

NONGYE SHENGTAI DE
JIBEN YUANLI YU SHIJIAN

农业生态的 基本原理与实践

马金华 刘永碧◎编著



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

农业生态的 基本原理与实践

马金华 刘永碧 / 编著



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

图书在版编目 (C I P) 数据

农业生态的基本原理与实践 / 马金华, 刘永碧编著.
—成都: 西南交通大学出版社, 2011.6
ISBN 978-7-5643-1208-4

I. ①农… II. ①马… ②刘… III. ①农业生态学
IV. ①S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 105202 号

农业生态的基本原理与实践

马金华 刘永碧 编著

责任编辑	牛 君
封面设计	原谋书装
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都勤德印务有限公司
成品尺寸	170 mm×230 mm
印 张	9.75
字 数	174 千字
版 次	2011 年 6 月第 1 版
印 次	2011 年 6 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1208-4
定 价	25.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

农业生态学 (Agriculture Ecology Agroecology) 是生态学在农业科学上的一个分支,是用生态学和系统论的原理和方法,将农业生物与其生存的自然环境作为一个整体,研究其中的相互作用、协同演变,以及社会经济环境对其调节控制规律,促进农业全面持续发展的学科。近年来,利用农业生态基本原理进行农业生产实践的应用也越来越广泛和深入。为更好地推动现代生态农业的发展,特别是构建新型农业形态、结构、功能及技术体系,我们结合教学、科研和生产实际,编写了这本《农业生态的基本原理与实践》。

全书共分八章,在简述了农业生态学的历史发展、研究对象、任务与特点等的基础上,结合农业生态的基本原理,较全面地探索了农业生态系统的物质循环与能量流动、农业生态系统的结构生产力、农业生态系统中的种群与群落、农业资源的生态-经济分析、生态系统的发展与生态平衡等方面内容,并对生态系统的研究方法也作了简单介绍。

本书编写分工如下:西昌学院马金华老师负责第一章至第四章以及第五章的第四节(约 76 千字);西昌学院刘永碧老师负责第六章至第八章(约 70 千字);塔里木大学的杨赵平老师为第五章前三节的编写作出了主要贡献(约 28 千字)。另外,本书的出版也恩受田秀山先生生前的大力支持,编写过程中还参考和借鉴了诸多文献,在此,谨向这些专家一并表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,错漏之处在所难免,恳望读者批评指正。

作 者

2011.4

目 录

第一章 引 论	1
第二章 生态系统的基本原理及农业生态系统的特点	6
第一节 生态系统的概念	6
第二节 生物圈中生物生命的基本现象	11
第三节 生态系统类型的划分和农业生态系统的特点	17
第三章 农业生态系统的物质循环与能量流动	22
第一节 生态系统中的物质循环	22
第二节 农业生态系统中的养分循环	28
第三节 生态系统中的能量流动	33
第四节 农业生态系统中能量的投入与产出	39
第四章 农业生态系统的生产力	42
第一节 有关生产力、周转率和生态效率的概念	42
第二节 生态系统中初级生产力及效能	45
第三节 农业生态系统中的次级生产力及效能	52
第四节 农业生态系统的结构与机能	56
第五章 农业生态系统中的种群与群落	61
第一节 种群的基本特征	61
第二节 种群增长方程在农业生产上的应用	71
第三节 生物种间关系	73
第四节 生物群落	80
第六章 农业资源的生态-经济分析	87
第一节 农业资源的分类	87

第二节	农业资源的特点与合理利用	89
第三节	实现农业现代化的途径与我国农业基本现状	91
第四节	正确评价我国的农业自然资源	95
第五节	我国农业可持续发展的战略目标及生态农业建设	111
第七章	生态系统的发展与生态平衡	116
第一节	生态系统的发展	116
第二节	农业生态系统的发展及类型分析	121
第三节	生态平衡与系统的稳态机制	126
第四节	生态平衡的失调与调节	132
第八章	生态系统的研究方法简介	140
第一节	试验观测	140
第二节	系统分析	140
第三节	模型与模拟	143
参考文献		147

第一章 引 论

一、生态学的历史和发展

自 1866 年德国生物学家海克尔 (E. Haeckel, 1834—1911) 首次将“研究生物与环境相互关系的科学”命名为生态学 (Ecology) 以来, 生态学的发展, 迄今已有 145 年的历史。

