

南方稻农气候变化适应行为影响因素分析^{*}

——基于苏皖两省 364 户稻农的调查数据

吴婷婷

(南通大学商学院 南通 226019)

摘要 气候变化使农业生产条件发生了重大改变,不仅威胁粮食安全,而且导致农户收入风险增加。因此,探讨户主特征、家庭特征、社会资本等因素对农户气候变化适应行为的影响,了解农户适应行为的决策机制,对政府科学制定农业应对气候变化政策具有重要的参考价值。本研究以江苏和安徽两省水稻主产区为研究区域,通过当面访谈方式,获取 364 个农户调查问卷数据。采用泊松回归方法,使用 STATA 统计分析软件,分析气候变化背景下农户种植行为的适应机制及其影响因素。结果表明,农户最可能采用的气候变化适应措施是采用优良品种,其次是转向非农就业、修缮灌溉沟渠、改变灌溉频率、调整插播时间、购买农业保险、采用保护性耕作技术、多样化种植、调整施肥施药行为和改种其他作物。农户采用气候变化适应性措施的项数介于 0~8 之间,平均为 4.49 项。没有采用任何气候变化适应措施的首要原因是适应成本较高,其次是不知如何适应,最后是劳动力数量有限。模型结果显示,户主性别、受教育年限、家庭规模、收入结构、种植规模、社会资本、气象信息和农技服务等因素对农户适应气候变化行为具有显著影响。为提高农户适应气候变化的能力,宜从政府政策和农户自身两方面着手。前者需要政府从农业补贴、农业保险、农村基础设施建设、耕地流转、粮食收购价格、农业科技服务体系等方面给予政策引导,后者需要农户自身加强包括社会网络、社会信任和社会规范方面的建设,从根本上提升应对自然风险的能力。

关键词 气候变化 农户 适应措施 泊松回归 南方稻区

中图分类号: F326.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2015)12-1588-09

Empirical analysis of farmers' adaptation to climate change in southern rice areas of China^{*}

— Based on household survey data in Jiangsu and Anhui Provinces

WU Tingting

(School of Business, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract Agricultural production conditions have undergone major changes because of climatic change. This has threatened not only food security, but also the farmers' income. This study investigated the characteristics of household heads, families and social capital, which influenced farmers' adaptive behavior to climate change, in order to understand farmers' adaptive behavior to climate change and provide a reference for government to make policy scientifically. In this study, rice producing areas of Jiangsu and Anhui Provinces were investigated through interpersonal interviews of 364 households. Using the Poisson Regression model in STATA statistical software, the paper analyzed the factors influencing the farmers' adaptive behaviors to climate change. According to the survey data, adaptive measures to climate change most likely used by farmers was planting

^{*} 国家自然科学基金(71401082)、教育部人文社会科学基金青年项目(14YJC630009)、南通市社科基金(2015CNT019)和南通市软科学重点课题(2015N02)资助

吴婷婷, 主要研究方向为农村经济与农村金融。E-mail: bluesky-212@163.com

收稿日期: 2015-07-30 接受日期: 2015-10-18

^{*} The study was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 71401082), the Social Science Foundation of Ministry of Education of China (No. 14YJC630009), the Nantong Social Science Foundation (No. 2015CNT019) and the Key Project of Soft Science of Nantong (No. 2015N02).

Corresponding author, WU Tingting, E-mail: bluesky-212@163.com

Received Jul. 30, 2015; accepted Oct. 18, 2015

excellent rice varieties, which was orderly followed by turning to off-farm employments, repairing irrigation channels, changing irrigation frequency, adjusting planting and sowing time, buying agricultural insurance, adopting conservation farming techniques, diversified planting, adjusting fertilizer and pesticide application pattern and switching to other crops. The number of adaptive measures taken by farmers ranged from 0 to 8, with an average of 4.49. The main reason for giving up taking adaptive measures to climate change for farmers was high costs, followed by unawareness of any adaptation methods and labor shortage. Model results indicated that the gender and education of household head, family size, income structure, planting scale, social capital, meteorological information and agricultural extension services significantly impacted the adaptive behaviors of farmers to climate change. In order to enhance the adaptive capacity of farmers, it was essential for government to increase agricultural subsidies, improve agricultural insurance, rural infrastructure and transfer of arable land, guarantee food purchase price, and strengthen agricultural technology extension system. Furthermore, the farmers should to strengthen themselves through the construction of social network, social trust and social norms, which also contributed to enhance their ability to cope with natural risks.

