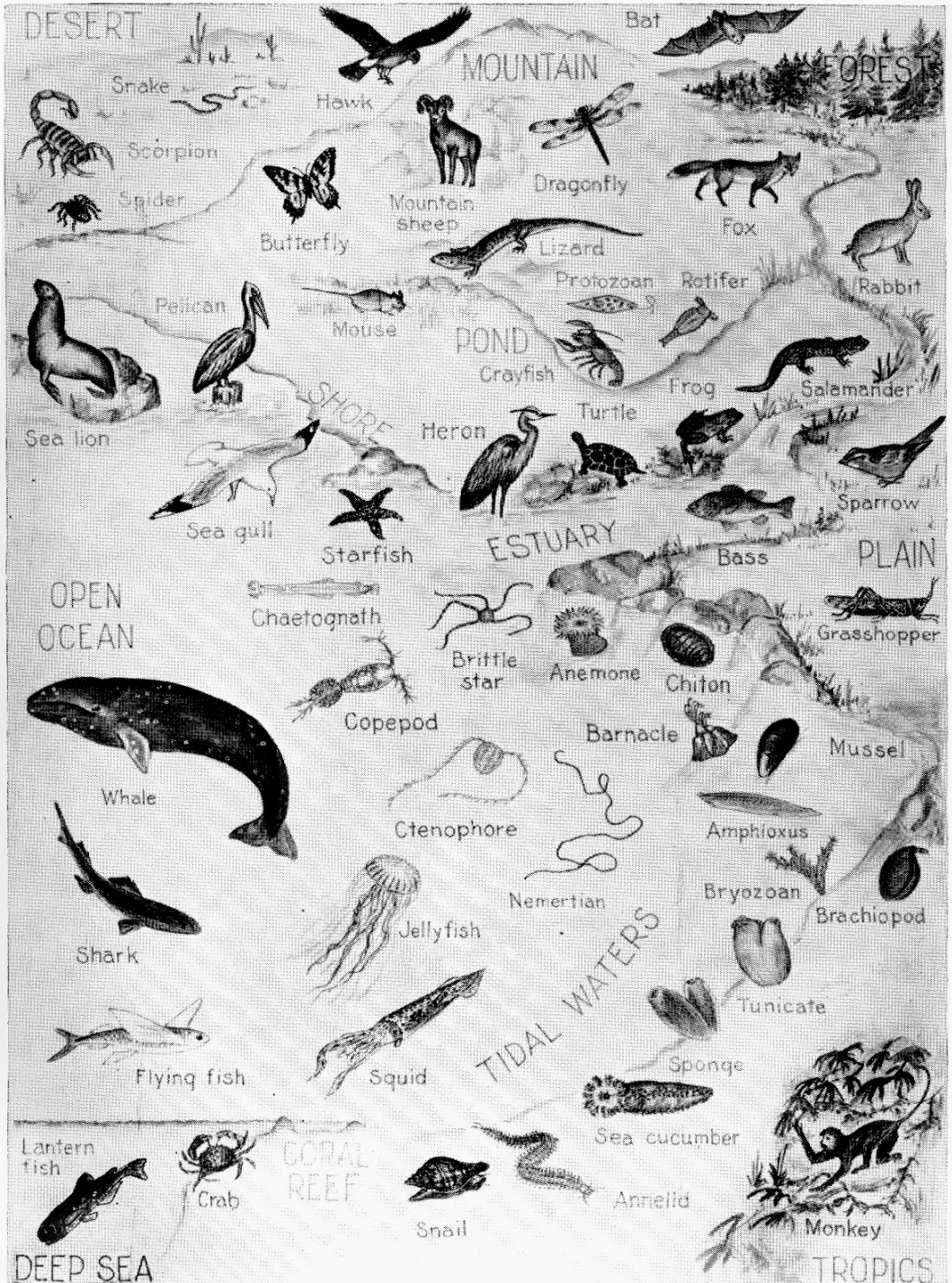

DESERT
Snake
Scorpion
Spider
Hawk
MOUNTAIN
Bat
FOREST
Dragonfly
Mountain sheep
Butterfly
Lizard
Fox
Rabbit
Protozoan
Rotifer
Pelican
Mouse
POND
Crayfish
Frog
Salamander
Turtle
Sea lion
SHORE
Heron
Sparrow
Sea gull
Starfish
ESTUARY
Bass
PLAIN
OPEN OCEAN
Chaetognath
Grasshopper
Brittle star
Anemone
Chiton
Copepod
Barnacle
Mussel
Whale
Ctenophore
Amphioxus
Nemertian
Bryozoan
Brachiopod
Shark
Jellyfish
TIDAL WATERS
Tunicate
Flying fish
Squid
Sponge
Sea cucumber
Lantern fish
Crab
CORAL REEF
Annelid
Snail
Monkey
DEEP SEA
TROPICS

动物生态

环境古生物学

- 环境的定义及生物与环境的关系
- 生物的环境分区
- 海洋生物的生活方式
- 影响生物生存的主要环境因素
- 群落与生态系
- 环境的古生物学分析方法

环境的定义及生物与环境的关系

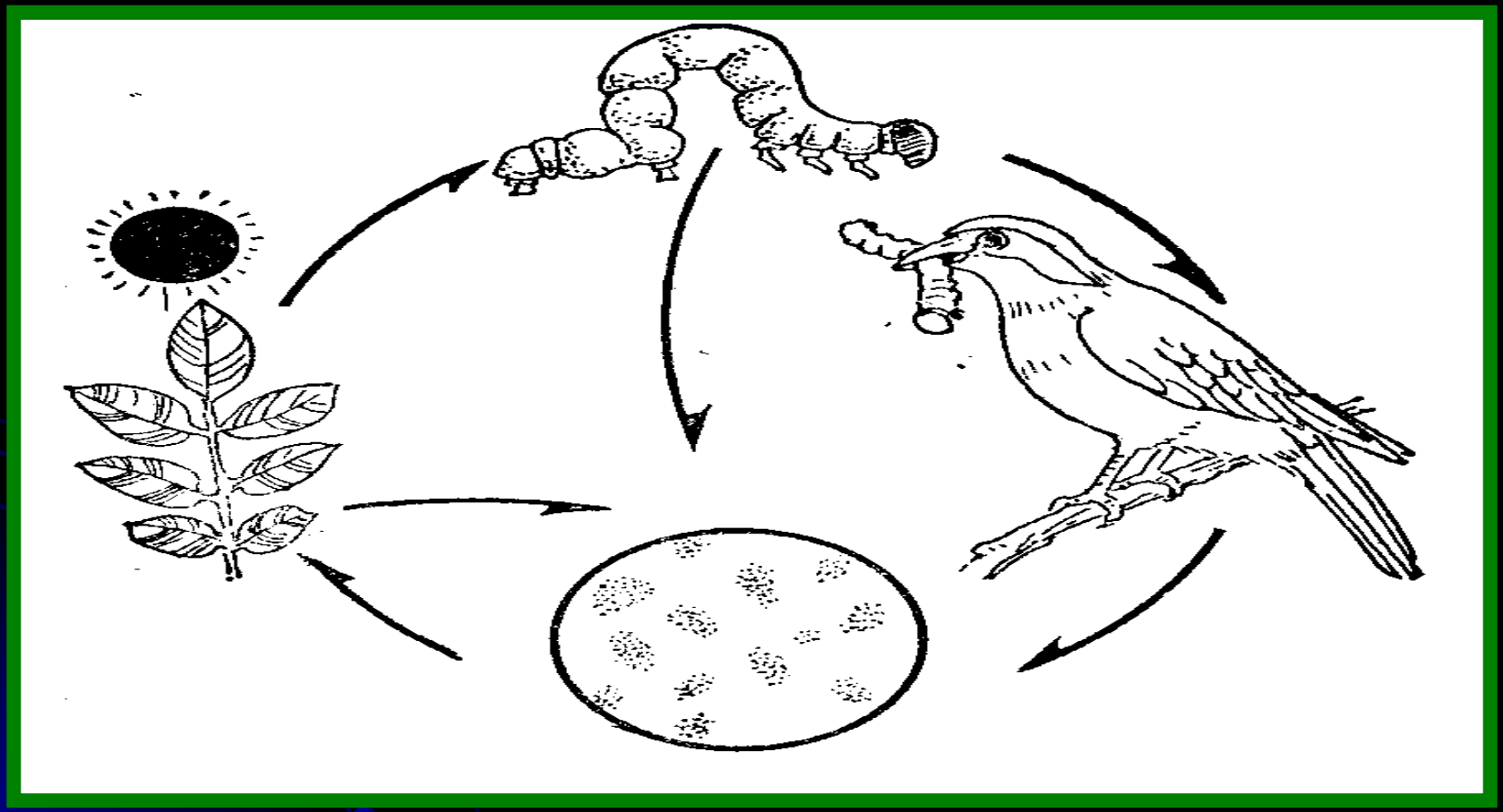
生活环境：生物周围一切生物的和非生物的因素的总和

★ 非生物因素：包括物理因素和化学因素

★ 生物因素：生物之间的相互关系

食物链：一定环境范围内，各种生物通过食物而产生的直接或间接联系

一个简单的食物链



猫和三叶草





Figure 14.4

Trophic Levels in a Food Chain
As one organism feeds on another organism, there is a flow of energy from one trophic level to the next. This illustration shows six trophic levels.

海洋生物食物循环

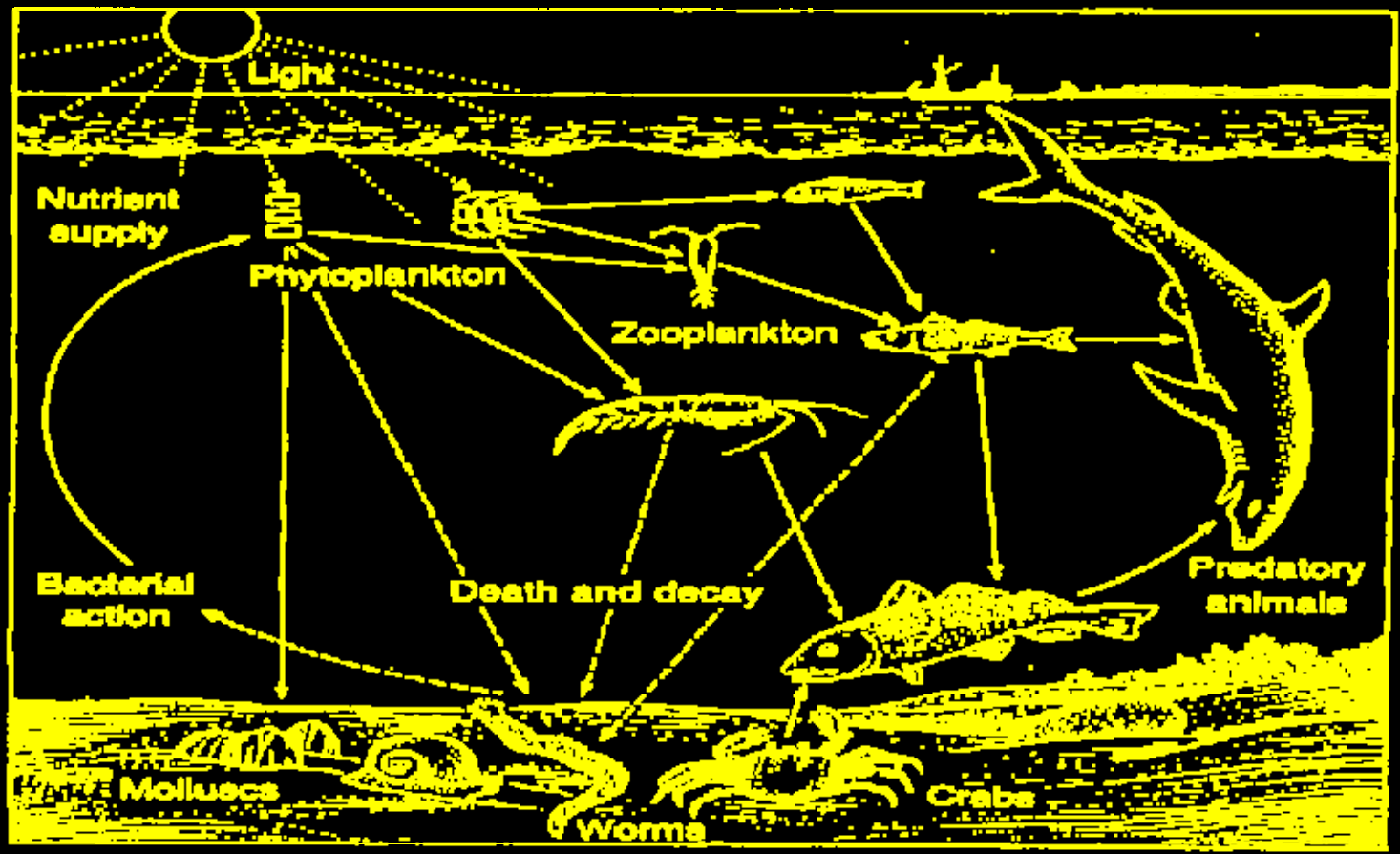


FIGURE 9-5
The food cycle of the oceans. (From Clarke, 1965.)

