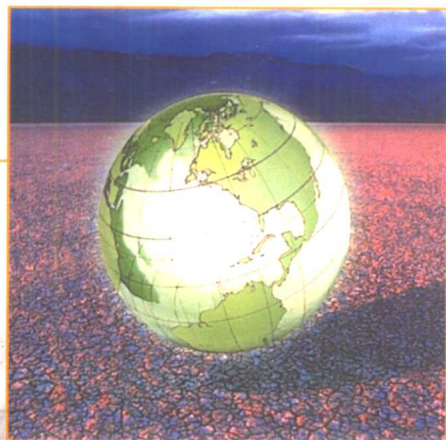


厦门大学面向21世纪系列教材

高·等·院·校·选·用·教·材·系·列

生态学

李振基 陈小麟 郑海雷 连玉武 编著



科学出版社

生态学

李振基 陈小麟 郑海雷 连玉武 编著

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书是为非生物专业的学生编写的一本生态学教材。

全书共分6章,分别为:绪论,生物与环境,种群生态学,群落生态学,生态系统,应用生态学。本书力求简明扼要、概念准确、通俗易懂。同时各章后附有学习目的、内容提要、复习题及讨论题等。

本书可供非生物专业的本科生用作教材,也可供其他对生态学感兴趣的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生态学/李振基等编著. —北京:科学出版社, 2000

(高等院校选用教材系列)

ISBN 7-03-008672-4

I. 生… II. 李… III. 生态学-高等学校-教材 IV. Q14

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第65354号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

陈海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000年9月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

2000年9月第一次印刷 印张: 17 1/4

印数: 1—4 000 字数: 454 000

定价: 24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

《厦门大学面向 21 世纪系列教材》

出版说明

培养同现代化建设和社会主义市场经济体制要求相适应的大量高素质人才是高等学校的根本任务，也是关系 21 世纪我国社会主义事业成败的关键因素之一。大学应当教给学生什么样的知识，如何在知识传授过程中提高大学生的素质，是近几年我校一直在探索和实践的重大课题。我们认为大学素质教育决不仅仅是增开一些课程、指定各个学科必读的经典著作或开设很多讲座，让学生无所不知、无所不为。在知识大爆炸的现代社会，一个人不可能、也没有必要无所不知、无所不为。有所不为才能大有作为。大学教育仍主要面向社会对人才的需求，让学生具备从事职业活动所需要的知识和能力。当前，专业划分过窄、知识分割过细、课程体系不合理、注重单纯的灌输式知识传授、教学方法呆板、忽视学生个性发展的要求和能力、忽视素质培养，这种状况要改变。但也不能走向极端，不讲知识体系的科学性、合理性和完整性，想让学生无所不知，结果只能无所专长，使学生成为杂家。为了提高大学生的素质，增加高等教育在大学生未来成才中的作用份量，我们认为，大学首先要教给学生认识世界和改造世界的方法论，要培养学生树立正确的世界观、人生观。这除了让学生学好哲学、思想品德等课程以外，还应当要求学生学习各个主要学科的基本课程，因为这些知识是人类文明的结晶，是认识世界、改造世界的一般方法在各个领域的具体化。其次，大学要教给学生终身受用的知识，就是要教给学生那些能学会学习、获取知识和运用知识解决实际问题的知识，这些知识同样来源于构成各个学科基本理论的基本课程，学生掌握了这些基本理论、基本知识，也就具备了宽厚的基础和进行创新的能力，才能在瞬息万变的时代以不变应万变，适应社会经济变化的变化，在竞

争中立于不败之地，并为人类作出有价值的贡献。

为了达到上述目的，我们对大学的素质教育的路子进行了尝试。在课时不仅不增加反而有较大幅度压缩的前提下，除了要求所有科类的学生都要学习大学语文、高等数学，并继续改进政治理论、电子计算机、大学英语等课程教学效果，提高教学质量以外，我们还充分发挥综合性大学的优势，对课程体系进行了改革，开出了各学科基本课程 35 门左右供全校学生选学，计有文史、政法、艺术类课程 15 门左右、理工类课程 10 门左右、经济管理类课程 10 门左右，要求学生跨类选修各三门以上，计 18 个学分，同时相应减少同量专业课。通过这一改革，加大文理渗透的力度，增强学生的科学和文化基础，从世界观、方法论层面上提高学生适应世界、认识世界、改造世界的能力，通过潜移默化使学生的素质得到提高，也就是使学生的做人和处事的品格、修养、功底或发展的身心基础得到进一步完善。

