

甘肃疏勒河流域环境因子变异 对荒漠化态势的影响

章予舒, 王立新, 张红旗, 李香云

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 环境因子的变异性对区域土地荒漠化发展态势有决定性影响和作用。该文以疏勒河流域为例, 应用变异系数和相关系数对该流域主要环境因子的变异程度及对土地荒漠化发展态势的影响进行分析研究。结果表明: 疏勒河流域气象因子和人为因子都具有较为显著的变异性, 主要气象因子年降水量和风速活动指标自 80 年代以来, 均在波动中呈小幅减小趋势, 而区域人口、耕地面积则一直在持续增长。随着环境因子的变异, 区域土地荒漠化呈现不同的发展态势, 其中, 人口、耕地面积与荒漠化有显著正相关关系, 在气象因子中, 年均风速、沙暴日数与荒漠化具正相关, 降水量与荒漠化相关性较复杂。分析认为, 在疏勒河流域, 荒漠化发展态势与人为因子的关系较与气象因子的关系更为直观和显著。

关键词: 疏勒河流域; 环境因子; 变异性; 荒漠化

中图分类号: X24(242) **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7588(2003)06-0060-06

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTOR CHANGES ON DESERTIFICATION PROCESS IN SHULE RIVER

ZHANG Yu-shu, WANG Li-xin, ZHANG Hong-qi, LI Xiang-yun

(*Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China*)

Abstract: Desertification is one of the most serious eco-environmental problems in arid region of northwest china. Although the desertification is caused by many factors, the changes of environmental factors play an important role in the process of desertification. In this paper, Shule River is selected as an example and the variation coefficient and correlation coefficient was calculated to evaluate the main environmental factors' changes and its relation to the state of desertification. The results obtained indicate that the changes of environmental factors including meteorological factors and human active factors are obvious. Since 1980s the annual precipitation and annual number of sandstorm days have declined in a fluctuating state, while the population and the area of cultivated land have increased. The correlation analysis shows that there exist positive correlations between desertification and population and area of cultivated land. The correlation between area of desertification and annual wind speed, annual number of sandstorm days is significant. In Shule River area, desertification state has more obvious relation with human active factor, comparing with meteorological factors.

Key words: Shule River; Environmental factor; Variation; Desertification

荒漠化是当今西北干旱区最为严重的生态环境问题之一, 现代荒漠化受多种因素的驱动作

用^[1~5], 其中, 环境因子的变异性对区域土地荒漠化发展态势有决定性的影响和作用。甘肃省

收稿日期: 2002-12-14; 修订日期: 2003-02-20

基金项目: 国家重点基础研究发展项目(编号: G1999043505)。

作者简介: 章予舒(1955~), 男, 北京市人, 副研究员, 主要研究方向为干旱区生态环境与环境安全。

E-mail: zhangys@gssrr.ac.cn

疏勒河流域地处西北干旱气候区, 生态环境脆弱, 土地荒漠化问题严峻。而随着甘肃省疏勒河开发项目的深入实施, 疏勒河流域新一轮的水土资源开发正在加速进行中。研究分析自然因素和人为因素变化对该区域土地荒漠化发展态势的影响, 深入揭示西北干旱地区土地荒漠化成因及荒漠化土地生态恢复机制, 将为干旱区制定科学稳妥的生态、经济建设规划提供理论依据, 对促进其保护生态, 实现区域生态—经济—社会的协调发展, 具有重要意义。

