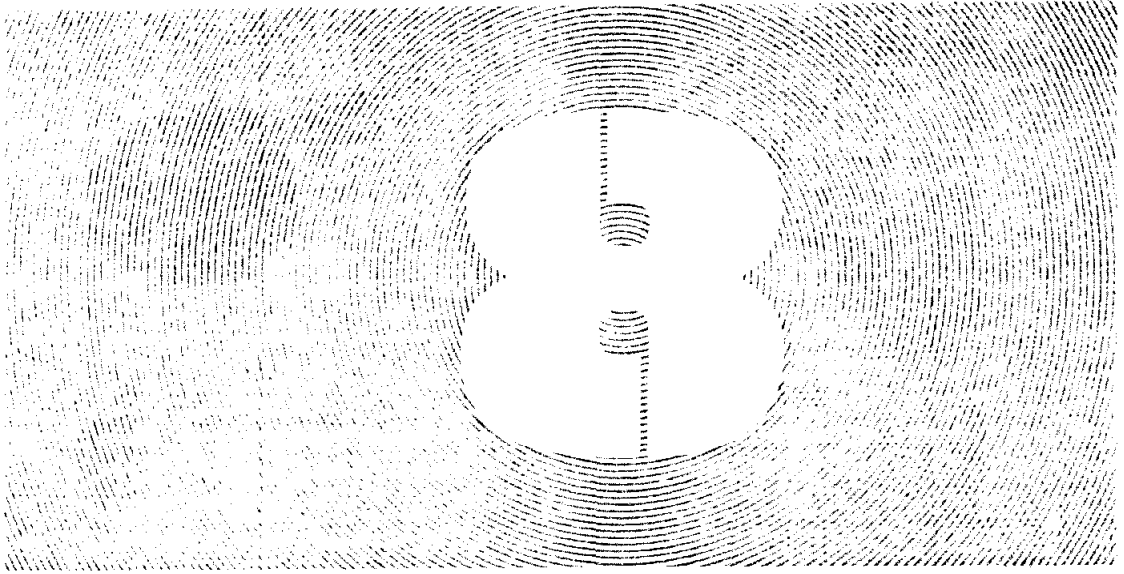




---

## หลักฐานทางธรณีวิทยา

8



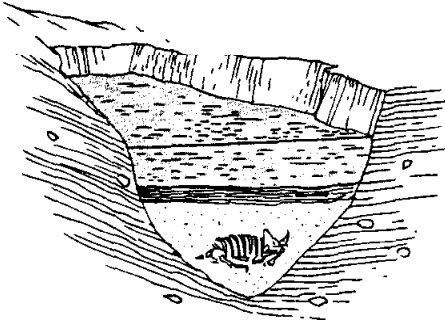
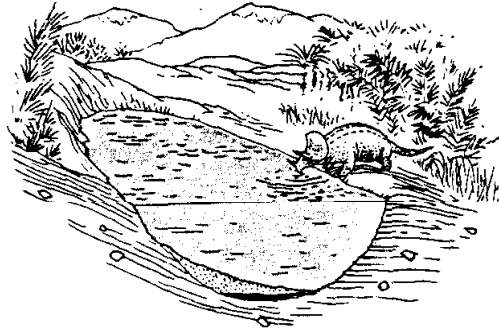
## หลักฐานทางธรณีวิทยา

การศึกษาวิวัฒนาการจากหลักฐานทางธรณีวิทยา เป็นหลักฐานที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีต นักวิทยาศาสตร์เพียงแต่นำซากโบราณเหล่านั้นมาเป็นหลักฐานในการวิเคราะห์ถึงการกำเนิดสิ่งมีชีวิต และชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีต พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน และติดตามการวิวัฒนาการตลอดระยะเวลาที่มีสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นกำเนิดขึ้นบนโลกจนกระทั่งถึงปัจจุบัน

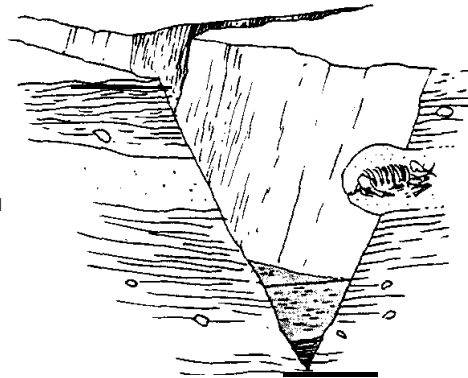
### FOSSILS

**Fossil** คือ ซากหรือร่องรอยดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่เคยมีชีวิตเมื่อหลายร้อยล้านปีมาแล้ว ถูกทับถมเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ดังรูปการเกิด fossil รูปที่ 8.1 โดยทั่วไปพืชและสัตว์ที่ตายไปแล้ว จะถูกสัตว์หรือจุลินทรีย์บางชนิดมากินหรือทำลายจนไม่ค่อยจะมีซากที่สมบูรณ์เหลืออยู่ โดยเฉพาะส่วนที่อ่อน ๆ จะถูกทำลายก่อน ยกเว้นในกรณีที่ทำให้เกิด fossil จะคงมีซากหลงเหลืออยู่โดยวิธีดังต่อไปนี้

(1) An animal drinking at a water hole accidentally slips and drowns.



(2) The carcass is buried by silt and mud; the soft parts usually decay leaving a skeleton trapped in the sediments. Geological processes turn the sediments to shale or sandstone.



(3) Much later (perhaps millions of years) erosion cuts through the sediments and uncovers the fossil.

รูปที่ 8.1 แสดงขั้นตอนในการเกิด fossil (29)

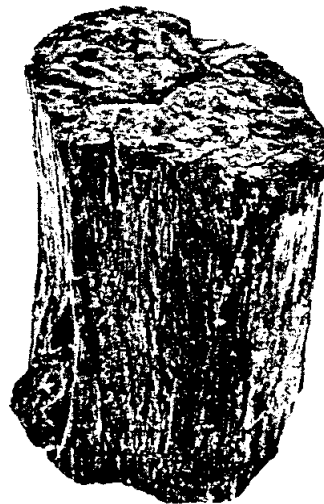
### ชนิดของ Fossil

1) **Refrigeration** เป็นการแช่เย็นโดยธรรมชาติ พบในสัตว์ที่ตายแล้วอยู่ในยุคน้ำแข็งตัวผิวน้ำแข็งไม่เน่าเปื่อยอยู่ได้หลายปี เป็น fossil ที่ไม่เสียหายเลย เช่น พบช้างโบราณ

ชื่อ Mammoth งายาวโค้ง ขนปุย ในไซบีเรีย พบแรดมีขนยาวปกคลุมร่างกายป้องกันความหนาว โดยพบทั้งตัวมีอวัยวะครบแช่เย็นอยู่

