

李运健 李百炼 张国安 编著

KUNCHONG

昆虫生态学概论

Q968.1
LYP

108386

108386

湖北科学技术出版社

昆虫生态学概论

李运晔 李百炼 张国安 编著

*

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

武汉市新华印刷厂印刷

787×930毫米 32开本 9.9印张 1插页 140千字

1987年5月 第1版 1987年5月第1次印刷

ISBN 7—5352—0045—1/Q·0001

统一书号：16304·123

印数：1—5760 定价：2.25元

序 言

现代科学技术的发展，促进了对生态学的研究，尤其是许多新兴学科渗入生态学领域，更使其不断扩展、完善。昆虫生态学作为生态学的一个重要分支，为现代生态学的创建和发展做出了巨大的贡献。

写作本书始于1981年底，当时业师李运甌副教授针对国内昆虫生态学教材和参考书缺乏的现状，根据自己多年教学、科研经验，拟出了写作大纲，其后与我们进行了多次讨论和修改，并亲自主笔完成了初稿。正当我们全力以赴修改定稿之时，不幸的病魔过早地夺走了业师的生命。为了完成业师未竟的事业，我们遵照业师的嘱托，在农林院校、综合性院校以及有关学会短训班（进修班）上讲授的基础上，对初稿进行了修改和补充。

本书编著过程中，承蒙国内昆虫学界和生态学界老前辈和同行们的大力支持和指点，在此谨表衷心的感谢。

李百炼 张国安

1985年6月于珞珈山、狮子山



目 录

序 言

引 言	1
1-1 生态学的定义	1
1-2 生态学发展简史	2
1-3 近代生态学崛起的原因	7
1-4 生态学的分支学科	8
种群生态学	13
2-1 种群的概述	13
2-2 昆虫种群空间分布型	16
2-3 种群数量的估计	22
2-4 种群的增长	48
2-5 生命表及其分析方法	58
2-6 自然种群数量变动	70
2-7 种群的生态对策	81
2-8 两个种群的作用关系	85
2-9 两个种群的相互关联——单独分 布和结合分布	86
2-10 种群的联系	91

2-11 种间竞争	92
2-12 两个种群的相克	102
2-13 昆虫的分布区系和为害地带	111
群落生态学	118
3-1 生物群落概述	118
3-2 群落命名和优势种	120
3-3 生态演替	124
3-4 群落的多样性	140
3-5 群落的稳定性	146
3-6 群落的数量分类	152
生态系统生态学	161
4-1 生态系统概述	161
4-2 生态系统的成分与结构	167
4-3 生态系统的生产、呼吸和分解过程	171
4-4 食物链、食物网、营养级和生态金字塔	187
4-5 生态系统的能量流动	192
4-6 生态系统的物质循环	201
4-7 生态系统的信息流	213
4-8 生态平衡	215
系统生态学与害虫管理	221
5-1 系统生态学概述	221
5-2 系统和系统工程	224

5-3 系统分析与数学模型	231
5-4 害虫科学管理	247
5-5 生态设计和生态工程	266
主要参考文献	274

引 言

1-1 生态学的定义

生态学这个名词，最初是由海克尔（Ernst Haeckel）于1866年在其《生物体普通形态学》一书中提出的，定义为：“生态学是研究生物与环境之间相互关系的学科。”至今，许多教科书中仍沿用此定义。但由于时代的进展，这一定义已不能确切反映生态学的内容了。我国学者马世骏认为：“生态学是一门多学科性的自然科学，它研究生命系统与环境系统间相互作用的规律及其机理。”我们认为这个定义比较科学。

生命系统就是自然界具有一定结构和调节功能的生命单元，如动物、植物和微生物等。通常把生命系统分为六个层次，即基因、细胞、器官、个体、种群、群落（图1）。所谓环境系统就是自然界的光、热、空气、水分以及各种有机和无机元素相互作用构成的空间。生命系统和环境系统在特定空间的组合，就构成了“生态系统”。最大的生态系统是生物圈，它是由有生物生活着的各个圈层，如岩石圈、土圈、水圈和大气圈等组成的。

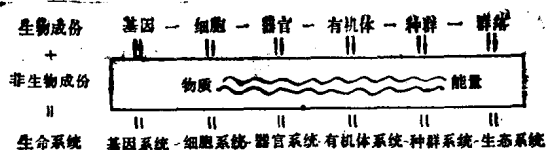


图1 组织层次范畴(引自Odum, 1977)