环境的定义及生物与环境的关系

生物与环境的关系

★生物与其生活的环境是矛盾的统一体

- 相互制约、相互作用
- 生物不能脱离环境而独立存在，环境通过物理、化学和生物因素作用于生物

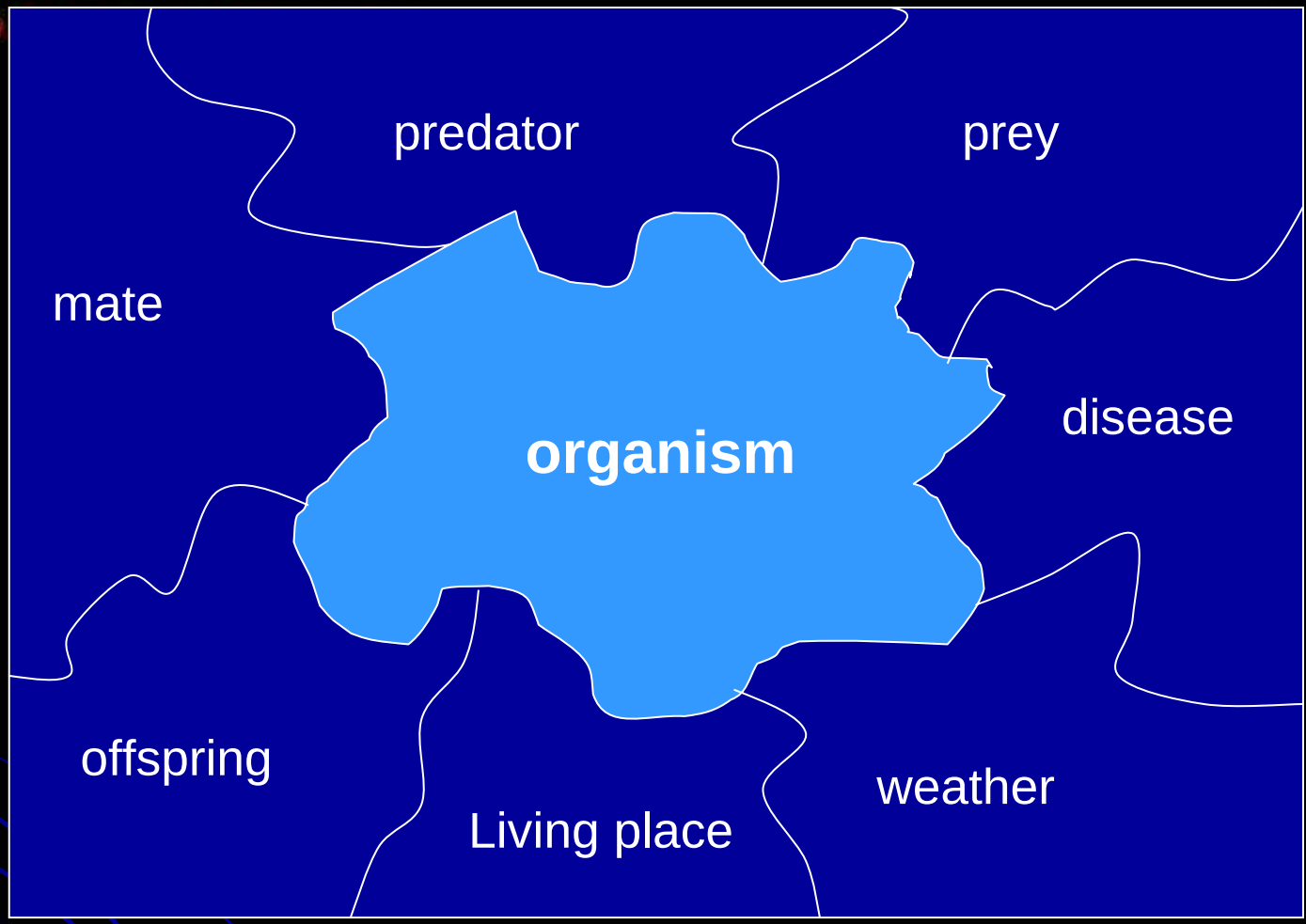


Diagram showing the interlocking nature of the features of the environment which influence an organism

Ecology principles and applications by Chapman and Reiss, 2001

环境古生物学

- 环境的定义及生物与环境的关系
- 生物的环境分区
- 海洋生物的生活方式
- 影响生物生存的主要环境因素
- 群落与生态系
- 环境的古生物学分析方法

生物的环境分区

- 按海陆分布的地理分区
  - 陆地、海洋
- 按海拔高度及海水深度的地理分区
  - 高山区、平原区、滨海区、浅海区、半深海区、深海区
- 按纬度划分的地理区
  - 极地区、寒带区、温带区、亚热带区、热带区

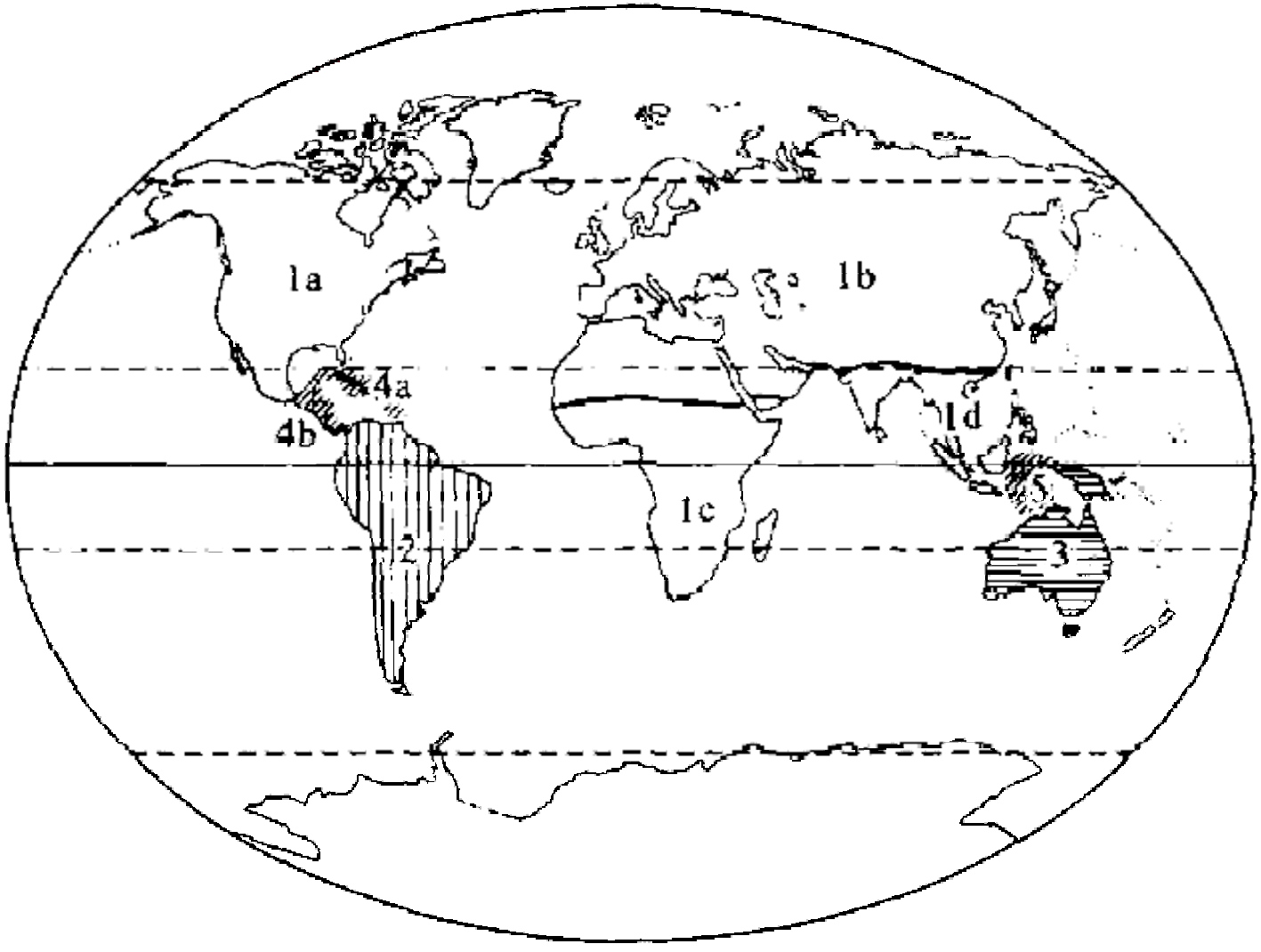


图 9－17　现代陆地动物地理区系

（Neill，1969）

1. 全北极大区（1a：新北极区，1b：古北极区，1c：埃塞俄比亚区，1d：东方区）　2. 新热带大区及区　3. 澳大利亚大区及区　4. 加勒比海诺过渡带（4a：西印度过渡带，4b：中美过渡带）　5. 西里伯斯过渡带

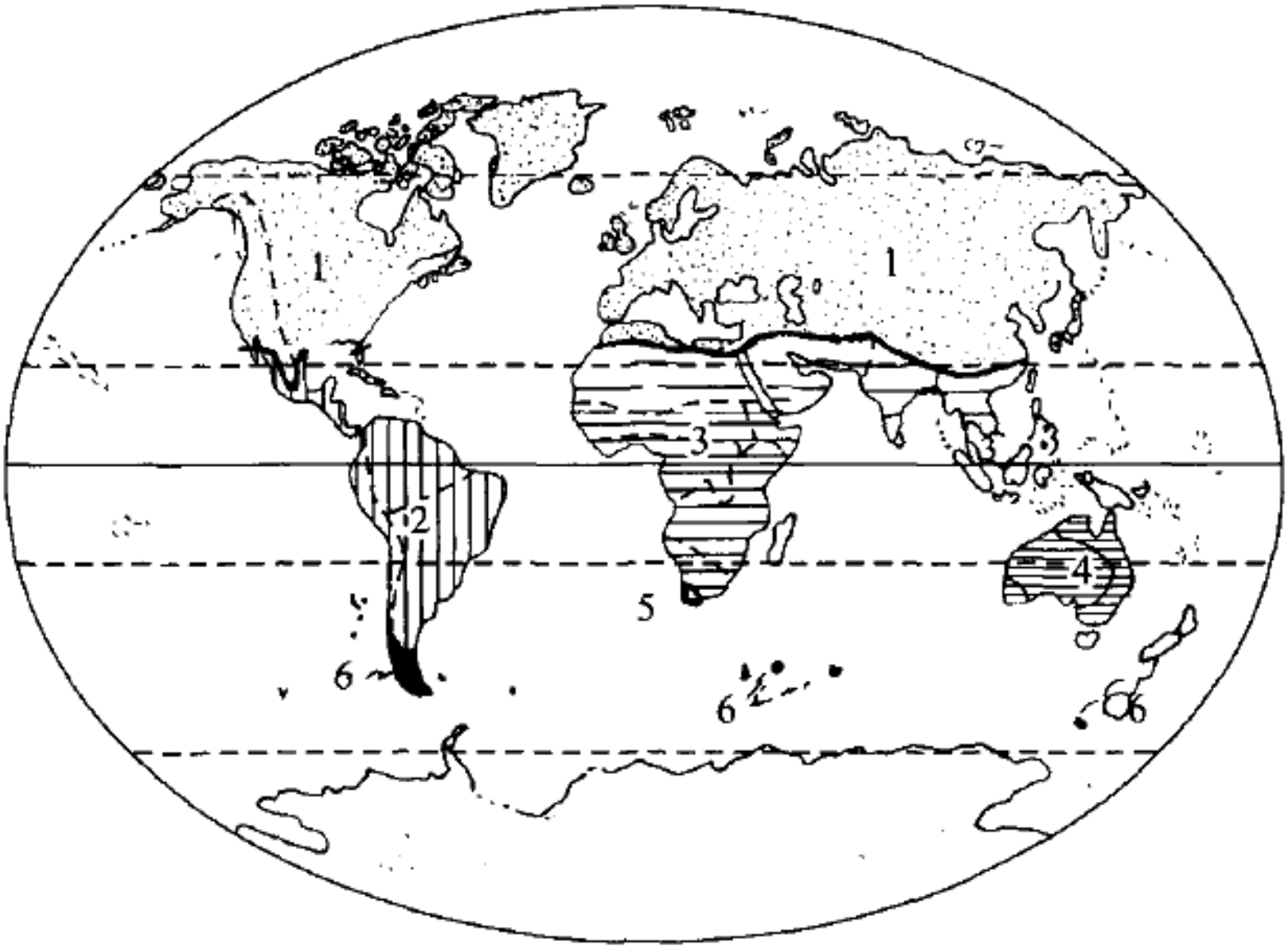


图 9－18　现代陆地植物地理区系

（Neill，1969）

1. 北方大区　2. 新热带大区　3. 古热带大区　4. 澳大利亚大区
5. 开普大区　6. 南极大区　虚线为区（省）界线

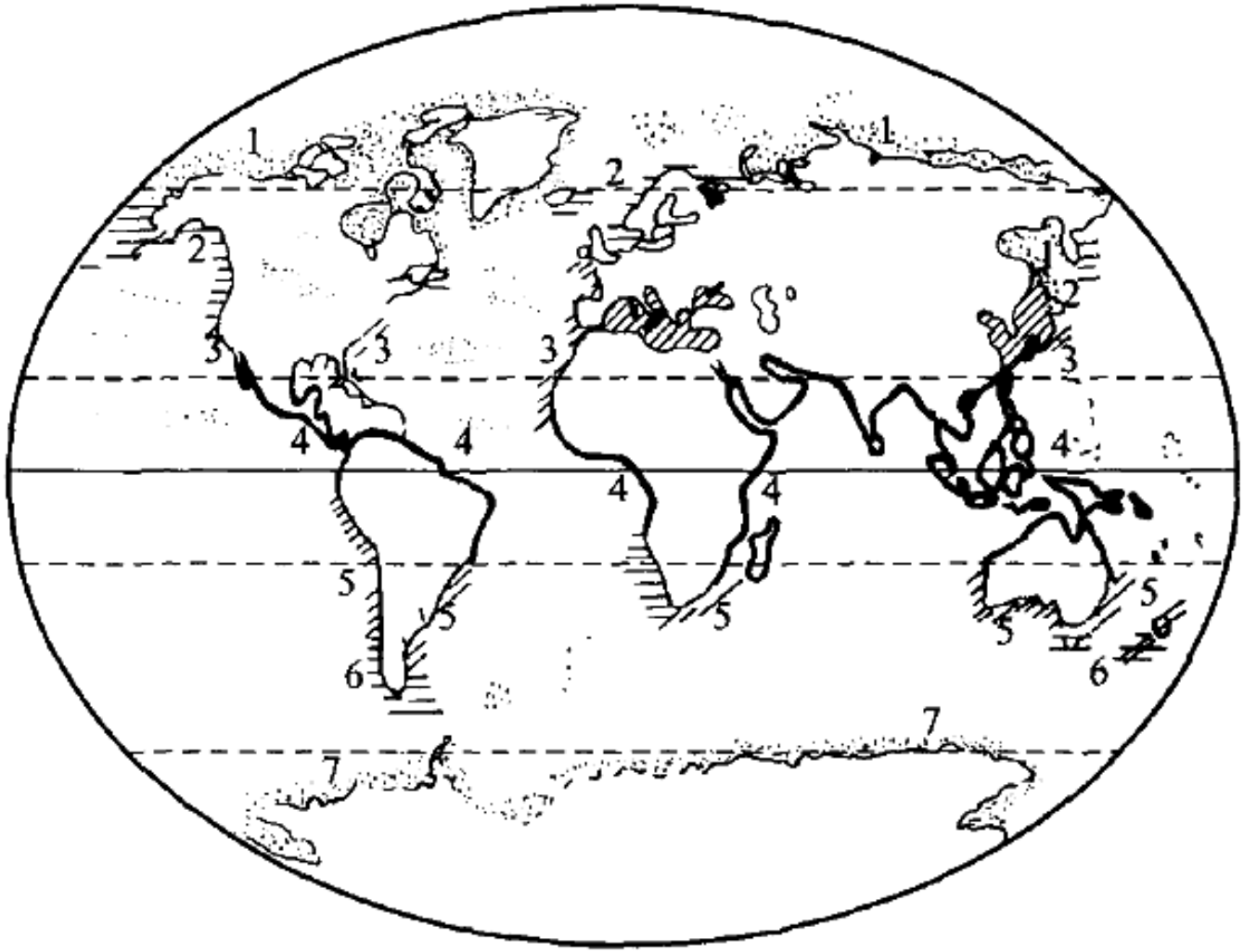


图 9－19　现代大陆棚及浅海相动物地理分区

（Ross，1974）

1. 北极大区　2. 北方大区　3. 北暖温带大区　4. 热带大区　5. 南暖温带大区　6. 南方大区　7. 南极大区　每一数字位置各自代表一个省，本图中南、北暖温带大区包括了南、北暖温带及亚热带

