

中国耕地面积变化的驱动因子及模型研究

雷战波, 杜浩文* (西安交通大学公共政策与管理学院, 陕西西安 710049)

摘要 采用 1996~2006 年的耕地面积变更数据和其他相关数据, 分析了我国耕地面积变化的特征, 运用因子分析法及逐步回归法, 对引起我国耕地面积变化的驱动因子进行了定量研究, 并构建了驱动因子与耕地数量的回归模型。最后, 提出了相关对策建议。

关键词 耕地; 驱动因子; 因子分析; 回归分析

中图分类号 F301.21 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)22-10593-03

Research on Driving Factors and Model of Cultivated Land Change in China

LEI Zhan-bo et al (Public Policy and Management School, Xian Jiaotong University, Xian, Shaanxi 710049)

Abstract The characteristics of cultivated land change in China were analyzed according to the data of cultivated land change and other related data from 1996 to 2006. The driving factors of cultivated land change in China were studied quantitatively by the method of Factor Analysis and Stepwise Regression. The regression model of the driving factors and cultivated area was also established. Finally, related countermeasures and proposals were put forward.

Key words Cultivated land; Driving factors; Factor Analysis; Regression analysis

土地利用变化驱动因子及变化模型是研究全球变化的前沿及热点问题之一。耕地是一种重要的土地资源, 担负着为人类提供食物保障的重任^[1], 从人类生存与可持续发展的角度来看, 又是国家生态安全的重要保障。在农业生产的过程中, 耕地面积的波动必然会引起粮食供应的波动^[2]。随着中国经济的高速发展、人口数量的增加、人口结构的调整及工业化、城市化进程的加快, 有限耕地资源与建设用地、生态用地扩展之间的矛盾日益尖锐, 耕地数量的逐年减少已是不争的事实。我国作为一个人口大国, 农业面临着巨大的压力, 耕地资源的变化无疑是影响中国可持续发展的关键问题^[3]。因此, 为合理管理耕地并实现耕地资源的可持续利用, 加强对耕地变化驱动因子及变化模型的研究具有重大意义。

然而现有的研究对森林和湿地等类型的土地利用变化倾注了较多精力, 对耕地面积变化驱动力的研究相对较少, 而且缺乏定量分析。笔者以上一轮土地利用规划基期 1996 年为起点, 在广泛搜集社会经济统计数据的基础上, 对 1996~2006 年我国耕地面积变化情况及驱动机制作了定量分析, 揭示出影响耕地变化的驱动因子, 并建立了其与耕地数量的多元线性回归模型, 力图为合理调控耕地用地、实现耕地可持续利用提供理论依据。

1 数据来源与分析方法

1996~2006 年耕地面积数据及其他社会经济数据来源于国家统计局各年统计年鉴, 个别缺失数据采用线性拟合方式予以补充。研究主要采用因子分析及多元线性回归分析, 利用 SPSS13.0 软件采用因子分析法提取公因子, 并利用因子得分进行逐步回归分析, 得出耕地面积与相关因子的多元线性回归模型。

2 我国耕地面积数量变化分析

1996 年, 中国完成了建国以来第一次全国范围内的土地利用详查, 也第一次获得了有关全国土地利用较为科学、准确的数据^[4]。1996~2006 年, 全国耕地面积与年减少率的变化如图 1 所示。

1996~2006 年, 耕地面积持续减少, 1996 年底中国耕地面积为 13 003.92 万 hm^2 , 截止到 2006 年底耕地面积减少至 12 180.00 万 hm^2 , 耕地的净减少量为 823.92 万 hm^2 , 年减少量为 82.39 万 hm^2 。耕地减少量最多的一年是 2003 年, 净减少面积为 253.74 万 hm^2 , 年减少率达 2.01%, 远高于年均减少率 0.68%。

