

1990—2012 年淮河流域粮食生产的时空演进及驱动机制

高军波^{1,2,3}, 刘彦随², 张永显¹

(1. 信阳师范学院 城市与环境科学学院, 河南 信阳 464000; 2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 乔治亚南方大学 地质与地理系, 乔治亚州 30458, 美国)

摘要: [目的] 动态研究粮食连增及农业政策调整背景下淮河流域 1990—2012 年的粮食产量时空变化进程及影响因素, 为淮河流域科学合理粮食安全政策构建提供理论参考。[方法] 采用区域重心计算模型和空间自相关技术。[结果] (1) 淮河流域粮食总产量及县域均值持续增长。高产县域集中在流域中游皖北地区, 中高产区逐步向中上游推进, 低产区日趋边缘化。(2) 淮河流域粮食产量重心呈西进南移态势变动, 西进速率减缓, 南北波动幅度较小, 空间格局趋向稳定。(3) 县域粮食产量分布呈显著空间聚集性特征, 且有持续增强趋势。高产县域聚集于流域中游豫皖交界及下游苏中沿海地区; 低产县市逐步集中连片聚集于流域上游豫西北边缘地区; 高一低与低一高聚集县域规模较小, 空间分布变化剧烈。[结论] 水土资源变化、农业新技术及政策倾斜、种粮比较效益等主导因素共同驱动流域粮食产量空间格局演进。

关键词: 粮食生产; 时空演变; 驱动机制; 淮河流域

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)03-0179-07

中图分类号: F329.9

文献参数: 高军波, 刘彦随, 张永显. 1990—2012 年淮河流域粮食生产的时空演进及驱动机制[J]. 水土保持通报, 2016, 36(3): 179-185. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2016.03.031

Evolution of Temporal-spatial Pattern of Grain Production and Its Driving Mechanism in Huaihe River Basin During 1990—2012

GAO Junbo^{1,2,3}, LIU Yansui², ZHANG Yongxian¹

(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*; 2. *School of Urban and Environment Sciences, Xinyang Normal University, Xinyang, He'nan 464000, China*; 3. *Department of Geology and Geography, Georgia Southern University, GA 30458, USA*)

Abstract: [Objective] With the continuous increase in grain output and agricultural policies adjustment during 1990—2012, the temporal-spatial evolution of grain production and its driving mechanism was studied in order to provide theoretical support for food security policy making in Huaihe River basin. [Methods] The space center and spatial pattern of grain production were analyzed dynamically based on the regional gravity model and spatial autocorrelation method. [Results] (1) The total grain output and per county grain output increased since 1990s. The counties with high grain production distributed in the middle part of Huaihe river basin, while the counties with average grain production distributed toward the middle and up part of the basin. (2) The space center of grain production in Huaihe river basin moved to west and south and the center of grain production moved to the Shuixi County of Anhui Province from the Central Jiangsu Province during the study period, and the spatial pattern tend to be stable. (3) The counties with high grain production tend to aggregate in the junction area between He'nan and Anhui Province and the counties in coastal area of Central Jiangsu Province. While the counties with low grain production tended to cluster in the edge area of western He'nan Province. The number of counties with the aggregation of high-low and low-high is small, but its spatial distribution changed greatly. [Conclusion] The dominant factors, such as water and soil resources change, new agricultural technology and policy inclination, grain comparative benefits, common drive the evolution of

收稿日期: 2015-05-27

修回日期: 2015-07-16

资助项目: 国家自然科学基金项目“基于个体时空行为的城市公共服务消费空间、社会剥夺与规划调控研究”(41401171), “城乡发展转型的资源环境效应及其优化调控研究: 以环渤海地区为例”(41130748); 教育部人文社科基金(14YJCZH028); 国家留学基金([2013]5045)

第一作者: 高军波(1979—), 男(汉族), 河南省信阳县人, 博士, 博士后, 副教授, 主要从事区域农业与农村发展、城市地理与城市规划研究。
E-mail: gaojb@igsrr.ac.cn.

basin spatial pattern of food production.

Keywords: grain production; temporal-spatial evolution; driving mechanism; Huaihe river basin

仓禀实而知礼节,粮食足则天下安。自古以来粮食就是人类生存与发展的最基本的生活资料,关系着国计民生。作为一个13亿多人口的国家,既是粮食生产大国,也是粮食消费大国,中国的粮食安全举世瞩目,围绕粮食安全的研究一直是近年来的热点^[1-2]。淮河流域是中国重要的粮食生产基地,具有气候适宜、日照丰富、无霜期长、土地质量高等优越的自然条件。耕地面积占全国12%,粮食产量约占全国总产量的1/6,对于保障国家粮食安全发挥了举足轻重的作用^[3]。2008年国家也做出了加快推进淮河流域粮食生产主题功能区建设的战略决策^[4],但在“十二五”规划中淮河流域承担着产业转移的任务,工业化、城镇化和市场化的进程必然对粮食的生产造成一定的影响^[5]。鉴于粮食生产受工业和经济发展影响视角,一些学者从不同时空尺度对粮食生产动态变化做了诸多实证探讨,王介勇等^[6]定量探讨了1990—2005年中国粮食生产时空格局的演进;刘会玉等^[7]以小波诊断技术为基础,对近50 a江苏省粮食产量变化进行了多尺度的分析;刘玉等^[8]为揭示粮食生产的异质性,深入分析了1980—2008年环渤海地区县域粮食生产的时空动态特征及其影响因素,而周立青等^[9]动态探讨了黑龙江粮食生产的时空格局及其动因。现有成果对揭示中国粮食生产时空规律及粮食安全国家战略构建具有重要意义,但研究尺度以国家和省域为主,流域尺度实证研究逐步引起较多关注^[10-11],而流域在自然条件、行政区划、区域功能等方面独具特色,显著影响区域粮食生产的时空格局。就淮河流域而言,现有研究涉及主体功能区划探讨、粮食生产潜力、农业生产效率及生产气候^[12-13]条件分析,时空动态视角的粮食生产空间格局演进还未见实证成果出现。

