

引用格式:王嫚嫚,刘颖,蒯昊,等. 土地细碎化、耕地地力对粮食生产效率的影响——基于江汉平原354个水稻种植户的研究[J]. 资源科学, 2017, 39(8): 1488-1496. [Wang M M, Liu Y, Kuai H, et al. The effects of land fragmentation and land quality on the technical efficiency of grain production based on 354 rice planters on the Jiangnan Plain[J]. *Resources Science*, 2017, 39(8): 1488-1496.] DOI: 10.18402/resci.2017.08.06

# 土地细碎化、耕地地力对粮食生产效率的影响 ——基于江汉平原354个水稻种植户的研究

王嫚嫚<sup>1,3</sup>, 刘颖<sup>1,2</sup>, 蒯昊<sup>1</sup>, 周晓时<sup>1</sup>

(1. 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430070;

2. 主要粮食作物产业化湖北省协同创新中心(长江大学), 荆州 434025;

3. 三峡大学经济与管理学院, 宜昌 443002)

**摘要:**土地细碎化和耕地地力是影响农业生产及其效率的两个重要因素。本文以江汉平原354个水稻种植户为研究对象,利用效率损失随机前沿生产函数构造了4个不同的模型,探讨了土地细碎化、耕地地力不同组合对粮食生产及其效率的影响。研究发现:土地细碎化对粮食生产存在负面影响,对技术非效率存在正向影响,土地细碎化程度高和农业劳动力投入降低,使资产配置不合理,粮食生产受到严重影响。耕地地力对粮食生产效率具有显著的正向影响,有助于提高粮食生产效率,过剩的农资投入,未对粮食生产产生正向影响且不利于耕地可持续发展。因此政府应鼓励小规模农户释放土地,提高大规模农户经营管理能力,确保生产条件;鼓励和推广新型栽培技术,引导农户合理投入农资,提高生产效率;增强高质量农田和农业基础设施建设,保障生产环境。

**关键词:**土地细碎化;耕地地力;粮食产出;生产效率;江汉平原

DOI: 10.18402/resci.2017.08.06

## 1 引言

土地细碎化是指农户所拥有的土地空间分割、大小不等,且每一块都作为独立的生产单位<sup>[1]</sup>。土地细碎化在人多地少、耕地资源有限的中国中部和南部非常普遍,这是地理环境、文化约束、制度因素等共同影响的结果。首先是地理自然条件,丘陵或山区地带,耕地地质结构、坡度等地貌条件决定单位生产面积不宜过大。其次是土地制度,20世纪80年代的家庭联产承包责任制为了保证公平优先于效率的农地分配原则,将稀缺的土地资源按照质量及通达度分割成为多个小块的土地,以便于进行分配;同时由大规模家庭向小规模家庭的结构转变,加剧了土地再分割,土地细碎化更加严重。三是农户理性选择,为减少自然和市场风险,农户会根据

自身劳动力分配,作物的经济收益等进行多样化种植,促使了土地细碎化。土地细碎化问题已经成为影响农业生产的一个重要因素。

伴随经济的快速发展和农村劳动力的不断转移,土地细碎化对农业产出和生产效率的影响日益凸显。已有研究结果显示,土地细碎化不利于农业生产,会降低农业生产要素的配置效率,影响农业生产利润和效率,不利于农业生产和农户收入<sup>[2-5]</sup>。另外,研究发现土地细碎化增加了农业生产成本,因为小地块之间的往来和运输增加了家庭劳动力用量,阻碍了现代农业机械的采用和农田基础设施建设,未能有效分担生产要素的投入<sup>[6-8]</sup>。同时土地细碎化使部分土地用于边界划分,土地浪费严重,且不利于田间水利和田间管理,降低了土地的有效

收稿日期:2017-01-11;修订日期:2017-03-13

基金项目:中央高校基本科研业务费专项基金资助(2662017PY062)。

作者简介:王嫚嫚,女,湖北宜昌人,博士生,研究方向为农业经济理论与政策。E-mail:1053439490@qq.com

通讯作者:刘颖,E-mail:2529511502@qq.com

2017年8月

使用<sup>[9,10]</sup>。

关于土地细碎化对粮食产量的影响则存在争议,部分学者利用不同数据探究了土地细碎化和粮食产量之间的关系,发现土地细碎化对粮食产量有负面影响,不同类型的粮食细碎化研究也得出相同的结论<sup>[11-13]</sup>。但 Sikor 等则认为土地细碎化能够增加粮食产量,至少不会是负面影响<sup>[14]</sup>。许庆等研究发现土地细碎化对粮食产量有正向影响,并猜测土地细碎化会影响产量的原因是为体现公平优先于效率的农地分配原则,质量越高的土地被划分的块数越多<sup>[15]</sup>。目前关于土地细碎化对粮食生产影响的研究较多,但将耕地地力与土地细碎化分离,并作为单独变量同时探究其各自对农业生产影响的研究较少,那么耕地地力和土地细碎化对粮食生产的具体作用如何? 本文基于微观调研数据,运用效率损失随机前沿生产函数,将耕地地力与土地细碎程度进行分离排除了土地质量对土地细碎化的影响,分别探索了两个变量对粮食产出及效率的影响,得出相应的结论和政策启示,对未来粮食生产具有一定的指导意义。

