

吉林西部向海湿地环境退化及驱动机制研究

卞建民^{1,2}, 林年丰², 汤洁²

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 2. 吉林大学 环境与资源学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 向海湿地位于半干旱的吉林西部平原区, 特殊的地理位置和水文条件决定了湿地处于动态变化之中。在自然和人为驱动影响下, 系统结构和功能发生明显的退化趋势, 湿地面积缩小、调节功能削弱, 区域荒漠化发展迅速。通过对湿地发育的环境背景条件分析, 剖析了湿地退化的现状及驱动机制, 水陆界面的脆弱性是湿地退化的环境背景条件, 而气候干旱化、上游水的大量截流、水利工程设施及土地资源的不合理开发利用等自然、人为因素的耦合作用, 加速了湿地的退化过程。基于湿地退化的现状和驱动机制, 河流湿地退化的恢复必须从湿地的水文功能出发, 考虑水资源的循环和转化, 制定水资源综合利用方案及生态技术和生态工程措施。

关键词: 向海湿地; 环境退化; 驱动机制; 湿地恢复

中图分类号: X171 文献标识码: A 文章编号: 1671-5888(2004)03-0441-05

The environment degradation and its driving mechanism of Xianghai wetland in the west of Jilin Province

BIAN Jian-min^{1,2}, LIN Nian-feng², TANG Jie²

(1. *Geochemistry Institute, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China*; 2. *College of Environment and Resources, Jilin University, Changchun 130026, China*)

Abstract: Xianghai wetland is located in the west of Jilin Province with a semi-arid climate. The special geographical location and hydrographical condition makes the wetland water environment stand in the dynamic changing. Under the natural and artificial influences, the structure and function of the wetland appear obviously degraded, such as, the area shrink, the system function become weak which results in the rapid desertification. This paper have discussed the present state and driving mechanism of the environment degradation of this wetland based on the environmental background. The fragile interface between water and soil is the natural background, but the climate aridity, upstream water interception, hydraulic engineering and irrational land-use activities are the inducing factors to promote the wetland degradation. Finally comprehensively considering the present state of degradation and its driving mechanisms, a comprehensive water resources management plan and an ecological technology and engineering were put forwards to recover the degraded wetland.

Key words: Xianghai wetland; environment degradation; driving mechanism; wetland reclamation

收稿日期: 2003-05-08

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(40072093, 40273047)

作者简介: 卞建民(1968-), 女, 吉林延吉人, 副教授, 在站博士后, 主要从事水资源与生态环境研究, Tel: 0431-8502610, E-mail: bianjianmin@jlu.edu.cn;

林年丰(1932-), 男, 湖北武汉人, 教授, 博士生导师, 长期从事环境地质和生态环境系统与信息管理等方面的研究, Tel: 0431-8502251;

汤洁(1957-), 女, 吉林长春人, 教授, 博士生导师, 主要从事环境地质与生态环境研究, Tel: 0431-8502261, E-mail: tangjie@jlu.edu.cn.

湿地是水陆相互作用的独特生态系统,水资源赋存的重要空间,与农田、森林并列为世界三大生态系统。湿地具有稳定环境、保护物种基因及资源利用等功能,被誉为“自然之肾”。湿地在地球上广泛分布,据初步统计,全世界有湿地 $8.6 \times 10^6 \text{ km}^2$,中国湿地总面积 $5.69 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。本文以吉林西部向海湿地为例,通过对向海湿地的环境背景分析,基于湿地退化的现状,从自然和人为因素方面分析了湿地退化的驱动机制,提出了退化湿地修复的水资源管理措施和水环境综合研究方案^[1,2]。

