

文章编号: 1000-0690(2000)-0361-06

松嫩平原西部盐沼的形成与演化

李取生, 邓伟, 钱贞国

(中国科学院长春地理研究所 长春 130021)

摘要: 本文运用环境变迁的理论和方法, 较系统地分析了松嫩平原西部盐沼的形成与演变机制。本区沼泽形成的主要控制因素是古河道变迁、新构造运动、风力作用、古气候变化。沼泽残余盐碱化与晚更新世松辽大湖的消亡、河道变迁有关, 现代盐碱化则主要是水利工程、植被破坏和气候变化引起的, 而且呈迅速加剧的趋势。防治沼泽盐碱化的主要措施是实施水稻和芦苇开发、大规模建立蓄洪区和自然保护区。

关键词: 松嫩平原; 沼泽演变; 盐碱化机制; 防治措施

中图分类号: S156.4+1 文献标识码: A

盐沼即盐碱化沼泽。根据土壤分类及水质划分标准, 本文包括土壤含盐量大于 1g/kg, 水体矿化度大于 1g/L 的沼泽。松嫩平原西部盐沼面积 57.8 万 hm^2 ^①, 是本区重要的土地资源和生态景观。近年来, 本区生态环境日益恶化, 已严重制约了当地农业和农村经济的发展, 引起了各级政府尤其是吉林省政府的高度重视。松嫩平原西部的几个主要生态环境问题, 如特大洪水问题、地下水补给与合理利用问题、土地盐碱荒漠化与沙漠化问题等, 都与本区最活跃的生态因子之一——盐碱沼泽湿地密不可分。所以, 探讨本区盐碱沼泽形成演化规律, 对于进行盐碱沼泽湿地的科学管理, 重建本区生态环境, 实现农业和农村经济的持续发展, 具有重要的指导意义。

多年来, 前人对西部盐沼做了大量的研究工作。50年代开展第一次土壤普查, 70年代完成了泥炭资源调查, 80年代完成了第二次土壤普查^②, 建立了向海、扎龙等湿地自然保护区, 对本区盐碱沼泽土壤特性和动植物资源尤其是国家二级保护动物——丹顶鹤等珍禽进行了大量的研究工作。90年代以来开展了盐碱沼泽开发试验示范研究、沼泽补充调查与沼泽志的编写工作及湿地调查^[1~8]。本文在前人工作基础上, 从环境变迁的角度对本区沼泽形成演化尤其是沼泽盐碱化机制作些初步探讨。

1 盐沼的分布

松嫩平原西部盐沼主要分布在嫩江及其支流的河漫滩、冲积扇、过水洼地、古河道洼地、沙带的风蚀洼地及湖泊的湖滩地区。较大的集中连片分布区有 ①河流洪泛区沼泽: 双阳河尾间沼泽、乌裕尔河尾间沼泽(扎龙沼泽)、嫩江河漫滩沼泽、雅鲁河—绰尔河冲积扇沼泽、洮儿河冲积扇沼泽、霍林河向海沼泽、额穆泰河下游二龙—牛心套保沼泽; ②湖滨沼泽: 叉干泡、月亮泡、波罗泡、大布苏泡及杜蒙—新站一带的湖群湖滨沼泽; ③风蚀洼地沼泽: 舍力一套保沙地、齐齐哈尔—泰来沙地、杜蒙沙地等沙地中间的风蚀洼地(图1)。

本区盐沼的形成演变包括两方面内容, 一是沼泽的形成, 二是沼泽的盐碱化问题。盐沼作为一个多水的自然综合体, 其形成受气候、水文、地质、地貌、土壤、植被等诸多自然因子控制, 但其核心一是地质地貌变迁导致的易于积水的微地形, 二是能保持积水存在的适当气候条件。微地貌和气候条件不仅控制着小区域的积水环境, 而且控制着盐分表生地球化学循环过程。同时, 盐沼的产生不仅是现代环境作用的结果, 更主要的是古环境作用下在地质历史时期形成的产物。

