

湖南省耕地资源动态变化及其驱动力

申海建¹, 郭荣中²

(1. 湖南省测绘科技研究所, 湖南 长沙 410004; 2. 长沙环境保护职业技术学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: [目的] 研究湖南省 1996—2011 年耕地资源的变化过程, 定量分析耕地变化的驱动因子, 并对该区域耕地的变化趋势进行预测, 为合理利用和保护耕地资源, 促进区域经济的可持续发展和粮食安全生产提供重要参考。[方法] 利用湖南省近 16 a 的土地利用调查数据及相关社会经济资料, 根据研究区域的特点选取了总人口、地区生产总值、农业机械化水平等 14 个指标, 利用主成分分析法对耕地变化的驱动力进行分析, 最后采用灰色系统 GM(1,1) 模型对研究区域耕地的变化趋势进行预测。[结果] 1996—2011 年湖南省人均耕地面积下降趋势明显, 由 1996 年的 0.066 9 hm² 减少到 2011 年的 0.058 0 hm², 该省耕地数量变化存在明显的区域差异。耕地面积变化驱动力主要由人口增长、社会发展、农业生产能力、人民生活水平 4 个方面构成。预测结果表明, 研究区域 2014—2020 年的耕地面积继续呈下降趋势。[结论] 湖南省耕地减少速度快, 土地垦殖率高, 且后备资源贫乏, 应加大耕地的保护力度, 以促进区域的粮食安全和可持续发展。

关键词: 耕地面积变化; 驱动力; 主成分分析法; GM(1,1) 模型; 湖南省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)04-0309-06

中图分类号: F301.24

文献参数: 申海建, 郭荣中. 湖南省耕地资源动态变化及驱动力[J]. 水土保持通报, 2016, 36(4): 309-314. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.04.053

Change of Cultivated Land and Its Driving Force in Hu'nan Province

SHEN Haijian¹, GUO Rongzhong²

(1. Institute of Mapping of Hu'nan Province, Changsha, Hu'nan 410004, China;

2. Changsha Environmental Protection Occupation Technical College, Changsha, Hu'nan 410004, China)

Abstract: [Objective] Based on the land use survey data and the associated socio-economic data from 1996 to 2011, the changes of cultivated land were analyzed in Hu'nan Province. [Methods] According to the regional characteristics in the study area, 14 indices, including total population, GDP, agricultural mechanization level, and so on, were selected to elucidate the driving forces of the cultivated land changes using the main reason method. The changing trend of these cultivated lands are predicted using the GM(1,1) model. [Results] From 1996 to 2011, the cultivated land area per person of Hu'nan Province decreased from 0.066 9 hm² to 0.058 0 hm². The cultivated land changed differently in different regions. The driving forces of farmland changes in Hu'nan Province had issues of the social development, the advancement of agricultural production capacity, people's living standards, and the increase of population. The prediction results showed that the cultivated land area in Hu'nan Province will decrease from 2014 to 2020. [Conclusion] Therefore, local government is required to pay extensive attention and take effective measures to protect the cultivated land, as well as to promote regional food security and to ensure the development sustainable.

Keywords: change of cultivated land; driving factors; method of principal component; GM(1,1) model; Hu'nan Province

耕地是人类赖以生存的基本资源和条件。进入 21 世纪, 人口不断增多, 耕地逐渐减少, 人民生活水平不断提高, 保持农业可持续发展首先要确保耕地的

数量和质量。据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计, 全世界土地面积为 1.83 × 10⁹ hm² 左右, 人均耕地 0.26 hm²。截至 2011 年

