



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse · 教材

# Foundations in Ecology

# 基础生态学

第3版

牛翠娟 娄安如 孙儒泳 李庆芬

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iC

Foundations  
in Ecology

基础生态学

第3版

牛翠娟 娄安如 孙儒泳 李庆芬

高等教育出版社·北京

## 内容简介

本书入选首批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是生物学、生态学专业本科生学习生态学的经典参考教材。全书按照传统生态学的发展顺序,依次分为绪论、有机体与环境、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、应用生态学和现代生态学发展几大部分。本教材在强调基础的同时,力求反映最新进展,增加“窗口”“讨论与自主实验设计”栏目,培养学生学习兴趣。为了满足在线学习所需,结合国家精品资源共享课的建设成果,本书配套丰富的数字资源,包括各章小结、重难点解析、教学课件、自测题、思考题答案、拓展阅读、最新进展等内容。建议教师在教学中引导学生充分利用这些数字资源,自主学习,以提升教学效果。

## 图书在版编目(CIP)数据

基础生态学 / 牛翠娟等编著. -- 3 版. -- 北京 :  
高等教育出版社, 2015. 7

iCourse · 教材

ISBN 978-7-04-042378-5

I. ①基… II. ①牛… III. ①生态学 - 高等学校 - 教材 IV. ①Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 097331 号

策划编辑 孟丽 王莉 责任编辑 孟丽 封面设计 张志奇 责任印制 毛斯璐

|      |                     |      |   |
|------|---------------------|------|---|
| 出版发行 | 高等教育出版社             | 网 址  | <a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>         |
| 社 址  | 北京市西城区德外大街 4 号      |      | <a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>         |
| 邮政编码 | 100120              | 网上订购 | <a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>       |
| 印 刷  | 国防工业出版社印刷厂          |      | <a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a> |
| 开 本  | 850mm × 1168mm 1/16 | 版 次  | 2002 年 7 月第 1 版   |
| 印 张  | 23.25               |      | 2015 年 7 月第 3 版   |
| 字 数  | 560 千字              | 印 次  | 2015 年 7 月第 1 次印刷   |
| 购书热线 | 010-58581118        | 定 价  | 43.60 元   |
| 咨询电话 | 400-810-0598        |      |   |

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 42378-00

iCourse · 数字课程 (基础版)

# 基础生态学

(第3版)

主编 牛翠娟 娄安如 孙儒泳 李庆芬

<http://abook.hep.com.cn/42378>

## 登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/42378>, 点击页面右侧的“注册”。已注册的用户直接输入用户名和密码, 点击“进入课程”。
2. 点击页面右上方“充值”, 正确输入教材封底的明码和密码, 进行课程充值。
3. 已充值的数字课程会显示在“我的课程”列表中, 选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。

自充值之日起一年内为本数字课程的有效期  
使用本数字课程如有任何问题  
请发邮件至: [lifescience@pub.hep.cn](mailto:lifescience@pub.hep.cn)

iCourse · 教材



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

## 基础生态学 (第3版)

牛翠娟 娄安如 孙儒泳 李庆芬

用户名

密码

验证码

4947

进入课程

相关教材

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

“基础生态学”数字课程是对教材的有益补充, 内容包了重难点解析、思考题答案, 教学课件、拓展阅读、自测题等。建议教师配合课堂教学, 引导学生有效利用数字资源进行自主学习, 多途径提高教学效果。



基础生态学实验指导  
(第2版)

娄安如 牛翠娟

高等教育出版社

数字资源 先睹为快



彩图预览



名词解释



主编讲解



## 本书作者



**牛翠娟教授** 1985年本科毕业于中国海洋大学水产系,1992年于日本北海道大学水产学部获得博士学位。1992年7月起至今,在北京师范大学生命科学学院从事生态学研究与教学工作。多年来从事水生动物生理生态、营养与应激生理、生态毒理、浮游动物生活史对策、进化适应方面的研究,研究领域涉及动物生理生态学、种群生态学基础研究及应用。



**娄安如教授** 2001年在北京师范大学生命科学学院获得生态学博士学位。自1992年8月至今,在北京师范大学生命科学学院从事生态学研究与教学工作。2012年获得北京市第八届高等学校教学名师奖。现任中国生态学会常务理事。多年来主要研究自然植被的空间分布格局及其与环境之间的相互关系,植物种群的遗传多样性以及种群之间的亲缘地理学关系,并从事生态系统的恢复与重建研究等。



**孙儒泳院士** 我国著名生态学家。1951年毕业于北京师范大学生物系并留校任教。1954—1958年在苏联莫斯科大学生物土壤系学习,获副博士学位。1983年起任北京师范大学生物系教授,1993年当选为中国科学院院士。孙院士长期从事动物生理生态学和种群生态学研究。其研究领域涉及动物生理生态学、种群生态学、行为生态学、水产养殖生态学、生态系统服务等,是我国动物生理生态学学科的奠基人和开拓者。他一直致力于将生态学科研、教学、人才培养和社会服务紧密结合,特别在生态学教学、学科建设和人才培养方面倾注了大量心血,撰写和参与编著的各种生态学相关教材和译著近20部,曾担任中国生态学会第三届理事长,《生态学报》和《兽类学报》副主编,多个学术期刊的编委,为我国生态学研究和教育的发展做出了卓越贡献。