至于昆虫生态学，常用的定义为：昆虫生态学是昆虫学的一个分支，主要研究昆虫与环境之间的相互关系，是害虫防治和害虫预测、预报的理论基础。

1-2 生态学发展简史

在人类和自然斗争的过程中，人们早已注意到生物和季节、气候以及生物与生物之间的关系。我国《诗经》中就有“维鹊有巢，维鸠居之”等昆虫活动与季节关系的记载。公元前300年，西奥弗拉斯特（Theophrastus）也注意到植物与自然环境的关系，如气候、土壤和肥料对植物生长的营养作用，后人认为他是第一个生态学家。

十八世纪起，人们才开始从事生态学方面的研究工作。1735年雷素穆尔（Resumur）发现，在任何一个物候时期，荫处的日气温总和平均数是一个常数，这为现代气温总和理论打下了基础。布丰（Buffon）于1774年提出了生命律(bionomics)，

他是第一个欲把动物及其有关环境关系的知识系统化的博物学家。马尔萨斯 (Malthus) 于1803年发表了《人口论》，阐明了人口增长与食物的关系。1866年海克尔 (Haeckel) 第一个提出了“生态学”这个名词，并给予了最初的定义。从那时起，生态学的研究得到了发展，也出版了一些生态学的专著，如沃明 (Warming) 1891年著有《植物生态学》，1895年又写了《植物生态地理学》。施罗德于1896年又提出了个体生态学和群落生态学两个生态学名词。

二十世纪初，由于物理、化学、生理、气象、统计等学科的发展，促进了生态学研究方法和测定方法的改进，许多有影响的学术论文的发表，如亚当斯 (1913) 的《动物生态学的研究指南》，谢尔福德 (1913) 对温带美洲动物群落的研究等，为近代生态学的研究奠定了一定的理论基础。

二十世纪二十年代，生态学继续发展并逐渐成熟。其研究重点从过去对现象的描述转向于解释现象。如珀尔利用数学分析种群的生长；洛特卡 (Lotka) 以微分方程表示不同种的种间相互关系。生态学的教科书也陆续出版，如伯斯 (Pearse) 以及埃尔顿 (Elton) 都著有《动物生态学》，谢尔福德 (1929) 发表了《实验室及野外生态学》。

三十年代，生态学已日趋成熟，英国学者坦斯利 (Tansley, 1935) 首创“生态系统 (ecosystem)”概念，它标志着生态学的发展进入了一个

新的阶段。至今，科学家们仍一致认为，生态系统这一概念是精湛的构思，具有经典意义。

四十年代，美国伯利（Birge）和朱岱（Juday）通过对湖泊能量收支的测定，产生了生态学的营养—动态（*trophic—dynamic*）的概念，这是生态系统能学研究的初级阶段。美国耶鲁大学的年轻学者林德曼（R.L.Lindeman）吸取了早期生态学家关于生态系统营养—动态方面的成果，继续对美国湖沼生态系统的营养级和能量流进行深入研究，发表了奠基性的论文《生态学的营养—动态特性》，从而标志着将传统的生物生态学导向现代生态系统生态学的开始。

五十年代以后，生态学的发展速度加快，有关生态学的专著和研究论文大量出版，例如，拉克的《动物数量的自然调节》；安得利瓦特（Andrewartha）的《动物的分布及其多度》；那乌莫夫的《动物生态学》等。美国著名生态学家奥德姆（Odum）兄弟最早认识到能流作为生态学原则的重要性，把生态学与经济学结合起来，并系统地发展了生态系统的概念。他俩分别于1953年和1984年出版了《生态学基础》（此书再版三次）和《系统生态学导论》二书，影响很大。与此同时，有关昆虫生态学的专著也陆续出版，如我国著名生态学家马世骏（1959）的《中国昆虫生态地理概述》；普赖斯（Price，1975）的《昆虫生态学》；邹钟琳（1980）的我国第一本《昆虫生态学》；丁岩钦（1980）的《昆虫种

群数学生态学原理与应用》，等等。

目前，生态学已受到世界各国的高度重视，1967年成立了国际生态学协会。为了解决国际上日益严重的社会生态问题，1965年国际生命科学联盟（IUBS）组织了国际生物学研究计划，其主要任务是研究、了解维持地球生命的环境系统及其基本过程，阐明控制环境系统的机理。1971年在联合国教科文组织第十六届会议上，根据许多会员国的要求和建议，制定了“人与生物圈研究计划”，主要研究生物圈及其生态区域的结构与功能，由于人为活动而引起的生物圈及其资源的变化，以及这些变化对于人类本身的综合影响，是国际综合性的生态学研究。目前，这一计划已进入全面实施阶段，参加这个计划的有九十多个国家。我国于1972年在教科文组织第十七届大会上参加了“人与生物圈”计划的国际协调理事会，并当选为理事国。1975年又由四个国际组织成立了“生态系统保持协作组”，其主要任务是研究生态平衡和保护环境以及维护和改善生态系统的生产力。刚进入80年代，国际生命科学联盟又推出了“热带十年”规划，目的在于增加对热带生态系统生物学的了解，包括遗传和生态学的了解。它将由国际生命科学联盟所属部门以及国家和国际的学术机构共同执行和完成。最近，国际科联又推出了一个更大规模的国际合作研究计划——“地圈与生物圈研究计划”。

