

科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响

郑思宁¹ 赵家豪¹ 刘强^{2*}

(1. 福建农林大学 公共管理学院,福州 350002;
2. 浙江农林大学 经济管理学院,杭州 311300)

摘要 以浙江省水产养殖科技园区为例,应用随机前沿分析方法(SFA)和普通最小二乘法(OLS)分别考察科技投入对水产养殖科技园区核心区不同主体产出绩效的影响以及核心区科技投入对整个园区产出绩效的影响。研究表明:1)从核心区主体考察,养殖园区核心主体的产出弹性之和为0.7857,呈现规模报酬递减的特征;2)从不同经营主体考察,养殖场呈现规模报酬递增,规模报酬系数为1.0207,合作社和公司的规模报酬递减,规模报酬系数分别为0.8708和0.4595;3)核心主体的科技带动作用较好,其中,合作社的科技带动作用最好,养殖场次之,而公司则较差。

关键词 水产养殖; 科技园区; 科技投入; 产出绩效; 带动效应

中图分类号 F303.2 **文章编号** 1007-4333(2020)06-0199-11 **文献标志码** A

Influence of Sci-Tech input on the output performance of aquaculture Sci-Tech park

ZHEN Sining¹, ZHAO Jiahao¹, LIU Qiang^{2*}

(1. School of Public Administration, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
2. School of Economics and Management, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China)

Abstract Taking Zhejiang Aquaculture Sci-Tech Park as an example, the stochastic frontier analysis (SFA) and ordinary least squares (OLS) are used in this study to investigate the impact of Sci-Tech input on the output performance of different aquaculture organizations in the core area of the aquaculture Sci-Tech park and the impact of Sci-Tech input in the core area on the output performance of the entire park. The results show that: 1) From the perspective of the aquaculture organizations in core area, the output elasticity of core areas in aquaculture park is 0.7857 and shows the characteristics of decreasing returns to scale. 2) From the perspective of different aquaculture organizations, the scale returns of farms are increasing, and the scale returns coefficient is 1.0207. The scale returns of cooperatives and companies are decreasing, and the scale returns coefficient is 0.8708 and 0.4595, respectively; 3) The Sci-Tech function of the core body plays better role in promoting the output performance of aquaculture Sci-Tech park. Among those core bodies, cooperative plays the best role in Sci-Tech driving, followed by farm, while company does the poorest.

Keywords aquaculture; Sci-Tech park; sci-tech input; output performance; driving effect

20世纪80年代以来,由于人口众多,天然渔业资源有限,我国实施了“以养为主”的渔业发展战略,水产养殖业发展迅速。2015年,我国水产品总产量为7.939亿t,占全球总产量的39.75%,居世界第

收稿日期:2019-03-31

基金项目:国家自然科学基金项目(71703023);国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目(71361140369);福建省社会科学规划项目(FJ2017C020);浙江省科技厅软科学项目(2018C35045);2016年度福建省高校杰出科研人才培养计划(闽科教(2016)23号);福建农林大学杰出青年科研人才计划资助项目(xjq201515)

第一作者:郑思宁,副教授,主要从事渔业政策与科技管理、环境与生态管理研究,E-mail:sereneman@126.com

通讯作者:刘强,讲师,博士,主要从事农业政策研究,E-mail:niumeng119@zju.edu.cn

—^[1-3]。同时,我国也是水产品的主要贸易国,2015年水产品贸易总额高达281.8亿美元,同样位列世界首位^[4-5]。为了提高农产品的竞争力,我国政府从20世纪90年代开始大力推进农业科技园区的建设,但关于农业科技园区的研究相对较少^[6-8],且研究多为现象描述、总结性描述等,缺乏较为深入的分析,未见到关于科技园区产出绩效、科技投入及其扩散作用量化研究的报道^[9-10]。此外,21世纪以来,国内外关于水产养殖业产出绩效或生产效率的研究开始出现^[10-17],主要应用随机前沿生产函数(Stochastic Frontier Analysis, SFA)^[11-13]和数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)^[14-17]的方法。但缺乏对不同经营主体以及渔业科技园区技术扩散效应的研究。

基于此,本研究拟应用SFA的方法和普通最小二乘法(Ordinary least square, OLS)分别考察科技投入对水产养殖科技园区核心区不同主体产出绩效的影响,以及对整个园区产出绩效的影响。

1 研究假说

水产养殖业是农业中生产技术含量较高的产业,对育苗、饲料、水质、水产疫病的要求均很高,为此,产出绩效受到技术投入的影响较大,主要体现在通过提高高标准鱼塘面积占比、提高设施化养殖面积、增加环境监测设备数量以及引进新品种从而提高水产养殖产出绩效。另外,边际效用递减规律表明在其他要素不变的情况下,当投入超过某一特定值时,继续投入该要素则会导致产量递减^[18-19],本研究的经营主体由于存在规模与结构上差异,因此相应的规模报酬变化也会存在异质性。此外,黄季焜等^[20]认为由于小规模组织不愿意承担科技投入的风险,因此不会首先尝试科技创新,其不具有科技创新的动力。基于上述分析,提出以下假说:

H₁:科技投入对水产养殖经营主体的产出绩效有显著的正向影响。

H₂:养殖园区核心主体呈现规模报酬递减的特征。

H₃:科技投入对水产养殖企业产出绩效的正向促进作用最为显著。

创新扩散理论^[21]认为创新总是以一小部分人为了提升生产效率而为先导,虽然其数量稀少,个体力量薄弱,然而他们却成为了技术扩散的有效媒介,这些先导敢于承受技术创新所带来的不确定性因

素,甘于承受损失,当这些先导的个数达到一定的临界值时,创新便会由这些主体快速扩散到下一级,这样会有大量的相关行业的群体通过模仿的方式利用创新技术,从而带动整个行业的技术进步,即“贝叶斯学习过程”^[22]。水产养殖科技园区受政策、经济等因素推动,可以有效完成从核心主体到辐射区的“贝叶斯学习过程”。基于上述分析,提出以下假说:

H₄:核心区经营主体的科技投入对整个科技园区产出绩效有显著的促进作用。

2 渔业科技园区概况

水产养殖科技园区在政府的支持下建造,分为核心区和辐射区,具体如下:

1)核心区。核心区用地(海)在较长时间内不被征用(一般>10年),面积集中连片>66.67 hm²,辐射区>666.67 hm²,传统老渔区及海岛可适当降低标准。核心区由1家具有独立法人资格的经营主体,要求年销售额原则上应达到500万元以上,主体形式包括:现代化养殖家庭农场(简称“养殖场”)、渔业专业合作社(简称“合作社”)和渔业规模化企业(简称“公司”)。

2)辐射区。辐射区面积(包括陆地和沿海水域)>66.67 hm²,传统渔区和岛屿可以根据地理条件适当减少。经营主体以传统养殖户(小型养殖户)为主。

3 研究方法 with 描述性统计

3.1 研究方法及变量选择

3.1.1 科技投入对水产养殖科技园区核心区产出绩效的影响

随机前沿分析方法是一种常用的效率测算方法,该方法最早由Aigner^[23]和Meeusen^[24]提出,后经Battese^[25]、Greene等^[26]的不断发展,随机前沿分析方法已经较为成熟,在农业生产领域有着广泛的应用^[27]。采用随机前沿方法来分析渔业生产效率的研究已经开始出现^[11-14],但研究多局限于单一水产品种或宏观数据,缺少对水产养殖科技园区产出绩效的研究。

本研究在参考上述研究的基础上,选择随机前沿生产函数分析方法(SFA),分析科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响。与确定性前沿(DEA)相比,随机前沿生产函数分析方法的一大优势在于可以同时测得投入变量的产出弹性和生产效

率,而且具有抗特异值强的特点,可以较好适用于分析具有较大差异的不同经营主体投入产出绩效。随机前沿生产函数模型一般形式如下:

$$Y_{it} = f(X_{it}; \beta) \exp(\nu_{it} - \mu_{it}) \quad (1)$$

式中: i 为园区, $i=1,2,\dots,N$; t 为年份, $t=1,2,\dots,T$; X_{it} 为投入向量; Y_{it} 为产出向量; β 为待估参数。随机干扰项 $\varepsilon_{it} = \nu_{it} - \mu_{it}$ 由 2 部分组成, ν_{it} 为一般随机误差项, μ_{it} 为技术无效率项, μ_{it} 与 ν_{it} 相互独立,即 $\text{cov}(\mu_{it}, \nu_{it}) = 0$ 。

在实证模型构建中,本研究参考 O'Donnell^[28] 的研究,将影响效率的科技投入作为影响生产前沿面的变量,与投入变量一同放到生产函数中。采用常用的 C-D 生产函数形式构建所需模型,在已有研究基础上^[11,13,16,29],选择土地投入、资金投入、劳动投入 3 个投入变量,以及 4 个科技投入变量,并控制地区差异。具体 4 个科技投入变量如下:

1) 高标准鱼塘面积。水产养殖鱼塘的标准化是渔业现代化建设的重要内容,标准化生产对于提升水产养殖业生产效率具有重要作用^[30]。本研究以高标准鱼塘面积占比反映鱼塘的标准化程度。其中,高标准鱼塘符合 DB33/45—2006《水产养殖废水排放要求》^[31] 要求。

2) 设施化养殖面积。鱼塘设施化是鱼塘科技投入的重要指标,有研究表明设施化将影响到畜禽养殖业的生产效率^[29]。对于水产养殖业而言,设施的投入显得更为重要(如增氧机等),直接影响到水生动植物的存活率。

3) 环境监测设备。近年来,人们对水产品质量安全问题持续关注以及政府的有效监管,同时,技术性贸易措施也成为制约水产品出口竞争力提升的重要因素^[32]。为此,养殖水质量问题成为影响水产品质量的提升的关键,从而影响到养殖经营主体的利润。本研究以环境监测设备数量反映养殖环境的科技投入。

4) 新品种、新技术引进。养殖新品种、新技术的引进是水产养殖业发展的关键。中国水产品之所以在国际上拥有竞争优势,归根结底还是新品种和新技术的应用。通过不断地品种改良和技术创新,提高水产品的品味和花色,以满足人们日益增长的口感需求。相比于天然捕捞水产品,养殖产品对水产品品种和风味的可控性更强^[33]。本研究以新品种、新技术引进数量反映养殖技术投入。

对所有变量取对数形式,实证模型形式如下:

$$\ln Y_{1it} = \alpha_0 + \alpha_1 t + \sum_{m=1}^m \beta_m \ln X_{mit} + \nu_{it} - \mu_{it} \quad (2)$$

