

# 农业低碳技术视域下地形特征与 作物类型对化肥施用质性影响分析 ——以江西省规模农户为例

王绮雯 张小有<sup>1</sup>

(江西农业大学 经济管理学院, 江西 南昌 330045)

**【摘要】:** 基于江西省规模农户调查数据, 分析地形特征和农作物类型对农户低碳的影响, 结果表明: (1) 江西省农业碳排放从 2000 年以来一直保持正增长, 且排名位于全国前列, 减排形势严峻; (2) 江西省农业化肥碳排放量与耕地面积不成正比; (3) 江西省农户种植水稻施用高量化肥意愿更强; (4) 平原和盆地在化肥施用量上更倾向于高量。

**【关键词】:** 碳排放 规模农户 地形特征 作物类型

**【中图分类号】** F323.22 **【文献标识码】** A

## 1 引言

中国作为四大文明古国绵延不绝, 与小农经济的给养有很大关系。然而, 传统的小农经济是典型的“高碳农业”。全球变暖形式不容乐观, 我国于 2015 年向联合国环境与气候变化委员会主动提出: 到 2030 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%~65% 的目标。研究显示, 中国的粮食产量占世界的 1/5 左右, 但是化肥使用量却占到了 1/3, 每 1hm<sup>2</sup> 的用量是世界平均用量的四倍, 这不仅会带来土壤结块等“过劳”问题, 还会对生态造成不可估量的威胁, 尤其在碳排放方面。据统计, 农业源温室气体排放占全球认为源温室气体排放总量的 10%~12%, 其中, CH<sub>4</sub> 占由人类活动造成的 CH<sub>4</sub> 排放总量的 50%, N<sub>2</sub>O 占 60%, 由此可见, 农业已经成为全球温室气体排放的重要来源。农民在生产过程中投入种子、农药、化肥等碳源, 相应的就会产生碳(图 1)。江西省是农业大省, 耕地面积为 308.87 万 hm<sup>2</sup>, 其每年的碳排放量不可忽视。图 2 显示了江西省 2007~2015 年农业的碳排放量及增长率, 可以看出江西省农业碳排放量在前期显著下降, 2012 年下降最快, 为-18.16%。但之后开始缓慢上升, 且增长率一直维持在 4% 左右, 表明江西省农业减碳形式不容乐观。本文以江西省为例, 以地形特征与作物类型为切入点, 以农作物生产过程中化肥施用量为研究对象, 研究这两方面因素对农业低碳技术应用的影响, 为江西省后续农业工作的开展提供了一定的借鉴意义。

## 2 文献回顾

### 2.1 国外关于农业低碳技术的研究

**作者简介:** 王绮雯(1995-), 女, 江西南昌人, 硕士研究生, 研究方向: 环境会计理论与实务。张小有(1970-), 男, 江西赣州人, 副教授, 博士, 研究方向: 环境会计理论与实务。

**基金项目:** 国家自然科学基金项目“农业低碳技术应用激励机制与支持政策研究——基于江西规模农户的实证”(71563018)。

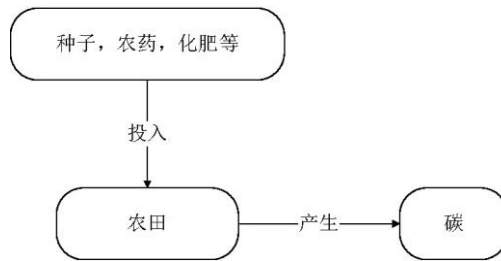


图 1 农田碳排放过程示意图



图 2 江西省农业碳排放量及其变化

国外关于农业低碳技术的讨论比较早,主要关注点在政策、技术和影响等方面。Peter J. G. Pearson 研究了英国的第一次工业革命的制度因素,认为低碳技术将是另一种不同形式的工业革命,这对于提高经济效益具有重大的意义。Pedro A Arraes Pereira 研究了巴西农业,认为技术改造对农业的贡献极大,而从环保的角度考虑,低碳技术将在巴西农民中被广泛采纳。David Norse 认为农业是温室气体排放量最大的人为来源之一,而低碳战略的实施通常有很大的限制,所以要想达到减排和农民增收的双赢目的必须在政策方面下苦功。Sharon Friel 研究了巴西的农业碳汇排放量,认为农业低碳技术改进到 2030 年将会减少 30% 的碳排放,这有利于为公众提供一个可接受的、健康的、低排放的饮食环境。