1 向海湿地环境背景

向海湿地位于吉林西部通榆县的西北部,地理位置为东经 $122^\circ 05' \sim 122^\circ 35'$,北纬 $44^\circ 50' \sim 45^\circ 19'$ 之间。湿地总水域面积为 $12\,441 \text{ hm}^2$,沼泽面积 $23\,654 \text{ hm}^2$,总面积 $105\,467 \text{ hm}^2$ 。气候为温带大陆性季风气候,年平均气温 5.1°C ,年平均降水量 400 mm ,集中在 7、8 月份,年平均蒸发量为 $1\,945 \text{ mm}$,年平均日照时数 $2\,876 \text{ h}$,无霜期 150 d 左右^[3,4]。

北部和西部分别与洮南市、内蒙古自治区的科右中旗相邻,南部有霍林河贯穿东西,中部有额穆泰河形成的草原沼泽,北部有洮儿河引水灌溉系统,三大水系在向海区域内形成大肚泡、付老文泡等 22 个大型泡沼。由于地处内蒙古高原和东北平原的过渡地带,发源于大兴安岭东部的三条河流,进入吉林西部后逐渐失去河道,呈散流状,水流排泄不畅,形成大面积的沼泽。地势由西向东微微倾斜,海拔在 $156 \sim 192 \text{ m}$ 之间,垄状沙丘与垄间洼地交错相间排列,呈西北—东南方向延伸,表现为沙丘榆林—茫茫草原—蒲草苇荡—湖泊水域的自然景色,地貌为沙丘覆盖的冲积平原,属科尔沁沙地的延伸部分。

特定的自然地理条件,使向海湿地形成了极具特色的生态环境景观,犹如一颗璀璨的明珠镶嵌在半干旱草原上,每年有许多世界珍稀候鸟丹顶鹤来此栖息,对调节区域气候、抗御洪水、调节径流、补给地下水、维护生物多样性起了重要的作用。

2 湿地退化现状

近 20 年来,向海湿地生态环境受到严重破坏,干旱、盐碱灾害日趋严重,芦苇地大片消失,昔日的地方造纸工业已告破产,对地方经济的可持续发展构成了严重障碍。

湿地退化主要表现为湿地面积减小、径流调节功能降低、土地荒漠化迅速扩展以及生物多样性降低等过程。

(1) 径流来水短缺,补给水源严重不足

向海湿地地处半干旱地区,径流来水较为短缺,主要来自于霍林河、额穆泰河。霍林河主要产流区在内蒙古境内,进入吉林西部后以游荡的河道散漫消失在平原区内,仅在洪水期能够补给向海水库。季节性河流的影响导致湿地出现季节性缺水,面积不断减小。根据霍林河流域 3 个不同断面的径流量资料统计,上、中、下游自 1956~1998 年间,除 1998 年特大洪水径流量较大外,其他时段总体呈减少趋势,进入吉林西部后径流减少尤为明显,从 1957~1988 年街基的径流曲线可以看到,如图 1 所示。由于径流量缺失,补给湿地的水量严重不足,水循环长期处于负平衡状态。

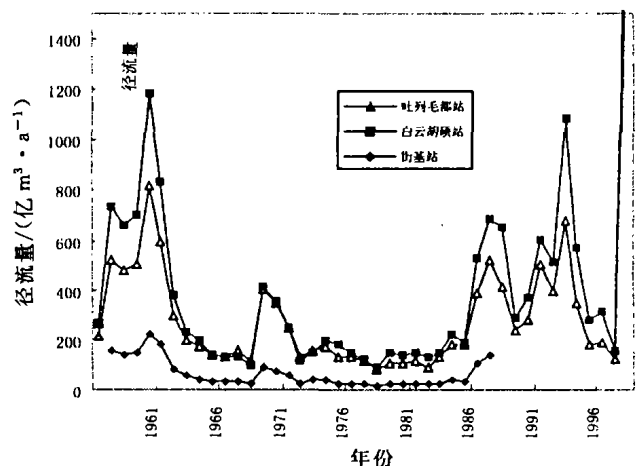


图 1 霍林河上中下游径流量多年变化曲线

Fig. 1 Perennial runoff curve of the upper, middle and down reaches in Huolin River

