

河南省耕地集约利用时空变化特征研究

龙冬冬¹, 赵宏波^{2,3}, 宋戈⁴, 徐珊⁴

(1. 鹤岗市国土资源局, 黑龙江 鹤岗 154100; 2. 中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 长春 130012; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 4. 东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

摘要:耕地集约利用水平影响着国家粮食安全及区域的可持续发展,以河南省 18 个地级市为评价单元,采用最优组合赋权法、协调度评价模型、聚类分析法、GIS 空间分析方法定量分析了 1989—2008 年间河南省耕地集约利用水平的时空变化特征。结果表明:1989—2008 年间河南省耕地集约利用水平呈波动上升的趋势,其耕地投入强度和利用效益对耕地集约利用水平影响较大;省域范围内耕地集约利用水平空间差异显著,呈现 4 级分布,河南北部、东部、南部地区耕地集约利用水平较高,中部次之,西部相对较低;区域间投入强度、利用程度和利用效益差异明显,且出现错位发展。1989—2008 年间河南省耕地集约利用水平逐步提高,平原地区的耕地集约利用水平高于山地丘陵地区,且向山地丘陵地区不断扩展,评价结果与现实情况基本一致。

关键词:土地资源; 耕地集约利用; 时空变化; 河南省

中图分类号:F323.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)04-0223-06

Study on the Spatial-temporal Variance of Cultivated Land Intensive Use in He'nan Province

LONG Dong-dong¹, ZHAO Hong-bo^{2,3}, SONG Ge⁴, XU Shan⁴

(1. Hegang Bureau of Land and Resources, Hegang, Heilongjiang 154100, China;

2. Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences,

Changchun 130012, China; 3. Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049,

China; 4. College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The level of intensive use of cultivated land is related to national food security and regional sustainable development. This paper took 18 cities as evaluation units to quantitatively analyze the spatio-temporal variance features of the arable land intensity from 1989 to 2008 in He'nan Province. Methods of optimal weights combination, coordination function, cluster analysis and GIS spatial analysis were employed. The results indicated that the intensive use level of cultivated land from 1989 to 2008 in He'nan Province had been fluctuating up. The level of cultivated land intensive use was prone to be influenced more by investment degree and utilizing efficiency of cultivated land. The intensive use level of cultivated land took an obvious territorial differences and appeared four—grade distribution in provincial domain-wide; it was the highest in north, east and south, secondary in the center and the lowest in the west. The investment degree, utilizing intensity and efficiency of cultivated land appeared evident differences and inconsistency. The authors concluded that the intensive use level of cultivated land from 1989 to 2008 raised step by step in He'nan Province, it was higher in the plain area than that in the hilly area, and unceasingly expanded to the hilly area, the results of evaluation were consistent with the realities.

Key words: land resources; intensive use of cultivated land; spatio-temporal variance; He'nan Province

耕地资源是农业生产最基本的生产资料,是构成粮食综合生产能力的基本要素之一,也是保证国家粮

食安全的基本条件。我国人多地少,耕地资源匮乏,人均耕地面积不足世界平均水平的 40%^[1],并且随

随着我国社会经济的快速发展,工业化、城市化进程的进一步加快,非农建设占用大量耕地,使得已经十分紧缺的耕地资源变得日益紧张,耕地资源紧缺将成为我国社会经济发展的制约因素^[2]。近年来,人们逐渐认识到农用地利用集约程度的变化可能比耕地面积减少更加威胁中国的粮食安全^[3],在耕地资源有限的情况下,更新耕地利用观念,走内涵挖潜、提高集约化程度的耕地集约利用方式则成为解决当前我国土地供需矛盾问题、保证国家粮食安全的重要途径。