**李庆芬教授** 动物生理生态学家。1965年毕业于北京大学生物系。1987年起在北京师范大学生命科学学院做生态学研究 and 教学工作。长期从事药理学、低氧生理学、小哺乳动物低温适应机理研究,对我国动物生理生态学的发展做出了突出贡献。



## 第3版前言

《基础生态学》作为普通高等院校本科生初次学习生态学的教材,重点突出基础理论,同时力求反映现代生态学研究的一些最新进展。本教材2002年7月出版第1版,是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,并入选首批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,经过十几年的锤炼修订,现已成为众多国内高校本科生“生态学”课程的基本教材。

近些年随着生态学在各分支领域的迅速发展及其在人类社会、生活中所发挥的作用日益增加,生态学教育受到空前重视,生态学学科在我国由生物学二级学科上升为一级学科,无论是生态学研究还是生态学教育均取得飞跃发展。另一方面,随着近年来互联网技术及其应用的迅速发展,在线学习和丰富的数字资源正改革着传统的教与学的方式。“十二五”期间,教育部启动了国家精品开放课程建设项目,北京师范大学“基础生态学”原国家精品课程在2013年成功转型升级,获得国家级精品资源共享课立项,并于2014年在爱课程网([www.icourses.cn](http://www.icourses.cn))上线。在此背景下,作为国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营单位的高等教育出版社启动了“iCourseo·教材”建设项目。本教材第3版有幸列入其中,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,纸质教材更加精练适用,数字课程对纸质教材内容加以巩固、补充和拓展,这种方式为学生自主学习和教师创新教学方法提供了很好的支撑。

结合教学的变化和近年来生态学领域的新进展,特别是我国学者在生态学研究领域获得的新成就,本次修订主要内容如下:

(1) 结合课程建设成果,增加了丰富的数字资源,主要包括各章小结、重难点解析、教学课件、自测题、思考题答案、拓展阅读、最新进展等内容,大大方便了学生自学。

(2) 每章最后增加了“讨论与自主实验设计”栏目,培养学生灵活运用理论知识的能力。在相应的知识点增加“窗口”栏目,内容多涉及我国学者的代表性科研成果,以加深学生对相关研究的了解,提高学习兴趣。

(3) 修订原教材中叙述不清晰之处,替换了一些不清晰的图片,更新了图表数据、参考文献和推荐阅读文献。

第3版教材的修订工作主要由牛翠娟和娄安如完成。非常感谢使用该教材的广大师生、读者给我们的宝贵建议。鉴于作者所阅读的文献和知识、写作水平的局限性,教材肯定仍有很多不妥或错误之处,希望读者继续支持和关注新版教材,给予我们批评、指正和建议,帮助我们在以后工作中把教材建设的更好。

牛翠娟

2015年4月于北京

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

### 短信防伪说明

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪。

### 反盗版短信举报

编辑短信“JB, 图书名称, 出版社, 购买地点”发送至10669588128

### 短信防伪客服电话

(010) 58582300

# 目 录

|              |   |
|--------------|---|
| 0 绪 论        | 1 |
| 0.1 生态学的定义   | 1 |
| 0.2 生态学的研究对象 | 2 |
| 0.3 生态学的分支学科 | 3 |
| 0.4 生态学的研究方法 | 4 |

