



Wetland Ecology

湿地生态学

■ 陆健健 何文珊 童春富 王 伟



高等教育出版社
Higher Education Press



Wetland

湿地生态学

王德亮 主编 王德亮 副主编

Ecology



科学出版社
KUIWEN

湿地生态学

陆健健 何文珊 童春富 王 伟



高等教育出版社

内容简介

本书以系统生态学的观点,综合笔者 20 余年对湿地生态系统的研究实践和国内外的研究实例,简要阐述这一独特生态系统结构、过程、功能、评价、管理和恢复的原理和主要研究方法。全书共 8 章(含图 71 幅、表 38 张),分别论述湿地生态系统的类型及其特征、主要结构特点和湿地生物的适应、水文过程和水量预算;生物地球化学循环、能量流动、植被演替和系统发育、生态服务评价和管理以及生态修复和工程湿地的营造等。

本书可供生态学、地球科学和环境科学等专业的研究生、教师和科研人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

湿地生态学/陆健健等. —北京:高等教育出版社,
2006.7

ISBN 7-04-019002-8

I. 湿... II. 陆... III. 沼泽化地-系统生态学-研究生-教材 IV. P941.78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 065309 号

策划编辑 李冰祥 责任编辑 田 军 封面设计 王凌波
责任绘图 尹文军 版式设计 陆瑞红 责任校对 王 雨
责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.75
字 数 330 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 7 月第 1 版
印 次 2006 年 7 月第 1 次印刷
定 价 35.00 元

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 19002-00

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给予严厉打击。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) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

绪论

第一章 湿地生态系统的类型

第一节 滨海湿地	(9)
一、盐沼湿地	(10)
二、红树林湿地	(14)
三、海草床	(20)
四、珊瑚礁	(21)
五、河口沙洲湿地	(23)
六、岩石离岛	(23)
七、我国的滨海湿地	(25)
第二节 内陆湿地	(26)
一、湖泊湿地	(27)
二、河流湿地	(30)
三、泥炭湿地	(32)
四、淡水林泽	(33)
五、湿草甸	(33)
六、我国的内陆湿地	(34)
第三节 人工湿地	(37)
一、工程湿地	(38)
二、生产型人工湿地	(39)
三、景观湿地	(39)
四、其它人工湿地	(40)
参考文献	(40)



第二章 湿地生态系统的结构

第一节 湿地生态系统的生物组分..... (43)

 一、湿地生态系统的生产者——湿地植被..... (44)

 二、湿地生态系统的消费者..... (48)

 三、湿地生态系统的分解者——微生物..... (52)

第二节 湿地生物的生态适应..... (53)

 一、细胞水平的适应..... (54)

 二、维管束植物的适应性..... (56)

 三、动物的适应性..... (65)

 四、互惠与共生..... (69)

参考文献..... (69)

第三章 湿地的生态水文过程

第一节 湿地水文周期..... (77)

第二节 湿地水量预算..... (80)

 一、一般预算模式..... (80)

 二、主要计算量预算..... (82)

第三节 水文过程对湿地的影响..... (93)

 一、物种组成与丰富度..... (93)

 二、初级生产力..... (94)

 三、有机物的累积和输出..... (96)

 四、营养物质循环..... (96)

第四节 湿地生物对水文过程的影响..... (96)

 一、湿地植物..... (97)

 二、湿地动物..... (98)

 三、湿地微生物..... (98)

参考文献..... (99)

第四章 湿地的生物地球化学循环

第一节 湿地土壤..... (105)

 一、基本特征..... (105)



二、有机土壤	(107)
三、矿质土壤	(108)
第二节 湿地生态系统中的化学转化	(110)
一、氧和氧化还原电位	(110)
二、氮的转化	(113)
三、铁和锰的转化	(116)
四、硫的转化	(116)
五、碳的转化	(119)
六、磷的转化	(126)
第三节 湿地物质的输入及其平衡	(128)
一、湿地物质的输入	(128)
二、湿地的物质平衡	(133)
参考文献	(139)

