



胡雅君,瞿忠琼. 基于生态修复视角下的湿地资源修复性评估[J]. 黑龙江农业科学, 2023(11):94-99.

基于生态修复视角下的湿地资源修复性评估

胡雅君,瞿忠琼

(南京农业大学 公共管理学院,江苏 南京 210095)

摘要:第三次全国国土调查的湿地面积比第二次普查结果减少了 3 013.33 万 hm^2 ,湿地资源的修复之路已经不容忽视。基于生态修复的视角,从景观生态修复、环境生态修复、生物多样性修复和湿地保护意识 4 个指标层,对盐城市 2010 年和 2020 年的湿地质量进行评估对比。结果表明,2020 年湿地质量相对于 2010 年得到提高,湿地健康状况由受损提高到良好。总体上,湿地生态修复效果的提高主要体现在生物多样性修复、湿地保护意识、景观生态修复三方面。盐城湿地在生物多样性修复方面取得较大进步,其次是湿地原住民湿地保护意识的提高。但是环境质量在空气和水体质量方面退化较为严重。因此,湿地生态修复下一步的工作应重视对空气和水体质量修复。

关键词:湿地;生态修复;盐城市;评估

党的十九大以来,生态文明被提升到战略高度,“绿水青山就是金山银山”的发展理念不仅驻足于环境战略领域,更成为新时期社会发展的新理念与新动能。但我国的湿地保护起步较晚,部分湿地资源已遭受严重破坏。第三次全国国土调查的湿地面积比第二次普查结果减少了 3 013.33 万 hm^2 ,湿地资源的修复之路已经不容忽视。2016 年《湿地保护修复制度方案》出台,各地开始高度重视对湿地的保护与修复^[1]。2018 年,随着自然资源部的成立与国土空间全域整治工作的推进,作

为“山水林田湖草”重要组成之一的湿地,有关其保护与修复的生态工程将是各地政府未来较长时间的工作重点。另外,鉴于我国国情和目前所处的发展阶段,今后国家对湿地生态修复的力度预计将会更大,对湿地生态环境水平的要求将会提高。而建立完善的对湿地生态修复效果的评估方法,进而实现湿地生态修复效果提升将会成为未来湿地生态环境保护工作的重中之重。

为了更好地完善湿地修复效果评估研究,本文从景观生态修复、环境生态修复、生物多样性修复和湿地保护意识 4 个方面对湿地修复效果进行评估。运用科学、合理的方法对湿地修复工作进行客观评估,可指导湿地的生态系统修复工作,为湿地生态建设和确保区域社会经济的可持续发展提供数据与决策支持。研究区域的选择上,近海

收稿日期:2023-04-25

基金项目:南京农业大学大学生创新创业训练计划资助项目(202220YX782)。

第一作者:胡雅君(2001—),女,本科生,专业方向为城乡规划、土地利用管理。E-mail:1460470351@qq.com。

通信作者:瞿忠琼(1974—),女,博士,副教授,从事土地利用规划与管理、城乡规划等研究。E-mail:qzq@njau.edu.cn。

Abstract: In order to promote efficient and stable rapid propagation of wild tea-leafed maple in cold regions, the abundant resources of wild maple trees in northeast China were utilized to breed excellent ornamental tree species, thereby alleviating the problem of extremely limited genetic resources of characteristic species in the cold regions of northern China. In this study, the cold-resistant wild tea-leafed maple was used as the material, the effects of different explant collection times on the induction of stem segments of tea-leafed maple, the effects of disinfection treatment on explant contamination and browning, basic medium screening, experiments on different ratios and concentrations of cytokinins and auxins, and experiments on the ratio of cytokinins to auxins were studied to explore the tissue culture technique of cold-resistant wild tea-leafed maple and the optimal formula for inducing culture medium for tissue culture. The results showed that the optimal collection time for tissue culture explants of cold-resistant wild tea-leafed maple was in March, the optimal collection part was the lower stem segment, the optimal disinfection time was 3 minutes. The optimal medium was MS and the optimal formula for proliferating medium was $\text{MS} + 6\text{-BA } 0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{IBA } 0.20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA } 0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + 2\% \text{ sucrose} + 6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ agar}$, pH was 6.2, and the induction rate of callus tissue could reach 89%.

