



高等教育“十一五”规划教材
高职高专环保类专业教材系列

环境生态学基础

周凤霞 主编



科学出版社

内 容 简 介

本书在编写过程中,打破了传统的知识结构体系,适当降低了理论知识的难度,以“实用、够用”为原则,着力体现实用性、实践性和应用性,全书划分为8个单元,包括植物群落的调查与设计、生态修复、生物多样性调查与评价、环境污染的生态治理、生态监测、农业废物的资源化、生态工程与生态规划和农村沼气系统的设计。

本书可供高职高专院校环境类专业学生使用,也可供其他院校相关专业师生和从事环境保护工作的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境生态学基础/周凤霞主编. —北京:科学出版社,2011
(高等教育“十一五”规划教材·高职高专环保类专业教材系列)
ISBN 978-7-03-029968-0

I. ①环… II. ①周… III. ①环境生态学-高等学校:技术学校-教材
IV. ①X171

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第005057号

责任编辑:张 斌/责任校对:王万红
责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年2月第一版 开本:787×1092 1/16
2011年2月第一次印刷 印张:17 3/4
印数:1—3000 字数:420 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话010-62134988 编辑部电话010-62135235(VZ04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高职高专环保类专业系列教材 专家委员会

顾 问 邓泽民
主 任 胥树凡
副主任 李倦生 耿世刚
委 员 (按姓氏笔画为序)
关荐伊 张宝军 相会强 郭 正 高红武 薛巧英

高职高专环保类专业系列教材 编写委员会

主 任 孙 蕾
副主任 姚运先 谷群广
委 员 (按姓氏笔画为序)
马占青 王先华 王怀宇 王 虎 王春梅 冯雨峰
司文会 刘妙丽 刘颖辉 安红莹 朱庚申 何红娟
沈力匀 沈 华 吴国旭 吴 焯 张宝安 张惠燕
李 庄 李克国 杨广华 杨保华 邹序安 邹润莉
陈建华 陈剑虹 陈战军 陈喜红 周凤霞 林筱华
金 文 胡娜妮 凌昌都 袁秋生 袁德奎 郭淑华
税永红 熊素玉 黎良财 黎春秀
秘 书 张 斌 唐小艳

序

环境保护是我国的一项基本国策，而环境保护教育又是环保工作的重要基础。因此必须加强环境学科相关知识在实践中的应用，提高我国环保类专业学生的环境科研、监管能力，注重学生实践操作能力的培养，努力提高环保专业课程体系的整体性、系统性、实用性。

环境管理作为人类自身行为管理的一种活动，是在 20 世纪 60 年代末开始随着全球环境问题的日益严重而逐步形成、发展的，它揭示了人类社会活动与人类生存环境的对立统一关系。在人类社会中，环境—社会—经济组成了一个复杂的系统，作为这个系统核心的人类为了生存发展，需要不断地开发利用各种自然资源和环境资源，而无序无节制的开发利用，导致地球资源急剧消耗，环境失调，从而影响人类的生存和发展。为遏制这种趋势及其蔓延，人类开始研究并采取措施推动资源的合理开发利用，推进环境保护及其自我修复能力的提高，努力实现人类的可持续发展。环境—社会—经济系统能否实现良性循环，关键在于人类约束以及影响这一系统的方法和手段是否有效，这种方法和手段就是环境管理。

环境管理随着人类环保实践活动的推进而不断演变。相当长的时期内，人们直接感受到的环境问题主要是局部地区的环境污染。人类沿袭工业文明的思维定式，把环境问题作为一个单纯的技术问题，其环境管理实质上只是污染治理，主要的管理原则是“污染者治理”和末端治理模式。随着末端治理走到环境污染治理的尽头，加之生态破坏、资源枯竭其他环境问题的进一步凸现，人们开始从经济学的角度去探寻环境问题的根源与对策，通过“环境经济一体化”使“环境成本内部化”，将环境管理原则变为“污染者负担，利用者补偿”，从而推进了源头削减、预防为主和全过程控制的管理模式的形成。人们在科学发展、保护环境的长期追求与探索中，逐步认识到环境问题是人类社会的传统自然观和发展观支配下导致的必然结果，其管理和技术手段都是“治标不治本”的，只有在改变传统的发展观基础上产生的财富观、消费观、价值观和道德观，才能从根本上解决环境问题。因而环境管理不是单纯的技术问题，也不是单纯的经济问题和社会问题，而是人与自然和谐、经济发展与环境保护相协调的全方位综合管理。