第五章 湿地生态系统的能流

第一节 能流基本模式	(145)
第二节 初级生产及其分解与消费	(146)
一、基本特征	(146)
二、限制因子	(149)
三、分解与消费	(151)
第三节 能流	(154)
一、H. T. Odum 的能流线路语言	(154)
二、能流与能流预算	(155)
三、能流与体现能	(166)
四、能流与熵流理论	(170)
参考文献	(175)

第六章 湿地的生态演替

第一节 生态演替的概念与机制	(178)
一、自发演替与异发演替	(179)
二、生态演替的机制——内因与外因	(182)
三、生态系统整体研究	(184)
第二节 湿地的生态演替过程与特征	(187)
一、湿地生物群落的演替	(187)



二、湿地生态系统的发育特征	(195)
三、湿地的系统发育和生态演替对策	(197)
参考文献	(203)

第七章 湿地评价与管理

第一节 湿地生态系统的服务	(207)
一、物质生产	(208)
二、能量转换	(209)
三、水分供给	(210)
四、调节气候	(210)
五、气体调节	(211)
六、调蓄水量	(212)
七、水质净化	(213)
八、生物多样性保育	(214)
九、人文	(215)
第二节 湿地生态服务的价值评估	(216)
一、服务的定量评价方法	(216)
二、价值量评估方法	(218)
三、生态服务的价值分类	(221)
四、核心服务、理论服务价值与现实服务价值	(222)
五、湿地几项主要生态服务功能价值估算	(223)
六、研究实例	(225)
第三节 湿地的管理	(227)
一、湿地的单一目标管理	(228)
二、湿地的系统管理	(233)
参考文献	(236)

第八章 湿地生态修复和重建

第一节 湿地的生态恢复	(241)
一、起源与发展	(241)
二、生态恢复的理论	(242)
第二节 湿地生态修复	(246)
一、生态修复的原则与目标	(246)
二、生态修复的措施	(249)



三、生态修复评价	(255)
第三节 工程湿地的营造	(256)
一、工程湿地的起源与发展	(257)
二、工程湿地的类型	(260)
三、工程湿地的设计与实施	(265)
四、工程湿地营造后的管理	(274)
参考文献	(276)

跋



TABLE OF CONTENTS

Introduction

Chapter 1 Types of Wetland Ecosystems

Section 1 Coastal Wetland	(9)
1 Tidal Salt Marsh	(10)
2 Mangrove Swamp	(14)
3 Seagrass Bed	(20)
4 Coral Reef	(21)
5 Estuarine Shoal Wetland	(23)
6 Offshore Rock Island	(23)
7 Coastal Wetlands in China	(25)
Section 2 Inland Wetland	(26)
1 Lacustrine Wetlands	(27)
2 Riverine Wetlands	(30)
3 Peatlands	(32)
4 Swamps	(33)
5 Wet Meadow	(33)
6 Inland Wetlands in China	(34)
Section 3 Constructed Wetlands	(37)
1 Constructed Wetlands	(38)
2 Constructed Wetlands for Higher Production	(39)
3 Constructed Wetlands for Landscape	(39)
4 Other Constructed Wetlands	(40)
References	(40)



TABLE OF CONTENTS

Chapter 2 Structures of Wetland Ecosystem

Section 1 Biotic Components of Wetland Ecosystem (43)

1 Producers – Wetland Plants (44)

2 Consumers (48)

3 Decomposer – Microorganism (52)

Section 2 Adaptation to the Wetland Environment (53)

1 Adaptation on Cell – Level (54)

2 Adaptation of Vascular Plants (56)

3 Adaptation of Animals (65)

4 Mutualism and Commensalism (69)

References (69)

Chapter 3 Wetland Ecosystem Hydrology

Section 1 Hydroperiods of Wetlands (77)

Section 2 Water Budgets of Wetlands (80)

1 Budget Models (80)

2 Major Components of Water Budgets (82)

Section 3 Impacts of Hydrology on Wetlands (93)

1 Species Composition and Abundance (93)

2 Primary Productivity (94)

3 Cumulation and Output of Organic Materials (96)

4 Nutrition Cycle (96)

Section 4 Responses of Organisms to Hydrology (96)

