

园林生态学

LANDSCAPE
ECOLOGY

主 编 ○ 杨期和 许 衡 杨和生



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

园林生态学

LANDSCAPE
ECOLOGY

主 编 © 杨期和 许 衡 杨和生



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

园林生态学/杨期和, 许衡, 杨和生主编. —广州: 暨南大学出版社, 2015. 3
ISBN 978 - 7 - 5668 - 1260 - 5

I. ①园… II. ①杨…②许…③杨… III. ①园林植物—植物生态学 IV. ①S688. 01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 252657 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 湛江日报社印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 26.375

字 数: 530 千

版 次: 2015 年 3 月第 1 版

印 次: 2015 年 3 月第 1 次

定 价: 49.80 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

《园林生态学》编委会

主 编 杨期和 许 衡 杨和生

副主编 赖万年 陈翠云 廖富林

编 委 刘德良 李坤新 罗来辉 许良政

况 伟 刘惠娜 刘志伟 曾宪录

本书由嘉应学院组织编写，由广东省高等学校科技创新重点项目（cxzd1132）和广东省高等学校人才引进专项资金（2050205）资助

前 言

本书针对我国园林生产实践现状及发展趋势，以生态学基本原理为基础，全面系统地阐述了有关园林的生态学知识。全书分为园林生态环境、生态学基础、园林生态系统和园林生态实践四编共十二章，全书的教学内容按40~60学时设计，介绍了国内外园林生态的最新研究成果，合理安排相关内容，使之符合园林专业的课程设计要求。本书主要介绍了以下四方面内容：园林生态环境主要生态因子与园林植物的关系；生态学中生物种群、群落和生态系统的基本内容；与园林密切相关的城市生态系统的结构、功能等，在此基础上，重点阐述以城市为中心的园林生态系统的组成、结构、基本特征及其调节；园林植物的生态配置，主要介绍如何建立功能多样、稳定、协调的园林植物群落等。本书可以作为高等院校园林专业、环境及生态类专业教材，也可以作为农林技术人员及环境工程技术人员的技术参考用书，同时还可以作为广大园林科技工作者与管理人员、干部培训的参考用书。

由唐文跃主编、中国科学技术出版社出版的《园林生态学》(2006)较为全面地阐述了生态学基础知识和基本原理，书中多以园林植物为例，并与园林规划建设实践相结合，能帮助读者更深入地理解和掌握生态学理论知识在园林规划建设中的实际应用，但其适用对象是高等专科、高等职业学校园林专业的学生，因此其内容无论是广度还是深度都有待提高，才能满足本科院校的教学需要。

由姚方和张文颖主编、黄河水利出版社出版的《园林生态学》(2010)以园林植物环境、园林植物群落和园林生态系统为研究对象，探讨了城市及其周边区域内园林生物与环境之间的生态关系，强调园林与居民之间的协调。在生态学原理基础上，研究规划建设和城市管理、完善城市绿地系统、促进城市人与自然和谐、优化绿地布局、合理选择植物和配置植物群落的方法等，因此在城市生态建设、城市规划和生态管理等方面具有重要的理论意义与生产实践价值。该书注意理论与实践的结合，注意学生实际动手能力的培养，但其适用对象是高职高专、中等职业教育的园林园艺专业的学生，其理论性与本科院校的教材要求尚有一定差距。

由朱达金和赵建萍著、四川美术出版社出版的《园林生态学》(2012)参考了基础生态学、园林生态学、景观生态学、恢复生态学等领域的研究内容，从基础生态知识出发，内容按基础与应用两部分设置。基础部分按生物与环境、种群生态学、



群落生态学和生态系统生态学等层次组织；应用部分包括城市生态系统、园林生态系统。该书突出了生态基础知识的系统性与连续性，加大了园林生态观察和研究的尺度，将园林环境规划涉及的相对较小的城市空间环境与相邻的自然环境生态系统乃至全球生态系统联系起来，着重强调生态系统服务及其价值的体现，但对于农学和工学园林专业的本科教育而言，该书有关园林植物与环境关系的内容偏少。