## 第一部分 有机体与环境

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1 生物与环境              | 6  |
| 1.1 生态因子             | 6  |
| 1.1.1 环境             | 6  |
| 1.1.2 生态因子           | 7  |
| 1.2 生物与环境的相互作用       | 8  |
| 1.2.1 环境对生物的作用       | 8  |
| 1.2.2 生物对环境的反作用      | 9  |
| 1.3 最小因子、限制因子与耐受限度   | 10 |
| 1.3.1 利比希最小因子定律      | 10 |
| 1.3.2 限制因子           | 11 |
| 1.3.3 耐受限度与生态幅       | 11 |
| 2 能量环境               | 15 |
| 2.1 光的生态作用及生物对光的适应   | 15 |
| 2.1.1 地球上光的分布        | 15 |
| 2.1.2 光质的生态作用及生物适应   | 17 |
| 2.1.3 光照强度的生态作用及生物适应 | 18 |
| 2.1.4 生物对光照周期的适应     | 20 |
| 2.2 温度的生态作用及生物对温度的适应 | 22 |
| 2.2.1 地球上温度的分布       | 22 |
| 2.2.2 温度与动物类型        | 24 |
| 2.2.3 温度对植物和外温动物的影响  | 25 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 2.2.4 生物对极端环境温度的适应          | 28 |
| 2.2.5 生物对周期性变温的适应           | 34 |
| 2.2.6 物种分布与环境温度             | 34 |
| 2.3 风对生物的作用及防风林             | 35 |
| 2.3.1 风对生物生长及形态的影响          | 35 |
| 2.3.2 风是传播运输工具              | 36 |
| 2.3.3 风的破坏作用                | 36 |
| 2.3.4 防风林                   | 37 |
| 2.4 火对生物的影响及防火管理            | 37 |
| 2.4.1 火对生物的作用               | 38 |
| 2.4.2 防火管理                  | 39 |
| 3 物质环境                      | 41 |
| 3.1 水的生态作用及生物对水的适应          | 41 |
| 3.1.1 水的性质与存在形式             | 41 |
| 3.1.2 陆地上水的分布               | 42 |
| 3.2 生物对水分的适应                | 43 |
| 3.2.1 植物与水                  | 43 |
| 3.2.2 动物对水的适应               | 47 |
| 3.3 大气组成及其生态作用              | 52 |
| 3.3.1 氧与生物                  | 52 |
| 3.3.2 CO <sub>2</sub> 的生态作用 | 55 |
| 3.4 土壤的理化性质及其对生物的影响         | 56 |
| 3.4.1 土壤的物理性质及其对生物的影响       | 56 |
| 3.4.2 土壤的化学性质及其对生物的影响       | 58 |
| 3.4.3 土壤的生物特性               | 60 |
| 3.4.4 植物对土壤的适应              | 60 |



## 第二部分 种群生态学

|                               |     |                                    |     |
|-------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| 4 种群及其基本特征 .....              | 64  | 6.3.4 机遇、平衡和周期性生活史<br>对策 .....     | 109 |
| 4.1 种群的概念 .....               | 64  | 6.4 滞育和休眠 .....                    | 110 |
| 4.2 种群动态 .....                | 65  | 6.5 迁移 .....                       | 111 |
| 4.2.1 种群的密度和分布 .....          | 66  | 6.6 复杂的生活周期 .....                  | 112 |
| 4.2.2 种群统计学 .....             | 69  | 6.7 衰老 .....                       | 112 |
| 4.2.3 种群的增长模型 .....           | 75  | 7 种内与种间关系 .....                    | 114 |
| 4.2.4 自然种群的数量变动 .....         | 78  | 7.1 种内关系 .....                     | 115 |
| 4.2.5 生态入侵 .....              | 84  | 7.1.1 密度效应 .....                   | 115 |
| 4.3 种群调节 .....                | 84  | 7.1.2 性别生态学 .....                  | 117 |
| 4.3.1 外源性种群调节理论 .....         | 85  | 7.1.3 领域和社会等级 .....                | 121 |
| 4.3.2 内源性自动调节理论 .....         | 86  | 7.1.4 他感作用 .....                   | 122 |
| 4.4 集合种群动态 .....              | 87  | 7.1.5 集群生活 .....                   | 123 |
| 4.4.1 概念和术语 .....             | 88  | 7.2 种间关系 .....                     | 124 |
| 4.4.2 集合种群理论的意义与应用<br>.....   | 89  | 7.2.1 种间竞争 .....                   | 124 |
| 5 生物种及其变异与进化 .....            | 91  | 7.2.2 捕食作用 .....                   | 133 |
| 5.1 物种的概念 .....               | 91  | 7.2.3 寄生作用 .....                   | 138 |
| 5.2 种群的遗传、变异与自然选择 .....       | 92  | 7.2.4 共生作用 .....                   | 140 |
| 5.2.1 基因、基因库和基因频率 .....       | 92  | <b>第三部分 群落生态学</b>                  |     |
| 5.2.2 变异、自然选择和遗传漂变<br>.....   | 94  | 8 群落的组成与结构 .....                   | 146 |
| 5.2.3 遗传瓶颈和建立者效应 .....        | 98  | 8.1 生物群落 .....                     | 146 |
| 5.2.4 表型的自然选择模型 .....         | 99  | 8.1.1 生物群落的概念 .....                | 146 |
| 5.3 物种形成 .....                | 100 | 8.1.2 群落的基本特征 .....                | 147 |
| 5.3.1 物种形成及其过程 .....          | 100 | 8.1.3 对群落性质的两种对立观点<br>.....        | 148 |
| 5.3.2 物种形成的方式 .....           | 101 | 8.2 群落的种类组成 .....                  | 149 |
| 6 生活史对策 .....                 | 104 | 8.2.1 种类组成的性质分析 .....              | 149 |
| 6.1 能量分配与权衡 .....             | 104 | 8.2.2 种类组成的数量特征 .....              | 151 |
| 6.2 体型效应 .....                | 105 | 8.2.3 种的多样性 .....                  | 152 |
| 6.3 生殖对策 .....                | 106 | 8.2.4 物种多样性在空间上的变化<br>规律 .....     | 154 |
| 6.3.1 $r$ -选择和 $K$ -选择 .....  | 106 | 8.2.5 解释物种多样性空间变化规<br>律的各种学说 ..... | 155 |
| 6.3.2 生殖价和生殖效率 .....          | 107 | 8.2.6 种间关联 .....                   | 156 |
| 6.3.3 生境分类与植物的生活史<br>对策 ..... | 108 | 8.3 群落的结构 .....                    | 157 |
|                               |     | 8.3.1 群落的结构单元 .....                | 157 |