当前,学术界对土地集约利用的研究侧重在城镇土地集约利用评价^[4-7]、开发区土地集约利用评价^[8-9]等方面,而对耕地集约利用的研究相对较少,且主要集中在耕地集约利用评价上,而对耕地集约利用的时空变异和耕地利用方式的研究则较少。如吕晓等^[10]探讨了耕地集约利用的内涵和评价指标体系,综合评价了新疆省 1996—2005 年耕地集约利用水平;李静、宋戈等以黑龙江省 64 个县(市)为评价单元,采用熵值法和综合指数法定量计算各县(市)耕地集约利用水平^[11];邵晓梅等探索了小城镇耕地集约利用评价的方法^[12];朱会义等尝试研究了现阶段我国耕地集约利用与粮食安全之间的关系^[13];刘成武等从生产成本的角度分析了 1980—2002 年全国农地利用集约度的变化特征^[14]。河南省作为国家粮食主产区之一,同时也是全国第一人口大省,随着社会经济的不断发展,耕地、人口、粮食的矛盾日趋尖锐,即将到来的人口高峰、城市化高峰和工业化高峰等使得耕地保护面临更加严峻的压力^[15]。本研究在借鉴已有研究的基础上,运用最优组合赋权法和协调度评价模型,结合 GIS 空间分析技术,探讨 1989—2008 年河南省耕地集约利用的时空变化特征,对于研究区合理利用耕地资源,保证国家粮食安全和经济社会的可持续发展具有重要意义。

1 研究区概况

河南省位于我国中东部,黄河中下游,全省土地面积 16.7 万 km²,占全国总面积的 1.74%。河南省作为农业大省,是全国最大的粮食生产基地,2008 年粮食产量 536.5 亿 kg,连续 9 a 居全国第一,新增粮食产量占全国增量的 1/3 以上。同时河南省也是人口大省和耕地资源相对紧缺的省份,2008 年底总人口 9 918 万人,居全国第一。全省耕地面积 792.64 万 hm²,人均常用耕地面积仅 0.073 hm²,远低于全国平均水平。近年来,河南省城市化、工业化进程日益加快,中原崛起发展战略不断推进,使得建设用地占用大量耕地;同时水土流失、耕地沙化、盐碱化及土

壤污染等问题的存在导致耕地质量持续下降。所有这些因素都使得耕地资源面临更加严峻的压力。河南省在保障国家粮食供给和安全方面的作用决定了其必须走充分挖掘耕地集约利用潜力,提高集约利用水平的发展道路。

2 耕地集约利用评价指标体系的构建

耕地集约利用的内涵指在现有的经济发展和农业科技水平基础上,对一定区域内耕地资源合理增加相关生产要素投入,以最大限度的提高耕地利用的综合效益,充分挖掘耕地利用潜力,保证农业可持续发展的一种土地利用方式。因此,影响耕地集约利用水平的因素很多,本研究依据科学性、可操作性、系统性、资源环境适宜性原则,结合研究区域的耕地资源利用的实际状况,在借鉴已有研究成果的基础上^[10,16],从投入强度、利用程度、利用效益 3 方面,选取 19 个指标构建评价指标体系(表 1)。

3 耕地集约利用评价

3.1 数据来源

上述耕地集约利用评价指标体系中,总人口数、非农人口总数、地区土地面积、农民人均收入、粮食总产量、种植业总产值、耕地面积等采用 1990—2009 年河南统计年鉴的有关数据,种植业就业总人口,化肥投入量、机械动力投入量、农药投入量、农膜投入量、农业用电量、有效灌溉面积、有效机械化面积、成灾面积等数据来源于 1990—2009 年河南省农村统计年鉴。

3.2 指标权重的确定

本研究指标权重的确定采用最优组合赋权法,即将主观赋权法(本文采用层次分析法)和客观赋权法(本文采用改进的熵值法)这两种方法所得到的权重系数按照最优组合赋权法结合起来,客观地反映各指标层对目标层的影响程度。

3.3 耕地集约利用评价模型

3.3.1 数据标准化 为了使各项指标数据具有可比性,采用极差标准化方法将原始数据无量纲化。

3.3.2 协调度评价模型 根据耕地集约利用评价的特点,采用基于协调度的河南省耕地集约利用评价模型,模型如下:

$$U = U_1 \times W_1 + U_2 \times W_2 + U_3 \times W_3 \quad (1)$$

式中: $U_i = \sum_{j=1}^n Z_{ij} w_{ij}$, U ——耕地集约利用综合评价指数; U_i ——准则层综合指数; Z_{ij} ——指标标准化值; W_i ——准则层权重; w_{ij} ——指标权重。

