
综
合
治
理

陇东黄土高原农牧交错带土地荒漠化过程中 自然与人为因素的定量分析

张希彪^{1,2}, 上官周平^{3,4}, 王金成^{1,2}, 毛宁^{1,2}

(1. 甘肃省高校陇东生物资源保护与利用省级重点实验室, 甘肃 庆阳 745000;
2. 陇东学院 生命科学与技术学院, 甘肃 庆阳 745000; 3. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业
国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 4. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 以农牧交错带南部的甘肃省环县为研究对象, 以 1949—2009 年 16 组自然和社会经济统计数据为样本, 采用主成分分析法, 对引起土地荒漠化的自然因子与人为因子进行了定量分析。结果表明: (1) 在环县土地荒漠化发展过程中, 自然与人为因素共同作用的贡献率为 49.64%, 自然因素的贡献率为 21.79%, 人为因素的贡献率为 10.89%。自然和人为因素共同的作用导致了环县荒漠化的发展, 单独的人为因子和自然因素均处于较低水平; (2) 在环县荒漠化发生发展过程中真正起决定作用的是人类活动, 气候条件对于荒漠化的发展只起影响作用而不是决定作用。其中自然因子的影响主要是气温持续升高, 降雨量减少, 空气相对湿度下降, 蒸发量增大导致干旱和土壤干层的发育, 抑制了植物的生长, 降低了植被覆盖度及土壤的抗冲蚀能力, 而较强的风力及暴雨量的增加加速了土壤侵蚀; 人为因子的影响主要是人口急剧增长, 农业人口过大, 大面积垦殖导致土地利用不合理, 超载放牧引起草场大面积退化直接导致了土地荒漠化扩展。

关键词: 荒漠化; 自然因素; 人为因素; 农牧交错带; 黄土丘陵沟壑区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)02-0203-06

中图分类号: F301.24

Quantitative Analysis on Driving Factors of Desertification in Farming—Pastoral Ecotones of Longdong Region of Loess Plateau

ZHANG Xi-biao^{1,2}, SHANGGUAN Zhou-ping^{3,4}, WANG Jin-cheng^{1,2}, MAO Ning^{1,2}

(1. *University Provincial Key Laboratory for Protection and Utilization of Longdong Bio-resources in Gansu Province, Qingyang, Gansu 745000, China*; 2. *College of Life Science and Technology, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000, China*; 3. *State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Yangling, Shaanxi 712100, China*; 4. *Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: Huanxian County of Gansu Province, located in the south part of farming-pastoral ecotone, was selected as a study site, aiming to quantitative analyze the natural and anthropogenic factors of desertification in this region. Principal component analysis was conducted on 16 sets of data from 1949 to 2009. The result showed that during the process of desertification, the contribution rate of combined natural and anthropogenic factors could be account for up to 49.64%, natural factors only contributed 21.79%, and anthropogenic factors accounted for 10.89%, respectively. This demonstrated that natural and anthropogenic factors were dominating factors of desertification in Huanxian County. In addition, human activities played a decisive role in desertification although climate condition also imposed substantial impacts. The effects of natural factors, including rising temperature, less rainfall, lower humidity, and higher evaporation potential restricted the plant growth and decreased vegetation coverage as well as the soil erosion resistance ability. In the other hand, stronger winds and torrential rains could accelerate soil erosion. Anthropogenic factors including rapidly increased total population, oversized agricultural population, and subsequent excessive developing and

收稿日期: 2012-02-17

修回日期: 2012-05-28

资助项目: 中国科学院战略性先导科技专项“北方暖温性草地固碳现状、速率、机制和潜力”(XDA05050403); 甘肃省自然科学基金项目(1107RJZM105); 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室项目(10501-303)

作者简介: 张希彪(1963—), 男(汉族), 硕士, 教授, 主要从事退化生态系统的修复与植被恢复的研究工作。E-mail: zhxbiao@163.com。

grazing are the direct factors of desertification in the study site.