早在古希腊时代的一些哲学著作中就包含生态学的内容, 我国的古籍《管子——地员篇》(公元前 200 年以前) 中, 也有关于江淮平原上沼泽植物种类带状分布与水文状况的记录; 达尔文 (Darwin, 1809—1882) 著名的《物种起源》一书于 1859 年发表, 书中也记载了植物与土质的生态关系, 生物进化论学说的创立, 深化了我们对生物与环境相互关系的认识。此外, 瑞典的冯波斯特 (H. Vonpost) 于 1851 年对群落中的种群进行了定量研究, 创立了采样方法。他们都为生态学的诞生作出了贡献。

1895 年, 植物生态学创始人丹麦的瓦尔明 (E. Warming) 发表了《以植物生态地理学为基础的植物分布学》(德文版, 在译为英文时改名为《植物生态学》)。大约从 1900 年开始, 生态学才被公认是生物学的独立领域 (E. F. Odum, *Fundamentals of Ecology*)。同时, 生态学派相继出现 (主要有英美学派、法瑞学派、欧洲学派和苏联学派), 但由于各学派的研究受地区自然环境、文化经济的影响, 形成了不同的学术观点: 英美学派的主要观点是提出了生态系列、生态演替; 法瑞学派的主要观点是群落结构的研究; 欧洲学派继承和发展了瓦尔明的成就; 苏联学派在生物地理群落方面卓有创建。而各学派之间的争论为生态学增添了新的内容。

在各学派争论不休的情况下, 1935 年英国植物生态学家坦斯列 (A. G. Tansley) 在研究英国植被时, 提出了“生态系统 (Ecosystem)”的概念。他认为生物与环境之间形成一个不可分割的相互关联和相互影响的整体, 并于 1939 年在《英伦三岛及其植被》一书中提出了“生态平衡”的概念。

用自己的实验研究工作对生态系统学说加以肯定和发展的是美国耶鲁大

学青年教师林德曼 (R. L. Lindeman)。他对湖沼中生物及生物的转移进行了定量的研究分析, 于 1941 年发表了《一个老年湖泊的食物链动态》一文, 以确切的数据证明生物量 (Biomass) 随食物链的顺序而转移的规律, 并指出后一营养级的生物量只等于或小于前一营养级生物的 $1/10$ 。1942 年, 他又发表了一篇关于一个老年湖泊冬季嫌气微生物过程模拟试验的文章, 说明了自然生态系统中能量与物质的流动, 在不同营养级之间存在着定量关系, 并且是使一个生态系统稳定的因素。与此同时, 苏卡乔夫 (B. H. Cykaueb, 1880—1967) 提出了“生物地理群落”概念。他认为生物地理群落是地球表面上的一个地段, 即: 生物地理群落 = 生物群落 (植物群落 + 动物群落 + 土壤微生物群落) + 生态环境 (土壤环境 + 气候环境)。其含义与生态系统相吻合, 所以于 1965 年在丹麦哥本哈根会议上, 确定了“生态系统”和“生物地理群落”为同义语。

到了 20 世纪 50~60 年代, 随着世界人口的增长, 人类生产活动对自然环境施加的影响越来越大, 工业“三废”、农药化肥残毒、交通车辆尾气、城市垃圾等, 使环境严重污染。有毒物质经食物链急剧富集, 不仅危害动、植物, 而且危及家畜与人类的生命安全; 同时环境污染破坏了自然生态系统的自我调节和相对的生态平衡, 造成了自然环境和社会环境的恶化, 影响了生态平衡的维持。环境质量的改善, 成为全世界人民极为关心的重大问题。在联合国教科文组织的计划下, 1964 年组织了“国际生物科学研究工作计划 (IBP)”, 目的是推动一些国家对生态系统进行重点研究。1970 年教科文组织又建立了“人与生物圈计划 (MAB)”的国际大协作 (我国已于 1979 年参加了这项协作), 旨在研究人与环境的关系, 预测人类活动对自然界未来的影响和后果。1975 年又由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及自然环境保护, 以及维持改进生态系统的生物生产力。

