

21世纪 高等院校教材
国家理科基地教材

公共课程系列

生态学

第二版

李振基 陈小麟 郑海雷 编



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材——公共课程系列
国家理科基地教材

生态学

(第二版)

李振基 陈小麟 郑海雷 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书深入浅出地介绍了生态学的基础理论和应用技术,涵盖了传统的生态学内容,如个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学等,以及广大读者关注的社会问题,如全球变化、持续发展、清洁生产、生态恢复、生物多样性、生态工程、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划、生态安全、生态旅游等,旨在提高读者的生态意识。本书形式新颖,图文并茂,在各章以方框的形式插有精心挑选的读者感兴趣的内容,并附有学习目的、内容提要、复习题与讨论题、中英文对照的概念与术语、参考读物与网络资源,可谓匠心独运。

本书适合作为高校素质教育以及非生物类学生选修课的教材,也可供关注生态问题的广大读者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生态学/李振基等编.—2版.—北京:科学出版社,2004
21世纪高等院校教材——公共课程系列·国家理科基地教材
ISBN 7-03-013380-3

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(2004)第044593号

责任编辑:谢灵玲 梁文文 胡华强/责任校对:宋玲玲

责任印制:安春生/封面设计:陈敬

科学出版社 出版

北京马厂路黄城根北街16号

邮政编码 100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 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 B5(720×1000)

2004年8月第 二 版 印张 22

2004年8月第五次印刷 字数 420 000

印数 12 000—16 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

序

1992 年巴西环境与发展大会是全球环境保护与生态建设的一个重要里程碑。目前,越来越多的人认识到了保护人类生存环境的重要性,各级政府、机构及民间团体也采取有关措施宣传生态学知识,普及生态学意识。生态学发展至今,已不仅仅是研究与揭示生命系统与环境系统相互关系的一门科学,它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,成为广大人民群众的自觉行动。因此,生态学的真正发展,有赖于全人类、全社会的生态意识的提高,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建设的责任感,此举深受同学们的欢迎。课程开设以来,来自哲学、政治、企业管理、国际贸易、英语、中文、国际法、会计学、统计学、旅游、广告、建筑等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,他日将成为管理部门的决策者或企业创业者,提高他们的生态学意识是这门课的目标之一。

目前,生物、环境、海洋等学科的生态学专业教材已陆续出版,但专业教材对于文史、财经、政法、艺术等学科为主的学生来说都偏深,为此,几位作者着手编写了这本《生态学》。生态学作为一门自然科学已发展了 100 余年,在理论体系、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、生态系统生态学到景观生态学、全球生态学、恢复生态学、自然保护生态学、生态工程学、污染生态学、农业生态学等,既有基础理论,也有应用科学。该书深入浅出,从传统的生态学内容到与重大社会问题有关的内容,如全球变化、持续发展、清洁生产、生态恢复、生物多样性、生态工程、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划、生态安全、生态旅游等,已尽量表达在其内容中。

该书作者从大量的资料中选用了有关的图表,做到了图文并茂,并在各章附有

学习目的、内容提要、复习题与讨论题、中英文对照的概念与术语,每一章都精心挑选了进一步了解生态学知识,增强生态意识的参考读物与网络资源,可谓匠心独运。

该书可为高等院校素质教育的教材,同时也可供管理和决策部门的人员参考。



中国工程院院士

2003年10月

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,将遭到大自然的惩罚。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、社会、经济等方面,与人类的生存有如此密切的联系。生态学已不仅仅是生物科学中揭示生物与环境相互关系的一门分支学科,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学的认识。也因此,生态学素质教育已摆上议事日程。我校(厦门大学)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学专业有所不同,尽量面广而浅显易懂,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,如全球变化、持续发展、生态恢复、生物多样性、污染生态、人类生态、城市生态、农业生态、生态规划、生态安全、生态旅游、景观生态等,也都尽量用单独章节介绍或穿插在其他内容中。

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、复习题与讨论题、中英文对照的概念与术语,每一章都精心挑选了10~20条进一步了解生态学知识,增强生态意识的参考读物与网络资源。

