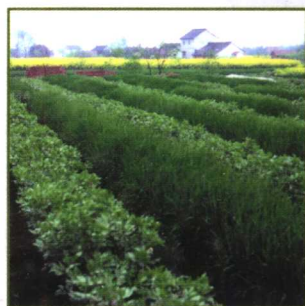
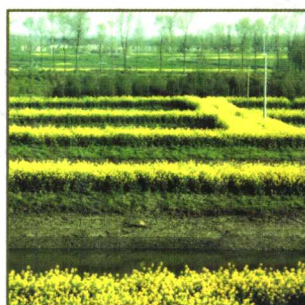
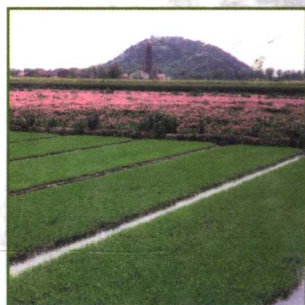
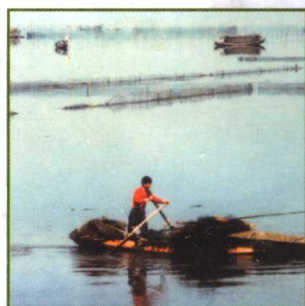


THE RESOURCES AND ENVIRONMENT OF WATER-LAND AND SUSTAINABILITY OF THE YANGTZE RIVER DELTA



长江三角洲水土资源环境 与可持续性



余之祥 骆永明 等著

国家自然科学基金重点项目(49831070)

长江三角洲水土资源环境 与可持续性

余之祥 骆永明 等著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系国家自然科学基金重点项目(49831070)“长江三角洲地区水土资源、环境演变与调控研究”的成果总结。系统研究了长江三角洲的水土资源合理利用及其环境质量管理。针对长江三角洲人类高强度活动、经济快速发展的特点,在阐明该地区自然与经济背景的基础上,重点分析了土地资源时空变化的特点,阐明了经济发展过程中农用地数量、质量的变化规律以及农用地的分等定级;结合实际,研究了水土资源可持续利用及规划决策;通过实验和田间观测,探索了被污染的土壤修复机理与技术,对农业水环境及污染动态变化进行了典型研究并提出了调控措施。

本书可供从事水土资源、环境演变研究的科研、教学人员,以及农业、环境、土地等领域的产业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

长江三角洲水土资源环境与可持续性 / 余之祥, 骆永明等著. —北京: 科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-019290-5

I. 长… II. ①余…②骆… III. ①长江三角洲 - 水资源 - 可持续发展 - 研究②长江三角洲 - 土地资源 - 可持续发展 - 研究 IV. F323.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 098155 号

责任编辑: 胡晓春 刘卓澄 / 责任校对: 张怡君

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王 浩

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2007 年 8 月第一次印刷 印张: 19 1/2

印数: 1—1 500 字数: 462 000

定价: 59.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

《长江三角洲水土资源环境与可持续性》 编委会

学术顾问 赵其国 包浩生

主 编 余之祥 骆永明

编 委 会 (以姓氏笔画为序)

马毅杰 余之祥 杨桂山

陈振楼 骆永明 高效江

黄文钰 彭补拙 潘根兴

前 言

长江三角洲包括上海市及江苏省、浙江省所属有关地级以上市共 15 个,面积 99 530km², 7718 余万人,是中国沿海三大经济圈中科技、教育和文化发达、工业门类齐全、经济总量最高的综合经济区,也是一个高强度开发、经济持续快速发展的地区,在全国具有举足轻重的地位。

长江三角洲自然条件优越、水资源丰富、土壤质量优良,区位优势明显。但是在区域经济快速发展过程中暴露出来的水土资源环境问题也很突出。第一,以土地为主的自然资源紧缺,而国民经济各部门的发展都迫切需要新的土地,与农业争地矛盾十分尖锐,产生的后果总是耕地流转他用,直接影响了农业的发展空间,又由于工业污染和农业生产中过量施用化肥、农药,土壤污染加剧,土壤环境质量深受影响;第二,随着社会发展,城乡生产和生活用水急剧增加,但是对污水的处理远远跟不上要求,水域环境受到严重污染,水生态遭受破坏。长江三角洲的核心区——太湖流域原有的自然条件十分优越,但在 20 世纪 90 年代初就出现了水质性缺水,不少其他地方的水环境质量也趋向恶化。此外,在工业、交通、城市快速发展中由于规划不当和措施不力带来的土地资源环境问题更是繁多。

