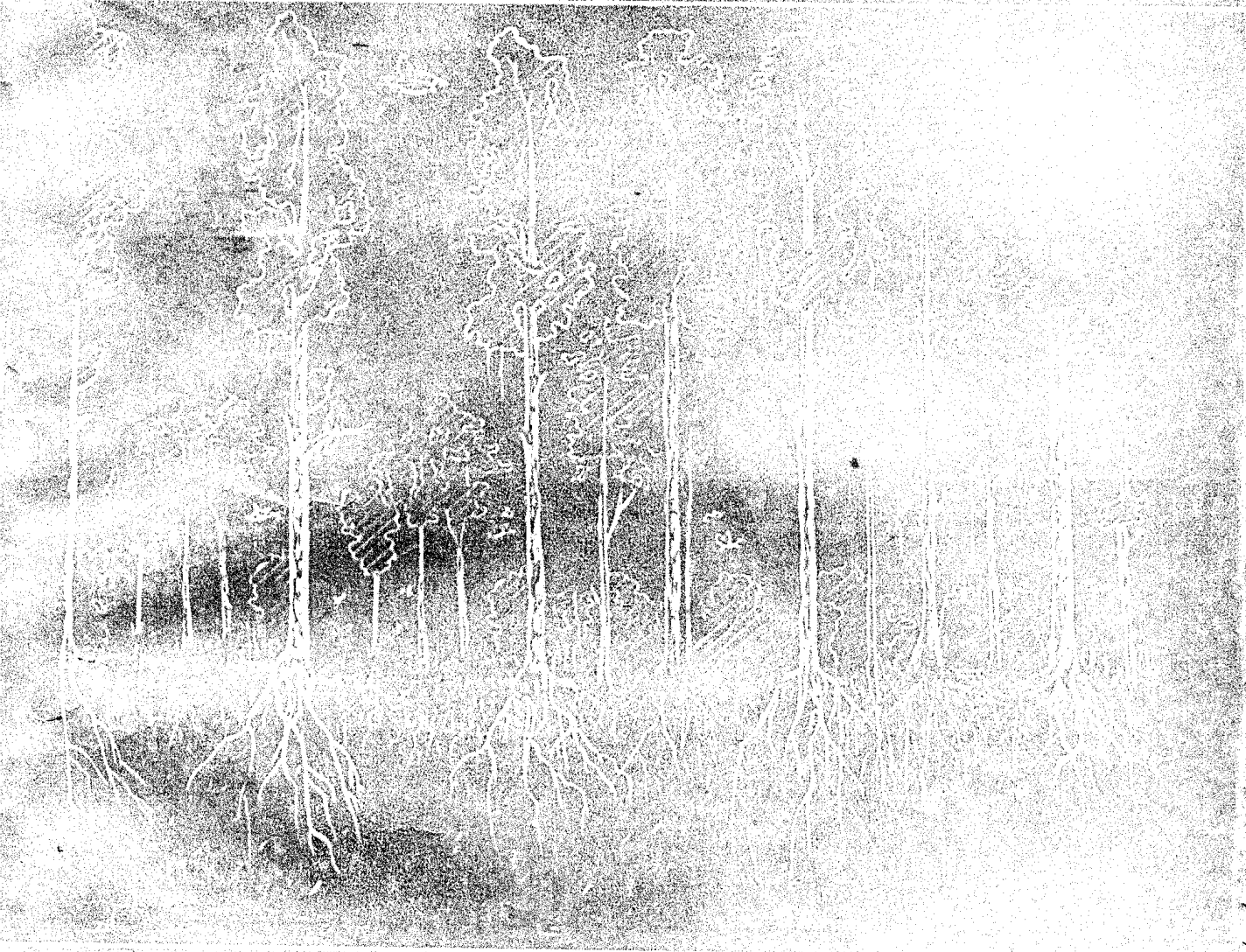


SHENGTAIXUE JIANMING JIAOCHENG



高等专科学校试用教材

生态学简明教程

周光裕 主编

山东大学出版社

内 容 简 介

《生态学简明教程》内容包括绪论、生态因子分析、种群生态、生物群落、生态系统和生态学应用六个部分。《教程》取材广泛，文字简练，文图并茂，通俗易懂，是一部综合性较强、使用范围较广的教科书和参考书。

本《教程》宜做师范专科学校、教育学院（包括函授）生物专业及农林业专科学校的教材或选修课教材，也适用于各种类型的农、林、卫生学校和中学师生以及从事农林牧渔工作的基层干部学习和参考。

高等专科学校试用教材

生态学简明教程

周光裕（主 编） 赵良田

明延凯（副主编） 吴 锋

※

山东大学出版社出版发行

滕州市印刷厂印刷

※

787×1092 1/16 印张 11 字数 258,000

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

印数：1—8,000

ISBN7—5607—0177—9/N·5

定价：3.15元

前 言

生态学是生物学领域中的一个分支学科，很多人理解为它是为着研究“人和环境的整体性”的科学，因为当代世界上出现的诸如能源耗费、资源枯竭、人口膨胀、粮食短缺、环境退化、生态平衡失调等所谓六大基本问题的解决，都有赖于生态学理论的指导。特别是生态学中的生态系统理论，是现代生态学发展的标志，如今已成为举世关心的问题，它是涉及我们生活其中的整个环境世界。因此，生态学变成了一门非常活跃的学科，在一些科学技术发达的国家中，“生态学”是家喻户晓的名词，生态学的概念和成果已经被更多方面所接受，甚至被称为“生态学的热潮”，已作为一门“生存的科学”而出现，受到高度的重视。我国现行的宪法，将保护生态环境问题作为条文列入其中，从而引起了全国人民的关注。