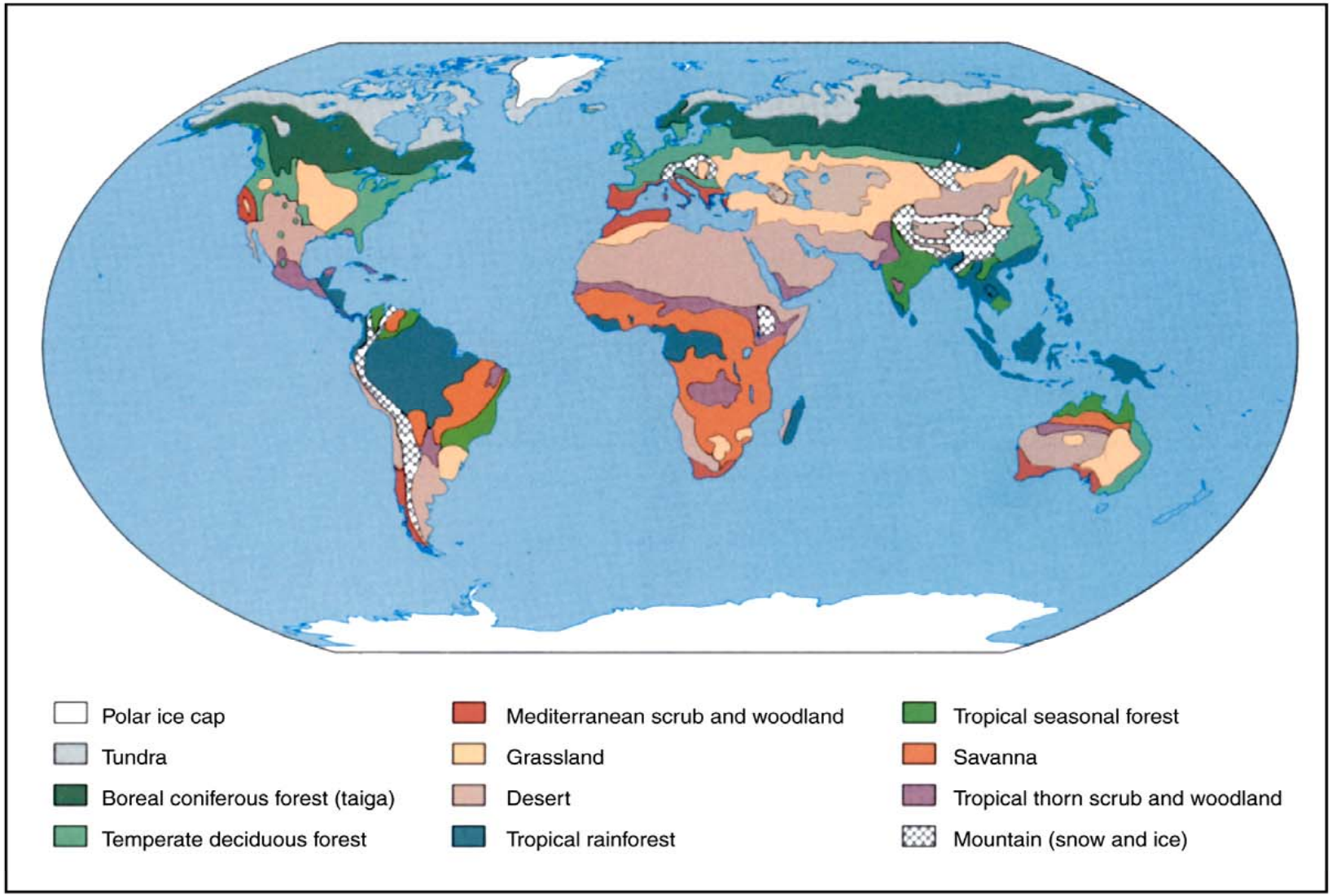


Figure 14.11

Biomes of the World
Major climatic differences determine the kind of vegetation that can live in a region of the world. Associated with specialized groups of plants are particular kinds of animals. These regional ecosystems are called biomes.

生物的环境分区

大陆生物环境分区

- 纬度、温度和湿度及水体性质对大陆环境分区最重要
  - 陆地环境生物区
  - 河流环境生物区
  - 沼泽环境生物区
  - 湖泊环境生物区

大陆生物环境分区

陆地环境生物区

- 包括山岭、丘陵、平原、内陆盆地等，主体为受剥蚀区
- 常见化石为植物、孢子花粉、哺乳动物骨骼、腹足动物等

大陆生物环境分区

河流环境生物区

- 包括各个水系的主干及支流河床、河岸和河口三角洲等
- 化石主要产于山麓附近的水流沉积及河道形成的河床和沙滩沉积物中
- 常见化石主要为硅藻、轮藻、孢粉、介形虫、软体动物、鱼类和哺乳动物等

大陆生物环境分区

沼泽环境生物区

- 是陆地上的低洼潮湿地段
- 植物丛生，常有泥炭堆积
- 沼泽沉积一般以黑色泥岩为主，夹煤层，含大量植物化石

大陆生物环境分区

湖泊环境生物区

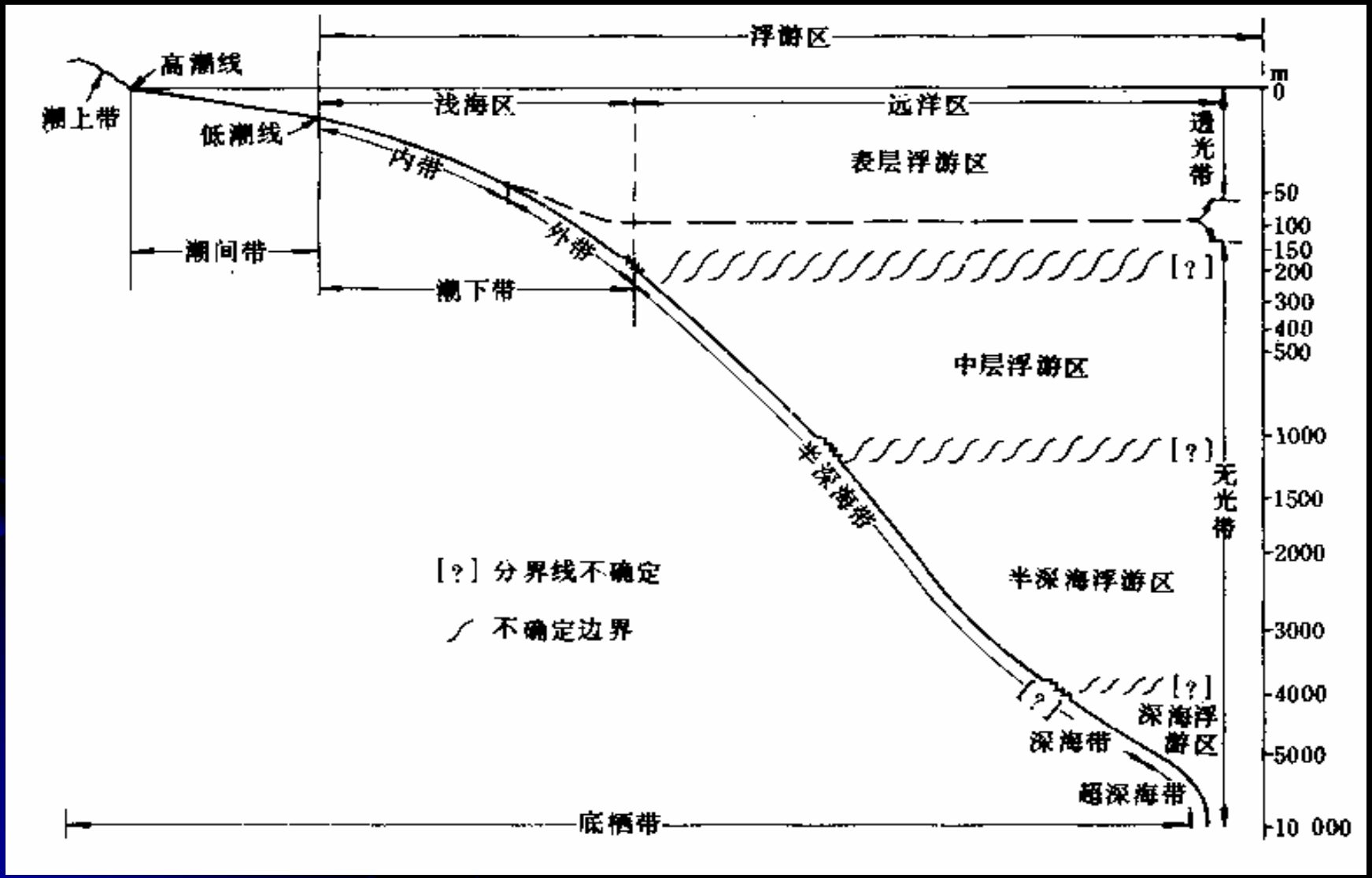
- 包括含盐度不同的咸化湖泊和淡水湖泊
- 各类化石比较丰富，主要有植物孢粉、种子、钙藻、昆虫、鱼类、陆相介形虫、叶肢介和脊椎动物等

生物的环境分区

海洋生物分区

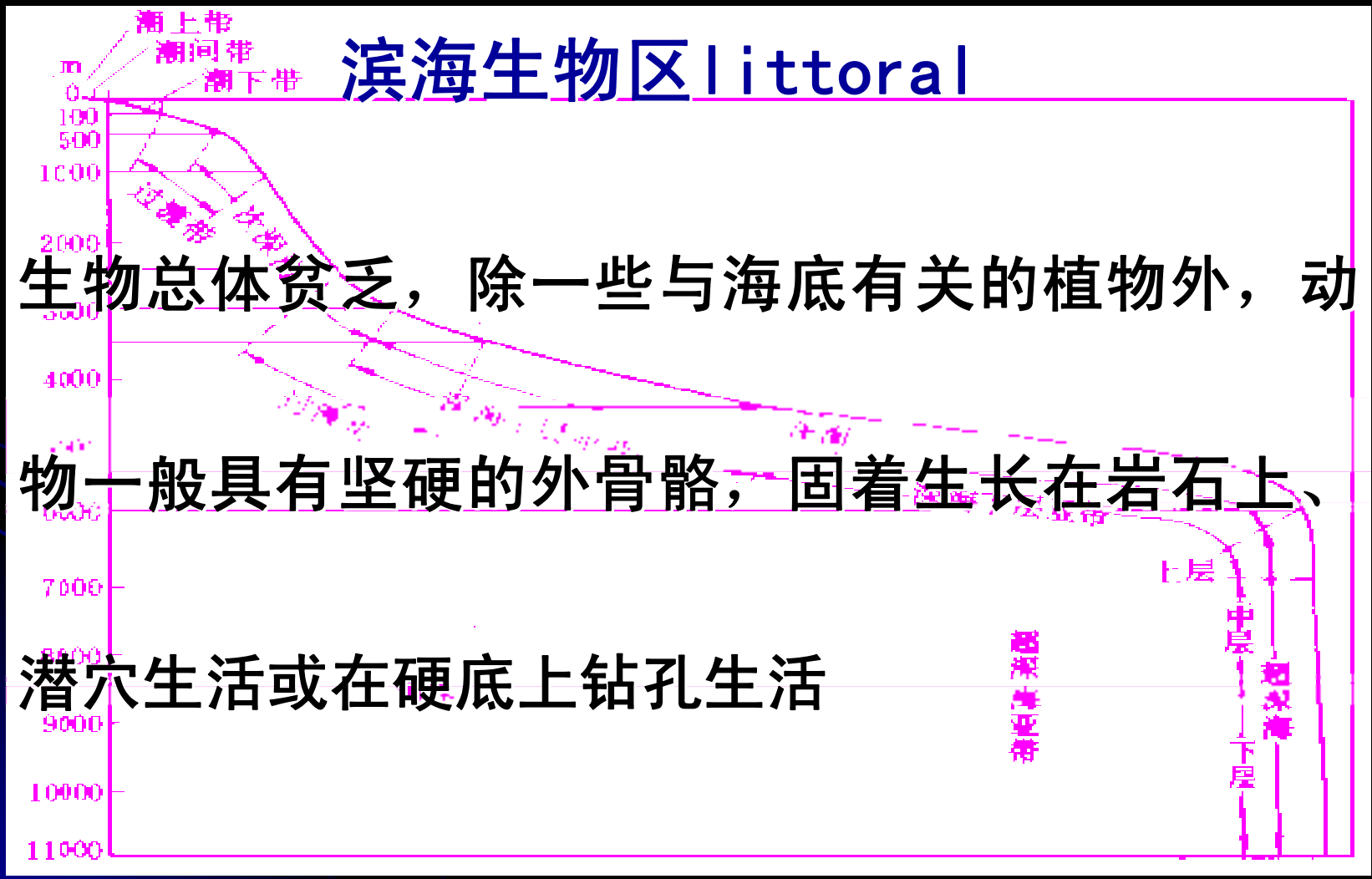
- 主要根据海水的深度和海底地形来划分
  - 滨海生物区
  - 浅海生物区
  - 半深海生物区
  - 深海生物区
  - 远洋生物区

海洋生物深度分带


浮游区
高潮线
潮上带
低潮线
浅海区
远洋区
内带
外带
表层浮游区
透光带
潮间带
潮下带
[?]
中层浮游区
半深海带
无光带
[?] 分界线不确定
不确定边界
半深海浮游区
深海浮游区
深海带
超深海带
底栖带
m
0
50
100
150
200
300
400
500
1000
1500
2000
3000
4000
5000
10 000

