

# 农户生态环境认知与保护行为的差异分析

## ——以农药化肥使用为例

邝佛缘<sup>1</sup>, 陈美球<sup>1</sup>, 李志朋<sup>1,2</sup>, 彭欣欣<sup>1</sup>, 刘静<sup>1</sup>, 刘洋洋<sup>1</sup>

(1. 江西农业大学 农村土地资源利用与保护研究中心/江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室, 南昌 330045; 2. 江西省国土资源勘测规划院, 南昌 330045)

**摘要:**农户不合理使用农药化肥严重威胁着我国农业生态环境的健康发展,探究农户生态环境认知与保护行为之间的内部关系,对于制定相应的调控措施具有积极的参考价值。利用江西省2 028份农户调查数据,运用增强回归树(BRT)模型分析农户生态环境认知和保护行为的差异性。结果表明:总体上,农户生态环境认知水平较高,但保护行为程度较差,表明农户生态环境认知并不必然导致保护行为,二者之间不存在很强的因果关系;究其原因是农户生态环境认知与其保护行为的影响因素和影响程度不同。影响认知的主要因素依次为实际耕种面积、年龄和外出务工比重,影响行为的则依次为年龄、实际耕种面积和文化程度。年龄、家庭年收入和外出务工比重三个指标对农户生态环境的认知和保护行为的影响方向和程度的差异性在一定程度上解释了认知和行为的不一致性。

**关键词:**农户; 农药化肥; 生态环境认知; 保护行为; 差异分析; 江西省

**中图分类号:** F323.22

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2018)01-0321-06

## Analysis on the Difference Between Farmers' Ecological Environment Cognition and Protective Behavior Based on Using Pesticide and Chemical Fertilizer

KUANG Foyuan<sup>1</sup>, CHEN Meiqiu<sup>1</sup>, LI Zhipeng<sup>1,2</sup>, PENG Xinxin<sup>1</sup>, LIU Jing<sup>1</sup>, LIU Yangyang<sup>1</sup>

(1. Research Center on Rural Land Resources Use and Protection, Key Laboratory of Poyang Lake Basin Agricultural Resources and Ecology, Jiangxi Agriculture University, Nanchang 330045, China; 2. Jiangxi Land and Resources Survey and Planning Institute, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** The unreasonable use of pesticides and fertilizers by farmers seriously threatens the healthy development of agricultural ecological environment in China. It has a positive referenced value for formulating corresponding control measures to explore the internal relations of farmers' ecological environment cognition and environmental behavior. Based on the survey data of 2 028 farmers in Jiangxi Province, we used the boosted regression tree (BRT) model to analyze the differences of farmers' ecological environment cognition and environmental behavior. The results showed that: on the whole, the cognition level of farmers' ecological environment is higher, but the degree of environmental behavior is poor, which indicates that farmers' ecological environment cognition and environmental behavior are obviously different. There is no causal relationship. The reason is that the influence factors and influence degree of farmer's ecological environment cognition and protection behavior are different. The main factors affecting cognition are in the order: cultivated area, age and proportion of migrant workers, the factors affecting the behavior are in the sequence: age, cultivated area and culture degree. The variables of age, family annual income, and the proportion of migrant workers had different effects on ecological environment cognition and environmental behavior, and this explained the inconsistency to some extent.

**Keywords:** farmers; pesticide and chemical fertilizer; ecological environment cognition; protective behavior; difference analysis; Jiangxi Province

收稿日期: 2017-05-22

修回日期: 2017-06-07

资助项目: 国家自然科学基金“生计分化中农户农业面源污染防治行为及其调控对策研究——以江西省为例”(71473112); 江西省哲学社会科学重点研究基地项目(15SKJD13); 江西现代农业及其优势产业可持续发展的决策支持协同创新中心项目(2015WT05); 江西省高校哲学社会科学创新团队建设项目

