

# 集聚外部性提升了农户全要素生产率吗?

曾光<sup>1</sup>,张拓<sup>1</sup>,丁玉超<sup>1,2\*</sup>

(1.华中农业大学 经济管理学院,湖北 武汉 430070;  
2.上海社会科学院 经济研究所,上海 200020)



**摘要** 技术进步和技术效率改善是促进粮食产业高质量发展,保障粮食安全的重要路径。随着水稻种植规模和稻农密度的增加,要素空间集中形成的集聚外部性不仅能够有效提升行业技术水平,而且还可以改善稻农技术非效率。基于湖南省2014—2020年间1248份水稻种植户微观数据,采用超越对数随机前沿生产函数模型,将表征集聚经济效应的种植规模和稻农密度,同时纳入前沿函数和技术非效率项中,综合考察集聚外部性对稻农全要素生产率的影响。研究结果发现:无论是水稻种植规模还是稻农密度,都显著地促进了水稻生产技术进步,提升了农户技术效率;两种集聚变量的产出弹性均为正,共同推动水稻产出前沿面外移;分地形和分农户种植面积的异质性回归结果与基准回归结果一致,结论具有稳健性。据此提出,水稻种植区要完善基础设施,利用土地政策满足农户需求,提升农业生产效率;利用土地整治等农田建设手段改善细碎化问题,推动村组生产专业化和规模化;通过改革土地制度、强化支持政策,结合地方实际优化农业结构,发挥水稻种植的规模和密度经济效应,提高全要素生产率。

**关键词** 集聚经济; 种植规模; 稻农密度; 技术效率; 产出弹性

**中图分类号:**F326    **文献标识码:**A    **文章编号:**1008-3456(2024)05-0082-13

**DOI编码:**10.13300/j.cnki.hnwxb.2024.05.008

党的二十大报告和2023年中央一号文件都强调,要全方位夯实粮食安全根基,通过稳耕地面积、主攻单产、强化藏粮于地和藏粮于技的物质基础,确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中。水稻作为中国第一大粮食作物<sup>①</sup>,2010—2022年,全国播种面积小幅缩减2.16%,产量净增1100万吨,增幅约5.58%,单产水平有一定提高。尽管如此,当前水稻经营仍以小规模家庭为绝对主体,土地分散化和细碎化特征明显,广大农村保有大量的小规模耕地,“大国小农”的局面并未改善,规模化生产难以实施<sup>[1]</sup>。长期以来,产量增长主要依靠增加劳动投入,追加化肥、农药和农机等要素使用量等粗放方式<sup>[2]</sup>。近年来,城市化的快速推进导致优质农田锐减,大量农村青壮年劳动力持续外流,劳动力成本不断攀升,传统稳产增产模式难以为继<sup>[3]</sup>。而化肥、农药的过量使用导致环境问题日益突出,加之农业生产资料价格上涨,农户种粮积极性持续走低,土地撂荒问题严重<sup>[4]</sup>。因此,有必要综合考察水稻投入产出关系,探索如何由低成本要素投入和牺牲环境的传统生产模式转向依靠效率驱动的集约化发展,通过提升全要素生产率(total factor productivity, TFP)实现水稻种植业的高质量发展<sup>[5]</sup>。

水稻生产TFP影响因素众多,除传统投入要素的数量与质量外<sup>[6]</sup>,宏观层面水稻生产地经济发展基础、科技实力、市场化水平以及自然灾害发生率<sup>[7-8]</sup>,微观层面稻农年龄、受教育年限等人力资本水平<sup>[9]</sup>,水田灌溉条件、机械化使用程度等农田生产条件<sup>[10]</sup>,以及技术培训和社会网络等农户技术获取途

收稿日期:2024-03-12

基金项目:国家社会科学基金项目“基于资源禀赋和集聚外部性视角的县域农产品加工业集群演化机制研究”(23BJY189)。

\*为通讯作者。

① 国家统计局等部门数据显示,长期以来中国水稻播种面积一直占粮食播种总面积的近20%,产量占粮食总产量的40%左右,口粮消费占比超过50%。

径<sup>[11]</sup>,都发挥着重要作用。值得注意的是,随着土地流转政策持续推进,水稻种植细碎化程度不断改善,农户种植规模有所增加<sup>[12]</sup>。近年来,开始有文献从集聚经济视角,即基于水稻生产地总体种植规模和稻农密度等中观维度,考察其对水稻生产TFP的影响:一方面,由于耕地大面积连片更利于机械化操作和规模化生产,水稻生产的规模经济效应能够降低单位生产成本,提升水稻生产TFP<sup>[3]</sup>;另一方面,随着村组稻农数量增加,空间集中使农户间知识溢出效应更加明显,新技术应用提升了农户的生产技术,同时还提高了农户间劳动匹配效率,共同提升TFP<sup>[13]</sup>。

Tveteras等的开创性实证研究表明,地区农业生产规模扩大和农户密度增加,可以通过知识溢出效应、要素和设施共享等集聚外部性微观机制,降低农户生产和经营成本,提高其TFP水平<sup>[14]</sup>。随着农业生产集聚现象日益普遍,集聚经济在农业生产中逐渐受到重视,考察集聚外部性对农业TFP影响的文献陆续出现<sup>[15-17]</sup>。相较于工商业,农业生产具有自然和经济双重属性,因此其集聚外部性也更加复杂。综合来看,现有集聚经济效应影响农业TFP的文献,主要聚焦于集聚通过促进当地金融服务、农机租借、生产托管等社会化服务组织的发展,提高农户的生产技能、革新理念和应对自然灾害等能力,进而提高TFP<sup>[15,18]</sup>。

湖南省是中国稻作文化的重要发源地,依靠洞庭湖平原和长江丰富的水土资源以及雨热同期的季风气候,多年来水稻种植面积和产量一直位居全国第一和第二。尽管水稻种植面积由2014年的412万公顷下降到2021年的397万公顷,但总产量却从2634万吨上升到2683万吨,单产稳中有升,对全国粮食生产的稳定贡献显著。因此选取湖南省为研究对象,基于2014—2020年湖南省农村固定观察点1248份水稻种植户微观数据,采用随机前沿模型(SFA)探究两个问题:第一,集聚外部性能否通过促进水稻生产前沿面外移和改善稻农技术非效率,提升水稻生产TFP?第二,以水稻生产村组种植规模和稻农密度表征的集聚外部性,是否影响以及如何影响水稻生产TFP?