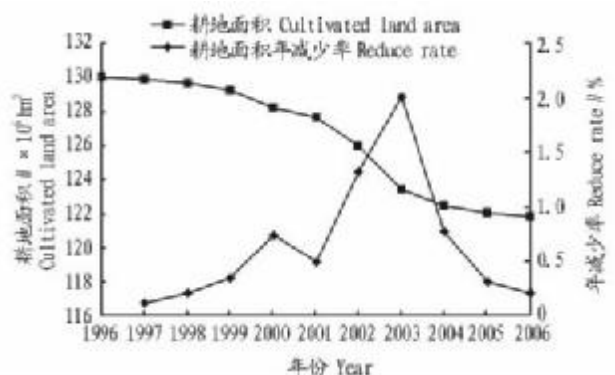


图 1 1996~2006 年我国耕地面积及减少率变化

Fig.1 Change of China's cultivated land area and the rate of reduce from 1996 - 2006

3 基于因子分析的我国耕地面积变化研究

3.1 耕地面积变化驱动因子 驱动因子是指导致土地利用方式和目的发生变化的主要生物、物理和社会经济因素, 是土地利用变化的动力因素^[5]。耕地面积变化的驱动因子错综复杂, 归纳起来有自然和社会经济因素两个方面^[6]。而大部分学者的研究都表明耕地流转主要受政策、社会经济等因素的影响^[7]。葛全胜等通过文献资料法对过去 300 年我国部分地区耕地数量变化及驱动因素进行研究, 得出影响耕地面积变化的主要驱动因素是人口增长、政府政策调整、战争影响、自然原因和特定作物的引种与种植扩展等^[8]。刘纪远等对 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及成因研究后, 认为政策调控和经济驱动是导致土地利用变化最主要的原因^[9]。李秀彬对我国近 20 年来耕地面积变化及其政策启示研究后得出: 农业结构调整和土地退化是构成我国耕地面积变化的主要驱动因子^[3]。曹营贵选取了 29 个因子, 将其与耕地数量之间进行正负相关性分析, 最终得出了国民生

作者简介 雷战波(1962-), 男, 陕西西安人, 博士, 教授, 从事电子政务、政府管理研究。* 通讯作者。

收稿日期 2009-04-10

产总值、固定资产投资、工业总产值、农林牧渔总产值等 14 个影响我国耕地面积变化的主要因素^[6]。

3.2 驱动因子的选取 对现有研究进行梳理,并结合耕地极强的经济属性,笔者在因子选取上重点考虑了社会经济因素,选取了 17 个因子:全国总人口 X_1 (万人)、非农人口 X_2 (万人)、国民生产总值 X_3 (亿元)、人均 GDP X_4 (元/人)、工业总产值 X_5 (亿元)、第一产值 X_6 (亿元)、第二产值 X_7 (亿元)、第三产值 X_8 (亿元)、居民消费水平 X_9 (元/人)、农民人均收入 X_{10} (元/人)、农林牧渔总产值 X_{11} (亿元)、农业总产值 X_{12} (亿元)、农用化肥使用量 X_{13} (万 t)、农用机械总动力 X_{14} (万 kW)、固定资产投资 X_{15} (亿元)、公路通车里程 X_{16} (万 km) 及造林面积 X_{17} (万 hm^2); 因变量为年末实有耕地面积 Y (万 hm^2)。

3.3 因子分析过程 研究借助 SPSS13.0, 首先对各变量相关系数求解, 得出相关系数矩阵, 并进行 KMO 测度和 Bartlett 检验。

KMO 值为 0.735, Bartlett 检验结果为 0.000, 表明通过了 KMO 和 Bartlett 检验, 从而验证了研究较适合采用因子分析。下一步则按主成分分析法提取公因子, 得出其特征值及贡献率 (表 1), 并得到碎石曲线 (图 2)。由表 1 可知, 前两个因子包含了原始数据 95.8% 的信息, 满足累计贡献率 > 85% 的要求, 所以选取前两个因子作为公因子。为更清楚地反映变量间的关系, 对初始因子载荷进行正交旋转, 得出旋转后的主因子载荷矩阵 (表 2)。由表 2 可以看出, F_1 在 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{13}, X_{14}$ 上有较大载荷, 可称为社会及经济发展因子; F_2 在 $X_6, X_{11}, X_{12}, X_{15}, X_{16}, X_{17}$ 上有较大载荷, 可称为农业结构调整和政策制度因子。

