

京津冀地区耕地非粮化的时空格局演变研究

徐悦薇, 吴妮尔, 上官琬钰, 徐家璐, 马梓钰, 魏传华

中央民族大学理学院, 北京

收稿日期: 2025年3月20日; 录用日期: 2025年4月21日; 发布日期: 2025年5月9日

摘要

目的: 本文旨在为京津冀地区耕地的科学运用及粮食安全防线的筑牢给予有力支撑。方法: 对2010~2022年京津冀地区的耕地非粮化状况进行了测度, 并基于泰尔指数和空间自相关方法研究了耕地非粮化时空演变特征。结果: 结果显示时间上呈现出耕地非粮化程度先快速上升、后增速放缓但仍持续增加、近期趋于平稳的变化趋势。空间上, 非粮化不平等程度加深, 组内不平等是主因; 北京、天津非粮化程度高且上升, 河北地区整体较低但近京津区域较高且向内陆蔓延; 非粮化存在空间集聚性, 重心向东北部迁移。结论: 京津冀地区耕地非粮化受城市发展、经济结构调整等多种因素影响, 需深入研究各因素作用机制, 制定针对性政策保障耕地利用与粮食安全, 以促进粮食系统可持续发展。

关键词

京津冀, 耕地非粮化, 时空格局, 空间自相关, 重心迁移

Spatiotemporal Pattern Evolution of Cultivated Land Non-Grain Conversion in the Beijing-Tianjin-Hebei Region

Yuewei Xu, Ni'er Wu, Wanyu Shangguan, Jialu Xu, Ziyu Ma, Chuanhua Wei

College of Science, Minzu University of China, Beijing

Received: Mar. 20th, 2025; accepted: Apr. 21st, 2025; published: May 9th, 2025

Abstract

Objective: The purpose of this paper is to provide strong support for the scientific utilization of cultivated land and the reinforcement of the food security line in the Beijing-Tianjin-Hebei region. **Method:** The non-grain use status of cultivated land in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022 was measured, and the spatio-temporal evolution characteristics of non-grain use of

文章引用: 徐悦薇, 吴妮尔, 上官琬钰, 徐家璐, 马梓钰, 魏传华. 京津冀地区耕地非粮化的时空格局演变研究[J]. 可持续发展, 2025, 15(5): 71-80. DOI: 10.12677/sd.2025.155125

cultivated land were studied based on the Theil index and spatial autocorrelation method. Result: The results show that the degree of non-grain use of cultivated land increased rapidly at first, then the growth rate slowed down but still continued to increase, and recently tended to be stable over time. Spatially, the inequality of non-grain use deepened, with intra-group inequality being the main cause; the degree of non-grain use in Beijing and Tianjin was high and continued to rise, while the overall degree in Hebei was relatively low but high in the areas near Beijing and Tianjin and was spreading towards the inland. Non-grain use of cultivated land showed spatial agglomeration, with the center of gravity moving towards the northeast. Conclusion: The non-grain use of cultivated land in the Beijing-Tianjin-Hebei region is influenced by multiple factors such as urban development and economic structure adjustment. It is necessary to deeply study the mechanism of action of each factor and formulate targeted policies to ensure the utilization of cultivated land and food security, so as to promote the sustainable development of the food system.

Keywords

Beijing-Tianjin-Hebei, Non-Grain Use of Cultivated Land, Spatio-Temporal Pattern, Spatial Autocorrelation, Center of Gravity Migration

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 研究区概况与数据来源

1.1. 研究区概况

民为国基，谷为粮命。粮食安全是国家安全的重要基石，对于维护社会稳定、促进经济发展具有至关重要的作用[1]。而耕地是粮食生产的命根子，牢牢保障粮食安全，就是要守护 18 亿亩耕地红线[2]。在全国耕地非粮化问题日益严峻的背景下，选择京津冀地区作为研究对象具有重要意义。京津冀地区 DEM 图见图 1，耕地总面积为 6.47 万平方公里，主要集中分布于该区域的东南部平原地带，且以旱田为主，水田比例较小。