## 2.2 国内关于农业低碳技术的研究

国内关于农业低碳技术方面,也进行过多次探讨。马晓旭认为,低碳农业是“三低”农业,但是现阶段我国低碳农业发展面临着诸多矛盾和问题,如大量农药、化肥残留,农村土壤和水源污染等,要从提高农业资源利用率、技术创新、制度保障三个方面着手。田云等基于 1995~2010 年的统计数据,发现我国碳排放总量逐年上升,并且区域差距明显,我国减碳排放还面临一定的压力。李波等在研究农户行为时发现,户主的性别、年龄、文化程度、耕地面积等都对农田的碳排放量有一定的影响,要加强对农户的培训,使他们逐步走向低碳的生产方式。吴贤荣等采用 Tobit 模型,分析了中国 31 个省(市、区)的农业碳排放变化,指出东部地区在农业碳排放方面持续改善主要源于技术进步的影响,而中、西部地区是源于技术效率的改善而非技术进步的推动,且波动性较大。周胜等通过一系列的实验表明,施肥类型会影响农作物的碳排放量,例如:有机肥的稻田释放的甲烷要高于施用等量复合肥释放的甲烷,普通复合肥的用量也会影响农作物的碳排放量。同时也指出,水稻品种不同,其  $CH_4$  的产量也不同,所以在农业生产过程中我们要优化肥料的使用配方,开发低排高产的水稻品种,这样才能有效减少农业碳排放量。高雪萍针对江西 1069 名农户的调查数据发现,由于农户种植规模很大,具备一定的基础设施条件,且地理位置不会很偏僻,故地形的差异对农业低碳新技术的应用没有很大的影响。

总体而言,当前国内外对于农业低碳技术方面的研究还是比较深入,在全球变暖的这—大背景下,农业低碳显然已经成为一

个热门话题。本文在已有文献研究的基础上,通过分析地形特征和作物类型这两方面的因素,结合在江西省的实地调研数据,研究上述两项因素对农业低碳技术应用的影响,以期对江西省农业低碳技术应用发展提供一定的支持。

### 3 数据来源与模型设定

#### 3.1 数据来源

江西的地形条件十分复杂,不仅有山地、丘陵,还有平原、盆地,使得农作物种类也丰富多样。不仅有水稻这一南方种植面积最大的农作物,还形成了“南有赣南脐橙、广昌白莲,北有宁州红茶、庐山云雾茶”的特色农作物产区。研究江西的农业现状对全国农业的发展具有十分重要的意义。多项研究表明,我国化肥的投入量过大,利用率低,且投入已超过 225kg/ha 的上限。由此可知,农业生产过程中,化肥的合理有效利用已经成了一个重要问题。故本文以化肥的使用量为例,研究在盆地、平原、山地、丘陵四类地形状况和作物类型不同的状况下,规模农户施肥用量的多少。

本文所用的数据来自于课题组 2017 年对江西省抚州市、赣州市、吉安市等地的调查,调查的主要内容包括规模农户的作物种植类型、所处的地形特征等,本次调查共发放问卷 370 份,剔除具有缺失值的问卷 31 份,最终回收 339 份有效问卷。从样本数据中我们可以发现,大部分规模农户种植的所在地为丘陵,占总样本的 48.67%,78.17%的规模农户选择种植水稻。化肥的施用量差距也比较大,最小值为 149.25kg/hm<sup>2</sup>,最大值为 2985.07kg/hm<sup>2</sup>。

农业低碳技术应用水平的高低主要以农业生产过程中的碳排放量衡量,国内外关于农业碳排放值的计算有很多,在此借鉴谢淑娟的做法,即

$$E_t = \sum T_i \times \sigma_i \quad (1)$$

式(1)中,Et 表示第 t 年的农业碳排放总量,σ<sub>i</sub> 为碳排放系数,T<sub>it</sub>表示第 t 年碳排放源的用量。通过美国橡树岭国家实验室可以得知,化肥的碳排放系数为 0.8956,表明化肥用量与碳排放量成正相关,故把化肥用量作为因变量。图 3 显示了江西省 2007~2016 年化肥碳排放数据,从 2007 年的 118.76 万 t 上升到 2016 年的 127.18 万 t,年均增长率为 0.76%,其中,2013~2016 年的增幅为 0.09%,但是江西农业的耕地面积却由 2013 年的 308.73hm<sup>2</sup>下降到 2016 年的 308.22hm<sup>2</sup>,降幅 0.06%,表明耕地面积与农用化肥碳排放量并不匹配,江西省农业减碳形式依旧严峻。