收稿日期: 1998-11-16; 修订日期: 2000-04-08

基金项目: 本文为中国科学院湖沼基金二期支持项目的部分成果。

作者简介: 李取生, 男, 1965年生, 研究员, 主要从事区域生态治理与农业持续发展方面研究。E-mail: Liqusheng@mail.ccig.ac.cn

①易富科, 东北地区资源环境遥感宏观调查与动态研究, 1996年。

②吉林省白城地区土壤普查办公室, 白城土壤, 1988年。

mm, 年蒸发量却达 1500~2000 mm, 干燥度达 1.1~1.4, 特别是春、秋季节, 干燥度达 1.6~2.0, 大部分沼泽出现季节性干涸, 极有利于地下水盐分上返, 产生盐碱化。

3 沼泽盐碱化机制

盐碱含量高是本区沼泽的显著特点。沼泽盐碱化是本区土地盐碱化的重要组成部分, 是沼泽生态系统退化和沼泽陆地化的重要表现形式。它包括残余盐碱化和现代盐碱化两个过程。

3.1 沼泽残余盐碱化

松嫩平原残余盐碱沼泽主要分布在大安、通榆、乾安、大庆、安达及农安的高中洼地区, 集中分布在这些地区的闭流湖盆、更新世古河道洼地和风蚀洼地等地貌类型。残余盐碱化沼泽面积占盐碱沼泽总面积的一半左右。它具有盐碱化程度较重的特点, 沼泽表层土壤含盐量大于 3 g/kg 以上, 在空间分布上具有东重西轻的特点。主要盐沼植被为碱蓬 *Suaeda Forsk* 等耐碱植物。除闭流湖盆盐沼外, 古河道盐沼和风蚀洼地盐沼都在残余盐碱化过程基础上明显地叠加了现代盐碱化过程。

沼泽残余盐碱化的形成机制主要是地质历史时期断陷闭流湖盆的形成、大面积古河道变迁和风蚀作用形成的闭流洼地。本区从早更新世晚期一直到中更新世晚期是一个大湖盆, 范围大致在齐齐哈尔—双辽—肇源—林甸—齐齐哈尔这一长椭圆形内, 面积约 5 万 km²。在湖盆的东北有一出口, 流向三江平原。晚更新世以来, 松辽分水岭缓慢抬升, 松辽大湖缩小, 河流发育。至晚更新世晚期整个松辽大湖基本消亡, 代之以河流水系^[15]。在湖泊消亡的过程中, 由于不均匀的构造运动, 在玉木冰期干冷气候作用下, 形成了不同规模的内陆闭流湖盆, 四周的地表径流汇入到湖泊后, 没有外流, 水分不断蒸发, 水中盐分残留在湖泊里, 并通过湖水下渗、侧渗到四周的浅层地下水和沉积物中。随着构造抬升和湖泊沉积, 大量咸水湖消失并留下成片的盐碱化沼泽、浅层地下咸水和含盐量高的沉积物。如乾安大布苏泡湖滩沉积物含盐量达 6 g/kg, pH 值达 10.3, 地表已形成大面积白色盐壳; 农安波罗泡湖滩沉积物含盐量达 3 g/kg, PH 值达 10.1。在月亮泡至叉干泡古河道, 通榆、乾安的霍林河古河道等更新世末——全新世古河道上古牛轭湖等地貌被不断淤积为浅碟形闭流洼地, 发育了大面积的碱蓬沼泽^[16]。

3.2 沼泽现代盐碱化

现代盐碱化沼泽主要分布在嫩江、洮儿河、霍林河及乌裕尔河沿岸及本区的全新世古河道洼地上。按行政区主要分布在通榆、洮南、洮北、镇赉、泰来、杜蒙、齐齐哈尔和林甸等平原西部县市。沼泽盐碱化程度较轻, 土壤含盐量一般为 0.2 g/kg 左右, 具有南重北轻的特点。沼泽植被主要为芦苇和香蒲 *Typha L.*, 是本区的重要苇源地。

