

生态学基础教程

陈天乙 编著

南开大学出版社

生态学基础教程

陈天乙 编著

南开大学出版社

内 容 简 介

本书是一本简明生态学教材。内容系统、全面，包括个体生态、种群生态、群落生态和生态系统生态以及系统生态。书中有许多反映现代生态学的最新进展和理论，书后配以计算机程序，便于学生进行计算机模拟和加深对数学模型的理解与应用。本书除可作为高等院校环境科学系、生物系基础生态学教材外，还可供生态学研究人员和农、林、水产、环保、环卫等方面的工作人员参考。

生态学基础教程

陈天乙 编著

南开大学出版社出版
(天津八里台南开大学校内)
邮编300071 电话3508542
新华书店天津发行所发行
河北省邮电印刷厂印刷

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷
开本: 787×1092 1/16 印张: 15.625
字数: 392 千 印数: 1-1 500

ISBN 7-310-00776-x

Q·23 定价: 16.00元

前 言

目前高等院校环境科学系、生物系普遍开设生态学(或称基础生态学)课程,迫切需要一本将传统的动、植物生态学与现代生态学原理统一起来的简明教材。

作者从1983年开始编写生态学讲义教材时,就循此方向努力。在编写过程中,力求深入浅出,既保证系统性、完整性,又力争反映这一领域的新进展,这样可以提高学生的学习兴趣,启发学生思考问题。为阐明生态学原理,在定性描述的基础上,尽量配以实例、图解和数学模型,并在书后附有计算机程序,供学生进行计算机模拟和实际应用。本书的最后还附有中英文名词对照,便于学生查阅。

本书另一特点是将许多属于应用生态的内容,诸如污染生态、人口问题、自然保护、生物资源管理、有害生物防治等,贯穿在个体生态、种群生态、群落生态和生态系统生态等基础生态的章节中,使理论与实际密切配合。

在本书编写过程中,得到了戴树桂教授、郑乐怡教授和唐廷贵教授的热情指导,同样也得到了我的学生沈丽赛、谭元生的大力协助,作者在此一并致以谢意。

由于生态学的内容极其广泛,而且多学科相互渗透交叉,作者水平与知识面有限,错误在所难免,敬请读者予以指正。

作者

一九九四年元月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 什么是生态学.....	(1)
一、生态学这个名词的来历.....	(1)
二、生态学的定义.....	(1)
三、生态学的研究对象.....	(2)
四、生态学的分支学科.....	(3)
五、生态学在生物学与环境科学中的地位.....	(4)
第二节 生态学的回顾与展望.....	(5)
第三节 生态学的主要研究方法.....	(5)
第二章 个体生态学	(7)
第一节 环境和环境因子.....	(7)
一、环境.....	(7)
二、环境因子.....	(8)
三、生物与环境的相互作用.....	(8)
第二节 非生物因子对生物的作用.....	(8)
一、温度.....	(8)
二、光和辐射.....	(12)
第三节 水和水环境.....	(14)
一、水的一般意义.....	(14)
二、降水量(雨量)和湿度.....	(14)
三、水环境(水域)的类型.....	(16)
四、水环境的主要生态因子.....	(16)
五、水体的有机污染与水体富营养化.....	(19)
第四节 空气(大气).....	(20)
一、空气(大气)污染对人体健康的影响.....	(20)
二、空气污染对植物的伤害——时间与浓度关系.....	(21)
第五节 土壤.....	(22)
一、土壤的一般意义.....	(22)
二、土壤生态环境.....	(22)
第六节 环境因子研究的一般原理.....	(23)
一、耐受性定律(谢尔福德氏耐受定律).....	(23)
二、利比希最小因子定律.....	(25)
第三章 种群生态学	(26)
第一节 种群的基本概念.....	(26)
一、物种.....	(26)
二、种群的一些特征.....	(27)