加强课题研究，通过课程设计和构建，着力解决高等职业教育环保类专



业人才培养和社会需求，以就业为导向，坚持改革创新，努力提高学生的职业能力，使学生将课堂与工作现场直接对接，进一步理解目前的学习如何为将来的职业服务，从而提高学生学习的积极性、针对性，提高教学质量，这是我国环保职业教育必须坚持的方向。

非常高兴的是，2009年4月，由长沙环境保护职业技术学院牵头，集合全国与环境保护相关的本科及职业院校、企业、科研机构等近百家单位共同组建的环境保护职业教育集团正式成立，这是我国目前环保职教领域阵容最大的产学研联合体。该集团的成立，在打造环保职业教育品牌和提升环保职业教育综合实力上，将产生深远影响。

本套教材的作者都是长期从事环保高职教育的一线教师，具有丰富的教学经验，在相关领域又有比较丰富的环保实践经验，在承担相关环保科研与技术服务中，将潜心研究的科研成果与最新技术、方法、政策、标准等体现于职业教育的教材之中，使本套教材具有鲜明的职业性、实践性，对环保职业教育具有较好的指导与示范作用。

衷心希望这套教材的出版发行，能为我国环保教育事业的发展发挥积极的推动作用。

祝光耀

2010年3月10日

祝光耀：中国环境与发展国际合作委员会秘书长，原国家环保总局副局长。

前 言

环境生态学是随着环境科学的发展,由环境科学和生物科学相互渗透而形成的一门边缘学科,它是运用生态学原理,阐明人类对环境的影响以及如何通过生态途径解决环境问题的科学。

随着人口的增长、工业的发展和科学技术的不断进步,人类自身的生存环境日益退化,环境问题越来越突出,如全球气候变暖、臭氧层破坏、酸雨、水土流失、生物多样性锐减、环境污染等。要解决这些环境问题都要依赖于生态学理论做指导,因此,环境生态学在环境保护中的作用越来越重要。

环境生态学是高职高专“资源环境与城市管理”、“环境监测”、“环境工程技术”等专业的专业基础课,学生通过对本课程的学习,能够运用生态学基本原理合理利用和保护自然资源、监测和治理环境污染、恢复和重建生态环境,以满足人类可持续发展的需要。

本书是高等教育(高职高专环保类)“十一五”规划教材,是国家社会科学基金“十一五”规划(教育学科)一般课题“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”(批准号:BJA060049)的子课题“以就业为导向的高等职业教育环保类专业教学整体解决方案研究”(编号BJA060049-ZKT028)的研究成果之一。供高职高专院校环境类专业的学生使用,也可供其他院校相关专业师生和从事环境保护工作的科技人员参考。

本书突出高职特色,坚持“以学生为中心、能力培养为本位”的职业教育思想,着力体现实用性、实践性和应用性,真正做到理实一体。因此,在编写过程中,编者打破了传统的知识结构体系,适当降低了理论知识的难度,以“实用、够用”为原则。体例格式也与传统的教材不同,以工作任务为载体,每个单元都采用“资讯、决策、计划、实施、检查、评估”的方式进行。在每个单元的开始先提出目标,最后有评价与总结提高,以便于学生更好地学习和掌握有关知识。在每个单元中都有一个“知识拓展”模块,以拓展学生的知识视野,也可增加本书的可读性。

本书分为8个单元,包括植物群落的调查与设计、生态修复、生物多样性调查与评价、环境污染的生态治理、生态监测、农业废物的资源化、生态工程与生态规划和农村沼气系统的设计。在介绍必需的理论知识的基础上,突出对学生操作技能的训练,以培养学生综合分析问题和解决问题的能力。

