

库布齐沙漠典型农牧交错区沙漠化动态研究^{*}

王林林¹, 董立峰¹, 宋芙蓉¹, 李刚², 白选民²

(1. 滨州学院 地理旅游系, 山东 滨州 256603; 2. 滨州第二中学, 山东 滨州 264000)

摘 要: 以库布齐沙漠东北部的农牧交错区为研究区, 采用 1987 年、1995 年和 2000 年的 TM 影像为数据源, 在 3S 技术支持下分析了各时期沙丘面积、沙漠化程度及 1987–1995 年、1995–2003 年两个时间段内的土地类型转移矩阵。结果表明: 研究区沙漠化土地面积呈减少趋势, 从 1987 年的 105 582.2 hm² 减少到 2003 年的 83 326.7 hm², 沙漠化程度由 0.407 降为 0.259, 各类沙丘主要是与耕地、草甸和林地之间存在转换, 农业生产活动是库布齐沙漠地区的沙漠化主要驱动因素。

关键词: 沙漠化; 农牧交错区; 3S 技术; 库布齐沙漠

中图分类号: X171.1; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)03-0121-04

Dynamics Analysis of Desertification in Typical Farming-Pastoral Ecotone of Hobq Desert

WANG Lin-lin¹, DONG Li-feng¹, SONG Fu-rong¹, LI Gang², BAI Xuan-min²

(1. Department of Geography and Tourism, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603, China;

2. Number Two Middle School of Binzhou, Binzhou, Shandong 264025, China)

Abstract: This study area is located in the northeast of Hobq Desert, in farming-pastoral ecotone. The Landsat TM images of 1987, 1995 and 2003 were interpreted based on 3S software (ArcView 3.2, Erdas 8.6 and ArcGIS 9.0). This paper analyzed the desertification dynamics by comparing desertified area and degree of desertification in 1987, 1995 and 2003. And the progresses of the land use change was analyzed by using convection matrixes from 1987 to 1995 and 1995 to 2003. The results show that: the area of desertified land decreased from 105 582.2 hm² in 1987 to 83 326.7 hm² in 2003. Meantime, changing trend of desertification degree decreased from 0.407 to 0.259 during this period. Desertified land mainly transferred to cropland, meadow and woodland. The main drive force of desertification change was agricultural activities.

Key words: desertification; farming-pastoral ecotone; 3S technique; Hobq desert.

荒漠化(沙质荒漠化)是发生在干旱、半干旱和亚湿润干旱地区, 由于气候变化和人类活动所造成的土地退化, 是当今人类社会共同面临的一个重大环境问题^[1]。我国是世界上受荒漠化影响最严重的国家之一, 尤其是在我国北方干旱、半干旱的温带大陆性气候波动和长期以来不断加剧的人类活动使沙漠化过程日益严重^[2-4], 西北地区荒漠化土地占全国荒漠化土地的 81%, 由于荒漠化的发生发展, 造成大面积的风沙危害, 水土流失, 草场和耕地退化, 其直接经济损失每年达 540 亿元^[5]。

库布齐沙漠位于内蒙古西部、鄂尔多斯高原北

部, 是我国的第七大沙漠, 它的动态变化使其周边地区的沙漠化现象也非常突出^[6-7]。虽然它地处干旱、半干旱气候区, 水热条件较我国西部其它沙漠优越。但由于近现代地理历史变迁及自然环境条件的改变, 特别是人类的生产生活对区域环境的过度干扰, 使得库布齐沙漠及周缘地区成为我国沙漠化发展最严重的地区之一。日益扩大的土地沙漠化态势是制约内蒙古西部地区经济发展的主要生态问题, 也是造成生态环境恶化、农牧民生活贫困的根本原因^[8-9]。鉴于此, 基于 3S 技术, 对库布齐沙漠典型农牧交错区 1987–2003 年间的沙漠化过程做动态监

^{*} 收稿日期: 2008-10-11

基金项目: 滨州学院青年人才创新工程项目(BZXYQNLG200706)

作者简介: 王林林(1982–), 男, 山东滨州人, 助教, 主要从事地理信息系统应用研究。E-mail: gistree@126.com

测,并从土地转移矩阵的角度分析探讨库布齐沙漠沙漠化发展演变的内在机制,旨在为当地的沙漠化监测、治理提供理论依据。

1 研究区概况

研究区设在库布齐沙漠东北端的农牧交错区,地处 $109^{\circ}52' - 110^{\circ}44'E$, $40^{\circ}07' - 40^{\circ}28'N$, 总面积为 $1\,534.39\text{ km}^2$, 在行政区划上隶属于内蒙古鄂尔多斯市的达拉特旗。