Keywords: desertification; natural factor; anthropogenic factor; farming-pastoral ecotone; loess hilly region

土地荒漠化是指由于气候变异和人为活动在内的各种因素造成的干旱、半干旱和半湿润地区的土地退化过程^[1]。它作为极其重要的环境和社会经济问题困扰着当今世界,威胁着人类的生存和发展。我国是世界上受荒漠化影响最严重的国家之一,荒漠化主要分布在农牧交错带及其以北的草原畜牧业带、半干旱雨养农业带和绿洲灌溉农业与荒漠过渡带^[2-3]。农牧交错带是我国典型的生态脆弱地带,是我国水土流失、荒漠化、草场退化等环境问题最集中、最明显的地区^[4-5]。尽管农牧交错带面积仅占国土总面积的 7.71%,但其荒漠化面积却占我国荒漠化总面积的 40%以上,并且以每年 3%~6% 的速度发展。已有学者^[6-10]对农牧交错带土地荒漠化的成因进行了研究,认为农牧交错带土地荒漠化加剧的因素主要是由于其特殊的自然环境,尤其是春季干燥、多风和夏秋季降水集中且多暴雨等气候条件,加之人为不合理的经济活动,导致了水土流失和土地沙漠化在时间上相互交替、补充和加剧;在空间上相互交错与叠加,相互创造形成条件,使全年土壤侵蚀过程连续不断,交替发生,相互促进的结果。但荒漠化作为一个复杂的综合过程,其成因具有一定的时空性,在不同时空条件下不尽相同^[2,10],每一个生物气候带的自然环境,在不同的气候变化和人的经济活动压力下,所能承受的程度有很大差异,同等的人为经济活动压力施加于不同的地区,可能产生完全不同的结果。因此,正确认知荒漠化成因的时空动态过程,对于防止土地荒漠化的发展,改善生态环境具有重要意义。

位于陇东黄土高原丘陵沟壑区的环县,地处黄土丘陵区、鄂尔多斯高原及毛乌素沙地 3 个地理区域的交错带上,同时也是典型的农牧交错区。由于其特殊的地理位置及不合理的人类活动,土地荒漠化日趋严重,但由于缺乏对其荒漠化成因的认识,严重影响了荒漠化治理及生态环境建设。为此,在研究区近 60 a 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了环县土地荒漠化过程中驱动因素及其贡献率,定量分析气候及人类活动对土地荒漠化的影响,旨在为该区域荒漠化治理提供参考,同时为丰富荒漠化研究的理论提供案例。

1 研究区概况

环县位于甘肃省东端,庆阳市西北部(36°15′—37°12′N,106°28′—107°42′E)。该县总面积 9.24 ×

10⁵ hm²,其中草地面积占 74%,耕地占总土地面积的 22%。海拔高度 1 200~2 089 m,年均降水量 359.3 mm,且主要集中在 7—9 月,占年降水量的 63%。年均蒸发量达 1 674.9~19 93.7 mm,是降水量的 4.7~7.7 倍。干旱指数为 4.37,年均气温 7.9 °C(6.7~9.2 °C),≥10 °C 的积温 3 242.4 °C,干燥度 1.22~1.49,年均风速 2.3~4.1 m/s,年出现 8 级风(≥17 m/s)以上的平均为 35.4 d,最长达 85 d,为典型的温带半干旱大陆性季风气候^[11]。地形地貌为黄土高原梁峁状丘陵沟壑及残塬沟壑,土壤为黄绵土。土壤受水蚀、风蚀的交错侵蚀,属黄河中游多沙粗沙区的极强度侵蚀区,水土流失面积为 9.22 × 10⁵ hm²,占区域总面积的 99.8%,年侵蚀模数达 9 980 t/(km²·a),年输沙量 7.37 × 10⁷ t,是黄河中上游地区水土流失重点县之一。沙漠化面积达 2.40 × 10⁵ hm²,占该县土地面积的 25.93%,且以 23.5 km²/a 的速度延伸。全境 90% 以上为黄土覆盖,由于受外营力风积作用而成,土层深厚而均匀,土质疏松,以典型的旱作农业为主。2010 年全县总人口 3.53 × 10⁵ 人,其中农牧业人口 3.27 × 10⁵ 人,占总人口的 93.5%,国内生产总值 23.8 亿元,农牧业总产值为 3.68 亿元,粮食总产量 1.38 × 10⁵ t。农民人均纯收入 2 179 元,人均占有粮食 413.01 kg,社会经济的总体水平较低,农业发展仍十分落后。