书中绪论由李振基撰写,第一章第一至五节、第二章第五、六节、第七章一、六节由郑海雷编写,第一章六、七节、第二章三、四节、第四至六章、第七章二、四、五、八、九、十节、专栏由李振基编写,第二章一、二节、第三章、第七章三、七节由陈小麟编写,最后由李振基统稿。本书编写过程中得到了林鹏院士的关心和指导,连玉武教授提出了有益的建议,生态所全体老师给予了关心和支持,陈圣宾同学帮助收集

了不少资料,陈长平、陈鹭真、刘正华、朱小龙、魏博、吴欣、宋爱琴、叶文、肖强、陈瑶、叶文景、朱珠、陈小钦、廖润雪、吴佳、王璇、阮霆、吴丰毅、李新元、胡婧婧等同学帮助进行了仔细校对,在此深表感谢!

本教材在科学出版社编辑的严格要求下,由李振基从祝廷成和董厚德的《生态系统浅说》、林鹏的《植物群落学》、Miller 的《Environmental Science》、Chapman 和 Reiss 的《Ecology: Principles and Applications》、郝道猛的《生态学概论》、Mackenzie 等的《Instant Notes in Ecology》等书中引用了许多图片,并进行了消除“噪音”处理,使得图片能清晰地呈现在读者面前,在此,我们谨向科学出版社责任编辑和祝廷成、林鹏、Miller、Chapman、郝道猛、Mackenzie、Daubenmire、Smith 等表示感谢!

为了使读者扩大知识面,对生态学能有更好的理解,我们在本书第二版的编写过程中从唐锡阳和马霞的《环球绿色行》、孙儒泳等的《基础生态学》、林鹏的《中国红树林生态系》、Pelt 的《植物之美》、UNEP 的《全球环境展望 3》及网络上引用了许多资料辟为专栏,部分资料由编者作了归纳或改动,在此,我们谨向唐锡阳和马霞、孙儒泳等、林鹏、Pelt、UNEP、郭耕、廖晓义、Kreb、谢焱等表示感谢!

虽然本教材的几位编者都是我校长期从事生态学教学和科研工作的老师,经验丰富,且三易其稿,但是在编写过程中,缺点和错误在所难免,敬请广大读者指正。

编者

2004 年 2 月于厦门

目 录

序

前言

绪论	(1)
第一章 生态系统	(6)
第一节 生态系统概论	(6)
第二节 生态系统的组成和结构	(7)
第三节 生态系统的功能	(16)
第四节 生态系统动态与平衡	(31)
第五节 生态系统类型	(36)
第六节 生态系统服务	(41)
第七节 生态系统管理	(49)
第二章 生物与环境	(57)
第一节 环境与生态因子	(57)
第二节 生物与环境关系的基本原理	(60)
第三节 生物与光的关系	(68)
第四节 生物与温度的关系	(76)
第五节 水分对生物的生态作用	(85)
第六节 生物与土壤	(97)
第三章 种群生态学	(112)
第一节 种群的概念和特征	(112)
第二节 种群的数量特征与动态变化	(113)
第三节 种群的空间分布和扩散	(128)
第四节 种群的行为生态学	(130)
第五节 种群进化生态学	(143)

第六节 种间关系·····	(150)
第四章 群落生态学 ·····	(173)
第一节 生物群落的概念·····	(173)
第二节 群落的物种组成·····	(174)
第三节 生物群落的结构·····	(182)
第四节 生物群落的动态·····	(184)
第五节 地球上的生物群落·····	(195)
第五章 景观生态学 ·····	(214)
第一节 景观的概念·····	(214)
第二节 景观的基本要素·····	(215)
第三节 景观的结构·····	(220)
第四节 景观的功能·····	(223)
第五节 景观规划的应用·····	(224)
第六章 全球生态学 ·····	(231)
第一节 全球生态学的产生与概念·····	(231)
第二节 全球生态学的基本原理·····	(233)
第三节 地球系统·····	(234)
第四节 全球生态学的研究内容·····	(236)
第七章 应用生态学 ·····	(256)
第一节 环境污染与清洁生产·····	(256)
第二节 生态农业与有机食品·····	(272)
第三节 生物多样性与保护生物学·····	(279)
第四节 外来物种与生物入侵·····	(288)
第五节 生态环境破坏与生态恢复·····	(294)
第六节 城市化与城市生态学·····	(300)
第七节 人口增长与人类生态学·····	(306)
第八节 区域发展与生态规划·····	(312)
第九节 生态旅游·····	(317)
第十节 生态安全与可持续发展·····	(327)
主要参考文献 ·····	(339)

