

共和盆地近 50 年来草地荒漠化驱动因素定量研究

张东杰

(青海畜牧兽医职业技术学院, 青海 湟源 812100)

摘要:共和盆地是黄河上游土地沙漠化严重地区,土地沙漠化已经成为共和盆地生态环境恶化的主要问题。选取青海共和盆地从 1953—2008 年共 56 a 的农牧业人口数量、牲畜数量、耕地面积、粮食总产量、年平均气温、年降水量、年大风日数、年蒸发量 8 个社会经济和自然因素数据进行分析,运用因子分析法研究了盆地草地荒漠化的驱动因素。结果表明:共和盆地 1953—2008 年这个时间段人类活动对草地荒漠化的贡献率为 53.75%;自然因素对草地荒漠化的贡献率为 38.25%,超过 1/3;人为因子和自然因素的综合影响,其贡献率仅为 7.99%。说明人类活动对共和盆地生态环境的影响大于自然因素,是影响共和盆地草地荒漠化的主体因素。

关键词:共和盆地;草地荒漠化;驱动因素;因子分析法

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)04-0166-04

Quantitative Research of Driving Factors on Grassland Desertification over Last 50 Years in Gonghe Basin

Zhang Dong-jie

(Qinghai Animal Husbandry and Veterinary Medicine College, Huangyuan, Qinghai 812100, China)

Abstract: Desertification is very serious in region of Gonghe basin in the upper of the Yellow River. Desertification is the main issue of environment deterioration in this region. The paper selected eight socio-economic and natural factors that included the rural population, livestock, arable land, grain output, the annual mean temperature, annual precipitation, annual strong wind days, the annual evaporation, and quantitatively studied the relationship between those factors and grassland desertification. The analyzed data covered about 56 years from 1953 to 2008. Using factor analysis of the basin, the drivers of grassland desertification were examined. The contribution rate is 53.75% in the grassland desertification of human activities in Gonghe basin during 1953—2008 period. Natural factors contributing to grassland desertification was 38.25%, more than 1/3. The contribution rate of human factors and natural factors was 7.99%. It showed that human activities impacting the ecological environment was more than natural factors, and was the main driving factors of grassland desertification in Gonghe basin.

Key words: Gonghe Basin; grassland desertification; driver; factor analysis

荒漠化问题是我国西北地区面临最严峻的生态环境问题之一,是长期制约西北地区生态环境保护与建设及社会发展的重要因素^[1]。当前,对沙漠化成因的研究是土地沙漠化治理工作中最基本、最核心的问题之一^[2-4]。樊胜岳等人^[5]研究认为近几十年来沙漠化的加速发展主要是由于人类过度经济活动造成的。对于青海省共和盆地土地沙漠化影响因子,张登山^[6]用主成分分析法进行了定量研究,杨世琦^[7]等人利用主成分和功效原理进行了定量研究。主成分

分析法虽然得到普遍采用,但在实际研究中不仅缺少时间跨度相对较大的年份序列数据^[8-10],还缺少对选取因子的相关性检验和提取因子的共线性^[11]。本文以共和盆地为例,在近 56 年来社会经济资料和气象观测数据可获取的基础上,采用因子分析法研究共和盆地草地荒漠化过程中驱动因素的贡献率,探讨人类活动对草地荒漠化的影响,并尝试对草地荒漠化过程中的人类活动的驱动作用作出定量评价,明确气候因素和人为因素变化对区域草地荒漠化发展的影响,

收稿日期:2010-01-18

资助项目:青海省科技厅(科技促进新农村建设项目:海南州草地资源空间分布调查与畜牧业生产布局研究,2009-N-503)