2 数据资料与研究方法

2.1 数据资料

2.1.1 荒漠化数据及统计数据 采用 1959,1986,1993,1998,2003 及 2009 年共 6 期的 MSS, TM, ETM⁺ 遥感影像数据(MSS 分辨率 60 m, TM/ETM⁺ 分辨率 30 m),结合文献^[12-14]确定荒漠化面积。经济统计数据、水文、气象等资料取自文献^[12-14]。

2.1.2 影响因子选取 研究表明,荒漠化的形成主要由自然和人为两种因素决定。因子选取按照全面性、易得性和精简性原则,从土地荒漠化众多影响因子中筛选出 16 个因子,其中人为因子 9 个,分别是总人口数(x_1),人口自然增长率(x_2),农业人口数(x_3),人口密度(x_4),粮食作物播种面积(x_5),耕地面积(x_6),林地面积(x_7),灌溉面积(x_8),牲畜数量(x_9);自然因子 7 个,分别是年降水量(x_{10}),年均气温(x_{11}),空气相对湿度(x_{12}),年蒸发量(x_{13}),径流量(x_{14})年大风日数(x_{15}),起沙风年均日数(x_{16})。

2.2 研究方法

采用相关分析法和主成分分析法,以甘肃省环县 1949—2009 年近 60 a 的数据作为主成分分析法的分析样本。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,区分出人为因子、自然因子和综合

因子及其贡献率。资料数据采用 SPSS 16.0 软件包进行相应分析。

3 结果与分析

3.1 主成分分析结果

主成分分析结果详见表 1—2。从表 1 可见,第 1 主成分至第 5 主成分的累积贡献率达 82.32%,根据累积贡献率大于 80%的主成分因子选取原则,选择第 1—5 主成分作进一步分析。

表 1 主成分因子的特征值、贡献率与累积贡献率

| 主成分 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 特征值 | 6.860 | 2.224 | 1.743 | 1.262 | 1.082 | 0.885 | 0.521 | 0.433 |
| 贡献率/% | 42.877 | 13.900 | 10.893 | 7.890 | 6.760 | 5.529 | 3.259 | 2.704 |
| 累积贡献率/% | 42.877 | 56.777 | 67.670 | 75.560 | 82.320 | 87.849 | 91.108 | 93.812 |
| 主成分 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 特征值 | 0.323 | 0.251 | 0.197 | 0.112 | 0.062 | 0.045 | 0.001 | 5.949E-6 |
| 贡献率/% | 2.020 | 1.568 | 1.232 | 0.699 | 0.386 | 0.279 | 0.004 | 3.718E-5 |
| 累积贡献率/% | 95.832 | 97.400 | 98.632 | 99.331 | 99.716 | 99.996 | 100.00 | 100.00 |