本书根据多年在长江三角洲地区的研究结果,以水土资源环境演变与调控研究为主线,既关注水土资源时空变化的宏观问题,也重视水土环境演变的典型剖析;土地资源环境着重于耕地数量、质量与可持续管理利用的研究,水资源环境着重于农业水环境及污染物的移动规律与调控研究;全书各个章节都就水土资源环境的调控途径和措施从理论与方法上进行了探讨。

本书系在完成国家自然科学基金重点项目(49831070)的基础上写成。在项目实施过程中,40 余位专业人员和研究生参加了工作。项目学术顾问赵其国院士、包浩生教授在项目不同的进展阶段给予指导,提出了许多宝贵的意见;在调研过程中,长江三角洲有关省、市、县的许多部门给予大力支持,在此一并致谢。同时感谢国家自然科学基金委地学部重点项目(49831070)、国家重点基础研究发展规划项目课题(2002CB410810)和中国科学院南京地理与湖泊研究所所长基金为本书出版所提供的资助。

本书各章的主要执笔人为:第一章,余之祥、骆永明;第二章,陈振楼、董雅文、朱锦旗、徐玉琳、张磊、余之祥;第三章,杨达源、胥勤勉(制图);第四章,杨桂山、戴竞芳;第五章,李恋卿、吴新民、曹慧、潘根兴;第六章,彭补拙、濮励杰、周秉中、周颖;第七章,周生路、王铁成;第八章,马毅杰、王建国、余之祥;第九章,余之祥、朱振国、许刚、徐玉琳、陈振楼;第十章,陈振楼、贺宝根、胡学峰;第十一章,高效江、骆永明、宋静、王少平;第十二章,骆永明、吴龙华、滕应、宋静;第十三章,黄文钰、曾春芬、于忠华、舒金华;结语,余之祥、骆永明。在本书撰写过程中,除主要执笔者外,还有多位专家和研究生先后参加工作。全书由余之祥、骆永明统稿。

虽经集体努力和多次研讨修改,本书不足和不妥之处在所难免,敬希读者批评指正。

目 录

前言

第一章 综述	1
第一节 土地资源环境演变与调控	4
第二节 水资源环境演变与调控	8
第三节 土地与水资源可持续利用的决策	11
第二章 自然条件与环境特点	13
第一节 自然地理概况	13
第二节 土地类型	15
第三节 大气环境	19
第四节 地表水资源	20
第五节 地下水资源	30
第六节 生态及自然保护区	45
参考文献	47
第三章 地貌与其发育过程	49
第一节 长江三角洲的古地面	49
第二节 长江河口的向海推进	52
第三节 太湖的变迁	56
第四节 杭州湾的形成	60
第五节 三角洲表层沉积的发育	62
参考文献	65
第四章 土地数量、用地结构与动态演变	67
第一节 土地利用现状、特点与问题	67
第二节 耕地数量变化的过程、驱动机制及趋势	72
第三节 土地利用结构演变与空间差异分析	81
第四节 土地利用的遥感动态监测——案例分析	87
参考文献	91
第五章 农业土壤质量及其演变	92
第一节 土壤肥力质量	92
第二节 土壤环境质量	103
第三节 土壤质量与农业可持续发展	111
参考文献	113
第六章 农用地资源质量分等与定级	114
第一节 农用地质量分等	114
第二节 农用地分等研究实例	123
第三节 农用地定级评价	132
第四节 农用地定级评价研究实例	139