第一作者: 邝佛缘(1991—), 男, 江西寻乌人, 硕士研究生, 研究方向为土地资源管理。E-mail: kfy5913@163.com

通信作者: 陈美球(1967—), 男, 江西石城人, 博士, 教授, 博导, 主要从事土地资源管理等方面研究。E-mail: cmq12@263.net

农药化肥的使用,为提高我国粮食产量作出巨大贡献的同时,也造成了农户盲目追求增产而采取从重使用农药化肥等破坏农业生态环境的现象。农业生态环境是人类农业生产的基础,是实现农业的可持续性发展的前提,关系到人类生活环境的健康发展<sup>[1]</sup>。诸多研究认为,农户过度使用农药化肥严重威胁到我国农业生态环境的可持续发展,是造成水环境恶化、土壤污染等农业生态环境恶化的重要原因<sup>[2-4]</sup>。作为农业经营决策行为的主体,农户生态环境的认知和环保行为是改善农业生态环境的基础<sup>[5]</sup>,农药化肥的减量化使用是实现我国农业可持续发展道路的重要途径。为此,2015 年农业部出台了《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》。江西省作为我国传统的农业大省之一,农药化肥使用量逐年递增的现象较为突出,1993—2015 年期间,化肥使用量从 103.2 万 t 增加到 143.6 万 t,农药从 3.96 万 t 增加到 9.39 万 t。为了提升农户生态环境认知,促进农户的环保行为,已有学者对农户生态环境认知和环保行为的影响因素进行了大量的实证研究。

关于农户生态环境的认知和环保行为,学术界已经形成了较为系统的研究,农户生态环境认知和行为的影响因素研究是学术界的一大热点。宋言奇<sup>[6]</sup>认为 40 岁是农户环境态度和行为的分水岭,不同性别、年龄和文化程度的农户的环境态度和行为具有差异性。陈梦娇等<sup>[7]</sup>认为耕地收入比重、人均耕地面积、年龄、文化程度和家庭收入是影响农户农业面源认知的主要因素。田云等<sup>[8]</sup>认为,农户低碳农业生产行为的采纳主要受到耕地面积、务农年限、户主的性别和低碳农业的认知度等因素的影响。褚彩虹等<sup>[9]</sup>认为农业信息技术的认知和培训经历等是影响农户采取环境友好型农业技术行为的重要因素。樊翔等<sup>[10]</sup>研究表明,农户低碳农业生产行为主要受到户主禀赋、家庭禀赋、具有经济管理特征的禀赋和农户外源禀赋的影响。梳理已有研究发现,许多学者主要从农户的个体特征、家庭特征、土地资源特征、技术信息特征和社会关系网络特征等方面选取影响农户生态环境认知和环保行为的因素,侧重于分别从农户生态环境认知和环保行为的影响因素进行研究,而农户的认知和行为决策内部关系的研究还不够充分。

根据认知行为学的理论,认知是行为的基础,人们的认知、信念决定其偏好,进一步又决定其行为决策<sup>[11]</sup>,许多学者认为良好的认知有助于促进农户采取合理的行为决策<sup>[8-10]</sup>。但也有学者提出就我国小规模经营为主的农户而言,在实际农业经营行为决策中既存在经济理性,也存在生态理性<sup>[12]</sup>,也有学者指

出农户生态环境认知与环保行为具有不一致性<sup>[13]</sup>。因此,本文利用江西省 2 028 份农户调查数据,采用 BRT 模型,从影响农户环境友好型认知和行为决策的变量出发,研究农户生态环境认知与环保行为的内部关系,旨在提升农户生态环境认知和引导农户采取环保行为,促进农户农药化肥使用的减量化,为更好地实现“双减工程”目标提供政策建议。

## 1 数据来源与样本描述

### 1.1 数据来源

数据来源于 2014 年 12 月至 2015 年 2 月开展的《农户化肥农药使用》专题调研。调研以问卷调查为主,结合实地走访和召开座谈会等方式进行。课题组依分层随机抽样选取 19 县(区)作为调查样点:南昌县、新建区、武宁县、万载县、南丰县、德兴县、横峰县、玉山县、湘东区、安源区、遂川县、新干县、分宜县、渝水区、章贡区、于都县、南康区、石城县、赣县,每个县(区)选取 4 个村,每个村调查 30 户农户,问卷内容涉及农户的基本信息、家庭情况、农药化肥使用情况包括如何选取农药化肥类型、如何确定使用量、使用方法以及对农药化肥认识等相关内容。一共发放问卷 2 280 份,共收回问卷 2 112 份,其中有效问卷 2 028 份,有效问卷率为 96.02%。