生物的环境分区

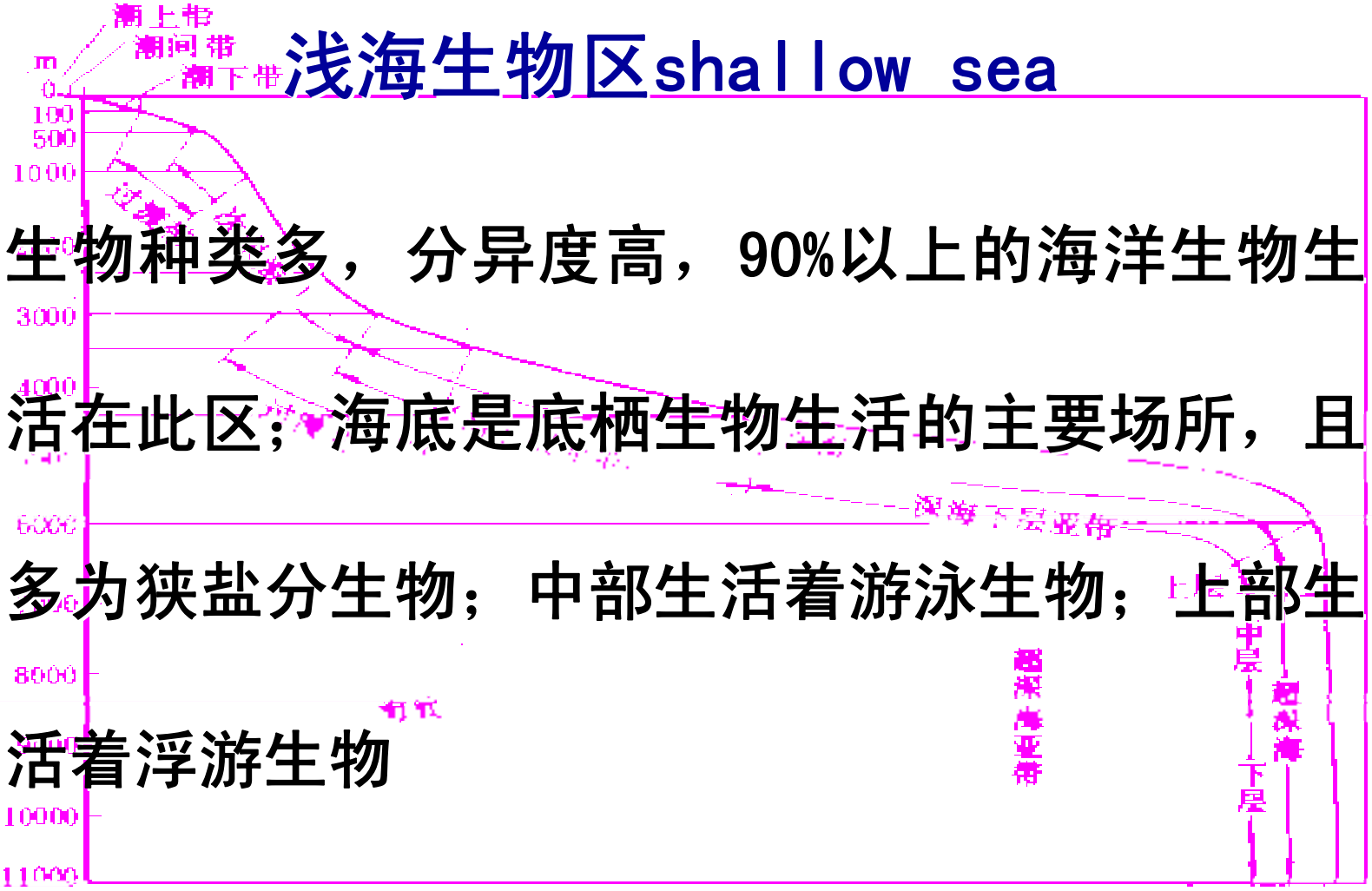
滨海生物区littoral



- 生物总体贫乏，除一些与海底有关的植物外，动物一般具有坚硬的外骨骼，固着生长在岩石上、潜穴生活或在硬底上钻孔生活

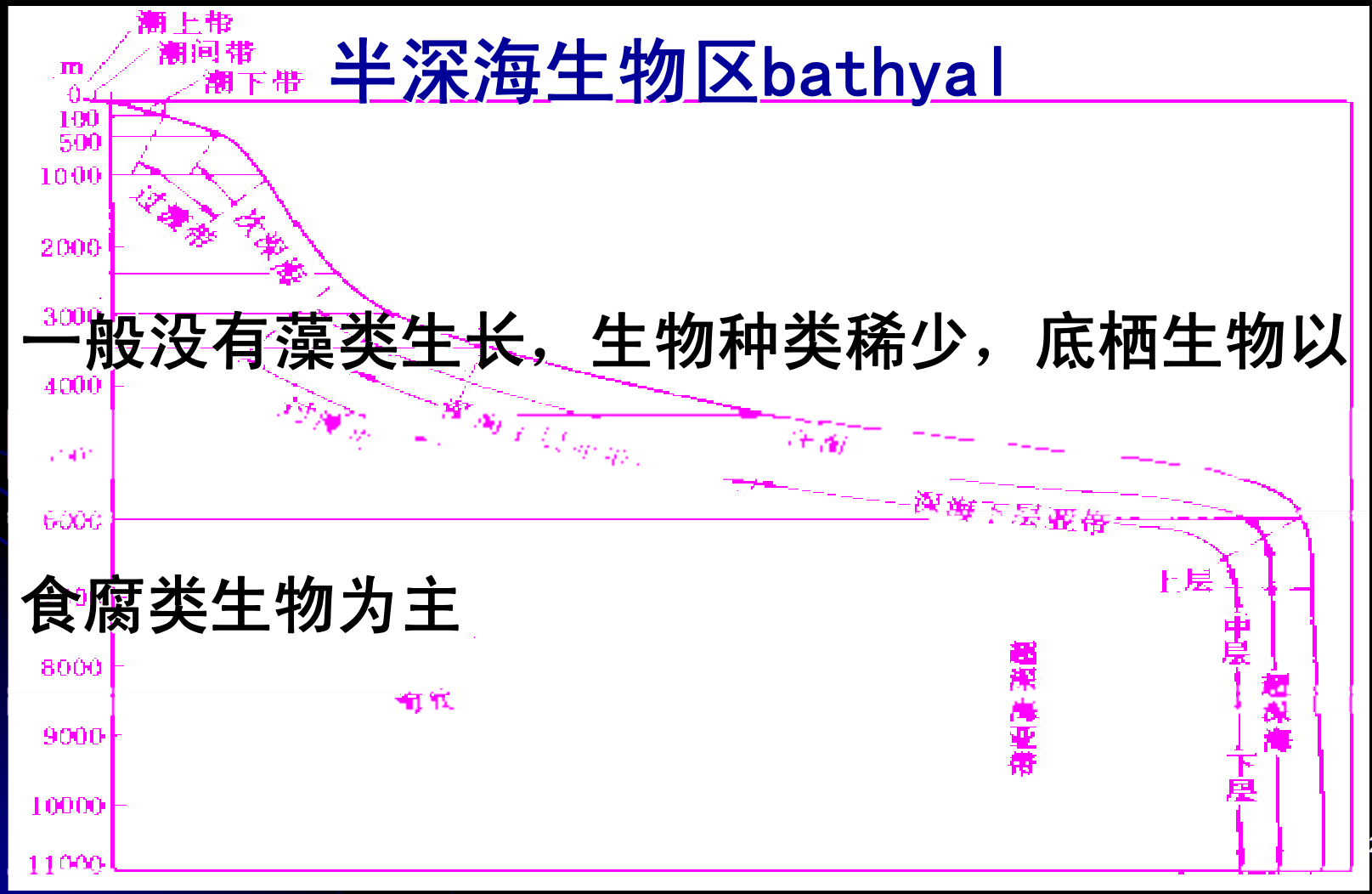
生物的环境分区

浅海生物区shallow sea



生物种类多，分异度高，90%以上的海洋生物生活在此区；海底是底栖生物生活的主要场所，且多为狭盐分生物；中部生活着游泳生物；上部生活着浮游生物

生物的环境分区

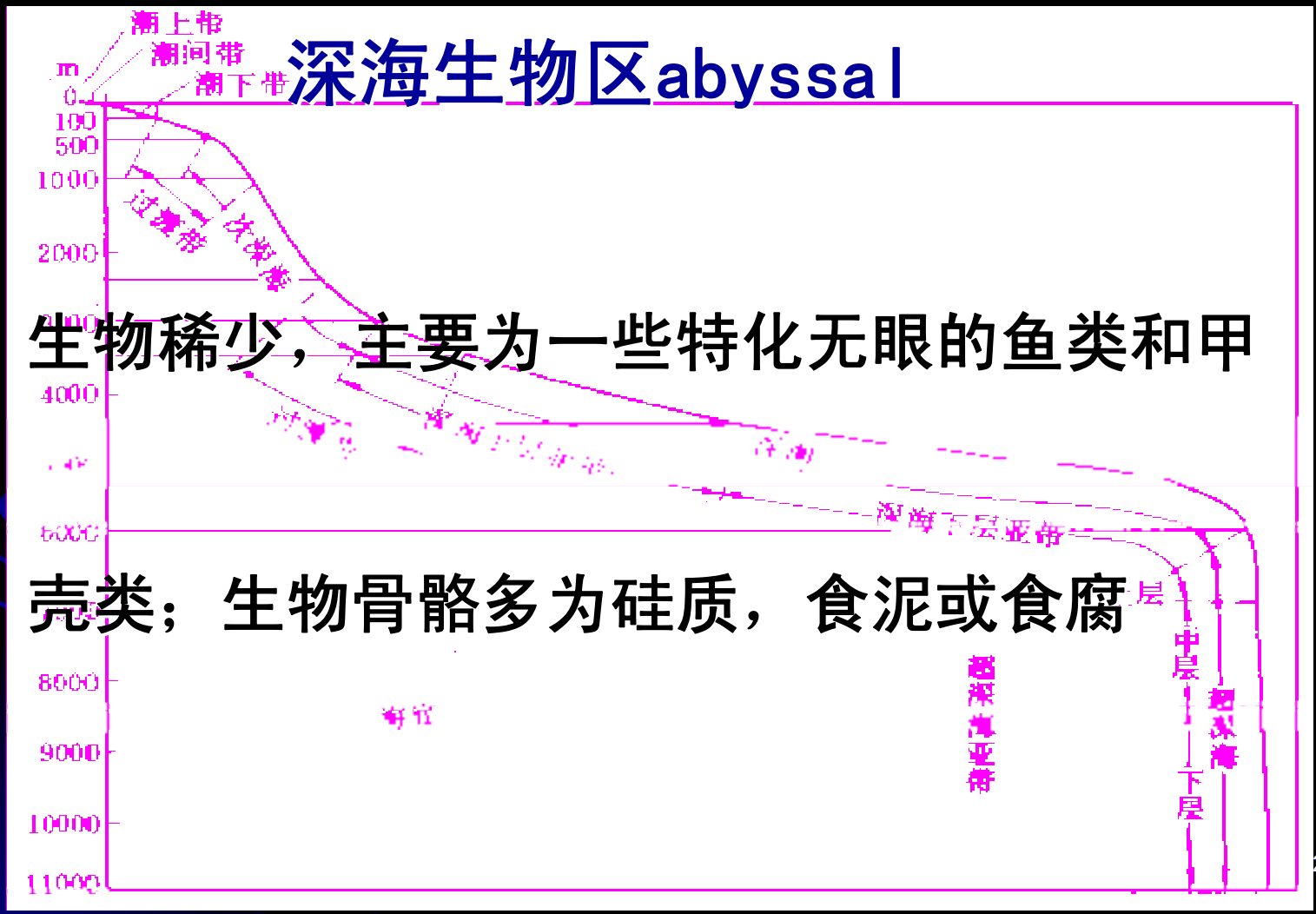


半深海生物区bathyal

一般没有藻类生长，生物种类稀少，底栖生物以食腐类生物为主

生物的环境分区

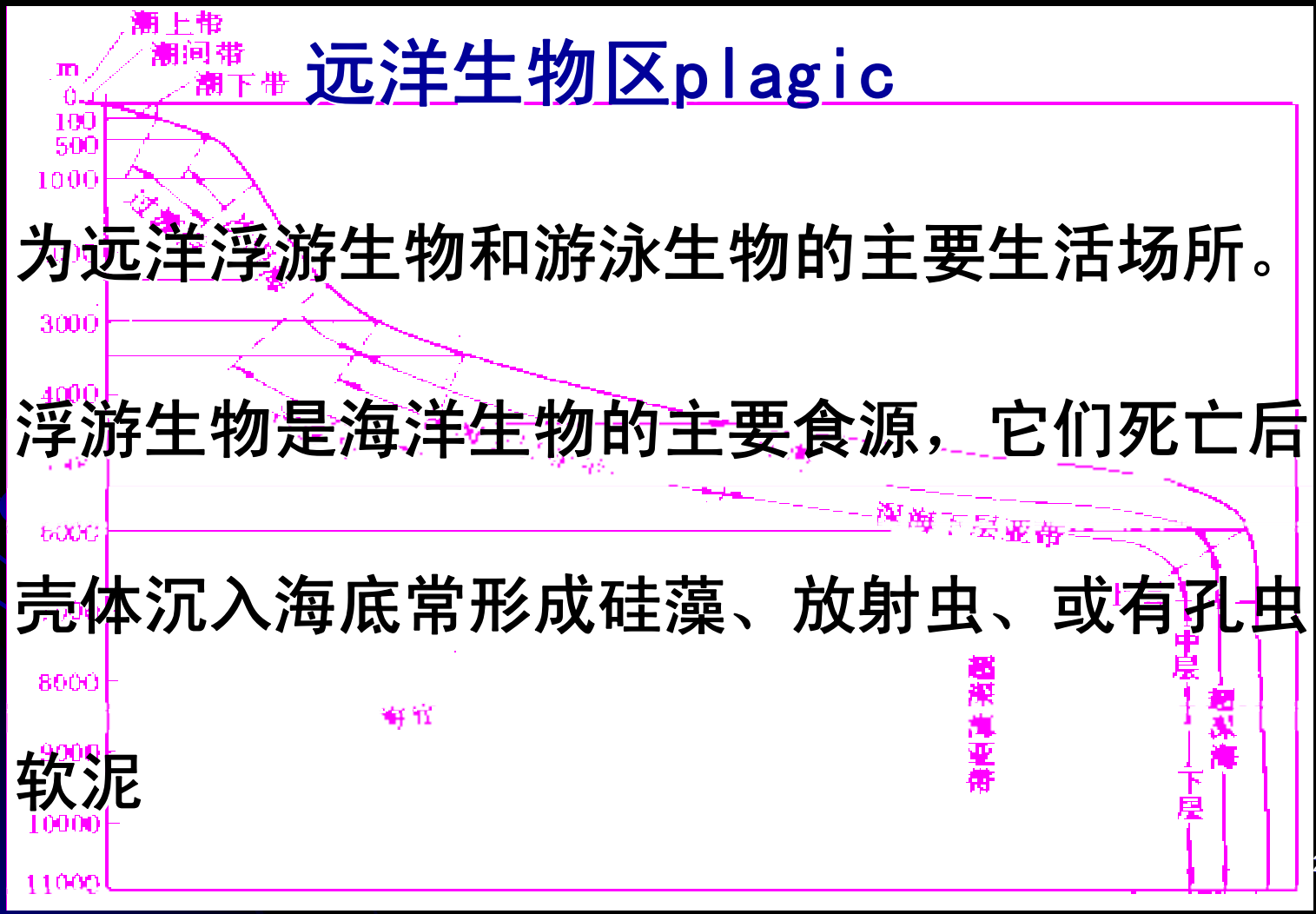
深海生物区abyssal



- 生物稀少，主要为一些特化无眼的鱼类和甲壳类；生物骨骼多为硅质，食泥或食腐

生物的环境分区

远洋生物区plagic



为远洋浮游生物和游泳生物的主要生活场所。

浮游生物是海洋生物的主要食源，它们死亡后壳体沉入海底常形成硅藻、放射虫、或有孔虫软泥

环境古生物学

- 环境的定义及生物与环境的关系
- 生物的环境分区
- 海洋生物的生活方式
- 影响生物生存的主要环境因素
- 群落与生态系
- 环境的古生物学分析方法

海洋生物的生活方式

生活方式mode of life，即生态类型

- 即生物为适应生存条件而具有的习性和行为
- 包括摄食方式、居住类型和运动方式等

- 趋同convergence：不同门类的生物，因为适应相似的环境具有相同的生活方式，导致生物体形态和结构上的相似性

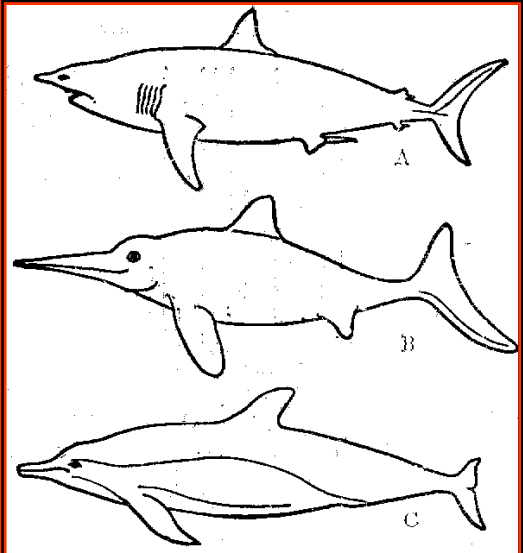


图 3-19 游泳生物的趋同进化
A—鱼；B—爬行类（*Ichthyosaurus*鱼龙）；C—哺乳类（海豚），它们对水生生活非常适应（据Lull，1947）

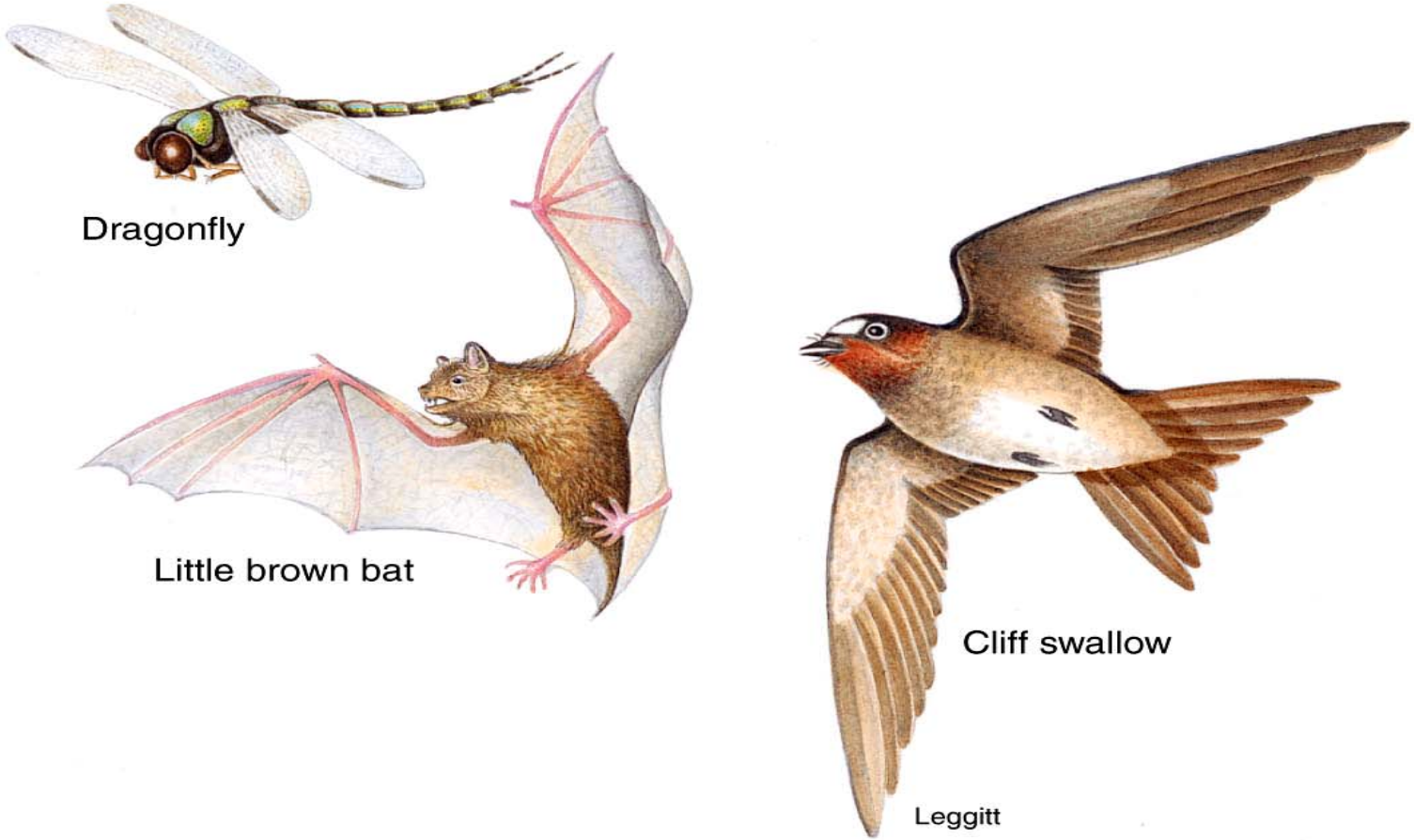
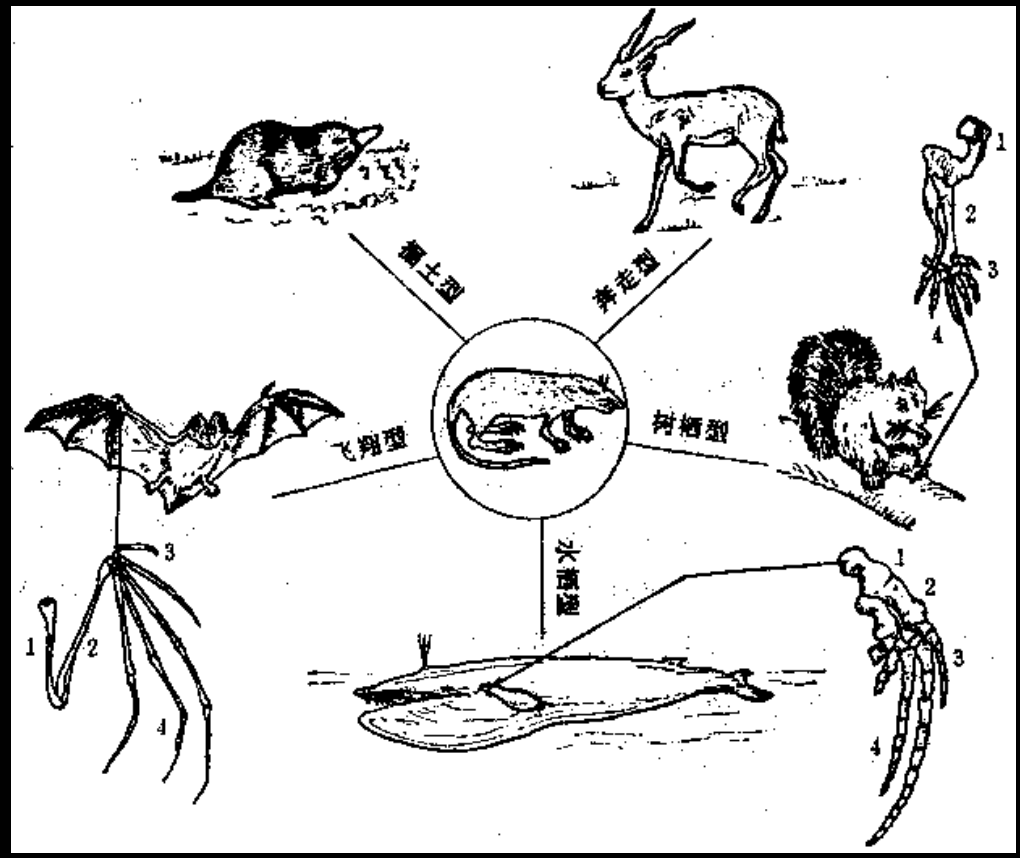


Figure 13.13

Convergent Evolution
All of these animals have evolved wings as a method of movement and capture insects for food as they fly. However, they have completely different evolutionary origins.

海洋生物的生活方式

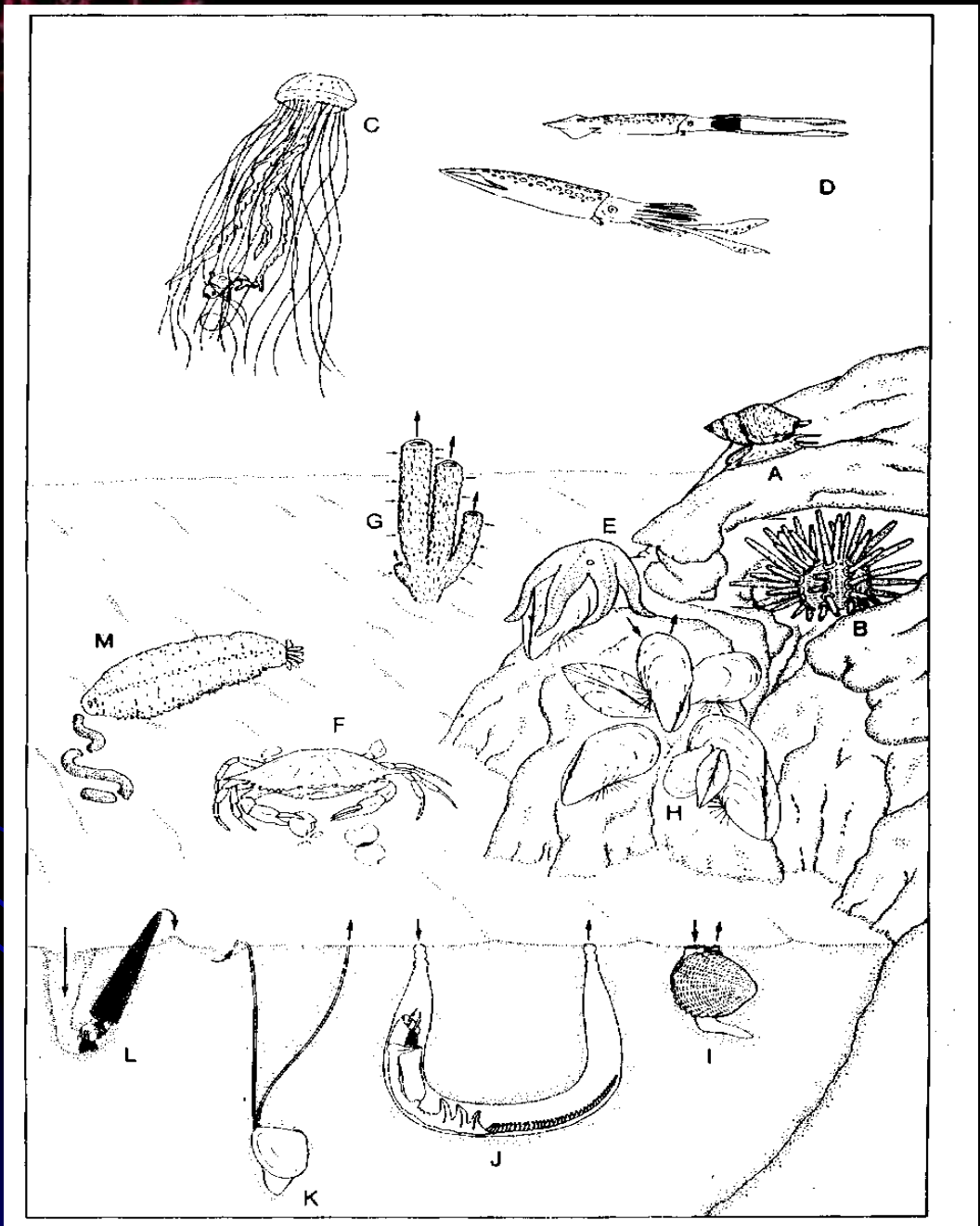
- **趋异divergence:** 在系统演化上相近的生物，由于适应不同的环境而具有极不相同的生活方式，导致生物体形态和结构上的分异



