

# “二调”以来湖北省耕地变化的时空特征及其驱动因子识别

陶 荣<sup>1</sup>, 孔雪松<sup>2</sup>, 陈翠芳<sup>1</sup>, 刘 茜<sup>1</sup>, 张 俊<sup>3</sup>

(1.湖北省国土资源研究院, 武汉 430071; 2.武汉大学 资源与环境科学学院,  
武汉 430079; 3.宜城市国土资源局, 湖北 宜城 441499)

**摘 要:**为了识别耕地动态变化特征与驱动机制,基于湖北省第二次土地调查以来的土地利用数据,从省域、县域与地块 3 个尺度,系统分析了 2009—2016 年湖北省耕地变化的数量和景观格局特征,运用回归分析定量识别了驱动耕地变化的主要因子。结果表明:(1) 湖北省耕地面积呈现出不断下降的趋势,耕地与其他地类之间的转换关系复杂而频繁,城乡建设用地整治已成为耕地补充的重要来源;(2) 湖北省大部分地区的耕地斑块密度都呈现出小幅增长态势,耕地斑块平均规模有下降趋势,耕地斑块形状趋于复杂化,耕地破碎化程度趋于严重。(3) 2009—2016 年,经济驱动因素对湖北省耕地变化的作用明显,尤以人均 GDP 的影响最为显著,而自然因素对耕地变化的影响作用相对较小。研究将为统筹耕地资源保护与社会经济发展动态关系,制定区域差异化的耕地资源保护策略提供决策思考。

**关键词:**耕地; 时空特征; 景观格局; 驱动机制; 湖北省

中图分类号:F301.21

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)06-0290-06

## Spatiotemporal Change of Cultivated Land and Its Driving Factors in Hubei Province Since the Second Land Resource Survey

TAO Rong<sup>1</sup>, KONG Xuesong<sup>2</sup>, CHEN Cuifang<sup>1</sup>, LIU Qian<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>3</sup>

(1.Hubei Institute of Land Resources, Wuhan 430071, China; 2.School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 3.Yicheng Bureau of Land Resources, Yicheng, Hubei 441499, China)

**Abstract:** In order to analyze the dynamic change and its driving forces of cultivated land, the change features of cultivated land in quantity and landscape pattern from provincial, county, and land parcel levels in Hubei Province are analyzed, and the driving factors affecting the change of cultivated land are identified using the regression analysis. The research data are obtained from annual land-use data since the second land resource survey from 2009 to 2016. The results showed that there was a continuous quantity decline of cultivated land, which had a complex transfer relationship with other land-use types. Urban-rural construction land consolidation was an important way to increase cultivated land. Patch density of cultivated land showed a slight increase in most areas of Hubei Province, and the corresponding patch shape was more complex. The fragmentation of cultivated land was becoming more serious. The economic factors had the direct influence on cultivated land change, and the influence of per capital income was the most significant, whereas physical factors had less influence on the change. This study can provide important information for coordinating the dynamic relations between cultivated land protection and socioeconomic development, and formulating regional differentiation strategies for cultivated land protection.

**Keywords:** cultivated land; spatiotemporal characteristics; landscape pattern; driving mechanism; Hubei Province

耕地是粮食生产最重要的物质基础,全球正面临着耕地数量持续减少、耕地质量不断降低的挑战<sup>[1-5]</sup>。

对于中国而言,快速城镇化背景下的耕地保护形势尤其严峻,截至 2017 年,中国人均耕地面积仅为 0.097

收稿日期:2019-02-22

修回日期:2019-03-06

资助项目:国家自然科学基金(41871182);湖北省国土资源科研计划(WHZY-FC-201808-114-A)

第一作者:陶荣(1982—),男,湖南邵阳人,高级工程师,主要从事土地利用规划与政策研究。E-mail:1357861891@qq.com

通信作者:孔雪松(1979—),男,江苏扬州人,博士,副教授,主要从事土地利用规划与管理研究。E-mail:xuesongk@whu.edu.cn

$\text{hm}^2$ , 远低于世界人均水平, 粮食安全问题将长期是中国这样一个农业大国的根本性问题。实行最严格的耕地保护制度, 从数量、质量与生态上确保耕地总量的动态平衡, 对于中国保障粮食安全和社会稳定具有重要的现实意义<sup>[6]</sup>。