相较于现有文献,论文从三个方面进行了拓展:首先,分别从生产前沿和技术效率两个层面,考察集聚外部性对水稻生产TFP的影响及作用机制。现有集聚外部性实证研究主要集中于制造业部门,而随着水稻生产部门熟练技术采用的不断增加和专业化分工的持续演进,以及与资本和信息日益紧密的关联性,初级产业部门和农户集中所产生的集聚外部性效应,开始对生产前沿和技术效率产生影响;其次,相较于现有文献主要采用区位熵等单一指标表征集聚水平,从村组水稻种植规模和稻农密度两个维度考察水稻生产的集聚外部性,并通过产出弹性对TFP的差距进行度量,从微观层面揭示不同类型集聚外部性对水稻生产前沿面和技术效率的影响及作用机制;最后,使用微观稻农面板数据而非加总数据估算平均生产函数,既纠正了与水稻生产内部稻农间规模报酬相关的加总偏误,又放宽了生产函数的投入参数跨行业同质性的假设,避免了对外部规模报酬估算的扭曲。

## 一、理论分析与研究假设

20世纪90年代以来,随着“新经济地理学”的兴起,集聚外部性的相关理论和实证研究开始大量出现,但主要集中于工商业<sup>[1,19]</sup>。而在农业领域,尽管研究涉及到畜牧业、果蔬业等多个细分行业,但有关粮食种植业空间集聚的研究仍相对匮乏。究其原因:从理论层面上看,传统经济学认为,农业生产依赖于自然属性,土地、种植技术、病虫害、气候变化等因素交织导致生产过程错综复杂,使得农业难以形成规模经济效应<sup>[20-21]</sup>;从技术层面上看,由于粮食生产具有鲜明的地域性和季节性,在估计集聚外部性对农业生产率影响时,突发事件通常作为外生变量被控制,或纳入随机项中,这种处理降低了生产函数的准确性,研究结果的科学性和可信度受到较大影响<sup>[22-23]</sup>。

理论研究表明,随着同类企业空间集中程度和密度的增加,企业间可以更加快速和低成本地获得有用的知识和信息。知识传递理论认为,某一主体的创新性生产行为能够对周围其他主体的TFP产生溢出效应,且无论主体间是否共享投入市场,都可以通过模仿相邻TFP水平较高的其他主体,提升自身TFP水平。该理论进一步表明,不同主体间的地理位置、技术差距、产品市场空间等“距离”越

近,TFP的溢出效应越大<sup>[24]</sup>。同时,高效中介组织的进入帮助集聚区吸纳大量熟练劳动力,产生集聚外部性提升集聚区内企业TFP,进而促进行业整体规模经济水平<sup>[25]</sup>。得益于Tveteras等对挪威鲑鱼养殖业集聚效应的研究,有关农业生产集聚外部性的研究开始增多<sup>[14]</sup>,综合来看,种植业空间集聚提升自身TFP的途径主要有两种:一方面,由于种植业具有较强的地域性,从事相同生产活动的农户在空间集中,相互间生产经验和技术的交流促进了知识传递和共享,进而提高地区整体种植水平<sup>[3]</sup>。同时,随着地区种植规模不断扩大,大量从事生产资料销售、杀虫、施肥等专业化中介组织进入,集聚区内农户可以更便捷地获得专业化服务,降低生产成本、提高利润水平,使行业生产前沿向外移动,实现技术进步<sup>[18]</sup>;另一方面,大量农户在空间集聚,不仅可以共享资源和市场,促进分工与合作以改进技术效率,而且还能改善各农户土地、灌溉水等资源的配置效率<sup>[26]</sup>,共同提升农户技术效率。相邻农户往往会有不同的耕作特长和经验,随着农户密度的增加,分工与合作在增加就业机会的同时,同样可以提升农户的TFP<sup>[27]</sup>。综上,提出如下假设:

H<sub>1</sub>:水稻生产的集聚外部性通过扩展行业生产前沿面和改善稻农技术非效率,共同提升TFP水平。

如前所述,集聚区村组水稻种植规模和稻农密度是集聚外部性产生的两大来源。规模经济理论认为,随着生产规模扩大,经济体可以通过采用更先进的技术、深化专业分工、开发利用副产品,以及提升议价权等途径,降低生产成本和提升TFP<sup>[20]</sup>。以湖南省为代表的南方水稻产区的生产活动,由于受地形、人口分布和土地政策等因素的影响,形成了典型的小农户、小规模、高劳动力投入的生产模式。研究表明,相较于规模较小的分散农户,在大规模水稻种植区,集聚区内农户可以协调利用水源、劳动力等资源,采取协作耕作等方式,实现资源的优化配置,提高资源利用效率<sup>[3]</sup>。同时,集聚区内的水稻规模种植更易得到政府补贴和相关政策支持,吸引更多的农业科研人员和技术人才,对农户进行技术指导与合作,使科技成果更快地得到推广使用,提高行业和农户生产技术水平和技术效率<sup>[8]</sup>。此外,随着集聚区水稻生产规模扩大,与水稻生产相关联的上下游企业开始向生产区集聚,形成相对更为完整的水稻产供销链条,农户从中获得更高收益<sup>[28]</sup>。因此,提出如下假设:

H<sub>2</sub>:随着村组水稻种植规模扩大,集聚外部性将提升稻农TFP。

同样地,从事水稻生产的农户密度也会影响TFP。Ahlfeldt等认为,随着从事农业生产农户数量增加,地区形成了具有两面性的密度经济效应,它既可以促进农户的TFP,也可能会对其产生负向的影响<sup>[29]</sup>。就水稻种植来看,在不存在内外部规模经济的前提下,稻农密度通常由该地区初始TFP和设施水平决定,良好的土壤肥力、适宜的气候条件、便利的水源,以及发达的道路基础设施等外生因素,往往会吸引更多农户从事水稻生产,导致密度增加。同时,从政策维度来看,农户密度还受农耕地保护政策、水稻种植补贴等影响。一方面,随着水稻生产农户密度增加,稻农间知识信息的溢出效应更加明显,农户除可以获取更多有关生产技术、生产资料和销售市场的有用信息外,更加频繁的沟通交流也可以减少决策错误,改善农户TFP<sup>[24]</sup>;另一方面,水稻生产的自然属性可能会逆转农户密度对TFP的正向作用。如水稻生产对水源具有很强的依赖性,而农户生产密度增加会加剧对灌溉水源的需求。同时,生产密度增加还会加速水稻病虫害传播速度,过密化生产使得单位面积农药和化肥使用量增加,同样对环境造成更大压力,都会影响稻农TFP提升<sup>[29]</sup>。综上,提出如下假设:

H<sub>3</sub>:随着水稻生产农户密度增加,集聚外部性对稻农TFP的影响不确定。

理论分析框架如图1所示。

## 二、模型设定、变量选取与数据来源

### 1. 模型设定

由于稻农无法获得全部有用的知识和信息,同时缺乏相应的技术支持以及创新动力不足而导致效率低下,产出始终无法达到最大可能性水平,即落后于最优生产前沿<sup>[18]</sup>。水稻种植户实际产出与生产前沿产出的数量之比,即为技术效率。

