

河北省耕地资源时空格局演变和驱动力

杨萍果¹, 赵建林²

(1. 山西师范大学生命科学院, 临汾 041000; 2. 石家庄市农业区划办公室, 石家庄 050011)

摘要: 根据河北省1995—2005年耕地变化统计数据, 研究耕地利用现状和耕地资源的时空变化规律, 应用主成分分析和线性回归模型, 定量研究了耕地资源和各社会经济驱动因子之间的关系, 结果表明: 10 a间耕地总面积和人均耕地面积都经历了“缓慢减少—急剧减少—相对稳定”的变化过程, 均呈现总体减少的变化趋势。空间区域差异明显, 表现为平原区耕地减少最多, 占37.80%; 丘陵山区耕地减少面积占26.09%。农业结构调整、农业现代化和社会经济发展水平、粮食安全是河北省耕地资源变化的主要驱动力。加强耕地变化驱动力与驱动机制研究, 对合理利用和保护耕地资源、控制耕地面积进一步减少, 保持耕地质量和数量的动态平衡, 促进区域农业的可持续发展具有一定的现实意义。

关键词: 耕地资源; 时空格局演变; 主成分分析; 驱动因子

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-8-0095-05

杨萍果, 赵建林. 河北省耕地资源时空格局演变和驱动力[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 95—99.

Yang Pingguo, Zhao Jianlin. Temporal and spatial evolution of farmland resources and its driving forces in Hebei Province[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(8): 95—99.(in Chinese with English abstract)

0 引言

随着人口、资源和环境问题的日益突出, 土地利用/土地覆被变化(LUCC)已成为全球环境变化研究的前沿和热点领域^[1,2]。国内学者在进行LUCC研究时, 更加关注耕地数量与质量在时空格局上的变化。许月卿^[3]等在河北省近50年来耕地数量动态变化分析的基础上, 重点剖析了1988—1995年耕地变化, 得出农业结构调整占地是耕地减少的主要原因, 其次是非农建设占地和灾害毁地。耕地面积的波动问题是一个复杂的系统问题, 具有多时间和多空间尺度的特性, 包含了多层次的突变。近十几年来, 随着经济发展、开发区建设和乡镇企业、城市化进程的加快, 造成了耕地数量锐减、质量下降, 宜农后备资源日益枯竭、生态环境不断恶化。

本文根据河北省20世纪90年代农村社会经济统计资料、土地概查和实地调查研究, 结合国土资源部发布的土地详查与系列变更调查数据为基础, 研究近10年来河北省耕地资源的时空格局变化。应用主成分分析和线性回归模型探索人口增长和社会经济迅猛发展下耕地变化驱动因子, 揭示耕地资源可持续利用中存在的各种问题, 为确保合理利用和保护耕地资源, 维持耕地质量与数量的动态平衡, 促进区域经济的可持续发展和粮食安全生产提供参考。

1 河北省耕地资源变化的特征

1.1 耕地利用现状

耕地变化的流向一定程度上反映了农业生产结构调

整和农业经济效益的分配。河北省2005年年末实有耕地总面积598.89万 hm^2 , 当年耕地减少主要流向林地, 转移量高达4.47万 hm^2 , 占耕地减少面积的98.7%, 原因是国家政策的导向, 为了改善生态环境, 实施天然林保护和退耕还林工程; 其次耕地减少流向主要是国家基建占地、独立工矿和交通占地, 分别为0.48万 hm^2 、0.22万 hm^2 , 国家基建占地占当年耕地减少总面积的8.99%, 由于人口增长、社会经济发展、小城镇建设等, 这部分是不可逆转的, 造成耕地永久性转移。新增耕地的主要来源是新开荒地0.44万 hm^2 , 占当年增加耕地总面积的54.32%, 其次是复垦、园地改为耕地, 分别为0.28万 hm^2 和0.09万 hm^2 。

1.2 耕地资源变化的时间特征

根据2006年《河北农村统计年鉴》, 并结合实地调查, 从河北省1995—2005年耕地资源动态变化图1来看, 耕地总面积和人均耕地面积经历了“缓慢减少—急剧减少—相对稳定”的变化过程, 总体上呈现下降的趋势。耕地面积1995年为651.73万 hm^2 , 2005年为598.89万 hm^2 , 减少了52.83万 hm^2 。总人口2005年为6850.83万人, 1995年为6436.51万人, 增加414.32万人, 年变