绪 论

一、引子

当我们漫步在厦门街道上时，极目所见的是大榕树、凤凰木、王棕，五老峰分布着相思树林，珍珠湾的沙滩上散落着那厚藤的紫色花朵，西海域的红树林随着潮涨潮落而忽隐忽现，不时可以看到成群结对的白鹭飞来飞去，幸运的话，还可以一睹中华白海豚。而当我们来到北京，尤其是金秋时节，街道上能看到白桦，香山则是红叶的世界，挂着红叶的主要是一种漆树科的黄栌，还有许多槭树、栎树、鹅耳枥等，它们共同组成了落叶阔叶林。

当我们来到武夷山自然保护区旅游时，我们可以体会到生物多样性那么丰富，这里从 19 世纪以来就已闻名于世，有“昆虫世界”、“鸟类天堂”、“研究两栖爬行动物的钥匙”等美称，今天依然如故。从山脚的三港到山顶的黄岗山依次有常绿阔叶林、竹林、针叶林、苔藓矮曲林、山地草甸更替着，山里头还会碰到野猪和毒蛇，不时会从林内惊出一群白鹇，父母照顾着雏鸟往安全的地方连飞带跑而去。而在广西沿海的台地上，是一片片的桉树林，地面板结，林内稀疏，物种稀少。

当你有机会来到非洲荒漠探险时，说不定你会遭遇上一场惊心动魄的一群无蜚蜂与另外一群无蜚蜂之间的捍卫家园的战斗。战斗很有绅士风度（礼仪化），战斗宣布开始后，从每天早晨 6 点多开始，两两相对，从 3m 高的空中相顶，顶到地面，再飞到空中继续战斗，每天相持约莫 3 个小时，如此连续战斗半个月，直到某方服输为止。而有一种鸟为了找到心爱的雌鸟，必须连续多日炫耀其高超的跳舞技能，甚至有兄弟陪衬着一起表演，待来年兄弟要相亲时，它再回报。

长汀河田在历史上曾经孕育过客家文明，这里山上植被稀疏而矮小，几百年来每逢大雨，山洪暴发，从四周汇流而下，村旁立着的一棵大松树则是历史的见证。难得的机会来到淮河上游，虽然周边已不再有小型造纸厂，也不再黑乎乎的污水流入河中，但是，近 10 年过去了，一些河中还满是乌黑的沉淀，1994 年的悲剧依然在脑海中浮现。

为什么大榕树能长在南方而不能长在北方？为什么红树林能适应潮涨潮落的海岸潮间带？为什么武夷山自然保护区生物多样性如此丰富？为什么有些桉树林下寸草不生？为什么香山的黄栌叶到秋天会变色？怎么样来解释生物的这些行为？水土流失严重的地方如何进行生态恢复？为什么环境污染如此可怕？这许多问题都可以通过生态学的学习加以了解。

二、生态学的概念

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。生态学可理解为有关生物的管理的科学或创造一个美好的家园的理念。

1866 年, 德国生物学家 Haeckel 首次给出了生态学的定义, 生态学概念提出以来, 已有许多生态学家给生态学下定义, 这里我们给出前后 3 个定义。从这几个定义中, 我们可以看到生态学的发展历程, 可以看出人们对生态学认识的过程。

Haeckel 指出: 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的相互作用 (交互作用) 的科学。