作者简介:张东杰(1973-),男,青海湟源县人,副教授,从事草地生态教学、研究工作。E-mail:qmyzjdj@163.com

为制定科学稳妥的共和盆地生态治理规划和经济建设方略提供理论依据,以遏制区域荒漠化态势,促进草地资源的有效保护和优化利用,使共和盆地的生态环境得以恢复和保持。

1 研究区概况

共和盆地位于青藏高原东北边缘的祁连山、昆仑山和秦岭之间,包括海南藏族自治州共和县、贵南县和兴海县河卡镇,盆地总面积 138 万 hm^2 ,占海南州土地总面积的 31%。共和盆地四周群山环抱,东邻秦岭山系的西倾山、南部和西南部为昆仑山系的河卡山、鄂拉山及哇洪山,北隔祁连山系的青海南山与青海湖相望,东北为祁连山系余脉的瓦里贡山、拉脊山和日月山。整个盆地的平面形态呈东宽西窄的葫芦形,与南北山地同以北北西—南南东走向延展。若以山麓线作为盆地与山地的分界线,则盆地最长 210 km,最宽可达 90 km,最窄为 30 km。海拔高度自西北往东南逐渐降低,至最低处龙羊峡黄河水面,海拔高度仅 2 600 m。共和盆地所处经纬度,海拔高度,以及东南部低洼闭塞和西北部高亢开口的地势,决定了盆地主要为高寒干旱、半干旱气候。

共和盆地沙漠化土地面积为 22.46 万 hm^2 ,占全省沙漠化土地总面积的 1.55%,主要分布在共和县的塔拉滩、贵南的木格滩,即龙羊峡库区的两岸阶地,贵德黄河两岸,以及半流动沙丘,也存在着古沙丘活化的现状。海拔 2 600~3 400 m。年均气温 2.1~3.3 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 892.6~1 412.7 $^{\circ}\text{C}$,年均降水量 43.9~306.6 mm,年蒸发量 1 558.1~1 841.1 mm,年均大风日数 31.8~42.0 d。气候类型为亚湿润干旱区。该区的主要问题是塔拉滩草原沙化日趋严重,风沙严重威胁着龙羊峡的安全运行^[12]。

2 研究方法

2.1 数据来源

研究中的数据来源包括:①社会经济数据来源于 1949—1995 年海南州统计年鉴;1996—2008 年各年海南州统计年鉴;②年平均气温等自然因素数据来源于海南州气象局。

2.2 指标选取与研究方法

气候变异和人类活动是土地沙漠化形成演变的两个重要因素。近 50 年来共和盆地多次出现气候变化及异常年份,其变化必然对土地荒漠化的发展或逆转产生重要作用与影响。随着气候变异程度的加重和时间序列的延长,气候变化对荒漠化的影响与作用会愈加明显。同时,随着共和盆地经济开发强度的增

大,人为活动对荒漠化的影响也不可忽视。在此,运用主因子分析法对荒漠化与气候变化的关系进行初步的定量分析。

近 30 年来在我国北方土地退化领域的研究表明,沙漠化是干旱、半干旱及部分湿润地区由于人地关系不相协调所造成的以风沙活动为主要标志的土地退化^[13]。因此,影响土地沙漠化因子的选取既要考虑到人为因素,又要考虑到自然因素,也要考虑到人为因素与自然因素的综合影响。根据共和盆地人类活动对草地荒漠化的影响方式和自然条件对草地荒漠化的可能影响,并考虑到长时段数据的可获取性和数据间的相关性,选择了影响草地荒漠化的 8 个驱动因素,其中自然因素有 4 个,即年平均气温、年降水量、年大风日数、年蒸发量;人为因素包括农牧业人口数量、牲畜数量、耕地面积、粮食总产量等 4 个因子。

2.3 研究方法

基于 SPSS13.0 软件,采用因子分析法量化共和盆地草地荒漠化过程中人为因素、自然因素以及人为与自然综合影响因素的贡献率。首先,根据巴特利特球度检验和 KMO 检验判断原有变量是否适合进行因子分析;其次,根据碎石图和因子分析的初始解提取因子,以及因子协方差矩阵检验提取因子的相关性,验证因子分析的设计目标;最后,根据因子的载荷矩阵和因子解释原有变量的总体方差情况,把人为因素归结为 H ,自然因素归结为 N ,综合因素归结为 C ,如果用 DH 、 DN 和 DC 分别表示人为因素、自然因素和综合因素的贡献率,那么人为因素、自然因素、人为与自然的综合因素对草地荒漠化的影响可表示如式(1)。

$$DH = \sum_{i=1}^m \lambda_i; DN = \sum_{j=1}^q \lambda_j; DC = \sum_{h=1}^p \lambda_h \quad (1)$$

