

古生代的生物與環境

National Taiwan Normal University

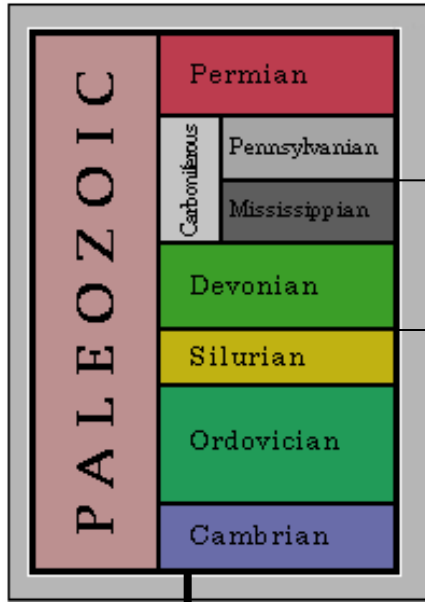
講師：葉孟宛

一、古生代的生物與環境(一)

古生代的生物與環境

- 洪水，冰河，盤古大陸Pangea的誕生
- 海洋行星 - 生物大遷移

一、古生代的生物與環境(一)



晚

中

早

543-248 Myr

Geologic Time Scale

Eon	Era	Period		Age (Myrs)	Epoch
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary		0.01	Holocene
				1.8	Pleistocene
		Tertiary	Neogene	5.3	Pliocene
				23.8	Miocene
			Paleocene	33.6	Oligocene
				54.8	Eocene
	Mesozoic	Cretaceous		65	Paleocene
				144	
		Jurassic		206	
	Triassic		248		
	Paleozoic	Permian		290	
		Pennsylvanian		323	
		Mississippian		354	
		Devonian		417	
		Silurian		443	
		Ordovician		490	
	Cambrian		543		
Precambrian	Proterozoic			2500	
	Archean			3800	
	Hadean				

一、古生代的生物與環境(一)

古生代的關鍵事件

- Rodinia的分裂形成的主要的6塊大陸再次集中形成盤古大陸 - Pangea
 - 板塊聚集形成造山帶
 - 造山作用導致侵蝕作用
- 海平面上升4 次-淹沒大部分的陸塊
 - 海進 (transgression), 海退 (regression)
- 兩次冰期將行星變冷
- 生命多樣化並且移居到地上
- 3次大滅絕對生命史造成衝擊

一、古生代的生物與環境(一)

古生代主要的陸塊

- Laurentia - 北美洲
- Baltica - 歐洲
- Laurasia - 由Laurentia 和Baltica結合形成
- 西伯利亞
- Gondwana - 非洲，南美洲，印度，澳洲，南極洲
- Pangea - 晚古生代的超大陸
- Taconic ARC - Iapetus 海的火山島弧
- Avalonia - 包括英國 的微陸塊Microcontinent
- Panthalasia 海洋 – 古太平洋
- Iapetus 海洋 – 古大西洋

一、古生代的生物與環境(一)

古生代的關鍵事件

- Rodinia的分裂形成的主要的6塊大陸再次集中形成盤古大陸 - Pangea
 - 板塊聚集形成造山帶
 - 造山作用導致侵蝕作用
- 海平面上升4 次-淹沒大部分的陸塊
 - 海進 (transgression), 海退 (regression)
- 兩次冰期將行星變冷
- 生命多樣化並且移居到地上
- 3次大滅絕對生命史造成衝擊

一、古生代的生物與環境(一)

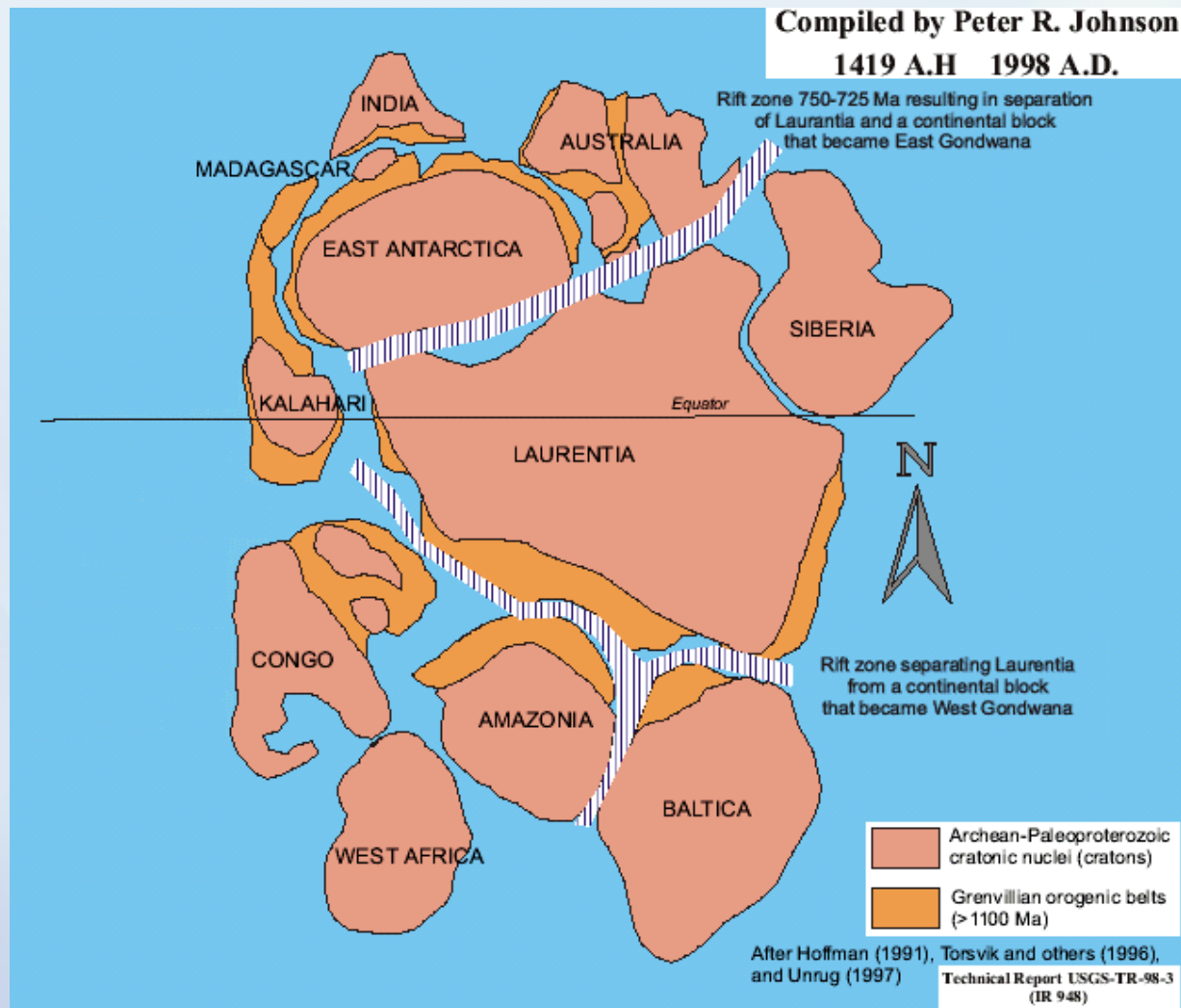
■ 大陸陸塊結構：地盾Cratons與移動的島弧



- 地盾 Cratons
 - 大陸陸塊穩定不動的部分
- Epeiric seas
 - 在地盾上方的淺海
- 移動的島弧
 - 沿著大陸邊放，收集沈積物，於陸塊碰撞時受到擠壓變形。

一、古生代的生物與環境(一)

Precambrian - Rodinia



一、古生代的生物與環境(一)

Gondwana & Laurentia



一、古生代的生物與環境(一)



寒武紀 Cambrian



Trench(Subduction Zone)

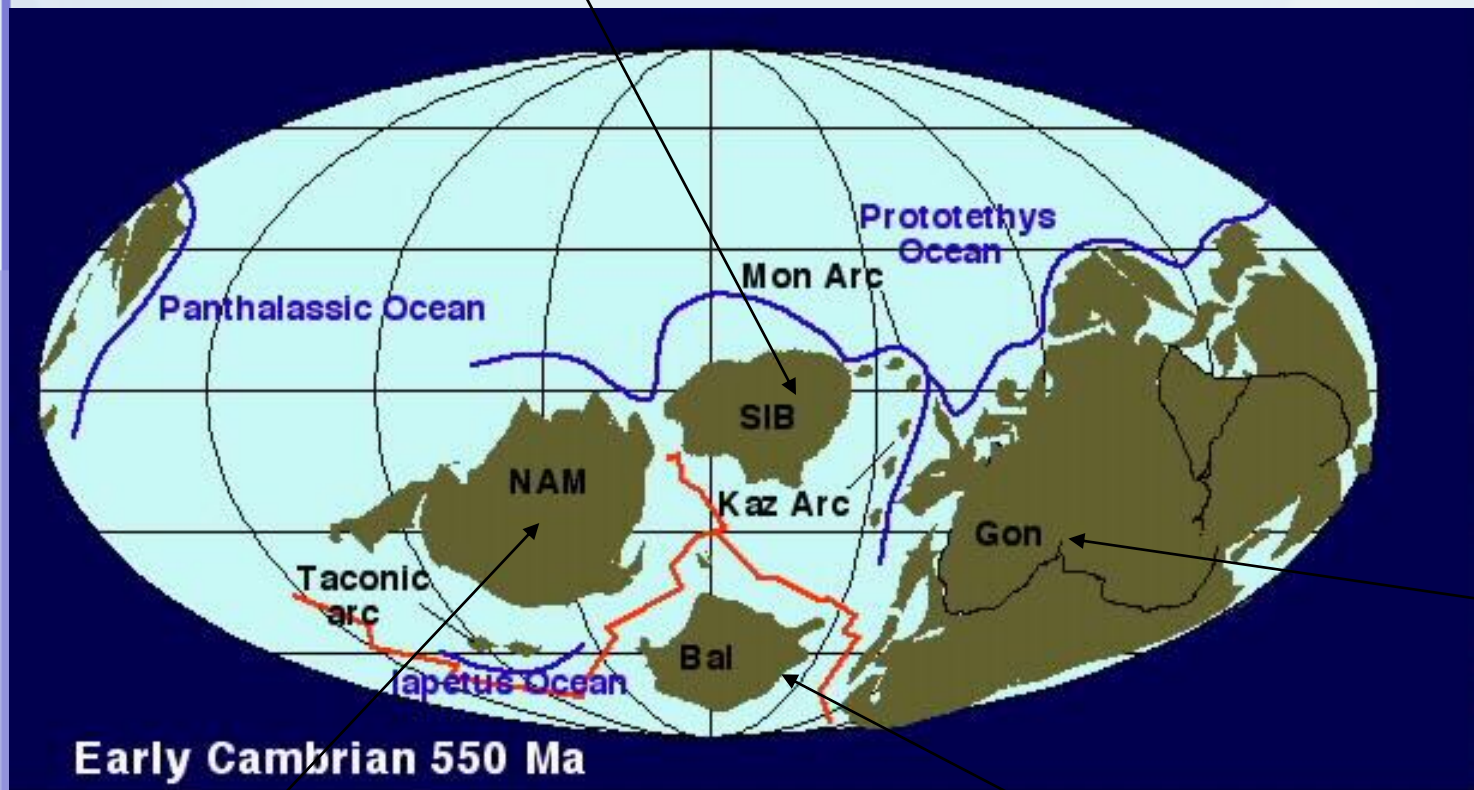


Spreading Center(Divergent Zone)



Orography(Collision Zone)

西伯利亞



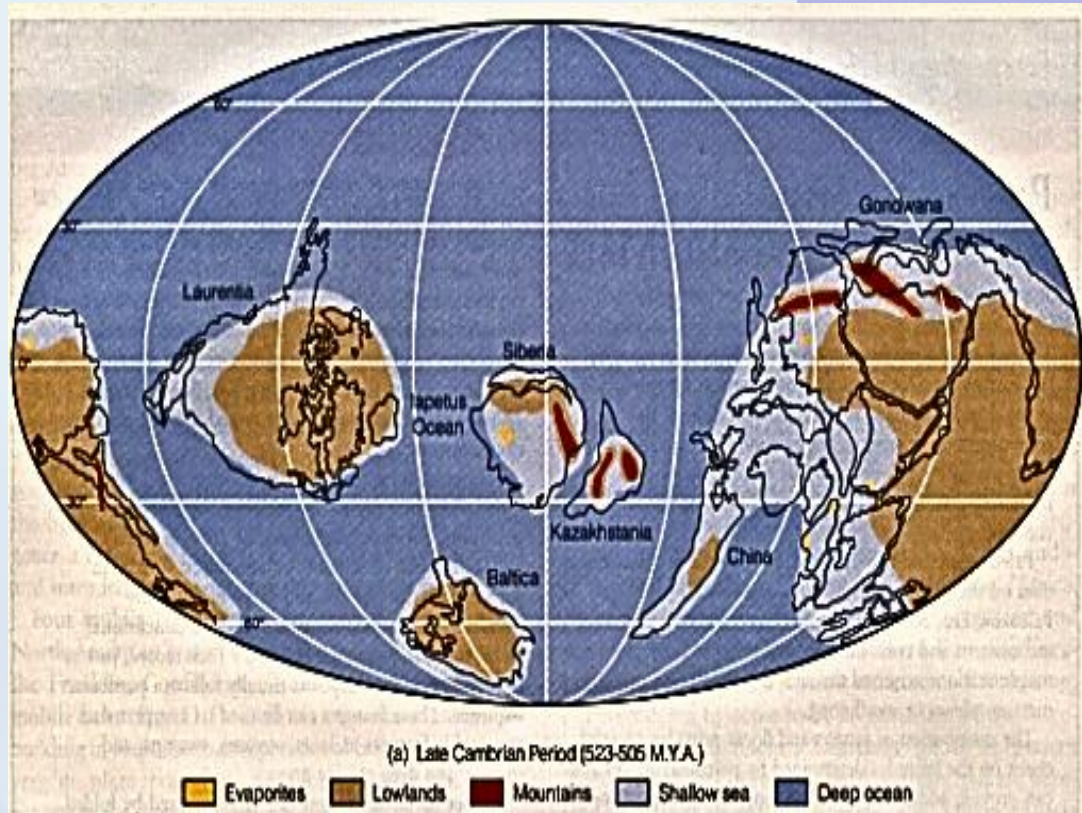
Early Cambrian 550 Ma

Laurentia

Baltica

Gondwana

一、古生代的生物與環境(一)

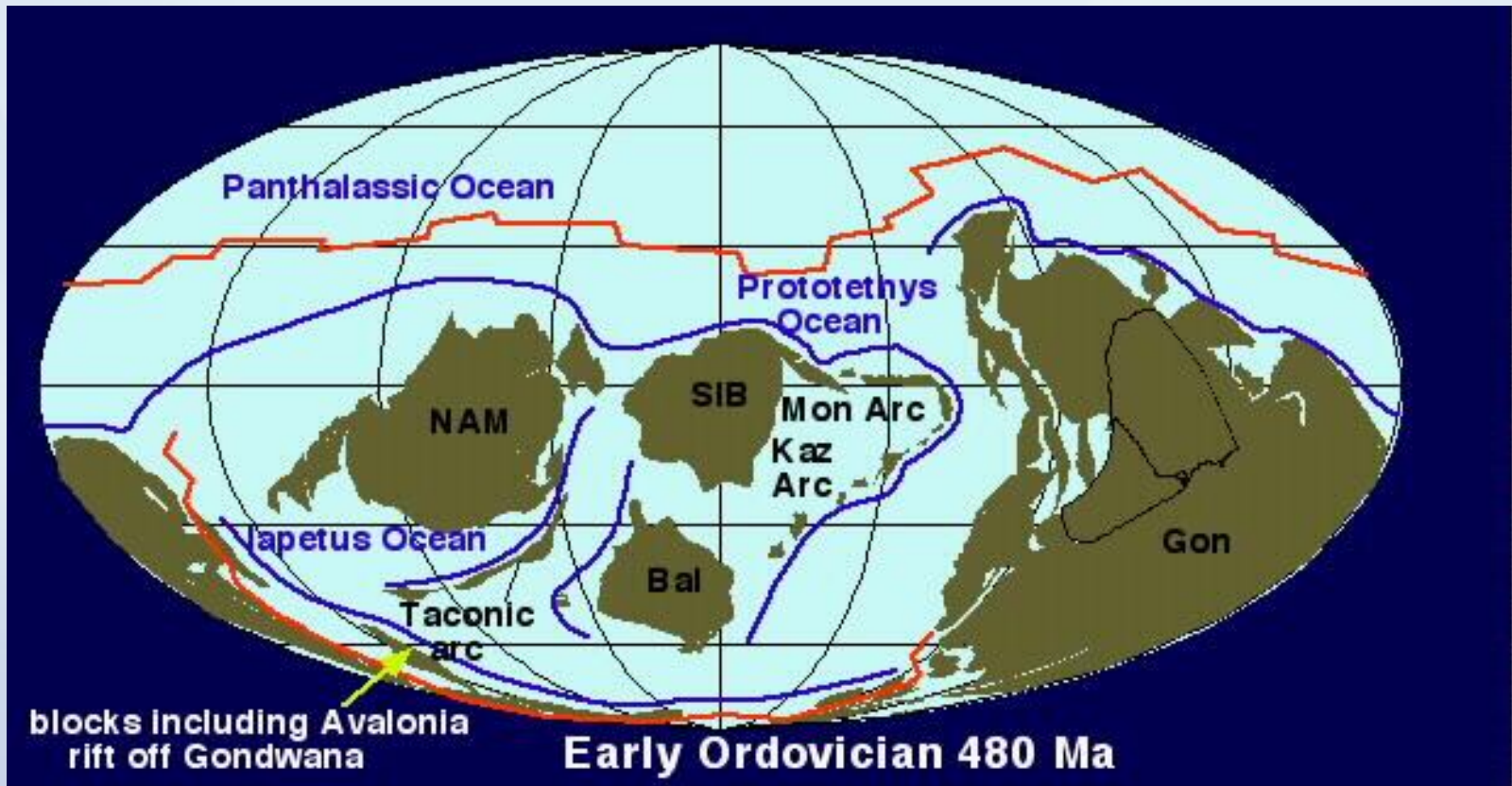


- 大陸地塊聚集於低緯地區，開放水域水循環旺盛，兩極並無冰帽
- 寒武紀晚期，大陸海 epeiric seas 覆蓋大部分大陸陸塊，致使主要的高區迅速侵蝕

一、古生代的生物與環境(一)

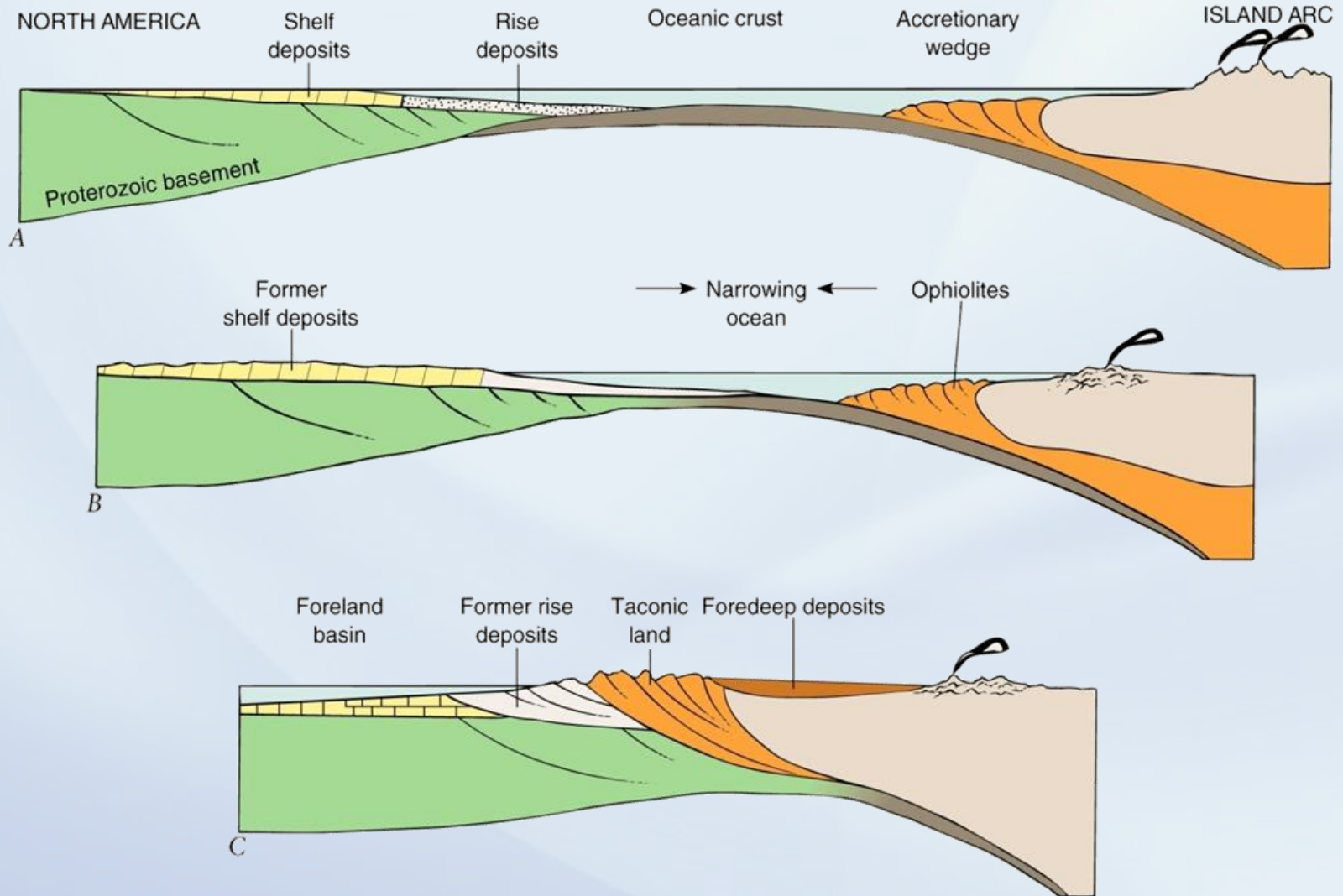
■ 奧陶紀 Ordovician

- 板塊運動引起在大陸陸塊的位置有較大的變化
- Taconic Orogeny 開始 - Baltica 與 Laurentia 聚合



一、古生代的生物與環境(一)

Taconic Orogeny



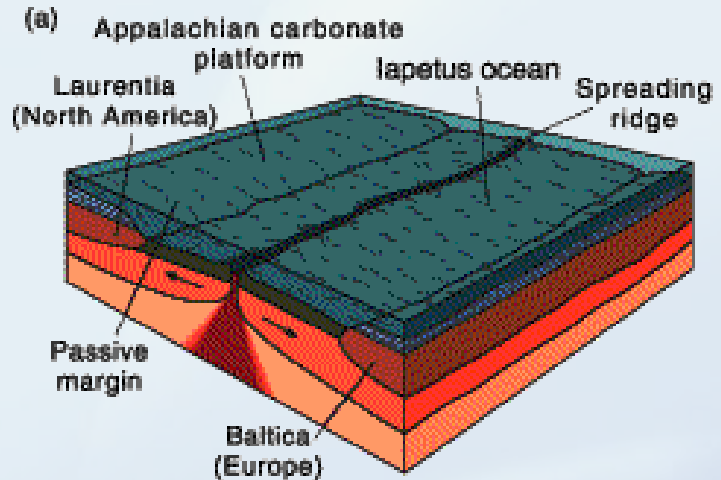
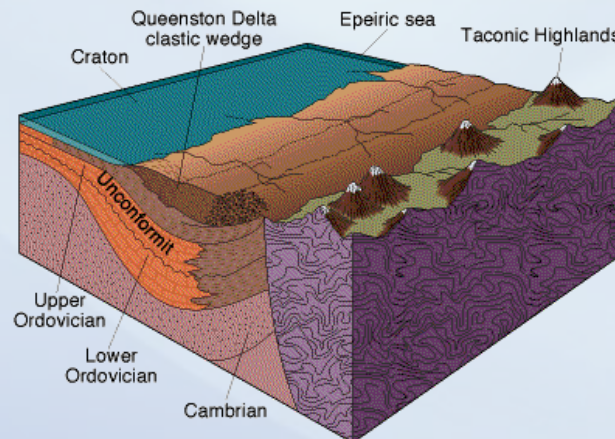
一、古生代的生物與環境(一)

■ 阿帕巴拉契山

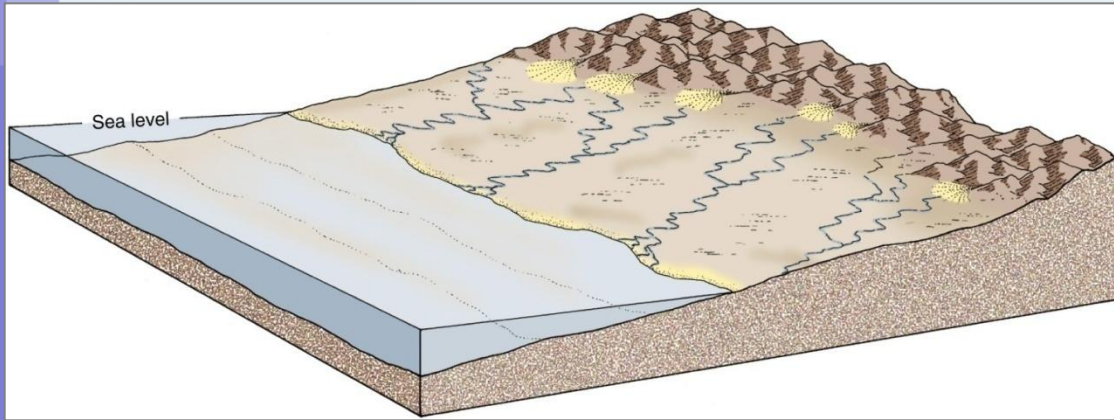
■ Taconic Orogeny

- 在 Laurentia 和 Baltica 聚集，導致 Iapetus 下沉隱沒
- Queenston 三角洲-沈積碎屑楔形因這次碰撞抬升
- 侵蝕了 4000 米的高山

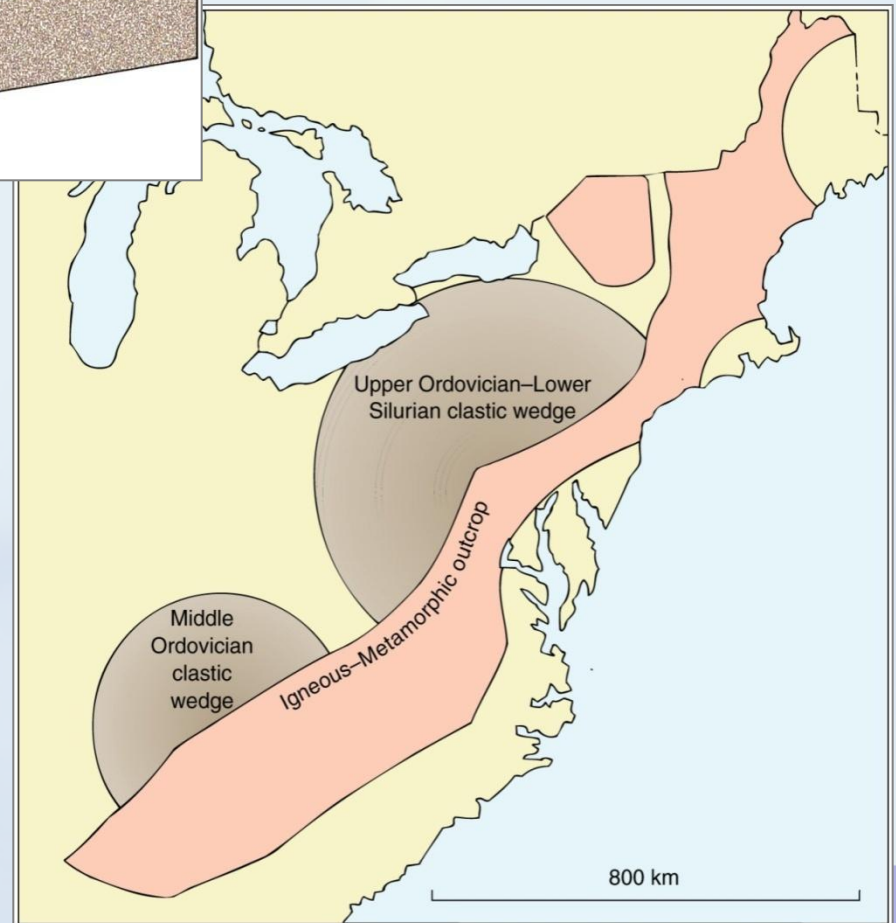
■ Caledonian Orogeny 沿著 Baltica 的西邊形成



一、古生代的生物與環境(一)



Paleozoic “Clastic
Wedges” of sediment
form behind collision zone



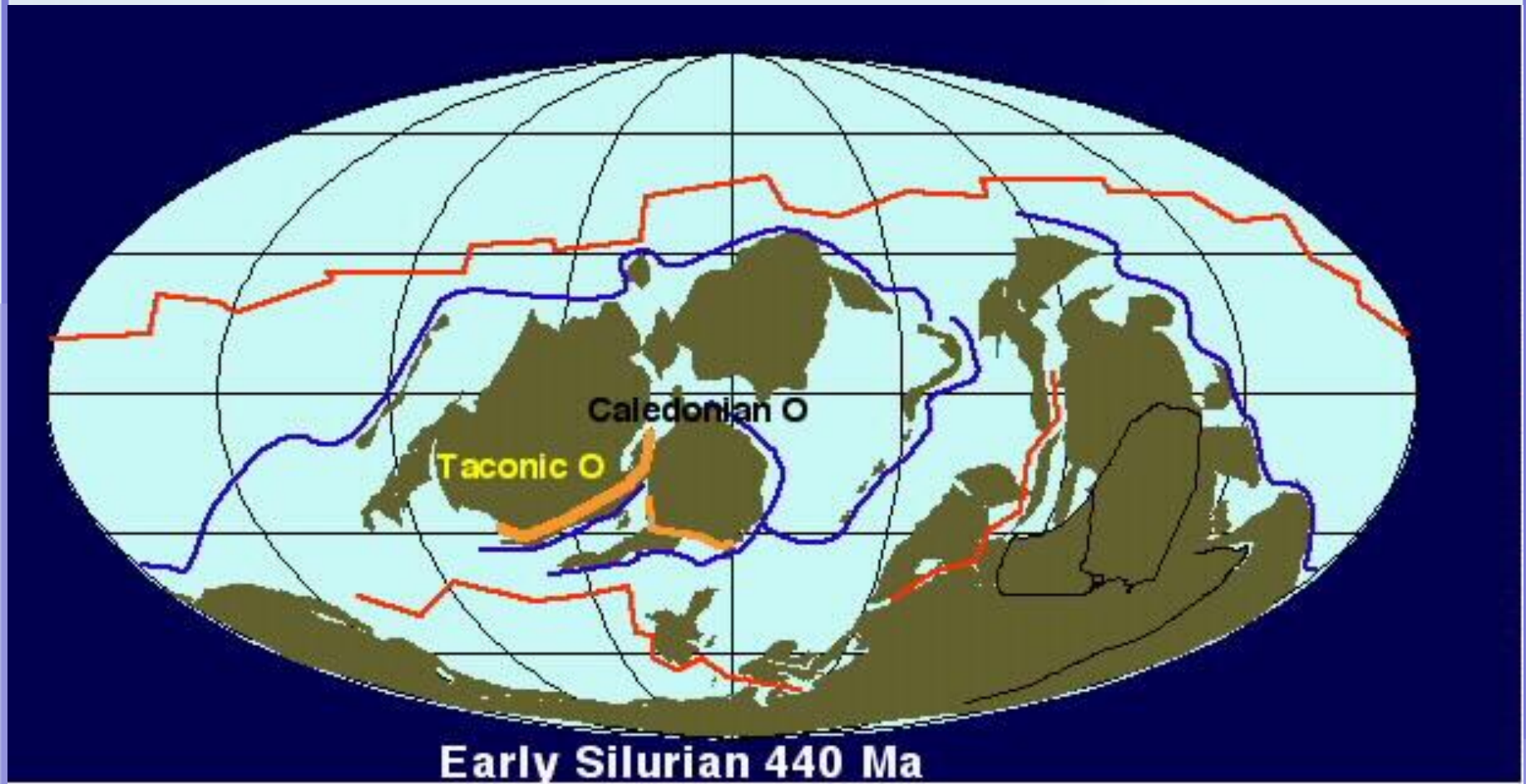
一、古生代的生物與環境(一)

古生代重要的造山事件Orogenies

Orogeny	Age	What collided
Taconic	Sil.	Taconic Arc with Larentia
Caledonian	Dev	Larentia with Baltica (forming Laurasia)
Acadian	Dev.	Avalonian Terrane with Laurasia
Ural	Penn.	Siberia with Baltica
Hercynian	Penn.	European part of Laurasia with Gondwana
Alleganian	Penn/ Perm	N. part of Laurasia with Gondwana (forming Pangea)
Ouachita	Perm	Southern part of Laurasia with Gondwana

