西藏自治区北部草地退化驱动力系统分析
——西藏自治区那曲县试验区

李辉霞[1], 刘淑珍[2]
(1. 佛山科学技术学院资源环境系, 广东 佛山 528000;
2. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 在阐述草地驱动力系统含义与结构的基础上, 运用因子分析的方法对草地退化主要影响因素进行了定量分析。结果表明, 自然环境的变化是试验区草地退化的根本原因, 决定了草地生态系统逆向演替的总体趋势; 不合理人类活动是草地退化的主要驱动因素, 决定了自然条件基本相同地区的草地退化强度的空间分异。根据对草地退化的影响程度, 对各影响因素排序为: 蒸发量/降水量> 年均降水量> 牧业产值> 人口数量> 大风日数> 年均气温> 牲畜出栏率> 牲畜总量。

关键词: 草地退化; 驱动力; 因子分析; 藏北高原
中图分类号: S812 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-3409(2005)06-0215-03

Systematic Analysis on the Driving Force of Grassland Degradation in North Tibet
——A Case Study in Naqu County of Tibet

LI Hui-xia[1], LIU Shu-zhen[2]
(1. *Department of Resource and Environment, Foshan University, Foshan, Guangdong* 528000, *China*;
2. *Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu* 610041, *China*)

Abstract: The driving force system of grassland degradation is defined, and the structure is explained as well, based on which the main factors of grassland degradation are quantitatively analyzed by means of factor analysis. Results show that natural changes, which decide the trend of grassland succession, are the basic causes of grassland degradation in study area. Irrational human activities, which decide the spatial distribution of grassland degradation intensity under the similar natural conditions, are the main driving factors of grassland degradation. The order sorted by impact degree is evaporation/rainfall> annual mean rainfall> output value of livestock production> population> days with wind of gale force> annual mean temperature> marketing rate of stock> number of livestock.

Key words: grassland degradation; driving force; factor analysis; North-Tibet Plateau

藏北草地是西藏自治区重要的牧区, 由于长期的环境变化和不合理的人类活动, 藏北草地已经出现大范围的退化以及局部的沙化现象, 导致草群中优良牧草比例降低, 有害有毒牧草及不可食植物增加, 草丛高度变矮, 盖度下降, 产草量明显降低, 严重制约了西藏自治区草地畜牧业的可持续发展[1]。在此背景下, 找出驱动草地退化的主导因素, 为科学地保护现有草地资源和有效地治理退化草地提供依据和参考已显得十分迫切。

那曲县位于西藏自治区北部青藏高原的腹地, 草地植被包括高寒草原、高寒草甸和山地草甸三种类型, 基本上涵盖了藏北的主要草地类型; 草地退化强度差异明显, 容易识别不同退化等级的草地, 草地类型和退化强度在藏北草原中均具有典型性和代表性, 以那曲县为试验区所得的研究结论在藏北地区具有普适性。此外, 那曲县是那曲地区的经济、政治中心, 经济密度和人口密度较大, 在该地区展开草地退化驱动力研究, 为草地资源管护提供科学依据, 对藏北牧区的可持续发展意义重大。所以本文选择那曲县为试验区, 探讨藏北草地退化的主导驱动力, 以期为藏北草地保护和修复工程提供参考。

1 试验区概况

那曲县位于青藏高原的腹地, 藏北高原的中部, 地处唐古拉山脉与念青唐古拉山脉之间[2]。地理范围为30°31′~31°55′(N), 91°12′~93°02′(E)。东西最大距离233 km, 南北最大距离185 km, 总面积1.6万km²。北接那曲地区安多县、聂荣县, 南邻那曲地区嘉黎县和拉萨市当雄县, 东至那曲地

* 收稿日期: 2005-01-10
基金项目: 佛山科学技术学院项目"基于3S技术的草地植被退化与土壤退化互动关系研究"; 国家重大基金项目(50099620)资助
作者简介: 李辉霞(1978-), 女, 广东新丰人, 博士, 副教授, 主要从事"3S"技术应用及山地环境方面的研究, 已发表研究论文30余篇。

