
12. วิทยุสื่อสาร หรือโทรศัพท์มือถือ หรือนกหวีด (Wireless or Mobile phone or whisper) เพื่อส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือในกรณีเกิดอุบัติเหตุในบริเวณที่ไร้สัญญาณโทรศัพท์ (ถ้ามี)
13. กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง (HCL) เพื่อทดสอบหินปูน
14. มีดแซะหิน (Knife)
15. มีดพกสนามสารพัดประโยชน์ (Field knife) (ถ้ามี)
16. ถุงผ้า หรือถุงพลาสติกขนาดต่าง ๆ เพื่อเก็บตัวอย่าง (Sample bags or Plastic bags)
17. กล่องพลาสติกขนาดต่าง ๆ เพื่อเก็บตัวอย่าง (Plastic boxes)
18. แปรงทาสี (ขนาด 1.5", 2", 4") ใช้ขัดฝุ่น (Brushes)
19. หมวกนิรภัย (Hard hat) เอาไว้ป้องกันศีรษะจากหินหรือวัตถุหล่นจากที่สูง เช่น เวลาสำรวจไดโนเสาร์บริเวณหน้าผาริมชายฝั่งทะเล หรือชะง่อนเขา ภูเขา หรือในเหมือง (ถ้ามี)
20. เสื้อติดแถบสะท้อนแสง เพื่อความปลอดภัยเวลาทำงานสำรวจไดโนเสาร์ในเหมือง จะได้มองเห็นในระยะไกล (ถ้ามี)
21. รองเท้ายางหุ้มข้อ สำหรับเวลาเดินสำรวจในบริเวณที่เป็นโคลน หรือที่ชื้นแฉะ (ถ้ามี)
22. สิว หรือ สกัด (Chisels)

23. ฆ้อนปอนด์ (Big hammer) หรือ ฆ้อนธรรมดา (Hammer)
24. ถุงมือผ้าอย่างหนา ช่วยป้องกันเจ็บมือเวลาใช้ฆ้อนปอนด์ทุบหรือสกัดหินขนาดใหญ่ (ถ้ามี)
25. แว่นตาป้องกันเศษหินจากการสกัดหรือทุบหินกระเด็นเข้าตา (goggles) (ถ้ามี)
26. ชะแลง (Lever) สำหรับจับพลิกกลับเฟือกขนาดใหญ่
27. บุงกี (Plastic or weaving-bamboo basket)
28. พลั่ว (Shovel) จอบ (Changkol or hoe) เสียม (Spade)
29. รถเข็น (Push-cart or wheel-barrow)
30. น้ำยาเชื่อมประสาน เพื่อให้ตัวอย่างแข็งแรง (Hardener)
31. กาวชนิดต่าง ๆ เช่น กาวตราช้าง (Super glue)
32. เฟือกสำเร็จ (Ready plaster jacket) และ/หรือ กระสอบป่าน หรือกระสอบข้าวสาร (Gunny bag or burlap) เพื่อทำเฟือกหุ้มตัวอย่างในการเคลื่อนย้ายจากภาคสนามสู่ห้องปฏิบัติการ กระดาษทิชชู หรือกระดาษฟอยล์ (Tissue or foil) เพื่อการเข้าเฟือกตัวอย่าง
33. ตะแกรกร่อน (Sieves) ขนาดความถี่ห่างต่าง ๆ ใช้ร่อนคัดขนาดตัวอย่าง
34. ถังพลาสติก กะละมังพลาสติก (Plastic tub) เพื่อใช้ผสมปูนปลาสเตอร์ในการเข้าเฟือกหรือแช่ตัวอย่างในน้ำ ก่อนทำการร่อนเปียกเพื่อคัดขนาดของตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก
35. ปูนปลาสเตอร์ (Plaster gypsum) (รูปที่ 26n, 26p) และ น้ำเปล่า (Water) เพื่อผสมปูนปลาสเตอร์หรือเพื่อร่อนตัวอย่างเปียก
36. ไม้หน้าสาม (wood) เพื่อใช้ตามและเป็นฐานรองรับน้ำหนักเฟือกขนาดใหญ่
37. กระเป๋า หรือเป้สะพาย หรือเป้สนาม (rucksack or knapsack or haversack or backpack) ที่มีความแข็งแรงพอสมควร และสามารถกั้นน้ำได้ในระดับหนึ่ง
38. อุปกรณ์ช่วยปฐมพยาบาลเบื้องต้น (First aid kit)
39. อาหารว่างและน้ำดื่มสะอาด (Snack and drinking water) หรือ อาหารกลางวัน (Lunch box or lunch pack) เพื่อบางสถานที่ที่ต้องทำการสำรวจห่างไกลแหล่งชุมชน และใช้เวลาในการสำรวจนานกว่าที่ประมาณการไว้



รูป เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานสำรวจชุดค้นทางโบราณชีววิทยา

3.1.2 วิธีการขุดสำรวจไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบ (Systematics on Dinosaur Excavation)

การสำรวจค้นหาซากดึกดำบรรพ์

หลังจากทำความเข้าใจถึงกำเนิดโลก กำเนิดสิ่งมีชีวิต การเกิดซากดึกดำบรรพ์แล้ว จากนั้นต้องทำความรู้จักและเข้าใจถึง ธรณีกาล ตารางธรณีกาล ลักษณะธรณียาประเทศไทย แผนที่ธรณียาประเทศไทยและแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อที่จะสามารถบอกได้ว่า เราควรจะหาซากดึกดำบรรพ์แต่ละชนิดได้ที่ไหนบ้างส่วนใหญ่แล้วซากดึกดำบรรพ์ทั้งหลายถูกเก็บรักษาไว้ในชั้นหินตะกอน ฉะนั้นในการสำรวจธรณียาทั่วไป และการสำรวจโบราณชีววิทยาซึ่งมุ่งเน้นการสำรวจและเก็บซากดึกดำบรรพ์เพื่อการศึกษาวิจัยนั้น เราต้องกำหนดวัตถุประสงค์ก่อนว่า เรากำลังจะเสาะหาซากดึกดำบรรพ์อะไร ก็ต้องย้อนศึกษาไปว่า สิ่งมีชีวิตนั้นเคยดำรงชีวิตอยู่ในช่วงเวลาใดของธรณีกาล เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่บนผืนแผ่นดิน หรือในท้องทะเล แล้วในประเทศไทย มีชั้นหินช่วงอายุนั้น พบที่บริเวณใดบ้าง จากนั้นก็เตรียมงานในรายละเอียดขั้นตอนต่อไป โดยเตรียมศึกษาค้นคว้าข้อมูลและรายงานการสำรวจที่เคยทำมาแล้วในบริเวณนั้น วางแผนงานการสำรวจก่อนที่จะออกทำการสำรวจในภาคสนามเมื่อใกล้เขตภูมิประเทศที่ต้องการสำรวจ ควรบันทึกภาพในระยะใกล้ในมุมมองกว้าง ครอบคลุมบริเวณนั้นๆ ก่อน และค่อยถ่ายในระยะใกล้เข้าไปเป็นระยะๆ จนถึงจุดที่ต้องการทำการสำรวจ และวัดพิกัดตำแหน่งแต่ละบริเวณโดยใช้แผนที่ประกอบกับ GPS และการศึกษาข้อมูลรายงานการสำรวจที่เคยทำมาแล้วหรือศึกษาแผนที่ธรณียาและแผนที่ภูมิประเทศ ก็สามารถกำหนดได้เบื้องต้นว่า ซากดึกดำบรรพ์ที่เราต้องการสำรวจเป็นจำพวกใด และพบในชั้นตะกอนแบบใด โดยส่วนมาก เราจะสังเกตสภาพทั่วไปของบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษา สภาพทางกายภาพของชั้นหินที่โผล่องค์ประกอบ สี ขนาด รูปร่างและลักษณะเม็ดตะกอนทิศทางการวางตัว ฯลฯ และสภาพของซากดึกดำบรรพ์ที่ปรากฏโผล่พ้นมาให้เราเห็น โดยจากการสังเกต จดบันทึกข้อมูล และบันทึกภาพหรือสเก็ตซ์ภาพ หรือทำแผนผังแสดงการกระจายตัววัดทิศทางและระดับการวางตัวของซากดึกดำบรรพ์ที่พบในชั้นหิน นอกจากนี้ให้สังเกตว่ามีซากดึกดำบรรพ์ที่ไม่เข้าพวกแปลกปลอมมาหรือไม่ สังเกตลักษณะทางกายภาพของซากดึกดำบรรพ์ สี ขนาด รูปร่าง ชนิด องค์ประกอบ โครงสร้าง การวางตัว ความสมบูรณ์หรือการเก็บรักษาสภาพเดิมของซากดึกดำบรรพ์เป็นอย่างไร สังเกตว่ามีร่องรอยการเป็นโรค ร่องรอยการสึกกร่อน หรือถูกรบกวนจากสิ่งมีชีวิตอื่น หรือจากกระบวนการทางธรรมชาติอื่นหรือไม่ ข้อมูลเหล่านี้สามารถบ่งชี้สภาพการตกสะสมตัวของเม็ดตะกอน สภาพแวดล้อมโบราณ สภาพภูมิอากาศบรรพกาล ไปจนถึงพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตโบราณ สาเหตุการตาย กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหลังการตาย และถูกตะกอนทับถมเก็บรักษาสภาพไว้ และผ่านกระบวนการกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่กล่าวข้างต้นนี้เป็นการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้วยตาเปล่า และแว่นขยาย หรือทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมีเบื้องต้นในภาคสนามเท่านั้นต่อไปเป็นการวิเคราะห์และตัดสินใจที่จะเลือกเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทำการศึกษาวิจัยในรายละเอียดต่อไป โดยพิจารณาว่าตัวอย่างที่พบนั้นมีความน่าสนใจมากเพียงใด เป็นซากดึกดำบรรพ์พวกใด ฟอสซิลของเรณูโบราณ หรือสัตว์มีกระดูกสันหลัง หรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือร่องรอยของพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต พิจารณาว่าเราพบซากดึกดำบรรพ์ปรากฏในสถานที่และสภาพแวดล้อมแบบใด อาทิเช่น ในหินปูน หินดินดาน หินทรายหรือหินทรายแป้ง ในบริเวณ ข้างถนนริมแม่น้ำหรือริมทะเล บนภูเขา เขิงเขา หรือหน้าผา ในเหมืองหิน เหมืองถ่านหินหรือบ่อทราย และซากดึกดำบรรพ์ที่พบนั้นถูกเก็บรักษาไว้ในหินชนิดใด มีคุณสมบัติเฉพาะอย่างไร จากนั้นทำการเลือกจุดเก็บตัวอย่างที่ดีที่สุดเท่าที่จะกระทำได้อีกต้องมีการปฏิบัติการเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่สมบูรณ์หรือให้มีสภาพเดิมเหมือนขณะพบตัวอย่างให้มากที่สุดด้วยวิธีแตกต่างกันไปการขุดสำรวจซากดึกดำบรรพ์แต่ละชนิด ถ้าเป็นการสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างที่โผล่พ้นจากผิวดินหรือลึกลงไปไม่มากนัก ก็ทำการขุดล้อมหรือสกัด แล้วเข้าเผือกปูนพลาสติกหรือใช้วัสดุกันกระแทกห่อหุ้ม แล้วเก็บใส่ถุงตัวอย่างกล่องใส่ตัวอย่างหรือลังพลาสติกต่อไปตามความเหมาะสมของประเภทตัวอย่าง ว่าแตกหักเสียหายง่ายหรือแข็งแรงหรือไม่ แต่ถ้าจะทำการขุดสำรวจและเปิดชั้นที่สำรวจพบซากดึกดำบรรพ์ที่พบเป็นแนวต่อเนื่องนั้น จะต้องทำการวางแผนและสำรวจขอบเขตและการกระจายตัวของชั้นซากดึกดำบรรพ์ แล้วทำแผนผัง วัดระยะและบันทึกความกว้าง ยาว ลึก หรือระดับของตำแหน่งซากดึกดำบรรพ์ที่พบ ตำแหน่งที่พบตามพิกัดภูมิศาสตร์ ขนาดและทิศทางการวางตัวโดยละเอียด ทำการบันทึกข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านธรณียาและโบราณชีววิทยา เพื่อเป็นข้อเท็จจริง และข้อมูลเบื้องต้นอันเป็นประโยชน์ต่อการสำรวจในรายละเอียดต่อไป