(2) 湿地面积萎缩、水环境结构和功能退化

水资源是制约湿地生态系统发展演化的关键因子,通过不断与地表、地下水进行水分交换,湿地得以生存和发展。由于湿地水源的不足,导致湿地面积的萎缩,进一步改变了原有湿地的水环境结构,导致湿地蓄水能力、调节径流能力的退化。根据 1989 年、2001 年遥感解译成果,向海湿地面积减少了 735.61 km^2 ,盐碱化土地增加了 930 km^2 ,如图 2 所示。

湿地调节径流功能大大下降,旱灾、水灾经常交替发生。向海湿地所在的通榆县,近百年来发生洪水 30 余次,平均每 3 年就发生 1 次,20 世纪后期洪

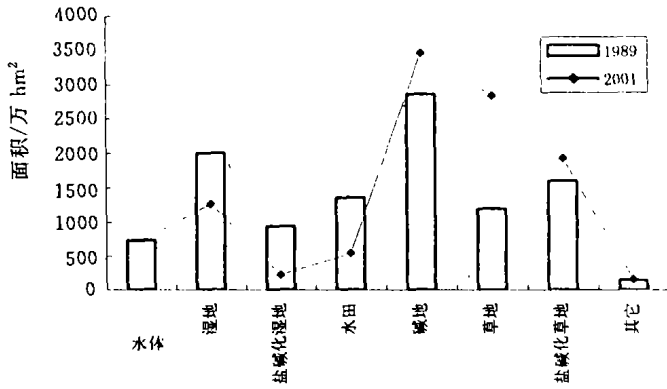


图 2 向海湿地各地类变化曲线图

Fig. 2 Various land change curve in the Xianghai wetland

水灾害发生频次由原来的 28% 增加到 38%, 较大洪水灾害发生频次由 10% 增加到 16%。

由于蓄水能力的下降还导致湿地上的动植物种类减少, 湿地自净能力降低。沼泽地和低湿洼地的排水导致洪峰流量增加, 滞蓄洪水能力降低, 河岸侵蚀加重、河流含沙量及水中营养物质含量增加。河流沿岸的洪泛平原和湿地被开垦为农田, 不仅使湿地的诸多生态服务功能丧失, 而且加重了面源污染程度^[5]。

(3) 向海湿地周边土地荒漠化发展迅速, 生态调蓄功能退化

在半干旱的气候条件下, 对土地的盲目垦殖、草原的过度放牧对生物资源造成较大的危害, 草场严重“三化”(沙化、盐碱化和退化)。据调查, 现有草场面积比 20 世纪 50 年代减少 31.6%, 优质牧草种类和数量也减少, 草场盖度由 80% 下降到 60%, 植株平均高度由 70 cm 下降到 20 cm。草原“三化”面积现已达草场面积的 75% 以上。在研究中选取了 3 个时段(1989 年、1996 年和 2001 年) TM、ETM+ 影像数据, 应用 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理软件系统进行遥感影像解译, 发现在近 12 年向海湿地所在地的通榆县水域面积缩小了 78.50%, 为 4.6 万 hm²。在遥感影像中可以清晰地看到以湖泊沼泽为中心, 盐碱地呈近似同心圆状或条带状镶嵌其周边, 随湖水面积缩小, 其周边盐碱地的面积扩大, 呈现出此消彼长的规律。有 1/3 的湿地相应变成了盐沼或盐碱地。

(4) 森林资源退化严重, 生物多样性锐减

向海湿地是吉林省唯一生长较好、集中成片的蒙古黄榆天然次生林分布区, 天然林是该区重点保

护对象。近年来, 由于湿地严重缺水, 土被和植被的生长受到严重破坏, 天然林退化严重。在气候干旱化和水环境结构变化的影响下, 森林生态系统的稳定性受到严重威胁, 区内诸多水禽、涉禽的栖息繁殖生境丧失, 生物多样性锐减。湿地上生长的芦苇沼泽面积约减少 13 300 hm², 产量降低, 1964 年至 1984 年芦苇面积和产量变化见图 3。