第二节 出生率与死亡率	(27)
一、出生率	(27)
二、死亡率	(28)
第三节 生命表、生殖力表、内禀增长率与生殖价	(29)
一、生命表的编造方法	(30)
二、动态生命表与静态生命表	(32)
三、生命表的意义和作用	(34)
四、存活曲线的基本类型	(34)
五、图解生命表	(35)
六、生殖力表	(36)
七、内禀增长能力	(36)
八、生殖价	(40)
第四节 种群的年龄分布和性比	(41)
一、研究种群的年龄分布和性比的意义	(41)
二、年龄锥体	(42)
三、稳定的年龄分布	(43)
第五节 种群增长	(46)
一、种群在无限环境中的指数式增长	(46)
二、种群在有限环境中的逻辑斯谛增长	(50)
三、逻辑斯谛增长的实例	(53)
四、离散世代生物种群增长的密度效应模型	(56)
五、具时滞的离散世代生物种群增长模型	(59)
六、具时滞的逻辑斯谛连续增长模型	(61)
七、具年龄结构的种群增长模型 (Leslie 矩阵)	(63)
八、种群增长的随机模型	(66)
九、种群灭种的概率模型	(67)
十、植物种群增长模型	(68)
第六节 种群的空间分布	(69)
一、分布类型	(69)
二、检定均匀型、随机型和成群型分布的定量方法	(70)
三、集群与阿利氏规律	(70)
第七节 种群的数量统计	(71)
第八节 种群增长规律与人口问题	(73)
一、人口自然增长率的计算方法	(74)
二、世界及我国人口的预测	(75)
第九节 种群生态学理论在指导生物资源的保护与科学管理中的作用	(78)
第十节 种群生态学理论在有害动物防治上的应用	(81)
一、有害生物的防治	(81)
二、逻辑斯谛增长模型在消灭有害生物中的应用	(82)
第十一节 种间关系	(83)

一、种间竞争	(84)
二、捕食者和被食者	(89)
三、寄生物与宿主	(92)
第十二节 生态位	(96)
一、竞争排斥原理与生态位定义	(96)
二、竞争与进化	(97)
三、生态位的量度	(99)
四、扩展的生态位理论	(100)
第十三节 竞争能力的进化—— r -选择和 K -选择	(106)
第十四节 种群调节的密度制约和非密度制约	(108)
第四章 群落生态学	(111)
第一节 群落的基本概念和特征	(111)
一、群落的基本概念	(111)
二、有关群落性质的两种观点	(112)
三、群落的基本特征	(112)
四、群落结构的松散性和边界的模糊性	(113)
五、群落的分类及命名	(113)
第二节 群落的外貌与时空格局(结构)	(114)
一、群落的外貌与生长型	(114)
二、垂直格局	(115)
三、水平格局	(115)
四、时间格局	(116)
五、群落交错区与边缘效应	(116)
六、群落的优势种与优势度	(116)
第三节 物种的多样性	(117)
一、群落中物种-多度分布	(118)
二、多样性指数	(122)
三、生物多样性与纬度的关系	(125)
第四节 群落的相似性与种间关联性	(127)
一、相似性指数	(127)
二、种间关联的测定	(129)
第五节 群落演替	(131)
一、原生演替	(131)
二、演替的分类	(132)
第六节 岛屿群落	(133)
一、岛的面积与生物种类的关系	(133)
二、岛屿离大陆距离与物种数目的关系	(134)
三、自然保护与岛屿生态	(135)
第七节 世界上的主要生物群落	(135)
一、陆地生物群落	(135)

二、海洋生物群落·····	(138)
三、淡水生物群落·····	(139)
第八节 污水生物系统·····	(139)
一、科尔科威茨与马尔森污水生物系统·····	(139)
二、斯莱德塞卡新污水生物系统·····	(140)
第五章 生态系统生态学 ·····	(143)
第一节 生态系统的基本结构与特征·····	(143)
一、生态系统的基本结构·····	(143)
二、自然界的生产与分解作用·····	(144)
三、生态系统的能流与物流·····	(147)
四、生物的营养联系和食物链·····	(150)
五、生物的信息联系·····	(152)
第二节 初级生产力·····	(153)
一、生产力的一般概念·····	(153)
二、最适条件下初级生产力的估计·····	(154)
三、地球上各种生态系统的净初级生产力·····	(154)
四、生态系统初级生产力的影响因素·····	(155)
五、初级生产力测定的基本原理和方法·····	(158)
第三节 次级生产力·····	(163)
一、次级生产力测定的一般原理·····	(163)
二、次级生产力测定实例·····	(165)
第四节 生态系统的能流分析与生态效率·····	(168)
一、生态系统的能流分析·····	(168)
二、生态效率·····	(171)
第五节 生态系统中的物质循环(生物地化循环)·····	(174)
一、水循环·····	(174)
二、碳循环·····	(175)
三、氮循环·····	(175)
四、磷循环·····	(177)
第六节 生态系统理论的扩展·····	(178)
一、关于系统的概念·····	(178)
二、生态平衡与生态系统稳定性·····	(179)
三、生态系统的发育·····	(181)
四、生态系统与生态学系统·····	(183)
五、生态能质与生态序·····	(184)
六、生态环境与生态库·····	(185)
七、生态资源与生态价值·····	(186)
八、物理系统与生态系统·····	(187)
九、微生态系统·····	(188)
第七节 城市生态系统与城市生态学·····	(188)