Keywords Climate change; Peasant household; Adaptive behavior; Poisson regression; Southern rice areas of China

气候变化对农业的影响以及农户适应行为是当前农业与气候变化研究的重大挑战。气候变化对农业生产的不利影响长期备受国内外学术界的关注。在东南亚地区,气候变化造成农业生产率明显下降,其中泰国下降 15%~26%,越南下降 2%~15%,菲律宾下降 12%~23%,印尼下降 6%~18%^[1]。在中国,若不考虑 CO₂ 的肥效作用,到 2020 年,水稻、玉米和小麦将分别减产 5.3%、11.3%和 10.2%^[2],到 2030 年若不采用任何措施,农业生产率在总体上将可能下降 5%~10%^[3]。气候变化对中国南方地区水稻产量存在显著的负面效应,水稻生长期平均气温上升 1 °C 将导致水稻产量下降 2.52%~3.48%,平均降水量增加 10 mm 将导致水稻产量下降 0.40%^[4]。气候变化使农业生产条件发生了重大变化,不仅威胁中国及世界粮食安全,而且也导致农户收入风险增加。在全球致力于减缓气候变化背景下,探讨农户适应气候变化行为的决策机制不仅是国际社会的关注焦点,也是中国政府落实可持续发展战略的迫切需求。

农业适应气候变化的目的主要是规避气候变化产生的不利因素或充分利用气候变化带来的有利因素。在已有的关于农户适应气候变化行为的实证研究中, Maddison^[5]利用 Heckman 两阶段模型分析了埃塞俄比亚尼罗河流域农户适应气候变化行为的影响因素,表明农户对气象属性(气温和降水)的感知与受教育年限相关,是影响气候变化适应行为的关键因素; Nhemachena 等^[6]利用多分变量 Probit 模型分析了南非农户适应气候变化行为的决策机制,结果显示,信贷和技术服务获取能力及气候变化感知程度是影响农户气候变化适应行为的关键因素; Wang 等^[7]利用中国 28 省 8 405 个农户样本考察了气候变化对农户灌溉和作物选择的影响,研究发现,

当气温偏低或降雨偏少时,农户将倾向于多灌溉,并且会增加对玉米和油料作物的种植,同时减少蔬菜和水稻等作物的种植;吕亚荣等^[8]、朱红根等^[9]分别利用 Probit 模型、Heckman 两阶段模型分析了农户适应气候变化行为的影响因素,发现农户对气候变化的认知水平、年龄和受教育程度对其是否采用适应性行为影响显著。

总体而言,关于中国农户适应气候变化行为的研究还不多,特别是对水稻产区农户适应气候变化行为的研究更是缺乏。此外,以往对农户适应行为的界定研究局限于是否对气候变化做出响应和选择何种措施进行适应,忽略了农户同时选择多种适应措施的复杂行为,因而分析结论还有待商榷。从微观角度而言,农户作为适应气候变化行为的主体,准确把握其适应气候变化的行为决策机制,对于政府科学制定旨在提升农业应对气候变化能力的政策措施具有重要的参考价值。为此,本文以苏皖两省水稻产区的农户调查数据为基础,借鉴国内外学者的研究思路,在理论分析的基础上,使用泊松回归模型实证考察农户适应气候变化的行为选择与影响因素,与以往研究相比更符合现实情况。

1 理论框架及研究假说

1.1 理论框架

农业适应气候变化具有多种措施,包括作物种植多样化、畜禽养殖和作物种植相结合、使用高产抗逆作物品种、改变作物播种和收获时间、采用节水灌溉技术等^[10]。这些措施大致可以归为两类:一是事前适应,通过多样化策略减缓气候变化的不确定性冲击,其依据是不同作物品种所受的气候变化影响存在差异性;二是事后适应,通过调整农业生产实践使作物生长的关键期和成熟期避开自然灾害

多发期,如旱季增加灌溉、改善土壤结构和物理性质以减少水分蒸发等。农业适应气候变化的行为包括政府宏观和农户微观两个层面。政府宏观层面适应主要关注全国或区域范围内的农业生产情况及其与国内外政策的关联,而农户微观层面适应则重点考察的是农户为适应气候变化所做出的行为决策调整^[6]。

借鉴 Nhemachena 等^[6]、朱红根等^[9]学者的研究思路,本文构建农户适应气候变化行为决策模型,思路如下:

$$\max H = E_i^* [U(\tilde{W})] = E_i^* \{U[p(f(m)+g(z)\tilde{e}) - w(m+z) - rz]\} \quad (1)$$

$$\text{约束条件为: } m+z=x, \tilde{Q}=f(m)+g(z)\tilde{e}$$

式中: H 表示农户净收益, E_i^* 表示信息量为 i^* 时的农户期望净收益, U 表示收益函数, \tilde{W} 表示影响农户净收益的因素, \tilde{Q} 表示分别有 m 和 z 单位耕地面积未采用和采用适应行为时的作物产量(农户总的耕地面积为 x)。考虑到采用适应行为的风险要大于未采用适应行为的风险,故假设未采用适应行为时的生产函数为非随机 $f(m)$ 。对于具有风险的适应行为,假设生产函数为 $g(z)\tilde{e}$, 其中 \tilde{e} 为随机变量。 w 表示未采用适应行为时的农户成本, r 表示农户采用适应行为时的额外成本, p 表示产品价格。