耕地保护是土地资源保护的核心内容之一, 大量研究从耕地数量保护着手, 分析不同尺度耕地面积动态变化特征<sup>[7-8]</sup>, 并逐渐从区域耕地数量变化延伸到空间上的质量变化<sup>[9-11]</sup>, 进而识别耕地变化的驱动机制<sup>[12-13]</sup>。随着中国生态文明与绿色发展战略的实施, 耕地的多功能性(生产、生活与生态功能)被予以关注, 学者们在强调耕地数量与质量双保护的同时, 开始聚焦耕地生态功能的挖掘与多功能评价<sup>[14-16]</sup>。总体而言, 已有耕地保护研究遵循着定性指导定量、定量检验定性的思路, 在内容上呈现出从数量向质量与生态转变, 在方法上从传统单一数量统计向多元回归分析与空间数据挖掘转变, 呈现出空间精细化、功能复合化和方法多元化的趋势。

省级单元是落实国家耕地保护政策与制定地方耕地保护方案的桥梁, 是实施最严格耕地保护制度的关键行政单元。然而, 在省级尺度上, 已有研究多基于统计数据分析耕地变化, 难以有效把握省级尺度内部单元耕地变化的空间动态性与分异性, 更难有效定量识别耕地变化的驱动因子。湖北省具有丰富的耕地资源和良好的农业生态环境, 是国家重要的商品粮基地, 素有“两湖熟, 天下足”的美誉, 是长江流域重要水源涵养地和国家重要生态屏障, 耕地保护与生态文明建设任务艰巨。第二次全国土地调查(简称“二调”)借助新技术、新方法, 在对土地资源详细调查分析的基础上, 系统构建了完整规范的土地基础数据库, 为分析土地资源尤其是耕地资源利用状况提供了详实的数据基础。因此, 本文基于湖北省“二调”以来的土地利用数据, 结合耕地粮食安全与生态安全理念, 系统分析 2009—2016 年湖北省耕地变化及其生态景观格局, 在此基础上定量识别驱动耕地变化的主要因子, 为新时期湖北省耕地可持续利用提供决策思考。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

湖北省位于中国中部地区(图 1), 地处长江中游、洞庭湖以北, 地理位置位于东经  $108^{\circ}21'42''$ — $116^{\circ}07'50''$ , 北纬  $29^{\circ}01'53''$ — $33^{\circ}16'47''$ 。承东启西、连南接北, 为九省通衢之要地, 全省东西长约 740 km, 南北宽约 470 km, 面积 18.59 万  $\text{km}^2$ , 占全国总面积的 1.94%。湖北省现有 13 个地级行政区划单位, 包括 12 个省辖市、1 个

自治州, 共计 103 个县级行政区划单位, 包括 39 个市辖区、24 个县级市(其中 3 个直管市)、37 个县、2 个自治县、1 个林区, 总人口 6 157 万人。根据 2016 年度全国土地变更调查结果, 湖北省耕地面积 524.53 万  $\text{hm}^2$ , 占土地总面积的 28.22%, 主要集中在汉江平原地区, 人均耕地 0.085  $\text{hm}^2$ 。近年来, 湖北省社会经济发展迅速, 建设开发与优质耕地保护的矛盾较为突出, 耕地保护形势较为严峻, 耕地破碎化问题明显, 开展耕地变化的时空特征及其驱动机制研究, 有助于促进耕地多功能利用, 实现耕地数量、质量与生态的“三位一体”保护。

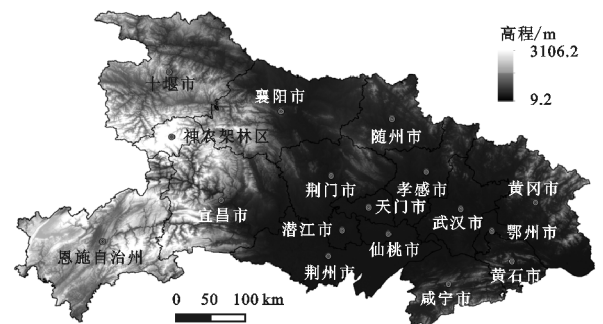


图 1 湖北省高程与行政区划

### 1.2 数据来源

本研究基础空间数据来源于 2009—2016 年湖北省土地利用变更调查数据库(1:10 000 比例尺)。基于 ArcGIS 10.2 工作平台, 对湖北省 103 个县域单元进行批量操作, 剖析耕地变化特征; 湖北省数字高程数据( $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ ), 来源于中国科学院计算机网络信息中心的地理空间数据云平台。社会经济统计数据主要来源于 2009 年和 2016 年《中国统计年鉴》、《湖北省统计年鉴》、《湖北省农村统计年鉴》以及湖北省各地级市统计年鉴等。