基于此,本文基于县域空间尺度,选取1990,2000和2012年3个时间节点,借助ArcGIS技术平台,通过粮食生产空间格局可视化、区域重心迁移刻画、空间自相关及驱动机制分析,综合探讨近20 a余来淮河流域县域粮食生产时空格局演进规律,以期为淮河流域科学合理粮食安全政策构建提供理论参考。

1 研究区概况

淮河流域(东经111°55′—121°20′,北纬30°55′—36°20′)是中国7大流域之一,地处中国东部地区,西起桐柏山、伏牛山,东临黄海,南侧以大别山、江淮丘陵、通扬运河及如泰运河南堤与长江流域分界,北侧以黄河南堤和沂蒙山与黄河流域毗邻。流域跨鄂、豫、皖、苏、鲁5省40个市,2013年下辖155个县

(市),流域面积为 $2.70 \times 10^5 \text{ km}^2$,人口1.70亿人。淮河流域的总耕地面积为 $1.27 \times 10^7 \text{ hm}^2$,约占全国总耕地面积的11.7%,人均耕地面积 0.075 hm^2 ,低于全国人均耕地面积。粮食总产量 $9.49 \times 10^7 \text{ t}$,约占全国粮食总产量的17.4%,人均粮食产量559 kg,高于全国人均粮食产量。本研究空间单元为淮河流域县级行政区,湖北省随州市的广水市和随县和孝感市的大悟县同属淮河流域,但其流域面积均在县域总面积的50%以下,为方便统计与对比,将其省略;同样,长江流域边缘地区流域面积与县域面积比小于1/10的县域省略。参考王振波等^[14]研究,将淮河流域界限定为苏鲁豫皖4省,流域内地级市辖合并为一个市区,整理后研究范围共包括35个地级市179个县(市、区),其中包括河南省67县,江苏省44个,安徽省34个,山东省34个。

2 研究方法数据来源

2.1 研究方法

“重心”分析是一种分析地理现象空间分异及其动态变化过程的方法,借用重心点及其移动方向、移动距离等指标不仅可以刻画区域地理现象的空间差异,还可以进一步探寻其动态过程及演化规律^[15]。因此,本文基于淮河流域县域粮食生产空间可视化基础,计算区域粮食产量重心,并刻画其迁移过程;然后通过空间自相关技术揭示淮河流域粮食生产空间聚集模式及其演进规律,最后系统分析淮河流域粮食生产空间格局影响因素及驱动机制,为区域粮食持续发展及粮食安全战略提供政策启示。

2.2 数据来源

研究数据主要包括空间数据和属性数据,空间数据主要来自国家基础地理信息数据库,包括淮河流域县级行政区划图和各县(县、县级市、市辖区)政府所在地坐标。属性数据来源于1991,2001和2013年河南省、山东省、安徽省和江苏省统计年鉴,然后基于ArcGIS 10.1工作平台进行时空数据处理,在县域尺度上计算粮食生产重心位置及其位移,并进行空间可视化表达。

3 结果与分析

3.1 淮河流域粮食产量及其空间格局变化

3.1.1 1990年以来淮河流域粮食产量变化

(1) 淮河流域粮食生产总量持续增长,增幅明显提升。在1990—2012年,淮河流域粮食总产量从

6.82×10^7 t 增加到 1.15×10^8 t, 县域均值也由 3.91×10^5 t 增加到 6.42×10^5 t, 说明 1990 年以来淮河流域粮食产量保持持续增加态势; 在粮食产量增长幅度上, 相比较 1990, 2000 年淮河流域粮食生产总量增长 16.4%, 县域产量均值增加 13.6%; 而 2012 年粮食总产量, 在 2000 年的基础上增加了 44.8%, 县域产量均值增加了 44.9%, 表明淮河流域粮食产量增幅明显提升。

(2) 豫苏是淮河流域粮食主要产地, 豫比重最大、皖增速最快。2012 年, 豫苏淮河流域粮食产量占淮河流域粮食总产量的 60.8%, 与 1990 年比重 (61.5%) 基本持平, 豫苏仍为淮河流域粮食产量的主要产地 (图 1); 其中, 河南省 2012 年淮河流域粮食产量为 3.699×10^7 t, 占流域粮食总产量的 31.97%, 比 1990 年比重提高约 3%, 而同期苏、皖、鲁 3 省淮河流域粮食产量比重变化分别是: 从 32.68% 下降到 28.9%, 16.49% 提升到 22.07%, 17.56% 略降为 17.06%。由此表明, 1990 年以来, 淮河流域省际粮食产量格局演变体现为河南粮食产量比重最大, 而安徽省粮食产量增速最快。