海洋生物的生活方式

- 根据海洋生物的摄食方式和食物类型分为：
  - 食草动物、食肉动物、食腐动物、滤食动物、食泥动物、寄生生物、杂食动物
- 根据海洋生物的居住地段和运动方式分为：
  - 游泳生物、浮游生物、假浮游生物、底栖生物

海洋生物的生活方式



海洋生物的生活方式

游泳生物nekton:

- 具游泳器官、能主动游泳的生物
- 特征：身体常呈流线型，两侧对称，运动、捕食和感觉器官较发达
- 主要类型：多为进化较高级的食肉动物，如无脊动物中的头足类和脊椎动物中的大多数鱼类

海洋生物的生活方式

- 浮游生物plankton:

- 没有真正的游泳器官，常随波逐流、被动地漂浮在水中
- 特征：身体一般呈辐射对称的圆形或球形，个体微小，骨骼不发育或质轻多孔，壳常多绒刺以增大表面积
- 主要类型：单细胞微小的动物和植物以及其他一些生物的幼虫

海洋生物的生活方式

- 假浮游生物pseudoplankton:
- 没有真正的游泳器官，往往附着在水草、树干或其它游泳生物的身上，被动地在水中漂浮
- 特征：多起源于底栖生物，特别是底栖固着生活的生物，因此兼具有底栖和浮游生物的一些身体结构特征
- 主要类型：如某些海百合、部分笔石、少数双壳类和腕足类等

海洋生物的生活方式

- 底栖生物benthos:

- 指生活在水层底部，经常离不开基底的生物
- 包括表生生物和内生生物
- 表生生物epibenthos:生活在基底表面以上的底栖生物。包括底栖活动型生物和底栖固着生物
- 内生生物endobenthos:生活在基底表面以下的生物。包括潜穴生活的生物和钻孔生物的生物

海洋生物的生活方式

- 底栖生物benthos:
  - 按生活方式可进一步划分为6种类型:
    - 海底固着生活
    - 躺卧海底生活
    - 潜穴生活
    - 钻孔生活
    - 海底爬行生活
    - 近底游泳生活

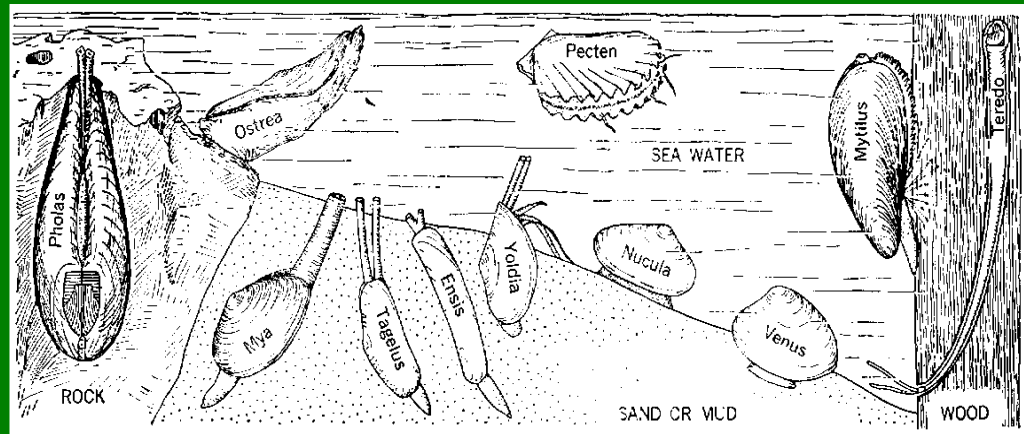


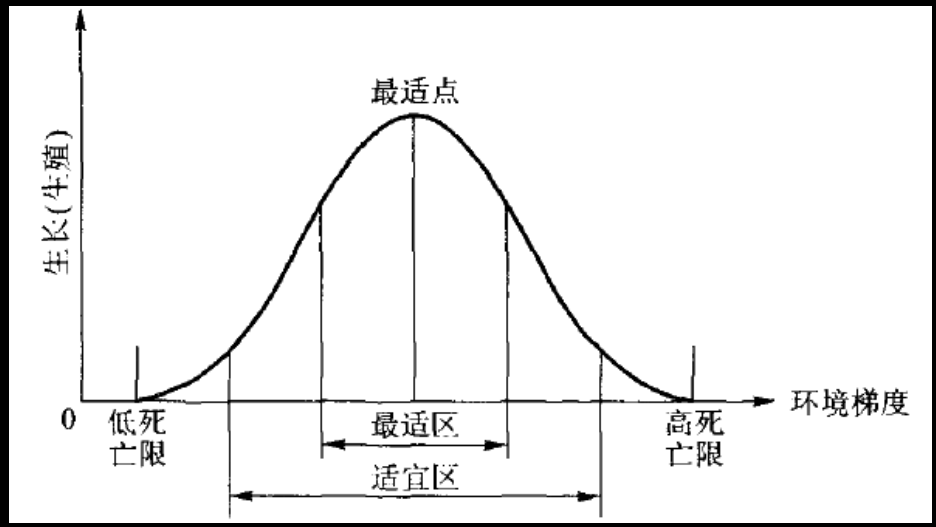
Fig. 23-14. Class PELECYPODA. Positions of some marine forms in life: reduced but not to same scale. Order PROTOBRANCHIA: *Nucula; Yoldia*. Order FILIBRANCHIA: *Ostrea*, edible oyster; *Mytilus*, sea mussel with byssus: *Pecten*, scallop. Order EULAMELLIBRANCHIA: *Mya*, mud clam; *Venus*, quahog; *Tagelus*, jackknife clam; *Ensis*, razor clam; *Pholas*, rock borer; *Teredo*, pileworm or shipworm.