วิธีการเก็บตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์เพื่อนำไปทำการตรวจสอบและศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ แบ่งประเภทของตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ออกเป็น ตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Macro vertebrate fossil) และตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก (Micro vertebrate fossil) ตัวอย่างพืชดึกดำบรรพ์ (Plant fossil) ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการส่วนใหญ่จะคล้ายกันในหลักการแต่เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิด ขนาดและปริมาณของซากดึกดำบรรพ์นั้นๆ รวมทั้งสถานที่ในการเก็บรักษาตัวอย่างที่เก็บมาจากภาคสนาม ต้องเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับระยะเวลาและระยะทางในการเคลื่อนย้ายตัวอย่างจากภาคสนามมายังห้องปฏิบัติการ

3.2 การอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบ (Systematics on dinosaur preparation)

การอนุรักษ์และเตรียมตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ในห้องปฏิบัติการ มีทั้งการเตรียมตัวอย่างทางเคมีด้วยการใช้สารเคมี ได้แก่ การละลายด้วยกรดอะซิติก หรือกรดน้ำส้มสายชูอย่างอ่อน กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดเกลือ ฯลฯ และทางฟิสิกส์ ด้วยการใช้ใบเลื่อยตัดหิน ใช้ปากกาสกดหิน (pneumatic pen) หรือเครื่องพ่นทราย ด้วยแรงลมจากปั๊มลม หรือการใช้เข็ม และมีดผ่าตัด ค่อยๆ แกะเอาเศษดินเศษหินออกจากชิ้นส่วนของซากดึกดำบรรพ์ หรือใช้วิธีการร่อนตะกอนชั้นดินหรือชั้นทรายที่เก็บมา ตากให้แห้ง แช่วน้ำไว้ให้ดินเปียกชุ่มน้ำ และนำไปร่อนผ่านตะแกรกร่อนผ่านน้ำ ตะแกรกร่อน (sieve) มี 2 ขนาด คือหยาบกับละเอียด จากนั้นนำตะกอนที่ร่อนผ่านตะแกรงทั้งสองแบบไปตากให้แห้ง สุดท้ายนำตะกอนที่ได้ไปคัดแยกซากดึกดำบรรพ์ผ่านกล้องจุลทรรศน์ขยายกำลังสูง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของซากดึกดำบรรพ์ว่าเป็น สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่หรือเล็ก และถูกเก็บรักษาไว้ในหินประเภทใด หินทราย หินโคลน หรือหินดินดาน หรือ หินกรวดมนเนื้อปูน หรือหินโคลนเนื้อปูน หรือหินทรายเนื้อปูน ฉะนั้นจะต้องเลือกใช้เครื่องมือและสารเคมีที่เหมาะสมด้วย เมื่อได้ชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมเรียบร้อยแล้ว ก็ทำความสะอาดด้วยลกอฮอล์บริสุทธิ์ และทำการรักษาสภาพซากดึกดำบรรพ์ สัตว์มีกระดูกสันหลังด้วยการทาน้ำยาฮาร์ดเดนเนอร์ (Hardener) ซึ่งเป็นส่วนผสมของเม็ดพลาสติก Rhodopas กับ สารละลายอัลกอฮอล์ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ไม่เหนียวข้น และไม่เจือจางเกินไปทำให้ น้ำยาซึมลงไปในผิวของซากดึกดำบรรพ์ ให้มากที่สุด ปลอมให้แห้งและทำซ้ำอีกประมาณสามครั้งก่อนนำเข้าสู่ระบบการจัดเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างบางชิ้นอาจต้องการเอาเนื้อตัวอย่าง หรือตัดเอาบางส่วนไปทำเป็นแผ่นหินบาง เพื่อนำไปทำการศึกษากายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังสูง ศึกษาในรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์กระดูก เพื่อป้องกันถึงชนิด ประเภท อายุหรือวัย หรือสภาพแวดล้อมขณะซากดึกดำบรรพ์ นั้นยังมีชีวิตอยู่ ในขณะเดียวกันบางตัวอย่างอาจต้องการนำไปทำการศึกษาดูรายละเอียดด้วยเครื่องสแกนกำลังสูง (SEM) เช่น ฟัน หรือ ร่องรอยถูกกัด (bite marks) เกิดก่อนที่ตาย (pre-mortem) ร่องรอยจากแบคทีเรีย (bacteria) หรือร่องรอยจากการถูกกัดแทะหรือกัดกินเนื้อกระดูก (bioerosion) ภายหลังจากที่ตายแล้ว (post-mortem) เมื่อได้ตัวอย่างที่ทำการเตรียมตัวอย่าง ก็สามารถทำการศึกษาและอธิบายตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ได้อย่างถูกต้องอย่างเป็นระบบ ทำการเก็บข้อมูลและจัดบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย จากนั้นทำการจัดเก็บและจัดระเบียบระบบข้อมูลที่ได้นำมาทำทะเบียนซากดึกดำบรรพ์ จัดเก็บซากดึกดำบรรพ์และข้อมูลสารสนเทศ ซากดึกดำบรรพ์อย่างเป็นระบบ เพื่อสะดวกต่อการสืบค้นข้อมูล และยังเป็นการเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการ ศึกษาวิจัยในรายละเอียดอื่นๆ เฉพาะด้านต่อไป

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการอนุรักษ์ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์

(Equipment and Tools needed for Dinosaur Preparation)

1. กล้องพลาสติกขนาดต่าง ๆ เพื่อเก็บตัวอย่าง
2. แปรงทาสี ขนาด 1.5", 2", 4")ใช้ขัดฝุ่น
3. ปากกาสกดหิน (pneumatic pen)
4. แว่นตาป้องกันเศษหิน (goggles)
5. หน้ากากกันฝุ่น (mask)
6. ที่ครอบหูป้องกันเสียงดัง
7. ถุงผ้าใส่ทรายไว้รองชิ้นตัวอย่างระหว่างการอนุรักษ์
8. โคมไฟ

9. สารละลายอัลกอฮอล์ เพื่อทำความสะอาดตัวอย่างก่อนทาน้ำยาเชื่อมประสานวันละ 1 รอบ เป็นเวลา 3 วัน เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างให้คงสภาพดีนับหลายสิบปี) กระทำหลังจากทำการอนุรักษ์ตัวอย่าง โดยสกัดแยกเศษหิน เศษดิน ออกจากตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว

10. น้ำยาเชื่อมประสาน เพื่อทำให้ตัวอย่างแข็งแรง (Hardener)

11. กาวชนิดต่าง ๆ เช่น กาวตราช้าง

12. กรดอะซิติกเจือจางหรือกรดน้ำส้มสายชู (Acetic acid) กรดฟอร์มิก (Formic acid) กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric) เพื่อละลายหินปูนหรือหินที่มีส่วนประกอบของคาร์บอเนตปนอยู่ออกไป แยกเอาซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็กทั้งมีกระดูกสันหลัง และไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดออกมา

13. ตะแกรงร่อน ขนาดความถี่ห่างต่าง ๆ ใช้ร่อนคัดขนาดตัวอย่าง

14. กะละมัง เพื่อใช้ผสมปูนปลาสเตอร์ หรือ เพื่อแช่ตัวอย่างก่อนทำการร่อนคัดขนาดของตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก

15. ผ้าใบพลาสติก เอาไว้รองตากตะกอนที่ผ่านการร่อนเปียกให้แห้ง

16. มีดแซะหิน มีดผ่าตัด เครื่องมือทำฟันของทันตแพทย์

17. สกัด

18. ปากกา ดินสอ และเครื่องเขียนอื่น ๆ

19. ยางลบ

20. กระดาษร่าง กระดาษไขลอกลาย กระดาษสเก็ตซ์ สมุดสนาม หรือสมุดบันทึก

21. ปากกาเขียนตัวอย่าง

22. มาตรฐาน (scales) เช่น ไม้บรรทัด

23. กล้องถ่ายรูป

24. โต๊ะปฏิบัติงาน โต๊ะหรือแท่นและชั้นวางเพื่อจัดเก็บตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ ตู้เหล็กหรือไม่มีลิ้นชักเพื่อการ จัดเก็บตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์หลายขนาด