## 2 研究方法

### 2.1 景观格局分析

耕地数量变化可直接通过耕地图斑信息统计获取, 但数量变化并不能完全反映耕地变化的空间性特征, 耕地变化前后可能会带来空间破碎化和形状复杂化问题, 进而影响耕地的生产与生态功能, 其特征可通过景观格局指数予以测度<sup>[17-18]</sup>。本文选取斑块密度和面积加权平均分维数, 将 2009 年、2016 年湖北省土地利用数据统一转换为  $30\text{ m} \times 30\text{ m}$  的栅格数据, 运用 Fragstats 4.2 测度耕地景观格局变化特征。斑块密度(PD)表示单位面积上的斑块数量, 反映耕地破碎化程度, 其计算公式如下:

$$\text{PD} = N/A \quad (1)$$

式中:  $N$  是耕地斑块数;  $A$  是给定单元大小面积(这

里取 100 hm<sup>2</sup>)。

面积加权平均分维数是指某类型斑块的形状与规则的欧几里得几何体的偏离程度,这里可用来反映人类活动对耕地变化的干扰度,具有重要的生态学意义,其计算公式如下:

$$P=kA^{D/2}$$
(2)

$$D=2\ln \frac{P}{k}/\ln A$$
(3)

式中: $P$  是斑块周长; $A$  是斑块面积; $D$  是分维数; $k$  是常数,这里  $k=4$ ;一般而言,欧几里得几何形状的分维为 1,具有复杂边界斑块的分维大于 1,但小于 2。

2.2 驱动机制识别

耕地变化是各种驱动力综合作用的结果,自然条件和社会经济发展是影响耕地变化的主要动因<sup>[19-21]</sup>。本文从自然、社会和经济因素方面,选取 12 个因子,分别是地形复杂度(无量纲, $x_1$ )、土地利用信息熵(无量纲, $x_2$ )、交通运输用地占比(% , $x_3$ )、人口(人, $x_4$ )、土地供应量(hm<sup>2</sup>, $x_5$ )、GDP(亿元, $x_6$ )、人均 GDP(亿元/人, $x_7$ )、地均 GDP(亿元/hm<sup>2</sup>, $x_8$ )、人口城镇化率(% , $x_9$ )、地方政府财政收入(亿元, $x_{10}$ )、第一产业 GDP(亿元, $x_{11}$ )、二三产业 GDP(亿元, $x_{12}$ )。为排除所选因子的重复作用关系,对所有因子进行共线性诊断<sup>[21]</sup>。方差膨胀系数(variance inflation factor,VIF)是衡量多元线性回归模型中多重共线性严重程度的重要参考<sup>[22-23]</sup>。当 VIF 值较大时,表明在自变量之间有可能存在多重共线性问题;一般来说,以 VIF=10 为临界值,VIF<10 时,各因子间的共线性不明显。所选择的驱动因子 VIF 值均小于 10,通过冗余分析。

在评价因子选择合理性的基础上,本研究分别以湖北省 103 个县域单元耕地变化及其驱动因子为因变量和自变量,采用多元线性回归分析方法,识别耕地变化的关键驱动因子,其公式如下:

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_mx_m+e$$
(4)

式中: $y$  表示耕地变化; $x_m$  表示  $m$  个驱动因子; $b_m$  为回归系数; $e$  是误差项。

3 结果与分析

3.1 耕地数量变化与空间特征

2009—2016 年,湖北省耕地面积呈现出不断下降的趋势,总面积从 2009 年的 532.30 万 hm<sup>2</sup> 减少到 2016 年的 524.53 万 hm<sup>2</sup> (图 2),而全省人口则出现一定的波动性,2016 年户籍人口相对于 2009 年有小幅增长,人口与耕地的反向增减变化直接导致人均耕地的减少,全省人均耕地面积从 2009 年的 0.087 hm<sup>2</sup> 下降到 2016 年的 0.085 hm<sup>2</sup>,这种变化趋势不利

