

李文华,周倩,陈永强. 农业产业集聚与碳排放:我国省际层面的实证分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):436-441.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.24.111

农业产业集聚与碳排放:我国省际层面的实证分析

李文华¹,周倩¹,陈永强²

(1. 重庆工商大学经济学院,重庆 400067; 2. 重庆工商大学长江上游经济研究中心,重庆 400067)

摘要:从农业产业集聚视角,基于环境库兹涅茨曲线(EKC)分析框架,选取1999—2015年全国31个省(市、区)相关数据,分析农业产业集聚与碳排放的具体函数关系,同时结合莫兰(Morans' I)指数、空间自相关(SAR)及空间误差(SEM)等模型,探讨农业碳排放的基本事实及影响因素。得出如下结果:(1)产业集聚与农业碳排放之间存在明显倒“U”形关系;(2)农业碳排放具有较强的空间集聚特征;(3)产业集聚、政府宏观调控加速了东、中部农业碳排放,耕地利用效率降低了东、中部碳排放,经济发展提高了全国农业碳排放。可以发现我国农业总体处于粗放式发展阶段,据此提出合宜进行农业产业集聚、优化产业结构及提高农业科技投入等降低农业碳排放的具体建议。

关键词:产业集聚;农业碳排放;空间面板模型;影响因素

中图分类号:F323 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)24-0436-06

我国自实行家庭联产承包责任制以来,农业获得了极大的发展,不仅实现了以不到世界10%的耕地成功养活了占世界20%多的人口,而且满足了经济迅速发展工业化、城镇化对农业的需求。自2004年以来连续14年的中央一号文件都将“三农”问题放在国家战略的突出位置,尤其是2017年的中央一号文件旗帜鲜明地提出农业供给侧结构性改革,促进农业农村发展由过度依赖资源消耗、主要满足量的需求,向追求绿色生态可持续、更加追求质的需求转变。工业发展带来的污染显而易见,但农业发展产生的环境问题较易忽视。有鉴于此,本研究探讨农业产业污染状况及应对策略。

与此同时,党的十九大提出农业要适度地进行规模经营,产业集聚作为农业规模经营的重要途径一方面通过技术创新提高产业的生产效率,外部产业与相关产业通过学习效应与模仿效应增强产业关联能力;另一方面,上、中、下游产业形成

一体化发展格局,上游产业的竞争优势会通过扩散效应向下游产业转移。产业集聚与农业碳排放之间存在辩证统一的关系,在产业集聚的初期阶段,由于内部结构不合理带来拥挤效应,对环境产生负外部性;当产业集聚程度达到成熟,通过技术革新并合理分配基础设施、生产资料、劳动力等资源可以降低环境污染。因此,探讨产业集聚下的农业环境污染状况具有重要的理论及实践意义。

1 文献综述

自从技术创新和竞争力角度对产业集聚研究以来,产业集聚理论迅速在制造业、服务业等领域得以应用,随着农业产业化、集约化、规模化迅速发展,农业产业集聚理论亦得到政府和相关专家的重视^[1]。农业产业集聚的形成有其内在动因,农业技术创新^[2]、农户集聚^[3]、资源禀赋^[4-5]等因素是促使农业产业集聚的重要原因。农业产业集聚优势明显,卢凌霄等从农业产业规模化角度出发,认为农业产业集聚能够实现农业规模经济,推动农业持续快速发展^[6]。相关学者积极探索农业产业集聚形成路径,其中乔金杰等认为城乡收入差距的缩小是实现农业产业集聚的重要因素^[7];李丰玉等通过层次分析法(AHP)分析得出,产业创新及对资源禀赋的整合

收稿日期:2018-01-22

基金项目:教育部人文社会科学重点研究基地项目(编号:16JJD790063);

教育部人文社会科学一般项目(编号:14YJA790076);重庆工商大学研究生创新型科研项目(编号:yjsexx2018-060-39)。

作者简介:李文华(1990—),男,山东巨野人,硕士研究生,主要从事涉农产业经济学研究。E-mail:1635941055@qq.com。

意乐园等国家级和省级品牌。

3.5 扩大宣传,提升休闲农业项目在消费者心目中的美誉度

提升休闲农业项目在消费者心目中的美誉度仅靠口口相传是不够的,在发展休闲农业的过程中要重视休闲农业的市场推广和信息发布,充分利用电视、报刊、网络等各种媒体,采用多种渠道、多种形式大力宣传本地区的休闲农业基地和休闲农业项目^[5],让广大消费者了解并熟悉所在区域的休闲农业项目,当有休闲方面消费需求的时候能够第一时间想起这些休闲农业项目,并达成消费的目的。

参考文献:

[1]农业部关于公布2017年全国休闲农业和乡村旅游示范县(市、

区)的通知[Z/OL]. (2017-11-28)[2018-04-15]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/XZQYJ/201711/t20171128_5922191.htm.

[2]邹建丰. 江苏今年起实施“12311”计划 培育百个农业特色小镇[N]. 新华日报,2017-05-31.