著名美国生态学家 E. P. 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》(1957) 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, 1977 年他因此而荣获了美国生态学的最高荣誉——泰勒生态学奖。

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作用、相互关系的科学。在自然界中, 生物个体、群体、群落都可以看成是生命系统, 这些生命系统周边的能源、温度、土壤等都是环境系统。

三、生态学的研究对象

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。

经典生态学研究的最低层次是有机体 (个体), 侧重个体从环境中获得资源和资源分配给维持、生殖、修复、保卫等方面的进化和适应对策上。

种群是栖息在某一地域中同种个体组成的群体, 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。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。

生物群落是栖息在同一地域中的动物、植物和微生物的复合体。当群落由种群组成新的层次结构时, 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、稳定性等。植物群落生态学是 20 世纪 60 年代以前植物生态学的主体。

生态系统是在同一地域中的生物群落和非生物环境的复合体, 20 世纪 60 年代以后, 由于世界的人口、环境、资源等威胁人类生存的挑战问题凸现, 生态系统研究与管理已成为生态学研究的主流。

生物圈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、水圈的全部和大气圈的下层。随着全球性环境问题日益突出, 如气候变化、酸雨、臭氧洞、荒漠化、生物多样性减少, 全球生态学已应运而生, 并成为

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。

四、生态学的基本原理

在生态学的学习过程中，个体、种群、群落、景观以至地球各个层次都遵循一些基本的原理，这些原理，已经深入到许多自然科学学科之中，并被广泛地接受。在以往的生态学著作中，这些原理散见于一些章节中，不利于初学者对生态学的把握，在这里，我们经过归纳，形成以下 10 条基本原理，希望能对生态学的学习有所帮助。

(1) 系统性原理。生态学中不同层次的研究对象都是生命系统，都具有系统的特征，每一个层次的系统都可以分成不同的子系统来加以研究或理解。如在群落层次，生命系统可以分成生产者、消费者和分解者，环境系统可以分成能源系统、气候系统、土壤系统等。

(2) 稳定性原理。在一定程度上，每一个层次的生命系统都是稳定的，可以用相关的指标来衡量其稳定性。如在群落层次，稳定的群落内物种多样性丰富，群落小气候稳定，群落的自我调节能力强。

(3) 多样性原理。生命系统的每一个层次都是丰富多彩、参差不齐的，这就意味着多样性。如地球上有多多种多样的景观、生物群落等，一个种群的各个个体也都是不一样的，一个个体的不同构件或不同细胞、组织也都不完全一样，多样性的生命系统是人类生存的基础。多样性程度的高低可以用多样性指数等来衡量。

(4) 耐受性原理。个体以至地球都有其耐受性，在耐受范围内有最适点、较适范围，超过其耐受范围，系统都将崩溃。通过耐受性的研究，可以为生态系统管理服务，可以指导农、林业等多方面的生产。

(5) 动态性原理。变化是永恒的，任何生命系统都有从开始到顶峰到消亡的一个过程，在个体表现为生老病死，在种群表现为不同的增长、波动与崩溃过程，群落也有它的造成和发展，像一个人一样，有婴儿期、幼年期、成年期和老年期。一片裸地，可能是洪水泛滥或新淤积成的湖滩；可能是火山爆发或极端的严寒所造成。在自然的情况下，最初是没有植物生长的裸地，以后逐步经过植物的迁移、定居和团聚等而发展成为一个植物群落。

(6) 反馈原理。各级生命系统与其周边的生命系统或环境系统是密切相关、协同变化的，都存在作用与反作用，并引起自身的加速或相反的变化。如在草原上过量放牧将导致草场的退化，草场的退化反过来作用于载畜量。

(7) 弹性原理。也称为中度扰动原理，与稳定性原理、耐受性原理有点接近，表示外界中度的干扰，可以刺激生态系统的应急机制，在个体水平为锻炼，

在种群水平为生态对策，在群落水平表现为生物多样性的增加。而当干扰过于强烈时，系统将因无法恢复而崩溃。

(8) 滞后性原理。生态学中的许多变化过程不一定会马上表现出来，而是在一段时间的“时滞”之后表现出来，如大部分生物种群的增长，受到生育年龄的影响，一只蝗虫或蟑螂经过生育可能增长为几十、几百只，一株杂草开花、结果以后可能增长为几千、几万株杂草。