บทที่ 4 การอธิบายตัวอย่าง การบันทึกข้อมูล ฐานข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลและการศึกษาวิจัยไดโนเสาร์อย่างเป็นระบบ (Dinosaur Osteological Description, Data Recording, Database, Cataloguing System and Dinosaur Research)

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถทำการอธิบายตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ สัตว์และพืชร่วมสมัยได้อย่างถูกต้อง อย่างเป็นระบบ สามารถทำการเก็บข้อมูลและจัดบันทึกข้อมูลได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถทำการจัดระบบข้อมูล ไดโนเสาร์ และสามารถเข้าใจและเตรียมข้อมูลในเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาวิจัยได้

4.1 การอธิบายตัวอย่างไดโนเสาร์ (Dinosaur Osteological Description)

ก่อนจะทำการอธิบายตัวอย่างของซากดึกดำบรรพ์จำพวกต่างๆ ให้จินตนาการหรือนึกภาพสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ยังมีชีวิต และทำการแบ่งส่วนของร่างกายไม่ว่าจะเดินสองขาหรือสี่ขา ในมุมมองต่าง ๆ ดังนี้เมื่อทำการแบ่งสมมาตรของร่างกายในมุมมองหน้าตรง (Frontal view) จะได้ลักษณะสมมาตรอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. สมมาตรแบบรัศมี (Radial symmetry) ซึ่งจะมีแกนกลางอยู่ตรงจุดศูนย์กลาง (Central axis) และจากรัศมีถึงจุดศูนย์กลางแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนๆ ละเท่ากัน ถ้าแบ่งครึ่งก็จะเป็นสมมาตรแบบสองด้านเท่ากันหรือแบบกระจกเงาด้วยพร้อมกัน
2. สมมาตรแบบสองด้านเท่ากัน หรือสมมาตรแบบกระจกเงา (Bilateral symmetry) คือเป็นกระจกเงาซึ่งกันและกัน มีระนาบที่แบ่งส่วนร่างกายออกเป็นสองส่วนเท่ากัน และเป็นกระจกเงาซึ่งกันและกัน (Midsagittal plane) และมีระนาบคู่ขนาน (Parasagittal plane) แบ่งส่วนของร่างกายในแนวระนาบคู่ขนานกันและถ้าทำการแบ่งส่วนร่างกายในมุมมองทางด้านข้างลำตัว (Lateral view) ในสองแนวระนาบคือ ในแนวตั้ง (Vertical plane) กับแนวนอน (Horizontal plane) จะแบ่งส่วนร่างกายเป็นมุมมองต่างๆ ดังนี้

1. พวกที่เดินสองขา หัวตั้งตรงบนขา เช่น มนุษย์ ลิง เรียกมุมมองต่าง ๆ ดังนี้ ด้านหัวหรือศีรษะ (head) ที่มองตรงไปข้างหน้า เรียก superior หรือ cranial view และด้านเท้า (foot) เรียกว่า inferior หรือ caudal view ด้านหน้า หรือด้านท้อง เรียกว่า anterior หรือ ventral view ส่วนด้านหลัง เรียกว่า posterior หรือ dorsal view

2. พวกเดินสี่ขา หรือเดินสองขาแต่หัวยื่นไปข้างหน้า เช่น สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์ปีก จะเรียกด้านหัวหรือศีรษะ (head) ที่มองตรงไปข้างหน้า ว่าanterior หรือ cranial หรือ rostral view ส่วนด้านหลังหาง (tail) เรียกว่า posterior หรือ caudal view และด้านท้อง เรียกว่า ventral view ส่วนทางด้านหลัง เรียกว่า dorsal view หลังจากเข้าใจการแบ่งส่วนของร่างกายในมุมมองต่าง ๆ สามมิติแล้ว การอธิบายตัวอย่างของไดโนเสาร์จะแบ่งโครงสร้างร่างกายออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน และอธิบายรายละเอียดในอวัยวะส่วนนั้น ๆ เป็นไปตาม ลำดับ ดังนี้

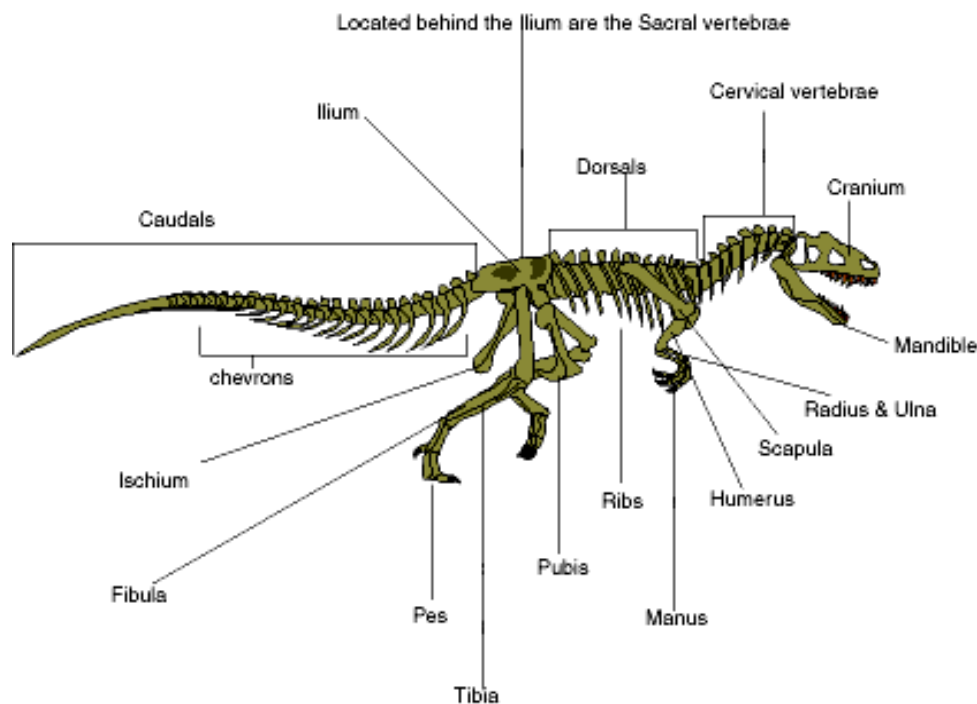
1. ส่วนของหัวกะโหลก (Elements of the skull)
2. ส่วนโครงสร้างแกนกลางลำตัว (Axial Skeleton)
3. ส่วนโครงสร้างรยางค์ (Appendicular Skeleton)

การอธิบายตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ เริ่มต้นด้วยการอธิบายส่วนของหัวกะโหลก ได้แก่ ชิ้นส่วนต่างๆ ของหัวกะโหลก ฟันและกรามบนล่าง ไล่เรียงมายังส่วนของกระดูกแกนกลางลำตัว เริ่มจากกระดูกก้านสมอง (brain case) ที่ต่อเชื่อมระหว่างหัวกับกระดูกสันหลัง จากกระดูกคอ (cervical vertebra และcervical rib) กระดูกสันหลัง (dorsal vertebra และ dorsal rib) กระดูกสันหลังส่วนสะโพก (sacral vertebra) กระดูกสะโพก (ilium) กระดูกหัวหน่าว (pubis) กระดูกเชิงกราน (ischium) และกระดูกหาง (caudal vertebra) จากนั้นก็ เป็นส่วนของโครงสร้างรยางค์ ได้แก่ กระดูกอก (sternum plate) สะบักไหล่ (scapula และ coracoid) แขน (fore limb) ขา (hind limb) นอกจากจะรู้จักชิ้นส่วนต่างๆ ของร่างกายไดโนเสาร์ ยังต้องจดจำตำแหน่งต่างๆ เรียกว่าอย่างไรเพราะทั้งหมดนี้จะใช้ช่วยในการสังเกตและเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ในกลุ่มเดียวกันหรือต่างชนิดกัน จะต้องอาศัยการฝึกฝน อ่านและสังเกตให้มาก พร้อมกับทั้งฝึกหัดอธิบายชิ้นตัวอย่างด้วยตัวเอง ทั้งในเอกสารประกอบนี้ทั้งหมดและชิ้นตัวอย่างที่ให้ จะเกิดความชำนาญ และรู้จักะในการวิเคราะห์ตัวอย่างมากขึ้น อีกประการหนึ่งที่สำคัญ ต้องเรียนรู้ภาษา รากภาษา กรีก ละติน และคำคุณศัพท์ ความหมาย คำเอกพจน์ และพหูพจน์ ทั้งหมดนี้จะช่วยให้เราจดจำลักษณะของซากดึกดำบรรพ์แต่ละชนิด สามารถแยกแยะและกำหนดความเหมือน ความแตกต่างได้ และยังช่วยให้เราสามารถทำการวิจัยแล้วเสนอชื่อซากดึกดำบรรพ์ชนิดนั้นๆ ว่าเป็นสกุลหรือชนิดใหม่ได้

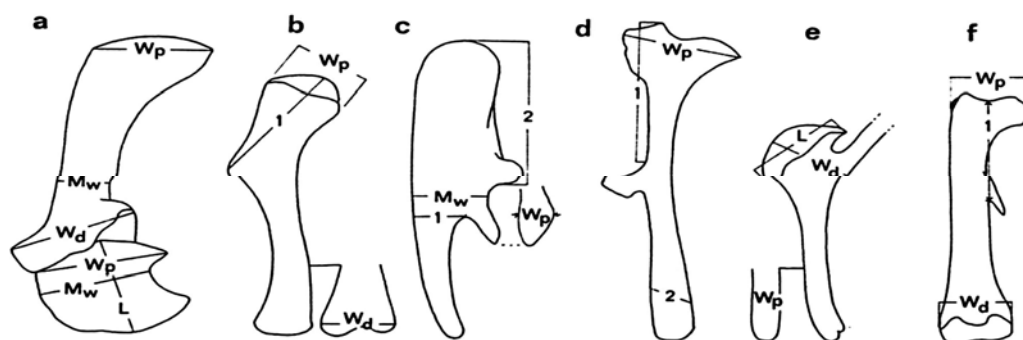
ยกตัวอย่าง คำที่เป็นเอกพจน์ และพหูพจน์ เช่น