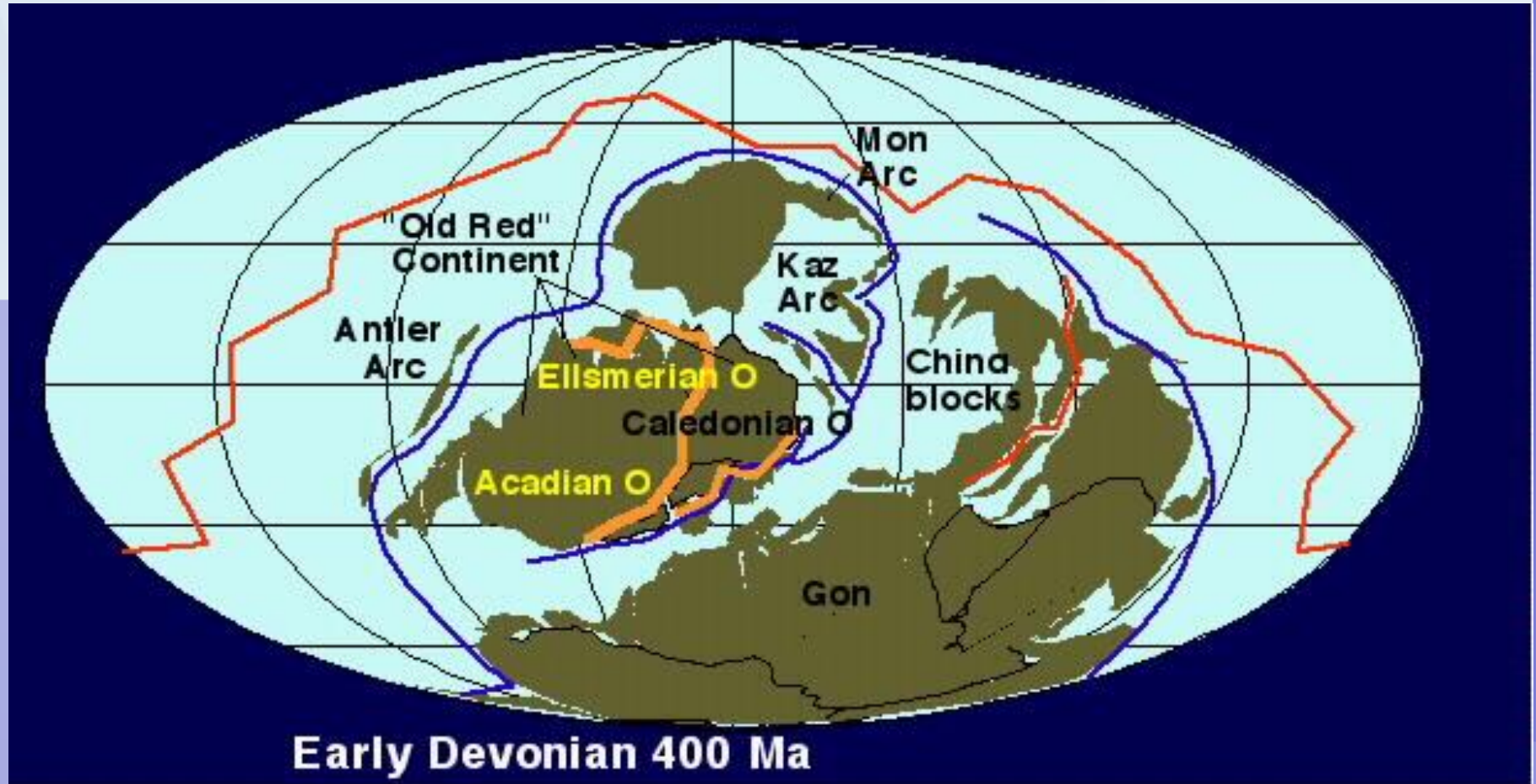
一、古生代的生物與環境(一)

志留紀 Silurian



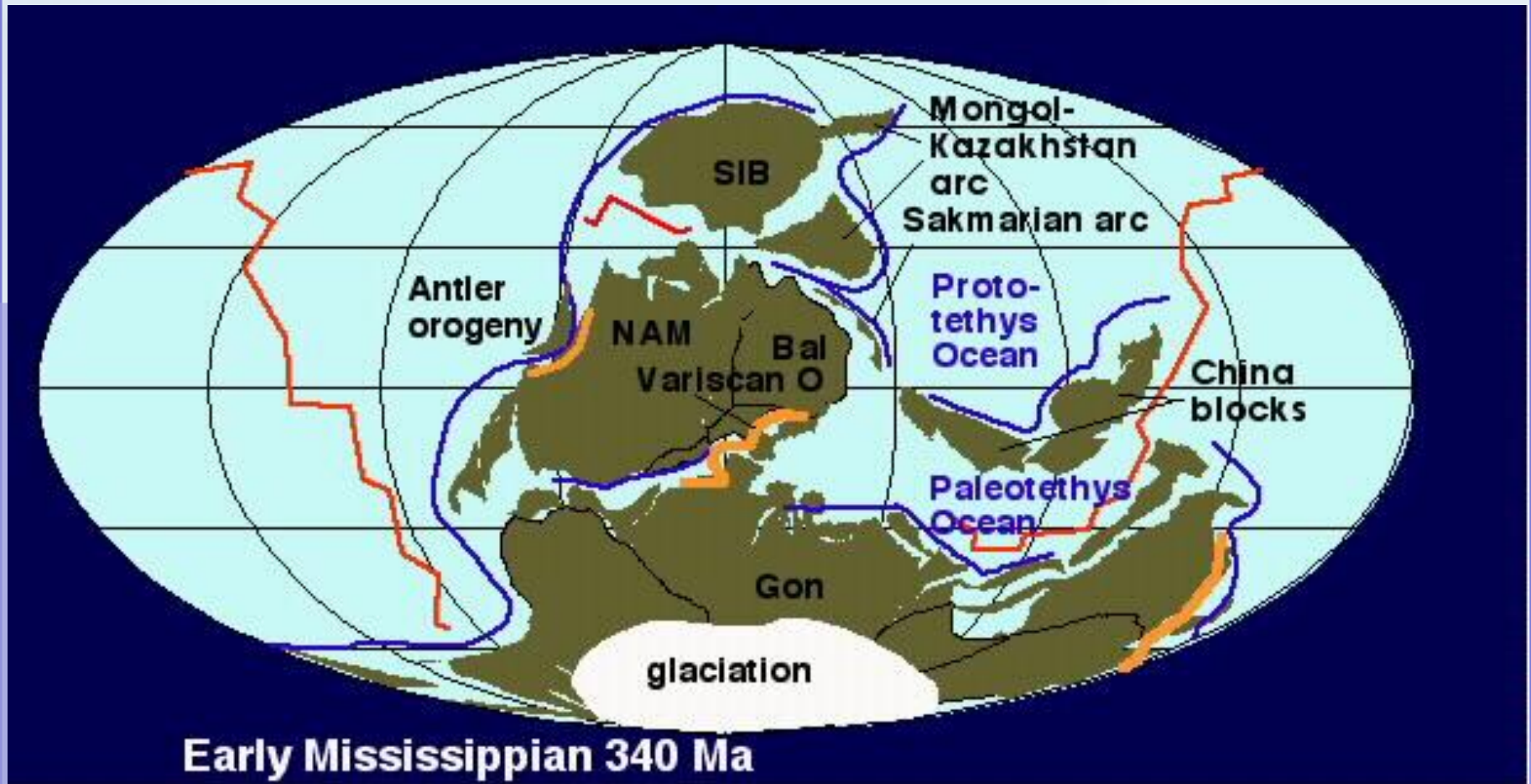
一、古生代的生物與環境(一)

■ 泥盆紀Devonian



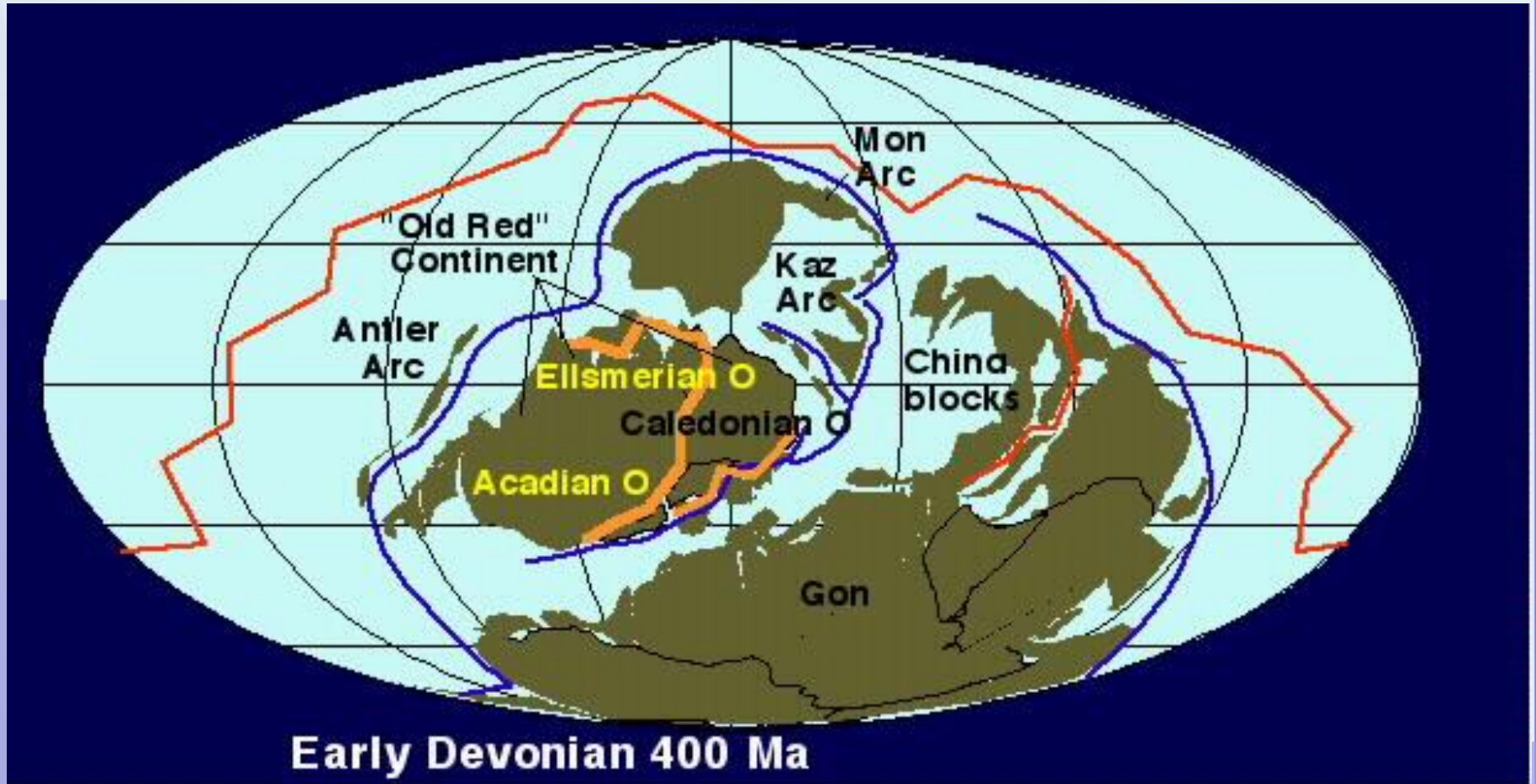
一、古生代的生物與環境(一)

■ 石炭紀Mississippian



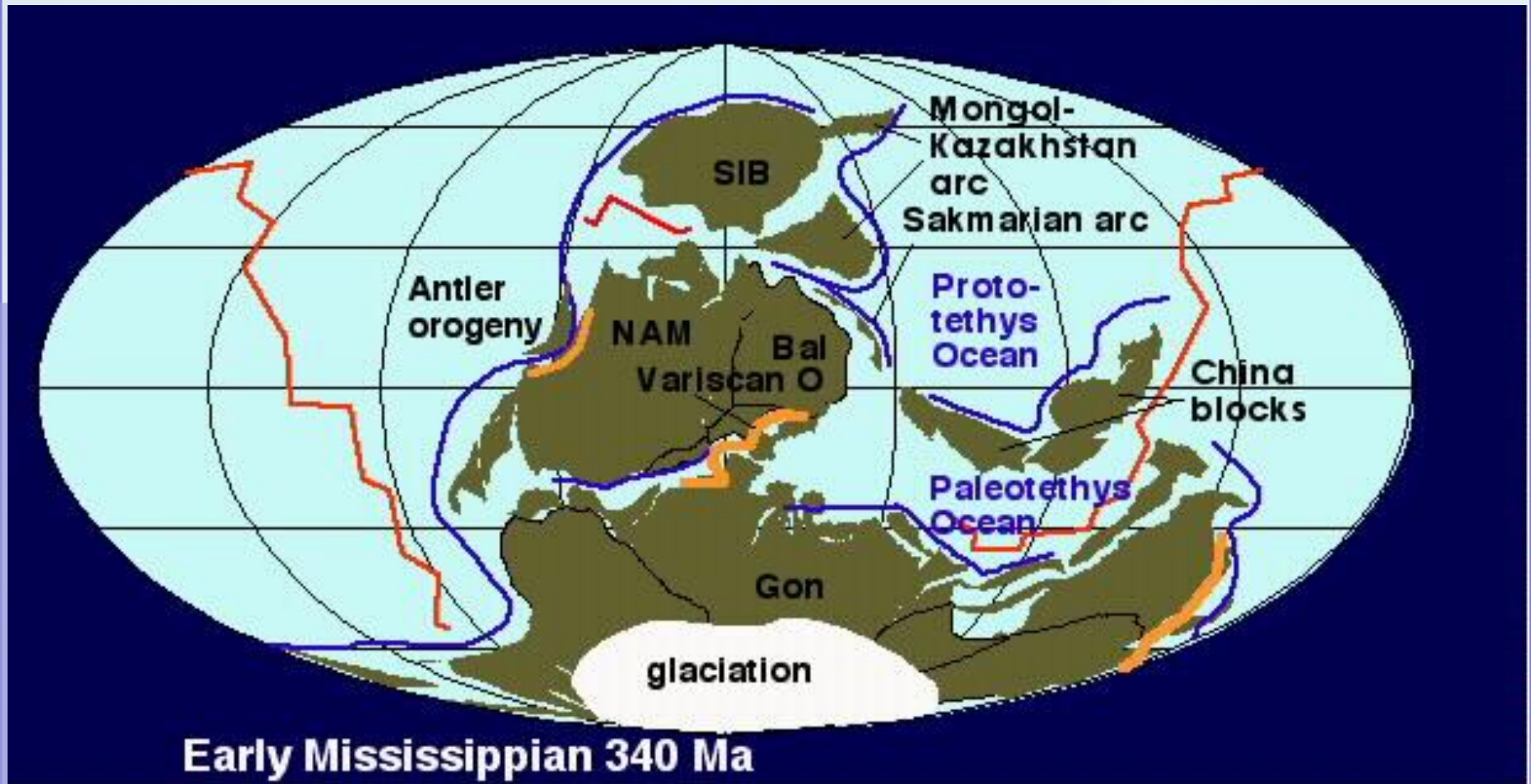
一、古生代的生物與環境(一)

■ 泥盆紀Devonian



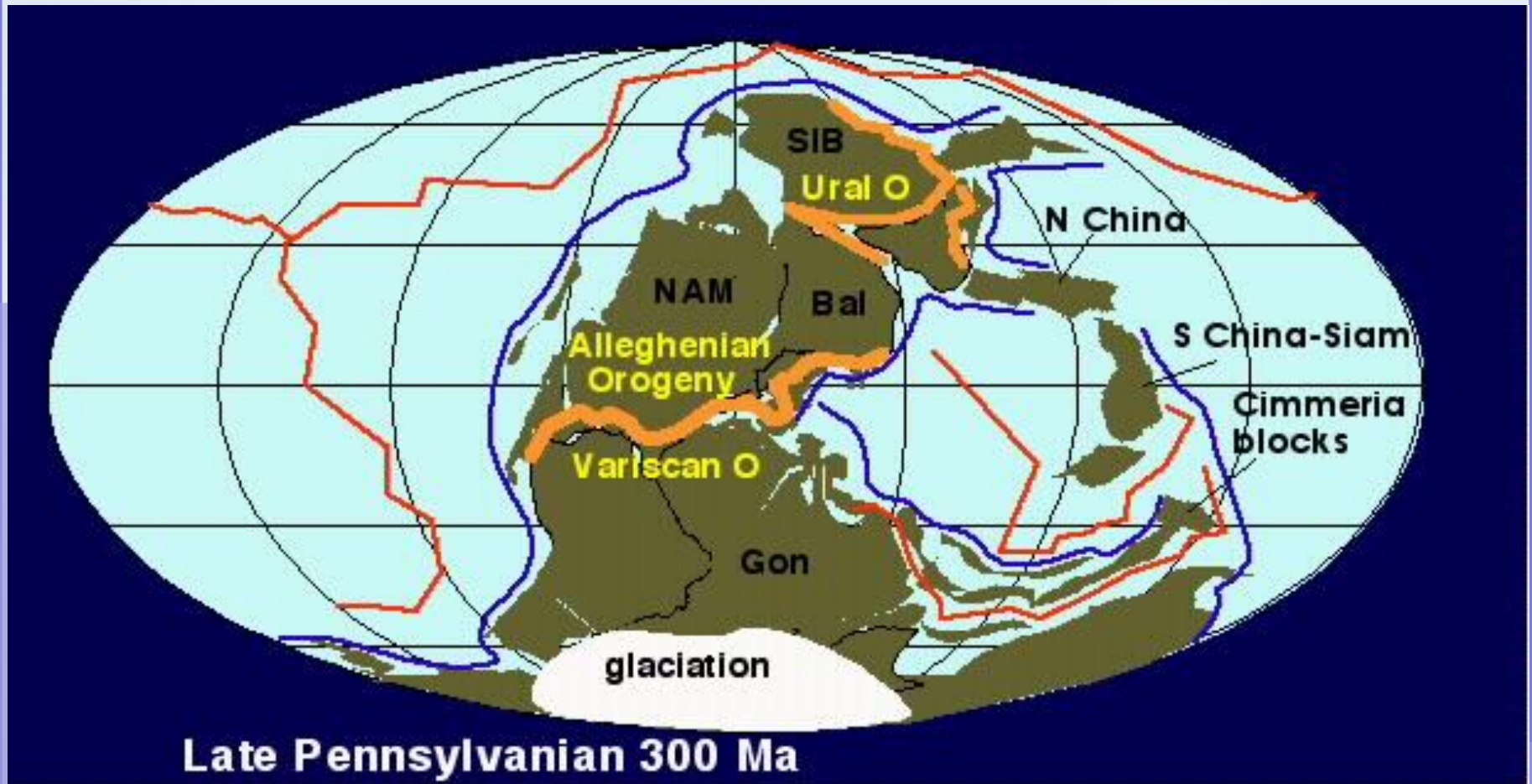
一、古生代的生物與環境(一)

■ 石炭紀Mississippian



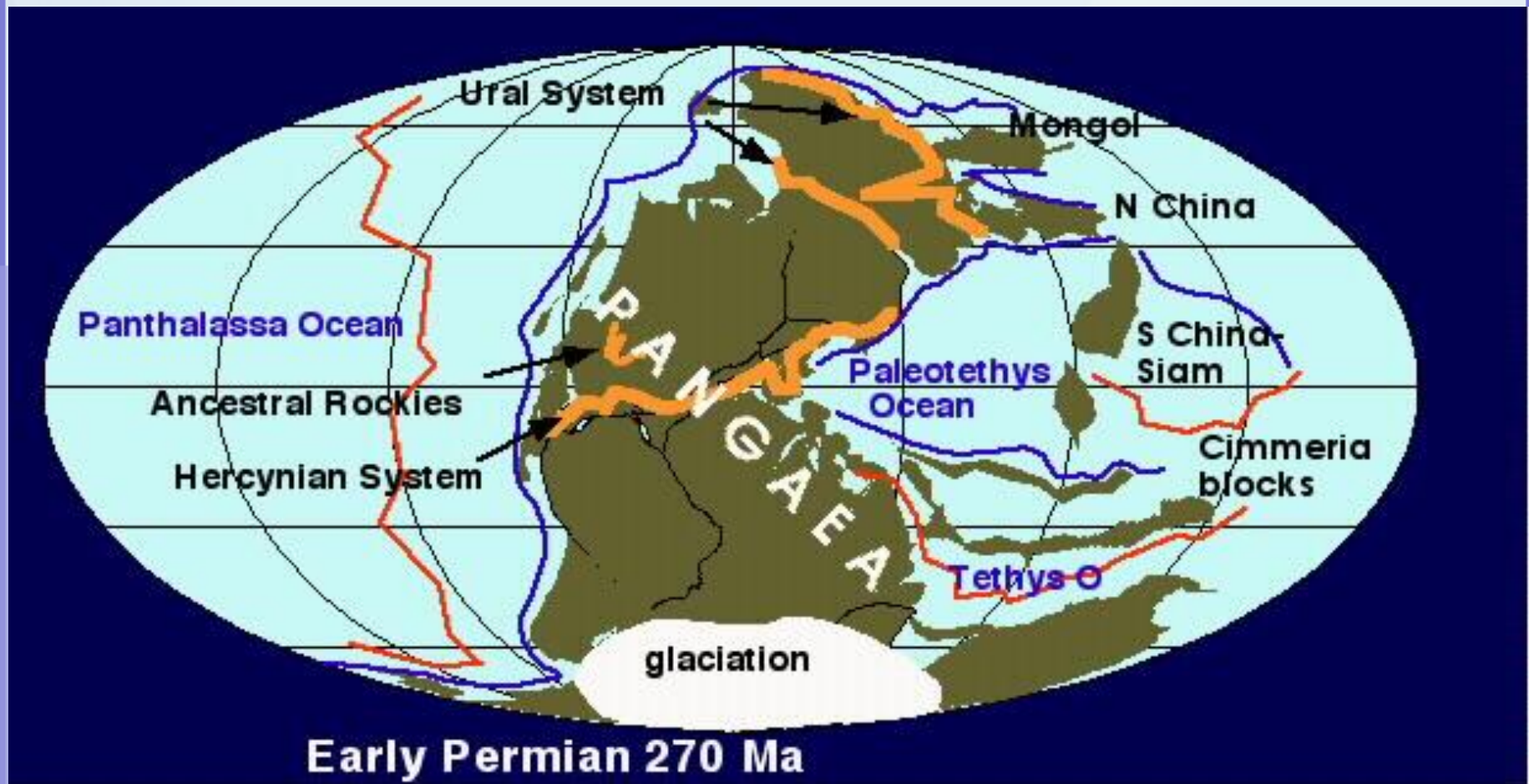
一、古生代的生物與環境(一)

■ 石炭紀Pennsylvanian



一、古生代的生物與環境(一)

- 二疊紀Permian
 - 盤古大陸的形成

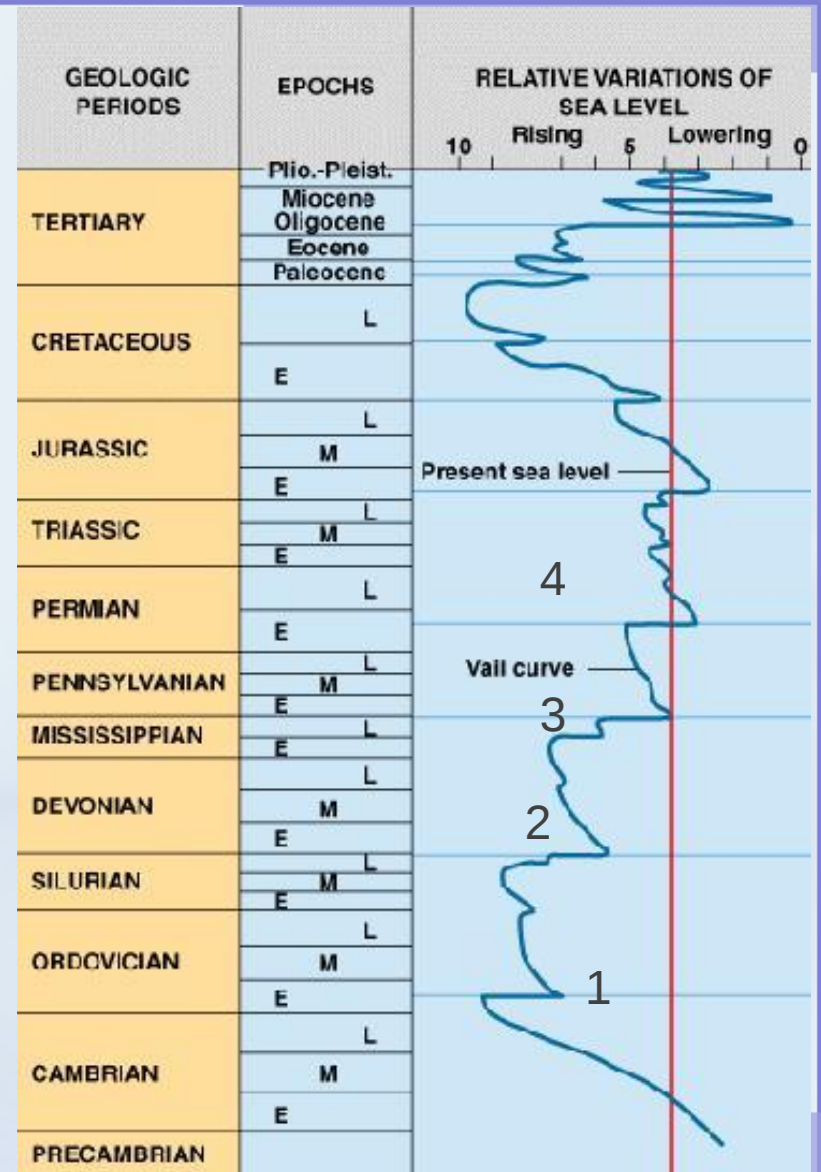
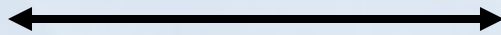


二、古生代的生物與環境(二)

海上升和下降

海進，海退

Transgression Regression



二、古生代的生物與環境(二)

■ 北美沈積史

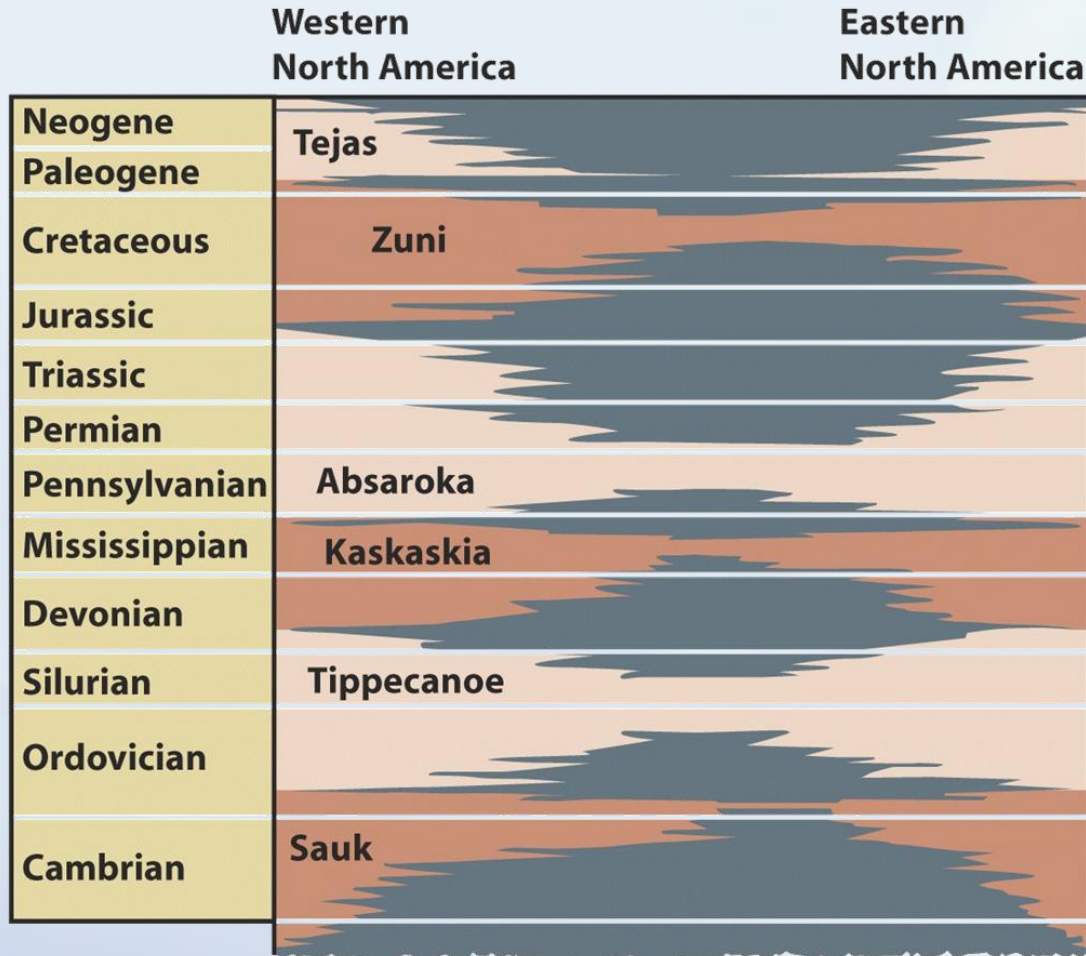
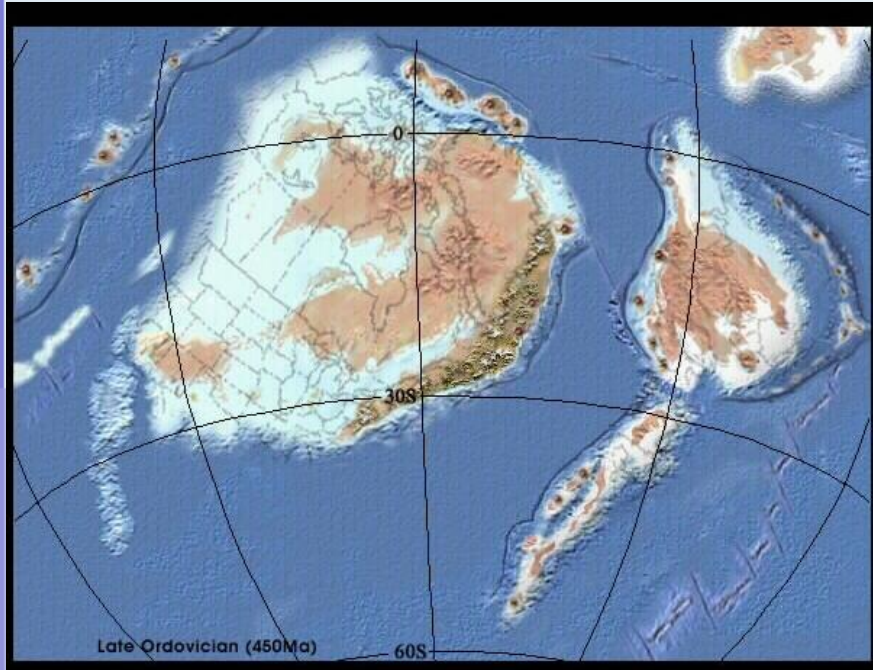


Figure 6-21
Earth System History, Second Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

藍色 = 沒有沈積

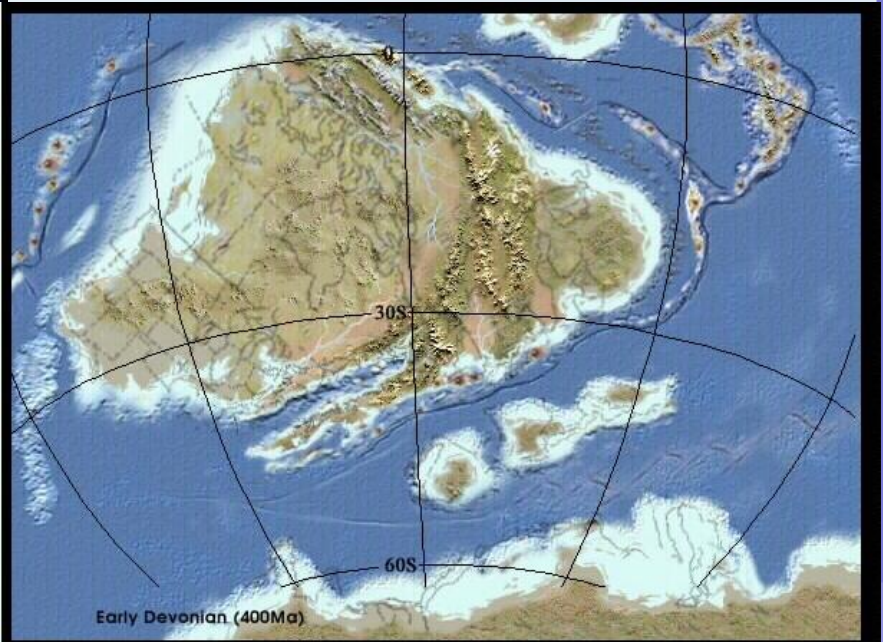
二、古生代的生物與環境(二)

■ 高潮與低潮



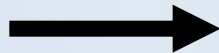
Ordovician晚期
(Tipppecanoe Sequence)

Devonian早期

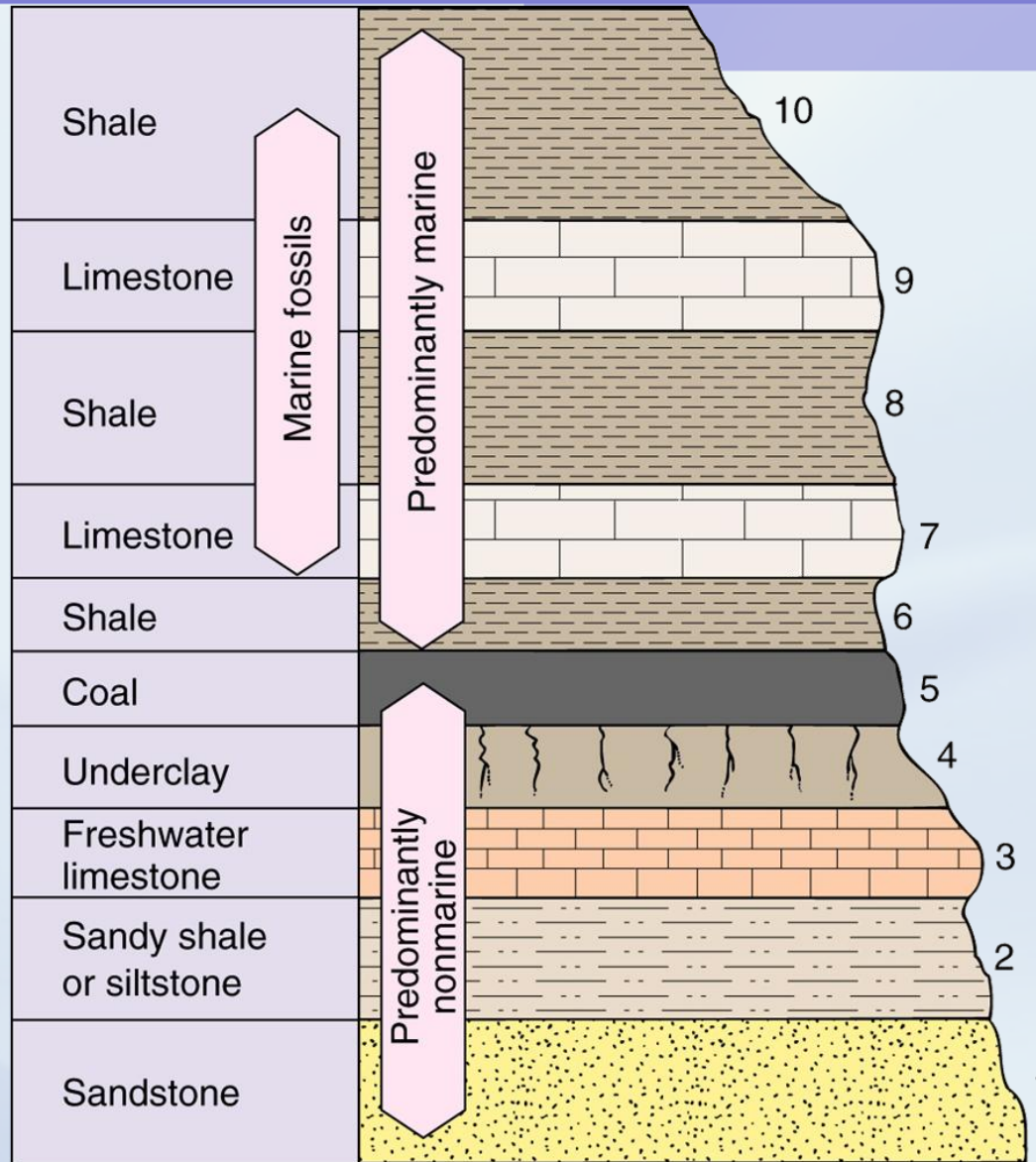


二、古生代的生物與環境(二)