作者认为沼泽现代盐碱化形成原因主要是人类活动与干旱气候的叠加影响。

河流防洪堤及水库的修建是产生沼泽次生盐碱化的主要原因。在修建河流防洪堤以前, 分布在河流沿岸及全新古河道的沼泽与河流均保持着季节性或年际性的水力联系, 即洪水季节沼泽区都是洪泛区, 仅干旱季节或干旱年份才断绝水力联系。因此, 始终保持淡水沼泽状态。但是, 自从修建防洪堤及水库以来, 由于没有导流设施, 隔断了沼泽与河流的水力联系, 产生次生盐碱化。野外采样与分析测试表明, 洮儿河下游河水矿化度仅为 0.287 g/L, 总碱度 168 mg/L, 而在其右岸的新荒泡和左岸的镇赉县岔台乡芦苇沼泽中, 由于洮儿河防洪堤隔断了它们与洮儿河水常年的水力联系, 致使水的矿化度分别达到 0.516 g/L 和 3.566 g/L, 总碱度分别达到 300 mg/L 和 2130 mg/L, 是洮儿河水的 2~12 倍。在霍林河流域, 由于修建了向海水库, 致使下游洪峰流量锐减, 额穆泰河甚至断流, 下游河漫滩沼泽得不到泛滥洪水补给。水的矿化度由上游的 0.5~0.6 g/L, 总碱度 310~350 mg/L, 到中下游增至 1.1 g/L 和 560~580 mg/L 左右, 是向海地区的 2 倍。额穆泰河历史上是典型的芦苇沼泽区, 芦苇高度达 2.5 m 以上, 茎围达 0.8 cm, 生长茂盛。上游的向海水库建成后, 基本成为废弃河道, 仅在 8~10 年一遇以上的洪水发生的时候才成为过水洼地。所以, 沼泽退化严重, 除牛心套保苇场得到引洮儿河水灌溉补充外, 其余沼泽景观均由芦苇退化为香蒲沼泽和碱蓬沼泽。土壤严重盐碱化, 其含盐量达 0.2~0.4 g/kg, pH 值 10 以上。个别地区直接旱化成为碱斑地(表 1)^[17]。

植被破坏也是加剧沼泽盐碱化的重要因素。一方面沼泽植被受到破坏后, 在春秋干旱季节加大了蒸发, 促进盐碱上返过程; 另一方面, 在沼泽洼地外围的植被破坏特别是草原破坏, 加剧了外围地区地表盐碱化, 这些盐碱经雨季的坡面径流又汇入沼泽洼地, 加重其盐碱化。

表 1 松嫩平原西部河流沼泽盐碱化特征

Table 1 Characteristic of Mire Salinisation in Western Songnen Plain

样 品	采样地点	矿化度	总碱度	pH 值
		g/L	mg/L	
洮儿河河床水	新荒乡永兴村北	0.287	168.00	8.70
月亮泡湖滨沼泽水	新荒乡 5 号坝北	0.528	300.00	8.44
新荒泡湖滨沼泽水	新荒乡 5 号坝南	0.516	293.97	9.05
洮儿河河漫滩沼泽水	镇赉县岔台乡南	3.566	2129.59	9.22
霍林河上游水库水	向海水库	0.544	312.59	8.95
霍林河上游河床	向海保护区	0.613	351.81	8.80
芦苇沼泽水	核心区			
霍林河中下游河	龙沼公路大桥	1.148	588.00	8.95
漫滩沼泽水				
霍林河下游湖滨沼泽水	叉干湖北侧	1.110	564.00	9.01

