



普通 生态学

下册

蔡晓明 尚玉昌 编著

北京大学出版社

普通生态学

下 册

蔡晓明 尚玉昌 编著

北京大学出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

普通生态学 下册/蔡晓明、尚玉昌编著. —北京:北京
大学出版社,1995

ISBN 7-301-02723-0

I. 普… I. ①蔡… ②尚… III. 生物学:生态学 IV.
Q14

书 名: 普通生态学(下册)

著作责任者: 蔡晓明 尚玉昌

责任编辑: 李宝屏

标准书号: ISBN 7-301-02723-0/Q·63

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话: 出版部 2502015 发行部 2559712 编辑部 2502032

排 印 者: 北京大学印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

850×1168毫米 32开本 16.75印张 440千字

1995年11月第一版 1995年11月第一次印刷

定 价: 17.50元

内 容 简 介

《普通生态学》(下册)包括生态系统生态学和应用生态学两部分。主要内容有生态系统成分、结构、功能等,重点对生态系统的四个流,即能量流、物质流、信息流和价值流作了详细的介绍,同时对生态系统的生物生产和资源分解也作了深入的论述。本书取材广泛,内容丰富,资料新颖,反映了当代生态学研究的新水平和新观点。

本书是作者在几十年教学实践的基础上编写而成的。本书可作为综合性大学和师范院校生物学系、环境科学系、地理学系,工科大学环境工程学系,农林院校及管理院校的本科生或研究生的教材,对一般生态学工作者也有参考价值。

目 录

第三篇 生态系统生态学	1
第十一章 生态系统生态学概论	3
第一节 生态系统的概念	3
第二节 生态系统的基本组成成分及其功能	8
第三节 生态系统的基本结构	16
第四节 生态系统的类型	23
第五节 生态系统的基本特征	27
第十二章 生态系统的环境与生物	29
第一节 环境的基本概念	29
第二节 自然环境	32
第三节 环境的理论和原则	38
第四节 动、植物的生态适应	46
第五节 环境因素的分类	52
第十三章 非生物因素的生态作用	55
第一节 气候及其生态作用	55
第二节 光对生物的生态作用	69
第三节 温度、热和生物的关系	81
第四节 湿度、水分和生物的关系	97
第五节 风对生物的生态作用	115
第六节 火对生物的生态作用	127
第十四章 土壤、生物因素的生态作用	133
第一节 土壤环境	133
第二节 土壤的物理性质及其生态学意义	137
第三节 土壤的化学性质及其生态学意义	142
第四节 土壤生物对土壤的生态学意义	145
第五节 生物因素的作用和特点	151
第六节 食物的生态学意义	152
第七节 取食对策	154

第十五章	生态系统的能〔量〕流〔动〕	160
第一节	能量的基本概念	160
第二节	能量流动的基本原理和模式	162
第三节	生态系统中能量流动的途径和速率	172
第四节	个体、种群、群落和生态系统层次上的能流分析	182
第五节	能量流动的研究方法	201
第六节	能量流动的生态效率	203
第七节	以能量为依据的生态系统分类	206
第十六章	生态系统的物质循环	210
第一节	生物地化循环的基本概念	210
第二节	水循环	219
第三节	气体型循环	225
第四节	沉积型循环	239
第五节	有毒物质循环	246
第六节	放射性核素的循环	256
第七节	生态系统的营养物质收支	265
第八节	生态系统中物质的再循环途径	267
第十七章	生态系统的信息传递	270
第一节	信息的基本概念及其主要特征	270
第二节	信息传递模型及信息的度量	273
第三节	信息化的植物亚生态系统	277
第四节	信息化的动物亚生态系统	285
第十八章	生态系统中的价值流	302
第一节	基本概念和特点	302
第二节	能值流	307
第三节	高寒草甸生态系统的价值流	310
第四节	留民营生态农业系统的价值流	313
第五节	经济生态学的形成和发展	316
第十九章	生态系统的生物生产	321
第一节	生物生产的若干概念	321

