

文章编号: 1007-6301 (2001) 02-0177-07

湿地研究的若干基本科学问题初论

余国营

(中国科学院长春地理所 湿地过程与环境开放室, 长春 130021)

摘要: 湿地是当前国际众多学科学者共同关注的前沿热门研究领域, 但作为湿地研究, 还没有形成完整的科学体系, 尚处于正在发育, 尚未定型的胚胎阶段。本文对湿地研究的若干基本问题进行了初步探讨。认为: 湿地是地球表层上由水、土和适生植被相互作用构成, 其内部过程长期为水所控制的自然综合体。湿地的主要科学问题是湿地中水陆相互作用产生的滤过作用, 指物质在湿地多界面上的迁移、转化与分配过程、机理与效应的总和, 是湿地生态过程与功能的核心和实质内容, 包括水文过程与效应、物质源汇过程与效应、生物生产过程与效应等。并在此基础上提出了湿地研究的基本框架和近期中国湿地研究的优先研究领域。

关 键 词: 湿地科学体系; 滤过作用; 优先领域

中图分类号: P931.7 **文献标识码:** A

1 湿地的概念与范畴

湿地 (Wetland) 是水域和陆地相交错而成的一类独特的生态系统类型, 是人类重要的生存环境, 也是最富生物多样性的景观之一。由于湿地兼有水陆生态系统的两种特征, 具有多种生态功能和经济与社会价值, 长期以来一直为人类开发利用的对象, 湿地资源受到严重破坏, 湿地类型和面积不断减少, 生物多样性逐步丧失, 湿地功能日趋下降。因此, 湿地日益受到世界各国众多学科学者与政府管理部门的极大关注。湿地保护与利用的概念, 已经从“湿地作为水禽及其栖息地”上升到新的高度, 即“保护湿地, 更是为了保护所具有的巨大的生态、社会与经济功能, 特别是保护湿地在提供淡水资源、蓄洪防旱减灾、控制环境污染等方面的功能和效益”。

要给湿地下一个准确的定义实在很难, 这是因为湿地分布广泛, 种类繁多, 相互之间差别极大。但是, 这并不妨碍不同学科的学者从不同的角度定义湿地。从动力地貌角度来看, 湿地是区别于其它地貌系统 (如河流地貌系统、海湾、湖泊等水体) 的具有不断起伏水位的、水流缓慢的浅水地貌系统 (Mitsch W J, 1994); 从生态学的角度看, 湿地是陆地与水生系统之间的过渡地带, 其地表为浅水所覆盖或者其水位在地表附近变化 (Wilen B O, 1993); 从资源学的角度来看, 凡是具有生态价值的水域 (只要其上覆水体水深不超过 6 m)

收稿日期: 2001-01; **修订日期:** 2001-05

基金项目: 中国科学院湖沼基础研究专项资助 (zkhz-3-06) 和中科院“百人计划”资助

作者简介: 余国营 (1964-), 男, 河南人, 博士, 研究员, 1997 年入选中国科学院“百人计划”。主要从事湿地生态过程与生态系统管理、污染生态与生态工程等方面的研究, 先后获全国环境科技一等奖一项、中国科学院科技进步二、三等奖各一项, 发表论文 50 余篇。

都可视为湿地, 不管它是天然的或是人工的、永久的还是暂时的; 美国工程师协会则把湿地定义为在一定的频率和延续时间内被地面水或地下水淹没或浸润的地区; 从系统论的观点来看, 湿地是一个半开放系统。一方面, 湿地是一个较独立的系统, 有其自身的形成发展和演化规律; 另一方面, 湿地又不完全独立, 在许多方面依赖于相邻的地面景观, 与他们发生物质和能量交换, 影响邻近系统。具体到其发育史上, 湿地源于其它生态系统, 又演变成别类生态系统。