Keywords: *Acer ginala*; cold region; wild; tissue culture

和海岸湿地相比其他湿地类型更加复杂多样是现在的整治重点,因此从湿地类型中选择近海和海岸湿地进行生态修复效果评估研究更具价值。盐城大部分湿地是典型的近海和海岸湿地,因此本文以盐城为研究地进行湿地生态修复效果评估。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

江苏盐城位于 32°34'N~34°28'N,119°27'E~120°54'E 之间。盐城沿海滩涂面积占江苏省滩

涂总面积的 75%,占全国的 1/7,被列入世界重点湿地保护区。

2010 年盐城湿地类型主要包括沼泽草地、海涂和滩地。2020 年盐城湿地类型包括沼泽草地、海涂、滩地、沼泽地(图 1)。盐城滨海湿地位于亚热带与热带交替处,受海洋性季风影响,气候温和、雨水丰沛、日照充足、湿度适宜,能够为湿地动植物提供优良的栖息地。同样盐城滨海湿地物种多样,丰富的植被覆盖为动物群落提供了充足的食物来源^[2]。

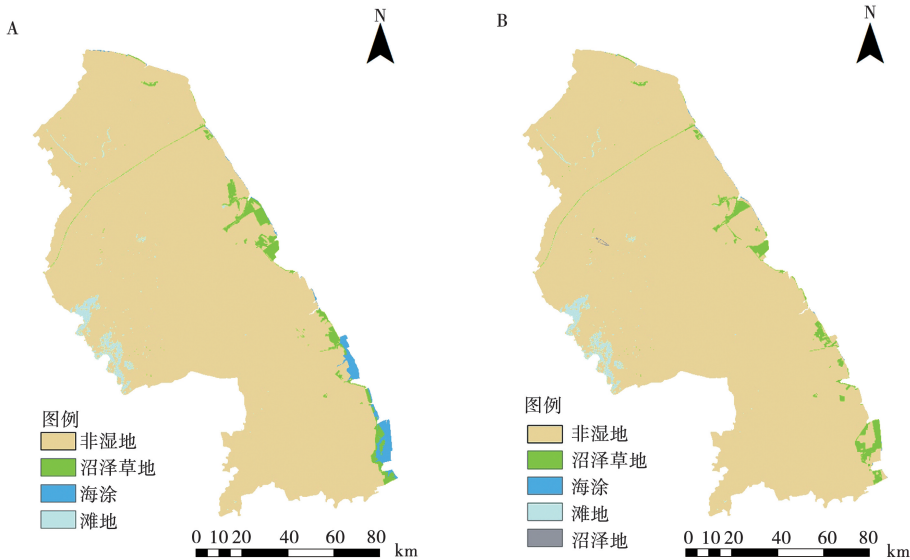


图 1 2010 年(A)和 2020 年(B)盐城湿地分布图

1.2 原始数据来源

在盐城湿地周边邀请湿地原住民对湿地的现状、管理、保护等相关问题提供反馈,主要包含:①湿地 10 年内的变化情况,主要包括景观、生物、环境的变化情况;②文化形态:对研究区内周边居民受教育情况、老龄化程度、年收入进行走访了解。调研地包括:盐城市大丰区大刘村、川东村、新东村等湿地周边村落。调研以问卷调查和深度访谈相结合的形式开展,面向调研地居民发放问卷共计 231 份,统计后剔除信息不完整、调查项缺失的问卷,确认有效收回问卷 220 份,回收率为 95%。

2 研究方法

2.1 湿地修复效果评估指标体系

2.1.1 指标选取原则 评估指标的选取遵循系统性、完整性、科学性的原则。系统性上,各评估指标应存在逻辑关联,从自然要素和人文因素两方面分别体现湿地修复效果;完整性上,从景观、

环境、生物、保护意识因素 4 个方面选择确定反映湿地修复效果的指标,进行湿地修复效果综合评价;科学性上,评估指标应充分体现湿地修复效果评估的真实性和客观性^[3]。

2.1.2 评估指标体系 盐城湿地以近海和海岸湿地为主。现阶段盐城湿地的不合理利用,其一是指大规模人为的开发建设对湿地景观造成严重破坏^[4];其二,湿地围垦是湿地面积持续萎缩的首要原因,湿地围垦破坏生态食物链,使生态环境的自然性和完整性遭到破坏;此外,过度捕捞使渔业资源萎缩^[5],进而影响水鸟的数量和种类以及湿地植物的相对丰度;最后,周边居民的湿地保护意识对维持湿地健康具有重要影响^[6]。因此本项目选择从景观指标,环境质量指标,生物指标,湿地保护意识 4 个维度进行评估。根据湿地资源质量的影响因素将指标层细化为若干量化因子,构建近海和海岸湿地生态修复效果的指标评估体系见表 1。