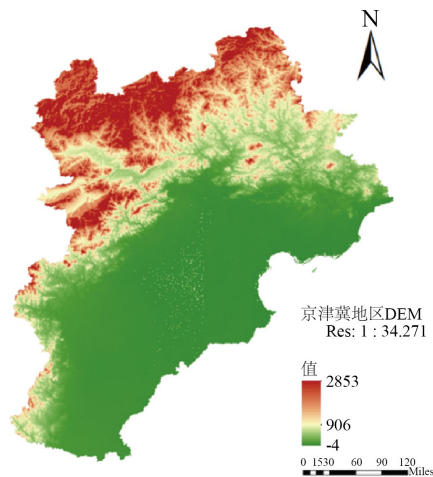


Figure 1. Digital elevation model of the Beijing-Tianjin-Hebei Region
图 1. 京津冀地区 DEM 图

同时京津冀地区作为首都经济圈，不仅是我国政治、经济、文化的重要交汇区域，其耕地利用情况还直接关系到首都及周边地区的粮食供应安全。该区域涵盖了作为粮食主销区的北京市、天津市以及作为粮食主产区的河北省，这种区域经济结构和功能的差异，使其耕地非粮化进程具有独特性。随着京津冀一体化进程推进，交通基础设施建设、产业园区扩张等占用了部分耕地，同时，受市场需求驱动，部分农民将耕地用于种植经济作物或发展设施农业，导致耕地非粮化现象逐渐显现[3]。不少学者研究了单独的省份[4]-[7]，却鲜有学者研究京津冀地区。因此研究京津冀地区耕地非粮化，深入剖析其现状和演变规律，有助于填补研究空白，为区域耕地保护和粮食安全保障提供科学依据。

1.2. 数据来源与处理

DEM 数据来源于地理空间数据云矢量数据网站[5]，同时基于需要，将京津冀地区各地市进行合并与切割，最终得到 30 个研究单元；粮食播种面积、农作物播种面积及余社会经济数据来源于《中国农村统计年鉴》《北京区域统计年鉴》《天津统计年鉴》《河北统计年鉴》以及各市统计年鉴及统计公报，针对个别数据缺失采取线性回归方法予以插值填充。

2. 研究方法

2.1. 耕地非粮化测度

本研究用京津冀地区耕地非粮化率来表征京津冀地区的耕地非粮化测度：

$$P_{ij} = \frac{C_{ij} - G_{ij}}{C_{ij}}$$

式中 P_{ij} 表示第 i 年第 j 个地区的耕地非粮化， C_{ij} 与 G_{ij} 分别表示第 i 年第 j 个地区的农作物播种面积与粮食播种面积。

2.2. 重心迁移模型及标准差椭圆法

重心迁移模型常被用来分析地理要素在空间分布上的变化趋势和特征。若某地区含有 n 个子地区，各子地区某地理要素的值为 W_i ，重心经纬度为 (X_i, Y_i) ：

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, Y = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Y_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

重心迁移方向可以通过计算方向角 θ 来确定。

2.3. 空间自相关

空间自相关模型采用莫兰指数表示空间要素的自相关程度。

全局莫兰指数：

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

局部莫兰指数：

$$I = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{1}{n} \sum_i (y_i - \bar{y})^2}$$

n 为研究单元数, y_i, y_j 为区域 i, j 的“非粮化”值, $\bar{y}$ 为 y_i, y_j 的平均值。

3. 2010~2022 年京津冀地区耕地非粮化的时空格局演变

3.1. 耕地非粮化程度的时间演变

利用耕地非粮化测度公式, 计算京津冀地区 2010~2022 年的非粮化程度。从图 2 可知, 耕地非粮化程度现基本维持在较高水平。随后有所下降, 非粮化种植面积也大幅减少。2017~2021 年非粮化程度和非粮化种植面积均保持在相对较低且稳定的水平, 近些年二者均小幅回升。

