

河南省县域粮食生产格局变化及其影响因素

薛 剑^{1,2}, 韩 娟³, 刘 玉⁴, 张凤荣¹

(1. 中国农业大学 土地资源管理系, 北京 100094; 2. 国土资源部 土地整治中心, 北京 100035;
3. 地质出版社, 北京 100083; 4. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097)

摘要: 基于 126 个县域的统计数据,运用探索性空间分析技术等方法,揭示 1980—2010 年河南省县域粮食生产的格局演化特征及其影响因素。结果表明:① 2010 年河南省粮食总产量达到 $5\,437.1 \times 10^4$ t, 县域粮食生产以上升为主并逐步向产粮大县和平原区集中;② 县域粮食生产具有明显的正相关,局域范围内的空间相关性强烈,粮食生产显著高高集聚类型区在以周口为中心的黄淮平原区聚集,显著低低集聚类型区主要分布在豫西山地丘陵区,且研究期内高高集聚、低低集聚的能力不断增强;③ 31 年间河南省粮食生产重心向东南方向偏移了 26.07 km, 县域粮食生产“东高西低”的经向差异更加明显;④ 不同时期,粮食产量空间格局的影响因素存在显著差异,随着时间的推移,耕地面积、上一期粮食产量、复种指数等的影响显著提高。

关键词: 粮食生产;时空变化;探索性空间数据分析;河南省

中图分类号: F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-2363(2013)04-0150-06

粮食安全事关国计民生,一直是全球关注的热点问题^[1]。国内外学者基于全国、流域和省域等不同尺度,从粮食总产、粮食单产、人均粮食占有量、耕地变化等方面围绕粮食生产与粮食供应安全开展了大量研究^[2-3]。宏观视角的研究表明,我国传统的“南粮北调”格局被“北粮南调”格局所取代,北方粮食生产全面超越南方^[4];粮食生产重心呈现“北进中移”的迁移态势,重心移动速率不断增大^[5];案例研究逐步由东部沿海省份和东北地区向中西部省份转移,基于县域单元的省域研究日益增多^[6-7]。这些研究为我国粮食生产布局优化、粮食发展政策制定提供了科学依据和经验借鉴。然而,现有研究往往忽视空间因素对粮食生产区域格局形成的影响,研究成果的应用性受到较大限制^[8]。随着 GIS 技术的发展,运用探索性空间数据分析法(ESDA)探讨省内县域粮食生产格局变化的研究增多^[9-10],从技术手段上支持了深层次的粮食生产空间格局研究。

河南省是我国 13 个粮食主产省份之一,也是《全国新增 1 000 亿斤粮食生产能力规划(2009—2020 年)》中确定的重点区域之一,对保障我国粮食安全、稳定粮食价格发挥着重要作用。随着《中原经济区规划(2012—

2020 年)》的出台,中原经济区正式上升为国家战略,河南省将全力打造全国“三化”协调发展的示范区。随着河南省城市化、工业化和农业产业结构调整进程的加快,耕地变化等对粮食生产的资源性约束也将日益突出。为此,本研究选取 1980,1990,2000 和 2010 年为研究断面,运用探索性空间数据分析技术、重心模型等方法,探讨河南县域粮食生产的时空动态及其驱动机制,以期对粮食生产布局优化、粮食生产政策制定提供科学的决策依据。

1 研究区概况

河南省地处我国中东部、黄河中下游,位于 31°23'N ~ 36°23'N, 110°21'E ~ 116°39'E 之间,与江苏、山东、安徽、河北、山西、陕西、湖北相邻,土地面积 16.70×10^4 km²;地势西高东低,地貌类型复杂多样;属暖温带—亚热带、湿润—半湿润季风气候,年平均气温 12.4℃ ~ 16.1℃,年均降雨量 432 ~ 1 632 mm,气候温和,无霜期较长,适宜种植多种农作物。在《农用地分等规程》(TD/T 1004—2003)中,根据热量、水分、地貌以及社会经济条件,将河南省划分为燕山太行山前平原区、冀鲁豫低洼平原区、黄淮平原区、鄂豫皖丘陵山区、豫西山地丘陵区 5 个耕作制度二级类型区(表 1)。全省共设 17 个设区市,21 个县级市,88 个县,50 个市辖区。从数据的可获得性和研究需要出发,以 2010 年为基准对行政区划单元进行修正,将各地级市辖区进行归并,如郑州市中原区、二七区、管城区、金水区、上街区、惠济区统一归并为郑州市区,最终选取 126 个单元。1980 年的粮食产量等数据由中国自然资源数据库提供,1990,2000 和 2010 年数据来源于相应年份的《河南统计年鉴》、《河南农村统计年鉴》、《河南改革开放 30 年》。

