

# 近 15 年来共和盆地土地沙质荒漠化动态变化及原因分析

封建民, 李晓华

(咸阳师范学院 旅游与资源环境学院, 陕西 咸阳 712000)

**摘 要:** 在野外调查和前人研究的基础上, 建立了青海共和盆地沙漠化土地遥感分类分级的指标系统, 并在地理信息系统支持下, 对该区 1990 年和 2005 年的 TM 影像进行了目视解译, 分析了该区近 15 a 来土地沙漠化时空变化规律和原因。结果表明: ① 研究区沙质荒漠化依然严重, 共有各类沙化土地 7 419. 62 km<sup>2</sup>, 占研究区总面积的 62. 84%, 以轻度 and 中度为主; ② 较为严重的沙质荒漠化主要发生在中部和南部气温较高的地区; ③ 沙质荒漠化总体趋势为整体面积缩小, 恶化和逆转并存, 程度略有加强; ④ 气候变化导致的蒸发量增加对研究区土地沙质荒漠化有一定的促进作用, 而 20 世纪 90 年代后期以来耕地面积和农牧业人口急剧减少是研究区土地沙质荒漠化面积略有减少的主要原因; ⑤ 研究区沙质荒漠化趋势虽然得到一定程度的控制, 但沙质荒漠化形势仍然相当严峻, 控制人口密度, 调整土地利用结构, 控制超载过牧, 加强土地管理和生态环境建设势在必行。

**关键词:** 农牧交错带; 共和盆地; 土地沙质荒漠化

中图分类号: X171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0129-05

## Dynamic Changes of Sandy Desertification and Its Causes in the Gonghe Basin During the Last 15 Years

FENG Jian-min, LI Xiao-hua

(College of Tourism and Resource Environment, Xianyang Normal University, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** Based on the field investigation and summarizing experiences from other studies, this article taking the Gonghe basin as the study area, established classification and interpretation criterions of sandy desertified land, detected spatial-temporal evolution of desertification from 1990 to 2005 in the study area through visual interpretation of Landsat TM images, with the support of geographic information system (GIS), and analyzed its causes. The results showed that: ① The sandy desertified land of the study area was 7 419. 62 km<sup>2</sup> in 2005, occupying 62. 84% of the whole region, and the most is in light and middle grades. ② Although desertification takes place in the whole region, it is the most severe in the south and middle district with high annual mean temperature. ③ The dynamics of land sandy desertification are decreasing on the whole, reversing and developing in local, and the desertification degree is becoming intensifying. ④ Although increasing of evaporation resulted from climate change promotes sandy desertification, the abrupt reduction of farmland and agricultural population since 1996 are the important anthropogenic factors of decreasing land sandy desertification. ⑤ Sandy desertification in the study area was in a dynamic change progress with slight change, but not basically controlled. Therefore, it is imperative to control agricultural population and livestock increase speed, to adjust the land use structure and to reform the land use system, to enhance the management of land resource, and to strengthen the eco-environment construction.

**Key words:** farming-pasturing interlock zone; Gonghe Basin; land sandy desertification

全球生态环境的恶化吞噬着人类的生存空间, 对人类的生存和发展构成了极大的威胁, 而沙漠化是当今世界最重要的环境问题之一, 已成为 21 世纪威胁人类生存和发展、社会稳定与可持续发展的严重问题

之一。“荒漠化”(desertification)是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润地区的土地退化<sup>[1]</sup>。沙质荒漠化是荒漠化类型之一, 是指干旱和半干旱(包括部分半湿润地区)在干

收稿日期: 2010-01-21

资助项目: 咸阳师范学院重点学科—自然地理学; 咸阳师范学院科研项目(09XSYK201)

作者简介: 封建民(1972-), 男, 陕西凤翔人, 副教授, 博士, 主要研究方向为沙漠化过程及遥感监测。E-mail: feng\_jianmin@yahoo.com.cn