本书由周凤霞(长沙环境保护职业技术学院)担任主编,安红莹(成都纺织高等专科学校)、李兴平(河南科技大学林业职业学院)担任副主编。单元一和单元二由刘辉(长沙环境保护职业技术学院)编写,单元三和单元四由张春霞(长沙环境保护职业技术学院)编写,单元五由周凤霞编写,单元六由李兴平编写,单元七由何红娟(广西生态工程职业技术学院)编写,单元八由安红莹编写,全书由周凤霞统稿。

目 录

序

前言

单元一 植物群落的调查与设计	1
单元描述	1
单元基础知识	2
单元任务实施	15
评价与总结提高	17
单元二 生态恢复	23
单元描述	23
单元基础知识	24
单元任务实施	70
评价与总结提高	82
单元三 生物多样性调查与评价	89
单元描述	89
单元基础知识	90
单元任务实施	94
评价与总结提高	96
单元四 环境污染的生态治理	102
单元描述	102
单元基础知识	103
单元任务实施	116
评价与总结提高	121
单元五 生态监测	125
单元描述	125
单元基础知识	127
单元任务实施	157
评价与总结提高	162
单元六 农业废物的资源化	171
单元描述	171
单元基础知识	172
单元任务实施	195
评价与总结提高	198



单元七 生态工程与生态规划	204
单元描述.....	204
单元基础知识.....	206
单元任务实施.....	228
评价与总结提高.....	239
单元八 农村沼气系统的设计	249
单元描述.....	249
单元基础知识.....	250
单元任务实施.....	262
评价与总结提高.....	267
主要参考文献	272

单元一

植物群落的调查与设计

单元描述

生物群落是生态系统中比生物个体和生物种群更高一级的组织层次，是生态系统中具有生命的部分。在长期的历史发展演变过程中，群居在一起的各种生物，一方面受着环境的影响，同时又作为一个整体影响并改造着环境，形成了生物群落与环境的统一体。在群落内部生物种群之间，发生着各种正的和负的相互作用，形成了一种能相互协调的关系，使得群落中各生物个体及种群成为一种有规律的组合。

单元目标

理解群落的概念，掌握群落的结构特征和演替，并能够运用群落的特征进行保护区地点、面积、形状的设计，受损生态系统的恢复设计及公路边坡防护的设计。对群落的数量特征及种群的空间分布格局进行实地调查并分析。

序号	能力	目标
1	职业能力	知识点： ① 样方调查的方法； ② 物种统计的方法； ③ 群落数量特征、种群空间分布格局的测定原理与工作过程 技能： ① 样方框的使用方法； ② 群落数量调查的技能
2	方法能力	① 进行数理统计； ② 动手操作和知识更新
3	社会能力	① 学生的沟通能力及团队协作精神； ② 制定计划； ③ 环境保护意识



单元学习情境

学习情境设计 1: 植物群落数量特征的抽样调查

名称	植物群落数量特征的抽样调查	难度: 低	课时: 2
学习内容	① 植物群落数量特征抽样调查法的介绍; ② 田字架的使用; ③ 物种的识别能力; ④ 物种的计数方法; ⑤ 各数量特征的计算	要求: ① 掌握点-四分法调查的原则; ② 掌握田字架的使用方法; ③ 进行数据的统计	
教学方法	引导文教学法、头脑风暴法、问题法		

学习情境设计 2: 种群空间分布格局的调查

名称	种群空间分布格局的调查	难度: 中等	课时: 3
学习内容	① 最小面积法; ② 利用最小面积法确定样方面积; ③ 有关统计特征的计算; ④ 种群分布类型的确定	要求: ① 最小面积的确定; ② 样方面积的确定; ③ 根据 χ^2 值, C_x 值确定种群的分布类型	
教学方法	引导文教学法、头脑风暴法		



单元基础知识

一、群落的概念及其特征

(一) 群落的概念

群落也称生物群落 (biological community), 是指具有直接或间接关系的多种生物种群有规律的组合, 具有复杂的种间关系。组成群落的各种生物种群不是任意拼凑在一起, 而是有规律地组合在一起, 这样才能形成一个稳定的群落。例如在农田生态系统中, 各种生物种群是根据人们的需要组合在一起的, 而不是由于它们复杂的营养关系组合在一起, 所以农田生态系统极不稳定, 离开了人的因素就很容易被草原生态系统所替代。

