

朱圣潮 柳新红 唐建军 主编

生态系统健康

与

生态产业建设

气象出版社



生态系统健康与生态产业建设

朱圣潮 柳新红 唐建军 主编

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

生态系统健康与生态产业建设/朱圣潮,柳新红,唐建军主编. —北京:
气象出版社,2007.5

ISBN 978-7-5029-4293-9

I. 生… II. ①朱… ②柳… ③唐… III. 生态环境-可持续发展-浙江省-文集 IV. X321.255-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第032847号

生态系统健康与生态产业建设

Shengtai Xitong Jiankang yu Shengtai Chanye Jianshe

出版发行:气象出版社

地 址:北京市中关村南大街46号

邮 编:100081

网 址:<http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

电 话:总编室010-68407112,发行部010-68409198

责任编辑:郭彩丽 王桂梅 王 欣

终 审:纪乃晋

封面设计:王 伟

责任技编:刘祥玉

责任校对:牛 雷

印 刷 者:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:21.5

字 数:550千字

版 次:2007年6月第1版

印 次:2007年6月第1次印刷

定 价:65.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

《生态系统健康与生态产业建设》

学术指导委员会

主任：王兆骞（浙江大学教授，博士生导师；浙江省生态学会名誉理事长）

委员（以姓氏拼音为序）：

鲍毅新（浙江师范大学教授）

陈欣（浙江大学教授，博士生导师）

丁平（浙江大学教授，博士生导师）

丁炳扬（温州大学教授）

管竹伟（浙江省生态学会理事长）

金则新（台州学院教授）

刘秀兰（浙江省丽水市人民政府副市长）

王根轩（浙江大学教授，博士生导师）

吴鸿（浙江省林业厅副厅长）

吴善印（浙江省丽水市林业局局长）

朱土兴（丽水学院院长，教授）

编辑委员会

主编：朱圣潮（丽水学院）

柳新红（浙江省林业科学院）

唐建军（浙江大学）

副主编：刘跃钧（浙江省丽水市林业科学研究所） 徐燕云（丽水学院）

谢建秋（浙江省丽水市林业科学研究所） 汪志平（浙江大学）

委员（以姓氏拼音为序）：

李振基（厦门大学）

刘鹏（浙江师范大学）

刘跃钧（浙江省丽水市林业科学研究所）

柳新红（浙江省林业科学院）

唐建军（浙江大学）

汪志平（浙江大学）

谢建秋（浙江省丽水市林业科学研究所）

邢志行（浙江省丽水市人民政府）

徐会连（日本国际自然农法中心）

徐燕云（丽水学院）

张珊珊（浙江大学）

朱圣潮（丽水学院）

序 一

对《生态系统健康与生态产业建设》的面世,特致祝贺。生态健康和生态产业是当前国际生态学前沿的两个热点议题。贯彻科学发展观必须以生态健康为体、生态经济为用、生态科学为纲、生态文化为常。本书对这四方面的内容都有所涉足,是一部紧跟国际科学前沿、紧密结合可持续发展实际的有参考价值的文集。

生态健康是近年涌现出来的一类可用于环境管理的新方法,它源于 Aldo Leopold 20 世纪 40 年代开展的有关“土地疾病”症状和“土地有机体”的健康(指内在自我更新能力)的研究,其核心是保护生态系统的整合性和服务功能。健康的生态系统是一类功能相对稳定、且在受外部干扰后能迅速恢复的有活力、有自组织能力的系统。

生态健康作为包括人在内的生物与环境关系的健康,是测度人的生产生活环境及其赖以生存的生命支持系统的代谢过程和服务功能完好程度的系统指标,包括人体和人群的生理和心理生态健康,人居物理环境、生物环境和代谢环境(包括衣、食、住、行、娱乐、劳作、交流等)的健康,以及产业和区域生态服务功能(包括水、土、气、生、矿,以及流域、区域、景观等)的健康。我们的衣、食、住、行、娱乐无一不与环境中的“物”打交道。生产系统中物质的滞留和耗竭,结构的板结和破碎,行为的短视和反馈的开环会破坏生态平衡关系,降低免疫和疾病抵抗能力,诱发“疾病”与灾难。

工业革命以来发展起来的传统产业经济,本质上是一类掠夺型的竞争经济,它以不可再生的能源和资源为基础,其高效率的经济产出是以大自然对人类的报复和对子孙后代的制约为代价换来的。其弊端在于物质循环的断裂、能量利用的耗竭、信息反馈的滞后、资金融通的梗塞、人力资源的断层以及时空关系的破碎。以生态产业为主导的循环经济通过模仿自然生态功能去高效、和谐地规划、组织和管理人类的生产、消费、流通、还原和调控活动。它兼有工业经济的效率、知识经济的灵敏、田园经济的韧性和自然生态的活力,其可更新能源利用的比例大,不可再生资源的废弃量小,信息反馈灵敏,生态关系和谐。其核心是通过横向联合、纵向闭合、区域耦合、社会整合、功能导向、结构柔化、能力组合、增加就业和人类生态等手段促进传统产业的生态转型,变产品经济为功能经济,促进生态资产与经济资产、生态基础设施与生产基础设施、生态服务功能与社会服务功能的平衡与协调发展。

