

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20191217

· 区域发展 ·

基于 PCA-STIRPAT 模型的绿洲区耕地 变化社会经济驱动力研究*

——以酒泉市为例

刘士琪, 陈英^{*}, 谢保鹏, 裴婷婷, 周翼

(甘肃农业大学管理学院, 兰州 730070)

摘要 [目的] 耕地是极其稀缺的自然资源之一, 绿洲耕地资源是绿洲系统的重要组成部分, 保持一定数量和质量的耕地资源对绿洲区社会经济生态稳定发展具有重要意义。文章以绿洲区典型城市酒泉市 1997—2016 年的耕地面积有关数据为基础, 剖析影响酒泉市耕地面积变化的主要社会经济因素。[方法] 主成分分析法和 STIRPAT 模型。[结果] (1) 1997—2016 年酒泉市耕地面积整体呈波动式减少趋势; (2) 由主成分分析表明, 酒泉市耕地面积变化与城镇化水平(城镇化率)、社会经济发展水平(人均 GDP、公路里程、社会消费品总额、地区生产总值等)、农业产值(粮食作物总产量)存在较大相关性; (3) STIRPAT 模型分析结果表明, 1997—2016 年酒泉市耕地面积变化的主要驱动力是城镇化率、人均 GDP 及公路里程; 随着城市化率的不断提高, 对酒泉市耕地面积的增加有一定的促进作用; 由于绿洲农业粗放式发展方式的广泛应用, 人均 GDP 的增长是以牺牲更多宝贵的土地资源为代价的, 导致绿洲农业面积的耕地面积进一步减少; 公路里程与耕地面积呈负相关。随着公路里程的增加, 耕地面积减少, 符合预期。[结论] 研究认为可通过提高城镇化率、完善交通基础设施、提高区域经济发展水平、转变绿洲区农业发展方式、增加技术投入等方面遏制绿洲区耕地面积进一步减少。

关键词 耕地面积 主成分分析(PCA) STIRPAT 模型 驱动力 酒泉市

中图分类号: F301.2; F323.211 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2019]12133-08

0 引言

耕地是极其稀缺的自然资源之一, 保持一定数量和质量的耕地资源在国家社会经济发展中占有举足轻重的地位。但是, 20 世纪 90 年代以后, 中国经济快速发展, 工业化、城镇化进程不断深入, 耕地转为非农用地的趋势进一步蔓延, 致使稀缺的耕地面积迅速减少且质量呈现不同程度下降, 水土流失及荒漠化面积也在不断扩大, 严重危及国家和区域粮食安全。近年来, 随着上述土地利用问题的不断凸显, 土地利用/覆盖变化(LUCC)逐渐成为专家学者们研究的热点之一^[1-6]。学者们针对耕地面积变化及其驱动机制方面开展了相关研究, 并且取得了一定成效。王琳、王季光、肖蓉、邵晓梅、王瑞发等^[7-11]均是根据中东部各省、市的统计资料, 分析了各研究区域在某时段内耕地面积变化的趋势、时空变化特征及影响该区域某时段内耕地面积变化的驱动因子。李裕瑞、李谢辉、李宏、赵庚星、魏倩倩等^[12-16]均采用主成分分析法对所研究区某时段内的耕地变化及其驱动因子进行分析。此外, 部分学者从驱动力模型构建方面进行了某时段内的耕地变化及其驱动因子研究, 并取得了显著成效。其中主要涉及的模型有多元线性回归模型、STIRPAT 模型等^[17-19]。基于以上研究不难看出, 一方面研究区域主要集中在中东部相对较发达的地区,

收稿日期: 2018-05-16

作者简介: 刘士琪(1991—), 男, 河南焦作人, 硕士研究生。研究方向: 土地经济与利用

*通讯作者: 陈英(1969—), 男, 甘肃武威人, 博士、教授。研究方向: 土地资产管理、农村区域发展。Email: chenyc@gsau.edu.cn

*资助项目: 国家自然科学基金项目“农民土地价值观: 测度、变迁与影响(71563001)”

而对西部经济欠发达地区耕地面积锐减问题较少涉及,尤其针对绿洲区耕地面积变化的驱动力研究更是鲜有涉及;另一方面由于耕地面积的变化与社会经济因子之间的联系较为紧密,所以在采用定量的方式进行耕地面积变化的驱动力分析时,选择科学合理的计量方法显得尤为重要。