这套系列教材正是为了满足上述教学改革需要而编写的。参加本系列教材编写的同志均是我校学术造诣深、教学效果好的优秀教师。本系列教材可用作各院校进行素质教育的教科书，也可作为非本专业课程的教学参考书。如果广大干部、企业界人士、具备一定文化基础的工农群众和在校学生愿意通过自学了解政治、经济、文化、科学各方面、各学科的基本理论、最新知识，提高自身修养，阅读本系列教材也将是理想的选择。

厦门大学教务处

1999 年 5 月

代 序

1992年在巴西召开的环境与发展大会是全球环境保护与生态环境建设的一个里程碑，越来越多的人认识到了环境保护与生态恢复的重要性，各级政府、机构及一些团体也采取有关措施宣传生态学知识，普及生态学意识。生态学已不仅仅是一门研究生物与环境相互关系的科学，而且已经成为指导人类行为准则的一门科学。生态学的许多问题不可能单纯依靠生态学工作者来解决，必须通过政府行为，并与广大人民群众相结合才能解决。因此，生态学的真正发展，有赖于全人类、全社会生态意识，尤其是决策和管理人员生态意识的提高。

厦门大学教学管理部门十分重视生态学教育，自1997年以来，率先将“生态学”课程列为全校学生素质教育的课程之一，以培养学生的生态学意识和提高他们生态保护的责任感，此举深受同学们的欢迎。课程开设以来，来自哲学、政治、企管、国贸、外语、中文、法律、会计、统计、旅游、建筑、美术、新闻等系或专业的学生纷纷选课，以熟悉有关概念，掌握有关生态学原理。他们今天是莘莘学子，他日将是管理部门的决策者或企业的创业者，提高他们的生态学意识是这门课的主要目标之一。

目前，生物、环境、海洋等学科的生态学专业教材已陆续出版，但对于文史、财经、政法、艺术等学科为主的学生来说，内容都偏深偏多，本书作者着手编著出版这本《生态学》便注意到了这一点。生态学作为一门自然科学已发展了100余年，在学科的理论体系、研究技术、研究方法等方面已建立了较为完善的学科框架，从传统的个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学到持续发展生态学、环境生态学、恢复生态学、保护生物学、生态工程学、经济生态学、农业生态学、森林生态学

等，既有基础理论，也有应用科学。难能可贵的是本书尽量做到深入浅出地介绍这些基本知识，并将与重大社会问题有关的一些内容，如持续发展、清洁生产、生态效益、生态恢复、生物多样性、生态工程、城市生态、农业生态、生态规划等尽量用单独章节加以介绍。

本书作者从各方面的资料中选用了有关的图表，力求做到图文并茂，并在各章后附有学习目的、内容提要、思考题、复习题、中英文对照的概念与术语等。同时每一章都精心挑选了10~20本参考读物供学生进一步了解生态学知识，增强生态意识，可谓匠心独运。

虽然本书为大学非生物学专业学生撰写，但同样可供管理和决策部门的人员参考。

林 鹏

1999年9月于厦门

前 言

生态学是研究生物之间及生物与环境之间相互影响相互作用的科学。凡生命之所至，就有生态学的问题、现象和规律。人类曾一度自诩为主宰地球的力量，但生态学已提醒我们，人类只是地球村中的一员，如果不按生态学规律发展，将遭到大自然的报复。可以说，还很少像生态学这样一门科学，在时空尺度上、在自然、在社会、在经济等方面，与人类的生存有如此密切的联系。生态学发展至今，它不仅只是生物科学中揭示生物与环境相互关系的一门分支学科，而且已经成为指导人类行为准则的一门科学。生态学的许多问题不可能单纯依靠生态学工作者来解决，必须通过国家管理部门，必须与广大人民群众相结合，成为广大人民群众的自觉行动。因此，生态学的真正发展，有赖于全民族、全社会生态意识的提高，尤其是决策和管理人员对生态的认识。也正因此，非生物专业生态学的教育已摆上议事日程。我校自 1997 年开始开设了全校生态学选修课，课程开设以来，受到了同学的欢迎。

本书在内容取舍上与生物专业有所不同，尽量面广而浅显，对于传统的生态学内容尽量加以介绍，但不至于过深，而与重大社会问题有关的一些内容，如持续发展、环境生态、生态效益、恢复生态、生物多样性、生态工程、污染生态、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划等等，也都尽量用单独章节介绍或穿插在其它内容中。