[3]饶河县政协. 关于我县休闲观光农业发展建设的几点建议[EB/OL]. (2016-12-20)[2018-04-14]. <http://www.hlraohe.gov.cn/viewnews.jsp?newsid=13366492>.

[4]江苏省委. 休闲观光农业成为农业农村发展新引擎[N]. 新华日报,2018-02-26.

[5]刘志平. 关于促进休闲农业发展存在的问题及建议[EB/OL]. (2017-05-02)[2018-04-14]. <http://www.fdrenda.gov.cn/display.asp?id=16430>.

是促使休闲农业产业集聚的重要因素^[8];许煊等分析了湖南省 6 个农业产业集聚状况,认为合理的农产品加工企业数量、技术进步的提高是形成农业产业集聚的重要原因^[9]。

环境库兹涅茨曲线(EKC)自提出后,广泛应用于人均收入与环境污染之间的关系^[10],即经济发展水平较低时,环境污染随经济增长而加剧,当经济发展到达一定水平后有利于缓解环境污染,所以经济发展与环境污染呈现倒“U”形曲线关系。此后广泛应用于国民经济的具体行业,但以工业研究居多。多数研究认为环境污染与经济增长呈现传统的倒“U”形特征^[11-12],随着经济发展及研究内容推进,一些专家学者提出环境污染与经济增长之间并不完全是倒“U”形关系,涌现了二者之间的交互影响关系^[13]、正“U”形关系^[14]、“N”形关系^[15-16]等新的发展趋势。对环境库兹涅茨曲线研究并不单纯集中于经济发展对环境污染的影响,以农业为例,其中胡中应等建立产业集聚对农业碳排放关系的面板数据模型,结果表明,产业集聚对农业碳排放呈现先增后减的倒“U”形特征^[17]。

随着对农业碳排放研究进程推进,农业碳排放影响因素研究也取得了一定成果。其中董明涛利用灰色关联分析方法,认为农业产业结构与碳排放存在关联效应,而具体行业对碳排放影响程度不同^[18];王太祥等利用对数平均迪氏分解(LMDI)方法测算农业碳排放影响因素,其中生产效率提高、农业产业结构及劳动力因素有效实现了碳减排,而经济发展助长了农业碳排放^[19];李国志等采用 Kaya 分解法对影响农业碳排放的因素进行分解,同样认为经济增长是农业碳排放增长的重要因素,技术进步有利于减少碳排放但随机性较大^[16]。黄琳庆等通过结构方程(SEM)模型对全国及东、中、西部地区进行实证检验的基础上,得出科技进步不仅能够降低农业碳排放而且能够显著促进经济水平提高的结论^[20]。高标等采用可拓展的随机性的环境影响评估(STIRPAT)模型分析吉林省农业碳排放影响因素,认为人口总数、人均 GDP、农业投资及机械设备使用等因素加快了农业碳排放^[21]。

已有文献对农业产业集聚与农业碳排放研究具有一定进展,但成果不多,尤其是没能深入分析两者内在机制。基于此,本研究从以下方面进行改进与创新:第一,根据环境库兹涅茨曲线模型,从全国视角分析农业产业集聚与农业碳排放之间的具体函数关系;第二,建立莫兰(Morans' I)指数分析农业碳排放是否存在空间集聚效应,并以农业产业集聚作为核心解释变量,加入经济发展水平、政府宏观调控、对外贸易、产业结构等具体因素,建立空间自回归(SAR)与空间误差模型(SEM)从东、中、西部分析农业碳排放影响因素。

2 模型设定与变量选取

2.1 模型选择

在分析产业集聚等因素对农业碳排放影响之前需要对产业集聚与农业碳排放进行核算,由于本研究以产业集聚视角分析农业碳排放影响因素,因此将环境库兹涅茨曲线(EKC)纳入分析。然后建立 Morans' I 指数进一步分析各省、市、自治区农业碳排放是否存在空间集聚效应,最后通过空间自回归模型(SAR)及空间误差模型(SEM)分析影响农业碳排放的具体因素。

2.1.1 农业产业集聚的测算 对产业集聚的测算主要有行业集中度、基尼系数、空间集聚指数、区位熵等方法,本研究考虑到数据的可得性及研究意义,采取区位熵(LQ)衡量农业产业集聚程度。区位熵是指某地区产业结构与全国平均水平的差距,测度地区特定产业的专业化水平,反映该产业的集聚程度,表示为

$$LQ_{ij} = \frac{e_{ij}/e_i}{E_j/E} \quad (1)$$

式中: LQ_{ij} 表示*i*地区*j*产业的区位熵; e_{ij} 与 e_i 分别表示*i*地区*j*产业产值与*i*地区总产值; E_j 与 E 分别表示全国农业产值与全国 GDP。