3.3.3 评价综合指数分级 根据评价计算得到评价单元耕地投入强度、利用程度、利用效益、集约利用水平的综合指数,利用 SPSS 均值分类、频率直方图等方法进行分级,分级结果见表 2。

表 1 耕地集约利用评价指标体系及权重

目标层	准则层(权重)	指标层(权重)	指标说明	单 位
耕 地 集 约 利 用 水 平	投入强度 (0.436)	单位劳力投入(0.071)	种植业就业总人口/耕地总面积	人/hm ²
		单位化肥投入(0.045)	种植业化肥投入总量/耕地总面积	t/hm ²
		单位动力投入(0.125)	种植业机械动力总投入/耕地面积	万 kW/hm ²
		农药投入(0.038)	种植业农药投入/耕地面积	t/hm ²
		农膜投入(0.075)	种植业农膜投入/耕地面积	t/hm ²
		农电投入(0.083)	农业用电量/耕地面积	万 kW/hm ²
	利用程度 (0.171)	复种指数(0.035)	农作物播种总面积/耕地总面积	%
		灌溉指数(0.012)	有效灌溉面积/耕地总面积	%
		稳产指数(0.049)	(1-成灾面积/播种面积)×100%	%
		机械化率(0.024)	有效机械化面积与耕地面积之比	%
		土地垦殖指数(0.033)	(耕地面积/地区土地面积)×100%	%
		人均耕地面积(0.018)	耕地总面积/总人口	hm ² /人
	利用效益 (0.392)	地均产值(0.104)	种植业总产值/耕地总面积	万元/hm ²
		劳均产值(0.051)	种植业总产值/种植业就业人口	元/人
		安全系数(0.049)	人均粮食产量/400 kg	—
		粮食单产(0.029)	粮食总产量/耕地面积	kg/hm ²
		劳均产量(0.061)	粮食总产量/种植业就业人口	t/人
		非农化指数(0.014)	非农人口总数/人口总数	%
		农民人均收入(0.084)	总纯收入/农业人口数	元

表 2 耕地投入强度、利用程度、利用效益、集约利用水平综合指数分级

项目	I级	II级	III级	IV级
投入强度	0~0.118	0.118~0.199	0.199~0.259	>0.259
利用程度	0~0.076	0.076~0.083	0.083~0.093	>0.093
利用效益	0~0.113	0.113~0.165	0.165~0.371	>0.371
集约利用	0~0.141	0.141~0.192	0.192~0.301	>0.301

4 研究区耕地集约利用水平时空变化特征分析

4.1 时间变化特征分析

根据评价结果(图 1),1989—2008 年全省投入强度指数和利用效益指数走势相似,均呈波动上升趋势,年均提高幅度为 11.67%和 14.97%,但是,全省耕地利用程度指数上升趋势缓慢,从 1989 年的 0.079 上升到 2008 年的 0.097,年均提高幅度仅为 1.12%。1989—2008 年河南省耕地集约利用水平呈波动上升趋势,并且与投入强度、利用效益相关性较大。在耕地集约利用评价体系中,投入强度和利用效益的权重分别为 0.436 和 0.392,两者成为影响耕地集约利用水平高低的主要原因。耕地集约利用综合指数从 0.097 提高到 0.321,年均提高幅度为 11.05%。由于 2003 年发生自然灾害,成灾面积达到 20 a 间最大值,对耕地的投入水平和利用效益产生影响,耕地集约水平出现下降趋势,2003 年之后,国家采取减免农业

税、种粮补贴等政策,提高了农民的积极性,耕地的投入强度和产出效益都有大幅度的提高,从而使耕地利用集约水平呈现快速上升趋势。

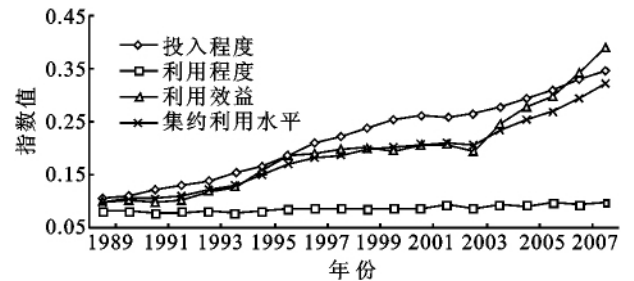


图 1 1989—2008 年河南省耕地集约利用水平、投入强度、利用程度、利用效益指数

4.2 空间变化特征分析

通过对 2008 年河南省土地利用现状图矢量化,建立各个地级市 ArcGIS 空间信息数据库,利用 ArcGIS 空间信息数据库可得河南省 1989 年、1995 年、2000 年和 2008 年耕地投入强度、利用程度、利用效益和集约利用的空间分布图。