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

旱多风和疏松沙质地表条件下,由于人为强度的土地利用等因素,破坏了脆弱的生态平衡,使原非沙漠地区出现了以风沙活动、沙丘起伏为主要标志的类似沙漠景观的环境退化过程<sup>[2]</sup>。我国是世界上受沙漠化危害最严重的国家之一,沙漠化的发生与发展,已给我国广大地区的生态环境、自然资源、社会经济以及人民生活造成严重的危害。2000 年,我国北方沙漠化土地已达 38.57 万  $\text{km}^2$ , 1988–2000 年沙漠化年扩大速率达到 3 600  $\text{km}^2/\text{a}$ <sup>[3]</sup>。青海共和盆地是我国西部沙漠化快速吐食地区之一,由于沙漠化,土壤风蚀加剧其自西向东的三条数百公里长的沙带前沿已经跃入龙羊峡库区<sup>[4]</sup>,每年进入库区的流沙总量达 3 130 万  $\text{m}^3$ ,大量流沙进入库区,已严重威胁到电站的正常运营,同时土地沙漠化已成为制约区域经济发展的重要因素。因此,探讨土地沙漠化问题具有重要的意义。

## 1 研究区概况

共和盆地深居内陆,位于青藏高原东北部,大部分位于共和县,一小部分属贵南县,故取名共和—贵南盆地,简称为共和盆地。共和盆地地理位置为  $35^{\circ}27' - 36^{\circ}56' \text{N}$  和  $98^{\circ}46' - 101^{\circ}22' \text{E}$ ,在自然地带属于高原温带半干旱草原和干旱荒漠草原的过渡区域<sup>[7]</sup>。盆地四周环山,中间低落,东宽西窄,呈葫芦形,南北长约 210 km,东西宽约 60 km,总面积 13 800  $\text{km}^2$ ,实际监测面积 11 807.59  $\text{km}^2$ 。盆地内大部分地区海拔 2 600~3 400 m,年平均气温 2.10~3.13  $^{\circ}\text{C}$ <sup>[5]</sup>,年平均降水量 311.1~402.1 mm,年均潜在蒸发量 1 558.2~1 841.2 mm,年均风速 2.1~2.7 m/s,年均大风日数 17.7~43.2 d,最多可达 75 d。平均每年霜期长达 260 d 以上,也可以说没有绝对的无霜期。因而农作物、林木生长受到了一定的限制,地表植被覆盖低。区内生态环境脆弱,易遭受自然因素和人类社会经济活动的影响。

共和盆地的沙漠化土地主要分布在塔拉滩及黄河以南的木格滩地区,沙漠化土地以流动沙丘、半固定沙丘为主。由于受风力、盆地地形、植被等因子影响,一般 3 m 高的流动沙丘年移动速度可达 48 m。由于沙漠化土地不断扩展,造成了诸多危害,除了淹没农田、村庄,风蚀、沙埋种子幼苗外,最严重的是给盆地最低处龙羊峡库区带来严重的威胁,每年从塔拉滩区吹入库区的风沙量达 141 万  $\text{m}^3$ <sup>[6-7]</sup>。这些都给当地的经济发展和人民生活造成了严重的危害。

## 2 研究方法

### 2.1 数据处理

主要数据源是 1990 年与 2005 年两期 TM 影像(时相均为秋季)。TM 影像有 7 个波段,每个波段反映了不同的生态学特点,其中对植被、土壤和水分反映敏感的分别为 TM2、TM3、TM4 和 TM5(绿波段、红波段、近红外波段和中红外波段,其光谱范围分别在 0.52~0.60, 0.63~0.69, 0.76~0.90, 1.55~1.75  $\mu\text{m}$ )。其中 TM4 可以反映出不同沙漠化程度的土地上植被的特点, TM3 可以反映沙质土壤的较高亮度和盐渍化土地的白化现象, TM2 对植被的反射敏感,能区分树型、树种。所以本次研究选用 4, 3, 2(R, G, B) 波段组合的 TM 影像,其次还结合了野外实地考察。首先对 1990 年和 2005 年 TM 影像进行合成、增强处理、几何精纠正、图像镶嵌,然后根据不同程度荒漠化土地影像特征进行人机交互判读。解译精度按照 1:10 万比例尺确定,最小图斑 15 个像元。

