

[英]J·M·安德森 著

蒋志学 温世生 译



HUANJINGSHENGTAIXUE

环境生态学

生物圈生态系统和人

环境生态学

生物圈、生态系统和人

(英) J.M.安德森著

蒋志学 温世生 译

辽宁大学出版社

一九八七年·沈阳

责任编辑 徐 速
封面设计 邹本忠
插 图 邹本忠
 温世生
责任校对 马 静

环 境 生 态 学

生物圈、生态系统和人

蒋志学 温世生 译

*

辽宁大学出版社出版 (沈阳市崇山西路3段4号)

辽宁省新华书店发行 沈阳第二印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.75 字数: 150千

1987年8月第1版

1987年8月第1次印刷

印数 1—3.500

*

统一书号: 13429·024 定价: 1.30元

ISBN 7-5610-0069-3/Q·3

内 容 简 介

本书从生物圈、生态系统、群落和种群等不同的层次，精辟地论述了生态学的基本原理，详细地分析了生态系统的能量流动和物质循环。对初级生产和次级生产过程及分解作用，也做了较为详细地阐述。本书的特点是运用生态学的基本原理，从不同的方面阐明人类活动对环境的影响，以及解决环境问题的生态学途径。

本书可供生态学和环境科学工作者，以及大专院校有关专业的师生参考。

本书是根据1985年俄译本译出。

J. M. Anderson

Ecology for Environmental Sciences: Biosphere, Ecosystems and Man

Edward Arnold, 1981

Дж. М. Андерсон

Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек

Перевод с английского А. Г. Лапеняса

Редакция

д-ра физ.-мат. Наук Э. К. Бютнер

канд. биол. наук К. И. Кубах

Гидрометеиздат, Ленинград, 1985

序 言

又提供一本普通生态学教科书,需要作一番解释,因为这类书现有的已经不少。近年来生态学在各方面都发展得很快,要在普通教科书中增添新的资料,而又保留基本内容,这就势必使增添的新资料多少受到实际限制。例如,有一本关于环境科学的教科书,就其三个版次来说,该书的重量或页数,实际上完全是按指数增长的。如果它的声誉不下降,就可以予测到九十年代中期将会出版一本重55公斤的巨著。然而,近年来趋向于出版一些篇幅较小、专业性强的教科书,以便学生汇集起来,生态学多方面内容形成更加综合性的论述,这就比由一、二位作者撰写更加切合实际。

因此,这本书并不是生态学的包罗万象的概论,然而它可以作为大学一年级和二年级课程的核心教材,用来说明研究生态问题的不同途径。作为核心教材,其内容可以引用书末所附载的文献加以扩展。

在本书的第一部分中,从组成环境科学的不同学科的观点,讨论生态系统的结构和功能,这样,从地质学家和地理学家的观点,描述生物圈和生态系统,生物学的细节甚少。而在讨论群落和种群时,则更多的是生物学者的领域。在结构的每个层次上,采用整体论观点,然后再讨论各个组成部分。在每种情况下,都引用实际的例子,而避免不必要的理论细节。在全部讨论中都特别着重人类对环境的影响。

在第二部分中,详细地阐述了初级和次级生产过程,以

及分解作用，包括农业产量、家畜和其它蛋白质的来源，以及分解作用的应用。这些材料的大部分在一般生态学教科书中是没有的。我发现这些材料引起学生相当大的兴趣和议论。

J.M.安德森

1980年于埃克塞特

俄文版序言

国内外许多著作已就特殊的和一般的生态学问题作过介绍。例如，曾经发表的这类著作有：Ю. 奥德姆的《生态学基础》（莫斯科：世界出版社，1975）、B. 拉尔赫的《植物生态学》（莫斯科：世界出版社，1978）、P. 里克列弗斯的《普通生态学原理》（莫斯科：世界出版社，1979）、Э. 比安克的《进化生态学》（莫斯科：世界出版社，1981）、Ф. 拉姆达的《应用生态学基础》（列宁格勒：水文气象出版社，1981）等。因此，这就产生了翻译出版1981年在伦敦出版的J. 安德森的《环境生态学》这本书是否合适，是否值得的问题。作者本人似乎也曾就该书的出版，对读者作过解释，因为在生态学方面著作的数量，是按指数增长的。我们认为这种解释是不必要的。首先，因为在生态学方面没有、也不可能有一部包罗万象的著作；其次，因为生态学属于急剧发展的科学，精通业务的专家新的著作不断出现（尤其是以广大读者为对象的著作），在这些著作中反映了这方面的最新成就，因而，不可能不引起人们的兴趣。