张小有等人在研究江西省规模农户化肥施用行为时认为,农户的受教育程度作为自觉行为对农田碳减排具有积极意义,故把受教育程度作为协变量,探讨其对规模农户低碳行为的影响。

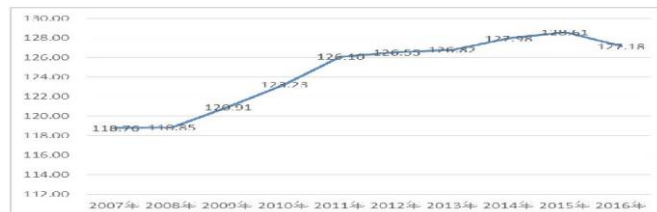


图 3 江西省化肥碳排放趋势图

#### 3.2 模型设定

回归是研究变量与变量间关系的一种手段,多重线性回归模型主要在自变量不止有一个时所采用。本文用地形特征和农作物类型两个自变量来计算对规模农户低碳生产行为的影响。其中: $y$  为被解释变量化肥施用量,  $x_i$  是影响被解释变量  $y$  的各种因素,  $i=1, 2, 3, \dots, n$ ,  $y$  是解释变量  $x_i$  的线性组合; $b_0$  为常数项; $x_1, x_2, \dots, x_i$  为自变量; $b_1, b_2, \dots, b_i$  为相应自变量的回归系数; $\mu$  为随机干扰项。则:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \mu \quad (2)$$

### 3.3 数据测算

关于调查数据,本文所选取的描述性统计。

## 4 研究结果及分析

### 4.1 多重线性模型估计结果

经过多重共线性检验后,利用前文所构建的多重线性回归模型检验各个变量对农业低碳行为的影响。从结果看,模型的拟合度较差(小于 0.10),对总体变量的解释程度较低。但是从方差分析检验结果来看,拟合的模型有统计学意义,且符合标准正态分布。地形特征和农作物类型以及受教育程度对规模农户在化肥使用量和化肥类型的选择上都有显著影响。

### 4.2 估计结果分析

#### 4.2.1 地形特征的影响。

线性模型结果显示,地形对化肥施用量的选择上具有显著负向影响。即山地和丘陵所用化肥量偏低,盆地和平原化肥用量相对较高。统计分析结果也显示,盆地和平原施用高量化肥的比例分别为 31.58%和 37.33%,而丘陵和山地相应的比例分别为 16.97%和 26.25%。山地丘陵地区,自然资源较多,规模农户常常会利用猪牛羊的粪便以及落叶作为天然肥料来替代化学肥料,且山地丘陵地区大都地处偏远,规模农户运送化肥的成本会相对高于平原和盆地地区,这在无形中也使得山地丘陵地区偏向于低量的化肥。此外,江西省规模农户的土地大部分是流转而来,只有使用权,没有所有权,故规模农户在施用化肥时并没有考虑土壤结块等可持续发展问题,更多的是关注眼前利益,这也是导致江西省农业碳排放量居高不下的原因之一。

#### 4.2.2 农作物类型的影响。

根据上述模型得知,农作物类型对化肥施用量的选择上具有显著负向影响。即水稻的化肥施用量比果蔬和其他经济作物高。统计分析结果也显示,水稻的化肥施用量高于果蔬和其他经济作物。这可能与作物所需肥量有关,果蔬和其他经济作物的耕地面积不如水稻,大部分规模农户平时会用人粪尿等有机肥浇灌,在合理利用资源的同时又节约施肥成本。同时,由于所需肥料不多,一些规模农户在力所能及的情况下会购买价格更高的生物肥料,不仅能提高口感,而且在价格方面也会得到更多的经济效益。而水稻的种植面积很大,用人粪尿远远不能满足其所需养分,如果一味施用生物肥料,在产量方面不会提高甚至可能会大大减产,即使这样的水稻在价格上有很大的优势,规模农户也会考虑机会成本,为了提高产量,规模农户往往会选择施用大量的化肥。

#### 4.2.3 教育程度的影响。

根据上述分析结果得知,教育程度对规模农户化肥施用量上有显著负向影响,即受教育程度高的规模农户在化肥施用量上偏低。可能的原因是教育程度高的规模农户更愿意把书本中的知识用于实践,更愿意采用低碳方法来种植作物。且近年来,国家对