4.2.1 耕地投入强度 耕地投入强度在很大程度上决定了研究区耕地集约利用水平,河南省耕地投入强度各级别数量变化及空间格局变化情况如图 2 所示,20 a 间全省各个地级市耕地投入水平均有不同程度的提高,1989 年耕地投入水平较低,平均值为 0.113,主要集中在 I 级投入水平,其数量占全省的 83.3%,

到 2008 年全省耕地投入水平有所提高,平均值为 0.319,主要集中在Ⅳ级投入水平,其中投入水平最高的是南阳市,分值为 0.435,最低的是开封市,分值为 0.223。

全省耕地投入水平区域差异显著,呈北高南低趋势,投入水平较高的地区主要集中在河南北部和东部平原区,包括安阳市、新乡市、焦作市和商丘市等地区;同时,耕地投入水平由较高的平原区向山地丘陵地区扩展,以山地和丘陵地形为主的平顶山市耕地投入水平高于其他地区,2008 年时达到了 0.418;河南

西部地区的耕地投入水平提高幅度较大,其中洛阳市年均提高 12.30%。投入水平的提高主要原因在于随着社会经济的发展,农业生产投入要素的产量不断增加以及投入要素的流通便捷,各个地区的农药投入、化肥投入、机械总动力投入、农业用电量投入都在增加,其中,全省机械动力总投入由 1989 年的 2 153.5 万 kW 增长到 2008 年的 9 429.3 万 kW,年均提高 363.76 万 kW;农业用电量由 1989 年的 45.2 亿 kW·h 增长到 2008 年的 237.36 亿 kW·h,年均提高 21.26%。

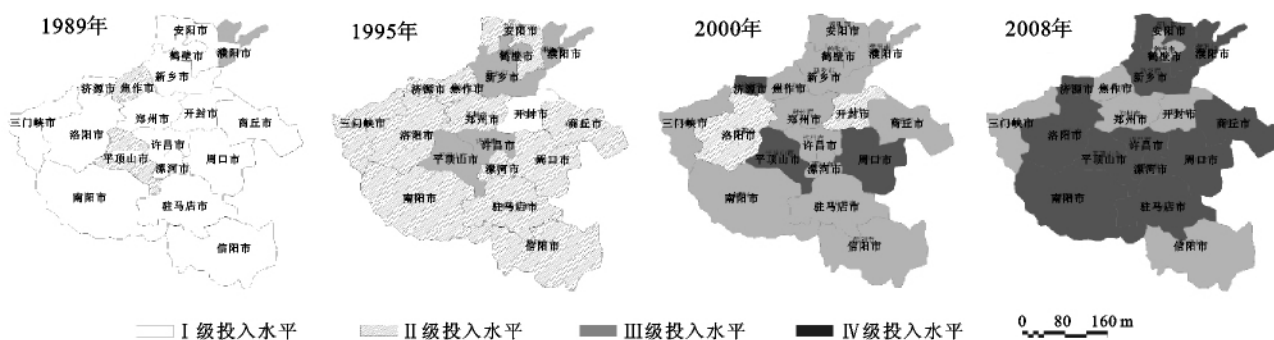


图 2 河南省不同年份耕地投入强度空间分布

4.2.2 耕地利用程度 耕地利用程度与耕地投入水平和利用效益相比,对耕地集约利用水平的影响相对较小,但能在一定程度上反映出耕地集约利用水平,河南省耕地利用程度综合指数各级别数量变化及空间格局变化情况如图 3 所示。