近年来生态学文献的着重点有了突出的改变。更多的注意力已不再只是简单地针对“住所—生活环境、生境”（即关于“住所”的学说，人类在这“生境”中又占有完全统治的地位），而是受人类干预所引起的环境变化。其实，目前已不可能在生态学与环境保护之间划出一条界线。本书作者从不同方面考察论述人类与其周围环境之间相互作用的问题。

题，而这恰恰正是本书的核心。

本书虽然篇幅不大——作者显然成功地避免了《恐龙综合症》) IO. 奥德姆)*，但能使人们获得有关种群变动、能量沿食物链传递、以及元素的生物地化循环等方面的知识。显然，不应当藉口对每一个具体问题没有详细阐述，而对作者提出苛求。比较详细地阐述种群变动问题的书，有Θ. 比安克的专集《进化生态学》，而按P. 加列尔斯和P. 马克列奇所著《沉积岩的进化》或A. B. 罗诺娃的《地壳的沉积》等书对地球化学循环进行学习，将会更好。倒不如说正是由于没有过于详细地阐述，以及作者善于合理地描述一般的情况，才为极为不同领域的专家提供了诱人的、通俗的著作。作者不同意IO 奥德姆提出的在环境中禁止人类干予的观点，因为它可能属于幻想。十分明显，技术发展决不能停滞不前，决不能停止开采化石燃料（动力的基础）或停止工厂的建设和生产，比如象氮肥或洗衣粉的生产。专家们的任务是寻求解决问题的途径，以便从破坏中拯救我们的“住所”，予先防止可能出现的生态危机。J. 安德森认为这一途径就在于建立无污染工业。这个观点是非常诱人的。它将会成为消除一切灾祸的灵丹妙药！

我们希望J. 安德森的著作能拥有广大的读者

Θ. K. 波尤特涅尔

K. N. 科巴克

* 双关语，指大而无当。一译者注

目 录

第一章 绪论：生态系统的结构·····	1
第二章 生物圈·····	8
气候、天气和能·····	8
水和水文学循环·····	10
地质循环·····	14
生物地化循环·····	15
第三章 生态系统·····	38
陆生物群落·····	38
集水区生态系统功能规律性的测定·····	41
生态系统的结构和功能·····	45
第四章 种群和群落·····	70
种群的确定·····	70
种群的研究·····	70
年龄结构和死亡率·····	72
种群的增长和繁殖·····	75
自然种群的自我调节·····	78
调节过程·····	81
人类种群·····	96
群落的特征·····	100
演替·····	110
第五章 初级生产力·····	115
光合作用和呼吸作用·····	115

净初级生产力的全球分布	120
污染物对初级生产力的影响	124
全世界农作物的生产	126
第六章 次级生产力	133
种群内的能流	134
营养级间的生产力和能流	137
畜牧业生产和蛋白质的其他来源	142
第七章 分解	149
影响分解过程的因素	150
生物	153
基质的特性	161
分解速度依赖的环境因子	167
分解过程在实践中的意义，废弃物的生物处理	171
文献目录	181
译后记	205

第一章 绪论：生态系统的结构

生态学研究生物同环境的相互作用。“环境”这个术语往往被简单地解释为生物生存地区的物理—化学条件。然而每种生物不是孤立的，因此，在从事植物学、动物学、遗传学、生物地理学和生物化学的研究时，不能不考虑它们生存环境的生物组成部分。