	เอกพจน์	พหูพจน์
กระดูกสันหลัง	vertebra	vertebrae
กระดูกสะโพก	ilium	ilia
กระดูกสะบักไหล่	scapula	scapulae
กระดูกขาหลังท่อนบน	femur	femora
กระดูกขาหน้าท่อนบน	humerus	humeri

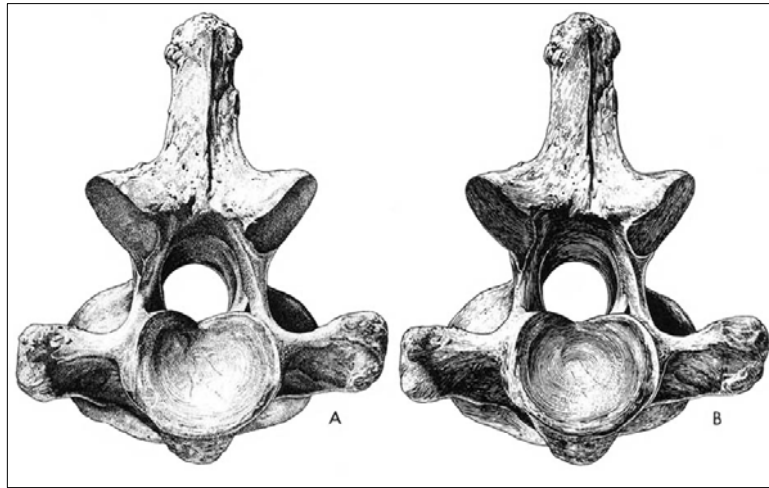
นอกจากนี้ คำคุณศัพท์ที่ใช้ขยายให้รู้ตำแหน่ง เช่น ด้านข้างซิดริมฝีปาก (labial view) ด้านข้างติดลิ้น (lingual view) proximally อยู่ก่อนไปทางปลายด้านบน ส่วน distally จะอยู่ก่อนไปทางปลายด้านล่าง และ คำคุณศัพท์ผสมกัน เช่น dorsolaterally เป็นตำแหน่งหรือมุมมองไปทางด้านหลังแต่ก่อนไปทางด้านข้างมากกว่า และ anterolateral จะอยู่ระหว่างด้านหน้าและด้านข้าง แล้วต้องดูอีกว่าประมาณกึ่งสามมากหรือน้อยหรือกึ่งกลาง



รูป แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงกระดูกไดโนเสาร์

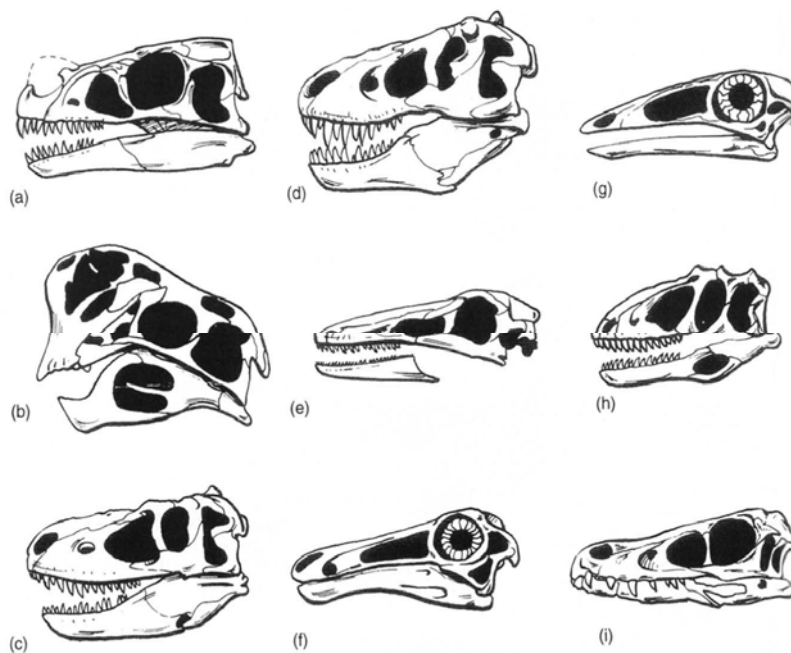


รูป แสดงการวัดขนาดเพื่อเก็บข้อมูลและรายละเอียดของโครงกระดูกไดโนเสาร์เพื่อการศึกษาวิจัย a: scapula and coracoid, b: humerus, c: ilium, d: ischium, e: pubis, f: femur, Wp: maximum width of proximal end, Wd, maximum width of distal end, Mw: minimum width of shaft, L: greatest length and all measurements are in millimetres (From Galton, 1974)

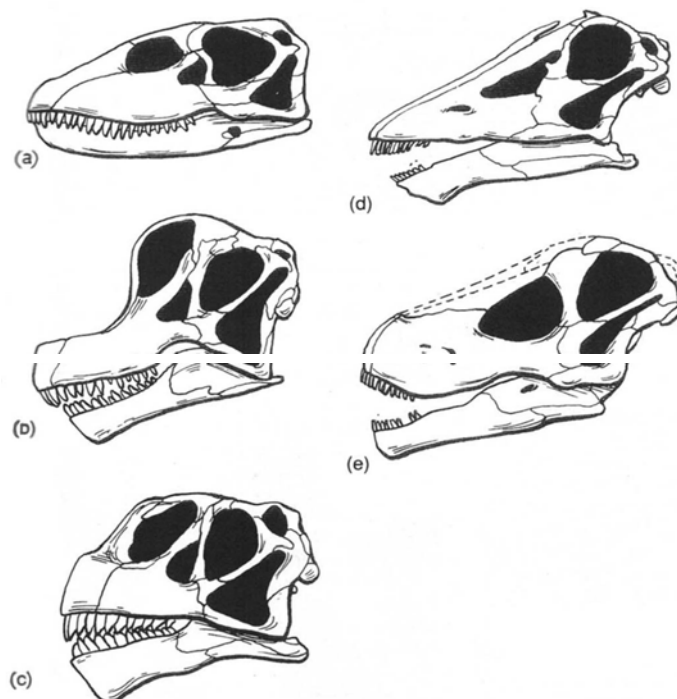


รูป แสดงเทคนิคการวาดรูปเพื่อแสดงรายละเอียดของโครงกระดูกไดโนเสาร์แต่ละชั้นที่ศึกษา A, C, E: ใช้เทคนิค dot และ dot ผสมลายเส้นกับแรเงา; B, D, F: ใช้เทคนิคลายเส้น และแรเงา (From Chase, 1979)

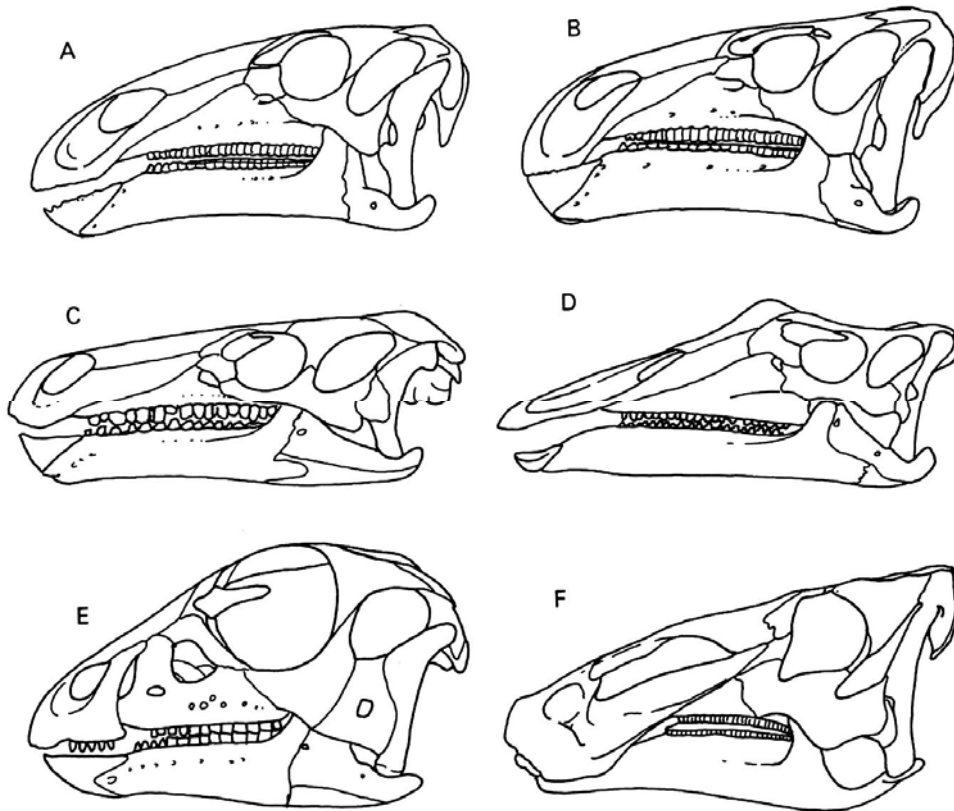
Elements of the skull



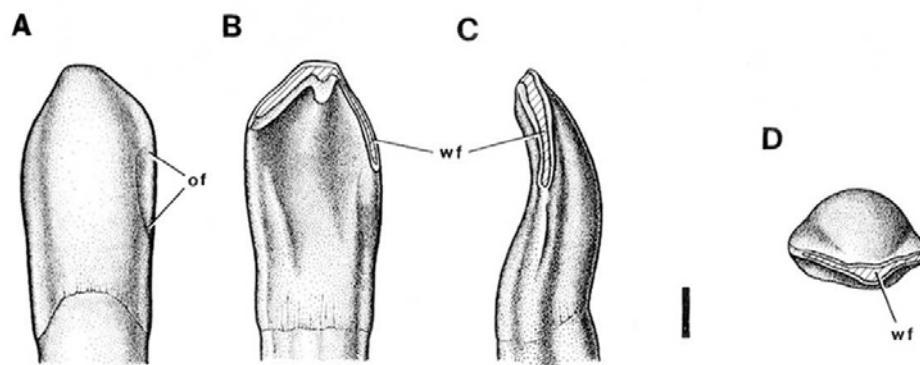
รูป แสดงลักษณะหัวกะโหลกของไดโนเสาร์กินเนื้อแบบต่าง ๆ a: *Ornitholestes*, b: *Oviraptor*, c: *Albertosaurus*, d: *Tyrannosaurus*, e: *Saurornithoides*, f: *Gallimimus*, g: *Dromiceiomimus*, h: *Deinonychus* and i: *Velociraptor* (From Fastovsky and Weishampel, 1996).