式中: Y_{1it} 为水产养殖科技园区核心主体净利润; X_{it} 为水产养殖科技园区核心区投入变量,包括养殖面积、资金投入、劳动力投入;科技投入变量包括高标准鱼塘面积占比、设施化养殖面积占比、环境监测设备数量和新品种新技术引进数量,以及地区虚拟变量。 α 、 β 为待估参数,其中 β 为投入变量的产出弹性。对于残差项 ε_{it} ,有 $\text{cov}(\varepsilon_{it}, \ln X_{mit}) = \text{cov}(\varepsilon_{it}, \ln Y_{1it}) = 0$ 。

3.1.2 核心区科技投入的带动效应

为考虑核心区科技投入的带动效应,构建 OLS 模型进行测算。需要指出的是,本研究并没有采用随机前沿模型测算核心区科技投入的带动效应,主要原因在于辐射区产出并不是由核心区投入带来的,采用随机前沿模型测算实际产出对前沿产出的偏离存在投入产出的不对等性。OLS 模型具体形式如下:

$$\ln Y_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 t + \sum_{m=1}^m \beta_m \ln X_{mit} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中, Y_{2it} 为水产养殖科技园区总利润(核心区利润+辐射区利润),其他变量定义同前。

3.2 数据来源

本研究使用数据来源于浙江省海洋渔业局 2010—2016 年对全省 11 个市 49 个县 325 个现代渔业园区的统计数据。统计指标主要包括渔业养殖园区规模与效益(核心区面积、核心区利润、园区总效益)、土地、资金、劳动力以及科技投入(标准化养殖面积、引进新品种新技术数量)、经营主体(养殖场、合作社、公司)等。

需要说明的是,现代渔业养殖园区统计指标均为验收当年,即通过省级现代渔业园区验收当年的数据,浙江省 2010—2016 年共 325 个现代渔业园区通过验收,构成了本文分析的样本来源,组成了混合横截面数据。325 个现代渔业养殖园区中,养殖场主体 81 个,合作社主体 85 个,公司主体 159 个,分别占总量的 25%、26% 和 49%。

数据处理上,为消除价格变化的影响,对水产养殖科技园区的产值、资金投入等价值变量,采用浙江省生产资料价格指数进行平减,以 2010 年为基期。此外,在分析中,为反映地区社会经济发展差异对水产养殖科技园区产出绩效的影响,本研究还控制了地区虚拟变量。

3.3 描述性统计

本研究对水产养殖科技园核心区不同经营主体,包括养殖场、合作社和公司,投入产出差异进行了对比分析,分析结果见表1。

1)水产养殖科技园区产出差异。浙江省水产养殖科技园区核心区平均净利润为595.80万元,不同经营主体养殖净利润存在较大差异,合作社净利润最高,为739.51万元,其次为公司和养殖场,分别为547.83万元和539.17万元。从整个园区的产出看,平均利润为1089.62万元,以养殖场为核心的总利润最高,为1171.60万元,其次为合作社和公司,分别为1209.00万元和984.04万元。

2)水产养殖科技园核心区投入差异。浙江省水产养殖科技园区核心区平均面积为74.63 hm²,资金投入为884.71万元,园区劳动力数为273.5人。不同经营主体在土地投入、资金投入、劳动力投入上

存在显著差异。合作社土地投入最大,为124.72 hm²;公司资金投入最大,为1137.36万元;合作社劳动力投入最大,为308人。合作社土地投入和劳动力投入在三大经营主体中均较大,与合作社组织结构有关,在中国,与公司 and 养殖场相比,合作社是一相对较松散的组织,成员也分为核心成员和普通社员,在统计合作社投入产出时,核心成员和普通成员均统计在内,因而表现为土地投入和劳动力投入的值较大。

3)核心区科技投入。总的看来,浙江省水产养殖科技园核心区高标准鱼塘面积占比为45.14%,养殖场最高,为50.81%;设施化养殖面积占比为48.99%,公司最高,为73.15%;环境监测设备数量为126.6台(套),养殖场最高,为301.94台(套);新品种、新技术引进数量为2.35个,合作社最高,为2.88个。不同经营主体在设施设备投入、新技术和新品种应用上均存在一定程度的差异。

表1 模型所需变量

Table 1 Variables required by models

变量 Variable	变量描述 Variable description	养殖场 Modern family farm	合作社 Cooperative	公司 Fishery company	平均 Average
Y ₁	核心区利润/万元	539.17	739.51	547.83	595.80
Y ₂	园区(核心区+辐射区)总利润/万元	1171.60	1209.00	984.04	1089.62
X ₁	核心区面积/hm ²	47.43	124.72	61.72	74.63
X ₂	核心区投入资金/万元	570.42	711.58	1137.36	884.71
X ₃	核心区职工数量/人	280.77	308.09	251.31	273.50
X ₄	核心区高标准鱼塘面积占比/%	50.81	44.71	42.48	45.14
X ₅	核心区设施化养殖面积占比/%	7.23	43.61	73.15	48.99
X ₆	核心区环境监测设备数量/台	301.94	83.56	60.28	126.60
X ₇	核心区新品种、新技术引进数量/个	2.44	2.88	2.02	2.35