表 1 盐城湿地生态修复效果的指标评估体系

| 指标层 | 量化因子 | 指标含义(计算方法) | 对湿地生态修复效果的影响 (指标选取依据) |
|------------|----------------------|---|--|
| 景观生态修复(L) | 湿地面积变化(L1) | 现阶段湿地面积/前一阶段湿地面积 ×100 | 反映湿地面积随时间的变化,表征湿地 退化情况 |
| | 景观破碎度(L2) | $0.5\times\text{湿地斑块数量}/\text{湿地总面积}+0.5\times\text{各类湿地斑块面积}\times\text{斑块形状系数}$ | 反映湿地斑块的破碎化程度,其值越高 对湿地生物的生存越不利;利用湿地斑 块的形状反映湿地受人作为因素的干扰 |
| | 景观分维数(L3) | $2Ln(\text{湿地斑块周长}/4)/Ln\text{湿地斑块面积}$ | 表征斑块形状的复杂程度,理论范围为 1.0~2.0,1.0表示斑块形状是最简单 的正方形,2.0表示等面积下周边最复 杂的斑块形状 |
| | 景观丰度(L4) | 湿地景观类型的数量/7 | 反映湿地景观的丰富度、多样性 |
| | 土地利用强度(L5) | 湿地内人工地表(含农田、林地盐田、养殖 水域等)土地面积/土地总面积×100 | 反映湿地的开发强度,表征湿地受人作为 干扰程度 |
| 环境生态修复(E) | 空气质量修复(E1) | 区域内空气污染状况,空气质量划分为 5 个等级 | 反映湿地空气质量,表征湿地空气受污 染程度 |
| | 水体质量修复(E2) | 区域内水体质量,水质等级划分为 5 个 等级 | 反映湿地水资源含量以及受污染程度 |
| | 自然灾害率(E3) | 发生自然灾害的状况,划分为 5 个等级 | 反映极端天气发生频率,表征湿地调节 气候的能力 |
| | 土壤(沉积物)质量修 复(E4) | 土壤 pH 及有机质含量,土壤质量划分为 5 个等级 | 通过影响土壤养分进而影响湿地植物 生长 |
| 生物多样性修复(B) | 野生高等动物丰富度 (B1) | 划分为 5 个等级 | 反映湿地野生动物多样性 |
| | 野生维管束植物丰富 度(B2) | 划分为 5 个等级 | 反映湿地野生植物多样性 |
| | 植被覆盖率(B3) | 划分为 5 个等级 | 反映湿地地表植被状况,其值越高表明 该湿地越适宜植物的生长 |
| 湿地保护意识(S) | 对湿地退化的认知程 度(S1) | 划分为 5 个等级 | 反映湿地原住民对湿地的了解程度,表 征其湿地保护意识 |
| | 湿地修复支持度与 支付意愿(S2) | 划分为 5 个等级 | 反映湿地原住民对湿地生态修复的支持 度和参与度,表征其湿地保护意识 |

2.2 湿地质量修复效果评估方法

2.2.1 指标权重计算 由于评估指标体系包含定量和定性指标,客观赋权法在定性指标数据的获取和处理上较难操作,因此采用德尔菲法与层次分析法相结合的主观赋权法来确定评估指标权重^[7-8]。其中,层次分析法可将多准则、多目标的决策问题转变为多层次、单目标的问题,把复杂问题从定性分析转变为定量结果^[9];德尔菲法也称专家打分法,即利用不同专家的经验知识,采用电子邮件、视频会议等方式进行打分,经过多轮反

馈,确保专家打分结果的统一性和可靠性^[10]。通过德尔菲法构建层次分析法的判断矩阵。

2.2.2 综合得分计算 评估指标的赋分包括 4 种情况:对于空气质量修复、水体质量修复、土壤质量修复、野生高等动物丰富度、野生维管束植物丰富度、植被覆盖率、湿地保护意识等定性指标,根据湿地原住民的综合评估,分值分别直接确定为 20,40,60,80 和 100;对于景观破碎度、景观分维数等定量指标,根据其数值范围分值分别确定为 20,40,60,80 和 100;对于景观丰度等定量