1 研究区概况

疏勒河流域位于甘肃省河西走廊西段, 地理位置介于 $92^{\circ}11' \sim 98^{\circ}30'E$, $38^{\circ}00' \sim 42^{\circ}48'N$ 之间。该流域东邻巴丹吉林沙漠, 西连塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠, 北为马鬃山低山、丘陵、戈壁, 南为祁连山崇山峻岭。流域中部绿洲地区属温带或暖温带干旱气候, 区域年降水量 $47\text{mm} \sim 67\text{mm}$, 年蒸发量 $2\,478\text{mm} \sim 3\,043\text{mm}$, 年日照时数 $3\,172\text{h} \sim 3\,318\text{h}$, 日照率为 $68\% \sim 41\%$, 年平均气温 $5.8^{\circ}\text{C} \sim 8.8^{\circ}\text{C}$, 平均气温日较差 $13.9^{\circ}\text{C} \sim 16.1^{\circ}\text{C}$, 极端低温 -29.1°C , 无霜期 $134\text{d} \sim 157\text{d}$, 年均风速 $3.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \sim 4.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 8 级以上大风日数 $37.6\text{d} \sim 76.1\text{d}$ 。具有降水少, 蒸发强, 日照长, 温差大, 积温高, 风力强劲而频繁的气候特点, 农业生产深受干旱、大风、沙尘暴、干热风、低温霜冻等气象性灾害影响。

疏勒河流域总面积 $16.998 \times 10^4\text{km}^2$, 人口 45×10^4 。本研究以疏勒河流域绿洲农业区的主体部分安西县和玉门县为代表区, 两县合计人口占全流域总人口的 65.7% , 耕地面积占全流域总耕地面积的 64.2% 。该流域早在西汉时期就开始开荒垦殖, 明末清初, 初步形成了灌溉农业, 但农业生产水平低, 区域发展缓慢。为了开发疏勒河流域水土资源, 发展区域经济, 甘肃省人民政府于 1996 年正式启动了利用世界银行贷款开发疏勒河流域的重点农业开发项目(简称为甘肃省疏勒河项目)。疏勒河项目的实施, 对促进疏勒河流域大规模快速开发和社会经济全面发展产生了显著的推进作用。

2 研究方法

环境因子(包括气象因子和人为因子等)基础资料来自于两县气象站多年气象观测资料和区域社会经济发展统计资料^[6,7], 荒漠化面积资料来自于甘肃省荒漠化土地监测研究报告。采用趋势分析和对比分析法, 并结合变异系数来分析研究环境因子的变异性。在统计分析中, 一组数据的标准差与平均数之比, 称为变异系数^[8], 用来衡量该组数据的变异性, 变异系数愈大, 说明该因子的稳定性愈低。将气象因子和人为因子作为影响区域土地荒漠发展态势的干扰因素, 对其相关性进行计算分析, 以分析研究环境因子的变异性对区域土地荒漠发展态势的影响。

3 结果与分析

3.1 气象因子变异性分析

对安西、玉门两县 50a 来主要气象因子变化分析可看到, 该区域气象条件变化复杂, 且在不同年代差异显著。

3.1.1 年降水量变异性分析 在干旱气候区, 年降水量的多少不仅能直接反映气候的变化趋势, 也是制约植被生长和土地荒漠化发展的重要指标。安西县年降水量多年平均值(50a 平均)为 47.9mm , 玉门为 64mm (41a 平均)。以 10a 为一个阶段进行年降水量多年平均值差异分析, 结果表明: 该区 60 年代降水量明显低于多年平均值, 其中, 安西低 15.9mm , 玉门低 9.8mm ; 70 年代该区降水量较丰沛, 安西比多年平均值高 9.4mm , 玉门高 12.5mm ; 进入 80 年代以来, 年降水量在 70 年代的基础上有持续减少的趋势, 如安西县的年降水量 70 年代为 57.3mm , 80 年代减少到 52.6mm , 90 年代减少为 47.8mm 。玉门年降水量变化情况与安西相同, 年降水量从 70 年代的 76.5mm , 80 年代减少到 64.9mm , 90 年代进一步减少为 58.2mm 。全区降水量多年最小值出现在 60 年代, 安西为 11.9mm (1960 年), 仅为多年平均值的 24.8% , 玉门 25.7mm (1965 年), 是多年平均值的 40.2% 。降水量最大值则出现在 1979 年, 安西为 127.9mm , 是多年平均值的 2.67 倍, 玉门 143.4mm , 是多年平均值的 2.24 倍(见表 1、图 1)。