今天的生态学已发展成为一门与创造和保持人类文明密切联系的科学。生态系统是其最活跃的研究领域。

二、生态学与其他学科的关系

生态学是一门以多种学科为基础的自然科学, 以研究生命系统与环境系统之间相互作用规律及其机理为内容, 但往往带来较浓厚的社会科学色彩。美国人奥德姆 (E. P. Odum) 认为, 从长远来看, 最好的定义是最短的和最

不专业的定义，如“环境的生物学”。

生态学在科学体系中的学术位置，首先服从生物学（生命科学）的划分（如图 1.1 所示）。把生物学这块“多层蛋糕”用两种不同的方法分割成许多小块，水平方向的分割通常称为“基本的分支”，因为它不限于特定的生物，而是所有生物共同的基础，如形态学、生理学、遗传学、生态学、进化学、分子生物学和发育生物学等。按垂直方向的分割，通常称为“分类学”的分支，它们论述特定生物种类的形态学、生理学、遗传学、生态学等，如动物学、植物学、细菌学等，还可以细分为藻类学、原生物学、昆虫学、鸟类学等，由此看出生态学是生物学的一个基本分支。

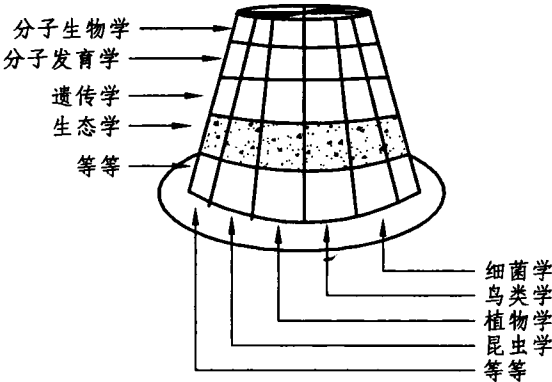


图 1.1 生物学“多层蛋糕”

划分现代生态学的方法也可用组织层次的概念来表示（见图 1.2），按由大到小等级的群落、种群、有机体、器官、细胞和基因是主要的生物层次，每个层次和环境的相互关系（能量和物质）产生了具有不同功能的系统。E. P. Odum 和 Smith 等认为生态学主要涉及有机体以上的系统层次（即谱的右侧部分）。

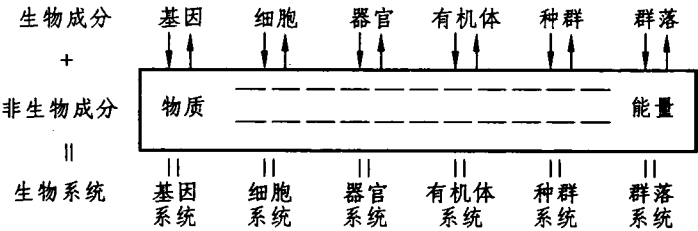


图 1.2 生物学谱（仿 Odum, 1971）

在生态学中用种群（Population）来表示一种生物的个体群，用群落

(Community) 或生物群落 (Biotic Community) 来表示占据一定区域的所有种群。群落和非生命环境相互作用在一起称为生态系统 (Ecosystem)。图 1.2 中从基因到群落呈现的连续状态, 表明单个的生物不能没有它的种群而长期生存, 就如同器官不能没有它的有机体而长期生存一样, 同样, 生物群落不能离开生态系统中的物质循环和能量流动而存在。不能说哪一个层次更重要、更复杂, 它们由左向右, 即由小单元向大单元进展, 由于稳态 (Homeostasis) 机理 (即控制与平衡, 作用和反作用力), 当较小单元在较大单元内发挥功能作用时, 就产生一定的整合作用 (Integration)。也就是说每个层次都可以形成自己的特征, 都可以进行定量研究。同时, 任一层次的研究成果都会对另一层次的研究有帮助, 但不能以各个分离的种群知识来推测生态系统的特征, 例如, 我们既要研究森林 (整体), 又要研究树木 (部分)。菲布莱曼 (Feibleman, 1954) 把这个重要法则称为“整合层次理论 (Theory of Integrative Levels)”, 表明随结构复杂化而附加了新的性质, 它为复杂系统的定量研究指出了途径。这一点对生态学家非常重要。