20 a 间河南省耕地利用程度提高幅度较小,其中郑州、洛阳、焦作等地区在 1995 年出现了下降,使得

耕地利用程度综合指数较低,平均值为 0.069。主要集中在Ⅰ级利用程度,其数量占全省的 50%左右;与 1995 年相比,2008 年全省耕地利用程度有所提高,大部分地区集中在Ⅳ级利用程度,其数量占全省的 77.78%,但是地区间的差距较大,其中利用程度最高的是驻马店市分值为 0.115,最低的是济源市分值为 0.077。

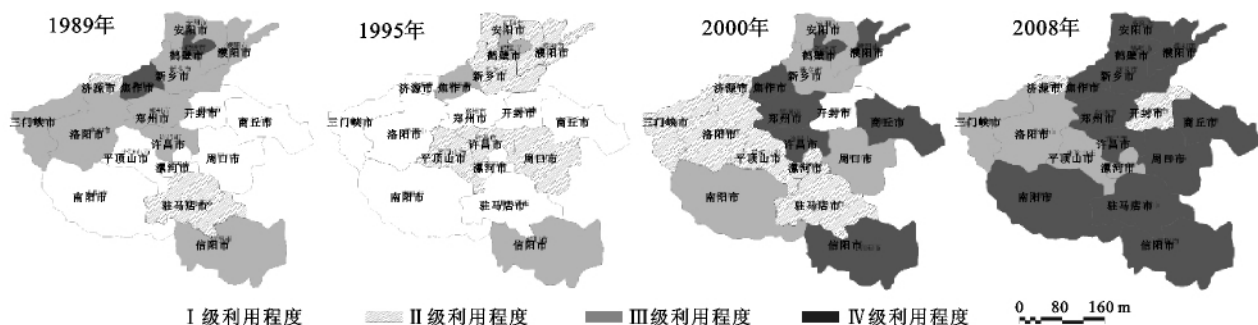


图 3 河南省不同年份耕地利用程度空间分布

全省耕地利用程度空间差异明显,呈阶梯状分布。耕地利用程度较大的地区主要分布在河南东部平原区、北部和南部地区,而河南中南部地区利用程度却较小,平顶山市耕地投入水平较高,其利用程度却较低,说明地形因素对耕地利用程度产生一定的影响;同时耕地利用程度由河南东部、北部、南部地区从周围向中部地区不断扩展。耕地利用程度的提高,主要原因在于机械化率和灌溉指数的不断提高,1989 年全省机械化率仅为 25.43%,到 2008 年提高为

55.2%,增长了 1 倍多,同时灌溉指数从 1989 年的 49.5%提高到 2008 年的 69.3%。

4.2.3 耕地利用效益 耕地利用效益是耕地集约利用水平在一定程度上的反映,耕地利用效益的高低对耕地集约利用水平的影响较大。河南省耕地利用效益综合指数各级别数量变化及空间格局变化情况如图 4 所示,20 a 间河南省耕地利用效益均有不同程度的提高,1989 年耕地利用效益较低,平均值为 0.099,主要集中在Ⅰ级效益水平,占全省数量的 88.89%,

2008年耕地利用效益显著提高,平均值为0.366,主要集中在Ⅳ级效益水平上,与1989年相比年均提高13.48%。其中,最高利用效益水平为鹤壁市分值为0.465,最低利用效益水平为济源市分值为0.263。

全省耕地利用效益区域间存在一定差异,呈带状分布,耕地利用效益水平较高的地区主要分布在河南西部、中部及南部地区,包括郑州市、洛阳市、鹤壁市、

三门峡市、信阳市等地级市,其中河南西部和南部地区主要依靠种植特色农业和经济作物,其地均产值和农民人均纯收入较高;北部平原地区农业生产条件较好,交通便利,利于农产品的流通;中部耕地利用效益高的地区,主要处在郑州、洛阳等大城市的附近,是城市农产品消费的供应来源,有利于耕地利用效益的提高。