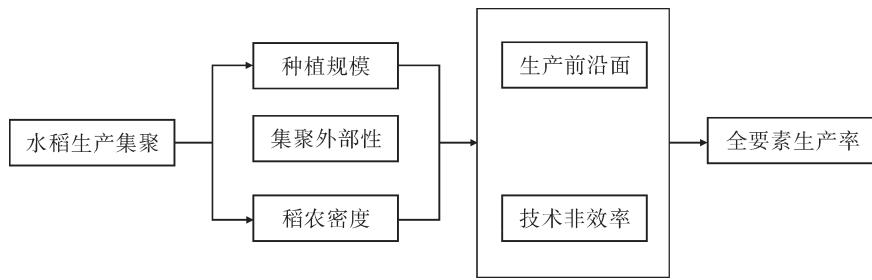


图1 水稻生产集聚外部性影响稻农TFP机制框架

众多测度TFP方法中,数据包络分析(DEA)无需对生产函数结构做先验假定,操作较为简易,但设定生产前沿面固定,不能进行假设检验,更无法考虑随机因素对前沿面的影响。而水稻生产过程中天气、病虫害和自然灾害等随机因素影响显著,若不能适当处理会导致较大的测度误差<sup>[30]</sup>。考虑到集聚外部性被视作随机因素之一,因此采用随机前沿模型(SFA)<sup>[31]</sup>。设定SFA函数的基本形式为:

$$Y = f(X; T) \exp(V - U) \quad (1)$$

其中,函数  $f(\cdot)$  为行业生产前沿,  $Y$  为水稻产出,  $X$  为投入要素矩阵,  $T$  为生产率,  $V$  代表统计噪声的随机变量, 非负随机变量  $U$  为非效率项, 表示水稻生产技术非效率, 反映实际产出与前沿产出的“差距”<sup>①</sup>。

传统的SFA模型在处理诸如集聚经济效应等外部经济指标时,通常仅在生产函数中加入外部经济指标,这种做法会忽视其影响技术非效率的部分<sup>[15]</sup>,从而导致估计不准确。因此,将集聚经济效应指标( $E$ )同时纳入生产前沿与技术非效率的回归中,进一步将生产函数设定为:

$$Y = f(X; E, T) \exp(V - U) \quad (2)$$

在设定函数  $f(X)$  的形式时,传统的C-D函数形式不够灵活,且假定规模报酬不变,与水稻生产实际情况不符。鉴于超越对数函数在处理内部规模经济时,不会加入任何因果限制,故借鉴Coelli等的经典研究,采用包含投入要素平方项与交互项的超越对数函数,并引入时间项<sup>[32]</sup>,设定基准模型如下:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 t^3 + \beta_j \ln X_{ijt} + \beta_{js} \ln X_{ijt}^2 + \sum_{j \neq k} \beta_{jk} \ln X_{ijt} \ln X_{ikt} + \beta_m t \ln X_{ijt} + \theta_1 scale_{it} + \theta_2 density_{it} + \vartheta_{it} - u_{it}(X, E) \quad (3)$$

其中,  $\ln X_{ijt}$  指稻农  $i$  在年份  $t$  水稻生产的投入要素  $j$ , 包括土地投入、农资费用投入、固定资本投入和劳动投入四种投入要素, 对各投入要素取自然对数;  $\ln X_{ijt} \ln X_{ikt}$  为稻农  $i$  在年份  $t$  各投入要素的交互项; 假定前沿产出是时间  $t$  的函数<sup>[14]</sup>, 通过将时间变量与投入要素交互( $t \ln X_{ijt}$ ), 揭示水稻连续生产过程中, 集聚外部性如何缩小不同投入稻农的前沿产出;  $scale_{it}$  与  $density_{it}$  分别表示水稻种植规模与稻农密度两个核心变量。 $\vartheta_{it}$  为具有独立同分布的随机变量。

集聚效应不仅对水稻前沿产出产生影响,也会作用于技术非效率<sup>[15]</sup>,因此,设定非技术效率的模型为:

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 scale_{it} + \delta_2 density_{it} + c_k \ln CX_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,  $\ln CX_{it}$  反映家庭与村组特征控制变量。与C-D函数相比,超越对数函数包含了要素的二次项与交互项,其估计系数并未直接反映要素的产出弹性,其一阶偏导才是产出弹性。因此,对不同投入要素的产出弹性进行估算,计算公式为:

$$\frac{\partial Y}{\partial \ln x_i} = \frac{\partial f(\cdot)}{\partial \ln x_i} + C \times \frac{\partial \mu}{\partial \ln x_i} \quad (5)$$

① 技术效率  $TE$  与非效率项  $U$  的关系为  $TE = \exp(-U)$ 。

其中,要素产出弹性由前沿弹性( $\frac{\partial f(\cdot)}{\partial \ln x_i}$ )与技术效率弹性( $\frac{\partial \mu}{\partial \ln x_i}$ )两部分组成,并将  $C$ <sup>①</sup>设定如下形式:

$$C = -1 + \frac{1}{\sigma} \left[ \frac{\phi\left(\frac{\mu}{\sigma} - \sigma\right)}{\Phi\left(\frac{\mu}{\sigma} - \sigma\right)} - \frac{\phi\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)} \right] \quad (6)$$

各要素的产出弹性之和  $\epsilon$  表示产出随要素变动的情形,即行业的规模效应,若  $\epsilon > 1$ ,存在规模报酬递增,若  $\epsilon < 1$ ,存在规模报酬递减,若  $\epsilon = 1$ ,则为规模报酬不变。

## 2. 变量选取

(1) 产出与投入要素变量。综合已有研究<sup>[6,18]</sup>,选取农户当年水稻总产量作为产出指标( $Y$ ),投入指标主要包括土地投入( $M$ )、农资费用( $F$ )、固定资本投入( $K$ )以及劳动力投入( $L$ )。土地投入以农户种植水稻面积表示;农资费用使用农户当年水稻生产中购买种子、农膜、化肥、排灌、农药、机械服务等在内的总费用;劳动力投入是指农户在生产过程中各项劳动投入,统一折算为劳动投工量;资本投入则是指农户持有的生产性固定资产,同时包括折旧与维修人工费等。所有投入产出指标均对数化处理。

(2) 集聚经济效应变量。采用稻农所在村组水稻种植面积占该村农业生产总面积的比重,作为稻农所在村组水稻种植规模指标( $scale$ );同时,村组中从事水稻生产稻农人数越多,密度越大,故采用村组从事水稻生产的劳动力人数占全村总劳动力总量之比,表征所在村组水稻生产稻农密度( $density$ )。

(3) 农户个体与村组特征变量。劳动力受教育程度、人力资本水平以及是否接受农业教育培训等指标,均会影响水稻生产  $TFP$ <sup>[33]</sup>。选取的农户个体特征变量包括户主性别、户主年龄、稻农人力资本、稻农水稻种植面积占家庭总种植面积的比重,以及是否参加农业培训等。通常,男性户主的水稻生产  $TFP$  水平更高<sup>[34]</sup>;年龄越大的户主因种植经验丰富,水稻生产  $TFP$  更高,但同时年轻户主也因为更容易接受和采纳新技术而提升  $TFP$ ;理论上,农户人力资本与其  $TFP$  正相关;通常来说,水稻占比越大,意味着水稻收入的重要性越大,家庭对水稻生产更重视,学习效应也更为明显,  $TFP$  水平往往更高;农业培训能够促使农户掌握水稻种植的相关信息和先进技术,可以提升  $TFP$  水平<sup>[35]</sup>;一般地,农户所在村组享受政府种粮补贴比例越大,交通等基础设施水平越高,其种植水稻的  $TFP$  就越高。因此,选取的村组特征变量包括政策补贴和基础设施,其中,政府补贴为农户从政府获得的各项与农业相关的补贴<sup>②</sup>,而基础设施则以村组硬化道路占全村道路总长度的比重表示。变量描述性统计见表1。