本书力求内容简明扼要，概念准确，通俗易懂，图文并茂，本书各章附有学习目的、内容提要、复习题、讨论题、中英文对照的概念与术语，每一章都精心挑选了 10~20 本有利于进一步了解生态学知识，增强生态意识的参考读物。

书中第一章由连玉武编写，第二章第一、二节由陈小麟编写，第三、四节由李振基编写，第五、六节由郑海雷编写，第三章由陈小麟编写，第四章由李振基编写，第五章由郑海雷编写，第六章第一节、第五节由郑海雷编写，第二、三、七、八、九节由李振基编写，第四、六节由陈小麟编写，最后由连玉武、李振基统稿。本书编写过程中得到了林鹏教授的关心和指导，生态室全体老师的关心和支持，在此深表感谢！

本教材的编写工作虽然由我校长期从事生态学教学和有科研经验的老师合作完成，编写过程中，缺点和错误在所难免，敬请有关专家和广大读者指正。

编 者

1999 年 9 月

目 录

绪论	(1)
第一章 生物与环境	(6)
第一节 环境与生态因子	(6)
第二节 生物与环境关系的基本原理	(11)
第三节 生物与光的关系	(23)
第四节 生物与温度的关系	(35)
第五节 水分对生物的生态作用	(47)
第六节 生物与土壤	(67)
第二章 种群生态学	(89)
第一节 种群的概念和特征	(90)
第二节 种群的数量和结构	(91)
第三节 种群内部的社会关系	(115)
第四节 种群的空间分布和扩散	(134)
第五节 种间关系	(140)
第六节 种群进化生态学	(173)
第七节 种群的数量波动和调节	(182)
第三章 群落生态学	(194)
第一节 生物群落的概念	(194)
第二节 群落的物种组成	(197)
第三节 生物群落的结构	(211)
第四节 生物群落的动态	(213)
第五节 地球上的生物群落	(229)
第六节 植被的生态、社会 and 经济效益	(253)
第四章 生态系统	(267)
第一节 生态系统概论	(267)

第二节	生态系统的组成和结构	(272)
第三节	生态系统的功能	(283)
第四节	生态系统的研究方法	(307)
第五节	生态系统的类型	(311)
第六节	生态系统的动态与平衡	(318)
第五章	应用生态学	(334)
第一节	环境问题与清洁生产	(334)
第二节	生态农业	(375)
第三节	非生物资源的保护与利用	(400)
第四节	生物多样性与保护生物学	(412)
第五节	城市化与城市生态学	(431)
第六节	人口生态学	(443)
第七节	区域发展与生态规划	(455)
第八节	持续发展与生态学	(467)
第九节	生态学的国际发展趋势	(488)

绪 论

一、生态学的定义

生态学 (ecology) 一词源于希腊文 “Oikos”，表示住所和栖息地，“logos” 表示学科，原意是研究生物栖息环境的科学。生态学与经济学 (economics) 的 “eco-” 词根相同，经济学最初是研究 “家庭的管理” 的，生态学与经济学有着密切的关系，生态学可理解为有关生物的管理的科学或创造一个美好的家园之意。

1866 年，德国的动物学家 Haeckel 首次为生态学下了定义：生态学是研究有机体与其周围环境——包括非生物环境和生物环境相互关系 (interaction) 的科学。后来，一些著名生态学家也对生态学进行了定义。1966 年，Smith 认为 “eco-” 代表生活之地，因此生态学是研究有机体与生活之地相互关系的科学，所以又可把生态学称为环境生物学 (enviromental biology)。

著名美国生态学家 E. Odum (1956) 提出的定义是：生态学是研究生态系统的结构和功能的科学。他的著名教材《生态学基础》(1971) 以生态系统为中心，对大学生态学教学和研究有很大的影响，他因此而荣获了美国生态学的最高荣誉——泰勒生态学奖 (1977)。

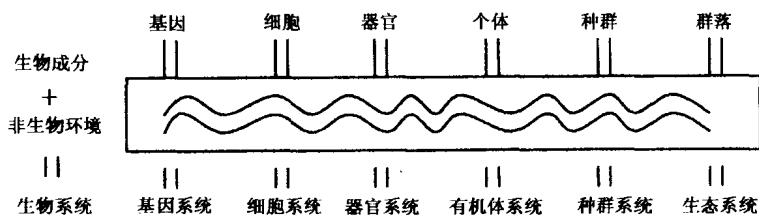
我国著名生态学家马世骏先生认为，生态学是研究生命系统和环境系统相互关系的科学。

生态学家普遍认为，生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的科学。可见生态学的不同定义代表了生态学的不同发展阶段，强调了不同的基础生态学分支和领域。