一、城市生态系统·····	(188)
二、城市生态系统的结构与功能·····	(189)
三、城市生态演替的动力学机制·····	(191)
四、城市发展失调的生态学实质·····	(192)
五、城市生态规划与持续发展·····	(192)
第六章 系统生态学 ·····	(195)
第一节 什么是系统生态学·····	(195)
第二节 系统分析实例·····	(196)
第三节 建立模型的目的·····	(199)
第四节 建立模型的基本数学方法·····	(201)
一、集论和变换·····	(201)
二、矩阵代数·····	(202)
三、差分和微分方程·····	(203)
第五节 生态系统能量循环的一般模型·····	(204)
【附】 计算机程序 (Basic 语言) ·····	(207)
主要参考书目 ·····	(235)
中英文名词对照 ·····	(237)

第一章 绪 论

生态学本来是生物学的一个基础分支学科，只有生物学工作者才熟悉它，研究它。近年来，由于人类面临着环境、人口、资源等关系到人类生存本身的许多重大问题，而这些问题的解决，必须依赖于生态学原理，因此，生态学一跃而成为世人瞩目的科学。

第一节 什么是生态学

一、生态学这个名词的来历

生态学的英文Ecology (eco+logy) 来源于希腊文 Oikos+logos。Oikos意为house，即住所、家或栖息场所。logos意为study，即研究，词根与词尾合起来的意思是：“生物栖息场所的研究”（最早应用生态学这个名词的是德国生物学家海克尔 (E. Haeckel, 1869)，德文是Oekologie）。

汉语“生态学”原为日本学者三好学翻译的，沿用的历史几乎和德文 Oekologie 同样久远。

生态学 (Ecology) 与经济学 (Economic) 的词根相同，并非巧合，而实有其相同的含义。最早的经济学可以理解为“家庭”管理的科学，而生态学可以看作研究自然界的经济学，生态学也可以叫生物经济学 (Bionomics)。生态学与国民经济的密切关系由此可见。

二、生态学的定义

普通教科书上的定义：生态学是生物学的一个分支，是研究生物与其环境之间相互关系的科学。这是目前采用最普遍的经典定义。

韦伯斯特字典上的定义：生态学是生物与其环境之间关系的型式或总体。

海克尔 (Haeckel) (1869) 的定义：生态学是研究动物对它的有机和无机环境的总的关系。这是最早的生态学定义，因为海克尔是研究动物的，所以只提动物。现在普通教科书上的定义，均是根据该定义引伸而来的。

英国的埃尔顿 (Charles Elton) (1927) 的定义：生态学是科学的自然史，言词比较模糊。

澳大利亚的安德列沃斯 (Andrewartha) (1961) 的定义：生态学是研究生物的分布和丰度的科学。

加拿大的克雷勃斯 (Charles · J · Krebs) (1985) 修正了上述定义, 指出生态学是测定生物的分布和丰度, 并研究两者的相互关系, 或者是研究生物的分布规律和丰度变化的科学。他写的著名教科书称为《生态学——分布和丰度的实验分析》。

美国生态学家奥德姆 (Odum) (1963) 在他的著名教材《生态学基础》中提出的定义是: 生态学是研究自然的结构和机能的科学, 并明确指出, 人类属于自然的一部分, 而并非是凌驾于自然之上的。因此, 生态学这门学科所概括的原理, 普遍适合所有的生命形式 (包括我们人类在内)。奥德姆曾获得美国生态学的最高荣誉奖 (泰勒生态学奖, 1977年)。近年来, 在国外的一些教材中, 包括奥德姆的《生态学基础》, 把生态学称为环境的生物学。

