

合肥市耕地资源的时空变化特征及其驱动因素分析

苟江涛, 焦翠翠*, 罗丹婷

四川轻化工大学 经济学院 四川自贡

【摘要】耕地是农村土地利用的主要类型也是人类赖以生存的重要资源, 研究耕地资源的时空变化特征, 对加强耕地保护和空间优化布局等方面具深远意义。本研究以合肥市 1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年四个时期的土地利用数据作为基础, 采用土地利用转移矩阵、核密度分析法, 和景观指数分析了合肥市耕地资源的时空变化特征, 并通过 plus 模型探求耕地变化的驱动因素。结果表明: ①1990-2020 年间, 耕地面积发生了明显的变化, 整体上呈现出减少的趋势, 面积共减少了 1020.36km², 主要转为了不透水面及林地。②耕地的空间分布在不同的地区存在着显著的差异, 核密度极低区在不断扩大, 高密度区范围在逐渐变小, 导致耕地的聚集性持续衰弱。③耕地的斑块形状日渐复杂且不规则, 斑块之间出现了离散的趋势, 且破碎化程度逐渐变大。④在距一二级道路的距离、GDP、人口等社会经济因素和高程、年降水量、年均相对湿度等自然环境因素的影响下耕地面积减少破碎化现象加剧。

【关键词】耕地资源; 时空变化; 景观指数; 驱动因素

【收稿日期】2024 年 5 月 10 日

【出刊日期】2024 年 6 月 20 日

【DOI】10.12208/j.aes.20240009

Spatiotemporal change characteristics and driving factors of cultivated land resources in Hefei City

Jiangtao Gou, Cuicui Jiao*, Danting Luo

School of Economics, Sichuan University of Light Chemical Engineering, Zigong, Sichuan

【Abstract】 Cultivated land is the main type of rural land use and an important resource for human survival. Studying the spatio-temporal change characteristics of cultivated land resources has far-reaching significance for strengthening the protection of cultivated land and optimizing the spatial distribution. Based on the land use data of 1990, 2000, 2010 and 2020 in Hefei, this study used land use transfer matrix, nuclear density analysis and landscape index to analyze the spatio-temporal change characteristics of cultivated land resources in Hefei, and explored the driving factors of cultivated land change through the plus model. The results showed that: (1) From 1990 to 2020, the cultivated land area had a significant change and showed a decreasing trend on the whole, with a total decrease of 1020.36km², mainly converted to impervious water surface and forest land. (2) There are significant differences in the spatial distribution of cultivated land in different regions. The area of very low nuclear density is expanding, and the area of high density is gradually decreasing, which leads to the continuous weakening of cultivated land aggregation. (3) The shape of cultivated land patches became more and more complex and irregular, and there was a trend of dispersion among patches, and the degree of fragmentation gradually increased. (4) Under the influence of social and economic factors such as distance from primary and secondary roads, GDP, population, and natural environmental factors such as elevation, annual precipitation, and annual relative humidity, the fragmentation of cultivated land area is intensified.

【Keywords】 Cultivated land resources; Space-time change; Landscape index; Driving factor

作者简介: 苟江涛 (1999-) 男, 四川省成都市人, 硕士;

*通讯作者: 焦翠翠 (1987-) 女, 山西长治, 副教授, 博士, 主要从事农村区域发展、生态经济以及生态遥感研究。

耕地资源是农业生产最基本的物质条件, 在食物供给、生态循环和资源经济等活动中扮演着重要的角色, 其对保障国家粮食安全、生态安全以及人类可持续发展具有深远影响^[1]。近年来随着中国经济的快速发展, 城镇化进程的加快导致我国耕地数量不断减少, 耕地质量持续下降^[2]。一方面耕地资源在城市化进程中被建设用地所占用, 另一方面因为国家耕地占补平衡政策的颁布, 土地利用整治工作的开展、其他土地利用类型(如森林、草地和湿地)的复垦等工作的不断开展, 弥补了耕地被城市建设所占用的数量^[3]。此外被工业化与城镇化占用的耕地, 其中不乏优质耕地, 导致耕地景观出现破碎化, 这种破碎化的现象不但会造成农业无法规模化经营, 阻碍农业现代化发展, 也会影响生态环境的整体性, 提高诱发灾害的可能性^[4,5]。作为一个人口达到 14 亿的大国, 中国的人地矛盾日益突出^[6]。同时, 由于生态退耕和农业结构调整等因素, 中国的耕地在数量、质量和空间分布上, 都产生了明显的变化^[7]。因此研究耕地资源的时空变化, 理解耕地变化的规律, 了解其空间分布的变化特征, 对于保护耕地, 优化耕地空间布局具有重大的指导意义。