生物对环境的适应，形成一个统一的系统。因此，只有从综合的角度，也就是全面地阐明系统及其各组成部分之间的相互关系时，才能对一定生态系统的存在状态，进行回答。不用这种研究方法，在予测环境发生自然改变或人为对环境产生影响引起生态系统的后果时，就会增加错误推测的可能性。

目前描述大约100万种植物和150万种动物，但只有其中的少数种类从生态学观点进行了研究。不同种类出现的越多，我们对它们的相互作用知道的就越少。对包括三个以上相互作用物种的生态系统，我们就知道的很少。为了解释各种生态现象，经常充分地研究环境的基本物理特征。然而，在进化过程中，还必须考虑竞争，以及猛兽与牺牲者的关系等决定生物进化的基本生物因子。与单纯作用有本质不同的各种组成成分的总的作用，即各种生物与非生物的作用，也是生态学的研究对象。

在这里可能出现这样一些问题，比如，对杀虫剂的影响，飞机发动机的排放物对同温层污染生态后果的予报等具

体问题，采取某种一般性地解释。这在正确地选择对不同组建水平（整个地球、生物圈、生态系统、群落、地区性的种群）的生态系统产生有代表性的影响范围时，是可能的。如果研究这些生态系统是怎样的一个“黑箱”的总和，它的进口和出口的参数可能改变，那么，可以测定其中的每一种机能，不必提出整个客体的内部结构。如做不到这一点，那么，或者可以试图打开箱子看一看它是怎样建成的，或相反，研究它的更大的系统是怎样建成的。对揭示各种生态系统结构和功能的两种处理办法，将在第三章加以阐述。

我们将从最大的生态系统——地球，所具有的问题谈起。如果忽略了超过大气层上限无关重要的物流，那么，在地球上物质的通常数量既不会减少，也不会增加。太阳辐射能首先被行星吸收，剩余的辐射能被辐射到长波段的宇宙空间。其实，地球也是一个封闭系统，仅经过它的边界研究物流和能流，我们不能得到关于地球结构的信息。借助于对来自地球内部微弱暖流（与来自太阳的辐射相比而言）的研究，可以获得关于地球内部结构的某些认识。

在我们这个行星的范围内，可分为若干具有不同组建水平的生态系统。生物圈—地球的一部分，是最大的生态系统，在这里栖息和繁衍着生物。根据这个认识，在生物圈中包括地球坚硬的外壳部分（岩石圈）、由水组成的外壳（水圈）和由气体组成的壳（大气圈）。生物从非生物环境中获得许多存在于自然界中的化学元素，而后经过排泄和腐烂重新归还给非生物界的矿质贮存库。各种物质循环的总和在岩石圈、水圈和大气圈之间形成强大的元素循环，称为生物地化循环。根据热力学的基本定律，在生态系统中能量由一种形式转变为另一种形式。这样，太阳能在植物（自养植物）的光

合作用过程中被固定，并在植物、动物、真菌以及多数细菌的新陈代谢过程中，以热能的形式被释放。

生物在生物圈中的分布是不均衡的，生物依赖于气候和其它因子而集中成各种动物和植物类群。比较大的类群可以称为生物群落（冻原、泰加群落、温带阔叶林、草原、热带森林等）。虽然“生物群落”这个术语通常用来做为陆生生态系统的标志，但海洋和淡水生态系统也具有生物群落的特征。

就生物群落的特点而言，其成分是不同的。这样，在森林群落中就有由一种或几种树木组成的森林类型。因此，我们可以根据它们的植物区系和动物区系的类型对生物群落进行分类。在植物和动物之间强烈地进行着物质和能量的交换，称为生态系统。下面将指出，可以选定具体的生态系统，并借助于相应流的测定来研究它的内部结构。