4 结果与分析

为防止多重共线性问题可能对模型估计的影响,表2给出了进入实证模型的各变量的相关系数。可知,各变量多重共线性问题并不严重,可以用于模型估计。

表3为模型估计与检验结果,其中,模型1为全样本估计结果,模型2、3、4分别为养殖场、合作社和

公司的估计结果。整体来看,模型估计结果较好,模型1、2、3、4的卡方值(Wald chi²)分别为224.33、226.56、100.26和73.75,均在1%的水平上显著,参数λ值分别45.43、55.60、74.14和53.09,显著大于1且均在1%的水平上显著,表明与一般生产函数估计相比,随机前沿生产函数估计结果更好,养殖园区实际产出与前沿产出存在着偏离。

表2 变量相关系数矩阵
Table 2 Correlation matrix of variables

变量 Variable	$\ln Y_1$	$\ln Y_2$	$\ln X_1$	$\ln X_2$	$\ln X_3$	$\ln X_4$	$\ln X_5$	$\ln X_6$	$\ln X_7$
$\ln Y_1$	1								
$\ln Y_2$	0.211	1							
$\ln X_1$	0.302	0.142	1						
$\ln X_2$	0.255	0.026	0.469	1					
$\ln X_3$	0.302	0.089	0.355	0.268	1				
$\ln X_4$	0.079	0.240	0.001	0.059	-0.059	1			
$\ln X_5$	0.101	0.076	-0.138	0.126	-0.058	0.121	1		
$\ln X_6$	0.215	0.230	0.162	0.279	0.258	0.277	0.246	1	
$\ln X_7$	0.111	0.089	0.099	0.148	0.124	0.145	0.002	0.138	1

4.1 科技投入对水产养殖科技园区核心区主体产出绩效的影响

从全样本估计结果(模型1)看,土地、资金和劳动投入对渔业养殖园区产出绩效有显著正向影响, X_1 、 X_2 和 X_3 的估计系数,即土地、资金和劳动的产出弹性分别为0.3150、0.3741和0.0966,系数均为正且显著,表明土地投入、资金投入和劳动投入分别增加1%,渔业养殖园区年均净利润将分别增加0.32%、0.37%和0.10%,三者弹性系数之和为0.7857<1,表明核心区存在着规模报酬递减现象,规模的增大会导致产出的减少,从而验证本研究理论部分提出的假说 H_2 。研究发现,在种植业领域,产量和农场规模之间存在正相关关系^[34,35]。但水产养殖业则不同,水产养殖具有更高的技术含量和产品价值,因此,较小规模的集约化生产可以提高水产品的质量,形成具有地方特色的水产品品牌^[11,15]。

从科技投入对核心区产出绩效的影响看,核心区高标准鱼塘面积占比(X_4)、核心区设施化养殖面积占比(X_5)对其产出绩效有显著的正向影响(系数分别为0.0141和0.0532),二者能显著提高园区年均净利润,表明,标准化和设施化养殖能显著提高核心区的产出绩效。时间 t 表示了技术进步,其估计系数为正且显著,表明,随着技术的进步,渔业养殖园区净利润也有所提高,与本研究理论部分提出的假说 H_1 相符。但核心区环境监测设备数量(X_6)对核心区主体产出绩效影响不显著,主要可能由于

核心区主体还未进行水产品品牌建设,水产品的质量优势没有充分体现。过多的环境监测设备的投入增加了核心区主体的运营成本。此外,核心区新品种、新技术引进数量(X_7)对核心区主体产生负向显著影响,表明,核心区主体对新品种、新技术的消化、吸收能力不强,无法及时转化为利润。

4.1.1 科技投入对养殖场产出绩效的影响

从模型2的回归结果可以看出,养殖场的面积(X_1)、资金(X_2)、劳动力(X_3),弹性系数分别为0.2936、0.4444和0.2827,规模报酬系数为1.0207,存在规模报酬递增的现象,表明养殖场的组织模式是效率较高的组织模式,增加生产规模仍然可以提高效益。正如以上分析,由于水产养殖具有高技术含量的特点,小规模集约化经营更有利于其产出绩效的提升,为此,在水产养殖领域,养殖场的经营模式具备一定优势。

从科技投入对核心区产出绩效的影响看,高标准鱼塘面积占比(X_4)和环境监测设备数量(X_6)对养殖场的利润呈显著正向促进作用(系数分别为0.0928和0.0422),表明提高水产养殖的科技含量可提升养殖场的产出绩效。此外,新品种、新技术引进数量(X_7)对养殖场产生负向显著影响,同样表明核心区主体对新品种、新技术的消化、吸收能力不强,无法及时转化为利润。

4.1.2 科技投入对养殖合作社产出绩效的影响

从模型3的回归结果可以看出,合作社的生产投入中仅有2个变量对其产出绩效有显著的正向影

表3 渔业科技园区核心区产出绩效影响的SFA估计结果
Table 3 Estimation result of SFA of the performance of governance structures in the core of Sci-Tech parks