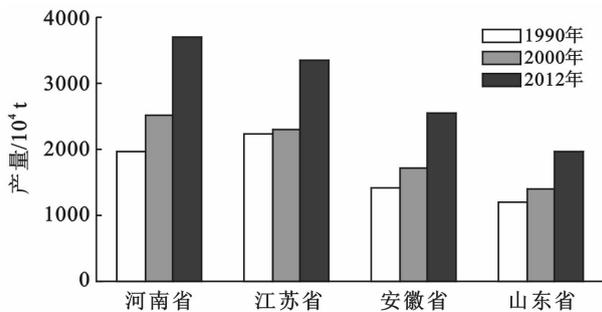


图1 淮河流域省际粮食总产量变化

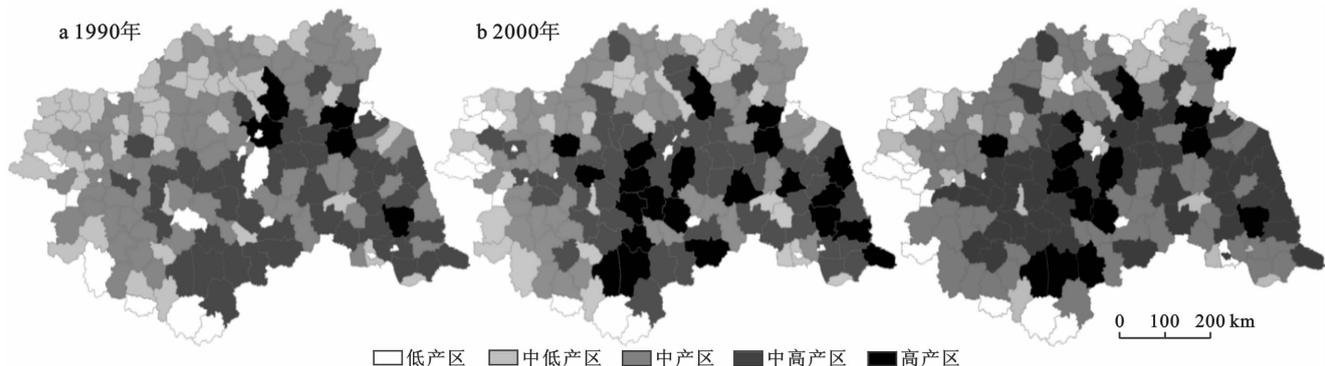


图2 1990—2012年淮河流域粮食生产空间格局

(2) 粮食低产县域规模持续增加, 空间区位日趋边缘化。1990 年淮河流域粮食产量低于 1.41×10^5 t 低产区共有 19 个, 空间散布淮河流域的上中下游, 没有形成聚集布局态势; 2000 年粮食产量低于 1.71×10^5 t

(3) 苏皖县域粮食产量均值高、增速快, 豫县域粮食产量均值最低。在 1990 与 2000 年, 淮河流域县域粮食产量均值最高的是江苏省, 分别为 5.01×10^5 和 5.24×10^5 t, 两个年份江苏省县域粮食产量最高的县都是兴化市, 年粮食产量分别为 1.07×10^6 和 1.11×10^6 t。在 2012 年, 安徽省成为县域粮食产量均值最高的省份, 产量均值为 7.74×10^5 t, 比 2000 年最高均值产量增加 32.3%, 超过江苏省县域粮食产量均值 7.60×10^5 t, 其中霍邱县产量最高, 产粮 1.41×10^6 t。在 1990, 2000, 2012 这 3 个年份, 河南省县域粮食产量均值皆为淮河流域最低, 分别为 2.94×10^5 , 3.75×10^5 和 5.40×10^5 t, 仅为同期最高县域均值的 58.7%, 71.6% 和 69.7%, 表明河南省县域粮食生产亟需提高科技水平和挖掘潜力。

3.1.2 1990 年以来淮河流域粮食产量空间格局演变

(1) 粮食高产县域规模先减后增, 安徽成主要聚集区域。如图 2 所示, 1990 年淮河流域粮食产量大于 7.44×10^5 t 高产县域有 5 个, 分别是枣庄市、铜山县、东海县、沭阳县和兴化市; 2000 年粮食产量大于 6.83×10^5 t 的高产县域增加到 22 个, 空间范围急剧扩大, 主要聚集在豫东平原东南部、淮河干流南岸的丘陵地区、淮北平原北部、沂蒙山区南部、淮河下游的苏北平原地区和淮河下游沿海地区, 高产区增多且集中连片式分布特征显著; 2012 年粮食产量大于 1.08×10^6 t 高产县域规模降低为 15 个, 主要聚集在安徽省境内淮北平原北部和淮河干流南岸, 豫东平原、淮河下游苏北平原和淮河下游沿海地区也有分布。安徽成为高产县域主要聚集地, 但空间分布日趋分散。

低产区增加到 23 个, 在淮河源区域初具聚集分布特征, 皖北大面积粮食地产县消失, 其他地带零散分布; 2012 年粮食产量低于 2.37×10^5 t 的低产区规模增加到 29 个, 空间分布上一方面聚集分布于淮

河源的桐柏山区、伏牛山东段等边缘地区;另一方面山东省内泗水县、蒙阴县成为粮食低产区,表明淮河流域粮食地产县区分布边缘化的空间格局。

(3) 粮食中高产量县逐步向淮河流域中上游推进。从 1990—2000 年,淮河流域粮食的中高产量县主要聚集在安徽省和江苏省,而中低产量县主要分布在豫北、鲁南地区,另外在豫南与苏中也有零散分布。在 2000—2012 年,淮河流域的粮食中高产量县分布仍以安徽和江苏为主导,但随着豫北中低粮食产量县减少,以及豫西、豫南中低粮食产量县向中高产量县的过渡,导致淮河流域中高粮食产量县布局向淮河中上游推进态势日趋明显。