针对这种情况，普及和提高生态学知识已成为刻不容缓的任务。在我国高等院校中，除生物系植物、动物专业分别开设植物生态学和动物生态学外，林业院校则有森林生态学。但到最近，其他系科甚至文科的教学计划中，也有不少学习生态学课程的。

至于各种类型的专科学校，学习生态学已成为急待解决的问题，但都感到缺乏合适的教材。由于专科学校学制较短，用于生态学教学的时数不可能太多，如果采用大学本科的植物生态学和动物生态学作为教材，不仅内容过多，而且两门课程又有重复，当前缺乏我国自编的生态学教材，从而为专科学校的生态学教学带来了困难。

我们有鉴于此，特组织编写这本教材，试图以较少的篇幅和学时，能够学习比较全面的生态学知识。因此在安排上，按照生态学的发展水平，从个体生态、种群生态、群落生态到生态系统，最后叙述生态学的应用。

本书除供师范专科学校、农林业专科学校作教材外，也可以为开设生态学课程的文科专业采用。为了普及生态学知识，所以在编写中力求深入浅出，以便也能作为有关专业学校、职业学校师生和科技干部阅读。愿望虽然较好，但限于我们的水平和初次尝试这种编写体系，因此在内容上一定会存在许多缺点和谬误而达不到要求，为此恳切希望读者提出宝贵意见，以便今后再版时予以修改和提高。

本书由山东大学生物系周光裕教授任主编并编写第一、五两章，山东枣庄师范专科学校生物系明延凯副教授任副主编并编写第四、六两章，山东菏泽师范专科学校生物系赵良田老师编写第二章，山东临沂师范专科学校生物系吴锋老师编写第三章。个体生态、种群生态、群落生态和生态系统四部分是本书的主要内容，考虑到其中个体生态部分有些内容和其他课程如植物生理学等有重复，所以稍作删减。

在编写和出版过程中，得到枣庄师范专科学校、菏泽师范专科学校、临沂师范专科学校各级领导及有关同志的关怀和大力支持，在此表示衷心的感谢。

编 者

1988年9月

目 录

第一章 绪 论 (1)

第一节 生态学的概念 (1)

第二节 生态学发展简史 (1)

第三节 生态学的分科 (4)

第四节 生态学的任务和生态学的研究方法 (5)

一、生态学的任 务 (5)

二、生态学的研究方法 (5)

第二章 生态因子的分析 (7)

第一节 生态因子的概念及其作用的一般特征 (7)

一、生态因子 的 概 念 (7)

二、生态因子作用的一般 特 征 (7)

第二节 生物对环境的适应 (9)

第三节 光与生物的关系 (11)

一、光与植物 的 关 系 (11)

二、光与动物 的 关 系 (13)

第四节 温度与生物的关系 (14)

一、温度对生物生长发育的 影 响 (14)

二、温度对生物繁殖的影 响 (15)

三、生命活动的温度极限 (15)

四、温度与生物的地理 分 布 (16)

五、生物对温度变化的适 应 (16)

第五节 水与生物的关系 (17)

一、水与植物的生态关系 (17)

二、水与动物的生态关系 (20)

第六节 空气与生物的关系 (21)

一、空气与植物 的 关 系 (21)

二、空气与动物 的 关 系 (23)

第七节 土壤及无机盐与生物的关系 (24)

一、土壤对植物及微生物的 关 系 (25)

二、土壤与动物的关系·····	(28)
第八节 其它生态因子的作用·····	(30)
一、生物因子的作用·····	(30)
二、火的生态作用·····	(31)
三、人类活动对生物的影响·····	(32)
第三章 种群生态 ·····	(33)
第一节 种群的一般特征·····	(34)
一、种群的数量增长·····	(34)
二、种群内个体的空间分布类型·····	(38)
三、种群的性比及年龄结构·····	(39)
第二节 种间关系·····	(41)
一、竞争·····	(41)
二、互惠·····	(43)
三、共栖·····	(43)
四、共生和附生·····	(44)
五、寄生·····	(46)
六、捕食·····	(47)
七、植物的种间结合·····	(48)
第三节 种群动态·····	(49)
一、影响种群数量变动的因素·····	(49)
二、自然种群的数量变动特点·····	(55)
三、种群数量的相对稳定性·····	(56)
第四章 生物群落 ·····	(58)
第一节 生物群落的概念·····	(58)
第二节 植物群落的特征·····	(59)
一、植物群落的种类组成及其数量特征·····	(59)
二、植物群落的外貌和结构·····	(63)
三、植物群落的演替·····	(74)
第三节 动物群落的特征·····	(78)
一、动物群落学概述·····	(78)
二、动物群落的基本特征·····	(79)
第四节 植被的主要类型及其分布规律·····	(85)
一、植被分类的原则·····	(86)
二、中国植被分类的原则、单位和系统·····	(87)
三、植被主要类型及其分布的地带规律性·····	(89)
第五节 动物类群及其地理分布·····	(98)

一、动物群的地带性分布	(98)
二、水域动物类群及其分布	(105)
三、世界及我国的动物地理区划	(109)

第五章 生态系统 (113)

第一节 生物圈	(113)
第二节 生态系统的概念	(115)
第三节 生态系统的组成和结构	(116)
第四节 生态系统的能量流动	(119)
第五节 生态系统的物质循环	(121)
第六节 生态平衡	(125)
第七节 农业生态系统和农业生态平衡	(129)

第六章 生态学的应用 (132)

第一节 自然资源保护	(132)
第二节 环境污染与防治	(139)
一、环境与环境污染	(139)
二、污染源与污染物	(140)
三、环境污染的危害	(143)
四、环境污染的防治和管理	(147)
第三节 人口问题	(153)
一、世界人口的增长	(153)
二、我国人口的增长	(155)
三、人口增长与粮食、土地、污染等问题的关系	(155)
第四节 生态农业与生态经济	(157)
一、生态农业的由来和发展趋势	(157)
二、生态农业的综合研究	(159)
三、生态农业开发和建设的效益目标	(163)

