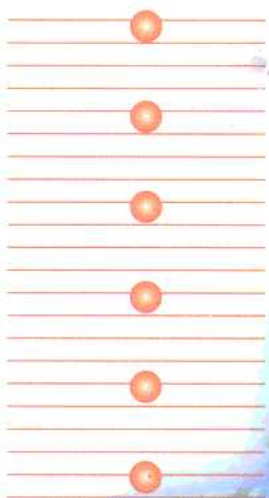


Instant Notes

# 生态学

# ECOLOGY

精要速览系列 (中文)



*Aulay Mackenzie Andy S. Ball & Sonia R. Virdee* 著  
孙儒泳 李庆芬 牛翠娟 娄安如 译

科学出版社

BIOS SCIENTIFIC PUBLISHERS LIMITED

Q14  
M27

现代生物学精要速览中文版

# 生态学

[英]A.麦肯齐 A.S.鲍尔 S.R.弗迪 著  
孙儒泳 李庆芬 牛翠娟 娄安如 译



A0934464

科学出版社

2000

## 内 容 简 介

本书是目前国外畅销的优秀教材 *Instant Notes in Ecology* 的翻译版本, 由北京师范大学生命科学院孙儒泳院士主持翻译。原书由英国著名大学的具有丰富教学经验的一流教授编写。全书分 24 个部分, 以简洁的形式提供核心的生态学知识, 既全面、重点地概括了基本理论, 又突出介绍了学科发展的前沿动态。

本书编写与国内大多数教科书不同, 它风格独特、取材新颖; 文字通俗易懂、简明扼要; 插图简练、便于记忆; 每个部分列出要点和阅读书目, 重点和主线明确。本书为生物学及有关生命科学的大学生设计, 对初学的学生和高年级的学生都非常有用, 是指导学生快速掌握生态学基础知识的优秀教材; 同时因为本书的简明扼要和提纲挈领, 所以对讲课的教师制定教学计划和备课也大有益处, 可以使教师在课堂有充分发挥的余地。

A. Mackenzie, A. S. Ball and S. R. Virdee

*Instant Notes in Ecology*

Original edition published in the United Kingdom under the Title  
of *Instant Notes in Ecology*

© BIOS Scientific Publishers Limited, 1998

图字: 01-99-0187

图书在版编目 (CIP) 数据

生态学/〔英〕A. 麦肯齐等著, 孙儒泳等译. -北京: 科学出版社,  
2000.8

(现代生物学精要速览中文版)

ISBN 7-03-008247-8

I. 生… II. ①麦…②孙… III. 生态学 IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 00624 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号  
邮政编码: 100717

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2000 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2000 年 8 月第一次印刷 印张: 20

印数: 1—3 000 字数: 449 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

## A1 什么是生态学

### 要 点

#### 生态学的定义

生态学是研究有机体与其环境相互作用的科学。“环境”是物理环境(温度、可利用水等)和生物环境(对有机体的、来自其他有机体的任何影响)的结合体。

#### 个体、种群、群落和生态系统

生态学所研究的有 4 个可辨别尺度的亚部分:(i)探讨个体对其环境的反应;(ii)研究单个物种的种群对于环境的反应,和探讨诸如多度(abundance)及其波动等的过程;(iii)群落(出现在确定面积中的种群集合)的组成和结构;(iv)生态系统(群落与环境的非生物成分的结合)内的各种过程,例如能流、食物网和营养物的循环等。

**生态学的定义** 生态学是研究有机体与其环境相互作用的科学。环境有两个明显区别的部分:物理环境(包括温度、可利用水、风速、土壤酸度等)和生物环境,后者构成其他有机体对于有机体施加的任何影响,包括竞争、捕食、寄生和合作。

生态学有不少的研究领域,或瞄准感兴趣的特殊领域,或用特殊方法去探讨生态学问题。例如,行为生态学(behavioral ecology)关心动物行为模式的解释。生理生态学(physiological ecology)探讨个体的生理及其对于功能和行为的后果。特别强调进化对于现有模式的影响是进化生态学(evolutionary ecology)的焦点。利用分子生物学方法研究生态学问题产生了一个新的分支——分子生态学(molecular ecology)。种群生态学(population ecology)和群落生态学(community ecology)领域即将在下面描述。