年底,全国耕地保有量为 $1.22 \times 10^8 \text{ hm}^2$,与 1996 年相比减少了 $8.42 \times 10^6 \text{ hm}^2$,年均减少 $5.26 \times 10^5 \text{ hm}^2$,中国人均耕地只有 0.09 hm^2 , $1.20 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 耕地红线已岌岌可危,人均耕地面积仅为世界同期平均水平的 34.6%,不少省份的人均耕地,已低于联合国粮农组织确定的 0.053 hm^2 警戒线。耕地数量和质量的改变,关系着粮食安全与人类生存大计,是土地可持续利用研究的重点。国内众多学者从不同角度对城市或区域的耕地变化进行了积极探讨。赵文武^[1]对世界主要国家的耕地变化进行了研究;曹银贵、刘洛等学者^[2-3]从全国的角度探讨了中国耕地变化的情况;杜新波、姚涛、张鹏岩等^[4-6]从省域尺度分析了耕地变化的影响因素和特征;邓楚雄等^[7]从城市群的视角对耕地数量的时空变化和驱动力进行了分析;余菲、易浪、王瑞发等^[8-10]则从市域角度探讨了耕地变化的驱动力问题;还有赵永华等^[11]在县域尺度开展的研究;李宇、杜国明、曾永年等^[12-14]分别对石羊河流域中下游绿洲地区、三江平原北部、青海高原东北部等生态脆弱地区耕地利用变化进行了研究;赵建军、肖丽群、姚赫男等^[15-17]从耕地质量评价的视角关注耕地。这些研究成果都对区域土地利用和社会经济的可持续发展提供了重要参考。湖南省是我国中部地区乃至全国的重要粮食生产基地,本研究根据湖南省 1996—2011 年的耕地面积和社会经济等资料,研究其变化过程,定量分析耕地变化的驱动因子,并对研究区域耕地的变化趋势进行预测分析,为合理利用和保护耕地资源,促进区域经济的可持续发展和粮食安全生产提供重要参考。

1 研究区概况

湖南省位于长江中游以南,南岭山地以北,地处东经 $108^{\circ}47' - 114^{\circ}15'$,北纬 $24^{\circ}39' - 30^{\circ}08'$ 。省界极南端位置,东为桂东县黄连坪,西至新晃侗族自治县韭菜塘,南起江华瑶族自治县姑婆山,北达石门县壶瓶山。东西宽 667 km,南北长 774 km,下辖 13 市和 1 个自治州。土地总面积 $2.12 \times 10^5 \text{ km}^2$,占全国土地总面积的 2.2%,在全国各省区中居第 10 位。2011 年末,全省总人口 7 135.60 万人,其中城镇人口 3 218.16 万人,农村人口 3 917.44 万人,城镇化水平 45.10%。地区生产总值达 2.02×10^{12} 元,农民人均纯收入为 6 567 元。湖南省以山地、丘陵为主,属亚热带季风性湿润气候,四季分明,年平均气温在 $17 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2 耕地动态变化分析

2.1 耕地数量动态变化

从湖南省 1996—2011 年耕地变化情况(图 1,

表 1)可以看出,从总体趋势上看耕地面积从 1996 年的 $4.30 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 减少到 2011 年的 $4.14 \times 10^6 \text{ hm}^2$,16 a 间共减少耕地 $1.60 \times 10^5 \text{ hm}^2$,期间 1996—2006 年的湖南省耕地面积由 $4.30 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 下降到 $4.13 \times 10^6 \text{ hm}^2$,到之后又逐步回升到 2011 年的 $4.14 \times 10^6 \text{ hm}^2$,主要是由于各项建设进入高速发展时期,基本建设大规模开展,以及退耕还林还草导致了耕地面积的下降。但从 2006 年之后的耕地占补平衡政策又使耕地面积有所回升。而人均耕地面积由 1996 年的 0.0669 hm^2 减少到 2011 年的 0.0580 hm^2 ,累计减少了 0.0089 hm^2 ,已接近联合国警戒线水平($0.053 \text{ hm}^2/\text{人}$),随着人口的逐年增加以及耕地的不断减少,人口增长已对耕地造成巨大压力。其中耕地面积减少最多的是湘西自治州,共减少 $2.46 \times 10^4 \text{ hm}^2$;减少最少的是衡阳市,共减少 4 122.35 hm^2 。