由于农户目标是追求期望净收益最大化,其是否采用适应行为取决于预期净收益的比较。假定其他条件保持不变,若农户采用适应行为时的期望净收益大于不采用适应行为时的期望净收益,则其就会做出采用适应行为的决策。农户采用适应行为的条件为:

$$p_1 g(m)\tilde{e}(Z) - (w+r)m \geq p_0 f(m) - wm \quad (2)$$

式中: $g(m)$ 和 $f(m)$ 分别表示采用和不采用适应行为时的生产函数; p_1 、 p_0 分别为采用和不采用适应行为时的产品价格; m 为决策规模; $\tilde{e}(Z)$ 表示由农户资源禀赋和外部因素等影响其采用决策的因素 Z 决定的主观风险函数,且有 $\tilde{e}(Z) \in [0,1]$ 。由于产品价格在适应行为采用前后的变化较小,故可假设 $p_1=p_0$, 则式(2)可简化成:

$$\tilde{e}(Z) \geq \frac{p_0 f(m) + rm}{p_0 g(m)} \quad (3)$$

由于不等式(3)中右边的价格、生产函数、成本等因素是相对较容易确定的变量,而农户的主观风险函数 $\tilde{e}(Z)$ 却难以确定,取决于农户资源禀赋及其所处的外部环境。其数学表达式为:

$$\tilde{e}(Z) = F\{G(I), H(O)\} \quad (4)$$

式中: $G(I)$ 为影响农户适应气候变化行为决策的资源禀赋,包括户主特征、家庭特征、社会资本等变量; $H(O)$ 为影响适应气候变化行为决策的外部环境,包括气象信息、农技推广等变量。因此,农户适应气候变化行为决策受户主特征、家庭特征、社会资本、气象信息和农技推广等因素的共同影响。

1.2 研究假设

依据分析框架及已有的研究成果,本文选取户主年龄、性别、受教育年限、家庭规模、收入结构、种植规模、社会资本、气象信息和农技服务等可能影响农户适应气候变化行为的因素进行实证分析。

1.2.1 户主年龄

已有研究表明,户主年龄对农户适应气候变化行为决策的影响不确定。例如, Wegayehu 等^[11]研究发现户主年龄对农户参与水土保持实践没有显著影响,而 Nyangena^[12]的研究却显示户主年龄对农户参与水土保持实践有显著负影响。事实上,户主年龄能够在一定程度上反映农户具备的农业生产经验。相比之下,农业生产经验丰富的农户在获取气象信息及技术信息方面的能力更强,采用气候变化适应性措施的概率更高。Nhemachena 等^[6]、Deressa 等^[13]的研究表明农业生产经验会增加农户采用气候变化适应性措施的概率。本文假设:户主年龄对农户适应气候变化行为具有正向影响。

1.2.2 户主性别

一些研究认为,受社会传统意识影响和约束,女性获取信息、耕地及其他资源的能力较为有限,与男性相比,其在耕地和水资源保护等方面的行为意识相对较弱^[14];也有一些研究认为,在传统农村社区,女性长期承担着农业生产的绝大部分活动,积累了丰富的实践经验,与男性相比,她们更清楚如何通过调整农业生产实践来适应气候变化^[6]。因此,在当前农业劳动力“女性化”背景下,本文假设:与男性相比,女性更能采用气候变化适应性措施。

1.2.3 受教育年限

通常情况下,受教育年限长的农户不仅更有能力获取与气候变化有关知识及信息,而且也更了解气候变化的适应性措施。Maddison^[5]认为农户对气象属性(气温和降水)的感知与其受教育年限紧密相关,会直接影响气候变化的适应性措施选择。Deressa 等^[13]也证实受教育年限能够显著促进保护性耕作技术、改变作物播种时间等气候变化适应性措施的使用,并且对于所有的适应性措施,文化程度的边际效应都为正值。本文假设:受教育年限与

农户适应气候变化行为之间呈正相关关系。

1.2.4 家庭规模

家庭规模对农户适应气候变化行为的影响可以从两个角度来看。一方面, 家庭规模大的农户会将部分劳动力资源通过外出务工的形式配置到非农产业, 目的是赚取更多收入来缓解家庭消费压力^[15]; 另一方面, 家庭规模大的农户拥有充裕的劳动力资源, 从而保证了农业生产活动的正常进行。Aymone^[16]研究发现家庭规模大的农户倾向于采用保护性耕作技术、增加施肥等劳动密集的气候变化适应性措施。尽管也有研究表明, 对于绝大多数的气候变化适应性措施, 家庭规模并不能带来采用概率的显著上升, 但是, 其影响方向却都为正^[13]。本文假设: 家庭规模对农户适应气候变化行为具有正向影响。