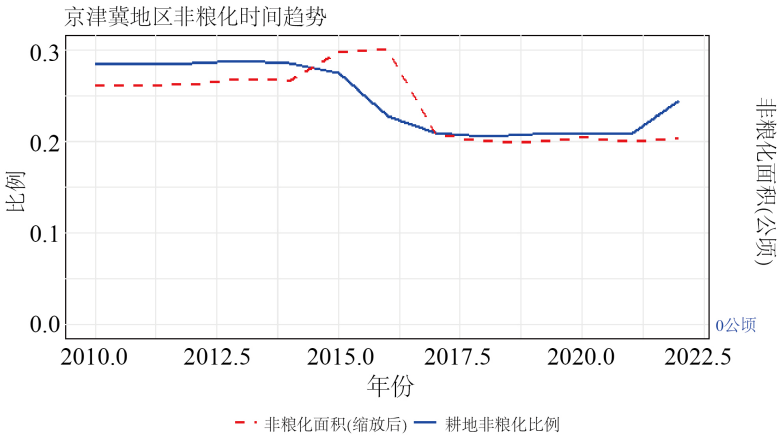


Figure 2. Trend of non-grain utilization degree in the Beijing-Tianjin-Hebei region over time

图 2. 京津冀地区非粮化程度随时间变化趋势

3.2. 耕地非粮化程度的空间演变

3.2.1. 耕地非粮化区域差异化程度分析

将京津冀地区划分 30 个地市为评价单元, 借助泰尔指数探究京津冀地区耕地非粮化空间分布是否均衡发展[8]。



Figure 3. Trend of Theil coefficient over time

图 3. 泰尔系数随时间变化趋势

如图 3 所示, 2010~2022 年京津冀地区耕地非粮化的总体泰尔指数整体呈现上升趋势, 说明整体上京津冀地区的非粮化不平等程度愈发加深。随着京津冀协同发展战略的推进, 不同城市在承接产业转移、城市建设等方面的程度不同, 导致对耕地的需求和利用方式也有所不同, 进而加剧了耕地非粮化的区域差异。

将北京市和天津市两个粮食主销区划分一组, 河北省作为粮食主产区划分一组, 计算近 12 年这两组的组间泰尔系数与组内泰尔系数并进行泰尔系数可视化呈现(2022 年见图 4)。

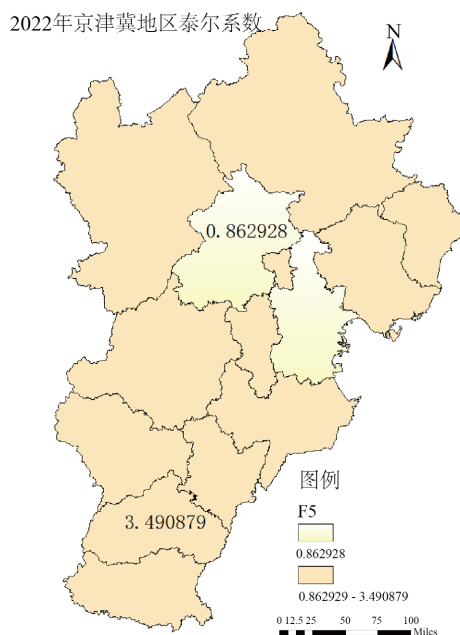


Figure 4. Spatial distribution of Theil coefficients in the Beijing-Tianjin-Hebei region (2022)

图 4. 京津冀地区泰尔系数空间分布(2022)

由计算结果可知, 从 2010 年到 2022 年, 组间泰尔系数波动上升。尽管整体数值相对较小, 但京津地区和河北省在耕地非粮化程度方面的差异在逐渐增大。京津地区城市化和工业化进程较快, 城市扩张和产业结构升级使得耕地更多地向非粮用途转变; 而河北省作为粮食主产区, 在保障粮食生产的政策引导下, 耕地非粮化程度相对较低, 但随着与京津的经济联系日益紧密, 受到京津产业辐射和市场需求影响, 其耕地非粮化程度也在发生变化。

京津地区的组内泰尔系数呈现出波动变化的趋势。数值普遍较高, 说明京津地区内部耕地非粮化分布差异化较大。由于京津内部不同区域的功能定位不同, 城市核心区、近郊区和远郊区在土地利用规划和产业发展上存在差异, 导致耕地非粮化程度不同。而河北省的组内泰尔系数呈现出上升趋势, 说明河北省内不同地区的耕地非粮化的不平等性在逐渐增大。各地市经济发展水平、农业产业结构调整进度不一致, 随着时间推移, 这种差异逐渐扩大, 组内不平等性增加, 成为主要的不平等来源。