生态学研究并不局限于“自然”系统——了解人类对自然影响和人工生态系统(例如农田)的生态学也都是研究的重要领域。

**个体、种群、群落和生态系统** 生态学在很广的尺度上讨论问题,从个体的分子到整个全球生态系统。但对于 4 个明显可辨别的、不同尺度的亚部分有特殊的兴趣,(i)个体(individuals),(ii)种群(populations),(iii)群落(communities)和(iv)生态系统(ecosystems)。

在每个尺度上,生态学家感兴趣的对象是有变化的。在个体水平上,个体对环境(生物的和非生物的)的反应是关键项目,而在单种种群水平上,多度和种群波动的决定因素是主要的。群落是给定领域内不同种种群的混合体,生态学家的兴趣在于决定其组成和结构的过程。生态系统包括生物群落和与之关联的、描述物理环境的各种理化因子联成的复合体。在这个水平上有兴趣的项目包括能流、食物网和营养物循环。

应该指出，“种群”、“群落”和“生态系统”常常是没有很好定义的术语。人们经常不可能清晰地划出种群结束和开始的界线，群落和生态系统也有同样的问题。这些术语在某种程度上只是简单地代表一种方便的简化，通过它我们可以对自然界划分范畴。

## A2 生态学的 10 个规律

### 要 点

这些规律  
是什么？

生态学的授课实践使得本书作者能够觉察到大学生学习生态学时常常陷入的某些一般性错误。本目录是为克服这些错误而设计的，既不全面，也不互相排斥，但是我们希望它将作为有用的指南。

规律 1:生态学  
是科学

生态学是一门纯科学学科，目标是了解有机体与其广阔环境的相互关系。分清楚科学观点与生态学知识的政治和社会影响这一件事是十分重要的。

规律 2:生态学  
只有按照进化  
论才可理解

有机体巨大的多样性，以及其形态学、生理学和行为的变异的丰富性，全都是亿万年进化的结果。这个进化历史对于每一个个体都留下了不能去除的影响。我们今天发现的种种模式，只有按照进化论的观点才可能有意义。

规律 3:“对物  
种有利”现象  
并不存在

对于那些看起来对个体是花费的有机体行为模式，认为其出现是由于“对物种有利”的这种想法是一个非常普遍的误解。这是绝对和完全错误的。自然选择将会有利于那些传给大多数后裔的基因，即使这些基因有可能导致物种种群大小的下降。

规律 4:基因和  
环境都很重要

有机体自己所处的环境，对于它在开放的各种选择中决定取舍上，具有重要的作用。决定有机体构造的基因，同样具有根本的重要性。这两方面因素的基本性质及其相互作用的事实，对于理解生态学都是很重要的。

规律 5:理解复  
杂性要求模型

生态学是一复杂的对象，几乎每一个尺度都有大量变异——亿万种，每种有大量基因变异，在复杂和动态的环境中有变化着的数量和随时间而改变的行为。为了理解它，清楚的认定特异问题，然后形成可以检验的假设是必需的。以数学的思想方法构造假说常常是很有用的，可以避开在语言模型中常不能避免的含糊不清和混淆。数学模型在生态学里被广泛的应用。

规律 6:“讲故  
事”是危险的

在打算解释生态学种种模式或相互关系的时候，人们很容易滑到虚假世界之中，每一个观察都很容易的被某特设的断言（所谓的“讲故事”）所解释了。无论如何，总想去推进假设实际上是应该避免的。

**规律 7:要有分层次的解释**

对于任何观察,常常有一个直接的原因可以被识别出来。这种因果解释往往是资料不足的,我们需要进一步探索,以达到更完全的抓住情况。即使是现象已经被“解释了”,更进一步和更深入的解释也是很好的,它允许我们看见更完全的情景。

**规律 8:有机体具有很多限制**

有机体表现出来的形态、功能和环境适应力的总多样性是令人惊叹的,每个个体(和每一个种,但较少程度)则在相对较小的约束范围中运转。约束基本上有两类:(i)物理的,(ii)进化的。由于这些约束,进化从来就没有达到“完善”过,有机体基本上是很多妥协的杂烩。

**规律 9:机会是重要的**

随机事件在生态学中起关键性的作用。林冠中出现林窗或沙丘在风暴后裂口,对于当地动植物区系将有重要的影响,但是,林窗和裂口出现的时间和地点都是不可预测的。机会的作用也与有机体过去进化综合在一起。生态学中机会事件的重要性并不意味着生态学中的模式是完全不可预测的,但是它必然是位于预言细节的潜在水平之边缘。