**2) Mummification** เป็นการแช่น้ำยา เป็นการเก็บถนอมสิ่งมีชีวิตโดยใช้สารเคมี โดยสารเคมีซึมเข้าไปในตัวสัตว์ทำให้ไม่เน่าคล้ายกับมัมมี่ในอียิปต์ (Egypt) พบแรดโบราณในโปแลนด์ฝังตัวอยู่ในดินบ่อน้ำมัน น้ำมันเก็บรักษา (preserve) แรดโบราณไม่ให้เน่า นอกจากนี้พบในอเมริกา นิวเม็กซิโก เช่น พบลิงลม (ground sloth) อยู่ตามพื้นดิน พบจมอยู่ในมูลค้างคาว ซึ่งมีในเขตร้อนมาก ช่วย preserve ไม่ให้เน่า และพบ fossil ในยางของต้นไม้ เช่น Amber พบแมลงต่าง ๆ ยางสน พบทางทะเลบอลติก ทางเหนือของยุโรป ส่วนมากเป็น fossil ของแมลง สัตว์เลื้อยคลานเล็ก ๆ ไข่เดือนดิน พวก crustacean ดอกไม้ และต้นไม้ พบมากในยุค Tertiary ราว ๆ 70 ล้านปีมาแล้ว พบฝังในยางไม้กลายเป็นอำพัน

**3) Petrification** เป็นการเกิด fossil อีกวิธี โดยสารอินทรีย์ (organic compound) ซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วทันที เรียกว่าเกิด Petrification เช่น ต้นไม้ใต้ดินมากมาย ที่โคราชพบหินแข็งเป็นแบบวงปี (Annual ring) ของต้นไม้ เห็นส่วนของ xylem, phloem ที่ชาวบ้านชอบเรียกว่าไม้กลายเป็นหิน เพราะเกิด Petrification ต้นไม้ที่ล้มตายลงทับถมอยู่ในชั้นต่าง ๆ ของพื้นโลก เราเรียกไม้ที่กลายเป็นหินว่า Petrified wood ดังรูปที่ 8.2



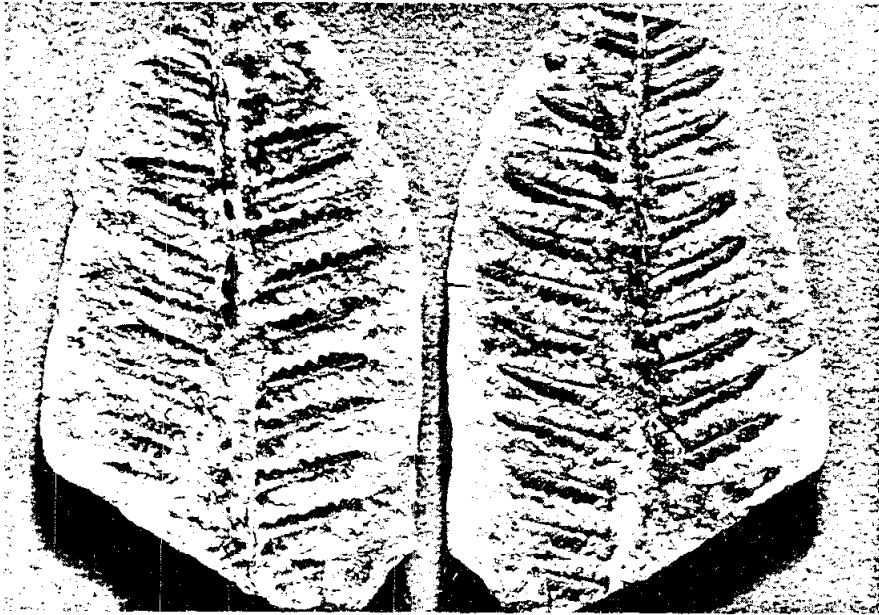
รูปที่ 8.2 ตัวอย่าง petrified wood (29)

4) **Impression & cast impression** เป็นการเกิด fossil อีกวิธีโดยการกดหรือพิมพ์แบบของสิ่งมีชีวิตลงในชั้นดินหรือหิน ดังรูปที่ 8.3 เกิดในสิ่งมีชีวิตตัวเล็กๆ จะเห็นรอยพิมพ์อยู่ที่หินนั้น เช่น แมงกระพรุนจมในโคลน หรือการเกิด fossil แบบ cast เป็นการพิมพ์แบบหล่อเกิดแบบนี้เห็นทั้งตัว พบที่หิน เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ ผลไม้ ดอกไม้ ดังรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.3 ตัวอย่าง fossil ชนิด Impression ซึ่งเป็นกิ่งของ Metasequoia (29)

ชั้นหินที่พบ เช่น หินชนวน หินดินดาน หินน้ำมัน พบแมงกระพรุน ปลา เปลือกหอย หอยปากเปิด เป็นต้น

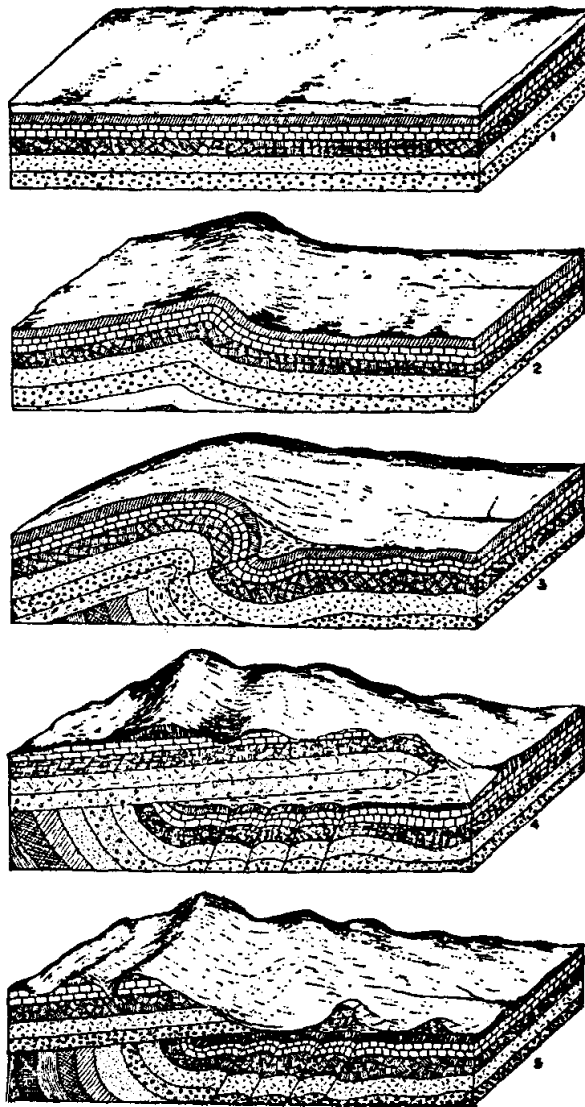


รูปที่ 8.4 ตัวอย่าง fossil ชนิด cast ของ fern (29)

**5) Coproliths** การเกิด fossil แบบนี้เกิดจากมูลของสัตว์ที่ทับถมกันมาก ๆ และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาอย่างรวดเร็วกลายเป็นหิน สัตว์ต่าง ๆ ที่มีมูลและเปลี่ยนแปลงแบบนี้พบการเกิด fossil แบบ coproliths มาก และรวมทั้งพวกพยาธิที่อาศัยอยู่กับสัตว์พวกนี้ เช่นอยู่ในทางเดินอาหาร

**6) Ichnite** การพบ fossil แบบนี้ พบจากรอยเท้า รอยการเคลื่อนไหวของสัตว์ไปตามพื้นดิน รอยพิมพ์ รอยของเท้าของสัตว์เลื้อยคลาน พวกหนอนในดิน การไชซอนตามดิน ร่องรอยต่าง ๆ นี้คงสภาพอยู่นานหลายร้อยปี เป็น fossil ชนิดหนึ่งที่ได้จากร่องรอยของสัตว์

