

文章编号: 1007-6301 (2003) 01-0060-11

湿地景观变化过程与累积 环境效应研究进展

刘红玉, 吕宪国, 张世奎

(中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

摘 要: 湿地在流域中处于水陆交错的特殊过渡区域, 是地表重要的景观覆盖类型和生态系统。湿地具有独特的水文、土壤和植被特征, 在维护区域/流域生态平衡和环境稳定方面发挥巨大作用。湿地景观变化过程主要表现为景观格局和过程在时间和空间尺度上的相互作用过程。该过程对系统的能量流动、物质循环以及物种迁移产生作用, 对地理环境也产生巨大环境效应。湿地景观变化与土地利用/覆盖变化紧密相关, 与人类活动影响息息相关。至今, 人类已把天然的湿地景观格局改变为受人类支配的土地利用格局。自然湿地景观格局的变化过程对湿地生态系统以及其他系统的生物多样性、初级生产力产生显著影响, 对局地、区域及全球气候环境、水文环境、生物多样性等方面产生显著而深刻的影响。湿地景观变化是全球变化研究的重要内容, 尤其对认识全球气候变化、土地利用/覆盖变化和生物多样性变化的区域响应应具有重大意义。

关 键 词: 湿地; 景观变化; 环境效应

中图分类号: Q 149; X 144

目前, 可持续发展是整个人类社会发展的目标, 其核心问题是协调人口、经济发展、资源、环境和生态等可持续发展问题以及它们之间的相互关系。以此为目标, 近年来地球科学研究的焦点主要集中在全球变化方面的研究。土地利用/土地覆被变化和生物多样性变化是全球环境变化研究的核心。

在上述背景下, 国内外地理学研究逐渐由经验性、描述性范围的空间格局研究转向景观格局与过程的相互作用研究, 目的是加强认识和预测地理环境的变化, 为合理布局经济活动, 开发利用和保护自然资源, 避免和减轻自然灾害, 实现人与环境协调发展的目标服务。

为此, 许多国际研究计划象国际地圈—生物圈计划 (IGBP)、全球变化中的人文领域计划 (HDP) 和土地利用/土地覆盖 (LUCC) 研究计划等开展了许多全球环境变化方面的研究课题。但主要集中在诸如热带森林变化、草地变化对全球环境变化的影响方面, 而涉及湿地变化对全球和区域环境影响研究的内容较少。

事实上, 湿地是地表重要的景观覆盖类型和生态系统, 与气候变化、土地利用变化和

收稿日期: 2002-10; 修订日期: 2002-12

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性项目 (KZCX2-SW-320, KZCX2-302)

作者简介: 刘红玉 (1963-), 女, 辽宁省人, 副研究员, 理学硕士。主要从事湿地变化与环境效应研究, 已发表论文 20 余篇。E-mail: liuhongyu@fin 365.com

生物多样性变化关系极其密切,无论在区域乃至全球尺度都对全球变化产生净贡献。

湿地面积与森林、草地相比相对较小,但由于湿地处于水陆交错的过渡地带,具有维护区域生态平衡和环境稳定的巨大功能。湿地与人类生存发展息息相关,因而又常常是土地开发的对象。湿地区域人口密集,因此受人类活动影响巨大,由此产生的区域环境效应显著。

本文研究焦点集中在湿地景观变化过程与环境效应研究方面。在系统阐述了国内外该方面研究的进展、湿地景观变化过程与土地利用/覆盖变化的关系及其对环境的影响、人类活动对区域环境的影响等基础上,指出该方面的研究应从研究典型样区的湿地景观变化与土地利用/覆盖变化过程和机制入手,在“3S”技术的支持下,研究湿地景观变化过程与累积环境效应的关系,增强对湿地景观变化在区域环境变化中作用机制的认识,为保护湿地,充分发挥湿地应有的环境效益提供科学依据。

1 国内外湿地景观变化研究进展

1.1 国际上湿地景观变化研究

湿地的研究最初起源于国外,尤其欧洲各国由于经济发展的需要于公元前便开始对泥炭湿地进行以利用为目的的研究^[1]。到了本世纪中叶,沼泽湿地研究率先在前苏联开展起来,研究的重点在沼泽湿地分类。之后,美国和加拿大等国逐渐重视湿地研究,研究的内容涉及方方面面,包括对湿地定义、分类、湿地生态系统和湿地资源管理等诸多方面^[2~4]。到了20世纪80年代,各国科学家注重科学上的湿地概念的认识和研究工作,但由于湿地分布较广,各国湿地成因类型多种多样,湿地概念上没有形成一个统一的定义。目前,《Ramsar》公约中湿地的定义普遍被湿地科学家和管理部门的接受。即:“湿地系指天然或人工,长久或暂时的沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带,静止或流动,淡水或半咸水体,包括低潮时不超过6m的水域”。该定义虽然涵盖范围包括湿地诸多景观类型,但易于湿地的管理和宏观研究。