Cyclothems



海平面改變的證據



二、古生代的生物與環境(二)

■ 海平面改變的原因

- A. 區域性海平面改變
 - 區域板塊構造運動所致
- B. 全球(Eustatic) 海平面改變
 - 冰河時期 (水變成冰)
 - 中洋脊擴張的速率

二、古生代的生物與環境(二)

氣候改變

■ 氣候變化的證據：

- 岩石 - Tillites，蒸發鹽，煤，碳酸鹽，等等
- 化石 - 不同的種類生活在不同的氣候

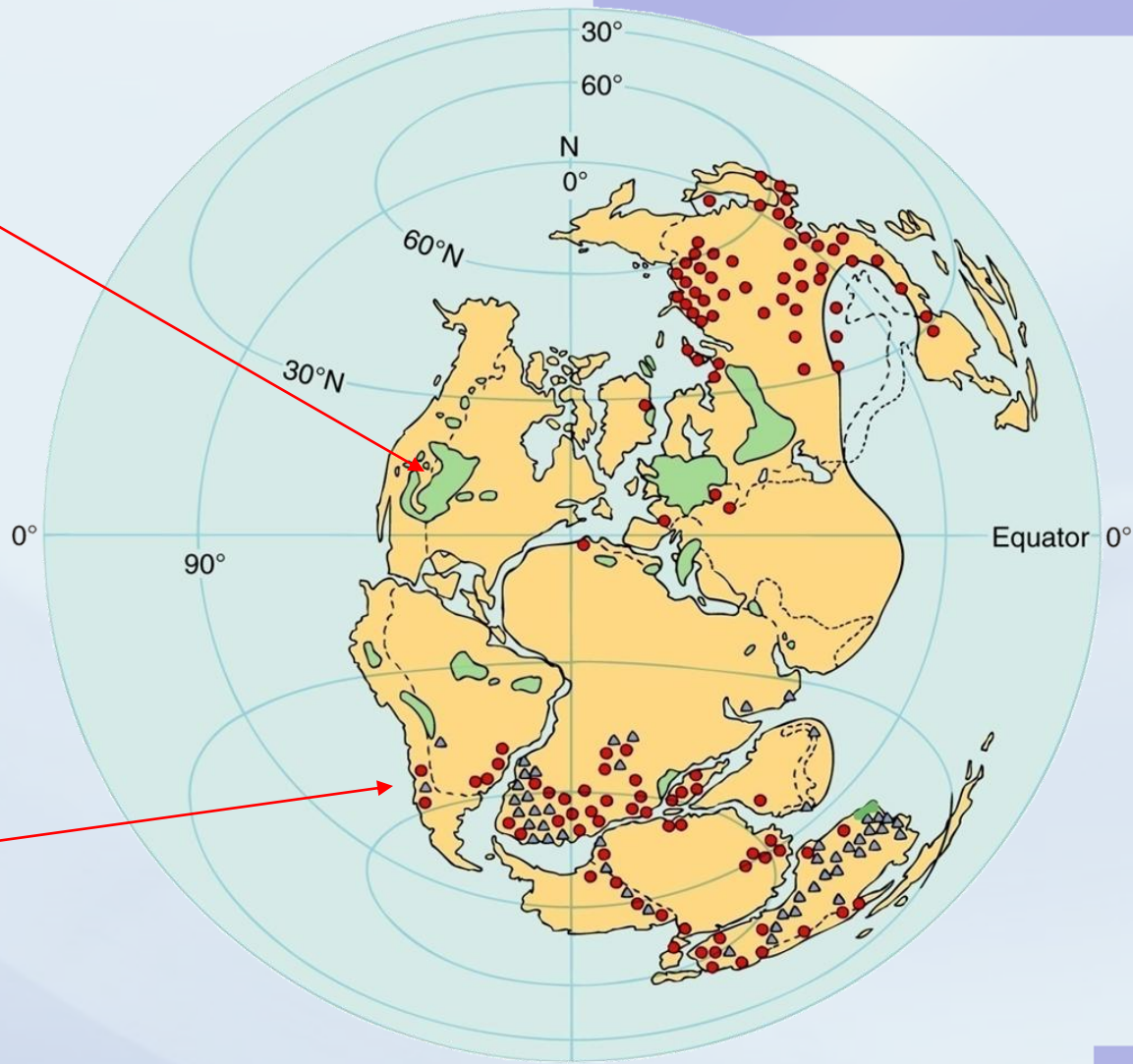
■ 但岩石和化石亦記錄了板塊活動

二、古生代的生物與環境(二)

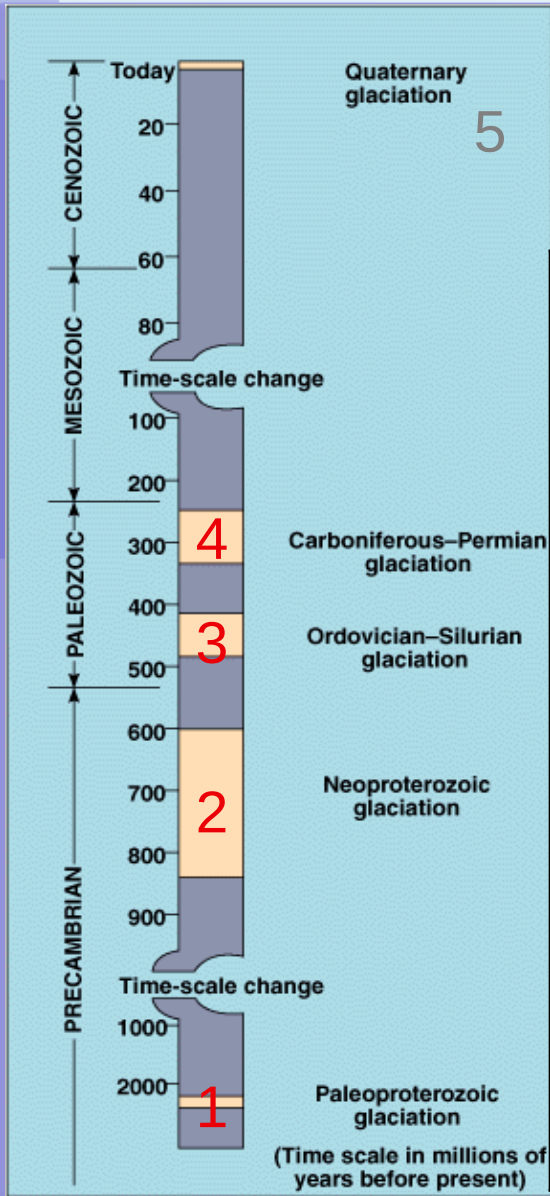
蒸發鹽

二疊紀
的氣候證據

煤



二、古生代的生物與環境(二)



古生代河期

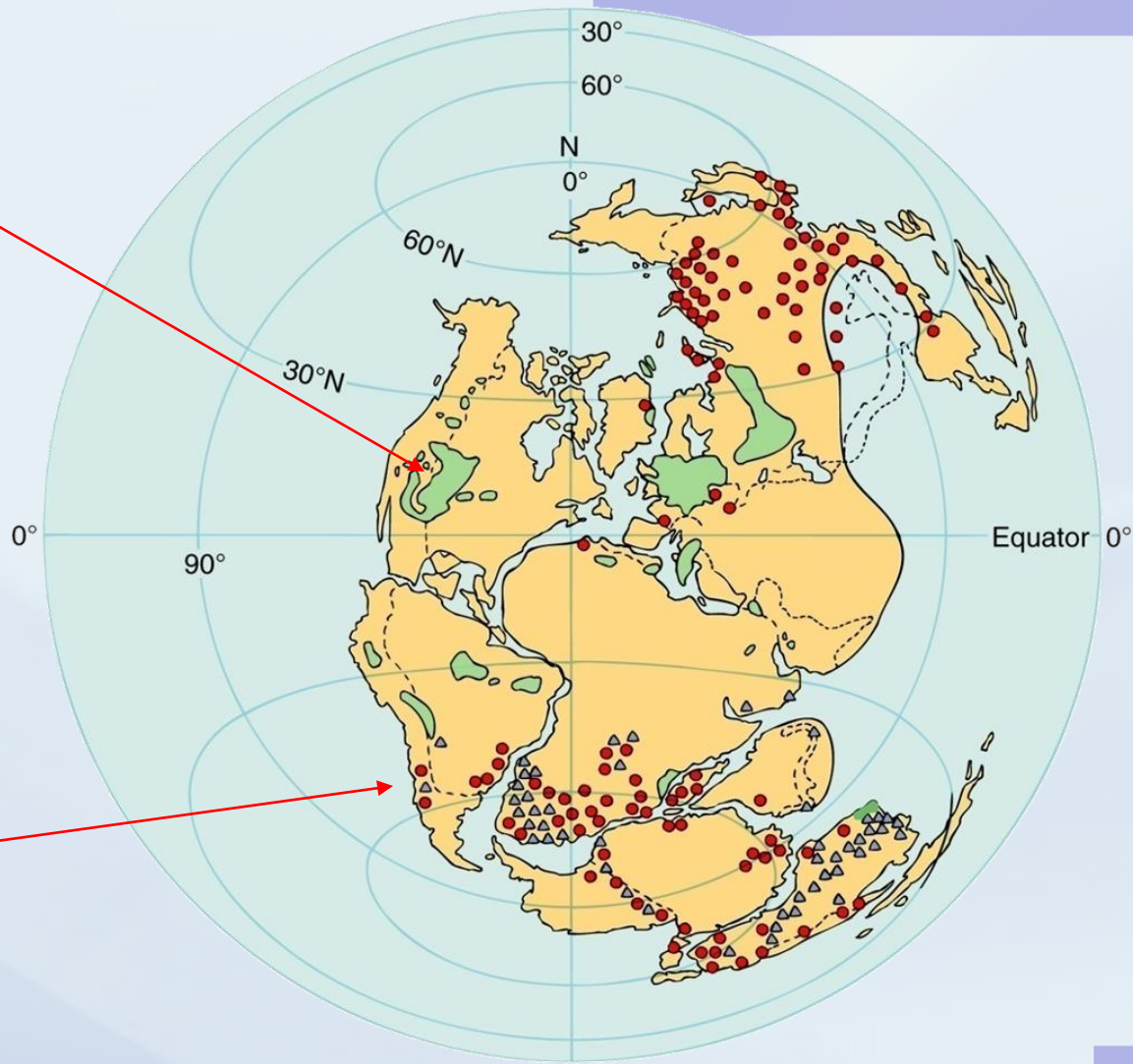
名稱	年代 (年)	紀	代
	0.3Ba-至今	第三紀	新生代
卡魯冰期 Karoo	3.6 -2.6 Ba	石炭紀 二疊紀	古生代
安第-撒哈拉冰期 Andean-Saharan	4.5 – 4.2Ba	奧陶紀 志留紀	古生代
瓦蘭吉爾冰期 Cryogenian (or Sturtian-Varangian)	8.0/6.35Ba	成冰紀	元古宙
休倫冰期 Huronian	24-21Ba	成鐵紀 層侵紀	元古宙

二、古生代的生物與環境(二)

蒸發鹽

二疊紀
的氣候證據

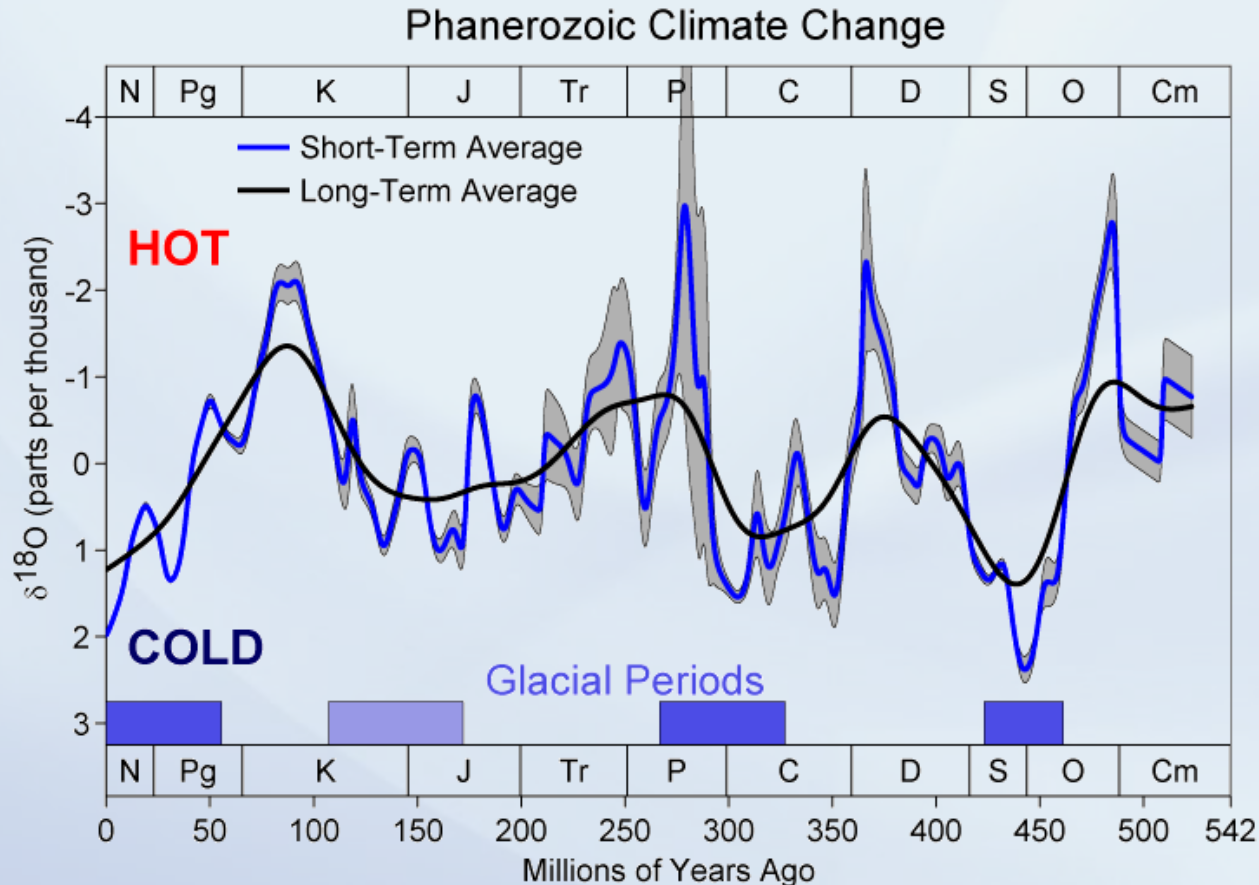
煤



二、古生代的生物與環境(二)

■ 形成冰河期的原因

- 1. 地球熱吸收與熱散失之間的平衡有變化
- 2. 熱於地球之擴散



二、古生代的生物與環境(二)

■ Snow Ball Earth

■ 大陸陸塊位置的變化：

- 極地區的大陸 = 冰河形成區
- 大陸聚集於赤道 - 吸熱/散熱快 = 變冷
- 限制海洋流域 = 更冷
- 大陸風化速率變快（黏土化）
- $\text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SiO}_2 + 2\text{HCO}_3^-$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

■ 海平面的變化

- 變高 = 更多的淺水 = 更熱

■ 山脈區域/造山運動的時間

- 造山運動的發展 = 更冷

■ 大氣化學方面的變化

- 溫室氣體增加 = 更熱

■ 溫室氣體減少 = 更冷

二、古生代的生物與環境(二)



寒武紀 Cambrian



Trench(Subduction Zone)

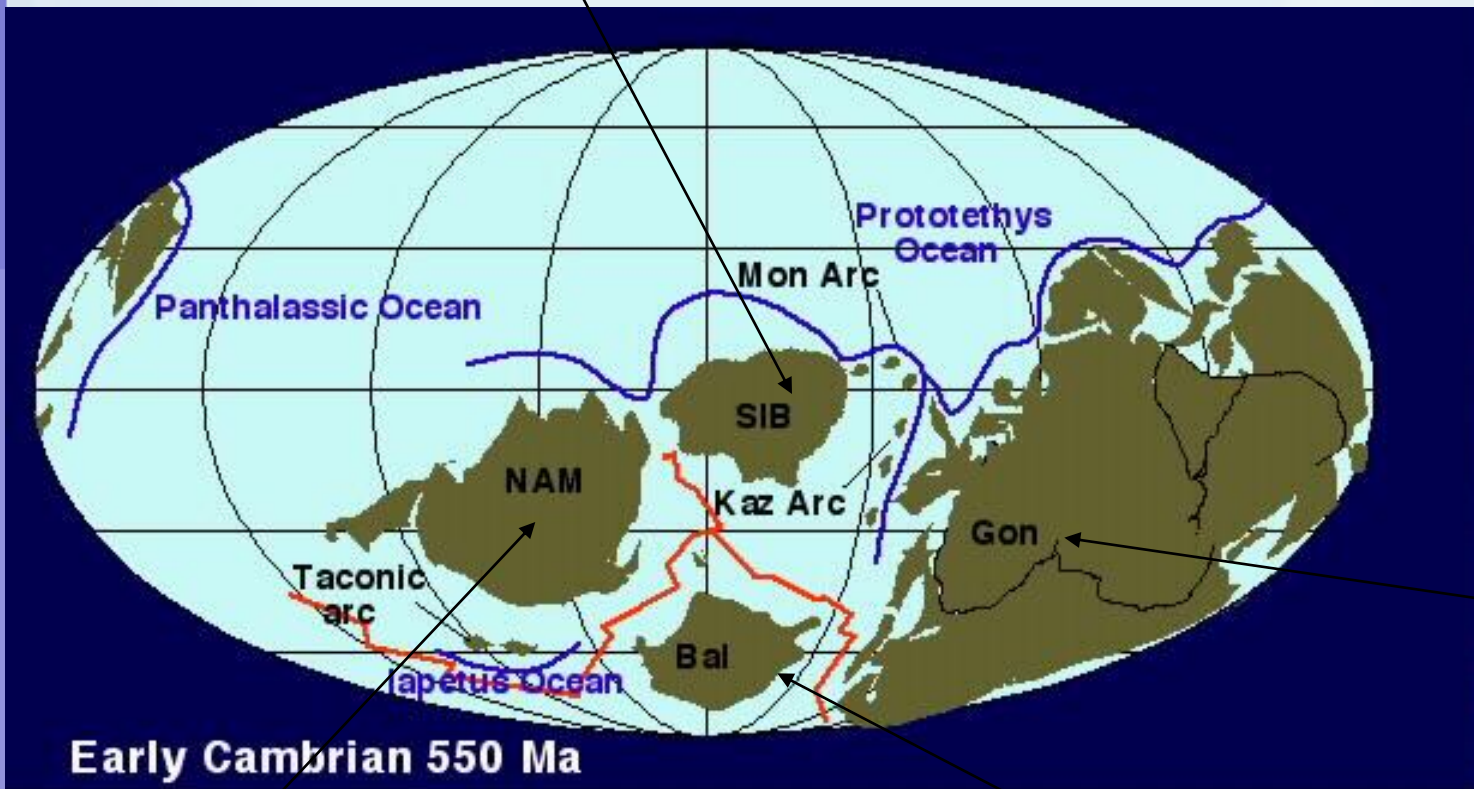


Spreading Center(Divergent Zone)



Orography(Collision Zone)

西伯利亞



Early Cambrian 550 Ma

Laurentia

Baltica

Gondwana

二、古生代的生物與環境(二)

■ Snow Ball Earth

■ 大陸陸塊位置的變化：

- 極地區的大陸 = 冰河形成區
- 大陸聚集於赤道 - 吸熱/散熱快 = 變冷
- 限制海洋流域 = 更冷
- 大陸風化速率變快（黏土化）
- $\text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SiO}_2 + 2\text{HCO}_3^-$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

■ 海平面的變化

- 變高 = 更多的淺水 = 更熱

■ 山脈區域/造山運動的時間

- 造山運動的發展 = 更冷

■ 大氣化學方面的變化

- 溫室氣體增加 = 更熱

■ 溫室氣體減少 = 更冷

三、古生代的生物與環境(三)

■ 形成冰河期的原因

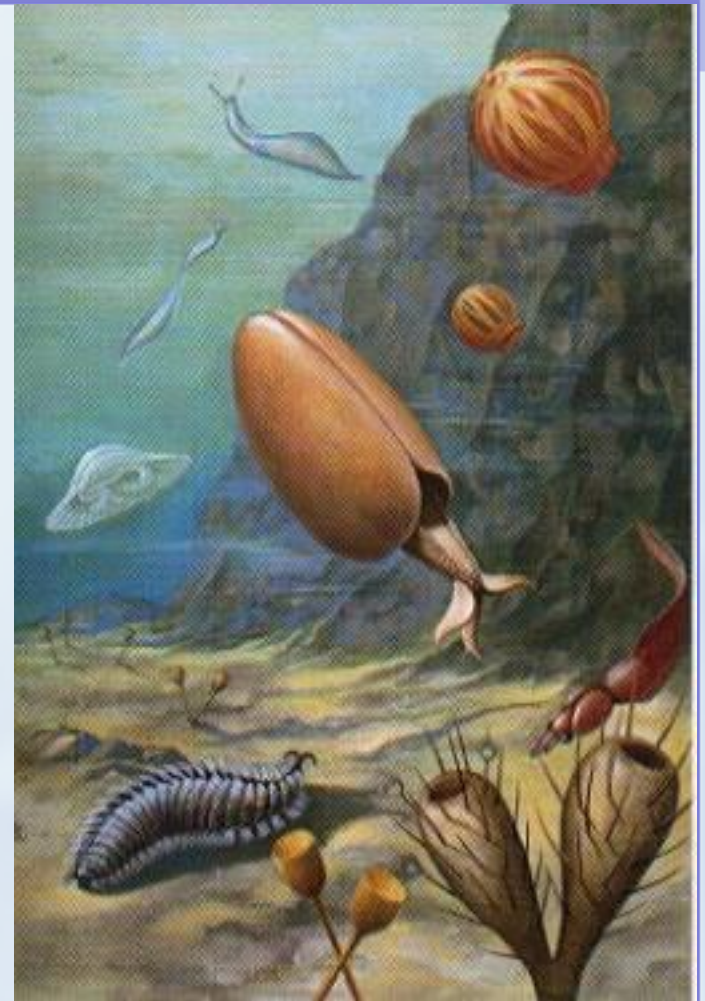


Ray Troll

三、古生代的生物與環境(三)

■ 海中生活模式

Pelagic (“Open Water Dwellers”)
Deep or Shallow

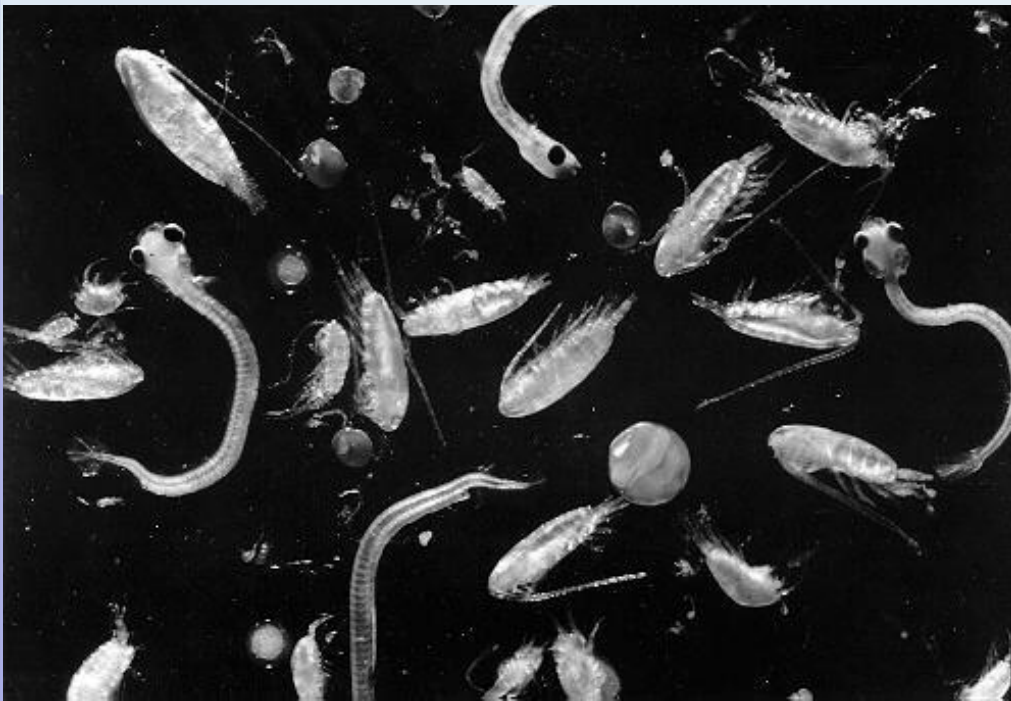


Benthic (“Bottom Dwellers”)

三、古生代的生物與環境(三)

■ 開放海域的生活模式

浮游生物 Plankton



Nekton (swimmers)

三、古生代的生物與環境(三)

■ 底棲的生活模式

地上 Epifaunal

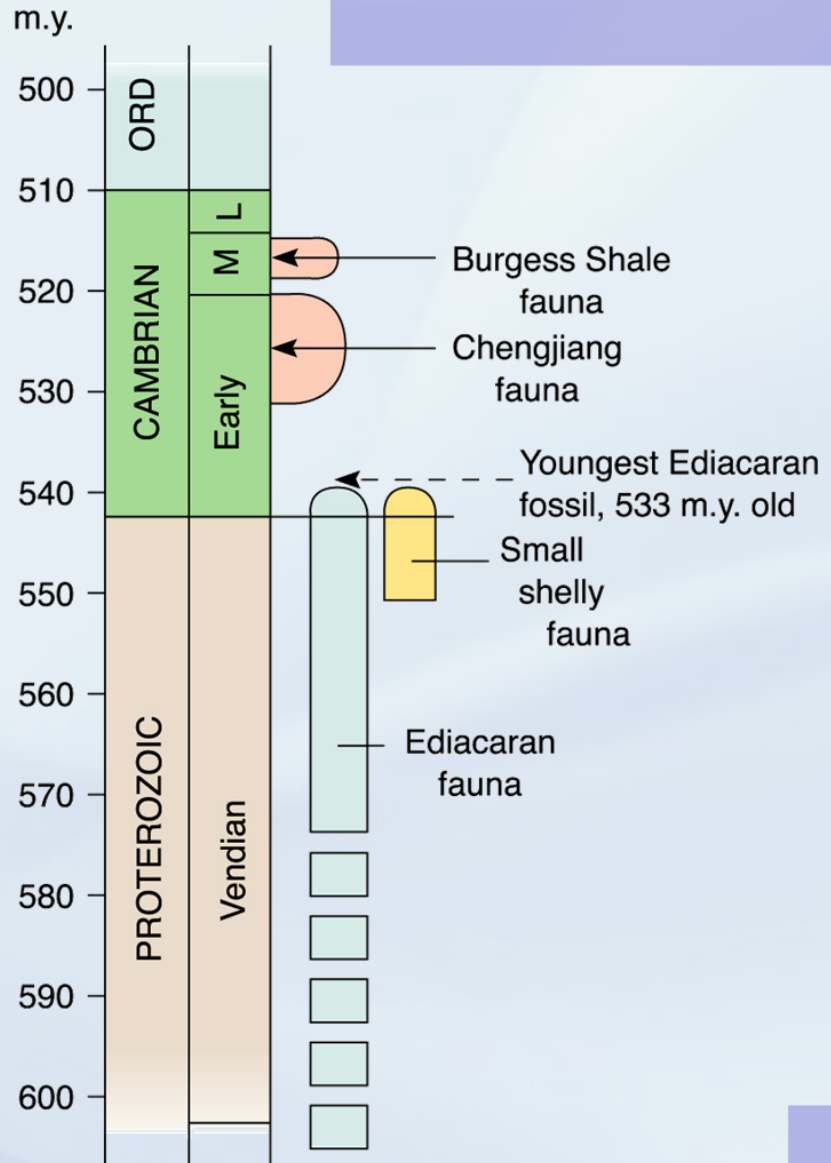


地下 Infauna



三、古生代的生物與環境(三)

寒武紀的化石

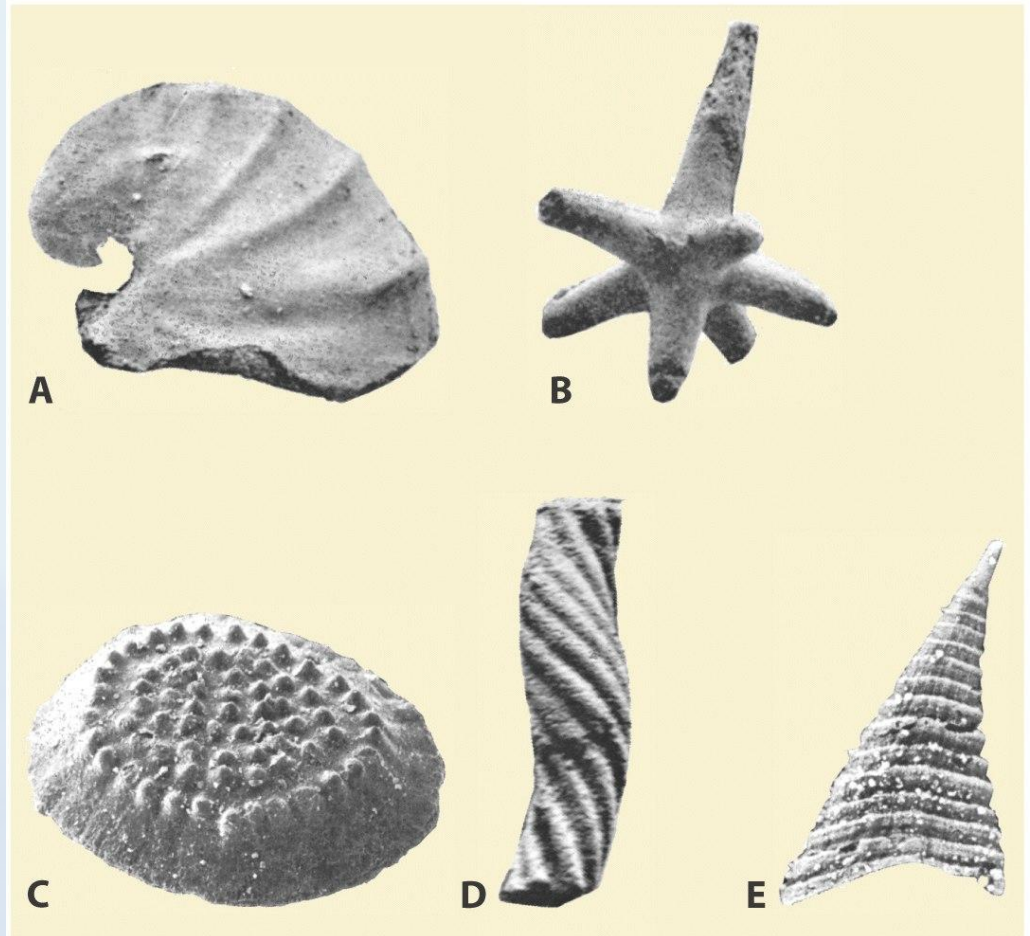
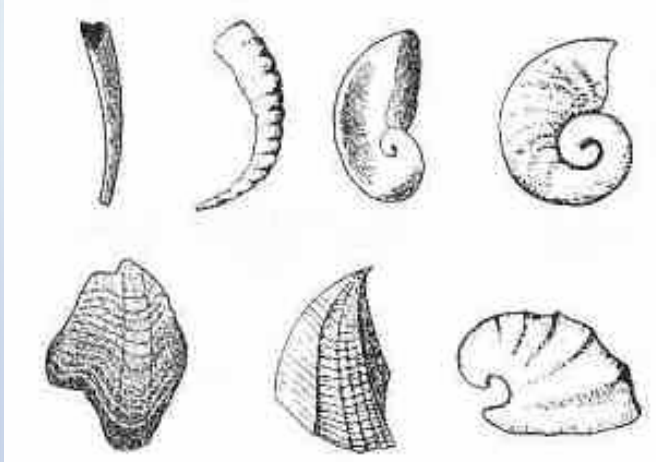


三、古生代的生物與環境(三)

■ 骨骼和外殼

Small Shelly Fossils
(SSF's)

(Very) Late
Proterozoic



ESS 13-1 Figure 1
Earth System History, Second Edition
© 2005 W.H. Freeman and Company