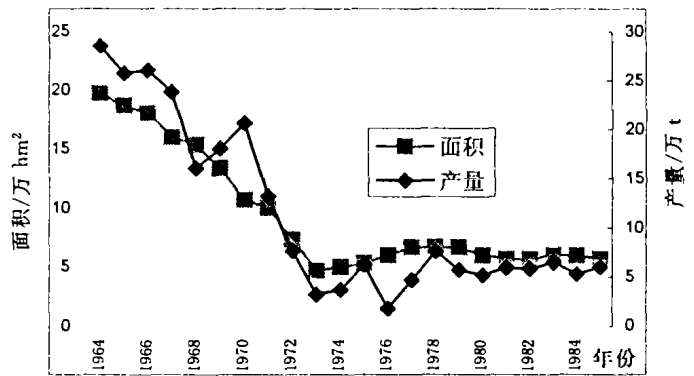


图 3 向海湿地苇田面积、产量变化曲线

Fig. 3 Change curve of reed area and yield in the Xianghai wetland

3 湿地水环境退化驱动力分析

向海湿地环境退化的驱动机制主要包括以下几个方面:

(1) 气候干旱化导致区域水环境大系统缺水

水资源系统是时空密切联系的动态系统, 水量平衡是区域水资源持续利用的重要保证。湿地水环境系统是区域水环境大系统的一个分支, 处于大气降水、土壤水、地下水和地表水所组成的四水系统中。系统中任何一个部分的变化必然引起整个系统水量平衡的变化^[6,7]。

近 20 年来, 伴随着全球气候变暖趋势, 吉林西部气候趋于干旱化, 平均降水量减少了约 1/3, 更主要的是有效降水量减少, 多为小于 10 mm 以下的降水且每一场降水几乎全被蒸发掉。而且近 10 年来几乎是连年高温、干旱, 大量的地表水、土壤水和潜水被蒸发, 消耗了水资源量。

(2) 上游补给水源的不足和水利设施的影响

向海湿地的水源主要依靠霍林河和额穆泰河的补给, 这两条河流均为季节性河流, 仅在洪水期获得补给。其中霍林河上游白云花水库的修建对下游产生较大的影响, 每年的 4~6 月由于中上游灌溉用水

的增加,下游水量陡减,如遇到枯水年下游可发生断流,沿河湿地得不到充足的地表水补给,水位下降^[4]。目前向海水库水利基础设施不完善,原有水利设施又已破损,不能保证湿地水量的充分供应,也是造成湿地水源不足的一个影响因素。

(3)对土地资源的不合理开发,加速湿地周边地区荒漠化的扩展

受经济利益的驱使,人类盲目开垦湿地资源,导致湿地中的芦苇生长受到严重破坏,面积和产量急剧下降,原来的芦苇变成了旱塘,局部地段湿地率下降10%以上。湿地率的下降和芦苇的减少,导致湿地的疏干,草根层破坏,植被演替降低了湿地对洪水的拦蓄功能。同时,湿地破坏后湿地向地下水补给水分的功能丧失,降低了地下水储量。湿地疏干后,湿生植被演变为中生或旱生植被,覆盖率降低,扩大了地表蒸腾蒸发,加剧了干旱化、盐碱化和风沙化的程度,导致区域生态环境的恶化。

4 退化湿地的水资源环境修复对策

向海湿地是东北地区西部的典型河流洪泛湿地,不仅具有较高的生产力,而且也是一个复杂的生态系统。对其进行合理的综合开发利用,使其充分发挥河流洪泛湿地功能,增加区域生态系统服务功能是吉林西部生态环境建设和社会可持续发展的关键。要实现这一目的就必须对湿地资源作综合考察,根据区域自然地理条件和湿地类型特征开展综合研究。水资源是湿地研究的一个重要方面,也是退化湿地修复的关键因子,通过对湿地水环境系统退化的现状及退化的驱动机制分析,从湿地恢复的水资源管理方面提出以下对策^[6]。

