

Progress in Ecological Assessment of Wetlands

Shuoli Zheng^{1,2} Qiaoling Zhang³ Hongxia Wang¹ Chengqian Huang^{1,2} Youjun He¹

1. Hunan Botanical Garden, Changsha, Hunan, 410116, China

2. Characteristic Woody Flowers Engineering Laboratory of Hunan Province, Changsha, Hunan, 410116, China

3. Changsha Vocational and Technical College, Changsha, Hunan, 410217, China

Abstract

This paper summarizes the research direction of wetland ecological evaluation in recent years, wetland ecological evaluation originates from people's understanding of wetland research and is interested in the self pursuit of wetland work. Wetland research can be carried out from the logic of structure process function, there are different methods for wetland research and ecological evaluation at different scales. The large-scale research often adopts "3S" technology and landscape ecology principle, while the small-scale research focuses on exploring the operation law of the ecosystem, comparing and evaluating the research and drawing conclusions. The extension of wetland ecological evaluation includes the construction of constructed wetlands and the research on the decontamination ability of wetland plants. Existing studies have shown that the ability of wetland to absorb sewage is more realized through wetland microbial metabolism and wetland substrate physical structure adsorption.

Keywords

wetland research; ecological assessment; wetland plants

湿地生态评价的研究进展

郑硕理^{1,2} 张巧玲³ 王红霞¹ 黄程前^{1,2} 何友军¹

1. 湖南省植物园, 中国·湖南长沙 410116

2. 特色木本花卉湖南省工程实验室, 中国·湖南长沙 410116

3. 长沙职业技术学院, 中国·湖南长沙 410217

摘要

论文综述了近年来湿地生态评价这一研究方向, 湿地生态评价源于人们对湿地的研究认识, 兴于对湿地工作的自我追求。湿地研究可从结构—过程—功能这一逻辑展开, 对于不同尺度的湿地研究和生态评价, 其方法有所差异。大尺度的研究常常采用“3S”技术和景观生态学原理, 小尺度的研究则着重于探究生态系统运行规律, 两两比较评价研究并得出结论。湿地生态评价的外延包括人工湿地的建设和湿地植物去污能力的研究。现有研究表明, 湿地消纳污水的能力更多是通过湿地微生物代谢及湿地基质物理结构吸附而实现。

关键词

湿地研究; 生态评价; 湿地植物

1 引言

湿地被誉为“地球之肾”, 是全球三大生态系统之一。湿地评价在 20 世纪 70 年代之后逐渐成为研究热点^[1], 多数学者认同湿地生态评价随着研究的深入由定性描述逐渐过渡为定量研究。由于湿地生态系统是一个具有等级结构的, 复杂、动态变化的系统, 评价研究中仍是定性指标较多, 定量指标较少。此外, 不同的评价方法之间缺乏对比^[2], 小尺

度等级的评价结果只能在同一等级尺度内推移, 缺乏流域水平或景观水平上的综合评价^[3]。湿地评价是湿地管理、修复、城市湿地建设等工作的基础, 不同的学者对湿地生态评价的内涵有不同的理解, 但大多数学者重视湿地功能的评价。武海涛和吕宪国^[1]论述了中国湿地评价包括湿地生态效益评价、生态系统功能评价、生态系统环境影响评价以及生态风险评价。而崔保山和杨志峰^[4]则认为湿地生态特征指标体系、功能整合性指标体系、社会政治环境指标体系构成了湿地生态健康评价指标体系。傅娇艳和丁振华^[5]界定了湿地生态系统服务、功能和价值之间的关系。湿地生态的评价不仅涵盖自然学科的研究内容, 也包括人文社会学科的研究内容。因此, 针对湿地生态的评价也需要将人以及人类社会作为研