3.2.2. 耕地非粮化时空分异规律

利用 ArcGIS 对京津冀地区耕地非粮化程度的空间分布进行可视化见图 5, 间隔 5 年分别选取 2010 年、2015 年、2020 年与 2022 年进行呈现。由于北京市按区域切割的地块数据大量缺失, 因此计算北京市的非粮化测度进行代替。

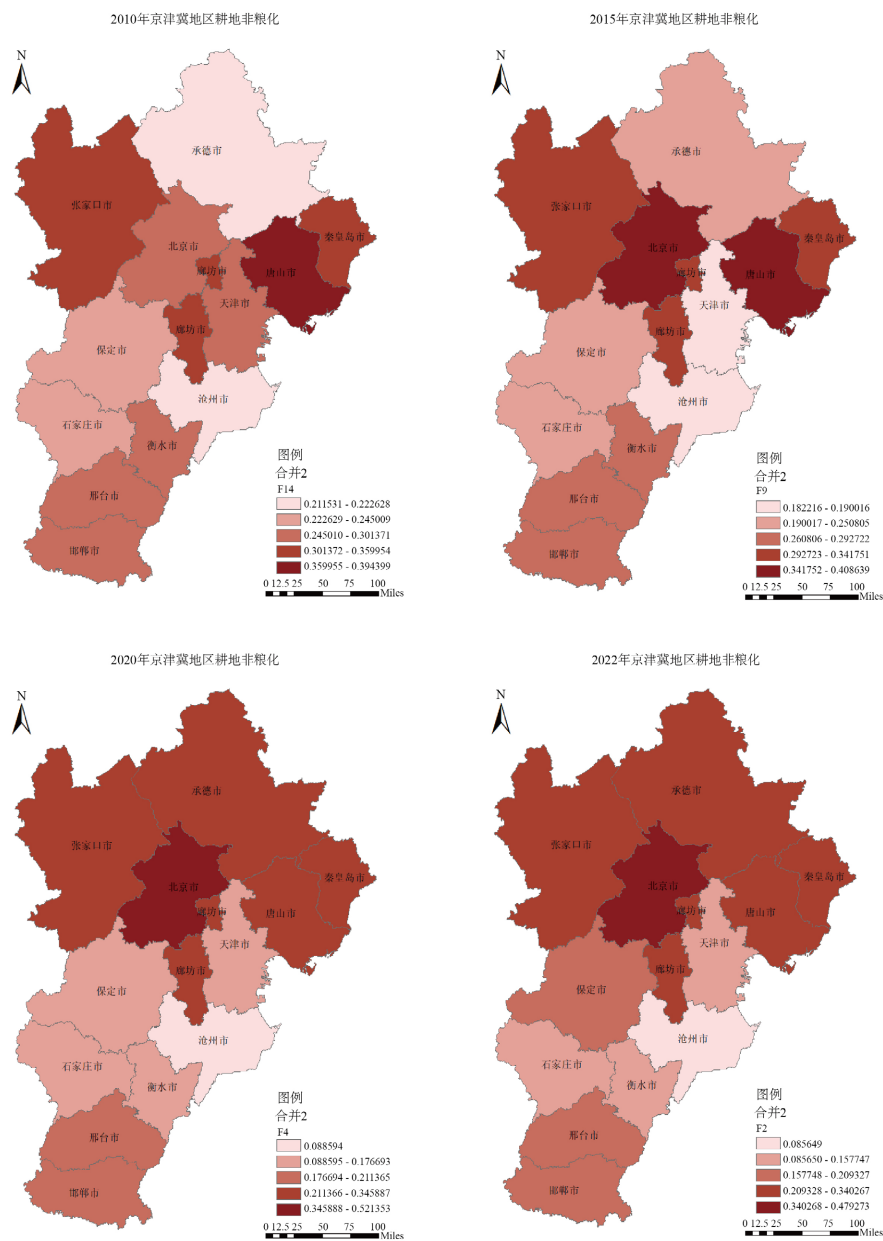


Figure 5. Spatial distribution of non-grain conversion of cultivated land in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022

图 5. 2010~2022 年京津冀地区耕地非粮化程度空间分布

在时间上，前期随着京津冀协同发展的初步推进，城市建设、产业转移等活动较为频繁，占用了部分耕地用于非粮用途，导致非粮化程度上升；中期，随着国家对耕地保护政策的加强以及对粮食安全重视程度的提高，各地采取了一系列措施控制耕地非粮化，使其上升速度放缓，但经济发展和市场需求的影响仍在持续，非粮化程度依旧增加。