รูป แสดงลักษณะหัวกะโหลกของไดโนเสาร์กินพืชพวกซอริสเซียนแบบต่าง ๆ a: *Shunosaurus*, b: *Brachiosaurus*, c: *Camarasaurus*, d: *Diplodocus* and e: *Nemegtosaurus* (From Fastovsky and Weishampel, 1996).



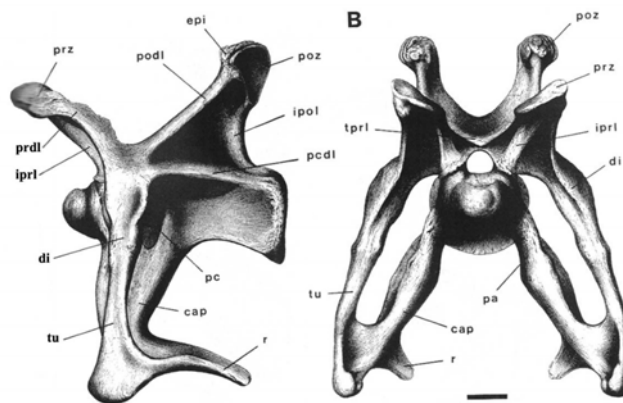
รูป แสดงลักษณะหัวกะโหลกของไดโนเสาร์กินพืชพวกออร์นิทิสเชียนแบบต่างๆ a: *Iguanodon atherfieldensis*; b: *Iguanodon bernissartensis*; c: *Camptosaurus dispar*; d: *Ouranosaurus nigeriensis*; e: *Hypsilophodon foxii* and f: *Edmontosaurus saskatchewanensis*.



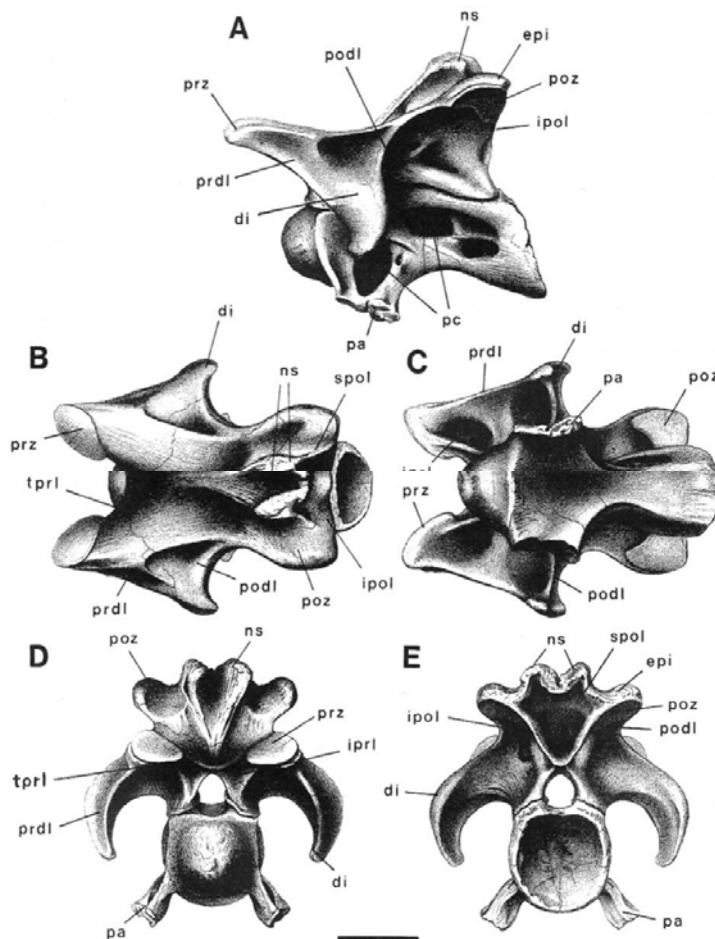
รูป แสดงลักษณะฟันและการสึกบริเวณตัวฟันของ คามาราสอรัส แกรนด์ซิส (*Camarasaurus grandis*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1905 ใน A) ภาพจากด้านข้างซิดริมฝีปาก (labial view), B) ภาพจาก ด้านข้างติดลิ้น (lingual view), C) ภาพจากด้านหัว (anterior view), และ D) ภาพจากส่วนปลายยอดฟัน (apical view) แท่งมาตราส่วน = 1 ซม. (From Wilson and Sereno, 1998)

Axial Skeleton

Cervical Vertebrae

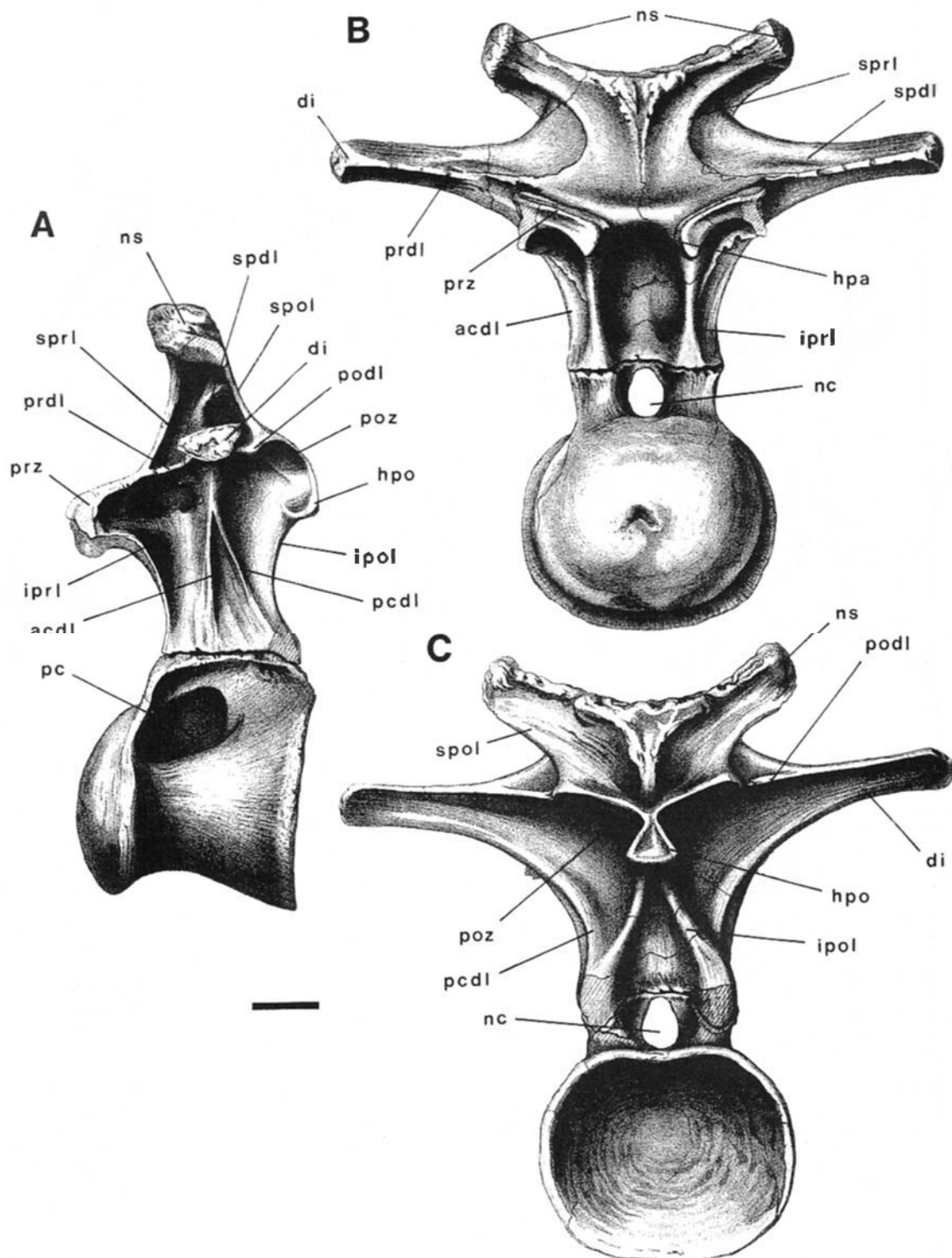


รูป กระดูกสันหลังส่วนคอท่อนที่ 8 และกระดูกเชื่อมต่อซี่โครง (Eighth cervical vertebra and coossified rib) ของ อะแพทโทซอร์ส เอ็กเซลซัส (*Apatosaurus excelsus*) YPM 1980 ใน A) ภาพจาก ด้านข้าง (lateral view) และ B) ภาพจากด้านหัว (anterior view) แท่งมาตราส่วน = 10 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966)