生态学是人类认识环境、改造环境的一门世界观和方法论或自然哲学,是包括人在内的生物与环境之间关系的一门系统科学,还是人类塑造环境、模拟自然的一门工程美学,是科学与社会的桥梁、天地生灵和人类福祉的纽带。生态文化是物质文明和精神文明在自然与社会生态关系上的具体表现。“生态”二字中,“生”是生命,是生机,是奋争,是进化。其含义一是“竞争衍生”,只有开拓、竞争,物种才能繁衍,系统才能进化;二是“协同共生”,不同生物之间必须求同存异、合作共生,生物与环境之间必须因势利导、相互适应,以占领各自最适的生态位;三是“循环再生”,以最大限度地合理利用有限的自然资源。“态”是状态,是动态,是平衡,是和谐。其含义一是“物态谐和”,输入、输出要平衡,数量、质量要协调;二是“事态祥和”,局部整体要兼顾、时空构序要统筹;三是“心态平和”,哲学、科学、工学、美学思行统一,功利、道德、信仰、天地境界圆融。达尔文的物竞天择、优胜劣汰,加上人类生态的事共人为、心和文化,就成

为社会可持续发展的生态准则。

浙江省山清水秀,人杰地灵。如何在高速发展经济的同时维持好生态系统健康,推进面向循环经济的生态产业建设,是浙江省可持续发展的一个核心议题。浙江省生态学会成立 10 多年来,在名誉理事长王兆骞教授和现任理事长管竹伟先生等的悉心领导下,坚持开展形式多样的学术活动,在推进生态研究、普及生态知识、培育生态意识、开展学术交流等方面做了大量卓有成效的工作,在贯彻科学发展观、推进浙江省的生态经济和生态文明建设中发挥了重要作用。

“生态、系统、产业、健康”,这闪烁本书精华的八个关键字,既是当代可持续发展研究的科学前沿,也是快速发展的国计民生之急需。文集的五部分内容:“生物多样性与外来物种入侵生态学;生理生态与城乡生态系统生态学;农业生态学与林业生态学;生态旅游及自然保护区管理;社会生态学与生态政治文化”,既有从个体、种群到生态系统不同尺度的基础生态机理研究,也有从城市、农村、产业到自然保护区不同类型人类活动胁迫下的应用生态研究,以及从生态规划、生态工程到生态管理的决策支持研究,反映了当代生态学理论与实践、自然与社会、微观与宏观相结合的时代特色。相信这部汇集了各路生态精英的思想、智慧和技术创新成果的文集的出版将在促进生态系统健康和生态经济发展中发挥重要作用,对背景相似、经历相同、趋势相近的地区的健康发展,会有重要的参考价值。

中国生态学学会理事长 王如松
丁亥春于北京

序 二

在人类活动不断加剧和经济飞速发展的今天,生态系统的健康和生态产业建设越来越受到人类的重视。森林是陆地生态系统的主体,林业是一项重要的公益事业和基础产业,承担着生态建设和林产品供给的重要任务。随着大量森林被毁,人类生存的地球出现了比以往任何问题都难以对付的生态危机,生态危机将有可能取代核战争而成为人类面临的最大威胁。科学发展观要求我们,要促进人与自然的和谐,使经济发展和人口、资源、环境相协调。生态差距正成为我国与发达国家的最大差距,生态恶化是我国实现经济社会可持续发展的最大难题。因此,一个成功的现代林业是建设社会主义新农村、实现社会和谐的重要保证,是中国实现可持续发展的必然要求。

浙江省是全国唯一的林业现代化试点省份,在林业三大体系建设方面走在全国前列。在发达的经济社会背景下,浙江省的林业生态体系较为完备,森林覆盖率达 60.5%,列全国第三位;浙江的林业产业体系十分发达,产值多年位居全国第一;浙江省的林业文化体系也较发达,以竹文化、茶文化为代表的森林文化在国内外颇具知名度。浙江林业发展阶段明显高于全国水平,目前正处在由森林恢复发展阶段向森林多功能利用阶段的过渡期,浙江现代林业的发展模式将为全国林业现代化发挥示范和先导作用。

浙江省委、省政府高度重视林业工作,把加快林业发展、促进人与自然和谐作为全省现代化建设的重要内容之一,做出了浙江率先基本实现林业现代化的重大战略部署。林业现代化是一个不断赶超世界先进水平的现代林业建设过程。建设林业现代化要以生态理念指导林业,科技创新支撑林业,现代设施装备林业,现代制度保障林业。通过努力,预计到 2020 年,在全省建成资源丰富、布局合理、功能完备、优质高效、管理先进、内涵丰富的现代林业体系,以增强森林生态功能、提升林业经济实力、提高林业管理水平、繁荣森林文化氛围,基本满足浙江建设山川秀美、人与自然和谐、经济社会可持续发展的和谐浙江的需求。