4 沼泽盐碱化防治与调控对策

前已述及, 松嫩平原盐沼有近一半面积属于现代盐碱化成因, 另一半的大多数也在残余盐碱化基础上

叠加了现代盐碱化过程。仅嫩江等河流的河漫滩上有少量沼泽尚未发生盐碱化。据测定, 沼泽盐碱化降低了沼泽 50%~80% 的生物生产能力, 恶化了水质和土壤理化性质, 破坏了其生态功能。严重的甚至陆地化成重碱地, 直接影响地下水补给和区域气候调节。所以, 如何防治沼泽盐碱化、合理调控沼泽水盐平衡, 在生态和经济上均具有重要意义。经过近年来我们从事的农业攻关试验, 结合地方经验, 可采取下列技术措施。

4.1 盐碱沼泽地水稻开发

有计划地选择部分灌溉水源丰富、排水条件方便的盐碱沼泽, 实行地表水或地下水灌溉、强制排水措施、采用隔离层旱育秧技术和水稻立枯病防治技术等关键技术, 在苏打盐碱沼泽地开发水稻取得成功, 并获得平均单产 6~8 t/hm² 的高产。取得了良好的经济效益, 盐碱沼泽生态环境得到明显改善(表 2)。

表 2 大安叉干盐碱沼泽水稻开发土壤化学特性变化(1993-1995 年)

Table 2 Soil Chemical Changes of the Sodic-saline Mires After Planting Paddy Rice in Chagan Daan (1993-1995)

分析项目		水 溶 盐 分 (mg/kg)					Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	pH	
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻					
0~15cm	垦前	144.00	2854.80	133.15	30.00	18.00	36.48	30.06	1109.24	15.30	8.94
	垦后	0.00	622.10	88.75	25.00	20.80	30.40	40.03	233.17	22.30	8.13
15~30cm	垦前	90.00	1930.00	88.75	20.00	12.40	24.32	20.04	798.33	64.96	8.84
	垦后	0.00	658.00	79.88	5.00	15.40	18.24	30.06	240.15	25.14	8.28
35~45cm	垦前	72.00	1677.00	62.13	10.00	6.80	30.04	30.06	632.23	53.79	8.94
	垦后	0.00	732.00	88.75	20.00	15.40	30.04	40.08	244.32	21.13	8.29
分析项目	有机质 g/kg	养分含量 (mg/kg)				代换性阳离子 (mg/kg)			全盐 (mg/kg)		
		全 N	全 P	全 K	K ⁺	N ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺			
0~15cm	垦前	34.50	420.00	302.67	370.00	21.44	1493.20	202.40	40.09	4452.03	
	垦后	54.30	660.00	310.36	313.00	31.41	296.40	102.30	40.08	1061.70	
15~30cm	垦前	27.08	710.00	257.19	303.00	79.43	863.50	344.69	30.08	3048.8	
	垦后	26.50	540.00	265.77	314.00	33.52	313.50	97.19	40.08	1056.47	
35~45cm	垦前	29.90	300.00	719.29	294.00	61.35	725.30	508.09	40.08	2574.05	
	垦后	20.50	400.00	292.52	323.00	29.35	317.60	197.39	50.10	1177.28	

4.2 盐碱沼泽地蓄洪、灌溉养苇开发

本区盐碱沼泽地主要为芦苇沼泽, 只是由于河堤、水库的修建才出现盐碱化和芦苇严重退化的局面。通过建立引水灌渠或泄洪闸等措施, 对盐碱沼泽实施夏季蓄洪灌溉, 每年 1~2 次, 每次灌溉 20~30 cm 深。以淡压咸, 养殖芦苇, 在经济上扣除该项措施的生产成本后, 还可取得一定经济效益。在生态上, 系统第一性生产力提高 2~2.5 倍, 秋季枯水季节采样对比分析表明, 土壤理化性质得到明显改善。在制定水利规划时, 必须考虑洪泛区沼泽生态用水的需要(表 3)。

此外, 在一些较低洼盐碱沼泽地实施蓄水养鱼, 将沼泽变为湖泊亦能取得较好的防治盐碱化效果和经济效益。

4.3 大规模建立分洪区和地下水源补给区

松嫩平原西部由于特有气候和地貌条件, 防洪压力一直很大。必须将本区盐碱沼泽湿地的管理纳入区域水利工程建设总体规划, 有计划地将一批沼泽湿地建成分洪区, 并配套完善相应的堤防、闸工程。