主要参考书目与资料 (167)

第一章 绪 论

第一节 生态学的概念

生态学是研究生物与环境相互关系的科学，是生物科学的基础学科之一。这门科学的历史比较短，但是发展却很快。这是由于环境问题日趋严重，当今世界上人们普遍谈论着六大危机，即能源耗费、资源枯竭、人口膨胀、粮食短缺、环境退化和生态平衡失调。这些问题的产生和解决，都必须依赖于调整生物和环境的关系，因此引起社会的关注。近年来，生态学不但成为众所周知的名词，而且对重视生态的有关问题还被列入我国宪法的条文中。

生态学一词，根据英国生态学家马克米兰的研究，认为是由德国动物学家海格尔于1886年所起用的，而在采用的前一年，另一个德国学者赖特曾在同样意义下用了这个名词。但是按照苏联学者谢尼阔夫在他所著的《植物生态学》一书中，则认为生态学一词是海格尔于1869年提出来的。因此到底是谁最先起用这个名词和什么时间出现它，到现在还有不同的意见。不过可以这样认为，即在生态学名词提出以前，已经有许多学者从事了这方面的讨论和研究，这则是毫无疑问的。

生态学一词是从希腊文Oikos（家、房子）和Logos（科学）而来，因此生态学这个词的原来意义就是研究生物和它的生活场所，这个生活场所基本上就是生物的环境，所以生态学完全可以叫做环境生物学。而现在，新兴的环境生物学就属于生态学的范畴。

生物科学和其他科学一样，总是向着微观和宏观两个相反方向发展的，过去生态学的焦点是集中在有机体的种类上，而现在则是朝向宏观方面发展，要在有机体、种群、群落、生态系统的水平上探索生命系统。所以生态学是以生物个体、种群、群落、生态系统甚至生物圈作为它的研究对象，从生物有机体的不同水平上，来研究它们和环境的相互关系。

第二节 生态学发展简史

生态学作为一门现代的科学，是在上世纪末形成的，它的历史较短。然而从广义上来说，它的发展是逐渐的。当人类出现以后，在和自然的斗争中就注意到生物和环境以及生物和生物之间的关系。

西方在公元前370—285年间，古希腊时期亚里斯多德的学生提奥弗拉斯图斯随着亚力山大远征，从欧洲东部一直到达印度，沿途就注意到植物种类分布与地理环境的关系，这可以说生态学思想在西方最早的开端，他被认为是第一个生态学家。但以后的两千多年来，未曾得到应有的发展。直到十九世纪后期，才作为一门近代科学出现。

我国有关生态学思想也很早就有了，早在春秋战国到西汉时代，也就是在两千多年以前就有这方面的萌芽观念了。早在公元前四、五百年的《诗经》上就记载着动物之间的关系，如“鹊巢”的“维鹊有巢，维鸠居之”，说明鸠巢的“寄生”现象。又如“小宛”的“螟蛉有子，蜾蠃负之”，虽然古人把蜾蠃捕捉螟蛉喂其幼虫，错认为蜾蠃养螟蛉为子，但却是人类对动物生态学现象观察最早记载。战国时代《礼记》中月令篇曾有五月浮游（即蜉蝣）出现，十二月蚂蚁进窝，将动物的生息与季节、月令联系起来记载。相传孔子所编的《尚书》（禹贡）中记载有“鸟鼠同穴”的共栖现象。《周礼·地官篇》载有“以土会之法，辨五地之物”。即根据什么土壤，应该种植什么作物的意思。《管子·地员篇》也记载了在江淮平原上沼泽植物的带状分布与水文土质的关系。如“凡草土之道，各有谷造，或高或下，各有草物。叶下于鬻；鬻下于苋（莞）；苋下于蒲；蒲下于苇；苇下于藿；藿下于葵；葵下于苢；苢下于萧；萧下于薜（薜）；薜下于萑（萑）；萑下于茅。凡彼草物，有十二衰，各有所归”。这些植物的生态和分布顺序，在原书内附有专图。从现在观点来看，这是十分符合生态学规律的。在秦、汉间所确立的二十四节，如惊蛰、谷雨等，也都科学地反映了农作物及昆虫与气候之间的密切关系。南北朝梁人陶宏景著《名医别录》，对“螟蛉有子，蜾蠃负之”的现象曾经实际观察，发现细腰蜂的窝里有它自己的卵，孵化之后就用背来的毛虫当作食料，后来长成细腰蜂而飞出，推翻了汉代杨雄的错误解释。北魏贾思勰的《齐民要术》一书中，就提出了“顺天时，量地利，则用力少而成功多。任情返道，劳而无获”。这是说明要根据“因地制宜，因时制宜”的生态学规律来发展农业，才能求得经济效益。这些科学的描述，与近代生态学发展初期的水平相比也毫不逊色。其后各个朝代中，有关生态学的记载也不鲜见。唐代陈藏器著《本草拾遗》，除记录各种本草外，还特别提到“水母目虾”的现象，他认为水母无目，游动没有方向，但有虾为其耳目。按照现代生态学来说，水母与虾确有共生现象，这是常识，但远在唐代就已经有文字记载。明代大医药科学家李时珍编纂的《本草纲目》，也描述不少药用动植物的名称和生境，也注意了一些动植物的生活方式和食性等生态特点。