绿洲是中国西北内陆干旱半干旱气候区的特色景观。绿洲区的耕地资源作为绿洲系统最重要的组成部分,对区域社会经济发展及生态环境建设具有重要意义^[6,21]。酒泉市耕地资源主要集中分布在河西走廊绿洲平原地区,并且均为水浇地,属典型的平原灌溉农业,耕地质量较高,是西北干旱半干旱区土地的精华。因此,保持一定数量和质量的耕地面积对该区域经济及其生态的可持续发展均具有十分重要的意义。

鉴于此,文章以1997—2016年绿洲区典型城市酒泉市的耕地面积有关数据为基础,分析该时段内酒泉市耕地面积变化趋势,在此基础上,采用PCA-STIRPAT模型对1997—2016年酒泉市耕地面积变化的特征及其社会经济驱动力进行分析,并对引起酒泉市耕地面积变化的不同驱动因子提出相应的对策,为改善绿洲区生态环境,实现绿洲农业可持续发展提供政策建议。

1 研究区域概况、研究方法及数据来源

1.1 研究区域概况

酒泉市位于甘肃省西北部,是甘肃省最大的城市,地理坐标为北纬 $38^{\circ}09'$ ~ $42^{\circ}48'$,东经 $92^{\circ}20'$ ~ $100^{\circ}20'$,东西长约680km,南北宽约550km。酒泉市境内河流年径流量约33.34亿 m^3 。因气候原因,水量不稳,每年7—10月份是丰水期,枯水期甚长,5、6两月水量回升迅速,与农业的丰歉紧密相关。该市属半沙漠干旱性气候,气候特点为干旱少雨、蒸发强烈、温差较大。2016年底,酒泉市常住人口111.94万人,其中城镇人口65.68万人,城镇化率为58.67%。截止2016年底,酒泉市实现地区生产总值577.9亿元,比2015年增加6.5%。该市耕地保有量25.79万 hm^2 ,其中基本农田面积15.53万 hm^2 ,建设用地9.03万 hm^2 ,土地整理复垦开发补充耕地0.10525万 hm^2 。酒泉市土地总面积为19.2万 km^2 ,占全省面积的42%,其中绿洲面积大概为5.952万 km^2 ,约占区域土地总面积的31%。

1.2 研究方法

该文以市为统计单位,通过对1997—2016年酒泉市耕地面积数据及社会经济发展数据进行搜集整理,对影响绿洲区典型城市酒泉市耕地面积变化驱动力进行全面分析。具体方法为:第一,分析得到该研究时段内酒泉市耕地面积变化特征。第二,通过查阅相关文献,结合该市自然和社会经济特征,采用主成分分析法(Principal Component Analysis, PCA)筛选出影响酒泉市耕地面积变化的主要社会经济驱动因子。第三,运用STIRPAT模型进一步分析酒泉市耕地面积变化与所筛选出的社会经济影响因子之间的因果关系,并在此基础上得出结论。

1.3 数据来源

该文1997—2008年数据来源于土地利用变更调查数据,2009—2016年数据主要是采用GIS和RS技术,通过酒泉市历年的遥感影像和《酒泉统计年鉴》来获取相关数据,部分数据来源于甘肃省统计局公布的该研究时段内的《酒泉市国民经济和社会发展统计公报》。

1.4 绿洲区酒泉市耕地面积变化特征

通过1997—2016年酒泉市耕地面积变化趋势可知,近20年,酒泉市耕地面积整体呈波动式减少趋势,但存在较大波动。具体来看,酒泉市耕地面积变化大致可分为4个不同的趋势类型:第一时段:1997—2002年属于迅速型增长期,期间酒泉市耕地面积由1997年的14.283707万 hm^2 迅速增加到2002年的15.170895万 hm^2 ,6年耕地面积净增加8871.88 hm^2 ,增速高达6.21%;第二时段:2002—2004年为波动型增长期,该时期耕地面积先急剧下降后呈现迅速上升趋势,波动相对较大。其中2003年酒泉市耕地面积骤降至14.638104万 hm^2 ,相比于2002年耕地面积净减少5327.91 hm^2 ,降幅高达3.51%,而2004年该市耕地面积又迅速增加到15.211431万 hm^2 ,增速较大(为3.92%);第三时段:2004—2009年属于平稳型递减期,期间酒泉市耕地面积呈稳定式减少;第四时段:2009—2016呈急剧型减少期,该时期

