

三江平原沼泽湿地水文水资源环境变化分析

李伟业¹,付 强^{1,2},赵 青³

(1. 东北农业大学 水利与建筑学院,哈尔滨 150030;2. 北大荒集团公司 博士后科研工作站,哈尔滨 150040;
3. 农垦建三江分局 水务局,黑龙江 富锦 156100)

摘 要:通过对沼泽湿地所特有的水文特征和水量平衡方程的研究,详细分析了三江沼泽湿地变化的影响因素。指出人类活动的干扰直接导致沼泽湿地水文水资源环境的变化,湿地面积不断地减少,使湿地生态功能不断下降。应采取必要的措施控制三江平原地区湿地生态环境的恶化。

关键词:沼泽湿地;水文;水资源

中图分类号:TV213.9;X171.1 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2007)06-0298-04

Environment Changes of Analysis on the Hydrographic and Water
Resources of Marsh Wetland in the Sanjiang Plain

LI Wei-ye¹,FU Qiang^{1,2},ZHAO Qing³

(1. College of Water Conservancy and Building Engineering, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;2. Doctoral Working Station of Beidahuang Company, Harbin 150040, China;3. A Agricultural Reclamation Water Conservancy Department of Jiansanjiang, Fujin, Heilongjiang 156100, China)

Abstract :A study on marsh wetland through their own hydrographic characteristics and water balance equation ,the affecting factor on the changes of marsh wetland are analyzed in detail in the Sanjiang Plain. It is put forward that human activities disturbance has lead to the hydrographic and water resources environment changes directly ,continuing reduction in area and loss in ecological function of wetland. The necessary measures should be taken to control the ecological environment change to be worse in the Sanjiang Plain.

Key words :marsh wetland ;hydrographic ;water resources

湿地是水陆相互作用形成的独特生态系统类型和重要的自然资源,具有蓄洪防旱、净化污水、涵养水源、调节气候及降解环境污染等生态服务功能。沼泽湿地是重要的湿地类型。

三江平原位于黑龙江省东北部,是我国著名的低湿地平原,总面积 1 089 万 hm^2 。该区地势平坦,土地连片,区内沼泽广布,水土资源极为丰富,是我国沼泽湿地集中分布且面积最大的区域。经过半个多世纪的开发,已成为我国最大的农场群和商品粮基地,但由于过度的开发和破坏,使得区内气候变干、河流径流量减少、地下水位下降、环境污染加剧以及动植物资源减少等,严重影响了三江平原的生态环境。

1 沼泽湿地水文特征

水文条件赋予湿地生态系统区别于陆地生态系统和水生生态系统独特的物理化学属性。水文条件可能是制约沼泽生态系统发展演化最重要的条件,也对沼泽湿地生态恢复和重建具有关键的制约作用^[1]。沼泽湿地是众多湿地类型中的一种,它是介于草甸与水体之间的特殊的自然综合体。它的水文特征取决于它的地表和地下水文状况、土壤含水性和透水性、地貌类型以及降水和蒸发等特征要素及变化方面。

1.1 三江平原典型沼泽湿地水文特征分析

三江平原典型沼泽湿地分布区地势平坦,微地貌复杂,

其中平原、洼地和沼泽 664.3 万 hm^2 ,占 61%;山地、丘陵 424.7 万 hm^2 ,占 49%(见图 1)。陆面、水面相间,地表常有薄层积水,积水状况随季节的变化而各不相同,有常年积水型,季节性积水型以及土壤常年过湿型。沼泽湿地积水深度的变化反映着湿地蓄水量的变化,而湿地蓄水量的变化则是湿地水分收支的结果^[2]。