综合起来, 正如 Mitsch W J 等人在其新著《湿地》(Wetlands, 1986) 一书对湿地概念述评: 由于认识上的差异和目的的不同, 使得不同的人对湿地定义强调不同的内容。如湿地科学家考虑的是伸缩性大、全面而严密的定义, 便于进行湿地分类、野外调查和研究; 湿地经营与管理者则关心管理条件的制定, 以阻止和控制湿地的人为改变, 因此需要准确、易于把握而法律效力的定义。为此, 我们认为, 湿地的定义应该分为两类, 即科学定义和管理定义, 或称狭义定义和广义定义。前者定义为: 湿地是地球表层上由水(经常过湿或有浅水面)、土(水成土、半水成土或有潜育层)和适生植被(可伴生其它水生生物)相互作用构成, 其内部过程长期为水所控制的自然综合体。这里具有极高的生产力、物质周转率、截流作用、自净作用、环境敏感性与指示作用、丰富的生物多样性和独特的小气候调节功能。它的起源有 3 种: 水体湿地化、陆地湿地化和海岸带湿地化。水体湿地化包括湖泊湿地化、河流湿地化、水库与池塘湿地化、沟渠湿地化等; 陆地湿地化包括森林湿地化、草地湿地化、冻土湿地化等; 海岸带湿地的发育则包括三角洲湿地、潮间带湿地、海岸泻湖湿地和平原海岸湿地等。因此, 湿地既包括陆地部分, 也包括水域部分; 既包括泥炭湿地, 也包括潜育湿地; 既包括淡水湿地, 也包括盐碱性湿地; 既包括天然湿地, 也包括人工湿地。

这个概念具有明确的学科意义, 也体现了湿地独特的共性特征。但这个定义的最大问题是湿地范围没有明确的边界。这一缺陷导致了湿地管理、分类与利用等过程中出现混淆和矛盾, 不过考虑到湿地的类型、大小、区位和环境条件的复杂性和多样性, 出现这种矛盾也是正常的。为此, 在湿地管理领域, 我们建议仍采用 Ramsar 公约中的定义, 即湿地指不问其为天然的或人工的、长久或暂时的沼泽地、湿草原、泥炭地或水域地带, 带有静止或流动, 或为淡水、半咸水、咸水, 包括低潮时不超过 6m 的水域。该定义边界清楚, 范围广, 在湿地管理中具有较好操作性, 也是加入湿地公约国所接受的定义。

2 湿地的主要科学问题——湿地的滤过作用

2.1 概念

湿地是当前国际众多学科学者共同关注的前沿热门研究领域, 在世界自然保护联盟(IUCN)、联合国环境规划署(UNEP)世界自然基金会(WWF)编制的世界自然保护大纲中, 湿地与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统类型, 是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一, 具有巨大的环境调节功能和效益, 对维持自然界自然生态过程和平衡起着十分重要的作用。但最为直接和重要的仍是其作为“自然之肾”的滤过作用, 一是其水文调节功能, 它对区域储水、输水和供水起着非常重要的调节作用, 不仅直接作为居民生活用水和工农业用水的水源, 而且是地下水的补充源, 同时又是调节径

流、控制洪水、改善小气候环境的重要区域, 因此是区域水资源调节的关键环节, 对区域防洪抗旱减灾有着举足轻重的作用; 二是这里具有最高的环境物质截留作用、自净能力和周转率, 对拦截陆源污染、净化水体、保护我们的生存环境十分重要。湿地滤过作用是水陆相互作用过程与效应的集中体现。

湿地的滤过作用是指物质在湿地多界面上的迁移、转化与重新分配的过程、机理与效应的总和, 是湿地生态过程与功能的核心和实质内容。这里的滤过作用借用于生理学中的名词, 主要指肾脏的水盐调节与维持机体生理平衡过程。它不同于过滤作用, 过滤是物理过程, 而滤过作用既包括物理过程, 也包含化学过程和生物学过程, 体现在湿地中, 主要表现在以下几个方面: 水文调节过程; 环境物质(营养物质和污染物等所有溶质)转化过程及效应; 生物生产与代谢, 即有机体的同化作用和异化作用。因此, 湿地作为缓冲地球表生环境变化的天然屏障, 研究其滤过作用机理、过程与效应, 对保护我们的生存环境, 实施可持续发展战略极为重要。急需开展以下研究: 湿地的水文调节过程、机理与效应研究, 湿地管理与区域防洪抗旱减灾(水资源管理)战略研究, 湿地的滤过作用过程、机理、效应及效益研究, 湿地在中国污染控制中的作用评估, 环境污染湿地控制技术研究。

