

基于 STIRPAT 模型的陕西省耕地面积变化 社会经济驱动力分析

郭雅雯, 赵敏娟

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:近年来,耕地面积变化的人文驱动力研究成为土地利用与土地覆盖变化(LUCC)领域研究的热点。以陕西省 1978—2010 年耕地面积数据及其相关社会经济影响因素时间序列数据为例,通过主成分分析法、逐步回归法筛选出影响陕西省耕地面积变化的主要影响因素。然后运用 STIRPAT 模型,分析经以上方法筛选出的主要影响因素即城镇化率、人均生产总值、公路里程、社会消费品总额对于陕西省耕地面积变化的影响。结果表明:人均生产总值的提高是导致陕西省耕地面积减少的主要原因,社会消费品总额的增加对于陕西省耕地面积的减少也发挥着重要的作用。而交通条件的完善是促进陕西省耕地面积增加的主要驱动力。同时,城市化率的提高对抑制耕地面积的减少起到了一定的促进作用。据此,研究认为缓解陕西省耕地面积减少的压力可以从进一步提高城镇化率、完善交通设施,调整优化产业结构,转变经济增长方式等方面入手。

关键词:耕地变化; 社会经济驱动力; STIRPAT 模型; 陕西省

中图分类号:F323.211

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0197-05

Analysis on Societal and Economic Driving Force for Changes in Area of Cultivated Land of Shaanxi Province Based on STIRPAT Model

GUO Ya-wen, ZHAO Min-juan

(College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In recent years, the driving force for changes in cultivated land area is one of the hotspots in land-use change researches. With the cultivated land data and related socio-economic development data from 1978 to 2010, the main influencing factors were sifted by principal component analysis and stepwise regression. Afterwards, the relationship between cultivated land and main influencing factors of urbanization rate, the per capita GDP, highway mileage, total social retail sales were analyzed in Shaanxi Province by introducing STIRPAT model. The results showed that the per capita GDP was the main reason for the declining of cultivated land area. Furthermore, the increase of total social retail sales also played an important role in decrease of cultivated land area. However, the improvement of traffic condition promoted the increase of cultivated land. Meanwhile, the increase of urbanization rate made contribution to the cultivated land growth. Accordingly, several suggestions are proposed in this study to mitigate the pressure of cultivated land reduction, including urbanization level improvement, transport facilities level improvement, industrial structure adjustment and economic growth mode transition, etc.

Key words: cultivated land change; socio-economic driving forces; STIRPAT model; Shaanxi Province

20 世纪以来,随着全球经济的快速增长、人口膨胀以及人们生活方式的转变,人类对包括土地在内的生产资料需求急速增长。按照经济和社会发展的需要,人类对土地资源的开发与利用不断深入,尤其是

20 世纪 90 年代以后,随着工业化、城市化的进程深入,土地利用变化与土地覆盖变化愈发活跃^[1]。在纯粹市场力量的作用下,过多的耕地被转为经济效益较高的非农业用地。耕地的过多转换,不仅造成了农业

收稿日期:2012-05-21

修回日期:2012-06-24

资助项目:国家自然科学基金项目(71073128);西北农林科技大学重点科研项目(QN2011046)

作者简介:郭雅雯(1987—),女,新疆乌鲁木齐人,硕士研究生,主要研究方向:土地经济与管理。E-mail:guoyawen2013@126.com

通信作者:赵敏娟(1971—),女,陕西兴平人,教授,博士生导师,主要研究方向:应用经济学、自然资源与环境经济学。E-mail:minjuan.zhao@nwsuaf.edu.cn

生产上的压力,也带来了全球性或区域性的环境问题:土地荒漠化蔓延、酸雨频繁发生、臭氧层空洞。近年来,全球环境变化研究领域开始重视对土地利用与土地覆盖变化(LUCC)的研究;其中,在众多的土地利用类型中,耕地与建设用地的变化是研究热点之一^[2]。中国是一个人多地少的发展中国家,耕地总面积仅占世界耕地面积的 7%,但承载的人口却占世界总人口的 22%,人均耕地面积远远低于世界平均水平,耕地资源不足已成为制约我国农业技术进步乃至整个社会经济可持续发展的一个最主要因素。

