

DOI: 10.15918/j.jbitss1009-3370.2016.0101

# 农业市场化、农业现代化与环境污染

杜雯翠<sup>1</sup>, 张平淡<sup>2</sup>, 朱松<sup>2</sup>

(1.首都经济贸易大学 经济学院, 北京 100070; 2.北京师范大学 经济与工商管理学院, 北京 100875)

**摘 要:** 农业市场化、农业现代化与环境污染的关系可归结为 3 种效应: 一是直接效应, 农业市场化水平越高, 农业要素的配置效率越高, 引起的环境污染越少; 二是中介效应, 农业市场化促进农业现代化发展, 农业现代化又影响环境污染; 三是间接效应, 农业现代化影响环境污染, 农业市场化会加重或减弱这种影响。利用 2007—2011 年中国 30 个地区的面板数据检验上述 3 种效应。研究发现: 农业市场化对环境污染的直接效应和间接效应都是存在的, 农业现代化的中介效应尚未显现。结果表明: 农业现代化水平的提高并未降低环境污染, 反而恶化了环境质量; 而农业市场化不仅有利于降低农业污染, 还会减弱农业现代化对环境的恶化, 在两型农业建设中发挥着积极作用。

**关键词:** 农业市场化; 农业现代化; 环境污染; 粮食主产省区

中图分类号: F205; X324

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2016)01-0001-09

党的十一届三中全会以来, 农业现代化和农业市场化成为农业改革的方向和目标选择(蔡昉, 1994<sup>[1]</sup>)。然而, 目前中国农业市场化与农业现代化发展都存在诸多问题: 第一, 农业市场资源配置不均衡、要素交换不平等、主体能力不对等、调控手段不对称等问题十分突出, 农业市场化的这种缺陷导致中国农产品市场产销不协调、价格不正常、体系不适应。第二, 农业现代化发展滞后, 成为现代化建设中最薄弱的环节和短板, 这不仅影响农村经济社会发展, 还会削弱工业化、信息化、城镇化进一步发展的基础。第三, 在中国农业生产过程中, 由于农户对化肥、农药、地膜等农业现代化手段的非理性过量使用(仇焕广等, 2014<sup>[2]</sup>; 朱淀等, 2014<sup>[3]</sup>), 使得农业生产中的大气污染、土壤污染和水污染等问题日渐突出。根据农业部的统计, 中国农药年用量为 80~100 万吨, 其中, 使用在农作物、果树、花卉等方面的化学有毒农药约占 95% 以上。相对于规模化养殖业导致的农业点源污染, 农作物种植中化肥、农药的过量施用所导致的农业面源污染具有污染源广泛分散、没有明确位置等特点, 这使得控制农作物种植导致的面源污染要比控制规模化养殖业导致的点源污染更困难。如何从实质上提高农业市场化水平, 从根源上消除农业现代化短板, 从全过程中消除农业污染, 不能够头疼医头脚疼医脚, 削除农业污染是个系统工程。要想切中解决农业市场化、农

业现代化、环境污染 3 个问题的要害, 必须首先清楚三者之间的关系。

这正是本研究想要解决的问题, 论文从理论角度将农业市场化、农业现代化与环境污染之间的关系归结为直接效应、中介效应和间接效应 3 个途径, 并从实证角度予以检验。

## 一、理论分析与研究假设

### (一) 农业市场化与农业现代化

农业市场化是指农业资源配置方式由以政府分配为主向以市场配置为主转化的同时, 让价值规律在农业的产供销等环节发挥基础性作用的过程。农业现代化指的是从传统农业向现代农业转化的过程和手段。在这个过程中, 农业日益用现代工业、现代科学技术和现代经济管理方法武装起来, 使农业生产力由落后的传统农业日益转化为先进的现代农业。农业现代化的实质是农业市场化(刘拥军和薛敬孝, 2013<sup>[4]</sup>), 是农业市场化改革的必然结果。农业市场化则是推动农业发展的原动力, 农业只有沿着市场化的方向深化改革, 才能为产品和要素合理流动创造良好的条件, 才能保持农民收入随着经济发展而不断提高。

### (二) 农业现代化与环境污染

对农业现代化与环境污染关系的讨论开始于马尔萨斯(Malthus), 马尔萨斯的《人口原理》从农业

收稿日期: 2015-04-03

基金项目: 环保公益性行业科研专项经费资助项目(201309068); 国家社会科学基金青年项目资助(15CJL012)

作者简介: 杜雯翠(1983—), 女, 经济学博士, 讲师, E-mail: duwencui@cueb.edu.cn; 张平淡(1977—), 男, 管理学博士, 教授, E-mail: pingdanzhang@bnu.edu.cn; 朱松(1982—), 男, 管理学博士, 副教授, E-mail: zhusong@bnu.edu.cn