由冷平生主编、中国农业出版社出版的《园林生态学》（2003）全书分十五章，第1~6章重点介绍个体生态学的内容，对城市光、温度、水、大气和土壤等变化规律特点，各生态因子与园林植物的生态关系及园林植物改善城市环境的生态作用作了详细介绍；第7~10章介绍植物种群增长、生态对策和种内与种间关系，植物群落的一般结构特征、动态演替规律、分类和分布特点及生物多样性，并比较了城市植被的特点、动态变化和分类方法；第11~12章介绍生态系统的一般知识、城市生态系统的组成结构与功能特点以及当前我国城市生态系统存在的问题；第13~15章结合城市生态系统的特点，介绍城市景观生态、生态评价、生态规划与生态管理等方面的内容。该书在编写过程中将相关内容按个体生态、种群生态、群落生态、生态系统、城市生态、景观生态、生态规划与管理安排，根据生态学研究对象的特点，尽可能地反映本学科的层次性与系统性，体现出园林专业的特点及对该课程的要求，适用于园林园艺城市规划专业的学生，但书中提到的园林植物多产于北方，南方种类较少。

由刘常富和陈玮主编、科学出版社出版的《园林生态学》（2003）针对我国园林生产实践现状及发展趋势，以生态学基本原理为基础，全面系统地阐述了有关园林的生态学知识。全书分为园林生态环境篇、生态学基础篇、园林生态系统篇和园林生态实践篇四篇共十二章。该书主要介绍了以下四方面内容：园林生态环境各生态因子（太阳辐射、温度、水分、土壤、大气等）与园林植物的关系，详细介绍了生态因子对园林植物的影响及园林植物对生态环境的适应；从生态学的理论出发简要介绍了生态学的种群、群落和生态系统的有关内容；介绍了与园林密切相关的城市生态系统的结构、功能等，在此基础上，详细介绍了以城市为中心的园林生态系统的组成、结构、基本特征及其调节；从实践角度出发，介绍了当前广为关注的园林植物的生态配置，以及如何建立功能多样、稳定、协调的园林植物群落等。该书可供高等院校园林专业的本科生、研究生作参考教材。但作为高校教材，该书有一点稍嫌不足，即章节后面无思考题、习题或作业内容。

综上所述，为了适应高校的发展，《园林生态学》教材建设在“辞旧迎新”的基础上应充分体现园林建设的地域特色。本教材在参考上述教材的基础上，针对我国南方园林建设而编写，以弥补现有同类教材不适应南方各高校教学需要的缺憾。本书的主要特点如下：①教材内容丰富，适用面广。它借鉴了国内外各相关领域的

研究成果，结合我国城市园林建设，特别是南方地区城市园林建设的经验，系统阐述园林生态学所涉及的各方面内容。②教材教学环节符合人才培养及课程教学的要求，层次分明，结构严谨，逻辑性强。③图文并茂。教材中的插图，有些引自其他经典的生态学教材，有些引自其他园林生态学相关论著。

本书由嘉应学院组织编写，由广东省高等学校科技创新重点项目（cxzd1132）和广东省高等学校人才引进专项资金（2050205）资助。由于编者知识水平所限，书中错误、不当之处在所难免，敬请各位专家、同仁和广大读者对本书的缺漏、错误提出宝贵意见。

前 言..... 1
绪 论..... 1

第一编 园林生态环境

第一章 植物与环境 18
 第一节 环境与生态因子..... 18
 第二节 生物与环境关系的基本原理..... 26
 第三节 植物与环境的生态适应..... 33

第二章 园林植物与光照的生态关系 41
 第一节 太阳辐射的性质及其变化..... 41
 第二节 光谱质量变化对园林植物的生态效应..... 49
 第三节 光强对园林植物的生态效应..... 51
 第四节 光照时间变化对园林植物的生态效应..... 59
 第五节 城市中的太阳辐射特征及其对园林植物的影响..... 66
 第六节 光照在园林中的应用..... 72