## 2 研究方法 with 数据来源

### 2.1 随机前沿生产函数和技术非效率模型

农业生产效率主要从技术效率、规模效率以及要素配置效率几个方面进行分析<sup>[16]</sup>,任何一种因素利用不当引起的效率变化都会以最直接的形式反映在农业生产产能上。即在构造生产前沿面的前提下,计算农户效率与前沿生产面的差距。因而,在对估计农业生产效率的函数选择上,必须考虑理论的有效性并选择正确的生产函数。本文选取了灵活性强,对于任意的生产技术都能较好地近似,对生产弹性和要素替代弹性不设定限制条件的随机前沿生产函数<sup>[17]</sup>,构造随机前沿生产函数和技术非效率模型分析土地细碎化、耕地地力对农业生产的产值和效率的影响。

土地细碎化和耕地地力会对粮食产出及效率产生何种影响很难确定,即这两个因素可能直接影响粮食产出,也可能会对效率产生影响。因而在利用随机前沿生产函数时,需要将因素和模型作用调整对应,当假定土地细碎化会同时影响粮食产出和效率时,就必须同时存在于生产模型和非效率影响

因素模型中,若土地细碎化只作为非效率影响因素,则只需存在于非效率影响因素模型中。为了能够更全面地对问题进行研究,本文设立4个模型,将土地细碎化和耕地地力以多种形式嵌入模型中。模型1中两个变量均作为影响生产效率的因素,放入非效率影响因素函数中,模型2中土地细碎化作为影响生产的因素,放入生产模型,耕地地力则放在非效率影响效率函数中,模型3对两个变量的处理与模型2相反,土地细碎化、耕地地力放入非效率影响因素函数,模型4中两个变量则均直接放入生产函数中。这4个模型能够较为全面地探索在现有的生产技术条件下,两个因素对粮食生产的具体影响。

根据前面的描述,本文采用效率损失随机前沿生产函数<sup>[17]</sup>的具体形式如下:

$$Y_i = F(X_i, \beta) \exp(V_i - U_i) \quad (1)$$

$$\text{其中: } U_i = \gamma_0 + \sum_{i=1}^n \gamma_i z_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

式中  $Y_i$  为第  $i$  个农户单位面积粮食总产值;  $F(X_i, \beta)$  为生产函数,表示的是在一定技术条件下农户  $i$  投入要素所能实现的粮食生产可能性边界产出;  $X$  为粮食生产所需各类投入要素的集合(具体见表1);  $\beta$  为待估计参数;  $V_i$  为随机误差(测量误差和随机干扰因素的影响);  $U_i$  为技术非效率影响因素函数;  $(V_i - U_i)$  为混合误差,且假定  $V_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ ,  $U_i \sim N(r_i z_i, \sigma_u^2)$ 。

在技术非效率影响因素模型中,  $n$  为农户总户数;  $z_i$  为影响农户粮食种植技术效率的外生性因素集;  $\gamma_0$  为截距项;  $\varepsilon_i$  为模型扰动项;  $\gamma_i$  为对技术非效率变量的影响,结合整体模型,若  $\gamma_i$  为负,则对粮食技术效率存在正向影响,反之,则存在负面影响。根据 1995 年 Battese 等提出的,方程利用  $\sigma_0^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  和  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$  代替  $\sigma_v^2$  和  $\sigma_u^2$ , 然后采用极大似然估计,则得到所有参数值。其中,  $\gamma$  代表的是技术无效率所占的比例,且  $\gamma \in (0, 1)$ , 当  $\gamma$  趋近于 1,则表示误差项主要来源于技术非效率项,即效率损失大;当  $\gamma$  趋近于 0,则表示误差项主要来源于随机误差项,即不存在技术非效率误差<sup>[17]</sup>。

生产技术效率  $TE_i$  为实际粮食总产出与随机前

沿生产函数可能性最大产出之比,具体为:

$$TE_i = \frac{E(\hat{Y}_i/U_i, X_i)}{E(\hat{Y}_i/U_i=0, X_i)} \quad (3)$$

式中  $TE_i \in (0, 1)$ , 当  $U_i = 0$  时,  $TE_i = 1$ , 代表生产具有完全技术效率。当  $U_i > 0$ , 则  $0 < TE_i < 1$ , 表示生产存在技术效率损失。

对于技术非效率影响因素模型,其处理方法包括两种:一步法和两步法。目前最普遍的做法是两步法,首先利用随机前沿模型获得非效率项  $U$  的估计值,然后利用外生性因素  $Z$  对  $U$  估计并分析其影响因素。一步法则是在给定分布函数的前提下随机前沿和技术非效率项参数被同时回归出来<sup>[18, 19]</sup>,但是此方法的非效率项分布假设过于严苛,必须服从正态截尾分布。