居住在一个地区的一切生物所组成的共同体, 它们彼此通过各种途径相互作用和相互影响。例如一座森林中的一切植物为其中栖息的动物提供住处和食物, 一些动物还可以其他动物为食, 还有土壤中生存的大量微生物, 它们靠分解落叶残骸为生, 这一切组成一个整体称为生物群落。



生物群落有一定的生态环境，在不同的生态环境中有不同的生物群落。生态环境越优越，组成群落的物种种类就越多，反之则越少。

(二) 群落的基本特征

一个生物群落具有下列基本特征：

1) 具有一定的外貌

一个群落中的植物个体，分别处于不同高度和密度，从而决定了群落的外部形态。在植物群落中，通常由其生长类型决定其高级分类单位的特征，如森林、灌丛或草丛的类型。

2) 具有一定的种类组成

每个群落都是由一定的植物、动物、微生物种群组成的。因此，种类组成是区别不同群落的首要特征。一个群落中种类成分的多少及每种个体的数量，是度量群落多样性的基础。

3) 具有一定的群落结构

生物群落是生态系统的—个结构单元，它本身除具有一定的种类组成外，还具有一系列结构特点，包括形态结构、生态结构与营养结构。例如，生活型组成、种的分布格局、成层性、季相、捕食者和被食者的关系等。但其结构常常是松散的，不像一个有机体结构那样清晰，有人称之为松散结构。

4) 形成群落环境

生物群落对其居住环境产生重大影响，并形成群落环境。例如森林中的环境与周围裸地就有很大的不同，包括光照、温度、湿度与土壤等都经过了生物群落的改造。即使生物非常稀疏的荒漠群落，土壤等环境条件也有明显改变。

5) 不同物种之间的相互影响

群落中的物种有规律的共处，即在有序状态下共存。生物群落是生物种群的集合体，但不是说一些种的任意组合便是一个群落。一个群落必须经过生物对环境的适应和生物种群之间的相互适应、相互竞争，形成具有一定外貌、种类组成和结构的集合体。

6) 一定的动态特征

生物群落是生态系统中具生命的一部分，生命的特征是不停地运动，群落也是如此，其运动形式包括季节动态、年际动态、演替与演化。

7) 一定的分布范围

任一群落分布在特定地段或特定生境上，不同群落的生境和分布范围不同。无论从全球范围看还是从区域角度讲，不同生物群落都是按着一定的规律分布。

8) 群落的边界特征

在自然条件下，有些群落具有明显的边界，可以清楚地加以区分；有的则不具有明显边界，处于连续变化中。有明显边界的群落见于环境梯度变化较陡，或者环境梯度突然中断的情形。例如，地势变化较陡的山地垂直带、陆地环境和水生环境的边界处（池塘、湖泊、岛屿等）等。但两栖类（如蛙）常常在水生群落与陆地群落之间移动，使原



来清晰的边界变得复杂。此外，火烧、虫害或人为干扰都可造成群落的边界。不具有明显边界的群落见于环境梯度连续缓慢变化的情形。大范围的变化如草甸草原和典型草原的过渡带、典型草原和荒漠草原的过渡带等，小范围的如沿一缓坡而渐次出现的群落替代等。但在多数情况下，不同群落之间都存在过渡带，被称为群落交错区 (ecotone)，并导致明显的边缘效应。

二、群落的结构

(一) 群落的外貌和生活型

1) 群落外貌

群落外貌 (physiognomy) 是指生物群落的外部形态或表相。它是群落中生物与生物间、生物与环境相互作用的综合反映：陆地生物群落的外貌主要取决于植被的特征，水生生物群落的外貌主要取决于水的深度和水流特征。陆地生物群落的外貌是由组成群落的植物种类形态及其生活型 (life form) 所决定的。