发展的角度讨论了人口与资源的关系,认为人口增长要求农业用地的扩张,以此养活更多人口,这种扩张大多发生在产出效率较低的土地上。20世纪六七十年代,一批被称为新马尔萨斯主义(neo-Malthusianism)的文献大量涌现,这些研究在马尔萨斯的基础上,将人口与资源的关系拓展至人口、资源与环境,进一步讨论了农业生产在这三者中发挥的作用。Ehrlich和Ehrlich(1970)认为,农业与环境之间的关系是消极的,农业用地的扩张来自林地,这势必造成森林的过度开采与环境的严重破坏<sup>[5]</sup>。也有学者与新马尔萨斯主义持相反观点,例如Boserup(1965),他认为农业与环境之间的关系是积极的,在特定条件下,人口密度的增加会引发农业创新,提高农业生产效率,从而不会对环境造成破坏<sup>[6]</sup>。20世纪90年代以来,一些学者利用全球数据,检验了新马尔萨斯主义提出的农业发展与环境污染的矛盾。Cleaver and Schreiber(1992)检验了南撒哈拉非洲地区的人口增长、农业生产与环境污染之间的关系,发现这一地区人口密度的提高与农业生产的落后造成了森林退化等一系列环境污染问题<sup>[7]</sup>。Biswas(1994)检验了1972—1992年期间世界主要地区农业生产与环境污染的关系,发现化肥一方面增加了粮食产量,另一方面也带来了严重的环境威胁,包括水环境质量的恶化,以及土壤的重金属污染<sup>[8]</sup>。Benjaminsen(1999)认为,农业发展通过森林退化和土地退化引起了严重的环境污染<sup>[9]</sup>。Urdal(2005)利用1950—2000年的时间序列数据检验了人口压力与环境污染之间的关系,研究发现人口增长并不必然带来环境压力,结论并不支持新马尔萨斯主义的观点<sup>[10]</sup>。Carr and Lopez(2009)利用1961—2000年的跨国数据分析了拉丁美洲的人口、农业与环境污染的关系,认为即使人口增长速度放缓,人口增长带来的城市消费增加与土地过度使用也会对环境提出巨大挑战,这正是政策制定者需要长期考虑的可持续发展问题<sup>[11]</sup>。

(三)农业市场化与环境污染

由于发达国家并没有经历从计划经济到市场经济的过渡与转轨,国外学者较少关注农业市场化与环境污染的关系。中国学者也较少研究农业市场化与环境污染之间的关系。农业市场化包括农业产品市场化、农业生产要素市场化、农业组织市场化和农业经营市场化。首先,农业产品市场化水平越高,农民对价格信号的反应越是瞬时的、准确到位的,这意味着农民能够抓住市场机会,积极调整生产决策,减少农产品浪费以及派生污染(陈昌洪,

2013<sup>[12]</sup>)。其次,农业生产要素市场化水平越高,农业生产要素供给者越能够通过市场合理配置生产要素,提高农业生产要素的利用效率,减少农业生产要素的浪费以及派生污染。再次,农业组织市场化水平越高,越有利于促进农业组织的规模优化、结构优化、布局优化,这些都有利于实现农业集约化生产,实现农业污染的集中有效处理。最后,农业经营市场化水平越高,农业企业越有可能采取各种措施降低成本,增加收益,减少不必要的污染排放。因此,农业市场化水平越高,农产品交易成本越低,农业要素市场交易成本越低,农业产业结构与布局越优化,农业企业内部交易成本越低,农业污染排放越少。

(四)农业市场化、农业现代化与环境污染

农业市场化对环境污染的作用途径包括三条(如图1所示):第一条路径是直接效应,农业现代化水平越高,环境污染越少。第二种路径是中介效应,农业市场化推进了农业现代化,农业现代化又作用于环境污染,引起环境污染的增加或减少。第三种路径是间接效应,农业市场化在农业现代化与环境污染的影响中会产生间接效应,如果农业现代化会引起环境污染的增加,在农业市场化程度较高的情况下,市场化的农业经营和布局可能在一定程度上缓解农业现代化对环境质量的负面影响。如果农业现代化会引起环境污染的减少,在农业市场化程度较高的情况下,集约式的农业组织方式和生产方式也有可能进一步促进农业现代化对环境质量的积极影响。其中,直接效应通过研究假设1验证,中介效应通过研究假设2验证,间接效应通过研究假设3验证。

研究假设1. 农业市场化水平越高,环境污染越少。

研究假设2. 农业现代化在农业市场化对环境污染的影响中会产生“中介效应”。

研究假设3. 农业市场化水平越高,农业现代化对环境污染的作用效果越明显。

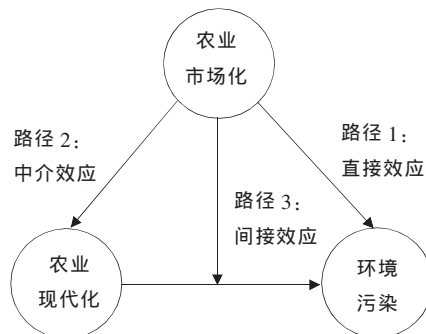


图1 农业市场化、农业现代化与环境污染的作用路径

## 二、研究设计

### (一)模型设定

农业市场化通过直接效应作用于环境污染,降低农业污染排放;通过中介效应作用于农业现代化,然后进一步影响环境污染;通过间接效应,在农业现代化对环境污染的直接作用中发挥影响。为了验证农业市场化、农业现代化与环境污染三者之间的关系,本文基于Baron和Kenny(1986)<sup>[13]</sup>的中介效应模型原理,构建农业市场化、农业现代化与环境污染的中介效应模型。模型设定如下:

首先,构建农业市场化对环境污染的影响模型,检验农业市场化对环境污染的直接效应

$$\text{Pollu}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Market}_{it} + \alpha_2 \text{GDP}_{it} + \alpha_3 \text{GDP}_{it}^2 + \alpha_4 \text{Structure}_{it} + \alpha_5 \text{Envi\_invest}_{it} + \alpha_6 \text{Tech}_{it} + \varepsilon_1 \quad (1)$$

其中,Market为农业市场化;GDP为经济发展水平;GDP<sup>2</sup>为经济发展水平的平方;Structure为经济结构;Envi\_invest为环保投入;Tech为技术进步。如果 $\alpha_1 < 0$ ,则表明农业市场化水平与环境污染成反比关系;如果 $\alpha_1 > 0$ ,则表明农业市场化水平与环境污染成正比关系。

其次,构建农业市场化对农业现代化的影响模型

$$\text{Modernization}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Market}_{it} + \beta_2 \text{GDP}_{it} + \beta_3 \text{Tech}_{it} + \varepsilon_2 \quad (2)$$