由于我国的耕地与其他土地利用类型之间相互转化频繁且复杂, 因此耕地变化一直是学者研究的重点领域^[8]。一部分研究者在区域或省域等大范围上, 对耕地的时空变化和驱动因素进行了分析^[9]。如, 满卫东等分析了 1990-2013 年东北地区耕地与其他地类转换的时空变化特征及其驱动因素^[10]。王雨枫利用耕地核密度、动态度以及影响机制等模型以 1990-2020 年的土地利用数据为基础, 探讨了辽宁省耕地的空间分布和影响因素^[11]。张瑞等学者从土地利用变化的角度, 揭示东北黑土区耕地资源 30 余年时空变化特征, 并在立地条件的基础上分析耕地资源时空变化的驱动因素^[12]。另外, 还有部分学者以不同地区, 形态不同的耕地为研究对象, 对其时空变化特征进行分析, 如程维明等从地貌分区的视角入手对中国耕地的时空变化特征进行了分析^[13]。陈正发等在云南省范围内对一定时段内坡耕地时空分布及演变特征进行分析^[14]。张英男等从县域入手, 以经济、社会、生态三个方面构建评价体系, 探讨了黄淮海平原耕地的时空特征^[15]。王秀丽等以原阳县 5 期土地利用数据提取耕地变化信息分析了该地黄

河背河洼地耕地的变化规律及影响因素^[16]。以上研究大多从区域和省域等大范围或者特定类型的耕地资源进行研究, 对中小城市耕地资源的时空变化特征涉及较少。

在快速城镇化的背景下, 中小城市的耕地资源在面积减少、破碎化严重等方面尤为突出。研究中小城市的耕地资源的时空变化特征并探索出影响耕地变化的主要驱动力, 对耕地资源的合理利用、生态保护及优化空间布局等方面具有重要意义。因此, 本研究采用土地转移矩阵、核密度分析及景观格局指数, 对 1990-2020 年安徽省合肥市 30 年耕地资源的时空变化特征进行分析, 并借助 plus 模型中的土地扩张策略分析模块探求其驱动力。以期为合肥市耕地资源的利用与保护提供指导, 同时为同类型的中小城市耕地资源的研究提供参考与借鉴。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域概况

合肥市位于华东地区地处安徽省中部, 承东启西, 左右逢源, 连南接北, 靠山抱湖、临江近海, 介于北纬 30°57'~32°32', 东经 116°41'~117°58'之间, 属于亚热带季风气候, 全年平均气温约为 17℃。平均海拔约 37.51 米地形以平原丘陵为主, 是长三角城市群副中心城市。现辖 4 区 4 县 1 县级市, 总面积为 1.14 万平方公里。现常住人口约 963.4 万。2022 年, 地区生产总值达 1.2 万亿元。

1.2 数据来源

本研究所采用的合肥市行政边界、土壤类型数据、年降水量、年平均气温、年相对湿度、人口及 GDP 分布数据均来自中国科学院资源环境数据中心(<https://www.resdc.cn/>)。从地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn/>)获取精度为 30m 的高程数据, 再通过 Arcgis10.7 软件提取坡度数据。县政府驻地坐标通过百度地图坐标拾取器获取。一二三级道路数据源自 Open street map (<https://www.openstreetmap.org/>)。4 期土地利用数据源于武汉大学杨杰、黄昕等, 土地利用类型分类农田(耕地)、森林、草地、水体、裸地、不透水面^[17]。

2 研究方法

2.1 土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵可以用来分析, 不同时段内土地利用类型之间的转入转出情况。通过叠加研究