## 2.2 变量选取及建立实证模型

本文研究的重点是土地细碎化和耕地地力对粮食产值和效率的影响,因而除了生产函数的选择,各影响因素的正确选择与表达也至关重要。如表1所示,本文将影响效率的因素划分为以下三种。

(1)品种因素。主要是因不同作物品种对生长环境的反应不同而引起的产量不同,但本文以江汉平原水稻生产为主,且调查样本基本全为单季稻也即中稻种植,因而可忽略此项因素。

(2)个体差异。不同农户的个人特征会对农户种植方式、技术以及要素投入产生影响,因而户主

年龄、户主教育程度、栽培技术选择、劳动力投入状况等均会影响农业生产效率。

(3)生产环境的不同。地区差异带来的气候、土壤、社会发展水平等差异会对粮食生产产生影响。样本来源于江汉平原,因气候条件,社会发展水平等宏观环境引起的粮食生产差异甚微,作为粮食生产载体的耕地环境是本文研究的重点。

土地细碎化和耕地地力是影响粮食生产环境的两个重要因素,这两个变量的界定非常重要。

土地细碎化会影响农业生产的整个过程<sup>[13]</sup>,但是土地细碎化并非生产投入要素,因此将土地细碎化指数以效率函数形式  $SI_i$  进入模型。本文采用辛普森指数<sup>[3, 7, 20]</sup>作为土地细碎化衡量的指标。辛普森指数的定义如下:

$$SI_i = 1 - \sum_{k=1}^m P_{ik}^2 / \left( \sum_{k=1}^m P_{ik} \right)^2 \quad (4)$$

式中  $m$  为农户  $i$  的地块总数目;  $k$  为农户  $i$  的具体某一地块;  $P_{ik}$  为农户  $i$  每块种植地的面积;且  $SI_i$  处于 0~1 之间,当  $SI_i = 0$  为农户  $i$  只有一块土地,当  $SI_i = 1$  为农户  $i$  拥有的土地细碎化程度非常严重。

耕地地力 ( $LQ$ ) 是对耕地土壤的地形、地貌条件、成土母质特征、农田基础设施及培肥水平、土壤理化性状等的综合评价。农户作为土地最为熟悉的使用者,能够对耕地地力等级做出准确的判断,因而从农田基础设施建设状况(道路通达度、灌溉

表1 变量解释及描述性分析

Table 1 Variable explanation and descriptive analysis

变量	变量解释	平均值(方差)
产值( $y$ )	单位面积产量×粮食价格/(元/hm <sup>2</sup> )	22 762.550 (3 594.315)
土地( $x_1$ )	生产种植面积/hm <sup>2</sup>	1.664 (3.020)
劳动力费用( $x_2$ )	单位面积家庭雇工、自投工和邻里换工等总和/(元/hm <sup>2</sup> )	2 073.992 (986.361)
种子费用( $x_3$ )	单位面积种子投入费用,包含市场购买种子及自留种,自留种按市场成本价格折算/(元/hm <sup>2</sup> )	1 193.114 (556.721)
农药费用( $x_4$ )	单位面积农药投入费用/(元/hm <sup>2</sup> )	1 634.132 (641.528)
化肥费用( $x_5$ )	单位面积有机化肥和无机化肥投入费用/(元/hm <sup>2</sup> )	2 848.482 (897.106)
机械服务费( $x_6$ )	单位面积机械雇佣费及灌给费等之和/(元/hm <sup>2</sup> )	2 732.948 (655.732)
户主年龄( $z_1$ )	种植户户主年龄/岁	51.204 (9.132)
户主受教育程度( $z_2$ )	种植户户主受教育程度:1~5分别代表文盲、小学、初中、高中或中专、大专及以上	2.833 (0.786)
栽培技术( $z_3$ )	水稻不同栽培技术(1=撒播;2=插秧)	1.374 (0.484)
劳动用工量( $z_4$ )	单位种植面积劳动力用工量,检测农户农业投入精力/(日/hm <sup>2</sup> )	44.808 (7.858)
耕地地力( $LQ$ )	耕地地力等级:1~5分别代表优等、较好、一般、较差、劣等	2.713 (0.723)
辛普森指数( $SI$ )	反映耕地细碎化程度,指数越大细碎化程度越高	0.601 (0.293)



2017年8月

沟渠是否完善)、耕地培肥水平(土壤是否板结)、灌排能力(是否出现旱涝)、土壤理化性状(是否适宜耕种、是否能涵养水分)四个方面对耕地地力状况进行细分,根据农户对指标的选取评价状况,将调研所在地的耕地地力划分为五个等级(见表1)。

根据理论分析,将实证模型进行完善,具体模型及变量如下:

$$\ln P_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_{ij} \ln x_{ij} + v_i - u_i \quad (5)$$