2.1.2 农业碳排放的测算 农业碳排放主要由化肥、农膜、柴油、农药、灌溉、翻耕 6 个来源构成,用碳排放量乘以各自碳排放系数即为农业碳排放总量,计算公式如下:

$$E = \sum E_i = \sum T_i \delta_i \quad (2)$$

式中: E 为农业碳排放量; E_i 为各种碳源的碳排放量; T_i 为各种碳源的排放量; δ_i 为各种碳排放系数,其数值大小及来源见表 1。

表 1 农业碳排放源、系数及来源

碳排放源	碳排放系数	参考文献
化肥	0.895 6 kg/kg	[22]
农膜	5.180 0 kg/kg	[23]
柴油	0.592 7 kg/kg	[23]
农药	4.934 1 kg/kg	[24]
灌溉	20.476 0 kg/hm ²	[25]
翻耕	312.600 0 kg/hm ²	[24]

2.1.3 环境库兹涅茨曲线(EKC)模型 环境库兹涅茨曲线(EKC)于 1991 年首次提出以后,广泛应用于经济增长与环境污染关系的各行各业,普遍研究认为经济增长与环境污染之间存在倒“U”形关系,即经济发展的前期,环境污染随经济发展呈上升趋势,但当达到最高点之后,经济增长有利于改善环境状况。近些年关于环境与经济增长关系的研究并不单纯认为两者之间存在倒“U”形关系,根据研究方向、涉及行业不同,提出了“U”形、“N”形、倒“N”形等关系曲线。并且对碳排放的研究并不单纯考察经济增长对环境污染的关系,还涉及到产业结构^[26]、产业转移^[27]、产业集聚^[28]等内容。借鉴胡中应等对农业产业集聚和碳排放的倒“U”形关系,将二者纳入分析框架建立计量模型如下^[17]:

$$E = \beta_0 + \beta_1 lq + \beta_2 lq^2 + \varepsilon_{i,t}; \quad (3)$$

$$E = \beta_0 + \beta_1 lq + \beta_2 lq^2 + \beta_3 lq^3 + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

式中: E 代表环境污染状况,以农业碳排放表示; lq 代表产业集聚水平,以农业区位熵计算结果衡量,并对其取平方项和立方项以衡量曲线关系; β 为回归系数; $\varepsilon_{i,t}$ 为随机误差项。模型(3)、(4)可以得出以下 4 种对应关系:

(1)当 lq 、 lq^2 与 E 之间具有显著关系,且 $\beta_1 < 0$ 、 $\beta_2 > 0$ 表明农业产业集聚与碳排放之间存在“U”形关系,环境状况随着产业集聚程度得到改善,达到一定程度后呈现恶化状态;当 lq 、 lq^2 与 E 之间具有显著关系,且 $\beta_1 > 0$ 、 $\beta_2 < 0$,表明经济增长与产业集聚之间存在倒“U”形关系,环境状况随着产业集聚的发展呈现恶化态势,达到顶点之后得到改善。

(2)当 lq 、 lq^2 、 lq^3 与 E 之间具有显著关系,且 $\beta_1 < 0$ 、 $\beta_2 >$

$0, \beta_3 < 0$, 表明经济增长与产业集聚之间呈“N”形曲线关系, 环境状况随着产业集聚先恶化再改善, 最后又恶化的发展趋势; 当 lq, lq^2, lq^3 与 E 之间具有显著关系, 且 $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 > 0$, 表明经济增长与产业集聚之间呈倒“N”形关系, 环境状况随着产业集聚先改善后恶化, 随后再次得到改善的发展趋势。

2.1.4 空间自相关模型 为了进一步探究农业碳排放之间是否存在空间集聚效应, 运用全局空间自相关指数 Moran's I 对农业碳排放空间相关性进行检验。Moran's I 指数定义如下, 其中 $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$ 为样本方差; $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$; Y_i 表示 i 地区的碳排放值; n 表示地区数量; W_{ij} 为空间权重矩阵的 (i, j) 元素, 当地区相邻时 W_{ij} 取值为 1, 当地区不相邻时 W_{ij} 取值为 0。

$$\text{Moran's I} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y}) (Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (5)$$

Moran's I 指数范围是 $[-1, 1]$, 当取值大于 0 表示正自相关, 即高值与高值相邻、低值与低值相邻, 取值越大空间自相关性越强, 若数值小于 0 表示负相关, 即高值与低值相邻, 这种情况较少出现; 当数值接近于 0 时, 说明空间区域呈现随机分布。

2.1.5 空间面板数据模型 空间计量模型相对传统面板模型的优势在于考虑空间地理的相互作用, 由于农业碳排放存在空间上存在相关性, 并且全国各省及东、中、西部地区碳排放存在差异, 因此将空间因素考虑其中。根据空间中的不同冲击途径, 主要有 2 种模型: 空间自回归模型 (SAR) 与空间误差模型 (SEM)。

在建立空间计量模型之前需要对空间距离进行界定, 记 n 个区域的空间数据为 $\{x_i\}_{i=1}^n$, i 表示区域, 记区域 i 和区域 j 之间的空间距离为 w_{ij} , 则空间权重矩阵可以定义为

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

其中主对角线上的元素 $w_{ij} = 0 (i = 1, 2, \dots, n)$, 最常用的空间权重矩阵是邻接矩阵, 也就是说如果区域 i 和区域 j 有共同的边界, 则权重为 1, 否则为 0, 本研究正是采用的邻接矩阵。

