



生 命 科 学



专 著 丛 书

何池全 著

湿地植物生态 过程理论及其应用

——三江平原典型湿地研究

上海科学技术出版社

生命科学专著丛书

湿地植物 生态过程理论及其应用

——三江平原典型湿地研究

何池全 著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书具体介绍了湿地生态系统的物理过程、化学过程和生物过程的相关理论以及最新研究成果,并以三江平原毛果苔草湿地生态系统的系统研究为例,对复杂的湿地结构、功能及其生态过程和机理进行深入探讨,提出湿地克隆植物的生态适应性的新观点,为湿地生态系统的系统研究提供了可借鉴的理论和方法。

全书共分9章,各章之间既相互独立又相互连贯。第1章介绍湿地及湿地植物生态学概念;第2章介绍湿地植物生态学理论及相关研究领域研究进展;第3章介绍湿地植物生态过程研究的背景及相关理论;第4章介绍湿地生态系统的结构;第5章研究湿地生态系统物理过程;第6章研究湿地生态系统化学过程;第7章研究湿地生态系统生物过程;第8章研究湿地生态适应过程研究;第9章是对以上研究的总结,得出结论,并提出一些需要进一步探讨的问题。

本书可为从事湿地研究与开发、保护的研究人员提供理论与技术参考,也适宜于大专院校生命科学、环境科学等相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

湿地植物生态过程理论及其应用:三江平原典型湿地研究 / 何池全著. —上海:上海科学技术出版社, 2003.5

(生命科学专著丛书)

ISBN 7-5323-6860-2

I.湿... II.何... III.沼泽化地-植物生态学-研究 IV.Q948.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第009308号

责任编辑:孙庆安 张跃进

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

常熟市兴达印刷有限公司印刷 新华书店上海发行所经销

2003年5月第1版 2003年5月第1次印刷

开本787×1092 小1/16 印张25 插页6 字数373千

印数:1—1200 定价:54.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换



彩图 4 狭叶甜茅湿地



彩图 5 芦苇湿地



彩图 6 森林沼泽湿地



彩图 7 退化盐碱湿地

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪，科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略，上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”，资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

《生命科学专著丛书》序

生命科学在 20 世纪的崛起和发展,无疑是人类所取得的辉煌成就之一。1953 年 DNA 双螺旋结构的发现,叩开了“生命之谜”的大门,一系列激动人心的重大成果纷至沓来。遗传密码的破译、遗传信息传递中心法则的确立、重组 DNA 技术的建立等等,成为生命科学天空耀眼的明星,推动着分子生物学的概念和技术全面渗透到生命科学的各个分支学科之中,极大地促进了生命科学与生物技术的迅猛发展。在最近的 50 年里,分子遗传学、分子免疫学、细胞生物学、分子神经生物学等新学科一个接一个地诞生,生命科学与物理学、化学、数学等的交叉渗透,计算机以及大量新技术的广泛应用,多种动植物基因组研究计划的启动,特别是世纪之交人类基因组序列测定的完成,使生命科学的面貌焕然一新,并对农学、医学和制药的原理和工程产生深远的影响。所有这一切辉煌成就,奏响了 21 世纪生命科学时代来临的序曲。

生命科学的研究千姿百态,在基本理论的探讨方面,重点探讨诸如生物的起源演化、遗传变异、生长发育等错综复杂的生命活动的基本规律。与生物的多样性类似,生命科学的分支学科也是多种多样的。有根据所研究的生物对象区分的,如植物学、动物学、微生物学、病毒学等;也有按照所研究的生命活动的特征或层次区分的,如分子生物学、生物化学、细胞生物学、遗传学、发育生物学、生理学、形态学、生态学等。当代生命科学一方面在微观上对生物大分子的结构和功能关系进行研究,另一方面在宏观上对全球生态系统进行研究,深入探讨生物不同种群间及其与环境之间的相互作用规律。这一深刻的变革,使当代生命科学呈现出综合交叉、基础与应用研究紧密结合的发展趋势。学科交叉成为生命科学迅速发展的重要内驱力,传统学科界限正在消失,新的分支学科和新的生长点不断产生,如人类基因组和其他生物基因组研究所催生的基因组学、利用分子生物学手段研究生物系统和进化而产生的分子系统学、生命科学与信息