### 1.2 样本特征

1.2.1 样本总体状况 由表 1 可知,受访农户以男性为主,59.82%的农户年龄为 40 岁以上,文化程度绝大多数为初中及以下;43.05%的农户外出务工人员比重为 0.31~0.60,农户实际耕作的耕地面积集中在 0.33 hm<sup>2</sup> 以下,70.27%的农户家庭年收入为 6 万元以下。总体而言,样本农户基本符合我国现阶段农村的基本情况,具有一定的代表性。

1.2.2 农户生态环境认知状况 本文通过表 2 中的 6 个问题来间接考察农户的环境认知情况,通过给每个选项赋分,得分高表示农户生态环境的认知程度越好。由表 2 可知,超过半数的农户听说过农业面源污染,都认为使用农药化肥会造成水塘江河水质变差,绝大部分农户都清楚农药化肥使用不是越多越好,都比较担心使用含有重金属成分的农家肥,但是农户对测土配方这一环境友好型技术的了解程度较差。由图 1 可知,农户的生态环境认知水平较好,得分在 3.0~5.0 分区间的农户占到 85.31%,得分小于 2.0 分的农户占比为 9.81%;得分为 4.0 分的农户占比 33.83%,在农户各得分值中所占比例最大。

1.2.3 农户环保行为状况 本文通过对表 3 的 6 个问题选项的赋值来间接描述农户的环保行为决策状

况。由表 3 可知,将近一半的农户凭自己经验确定农药化肥使用量,超半数农户保持年年差不多的农药化肥使用习惯;只有 9.96%农户化肥实际使用会比使用说明书更少;53.55%的农户选择农药种类主要考虑农药对病虫害防治效果。由图 2 可知,农户环保行为得分水平较差,72.98%的农户得分为 1.5~3.5 分;高分段 4.0~6.0 分只占 21.89%,低分段 0.0~2.0 分占比 32.59%。

表 1 样本基本特征

变量	类别	频数	百分比/%
性别	男	1348	66.47
	女	680	33.53
年龄	30 岁及以下	387	19.08
	31~40 岁	428	21.10
	41~50 岁	586	28.90
	51~60 岁	420	20.71
	61 岁及以上	207	10.21
文化程度	小学	727	35.85
	初中	838	41.32
	高中	308	15.19
	中专以上	155	7.64
外出务工比重	0.30 及以下	419	20.66
	0.31~0.60	873	43.05
	0.61~1.00	736	36.29
实际耕种面积	0.20 hm <sup>2</sup> 及以下	1214	59.86
	0.20~0.33 hm <sup>2</sup>	321	15.83
	0.33~0.47 hm <sup>2</sup>	113	5.57
	0.47 hm <sup>2</sup> 及以上	380	18.74
家庭年收入	2 万元及以下	366	18.05
	2 万元~6 万元	1059	52.22
	6 万元~10 万元	472	23.27
	10 万元以上	131	6.46

表 2 农户生态环境认知情况

问题	选项	分值	百分比/%
是否听说过	没有听说	0	52.76
农业面源污染	听说过	1	47.24
江河水质变差是否与使用农药化肥有关	无关	0	33.43
	有关	1	66.57
化肥使用是否越多越好	是	0	8.93
	不是	1	91.07
农药使用是否越多越好	是	0	6.26
	不是	1	93.74
是否担心使用含重金属的农家肥	不担心	0	27.17
	担心	1	72.83
是否了解测土配方施肥	不了解	0	81.11
	了解	1	18.89