## 3. 数据来源及处理

所涉及的农户个体及村组等相关数据,均来自全国农村固定观察点调查数据,该数据库调查对象涵盖31个省(直辖市)、自治区,每年跟踪调查包括360个行政村的23000户农户,调查内容详细地反映了农户及家庭成员在农业生产、经营、投资以及消费等方面的基本情况。本文选取该数据库中湖南省所有跟踪农户,经过对非水稻种植户样本、重要变量缺失样本、异常值样本的剔除及后续整理,得到湖南省2014—2020年7年共1248份水稻种植户样本。

## 三、实证结果及分析

根据式(3),采用湖南省7年1248份水稻种植户的面板数据,分别从前沿函数和技术非效率函数

①  $C$  中  $\phi(\cdot)$  与  $\Phi(\cdot)$  分别是标准正态分布密度函数与正态分布密度函数。

② 包括各种救济、救灾、抚恤金,退耕还林、还草款,粮食直接补贴和良种补贴,以及购买生产资料综合补贴与购置和更新大型农机具补贴等。

表1 变量名称和描述性统计 N=1248

变量	符号	均值	方差	最小值	最大值
产出变量	总产量/千克	lnY	7.295	0.795	5.011 9.860
	水稻种植面积/亩	lnM	0.838	0.242	0.138 1.792
投入变量	生产性固定资产/元	lnK	7.814	2.111	0.000 12.766
	农资费用/元	lnF	5.576	1.147	0.000 8.706
集聚变量	劳动力/日	lnL	4.416	1.785	0.000 6.567
	种植规模	scale	0.557	0.244	0.096 0.969
农户个体特征变量	稻农密度	density	0.303	0.170	0.082 0.649
	户主性别	gender	0.520	0.221	0.000 1.000
村组特征变量	户主年龄	age	58.935	10.084	22.000 94.000
	户主受教育年限/年	edu	7.173	2.455	0.000 15.000
村组特征变量	水稻种植面积比重	rate	1.200	1.535	0.023 16.923
	是否参加农业培训	agre	0.682	0.253	0.000 1.000
村组特征变量	政府补贴/元	lnsubs	3.461	3.269	0.000 10.925
	硬化道路比重	road	0.518	2.745	0.234 0.765

两个层面,对水稻生产的集聚外部经济效应进行实证检验。

### 1. 集聚外部性

为识别集聚经济效应,借鉴 Tsekeris 等的研究,将种植规模和稻农密度指标作为投入要素,纳入到生产前沿函数中<sup>[36]</sup>,在非技术效率回归中采用逐步放入方法进行全样本估算。各模型均控制了时间与地区效应,估计结果见表2<sup>①</sup>。

为检验 SFA 模型是否存在非技术效率项,首先对各模型进行 LR 检验。对比模型(1)~(3)结果可知,三个模型的 LR 检验值均通过了 1% 显著性检验,表明模型存在非技术效率项,因此判断采用 SFA 模型合理。

首先,在前沿回归模型中,无论是规模指标还是密度指标,其回归系数都显著为正,系数分别为 1.324 和 0.826,表明集聚外部性对水稻绝对产出具有显著的提升作用。随着所在村组水稻种植规模和稻农比重的增加,生产集聚进一步增强,生产资料厂商、水稻加工企业、金融机构等专业化服务组织更容易被吸引入驻,为集聚区提供优质高效的中间投入品,稻农从中获利,提升水稻产出。同时,集聚使稻农在种植技术、病虫害防治、优质品种选择等方面相互借鉴,知识和信息加速扩散,尤其是缄默知识,得到广泛传播。水稻生产中存在正向的集聚外部性,这一发现与多数学者的结论相一致<sup>[15,37]</sup>。进一步地,在技术非效率回归中,规模与密度指标的回归系数都显著为负,系数分别为 -3.260 和 -2.600,表明两者都能够有效地减少稻农水稻生产技术非效率。综合来看,集聚外部性不仅对生产前沿具有显著的推动作用,还通过减少生产过程中错误信息产生的效率损失等路径,改进稻农种植技术水平,提高其 TFP。

其次,从各投入要素看,回归结果显示土地和劳动力投入两大核心投入要素都显著提升了水稻的绝对产出,表明当前湖南省水稻生产中,水稻种植面积和劳动力仍然是决定其产出水平的核心投入要素;与之相对,农资费用的系数显著为负,形成减产效应,化肥等农资使用量的增加降低了水稻产量。这一结论与唐林等、姚成胜等对全国水稻生产研究的发现一致<sup>[38-39]</sup>,表明当前湖南省水稻种植过程中,化肥、农药等要素的转换效率不高;生产性固定资产的回归系数为负(尽管不显著),可能解释是,湖南除洞庭湖平原外,全省其他地区丘陵、山地居多,稻田细碎化程度较高,制约着机械集约化使用,而当地水稻种植社会化服务水平同样不高,导致农户家庭层面的投入影响水稻产出<sup>[18]</sup>。

最后,从技术非效率影响因素看,与现有文献结论一致<sup>[32]</sup>,男性户主在水稻生产中的决策往往更

① 需要说明的是,在表2汇报的估计结果中,限于表格的长度,仅展示了各要素的估计系数,要素二次项与交互项的系数并未汇报。

优<sup>①</sup>;户主年龄对技术效率的影响为负(尽管不显著),这一结论与刘颖等的结果一致<sup>[6]</sup>。表明在水稻生产中,新知识与新技术的采用、服务外包等生产方式的变革,对稻农技术效率具有重要的影响,而年轻稻农更容易接受并实施新技术,从而具有更高的技术效率;户主受教育程度对技术效率具有促进作用,较低的受教育水平会限制稻农对外部生产环境变化的反应,以及对现代农业技术的采用<sup>[40]</sup>。而回归系数的显著性较低,模型(3)中甚至未能通过显著性检验,则可能是因为水稻生产的重复性高、门槛低,教育对技术效率的改善作用有限<sup>[41]</sup>;对稻农采取农业培训策略,对技术效率具有显著的提升,与顾冬冬等的研究结论一致<sup>[31]</sup>;反映各农户种植水稻规模的变量,同样显著地促进了技术效率,一方面水稻种植大户经验更加丰富,种植技术更高<sup>[6]</sup>,另一方面专业化种植形成的农户规模经济,通过对生产资料的集中购买、采用服务外包以及机械租用等方式降低生产成本<sup>[42]</sup>;政府补贴指标未通过显著性检验,当前湖南省所实行的农业补贴,主要是以亩均数额一致的普惠方式发放,不仅会降低农户的积极性,而且会忽视差异性,导致农户无法将生产要素调整到适宜程度,降低了政府补贴效果;硬化公路比重的系数显著为负,可能是由于当前处于城镇化快速发展阶段,交通等基础设施相对较好的农村地区,周边城镇对农村劳动力、资本等要素的虹吸效应更为显著,农户因此放弃种植水稻或疏于生产和管理,选择在城镇从事其他工作,导致生产效率下降。