### 2.2 沙漠化土地分类和遥感影像特征

在参考了已有的沙漠化土地划分标准与方法的基础上<sup>[8-9]</sup>,结合共和盆地的实际情况,以风成地表形态为主,结合植被、土壤、景观、微地貌过程等环境要素,将土地划分为非沙质荒漠化(含潜在)、轻度沙质荒漠化、中度沙质荒漠化、强烈沙质荒漠化和严重沙质荒漠化土地,参考指征和遥感影像特征见表 1–2。

## 3 土地沙质荒漠化现状

根据各种沙质荒漠化土地遥感影像特征,对 2005 年 TM 影像进行人机交互判读(图 1)并统计得到了土地沙质荒漠化现状数据。

解译结果显示,研究区土地沙质荒漠化依然非常严重,以轻度和中度为主。2005 年沙漠化土地总面积为 7 419.62  $\text{km}^2$ ,占研究区总面积的 62.84%,其中严重沙漠化、重度沙漠化、中度土地沙漠化和轻度沙漠化土地面积分别为 903.07, 550.87, 1 308.99, 4 656.68  $\text{km}^2$ ,分别占沙漠化土地总面积的 12.17%, 7.42%, 17.65%, 62.76%。

沙质荒漠化在空间分布上差异较大,其中最严重的区域主要分布在龙羊峡库区周围的木格滩、河卡滩、塔拉滩。木格滩和塔拉滩分布着大量的流动沙丘,流动沙丘呈三角带状,从沙珠玉河谷随着主风向由西偏北向东南移动,经过三个塔拉滩直至黄河沿岸。而且这些地区沙质荒漠化主要以风积为主,遥感影像上可见明显高大的沙丘形态,而其它地区的沙质荒漠化程度较轻,从成因上以风蚀为主,沙丘矮小,分布零星,遥感影像上可见明显的沿主风向延伸的条带状风蚀痕迹。

表 1 沙质荒漠化土地分类体系及主要的参考指标

分级	风蚀(积)地表 所占面积比/%	植被覆 盖度/%	土地生产力 下降率/%	利用价值	地表特征
非沙质荒漠化	< 10	> 60		保护利用	
轻度沙质荒漠化	10~ 20	40~ 60	< 10	恢复利用	地表形态基本保持原生草地的初始状态, 相当于固定沙地; 耕垄有明显的风蚀痕迹
中度沙质荒漠化	20~ 50	20~ 40	10~ 30	限制利用	现明显的风蚀坡和落沙坡分异; 沙堆迎风侧显现流沙; 风蚀耕地明显低下, 土壤腐殖质层风蚀厚度超过 50%
重度沙质荒漠化	50~ 90	10~ 20	30~ 90	很难利用	原始地表形态以及基本破坏, 地表风蚀强烈, 沙地成为半流动状态; 地面出现风蚀残墩、风蚀残丘, 耕地流沙面积超过 25%, 大部分弃耕
严重沙质荒漠化	> 90	< 10	> 90	长期很难或不能利用	风蚀、风沙流和沙丘前移过程强烈进行, 相当于流动沙丘地, 沙丘密集高大; 耕地弃耕, 变为平沙地或砾质沙地

表 2 沙质荒漠化土地遥感影响特征

分级	遥感影像特征
非沙质荒漠化	TM 影像上无明显白色斑点, 浅红色或红色色调较均匀分布
轻度沙质荒漠化	在 TM 影像上有低缓的固定沙丘, 农田、草场局部地表有风蚀粗化痕迹或积沙, 植被呈浅红色, 不连续分布, 块状且不规则, 在浅红色基调上有红色斑点
中度沙质荒漠化	在 TM 影像上固定、半固定沙丘呈条状或斑块状, 红白色斑相间, 块状且不规则, 淡红色, 地面不平; 耕地有明显规则的边界, 红或蓝绿色, 地面不平有粗糙感
重度沙质荒漠化	在 TM 影像上半固定半流动沙丘呈花斑状, 不规则斑状, 棕黄- 黄白色, 沙丘清晰, 有少量灌丛分布的红色斑点; 耕地边界隐约可见, 黄白色底子上有红色斑点, 耕作痕迹不明显, 沙丘明显
严重沙质荒漠化	在 TM 影像上流动沙丘呈鳞片状, 波纹清晰, 大面积分布, 黄白- 灰白色, 沙丘、沙垅等地貌形态明显; 耕地边界模糊, 黄白- 灰白色, 有明显的形态