|                               |     |                             |     |
|-------------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 8.3.2 群落的垂直结构 .....           | 159 | 11.1 生态系统的基本概念 .....        | 196 |
| 8.3.3 群落的水平结构 .....           | 159 | 11.2 生态系统的组成与结构 .....       | 197 |
| 8.3.4 群落的时间结构 .....           | 160 | 11.2.1 非生物环境 .....          | 197 |
| 8.3.5 群落交错区与边缘效应 .....        | 161 | 11.2.2 生产者 .....            | 198 |
| 8.4 群落组织——影响群落结构的因素 .....     | 161 | 11.2.3 消费者 .....            | 198 |
| 8.4.1 生物因素 .....              | 161 | 11.2.4 分解者 .....            | 198 |
| 8.4.2 干扰对群落结构的影响 .....        | 164 | 11.3 食物链和食物网 .....          | 199 |
| 8.4.3 空间异质性与群落结构 .....        | 166 | 11.4 营养级和生态金字塔 .....        | 200 |
| 8.4.4 岛屿与群落结构 .....           | 166 | 11.5 生态效率 .....             | 201 |
| 8.4.5 一个物种丰富度的简单模型 .....      | 168 | 11.6 生态系统的反馈调节和生态平衡 .....   | 202 |
| 8.4.6 平衡说和非平衡说 .....          | 169 | 12 生态系统中的能量流动 .....         | 205 |
| 9 群落的动态 .....                 | 173 | 12.1 生态系统中的初级生产 .....       | 205 |
| 9.1 生物群落的内部动态 .....           | 173 | 12.1.1 初级生产的基本概念 .....      | 205 |
| 9.2 生物群落的演替 .....             | 174 | 12.1.2 地球上初级生产力的分布 .....    | 205 |
| 9.2.1 演替的概念 .....             | 174 | 12.1.3 初级生产的生产效率 .....      | 207 |
| 9.2.2 演替的类型 .....             | 175 | 12.1.4 初级生产量的限制因素 .....     | 209 |
| 9.2.3 演替系列 .....              | 177 | 12.1.5 初级生产量的测定方法 .....     | 210 |
| 9.2.4 控制演替的几种主要因素 .....       | 179 | 12.2 生态系统中的次级生产 .....       | 211 |
| 9.2.5 演替方向 .....              | 180 | 12.2.1 次级生产过程 .....         | 211 |
| 9.2.6 演替过程的理论模型 .....         | 180 | 12.2.2 次级生产量的测定 .....       | 212 |
| 9.2.7 演替顶极学说 .....            | 182 | 12.2.3 次级生产的生态效率 .....      | 213 |
| 10 群落的分类与排序 .....             | 185 | 12.3 生态系统中的分解 .....         | 215 |
| 10.1 群落分类 .....               | 185 | 12.3.1 分解过程的性质 .....        | 215 |
| 10.1.1 植物群落分类的单位 .....        | 186 | 12.3.2 分解者生物 .....          | 216 |
| 10.1.2 植物群落的命名 .....          | 188 | 12.3.3 资源质量 .....           | 218 |
| 10.1.3 法瑞学派和英美学派的群落分类简介 ..... | 188 | 12.3.4 理化环境对分解的影响 .....     | 219 |
| 10.1.4 群落的数量分类 .....          | 189 | 12.4 生态系统中的能量流动 .....       | 221 |
| 10.2 群落排序 .....               | 189 | 12.4.1 研究能量传递规律的热力学定律 ..... | 221 |
| 10.2.1 排序的概念 .....            | 189 | 12.4.2 食物链层次上的能流分析 .....    | 222 |
| 10.2.2 排序的类型 .....            | 190 | 12.4.3 生态系统层次上的能流分析 .....   | 223 |
| <b>第四部分 生态系统生态学</b>           |     | 12.4.4 异养生态系统的能流分析 .....    | 226 |
| 11 生态系统的一般特征 .....            | 196 | 12.5 分解者和消费者在能流中的相对作用 ..... |     |

