

新疆艾比湖湿地土地荒漠化动态监测研究*

李虎^{1,2}, 高俊峰³, 王晓峰², 吴焱²

(1: 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007)

(2: 新疆师范大学地理系, 乌鲁木齐 830054)

(3: 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要: 新疆艾比湖湿地是准噶尔盆地西南缘最低洼地和水盐汇集中心, 在我国内陆荒漠自然生态系统中具有典型性和较高的保护价值. 本次研究通过对不同时相的多源卫星数据进行配准与复合分类处理, 结合野外调研, 解译分析各类荒漠化土地类型的时空分布特征. 研究表明: 艾比湖地区的荒漠化以土地盐渍化和风蚀两大类型占绝对优势, 其动态变化特点是风蚀减少盐渍化增加. 2000-2002年风蚀荒漠化的面积减少了403.06162 km², 减少幅度达53%. 盐渍化面积增加了183.7 km², 比重由54%上升为70%. 就荒漠化的程度而言目前是趋于下降. 很多重度风蚀及盐渍化转为了中度, 复合型荒漠化面积增加.

关键词: 艾比湖; 土地荒漠化; 遥感与地理信息系统; 动态监测

The Dynamic Monitoring of Desertification in Xinjiang Lake Aibi Wetlands Basing on RS and GIS

LI Hu^{1,2}, GAO Junfeng³ & WANG Xiaofeng² & Wu Yan²

(1: Department of geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007 (P. R. China)

(2: Department of geography, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054 (P. R. China)

(3: Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008 (P. R. China)

Abstract: The wetlands of Lake Aibi, Xinjiang Autonomous Region has played a significant role for regional ecosystem. The diversified desertificate ecosystem was typical due to its location as well as its geomorphology. The land desertification in Lake Aibi was monitored and analysed based on the RS and GIS techniques during 2000 and 2002. By monitoring land type with hybrid method and post-classification method basing on the image classification, the interrelated data and ground investigation are applied to determine the change of desertification land use/cover in Lake Aibi district. In order to show the present desertification condition, the ground investigations are combined with RS imaging. The results revealed that the wind-eroded and saltified desertification have absolute dominant in Lake Aibi region, i. e.: the wind-erosion occupied 25.82%, whereas saltified desertification 61.86%. With regard to degrees of desertification, the middle levels had occupied 95% of target fields, among which the heavy levels was more than 27.92%. Investigations also revealed that the area of wind-erosion desertification in Lake Aibi region has reduced 53%, about 403.06 km² from 2000 to 2002. However, the rising of underground water level as well as the increase of lake level has aggravated saltified desertification in some areas. Compare with 2000, the saltification-desertification area had increased 183.7 km² in 2002, while the middle and heavy level of wind-erosion area had reduced 402.78 km². The degree of desertification tended to decline. The heavy wind-erosion and heavy saltification land belonged to bad lands in arid lake regions, which could be the main source of sandstorm in northern Xinjiang. In recent years, the extending of Lake Aibi surface has turned part of the previous lands into wetlands. Nevertheless, the Lake Aibi region was still threatened by desertification.

Keywords: Lake Aibi; land desertification; RS and GIS; dynamic monitoring

* 新疆高校科研计划重点项目(XJEDU20043115)、国家自然科学基金重大研究计划重点项目(90302012)、中国科学院领域前沿重点项目(CXNIGLAS-A01-1)共同资助. 2003-12-22 收稿; 2004-06-17 收修改稿. 李虎, 1962年生, 男, 博士, 教授. E-mail: lihu2881@yahoo.com.cn.

土地荒漠化是指包括所有气候变异和人为活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化. 监测土地荒漠化动态变化的规律, 成为环境质量演变研究的热点. 艾比湖地区集湿地和荒漠化过程为一体, 反映了地质过程、水过程、强气流过程和人类活动过程的综合作用, 是指征准噶尔盆地生态环境变化的关键地区. 建国以来, 对艾比湖的环境质量演变进行了大量的科学研究. 利用遥感和地理信息技术, 研究整个艾比湖流域的土地荒漠化之动态变化及其机理, 是本文的特点.