除农业产业集聚 (LQ) 外, 农业碳排放还受到其他一些因素的影响, 如经济发展水平 (GDP)、政府宏观调控 (GC)、对外贸易 (FT)、耕地利用效率 (CE)、城市化水平 (UL)、农业产业结构 (PS) 与畜牧业产业结构 (AS)、耕地经营规模 (LS) 等, 为了消除异方差对分析结果的影响, 对所有变量取对数处理, 分别以 $\ln LQ$ 、 $\ln GDP$ 、 $\ln GC$ 、 $\ln FT$ 、 $\ln CE$ 、 $\ln UL$ 、 $\ln PS$ 、 $\ln AS$ 、 $\ln LS$ 表示, 其中以农业产业集聚为核心解释变量。

空间自回归模型也叫作空间滞后模型 (SLM), 主要分析某地区对周围地区是否存在溢出效应, 本研究根据研究内容, 具体模型构建如下:

$$E_{it} = \rho W_y + X_1 \ln LQ_{it} + X_2 \ln GDP_{it} + X_3 \ln FT_{it} + X_4 \ln GC_{it} + X_5 \ln CE_{it} + X_6 \ln UL_{it} + X_7 \ln PS_{it} + X_8 \ln AS_{it} + X_9 \ln LS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

相比空间自回归模型, 空间误差模型的空间作用主要体现在误差项中, 其具体的数学表达式为

$$E_{it} = X_1 \ln LQ_{it} + X_2 \ln GDP_{it} + X_3 \ln FT_{it} + X_4 \ln GC_{it} + X_5 \ln CE_{it} + X_6 \ln UL_{it} + X_7 \ln PS_{it} + X_8 \ln AS_{it} + X_9 \ln LS_{it} + \mu_{it}, \quad (8)$$

其中 $\mu_{it} = \lambda W_z + \varepsilon_{it}$ 。

式中: E_{it} 是 i 省在 t 年的农业碳排放, ρ 为空间自回归系数, W_y 是空间滞后系数, X 为自变量回归系数, ε_{it} 为随机误差项, μ_{it} 为正态分布的扰动项。

2.2 数据来源及变量选取

选取 1999—2015 年相关数据, 其中农业产值、进出口产值、地区 GDP 等以 1999 年为基期进行平减; 相关数据均来自《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业统计年鉴》《新中国 60 年统计资料汇编》《中国人口和就业统计年鉴》及各省统计年鉴。根据传统区域及经济发展水平等内容划分方法, 将全国分成东、中、西部, 其中东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南 11 个省份, 中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南 8 个省份, 西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆 12 个省份。

其中农业产业集聚 (LQ) 以区位熵表示。产业集聚对农业碳排放的影响具有不同的结果, 在经济发展的早期阶段由于农业内部集聚不合理, 导致拥挤效应的产生; 随着集聚程度的提高及农业产业结构合理化则会产生正的环境外部性。

经济发展水平 (GDP) 以农村居民人均收入表示, 单位为元。在农村居民低收入阶段, 农业处于粗放型生产方式, 经济效率低下; 当经济水平有了一定程度的提高, 则会伴随着农药、化肥等生产资料的大幅度使用, 在一定程度上会带来农业收入的提高, 但却会导致环境质量的下降; 只有政府、农业部门及农民自身意识到农业发展带来环境恶化、危及人类自身健康时, 经济的发展才会降低农业碳排放。但目前我国农业仍然处于粗放型发展阶段。

政府宏观调控 (GC) 以农业财政支出与财政总支出的比值表示。农业财政支出能够看出政府对农业的重视程度, 当政府大力支持农业发展时, 农业财政支出会随之增加; 农业财政支出的增加会使农业朝着集约化、机械化、科学化方向发展, 影响农业碳排放水平。

对外贸易 (FT) 以进出口总额与地区 GDP 的比值表示。随着经济全球化的迅速发展, 农业贸易在国际上的往来也更加密切, 而对农产品出口质量的要求相对较高, 只有优质、健康、绿色无公害的农产品才能在国际上受到欢迎, 因此对外贸易在一定程度上推动农产品的绿色发展, 降低农业碳排放。

耕地利用效率 (CE) 以种植业产值与农业投入资源量的比值表示, 其中种植业产值单位为万元, 在农业投入中以化肥、塑料薄膜、柴油、农药为主, 并且这些内容都会带来环境的恶化, 因此以这 4 项内容作为资源投入量, 单位以 t 表示。耕地利用效率的提高说明更少的资源使用量能够带来更大的经济效益。

城市化水平 (UL) 以城镇人口与总人口的比值表示。近年来城镇化的提高促使人们追求高质量的生活方式, 反映在农业领域则要求农产品的清洁化、无害化, 因此城市化水平的提高在一定程度上促使农业降低碳排放。

产业结构由种植业产业结构 (PS)、畜牧业产业结构 (AS) 2 方面内容构成, 分别以种植业、畜牧业产值占农业总

产值的比重表示。原因在于农业领域只有种植业与畜牧业的生

产会带来环境污染,因此对这 2 项内容进行具体分析。
耕地经营规模(1S)用每个农业从业人员经营的耕地面积表示,耕地经营规模的提高说明更少的农业劳动力投入经营更多的种植面积。我国目前农业处于规模报酬递增阶段,不同的农业经营规模会对农业碳排放产生不同的影响。