表 2 主成分荷载矩阵

| 变量 | 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 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 总人口(x_1) | 0.955 | -0.014 | -0.093 | 0.165 | 0.174 |
| 人口自然增长率(x_2) | -0.728 | -0.068 | 0.395 | -0.117 | 0.227 |
| 农业人口(x_3) | 0.961 | -0.023 | -0.080 | 0.151 | 0.171 |
| 人口密度(x_4) | 0.955 | -0.014 | -0.093 | 0.164 | 0.174 |
| 粮食作物播种面积(x_5) | 0.027 | 0.068 | -0.071 | 0.311 | 0.757 |
| 耕地面积(x_6) | -0.135 | 0.044 | 0.901 | 0.026 | 0.093 |
| 林地面积(x_7) | 0.907 | -0.058 | -0.0183 | -0.140 | -0.093 |
| 灌溉面积(x_8) | 0.885 | -0.096 | 0.044 | 0.103 | 0.162 |
| 牲畜数量(x_9) | 0.829 | -0.150 | 0.374 | 0.113 | 0.151 |
| 年降水量(x_{10}) | -0.151 | 0.852 | 0.085 | -0.191 | -0.155 |
| 年均气温(x_{11}) | 0.586 | 0.050 | -0.258 | 0.623 | -0.049 |
| 空气相对湿度(x_{12}) | -0.042 | 0.628 | 0.517 | -0.162 | -0.066 |
| 年蒸发量(x_{13}) | 0.156 | -0.230 | 0.107 | 0.888 | 0.117 |
| 径流量(x_{14}) | 0.094 | 0.781 | -0.173 | 0.084 | 0.298 |
| 年大风日数(x_{15}) | 0.229 | -0.026 | 0.224 | -0.202 | 0.761 |
| 起沙风年均日数(x_{16}) | 0.610 | 0.257 | 0.361 | 0.243 | -0.035 |

从表 2 可以看出,总人口数(x_1),人口自然增长率(x_2),农业人口数(x_3),人口密度(x_4),林地面积(x_7),灌溉面积(x_8),牲畜数量(x_9)和起沙风年均日数(x_{16})在第 1 主因子上有较大的载荷(相关系数的绝对值分别在 0.6 以上, $R < 0.01$,下同),其中既有人为因子,又有自然因子,但以人为因子为主,该因子可以看作是人为因素和自然因子的综合作用;年降水量(x_{10}),空气相对湿度(x_{12}),径流量(x_{14})在第 2 主因子上载荷较大,且全部为自然因素因子,故该因子可以看作自然因子作用;耕地面积(x_6)在第 3 主成

分上所占载荷较大,为人为因子;年均气温(x_{11})和年蒸发量(x_{13})在第 4 主因子上荷载较大,全部为自然因素因子,该因子可以看作自然因素因子作用;粮食作物播种面积(x_5),年大风日数(x_{15})在第 5 主成分上荷载较大,既有自然因子又有人为因子,可以看作是自然与人为因子的综合作用。

从主成分因子的信息贡献看,5 因子可解释的总信息量的比例分别为 42.88%,13.9%,10.89%,7.89%和 6.76%(表 1)。对表 2 进行分析可知,在环县的荒漠化发展过程中,自然与人为因素共同作用的

贡献率为 49.64%，人为因素的累积贡献率为 10.89%，自然因素的累积贡献率为 21.79%。可以看出，自然与人为因素共同作用导致了环县荒漠化发生发展，单独的自然因素和人为因素对荒漠化发展的影响较小。

3.2 环县土地荒漠化的驱动机制分析

3.2.1 自然因素对土地荒漠化的驱动分析

从表 2 可以看出，影响环县土地荒漠化的主要自然因素为年降水量，年均温度，空气相对湿度，年蒸发量，年大风日数，起沙风年均日数和径流量。

由图 1 可知，环县年平均气温呈明显的上升趋势，环县 60 a 气温距平变化曲线线性拟合斜率为 0.038 5，即年平均气温以 0.385 °C/a 的速度上升，远高于全国的增温速度 (0.022 °C/a)。特别是 20 世纪 80—90 年代上升幅度达到了 0.06 °C/a，远高于陕甘宁接壤区同期 0.024 °C/a 及黄土高原 0.026 °C/a 的速度^[15-16]。从温度变化的季节特点分析，冬季温度持续上升，其中 20 世纪 70—90 年代升温较快，达到 0.5~0.6 °C/10 a，70 年代至 2000 年以来的 30 a 来，冬季气温上升了 1.5 °C，冬季和春季明显变暖。