|                        |     |                        |     |
|------------------------|-----|------------------------|-----|
| .....                  | 226 | 15.2.2 资源问题            | 282 |
| 13 生态系统的物质循环           | 230 | 15.3 农业生态学             | 284 |
| 13.1 物质循环的一般特征         | 230 | 15.3.1 农业的发展及其对生态系统的影响 | 285 |
| 13.2 全球水循环             | 232 | 15.3.2 土壤侵蚀和沙漠化        | 286 |
| 13.3 碳循环               | 233 | 15.3.3 生态农业            | 288 |
| 13.4 氮循环               | 236 | 15.4 生物多样性与保育          | 293 |
| 13.5 磷循环               | 238 | 15.4.1 生物多样性价值         | 293 |
| 13.6 硫循环               | 238 | 15.4.2 生物多样性的丧失        | 293 |
| 14 地球上生态系统的主要类型及其分布    | 242 | 15.4.3 生物多样性研究         | 295 |
| 14.1 陆地生态系统分布的基本规律     | 242 | 15.4.4 生物多样性的保育对策      | 297 |
| 14.1.1 陆地生态系统水平分布的基本规律 | 242 | 15.5 生态系统服务            | 299 |
| 14.1.2 植被分布的垂直地带性      | 245 | 15.5.1 生态系统服务的概念和意义    | 299 |
| 14.1.3 局部地形对植被的影响      | 246 | 15.5.2 生态系统服务的价值       | 300 |
| 14.2 淡水生态系统的类型及其分布     | 246 | 15.5.3 生态系统服务项目内容      | 300 |
| 14.3 海洋生态系统的类型及其分布     | 247 | 15.5.4 各类生态系统服务的价值比较   | 303 |
| 14.4 世界陆地主要生态系统的类型及其分布 | 247 | 15.5.5 生态系统服务价值估计的重要意义 | 305 |
| 14.4.1 热带雨林            | 247 | 15.5.6 千年生态系统评估        | 306 |
| 14.4.2 亚热带常绿阔叶林        | 251 | 15.6 生态系统管理            | 309 |
| 14.4.3 夏绿阔叶林           | 252 | 15.6.1 生态系统管理的定义       | 310 |
| 14.4.4 北方针叶林           | 253 | 15.6.2 进行生态系统管理的原因     | 310 |
| 14.4.5 草原              | 254 | 15.6.3 生态系统管理的目标       | 311 |
| 14.4.6 荒漠              | 257 | 15.6.4 生态系统管理与人类地位的双重性 | 311 |
| 14.4.7 冻原              | 258 | 15.6.5 可持续发展战略与持续力     | 312 |
| 14.4.8 青藏高原的高寒植被       | 261 | 15.6.6 生态学是生态系统管理的科学基础 | 312 |
| <b>第五部分 应用生态学</b>      |     | 15.6.7 生态系统管理的步骤       | 314 |
| 15 应用生态学               | 264 | 15.6.8 可适应的生态系统管理      | 316 |
| 15.1 全球气候变化与环境污染       | 266 | 15.6.9 生态系统管理的方法和技术    | 317 |
| 15.1.1 全球变暖与温室效应       | 267 | 15.7 收获理论              | 318 |
| 15.1.2 臭氧层的破坏          | 269 | 15.7.1 最大持续产量          | 318 |
| 15.1.3 污染问题            | 271 | 15.7.2 环境波动与种群结构       | 320 |
| 15.2 人口与资源问题           | 279 |                        |     |
| 15.2.1 人口问题            | 279 |                        |     |

|                                     |            |                       |            |
|-------------------------------------|------------|-----------------------|------------|
| 15.8 有害生物防治·····                    | 321        | 16.2.2 种群的遗传分化·····   | 344        |
| 15.8.1 有害生物防治的目标与技术<br>类型·····      | 322        | 16.2.3 基因流·····       | 345        |
| 15.8.2 化学杀虫剂、除莠剂及其问题<br>·····       | 323        | 16.3 亲缘地理学·····       | 347        |
| 15.8.3 生物防治、遗传防治及有害生<br>物的综合管理····· | 326        | 16.3.1 研究的发展·····     | 348        |
|                                     |            | 16.3.2 研究内容·····      | 348        |
| <b>第六部分 现代生态学的发展</b>                |            | <b>17 景观生态学·····</b>  | <b>350</b> |
| <b>16 分子生态学·····</b>                | <b>330</b> | 17.1 景观与景观生态学的概念····· | 350        |
| 16.1 生物对逆境胁迫的分子水平适应<br>·····        | 331        | 17.2 景观结构·····        | 351        |
| 16.1.1 生物对寒冷的分子水平适应<br>·····        | 331        | 17.3 景观功能·····        | 352        |
| 16.1.2 生物对高温的分子水平适应<br>·····        | 335        | 17.4 景观生态学的一般原理·····  | 353        |
| 16.1.3 植物抗干旱的分子水平适应<br>·····        | 336        | 17.5 景观生态学的研究方法·····  | 353        |
| 16.1.4 植物抗逆境的分子机制···                | 337        | 17.5.1 景观指数·····      | 354        |
| 16.1.5 小哺乳动物适应低氧环境的<br>分子机制·····    | 337        | 17.5.2 景观格局分析模型·····  | 354        |
| 16.2 生物种群的分子生态学·····                | 338        | 17.5.3 景观模型·····      | 355        |
| 16.2.1 种群遗传多样性分析·····               | 339        | 17.6 景观结构的起源和演变·····  | 355        |
|                                     |            | <b>中文名词索引·····</b>    | <b>357</b> |
|                                     |            | <b>主要参考文献</b>         |            |