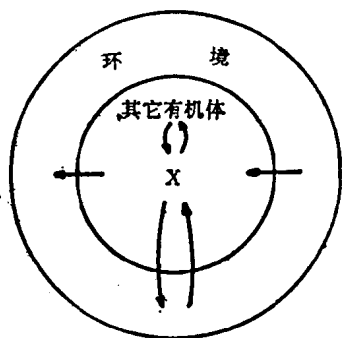


图 1-1 生态学定义的模式图

我国著名生态学家马世骏给生态学下的定义更具现代特性, 他认为生态学是研究生命系统和环境系统相互关系的科学。

根据生态学的普通 (经典) 定义, 可以用图 1-1 所示的一个模式图来表示。

图 1-1 中, X 代表一种生物的一个个体或一群生物, 如 X 代表植物, 就是植物生态学。如 X 代表人类, 就是人类生态学。

这个模式也可以代表任何一个生态单位 (ecological unit) 或表示任何一种生态系统。

三、生态学的研究对象

生态学与生物学其它分支学科的界限在于: 生态科学主要研究生物个体水平以上的生命体系, 包括个体、种群、群落和生态系统。

根据奥德姆 (1963) 提出的生物组织层次 (生物“家”谱), 生态学主要研究有机体 (个体) 以上的等级, 即谱的右半部分。

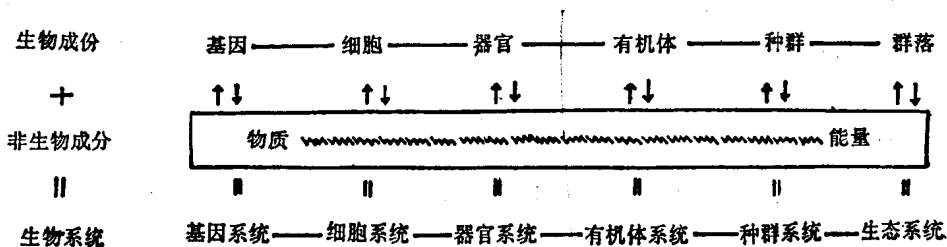


图 1-2 生物组织层次谱

种群 (population): 通常指同一种动植物的一群个体。

群落 (community): 指包括一个特定区域内的所有种群, 又可叫生物群落。

生态系统 (ecosystem): 指的是任何生物群落和非生物环境组成的整体。

地球上所有生物和适合生物生存的环境组成最大的生态系统, 叫生物圈 (biosphere) 或叫生态圈 (ecosphere)。

博内特 (Barnett) (1978) 提出了一个新的术语: 智慧系统 (noosystem, noo-意为智

慧性)，和生态系统一样可作为生态学的基本研究单位。它包括自然的、社会的、经济的、文化的等诸方面因素。类似的一个新名词叫智慧圈（noosphere），它强调人类出现后，统治了整个世界，人类作用已远远超出了亿万年自然进化形成的生物圈。

奥德姆的生物组织层次谱有二个重要的概念：（1）生物组织层次的连续性：不仅从基因到细胞到器官是连续的，从有机体到群落，大体上也是连续的。这个观念最初很难为人接受，因为人们总是把自己（人类）看成是一个特殊的、至高无上的机体。然而，一个孤立的有机体是无法生存的，正如从体内分离出来的一个器官一样。（2）组织层次的平行性：任何一个层次不能视作比其它层次更复杂或更重要，即层次没有高级与低级之分，只是微观与宏观的问题。

四、生态学的分支学科

按照组织层次划分：生态学可以分为个体生态学（Autecology），种群生态学（Population ecology），群落生态学（Community ecology）和生态系统生态学（Ecosystem ecology）。个体生态学又叫环境分析，早期的著作中种群生态与群落生态合起来又叫群体生态学（Synecology）。

按照研究方向划分：可分为生理生态学（Physiological ecology），也称环境生理学（Environmental physiology），是研究环境因子对生物的生理生化影响，内容与个体生态学相同。进化生态学（Evolutionary ecology）是研究生物物种的栖息环境（小生境）或叫生态位（niches）的分化以及新种的形成过程。行为生态学又称行为学（Ethology），是研究动物的行为。理论生态学又称数学生态学（Mathematical ecology）和系统生态学（System ecology），是将系统分析的理论应用于生态学的研究。