进一步考察发现,3个模型的平均技术效率值分别为0.729、0.692与0.862,尽管各种投入要素的使用效率较高,但实际产量与生产前沿面决定的最大产量之间仍存在一定差距。在加入全部集聚变量的模型(3)中,在保持已有技术和投入不变的水平下,水稻生产效率仍可以提升约14%,这一结果与刘颖等对湖北省水稻、郭斯华等对江西省水稻的研究结果相比偏高<sup>[6, 43]</sup>。究其原因,与在模型中加入集聚外部性因素密不可分,侧面验证了

变量	表2 基准回归结果		
	(1) 仅放入种植规模	(2) 仅放入稻农密度	(3) 二者同时放入
<b>前沿回归</b>			
$\beta_0$	5.876*** (8.789)	8.754*** (9.540)	7.997*** (7.044)
土地	1.243*** (3.092)	1.064*** (3.244)	1.699*** (4.434)
农资费用	-0.842*** (-3.263)	-0.673* (-1.829)	-0.853** (-2.148)
劳动力	0.125* (1.860)	0.076 (1.357)	0.116* (1.925)
生产性固定资本	-0.064 (-0.981)	-0.058 (-1.261)	-0.049 (-1.069)
种植规模	1.543*** (5.479)	1.264*** (4.064)	1.324*** (4.262)
稻农密度	0.943*** (4.051)	0.733*** (3.507)	0.826*** (3.651)
<b>技术非效率回归</b>			
$\delta_0$	9.783*** (3.329)	10.266*** (5.472)	-6.573*** (-3.656)
种植规模	-3.870*** (-4.867)		-3.260*** (-6.147)
稻农密度		-4.354*** (-7.233)	-2.600*** (-3.736)
户主性别	0.094*** (3.791)	0.123*** (3.904)	0.087*** (4.134)
户主年龄	-0.028 (-1.339)	-0.010 (-1.610)	-0.014 (-1.013)
户主受教育年限	0.023* (1.704)	0.026* (1.926)	0.019 (0.638)
农业培训	-0.128*** (-4.089)	-0.143*** (-4.511)	-0.136*** (-3.624)
水稻面积比重	-0.060*** (-5.982)	-0.080*** (-4.799)	-0.051*** (-4.998)
政府补贴	0.011 (1.191)	0.240 (1.518)	0.003 (0.856)
硬化道路比重	0.001** (2.212)	0.004* (1.879)	0.001** (2.183)
$\sigma^2_{\mu}$	0.139	0.148	0.169
$\gamma$	0.764	0.772	0.828
时间效应		已控制	
地区效应		已控制	
LR检验	179.144***	116.286***	197.220***
TE	0.729	0.692	0.862

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%水平上显著,括号内为t值;后同。

<sup>①</sup> 一个有意思的结论是,Antwi等关于非洲大豆产业的研究表明,女性作为户主时生产效率更高<sup>[15]</sup>。

水稻生产集聚外部性可以改善农户技术效率的事实。

## 2. 要素产出弹性

为了更直观地考察各变量对产出的贡献,根据式(5)和式(6),进一步计算水稻生产过程中各要素的产出弹性,结果见表3。

表3 各要素平均弹性

要素	土地	劳动力	农资费用	生产性固定资本	种植规模	稻农密度
产出弹性	0.911	0.018	-0.390	-0.086	0.254	0.325

表3结果显示,土地与劳动力的平均弹性均为正,表明随着两种要素投入的不断增加,水稻产出可以进一步提升。其中,土地的产出弹性大于劳动力,表明土地更为稀缺,对于水稻产出的贡献更大<sup>[25]</sup>。与之相对,农资费用与生产性固定资本投入的弹性为负,这一发现与理性人假设相悖,即对于农户而言,要素投入的产出弹性最低为零<sup>[6]</sup>。可能存在两个原因:湖南丘陵山地较多,加之稻田细碎化程度高,制约着机械的集约化使用,购买农机等固定资产投入没有发挥应有的作用;大部分农户通过租赁全部或部分农机设备完成播种、整地和收割,而在农户调查统计时,租赁费用全部被计入农资费用,从而导致农资投入成本过高。

种植规模与稻农密度的平均产出弹性均为正,且系数相加超过0.5,表明集聚外部性贡献了较大的产出。这是因为:一方面,随着集聚程度的提升,更多高水平、低成本社会化服务组织开始入驻,稻农较多地使用专业化外部投入替代内部投入,进一步降低生产过程中发生错误行为的概率;另一方面,稻农地理上的邻近可以从外部市场获取更多的有用信息,能够降低交易成本进而提升生产水平和技术效率。

各要素产出弹性之和为1.032,考察期间湖南省水稻种植存在着规模报酬递增现象。而当剔除规模和密度变量时,其余投入要素相加的弹性则小于1,表明集聚外部性在水稻生产中发挥着重要的作用。

## 3. 稳健性检验

村组间水稻生产要素初始禀赋的差异,会导致产量和稻农技术采纳方式的不同,也可能影响集聚的形成和发展,因此借鉴王琛智等的研究,分别从地形、农户水稻种植面积等两个层面进行检验<sup>[44]</sup>,进一步考察集聚外部性对水稻产量与技术效率影响。

(1)分地形分析。根据固定观察点的调查分类,村组所处的地形被划分为平原、丘陵和山区三种。基于此,将总样本划分为三组分别进行回归,回归结果与弹性结果分别见表4和表5。

对比表4的三组结果发现,不同地形的回归结果之间存在一定差异。从集聚指标看,在前沿回归模型中无论是村组水稻种植规模还是稻农密度,变量回归结果与基准模型一致,都显著地提升了水稻生产水平,相对而言对平原地区水稻技术促进作用最显著,丘陵次之,山地最小。同样地,在技术非效率模型中,山地子样本的回归系数最小,表明集聚外部性对山地稻农水稻生产效率改进作用最弱。

从投入要素看,土地、农资费用、劳动力的系数符号与基准回归保持一致。其中,尽管农资费用的回归系数依然为负,但平原和山地样本的回归系数不再显著。可能的原因是,平原地区可以获得价格更低的高质量农药和化肥,同时也更有利于机械化作业<sup>[23]</sup>。而山地劳动力回归系数结果之所以不再显著,在于其土地细碎化和交通条件等因素制约着劳动力的流动和相对集中。

同样地,不同地形的平均技术效率也存在一定差异,其中丘陵地区最高(0.827),平原次之(0.781),山地最低(0.661)。值得注意的是,丘陵地区平均技术效率高于平原,与部分相关研究存在差异<sup>[44]</sup>,可能的原因是:湖南省水稻种植平原集中于北部洞庭湖区域,该地区高人口密度使得户均土地面积较少,加之长期以来农户依赖优质稻田使得土地流转迟缓,地块细碎化程度较高,机械作业和规模化经营难以开展。同时,这些平原也是工商业高度发达地区,农民从事非农生产活动收益更大,吸引农村人口外出打工或兼业,土地疏于管理,半撂荒现象更加突出,因此水稻生产技术效率