3.2 1990 年以来淮河流域粮食产量重心时空格局演变

3.2.1 粮食生产区域重心计算 地理学区域重心的概念即假设一个区域有 n 个次级区域单元组成,其中第 i 个次级区域单元中心的地理坐标为 (x_i, y_i) , m_i 为该次级区域单元某种地理现象的属性值,则该属性地理现象的区域重心坐标为^[16-17]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2)$$

若属性值 m_i 为各个次级区域单元的粮食产量,则区域重心 (x_i, y_i) 为区域粮食产量中心。当某种地理现象的重心随着时间变化出现移动时,重心表现为在各个次级区域单元作用力的动态作用下向作用力大的方向移动,其移动方向即为空间格局变化的方向。本研究中,以各次级行政区域单元政府所在地坐标定为 (x_i, y_i) ,以各县(县、县级市、直辖区)的粮食产量定为属性值 m_i 。

3.2.2 淮河流域粮食生产重心区位及空间移动 基于区域空间重心计算,1990 年淮河流域粮食生产重心为(116°59′32″E,33°44′6″N),位于安徽省宿州市市辖区西部;2000 年生产重心转变为(116°52′5″E,33°44′20″N),空间位置从宿州市市辖区向西转移到安徽省濉溪县内;2012 年生产重心为(116°50′23″E,33°43′35″N),继续“西进”并且发生“南移”现象,空间位置处于濉溪县东部。

3.2.3 淮河流域粮食产量重心移动方向和距离

1990,2000,2012 年 3 个时间节点淮河流域粮食产量重心移动方向和距离如表 1 所示。粮食产量重心的迁移路径演变具有明显的“西进南移”态势,空间位移主要体现在东西方向上,移动距离超过 13.821 km,南北方向重心移动不足 1′,移动较小。

(1) 淮河流域粮食生产重心持续西进,迁移速度

先快后慢。1990 年淮河流域粮食生产重心落在宿州市市辖区内部,到 2000 年粮食生产重心转移到濉溪县,粮食生产重心在此期间向西偏北 1.9° 的方向移动 13.829 km,向西推进 13.821 km,年均移动 1.382 1 km,移动速度较快;到 2012 年粮食生产重心又向西偏南 24° 的方向移动 3.435 km,其中向西推进 3.138 km,年均移动 0.313 8 km,移动速度放缓,重心仍在濉溪县内部。这表明,淮河流域粮食生产重心不断地向中游地区推进,高产区也主要集中在中游地区。

表 1 1990—2012 年淮河流域粮食产量重心变动

时期	距离/km	速度/(km·a ⁻¹)	方向
1990—2000	13.829	1.383	西偏北 1.9°
2000—2012	3.435	0.286	西偏南 24.0°

(2) 淮河流域粮食生产重心南北波动幅度小,空间格局趋向稳定。淮河流域粮食生产重心在 1990—2000 年向北位移 0.456 km,年均移动 0.045 6 km,移动速度缓慢且不明显;而 2000—2012 年重心向南位迁移 1.397 km,年均移动 0.117 km,相比 1990—2000 年阶段移动速度稍微有提高,但不显著。这表明,淮河流域粮食生产空间波动较小,粮食生产格局已经趋向稳定。

3.3 淮河流域粮食生产重心空间自相关分析

空间自相关分析是对某一地理变量空间分布中相邻位置间的相关性进行检验的一种统计方法,利用此方法可以揭示区域变化量的空间分布特征^[18]。

3.3.1 全局空间自相关分析 全局空间自相关指标 Moran' I 主要探索属性数据值在整个区域分布上空间趋同特征强弱,为分析淮河流域不同年份县域粮食产量的空间分布状况,本文通过 ArcGIS 软件分析不同年份各县(市、区)粮食产量之间的空间关联性,公式如下^[19-20]:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

式中: I ——Moran 数; n ——研究区域内空间单元总数; w_{ij} ——空间权重矩阵; x_i ——区域 i 的观测值。下同。

Moran 数 I 的取值在 $[-1, 1]$,如果空间过程不相关,则 I 的取值接近 0,当 I 取负值时,表示负的空间自相关,取正值表示正的空间自相关。计算出 Moran 数 I 后,还需要对其进行检验,一般采用 Z 检验,在 0.05 置信水平下, $|Z| = 1.96$ 。当 $Z > 1.96$ 时,表示观测值存在显著性相关,高的观测值通常与

高的观测值发生空间聚集(高一高),低的观测值通常与低的观测值发生空间聚集(低—低),呈现空间聚集格局;当 $Z < -1.96$ 时,表示观测值存在显著性负相关,高的观测值倾向于与低的观测值相邻(高一低),而低的观测值倾向于与高的观测值相邻(低—高),呈现空间异常格局。当 $|Z| < 1.96$ 时,要素在区域的自相关性不显著,观测值在区域呈独立随机分布。通过上述公式,淮河流域县域粮食产量 1990,2000,2012 年 Moran' I 数和 Z 值见表 2。