区比如县, 西连那曲地区班戈县。作为那曲地区首府所在地, 那曲县既是藏北高原政治、经济、文化中心, 也是西藏自治区重要的交通枢纽, 青藏公路由北至南穿越了县内3 镇2 乡, 西有黑阿公路, 东有黑昌公路, 东南有那嘉公路。

2 草地退化驱动力系统含义

2 1 草地退化的系统论解释

草地退化是在自然驱动力和人文驱动力共同作用下形成的一种特殊的自然社会现象。从系统论的角度看, 草地退化实际上就是草原地区的地理环境在其系统内部的两大因子——自然环境和人类活动不协调的相互作用下, 偏离了原有的稳定态后, 又无法通过内部的自我组织和反馈机制使系统得到恢复, 从而导致了系统内诸自然环境要素的退化, 生态系统出现逆行演替的过程及其结果[3]。草地退化的整个发展过程就是草地生态系统内部各要素之间以及各要素同外部环境之间通过物质、能量、信息的流动而使其结构和功能发生变化的动态演化过程。

2 2 草地退化驱动力的系统论解释

草地退化驱动因子种类繁多, 错综复杂。各因子之间相互依赖、相互作用, 孤立分析任意一个单因子都无法确切解释草地退化的原因, 必须将它们视为一个统一的整体来研究。这些驱动因子都是时间的函数, 处在不断的运动与发展之中; 它们看起来似乎杂乱无章, 实际上可归为自然驱动力和人文驱动力两个方面。应用系统论解释, 草地退化驱动力全体是一个具有整体性、层次性、动态性的动力系统。系统的性质是由具体的驱动力要素所决定, 驱动力要素通过相互作用决定驱动力系统的结构和功能, 当要素的数量和性质发生变化时, 系统本身的结构和功能也就相应发生变化, 但同时系统本身又可通过整体作用来支配和控制要素。因此, 在草地退化驱动力研究中, 不仅要分析具体驱动力要素的动态变化过程, 还必须注重驱动力系统结构和功能的动态变化规律。

2 3 驱动力系统的结构分析

草地退化驱动力系统是一个由自然驱动力和人文驱动力两大子系统组成的复杂巨系统(图1)。自然驱动力子系统涉及水、土、气、生等诸要素; 人文驱动力子系统不仅包括人口的数量、增长速度、传统观念、市场意识和文化素质等因素, 同时还涉及社会生产力、生产关系乃至政府部门的政策方针等等。正是这些要素通过一定的等级结构和秩序, 不断进行着物质、能量和信息的交换, 维持着系统的运转, 并且使系统在一定时空范围内处于动态的变化过程中。虽然系统外部环境变化所产生的随机干扰和内部各要素之间相互作用会致使系统出现局部变异, 但由于系统自身具有自组织能力, 通常能把局部变异造成的状态恢复过来[4]。所以, 只要局部变异积累不超过限值, 系统的整体稳定性就不会受到影响。

驱动力系统发展变化的根据和条件是要素之间、要素与系统整体之间、系统与环境之间的相互作用和相互联系。在自然驱动力子系统中, 气候因素维系着整个系统的生存和运转, 是系统动态变化的最活跃因子。当不同强度和尺度的气候变化出现时, 草地退化驱动力系统及其它因素便相应地有所反映, 从而影响着系统整体的稳定性以及系统合力的强弱。在人文驱动力子系统中, 最活跃的要素就是人口数量, 它的变化与发展很容易作用于其它要素, 一定程度上决定了人文驱动力的方向和大小。如人口的快速增长将导致人口质量的相对下降, 市场竞争意识的增强, 经济政策的变化以及草地生产方式的转变, 促进人文驱动力的正增长。