(1)流域水资源的合理开发利用

由于向海湿地的水主要来源于霍林河,而霍林河是一条跨省河流,因此流域上下游对水量的合理分配直接关系到向海湿地的生存和发展。应从大系统、全流域的角度分析,制定水资源开发利用规划,保证湿地的最佳需水量。

(2)从四水转化的观点出发制定水资源综合利用方案

湿地在雨水丰沛期接纳雨水并渗入地下含水层,补给地下水,湿地通过对洪水的储存、分洪、行洪和泻洪过程达到了对洪水的控制作用和储存水资源的作用,因此在湿地开发利用水资源的过程中应充

分遵循四水转化的规律,采用适宜的手段将洪水期的水分充分保留,使其转化为地下水,以备干旱季节调节使用。因此进行地下水库的调蓄研究在湿地恢复和保护中具有积极的意义。

(3)水利工程建设

向海湿地的水源主要来自于霍林河、额穆泰河及洮儿河引水工程。额穆泰河水量极小,十年九枯,基本无水可引;而霍林河虽然水源丰富,但季节性较强,丰水期水量大、下泄快,储在湿地的水量不大。向海水库目前还可储水 $1.0 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。通过修建引霍入向工程可以保证湿地在枯水期保持相对稳定的水位和水面,维持区域生态系统平衡。兴建霍林河分洪入向工程,可将灾害的洪水转变成有用资源,既减灾又有效地利用了宝贵的水资源。修复引洮入向水利工程,维修和建设向海水库,也是确保向海湿地生存和健康发展的主要途径。排洪的同时,结合排洪工程,在合适的地段修建蓄水、引水灌溉工程,可使排洪与灌溉有机结合,达到湿地恢复的目的和水资源的可持续利用。

(4)生态技术和生态工程

湿地的退化是多方面的,不仅表现在水环境系统上,湿地退化在外观上表现为生物多样性的降低或丧失,自然景观的衰退。因此,湿地恢复可以通过生态技术或生态工程对退化或消失的湿地进行修复或重建,再现干扰前的结构和功能以及相关的物理、化学和生物特性,使湿地发挥应有的作用。恢复目标主要集中在洪水危害的减小、水质的净化和河岸植被覆盖度的提高,防止侵蚀或沉积物进入河道,加强农业非点源污染管理以修复河流水质,加强珍稀水禽保护。对于湖泊水体的净化,不但要加强污染源的管理,切断污染源,并针对湖底的沉积毒物进行污水深度处理及生物调整。

综上所述,可以看出向海湿地的退化与恢复是一项复杂的系统工程,在这一大系统中水起了关键的作用。因此,应重点研究湿地水环境系统,通过对湿地的水文系统分析、湿地水环境系统结构和功能分析等,进一步开展湿地生态需水量的研究,建立湿地水环境模拟模型和水环境系统调控模型,确定湿地恢复的最佳水资源量阈值,为湿地生态环境的保护和湿地资源的开发利用提供科学依据。

的变化和地壳均衡运动,产生内核的南北漂移和外核的异常涡旋,形成两极地磁异常变化。这是地震、冰期与地磁异常变化对应的原因,气候变化与构造运动是相互影响的^[1,2,5,6]。

参考文献(References):