1 Wetland Flora (97)

2 Wetland Fauna (98)

3 Wetland Bacterial (98)

References (99)

Chapter 4 Wetland Biogeochemical Cycling

Section 1 Wetland Soils (105)



1 Basic Features	(105)
2 Organic Wetland Soil	(107)
3 Mineral Wetland Soil	(108)
Section 2 Chemical Transformations in Wetlands	(110)
1 Oxygen and Redox Potential	(110)
2 Nitrogen Transformations	(113)
3 Iron and Manganese Transformations	(116)
4 Sulfur Transformations	(116)
5 Carbon Transformations	(119)
6 Phosphorus Transformations	(126)
Section 3 Inputs and Mass Balances of Wetlands	(128)
1 Mass Inputs of Wetlands	(128)
2 Mass Balances of Wetlands	(133)
References	(139)

Chapter 5 Energy Flow of Wetland Ecosystem

Section 1 Basic Model of Energy Flow	(145)
Section 2 Primary Production, Decomposition and Consumption	(146)
1 Basic Features	(146)
2 Restrictive Factors	(149)
3 Decomposition and Consumption	(151)
Section 3 Energy Flow	(154)
1 Energy Flow Language by H. T. Odum	(154)
2 Energy Flow and Energy Budgets	(155)
3 Energy Flow and Emergy	(166)
4 Energy Flow and Exergy	(170)
References	(175)

Chapter 6 Ecological Succession of Wetlands

Section 1 Concepts and Mechanisms	(178)
1 Autogenetic Succession and Allogenic Succession	(179)
2 Mechanism of Ecological Succession	(182)



TABLE OF CONTENTS

3 Whole Ecosystem Study (184)

Section 2 Processes and Features of Wetland

Succession (187)

1 Wetland Community Succession (187)

2 Features of Wetland Ecosystem

Development (195)

3 Strategies of Wetland Ecosystem Development
 and Succession (197)

References (203)

Chapter 7 Valuation and Management of Wetlands

Section 1 Ecosystem Services (207)

1 Production (208)

2 Energy Conversion (209)

3 Water Supply (210)

4 Climate Regulation (210)

5 Gas Regulation (211)

6 Water Regulation (212)

7 Water Purification (213)

8 Biodiversity Conservation (214)

9 Humanities (215)

Section 2 Valuation of Ecosystem Services (216)

1 Methods of Quantitative Estimation (216)

2 Methods of Valuation (218)

3 Classification of Value of Ecosystem
 Services (221)

4 Top – drawer Services, Theoretica Value and
 Exist Value (222)

5 Valuation of Several Ecosystem Services (223)

6 Case Studies (225)

Section 3 Management of Wetland (227)

1 Single – aim Management (228)

2 Systematic Management (233)

References (236)



Chapter 8 Ecological Restoration and Construced Wetland

Section 1 Ecological Restoration (241)

1 Origin and Development (241)

2 Theories of Ecological Restoration (242)

Section 2 Rehabilitation of Wetlands (246)

1 Principles and Goals (246)

2 Measures (249)

3 Restoration Assessment (255)

Section 3 Constructed Wetlands (256)

1 Origin and Development (257)

2 Types of Constructed Wetlands (260)

3 Design and Implement (265)

4 Management of Constructed Wetland (274)

References (276)

Postscript



湿地是地球上三类最重要的生态系统(森林、海洋和湿地)之一。湿地生态系统具有陆地生态学和水域生态学所无法涵盖的特征和特性,其独特性在于它特殊的水文状况、陆地和水域生态系统交错带作用以及由此而产生的特殊的生态系统功能。

在地质历史时期,石炭纪的林泽环境造就和保留了当今人们生存所依赖的化石燃料。在较小的时间尺度,湿地的价值表现在作为许多化学物质,生物物种和基因的源、汇和库。

湿地由于具有广泛的食物链和丰富的生物多样性也被称为“生物超市”。它为许多动植物提供了独特的生境,因此在自然景观保育中具有重要作用。湿地因其对自然和人类产生的水和废弃物具有天然接收器的作用而被称之为“地球之肾”;在全球尺度上湿地则被一些人誉为二氧化碳接收器和气候稳定器;湿地还具有稳定水源供给,改变洪涝和干旱状况,净化水质,保护海岸线和调节地下水水位等功能。