从湿地的定义我们知道,湿地是重要的自然景观和自然生态系统,有着独特的景观、生态系统结构和功能,在世界湿地保护和研究中倍受重视。如在1982年国际资源和自然保护联合会(IUCN)、联合国环境规划署(UNEP)、世界野生生物基金会(WWF)联合制定的世界自然资源保护大纲中,将湿地与海洋、森林并列为三大系统,把淡水湿地列为受威胁物种最重要的集结地。湿地是重要的景观覆盖类型,在1991年科罗拉多州Snowmass召开的全球变化研讨会上,湿地被划分为世界七大土地覆盖类型之一(热带森林、热带草地、温带和北方森林、农田、温带草地、建筑与民居、湿地)^[5]。湿地又是人类生存环境的重要组成部分,是宝贵的自然资源。湿地对地区、国家乃至全球气候变化、经济发展及人类的生存环境都具有重要影响。湿地区域地势平坦、自然资源丰富,是人类生存发展的主要居住与开发区域^[6]。随着社会经济的发展,人类活动给湿地环境带来了极大的影响,使得湿地发生了很大的改变。人们对于这些变化发生的过程以及引发的原因逐渐予以关注。

湿地景观变化最显著的标志是由于土地利用与土地覆盖(land use and cover)变化造成的景观格局和景观类型的时空变化。而湿地景观变化的过程是通过人类活动(农业化过程、工业化过程、城市化过程和政治化过程)^[7~9]进行土地利用,从而改变湿地覆盖的过程。

很早以来, 学者们即开始了对这些问题的研究和认识。研究的重点地区集中于芬兰、俄罗斯、美国、加拿大等国家的湿地。研究工作主要集中于对湿地景观覆盖类型的分类、描述、制图, 以及对引起湿地景观变化的机理进行的初步探讨。这种研究主要是从湿地的定义出发, 根据湿地形成因素和工作与研究的需要对湿地资源进行调查, 包括湿地的类型、面积和分布。很少涉及到湿地景观变化对区域乃至全球环境变化所造成的影响^[10, 11]。

随着 1971 年在伊朗签署了《Ram sar 公约》, 即《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》, 湿地的研究从开发进入到保护的新的阶段。为此, 也推进了湿地功能和景观变化的研究工作。其中最有影响力的属国际湿地学会主席 M r. W illiam . J. M itsch 1986 年撰写的《W etlands》。2000 年该书进一步丰富了内容后再次出版发行。《W etlands》一书全面论述了湿地的定义、分类, 详细研究了湿地生态系统、湿地环境及滨海湿地和内陆湿地生态特征。随后, 各国纷纷成立湿地研究机构开展湿地系统的研究工作。各国湿地科学家根据本国实际开展湿地研究工作, 尤其在湿地生态系统功能和保护管理方面取得长足进步, 最近的研究方向主要为湿地变化和人类活动对湿地的环境影响及湿地恢复等方面。

20 世纪 80 年代以来, 随着遥感和 G IS 技术的发展和成熟, 景观生态学诞生并逐渐应用到地理与环境科学领域, 进一步推进了湿地景观及其变化的深入和精确研究。地理学家开始利用遥感和 G IS 技术进行湿地资源调查^[13]、模拟湿地环境^[14]、研究湿地景观变化及其对环境的影响^[14, 15]。2000 年, 四年一度的世界湿地大会“第四界湿地大会”在加拿大魁北克召开, 提交的研究论文 2600 多份。其中有关湿地景观变化的研究论文约占 30%, 包括滨海湿地、淡水湿地、洪泛平原湿地等内容^[16]。2001 年亚洲湿地大会在马来西亚 Penang 召开, 其中利用遥感和 G IS 技术进行湿地变化研究是重要内容之一。

与其他土地覆盖类型一样, 湿地的景观变化以及发生于其中的生物多样性、初级生产力、土壤质量以及径流量和沉积率等多方面的变化是引起大量全球变化中的生物地理过程的重要因素, 是维持生物圈与地圈以及痕量气体的释放与水循环所需的大量物质与能量流的源与汇^[18~ 23], 也对气候、生物地球化学及生物多样性有着重要的影响。为此 20 世纪 90 年代以来, 湿地研究开始重视湿地环境功能的定量定位研究, 主要包括湿地与温室气体、湿地与生物地球化学循环、湿地生物多样性、湿地与地表水和地下水等。近几年研究的焦点开始关注湿地的环境效应研究。如加拿大第四界湿地大会的主题之一是气候变化与湿地温室气体。各国也组织项目开展湿地与全球变化方面的研究。但是, 在国际组织的大的研究计划中, 强调湿地变化与全球变化的内容较少, 而研究森林、草地变化与全球变化的内容较多。

1.2 国内湿地景观变化研究状况

中国湿地研究起步于新中国建立后在原苏联影响下开始的现代沼泽研究。研究的内容包括沼泽的类型、成因、发育规律等。研究的区域主要包括一些典型地区, 如三江平原地区、若尔盖高原地区等。70 年代以来, 遥感技术在湿地景观调查中得到应用。结合遥感, 中国科学院组织了全国范围内的沼泽湿地考察。先后进行了吉林省东部泥炭湿地的考察, 西藏地区沼泽的考察。80 年代, 又对全国海岸带和海涂资源进行调查, 对新疆地区沼泽、横断山区沼泽与泥炭以及长江源区沼泽进行综合考察^[24]。同时湖泊湿地的全国普查工作也基本结束。至此基本完成了全国湿地的调查工作, 从而对丰富多样的中国湿地有了基本的认识。尤其在湿地景观类型及其特征和成因方面为中国湿地的进一步研究奠定了深厚的基础。