指标采用归一化处理后的数值进行赋分;对于湿地面积变化、土地利用强度等定量指标直接根据其数值赋分。

通过对各项评估指标加权求和,计算湿地质量的综合得分,从而反映湿地生态修复效果的好坏,分值越高,表示湿地生态修复效果越好。分值为 0 分~20 分表示湿地濒危,健康状况极度损伤;分值为 21 分~40 分表示湿地健康状况受到严重损伤;分值为 41 分~60 分表示湿地健康状况受损;分值为 61 分~80 分表示湿地健康状况良好;分值为 81 分~100 分表示湿地健康状况优秀。总分计算公式为:

$$S = \sum_{i=1}^n W_i S_i \tag{1}$$

式中, S 为评估综合得分; W_i 为各项评估指标权重; S_i 为各项评估指标赋分值; n 为评估指标的数量。

3 湿地质量修复性评估结果及分析

根据本文总结提出的近海和海岸湿地生态修复效果评估方法,利用层次分析法和德尔菲法确定评估指标权重。景观生态修复、环境生态修复、

生物多样性修复和湿地保护意识的权重分别为 0.246,0.114,0.255 和 0.385,表明湿地保护意识对湿地生态修复效果的影响最大,其次是生物多样性修复、景观生态修复,环境生态修复对湿地生态修复效果的影响较小。

总体来看,2010 年湿地质量综合评估得分 59.66 分,2020 年湿地质量综合评估得分为 61.75 分,湿地健康状况由受损提高到良好,湿地质量得到改善。

3.1 景观生态修复效果评估

2010 年和 2020 年的景观生态修复得分分别是 8.45 分和 8.70 分,提高了 0.25 分,这主要得益于景观丰度的提高。从评估结果(图 2)可以看出,湿地面积变化得分为 0,主要原因是盐城湿地面积持续减少但湿地评价不宜为负分,所以评估为 0 分。遥感数据显示目前盐城湿地的土地利用强度加强,但是湿地原住民普遍认为目前湿地的土地开发比 2010 年合理。这可能是因为,土地利用强度加强表示的是人工地表面积占湿地总面积的百分比提高,但是目前湿地开发速度比十年前的开发速度明显放缓。

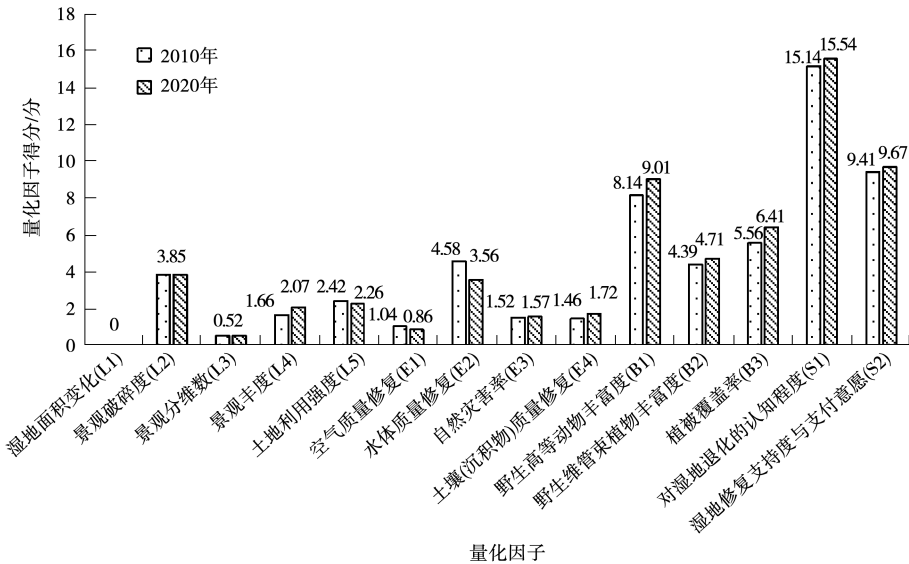


图 2 湿地质量修复性评估结果

3.2 环境生态修复效果评估

环境生态修复得分降低 0.89 分,主要是因为十年来空气质量和水体质量下降。根据评估结果

(图 2)可以看出,十年来除土壤质量、自然灾害率外其他量化因子得分均有不同程度降低,其中水体质量下降最为严重。孙建雄等^[11] 研究显示

2015年盐城滨海地区地表水体属于中度污染的采样点占50%，另外50%的采样点属于重度污染，盐城滨海地区地表水体水质污染较为严重。

2017年盐城各地环境空气质量均未达到《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)二级标准^[12]。本研究的评估数据显示，2020年空气和水体质量都低于2010年。在实地调研过程中，湿地原住民也反映当地的养殖场和垃圾处理厂对当地的水质和空气造成严重污染。