1.2.5 收入结构

家庭收入能够表征家庭财富状况, 通常可以假设新技术采用需要有足够的资金作为保障^[17]。家庭收入高的农户不仅对风险厌恶的程度较低, 而且获取技术信息的能力也更强, 采用农业新技术的概率较高^[18]。值得注意的是, 家庭收入可以分为农业收入和非农收入两部分。已有研究发现, 农业收入对农户气候变化适应性措施采用的影响更多表现为正向, 而非农收入对农户气候变化适应性措施采用的影响则更多表现为负向^[9,13]。为了弄清家庭收入结构对农户适应气候变化行为的影响, 本文选择了非农收入占家庭收入比重作为解释变量, 并且假设: 非农收入占家庭收入比重对农户气候变化适应性措施的采用具有制约效应。

1.2.6 种植规模

许多学者的研究表明, 种植规模对农业技术采用的影响具有不确定性, 既可能表现为正向, 也可能表现为负向^[10]。Feder 等^[19]认为种植规模对农户采用灌溉技术的影响显著为正; 但 Deressa 等^[13]指出种植规模对农户适应气候变化行为的影响为负, 原因是气候变化适应性措施的选择及采用主要是受耕地特征的影响, 随着种植规模扩大, 农户采用气候变化适应性措施的难度将变大。本文假设: 种植规模对农户适应气候变化行为的影响为负。

1.2.7 社会资本

社会资本在农业技术采用中主要起 3 个方面的作用: 第 1, 社会资本起到融通资金的作用; 第 2, 社会资本可加快信息传递; 第 3, 社会资本可增加合作机会, 克服技术采用风险^[20]。朱红根等^[9]研究发现可借款人数、与村民交流和来往亲戚数等表征社会

资本的变量对农户适应气候变化行为具有显著正效应。Deressa 等^[13]的研究也证实, 来往亲戚数量对农户气候变化适应性措施的采用具有正向显著影响。本文假设: 社会资本对农户适应气候变化行为具有正向影响。

1.2.8 气象信息

广泛的气象信息获取能够增加气候变化适应性措施采用的概率^[5-6]。气象信息是影响农户采用不同适应性措施的重要因素。缺乏气象信息将使农户采用适应性措施的风险增加。及时获取气象信息能够帮助农户更好地选择作物生产实践, 从而提升气候变化适应能力。Deressa 等^[13]研究发现气象信息服务对农户转换作物品种等气候变化适应行为具有显著的正向效应。朱红根等^[9]的研究也表明气象信息服务对农户适应气候变化行为决策有显著正向影响。本文假设: 气象信息与农户气候变化适应性措施采用之间具有正相关关系。

1.2.9 农技服务

农技服务能够降低农户搜寻与气候变化适应性措施有关的信息成本以及与采用有关的成本。Nhemachena 等^[6]研究发现农技服务对种植品种多样化、调整农业生产实践等多种农户气候变化适应性措施的采用都具有显著的正向影响。Deressa 等^[13]的研究也表明, 农技服务对农户适应气候变化行为具有正向效应。本文假设: 农技服务对农户气候变化适应性措施采用的概率具有正向影响。

1.3 变量说明

对因变量“适应行为”的测度, 本研究所采用的方法与吕亚荣等^[8]、朱红根等^[9]研究直接向农户询问“是否(愿意)采用气候变化适应性措施”不同, 而是事先列出所有可能的气候变化适应性措施, 包括改种其他作物、采用优良稻种、多样化种植、调整播种时间、转向非农就业、改变灌溉频率、修缮灌溉沟渠、调整施肥施药行为、采用保护性耕作和购买农业保险等, 共计 10 项, 然后向农户询问采用了其中的哪几项气候变化适应性措施, 最后再使用采用的总项数来反映农户气候变化适应行为。需要说明的是, 农户采用上述某些适应性措施的目的可能是为了追求利润最大化, 而非为了适应气候变化。但即便如此, 本研究仍假设, 上述适应性措施被采用的目的就是为了适应气候变化, 这和 Maddison^[5]、Deressa 等^[13]研究的假设一致。

模型中因变量和自变量的名称、具体定义及预期影响方向具体见表 1。

表 1 农户适应气候变化决策模型中因变量和自变量的名称、定义及预期影响方向

Table 1 Name, definition and expected impact direction of dependent and independent variables in the decision model of farmers' adaptive behavior to climate change