**规律 10:在生态学家心目中的生态学边界**

生态学是一门广泛的科学,覆盖着生物和物理环境,从而作为潜在的,很少有被排除在外的了。数学、化学和物理学都是理解生态学的基本工具。

**这些规律是什么?**

作者们讲授生态学的经验和其同事们转达的意见,使他们深入了解了生态学大学生们常常陷入的某些一般性错误。这组规律是为了对付这些陷阱和使大学生们有正确的方向而设计的,本目录既不全面,也不互相排斥,但是我们希望它将作为有用的指南。

**规律 1:生态学是科学**

生态学是一门纯科学学科,目标是了解有机体与其广阔环境的相互关系。像任何科学一样,生态学研究的结果并不指挥伦理的或政治的行动。这个区分是很重要的,因为环境运动已经赋予了“生态学”这个词有政治含义。生态学应该把信息告知政治是正确的,但是作为学习生态学的大学生,从严格的科学观点去讨论生态学研究是绝对必须的。

**规律 2:生态学只有按照进化论才可理解**

有机体巨大的多样性,以及其形态学、生理学和行为的变异丰富性,全都是亿万进化的结果。进化历史对每一个个体都已留下了不能去除的影响。我们今天发现的种种模式,只有按照进化论才可能有意义。

例如,我们要了解为什么鸵鸟、鸕鹚、几维和美洲鸵都是无翼的(这在鸟类中是很不寻常的),关键的是要知道所有这些鸟都有一个无翼的共同祖

先,和上述几种鸟由于冈瓦纳古大陆(ancient continent Gondwanaland)分裂而分开到不同大陆上的。因此,寻查每一种鸟无翼的独立适应的理由将是存在缺陷的。

从更广的水平而言,进化的趋势是使有机体适合度最优(也见规律 8),这给生态学家在对有机体结构和行为进行构想假说时提供了有用的工具。据此可以设想,雄孔雀的巨大尾部有更高水平的适合度,数据确实支持了这个假设。

某些作者提出,环境是对于有机体基本的约束,生态学多少可以忽视进化和遗传。这是一个明显的错误,现在有丰富的证据证明了短期进化变异影响到生态模式。一些报道最好的实例是:作物害虫对杀虫剂抗性和细菌对抗菌素抗性的进化,同样的模式也在自然系统中观察到了。此外,基因控制有机体的每踵个方面,包括有机体对环境反应的方式,因此,它们必定是主要的成分。生态学家在讨论动物行为时应该了解,动物行为也像消化道内的酶一样,同样是被基因所控制的。目前有许多证明基因控制行为特征的实例。

**规律 3: “对物种有利”现象并不存在**

认为有机体行为模式看起来对个体是花费的(例如,雌章鱼在生产后就即刻死去、或某些兵蚁在防御性攻击后的自取灭亡),但是“对物种有利”的想法是一种普遍的误解。这种论点是绝对和完全错误的,只有为那些没有掌握规律 2 重要性的人所提倡。自然选择将有利于那些传给大多数后裔的基因。假如蚂蚁的自取灭亡行为或章鱼的早死会对种有好处,但是对于携带基因的个体是坏的,那么进化将有利于以别的基因取代它。由于同样的理由,认为种群大小通过降低出生率而受限制是“为了对种有好处”这样的论点,同样是不可靠的。无论是利他行为和种群调节,用进化作用于个体的观点,都是很容易被理解的。

**规律 4: 基因和环境都很重要**

有机体发现自己所处的环境,对于它在开放的各种选择中决定取舍上,具有重要的作用。环境条件将限定一个种的出生率、生长率和死亡率水平。然而,决定有机体结构的基因同样具有基本的重要性。出现的表型是其遗传编码和影响发育的环境刺激的联合产物:

$$\text{环境} + \text{基因型} \Rightarrow \text{表型}$$

正确评价这两方面因素的基本性质及其相互作用的事实,对于理解生态学确是很重要的。

**规律 5: 理解复杂性要求模型**

生态学从表面上看起来是很难懂的——亿万种,每一种都有变化着的数量和随时改变的行为,处于复杂和动态的环境内,显然,我们是不可能在一次中全部理解的。其解决有两步过程,首先要确定小的特定问题,例如“雄性乌鸦为什么形成领域”,然后要检验特定的假设,例如“有领域的乌鸦能得到更多的交配机会”。我们在此所做的是构建语言模型,然后去进行经验。