3 实证检验与结果分析

3.1 产业集聚与农业碳排放的 EKC 关系

首先对模型(3)、(4)分别作 Hausman 检验,以对面板数据采取固定效应或是随机效应模型进行选择。Hausman 检验的基本原理:原假设 H_0 为随机效应模型,备择假设 H_1 为固定效应模型,在原假设成立的情况下,服从自由度为 k 的卡方分布。利用 Eviews 8.0 软件对上述 2 个模型进行检验,结果见表 2。

表 2 Hausman 检验结果

模型	卡方统计量	概率 P 值	模型	卡方统计量	概率 P 值
(3)	20.97	0.000 0	(4)	20.48	0.000 1

从检验结果可以看出,模型(3)、(4)概率 P 值都很小,在 0.01 水平上显著,卡方统计量分别是 20.97、20.48,因此拒绝

表 3 农业产业集聚与碳排放关系的检验

模型	c	lq	lq^2	lq^3	R^2
模型(3)	-151.72 ** (-2.31)	553.15 *** (5.67)	-98.03 *** (-2.98)	—	0.96
模型(4)	198.14 * (1.83)	-384.74 (-1.58)	650.48 *** (3.81)	-184.83 *** (-4.67)	0.96

注:括号内为 t 统计量,*、**、*** 分别表示在 0.1、0.05、0.01 水平上显著,下表同。

表 4 1999—2015 年我国农业碳排放全域 Moran's I 指数

年份	Moran's I	年份	Moran's I
1999	0.284 *** (0.003)	2008	0.276 *** (0.002)
2000	0.297 *** (0.002)	2009	0.258 *** (0.003)
2001	0.287 *** (0.001)	2010	0.254 *** (0.004)
2002	0.294 *** (0.001)	2011	0.245 *** (0.005)
2003	0.293 *** (0.001)	2012	0.238 *** (0.006)
2004	0.286 *** (0.001)	2013	0.235 *** (0.006)
2005	0.280 *** (0.002)	2014	0.198 ** (0.016)
2006	0.278 *** (0.002)	2015	0.186 ** (0.021)
2007	0.283 *** (0.001)		

注:括号内为概率 P 值。

由表 4 可知,1999—2015 年我国农业碳排放 Moran's I 指数在 0.18~0.30 之间波动,并且所有年份碳排放空间自相关均在 5% 的水平下显著,因此农业碳排放具有较强的空间集聚特征。由于邻近省份在农业种植、养殖等活动中联系密切,通过交流和学习效应在提高本省农业发展的同时,农业生产方式和结构也达到了趋同。邻近省份具有相似的农业经济发展基础和文化认同,当某省份在追求农业绿色发展阶段时,必定会对相邻省份产生模仿效应,促使相邻省份进行农业绿色发展;相反当某省份在农业中大量使用农药、化肥等进行粗放式生产时,也会对相邻省份产生影响。

同时可以看出,1999—2002 年 Moran's I 指数值较大,并存在小幅度波动特征,但自 2002 年之后 Moran's I 指数值便呈现逐年降低的趋势,说明自相关程度减弱。地域性农业生产方式、生产结构的影响越来越弱,通过农业科技创新可以在

随机效应的原假设,采取固定效应模型。

由表 3 可知,模型(3)中农业产业集聚、平方项均在 0.01 水平上显著,但是在加入立方项的模型(4)中,虽然农业产业集聚立方项(lq^3)在 0.01 水平上显著,但是农业产业集聚却不显著,因此仍然要采用模型(3)分析结果,其中 $\beta_1 > 0$ 、 $\beta_2 < 0$,因此农业产业集聚也与碳排放之间存在倒“U”形关系,这与胡中应等的分析结果^[17]相同。目前考察农业产业集聚与环境污染关系的研究并不多,得出这种倒“U”形关系原因可能在于,在农业形成产业集聚的初始阶段,由于不能很好地利用机械、灌溉、农药、人力等生产资料,会带来集聚情况下的拥挤效应,导致环境状况恶化;在集聚水平达到一定程度、内部形成合理的工作机制之后,农户在农业种植、养殖等生产活动中会合理利用基础设施、公共资源,提高内外部规模经济,降低农业环境污染水平。

3.2 空间相关性检验

在运用空间面板模型计量碳排放影响因素之前需要对碳排放进行空间相关性检验,以验证碳排放之间是否存在空间集聚效应。本研究运用 Stata 14.0 软件,构建空间权重矩阵,计算碳排放全域 Moran's I 指数,分析空间自相关水平,具体结果见表 4。

一定程度上改变农业生产,在保证水源和温度的情况下北方地区可以种水稻,同样南方地区也可以种植棉花等经济作物;各地区的联系逐渐加强,地域性限制越来越弱,随着交通、通讯等技术发展,地区间逐渐打破了地域性限制,对外联系更加密切;地区间联系的涟漪效应所致,也就是说农业碳排放前期联系密切,但随着推广的力度和传播的速度越来越弱,使得空间集聚程度也在减弱。