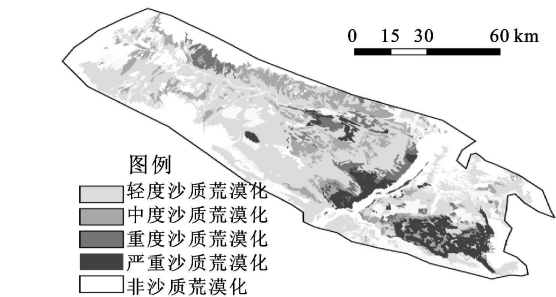


图 1 共和盆地 2005 年土地沙质荒漠化图

矢量图在 GIS 软件支持下叠加并统计数据得到土地沙质荒漠化动态图(图 2)和面积变化情况(表 3)

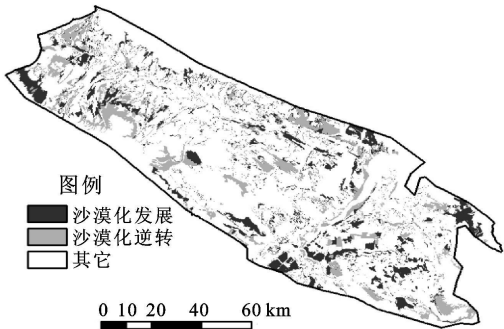


图 2 共和盆地 1990- 2005 年土地沙质荒漠化动态

4 土地沙质荒漠化动态分析

将 20 世纪 80 年代末和 2000 年沙质荒漠化现状

表 3 共和盆地 1990-2005 年沙质荒漠化转移矩阵

1990年	2005年					总计
	轻度沙质荒漠化	中度沙质荒漠化	重度沙质荒漠化	严重沙质荒漠化	非沙质荒漠化	
轻度沙质荒漠化	3806.96	363.31	85.18	31.37	646.44	4933.26
中度沙质荒漠化	215.79	647.35	52.38	26.52	129.24	1071.28
重度沙质荒漠化	76.90	170.46	350.55	65.25	38.66	701.82
严重沙质荒漠化	11.42	7.08	31.02	762.87	46.39	858.78
非沙质荒漠化	545.60	120.79	31.75	17.05	3527.21	1345.69
总计	4656.68	1308.99	550.87	903.07	4387.98	11807.59

#### 4.1 土地沙质荒漠化动态变化分析

解译结果表明, 研究区土地沙质荒漠化动态趋势为整体面积缩小, 恶化和逆转并存, 程度略有加强。1990 年青海共和盆地沙质荒漠化土地总面积为 7 565.14 km<sup>2</sup>, 占监测区总面积的 64.07%, 其中严重沙质荒漠化、重度沙质荒漠化、中度沙质荒漠化和轻度沙质荒漠化土地面积分别为 858.78, 701.82, 1 071.28, 4 933.26 km<sup>2</sup>, 分别占沙漠化土地总面积的 11.35%, 9.28%, 14.16%, 65.21%。与 2005 年相比, 近 15 a 沙质荒漠化总面积减少了 145.55 km<sup>2</sup>, 年均减少 14.56 km<sup>2</sup>, 其中轻度沙质荒漠化土地 15 a 间减少了 276.59 km<sup>2</sup>; 重度沙质荒漠化土地减少了 150.95 km<sup>2</sup>; 而中度沙质荒漠化土地面积增加最多, 15 a 间增加了 237.71 km<sup>2</sup>; 严重沙质荒漠化土地 15 a 间增加了 44.29 km<sup>2</sup>。这说明经过数十年的治理, 研究区沙漠化快速发展的势头已基本被遏制, 但沙漠化发展有以面积扩大转为以程度加深为主的趋势。