3.3 生物多样性修复效果评估

生物多样性修复加权得分提高2.04分。根据评估结果(图2)可以看出，近十年来野生高等动物丰富度、野生维管束植物丰富度和植被覆盖率的赋分都比较高，且得到了不同程度的提高。生物多样性量化因子得分较高，一来是因为盐城湿地自然本底条件较好，其天然的水域环境为湿地动植物提供了良好的生存环境；二来主要得益于近年来当地政府对湿地保护高度重视，持续推进海岸带整治修复工作。如滨海、射阳两县完成了2020年海岸带整治修复实施方案编制工作。在盐城湿地生态修复工作的推动下，湿地为动植物提供了较好的栖息环境。

3.4 湿地保护意识评估

湿地保护意识得分提高0.66分，湿地原住民对于湿地退化的认知程度和对湿地修复的支持度与支付意愿都得到提高，这与政府和新闻媒体对湿地保护和修复的宣传有密切联系。

在实地调研过程中了解到，当地湿地原住民普遍认识到湿地退化的多种危害，且大多数湿地原住民愿意用实际行动参与到湿地保护的行列中去，对于湿地生态修复的参与意识较强，与王恺强^[6]研究结果一致。湿地原住民还表示非常支持政府花费大量资金用于湿地生态修复，但是不太支持个人支付湿地修复经费。

4 政策建议

4.1 丰富湿地景观类型，严控湿地开发强度

目前，盐城湿地植被群落较为单调，以草地为主。可通过修复红树林景观、建设多功能景观，丰

富湿地斑块类型，恢复滨海特色斑块自然特性^[13-14]，达到提高景观多样性、为目标物种提供多元生境的目的。政府部门可通过制订湿地修复相关政策，完善湿地生态效益补偿制度，阐明湿地生态效益的外部性，补偿的必要性，将湿地生态效益补偿制度化、常态化^[15]。另外，加强湿地执法力度，严格控制湿地开发强度，限制人工地表的扩张速度。

4.2 加强污染综合治理，促进产业转型升级

重点整治湿地空气和水质污染，改善盐城湿地的生态环境，提高湿地的生境质量。严格管控湿地周边工业废气废水的排放情况，采用先进的管理和技术手段，达标排放污染物。针对水产养殖、工业等造成的富营养化、水体污染等问题，可利用盐沼植物、底栖生物对环境要素的吸收和降解能力^[16]，缓解水体污染。针对养殖场和垃圾处理厂等造成的空气污染问题，应引导地方改变经济增长模式，摒弃粗放的经济增长方式，鼓励绿色发展和技术创新，加快地区产业结构调整和技术升级^[17]，逐步实现发展和环境的和谐统一。

4.3 加强关键物种保育，提高生物多样性

加大力度实施野生动物栖息地保护工程。根据生态学原理，通过污染清理、土地整治、自然湿地岸线维护、植被恢复、野生动物栖息地恢复、拆除围网、生态移民以及湿地有害生物防治等手段，逐步恢复湿地生态功能，营造生境多样性，重点保育关键物种，兼顾其他物种，构建适合不同物种繁殖和栖息的栖息地，保护湿地生物多样性^[18-19]。

4.4 加强湿地保护宣传，提高湿地保护意识

湿地保护是一项具有社会性和公益性的任务，需要广大群众和社会各界的参与和支持。湿地管理部门应该采用灵活多样的方式继续提高公众对湿地的了解，向群众宣传湿地效益、功能、价值以及湿地对他们及子孙后代的生存影响等，提高群众湿地保护意识。将湿地保护纳入教育体系，培养儿童的湿地保护意识，为未来的湿地保护与修复工作奠定基础^[20-21]。

参考文献:

[1] 朱耀军. 湿地修复热的冷思考[J]. 国家林业和草原局管理干部学院学报, 2021, 20(2): 14-18.