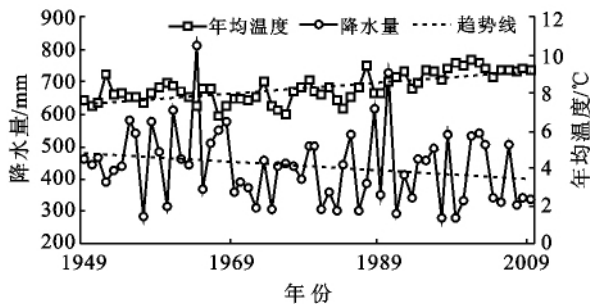


图 1 环县历年降水量与年均温度变化

环县 60 a 来的年平均降水量以 -9.35 mm/10 a 的速度在波动中不断减少 (图 1)。6—9 这 3 个月的降水量约占全年降水量的 60%~70%，最大日降水量约占年降水量的 1/9~1/10，降水年内分配高度集中，为暴雨的发生创造了条件。暴雨降水强度大，不仅降低了水分利用率，还造成强烈的土壤侵蚀和水土流失。

气温的升高加速了地表蒸散发过程，空气相对湿度下降，由 20 世纪 50 年代的 62% 下降到 2009 年的 50%，年蒸发量由 1 300 mm 增加到 1 874 mm，最高达 2 138 mm (图 2)，潜在地加剧了水分的缺乏，由此造成了土壤干层的发育，明显的抑制了植被生长发育，降低了植被覆盖度，从而加剧了草地的风蚀。

已有研究显示^[15-16]，气候暖干化趋势是我国北方沙漠化面积不断增加的一个背景因素。虽然这是指较长的时间尺度，但 60 a 来研究区气温升高、降水量

减少以及这些因素派生出来的其他影响因素如植物存活率降低，植被覆盖度下降，并直接导致地表土质疏松，土壤的抗冲蚀能力下降，加速了水土流失和荒漠化的速度，最终使得生态环境更加恶劣，气象灾害频繁发生，加重了干旱的程度。2005 年环县遭遇了 10 a 不遇的特大干旱，而且出现了罕见的“四季连旱”。2010 年 11 月至 2011 年 8 月发生了“三季连旱”，总降水量只有 1 21.7 mm，较历年同期偏少 54%，干土层厚度达 30 cm。

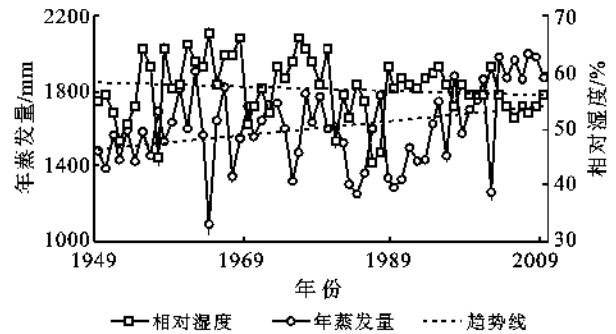


图 2 环县年蒸发量与空气相对湿度

风速是影响土壤风蚀的首要气象因子，是土壤风蚀的最直接动力来源，风速越大，风蚀能力越强。从图 3 可以看出，自 1949 年以来，环县 ≥ 5 m/s 的起沙风年均日数和 8 级以上大风日数有明显增加的趋势。年均风速在川道地区为 2.4~3.2 m/s，县北达 4.2 m/s，最大风速达 34 m/s，山城梁以北，8 级以上大风 (≥ 17 m/s) 日数年平均在 30 d 以上。60% 以上大风集中在冬春季节，特别是春季地表解冻、植被稀少、表土层疏松、加上干旱使土壤表层干燥，土粒黏滞性和团聚作用减弱，极易发生风蚀。同时，环境越干旱，起沙风速也越小，受到的吹蚀越强烈。粒径为 0.1~0.25 mm 的干燥沙，起动风速值仅需 4~5 m/s。因此，风力成为环县土地荒漠化过程的最主要的自然营力之一。