2 变量设定与分析模型

2.1 变量选择

本文各通过 6 个问题的赋值得分来衡量农户的生态环境认知和环保行为情况,分别以农户的生态环境认知和环保行为得分作为被解释变量。

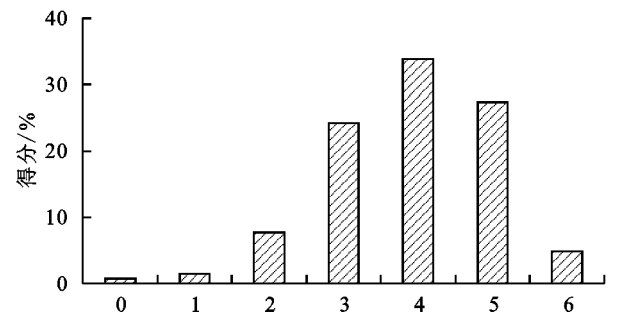


图 1 农户生态环境认知得分情况

表 3 农户环保行为情况

问题	选项	分值	百分比/%
您如何确定化肥使用量	跟随其他人/化肥价格	0	16.81
	凭自己的经验	0.5	46.45
	参阅说明书/技术人员的指导	1	36.74
	更多	0	22.73
您实际化肥施用量与说明书相比	差不多	0.5	67.31
	更少	1	9.96
您使用的化肥量与往年比较	越来越多	0	31.46
	年年差不多	0.5	57.59
	越来越少	1	10.95
您如何选择农药种类	毒性强,病虫害防治效果好	0	53.55
	价格低廉	0.5	18.93
	低毒低残留	1	27.51
您如何确定农药使用量	跟随其他人/化肥价格	0	20.36
	凭自己的经验	0.5	42.60
	参阅说明书/技术人员的指导	1	37.03
您使用的农药量与往年比较	越来越多	0	29.68
	年年差不多	0.5	56.76
	越来越少	1	13.56

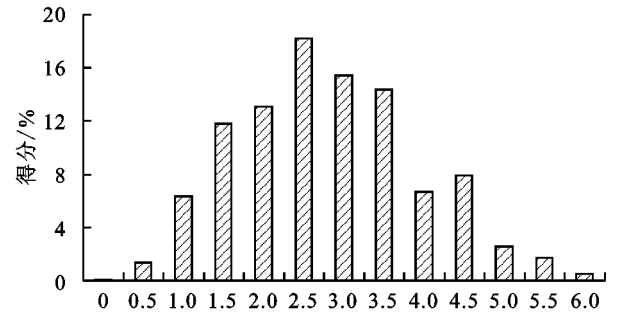


图 2 农户环保行为得分情况

综合已有研究<sup>[6-10]</sup>,农户个人特征会造成农户生态环境认知的差异性表现,农户作为农业经营决策主体,农户农业环保行为决策源于农户对自身和家庭资源禀赋差异的一种响应。考虑到当前农村农户的农药化肥使用行为主要依据自身的农业生产经验,农户的耕地资源、劳动力结构和家庭收入等家庭特征是农户生态环境认知和环保行为的重要影响因素。因此本文主要从个人特征、家庭特征两方面选取指标,其中个人特征选取了年龄、性别和文化程度 3 个变量;家庭特征选取了外出务工比重、实际耕种面积和家庭年收入 3 个变量,通过构建农户生态环境认知模型和农户环保行为决策模型,分析农户生态环境的认知和

环保行为的差异性,解释变量的描述见表 4。

表 4 解释变量描述

变量	含义和赋值	均值	标准差
性别	女=0;男=1	0.66	0.47
年龄	农户实际年龄	43.63	13.09
文化程度	小学=1;初中=2;高中=3;中专以上=4	1.95	0.90
外出务工比重	外出务工人员占家庭人口总数的比例	0.53	0.28
实际耕种面积	农户实际种植的耕地面积(hm <sup>2</sup> )	0.30	0.36
家庭年收入	农户家庭总的年收入(万元)	5.43	3.94