在国外，只是到十八世纪时，欧洲资产阶级民主革命成功，资本主义经济开始得到迅速发展的时候，由于生产上需要大量的生物资源，于是许多国家派出探险船舰，航行到世界各地去寻找经济资源。十九世纪中期，许多著名的生物学家，曾在这些航程中，取得了有关植物生态学方面的丰富资料。其中有重大贡献的如德国洪保德、英国达尔文等，他们都曾经环球旅行，进行了生物学和地理学方面的考察。洪保德的专著《植物地理学知识》对世界的植物分布作了理论上的阐述。达尔文的名著《物种起源》创立了生物进化学说。他们都能够深刻独到地看到复杂而且相互联系的生态关系，为生态学的形成奠定了基础。

海格尔提出“生态学”名词以后，在十九世纪后期就有不少学者从事于生态学的研究，特别是植物生态学的成就更为突出。丹麦瓦尔明的著作《以植物生态地理为基础的植物分布学》一书德文版于1895年发行，在译为英文版时改名为《植物生态学》。三年后，德国辛柏尔的著作《以生理学为基础的植物地理分布》于1898年出版。以上两书的刊行，标志着植物生态学的诞生。与此同时，德国斯洛德创立了个体生态学和群体生态学两个生态学概念。

到了二十世纪初期，从事生态学研究的学者就更多了。在动物生态学方面，主要著作有美国伯斯于1926年和英国埃尔敦于1927年分别著述了《动物生态学》，谢尔福德1929年发表的

《实验室及野外生态学》，德国赫赛1924年所著的以生态学为基础的《动物地理学》等。

由于地球表面上各个地区的植被及自然环境都有很大的差异，而且经济发展和生产需要也不同，促使了各地区植物生态学的发展而形成了不同的学派。英美学派以英国坦斯莱和美国克列门茨为代表，研究的主要对象是以英国诸岛及北美洲大陆为主，这个学派的演替和顶极、生态系统和生态平衡等学术性概念，都是第一次提出。法瑞学派以法国布朗—布朗喀为代表，研究对象以地中海和阿尔卑斯山植被为主，其特点是在群落学分析上强调区系成分，以特征种为群落生态和分类依据。北欧学派以杜—赖茨为代表，主要研究对象是森林，以瑞典、挪威等国为主，特点是在生态学的分析方法上比较细致。俄国学派以苏卡切夫为代表，主要研究欧亚大陆寒温带的草原、森林、土壤为对象，形成生态地理学及生物地理群落学。

1935年，坦斯莱提出了“生态系统”这一科学概念，认为生态系统中的能量流动、物质循环而维持着相对的平衡。而1942年美国林德曼首先为这个科学设想提供实验证据。与此同时，苏卡切夫提出“生物地理群落”概念，其涵义与生态系统是相吻合的。

生态系统的概念是二十世纪三十至四十年代形成的，但是没有能引起人们的注意，到了七十年代才得到高度的重视。生态系统的研究被认为是当代生态学发展的标志，是指导各种生产活动的理论基础。生态系统的理论，如果应用到各种生产实践中去，就可以发挥无穷的力量。

这种变化的原因，是由于生态学研究的范围非常广，它牵涉到许多其他学科，所以生态学常常被认为是通论而不是专科。这种看法一方面说明生态学是联系多学科的科学，同时也指出生态学的发展受到学科的限制。

由于以上这些原因，所以生态学这一名词一直到六十年代晚期，一般群众还是不了解的，只在少数专业人员进行讨论。

从六十年代起，生物学家中分成两个不同的阵营，一个是分子生物学家，他们关心的是生命的生物化学结构，被认为是很有吸引力的。另一个阵营是环境生物学家，包括生态学家在内，这些学科虽然由于现在环境危机的增长而发生密切的联系，但他们的地位还是比较低的。由于环境问题的复杂性而往往超过了实验的控制，因此生态学家被许多人几乎看成是非科学。但是到了七十年代，生态学变成了一门非常活跃的学科，在一些科学技术发达的国家中，“生态学”是家喻户晓的名词了。生态学同微观的分子生物学相对应，是生命科学向两极发展中宏观综合方面的重要标志。生态学的概念和成果已经被更多的方面所接受，甚至被称为“生态学的热潮”，已作为一门“生存的科学”而出现，受到高度的重视。产生这种情况的原因，一方面是从六十年代以来科学技术划时代的发展以及它们的相互渗透和应用的结果；另一方面则与环境、人口、粮食、能源、自然保护等世界性重大社会问题的提出有密切的关系。

在我国，由于许多地方破坏了生态环境而出现污染、风沙、水土流失、水旱灾频繁、水域缩小等一系列问题而严重的影响到自然环境和农业生产。国内从七十年代后期开始，人们逐渐认识到生态学在解决这些问题中能起到一定的作用，因而得到高度的重视。在一些报刊上，经常见到有关的报道，这充分说明现在的生态学已进入了一个新的时期。

当代人口增加，自然资源的合理开发利用以及环境污染的治理已经成为生态学研究的主

要任务，而这些问题的解决都有赖于生态系统的演替、生态系统的稳定性以及对于干扰破坏后自我调节、控制和恢复能力的现状和过程。以生态系统为发展标志的现代生态学，在人们和自然斗争中是一门不可缺少的知识。联合国教科文组织在1965年组织了“国际生物学规划（IBP）”，主要任务是围绕认识维持地球上生命环境系统的基本过程，研究控制环境系统的机理。1971年教科文组织又建立了“人与生物圈（MAB）”的国际大协作，主要任务是合理利用和保护生物圈资源，改善人与环境的关系，预测人类活动对自然界未来的影响后果。1975年又有四个国际组织成立了“生态系统保持协作组（ECG）”，其中心任务是研究生态平衡和自然保护，以及改进生态系统的生物生产力。我国在1978年也成立了“国家人与生物圈委员会”，组织和协调全国有关生态系统和环境问题的研究。