表 2 淮河流域县域粮食产量的全局空间自相关 Moran' I 指数和 Z 值

年份	Moran' I	$E[I]$	$var[I]$	Z
1990	0.175 7	-0.005 6	0.050 2	3.613 4
2000	0.254 0	-0.005 6	0.051 1	5.093 5
2012	0.269 8	-0.005 6	0.049 7	5.560 4

注: $p < 0.001$ 。

结果如表 2 所示,全局 Moran' I 数均为正值,且从 1990 年的 0.175 7 增加到 2012 年的 0.269 8, Z 值均大于 1.96,因此可以拒绝零假设,即淮河流域县域粮食产量的空间分布不是随机的,而是表现出非常显著的空间聚集性,并且空间聚集性越来越强。其空间聚集性具体特征表现为:粮食产量较高的县趋于和粮食产量较高的县相邻,粮食产量较低的县趋于和粮食产量较低的县相邻。全局空间自相关指标用于验证整个研究区域的空间模式,并不能够确定聚集区所发

生的具体位置,而且不能确定聚集特征属于高一高聚集还是低—低聚集,其具体空间区位及聚集关系,需要进行局部自相关分析。

3.3.2 局部空间自相关分析 局部空间自相关指标(LISA)用于揭示一个区域单元上的某种地理现象或某一属性值与邻近单元上同一地理现象或属性值的相关程度。公式如下^[20]:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (4)$$

式中: $S^2 = \sum_j (x_j - \bar{x})^2 / n$ 为方差,其中 $j \neq i$ 。

为了更为直观的观察淮河流域县域粮食产量的空间聚集情况,通过公式(4)和 ArcGIS 软件分别生成 1990,2000,2012 年 3 个不同年份县域粮食产量 LISA 集聚图(图 3)。如图 3 所示,1990 年以来淮河流域粮食生产县域呈显著局部空间自相关关系,其不同类型粮食产量县区空间格局呈如下变动规律:

(1) 粮食高产县域逐步聚集于淮河中游豫皖交界及淮河下游苏中地区。在 1990—2000 年,淮河流域粮食高产县域的高一高聚集区,从淮河中游干流南岸、下游苏中平原地区及沿海地区,向淮河中上游聚集、迁移,主要分布在豫东平原东南部、淮北平原西部,以及淮河下游沿海地区;到 2012 年,淮河流域粮食高产县区进一步向上游迁移,分布于豫皖交界地带,且呈集群连片分布;在淮河下游沿海地区大丰市、建湖县和盐城市市辖区也是粮食高产县区的高一高聚集区。

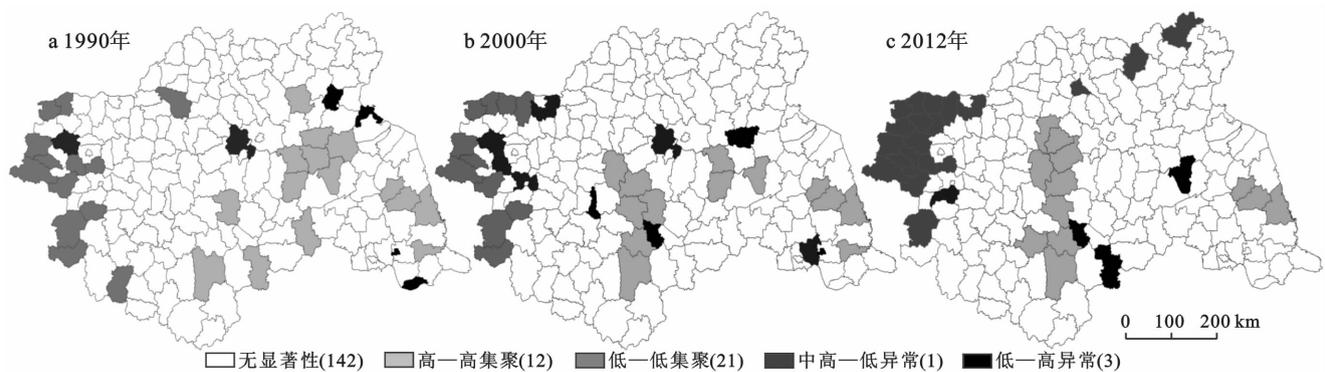


图 3 1990—2012 年县域粮食产量 LISA 聚集

(2) 粮食低产县区空间分布逐步集中连片,聚集于淮河上游豫西北边缘地区。1990 年,淮河流域粮食低产量县区有 13 个,零散分布与豫西伏牛山、桐柏山区。2000 年,淮河流域地产粮县区减少为 11 个,分布在淮河流域西北部边缘地区,呈聚集格局趋势集中,但规模较小;至 2012 年,淮河流域低产粮县区增加值 17 个,聚集分布于淮河上游豫西北边缘地区,空

间聚集特性日趋加强。同时在淮河流域中下游东北部也离散分布着沂水县、平邑县等粮食低产县区。

(3) 粮食生产高一低与低—高聚集县区规模较小,空间分布变化剧烈。在 1990—2012 年,淮河流域粮食产量高一低和低—高格局分布县区由 6 个增加到 10 个,然后降低至 3 个,县区规模总体较小。在空间分布上,1990 年粮食生产呈高一低分布格局的县