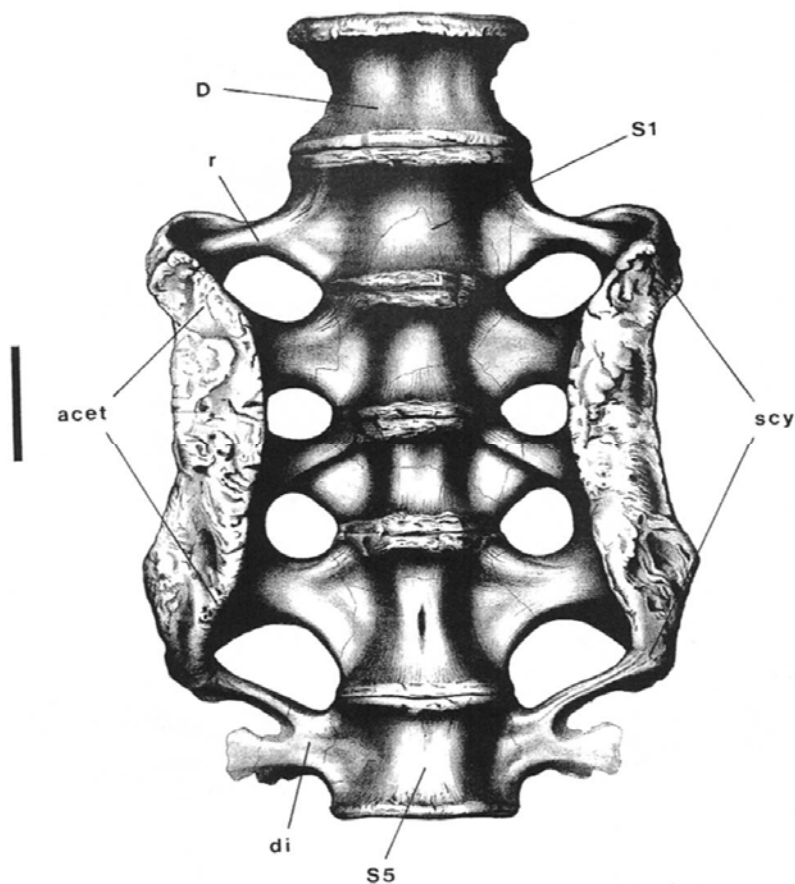
รูป กระดูกสันหลังส่วนคอท่อนที่ 5 (Fifth cervical vertebra) ของ คามาราซอร์ส แกรนด์ซิส (*Camarasaurus grandis*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1905 ใน A) ภาพจากด้านข้าง (lateral view), B) ภาพจาก ด้านหาง (posterior view), C) ภาพจาก ด้านท้อง (ventral view), D) ภาพจากด้านหัว (anterior view), และ E) ภาพจากด้านหาง (posterior view) แท่งมาตราส่วน = 10 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966)

Dorsal vertebrae



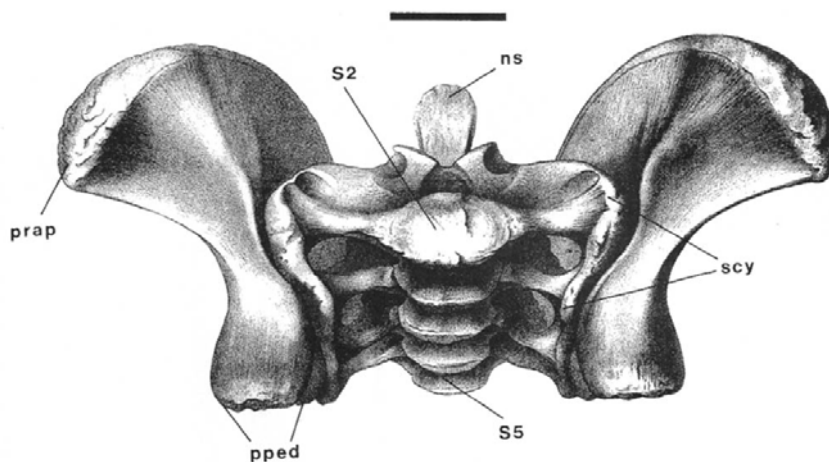
รูป กระดูกสันหลังบริเวณตอนกลาง (Mid dorsal vertebra) ของ คามาราซอรัส แกรนด์ซิส (*Camarasaurus grandis*) ใน A) ภาพจากด้านข้าง (lateral view), B) ภาพจากด้านหัว (anterior view) และ C) ภาพจาก ด้านหาง (posterior view) แห่งมาตราส่วน = 10 ซม (From Ostrom and McIntosh, 1966)

Sacral Vertebrae



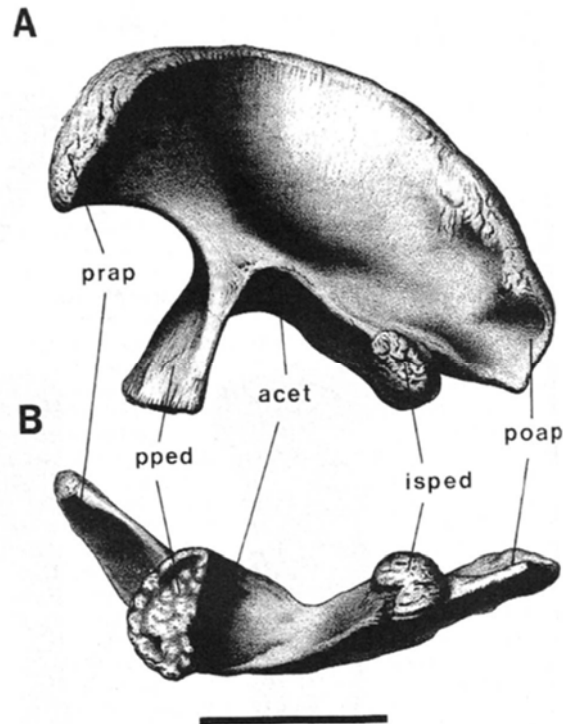
รูป กระดูกสันหลังท่อนปลายสุด และกระดูกกระเบนเหน็บ หรือกระดูกสันหลังส่วนสะโพก (posterior most dorsal and sacral vertebrae) ท่อนที่ 1-5 ของ อะแพตโตซอรัส เอ็กเซลซัส (*Apatosaurus excelsus*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1980 ในภาพจากด้านท้อง (ventral view) แท่งมาตราส่วน = 30 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966: pl. 27)

Ilia



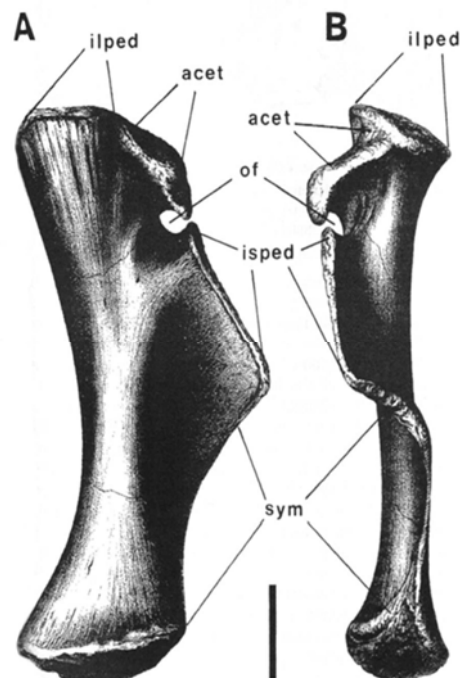
รูป กระดูกสะโพก (Ilia) และกระดูกกระเบนเหน็บ หรือ กระดูกสันหลังส่วนสะโพก (Sacrum) ของ คามาราซอรัส แกรนด์ซิส (*Camarasaurus grandis*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1900 ใน ภาพจากด้านหัว (anterior view) แท่งมาตราส่วน = 30 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966: pl. 89)

Ilium



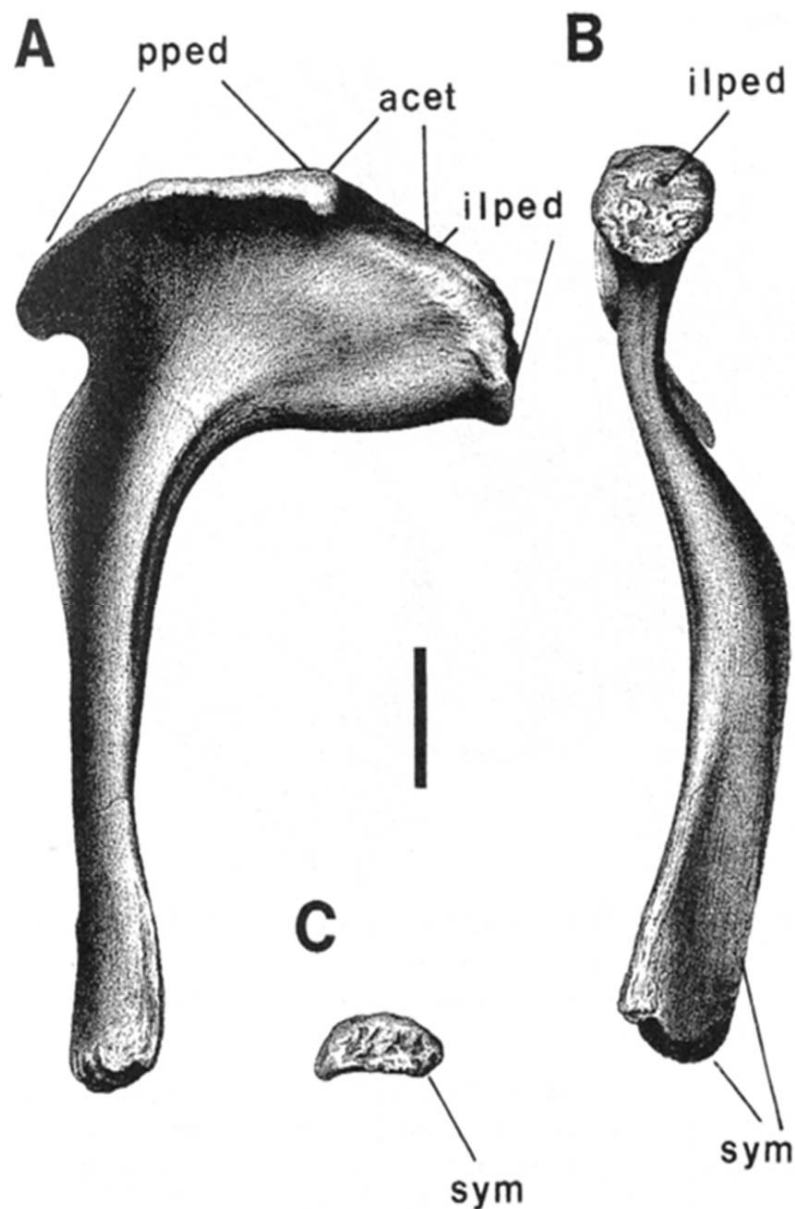
รูป กระดูกสะโพก (ภาพกลับด้าน) (Reversed right ilium) ของ คามาราซอรัส แกรนด์ซิส (*Camarasaurus grandis*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1901 ใน A) ภาพจากด้านข้าง (lateral view) และ B) ภาพจากด้านท้อง (ventral view) แท่งมาตราส่วน = 30 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966: pl. 65)