变量名称 Variable name	变量定义 Variable definition	预期影响 Expected impact direction
适应行为 Adaptive behavior	气候变化适应性措施采用项数(项), 取值区间[0, 10] The number of adaptive measures to climate change (item), value interval is [0,10]	
年龄 Age	户主年龄(岁) Age of the head of household (years old)	正 Positive
性别 Gender	户主性别: 男=0; 女=1 Gender of the head of household: male=0; female=1	正 Positive
文化程度 Education	接受正式教育的年限 Years of education (year)	正 Positive
家庭规模 Family size	家庭人口总量(人) Family population (person)	正 Positive
收入结构 Income structure	非农收入占家庭总收入之比 Proportion of non-farm income to total household income (%)	负 Negative
种植规模 Planting scale	水稻种植规模 Planting scale of rice (hm ²)	负 Negative
社会资本 Social capital	农忙季节邻里是否相互帮助: 否=0; 是=1 Whether neighborhood help each other in the busy season: no=0, yes=1	正 Positive
气象信息 Meteorological information	是否经常收听天气预报: 否=0; 是=1 Whether listen to weather forecasts frequently: no=0, yes=1	正 Positive
农技服务 Agricultural extension services	是否获得过农技推广服务: 否=0; 是=1 Whether received agricultural extension services: no=0, yes=1	正 Positive

2 数据来源及描述统计

2.1 数据来源

本文研究所用数据来自 2013 年 7 月高校本科生和研究生对江苏、安徽两省水稻种植户的问卷调查。江苏和安徽是我国东部重要的水稻产区。据统计, 2011 年, 江苏省水稻种植面积和稻谷产量分别为 2.249×10^6 hm²、 1.864×10^7 t, 分别占全国总水平的 7.5% 和 9.3%; 安徽省水稻种植面积和稻谷产量分别为 2.230×10^6 hm²、 1.387×10^7 t, 分别占全国总水平的 7.3% 和 7.0%。此次调查共发放问卷 400 份, 其中江苏 200 份, 安徽 200 份, 调查区域涉及江苏 15 个县(市)、安徽 18 个县(市), 经过整理, 获得有效问卷共 364 份, 其中江苏 172 份, 安徽 192 份, 样本有效率

91.0%。调查涉及户主基本特征、家庭特征、水稻经营特征、气候变化适应性措施等内容。另外值得说明的是, 所有的被调查者都是负责或从事水稻生产活动的家庭成员, 并且他们对调查问题有较好的理解和把握, 因而调查数据具有较好的代表性和可信度。

2.2 描述统计

2.2.1 气候变化适应性措施采用情况

调查发现, 农户最可能被采用的气候变化适应性措施是采用优良品种, 接下来依次是转向非农就业、修缮灌溉沟渠、改变灌溉频率和调整插播时间等(表 2)。农户采用的优良品种主要是杂交水稻品种, 它不仅产量高, 而且具有抗旱、抗倒伏和抗病害等优良特征。统计结果表明, 农户采用气候变化适应

表 2 苏皖两省稻区采取各种措施适应气候变化的农户户数及其比例

Table 2 Numbers and proportions of peasant households taking various measures to adapt to climate change in rice areas of Jiangsu and Anhui Provinces

适应性措施 Adaptive measure	户数 Households number	比例 Percentage (%)	适应性措施 Adaptive measure	户数 Households number	比例 Percentage (%)
改种其他作物 Switching to other crops	36	9.89	改变灌溉频率 Changing irrigation frequency	198	54.39
采用优良稻种 Planting excellent rice varieties	314	86.26	修缮灌溉沟渠 Repairing irrigation channels	213	58.52
多样化的种植 Diversified planting	85	23.35	调整施肥施药行为 Adjusting fertilizer and pesticide application pattern	84	23.08
调整插播时间 Adjusting planting and sowing time	168	46.15	采用保护性耕作技术 Adopting conservation farming techniques	132	36.26
转向非农就业 Turning to off-farm employments	267	73.35	购买农业保险 Buying agricultural insurance	139	38.19

由于农户采用适应性措施的项数可能超过 1 项, 故表格中的比例之和大于 1。Because of more than 1 measures were adopted by peasant households, the total of percentage is higher than 1.

性措施的项数介于 0~8, 平均为 4.49 项。通过调查还发现, 没有采用任何气候变化适应措施的最主要原因是适应成本较高, 其次是不不知道怎么适应, 最后是劳动力数量有限。

2.2.2 解释变量的描述性统计

根据表 3 给出的统计结果, 样本农户的户主年龄介于 20~67 岁, 平均为 47.46 岁; 户主性别为女性的占 9.06%; 接受正规教育的年限平均不足 8 年, 最高的也仅有 12 年; 家庭人口数量最少的有

3 人, 最多的有 8 人, 平均为 4 人; 家庭收入结构中, 非农收入所占的份额平均为 0.54, 最多的为 0.90; 样本农户水稻种植规模介于 0.07~1.00 hm² 之间, 平均不足 0.35 hm²; 在农忙季节, 表示邻里会相互帮忙的农户有 102 户, 占 28.02%; 表示经常会从电视、广播、手机等信息媒介收听天气预报的农户有 228 户, 占 62.64%; 表示从农技推广站、合作社等组织获得过农技服务的农户有 151 户, 占 41.48%。