关于生态学的研究内容, 按生物学层次来划分, 可以分为个体生态学 (Autecology)、种群生态学 (Synecology)、群落生态学 (Community Ecology) 和生态系统生态学 (Ecosystem Ecology)。按照不同环境或栖息地来划分, 生态学可以分为淡水生态学 (Freshwater Ecology)、海洋生态学 (Marine Ecology) 和陆地生态学 (Terrestrial Ecology) 等, 将生态学理论应用于森林、草地和农田的研究, 于是又有森林生态学 (Forest Ecology)、草原生态学 (Grassland Ecology) 和农业生态学 (Agroecology) 等应用生态学的出现。

在现代科学发展中, 由于科学之间的相互渗透, 使生态学的分支学科不断出现。以系统论为基础的系统工程学与生态学结合, 形成的系统生态学, 是生态学方法的发展; 生态学与数学结合形成的数理生态学, 对于认识及阐明复杂系统的结构与功能, 提供了效的工具, 如系统分析、数学模拟, 用数学的抽象概念及推导方法进行模型试验, 对系统进行预测、控制和最优设计, 这将对未来的生态学 (即预测生态学) 起显著推动作用; 生态学、社会学及经济学的结合, 形成了经济生态学, 经济学和生态学在许多方面具有共性, 其规律可相互引用, 如平衡问题、结构与功能的最优化机理、政治因素 (政策问题) 在影响因素中的地位等, 对于人类强烈干预的人工生态系统来说, 它不是一个单纯的自然体, 而是自然经济生态系统。

此外生态学与化学、物理学、地理学等结合形成了化学生态学、物理生态学和地理生态学等分支学科, 并且不同程度地推动着整个生态学的发展。

三、农业生态的基本原理与实践的研究对象和任务

运用“系统解析”的数理模拟方法，对农田生态系统进行综合动态研究，是生态系统生态学理论应用于农业生产的较早实践。1979年出版的《农业生态学》(G.O.Cox, 等)，从世界粮食生产分析入手，探讨了农业生态系统的动态变化、农业的未来；指出要建立一个生态稳定的农业，必须把注意力放在与当地生态条件相适应上，要尽量利用可更新资源，节省不可更新资源；强调集约化农业不一定是高度机械化农业，农业的产量不仅要看成本，还要看生态效果。因此，农业问题实际上也是人类生活环境的问题，必须要用生态学的方法来解决。

根据我国农业生产实际，而建立起来的农业生态学应该是根据生态学的基本原理，用系统分析(Systems Analysis)的方法，重点研究农业生态系统的结构与功能系统的动态变化，以获得最大生产力和最佳生态效果为目的。其理论是基于自然界中不断进行的能量转化和物质循环规律，“环境资源 生物群体 人类技术经济”之间协调发展的规律等现代生态学规律建立起来的，其研究方法除自然科学常用的研究方法进行综合分析外，还采用系统的结构分析、系统的机能与生产力分析等研究其结构和机制与生产力之间的关系，农业生态系统的发展与进化，系统的稳态机制，系统的控制与管理，农业生物种群生态，以及农业资源的合理利用等。

农业生态的基本原理与实践的基本规律对于指导农业综合规划，农业资源的合理利用以及农业生产结构和生产布局等具有重大意义，掌握农业生态学的基本理论与知识，有助于高等学校农学类学生在实际工作中综合运用所学各门学科知识，更好地指导和管理农业生产，使农业生产能以最好的功能效率、最大的生产力，为改善人类食物供应和保护人类生存环境作出贡献。

第二章 生态系统的基本原理及 农业生态系统的特点

第一节 生态系统的概念

一、系统论思想的引入

系统论创始人奥地利理论生物学家贝塔郎非给“系统”所下的定义为：若干个相互作用的部分联系起来构成的有机整体。由于系统是一个相对的概念，任何研究对象都可以视为一个系统，一只手表、一座房屋、一台收音机是一个系统，一个农田、一块农场也是一个系统。系统具有以下特点：

(1) 系统是由很多相互联系、相互制约，并具有反馈作用的因子所组成。构成系统的各组成成分必具有相互依存、相互制约和互为因果的关系，如 $A \leftrightarrow B$ ，也是说不仅 A 作用于 B，B 也能作用于 A。

(2) 系统都具有边界。虽然边界是人为的，明确边界是为了便于研究边界内即系统内的事物。系统与外界环境之间通过输入和输出相互联系，因此系统可以看做一个输入和输出的转换器，它不断地与周围环境进行物质和能量交换，但系统仍是可以相对独立存在的。