按照生物类群划分：可分为动物生态学（Animal ecology），植物生态学（Plant ecology），微生物生态学（Microbiological ecology），以及昆虫生态学、鱼类生态学等，还有独立的人类生态学。

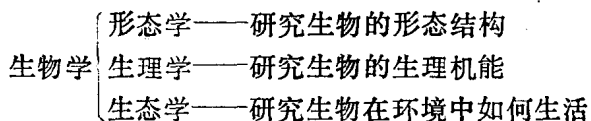
按照环境划分：可分为淡水生态学（Freshwater ecology），海洋生态学（Marine ecology），河口生态学（Estuary ecology），陆地生态学（Terrestrial ecology），森林生态学（Forest ecology）等。

比较联系生产实际的应用生态学包括野生动物生态学（Ecology of wildlife），渔业生态学（Fishery ecology），农业生态学（Agro-ecology），污染生态学（Pollution ecology），放射生态学（Radio-ecology）以及景观生态学（Landscape ecology）。

生态学与其它学科互相渗透形成边缘学科，如数学生态学（Mathematical ecology），化学生态学（Chemical ecology），经济生态学（Econonical ecology），进化生态学（Evolutionary ecology），行为生态学（Behavioral ecology），系统生态学（System ecology），人类生态学（Human ecology），城市生态学（Urban ecology），全球生态学（Global ecology）等。它们之中有许多是近年来发展起来的年轻分支，是生态学的生长点，发展非常迅速。

五、生态学在生物学与环境科学中的地位

生态学是生物学的主要支柱，就一般而言，生物学主要可以分成三大分支：



生态学在生物学中是一门重要的基础学科，它和分类学科的关系可以用“多层蛋糕”图解来表示（见图1-3）。水平切表示各种基础学科，垂直切表示分类学科的各个分支。可见，生态学不仅是生物学的基础学科之一，而且也是每门分类学科的一个主要组成部分，在所有基础学科中，生态学与生理学、形态学、分类学、遗传学、进化论和行为学关系较为密切（见图1-4），特别是生理学与形态学。因为要充分理解一个器官或有机体的构造，就必须知道这种构造的生理机能，而生理机能又明显地与环境条件有密切的关系。反之，要研究生态学，也必须有生理学知识，才能较为正确和完整地理解环境因子对生物的各种影响。

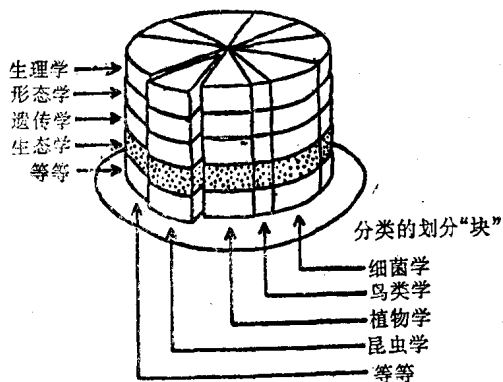


图 1-3 生物学的“多层蛋糕”
表示基础学科和分类学科的关系（仿Odum, 1971）

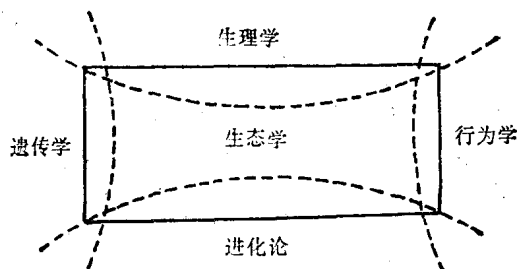


图 1-4 生态学与其它生物学科的关系
（仿Krebs, 1985）

生态学是环境科学的基础，生态学定义已明确规定，生态学是研究生物与其环境之间的相互关系，这就足以说明生态学与环境科学的密切关系。

地球环境从大范围讲，可以划分成四个圈，即大气圈、水圈、岩圈和生物圈（现在有的书上又增加了土壤圈，土壤圈指的是岩石风化后的表层，包括矿质、水、有机质等。它是从岩圈中独立出来的）。生物圈是贯穿在大气圈、水圈和岩圈之中的。可见生物不能脱离环境而独立存在。