我很高兴地看到,2006 年 11 月 3—5 日,浙江省生态学会、浙江省林学会和丽水市人民政府在丽水市成功举办了“浙西南生态发展战略与区域可持续发展学术研讨会”,以此会议交流论文为主体,同时收入部分来自“2005 循环经济与区域可持续发展”国际会议的学术论文,由气象出版社编辑出版《生态系统健康与生态产业建设》一书。全书紧紧围绕本次会议“科学发展与生态浙江,流域管理与生态规划,自然保护与生态补偿,生物资源永续利用,生态安全与恢复生态,生态产业与特色产业,城乡生态与生态文化”的主题,展示了生态学工作者的最新成果。有幸先睹书稿,深为生态学专家们的责任意识、使命意识和积极的探索创新精神以及所取得的成果而感到欣慰。值此付梓之际,欣然应邀作序,希望本书能在浙江省生态建设和现代林业又好又快的持续发展中,在进一步研究区域生态产业的发展和生态系统健康方面发挥重要作用。

浙江省林学会理事长,浙江省生态学会副理事长,浙江省林业厅副厅长 吴 鸿

2007 年 1 月 23 日于杭州

序 三

生态系统的健康取决于生态系统各组分之间、各要素之间的协调,取决于生态系统三大过程的正常进行和生态系统各项功能的正常实现。人类社会也是一个生态系统,是自然生态系统、经济生态系统及文化生态系统的综合。和谐社会就是要建立一个保持生态平衡状态并不断发展的社会生态系统,这就要求各区域之间、各行业之间、各产业部门之间以及社会与自然之间建立起一种合理而协调的关系。

丽水位于浙江省的西南部,面积 1.73 万 km²,下辖 1 区、1 市、7 县,地形地貌的构成有“九山半水半分田”之称。生态优良是丽水最大的优势。境内资源丰富、山清水秀、风光优美,是国家级生态示范区,也是浙江省重要的生态屏障,被誉为“浙南林海”“浙江绿谷”“华东天然氧吧”。欠发达是丽水最大的不足。虽然丽水人均生产总值在 2003 年与全国同步突破了 1 000 美元,但仍是浙江这个发达省份的欠发达地区。2006 年地区生产总值和人均地区生产总值分别为全省的 2.2% 和 44.2%。因此,加快发展是丽水的最大任务。2000 年撤地设市以来,丽水全面实施“生态立市、工业强市、绿色兴市”的“三市并举”发展战略,大投入、大建设、大发展,通过培育生态产业、建设生态城市、增强市民生态意识、增加生态建设投入、加大污染治理等措施,在保持丽水生态环境质量始终处于全国前列、全省领先的同时,丽水的经济也得到了快速发展。当然,在发展经济、保护好环境、创建和谐社会和生态单位的同时,我们还存在着许多亟需解决的困难,需要解决一系列的政策、技术、民众意识等问题,包括如何使生态保护区获得应有的补偿等。在此背景下,浙江省生态学会、浙江省林学会和丽水市人民政府在丽水市联合主办“浙西南生态发展战略与区域可持续发展学术研讨会”,共同研究探索区域经济、社会、自然和谐发展的路子,为构建丽水健康和谐的生态系统指明了方向。由浙江省生态学会编辑、气象出版社出版的《生态系统健康与生态产业建设》,汇集了各地生态专家与学者的思想、智慧和著述要点。真诚地希望本书的出版能在促进浙江省生态建设和指导丽水生态经济发展中发挥重要作用。

浙江省丽水市人民政府副市长 刘秀兰

第 29 个植树节于丽水

前 言

但凡生命所在,必定涉及生态学问题。近 200 年来,尤其是 20 世纪中叶以来,人类活动的加剧及其与全球气候变化的相互作用,已严重影响到地球生态系统以及我们人类社会的和谐与健康。目前,生态系统健康研究已成为生态学领域最受关注的热点之一。生态系统结构和功能的复杂性缘于物种多样性及遗传多样性,生物多样性蕴涵着生态系统结构和功能的信息。保护和改善生态系统是全人类面临的共同挑战。实现和倡导生态效益型经济是实现可持续发展的理想选择。利用生态经济学原理,基于生态系统承载能力,建立和谐生态功能的进化型产业,遵循生态系统内在规律发展生态林业、生态农业、生态工业和生态旅游,正日益成为人类的广泛共识。

本文集以“浙西南生态发展战略及可持续发展学术研讨会”优选论文为基础,同时收入来自国内外专家研究论文数篇,内容涉及“生物多样性与外来物种入侵生态学”“生理生态与城乡生态系统生态学”“农业生态学与林业生态学”“旅游生态学及自然保护区管理”“社会生态学与生态政治文化”等五个方面,既有理论探索和科学实验研究,也有生态产业建设实践经验的总结与提炼,对从事生态学相关研究具有参考价值。作为学术论文,其本身就是研究、思考的产物,缺点、错误在所难免。编者申明,本书所述各种观点、引用的各种数据资料,由作者文责自负。申明文责自负,并不是编著者意欲逃避责任,相反,我们非常希望生态学界同仁和广大读者对本书提出宝贵的批评和建议,以使我们在今后的工作中有所裨益,不断进步。

本书是浙江省生态学会继《生态研究与探索》、《面向二十一世纪的生态学》、《当代生态农业》(2001 年第 3,4 期)、《城乡生态建设原理与实践》先后公开出版后的又一集体成果。我们希望,本书的出版,能够进一步推动人类社会生态文明的发展,推动生态浙江、健康浙江、平安浙江、和谐浙江建设,促进浙江省生态学科的科学研究和普及推广,增强生态学界及社会其他各界对生态环境有高度责任感的人士的交流、团结和合作。