二、生态学的研究对象

明确研究对象，有助于对生态学定义的了解。生态学研究 的特殊性，可以从以下几方面来理解，生态学是研究生物与环境、生物和生物之间相互关系的一门生物学基础分支学科。生物学各分支学科的关系，犹如切多层蛋糕，水平切法表示把生物学按研究的生命现象各个方面加以划分，例如生理学、形态学、遗传学、进化论等各有其特殊研究对象，而生态学研究的是活的生物在自然界中 与环境的相互作用和生物之间的相互作用；垂直切法则是按系统分类，把生物学划分为动物学、植物学、微生物学等学科。由此可见，生态学不仅是生物学的基础分支学科之一，也是每一门分类学科的一个重要组成部分。

生态学是研究以种群、群落和生态系统为中心的宏观生物学。现代生物学可按照图绪-1 所示的方式，把研究对象划分为大小不同的组织层次。生态学研究的主要是右侧的层次。从这个意义上讲，生态学属于宏观生物学的范畴。



图绪-1 生物学与生态学研究对象的组织层次(仿Odum, 1971)

经典生态学研究的最低层次是有机体（个体），按其研究的大部分问题来看，当前的个体生态学应属于生理生态学的范畴，这是生理学与生态学交界的边缘学科。当然，近代一些生理生态学家更偏重于个体从环境中获得资源和资源分配给维持、生殖、修复、保卫等各方面的进化和适应对策上，而生态生理学家则偏

重于对各种环境条件的生理适应及其机制上。但是更多的学者把生理生态学和生态生理学视为同一的。

种群 (population) 是指栖息在某一地域中同种个体组成的复合体。种群是由个体组成的群体, 并在群体水平上形成了一系列新的群体的特征, 这是个体层次上所没有的。例如种群有出生率、死亡率、增长率; 有年龄结构和性比; 有种内关系和空间分布格局等等。动物种群生态学在 20 世纪 60 年代以前是动物生态学的主流。

生物群落 (biotic community 或 biocoenosis) 是指栖息在同一地域中的动物、植物和微生物的复合体。同样, 当群落由种群组成为新的层次结构时, 产生了一系列新的群体特征, 诸如群落的外貌、结构、动态、多样性、稳定性……。植物群落生态学在 20 世纪 60 年代以前是植物生态学的主体。

生态系统 (ecosystem) 是指在同一地域中的生物群落和非生物环境的复合体, 与生物地理群落 (biogeocoenosis) 同义。20 世纪 60 年代以后, 由于出现全球的人口、环境、资源等威胁人类生存的挑战问题, 生态系统研究也发展为生态学研究的主流。

生物圈 (biosphere) 是指地球上的全部生物和一切适合于生物栖息的场所, 它包括岩石圈的上层、全部水圈和大气圈的下层。岩石圈是所有陆生生物的立足点, 岩石圈的土壤中还有植物的地下部分、细菌、真菌、大量的无脊椎动物和掘土的脊椎动物, 但它们主要分布在土壤表层 150 cm 之内。岩石圈中最深的生命极限可达到 2500 ~ 3000 m 处, 在那里还有石油细菌存在。在大气圈中, 生命主要集中于最下层, 也就是与岩石圈的交界处。有的鸟类能飞到数千米的空中, 昆虫和一些小动物能被气流带到更高的地方, 甚至在 22000 m 的平流层中也发现有细菌和真菌。但这些地方毕竟不能为生物提供长期生活的条件, 所以人们称之为副生物圈 (parabiosphere); 水圈中几乎到处都有生命, 但主要集中在表层和底层。最深的海洋深度可达 11000 m 以上, 就在这样的深处也有深海生物。

随着全球性环境问题日益受到重视，如全球性气候变化、酸雨、臭氧层破坏、荒漠化、生物多样性减少，全球生态学（global ecology）已应运而生，并已成为民众普遍关注的领域。