第三节 生态学的分科

由于生态学研究的对象是生物和环境，如果以生物的类型来划分，就可以把生态学分为植物生态学、动物生态学和微生物生态学，以及研究生物和环境共同关系的普通生态学。

从生态学按生物组织水平的不同，可以分为以下主要学科：

个体生态学 研究生物种的单一个体或许多个体与环境因子之间的关系，也就是分析环境中生态因子对生物的作用，以及生物对生态因子的影响。

种群生态学 研究同物种个体的数量变动及其原因，同物种的个体群就是种群。在不同情况下，种群的数量会发生变化，种群生态学就是分析种群和环境之间的这种关系。种群生态学发展的历史主要归功于动物生态学家，它的重要成果很多以动物为材料的实验研究为基础，但其基本原理也适用于植物、微生物和人类种群动态的基本规律。

群体生态学 又叫做群落生态学，研究生物群落和环境的相互关系。生物种在自然界的存在并不是杂乱无章的，而是在一定条件下，由一定的种类形成有规律的同住结合，这种生物种的结合就称为群落，这一点在植物中尤其明显，所以群落生态学的研究主要是植物生态学工作的成果。

生态系统生态学 生态系统是生物界和环境的综合体。在自然界，植物群落、动物群落和微生物群落都不是各自孤立的，而是彼此相互依存、相互作用和相互制约，共同组成了生物群落。生物群落又必须和环境相结合，在生物群落内部以及生物群落与环境之间都不断的进行物质和能量的转移、交换，这个物质和能量转移交换的综合体就是生态系统。生态系统生态学就是以生态系统作为研究对象的。

由于生态学研究的面很广，联系的事物又多，因此在它发展的过程中，就分出了许多分支学科。而首先涉及到整个生物学之中，出现了遗传生态学、生理生态学、细胞生态学及形态生态学等，从而推动了整个生物科学的发展。它又和环境条件相结合，形成了陆地生态学、土壤生态学、海洋生态学、淡水生态学等，促进了生物与环境之间相互关系研究的深入发展。生态学渗透到生产科学中去，形成了农业生态学、森林生态学、草原生态学等，为农、林、牧业生产作出了贡献。随着，又发展到整个自然科学领域中去，建立了数学生态学、物理生态学、电子生态学和化学生态学等。到了七十年代，由于人类生产的发展和社会活动的渗入，使生态学研究的范围扩大成为自然科学和社会科学的边缘科学，出现了经济生态学、

社会生态学等；并提出了污染生态学的概念。还有环境科学的兴起，都是生态学发展的趋势。

第四节 生态学的任务和生态学的研究方法

一、生态学的任务

研究生态学，应该明确这门学科的主要任务。但是在不同研究水平上，研究的目的不尽相同，因而任务的重点也不可能完全一样。

个体生态学是建立在生物种的个体发育和系统发育与环境间所存在的必然联系上，揭示这种自然规律，是研究个体生态和进化生态理论的任务。以此为依据，从生物与环境相互关系的规律出发，就能够更好的控制和调节生物与环境间的关系。一方面改善环境条件，以满足生物对环境条件的要求；另一方面，又要充分发挥生物的生态适应潜力，使其能够更充分的利用环境资源和能源，提高对环境条件的利用率，从而最大限度的发挥生物的增产和优质潜力，这是个体生态学的重要任务。

由于环境对生物群落的结构和功能、形成和发展的作用，这样建立在生物群落与环境之间所存在的各种相互促进和制约的生态关系上。这种关系是由一个普遍的自然法则所支配，这就是在生物群落内部的生物之间、生物与环境之间存在着能量传递、物质转化与循环，以及信息与调节等规律性，揭示这种自然规律，就成为生物群落和生态系统理论的研究任务。而应用群落和生态系统的理论，可以深刻地说明群落的结构、功能、形成和发展，它们和环境的关系，以及因环境变化而发生生物相应变化的内在规律，从而去充分利用和改造群落，发挥群落的生产潜力；同时，可利用群落改造环境，以维持和提高生态系统的平衡水平。在这种基础上，还能够对生物群落和生态系统的变化和发展趋势，进行质量评价和科学预测。这样就会有助于农、林、牧、副、渔业生产力的发展，有利于维护和改善人类生存的自然和社会环境。

联合国“人与生物圈”研究计划，目的是为合理开发和利用生物资源，维护并改善自然和社会环境，提供科学理论和寻求最有效的手段，研究人的生活和生产活动对自然生态系统的影响，涉及一系列有关生态系统内部，生物种及群落与自然环境之间，以及生物与人类社会之间的基本生态规律问题。

生物是地球表面最基本的资源和生物能源的基础。工业生产过程中排放的有毒物质，也是通过生物的作用，一方面使净化而解毒，把生物资源转移到安全的贮藏库中；另一方面，因生物的富集能力逐渐加强，通过食物链而造成动、植物及人畜的严重危害，使生物资源受到破坏和损失。从生态学的角度研究这些问题，防治污染，维护和改善自然和社会环境，就是污染生态学的重要任务。

生态学理论来自生产实践，反过来又指导生产。如果将二者结合起来就会获得成功。反过来，如果违背了自然生态规律，就会受到大自然的惩罚。因此，我们要很好地学习生态学，为发展生产、改良环境和提高人类的生活而努力。

二、生态学的研究方法

研究生物与环境的相互关系，一般采用三种方法，即：鉴定动、植物的标本，只有确认

物种之后，才能进行调查和分析；野外观察，观察动、植物和环境条件的特点；野外和室内实验，研究动、植物的动态和成分时，必须进行实验。

生态学和其他所有科学一样，要采用精确的定量技术进行研究。在个体生态学的野外或室内实验方面，可以利用物理和化学技术对生物体及其自然环境因子的关系进行量的研究。在群体生态学方面，在自然条件下的种群、群落和生态系统也可以用先进的科学技术进行定量的实验，如利用电子仪器和遥感技术，对动、植物种群进行取样和测量。也可以用同位素来研究生态系统中的物质转移问题。利用统计学技术、数学模型和电子计算机科学来研究生态系统的结构和功能。此外，还可以给有关的各种系统创立数学模型和电子计算机模拟程序，用以预测一种因子或者综合因子作用而起的变化。