表 1 安西、玉门不同年代气象因子平均值与多年平均值差异比较

Table 1 Differentia comparison of meteorological factors in decades in Anxi and Yumen

指标	区域	多年平均值	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代	2000 年
降水量距平值(mm)	安西	47.9	+1	-15.9	+9.4	+4.7	+0.1	+8.0
	玉门	64		+9.8	+12.5	+1	-5.8	+11
年均风速距平值($m \cdot s^{-1}$)	安西	3.3	+0.5	+0.2	+0.5	-0.2	-0.8	-1.2
	玉门	3.9		0	+0.7	-0.1	-0.7	-1.0
大风日数距平值(d)	安西	52	+6	+29	+21	-10	-32	-44
	玉门	40		-7	+21	0	-15	-12

注：“+”表示高于平均值，“-”表示低于平均值。

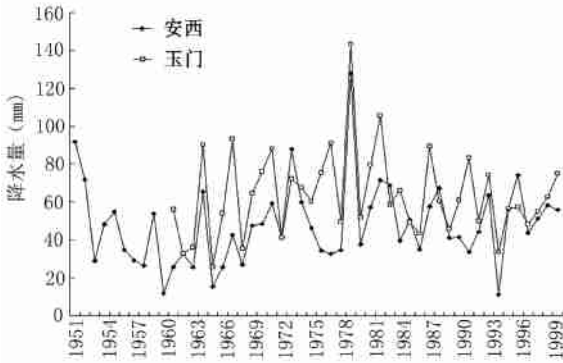


图 1 安西、玉门年降水量变化

Fig. 1 Annual precipitation changes in Anxi and Yumen

用变异系数对两县年降水量的变异程度进行计算,结果表明:该区降水量变异系数为 5.93%(安西 6.32%,玉门 5.54%)。综合分析认为:该区域 60 年代为相对干旱期,70 年代则相对湿润,进入 80 年代以来,年降水量在波动中呈小幅下降趋势。但在 1997 年以后,年降水量又出现小幅增加趋势。

3.1.2 风沙活动因子的变异性 西北干旱地区风沙活动十分普遍,地处河西走廊西端的安西、玉门两区,风沙活动更是强烈而频繁,素有“世界风库”之称。据近 50a 气象站观测资料统计,安西 ≥ 8 级以上大风日数年均 52d,年平均风速 $3.3m \cdot s^{-1}$ 、沙暴日数年均 13.6d。

纵向差异分析表明,疏勒河流域 ≥ 8 级以上大风日数在 70 年代以前较高,进入 80 年代以后,则呈下降趋势(见表 1、图 2)。两县大风日数多年平均值分别为 52d 和 40d,在 80 年代以前大风日数都明显高于多年平均值,其中,安西 60 年

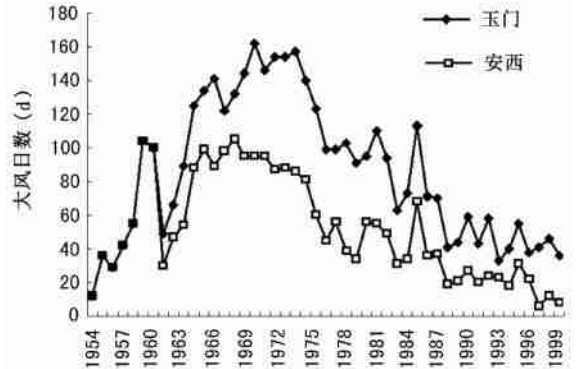


图 2 安西、玉门大风日数变化

Fig. 2 Annual number of sandstorm days in Anxi and Yumen

代大风日数高于多年平均值 29d,70 年代多 21d。玉门虽 60 年代大风日数比多年平均值少 7d,70 年代则多 21d;进入 80 年代以后,大风日数有持续减少的趋势,如安西县的大风日数从 70 年代的 73d,80 年代减少到年均 42d,90 年代减少为 20d。玉门大风日数从 70 年代的年均 61d,80 年代年减少到年均 40d,90 年代减少为 25d。