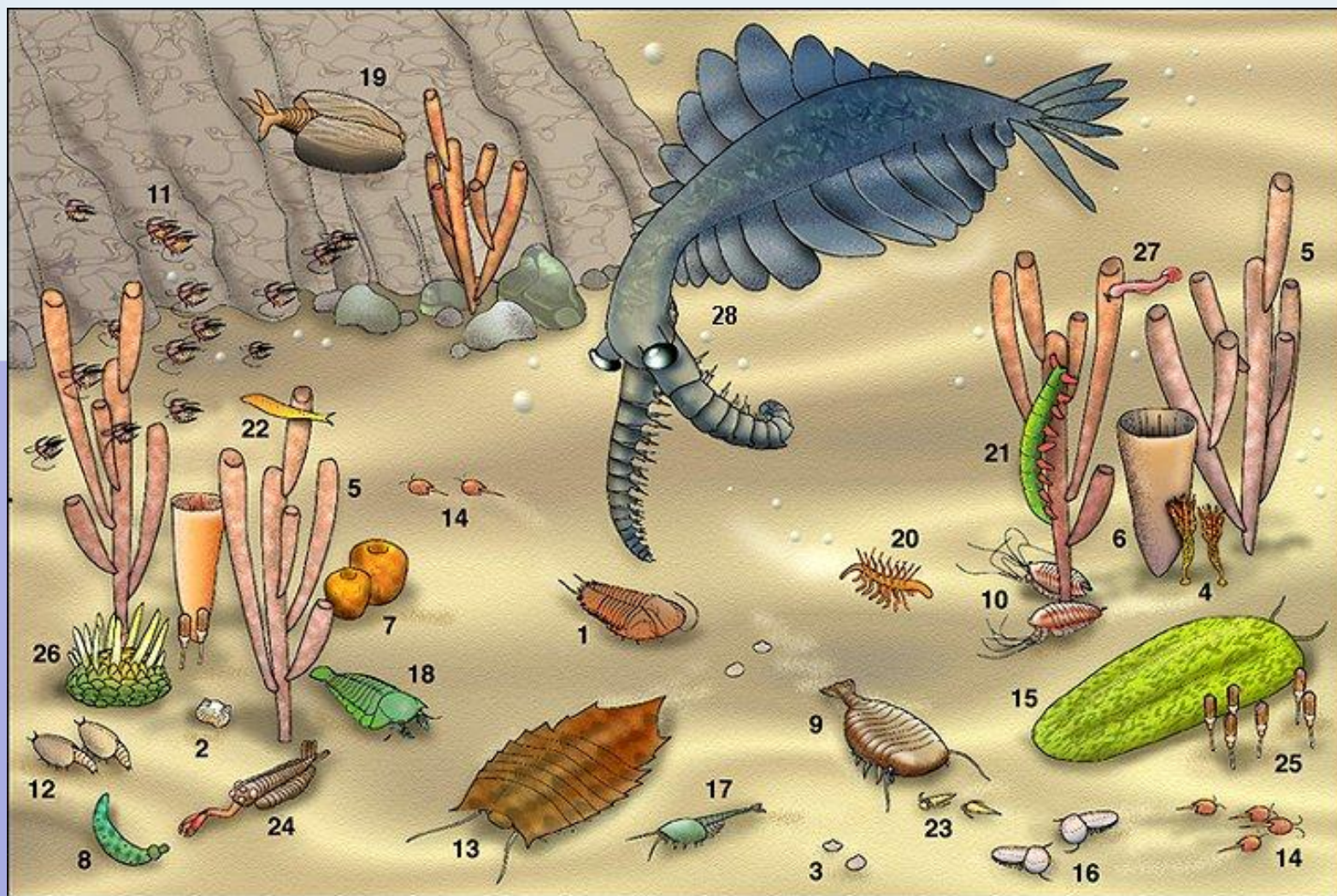
三、古生代的生物與環境(三)

有外殼和骨骼的優勢

- 保護：
- 紫外線的傷害 - 在淺水區可生存
- 防止變乾 - 可生存於潮間帶
- 略食者
- 提供支撐 - 可變大
- 造礁潛能
- 給我們的優勢 - 做更好的化石保存！

三、古生代的生物與環境(三)

寒武紀大爆炸



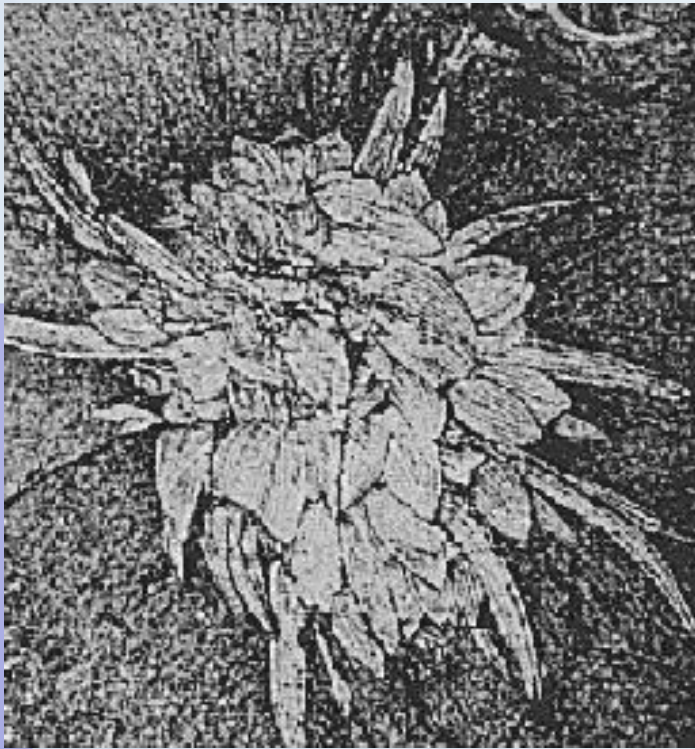
三、古生代的生物與環境(三)

Burgess Shale

- 1909年華克(Walcott)在加拿大的伯吉斯頁岩(Burgess shale)中，發現多種海洋動物的化石在寒武紀時代突然大量出現

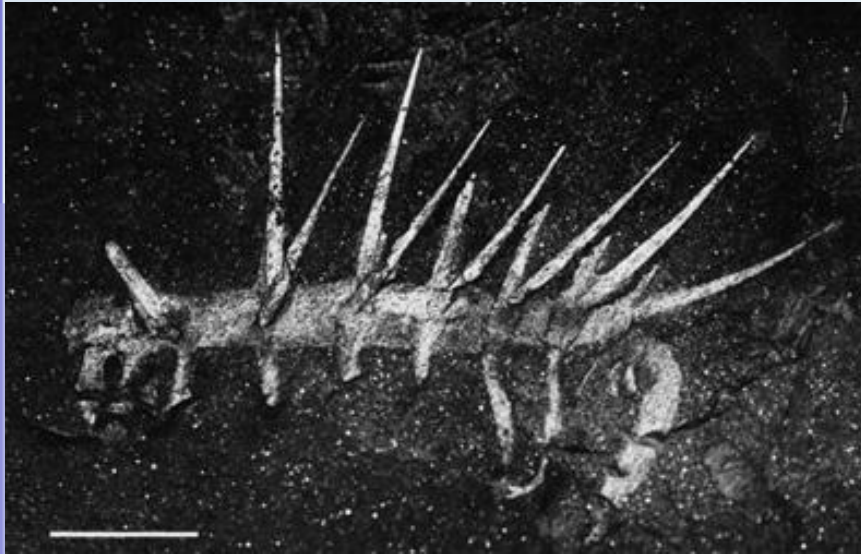
三、古生代的生物與環境(三)

Wiwaxia



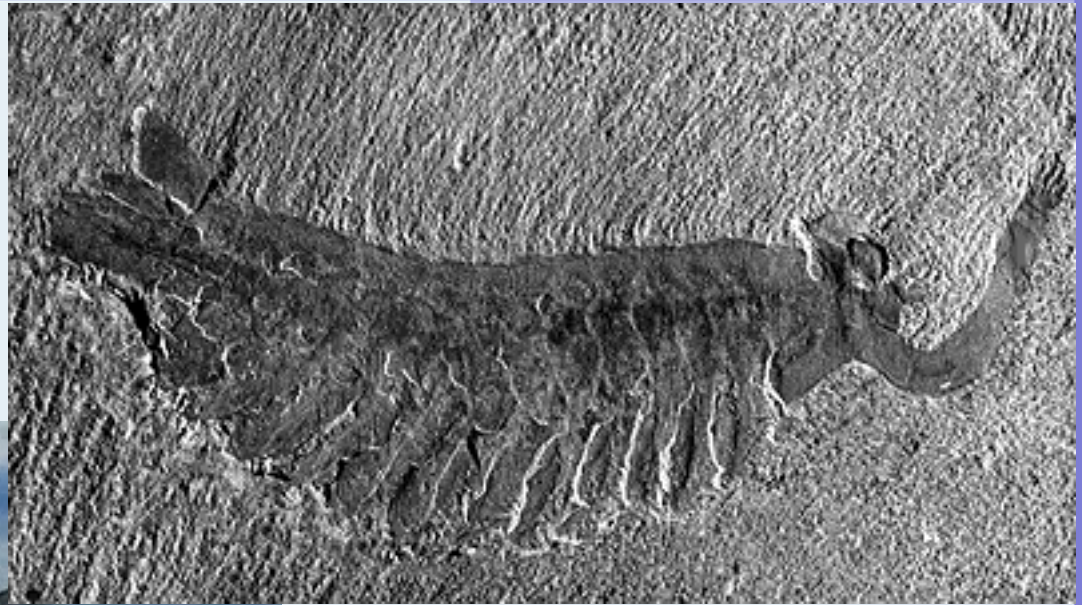
三、古生代的生物與環境(三)

Hallucigenia



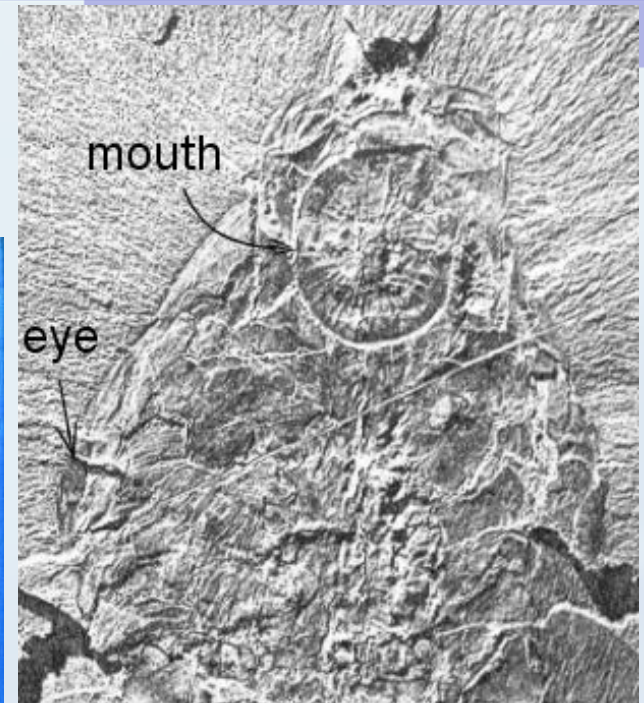
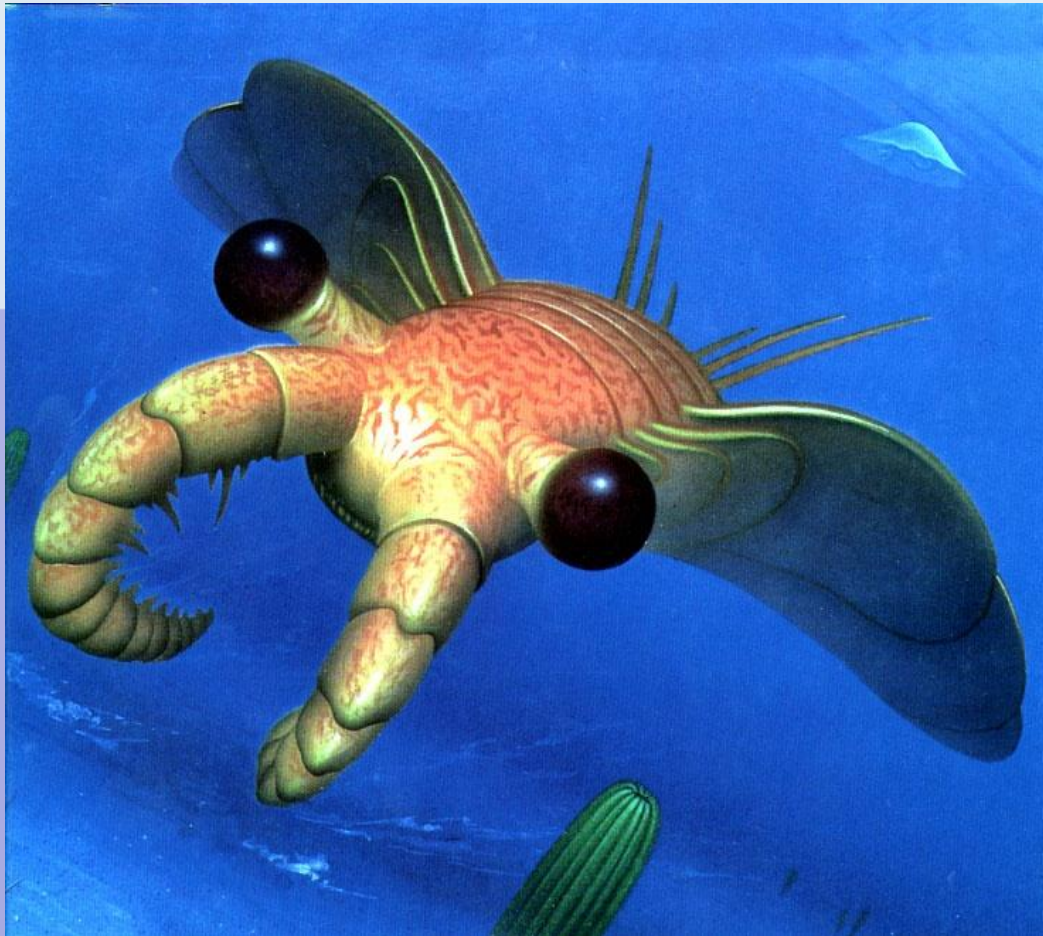
三、古生代的生物與環境(三)

Opabinia



三、古生代的生物與環境(三)

Anomalocaris



三、古生代的生物與環境(三)

Pikaia

(早期的脊索動物Chordate)



三、古生代的生物與環境(三)



三葉虫
(節枝動物)



三、古生代的生物與環境(三)

Pikaia

(早期的脊索動物Chordate)



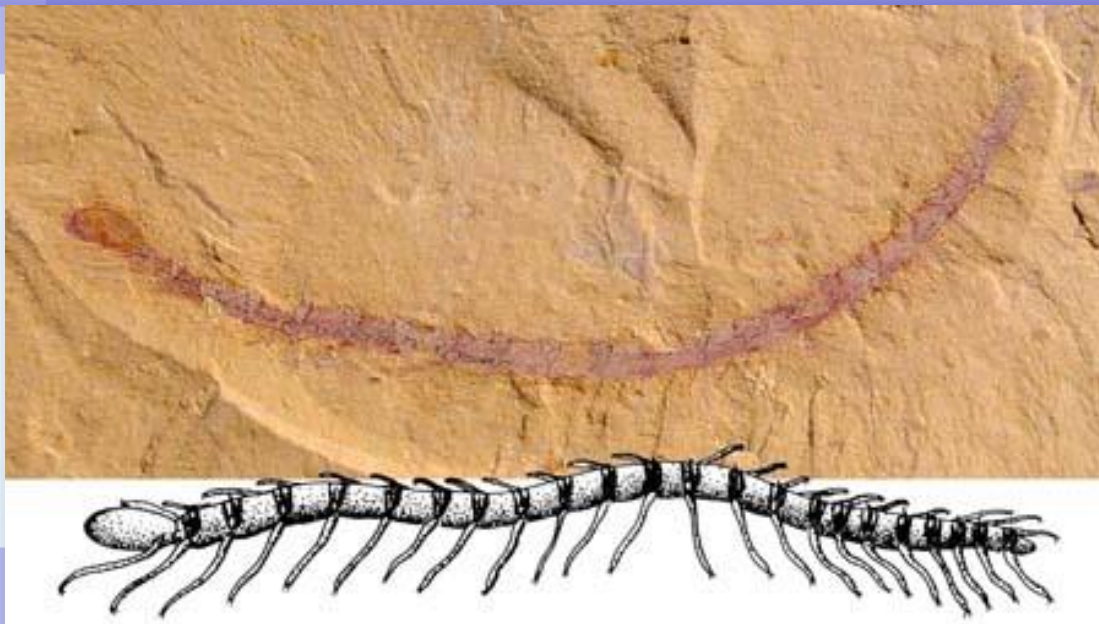
三、古生代的生物與環境(三)

■ 澄江化石群

- 世界最古的動物化石
- 澄江化石群主要是指澄江縣，縣城五公里外，帽天山側寒武紀初期，五億三千萬年前留下黃色泥岩中海洋動物的化石群
- 1984年，中國科學院，南京古生物研究所，陳均遠等所發現



三、古生代的生物與環境(三)



其他節肢動物
(澄江化石)



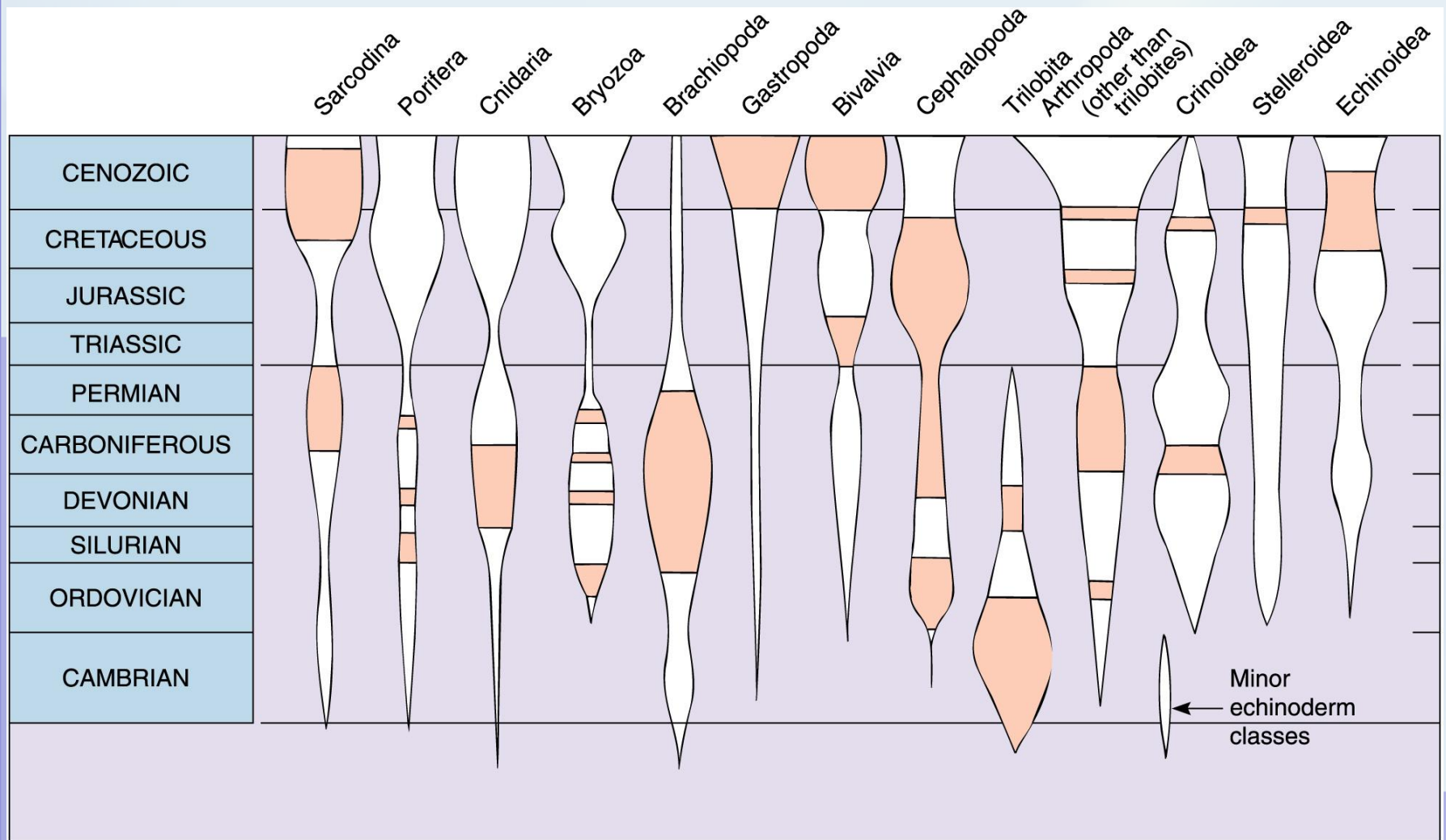
三、古生代的生物與環境(三)

動物大爆炸

- 寒武紀之前，地球上還沒有任何複雜的動物出現。
- 但到了寒武紀初，五億三千萬年以前突然在澱江帽天山的黃色石層中，出現了許多類不同體型(body plan)的動物化石。
- 從海綿，水母，觸手類，蟲類，天鵝絨蟲，腕足類，各種節肢類，到最高的脊索或半脊索動物（雲南蟲）
- 原生動物門，腔腸動物門，環節動物門，節肢動物門，和棘皮動物門等，現在存活的動物，有三十五門至三十八門。
- 綜合全世界發現的寒武紀的化石，共有五十多門。

四、古生代的生物與環境(四)

 主要的動物門 全部起源於早古生代



四、古生代的生物與環境(四)

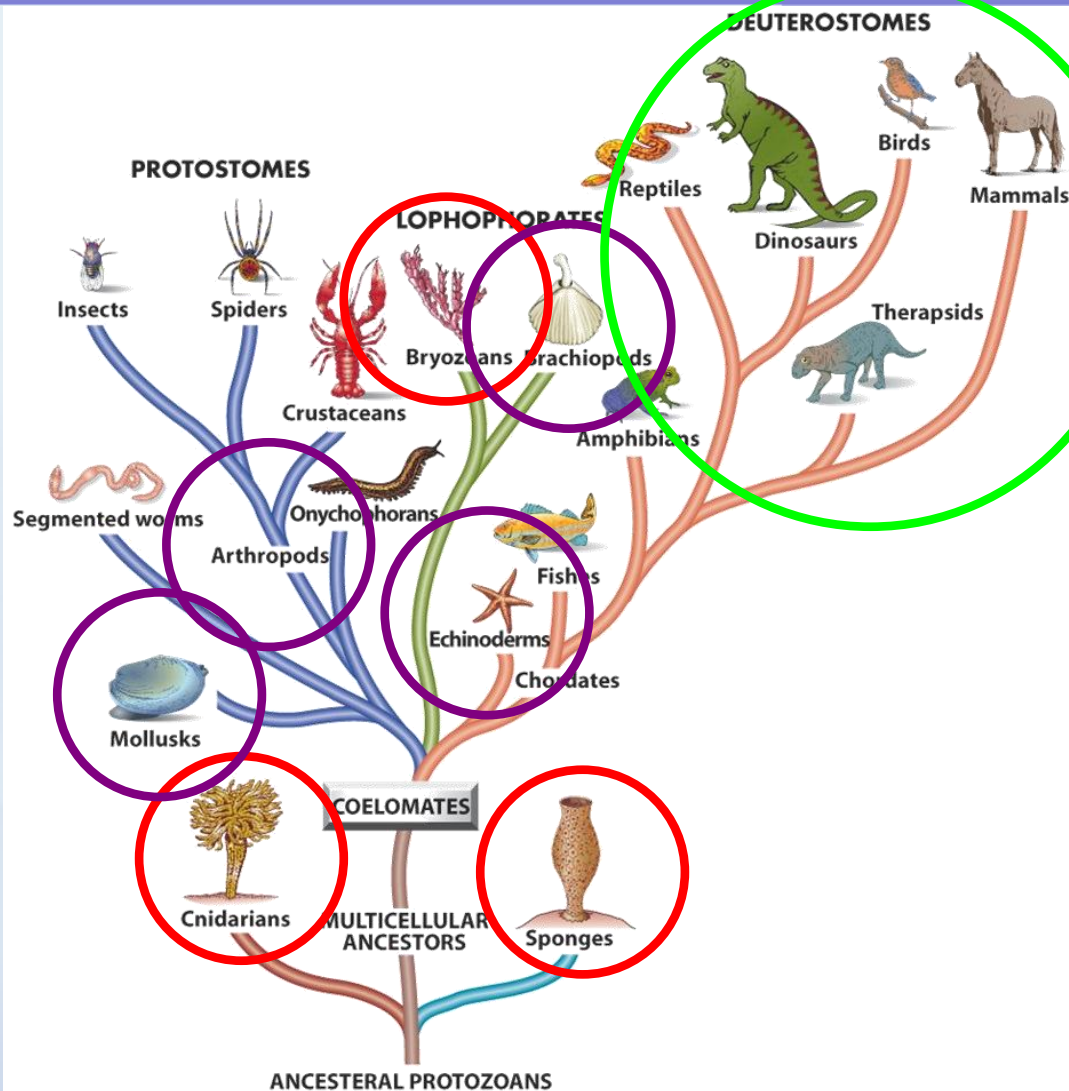


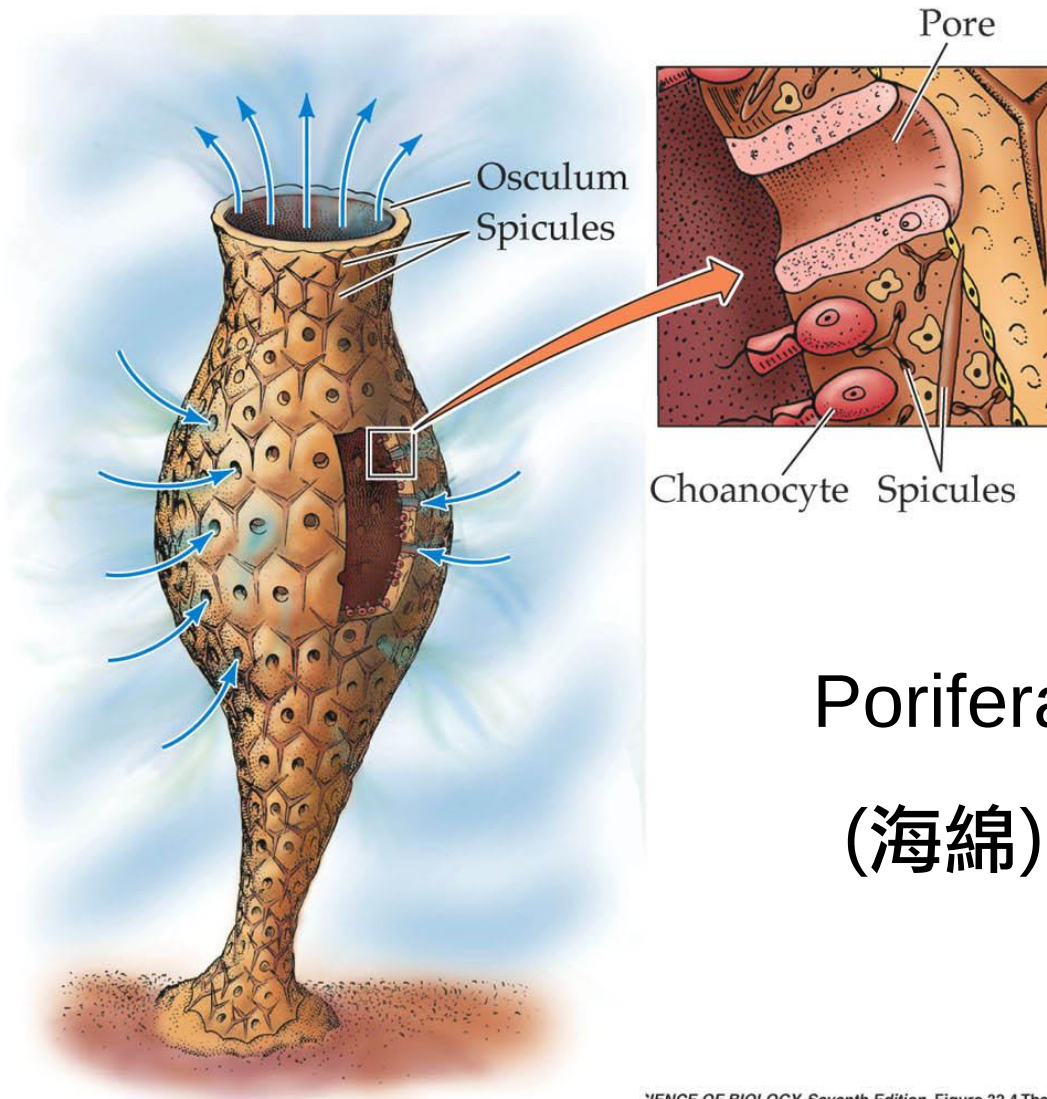
Figure 3-23
Earth System History, Second Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

四、古生代的生物與環境(四)

■ Porifera(海綿)



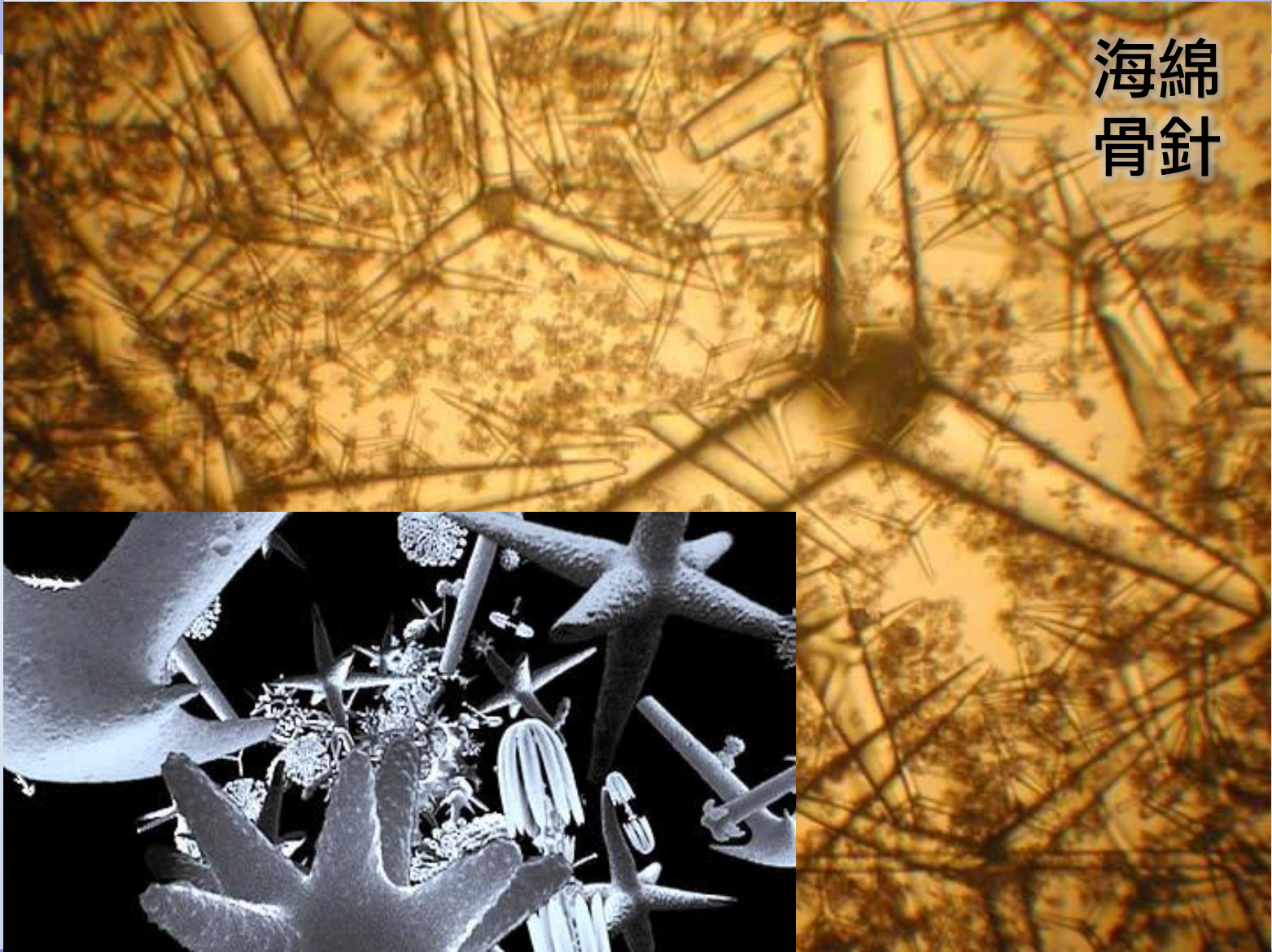
四、古生代的生物與環境(四)



Porifera
(海綿)

四、古生代的生物與環境(四)

海綿
骨針

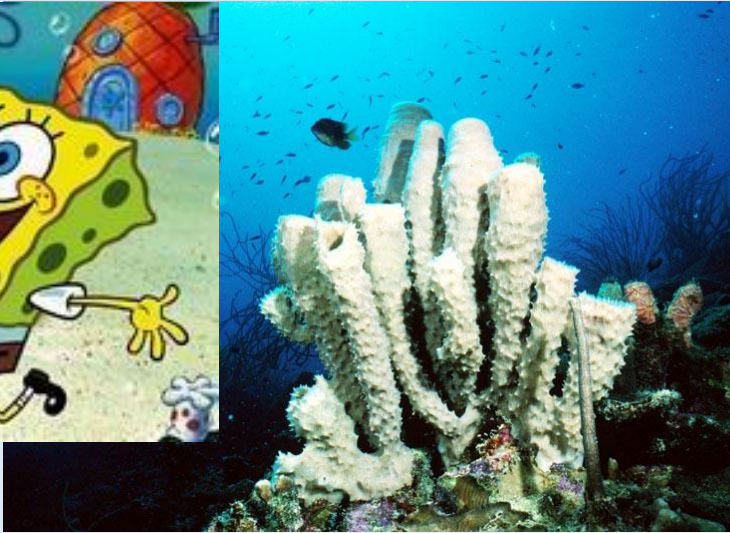


四、古生代的生物與環境(四)