【基金项目】湖南珍贵野生植物资源迁地保育与开发利用关键技术研究(项目编号: XLK201902)。

【作者简介】郑硕理(1990-), 男, 中国湖南长沙人, 硕士, 风景园林师, 从事野生植物的引种驯化研究。

究要素纳入,考量人类自身以及活动在湿地生态系统的位置和影响。

各个国家地区的学者开发了多种多样的湿地生态系统评价方法,常用方法有水文地貌分类法、生物完整性指数法、湿地快速评价法、模糊评价法、层次分析法、综合指数法、景观生态法、专家意见法等。中国学者对不同方法进行了综述^[5,6],不同方法各有优缺点和适用范围,但方法之间缺少对比分析,而良好的评价方法应具备快速、简单、准确、可重复、适用范围广等特点,目前,还未开发出满足以上所有特点的方法。为了完善评价方法,武海涛和吕宪国呼吁应加强湿地中结构—过程—功能的研究。同样,崔保山和杨志峰认为没有对生态系统的细节信息(结构和功能)进行足够的了解,选择一个评价指标是非常困难的。不同的湿地系统应该存在或多或少的共性,而在结构—过程—功能的研究中寻找共性和差异也将有助于湿地生态评价和湿地保护。

2 湿地生态评价

2.1 大尺度湿地中结构—过程—功能

大尺度的湿地研究常常采用“3S”技术和景观生态学原理,即全球定位系统、地理信息系统、遥感技术。肖飞^[7]利用遥感技术,对洪湖进行了景观格局分析,结果表明自20世纪50年代以来洪湖湿地面积和类型的每一次重大变化均伴随着湿地利用和开发政策的重大改变。而洪湖景观格局的改变减弱了其调蓄能力、气候调节能力,同时改变了洪湖物质生产结构^[8]。张业东^[9]的研究表明,鄱阳湖景观格局呈现多样性时,调蓄能力得以提升,同时获得了林地、草地、人工表面等土地覆被类型景观指数与调蓄量的关联度,除了调蓄能力以外,鄱阳湖湿地的其他功能如气候调节、净化水质、维系候鸟越冬生境均可以通过水位这一因素与景观结构建立数学联系,从而实现景观与水文的耦合。

当资料较全时,“3S”技术和景观生态学原理能够跨越较广的时空范围开展研究,还原湿地过去的格局。而湿地生态系统中动植物群落结构的细节,水化学,土壤理化性质等仍然需要实地调研才能获得。此外,还有学者支持通过实地调查的数据验证和修正“3S”技术开展的大尺度湿地植物多样性调查^[10]。

2.2 小尺度湿地中结构—过程—功能

罗雪娟^[11]的研究同前人研究有一定的共同性,即环境的水热条件和土壤理化性质对草地群落类型和空间分布起决定性作用。尽管洞庭湖^[12]洪水周期性泛滥和泥沙淤积,但泥沙淤积强度较大区域的面积较小,非淤积植物在洞庭湖分布更广、占比更大,不同植物生活型,随着高程升高而增多。鄱阳湖南矶湿地植物群落的生长、发育、繁殖过程受洪水周期波动决定,而最高洪水位和最低枯水位则影响湿地植物群落带的宽度^[13]。徐勇峰等^[14]研究了洪泽湖湿地杨树林土壤水分年内变化和不同季节土壤含水量日变化曲线,并解

析了气象因子对其的影响,为杨树水分管理提供了理论依据。而新疆天鹅湖沼泽湿地植物群落组成和分布受氮养分的限制,徐娜等^[15]同时认为植被复杂性降低,环境因子对植物群落的主导性能力越强。但是植物对环境也存在反馈。例如,闽江河口鱖鱼滩湿地中芦苇与短叶茭草群落的竞争除了增加交错地带湿地土壤有机质和总氮的含量,还深刻改变铵态氮和硝态氮的空间分布特征^[16]。