耕地面积整体呈逐年下降趋势,截止 2016 年底绿洲区酒泉市耕地面积减少为 14.190 247 万 hm^2 ,而在 2014 年耕地面积存在上升波动趋势,但上升幅度较小,仅上幅 0.37%。

2 绿洲区耕地面积变化驱动力分析

2.1 基于 PCA 的绿洲区耕地面积变化驱动力分析

2.1.1 驱动因子选取

一般将影响土地利用变化的因素概括为自然(例如:气候、土壤、水文等因素)、社会经济(例如:城镇化率、人口变化率、区域 GDP、人均收入水平、农业机械化水平等因素)两个方面。由于酒泉市属于典型的绿洲农业城市,因此,分析影响酒泉市耕地面积变化的驱动因素必须是在保持绿洲系统稳定的基础上,结合酒泉市的自然、社会、经济条件等因素进行耕地面积变化的驱动因子研究。但是因为自然因素受人控制变化较小且定量表达较为困难,所以该文主要针对酒泉市耕地面积变化的社会经济驱动因素进行研究。由 1997—2016 年酒泉市耕地面积变化趋势分析可知,酒泉市耕地面积整体呈波动式减少趋势。因此,在充分调查有关绿洲农业区耕地面积变化资料及总结前人研究成果的基础上,结合酒泉市经济发展特点及耕地面积变化的实际情况,以 1997—2016 年共 20 年的时间序列为资料,从酒泉市城镇化水平、收入水平、人口、经济、产业结构等 5 个方面选取 13 个主要指标因子进行酒泉市耕地面积变化的社会经济驱动力分析。其中 13 个指标因子分别为: X_1 城镇化率(%), X_2 城镇人均可支配收入(元); X_3 人均 GDP(元)、 X_4 农民人均纯收入(元); X_5 总人口(万人)、 X_6 农业人口(万人); X_7 粮食作物总产量(t)、 X_8 公路里程(km)、 X_9 社会消费品总额(亿元)、 X_{10} 城市固定资产投资(亿元); X_{11} 地区生产总值(亿元)、 X_{12} 工业增加值(亿元)、 X_{13} 第一产业结构比重(%)。

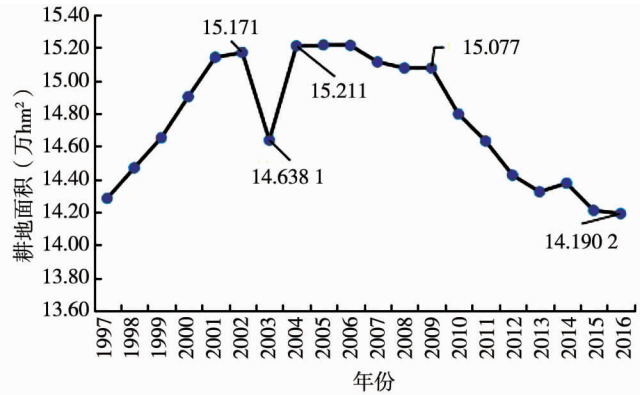
2.1.2 基于 PCA 的绿洲区耕地面积变化驱动力分析结果

主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)的核心思想是降维,该分析方法有 4 个主要特点:第一,因子个数远小于原有变量个数;第二,因子能够反映原有变量的绝大部分信息;第三,因子之间的线性关系不显著;第四,因子具有命名解释性。因此,根据该文的研究内容和研究目的需要,采用统计分析软件 SPSS 17.0 对数据进行主成分分析,得出酒泉市耕地面积变化社会经济驱动力因子的相关系数矩阵,具体如表 2 所示。

由酒泉市耕地面积变化社会经济驱动力因子相关系数矩阵(表 2)可知,驱动因子 X_1 与 X_3 、 X_8 、 X_{11} ; X_2 与 X_4 、 X_{10} ; X_3 与 X_{11} ; X_4 与 X_{10} ; X_8 与 X_{11} ; X_9 与 X_{10} 有较大相关性,且因子相关系数均在 0.95 以上,表明上述因子之间具有必然的因果联系性,进一步说明对影响酒泉市耕地面积变化的社会经济驱动因子进行主成分分析极有必要。

由初始特征值和主成分贡献率及累计贡献率(即解释的总方差)可知,第一、第二主成分的初始特征值分别为 10.524、1.058,初始特征值均大于 1,且主成分累计贡献率为 89.088%,即前两个主成分共解释了原有变量总方差的 89.088%。总体上,原有变量的信息丢失较少,因子分析效果比较理想。因此,可以对酒泉市耕地面积变化作出充分解释。