初期和末期的土地利用数据, 得到土地利用转移矩阵, 能够用来反映耕地的时空变化过程, 同时对耕地的转入与转出情况进行定量化分析^[18,19]。转移矩阵如下所示:

$$S_{ij} \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix}$$

其中, S 代表不同类型的土地面积, n 代表了土地利用类型在转移前后的数量 S_{ij} 代表了研究开始和结束时的土地利用类型的面积。

2.2 核密度分析

核密度分析可以用来表征耕地空间分布的集聚状态^[20,21]。一般是利用重采样的方式把提取出来的耕地数据处理为像元大小是 300m 的栅格数据, 再通过 Arcgis10.7 栅格转点把耕地栅格数据处理为点数据, 再进行核密度分析。计算方程为:

$$f(x) = \frac{1}{nh} + \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

公式中 n 是数据个数, h 是带宽, K 是核密度方程, $(x-x_i)$ 为耕地点 x 到样本点 x_i 的距离。

2.3 景观格局指数

景观格局指数通过定量指标来反映研究区域内不同地类的景观构成和空间分布状况, 经常被用来

研究耕地的时空演化特征^[22]。借鉴其他学者的研究^[17,23-25], 综合考虑合肥市自身状况, 挑选了以下景观指数 (表 1), 利用 Fragstats4.2 软件对选取的指数值进行计算, 从而揭示研究区域内耕地格局变化及破碎程度。

2.4 斑块级土地利用变化模拟模型 (plus 模型)

Plus 模型的土地扩张策略分析模块通过随机森林算法来探求各个驱动因素对土地扩张的贡献度, 为了探索合肥市耕地资源时空变化的驱动力, 根据合肥市自身的发展状况, 结合数据的可获得性选择 6 个社会经济指标和 6 个自然环境指标 (表 2), 利用欧氏距离获取各项距离因素。

3 结果与分析

3.1 耕地利用现状及转移特征

为分析合肥市 1990-2020 年的土地利用状态转移情况, 本研究利用 1990 年、2000 年、2010 年、2020 年 4 期土地利用数据, 借助 Arcgis10.7 软件把两期土地利用数据通过栅格计算器进行叠加, 再用 Excel 中的数据透视表进行分析, 获得合肥市 3 个时间段的土地利用转移矩阵 (表 3 和表 4)。从表中可知 1990-2000 年合肥市耕地共转出了 501.28km², 主要转为了不透水面。耕地的转入量为 308.89km², 主要来源于水体及森林, 分别有 75.26km² 的森林与 227.78km² 的水体转入了耕地。

表 1 合肥市耕地景观指数

景观指数	名称
NP	斑块个数
PD	斑块密度
LSI	景观形状指数
Division	景观分割指数
AI	聚集指数
Clumpy	聚类指数
Split	分离度指数
Cohesion	斑块凝聚度指数

表 2 耕地变化驱动因素指标

类别	描述
社会经济因子	人口、GDP
	距政府、一级道路、二级道路、三级道路距离
自然环境因子	土壤类型、年降水量、年平均气温、年相对湿度
	高程、坡度

与上个时间段相比合肥市 2000-2010 年耕地面积减少幅度较大, 耕地面积减少了 546.27km², 转出为森林及水体的面积变大, 但不透水面仍然是耕地转出的主要类型。转化为耕地的土地利用类型为林地和水面, 转入的面积分别为 41.49km²、100.94km²。2010-2020 年耕地的转出量为 540.85km², 从耕地变为不透水面的面积有 402.5km²。森林和水面是耕地的主要来源, 有 110.01km² 的森林和 147.75km² 的水面变为了耕地。从整体上来看合肥市的耕地面积在 11676.21km² 以上, 是该地区主要的土地利用类型。30 年间合肥市耕地变化主要是耕地转出为不透水面, 以及森林与水面转入为耕地, 而草地和裸地较为稳定没有明显的转入与转出, 在研究时间段内耕地面积呈现出持续减少的趋势, 面积总共减少了 1020.36km²。

3.2 耕地空间聚集分析

通过核密度分析工具对合肥市耕地的核密度值 (带宽 h=5000) 进行计算, 值越大说明耕地越集中, 反之耕地越分散^[26]。结果显示合肥市耕地的核密度

范围在 0~11.11 个/km² 之间, 把核密度值利用自然断点法划分为 6 个密度区 (图 1), 其中 0~1.53 个/km² 为低密度区, 1.53~4.14 个/km² 为中低密度区, 4.14~6.54 个/km² 为中密度区, 6.54~8.50 个/km² 为高密度区, 高密度区与极高密度区的核密度值范围分别是 8.50~9.85 个/km²、9.85~11.11 个/km²。从图 1 中可以看出, 在不同地区合肥市耕地的空间分布具有明显的差异性。