其中,Modernization为农业现代化;其他变量定义同上。如果 $\beta_1 > 0$ ,则表明农业市场化水平的提高能够促进农业现代化发展;如果 $\beta_1 < 0$ ,则表明农业市场化水平的提高减缓了农业现代化发展。

再次,在模型(1)的基础上加入中介变量(农业现代化),检验农业现代化的中介作用程度,变量定义同上。

$$\text{Pollu}_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{Market}_{it} + \gamma_2 \text{Modernization}_{it} + \gamma_3 \text{GDP}_{it} + \gamma_4 \text{GDP}_{it}^2 + \gamma_5 \text{Structure}_{it} + \gamma_6 \text{Envi\_invest}_{it} + \gamma_7 \text{Tech}_{it} + \varepsilon_3 \quad (3)$$

由Baron和Kenny(1986)<sup>[13]</sup>模型原理可知,如果 $\alpha_1 < \gamma_1 < 0$ ,且在统计上显著,同时 $\gamma_2 < 0$ 在统计上显著,则农业现代化在农业市场化对环境污染的负向影响中起到了部分中介作用;若 $\gamma_1 < 0$ 在统计上不显著,同时 $\gamma_2 < 0$ 在统计上显著,则农业现代化起到完全中介作用。若 $\gamma_2 < 0$ 在统计上不显著,则农业现代化无中介作用。

另外,构建农业现代化对环境污染的影响模型,同时在模型中加入交叉变量,检验农业市场化的间接效应,变量定义同上

$$\text{Pollu}_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 \text{Modernization}_{it} + \varphi_2 \text{Market}_{it} \text{Modernization}_{it} + \varphi_3 \text{GDP}_{it} + \varphi_4 \text{GDP}_{it}^2 + \varphi_5 \text{Structure}_{it} + \varphi_6 \text{Envi\_invest}_{it} + \varphi_7 \text{Tech}_{it} + \varepsilon_4 \quad (4)$$

其中,交叉项Market×Modernization用来检验农业市场化的间接效应,如果 $\varphi_2 > 0$ ,表示农业市场化在农业现代化对环境污染的影响中发挥积极作用,反之则为消极作用。

### (二)变量定义

农业污染(Pollu)分别用农业污染总量和农业污染强度表示。其中,农业污染总量用该地区的化肥使用量(Fertilizer)、农药使用量(Pesticide)、地膜使用量(Plastic)表示,单位:万吨。在稳健性检验中,农业污染(Pollu)用该地区的单位农业生产总值化肥使用量(Per\_fertilizer)(单位:吨/万元)、单位农业生产总值农药使用量(Per\_pesticide)(单位:吨/百元)、单位农业生产总值地膜使用量(Per\_plastic)(单位:吨/百元)表示;以及单位面积化肥使用强度(Per\_fertilizer2)、单位面积农药使用强度(Per\_pesticide2)、单位面积地膜使用强度(Per\_plastic2)表示,单位:万吨/千顷。由于农业面源污染的分散性、广泛性,使得农业面源污染统计变得十分困难,因而目前中国并没有农业污染的相关数据。赖斯芸等(2004)<sup>[14]</sup>、陈敏鹏等(2006)<sup>[15]</sup>提出单元调查法,并利用该法对中国农业非点源污染的分布情况进行实例研究,其依据主要是氮肥和磷肥的使用量。因此,这里采用化肥使用量、农药使用量、地膜使用量对农业污染进行表征,虽然上述3个变量并不是直接污染数据,但化肥、农药、地膜是农业污染的主要来源,因此这样的变量代理有一定科学性。

农业市场化(Market),反映了农村经济制度的变迁,用樊纲等(2010)<sup>[16]</sup>的《中国市场化指数》中反映农业市场化程度的“减轻农民的税费负担”表示,该指标是樊纲等(2010)<sup>[16]</sup>根据大面积抽样调查数据计算了各地农民税费上缴占农户家庭纯收入的平均比例。

农业现代化(Modernization),用该地区单位农业劳动力的农业总产出表示,单位:万元/人。这里需要说明的是,本文采用的农业产值用农林牧渔业总产值表示,而不是第一产业总产值,前者高于后者,根据《国家统计局年鉴》的指标说明,两者之间的差异主要在于农林牧渔业总产值除了第一产业总产值外,还包括副产品的产值,该指标范围更广,更符合本文的研究目的。

控制变量包括:经济发展水平(GDP),该变量的选取是基于环境库兹涅茨假说(EKC),以控制经济发展对环境污染的影响,用该地区人均GDP表示,单位:亿元/万人。产业结构(Structure),为控制产业结构对环境污染的影响,用该地区农业总产值占GDP的比重表示,单位:%。环保投资(Envi\_invest),



环保投资的规模与强度可能影响该地区环境治理的力度,用该地区环保投资占GDP的比重表示,单位:%;技术进步(Tech),技术进步可能降低单位产出的资源消耗,减少污染排放,也可能提高产出总量,增加污染排放(Jaffe等,2002<sup>[17]</sup>;张平淡和何晓明,2014<sup>[18]</sup>),用技术市场的成交额表示,单位:亿元。

(三)样本选择

本研究收集了中国30个地区2007—2011年的相关变量(剔除西藏),最终样本为30个地区150个样本点,所有数据均来自历年的《中国统计年鉴》与《中国环境统计年鉴》。

三、实证分析

(一)描述性统计

表1列出了主要变量的描述性统计结果。由表1可以看出,不同地区农业现代化水平存在较大差异。农业现代化(Modernization)的最小值出现在2007年的新疆,最大值出现在2011年的浙江,后者是前者的96倍多,表明不同地区农业现代化水平差异之大。与农药使用量和地膜使用量相比,化肥使用量的标准差也很大,不同地区化肥使用量千差万别。