表 3 苏皖两省稻区农户户主特征、家庭特征、社会资本的分析

Table 3 Statistical analysis of the characteristics of peasant household head, family, and social capital in rice areas of Jiangsu and Anhui Provinces

变量名称 Variable name	样本量 Sample size	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最小值 Minimum	最大值 Maximum
年龄 Age	364	47.46	7.98	20	67
性别 Gender	364	0.09	0.28	0	1
文化程度 Education	364	7.78	3.02	0	12
家庭规模 Family size	364	3.98	1.06	3	8
收入结构 Income structure	364	0.54	0.21	0	0.90
种植规模 Planting scale	364	0.32	0.17	0.07	1
社会资本 Social capital	364	0.28	0.45	0	1
气象信息 Meteorological information	364	0.63	0.48	0	1
农技服务 Agricultural extension services	364	0.41	0.49	0	1

3 结果与分析

3.1 检验模型

因变量是农户采用气候变化适应性措施的项数, 为受限因变量的一种。因为因变量是计数变量, 线性模型不适合这类因变量, 对于计数因变量, 泊松回归是一个合适的选择^[21]。假定 y 服从泊松分布, 则有如下关系:

$$P(Y=y|x) = \frac{\exp[-\exp(x\beta)] [\exp(x\beta)]^y}{y!} \quad (y=0, 1, 2, 3, \dots, m) \quad (5)$$

式中: P 表示概率, $P(Y=y|x)$ 表示以 x 为条件 $Y=y$ 的概率, x 为解释变量向量, $\exp(x\beta)$ 表示以 e 为底的指数函数, β 为系数向量, $y!$ 为阶乘函数。上式中解释变量向量 x = 年龄、性别、文化程度、家庭规模、收入结构、种植规模、社会资本、气象信息和农技服务。

3.2 估计结果分析

运用 STATA 统计软件对调查数据进行泊松回归处理, 具体结果见表 4。分析中采用对数似然比检验模型的整体拟合效果, 在给定的显著性水平下, 若统计量对应的对数似然比检验的显著性指标值小于

0.1, 则解释变量总体上对被解释变量有显著的影响。从表 4 中的卡方统计值和对数似然值来看, 模型整体拟合的效果较好, 达到了 1% 的显著性水平, 可以作进一步分析。除了种植规模, 其他解释变量的影响方向基本符合预期。其中, 文化程度、收入结构、社会资本、气象信息和农技服务对因变量具有显著影响, 并且验证了前文的研究假说。

可以采用多种表达方式来解释估计结果, 通常有变化倍数法、变化百分比法和边际效果等。本研究采用变化百分比法来解释各个解释变量对农户气候变化适应行为的影响, 在其他条件保持不变的情况下, 解释变量 x_i 变化 δ 个单位, 期望计数 (E) 变化的百分比计算公式如下:

$$100 \times \frac{E(y|x, x_i + \delta) - E(y|x, x_i)}{E(y|x, x_i)} = 100 \times [\exp(\beta_i \times \delta) - 1] \quad (6)$$

式中: x_i 为第 i 个解释变量, β_i 为第 i 个解释变量的系数。

受教育年限与农户气候变化适应行为之间呈正相关关系。在其他条件保持不变的情况下, 受教育年限越长的农户采用的气候变化适应性措施类型就越多。具体来讲, 若受教育年限增加 1 年, 适应性措施的期望计数提高 1.4%; 若受教育年限增加 3 年,

表 4 苏皖两省稻农气候变化适应行为影响因素结果分析
Table 4 Empirical analyses of farmers' adaptation to climate change in rice areas of Jiangsu and Anhui Provinces

		系数	标准误	Z 值	显著性
		Coefficient	Standard error	Z value	Significance
自变量 Independent variables	年龄 Age	0.021	0.083	0.25	0.800
	性别 Gender	0.003	0.004	0.95	0.343
	文化程度 Education	0.014	0.008	1.66	0.097
	家庭规模 Family size	0.039	0.027	1.43	0.153
	收入结构 Income structure	-0.682	0.136	-4.99	0.000
	种植规模 Planting scale	0.300	0.135	2.25	0.024
	社会资本 Social capital	0.113	0.062	1.82	0.069
	气象信息 Meteorological information	0.104	0.053	1.95	0.051
	农技服务 Agricultural extension services	0.218	0.258	4.30	0.000
显著性检验 Significance test	对数似然值 Log-likelihood		-685.126		
	卡方统计值 Chi-square value		131.39		
	显著性水平 Significance level		0.000		