在空间上，北京与天津作为我国重要的粮食主销区，城市化水平高，城市发展对建设用地需求大，非粮化程度较高，且非粮化程度持续加深。而作为粮食主产区，河北省的耕地非粮化程度相对较低，但在空间分布上呈现出一定的梯度特征。靠近京津的城市，受辐射带动作用较强，经济发展较快，耕地非

粮化程度相对较高，且随着时间推移，这种趋势逐渐向河北内陆地区蔓延，但受保障粮食生产政策影响较大，蔓延速度相对较慢。

3.2.3. 耕地非粮化时空集聚性

为研究京津冀地区耕地“非粮化”的空间分异特征，计算出京津冀地区耕地“非粮化”的全局 Moran’s I 指数，结果如下表 1 所示：

Table 1. Global Moran index
表 1. 全局莫兰指数

年份	全局莫兰指数	z 值	p 值
2022	0.378415	3.51547	0.000439
2020	0.330517	3.110591	0.001867
2018	0.279667	2.713952	0.006649
2014	0.192517	2.034707	0.041880
2010	0.096116	1.176393	0.239438

2014 年到 2022 年的 Moran’s I 指数通过 90%的置信度检验，这表明该时间段内京津冀地区耕地“非粮化”的空间分布存在一定的规律性。2010 年至 2022 年期间，京津冀地区耕地“非粮化”的全局莫兰指数呈现逐年上升的趋势。这一增长趋势充分表明，京津冀地区耕地“非粮化”在空间分布上的集聚性愈发明显，即非粮化程度较高的区域和较低的区域在空间上逐渐趋于集中分布，而非随机散落。

之后利用局部自相关分析进一步研究京津冀地区耕地“非粮化”的空间集聚分布见图 6。结果表明京津冀地区耕地“非粮化”的集聚类型以高 - 高集聚和低 - 低集聚为主，并有部分的低 - 高集聚。

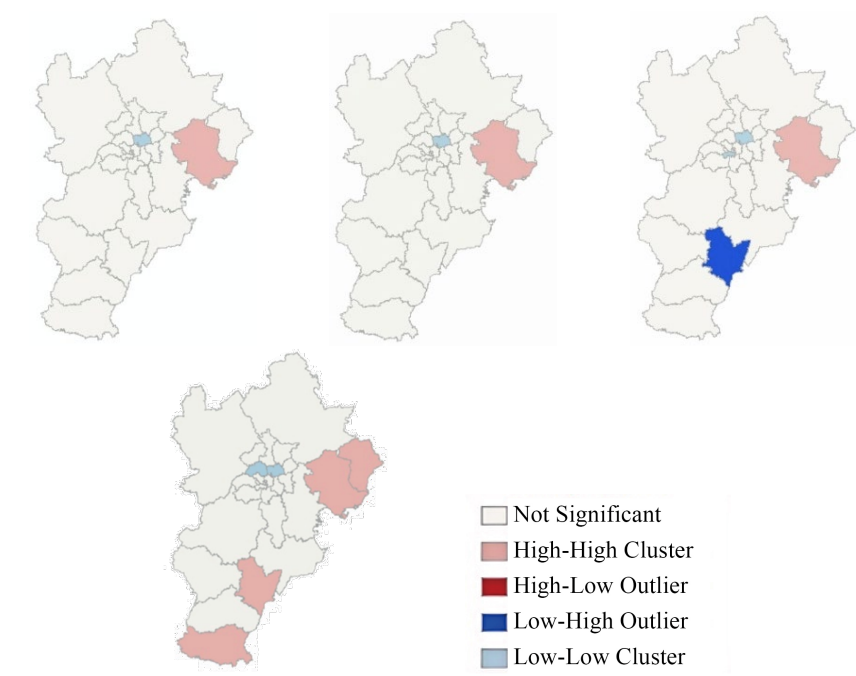


Figure 6. Spatial agglomeration distribution of “non-grain” in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022
图 6. 2010~2022 年京津冀地区“非粮化”空间聚集分布