巨大的持水性是沼泽湿地土壤的一大特性,其持水量高出一般土壤 2~8 倍。沼泽的含水性质是指含于草根层或泥炭层中的水分,以重力水、毛管水、薄膜水、渗透水、化合水 5 种形式存在。草根层的结构呈海绵状,孔隙度大,保持各种水分的能力也大。三江平原沼泽湿地泥炭土和泥炭沼泽土表层饱和持水量高达 600%~900%,腐殖质沼泽土和草甸沼泽土表层为 100%~600%。土壤的毛管持水量前者为 500%~600%,后者多在 100%左右。土壤的田间持水量分别为 400%~500%,40%~85%(表 1)。沼泽土壤中淤泥沼泽土的持水量最小。沼泽土壤的各种持水量均由表层向下迅速减小。此外,土壤持水量还与土壤类型、有机质含量及有机质的残体组成和分解度等密切相关。沼泽土壤的渗透性主要是指草根层与泥炭层的渗吸作用和渗透作用,渗透作用是分子力、毛管力和重力共同作用的结果。三江平原几种

收稿日期:2007-01-03

基金项目:国家自然科学基金(30400275);黑龙江省攻关项目(黑龙江省青年科学基金, QC04C28)

作者简介:李伟业(1977-),男,黑龙江穆棱人,硕士,主要从事湿地生态承载力研究。

通信作者:付强(1973-),男,辽宁锦州人,教授,博士生导师,主要从事农业水土资源系统分析、节水灌溉及农业系统工程建模与优化技术研究。

主要沼泽土壤的渗透系数^[3]见表 2。

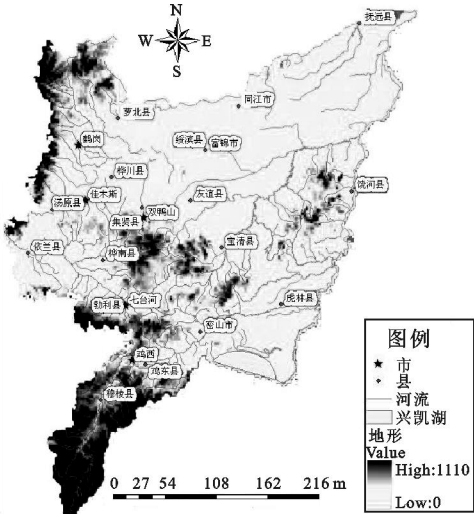


图 1 三江平原地形、水系示意
表 1 三江平原沼泽土壤的持水量

沼泽土壤亚类	深度/ cm	饱和 持水量/ %	毛管 持水量/ %	田间 持水量/ %
草甸沼泽土	0 - 8	124	107	85
	8 - 16	93	75	44
泥沼泽土	0 - 10	124	110	
	10 - 20	69	49	
腐殖质沼泽土	0 - 20	610		
	0 - 30	563		
泥炭沼泽土	0 - 20	860	608	472
	20 - 35	645	556	448
	35 以下	60	33	31
泥炭土	0 - 15	970		
	18 - 37	845		
	40 - 55	618		
	56 - 62	654		

表 2 三江平原沼泽土壤的渗透系数

沼泽土壤 亚类	深度/ cm	渗透系数/ ($1 \times 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	土壤层
草甸 沼泽土	2 - 6	6.59	草根层
	8 - 12	1.28	草根层夹多量土粒
	2 - 6	7.58	草根层
	8 - 12	5.43	草根层
泥炭 沼泽土	0 - 10	12.7	草根层
	10 - 20	10.6	泥炭层
	20 - 30	1.12	泥炭层夹大量土粒
泥炭土	9 - 18	11.7	草根层
	0 - 15	10.5	草根层
	0 - 15	8.68	泥炭层
	18 - 37	8.17	泥炭层
	40 - 55	8.28	泥炭层
	56 - 62	3.67	泥炭层

1.2 典型沼泽湿地水量平衡方程^[2]

沼泽湿地是一种地表常年积水或过湿的特殊生态系统，水分循环对于它的能量与物质循环具有决定性的意义。天然形成的碟型洼地沼泽一般就是一个相对比较独立的系统，其一定时段内的水量平衡方程可用下式表示：

$$P + P_s + R_l = R_Q + E + E_{\pm} + W \tag{1}$$

式中： P ——大气降水； P_s ——水汽凝结量； R_l ——地表径流输入； R_Q ——地表径流输出； E ——水面蒸发； E_{\pm} ——沼泽植物蒸腾； W ——时段内沼泽蓄水量的变化。对于闭合流域沼泽湿地生态系统，一般可认为 $R_l = 0$ 。