第三章 园林植物与温度的生态关系 77
 第一节 温度及其变化规律..... 77
 第二节 节律性变温对园林植物的生态作用..... 83
 第三节 极端温度对园林植物的生态作用及其影响因素..... 87
 第四节 温度对园林植物分布的影响..... 95
 第五节 城市中的温度变化规律 100
 第六节 园林植物对城市气温的调节作用 104
 第七节 温度调控在园林中的应用 107

第四章 园林植物与水分的生态关系	113
第一节 水的分布及其变化规律	113
第二节 水对植物的生态作用及植物对水分的适应类型	122
第三节 植物对极端水分的适应及其抗性	127
第四节 水污染对植物的危害以及植物对水污染的净化作用	130
第五节 园林植物群落对城市水分的调节作用	134
第六节 水分在园林实践中的调控和利用	138
第五章 园林植物与土壤的生态关系	143
第一节 土壤的组成	143
第二节 土壤的理化性质	159
第三节 园林植物对土壤的适应	167
第四节 城市土壤的人为干扰及其改良	172
第六章 园林植物与大气的生态关系	176
第一节 大气的组成及其生态作用	176
第二节 大气污染与园林植物	178
第三节 风与园林植物的关系	192

第二编 生态学基础

第七章 种群生态学概论	198
第一节 种群与种群生态学的概念	198
第二节 种群的基本特征	200
第三节 种群增长模型	209
第四节 种内与种间关系	214
第八章 群落生态学概论	232
第一节 群落的概念和基本特征	232
第二节 群落的物种组成	236
第三节 群落的外貌和结构	246
第四节 群落的演替	256

第九章 生态系统概论	270
第一节 生态系统概述	270
第二节 生态系统的结构与功能	276
第三节 生态系统的平衡与失衡	286

第三编 园林生态系统

第十章 城市生态系统	296
第一节 城市化及其生态后果	296
第二节 城市生态系统概述	306
第三节 城市环境	315
第四节 城市人类	333
第十一章 园林生态系统	345
第一节 园林生态系统的组成	345
第二节 园林生态系统的结构	350
第三节 园林生态系统的功能	355
第四节 园林生态系统的建设与调控	362
第五节 园林生态规划	370

第四编 园林生态实践

第十二章 园林植物的生态配置	384
第一节 植物生态配置的概念及现状	384
第二节 园林植物生态配置的基础	386
第三节 户外园林植物的生态配置	394
第四节 室内园林植物的生态配置	398
参考文献	410

绪 论

一、生态学的定义

“生态学”（Ökologie, Ecology）一词是1866年由Reiter合并两个希腊词Oilos（住所、栖息地）和Logos（学科、学问）构成，因此，从字义上理解，生态学是一门研究生物栖息环境的科学。

德国动物学家海克尔（Ernst Heinrich Haeckel）于1866年在其所著《普通生物形态学》（*Generelle Morphologie der Organismen*）中首次对生态学进行定义，他认为生态学是研究生物在其生活过程中与环境的关系，尤指动物有机体与其他动植物之间的互惠或敌对关系。此后，由于研究的背景和对象不同，不同学者对生态学提出了不同定义。Elton（1927）认为生态学是“研究生物（动物和植物）怎样生活和它们为什么按照自己的生活方式生活的科学”，指出生态学是“科学的自然历史”；Andrewartha（1954）认为，生态学是研究有机体分布与多度的科学；E. P. Odum（1956, 1997）认为“生态学是研究生态系统的结构和功能的科学”，它是“综合研究有机体、物理环境与人类社会的科学”；中国生态学会创始人马世骏（1980）认为生态学是“研究生命系统与环境系统之间相互作用规律及其机理的科学”。