京津冀地区耕地“非粮化”的低－低地区集中分布在北京市顺义区，并扩展至丰台区和昌平区，这说明在北京市部分区域“非粮化”程度较低且呈现集聚趋势，表明这些区域在耕地保护和粮食种植方面可能采取了较为有效的措施，使得耕地非粮化现象得到了较好的控制。

高－高地区集中分布在河北省的唐山市，该地区“非粮化”现象较早且显著。随着时间的推移，秦皇岛市、衡水市和邯郸市也逐渐表现出类似的趋势。而衡水市从低－高区域转变为高－高区域，表明其耕地“非粮化”现象的空间集聚性增强。

3.2.4. 耕地非粮化的时空转移路径与时空变化规律

研究区域耕地非粮化的重心迁移趋势，结果见下表 2：

Table 2. Parameters of the migration of cultivated land in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022
表 2. 2010~2022 年京津冀地区耕地非粮化重心迁移参数

年份	中心点坐标	方位角/°	周长/km	面积/km ²	扁率	重心迁移距离/km
2010 年	116°23'49", 39°6'05"	29.61	1204.83	99044.65	0.48	-
2014 年	116°23'11", 39°10'10"	28.66	1211.57	99927.06	0.48	4.69
2018 年	116°33'31", 39°23'33"	29.35	1202.82	100442.84	0.46	3.36
2020 年	116°31'31", 39°25'02"	28.62	1211.94	102120.63	0.46	2.89
2022 年	116°31'43", 39°26'42"	28.76	1218.13	103859.00	0.45	1.75

京津冀地区重心迁移表现出显著的非均衡性和空间变化。位于京津冀地区中部的霸州市与永清县及其周边地区成为耕地非粮化地理分布的几何重心[7]。重心由霸州市西北部迁移至永清县西北部，迁移距离为 23.49 公里。在 2018 年之后，迁移距离主要由永清县北部迁移至西北部，平均每年迁移距离在 1.5 公里左右。

重心迁移路径总体呈现出东北指向的直线空间形态，但每年具体的迁移方向和扩展方式存在一定变化。从下 图 7 可以看出，不同年份的迁移路径有着不同的空间表现，方向随时间发生变化。这与区域内的城市发展、产业布局调整以及交通基础设施建设等因素紧密相关。例如城市扩张会占用周边耕地，促使非粮化区域扩大，进而影响重心位置。

京津冀地区的心迁移在不同时期也表现出一定的方向性，而标准差椭圆的变化呈现出逐步北移的趋势。2010 年后，标准差椭圆的扁率有所降低，方位角从 2010 年顺时针方向的 29.61°减小到 2022 年的 28.76°逐渐向东北方向偏移。

随着时间的推移，标准差椭圆的空间分布逐渐覆盖京津冀地区非粮化重心的高值区，尤其在 2017 至 2022 年间，标准差椭圆的空间分布向东北方向有了明显偏移，东北方向的空间分布逐渐增强，反映了该区域在这一时期内东北方向的耕地受到经济发展、政策导向等因素的影响更为强烈。

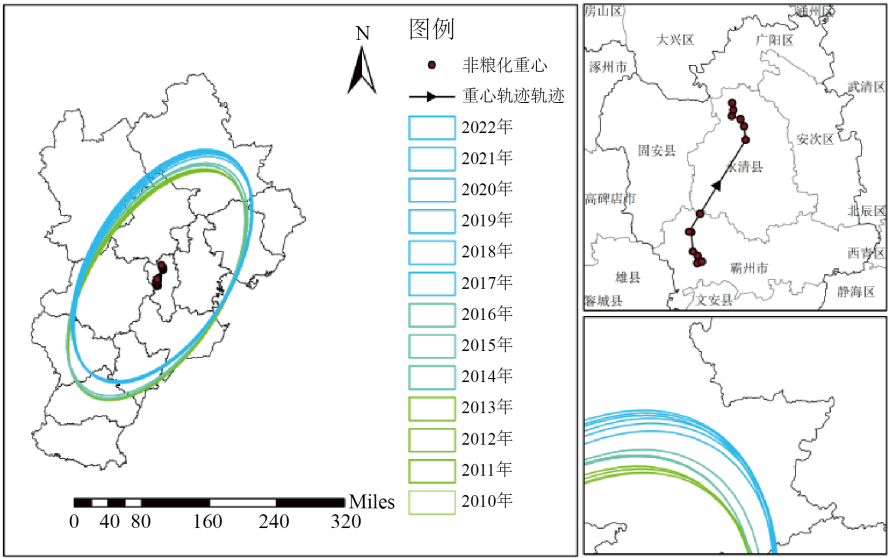


Figure 7. The centre of gravity and spatial distribution of non-grain cultivated land in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022
图 7. 2010~2022 年京津冀耕地非粮化重心及空间分布