**7) Weather marking** รอยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และร่องรอยต่าง ๆ นี้ยังคงอยู่ในชั้นหินนับเวลานาน ๆ เป็นหลายร้อยปี เช่น รอยคลื่นตามชายทะเลเมื่อแหล่งทะเลเปลี่ยนไปเป็นพื้นดินหรือภูเขาที่ยังเห็นร่องรอยอยู่ รอยคลื่นลมพัด รอยฝนตกเป็นเม็ด ๆ เป็นต้น



รูปที่ 8.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก จากความร้อนภายในโลกดันโป่งขึ้นมา (19)

### การคำนวณอายุของ Fossil

fossil ของสิ่งมีชีวิตที่ล้มตายและถูกทับถมเป็นเวลาหลาย ๆ ล้านปี ยิ่งอยู่ลึกมากเท่าใดก็ยิ่งมีอายุมาก เรียกหินที่ทับถมกันเป็นชั้น ๆ ว่า sedimentary rock การที่จะเห็น fossil ชั้นล่าง ๆ ได้ โดยเกิดการเกิด denudation คือการที่ความร้อนในโลกดันไปขึ้นมา ส่วนที่ไปขึ้นมาเรียกว่า escarpment จึงทำให้เห็น fossil ดังรูปที่ 8.5

การศึกษาคำนวณอายุของ fossil ในปัจจุบันใช้ radioactive ศึกษา half - life ของหิน radioactive ที่ใช้ได้แก่  $U^{238}$  ศึกษาว่า half - life ของ  $U^{238}$  จะย่อยเป็น nonradioactive daughter isotope ภายในเวลาเท่าไร นอกจากนี้ยังใช้  $C_{14}$  ในการคำนวณหาอายุของ fossil ที่อายุไม่ค่อยมากนัก

## THE GEOLOGICAL TIME SCALE

ดังตารางที่ 8.1 แบ่งเป็นมหายุค (Era) ได้ 4 มหายุค ได้แก่

มหายุคเริ่มต้น Precambrian ประมาณ 4.5 - 5 พันล้านปีมาแล้ว

มหายุค Paleozoic เริ่มเมื่อประมาณ 600 ล้านปีมาแล้ว .

มหายุค Mesozoic เริ่มเมื่อประมาณ 230 ล้านปีมาแล้ว

มหายุค Cenozoic เริ่มเมื่อประมาณ 63 ล้านปีมาแล้ว

### มหายุค Precambrian

เป็นช่วงที่โลกเกิดขึ้น เริ่มมีก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้น จากนั้นสารประกอบอินทรีย์ก็เริ่มรวมตัวกันและด้วยอาณูภาพพลังงานแสงอาทิตย์และประจุไฟฟ้า ทำให้ได้สารประกอบอินทรีย์แบบง่าย ๆ และแบบสลับซับซ้อนตามลำดับ เริ่มกำเนิดสิ่งมีชีวิต โดยพบ fossil ครั้งแรกในทวีปแอฟริกาทางใต้ ต่อมาพบสาหร่ายอยู่ในหินปูนที่อินโดนีเซียทางตอนใต้เรียก fossil นี้ว่า Collenia ข้างในมีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากมาย และยังพบกราฟไฟต์มากมายในหินซึ่งเป็นส่วนประกอบของคาร์บอน ส่วนสัตว์ที่พบได้แก่พวกหนอน และพวก metazoa แต่ยังไม่พบเป็นส่วนใหญ่



ตารางที่ 8.1 แสดงตารางเวลาทางธรณีวิทยา (29)

Era	Period	Epoch	Approximate Beginning (millions yrs. B.P.)	Approximate Duration (millions yrs.)	Plants	Animals
Cenozoic	Quaternary	Recent	0.01	0.01	Decline of woody plants; rise of <b>herbaceous</b> plants Extinction of many species	Modern humans  Ice ages; evolution of humans; giant mammals
		Pleistocene	3	3		
	Tertiary	Pliocene	10	7	Forests decline, grasslands spread	Early <b>hominids</b>
		Miocene	25	15		Spread of anthropoid apes
		Oligocene	40	15	Monocotyledons become common	<b>First anthropoids</b> ; some modern genera of mammals
		Eocene	60	20		Many modern mammalian <b>families</b> appear
Paleocene	70	10	Rise of monocots; <b>dicots</b> common	Most modern orders of mammals appear		
Mesozoic	Cretaceous		135	65	Flowering plants spread; gymnosperms <b>decline</b>	First modern birds; <b>some</b> modern orders of mammals; dinosaurs become <b>extinct</b> at end of period
	Jurassic		180	45	<b>Cycads</b> and conifers common; probable origin of angiosperms	Dinosaurs dominant; first birds <b>and animals</b>
	Triassic		225	45	Extinction of seed ferns, gymnosperms dominant	Labyrinthodont amphibians; mammal-like reptiles; first dinosaurs

Permian	270	45	Decline of lycopods and horsetails; seed ferns and gymnosperms dominate	Reptiles replace amphibians as dominant land animals
Carboniferous	350	60	Tropical coal forests, lycopods and horsetails dominant	First reptiles; amphibians dominant; insects common
Devonian	400	50	First seed plants (gymnosperms), forests	Fish dominant; sharks abundant; first amphibians
Silurian	440	40	Evidence of primitive land plants	Marine arachnids dominant; arthropods invade land
Ordovician	500	60	Probable origin of land plants	First vertebrates (jawless fishes); invertebrates dominate the seas
Cambrian	600	100	Marine algae diversify	All major invertebrate phyla appear suddenly, trilobites, brachiopods dominant
Pre-Cambrian	From origin of earth 4 5-5.0 billion years ago		Primitive aquatic plants-algae, fungi	Marine protozoa, few molluscs, some worms and other soft metazoans

## มหายุค Paleozoic

ช่วงนี้แบ่งเป็น 6 ยุคด้วยกัน ได้แก่

### 1) Cambrian

ยุคนี้กินเวลาประมาณ 100 ล้านปี ช่วงนี้ทะเลยังตื้นโดยเฉพะระหว่างทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้ ทำให้สัตว์อพยพ (migrate) ไปมาได้ พบสาหร่ายทะเลมากมาย พบหอยปากเปิด (brachiopod) (ดั่งรูปที่ 8.6) และพวก trilobite (ดั่งรูปที่ 8.7, 8.8) สัตว์สองชนิดนี้พบ dominant มาก นอกจากนี้ยังพบ ฟองน้ำ หนอน แมงกระพรุน ส่วนพวกหอยที่พบได้แก่พวก cephalopod