由主成分载荷矩阵(表 4)可知,第一主成分与城镇化率(X_1)、人均 GDP(X_3)、公路里程(X_8)、社会消费品总额(X_9)、地区生产总值(X_{11})等存在较大相关性,相关系数均大于 0.95,反映了影响酒泉市耕地面积变化的社会动力、经济动力因子;1997—2016 年酒泉市城镇化率从 1997 年的 32.01% 上升



资料来源:该文 1997—2008 年数据来源于土地利用变更调查数据,2009—2016 年数据主要是采用 GIS 和 RS 技术,通过酒泉市历年的遥感影像和《酒泉统计年鉴》来获取相关数据,部分数据来源于甘肃省统计局公布的该研究时段内的《酒泉市国民经济和社会发展统计公报》

图 1 1997—2016 年酒泉市耕地面积变化趋势

表1 1997—2016年影响酒泉市耕地面积变化的指标数据

年份	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
1997	32.01	6 485	9 864	3 418	89.38	60.77	635 892	8 997.4	43.56	167.4	159.2	84.7	16.7
1998	32.76	6 894	13 256	4 562	90.15	60.62	529 392	9 265.7	45.27	189.2	184.5	87.6	17.3
1999	33.00	7 321	14 873	4 786	90.79	60.83	504 057	9 203.5	47.85	221.4	178.5	89.5	18.4
2000	33.43	7 965	14 682	5 129	98.05	65.27	398 753	9 452.6	49.65	223.9	192.8	93.6	17.6
2001	34.37	8 895	16 321	5 437	95.76	62.85	242 092	9 685.1	51.24	248.1	196.4	92.3	15.3
2002	36.39	9 468	15 435	5 891	96.20	61.19	328 901	9 864.5	53.86	267.5	200.9	95.2	16.8
2003	34.99	9 684	17 863	6 457	96.62	62.81	277 293	9 941.2	55.21	305.9	208.3	98.4	16.4
2004	35.06	9 786	19 864	6 328	97.17	63.12	282 553	9 979.8	56.32	328.6	216.9	94.2	14.5
2005	34.98	9 964	21 435	6 542	97.76	63.56	366 550	11 134.5	57.26	354.2	245.8	96.9	15.2
2006	34.48	10 263	26 513	7 123	98.29	64.43	369 517	11 276.0	59.24	379.5	213.6	96.3	14.7
2007	34.87	11 968	30 265	6 987	99.03	64.51	362 763	11 323.2	60.37	389.4	223.5	98.5	16.4
2008	34.96	12 437	24 759	7 365	101.32	65.92	366 442	11 400.0	62.53	413.2	248.02	100.0	15.7
2009	37.49	13 705	31 599	7 234	103.50	64.73	360 624	11 425.0	75.83	407.4	321.05	122.8	14.6
2010	50.53	15 104	38 754	7 521	105.35	52.12	367 412	13 291.0	87.59	421.5	405.03	173.0	13.4
2011	57.97	17 265	43 745	8 158	108.65	45.67	354 894	14 267.2	105.20	452.4	481.5	196.5	12.3
2012	62.25	20 062	52 116	8 654	109.34	41.28	325 723	15 368.5	124.40	546.2	574.6	258.7	12.1
2013	64.58	22 389	58 088	9 786	108.95	38.59	333 415	15 543.9	140.10	587.8	642.7	283.4	12.1
2014	63.83	23 569	55 872	10 364	109.53	39.62	346 872	16 650.7	156.80	665.4	589.6	285.3	11.7
2015	64.73	25 697	54 297	12 368	97.24	34.35	356 234	16 781.0	176.60	654.2	544.8	134.2	14.4
2016	58.67	30 072	51 721	14 592	111.94	46.26	338 561	17 463.0	193.30	765.3	577.9	130.9	15.1