2.2 功能

与滤过作用相关的几种功能: 湿地是天然水资源库。湿地均为负地形, 是天然水资源库, 人们赖以生存和发展的基础。湿地是水资源的时空分配器。湿地不是一个简单的物理系统, 它是具有明显的代谢特征和特殊的储水、输水、供水和调节功能的有机整体, 与江河陆地环境有着相互依存、相互制约的复杂关系, 是陆上淡水资源的重要时空分配器。洪水发生进入湿地后, 会被湿地土壤吸持或以表面水形式保持于湿地中, 直接减少了下游的洪水量, 然后会在数日、数星期或更长的时段逐步从湿地中释放出来。湿地植被可以减缓洪水流速, 避免洪水在同一时间到达下游, 减低下游洪峰水位, 并使之平缓下泄, 洪峰时间滞后。储存在湿地中的洪水既可以缓慢释放出来, 向下游的工农业和城乡居民均衡供水, 也可以通过下渗提高地下水储量, 有利于满足枯水期的用水需要。湿地是物质源汇过程与转化场, 对水来讲亦即水质净化器。湿地通过复杂的界面过程和生存其间的多样性的动植物、微生物群落及其环境间的相互作用, 使其具有强烈而独特的吸附、降解和排除水中污染物、悬浮物、营养物的功能。C、N、P、S、有机污染物、重金属等经过沉淀与溶解、水解、络合与螯合、氧化与还原、吸附与解吸、扩散、化学分解、光化学分解、生化分解等行为在这里找到归宿。携带泥沙的河水进入湿地后, 含沙量明显降低。水中的营养物质通过生物的吸收、化学和生物学过程而转换为生物量储藏起来, 转化为宝贵的生物资源。这些生物量被利用后, 营养物质自然从湿地中排除出去。由此发展成的湿地污水处理系统, 因其成本低, 效率高, 运行费用低, 应用前景很好, 这对经济发展水平较低, 环境污染日益加剧的中国来说尤为重要。湿地是区域生态环境变化的缓冲场区。湿地中的水分还可以通过蒸发, 提高当地大气湿度, 影响气温, 改善地方小气候。博斯腾湖及周围湿地通过水平方向的热量和水分交换, 使周围地方的气候比其它地方温和湿润。如临近湿地的焉耆与和硕比距湿地较远的库车气温低 $1.3 \sim 4.3$, 相对湿度增加 5.23% , 沙暴日数减少 25% 。三江平原原始湿地比开垦后农田贴地气层日平均相对湿度高 $6\% \sim 16\%$, 正午前后绝对湿度高 300 Pa 。此外湿地在地表碳循环中起着十分重要的作用, 通过碳的储存、释放及形态

转换, 影响全球气候变化。 湿地生产力极高, 是生物多样性形成与保育的关键场所。

2.3 湿地滤过作用的主要科学命题

概括起来, 湿地滤过作用研究主要包含以下科学命题:

滤过作用	水文过程	防洪抗旱	生态环境安全	探讨过程和机理及其对
		水资源调配	产业布局与发展战略	全球变化的响应和影响,
	物质转化场——	污染控制	环境健康	揭示在维持地表环境稳
	生物生产——	生物多样性	食粮供应与生态安全	定与安全中的贡献

图 1 湿地滤过作用研究中亟待开展的科学研究命题

Fig. 1 Issues of scientific researches in wetland filtrationism

3 湿地学科体系框架

不难得出, 湿地科学的研究对象就是湿地, 其内容是研究湿地发生、发展规律及其如何保护与开发利用的科学。湿地科学理论与方法基础应来源于地理学、生态学、环境学、管理学及资源科学, 其主要分支组成如下: 湿地学、湿地资源学、湿地生态学、湿地环境学、湿地管理学、湿地工程学等。

(1) 湿地学: 研究湿地形成和演化规律, 包括湿地形成过程中地形地貌、水文、气候、生物以及时间等因子相互作用过程、机理及发展趋势; 各因子之间的物质循环和能量转化的动态过程和变化规律; 湿地自然地理环境的空间分异规律, 划分湿地类型, 参与湿地自然条件及湿地资源评价; 以及人类——湿地关系变化特点及变化动向。

(2) 湿地资源学: 研究各种湿地资源及其复合体的发生、演化、质量特征和时空规律性, 探讨其合理开发、利用、保护和管理。

(3) 湿地生态学: 研究湿地生物生存条件、生物及其群体与湿地生态环境相互作用的过程、机制及其全球生态效应, 指导人类与湿地生态环境的协调发展。

(4) 湿地环境学: 研究湿地环境演化的过程、湿地环境的特性、湿地环境结构和演化机理; 探讨污染物对环境和湿地动植物及人类的毒理作用机制, 以及湿地环境污染综合防治措施, 协调社会经济发展与环境保护的关系。

(5) 湿地管理学: 研究湿地水土资源及其他自然资源与环境的保护、改良与合理利用, 主要包括湿地水土等自然资源的发育与退化规律, 人口、资源与环境之间的相互关系; 改良、恢复与重建湿地生态系统的理论与方法, 以及治理与开发保护相结合的可持续经营技术等方面的研究。

(6) 湿地工程学或应用湿地学: 研究湿地建设基础理论、工程工艺及管理等内容, 包括自净阈值及其环境物质迁移转化机制、规律, 创建人工湿地或自然湿地污水处理工程, 寻求改造和利用湿地的最佳方式。