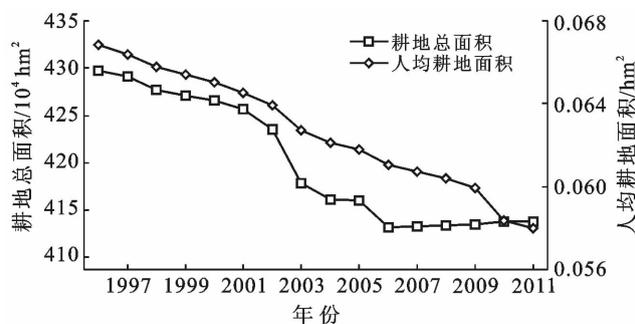


图 1 湖南省 1996—2011 年耕地总面积与人均耕地面积的动态变化

2.2 耕地数量变化的区域差异

因自然条件、社会经济发展水平和区域发展战略等存在一定的差异,湖南省各市州耕地数量变化存在明显的区域差异。本文采用耕地相对变化率来反映这一空间差异,耕地相对变化率公式为:

$$R = \frac{|K_b - K_a| \times C_a}{K_a \times |C_b - C_a|} \quad (1)$$

式中: K_a, K_b ——各地区研究期初和研究期末的耕地面积; C_a, C_b ——整个地区研究期初和研究期末的耕地面积。根据以上计算公式,可将全省各地区耕地数量变化情况划分为 3 个区,即耕地资源缓慢减少区($0 \leq R < 1.00$)、耕地资源快速减少区($1.00 \leq R < 1.50$)、耕地资源急剧减少区($R \geq 1.50$)。如表 1 所示,湖南省 14 个市(州)均为耕地资源减少区,具体耕地数量变化的空间差异格局为:(1)耕地资源急剧减少区:包括湘西自治州、张家界市,该区域研究期间耕地面积减少了 $3.30 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全省减少总量的 20.66%。主要原因如下:湖南省抢抓国家推进西部大开发、促进中部崛起、武陵山片区的战略机遇,坚持以经济发展、财政增收、城乡居民增收为目标,加强湘

西地区基础设施建设,加快高速公路建设,突出改善基本公共服务,着力改变城乡面貌,加快城市建设的进程,从而造成了耕地资源的急剧减少。同期,湘西自治州近年来深入开展以退耕还林、生态公益林建设、植树造林等为重点的绿色湘西工程,累计完成退耕还林近 $2.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$,退耕还林生态效益总价值量位居湖南省各市州之首。张家界市从2001年开始全面实施退耕还林工程,国家加大了退耕还林工程建设资金的投入,截至2011年,全市共完成退耕还林工程建设近 $6.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。这也是这两个区域耕地资源减少的又一主要原因。(2) 耕地资源快速减少区:包括娄底市、岳阳市、邵阳市、郴州市、永州市、湘潭市等6个市,该区域研究期间耕地面积减少 $8.43 \times 10^4 \text{ hm}^2$,

占全省减少总量的52.81%。这些地区经济发展水平相对较高,受全省开发战略的影响等,社会经济取得较快发展,在一定程度上造成耕地资源的快速减少。而且由于农产品价格走低,农民增收相对缓慢,农民种粮积极性降低,不少耕地被调整为果园、茶园等。(3) 耕地资源缓慢减少区:包括长沙市、株洲市、怀化市、常德市、益阳市、衡阳市等6个市,该区域研究期间耕地面积减少 $4.23 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全省减少总量的26.53%。这些地区着力推进农村土地整治,夯实粮食增产基础,优化建设用地批供结构,在一定程度上抑制了耕地资源的减少。同时随着经济发展,政府对耕地保护的意愿和能力逐步增强,有效地遏制耕地的快速流失。