## 2.2 分析模型

增强回归树模型(Boosted Regression Tress, BRT)是一种基于传统分类回归树算法(CART)的自学习方法,通过不断地随机选择和自学习方法从而产生多重回归树,能够很好地提高模型的稳定性和预测精度<sup>[14]</sup>。运算过程中通过多次迭代随机抽取一定量的数据,分析自变量对因变量的影响程度,剩余数据对拟合结果进行交叉检验,最后生成多重回归树并取均值输出<sup>[15]</sup>。BRT方法相比传统的线性或非线性回归模型而言,提高了模型的稳定性和精度,得出自变量对因变量影响的相互关系和贡献率;在处理不同数据格式时具有很大的灵活性,并且输出的因变量与自变量关系很直观,结果容易理解,国内外很多学者利用该模型进行计量分析<sup>[14-15]</sup>。因此,本文采用 BRT 模型对农户生态环境认知和环保行为决策的差异性进行分析。

## 3 结果与分析

在 R 软件中利用两个模型构建的调查数据,分别对影响农户生态环境认知和环保行为的因素调用 Elith 等编写的 BRT 程序包进行 BRT 分析<sup>[16]</sup>。设置学习速率为 0.0005,每次抽取 50% 的数据进行分析,50% 的数据用于训练,进行 5 次交叉验证。

### 3.1 农户生态环境认知的影响因素分析

由图 3 的结果可知,从影响的贡献率来看,农户生态环境认知的影响因素的贡献率由大到小为实际耕种面积>年龄>外出务工比重>文化程度>家庭年收入>性别;从主成分角度来看,实际耕种面积、年龄和外出务工比重是影响农户生态环境认知的主要因素,累计贡献率达到 71.50%。从各变量影响趋势来看,农户实际耕种面积越大,农户生态环境认知水平越好,这与已有学者<sup>[7]</sup>的研究结果相符合。分析可能原因是农户实际耕种面积越大,农户对现代农业信息接触的机会更多,更了解当前农业生态环境的现状。年龄对农户生态环境认知有负向影响,这与宋言奇<sup>[6]</sup>的研究结果相一致;外出务工比重对农户生态环境认知具有正向影响。分析原因是年龄越大,农户接受新生事物越慢,同时获取生态环境知识的渠道也相对更为单一和狭窄;外出务工比重越大的农户,获

取农业信息的渠道越多,更能够掌握正确的生态环境知识。文化程度对农户生态环境认知具有正向影响作用,这与已有研究<sup>[6-7]</sup>相一致。分析原因是教育是提升农户认知的重要途径,农户的文化程度越高,获取新生事物的渠道更多、理解能力更强。家庭年收入对农户生态环境认知有正向影响作用,分析原因是低收入家庭往往花更多精力去维持生计,对教育的投入和生态环境的关注更少。相比女性而言,男性的生态环境认知水平更好。分析原因是我国农村长期形成了“男主外,女主内”的格局,男性长期扮演“主外”的角色,通过与人交流接触,能够获得更多的农业信息,对生态环境知识的掌握程度更好。

### 3.2 农户环保行为的影响因素分析

由图 4 的结果可知,从影响贡献率来看,影响农户环保行为的因素贡献率从大到小依次为年龄>实际耕种面积>文化程度>家庭年收入>外出务工比重>性别;其中,年龄、实际耕种面积和文化程度是影响农户环保行为的主要影响因素,累计贡献率达到 67.90%;从各变量影响趋势来看,年龄对农户环保行为的影响呈现波动起伏,30 岁和 50 岁是转折点;分析可能原因是,小于 30 岁的受访者农业经营经验不足,缺乏科学使用农药化肥的知识;30~50 岁农户,农业生产经验更丰富,更了解通过追加农药化肥投入来实现增产增收的弊端,更愿意尝试环境友好型的农业决策;大于 50 岁农户,农户更容易受传统的农业生产观念的影响,对新生事物的接受和理解能力更弱,往往更不愿意采取环保行为决策。实际耕种面积对农户环保行为决策具有正向影响,这与樊翔等<sup>[10]</sup>的研究相一致;分析原因是农户经营规模越大,越能够感受到单纯地通过追加农药化肥的投入来获取增产增收的弊端和短期性,更愿意咨询农业技术人员,进行科学使用农药化肥,更倾向于采取环保行决策。文化程度对农户环保行为决策具有正向影响,分析原因是农户文化程度越高,更了解从重使用农药化肥这一传统的农业经营方法的弊端,对环境友好型农业的益处更了解,更愿意采取环保行为决策。家庭年收入对农户环保行为的影响呈现波动起伏,3.33 万元和 8.33 万元是转折点。分析可能原因是收入小于 3.33 万元农户生计压力更大,往往更倾向于采取追加农药化肥投入来实现增产增收的目的,更不愿意尝试见效慢的环境友好型的农业决策;3.33~8.33 万元农户,在更为多元的信息源的影响下,更了解传统从重使用农药化肥的弊端,更愿意尝试采用环保行为决策;大于 8.33 万元农户,往往更倾向于非农生产为主,对农业经营方面的知识掌握不够,更少关注这方面信息,表现出更差的农业环保行为水平。