上式即为闭合流域沼泽湿地生态系统的年水量平衡方程式。

2 三江平原沼泽湿地变化影响因素

2.1 气候变化

气候是湿地形成、发育、演替和退化影响因素之一。气候变化对区域水文系统的影响主要通过温度和降水对各主要水文要素产生直接或间接影响^[4]。三江平原属大陆性季风气候，冬季盛行极地大陆气团，气候干燥，降水较少；夏季有副热带海洋空气流入，降水较充沛。年平均气温 1.9℃，年降水量为 500～600 mm，雨量多集中在 6 - 9 月，占全年降水的 70 %。

图 2 - 3 是三江站 1956 - 2005 年 5 a 平均气象资料。从图 2 中可以看出三江平原气温在 20 世纪 60 - 70 年代末的低温阶段，70 年代中期到 80 年代末的波动阶段和 80 年代末至今的持续高温阶段，从 90 年代至今平均温度达 2.8℃，比 90 年代以前平均高出 1℃；从图 3 中可以看出降水量在不断下降，而蒸发量稳中升高，且降水量年内分布严重不均，多集中于夏秋季节，洪涝和干旱灾害频繁，其中 7 - 9 月降水量就占全年降水量的 50 %～60 %，降水年际变化的变率为 15 %～20 %，有连旱、连涝的特点，春、秋季的变率较大，可达 25 %～40 %。据统计，全区 1949 - 1969 年，旱灾的发生频率为 23.8 %，涝灾的发生频率为 33.3 %；而 1970 - 1990 年，旱灾的发生频率为 33.3 %，涝灾发生的频率为 47.6 %。1998 年发生在嫩江的特大洪水及 2000 年松辽西部出现的特大旱^[5]。

湿地具有调节气候的功能，上述气候的变化与湿地的退化和面积急剧减少有很大关系。当湿地大面积存在时，由于湿地长期或季节性积水，水热容量大，消耗太阳能多，地表增温困难；同时强烈蒸发导致近地层空气湿度增加，气候较周边地区冷湿^[6]。同时，湿地的增湿降温作用与湿地植被面积大小有关。湿地植被面积越大，其冷湿效应越显著^[7]。但是随着三江平原沼泽湿地大面积的丧失，气候条件发生了明显的变化——气温增高、降水量减少、湿度降低，目前气候“冷湿”的三江平原已经趋向于“暖干”^[8]。

2.2 区域径流变化

2.2.1 沼泽径流

沼泽径流是维持沼泽湿地生态系统的重要因素。所谓沼泽径流，主要包括表面径流和表层流两部分。一般情况下，不易产生沼泽表面径流，当沼泽水位低于沼泽表面时，沼泽径流为表层流，当沼泽水位上升到沼泽表面时才产生表面径流。一般年份，除降雨集中季节外，多数降雨条件下沼泽径流是表层流^[9-10]。

刘振乾^[11]等利用系统动力学原理和方法，选择沼泽蓄水量（包含淹水期长度和淹水深度）为沼泽安全阈值判定指标，对三江平原沼泽湿地蓄水量进行动态仿真。分析表明，维持沼泽湿地生态系统稳定发展的需水量临界值应为保持沼泽湿地在生长期中积水深度在 10 cm 以上，但考虑演替方向的可逆性，短期缺水引起的植被变化可在水分得到补偿后恢复原来状况，因此推断生长期中水深达到该标准的时间不