式中  $P_i$  为单位面积粮食生产产值;  $x_{ij}$  为粮食生产中第  $j$  项要素投入,文中的要素投入根据《全国农产品成本收益资料汇编》<sup>[21]</sup>进行划分。包含生产投入所需土地  $x_1$ 、单位面积有效劳动力费用  $x_2$  (包含家庭用工、雇工以及邻里亲戚换工)、生产过程中单位面积投入的种子费用  $x_3$ 、农药费用  $x_4$ 、化肥费用  $x_5$ 、机械服务费  $x_6$  (包含机械作业费用、灌溉费用及其他相关费用);  $v_i$  为随机误差;  $u_i$  为技术非效率影响因素函数,包含变量有辛普森系数  $SI$ 、耕地地力等级  $LQ$ 、户主年龄  $z_1$ 、户主受教育程度  $z_2$ 、栽培技术  $z_3$  及劳动用工量  $z_4$ 。

### 2.3 数据来源及其描述性分析

#### 2.3.1 数据来源

本文数据是基于农户层面的微观调研数据,来源于2015年7-8月在湖北省进行的农户粮食生产经营调查。湖北省地貌较为复杂,包含山地、丘陵、平原,为了减少因地形等自然条件差异带来的粮食种植的不同,选取江汉平原6县市(荆州区、洪湖市、枝江市、钟祥市、沙洋市、汉川市)和2省辖市(天门市、仙桃市)部分区域作为研究对象,调研人员采取随机抽样的方法对农户进行一对一的访谈,共获得354份有效问卷,具体各区域问卷量及主要调研乡镇见表2,问卷内容包含以下几个方面:①户主及其

家庭基本状况,如农业劳动力人数、地块数及面积、户主年龄及受教育程度、农作物种植面积、耕地地力等级等;②农业生产投入产出详情,从粮食生产的育种、栽培、收割、出售等各生产环节,详细记载种子、化肥、农药、灌溉、劳动力、机械等物质投入,以及粮食产出及销售价格。为保证问卷质量以及调查的准确性,问卷经过多次修改并进行试调研,同时调研前期对调研人员进行问卷调查培训。

#### 2.3.2 变量的描述性分析

本文从农业生产角度出发,主要考察了土地细碎化和耕地地力对农业产值和效率的影响。其中耕地地力因研究对象范围的限定,消除了土壤的地形地貌条件差异,主要代表的是土壤理化性状、农田基础设施、灌排能力及培肥水平等的评价。根据理论模型,相关变量的选择和解释见表1。

表1给出了模型中各变量的解释说明和描述性分析。数据显示了农户种植过程中所需各项成本,化肥和机械服务费总量很接近且占总量的第一和第二,其次是劳动力费用。各项成本差距不大,农业生产要素的价格上涨使农业生产“地板效应”<sup>1)</sup>日益严重,降低农户生产效益,影响农户粮食种植积极性。农户机械费用反映江汉平原目前机械普及率之高,但是化肥和农药的高费用也反映江汉平原对土地的污染和破坏现象的严重性,不利于农业的长期可持续发展。

农户特征变量中,现阶段,农村劳动力兼业现象常见,因而家庭劳动力数量并不能准确代表农户家庭对农业生产的实际劳动投入状况,此处用单位种植面积劳动力用工量代替常用的平均家庭务农人数,农户户主平均年龄为51.204岁,50岁以上的农户占57.18%,而40岁以下的比例仅为7.18%,说明农业生产老龄化现象严重,户主受教育程度平均

表2 调查问卷分布状况

Table 2 The distribution of the questionnaire									(%)
县、市、区	荆州市 岑河镇	洪湖市 黄家口镇	仙桃市 胡场镇	枝江市 安福寺镇	钟祥市 洋梓镇	沙洋市 拾回桥镇	汉川市 里潭乡	天门市 佛子山镇	合计
有效问卷数量	194	51	23	25	19	10	17	15	354
问卷占比/%	54.80	14.41	6.50	7.06	5.37	2.82	4.80	4.24	100

1)地板效应又称低限效应,是指任务过于困难,各不同水平的自变量均获得无差别的很差结果。此处是指农业生产过程中各种农业生产要素价格上涨,出现农业生产成本上升这个不适于农业发展的现象。

值为2.833,反映样本主要是小学和初中文化程度。

样本地区的辛普森指数均值为0.601,说明大多数农户有多块地,分布在村子附近不同位置。地块大小不同、距离农户远近差异会改变农户生产经营的资源配置方式。耕地地力等级为2.713,说明样本区的耕地地力水平整体情况较为乐观,即江汉平原农田基础设施及培肥水平整体较好,基础设施以及自然条件利于农业生产。

为了能够更直观地看出江汉平原耕地细碎化情况,本文将数据进行整理(图1),平均单位地块面积为0.6005hm<sup>2</sup>,其中大于0.5hm<sup>2</sup>的为27.59%,小于0.1hm<sup>2</sup>的为8.62%,即0.1~0.5hm<sup>2</sup>是占比最大的区间。相对而言,江汉平原单位地块面积较大,说明其前期的土地整理有一定的效果,但结合辛普森系数可以确定其农户拥有地块数总量也较多。