### 2) Ordovician

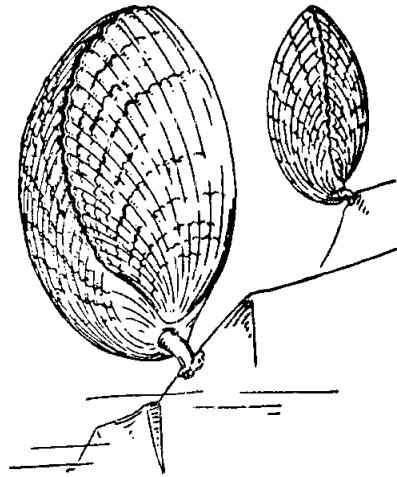
ยุคนี้กินเวลาประมาณ 60 ล้านปี เป็นยุคที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวโลกบริเวณที่เคยเป็นทะเลก็กลายเป็นส่วนของแผ่นดิน ยุคนี้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง dominant มากในทะเล ได้แก่ พวกฟองน้ำ ปะการัง (ดั่งรูปที่ 8.9) coelenterate, echinoderm พวกหอยเม่น, พวก crinoid (ดั่งรูปที่ 8.10) พวก graptolites (ดั่งรูปที่ 8.11) หอยพวก cephalopod nautiloids (ดั่งรูปที่ 8.12) bryozoa ยุคนี้เป็นยุคแรกที่พบสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกแรกคือ jawless fish ที่เรียกว่า ostracoderm (ดั่งรูปที่ 8.13) ที่หัวมีเปลือกแข็งหุ้ม

### 3) Silurian

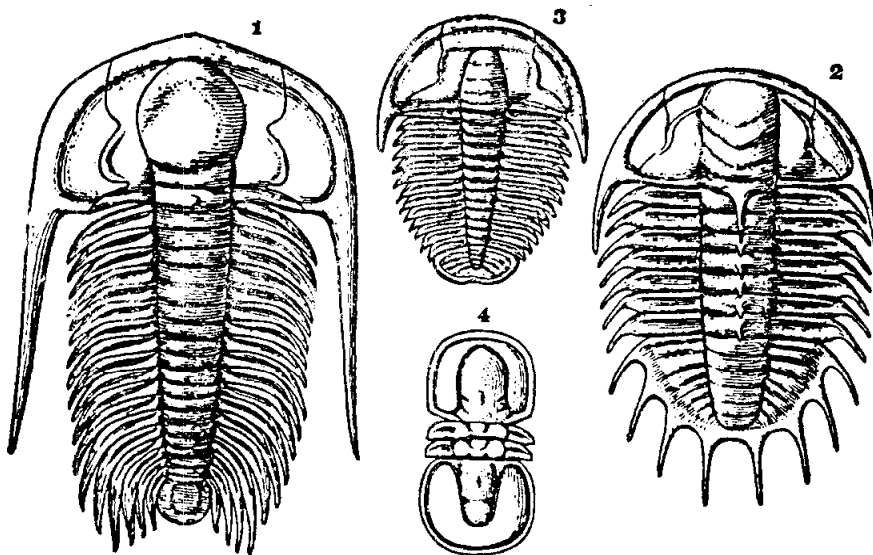
ยุคนี้กินเวลาประมาณ 40 ล้านปี พืชที่พบส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายที่มีหินปูนอยู่ด้วย สัตว์ที่พบมากได้แก่พวก arachnids ในทะเล เช่น eurypterid (ดั่งรูปที่ 8.14) พวก sea scorpion (ดั่งรูปที่ 8.15) นอกจากนี้ยังพบ trilobite อีกด้วย (ดั่งรูปที่ 8.16) พวกสัตว์มีกระดูกสันหลังนอกจากพบ ostracoderm แล้วยังพบปลาพวก placoderm ซึ่งเป็นปลาพวกแรกที่มี jaw

### 4) Devonian

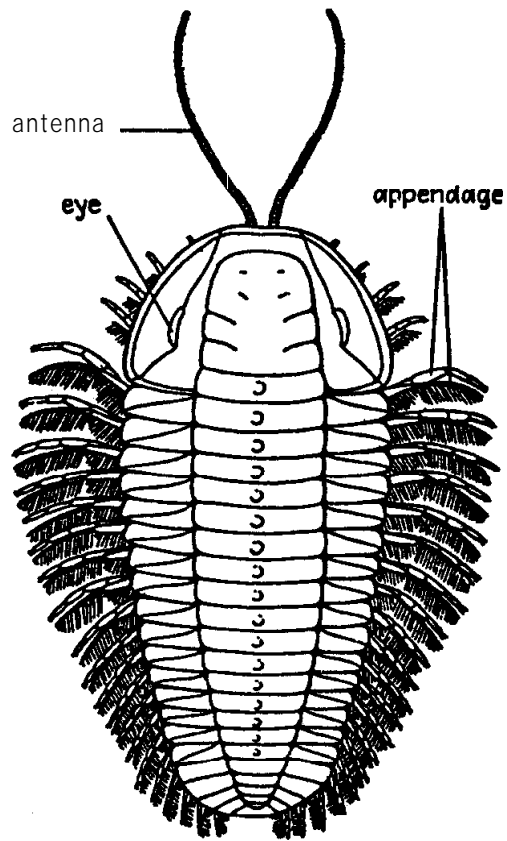
ยุคนี้กินเวลาประมาณ 50 ล้านปี พืชที่พบเป็นพืชที่มีเมล็ดพวกแรก ยุคนี้ได้ชื่อว่าเป็น **Age of fishes** พบปลา dominant มากที่สุด ได้แก่ปลา placoderm (ดั่งรูปที่ 8.17) ปลา Crossopterygian (ดั่งรูปที่ 8.18) ปลาฉลาม (ดั่งรูปที่ 8.19) นอกจากนี้ยังพบพวก ammonites (ดั่งรูปที่ 8.20) ในยุคนี้พบสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเป็นพวกแรก ชื่อว่า labyrinthodonts (ดั่งรูปที่ 8.21)



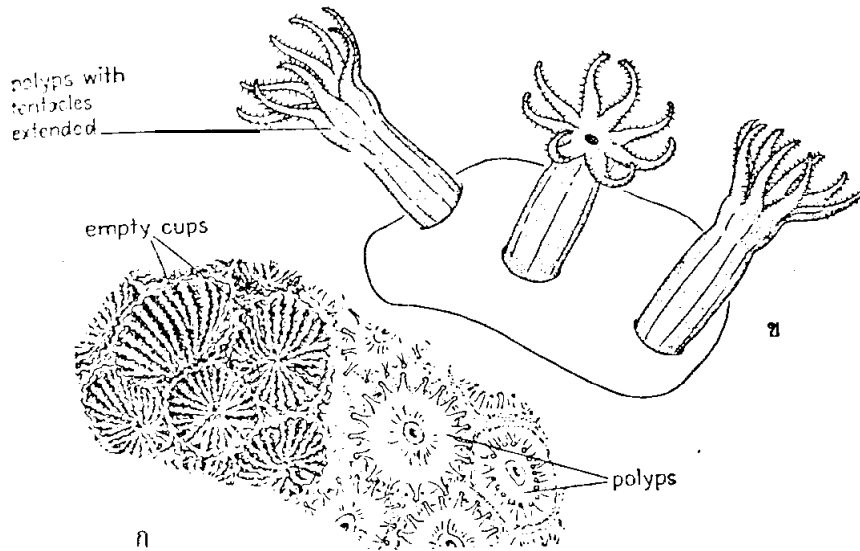
รูปที่ 8.6 หอยปากเปิด (Brachiopods) เกาะติดกับหินโดยใช้ pedicles ฝาทั้ง 2 ด้านไม่เท่ากัน (Cambrian) (19)



รูปที่ 8.7 ชนิดต่างๆ ของ trilobites (Cambrian) (19)