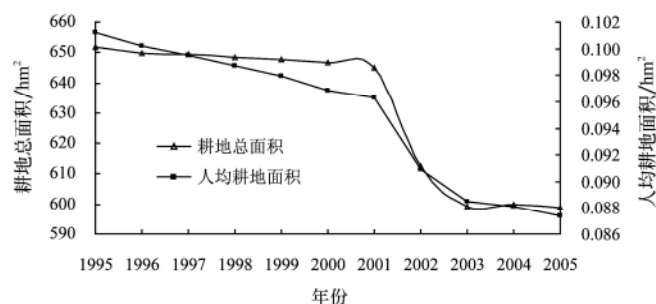


图1 河北省1995—2005年耕地总面积与人均耕地面积的动态变化

Fig.1 Dynamic change of total and per capita farmland areas from 1990 to 2005 in Hebei Province

收稿日期: 2008-03-03 修订日期: 2008-06-19

基金项目: 山西师大自然基金(YZ06015)

作者简介: 杨萍果(1974—), 女, 山西襄汾人, 博士, 主要研究土地利用。
临汾 山西师范大学生命科学院, 041000。Email: ypg@sjziam.ac.cn

化率为0.57%。人均耕地由1995年的0.101 hm²减少到2005年的0.087 hm²。人口增长增加了对农业产出的需求，可以通过提高耕地生产力来满足，耕地数量不但没有增加，反而因居住用地的扩大而不断减少。耕地和人口的逆向发展，加大了人口对耕地的压力。2002年耕地面积突然减少，是由于小城镇建设和房地产开发热，出现了耕地锐减的势头。从2003年开始进行了产业结构调整 and 一系列惠农政策的落实，大力发展多种经营，提高了农民生产的积极性，使耕地面积保持相对稳定。

1.3 耕地资源变化的空间格局

土地利用类型的变化率可定量描述区域土地利用变化的速度，并对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用。

根据 $K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$ ，式中 K 为研究时段内某种土地利用类型的年变化率， U_a 和 U_b 分别为某种土

地利用类型研究期初与研究期末的面积， T 为研究时段长^[4,5]。

从《河北农村统计年鉴》（表1）可知（1995年、2000年、2005年河北省各市耕地面积），1995—2000年耕地面积减少51289 hm²，而2000—2005年耕地面积减少69714 hm²，“十五”期间耕地面积减少比“九五”期间更多，年变化率为-0.186%。10 a间沧州和廊坊耕地面积有所增加，年变化率分别为0.255%和0.181%，沧州市主要是改良盐碱地，增加了可利用的耕地面积。秦皇岛和张家口耕地面积减少最多，秦皇岛由于旅游建设用地，张家口主要由于退耕还草生态工程，年变化率分别为-0.696%和-0.569%。1995—2000年间11个市的耕地面积都呈减少的趋势，其中保定、张家口耕地面积减少最多，分别为10464 hm²和8738 hm²。而2000—2005年石家庄、保定、沧州和廊坊耕地有所增加，石家庄和保定有部分荒草地和滩涂耕地后备资源开发成耕地，沧州耕地面积增加最多为28144 hm²。

表1 1990—2005 年河北省耕地面积的空间变化
Table 1 Spatial changes of farmland areas from 1995 to 2005 in Hebei Province

	1995 年耕地面积 /hm ²	2000 年耕地面积 /hm ²	2005 年耕地面积 /hm ²	1995~2000 年耕地面积 变化/hm ²	2000~2005 年耕地面积 变化/hm ²	10 年间耕地 年变化率/%
全省	6517252	6465963	6396249	-51289	-69714	-0.186
石家庄	594679	590994	593775	-3685	2781	-0.015
唐山	581917	579547	564334	-2370	-15213	-0.302
秦皇岛	200010	195892	186090	-4118	-9802	-0.696
邯郸	675390	670380	661175	-5010	-9205	-0.210
邢台	679450	675077	648071	-4373	-27006	-0.462
保定	804820	794356	798538	-10464	4182	-0.078
张家口	900160	891422	848915	-8738	-42507	-0.569
承德	339182	338953	330977	-229	-7976	-0.242
沧州	786808	778707	806851	-8101	28144	0.255
廊坊	370954	369027	377669	-1927	8642	0.181
衡水	583882	581608	579854	-2274	-1754	-0.069

1.4 耕地利用类型结构变化特征

根据耕地统计的详细资料分析，耕地内部结构变化较大。10年间水地和旱地（含水浇地）分别下降了17.87%和7.91%，水浇地比重提高了13.55%，面积增加530348 hm²，反映了随着农田水利设施的发展，耕地利用总体水