1 实验区概况

新疆艾比湖湿地位于中国新疆与哈萨克斯坦共和国交界的阿拉山口, 其范围是 $E79^{\circ}53' - 85^{\circ}02'$; 北纬 $43^{\circ}37' - 45^{\circ}55'$, 以艾比湖体为核心的湿地面积为 2956.27 km^2 . 湿地三面环山, 广泛分布石漠、砾漠、沙漠、土漠、盐漠、沼泽、滩涂. 艾比湖地处湿地中西部, 海拔 189 m . 艾比湖流域是一个封闭性流域, 地表、地下水资源的提供与补给主要来源于山区, 流域内有奎屯河、四棵树河、古尔图河、托托河、精河、大河沿子河、博尔塔拉河等七条主要河流和三十三条沟系, 水资源量为 $37.8 \times 10^8 \text{ m}^3$. 艾比湖湖底平坦, 属浅水湖; 目前平均水深 1.4 m , 最深 3 m . 水质矿化度 $100 - 300 \text{ g/L}$.

艾比湖湿地是准噶尔盆地西南缘最低洼地和水盐汇集中心. 由于特殊的地理位置和地形地貌特征使洼地内分布着多种荒漠类型, 荒漠生物种群多样; 生物多样性较完整. 艾比湖湿地处在阿拉山口大风通道下, 生态系统极不稳定, 具有很强的敏感性与脆弱性. 随着人类社会活动的迅猛发展, 在很大程度上愈演愈烈地作用于荒漠生态系统的原生物质, 引起一系列以土地荒漠化为代表的生态逆向演替.

2 数据采集与研究方法

2.1 数据采集

2.1.1 卫星遥感数据 采用的图像数据是 2000 年和 2002 年 8 月上旬的美国陆地卫星 Landset7TM 数据, 灰度拉伸上采用线性拉伸, 以森林植被、荒漠化土地类型为主体进行了图像增强.

2.1.2 其他基础数据 分别收集了研究地区的植被调查、生态环境调查、森林分类经营调查数据, 1:250000 数字化地图, 1:100000 植被分布图.

2.2 荒漠化监测指标体系

2.2.1 监测尺度与监测指征因子的确定 根据有关技术规定^[1], 土地荒漠化类型按主导因素分为: 风蚀、水蚀、冻融、盐渍化四大类型. 每种类型按荒漠化程度分又为轻、中、重、极重四级. 对于荒漠化监测而言, 监测的尺度是关键性的. 尺度通常是指观测和研究的物体或过程的空间分辨率和时间单位^[2]. 荒漠化过程在不同的时空尺度上, 表现形式是不一样的, 特别是空间尺度上, 更加明显. 由于在不同的尺度上荒漠化的过程不同, 决定了评价荒漠化程度的指标选取, 指标阈值不同, 监测方法手段也不同. 一个可供操作的监测指标起码应该包括: 地表形态构成、地表植被及盖度、地面及土壤组成结构、气候动力因素等几大指标因子^[3,4]. 指标因子的选择应本着具有代表性、实用性、科学性和操作性的原则, 既易于地面观测确定, 也便于遥感图像解译. 同时, 几个因子的不同方法叠加可以产生新的评价因子^[5]. 基于上述考虑, 根据景观生态学原理和遥感理论, 通过对艾比湖自然地理环境的综合分析, 结合现地区划, 确定与荒漠化有关的地形地貌、土壤、植被因子为荒漠化类型指征因子(表 1).

表 1 艾比湖地区土地荒漠化监测指征因子表

Tab. 1 The land desertified monitoring factor in Lake Aibi region

荒漠化类型	监测指征因子与调查方式	
	航空照片判读与地面样地调查	卫星数据解译
风蚀	植被盖度, 土壤质地或砾石含量、覆沙厚度、地表形态	植被盖度、地表形态
水蚀	植被盖度、坡度、沟壑密度、	植被盖度、坡度、沟壑密度
盐渍化	盐碱斑地率、植被盖度、土地可利用程度	盐碱斑地率、植被盖度、
风蚀-盐渍荒漠化	植被盖度、土壤类型、地表形态、土地可利用程度、土壤含盐量	植被盖度、盐碱斑地率、地表形态
盐渍-风蚀荒漠化	植被盖度、土壤类型、地表形态、盐碱斑地率、土地可利用程度	盐碱斑地率、植被盖度、地表形态