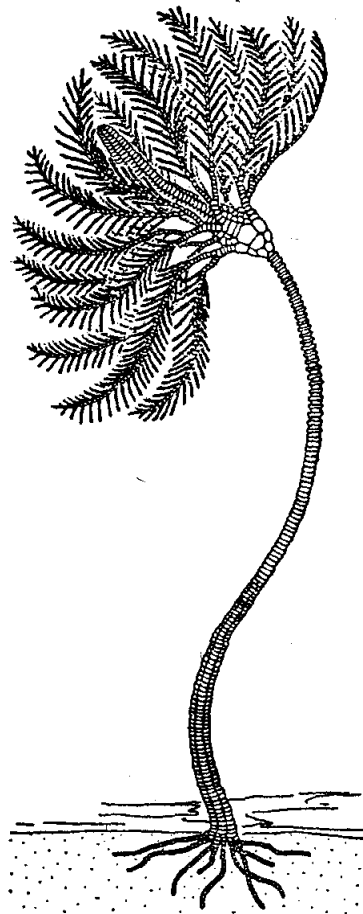


รูปที่ 8.8 รูปร่างลักษณะของ trilobite (Cambrian) (19)

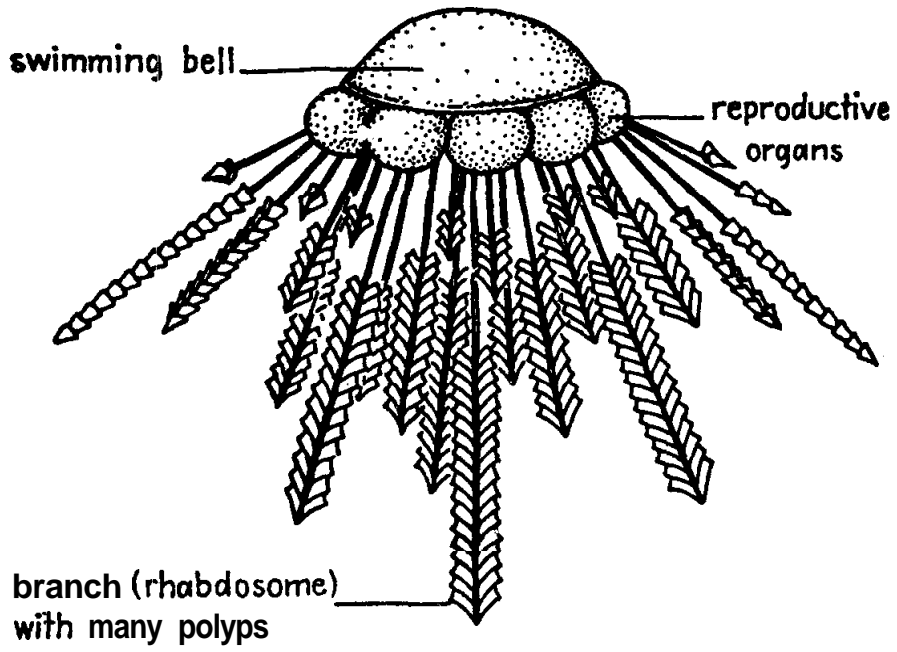


รูปที่ 8.9 (f1) ปะการัง ที่มองเห็นจากด้านบน

(ข) polyp form ของพวก coelenterate เช่น hydra (Ordovician) (19)

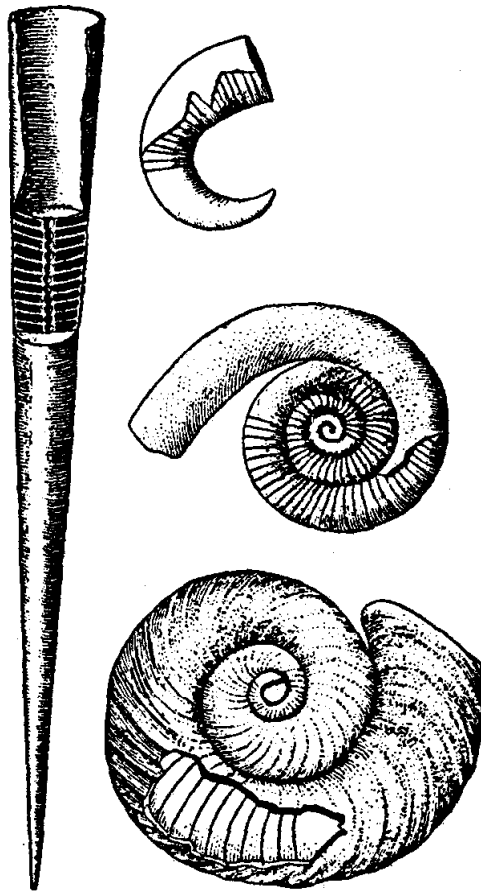


รูปที่ 8.10 ตัวอย่างของพวก crinoid (Ordovician) (19)

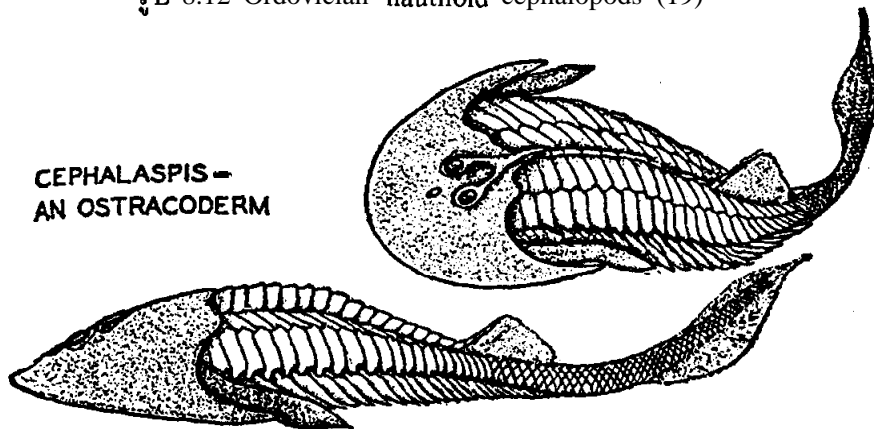


รูปที่ 8.11 Graptolite colony (Ordovician) (19)



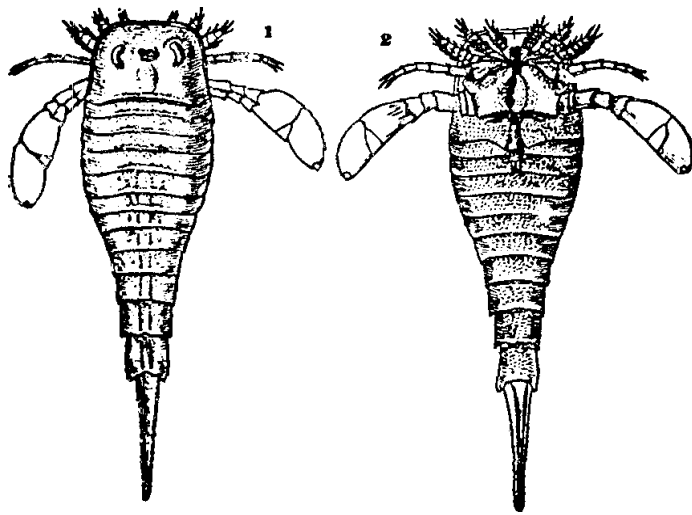


รูป 8.12 Ordovician nautiloid cephalopods (19)