环境古生物学

- 环境的定义及生物与环境的关系
- 生物的环境分区
- 海洋生物的生活方式
- 影响生物生存的主要环境因素
- 群落与生态系
- 环境的古生物学分析方法

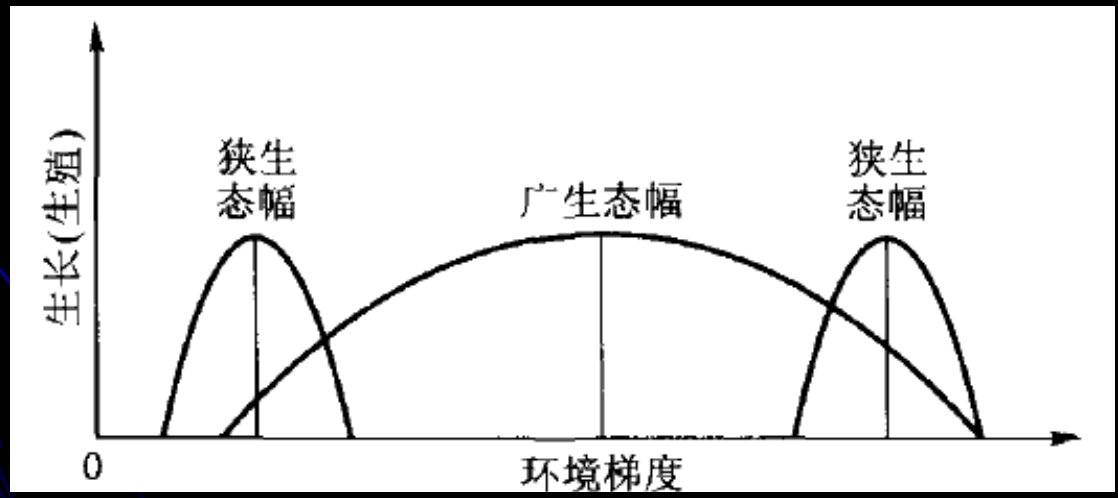
影响生物生存的主要环境因素

- 生态因素（ecological factor）：环境中影响生物生活的任何条件，也称生态因子
  - 无机因素：光、温度、大气、湿度等
  - 有机因素：生物之间的关系
- 生态幅（ecological amplitude）：生物对生态因素的耐受范围，也称耐受性



影响生物生存的主要环境因素

- 广适性（eurytopic）生物：有较宽生态幅的生物，即能在较宽广生态因素范围内生存的生物，包括广温生物、广盐生物等
- 狭适性（stenotopic）生物：有较窄生态幅的生物，即只能在较狭窄生态因素范围内生存的生物，包括狭温生物、狭盐生物等



影响生物生存的主要环境因素

温度temperature including climate

- 温度对生物影响的机制：
  - 温度主要是通过影响生物的生存和繁殖来控制生物的分布，因为生物的繁殖需要有一定的温度作保障
- 温度对生物影响的主要表现和结果：
  - 温度控制着生物的纬向分布，从两极到赤道，生物种类逐渐增多，动植物的丰度和分异度均逐渐增高
  - 温度造成生物的分区现象，如热带生物区系和寒带生物区系

影响生物生存的主要环境因素

纬度和海拔高度与植被之间的关系

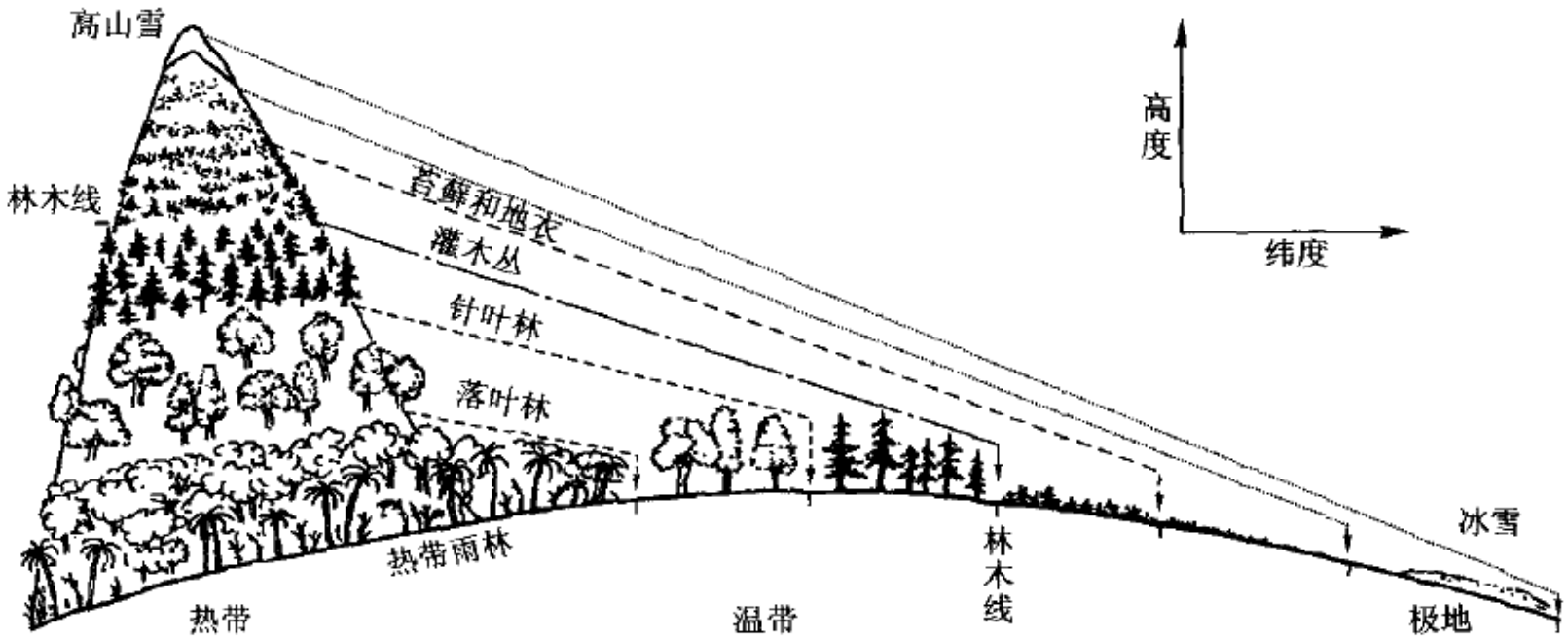


图 9－3　海拔高度、纬度和植被之间的关系

影响生物生存的主要环境因素

水深water depth

- 水深影响生物的主要表现和结果:
- 现代藻类在15-50m最为丰富，分布下限一般200m
- 由于光线中不同波长的光其穿透海水的能力不同，造成不同类型的藻类在分布深度上的差异。浅海近岸处多生长蓝绿藻，在其下20-30m以褐藻最多，而红藻可分布在水深30-200m左右
- 水深控制着植物的垂直分布，因此势必影响其他以植物为食的草食性动物的分布，并最终影响到肉食性动物的分布

影响生物生存的主要环境因素

光线light

- 水体中光照强度及生物的分带性
- 强光带：0-80m，水底植物、浮游植物及各类动物都很丰富
- 弱光带：80-200m，浮游植物大为减少，但红藻和硅藻较发育
- 无光带：>200m，植物绝迹，动物稀少而特殊

影响生物生存的主要环境因素

盐度salinity

- 盐度的变化:
  - 淡水0-0.5‰，半咸水0.5-30‰，海水30-40‰，超咸水40-80‰，卤水>80‰
- 生物对盐度的适应性:
- 正常盐度海水中生物种类多样，但当海水的盐度升高或降低时，便出现海水的咸化或淡化，这都会引起生物在种类和数量上的变更，常表现为生物种类贫乏
- 窄盐性生物stenohalina: 只能适应正常盐度海水生活的生物
- 广盐性生物euryhalina: 能够适应盐度变化范围较广的生物

影响生物生存的主要环境因素

- 其他因素
  - 底质
  - 含氧量
  - 水体流动性
  - 共生生物

环境古生物学

- 环境的定义及生物与环境的关系
- 生物的环境分区
- 海洋生物的生活方式
- 影响生物生存的主要环境因素
- 群落与生态系
- 环境的古生物学分析方法

群落与生态系

- 居群（population）：由栖息在同一地域中的同种生物个体构成，又称种群
- 群落（community）：是生活在同一地理区域内同一生态因素下的所有生物的集合
- 生态系统（ecosystem）：群落和它的非生物环境成分，通过物质的循环和能的流动而相互作用，形成的复杂系统

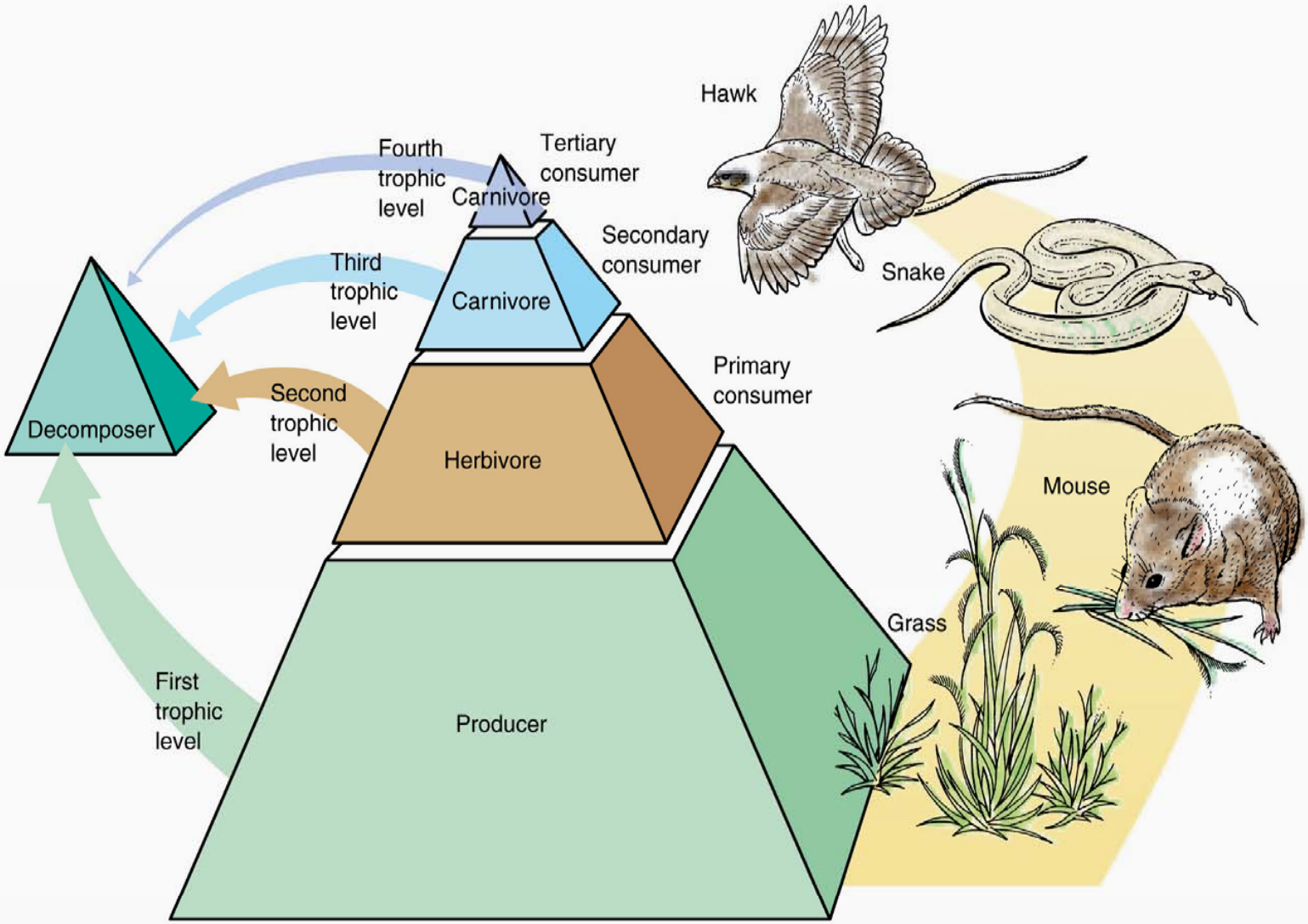


Figure 14.3

The Organization of an Ecosystem
Organisms within ecosystems can be divided into several different trophic levels on the basis of how they obtain energy. Several different sets of terminology are used to identify these different roles. This illustration shows how the different sets of terminology are related to one another.