平的提高，同时水利设施建设占用了部分耕地。根据各市大于25°的坡耕地的比重，将河北省耕地分为丘陵山区（包括唐山、秦皇岛、张家口和承德）和平原区（包括石家庄、邯郸、邢台、保定、沧州、廊坊和衡水）2种类型。

表2 河北省不同地貌类型区耕地利用类型变化
Table 2 Changes of farmland use types in different physiognomy type areas in Hebei Province

		1995年		2005年		10年间增减	
		面积/hm ²	占各类百分比/%	面积/hm ²	占各类百分比/%	面积/hm ²	占各类百分比/%
河北省	水地	126546	1.94	103929	1.62	-22617	-17.87
	旱地	6390706	98.06	5884996	92.01	-505710	-7.91
	水浇地	3913468	60.05	4443816	69.48	530348	13.55
平原	水地	118660	5.87	93656	4.85	-25004	-21.07
	旱地	1902609	94.13	1584398	82.08	-318211	-16.72
	水浇地	704548	34.86	901793	46.72	197245	28.00
丘陵山区	水地	7886	0.18	10273	0.24	2387	30.27
	旱地	4488097	99.82	4300598	99.76	-187499	-4.18
	水浇地	3208920	71.37	3542023	82.16	333103	10.38

由表 2 可知 10 年间平原区耕地减少最多为 343215 hm²，占 37.80%，丘陵山区耕地面积减少 185112 hm²，占 26.09%。平原区水地、旱地比重分别下降 21.07% 和 16.72%，其中旱地中的水浇地增加 28%；而丘陵山区水地和水浇地分别增加 30.27% 和 10.38%，旱地减少 4.18%。说明水利的发展使平原区和丘陵山区水浇地都有大幅增长。

2 耕地资源驱动力分析

在耕地利用变化机制研究中，驱动力问题一直占主导地位^[6,7]。驱动力是指导致耕地利用方式和目的发生变化的主要自然因素和社会经济因素。社会经济驱动力中包含的信息和变量较多，采用主成分分析（PCA）法对社会经济驱动力进行量化分析，可以把原来多个指标转化为少数几个指标，这些新指标既能尽量多地反映原来多个指标的信息，彼此之间又相互独立。

2.1 耕地资源影响因子的选择

为了定量分析影响因子对耕地变化的作用和贡献，比较驱动因子的差异，首先应选择尽量多的可能影响因素，通过统计分析提取主成分，对影响因素进行归纳和比较。为分析河北省耕地变化的驱动机制，结合实际情况、资料收集程度以及其他学者的研究成果^[8-13]，以河北省耕地面积为因变量（Y），选取林地面积X₁、农业人口的比重X₂、固定资产投资额X₃、城镇固定资产投资额X₄、农业机械总动力X₅、有效灌溉指数X₆、每公顷耕地化肥施用量（折纯）X₇、复种指数X₈、粮食作物比重X₉、粮食安全系数X₁₀、农村居民人均纯收入X₁₁、人均GDP X₁₂、第一产业总产值X₁₃、农村非农行业总产值X₁₄、第二产业总产值X₁₅指标作为自变量，即驱动因素，对这 15 组数据进行分析运算，得出相关矩阵和主成分载荷矩阵。从耕地变化驱动力因素相关系数矩阵表 3 可以看出，耕地数量（Y）与各驱动因子（X）及各驱动因子（X）之间都存在显著或极显著的相关关系，为了定量地确定各因子的贡献，对这些影响因子进行主成分分析。

表3 耕地变化驱动力因素相关系数矩阵
Table 3 Correlation matrix of driving force factors of farmland changes

	Y	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	-0.818**														
X ₂	0.852**	-0.975**													
X ₃	-0.848**	0.883**	-0.889**												
X ₄	-0.856**	0.819**	-0.835**	0.993**											
X ₅	-0.807**	0.981**	-0.992**	0.881**	0.816**										
X ₆	-0.889**	0.968**	-0.989**	0.919**	0.876**	0.982**									
X ₇	-0.878**	0.936**	-0.965**	0.919**	0.889**	0.951**	0.987**								
X ₈	-0.893**	0.895**	-0.940**	0.853**	0.827**	0.927**	0.959**	0.948**							
X ₉	0.918**	-0.856**	0.835**	-0.768**	-0.748*	-0.811**	-0.839**	-0.781**	-0.799**						
X ₁₀	0.778**	-0.822**	0.792**	-0.613*	-0.541	-0.796**	-0.782**	-0.698*	-0.732*	0.922**					
X ₁₁	-0.842**	0.948**	-0.966**	0.965**	0.931**	0.963**	0.979**	0.978**	0.916**	-0.780**	-0.685*				
X ₁₂	-0.891**	0.918**	-0.923**	0.991**	0.982**	0.914**	0.949**	0.942**	0.894**	-0.834**	-0.691*	0.976**			
X ₁₃	-0.882**	0.884**	-0.889**	0.991**	0.989**	0.873**	0.918**	0.917**	0.857**	-0.816**	-0.651*	0.958**	0.994**		
X ₁₄	-0.885**	0.934**	-0.943**	0.983**	0.982**	0.944**	0.974**	0.975**	0.883**	-0.858**	-0.699*	0.994**	0.995**	0.983**	
X ₁₅	-0.870**	0.930**	-0.949**	0.979**	0.978**	0.952**	0.973**	0.971**	0.896**	-0.837**	-0.684*	0.994**	0.988**	0.973**	0.996**