变量 Variable	模型1 Model 1	模型2 Model 2	模型3 Model 3	模型4 Model 4
$\ln X_1$	0.315 0*** (0.004 2)	0.293 6*** (0.016 7)	0.377 4*** (0.131 3)	0.167 2*** (0.029 4)
$\ln X_2$	0.374 1*** (0.031 4)	0.444 4*** (0.121 7)	0.493 4* (0.266 6)	0.292 3*** (0.066 1)
$\ln X_3$	0.096 6*** (0.010 4)	0.282 7*** (0.031 8)	0.024 0 (0.039 2)	0.105 7 (0.083 8)
$\ln X_4$	0.014 1* (0.007 3)	0.092 8*** (0.034 5)	0.058 7 (0.073 7)	-0.039 8** (0.017 5)
$\ln X_5$	0.053 2*** (0.011 4)	0.033 5 (0.038 6)	0.110 5*** (0.020 2)	0.003 2 (0.028 7)
$\ln X_6$	0.014 6 (0.012 1)	0.042 2*** (0.006 0)	-0.026 6 (0.068 3)	0.001 0 (0.029 5)
$\ln X_7$	-0.058 2*** (0.013 6)	-0.165 0*** (0.039 6)	0.157 0 (0.269 1)	0.066 0 (0.072 8)
t	0.011 1*** (0.000 1)	0.214 8*** (0.000 6)	0.270 5*** (0.000 8)	0.044 7*** (0.000 1)
地区虚拟变量 Regional dummies	控制	控制	控制	控制
常数项 Constant	2.360 6*** (0.276 7)	0.406 6 (0.250 1)	1.419 8*** (0.257 1)	2.159 9*** (0.241 6)
u	28.32	20.73	27.62	32.41
v	0.62	0.37	0.59	0.61
拉姆达值 Lambda	45.43	55.60	47.14	53.09
最大似然值 Loglikelihood	-417.80	-72.99	-104.49	-212.55
Wald 卡方值 Wald chi ²	244.33	226.56	100.26	73.75

注:模型1为全样本的估计结果,模型2、3、4分别为养殖场、合作社和公司的估计结果;括号内数值表示标准误; μ 为技术无效率项, v 为一般随机误差项。*、**、***分别表示10%、5%、1%的水平上显著,表4同。

Note: Model 1 is the estimation result of the all samples; Models 2, 3 and 4 are the estimation results of modern family farms, fish farmer cooperatives and fishery companies, respectively; μ is the term of technical inefficiency, v is the general random error. *, ** and *** respectively indicate the significant levels at 10%, 5% and 1%. Table 4 is the same as Table 3.

响,分别为面积(X_1)和资金投入(X_2),弹性系数分别为0.377 4和0.493 4,规模报酬系数为0.870 8,存在规模报酬递减的现象,表明规模的增大会导致产出的减少。

从科技投入对核心区产出绩效的影响看,仅设施化养殖面积占比(X_5)对合作社产出绩效有显著的正向影响(系数为0.110 5),主要原因在于合作社是农民组成的松散联合体,科技转化并不像养殖场一样集约和高效,反而由于标准化鱼塘和环境监测设备数量等科技设备的重复投入导致利用率下降,影响了合作社净利润的提高。

4.1.3 科技投入对渔业公司产出绩效的影响

从模型4的回归结果可以看出,公司的生产投入中,仅有2个变量对其产出绩效有显著的正向影响,分别是面积(X_1)和资金投入(X_2),影响系数为0.167 2和0.292 3,规模报酬系数为0.459 5,存在规模报酬递减现象。另外,科技投入对公司产出绩效的提升作用不显著,与本研究理论部分提出的假说 H_3 不符,原因可能在于:首先,公司本身就已经建立了现代企业的管理模式,科技投入对其利润的影响不大;其次,公司相对完善的管理模式和较为规范的市场监管也使得其运营成本较高。

4.2 核心区主体科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响

首先,本研究对模型5、模型6、模型7和模型8的各个变量进行了多重共线性检验,各模型的方差膨胀因子(VIF)分别为:1.63、3.11、2.89和1.70,均小于10,表明变量之间的多重共线性并不严重。可以进行OLS回归。回归结果见表4。

从模型5的回归结果可以看出,核心区的生产投入中有5个变量对园区产出绩效有显著的正向影响。其中要素投入方面,土地(X_1)和资金(X_2)对园区产出绩效有显著的正向影响(系数分别为0.3511和0.292 0),表明,核心主体在土地和资金方面对整个园区起到示范和带动作用。土地规模越大、资金投入越大,在园区中的影响力就越大,对普通养殖户的示范作用也就越大。

从核心区主体科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响方面,高标准鱼塘面积占比(X_4)、设施化养殖面积占比(X_5)、环境监测设备数量(X_6)对整个园区的利润呈显著正向影响(系数分别为0.196 6、0.145 8和0.132 8),可见,水产养殖业的标准化生产、设施化生产以及养殖环境的提升有助

于提高整个园区的产出绩效。养殖生产技术、生产环境的进步所带来的示范和带动作用显著的,部分验证本研究理论部分提出的假说 H_4 。但新品种、新技术引进数量(X_7)的影响却不显著,可见,水产品新品种和新技术的推广作用不强。主要原因还是在于这些技术的科技转化力不强,在核心主体中的应用效果较差(见4.1的分析)。

4.2.1 养殖场科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响

从模型6的回归结果可以看出,养殖场的生产投入中有3个变量对园区产出绩效有显著的正向影响。其中,要素投入方面,仅有资金(X_2)这1个变量对园区产出绩效有显著的正向影响(系数为0.774 9),表明,养殖场的资金投入能够带动整个园区效益的提升。