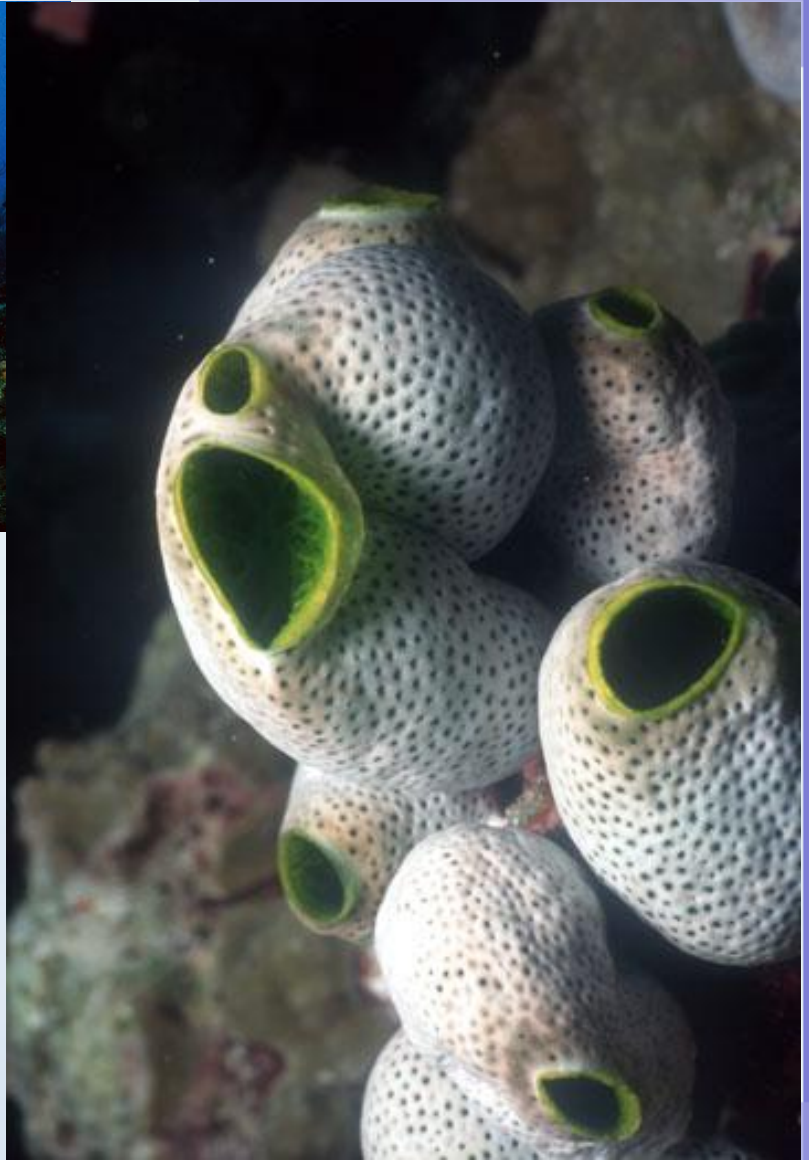
化石
古生代
海綿



四、古生代的生物與環境(四)

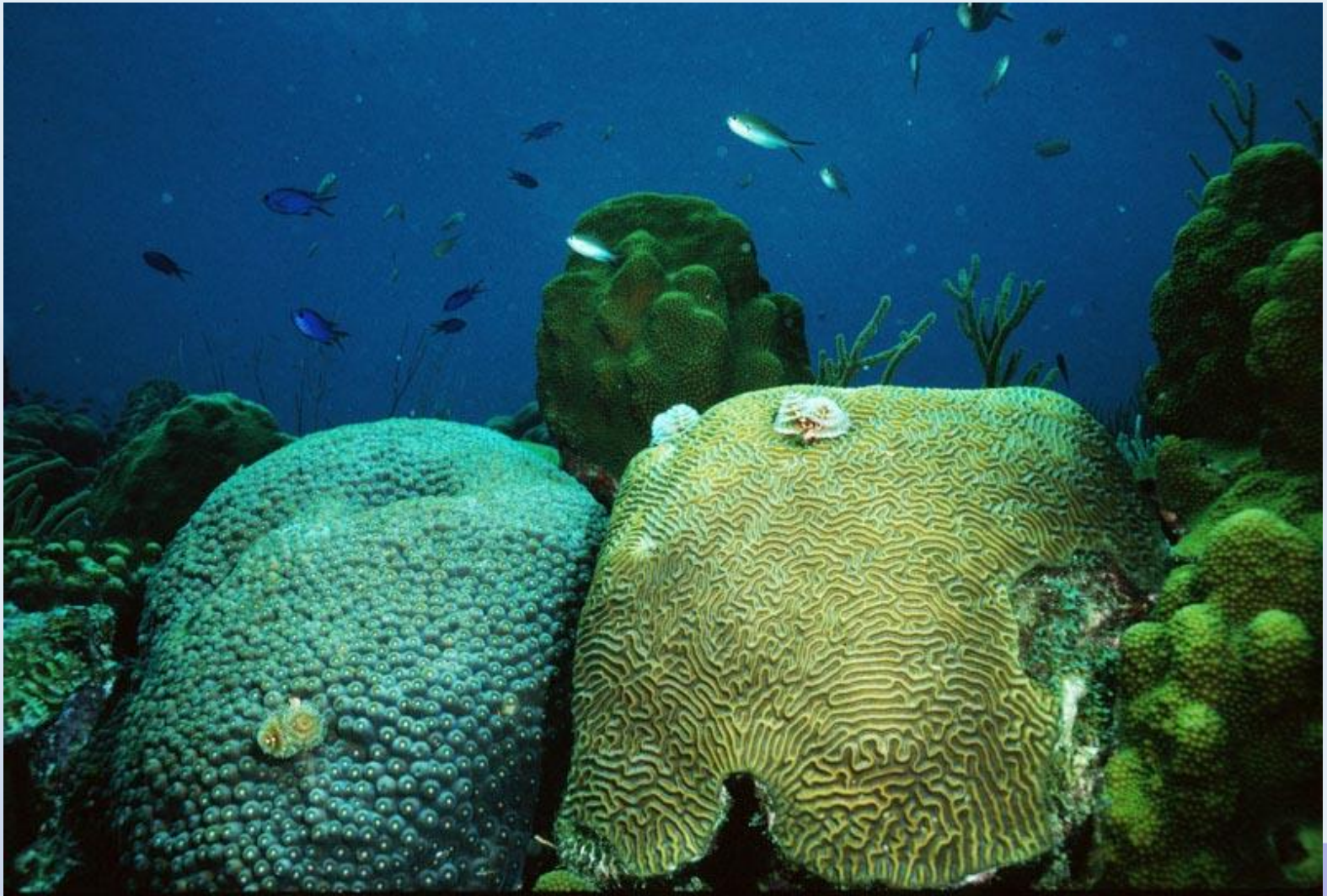


A Semi-Colonial
Ancestor to all
Animals?

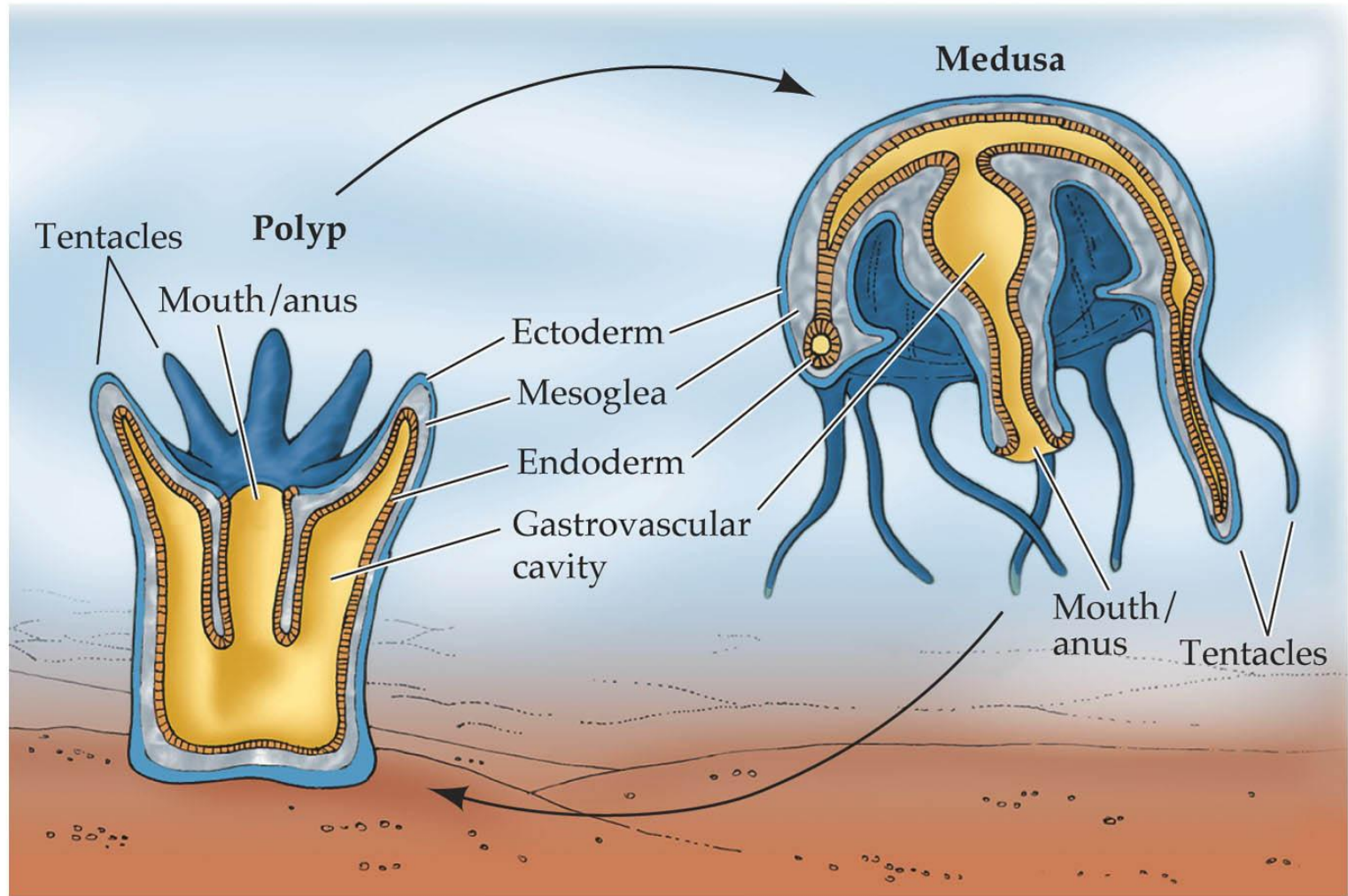


四、古生代的生物與環境(四)

Cnideria(珊瑚和水母)



四、古生代的生物與環境(四)



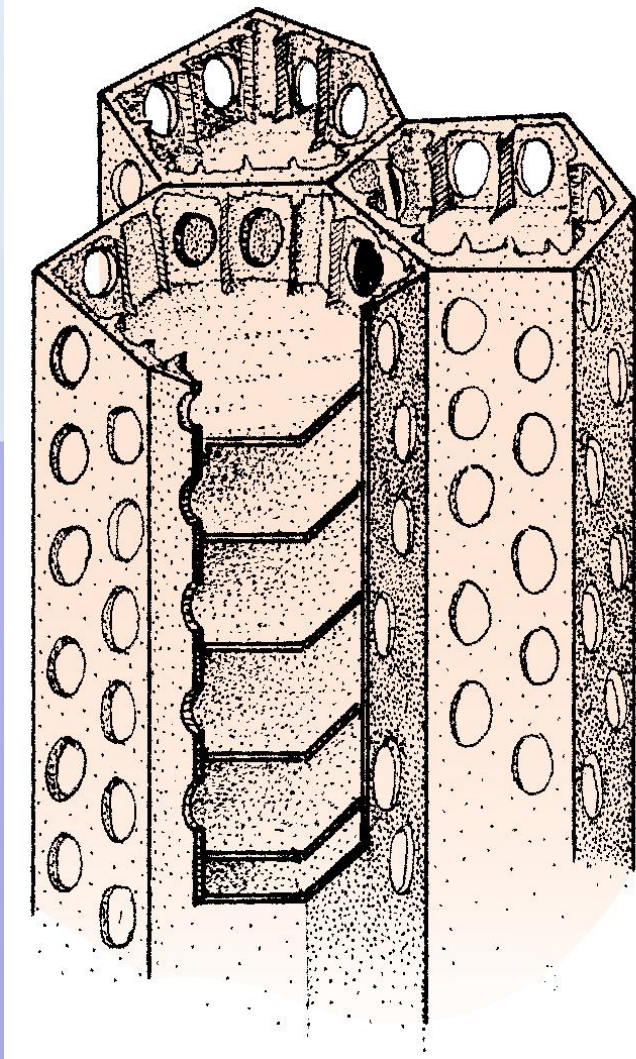
四、古生代的生物與環境(四)



Figure 3-25a
Earth System History, Second Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

四、古生代的生物與環境(四)

■ Order Tabulata (Extinct)



四、古生代的生物與環境(四)

■ Order Rugosa
(Horn Corals)
(Extinct)



四、古生代的生物與環境(四)

■ Order Scleratina (Hexacorals)

Colonial



四、古生代的生物與環境(四)



Figure 3-25a
Earth System History, Second Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

四、古生代的生物與環境(四)

■ Bryozoans(苔蘚虫)



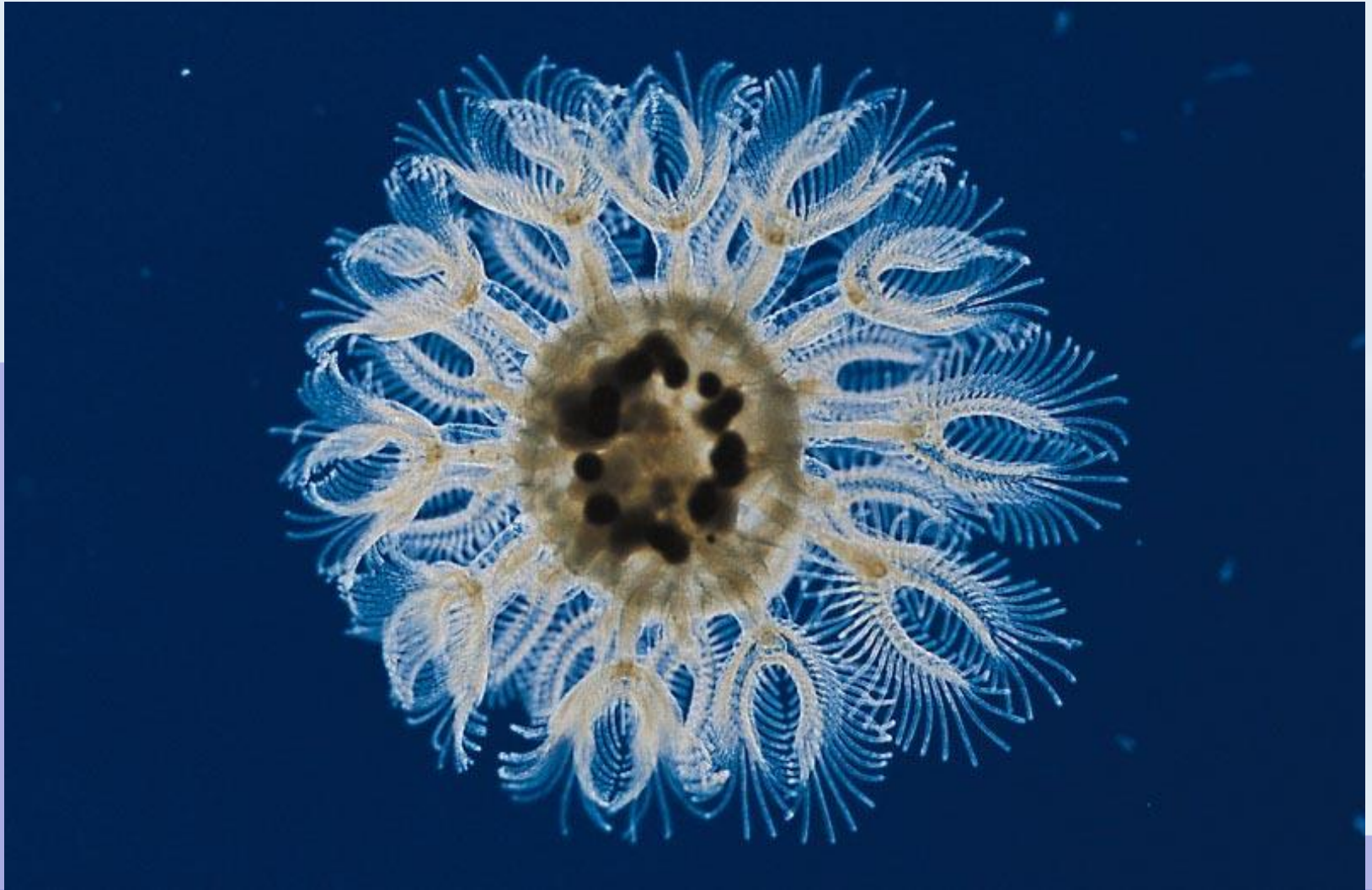
四、古生代的生物與環境(四)



Figure 3-31
Earth System History, Second Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

四、古生代的生物與環境(四)

■ 淡水的Bryozoan



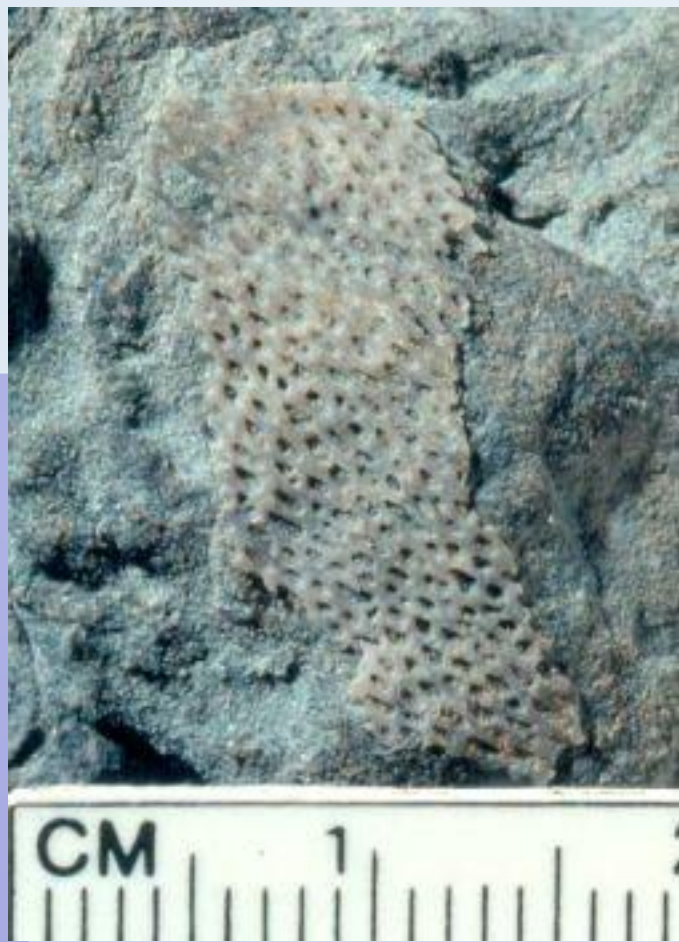
四、古生代的生物與環境(四)

Bryozoan Colony



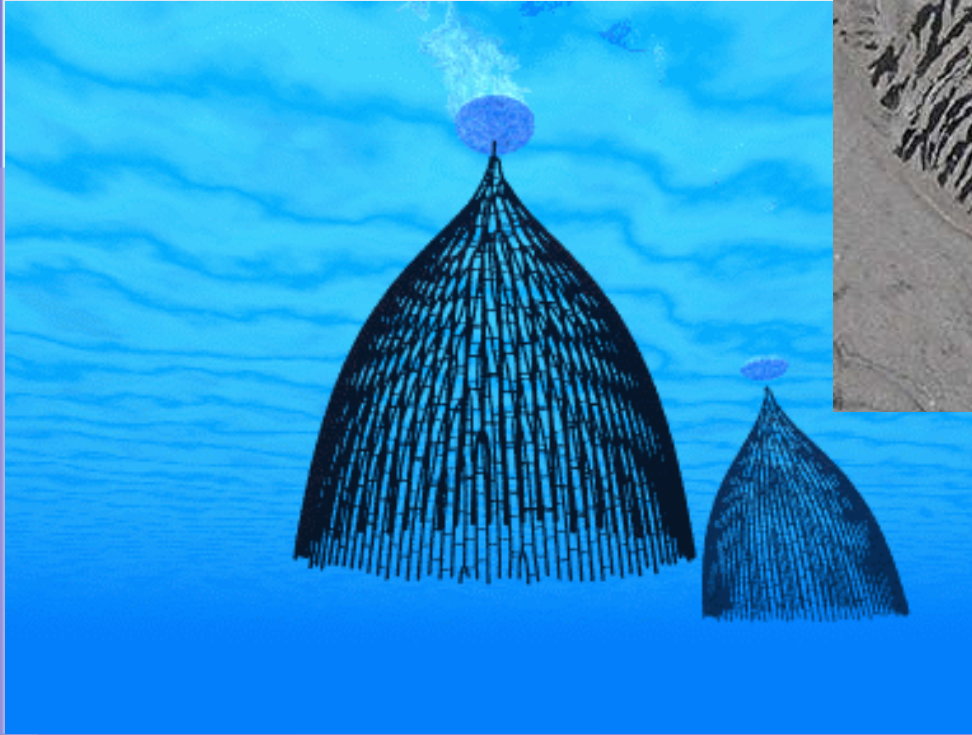
四、古生代的生物與環境(四)

■ 化石Bryozoan



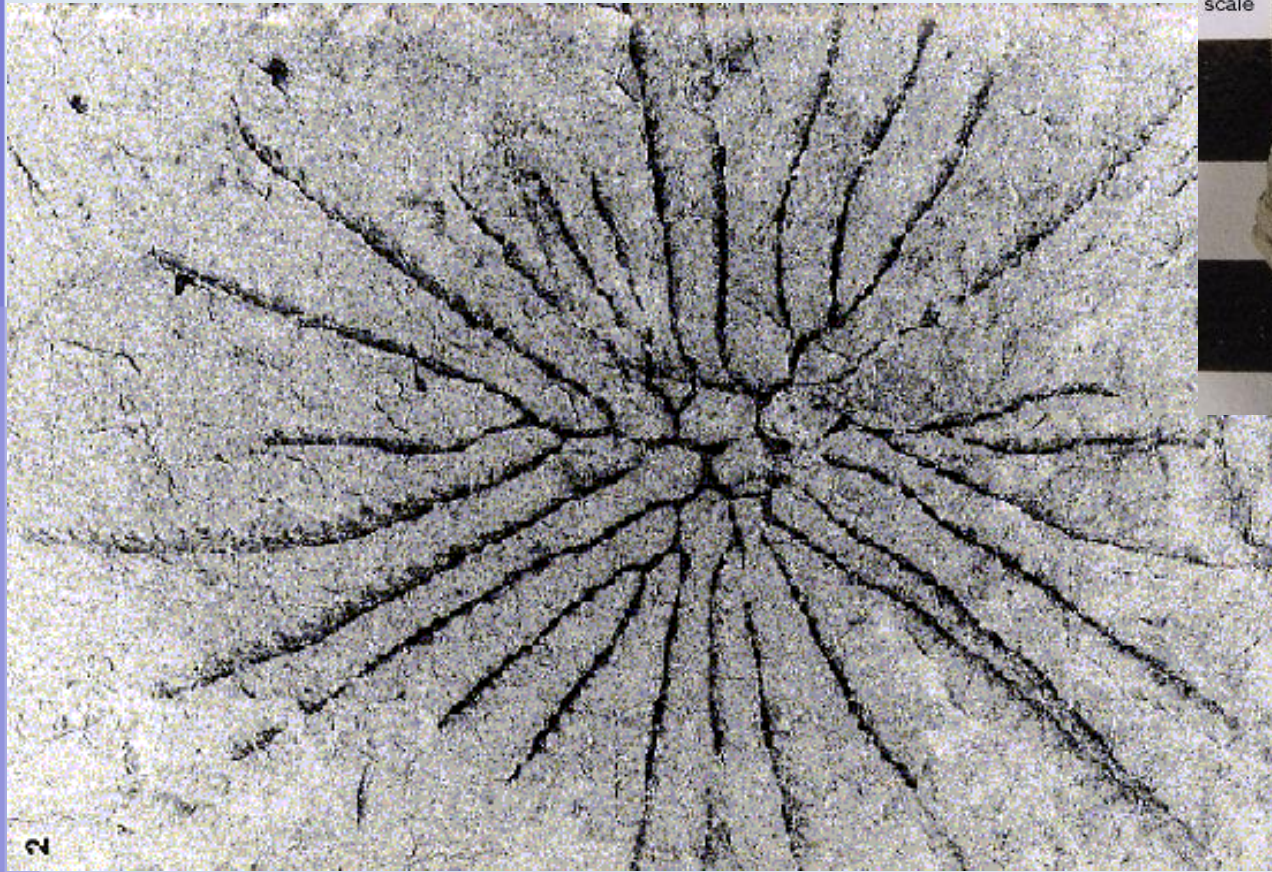
四、古生代的生物與環境(四)

Graptolites



四、古生代的生物與環境(四)

 Dendroid



四、古生代的生物與環境(四)



Graptoloid



四、古生代的生物與環境(四)

■ 軟體動物



Ordovician 腹足類動物

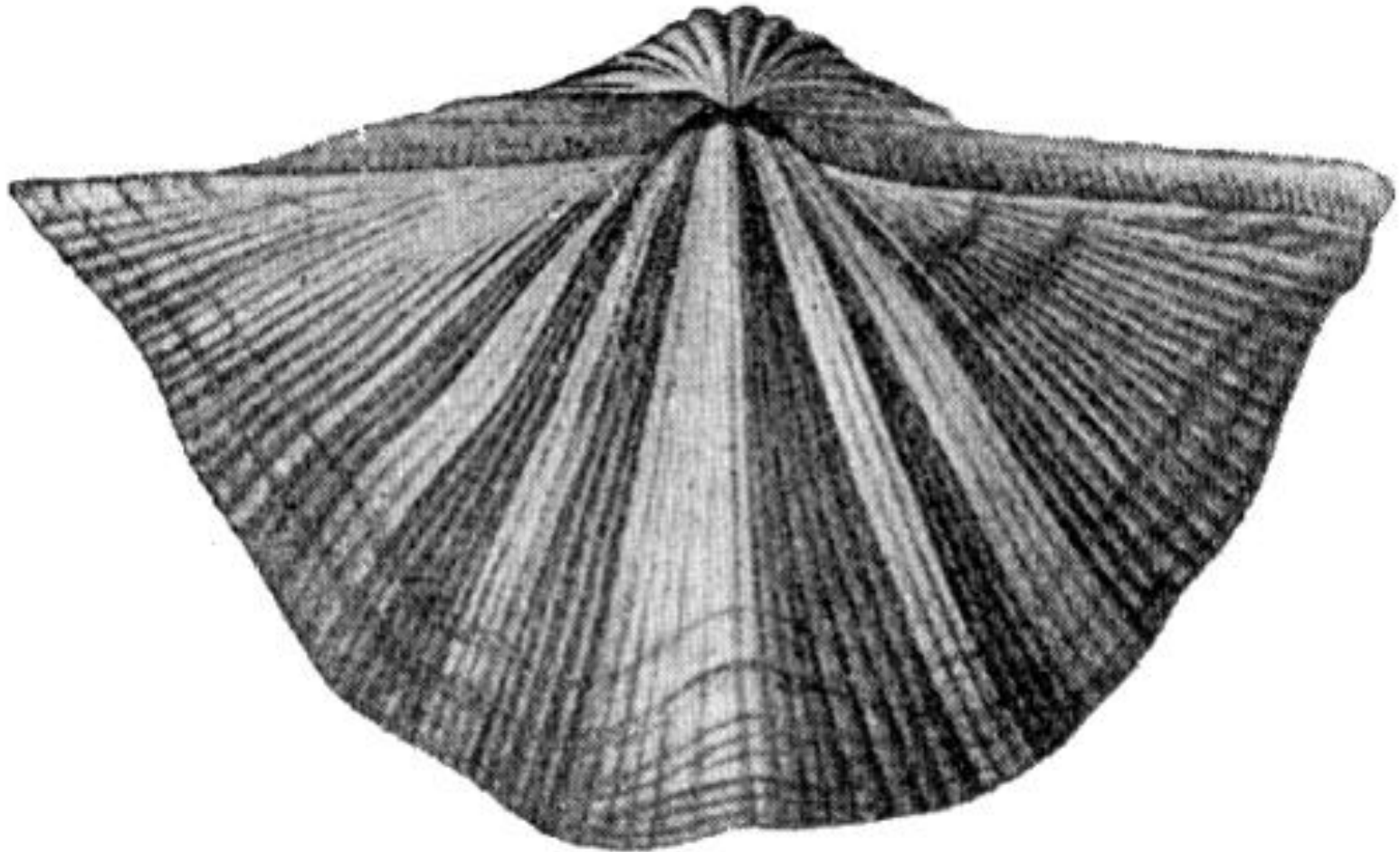


Ordovician Cephalopods



四、古生代的生物與環境(四)

■ Brachiopods (Lamp Shells)



四、古生代的生物與環境(四)

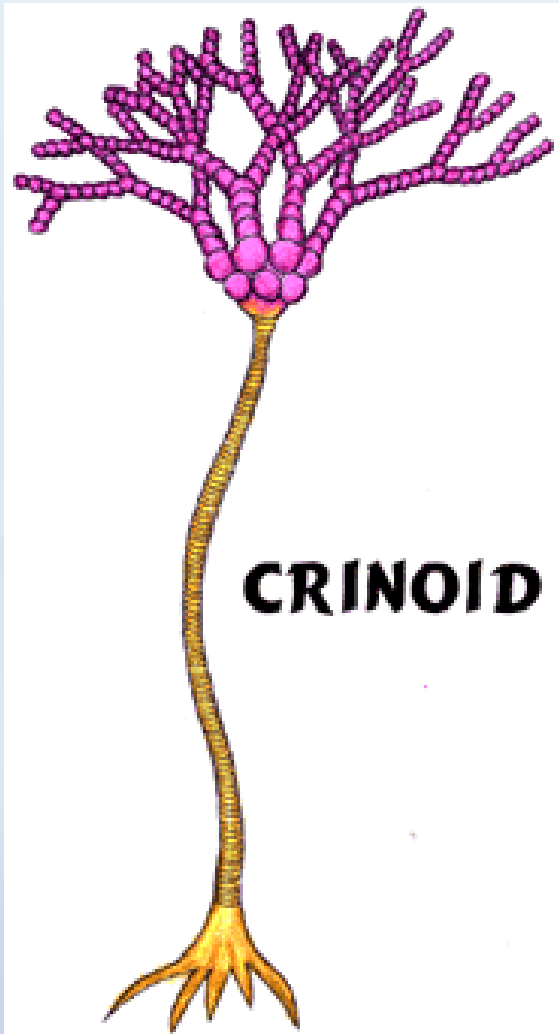
■ Annelids (Segmented Worms)



寒武紀
(中國)

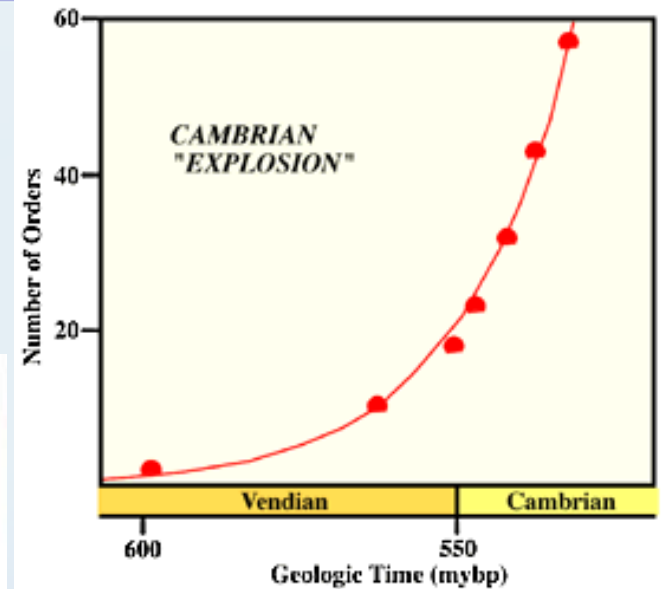
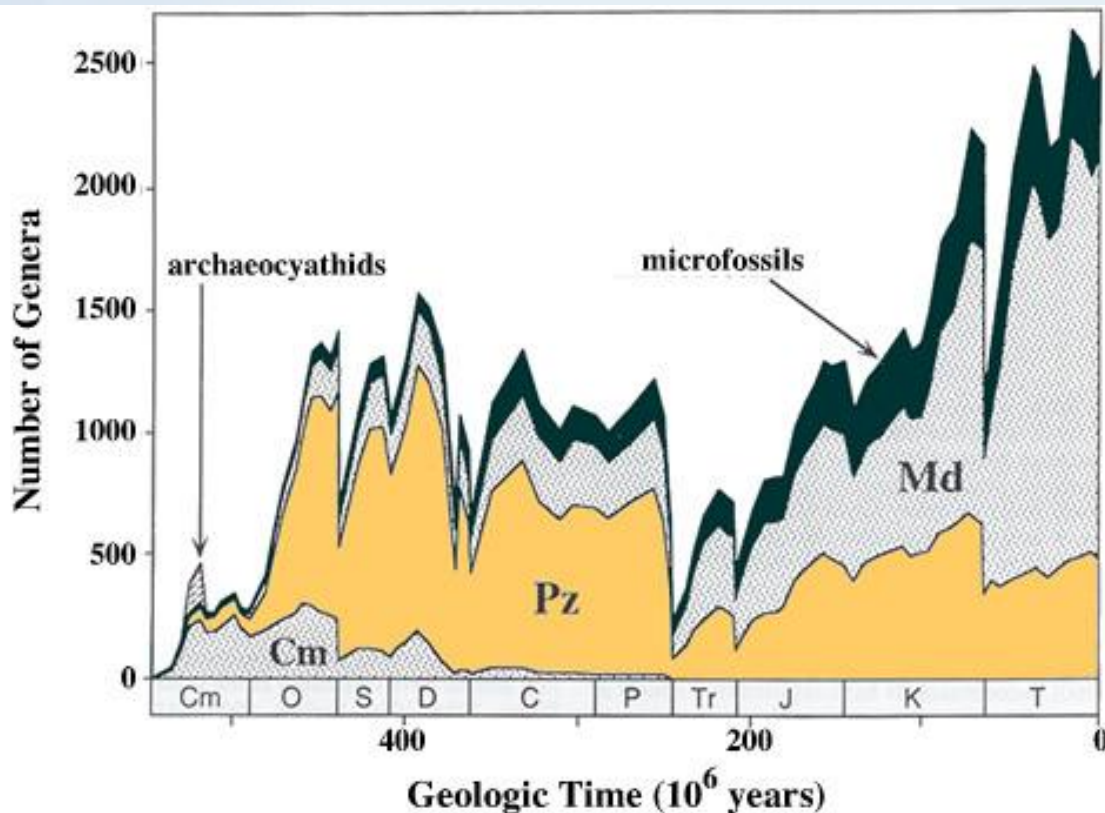
四、古生代的生物與環境(四)

■ 棘皮類



五、古生代的生物與環境(五)