该区域年平均风速、沙暴日数的变化与大风日数的变化态势基本一致,70 年代普遍较高,80 年代以后呈现出较为明显的减小趋势(见图 3、图 4)。沙暴日数多年来的最大值出现在安西 1955 年,为 73d,是多年平均值的 2.02 倍,玉门出现于 1974 年,达 71d,是多年平均值的 1.78 倍。

用变异系数对两县各风沙活动因子的变异程度进行计算,结果表明:沙暴天数变异系数平均为 13.97%,大风日数变异系数平均为 7.52%,年均风速变异系数平均为 2.54%。这说

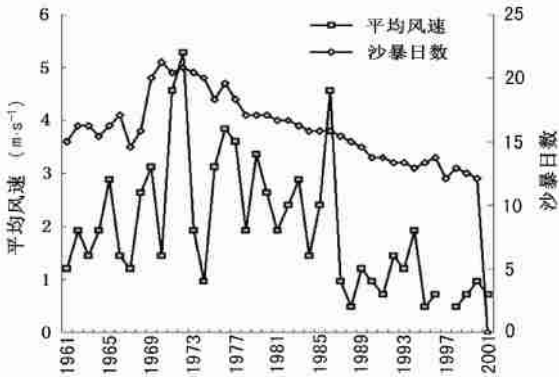


图 3 玉门年均风速、沙尘暴数变化
Fig. 3 Annual wind speed and number of sandstorm days in Yumen



图 4 安西年均风速、沙尘暴数变化
Fig. 4 Annual wind speed and number of sandstorm days in Anxi



图 5 安西、玉门人口变化
Fig. 5 Population changes in Anxi and Yumen



图 6 安西、玉门耕地变化
Fig. 6 Cultivated land changes in Anxi and Yumen

明该区沙尘暴天数的变异性最大, 大风日数变异性次之, 年均风速变异性则较小。

3.2 人为因子变异性分析

普遍认为, 人为因素是当前土地荒漠化加剧的重要驱动因素之一, 其中, 人口压力、滥垦、滥牧、滥樵对土地荒漠化具有直接的诱导和加剧作用^[9,10]。疏勒河流域在 50 年代以来, 随着工农业发展, 流域人口迅速增长, 50a 来一直呈不断上升趋势(见图 5)。

在 50 年代末到 60 年代初, 随着石油工业的发展, 区域人口出现急剧增长, 安西县 1949 年仅有人口 2.65×10^4 , 到 1958 年猛增到 7.52×10^4 。玉门县人口从 1949 年的 4.15×10^4 , 1959 年猛增到 16.24×10^4 , 区域农业开发步伐加快, 耕地面积随之增加, 但增长幅度要小于人口增长幅度(见图 6)。1960 年与 50 年代相比, 耕地面积两

县合计增加了 2.18 倍。60 年代以后, 区域耕地面积波幅变小, 2000 年耕地面积合计是 1949 年的 2.07 倍。变异性分析表明: 50 年来该区域人口的变异系数平均为 4.24%, 耕地面积的变异系数平均为 2.8%(表 2), 均存在一定的变异性。

表 2 安西、玉门各因子变异系数

Table 2 The variation coefficient of ecological

factors in Anxi and Yumen

(%)

区域	降水量	年均气温	沙尘暴天数	大风日数	年均风速	人口	耕地面积
安西	6.32	0.85	18.1	8.62	2.55	4.15	3.23
玉门	5.54	1.35	9.84	6.41	2.52	4.32	2.36
平均	5.93	1.10	13.92	7.52	2.54	4.24	2.80