2.2.2 艾比湖地区土地荒漠化监测指标体系的建立 本次研究采用多因子指标分级数量化法确定监测指标体系.为了与国家荒漠化监测体系保持统一,便于成果的比较分析与数据汇总,艾比湖地区荒漠化监测指标体系与命名方法;与单一主导因子的荒漠化监测分类系统同属多因子指标分级数量化体系.但是国家单一主导因子的荒漠化监测分类系统土地利用类型只分到一级,对于中小尺度大比例尺区域的荒漠化监测略显粗放.根据新疆森林经理立地区划结果,艾比湖地区属盆地灰漠土荒漠化旱生、盐生植物立地亚区,在景观上表现为风蚀、次生盐渍化和复合荒漠化插花分布的地理现象.因此中小尺度大比例尺区域的荒漠化监测;首先必须考虑荒漠化土地状况,对于非荒漠化土地可不纳入分类体系中.这样做的益处一是不易造成混乱,二是分类系统简洁明了、可操作性强.其次;由于监测将采用遥感数据分析与地面抽样相结合的技术路线,可将二级土地利用类型纳入监测指标体系,使荒漠化监测的景观格局更为系统化.通过上述论证,结合对艾比湖地区土地荒漠化前期监测数据的综合分析,确定如下监测指标体系(表2).

表2 艾比湖地区土地荒漠化监测指标体系

Tab.2 The monitoring target system of land desertification in Lake Aibi region

土地利用类型监测级别			监测指标
一级	二级	三级	
风蚀荒漠化土地	中度风蚀荒漠化土地	中度风蚀灌木林地 中度风蚀疏林地 中度风蚀天然草地 中度风蚀阔叶林地 中度风蚀沙生灌丛 中度风蚀宜林地 中度风蚀难利用地	林型、植被盖度,土壤质地或砾石含量、覆沙厚度、地表形态、沙丘密度、植被群落类型
	重度风蚀荒漠化土地	重度风蚀灌木林地 重度风蚀疏林地 重度风蚀天然草地 重度风蚀阔叶林地 重度风蚀沙生灌丛 重度风蚀宜林地 重度风蚀难利用地	林型、植被盖度,土壤质地或砾石含量、覆沙厚度、地表形态、沙丘密度、植被群落类型
水蚀荒漠化土地	轻度水蚀荒漠化土地	轻度水蚀灌木林地 轻度水蚀疏林地 轻度水蚀天然草地 轻度水蚀阔叶林地 轻度水蚀沙生灌丛 轻度水蚀宜林地 轻度水蚀难利用地	植被盖度、坡度、沟壑密度、植被类型
盐渍荒漠化土地	中度盐渍化荒漠化土地	中度盐渍化灌木林地 中度盐渍化疏林地 中度盐渍化天然草地 中度盐渍化阔叶林地 中度盐渍化沙生灌丛 中度盐渍化宜林地 中度盐渍化难利用地	盐碱斑地率、植被盖度、土地可利用程度、地表形态、植被群落类型、土壤类型

2. 3 土地荒漠化遥感信息提取

以卫星数据解译结合实地抽样调查的方法获取荒漠化因子现状. 建立荒漠化因子的遥感解译标志. 根据解译标志, 采取人机对话的形式对调查因子进行解译. 对风蚀、水蚀、盐渍化等所有的荒漠化类型进行遥感判读解译. 将遥感解译结果以 VFP 数据库的形式输入 GIS, 形成带有地理属性的空间数据. 利用 GIS 统计计算荒漠化现状, 汇总 2000 - 2002 年两期的荒漠化遥感监测调查数据. 通过对比分析, 得出艾比湖湿地 2000 - 2002 年土地荒漠化的时空变化. 同时通过对近两年艾比湖社会经济及相关资料的研究, 分析评价荒漠化动态变化的原因.