第二章 生态因子的分析

第一节 生态因子的概念及其作用的一般特征

一、生态因子的概念

简明地说,生态学研究的主要内容,就是研究生物与环境相互关系的规律。所谓环境,是指生物有机体生活空间一切作用因素或条件的总和。也就是说,环境是由许多要素组成的,这些要素或条件就叫生态因子。生态因子通常分为非生物因子和生物因子。非生物因子又称自然因子,包括光、温度、空气、水、土壤和无机盐等;生物因子包括环境中的动物、植物和微生物等各种生物之间的作用。除此之外,还有人类活动对生物的影响,称为人为因子。

在生态因子中,决定生物生长、发育、繁殖和分布的那些重要而必不可少的因素,称之为生存条件;其它次要的、对生物影响较小的生态因子,称为非生存条件。但是,在某些情况下,非生存条件通过对生存条件的影响,间接的与生物发生作用,其重要性也不可低估。

二、生态因子作用的一般特征

生态因子对生物的作用,具有以下特征:

(一) 相互联系的综合作用

环境中的各生态因子是彼此相互联系、相互影响的。它们并非单独对生物发生作用,而是综合地对生物发生作用。所谓生态环境,实际上就是许多生态因子组合起来的综合体。这些因子的作用在一定条件下,有主要和次要、直接和间接之分,对生物的影响是不等价的。但是,任何一个因子,都不能由另一个来代替,这就是生态因子的不可代替性和同等重要性规律。环境中任何一个单因子的变化,必将引起其它因子的变化。例如光照强度的变化,可直接影响空气温度和湿度的变化,也引起土壤温度、湿度和蒸发的变化。所以,自然环境对生物的生态作用,必然是各个生态因子共同组合在一起,相互联系、相互制约的综合生态作用。

一个生物个体、种群、生物群落生活空间的各种生态因子的综合作用,称为生境。它就是生物具体生长发育的环境,是生长地点全部生态因子的总体。

(二) 主导因子的作用

强调生态因子的综合作用,并不是把各种因子等同起来,而通常情况下,必有一个或两个是起主导作用的。这种主导作用包括两方面的含义,一方面,主导因子能对整个环境起主

导作用，它的变化，能引起全部生态关系变化。如空气由静风转向暴风时，引起光、温度、水分等条件的改变。另一方面，由于主导因子的存在与否和强度的变化，而使生物的生长发育、种群数量和分布发生明显的变化。例如小麦春化阶段的低温，动物卵孵化时的温度，都直接关系着生长发育；沙漠地区水分条件决定了动物为干性类型；而在森林地区，森林起主导作用，优势动物群为森林动物。

（三）耐受性定律

一种环境因子对于一种生物都有一个作用范围，即每一种生物个体对生态因子的强度水平，都有一个适应范围的限度，超出这个限度，生物体的生长发育、繁殖等一系列生命现象就会受到抑制，以至死亡。通常每一种因子对生物体的作用有三个基点，即最低点、最高点和最适点。最高点和最低点是一种生物有机体生命活动的两个极限，其间范围的大小代表着该种生物的耐受限度，也即适应幅度，一种生物对一种生态因子强度水平的适应幅度，称为生态幅或生态价。例如，玉米生长发育所需要的温度最低不能低于 9.4°C ，最高不超过 46.1°C ，那么玉米对温度的生态幅就是 $9.4^{\circ}\text{C}—46.1^{\circ}\text{C}$ 。

不同生物个体对同一生态因子的生态幅是不同的，有的较宽，有的较窄。生态幅较宽亦即生态价高的称广适性种；生态幅窄的为狭适性种。例如一种动物对温度有很小的忍耐范围，我们就称它为狭温性动物，若耐温范围甚广，就称为广温性动物。同理，根据生物对盐分、湿度、光、食物、栖息地等生态因子的适应范围，分别称为狭盐性、狭湿性、狭光性、狭食性、狭栖性或是广盐性、广湿性、广光性、广食性、广栖性等类型。

最适点是生态因子最适合生物有机体生命活动的强度水平。它并不一定恰好在最高和最低点的正中间，而是按照该种生物生理生态机能要求偏向一面。一种生物的生理机能趋向一种因子强度水平的最低点和最高点时，便趋向减弱，然后被抑制，表现种群个体数量减少、昏迷、休眠、蛰伏等状态，以至枯萎和死亡（图2—1）。

限制一种生物生长或存活的生态因子，叫做限制因子。环境中的任何因素，只要超出生物体对它的忍受时，都可以成为限制因子。例如在干旱地区，水分条件经常是某些生物的限制因素。根据沙漠地区的温度条件，两栖类是可以生活的，但由于湿度条件很差，从而限制了两栖类的分布；同样，在苔原地带尽管湿度大，水分多，但由于温度过低，即使在夏季也没有两栖类。其它因素，如矿质营养、光、食物、栖息地等都可以成为限制因子。当前，环境中污染物质在有些情况下也起着限制的作用。

（四）最低量律

一种生物必需有不可缺少的物质供其生长和发育，才能出现繁盛。在稳定的条件下，当某种矿质养分处于最低量时，便成为影响作物产量的限制因子，这时尽管其它养分过量，但仅受接近临界最低的一个限制着，这就是利比希（1840）的最低量律。利比希发现谷物产量往往不是由大量基本营养所决定的，如二氧化碳和水，因为这些物质在环境中往往是足量的，而是由植物所需的一些稀少元素，例如硼所限制。后来的生态学家，如泰勒（1934）对这个定律所包括的因子范围加以扩大，除营养条件外，还包括温度等因素在内，将这一概念加以扩大，并置于限制因子的广泛原理中。