生态学研究的重点在于生态系统和生物圈中各组成成分之间，尤其是生物与环境、生物与生物之间的相互作用。

生态学在研究生物与自然环境相互作用时，还必须依靠生物学以外的其他自然科学，诸如气象学、气候学、海洋学、湖沼学、土壤学等，在研究生态系统时尤其重要。值得一提的是，不仅生态学在其发展过程中提出了包括自然环境和一切生物的生态系统生态学的概念，而且在上述自然科学发展中也提出了所谓海洋生态系统、农业生态系统、森林生态系统和土壤生态系统等研究方向。生态学的一些原理，已经深入到许多自然科学学科之中，并被广泛地接受。学科间的相互渗透，发展边缘科学，建立学科间的综合性研究，是现代科学发展的特点，也是生态学发展的特点。在近代的生态系统研究中，如国际性的 IBP（国际生物圈计划）、SCOPE（环境问题科学委员会）、MAB（人与生物圈计划）和 IGBP（国际地圈生物圈计划），都是从事多学科综合研究的。随着全球生态学、持续发展生态学等分支学科的诞生，生态学已不仅仅是生态学家的任务，也不仅仅依靠自然科学所能解决，许多生态问题还有赖于社会科学的参与，有赖于民众生态意识的提高，有赖于政府的英明决策。

三、生态学的分支学科及与其他学科的关系

生态学是一门综合性很强的科学，一般可分为理论生态学和应用生态学两大类。

理论生态学中的普通生态学（general ecology）是概括性最强的一门生态学，它阐述生态学的一般原则，通常包括个体生态学、种群生态学、群落生态学和生态系统生态学四个研究层次。

理论生态学依据生物类群可分为：动物生态学（animal ecology）、植物生态学（plant ecology）和微生物生态学（microbial

ecology)，动物生态学还可进一步分为哺乳动物生态学 (mammalian ecology)、鸟类生态学 (avian ecology)、鱼类生态学 (ecology of fishes)、昆虫生态学 (ecology of insects) 等。

理论生态学依据生物栖息地可分为：陆地生态学 (terrestrial ecology)、海洋生态学 (marine ecology)、河口生态学 (estuarine ecology)、森林生态学 (forest ecology)、淡水生态学 (fresh water ecology)、草原生态学 (grassland ecology)、沙漠生态学 (desert ecology)、景观生态学 (landscape ecology)、太空生态学 (space ecology) 等。

应用生态学则包括：农业生态学 (agricultural ecology)、环境生态学 (environmental ecology)、恢复生态学 (restoration ecology)、污染生态学 (pollution ecology)、自然资源生态学 (ecology of natural resources)、野生动物管理学 (wildlife management)、城市生态学 (city ecology)、经济生态学 (economic ecology)、放射生态学 (radiation ecology)、热生态学 (thermal ecology)、古生态学 (paleoecology)、人类生态学 (human ecology)。

现代生态学发展还促进了一些新的分支学科的诞生，新分支学科包括：行为生态学 (behavioral ecology)、数学生态学 (mathematical ecology)、化学生态学 (chemical ecology)、能量生态学 (energy ecology)、进化生态学 (evolutional ecology)、持续发展生态学 (sustainable ecology) 等。

生态学是生物学的一个重要组成部分，它与其他生物科学如形态学、生理学、遗传学、分类学及生物地理学有着非常密切的关系。此外，生物的生活环境是很复杂的，上至天文，下至地理，地球内外的一切自然现象都可能成为生物生存的环境因子，因此，深入地研究生态学必然会涉及数学、化学、自然地理学、气象学、地质学、古生物学、海洋学和湖泊学等自然科学以及经济学、社会学等人文科学。作为生态学家应当具有广博的知识。

第一章 生物与环境

[学习目的] 通过生态因子的学习，掌握生态学的环境概念；小环境和大环境的区别；生态因子的概念与主要类型；最小因子定律、耐受定律和限制因子；生态因子的相互作用；生物系统的特性—稳态；生物对环境的适应；了解光因子、温度因子、水的变化规律，掌握生态因子对生物的影响以及生物对不同因子的适应性；了解土壤的基本物理性质、化学性质及其对生物的作用；了解以土壤为主导的植物生态类型。

第一节 环境与生态因子

一、环境

生物是随着地球环境的演化而发生、发展的，是地球环境演化的产物。一切生物都不可能离开环境，生物必须从环境中获取各种生活必需品，并且受着各种各样外界环境因素的影响，一切生物都要适应环境才能生存。因此，生物的起源、演化、形成和发展与环境的演变密切相关，生物的生存也是与环境分不开的。生态学是研究生物与环境之间相互关系的规律的科学，因此，首先应对环境有一个基本认识。

环境的概念是对应于特定主体而言的，不同学科研究对环境这一概念有着不同的理解和认识。气象学一般认为，环境只是大气圈。环境科学和人类生态学的环境则是指人类环境，是指人类赖以生存、从事生产和生活的外界条件。人类不仅生活在自然界，具有生物属性，而且是生活在人与人之间关系复杂的社会中，因此，人类环境包括着自然环境和社会环境两个基本部分。