于农业生产的稳定性。从其他地类与耕地的转换关系来看,大量耕地转换为城镇用地、农村居民点以及交通用地等建设用地,建设用地占用耕地面积占耕地减少总面积的比例高达 91.02%,其中,超过一半以上是因城镇用地开发而导致耕地减少;而耕地增加的来源则更多为农用地内部的调整,其中园地、林地和草地是耕地增加的主要来源,占新增耕地总面积的 75.59%。值得注意的是,随着节约集约用地与城乡增减挂钩相关政策的深入实施,废弃工矿用地与闲置农村居民点逐渐成为新增耕地的主要来源,2009—2016 年,约有 1/10 的新增耕地是通过农村居民点整治予以补充。

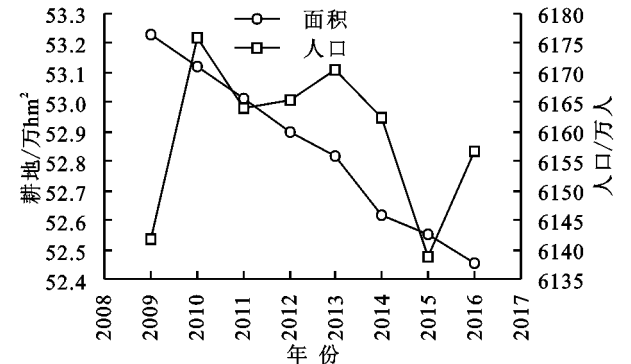


图 2 2009—2016 年湖北省耕地与人口变化

从耕地变化的空间分布来看,除宜昌市与咸宁市耕地面积略有增加外,其他地市耕地面积均出现不同程度的减少,其中,尤以武汉市耕地减少规模最大,2009—2016 年耕地减少面积高达 2.32 万 hm<sup>2</sup>,占全省耕地减少总面积的 29.82%,这与武汉市城镇人口与用地的快速扩张直接相关。江汉平原地区耕地面积的减少值得关注,该地区耕地质量优良,但作为江汉平原核心地带的仙桃、潜江与天门等地均出现耕地逐步降低的趋势;从全省 2009—2016 年耕地与其他地类转换的空间关系来看,减少的耕地多为平原区优质耕地,增加耕地更多是通过农用地内部调整与农村建设用地整治获得。这在一定程度上反映了耕地增减动态变化的现实问题,即减少的耕地多为质量较好的良田,而增加的耕地则生产条件参差不齐。如何在保障耕地数量平衡的基础上,确保耕地质量的动态平衡,仍是当前耕地保护亟需解决的问题。

3.2 耕地景观格局变化

耕地景观格局在一定程度上反映了耕地的立地条件与质量优劣,平原区耕地往往集中连片,便于规模化作业与农业生产,而丘陵山区的耕地一般较为细碎,其整体生产便捷性与效率性不及平原区。耕地景观格局特征分析丰富了耕地变化特征识别的维度,有利于实现耕地数量与质量的双保护。整体来看,湖北省耕地斑块密度呈现中部低四周高的格局,这种差异



性与耕地自然条件基础直接相关,全省耕地主要集中在鄂中江汉平原地区,该区域为湖北省粮食主产区,特别是潜江、天门、荆州和孝感等地,耕地连片度高。鄂西地区受复杂地形限制,耕地斑块细碎;鄂东地区城镇化与经济发展水平相对较高,二三产业较发达,耕地所占比例较小。从耕地斑块密度变化来看(图 3),2009—2016 年,湖北省大部分地区的耕地斑块密

度都呈现出小幅增长的态势,与之相应地,全省县域单元耕地斑块平均值不断降低,从 2009 年的 26.67 hm<sup>2</sup>减少到 20.27 hm<sup>2</sup>,说明人类活动对耕地干扰度的影响仍在持续,耕地景观进一步破碎化。值得注意的是,恩施自治州的各县级单元耕地斑块密度均出现不同程度的降低,这与该地区近年来采取的连片成块的耕地开垦方式直接相关。