研究区地处温带干旱草原、荒漠草原过渡带,属典型的温带大陆性气候,大陆度 75%。干燥少雨,冬寒夏热,昼夜温差大。全年平均日照时数为 $3\,142.2\text{ h}$, 年平均气温 $6.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 7 月最高为 $22.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 月最低为 $-13.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, 平均年变幅为 $36.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。年均降水量 305.9 mm , 主要集中在 7– 9 月。风沙灾害频繁,年均风速 3.1 m/s , 年均大风日数 23.4 d 。

土壤以栗钙土、风沙土、草甸土为主,土壤肥力低,质地粗,结构松散,遇有大风、强度降水、过度利用等外部条件影响,都会引起风蚀沙化、草地退化等。该区域的主要植物种有柠条(*Caragana korshinskii*)、油蒿(*Artemisia ordosica*)、沙米(*Agriophyllum squarrosum*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、阿尔泰紫菀(*Aster altaica*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、籽蒿(*Artemisia salsoloides*)、木蓼(*Atriplex frutescens*)等灌木、多年生和 1 年生草本植物组成。

表 1 沙漠化土地分级指标

沙丘类型	流沙面积/ %	植被盖度/ %	地表景观特征描述	影像特征固定
沙丘	≤20	≥40	沙丘完全处于固定状态,轻度风蚀	植被呈条状或斑块状,红白色斑相间,植被呈红色占 50% ~ 70% 的面积,浅红色和白色斑块占 30% ~ 50%,形状不规则,质地较均匀,边缘模糊
半固定沙丘	20~ 40	20~ 40	沙丘基本处于固定状态,中度风蚀	呈花瓣状,以浅黄或黄白色为基底色,其中夹有少量红色斑点,灰绿色、灰白色,一般分布于流沙边缘或深入内部
流动沙丘	≥40	≤20	沙丘完全处于流动状态,极重度风蚀	呈鳞片状,波纹清晰,整体显示为明亮的白色或浅黄色调,很少有红色斑点,浅黄、乳白、单灰或灰白色,有波状或蜂窝状沙丘纹线

2.3 沙漠化土地转移矩阵计算

通过对 1987 年、1995 年和 2003 年,不同时期的景观类型覆被矢量图层进行空间叠加运算,输出景观类型的转移矩阵(Convection Matrix),可以获得各种类型之间的转化面积^[12-13]。借以反映景观类型在不同时段之间的变化程度和动态变化。转移矩阵分析主要是通过 Arcinfo 9.0 和 ArcView 3.2 软件的支持下完成。

3 结果分析

3.1 沙漠化土地面积及沙漠化程度变化

从沙漠化土地面积上来看,1987– 2003 年间,

2 数据获取与研究方法

2.1 数据获取

以达拉特旗地区 1987 年、1995 年及 2003 年的三期 TM 影像为基础。通过图像增强、几何校正和坐标转换后,确立解译标志。在 ArcView 3.2、Arcinfo 9.0 等软件平台下通过人机交互,采用直接解译法和逻辑推理法进行目视解译、拓扑、属性引导获得三个时期的景观类型覆被矢量数据。根据研究区地貌、土壤、植被覆盖度的特点,同时也考虑人类活动的影响,将研究区的景观类型分为耕地、固定沙丘、半固定沙丘、流动沙丘、草甸、河床、林地、居民地、湿地、水体等 10 类^[10]。

2.2 沙漠化程度量化指标

沙漠化程度量化指标包括了总体度量指标和分类指标,其中总体指标包括沙漠化程度和沙地相对面积,分类指标是指表 1 中的不同沙丘类型^[11]。沙漠化程度指数是衡量某一区域沙漠化总体状况的一个数量表征,本研究的沙漠化程度指数(DG)用式(1)来计算。

$$DG_i = (M_i + k_1 \cdot SM_i + k_2 \cdot F_i) / A_i \quad (1)$$

式中: DG_i —— 某研究区的沙漠化程度; M_i —— 研究区内流动沙丘面积; SM_i —— 半固定沙丘面积; F_i —— 固定沙丘面积; A_i —— 区总面积; i —— 某一时期, k_1 和 k_2 为待定权重因子,在本文的研究中 k_1 和 k_2 分别赋值为 0.6、0.3。 DG_i 值在 0~ 1 之间变化。