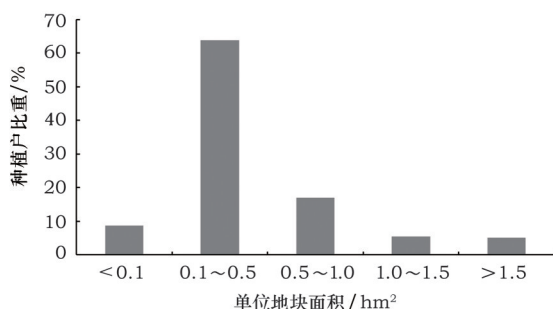


图1 2015年江汉平原耕地细碎化情况

Figure 1 The situation of land fragmentation in Jiang Han Plain in 2015

## 4 结果及分析

尽管随机前沿生产函数符合线性性质,但其回归方程误差项包含两个不可观测的量,不能满足最小二乘法的经典假设,因而本文采用极大似然估计法来估计随机前沿生产函数模型和非效率影响因素模型中的各参数项,具体结果见表3。模型初始假设为 $H_0=g_1=g_2=\dots=g_6=0$ ,所得到的似然比值大于临界值,在1%的显著性水平下均拒绝原假设,说明4个生产函数模型中非效率影响显著,且各模型中 $g$ 均大于0.85,且前两个模型结果显著,说明误差项中主要误差来源于技术非效率,而非测量误差和随机干扰项。假设检验和方差比值结果均在一定程度上说明粮食生产的技术非效率性,函数选择及估计结果具有一定的合理性。

4个模型中,生产函数估计结果存在着相似特

性,即土地、种子、化肥、农药这些要素投入与粮食生产呈负相关性,且除了农药,其余估计结果均显著。这可能是农户为追求更高的收益,过量的进行资产投入,导致各投入要素没有实现资产的有效配置。劳动投入( $x_2$ )和机械及相关服务费( $x_6$ )则对粮食生产有显著正向影响,说明江汉平原目前的粮食生产中,劳动投入量有待加强,或者改善和提高机械技术服务以弥补劳动力不足带来的不利。

模型1和模型3结果显示,土地细碎化对粮食生产的技术非效率影响为正,模型2和模型4中,土地细碎化对粮食产出的影响为负,虽然这种影响并不显著,但与对孟加拉土地细碎化对水稻生产力和效率影响的研究结果相一致<sup>[20]</sup>,与土地面积越大土地生产效率越低这一经典理论相反<sup>[22]</sup>。Tan等<sup>[17]</sup>、Latruffe等<sup>[18]</sup>、Wu等<sup>[23]</sup>的研究结果表明土地细碎化程度高,会导致粮食生产在农业劳动力非生产性时间浪费多、非生产性土地浪费较多、机械化以及其他投入要素上不能很好的实现技术更新等问题,因而各生产要素的投入产出率下降,同时降低粮食生产效率。

农业生产越来越注重耕地质量及其可持续利用,耕地地力等级作为衡量土地质量的重要指标之一,将会如何影响粮食生产产能?模型3和模型4中,耕地地力等级和粮食生产产能存在显著的负相关关系,模型1和模型2中,耕地地力等级和粮食生产技术非效率之间存在显著的正相关关系(表3)。在生产函数模型中显著性为负,表明耕地地力越差,粮食生产能力随之下降,在技术非效率模型中显著性为正,表明耕地地力下降,技术非效率上升。因此不管是生产函数模型还是技术非效率模型,耕地地力的提升都存在积极的作用,对粮食生产具有一定的推动作用。

从样本个体特征来看,4个模型中农户家庭户主的年龄对技术非效率的影响均显著为正,说明随着年龄的增加,劳动力生产技能逐渐下降,生产效率下降<sup>[15,24]</sup>。虽然年龄上升能够提升经验值和技术熟练度,但是当年龄达到一定值后,农户农业生产的新技术获取和生产能力减弱,因而农业生产效率下降,这与目前主流所担忧的农业生产劳动力呈现老龄化现象的结论相一致。户主受教育程度