4. 结论与建议

4.1. 研究总结

时间上, 2010~2022 年, 京津冀地区耕地非粮化程度与非粮化种植面积整体呈波动变化。前期处于较高且稳定状态, 中期有所下降, 随后保持相对较低稳定水平, 2022 年又略有上升; 空间上, 京津冀地区耕地非粮化不平等程度逐年增加, 组内不平等是主要来源。北京和天津非粮化程度较高且持续加深; 河北整体相对较低, 但靠近京津的城市受辐射带动, 非粮化程度较高且向内陆地区蔓延。同时非粮化重心迁移呈现非均衡性, 总体向东北部迁移。且存在明显的空间集聚性, 高 - 高集聚主要集中在河北省部分城市, 低 - 低集聚集中在北京市部分区域。

4.2. 政策建议

加强区域差异化管理: 研究表明京津地区与河北省的耕地非粮化程度不同, 应根据各地实际情况制定差异化的管控政策。对于非粮化程度高且增长快的地区, 要加强对耕地用途转变的监管, 严格审批非粮化项目; 而对于非粮化程度相对较低的河北内陆, 合理引导农业产业结构调整, 避免过度非粮化。

优化农业产业布局: 结合京津冀地区的资源禀赋和市场需求, 引导农业产业合理布局。在适合粮食生产的区域, 加大对粮食种植的扶持力度, 通过补贴、技术支持等方式, 提高农民种粮积极性; 在生态脆弱或具有特色农业优势的区域, 适度发展非粮产业, 但要确保不突破耕地保护红线[9]。

加强土地利用监测与预警: 利用 GIS、RS 等地理信息技术加强对京津冀地区耕地利用的动态监测, 及时掌握耕地非粮化的变化情况。建立耕地非粮化预警机制, 设定合理的预警指标, 当非粮化程度接近或超过阈值时, 及时发出预警信号, 以便提前采取措施应对。

注 释

图 1, 图 4~7 基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2020)4619 号的标准地图制作, 底图无修改。

基金项目

本论文为中央民族大学理学院 URTP 项目(URTP2024110709)《粮食安全视角下京津冀地区耕地“非粮化”的时空格局演变与影响因素分析》的研究成果。

参考文献

- [1] 刘彦平, 李汉一. 粮食安全与国家战略的关系及战略调整研究[J]. 陕西农业科学, 2024, 70(1): 106-108.
- [2] 姚卫海. 耕地是粮食生产的命根子[N]. 人民政协报, 2022-03-10(015).
- [3] 黄祖辉, 李懿芸, 毛晓红. 我国耕地“非农化”“非粮化”的现状与对策[J]. 江淮论坛, 2022(4): 13-21.
- [4] 吴文彪. 浙江省耕地“非粮化”时空演变特征与影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 舟山: 浙江海洋大学, 2023.
- [5] 王鹏程, 张利国, 卢玉兰, 等. 广西耕地“非粮化”时空演变及影响因素研究[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(5): 187-197.
- [6] 谢雨琦, 王子芳, 王颖, 等. 重庆丘陵区耕地非粮化时空变异及驱动类型划分[J]. 农业资源与环境学报, 2024, 41(1): 15-26.
- [7] 唐世凯, 尚能飞, 刘丽芳, 等. 云南耕地非粮化空间分布、迁移路径与聚集特征[J]. 西南农业学报, 2024, 37(10): 2321-2329.
- [8] 张青山. 粮食安全视角下东北地区耕地非粮化时空分异及其影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2023.
- [9] 宋伟锋. 海宁市严抓耕地保护牢牢守住粮食安全底线[J]. 浙江国土资源, 2023(11): 52-53.