由于中北部是合肥市市中心, 八百里巢湖分布在中东部地区, 号称合肥市第一高峰的牛王寨坐落于庐江县的西南部, 同时由于雾顶山、银屏山、彭山分别坐落于庐江县东南部与巢湖市东部的原因, 导致这些地方耕地核密度值较低。此外通过比较 4 个时间段耕地核密度图可知, 合肥市中北部主城区的耕地核密度低密度区呈现出不断扩大的趋势, 北部地区的极高密度区在逐渐缩小, 出现了破碎化的趋势, 这是由于城市扩张导致的。西南部地区在初期以极高密度为主, 整体连片性较好, 到了后期极高密度区范围在减少, 且低密度区范围再扩大。

表 3 合肥市 1990-2020 年耕地转入转出情况表 单位: km²

时期	转移量	森林	草地	水体	裸地	不透水面	合计
1990-2000 年	转出面积	63.84	0.44	59.54	0	377.46	501.28
	转入面积	75.86	5.02	227.78	0.01	0.22	308.89
2000-2010 年	转出面积	162.69	2.98	132.01	0.03	393.93	691.64
	转入面积	41.49	0.99	100.94	0.01	1.94	145.37
2010-2020 年	转出面积	56.62	0.22	81.5	0.01	402.5	540.85
	转入面积	110.01	1.02	147.75	0.03	0.41	259.22

表 4 1990-2020 年合肥市土地利用转移矩阵

1990 年	2020 年						
	耕地	森林	草地	水体	裸地	不透水面	总计/km ²
耕地	11247.69	160.51	0.24	125.16	0.06	1162.89	12696.56
森林	101.52	572.54	0.15	0.22	0.01	14.79	689.24
草地	6.11	5.27	0.25	0.04	0.01	1.56	13.25
水体	316.99	0.59	0	1406.76	0.01	32.01	1756.36
裸地	0.01	0	0	0	0	0	0.02
不透水面	3.88	0.01	0	4.18	0	680.01	688.08
总计/km ²	11676.21	738.92	0.65	1536.38	0.09	1891.27	15843.51

这些变化表明合肥市耕地的空间核密度, 不仅受到自然条件的影响, 城市的建设也是重要的影响因素。

3.3 耕地破碎化动态分析

首先利用 Arcgis10.7 栅格计算器对合肥市土地利用栅格数据进行赋值, 把耕地的值设定为 1 其他土地利用类型则设定为 0。然后把处理好的土地利用数据在 Fragstats4.2 软件中打开, 通过计算得出研究时段内合肥市耕地景观指数 (表 5)。

根据表 5 中的数据可知合肥市耕地 30 年间斑块数量增加了 2110 个, 斑块密度也从 0.6 水平上升至 0.8 水平。景观形状指在研究时段内持续攀升, 表示合肥市耕地的斑块形状逐渐变的复杂且呈现不规则状。景观分割指数从 0.60 增加到 0.68 揭示出耕地斑块之间开始表现出分散的趋势, 耕地出现破碎化。合肥市耕地的聚集指数与斑块凝聚度指数的值都减少, 而分离度指数的值持续增加表明耕地斑块开始有了离散的趋势, 破碎化现象也在加剧。

总体来看, 合肥市耕地资源无论是在空间上还是在斑块之间都有较高的凝聚度。但由于合肥市城市扩张的影响, 耕地被大量占用, 这种高聚集性正在持续衰弱, 耕地的破碎化现象也日益明显。

3.4 耕地变化驱动力分析

首先在 Arcgis10.7 软件中把合肥市 1990 年和 2020 年两期土地利用数据进行重分类, 把重分类后的土地利用数据通过 plus 模型中的提取土地扩张模块, 得出合肥市 1990-2020 年的土地扩张数据, 再把土地扩张数据导入土地扩张策略分析模块中, 通过

计算得到影响合肥市耕地变化的各驱动因素贡献率, 如图 2 所示。

从图 2 中可知, 距一二级道路的距离、GDP 和高程是导致耕地面积扩张的主要驱动因素。耕地增加的地区主要分布在距离一二级道路较远且 GDP 较低的地区。30 年间转出的耕地主要变为了不透水面、林地和水体, 由此可见耕地面积减少是导致不透水面、林地和水体面积的增加的原因。而距离一二级道路的距离和人口因素是造成不透水面扩张的主要驱动因素。导致水体面积增加的主要驱动因素是高程和年降水量。同时影响林地面积扩张的主要驱动因子是高程和年均相对湿度。从而耕地面积减少可能受到距一二级道路的距离、高程、人口、年降水量和年均相对湿度等因素的影响。