Pubis



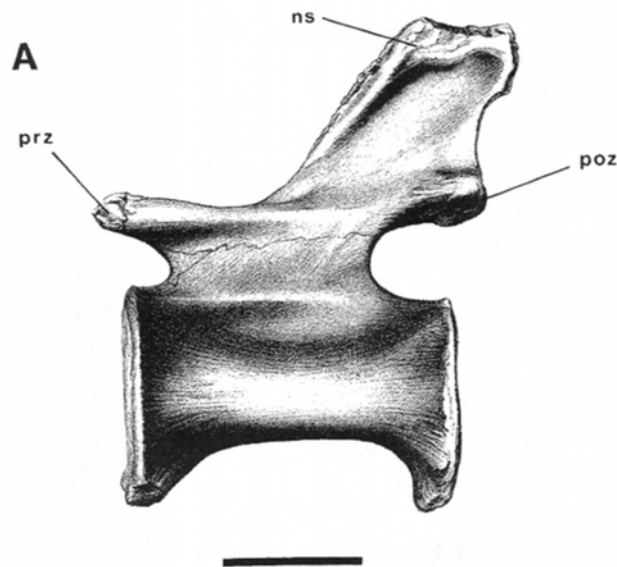
รูป กระดูกหัวหน้า (ภาพกลับด้าน) (Reversed right pubis) ของ คามาราซอรัส เลนตัส (*Camarasaurus lentus*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1910 ใน A) ภาพด้านหน้าค่อนข้างไปทางด้านข้างลำตัว (anterolateral view) และ B) ภาพด้านหลัง ค่อนข้างไปทางด้านในลำตัว (posteromedial view) แท่งตัวอย่าง = 10 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966: pl. 70)

Ischium



รูป กระดูกเชิงกราน (ภาพกลับด้าน) (Reversed right ischium) ของ คามาราซอรัส แกรนด์ซิส (*Camarasaurus grandis*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1905 ใน A) ภาพจากด้านท้องค่อนข้างไปทางด้านข้าง (ventrolateral), B) ภาพจากด้านหางค่อนข้างไปทางด้านหลังและด้านข้างเล็กน้อย (oblique or posterodorsal and somewhat lateral), และ C) ภาพจากส่วนปลายด้านล่าง (distal view) แท่งมาตราส่วน = 10 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966: pl. 68)

Caudal Vertebrae



รูป กระดูกสันหลังส่วนหางส่วนปลาย (Distal caudal vertebra) ของ ดิพลอดอคัส ลองกัส (*Diplodocus longus*) อ้างอิงตัวอย่าง YPM 1878 ใน ภาพจากด้านข้าง (lateral view) แท่งมาตราส่วน = 10 ซม. (From Ostrom and McIntosh, 1966: pl. 36) 1966: pl. 36)

4.2 การบันทึกข้อมูล (Dinosaur Data Recording)

ในภาคสนาม มองภาพรวมโดยรอบ สังเกตและบันทึกรายละเอียดของซากดึกดำบรรพ์ที่เห็นตามความเป็นจริง อาจทำการวาดรูป หรือเสกซ์ภาพบริเวณสถานที่ที่พบ และลักษณะซากดึกดำบรรพ์ที่สังเกตเห็นได้ พร้อมคำอธิบายถึงลักษณะนั้น ๆ และอาจบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายรูปหรือวิดีโอเป็นระยะ ๆ การบันทึกข้อมูลในภาคสนาม ต้องบันทึกข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ข้อเท็จจริงที่สังเกตเห็นได้ตามจริงขณะนั้น พร้อมบันทึกวันที่ทำการสำรวจหรือค้นพบ รายชื่อผู้ทำการสำรวจพบ ทีมสำรวจ ผู้นำหรือผู้ที่พามายังแหล่งที่สำรวจพบหรือแหล่งขุดค้น ส่วนความคิดเห็นส่วนตัวนั้น สามารถบันทึกได้เช่นกัน แต่ควรอยู่ในส่วนหมายเหตุเพิ่มเติมข้อมูลชั้นหิน ชนิดหินที่พบ สี ขนาด รูปร่าง องค์ประกอบ ขนาด เม็ดตะกอน ทิศทางการวางตัว ความหนา ตำแหน่งและการลำดับชั้นหิน อายุ (ถ้าทราบ) ฯลฯ ข้อมูลชั้นหิน ประเภทของ ซากดึกดำบรรพ์ การเก็บรักษาเป็นซากดึกดำบรรพ์ สี ขนาดและรูปร่าง ระดับ และทิศทางการวางตัว ความสมบูรณ์ ลักษณะการกระจายตัว ฯลฯ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ลักษณะสภาพแวดล้อมและข้อมูลพื้นฐานทั่วไปที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ รายงานแหล่งที่พบซากดึกดำบรรพ์นั้นให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อจะได้ทำการสำรวจตรวจสอบในรายละเอียดต่อไป

ในห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลชั้นหิน ทำการศึกษาและบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมจากการศึกษาลาวรรณของแผ่นหินบาง การศึกษาตะกอนวิทยา และการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแร่และหิน ข้อมูลซากดึกดำบรรพ์ ทำการศึกษาและบันทึกข้อมูล รายละเอียดในมุมมองต่าง ๆ ของตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์แต่ละชิ้น บันทึกและวาดรูปสเกตซ์ และทำการบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายรูปหรือวิดีโอ ในแต่ละขั้นตอนของการเตรียมตัวอย่างทำการบันทึกข้อมูลทางมิติต่าง ๆ ของซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา ความสูงน้ำหนักหรือปริมาตร ทิศทางการวางตัวของโครงสร้างแต่ละส่วนของชิ้นตัวอย่าง ความสมบูรณ์ของตัวอย่าง การผุพัง การสึกกร่อน หรือการศึกษาและบันทึกรายละเอียดของแผ่นหินบางทั้งในภาคตัดขวางและตามแนวยาวของในบางชิ้นตัวอย่างสามารถบ่งบอกถึงลักษณะทางโครงสร้างเซลล์ ประมาณช่วงอายุของตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ หรือแม้กระทั่งสภาพแวดล้อมที่ซากดึกดำบรรพ์นั้นเคยดำรงชีวิตอยู่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทำการบันทึกรายชื่อผู้ทำการเตรียมตัวอย่าง วัสดุ สารเคมี อุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง วันที่เริ่มทำ

4.3 ฐานข้อมูล และการจัดระบบข้อมูลไดโนเสาร์ (Dinosaur Database and Cataloguing System)

ทำการจัดระเบียบข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลเฉพาะของซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ รวมถึงสัตว์และพืชร่วมสมัย จัดระบบขึ้นตัวอย่างเป็นหมวดหมู่ในชั้นเก็บตัวอย่าง ตู้เก็บตัวอย่าง หรือห้องเก็บตัวอย่าง และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชั้นตัวอย่างนั้นบันทึกทั้งในกระดาษและคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้นำไปเข้าระบบฐานข้อมูลเพื่อการสืบค้น ทั้งนี้รูปแบบการอ้างอิงและการจัดเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ อิงตามนโยบายการจัดเก็บตัวอย่าง (วราวุธ, 2532) และ/หรือจัดทำขึ้นใหม่ตามความเหมาะสมของแต่ละประเภทและข้อมูลเฉพาะด้านของแต่ละชนิดของตัวอย่าง จัดเก็บโดยใช้โปรแกรม Microsoft Word, Excel, Access และโปรแกรมจัดการรูปภาพ Photoshop หรือ Illustrator แล้วค่อยจัดการทั้งระบบโดยใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลที่ซับซ้อนและใหญ่ขึ้น รวมถึงการใช้ ArcView, ArcInfo, MapInfo ช่วยในเรื่องระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันนี้ศูนย์วิจัยไดโนเสาร์ภูกุ่มข้าว พิพิธภัณฑสถานธรณี ได้จัดทำและจัดจ้างทำฐานข้อมูลและพัฒนารูปแบบฐานข้อมูล และแบบฟอร์มการนำเข้าข้อมูล ซึ่งสามารถใช้งานได้ทีละระดับหนึ่ง ต้องใช้ระยะเวลาในการนำเข้าและปรับปรุงฐานข้อมูลให้ใช้งานได้เต็มรูปแบบอย่างเป็นระบบและเป็นสากล

4.4 การศึกษาวิจัย (Research)

ศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตโบราณในแต่ละลำดับชั้นหิน ในแต่ละช่วงอายุของธรณีกาล มีการศึกษาในรายละเอียดในหลายด้านด้วยกัน อาทิเช่น ทำการศึกษาเกี่ยวกับ อนุกรมวิธาน ลักษณะรูปร่างลักษณะโครงสร้างทางกายวิภาคของสัตว์และพืชโบราณ และการจำลองเหตุการณ์เพื่ออธิบายถึงการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในอดีต ตั้งแต่ลักษณะการดำรงชีวิตจนกระทั่ง สาเหตุการตาย และถูกเก็บรักษาไว้ในชั้นตะกอนผ่านกระบวนการที่ทำให้กลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ จนกระทั่งต่อมาได้มีการกระทำโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์ทำให้ชั้นหินที่เก็บรักษาซากดึกดำบรรพ์ถูกกัดกร่อนเปิดออกมาให้เห็น หรือถูกแรงกระทำจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกให้ยกตัวโผล่พ้นขึ้นมาให้เราสำรวจพบ การสร้างแบบจำลองช่วงเวลาการดำรงสายพันธุ์ และการกระจายตัวในแต่ละสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การวิเคราะห์ลำดับสายวิวัฒนาการและการสร้างแบบจำลองต้นไม้แห่งวิวัฒนาการขึ้นมา การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตบรรพกาลลักษณะสภาพแวดล้อมโบราณ นิเวศวิทยาโบราณ ชีวภูมิศาสตร์โบราณ และภูมิศาสตร์บรรพกาล และสามารถสร้างแบบจำลองลักษณะสภาพแวดล้อมโบราณ หรือลักษณะโครงสร้างรูปร่างสิ่งมีชีวิตนั้นขณะยังมีชีวิตขึ้นมา

การศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Studies and Research)

เป็นการศึกษาวิจัยในรายละเอียดในแต่ละชนิดและประเภทของซากดึกดำบรรพ์ และเมื่อทำการศึกษาวิจัยนั้นแล้วเสร็จจะสามารถหาคำตอบดังต่อไปนี้ได้ว่า

1. ซากดึกดำบรรพ์ที่ทำการศึกษาเป็นพวกใด บอกได้ละเอียดถึงระดับไหน เราได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง
What kind of fossil? ซากของสิ่งมีชีวิต Body fossil:
 - สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invert.)
 - สัตว์มีกระดูกสันหลัง (Vert.)
 - พืช (Botany)/ละอองเรณู (Palynology)
 - ร่องรอยของพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต Trace fossil (Ichnology)

2. ซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ถูกเก็บรักษาไว้อย่างไรและตั้งแต่เมื่อใด โดยกระบวนการใด มีหลักฐานอะไรบ่งบอก How? When? What process? What evidences found?