3.3 空间面板模型测算结果及分析

基于 1999—2015 年数据,对东、中、西部地区分别进行空间自回归和空间误差分析,以检验影响农业碳排放的具体因素。在进行检验之前,需判断是否存在空间效应,为此进行最小二乘法(OLS)回归,回归结果见表 5。

由表 5 可知,东部地区产业集聚、经济发展水平、耕地利用效率等,中部地区产业集聚、对外贸易、种植业产业结构等,西部地区产业集聚、政府宏观调控、畜牧业产业结构等解释变量对农业碳排放均具有显著正向或负向作用,其中核心解释变量产业集聚在东、中、西地区对农业碳排放均具有正向作用。OLS 回归结果显示存在空间效应,可以进行空间自回归和空间误差检验。

对东、中、西部进行了空间自回归模型与空间误差模型进行了估计(表 6)。从东、中、西部地区分别来看,东部地区产业集聚、经济发展水平、政府宏观调控、耕地利用效率、种植业与畜牧业产业结构在 SAR 模型与 SEM 模型下均对农业碳排放具有显著影响,并且城市化水平在 SEM 模型下对农业碳排放影响显著;中部地区产业集聚、经济发展水平、政府宏观调控、对外贸易、耕地经营规模在 2 个模型下对农业碳排放影响

表 5 1999—2015 年东、中、西部地区 OLS 估计结果

变量	OLS 回归结果		
	东部	中部	西部
产业集聚($\ln LQ$)	2.429 3 *** (10.83)	1.119 0 *** (9.76)	2.222 1 *** (6.91)
经济发展水平($\ln GDP$)	3.279 5 *** (8.35)	2.123 9 *** (6.03)	3.376 4 *** (7.24)
政府宏观调控($\ln GC$)	-0.259 6 (-1.10)	0.054 6 (0.36)	-0.518 6 ** (-2.33)
对外贸易($\ln FT$)	0.021 8 (0.61)	-0.046 3 ** (-2.20)	-0.183 8 *** (-3.71)
耕地利用效率($\ln CE$)	-0.406 9 ** (-2.51)	-0.626 9 *** (-4.64)	-0.739 6 *** (-4.04)
城市化水平($\ln UL$)	-0.150 6 (-1.03)	-0.216 3 (-0.98)	-0.402 0 (-1.55)
种植业产业结构($\ln PS$)	3.970 2 *** (10.55)	2.425 6 *** (10.64)	0.730 9 (0.92)
畜牧业产业结构($\ln AS$)	1.907 3 *** (9.61)	0.006 7 (0.04)	-2.034 1 *** (-4.59)
耕地经营规模($\ln LS$)	1.102 6 *** (5.52)	-0.029 3 (-0.34)	0.099 3 (0.44)
截距项	-41.839 4 *** (-10.75)	-18.934 3 *** (-7.27)	-12.829 5 *** (-2.00)
R^2	0.758 5	0.650 5	0.540 6
\overline{R}^2	0.746 2	0.625 6	0.519 3
F	61.77	26.06	25.36

注:括号内数字为 t 统计量。

表 6 东、中、西部地区 SAR 与 SEM 模型分析结果

变量	空间自回归模型 (SAR)			空间误差模型 (SEM)		
	东部	中部	西部	东部	中部	西部
$\ln LQ$	0.412 0 * (1.79)	0.223 4 *** (3.36)	-0.005 2 (-0.03)	0.433 1 *** (4.04)	0.194 5 ** (2.22)	-0.026 7 (-0.14)
$\ln GDP$	0.799 7 *** (2.70)	0.549 4 *** (5.72)	0.757 6 *** (5.13)	0.694 6 *** (2.76)	0.711 8 *** (7.00)	0.855 9 *** (7.16)
$\ln GC$	0.199 1 *** (3.20)	0.073 0 *** (2.87)	0.509 4 (0.68)	0.347 1 *** (5.01)	0.094 0 *** (3.94)	0.058 0 (0.77)
$\ln FT$	0.006 9 (1.26)	-0.009 4 *** (-3.50)	-0.012 5 *** (-2.18)	0.036 1 (1.44)	-0.012 3 *** (-3.71)	-0.012 9 ** (-2.32)
$\ln CE$	-0.243 0 * (-1.73)	-0.144 1 *** (-3.13)	0.011 9 (0.13)	-0.409 4 *** (-3.98)	-0.079 2 (-1.57)	-0.042 5 (0.43)
$\ln UL$	-0.068 1 (-0.71)	-0.041 6 (-0.72)	-0.056 7 (-0.84)	-0.147 9 *** (-3.90)	-0.114 6 (-1.30)	-0.064 6 (-0.85)
$\ln PS$	0.290 6 * (1.95)	-0.004 3 (-0.07)	-0.582 4 (-0.68)	0.298 3 ** (2.57)	-0.050 4 (-0.64)	-0.087 9 (-0.88)
$\ln AS$	0.389 3 *** (3.82)	-0.002 3 (-0.04)	-0.186 7 ** (-2.00)	-0.373 8 *** (5.40)	0.048 7 (0.71)	-0.194 5 * (-1.90)
$\ln LS$	0.142 5 (0.93)	-0.303 5 *** (-3.97)	0.176 1 ** (1.99)	-0.132 1 (-1.36)	-0.297 9 *** (-3.74)	0.195 5 * (1.88)
截距项	-5.304 1 (-1.58)	0.296 7 (0.47)	-0.672 5 (-0.71)	-0.240 7 (-0.97)	1.024 8 (1.30)	-0.346 4 (-0.32)
空间自回归系数 (ρ)	0.325 7 *** (2.73)	0.295 8 *** (3.56)	0.182 4 ** (2.09)			
空间自回归系数 (λ)				0.734 47 *** (7.73)	0.133 6 (0.87)	0.008 9 (0.06)