综上所述并结合近代生态学研究动向，生态学可定义为“研究生物生存条件、生物及其群体与环境相互作用的过程及其规律的科学”。其目的是指导人与生物圈（即自然、资源与环境）的协调发展，即生物的生存、活动、繁殖需要一定的空间、物质与能量，它们在长期的进化过程中，逐渐形成对周围环境某些物理条件和化学成分，如空气、光照、水分、热量和无机盐类等的特殊需要。各种生物所需要的物质、能量以及它们所适应的理化条件不同，这种特性称为物种的生态特性。

二、生态学研究的对象和层次

生态学的研究范围异常广泛，从分子到生物圈都是生态学的研究对象，即生物大分子—基因—细胞—个体—种群—群落—生态系统—景观—生物圈（全球）都是生态学的研究对象，这些研究对象又异常复杂，使生态学发展成一个庞大的学科体



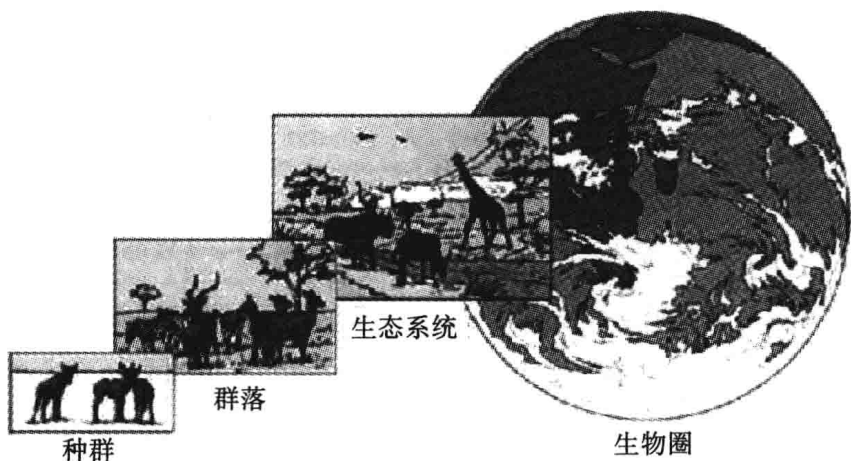
系。根据生态学研究对象的组织水平、类群、生境以及研究性质，可将其划分如下。

(一) 根据研究对象的组织水平划分

生物的组织层次可以从分子到生物圈，与此相应，生态学也分化出分子生态学 (Molecular Ecology)、个体生态学 (Autecology) 或生理生态学 (Physiological Ecology)、种群生态学 (Population Ecology)、群落生态学 (Community Ecology/Synecology)、生态系统生态学 (Ecosystem Ecology)、景观生态学 (Landscape Ecology) 与全球生态学 (Global Ecology)。但是，生态学者对于其中四个组织层次特别感兴趣，即个体 (individual)、种群 (population)、群落 (community) 和生态系统 (ecosystem)，这是经典生态学研究的四个层次 (见下图)。

在个体层次上，生态学家最关注的问题是有机体对环境的反应。经典生态学研究的最低层次是有机体 (个体)，按其研究的大部分问题来看，当前的个体生态学应属于生理生态学范畴，这是生态学与生理学的交叉学科。

种群是栖息于同一地域中同种个体组成的复合体。种群是由个体组成的群体，并在群体水平上形成一系列新的群体的特征，如种群有出生率、死亡率、增长率、年龄结构、性比、种内关系和空间分布格局等等。在种群层次上，多度及其波动的决定因素是生态学家最感兴趣的问题。种群在空间上的分布格局也日益受到生态学家的重视。在 20 世纪 60 年代以前，动物生态学的研究主流是种群生态学。



经典生态学的四个层次 (引自华南师范大学生态学网络课程, 2014^①)

群落是栖息于同一地域中的动物、植物和微生物组成的复合体。同样，当群落

① http://sky.scnu.edu.cn/life/teacher/zhourc/life2005/webcourse/course/chap08/chap08_1_2.htm