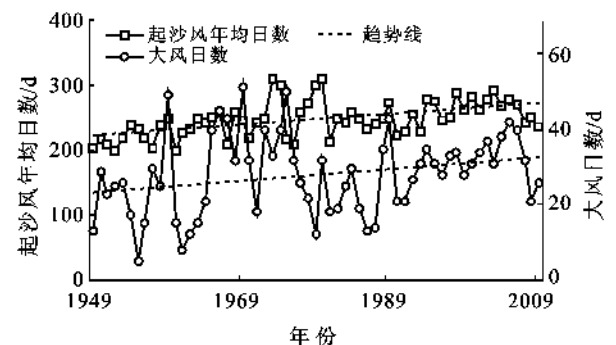


图 3 环县历年起风沙日数及大风日数

3.2.2 人为因素对土地荒漠化的驱动分析 从表 2 可以看出,对环县土地荒漠化影响较大的人为因素主要有总人口数,人口密度,人口自然增长率,农业人口数,粮食作物播种面积,牲畜数量,耕地面积,林地面积,灌溉面积等。

人口作为一种持续的外在压力,对土地利用与土地覆盖变化有重要影响,是人类社会经济因素中最主要的因素,也是最具活力的荒漠化的驱动力之一。近 60 a 间,该县总人口数由 1949 年的 1.12×10^5 人增加到 2009 年的 3.53×10^5 人,增加了 3 倍多,其中农业人口占 93.2% 以上。人口密度由 1949 年的 12.16 人/ km^2 增加到 2009 年的 38.23 人/ km^2 (图 4),远远超过了联合国规定的干旱半干旱区合理人口容量 7~20 人/ km^2 的限度。由于人口的过快增长,增加了对粮食的需求,势必增加了对土地的开发利用强度。1949—2009 年,全县耕地面积增加了 3 倍多,其中坡度在 $5^\circ \sim 25^\circ$ 坡耕地面积约占总耕地面积的 60%,粮食作物播种面积增加近 1 倍。仅 1981—2009 年,约有 $2.01 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 的草地被开垦为耕地, $1.02 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 的草地被退耕还林项目配套为林地。由于耕地土壤质地轻,有机质含量低,蓄水保墒能力差,旱地面积占耕地面积的 94.82%。较差的自然条件,致使耕作粗放、广种薄收,粮食产量低而不稳。加之人类在黄土梁、峁顶部、斜坡和沟谷进行耕作、开垦荒地,严重破坏了土壤固有的稳定性及植被的保护作用,加速了土壤侵蚀,导致了水土流失。同时,土壤表面在缺乏防护措施下,受到风蚀,单产急剧下降,导致撂荒。撂荒后的土地在风力作用下迅速沙化。

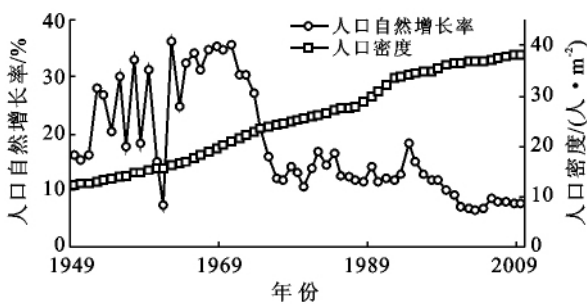


图 4 环县人口自然增长率及人口密度动态变化

人类的垦荒与伐薪活动也致使环县森林大面积减少,原始森林已经丧失殆尽。森林覆盖率为 5.8%,远远低于世界平均 25% 的水平,人均林地面积只有 0.14 hm^2 。天然分布的原生植被基本被天然次生植被所替代,天然生长的乔木和灌木群系基本消失。50 a 前尚存的天然生长的杜梨、山杏、辽东栎、槭树等乔木成分已完全绝迹。文冠果、葱皮忍冬、绣线