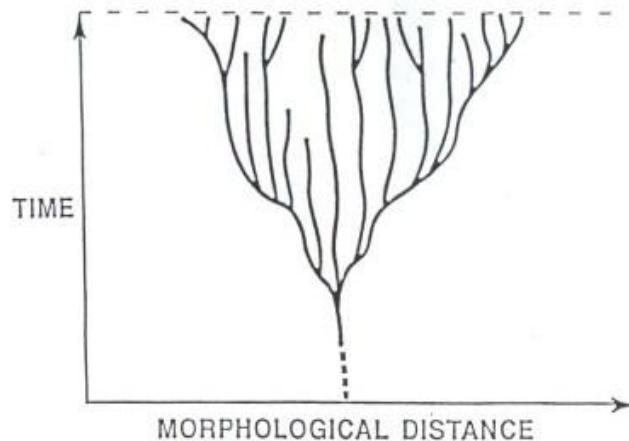
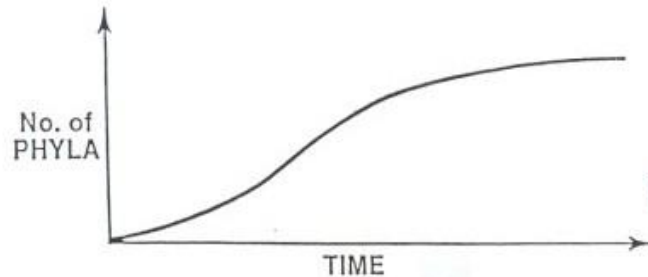
“Jump” in Diversity



五、古生代的生物與環境(五)

達爾文學說預期的結果

A. Darwinian Predictions

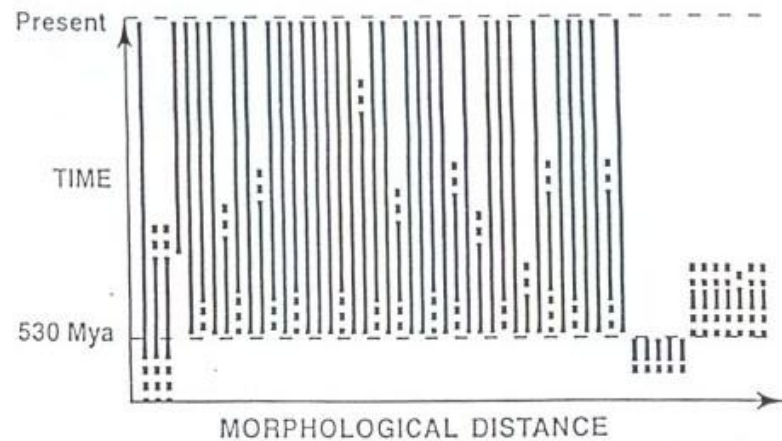
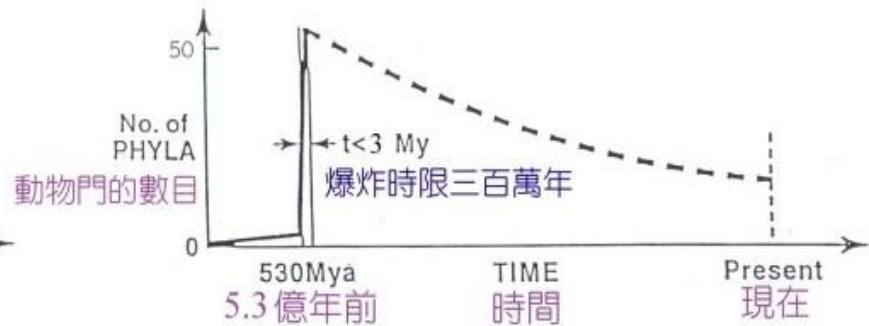


ORIGIN OF THE PHYLA

動物門的始原

化石的證據

B. The Fossil Evidence



形態上的差距

五、古生代的生物與環境(五)

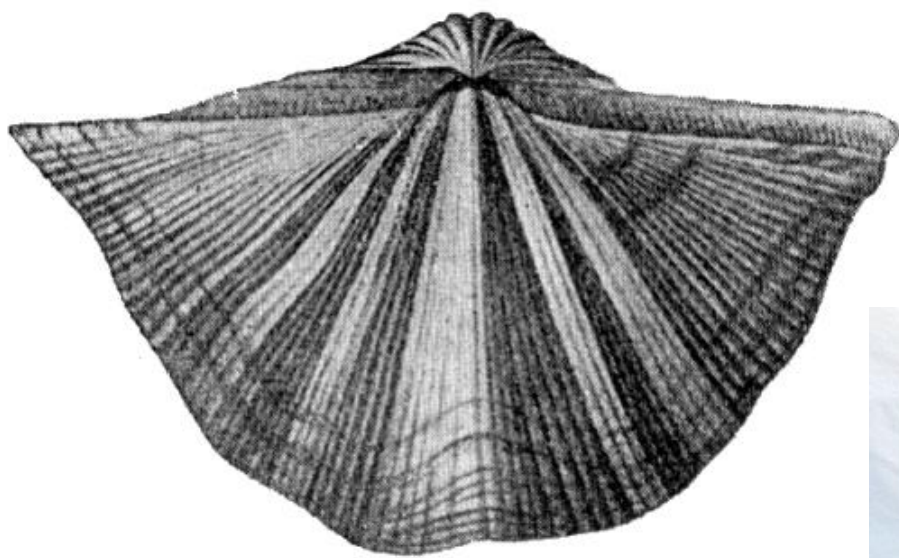
©2003 Timothy G. Standish

三葉虫眼睛



五、古生代的生物與環境(五)

■ 什麼導致寒武紀大爆炸？



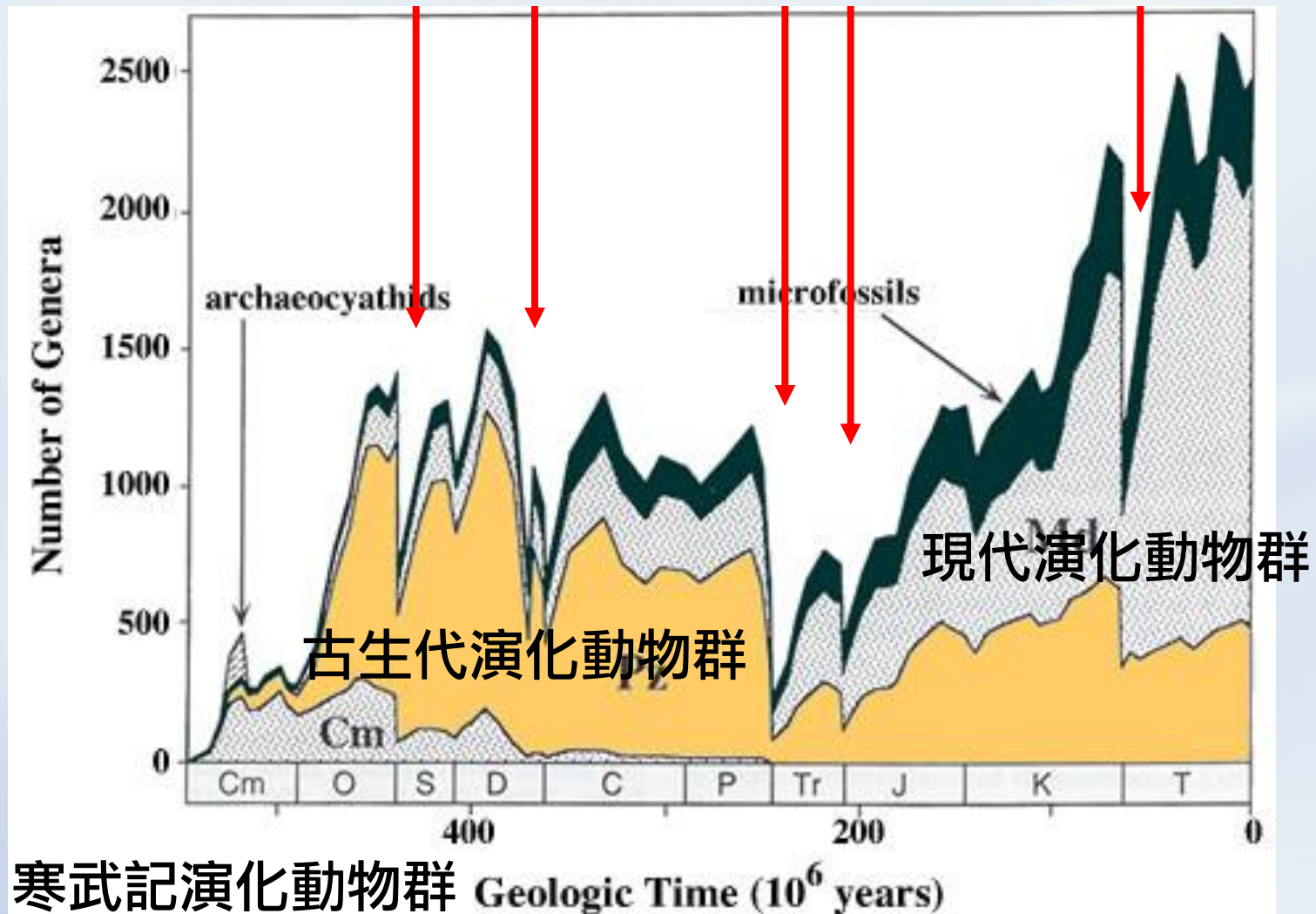
外殼與骨骼嗎？
嚴峻的氣候？

掠食者嗎？
生物大滅絕？



五、古生代的生物與環境(五)

■ 生物大滅絕



五、古生代的生物與環境(五)

■ 5 次大滅絕

時間	種類損失	主要的滅絕物種
Ordovician	$85 \pm 3 \%$	Brachiopods & bryozoans
Devonian	$83 \pm 4\%$	Rugose & tabulate corals, armored* & jawless fish
Permian	$95 \pm 2\%$	All life! - Trilobites*, corals*, blastoids*
Triassic	$80 \pm 4\%$	Most synapsids
Cretaceous	$76 \pm 5\%$	Dinosaurs, marine reptiles, ammonites

*Went extinct, **From Jablonski (1991,1995)

五、古生代的生物與環境(五)

大滅絕的原因

- 環境劇烈的變化 – 過快導致物種無法適應
- 例如：
 - 隕石撞擊的影響
 - 全球火山大爆發
 - 迅速的氣候變化
 - 海平劇烈變化

五、古生代的生物與環境(五)

古生代大滅絕的原因

- 主要假說
- Ordovician
 - 冰河期
 - 海平面降低
 - 氣候變冷
- Devonian
 - 大陸陸地的增加
 - 海洋裡形成 anoxic條件
- 二疊紀
 - 盤古大陸的形成
 - 淺海環境的消失
 - 氣候變化
 - 大規模火山爆發
 - 彗星撞擊影響

五、古生代的生物與環境(五)

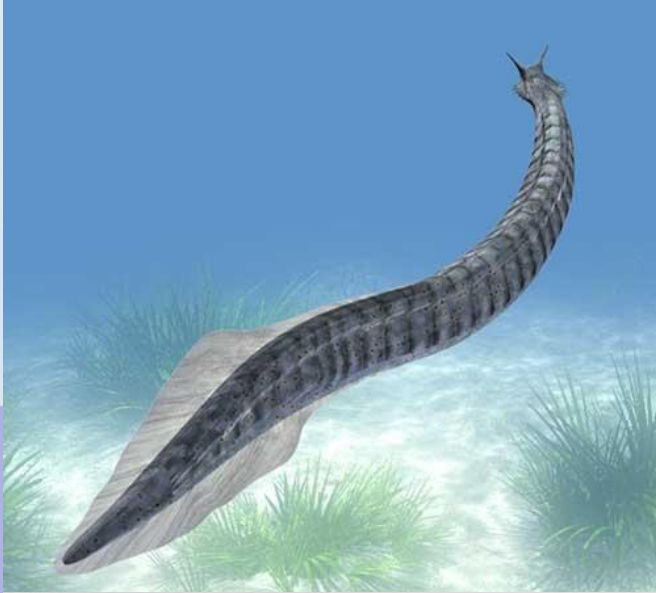
生還者

準備面對下一個世紀的來臨

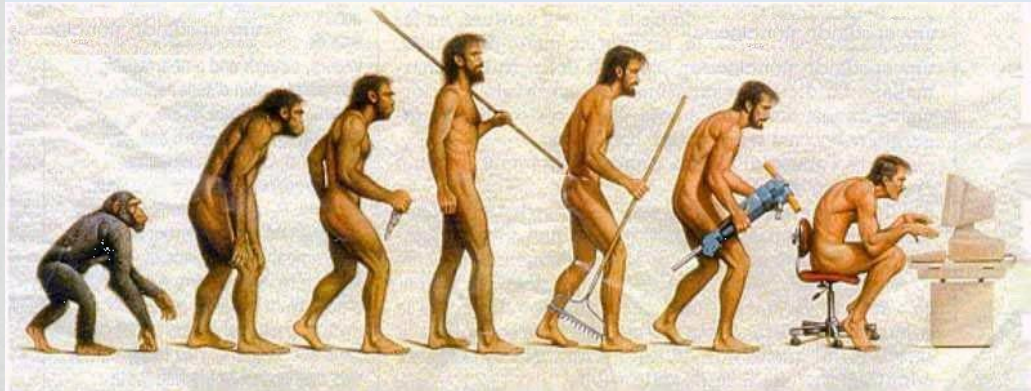
適應輻射

五、古生代的生物與環境(五)

■ 脊椎動物演化

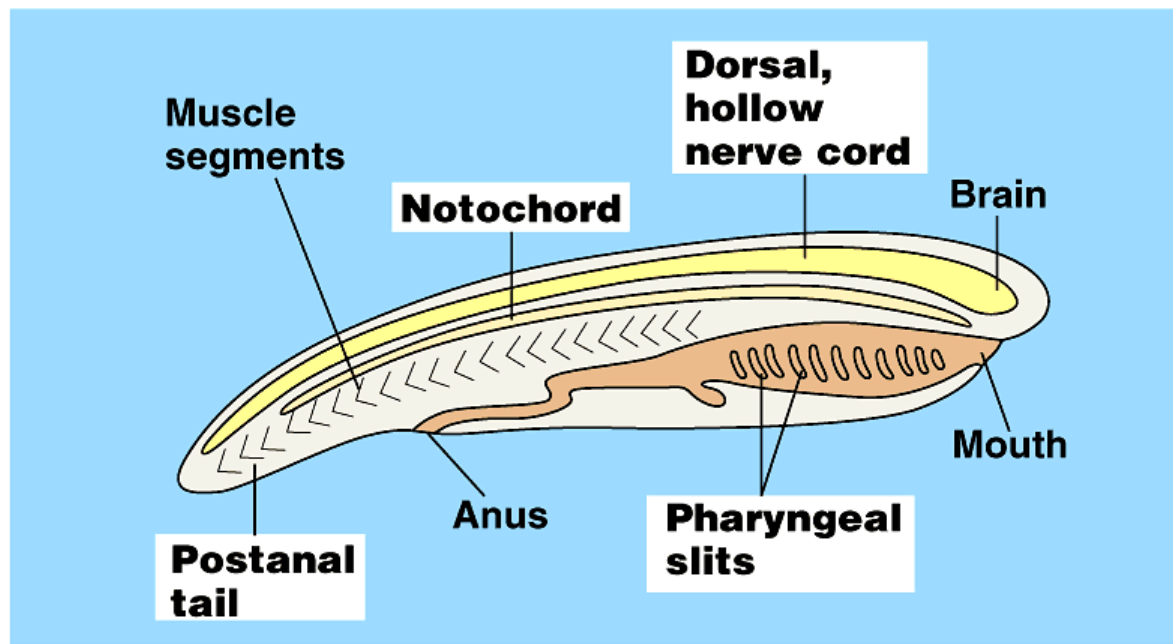


從Pikaia到
陳水扁



五、古生代的生物與環境(五)

■ 脊索門Chordata



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

- 1. 具有脊索
- 2. 具有背神經管
- 3. 具咽鰓裂

脊椎動物

脊索由附上大腦和頭顱的脊柱所替換

五、古生代的生物與環境(五)

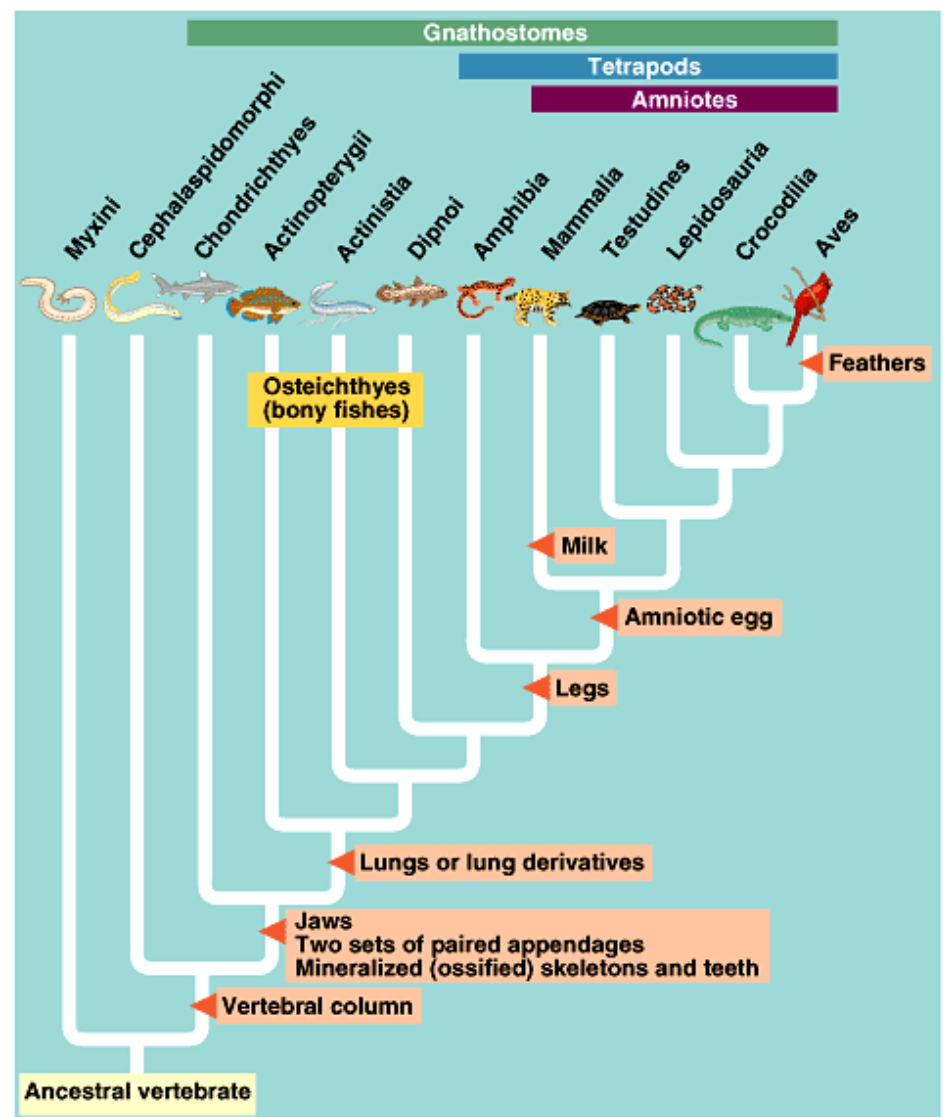
演化系統發展

魚→兩棲動物→~~爬蟲~~ → 哺乳動物



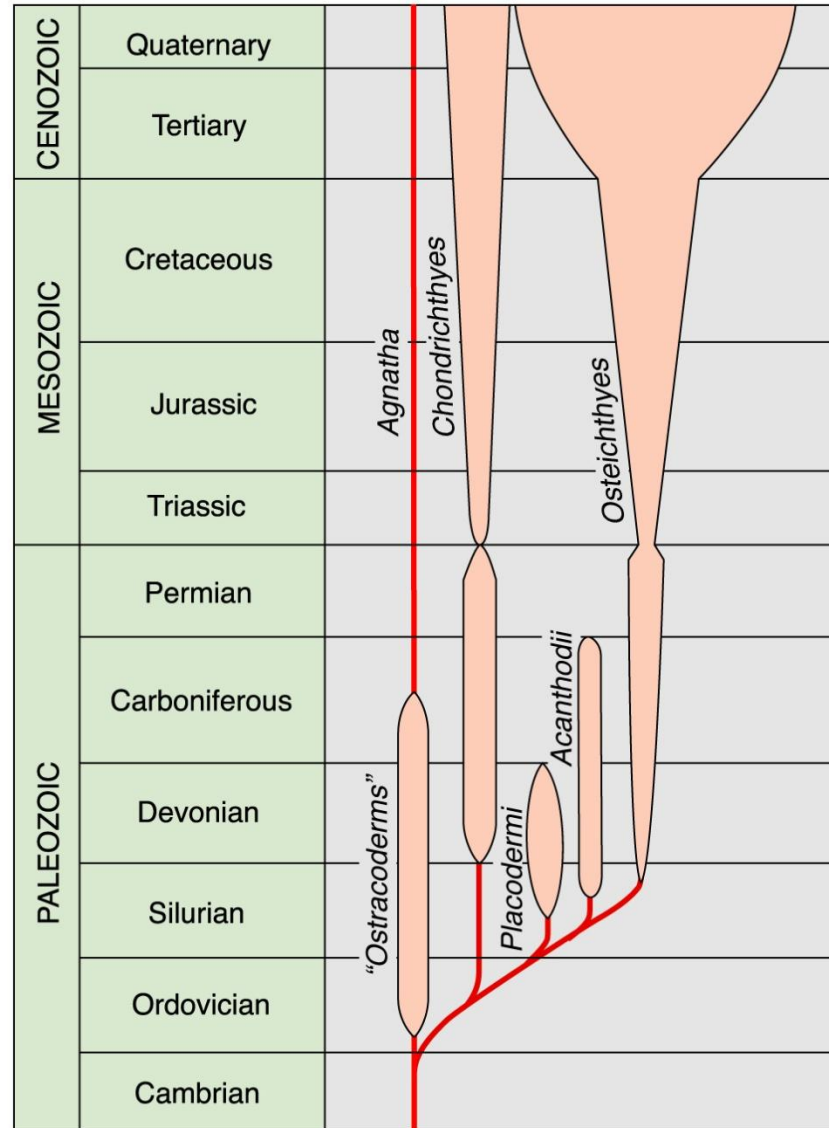
五、古生代的生物與環境(五)

common
ancestors and
speciation



五、古生代的生物與環境(五)

魚類的演化

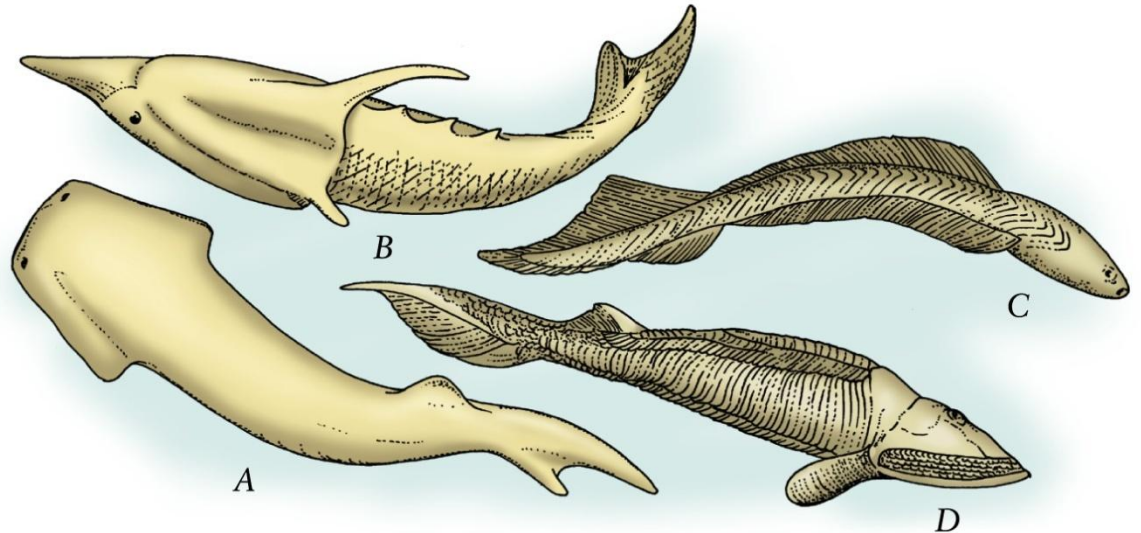


五、古生代的生物與環境(五)



魚：
無顎魚 (Agnatha)

Early Paleozoic ostracoderms. (A) *Thelodus*, (B) *Pteraspis*, (C) *Jamoytius*, and (D) *Hemicyclaspis*, drawn to the same scale.



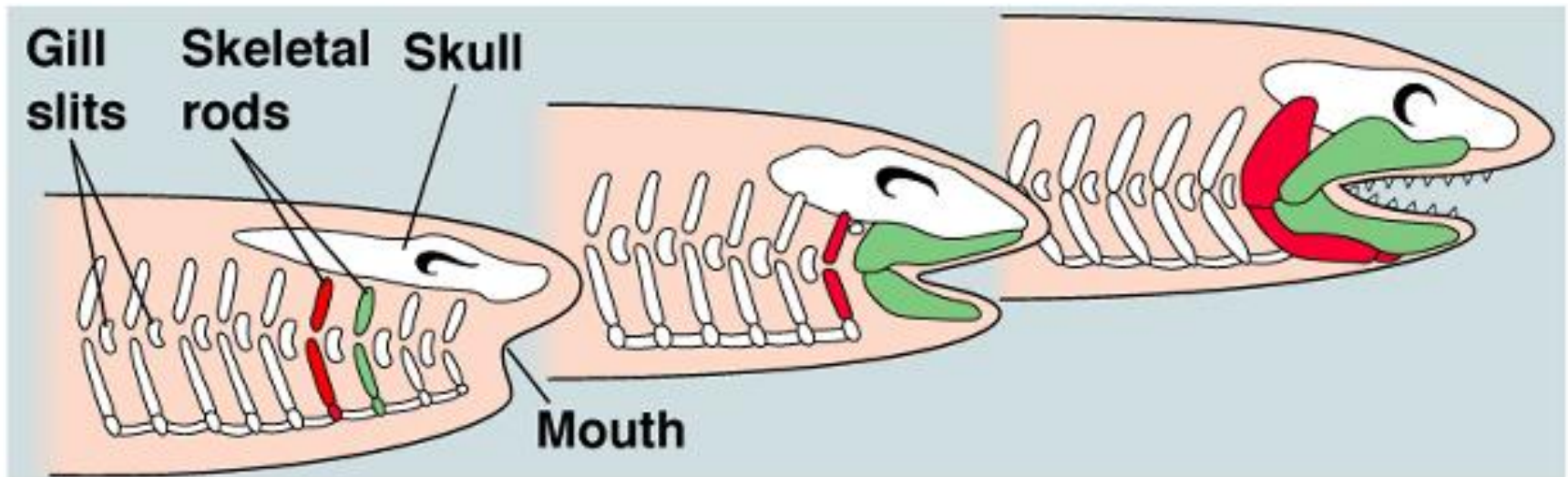
五、古生代的生物與環境(五)

■ 現代Agnatha：海七鰓鰻



六、古生代的生物與環境(六)

■ 下顎的起源



©Addison Wesley Longman, Inc.

六、古生代的生物與環境(六)

■ Placoderms 帶上鎧甲的魚



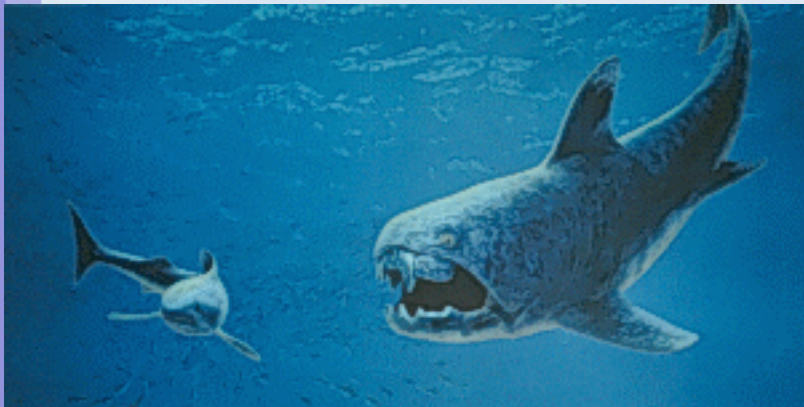
Pamela Gore 1996

Dunkleosteus

已絕種



Bothriolepis



六、古生代的生物與環境(六)

■ Chondrichthyes 軟骨魚



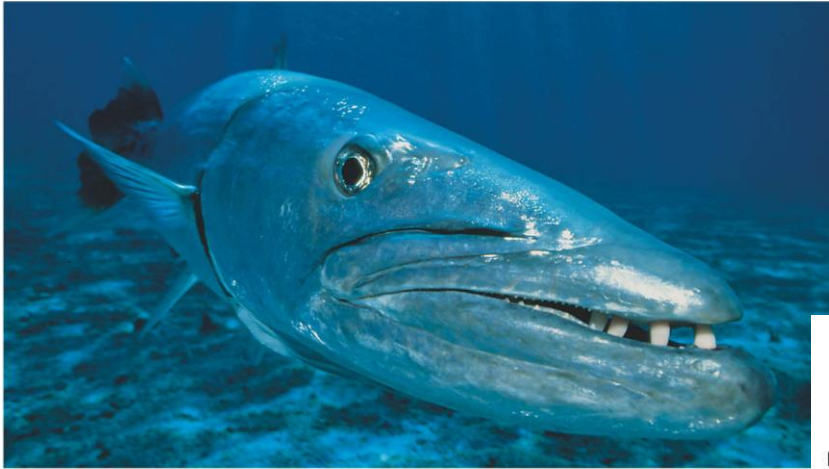
六、古生代的生物與環境(六)

■ 現代軟骨魚 (鯊和魷)



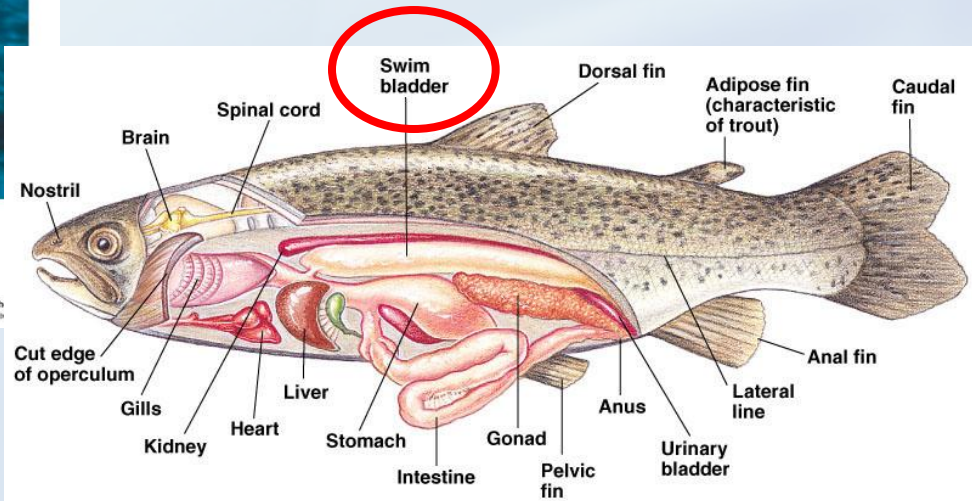
六、古生代的生物與環境(六)

Osteichthyes 硬骨魚



(a) *Sphyrna barracuda*

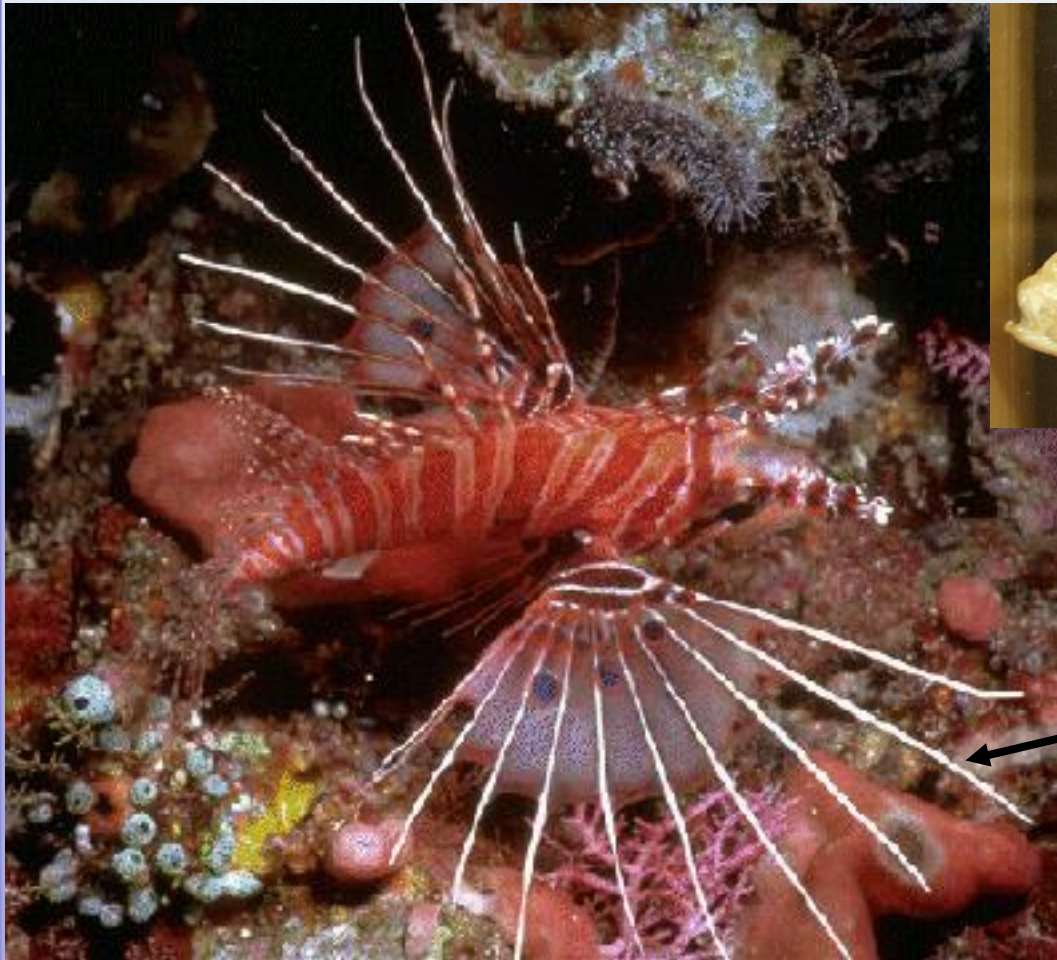
LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 34.13 Diversity among Ray-Finned Fish
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Free



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

六、古生代的生物與環境(六)

■ Osteichthyes : 放射狀鰭



rays

六、古生代的生物與環境(六)