收稿日期: 2012-12-19; 修回日期: 2013-06-16
基金项目: 农业部公益性行业科研项目(200903009);中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室 2012 年度开放基金资助课题(DP173163-2012)
作者简介: 薛剑(1980-),男,河北平山县人,副研究员,博士研究生,主要从事土地整治、土地利用研究, (E-mail) xuejian2003@126.com。
通讯作者: 张凤荣(1957-),男,河北沧州市人,教授,博士生导师,主要从事土地资源调查、评价和利用规划研究, (E-mail) frzhang@cau.edu.cn。

表1 河南省耕作制度分区
Tab.1 Division of standard farming system in Henan

二级类型区	范围	复种类型
燕山太行山山前平原区	安阳市区、安阳县*、林州、汤阴县*、鹤壁市区*、淇县*、新乡市区、新乡县*、卫辉*、辉县*、获嘉县*、焦作市区*、修武县*、武陟县*、沁阳*、博爱县*、温县*、孟州*	小麦-玉米、小麦-棉花
冀鲁豫低洼平原区	濮阳市区、南乐县*、清丰县*、濮阳县*、范县*、台前县*、内黄县*、滑县*、浚县*、原阳县*、延津县*、封丘县*、长垣县*	小麦-玉米、小麦-棉花
黄淮平原区	郑州市区、中牟县、新郑、新密、巩义、登封、荥阳、开封市区、开封县*、兰考县*、杞县*、通许县*、尉氏县*、商丘市区*、民权县*、睢县*、宁陵县*、虞城县*、夏邑县*、永城*、柘城县*、周口市区、扶沟县*、太康县*、西华县*、淮阳县*、鹿邑县*、郸城县*、沈丘县*、项城*、商水县*、许昌市区*、禹州*、长葛*、鄢陵县*、许昌县*、漯河市*、临颍县*、舞阳县*、平顶山市*、汝州*、郏县*、襄城县、宝丰县、鲁山县、叶县*、舞钢、汝阳、驻马店市区*、西平县*、上蔡县*、遂平县*、确山县*、汝南县*、平舆县*、新蔡县*、正阳县*、息县*、淮滨县*	小麦-水稻、小麦-玉米、小麦-棉花
鄂豫皖丘陵山区	桐柏县*、信阳市区*、罗山县*、光山县*、新县、潢川县*、固始县*、商城县*、南阳市区*、方城县*、南召县*、西峡县*、淅川县*、内乡县*、邓州*、镇平县*、新野县*、唐河县*、社旗县*、泌阳县*	小麦-水稻、油菜-水稻、小麦-玉米、小麦-棉花
豫西山地区丘陵区	济源、洛阳市区、孟津县*、新安县、宜阳县*、伊川县*、偃师、嵩县、洛宁县*、栾川县、三门峡市区、义马、渑池县、陕县、灵宝、卢氏县	河川地一年两熟;丘陵低山二年三熟;中山区一年一熟为主

说明:带*的县(市)为粮食主产县(市)。

2 研究方法

2.1 探索性空间数据分析法

探索性空间数据分析 ESDA 是一系列空间分析方法和技术的集合,通过对事物或现象分布格局的描述与可视化探究区域属性值的分布模式和空间相对差异。空间自相关分析分为全局空间自相关和局部空间自相关分析。本研究采用 Global Moran’s I 和 Local Moran’s I 统计量进行空间关联分析^[11]。