从养殖场科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响方面,高标准鱼塘面积占比(X_4),设施化养殖面积占比(X_5),以及核心区环境监测设备(X_6)对整个园区的利润呈显著正向影响(系数分别为0.021 6、0.104 5和0.132 8),可见,养殖场的标准化生产、设施化生产对辐射区起到示范作用,有助于提高整个园区的产出绩效,但核心区新品种、新技术引进数量(X_7)的影响不显著,主要原因可能是周边养殖户的文化素质不高,对新品种、新技术的消化吸收能力有限。

4.2.2 合作社科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响

从模型7的回归结果可以看出,合作社的生产投入中有5个变量对园区产出绩效有显著的正向影响。其中,要素投入方面,仅有土地(X_1)对园区产出绩效有显著的正向影响(系数为0.585 0),表明,合作社在土地投入上对整个园区起到示范和带动作用。合作社是养殖户的联合体,土地投入的示范性较强。

从核心区主体科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响方面,高标准鱼塘面积占比(X_4),设施化养殖面积占比(X_5),环境监测设备数量(X_6),新品种、新技术引进数量(X_7)对整个园区的利润呈显著正向影响(系数分别为0.291 0、0.170 4、0.111 1和0.614 4),可见,合作社的科技投入有助于提高整个园区的产出绩效,对整个园区的带动效应最好。主要由于合作社是养殖户的联合体,其生产范式与辐射区的养殖户较为接近,因此,合作社的技术扩散效应最强。

表4 现代渔业养殖园区带动效益的 OLS 估计结果

Table 4 Estimation result of OLS of the driving effect of aquaculture Sci-Tech park

变量 Variable	模型 5 Model 5	模型 6 Model 6	模型 7 Model 7	模型 8 Model 8
$\ln X_1$	0.351 1*** (0.128 4)	0.457 8 (0.465 7)	0.585 0* (0.325 5)	0.297 7 (0.205 6)
$\ln X_2$	0.292 0* (0.154 4)	0.774 9* (0.450 6)	0.114 7 (0.432 8)	0.027 1 (0.282 5)
$\ln X_3$	0.046 2 (0.109 4)	0.020 1 (0.299 1)	-0.177 7 (0.221 4)	0.034 3 (0.180 2)
$\ln X_4$	0.196 6*** (0.071 8)	0.021 6* (0.012 1)	0.291 0* (0.172 0)	0.325 0** (0.123 9)
$\ln X_5$	0.145 8* (0.082 1)	0.104 5* (0.055 4)	0.170 4* (0.091 9)	0.039 7 (0.145 4)
$\ln X_6$	0.132 8** (0.064 1)	0.087 2 (0.165 0)	0.111 1** (0.068 1)	0.147 9 (0.126 0)
$\ln X_7$	0.228 1 (0.169 8)	-0.329 3 (0.439 9)	0.614 4* (0.312 3)	-0.119 5 (0.318 3)
t	0.017 8 (0.102 9)	0.010 5 (0.262 9)	-0.049 2 (0.235 4)	-0.134 6 (0.191 1)
地区虚拟变量 Regional dummies	控制	控制	控制	控制
常数项 Constant	-32.995 4 (206.767 3)	-15.323 3 (528.554 6)	102.981 1 (473.257 5)	272.543 8 (383.768 4)
R^2	0.217 2	0.438 6	0.642 9	0.329 2

注:模型 5 为全样本估计结果,模型 6、7、8 分别为养殖场、合作社和公司的估计结果。

Note: Model 5 is the estimation result of the all samples; Models 6, 7 and 8 are the estimation results of modern family farms, fish farmer cooperatives and fishery companies, respectively.

4.2.3 公司科技投入对水产养殖科技园区产出绩效的影响

从模型 8 的回归结果可以看出,核心区为公司的生产投入中仅有高标准鱼塘面积占比(X_4)这一个变量对园区产出绩效有显著的正向影响,系数为 0.325 0。其余的影响均不显著。这主要由于公司建立了现代企业制度的规范化管理,受监管较多,与普通养殖户的生产模式差异较大,其示范和带动效应较差。公司的作用主要体现在销售端,而不在生产端^[36]。

5 结论与政策建议

5.1 主要结论

1)从养殖园区核心主体考察,养殖核心主体的产出弹性之和为 0.785 7,呈现规模报酬递减的特征,表明,养殖规模的增大会导致产出减小。可见,适度规模经营能提高生产效率。高标准鱼塘面积占比(X_4)、设施化养殖面积占比(X_5)对水产养殖园区产出绩效有显著的正向影响(系数分别为 0.014 1 和 0.053 2),可见,标准化和设施化能提高养殖业的

产出绩效。而核心区主体对新品种、新技术(X_7) (负显著)的消化、吸收能力不强,无法及时转化为利润。

2)从不同经营主体角度考察,养殖场的规模报酬递增(规模报酬系数为1.0207),合作社和公司的规模报酬递减(规模报酬系数分别为0.8708和0.4595)。养殖场通过适度规模经营、集约化经营能够更好地将养殖技术应用于渔业生产中。合作社在组织管理上优势并不明显,科技设施的重复建设导致利用率下降,影响其利润的提升。公司已经建立了现代企业的管理模式,科技应用水平和运营成本均较高,园区的科技投入对其生产绩效的影响不大。