2) 生活型类型

目前广泛采用丹麦植物学家 Raunkiaer 提出的系统，按休眠芽或复苏芽所处的位置高低和保护方式，把高等植物划分为 5 个生活型，在各类群之下，根据植物体的高度、芽有无芽鳞保护、落叶或常绿、茎的特点等特征，再细分为若干较小的类型。

(1) 高位芽植物。休眠芽位于距地面 25cm 以上，可根据高度分为四个亚类，即大高位芽植物 (高度 > 30m)、中高位芽植物 (8~30m)、小高位芽植物 (2~8m) 与矮高位芽植物 (25cm~2m)。

(2) 地上芽植物。更新芽位于土壤表面之上，25cm 之下，多为半灌木或草本植物。

(3) 地面芽植物。更新芽位于近地面土层内，冬季地上部分全部枯死，多为多年生草本植物。

(4) 隐芽植物。更新芽位于较深土层中或水中，多为鳞茎类、块茎类和根茎类多年生草本植物或水生植物。

(5) 一年生植物。以种子越冬。

Raunkiaer 生活型被认为是进化过程中对气候条件适应的结果，因此它们的组成可反映某地区的生物气候和环境的状况。

从表 1.1 可知，在天然存在的状况下，每一类植物群落都是由几种生活型的植物组成，但其中有一类生活型占优势。一般凡高位芽植物占优势的，反映了群落所在地在植物生长季节中温热多湿的特征；地面芽植物占优势的群落，反映了该地具有较长的严寒季节；地下芽植物占优势的，环境比较冷、湿；一年生植物最丰富的，气候干旱。例如，表中的暖温带落叶阔叶林，高位芽植物占优势，地面芽植物次之，就反映了该群落所在地的气候夏季炎热多雨，但有一个较长的严寒季节。至于寒温带暗针叶林，地面芽植物占优势，地下芽植物次之，高位芽植物又次之，反映了当地有一个较短的夏季，但冬季漫长，严寒而潮湿。



表 1.1 中国几种群落类型的生活型谱

群落(地点)	高位芽植物/%	地上芽植物/%	地面芽植物/%	地下芽植物/%	一年生植物/%
热带雨林	96.88	0.77	0.42	0.98	0
热带山地雨林	87.63	5.99	3.42	2.44	0
南亚热带季风常绿阔叶林	63.0	5.0	12.0	6.0	14.0
中亚热带常绿阔叶林	76.1	1.0	13.1	7.8	2
暖温带落叶阔叶林	52.0	5.0	38.0	3.7	1.3
寒温带暗针叶林	25.4	4.4	39.6	26.4	3.2
温带草原	3.6	2.0	41.1	19.0	33.4

(二) 群落的垂直结构

群落的垂直结构主要指群落的分层现象。陆地群落的分层与光的利用有关。森林群落从上往下,依次可划分为乔木层、灌木层、草本层和地被层等层次。在层次划分时,将不同高度的乔木幼苗划入实际所逗留的层中。

群落中有一些植物,如藤本植物和附、寄生植物,它们并不形成独立的层次,而是分别依附于各层次直立的植物体上,称为层间植物。在具体研究时,往往把它们归入实际依附的层次中。

水热条件越优越,群落的垂直结构越复杂,动物的种类也就越多,如热带雨林的垂直成层结构比亚热带常绿阔叶林、温带落叶阔叶林和寒温带针叶林要复杂的多,其群落中动物的物种多样性也远比上述三种群落要丰富的多。

群落中动物的分层现象也很普遍。动物之所以有分层现象,主要与食物有关,因为群落不同层次提供不同的食物,还与不同层次的微气候条件有关。例如森林中的鸟类,往往有不同的栖息空间,森林的中层常栖息着山雀、啄木鸟等,而林冠层则栖息着柳莺、交嘴和戴菊等。大多数鸟类虽然可同时利用几个不同的层次,但每一种鸟却有一个自己最喜好的层次。

水生群落中,生态要求不同的各种生物呈现出明显的分层现象,它们的分层主要取决于水中的透光情况、水温和溶解氧的含量等。水生群落按垂直方向一般可分为漂浮动物、浮游动物、游泳动物、底栖动物、附底动物和底内动物。