第二节	初级生产	324
第三节	全球初级生产量及其分布	344
第四节	次级生产	350
第五节	生物生产力的测定原理与方法	362
第二十章	生态系统中的资源分解作用	373
第一节	资源分解的基本概念	373
第二节	生物分解者	376
第三节	有机物质资源的分解过程	385
第四节	难降解的资源的分解	398
第二十一章	陆地和水域生态系统	407
第一节	陆地生态系统概述	407
第二节	农田生态系统	408
第三节	土壤亚生态系统	419
第四节	淡水生态系统	428
第五节	海洋生态系统	439
第二十二章	生态系统的发育和进化	461
第一节	生态系统发育的特点	461
第二节	生态系统的演替	463
第三节	生态系统中群落的物种动态	470
第四节	岛屿生物地理学说	472
第五节	生态系统的形成和进化	473
第六节	生态系统的平衡与永续利用	485
第四篇	应用生态学	491
第二十三章	生态农业	493
第一节	当代农业	493
第二节	生态农业的建设和发展	495
第三节	生态农业的概念和特点	497
第四节	生态农业的结构特点及其功能	499
第五节	生态农业的类型	505
参考文献	514

第三篇

生态系统生态学

第十一章 生态系统生态学概论

第一节 生态系统的概念

一、“生态系统”一词的提出

生态系统(ecosystem)一词是英国植物生态学家 A. G. Tansley(1871—1955)于 1935 年首先提出来的。Tansley 兴趣广泛,他对植物群落学进行了深入的研究,发现土壤、气候和动物对植物的分布和丰盛度有明显的影响,于是产生了一个概念,即居住在同一地区的动植物与其环境是结合在一起的。他在“植被概念与术语的使用和滥用”一文中指出:“更基本的概念……是整个系统(具有物理学的概念),它不仅包括生物复合体,而且还包括了人们称为环境的各种自然因素的复合体。……我们不能把生物与其特定的自然环境分开,生物与环境形成一个自然系统。正是这种系统构成了地球表面上具有大小和类型的基本单位,这就是生态系统。”Tansley 提出生态系统概念时,强调了生物和环境是不可分割的整体;强调了生态系统内生物成分和非生物成分在功能上的统一,把生物成分和非生物成分当作一个统一的自然实体,这个自然实体——生态系统就是生态学上的功能单位,例如,森林群落与其环境就构成了森林生态系统,草原植被与其环境就构成了草原生态系统,而池塘中的鱼、虾和藻类等生物与水域环境就构成了池塘生态系统。

与此同时,前苏联植物生态学家 V. N. Sukachev, (1944)在深入研究植物群落中种间和种内竞争的基础上,提出了生物地理群

落 (biogeocoenosis) 的概念。生物地理群落是指在地球表面上的一个地段内, 动物、植物、微生物与其地理环境组成的功能单位。他强调了一个空间内, 生物群落中各个成员和自然地理环境因素之间是相互联系在一起的整体。实际上, 正如 1965 年在丹麦哥本哈根召开的国际学术会议上认定的那样, 生物地理群落和生态系统是同义语。

此外, 还有一些与生态系一词相类似的概念, 如: 生物群落 (biocoenosis, K. Möbius, 1887), 微宇宙 (microcosm, S. A. Forbes, 1887), 生物系统 (biosystem, A. Thienemann, 1939) 等。这些概念都不如生态系统的概念简明, 因而未被广泛应用。

二、生态系统的定义

生态系统是指在一定时间和空间范围内, 由生物群落与其环境组成的一个整体, 该整体具有一定的大小和结构, 各成员借助能量流动、物质循环和信息传递而相互联系、相互影响、相互依存, 并形成具有自组织和自调节功能的复合体。

生态系统定义有 4 点基本含义: 第一, 生态系统是客观存在的实体, 有时间、空间的概念; 第二, 由生物成分和非生物成分所组成; 第三, 以生物为主体; 第四, 各成员间有机地组织在一起, 具有统一的整体功能。

生态系统的范围可大可小。通常可以根据研究目的和对象而定。最大的是生物圈, 可以看作是全球生态系统, 它包括了地球上的一切生物。小的如一块草地、一个池塘等, 甚至一个养鱼缸、一滴含有藻类、微小动物和细菌的水滴也可看作一个生态系统。

三、生态系统概念的发展

生态系统的概念由 Tansley 提出来以后, 作为一种理论受到许多人的赞赏。半个多世纪以来, 许多生态学家对生态系统理论和

实践作出了巨大贡献。例如, Thienemann (1939)提出了营养阶层的概念。Leibing (1940)提出了生态能量学的概念。Brige 和 Juday 在 40 年代就有了初级生产的思想, 并提出营养动力学的概念。