表 4 不同地形回归结果

变量	全样本	平原	丘陵	山地
<b>前沿回归</b>				
$\beta_0$	7.997***(7.044)	8.885*(1.849)	8.573***(5.322)	-8.082(-0.469)
土地	1.699***(4.434)	1.803*(1.699)	1.629***(3.062)	0.919*(1.860)
农资费用	-0.853**(-2.148)	-0.915(-0.630)	-1.212**(-2.131)	-0.804(-1.049)
劳动力	0.116*(1.925)	0.167*(1.897)	0.363***(3.022)	0.320(1.221)
生产性固定资本	-0.049(-1.069)	0.232(0.971)	0.024(0.444)	-3.753(-0.919)
种植规模	1.324***(4.262)	1.224***(2.009)	0.791****(4.882)	0.643*(1.728)
稻农密度	0.826****(3.651)	1.575****(3.416)	1.285***(2.110)	0.944***(2.348)
<b>技术非效率回归</b>				
$\delta_0$	-6.573***(-3.656)	-9.075**(-2.162)	-8.219(-0.469)	1.338(0.019)
种植规模	-3.260***(-6.147)	-2.805***(-3.822)	-2.921***(-4.040)	-1.109*(-1.708)
稻农密度	-2.600***(-3.736)	-2.842***(-5.139)	-2.281***(-3.789)	-1.946***(-4.689)
户主性别	0.087****(4.134)	-0.036(-1.285)	0.085****(3.617)	0.195(0.819)
户主年龄	-0.014(-1.013)	-0.050(-1.042)	0.021(0.559)	0.977(1.299)
户主受教育年限	0.019(0.638)	-0.034**(-1.992)	-0.049**(-2.450)	0.580*(1.671)
农业培训	-0.136***(-3.624)	-0.016(-1.011)	-0.058(-0.866)	-0.526(-0.490)
水稻面积比重	-0.051***(-4.998)	-0.033**(-2.091)	-0.013**(-2.121)	-0.586**(-2.129)
政府补贴	0.003(0.856)	0.022***(2.354)	0.001(0.319)	0.001(0.014)
硬化道路比重	0.001***(2.183)	-0.005(-0.251)	-0.228(-0.541)	-0.110(-0.758)
$\sigma_\mu^2$	0.169	0.132	0.145	0.198
$\gamma$	0.828	0.923	0.820	0.832
时间效应			已控制	
地区效应			已控制	
N	1248	355	667	226
LR 检验	197.220***	109.563***	118.303***	182.853***
TE	0.862	0.781	0.827	0.661

偏低<sup>[43]</sup>。

表 5 显示,各要素弹性的正负和大小关系与全样本测算结果基本一致,不同地形的种植规模与稻农密度的平均弹性均为正,集聚外部性促进水稻生产前沿面的结论具有稳健性。其中,平原地区集聚弹性最大,表明尽管平原地区平均技术效率偏低,但水稻生产集聚外部性对其产出的贡献仍然最大。

(2)稻农不同种植规模分析。在水稻生产过程中,不仅村组存在规模经济效应,农户层面同样存在内在规模经济,即随着农户种植规模的扩大,稻农专业化分工水平不断深化提高效率的同时,还更有利实行服务外包,进一步提升水稻生产技术效率<sup>[25]</sup>。鉴于稻农种植规模差异会导致种植效率的不同,根据稻农户均水稻种植面积将样本划分为 1 亩以下、1~3 亩、3~5 亩以及 5 亩以上共 4 组,控制时间与地区效应,分别进行回归,回归结果与弹性测算结果分别见表 6 和表 7。

从集聚变量看,不同样本种植规模和稻农密度的回归系数都为正,且通过了 10% 显著性水平检验,表明集聚外部性对水稻产出的显著提升作用,无论是系数方向还是大小与基准回归分析中的结论基本保持一致。

进一步考察发现,稻农种植面积大于 5 亩的两个集聚变量系数更大,集聚外部性效应更加显著。种植面积更大的稻农不仅在原材料市场和产品市场拥有更强的议价能力<sup>[25]</sup>,而且能够获得更大的行业集聚外部性,如种植规模较大的稻农往往更倾向于选择水稻生产专业化经营,通过服务外包等方

表 5 不同地形弹性估算结果

变量	土地	农资费用	劳动力	生产性固定资本	种植规模	稻农密度
全样本	0.911	-0.390	0.018	-0.086	0.254	0.325
平原	0.825	-0.460	0.024	-0.077	0.263	0.270
丘陵	0.735	-0.360	0.015	-0.072	0.221	0.251
山地	0.631	-0.340	0.006	-0.061	0.186	0.169

表6 不同种植面积回归结果

变量	全样本	1亩以下	1~3亩	3~5亩	5亩以上
<b>前沿回归</b>					
$\beta_0$	7.997***(7.044)	13.915***(3.880)	9.627***(7.271)	6.998**(2.559)	0.818(0.269)
土地	1.699***(4.434)	1.592**(2.393)	1.074*(1.769)	1.406*(1.961)	1.915*(1.879)
农资费用	-0.853**(-2.148)	-2.241*(-1.849)	-1.155**(-2.559)	-0.308*(-1.801)	-5.751*(-1.710)
劳动力	0.116*(1.925)	0.066***(4.342)	0.125(0.420)	0.042*(1.728)	0.882**(2.379)
生产性固定资本	-0.049(-1.069)	-0.264*(-1.941)	-0.091(-1.542)	-0.383**(-2.755)	-0.486***(-5.941)
种植规模	1.324***(4.262)	1.109**(2.628)	1.322***(3.592)	1.285*(1.919)	1.342**(2.431)
稻农密度	0.826***(3.651)	0.803***(3.173)	0.815***(4.391)	0.828**(2.230)	0.856*(1.709)
<b>技术非效率回归</b>					
$\delta_0$	-6.573***(-3.656)	1.143*(1.889)	3.825**(2.720)	1.070*(1.659)	-0.208*(-1.749)
种植规模	-3.260***(-6.147)	-3.056***(-5.009)	-3.383***(-4.329)	-3.287**(-2.809)	-3.638*(-1.721)
稻农密度	-2.600***(-3.736)	-2.234***(-4.683)	-2.571**(-2.629)	-2.524*(-1.970)	-2.868**(-2.749)
户主性别	0.087***(4.134)	-0.006(-0.110)	0.120***(4.938)	0.079(1.491)	-0.046(-0.230)
户主年龄	-0.014(-1.013)	0.011(0.180)	0.026(0.701)	0.063(1.067)	0.238(0.901)
户主受教育年限	0.019(0.638)	-0.051**(-2.276)	-0.023(-1.150)	-0.030(-0.709)	-0.050(-0.438)
农业培训	-0.136***(-3.624)	-0.156**(-2.241)	-0.205***(-3.188)	-0.227**(-2.299)	-0.361**(-1.983)
水稻面积比重	-0.051***(-4.998)	-0.082***(-4.100)	-0.079***(-5.524)	-0.030(-1.031)	-0.007(-0.080)
政府补贴	0.003(0.856)	-0.029**(-2.685)	0.001(0.277)	0.012(1.519)	0.066(1.479)
硬化道路比重	0.001**(2.183)	0.007(0.511)	0.002**(2.247)	0.814(0.559)	0.069(0.770)
$\sigma_\mu^2$	0.169	0.185	0.193	0.180	0.240
$\gamma$	0.828	0.867	0.881	0.846	0.923
时间效应			已控制		
地区效应			已控制		
N	1248	85	672	252	239
LR检验	197.220***	150.696***	132.614***	128.769***	145.670***
TE	0.862	0.841	0.854	0.873	0.868