科学紧密结合而孕育的生物信息学等等。同时,生命科学又与人类日常生活密切相关,直接关系到人类自身生活质量及其生存环境的维护。人类面临的诸多问题,如人口控制、疾病防治、农产品的优质高产、生物多样性和环境的保护等,无不与生命科学有着密切的关系。生命科学已成为当代农学、医学等的重要基础。在很多生命科学研究领域,基础研究和应用研究之间的距离正在缩短。特别是以重组 DNA 技术为代表的生物工程的兴起,人们以现代生命科学为基础,结合先进的工程技术手段,能够按照预先的设计来改造生物体或加工生物原料,这为生物医药产业的发展、重大疾病的防治、农作物的改良及病虫害的防治等研究和实践注入了新的动力,提供了一系列新的技术。在这些领域,不断传来振奋人心的消息。

至今,有科学记载的生物已有 170 多万种,最保守的估计全球也有 500 万~1000 万种生物。地球上还有不少地方特别是热带地区的生物种类,还没有系统的调查研究,因此地球上物种的数目可能远远超出这一估计数。系统进化与生物多样性的研究,将为人们追溯生物进化的历史进程,保护生物多样性以及合理开发利用自然资源,提供扎实的科学基础。

面对生命科学激动人心的进展及其对人类社会生活的深刻影响,上海科学技术出版社抢占生命科学时代的先机,以积累和弘扬学术薪火为己任,就生命科学中的热点问题,聘请活跃在生命科学研究前沿的有关专家学者潜心著述,并计划在“十五”期间出版这套《生命科学专著丛书》。这套丛书力求从不同侧面展现我国科学家取得的成果,向广大读者介绍生命科学知识及其实际应用状况或前景。这一举措对促进社会各界更好地关心和支持我国生命科学的发展,吸引更多的优秀青年人才投身到生命科学及其相关领域的研究行列中来,具有深远的意义。“九五”期间,上海科学技术出版社已经出版了《生命科学丛书》系列,取得了良好的学术效果和社会效益。我们相信在此基础上推出的《生命科学专著丛书》一定会更上一层楼,为生命科学及生物技术 in 中华大地上的推广作出新的贡献。让《生命科学专著丛书》伴随我们,紧跟生命科学时代快速前进!

许智宏 裴 钢

(《生命科学专著丛书》主编)

2001 年 6 月

序 言

湿地是地球上具有多种功能的独特生态系统,生物多样性丰富,是人类文明的发祥地之一。

湿地被人们誉为“地球之肾”。国际上三大著名组织把湿地、海洋、森林并列为世界三大生态系统。某些国家水资源专家惊呼:洁净的可再生的水是一种稀有资源!首脑们急于寻找一种立竿见影的解决办法,湿地被认为是解决办法的核心。水资源专家试图纠正人类思维中的错误观念,即水是取之不尽、用之不竭的。为何封湿地为“地球之肾”?且一扫过去地球“麻风病”“牛皮癣”这些令人生厌之词,而使之与“地球之肺”——森林并驾齐驱呢?这是人类对湿地的新认识、新评价,是人类盲目地、无节制地开发自然资源时,一次又一次地遭到自然界报复之后,重新认识自然资源的一种进步,是令人欣慰的一种进步。

湿地无愧于其新封号。它具有调节径流、控制洪水、净化水质、洁净空气、降温散湿的环境调节功能;具有控制土壤侵蚀、促淤造陆、防风护堤的重要作用;拥有丰富的野生动植物资源,是众多野生濒危动植物,特别是珍稀水禽的栖息、繁殖、迁徙、越冬集聚之地,故也有“物种基因库”之称。湿地可持续地向人类提供绿色食品、药材、能源和原料。由于人迹罕至,草绿鹤鸣,湿地又是别具风韵的旅游景点和进行科研教学实验的原始净土。

湿地植物是湿地生态系统的基本组分,是湿地结构、功能的核心。湿地植物生态过程研究是对复杂的湿地结构、功能、过程和机理进行探讨,其关键任务是研究湿地生态系统的物理过程、化学过程和生物过程及其相互关系。近年来,国家的一些重大项目即是以研究表生生物地球化学过程及其有关机理为重点,这是与湿地研究从宏观走向微观的国际发展趋势一致的。这方面工作在国内外同行的共同努力下,已不断取得进展,但尚无较成熟的研究方法及系统的理论来指导。