我国研究生态学起步较晚，近些年才得到迅速

发展。1979年在昆明召开了中国生态学会成立大会。随后，许多省市也相应成立了省市级生态学会。他们从我国国情出发，密切注视我国近年来农业和村镇企业、城市建设发展的新形势、新特点，发扬生态学多学科综合的优势，到生产和经济建设的第一线，为把生态学转化为生产力作了很大努力。仅就我国的昆虫生态学发展情况来看，许多重要害虫得到基本控制的原因，都离不开生态学的研究成果。1979年马世骏曾对建国三十年来我国昆虫生态学的发展作了如下归纳：

(1) 以重要经济昆虫为研究对象，密切结合农、林、牧业生产，水利工程设施，卫生保健和环境保护工作。因而对飞蝗、螟虫、粘虫、稻飞虱、棉虫（棉铃虫、棉蚜）、松毛虫、白蚁、蝇、蚊及紫胶虫等方面，都曾集中一定力量，进行了比较全面的生态学研究。

(2) 不断向深度和广度发展。建国初期，以一般描述性的发生规律为主，其后逐渐开展了以生理生态特性为基础的实验生态学工作。六十年代后，进而借助电子计算机进行多因素分析，并运用生物化学及生物物理学手段探索行为生态学机理和种群动态的理论研究。七十年代更进一步向纵深发展，开始了生态系统的物质循环研究。

(3) 新学科和新理论的相互渗透，加强了生态学的多学科基础。七十年代以来，随着新系统论、现代控制论和数学、化学、物理学等新成就的

进一步渗透，促进了我国生态学的发展，其中，系统工程学原理及系统分析等若干新的数理分析方法，有助于生态学迈入更精确的数量科学阶段。

尽管生态学是一门较年轻的学科，但由于它涉及到人类整个生存的环境，因而已受到广泛的重视，发展非常迅速。尤其是要解决人类面临的能源、粮食、人口等危机，人们寄希望于生态学的研究，因此，历史赋予生态学工作者的任务是光荣而艰巨的。

1-3 近代生态学崛起的原因

生态学是生物科学的一个分支学科。近年来，世界上提出三大危机（能源、人口、环境保护）或五大危机（粮食、人口、能源、自然资源开发、环境保护），对人类生活造成了极大的威胁和心理上的压抑。在《联合国环境方案》中也尖锐地指出：“我们不是继承父辈的地球，而是借用了子孙的地球”。这些问题的预防和解决，都与生态学的原理、原则有着密切的关系，引起社会上各界人士的关心，使生态学成为一门举世瞩目的学科。从事生态学工作的人员日益增多，加上其它学科渗入生态学领域，以及电子计算机、遥感等新技术的应用，使生态学的领域也不断地扩展，发展成为理论与应用相结合的综合性学科，生态学的内容也焕然一新。

作为生态学一个分支的昆虫生态学，近年来也

相应地发展起来。其发展的原因，有人认为主要是害虫防除中的三大“R”问题(即残毒(Residues)、抗性(Resistance)、再猖獗(Resurgence))的产生和促进的结果。在生态学的研究中，因为昆虫物种丰富，数量众多，抽样容易，生活史短，体型较小，饲养较易，而且采集研究时，对当地种群密度影响不大，具有不同的营养级种类，以及有较大的经济意义等特点，常被生态学家用作试验材料，这也是昆虫生态学迅速发展的原因之一。另外，害虫的预测预报、害虫检疫、害虫的生物防治和害虫的综合治理(IPM)，都是以昆虫生态学作为理论基础的，只有从生态系统的整体观念出发，注重经济效益，才能对害虫防治或益虫的利用作出最优化决策。

1-4 生态学的分支学科

现代科学技术为生态学进一步发展开拓了道路。六十年代以来，以多学科为基础的生态学又相继形成许多分支学科，这是现代生态学的一个重要发展趋势。生态学的分支学科，可概述如下：

