

吉林省西部土地沙化动态变化

刘惠清¹, 许嘉巍¹, 吕新苗²

(1. 东北师范大学城市与环境科学学院, 长春 130024; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 吉林省西部沙地位于中国温带半湿润与半干旱的过渡地带, 是生态环境变化的敏感地区。采用多时相、多波段 TM 影像, 结合实地考察, 建立沙区生态环境地理信息系统; 选取植被退化状态、风蚀强度和土层厚度为沙化程度评价的综合指标, 在 GIS 平台支持下对沙区土地沙漠化进行动态评价。结果表明, 近 20 年来土地沙漠化基本得到控制, 局部有所发展。沙漠化形成的主要自然因素是干燥的气候条件和地表丰富的沙源; 人类不合理的经济活动加速了沙漠化进程。

关键词: 吉林西部; 沙化程度评价; 动态变化; 成因; 遥感; 地理信息系统

中图分类号: P208; P941.73 **文章编号:** 1000-0585(2004)02-0249-08

吉林省西部沙地属于我国温带半干旱沙地的东部部分, 包括松嫩沙地的南部和科尔沁沙地的东部。东南分别与吉林省的长春市、四平市相邻, 西与内蒙古相接, 北以嫩江为界与黑龙江省毗邻, 地理坐标为东经 121°40′ ~ 126°20′, 北纬 43°56′ ~ 46°18′, 行政范围包括白城市、通榆县、镇赉县、洮南市、前郭县、长岭县、乾安县、扶余县、大安市等 9 个县(市), 总面积 468.19 万 hm^2 , 占全省土地面积的 25%。吉林省西部沙地位于中国温带半湿润与半干旱的过渡地带, 是生态环境变化的敏感地区。多年来人类不合理的经济活动加剧了沙漠化的进程, 对沙区资源的开发及经济的持续发展构成了威胁。关于本区沙漠化问题, 在土地沙漠化的成因、发展趋势、综合治理、景观生态建设等方面已有了较为系统的研究^[1~6], 但对近 20 年来土地沙漠化动态变化的详细研究, 尚有待深化。本文采用多时相、多波段 TM 影像, 结合实地考察, 建立沙区生态环境地理信息系统, 在 GIS 平台支持下对吉林省西部各县市的土地沙漠化进行动态评价和成因分析, 藉以推动该区景观生态环境的建设^[7,8]。

1 研究方法 with 评价指标

1.1 主要研究方法

以该区 1980 年 8 月和 1996 年 9 月的 Landsat TM 影像为基础信息源。首先通过影像几何精纠正、仿射变换和图像增强, 使之成为具有投影的可用信息, 这一过程在影像处理软件 ERDAS 8.5 中进行。然后利用遥感图像的光谱特征和空间特征, 结合多种非遥感信息资料和野外调查, 确定不同等级沙漠化土地的判读标志, 两期影像采用统一的判读标志, 以保证结果的可比性。据此对两期影像进行解译, 最终得到两个时相土地沙漠化分类结果。

收稿日期: 2003-07-21; 修订日期: 2003-11-26

基金项目: 吉林省科学技术厅资助项目 (1999010)

作者简介: 刘惠清 (1949-), 女, 吉林人, 教授。主要从事综合自然地理、景观生态学研究。E-mail: huiqingliu@sina.com, liuhq595@nenu.edu.cn

以 ARCVIEW3.2 及 ARC/INFO8.1 为核心软件, 建立吉林省西部生态环境地理信息系统, 在此基础上, 得到沙区土地沙漠化动态变化信息。

1.2 沙化程度评价的综合指标

关于沙化程度评价的指标, 不同学者提出了各自的看法^[9~12], 我们参考朱震达提出的从地理景观及土地沙漠化的发展、生态学角度和地表形态发展阶段三方面来判断沙漠化程度^[13,14], 结合这一原则和本区的实际情况, 从植被退化 (表 1)、土层厚度和风蚀强度 (表 2) 等方面, 提出评价吉林省西部土地沙化程度的综合指标 (表 3), 并划分出轻度、中度和强度三种沙化类型。