为了进一步比较不同省份农业市场化、农业现

表1 主要变量的描述性统计

| 变量名称                  | 单位    | 样本量 | 均值     | 最小值   | 最大值      | 标准差    |
|-----------------------|-------|-----|--------|-------|----------|--------|
| 化肥使用量(Per_fertilizer) | 万吨    | 150 | 179.96 | 7.6   | 673.7    | 140.39 |
| 农药使用量(Per_pesticide)  | 万吨    | 150 | 4.17   | 0.04  | 16.48    | 3.76   |
| 地膜使用量(Per_plastic)    | 万吨    | 150 | 5.33   | 0.19  | 17.35    | 4.37   |
| 农业市场化(Market)         | —     | 150 | 10.19  | 9.88  | 10.33    | 0.11   |
| 农业现代化(Modernization)  | 万元/人  | 150 | 344.13 | 17.70 | 1 700    | 332.96 |
| 经济水平(GDP)             | 亿元/万人 | 150 | 3.04   | 0.69  | 8.345    | 1.74   |
| 产业结构(Structure)       | %     | 150 | 0.19   | 0.02  | 0.45     | 0.09   |
| 环保投资(Envi_invest)     | %     | 150 | 1.30   | 0.46  | 3.76     | 0.56   |
| 技术进步(Tech)            | 亿元    | 150 | 103.98 | 0.56  | 1 890.28 | 252.45 |

表2 2011年中国各地区农业市场化、农业现代化与环境污染现状

| 地区            | 农林牧渔业总产值/亿元 | 农业现代化/(万元/人) | 农业市场化 | 化肥使用量/万吨 | 农药使用量/万吨 | 地膜使用量/万吨 |
|---------------|-------------|--------------|-------|----------|----------|----------|
| <b>粮食主产省</b>  |             |              |       |          |          |          |
| 山东            | 7 409.75    | 1 549.18     | 10.16 | 473.60   | 16.48    | 13.87    |
| 河南            | 6 218.64    | 857.61       | 10.29 | 673.70   | 12.87    | 7.34     |
| 江苏            | 5 237.45    | 560.10       | 9.99  | 337.20   | 8.65     | 4.19     |
| 四川            | 4 932.73    | 1 081.26     | 10.09 | 251.20   | 6.19     | 8.47     |
| 河北            | 4 895.88    | 857.84       | 9.98  | 326.30   | 8.30     | 6.59     |
| 湖南            | 4 508.20    | 837.69       | 10.10 | 242.50   | 12.04    | 5.01     |
| 湖北            | 4 252.90    | 453.42       | 10.16 | 354.90   | 13.95    | 3.68     |
| 辽宁            | 3 633.63    | 136.93       | 10.21 | 144.60   | 5.66     | 3.81     |
| 安徽            | 3 459.66    | 579.76       | 10.03 | 329.70   | 11.75    | 3.92     |
| 黑龙江           | 3 223.51    | 34.32        | 10.26 | 228.40   | 7.80     | 2.99     |
| 吉林            | 2 275.15    | 139.87       | 10.17 | 195.20   | 4.56     | 2.55     |
| 江西            | 2 207.27    | 203.52       | 10.10 | 140.80   | 9.95     | 2.73     |
| 内蒙古           | 2 204.51    | 84.17        | 10.23 | 176.90   | 2.45     | 4.86     |
| 平均            | 4 189.18    | 567.36       | 10.14 | 298.08   | 9.28     | 5.39     |
| <b>非粮食主产省</b> |             |              |       |          |          |          |
| 广东            | 4 384.44    | 533.52       | 10.28 | 241.30   | 11.41    | 2.26     |
| 广西            | 3 323.37    | 306.86       | 10.16 | 242.70   | 6.62     | 2.82     |
| 福建            | 2 730.94    | 447.90       | 10.32 | 120.90   | 5.83     | 2.73     |
| 浙江            | 2 534.90    | 1 700.02     | 10.26 | 92.10    | 6.39     | 2.66     |
| 云南            | 2 306.49    | 209.41       | 10.25 | 200.50   | 4.82     | 7.30     |
| 陕西            | 2 058.60    | 485.47       | 10.14 | 207.30   | 1.24     | 1.99     |
| 新疆            | 1 955.39    | 33.75        | 10.29 | 183.70   | 1.93     | 15.61    |
| 重庆            | 1 265.33    | 795.26       | 10.25 | 95.60    | 2.03     | 2.07     |
| 山西            | 1 207.57    | 372.36       | 10.29 | 114.60   | 2.84     | 2.95     |
| 甘肃            | 1 187.76    | 227.55       | 10.30 | 87.20    | 6.84     | 7.61     |
| 贵州            | 1 165.46    | 624.48       | 10.29 | 94.10    | 1.45     | 2.49     |
| 海南            | 1 002.35    | 84.70        | 10.32 | 47.70    | 4.69     | 1.03     |
| 北京            | 363.14      | 153.66       | 10.31 | 13.80    | 0.39     | 0.37     |
| 宁夏            | 354.68      | 129.07       | 10.32 | 38.20    | 0.27     | 0.90     |
| 天津            | 349.48      | 579.29       | 10.24 | 24.40    | 0.38     | 0.57     |
| 上海            | 314.58      | 224.33       | 10.33 | 12.00    | 0.63     | 0.62     |
| 青海            | 230.82      | 128.88       | 10.29 | 8.30     | 0.20     | 0.41     |
| 平均            | 1 572.66    | 413.91       | 10.27 | 107.32   | 3.41     | 3.20     |