表1 湖南省各市州1996—2011年耕地面积数量变化及分区

| 市州名称 | 耕地面积/ 10^5 hm^2 | | 耕地面积变化/ 10^3 hm^2 | 年均变化 率/% | 相对变化 率/% | 占减少总量 比重/% | 区域类型 |
|-------|---------------------------|-------|--------------------------------|-------------|-------------|---------------|-------|
| | 1996年 | 2011年 | | | | | |
| 长沙市 | 2.92 | 2.81 | -10.70 | -0.23 | 0.99 | 6.71 | 缓慢减少区 |
| 株洲市 | 2.13 | 2.08 | -5.05 | -0.15 | 0.64 | 3.16 | 缓慢减少区 |
| 湘潭市 | 1.59 | 1.53 | -5.90 | -0.23 | 1.00 | 3.70 | 快速减少区 |
| 衡阳市 | 3.97 | 3.92 | -4.12 | -0.06 | 0.28 | 2.58 | 缓慢减少区 |
| 邵阳市 | 4.66 | 4.45 | -21.06 | -0.28 | 1.22 | 13.20 | 快速减少区 |
| 岳阳市 | 3.72 | 3.52 | -19.89 | -0.33 | 1.44 | 12.47 | 快速减少区 |
| 常德市 | 5.13 | 5.02 | -10.34 | -0.13 | 0.54 | 6.48 | 缓慢减少区 |
| 张家界市 | 1.27 | 1.19 | -8.35 | -0.41 | 1.77 | 5.23 | 急剧减少区 |
| 益阳市 | 3.04 | 2.99 | -5.14 | -0.11 | 0.46 | 3.22 | 缓慢减少区 |
| 娄底市 | 2.03 | 1.92 | -10.84 | -0.33 | 1.44 | 6.79 | 快速减少区 |
| 郴州市 | 3.11 | 2.98 | -12.33 | -0.25 | 1.07 | 7.73 | 快速减少区 |
| 永州市 | 3.75 | 3.60 | -14.26 | -0.24 | 1.03 | 8.93 | 快速减少区 |
| 怀化市 | 3.48 | 3.41 | -6.98 | -0.13 | 0.54 | 4.38 | 缓慢减少区 |
| 湘西自治州 | 2.21 | 1.96 | -24.62 | -0.70 | 3.00 | 15.43 | 急剧减少区 |
| 湖南省 | 42.97 | 41.38 | -159.58 | -0.23 | 1.00 | 100.00 | — |

3 耕地变化驱动力分析

采用1996—2011年的湖南省耕地序列数据阐述其变化过程,耕地面积基础数据来源于湖南省国土资源部门1996—2011年土地变更调查和第二次土地调查成果。为了使土地利用结构变化数据保持稳定的时间序列,具有连续性和一致性,对于1996—2008年数据,以2009年第二次土地调查公布的耕地面积为基数,利用土地变更调查耕地面积增减的变化量逐年反推计算得到;2010—2011年数据则直接采用第二次土地调查成果及其年度变更数据。在统计软件SPSS 13.0的支持下,应用主成分分析法等定量分析工具,探讨湖南省耕地资源变化的驱动力机制。社会经济数据来源于同期《湖南统计年鉴》^[18]。

3.1 耕地变化的影响因子确定

为分析湖南省耕地数量变化的驱动机制,本文根据研究区域的地域特点,遵循综合性、主导性、指标的可获取性等原则,并结合其他学者的研究成果,从人口状况、经济发展水平、人民生活水平、农业生产能力等4个方面选取14个指标:总人口(X_1 ,万人),农业人口(X_2 ,万人),地区生产总值(X_3 ,亿元),第三产业产值(X_4 ,亿元),全社会固定资产投资(X_5 ,亿元),城市化水平(X_6 ,%),建设用地面积(X_7 , hm^2),林牧渔占第一产业值比重(X_8 ,%),农田有效灌溉保证率(X_9 ,%),农民人均纯收入(X_{10} ,元),粮食总量(X_{11} , 10^4 t),化肥施用量(折纯)(X_{12} ,t),农业机械总动力(X_{13} , 10^4 kW),公路里程(X_{14} ,km)。以对1996—2011年湖南省耕地的变化情况进行综合分析。

3.2 主成分分析结果

由于各项基础数据本身具有不同的量纲和数量级,为了让数据在平等的情况下进行分析,须进行数据的标准化。

利用统计软件 SPSS 13.0,对 14 个因子做主成分分析。得到湖南省耕地变化驱动力变量相关系数矩阵(表 2),以及各主成分的特征值与主成分贡献率(表 3)。