表7 不同种植面积弹性估算

变量	土地	农资费用	劳动力	生产性固定资本	种植规模	稻农密度
全样本	0.911	-0.390	0.018	-0.086	0.254	0.325
1亩以下	0.861	-0.362	0.021	-0.085	0.226	0.289
1~3亩	0.828	-0.308	0.020	-0.081	0.238	0.310
3~5亩	0.819	-0.395	0.049	-0.067	0.251	0.342
5亩以上	0.823	-0.391	0.022	-0.048	0.272	0.463

式对接专业服务组织,更多地采用大型机械实现集约化生产,进而降低生产成本<sup>[45]</sup>。同时,在非技术效率回归中,种植规模与稻农密度的系数仍显著为负,且与基准回归的结果大小相差不大,进一步证明了基准回归结论的稳健性。

与基准回归结果一致,种植规模与稻农密度的平均产出弹性均为正,不同样本回归结果中,无论是种植规模还是稻农密度,大于5亩的样本产出弹性更大,表明随着稻农种植面积增加,所在村组水稻生产集聚外部性对其产出的正向促进作用更加明显。

#### 四、结论与建议

基于湖南省农村固定观察点2014—2020年1248份调研数据,采用超越对数SFA模型测算水稻种植技术效率,重点考察集聚变量对水稻前沿产出及技术效率的影响,并测算集聚变量及各投入要素的产出弹性。结果发现:村组水稻生产集聚外部性对农户水稻产出影响明显,因此在生产函数设定时忽略集聚因素将会导致实证结果的偏误。无论是种植规模还是稻农密度,均对水稻前沿产出和技

术效率具有显著的提升作用。平均技术效率测算结果发现,现阶段平均技术效率值在0.661~0.871之间,具有较大的提升空间。各投入要素中,土地与劳动力投入显著提升了水稻产出,而农资费用与生产性固定资本投入则负向地影响产出。要素弹性分析中,种植规模与稻农密度弹性为正,集聚外部性推动水稻产出向前沿面移动。土地与劳动力投入的弹性同样为正,而农资费用与生产性固定资本投入弹性为负,且土地投入弹性的绝对值最大。同时,分地形与稻农不同种植面积的异质性分析结果,都证明了基准回归结果的稳健性。

根据以上结论,提出如下政策建议:

第一,农业家庭经营是中国农村的基本经营制度,是保证农业生产高效、顺利进行的基础保障,也是农业进步和发展的基石。当前尽管各级政府重视农业,投入了大量的财政资金,但更多的是关注农村一二三产业融合发展,鼓励通过土地流转实行公司规模化经营,而以家庭为单位“种田难”现象突出,村组从事农业生产的农户越来越少,土地撂荒问题日益严重,无从发挥密度经济效应。为此,在完善农业农村基础设施建设的过程中,要吸取地方“小田并大田”的经验教训,利用好土地二轮延包政策,充分考虑以家庭为单位农户的需求,为农民提供良好便利的种田条件,变“无田可种”为“有法种田”,解决当前农村无人种田的问题。

第二,充分把握当前正在大力推进的加快建设农业农村基础设施的政策机遇,利用农田建设、土地整治等手段,解决农田细碎化和基础设施建设滞后等问题,引导村组充分利用比较优势,在当地农业生产资源禀赋基础上,突出地域特色和当地元素,推动村组实行水稻等农作物种植规模化和生产专业化,发挥集聚经济效应,提升农业生产全要素生产率。

第三,村组水稻种植规模和稻农密度的增加,都能够产生集聚外部性,提升水稻生产的全要素生产率,因此各地要结合本地实际,因地制宜地制定相关支持政策。一方面,通过深化土地制度改革,强化宣传引导和加大政策支持,加强土地管理和平台建设,通过土地流转等措施发展村组适度规模经营,发挥水稻种植规模经济效应;另一方面,通过完善农田水利等基础设施建设,支持农业社会化服务组织发展等方式,解决农民“种田难”问题,增加农户种植水稻的积极性,实现稻农密度经济效应。

## 参 考 文 献

- [1] 丁吉萍,黄季焜,盛誉.从单产和利润再看农户适度规模经营:来自东北、华北农户粮食生产的实证分析[J].农林经济管理学报,2021,20(1):19-28.
- [2] 史常亮,朱俊峰.我国粮食生产中化肥投入的经济评价和分析[J].干旱区资源与环境,2016,30(9):57-63.
- [3] 赵丹丹,周宏.农业生产集聚:如何提高粮食生产效率——基于不同发展路径的再考察[J].农业技术经济,2020(8):13-28.
- [4] 余威震,罗小锋.要素市场化对稻农测土配方施肥技术采纳行为的影响——基于资源禀赋异质性视角下的实证研究[J].长江流域资源与环境,2022,31(6):1272-1281.
- [5] 王恒,高鸣.中国稻谷生产率的地域差异和时空分异——基于稻谷主产区的实证分析[J].中国农业科技导报,2020,22(2):1-11.
- [6] 刘颖,洪道远.要素投入、技术效率与水稻生产潜力研究——基于湖北省农村固定观察点的面板数据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2018,135(3):35-43,154.
- [7] 孟菲,谭永忠,陈航,等.中国耕地“非粮化”的时空格局演变及其影响因素[J].中国土地科学,2022,36(1):97-106.
- [8] 朱丽娟,王志伟.黑龙江省种粮大户的技术效率及其影响因素[J].资源科学,2018,40(8):1583-1594.
- [9] 田红宇,付玮琼.农户务农劳动力质量与水稻生产技术效率——基于土地流转和农业社会化服务调节视角[J].商业研究,2021(2):88-98.
- [10] 刘颖,刘芳,秦安琪.水土资源约束下灌溉和机械投入对水稻生产效率的影响[J].华中农业大学学报(社会科学版),2023(3):67-78.
- [11] 田红宇,冯晓阳.土地细碎化与水稻生产技术效率[J].华南农业大学学报(社会科学版),2019,18(4):68-79.
- [12] 杨钢桥,张超正,文高辉.耕地流转对农户水稻生产技术效率的影响研究——以武汉都市圈为例[J].中国人口·资源与环境,2018,28(5):142-151.
- [13] 赵鑫,孙维祺,任金政.农业生产外包服务选择有益于农户家庭增收吗?——基于5717个农户家庭的实证分析[J].世界农业,2022,521(9):113-125.
- [14] TVETERAS R, BATTESE G E. Agglomeration externalities, productivity, and technical inefficiency[J]. Journal of regional science, 2006,46(4):605-625.