综上所述, 影响合肥市耕地变化的社会经济因素有: 距一二级道路的距离、GDP 和人口。影响耕地变化的自然环境因素有: 高程、年降水量和年均相对湿度。

4 结论

本研究以合肥市 4 期土地利用数据为基础, 分析了合肥市耕地的时空演化特征及其驱动因素, 主要结论如下: 由于城市化进程的加速, 合肥市的耕地面积发生了明显的变化, 从数量上看整体上呈现出减少的趋势, 30 年间耕地面积减少了 1020.36km²。其中减少的耕地主要转为了不透水面及林地。从空间上来看, 合肥市耕地的空间分布在不同的地区存在着显著的差异, 耕地的极低密度区主要位于湖泊和山地处。

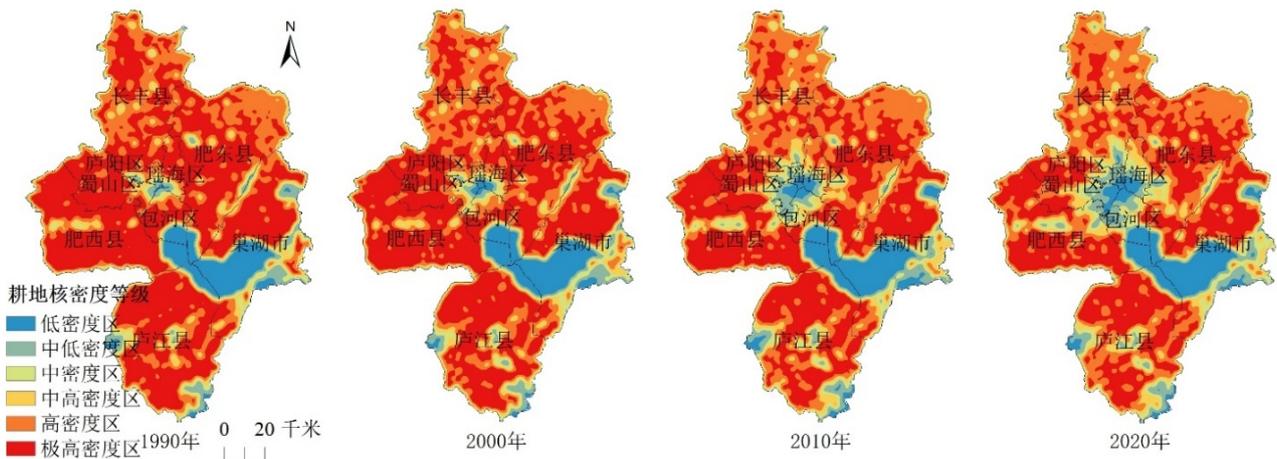


图 1 1990-2020 合肥市核密度等级空间分布

表 5 合肥市 1990-2020 年耕地破碎化指数

景观指数	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年
斑块数量 (NP)	10583	8540	11637	12693
斑块密度指数 (PD)	0.668	0.539	0.7345	0.8011
景观形状指数 (LSI)	136.08	130.37	139.83	145.02
景观分割指数 (DIVISION)	0.6046	0.6161	0.655	0.681
聚集指数 (AI)	96.40	96.53	96.19	96
聚类指数 (CLUMPY)	0.8189	0.8353	0.8446	0.8479
分离度指数 (SPLIT)	2.5293	2.6049	2.8987	3.1351
斑块凝聚度指数 (COHESION)	99.9866	99.9862	99.9837	99.9817