利用遥感技术结合野外考察,一系列反映科考成果的专著如《若尔盖高原沼泽》,《三江平原沼泽》,《泥炭地学》等出版发行。至今他们仍然是中国湿地研究的宝贵成果积累。

如果说 20 世纪 80 年代以前的湿地研究是为开发利用湿地服务,那么,80 年代以来中国湿地研究转向研究湿地环境功能为主的湿地保护阶段。开始对沼泽湿地水文、微气候、径流调节等生态功能进行定位观测研究^[25],加深了对湿地环境功能的认识,为湿地景观生态研究奠定了基础。这期间出版的《三江平原沼泽》^[26],《中国沼泽研究》^[27]等著作具有重大的科研和应用价值。

对湿地景观的认识除了湿地景观现状、分布特征与规律之外,由于土地开发和人类活动影响带来的湿地景观变化过程更加引起关注。随着人类对土地的开发利用,导致了土地覆盖发生了翻天覆地的变化。尤其是湿地从一开始就是人类土地开发的对象。据统计,中国 95% 以上的人口居住在湿地集中分布区。尤其是东部沿海地区、长江、黄河中下游和珠江三角洲是我国主要城市分布地和人口密集区域;三江平原、松嫩平原、辽河平原、长江中下游平原等平原区域即是我国湿地主要分布区,也是我国重要的商品粮生产基地,在国家经济发展中发挥重要作用^[28]。但是湿地的开发利用带来的环境问题越来越突出。因而广泛引起了湿地科学家和政府部门的关注。围湖造田,虽然扩大了耕地,但使湖泊面积缩小或消失,丧失了淡水资源和洪水调蓄功能。如长江中下游在近 30 年内,因围垦而丧失湖泊面积 12000km²,丧失率达 34.16%^[29],从而严重的缩小了湖泊调蓄洪水的能力,导致越来越严重的洪涝灾害;西部区沼泽,因上游地区截水灌田,导致湖沼萎缩,水质咸化;沼泽湿地的大面积开垦,导致风化和水蚀加剧^[30];三江平原地区由于大规模农业开发活动导致 80% 以上沼泽湿地的丧失,区域气候由冷湿变为暖干。由此区域湿地景观变化研究越来越受到重视。尤其是近年来,遥感和 GIS 技术在湿地研究中的应用为湿地景观动态变化过程研究提供了可靠的方法和技术支持条件。因而近年来利用遥感和 GIS 进行湿地资源精查、湿地景观生态制图和景观动态变化研究方面取得很大进展^[31~33]。同时,湿地景观变化与环境效应之间的相关关系研究逐渐成为研究热点和政府部门决策协调湿地保护与区域经济可持续发展的依据。近年来国家自然科学基金、中国科学院、国家林业局、国家环保局等部门组织和支了该方面的科研课题。如以肖笃宁为首的研究小组在国家自然科学基金的支持下,系统研究了环渤海三角洲湿地资源、类型、形成与发育、景观结构、生物多样性、湿地土壤养分循环、湿地氮、磷去除效应、湿地温室气体排放、及区域开发对湿地的影响等^[34]内容,加深了对该区湿地的全面认识,为协调区域经济发展和湿地保护的关系提供了科学依据。吕宪国为首席科学家开展的淡水沼泽湿地、高原沼泽湿地、湖泊湿地等典型湿地水陆相互作用过程、资源环境效应及调控研究等,也从湿地本身的性质、特征及其景观功能等方面系统研究了中国典型湿地的功能、价值和与区域环境及其经济发展的关系。2002 年,中国科学院启动了一批知识创新工程项目,其中《东北 LUCC》项目的研究焦点集中在区域环境变化及其环境效应方面。其中 50 年来三江平原湿地景观变化及其环境效应研究是四大主题之一。至此,中国湿地研究从理论探讨逐渐向区域应用方面迈进,顺应了国家需求。而湿地景观变化研究是该方面研究的基础内容,因此越来越受到广泛重视。

2 湿地景观变化与累积环境效应研究

累积环境效应的研究最初始于环境影响评价。1984 年美国科学家 Geppert, R., 等人

把该方面的思想应用到森林开采活动对环境产生的效应的研究^[35]，1992年，Bernath, S., 等在加拿大“GIS 国际会议”上发表题为利用遥感和GIS研究累积效应问题，对该方面研究进行了利用遥感和GIS技术的方法上的探讨^[36]。1995年Kass Green为首的课题小组在美国华盛顿森林管理委员会的支持下，利用遥感和GIS技术对华盛顿地区32个流域的森林开采活动对区域降水、野生动物栖息地、土壤侵蚀等环境问题产生的累积效应进行计算机模拟方面的实际应用研究^[37]。可见，累积环境效应研究重视的是自然生态系统变化的过程及其在环境方面产生的生态后果的研究。

一般来讲，累积效应是指由于土地利用活动导致的在时间和空间上与自然生态系统相互作用过程中产生的环境变化^[35]。这种环境变化是由于人类土地利用活动对自然生态系统的较长时间的影响，使生态系统的结构和功能发生了变化，并且这种变化在时空过程中逐渐累积的结果对环境产生的影响。当影响达到一定程度必然产生较为显著的环境效应，称之为累积环境效应。累积环境效应主要表现为对区域和全球生物地球化学循环的影响、对生态系统结构和功能的影响、以及对区域小气候的影响等。

可以说，景观变化是产生累积环境效应的主要根源。无论是森林景观还是湿地景观，长时间尺度大比例的景观变化必然会对周围环境产生显著影响。因为自然生态系统景观水平的显著变化会带来生态系统功能的变化，从而改变生态系统的自然平衡状态，在景观或区域水平对自然环境、水文环境、生物环境以及土壤环境等产生影响。事实研究表明，湿地作为自然界重要的生态系统具有巨大的环境功能。包括蓄水防洪、净化水质、调节区域气候、维持生物多样性等。湿地的景观变化会改变或弱化这些功能，长时间尺度的作用结果，必然对环境产生显著的累积效应。至今，人类已把天然的土地覆盖格局改变为受人类支配的土地利用格局。自然土地覆盖格局的改变过程影响了陆地生态系统的生物多样性、植物和动物的种群动态、初级生产力等^[38, 39]，影响了全球生物地球化学循环和大气中温室气体的含量、改变了区域大气化学性质及过程^[40, 41]，对局地、区域及全球气候都产生了广泛而深刻的影响^[42, 43]。湿地是受人类活动影响显著的自然生态系统之一。湿地景观的变化必然会对环境产生强烈的影响。由于湿地覆盖特点对气候、水文、全球生物地球化学循环、陆地生物种类的丰度和组成有重要的影响，尤其湿地转化为农田或干化导致的景观变化对生物多样性、微量气体释放、土壤、水文平衡等产生重要影响^[21~23, 44~48]。如三江平原经过近50年的土地开发利用，80%的湿地丧失，区域环境已由原来冷湿的沼泽湿地环境变为今天趋于暖干的人类土地利用环境。气温升高，降雨量减少，河流水位、水量以及地下水位均发生显著变化。总之，湿地景观变化在下列方面对环境产生影响。

2.1 湿地景观变化对大气化学性质及过程的影响

许多研究已表明，土地利用/覆盖变化改变了区域大气化学性质及过程^[40, 41]。许多对全球气候变化有影响的温室气体都会因土地覆盖的变化而变化。土地利用变化对19世纪全球大气CO₂含量增加起着重要的作用，其作用仅次于化石燃料的燃烧^[49]，对大气CO₂含量增加有净贡献。湿地是重要的景观覆盖类型，是碳的“源”与“汇”。湿地的丧失和土壤碳的氧化同样对大气CO₂及其他温室气体含量增加做贡献^[21~23]。例如三江平原沼泽的初级生产量为 $11.1 \times 10^6 \text{ t}$ ，转换成碳含量为 $4.67 \times 10^6 \text{ t}$ ；而由土壤释放到大气中的碳为 $3.95 \times 10^6 \text{ t}$ ，其余形成泥炭或有机积累。目前，该区已堆积有机碳 $2.65 \times 10^8 \text{ t}$ ，形成碳“汇”。如果沼泽地排水和开发，沼泽失去碳积累能力，加速有机质分解，沼泽地由碳“汇”转为碳“源”^[25]。

水蒸气和 CO_2 是最主要的引起温室效应的因子。而引起区域温室效应的主要因素是森林砍伐、沼泽开发、水田开发等导致的水蒸气和 CO_2 、 CH_4 等温室气体的变化^[50]。湿地是影响区域水蒸气和碳含量的主要因子, 尤其对于湿地为主导景观类型的区域。湿地景观变化必然会改变温室气体的区域乃至全球的收支平衡, 从而对区域和全球气候变暖产生影响。

2.2 湿地景观变化对气候变化的影响

全球覆盖变化对气候的影响只能粗略地估算。目前研究的热点集中在大面积热带森林砍伐造成的影响。其手段是利用区域气候模型预测大陆范围内对地表温度、降水和径流的重要影响^[51]。

一些学者利用区域水平的模型^[52]较谨慎地报道了森林开采可能会因改变反照率而影响全球温度。此外, 土地利用/覆盖变化通过改变地球上太阳能的分配方式而影响局地 and 区域气候^[43, 53]。例如, 森林向牧场的转变增加了地表反照率, 减少了植被盖度, 在小范围内, 使温度增加, 湿度下降^[53]。通过对亚马孙森林的研究表明, 区域森林的消失将对气候有严重的影响, 因为热带雨林在水分再循环中占有很重要的位置。同时, 森林的开采将严重地减少当地的降水量, 而使温度升高。由于过度放牧而引起的植被变化对区域温度和降水的影响研究也是近年来一直非常活跃的研究领域。在较粗的空间尺度上, 某些模拟模型研究暗示: 如果亚马孙森林全部变成牧场, 将使温度增加, 降水减少, 并改变整个区域的大气循环模式^[42, 33, 53]。

湿地景观变化引起的微气候的变化国内外均有研究, 而对区域乃至全球变化影响的研究甚少。Nigel Arnell 于 1996 年在研究全球变化对流域范围内的河流流量和水资源的影响中发现, 引起温度和降水变化的主要问题是流域自然环境条件的巨大改变。包括植被覆盖状况的改变, 水库建设对水体的改变, 水渠建设对洪水泛滥条件的改变。这些因素不仅影响区域气候变化, 也参与整个大气循环中的大尺度格局, 尤其是水和植被格局的改变^[50]。

国内研究也表明, 湿地是自然界中重要的下垫面类型, 具有本身的辐射, 热学和含水性等, 因而能形成独特的小气候。如三江平原在未开发前, 是以沼泽湿地为主导景观类型的区域。沼泽湿地由于水分充足, 具有茂密的沼泽植物, 蒸发和蒸腾作用旺盛。研究证明其蒸发能力和蒸发量大于耕地。其中沼泽化草甸的蒸发力相当于裸露耕地的 2.2~2.5 倍, 相当于水面 1~2 倍, 且植被覆盖率越高, 沼泽日蒸发量越大。而蒸发量是与空气湿度相互影响的。白天, 沼泽贴地气层相对湿度比耕地高 7~13%; 耕地表面日平均温度高于沼泽化草甸 2~5^[50, 26]。所以湿地景观变化必然会对区域气候产生相当的影响, 特别是在湿地景观结构变化显著区域, 湿地景观变化将对区域气候变化产生深刻影响。

2.3 湿地景观变化对区域水文变化的影响

湿地景观变化对水文(地表水和地下水)的影响包括水质、水量及河流水位的变化。湿地由于其特有的植物和土壤, 对来自陆地的径流有过滤作用。研究表明, 湿地中的水生植物具有促进湿地水体中悬浮的颗粒及无机物沉降的作用, 也能通过植物的吸收和同化以及生物沉积使湿地中溶解态无机物进入沉积物中。尹澄清等人发现, 作为陆地水交错带的人工多水塘系统具有很强的截留来自农田的径流和非点源污染物的生态功能。由于营养物质在多水塘系统中的沉降、吸附、吸收和其他作用, 1988 年 1 月~9 月, 总体截留率达到 90%。在对白洋淀芦苇群落的研究表明: 湖周围的芦苇对地表径流总氮的截留率是 42%, 总磷的截留率是 65%; 芦苇根区土壤对地表径流总氮的截留率为 64%, 对总磷截留率为 92%^[55]。

可见湿地对水质有较强的净化作用。美国 Iowa 州立大学的研究表明, 只要使占流域面积 1% 的地方恢复成为位置适当的湿地, 就可以使受到硝酸盐和除草剂污染的径流减轻 50% 以上^[56]。目前, 世界上已有越来越多的湿地污水处理系统, 许多国家通过建设人工湿地进行水质的净化和污水处理, 该方面的研究也正方兴未艾。因此湿地面积的缩小会对区域水质产生直接的影响。

湿地还具有蓄水防洪, 调节径流的功用。湿地位于流域中的低洼地带, 并由持水性能良好的土壤和植物构成。这使湿地能在短时间内蓄积大量洪水, 然后慢慢将水排出。陈刚起等研究证明: 三江平原沼泽最大持水量可达 149~ 552%, 饱和持水量可达 830~ 1031%, 而且沼泽湿地对河川径流的年内分配有均化洪水作用, 对多年变化有加大变差作用^[57]。湿地开发 (特别是高地上的湿地) 增加了下游洪水泛滥的频率和强度, 一般会减少每年的流量, 并使得降水的再分配不平均^[58, 59, 60]。而湿地排水活动对天然河道的流量、水文周期和水位等水文状况产生深刻的影响。美国对 Everglades 大沼泽地区的研究表明, 过去近百年里排水和开发已使湿地面积减少一半, 水文周期缩短, 河道变窄, 水系渠道化, 地表和地下水水位降低等, 而对该区水文系统的改造已造成该区水质和水量问题^[61]。

2.4 湿地景观变化对生物多样性的影响

湿地是地球上生物多样性最为丰富的地区之一。生物多样性包括景观多样性、生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性等, 湿地景观变化对生物多样性的这些方面产生巨大影响^[28, 48], 其中生境丧失是主要原因。

湿地景观变化直接导致湿地生境的丧失, 从而对湿地生物多样性产生直接威胁。因为某些生物种类只能栖息生存于特定的湿地环境中, 某些特定生境的丧失必然造成某些特定湿地种类的灭亡。例如三江平原 1/2~ 2/3 的陆地表面, 已经被人类活动所改变。湿地生态系统已由连续的景观变成破碎的斑块, 有的物种和种群实际上已消失。澳大利亚、新西兰、美国加利福尼亚的湿地已消失一半; 拉丁美洲、西非的红树林损失严重, 印度、巴基斯坦、泰国至少有 3/4 的红树林受到损害。热带、亚热带沼泽的主要类型—红树林受破坏面积达 50%^[38]。