2.2 重心迁移模型

重心迁移模型通过计算特定区域某一时段粮食产量的分布重心来描述粮食生产的时空分布格局^[5]。

$$X_j = \sum_{i=1}^n (G_{ij} \times X_i) / \sum_{i=1}^n G_{ij} \quad (1)$$

$$Y_j = \sum_{i=1}^n (G_{ij} \times Y_i) / \sum_{i=1}^n G_{ij} \quad (2)$$

$$d_m = \sqrt{(X_{j2} - X_{j1})^2 + (Y_{j2} - Y_{j1})^2} \quad (3)$$

式中: X_j, Y_j 分别表示第 j 年粮食产量的区域重心坐标; X_i, Y_i 分别表示 i 县域的重心坐标; G_{ij} 表示 i 县域第 j 年的粮食产量; d_m 为重心迁移距离 (km)。

2.3 空间回归分析法

当统计指标存在空间自相关时,残差就不再相互独立,因此,存在空间自相关的数据不适合采用普通最小二乘法 (OLS) 回归模型。将空间相互关系引入模型,对线性回归模型通过空间权重矩阵 w 进行修正的空间计量经济模型能较好的解决这一问题,其中空间滞后模型 (spatial lag model, SLM) 和空间误差模型 (spatial error model, SEM) 较为常用^[11]。

3 结果与分析

3.1 粮食生产总体特征

1980 年以来,河南省粮食产量及其在全国粮食总产量中的比例均呈现增长态势 (图 1)。2010 年全省粮食产量为 5 437.1 万 t, 是 1980 年的 2.53 倍, 年均增长率为 3.14%; 人均粮食占有量由 1980 年的 295 kg/人增加至 2010 年的 543 kg/人, 年均增长率 2.05%; 粮食产量在全国粮食总产量中的比例也呈现增长趋势, 由 1980 年的 6.88% 增加到 2000 年的 8.87%, 2001—2005 年在 9.00% 上下徘徊; 2006 年以后基本维持在 10%。

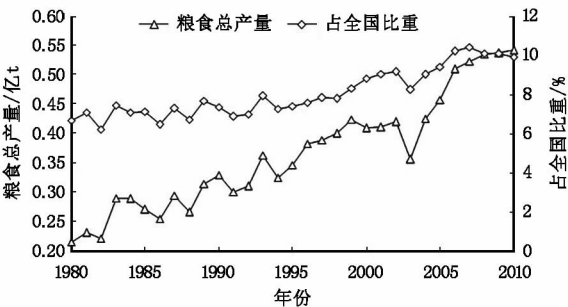


图1 1980—2010 年河南省粮食产量及其占全国比例
Fig.1 The grain yield of Henan Province and its proportion in China from 1980 to 2010

从不同耕作区的粮食产量分布看 (图 2), 黄淮平原区粮食产量所占比例最大, 1980 年以来占河南粮食总产量的 50% 以上, 31 年间比例提高了 4.43%; 冀鲁豫低洼平原区所占比例由 9.48% 提高到 12.29%; 鄂豫皖丘陵山区粮食产量比例略有下降; 燕山太行山山前平原区、豫西山地区丘陵区下降明显, 分别降低了 2.64% 和 3.70%, 河南省粮食生产向平原区集中分布的趋势明显。

1980 年粮食产量 $G_i > 30$ 万 t 的县域为 6 个, 2010 年为 81 个, 粮食产量占全省总产量的比例由 9.03% 增至 86.28%。1980—2010 年间, $G_i > 50$ 万 t 的县域由 0 个增至 60 个, 粮食产量比例增至 72.74%, 主要分布在黄淮平原区、冀鲁豫低洼平原区和鄂豫皖丘陵山

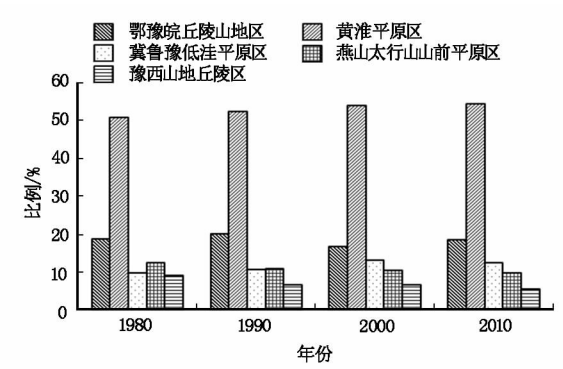


图 2 1980—2010 年河南省不同耕作区粮食产量分布

Fig. 2 Distribution of grain production in different farming system divisions in Henan Province from 1980 to 2010