一般地说，生态学是环境科学的基础，近代环境科学的崛起和生态学的发展是不能分割的，环境科学已产生许多分支学科，如环境化学、环境生物学、环境地学、环境经济学、环境物理学，环境生物学的内容，实质上就是生态学。

生态学与环境科学的关系，有人比喻好似物理学与工程学的关系。在工程设计中，如建一座桥梁，一个机场，都要利用物理学定律，而改变一个环境，都要涉及到生态学原理。

从现实状况看，凡环境科学研究机构，都设有生态研究组，环境科学的各专业，都开设生态课，这一点似乎与生物系开设生态课同样普遍。

第二节 生态学的回顾与展望

生态学自诞生以来,大体上经历了下列发展阶段:

- (1) 个体生态学,
- (2) 种群生态学与群落生态学,
- (3) 生态系统生态学,
- (4) 研究人类活动为主导作用,人与生物圈相互作用和联系的跨学科(包括自然与人文科学)的生态科学。

如果说前期的生态学较多地显示了自然属性这一面的话,那么,自60年代以来的现代生态学,则更加强烈地显示出它的社会属性这一面。60年代环境问题突出后,涉及环境污染、森林破坏、水土流失与土地沙化,继之而来的则是粮食、人口、自然资源的压力,直接冲击了社会经济发展和人类的生活。1987年联合国第42届大会上,确认了世界经济的持续发展(sustainable development)是人类共同的未来的观点,生态学原理被看成是经济持续发展的理论基础,并为各国政府所接受。

60年代的“国际生物学规划”(IBP),70年代的“人与生物圈规划”(MAB),80年代开始的“国际地圈与生物圈规划”(IGBP),可以代表现代生态学的三个阶段的发展趋势。IBP以自然生态系统的物流、能流为主要对象;MAB强调了人类活动对自然生态系统及生物圈的作用。当代生态学正在发展成为一门研究人类与自然作为一个整体的综合科学,它正以空前的速度横向地和社会学、经济学等人文科学进行相互渗透,产生了经济生态学、社会生态学等边缘学科。与此同时,原有的生态学各分支,在现代科学技术,诸如电子计算机、人造卫星、生物工程等的推动下也继续向纵深发展。这两种发展趋势,已成为90年代生态学现代化的标志。

第三节 生态学的主要研究方法

由于生态学已发展成为庞大的学科体系,生态学的研究内容和范围非常广泛,其研究方法亦随之变得十分复杂。由于近代生态学的发展,主要是与其它学科的相互渗透,走发展边缘科学的道路,所以生态学的研究方法,有许多是与邻近科学相同,或直接取自有关学科。当然也还有一部分是生态学所独有的特殊方法。

现代生态学的研究主要通过以下四个途径:

1. 野外与现场调查

在调查中除了要应用生物学、化学、物理学、地学、气象学等方面的知识和手段外,时常需要现代化的调查工具,如调查船、飞机甚至人造卫星等,采用先进技术和仪器,如示踪

元素、无线电追踪、遥感、遥测等。

2. 实验室分析

除一般生物学、生理学、毒理学研究方法外，还要结合化学、物理学，尤其是分析化学、仪器分析、物理仪器、放射性同位素测定等方法。

3. 模拟实验

是近代生态学研究的主要手段，包括实验室模拟系统和野外模拟自然系统。实验室模拟包括各种微型模拟生态系统，如各种水生生物的微型试验系统（微宇宙），土壤试验的土壤系统，人工气候箱等。较大型的人工气候室、温室也可以包括在实验室模拟系统中。室外自然系统的模拟试验，虽然十分困难，但是近年来也有相当发展，如用庞大的塑料套（或桶）沉入海（湖）底中，形成一个自海（湖）面到海（湖）底的隔水装置（柱），成为在自然环境中的受控系统（controlled ecosystem）。还有人工模拟草地、森林系统，甚至模拟生物圈的巨型试验场。

4. 数学模型与计算机模拟

已广泛应用于生态学各个领域，它们对生态学理论教学、科研以及生态问题的预测、预报起着十分重要的作用。

第二章 个体生态学

个体生态学是从生物个体（有机体）的角度去研究生物与环境的相互关系。个体生态学研究的问题涉及面非常广，它是生态学研究的基础，主要包括各种环境条件与环境因子的分析，所以又称环境分析（Environmental analysis）。另外，它主要是从生理学的角度来研究生态问题，所以又可以称为环境生理学（Environmental physiology），如太空生理学、低温生理学都是环境生理学的研究课题。