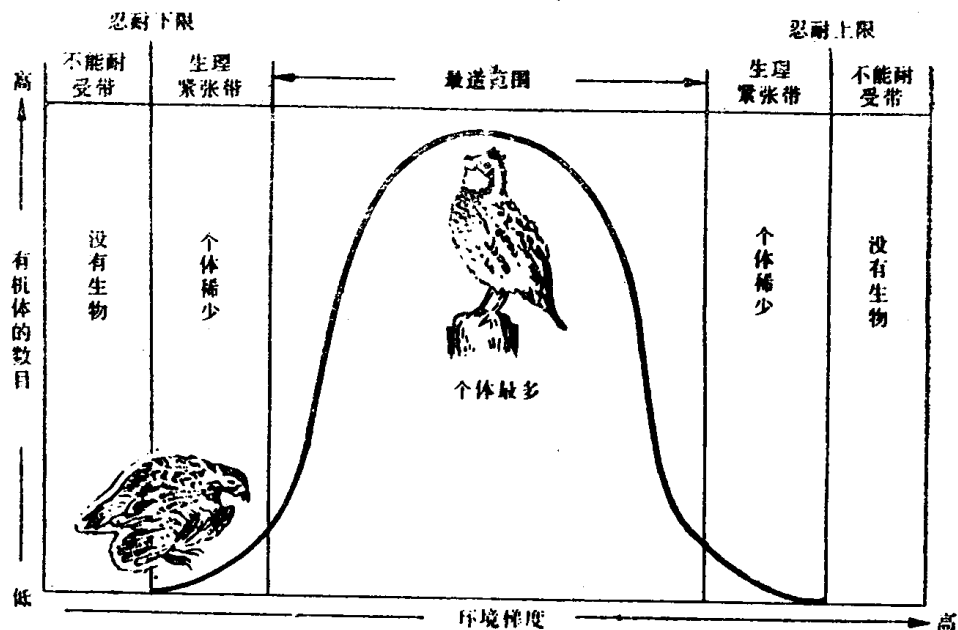


图 2—1 耐受性定律与生物分布和种群水平的关系 (据Shelford, 1911, 略作修改)

第二节 生物对环境的适应

环境作用于生物，生物适应于环境，这已是众所公认。什么是生态适应？生态适应就是生物随环境条件的变化，在形态结构、生理特性、行为方式和遗传本质等方面所发生的变异。适应性的起源，是环境对每一个种的个体大量发生的偶然变异长期不断选择的结果，是生物适应环境而进化的产物。一个突出的例子是在1850年以前遍布英国的胡椒粉蛾，栖息环境是附生浅色地衣的树干，当时，这种蛾子的体色与背景配合得很好；但工业发展带来的煤屑和烟灰，使树木沾满粉尘颜色变深，在这种条件下，一些颜色浅的飞蛾就易遭到天敌的袭击，而颜色较深的能躲过天敌的注意，对生存有利，因而在10年左右的时间内，原来到处可见的浅色蛾子少了，体色深的蛾子多了。颜色浅的受到淘汰，深色的得到了有益的适应。

一般说来，生物适应环境的方式可归纳为三个方面：形态结构上的、生理特性上的和行为生态上的适应。有时三种方式交织在一起，不能截然分开。

生物在形态结构上的适应性是相当普遍的，故常用“环境塑造生物”一词来说明生物与环境的这种统一关系。鱼类为适应水中生活，鱼体总离不开一个基本样式——鱼雷型，但是栖息在基底的鱼多变为背腹扁平形；珊瑚鱼为适应珊瑚枝空间的游动生活，鱼体为两侧扁平形。在鸟类中，为适应不同的食性，鸟的嘴形和脚趾发生了很大的变化。雀类钝形的嘴适于咬碎种子；鹈、莺、鹡的嘴细小尖锐，适于啄食小虫；鹰的嘴大而强壮，前端有锐钩，适于撕食小动物；鸭的嘴宽而具栉齿，可在水中滤食；鹈类的嘴直而细长，适于在水滨石缝和泥地上取食；啄木鸟嘴坚锐如凿，配上细而长的舌头，适于啄木食虫；鸬鹚嘴钝而坚，前端弯曲，适于咬碎坚硬的核果和种子。另外许多动物体态和器官的特化，以及保护色、毛羽、拟态、警戒色等也是动物形态结构适应环境的例子。在植物中，以形态结构适应环境变化的例

子,更是彼彼皆是,不胜枚举。例如水生植物为适应水环境,叶片的通气组织发达,有较大的细胞间隙,表皮不显著或完全没有,水中叶片缺少气孔,浮在水面的叶片表面气孔加多,茎部机械组织几乎完全消失等,都是形态适应的表现。

生物对环境生理上的适应性表面不易为人察觉,但却普遍存在。沙漠动物以盐的形式排泄尿素,使体内水分损失达到最少;生活在高山地的牦牛,其体内红血球运送氧的能力比平原地区的哺乳类强得多;阴暗环境里的植物,呼吸作用较弱,光补偿点较低;长期处在低温、干旱条件下的植物和微生物,原生质的水分降低,细胞液中的可溶性糖类增加,以此适应环境条件的变化。