参考文献	148
第七章 农用地分等信息系统	149
第一节 农用地分等信息系统分析与设计	149
第二节 农用地分等信息系统的应用	158
参考文献	163
第八章 农业土地利用与农业生产结构	164
第一节 区域经济快速发展下的农业土地利用特点	164
第二节 农用地优化模式的典型分析	165
第三节 农用地利用与农业生产结构的关系	176
参考文献	182
第九章 土地资源可持续利用和规划决策	183
第一节 土地利用潜力及可持续性	183
第二节 土地承载能力	189
第三节 持续性农业管理指标体系与综合评价	193
第四节 土地利用规划决策方法	199
参考文献	206
第十章 农业水环境污染的时空演变规律	207
第一节 农业水环境污染的时空变化	207
第二节 农业水环境点源和非点源污染负荷分析	221
第三节 地表水环境污染的宏观调控	233
参考文献	235
第十一章 稻田水环境质量变化	237
第一节 施肥对农田水环境的影响	237
第二节 施肥对稻田土壤水及周边水环境的影响	243
第三节 水肥条件对稻田氮素损失的影响	247
第四节 河流沉积物氮磷释放与农田水环境变化	251
参考文献	255
第十二章 化学物质在水体-土壤-植物界面的迁移转化与调控	256
第一节 对水体-土壤-植物界面的认识	256
第二节 农田土壤-水环境界面的化学物质迁移	257
第三节 沉积物-水环境界面的化学物质迁移	261
第四节 农田水环境污染控制、修复和管理	268
第五节 农田土壤环境污染控制、修复和管理	272
参考文献	279
第十三章 渔业环境与水面资源利用	281
第一节 水面资源利用的特点	281
第二节 水产养殖模式及其优化	290
参考文献	298
结 语	299

CONTENTS

Preface

Chapter 1 Review	1
Section 1 Evolution and regulation of land resource and environment	4
Section 2 Evolution and regulation of water resource and environment	8
Section 3 Decision-making for sustainable use of water and land resources	11
Chapter 2 Natural Conditions and Environmental Characteristics	13
Section 1 General situation of natural geography	13
Section 2 Land forms	15
Section 3 Atmospheric environment	19
Section 4 Surface water resource	20
Section 5 Groundwater resource	30
Section 6 Ecological and natural conservation areas	45
References	47
Chapter 3 Relief and Its Development Processes	49
Section 1 Paleosurface of the Yangtze River Delta	49
Section 2 Movement of the Yangtze River estuary towards the sea	52
Section 3 Changes of Taihu Lake	56
Section 4 Formation of Hangzhou Bay	60
Section 5 Development of surface sediments of the delta	62
References	65
Chapter 4 Dynamic Changes of Land Quantity and Land-use Structure	67
Section 1 Status, characteristics and problems of the land use	67
Section 2 Processes, driving forces and trend of the change in arable land quantity	72
Section 3 Change of land-use structure and its spatial variation analysis	81
Section 4 Dynamic monitoring of land use by remote sensing—method and casestudy	87
References	91
Chapter 5 Agricultural Soil Quality and Its Evolution	92
Section 1 Soil fertility quality	92
Section 2 Soil environmental quality	103
Section 3 Soil quality and sustainable agriculture	111
References	113

Chapter 6	Classification and Gradation of Agricultural Land Quality	114
Section 1	Classification of agricultural land quality	114
Section 2	Classification of agricultural land quality; case study	123
Section 3	Gradation and evaluation of agricultural land quality	132
Section 4	Gradation and evaluation of agricultural land quality; case study	139
References		148
Chapter 7	Agricultural Land Quality Classification Information System	149
Section 1	Analysis and designs	149
Section 2	Applications	158
References		163
Chapter 8	Agricultural Land Use and Agricultural Production Structure	164
Section 1	Agricultural land use characteristics under rapid economic development	164
Section 2	Analysis of the optimized agricultural land use models	165
Section 3	Relationship between agricultural land use and agricultural production structure	176
References		182
Chapter 9	Sustainable Land Use, Planning and Decision-making	183
Section 1	Land use potential and sustainability	183
Section 2	Land bearing capacity	189
Section 3	Sustainable agricultural management index system and integrated evaluation	193
Section 4	Methods for land-use planning and decision-making	199
References		206
Chapter 10	Temporal and Spatial Evolution of Agricultural Water Pollution	207
Section 1	Temporal and spatial changes in agricultural water pollution	207
Section 2	Analysis of point and non-point source pollutant loading in agricultural water environment	221
Section 3	Macroscopic control of surface water environment pollution	233
References		235
Chapter 11	Change of Water Quality in Paddy Field Environment	237
Section 1	Effect of fertilization on water quality of farmland environment	237
Section 2	Effect of fertilization on water quality of paddy field and surrounding environments	243
Section 3	Effects of different water and fertilization conditions on nitrogen loss	

from paddy field	247
Section 4 Release of nitrogen and phosphorus from river sediments and water quality changes of farmland environment	251
References	255
Chapter 12 Transport and Control of Chemical Substances Across Water-Soil- Plant Interfaces	256
Section 1 Understanding of water-soil-plant interfaces	256
Section 2 Transport of chemical substances across agricultural soil-water interface	257
Section 3 Transport of chemical substances across sediment-water interface	261
Section 4 Control, remediation and management of agricultural water environment	268
Section 5 Control, remediation and management of agricultural soil environment	272
References	279
Chapter 13 Fishery Water Environment and Water Surface Use	281
Section 1 Characteristics of water surface use	281
Section 2 Aquaculture models and its optimization	290
References	298
Epilogue	299

第一章 综 述

长江三角洲是中国经济总量最大、经济实力最强的综合经济区,以上海为经济中心,包括沪宁杭等 15 地级以上市^①,土地总面积 99 530km²,总人口 7718 余万人^②,地区生产总值占全国的 18.2% (2005 年),是我国改革开放以来发展最快的地区之一。

区域的发展与其地理区位、资源状况关系密切。长江三角洲处于我国沿海中部,受亚热带季风气候影响,光、热、水资源丰富,且在季节上分配得好,适于多种农作物和经济林木的栽培;除南部有一些山体不大的中低山与丘陵外,平原水网稠密,土壤肥沃。长江三角洲的区位条件堪称优越,其经济腹地不仅包括长江流域,还通过陆路及海路与我国南北方发生广泛的经济联系。由于上述条件,长江三角洲开发历史悠久,还是我国近代资本和民族工商业兴起最早的地区之一。新中国成立以来,长江三角洲一直是全国工农业生产的重要商品基地,工业门类齐全,工业配套体系完整,向全国各地提供了大量成套设备和工业品;农业上虽然耕地仅占全国的 3%,但粮棉油等主要产品占全国的比重比耕地所占比重要高 3~4 个百分点。水产品、茶叶、蚕丝等产量均占全国的 10% 以上,畜产品也较丰富。高产稳产的农业是本区经济稳定发展的重要基础。

自改革开放以来,长江三角洲进入一个新的发展阶段,特别是党的十四届代表大会和十四届五中全会提出了浦东开发开放,把上海建成国际经济、贸易、金融中心之一(此后又明确将上海港建成国际航运中心之一)的宏伟设想,通过体制创新和扩大开放,带动了长江三角洲全区的快速发展,其在全国的地位迅速提升。20 世纪 90 年代初长江三角洲的地区生产总值占全国 13%,到 1995 年占 16%,2004 年进一步上升到 20.2%,在财政收入占全国的 24%,是国家建设资金的重要来源。

长江三角洲在行政上除包括沪、苏、浙所属 15 地级市以外,还包括 42 个县与县级市,共同组成经济区(图 1.1)。这是中国开发历史最悠久的地区之一,早有鱼米之乡、丝绸之府的美誉。在江苏、浙江境内发掘的考古资料,如苏州吴中区草鞋山、桐乡罗家角、余姚河姆渡、余杭良渚等地发现的实物,表明在 5000~7000 年前就有栽培的稻谷和饲养的家畜(猪、狗)。经过历代的开发,尤其是改革开放二十多年的发展,长江三角洲经济区已是我国在经济实力上最雄厚的区域,由于位置适中,交通便利,农业基础好,工商业发展快,科学技术与文化教育事业发达,几乎在各方面都处于全国领先的地位,是我国最有条件率先实现现代化的地区之一。

长江三角洲处于我国东部沿海的中段,区内河湖水网相连,均可通江达海,沿海和沿

^①1992 年 6 月国务院召开的长江三角洲及沿长江地区规划座谈会上明确以文中所述 15 市作为长江三角洲的规划范围。

^②系统计的在册人口,未包括外来的大量常住与半流动人口。

江适于建港的位置很多,具有有利的沟通海内外的交通条件。这种有利的区位使长江三角洲可以和国内外发生最广泛的经济联系,最充分地吸引资金和资源,从而成为经济增长最快的地区,综观世界上所有发达地区的经济中心,都与其区位有十分密切的关系。长江三角洲的发展亦得益于有利的区位条件。

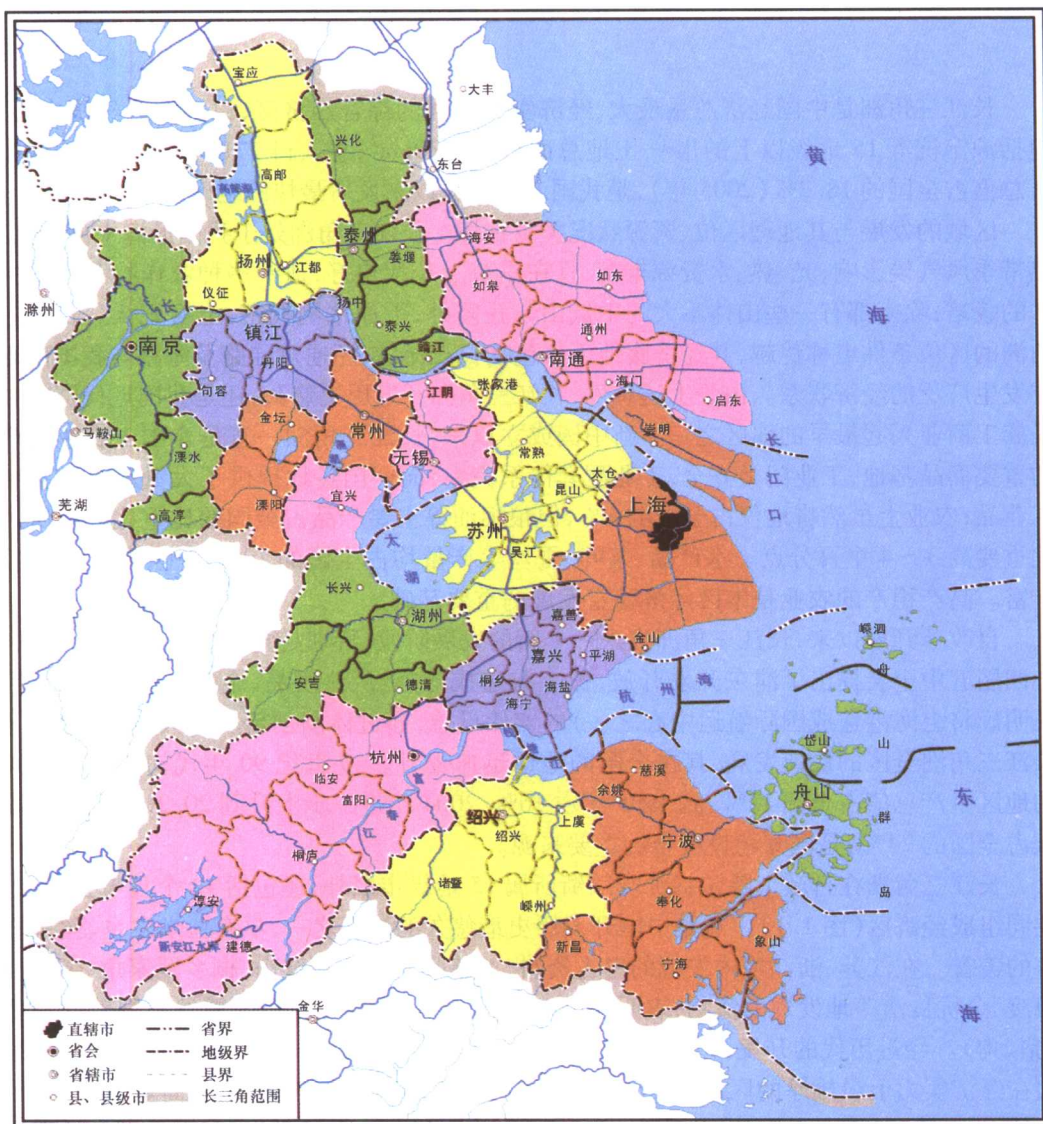


图 1.1 长江三角洲行政区域分布

Fig. 1.1 Administrative zones in the Yangtze River Delta

长江三角洲拥有极为广大的经济腹地,通过长江航道和长江上中游各省相联系,通过铁路和海路与我国华北、东北、东南的客货来往频繁,与南方闽粤的水陆联系正在日益加强。这为从区外运来原材料和燃料动力资源、从本区运出各类工业产品提供了便捷的运

输条件。至于和国际市场的联系的条件和意义,已为现代历史以及改革开放以来的经济发展所证实。上海港早已是中国最大的港口,近几年又在长江口外大小洋山兴建大型港口,加上以往本区相继开放的宁波港、南通港、南京港、镇江港、张家港,在一个经济区内同时有多个对外开放的大型港口,表明它具有对外经济联系的实力以及巨大的潜力。可以认为,优越的长江河口与海上交通位置使长江三角洲经济区成为我国广大腹地与世界经济发生交往的最重要的经济结点。

长江三角洲是我国各类国家级开发区最集中的地区,分别有经济技术开发区、高新技术开发区、保税区、出口加工区、旅游度假区等(图 1.2);办得卓有成效的省级开发区分布



Fig. 1.2 National development zone of the Yangtze River Delta

更广。这些开发区的先后建成促进了区域产业结构的调整,加以投资环境的不断完善,吸引了国内外大量资金,外向型经济发展迅猛。长江三角洲的经济基础、科技、教育、文化均有实力。国际资本看好这一地区的发展潜力和前景,在开放政策的激励下,投资势头强劲(2003 年吸收的外商直接投资约占全国 40%,相当于珠江三角洲的 2.7 倍),这也是长江三角洲经济快速发展的重要原因。

长江三角洲虽然取得了上述发展的可观成就,但是伴随发展而出现的问题也是多方面的,尤其是人口、资源与环境问题,涉及未来发展的可持续性以及人与自然的和谐。这一地区的人口密度相当于全国人口密度的 5.7 倍,如包括外来务工及经商的固定、半固定人员近 2000 万人,人口密度更高,也就是说近 1 亿人口聚集在有限的土地上,对资源和环境形成巨大的压力。长江三角洲土地资源严重不足,国民经济各部门的发展都存在争地的矛盾,竞争的结果通常是牺牲优良的农田为代价。至于水资源虽有长江、淮河、钱塘江等水量补充,但水资源时空分布不均,加上用水的浪费和污染,水环境问题日益突出。

本书在上述区域发展的背景下,结合实地考察,对长江三角洲的自然条件、地貌过程做了阐述,重点论述了土地资源的数量、质量及其演变、水资源及农业水环境、污染物在水土界面的迁移与被污染的水土修复等问题,并对水土资源的可持续利用从理论方法上加以探讨。现就若干问题做一综述。

第一节 土地资源环境演变与调控

一、土地资源的数量动态变化

长江三角洲的土地资源属高强度开发,利用特点可以概括为土地垦殖指数高,人均耕地面积少,开发强度大、综合产出率高,建设用地比重大,扩展速度快,耕地流失强度大、年均递减率高。与之相对应的是耕地负载不断增加,土地质量有所下降,土地利用结构不尽合理。

根据近 50 年来的数据分析,长江三角洲耕地数量的变化总体上呈明显的波动减少趋势,经历了由增加→急剧减少→缓慢减少→快速减少的变化过程。多年平均耕地流失状况在不同地区虽有差异,但土地利用结构变化过程是一致的。耕地数量减少主要是流向工矿用地、居民点用地和各类交通用地;个别时段增加的耕地,主要来源于局部地区河湖洲滩的围垦。预计今后相当长的时期内,经济继续保持快速增长、城市化进程和交通等基础设施建设等仍将保持较快的速度,耕地数量减少和建设用地增加的基本趋势还会存在,但耕地减少的幅度会有所降低。

为了解土地利用的动态变化,探索了应用遥感动态监测土地利用的方法,以 1:10 万陆地卫星 TM 图像为主要信息源,以相同比例尺地形图为空间定位、定量的数学基础,参考其他有关资料,根据土地资源分布规律和地理相关关系确定耕地、居民地、水系及其他类别的解译标志,进行图斑勾绘。经定性定位精度检测后清绘成图,对每幅解译图进行图数转换和矢量化,在 ARC/INFO 软件支持下,进行图形编辑,输入地类代

码,形成专题分类文件继而对相应图幅的行政界线进行修改,清绘成图。经矢量化、图形编辑、行政代码输入,形成行政界线文件,在 ARC/INFO 系统中将耕地分类文件与行政界线文件进行叠加、运算、统计,获得分县市耕地毛面积。在运用卫星遥感图像进行耕地调查的过程中,对一些不能在图上量测的细小地物,按不同类型布设样方、用航空像片测定细小地物系数的方法,扣除耕地毛面积中的细小地物,从而保证动态监测的精度。

这种方法的应用以原锡山市为典型并得出结果。1985 年锡山市耕地面积为 $6.54 \times 10^4 \text{ hm}^2$,到 2000 年耕地为 $4.19 \times 10^4 \text{ hm}^2$,共减少耕地 $2.35 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中 1985~1990 年间减少耕地 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$,1990~1995 年间减少耕地 $0.25 \times 10^4 \text{ hm}^2$,而 1995~2000 年则减少耕地 $0.60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。伴随着耕地的减少,非农建设用地相应增加。

二、农用地质量演变及其调控措施

土壤是农用土地的核心组成部分。工业和城市的发展对长江三角洲的土壤影响不可低估,为了弄清不同土地利用方式条件下土壤肥力质量的演变规律,着重对土壤中各种污染物尤其是重金属的积累进行分析,揭示了不同土地利用方式下土壤重金属的累积速率和通量,并提出了调控措施。

集约化农业生产、高强度工业开发及生态农业区等是长江三角洲农业生产的基本环境。根据不同条件下农田土壤重金属 Zn、Cu、Pb、Cd 全量的分析,与 20 世纪 80 年代的土壤背景值或相应的对照区相比,各类农用地土壤重金属全量总体上表现为升高的趋势。其中土壤 Cu 含量的增加幅度约为 9%~20%,Pb 为 12%~66%,而 Cd 的增加幅度较大,最高达背景值的 5 倍。但所测土壤重金属的含量尚处于我国土壤环境质量二级标准范围内。

农田土壤中重金属的空间分布不同。在代表性水稻土剖面中,重金属元素 Zn、Cu 和 Pb 的含量均表现为随深度递降趋势。在表层 0~40cm 土壤中 Zn、Cu 和 Pb 的相对累积为 21.8%~23.3%、10.9%~12.6% 和 18.7%~20.6%,说明所研究土壤中重金属元素有明显的表聚性趋势。

通过对不同环境下农田土壤重金属含量变化的研究表明,农田土壤重金属元素 Pb、Cu、Cd 存在着积累的趋势,土壤重金属有效态的积累速率高于全量。Cu、Pb 和 Cd 的积累速率分别达到 $0.3 \sim 1 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{a})$ 、 $0.2 \sim 1 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{a})$ 和 $0.3 \sim 3 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{a})$,它们的年污染通量分别为 $0.5 \sim 1 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 、 $0.5 \sim 3.0 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 和 $0.8 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3} \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。总体来看,工业和农业生产对农田土壤环境中重金属的积累都有促进作用,但主要以工业影响为主。农业生产本身也构成对土壤的潜在污染,长期施用家畜粪肥提高了土壤 Cu 的含量及活性,其累积速率已接近工业污染的速率,与 Cu 作为饲料添加剂的大量使用有关。集约化的农业生产有效态含量的快速升高更清晰地反映土壤环境重金属污染特点,对食物安全存在着直接的威胁,是应该注意的环境质量问题。

为研究长江三角洲的低山丘陵的土壤侵蚀及其所造成的养分流失,应用 ^{137}Cs 技术建立土壤定量侵蚀模型,对太湖丘陵地区典型坡面的土壤侵蚀模数和养分流失进行估算,得到如下结论:

(1) 丘陵区小流域在不同利用方式下,各地貌部位均存在着一定的土壤侵蚀,其中耕作土壤菜地的侵蚀量大于非耕作的林地土壤,植被覆盖良好的竹林地小于稀疏马尾松林,表明植被覆盖与耕作方式对土壤侵蚀的影响十分密切。

(2) 采用相应的土壤养分流失方程,计算出不同地貌部位的土壤养分流失量。总体而言,太湖丘陵区不同地形坡位的土壤养分流失量差别较大。中小流域的平均氮素流失虽然小于水田氮素损失量,但受人为因素影响强烈的地貌部位氮素损失严重,土壤肥力明显降低。

(3) 土壤养分流失、尤其是氮、磷养分的流失,对于太湖水质富营养化的贡献以及流失泥沙对太湖的淤积作用,都有直接的影响。

三、土地资源利用分类系统和定级、分等评价

长江三角洲的土地资源主要用于4个方面:①作为生产资料直接用于种植业、畜牧业、水产养殖等农业生产;②间接用于国民经济生产或服务的,即作为生产载体,如工厂场地、道路、住宅用地及生产、生活服务设施用地等;③用于环境美化及休闲,如绿化、园林及其他游览用地;④用于生态保护和环境改善的,如生态防护林、水源涵养林等。