区分别是萧县和禹州市,在 2000 年扩展至开封县、禹州市、襄城县、鄆城县、萧县、江都市 6 个县,其空间格局呈离散分布,淮河上中下游均有布局,其中上游分布较为集中,中游和下游均为孤立县域单元分布,而 2012 年呈高一低格局分布的县区仅为西平县 1 个,位于淮河源北岸地区;淮河流域粮食产量呈低—高格局分布的县区,其空间分布由 1990 年位于淮河南下游东部区域的临沭、泰州、靖江,于 2000 年向西迁移至淮河中游的新沂、凤台、界首,并于 2012 年进一步演变为淮河中上游边缘地区的泗阳、凤台、长丰 3 个县,可见空间分布变化异常剧烈。

3.4 淮河流域粮食生产空间格局演进影响因素与驱动机制

淮河流域粮食生产空间格局变化受到自然条件、社会经济发展、国家政策、市场和科技服务等因素共同作用。自然条件主要包括土壤、气候、降水量及地形所决定的水土资源条件,社会经济发展主要包括经济发展水平、粮食价格、农业从业人员、播种面积等,科技服务因素主要包括物种改良、新技术的应用等,另外还涉及到供求关系和农业产业结构调整的影响,多种因素相互影响,综合构建如下逻辑关系。

3.4.1 耕地资源的空间格局变化是驱动粮食生产重心转移的客观基础 1990—2012 年淮河流域耕地面积从 $2.71 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 减少至 $1.85 \times 10^7 \text{ hm}^2$,近 20 a 淮河流域耕地总规模减少 31.6%,致使流域人均耕地面积从 0.17 hm^2 减少至 0.11 hm^2 。因流域不同地区在人口规模变化,以及工业化、城镇化和市场化水平的差异,导致不同地区建设用地需求及耕地占用差异巨大,驱使淮河流域耕地资源空间格局迅速演化。其中,江苏省城镇化率在 1990—2012 年从 21% 提升至 63%,发展速度流域最快,是江苏省域耕地面积急剧下降的重要原因,而地处淮河中上游地区的安徽省、河南省城镇化发展进程相比较慢,可用耕地相对保护好,从而驱使着粮食生产重心向淮河中上游安徽、河南地区移动。

3.4.2 新技术的应用和政策倾斜是粮食生产重心转移的直接驱动因素 农业机械化水平是提高农业生产能力和粮食产量的重要途径。1990 年淮河流域农业机械总动力为 $4.06 \times 10^7 \text{ kW}$,其中河南省、安徽省、山东省、江苏省分别为: 1.14×10^7 , 7.99×10^6 , 8.29×10^6 , $1.29 \times 10^7 \text{ kW}$,4 省份投入农业机械动力比重分别为:28.2%,19.7%,20.4% 和 31.7%;而在 2012 年,上述 4 省的农业机械总动力增加为 $1.85 \times 10^8 \text{ kW}$,其中河南省、安徽省、山东省、江苏省分别为: 6.47×10^7 , 4.46×10^7 , 3.98×10^7 , $3.6 \times 10^7 \text{ kW}$,4 省

份比重演变为 35%,24.1%,21.5% 和 19.5%,可见河南、安徽省近 20 a 机械化总动力投入占淮河流域比重分别提高约 7% 和 5%,而同期江苏省却下降了 12%。同样,在农业发展的财政投入上,2012 年安徽省、河南省、江苏省对农业的财政投入占财政总支出的比例分别是 10.87%,11.02%,10.73%,分别是 1990 年投入的 135.79,155.67,137.86 倍。财政倾斜及科技投入的差异,使河南、安徽省的粮食产量迅速上升,成为淮河流域粮食生产的重要产区,直接驱动着粮食生产重心的“西进”。

3.4.3 比较效益低、农民种粮积极性不高是粮食生产重心转移的关键驱动因素 受到市场需求的变化影响,农业产业结构迅速调整,具体表现为经济作物种植的面积不断扩大,压缩粮食播种面积和产量。例如,山东农村种粮 1 hm^2 亏本 3 000 元左右,而 1 hm^2 烟叶可达 30 000 元收益,这 1 hm^2 烟叶经过加工可得 60~70 万元的收益,可见比较效益差异程度^[21]。同样,基于市场利益驱使和工业化、城镇化发展,江苏省农业从业人口由 1990 年的 1 714.50 万人下降到 2012 年的 796.03 万人,20 余年间农业从业人口流失了 53.6%。江苏省乡镇企业的崛起,吸引大量的农村劳动力转为从事非农业生产,且 2012 年江苏省乡镇企业的人均值达到 31 970 元,远远高于种粮的收入,是驱动着粮食生产重心自东向西的移动关键原因。

3.4.4 淮河流域水资源条件是粮食生产重心转移的重要驱动因素 2000 年超级杂交水稻的成功种植,使得淮河干流沿淮地区旱地改水田的现象剧增,流域内水稻种植面积从 1990 年 $2.58 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 上升至 2012 年 $2.90 \times 10^6 \text{ hm}^2$,产量也由 1990 年 $1.73 \times 10^7 \text{ t}$ 上升至 2012 年 $2.47 \times 10^7 \text{ t}$ 。但水稻种植需要具有雄厚的水资源条件,而淮河流域人口稠密、耕地率高,每 hm^2 人均水资源占有量少,面临这种困境,目前国家正在计划实施引江济淮工程,这有利于改善淮河流域水资源条件,使得粮食种植结构发生变化,提高粮食增长和农民收入。因此,水资源条件是粮食生产重心转移的重要驱动因素。