代化与环境污染的现状,表2列出了中国2007—2011年30个地区的农业市场化、农业现代化与环境污染的相关变量均值,并比较了13个粮食主产省与17个非粮食主产省的现状。由表2可以看出,粮食主产省的农林牧渔业平均总产值(4189.18亿元)是非粮食主产省的农林牧渔业平均总产值(1572.66亿元)的2.66倍。从农业现代化水平看,粮食主产省农业现代化平均水平(567.36万元/人)是非粮食主产省农业现代化平均水平(413.91万元/人)的1.37倍,说明无论从绝对产值水平看,还是从农业现代化水平看,粮食主产省的农业发展都处于领先地位。粮食主产省化肥使用量(298.08万吨)、农药使用量(9.28万吨)、地膜使用量(5.39万吨)分别是非粮食主产省化

肥使用量(107.32万吨)、农药使用量(3.41万吨)、地膜使用量(3.20万吨)的2.78倍、2.72倍和1.68倍。可以看出,粮食主产省化肥使用量与农药使用量相对于非粮食主产省的倍数都高于其总产值与农业现代化水平的相对倍数,说明粮食主产省在获得大量农业产出的同时,其农业环境污染也是相对严重的。

## (二)回归分析

根据Hausman检验的结果,以2007—2011年中国30个地区的面板数据为样本,以化肥使用量表征环境污染,采用面板数据的固定效应模型检验农业市场化、农业现代化与环境污染的关系,结果如表3所示。

由表3可以看出,在模型(1)中,农业市场化

表3 农业市场化、农业现代化与环境污染的关系检验(化肥)

| 自变量                               | 模型(1)<br>直接效应        | 模型(2)<br>市场化与现代化    | 模型(3)<br>中介效应        | 模型(4)<br>间接效应         |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 农业市场化(Market)                     | -0.409***<br>(-5.75) | -0.266**<br>(-3.33) | -0.321***<br>(-4.67) |                       |
| 农业现代化(Modernization)              |                      |                     | 0.346***<br>(4.70)   | 16.270***<br>(3.48)   |
| 农业市场化×农业现代化(Market×Modernization) |                      |                     |                      | -15.862***<br>(-3.39) |
| 经济水平(GDP)                         | 1.116**<br>(3.30)    | 0.309**<br>(2.94)   | 0.942**<br>(2.97)    | 0.951**<br>(2.89)     |
| 经济水平的平方(GDP <sup>2</sup> )        | -1.218***<br>(-3.75) |                     | -1.029***<br>(-3.37) | -1.063**<br>(-3.36)   |
| 产业结构(Structure)                   | 0.167<br>(1.42)      |                     | 0.288**<br>(2.69)    | 0.266*<br>(2.36)      |
| 环保投资(Envi_invest)                 | -0.257***<br>(-3.65) |                     | -0.170*<br>(-2.50)   | -0.192**<br>(-2.70)   |
| 技术进步(Tech)                        | 0.060<br>(0.65)      | -0.247*<br>(-2.48)  | 0.125<br>(1.42)      | 0.098<br>(1.06)       |
| 样本量                               | 150                  | 150                 | 150                  | 150                   |
| R <sup>2</sup>                    | 0.360                | 0.128               | 0.467                | 0.432                 |
| F                                 | 14.31                | 6.79                | 17.29                | 14.90                 |

注:系数为标准化系数;括号中的数字为T值;\*,\*\*,\*\*\*分别表示估计系数在0.1、0.05、0.01的水平下显著。

(Market)的估计系数显著为负,表明农业市场化程度越高,环境污染越少,表明农业市场化水平能有效降低环境污染,农业市场化的直接效应得到验证,研究假设1成立。另外,经济水平(GDP)的估计系数显著为正,经济水平的平方(GDP<sup>2</sup>)的估计系数显著为负,说明当其他变量保持不变时,经济水平与环境污染之间呈倒“U”形关系,这与EKC假设是一致的。环保投资(Envi\_invest)的估计系数显著为负,表明环保投资占GDP的比重越高,环境污染越能够减弱,证明了环保投资在治污减排中的积极作用。产业结构(Structure)和技术进步(Tech)的估计系数并不显著。

在模型(2)中,农业市场化(Market)的估计系数显著为负,表明农业市场化程度越高,农业现代化水平越低,这与研究假设2是相悖的,农业市场化并没有提升农业现代化水平,这与国家相关政策以农业

市场化提升农业现代化的制度安排也不相符。这是一个独特现象,为什么在中国出现农业市场化程度越高,农业生产化率却越低的现象?以农业市场化水平较高的北京为例,其农业生产主要是为了观光农业,或者获得相关农林补贴(如退耕还林),以此缩小城乡收入差距。以2011年为例,北京市乡村旅游接待户共1.5万户,从业人员6.4万人,乡村旅游收入30.4亿元。同年,北京市农林牧渔业就业总人数仅2.4万人。可见,对于农业市场化程度高的地区,耕地可能并不是用于粮食生产,而是用于支撑旅游等其他产业。经济水平(GDP)的估计系数显著为正,表明经济发展水平越高,农业现代化水平越高。技术进步(Tech)的估计系数下10%的水平下显著为负,表明技术进步对农业现代化有着微弱消极作用。

在模型(3)中,农业市场化(Market)的估计系数

显著为负,与模型(1)的结果是一致的。农业现代化(Modernization)的估计系数显著为正,表明农业现代化水平越高,环境污染越严重,这与技术进步与环境污染的关系研究结论十分相似(如 Jaffe 等,2002),在农业生产总量不变的前提下,农业现代化水平越高,单位产出的农业污染排放量越少,农业污染排放总量越少。不过事实上,农业现代化水平较高的地区会凭借其高生产效率,扩大农业生产,最终导致更多的农业污染排放量。农业现代化水平的提高并没有降低农业污染总量,反而增加了农业污染排放量。结合模型(2)的回归结果,可以认为农业现代化并没有在农业市场化与环境污染之间发挥中介效应,研究假设2没有得到验证。主要原因在于两个方面。首先,农业市场化对农业现代化的促进作用尚未显现;其