3 人类活动对区域湿地环境影响研究

湿地景观变化主要是人类活动改变土地覆盖/土地利用造成的。人类从诞生开始通过对地球表层的修改 (Modified)、改变 (Changed)、到改造 (Transformed), 显示了人类活动对地球生物圈的影响在逐渐加强。特别是在近代, 人口的增加, 经济的快速发展, 人类活动的强度不断加大。湿地是受人类活动的影响和冲击最大的自然生态系统和景观类型。人类高强度的农业开发活动和城市化发展已显示了对湿地植物、动物和水文的影响, 以及对气候和大气的影响等。人类活动对区域湿地环境的影响越来越突出。近年来, 人类活动对区域湿地环境的影响研究逐渐引起湿地科学家们的重视。欧洲湿地学者早在 20 世纪 80 年代初对沼泽排干影响湿地植物、鸟类、哺乳动物等进行研究。美国湿地学者从 70 年代对南 Florida 大沼泽地的水文、湿地生态系统的排水影响进行多年深入细致的研究, 得出该区水土变化的程度及其对区域生态环境的不利影响是由人类活动造成的自然生态系统的失衡。在长达几乎一个世纪的时间里, 大沼泽被耕作、排水、筑坝, 并被外来物种侵入。尤其是

该区水文特征的人为改变导致了一系列环境问题。非洲科学家也从 80 年代开始研究农业化肥、除草剂、杀虫剂对湿地水质的影响。2000 年美国环境科学家 Amanda L. A zous 和 Richard R. Horner 编著的《Wetland and Urbanization: implication for the future》一书中, 详细讨论了人类活动对 Puget Sound 流域湿地的环境影响。包括流域发展对湿地水文、水质和土壤的影响, 对湿地植物群落、鸟类的影响等。得出以下结论: 1) 城市化已造成大面积湿地丧失和破碎化, 2) 湿地原有的水量平衡的改变造成流域径流量增加, 水质下降, 3) 湿地生态系统发生演替, 动植物区系发生变化, 4) 湿地的景观变化还造成流域暴雨次数增加, 暴雨强度增大^[16]。中国景观生态学家肖笃宁等编著的《环渤海三角洲湿地的景观生态学研究》一书论述了农业开发、油田开发对三角洲湿地的影响, 得出结论为: 1) 农业开发造成自然湿地生物多样性的丧失, 2) 人工湿地-稻田的发展改变了土壤的含盐量, 使土壤盐份含量逐渐降低, 3) 农业开发对地下水带来污染, 使地表水富营养化越来越严重。4) 该区油田开发带来的废水、废气以及固体废气物对湿地环境造成不利影响; 尤其对浅海滩涂环境的污染和生物多样性造成严重影响, 使鱼类种类减少, 产量下降, 5) 油田开发还对湿地土壤造成污染, 从而对湿地生物多样性带来直接威胁^[34]。

通过上述分析, 我们可以看出, 湿地景观变化及其产生的环境效应研究离不开土地利用变化和人类活动的影响研究。正是土地利用变化和人类活动的影响直接导致湿地景观变化, 栖息地缩减和生物多样性减少以及区域水文环境、气候环境等累积环境效应的产生。因此选择典型区域, 研究土地利用变化过程对湿地景观格局的影响过程和机制, 尤其是农业化过程对湿地生态环境和生态功能的影响等方面是湿地景观变化和累积环境效应研究的核心内容。

4 结论

综上所述, 在未来几十年里, 土地利用/覆盖变化将是全球变化的主导因素。未来 20~50 年内, 土地覆盖变化对全球生态系统、人类健康、富裕程度的影响将远远地超过气候变化的影响。中国是一个历史悠久的国家, 具有长期的土地开发史, 人类活动对湿地的利用和改造不仅广泛而深刻, 并且已经造成了一系列严重影响我国持续发展的环境问题。

广泛的农业化过程, 使大面积湿地变成农田, 一方面为我国人民提供了可观的粮食供给数量, 另一方面也对生物多样性、水文、区域气候变化产生强烈影响。区域气候的变化、自然灾害灾情加剧、环境污染、水质恶化等一系列资源与环境问题正在严重地影响着中国的可持续发展。同时, 这方面的研究与世界领先国家还存在着一定的差距, 吸取国际上一些重要研究成果, 与世界先进水平接轨, 大力开展我国湿地变化与环境效应研究已势在必行。

参考文献

- [1] 阪口丰. 泥炭地地质—对环境变化的探讨 (刘哲明、华国学译). 北京: 科学出版社, 1983.
- [2] Zinn J. A. and C. Copeland. Wetland Management. Congressional Research Service. The Library of Congress, Washington, D. C., 1982.
- [3] William J. Mitsch, James G. Gosselink. Wetlands. New York Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- [4] Lewis M. Cowardin, Virginia Caster, Francis C. Golet ect. Classification of Wetlands and Deepwater Habitates of