资料来源:《酒泉统计年鉴》和酒泉市统计局官网数据,部分数据来源于甘肃省统计局公布的该研究时段内的《酒泉市国民经济和社会发展统计公报》

表2 酒泉市耕地面积变化驱动力因子相关系数矩阵

	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 ₁	1.000												
X ₂	0.919	1.000											
X ₃	0.958	0.944	1.000										
X ₄	0.820	0.970	0.876	1.000									
X ₅	0.780	0.801	0.848	0.749	1.000								
X ₆	-0.974	-0.860	-0.892	-0.748	-0.622	1.000							
X ₇	-0.286	-0.342	-0.353	-0.421	-0.505	0.153	1.000						
X ₈	0.954	0.982	0.946	0.935	0.825	-0.895	-0.322	1.000					
X ₉	0.926	0.941	0.925	0.953	0.738	-0.893	-0.276	0.942	1.000				
X ₁₀	0.876	0.979	0.944	0.972	0.828	-0.792	-0.412	0.943	0.954	1.000			
X ₁₁	0.983	0.943	0.977	0.851	0.844	-0.932	-0.305	0.966	0.936	0.913	1.000		
X ₁₂	0.857	0.681	0.836	0.524	0.778	-0.811	-0.250	0.757	0.671	0.673	0.868	1.000	
X ₁₃	-0.802	-0.676	-0.824	-0.576	-0.805	0.716	0.448	-0.760	-0.643	-0.709	-0.815	-0.862	1.000

到58.67%,表明酒泉市城镇化进程发展较快,基础设施水平有了进一步提高,促使酒泉市耕地面积发生相应变化。人均GDP、社会消费品总额、地区生产总值分别由1997年9 864元、43.56亿元、159.2亿元上升到2016年的5.1721万元、193.30亿元、577.9亿元,3项驱动因子均增长迅速。同时,20年酒泉市公路里程增加了8 465.6km,年均增加423.28km,上述指标均反映出酒泉市人均生活水平及消费水平不断

表 3 特征值和主成分贡献率

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 (%)	累计 (%)	合计	方差的 (%)	累计 (%)
1	10.524	80.952	80.952	10.524	80.952	80.952
2	1.058	8.136	89.088	1.058	8.136	89.088
3	0.883	6.793	95.880			
4	0.294	2.263	98.144			
5	0.133	1.02	99.163			
6	0.056	0.429	99.593			
7	0.028	0.216	99.808			
8	0.013	0.098	99.906			
9	0.005	0.041	99.947			
10	0.003	0.024	99.971			
11	0.002	0.018	99.989			
12	0.001	0.008	99.997			
13	0	0.003	100.00			

提高, 经济发展及城市建设步伐加快, 该趋势在引起区域物质消费需求增加的同时, 也进一步促使区域土地利用结构的调整, 进而引起酒泉市耕地面积随之发生变化。第二主成分中仅有粮食作物总产量载荷值绝对值大于 0.85, 因此将其概括为农业产值主成分。综上所述, 由主成分分析方法得出影响酒泉市耕地面积变化的社会经济驱动因素为: 城镇化水平、社会发展水平、农业产值三大主要因素。

2.2 绿洲区耕地面积 STIRPAT 模型分析

2.2.1 STIRPAT 模型

由于土地利用和各社会经济因子之间以及各驱动因子之间彼此存在着相互影响及制约的关系, 因此, 采用定量分析方法对上述关系进行分析时, 必须采用严谨合理的计量方法, 防止数据的异方差性和多重共线性问题。由于 STIRPAT 模型对原始数据进行了对数转换, 在处理数据的异方差性和多重共线性问题方面有较大优势^[22]。同时, 能够较好地解释实证分析中土地利用与各驱动因子之间的关系。因此, 该文采用 STIRPAT 模型分析城镇化水平 (城镇化率)、社会经济发展水平 (人均 GDP、公路里程、社会消费品总额、地区生产总值等)、农业产值 (粮食作物总产量) 对酒泉市耕地面积变化的影响。Dietz 等^[23]对传统的 IPAT (即: $I = PAT$, 环境压力等式, 其中, I 为环境压力, P 表示人口数量, A 为富裕度, T 为技术。)模型进行改进提出了 STIRPAT 模型, 其公式为:

$$I = aP^b A^c T^d e \quad (1)$$

式 (1) 中, a 表示模型的系数, b 、 c 、 d 为各驱动力指数, e 为模型的误差项。在实际应用中, 由于是针对社会人文因素对环境影响的分析, 一般需对式 (1) 取对数进行应用, 因此, 将式 (1) 取对数可表示为:

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

f 和 g 分别为式 (1) 中, a 和 e 的对数。该文中 I 表示耕地面积, P 、 A 、 T 等自变量为通过主成分分

表 4 主成分载荷矩阵

变量	第一主成分	第二主成分
X ₁	0.971	0.138
X ₂	0.947	0.071
X ₃	0.987	0.03
X ₄	0.903	-0.03
X ₅	0.867	-0.292
X ₆	-0.904	-0.297
X ₇	-0.395	0.875
X ₈	0.987	0.080
X ₉	0.952	0.160
X ₁₀	0.957	-0.038
X ₁₁	0.987	0.091
X ₁₂	0.828	0.027
X ₁₃	-0.824	0.222

析方法后得出的影响酒泉市耕地面积变化的驱动因子。

2.2.2 指标选取

由于主成分分析初步得出的耕地面积变化驱动影响因子具有多重共线性,为进一步揭示影响酒泉市耕地面积变化的社会经济驱动因子,在主成分分析的基础上运用 SPSS17.0 进一步对筛选出来的影响因子(城镇化率、人均 GDP、粮食作物总产量、公路里程、社会消费品总额、地区生产总值)做回归分析,最终满足数据分析条件的因素为:城镇化率(城镇人口占总人口数, X_1)、人均 GDP (X_3)、公路里程(X_8),即分别对应 STIRPAT 模型中的 P 、 A 、 T 等自变量。

2.2.3 模型结果与分析

由于 STIRPAT 模型本身能够对模型的异方差性进行有效控制。因此,此处不需再考虑异方差处理问题。采用 SPSS 软件对式(2)进行回归分析,STIRPAT 模型估计结果如表 5 所示。

由表 5 可知,模型 1 的 R^2 为 0.978 6,指标系数均在 0.05 显著性水平下通过检验,可知方程拟合效果较为理想。因此,根据上述分析结果,依据各变量的回归系数,得出方程为:

$$\ln(Y) = 6.58321 + 0.0435 \ln P - 0.2596 \ln A - 0.4312 \ln T \quad (3)$$

由式(3)可知,城镇化率变量系数为正,说明城镇化率与酒泉市耕地面积变化成正相关,即城镇化率提高一个百分点,该市耕地面积增长 0.043 5%。随着城镇化进程的不断深入,一方面能够加快农村剩余劳动力转移,使之转移到城镇的第二、三产业;另一方面随着农村劳动力减少,农村土地流转程度将会进一步加深,有利于实现土地的规模化、机械化经营,进而促使农村土地集约化利用的实现,最终增加

表 5 STIRPAT 模型估计结果

	未标准化系数		t	Sig.
	B	标准误		
常数	6.583 21	1.457 1	4.375 2	0
$\ln P$	0.043 5	0.023 4	0.002 4	0.015
$\ln A$	-0.259 6	-0.195 2	-0.032 7	0.005
$\ln T$	-0.431 2	-1.210 3	-0.130 4	0.036

注: $R^2 = 0.978 6$

耕地面积。人均 GDP 变量系数为负,即人均 GDP 每增加一个百分点,酒泉市耕地面积将下降 0.259 6%。原因是与机械化水平较高的地区相比,绿洲区农业经济发展由于长期受粗放式发展方式的影响,优秀人才引进机制尚未完全建立,技术更新换代较为迟缓,机械化水平较为落后。粗放式的发展方式,致使经济发展主要依赖增加原始土地资源的投入作为绿洲区经济发展的资本,从而导致耕地面积进一步减少。此外,公路里程与耕地面积呈负相关。表明随着公路里程的增加,耕地面积将会出现下降趋势。截止 2016 年,酒泉市公路里程已达到 1.746 3 万 km,1997—2016 年,酒泉市公路里程年均增加约 423.28km,公路网的快速发展势必会对研究区耕地造成一定程度的影响,占用部分耕地,造成耕地面积减少。

3 结论与对策

绿洲区农业的发展对西北干旱半干旱地区的粮食安全和区域经济稳定发展有其重要意义。该文以 1997—2016 年绿洲区典型城市酒泉市耕地面积变化为例,分析了 1997—2016 年酒泉市耕地面积变化趋势。在此基础上,采用主成分分析和 STIRPAT 模型对影响酒泉市耕地面积变化的主要社会经济驱动因子进行研究,得出如下结论。