表 1 沙化程度评价的植被退化指标

Tab. 1 The vegetation degradation indexes for sandy desertification extent assessment

项目	评价因素	轻度沙化	中度沙化	强度沙化
状态	植被特征	轻微变化的演替顶极群落	次生群落	植被破坏
	现有生产力占潜在的 %	> 60	60 ~ 30	< 30
速率	每 hm ² 生物量下降 %	< 25	25 ~ 50	> 50
	每年草场退化面积 %	< 5.0	5.0 ~ 7.5	> 7.5
隐患	伐后未恢复的林地面积 %	< 5.0	5.0 ~ 7.5	> 7.5
	稳定性 (强度沙化面积 %)	< 2.5	2.5 ~ 5.0	> 5.0
	开垦潜力 (每年增加面积 %)	< 5.0	5.0 ~ 10	> 10

表 2 沙化程度评价的风蚀强度指标

Tab. 2 The windy erosion extent indexes for sandy desertification extent assessment

项目	评价因素	轻度沙化	中度沙化	强度沙化
状态	风蚀特征	吹蚀面积 < 30 %	裸地有沙波纹	有流动沙丘
	草被覆盖度 (%)	> 30	30 ~ 10	< 10
速率	土层厚度 (cm)	> 50	50 ~ 10	< 10
	年增加风蚀面积 (%)	< 2.5	2.5 ~ 5.0	> 5.0
隐患	每年草场退化面积 %	< 5.0	5.0 ~ 7.5	> 7.5
	1m 单位线年输沙量 (m ³)	< 5.0	5.0 ~ 10	> 10
	高于 2m 的年均风速 (m/ s)	< 0.1	0.1 ~ 0.2	> 0.2
	年主风向频率 (%)	< 5.0	5.0 ~ 15	> 15

表 3 沙化程度评价的综合指标

Tab. 3 The comprehensive indexes for sandy desertification extent assessment

项目	评价因素	轻度沙化	中度沙化	强度沙化
状态	植被破坏强度 (%)	< 25	25 ~ 50	> 50
	土层厚度 (cm)	> 50	50 ~ 10	< 10
速率	年增加的沙地面积 (%)	< 10	10 ~ 25	> 25
隐患	土壤质地	砂质壤土	壤质砂土	砂土

注：砂质壤土砂粒含量占 20~40%，壤质砂土砂粒含量占 50~60%。

2 90 年代末吉林省西部沙化土地特征

2.1 以向乌沙带为中心呈东西向延伸的三条沙带

吉林省西部现有三条横贯东西的大沙带(图1)。

最大的一条是向乌沙带，西起通榆县的向海，向东南延伸至瞻榆、太平川后折向东，经长岭县再折向东北至乌兰图嘎，全长 150 多 km，宽 50~80km，是由多条沙垄组成的弧顶南凸的巨型沙带。