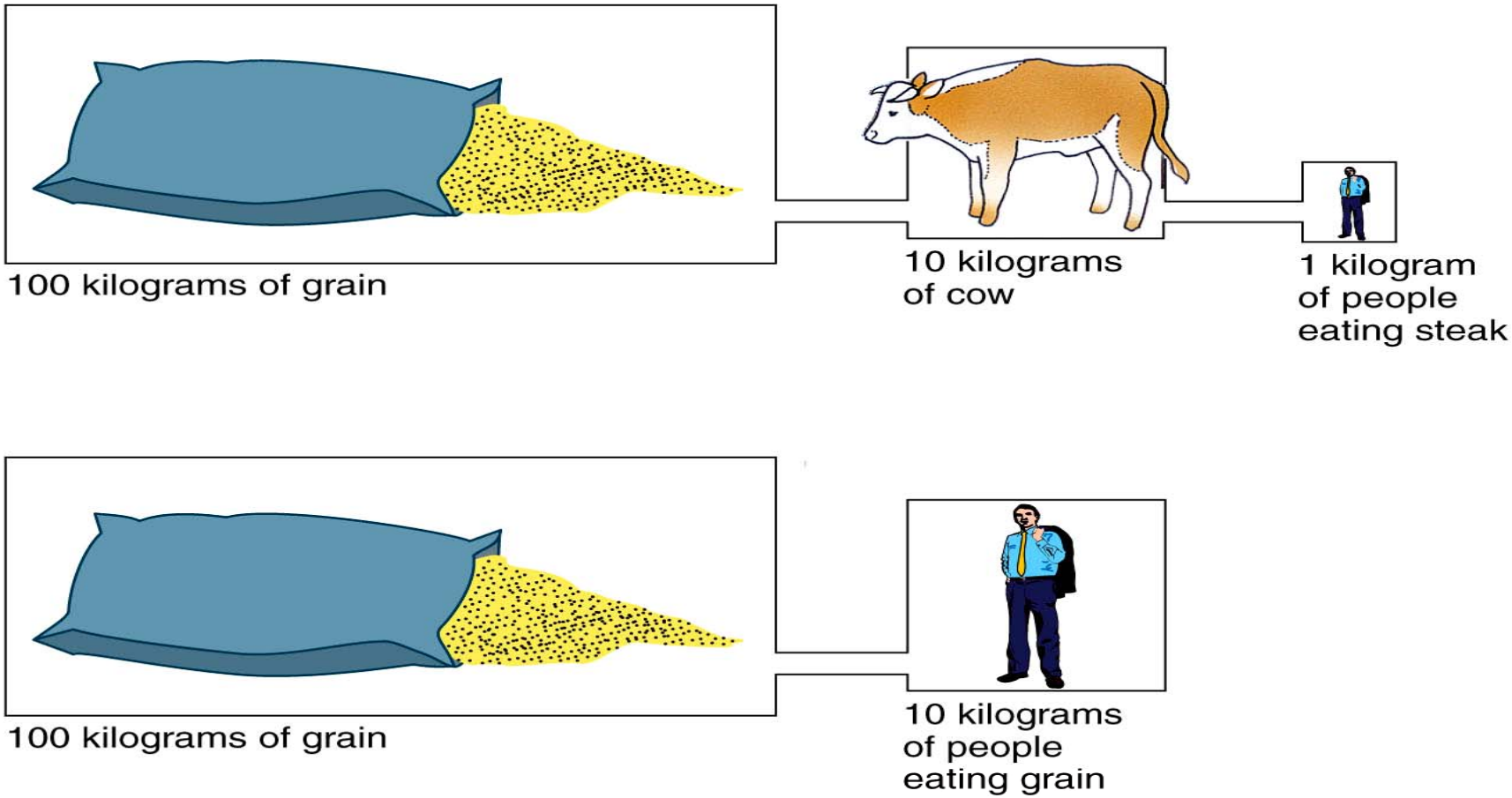


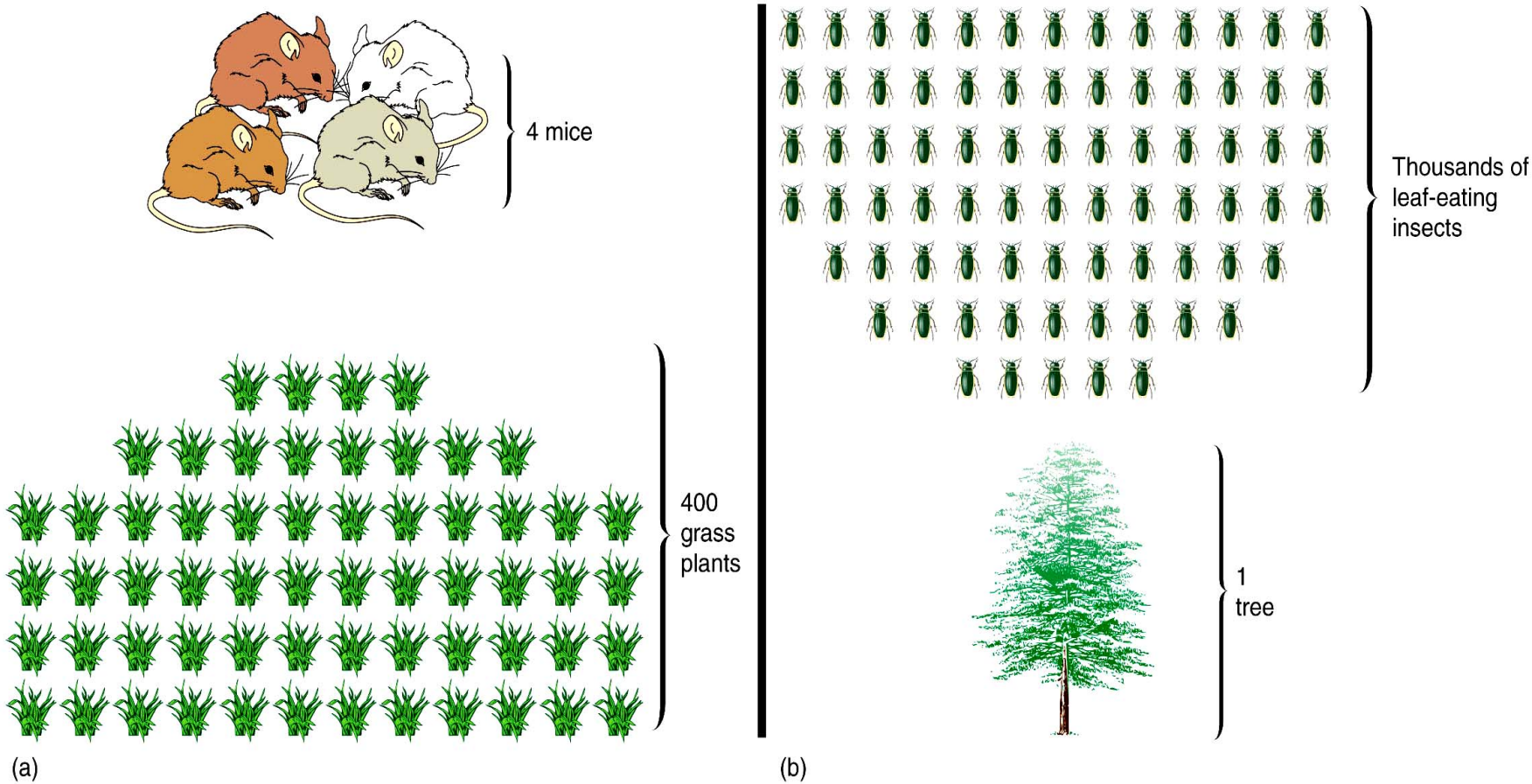
Figure 14.23

Human Biomass Pyramids
Because approximately 90% of the energy is lost as energy passes from one trophic level to the next, more people can be supported if they eat producers directly than if they feed on herbivores. Much of the less-developed world is in this position today. Rice, corn, wheat, and other producers provide the majority of food for the world's people.

Figure 14.6

A Pyramid of Numbers

One of the easiest ways to quantify the various trophic levels in an ecosystem is to count the number of individuals in a small portion of the ecosystem. As long as all the organisms are of similar size and live about the same length of time, this method gives a good picture of how different trophic levels are related. (*a*) The relationship between grass and mice is a good example. However, if the organisms at one trophic level are much larger or live much longer than those at other levels, our picture of the relationship may be distorted. (*b*) This is what happens when we look at the relationship between forest trees and the insects that feed on them. A pyramid of numbers becomes inverted in this instance.



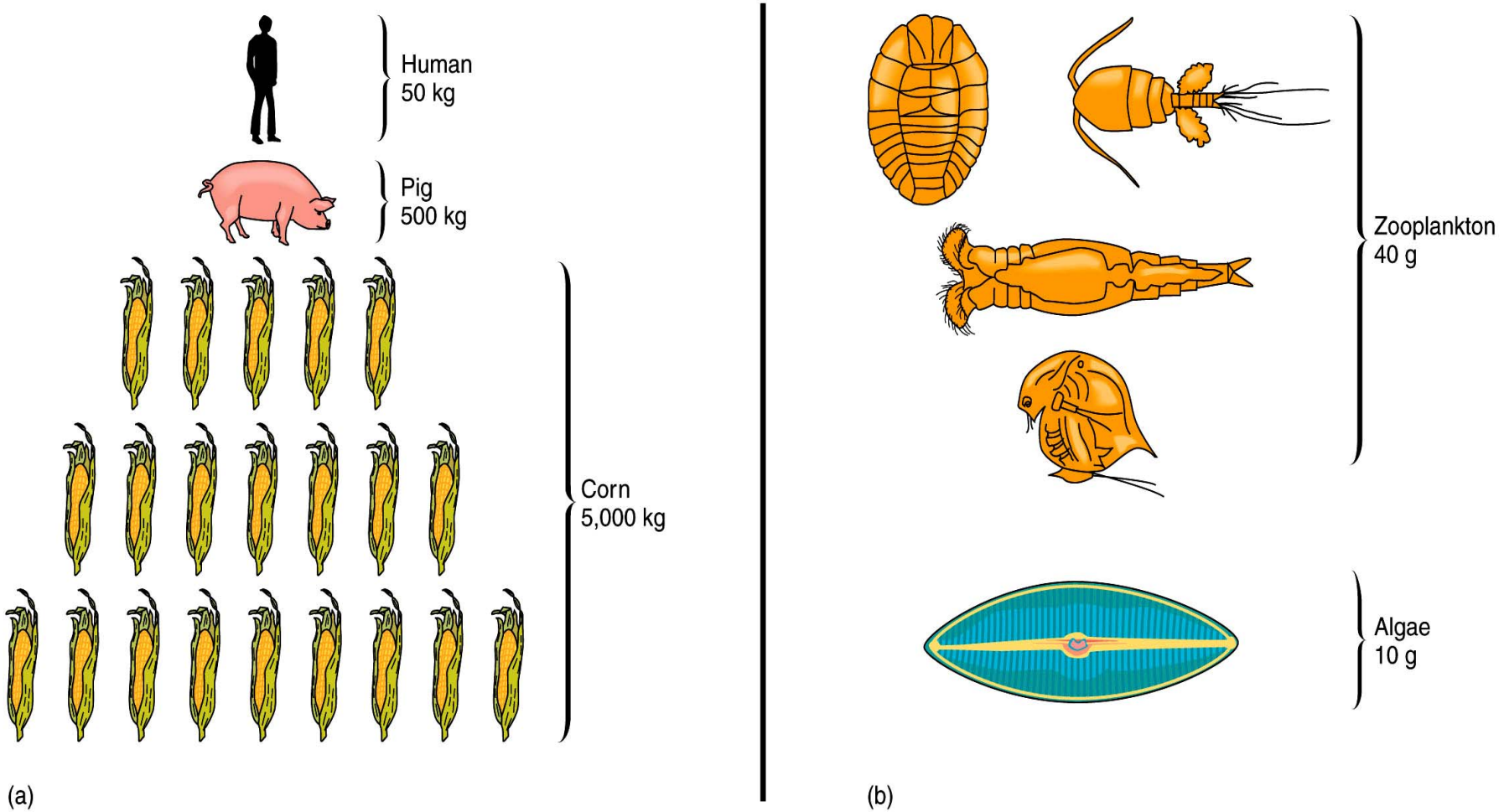


Figure 14.7

A Pyramid of Biomass

Biomass is determined by collecting and weighing all the organisms in a small portion of an ecosystem. (*a*) This method of quantifying trophic levels eliminates the problem of different-sized organisms at different trophic levels. However, it does not always give a clear picture of the relationship between trophic levels if the organisms have widely different lengths of life. (*b*) For example, in aquatic ecosystems, many of the small producers may divide several times per day. The tiny animals (zooplankton) that feed on them live much longer and tend to accumulate biomass over time. The single-celled algae produce much more living material, but it is eaten as fast as it is produced and so is not allowed to accumulate.

环境古生物学

- 环境的定义及生物与环境的关系
- 生物的环境分区
- 海洋生物的生活方式
- 影响生物生存的主要环境因素
- 群落与生态系
- 环境的古生物学分析方法

环境的古生物学分析方法

- 指相化石分析方法
- 现实类比法（现实主义原理分析）
- 形态功能分析方法
- 群落古生态学分析方法（略）

环境的古生物学分析方法

- 指相化石分析方法
  - 指相化石 **facies fossil**: 能够明确反映某种特定环境条件的化石

环境的古生物学分析方法

- 现实类比法（现实主义原理）
  - 现实主义（actualism）—将今论古
  - The present is the key to the past
  - 用现代的科学知识去比较和推断地史时期的情况

现实主义原理

- 分类群均变说（taxonomic uniformitarianism）
  - 研究现代生物的生活方式，解释地史时期同类古生物的生活方式
  - 应用趋同原则，解释古、今生物在构造上的相似性，据此判断灭绝生物的生活方式
  - 研究现代生物的各种生态限制因素，解释古代生物的生活条件及其生活环境
  - 研究现代生物的迁移、分布和埋藏规律，以阐明古代生物的迁移、分布和埋藏规律
- 调
- 化石和
  泉

现实主义原理

- 分类群均变说（taxonomic uniformitarianism）
  - 研究现代生物的生活方式，解释地史时期同类古生物的生活方式
  - 应用趋同原则，解释古、今生物在构造上的相似性，据此判断灭绝生物的生活方式
  - 研究现代生物的各种生态限制因素，解释古代生物的生活条件及其生活环境
  - 研究现代生物的迁移、分布和埋藏规律，以阐明古代生物的迁移、分布和埋藏规律
- 不难看出，外界环境条件决定生物的形态和生理特征，强调并应用同功原理是最本质的内容
- 化石和现生生物的同功原理是产生古生态学学说的主要源泉

环境的古生物学分析方法

形态功能分析方法

- 解释古代生物的生活方式，除利用与现代生活着的生物进行对比以外，还可以利用形态功能分析的方法。这种方法对于已经灭绝的生物群显得特别重要
- 形态功能分析的方法就是深入地研究化石的基本构造，力求阐明这些构造的功能，并据此重塑古代生物的生活方式

形态功能分析的理论基础

- 每一种生物都有其特有的、区别于其它生物的形态，这些形态特征对生活活动来说具有明显的功能，而无功能的形态则是比较罕见的。
- 这是因为基因差异及其相应的生理、形态差异导致了生物对环境的差异适应，在自然选择过程中，只有那些最能适应的个体形成繁殖居群才能产生下一代，并提供能确定下一代的基因特征和确定其形态特征的基因物质。
- 这说明了生物的表型（**phenotype**）变化，即形态、生理、行为的变化与环境的变化有直接的关系。