次,农业现代化对治污减排的积极作用也未显现。其余控制变量的回归结果与模型(1)基本一致。

在模型(4)中,农业现代化(Modernization)的估计系数显著为正,进一步证明农业现代化对环境的恶化作用。农业市场化 $\times$ 农业现代化(Market $\times$ Modernization)的估计系数显著为负,表明农业市场化水平越高,农业现代化引起的环境污染越少,农业市场化水平越低,农业现代化引起的环境污染越多。可见,农业市场化在农业现代化对环境污染的负向影响中发挥了积极作用。农业市场化对环境污染的间接效应,即研究假设3得到验证。其余控制变量的回归结果与模型(1)和模型(3)基本一致。

根据国家粮食局2011年的统计,中国13个粮食主产省的粮食产量占全国总产量的75.4%,约

表4 农业市场化、农业现代化与环境污染的关系检验(粮食主产省与非粮食主产省)

| 自变量   | 模型(1)<br>直接效应        | 模型(2)<br>市场化与现代化    | 模型(3)<br>中介效应        | 模型(4)<br>间接效应       |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 粮食主产省   |                      |                     |                      |                     |
| 农业市场化(Market)                                       | -0.045<br>(-0.29)    | -0.239*<br>(-1.86)  | 0.236<br>(1.91)      |                     |
| 农业现代化(Modernization)                                |                      |                     | 0.753***<br>(6.73)   | 26.579***<br>(3.63) |
| 农业市场化 $\times$ 农业现代化(Market $\times$ Modernization) |                      |                     |                      | -27.315<br>(-1.73)  |
| 经济水平(GDP)   | 0.298<br>(0.31)      | -0.157<br>(-0.87)   | -0.397<br>(-0.55)    | -0.231<br>(-0.37)   |
| 经济水平的平方(GDP <sup>2</sup> )                          | -0.307<br>(-0.39)    |                     | 0.271<br>(0.46)      | 0.072<br>(0.14)     |
| 产业结构(Structure)                                     | -0.133<br>(-0.39)    |                     | -0.170<br>(-0.67)    | -0.117<br>(-0.53)   |
| 环保投资(Envi_invest)                                   | -0.350*<br>(-1.97)   |                     | -0.070<br>(-0.50)    | 0.082<br>(0.60)     |
| 技术进步(Tech)  | -0.015<br>(-0.07)    | 0.105<br>(0.65)     | 0.020<br>(0.13)      | 0.118<br>(0.78)     |
| 样本量   | 65                   | 65                  | 65                   | 65                  |
| R <sup>2</sup>                                      | 0.075                | 0.019               | 0.488                | 0.548               |
| F   | 0.91                 | 1.66                | 7.90                 | 10.69               |
| 非粮食主产省  |                      |                     |                      |                     |
| 农业市场化(Market)                                       | -0.401***<br>(-4.05) | -0.189*<br>(-1.72)  | -0.398***<br>(-3.93) |                     |
| 农业现代化(Modernization)                                |                      |                     | 0.019<br>(0.16)      | 30.152*<br>(1.84)   |
| 农业市场化 $\times$ 农业现代化(Market $\times$ Modernization) |                      |                     |                      | -30.075*<br>(-1.84) |
| 经济水平(GDP)   | 0.914*<br>(1.89)     | 0.540***<br>(3.92)  | 0.895*<br>(1.78)     | 0.738<br>(1.36)     |
| 经济水平的平方(GDP <sup>2</sup> )                          | -1.306***<br>(-2.82) |                     | -1.288**<br>(-2.69)  | -1.195**<br>(-2.30) |
| 产业结构(Structure)                                     | 0.090<br>(0.62)      |                     | 0.098<br>(0.64)      | 0.078<br>(0.47)     |
| 环保投资(Envi_invest)                                   | -0.227**<br>(-2.40)  |                     | -0.224**<br>(-2.29)  | -0.223**<br>(-2.10) |
| 技术进步(Tech)  | 0.090<br>(0.72)      | -0.435**<br>(-3.26) | 0.097<br>(0.73)      | 0.075<br>(0.53)     |
| 样本量   | 85                   | 85                  | 85                   | 85                  |
| R <sup>2</sup>                                      | 0.340                | 0.204               | 0.342                | 0.276               |
| F   | 8.49                 | 6.32                | 7.19                 | 4.78                |

注:系数为标准化系数;括号中的数字为T值;\*、\*\*、\*\*\*分别表示估计系数在0.1、0.05、0.01的水平下显著。

95%的全国增产粮食来自 13 个粮食主产区, 可见, 粮食主产省区在粮食生产上的贡献率占绝对优势。由表 2 的比较又可以看出, 粮食主产省区在农业污染方面的贡献也是占绝对优势的。那么农业市场化、农业现代化与环境污染三者的关系在粮食主产省区与非粮食主产省区有何区别? 分别以 13 个粮食主产省和 17 个非粮食主产省为研究样本, 重复模型(1)至模型(4)的回归, 结果如表 4 所示。

由表 4 可以看出, 在粮食主产省的回归结果中, 农业市场化(Market)的估计系数在模型(1)中不显著, 说明粮食主产省的农业市场化与农业污染的

关系并未显现。农业市场化(Market)的估计系数在模型(2)中显著为负, 这与表 3 的回归结果是一致的, 农业市场化在目前看来并没有成为推动农业现代化发展的源泉。农业现代化(Modernization)的估计系数在模型(3)中显著为正, 与表 3 的回归结果是一致的。在模型(4)中, 农业市场化×农业现代化(Market×Modernization)的估计系数并不显著。综上, 农业市场化的直接效应、中介效应和间接效应在粮食主产省中均不成立。