于农业低碳宣传力度较大,受过高等教育的规模农户也乐于响应国家号召,亲身实践。在实地调研过程中也证实了这一点。

## 5 结论与建议

本文的主要结论为:第一,江西省农用化肥碳排放量居高不下,减排形势依旧严峻;第二,江西省水稻化肥用量高于其他作物,且偏向施用高碳化肥;第三,江西省盆地和平原化肥用量高于丘陵、山地。第四,江西省规模农户受教育程度与农业低碳成正比。

农业碳排放是碳排放的重要组成部分之一,农业减排对于减少温室气体具有重要意义,本文分别从以下三个角度对降低江西省农业碳排放提出以下建议:

### 5.1 发展循环农业

江西省水稻种植面积一直处于第一位,但水稻高产并不意味着肥料越多越好,适当使用有机肥不仅能提高水稻的产量,也能提高口感。水稻丰收后在稻田里养殖鱼虾,来年种植时能有效减少肥料的使用。同时,各地也可以根据实际情况,以农家乐等新型农业发展模式为例,不仅能使农业发展绿色化、生态化,还能有效带动第一、第三产业融合发展,带动地方经济效益。

### 5.2 推广测土配方肥

根据实地调研,规模农户不选择除化肥以外的其他肥料的主要因素是成本和产量,但现阶段由于这些肥料的制作成本较高,降低其价格显然很不现实,但测土配方肥能有效解决规模农户这两大顾虑。测土配方肥是根据作物所缺营养来有目的的施肥,达到提高肥料利用率和减少用量的效果。为此,政府部门应该鼓励农技人员田间指导,对规模农户进行测土配方肥的技术培训,以期达到效益和低碳双赢的目的。

### 5.3 培育新型职业农民

当前人口红利萎缩,劳动力资源显著下降,培养新一代职业农民显得尤为重要。这支新型职业农民能及时适应新理念、新技术,对于农业低碳技术应用的推广具有重要意义。同时,具备高度的责任感和现代观念,有利于农业的可持续发展,更好的贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念。

中国是农业大国,实现节能减排对世界农业的发展具有重大意义。江西省作为我国的传统农业大省,农业碳排放高于全国平均水平,农业低碳发展潜力巨大。应因地制宜种植作物,在“十三五”政策的大背景下,大力发展新型职业农民,推广农业低碳技术,实现农业碳排放的绝对减排。

### 参考文献:

[1] Pearson P J G, Foxon T J. A low carbon industrial revolution? Insights and challenges from past technological and economic transformations[J]. Energy Policy, 2012, 50: 117-127.

[2] Pereira P A A, Martha G B, Santana C A M, et al. The development of Brazilian agriculture: future technological challenges and opportunities[J]. Agriculture & Food Security, 2012, 1 (1): 4.

[3] Norse D. Low carbon agriculture: Objectives and policy pathways[J]. Environmental Development, 2012, 1 (1): 25-39.

- 
- [4] Friel S, Dangour AD, Garnett T, et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: food and agriculture[J]. The Lancet, 2009, 374 (9706): 2016-2025.
- [5] 马晓旭. 我国低碳农业发展的困境及出路选择[J]. 经济体制改革, 2011(05): 71-74.
- [6] 田云, 张俊飏. 中国农业碳排放研究回顾、评述与展望 [J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2014(02): 23-27+60.
- [7] 李波, 梅倩. 农业生产碳行为方式及其影响因素研究——基于湖北省典型农村的农户调查[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2017(06): 51-58+150.
- [8] 吴贤荣, 张俊飏, 田云, 李鹏. 中国省域农业碳排放: 测算、效率变动及影响因素研究——基于 DEA-Malmquist 指数分解方法与 Tobit 模型运用[J]. 资源科学, 2014, 36(01): 129-138.
- [9] 周胜, 宋祥甫, 颜晓元. 水稻低碳生产研究进展[J]. 中国水稻科学, 2013, 27(02): 213-222.
- [10] 高雪萍. 水稻种植大户应用低碳农业技术的行为研究[J]. 科技管理研究, 2013, 33(14): 113-116.
- [11] 谢淑娟. 低碳经济背景下现代农业发展模式探讨[J]. 广东社会科学, 2012(05): 17-25.
- [12] 张小有, 刘红, 赖观秀. 规模农户化肥施用与碳减排关系及其路径选择——基于江西省的调研数据[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(06): 279-284.