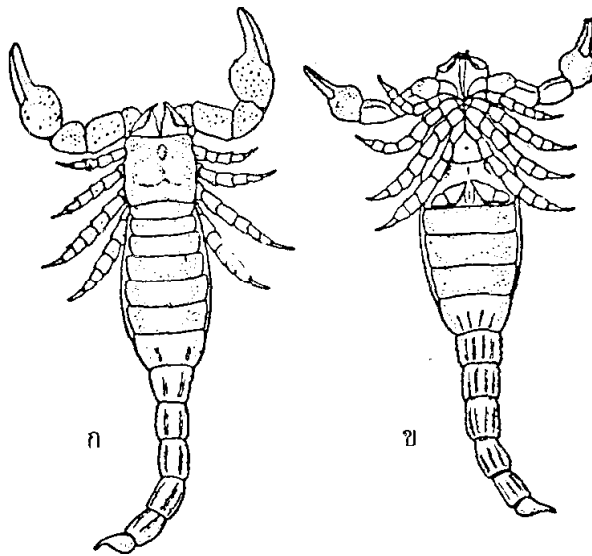


CEPHALASPIS - AN OSTRACODERM

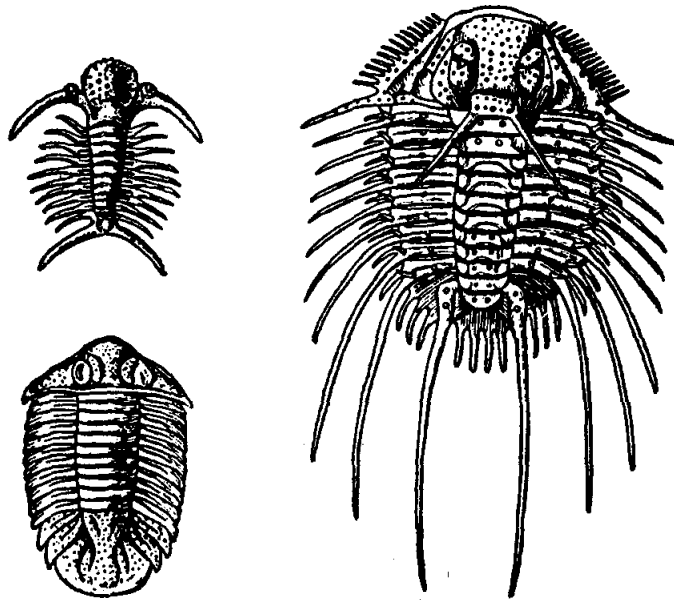
รูปที่ 8.13 แสดง jawless fish (Ordovician) (ostracoderm ยาวประมาณ 1 ฟุต) (19)



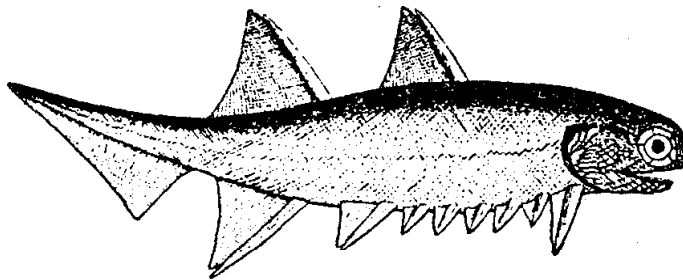
รูปที่ 8.1'4, Silurian eurypterid (1) ด้านหลัง (2) ด้านข้าง (19)



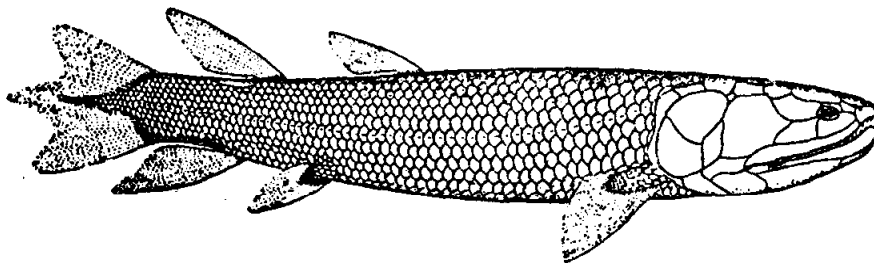
รูปที่ 8.15 Silurian scorpions (ก) ด้านหลัง  
(ข) ด้านท้อง (19)



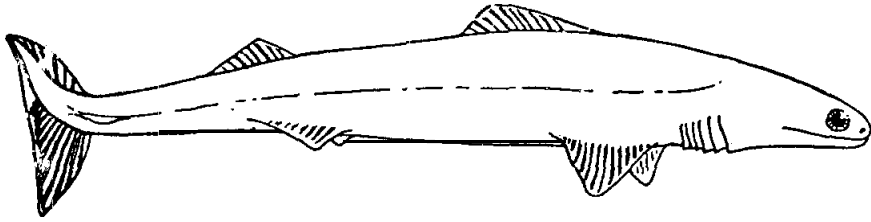
รูปที่ 8.16 Silurian trilobites (19)



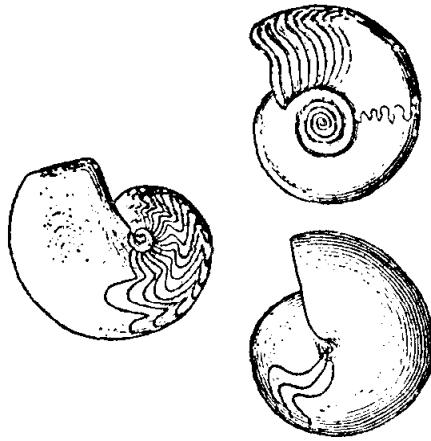
รูปที่ 8.17 ปลา placoderm (Climatius) ยุค Devonian ยาวประมาณ 3 นิ้ว (19)



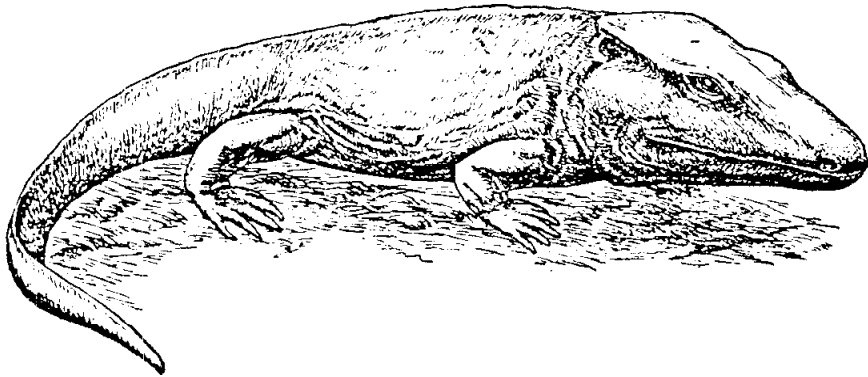
รูปที่ 8.18 ปลาพวก Crossopterygian (Eusthenopteron) (Devonian) ยาวประมาณ 2 ฟุต (19)



รูป 8.19 ฉลาม ในยุค Devonian ยาวประมาณ 3 ฟุต (19)



รูปที่ 8.20 Devonian ammonite (goniatites) (19)



รูปที่ 8.21 สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำพวกแรก labyrinthodont (Diplovertebron) ยาวประมาณ 2 ฟุต (19)