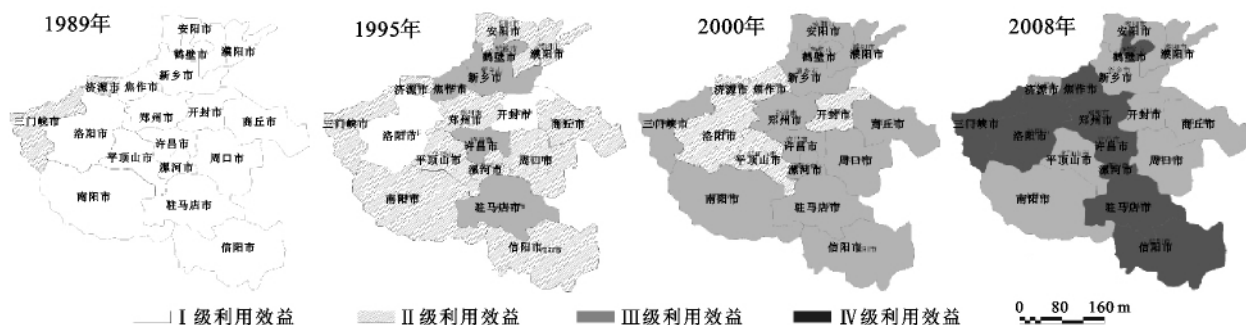


图4 河南省不同年份耕地利用效益空间分布

4.2.4 耕地集约利用水平 1989—2008年间全省各个地级市耕地集约利用水平呈现上升趋势,1989年耕地集约利用水平主要集中在Ⅰ级集约利用,其数量占全省的94.4%平均值为0.092,2008年耕地集约

利用水平主要集中在Ⅳ级集约利用,其数量占全省的56%,平均值为0.271,年均提高9.7%。其中耕地集约利用水平最高的是南阳市分值为0.349,最低的是开封市分值为0.213(图5)。

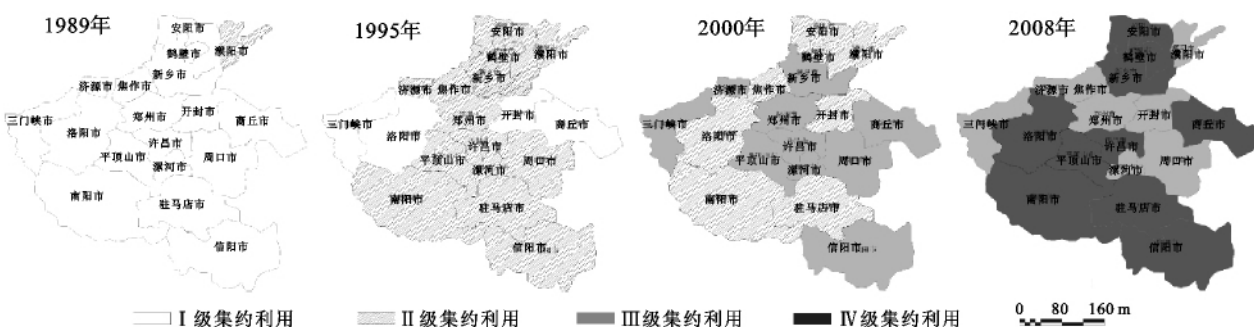


图5 河南省不同年份耕地集约利用水平空间分布

河南省耕地集约利用水平具有明显的区域性差异,且分布不均衡。耕地集约利用水平高的地区主要分布在河南北部地区,东部平原区的商丘,南部地区的南阳市等,其他地区则处在Ⅲ级集约利用及以下水平。平原地区的耕地集约利用水平高于山地丘陵地区,原因在于平原地区地势平坦、土质相对肥沃、农业基础设施比较完善,且具有相对较高的单位动力投入、灌溉指数、机械化率等,易于耕地的耕作和开发利用;处于河南西部山区的地级市由于耕地自然条件恶劣,农业基础设施相对不完善,使得耕地集约利用水平较低。

5 结论与讨论

在时间变化特征上,1989—2008年河南省耕地集约利用水平总体上呈波动上升趋势,2003年因受

到自然灾害的影响出现略微下降,2003年之后,全省耕地集约利用水平呈现快速上升趋势;在空间变化特征上,河南省耕地集约利用水平具有明显的区域性差异,且分布不均衡,河南北部、东部、南部地区耕地集约利用水平较高,中部次之,西部相对较低。1989—2008年河南省耕地Ⅰ级集约利用区在不断减少,Ⅳ级利用区在不断增加,平原地区的耕地集约利用水平高于山地丘陵地区,耕地集约利用水平由平原地区向山地丘陵地区不断扩展。