2017年8月

表3 模型极大似然估计结果

Table 3 The maximum likelihood estimation results of the model

变量	模型1	模型2	模型3	模型4
<i>production function</i>				
$x_1$	-0.017 7* (-1.86)	-0.017 8* (-1.89)	-0.019 2** (-2.00)	-0.019 8** (-2.19)
$x_2$	0.051 0* (1.75)	0.059 8** (2.04)	0.058 8* (1.86)	0.068 4** (2.33)
$x_3$	-0.031 1*** (-3.20)	-0.031 4*** (-3.27)	-0.031 2*** (-3.23)	-0.031 6*** (-3.30)
$x_4$	-0.020 8 (-1.05)	-0.021 4 (-1.13)	-0.022 6 (-1.17)	-0.022 5 (-1.18)
$x_5$	-0.055 6** (-2.43)	-0.058 0** (-2.58)	-0.054 1** (-2.38)	-0.055 3** (-2.44)
$x_6$	0.058 0* (1.86)	0.056 9** (2.09)	0.053 7* (1.85)	0.053 0* (1.95)
$SI$	- -	-0.034 0 (-1.54)	- -	-0.035 9 (-1.62)
$LQ$	- -	- -	-0.019 2** (-2.13)	-0.019 1** (-2.16)
$_{-}cons$	10.097 3*** (27.83)	10.061 1*** (28.09)	10.109 6*** (28.20)	10.060 0*** (27.91)
<i>technical inefficiency</i>				
$z_1$	0.001 9* (1.90)	0.002 0** (2.48)	0.001 8* (1.83)	0.001 8* (1.76)
$z_2$	0.007 0 (0.61)	0.010 1 (0.98)	0.005 1 (0.44)	0.008 3 (0.72)
$LQ$	0.024 1* (1.70)	0.022 5* (1.95)	- -	- -
$SI$	0.038 1 (0.70)	- -	0.038 1 (0.93)	- -
$z_3$	0.129 2*** (3.81)	0.135 6*** (4.29)	0.142 8*** (3.72)	0.152 2*** (4.54)
$z_4$	-0.019 9*** (-5.46)	-0.019 1*** (-10.24)	-0.020 2*** (-8.84)	-0.019 9*** (-9.95)
$_{-}consI$	0.597 0*** (3.69)	0.551 6*** (5.70)	0.653 2*** (4.89)	0.628 6*** (5.34)
<i>model diagnostics</i>				
$\sigma^2$	0.070 3*** (-3.35)	0.070 1** (-2.85)	0.082 3 (-1.40)	0.082 4* (-1.66)
$\gamma$	0.853 0** (1.98)	0.850 5* (1.67)	0.874 3 (1.00)	0.872 8 (1.17)
H0:No inefficiency component( $Prob \leq z$ ):	0.002	0.004	0.002	0.004

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1%的水平下显著;括号中数值为 Z 值。

同样对技术非效率影响为正,虽不显著但也说明江汉平原目前的粮食种植技术不需要很高的文化水平就能掌握,或者说文化水平较高的农户会较多从事非农生产,造成农户精力和投入上的分散,农业

劳动力生产存在兼业化和劣质化现象。

为了进一步反映农户农业生产精力投入对粮食生产的影响,本文选取了反映不同样本农户农业劳动力投入特征的变量。4个模型中,单位面积劳



动力投入量均极显著且为负,即劳动投入量和技术非效率呈负向关系,也说明随着单位面积农业劳动的投入增多,农业生产效率逐渐上升,反映了目前农户兼业现象降低了农户农业生产劳动力投入的质量,对农业生产造成了一定的负面影响。另外在粮食种植中,栽培技术的选择也对粮食生产效率产生影响,模型结果显示,栽培技术与技术非效率呈显著的正向关系,即插秧相对于撒播而言,粮食生产效率下降。陈风波等2011年的研究结果显示,中稻撒播和插秧单位面积产量分别为 $6411.75\text{kg}/\text{hm}^2$ , $7353.6\text{kg}/\text{hm}^2$ ,插秧能带来更高的单位面积粮食产量<sup>[25]</sup>,但是这种形式的栽种并不能提高各投入要素的配置效率,因为插秧增加了劳动力需求量,伴随劳动力价格不断上涨,不利于提高粮食生产的整体效率。

## 5 结论与启示

### 5.1 结论

(1)利用随机前沿生产模型和技术非效率影响因素模型分析了土地细碎化和耕地地力对粮食生产产能和效率的影响,结果显示土地细碎化和耕地地力与粮食生产和生产效率均存在负相关关系。

(2)将土地细碎化和耕地质量分离,分别探究了土地细碎化和耕地质量对粮食产出和效率的影响,研究结果证实排除耕地地力后土地细碎化对粮食生产存在负面影响,即土地细碎化不利于粮食产量以及农业生产效率的提高。土地细碎化程度高,只能是依靠高密度的劳动投入来弥补无法进行机械生产等资本投入带来的不足,造成农户劳动和资本投入结构不合理。土地细碎化程度降低,达到能够进行现代机械生产的条件,由劳动密集型向资本密集型转变,便于进行资源的合理配置,提高了农业生产效率。目前农业生产存在一个严重的现象,大量的非农生产带来农业生产劳动力投入不足,对农业生产产生显著的负面影响。当土地细碎化程度高与农业劳动力投入低并存,则不能顺利地实现劳动力密集型向资本密集型的转变,农业生产效率则受到严重影响。因而为保障粮食生产,降低土地细碎化程度是目前农业生产中土地政策的一个重要方面。但这是一个复杂而漫长的过程,因为土地

整理、土地流转等措施与农户的社会保障、经济收入、家庭结构、文化传承等均有关,政府在推进农业现代化发展过程中应更加全面周到。

(3)耕地地力对粮食生产具有显著的正向影响,有助于提高粮食产量和农业生产效率。农业生产对耕地质量具有较高的依赖性,即耕地农田水利设施、培肥水平、土壤理化性状等对农业生产具有重大影响。为追求更高的收益,农户大量投入化肥农药以保证产量,这种错误的认知和生产行为造成江汉平原目前的化肥农药使用超标。但过量的资本投入并未给该地区农业生产带来显著效应,长此以往会破坏土壤理化性状和培肥水平。在今后的农业生产中,应控制和管理化肥农药的使用量,在节约成本的前提下保持和优化土壤肥力;同时应注重农田基础设施建设,注重耕地肥力蓄积,适当休耕,提高耕地质量。

### 5.2 启示

以上的研究结果对江汉平原农业现代化发展具有重要的启示。

(1)江汉平原的耕地整理效果显著,有利于进行现代农业生产,机械技术服务水平的提高能继续为江汉平原创造收益。为了提高江汉平原粮食生产的整体效率以及农户家庭的整体收入,由插秧等劳动密集型的生产模式转为以撒播为主的资本密集型生产已经成为必然,合理地引导过渡,有利于部分农户家庭的整体收入提高。

(2)应注重大规模农户的资产管理配置能力的培养,提高农户对自身生产要素的合理配置,增加粮食生产效率;对于小规模农户和主要从事非农生产的农户,则在公平自愿的前提下鼓励其进行土地流转,有助于改善土地细碎化,在实现农业现代化发展的同时实现规模经济。

(3)应注重高质量农田及基础设施建设,增强耕地地力,耕地地力为农业生产带来正外部性效应,减弱因土地细碎化以及资产配置不当带来的负面影响,促进粮食增产农民增收。

(4)注重休耕、轮作等生产模式的实施,耕地地力已成为影响江汉平原粮食生产效率的重要因素,因而在保障粮食生产、农业发展的同时涵养地力,提高耕地质量,有利于农业生产的可持续发展。

2017年8月

## 参考文献(References):

- [1] McPherson M F. Land Fragmentation: A Selected Literature Review[R]. Development Discussion Paper.No.141, 1982.
- [2] Schultz T W. The Economic Organization of Agriculture[M]. New York: McGraw Hill, 1953.
- [3] Tan S, Heerink N, Kuyvenhoven A, *et al.* Impact of land fragmentation on rice producers' technical efficiency in South-East China[J]. *Njas Wageningen Journal of Life Sciences*, 2010, 57(2): 117-123.
- [4] 陈培勇, 陈风波. 土地细碎化的起因及其影响的研究综述[J]. 中国土地科学, 2011, (9): 90-96. [Chen P Y, Chen F B. Review of land cause and effect[J]. *China Land Sciences*, 2011, (9): 90-96.]
- [5] Manjunatha A V, Anik A R, Speelman S, *et al.* Impact of land fragmentation, farm size, land ownership and crop diversity on profit and efficiency of irrigated farms in India[J]. *Land Use Policy*, 2013, 31: 397-405.
- [6] Hung P V, Macaulay T G, Marsh S P, *et al.* The economics of land fragmentation in the north of Vietnam[J]. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2007, 51(2): 195-211.
- [7] Tan S, Heerink N, Kruseman G, *et al.* Do fragmented land-holdings have higher production costs? Evidence from rice farmers in Northeastern Jiangxi province, P.R. China[J]. *China Economic Review*, 2008, 19(3): 347-358.
- [8] Latruffe L, Piet L. Does land fragmentation affect farm performance? a case study from Brittany, France[J]. *Agricultural Systems*, 2014, 129(7): 68-80.
- [9] 谭淑豪, Nico Heerink, 曲福田. 土地细碎化对中国东南部水稻小农户技术效率的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(12): 2467-2473. [Tan S H, Heerink N, Qu F T. The impact of land fragment on small rice farmers' technical efficiency in southeast China[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2006, 39(12): 2467-2473.]
- [10] 黄贤金, 尼克·哈瑞柯, 鲁尔特·卢本, 等. 中国农村土地市场运行机理分析[J]. 江海学刊, 2001, (2): 9-15. [Huang X J, Harick N, Lubumbashi L, *et al.* Mechanism analysis of China's rural land market[J]. *Jianghai Academic Journal (Bimonthly)*, 2001, (2): 9-15.]
- [11] Fleisher B M, Liu Y. Economies of scale, plot size, human capital, and productivity in Chinese agriculture[J]. *Quarterly Review of Economics & Finance*, 1992, 32(3): 112-123.
- [12] Nguyen T, Cheng E, Findlay C. Land fragmentation and farm productivity in China in the 1990s[J]. *China Economic Review*, 1996, 7(2): 169-180.
- [13] Wan G H, Cheng E J. Effects of land fragmentation and returns to scale in the Chinese farming sector[J]. *Applied Economics*, 2001, 33(2): 183-194.
- [14] Sikor T, Müller D, Stahl J. Land fragmentation and cropland abandonment in Albania: implications for the roles of state and community in post- socialist land consolidation[J]. *World Development*, 2009, 37(8): 1411-1423.
- [15] 许庆, 尹荣梁, 章辉. 规模经济、规模报酬与农业适度规模经营-基于我国粮食生产的实证研究[J]. 经济研究, 2011, (3): 59-71. [Xu Q, Yin R L, Zhang H. Economies of scale, returns to scale and agriculture moderate scale management-based on the research of China's grain production[J]. *Economic Research Journal*, 2011, (3): 59-71.]
- [16] Coelli T J. A Guide to Frontier Version 4.1: a Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation [R]. CEPA Working Paper 96/07, 1996.
- [17] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. *Empirical Economics*, 1995, 20(2): 325-332.
- [18] Kumbhakar S C. A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms[J]. *Journal of Business & Economic Statistics*, 1991, 9(3): 279-286.
- [19] Huang C J, Liu J T. Estimation of a non- neutral stochastic frontier production function[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 1994, 5(2): 171-180.
- [20] Rahman S, Rahman M. Impact of land fragmentation and resource ownership on productivity and efficiency: the case of rice producers in Bangladesh[J]. *Land Use Policy*, 2008, 26(1): 95-103.
- [21] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016. [The price division of the national development and reform commission. National agricultural products cost-benefit compilation[M]. Beijing: China Statistics Press, 2016.]
- [22] Niroula G, Thapa G. Impacts and causes of land fragmentation, and lessons learned from land consolidation in South Asia[J]. *Land Use Policy*, 2005, 22(4): 358-372.
- [23] Wu Z, Liu M, Davis J. Land consolidation and productivity in Chinese household crop production[J]. *China Economic Review*, 2005, 16(1): 28-49.
- [24] 张海鑫, 杨钢桥. 耕地细碎化及其对粮食生产技术效率的影响-基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据[J]. 资源科学, 2012, 34(5): 903-910. [Zhang H Y, Yang G Q. Cultivated land fragment and its impact on grain production technical efficiency- based on trans- log stochastic frontier production function and farmers micro data[J]. *Resources Science*, 2012, 34(5): 903-910.]
- [25] 陈风波, 陈培勇. 中国南方部分地区水稻直播采用现状及经济