(3) 系统是个整体。虽然系统是各组成成分之间相互作用的结果，但系统整体所表现出来的功能不等于它各组成部分功能的简单相加，即“系统整体大于它的各部分之和”（亚里士多德）。

(4) 必须具有共同的明确目的。如一座钟，由许多机件构成，各机件的性能虽不同，但共同的目的是报时。又如，一个牧场也应有一个主要目的，或生产棉花，或生产粮食，或养殖畜禽，或保持水土。根据系统整体的目的，决定系统中各组成部分的主次。

(5) 凡系统必具有一定的结构。所谓系统结构即系统内部各组成部分之间的量比关系。各组成部分是按严格的等级、层次进行组合的，是有序的而不是杂乱无章的；并且各组成部分是按一定的规律进行物质、能量交换和信息传递的，而不是随意的。系统内部都是有层次的，各层次之间是相互联系、相互制约的，特别是对于复合的大系统。即任何一个系统都有自己的亚系统、亚亚系统；同时，它又是另一个更大系统里的亚系统，例如，农场是一个系统，它可以细分为植物种植业系统、畜禽养殖业系统等，种植业系统可细分为粮食作物系统、经济作物系统……，而农场只是国家农业系统的一个部分。

二、生态系统的定义

美国生态学家坦斯列 (A. G. Tansley) 1935 年提出“生态系统”这一概念，他说：“我们对生物的基本看法是必须认识到，有机体不能与它们特有的环境分开，而且相互作用形成一个系统”。

生态系统确切的定义是 E. P. Odum 等予以完善的，所谓生态系统是由生境 (Habitat) 和占据该生境并联结在一起的生命有机体所构成的动态整体。在生态系统中，生命有机体和它的非生命环境彼此不可分割地联系起来，并不断相互作用，进行着物质的交换、能量的转化和信息的传递，具有一定的结构，执行一定的功能，成为占据一定空间的自然实体 (Self-Contained Entity)。其核心是生物群落，它具有自我维持/修补和重建的能力，因而使生态系统在一定范围内得以自我维持，系统内各过程在生物与环境的相互作用下，总是趋向于相对平衡，即系统具有使其内部各成分的数量关系和状态保持相对稳定的机能。

将生态系统中生命成分和非生命成分分别视为生命系统和环境系统，那么，生态系统就是生命系统与环境系统在特定空间上的结合。

生态系统与一般系统的区别在于：

(1) 在结构方面，生态系统是由有生命的有机体和非生命的物质结合而成的，不仅包括植物还包括与植物同栖居的动物、微生物以及环境中作用于生物的物理、化学成分。

(2) 生态系统通常与特定的空间相互联系，因而反映出一定的地区特性以及与此相联系的空间结构 (包括水平的二维结构和垂直的三维结构)。

(3) 生态系统具有发育、繁殖 (复制)、生长与衰亡等特征，因而可分为幼年期、成长期和成熟期等阶段，即表现时间概念的时间特征和从简单状态

转变到复杂状态的定向变化特征，即系统的发展演替。

(4) 生态系统的代谢作用是通过复杂的能量、物质转化过程完成的。因此，生态系统的生物成分通常具有生产者（植物）、消费者（动物）和分解者（微生物）三个不同营养水平及功能水平。

(5) 生态系统具有复杂的动态平衡特征，不仅存在着种内、种间以及生物与环境之间的功能协调，而且在整体出现平衡时，可能在亚系统的某一个作用过程中，存在着正反馈的瞬间不平衡。

(6) 人工控制的生态系统（如农业生态系统）不断从外界输入物质与能量，通过交换而输出，所以能量流动与物质转换过程是复杂的。

三、生态系统的组成

生态系统由有生命和无生命两大部分构成，非生命成分即无机环境，是生态系统工程中物质和能量代谢的来源，包括生命活动空间的三个基质，即大气（圈）、水（圈）和岩石土壤（圈）以及参与生物代谢的环境要素光、水、二氧化碳、氧气和各种矿物盐类等。生命成分包括所有的植物、动物、微生物等，按营养关系来划分，可分为自养成分（Autotrophic Component）和异养成分（Heterotrophic Component）。为描述方便将生态系统的组成为下列成分：