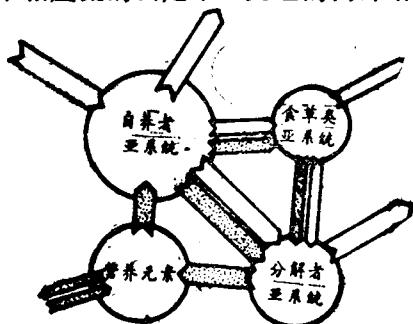


图1.1 生态系统的主要组成部分

在自养植物、食草动物、分解者亚系统和无机营养元素贮藏库之间的物质循环（划细线的箭头）。以太阳辐射的形式进入系统，并以新陈代谢热流的形式从系统排出的能（不是用细线划的箭头）。邻近的生态系统之间存在较少的能量交换，其物质交换则比较多，而生态系统内部的交换则较少。

任何生态系统都至少应该包括三个亚系统(图1.1):绿色

植物(自养植物亚系统),食草动物和食肉动物(食草动物亚系统),分解死的有机物的生物和吃这些生物的捕食者(分解者亚系统)。从大气和土壤中吸收的营养元素,在光能的作用下转变为植物的组织,这个过程称为初级生产。全部自养植物固定的能量和物质的总量,称为总初级生产量。植物在呼吸过程中失去一部分初级生产量,剩余的初级生产量称为净初级生产量。净初级生产量被异养生物消耗,异养生物在生产和繁殖过程中同样产生一定数量的物质,这些物质称为次级生产量。次级生产量的合成是在食草动物亚系统和分解者亚系统中完成的。由于全部物质进入分解者亚系统(在那里发生矿化)又重新转变成对植物有用的元素。从生态学观点出发,应当把这些元素区分为对植物有用的和较少有用的营养元素。在活的和死的有机物中含有的物质,必须与生物量相区别,生物量只是由活的物质组成⁽¹⁾。虽然物质在系统内可以多方面地被利用,但以太阳能的形式从外面进入系统内的能量,在新陈代谢过程中转变为热能是不可逆转的,这是所有生态系统特有的特征。

群落是一个极为随意的术语,它或者包括三个子系统,或者只包括其中的一个子系统,可以用来描述彼此之间相互作用比较小的动植物类群。每个具体的生物群落与整个生态系统的关系取决于它的界线选择。分出个别的植物群落或动物群落是很困难的,因为由生态系统的的一个部分向另一个部分过渡时,群落之间相互作用的强度变化很小。然而,通常我们不仅能分出具体的群落,也能测定它们的任何特有参数(如

1 在生态学的文献中可以发现对这个术语的各种解释,但它们适合于对活的和死的物质的区分,例如草和由腐殖质组成的土壤;在这里,这种草是生长着的。生物量这个术语的真正含义是指活的物质的“数量”

降解效率），也能测定群落之间相互作用的程度（如植物群落和动物群落之间相互作用的强度）。

由各种生物组成的种群是群落组成层次的最低等级。确定种群的空间范围以后，我们可以测定物流、能流以及生物的迁入和迁出的数量，利用获得的信息做出整个生态系统变动和稳定性的结论。种群内部的变动首先取决于出生率和死亡率的比例。与其它生物（竞争者、猛兽、寄生者）相互作用的程度，以及天气和气候，是调节这种比例关系的重要因素。

通常，在进化时，生物同气候条件及周围的其它生物可以达到平衡状态。其中，调节大气圈组成成分的生物地化循环，也基本上是保持不变的。系统恢复平衡状态的性能称为自我调节机制，它受正反馈和负反馈作用的调节。在图 1.2 中指出动物种群的自我调节机制的结构。在动物的优势种群中，开始时正反馈导致数量的指数增长，以后由于营养资源有限，使增长暂时停顿，而强烈的负反馈导致种群逐渐灭绝。象非常敏感的恒温器调节温度一样，种群的数量受自我调节机制的调节，正反馈和负反馈在这里很快地进行更替，保证平衡状态。实际上生态系统在任何时候也达不到绝对的平衡，它们仅仅能够偶然地通过平衡状态，说明调节结构的复杂性和它们的作用是迟缓的。