少于 4 个月为维持沼泽湿地生态系统平衡的临界需水量。按此标准,按多年平均降水量计算出三江平原沼泽安全阈值

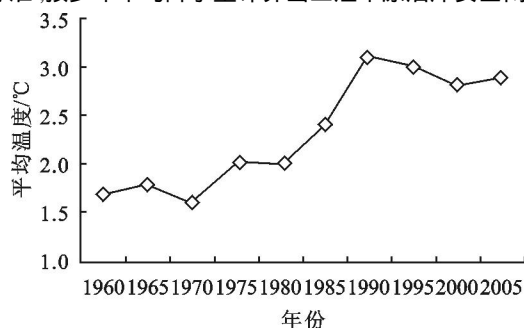


图 2 1957 - 2005 年 5 a 平均温度

安全阈值表明,维持一定水量和水位是湿地生态系统正常发育的最低保证,形成临界湿地水文条件所需的临界水量。但是对三江平原即使在正常气候条件下,由于人类开发和干扰,也无法长期维持水量平衡,沼泽湿地生态系统会向干旱方向退化。

2.2.2 河流径流

三江平原流域总面积 $9.45 \times 10^6 \text{ km}^2$,区内有大小江河 190 余条,分属黑龙江、松花江和乌苏里江 3 大水系。沿河两岸多遗留古河道、牛轭湖、碟形洼地密布,地表径流滞缓,内水不能外排,地表水为沼泽形成提供了有利空间和充沛水源,每到汛期一些河流受黑龙江、松花江、乌苏里江的江水顶托,提高了河流承泄水位,使两岸底平地排水更为困难,促使沼泽形成。

挠力河流域作为三江平原一个典型的湿地流域,穿过并孕育了大片沼泽。目前,流域中的 4 个湿地自然保护区在保护三江平原生物多样性和维持生态系统功能和过程方面极具代表性。刘红玉、李兆富^[12]在挠力河流域水文情势变化过程分析中选择位于流域下游、具有大面积湿地分布的菜嘴子水文站的长期观测数据进行分析。从年流量系列变化来看,菜嘴子站 1965 - 1999 年流量呈稳定下降趋势,总的变化趋势是最小和最大流量变化向极端化方向发展,即最小流量越来越小,而最大流量越来越大。如在枯水的干旱季节(1 - 3 月),1975 - 1984 年月均最小流量与 1965 - 1974 年相比减少了 58%,1985 - 1999 年继续减少了 76%。在降雨丰富的湿季(8 - 9 月),月均最大流量 1975 - 1984 年平均增加了 59%,而 1985 - 1999 年继续增加了 88%。河流断流的干期天数从 1975 年开始增加,由 1974 - 1985 年期间的 321 d 增加到 1985 - 1999 年期间的 419 d。

可见湿地面积越大,干期流量越大,河流不会出现断流的局势;而对湿期的影响是湿地面积越大越能降低洪峰流量,否则只能导致最小流量减少,直到断流,而最大流量增加导致洪水频率和强度增大^[12]。

2.3 土地利用方式的改变对沼泽湿地的影响

新中国成立后,三江平原共经历了 4 次开荒高潮,三江平原沼泽的面积正在日益缩小,沼泽已经到了完全破碎化的边缘。主要景观类型已经由沼泽湿地转为农田,湿地所占的面积比率大幅度下降,引起了诸多环境问题,已经危及到该区域的可持续发展。

王宗明等^[13]研究表明,从 1980 - 2000 年,三江平原不

约为 $1\,458 \text{ km}^2$,约略为 $1\,500 \text{ km}^2$ 。

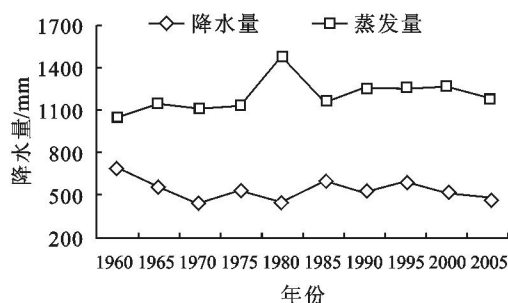


图 3 1957 - 2005 年 5 a 平均降水量、蒸发量

同土地利用类型面积都发生了改变,而其中变化幅度最大的是湿地与耕地。湿地面积减少 103.8 km^2 ,变化率达到 -53.37% ;耕地面积增加了 122.3 km^2 ,变化率达到 30.7% 。侯伟^[14]等在分析了三江平原北部地区土地利用类型变化时指出,湿地面积减少最快的时期为 1976 - 1986 年。1954 年,湿地面积有 195.2 km^2 ,占区域总面积的 52.49% ,耕地面积有 19.7 km^2 ,占总面积的 5.29% ,发展到 2000 年,湿地面积继续减少到 58 km^2 ,仅占总面积的 15.71% 。耕地面积增加到 192.6 km^2 ,占总面积的 51.81% 。湿地减小的面积基本上都转换为耕地。