■ 放射狀鰭魚類



鱈魚

Longnose GAR

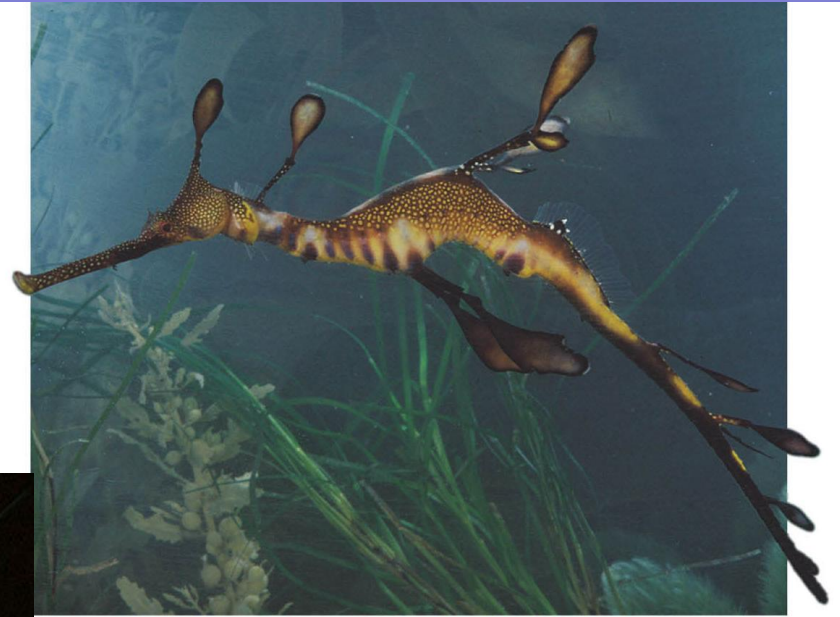


Photo: Ed Jackson

六、古生代的生物與環境(六)

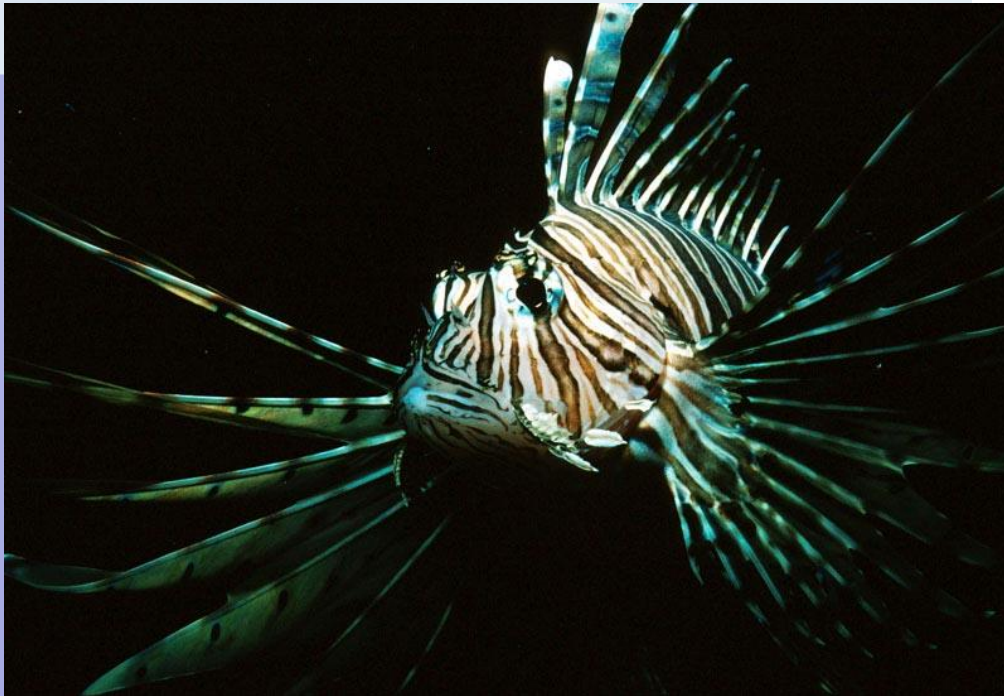
■ 放射狀鰭魚類：Teleosts

海龍



(d) *Phyllopteryx taeniolatus*

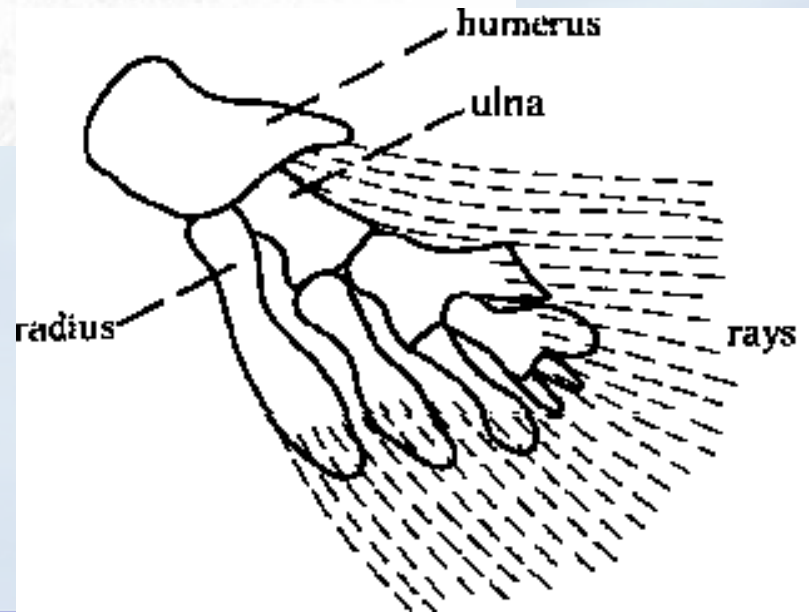
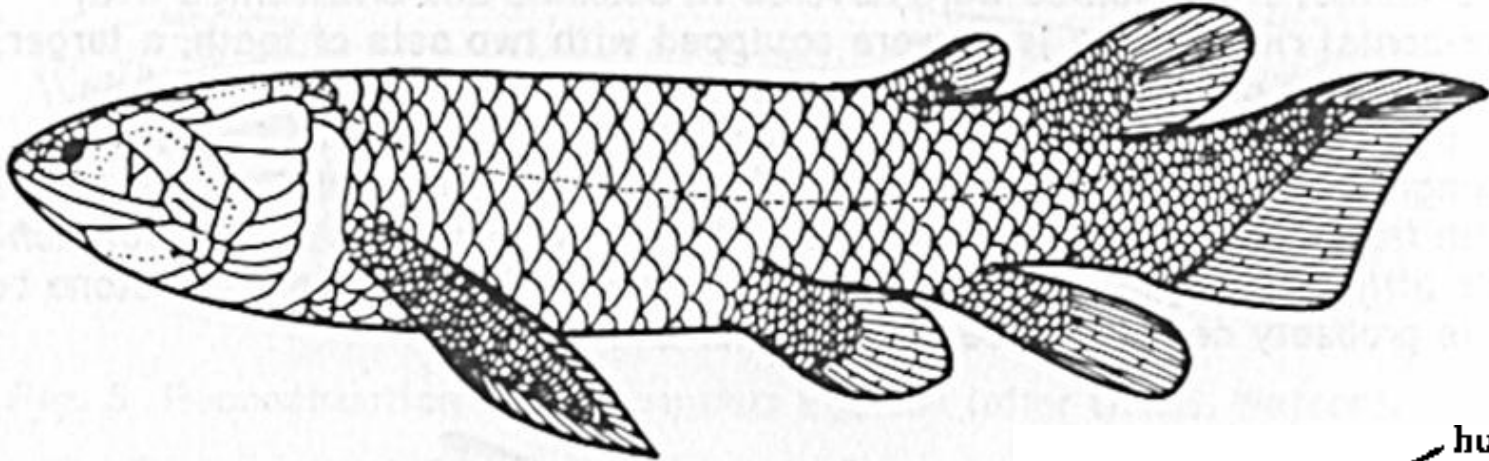
96%的現今的魚



獅子魚

六、古生代的生物與環境(六)

■ Osteichthyes : Lobe Finned



六、古生代的生物與環境(六)



Coelacanth

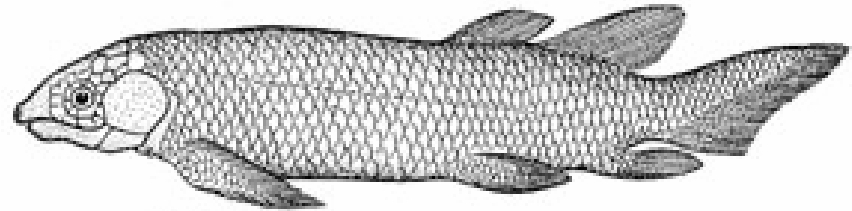
Lobe Finned



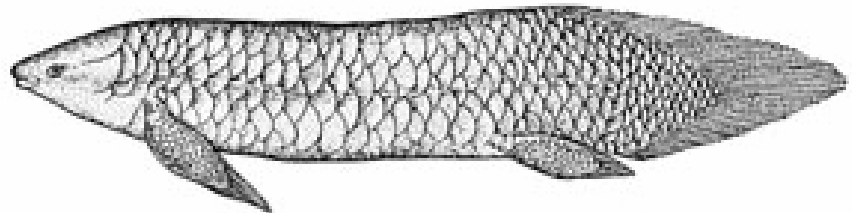
六、古生代的生物與環境(六)

Lobe Finned

肺魚

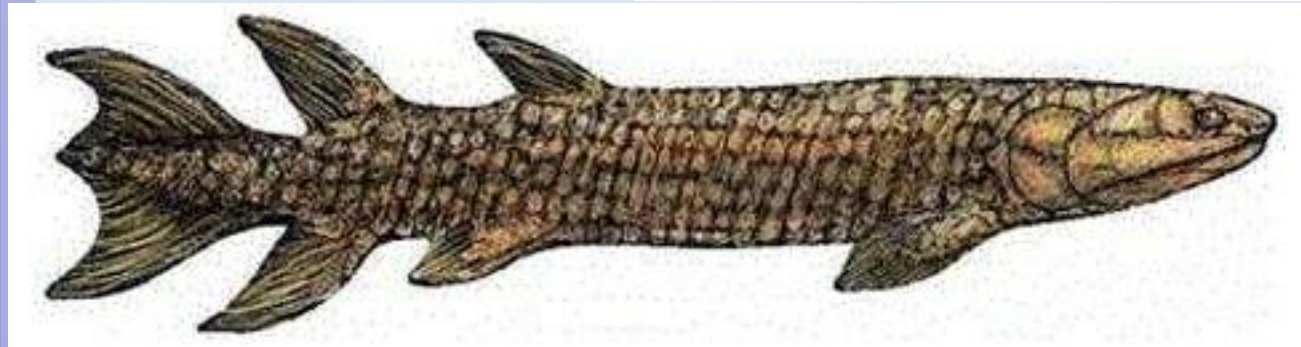


A, *Dipterus*



B, *Neoceratodus*

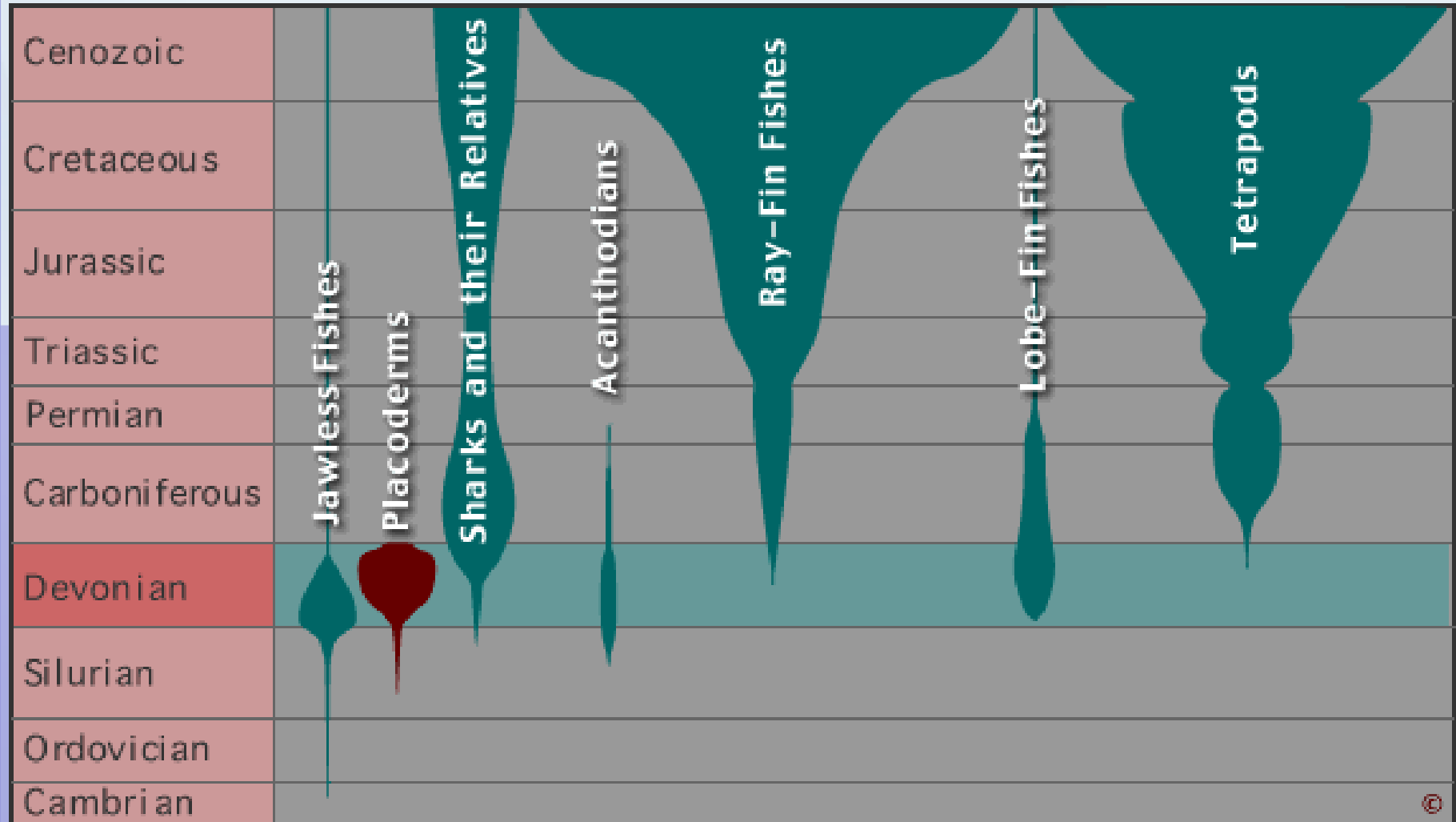
30. Lungfishes. A, An ancient Devonian fossil type; B, *Neoceratodus* of Australia. The median fins have changed greatly during the history of the group. (A after Traquair; B after Dean.)



Eusthenopteron

六、古生代的生物與環境(六)

■ From sea to land?



七、古生代的生物與環境(七)

■ 史上最大的遷移 (Silurian/Devonian)



植物，昆蟲，
脊椎動物(Tetrapods)

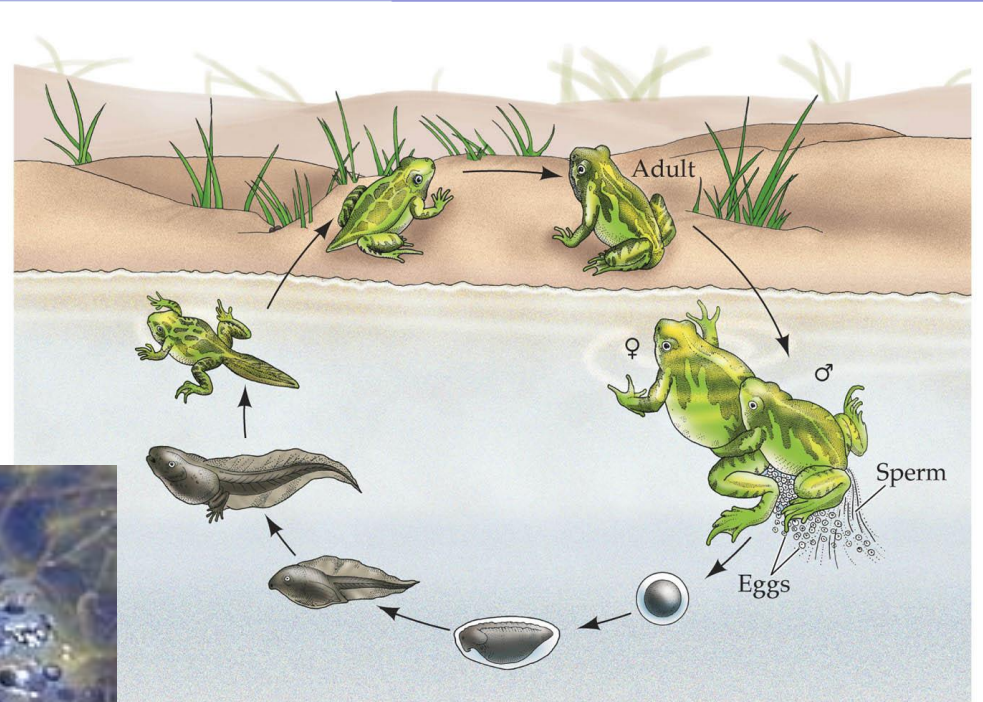
七、古生代的生物與環境(七)

■ 兩棲動物



七、古生代的生物與環境(七)

■ 兩棲動物

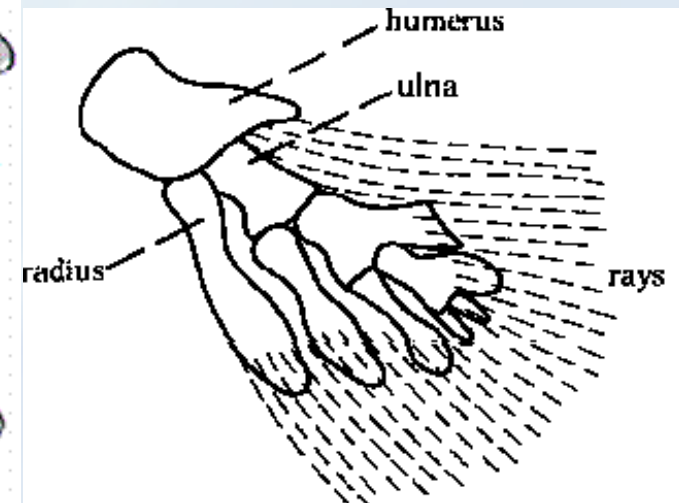
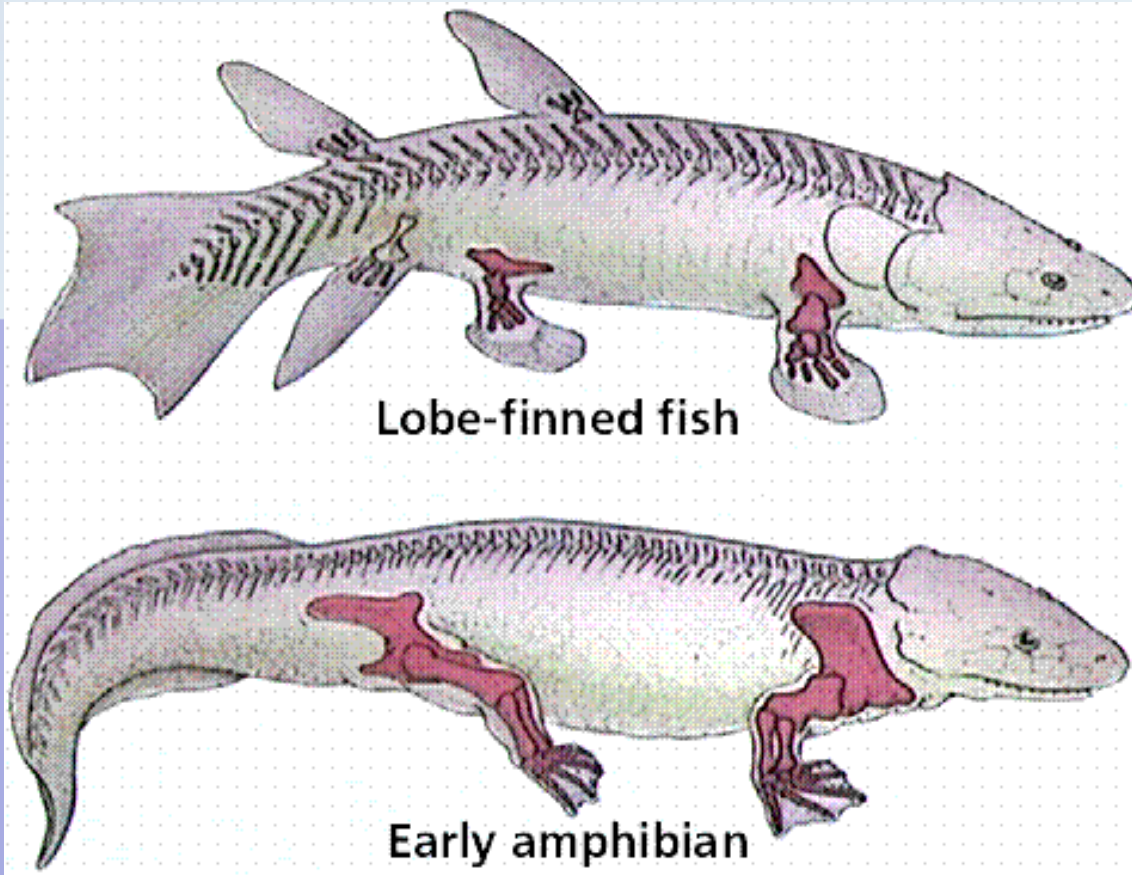


LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 34.16 In and Out of the Water
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

木頭蛙蛋

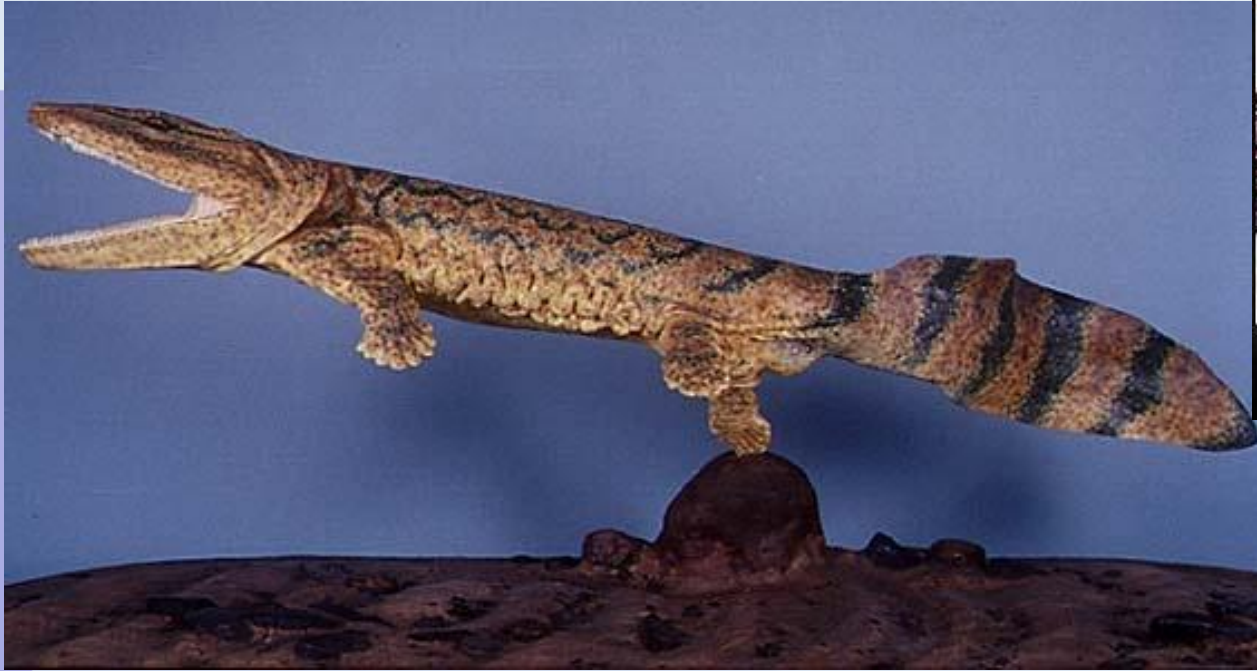
七、古生代的生物與環境(七)

■ Lobe Finned到兩棲動物



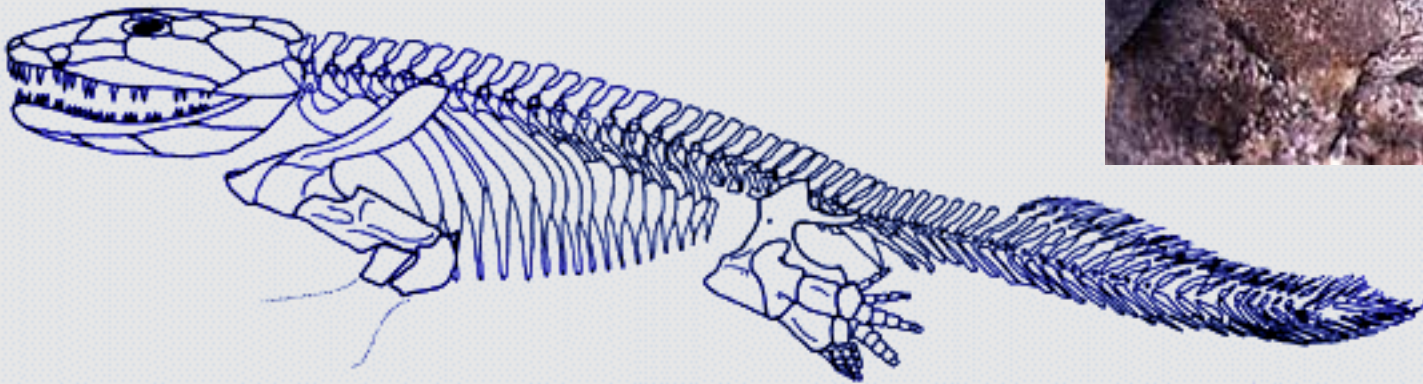
七、古生代的生物與環境(七)

■ Acanthostega (早Devonian)



七、古生代的生物與環境(七)

■ Ichthyostega (早Devonian)



七、古生代的生物與環境(七)

■ 移居到陸地上的優勢

- 1. 對光合作用有充足的光線
- 2. 容易獲得氧和二氧化碳
- 3. 較少的競爭
- 4. 營養物與食物來源豐富
- 5. 較少的略食者

七、古生代的生物與環境(七)

移居到陸地上的挑戰

- 1. 體內儲存含水 - 不變乾
- 2. 維持體內水，空氣，及食物能量的循環
- 3. 克服重力
- 4. 繁殖
- 5. 抵抗紫外線的傷害

七、古生代的生物與環境(七)

■ 脊椎動物的解決辦法

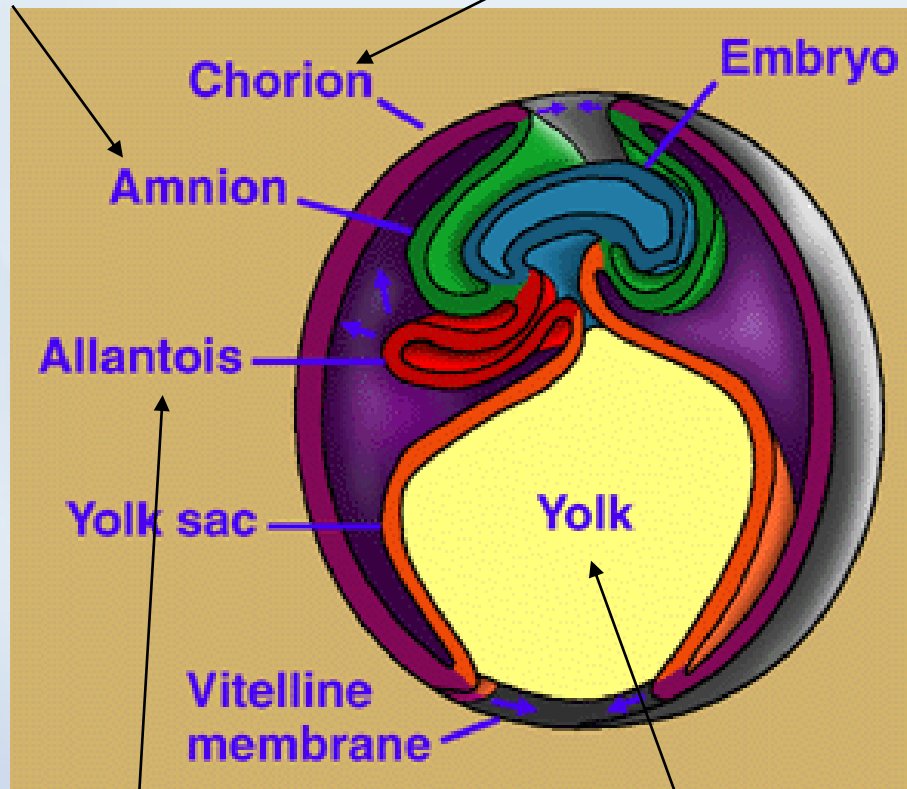
- 1. 體內儲存含水 – 不變乾
- 2. 維持體內水，空氣，及食物能量的循環
- 3. 克服重力
- 4. 繁殖
- 5. 抵抗紫外線的傷害
- 1. 皮膚和鱗片
- 2. 3或者4個心室的心臟
- 3. 整骨-修改骨骼輪廓的排列
- 4. 體內授精和蛋
- 5. 皮膚和鱗片

七、古生代的生物與環境(七)

Amniotic 蛋

在水裡附上胎兒

調節oxygen.carbon二氧化碳交易所



收集浪費 = 免除海洋

食品

八、古生代的生物與環境(八)

■ 二疊紀爬蟲蛋



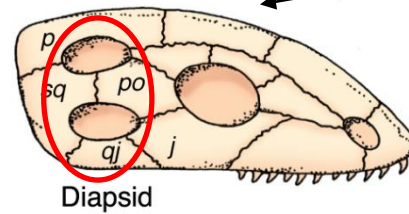
八、古生代的生物與環境(八)

■ 現代爬蟲皮

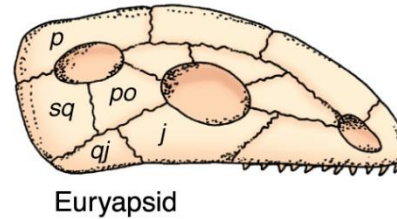


八、古生代的生物與環境(八)

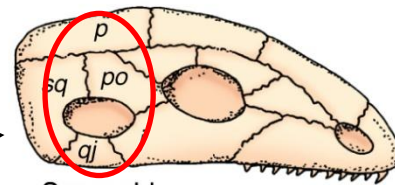
Amniotes 基於頭顱架構分類



Diapsids
(Includes lizards,
dinosaurs & birds)

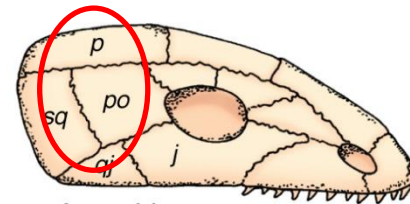


Euryapsid



Synapsids (Includes mammals)

Synapsid

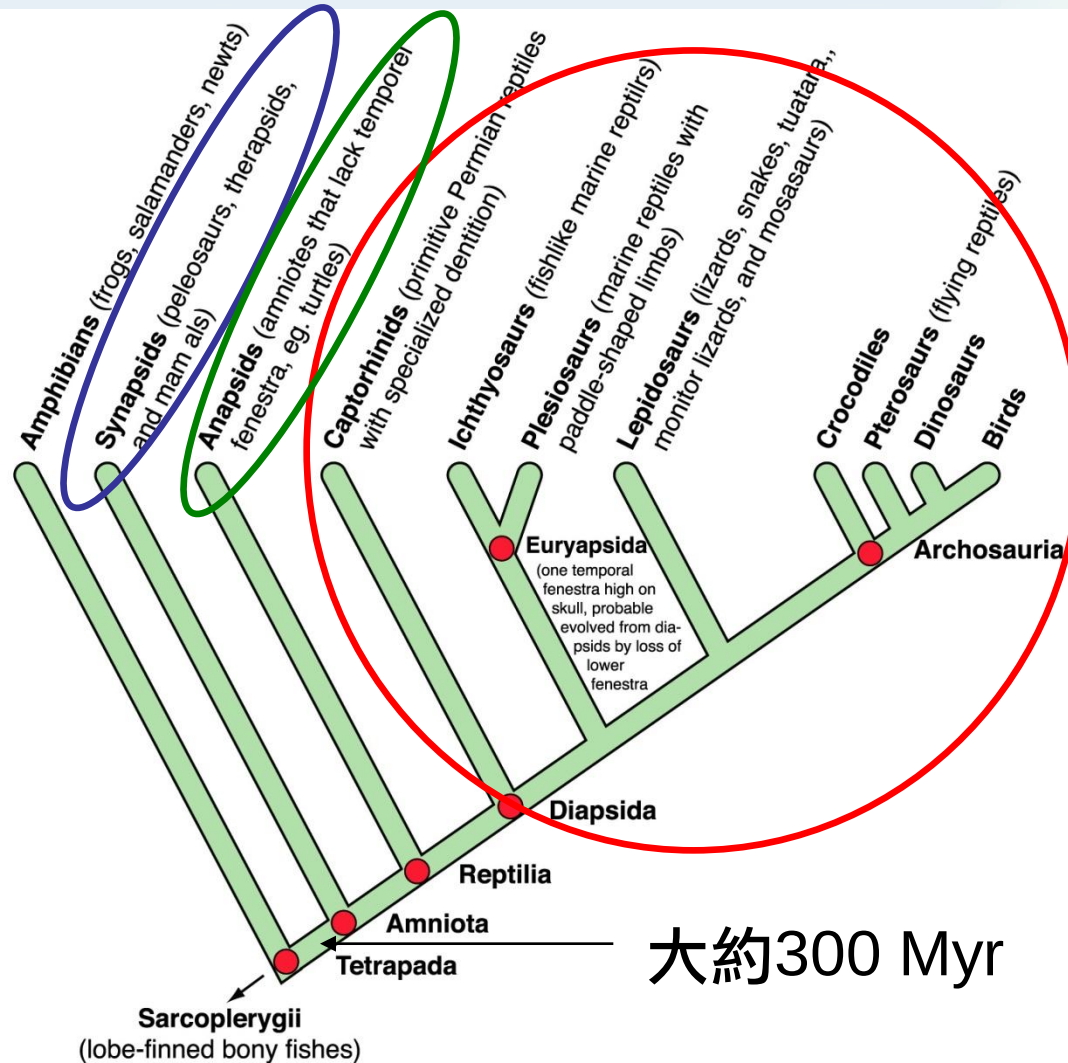


Anapsids (Includes turtles)

Anapsid

八、古生代的生物與環境(八)

Amniote Cladogram



八、古生代的生物與環境(八)

■ Anapsids & Diapsids (真實的爬蟲)



早期的二疊紀 - Labidosaurus

八、古生代的生物與環境(八)

Anapsids & Diapsids (真實的爬蟲)



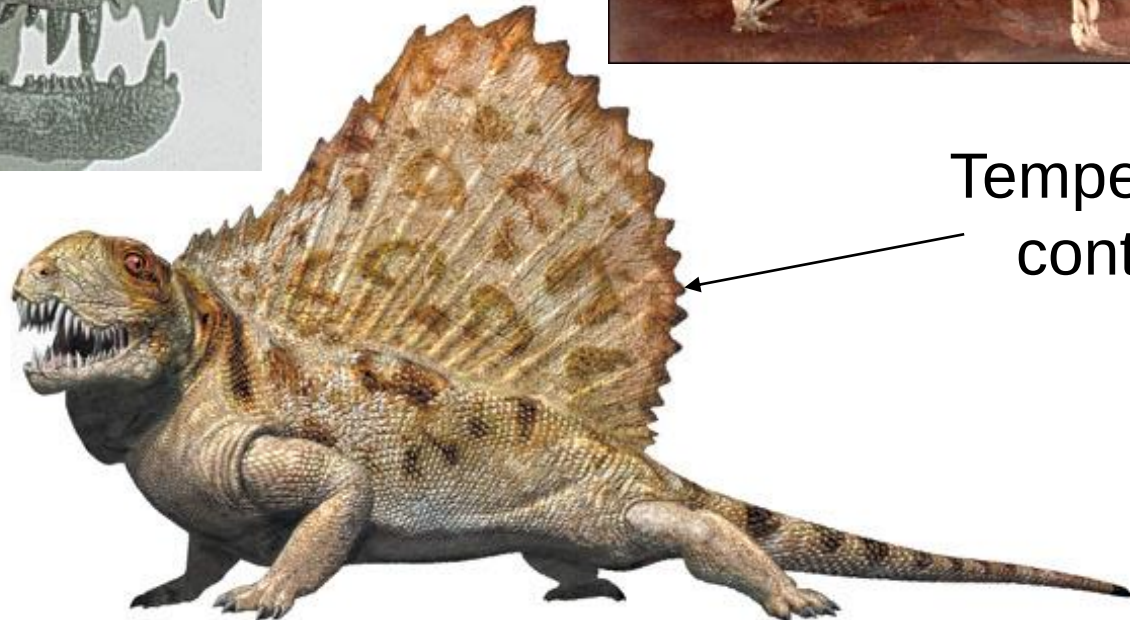
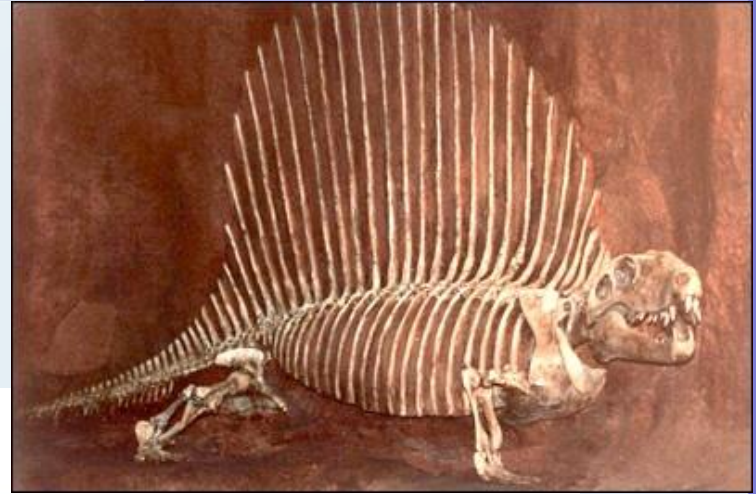
八、古生代的生物與環境(八)

■ 早期的Synapsids (哺乳動物一樣的爬蟲)



八、古生代的生物與環境(八)

■ Pelycosaur(航行鰭狀物)



Temperature
control?