菊等灌木成分也已不复存在,灌木铁线莲、狼牙刺、三裂绣线菊 3 个灌木群系已消失^[14]。因为自然条件的限制,旱灾频繁,人工林成活率仅为 12.5%。

耕地有效灌溉面积是保证粮食稳产高产的重要因素。但该区的水资源总量仅为 $2.18 \times 10^8 \text{ m}^3$,河川径流总量 $2.18 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中自产径流量 $1.84 \times 10^8 \text{ m}^3$,入境水量 $3.40 \times 10^7 \text{ m}^3$,人均水资源量 637 m^3 ,为全国人均 2200 m^3 的 29%,单位面积平均水资源量仅为 $2415 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,为单位面积平均水资源量 $21315 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的 11.3%,属严重缺水地区。自产径流中洪水占 63%,苦咸水占 12.9%,人均可利用水资源仅 119 m^3 。浅层地下水的开采率仅为 1.5%,地表水的利用率仅为 24.5%。且由于受地形条件限制,耕地大多高于河川,自流灌溉几无可能,至 2009 年有效灌溉面积为 $4.70 \times 10^3 \text{ hm}^2$,保灌面积为 $2.47 \times 10^3 \text{ hm}^2$,耕地有效灌溉面积在短期内不可能有较大幅度的增加。因此,粮食产量仍将持续波动。

严重超载放牧也是导致环县土地荒漠化的重要因素。半农半牧区的环县是庆阳发展畜牧业的主要基地,草场面积占全市草场面积的 44.93%。从图 5 可以看出,自 20 世纪 60 年代起,环县草场牲畜开始超载,并且在以后的 50 a 内牲畜超载状况愈发严重。牲畜饲养量由 50 年代初的 1.1×10^5 只羊单位增加到 2010 年的 2.0×10^6 只羊单位,全县天然草地载畜量是适宜载畜量的 3 倍,超载率高达 200%。

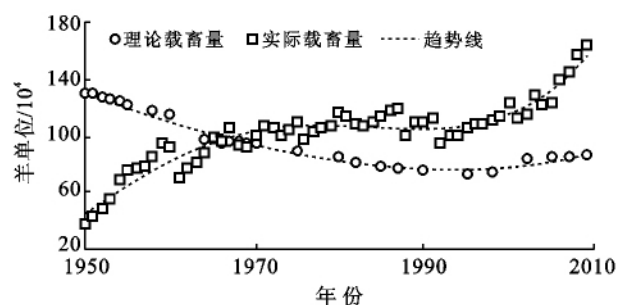


图 5 环县草场理论载畜量及实际载畜量动态变化

草场超载严重,导致草场载畜能力大幅下降,草场面积由 1964 年的 $6.37 \times 10^5 \text{ km}^2$ 减少到 2009 年的 $5.72 \times 10^5 \text{ km}^2$,平均产草量由 $2122.5 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 下降到 $1262.7 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$,下降了 52.8%,平均载畜能力由 1.82 只羊单位/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 下降到 0.87 只羊单位/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$,总载畜量也由 9.78×10^5 只羊单位下降到 8.20×10^5 只羊单位。仅 1983—2001 年禾草草地产量下降了 52.8%,灌丛草地产量由 $1100 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 下降到 $520 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$,两项每年造成经济损失达 4.42×10^7 元。另外,从 20 世纪 60—

80 年代的 20 a 间,该县超过 20% 的草地被开垦,其中 78.7% 转化为耕地,仅 15.7% 转化为人工草地,建设用地占 5.6%。1982—2002 年累计开垦破坏草场面积 $12.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占草原面积的 22.2%,相当于 12.7×10^4 只羊失去放牧草场。