地区;40 万 ~ 50 万 t 的县域由 0 个增至 7 个,县域粮食产量比例增加至 5.33%;30 万 ~ 40 万 t 的县域由 6 个增至 14 个,但县域粮食产量比例由 9.03% 下降至 8.21%,分布较分散; $G_i < 30$ 万 t 的县域个数和粮食产量比例均下降,集中分布在豫西山地区丘陵区以及鄂豫皖丘陵山地区西部。与 1980 年相比,2010 年 118 个县域粮食产量增加,其中增加量 > 45 万 t 的县域 27 个,在黄淮平原区分布密集,粮食生产向产粮大县集中;8 个县域粮食产量下降(表 2)。95 个粮食主产县 1980,1990,2000 和 2010 年粮食产量占全省粮食产量的比例分别为 81.41%,86.27%,88.01% 和 89.78%,呈逐年增加的趋势。可见,河南省县域粮食总产量呈现“东高西低”的分布格局,粮食生产向产粮大县和东部平原区集中,且随时间推移,这种分异格局愈加明显(图 3)。

表 2 1980—2010 年河南省粮食县域生产分布

Tab. 2 Distribution of counties with different grain production in Henan Province from 1980 to 2010

G_i 产量/万 t	1980 年		1990 年		2000 年		2010 年	
	县域/个	粮食产量比例/%	县域/个	粮食产量比例/%	县域/个	粮食产量比例/%	县域/个	粮食产量比例/%
≥ 50	0	0	8	13.66	23	34.70	60	72.74
40 ~ 50	0	0	14	18.13	22	23.17	7	5.33
30 ~ 40	6	9.03	29	29.92	21	17.73	14	8.21
20 ~ 30	37	41.85	30	21.97	21	12.65	21	8.73
10 ~ 20	62	43.85	29	13.50	25	9.59	16	4.27
< 10	21	5.27	16	2.83	14	2.15	8	0.71