我们要检验的模型有时候是比较复杂的,如“在为窝中雏鸟采集食物时,椋鸟需要估量两件事,即离开窝有多远,和采到一嘴蠕虫有多大困难”。随椋鸟的嘴越来越满,它捕虫的速度就渐渐变慢,但是,如果离开窝的距离很长,花更多的时间捕虫还是合算的。当我们遇到这样**复杂模型**的时候,最好以简单的数学构建模型,不然就极易出现模糊和混淆。图 A2.1 表明椋鸟觅食行为的数学模型的预测和一些实际数据。此模型看来对椋鸟行为提供了很好的描述,定量了随着去觅食地距离的增加而椋鸟猎物负荷上升的程度。目前生态学广泛的使用简单(或更复杂)的**数学模型**。即使复杂模型,通常也有一个简单的语言解释。本书使用了最低水平的数学,但要记住,这样的模型是与生态学综合在一起的。

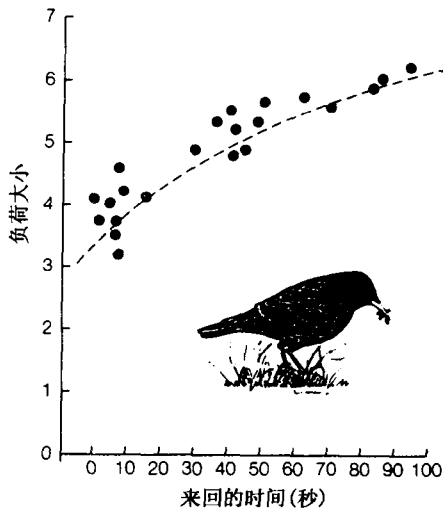


图 A2.1 数学模型在生态学中的应用。虚线代表从窝到觅食地的来回距离与携带猎物数量的关系的预测,散点代表观察值。

### 规律 6: “讲故事”是危险的

在打算解释生态学种种模式或相互关系的时候,人们很容易滑到虚假世界之中,每一个观察在此都很容易被某个特设的断言(所谓的“讲故事”)所解释了。例如,一个经典的大错误“北极熊所以是白色的,是因为它们隐藏在雪地里避免被捕食”(显然,其问题是那里并没有北极熊的天敌)。这种错误不仅限于大学生,也在自然历史的科普书籍和影片中常常出现。在形成假设的层次上应该鼓励科学家的创造性。富于想象和探索的才智确实是基本的。然而,总想去推进这样的假设实际上是应该避免的。

### 规律 7: 要有分层次的解释

对于任何观察,常常有一个直接的原因可以被识别出来。这种因果解释往往是资料不足的,我们需要进一步探索,以达到更完全地抓住情况。例如无线电标记发现鼯鼠已停留了三天,近似的解释是简单的,即它死了。进一步研究发现大量的消化道寄生物,这可能是其死亡原因。还有可能更进一步的研究,鼯鼠是否遗传上易于感染寄生虫病,或环境条件是否有利于寄生

虫的存活等,或某些进一步的解释。要求解释的水平取决于所提出的问题。例如,我们问:为什么许多种雄鸭有鲜艳而对比度很高的繁殖羽衣?直接的因果解释是春天的睾酮水平上升导致的变化。这个解释对于生态学家是不够的,而更全面的解释是根据这样的事实:羽衣暗淡的雄鸭通常交配成效底。显然还有超过这些的进一步解释(为什么暗色雄鸭失败?为什么雄鸭有这种季节性羽衣变化,而许多鸟类没有?)。问题是,即使现象已经被解释了,用另一种眼光去进一步解释将会更好,但不管怎样,没有原始的解释是错误的。

**规律 8: 有机体具有很多限制**

有机体表现出的形态、功能和环境适应力的总多样性是令人惊叹的,每个个体(和每一个种,但较少)则在相对较小的约束范围中运转。约束基本上有两类:(i)由物理规律施加的**物理约束**(physical constraints)和(ii)由进化史奇怪行为和遗传可塑性限制所引起的**进化约束**(evolutionary constraints)。物理规律支配有机体什么是可能得到和什么是不可能得到的。象不可能有羚羊一样的四肢比例,因为象的体长大约是羚羊的 4 倍,而体重是羚羊的 64 倍(因而需要强壮 64 倍的四肢),还因为体积(因而体重)以立方增加,而体长增加是线性的(4 的立方等于 64)。所以,在敏捷与大小之间有一个**权衡**(trade-off)。同样,单细胞生物的个儿大小也有一个上限,如细菌,它依赖体外表的扩散获得同化物质。随有机体大小的增加,体积增加得比体表面积更快。大个儿细菌将不能把同化物质运到其中心。物理限制就这样的施加于普遍存在的权衡上。