表 2 湖南省耕地变化驱动力变量相关系数矩阵

| 影响因子 | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | X_8 | X_9 | X_{10} | X_{11} | X_{12} | X_{13} | X_{14} |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| X_1 | 1.000 0 | | | | | | | | | | | | | |
| X_2 | -0.920 8 | 1.000 0 | | | | | | | | | | | | |
| X_3 | 0.969 9 | -0.862 4 | 1.000 0 | | | | | | | | | | | |
| X_4 | 0.864 2 | -0.673 5 | 0.932 5 | 1.000 0 | | | | | | | | | | |
| X_5 | 0.957 1 | -0.833 0 | 0.996 4 | 0.952 7 | 1.000 0 | | | | | | | | | |
| X_6 | 0.952 4 | -0.995 6 | 0.895 8 | 0.722 7 | 0.869 4 | 1.000 0 | | | | | | | | |
| X_7 | 0.969 3 | -0.828 6 | 0.991 9 | 0.943 9 | 0.989 2 | 0.870 3 | 1.000 0 | | | | | | | |
| X_8 | -0.564 4 | 0.277 7 | -0.657 7 | -0.843 7 | -0.704 5 | -0.343 9 | -0.705 3 | 1.000 0 | | | | | | |
| X_9 | 0.950 0 | -0.983 6 | 0.893 6 | 0.717 6 | 0.862 8 | 0.990 1 | 0.874 0 | -0.336 4 | 1.000 0 | | | | | |
| X_{10} | 0.976 0 | -0.887 5 | 0.997 7 | 0.909 8 | 0.991 0 | 0.917 1 | 0.984 4 | -0.616 3 | 0.913 9 | 1.000 0 | | | | |
| X_{11} | 0.143 4 | -0.183 8 | 0.288 9 | 0.331 3 | 0.299 0 | 0.165 5 | 0.238 6 | -0.323 7 | 0.181 9 | 0.287 5 | 1.000 0 | | | |
| X_{12} | 0.968 5 | -0.961 6 | 0.944 9 | 0.803 4 | 0.926 5 | 0.975 3 | 0.921 1 | -0.461 6 | 0.976 8 | 0.960 5 | 0.293 0 | 1.000 0 | | |
| X_{13} | 0.985 6 | -0.966 7 | 0.957 5 | 0.824 9 | 0.941 2 | 0.983 9 | 0.938 2 | -0.485 2 | 0.975 8 | 0.970 7 | 0.214 6 | 0.989 9 | 1.000 0 | |
| X_{14} | 0.943 1 | -0.911 1 | 0.946 8 | 0.816 8 | 0.938 5 | 0.927 8 | 0.927 5 | -0.545 0 | 0.923 9 | 0.957 5 | 0.298 6 | 0.956 0 | 0.958 6 | 1.000 0 |

由表 3 可知,变量相关矩阵有 1 个最大特征根 11.594 6,与其相对应的是,第 1 主成分的累计贡献率已达 82.818 3%,大于 80.00%,说明主成分已提供了原始数据的足够信息,完全符合分析的要求。

主成分载荷是主成分与变量之间的相关系数,由表 4 可知,第 1 主成分与 X_1, X_3, X_5, X_{10} 和 X_{13} 之间的相关程度很高, X_1, X_3, X_5, X_{10} 和 X_{13} 分别代表了总人口、地区生产总值、全社会固定资产投资、农民人均纯收入、农业机械总动力,这 5 个因素分别代表人口增长、社会经济发展水平、农业生产能力状况、农民生活水平。

3.3 耕地面积变化的驱动力

3.3.1 人口增长驱动 人口的增长与耕地的减少成正相关关系,湖南省 1996 年总人口为 6 428 万人,2011 年增加到 7 136 万人,增加了 11.01%;同期耕地面积从 $4.30 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 减少到 $4.14 \times 10^6 \text{ hm}^2$,减少了 3.71%;人均耕地面积由 1996 年的 $0.066 9 \text{ hm}^2/\text{人}$ 下降到 2011 年 $0.058 0 \text{ hm}^2/\text{人}$,减少了 13.30%,而 2011 年的人均耕地面积 $0.058 0 \text{ hm}^2/\text{人}$,已接近到联合国粮农组织确定的 $0.053 0 \text{ hm}^2$ 警戒线。总人口的增加,需要更多的耕地提供粮食以满足人们生存的需要,