式中: n ——提取的成分数; m ——因素的成分数($m < n$); q ——自然因素的成分数($q < n$); p ——综合影响因素的成分数($p < n, m + q + p = n$), λ_i ($i = 1, 2, \dots, q$) 为 m 个可归为人为因素因子的贡献率, λ_j ($j = 1, 2, \dots, q$)—— q 个可归为自然因素因子的贡献率, λ_h ($h = 1, 2, \dots, p$)—— p 个可归为综合因素的贡献率。

3 结果与分析

用这些因子进行主成分分析(表 1),确定二者对沙漠化变化的作用及贡献率。将气候因子和人为活动因子的原始数据进行标准化处理,计算出因子载荷矩阵,为了使因子载荷相对集中,各变量之间关系紧密的因子的负荷得到加强,采用方差最大正交旋转法(Varimax)对因子载荷矩阵进行旋转,得主成分因子

负荷矩阵。对以上因子进行主成分分析, KMO 检验值为 0.740; Bartlett 球形检验值为 0.000, 因此对以上因子进行主成分分析是适合的。由表 1 可知, 分析结果共筛选了 5 个主成分, 其累计贡献率 91.08%, 符合分析要求, 可以得出提取 5 个主因子可以解释大部分的变异, 由此进一步得出主成分载荷矩阵见表 2。

表 1 特征值及主成分贡献率

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
X_1	3.92	48.96	45.96
X_2	1.49	18.59	67.55
X_3	0.76	9.47	77.02
X_4	0.58	7.28	84.30
X_5	0.54	6.78	91.08
X_6	0.34	4.22	95.30
X_7	0.27	3.38	98.68
X_8	0.11	1.32	100

表 2 主成分载荷矩阵

项目	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分	第 4 主成分	第 5 主成分
农牧总人口	0.90	0.27	-0.16	-0.04	-0.02
牲畜总头数	0.82	0.02	0.15	0.18	-0.26
耕地面积	0.73	0.26	0.25	-0.50	0.19
粮食总产量	0.83	0.05	0.08	0.36	-0.23
年均气温	0.74	0.49	-0.19	-0.01	0.17
年均降水量	0.48	-0.58	0.42	0.21	0.43
年大风日数	-0.44	0.71	-0.03	0.36	0.35
年蒸发量	-0.48	0.52	0.65	-0.03	-0.21

主成分载荷是主成分与变量之间的相关系数。从表 2 可以看出, 第一主成分与观测变量 X_1 、 X_4 、 X_2 、 X_5 、 X_3 有非常显著的正相关, 相关性高达 0.73 以上, 尤其是与 X_1 、 X_4 、 X_2 三个观测变量之间的相关系数达 0.82 以上; 第 2 主成分与 X_7 、 X_8 、 X_5 有较大的正相关, 相关性达 0.49, 0.52, 0.71, 而与 X_6 呈负的相关性, 其绝对值相关系数为 0.58; 第 3 主成分与 X_8 、 X_6 有正相关, 相关性分别达 0.42 和 0.65; 第 4 主成分与各变量之间的相关系数较小, 只有 X_4 、 X_7 两变量的相关系数较大, 其相关系数为 0.36; 第 5 主成分与 X_6 、 X_7 两变量之间的相关系数最大, 其值为 0.43 和 0.35。

表 3 主成分特征向量

主成分	特征向量				
	Y(1)	Y(2)	Y(3)	Y(4)	Y(5)
$X=1$	0.4529	0.2239	-0.1863	-0.0485	-0.0268
$X=2$	0.4140	0.0158	0.1771	0.2373	-0.3553
$X=3$	0.3679	0.2106	0.2865	-0.6496	0.2641
$X=4$	0.4218	0.0386	0.0964	0.4654	-0.3076
$X=5$	0.3741	0.3991	-0.2158	-0.0069	0.2314
$X=6$	0.2450	-0.4792	0.4876	0.2740	0.5906
$X=7$	-0.2246	0.5786	-0.0382	0.4758	0.4783
$X=8$	-0.2443	0.4244	0.7462	-0.0359	-0.2785