在本书即将出版之际,我们要衷心感谢为学术会议的召开和论文出版提供种种条件的浙江省科学技术协会,感谢共同参与此次活动的浙江省林学会和浙江省丽水市人民政府,感谢浙江省生态学会名誉理事长王兆骞教授、理事长管竹伟先生对本书编辑工作的指导,感谢在百忙中为本书写序的中国生态学会理事长王如松教授、浙江省林业厅副厅长吴鸿教授和浙江省丽水市人民政府副市长刘秀兰女士,感谢浙江省丽水市林业局、浙江丽水学院、浙江省丽水市林业科学研究所,感谢中国生态学会农业生态专业委员会副主任、浙江大学农业生态与工程研究所博士生导师陈欣教授在邀请、组织美国生态学家来到丽水参加学术会议并作学术报告等过程中所提供的种种帮助和资助,感谢气象出版社郭彩丽、王桂梅等编辑,感谢其他在本书编辑、出版过程中提供帮助、支持的单位和个人!

编著者

丁亥仲春于诗画江南

目 录

序一	王如松
序二	吴 鸿
序三	刘秀兰
前言	

第一部分 生物多样性与外来物种入侵生态学

Effect of <i>Spartina alterniflora</i> Salt Marsh on Total Soil Organic Carbon (TSOC) Acquisition in Intertidal Zone of Jiangsu Province, China	LIU Jin'e, ZHOU Hongxia, QIN Pei, <i>et al.</i> (2)
Effect of Gap Size on Seedling Establishment of <i>Tsuga longibracteata</i>	ZHU Xiaolong, LI Zhenji, HUANG Chengyong, <i>et al.</i> (14)
Mycorrhizal Root Colonization, Growth, and Photosynthesis of Sweet Corn, Bean and Soybean Plants in Response to Tillage	S K SHAH, M FUJITA, XU Huilian, <i>et al.</i> (20)
长江三角洲地区农区生物多样性现状与对策	唐建军 张珊珊 谢 坚等 (29)
大洋山唇形科植物的生态分布	叶晓阳 胡伟亮 (33)
浙西南松叶蕨的种群特点与生存分析	朱圣潮 叶晓阳 (37)
浙江丽水白云山森林群落物种多样性研究和保护	徐燕云 (43)
浙江省重要生态地区昆虫资源研究	吴 鸿 王义平 徐华潮 (47)
浙江省葡萄科野生植物资源及其开发利用	厉望亮 王 捷 (50)
中华水韭松阳居群周围林地的物种多样性	朱圣潮 (53)
我国观赏植物的应用现状与发展趋势	章丽红 王巧洪 王 莺等 (59)
浙江省野生杜英属植物资源及其在园林中的应用	王 捷 厉望亮 (63)
系统发育基因组学及其主要分析方法	黄 晖 汪志平 李雪斌等 (66)

第二部分 生理生态与城乡生态系统生态学

Nitrogen and Phosphorus Pollution of the Small and Middle Creeks in Suburban Shanghai and Their Ecological Rehabilitation	HU Xuefeng, XU Huilian, XU Shiyuan, <i>et al.</i> (72)
Physiological Response of Seedlings of Potential Restoring Species (<i>Schima superba</i> and <i>Mallotus paniculatus</i>) to Regional Drought Stress	SONG Aiqin, CHEN Shengbin, LI Zhenji, <i>et al.</i> (83)
五个翅荚木种源苗期生长特性研究	柳新红 何小勇 袁德义等 (90)
不同基质人工湿地去除电镀重金属(Cr 和 Zn)的研究	李 星 刘 鹏 李 荣等 (95)

不同种源翅荚木的叶片结构及其与抗寒性关系研究·····	何小勇 柳新红 赵思东等	(99)
湖泊富营养化治理概述·····	黄绍荣 严力蛟	(103)
生态学理论在城市绿地系统规划中的应用·····	王加真 李建龙	(107)
水稻生产水分管理模拟系统(SSWMP)研究·····	严力蛟 张 翀 全为民等	(110)
水体生态修复技术·····	宋金敏 刘 鹏 徐根娣等	(115)
人工湿地在电镀废水处理中植物的配合与设计·····	孙和和 刘 鹏 徐根娣等	(120)
长江三角洲地区农业废弃物污染现状与治理对策·····	王卫平 薛智勇 朱凤香等	(124)
在新农村建设中蚕桑产业的生态旅游价值及其开发·····	严力蛟 吕先真 金佩华等	(129)
农村生活污水处理技术研究探讨·····	金意景 刘顺炎	(133)
农村水环境现状、问题和对策·····	刘顺炎	(138)