注：**表示 $p<0.01$ ，*表示 $p<0.05$ 。

2.2 耕地变化驱动因素的主成分分析

用SPSS13.0对 15 组变量进行主成分分析，特征值大于 1 说明该主成分能够提供原始数据的足够信息。在各组变量中分别提取出对应特征值大于 1 的主成分作为代表，达到降维的目的。由未经旋转的因子载荷的平方和、特征值及主成分贡献率因子提取结果（见表 4），可知第一、二主成分特征值分别为 13.403 和 1.183，说明前 2 个主成分已经对大多数数据给出了充分的概括，累计贡献率（前两个成分所解释的方差占总方差）为 97.242%，第一、二主成分提供了原始数据的足够信息，同时相当大程度上减少了原始数据的复杂性，完全能满足分析所需。

由表 5 可以看出第一主成分与 7 个变量的相关性很高，选取相关系数绝对值大于 0.98 的变量，即与农业人口的比重X₂存在很大的负相关，与有效灌溉指数X₆、每公顷耕地化肥施用量（折纯）X₇、农村居民人均纯收入X₁₁、

表4 特征值及主成分贡献率
Table 4 Eigen values and contributing rate of principal component

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	13.403	89.355	89.355
2	1.183	7.887	97.242
3	0.231	1.537	98.780
4	0.117	0.783	99.563
5	0.045	0.300	99.863
6	0.015	0.099	99.961
7	0.006	0.039	100
8	3.35E-16	2.23E-015	100
9	1.77E-16	1.18E-015	100
10	1.30E-16	8.67E-016	100
11	1.65E-17	1.10E-016	100
12	9.88E-17	6.59E-016	100
13	-2.17E-16	1.45E-015	100
14	-7.21E-16	-4.81E-015	100
15	-1.78E-15	-1.19E-014	100

人均GDP X_{12} 、农村非农行业总产值 X_{14} 、第二产业总产值 X_{15} 存在很大的正相关。反映了引起河北省耕地变化的动力因子, 主要概括为农业结构调整(X_2 、 X_{14} 、 X_{15})、农业现代化水平(X_6 、 X_7)和社会经济(X_{11} 、 X_{12})3方面的因素有关; 第二主成分仅与1个变量粮食安全系数(X_{10})的相关性很高, 说明耕地变化与粮食安全有密切的相关关系。通过主成分分析河北省近10年来耕地资源变化驱动力可概括为: 农业结构调整、农业现代化和社会经济发展水平、粮食安全4个方面。

表5 主成分载荷矩阵

Table 5 Matrices of principal component loading

变量	第一主成分	第二主成分
X_1	0.942	-0.191
X_2	-0.980	0.138
X_3	0.945	0.320
X_4	0.948	0.311
X_5	0.978	-0.136
X_6	0.992	-0.066
X_7	0.984	0.044
X_8	0.910	-0.170
X_9	-0.882	0.425
X_{10}	-0.680	0.723
X_{11}	0.981	0.187
X_{12}	0.982	0.173
X_{13}	0.963	0.239
X_{14}	0.987	0.148
X_{15}	0.981	0.168

2.3 耕地变化驱动因子的多元线性回归模型

多元线性回归模型是分析耕地变化常用的一种系统分析模型^[14-16]。该模型要求在某一地区、某一时段内的耕地数量(因变量)与其驱动因子(自变量)之间存在线性关系, 通过对可能引起耕地数量变化的各种驱动因子进行多变量分析而建立的一种数学模型, 以便确定耕地变化的原因。利用各指标数据与耕地面积, 进行逐步回归分析得到:

$$Y = 10518.54 - 12.462X_7 + 0.103X_{15} + 380.863X_{10}$$

$$(R^2 = 0.999, p < 0.05)$$

可以看出耕地面积与每公顷耕地化肥施用量呈负相关, 与第二产业总产值和粮食安全呈正相关关系, 表明农业投入量、农业结构调整、国家政策和市场经济是引导河北省耕地变化的主要原因。