已有的研究中,通过运用不同的土地利用描述模型系统地分析耕地利用现状及其发展趋势,并且全面概括分析了影响耕地面积变化的自然、社会、经济因素。人类活动是影响耕地面积变化的主要驱动力已经得到广泛认识,但受到认识程度和技术手段的限制,在建立分析模型时难以成功地将社会经济因子的驱动力贡献加以定量分析和模拟。因此,加深耕地面积变化机制的研究可以提升对土地覆盖变化规律的认识。但是,关于耕地面积的变化及其驱动机制的研究仍然存在以下问题:一是研究区域尺度问题。中国目前土地利用变化研究以大尺度的宏观研究和小尺度的微观研究居多,而中等尺度的省域土地利用变化研究较少。二是社会经济的驱动因子确定依据不足。在确定社会经济驱动因子时没有根据研究区域的特点选择具有代表性的指标,使得分析结果流于形式,没有新意。三是土地利用和各社会经济因子之间以及各个社会经济因子自身之间存在着各种相互联系、相互影响乃至相互制约的关系。因此,在定量地分析社会经济驱动因子对于土地利用变化的影响时,如果不采取科学严谨的计量方法,容易面临着数据的异方差性和多重共线性问题。

作为西北地区经济相对较发达的一个省,2010 年陕西省全年实现生产总值 10 123.48 亿元,人均生产总值 27 133 元。这表明陕西省的社会经济发展已经进入了一个高速发展阶段。随着陕西省城镇化、工业化进程的加快,产业结构将进一步优化升级,经济发展与耕地保护之间的矛盾将日益严重。陕西省耕地面积由 1978 年的 385.36 万 hm^2 减少到 2010 年的 286.053 万 hm^2 ,年均减少 3.009 万 hm^2 。基于此,分析陕西省耕地面积变化规律,研究陕西省耕地面积变化的驱动力,对于合理利用土地资源,实现陕西省区域耕地可持续利用,以及协调好陕西省耕地保护与经济发展的关系具有重要的意义。

本文运用土地利用变化的描述模型,利用 1978—2010 年相关耕地资源数据实证分析陕西省耕

地现状,揭示陕西省耕地变化的规律及趋势,以此作为测算分析陕西省耕地与社会经济驱动因子之间关系的基础。然后,分析影响陕西省耕地面积变化的主要影响因素和各个社会经济主要影响因素与耕地的因果关系。在对本文研究的主要结论进行解释和分析的基础上,针对性提出提高陕西省耕地面积集约节约利用和土地利用结构优化的政策建议。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

陕西省地处东经 $105^{\circ}29'$ — $115^{\circ}15'$,北纬 $31^{\circ}42'$ — $39^{\circ}35'$,属内陆省份,南北长约 1 000 km,东西较窄约 360 km。全省纵跨黄河、长江两大水系,黄河支流泾河、渭河在此注入黄河,中国铁路大动脉陇海线横穿中部,是“新亚欧大陆桥”亚洲段的中心和进入中国大西北的门户。全省辖 11 个地级市,3 个县级市,国土总面积 20.58 万 km^2 。2010 年陕西省耕地面积为 286.053 万 hm^2 ,总人口 38 738 725 人,其中农业人口为 25 516 043 人,占总人口的 65.9%。改革开放 33 a 来,陕西省耕地面积总体呈逐步下降趋势(图 1)。人均耕地面积在 2001 年之前呈现逐年递减趋势,直到 2002 年以来这一递减趋势有所缓解。结合耕地面积年递减率情况来看,陕西省耕地面积变化程度在各个阶段有所差异,但总体呈逐渐减少的趋势(图 2)。