本书是中国科学院“九五”重大 B 项目“沼泽湿地典型类型生态系统结构、功能及其保育原理的研究”科研成果之一。它重点、全面、系统地介绍了湿地植物生态过程研究和取得的初步成果,首次通过三江平原毛果苔草湿地系统研究,探讨其物理过程、化学过程、生物过程及其与环境的生态适应过程和相关机理,对丰富湿地研究理论和发展湿地能量学、湿地生物地球化学、湿地初级生产、湿地植物克隆生态理论以及进一步合理利用和保护湿地将发挥重要作用。本书在湿地生态过程研究方面迈出了可喜的一步,将有力地推动我国湿地植物生态过程研究的深入开展,同时还将在其在这一独特的生态系统中的研究成果丰富我国生态学、湿地科学和环境科学的知识宝库,必将对我国湿地生态系统理论的建立、发展和完善做出重要贡献。

赵毅义

中国科学院湿地研究中心研究员、博士生导师

2002 年 12 月

前 言

湿地,泛指陆地系统与水体系统相互作用形成的、具有陆地系统与水体系统间过渡性质的特殊地域单元,被誉为“地球之肾”。湿地生态过程研究是对复杂的湿地结构、功能、过程和机理进行探讨,关键任务是研究其物理过程、化学过程和生物过程及其相互关系。近年来,国家的一些重大项目即以研究表生生物地球化学过程及其有关机理为重点,这是与湿地研究从宏观走向微观的国际发展趋势一致的。在国内外同行的共同努力下,这方面工作不断取得进展,但尚无成熟的研究方法及系统的理论来指导。湿地克隆植物生态学的研究是当前世界湿地生态学研究的的前沿热点之一。我国湿地克隆植物生态学的研究始于20世纪五六十年代有关沼泽湿地、湖泊湿地、滨海湿地等的研究,但还没有对湿地中某种克隆植物进行系统、深入、全面的研究,也无相关专著出版。但是毫无疑问,其研究前景是很广阔的。其一,我国具有丰富的湿地植物资源,如药用植物、牧草、经济植物等等,它们大部分都是克隆植物;其二,湿地植物生态学研究领域尚有许多空白未被涉足,如湿地植物对污染水体或土壤的生物修复的研究、湿地克隆植物的克隆生长的生态学功能及其生态适应机制的研究、湿地克隆植物的行为生态学的研究都是很有意义的。

本书以中国科学院三江平原沼泽湿地生态试验站毛果苔草湿地为研究对象,以太阳辐射能在生态系统中的传输、生命必需元素(N、P、K、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn)在生态系统中积累、分配与系统初级生产过程为主线,对其物理过程、化学过程、生物过程及其对环境的适应性作系统的分析。对丰富湿地研究的理论及发展湿地能量学、生物地球化学、初级生产、克隆生态理论以及制定一系列合理利用方案和保护湿地的实践将起重要作用。同时发现毛果苔草种群具有较高的能量转化效率,并将大部分能量储存在地下部分;毛果苔草的干重热值和去灰分热值均较高,属高热值植物,亦可称抗寒植物;发现“叶枯黄时的热值增值”现象;运用数学

模型进行拟合和预测,并运用相关分析和灰色关联分析,发现各营养元素与含量存在着一定的相关关系并分析了原因;尝试用叶鞘高度及株长两个指标描述毛果苔草的高度,发现鞘高指标的优越性;采取抽样法与样方法进行生物量研究比较,发现了抽样法更能客观地反映系统的初级生产过程。运用分形理论,发现借助于株长或鞘高的分形维数 D 值,作为地上生物量变化的一个预测模型,为非破坏性研究植物生产力提供了一条途径;在毛果苔草生态适应过程的研究中,探讨了克隆植物的年龄结构、生殖分蘖植株的资源繁殖分配,发现营养元素在生殖器官的分配比以钾为最大,且钾的养分利用效率(NUE)最大,因而推测钾元素可能就是毛果苔草有性生殖的最重要的限制因子,提出了营养元素对克隆植物有性繁殖的“瓶颈效应”这一区域养分限制的观点。

该项研究得到了我的导师赵魁义研究员的悉心指导,同时,中国科学院长春地理研究所孙广友研究员、余国营研究员、吕宪国研究员和黑龙江自然资源研究所周瑞昌研究员给予了精心指导和帮助。中国科学院地理科学与资源环境研究所李文华院士、东北林业大学聂绍荃教授、东北师范大学祝廷成教授、中国科学院沈阳应用生态研究所肖笃宁研究员、南昌大学生物科学与工程系叶居新教授、中国科学院长春地理研究所孙广友研究员、余国营研究员、吕宪国研究员、刘兴土研究员、邓伟研究员等先后审阅了本书的初稿,并提出了修改意见和建议。部分样品的化学测试由中国科学院长春地理研究所分析测试部王国平、朱晓光、张玉霞、王文生同志协助完成;植物样品的热值测定得到杨青老师的热心指导,由王双丽、赵志春同学协助完成;藻类样品的鉴定是由中国科学院水生生物研究所胡征宇研究员、刘国祥同志协助完成;三江平原典型沼泽湿地分布图是由刘红玉同志提供,在此一并表示谢意。

