

乌拉特前旗耕地变化的驱动力研究及预测

孙国军¹, 刘普幸², 孙涛³

(1. 河西学院 历史文化与旅游学院, 甘肃 张掖 734000; 2. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070;
3. 兰州大学 青藏高原生态系统管理国际中心, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 根据乌拉特前旗 1957—2006 年的统计资料, 分析了耕地变化特征及现状, 发现该区可开发利用的耕地已经用尽, 人地矛盾形势严峻。利用主成分分析方法对乌拉特前旗 1957—2006 年耕地动态变化的社会驱动力进行了分析, 结果表明, 人口增长、经济发展和农耕地现代化水平是影响耕地变化的 2 个主要驱动因子。用 GM(1,1) 模型对未来 25 a 的耕地和人口进行了预测, 结果得出, 该区 1957—2006 年期间人口持续增加, 耕地面积减少, 人地矛盾加剧。

关键词: 耕地变化; 驱动力; 乌拉特前旗

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)01-0207-04

中图分类号: F301.24

Driving Forces of Cultivated Land Change in Wulate County: Investigation and Prediction

SUN Guo-jun¹, LIU Pu-xin², SUN Tao³

(1. History School of History and Tourism, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

3. The International Center for Tibetan Plateau Ecosystem Management, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: Based on the historical documents of Wulate County from 1957 to 2006, we analyzed the features and status of the cultivated land, and found that almost no more arable land could be found in the area and the conflict between man and land had been increasingly apparent. Principal component analysis was conducted to identify social economic factors influencing cultivated land changes. The results show that the growth of population along with economic development, and the modernization level of cultivation are the two major driving forces. Furthermore, the GM(1,1) model was applied to predict cultivated land area and gross population of Wulate County in 2010, 2015 and 2020, respectively. The prediction indicates a continuously increasing population accompanying by a continuously reducing area of cultivated land, implying a more severe conflict between man and land. The findings could provide scientific bases for protecting and urging sustainable usage of cultivated land in this region.

Keywords: cultivated land change; driving force; Wulate County

耕地是人类生存与发展的重要物质基础。耕地面积在一定时段内的变化趋势和变化数量, 能够反映区域土地资源利用发生变化的轨迹和人类活动的强度^[1-2]。耕地是人类所需食物的主要来源, 同时在环境保护和生态平衡上有着重大的贡献。随着经济发展和人口急剧增长, 非农用地大量增加, 耕地面积持续减少, 质量不断下降。

20 世纪 90 年代以来, 耕地数量变化的研究受到越来越多的关注, 稳定一定数量的耕地, 利用和保护好有限的耕地资源, 维护耕地质量, 重视区域耕地的动态变化研究, 及时了解和掌握耕地的数量、空间变

化的动态, 分析其驱动机制对于提高粮食生产能力, 促进经济和环境的可持续发展具有重要意义^[3-5]。本文通过对乌拉特前旗近 50 a 来耕地变化驱动因子的分析和预测, 以期对该旗未来耕地资源的保护利用和人地协调发展提供科学依据。

乌拉特前旗位于内蒙古自治区河套平原东部, 行政区划隶属内蒙古自治区巴彦淖尔市。地理坐标为北纬 40°28′—41°16′, 东经 108°11′—109°54′。全旗东西长约 143 km, 南北宽约 86 km, 总面积是 7 467 km²。属温带大陆性气候, 年平均气温 3.5~7.2℃, 年日照时数 2 959.4~3 456.7 h, 年蒸发量 2 069.3~2 365.3

mm。年降水量 200~250 mm 左右,多集中于 6—9 月,占全年降水量的 78.9%^[6]。黄灌区面积 7.47×10^4 hm^2 ,占可耕地面积的 54.55%。2006 年底总人口 33.59 万人,农业人口 24.16 万人,占总人口数量的 71.92%。2006 年的农业总产值为 13.23 亿元,占全旗社会总产值的 29.52%,农业潜力有待进一步开发。因此,发展农业对乌拉特前旗国民经济增长十分重要。

影响乌拉特前旗耕地变化的社会经济因子很多。根据乌拉特前旗耕地变化的实际状况,选取 1957—2006 年 50 a 的统计数据作为主成分分析法的原始数据,选择总人口(z_1 ,人)、粮食总产量(z_2 ,t)、中学在校学生数(z_3 ,人)、农牧民人均纯收入(z_4 ,元/人)、农林牧区用电量(z_5 ,kW·h)、农业化肥施用量(z_6 ,t)、农业机械总动力(z_7 ,kW)、耕地面积(z_8 , hm^2)8 个因子对乌拉特前旗耕地动态变化的社会驱动力进行分析,最后运用 GM(1,1)模型对人口和耕地面积变化情况进行预测。