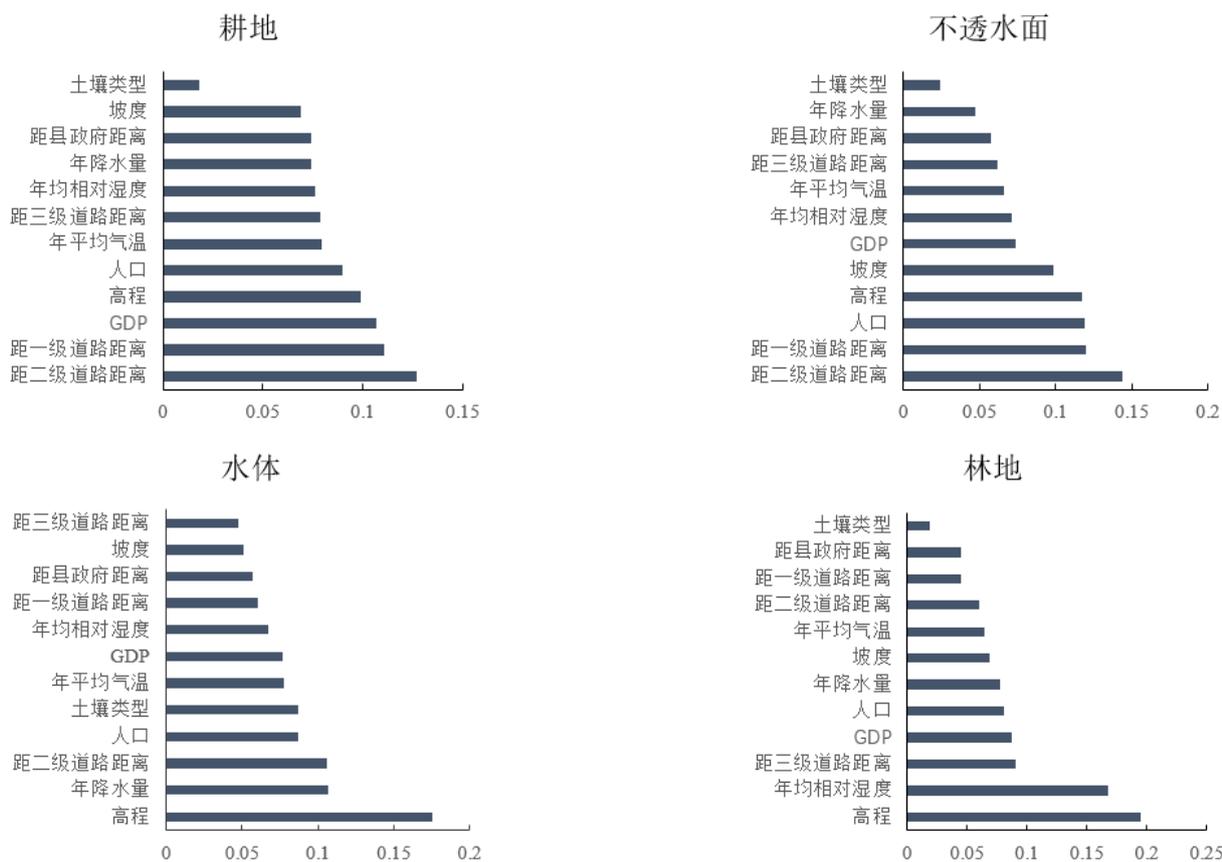


图 2 合肥市耕地、不透水面、水体和林地面积增长的驱动因素贡献度

耕地资源在分布上表现出聚集的状态, 斑块间有较高的凝聚度, 但由于城市建设的扩张, 让核密度极低区在不断扩大, 高密度区范围在逐渐变小, 导致合肥市耕地的聚集性持续衰弱。从景观指数变化情况来看, 耕地的斑块形状日渐复杂且不规则, 斑块之间出现了离散的趋势, 破碎化程度在逐渐变大。合肥市耕地资源的时空变化是由距一二级道路

的距离、GDP、人口等社会经济因素和高程、年降水量、年均相对湿度等自然环境因素共同作用的结果。此外城市的扩张和当地政府的规划政策同样对耕地资源的时空变化起着重要的影响。

随着城市化的加速发展, 耕地面积持续减少, 30 年间合肥市耕地面积流出非常明显说明当地的耕地保护政策没有得到较好的落实, 城市的发展是以

侵占耕地为代价。而在新时代的背景下, 合肥市应该转变城市化发展理念, 避免或者减少对耕地的占用, 并积极完善相关的耕地保护政策, 为同类中小城市耕地资源的利用保护及高质量发展提供参考与借鉴。