- the United States. U.S Department of the Interior Fish and Wildlife Service Office of Biological Services, Washington, D.C., 1992.
- [5] McNeill, J., Davies, L., Arize, O., Bykova and K. Galvin. 1994, Toward a typology and regionalization of Land-cover and land-use change: A Global Perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [6] 刘红玉. 中国湿地资源及其保护研究. 资源科学, 1999, 21 (6) .
- [7] 史培军. 太地系统动力学研究的现状与展望. 地学前缘, 1997, 4 (1- 2): 201~ 202.
- [8] 张明. 土地利用/土地覆被变化为中心的土地科学研究进展. 地理科学进展, 2001, 20 (4) .
- [9] 史培军. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践. 科学出版社, 2000. 99~ 102.
- [10] 杨永兴. 国际湿地科学研究的主要特点. 进展与展望. 地理科学进展, 2002. 21 (2) .
- [11] 余国营. 湿地研究的若干基本科学问题初论. 地理科学进展, 2001. 20 (2) .
- [12] Lyon, J. Analyses of Coastal wetland communities: The St. Clair Flats, Michigan, M. S. Thesis. school of Natural Resources. Univ. Of Michigan, Ann Arbor, MI, 1979, 80.
- [13] Elijah W., Ramsey III and John R. Jensen. Modeling Mangrove Canopy Reflectance Using a Light Interpolation Model and an Optimization Technique, 1995.
- [14] Christopher Lee and Stuart Marsh. The use of Archival Landsat Missions and Ancillary, 1995.
- [15] James Humlett, Tawna Mertz, and Gary Petersen. GIS Targets agricultural Nonpoint source pollution, 1995.
- [16] Amanda L. Arous. Wetlands and Urbanization. CRC Press LLC, 2001.
- [17] Quebec 2000: Millennium Wetland Event, Program with Abstracts, 2000.
- [18] B. R. Forsberg, A. Rosenqvist, T. P. Pimentel and J. E. Richey, 2000. Modeling of flooding patterns and methane emissions in the Jau River Floodplain (Central Amazon) using Jers-1 imagery. Quebec 2000: Millennium Wetland Event, Program with Abstracts, 2000.
- [19] R. Segers and P. A. L. Effelaar. Wetland methane Fluxes: upscaling from kinetics via a single root and a soil layer to the plot. Quebec 2000: Millennium Wetland Event, Program with Abstracts, 2000.
- [20] M. Drosler and J. Pfadenhauer. Relationship of C-balance with GWP-balance: an evaluation tool for trace gas fluxes of wetland ecosystems. Quebec 2000: Millennium Wetland Event, Program with Abstracts, 2000.
- [21] 吕宪国, 何岩, 杨青. 湿地碳循环及其在全球变化中的意义. 见: 陈宜瑜, 中国湿地研究. 吉林科学技术出版社, 1995, 68~ 73.
- [22] 杨青, 吕宪国. 三江平原湿地土壤中碳素向大气释放的研究. 见: 陈宜瑜, 中国湿地研究. 吉林科学技术出版社, 1995, 141~ 147.
- [23] 黄国宏. 湿地温室气体排放. 见: 肖笃宁等, 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究. 科学出版社, 2001, 193~ 205.
- [24] 孙广友. 中国湿地科学的进展与展望. 地球科学进展, 2000, 15 (6): 666~ 672.
- [25] 吕宪国. 我国湿地研究进展. 地理科学, 1998, 18 (4) .
- [26] 中国科学院长春地理研究所沼泽研究室. 三江平原沼泽. 北京: 科学出版社, 1983.
- [27] 中国科学院长春地理研究所. 中国沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1988.
- [28] 刘红玉. Conservation of Wetlands Especially as Waterfowl Habitat in Northeast China. Chinese Geographical Science, 1998, 8 (3) .
- [29] 陆健健. 中国湿地. 上海: 华东师范大学出版社, 1990.
- [30] 赵魁义, 刘兴士. 湿地研究的现状与展望. 见: 陈宜瑜. 中国湿地研究. 吉林科学技术出版社, 1995, 1~ 9.
- [31] 刘红玉. 辽河三角洲湿地资源. 景观结构与区域持续发展研究. 地理科学, 2000, 20 (6) .
- [32] 刘红玉. 环渤海三角洲湿地资源研究. 自然资源学报, 2001, 16 (2) .
- [33] 王宪礼, 胡远满, 布仁仓. 辽河三角洲湿地的景观变化分析. 地理科学, 1996, 16 (3), 260~ 265.
- [34] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究. 北京: 科学出版社, 2001.
- [35] Geppert, R., et al., Cumulative Effects of Forest Practices on the Environment—A state of knowledge, Ecosystems Olympia, WA, 1984.
- [36] Bernath, S., et al., Using GIS and image processing to prioritize cumulative effects assessments, GIS' 92 symposium