由于湿地生态过程的研究是一项综合性研究,涉及面较广,有待于研究的问题较多,本书仅是就植物生态过程和具体的湿地类型进行探讨。由于作者水平有限,错误不当之处在所难免,望各位专家、学者提出宝贵意见。希望本书能给湿地研究者、湿地管理者等同仁们提供一点有益的帮助和启发,尽到微薄之力,这是作者最大的心愿。

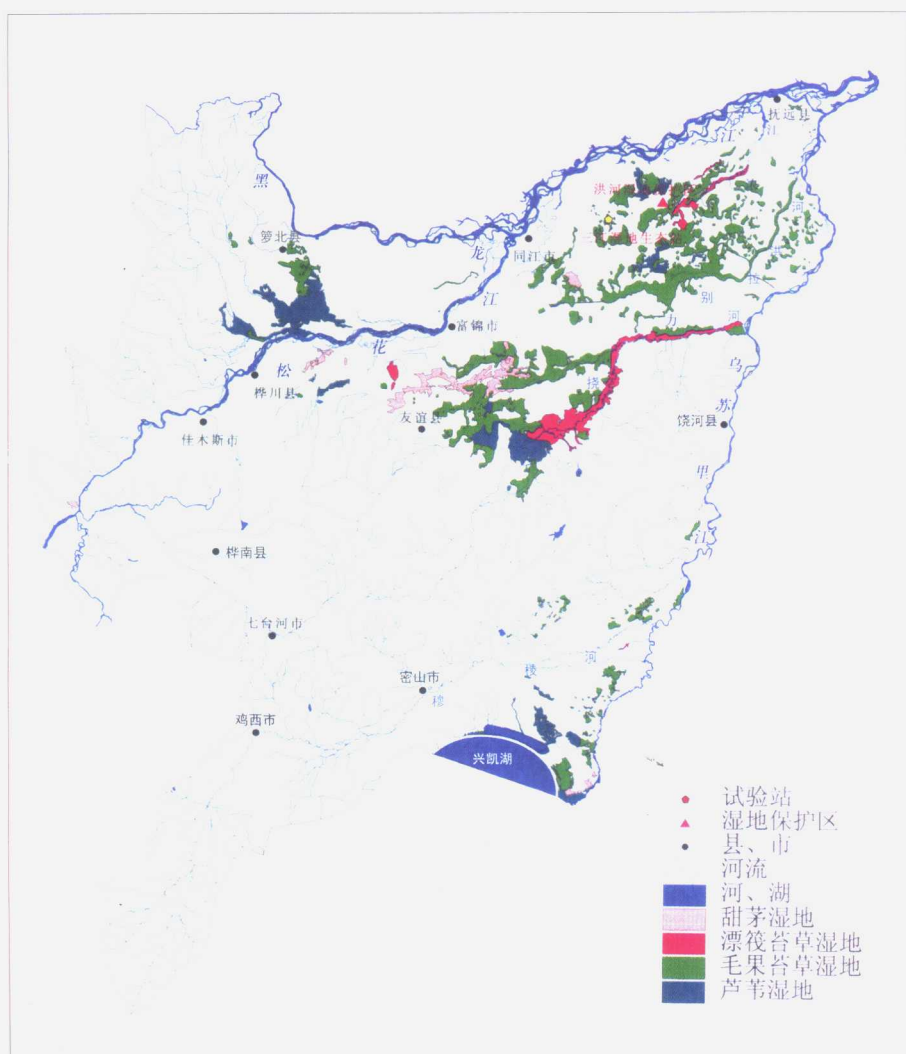
何池全

2003年3月于上海

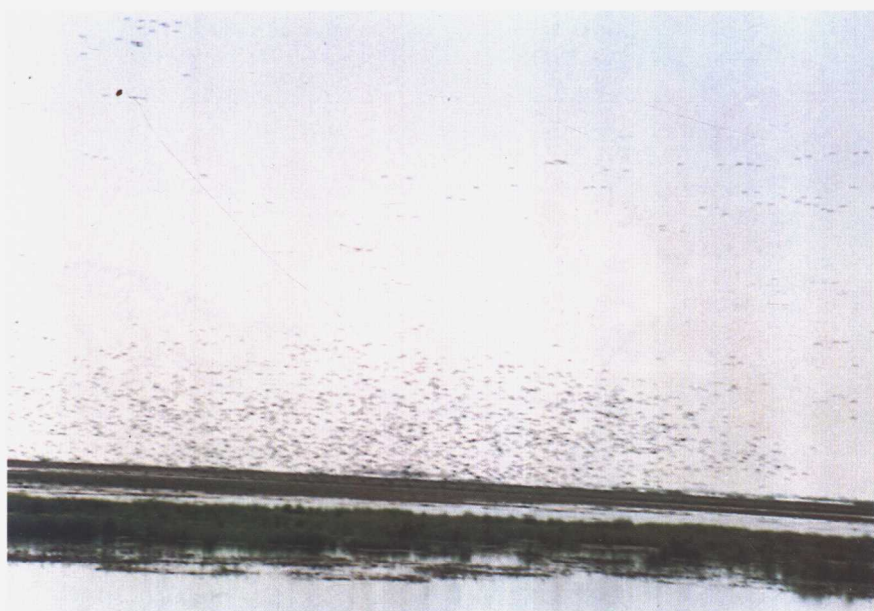


何池全

1968年1月出生。1996年毕业于南昌大学生物科学工程系，获理学硕士学位；2000年于中国科学院湿地研究中心获理学博士学位，同年被聘为上海大学环境科学工程系副教授。先后参加多项科研课题，包括国家自然科学基金项目、中国科学院“九五”重大B项目、中国科学院“百人计划”项目、中国科学院第二期湖沼基金特别支持项目、中国科学院第三期湖沼基金特别支持项目的研究。现从事污染环境生物修复、环境微生物学、生态毒理学的教学与科研工作，在国内外相关期刊发表科研论文近30篇。



彩图 1 三江平原典型沼泽湿地分布示意图



彩图 2 鸟类的天堂——湿地



彩图 3 毛果苔草湿地

目 录

序言	1
前言	1
第 1 章 绪论	1
§ 1.1 湿地及湿地生态学概念	1
§ 1.2 湿地生态学的研究对象	3
§ 1.3 湿地生态学的研究目的	4
主要参考文献	5
第 2 章 湿地植物生态学引论	7
§ 2.1 湿地植物生态学概述	7
§ 2.2 湿地植物生态学研究内容	9
2.2.1 湿地植物个体生态学和种群生态学	9
2.2.2 湿地植物群落生态学	11
2.2.3 湿地植被生态学及湿地生态系统	17
§ 2.3 现代湿地植物生态学研究热点	19
2.3.1 湿地植物对环境因子的适应	19
2.3.2 湿地克隆植物生长格局与繁殖对策	22