(1) 1997—2016 年酒泉市耕地面积整体呈波动式减少趋势,但存在较大波动。具体来看,研究时段内酒泉市耕地面积变化大致可分为 4 个不同的趋势类型:① 1997—2002 年属于迅速型增长期,6 年耕地面积净增加 8 871.88hm²,增速高达 6.21%;② 2002—2004 年为波动型增长期,该时期耕地面积先急剧下降后呈现迅速上升趋势,波动相对较大。其中 2003 年相比于 2002 年耕地面积降幅高达 3.51%,而 2004 年该市耕地面积又迅速增加到 15.211 431 万 hm²,增速较大(为 3.92%);③ 2004—2009 年属于平稳型递减期,期间酒泉市耕地面积呈稳定式减少;④ 2009—2016 呈急剧型减少期,该时期耕地面积整体呈逐年下降趋势,截止 2016 年底,绿洲区酒泉市耕地面积减少为 14.190 247 万 hm²,而在 2014 年耕地面积存在上升波动趋势,但上升幅度较小,仅上幅 0.37%。

(2) 由主成分分析表明, 酒泉市耕地面积变化与城镇化水平(城镇化率)、社会经济发展水平(人均 GDP、公路里程、社会消费品总额、地区生产总值等)、农业产值(粮食作物总产量)存在较大相关性。

(3) STIRPAT 模型分析结果表明, 1997—2016 年酒泉市耕地面积变化的主要驱动力是城镇化率、人均 GDP 及公路里程。其中, 随着城镇化率的不断提高, 对酒泉市耕地面积的增加有一定促进作用; 由于绿洲农业长期采用粗放式的发展方式, 人均 GDP 的增加是以牺牲较为珍贵的土地资源为代价来实现, 致使绿洲农业区耕地面积进一步减少; 公路里程与耕地面积呈负相关, 随着公路里程的增加, 耕地面积将会出现下降趋势, 符合预期。

保持一定数量和质量的耕地资源对于绿洲区社会生态经济稳定发展有极其重要的意义。一方面一定数量和质量的耕地资源能够维持干旱半干旱区的生态系统稳定; 另一方面一定数量和质量的耕地资源对区域经济发展和粮食安全有着举足轻重的作用。因此, 为了防止绿洲农业区耕地资源的进一步减少, 结合绿洲区自然社会经济条件状况, 建议采取以下措施。

(1) 优化土地利用结构, 转变土地利用方式, 实现绿洲农业区粗放式发展向集约式发展的转变, 提高土地集约利用率。

(2) 通过增加技术投入的方式大力发展节水农业、特色农业, 实现区域农业特色种植, 建立健全特色农产品市场, 增加农民收入。

(3) 严格计划执行监管, 确保计划安排有效实施, 落实最严格的耕地保护制度和最严格的节约集约用地制度, 以增加耕地数量, 改善耕地质量, 为绿洲农业区域经济可持续发展提供强有力的土地资源支撑。

参考文献

- [1] 刘新卫, 陈百明, 史学正. 国内 LUCC 研究进展综述. 土壤, 2004, 36 (2): 132-135.
- [2] 张世文, 唐南奇. 土地利用/覆被变化 (LUCC) 研究现状与展望. 亚热带农业研究, 2006, 2 (3): 221-225.
- [3] Marlow Vesterby. land use and demographic change: Results from fast growth countries. land Economics, 1991, 67 (3): 279-291.
- [4] 封建民, 郭玲霞, 陈玲侠. 近 10 年来神木县土地利用变化和生态效应的地形特征分异研究. 水土保持研究, 2016, 23 (3): 132-136.
- [5] 张琪, 罗格平, 李龙辉, 等. 基于土地利用/覆被变化表征的现代绿洲演变过程——以天山北坡三工河流域为例. 地理学报, 2016, 71 (7): 1157-1171.
- [6] 韩娜娜. 绿洲区耕地可持续利用水平研究. 兰州大学, 2011.
- [7] 王琳, 吴业, 杨桂山, 等. 基于 STIRPAT 模型的耕地面积变化及其影响因素. 农业工程学报, 2008, 24 (12): 196-200.
- [8] 王季光, 吴青山, 石峰铭. 江西省耕地面积变化预测及其影响要素分析. 现代企业教育, 2014 (12): 505-506.
- [9] 肖蓉, 王雷, 夏建国. 川西南山区耕地面积变化及社会经济驱动力分析——以四川省雅安市为例. 中国农业资源与区划, 2008 (5): 7-12.
- [10] 邵晓梅, 杨勤业, 张洪业. 山东省耕地变化趋势及驱动力研究. 地理研究, 2001 (3): 298-306.
- [11] 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. 水土保持研究, 2013, 20 (2): 108-114.
- [12] 李裕瑞, 徐海顺, 卞新民. 江苏省耕地面积变化及其驱动力动态研究. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24 (2): 133-138.
- [13] 李谢辉, 塔西甫拉提·特依拜, 任福文. 基于分形理论的干旱区绿洲耕地动态变化及驱动力研究. 农业工程学报, 2007, 23 (2): 65-71.
- [14] 李宏, 王红梅. 黑龙江省耕地数量变化及驱动因子分析. 农机化研究, 2007 (12): 12-15.
- [15] 赵庚星, Gelin. 基于 TM 数字图像的耕地变化检测及其驱动力分析. 农业工程学报, 2004, 20 (1): 298-301.
- [16] 魏倩倩, 任志远. 半干旱地区典型城市耕地面积变化空间差异及驱动力分析——以西安市为例. 水土保持研究, 2016, 23 (1): 284-288.
- [17] 郭雅雯, 赵敏娟. 基于 STIRPAT 模型的陕西省耕地面积变化社会经济驱动力分析. 水土保持研究, 2012, 19 (6): 197-201.
- [18] 吴美琼. 基于主成分分析的广西甘蔗种植面积时空变化及驱动力研究. 中国农业资源与区划, 2015, 36 (3): 103-111.
- [19] 黄志勤, 辜寄蓉, 刘寅, 等. 泸州市发展空间格局变化驱动力分析. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (2): 41-48.
- [20] 李晓东, 塔西甫拉提·特依拜, 范卓斌, 等. 基于适宜性和安全性评价的干旱区绿洲后备耕地资源开发——以渭干河—库车河三角洲绿洲为例. 地理研究, 2016, 35 (1): 163-172.