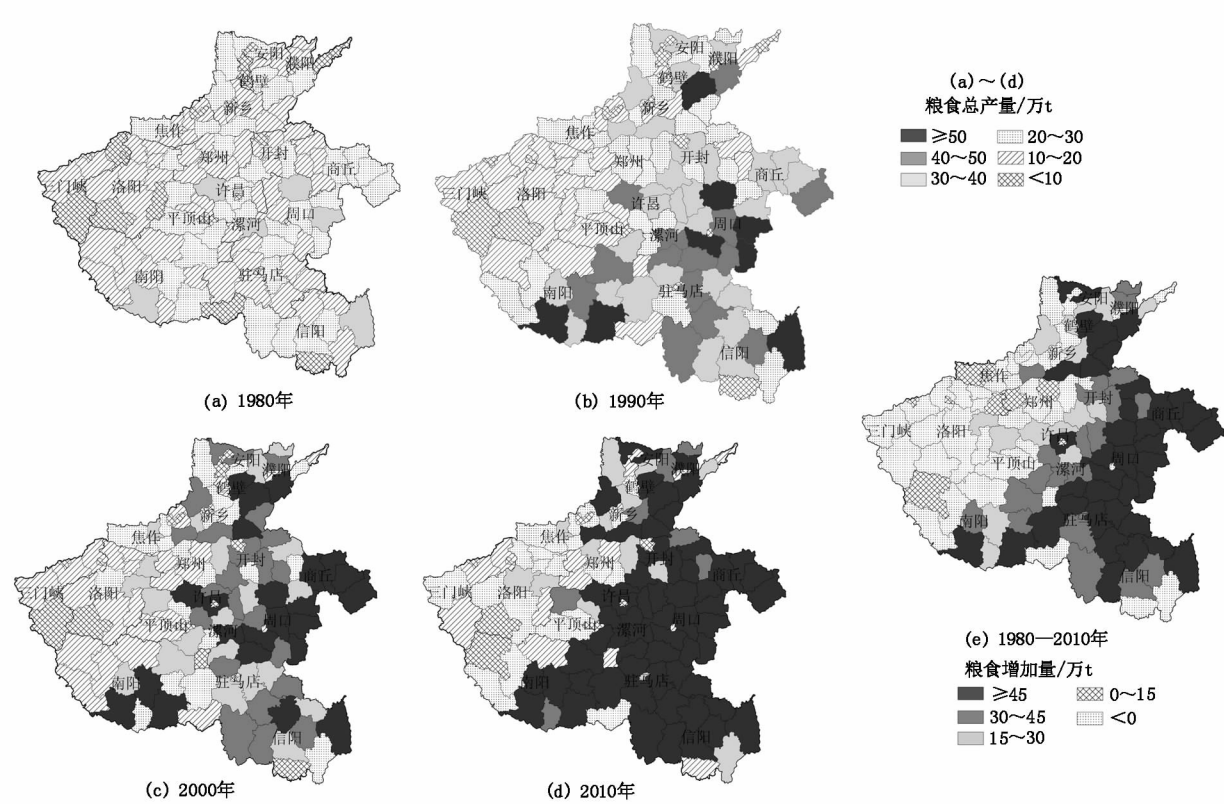


图 3 1980—2010 年河南省粮食总产量及其变化

Fig. 3 Spatial patterns of grain production and changes at county level in Henan Province from 1980 to 2010

3.2 县域粮食空间差异

采用 GeoDa 软件计算了 4 个年份县域粮食生产的全局自相关系数 Moran's *I*。整个研究期间,全局 Moran's *I* 估计值全部为正,从 1980 年的 0.142 8 增加到 2010 年的 0.422 7,总体上呈现扩大趋势。表明 1980 年以来河南省各县域粮食生产存在显著的正空间自相关特性,即粮食产量水平较高的县域趋于相邻,粮食产量水平较低的县域也趋于相邻,呈现出空间上高高集聚(H-H)、低低集聚(L-L)的集中分布。同时,随着时间的推移,这种正的空间自相关增强的趋势表明同期河南省粮食生产增长差异也存在相似的趋势。

由于 Moran's *I* 估计值是一种总体统计指标,只能显示某一区域与其周边地区空间差异的平均程度,不能全面反映区域粮食的局部空间特征及其空间关系。因此,需要借助 Moran 散点图和 LISA 聚集图进一步分析县域粮食生产的局部空间特性。根据县域粮食生产数据,得到河南省 1980,1990,2000 和 2010 年粮食生产的 Moran 散点图,统计出在 $p = 0.05$ 显著性水平下的 4 种空间联系类型的县域数。31 年间,位于 H-H 和 L-L 象限的县域数量由 75 个增至 97 个,1980,1990,2000 和 2010 年位于 H-H 和 L-L 象限的县域分别占县域总数的

59.5%,70.6%,73.8%和 77.0%,位于 H-H 象限的县域粮食产量分别占河南省粮食总产量的 54.2%,59.0%,58.7%和 61.8%,表明河南省粮食生产的局部空间自相关显著,且集聚能力不断增强。

将 Moran 散点图与 LISA 显著性水平相结合,绘制 $p = 0.05$ 显著性水平下的 Local Moran's *I* 图,进一步分析河南省县域粮食生产的空间自相关程度及其演化过程(图 4)。① 显著的 H-H 类型区在研究期内有一定变化。1980 年,H-H 类型区主要分布在周口、南阳和许昌。随着时间推移,以周口为核心的 H-H 类型区呈现“北进南扩”的趋势,范围明显扩大,其他的呈现分散分布且不稳定。该区位于黄淮平原区,是全国重要的粮食产区,光热水土资源匹配较好,农业基础设施较为完善,农用地综合生产能力较高。② 显著的 L-L 类型区在洛阳、三门峡和南阳西北部呈现面状分布,并逐步向平顶山和郑州扩展。该类型区处于豫西山地丘陵区,地势起伏度较大,水土流失较为严重,耕地地力差,农田基础设施建设滞后,耕地综合生产能力低。③ 显著的低高(L-H)类型区和显著的高低(H-L)类型区分布的县域较少,规律性不甚明显。