而且人类一切的生活和生产活动都需要占用一定的空间场所,对耕地的压力必将越来越大;同时大量的人口非农化,造成城市中心城区由于人口的急剧增长,不得不向郊区扩展,这就推动了城市交通等基础设施的完善,导致城镇建设用地和工业用地的快速增加,这必然要占用大量耕地。

表 3 特征值及主成分贡献率

| 主成分 | 特征值 | 贡献率/% | 累计贡献率/% |
|-----|--------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 11.594 6 | 82.818 3 | 82.818 3 |
| 2 | 1.349 4 | 9.638 7 | 92.457 1 |
| 3 | 0.831 4 | 5.938 5 | 98.395 5 |
| 4 | 0.091 9 | 0.656 6 | 99.052 1 |
| 5 | 0.071 8 | 0.513 0 | 99.565 1 |
| 6 | 0.029 2 | 0.208 8 | 99.773 9 |
| 7 | 0.014 7 | 0.105 0 | 99.878 8 |
| 8 | 0.011 0 | 0.078 8 | 99.957 7 |
| 9 | 0.003 4 | 0.024 0 | 99.981 6 |
| 10 | 0.002 0 | 0.014 2 | 99.995 8 |
| 11 | 0.000 4 | 0.002 6 | 99.998 5 |
| 12 | 0.000 2 | 0.001 5 | 99.999 9 |
| 13 | $9.018 0 \times 10^{-6}$ | $6.441 4 \times 10^{-5}$ | 100 |
| 14 | $1.029 2 \times 10^{-6}$ | $7.351 2 \times 10^{-6}$ | 100 |

表 4 主成分载荷矩阵

| 变量 | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | X_8 | X_9 | X_{10} | X_{11} | X_{12} | X_{13} | X_{14} |
|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 第 1 主成分 | 0.985 8 | -0.919 0 | 0.988 8 | 0.897 3 | 0.980 5 | 0.945 0 | 0.977 5 | -0.604 3 | 0.941 9 | 0.992 9 | 0.284 6 | 0.978 0 | 0.986 3 | 0.968 0 |
| 第 2 主成分 | 0.096 4 | -0.346 5 | -0.088 1 | -0.373 4 | -0.147 3 | 0.302 4 | -0.118 6 | 0.709 0 | 0.297 4 | -0.038 6 | -0.555 7 | 0.138 7 | 0.152 7 | 0.043 2 |

3.3.2 社会经济发展驱动 地区生产总值、全社会固定资产投资是反映湖南省社会经济综合水平的重要指标。湖南省2011年地区生产总值为 2.02×10^4 亿元,是1996年(2.54×10^3 亿元)的7.95倍;2011年全社会固定资产投资为 1.14×10^4 亿元,是1996年(678.33亿元)的16.85倍。经济的发展推动了城市化和工业化的进程,城市规模不断扩大,建设用地需求不断增加,耕地非农化速度不断加快,各类建设用地大量占用耕地,尤其是城镇周边和交通沿线的优质耕地。而且随着经济的发展,人民消费水平得到提高,必然对住房、交通、城市基础设施等提出更高的要求,从而加速了耕地面积的减少。

3.3.3 农业生产能力驱动 技术进步直接影响土地利用的广度和深度。农业技术进步包括良种培育、土壤改良、农药、化肥等多个方面。随着湖南省近年来水利工程、农业机械总动力和农业科技投入逐年增加,农业综合开发和土地整治等加强高标准基本农田基础设施建设的不断加强,农业综合生产能力有了很大的提高,耕地相对数量增加,不少耕地资源因此流转为非农建设用地。农业机械总动力由1996年的 1.62×10^7 kW增加到2011年的 4.94×10^7 kW,增加了205%。说明在农业用地方面,技术的发展水平提高将大大提高粮食单产,提升农业用地的集约程度,提升了单位土地生产率,对耕地的占用由强变弱,从而减缓人口对土地的压力。同时农业科技进步促使农业内部比较效益的作用日益明显。