3 调查研究成果

3.1 各土地类型动态变化

表3 艾比湖湿地土地类型变化一览表
Tab. 3 The dynamic state for land type in Lake Aibi wetlands

地类	2000 年		2002 年	
	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)
灌木林地	1256.6052	42.51	1256.6052	42.51
疏林地	248.96051	8.42	248.96051	8.42
阔叶林	54.76243	1.85	54.76243	1.85
沙生灌丛	182.59491	6.18	182.59491	6.18
宜林荒地	93.65424	3.17	93.65424	3.17
草地	81.89255	2.77	81.89255	2.77
难利用地	76.00181	2.57	76.00181	2.57
干涸湖底	280.7749	9.59	3.1111	0.10
湖面面积	678.0254	22.93	958.6892	32.43
合计	2956.27197	100	2956.27197	100

根据表3的数据分析, 艾比湖地区在近两年的时间里, 总体土地类型及覆盖变化不大, 但艾比湖水面积发生了变化. 通过两期卫星数据的对比分析; 艾比湖水体面积增加了 9.5%. 这无疑对艾比湖湿地环境的改善具有积极意义.

3.2 土地荒漠化动态变化状况

艾比湖湿地共具有八种荒漠化类型: 轻度水蚀、中度风蚀、重度风蚀、中度盐渍化、重度盐渍化、极重度盐渍化、中度风蚀 - 中度盐渍化、重度风蚀 - 重度盐渍化(表4).

艾比湖地区的荒漠化以盐渍化和风蚀两大类型占绝对优势. 将两期数据进行平均; 风蚀占 25.82%, 盐渍化占 61.86%, 风蚀 - 盐渍化占 11.72%. 就程度而言; 调查区域的 95% 以上都处于中度以上荒漠化, 其中重度以上达 27.92%. 由于水体面积的增加, 整个湿地的环境趋于好转, 荒漠化程度有所缓解. 特别是风蚀的危害被降低很多. 由表4得知; 艾比湖地区 2000 - 2002 年风蚀荒漠化的面积减少了 403.06162 km², 减少幅度达 53% 其在荒漠化中所占的比重也由 34% 降为 18%. 但是湖面面积的增加、水面的扩大所引起的地下水位上升, 又造成了局部地区荒漠化特别是盐渍化的加重. 就荒漠化程度而言目前是趋于下降. 很多重度风蚀及盐渍化转为了中度, 复合型荒漠化面积增加.

表4 艾比湖湿地荒漠化分布及动态变化表

Tab.4 The desertified land type distribution and desertificate dynamic state in Lake Aibi wetlands

荒漠化程度	面积 (km ²)		增减	变化率 (%)
	2000 年	2002 年		
中度风蚀	491.66465	182.62705	-309.0376	-62.86
中度盐渍化	847.92921	1031.71693	183.78772	21.67
重度风蚀	272.3571	178.33308	-94.02402	-34.5
重度盐渍化	261.86164	261.86161	0	0
极重度盐渍化	109.96521	109.96521	0	0
轻度水蚀	10.77797	10.77797	0	0
中度风蚀 - 中度盐渍化	0	219.25497	219.254971	0
重度风蚀 - 重度盐渍化	283.7749	3.1111	-280.6638	-98.9
荒漠化面积合计	2278.3307	1994.53682	-283.79388	-12.45

3.3 艾比湖湿地土地荒漠化动态变化

3.3.1 中度风蚀 较之2000年,艾比湖湿地的中度风蚀荒漠化土地减少了308.76 km²,达到62.8%。在减少的风蚀荒漠化地类中,有相当一部分转为了中度风蚀-中度盐渍化,其余则转为中度盐渍化。上述变化的主要原因是由于近两年艾比湖湿地水面面积的大幅度增加,地下水位上升所引起的土壤盐渍化加重的结果。

3.3.2 重度风蚀 较之2000年,艾比湖湿地的重度风蚀荒漠化土地减少了94.02 km²,变化率为-34.5%。在减少的重度风蚀荒漠化地类中,有一部分转为了中度风蚀-中度盐渍化,其余则转为中度风蚀或中度盐渍化。重度风蚀荒漠化地类减少的原因与中度风蚀相同。主要分布区域是艾比湖湿地靠近主风方向阿拉山口的西北侧。

3.3.3 中度盐渍化 2002年艾比湖湿地的中度盐渍荒漠化土地增加了183.788 km²,增加幅度为21.67%。其中,灌木林地与沙生灌丛的中度盐渍荒漠化面积增加较多。在各地类变化中,难利用地与宜林地的中度盐渍荒漠化面积减少,阔叶林地与草地无变化。