按照土地利用分类系统原则即综合性原则、主导因素原则和实用性原则以及土地利用方向的基本一致原则,将长江三角洲土地资源作零级划分,包括四个子系统:农业用地系统、非农生产与服务用地系统、生态用地系统和未利用地系统。类型分为三个层次:第一层次按照用地性质的国民经济用地构成将划分为9个类型;第二层次按照土地利用条件和方式,将一级分类进一步划分为39个二级类型;第三层次是按照土地利用特点与特殊需要把个别二级类型再进一步划分为更详细的三级类型。这种土地分类系统既与全国的分类系统相衔接,又切合长江三角洲的实际,利于开展进一步的土地资源调研。

土地资源定级评价的作用在于根据土地级别确定每块土地的价格,提供土地出租、转让可参照的价格;用市场机制合理配置土地资源,为完善土地承包责任制,确定每块土地的承包定额,利于土地承包转让;根据土地定级估价结果,确定每块土地的税收标准,并为地籍管理及时提供土地质量动态数据。

研究土地定级采取定性与定量相结合的方法,应用计算机技术包括区域系统分析方法、Delphi法、AHP法、统计分析法。在区域系统分析的基础上,选择了无锡市马山区和吴中区的旺山村为案例,作为土地资源分类定级评价的典型研究。

农用地分等主要依照国土资源部《农用地分等定级规程》,根据该区域的实际情况进行必要的修正。长江三角洲的江苏沿江地区首先对农用土地的自然质量进行评分,运用土地利用系数和土地经济系数对农用土地的自然质量分等进行经济社会条

件修正,最终得到在社会平均的生产力水平、生产技术条件及经济发展水平下的农用地质量(包括自然质量和综合质量)分值,根据分值进行农用土地的分等。

农用地自然质量分等是根据规程计算出研究区域农用地自然质量指数,用数轴法显示其分布,长江三角洲地区江苏部分的农用地自然质量大致分为两个等级,其空间分布上也大致与耕作制度一致,江淮平原区与沿江平原区之间有较大的差异。比较根据土壤特性得出的各分等单元总评分分布图,数值的聚集性没有那么明显。当研究区跨自然气候区或耕作制度区时,农用地的自然质量、空间分布主要由气候及耕作制度决定,地形以及土壤特性等因素的作用需进一步细分才能显现出来。

对农用地分等进行土地利用系数修正和土地经济系数修正后,得到了长江三角洲地区江苏部分农用地综合质量分等结果。

四、合理利用土地与调控途径

长江三角洲属于经济快速发展、高强度开发地区,我国加入 WTO 之后,由于长江三角洲的区位优势,经济腹地广阔,科教文化发达,对外资企业的吸引力很强,因此可以预计未来 10~20 年内对土地的需求仍然强劲,同时由于经济发展、农业生产结构与经营方式的变化,对农用地质量也会造成冲击。根据对土地数量与质量的研究,提出以下主要措施:

第一,加强耕地资源的保护。长江三角洲除少数沿海滩涂外,无后备土地资源,城市扩张以及国民经济各部门的占地使得耕地资源日趋减少,未来 10~20 年内这一地区仍难以逆转。面对这一形势必须采取的措施是加强土地资源的深度开发,即对现有各种非农用地的利用改造,城市部分通过规划和改造老城区,适当提高建筑容量,新区的建设更应重视节约用地,开拓地上和地下空间;农村部分随着城市化的进程,农民进入城镇以及通过村镇建设,对旧的村落与宅基地加以利用和复垦。

第二,加大执法力度,大力推行节约用地。要杜绝一切滥占滥用和无序开发的做法,严格实施《土地管理法》,加强规划管理和土地市场管理。特别是在加强城镇化发展的过程中,防止占地规模过大,土地供应过多,在近段时期应格外引起重视。

第三,重视土壤肥力质量的调控。针对土壤肥力质量退化的不同类型、特点,严格控制污泥、垃圾肥的施用量,并采取生物措施和农业措施防止重金属对土壤的进一步污染;提倡有机无机肥的混合施用,采取科学施肥方法,减少氮磷的流失及对水体的污染。

第四,应用土地的定级、分等成果,准确核定土地的经济价值。在征占用地时应用土地的定级、分等成果,准确核定土地的经济价值,给予合理的补偿,也作为调整用地结构的依据。还可扩大应用 FCM (Final Classification Matrix) 规划理念和方法,提高土地利用的可持续性。

第五,面向海内外市场,合理调整农业生产结构。在加入 WTO 的背景下,调整本区的农业生产结构必须重视海内外市场的选择,发挥地区优势,以高附加值的农产品占领市场,同时通过市场弥补本区的粮食、饲料等。要加大对农业的投入,增加现代农