(9) 转换性原理。一些生态学的对象看似消失，然而却不知不觉地进行了转换，如森林砍伐消失以后，其影响至少表现在生物多样性的减少、水土流失、区域气候的变化等方面。

(10) 尺度原理。读者应该充分理解同一类的生态系统可能有着悬殊的大小差别，如巨杉高达 100 m，而其脚下的其他植物则可以忽略不计。因此，理解地球必须放眼全球，理解热带雨林应该在 100 m 的尺度，而理解草甸可以在 10 m 的尺度，理解地衣群落可以在 0.1 m 的尺度；也因此，各级生态系统可能相套，如在一个森林群落中，还套着许多小的蚂蚁群落等。某个动物是个体，而在其体内却有杆菌群落等。

五、生态学的使命

生态学是一门独立的学科，有其自己的理论和方法，有其自己的任务和目的。其中心任务就是研究生物与环境之间相互关系的规律，一是生物个体与环境之间的生态关系；二是种群的数量、格局及其进化规律；三是生物群落与环境的生态关系；四是人类扰动情况下，景观的变化规律；五是地球系统的各组分之间的关系等。

当今世界，人口增加，环境污染，自然资源枯竭等问题，危及生命世界的存亡。为了拯救资源，合理开发利用；为了治理污染，保护环境，赋予生态学的使命就是利用生态学原理揭示生物和环境之间正常或失常的关系。为此，1971 年联合国成立了“人与生物圈”的大协作研究机构，提出了宏大的国际科研协作计划，为了合理开发和利用生物资源，维护和改善自然环境，提供科学理论，寻求最有效的手段。20 世纪 90 年代以来生态系统思想与方法已逐步形成，为我们认识自然，按自然规律进行可持续发展提供了新的思路。

由于本书作为素质教育的教材，主要面向高校文科、理科、工科等各专业的学生，因此在内容取舍、重点等方面与生物学和生态学专业的教材稍有所不同。

在本书中，字里行间都希望能融入一种生态意识、生态责任，希望所有读者在读后都能从不同的角度、在各自的行业关心全球环境、关心人类的环境、关心生态系统的健康、关心我们共同的家园。

自 20 世纪 70 年代以来由于人口增长，环境压力加大，国内外已出台许多与野生动植物贸易、生物多样性保护、环境保护等相关的条约和法律法规。环境与

资源保护法方向的读者不仅应该了解相关的法律法规，还要了解为什么许多物种濒临灭绝？有哪些物种濒临灭绝？某地打着招商引资的旗号引进了污染企业后，引起了相关的诉讼，应该如何处理？某装修市场销售了污染环境的装修材料，影响了消费者的健康，应该如何维护消费者的权益？

20世纪90年代以来，我国的生态示范区、生态农业县等如雨后春笋般涌现，有机食品、绿色食品、安全食品等的概念与内涵有何区别？相关行业的领导、公务员应该对生态农业、有机农业、生态规划等方面加以了解。

很可能你是旅游专业的学生，毕业后将到某地进行生态旅游规划，也可能你正要去某地踏青，也可能你现在正在着手进行生态旅游的规划，但是，你可曾想过，当你头脑发热，要公路通过峡谷，索道爬上山顶，宾馆盖在天池边，这些都正在糟蹋着当地的生态旅游资源！相关的领导、管理人员、从业人员都应该对新一轮的生态旅游有所了解。