在非粮食主产省的回归结果中, 农业市场化(Market)的估计系数在模型(1)中显著为负, 农业市

表 5 农业市场化、农业现代化与环境污染的关系检验(农药和地膜)

| 自变量                                | 模型(1)                | 模型(2)               | 模型(3)                | 模型(4)                 |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
|                                    | 直接效应                 | 市场化与现代化             | 中介效应                 | 间接效应                  |
| <b>农药</b>                          |                      |                     |                      |                       |
| 农业市场化(Market)                      | -0.310***<br>(-4.13) | -0.265**<br>(-3.33) | -0.218**<br>(-3.00)  |                       |
| 农业现代化(Modernization)               |                      |                     | 0.365***<br>(4.68)   | 16.878***<br>(3.57)   |
| 农业市场化×农业现代化 (Market×Modernization) |                      |                     |                      | -16.482***<br>(-3.48) |
| 经济水平(GDP)                          | 0.912*<br>(2.55)     | 0.309**<br>(2.94)   | 0.728*<br>(2.17)     | 0.677*<br>(2.03)      |
| 经济水平的平方(GDP <sup>2</sup> )         | -0.893*<br>(-2.60)   |                     | -0.693*<br>(-2.14)   | -0.663*<br>(-2.07)    |
| 产业结构(Structure)                    | -0.274*<br>(2.34)    |                     | 0.413***<br>(3.66)   | 0.366**<br>(3.20)     |
| 环保投资(Envi_invest)                  | -0.156*<br>(-2.09)   |                     | -0.064<br>(-0.89)    | -0.092<br>(-1.28)     |
| 技术进步(Tech)                         | 0.017<br>(0.18)      | -0.247*<br>(-2.48)  | 0.085<br>(0.92)      | 0.054<br>(0.58)       |
| 样本量                                | 150                  | 150                 | 150                  | 150                   |
| R <sup>2</sup>                     | 0.233                | 0.128               | 0.374                | 0.387                 |
| F                                  | 8.52                 | 6.79                | 11.56                | 12.23                 |
| <b>地膜</b>                          |                      |                     |                      |                       |
| 农业市场化(Market)                      | -0.374***<br>(-5.17) | -0.265**<br>(-3.33) | -0.286***<br>(-4.08) |                       |
| 农业现代化(Modernization)               |                      |                     | 0.348***<br>(4.66)   | 17.771***<br>(3.82)   |
| 农业市场化×农业现代化 (Market×Modernization) |                      |                     |                      | -17.374***<br>(-3.73) |
| 经济水平(GDP)                          | 1.226***<br>(3.56)   | 0.309**<br>(2.94)   | 1.050**<br>(3.25)    | 1.025**<br>(3.13)     |
| 经济水平的平方(GDP <sup>2</sup> )         | -1.242***<br>(-3.75) |                     | -1.052***<br>(-3.38) | -1.052**<br>(-3.34)   |
| 产业结构(Structure)                    | 0.210<br>(1.86)      |                     | 0.341**<br>(3.13)    | 0.304**<br>(2.71)     |
| 环保投资(Envi_invest)                  | -0.243***<br>(-3.39) |                     | -0.156*<br>(-2.24)   | -0.183*<br>(-2.58)    |
| 技术进步(Tech)                         | 0.051<br>(0.54)      | -0.247*<br>(-2.48)  | 0.116<br>(1.29)      | 0.085<br>(0.93)       |
| 样本量                                | 150                  | 150                 | 150                  | 150                   |
| R <sup>2</sup>                     | 0.341                | 0.128               | 0.412                | 0.400                 |
| F                                  | 12.43                | 6.79                | 15.32                | 14.70                 |

注: 系数为标准化系数; 括号中的数字为 T 值; \*, \*\*, \*\*\* 分别表示估计系数在 0.1、0.05、0.01 的水平下显著。



场化降低环境污染的直接效应在非粮食主产省得到验证。农业市场化(Market)的估计系数在模型(2)中显著为负,说明在非粮食主产省农业市场化尚未成为推动农业现代化发展的动力。在模型(3)中,农业现代化(Modernization)的估计系数并不显著,农业市场化对环境污染的中介效应未得到验证。在模型(4)中,农业现代化(Modernization)的估计系数显著为正,农业市场化×农业现代化(Market×Modernization)的估计系数显著为负,农业市场化的间接效应在非粮食主产省中得到验证。

### (三)稳健性检验

为了验证回归结果的稳健性,论文还进行了如下回归。

首先,以农药使用量和地膜使用量表征农业环境污染,重复模型(1)至模型(4)的回归,结果如表5所示。表5的回归结果与表3的回归结果基本一致,说明研究结论是稳健的。

其次,以化肥使用强度、农药使用强度、地膜使用强度表征农业环境污染,重复模型(1)至模型(4)的回归,结果与表3和表5基本一致,说明研究结论是稳健的。

再次,由于控制变量在影响环境污染的同时,还可能影响农业市场化和农业现代化,这意味着扰动项与农业市场化、农业现代化可能相关,从而产生内生性问题。在这种情况下,面板数据中的固定效应方法只能消除解释变量和个体固定效应的相关性问题,无法解决模型的内生性。为此,选择两阶段差分GMM估计方法(Arellano和Bond,1991<sup>[9]</sup>),采用两阶段—纠偏—稳健型估计量对经验模型重新进行两阶段GMM估计。采用所有控制变量的滞后变量作为工具变量,以消除内生性问题,回归结果并无明显变化。