1 耕地的动态变化特征分析

1.1 耕地面积变化特征

根据 1957—2006 年的统计资料绘制乌拉特前旗耕地面积变化图(图 1),由图 1 可以看到,乌拉特前旗耕地面积在波动变化中,主要有 4 个阶段。

(1) 1957—1960 年正值建国初经济恢复及大跃进时期,支边建设和人口的大量涌入加剧了垦荒进程^[7],耕地面积从 96 066.67 hm^2 增长到 98 933.33 hm^2 。

(2) 1960—1987 年处于“文革”时期和改革开放初期,由于禁止开荒,割资本主义尾巴有关政策影响,加之统计上谎报等原因,此期耕地为回落阶段^[7],从 96 066.67 hm^2 降低到 69 055.4 hm^2 。

(3) 1987—1999 年期间,为第二次大规模垦荒高潮,耕地开垦的速度和规模均超过了 50 年代,耕地总量急速增加^[7],净增了 85 885 hm^2 ,年均增长 5 506.5 hm^2 。

(4) 1999—2006 期间,乌拉特前旗实行生态退耕,生态恢复^[8],耕地呈下降趋势,在这 7 a 间,耕地减少了 13 570 hm^2 。

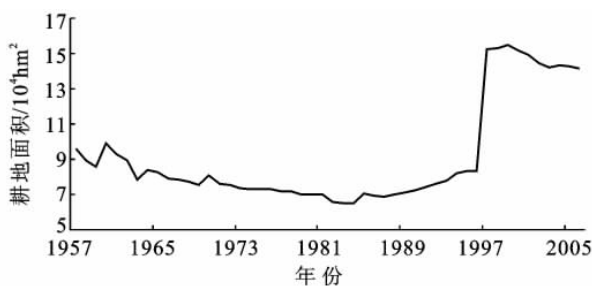


图 1 乌拉特前旗耕地面积变化

1.2 人均耕地面积变化特征

根据 1957—2006 年的统计资料绘制乌拉特前旗人均耕地面积变化图(图 2),由图 2 可以看出,乌拉特前旗人均耕地面积总体处于波动中下降趋势,主要分为 3 个阶段。(1) 1957—1984 年为快速下降阶段,人均耕地面积从 1957 年的 0.744 hm^2 下降到最低值 1984 年的 0.226 hm^2 。(2) 1984—2000 年为缓慢上升阶段,人均耕地面积从 1984 年的 0.226 hm^2 增加到 2000 年的 0.458 hm^2 。(3) 2000—2006 年为缓慢下降阶段,人均耕地面积从 2000 年的 0.458 hm^2 下降到 2006 年的 0.421 hm^2 。

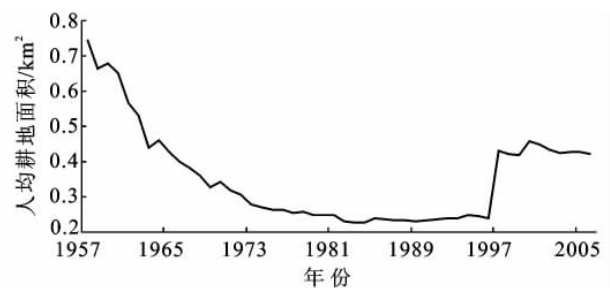


图 2 乌拉特前旗人均耕地面积变化

2 耕地动态变化的驱动力因素分析

2.1 自然因子

乌拉特前旗属温带大陆性气候,干旱少雨,大部分属于干旱区和半干旱区,水资源短缺,降水量年际变化很大。年均降水量在 2005 年仅为 73 mm,降水量最多的 1958 年,也仅有 354.3 mm;年均蒸发量很高,蒸发量最小的 1977 年达到 2 069.3 mm。降水少,蒸发大,且年际变化大。多年夏旱频率为 36%,春旱频率为 56%,干旱致使农田不能耕种。在可耕地面积中灌溉区面积仅占 33.35%,多数耕地得不到有效灌溉。

2.2 耕地面积变化的社会因子驱动力分析

根据选择的驱动因子,利用 SPSS 软件对乌拉特前旗耕地面积变化驱动因子进行分析,得出各个因子的相关系数、特征根、主成分贡献率、累积贡献率(表 1—3)。从表 1 中可以看出,影响耕地变化的 8 个变量存在一定的相关性。 z_1 与 z_6 , z_2 和 z_5 之间具有较高的相关性,相关系数分别约为 0.944, 0.900, 0.882; z_2 与 z_3 , z_4 与 z_7 , z_5 和 z_8 , z_5 与 z_6 和 z_7 之间相关性也很大,说明它们之间可能具有因果的必然联系,有必要进行主成分分析。

从表 2 可知,主成分 1 和主成分 2 的累计贡献率达到 91.853%,这说明这 2 个主成分提供了原始数据的足够信息,完全符合分析要求,能够代表耕地变化的主成分分析。