关键词 生态学 生物圈 尺度

## 0.1 生态学的定义

生态学(ecology)是研究有机体及其周围环境相互关系的科学。环境包括非生物环境和生物环境,前者如温度、光、水、风,而后者包括同种或异种其他有机体。显然,Haeckel(1866)的这个定义在此强调的是相互关系,或叫相互作用(interaction),即有机体与非生物环境的相互作用和有机体之间的相互作用。有机体之间的相互作用又可以分为同种生物之间和异种生物之间的相互作用,或叫种内相互作用和种间相互作用。前者如种内竞争,后者如种间竞争、捕食、寄生和互利共生。

eco-表示住所或栖息地,logos 表示学问。生态学这个词中的 eco-与经济学(economy)的 eco-是同一个词根。经济学起初是研究“家庭管理”的,我们可以把生态学理解为有关生物的经济管理的科学。有一本基础生态学教科书,书名就叫做《自然的经济学》(*The Economy of Nature*),作者是 Robert Ricklefs。ecology 一词由日本东京帝国大学的学者三好学在 1895 年译为“生态学”,后经武汉大学张挺教授介绍到我国。

Haeckel 所赋予生态学的定义很广泛,它引起了许多学者的争论。有学者指出,如果生态学内容如此广泛,那么不属于生态学的学问就不多了。因此,生态学应有更明确的定义,一些著名生态学家对生态学也下过定义,如:

1. 英国生态学家 Elton (1927)在最早的一本《动物生态学》中,把生态学定义为“科学的自然史”。

2. 苏联的生态学家 Кашкаров (1945)认为,生态学研究“生物的形态、生理和行为的适应性”,即达尔文的生存斗争学说中所指的各种适应性。

虽然上述两个定义指出了一些重要的生态学研究的问题,但还是很广泛,与生物学(biology)这个概念不易区分。

3. 澳大利亚生态学家 Andrewartha (1954)认为,生态学是研究有机体的分布和多度的科学,他的著作《动物的分布与多度》是当时被广泛采用的动物生态学教科书。后来,C. Krebs(1972)认为这个定义是静态的,忽视了相互关系,并修正为“生态学是研究有机体分布和多度与环境的相互作用的科学”。这两位学者是动物生态学家,强调的都是种群生态学。

4. 植物生态学家 Warming (1909)提出植物生态学研究“影响植物生活的外在因子及其对

植物的影响;地球上所出现的植物群落及其决定因子”。这里既包括个体,也包括群落。法国的 Braun-Blaquet (1932) 则把植物生态学称为植物社会学,认为它是一门研究植物群落的科学。这两位是植物生态学家,他们强调的是群落生态学。

20 世纪 60—70 年代,动物生态学和植物生态学趋向汇合,生态系统的研究日益受到重视,并与系统理论交叉。在环境、人口、资源等世界性问题的影响下,生态学的研究重心转向生态系统,又有一些学者提出了新的定义。

5. 美国生态学家 E. Odum (1956) 提出的定义是:生态学是研究生态系统的结构和功能的科学。他的著名教科书《生态学基础》(1953, 1959, 1971) 与以前的有很大区别,它以生态系统为中心,对大学生态学教学和研究产生了很大影响,他本人因此而获得美国生态学的最高荣誉——泰勒生态学奖(1977)。

我国著名生态学家马世骏(1980)的定义也属于这一类,他认为生态学是研究生命系统与环境系统相互关系的科学。他同时提出了社会-经济-自然复合生态系统的概念。

虽然诸学者给生态学下的定义很不相同,但是归纳起来大致可分为三类:第一类研究重点是自然历史和适应性,第二类强调的是动物的种群生态学和植物的群落生态学,第三类则是生态系统生态学。这三类定义代表了生态学发展的不同阶段,强调基础生态学的不同分支领域。

尽管 Haeckel 的定义有缺点,但是目前大多数的学者还是采用他的定义。

## 0.2 生态学的研究对象

生态学的研究对象很广,从个体的分子直到生物圈。但是,生态学研究对于其中 4 个组织层次(level of organization) 特别感兴趣,即个体(individual)、种群(population)、群落(community) 和生态系统(ecosystem)。