3.3.4 人民生活水平驱动 农民人均纯收入对耕地变化有重要影响。湖南省1996年农民人均纯收入为1792元,2011年增加到6567元,增长了266%;随着经济的快速发展、城市化进程的加快,农民的观念发生较大转变,农民开始更多地自由选择经营方式,而不是单一地发展种植业生产。通过比较优势的选择,大量农民把耕地转向水产养殖、花果生产等经济收益比较好的产业,以获得远高于粮食生产效益的报酬,对土地的经济效益的追求导致了耕地利用发生变化,从而推动了农业内部结构的调整,同时随着农民生活水平的提高,其消费结构得到转型升级,比如食品消费由主食性向副食性转化,也会带来农业生产结构的调整,造成耕地面积的减少。

4 耕地面积变化预测分析

4.1 耕地面积变化预测方法

耕地面积变化是自然、社会、经济等因素综合作用的结果,灰色系统GM(1,1)建模是寻找因素之间和因素本身的动态发展规律,从而预测因素的发展变

化和协调因素的动态关系。是通过独特的数据处理即数据累加生成方法来建立微分方程^[19]。该微分方程主要用于单因素预测。本研究利用灰色系统GM(1,1)模型对湖南省2014—2020年耕地数量的变化情况进行预测。

4.2 耕地面积变化预测结果

以1996—2011年湖南省耕地变化序列数据为基础,利用灰色系统GM(1,1)模型,预测研究区域2014—2020年耕地面积变化情况。预测模型为:

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = -533.4389311e^{-0.074t} + 537.39 \quad (2)$$

$$(t=1,2,\dots,n)$$

由表5可以看出,平均相对误差为0.42%,相对误差较小(绝对值不超过3%),说明模型精度满足要求^[19]。湖南省耕地面积在2014—2020年呈继续下降的趋势,由2014年的 4.08×10^6 hm²减少到2017年的 4.05×10^6 hm²,最后减少到2020年的 4.01×10^6 hm²,变化率为-1.72%。说明湖南省耕地保护的壓力日益增大,形式不容乐观。

表5 相对误差计算

| 年份 | 模型计算值/ 10 ⁶ hm ² | 实际值/ 10 ⁶ hm ² | 残差相对 误差/% |
|------|---|---|--------------|
| 1996 | 4.30 | 4.30 | 0.00 |
| 1999 | 4.26 | 4.27 | 0.20 |
| 2002 | 4.23 | 4.24 | 0.24 |
| 2005 | 4.19 | 4.16 | 0.68 |
| 2008 | 4.15 | 4.13 | 0.45 |
| 2011 | 4.12 | 4.14 | 0.52 |

5 讨论与结论

(1) 研究期内湖南省耕地资源总量呈逐年下降趋势,耕地面积从1996年的 4.30×10^6 hm²减少到2011年的 4.14×10^6 hm²,人均耕地面积也呈下降趋势,由1996年的0.0669 hm²减少到2011年的0.0580 hm²。而且该省耕地数量变化存在明显的区域差异,耕地资源急剧减少区主要是湘西自治州和张家界市,耕地资源快速减少区有娄底市、岳阳市、邵阳市、郴州市、永州市、湘潭市6个市,耕地资源缓慢减少区包括长沙市、株洲市、怀化市、常德市、益阳市、衡阳市。

(2) 主成分分析结果表明,湖南省耕地变化的驱动力主要为人口因素、经济社会发展、农业生产能力、人民生活水平等因素。其中总人口、地区生产总值、全社会固定资产投资、农民人均纯收入、农业机械总动力等与研究区的耕地变化关系密切。经济发展因素对湖南省耕地面积的变化驱动作用最强,应该借

助新一轮“产业转移”,培育新兴产业和企业,改造和提升传统产业、落后产业,促进高新技术产业和生产性服务性产业的发展,实现产业结构优化升级;另外通过推动技术进步、自主创新、规模经济、劳动、管理效率的提升,提高区域整体资源利用效率,实现经济发展由数量型增长向质量型增长转变,从而缓和用地需求。