根据调查资料表明,长期以来三江平原大面积开荒,基本上是开垦天然草甸湿地、沼泽化草甸湿地和沼泽湿地。随着湿地的开垦,原有岛状林被砍伐,湿地植被遭到破坏,致使土壤风蚀、沙化和水蚀面积扩大,已垦荒地重用轻养,土壤肥力下降。

2.4 水利工程措施的影响

水利工程的修建也显著改变了地表水文情势。如挠力河和其各主要支流上修建大中小型水库数十座,大大减轻了中下游洪涝灾害的威胁。与此同时,天然湿地面积伴随着大规模开发相继减少,水深、水周期发生了明显变化。洪河国家自然保护区上大规模排水工程的修建,别拉洪河上中游河道的人工取直挖深,使原来浓江河上游水流入别拉洪河进入乌苏里江。水分通过排水渠不断排出,直接改变了地表水文循环状况,导致湿地水量急剧减少,湿地破碎化不断加剧,使沼泽湿地不断退化。

3 湿地水文水资源的变化生态效应分析

(1) 式中 W 项是决定沼泽湿地生态系统变化的关键因素。在沼泽湿地未受到人类干扰时,与下垫面条件关系不大,因此沼泽湿地在水量平衡中的作用主要表现降水量 P ,凝结水 P_s ,沼泽径流 R_i ,地表径流输出 R_o 和沼泽蒸发的变化上。与其它生态系统相比,由于沼泽具有很强的含水、蓄水能力,即 W 项数值较大,因此可缓解由于降水量变化而引起的干旱或洪涝灾害,均化河川径流,维持区域水平衡。但是随着人类干扰程度不断增强,气候因素和区域径流的变化以及下垫面条件改变等等,使沼泽湿地水平衡、循环系统遭到破坏,导致 W 项数值急剧变小,沼泽湿地面积加剧萎缩、消失。

由于湿地大面积的减少,生态环境发生了改变,极大地影响了湿地的水文条件,严重削弱了湿地蓄水防旱的功能,区域旱涝形势加剧,地下水位下降,湿地涵养水源、净化空气、调节气候、蓄水防洪及维持生物多样性的功能降低。

4 结 语

三江平原是我国湿地的集中分布区,已经被列入国际湿地重要名录和中国重点保护湿地名录,应采取必要的措施控制和改善三江平原地区湿地生态环境恶化。在加强保护现有湿地自然保护区的基础上,加强湿地科学考察和科学的研究,制定合理退耕还湿计划安排和措施,增设退耕还湿建设重点区域,设立环境监测网络系统,建立湿地资源信息数据库,加强湿地保护宣传教育和管理规划,优化水资源配置,逐步改善沼泽湿地边界水文条件,恢复地表径流、湿地植被和湿地的生态功能,促进区域资源可持续利用。

参考文献:

[1] Mitsch W J , Gosselink J G. Wetlands[M]. New York: Van Nost rand Reinhold Company Inc. ,1986:286 - 307.

[2] 王毅勇,宋长春. 三江平原典型沼泽湿地水循环特征[J]. 东北林业大学学报,2003,31(3):3 - 7.

[3] 陈刚起. 三江平原沼泽研究[M]. 北京:科学出版社,1996:52 - 56.

[4] 沈大军,刘昌明. 水文、水资源系统对气候变化的影响[J]. 地理研究,1998,17(4):435 - 441.

[5] 刘兴土,松嫩 - 三江平原湿地资源及其可持续利用[J],地理科学,1997,17(增刊):451 - 460.

[6] 刘兴土,马学慧. 三江平原自然环境变化与生态保育[M]. 北京:科学出版社,2002:59 - 173.