R. Lindeman(1915—1942)对生态系统的研究作出了卓越的贡献。他在对湖泊生态系统进行深入研究的基础上, 揭示了营养物质移动规律, 创建了营养动态模型, 成为生态系统能量动态研究的奠基者。他以科学的数据, 论证了能量沿着食物链转移的顺序, 提出了著名的“百分之十定律”, 标志着生态学从定性走向定量的阶段。

R. E. Ricklefs (1979)在他的《生态学》一书中绘制了生态系统中物质循环和能量流动的基本格局, 形象地表明生态系统中生物和非生物成分间相互作用和相互依赖的关系; 它们通过物质交换而联系在一起; 驱使生态系统物质循环的能量来自太阳(图 11-1)。

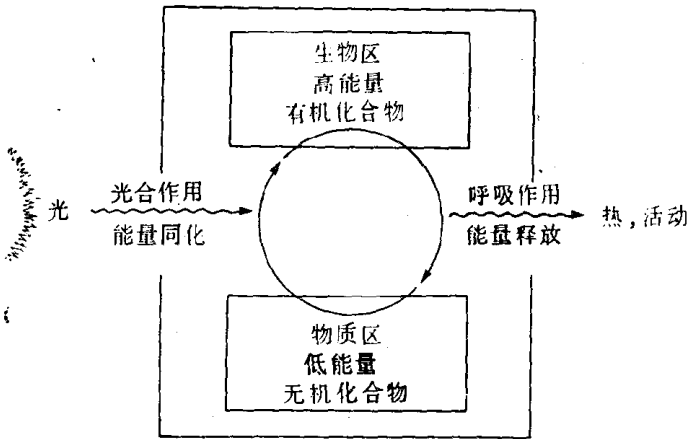


图 11-1 一个生态系统(仿 R. E. Ricklefs, 1979)

F. B. Golley (1960, 1968)曾对陆地生态系统中的弃耕地进行过营养结构及能量流的研究工作, 较深入地揭示了生态系统能量的渠道是食物链; 能量在沿着各营养阶层流动时是逐级减少的。

1990年在日本举行了第五届国际生态学大会,他作为国际生态学会主席在开幕式上作了“生态系统概念的发展——对序(order)的探讨”的报告,强调应加强人类活动对生态系统、生物圈和全球变化影响的研究。

在谈到生态系统概念的发展时,不能不提到 Odum 家族的工作。E. P. Odum 和 H. T. Odum 兄弟二人及 W. E. Odum 都是当代著名的生态学家,他们对生态系统概念的发展作出过杰出的贡献。

从 50 年代以来, E. P. Odum 就一贯强调生态系统研究工作的重要意义,并在营养动态和能量流动方面提出了许多新思想和新方法。H. T. Odum 对佛罗里达州银泉(Silver Spring)生态系统能流收支的研究,是当今生态系统水平上能量流动分析的典范。

他们的著作甚为丰富, E. P. Odum 的《生态学基础》不仅是一本现代生态学的教科书,而且是一部很有新意的著作。H. T. Odum 的《人和自然的能量基础》一书被誉为能量研究方面的经典著作。

E. P. Odum 提出了大小不同的组织层次谱系(图 11-2),进一步把生态系统的概念系统化。生态系统可以按照图谱所示,把研究对象划分为基因、细胞、器官、个体、种群和群落等几个层次。每个层次的生物成分和非生物成分(能量和物质关系)产生了具有不同特征的功能系统。

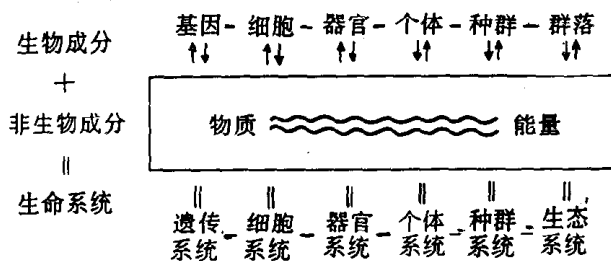
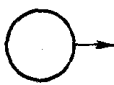
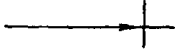