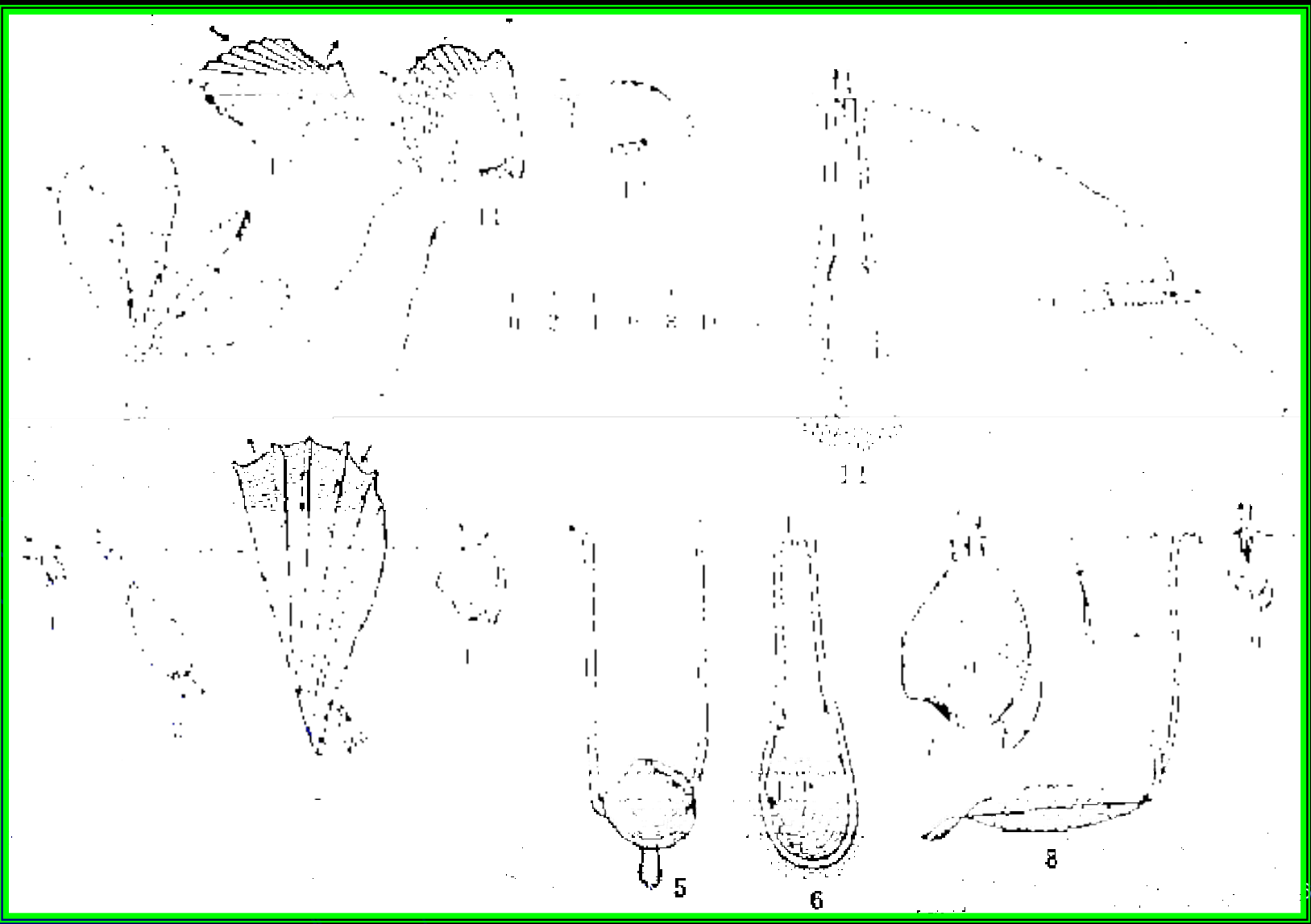
形态功能分析的方法

- 形态功能分析的原理建立在生物的器官构造必须和外界生存条件相适应的基础上。在生物进化过程中，功能对器官和构造的变化起着重要的作用——用进废退
- 在千变万化的环境面前，那些幸存者总是通过遗传因素、环境因素和功能因素的作用和调整来适应变化着的环境

形态功能分析的理论基础

- 深入地研究化石的基本构造，力求阐明这些构造的功能，并据此重塑古代生物的生活方式
- 根据分析的对象不同，一般采取4种方法：
  - 直观法：将化石与现生种类直接类比
  - 同源法：根据同源类比化石与现生类别的结构和功能关系
  - 同型法：利用同功同形的原理类比化石与现生类别的结构和功能关系
  - 工程法或范例法：即对某一特定结构的功能进行逻辑和工程分析，制作一组模型，再从中筛选最佳者，作为该结构的功能（略）

直 观 法



同 源 法

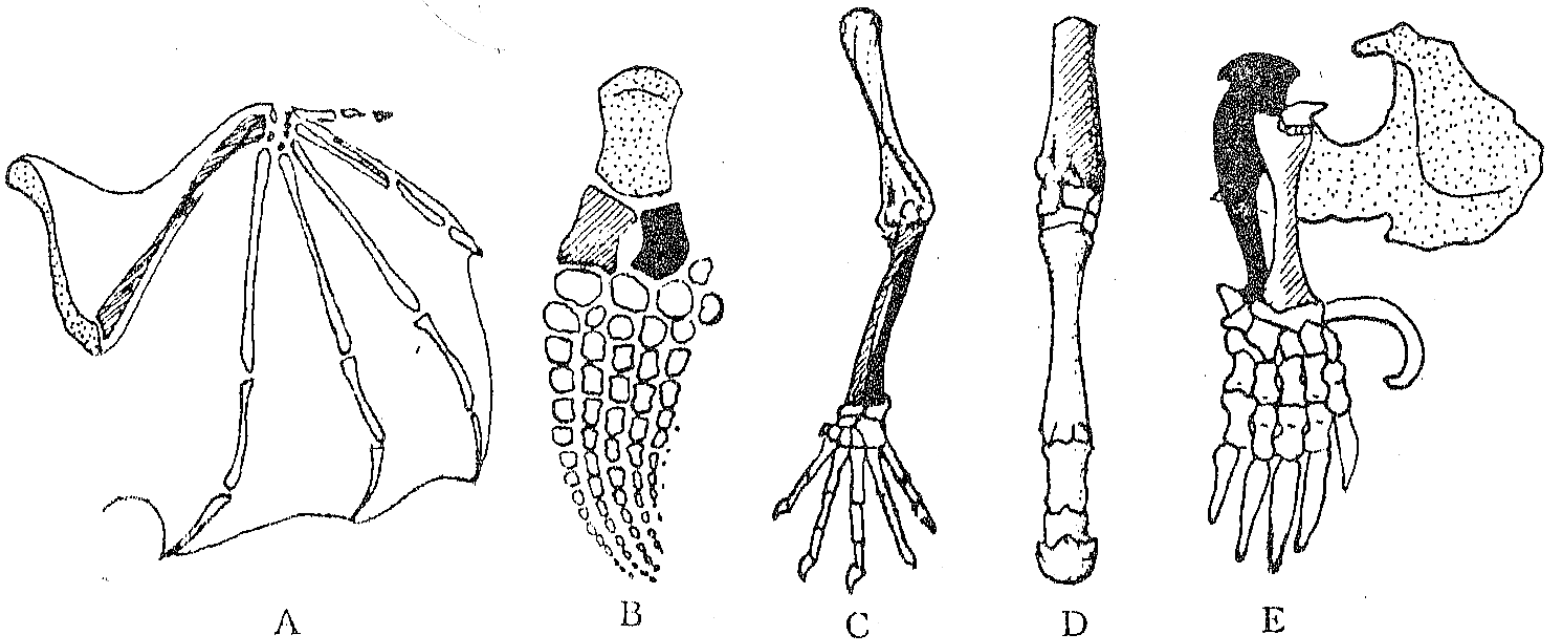


图 5—2　各种四肢脊椎动物前肢的适应变化

（据 J. C. Gull，1983）

A. 蝙蝠用以飞行；B. 鱼龙用于游泳；C. 负鼠用来抓握；D. 马用以奔跑；E. 鼹鼠用以挖掘洞穴（未按比例）

同 型（功）法

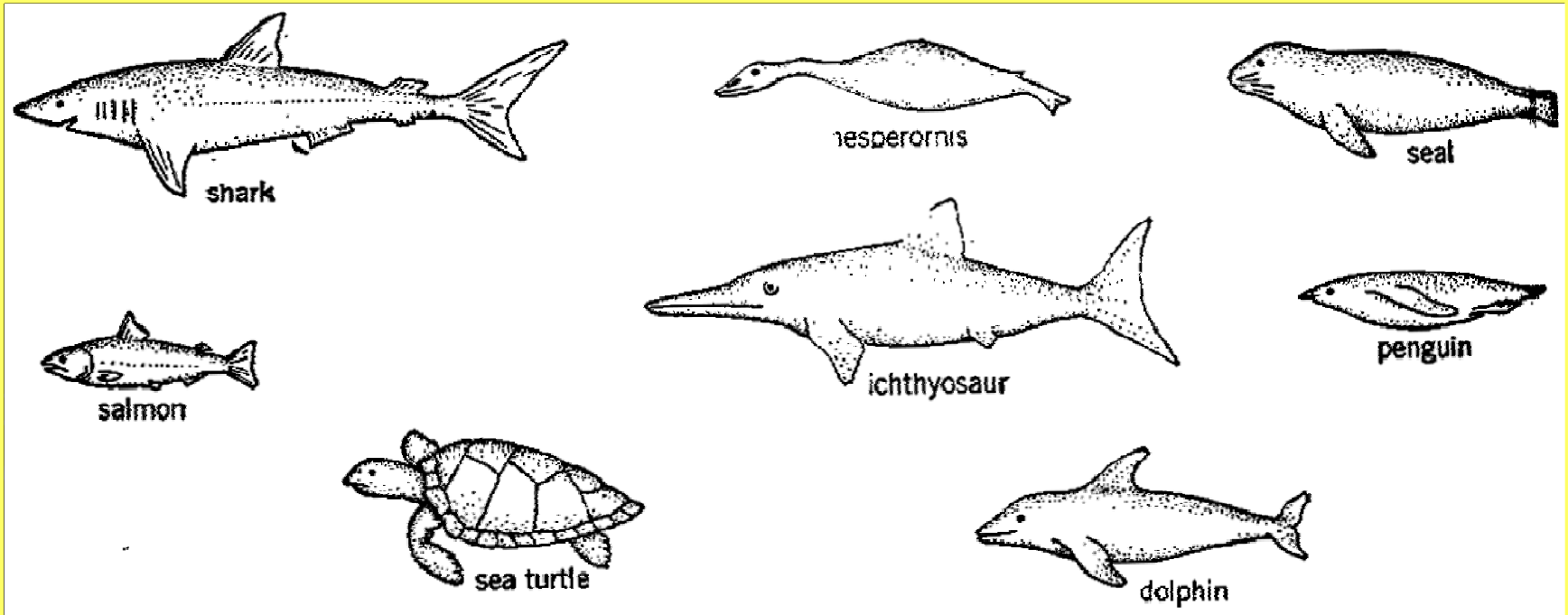


Fig. 14-16. Oceanic vertebrates, sharks to mammals, showing adaptive convergence for swimming—bodies streamlined and fins or limbs paddle-like.

硬体骨骼构造和形态功能的关系

- 古生物学的资料，绝大部分来源于化石的硬体骨骼构造，软体几乎很少保存成化石，因此形态功能分析应当尽可能的了解现代生物软体和硬体的关系，以便了解硬体与环境的关系

硬体骨骼构造和形态功能的关系

- 硬体骨骼的主要功能:
  - 运动作用，特别是高级动物，如脊椎动物、昆虫和棘皮动物
  - 支持作用，大部分具内骨骼的动物
  - 保护作用，大部分具外骨骼的无脊椎动物
  - 营养、代谢和生殖作用，如牙齿等咀嚼器官、生殖器官

硬体骨骼构造和形态功能的关系

- 外骨骼的形态，从某种意义上来看就是生物的形态，这种外骨骼形态的形成和演变与其功能有着密切的联系
- 动物的外骨骼不可能从幼虫期以后一次就能完成全部骨骼，往往是随着动物生长阶段，沿着各种方向逐渐发展和完善的。主要发展途径有：
  - 逐步脱壳生长：主要为节肢动物，是一种比较成功的发育方式，其优点是不需要外界很多的矿物成分
  - 管状、锥形或螺旋形定向增长：只是简单地向边缘方向发展，以增加内部体积。在开口端往往形成各种保护口盖
  - 增生骨板：棘皮动物的骨骼是由许多相联结的小板组成，其利用板的个体加大或成排增加新板来扩大体积

硬体骨骼构造和形态功能的关系

- 但形态构造并非仅仅是由功能一个方面所控制，生物的形态还取决于生物的谱系历史因素（即系统进化水平）和生物骨骼结构因素（即生物化学）。在进行形态功能分析时，应当综合考虑这三方面的因素

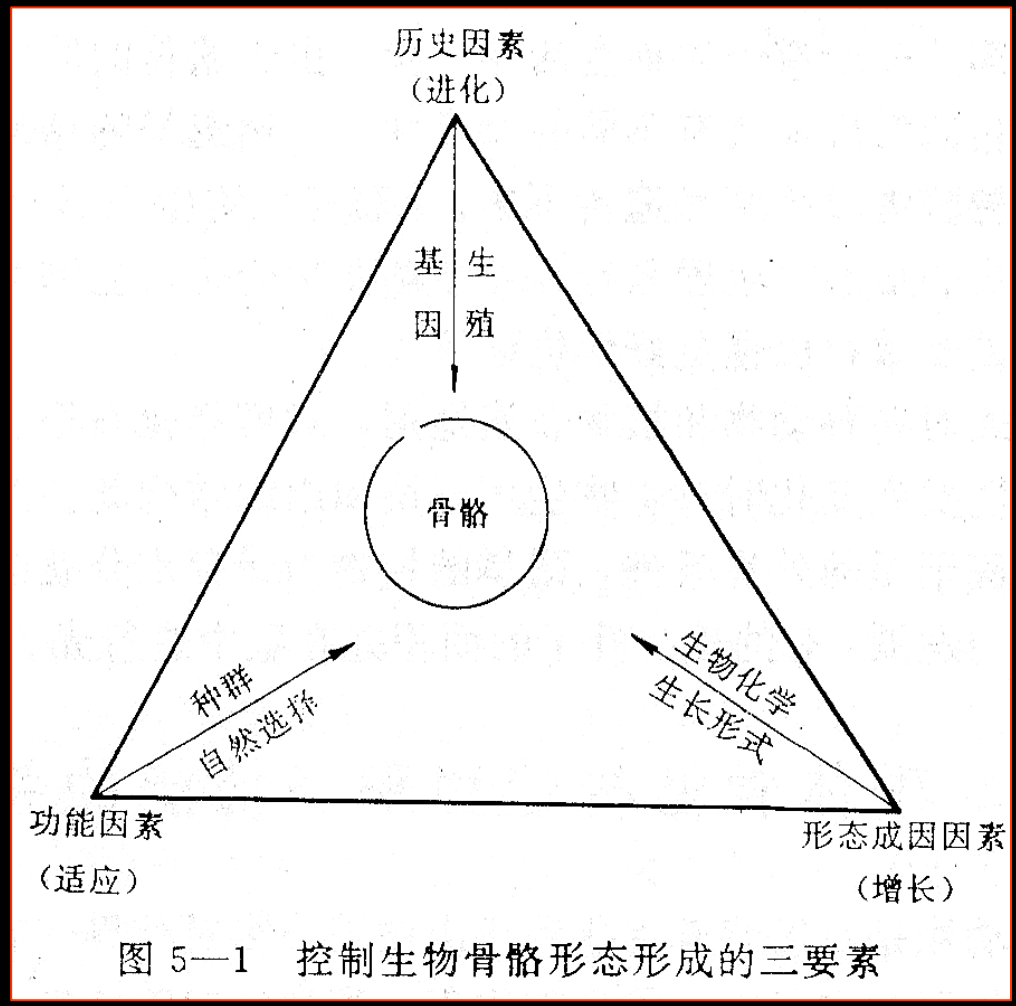


图 5—1　控制生物骨骼形态形成的三要素