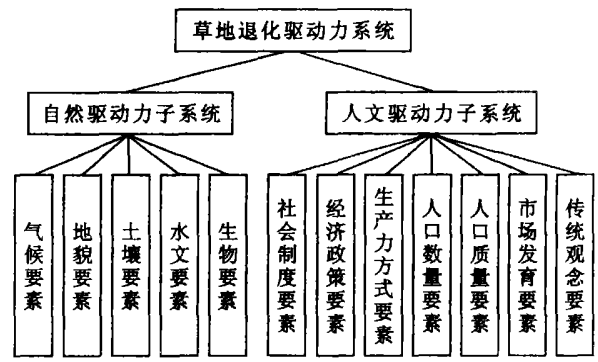

图1 草地退化驱动力系统要素组成示意图

3 主要影响因素定量分析

3 1 研究方法

目前, 许多学者针对土地利用变化提出了不少驱动力定量分析的方法, 主要包括线性回归分析、灰色系统关联度分析等。这些方法的应用都需要多个自变量和1 个应变量的时间序列数据或空间序列数据。在草地退化遥感宏观监测过程中, 由于受经费、天空状况等因素的影响, 获取长时间序列的遥感数据困难, 因此, 在不具备充分的草地退化数据情况下, 以上的定量分析方法不可取。为了避免因数据量不足的缺陷, 本研究根据主成分分析的原理, 运用因子分析的方法对草地退化主要驱动力进行定量分析。

因子分析是主成分分析的推广, 它也是一种把多个变量化为少数几个综合变量的多元分析方法, 目的是以少数几个潜在的、不能观测到的、被称为因子的随机量来描述一个系统中许多变量的协方差关系, 即把变量的方差分解成公共方差和特殊方差2 个部分。R 型正交因子模型为:

$$\underset{(p\times 1)}{X} = \underset{(p\times m)}{A}\ \underset{(m\times 1)}{F} + \underset{(p\times 1)}{\epsilon} \tag{1}$$

且满足以下条件:

(1)$m \le p$;

(2)$Cov(F, \epsilon) = 0$, 即F 和ϵ是不相关的;

(3)$D(F) = I_m$, 即$F_1, F_2, \cdots, F_m$ 不相关且方差均为1;

(4)$D(\epsilon) = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & & & 0 \\ & \sigma_2^2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \sigma_p^2 \end{bmatrix}$, 即$\epsilon_1, \epsilon_2, \cdots, \epsilon_p$ 不相关, 且方差不同。

式中: F 称为X 的公共因子或潜因子, 矩阵A 称为因子载荷矩阵, ϵ称为特殊因子。

3 2 变量选择

草地退化驱动力系统包括两个子系统: 自然驱动力系统和人文驱动力系统。在自然驱动力系统中, 地貌、土壤等要素变化缓慢, 短期内对草地退化影响不明显, 而降水、气温等气象要素年际间波动比较大, 并且其变化与草地退化密切相关; 在人文驱动力系统中, 制度、政策、观念等也是相对稳定的, 并且其变化难以定量化, 而人口总量的增长、牲畜存栏数

量的变化、草地利用强度的增大等是导致草地退化直接原因, 相应的数据也比较容易获取。为了实现对试验区草地退化原因及各因素影响程度的定量分析, 本文选取了8个指标作因子分析, 试图找出影响藏北草地退化的主导因素。

定量指标为: 年均气温(x_1)、年均降水量(x_2)、蒸发量/降水量(x_3)、大风日数(x_4)、人口数量(x_5)、牲畜总量(x_6)、牲畜出栏率(x_7)、牧业产值(x_8)。其中, x_1、x_2、x_3 和 x_4 用以反映试验区自然条件变化对草地退化的影响程度; x_5、x_6、x_7 和 x_8 用以反映试验区人类经济活动干扰对草地退化的影响程度。指标数据的时间序列为1980～2000年, 原始数据由那曲县气象站和统计局提供。

3.3　结果与分析

在统计软件SPSS中, 应用主成分分析原理对定量指标 x_1～x_8 进行因子分析, 可以得出反映草地退化原因的各因子主成分的特征值和贡献率(表1)。从表1可以看出, 前3个主因子贡献率接近85%, 基本能满足信息提取的要求。经过因子旋转分析可知, 第一个主因子主要表达年均气温、年降水量、蒸发量/降水量和大风日数, 从含义上可视为自然驱动因子, 其对草地退化的贡献率最大, 为44.47%, 是决定草地退化趋势的主导性驱动因子; 第二个主因子主要表达人口数量和牲畜总量, 从含义上可视为人文驱动力系统中的社会因素, 其对草地退化的贡献率为24.91%, 也是草地退化的主要驱动因子; 第三个主因子主要表达牲畜出栏率和牧业产值, 从含义上可视为人文驱动力系统中的经济因素, 其对草地退化的贡献率为15.09%, 同样是一个不可忽视的驱动因子。计算相应的载荷矩阵, 并求出各项草地退化驱动力定量评价指标的公共因子方差(表2), 公方差大小表示了该项驱动力评价指标对草地退化状况总体变异的贡献, 可衡量其对草地退化的影响程度。根据公共因子方差的大小, 得出各项指标对草地退化的影响程度排序为: 蒸发量/降水量> 年均降水量> 牧业产值> 人口数量> 大风日数> 年均气温> 牲畜出栏率> 牲畜总量。