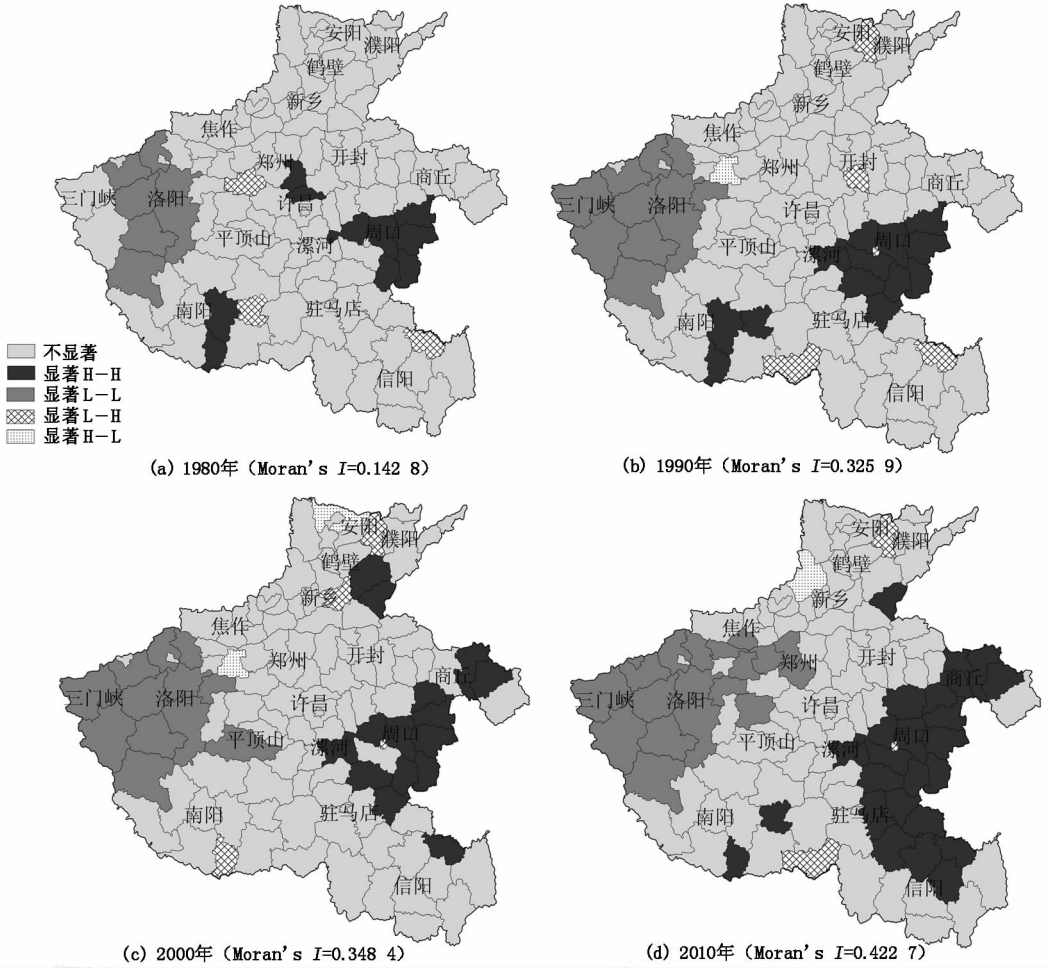


图 4 1980—2010 年河南省县域粮食产量的 LISA 聚集图

Fig. 4 LISA cluster map for grain production at county level from 1980 to 2010 in Henan Province

3.3 粮食生产重心变化

利用公式(1)~(3)计算出河南省4个研究年份的粮食生产重心,河南省粮食生产重心在许昌县和鄢陵县境内移动。2010年与1980年相比较,向东南方向偏移了26.07 km,经向移动距离远大于纬向移动距离。这主要是由于河南东部的黄淮平原区粮食生产占全省的比例较高,且呈现增加趋势,而豫西山地丘陵区粮食生产比例持续下降,共同造成了河南省粮食生产重心向东南方向偏移。重心模型的分析结果与空间自相关分析的结果一致,即河南省粮食生产集中于黄淮平原区,表现出一定的空间集聚性。

3.4 粮食生产空间格局变化的驱动机制

影响粮食生产空间格局变化的主要因素包括自然

因素和经济社会投入因素。基于现有研究成果^[9,12],并咨询相关领域的专家,本研究选择了农林牧渔业劳动力、农业机械总动力等12个主要因素;鉴于河南省县域粮食生产存在较强的空间自相关性,因此,利用126个县域粮食产量数据与12个主要影响因素进行空间回归分析。初步计算结果显示:3个年份SLM和SEM模型的拟合系数均高于经典回归模型,且以SEM的拟合系数最高,因此,以1980年的县域粮食生产为基础,以SEM模型的估计结果,分析1990、2000和2010年县域粮食生产格局演化的影响因素(表3)。

由表3可知,1990年化肥投入量、农村居民人均纯收入、农林牧渔劳动力是影响县域粮食产量格局的主要因素;2000年演变为农林牧渔业劳动力、复种指数、种植

表 3 空间残差回归分析结果
Tab.3 Estimated results of SEM in 1990, 2000 and 2010

模型变量	1990 年		2000 年		2010 年	
	回归系数	标准误差	回归系数	标准误差	回归系数	标准误差
常数项	0.164 ***	0.043	-0.233 ***	0.046	-0.098 **	0.040
农林牧渔业劳动力	0.137 ***	0.030	0.046 **	0.053	-0.036 ***	0.049
复种指数	-0.030	0.030	0.112 ***	0.036	0.139 ***	0.051
种植结构	0.001	0.034	0.197 ***	0.037	0.118 **	0.042
灌溉面积比率	0.030	0.018	0.137 ***	0.033	0.130	0.054
农用机械总动力	0.048	0.032	0.212 ***	0.059	-0.044	0.049
化肥投入量	0.909 ***	0.037	-0.090 **	0.061	0.043	0.047
农药投入量	0.007	0.026	-0.019	0.046	-0.013	0.035
人均 GDP	-0.044	0.036	0.004	0.049	0.059	0.056
产业结构	0.037	0.026	-0.046	0.037	-0.089 **	0.037
耕地面积	-0.033	0.036	0.453 ***	0.103	0.509 ***	0.080
前期粮食产量	0.047	0.036	0.446 ***	0.069	0.486 ***	0.050
农村居民人均纯收入	-0.569 ***	0.035	-0.023	0.039	-0.042	0.037
空间参差参数 SEM	-0.022 ***	0.133	0.456 ***	0.102	0.177 ***	0.124

说明:***, **, * 分别表示在1%,5%,10%的概率水平下显著。种植结构是指粮食作物播种面积/农作物播种面积;县域产业结构指第二三产业增加值占地区生产总值的比例;前期粮食总产量是指相对于研究年份的上一期产量,例如对于1990年,前期粮食总产量是指1980年的粮食产量。

结构、灌溉面积比率、农用机械总动力、化肥投入量、耕地面积和前期粮食产量等多个因素共同影响的特征;2010年,耕地面积和前期粮食产量的回归系数分别提高到0.509和0.486,农林牧渔业劳动力对粮食产量的影响由正向显著转化为负向显著,表明农林牧渔业劳动力的过剩阻碍了粮食生产的进一步提高;2010年,产业结构对粮食生产的影响为负,且通过显著性检验,表明非农产业的快速发展对粮食生产的负面影响已经显现。总体而言,随着粮食播种面积单产提升幅度的降低,粮食总产格局更多地依赖于耕地面积、复种指数和种植结构,农药、化肥等的投入因素的影响作用逐渐降低。

4 结论与讨论

1)研究期内河南省粮食总产量及其在全国粮食产量中的比例增加,粮食生产向产粮大县、黄淮平原区集

中;粮食生产重心东南方向偏移了26.07 km,粮食生产“东高西低”的态势更加显化。

2)1980—2010年河南省县域粮食生产具有明显的正相关性,全局空间自相关系数增加,粮食生产存在显著的空间聚集分布;1980,1990,2000和2010年位于H-H和L-L象限的县域分别占总单元数的59.5%,70.6%,73.8%和77.0%,局部集聚格局显著,集聚能力不断增强;显著H-H类型区主要分布在周口、南阳和许昌,显著L-L类型区在洛阳、三门峡和南阳西北部呈现面状分布。