1989—2008年河南省耕地集约利用的投入强度和利用效益呈不断上升的趋势,耕地利用程度增长缓慢,全省区域间投入强度、利用程度和利用效益差异明显,且出现错位发展,投入强度高的地区,由于受区位条件、资源禀赋等影响,耕地利用程度反而较低,从而影响了地区耕地集约利用水平,这说明仅仅以耕地的

投入强度、利用程度和利用效益等单项指标来衡量耕地资源的集约利用水平具有一定的局限性。耕地集约利用水平是受耕地投入强度、利用程度和利用效益综合作用的结果,投入强度和利用效益仍是影响全省耕地集约利用空间分布的主要因素,耕地集约利用水平的高低与两者的分布具有一致性。

随着社会经济的发展和城市化进程的推进,耕地资源的数量将进一步减少,而社会对农产品的需求程度越来越大,结合河南省耕地利用的情况,加大耕地的投入力度,包括机械总动力投入、农业用电量投入、基础设施建设投入等,不断提高土地利用程度,提高粮食产量,增加耕地产出率,使得耕地利用效益最大化,最终实现耕地的集约利用。由于耕地集约利用水平还受到社会政策、农民观念、农业结构调整等因素的影响,本文仅定量的分析了河南省耕地集约利用的时空变化特征,对于影响河南省耕地集约利用的驱动力因素,以及在社会经济不同发展阶段下耕地集约利用水平的变化等有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 崔丽,许月卿. 河北省农地利用集约度时空变异分析[J]. 地理科学进展,2007,26(2):116-125.
- [2] 张国平. 近 10 年来中国耕地资源的时空变化分析[J]. 地理学报,2003,58(3):323-332.
- [3] Li X B, Wang X H. Changes in agricultural land use in China:1981—2000[J]. Asian Geographer, 2003, 22 (1/2):27-42.
- [4] 冯科,吴次芳,刘勇. 浙江省城市土地集约利用的空间差异研究:以 PSR 与主成分分析的视角[J]. 中国软科学, 2007(2):102-108.
- [5] 杨东朗,安晓丽. 西安城市土地集约利用综合评价[J]. 经济地理,2007,27(3):470-475.
- [6] 尹君,谢俊奇,王力,等. 基于 RS 的城市土地集约利用评价方法研究[J]. 自然资源学报,2007,22(5):775-783.
- [7] 常青,王仰麟,吴健生,等. 城市土地集约利用程度的人工神经网络判定:以深圳市为例[J]. 中国土地科学, 2007,21(4):26-31.
- [8] 吴郁玲,曲福田. 江苏省开发区土地利用集约度的评价研究[J]. 长江流域资源与环境,2006,15(6):703-707.
- [9] 李景刚,欧名豪,刘志坚,等. 江苏省开发区土地集约利用潜力研究[J]. 中国人口·资源与环境,2006,16(6): 129-134.
- [10] 吕晓,刘新平. 耕地集约利用评价指标体系研究[J]. 广东土地科学,2007,6(3):16-17.
- [11] 李静,宋戈,郭蒙,等. 基于 GIS 的黑龙江省耕地集约利用水平的空间格局分析[J]. 水土保持通报,2009,(29): 123-127.
- [12] 邵晓梅,王静. 小城镇耕地集约利用评价方法比较研究:以浙江省慈溪市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2008,17(1):93-97.
- [13] 朱会义,李秀彬,辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示[J]. 自然资源学报,2007,22(6): 907-915.
- [14] 刘成武,李秀彬. 基于生产成本的中国农地利用集约度的变化特征[J]. 自然资源学报,2006,21(1):9-15.
- [15] 臧玲,王兵,李保莲. 初探河南省耕地资源的动态变化[J]. 河南国土资源,2006,11(1):16.
- [16] 程久苗,祝小迁. 安徽省耕地集约利用时空变化特征研究[J]. 土壤,2009,41(3):360-365.