Dimetrodon

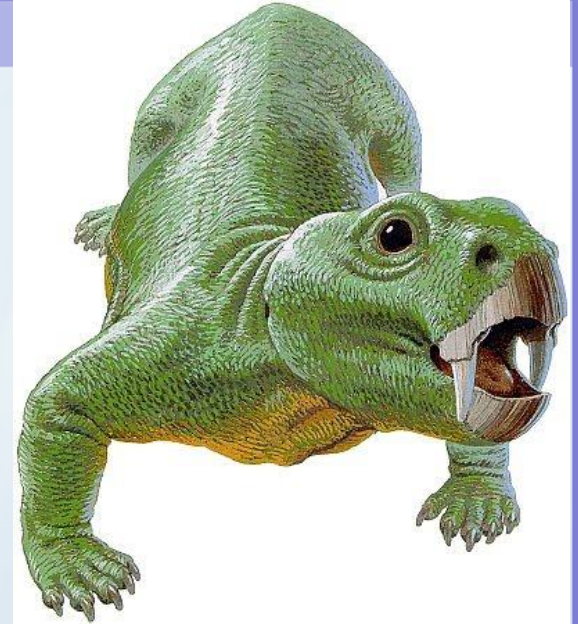
八、古生代的生物與環境(八)

■ Therapsids (二疊紀Synapsids)



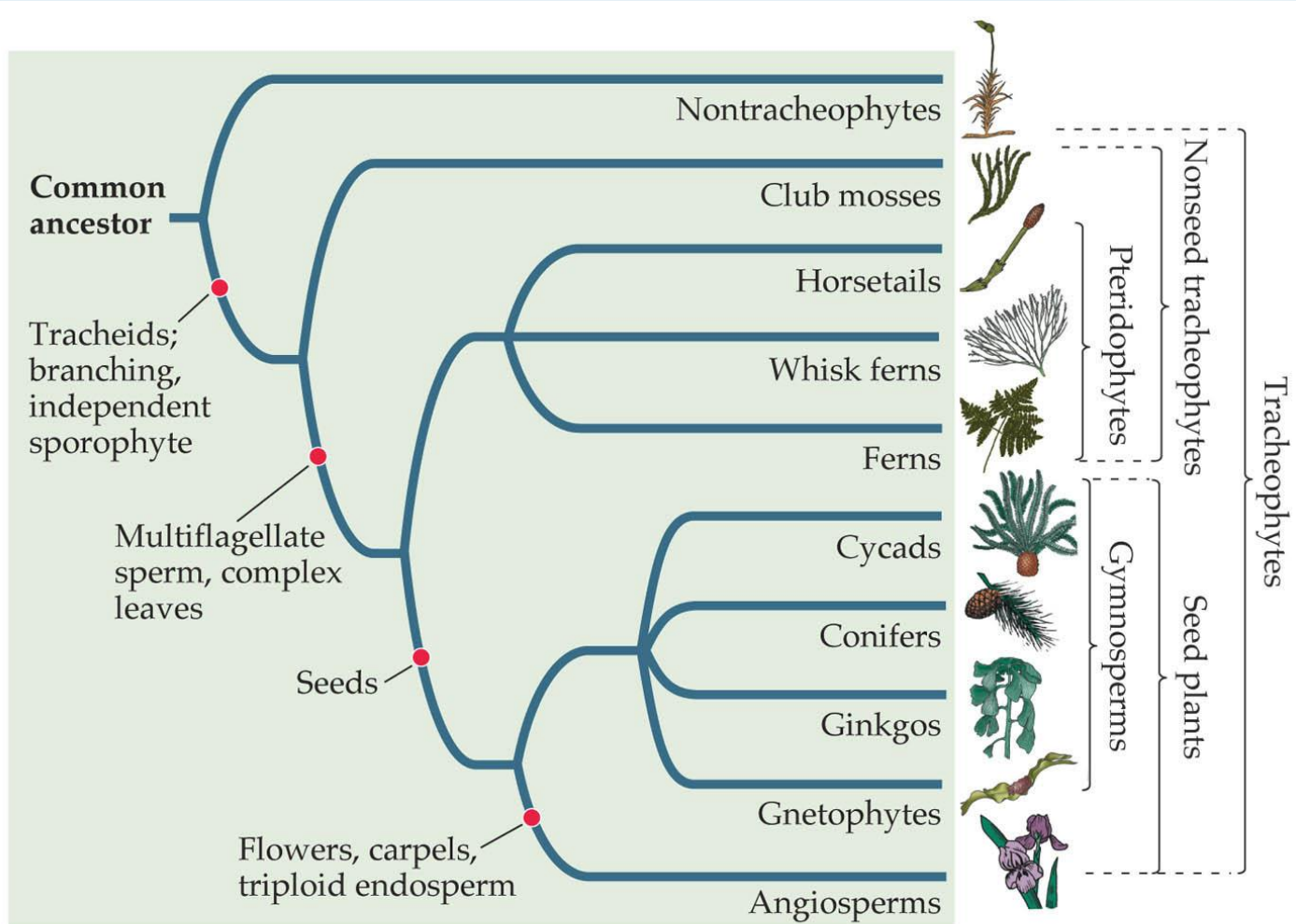
Cynodont

Dicynodonts

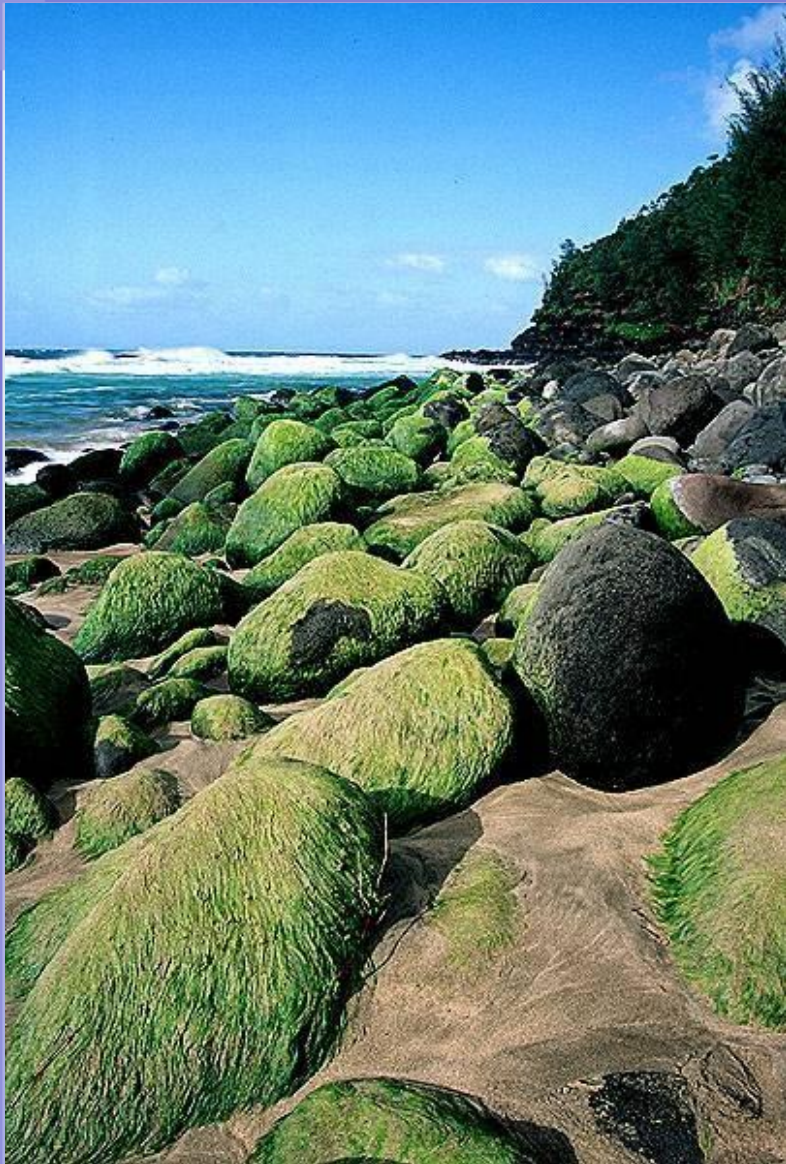


八、古生代的生物與環境(八)

■ 古生代植物的演化



八、古生代的生物與環境(八)



先驅戰士：
潮間帶的海藻

八、古生代的生物與環境(八)

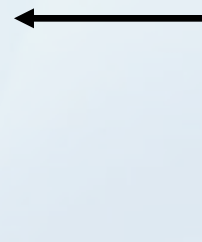
植物解決乾燥陸地生活的方法

- 1. 體內儲存含水 – 不變乾
- 2. 維持體內水，空氣，及食物能量的循環
- 3. 克服重力
- 4. 繁殖
- 5. 抵抗紫外線的傷害
- 1. 發展臘質的表層
- 2. 纖維組織/根/氣孔的發展
- 3. 較厚的細胞壁 - 木植質/纖維素
- 4. 首先孢子，然後花粉，種子和花
- 5. 顏色/色素

八、古生代的生物與環境(八)

■ 移居到陸地上的挑戰

- 1. 體內儲存含水 - 不變乾
- 2. 維持體內水，空氣，
及食物能量的循環
- 3. 克服重力
- 4. 繁殖
- 5. 抵抗紫外線的傷害



陽光於地表
養分在地下

八、古生代的生物與環境(八)

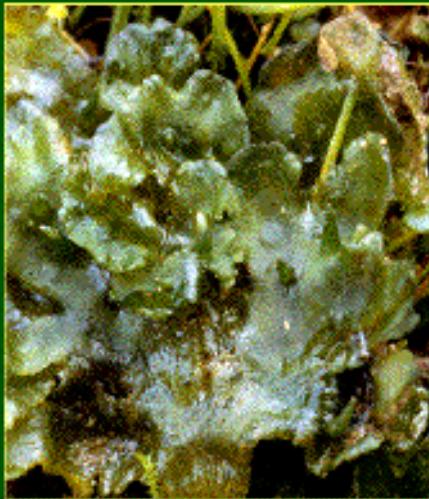
植物解決乾燥陸地生活的方法

- 1. 體內儲存含水 – 不變乾
- 2. 維持體內水，空氣，及食物能量的循環
- 3. 克服重力
- 4. 繁殖
- 5. 抵抗紫外線的傷害
- 1. 發展臘質的表層
- 2. 纖維組織/根/氣孔的發展
- 3. 較厚的細胞壁 - 木植質/纖維素
- 4. 首先孢子，然後花粉，種子和花
- 5. 顏色/色素

八、古生代的生物與環境(八)

■ 首先殖地居民：Bryophytes

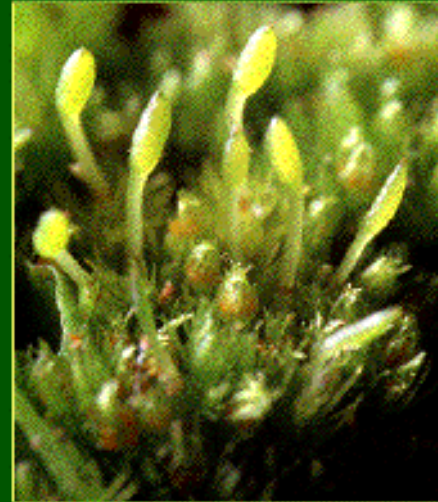
BRYOPHYTES



Hornworts



Liverworts



Mosses

沒有“水管”系統 – 低矮，離地面很近

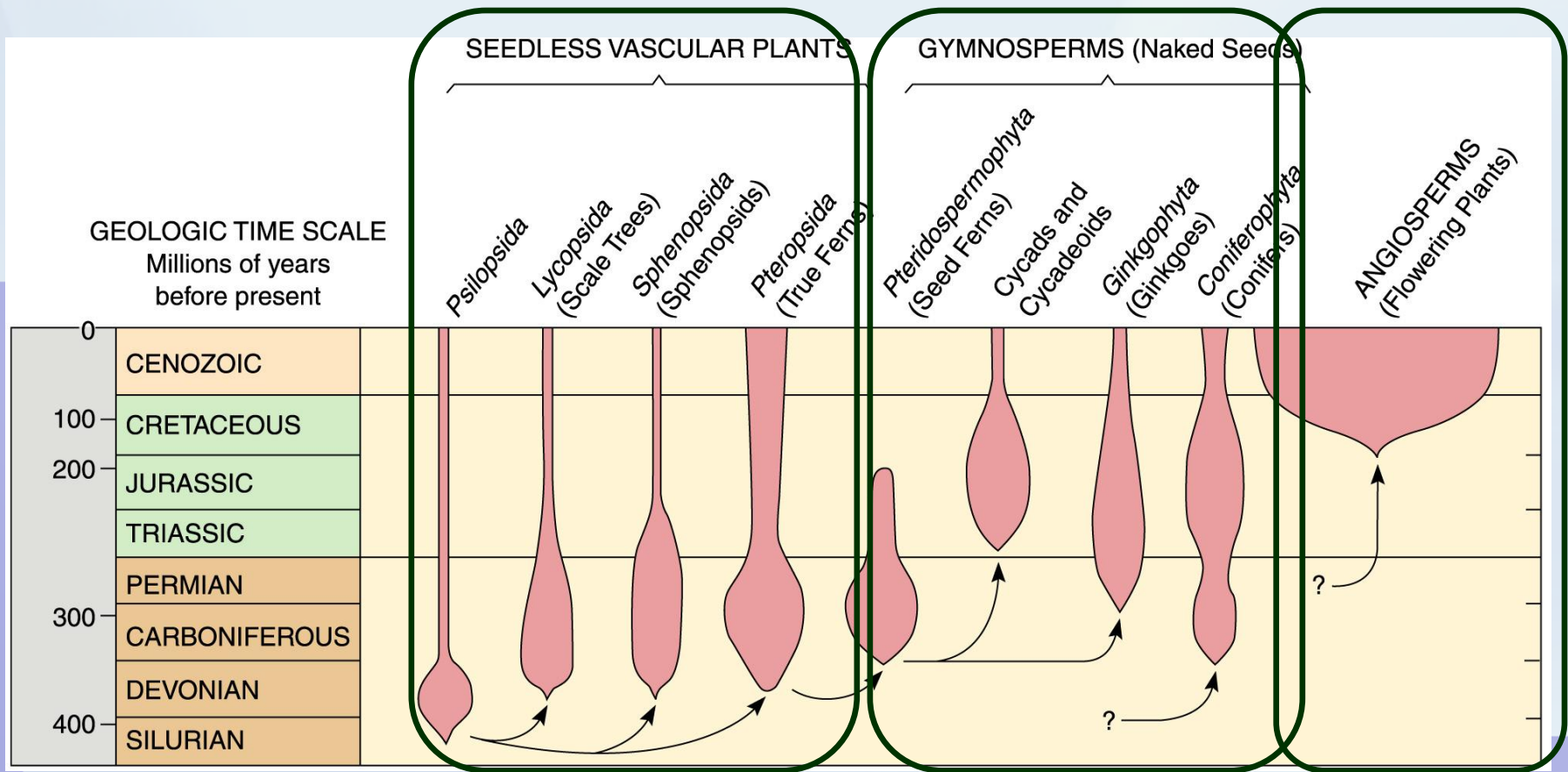
八、古生代的生物與環境(八)

■ 早期的植物：

- 1. 穩定土壤 - 降低侵蝕速率
- 2. 開始形成土壤的過程
- 3. 為移居陸地的動物提供食物

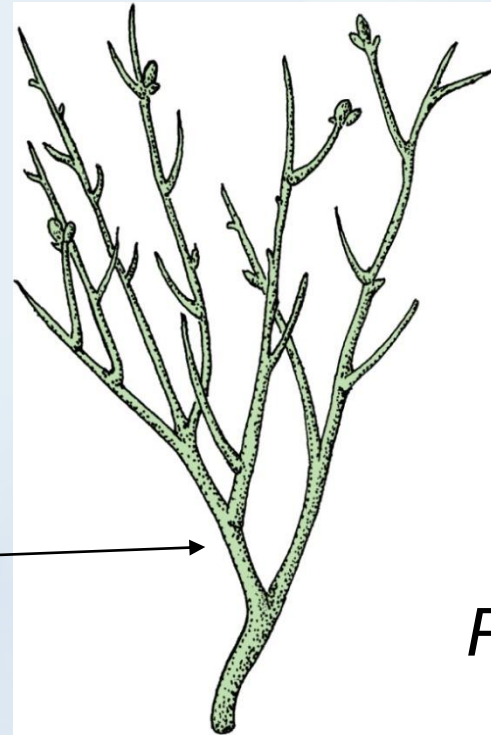
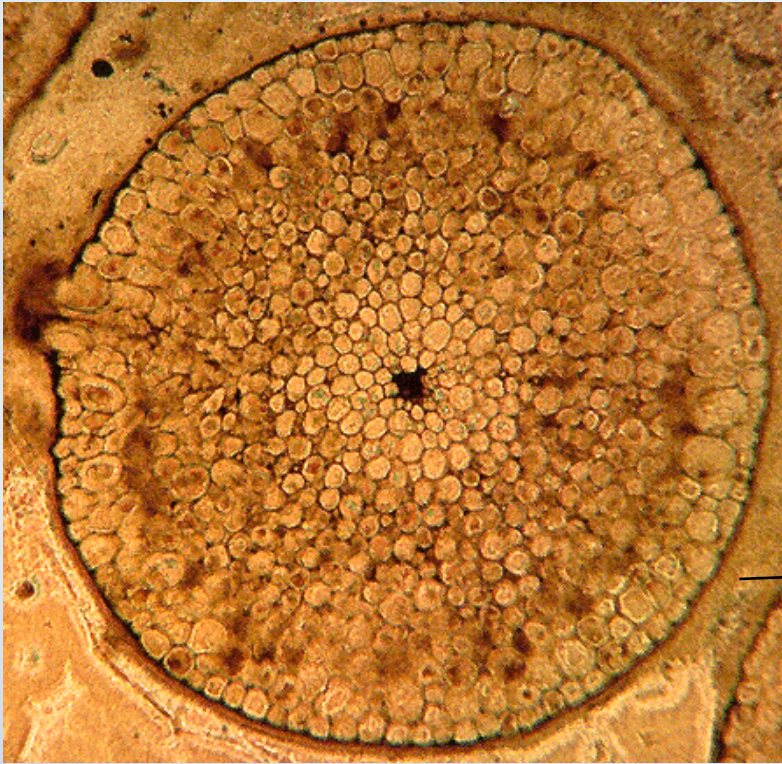
八、古生代的生物與環境(八)

植物的水管演化



八、古生代的生物與環境(八)

植物的水管

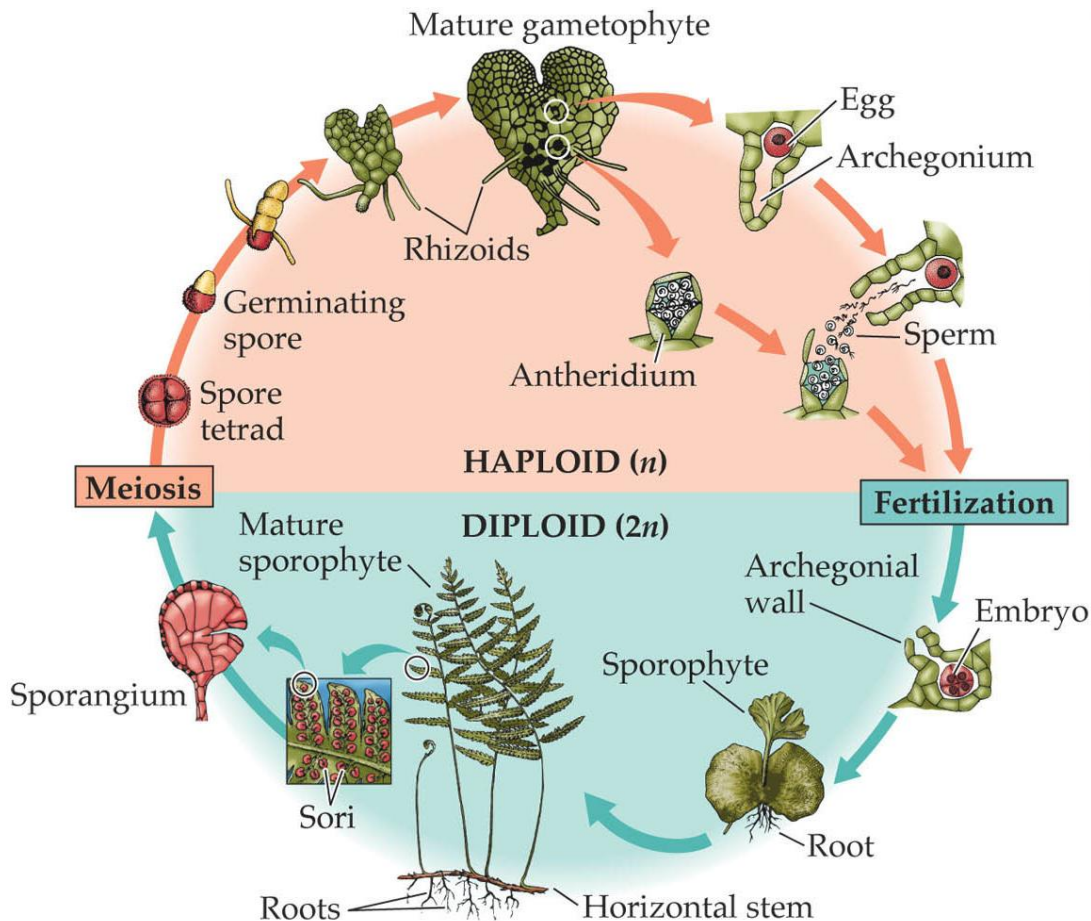


Rhynia

木質與纖維質的出現—尺寸的增加

八、古生代的生物與環境(八)

■ 最早植物繁殖使用孢子 -- 仍然需要水



Dryopteris intermedia

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 29.19 Fern Sori Are Clusters of Sporangia
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

八、古生代的生物與環境(八)

■ 馬尾 (Calamites)



*Annularia
stellata*



八、古生代的生物與環境(八)

■ 羊齒科植物

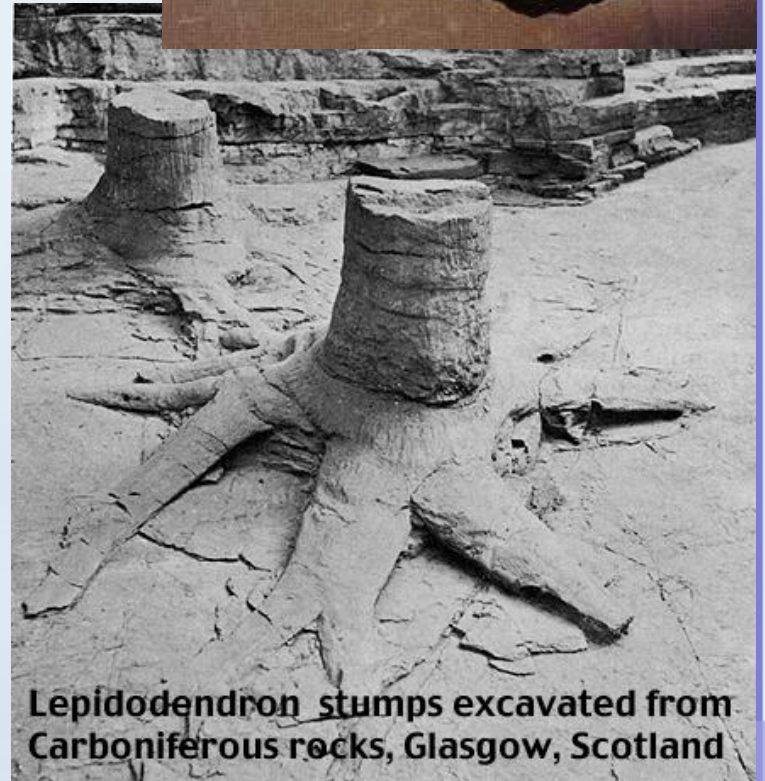
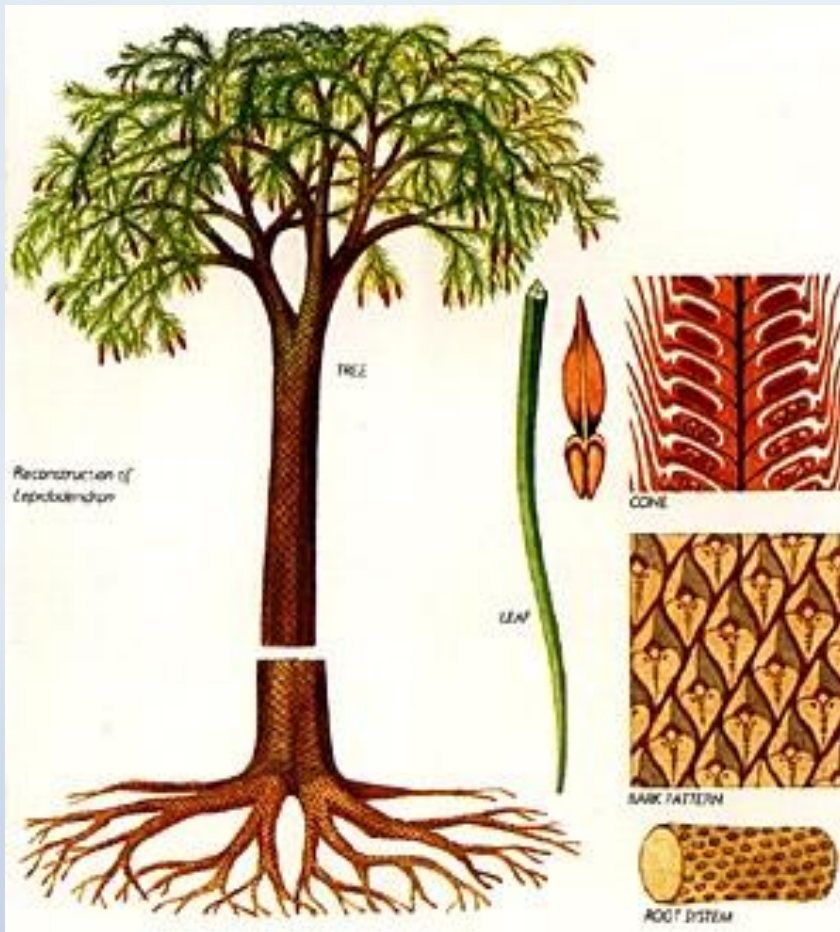


Pecopteris



八、古生代的生物與環境(八)

■ Clubmoses : Lepidodendron



八、古生代的生物與環境(八)

Miss/Penn Forests (Ferns, Horsetails & Clubmoss)



Illustration by Mary Parrish

八、古生代的生物與環境(八)

■ 裸子植物



Seed Cone (Female)



Larix decidua

Pollen (male)



八、古生代的生物與環境(八)

■ 種子羊齒科植物



(a) *Cycas* sp.

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 30.4 Diversity among the Gymnosperms (Part 1)
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

Neuropteris 特別

八、古生代的生物與環境(八)

銀杏



(b) *Ginkgo biloba*



八、古生代的生物與環境(八)

■ 松柏類植物

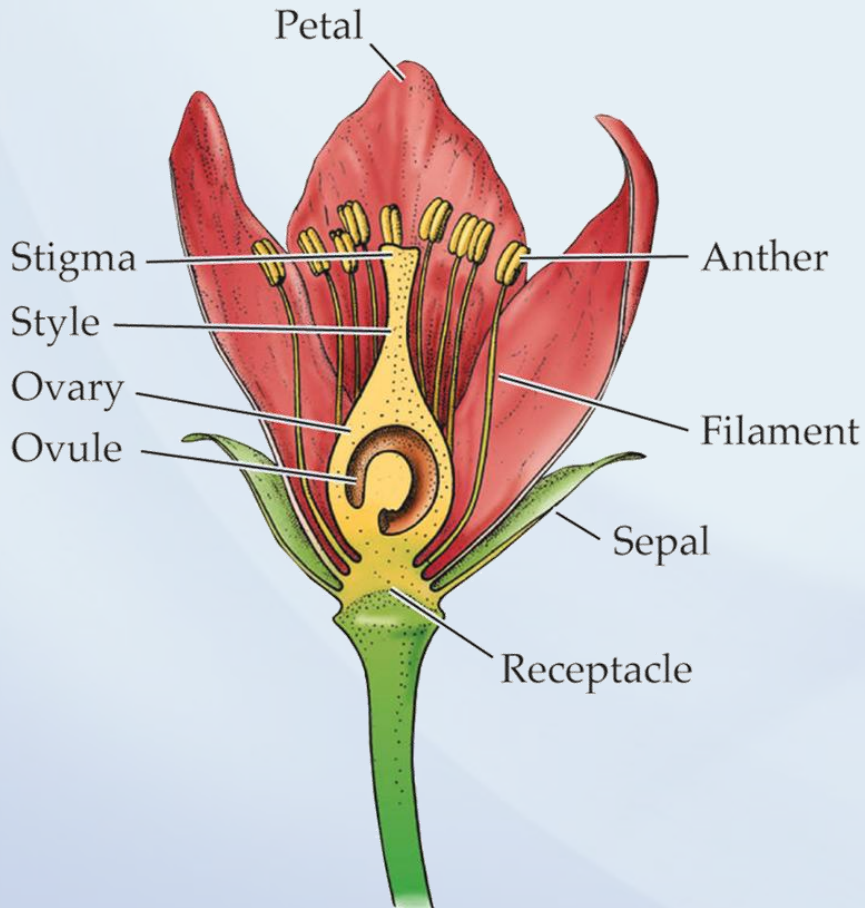


(d) *Sequoiadendron giganteum*



八、古生代的生物與環境(八)

被子植物



(c) *Rosa rugosa*

八、古生代的生物與環境(八)

■ 不太“裸”的種子

(a)



(b)



八、古生代的生物與環境(八)

■ 葉子和花的化石



Famela Gore 1995

八、古生代的生物與環境(八)

■ 植物演化簡史

■ 古生代 - 植物移居到陸地

- -主要由蘚苔類植物 bryophytes & 無種子seedless
有微管束vascular之植物所支配

■ 中生代 - 主要由裸子植物所支配

- -被子植物的出現

■ 新生代 - 主要由被子植物所支配

八、古生代的生物與環境(八)

■ 進入飛行的世代 - Pennsylvanian



Cretaceous
蜻蜓

八、古生代的生物與環境(八)

Meganeura monyi
(粗略按比例)



歷史上最大的昆蟲



接下來，中生代