研究区内的沙漠化面积在减少,由 $105\,582.2\text{ hm}^2$ 减少到 $83\,326.7\text{ hm}^2$, 面积比例从 68.82% 减少到 54.31%。其中,1987– 1995 年减少幅度最大,平均减少 $2\,524.5\text{ hm}^2/\text{a}$, 1995– 2003 年间平均减少 $258.5\text{ hm}^2/\text{a}$ (表 2)。

从各类沙丘的面积来看(图 1),固定沙丘面积呈增长趋势,平均每年增加 378.7 hm^2 , 1987– 2003 年面积百分比由 27.58% 增长到 31.53%,且在 1995– 2003 年增长幅度较大;半固定沙丘在 1987– 1995 年间呈减少趋势,平均每年减少 $1\,322.8\text{ hm}^2$, 1995– 2003 年呈增加趋势,但增加幅度很小,平均每年

增加 166.0 hm², 总体上即呈减少趋势; 流动沙丘面积呈减少趋势, 由 29 667.9 hm² 减少为 10 608.2 hm², 减少了 15 059.7 hm², 面积比减少了 12.43 个百分点。

表 2 研究区不同时期沙漠化现状

年份	固定沙丘/hm ² (占总面积百分比/%)	半固定沙丘/hm ² (占总面积百分比/%)	流动沙丘/hm ² (占总面积百分比/%)	沙漠化面积/hm ² (占总面积百分比/%)	沙漠化程度
1987	42313.8(27.58)	33600.5(21.90)	29667.9(19.34)	105582.2(68.82)	0.407
1995	43546.0(28.38)	23018.4(15.00)	18833.7(12.27)	85398.1(55.65)	0.299
2003	48372.3(31.53)	24346.2(15.87)	10608.2(6.910)	83326.7(54.31)	0.259

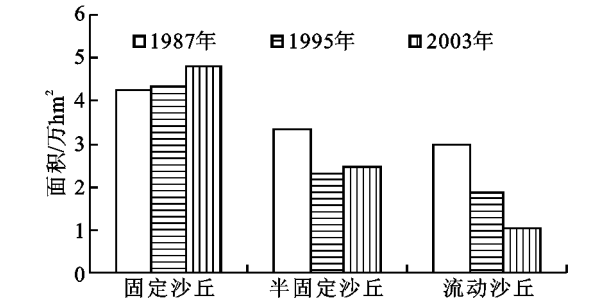


图 1 各类沙丘面积变化

沙漠化土地总面积减少, 但各类型沙丘面积互有增减。考虑到不同沙丘类型对沙漠化贡献率差异, 进而通过公式(1)对表 2 中的数据进行沙漠化程度计算。1987 年的沙漠化程度最高, 为 0.407; 1995 年和 2003 年分别为 0.299 和 0.259, 总体呈下降的趋势。其中, 从 1987–1995 年间沙漠化程度降低明显, 由 0.407 下降到 0.299, 导致这一结果的主要原因是人为活动与自然因素导致的土地利用类型的改变而引起。为使探索沙漠化程度变化过程及其原因, 了解沙丘与其它土地类型之间的转化, 特将三期矢量数据进行相互叠加, 获得 1987–1995 年、1995–2003 年两个时段的土地类型转换矢量数据(表 3, 4)。

表 3 1987–1995 年土地利用转移矩阵

土地利用方式		1987 年										hm ²
		耕地	固定沙丘	半固定沙丘	流动沙丘	草甸	河床	林地	居民地	湿地	水体	
1995 年	耕地	23136.9	1677.4	555.8	90.2	1230.8	170.0	727.6	325.5	78.8	85.6	
	固定沙丘	5554.9	23555.1	6568.7	2480.0	1924.2	195.8	1374.9	516.2	17.5	110.1	
	半固定沙丘	8686.8	9967.2	8177.4	3148.9	1750.3	246.0	799.7	470.8	4.4	152.9	
	流动沙丘	2779.4	6011.9	6365.6	12502.3	861.5	88.7	327.7	101.3	25.6	527.5	
	草甸	5289.0	1264.3	746.9	418.4	2137.1	253.6	125.8	110.7	11.8	262.0	
	河床	418.4	200.3	121.0	108.0	135.2	2920.5	9.1	0.0	26.4	96.4	
	林地	60.8	175.7	36.5	24.3	3.7	0.0	22.2	0.0	0.0	15.4	
	居民地	323.7	21.7	6.9	0.0	3.8	3.8	12.3	432.8	0.0	0.0	
	湿地	158.9	358.7	188.0	3.0	13.6	51.5	14.9	0.0	14.7	0.0	
	水体	246.4	176.2	7.7	0.0	23.9	9.5	0.1	8.6	0.0	21.6	