#### 4.2 沙质荒漠化土地之间的转换分析

表 3 中浅灰色背景表示沙漠化逆转(沙漠化程度减轻或沙漠化变为非沙漠化)的面积, 深灰色背景沙漠化发展(沙漠化程度加深或非沙漠化变为沙漠化)的面积, 除总计之外, 对角线上的表示土地类型未发生变化的面积, 其它为土地类型发生变化的面积。近 15 a 来, 沙漠化逆转的面积为 1 373.41 km<sup>2</sup>, 逆转的斑块数有 2 532 个, 最大斑块 104.20 km<sup>2</sup>, 其中 860.74 km<sup>2</sup> 由各类沙漠化土地转化为非沙漠化, 占逆转总面积的 62.67%, 512.67 km<sup>2</sup> 由沙漠化程度的降低而来, 占逆转总面积的 37.33%, 最大的是轻度沙漠化转化为其它土地利用类型和中度沙漠化转化为轻度沙漠化。沙漠化发展的面积为 1 339.2 km<sup>2</sup>, 斑块数有 2 592 个, 最大斑块 81.16 km<sup>2</sup>, 其中 715.2 km<sup>2</sup> 由非沙漠化土地转化为沙漠化, 而 624.0 km<sup>2</sup> 是由于沙漠化程度的加深, 分别占恶化面积的 53.41% 和 46.59%, 最大发生在非沙漠化草场转化为轻度沙漠化和轻度沙漠化转化为中度沙漠化。可以看出, 研究区沙漠化的演变以非沙漠化和程度较轻的沙漠化之间的转变最为活跃, 而程度较重的重度和严重沙漠化得到了有效控制, 其面积变化相对较小, 这说明, 在以后的沙漠化防治中, 既要防治轻度和中度沙漠化进一步恶化, 更要保护天然草场, 防止非沙漠化草场的退化。

从空间位置来看, 虽然沙漠化逆转和发展的分布较为均匀, 但仍然可以看出一些规律。沙漠化逆转的区域主要发生在近 10 a 治理强度较大的沙珠玉和贵南县的森多, 特别是塔拉滩和龙羊峡周边地区, 经过多年综合治理, 沙漠化以逆转为主, 而沙漠化发展的

区域则主要发生在哇玉香卡农场、新哲农场和木格滩等人类经济活动强度较大且防治力度较小的地区。

### 5 土地沙质荒漠化的主要驱动因子分析

土地荒漠化是由气候变化和人类不合理的土地开发活动等多种因素造成的土地退化过程。为了分析研究区自然和人为因素对沙漠化的影响, 选取了共和盆地 1953–2005 年牲畜数量、农牧业人口和耕地面积统计数据, 同时还选取了研究区贵南、恰卜恰和茶卡三个气象站 53 a 的气温、降水资料进行气候趋势分析, 并利用高桥浩一郎公式<sup>[10]</sup> 求取蒸发量:

$$E = \frac{3100R}{3100 + 1.8R^2 \exp\left(-\frac{34.4T}{235.0 + T}\right)}$$

式中:  $E$  ——月蒸发量;  $R$  ——月降水量;  $T$  ——月平均气温。

#### 5.1 气候变化及对沙质荒漠化的影响

从图 3 可以看出, 近 53 a 来共和盆地年平均气温总体呈明显的上升趋势, 增长率在南部为 0.37℃/10 a, 中部为 0.44℃/10 a, 北部为 0.24℃/10 a。自 20 世纪 80 年代中后期气温急剧升高。这种变化与全国和北半球气温变化相一致。2001 年贵南年平均气温上升到 4.82℃, 1998 年恰卜恰年平均气温上升到 5.6℃, 同年茶卡年平均气温上升到 3.13℃, 分别为 1953–2005 年以来年平均气温的最高值。各年平均气温相对于 53 a 的平均值来说变化较大, 贵南站大于平均值的年份有 21 a, 1987 年以后的年份有 13 a; 恰卜恰站大于平均值的年份有 27 a, 1987 年以后的年份有 18 a; 茶卡站大于平均值的年份有 26 a, 1987 年以后的年份有 17 a。