(1) 参加物质循环的无机物质，如 C、N、CO₂、O₂、H₂O、P、K、S、Fe 等。

(2) 联结生物和非生物部分的有机化合物，如蛋白质、脂肪、糖类和腐殖质等。

(3) 气候状况，如太阳辐射、温度、湿度、风等物理因素。

(4) 生产者（Producers），主要是绿色植物，也包括一些绿色和紫色细菌、蓝绿藻等。它们具有在日光下进行光合作用的特殊需要功能，能够把从环境中摄取的无机物质合成有机物质——碳水化合物、脂肪、蛋白质等，同时把吸收的太阳能转变为化学潜能，贮存在有机物质中。它们是生态系统中唯一能够利用简单无机物质为原料制造有机物质的自养者。太阳能只有通过生产者，才能源源不断地输入生态系统，成为地球上全部生命所依赖的唯一食物能源。

(5) 大型消费者（Macroconsumer），又称消费者（Consumer），是异养生物，主要是吃食其他生物或有机物颗粒的动物。根据食性不同可区分草食

动物 (Herbivore) 和肉食动物 (Carnivore)。以草食动物为食的动物称二级消费者，以二级消费者为食的动物，称三级消费者。寄生者 (Parasite) 是特殊的消费者。消费者在生态系统中的地位是完成物质循环和能量流动的一个环节。

(6) 分解者 (Decomposer)，又称腐养者 (Saprotroph) (Sapro=腐解) 或渗养者 (Osmotroph) (Osmo=渗透)，属异养生物，主要是细菌和真菌，也包括一些原生物 (眼虫、草履虫等) 及腐食性动物 (如蚯蚓、蟹、食枯木的甲虫、白蚁及软体动物等)。它们分解动物有机残体、排泄物，吸收某些分解产物并释放出能为生产者利用的无机营养物，也释放出作为其他生物抑制或兴奋剂的有机物质，它们在生态系统中是不可缺少的成分。生态系统中各组成间的相互关系如图 2.1 所示。

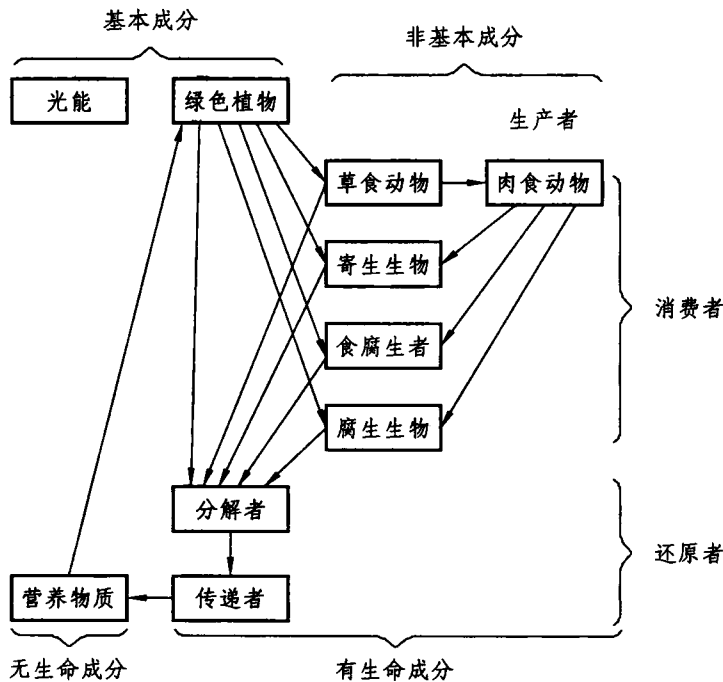


图 2.1 生态系统成分的性质和相互关系

四、生态系统模式

图解法是研究系统常用的一种方法，就是把实际情况用具有代表性的模

式来表示，以便于理解，例如 $A \leftrightarrow B$ ，A 影响 B，B 反过来又影响 A。研究生态系统中的因果关系时，常用分室（Compartment）模型或库（Pool）模型，图 2.2 所示的是系统分室模型。