1995–2003 年的土地类型面积转移矩阵显示(表 4): 各沙丘类型也主要是与耕地、草甸和林地之间相互转化。从 2003 年沙丘面积的转入来源看, 除各沙丘类型本身的转入外, 固定沙丘主要由耕地、半固定沙丘、流动沙丘和林地转入, 占 2003 年固定沙丘面积的 32.7%; 半固定沙丘主要由耕地、固定沙丘、流动沙丘和草甸转入, 占 2003 年半固定沙丘面

3.2 沙漠化土地相互转化分析

1987–1995 年的土地类型面积转移矩阵显示(表 3): 各沙丘类型主要是与耕地、草甸和林地之间相互转化。从 1995 年沙丘面积的转入来源看, 除各沙丘类型本身的转入外, 固定沙丘主要由耕地、半固定沙丘、流动沙丘和草甸转入, 分别转入 1 677.4, 9 967.2, 6 011.9, 1 264.3, 占 1995 年固定沙丘面积的 43.5%; 半固定沙丘主要由固定沙丘、流动沙丘和草甸转入, 占 1995 年半固定沙丘面积的 59.4%; 流动沙丘主要由固定沙丘和半固定沙丘转入, 分别转入 2 480.0, 3 148.9 hm², 占 1995 年半流动沙丘面积的 29.9%。

从 1987 年沙丘面积流向来看, 固定沙丘主要转入耕地、半固定沙丘、流动沙丘、草甸和林地, 占到 1987 年固定沙丘面积的 42.3%; 半固定沙丘主要转入耕地、固定沙丘、流动沙丘、草甸和林地, 占到 1987 年半固定沙丘面积的 72.5%; 流动沙丘主要转入耕地、固定沙丘、半固定沙丘和草甸, 占到 1987 年流动沙丘面积的 54.0%。

积的 59.2%; 流动沙丘主要由固定沙丘和半固定沙丘转入, 分别转入 794.3, 1 555.8 hm², 占 1995 年半流动沙丘面积的 22.2%。

从 1995 年沙丘面积流向来看, 固定沙丘主要转入耕地、半固定沙丘、流动沙丘、草甸和林地, 占到 1995 年固定沙丘面积的 24.8%; 半固定沙丘主要转入耕地、固定沙丘、流动沙丘、草甸和林地, 占到

1987 年半固定沙丘面积的 53.1%; 流动沙丘主要转入耕地、固定沙丘、半固定沙丘和草甸, 占到 1987 年流动沙丘面积的 51.8%。

综合以上两个时间段的转移矩阵分析可知, 固定沙丘面积持续增长, 半固定沙丘面积波动减少, 流动沙丘面积明显减少。同时, 在 1987– 1995 年大量的

沙漠化土地转入耕地, 而耕地只有少量的转为固定沙丘, 使得沙漠化程度由 0.407 下降到 0.299; 1995– 2003 年沙漠化土地转为耕地数量减少, 同时耕地也有相当数量转为固定沙丘和半固定沙丘, 沙漠化程度由 0.299 降到 0.259。这说明库布齐沙漠地区的沙漠化动因与农业生产活动有密切的关系。