3.4.5 淮河流域粮食产量空间格局演进的综合驱动机制分析 在区域城镇化和工业化驱动下耕地资源的变化不但是淮河流域县域粮食生产时空格局演变的客观基础,而且对科学技术、制度政策和比较效益的影响也具有支撑作用。科学技术对农业的投入促使农用机械化程度提高和新品种的研发应用,促进了粮食产量和农民收入的双丰收;国家通过对提高粮食收购最低价格和种粮补贴政策,刺激种粮大户聚集发

展;相比种植经济作物和乡镇企业的发展,种植粮食的比较效益低下也使科学技术和制度政策向粮食生产倾斜。因此科学技术、制度政策和比较效益相互作用相互影响(图4),在区域耕地资源变化的基础上,共同驱动淮河流域县域粮食生产时空格局演变。

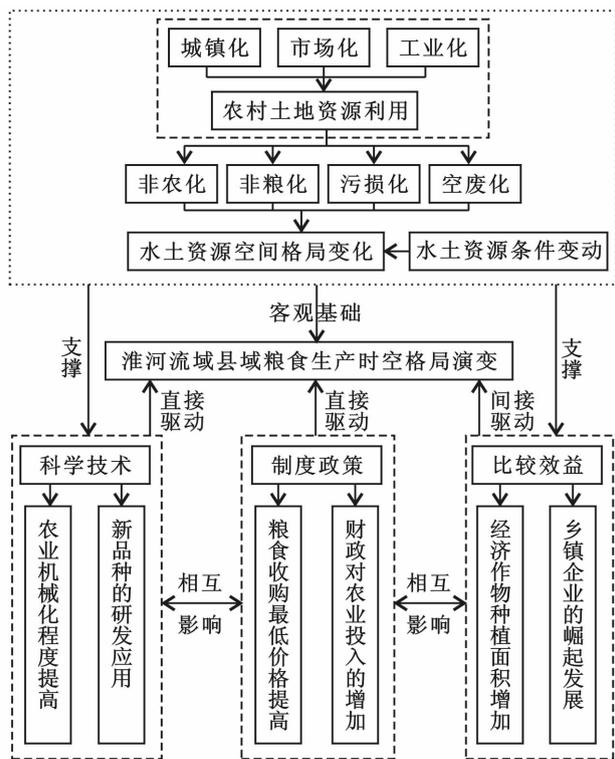


图4 淮河流域粮食生产时空格局演进机制

4 讨论与结论

(1) 1990年以来,淮河流域粮食总产量持续增加,增幅在2000年后有所提升;其中河南、江苏省是淮河流域粮食主产地,河南省粮产比重最大、安徽省增速最快;苏皖县域粮产均值最高,豫最低,粮食增产有待挖掘潜力。在空间分布上,流域高产县域规模先减后增,安徽省成主要聚集区域;中高粮产县域逐步向河中上游推进,低产县域规模持续增加,空间分布日趋边缘化。

(2) 1990—2012年,淮河流域粮食生产重心呈西进南移态势变动,其中向西推进13.821 km,向南迁移3.435 km,西进速率先快后慢,南北波动幅度较小,空间格局趋向稳定。研究期间从安徽省宿州市辖区迁移到濉溪县。

(3) 淮河流域粮食产量分布呈显著空间聚集性特征,且空间聚集性1990年以来具有显著增强趋势。在聚集动态上,粮食高产县域从分散布局日渐聚集于流域中游豫皖交界及下游的苏北地区;低产县区空间

布局逐步集中连片,聚集于流域上游豫西北边缘地区;粮食生产高一低与低—高聚集县区规模较小,但空间布局零散、变化剧烈。

(4) 影响淮河流域粮食产量结构空间格局的因素很多,主要包括耕地资源空间格局变化、农业新技术及政策倾斜、种粮比较效益低及农民种粮积极性不高3个主导方面;其中耕地面积的空间格局及变化趋势是驱动粮食产量重心移动的客观条件,科学技术水平进步和国家政策倾斜直接推动粮食生产重心移动,种粮比较效益低、农民种粮积极性不高则是粮食生产重心转移的重要驱动因素,3主导因素相互作用,共同驱动流域县域粮食产量空间格局演进。

(5) 作为中国人口最稠密的流域,以及经济发展、城市化水平差异最大的区域之一,我们需要理性判断淮河流域粮食产量总量变化及其空间格局演进。一方面我们要清晰淮河流域是中国重要的粮食主产区之一,其粮食产量规模及其变化事关国家粮食安全战略格局,必须在耕地保有量、技术支持、政策倾斜及农民种粮收益保护方面,给予切实重视和系统研究,确保流域总粮食规模及区域粮食安全;另一方面,作为一个发展水平差异极大的流域,我们也需要在全国更宏观层面判断流域不同区域的发展定位,需要结合差异化的区域资源环境状况、耕地规模及利用方式、制度政策偏好等影响因素,综合研判流域不同区域粮食生产布局、潜力、时空变化及利益保护要求,引导系统协调政策,促进流域社会经济良性发展及区域粮食生产的持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 屈宝香,张华,李刚. 中国粮食生产布局与结构区域演变分析[J]. 中国农业资源与区划,2011,32(1):4-10.
- [2] 张广翠. 中国粮食安全的现状与前瞻[J]. 人口学刊,2005,27(3):39-43.
- [3] 许朗,欧真真. 淮河流域农业干旱对粮食产量的影响分析[J]. 水利经济,2011,29(5):56-59.
- [4] 朱湖根,钱坤,咸仁德. 推进淮河流域粮食生产主体功能区建设的思考[J]. 华东经济管理,2009,23(6):41-44.
- [5] 王情,刘雪华,岳天祥. 淮河流域粮食生产潜力空间格局研究[J]. 生态经济,2014,30(7):24-27.
- [6] 王介勇,刘彦随. 1990—2005年中国粮食产量重心演进格局及其驱动机制[J]. 资源科学,2009,31(8):1188-1194.
- [7] 刘会玉,张明阳,林振山. 建国以来江苏省粮食产量变化的多时间尺度分析[J]. 资源科学,2004,26(1):107-112.
- [8] 刘玉,郭丽英,刘彦随. 1980—2008年环渤海地区县域粮食的时空动态变化及分析[J]. 农业工程学报,2012,28(12):230-236.