近 52 a 来研究区降水量总体上南部贵南站呈微弱减少趋势, 而中部和北部的恰卜恰和茶卡站呈微弱增加趋势(图 4), 南部贵南站减少率为 4.8 mm/10 a, 中部和北部的恰卜恰和茶卡站增长率分别为 0.9 mm/10 a 和 1.15 mm/10 a。由图 5 看出近 40 a 来, 共和盆地蒸发量呈现出微弱的上升趋势, 其上升率为 6.9 mm/10 a。60 年代中后期到 70 年代中后期呈下降趋势, 70 年代中后期到 90 年代初期呈上升趋势, 而 90 年代初期到 2005 年蒸发量又呈急剧上升趋势, 2004 年达到 40 a 来的最高值 397.78 mm。其中蒸发量大于 40 a 平均值的年份有 18 a, 1987 年以后的年份有 11 a。

总之, 共和盆地年平均气温和降水量的时空变化表明, 随着气温的明显上升和降水量的微弱增加, 共和盆地的气候逐渐变干燥, 而沙质荒漠化土地主要处于中部和南部气温的高值区, 因此气温升高所导致的

蒸发量增加可能是共和盆地土地荒漠化的间接诱发因素之一,但这种变化幅度比较小,所以短期内气温和

降水量变化对共和盆地荒漠化虽有促进作用,但影响比较小。这与孙建光和郭连云等人的结论一致<sup>[11-13]</sup>。

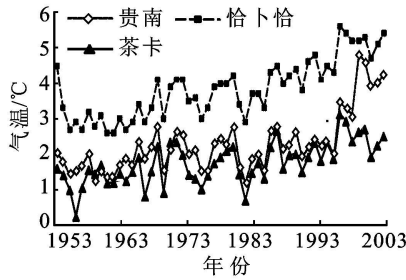


图 3 共和盆地年平均气温的时间序列

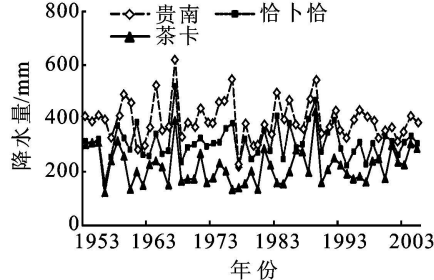


图 4 共和盆地年降水量的时间序列

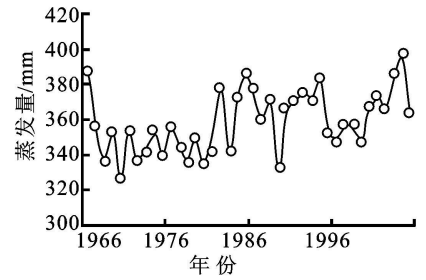


图 5 共和盆地年蒸发量的变化

## 5.2 人文驱动因子对沙质荒漠化的影响

从图 6 看出近半个世纪以来,研究区人类活动对环境总体影响是加强的,但又可以分为三个时期,其中 50-60 年代初期牲畜数量、农牧业人口和耕地面积急剧增加,60 年代初到 90 年代中期牲畜数量和农牧业人口明显增加,而耕地面积基本保持稳定,90 年代后期以来耕地面积和农牧业人口急剧减少,牲畜数量略有增加。人为因素的这种变化趋势也许能解释研究区荒漠化面积在 50-80 年代中期迅速扩展<sup>[7]</sup>,而 90 年代以来荒漠化面积略有减少的原因。但即便如此,根据当地资料,共和盆地超载过牧现象依然非常严重,贵南县牧场超载为 65.7%,共和县牧场超载为 54%,这也使得研究区的荒漠化不可能从根本上得到根治。结合沙漠化的空间转换特征和气候变化因素,可以看出相对于自然因素,人类活动是影响沙漠化发生、发展的决定因素。