3)从核心区投入对整个园区产出绩效的影响看,核心区土地、资金、标准化、设施化以及养殖环境的优化均能提升整个园区的产出绩效,科技带动作用较好。其中,合作社的科技带动作用最好,养殖场次之,而公司则较差。主要原因在于,合作社是养殖户的联合体,其生产范式和辐射区的养殖户较为接近,为此,合作社的带动效应最强。公司建立了现代企业制度的规范化管理,与普通养殖户的生产模式差异较大,其示范和带动效应较差。

5.2 政策建议

1)鼓励科研机构向生产主体推广养殖技术、引导生产主体控制养殖规模。鱼塘标准化和设施化对水产养殖产出绩效有正向影响。此外,核心区经营主体呈现规模报酬递减的特征,表明,当生产达到一定规模时,水产养殖呈现规模报酬递减的特征,适度的规模管理是提高经营绩效的关键。因此,政府应鼓励科研机构向生产主体推广养殖新技术、引导生产主体合理控制养殖规模。

2)鼓励养殖场经营模式的推广。养殖场的经营模式呈现规模报酬递增,能更好地将养殖技术应用于渔业生产中。鉴于水产养殖是高技术含量的集约化经营,养殖场的经营模式有利于水产养殖产出绩效的提升。为此,政府应该鼓励养殖场(家庭养殖场)这种养殖模式,提升水产养殖业的科技转换能力。

3)鼓励传统小规模养殖户加入合作社,提高科技应用能力。研究结果表明,合作社的科技带动作用最好,4项科技投入指标均对整个园区产出绩效的提升起到正向促进作用。为此,政府应该鼓励中、小规模的传统养殖户加入合作社,利用合作社的科

技带动作用,提升整个水产养殖业的产出绩效。

4)将水产科研院校的研究机构引入科技园区,提升新品种、新技术的科技转化率。新品种、新技术(X_7)对水产养殖产出绩效的提升作用有限。经营者对水产新品种、新技术的接受和转化力不足。因此,要将水产科研机构引入科技园区,让科研落地于生产的同时,加强对养殖技术的推广力度。另外,应该做好新品种和新技术的宣传,加大水产品的品牌建设和水产品溯源工作,让消费者能够接受养殖新品种和新技术,提高水产品价格。

参考文献 References

- [1] Asche F, Bellemare M F, Roheim C, Smith M D, Tveteras S. Fair enough? food security and the international trade of seafood[J]. *World Development*, 2015, 67: 151-160
- [2] FAO, Fisheries and Aquaculture Department [DB/OL]. (2019-05-22). <http://faostat.fao.org/site/630/default.aspx>
- [3] 中华人民共和国农业部. 中国渔业统计年鉴(2016)[M]. 北京:中国农业出版社, 2017
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. *China Fishery Statistical Yearbook(2016)*[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2017(in Chinese)
- [4] Bellmann C, Tipping A, Sumaila U R. Global trade in fish and fishery products: An overview[J]. *Marine Policy*, 2016, 69: 181-188
- [5] Department of Economic and Social Affairs in United Nations. UN Comtrade Database[DB/OL]. (2019-05-22). <https://comtrade.un.org>
- [6] Broughton E I, Walker D G. Policies and practices for aquaculture food safety in China[J]. *Food Policy*, 2010, 35(5): 471-478
- [7] 孙江明, 邢鹏, 钟甫宁. 农业科技示范园区评价指标体系的设置与实证分析[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(2): 110-114
Sun J M, Xing L, Zhong F N. Establishment of evaluation indicator system on agricultural scientific demonstration zones and case studies[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2003, 26(2): 110-114 (in Chinese)
- [8] 夏岩磊. 长三角农业科技园区建设成效多维评价[J]. 经济地理, 2018, 38(4): 139-146
Xia Y L. Multi-Dimensional evaluation of the construction effect of the agricultural science and technology parks in Yangtze River Delta[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(4): 139-146(in Chinese)

