

七里海潟湖湿地近期演变分析及生态修复研究

邢容容^{1,2}, 刘修锦^{1,2}, 邱若峰^{1,2}

(1. 河北省地矿局第八地质大队 秦皇岛 066001; 2. 河北省海洋地质资源调查中心 秦皇岛 066001)

摘要: 海岸潟湖是半封闭系统, 往往被海岸沙丘、沙嘴或沙坝阻碍了淡水与海洋的流通, 也是重要的栖息地, 如湿地、红树林、盐沼和海草地等。在过去的30年, 七里海潟湖湿地生态系统遭受了严重的干扰。文章基于1987年、2000年、2010年和2017年的遥感数据, 开展了七里海潟湖湿地类型变化研究。结果表明: 1987年以来, 七里海潟湖湖盆和沼泽面积持续减少, 主要原因是向养殖池塘和稻田转变。围堰养殖、稻田开发、渔港及防潮闸建设等导致潟湖淤积严重, 湖盆面积萎缩, 水质恶化。为了更好地开发和利用潟湖湿地资源, 提出了生态修复工程与措施。

关键词: 潟湖湿地; 七里海; 遥感解译; 演变; 生态修复

中图分类号: X8:P76

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2019)11-0064-05

Recent Evolution Analysis and Ecological Restoration of Qilihai Lagoon Wetland

XING Rongrong^{1,2}, LIU Xiujin^{1,2}, QIU Ruofeng^{1,2}

(1.No. Eight Geological Brigade, Hebei Geological Prospecting Bureau, Qinhuangdao 066001, China;

2.Hebei Center of Marine Geological Resources Survey, Qinhuangdao 066001, China)

Abstract: Coastal lagoons are shallow semi-enclosed systems where freshwater inflows are trapped behind coastal dune systems, sand spits, or offshore bars which impede exchange with the ocean. Coastal lagoons are also important habitats, such as wetlands, mangroves, salt-marshes and seagrass meadows. In last three decades, natural ecosystems in the Qilihai lagoon wetland have undergone significant disturbance. Based on remote sensing data of 1987, 2000, 2010 and 2017, this paper analyzed the study of dynamic characteristics of landscape metrics in Qilihai lagoon wetland. The wetland area of Qilihai lagoon decreased from 1987, while aquaculture ponds and paddy field increased significantly. The scope of the lagoon wetland and swamp were converted into aquaculture ponds. Due to the construction of cofferdam, paddy field, fishing port and ebb gate, the basin was seriously filled up and withered, and the water quality becomes worse. In order to better develop and utilize the resources of the lagoon wetland, ecological repair strategies and measures were proposed for wetland protection.

收稿日期: 2019-05-08; 修订日期: 2019-10-24

基金项目: 河北省地矿局项目(秦皇岛七里海湿地环境质量调查与评价)资助; 基础研究项目冀地地审[2017]7号.

作者简介: 邢容容, 工程师, 硕士研究生, 研究方向为海岸带调查与生态修复

Key words: Lagoon wetland, Qilihai, Remote sensing interpretation, Evolution, Ecological restoration

0 引言

潟湖湿地是滨海湿地的主要类型之一,是半封闭系统,往往被海岸沙丘、沙嘴或沙坝阻碍了淡水与海洋的流通,也是重要的栖息地,如湿地、红树林、盐沼和海草地等,具有极高的生物多样性。潟湖湿地除了具有一般湿地的生态价值,还是许多珍稀濒危生物的迁徙停歇地、繁殖地和重要的栖息地,还具有防潮护岸、降解污染、提供旅游资源、维持区域生态平衡等功能^[1-3]。国内外学者在潟湖演变方面有一些研究进展,例如 F. Madricardo^[4]通过历史地图结合实地调查分析了意大利威尼斯潟湖的景观类型变化;Derya 等^[5]利用 Landsat-MSS / TM / OLI 卫星图像分析了 Kizilirmak 潟湖 1962—2013 年的岸线变化;Christian Grenzd 等^[6]分析了过去几十年墨西哥 Términos 潟湖的环境变化及驱动因素。孙伟富等^[7]利用遥感数据分析了我国大陆海岸潟湖 1979 年以来的变迁状况;吴桑云等^[8]分析了人类干预下滦河口周边潟湖的变化过程;高伟明等^[9]分析了渤海湾北部地区滨外坝的近代演变过程。