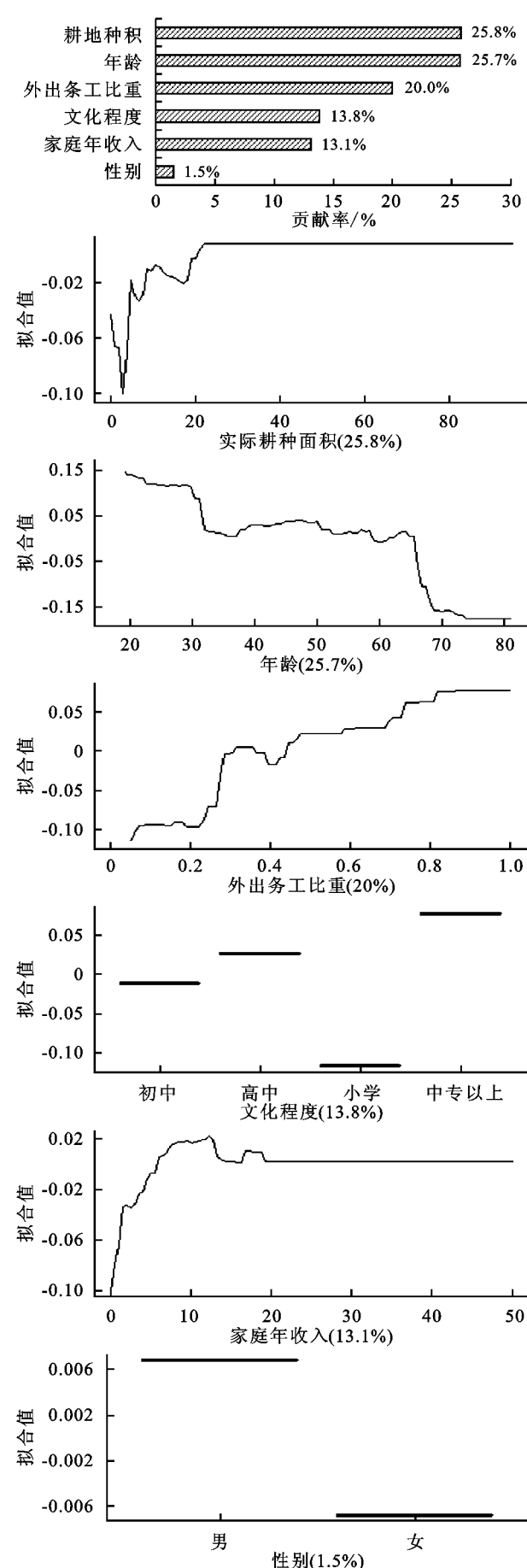


图 3 农户生态环境认知影响因素的相对影响力和变化趋势

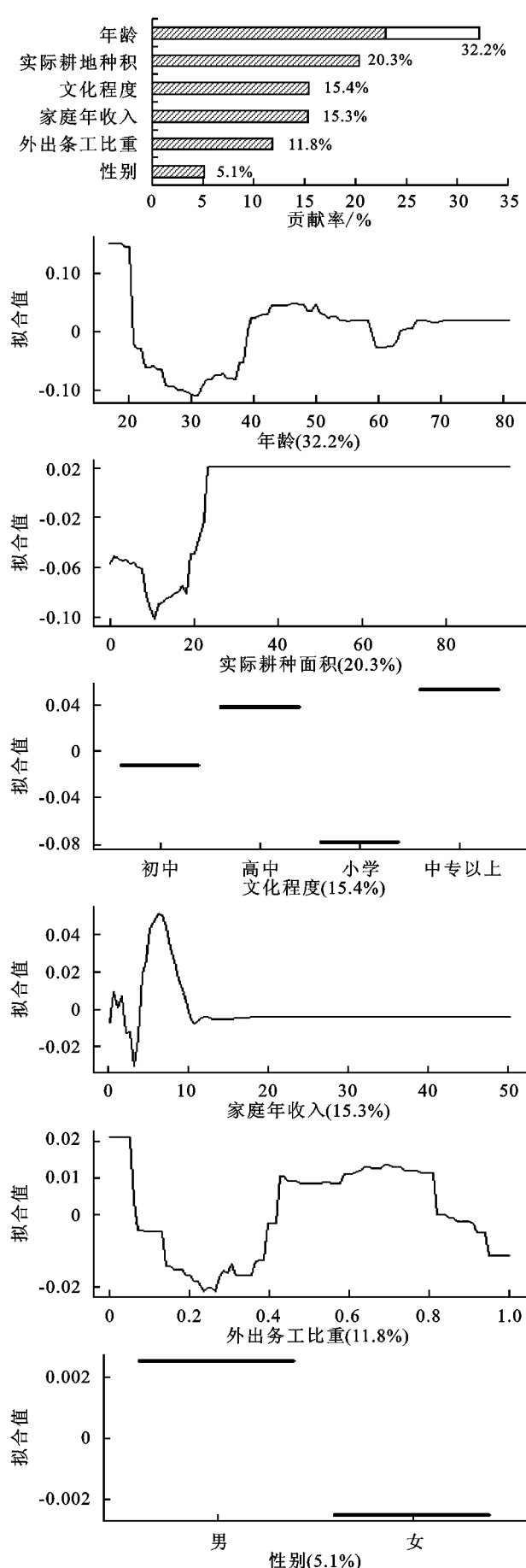


图 4 农户环保行为影响因素的相对影响力和变化趋势

外出务工比重中 0.27 和 0.80 是转折点,分析原因是低外出比重时,农户的信息渠道较单一,劳动力主要投入低经济效益的农业,农户的生计压力更大,促使农户更愿意采取从重使用农药化肥的行为决策;当比重增大,农户的信息渠道更为多元,生计压力更小,更了解环境友好型农业的利好,也更愿意尝试;但比重大于 0.8,农户主要以非农就业为主,农业经营经验更为不足,更少关注农业方面的信息。从性别来看,男性更倾向于采取环保行为。分析原因是男性更具有冒险探索精神,“主外”的家庭角色扮演使其更知晓环境友好型农业的利好,更愿意尝试采纳环保行为决策。

## 4 结论与启示

本文利用江西省 2 028 份调研数据,从农户微观视角,认识农户生态环境认知和环保行为决策水平的基础上,采用 BRT 模型分析农户生态环境认知及其环保行为的差异性。结论如下:

(1) 总体上,农户的生态环境认知较高,但采取环保行为的程度较差,农户良好的生态环境认知未必促使农户采取环保行为决策,存在潜在的未知因素阻碍了认知对行为的传导作用。

(2) 实际耕种面积、年龄和外出务工比重三个因素是影响农户生态环境认知的主要因素,而年龄、实际耕种面积和文化程度三个因素是影响农户环保行为的主要因素;

(3) 年龄、家庭年收入和外出务工比重三个因素对农户生态环境认知和环保行为的影响具有明显的差异性,良好的认知未必会促使农户采取良好的行为,这也可以在一定程度上解释农户生态环境认知和环保行为之间存在不一致性的现象。