(三) 群落的水平结构

群落的水平格局形成主要与构成群落的成员的分布状况有关。大多数群落各物种常形成相当高密度集团的斑块状(patch)镶嵌,导致这种水平方向上复杂的镶嵌性主要原因如图 1.1 所示。

(四) 群落的时间格局

光、温度和湿度等许多环境因子有明显的时间节律(如昼夜节律、季节节律),受这些因子的影响,群落的组成与结构也随时间序列发生有规律的变化,这就是群落的时间格局。

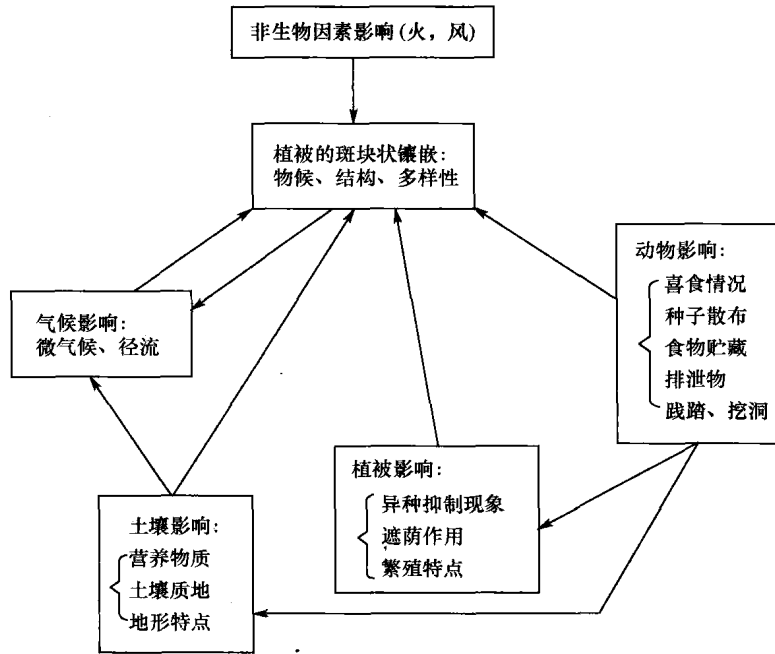


图 1.1 陆地生物群落中水平格局的主要决定因素

间格局。

植物群落表现最明显的就是季相，如温带草原外貌一年四季的变化；动物群落时间格局主要表现为群落中动物的季节变化，如鸟类的迁徙、变温动物的休眠和苏醒、鱼类的洄游等；还有群落的昼夜变化，如群落中昆虫、鸟类等种类的昼夜变化。

(五) 群落交错区与边缘效应

群落交错区 (ecotone) 又称生态交错区或生态过渡带，是两个或多个群落之间 (或生态地带之间) 的过渡区域，如森林和草原之间的森林草原过渡带，水生群落和陆地群落之间的湿地过渡带。

群落交错区是一个交叉地带或种群竞争的紧张地带，发育完好的群落交错区可包含相邻两个群落共有的物种以及群落交错区特有的物种。在这里，群落中物种的数目及一些种群的密度往往比相邻的群落大。群落交错区种的数目及一些种的密度有增大的趋势，这种现象称为边缘效应。但值得注意的是，群落交错区物种的密度的增加并非是普遍的规律，事实上，许多现象恰恰相反，例如在森林边缘交错区，树木的密度明显比群落里要小。

(六) 影响群落结构的因素

1) 生物因素

(1) 竞争。如果竞争的结果引起种间的生态位的分化，将使群落中物种多样性



增加。

(2) 捕食。如果捕食者喜食的是群落中的优势种，则捕食可以提高多样性，如捕食者喜食的是竞争上占劣势的种类，则捕食会降低多样性。

2) 干扰

在陆地生物群落中，干扰往往会使群落形成断层 (gap)，断层对于群落物种多样性的维持和持续发展，有很重要的作用。不同程度的干扰，对群落的物种多样性的影响是不同的，Connell 等提出的中等干扰说认为，群落在中等程度的干扰水平能维持高多样性。其理由是：①在一次干扰后少数先锋种入侵断层，如果干扰频繁，则先锋种不能发展到演替中期，使多样性较低；②如果干扰间隔时间长，使演替能够发展到顶极期，则多样性也不很高；③只有中等程度的干扰，才能使群落多样性维持最高水平，它允许更多物种入侵和定居。