人工修筑的山塘、水库等生态系统由人力筑成,并需要人力投入维持,相对于自然水体生态系统可能更加脆弱。例如,溪源水库蓄水前后水体营养盐含量和浮游植物细胞密度均增加,浮游植物群落结构发生改变,蓝藻门植物比例显著增加^[17]。中国福建省山仔水库和西湖外源性污染输入减少后,水质未得到根本性改善,而水体中的溶解性磷可能来自内源沉积物,池底沉积物中的磷主要由人为输入^[18]。山仔水库3月—11月水体开始分层并稳定,5月—9月表层水体微囊藻属(蓝藻门)细胞丰度高于底层水体,底层缺氧水体中锰、铁以及其他重金属被还原,磷酸盐被释放^[19,20]。冬季水体分层消失,底层水体上翻并带动沉积物和沉积物中的蓝藻,温度和光照能促进沉积物中微囊藻的复苏,从而水温季节性垂直分层对山仔水库水质的变化起了重要作用^[19,21]。

由此可见,湿地生态系统中的每一个结构对于支持湿地生态系统的运行发挥着重要的功能,每一个结构不仅受到另一个结构的影响,还可能会给予反馈。围栏和放牧(人类活动)引起了植物群落组成成分的变化,近年来洞庭湖湖底软体动物资源衰退严重^[22],以人类现有对湿地的认识,无机环境的各项指标,无机环境与有机生命间物质和能量的循环,有机生命生存状态(包括人类自身),人类和人类社会在湿地生态系统带来的扰动都可以成为湿地生态的评价内容。

3 湿地植物的去污功能

鲁静^[23]等研究表明,洱海流域中沉水植物的总氮含量显著高于挺水和漂浮/浮叶植物($P < 0.05$),湿生植物的磷含量显著高于沉水植物($P < 0.05$),生物量和氮磷含量均主要存在于地上部分,以去氮磷为目标的生态恢复工程中,生长季节适时刈割植物地上部分可取得良好效果。与此同时,在为去除城镇生活污水的高污染负荷湿地系统中,通过核算后得到的湿地植物吸收氮、磷含量占湿地去除量的数量很小(小于10%),刈割意义不大^[24]。而污水中氮和磷的阈值分别为 $120\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 和 $30\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,低于这个值时刈割才有意义^[25]。卫小松^[24]等认为在湿地植物利用和选择上应考虑其综合作用及其生态效益。

湿地植物根系径向泌氧(ROL)的强弱与污染物去除密切相关,王文林^[26]等归纳了湿地植物根系ROL的研究现状,并提出开展湿地植物根际氧环境时空变化特征、根系氧扩散对根际微生物的影响研究,以了解湿地植物根系氧扩散效应机制,从而最大限度地发挥湿地植物在自然基质中

的去污功能。

江福英^[27]的研究表明美人蕉、宽叶香蒲、再力花等15种湿地植物的根表铁膜,能明显促进对磷与重金属的吸收,且湿地植物的根际元素有效性与非根际有很大差异,对大部分元素都有一定的活化效应,根表铁膜是植物去污的一个重要机理。

4 展望

湿地研究是一门学科跨幅很广的研究领域,湿地的修复治理和人工湿地的建设完善可能需要很多学科领域的研究单位共同协作和支持才能完成。目前的研究存在以下问题:①本底资料陈旧或不完善,如某些数据来源于20世纪90年代的科考资料。②资料不易获取无法共享,各研究单位保存的资料未能综合汇编。通过对湿地结构—过程—功能的研究,认识湿地生态系统,并以此为依据减少人对湿地生态的干扰。人工湿地的建设这一活动也将验证人们对湿地结构—过程—功能的认知是否符合客观规律。