第三部分 农业生态学与林业生态学

Change of Soil Organic Matter, Nitrogen, Phosphorus and Potassium Contents in Paddy Soil in the Dongting Lake Region (1980 - 2003) ·····	XIAO He'ai, REN ke'ai, LI Ling, <i>et al.</i>	(142)
金枣柿种质资源现状及可持续开发利用的研究·····	徐象华 潘心禾 谢建秋等	(147)
规范森林资源有序流转 推进林业事业健康发展——莲都区国有、 集体森林、林木和林地流转的调查与思考·····	毛梅敏	(149)
不同经营类型毛竹林土壤速效养分状况的比较·····	高志勤 傅懋毅	(154)
森得保林间防治竹织叶野螟药效试验的研究·····	刘际建 郑书辉 李超英	(161)
生物防火树种的选择研究综述·····	刘 波 余树全 黄志伟	(163)
浙江省城市林业建设的回顾与展望·····	黄志伟 余树全	(169)
中亚热带速生珍贵用材树种——毛红椿·····	柳新红 王军峰 汤兆成等	(173)
不同造林密度对4个菇木树种幼林生长的影响·····	谢建秋 何小勇 赖俊声	(176)
大力发展香榧产业,实现山区经济发展和生态建设的互利共赢·····	刘金龙 阙利芳 陈新法	(179)
丽水市杉木人工林更新对策·····	高樟贵 刘金龙 阙元昌	(183)
菇木林省力化经营技术研究·····	谢建秋 赖俊声	(186)
黄甜竹丰产栽培技术研究·····	潘心禾 吴 健 雷明春	(189)
论毛竹林的市场竞争力和发展前景·····	张建章 童红卫 宋志东等	(192)
芒屑为主要原料栽培姬松茸试验初报·····	叶春喜 刘金龙 李 明	(196)
生态补植首选树种南酸枣育苗造林技术·····	阙立青 徐秀雷 郑金福	(198)
松阳县国乡合作造林林场森林资源永续利用探讨·····	叶春喜 叶根华 李晓明	(200)
200 hm ² 红豆树生态造林设计技术·····	张建章 季利民 邓伟芬等	(203)
生态梨园改造理论的实践与思考·····	叶进兴 孙土兴 陈燕芬	(206)

第四部分 旅游生态学与自然保护区管理

The Significance of the Network of Small Reserves in Regional Sustainable Development——A Case Research of Small Reserves in Mingxi, Fujian, China	
--	--

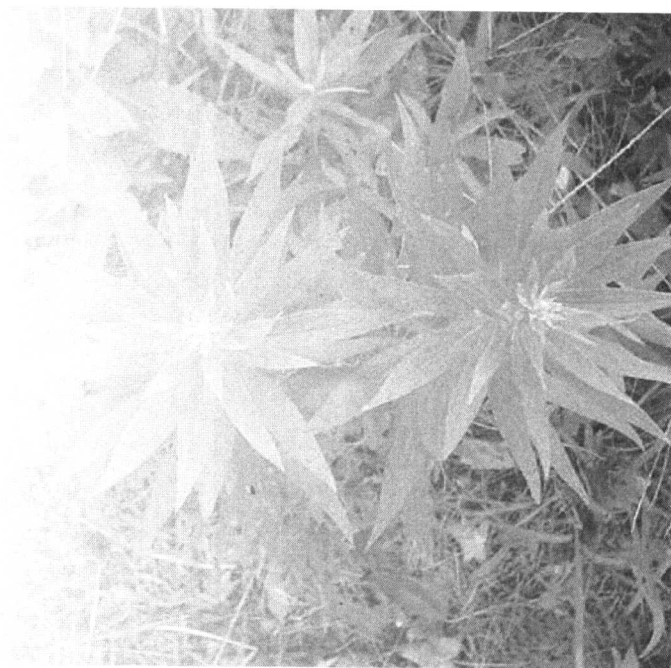
..... LI Zhenji, T C BENTIO, XU Xinwu, <i>et al.</i>	(210)
首批列入全球重要农业文化遗产的稻鱼共生农业系统的保护与发展	
..... 陈军华 王银燕 赵玲军等	(222)
发展生态旅游业与浙江山区开发——以临安山区发展为实证分析	
..... 陈辛格 陈 贇 陈瑞丽	(225)
海外休闲观光农业产业的发展经验对浙江的启示..... 张建国 俞益武 蔡碧凡	(230)
基于生态旅游理论指导下的乡村旅游实践——丽水发展乡村生态旅游的思考	
..... 蔡敏华	(237)
日本生态旅游示范区研究——以鹿儿岛县屋久岛地区生态旅游管理体制为例	
..... 郑国全 毕雪飞	(242)
温州大罗山的生态保护与旅游开发..... 马美萍 李 益 汪志平	(247)
浙江森林旅游的可持续发展..... 张佩成	(251)
浙江省生态旅游的科学管理模式初探..... 朱友君 陈辛格 陈瑞丽	(255)
遂昌县生态旅游现状分析..... 唐隆校 刘良荪 郭小华等	(260)
城郊型乡村旅游地开发规划研究——以杭州富阳市白鹤村为例	
..... 孟明浩 俞益武 蔡碧凡	(263)
浙江省发展生态旅游产业对策研究..... 严力蛟 姚 忠 张 翀等	(268)