## 四、结论与启示

改革开放以来,中国农业市场化进程逐渐推进,

农业现代化水平日渐提高,与此同时,农业污染也愈发严重。农业市场化、农业现代化、环境污染三者之间的关系到底是怎样的?本文通过农业市场化将三者之间的关系归结为3种效应:第一种效应是直接效应,农业市场化水平越高,农业产品与生产要素的配置效率越高,由此引起的环境污染越少;第二种效应是中介效应,农业市场化促进农业现代化发展,同时农业现代化又影响环境污染,农业现代化在农业市场化与环境污染之间发挥了中介效应;第三种效应是间接效应,农业现代化影响环境污染,农业市场化又作用于这种影响。论文利用2007—2011年中国30个地区的面板数据检验了上述3种效应是否存在。研究发现,农业市场化对环境污染的直接效应和间接效应都是存在的,农业现代化的中介效应尚未显现。主要原因在于,中国农业市场化水平较高的一些地区,其农业生产的目的已经从粮食生产转向农业观光等非粮食生产,使得农业市场化对农业现代化的促进作用并不明显。另外,农业现代化水平的提高并没有降低环境污染,反而恶化了环境质量,说明中国的农业生产仍然处于较为粗放的发展阶段,两型农业还没有实现。值得注意的是,上述结论在非粮食主产省是同样成立的,在中国13个粮食主产省均不成立。粮食主产省的农业市场化与农业现代化对环境污染的影响均未显现。

鉴于此,要想实现“资源节约、环境友好”的两型农业,必须进一步提高农业市场化程度,充分利用农业市场化对环境污染的直接效应和间接效应;加快转变农业发展方式,及时纠正目前农业现代化对环境保护的负面影响,积极带动农业市场化对环境污染的中介效应。作为全国的粮食主产省区,更应当在农业污染治理方面负起责任、应对挑战、作出贡献,因为粮食主产省区农业环境污染能否治理好,不仅关系到这些省区的环境质量,还影响着全国人民的粮食安全。

### 参考文献:

- [1] 蔡昉. 比较优势与农业发展政策[J]. 经济研究, 1994(6):33-40.
- [2] 仇焕广, 栾昊, 李瑾, 汪阳洁. 风险规避对农户化肥过量施用行为的影响[J]. 中国农村经济, 2014(3):85-96.
- [3] 朱淀, 孔霞, 顾建平. 农户过量施用农药的非理性均衡:来自中国苏南地区农户的证据[J]. 中国农村经济, 2014(8):17-29.
- [4] 刘拥军, 薛敬孝. 加速农业市场化进程是增加农民收入的根本途径[J]. 经济学家, 2003(1):68-73.
- [5] Ehrlich P R, Ehrlich A H. Population, resources, environment: issues in human ecology[M]. San Francisco: WH Freeman, 1970.
- [6] Boserup E. Population and technological change: a study of long-term trends[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1965.
- [7] Cleaver K, Schreiber G. Population agriculture and the environment in Africa[J]. Finance and Development, 1992, 29(2):34-5.
- [8] Biswas M R. Agriculture and environment: a review, 1972—1992[J]. Ambio, 1994:192-197.
- [9] Benjaminsen T A. The population-agriculture-environment nexus in the Malian cotton zone[J]. Global Environmental Change, 2001, 11(4):283-295.



- [10] Urdal H. People vs. Malthus: population pressure, environmental degradation, and armed conflict revisited[J]. *Journal of Peace Research*, 2005, 42(4): 417-434.
- [11] Carr D L, Lopez A C, Bilsborrow R E. The population, agriculture, and environment nexus in Latin America: country-level evidence from the latter half of the twentieth century[J]. *Population and Environment*, 2009, 30(6): 222-246.
- [12] 陈昌洪. 农户选择低碳农业标准化的意愿及影响因素分析——基于四川省农户的调查[J]. *北京理工大学学报: 社会科学版*, 2013(3): 21-25.
- [13] Baron R M, Kenny D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1986, 51(6): 1173-1182.
- [14] 赖斯芸, 杜鹏飞, 陈吉宁. 基于单元分析的非点源污染调查评估方法[J]. *清华大学学报: 自然科学版*, 2005, 44(9): 1184-1187.
- [15] 陈敏鹏, 陈吉宁, 赖斯芸. 中国农业和农村污染的清单分析与空间特征识别[J]. *中国环境科学*, 2006, 26(6): 751-755.
- [16] 樊纲, 王小鲁, 朱恒鹏. 中国市场化指数: 各地区市场化相对进程 2011 年报告[M]. 北京: 经济科学出版社, 2011.
- [17] Jaffe A B, Newell R G, Stavins R N. Environmental policy and technological change[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2002, 22(1-2): 41-70.
- [18] 张平淡, 何晓明. 环境技术, 环境规制与全过程管理——来自“十五”与“十一五”的比较[J]. *北京理工大学学报: 社会科学版*, 2014(1): 19-26.
- [19] Arellano M, Bond S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations[J]. *The Review of Economic Studies*, 1991, 58(2): 277-297.

## Agricultural Marketing, Agricultural Modernization and Environmental Pollution

DU Wencui<sup>1</sup>, ZHANG Pingdan<sup>2</sup>, ZHU Song<sup>2</sup>

(1.School of Economics, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China;

2.Business School, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** The relationships between agricultural marketing, agricultural modernization and environmental pollution are summarized into three effects. The first one is direct effect, which means the lower agricultural marketing level is, the higher the allocation efficiency is, and the less environmental pollution will be. The second one is mediating effect, which means that the agricultural marketing promotes agricultural modernization, and then influences the environmental pollution. The third one is indirect effect, which means that the agricultural marketing influences the relationship between agricultural modernization and environmental pollution. Using provincial panel data from 2007 to 2011, these three effects were checked. It was found that, the direct effect and indirect effect were present and there was no mediating effect. Therefore, agricultural modernization did harm for environment, while agricultural marketing was good for the reduction of agricultural pollution.

**Key words:** agricultural marketing; agricultural modernization; environmental pollution; grain producing provinces

[责任编辑:孟青]