- [1] Frakes L A. Climates throughout geologic time[M]. Amsterdam-Oxford-New York; Elsevier Scientific Publishing Company, 1979: 182, 192, 200, 223, 315.
- [2] 杨学祥. 太平洋环流速度减慢的原因[J]. 世界地质, 2003, 22(4): 380-384.
YANG Xue-xiang. The reason for the velocity in Pacific circumfluence becoming slower[J]. Global Geology, 2003, 22(4): 380-384.
- [3] 梁湘三, 于洪华, 苗育田. 南极绕极环流与太平洋水交换的研究概况[A]. 见: 周秀骥主编. 南极与全球气候环境的相互作用和影响研究进展[C]. 北京: 科学出版社, 1995: 74-80.
LIANG Xiang-san, YU Hong-hua, MIAO Yu-tian. Survey of the research on the exchange between the

stream round the antarctic and the Pacific water[A]. In: Zhou Xiu-ji, ed. The process of the research on the interactive effects and influence between the Antarctic and the earth climate circumstance[C]. Beijing: Science Press, 1995: 74-80.

- [4] 郭琨, 谢思梅, 包澄澜. 南极海冰图集及资料[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 395-650.
GUO Kun, XIE Si-mei, BAO Cheng-lan. Photos and data on Antarctic sea ice[M]. Beijing: Science Press, 1991: 395-650.
- [5] 杨学祥. 青藏高原隆升的潮汐-均衡模式[J]. 世界地质, 2003, 22(2): 119-123.
YANG Xue-xiang. A tidal-isostasy model for the uplift of Qinghai-Tibet Plateau[J]. Global Geology, 2003, 22(2): 119-123.
- [6] 杨学祥. 大气、海洋与固体地球的能量交换[J]. 世界地质, 2004, 23(1): 28-34
YANG Xue-xiang. Energy exchange among atmosphere, ocean and lithosphere[J]. Global Geology, 2003, 23(1): 28-34.

(上接 444 页)

参考文献(References):

- [1] 陈宜瑜. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995.
CHEN Yi-yu. Study of wetlands in China[M]. Changchun: Jilin Sciences and Technology Press, 1995.
- [2] 黄锡畴. 中国沼泽研究[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
HUANG Xi-chou. Study of the wetland in China[M]. Beijing: Science Press, 1988.
- [3] 翟金良, 何岩, 邓伟. 向海国家级自然保护区湿地功能研究[J]. 水土保持通报, 2002, 22(3): 5-9.
ZHAI Jin-liang, HE Yan, DENG Wei. Wetland functions of the Xianghai natural reserve[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2002, 22(3): 5-9.
- [4] 王国平, 张玉霞. 水利工程对向海湿地水文与生态的影响[J]. 资源科学, 2002, 24(3): 26-30.
WANG Guo-ping, ZHANG Yu-xia. Impact of reservoir project on hydrological and ecological environment of Xianghai wetlands[J]. Resources Science, 2002, 24(3): 26-30.
- [5] 张艳红, 邓伟. 洪流洪泛湿地的功能特征及综合开发利用——以向海湿地为例[J]. 国土与自然资源研究,

2002, (1): 51-53.

- ZHANG Yan-hong, DENG Wei. The function and integrative exploitation for river flooding wetland — A case study at Xianghai wetland[J]. Territory and Natural Resources Study, 2002, (1): 51-53.
- [6] 王占兴, 宿青山. 白城地区地下水及第四纪地质[M]. 北京: 地质出版社, 1985.
WANG Zhan-xing, XU Qing-shan. Groundwater and Quaternary geology in the Baicheng[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985.
- [7] 王常明, 郑毅. 半干旱的吉林西部地区水文地质环境与土地盐碱化[J]. 长春地质学院学报, 1992, 22(2): 203-207.
WANG Chang-ming, ZHENG Yi. Hydrogeological environment and land salinization in semiarid region of west of Jilin Province[J]. Changchun University of Earth Sciences, 1992, 22(2): 203-207.
- [8] 张永泽, 王焜. 自然湿地生态恢复研究综述[J]. 生态学报, 2001, 21(2): 309-314.
ZHANG Yong-ze, WANG Xuan. A review of ecological restoration studies on natural wetland[J]. Acta Ecological Sinica, 2001, 21(2): 309-314.