- [21] 石福习, 宋长春, 赵成章, 等. 河西走廊山地—绿洲—荒漠复合农田生态系统服务价值变化及其影响因子. 中国沙漠, 2013, 33 (5): 1598 - 1604.
- [22] 刘普幸, 张红侠. 甘肃张掖市耕地变化及驱动力研究. 土壤, 2003 (6): 485 - 489.
- [23] Dietz T., Rosa E. A. Rethinking the environmental impacts of population, affluence, and technology. Human Ecology Review, 1994, (1): 277 - 300.

ANALYSIS DRIVING FORCE FOR CHANGES IN AREA OF CULTIVATED LAND OF JIUQUAN CITY BASED ON PCA-STIRPAT MODEL *

Liu Shiqi, Chen Ying^{*}, Xie Baopeng, Pei Tingting, Zhou Yi

(College of Management, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract Cultivated land is one of the scarce natural resources. The arable land resources of Oasis is the most important part of the Oasis system, so maintaining a certain amount and quality of cultivated land resource is great significance to the stable socio-economic development of the Oasis region. Based on the data of arable land area in Jiuquan city, a typical city in Oasis, from 1997 to 2016, this paper analyzed the main influencing factors by using PCA-STIRPAT model that affected the change of cultivated land area in Jiuquan city. The results showed that (1) The arable land area showed a fluctuating decrease overall from 1997 to 2016 in Jiuquan city; (2) The principal component analysis showed that the change of cultivated land area and urbanization level (urbanization rate), social and economic development level (per capita GDP, highway mileage, total social consumer goods, regional GDP, etc.) and agricultural output value (total output of food crops) in Jiuquan city kept with large correlation; (3) The STIRPAT model analysis results showed that the main driving forces for the change of cultivated land area in Jiuquan city from 1997 to 2016 were urbanization rate, per capita GDP, and highway mileage. With the continuous increase of the urbanization rate, it had a certain role in promoting the increase of cultivated land area in Jiuquan city; due to the extensive use of extensive development methods for oasis agriculture, the increase in per capita GDP was achieved at the expense of more precious land resources, resulting in the area of cultivated land in the oasis agricultural area had further decreased; the highway mileage was negatively correlated with the area of cultivated land. With the increase of highway mileage, the area of cultivated land declined which was in line with expectations. Summarily, in order to prevent the further reduction of cultivated land resources in the oasis agricultural area, combining with the conditions of natural socio-economic conditions in the Oasis area, the following measures are recommended: increasing the urbanization rate, improving transportation infrastructure, raising the level of regional economic development, transforming the mode of agricultural development in the Oasis area, and increasing technical investment.

Keywords cultivated area change; Principal Component Analysis (PCA); STIRPAT model; driving forces; Jiuquan city