七里海潟湖是国内仅存的现代潟湖之一,是环渤海最大的潟湖,具有非常典型的海岸潟湖地貌,在自然科学教育和研究中具有十分重要的作用。百年来,受围垦养殖、上游流域治理等人类发展活动的影响,七里海潟湖湿地面积急剧减少。因此,及时准确地掌握和研究湿地现状和动态变化,采取有效的修复措施保护潟湖海岸的资源环境,改善邻近海域的生态环境质量具有重要的意义。目前关于七里海潟湖湿地的研究较少且涉及的内容有限。本研究以 Landsat TM/ETM+、QuickBird、GF-2 遥感影像为数据源,分析七里海潟湖湿地 30 年间的时空变化特征,探讨变化原因及环境效应,提出生态修复措施,为湿地的保护工作提供基础支撑。

1 七里海潟湖湿地概况

七里海潟湖位于秦皇岛北戴河新区东南新开口附近,昌黎黄金海岸国家级保护区中南部沙丘带

的内侧(图 1)。北界为新开口渔港疏港路,西界为保护区边线,东界为防护林带,南界为靶场路。东北隅有潮汐通道与海相连,属于半封闭式潟湖,国内仅存的现代潟湖之一。七里海潟湖因内有稻子沟、刘台沟、刘坨沟(甜水河)、泥井沟、赵家港沟(潮河)等季节性河流注入,经潮汐通道与渤海相通,在潮汐的作用下,潟湖水体得以循环流通,形成了良好的水生生态系统^[10]。

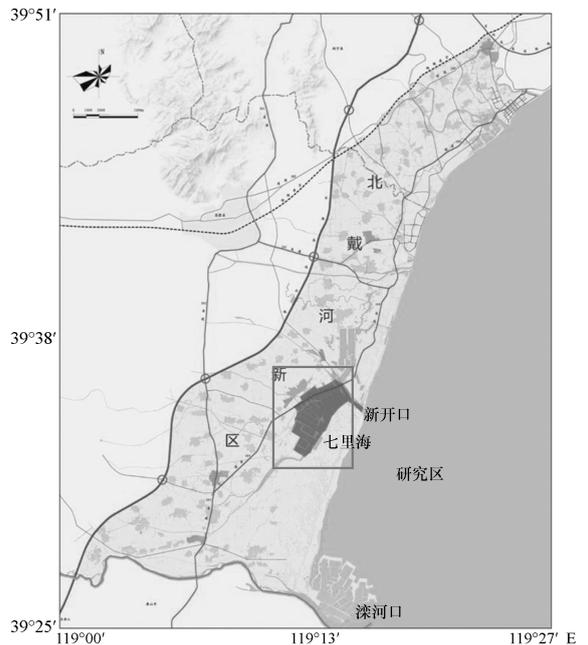


图 1 研究区

2 研究方法

本研究选取 1987 年 5 月 7 日 Landsat TM 影像(30 m)、2000 年 5 月 2 日的 ETM+影像(15 m)、2010 年 12 月 31 日 QuickBird 影像(2.5 m)及 2017 年 6 月 8 日的 GF-2 影像(0.8 m)和 1:10 000 地形图和该区的土地利用现状图,解译出七里海潟湖湿地类型数据。采用典型样区校核法或线路验证法对解译结果进行精度检验以及实地验证,数据解译整体精度均在 90%以上,符合本研究的要求^[3]。

本研究以《湿地分类》(GB/T 24708—2009)分类系统的分类原则和依据为参照,参考有关学者的

研究成果^[3,9,11],将研究区的七里海潟湖湿地的景观划分为潮汐通道、沼泽地、稻田、养殖池塘、潟湖湖盆、旱地 6 种类型。

3 结果与分析

3.1 七里海潟湖湿地类型变化分析

利用 GIS 空间分析功能,对七里海潟湖湿地 1987 年、2000 年、2010 年和 2017 年 4 期数据进行空间叠置分析^[12],得到 1987—2017 年七里海潟湖湿地类型变化空间分布图(图 2)和景观类型转移矩阵(表 1)。