第五部分 社会生态学与生态政治文化

Forest Certification and Sustainable Development of Rural Areas

and Environment in China	ZENG Yanru, PAN Jijin	(274)
研究生态发展战略 确保区域可持续发展.....	管竹伟	(279)
加强浙江省农业资源环境保护的若干对策.....	王美青 毛小报 徐 萍等	(280)
杭州市蔬菜中农药的残留现状、问题与对策建议	严力蛟 何奇江 赵 路等	(284)
生态省建设中的利益冲突与协调.....	俞国平	(288)
浙江林业现代化建设过程中几个亟待解决的问题研究.....	谢益贵	(292)
丽水市森林蔬菜产业优势、现状、问题及对策.....	刘跃钧 徐伟林 李 明	(298)
油茶产业资源优势经济化的调查与思考.....	王巧洪 程筵寿	(302)
丽水市生态公益林建设之思考.....	陈仕安 周建阳 吴长义等	(304)
余姚生态市建设规划简析.....	黄绍荣 陈 虹 严力蛟	(308)
浙西南中高山区生态产业的发展构想——以庆元县四山乡为例		
..... 张志恒 范友德 吴孝安等		(312)
我国农地保护的经济补偿和必要性分析.....	陈爱瑞 朱玉清	(317)
生态工业园区建设公众调查.....	刘 健 陈 波 于现荣等	(320)
健全和完善农产品质量安全体系的几点思考.....	何美仙 祝增荣	(324)
实施生态发展策略 走可持续发展之路.....	徐秀雷 阙立青	(328)

第一部分
生物多样性与
外来物种入侵生态学



Effect of *Spartina alterniflora* Salt Marsh on Total Soil Organic Carbon (TSOC) Acquisition in Intertidal Zone of Jiangsu Province, China^①

LIU Jin'e, ZHOU Hongxia, QIN Pei^②, ZHOU Jun

(Halophyte Research Lab, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

1 Introduction

Estuaries and coastal wetlands are critical transition zones (Levin *et al.* 2001) between land, freshwater habitats, and the sea, providing valuable ecosystem services such as seashore protection, water quality improvement, fisheries resources, and habitat and food for migratory and resident animals. Accordingly, salt marshes at the critical transition zone are now widely recognized as playing a major role in coastal defense, in wildlife conservation on the coast and as a key source of organic material and nutrients vitally important for a range of marine communities (Boorman 1999). The coastal wetlands in Jiangsu Province were consisted primarily of alluvial intertidal mudflats, tidal creeks and river channels, salt marshes, reed beds and marshy grasslands. The coastline was accreting rapidly (more than 100 meters per year in Dongtai County) in the south of the area.

S. alterniflora Loisel, a native salt marsh plant in the eastern coastal region of America, is a C_4 halophyte of which the ratio of photosynthesis to respiration is much more than 1 (Mallott *et al.* 1975, Long *et al.* 1975, Thomas 1977, Pomeroy *et al.* 1981) and average net primary production (NPP) dry mass varied from 1 000 to 1 500 $g\ m^{-2}$ per year (Mann 1982). At optimal conditions, it could be as high as 4 000 $g\ m^{-2}$ (Odum *et al.* 1973), and it was 3 155 $g\ m^{-2}$ in Jiangsu Province (Qin *et al.* 1990). *S. alterniflora* was introduced to China in 1979 (Chung *et al.* 1985) and was planted in the intertidal zone in Jiangsu Province in 1982 to protect the seawall and accelerate sediment accretion (Zhuo *et al.* 1985, Qin *et al.* 1997). Researches in China showed that the average accretion velocity of *S. alterniflora* salt marsh was 0.085 m per year, which was several times than that of mudflat. *S. alterniflora* salt marsh protected the seawall and reduced the cost on repairing the seawall by million dollars per year in Jiangsu Province (Chen 1990).

S. alterniflora salt marsh in Jiangsu expanded quickly during the past twenty years. The area of *S. alterniflora* salt marsh in Jiangsu Province was about 2.3 km^2 in 1988 and increased to 125 km^2 in 1999 (Shen *et al.* 2002, Zhang *et al.* 2004). Series of researches covering different fields on *S. alterniflora* in Jiangsu Province were performed in the past twenty years: Isozymes

① This paper was also published on *Ecological Engineering*, 2007, 30: 240-249.

② Corresponding author. Email: qinpei@nju.edu.cn

characteristics of three ecotypes of *S. alterniflora* was analyzed by Chen *et al.* (1992), the distribution of the microbe in the *S. alterniflora* community was studied by Sun *et al.* (1989), the biomass dynamics of *S. alterniflora* salt marsh was studied by Qin *et al.* (1990), the photosynthesis rate of *S. alterniflora* and *S. anglica* was determined by Wang *et al.* (1994), the mercury enrichment in *S. alterniflora* was studied by Zhou *et al.* (1985). In addition, some research on utilization of *S. alterniflora* were reported such as cleaning sewage with *S. alterniflora* salt marsh (Liu *et al.* 2002), extracting bioactive material from *S. alterniflora* (Hu *et al.* 1998, Cai *et al.* 1996, Qin *et al.* 1998), producing green fertilizer (Zhuo *et al.* 1993, Wang *et al.* 1996). Furthermore, *S. alterniflora* was used as fodder for fishes, fowls, goats, pigs, *et al.* (Zhuo *et al.* 1985, Zheng *et al.* 1994, Lin *et al.* 1999, Zheng *et al.* 1995). *S. alterniflora* salt marsh dominated the intertidal zone and greatly changed the tidal flat characteristic in Jiangsu Province, but the ecological consequences of this were largely unexplored.