(3) 通过建立的灰色系统 GM(1,1)模型预测湖南省耕地面积在 2014—2020 年呈继续下降的趋势。

(4) 湖南省耕地减少速度快,土地垦殖率高,且后备资源贫乏,实现区域耕地总量的动态平衡任重而道远。今后湖南试图通过大面积开荒、围垦等来扩大耕地面积的路是走不通的;相反,为减轻湖南省严重的洪涝灾害的压力,在洞庭湖区和丘陵山区,还会有部分耕地退田还湖,退耕还林。所以,湖南省必须加大耕地的保护力度,严格控制建设用地的规模和人口的增长,大力提高复种指数,实现耕地集约利用。增加农业资金投入和机械化水平,提高土地单位面积产量和耕作效率,加强农田水利和生态工程建设,保障农作物抵抗自然灾害风险能力等措施,有助于减少农业生产对耕地的依赖性。

[参 考 文 献]

- [1] 赵文武. 世界主要国家耕地动态变化及其影响因素[J]. 生态学报, 2012, 32(20): 6452-6462.
- [2] 曹银贵, 袁春, 周伟, 等. 中国耕地变化的驱动因子及其省域差异分析[J]. 中国土地科学, 2008(2): 17-22.
- [3] 刘洛, 徐新良, 刘纪远, 等. 1990—2010 年中国耕地变化对粮食生产潜力的影响[J]. 地理学报, 2015, 69(12): 1767-1778.
- [4] 杜新波, 周伟, 司慧娟, 等. 青海省 2000—2008 年间耕地变化及驱动力研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(5): 185-191.
- [5] 姚涛, 马卫鹏. 陕西省耕地面积变化与粮食生产的相关性研究: 基于 1980—2010 年的数据分析[J]. 中国农业资源与区划, 2013(1): 76-80.
- [6] 张鹏岩, 秦明周, 闫江虹, 等. 河南省耕地资源利用效益的影响因素及特征分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(1): 162-169.
- [7] 邓楚雄, 李晓青, 向云波, 等. 长株潭城市群地区耕地数量时空变化及其驱动力分析[J]. 经济地理, 2013, 33(6): 142-147.
- [8] 余菲, 肖玲, 康苗苗, 等. 贵阳市耕地面积变化的驱动力研究[J]. 水土保持通报, 2012, 32(3): 271-276.
- [9] 易浪, 任志远, 刘焱序. 西安市耕地面积变化驱动力分析及动态预测[J]. 干旱区研究, 2013, 30(6): 1144-1149.
- [10] 王瑞发, 夏非, 张永战. 青岛市近 10 年来耕地变化及其驱动力分析[J]. 水土保持研究, 2013, 20(2): 108-114.
- [11] 赵永华, 何兴元, 胡远满, 等. 岷江上游汶川县耕地变化及驱动力研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 94-97.
- [12] 李宇, 齐晓明, 董锁成, 等. 石羊河流域中下游绿洲地区耕地利用变化研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(4): 117-121.
- [13] 杜国明, 李昀, 于凤荣, 等. 基于遥感的 2000—2009 年三江平原北部耕地变化特征分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(1): 225-229.
- [14] 曾永年, 吴孔江, 靳文凭, 等. 青海高原东北部耕地变化及驱动力分析[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(8): 89-92.
- [15] 赵建军, 张洪岩, 王野乔, 等. 基于 AHP 和 GIS 的省级耕地质量评价研究: 以吉林省为例[J]. 土壤通报, 2012, 43(1): 70-75.
- [16] 肖丽群, 陈伟, 吴群, 等. 未来 10 年长江三角洲地区耕地数量变化对区域粮食产能的影响: 基于耕地质量等别的视角[J]. 自然资源学报, 2012, 27(4): 565-576.
- [17] 姚赫男, 李艳, 曹宇. 基于 RS 和 GIS 的耕地资源质量评价: 以浙江省富阳市为例[J]. 土壤, 2013, 45(4): 732-738.
- [18] 湖南统计局. 湖南统计年鉴(1997—2012 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997-2012.
- [19] 程建权. 城市系统工程[M]. 湖北 武汉: 武汉大学出版社, 1999.