适应性措施的期望计数提高 4.3%；若受教育年限增加 6 年，适应性措施的期望计数提高 8.8%。

收入结构对农户气候变化适应行为有显著的负向影响。在其他条件保持不变的情况下，非农收入占家庭收入的比重越高，农户采用的气候变化适应性措施类型越少。具体来讲，若非农收入占家庭收入之比增加 10.0%，适应性措施的期望计数减少 6.7%；若非农收入占家庭收入之比增加 20.0%，适应性措施的期望计数减少 12.8%；若非农收入占家庭收入之比增加 50.0%，适应性措施的期望计数减少 28.9%。

种植规模对农户气候变化适应行为有显著的正向影响。经调查发现，种植规模大的农户，不仅家庭劳动力资源配置到水稻种植的数量相对较多，而且他们从事水稻种植所能带来的收益也更为重视，为了缓解气候变化对水稻产量的不利影响，他们采用气候变化适应性措施的激励也就更强。

社会资本对农户气候变化适应行为有显著的正向影响。在其他条件保持不变的情况下，与社会资本缺乏的农户相比，拥有较高社会资本的农户倾向于采用更多类型的气候变化适应性措施。具体来讲，与社会资本缺乏的农户相比，拥有较高社会资本的农户采用的适应性措施的期望计数要高出 11.3%。调查发现，农村社区社会资本缺乏的原因之一是市场经济的渗透使得农户间的参与网络减少，必要的合作行为及互惠准则日益缺失，最终导致适应气候变化的集体行动很难达成。

气象信息对农户气候变化适应行为有显著影响。在其他条件保持不变的情况下，与气象信息掌

握不及时的农户相比，气象信息掌握及时的农户倾向于采用更多类型的气候变化适应性措施。具体来讲，与气象信息掌握不及时的农户相比，气象信息掌握及时的农户采用的适应性措施期望计数要高出 10.4%。调查发现，气象信息掌握不及时的原因并不是当地缺乏气象信息发布源，而是这些农户没有形成从电视、广播等媒介收听气象信息的习惯，最终造成气候变化适应行为的滞后。

农技服务对农户气候变化适应行为有显著的正向影响。在其他条件保持不变的情况下，与没有获得农技服务的农户相比，获得农技服务的农户倾向于采用更多数量的气候变化适应性措施。具体来讲，与没有获得农技服务的农户相比，获得农技服务的农户采用的适应性措施期望计数要高出 21.8%。方差分析的结果也说明，没有获得和获得农技服务的农户相比较，两者采用的适应性措施平均项数有显著差异，没有获得农技服务的农户采用的适应性措施类型平均为 3.75 项，获得过农技服务的农户采用的适应性措施类型平均为 5.54 项，在 1% 水平上差异显著。

4 结论及启示

通过对苏皖两省水稻产区的农户调查发现，农户适应气候变化采用最多的措施是使用优良品种、转向非农就业和改变灌溉频率，农户没有采取任何气候变化适应性措施的主要原因是适应成本较高、不知道怎么适应和劳动力数量有限。农户采用的气候变化适应性措施项数介于 0~8，平均为 4.49 项。通过实证研究进一步发现，户主性别、受教育年限、

家庭规模、收入结构、种植规模、社会资本、气象信息和农技服务等因素对农户适应气候变化行为都具有显著性影响。其中,户主为女性、受教育年限较长、家庭规模较大、拥有较高社会资本、气象信息掌握及时、获取农技服务的农户,气候变化适应能力相对较强;非农收入占家庭收入之比较高、种植规模较大的农户,气候变化适应能力较弱。此外,本文研究还发现,户主年龄对农户气候变化适应能力不存在显著性影响。

根据上述分析结果,本文认为政府应在以下方面尽最大努力引导和帮助水稻产区的农户适应气候变化: 1)发挥农业补贴的引导和调控作用,对农户采用气候变化适应性措施的行为进行补贴,以规避气候变化风险,实现农业可持续发展; 2)指导农户采取购买农业保险、使用新技术、改善农田周边环境、加强基础设施建设等气候变化适应行为,做好适应气候变化,特别是应对极端气候事件的准备; 3)加强农村基础教育与培训,构建和完善多元化的教育培训体系,提高农民对气候变化知识和适应性措施的认识,为主动适应气候变化行为创造前提条件; 4)加大对土地流转所需资金的扶持力度,引导和鼓励农户对土地实行集中连片流转和长期稳定流转,支持规模经营主体发展,提高耕种规模,促进农户采用气候变化适应性措施; 5)在现有基础上适度提高稻谷收购价格,加大对种粮农户的财政补贴力度,以此提高种粮收入在农户家庭收入结构中的比重,增强农户采用气候变化适应性措施的积极性; 6)扩大农村的社区网络范围,加强农户间的合作和信任,丰富农户的社会资本,以此提高农户适应气候变化的信息交流能力,降低采用适应性措施的风险; 7)加快建立、健全农业科技服务体系,提高农户对气候变化的认知水平和适应能力,为有效适应气候变化创造良好的技术保障。