由于前 5 个主成分累积贡献率为 91.08% (> 85%)^[14], 故取前 5 个成分, 主成分方程为:

$$Y(1) = 0.4529X_1 + 0.4140X_2 + 0.3679X_3 + 0.4218X_4 + 0.3741X_5 + 0.2450X_6 - 0.2246X_7 - 0.2443X_8$$

$$Y(2) = 0.2239X_1 + 0.0158X_2 + 0.2106X_3 + 0.0386X_4 + 0.3991X_5 - 0.4792X_6 + 0.5786X_7 + 0.4244X_8$$

$$Y(3) = -0.1863X_1 + 0.1771X_2 + 0.2865X_3 + 0.0964X_4 - 0.2158X_5 + 0.4876X_6 - 0.0382X_7 + 0.7462X_8$$

$$Y(4) = -0.0485X_1 + 0.2373X_2 - 0.6496X_3 + 0.4654X_4 - 0.0069X_5 + 0.2740X_6 + 0.4758X_7 - 0.0359X_8$$

$$Y(5) = -0.0268X_1 - 0.3553X_2 + 0.2641X_3 - 0.3076X_4 + 0.2314X_5 + 0.5906X_6 + 0.4783X_7 - 0.2785X_8$$

主成分方程中各因子系数的大小, 可以反映因子对主成分的贡献^[15-16]。从以上 5 个主成分方程可以看出, 第一主成分方程 Y(1), 主要综合了 X_1 (农牧业人口数)、 X_4 (粮食总产量)、 X_2 (牲畜总头数)、 X_3 (耕地面积) 和 X_5 (气温) 5 个因子的变异信息, 它们的系数分别为 0.4529, 0.4218, 0.4140, 0.3679 和 0.3741, 人为因素的贡献率大于自然因素, 也可称为人为因素方程; 第 2 个主成分方程 Y(2) 主要是 X_7 (大风日数)、 X_8 (蒸发量)、 X_5 (气温) 和 X_6 (降水量) 的信息, 各因子系数分别为 0.5786, 0.4244, 0.3991 和 -0.4792, 均为气候因素, 可称为自然因素方程; 第 3 个主成分方程 Y(3) 中, 主要是 X_8 (蒸发量)、 X_6 (降水量) 的系数最大, 其值分别为 0.7462, 0.4876, 其他因素的系数小, 也是自然因素的方程。第 4 个主成分方程 Y(4) 中则综合了 X_7 (大风日数)、 X_4 (粮食总产量)、 X_3 (耕地面积) 和 X_6 (降水量) 的信息, 各因子系数较大, 依次为 0.4758, 0.4654, -0.6496, 0.2740, 其中 X_3 (耕地面积) 的系数绝对值最大, 这个方程我们称为人为因素和自然因素的综合方程; 第五个主成分方程 Y(5) 主要是 X_6 (降水量) 和 X_7 (大风日数) 的信息, 仍然称为是自然因素的方程。

依据表 1 中各主成分的方差贡献率, 按照公式 (1) 计算出共和盆地 1953—2008 年这个时间段的人为因素、自然因素以及人为与自然因素对草地荒漠化的贡献率分别为 53.75%、38.25%、7.99%。根据计算结果, 共和盆地 1953—2008 年人类活动对草地荒漠化的贡献率为 53.75%, 说明在草地荒漠化过程中, 人为因素是最主要的驱动因素, 从而验证了

近50年来人类过度经济活动是土地沙漠化发生和发展的观点^[17-19]。从自然因素来看,1953—2008年的贡献率为38.25%,超过1/3,而综合因素的贡献率较小,仅占7.99%。