[7] 张芸,吕宪国,倪健. 三江平原典型湿地冷湿效应的初步研究[J]. 生态环境,2004,13(1):37 - 39.

[8] 张树清,张柏,汪爱华. 三江平原湿地消长与区域气候变化关系研究[J]. 地球科学进展,2001,16(6):836 - 837.

[9] 陈刚起,张文芬. 三江平原沼泽对河川径流影响的初步分[J]. 地理科学,1982,2(3):254 - 263.

[10] 陈刚起. 三江平原沼泽径流的实验研究[M]// 黄锡畴. 中国沼泽研究. 北京:科学出版社,1988:120 - 125.

[11] 刘振乾,王建武,骆世明,等. 基于水生态因子的沼泽安全阈值研究[J]. 应用生态学报,2002,13(12):1610 - 1614.

[12] 刘红玉,李兆富. 三江平原典型湿地流域水文情势变化过程及其影响因素分析[J]. 自然资源学报,2005,20(4):493 - 500.

[13] 王宗明,张树清,张柏. 土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响[J]. 中国环境科学,2004,24(1):125 - 128.

[14] 侯伟,匡文慧,张树文,等. 近 50 年来三江平原北部土地利用/土地覆被变化及生态效应分析[J]. 生态环境,2006,15(4):752 - 756.

[15] 罗先香,何岩,邓伟. 三江平原沼泽湿地水系统研究浅析[J]. 生态学杂志,2003,22(1):40 - 42.

[16] 邓伟,潘响亮,栾兆擎. 湿地水文学研究进展[J]. 水科学进展,2003,14(4):521 - 525.

(上接第 297 页)

响应不足以平衡水环境所受的资源量减少和水体受污染的双重压力,从而最终导致 1999 - 2005 年水环境生态安全综合评价价值总体趋势下降。另外,从各年的指标评价价值可见,压力评价价值所占的比重越来越大,水环境状态评价价值的比重则在不断下降,而水环境生态安全响应评价价值的比重上下波动,这一方面说明人类采取积极有效的措施能够有效地减缓水环境的恶化趋势,但另一方面也向人们敲响警钟:水资源短缺和水体污染仍在进一步加重,水环境条件仍在不断恶化中,需要继续采取各种节水措施,缓解对水环境的压力,改进节水和净水技术,加强对水库和河流的综合治理和生态建设以维护枣庄市水环境生态安全。

6 结 论

枣庄市水环境生态安全评价综合值总体趋势下降,水环境生态安全已经进入预警状态,并且生态安全水平持续下降,为了建设南水北调东线工程山东段的清水廊道。必须加强枣庄市蓄水调水工程建设以提高水资源调蓄能力,同时要加快建设节水型社会,进一步严格控制排放总量,继续削减污染,特别是要采取措施进行农村面源污染的控制和治理。

参考文献:

[1] 枣庄市统计局. 枣庄市统计年鉴[Z]. 北京:中华书局出版,2005:41 - 67.

[2] 山东省统计局. 山东省统计年鉴[Z]. 北京:中国统计出版社,2003:32 - 37.

[3] 枣庄市统计局. 枣庄市统计年鉴[Z]. 北京:中华书局出版,2006:128 - 132.

[4] 山东省统计局. 山东省统计年鉴[Z]. 北京:中国统计出版社,2006:219 - 223

[5] 刘汝节,等. 枣庄市水环境现状调查及污染防治措施[J]. 山东水利,2003,10:18.

[6] 陈国阶,何锦峰. 生态环境预警的理论和方法探讨[J]. 重庆环境科学,1999,21(4):8 - 11.

[7] 贾绍风,等. 区域水资源压力指数与水资源安全评价指标体系[J]. 地理科学进展,2002,21(6):538 - 545.

[8] 韩字平,阮本清. 区域水安全评价指标体系初步研究[J]. 环境科学学报,2003,23(2):267 - 272.

[9] 左伟,等. 区域生态安全评价指标与标准研究[J]. 地理学与国土研究,2002,18(1):67 - 71.