为了合理利用天然草地,遏制草场退化,从 2003 年起,环县将放牧型草地农业系统调整为天然草地封育和天然草地放牧+舍饲的农业系统,将部分放牧羊转变为全舍饲或半舍饲的生产方式,同时大力发展人工草地,减少了滩羊的饲养量,重点发展绒山羊等,通过以上措施,草地植被得到了一定程度的恢复,但由于大部分草场已经由被动退化转化为主动退化阶段,因此,植被的恢复将是一个漫长的过程。

4 结论

(1) 在环县的荒漠化发展过程中,自然与人为因素共同作用的贡献率为 49.64%,人为因素的贡献率为 10.89%,自然因素的贡献率为 21.79%。说明人为和自然因子的共同作用引起环县荒漠化的主导因子,而单独地自然因子和人为因子的贡献率均较小。

(2) 人类活动和气候变化的双重影响,共同促进了环县土地荒漠化扩展过程。其中,年降水量,年均温度,空气相对湿度,年蒸发量,径流量,年大风日数和起沙风日数等是引起环县土地荒漠化发展的主要的自然因素;人为因素主要有总人口数,人口自然增长率,农业人口数,人口密度,粮食作物播种面积,耕地面积,林地面积,灌溉面积以及牲畜数量等。

(3) 人口急剧的增长、过度垦殖以及超载放牧等是导致土地荒漠化发展的直接因素。在长期的气候变化过程中气温的升高、降雨量下降、空气相对湿度降低、蒸发量增大、年大风日数增加等以及由此衍生出来的土壤含水量下降,植物存活率降低,植被覆盖度下降,地表土质更趋疏松也是环县土地荒漠化的重要因素。

[参 考 文 献]

- [1] UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious

Drought and/or Desertification Particularly in Africa [EB/OL]. (2010-03-23) [2011-05-05]. <http://www.unccd.int/convention/text/convention.php>, 1994.

- [2] Xu Duanyang, Li Chunlei, Zhuang Dafang, et al. Assessment of the relative role of climate change and human activities in desertification: A review[J], Journal of Geographical Sciences, 2011,21(5):926-936.
- [3] 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.
- [4] 宋乃平,张凤荣. 鄂尔多斯农牧交错土地利用格局的演变与机理[J]. 地理学报,2007,62(12):1299-1308.
- [5] 赵哈林,张铜会,崔建垣,等. 近 40 a 我国北方农牧交错区气候变化及其与土地沙漠化的关系:以科尔沁沙地为例[J]. 中国沙漠,2000,20(S):1-6.
- [6] 许端阳,康相武,刘志丽,等. 气候变化和人类活动在鄂尔多斯地区沙漠化过程中的相对研究[J]. 中国科学(D 辑):地球科学,2009,39(4):1-13.
- [7] 王涛,吴薇,赵哈林,等. 科尔沁地区现代沙漠化过程的驱动因素分析[J]. 中国沙漠,2004,24(5):519-527.
- [8] 信忠保,许炯心,郑伟. 气候变化和人类活动对黄土高原植被覆盖变化的影响[J]. 中国科学(D 辑):地球科学,2007,37(11):1504-1514.
- [9] 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.
- [10] 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):413-417.
- [11] 张智全,张军,黄高宝. 生态环境敏感性及其管理对策—以庆阳市为例[J]. 中国沙漠,2010,30(3):614-619.
- [12] 庆阳市统计局. 庆阳市统计年鉴[M]. 甘肃 兰州:甘肃人民出版社,2010.
- [13] 环县统计局. 环县统计年鉴[M]. 甘肃 兰州:甘肃人民出版社,2010.
- [14] 李师翁,范小峰. 甘肃环县天然草地植被近 40 年演变[J]. 水土保持学报,2003,17(6):114-117.
- [15] 张芳,杜继稳,延军平. 陕甘宁接壤区气候变化特征及其生态环境效应[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(4):73-79.
- [16] 杨新,延军平. 陕甘宁接壤区气候暖干化及其生态环境意义[J]. 地球科学进展,2003,18(1):127-132.