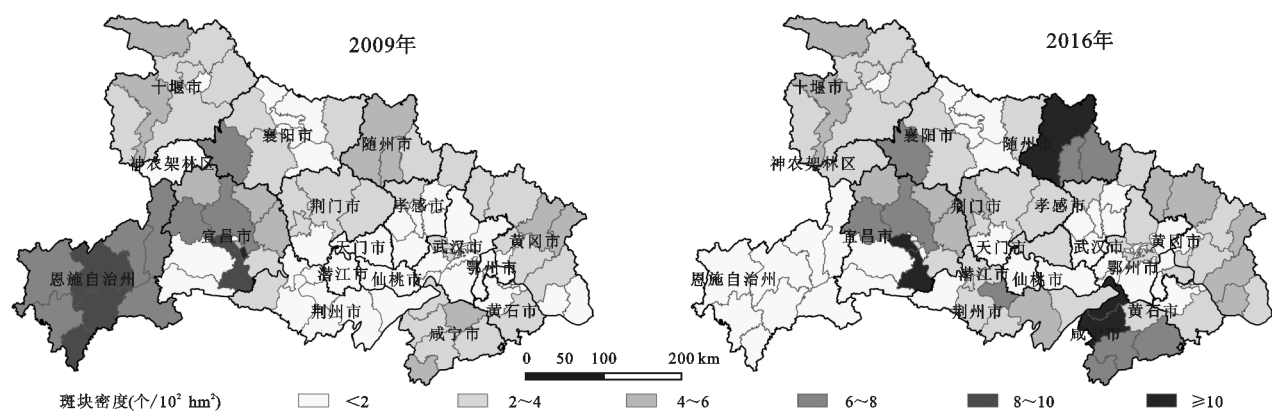


图 3 湖北省 2009 年、2016 年耕地斑块密度

耕地空间形态是表征耕地生产条件的另一个重要维度,形状规整度高且连片度较好的耕地斑块利于推进农业规模化生产。从湖北省耕地面积加权平均分维数来看,整体上呈现出中东部高西部低的态势(图 4),但武汉市主城区周边的耕地面积加权平均分维数较低,表明形状规整度较高,这与城镇化进程带来的耕地减少及耕地整理相关;鄂西南的恩施自治州受到地形因素的限制,耕地形状较为复杂,这充分说明自然条件与人类活动对耕地景观格局共同作用的影响。从耕地形状变化

来看,湖北省县域单元耕地面积加权平均分维数平均值由 2009 年的 1.25 增加到 2016 年的 1.28,整体有趋于形状复杂化态势。但需要说明的是,期间全省有 72 个县域单元(占全省县域单元总数的 69.90%)的耕地面积加权平均分维数出现了不同程度的降低,这与近些年农田整治项目的大力实施直接相关,部分地区已形成“田成方、路成网”的规整化格局。同时,全省县域单元耕地形状变化有两极分化的态势,部分县域人类活动对耕地景观格局的负向影响值得关注。