表 4 1995– 2003 年土地利用转移矩阵

hm²

土地利用方式		2003 年									
		耕地	固定沙丘	半固定沙丘	流动沙丘	草甸	河床	林地	居民地	湿地	水体
1995 年	耕 地	41024.8	2951.0	1206.6	81.5	843.9	266.9	658.7	581.4	241.0	114.7
	固定沙丘	2401.2	31332.1	5209.8	794.3	1371.8	117.1	1040.1	459.7	457.7	291.9
	半固定沙丘	2628.1	8033.9	9298.5	1555.8	94.1	132.9	369.7	318.9	435.7	84.9
	流动沙丘	458.4	3165.8	6582.6	7938.8	118.4	99.7	81.7	75.5	244.9	33.4
	草 甸	3890.7	364.1	1416.6	157.4	1535.7	74.0	383.0	86.4	507.1	8.6
	河 床	775.4	101.3	117.5	48.7	38.6	2913.8	33.9	0.0	134.0	13.7
	林 地	796.2	1686.1	164.9	24.3	66.6	3.5	587.5	76.5	17.4	0.0
	居民地	453.8	122.3	39.2	0.0	15.6	0.0	41.9	1293.2	0.0	0.0
	湿 地	91.6	40.1	40.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	46.8	0.0
	水 体	352.9	434.6	198.8	7.4	72.2	1.3	13.8	3.3	41.9	214.9

4 结论与讨论

(1) 选取库布齐沙漠东北端的农牧交错区作为研究区, 采用 1987 年、1995 年和 2000 年 30 m 分辨率的 TM 影像为数据源, 通过分析三个时期的沙漠化土地面积变化、沙漠化程度及各时期的土地类型之间的转移矩阵, 结果表明: 库布齐沙漠农牧交错区沙漠化动态在总体水平上呈下降的趋势, 从沙漠化程度的量化指标来看, 由 1987 年的 0.407 降为 2003 年的 0.259。而从相对沙地面积来看则由 68.82% 下降到 54.31%。但是, 从不同时期的变化速率来看, 1987– 1995 年比 1995– 2003 年的变化速率大。

(2) 各类沙丘主要是与耕地、草甸和林地之间存在转换, 固定沙丘和半固定沙丘的转化速率要远远大于流动沙丘的变化, 而且这一变化过程主要发生在不同沙丘和耕地等 4 种土地利用类型中, 这说明在库布齐沙漠地区沙漠化动态的主要表现形式是固定沙丘和半固定沙丘的消长。同时也可以确认库布齐沙漠地区的沙漠化动因主要是农业生产活动所导致, 因为在 1987– 1995 年有 9.4%~ 25.9%、在 1995– 2003 年间有 2.4%~ 11.4% 的不同沙丘类型分别转换为农田, 是不同沙丘类型流向概率最高的土地利用类型 (不同沙丘类型之间的转换除外)。

(3) 研究表明沙漠化程度呈降低趋势, 但区域生态环境协调发展仍不可忽视。应根据区位条件, 统筹安排各类用地。如农用地与非农用地、农业用地内部之间要统筹兼顾, 在区域内建立良性的生态平衡, 制定合理的土地利用规划, 促进区域土地的开发利用与环境的协调发展。

参考文献:

[1] 董玉祥. “荒漠化”与“沙漠化”[J]. 科技术语研究, 2000, 2(4): 11.

[2] 朱震达, 王涛. 从若干典型地区的研究对近 10 余年来中国土地沙漠化演变趋势的分析[J]. 地理学报, 1990, 45(4): 16–24.

[3] 董光荣, 陈惠忠, 王贵勇, 等. 150 ka 以来中国北方沙漠、沙地演化和气候变化[J]. 中国科学, 1995, 25(12): 1303–1312.

[4] 李孝泽, 董光荣. 浑善达克沙地的形成时代与成因初步研究[J]. 中国沙漠, 1998, 18(1): 16–21.

[5] 孙保平. 荒漠化防治工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.

[6] 杨文斌, 张团员, 闫德仁, 等. 库布齐沙漠自然环境与综合治理[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 2005.

[7] 白永祥, 孙贵荣. 库布齐沙漠风沙危害及其治理技术[J]. 内蒙古林业科技, 2004(3): 32–34.

[8] 包小庆, 陈渠昌. 库布齐沙漠侵蚀状况及治理构想[J]. 水土保持研究, 1998, 5(3): 26–29.

[9] 徐传早. 开发治理库布齐沙漠的典型: 恩格贝开发示范区[J]. 中国水土保持, 1998(7): 40–41.

[10] 查勇, 高家庆, 倪绍祥, 等. 遥感技术在荒漠化监测中的应用: 以陕西榆林市芹河乡为例[J]. 中国沙漠, 1997, 17(3): 286–290.

[11] 朱震达, 刘恕. 中国北方沙漠化过程与分区治理[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981: 30–46.

[12] Jenson J Q, Cowen D. Principles of change detection using digital remote sensor data. Integration of GIS and remote sensing[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1997: 1–25.

[13] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151–160.