很可能你正在进出口贸易部门工作，你可曾想过，包装箱的木材中可能有一种肉眼几乎看不见的线虫可以让大江南北的松林毁于一旦；很可能你热衷于速生树种或园林树种的引种，你可曾想过，当年从中国将板栗引去北美，跟着过去的一种真菌已经将美国东部大片的北美栗消灭干净；你可能很喜欢野味，你可曾想过，许多从山区捕来的野生动物，其体内的寄生虫或病毒可能带给你意想不到的疾病；很可能你欣赏自己在转基因方面所取得的成绩，你可曾想过，虽然转基因病毒可能可以控制欧洲家鼠的鼠害，但是这种病毒一旦逃逸出来，可能导致许多本土物种的灾难，转基因大豆种植将带来的生物多样性减少、丰富的大豆资源受到威胁、食物链崩溃、人体健康因素等一系列的生态安全问题……

当高高的烟囱向天空排放着烟尘，当一家一户安装上空调，当许多家庭拥有汽车，当一座座大坝在兴起，当大面积热带雨林正在遭受砍伐，与此相关的每一个人都在为全球变化作贡献，我们每一个人都有义务减少对全球变化的贡献。

第一章 生态系统

[学习目的] 掌握生态系统的基本概念, 包括生态系统的组成、结构、功能等; 了解生态系统的不同类型及其特征; 了解生态系统生产力、能量流动、物质循环的内容; 掌握生态效率原则及生态金字塔原理; 了解食物链的类型和食物网的构成; 了解生态系统进化和演替的规律; 了解生态平衡的意义; 了解生态系统服务的功能; 了解生态系统管理的办法。

第一节 生态系统概论

一、生态系统的概念与内涵

生态系统(ecosystem)是生态学中最重要的一个概念, 也是自然界最重要的功能单位。生态系统这一概念并不难理解, 只要在群落概念的基础上, 再加上非生物环境成分(如温度、湿度、土壤、各种有机或无机物质等), 就构成了生态系统。如果将生态系统用一个简单明了的公式概括, 可表示为: 生态系统=非生物环境+生物群落。生态系统可以表述为: 生态系统是在一定的时间和空间范围内, 生物与生物之间、生物与非生物(如温度、湿度、土壤、各种有机物和无机物等等)之间, 通过不断的物质循环和能量流动而形成的相互作用、相互依存的一个生态学功能单位。

在任何情况下, 生物群落都不是孤立存在的, 总是和环境密切相关、相互作用着。气候和土壤决定着一个地区具有什么样的群落, 而群落对气候和土壤也有明显的影响。来自非生物环境的能量和物质, 使生物群落的生命机能运转起来, 使得能量和物质从生物群落中一个子系统转移到另一个子系统, 最终又回到环境系统中去。生物群落与非生物环境的这种互补关系, 以及能量在生物之间的流动和物质循环的现象, 就是典型的生态系统行为。

地球上有无数量大大小小的生态系统。大到整个海洋、整块大陆, 小至一片森林、一块草地、一个小池塘等, 都可看成是生态系统。地球上的自然生态系统都是开放的, 有物质和能量的流进和流出。

任何一个生态系统都具有以下共同特性:

- (1) 是生态学上的一个结构和功能单位, 属于生态学上的最高层次;
- (2) 内部具有自调节、自组织、自更新能力;
- (3) 具有能量流动、物质循环和信息传递三大功能;

(4) 营养级的数目有限;

(5) 是一个动态系统。

二、研究历史

生态系统一词是英国生态学家 Tansley 于 1935 年首先使用的。稍后在 1940 年, 前苏联的苏卡乔夫提出了概念上类似的“生物地理群落”: 生物地理群落 = 生物群落 + 生境。生物群落包括植物群落、动物群落和微生物群落; 生境包括气候和土壤。

对生态系统理论建立有重大贡献的还有 Lindeman, 他于 20 世纪 30 年代末在美国明尼苏达湖进行了详细的生态学研究, 对于养分从一个营养级向另一个营养级移动有了本质的了解, 创立了营养的动态观点。Leopold (1949) 有关生态系统及其管理的理念很有远见, 这可以说是生态系统管理的开始。当代的生态学家对生态系统理论贡献较大首先应该提到 Odum, 他出版的《生态学基础》一书, 对生态系统理论的发展起了很大的推动作用, 此书已被译成 20 多种语言, 受到广泛重视。