第二条是西辽河沙带，它西起吉林省通榆县的包拉温都，经科尔沁左翼中旗至长岭县的新安镇，长不足 100km，宽 30~40km，主要由平缓的沙岗地和低缓的沙丘组成。

第三条是洮儿河北岸的镇赉沙带，长不足 50km，宽 20~30 km，多以蜂窝状沙丘和起伏的沙岗为主。

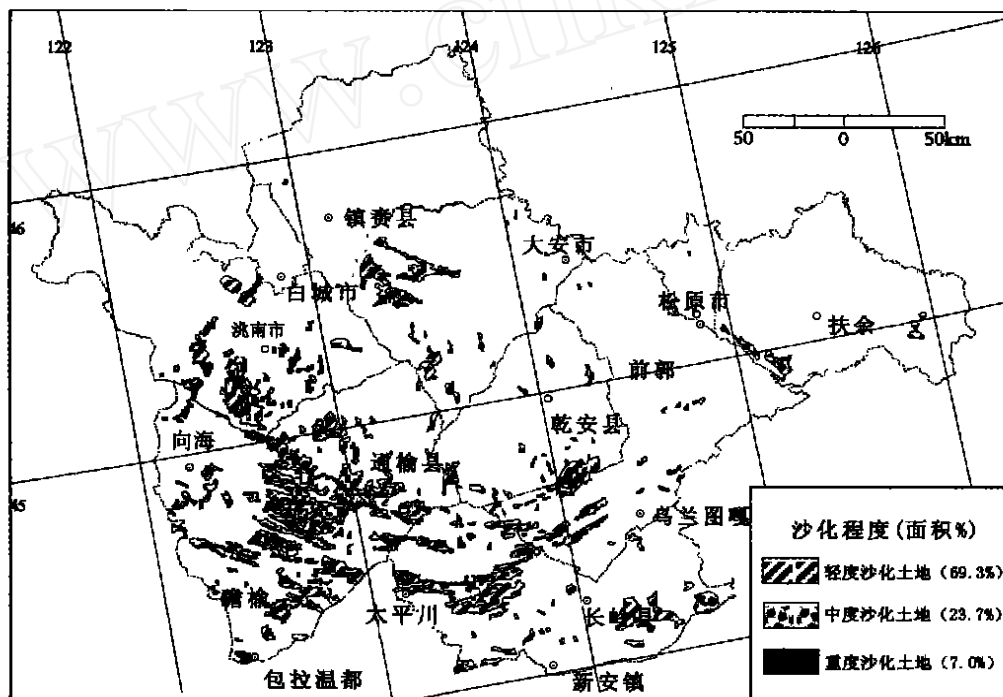


图 1 90 年代末吉林省西部沙化土地分布图

Fig. 1 The distribution of the sandy land in western Jilin in the 1990s

2.2 各县分布不均衡

20 世纪 90 年代末, 吉林西部土地沙化面积为 67.42 万 hm^2 , 占西部土地面积的 14.4 %。沙化面积高于 10 % 的县市为长岭县、通榆县和前郭县; 低于 5 % 的县市为白城市、乾安县和大安市; 其他县市居中 (表 4)。

2.3 以轻度沙化土地为主

90年代末,轻度沙化土地占沙化土地面积的69.3%,中度沙化土地占23.7%,重度沙化土地仅占7.0%(图1)。但各县市沙化强度差异明显,重度沙化土地集中分布在长岭

县和通榆县, 其余各县市以轻、中度沙化土地居多。

3 近 20 年来沙化土地变化趋势分析

3.1 沙化面积基本得到控制, 但局部地段仍有小幅度增加

根据 80 年代初与 90 年代末遥感解译结果, 近 20 年内吉林省西部沙化土地面积减少了 8.645 万 hm^2 , 特别是沙化较严重的通榆县经过二十几年的治理, 沙化土地面积由 80 年代初的 27.125 万 hm^2 减至 19.755 万 hm^2 , 减少了 27 % (表 4)。通榆县是我国重点贫困县, 80 年代末在新华村等沙化严重地段开展了沙地综合治理的试验研究^[1,2,15], 以沙地不同的地形、水文、植被、小气候等生态条件为基础, 划分不同的景观生态类型, 生物与工程措施相结合, 建立人工调控的林草田复合生态系统。这一系统能够充分、有效地利用土地、空间、光、温度、水、养分, 提高沙地的生产力, 不仅起到固沙作用, 也有较好的经济效益。扶余县由 80 年代初的 8.191 万 hm^2 , 减至 90 年代末的 6.222 万 hm^2 , 治沙效果相当可观。但局部沙化仍有发展, 如洮南县、镇赉县和长岭县的局部地段沙化面积都较 80 年代初有小幅度的增加。