3)前期粮食产量、耕地面积、复种指数和种植结构等对河南粮食生产格局的影响日益提高,而农林牧渔劳动力、化肥投入、农药投入等的影响不显著或者呈现负影响。在现阶段,稳定耕地面积并适当提高复种指数和粮食作物比例,优化化肥、农药等的投入结构,是提高粮

食产量的重要途径。

4) 本研究采用空间分析和空间回归分析等方法,揭示了1980—2010年河南省县域粮食生产的时空演化特征,并初步分析了粮食生产时空演化的驱动机制。受数据资料和文章篇幅的限制,本研究在指标选取上未考虑温度、降水等气候因素;只是概略地分析了投入要素的数量,而对要素投入质量和结构的分析明显不足。因此,针对不同类型区选取典型县域,综合考虑气温、降水等自然因子,深入研究要素投入数量、质量、结构等对粮食产量的影响,是下一步亟需研究的重要方向。

参考文献:

[1] 解宗方,张伟. 提高河南省粮食综合生产能力的战略途径[J]. 农业现代化研究,2011,32(4):395-399.

[2] 解宗方,张伟,滕永忠. 基于资源潜力开发的粮食增产途径——以河南省为例[J]. 地域研究与开发,2012,31(5):126-130.

[3] 辛良杰,李秀彬,谈明洪. 中国区域粮食生产优势度的演变及分析[J]. 农业工程学报,2009,25(2):222-227.

[4] 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):1-6.

[5] 刘彦随,翟荣新. 中国粮食生产时空格局动态及其优化策略探析[J]. 地域研究与开发,2009,28(1):1-5.

[6] 李裕瑞,刘彦随,龙花楼. 江苏省粮食生产时空变化的影响机制[J]. 地理科学进展,2009,28(1):125-131.

[7] 石淑芹,陈佑启,姚艳敏,等. 东北地区耕地变化对粮食生产能力的影响评价[J]. 地理学报,2008,63(6):574-586.

[8] 杨春,陆文聪. 基于空间计量经济模型的县域粮食生产区域格局研究[J]. 农业技术经济,2010(5):24-29.

[9] 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] 叶长盛,朱传民. 江西省县域粮食生产地域格局变化研究[J]. 农业现代化研究,2011,32(3):315-319.

[11] 王法辉. 基于GIS的数量方法与应用[M]. 姜世国,滕骏华,译. 北京:商务印书馆,2009.

[12] 贺振. 河南省粮食生产动态变化及驱动机制分析研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(6):6-9.

Spatio-temporal Dynamic Change and Its
Influencing Factors of County-level Grain Production in Henan Province

Xue Jian^{1,2}, Han Juan³, Liu Yu⁴, Zhang Fengrong¹

(1. Department of Land Resources Management, China Agricultural University, Beijing 100094, China; 2. Land Consolidation and Rehabilitation Center, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China; 3. Geological Publishing House, Beijing 100083, China; 4. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China)

Abstract: Taking the 126 counties (including counties, cities and municipal districts) as the study object, an integrated approach combining exploratory spatial data analysis(ESDA) method with GIS technology was used to analyze spatio-temporal dynamic changes of county-level grain production from 1980 to 2010 in Henan Province. The main results are as follows: Firstly, the amount of grain production was increased to $5\,437.1 \times 10^4$ t in 2010; grain production in 118 counties showed an upward trend and gradually concentrated in the plain area. Secondly, county-level grain production showed a positive spatial autocorrelation pattern. By the LISA analysis, the counties of “High-High” type gathered in Huang-Huai plain, while the counties of “Low-Low” type gathered in western Henan mountainous and hilly areas. The significant local spatial clustering pattern was showed and regional segment of grain production became more and more evident. Thirdly, the center of county-level grain production shifted 26.07 km to the east-south direction in 30 years, and the “high-east and low-west” distribution pattern of county grain production was further strengthened. Lastly, the factors that affected regional pattern of grain production were significantly different, and the significance of the main factors as cultivated land area, grain production in former term, multiple cropping index and planting structure were enhanced as time went by.

Key words: grain production; spatio-temporal dynamic change; exploratory spatial data analysis; Henan Province