由种群组成新的层次结构时，产生了一系列新的群体特征，如群落的结构、演替、多样性、稳定性等。但多数现代生态学家目前最关注的是决定群落组成和结构的过程，并将群落定义为“一定领域内不同物种种群的集合（*assemblage*）或混合体（*mixture*）”。

生态系统是一定空间中生物群落和非生物环境的复合体。20世纪60年代以后，由于人口、环境、资源等威胁人类生存的挑战性问题，生态系统研究也发展为生态学研究的主流。生态学家最感兴趣的是能量流动和物质循环过程。

现代生态学的研究对象进一步向微观与宏观两个方面发展，如分子生态学、景观生态学和全球生态学。生物圈（*biosphere*）是指地球上的全部生物和一切适合生物栖息的场所，它包括岩石圈上层、全部水圈和大气圈下层。岩石圈是所有陆生动物的立足点，土壤中还有植物地下部分、细菌、真菌、大量无脊椎动物和掘土的脊椎动物。在大气圈中，生命集中于最下层，也就是与岩石圈交界处。水圈中几乎到处都有生命，但集中于表层和底层。随着全球变暖、酸雨、臭氧层破坏等全球性环境问题日益受到重视，全球生态学已应运而生，并成为人们普遍关注的领域。分子生态学是应用分子生物学方法研究生态学问题所产生的新的分支学科。*Molecular Ecology* 杂志自1992年创刊以来，研究工作迅速增加，已经成为月刊，其研究涉及进化生物学、行为生态学、群落生态学等。

（二）根据研究对象的分类学类群划分

生态学起源于生物学，生物学的一些特定类群（如植物、动物、微生物）以及上述各大类群中的小类群，甚至每一个种都可以从生态学角度进行研究。因此，可分出植物生态学、动物生态学、微生物生态学、哺乳动物生态学、昆虫生态学以及各个主要物种的生态学。

（三）根据研究对象的生境类别划分

根据研究对象的生境类别划分有陆地生态学（*Terrestrial Ecology*）、海洋生态学（*Marine Ecology*）、淡水生态学（*Freshwater Ecology*）、岛屿生态学（*Islands Ecology/Island Biogeography*）等。

（四）根据研究性质划分

根据研究性质划分为理论生态学与应用生态学，涉及各部门应用的如农业生态学、森林生态学、草地生态学、家畜生态学、城市生态学（*Urban Ecology*）、保育生态学（*Conservation Ecology*）、恢复生态学（*Restoration Ecology*）、工程生态学（*Engineering Ecology*）、人类生态学（*Human Ecology*）、生态伦理学（*Ecological*

Ethics) 等。

此外,还有学科间相互渗透而产生的边缘学科,如数量生态学(Quantitative Ecology)、化学生态学(Chemical Ecology)、物理生态学(Physical Ecology)、经济生态学(Economic Ecology)等。近几十年来,生态学迅速发展了一个非常重要的特征是应用生态学的发展,其涉及领域广,研究方向繁多。

生态学向各个方向的蓬勃发展和与其他自然及社会科学分支的交叉,使一些人产生了疑问:既然生态学研究涉及范围如此广泛,它岂不成了包罗万象的自然科学了吗?从另一个角度来说,生态学就变成了没有任何特殊研究对象的科学,或不成其为一门独立科学了。尽管过去和现在都有人怀疑生态学的独立性,但生态学非但没被取消,反而得到了迅速发展,并沿着自己独特的路径前进。生态学并不是分别深入去分析研究各个组分的所有方面(如土壤学、水文学、气候学、动物学、植物学等),或去吞并这些学科,而是研究其各个组成成分的相互联系和相互作用,并从系统整体上去研究其结构、功能和动态甚至优化与调控。