4 结论

从影响因子的定量分析可以看出,人类活动对草地荒漠化的贡献率为53.75%,表明人为活动的增加,加大了环境系统的压力,说明人类活动对草地荒漠化过程存在加速和抑制作用^[20];自然因素对草地荒漠化的贡献率为38.25%,超过1/3,说明长期的气候变化过程中气温的升高、年大风日数较多、蒸发量的增大、降水量的增加缓慢也对荒漠化的发展起了一定的作用,草地退化有全球气候变暖的影响,但更主要的是强大人口压力下的盲目垦殖、超载过牧、樵采、滥搂滥挖及不合理的管理方式造成的^[21]。人为因子和自然因素的综合影响,其贡献率仅为7.99%。可见,近50年来人为活动强度变化和自然因素的变化是影响共和盆地土地荒漠化逆转的两类重要动力,人类活动和气候变化的双重影响,共同促进了共和盆地草地荒漠化的扩展进程,加速了现代沙漠化进程^[22]。

参考文献:

- [1] 丁一汇,王守荣,任国玉,等. 中国西北地区气候与生态环境概论[M]. 北京:气象出版社,2001:119-135.
- [2] 董玉祥. 我国半干旱地区现代沙漠化驱动因素的定量辨识[J]. 中国沙漠,2001,21(4):412-417.
- [3] 董玉祥. 藏北高原土地沙漠化现状及其驱动机制[J]. 山地学报,2001,19(5):385-391.
- [4] 贾宝全,慈龙骏,高志刚,等. 鄂尔多斯高原土地沙化过程中自然与人为因素的定量分析[J]. 林业科学,2003,39(6):15-20.
- [5] 樊胜岳,高新才. 中国荒漠化治理的模式与制度创新[J]. 中国社会科学,2000,20(6):37-44.
- [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,2000,20(1):59-62.
- [7] 杨世琦,高旺盛,隋鹏,等. 共和盆地土地沙漠化因素定量研究[J]. 生态学报,2005,25(12):3181-3187.
- [8] 赵建新. 简析人类活动对沙漠化影响模型定量分析的不足之处[J]. 干旱区地理,1993,16(1):80-82.
- [9] 刘毅华,董玉祥. 西藏“一江两河”中部流域地区土地沙漠化变化的驱动因素分析[J]. 中国沙漠,2003,23(4):355-360.
- [10] 杨银生,樊胜岳. 黄土高原地区北部风沙区土地沙漠化影响因素的定量分析[J]. 干旱区研究,1991,8(4):42-47.
- [11] 李香云,杨君,王立新. 干旱区土地荒漠化的人为驱动作用分析:以塔里木河流域为例[J]. 资源科学,2004,26(5):30-37.
- [12] 韩东. 青海省沙漠化现状及治理对策[J]. 中南林业调查规划,2005,24(1):5-8.
- [13] 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.
- [14] 袁志发,孟德顺. 多元统计分析[M]. 陕西杨陵:天则出版社,1993:208-209.
- [15] 刘多森,曾志远. 土壤和环境研究中的数学方法与建模[M]. 北京:农业出版社,1987:208-313.
- [16] 张超. 计量地理学基础实习与计算程序[M]. 北京:高等教育出版社,1984:139-140.
- [17] 朱震达. 中国土地荒漠化的概念、成因与防治[J]. 第四纪研究,1998(2):145-155.
- [18] 马永欢,樊胜岳,姜德娟,等. 我国北方土地荒漠化成因与草业发展研究[J]. 干旱区研究,2003,20(3):217-220.
- [19] 李金霞,殷秀琴,包玉海. 农牧交错带土地荒漠化及其影响因子研究:以扎鲁特旗为例[J]. 干旱区研究,2007,24(2):146-152.
- [20] 薛娴,王涛,吴薇,等. 中国北方农牧交错区沙漠化发展过程及其成因分析[J]. 中国沙漠,2005,25(3):320-328.
- [21] 李博. 中国的草原[M]. 北京:科学出版社,1990:234-235.
- [22] 王涛,吴薇,赵哈林,等. 科尔沁地区现代沙漠化过程的驱动因子分析[J]. 中国沙漠,2004,24(5):519-528.