[2] 赵玉灵, 郁万鑫, 聂洪峰. 江苏盐城湿地遥感动态监测及景观变化分析[J]. 国土资源遥感, 2010(S1): 185-190.

[3] 陈根良. 湿地资源质量评价方法: 以湖南东洞庭湖国际重要湿地为例[J]. 测绘通报, 2022(3): 28-31, 82.

[4] 石振. 基于 RS 与 GIS 江苏盐城湿地生态健康评价[D]. 北京: 中国地质大学, 2012.

[5] 李祖伟, 管华, 蔡安宁. 盐城国家级自然保护区湿地资源调查与保护研究[J]. 国土与自然资源研究, 2006(2): 40-41.

[6] 王恺强. 公众湿地保护参与意识浅析: 以西安浐灞国家湿地公园为例[J]. 陕西林业科技, 2013(4): 100-102.

[7] 由佳, 张怀清, 陈永富. 黄河三角洲国家级自然保护区湿地资源评估[J]. 湿地科学与管理, 2017, 13(1): 9-13.

[8] 王亚欣, 鞠洪波, 张怀清, 等. 东洞庭湖国家级自然保护区湿地资源评价[J]. 地球信息科学学报, 2011, 13(3): 323-331.

[9] 王福生. 武汉市住宅宜居水平测度与评价[D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.

[10] 程实. 湿地资源保护与可持续利用综合评价研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2007.

[11] 孙健雄, 罗婷, 周峰, 等. 江苏盐城滨海地区地表水体重金属的污染特征及评价[J]. 环境污染与防治, 2018, 40(11): 1294-1299.

[12] 洪锋. 盐城市环境空气质量现状及趋势分析[D]. 江苏: 南京农业大学, 2018.

[13] 周蕊. 河口湿地景观整治与生态修复研究[D]. 天津: 天津大学, 2014.

[14] 吴威, 李彩霞, 陈雪初. 海岸带整治修复驱动下的城市滨海空间景观格局变化及其特征研究: 以上海鸢鸟洲生态湿地为例[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2021, 57(4): 24-30, 37.

[15] 杨邦杰, 姚昌恬, 严承高, 等. 中国湿地保护的现状、问题与策略: 湿地保护调查报告[J]. 中国发展, 2011, 11(1): 1-6.

[16] 李纯厚, 王学锋, 王晓伟, 等. 中国海水养殖环境质量及其生态修复技术研究进展[J]. 农业环境科学学报, 2006(S1): 310-315.

[17] 黎文靖, 郑曼妮. 空气污染的治理机制及其作用效果: 来自地级市的经验数据[J]. 中国工业经济, 2016(4): 93-109.

[18] 朱书玉, 王伟华, 王玉珍, 等. 黄河三角洲自然保护区湿地恢复与生物多样性保护[J]. 北京林业大学学报, 2011, 33(S2): 1-5.

[19] 张明祥. 新形势下我国的湿地生物多样性保护对策[J]. 环境保护, 2017, 45(4): 21-24.

[20] 翟可, 徐惠强, 姚志刚, 等. 江苏省湿地保护现状、问题及对策[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013, 37(3): 175-180.

[21] 丁月龙, 赵春子, 张洛也. 吉林省湿地现状与保护建议[J]. 贵州农业科学, 2020, 48(7): 119-122.

Assessment of Wetland Resource Remediation from the Perspective of Ecological Restoration

HU Yajun, QU Zhongqiong

(School of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The wetland area of the third national land survey has decreased by 30. 1333 million hectares compared to the results of the second census, and the restoration of wetland resources cannot be ignored. Based on the perspective of ecological restoration, this paper evaluated and compared the wetland quality of Yancheng City in 2010 and 2020 from the four indicator levels of landscape ecology restoration, environmental ecological restoration, biodiversity restoration and wetland protection awareness. The results showed that the quality of wetlands in 2020 had improved compared to 2010, and the health status of wetlands had improved from damaged to good. In general, the improvement of wetland ecological restoration effect was mainly reflected in three aspects as biodiversity restoration, wetland protection awareness, and landscape ecology restoration. Yancheng Wetland had made significant progress in biodiversity restoration, followed by an increase in wetland conservation awareness among indigenous people. However, the degradation of environmental quality in terms of air and water quality was relatively severe. Therefore, the next step in wetland ecological restoration should attach importance to the restoration of air and water quality.

Keywords: wetlands; ecological restoration; Yancheng City; assessment