Climate change is one of the most serious environmental problems and the rise of the key greenhouse gas CO₂ in the atmosphere is well documented (Keeling *et al.* 1989). In recent decades, knowledge of the role of soils as a source or sink for carbon on a global scale has become vital for assessing of changes in atmospheric CO₂ concentrations. Soil is the largest carbon pool on the Earth's surface (Schimel 1995), and the soil organic carbon (SOC) pool indicates a dynamic equilibrium of gains and losses. It was estimated (Lal 2004) that the global SOC pool was about 1 550 gigatons (Gt) and as 3.3 times as the size of the atmospheric pool (760 Gt) and 4.5 times as the size of the biotic pool (560 Gt). The NPP of vegetation and SOC play important roles in carbon budget of terrestrial ecosystem (Kirschbaum 2000). Accounting of the importance of SOC in carbon equilibrium, SOC in *S. alterniflora* salt marsh and CO₂ fixed by *S. alterniflora* salt marsh during the past two decades in Jiangsu Province were estimated based on the previous work, with which to evaluate the effect of this exotic species on carbon acquisition in local area.

2 Study Area

The study area was between subtropical and warm-temperate zones, with a mean temperature 11.4 – 13.78 °C, 2 241 – 2 390 h of sunlight, 100 – 115 days with precipitation and a frost-free-period of 209 – 218 days per year. Mean annual precipitation is about 1 000 – 1 080 mm. Tidal range between mean springs is about 3.75 m, and tidal periodicity is semidiurnal. The local soil is alluvial origin and composed of 19.6% sand, 40.1% silt, and 40.3% clay. Soil pH and soluble total salt concentration were between 8.30 – 8.63 and 2.00 – 8.00 g kg⁻¹.

The original plant community distribution of coastal wetlands in Jiangsu Province showed a typical landward succession sere (Fig.1). (1) As pioneer species, *S. alterniflora* dominated the elevated part of intertidal zone, most of where the tides come twice every day. (2) *Suaeda salsa* and *Suaeda glauca* community flourished in the hightidal zone following the *S. alterniflora* zone. (3) The above-tidal grassland developed in the supratidal zone where *Aeluropus littoralis*, *Phragmites australis*, *Imperata cylindrical*, *Scripus karuizawensis* or *Zoysiam jacrostachys* prevailed with various water conditions.

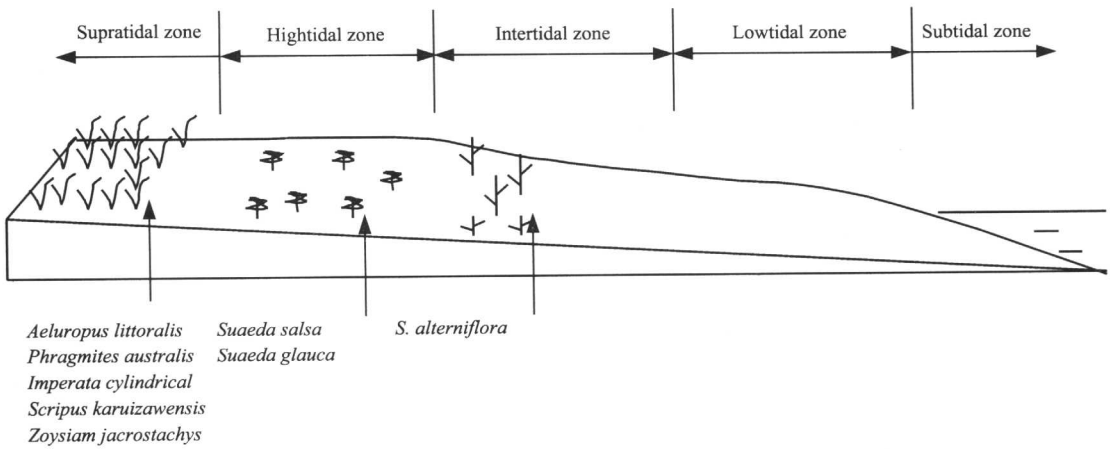


Fig. 1a. A paradigm of typical vegetation succession sere in coastal wetlands in Jiangsu Province (revised from Ren *et al.* 1985).