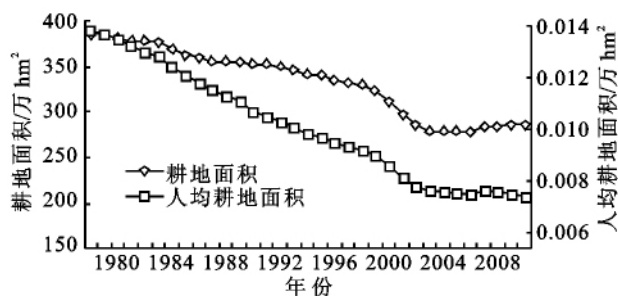


图 1 1978—2010 年陕西省耕地、人均耕地面积变化趋势



图 2 1978—2010 年陕西省耕地面积递减率

1.2 研究方法

基于《陕西六十年》和《陕西省统计年鉴》,以省为统计单位,对陕西省这 33 a 引起耕地面积变化的耕

地驱动力进行全面分析。具体方法为:(1) 利用陕西省 1978—2010 年耕地面积统计数据其耕地面积变化的特点。(2) 利用陕西省 1978—2010 年众多社会经济统计数据,运用主成分分析方法,筛选出影响陕西省耕地面积变化的主要社会经济影响因素。(3) 运用逐步回归法,去除存在多重共线性的社会经济影响因素。(4) 运用 STIRPAT 模型,分析陕西省耕地面积的变化与这些社会经济因素的因果关系。

2 陕西省耕地面积变化驱动力分析

驱使陕西省耕地面积变化的因素众多,但是可以把引起耕地面积变化的影响因素归结为两类,即自然因素和社会经济因素。在自然因素中,耕地面积变化的驱动力主要有气候、土壤、水文及生态系统结构等;在社会经济因素中,土地利用变化的驱动力主要有:技术进步、城镇化、人口变化率、社会发展、收入差距、经济增长、政治经济结构以及价值观念等^[3]。主成分分析的目的就是通过线性变换,将原来的多个指标组合成相互独立的少数几个能充分反映总体信息的指标,使用提取出的主成分代替原始变量,从而在不丢掉主要信息的前提下避开了变量间的共线性问题,便于进一步分析^[4]。基于前人的研究以及陕西省自身经济发展特点,本文选取人均 GDP、人均财政收入、城市固定资产投资、公路里程、社会消费品总额、城镇人均收入、农民人均可支配收入、农村固定资产投资、农业机械总动力、农业人口占总人口比重、市镇人口占总人口比重、第一产业职工所占比例、第一产业产值所占比重、第二三产业产值所占比重,这 14 项指标。将以上 14 个表征社会经济对耕地面积变化产生明显影响的驱动因子视为一个整体,这些因子共同作用,促使了陕西省耕地面积的变化。运用因子分析法,通过这些因子在新组合成的主成分中的荷载,评价其对土地利用变化影响的重要程度。

因子分析结果表明,第一、第二主成分累积贡献率达到了 95.154%,完全可以对陕西省耕地面积变化给出充分的解释(表 1)。根据贡献率可以看出,第一个主成分的贡献率远远大于第二个主成分的贡献率,因此第一个主成分在本研究中占有更重要的地位,它所含有的因子更能反映问题的实质,也即为影响土地利用变化的最主要因素。因此,以前二个主成分为基础,根据各主成分中各驱动因子荷载可分析其在相应主成分中的贡献率(表 2)。主成分荷载是主成分和变量之间的相关系数,从表 1 可知,第一主成分对陕西省耕地面积变化的贡献率高达 85.684%,是陕西省耕地面积变化的主要影响因子。在第一主