4 湿地研究优先领域

湿地研究长期以来主要集中在宏观湿地(沼泽)调查和资源利用方面, 随着生物多样性、全球变化等国际重大行动计划的实施, 湿地研究不断呈现在研究前沿, 深层次地研究

湿地的形成、发展和变化过程及影响因素、湿地的滤过作用过程与机理、物质迁移转化、能量传递和生物生产过程、湿地的区域环境调节过程、湿地对全球环境变化和气候变化的影响和响应以及揭示湿地在维持地表环境中的贡献等已成为湿地研究取得突破的重要命题,主要体现在以下几个方面: 湿地保护与管理。尽管在发达国家过去由于人类活动的影响,多数湿地已经丧失或退化,但通过这些年的保护工作,情况已有所改变,而发展中国家湿地破坏仍有上升趋势,因而保护湿地已成为近年来科学家和政府官员关注的焦点和热点,也是今后相当长一段时间内湿地研究的主要内容。湿地保护已不仅仅是保护区的建立和与水禽有关的重要湿地的管理,而是从景观和生态系统范围的保护与管理,需要跨地区和全球的合作。保护湿地应该首先考虑保护湿地的水资源。地表水和地下水的变化都将影响湿地的未来,如果没有水,湿地将不复存在,也就无从谈起保护湿地的生物和环境。因此保护湿地的水资源,应该成为湿地保护的主要目标。 湿地恢复与重建。湿地恢复与重建是科学家们关心的又一热点。利用生物的、物理的和化学的方法促进湿地恢复,利用现代技术创建湿地是一项长期而艰巨的任务,并需要大量人力、物力和资金投入。由于湿地恢复涉及生态学、水文学、土壤学、地质学及生态系统的功能和结构的评估分析,要恢复或重建一个永久性湿地,需要确定其在历史上、当前和未来的作用。此外,湿地的水质、生态环境也应充分考虑,以确保恢复湿地的永久性和可持续性。同时根据岛屿与生物地理学理论,湿地大小、湿地间距离、湿地动植物种类搭配及其作用也应该充分考虑,这些问题是今后湿地恢复、重建与创建中应该首先解决的。 湿地生物多样性与保护。相对于湿地功能和价值的研究,湿地生物多样性的研究仍属于薄弱环节,特别是有关植物、浮游生物、无脊椎动物和一些微生物方面。针对生物多样性迅速减少的局面,我们应开展湿地生物和环境的分类编目,确定生物的濒危等级,分析生物多样性丧失原因,并制定相应的保护策略。

湿地综合功能与价值的研究。我们研究湿地的目的,主要是为了掌握其结构功能及形成机理,进而予以合理利用与保护。目前的研究多集中于一个或几个方面,综合性研究相对薄弱,尤其是定量的综合研究还没有令人满意的大的突破。新方法、新技术的应用研究。湿地研究的发展离不开方法和手段的改进更新,这是推动科研进步的巨大动力。面对以上湿地研究在深入、综合、定量和预测等方面遇到的障碍,我们需要加强生物监测、数学方法、GIS、RS、GPS 和计算机技术的研究与应用。

湿地研究在我国起步晚,基础差,综合性、系统性不强。在今后的工作中,我们必须以现代研究理论为基础,以先进的技术和方法为保障,以应用为目的实现跨越式发展。亟待开展以下几个方面的研究:

(1) 中国湿地功能、效益与优化管理研究。针对我国丰富的湿地资源类型,深入研究不同区域湿地的效益、功能和属性;了解我国湿地的环境质量状况,建立湿地质量评价指标体系;揭示湿地在我国经济发展及人民生产生活的地位和作用;湿地在维护人类的生存环境中所起的作用;探索湿地科学与合理利用途径,寻求湿地优化管理方案。

(2) 湿地的滤过作用与水资源可持续管理研究。水是经济可持续发展的战略重点。湿地作为“自然之肾”,在实施水量调节的同时,又改善水质。因此,加强湿地建设和管理是综合管理水资源的根本途径。急需开展以下研究:湿地的水文调节功能、过程与机理研究,旱涝灾害的湿地成因与湿地对策研究;湿地的滤过作用及其环境效益研究,湿地在污染控制中的作用评估,湿地管理与区域防洪抗旱减灾战略研究,环境污染湿地控制技术研究(湿

地在面源污染控制更具有不可替代的作用, 应用前景广阔。高效净化生物物种筛选和生物工程技术; 生态工程工艺整合技术开发; 高效微生物菌剂开发; 地下水污染控制技术) 等。