自我调节机制的确定，对生态系统的所有组建水平在任何外界影响下系统行为的预测，都具有重要意义。一定的生态系统抗拒各种外部影响的性能可用局部稳定性和整体稳定性的术语进行描述⁽⁹⁴⁾（图1.3）。在无关紧要的外部影响之后，恢复平衡状态的生态系统，具有局部的稳定性（例如，割草之后草原生物量的恢复）。如果在十分强烈的影响之后，系统仍可恢复平衡状态，这表示系统处于整体稳

定状态。北欧由冰河沙砾造成的蛇形丘可做为整体稳定性的例子。在旱河（加拿大）中投下肥料，只能对它的生态系统

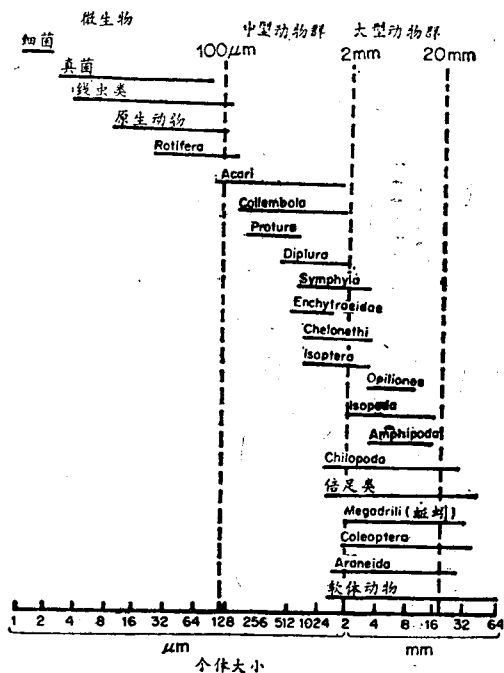


图1.2 在动物种群中调节营养资源有效利用率的自我调节机制

种群的数量取决于内部因素（基因型、年龄结构和种内竞争）和外部因素（天气、猛兽、疾病和种间竞争）。其中许多因素对动物食物的数量和质量给予直接或间接的影响。

产生暂时的影响，经过18年可使曾出现富营养化的结果（过剩的生物成分）消失。在蛇形丘，类似的现象甚至可在更大的范围出现。在华盛顿排放的污水，在1967年停止排放以后，完全得到改善⁽⁴⁵⁾。然而，有时群落不具有整体的稳定性，而只具有局部的稳定性。

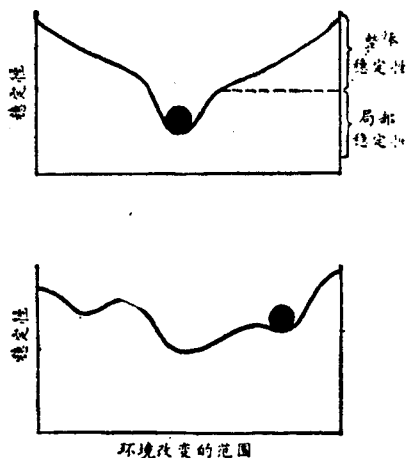


图1.3 局部稳定性和整体稳定性

生态系统(种群、群落)以安置在地形表面小球的形式表示,并且,它的位置取决于外部条件。这样的表面弯曲的深处,表示在测定稳态调节系统的过程中不同水平的稳定性。在1)的情况下,整体或局部受到任何影响时,系统都能够重新进入平衡状态。在2)的情况下出现的整

体平衡,如果外界影响超出某种临界水平,它可以改变。生态演替可以用球的形式表示,沿着具有局部稳定性地带倾斜地形的表面运动。在表面的最低点达到演替的顶极状态,并具有局部和整体的稳定性。

某些动物和植物可以改造环境,因此使环境渐渐变为对其它生物是有利的。生长在沿岸礁石上的地衣促进那里土壤的形成,并在那里出现草本植物,以后草本植物可以取代地衣,草本植物又同样被木本植物取代。这个过程称生态演替。群落一系列相互更替的最终成分—演替的顶极群落具有整体的稳定性。在烧光或砍光森林地方出现的草本植物,有助于已经消失森林地面的恢复。