表 1 特征值及公共因子贡献率

Table 1 Eigen values and contribution of factors

公共因子	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
Common factors	Eigen values	Contribution rate	Cumulative contribution rate
F_1	14.793	87.016	87.016
F_2	1.520	8.942	95.958

表 2 旋转后因子载荷矩阵

Table 2 Rotated component matrix

变量	1 载荷	2 载荷	变量	1 载荷	2 载荷
Variable	Load	Load	Variable	Load	Load
X_1	0.901	0.392	X_{10}	0.716	0.695
X_2	0.899	0.417	X_{11}	0.693	0.709
X_3	0.753	0.654	X_{12}	0.571	0.810
X_4	0.751	0.656	X_{13}	0.920	0.130
X_5	0.753	0.633	X_{14}	0.954	0.057
X_6	0.677	0.722	X_{15}	0.680	0.724
X_7	0.710	0.698	X_{16}	0.677	0.722
X_8	0.810	0.581	X_{17}	0.230	-0.862
X_9	0.773	0.630			

(1) 社会及经济发展。由表 1、2 可知, 社会及经济发展因子 F_1 对耕地面积变化的影响极大。社会发展及经济增长, 常常伴随着人民生活水平的提高、城市化的快速发展和人口结构的调整, 这必然导致对住房、交通以及公共设施需求的增长, 从而增加了对建设用地的需求。同时, 社会及经济发展还引发第一产业向第二、三产转移, 一些地方为求发展不惜占用、出让和出租耕地, 使得大面积耕地在短期内被

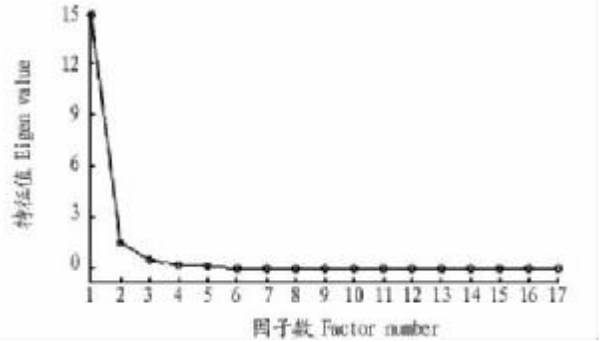


图 2 特征碎石曲线

Fig. 2 Scree plot of the factor analysis

建设用地征占, 出现了大量耕地征而不用, 闲置浪费现象严重。另外, 经济及社会的发展也带来了技术水平的提高, 直接影响着人们对土地利用和开发的深度和广度。

(2) 农业结构调整及政策制度。在市场经济条件下, 比较经济利益是导致耕地资源流向非农利用或更多撂荒最根本的原因^[3]。近几年来, 农业生产成本上升较快, 而粮食价格持续偏低, 种粮收益明显减少, 耕地用途转移向果园、鱼塘等其他用途或直接弃耕。据统计, 1996~2006 年, 因农业结构调整减少耕地 239.42 万 hm^2 , 占据耕地面积减少总量的 1/5。其中, 1996 年农业结构调整减少的耕地最多, 达到 55.85%。虽然随着我国经济的逐步完善, 农业结构调整逐渐趋于平稳, 但农业结构调整在不同省份还是造成了耕地面积不同程度的减少。