第三方面是行为生态的适应,这是动物特有的一种适应。冬眠、夏眠、迁徙都属该种适应形式。昆虫等小动物在土壤中做垂直式迁移,鱼类的洄游等也属行为适应的表现。

在研究生物对环境的适应时,常把生物对环境条件的适应关系区分为趋同适应和趋异适应。

趋同适应 不同种类的生物体由于生活在相同的环境中,受到某种主导因子的长期作用,因而产生相同的或相似的适应方式,称趋同适应。这种适应使分类地位不同的生物产生相似的形态结构和生理上的一致性。某些进食同一特定食物的动物,虽属于不同的分类群,却产生一致的适应性,如分布在亚洲的穿山甲、非洲的土豚和美洲的大食蚁兽,它们的血缘关系极远,且分居三大洲,但都食蚂蚁和白蚁,于是都有长长的面部和筒状的长舌头,以及宜于挖破蚁穴的强壮脚爪。在热带雨林中,有很多具有柱状茎和板状根的常绿木本植物,但并不属于同一科。植物的生活型就是植物对相同环境条件进行趋同适应的结果,它是植物对于综合环境条件的长期适应,而在外貌上反映出来的植物类型。植物体的形状,大小、芽位的高低、落叶或常绿等均属外貌特征,同时,也要考虑植物生命期的长短,以及对恶劣条件的适应方式等。通常把植物分为乔木、灌木、半灌木、木质藤本、草质藤本、多年生草本、一年生草本、垫状植物等就是习用的生活型分类。在同一生活型中,常包括分类系统很不相同的许多种,然而它们的适应方式相同,且在外貌上是相同或相似的;相反同一科植物中,在生活型上却表现出极大的多样性。所以,通过生活型可以明显地反映出植物和环境间的关系。

趋异适应 同一种生物受不同环境条件的影响,因而产生不同的生态适应,称为趋异适应。趋异适应的结果使同一种生物产生多样化的生态类型,可较多地占据一定的小生境,减少了竞争。生态特征的多样化,也使更多的个体生活在同一环境中,充分利用环境中自然资源。多种特化结构的生物个体以不同的生态特性,从同一环境的不同小生境中取得能量,因而,趋异适应的生物学意义是很明显的。

在一定空间里某种生物的一群个体称为种群。种群是由个体组成的,而这些个体处在不同的小生境中,常受到这些具有差异性小生境的影响,产生具有遗传性的变异和分化,这样就在同一个种内分化成具有稳定形态、生理和生态特征的不同个体群,被称为生态型。显然,生态型是趋异适应的结果,是种内分化定型的过程。

植物生态型的形成可以由地理因素、生物因素或人为活动所引起,因而根据形成生态型的主导因子类型的不同,可以把植物的生态型分为:气候生态型、土壤生态型和生物生态型。例如籼稻和粳稻,晚、中、早稻都是受不同地区的温度、日照长度等气候因子的影响,

而分化形成的气候生态型。水、陆稻则是受不同土壤水分条件的影响而分化成的土壤生态型。

一般说来，生态型的分化与种的地理分布幅度成正比，凡是生态幅很广的广适种，所产生的生态型也多；生态幅狭窄的狭适种，形成的生态型就少。

生态型是同一种内表现为有遗传基础的生态分化，对它的研究，在理论上可以分析种内生态适应的形式，了解种内分化定型的过程和原因，对研究种的进化具有重要意义，而且在生产上也为选种、育种、引种和加速新种形成提供理论根据，已经越来越引起人们的重视。

第三节 光 与 生 物 的 关 系

光是太阳的辐射能以电磁波的形式，投射到地球表面上的辐射线。是一切生命的最终能源，是生物的一个极为重要的生态因子。它不仅直接影响生物的生长、发育、繁殖、行为和分布，而且被地表吸收后转变成热能，直接影响温度及其它气候和气象要素，通过降水量、风、湿度、土壤状态、水中含氧量、气压等自然因子的综合作用，间接地影响整个地区的生物，所以，太阳光能也为维持整个生命环境创造了必要的条件。

一、光与植物的关系

光对植物的生态作用可表现在以下三个方面：

（一）光质对植物的生态作用

一般说来，植物只有处在日光的完全光谱下生长发育才能正常进行。但是许多试验证明，不同波长的光对植物生长发育有不同的影响。光合作用过程中，植物并不是利用所有波长的光能，只有那些能被光合色素吸收的光谱段，才能用于光合生产。因此，把这部分波长的光，称为生理有效光或光合有效辐射。在生理有效辐射中，红、橙光是被叶绿素吸收最多的光线部分，并能促进叶绿素的形成，具最大的光合活性。其次是蓝紫光，也能被光合色素吸收和利用。绿光易被绿色叶子反射和透射，故很少被吸收利用，一般把绿光称为生理无效光。

不同波长的光不仅对光合作用具有不同的效能，而且直接影响光合产物的成分。红光利于糖类化合物的合成，蓝光则利于蛋白质的合成。因而在农业生产中，可通过不同光质控制光合作用产物，以此改善农业产品的质量。

不同波长的光在诱导形态建成、向光性、色素形成等方面，其作用也不相同。蓝、紫、青光能抑制植物的伸长生成和幼芽的分化，使植物形成粗矮的形态，还能引起向光性的敏感和促进花青素的形成；蓝光还能激化光合作用中同化 CO_2 的酶类；紫外线能抑制植物体内某些生长激素的形成，抑制茎的伸长，也能引起向光性的敏感性和促进花青素的形成。高山植物一般都具有茎干短矮、叶面缩小、毛茸发达、叶绿素增加、茎叶富含花青素、花冠颜色鲜艳的特点，除了与高山低温有关外，就是因为是在高山上，蓝、紫、青等短波光以及紫外线较多的缘故。

红光能促进种子和孢子的萌发，而红外光则抑制种子的萌发。红外线是转换热能的主要部分，是地表热能的主要来源，它对植物的影响主要是间接地反映在热效应上，所以红外线