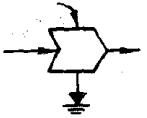
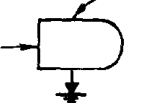
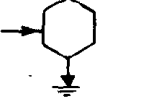
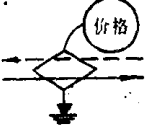


图 11-2 组织层次谱系

H. T. Odum(1983)创建了一整套能量的符号语言(表 11-1), 来描述复杂的生态系统。

表 11-1 生态系统中常用的符号语言

符 号	组件名称	含 意	用 途
	能 源	圆圈表示能源	可以表示太阳能、石油、煤炭等
	流动控制组件	将各组件联系起来 的能量流通道	可以表示能量流动的 多种情况
	贮存库	系统中贮存能量 的场所	表示能量贮存在油 库、水库等场所
	热 槽	能量的耗散,不做 任何功	存在于贮存库、工 作门、组件中要释放的 能量
	工作门	两个以上能的相 互作用	可表示两个以上能的 不同作用方式
	生产者	作为一个植物生 产者系统	表示低质量能转化为 高质量能
	消费者	通常是为异养生 物	表示动物、微生物等
	交换组件	能量和资金的流 动。能量向一个方 向流动,资金向另 一个方向流动	表示资金、能量的流 通

第二节 生态系统的基本组成成分及其功能

一、生态系统的基本组成成分

我们先来考察两个生态系统：森林生态系统和池塘生态系统。

在森林生态系统中(如我国长白山的温带森林生态系统)，有一定的光照、温度、水分、空气和土壤等环境条件，在这里生活的植物种类主要有红松(*Pinus koraiensis*)、沙冷杉(*Abies holophylla*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、糠椴(*Tilia mandhurica*)、槭树(*Acer sp.*)等乔木，还有各种灌木、藤本和草本植物；动物中有梅花鹿、野猪、东北虎、黑熊，还有小型动物如哈氏蟆、蟾蜍、蛇、鸟和昆虫等；森林中还有许多细菌和真菌。乔木、灌木和草本等绿色植物通过叶子中的叶绿素吸收太阳能，把水和二氧化碳合成碳水化合物，将光能转变成化学能。森林中的其他成员，如梅花鹿、野猪等以草、树叶和嫩枝为食，并被东北虎和黑熊所捕食；昆虫以草、树汁、树叶等为食，继而被哈氏蟆、蟾蜍、鸟类所捕食，哈氏蟆、鸟类又被蛇和老鹰吃掉；灰鼠、松鼠等以红松种子为食，它们又成为黄鼠狼、紫貂的食物。所有这些动植物的枯枝、尸体又被细菌和真菌分解，使复杂的有机物变为简单的无机物再回归到土壤、大气中，供植物重新利用。在这个系统中，森林不仅给动物提供了食物和能量，还为动物提供了栖息地和庇护所。森林中的光照、温度、水分和土壤等环境条件有利于林中生物的生存。如果森林被砍伐或火烧，森林生境被改变，森林中的动物就会失去食物和栖息地。如果森林中昆虫、鹿、野猪等数量太多，它们也会给森林的正常生长和更新造成威胁。由此可见，森林中所有生物都是直接或间接地相互联系、相互依赖的(图 11-3)。

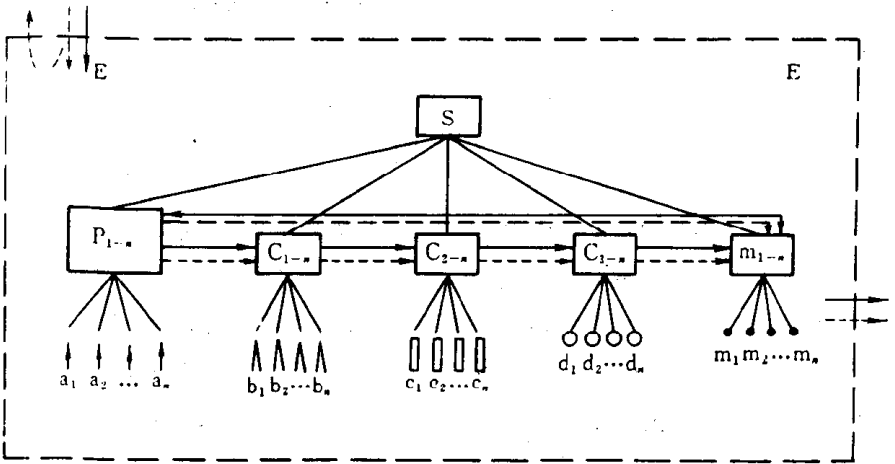


图 11-3 生态系统中生物组成的不同水平示意图。虚箭头代表能量；箭头代表物质。
 a, b, ...m 分别为生物的个体； P_{1-n} 为生产者种群； C_{1-n} , C_{2-n} , C_{3-n} 分别为 1 级、2 级
 和 3 级消费者种群； m_{1-n} 为分解者种群；S 为生物群落；E 为非生物环境