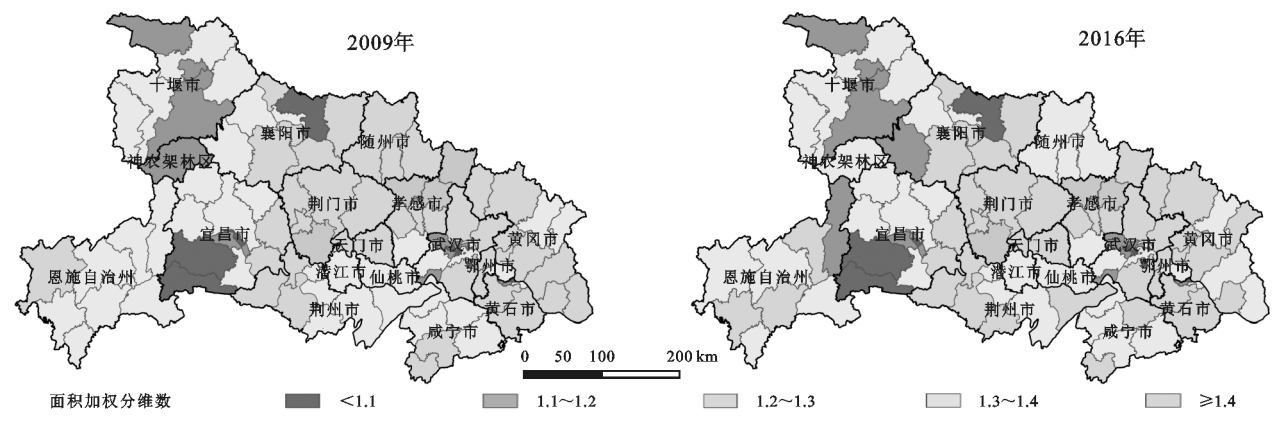


图 4 湖北省 2 009 与 2016 年耕地面积加权平均分维数

### 3.3 驱动因子分析

运用 SPSS 软件对对湖北省 103 个县域单元耕地面积变化的因子进行回归分析,得到各因子回归分析结果(表 1)。对耕地变化具有显著影响的(Sig.<0.01)因子为人口总量、人均 GDP、第一产业 GDP 和二产业 GDP,其中人均 GDP 回归系数为正值,表明随着人均 GDP 的提高,耕地面积变化量增加,这符

合一般性认知,即经济发展一定程度上加大了耕地变化的波动性,人类活动对耕地资源干扰度加大。与非农经济活动相比,传统农业生产所带来的经济收入提高的空间有限,人均 GDP 的增加往往来源于非农收入的增加,这直接带来非农经济活动对土地开发需求量的增加,而耕地是新增非农经济活动用地的主要来源,导致耕地变化趋于频繁。2009—2016 年,湖北省

人均 GDP 由 2.27 万元增加到 5.57 万元,同期耕地总面积则减少了 7.77 万  $\text{hm}^2$ ,意味着全省每万元人均 GDP 增加值直接带来高达 2.35 万  $\text{hm}^2$  的耕地消耗。而这尚未考虑期间耕地增减的动态变化,即耕地与其他地类增减的动态关系,由此可见,实际的经济增长对耕地的消耗远高于 2.35 万  $\text{hm}^2$ /万元的地耗水平,形成了耕地变化的主要动因。

人口总量、第一产业 GDP 及二三产业 GDP 变化与耕地变化之间呈现出显著的负相关,随着人口增加耕地变化量反而趋于变小,这可能与当前人口快速城镇化相关,即人口总量变化并没有带来相应的从事农业人口数量的增加。2009—2016 年,尽管湖北省常住人口增加了 165 万人,但乡村人口反而减少了 623 万人,直接从事农业人口的比例逐年减少,传统农户对于耕地生产性依赖及用地需求也随之降低,进而可以解释人口增加与耕地变化的负向关系。与之类似地,随着第一产业 GDP 的增长,耕地面积变化量降低,这是因为当前第一产业经济规模的增加更多是依靠农业种植技术的改进和农业生产效率的提高,其直接原因并不是因为耕地面积的增加;但一定程度上而言,最严格的耕地保护制度在政策上有效遏制了违法占用耕地的行为,降低了耕地面积动态变化的概率。二三产业 GDP 与耕地变化的负向关系似乎与传统经验不符,一般而言,二三产业发展需要更多的土地资源支撑,会导致耕地面积的减少,这种负向驱动可能与研究期间各县域单元二三产业 GDP 快速增长有一定关系,因为期间耕地面积变化速度相对缓慢,且鄂西南、江汉平原等区域存在县域单元耕地面积增减不一的现象,区域分异性明显。

表 1 湖北省 2009—2016 年耕地变化回归分析

因子	回归系数	标准误差	T 检验值	Sig.
常量	1.163	0.101	11.547	0
地形复杂度	-0.027	0.055	-0.487	0.628
土地利用信息熵	0.030	0.126	0.239	0.812
交通运输用地占比	-0.260	0.104	-2.491	0.015
人口总量	-0.347	0.129	-2.681	0.009
建设用地供应量	-0.187	0.079	-2.369	0.020
GDP	0.030	0.119	0.250	0.803
人均 GDP	0.486	0.103	4.701	0
地均 GDP	-0.347	0.197	-1.759	0.083
人口城镇化率	0.037	0.046	0.806	0.423
地方政府财政收入	-0.092	0.126	-0.726	0.470
第一产业 GDP	-0.440	0.086	-5.136	0
二三产业 GDP	-0.434	0.138	-3.134	0.002