- 效益评价-来自农户的调查分析[J]. 中国稻米, 2011, 17(4): 1-5. [Chen F B, Chen P Y. Current status and economic benefit evaluation of direct seeding rice in some areas of South China- investigation and analysis of farmers[J]. *China Rice*, 2011, 17 (4): 1-5.]
- [26] 刘颖. 新时期我国粮食储备政策与调控体系研究[M]. 北京: 人民出版社, 2016. [Liu Y. Research on the policy and regulatory system of China's grain reserve in the new period[M]. Beijing: People's Publishing House, 2016.]
- [27] 王慢慢, 刘颖, 陈实. 规模报酬、产出利润与生产成本视角下的农业适度规模经营——基于江汉平原354个水稻种植户的研究[J]. 农业技术经济, 2017, (04): 83-94. [Wang M M, Liu Y, Chen S. Agriculture scale operation in the perspective of returns to scale, output profit and the production cost—a study based on 354 rice farmers in jiangnan plain[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017, (04): 83-94.]

## The effects of land fragmentation and land quality on the technical efficiency of grain production based on 354 rice planters on the Jiangnan Plain

WANG Manman<sup>1,3</sup>, LIU Ying<sup>1,2</sup>, KUAI Hao<sup>1</sup>, ZHOU Xiaoshi<sup>1</sup>

(1. Collage of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Hubei Collaborative Innovation Center for Grain Industry, Yangtze University Jinzhou 434025, China;

3. Collage of Economics & Management, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

**Abstract:** Land fragmentation and land quality are important factors that influence the efficiency of agricultural production. Based on a survey of 354 rice farmers from the Jiangnan Plain we used the stochastic frontier production function with efficiency loss to explore the effects of different combinations of land fragmentation and land quality on grain production technical efficiency in different models. We found that land fragmentation has a negative impact on grain production but positive impact on technical efficiency. Land fragmentation intensifies agriculture production labor, which also holds back the development of capital intensive agriculture. In other words, a high degree of land fragmentation and reducing agricultural labor input makes asset allocation unreasonable, and affects production efficiency severely. Land quality has a significant positive influence on food production and efficiency, the higher the level of land quality the better grain production and production efficiency. Excessive chemical substance input of farmers may harm land quality in the future, but makes no difference to production. Few farmers have this kind of cognitive or even regulate planting behavior. We conclude that to ensure grain security and improve farmer income the government should guide land circulation as the base of modern capital intensive agriculture; improve mechanical and technical service levels to create production conditions; encourage and promote new and sustainable planting pattern to reduce agricultural material waste; and strengthen agricultural infrastructure construction to improve the planting environment.

**Key words:** land fragmentation; land quality; grain output; production efficiency; the Jiangnan Plain