3) 空间异质性

环境的空间异质性：环境的空间异质性愈高，群落多样性也愈高。

植物群落的空间异质性：植物群落的层次和结构越复杂，群落多样性也就越高。例如森林群落的层次越多、越复杂，群落中鸟类的多样性就会越多。

三、群落的物种多样性

(一) 物种多样性定义

物种多样性是群落生物组成结构的重要指标，它不仅可以反映群落组织化水平，而且可以通过结构与功能的关系间接反映群落功能的特征。

生物群落多样性研究始于 20 世纪初叶，当时的工作主要集中于群落中物种面积关系的探讨和物种多度关系的研究。1943 年，Williams 在研究鳞翅目昆虫物种多样性时，首次提出了“多样性指数”的概念，之后大量有关群落物种多样性的概念、原理及测度方法的论文和专著发表，形成了大量的物种多样性指数，一度给群落多样性的测度造成了一定混乱。自 20 世纪 70 年代以后，各国学者对生物群落多样性测度方法进行了比较全面的综述，对这一领域的发展起到了积极的推动作用。从目前来看，生物群落的物种多样性指数可分为 α 多样性指数、 β 多样性指数和 γ 多样性指数三类。

(二) 群落多样性与稳定性

多数生态学家认为，群落的多样性是群落稳定性的一个重要尺度，多样性高的群落各物种之间往往形成了比较复杂的相互关系，食物链和食物网更加趋于复杂，当面对来自外界环境的变化或群落内部种群的波动时，群落由于有一个较强大的反馈系统，从而可以得到较大的缓冲。从群落能量学的角度来看，多样性高的群落，能流途径更多一些，当某一条途径受到干扰被堵塞不通时，就会有其他的路线予以补充。

有生态学家认为，生物群落的波动是非线形的，复杂的自然生物群落常常是脆弱的，例如热带雨林这一复杂的生物群落比温带森林更易遭受人类的干扰而不稳定。共栖



的多物种群落，某物种的波动往往会牵连到整个群落。因此他们提出多样性的产生是由于自然的扰动和演化两者联系的结果，环境的多变和不可测性使物种产生了繁殖与生活型的多样化。

在群落多样性与稳定性的关系上，目前仍未定论。

四、岛屿化群落的结构特征

(一) 岛屿的概念

岛屿性是生物地理所具备的普遍特征。岛屿通常是指历史上地质运动形成，被海水包围和分隔开来的小块陆地。许多自然生境，例如溪流、山洞以及其他边界明显的生态系统都可看作是大小、形状和隔离程度不同的岛屿，有些陆地生境也可看成是岛屿，例如，林中的沼泽、被沙漠围绕的高山、间断的高山草甸、片段化的森林和保护区等。由于人类活动的影响，自然景观的片段化也是产生生境岛屿的重要原因。由于物种在岛屿之间的迁移扩散很少，对生物来讲岛屿就意味着栖息地的片段化和隔离。

(二) 岛屿的种数

早在 20 世纪 60 年代，生态学家就发现岛屿上的物种数明显比邻近大陆的少，而且岛屿面积越小，距离大陆越远，物种数目就越少。在气候条件相对一致的区域中，岛屿中的物种数与岛屿面积有密切关系，许多研究表明，岛屿面积越大，种数越多，这一关系可用简单方程描述：

$$S = CA^Z$$

该公式经过对数转换后变为： $\lg S = Z \lg A + C$ ，式中 S 是面积为 A 的岛屿上某一分类群物种的数目， C 、 Z 为常数。参数 C 取决于分类类群和生物地理区域，其生物学意义不大；而参数 Z 即经过对数转换后直线的斜率，具有较大的生物学意义。例如，当 $Z = 0.5$ 时，只需要将岛屿面积增加 4 倍，即可将物种数加倍。但当 $Z = 0.14$ 时，必需使面积增加 140 倍才能将物种数加倍。