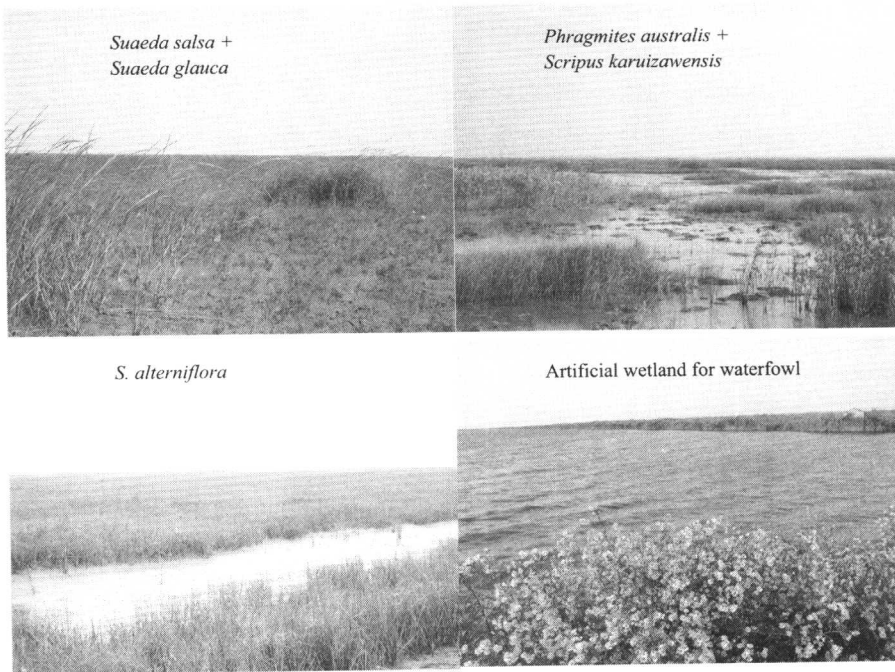


Fig. 1b. Primary vegetation landscape in coastal wetlands in Jiangsu Province.

Three research sites were set in intertidal zone in north of Jiangsu (Fig.2):

A) Mudflat, located at Xiaoyangkou Estuary (120°59'E, 32°35'N);

B) *S. alterniflora* salt marsh, located at Wanggang Estuary (120°44'E, 33°19'N);

C) *S. alterniflora* salt marsh, located at Simaoyou Estuary (120°43'E, 33°18'N).

Simaoyou Estuary and Wanggang Estuary were located in the largest *S. alterniflora* salt

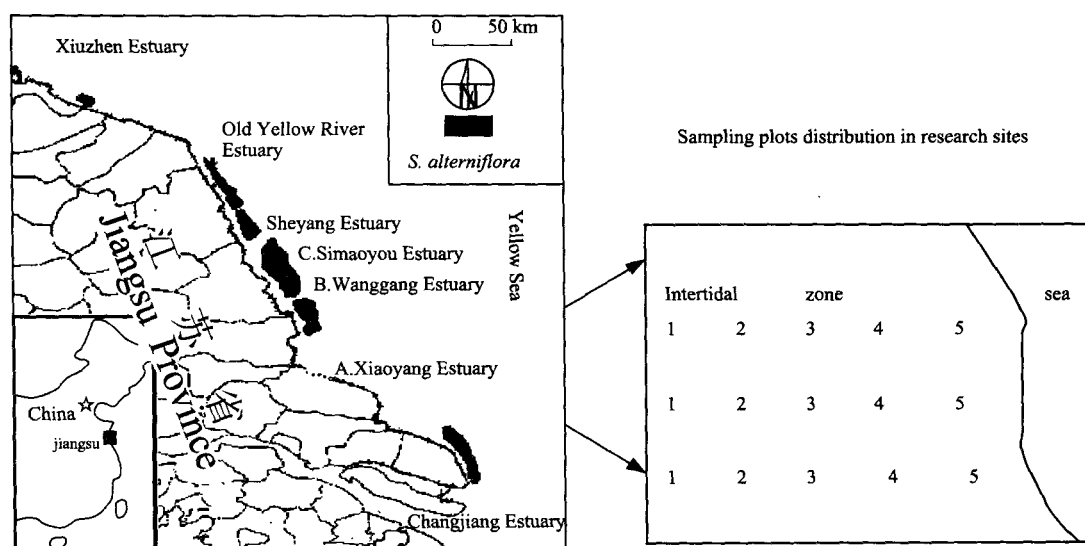


Fig. 2. Study Area. Site A, Mudflat in Xiaoyang Estuary; B, *S. alterniflora* salt marsh site in Wanggang Estuary. C, *S. alterniflora* salt marsh site in Simaoyou Estuary. The black plots were *S. alterniflora* salt marsh (Shen *et al.* 2002).

marsh zone, where the natural geographic conditions were similar to those of Xiaoyang Estuary.

3 Methods

3.1 Sampling Design

Field sampling was performed in May, July, October, and December in 2002. Soil samples were collected from fifteen sampling plots under each of the three research sites: A) Mudflat, B) *S. alterniflora* salt marsh located at Wanggang Estuary, and C) *S. alterniflora* salt marsh, located at Simaoyou Estuary. In each research site, the sampling plots were set as five rows seaward, with three plots in each row. The sampling plots were around 1 km from each other. The distribution of the sampling plots in each research site was illuminated in Fig. 2. For each plot, two soil cores were taken for SOC and bulk density analysis respectively. The soil samples were sampled at a depth of 0–20 cm with a 4 cm diameter auger.

3.2 Method of Experiments

Soil organic carbon was analyzed according to standard procedures (Liu *et al.* 1996). Initially, soil samples were naturally air-dried, sieved (< 2 mm), and kept in plastic bags. Three 2.50-g sub-samples were weighed from each SOC soil sample for determination, and wet oxidation of soil organic carbon took place by the acidified dichromate technique. Given excess dichromate, the amount of SOC was determined by measuring the amount of unreacted dichromate by titration. The mean of SOC in the three sub-samples was taken as the value of that in the soil sample in each plot.

The bulk density of the soil was analyzed according to standard procedures of the oven-dry