- [10] 石淑芹,陈佑启,姚艳敏,等. 耕地变化对粮食生产能力的影响评价:以吉林中西部地区为例[J]. 资源科学, 2007,29(5):143-149.
- [11] 徐珊,宋戈,王越,等. 东北粮食主产区耕地资源变化驱动机制及其对粮食产量的影响[J]. 水土保持通报, 2014,34(2):218-229.
- [12] 孔萌. 农牧交错带耕地时空动态变化特征及驱动力分析:以乌兰察布市为例[J]. 水土保持研究,2014,21(2):269-278.
- [13] 金涛. 中国粮食生产时空变化及其耕地利用效应[J]. 自然资源学报,2014,29(6):911-919.
- [14] 张国平,刘纪远,张增祥. 近 10 a 来中国耕地资源的时空变化分析[J]. 地理学报,2003,58(3):323-332.
- [15] 方修琦,殷培红,陈烽栋. 过去 20 a 中国耕地生产力区域差异变化研究[J]. 地理科学,2009,29(4):470-476.
- [16] 赵哈林,赵学勇,张铜会. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题[J]. 地球科学进展,2002,17(5):739-747.
- [17] 刘彦随,杜国明,刘阁. 黑龙江省近 30 a 来粮食生产变化及增产因素分析[J]. 农业现代化研究,2014,35(5):519-524.
- [18] 龙花楼. 中国乡村转型发展与土地利用[M]. 北京:科学出版社,2012:93-94.
- [19] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3-14.
- [20] Liu Yansui, Wang Dawei, Gao Jay, et al. Land use cover changes, the environment and water resources in Northeast China [J]. Environmental Management, 2005,36(5):671-701.
- [21] Turner II B L, Meyer W B, Skole D L. Global land use/land cover change: Towards an integrated study [J]. Ambio, 1994,23(1):91-95.
- [22] 闫慧敏,刘纪远,黄河清,等. 城市化和退耕还林草对中国耕地生产力的影响[J]. 地理学报,2012,67(5):579-588.
- [23] 宋小青,欧阳竹. 1999—2007 年中国粮食安全的关键影响因素[J]. 地理学报,2012,67(6):793-803.
- [24] 陈佑启. 我国耕地利用变化及其对粮食生产的影响[J]. 农业工程学报,2000,16(6):29-32.

(上接第 185 页)

- [9] 周立青,程叶青. 黑龙江粮食生产的时空格局及动因分析[J]. 自然资源学报,2015,30(3):491-502.
- [10] 潘佩佩,杨桂山,苏忠伟,等. 太湖流域粮食生产时空格局演变与粮食安全评价[J]. 自然资源学报,2013,28(6):931-944.
- [11] 潘佩佩,杨桂山,苏忠伟,等. 太湖流域耕地变化与粮食生产研究[J]. 长江流域资源与环境,2013,21(10):1289-1296.
- [12] 周亮,徐建刚,张明斗,等. 粮食增产背景下淮河流域农业生产效率时空变化分析[J]. 地理科学,2013,33(12):1476-1483.
- [13] 高超,姜彤,翟建青. 过去(1958—2007)和未来(2011—2060)50 a 淮河流域气候变化趋势分析[J]. 中国农业气象,2012,33(1):8-17.
- [14] 王振波,方创琳,徐建刚,等. 淮河流域空间开发区划研究[J]. 地理研究,2012,31(8):1387-1397.
- [15] 廉晓梅. 我国人口重心、就业重心与经济重心空间演变轨迹分析[J]. 人口学刊,2007,29(3):23-28.
- [16] 王晓文,田秉涛,李娟,等. 1985—2010 年福建省耕地重心时空变化研究[J]. 亚热带资源与环境学报,2014,9(2):1-9.
- [17] 肖丽群,陈伟,吴群,等. 未来 10 a 长江三角洲地区耕地数量变化对区域粮食产能的影响:基于耕地质量等别的视角[J]. 自然资源学报,2012,27(4):565-576.
- [18] 曹志东,王劲峰,高一鸽,等. 广州 SARS 流行的空间风险因子与空间相关性特征[J]. 地理学报,2008,63(9):981-993.
- [19] 高军波,周春山,王义民,等. 转型时期广州城市公共服务设施空间分析[J]. 地理研究,2011,30(3):424-436.
- [20] 谷建立,张海涛,陈家赢,等. 基于 DEM 的县域土地利用空间自相关格局分析[J]. 农业工程学报,2012,28(23):216-224.
- [21] 赵明华,王秀英. 山东省粮食安全及对策研究[J]. 中国经济与管理科学,2008,20(2):64-67.