## 5) Carboniferous

แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่

**5.1) Lower Carboniferous** หรือ **Mississippian period** ยุคนี้มีต้นไม้ที่เป็นตัวเริ่มของถ่านหิน เช่นพวก Equisetum (horse tail), seed fern, gymnosperm, lycopods, พวก sea weed มีมากในยุคนี้ เป็นตัวสร้างหินปูน สัตว์ที่มีหินปูนมากเช่น พวกปะการัง, หอยปากเปิด, พวก crinoid, พวกหอยต่าง ๆ และมีพวกสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ dominant มาก

**5.2) Upper Carboniferous** หรือ **Pennsylvanian period** ยุคนี้พบ fossil ที่เป็นถ่านหินมากมาย ตอนปลายของยุคนี้ต้นไม้ขนาดใหญ่เริ่มตายกลายเป็นถ่านหิน ยุคนี้เริ่มจะพบสัตว์เลื้อยคลาน พวกแมลงมีปีก (ดังรูปที่ 8.22) พบ fossil ของแมลงปอมีปีกกว้างถึง 30 นิ้ว อากาศยุคนี้เริ่มหนาวและแห้งแล้ง

## 6) Permian

ยุคนี้กินระยะเวลาประมาณ 45 ล้านปี พบ seed fern และ gymnosperm dominant มาก พวกปรอง (Cycads) เริ่มมีในยุคนี้ แมลงมีปีกมีมากขึ้น พวก ammonites มีในทะเลมาก ยุคนี้สัตว์เลื้อยคลานเริ่มเกิดขึ้น พวกแรกได้แก่ Cotylosaur (ดังรูปที่ 8.23)

## มหายุค Mesozoic

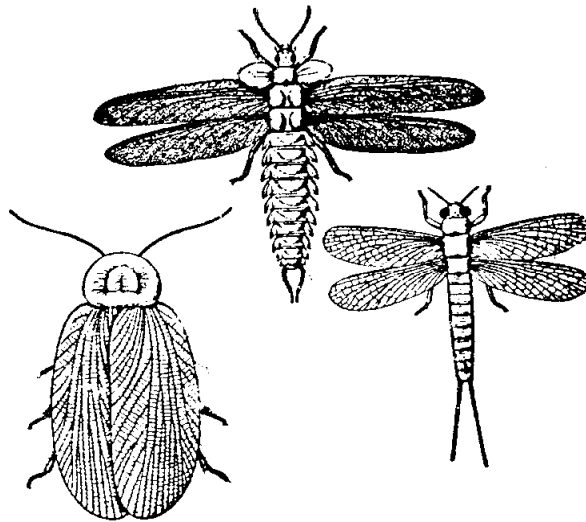
ได้ชื่อว่าเป็น **Age of Reptiles** มหายุคนี้แบ่งออกเป็น 3 ยุคด้วยกันได้แก่

### 1) Triassic

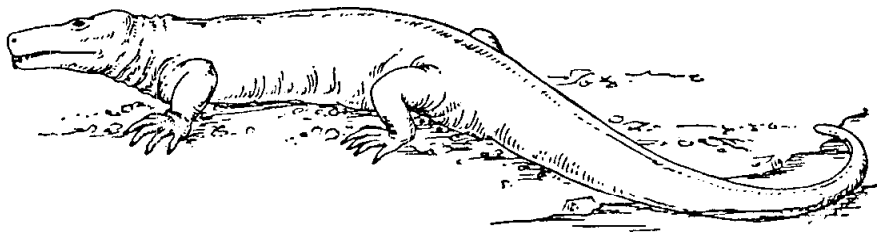
ยุคนี้กินระยะเวลาประมาณ 45 ล้านปี พืชพวก gymnosperm มี dominant มาก พวก arthropod บนบกมีมาก พวก crustacean มีแพร่หลายในทะเล สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเริ่มสูญพันธุ์ เริ่มมีพวกสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก พวกไดโนเสาร์ ปลายยุค Triassic พบบรรพบุรุษของสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมซึ่งเป็นพวกสัตว์เลื้อยคลานออกลูกเป็นไข่

### 2) Jurassic

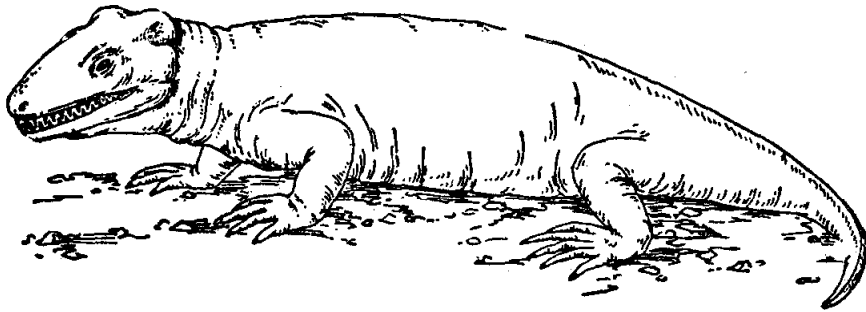
ยุคนี้กินระยะเวลาประมาณ 45 ล้านปี พบ sea weed มาก เริ่มมีพืชพวก angiosperm ยุคนี้ไดโนเสาร์ dominant มาก พบ Ichthyosaur ซึ่งเป็นสัตว์เลื้อยคลานที่ว่ายน้ำได้เหมือนปลา สัตว์เลื้อยคลานขนาดใหญ่เช่น Plesiosaur และเริ่มพบบรรพบุรุษของนกชื่อว่า Archaeopteryx ซึ่งมีลักษณะของสัตว์เลื้อยคลาน



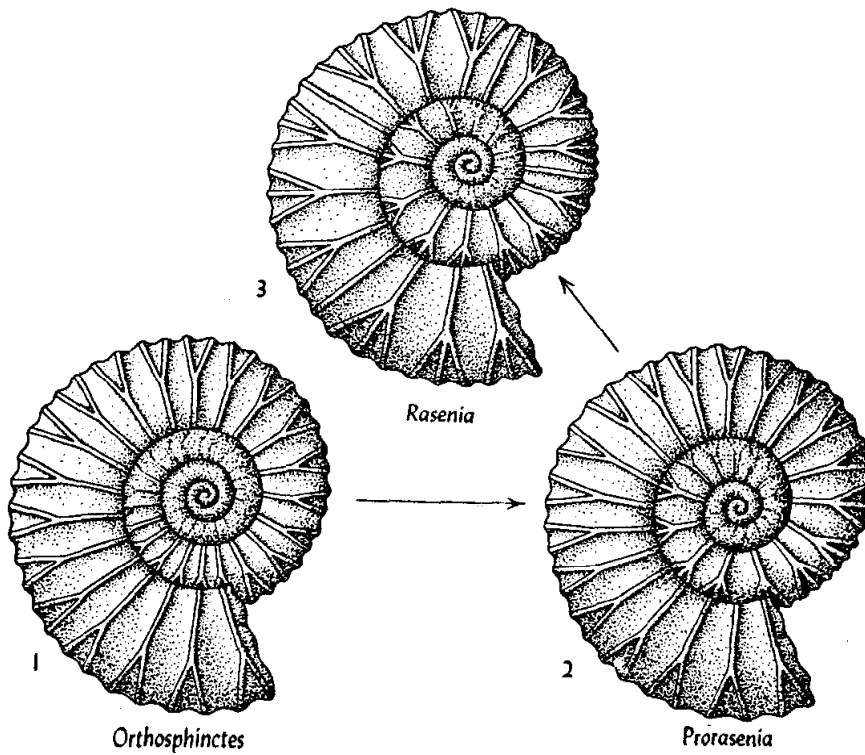
รูปที่ 8.22 แมลงยุค Pennsylvanian พวก Paleodictyoptera (19)