参考文献

- [1] Zhai F, Zhuang J Z. Agricultural impact of climate change: A general equilibrium analysis with special reference to southeast Asia[R]. Asian Development Bank Institute, Working Paper 131. 2009
- [2] 冯相昭, 邹骥, 马珊, 等. 极端气候事件对中国农村经济影响的评价[J]. 农业技术经济, 2007(2): 19-25
Feng X Z, Zhou J, Ma S, et al. Evaluation of the impact of extreme weather events on Chinese rural economy[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2007(2): 19-25
- [3] 林尔达, 许吟隆, 蒋金荷, 等. 气候变化国家安全评估报告 (): 气候变化的影响与适应[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(2): 51-56
Lin E D, Xu Y L, Jiang J H, et al. National assessment report of climate change (): Climate change impacts and adaptation[J]. Advances in Climate Change Research, 2006, 2(2): 51-56
- [4] 周曙东, 朱红根. 气候变化对中国南方水稻产量的经济影响及其适应策略[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10): 152-157
Zhou S D, Zhu H G. Economic analysis of climate change on the rice yield in southern China and its adaptive strategies[J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(10): 152-157
- [5] Maddison D. The perception of and adaption to climate change in Africa[R]. Policy Research Working Paper, 4308. Washington DC: World Bank, Development Research Group, 2007
- [6] Nhemachena C, Hassan R. Micro-level analysis of farmer's adoption to climate change in south Africa[R]. IFPRI Discussion Paper from International Food Policy Research Institute, No. 714. 2007
- [7] Wang J, Mendelsohn R, Dinar A, et al. How China's farmers adapt to climate change?[R]. Paper for International Association of Agricultural Economists 2009 Conference, Beijing, China, 2009: 16-22
- [8] 吕亚荣, 陈淑芬. 农民对气候变化的认知及适应性行为分析[J]. 中国农村经济, 2010(7): 75-86
Lü Y R, Chen S F. Farmers' awareness of climate change and adaptive behavior analysis[J]. Chinese Rural Economy, 2010(7): 75-86
- [9] 朱红根, 周曙东. 南方稻区农户适应气候变化行为实证分析——基于江西省 36 县(市)346 份农户调查数据[J]. 自然资源学报, 2011, 26(7): 1119-1128
Zhu H G, Zhou S D. Factors influencing southern rice farmers adapting to climate change behavior — Based on 346 household survey data of 36 counties in Jiangxi Province[J]. Journal of Natural Resources, 2011, 26(7): 1119-1128
- [10] Bradshaw B, Dolan H, Smit B. Farm-level adaptation to climate variability and change: Crop diversification in the Canadian Prairies[J]. Climate Change, 2004, 67(1): 119-141
- [11] Wegayehu R, Drake L. Soil and water conservation decision behavior of subsistence farmers in the Eastern Highlands of Ethiopia: A case study of the Hunde-Lafto Area[J]. Ecological Economics, 2003, 46(3): 437-451
- [12] Nyangena W. Social determinants of soil and water conservation in rural Kenya[J]. Environment, Development and Sustainability, 2008, 10(6): 745-767
- [13] Deressa T, Hassan R, Ringer C, et al. Determinants of farmers' choice of adoption methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia[J]. Global Environmental Change,

- 2009, 19(2): 248–255
- [14] Tenge D, Hella J. Social and economic factors affecting the adoption of soil and water conservation in West Usambara Highlands, Tanzania[J]. *Land Degradation and Development*, 2004, 15(2): 99–114
- [15] Yirga C. The dynamics of soil degradation and incentives for optimal management in Central Highlands of Ethiopia[D]. Johannesburg, South Africa: University of Pretoria, 2007
- [16] Aymone G. Understanding farmers' perceptions and adaptation to climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa[EB/OL]. IFPRI Discussion Paper 00849. http://www.researchgate.net/publication/46442188_Understanding_Farmers_%27_Perceptions_and_Adaptations_to_Climate_Change_and_Variability_The_Case_of_the_Limpopo_Basin_South_Africa
- [17] Knowler D, Bradshaw B. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research[J]. *Food Policy*, 2007, 32(1): 25–48
- [18] Shiferaw B, Holden S T. Resource degradation and adoption of land conservation technologies in the Ethiopian Highlands: Case study in Andit Tid, North Shewa[J]. *Agricultural Economics*, 1998, 18(3): 233–247
- [19] Feder G, Just R, Zilberman D. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey[J]. *Economy Development and Cultural Change*, 1985, 33(2): 255–298
- [20] Katungi E. Social capital and technology adoption on small farms: The case of banana production technology in Uganda[D]. Johannesburg, South Africa: University of Pretoria, 2007
- [21] Wooldridge J. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*[M]. 3rd Edition, Mason: Thomson, South-Western, 2008