注:Sig.值小于 0.05 表示 95% 以上的置信水平;Sig.值小于 0.01 表示 99% 以上的置信水平。

除此之外,对耕地变化具有较显著影响的(0.01<

Sig.<0.05)因子包括交通运输用地占比和建设用地供应量,两者均为耕地变化的负向驱动因子。交通运输用地和建设用地供应量的增加,客观上会形成耕地资源占用的需求,是导致耕地减少的主要影响因子。比较所有显著指标的标准回归系数,人均 GDP 回归系数值最高(0.486),说明人均 GDP 对耕地面积变化量的作用最大,从耕地保护的角度而言,需要逐渐摆脱区域城镇发展和经济增长对耕地资源占用的依赖。从回归分析结果可以看出,自然条件(包括地形复杂度和土地利用类信息熵)与耕地变化关联性不大,自然因素形成了耕地资源禀赋的天然差异,但湖北省耕地变化更多是社会经济发展的直接结果;需要说明的是,湖北省各县域单元人口城镇化率并未成为耕地变化的主要驱动因子,经济因素主要包括人均 GDP、第一产业 GDP 和二三产业 GDP,是湖北省耕地变化的主要动因。

4 讨论

(1) 社会经济的快速发展带来了人们生产生活方式的转型,城乡居民食物消费结构也逐渐发生变化,目前中国公众饮食消费已从保障数量安全为主转向更加注重营养健康。这种消费需求变化带来了耕地保护目标的变化,由传统的耕地数量保护转向数量、质量和生态安全的“三位一体”保护。本文从耕地数量变化分析为切入点,拓展到耕地质量和生态相关的景观格局变化分析,并探讨耕地变化的主要驱动因子,体现了省域、县域与地块 3 个尺度的变化特征,一定程度上丰富了耕地保护研究的内容和层次。

(2) 耕地景观格局特征是评价耕地质量好坏和识别耕地变化趋势的重要维度。当前,耕地资源变化具有明显的空间动态性,耕地与其他地类之间的转换关系复杂而频繁,单纯依赖于统计意义上的耕地数量或质量监测,并不能有效反映耕地变化的实际情况。人类活动不可避免会造成耕地破碎化,这既影响区域农业规模化生产,也不利于耕地生态功能的发挥。本文从耕地斑块尺度分析省级层次耕地与其他地类转换关系,以及耕地破碎化程度和形态变化特征,对于制定差异化耕地保护策略有一定的借鉴意义。

(3) 自然条件形成了耕地资源特征的内在基础,具有长期稳定性;社会经济发展条件则形成了耕地资源变化的外在动因,具有短期波动性,这种特征性较为明显地体现在湖北省耕地资源变化驱动因子识别中。耕地资源保护策略不能试图以统一模式和标准进行推广实施,需要统筹好自然地域分异和社会发展差异的关系,以影响耕地变化的主要社会经济因子为着力点,协调好耕地资源保护与社会经济发展的动态

关系,进而基于区域自然条件制定差异化的耕地资源保护策略。

## 5 结论

(1) 2009—2016年,湖北省耕地面积呈现出不断下降的趋势,建设用地占用是导致耕地减少的主要原因,耕地资源保护与社会经济发展的矛盾较为突出。同时,随着近些年土地整治项目的实施,通过农村建设用地整治补充了大量耕地,对于维持全省耕地总量动态平衡发挥较大作用。但江汉平原及城镇周边的优质耕地数量减少问题依然明显,存在耕地增减数量大致平衡下的耕地质量降低的隐患,需要进一步完善耕地资源保护的奖惩机制。

(2) 从耕地景观格局变化来看,2009—2016年,湖北省大部分地区的耕地斑块密度都呈现出小幅增长的态势,耕地斑块平均规模有下降趋势,说明全省耕地破碎化程度趋于严重。湖北省县域单元耕地面积加权平均分维数平均值有小幅增加,说明耕地斑块形状趋于复杂化,人类社会经济活动对耕地干扰度依然明显,这种干扰一定程度上影响了耕地的基本生产功能和潜在的生态功能。

(3) 经济因素是近些年湖北省耕地变化的主要动因,尤以人均GDP的影响最为明显。尽管湖北省全域自然条件差异显著,但这种差异性与耕地变化并不存在明显的关联性。湖北省城镇发展需要从用地外延式扩张走向内涵式挖潜,尽可能减少城镇发展对耕地尤其是优质良田的侵占,在重视耕地复合功能评价的基础上,探索建立区域差异化的耕地生产、生态和生活功能补偿机制。