รูปที่ 8.23 สัตว์เลื้อยคลานในยุค Permian พวก Cotylosaur (Limnoscelis) ยาวประมาณ 5 ฟุต (19)



รูปที่ 8.24 สัตว์มีกระดูกสันหลังในยุค Permian ได้แก่ Seymouria ซึ่งมีลักษณะรวมทั้งสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์เลื้อยคลาน ยาวประมาณ 20 นิ้ว (19)



รูปที่ 8.25 Jurassic ammonites (34)

### 3) Cretaceous

ยุคนี้กินระยะเวลาประมาณ 65 ล้านปี เริ่มพบพืชมีดอก สัตว์เลี้ยงลูกนลดลง ไดโนเสาร์ เริ่มสูญพันธุ์ในยุคนี้ เริ่มมีนกปัจจุบันมากขึ้น ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภท marsupian และ placenta เริ่มเกิดขึ้น แต่ลักษณะรูปร่างยังมีขนาดเล็ก

## มหายุค Cenozoic

ได้ชื่อว่าเป็น **Age of Angiosperm** และ **Age of Mammal** มหายุคนี้แบ่งเป็น 2 ยุค

### 1) Tertiary แบ่งเป็น 5 Epoch

**1.1) Paleocene** กินระยะเวลาประมาณ 10 ล้านปี เริ่มมีพืชพวก monocotyledon สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมปัจจุบันก็เริ่มเกิดขึ้น

**1.2) Eocene** กินระยะเวลาประมาณ 20 ล้านปี พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเลได้แก่ ปลาวาฬ ปลาโลมา พะยูน นอกจากนี้ก็พบปะการัง, annelid, หอยกาบคู่ชนิดต่าง ๆ, ปลา teleost มีมาก

**1.3) Oligocene** กินระยะเวลาประมาณ 15 ล้านปี เป็นช่วงที่พืชดอกแพร่มากขึ้น พวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวเล็กแรกเริ่มสูญพันธุ์ ช่วงนี้เป็นช่วงวิวัฒนาการของม้า พบสิงโต เช่น อูรังอุตัง และพบ modern reptile, modern bird แพร่มากขึ้นเพราะอากาศอบอุ่นขึ้น

**1.4) Miocene** กินระยะเวลาประมาณ 15 ล้านปี พบพวก anthropoid apes มีมาก

**1.5) Pliocene** กินระยะเวลาประมาณ 7 ล้านปี ต้นไม้ใหญ่เริ่มลดลง พื้นดินมีทุ่งหญ้ามากขึ้น สัตว์ทั้งหลายที่พบเหมือนในปัจจุบัน

### 2) Quarternary แบ่งเป็น 2 Epoch

**2.1) Pleistocene** กินระยะเวลาประมาณ 3 ล้านปี เป็นช่วงยุคน้ำแข็งอากาศเย็นลง มีภูเขาคิมะละลายลงมา ทำให้พืชและสัตว์สูญพันธุ์ไปมาก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวใหญ่สูญพันธุ์หมด เช่น ground sloth, เสือเขี้ยวยาว (Saber-toothed tiger), ช้างโบราณ (mammoth) ที่เหลืออยู่ได้แก่ม้าปัจจุบันที่มีนิ้วเดียวและเริ่มเกิด early man มีลักษณะครึ่งคนครึ่งลิง

**2.2) Recent** ได้ชื่อว่าเป็น **Age of Man** พืชที่ dominant เป็นพวก herbaceous สัตว์ที่พบเหมือนสัตว์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในปัจจุบัน



## บทบทวน

**Fossil** – คือซากหรือร่องรอยดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่เคยมีชีวิตเมื่อหลายร้อยล้านปีมาแล้ว ถูกทับถมเป็นระยะเวลาช้านาน และยังคงสภาพเดิมอยู่

### ชนิดของ Fossil

- Refrigeration เช่น ช้างโบราณ
- Mummification เช่น แรดโบราณ ลิงลม
- Petrification เช่น หินแข็งเป็นวงปีของต้นไม้
- Impression & Cast เช่น แมงกระพรุน เฟิร์น
- Coproliths เช่น มูลสัตว์
- Ichnite เช่น รอยเท้า รอยเคลือบไผ่
- Weather marking เช่น รอยคลื่น รอยฝนตก

### การคำนวณอายุของ Fossil

- ใช้ยูเรเนียม ( $U^{238}$ ) หรือ คาร์บอน ( $C_{14}$ )

### มหายุค Precambrian

- พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว
- พบกราฟไฟต์
- พบพวกหนอน

### มหายุค Paleozoic

- ยุค Cambrian พบสาหร่ายทะเล สัตว์พวกหอยปากเปิด trilobite มากมาย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเริ่มเกิดขึ้น
- ยุค Ordovician พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมากมายเป็นยุคแรกที่พบสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกแรกคือ ปลาไม่มีขากรรไกร ชื่อ ostracoderm
- ยุค Silurian พบพวก arachnids ในทะเลมีมากมาย และพบพวก arthropods บนบก พบปลาที่มีขากรรไกรพวกแรก ชื่อ placoderm
- ยุค Devonian พบพืชที่มีเมล็ดเป็นครั้งแรก พวกปลามีมากมาย และพบสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำพวกแรก ชื่อ Labyrinthodonts

- ยุค Carboniferous ยุคนี้มีต้นไม้ที่เป็นตัวเริ่มของถ่านหิน พบสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำมากมาย เริ่มพบสัตว์เลื้อยคลาน
- ยุค Permian พบพืชพวก Seed fern และพืชพวก gymnosperm มากมาย สัตว์เลื้อยคลานที่เกิดพวกแรก ชื่อ Cotylosaur

### มหายุค Mesozoic – Age of Reptiles

- ยุค Triassic พบพืชพวก gymnosperm มากมาย เริ่มพบไดโนเสาร์
- ยุค Jurassic เริ่มพบพืชพวก angiosperm เป็นยุคที่มีไดโนเสาร์มากมาย เริ่มพบบรรพบุรุษของนก ชื่อ Archaeopteryx
- ยุค Cretaceous พบพืชมีดอกทั่วไป ไดโนเสาร์เริ่มสูญพันธุ์ พบนกปัจจุบัน และสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมขนาดเล็ก

### มหายุค Cenozoic – Age of Angiosperm และ Age of Mammal

- ยุค Tertiary มีทุ่งหญ้ามาก พบสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมทั่วไป รวมทั้ง anthropoid apes มีมาก
- ยุค Quarternary เป็นยุคของมนุษย์ และสัตว์ที่พบในปัจจุบัน

### คำถามท้ายบท

- 1- Fossil คืออะไร เกิดได้กี่วิธี พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
- 2- จงอธิบายถึงมหายุคและยุคต่าง ๆ ของตารางเวลาทางธรณีวิทยา และสัตว์ที่พบมากมาย (dominant) ในแต่ละยุค