池塘生态系统包括池塘的水体、底泥以及生活在其中的各种生物。水体在阳光的照射下，有一定温度。水体含有丰富的氧气、二氧化碳和无机盐，有一定 pH 值，底泥中含有丰富的有机质等。在岸边和浅水处常生长着芦苇、香蒲和莲等，在水域中生活着各种藻类、浮游动物以及虾、鱼、昆虫、蚌、蛤等，有时水面上也会有野鸭、水鸟等。当然，水和底泥中还有大量的细菌等多种微生物。在这个系统中，浮游植物利用太阳能进行光合作用，而浮游动物、虾、小鱼则以浮游植物为食，大鱼捕食小鱼，青蛙捕食昆虫。如果池塘干涸，池塘中的这些生物也会随之迁移或者死亡。这些池塘中的多种生物也和森林中的情况一样，都是直接或间接地相互联系、相互依赖的。

从以上两个例子可以看出，所有生态系统，不论是陆地还是水域，都可概括为非生物和生物两大部分或非生物环境、生产者、消费者和分解者四种基本成分。其中非生物环境包括光、热、气、水、

上和营养成分等,它们是生物生活的场所和物质,是生物能量的源泉,可统称为生命支持系统。

生产者指的是绿色植物等自养生物。包括树木、草和水域中的藻类等,这些生物可进行光合作用,制造有机物质。消费者指的是各种动物,它们不能直接利用太阳能来生产食物,只能直接或间接地以绿色植物为食,并从中获得能量。分解者主要是细菌和真菌等微生物。它们的主要功能是把动植物的有机残体分解为简单的无机物,这些简单的无机物在回归环境后可被生产者重新利用,所以分解者也称为还原者。三种生物成分与非生物的环境联系在一起,共同组成一个生态学的功能单位——生态系统。其组成可以总结如图 11-4。

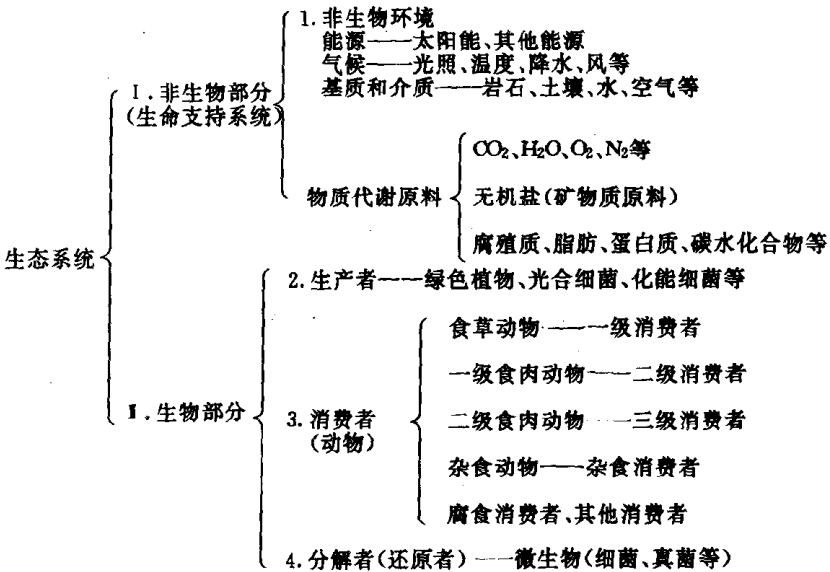


图 11-4 生态系统的组成成分

需要指出的是,生物部分和非生物部分对于生态系统来说是缺一不可的。如果没有环境,生物就没有生存的空间,也得不到能量和物质,因而也难以生存下去;仅有环境而没有生物成分也谈不