- [15] ANTWI D E, ONUMAH E E. Agglomeration externalities, productivity and technical efficiency of soybean farms in Ghana[J]. *GSJ*, 2020, 8(1): 2833-2846.
- [16] MAMITI R J, YANAGIDA J, VILLANUEVA D. Farm locations and dwelling clusters: do they make production and technical efficiency spatially contagious? [J]. *Food policy*, 2020, 92: 101883.
- [17] 王亚飞,徐铭,张齐家.农旅产业协同集聚对农业绿色全要素生产率增长的影响:作用机理与经验证据[J].安徽师范大学学报(人文社会科学版),2022,50(4):143-157.
- [18] 张永强,田媛.社会化服务模式对农户技术效率的影响[J].农业技术经济,2021(6):84-99.
- [19] ELLISON G, GLAESER E L. Geographic concentration in US manufacturing industries: a dartboard approach[J]. *Journal of political economy*, 1997, 105(5): 889-927.
- [20] FUJITA M, KRUGMAN P, VENABLES A J. *The spatial economy: cities, regions and international trade* [M]. Boston: MIT Press, 2001.
- [21] 赵颖文,赵剑.我国粮食种植业地理集聚态势研究:测度分析、时空特征与发展对策[J].农村经济,2020(7):86-93.
- [22] 范丽霞,李谷成.全要素生产率及其在农业领域的研究进展[J].当代经济科学,2012,34(1):109-119,128.
- [23] 顾景景,周宏.生产性服务业对农业全要素生产率的影响研究——基于中介效应的影响路径分析[J].中国农业资源与区划,2022,43(3):106-116.
- [24] SYVERSON C. What determines productivity? [J]. *Journal of economic literature*, 2011, 49(2): 326-365.
- [25] 黄祖辉,王建英,陈志钢.非农就业、土地流转与土地细碎化对稻农技术效率的影响[J].中国农村经济,2014,359(11):4-16.
- [26] BADUNENKO O, HENDERSON D J, ZELENYUK V. Technological change and transition: relative contributions to worldwide growth during the 1990s[J]. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 2008, 70(4): 461-492.
- [27] 徐志刚,章丹,程宝栋.中国粮食安全保障的农地规模经营逻辑——基于农户与地块双重规模经济的分析视角[J].管理世界,2024,40(5):106-122.
- [28] 姜长云.加快农业发展方式转变对依靠创新驱动的新要求[J].农业经济与管理,2016(1):20-27.
- [29] AHLFELDT G M, PIETROSTEFANI E. The economic effects of density: a synthesis[J]. *Journal of urban economics*, 2019, 111: 93-107.
- [30] 翟雪玲,戴鹏.要素投入、技术进步与棉花产出增长——基于贝叶斯面板随机前沿模型的实证研究[J].农业技术经济,2021,309(1):129-144.
- [31] 顾冬冬,关付新.耕地流转、土地调整与小麦种植技术效率分析——基于随机前沿生产函数和Tobit模型的实证[J].农业现代化研究,2020,41(6):988-998.
- [32] COELLI T J, BATTSESE G E. Identification of factors which influence the technical inefficiency of Indian farmers [J]. *Australian journal of agricultural economics*, 1996, 40(2): 103-128.
- [33] 高鸣,宋洪远,MICHAEL C.粮食直接补贴对不同经营规模农户小麦生产率的影响——基于全国农村固定观察点农户数据[J].中国农村经济,2016(8):56-69.
- [34] 李龙峰,张应良,湛小梅.农业分工与生产社会化驱动研究——水稻育秧农户外包行为分析[J].农村经济,2018,424(2):86-91.
- [35] 鲁庆尧,张旭青,孟祥海.我国粮食种植生态效率的空间相关性及影响因素研究[J].经济问题,2021,504(8):82-88,94.
- [36] TSEKERIS T, PAPAIOANNOU S. Regional determinants of technical efficiency: evidence from the Greek economy[J]. *Regional studies*, 2018, 52(10): 1398-1409.
- [37] 林青宁,毛世平.产业协同集聚、数字经济与农业全要素生产率[J].中国农业大学学报,2022,27(8):272-286.
- [38] 唐林,罗小锋.邻里效应能否促使稻农施用生物农药?——基于鄂、赣、浙三省农户调查数据的考察[J].自然资源学报,2022,37(3):718-733.
- [39] 姚成胜,李慧贤,杨一单.中国水稻生产与化肥施用的脱钩关系及其关联效应分析[J].中国农业资源与区划,2022,43(10):63-74.
- [40] 冀县卿,钱忠好,李友艺.土地经营规模扩张有助于提升水稻生产效率吗?——基于上海市松江区家庭农场的分析[J].中国农村经济,2019(7):71-88.
- [41] YANG D T. Education in production: measuring labor quality and management [J]. *American journal of agricultural economics*, 1997, 79(3): 764-772.
- [42] 周炜.多元化经营背景下家庭农场水稻生产效率——基于全国农村固定观察点的实证研究[J].南京农业大学学报(社会科学版),2017,17(5):132-137,155-156.
- [43] 郭斯华,季凯文.江西水稻生产效率测算及其影响因素分析[J].江西财经大学学报,2018(2):90-99.
- [44] 王琛智,张朝,张静,等.湖南省地形因素对水稻生产的影响[J].地理学报,2018,73(9):1792-1808.
- [45] 孙志强,卢宇桐,田旭.生产性服务对中国水稻生产技术效率的影响——基于吉、浙、湘、川4省微观调查数据的实证分析[J].中国农村经济,2016,380(8):70-81.

## Do Agglomeration Externalities Increase the Total Factor Productivity of Farm Households?

ZENG Guang, ZHANG Tuo, DING Yuchao

**Abstract** Technological progress and improvements in technical efficiency are critical for promoting high-quality development of the food industry and ensuring food security. As rice cultivation scales up and the density of rice farmers increase, the agglomeration externality formed by the spatial concentration of factors can not only effectively enhance the technological level of the industry, but also reduce the technological non-efficiency of rice farmers. Based on 1,248 rice farmers' microdata during 2014—2020 in Hunan Province, the transcendental logarithmic stochastic frontier production function model is used to incorporate the planting scale and rice farmer density-key indicators of agglomeration economic effects-into the frontier function and the technical non-efficiency term at the same time, and to comprehensively investigate the impact of agglomeration externalities on the total factor productivity of rice farmers. The findings reveal that: both rice planting scale and rice farmer density significantly promote the technical progress of rice production and enhance the technical efficiency of farmers. The positive output elasticities of these agglomeration variables collectively contribute to an outward shift in the rice production frontier. Additionally, the results from heterogeneous regressions based on planting area of the sub-topography and the sub-farmer align with the baseline results, confirming their robustness. Based on these findings, it is recommended to improve infrastructure in rice-growing areas, use land policies to meet the needs of farmers, and enhance the efficiency of agricultural production. It is also advisable to use land remediation and other means of farmland construction to address the problem of fragmentation, and promote the specialization and scaling up of production in villages and groups; and give full play to the economies of scale and density of rice cultivation by reforming the land system, strengthening the supportive policies, and optimizing the agricultural structure in conjunction with the local realities, so as to increase the total factor productivity.

**Key words** agglomeration economy; scale of cultivation; rice farmer density; technical efficiency; output elasticity

(责任编辑:余婷婷)