在个体层次上,生态学家最感兴趣的问题是有机体对于环境的适应。经典生态学的最低研究层次是有机体(个体)。个体生态学(autecology) 研究有机体个体与环境的相互关系。物理环境如温度、湿度、光等通过影响有机体的基础生理过程而影响其生存、生长、繁殖和分布。而生物为了成功地把基因传递下去,在形态、生殖、行为等各种性状上形成了对环境的适应。按其研究的大部分问题来看,目前的个体生态学绝大部分属于生理生态学(physiological ecology) 范畴,这是生态学与生理学的交叉学科。当然,近代一些生理生态学家更偏重于个体从环境中获得资源和资源分配给维持、生长、生殖、修复、保卫等方面的进化和适应对策上,而生态生理学家则偏重于对各种环境条件的生理适应及其机制上。但是更多的学者把生理生态学和生态生理学视为同义的。

种群是栖息在同一地域中同种个体组成的集合。种群是由个体组成的群体,并在群体水平上出现了一系列群体的特征,这是个体层次上所没有的。例如种群有出生率、死亡率、增长率,有年龄结构和性比,有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。

群落是栖息在同一地域中的动物、植物和微生物组成的集合。同样,当群落由种群组成为新的层次结构时,产生了一系列新的群体特征,例如群落的结构、演替、多样性、稳定性等。但是,多数现代生态学家在目前最感兴趣的是决定群落组成和结构的过程,并把群落定义为“一定领域内不同物种种群的集合(assembly) 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集合,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,例如分子生态学、景观生态学和全球生态学(即生物圈的生态学)。

**生物圈(biosphere)**是指地球上的全部生物和一切适合于生物栖息的场所,它包括岩石圈的上层、全部水圈和大气圈的下层。岩石圈是所有陆生生物的立足点,土壤中还有植物的地下部分、细菌、真菌、大量的无脊椎动物和掘土的脊椎动物。在大气圈中,生命主要集中于最下层,也就是与岩石圈的交界处。水圈中几乎到处都有生命,但主要集中在表层和底层。随着全球性环境问题日益受到重视,如全球变暖、臭氧层破坏、酸雨,全球生态学已经应运而生。

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。自1992年Molecular Ecology杂志创刊以来,研究工作迅速增加,现已成为生态学领域顶级水平杂志之一。其研究领域涉及进化生物学、种群生物学、系统进化地理学、保护遗传学、行为生态学、群落生态学和GMO(基因修饰生物)的释放后果。

现代生态学十分重视生态学研究的**尺度(scale)**。广义地说,尺度是指某一现象或过程在空间和时间上所涉及的范围和发生的频率。以空间尺度为例,像大气中二氧化碳含量的上升对气候变化的影响研究,就需要在全球尺度上进行。当然这并不否认各个地区范围的较小尺度的类似研究,因为其结果也有助于解释全球的气候变化;甚至于在温室中进行实验,例如人工控制温室的气体以模拟二氧化碳上升,并研究其对于植物光合作用强度的影响,也是有用的。小尺度研究的例子如两种细菌在单个生物细胞中的资源竞争;加大一些的尺度研究如白蚁肠道中细菌与原虫的竞争。就时间尺度而言,植物群落的生态演替,有的以百年计,有的以十年计,而原生动物的演替在人工培养皿中要以天数计。生态学中一般认为有三类尺度,即除了空间和时间尺度外,还有组织尺度,上面介绍的个体-种群-群落-生态系统等的组织层次就是其例。

近几十年来,生态学迅速发展的另一个非常重要的特征是应用生态学的发展,例如生态系统服务价值评估,生态系统管理等,其研究方向之多,涉及领域和部门之广,与其他自然科学和社会科学结合交叉点之多,真是五花八门,使人感到难以给予划定范围和界限。

### 0.3 生态学的分支学科

生态学在目前已经发展为庞大的学科体系,现在想要弄清楚有多少分支学科,不但要费许多时间,而且很难达到一致。下面按不同标准加以划分:

(1) 按研究对象的组织层次划分:我们已经在研究对象中介绍。

(2) 按研究对象的生物分类划分:如动物生态学、昆虫生态学、植物生态学、微生物生态学。此外,还有独立的人类生态学。

(3) 按栖息地划分:如淡水生态学、海洋生态学、湿地生态学和陆地生态学。而陆地生态学又可以分为森林生态学、草地生态学、荒漠生态学和冻原生态学。

(4) 按交叉的学科划分:如数学生态学、化学生态学、物理生态学、地理生态学、生理生态学、进化生态学、行为生态学、生态遗传学和生态经济学等。

最后,由于人们对于人口、环境、资源等问题的普遍关注,生态学这个术语已经是广为人知的名词。例如,已经有十余个发达国家出现了关心生态问题、并以生态党、绿色党命名的政党。所

谓的生态环境问题也已经成为公众日常使用的词汇。但是,生态学本身是一门纯科学,其目标是研究有机体与其环境的相互关系。像任何科学一样,生态学研究的成果并不直接产生或指挥伦理和政治的行动,这个区分是重要的。现在已经有少数国家用不同名词来区别从事科学和教育的生态学家和从事社会政治活动的生态活动家,前者如 ecologue (法文)和 ecologo (西班牙文),后者如 ecologist (法)和 ecologistas (西)。