不难发现,当今世界上之所以产生环境、资源和人口等重大问题,其重要原因之一就是各门学科彼此孤立地发展,各个部门和行业各行其是,对地球、生物圈和各类生态系统没有一个统一的、彼此协调的管理。例如,为了消灭农、林、医学害虫,人们大量施用 DDT 等农药,忽略其对人类和其他生物的危害;为了发展水力发电业和农业灌溉而修建水坝,却对改变水、热、生物资源状况的后果缺乏通盘考虑;为了发展工业生产而大量应用化石燃料,从而造成大气污染、CO₂ 浓度增加等严重后果。由于各门学科之间互不通气,导致各种改造自然的措施互相影响、互相冲突甚至得不偿失。另外,在发展经济时只顾经济效益而不考虑生态后果的做法,也给人类带来严重的危害。沉痛的教训使人们清醒过来,认识到应有整体和系统的观点,既要考虑经济效益,又要顾及生态效益和社会效益,应有持续和协调发展的思想。

三、生态学的历史和发展

生态学的发展史大致可概括为生态学建立前期、生态学的建立和成长期以及现代生态学发展期三个阶段。生态学的发展史证明它是密切结合人类实践,在实践活动基础上发展起来的。

(一) 生态学建立前期

公元前 2 世纪至公元 16 世纪的欧洲文艺复兴时期是生态学思想的萌芽时期。关于生态学的知识,原始人类在渔猎生活中积累了生物习性和生态特征知识,诸如作物生长与季节气候及土壤水分的关系、常见动物的物候习性等,只不过没有形成系统的科学而已。如公元前 4 世纪希腊学者 Aristotle 曾粗略描述动物的不同类型栖居

地，还按动物活动的环境类型将其分为陆栖和水栖两类，按其食性分为肉食、草食、杂食和特殊食性等类型。直至今日，劳动人民在生产实践中获得的动植物生活习性方面的知识，依然是生态学知识的一个重要来源。生态学思想的萌芽，在我国古代著作和歌谣中有诸多反映，如《诗经》中记载了一些动物之间的相互作用，“维鹊有巢，维鸠居之”，说的就是鸠占鹊巢的寄生现象；《尔雅》中有草、木两章，记载了200多种植物的形态和生态环境；6世纪农学家贾思勰的《齐民要术》记述了朴素的生态学观点。古希腊的 Empedocles 已注意到植物营养与环境的关系；Aristotle 的学生、公元前3世纪的雅典学派首领 Theophrastus 在其植物地理学著作中已提出类似于今日植物群落的概念。公元前后出现的介绍农牧渔猎知识的专著，如公元1世纪古罗马老普林尼（Gaius Plinius Secundus）的《博物志》也记述了朴素的生态学观点。

（二）生态学的建立和成长期

公元16世纪至20世纪50年代是生态学的建立和成长期，被公认为现代化学家第一人的 Boyle 在1670年发表了低气压对动物的效应的试验，标志着动物生理生态学的开端。法国昆虫学家 Reaumur (1735) 在其昆虫学著作中，记述了许多昆虫生态学资料，他是研究积温与昆虫发育的先驱。博物学家 Linnaeus 首先把物候学、生态学和地理学观点结合起来，综合描述环境条件对动物和植物的影响；Malthus (1798) 所著的《人口论》一书产生了广泛的影响；Verhulst (1833) 以其著名的逻辑斯蒂曲线描述人口增长速度与人口密度的关系，把数学分析方法引入生态学；Al. de Candolle (1855) 将积温引入植物生态学，为现代积温理论打下基础；德国植物学家 Humboldt (1807) 在《植物地理学知识》一书中，提出植物群落及其外貌等概念，并结合气候和地理因子描述了物种的分布规律；动物学家 Saint Hilaire (1859) 首创 Ethology 一词，用以表示有机体及其与环境之间关系的科学，但后来一般将此词作为动物行为学的名词；Darwin (1851) 在《物种起源》一书中提出自然选择学说，强调生物进化是生物与环境交互作用的产物，引起人们对生物与环境相互关系的重视；Haeckel (1866) 首次提出生态学的定义。19世纪中叶至20世纪初叶，人类所关心的农业、渔猎和直接与人类健康有关的环境卫生等问题，推动了农业生态学、野生动物种群生态学和媒介昆虫传病行为的研究。而当时组织的远洋考察均重视对生物资源的调查，也丰富了水域生态学的内容。Mobius (1877) 创立生物群落 (biocoenose) 概念；Merriam (1890) 首创生命带 (life zone) 假说；Schroter (1896) 始创个体生态学 (autoecology) 和群体生态学 (synecology) 两个概念；Warming (1895) 的《植物分布学》(1909年又被作者本人易名为《植物生态学》) 和 Schimper (1898) 的《植物地理学》两部划时代著作，全面总结了19世纪末叶