3.3 环境因子变异性对土地荒漠化发展态势的影响

据甘肃省荒漠化监测统计报道, 安西、玉门

两县荒漠化土地面积解放初期为 $230.40 \times 10^4 \text{hm}^2$, 60 年代末增加到 $233.03 \times 10^4 \text{hm}^2$, 90 年代初为 $233.92 \times 10^4 \text{hm}^2$, 到 90 年代末下降为 $232.36 \times 10^4 \text{hm}^2$, 区域荒漠化土地面积在 90 年代以前呈增加态势, 90 年代以后则呈减小态势。近十多年来荒漠化土地面积的减小, 主要与区域农业开发有关, 由于疏勒河农业开发项目的实施, 开展了大规模的治沙造田和治沙造林活动, 使大面积沙荒地得以开垦, 从而使区域沙荒地面积有所减少。

气象因子变异是影响荒漠化发展态势的最重要的条件之一, 在降水量偏多的年代, 有利于干旱区地表植被生长, 从而能使区域植被覆盖度提高, 区域土地荒漠化进程将相对减缓。而在风力强劲而频繁且干旱少雨的年代, 干旱区地表植被因水分亏缺而出现大量干枯死亡现象, 导致植被盖度减小。从造成风沙活动和土地荒漠化的地表人地系统动力学角度分析, 降水量减少和变异性增大, 为荒漠化的发展提供了最直接作用动力, 将加速区域土地荒漠化发展。

疏勒河流域气象因子存在有较为显著的变异性, 特别是降水量的变异性明显, 区域气候有干旱化加剧的趋势。对各气象因子与荒漠化面积间的相关性进行计算分析, 其中年均风速、沙暴日数与荒漠化面积间的相关性分别为 0.45 和 0.35, 说明年均风速、沙暴日数与荒漠化之间有正相关关系, 以年均风速对荒漠化影响较大, 沙暴日数影响次之。降水量与荒漠化之间相关系数安西、玉门分别为 -0.27 和 0.04, 表明该区域降水量与荒漠化之间关系较为复杂。

人口增长和耕地面积的变化, 对区域荒漠化的作用具双重性。一方面, 在人为干预下, 通过造林种草和沙荒地改造, 可使开发区人工绿洲面积扩大, 绿洲化过程得以发展; 而另一方面, 又由于区域有限水、土资源的制约, 可能造成此地绿洲化而彼地荒漠化的土地利用结构在空间上的转换, 但其本质仍是荒漠化的加速发展。以安西县为例, 尽管近年来有相当面积的沙荒地改造为农田和林草地, 且在这一时期内荒漠化面积总体上有所减少, 但相关分析表明, 该县人口和耕

地面积与荒漠化面积间具有正相关性, 其相关系数分别为 0.84 和 0.58。因此认为, 随着人口增长和耕地面积的增加, 区域荒漠化面积呈扩大态势。

4 讨论

(1) 气象因子的变异主要受全球气候变化的控制, 在不同气候区和不同气候年代, 各因子变异程度不同。位于干旱区的疏勒河流域, 各主要气象因子均有不同程度的变异性, 其中以沙暴天数的变异度最大, 大风日数变异度次之, 年降水量变异度小于大风日数变异度, 年均风速变异度最小。综合分析认为, 该区域近年来气候总的变化趋势是: 自 80 年代以来, 年降水量和风沙活动指标均在波动中呈小幅减小趋势。

(2) 从以上分析可看到, 在疏勒河流域, 荒漠化发展态势与人为因子的关系较与气象因子的关系更为直观和显著。但要定量分析各环境因子变化对土地荒漠化发展态势的影响是很困难的, 因为生态环境本身就是一个多因子交互作用系统, 荒漠化更是多因素综合作用结果, 要计算单因子控制下的变化, 就必须充分考虑到其它因子的影响和作用。所以, 单因子间相关系数大小, 只能说明问题的一个方面。而区域环境因子变化对土地荒漠化发展的驱动力有多大, 也是荒漠化研究中需要深入探究的难题。