表1　主成分的特征值和贡献率表

主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	3.558	44.470	44.470
2	1.993	24.911	69.381
3	1.207	15.085	84.466
4	0.714	8.930	93.397
5	0.359	4.493	97.890
6	0.129	1.613	99.502
7	0.022	0.275	99.777
8	0.018	0.223	100.000

表2　驱动力评价指标的公共因子方差

指标	初始方差	公共因子方差
x_1	1.000	0.561
x_2	1.000	0.942
x_3	1.000	0.988
x_4	1.000	0.718
x_5	1.000	0.905
x_6	1.000	0.047
x_7	1.000	0.461
x_8	1.000	0.928

分析结果表明, 自然环境的变化是试验区草地退化的根本原因, 决定了草地退化的总体趋势; 不合理人类活动是草地退化的主要驱动因素, 决定了自然条件基本相同地区的草地退化强度的空间分异。这个结论与实际调查结果是相符的, 全球变暖、青藏高原抬升等自然环境变化决定着试验区草地生态系统逆向演替的总体趋势, 即使在试验区西部人迹稀少地区草地也呈现出退化迹象; 试验区中部地区城镇周围及东部河谷地带人口密集, 对草地资源开发利用的强度较大, 草地退化程度比其周边地区严重。最主要自然影响因素是干旱程度, 试验区西部蒸发量/降水量大, 草地退化比较明显, 是紫花针茅草地型主要分布地; 最主要的人文影响因素是草地资源的开发利用强度, 那曲镇和古路镇的牧业经济活动频繁, 中、重度退化草地比重超过35%。

参考文献:

[1]　刘淑珍, 周麟, 仇崇善, 等. 西藏自治区那曲地区草地退化沙化研究[M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 1999.
[2]　西藏自治区绘测局. 西藏自治区地图册[M]. 北京: 中国地图出版社, 2000.
[3]　李辉霞, 刘淑珍. 基于NDVI的西藏自治区草地退化评价模型[J]. 山地学报, 2003, 21(增): 69-71.
[4]　石玉林, 陈百明. 中国土地生产能力及人口承载量研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1991.

(上接第124页)

[15]　S M de Jong, M L Parachini, F Bertolo, et al. Regional Assessment Of Soil Erosion Using The Distributed Model SEMMED And Remotely Sensed Data[J]. Catena, 1999, 37(3-4): 291-308.
[16]　黄义端. 我国几种主要地面物质抗侵蚀性能的初步研究[J]. 中国水土保持, 1980, (1): 26-31.
[17]　王万忠, 等. 中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(I)[J]. 水土保持学报, 1995, 9(4): 5-18.
[18]　王万忠, 等. 中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(II)[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(1): 29-39.
[19]　胡良军, 张晓萍, 杨勤科, 等. 黄土高原区域水土流失数据库的建立[J]. 水利学报, 2001, (1): 81-85.
[20]　蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.
[21]　刘新华, 张晓萍, 杨勤科, 等. 不同尺度影响下水土流失地形因子指标的分析与选取[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(6): 107-111.
[22]　刘新华, 杨勤科, 李锐. 中国地形起伏度的提取及在水土流失定量评价中应用[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 57-59.
[23]　韦红波. 区域水土流失植被因子研究[D]. 陕西, 杨陵: 中国科学院水利部水土保持研究所, 2001.
[24]　胡良军, 李锐, 杨勤科. 基于GIS的区域水土流失评价研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 167-175.