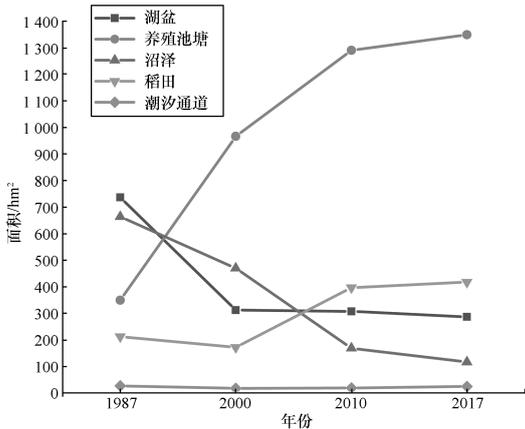


图 2 1987—2017 年七里海潟湖湿地类型面积变化

1987—2017 年,七里海潟湖湿地景观动态变化显著。养殖池塘面积增加最为明显,由 349.3 hm² 增加到 1 349.0 hm²,增加了 286.2%。在经济发展驱动下,养殖规模扩张迅速,1987—2000 年增加幅度最大;2000 年以后增加的幅度有所放缓,主要是因为昌黎黄金海岸国家级自然保护区的成立,加大

了潟湖保护力度,降低了开发活动对潟湖湖盆的蚕食。稻田面积由 0 hm² 增加到 417.3 hm²,主要是由于人口数量的增加,对耕地的需求量加大导致的。其他类型的湿地面积则呈减小的趋势。潟湖湖盆面积萎缩严重,由 736.7 hm² 减少到 287.0 hm²,主要由于这一时期降水量的减少,导致赵家港沟、尼井沟、刘坨沟、稻子沟等入湖河流趋于断流,潟湖水量得不到充足的补给;20 世纪 90 年代潮汐通道被人工裁弯取直,使口门外逐渐发育形成拦门沙浅滩,影响海水进入潟湖,并使入湖海水含沙量增加,加速了潟湖的淤积。沼泽由 664.1 hm² 减少到 116.5 hm²,主要是由于降水量的减少,稻田的开发;潮汐通道面积变化不大。养殖池塘面积增加,沼泽、潟湖湖盆等自然湿地面积减少,以养殖池塘和稻田为代表的人工湿地成为七里海潟湖湿地中的优势景观类型。

通过 GIS 的空间分析,反映七里海潟湖湿地景观类型之间的空间转化关系。随着养殖业的发展,448.21 hm² 的潟湖湖盆、307.90 hm² 的沼泽地转化为养殖池塘,分别占转入养殖池塘总面积的 41% 和 28%。稻田的增加主要由 253.79 hm² 的沼泽地、63.26 hm² 的潟湖湖盆和 11.23 hm² 的养殖池塘转化而来,分别占转入稻田总面积的 74%、18% 和 3%。沼泽除了转化成养殖池塘和稻田外,还有一部分转化成潟湖湖盆和旱地及少量林地。此外,15.29 hm² 的潮汐通道转化成了渔港,46.81 hm² 的稻田转化成了旱地。随着养殖事业的发展,73.91 hm² 的养殖池塘转化成了养殖育苗场。

表 1 1987—2017 年七里海潟湖湿地景观类型面积转移矩阵

hm²

年份	湿地景观类型	2017 年								
		林地	养殖池塘	潟湖湖盆	沼泽地	稻田	旱地	潮汐通道	养殖育苗场	新开口渔港
1987	潮汐通道	3.55	0.00	5.16	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	15.29
	沼泽	4.80	307.90	54.22	31.48	253.79	11.90	0.00	0.00	0.00
	养殖池塘	0.00	263.33	0.05	0.88	11.23	0.00	0.00	73.91	0.00
	稻田	1.47	89.57	0.00	0.53	73.80	46.81	0.00	0.00	0.00
	潟湖湖盆	0.00	448.21	199.95	24.43	63.26	0.87	0.00	0.00	0.00

3.2 湿地类型变化的原因

1987 年以来,七里海潟湖的湿地生态系统遭受

了严重的干扰,湿地类型和面积发生较大变化。主要有如下原因。

(1)七里海潟湖及周边区域的围堰养殖逐年增大,潟湖湖盆面积减小,导致纳潮和蓄洪滞水功能严重减弱,造成生态功能大大降低。据 2017 年最新调查结果,养殖品种主要为鸡尾虾、螃蟹等,周边育苗棚主要养殖海参。养殖池塘以潟湖为废水排放地,排放的污染物超过了潟湖降解、净化速度,加剧了水质污染程度。