3 结论与讨论

通过对河北省近10 a耕地资源时空格局和驱动力分析, 得出耕地总面积和人均耕地面积都呈减少的变化趋势, “十五”期间耕地面积减少比“九五”期间更多。主成分分析表明: 农业结构调整、农业现代化和社会经济发展水平、粮食安全4个方面, 即国家政策和市场经济导向, 农业现代化和经济发展水平是引起耕地变化的主

要驱动力。

短时间尺度上, 人类的社会经济活动是河北耕地资源最主要的驱动因素。由于驱动因子错综复杂且高度动态, 各驱动因子对耕地资源变化的影响不是独立发生的, 受到其它因子的制约, 增加了研究的难度和复杂性。明确不同区域耕地利用的开发方向, 科学保护耕地质与量的动态平衡, 对有限的耕地资源做出科学的合理分配, 空间优化配置, 合理利用和保护耕地可持续发展, 以获取最佳的经济、生态和社会效益。

致谢: 本研究得到中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源中心毛任钊研究员悉心指导, 作者表示由衷感谢!

[参 考 文 献]

- [1] 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—98.
- [2] Chen Liding, Wang Jun, Fu Bojie, et al. Land use change in a small catchment of northern Loess Plateau, China[J]. Agriculture, Ecosystem and Environment, 2001, 86(2): 163—172.
- [3] 许月卿, 李秀彬. 河北省耕地数量动态变化及驱动因子分析[J]. 资源科学, 2001, 23(5): 28—32.
- [4] 王秀兰. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81—87.
- [5] 刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533—540.
- [6] 杨朝现, 谢德体, 陈荣蓉, 等. 重庆市不同经济区耕地动态变化及其驱动力差异性分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 171—175.
- [7] 张银辉, 罗毅, 刘纪远, 等. 内蒙古河套灌区土地利用与景观格局变化研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 61—65.
- [8] 崔丽, 许月卿. 河北省农用地利用集约度时空变异分析[J]. 地理科学进展, 2007, 26(2): 116—126.
- [9] 河北省农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001.
- [10] 河北省农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [11] 汪涌, 蔡运龙, 蒙古军. 中国耕地流转驱动力研究综述[J]. 资源科学, 2007, 29(3): 177—182.
- [12] 夏淑芳, 许红卫, 王珂, 等. 浙江省耕地数量演变及其驱动力研究[J]. 科技通报, 2006, 22(3): 345—352.
- [13] 卢纹岱. SPSS for windows 统计分析(第2版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [14] 姜广辉, 张凤荣, 张晋科, 等. 北京市平谷区耕地面积变化及其驱动力的数理分析[J]. 土壤, 2007, 39(3): 408—414.
- [15] 傅伯杰, 陈利顶, 蔡运龙, 等. 环渤海地区土地利用变化及可持续利用研究[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 34—38.
- [16] 邵晓梅, 杨勤业, 张洪业. 山东省耕地变化趋势及驱动力研究[J]. 地理研究, 2001, 20(3): 298—307.

Temporal and spatial evolution of farmland resources and its driving forces in Hebei Province

Yang Pingguo¹, Zhao Jianlin²

(1. College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen 041000, China;

2. Department of Agricultural Resources and Regional Planning of Shijiazhuang City, Shijiazhuang 050011, China)

Abstract: According to the statistical data of farmland from 1995 to 2005 in Hebei Province, the present utilization status of farmland and the rules of temporal and spatial evolution were studied. The quantitative relations between farmland resources and social economic driving factors were analyzed by using principal component analysis and linear regressive model. The results show that the changes of total and per capita farmland areas appear similar decrease trend and experienced such phases as slow decrease, dramatic decrease and relative stabilization in recent ten years. Obvious spatial difference is existed. The decreased farmland in plain more than in hill and mountains region, the decrease rate is 37.80% and 26.09% respectively. The adjust of agricultural structure, the modernization of agriculture; the level of social-economic development and the food security are the main driving forces that influence the farmland changes. It can enhance the study of farmland change, to utilize reasonable and protect arable resources, to control the area of farmland reducing, to keep the keep the quality and quantitative dynamic equilibrium of, and to promote regional sustainable agricultural development.

Key words: farmland resources; temporal and spatial evolution; principal component analysis (PCA); driving factors