第一节 环境和环境因子

一、环境

在生态学中，环境（environment）一般是指生物有机体周围一切的总和，它包括空间以及其中可以直接或间接影响有机体生活和发展的各种因素。

环境是人们经常使用的一个词。人们在使用这个词时，其心目中总有一个主体或中心。例如，目前人类在谈论环境时，往往指的是人类环境，它是以人作为主体的。环境科学中所指的环境正是以人类为主体的。所谓环境，就是围绕着人群周围的一切；而生物学所指的环境，一般就以生物为主体，在这里，环境指的就是围绕着生物有机体周围的一切。由此可见，生物学中所指的环境和环境科学中所指的环境，无论从其范围还是从包括的因素来看，都是有区别的，其原因是在使用环境这一个概念时，隐含的主体或中心不同。同样，在讨论生态学问题时，由于其对象可指有机体（个体）、种群和生物群落，所以环境所包含的范围和要素也就不同。例如，一条鲤鱼在池塘中游泳，若以它为主体，那么，环境就包括这一个体周围的一切，有生物的和非生物的因素，或称生物因子和非生物因子。生物因子中包括异种的生物和同种生物的其他个体。也就是说，池塘中的虾、水蚤和其他鲤鱼，都是它的环境组成因素。但是，当我们研究生物群落时，就要把整个生物群落（包括所有各个物种的种群）视为主体，这样，其环境就只包括非生物因素了。由此可见，环境所包括的范围和因素，是随所指的主体而决定的。从这个意义上说，离开了主体的环境是没有内容的，同时也是毫无意义的。

二、环境因子

组成环境的因素称为环境因子，或称生态因子 (ecological factors)。这两个名词经常混用，实无本质的区别，但是在人们心目中，往往把环境因子单纯理解为生物周围的理化（非生物）因子；而生态因子就比较明确，既包含非生物因子 (abiotic factors)，又包含生物因子 (biotic factors)。有的学者把环境因子分为三类，即气候因子 (climatic factors)、生物因子和人为因子 (anthropogenic factors)。把人为因子独立出来，这是强调人的作用与其他生物有原则性的区别。人是社会性的，当今世界，人类对于生物圈所起的作用，是任何其他生物所无法比拟的。

非生物因子包括温度、光、湿度、pH、氧等理化因子；而生物因子则包括同种生物的其他有机体和异种生物的有机体。前者构成了种内关系 (intraspecific relationship)，后者构成了种间关系 (interspecific relationship)。种间关系包括竞争、捕食、寄生、互利共生等。

三、生物与环境的相互作用

生物和环境之间的相互关系是相互的和辩证的。环境的非生物因子对于有机体的影响，一般称为作用 (action)。例如，气候的恶劣变化，造成有机体的死亡或停止繁殖，洪水泛滥引起一些动物的迁移。而有机体对于环境的影响，一般称为反作用 (reaction)，这一般表现在改变非生物条件。例如，一块土地上生长了树木，改变了水、热条件，动物、植物的残体分解后加入了土壤，使环境发生了很大变化。至于生物与生物之间的相互关系就更加密切了。例如，黄鼠狼吃鼠，猞猁吃野兔，其关系在生态学中称为捕食 (predation)；又如寄生虫和宿主之间的关系，称为寄生 (parasitism)。像这样两种生物之间的相互关系，很难说谁对谁是作用，谁对谁是反作用，它们之间的作用是相互的，可以称为相互作用（或叫交互作用，interaction）。

第二节 非生物因子对生物的作用

一、温度

温度是一种经常起作用、到处起作用的重要生态因子，没有一种生物能完全不受外界温度的影响。温度对动物生活的影响，可能是直接的，也可能是间接的。温度直接影响有机体的体温，体温的高低又决定了动物新陈代谢过程的强度和特点，有机体的生长和发育速度、繁殖、行为、数量和分布等。间接影响如温度影响气流、降水，从而影响了动植物的生存条件。

温度以“度”来表示，如 10°C ，它是指“热”能的强度。热能的另一重要指标是热：