1. 按生物组织水平或研究范畴分：

(1)个体生态学(Ethology或Autecology)：是研究某个生物种的代表与其环境之间的相互关系。主要是确定某个生物种对各种生态因素的稳定性和趋向性的界限，以及探讨环境对生物的形态、生理和

行为的作用。

(2)种群生态学(Population ecology): 种群是生活在同一地点的同一物种的一群个体的集合体。种群生态学是研究一个种群的生长、繁殖、死亡、动态的方式及其基本规律和两个或两个以上的种群的相互关系。

(3)群落生态学(Synecology = Community ecology): 群落是在一定区域内许多不同物种个体的总合。群落生态学主要研究群落的组成、演替, 群落的相似性、多样性等。

(4)生态系统生态学(Ecosystem ecology): 生态系统是一定地区内生物和非生物环境的总体, 有一定的结构, 这个结构是与生物、化学和物理的作用紧密联系的。生态系统生态学主要研究生态系统的结构与功能。

2. 按研究对象分:

(1)植物生态学(Plant ecology): 又可分为种子植物生态学、藻类生态学等。

(2)动物生态学(Animal ecology): 又可分为昆虫生态学、鸟类生态学、兽类生态学、鱼类生态学等。

(3)微生物生态学(Microbial ecology)。

(4)种子生态学(Seed ecology)。

(5)授粉生态学(Pollination ecology)。

3. 按栖息环境分: 可分为淡水生态学、海洋生态学、草原生态学、农田生态学、森林生态学、沙

漠生态学、都市生态学或城市生态学、太空生态学。

4. 按与其它学科结合的情况分:

(1)生理生态学(Physiological ecology): 也称环境生理学(Environmental physiology), 研究环境因子对生物的影响, 以及生理上如何反应和调节。

(2)进化生态学(Evolutionary ecology): 研究生物种的生态位的分离以及新种的形成过程。

(3)地理生态学(Geographic ecology): 研究生物的分布规律和较大的地理景观的生物群落。

(4)行为生态学(Behaviour ecology): 又称行为学(Ethology), 是研究生物习性和行为的科学。

(5)数学生态学或数理生态学(Mathematical ecology): 研究将生态学问题转化成数学模型, 研究重点由实验转向理论, 故有的也称为(狭义的)理论生态学(Theoretical ecology), 是现代生态学十分活跃的领域。

(6)系统生态学(Systems ecology): 是一门新兴的边缘学科, 它将工程、数学、运筹学、控制论与生态学融为一体, 即应用系统工程学的原理和方法来研究生态学。

(7)化学生态学(Chemical ecology): 它不仅揭示种内和种间关系的物质基础, 而且认识有机体与环境之间相互作用关系的实质, 它已经在有害生

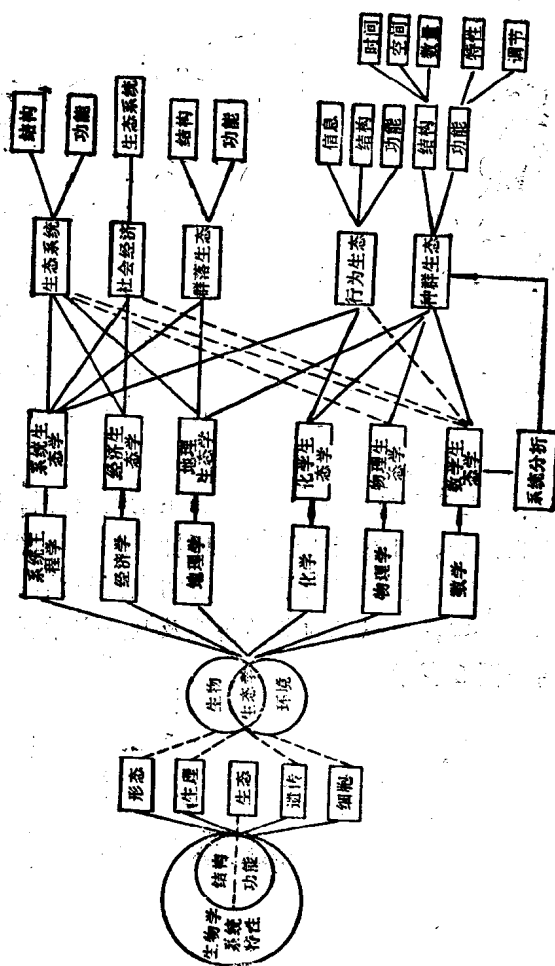


图2 生态学的多学科性及其分支学科的关系

〔仿马世骏(1982)〕