随着工农业生产的发展, 特别是井灌种稻和井灌节水工程实施以来, 西部地下水资源开采规模迅速扩大。同时, 对主要的地下水源补给区却未能采取有效

表 3 大安叉干盐碱沼泽蓄水养苇后土壤化学性质变化(1993-1995 年)

Table 3 Soil Chemical Changes of the Sodic-Saline Mire Three Years
After Planting Reed in Chagan Daan(1993-1995)

分析项目	水 溶 盐 分 mg/kg										pH	全盐 mg/kg	碱化度%
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺				
0~15 cm	开发前	106.00	2736.08	128.15	25.00	20.00	34.50	29.30	1121.24	16.40	8.96	4306.7	34
	开发后	0.00	1050.10	94.25	23.00	21.30	32.31	36.52	456.27	20.10	8.40	1733.9	18
15~30 cm	开发前	80.00	1789.23	95.85	20.00	22.34	25.47	21.65	780.00	45.20	8.78	2879.7	32
	开发后	10.00	1070.50	89.20	19.05	19.90	21.20	29.30	472.35	30.05	8.48	1761.6	20.5
30~45 cm	开发前	68.00	1585.47	68.25	12.00	8.40	26.60	25.30	653.45	43.54	8.90	2491.0	32.8
	开发后	20.00	1205.10	76.60	22.35	15.40	28.89	30.20	495.90	28.48	8.52	1922.9	22

的保护措施。降低了地下水供给的保证率,也影响了地下水的持续利用。因此,有必要按地下水与地表水联合利用、统一调度的原则,选择一批沼泽湿地作为地下水源补给区加以建设。充分发挥本区特有的巨大地下水库在防洪抗旱中的调节作用。

4.4 建立自然保护区

本区盐碱沼泽除了具有含养水源、补给地下水、调节气候等生态功能外,还是重要的水禽栖息地。因此,结合珍稀保护建立沼泽湿地自然保护区是本区防止沼泽进一步盐碱化的有效途径。目前已建立了扎龙和向海两个国家级保护区,成为本区盐碱化程度最轻的沼泽地之一。其沼泽水体 PH 值一般为 8.2~9.0,矿化度为 1.2~2.7 g/L。表层沼泽土壤含盐量仅为 1~2.5 g/kg,碱化度 15%~22%,大大低于本区盐沼的平均水平。而芦苇等植被却十分繁茂,单产达 12 T/hm²,是非保护地区平均产量的 2~3 倍。所以,应该在有条件的地方继续扩大保护区面积。

参考文献

- [1] 牛焕光,张养贞.东北地区沼泽[A].见:中国科学院长春地理研究所编,中国沼泽研究[C].北京:科学出版社,1988,46~58.
- [2] 沼泽研究室泥炭组.吉林省泥炭资源[A].中国沼泽研究[C].科学出版社,北京,1988,212~226.
- [3] 王遵亲,祝寿泉,愈仁培等著.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993,260~263.
- [4] 中国科学院林业土壤研究所编著.中国东北土壤[M].北京:科学出版社,1980,220~249
- [5] 裘善文,李取生,李秀军等.松嫩平原盐碱化涝洼地综合治理与开发研究——以“八五”国家科技攻关大安试验区为例[A].见:

中国地理学会地貌与第四纪专业委员会编,地貌·环境·发展[C].中国环境科学出版社,北京,1995,191~194.