注:括号内数字表示 Z 统计量。

显著;并且耕地利用效率在 SAR 模型下对农业碳排放具有显著影响;西部地区经济发展水平、对外贸易、畜牧业产业结构、耕地经营规模在 2 个模型下对农业碳排放影响显著。从 SAR 模型与 SEM 模型估计结果差异来看,各解释变量在不同地区对农业碳排放显著性的影响大体相似,但是 SAR 模型中空间自回归系数 (ρ) 与 SEM 模型中误差项的空间自回归系数 (λ) 差异较大, ρ 在东、中、西部地区均显著,而 λ 只在东部地区显著,可以看出 SAR 模型估计结果较为有效,因此本研究以 SAR 模型估计结果做分析。

其中核心解释变量产业集聚在东、中部对农业碳排放均具有显著的正向影响,表明产业集聚加速了农业环境污染。说明我国东、中部地区存在效率低下的农业集聚方式,由于内部不合理的产业集聚导致拥挤效应明显,不利于环境状况的改善;另一方面也说明东、中部农业产业集聚总体上处于 EKC 曲线的左半部分,产业集聚处于经济发展的初级阶段,主要依赖大量的生产资料投入以带来集聚效应,不利于农业经济的绿色发展。而西部地区产业集聚对农业碳排放影响不显著,原因在于西部地区总体上处于经济发展落后地区,农业

机械化水平不高;并且地广人稀,适宜居住、耕种的土地资源不多,没有形成规模化的农业生产,因此对农业环境没有实质性影响。

经济发展水平对东、中、西部地区均有显著性正向影响关系,经济水平的提高能够带来更多化肥、农药、地膜等生产性资料的使用,降低环境质量。政府宏观调控增加了东、中部地区农业碳排放,表明政府在重视东、中部地区农业发展的同时也带来了环境的恶化。对外贸易有利于降低中、西部农业碳排放,说明中、西部地区拥有发达的农业对外贸易,将驱使农业朝着绿色化方向发展。耕地利用效率显著降低了东、中部农业碳排放,表明东、中部地区对耕地利用效率较高。

城市化水平对东、中、西部地区均没有显著影响,可能原因在于城镇居民缺乏甄别绿色食品的专业能力。种植业产业结构、畜牧业产业结构均显著提高了东部地区碳排放,表明东部种植业、畜牧业产业发展水平较高。且处于粗放型发展阶段;而西部地区畜牧业产业结构显著降低了碳排放。耕地经营规模显著降低了中部地区碳排放,提高了西部地区碳排放,表明中部地区形成了较为合理的内部工作机制,而西部地区

对农业基础设施及公共资源利用水平较低。

4 主要结论与对策建议

本研究基于全国 31 个省域面板数据,从农业产业集聚的视角分析 1999—2015 年农业碳排放的变动特征、空间集聚效应及区域间影响因素差异。主要结论如下:(1)构建环境库兹涅茨曲线(EKC)模型,得出农业产业集聚与农业碳排放之间存在明显倒“U”形关系。(2)全域 Moran's I 指数表明农业碳排放存在较强空间集聚效应特征,但 2002 年后存在减弱趋势。(3)从区域来看影响农业碳排放的因素,农业产业集聚、经济发展水平、政府宏观调控、种植业及畜牧业产业结构加速了东部地区农业碳排放,耕地利用效率降低了农业碳排放;农业产业集聚、经济发展水平及政府宏观调控加速了中部地区农业碳排放,对外贸易、耕地利用效率及经营规模降低了农业碳排放;经济发展水平、耕地经营规模加速了西部地区农业碳排放,对外贸易、畜牧业产业结构降低了农业碳排放,可以看出区域间农业碳排放影响因素存在较大差距,但相关因素总体上加速了区域农业碳排放。