政策制度是土地利用变化的导向因子, 它对土地利用变化的影响最为直接^[10]。20 世纪 90 年代后期, 退耕还林、鼓励房地产等固定资产投资政策被提上日程, 成为这一时期耕地面积减少的主导因素之一。1996~2006 年, 生态退耕使耕地面积减少 720.14 万 hm^2 , 约占总耕地减少面积的 60.00%, 尤其是 2003 年, 生态退耕面积占到耕地面积减少量的 78.55%。从全国耕地总量变化的曲线看, 以固定资产投资大幅提高为特征的时期都伴随着耕地总量的滑坡, 对固定资产投资较为敏感的主要是非农建设占用耕地, 1996~2006 年, 由此因素引发的耕地用地面积减少达 208.43 万 hm^2 。

3.4 基于因子得分的回归模型 因子分析的目的是减少变量个数, 以便在进一步分析中用较少的因子代替原有变量参与数据建模。笔者根据因子得分系数计算各因子的综合得分 (表 3、4), 根据各因子的综合得分与年末实有耕地面积采用逐步回归法建立线性回归模型 (表 5)。

表 3 因子得分系数矩阵

Table 3 Component score coefficient matrix

变量	F_1	F_2	变量	F_1	F_2
Variable	F_1	F_2	Variable	F_1	F_2
X_1	0.160	-0.095	X_{10}	0.016	0.086
X_2	0.153	-0.084	X_{11}	0.006	0.098
X_3	0.039	0.058	X_{12}	-0.061	0.176
X_4	0.039	0.059	X_{13}	0.242	-0.211
X_5	0.046	0.049	X_{14}	0.274	-0.252
X_6	-0.003	0.109	X_{15}	-0.003	0.109
X_7	0.014	0.089	X_{16}	-0.039	0.148
X_8	0.078	0.011	X_{17}	0.319	-0.430
X_9	0.053	0.042			

回归模型 1、2 的 R^2 分别为 0.791、0.970,修正后的 R^2 分别为 0.768、0.962,由此说明模型的拟合度较好。方差结果显示:当回归方程包含不同自变量时,其显著性概率值都小于 0.001, F_1 和 F_2 均通过了显著性检验,因此,最终的回归方程应包括 F_1 、 F_2 两个变量。由表 5 的回归结果可以得出公共因子与年末实际耕地面积的回归模型为:

$$Y = 12\ 638.928 - 223.493F_1 - 106.197F_2$$

表 4 因子得分

年份 Year	F_1	F_2	年份 Year	F_1	F_2
1996	-2.11	0.03	2002	0.95	-1.19
1997	-1.58	-0.15	2003	1.85	-1.77
1998	-1.14	-0.30	2004	1.47	0.03
1999	-0.75	-0.49	2005	1.52	1.26
2000	-0.49	-0.43	2006	0.38	3.35
2001	-0.10	-0.34			

表 5 回归系数

Table 5 Regression coefficients

模型 Model	变量 Variable	非标准化值 Non-standardized value		标准化后 After tandardization		t 检验值 t test value	显著性检验 Significance test
		回归系数 Regression coefficients	标准误差 Standard error	回归系数 Regression coefficients			
模型 1 Model 1	常数项	12 638.928	48.953			258.184	0.000
	F_1	-223.493	38.268	-0.890		-5.840	0.000
模型 2 Model 2	常数项	12 368.928	19.727			640.706	0.000
	F_1	-223.493	15.421	-0.890		-14.493	0.000
	F_2	-106.197	15.421	-0.423		-6.887	0.000

4 结果与讨论

4.1 研究结果 1996~2006 年,我国耕地面积总量逐年递减。运用 SPSS13.0 软件对选取的指标进行定量分析,得出社会及经济发展、农业结构调整及政策制度是影响我国耕地面积变化的主要驱动因子。通过构建出驱动因子与耕地数量的回归模型,揭示出这两个因子均与耕地数量呈负相关,且社会及经济的发展对耕地数量变化的影响相对 F_2 更显著,表明耕地数量将随着社会、经济的发展及农业结构的调整、刺激建设占地等政策制度的出台而不断减少。