- [6] Li Xiujun, He Yan, Deng Wei. Causes of Formation, Properties and Rational Exploitation of Saline-Alkali Wetland in Songnen Plain[A]. Wetland Environment and Peatland Utilization[C], Jilin People's Publishing House, Changchun, 1994, 522~527.
- [7] 中国科学院长春地理研究所沼泽志编写组.中国沼泽志分论[M].北京:科学出版社,1998,54~86.
- [8] 高玮.东北湿地鸟类多样性研究[A].郎惠卿等编,中国湿地研究与保护.华东师范大学出版社,上海,1998,139~164.
- [9] 孙广友.松辽平原中部第四纪地壳运动与平原发育——兼论松辽分水岭的形成[A].裘善文等编,中国东北平原第四纪自然环境形成与演化[C].哈尔滨地图出版社,哈尔滨,1990年,44~50.
- [10] 唐成田.松嫩水系变迁及其与沙地发育的关系[A].肖荣寰等著,松嫩沙地的土地沙漠化研究[C].东北师范大学出版社,长春,1995,40~49.
- [11] 李取生.松嫩沙地历史演变的初步研究[J].科学通报,35(11),1990,854~856.
- [12] 裘善文.中国东北晚冰期以来自然环境演变的初步探讨[J].地理学报,36(3),1981.
- [13] 宋海远.松辽平原中西部泥炭特征与古环境[A].裘善文等编,中国东北平原第四纪自然环境形成与演化[C].哈尔滨地图出版社,哈尔滨,1990,141~145.
- [14] 李取生.东北泥炭和沙地古土壤发育的对比与全新世干燥度变化[J].科学通报,38(2),1993,1109~1111.
- [15] 裘善文.松嫩平原湖泊的成因及其环境变迁[A].裘善文等编,中国东北平原第四纪自然环境形成与演化[C].哈尔滨地图出版社,哈尔滨,1990,146~154.
- [16] 孙广友等.嫩江右岸大安古河道的发现及其意义[A].中国地理学会地貌与第四纪专业委员会编,地貌过程与环境[C].地震出版社,北京:1993,40~49.
- [17] 李取生,裘善文,邓伟.松嫩平原土地次生盐碱化研究[J].地理科学,18(3),1998,268~272

Study on the Formation and Changes of Saline-Alkaline Mire in Songnen Plain

Li Qusheng Den Wei Qian Zhengguo

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun, 130021)

Abstract: The saline-sodic mires with areas of 578000 hm² in the western Songnen Plain are one kind of the important land resources and the most prospective landscape. However, they faced to rapid development of salinisation and degradation of ecological function. The study of the formation and changes processes is significant for saline-sodic mires management. In this paper the mechanism of saline-sodic mire formation and development was analyzed systematically using the methodology and theory of environmental change. The genesis of the mire here are: ① uneven subsidence of the crust caused by Neo-tectonic movement, ② widespread distributed paleo-river channels and water-logged lands caused by frequently river channel changes since Late Pleistocene, ③ wind erosion resulted in the eolian water-logged land mires, ④ paleo-climate also caused the mire changes.

The processes of mire salinisation include historical relic salinisation and modern salinisation. The mechanism of historical relic salinisation is the long term accumulation of salts because of the evaporation in the closed lake basins formed after the disappearance of paleo-Songliao Big Lake, the logged lands formed by river channel changes and eolian erosion. In this area there was a lake as big as 50,000km² during early Pleistocene and middle Pleistocene. Since late Pleistocene this lake disappeared and formed lot of small closed shallow ponds or water-logged lands because of upward crust movement and sedimentation. For example in Dapushu Lake the total dissolved salt in sediments is as high as 6mg/kg, PH as high as 10.3. The paleo-river channel changes also played substantial role in mire salinisation. Since late Pleistocene about 40 big river channel changes occurred and formed large area of closed lakes. The modern process of mire salinisation is caused by the dwindling of fresh water supplement and dams of the drainage after construction of dams of the rivers and reservoirs. For example in low Taoerhe River reach, the water total salt content floodplain is two times of that in channel because of river dams. The drought and destroyed vegetation also accelerated this process.

The effective measures of protection salinisation and mire management are planting paddies, irrigating reeds using floods and setting up nature reserves.

Key words: Songnen Plain; Changes of Mires; Mechanism of Alkalization Management Techniques