进化约束同样普遍,但更不易预测得到。例如,脊椎动物的眼出现盲斑,这是因为基本设计上存在缺陷,即感光细胞的神经连接位于网膜内缘(光打中的一侧),神经纤维汇合而形成视神经,并一起出网膜。在这个点上测不到光线,出现一个无视觉区,即盲斑。这种排列并没有必然性,实际上章鱼(一种软体动物,独立于脊椎动物,进化出了更进步的眼)的神经连接位于外侧(图 A2.2),网膜细胞的安排方式合理。神经纤维汇合形成视神经的地方,已处于网膜的外缘,因此没有盲斑。另一个例子是喉神经,鱼的喉神经直接从脑到第六对鳃弧的后侧。在进化中,鳃弧变化了,哺乳动物的第六对鳃弧现在成为心脏附近的血管,结果是哺乳动物的喉神经绕道而行,从脑到心脏再返回到喉部。在具长颈的哺乳动物,如长颈鹿,其绕道是相当大的。如果是直接从脑到喉部连接,其设计将是好得多,但是进化没有提供这样的机会。

由于这些约束,进化从来就没有达到“完善”;尽管有很多令人惊叹的好设计的例子,有机体基本上还是许多妥协的杂烩。

**规律 9: 机会是重要的**

随机事件在生态学中起关键性的作用。风暴后林冠中出现林窗对于林地的动植物区系的生态学将有重要影响,但出现时间和地点都是不可预测的。同样,沙丘的动态以及岩海岸的生物种是被沙丘随机破坏和新、裸的可移植

表面的产生所统治的。旅鸽在 18 世纪的北美是很多的, 鸽群在头上飞过时甚至于遮挡太阳达数分钟, 由于捕打过度而激烈下降。然而其最后灭绝是由于疾病和严冬的结合。如脊椎动物眼的盲斑(见图 A2.2 规律 8)所表明, 机会的作用也与有机体过去进化综合在一起。生态学中机会事件的重要性并不意味着生态学中的模式是完全不可预测的, 但它必然位于预言细节的潜在水平之边缘。

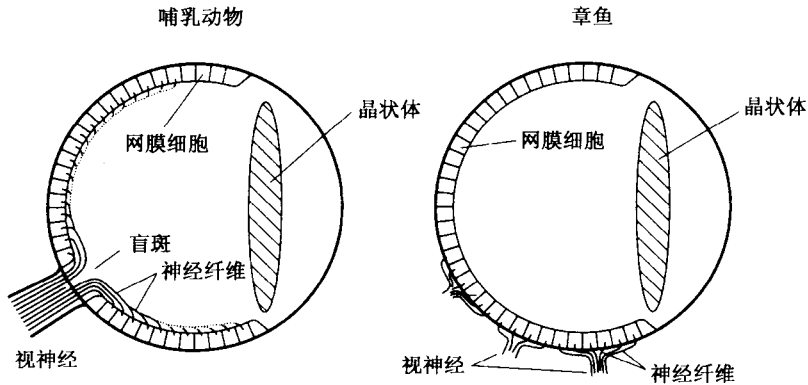


图 A2.2 图解比较章鱼和哺乳动物的眼, 表明不同的进化历史产生了哺乳动物的盲斑, 而章鱼没有。网膜细胞是放大很多的。

### 规律 10: 在生态学家心目中的生态学边界

覆盖着生物有机体和物理环境的科学, 从潜在相关的而言, 必然是很少有被排除在外的。当然, 少数生态学家对了解天体物理学和夸克行为有直接的需要, 但是根据研究的问题, 例如在研究营养物质对植物根的供应时, 了解黏土化学是必需的; 或当研究蜂鸟的能量学时, 飞行的物理学是必需的。优秀的生态学家关心数学、化学、物理学和其他学科, 作为理解生态学的基本工具。