## 0.4 生态学的研究方法

一般认为,生态学的研究方法可以分为野外的(field approach,或译为田间的)、实验的(experimental approach)和理论的(theoretical approach)三大类。

从生态学发展历史来讲,野外的研究方法是首先的,并且是第一性的。例如要了解动物的种群数量变动,首先要在自然中观察和收集资料。野外研究和实验研究的划分,早在20世纪20年代已经开始,其代表就是 Shelford(1929)的《实验与野外生态学》一书。实验研究是分析因果关系的一种有用的补充手段。实验研究的优点是条件控制严格,对结果分析比较可靠,重复性强,但也有缺点,就是实验室条件可能与野外自然状态下的有区别。近几十年来,生态学还发展了在自然条件下进行实验研究的方法,如驱除寄生虫以研究雷鸟种群的动态,它同时可以设置对照区。利用数学模型进行模拟研究是理论研究最常用的方法。利用数学模型研究种群动态在发展种群生态学上,例如种群增长和种间竞争等方面,已经做出了很大的贡献。模型研究的预测,还必须通过现实来检验其预测结果是否正确。同时,也可以通过修改参数再进行模拟,使模型研究逐步逼近现实。



### 思考题

1. 说明生态学的定义。
2. 试举例说明生态学是研究什么问题的,采用什么样的方法。
3. 比较三类生态学研究方法的利弊。

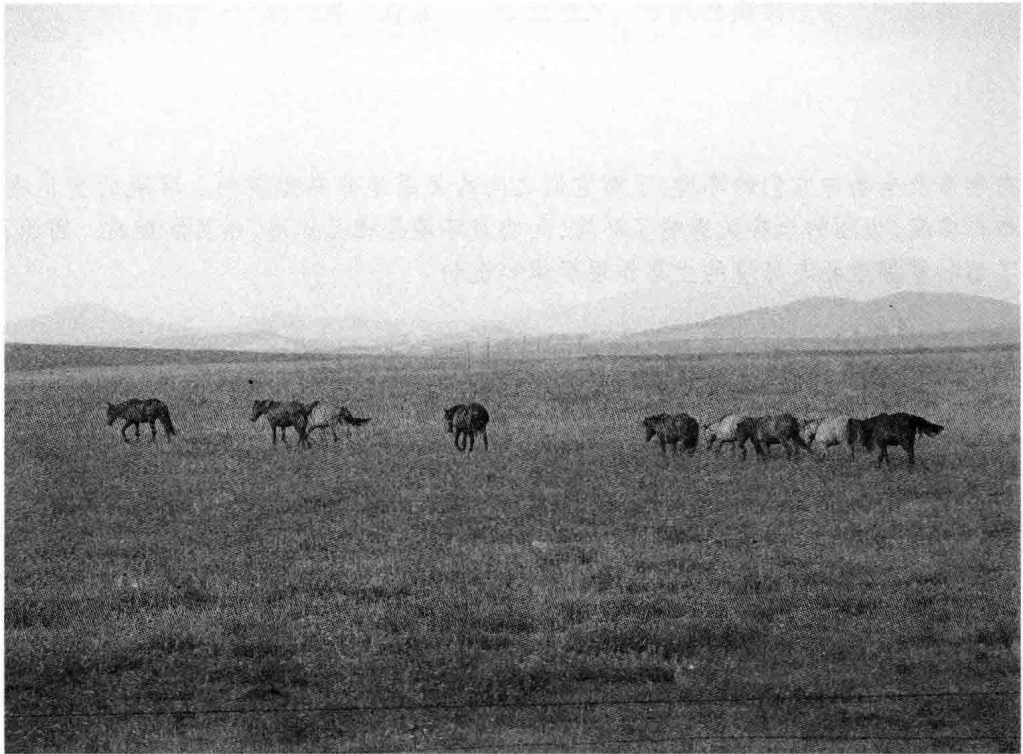


### 数字课程学习资源

· 本章小结    · 重难点解析    · 教学课件    · 自测题    · 思考题答案



# 第一部分 有机体与环境



我们把自然界分为两大类:生物与非生物。这两大类几乎总是可区别、可分开的,但它们又不能彼此孤立地存在。生物依赖于环境,它们必须与环境连续地交换物质和能量,必须适应于环境才能生存;生物又影响环境,改变了环境的条件,生物与环境在相互作用中形成统一的整体。在这一部分中,主要阐述生物与环境间的相互作用规律和机制、温度和光因子的生态作用及生物对光与极端温度的适应、风对生物的作用及防风林、火的生态作用及管理、水的特殊性质以及生物如何调节体内水和溶质的平衡、氧与二氧化碳的生态作用与生物适应,以及土壤理化性质及其对生物的影响。