Preservation/Fossilization process:

- Chemical: diagenesis, fossilization
- Biological: bioerosion
- Physical: geologic settling, compaction, weathering, erosion, abrasion

Evidence or occurrence of fossil remains:

- Sedimentology
- Lithostratigraphy and Biostratigraphy
- Geomorphology
- Petrology
- Taphonomy

3. เราพบหรือจะสามารถหาซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ได้ที่ไหนอีกบ้าง Where this fossil found? Can find this fossil anywhere else?

4. เมื่อเราพบซากดึกดำบรรพ์แล้ว ควรทำอย่างไร How to?

5. จะศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์ด้านใด ๆ ต้องทำอย่างไร What should do?

6. ศึกษาวิจัยซากดึกดำบรรพ์เพื่ออะไร ทำไม Research for what? Why?

การศึกษาวิจัยขั้นพื้นฐาน (Basic): -

การสำรวจภาคสนาม (Field Investigation) เป็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งตัวอย่างในการศึกษาวิจัย ประกอบด้วยวิธีการและขั้นตอนต่างกันไปในแต่ละชนิดหรือประเภทของซากดึกดำบรรพ์ การเตรียมตัวอย่าง (Fossil Preparation) เป็นกระบวนการเตรียมตัวอย่างด้วยกระบวนการและเครื่องมือต่างๆ ให้ได้ตัวอย่างที่พร้อมจะทำการศึกษารายละเอียดการวิเคราะห์ และจำแนกตัวอย่าง (Fossil Studies and Identification) เป็นการวิเคราะห์ ศึกษา และจัดจำแนกตัวอย่างแต่ละชนิด แต่ละกลุ่ม เพื่อทำการศึกษาวิจัยเฉพาะด้านในรายละเอียดการจัดเก็บตัวอย่างอย่างเป็นระบบ (Fossil Collection/Fossil Cataloguing) เป็นการจัดเก็บตัวอย่างที่ทำการศึกษาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถทำการสืบค้นและศึกษาวิจัยต่อเนื่องได้

การศึกษาวิจัยในรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานโบราณชีววิทยา ประกอบด้วยสาขาวิชาต่าง ๆ ดังนี้

Taxonomically oriented studies

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดแบ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน

Morphology

สัณฐานวิทยา (Morphology) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะโครงสร้าง รูปพรรณสัณฐานทั่วไป ของสิ่งมีชีวิต เพื่อตรวจสอบโครงสร้าง ระบบต่าง ๆ ของร่างกายทั้งหมด เช่น กล้ามเนื้อ หรือกระดูก

Physiology

สรีรวิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายสิ่งมีชีวิต ซึ่งสัมพันธ์กับสัณฐานวิทยา (Morphology)

Systematics

เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการจำแนกและอธิบายพืชหรือสัตว์แต่ละชนิดโดยแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ อย่างเป็นระบบ

Cladistics

เป็นวิชาที่เกี่ยวกับหลักการจำแนกเพื่อจำลองโครงสร้างลำดับขั้นของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานและทฤษฎีทางวิวัฒนาการและชีววิทยาเปรียบเทียบ

Osteology

เป็นวิชาที่การศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของกระดูกต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์มีกระดูกสันหลัง

Comparative Anatomy

เป็นวิชาที่การศึกษาเกี่ยวกับกายวิภาคเปรียบเทียบของสิ่งมีชีวิต

Ontogeny

เป็นวิชาที่การศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและวัยเยาว์ของสัตว์

Histology

เป็นวิชาทำการตรวจสอบเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ หรือกลุ่มของเซลล์ต่าง ๆ กันซึ่งมีส่วนสัมพันธ์สำหรับแสดงหน้าที่การทำงานร่วมกันของส่วนต่าง ๆ ของ สิ่งมีชีวิต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เช่น ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเซลล์กระดูก หรืออัตราการเจริญเติบโตของเซลล์กระดูกในไดโนเสาร์แต่ละส่วนของร่างกายหรือในแต่ละชนิด เรียกว่า Bone Histology ถ้าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการที่ช่วยบ่งชี้สาเหตุและการเกิดของโรค เรียกว่า Biopsy และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อถึงสาเหตุที่นำไปสู่การตายของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า Autopsy

Phylogenetic

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับประวัติการวิวัฒนาการและพัฒนาการของกลุ่มสัตว์ต่าง ๆ

Taphonomy

เป็นวิชาที่การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการและผลลัพธ์ของกระบวนการที่ทำให้พืชและสัตว์กลายเป็นซากดึกดำบรรพ์

Biomechanics

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบและกลไกการทำงานของจิตใจและร่างกายของสิ่งมีชีวิต

Ichnology and Locomotion

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับร่องรอยหรือพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตซึ่งปรากฏเป็นซากดึกดำบรรพ์ในชั้นหิน และศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตโบราณขณะยังมีชีวิตอยู่

Petrology and Mineralogy

ศิลารรณนาวิทยาและแร่วิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการและแรงกระทำต่อรูปร่างของพื้นผิวเปลือกโลกภายนอก รวมถึงวิชาที่ว่าด้วยลักษณะโครงสร้าง รูปร่างและองค์ประกอบของแร่ธาตุภายในผ่านกล้องจุลทรรศน์

Sedimentology

ตะกอนวิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการตกสะสมตัวของตะกอนและต้นกำเนิดของตะกอนต่าง ๆ ทั้งจากตะกอนโบราณและปัจจุบัน ทำการศึกษารวมถึงกระบวนการตกสะสมตัวของตะกอนในท้องทะเลและบนผืนแผ่นดินที่เกิดจากการสะสมตัวของสัตว์ พืช แร่ธาตุต่าง ๆ บนพื้นผิวเปลือกโลก ซึ่งวิวัฒนาการผ่านกาลเวลาและสถานที่

Historical geology

ธรณีประวัติ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับ กำเนิดโลกและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตผ่านห้วงกาลเวลา ซึ่งโยงใยนำไปสู่การสำรวจธรณีวิทยาและการศึกษาด้าน Palaeontology, Stratigraphy, Palaeogeography, และ Geochronology.

Geophysics

ธรณีฟิสิกส์ เป็นวิชาที่ใช้ฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้กับงานธรณีวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับโลกและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับภายในโลกและภายนอกโลก เช่น สนามแม่เหล็กโลก การไหลถ่ายความร้อนคลื่น แผ่นดินไหว และแรงโน้มถ่วงของโลก และการแผ่ขยายรังสีคอสมิก และพายุสุริยะ

Geochemistry

ธรณีเคมี เป็นวิชาที่นำวิชาเคมีพื้นฐานและมาประยุกต์ใช้ในงานธรณีวิทยา และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจในเรื่ององค์ประกอบทางเคมีของธาตุทั้งหลาย และการกระจายตัวของแร่ธาตุเหล่านี้ในชั้นเปลือกโลก แมนเทิล และแกนโลก

Biostratigraphy and biostratigraphic correlation

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์และคุณสมบัติของซากดึกดำบรรพ์แต่ละชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ถูกเก็บรักษาไว้ในชั้นหินซึ่งปรากฏในช่วงเวลาที่จำกัด โดยให้มียุคเทียบเท่ากับความลึกหรือความหนาของชั้นหินที่เก็บรักษาซากนั้นเอาไว้

Palaeomagnetism

สนามแม่เหล็กบรรพกาล เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของการวางตัวและทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กโลก รวมถึงความเข้มหรือความแรงของสนามแม่เหล็กขณะหินก่อตัวขึ้น ปกติเราจะสามารถวัดความเข้มได้เบาบางเท่านั้น

Palaeoecology

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสภาพนิเวศวิทยาโบราณ ความสัมพันธ์ระหว่างพืชพรรณและสัตว์โบราณกับสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ ทั้งทางกายภาพ และทางชีวภาพ

Palaeoclimatology

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศโบราณ และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเปลือกโลกที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีต นำมาเปรียบเทียบกับปัจจุบัน และสามารถทำนายสภาพภูมิอากาศที่คาดว่าจะจะเป็นในอนาคต

Palaeontography

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาและอธิบายซากดึกดำบรรพ์พืชและสัตว์อย่างเป็นระบบ

Palaeobiogeography

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตบรรพกาล สัมพันธ์ใกล้ชิดกับสภาพนิเวศโบราณและการอธิบายลักษณะตามอนุกรมวิธาน

Reconstruction/Palaeo-Art

เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้งานด้านศิลปะเข้ามาช่วยในการศึกษาด้านโบราณชีววิทยา ช่วยนักโบราณชีววิทยาสร้างภาพจำลองลักษณะรูปร่างของสิ่งมีชีวิต และสภาพแวดล้อมโบราณ รวมถึงการสร้างหุ่นจำลองรูปร่าง และการเคลื่อนไหวเหมือนจริง