基于以上分析,并根据国家政策导向、农业产业发展现状提出促进农业增收、降低农业碳排放的具体对策建议:(1)合理进行农业产业集聚,逐步实现规模经济。目前我国的农业产业集聚处于经济发展的初级阶段,内部产业结构不合理,产业集聚的拥挤效应明显,在促进农业实现发展的同时也对环境产生了较为严重的污染。因此农业产业集聚要遵循循序渐进的发展规律,根据经济发展进程、农业基础设施水平、农民接受程度等现实具体情况,实现产业合理集聚,在经济发展的同时带来环境的正外部性。(2)优化产业结构,转变农业经济增长方式。从全国及区域层面来看,经济发展均显著提高了农业碳排放,因此农业仍然处于粗放式发展阶段。首先各区域在实现农业均衡发展的同时,重点突出具有地方特色的优势农业;其次转变发展观念,合理施用化肥、农药等高污染生产资料;最后广泛使用有机肥等环境友好型生产要素,实现农业清洁化生产。(3)政府加大农业科技投入,发展农业低碳经济。东、中部地区农业财政投入不但没有降低农业碳排放反而提高了农业碳排放,原因在于政府的农业财政支持没有得到很好利用。因此政府要重点投资农业科技发展领域,加强对低碳农业的研发力度,同时在农村基层引导、推广使用农业低碳技术,树立农业低碳发展理念。

参考文献:

- [1] Krugman, P. Increasing Returns and Economic Geography [J]. Journal of Political Economy, 1991, 99(3): 483–499.
- [2] Porter. On competition [M]. Boston: Harvard Business Press, 2008.
- [3] Sather B. Socio-economic unity in the evolution of an agricultural cluster [J]. European Planning Studies, 2014, 22(12): 2650–2619.
- [4] 杜建军, 张军伟, 邵 帅. 供给侧改革背景下中国农业产业集聚的形成演变研究[J]. 财贸研究, 2017(5): 33–46.
- [5] 王艳荣, 刘业政. 农业产业集聚形成机制的结构验证[J]. 中国农村经济, 2011(10): 77–85.
- [6] 卢凌霄, 蹇 鄂, 耿献辉. 农业产业集群: 一个分析框架[J]. 经济问题探索, 2014(5): 90–95.
- [7] 乔金杰, 赵旭强, 齐秀辉. 城乡发展一体化对农业产业集群影响的门槛效应[J]. 经济问题, 2017(3): 50–55.
- [8] 李丰玉, 董子铭. 基于层次分析法(AHP)的休闲农业产业集群竞争力评价指标体系[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(12): 484–486.
- [9] 许 焯, 兰 勇. 农业产业集群升级的影响因素研究——以湖南省 6 个主要农业产业集群为例[J]. 经济经纬, 2015, 32(11): 35–40.
- [10] Grossman G M, Krueger A B. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [11] Ankarhem M. A dual assesment of the environmental Kuznets curve: the case of Sweden [J]. Energy Economics, 2005(30): 329–341.
- [12] 张志高, 袁 征, 刘 雪, 等. 基于投入视角的农业碳排放与经济增长的脱钩效应分析——以河南省为例[J]. 水土保持研究, 2017, 4(10): 272–278.
- [13] 陆 虹. 中国环境问题与经济发展的关系分析: 以大气污染为例[J]. 财经研究, 2000, 26(10): 53–59.
- [14] 沈 锋. 上海市经济增长与环境污染关系的研究——基于环境库兹涅茨理论的实证分析[J]. 财经研究, 2008, 34(9): 81–90.
- [15] Friedl B, Getzner M. Determinants of CO₂ emissions in a small open economy [J]. Ecological economics, 2003, 45(1): 133–148.
- [16] 李国志, 李宗植, 周 明. 碳排放与农业经济增长关系实证分析[J]. 农业经济与管理, 2011(4): 32–39.
- [17] 胡中应, 胡 浩. 产业集聚对我国农业碳排放的影响[J]. 山东社会科学, 2016(6): 135–139.
- [18] 董明涛. 我国农业碳排放与产业结构的关联研究[J]. 干旱区资源与环境, 2016(10): 7–12.
- [19] 王太祥, 王 腾, 吴林海. 西北干旱区农地利用碳排放与农业经济增长的响应关系[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 8(4): 170–176.
- [20] 黄琳庆, 赵 聪, 蔡悦灵. 低碳视角下农业碳排放、科技进步与农业经济发展的实证研究——基于中国省级面板数据分析[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 541–544.
- [21] 高 标, 房 骄, 许清涛, 等. 吉林省农业碳排放动态变化及驱动因素分析[J]. 农业现代化研究, 2013, 5(9): 617–621.
- [22] West T O, Post W M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation [J]. Soil Science Society of America Journal, 2002, 66(6): 1930–1946.
- [23] IPCC. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories volume 4 [C]// Agriculture, forestry and other land use. Geneva, 2006.
- [24] 伍芬琳, 李 琳, 张海林, 等. 保护性耕作对农田生态系统净碳排放量的影响[J]. 生态学杂志, 2007, 26(12): 2035–2039.
- [25] 李 波, 张俊飏, 李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(8): 80–86.
- [26] 高 标, 房 骄, 许清涛, 等. 吉林省农业碳排放动态变化及驱动因素分析[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(5): 617–621.
- [27] 原 娜, 席强敏, 孙铁山, 等. 产业结构对区域碳排放的影响——基于多国数据的实证分析[J]. 地理研究, 2016, 35(1): 82–94.
- [28] 张 俊, 林 卿. 产业转移对我国区域碳排放影响研究——基于国际和区域产业转移的对比[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2017(4): 72–80.