主成分 1 与农林牧区用电量 z_5 , 农业化肥施用量 z_6 , 农牧民人均纯收入 z_4 , 总人口 z_1 , 耕地面积 z_8 , 农业机械总动力 z_7 的相关程度很高(表 3), 反映了乌拉特前旗的农业现代化水平及人口总量对耕地的直接影响; 主成分 2 与粮食总产量 z_2 , 中学在校学生

数 z_3 相关程度很高, 它们代表了乌拉特前旗农业生产水平和人口受教育的程度对耕地变化的影响, 间接反映农业现代化程度。总之, 通过以上分析可以得出, 乌拉特前旗耕地变化在社会因素方面主要受农业现代化水平、总人口和受教育程度两个方面的影响。

表 1 乌拉特前旗耕地变化驱动力变量相关系数矩阵

变量	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8
z_1	1							
z_2	0.900	1						
z_3	0.427	0.094	1					
z_4	0.748	0.398	0.700	1				
z_5	0.882	0.617	0.641	0.911	1			
z_6	0.944	0.766	0.522	0.818	0.958	1		
z_7	0.705	0.370	0.676	0.938	0.877	0.788	1	
z_8	0.788	0.505	0.718	0.894	0.863	0.778	0.820	1

表 2 乌拉特前旗耕地变化驱动力特征根和主成分累积贡献率

主成分	特征根	贡献率/%	累计贡献率/%
1	6.112	76.400	76.400
2	1.236	15.453	91.853
3	0.327	4.088	95.941
4	0.182	2.277	98.218
5	0.088	1.103	99.321
6	0.039	0.484	99.805
7	0.013	0.159	99.964
8	0.003	0.036	100.000

表 3 乌拉特前旗耕地变化驱动力主成分载荷矩阵

变量	主成分 1	主成分 2
z_1	0.918	0.384
z_2	0.662	0.724
z_3	0.683	0.788
z_4	0.930	-0.259
z_5	0.976	0.000
z_6	0.948	0.221
z_7	0.896	-0.274
z_8	0.918	-0.166

2.3 乌拉特前旗耕地变化的主要社会驱动因子分析

(1) 农业现代化水平与耕地变化。乌拉特前旗为灌溉农业, 农牧区用电量和农业机械总动力在某种程度上决定有效灌溉面积的大小, 而有效灌溉面积是确保耕地质量的重要保障。1957—2006 年这 50 a 中, 乌拉特前旗农业发展较快, 农业总产值从 1957 年 1 600.7 万元增长到 2006 年的 149 066 万元。人均农业总产值从 1957 年 123.97 元增长到 2006 年 4 434.96 元, 增长了 34.77 倍。农业机械总动力不断增加, 在 1988—1997 这 10 a 中, 农业机械总动力年平均增加 65.77%, 在 1997—2006 这 10 a 中, 农业机械总动力年平均增加 92.02%, 增长速度很快。乌拉特

前旗引黄灌溉水从 1987 年的 $7.84 \times 10^8 \text{ m}^3$ 下降到 2006 年的 $4.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 呈逐年减少趋势, 并且其水利设施效益不高, 水的利用率极其低下。黄灌区整个灌水渠系水的有效利用系数只有 0.46。引黄河水 $6.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 只有 $3.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 能流进农田, 其余 $3.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 都被蒸发和下渗补给地下^[12]。因此, 今后加大农业机械化的投入, 提高农业机械化水平, 大面积推广使用喷灌、滴灌等高新节水技术是乌拉特前旗保护耕地, 走现代农业的重要发展举措。

(2) 总人口及受教育程度与耕地的变化。人口作为一种持续的外界压力, 对耕地的变化起着决定性的作用。近 50 a 来, 乌拉特前旗人口逐年增多, 总人口数从 1957 年的 12.9 万人增加到 2006 年的 33.6 万人, 增加了 20.7 万人, 增加速度较快。人均耕地从 1957 年的 0.74 hm^2 下降到 2006 年的 0.42 hm^2 , 呈逐年下降趋势。随着乌拉特前旗人口的进一步增加, 人口对耕地的压力越来越大。教育水平较低, 虽然中学生在人口数与总人口数的比率从 1957 年的 0.4% 增长到 2006 年的 7.3%, 增长较快, 但是 2006 年, 中学教师 3 338 人与总人口数 33.6 万人和中学在校人口数 2.4 万人之间差距较大, 说明师资力量仍然严重不足。因此, 一方面要严格控制人口增长, 另一方面要大力发展教育文化事业。只有控制人口规模, 提高人口素质, 才能使文化科技知识得到更广泛的传播, 促进耕地的保护和利用。