## B1 适 应

### 要 点

#### 适 合 度

适合度是个体生产能存活后代、并能对未来世代有贡献的能力的指标。个体的相对适合度是有变化的,这种变化部分决定于个体的遗传区别,部分决定于环境的影响。

#### 自然选择

种中具有最高适合度的个体将会对未来世代作出特别高的贡献。如果适合度的差别含有遗传的成分,则后代的遗传组成会有改变。这个过程称为自然选择或“最适者生存”。

#### 适 应

有机体所具有的有助于生存和生殖的任何可遗传特征都是适应。适应性特征可以是生理的或行为的。适应是自然选择的结果。

#### 基因型和表型

基因型是个体的遗传组成。表型是各个有机体,它是基因型与环境的相互作用的产物。由于环境对基因型的影响,表型发生变化的能力叫做**表型可塑性**(如人的晒黑、风造形的植物、蝗虫的单体或群居型)。

#### 相关主题

生态学的 10 个规律(A2)  
遗传变异(O1)

物种形成(O2)

**适 合 度** 假如个体能产许多后代,后代自身的生殖又很有成效,则该个体的适合度是高的。产好多后代并不一定使适合度最大——也许产较少、较大的后代更好,如果其存活率比较高。个体如具有能给出好处的**基因**,也可以有较高的适合度。杀虫剂抗性的出现就是一个例子。抗有机磷杀虫剂的马拉硫磷,已经在澳洲铜绿蝇(*Lucilia cuprina*)上发现,它是一个叫做 *Rmal* 基因所赋予的。有 *Rmal* 基因纯合体的蝇对马拉硫磷有高耐受性,马拉硫磷则会杀死没有 *Rmal* 基因的蝇。很明显,用马拉硫磷作为防治剂,预期 *Rmal* 基因将在以后世代中增加频率。

**非遗传因素**也会影响个体对未来世代的贡献。个体之间的环境的区别(如动物在发育过程中接收的食物质量)会影响到适合度。但是,由于这些区别**不遗传**给后代,所以不出现适应。进化只能出现在区别是遗传的时候。

**自然选择** 种群中存活和生殖最有效的个体(即具最高适合度的)将比适合度低的个体,贡献更多的后裔给以后的世代。假如适合度区别具有遗传成分,那么最适个体所带的基因将越来越普遍,而最低适应个体所带的基因将越来越稀少。这样,个体间不同的适合度会导致种群的遗传变异。黑尾果蝇(*Dros-*

*ophila melanogaster*) 常常与葡萄酒生产在一起,它们经常暴露在乙醇浓度极高的环境中,这样的种群具有提高了的乙醇去毒能力,因为自然选择导致种群有较高活性的乙醇脱氢酶(ADH)。

**适 应** 任何可遗传的特征(即能传递给下代的),无论它是行为的、形态的或生理的,只要它能有助于在特定环境中存活或生殖,就是对环境的一种适应。适应是自然选择作用于可遗传的适合度区别的结果。可以提出的是,非遗传的特征,例如个体的年龄,也可能影响存活和生殖,但这些现象对进化没有影响。

北美亚口鱼(*Catostomus clarki*)的一种酯酶有两型,其最适温度不同。北方种群具有的等位基因对低温酶编码,而在南方种群中,对高温酶编码的等位基因占优势(图 B1.1)。桦尺蠖(*Biston betularia*)有体色的不同,它是有遗传基础的(图 B1.2)。淡色个体在英国非污染地区占优势,它在地衣覆盖的树上对付鸟类捕食起隐蔽的作用;而黑色个体在污染地区有利,那里没有地衣,树干被煤烟染成黑色。

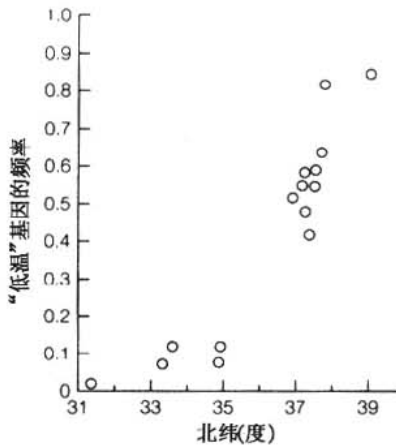


图 B1.1 亚口鱼对局域温度的适应。图引自 *Evolution in Modern Biology, Studies in Biology No. 87*, K.J.R. Edwards, 1977 复制, 得到 Cambridge University Press 许可。