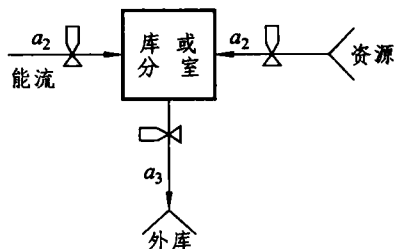


图 2.2 分室模式示意

图 2.2 中“→”表示能流或物流的方向，“ a_1 、 a_2 、 a_3 ”为三个变化率，该库的大小由三个变化率来控制，库大小，可以是某种物质（元素）的数量，也可以是有机体的数目。运用分室模型的概念来看一个生态系统，譬如，磷在系统中的变化，树木含有磷，树木是磷的一个分室（或库），土壤中也含有磷，土壤是磷的又一个分室，还有枯枝落叶层、树木上的昆虫，都可能是磷的一个分室（或库）。对于一个库来说既有流入库，又有流出库，对于一个系统来说也有流入和流出，只是对于封闭系统来说，系统的源（Source）、外库（Sink）就没有意义了。

源是外库的反义词。判断有没有无限的源与外库，要看系统的边界如何划定。图 2.3 中，磷矿是农场磷的源，河流是农场磷的外库。系统磷流出进入河流，是系统磷的流失，磷的源和外库都可能是无限的，因为外库对于源无反馈作用。如果以一个国家或全球为一个系统，虚线为系统的边界，则磷矿、农场、河流分别是系统中的一个库（或分室）。这时磷矿作为源是有限的，因为无论是一个国家或全球，磷矿中的磷储量都是有限的，因此，要有扩大边界后的大系统观念，才有益于对问题的研究。

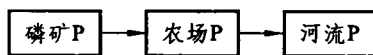


图 2.3 源与库中的 P

例如，一个土壤学家，当他不具有大系统观念时可能只研究磷肥施用量与作物产量的关系，磷肥施用量增加，产量增加；一旦扩大边界范围，用大系统的观念进行研究时，他可能改变方案，选用需磷少的植物，来适应土壤含磷少的特点。

第二节 生物圈中生物生命的基本现象

一、自然界中有机物质的生产与分解

在生态系统各类生物的共同作用下，不断地进行着有机物质的生产与分解。有机物的生产与分解关系着大气中 O_2 和 CO_2 的含量高低，大气中 CO_2/O_2 比值影响着气候的变化。地球上生物的光合作用每年生产的有机物质，与生物呼吸活动所氧化的有机物质大致平衡。但这个平衡并不是严格的，在地质史中（约 6 亿年前）曾经出现过有机物质生产大于消耗与分解的时期，多余的有机物质形成化石，并埋藏起来成为今天的矿物燃料。

1. 自然界中有机物的生产过程

绿色植物（包括藻类和高等植物）是有机物的主要生产者，并且是地球上生命活动所需要氧气的主要供给者。其次光合细菌大多是水生的，在有机物质中虽然只具有很小的作用，但它们能在绿色植物生存不利的条件下起作用。例如，日本的研究证明，光合硫黄细菌的生产，在日本多数湖泊中只占年总产量 3%~5%，但在富有 H_2S 的停滞湖泊中可达 25%。因此，细菌的光合作用在污染或富营养化的水体中是有用的。至于化学合成细菌通常被视为“生产者”（即化能自养者），它们同化 CO_2 所需要的能量，不是靠光合作用而是靠简单无机化合物的化学氧化而得到的。因此，它们在生态系统中的作用介于自养者和异养者之间，例如，氢细菌能有效地从宇宙飞船的空气中排除 CO_2 ，因此，可能被作为宇宙飞船中生命维持系统工程的成员。总之，化学合成细菌能在土壤和沉积物的黑暗处进行功能活动，不仅可恢复矿质营养，并能把动物直接吃食而可能丧失的能量重新利用起来。

在低等植物藻类中，多数只需简单的无机物质，合成有机物质，因此是完全自养者。它们存在于淡水和海水中，不仅为鱼类提供食饵，也是人类的食物来源。还有某些藻类除吸收有机营养进行自养外，还需一些复杂的有机物质，因此，它们是部分异养者。

2. 自然界中有机物的分解过程

与地球上自养代谢相平衡的是异养过程，即分解有机物的过程，虽然分解作用包括非生物的和生物的，但总的来说，在分解动、植物有机体方面起决定作用的是异养生物。