### 参考文献:

- [1] Li Y, Tan M, Hao H. The impact of global cropland changes on terrestrial ecosystem services value, 1992—2015 [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2019, 29(3):323-333.
- [2] Arowolo A, Deng X. Land use/land cover change and statistical modelling of cultivated land change drivers in Nigeria [J]. *Regional Environmental Change*, 2018, 18(S1):247-259.
- [3] Xu X, Wang L, Cai H, et al. The influences of spatiotemporal change of cultivated land on food crop production potential in China [J]. *Food Security*, 2017, 9(3):485-495.
- [4] Sylvia T, Günther F, Martin B, et al. Our common cropland: Quantifying global agricultural land use from a consumption perspective [J]. *Ecological Economics*, 2019, 157:332-341.
- [5] 张丽娟,姚子艳,唐世浩,等.20世纪80年代以来全球耕地变化的基本特征及空间格局[J].*地理学报*, 2017, 72(7):1235-1247.
- [6] 祖健,郝晋珉,陈丽,等.耕地数量、质量、生态三位一体保护内涵及路径探析[J].*中国农业大学学报*, 2018, 23(7):84-95.
- [7] 张国平,刘纪远,张增祥.近10年来中国耕地资源的时空变化分析[J].2003, 58(3):323-332.
- [8] 宋伟.1998—2007年中国耕地数量及其结构变化研究[J].*经济地理*, 2011, 31(10):1698-1702.
- [9] 卫新东,王锦妮,员学锋,等.陕西省耕地质量时空变化特征及其分异规律[J].*农业工程学报*, 2018, 34(3):240-248.
- [10] 陈朝,吕昌河.基于综合指数的湖北省耕地质量变化分析[J].*自然资源学报*, 2010, 25(12):2018-2029.
- [11] Song W, Liu M. Farmland conversion decreasing regional and national land quality in China [J]. *Land Degradation and Development*, 2017, 28(2):459-471.
- [12] 孔静静,魏建新.乌鲁木齐市近16年建设用地和耕地变化驱动力比较分析[J].*水土保持研究*, 2014, 21(4):101-106.
- [13] 张英男,龙花楼,戈大专,等.黄淮海平原耕地功能演变的时空特征及其驱动机制[J].*地理学报*, 2018, 73(3):518-534.
- [14] 方莹,王静,孔雪松,等.耕地利用多功能权衡关系测度与分区优化:以河南省为例[J].*中国土地科学*, 2018, 32(11):57-64.
- [15] 宋小青,欧阳竹.耕地多功能内涵及其对耕地保护的启示[J].*地理科学进展*, 2012, 31(7):859-868.
- [16] 李明薇,陈伟强,鄢雨早,等.基于投影寻踪模型的河南省耕地生态安全评价[J].*水土保持研究*, 2018, 25(4):257-263.
- [17] 孔雪松,刘艳芳,常旭.基于GIS的城镇用地空间演化与景观特征分析[J].*经济地理*, 2012, 32(4):67-71.
- [18] 赵锐锋,王福红,张丽华,等.黑河中游地区耕地景观演变及社会经济驱动力分析[J].*地理科学*, 2017, 37(6):920-928.
- [19] 陈肖飞,姚士谋,张落成.1990年以来长江三角洲耕地资源变化及驱动因子研究[J].*长江流域资源与环境*, 2015, 24(9):1521-1527.
- [20] 戈大专,龙花楼,杨忍.中国耕地利用转型格局及驱动因素研究:基于人均耕地面积视角[J].*资源科学*, 2018, 40(2):273-283.
- [21] 王国刚,刘彦随,陈秧分.中国省域耕地集约利用态势与驱动力分析[J].*地理学报*, 2014, 69(7):907-915.
- [22] 王伟,谷伟哲,翟俊.城市轨道交通对土地资源空间价值影响[J].*城市发展研究*, 2014, 21(6):117-124.
- [23] 陈永桃,陈英,马婷婷.农民农地产权认知的影响因素分析[J].*干旱区资源与环境*, 2017, 31(2):25-31.