(2)新开口渔港有近千艘渔船停泊,排放含油污水随潮流进入潟湖或近岸海域内,加剧了潟湖及近岸海域的水质污染,七里海围堤和挡潮闸的修建,使潮汐通道变窄,减少了潟湖的纳潮量,在潮流的影响下潮汐通道口门外形成拦沙坝,潟湖湖盆和潮汐通道发生严重淤积,湖面逐渐萎缩。同时潟湖由半咸水环境转变为咸水环境,加之闸坝限制了鱼、虾、蟹洄游,生物多样性和物种丰富度大大降低^[9,13]。

(3)七里海周边的芦苇沼泽湿地逐步被改造成水稻田,如今七里海周边水稻田规模已达 417 hm²,水稻作业过程中化肥和农药的施用量有增无减,极易产生化肥和农药流失,在降雨和排水时最终注入七里海,对水体造成污染。根据《第一次全国污染源普查——农业污染源·肥料流失系数手册》,在常规施肥区,单季稻模式下,秦皇岛市水田肥料流失量为:总磷流失量 0.51 kg/hm²,总氮流失量 8.97 kg/hm²。计算得到七里海周边稻田化肥污染估算为总磷流失量 212.67 kg/a,总氮流失量 3 740.49 kg/a。

3.3 修复工程

随着政府部门对环境保护和监管力度的增强,七里海潟湖生态系统遭受人类干扰的程度有所降低,但是任其发展下去,七里海潟湖湿地将不复存在,迫切需要开展生态保护修复工作。

3.3.1 退养还湿工程

七里海潟湖湿地面积减少及生态系统的退化不仅影响到湿地生态系统的功能,也对黄金海岸国家级保护区及邻近海域的生态环境质量产生不良的影响。因此对七里海潟湖湿地的改造非常重要,要以退养还湿的方式扩大功能湿地面积。退养还湿工程实施后达到适当的生态水位、生态流量(保证平均低水位最低水深 1 m),未来改造后将极大恢

复和增加海、湖、河内的生物多样性,提供动植物良好的生存栖息环境。

3.3.2 清淤疏浚工程

采用生态清淤湿地恢复技术,扩大湖面、增深,加强湖内水交换能力,改善水质和海洋生物进入潟湖后的栖息环境,恢复湿地的生态系统,增加湖面水禽类,保护原生态湿地,水深恢复至中华人民共和国成立初期状况,即低潮位时保持 1 m 以上的潟湖水深,恢复湿地生态功能。

3.3.3 河口湿地工程

河口型湿地修复主要包含 4 个主要修复区。稻子沟河口湿地修复区(刘台沟与稻子沟汇合后注入七里海,因此在本项目中稻子沟河口湿地修复包括刘台沟河口湿地);刘坨沟河口湿地修复区;泥井沟河口湿地修复区;赵家港沟河口湿地修复区。对自然湿地进行改造,通过合理种群设计,合理配置湿生植物、挺水植物、沉水植物和浮水植物,建立植被群落;构建表面流、潜流、垂直流或其他复合型人工湿地。

3.3.4 岸线整治工程

根据现状情况与自然保护区内规范要求,在项目区内规划多种生态堤岸,最终形成形象上生态效果统一,功能与形式并存。保持核心区原有岸线,营造自然式岸线,打造人工岸线。

3.3.5 潮汐通道治理工程

扩展潮汐通道宽度,由现状 80 m 扩展到 240 m。改善潟湖潮流动力环境,使潮汐通道畅通,增加潟湖纳潮量;水体交换速度加快,泥沙在湖内及潮汐通道内的淤积速度减缓;湖内水流更有利于污染物扩散,有利于水体稀释污染物,水体净化能力增强。

3.3.6 湿地修复工程

通过对湿地生物的栖息与觅食需求方面的多重考虑,精心组织湿地植被群落的布局与设计,最终通过初始的人工干预最终达到自我修复和良性生态循环的标准。

4 结论及建议

(1)1987—2017 年七里海潟湖的湿地生态系统遭受了严重的干扰。养殖池塘面积增加最为明显,由 349.3 hm²增加到 1 349.0 hm²,增加了 286.2%;