成分中,人均财政收入、城市固定资产投资、人均 GDP、公路里程、社会消费品总额这 5 个驱动因子的荷载绝对值均在 0.94 以上,而这些因子主要与社会经济发展水平、城市基础设施水平的提高有关。因此,第一主成分可以被认为是社会经济发展水平和城市发展水平的代表。1978 年—2010 年,陕西省人均 GDP 由 0.029 1 万元增加到 0.506 118 万元(以 1978 年的价格水平为标准),人均财政收入由 0.007 11 万元,增加到 0.089 95 万元(以 1978 年的价格水平为标准)。城市固定资产投资由 173 684 万元增长到 15 234 993 万元(以 1978 年的价格水平为标准)。表明随着陕西省社会经济的发展,城市建设步伐的加快,导致经济发展、城市建设用地需求不断增加,引起了耕地面积的变化。在第二主成分中,只有市镇人口占总人口的比重的荷载绝对值大于 0.8。因此,第二主成分可以概括为城市化水平主成分。1978—2010 年,陕西省城镇人口由 454 万人增加到 1 707 万人,城镇化水平由 16.3% 增长到 45.7%,表明随着城市化进程的不断加快,城乡基础设施水平不断提高,促使陕西省耕地面积发生了变化。从分析结果来看,这些驱动因子都对陕西省耕地面积变化造成了一定程度的影响,但是社会经济发展水平、城市化水平是影响陕西省耕地面积变化的主要因素。

表 1 因子特征值、主成分贡献率、累积贡献率

| 主成分 | 特征值 | 贡献率/% | 累积贡献率/% |
|-----|--------|--------|---------|
| 1 | 11.996 | 85.684 | 85.684 |
| 2 | 1.326 | 9.469 | 95.154 |

表 2 旋转后的公因子载荷矩阵

| 变量 | 第一主成分 | 第二主成分 |
|-------------|--------|--------|
| 人均财政收入 | 0.982 | 0.108 |
| 城市固定资产投资 | 0.975 | 0.096 |
| 人均 GDP | 0.972 | 0.219 |
| 公路里程 | 0.960 | 0.076 |
| 社会消费品总额 | 0.949 | 0.278 |
| 城镇人均收入 | 0.931 | 0.357 |
| 农民人均可支配收入 | 0.929 | 0.352 |
| 农村固定资产投资 | 0.926 | 0.348 |
| 农业机械总动力 | 0.889 | 0.437 |
| 农业人口占总人口比重 | -0.866 | -0.484 |
| 第一产业职工所占比率 | -0.805 | -0.563 |
| 市镇人口占总人口比重 | -0.054 | 0.872 |
| 第一产业产值所占比重 | -0.664 | -0.690 |
| 第二三产业产值所占比重 | 0.664 | 0.690 |

3 陕西省耕地面积变化的 STIRPAT 模型分析

3.1 STIRPAT 模型简介

STIRPAT 模型的前身是 IPAT 环境压力等式

即: $I = PAT$, 其中 I 为环境压力, P 为人口数量, A 为富裕度, T 为技术^[5]。此后, IPAT 等式在实际应用中得到了不同的重构或扩展。其中 Rose 和 Dietz 将 IPAT 等式表示成随机形式, 即通过人口、富裕度和技术的随机回归分析各驱动力对环境压力的影响, 简称为 STIRPAT 模型, 其形式通常如下:

$$I = aP^bA^cT^de \quad (1)$$

式中: a ——模型的系数; b, c, d ——各驱动力指数; e ——误差。当 $a=b=c=d=e=1$ 时, STIRPAT 模型即为 IPAT 等式^[6]。在实际应用中为测试人文因素对环境 I 的影响, 通常将上式转化为对数形式:

$$\ln(I) = f + b\ln(P) + c\ln(A) + d\ln(T) + g \quad (2)$$

式中: f, g ——方程(1)中 a 和 e 的对数。STIRPAT 模型由于对原始数据进行了对数变换, 所以能较好地解决异方差性和多重共线性问题。并且能很好地解决实证分析中如何检验各驱动力变化对土地利用变化的影响问题。在本论文中 I 为耕地面积, P, A, T 等自变量为通过主成分分析方法后得出的影响陕西省耕地面积变化的主要指标。