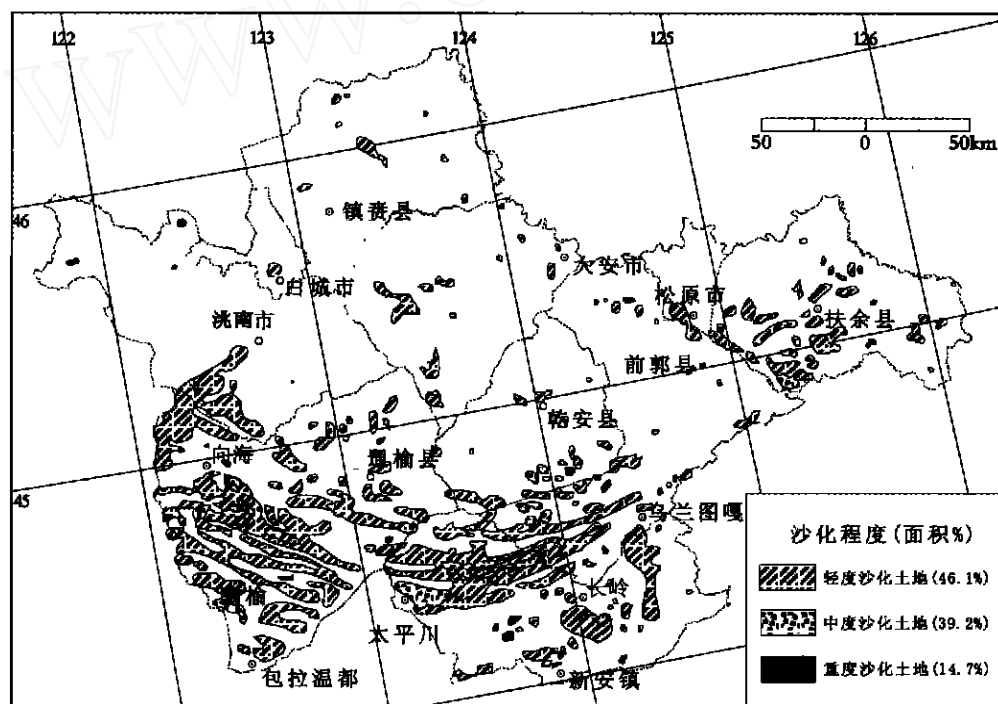


图 2 80 年代初吉林省西部沙化土地分布图

Fig.2 The distribution of the sandy land in western Jilin in the 1980s

3.2 沙化程度有所改善, 局部有加重

20 年来, 吉林省西部沙化土地经过治理, 其强度已得到较明显的控制。80 年代初, 吉林省西部轻度沙化土地面积占 46.1 %, 中度沙化土地面积占 39.2 %, 重度沙化土地面积占 14.7 %, 中、重度比例之和大于 50 % (图 2)。而在 90 年代末, 轻度沙化土地面积上升为 69.3 %, 重度沙化土地面积则降至 7.0 %。各县的沙化土地均得到不同程度的控制

(表 4)。但不容乐观的是土地沙化正缓慢地向东南部延伸，具体表现为：一是洮儿河沿岸沙带南扩东移；二是向乌沙带在盛行风的作用下沿 44°~45°N 向东扩展，并有加宽的态势；三是西辽河沙带呈笤帚状向东和东北方向延伸，表明沙化仍有发展的趋势。

表 4 吉林省西部 80 年代和 90 年代各县市沙化土地面积统计 单位：万 hm^2
Tab. 4 The sandy desertification land area in the 1980s and the 1990s in western Jilin (10^4 hm^2)