Darlington 关于岛屿面积增加 10 倍，岛屿上的动物种数加倍的结论，即是 $Z = 0.3$ 时的特殊情况。设 $S_1 = CA^Z$ ，那么，当岛屿面积增加 10 倍， $S_2 = C(10A)^Z$ ，所以 $S_2/S_1 = 10^Z = 10^{0.3} = 2$ 。此种情况表示，如果原始生态系统只有 10% 的面积保存下来，那么，该生态系统有 50% 的物种丢失；如果 1% 的面积保存下来，则该生态系统有 75% 的物种丢失。

(三) 物种数目分布的机制与假说

对于物种数目随面积和隔离度变化的原因，主要有以下假说：

1) 平衡假说

有生态学家认为，岛屿上物种数目是迁入和消失之间动态平衡的结果。物种迁入率 (I) 随物种数 (S) 增加而逐渐下降，而消失率 (E) 却逐渐上升，这主要是由于竞争压



力的作用。当 $I=E$ 时, 达到平衡物种数 (S)。当面积增加时, 迁入率曲线上升至 I_1 , 消失率曲线下降至 E_1 , 当 $I_1=E_1$ 时, 达到新的平衡数目 S_1 , 比原平衡数目 S 大。反之亦然。当 $I=E$ 时形成平衡物种数目 S , 若面积增加, 则形成新的平衡物种数目 S_1 , 且 $S_1>S$; 反之, 有 S_2 , 且 $S_2<S$ 。

根据平衡假说, 隔离度越大, 物种数应越小。因为迁入率 (I) 变小, 平衡物种数也小。迁移扩散在决定物种数目上起着重要作用。例如, 鸟类能飞行, 岛屿中鸟类物种数目占大陆的百分比往往要高于岛屿陆生兽类占大陆的百分比。

岛屿中的物种, 其物种消失率的增加, 往往是由于种群生存面积不足时会导致遗传多样性的丧失, 降低了物种的适应力。种群变小增加了种群随机灭绝的概率。这就是平衡假说中的岛屿面积效应。

2) 栖息地异质性假说

有学者认为面积增加包含了更多类型的栖息地, 因而应有更多的物种可以存在。有一些生态学家也认为物种随岛屿面积增加而增加的原因是由于栖息地增加的结果, 而不是平衡假说中岛屿面积效应的结果。

3) 随机样本假说

此种假说认为物种在不同大小岛屿上的分布是随机的, 大的岛屿只不过是大的样本, 因而包含着较多的物种, 取样范围会影响物种数与面积的关系。如果取样范围过窄, 就很可能反映不出物种数随面积增大而增加的趋势。

(四) 岛屿化与群落结构

生境发生片段化后, 生境岛屿的理化和生物学因素都会发生一系列变化。

(1) 生境片段化后, 由于群落内生境的改变, 其物种组成会有明显的变化, 群落内原有的一部分物种会消失, 同时由于边缘效应的增加, 也会有一部分外来物种的侵入。

(2) 生境片段化还能通过影响群落的物质循环, 进而影响土壤动物和微生物的活动。

(3) 生境片段化影响着物种迁入率和灭绝率。

(4) 生境片段化主要通过生物的生存空间、高度片段的占有率、个体增补率等影响种群的灭绝。

(5) 生境片段化导致种群变小, 直接影响种群的遗传变异。

(五) 岛屿生态与自然保育

自然保护区在某种意义上讲, 是受其周围生境“海洋”所包围的岛屿, 因此岛屿生态理论对自然保护区的设计具有指导意义。

1) 保护区的选择

为了保护生物多样性, 应首先考虑选择具有最丰富物种的地方作为保护区, 另外, 特有种、受威胁种和濒危物种也应放在重要的位置上。Gilbert 特别强调了关键互惠共生种保护的重要性, 他认为有些生态系统 (如热带森林) 中的动物 (如蜜蜂、蚂蚁等)