4.2 讨论 研究得出了耕地数量变化的驱动因子及其变化模型,在日后的耕地利用和管理中,应从主要影响因子的控制与管理着手,从而减缓耕地减少的速度。研究表明,经济发展对耕地数量变化带来的影响较大,而这主要是由于经济发展导致大量建设占地所致,因此,合理控制建设占用耕地规模、节约和集约利用建设用地是减少社会经济发展占用耕地的重要途径。同时,农业结构调整和政策制度也是耕地数量变化的主要驱动因子,应以推进土地整理为主,提高土地质量和耕地的综合生产能力、改善土地生态环境,从而实现耕地的有效保护。随着生态退耕任务的完成,社会经济发展导致人口结构进一步调整,建设占地、技术进步等因素将对我国耕地数量变化造成重要影响。加强制度层面的创

新研究与设计,如产权、征地、土地供应、收益分配制度以及相配套的财政、金融和投资等制度,将成为合理保护耕地的一项重要举措。总之,政府应随着形势的变化,紧密结合耕地数量变化的驱动因子及变化模型制定适宜的耕地保护政策,并严格贯彻、执行耕地保护政策,以协调日益紧张的人与耕地间的关系,推动生态的可持续发展。

参考文献

- [1] 邹玉川. 全国耕地保护工作全书[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2002.
- [2] 杨桂山. 长江三角洲 50 年耕地数量变化的过程与驱动机制研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(2): 121-127.
- [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] 赵翠薇, 濮劭杰. 贵州省 50 年来耕地资源数量变化特征及其与粮食产量的关系研究[J]. 南京大学学报:自然科学版, 2005, 41(1): 105-112.
- [5] 胡贤, 杨钢桥. 江汉平原耕地数量变化驱动机制分析——以仙桃市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(1): 32-35.
- [6] 曹营贵. 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, 22(2): 17-22.
- [7] 汪涌, 蔡运龙, 蒙吉军. 中国耕地流转驱动力研究综述[J]. 资源科学, 2007, 29(3): 177-182.
- [8] 葛全胜, 戴君虎, 何凡能, 等. 过去 300 年中国部分省区耕地资源数量变化及驱动因素分析[J]. 自然科学进展, 2003, 13(8): 825-833.
- [9] 刘纪远, 张增祥, 庄大方. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-11.
- [10] 莫宏伟, 任志远, 谢红霞. 东南丘陵土地利用变化及驱动力研究——以衡阳市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(6): 551-556.

(上接第 10587 页)

- [5] 李宁波, 李源. 洱海表层沉积物营养盐的含量分布和环境意义[J]. 云南环境科学, 2001, 20(1): 26-27.
- [6] 罗益华. 象山港海域水质状况分析与污染防治对策[J]. 环境研究与监测, 2008, 21(3): 48-50.
- [7] 国家质量技术监督局. 海洋监测规范(GB17378. 7-1998)[S]. 北京:中国标准出版社, 1998.
- [8] LI Y H, GREGORY S. Diffusion of ions in seawater and in deep-sea sediment [J]. Geochim Cosmochim Acta, 1974, 38: 703-714.
- [9] TAFT J L, TAYLOR W R. Phosphorus dynamics in some coastal plain estuaries[C]. New York: Estuarine Processes, 1976: 79-89.
- [10] FROELIHO P N. Kinetic control of dissolved phosphate in natural rivers

- and estuaries, A primer on the phosphate buffer mechanism[J]. Limnology Oceanography, 1988, 33: 649-668.
- [11] 蔡立胜, 方建光, 董双林. 桑沟湾养殖海区沉积物-海水界面氮、磷营养盐通量[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(4): 57-64.
- [12] 韦献革, 温琰茂, 王文强, 等. 哑铃湾网箱养殖区底层水营养盐的分布与评价[J]. 中山大学学报, 2005, 44(4): 115-119.
- [13] 黄洪辉, 林钦, 贾晓平, 等. 海水鱼类网箱养殖有机污染季节动态与养殖容量限制关系[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 8(2): 101-105.
- [14] 董礼先, 苏纪兰. 象山港水交换数值研究: II. 模型应用和水交换研究[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30(5): 465-470.