以前植物生态学的研究成就，标志着植物生态学已作为一门生物科学的独立分支而诞生。到 20 世纪 30 年代，已有不少生态学著作和教科书阐述了一些生态学的基本概念和观点，如食物链、生态位、生物量、生态系统等。至此，生态学已基本成为具有特定研究对象、研究方法和理论体系的独立学科。

植物生态学的成熟大致比动物生态学要早半个世纪，并且自 19 世纪初至 19 世纪中叶，植物生态学与动物生态学是平行和相对独立发展的时期。植物生态学以植物群落学研究为主流，动物生态学则以种群生态学为主流。

在动物生态学领域，Adams (1913) 的《动物生态学的研究指南》、Elton (1927) 的《动物生态学》、Schelford 的《实验室和野外生态学》(1929) 和《生物生态学》(1939)、Chapman (1931) 的以昆虫为研究重点的《动物生态学》、Bodenheimer (1938) 的《动物生态学问题》等专著，为动物生态学的建立和发展作出了重要贡献。费鸿年 (1937) 的《动物生态学纲要》也在此时期出版，是我国的第一部动物生态学著作。苏联的首部《动物生态学基础》也于 1945 年由 Кашкаров (克什卡洛夫) 完成。但直至 Allee、Emerson 等合写的内容极为广泛的《动物生态学》原理于 1949 年出版时，动物生态学才被认为进入成熟期。动物生态学在 20 世纪 60 年代以前的主流是动物种群生态学，尤其是关于种群调节和增长的数学模型研究，50 年代在美国冷泉港会议上进行了有关种群调节的大论战。生物学派的代表人物有澳大利亚的 Nicholson 和英国的 Lack 等；而气候学派的代表人物是澳大利亚的 Andre-wartha 和 Birch；此外，也有折中的，如 Milne 等。种群增长模型研究，有 Pearl (1920) 再度提出 Verhulst (1838) 的逻辑斯蒂模型，到 Lotka-Volterra (1926) 的竞争和捕食模型、Gause (1934) 的实验种群研究。

在植物群落学研究方面，在半个多世纪中大致形成了四个主要学派：①英美学派。以美国的 Clements 和英国的 Tansley 为代表，以研究植物群落的演替和创建顶极学说而著名，有影响的著作有 Clements (1916) 的《植物的演替》，Clements 与 Weaver (1929) 的《植物生态学》和 Tansley (1923) 的《实用植物生态学》等。②法瑞学派。以法国的 Braun-Blanquet 和瑞士的 Rübél 为代表。他们以特征种和区别种划分群落类型，称为群丛，并建立了比较严格的植被等级分类系统，完成了大量的植被图，在各学派中影响最大，主要著作有 Braun-Blanquet (1928) 的《植物社会学》和 Rübél (1922) 的《地植物学研究方法》。③北欧学派。以瑞典的 Rietz 为代表，以注重群落分析为特点。1935 年与法瑞学派合流后被称为大陆学派。重要著作有 Rietz (1921) 的《近代社会学方法论基础》。④苏联学派。以 Сукачѳв (苏卡切夫) 为代表。他们注重建群种与优势种，建立了一个植被等级分类系统，并重视植被生态与植被地理工作，其代表著作是 Сукачѳв 的《植物群落学》(1908) 和《生物地理群落学与植物群落学》(1945)。