图 B1.2 桦尺蠖对不同色背景适应。每一型都对其栖息地有隐蔽色的作用。

**基因型和表型** 基因型是个体的遗传组成。在有性杂交的物种,大多数个体有不同的基因型。表型是各个有机体,它是基因型和环境相互作用的产物。在无性的物种(如蚜虫),有的个体群可能共享同一基因型,但是由于环境的影响表现出不同的表型。例如,如果植物的质量下降,无翅的蚜虫就会生产有翅后代,并具与母体相同的基因型。

由于环境影响基因型而使表型发生变化,表型的这种能力叫做**表型可塑性**(phenotypic plasticity),如人的晒黑、风造形的植物,蝗虫的不同型(单生的或群居的),后者是受温度和湿度所诱导的。

## B2 应付环境变异

### 要 点

#### 条 件

引起有机体对其反应的、可变的环境因子是条件(conditions),例如温度、酸度和盐度。条件是不可能被减少的——它不能被有机体用掉或消耗掉。

#### 资 源

有机体消耗的任何东西,对该有机体而言,就是资源。例如,蜜是蜜蜂的资源,光是一切绿色植物的资源。

#### 环境变异

大多数有机体都必须应付在一定时间尺度范围内不断变化着的外界环境。某些环境因子的变化以秒或分计(如当有云块时的阳光强度),另一些因子的变化以日或季计,甚至更长更长的时期(如冰河周期)。

#### 内 调 节

生物细胞不可能在剧烈的变动环境中运行,因此,有机体要采取行动以限制其内环境的变异性。

#### 稳 态

有机体在可变动的外部环境中维持一个相对恒定的内部环境,称为稳态(homeostasis)。一切有机体都采取一定程度的稳态控制,但是一般地说,大型有机体比小型的更易从其外部环境中退耦(decouple)。

#### 负 反 馈

大多数生物稳态机制以大致一样的方式起作用:如果一个因子的内部水平(如温度或渗透性)太高,该机制将减少它;如果水平太低,就提高它。这个过程叫做负反馈。负反馈反应的方向与信号的相反。

#### 耐 受 性

有机体能够应付其外部环境的变化(虽然不同物种表现很不相同)。种的成员能够生存的环境条件上限和下限是种的耐受限度。在此极端中通常不出现生长,但在条件更狭窄的范围内能生长,而适合度最大只能出现在更窄的最适范围内。

#### 相关主题

植物与水(见 D2)  
动物与水(见 D3)

对温度的响应(见 E2)  
太阳辐射与植物(见 F1)

**条 件** 除了极少数能生活在极端稳定的环境(如深海)者以外,有机体都暴露在可变动的、有直接生理和行为影响的环境因子中。温度变化就是其中最为明显和一般的因子,虽然酸度、盐度、渗透性和辐射对各种有机体也是重要的,例如由下降的雨水或飞溅的河流引起的扰动。与资源相比较,条件是不会

被用掉和消耗掉的,因此是**不能耗掉的**(not depletable)。

**资源** 资源是有机体消耗的任何东西。这不仅是食物,还有光和营养物(对植物),和重要的空间(例如,大山雀营巢的树洞,一旦被占用,别的大山雀就不能用了)。太阳辐射是独一的、最重要的资源,它是绿色植物能量的惟一来源。

应该注意的是,条件与资源的两相分开,只有对特定的有机体是存在的。这样,太阳辐射对于昆虫是条件,而对于植物是资源。此外,同一个因子偶尔既是资源,又是条件,例如植物用水做资源,但暴雨可能使植物倒伏或冲走,是一种条件。

**环境变异** 环境条件是经常变化着的。地球的昼夜自转和绕太阳的公转改变着温度和辐射,并与行星离心运动和对流一起,导致气候变化,其时间尺度从秒到年。冰河周期以更大的时间尺度出现;更新世开始于170万年前,经历了大约18次冰期,每次长达约90 000年,并被温暖的间冰期(如现在的)所分开;间冰河期长约为10 000年。

条件也有可能被别的有机体所改变,例如,异养细菌在缺氧中将降低土壤的pH(即提高其酸度)。

**内调节** 细胞水平的生物过程对环境条件是敏感的,只能在相当狭窄的温度、pH和渗透性的范围内运行。例如,人体必须维持内部温度在37℃左右。仅高于或低于它几度的偏离,如果是持续的,就会是致命的。维持恒定的内环境(稳态)要求有不断的监察和与外部环境的能量、物质的交换。