(3) 中国典型湿地生态系统生态过程综合研究。以青藏高原湿地、东北平原湿地、内陆盐碱湿地为研究对象, 研究湿地形成、演化过程、营养循环、能量流动、物种迁移与基因流动、景观异质过程以及对区域生态环境的影响及响应, 揭示湿地生态系统稳定性及其功能过程。

(4) 湿地生态系统恢复与重建。以湖泊湿地、沼泽和沼泽化湿地为研究对象, 研究以下内容: 湿地恢复与重建生态学研究方法和技术, 湿地功能划分及其相应指标体系研究, 湿地净化功能与环境容量研究, 水产养殖与水环境质量变化的相互关系及优化模式研究, 湿地营养负荷、循环途径及其与水体富营养化的关系研究, 湿地生态系统恢复重建生态工程技术开发, 湿地生态系统恢复重建综合评价体系(指标、方法与规范)。

(5) 中国湿地对全球变化的响应和影响研究。中国湿地类型多样, 从热带到温带, 从海滨到世界屋脊, 具有很好的代表性, 同时中国有悠久的人类活动历史, 对研究全球环境变化对湿地的影响和响应过程, 揭示和再造古环境变迁过程与机理, 揭示人类活动对地球表生环境的影响有得天独厚的优势, 主要研究中国湿地温室气体源、汇过程与通量; 全球气候变化对中国湿地生态系统结构和功能的影响, 中国湿地古环境再造及其与人类活动关系, 重点湿地区湿地资源潜力、保护阈值与生态风险评价, 青藏高原湿地与全球变化的相互关系, 湿地在维持地球表生环境中贡献等。

(6) 水陆相互作用过程及其调控研究。水陆相互作用过程是地理学与生态学等领域研究的热点和前沿。湿地是水陆相互作用的产物, 是陆地、水体和大气以及生物相互作用最活跃的地带, 也是环境变化反应敏感区域。因此, 深入了解水陆相互转化动力学过程、湿地资源形成动力学过程、水陆界面过程、以及人类活动对水陆过渡带资源环境的影响等十分重要。尤其是外力变化对水陆系统的影响机制和湿地系统对全球环境的反馈功能等方面, 尚有许多未知点, 澄清和解决该领域有关科学问题, 具有重大的学术意义和实践意义。

参考文献:

- [1] 陈宜瑜 主编 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学教育出版社, 1995
- [2] Mitsch W J, Gosselink J G. Wetlands[M]. Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1986
- [3] Mitsch W J et al. Wetland of the Old and New World: Ecology and Management[A]. In: Mitsch W J (ed). Global Wetlands: Old World and New, Elsevier[C]. Netherland, 1994
- [4] 吕宪国, 黄锡畴. 我国湿地研究进展——献给中国科学院长春地理所成立 40 周年[J]. 地理科学, 1998, 18(4): 293-299
- [5] 王仁卿, 刘纯慧, 晁敏. 从第五届国际湿地会议看湿地保护与研究趋势[J]. 生态学杂志, 1997, 16(5): 72-76
- [6] 殷康前, 倪晋仁. 湿地研究综述[J]. 生态学报, 1998, 18(5): 539-546
- [7] 黄锡畴. 沼泽生态系统的性质. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995: 15-23
- [8] 赵魁义, 刘兴土. 湿地研究的现状与展望. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995: 1-9
- [9] 佟凤勤, 刘兴土. 中国湿地生态系统研究的若干建议. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995: 10-14
- [10] Mitsch W J (ed). Global Wetlands: old world and new [M]. Elsevier, Netherlands, 1994
- [11] 余国营. 湿地研究进展与展望[J]. 世界科技研究与发展, 2000, 22(3): 61-66

Views of Some Basic Problems on Wetland Researches

YU Guo-ying

(Lab for Wetland Process and Environment, Changchun Institute of Geography,
The Chinese Academy of Science, Changchun 130021)

Abstract: Wetland is a hotspot which is paid a close attention to by many the scientists in different subjects, but wetland researches are very young and under developing. This paper discussed some basic issues of wetland researches and show that: wetland could be described as a physical synthesis which composed of water, soil and vegetation and the process is dominated by that of water in the surface layer of the earth. The main scientific issue is the filtrationism which could defined as the movement, transference, redistribution and effects of water, nutrients and contaminants in multi-interface through terrestrial and aquatic interaction in wetland, which is the core of ecological process and function in wetland. It includes water process and effects, cycling process and effects of nutrients and contaminants, wetland productivity and biodiversity and so on. The frame of wetland sciences system and the priority in wetland researches in China were also proposed.

Key words: Wetland researches; Filtrationism; Priority field in China