基于研究结果,本文对于更好地提升农户生态环境认知水平,促进农户采取环保行为,从而实现农药化肥的减量化,实现我国的“双减工程”目标,促进农业的可持续发展,提出以下政策建议:

(1) 教育是提升农户掌握正确认知的有效手段,对农户采取环保行为决策具有正向促进作用。加强农户生态环境的教育,尤其应该着重增加对女性的环保知识的输入。我国现阶段农户对生态环境的认知还停留在较浅的认知层面,对一些农业科技的认知还停留在听没听说的程度,农户的生态环境的认知现状仍然是制约农业环境改善的一大因素。

(2) 研究结果表明农业规模经营有利于提升农户生态环境的认知水平,进而促进农户采取环保行为决策。农户进行规模经营一方面可以更好地利用规模效应降低农业投入的边际成本,提高农业经济效益;另一方面,规模经营有利于国家推行相关的农业环境政策,农户较好的生态环境认知水平又有利于政策的实施和监管。

(3) 适当地引入微观激励政策对于显化认知对行为的正向作用显得尤为关键。当前我国片面的注重污染的防范和惩罚,却忽视了农户对环境保护的正向作用,通过适当的激励措施有利于保持农户保护生态环境的积极性和持久性。

### 参考文献:

- [1] 辛继红,莫利加. 农业生态环境保护及对策[J]. 水土保持研究,2008,15(6):276-279.
- [2] 王建兵,程磊. 农业面源污染现状分析[J]. 江西农业大学学报:社会科学版,2008(3):35-39.
- [3] Cabrera L, Costa F P, Primel E G. Risk estimate of water contamination by pesticide in south of Brazil[J]. Química Nova, 2008,31(8):1982-1986.
- [4] Hunke P, Mueller E N, Schröder B, et al. The Brazilian Cerrado: Assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use[J]. Ecohydrology, 2015,8(6):1154-1180.
- [5] 侯俊东,吕军,尹伟峰. 农户经营行为对农村生态环境影响研究[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(3):26-31.
- [6] 宋言奇. 发达地区农民环境意识调查分析:以苏州市 714 个样本为例[J]. 中国农村经济,2010(1):53-62,73.
- [7] 陈梦娇,陈美球,鲁燕飞,等. 鄱阳湖区农户农业面源污染认知及其影响因素分析[J]. 土地经济研究,2016,(1):85-97.
- [8] 田云,张俊飏,何可,等. 农户农业低碳生产行为及其影响因素分析:以化肥施用和农药使用为例[J]. 中国农村观察,2015(4):61-70.
- [9] 褚彩虹,冯淑怡,张蔚文. 农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析:以有机肥与测土配方施肥技术为例[J]. 中国农村经济,2012(3):68-77.
- [10] 樊翔,张军,王红,等. 农户禀赋对农户低碳农业生产行为的影响:基于山东省大盛镇农户调查[J]. 水土保持研究,2017,24(1):265-271.
- [11] Cooke R, Sheeran P. Moderation of cognition-intention and cognition-behaviour relations: a meta-analysis of properties of variables from the theory of planned behavior[J]. British Journal of Social Psychology, 2004,43(2):159-186.
- [12] 姚柳杨,赵敏娟,徐涛. 经济理性还是生态理性、农户耕地保护的行为逻辑研究[J]. 南京农业大学学报:社会科学版,2016,16(5):86-95,156.
- [13] 王常伟,顾海英. 农户环境认知、行为决策及其一致性检验:基于江苏农户调查的实证分析[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(10):1204-1208.
- [14] Chen M Q, Lu Y F, Ling L, et al. Drivers of changes in ecosystem service values in Ganjiang upstream watershed[J]. Land Use Policy, 2015,47:247-252.
- [15] 尹才,刘森,孙凤云,等. 基于增强回归树的流域非点源污染影响因子分析[J]. 应用生态学报,2016,27(3):911-919.
- [16] Elith J, Leathwick J R, Hastie T. A working guide to boosted regression trees. Journal of Animal Ecology, 2008,77(4):802-813.