2.3.3 湿地生物种间相互作用与协同进化学	28
2.3.4 湿地植物化学生态学与行为生态学	31
2.3.5 湿地恢复生态学	34
2.3.6 湿地生态工程学	37
主要参考文献	44
第 3 章 湿地研究区域的环境特征	56

§ 3.1 湿地地质地貌特点·····	56
§ 3.2 湿地气候条件·····	57
§ 3.3 湿地水文及水文地质条件·····	58
§ 3.4 湿地土壤·····	59
§ 3.5 湿地生物资源·····	60
§ 3.6 湿地生态特点及其开发利用中存在的问题·····	62
§ 3.7 样地设置·····	64
主要参考文献·····	65
第4章 湿地生态系统结构 ·····	66
§ 4.1 湿地生态系统·····	66
4.1.1 湿地生态系统的概念·····	66
4.1.2 湿地生态系统的基本特征·····	67
§ 4.2 湿地主要环境因子及其季节变化规律·····	69
4.2.1 光照强度·····	69
4.2.2 地表温湿度及其季节动态·····	72
4.2.3 土壤温度·····	73
4.2.4 土壤结构·····	75
§ 4.3 湿地生物群落特征·····	76
4.3.1 毛果苔草的生物生态学特征·····	76
4.3.2 湿地生物群落植物种类组成及其数量特征·····	76
4.3.3 藻类在各群落中的分布及其数量特征·····	79
4.3.4 底栖动物、微生物在各群落中的分布及其数量特征·····	82
主要参考文献·····	85
第5章 湿地生态系统物理过程 ·····	87
§ 5.1 湿地生态系统物理过程概述·····	88
5.1.1 湿地水文过程对生态系统的影响·····	88
5.1.2 湿地能量环境对生态系统的影响·····	89
5.1.3 湿地植物对生态系统的影响·····	91
5.1.4 中国湿地生态系统物理过程研究现状·····	91