- [9] 赵黎明. 农业科技园区技术集聚形成机制与模式研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2014
Zhao L M. Study on the mechanism and model of technology agglomeration in Henan agricultural science and technology parks[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2014 (in Chinese)
- [10] 平瑛, 蔡中华, 张鸿杨. 现代渔业园区发展现状及展望[J]. 黑龙江农业科学, 2014(2): 145-148
Ping Y, Cai Z H, Zhang H Y. Current situation and prospect of modern fisheries park [J]. *Heilongjiang Agricultural Science*, 2014(2): 145-148 (in Chinese)
- [11] 郑思宁, 刘强, 郑逸芳. 规模化水产养殖技术效率及其影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(20): 229-235
Zheng S N, Liu Q, Zheng Y F. Analysis of scale aquaculture production efficiency and analysis of its determinants [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(20): 229-235 (in Chinese)
- [12] Sarwar G, Anwar S, Sial M H. Quality of inputs and technical efficiency nexus of citrus farmers: A case study of Sargodha district, Punjab (Pakistan) [J]. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2012, 2(1): 315-323
- [13] 孙炜琳, 刘佩, 高春雨. 我国淡水养殖渔业技术效率研究: 基于随机前沿生产函数[J]. 农业技术经济, 2014(8): 108-117
Sun W L, Liu P, Gao C Y. China's technical efficiency of freshwater aquaculture: Based on stochastic frontier production function[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2014(8): 108-117 (in Chinese)
- [14] Cinemre H A, Ceyhan V, Bozöğlü M, Demiryürek K, Kılıç O. The cost efficiency of trout farms in the Black Sea Region, Turkey[J]. *Aquaculture*, 2006, 251(2-4): 324-332
- [15] Yin X, Wang A, Zhou H, Wang Q, Li Z, Shao P. Economic efficiency of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) polyculture farmers in the coastal area of Yancheng city, China [J]. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2014, 14: 429-437
- [16] 张成, 张伟华, 高志平. 我国水产养殖业技术效率和全要素生产率研究[J]. 农业技术经济, 2014(6): 38-45
Zhang C, Zhang W H, Gao Z P. Technical efficiency of aquaculture in China and the total factor productivity [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2014(6): 38-45 (in Chinese)
- [17] 秦宏, 张莹, 卢云云. 基于SBM模型的中国海水养殖生态经济效率测度[J]. 农业技术经济, 2018, 281(9): 67-79
Qin H, Zhang Y, Lu Y Y. Measurement and analysis of China's mariculture eco-economic efficiency: Based on SBM model[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018, 281(9): 67-79 (in Chinese)
- [18] 高鸿业. 微观经济学[M]. 7版. 北京: 中国人民大学出版社, 2018
Gao H Y. *Microeconomics*[M]. 7th ed. Beijing: China Renmin University Press, 2018 (in Chinese)
- [19] 王朝辉. 边际生产力理论质疑[J]. 学术研究, 2002(7): 17-20
Wang Z H. An inquiry into the theory of marginal productivity [J]. *Academic Research*, 2002(7): 17-20 (in Chinese)
- [20] 黄季焜, 胡瑞法, 孙振玉. 让科学技术进入农村的千家万户: 建立新的农业技术推广创新体系[J]. 农业经济问题, 2000, 21(4): 17-25
Huang J K, Hu R F, Sun Z Y. Setting up a new agricultural technical extend system: Introducing Sci-Tech into thousands of households in villages[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2000, 21(4): 17-25 (in Chinese)
- [21] Rogers E M. *The Diffusion of Innovations* [M]. *Diffusion of Innovations*. Free Press, 1995: 866-879
- [22] 斯通曼. 技术变革的经济分析[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989
Stoneman P. *Economic Analysis of Technological Change* [M]. Beijing: China Machine Press, 1989(in Chinese)
- [23] Aigner D, Lovell C, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. *Journal of Econometrics*, 1977, 6(1): 21-37
- [24] Meeusen W, Julien V D B. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error [J]. *International Economic Review*, 1977, 18(2): 435
- [25] Battese G E, Coelli T J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 1992, 3(1-2): 153-169
- [26] Greene W. Fixed and random effects in stochastic frontier models[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2005, 23(1): 7-32
- [27] 陶长琪, 王志平. 随机前沿方法的研究进展与展望[J]. 数量经济技术经济研究, 2011, 28(11): 148-161
Tao C Q, Wang Z P. Stochastic frontier approach progress and prospects[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2011, 28(11): 148-161 (in Chinese)
- [28] O'Donnell C J. Using information about technologies, markets and firm behaviour to decompose a proper productivity index[J]. *Journal of Econometrics*, 2016, 190(2): 328-340
- [29] Ogunniyi L T, Adepoju A A, Olagunju F I, Ojedokun I K,

- Ganiyu M O. Efficiency and livestock production in oyo state of Nigeria[J]. *Journal of Animal Science Advances*, 2014, 4(1): 690-698
- [30] 钱卓真, 魏博娟, 姜琳琳, 余颖. 标准化在促进渔业发展中的作用及其实践[J]. *中国渔业经济*, 2010, 28(5): 61-64
- Qian Z Z, Wei B J, Jiang L L, Yu Y. The role of standardization in the promotion of the fisheries development and its practice [J]. *Chinese Fisheries Economics*, 2010, 28(5): 61-64 (in Chinese)
- [31] DB33/453—2006 水产养殖废水排放要求[S]. 杭州: 浙江省标准出版社, 2006
- DB33/453—2006 Requirements for aquaculture wastewater discharge[S]. Hangzhou: Zhejiang Standard Press, 2006 (in Chinese)
- [32] 董银果. SPS措施影响中国水产品贸易的实证分析: 以孔雀石绿标准对鳗鱼出口影响为例[J]. *中国农村经济*, 2011, 314(2): 43-51
- Dong Y G. An empirical analysis of SPS measures on China's aquatic products export: Case of malachite green standards on eel product export as an example[J]. *Chinese Rural Economy*, 2011, 314(2): 43-51 (in Chinese)
- [33] 郑思宁. 闽台水产品国际竞争力比较研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2018
- Zheng S N. *Research on the Comparisons of the International Competitiveness of Aquatic Products Between Fujian and Taiwan*[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2018 (in Chinese)
- [34] Helfand S, Levine E. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West [J]. *Agricultural Economics*, 2004, 31(2-3): 241-249
- [35] Wilson P, Hadley D, Ramsden S, Kaltsas I. Measuring and explaining technical efficiency in UK potato production[J]. *Journal of Agricultural Economics*, 1998, 49(3): 294-305
- [36] Sun T, Wei J. An comparative analysis of market, quasi enterprise, enterprise in agricultural industrialization: From the perspectives of the evolution of agricultural organizations [J]. *China Rural Survey*, 2000(2): 49-54

责任编辑: 刘迎春