3.2 指标的选取

基于以上通过主成分分析法对陕西省耕地面积变化驱动力的分析, 在第一主成分中选取驱动因子的荷载绝对值均在 0.94 以上的驱动因子(表 2), 它们分别是人均财政收入、城市固定资产投资、人均 GDP、公路里程和社会消费品总额。在第二主成分中选取驱动因子的荷载绝对值在 0.8 以上的驱动因子, 它是市镇人口占总人口的比重。虽然通过主成分分析和因子分析方法得出的驱动因子具有一定的代表性, 但是这些驱动因子之间有着错综复杂的关系, 存在着多重共线性问题。因此, 本文通过 SPSS 软件, 运用逐步回归法, 从这 6 个因子中筛选出社会消费品总额、市镇人口占总人口数、公路里程和人均 GDP。

3.3 模型结果与分析

3.3.1 模型结果 模型的数据分析采用最小二乘法, 在计量经济学模型分析中, 采用最小二乘法进行回归分析一般面临着数据的异方差性问题。由于采用 STIRPAT 模型时对原始数据进行了对数变换, 误差项反映的是一种相对误差, 而相对误差往往具有同方差性, 因此采用 STIRPAT 模型本身能较好的解决模型的异方差性^[7]。将式(2)利用 EVIEWS 软件对数据进行回归分析, 得到的各项参数见表 3。

从表中可以看出, 模型 I 的拟合优度达到了 97.9%, 且所选的指标系数均在 0.05 水平显著不为

0, 方程拟合效果较好, 说明模型 I 能较好地解释陕西省耕地面积变化与社会经济发展的关系。模型 I 的具体形式为:

$$\ln(Y) = 8.018636 + 0.060054\ln(x_1) - 0.112971\ln(x_2) + 0.112851\ln(x_3) - 0.096816\ln(x_4)$$

式中: Y ——耕地面积(10^3 hm^2); X_1 ——市镇人口占总人口的比重; X_2 ——人均 GDP(万元); X_3 ——公路里程(km); X_4 ——社会消费品总额(万元)。

表 3 STIRPAT 模型估计结果

| 变量 | 模型 I |
|----------------------|------------------------|
| 常数项 | 8.018636(9.549659***) |
| 市镇人口占总人口的比重(X_1) | 0.060054(6.061852***) |
| 人均 GDP(X_2) | -0.112971(-2.355007**) |
| 公路里程(X_3) | 0.112851(5.972845***) |
| 社会消费品总额(X_4) | -0.096816(-2.253290**) |
| 调整的 R^2 | 0.979308 |
| F 统计值 | 379.6319 |
| Durbin-Watson 统计值 | 1.535346 |
| 样本量 | 33 |

3.3.2 模型分析 从模型 I 的估计结果可以看出, 城镇化率每提高 1%, 将引起耕地面积增长 0.060 054%。意味着陕西省城镇化率对于抑制耕地面积的减少具有一定的促进作用。这一研究结果与王琳^[7]、李春华^[8]、王晓轩^[9]的研究结果相似。可能的解释是城市化水平的提高, 有利于促进土地的集约节约利用, 从而增加了耕地面积。此外, 从模型 I 的估计结果还可以看出, 公路里程每增加 1%, 将导致耕地面积增加 0.112 851%。这与设想的公路里程的增加将导致耕地面积减少的假设相矛盾。可能的解释是从单位用地面积形成的路网通行能力看, 近年来陕西省随着公路网等级的不断提升, 结构趋向合理, 以相对较少的占地, 大幅提升了路网通行能力, 促进了公路用地的集约化。此外, 陕西地处西部内陆, 地形复杂多变, 土地利用程度低, 农业用地受交通制约性大。交通运输条件的改善, 在一定程度上, 改善了农业生产条件。扩大了农产品市场流通范围, 降低了农产品的生产流通成本, 使得农业经营主体生产积极性空前提高, 从而提高了土地的垦殖率。