县市	沙化程度	80 年代	90 年代	变化量	县市	沙化程度	80 年代	90 年代	变化量
白城	轻度	0.008	0.012	0.004	前郭	轻度	4.557	5.278	0.721
	中度	0.011	0.003	-0.008		中度	3.217	2.628	-0.535
	重度	0.002	0.001	-0.001		重度	0.978	0.694	-0.284
大安	轻度	0.598	0.778	0.180	长岭	轻度	9.565	13.145	3.580
	中度	0.882	0.543	-0.339		中度	6.549	4.995	-1.554
	重度	0.214	0.186	-0.028		重度	2.583	1.077	-1.506
洮南	轻度	2.017	4.419	2.402	扶余	轻度	5.637	4.924	-0.713
	中度	3.274	1.339	-1.935		中度	1.568	0.675	-0.893
	重度	0.337	0.239	-0.098		重度	0.986	0.623	-0.363
通榆	轻度	10.879	13.611	2.732	乾安	轻度	1.332	1.797	0.465
	中度	11.456	4.772	-6.684		中度	0.876	0.395	-0.481
	重度	4.790	1.372	-3.418		重度	0.235	0.156	-0.079
镇赉	轻度	1.238	2.557	1.319	总计	轻度	35.831	46.521	10.690
	中度	1.593	0.778	-0.815		中度	29.426	16.182	-13.244
	重度	0.685	0.371	-0.314		重度	10.810	4.719	-6.091

4 沙化土地的成因分析

4.1 自然因素

沙化土地形成的自然因素有二：一是有丰富的沙源；二是较干的气候条件并且伴有强劲的风力。

4.1.1 丰富的沙源

沙地分布在松花江、嫩江、洮儿河冲积平原上，沉积了较厚的第四纪松散沉积物。科尔沁沙地第四纪松散沉积物一般厚 100m 左右，最大厚度超过 180m，粒级集中在 0.5 ~ 0.01mm 之间，以中细砂为主，直接出露地表。松嫩沙地第四纪松散沉积物，一般厚 70 ~ 90m，最厚达 100m，其上部粒级多为 0.25 ~ 0.1mm。这两个沙地为吉林西部土地沙化的形成提供了充足的沙源^[3]，在供沙充足的地段，发育成较密集的沙丘，并构成规模巨大的弧形沙带。

4.1.2 沙化土地的理化性质

由于沙化土地土层薄、物理性粘粒含量低，多砂质或砂壤质，有机质含量低，养分贫乏（表 5），因此，土壤保肥能力差，抗风蚀、水蚀能力低。轻度沙化的土地，有近 1/4 的面积上出现明显的风蚀或流沙小斑块，并有少量的小型沙堆，自然植被盖度 30 % ~

50 %，土层有效厚度一般为 10 ~ 20cm，土壤中的物理性粘粒占 20 %左右；中度沙化土地，其 1/4 的沙质地表上有少量的斑块状流动沙丘、风蚀坑或吹扬的灌丛沙堆，自然植被盖度在 10 % ~ 30 %，土层有效厚度小于 10cm，土壤中的物理性粘粒占 10 %左右；重度沙化土地，其 1/2 的沙质地表上出现密集连片的流动沙丘，抛物线沙丘或吹扬的灌丛沙堆，自然植被盖度小于 10 %，表层只有几厘米的细土粒或是浅黄色的沙砾直接暴露地表。

表 5 吉林省西部不同沙化程度地表现理化性质

Tab. 5 The physical and chemical features of sandy soil in western Jilin						
沙化程度	植被盖度 (%)	土层厚度 (cm)	土壤物理性粘粒含量 (%)	有机质含量 (%)	全 N (%)	C/N
轻度	30 ~ 50	10 ~ 20	> 20	1.0 ~ 1.5	> 0.1	> 15
中度	10 ~ 30	5 ~ 10	10 ~ 20	0.5 ~ 1.0	0.05 ~ 0.1	10 ~ 15
重度	< 10	< 5	< 10	~	~	~

4.1.3 气候因素

干旱少雨，大风频繁是吉林西部沙化土地形成的气候因子。吉林西部年降水量 < 450mm，年蒸发力 > 950mm，干燥度在 1.2 ~ 1.49 之间^[1]。春季降水只占全年降水量的 10 %左右，大部分地区的湿润指数都在 0.1 以下，是一年中最干旱的季节，且焚风效应明显，加剧了春旱^[5,16]。春季干旱的同时又有强劲的风力，全年平均风速为 4.0m/s，春季风速达 5.1m/s，为我国沙区之冠，全年大风日数为 26.3 天，春季为 17.1 天，约占全年的 60 %以上，此时植被刚进入生长季，盖度低，沙质地表多裸露，在盛行西北风和北风（瞬时风速 17m/s 的大风频繁）作用下，极易爆发强烈的风沙活动。