3.3.4 重度与极重度盐渍化 重度与极重度盐渍化在近年内基本无变化。其分布区域主要在艾比湖的湖滨地带。

3.3.5 复合荒漠化地类 艾比湖湿地的复合荒漠化地类有:重度风蚀-重度盐渍化是原来的干涸湖底,属难利用地。由于近两年来艾比湖水面的扩大,这部分土地被淹没,成为浅水区;中度风蚀-中度盐渍化是近年来由于艾比湖水面面积的扩大,造成地下水位的大幅度抬升而产生的新型地类。主要是原来中度风蚀和重度风蚀的灌木林地与沙生灌丛。该地类主要集中分布于欧亚大陆桥和312国道两侧;中度风蚀-中度盐渍化与重度风蚀-重度盐渍化。它们都随近年来由于艾比湖水面面积的变化而产生变化。

4 艾比湖湿地土地荒漠化分析评价

4.1 艾比湖水面面积的扩大导致荒漠化呈下降趋势

近两年来艾比湖水面扩大,原有大面积干涸湖底被淹没,使风蚀荒漠化的程度和面积均呈下降趋势,生态环境有了一定程度的改善。但是由于水面扩大所引起的地下水位上升又造成了盐渍荒漠化面积的增加,同时对欧亚大陆桥形成威胁。目前托托站至阿拉山口站的多处路基被盐渍化严重侵蚀,已经影响了铁路的通车安全。因此今后艾比湖的生态环境监测与研究中,如何保持适宜的湖面面积也是需要予以关注的问题。

4.2 艾比湖水面剧增现象分析

根据博州水文局调查分析结果,2000-2002年艾比湖水面剧增的原因主要有两点;一是河流丰水增大

了入湖水量,如1999年以来天山一带持续发生各类洪水,断流20年的奎屯河开始往艾比湖注水,仅2001年7月至11月即下泄入湖水量 $0.58 \times 10^8 \text{ m}^3$,另外精河与博尔塔拉河的合成年径流与入湖水量也有大幅度的增加.二是大气降水增加导致农业引水量减少而使入湖水量增多(表5).

表5 2000-2002年艾比湖主要补给河流入湖水量变化(单位: $\times 10^8 \text{ m}^3$)

Tab. 5 The change of supplying river for Lake Aibi from 2000 to 2002

年际变化	奎屯河流域	精河流域	博河流域	托里小河流域	合计
2000年		8.26	10.70		18.96
2002年	1.45	9.42	11.45	0.44	22.76

4.3 总体荒漠化减少而局部荒漠化加重

由于湿地面积的增加,整个湿地的环境趋于好转,荒漠化程度有所缓解.特别是风蚀的危害被降低很多.但是湖面面积的增加、水面的扩大所引起的地下水位上升,又造成了局部地区的荒漠化特别是盐渍化的加重.与2000年相比;2002年艾比湖的盐渍化面积增加了 183.7 km^2 ,比重由54%上升为70%.

尽管近两年由于大气降水的增加和国家一系列生态保护与建设工程的实施,艾比湖湿地的环境有了一定程度的改善.艾比湖湿地仍是一个荒漠化非常严重的地区,治理任务非常艰巨.在今后的时间里,艾比湖应做好山地天然林保护工程,发展节水农业和节水经济,保护湖滨森林植被及珍稀野生动植物等工作.

5 参考文献

- [1] 中国防止土地荒漠化公约.北京:中国林业出版社,1996:16-35.
- [2] 何春阳,陈晋.土地利用/覆盖变化混合动态监测方法研究.自然资源学报,2001,16(3):255-262.
- [3] 张国平,刘纪远.1995-2000年中国沙地空间格局变化的遥感研究.生态学报,2002,22(9):1500-1506.
- [4] 中国国家林业局.土地荒漠化监测技术规程.北京,中国林业出版社,1999:23-29.
- [5] Singh A. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 1989, 10(6):989-1003.
- [6] 王涛,吴薇,薛娟.近50年来中国北方沙漠化土地的时空变化.地理学报,2004,59(2):203-212.
- [7] 李虎,高亚琪,王晓峰.新疆土地荒漠化监测分析.地理学报,2004,59(2):197-202.