20 世纪 70 年代以来, 联合国教科文组织发起进行的“国际生物圈计划 (IBP)”、“人和生物圈 (MAB)”、“国际地圈与生物圈计划 (IGBP)”等国际大协作, 制定了很大的规划。工作内容大致可归纳为以下三个方面: 一为合理利用和保存生物圈资源的科学基础; 二是改善人与环境的关系; 三为预测人类活动对自然界未来的影响和后果。研究的中心内容就是生态系统的结构与功能, 生态系统模型等。

20 世纪 80 年代后期和 90 年代初期, 生态系统的可持续性成为焦点。

三、研究对象

生态系统研究的对象可以是自然界的任何一部分。自然界的每一部分, 如森林、草地、苔原、湖泊、河流、海洋、河口、农田等等, 都是不同的生态系统类型, 甚至包括城市、工矿在内, 都是生态系统研究的对象。其中生物和它们的非生物环境有着不可分割的相互联系、相互作用, 彼此之间进行着能量流动和物质循环。不论是陆地还是海洋, 田野还是实验室, 生态系统的差异大小如何; 也不论生命和非生命成分以什么样的方式结合, 它们的结构与功能如何, 都可以成为生态系统研究的对象。

第二节 生态系统的组成和结构

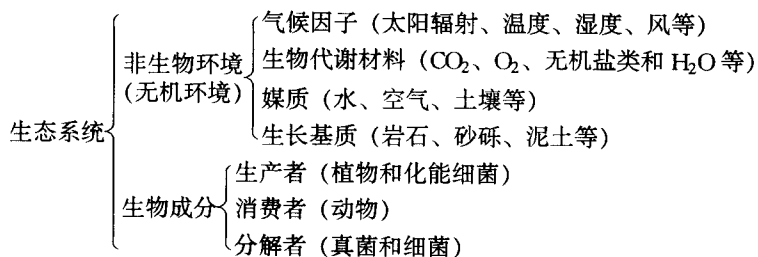
尽管在自然界有多种多样的不同生态系统类型, 但作为生态系统, 它们还是有着相同的组成成分和组成结构。如前所述, 除了非生物环境以外, 生态系统还包

括生物成分。生态系统中生物成分有三大功能类群：生产者、消费者和分解者。

一、生态系统的组成成分

(一) 非生物环境

非生物环境，即无机环境。它包括驱动整个生态系统运转的能源和热量等气候因子、生物生长的基质和媒介、生物生长代谢的材料等。驱动整个生态系统运转的能源主要是太阳能，太阳能是所有生态系统运转直至整个地球气候系统变化的最重要的能源，它提供了生物生长发育所必需的热量。此外，驱动生态系统的能源还包括地热能和化学能等其他形式的能源，气候因子还包括风、温、湿等等；生长的基质和媒介包括岩石、砂砾、土壤、空气和水等等，它们构成生物生长和活动的空间；生物生长代谢的材料包括 CO_2 、 O_2 、无机盐类和水等。



(二) 生产者

生产者 (producer) 也叫初级生产者，包括所有的绿色植物和化能细菌等，是生态系统中最积极和最稳定的因素。一般生产者主要是指绿色植物，绿色植物能利用光能把 CO_2 和水转变成碳水化合物，即通过光合作用把一些能量以化学键能的形式储存起来，为以后利用作准备。这里也包括一些光合细菌。化能细菌在合成有机物时，利用的不是太阳能，而是利用某些物质在化学变化过程中所产生的能量。太阳能和化学能只有通过生产者，才能源源不断输入到生态系统，成为消费者和还原者的惟一能源。

所有自我维持的生态系统都必须有能从事生产的生物，其中最重要的就是绿色植物。各种藻类是水生生态系统最重要的生产者。陆地生态系统的生产者则有乔木、灌木、草本植物和苔藓等，它们对不同类型的生态系统服务各有不同的重要性。

(三) 消费者

消费者 (consumer) 由动物组成，它们自己不能生产食物，必须以其他生物为食，只能直接或间接从植物获得能量。消费者又可分为：草食动物 (herbi-