稻田面积由 0 hm² 增加到 417.3 hm²; 潟湖湖盆面积萎缩严重, 由 736.7 hm² 减少到 287 hm²; 沼泽由 664.1 hm² 减少到 116.5 hm²。湿地转化趋势为自然湿地转化为人工湿地, 养殖池塘主要由潟湖湖盆、沼泽转化而来, 稻田主要由沼泽地、潟湖湖盆转化而来。

(2) 围堰养殖侵占潟湖自然水域, 七里海围堤和挡潮闸的修建, 使潮汐通道变窄, 减少了潟湖的纳潮量, 潟湖湖盆和潮汐通道发生严重淤积, 湖面逐渐萎缩。养殖废水、渔港含油污水、上游排污及稻田里的化肥和农药使七里海潟湖水水质污染程度日益严重, 生态功能大大降低。

(3) 七里海潟湖湿地生态系统功能下降, 湿地亟须保护和修复, 拟通过以下措施与工程来修复湿地生态系统: ① 通过退养还湿扩大功能湿地面积, 以达到适当的生态水位、生态流量, 恢复和增加海、湖、河内的生物多样性, 提供动植物良好的生存栖息环境; ② 采取清淤疏浚工程, 扩大湖面、增深, 加强湖内水交换能力, 改善水质和海洋生物进入潟湖后的栖息环境; ③ 对入湖五沟实施河口湿地工程, 建立湿地植被群落, 构建表面流、潜流、垂直流或其他复合型人工湿地; ④ 实施岸线整治工程, 规划多种生态堤岸, 保持核心区原有岸线, 营造自然式岸线, 打造人工岸线; ⑤ 开展潮汐通道治理工程, 扩展潮汐通道宽度, 改善潟湖潮流动力环境, 增加潟湖纳潮量, 加快水体交换速度, 利于污染物扩散及稀释, 增强水体净化能力; ⑥ 湿地修复工程, 通过对湿地生物的栖息与觅食需求方面的多重考虑, 精心组织湿地植被群落的布局与设计, 最终通过初始的人

工干预最终达到自我修复和良性生态循环的标准。

参考文献

- [1] 谷东起. 山东半岛潟湖湿地的发育过程及其环境退化研究: 以朝阳港潟湖为例[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2003.
- [2] 李山羊, 郭华明, 黄诗峰, 等. 1973—2014年河套平原湿地变化研究[J]. 资源科学, 2016, 38(1): 19—29.
- [3] 高杰, 高敏, 赵志红, 等. 1987—2015年七里海潟湖湿地景观格局变化及驱动力分析[J]. 水生态学杂志, 2018, 39(4): 8—16.
- [4] MADRICARDO F, DONNICI S. Mapping past and recent landscape modifications in the Lagoon of Venice through geophysical surveys and historical maps[J]. *Anthropocene*, 2014(6): 86—96.
- [5] Derya Ozturk, Faik Ahmet Sesli. Shoreline change analysis of the Kizilirmak Lagoon Series[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2015, 118(B): 290—308.
- [6] CHRISTIAN GRENZ, RENAUD FICHEZ, CARLOS ÁLVAREZ SILVA, et al. Benthic ecology of tropical coastal lagoons; Environmental changes over the last decades in the Términos Lagoon, Mexico[J]. *Comptes Rendus Geoscience*, 2017, 349(6—7): 319—329.
- [7] 孙伟富, 张杰, 马毅, 等. 1979—2010年我国大陆海岸潟湖变迁的多时相遥感分析[J]. 海洋学报, 2015, 37(3): 54—69.
- [8] 吴桑云, 耿秀山, 金永德, 等. 冀东潟湖系统演进与人类干预影响[J]. 海洋科学进展, 2008, 26(2): 190—199.
- [9] 高伟明, 杨剑霞. 渤海湾北部滨外沙坝演变的遥感分析[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(5): 41—44.
- [10] 陈雨时. 昌黎县志[M]. 北京: 中国国际广播出版社, 1992.
- [11] 杨会利. 河北省典型滨海湿地演变与退化状况研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2008.
- [12] 汤国安, 杨玮莹, 秦鸿儒, 等. GIS技术在黄土高原退耕还林草工程中的应用[J]. 水土保持通报, 2002, 22(5): 46—50.
- [13] 冯金良. 七里海潟湖的形成与演变[J]. 海洋湖沼通报, 1998(2): 6—11.