**稳态** 在很易变化的外部条件下维持相当稳定的内环境要求有稳态(homeostasis)。甚至最简单的有机体会采取行动去限制其体内变化,例如细菌能调节体内离子浓度。较大的有机体,由于有较低的表面积:体积之比,比较容易从环境退耦(decouple),因为它们比最小的原核生物具有更加精细的稳态机器,它们能在更广的条件范围内维持稳态平衡。稳态调节可以用生理机制(如下面的例子)或行为对策而实现——例如蜥蜴在早晨阳光下沐浴以提高其体温。

**负反馈** 大多数稳态机制依赖于负反馈过程。任何稳态机制有三个基本成分:接受器、控制中心和效应器。接受器检察关键内部条件的变化,如哺乳动物血液的渗透性(图B2.1)。控制中心处理这些信息并与置位点或最适值比较。如果变量离置位点远的不能耐受,控制中心将命令效应器作出反应。如以图B2.1为例,下丘脑在监测血液渗透性上起接受器和控制中心两个作用。如果血液渗透性太高(即血液太浓),下丘脑命令一个口渴反应;当得到满足,就将导致血液渗透性下降。另一方面,如果血液渗透性太低(即血液太



稀),那么失水反应的命令会到达肾,并导致血液渗透性再次上升。

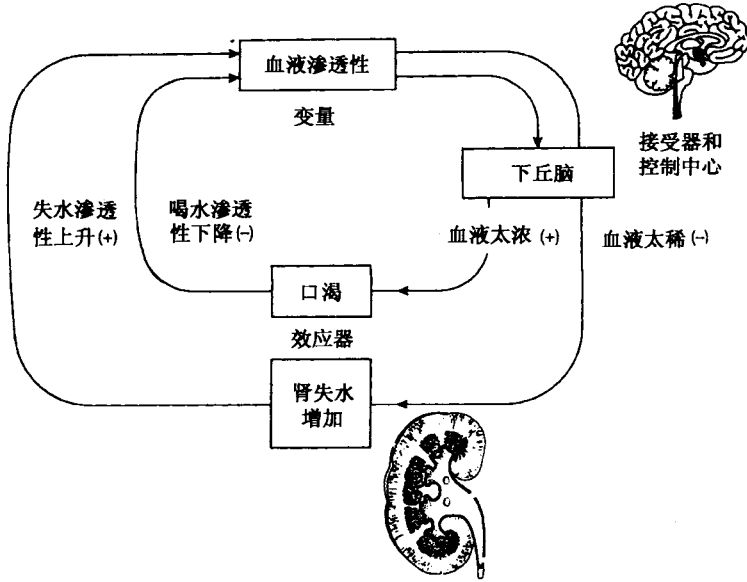


图 B2.1 一个负反馈系统：维持哺乳动物血液渗透性。

**耐受性**

一个适应了其环境的有机体,能够应付一系列环境条件环绕某些最适点周围的变化。有些物种比其他物种的需求更为特殊。例如,麦瓶草 (*Silene viscosa*) 在 23℃ 左右范围发芽,而与其关系接近的剪秋罗 (*Lychnis flos-cuculi*) 只在 13℃ 左右发芽。

一个物种能够应付的环境变化程度是那个物种的耐受范围。有机体在其最适环境中表演最好,只有当条件接近此时才有生殖(图 B2.2)。随着条件进一步偏离最适的,虽然有机体可以出现生长,但对于生殖已经是过于受胁迫了。当条件达到个体能够存活(种的耐受限)的上下极限环境,就不再生长。图 B2.3 表示了澳洲蛛甲虫 (*Ptinus tectus*) 的生长和存活的温度反应。

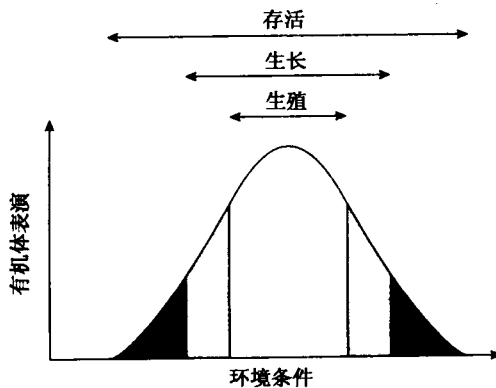


图 B2.2 物种在环境条件方面表现的一般模式图。