人均 GDP 对于耕地面积的变化影响较大。在其他条件相同的情况下, 人均生产总值每提高 1%, 耕地面积减少 0.112 971%。自改革开放以来, 陕西省人均 GDP 由 1978 年的 291 元增加到 2010 年的 5 061 元(以 1978 年的价格水平为标准), 增长了 17 倍。可能的解释是经济的增长, 促使基础设施的建设不断发展和完善, 重点建设项目增加, 投资增多, 工业园区等建设用地的扩展大量侵占了耕地。社会消费品

总额每增加 1%,会导致耕地面积减少 0.096 816%。这一研究结果与李景刚^[10]等人的研究结果相似。这说明,自改革开放以来,陕西人民的消费结构不断发生着变化,人们在解决温饱的基础上,更加追求生活质量,从而导致非农用地需求的增加。同时,受比较利益的驱动,农民不断地调整土地利用结构,将更多的耕地改造成了经济效益较高的果园等园地面积,改变了农业用地内部结构,造成了陕西省耕地面积的减少。

4 结论

(1) 本文在研究陕西省耕地面积变化与各个社会经济因素的关系时,将用于环境领域研究的 STIRPAT 模型进一步拓展并运用其中。通过陕西省的实证研究,发现 STIRPAT 模型能较好地拟合耕地面积与社会经济指标之间的关系。反映了城镇化率、人均生产总值、交通、社会消费总额对于陕西省耕地面积变化的影响。

(2) 根据拟合出的 STIRPAT 模型以及相关分析,可知陕西省 1978—2010 年间,人均生产总值和交通对于耕地面积的变化影响较大。其中,人均生产总值的提高,是以牺牲耕地面积为代价的。而公路里程数的不断增加,致使陕西省农业生产条件进一步完善,间接促进了陕西省农业发展。城市化率的提高对于抑制陕西省耕地面积的减少具有一定的促进作用。经济的发展以及人民生活水平的提高,导致非农用地需求增长。同时,农业用地内部结构的改变也在一定程度上影响着耕地面积的变化。

随着陕西省城镇化、工业化的进程的加快,产业结构将优化升级,土地的稀缺性与经济发展占用耕地的现象日益严重,在这个时期对于陕西省耕地的变化及其社会经济驱动力分析是深入研究陕西省耕地面

积变化规律,节约集约利用土地的前提。研究表明,陕西省在进一步推进城镇化的同时应继续加强土地的集约节约利用。在不占用耕地的情况下,不断地完善交通设施及其配套工程,更好地促进陕西省农业发展。积极调整和优化产业结构,转变经济增长方式,从而提高土地集约节约利用程度。

参考文献:

- [1] 杨李娜.咸阳市土地利用变化的动态分析及驱动力研究[D].西安:西北大学,2009.
- [2] 郑海鑫.发达地区建设用地的时空扩展及其驱动力实证研究[D].杭州:浙江大学,2007.
- [3] 白利妮.贵州典型喀斯特地区不同尺度土地利用变化的驱动力研究[D].贵阳:贵州师范大学,2004.
- [4] 谢菲,舒晓波,廖富强,等.浮梁县土地利用变化及驱动分析[J].水土保持研究,2011,18(2):213-217.
- [5] Chertow M R. The IPAT equation and its variants: changing views of technology and environmental impact[J]. Journal of Industrial Ecology,2000,4(4):13-30.
- [6] Rosa E A, York R, Dietz T. Tracking the anthropogenic drivers of ecological impacts[J]. AMBIO,2004,33(8):509-512.
- [7] 王琳,吴业,杨贵山,等.基于 STIRPAT 模型的耕地面积变化及其影响因素[J].农业工程学报,2008,24(12):196-199.
- [8] 李春华,李宁,石岳.基于 STIRPAT 模型的长沙市耕地面积变化驱动因素分析[J].农学通报,2010,26(3):258-263.
- [9] 王晓轩,夏丽华,邓珊珊,等.基于 STIRPAT 模型的广州市耕地变化社会经济驱动力分析[J].中国农学通报,2010,26(20):339-343.
- [10] 李景刚,何春阳,史培军,等.近 20 年中国北方 13 省的耕地变化与驱动力[J].地理学报,2004,59(2):274-282.