(3) 疏勒河流域的气象条件和社会经济条件在近 50a 来发生了不同程度的变化, 随着这些因子的变异, 将直接或间接地引起区域生态环境的变化。特别是由于气候的干旱化, 以及人口压力的增大和水资源的不合理利用, 将导致区域荒漠化的加速发展。从目前的生态环境现状分析, 在疏勒河流域中游地区, 随着新灌区建设, 人工绿洲面积扩大, 植被覆盖度提高, 绿洲化发展占主导地位, 荒漠化问题并不十分严重。而植被衰亡、土地沙化问题主要是出现在下游区。但流域上、中、下游是一个具有紧密关联、相互作用的生态系统, 因此, 生态维护和荒漠化防治要以流域为整体, 统筹安排和合理规划, 再不能走上、中游绿洲化而下游荒漠化, 以牺牲下游生态来换取上、中游短期发展的道路。类似问题在塔里木

河、黑河、石羊河流域开发中已有深刻教训。

参考文献 (References):

- [1] 张宏, 孙保平. 中国干旱、半干旱地区土地开垦对荒漠化的影响 [J]. 资源科学, 1999, 21(5): 71 ~ 75.
ZHANG Hong, SUN Bao-ping. Impact of land reclamation on desertification in arid and semi-arid areas of China [J]. *Resources Science*, 1999, 21(5): 71 ~ 75.
- [2] 董玉祥. 我国半干旱地区现代沙漠化驱动因素的定量分析 [J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 412 ~ 417.
DONG Yu-xiang. Quantitative identification of driving factors of contemporary sandy desertification in semi-arid zone in China [J]. *Journal of Desert Research*, 2001, 21(4): 412 ~ 417.
- [3] 慈龙骏, 卢琦, 扬有林. 荒漠化与气候变化的相互作用 [J]. 世界林业研究, 1997, (1): 8 ~ 14.
CI Long-jun, LU Qi, YANG You-lin. Review on interaction of desertification and climate change [J]. *World Forestry Research*, 1997, (1): 8 ~ 14.
- [4] 丁宏伟, 赵成, 黄晓辉. 疏勒河流域的生态环境与沙漠化 [J]. 干旱区研究, 2001, 18(2): 11 ~ 16.
DING Hong-wei, ZHAO Cheng, HUANG Xiao-hui. Ecological environment and desertification in Shulehe River basin [J]. *Arid Zone Research*, 2001, 18(2): 11 ~ 16.
- [5] 刘少玉. 疏勒河中、下游盆地景观环境变化分析 [J]. 地球学报, 2001, 22(4): 355 ~ 359.
LIU Shao-yu. An analysis of the landscape environmental changes of basins in the middle lower reaches of the Shule River [J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 2001, 22(4): 355 ~ 359.
- [6] 甘肃年鉴编委会编. 甘肃年鉴 [R]. 北京: 中国统计出版社, 2000. 411 ~ 541.
Editorial board of Yearbook of Gansu. Yearbook of Gansu [R]. Beijing: China Statistics Press, 2000. 411 ~ 541.
- [7] 甘肃省酒泉地区统计处编. 酒泉年鉴 [R]. 北京: 中国统计出版社, 2000. 178 ~ 326.
Compiled by statistical division of Jiuquan prefecture. Yearbook of Jiuquan Gansu Province [R]. Beijing: China Statistics Press, 2000. 178 ~ 326.
- [8] 李耀麟, 高学曾, 等译. 农业试验设计和分析 [M]. 北京: 农业出版社, 1983. 15 ~ 21.
Translated by LI Yao-lin, GAO Xue-zeng. Agricultural Experiment Design and Analysis [M]. Beijing: Agriculture Press, 1983. 15 ~ 21.
- [9] 刘玉平, 慈龙骏. 人口增长对荒漠化的驱动作用 [J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(1): 28 ~ 33.
LIU Yu-ping, CI Long-jun. Driving action of population increase on desertification [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2000, 14(1): 28 ~ 33.
- [10] 张佳华, 王长耀. 人类活动影响下科尔沁沙地沙漠化动态的敏感性分析及灰色预测 [J]. 应用生态学报, 1999, 10(4): 163 ~ 166.
ZHANG Jia-hua, WANG Chang-yao. Sensitivity analysis and gray forecast on the dynamics of desertification of Kerqin sandy land under human activities [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(4): 163 ~ 166.