著名生态学家 E. P. Odum(1971)定义生态学为“生态系统结构和功能研究的科学”。湿地生态学作为一门独立的学科,综合了陆地生态学,水域生态学和生态水文学等学科的内容。

美国学者 W. Mitsch(2000)给出了湿地生态学作为一个独立的科学的理由:

(1) 湿地具有目前生态范例和领域如湖沼学、河口生态学和陆地生态学所无法充分涵盖的特征特性。

(2) 湿地研究已经开始致力于貌似迥然不同类型的湿地共同特征的探索和验证。

(3) 湿地调查方法涉及多领域多学科,不能按常规方法进行或结合到大学现有学科分类中去。

(4) 制定湿地调控和管理的政策需要湿地生态科学的强有力支持。



虽然湿地类型繁多,形态各异,但越来越多的证据表明湿地共同的特征和特性:位于水域或者水淹陆地、缺氧环境和动植物的适应状态等。人们可就这些共同性进行不同于陆地生态学和水生生态学的研究。

湿地对生态理论和原则的“普遍性”,如演替、能量流动,提供了验证机会,而这些理论都是从陆地或水域生态学发展来的。例如,湿地为 Clements(1916)的演替理论和 Lindeman(1942)的能流方法提供了验证场所。湿地还是研究过渡带、生态交界区和生态交错区有关理论的绝佳实验室。

湿地通常被描述为生态过渡带,即陆地(如森林、农田)和水体系统(如河流、湖泊和河口)的过渡带。湿地在自然景观中的生态位使其可以作为有机物的“源”和无机营养物的“汇”而发挥作用。同时,这个“传递”作用导致了湿地极高的多样性,兼具陆地和水域物种。不同于简单的生态过渡带,湿地自身就是一个生态系统。它具有水域系统的一些特征如藻类、底栖无脊椎动物、自游动物、缺氧基质和流动的水;另一方面,它又有与陆地维管束植物结构相似的维管束植物。由于其与陆地和水域系统的密切联系,湿地与世界上其它高生产力的生态系统有明显区别。

目前,我国的湿地和世界其它国家的湿地一样正以令人担忧的速度消失。湿地的消失将给所在区域的经济带来严重的损失。越来越多的科技工作者和行政官员都发现,为了区域的发展,需要了解、保护甚至重建这类脆弱的生态系统。这为高教部门提出了新任务,培养具备湿地生态学基础理论,掌握湿地生态学研究技术的科技人员现在比以往任何时候都显得迫切。

本书以系统生态学的观点,综合笔者 20 余年来对湿地生态的研究实践和国内外的研究实例,简要阐述这一独特生态系统结构,过程、功能、评价、管理和恢复的原理和主要研究方法。

本书第一章主要阐述湿地的分类及相关特征。湿地分类主要依据拉姆萨湿地公约分类系统,同时结合我国湿地的特点,重点对我国现有各类主要湿地进行阐述。总体上,湿地被分为三大类:海洋与滨海湿地、内陆湿地、人工湿地。我国地域广阔,除了拥有漫长的海岸线外,还有世界第三极——青藏高原,西高东低的地势和水分分布的不均衡造就了丰富的湿地类型,几乎囊括了拉姆萨湿地公约分类系统中所有的湿地类型。我国除了自然湿地之外,还创造性地开辟了大量稻田和鱼塘等人工湿地。但是,从湿地面积上看,我国的自然湿地面积仅占国土面积的 2.6% 左右,与地球上 6% 的平均湿地面积占有量来看,湿地数量和面积并不显著。更值得重视的是,由于人们对河流自然走势的改造以及水土流失和环境污染等导致了现有自然湿地面积的萎缩趋势,湿地质量还在不断下降。另外,全球变化对滨海湿地和高原湿地的影响仍然有待于做更详细的估算和评价。