- sium proceedings. Vancouver, BC, Canada, 1992.
- [37] Kass Green, Steve Bernath, Lisa Lackey, Matthew Brunengo, and Stuart Smith. Analyzing the Cumulative Effects of Forest Practices: Where Do We Start? : Wetland and Environmental Application of GIS. 1995, CRC Press. Inc.
- [38] 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其对策. 见: 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 13~ 35.
- [39] Jefferson F., J. Krummel, S. Yarnasarn, et al.. 泰国北部的土地利用与景观动态: 三个高地流域变化的评价. 人类环境杂志, 1995, 24 (6) . 328~ 334.
- [40] Crutzen P.J. the changing photochemistry of the atmosphere. Tellus, 1991, 136~ 151.
- [41] Keller M., D.J. Jacob, S.C. Wofsy and R.C. Hariss. Effects of tropical deforestation on global and regional atmospheric chemistry. Climatic Change, 1991, 145~ 158.
- [42] Dickenson R.E.. Global change and terrestrial hydrology a review. 1991, Tellus, 43: 176~ 181.
- [43] Lean J.. Simulation of the regional climatic impact of Amazon deforestation. Nature, 1991, 342: 411~ 413.
- [44] 马学慧, 杨青, 刘银良. 三江平原开垦前后土壤水分物理特征变化. 见: 陈刚起. 三江平原沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1996, 52~ 60.
- [45] 郭大本, 王清. 三江平原沼泽湿地的农业开垦对下垫面环境的影响. 见: 陈刚起. 三江平原沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1996, 130~ 137.
- [46] 刘兴士. 三江平原沼泽辐射平衡与小气候基本特征. 中国科学院长春地理研究所. 中国沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1988, 101~ 110.
- [47] 陈刚起, 张文芬. 三江平原沼泽对河川径流影响的初步探讨. 中国科学院长春地理研究所. 中国沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1988, 110~ 115.
- [48] 赵魁义. 中国湿地生物多样性的研究与持续利用. 见: 陈宜瑜. 中国湿地研究. 吉林科学技术出版社, 1995, 48~ 55.
- [49] Houghton R.A., Hobbie J.E., Mwlillo J.M., et al.. Change in the carbon content of terrestrial biota and soil between 1860 and 1980: a net release of CO₂ to the atmosphere. Ecological Monography, 1983, 53 (3): 235~ 262.
- [50] Nigel Arnell. Global Warming, River Flow and water Resources, 1996, 7~ 60.
- [51] 陈泮勤. 国际全球变化研究核心计划 (二). 北京: 气象出版社, 1994.
- [52] Henderson-sellers A., A commentary on: Tropical deforestation: albedo and the surface-energy balance. Climatic Change, 1991, 19, 135~ 138.
- [53] Skukla J., Amazonian deforestation and climate change. Science, 1990, 247: 1322~ 1324.
- [54] Uhl C. And J.B. Kauffman, Deforestation, fire susceptibility and potential tree response to fire in the eastern Amazon. Ecology, 1990, 71, 437~ 449.
- [55] 尹澄清. 内陆水陆地交错带的生态功能及其保护与开发前景. 生态学报, 1995, 15 (3) .
- [56] Crumotom W.G. and van der Valk A.. Transformation and fate of nitrate, atrazine and alachlor in freshwater wetlands. Leopold Grant. Iowa State University. Ames, Iowa, 1991.
- [57] 陈刚起, 牛焕光, 吕宪国, 杨青. 三江平原沼泽湿地与农业开发. 陈刚起, 牛焕光, 吕宪国. 三江平原沼泽研究, 北京: 科学出版社, 1996.
- [58] Carpenter S.R., S.G. Fisher and N.B. Grimm. Global change and freshwater ecosystems. Annu. Rev. of Eco. Syst., 1992, 23, 119~ 140.
- [59] 陈刚起, 张文芬. 三江平原沼泽对河川径流影响的初步分析, 地理科学, 1982, 2 (3), 254~ 263.
- [60] 陈刚起, 牛焕光, 吕宪国. 三江平原沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1996.
- [61] 谢炳庚, 李晓青, 程伟民. 湿地景观生态学理论和方法研究. 中南工业大学出版社, 1997, 271~ 288.

Progress on the Study of Process of Wetland Landscape Changes and Cumulative Environmental Effects

LIU Hongyu, LU Xian-guo, ZHANG Shi-kui

(Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012)

Abstract Wetland, located in the terrestrial-aquatic transverse zone, is an important landscape and ecosystem. Wetlands have huge environmental functions in maintaining ecological balance and regional stability due to their particular characteristics in hydrology, soil, and plant, as well as landscape ecological structures. But over past decades, wetland landscapes have been changed greatly, and these changes have relationship with land use / cover changes as well as human activities. Wetland landscape changes in structure and process have huge impacts on environmental changes caused by the spatial and temporal interaction of wetland natural ecosystem processes. Up to now, a natural wetland pattern has been changed to a human dominated land use pattern by human beings. The processing of wetland changes influenced wetland and other ecosystem in biodiversity, primary productivity, and global biogeochemistry cycle, as well as greenhouse gas contents in the atmosphere. Wetland change also has clear impacts on climate change, hydrological change, biodiversity change in regional or global scales. Study on wetland landscape changes is a necessary content of global change, and it is very important to understand the regional response of global change in climate changes, land use / land cover changes as well as biodiversity changes on regional scale.

Key words: Wetland change process; Landscape change; Cumulative effect