参考文献

- [1] 武海涛,吕宪国.中国湿地评价研究进展与展望[J].世界林业研究,2005(4):49-53.
- [2] 高士武,李伟,张曼胤,等.湿地退化评价研究进展[J].世界林业研究,2008(6):13-18.
- [3] 李文艳,陈庆锋,李平.湿地评价方法研究综述[J].安徽农业科学,2010(15):8135-8137.
- [4] 崔保山,杨志峰.湿地生态系统健康评价指标体系 I .理论[J].生态学报,2002(7):1005-1011.
- [5] 傅娇艳,丁振华.湿地生态系统服务、功能和价值评价研究进展[J].应用生态学报,2007(3):681-686.
- [6] 袁军,吕宪国.湿地功能评价研究进展[J].湿地科学,2004(2):153-160.
- [7] 肖飞.洪湖湿地结构与生态功能评价及系统稳定性研究[D].北京:中国科学院研究生院(测量与地球物理研究所),2003.
- [8] 黄启程.内陆湿地功能结构演变及驱动力分析[D].武汉:华中师范大学,2013.
- [9] 张型东.鄱阳湖生态系统空间结构与湿地功能分析及稳定性评价[D].南昌:南昌大学,2016.
- [10] 程志,郭亮华,王东清,等.我国湿地植物多样性研究进展[J].湿地科学与管理,2010(2):53-56.
- [11] 罗雪娟.云南大山包黑颈鹤国家级自然保护区湿地植物群落结构及变化研究[D].昆明:云南大学,2016.
- [12] 侯志勇,谢永宏,陈心胜,等.洞庭湖湿地植物生活型与生态型[J].湖泊科学,2016(5):1095-1102.
- [13] 张全军,于秀波,胡斌华.鄱阳湖南矶湿地植物群落分布特征研究[J].资源科学,2013(1):42-49.
- [14] 徐勇峰,郭严辉,季淮,等.洪泽湖湿地杨树林土壤水分变化及其与气象因子的关系[J].浙江农林大学学报,2018(1):20-28.
- [15] 徐娜,姚艳玲,王铭,等.新疆巴音布鲁克高寒沼泽湿地植物群落空间分布与环境解释[J].湖泊科学,2017(2):409-419.
- [16] 王华,孙志高,李家兵,等.闽江口典型芦苇湿地与短叶茼蒿湿地土壤碳氮含量的空间分布特征[J].生态学杂志,2018,37(4):9.
- [17] 林佳,李赫龙,苏玉萍,等.溪源水库蓄水前后冬春季水体营养盐和浮游植物特征研究[J].中国环境监测,2016(6):43-49.
- [18] 苏玉萍,郑达贤,庄一廷,等.南方内陆富营养化湖泊沉积物磷形态特征研究[J].农业环境科学学报,2005(2):362-365.
- [19] 苏玉萍,郑达贤,林婉珍,等.福建省山仔水库水体季节性分层特征研究[J].福建师范大学学报(自然科学版),2007(3):1-4+25.
- [20] 苏玉萍,林佳,林婉珍,等.福建省山仔水库蓝藻门微囊藻属时空分布研究[J].福建师范大学学报(自然科学版),2016(6):63-69.
- [21] 苏玉萍,李艳芳,钟厚璋,等.山仔水库沉积物蓝藻复苏试验研究[J].环境科学学报,2012(2):341-348.
- [22] 王丑明,张屹,石慧华,等.洞庭湖大型底栖动物群落结构和水质评价[J].湖泊科学,2016(2):395-404.
- [23] 鲁静,周虹霞,田广宇,等.洱海流域44种湿地植物的氮磷含量特征[J].生态学报,2011(3):709-715.
- [24] 卫小松,夏品华,袁果,等.湿地植物对富营养化水体中氮磷的吸收及去除贡献[J].西南农业学报,2016(2):408-412.
- [25] 张洋意,任良锁,陈光,等.湿地植物刈割研究进展[J].湿地科学,2017(2):293-297.
- [26] 王文林,韩睿明,王国祥,等.湿地植物根系泌氧及其在自然基质中的扩散效应研究进展[J].生态学报,2015(22):7286-7297.
- [27] 江福英.湿地植物对磷与重金属去除的根际效应及机理研究[D].杭州:浙江大学,2017.