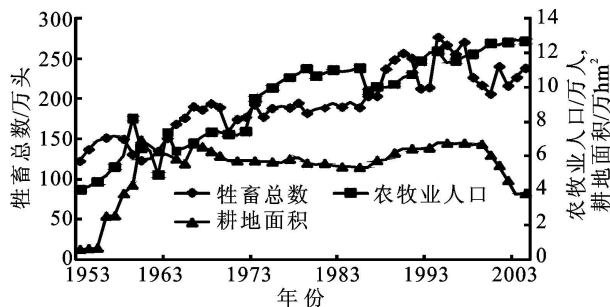


图 6 共和盆地主要的人文因子变化

## 6 结论

2005 研究区共有沙质荒漠化土地 7 419.62 km<sup>2</sup>,占研究区总面积的 62.84%,以轻度和中度为主,主要发生于南部和中部气温较高的区域。从近 15 a 动态变化上,总趋势为整体面积缩小,恶化和逆转并存,程度略有加强。沙漠化逆转的区域主要发生在近 10 a 治理强度较大的沙珠玉和贵南县的森多,特别是塔拉滩和龙羊峡周边地区,而沙漠化发展的区域则主要发生在哇玉香卡农场、新哲农场和木格滩等

人类经济活动强度较大且防治力度较小的地区。气温升高导致的蒸发量增加对研究区土地沙质荒漠化有一定的促进作用,而 20 世纪 90 年代后期以来耕地面积和农牧业人口急剧减少是研究区土地沙质荒漠化面积略有减少的主要原因,同时严重的超载过牧现象使得研究区的荒漠化不可能从根本上得到根治。由此可知,我国北方农牧交错带西段土地沙化态势仍很严重,控制人口密度,调整土地利用结构,控制超载过牧,加强土地管理和生态环境建设势在必行。

## 参考文献:

- [1] 王涛,朱震达.我国沙漠化研究的若干问题:沙漠化的概念及内涵[J].中国沙漠,2003,23(3):209-213.
- [2] 李宝林.东北平原西部沙地土地沙漠化的动态变化与驱动力分析[D].北京:中国科学院地理科学与资源研究所,2000.
- [3] 王涛,吴薇,薛娴,等.近 50 年来中国北方沙漠化土地的时空变化[J].地理学报,2004,59(2):203-212.
- [4] 王圣志.黄沙直逼龙羊峡库区[J].草业科学,2004,21(增刊):62-65.
- [5] 沙占江,马海州,李玲琴,等.共和盆地龙羊峡库区 1987-1999 年间土地覆被变化过程[J].中国沙漠,2005,25(1):20-27.
- [6] 张登山.青海共和盆地土地沙漠化影响因子的定量分析[J].中国沙漠,2003,20(1):59-62.
- [7] 董光荣,高尚玉,金炯.青海共和盆地土地沙漠化与防治途径[M].北京:科学出版社,1993:3-8.
- [8] 吴薇.土地沙漠化监测中 TM 影像的利用[J].遥感技术与应用,2001,16(2):86-90.
- [9] 沙占江,曾永年,马海洲,等.遥感和 GIS 支持下的龙羊峡库区土地沙漠化动态研究[J].中国沙漠,2000,20(1):51-54.
- [10] 高桥浩一郎.月平均气温月降水量以及蒸发散量的推定方式[J].天气(日本),1979,26(12):759-763.
- [11] 郭连云,熊联胜,王万满.近 50 年气候变化对塔拉滩草地荒漠化的影响[J].水土保持研究,2008,15(6):57-63.
- [12] 孙建光,李保国,卢琦.青海共和盆地气温的时空动态及其效应分析[J].地理科学进展,2004,23(3):100-106.
- [13] 孙建光,李保国,卢琦.青海共和盆地水分的时空变化及其荒漠化成因分析[J].资源科学,2004,26(6):55-61.