4.2 人为因素

4.2.1 滥砍滥伐林木

“三北”防护林的建立已近 30 年，一般树的胸径达 20 ~ 30cm，在经济利益的驱动下，部分地区采伐面积大，更新补充跟不上；二是乡、村农户房前屋后林地和路旁林带采伐严重；三是为满足逐年增长的乡、镇、国有林场木材加工厂的需求，无计划地过伐林木。三种原因的叠加，致使风沙长驱直入，沙丘复活，沙化面积在局部地段扩大。

4.2.2 水库下游生态环境恶化

因干旱缺水，在洮儿河、霍林河的上游修建了较多的水库，如察尔森水库、向海水库、红山水库等。由于这些水库截留了上游来水，致使下游段河床、边滩及河漫滩的沙质物质经常裸露地表，在长年定向风的作用下，成为本区土地沙化的“源”。

4.2.3 防护林带结构欠佳

一是防护林的布局不合理，防护屏障有缺口，部分林网过稀，对耕地、新垦耕地保护不够，使局部地段沙化仍有所发展。二是林相结构不合理。单一的阔叶树种，在春季风沙活动剧烈、耕地尚缺少植被覆盖时，本身的防护能力处于低潮，不能为耕地提供有效的保护，任其沙化。

5 结论与讨论

(1) 本文在遥感与 GIS 支持下，结合实地考察，建立沙区生态环境地理信息系统，实现了沙区土地沙漠化动态评价，减少了以往传统手段研究中的主观性。此外，根据沙化程

度评价的基本原则和本区的实际情况, 提出了涵盖植被退化、土层厚度和风蚀强度的综合评价指标, 在实际应用中可操作性较强。

(2) 近 20 年来, 吉林省西部土地沙化面积和沙化程度虽在局部有所扩展, 但总体上得到了控制。沙化土地面积共减少了 8.645 万 hm^2 , 减少幅度较大的主要分布在沙化较严重的通榆县、扶余县; 沙化强度也得到较明显的控制, 中、重度沙化土地比例之和由 80 年代初的 50 % 以上下降为 90 年代末的 30.7 %。但不容乐观的是土地沙化在局部有所发展, 如洮南县、镇赉县和长岭县的局部地段沙化面积都较 80 年代初有小幅度的增加, 并且三条沙带在盛行风的作用下缓慢东扩和加宽的态势。

(3) 局部地区沙化土地面积和强度减轻, 得益于两方面因素。一是相对优越的自然条件, 吉林西部沙地地处温带半湿润草甸草原黑钙土地带, 具有生产潜力大和沙化逆转条件好等特点, 其自然条件是我国沙区中最好的; 加之降水相对充足, 大部分降水变为壤中水, 极少形成地表径流, 减轻了水蚀。另一方面, 多年来在典型地段进行生态工程和景观生态建设的成功, 也促进了沙化土地的修复。因而, 我国温带半湿润沙区土地资源的开发, 应特别注意土地自然结构与利用结构之间的平衡与协调。以生态类型为基础, 建立不同类型的林草田复合生态系统, 是沙化土地开发利用中应选用的模式。

参考文献:

- [1] 景贵和. 吉林省中西部沙化土地景观生态建设. 长春: 东北师范大学出版社, 1990.
- [2] 张一, 许林书, 李铁成, 等. 吉林省中西部沙地林草田复合生态系统建设的研究. 生态学杂志, 1990, 9(3): 27 ~ 31.
- [3] 肖荣寰. 松嫩沙地的土地沙漠化研究. 长春: 东北师范大学出版社, 1995.
- [4] 刘明义, 李春山. 吉林省西部沙地的历史演变及近期变化. 中国水土保持, 1995, (8): 54 ~ 56.
- [5] 李宝林. 松嫩沙地沙漠化的气候因素与沙地发育特征. 中国沙漠, 1996, 16(3): 252 ~ 257.
- [6] 李宝林. 遥感在土地沙质荒漠化监测中的应用研究. 地理研究, 1998, 17(增刊): 157.
- [7] 刘惠清, 龙花楼. 为生态建设服务的吉林省西部景观类型研究. 地理研究, 1998, 17(4): 389 ~ 397.
- [8] Liu Huiqing, Xu Jiawei, Wu Xiuqin. Landscape ecological construction and biodiversity protection. Chinese Geographical Science, 1999, 9(4): 377 ~ 382.
- [9] FAO and UNEDP. Previsional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. Desertification Control Bulletin. 1984, 13(1): 1 ~ 33.
- [10] Middleton NJ, Thomas D S G. World Atlas of Desertification. London: Arnold, 1992.
- [11] Middleton, D S G. World Atlas of Desertification. London: Arnold, 1997.
- [12] Gi Longjun. Land Evaluation and Expert System for Combating Desertification. Beijing: China Forestry Press, 1997.
- [13] 朱震达, 陈广庭. 中国土地沙质荒漠化. 北京: 科学出版社, 1994.
- [14] 朱俊凤, 朱震达. 中国沙漠化防治. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [15] 孙毅. 吉林省通榆县新华村沙碱化土地的综合治理研究. 国土与自然资源研究, 1992, (3): 50 ~ 52.
- [16] 介冬梅, 吕金福. 松嫩沙地末次冰期以来降水量和干燥度的时空变化. 地理科学, 1995, 15(4): 337 ~ 343.

Spatial distribution of sandy desertification change in western Jilin Province

LIU Hui-qing¹, XU Jia-wei¹, LV Xin-miao²

(1. Institute of Urban and Environment Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract : The sandy land of western Jilin Province is located in the ecotone of semi-humid and semi-arid area in the temperate zone of China, which is a sensitive region to eco-environmental changes. Sandy desertification is widely distributed in this area because of the vulnerable natural conditions and the unreasonable human activities. As a result, the precious land resources and the economic development in the area have been seriously threatened.

In this paper, the spatial distribution change of the sandy desertification and its causes in western Jilin is analyzed in detail. The sandy land eco-environment geographical information system is established based on the multi-spectral, multi-temporal Landsat TM images and field investigation. The comprehensive indexes of sandy desertification extent assessment which include vegetation degradation, windy erosion extent and soil depth are presented to classify the sandy land in western Jilin into three levels - slight, moderate and severe sandy desertification with the support of GIS platform.

The results demonstrate that the sandy desertification has been effectively controlled in the past twenty years, except some small sites. The sandy desertified area has reduced $86.4 \times 10^3 \text{ hm}^2$, especially in Tongyu and Fuyu counties where sandy desertification has been generally controlled, too. It is partially because that there is relatively ample rainfall and thermal conditions. Most of the rainfall turn into soil water and seldom passes by in the formation of running water, thus the sandy land in this area is more easily to rehabilitate comparing with the same latitude zone of China. On the other hand, the successful ecological engineering and landscape ecological engineering projects in typical sites have effectively facilitated the amelioration of sandy land. However, this doesn't necessarily mean that there is nothing for more concern. The two main causes of sandy desertification still exist, one is its natural factors, especially the physical and chemical characters of the Quarternary deposit and the dry climate; another is the immoderate economic activity of human being that has highly accelerated the sandy desertification process. The sandy desertified area has increased in several sites comparing with the 1980s, in particular in Taonan, Zhenlai and Changling counties. The three sandy belts are spreading to the southeast tardily under the influence of the prevailing wind, and their width tends to be larger.

Key words : western Jilin; sandy desertification; dynamic analysis; causes; remote sensing; GIS