3 耕地与人口的动态变化预测

本文以 1957—2006 年乌拉特前旗耕地数据作为原始数据, 运用灰色系统的理论与方法, 利用 DPS 软件, 分别建立 GM(1,1) 预测模型, 以 5 a 为预测时间

段,得出 2011 年,2016 年,2021 年 3 个阶段的总人口与耕地变化的预测值。同时,为了检验该模型的精度,根据后验比 C 和小误差概率 P 对模型进行诊断($C < 0.35, P > 0.95$, 为很好; $C < 0.5, P > 0.8$ 为良好)可知,得出的预测值具有可信度(表 4)。通过预测得出未来 15 a 乌拉特前旗人口呈增长趋势;而相应的耕地面积呈下降趋势。

表 4 乌拉特前旗总人口、耕地面积变化预测值

因素	预测值			评价模型
	2011 年	2016 年	2021 年	
总人口/ 10^4 人	34.562	35.187	35.762	$C=0.2872$ $P=0.9483$
耕地面积/ 10^4 hm^2	14.036	13.851	13.715	$C=0.4365$ $P=0.8244$

4 结论

(1) 自 1957 年以来,乌拉特前旗人均耕地面积总体处于波动中下降趋势,人地矛盾特别突出。

(2) 主成分分析结果表明,影响乌拉特前旗耕地变化的 8 个因子在社会因素方面最后归纳为农业现代化水平、总人口和受教育程度。从单个因子分析来看,农林牧区用电量、农业化肥施用量、农牧民人均纯收入、总人口、耕地面积、农业机械总动力是影响耕地变化的重要驱动因子。

(3) 根据预测,未来 15 a,乌拉特前旗耕地面积呈缓慢下降趋势,人均耕地显著减少。因此,严格控制人口数量,提高人口质量,加快农业现代化设施在农耕生产中的应用,严格限制草场、荒地等非耕地面积的开垦,保护可耕地面积,提高地力等方式是解决该区耕地资源短缺和退化的主要方式。

[参 考 文 献]

- [1] 张均岩,贾绍风,高婷. 石家庄城市化进程中的耕地变化[J]. 地理学报,2003,58(4):620-628.
- [2] 宋开山,刘殿伟,王宗明. 三江平原过去 50 年耕地动态变化及其驱动力分析[J]. 水土保持学报,2008,22(4):75-81.
- [3] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-557.
- [4] 孙国军,刘普幸,潘竟源,等. 甘肃省通渭县现代农业影响因子分析及对策研究[J]. 水土保持通报,2009,29(1):179-186.
- [5] 刘普幸,程英. 近 60 年来敦煌绿洲耕地动态变化与预测研究[J]. 土壤,2008,40(6):890-893.
- [6] 乌拉特前旗统计局. 乌拉特前旗统计年鉴(1956—2006)[Z]. 内蒙古:乌拉特前旗统计局,1956-2006.
- [7] 赵明. 内蒙古人均粮食变化研究[J]. 经济地理,2001,21(4):492-495.
- [8] 史娟,张凤荣,赵婷婷. 1998—2006 年中国耕地资源的时空变化特征[J]. 资源科学,2008,30(8):1191-1198.
- [9] 余存祖,刘耀宏,戴鸣钧,等. 陕西省土壤微量元素含量与微肥效应[J]. 土壤通报,1984,15(06):268-271.
- [10] Mathieu P, Aline D, Melanie D, et al. Insights into colloid-mediated trace element release at the soil/water interface[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2008,325:197-197.
- [11] 李勇,张晴雯,李璐,等. 黄土区植物根系对营养元素在土壤剖面中迁移强度的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(4):427-434.
- [12] 李鹏,李占斌,郝明德,等. 黄土高原天然草地根系主要参数的分布特征[J]. 水土保持研究,2003,10(1):144-145,149.
- [13] Nielson D R, Bouma J. Soil Spatial Variability [M]. Wageningen: Purdoc., 1984:166-193.
- [3] 魏复盛,陈静生,吴燕玉,等. 中国土壤环境背景值研究[J]. 环境科学,1991,12(4):12-19.
- [4] 龚时旻,蒋德麒. 黄河中游丘陵沟壑区沟道小流域的水土流失及治理[J]. 中国科学,1978,11(6):978-982.
- [5] 常茂德. 陇东黄土高原沟道小流域的土壤侵蚀[J]. 水土保持通报,1986,6(3):56-60.
- [6] 侯建才,李勉,李占斌,等. 基于淤地坝淤积信息的小流域泥沙来源及产沙强度研究[J]. 西安理工大学学报,2007,23(2):119.
- [7] Lindsay W L, Norvell W A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper [J]. Soil Science Society of America Journal, 1978,42:421-428.
- [8] 余存祖,彭琳,刘耀宏,等. 黄土区土壤微量元素含量分布与微肥效应[J]. 土壤学报,1981,28(3):317-326.

(上接第 116 页)