参考文献

- [1] 胡月明, 杨颢, 邹润彦, 等. 耕地资源系统认知的演进与展望 [J]. 农业资源与环境学报, 2021, 38(06): 937-945+932.
- [2] 袁承程, 张定祥, 刘黎明, 等. 近 10 年中国耕地变化的区域特征及演变态势 [J]. 农业工程学报, 2021, 37(01): 267-278.
- [3] Wang L, Anna H, Zhang L, et al. Spatial and temporal changes of arable land driven by urbanization and ecological restoration in China[J]. Chinese Geographical Science, 2019, 29: 809-819.
- [4] 郑希平, 陈竹安, 危小建. 鄱阳湖生态经济区建设用地扩张对耕地景观破碎化的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2024, 41(02): 280-291.
- [5] 李云路, 崔文刚, 陆清平, 等. 山区耕地破碎化时空演化分析——以贵州省为例 [J]. 水土保持研究, 2022, 29(05): 301-309.
- [6] 苏丽洁, 刘振华, 胡月明, 等. 广州市近 20 年耕地资源时空分布特征及其演变规律 [J]. 江苏农业学报, 2023, 39(04): 978-988.
- [7] 赵玉领. 中国近 10 年耕地资源变化情况统计分析 [J]. 国土与自然资源研究, 2020, (01): 53-57.
- [8] 曲胜秋, 刘艳芳, 银超慧, 等. 1990—2015 年福建省耕地变化的空间格局分析 [J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(04): 587-598.
- [9] 张扬, 周忠发, 黄登红, 等. 喀斯特山区耕地时空演变与影响因子分析 [J]. 农业工程学报, 2020, 36(22): 266-275.
- [10] 满卫东, 王宗明, 刘明月, 等. 1990-2013 年东北地区耕地时空变化遥感分析 [J]. 农业工程学报, 2016, 32(07): 1-10.
- [11] 王雨枫. 辽宁省耕地利用的时空演变特征分析及对策 [J]. 东北大学学报(自然科学版), 2022, 43(01): 141-146.
- [12] 张瑞, 杜国明, 张树文. 1986—2020 年东北典型黑土区耕地资源时空变化及其驱动因素 [J]. 资源科学, 2023, 45(05): 939-950.
- [13] 程维明, 高晓雨, 马廷, 等. 基于地貌分区的 1990-2015 年中国耕地时空特征变化分析 [J]. 地理学报, 2018, 73(09): 1613-1629.
- [14] 陈正发, 史东梅, 何伟, 等. 1980-2015 年云南坡耕地资源时空分布及演变特征分析 [J]. 农业工程学报, 2019, 35(15): 256-265.
- [15] 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(03): 518-534.
- [16] 王秀丽, 杨一鸣, 陈伟强, 等. 原阳县黄河背河洼地耕地景观格局演变研究 [J]. 河南农业大学学报, 2020, 54(05): 853-861.
- [17] Yang J, Huang X. 30 m annual land cover and its dynamics in China from 1990 to 2019[J]. Earth System Science Data Discussions, 2021, 2021: 1-29.
- [18] 王兴丹, 刘普幸, 耿梦蝶, 等. 1990—2021 年武威市土地利用时空变化的关键驱动因子及其影响趋势 [J]. 中国环境科学: 1-9.
- [19] 王雨枫, 王娟. 京津冀地区耕地利用时空分异与影响机制分析 [J]. 农业机械学报, 2022, 53(01): 192-197+214.
- [20] 许磊, 王恒, 鲁长亮. 耕地变化时空特征及驱动力分析——以宜昌当阳市为例 [J]. 湖北农业科学, 2022, 61(20): 52-59.
- [21] 蔡为民, 肖婷, 毕芳英, 等. 基于核密度估算的大都市耕地数量空间分布特征分析——以天津市为例 [J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(01): 152-160.
- [22] 王鹏宇, 蒲希希, 陈静, 等. 西南喀斯特地区景观格局演变及其驱动力分析——以贵阳市花溪区为例 [J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2023, 41(06): 29-41+61.
- [23] 罗芳, 潘安, 陈忠升, 等. 四川省宜宾市 1980-2018 年耕地时空格局变化及其驱动因素 [J]. 水土保持通报, 2021, 41(06): 336-344.
- [24] 王祯, 吴金华, 白帅, 等. 黄土丘陵沟壑区耕地细碎化评价与土地整治工程分区——以吴起县为例 [J]. 水土保持研究, 2022, 29(04): 300-307.
- [25] 刘晶, 金晓斌, 徐伟义, 等. 江苏省耕地细碎化评价与土地整治分区研究 [J]. 地理科学, 2019, 39(05): 817-826.
- [26] 禹文东, 吴涛, 罗云建, 等. 城镇化进程中耕地时空格局演化及其驱动机制研究——以扬州市为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2023, 45(07): 147-159.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS