

郭 际,施贝贝,徐凯迪,等. 江苏省单季稻应对高温热害和低温冷害的气温保险指数及风险区划[J]. 江苏农业科学,2019,47(2):312-316.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.02.075

# 江苏省单季稻应对高温热害和低温冷害的气温保险指数及风险区划

郭 际<sup>1,3</sup>, 施贝贝<sup>2</sup>, 徐凯迪<sup>2</sup>, 吴先华<sup>1,3</sup>

(1. 上海海事大学经济管理学院, 上海 201306; 2. 南京信息工程大学商学院, 江苏南京 210044;

3. 南京信息工程大学气候与气象灾害协同创新中心, 江苏南京 210044)

**摘要:**在江苏省单季稻生育过程中,高温热害以及低温冷害对单季稻的灌浆结实有显著影响。建立了夏季高温热害指数以及秋季低温冷害指数,构建了天气产量以及单季稻减产率的计算公式;将 1999—2015 年关键月份逐日最高、最低以及平均气温进行筛选后代入气温灾害指数中,定量分析单季稻的气温指数与减产率之间的关系,确定水稻的天气保险指数。将气温灾害指数代入相关模型可得到当年的减产率并判定是否赔付,然后再运用燃烧定价法厘定江苏省各市在四级免赔额下的保险纯费率,根据计算结果将江苏省进行风险分区。本研究思路可为农产品气象保险产品的设计提供思路,实证结果可为江苏省单季稻气温指数保险产品的设计提供参考。

**关键词:**单季稻;高温热害;低温冷害;灾害指数;农业气象指数保险;风险区划;费率厘定;江苏省;气温指数保险产品

**中图分类号:** S42; F840.66 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)02-0312-05

我国地处北半球中纬度地区,气象条件复杂多样,气象灾害频发。近 30 年来,我国 1/3 的农业耕地面积受到“倒春寒”、旱涝灾害、寒露风、霜冻低温等气象灾害的影响,经济损失不容小觑。如何利用农产品气象保险规避损失,保障农民收入,成为政府部门、学界和民众普遍关心的热点和难点问题。“苏湖熟,天下足。”江苏省稻作历史悠久,是我国南方播种梗稻面积最大的省份,而江苏省的梗稻以单季稻为主<sup>[1]</sup>。单季稻在生长期非常容易受到异常气温的影响,开花期间,日最高气温大于 35℃ 若超过 2 d,空瘪不实率可达到 25%<sup>[2]</sup>。单季稻在孕穗、抽穗扬花期若遭遇 5℃ 以上的高温,便会导致光合作用急剧减弱、蒸腾作用加剧,导致花儿不实、空壳率增加<sup>[3]</sup>。单季稻在灌浆和成熟期,若遇秋季的低温冷害会延迟成熟,花粉无法受精。20 世纪 90 年代以来江苏省低温冷害发生的频次增加,多个城市在 8、9 月出现平均气温连续 3 d 以上低于 20℃ 的低温冷害,使正处于抽穗灌浆期的水稻空秕率增大。因此,厘清江苏省高温热害以及低温冷害发生的风险、利用天气指数保险保障稻农的收益值得深入研究。

天气指数保险的赔付是依据天气指数的参数值确定的,赔偿金额是基于损失分布的预估,一旦天气指数的参数达到触发值(如累积降雨量低于某一阈值),保险公司的所有保单

持有人都会收到赔付<sup>[4]</sup>。农业气象指数保险可以避免传统保险中的不对称信息和高交易成本等问题的困扰,将气象灾害的风险转移给保险公司,具有很好的推广价值。但目前还未见到专门针对江苏省单季稻的气象保险产品。因此,本研究因地制宜设计单季稻天气指数,有助于有效转移农业生产风险,减少农户损失。

## 1 国内外研究进展

国外学者重视天气指数保险设计的理论和方法研究。例如,Skene 等设计了保险赔付的计算方法,将触发指数与气象指数的差与触发指数下限相除,就能确定相应的费率<sup>[5]</sup>。Zanini 等运用不同的统计模型,对不同区域 26 个农场的大豆玉米的去趋势单产进行拟合,厘定不同区域的纯费率<sup>[6]</sup>。Turvey 等剔除了影响农作物产量的海拔、经纬度等因素,只考虑对加拿大葡萄产量有主要影响的天气指数,使用蒙特卡罗模型估计了葡萄的保险费率<sup>[7]</sup>。Clarke 等利用贝叶斯模型完成了天气指数保险产品组合的设计和定价,提高了模型的准确性<sup>[8]</sup>。Norton 等发现,区域的时空特征会影响天气指数的准确性,导致基差风险增大等<sup>[9]</sup>。Miranda 等设计了新型的保险合同,将一份天气指数保险合同分割成等量多份,每份标准单位保险费率赔付时间都是一致的,农户可以根据农作物的面积自由选择购买的份数<sup>[10]</sup>。

国内学者主要研究连阴雨、干旱、热害、冷害、强风等单个或综合气象灾害因子对单产的影响,并因地制宜地设计不同种类的天气指数保险产品。如王克等利用新疆 3 个县(市、区)的棉花单产数据拟合不同分布模型,得到不同的保险费率,认为选择最优的单产风险分布模型才能厘定相对准确的纯费率<sup>[11]</sup>。吴利红等综合考虑众多气候因子,建立水稻减产率模型,设计 3 个风险区域在不同免赔额下的保费<sup>[12]</sup>。路平通过面板数据建模得到天气指数与粮食产量的关系,求得灾

收稿日期:2017-10-15

基金项目:国家自然科学基金(编号:91546117、71373131);中国气象局气象软科学重点项目(编号:2017[17]);教育部留学回国人员科研启动基金(编号:2013-693);江苏高校优势学科建设工程资助项目;江苏高校品牌专业建设工程。

作者简介:郭 际(1978—),女,湖北荆门人,博士,教授,主要从事创新管理、危机管理等研究。E-mail:001153@nuist.edu.cn。

通信作者:吴先华,博士,教授,博士生导师,主要从事气象灾害风险管理等研究。E-mail:001213@nuist.edu.cn。

损率的概率分布后设计粮食气象指数保险合同<sup>[13]</sup>。周军伟确定低温冻害为山东省苹果主要气象灾害,设计合理的冷害指数,分离出营养产量、趋势产量,确定山东省栖霞市历年单产与低温冻害指数的线性关系,最后进行风险区划与费率厘定<sup>[14]</sup>。参考以上研究,本研究也厘定了不同免费额下的纯费率,然后划分不同的气象灾害风险区域。

从天气指数保险的实践来看,国外的险种丰富,投保人数多,市场化程度较高。如泰国的咖啡降雨量保险、卢旺达的西红柿天气指数保险、埃塞俄比亚的粮食降雨量指数保险、加拿大的牧草指数保险等。上海于 2007 年推出首个农业天气指数保险——西瓜梅雨指数保险之后,其他省份纷纷开始推广天气指数保险。如 2008 年安徽省开发了农村脆弱地区的水稻干旱洪涝天气指数保险;2009 年陕西省开展了苹果气象指数保险;福建省于 2010 年试点推出了台风灾害气象指数保险;2016 年保险公司推出了可通过支付宝平台购买的“农作物风力指数保险”等。但总体来看,由于我国的气象指数保险模型大多借鉴国外,在实际应用时存在基差风险问题,所以须要因地制宜进行调整。江苏省作为全国产粮大省,还未推广应用农业天气指数保险,更未见到针对水稻的气温灾害天气指数保险。因此,本试验建立了夏季高温热害指数以及秋季低温冷害指数,定量分析单季稻的气温指数与减产率之间的关系,构建单季稻的天气保险指数,既丰富了天气保险指数的理论研究,也为江苏省天气保险指数的实践应用提供参考。

## 2 研究数据与方法

### 2.1 数据来源

气象资料主要包括江苏省 8 个气象站点 1999—2015 年的逐日最低气温、逐日最高气温以及逐日平均气温,数据来自国家气象信息中心以及南京信息工程大学气象台。单季稻总产量以及面积资料来源于江苏省各地级市的统计年鉴。

### 2.2 确定气象产量及减产率

一般来说,农作物的产量由趋势产量、天气产量以及随机误差项组成。趋势产量由生产力发展、农业技术改进等因素决定<sup>[15]</sup>;天气产量则受干旱、洪涝、降雨、气温等气象因素影响;随机误差项由虫害等偶发性事件导致。根据江苏省南京等 8 个城市 1999—2015 年实际产量资料,利用 5 年滑动平均法处理产量数据,将单季稻产量序列分为趋势产量和天气产量,如下式所示:

$$Y = Y_t + Y_w + \varepsilon. \quad (1)$$

式中: $Y$  为实际产量; $Y_t$  为趋势产量; $Y_w$  为天气产量; $\varepsilon$  为随机误差项,计算时一般将其省略,实际产量  $Y$  减去趋势产量  $Y_t$  即为天气产量  $Y_w$ 。当  $Y_w > 0$  时,表示天气条件对单季稻增产有益;当  $Y_w < 0$  时,说明当前的天气条件会使单季稻减产。

将各地市某年的实际产量与其趋势产量差与趋势产量的比值定义为相对天气产量  $S_i$ :

$$S_i = \frac{Y_i - Y_{it}}{Y_{it}} \times 100\%. \quad (2)$$

式中: $S_i$  为  $i$  城市不受生产力水平以及时间限制的相对天气产量; $Y_i$  为  $i$  城市第  $t$  年的实际产量; $Y_{it}$  为  $i$  城市第  $t$  年的趋势产量。当  $S_i$  小于 0 时,说明单季稻因为天气原因而减产,将  $S_i$  的绝对值定义为减产率  $x$ :

$$x = \begin{cases} |S_i| & S_i < 0 \\ 0 & S_i \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

### 2.3 天气指数的选取与设计

2.3.1 单季稻高温热害指数 高温热害是江苏省夏季常见的气象灾害<sup>[16]</sup>。20 世纪 70 年代以来,江苏省高温热害天气的频次呈波浪式上升,且集中在 7—8 月。这段时期正是单季稻的拔节扬花期,单季稻一旦遭遇连续高于 35 ℃ 的天气情况,就会导致雄蕊花粉活力下降,抑制受精、影响灌浆结实、增加瘪实率,即出现“高温逼熟”现象。

根据江苏省 57 个气象站点的天气资料可知,自 19 世纪 80 年代以来,日最高气温大于 35 ℃ 在 3 d 以上的频次呈增加趋势;90 年代是高峰期,平均每年发生 1.57 次。从空间分布来看,淮河以南发生极端高温事件的频次大于淮河以北地区。淮河以北的区域日最高气温大于 35 ℃ 持续 3 d 以上的次数最少,连云港的赣榆、东台年平均次数最少,徐州、淮安、南通年均约 0.9 次。南京、苏州、无锡、常州地区热害最严重,年均 2 次以上<sup>[17]</sup>。可见,35 ℃ 是划分高温热害的临界温度,根据研究,日均温大于 30 ℃ 时,日最高气温大于 35 ℃ 持续 3~4 d 是轻度的单季稻高温热害,持续 5~7 d 是中度的高温热害,持续 8 d 以上是单季稻重度高温热害<sup>[18]</sup>。因此,将日均温  $\geq 30$  ℃ 且日最高温度  $\geq 35$  ℃ 作为 1 次热害,将高温差值的累积值作为高温热害的评价指标:

$$HT = \begin{cases} 0 & \text{else} \\ \sum_{i=d_1}^{d_2} \Delta T = \sum_{i=d_1}^{d_2} (T_i - 35) & T_i \geq 35 \text{ } ^\circ\text{C}, T \geq 30 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases} \quad (4)$$

将江苏省发生高温热害的起始时间定为 7 月 15 日,结束时间定为 8 月 19 日。 $T_i$  为开始日的最高气温,统计期间一旦触发阈值,即代入  $HT$  指数。

2.3.2 单季稻低温冷害指数 生殖期的异常低温会破坏作物生理结构,使花药不能及时开裂,空秕粒增加而减产<sup>[19]</sup>。这样的低温冷害称为“障碍型冷害”,多见于单季稻 9 月的“寒露风事件”。对江苏省的单季稻来说,只须考虑 9 月的低温冷害,此时单季稻开花成熟期的临界温度是 20 ℃,低于这一温度,会导致分蘖数减少,花粉粒即使能正常受精,之后也无法发育成正常的饱满谷粒。

根据中国气象网资料,日均气温低于 20 ℃ 且低温连续 3~4 d 为轻度冷害,5~6 d 为中度冷害,大于 7 d 为重度冷害<sup>[20]</sup>。20 世纪 80 年代以来,江苏省单季稻生育期平均轻度冷害在 0~11 次之间,1988 年达到了 11 次。1997 年重度冷害达到 7 次;另外,1995、2005、2006 年的重度冷害较少,其他年份没有重度低温冷害。整体来说,近年来江苏省的轻度冷害较多,重度冷害较少。空间分布上呈“北多南少”,南京、苏州、常州和无锡等地区的轻度低温冷害较多,重度冷害较少;徐州、连云港、盐城等地区的轻度冷害和重度冷害次数均较多;中度冷害的情况全省各地市差异不大。

综合以上分析可知,由于江苏省单季稻抽穗灌浆期为 8 月 21 日到 9 月 27 日,考虑到此段生育期冷害指数对单季稻产量的影响,将统计期间低于 20 ℃ 记为 1 次低温冷害,单季稻秋季“寒露风”低温冷害指数的计算公式如下:

$$LT = \begin{cases} 0 & \text{else} \\ \sum_{j=1}^n (T_0 - T_j) & T_j \leq 20 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases} \quad (5)$$

式中:  $T_0$  为水稻抽穗灌浆期的下限温度;  $T_j$  为低于下限的日平均温度;  $n$  为低于 20 °C 的持续时间, d。

## 2.4 江苏省单季稻气温指数保险的设计

2.4.1 单季稻减产率与气象灾害指数的关系模型 为分析高温热害指数和低温冷害指数对减产率的影响, 将气象灾害导致的减产率作为被解释变量, 高温热害指数和低温冷害指数作为解释变量; 为分析这 2 个解释变量对因变量的曲线效应, 将高温热害指数和低温冷害指数的平方项也作为解释变量, 构建以下回归方程:

$$S_i = F(HT, LT, HT^2, LT^2) = a + \sum_{i=1}^n b_i y_i + \mu_i \quad (6)$$

式中:  $S_i$  为江苏省 8 个城市的单季早稻减产率;  $HT$  为高温热害指数;  $LT$  为低温冷害指数;  $a$ 、 $b_i$  是回归系数;  $y$  是气象灾害指数。

2.4.2 纯保险费率厘定方法 农作物保险的纯费率等于损失期望值, 即纯保费减去保险金额后的值<sup>[21]</sup>。单季稻指数保险的纯费率计算公式为:

$$R_c = \frac{E[\text{loss}]}{\lambda \mu} = E[\text{loss}] \quad (7)$$

式中:  $\lambda$  是指数保险对农作物的保障范围;  $\mu$  为预期单产, 根据江苏省的政策性农业保险试点方案中,  $\lambda$  和  $\mu$  都可取 100%<sup>[22]</sup>;  $E[\text{loss}]$  表示某区域的单季稻减产率的损失期望值。

在天气指数保险产品中, 单季稻保险指数的计算公式为:

$$W_i = \begin{cases} 0 & x \leq x_c \\ x & x > x_c \end{cases} \quad (8)$$

式中:  $W_i$  代表江苏省某区域的单季稻保险指数;  $x_c$  代表该区域的免赔额;  $x$  表示由气象灾害造成的某区域的减产率。

通过建立单季稻与气温灾害的模型, 在单季稻的生育期结束时可以查找相应的气温指数, 然后通过气温指数计算得到单季稻减产率, 再与区域免赔额的比较, 决定是否执行赔付, 单季稻保险指数如公式(8)所示, 不同免赔额下单季稻纯保险费  $P_c$  的计算公式如下:

$$P_c = R_c \times Q \quad (9)$$

式中:  $R_c$  为不同免赔额下的保险纯费率;  $Q$  为保险金额。根据江苏省政策性农业保险<sup>[23]</sup>, 本研究单季稻保险金额为 6 000 元/hm<sup>2</sup>, 即  $Q = 6\,000$  元/hm<sup>2</sup>。

保费费率有如下公式:

$$R_g = R_c \times (1 + r_s) \times (1 + r_p) \times (1 + r_b) \quad (10)$$

式中:  $R_g$  为毛费率;  $r_s$  为安全系数;  $r_p$  为利润率;  $r_b$  为营业费用系数。公式中除了纯费率, 其余都由区域风险、保险公司经营情况等决定。下文主要讨论纯费率的厘定。

天气指数费率的厘定主要有指数模型法以及燃烧定价法<sup>[24]</sup>。指数模型法即利用某一分布对历史赔付进行拟合, 估计模型参数, 由此计算纯保费。单产分布模型法是常见的纯费率推导方法, 但由于难以核定各个区域的单产分布函数, 容易产生一定的误差, 因此选用燃烧定价法厘定保险费率, 该方法假设未来的期望损失率与过去的损失分布相同。通过历史产量数据估算出期望损失率:

$$E[\text{loss}] = \frac{1}{n} \sum \frac{Y - Y_i}{Y_i} \quad Y = Y_i < 0; \quad (11)$$

$$E[\text{loss}] = \frac{1}{n} \sum |S_i| \quad S_i < 0. \quad (12)$$

式中:  $n$  为时间序列长度;  $R_c = E[\text{loss}]$  为江苏省各地市的纯费率。根据上式可见, 燃烧定价法未考虑丰产的情况, 根据模型计算得到各市相应年份的减产率即赔偿率:

$$L_i = \begin{cases} 0 & x \leq x_c \\ x & x > x_c \end{cases} \quad (13)$$

则 17 年的平均赔偿率为:

$$L = \frac{1}{17} \sum_{i=1}^{17} L_i \quad (14)$$

以往的费率厘定通常以平均赔偿率来确定, 因为农作物的平均损失率具有较好的稳定性, 损失率的波动较小, 是纯费率较优良的估计值。但由于不同地区的保险赔付情况和农作物损失程度不同, 须要考虑平均损失率波动较大的情况, 因此本研究将纯费率的厘定情况进行改良:

$$R_c = L(1 + \delta); \quad (15)$$

$$\delta = \frac{\sigma}{L} \quad (16)$$

式中:  $\sigma$ 、 $\bar{L}$  分别为  $L$  的标准差和均值;  $\delta$  为变异系数, 用于反映多年平均减产率的离散程度。

## 3 结果与分析

### 3.1 回归分析

将逐年的减产率作为因变量, 高温热害、低温冷害 2 个气象灾害指数作为自变量, 建立江苏省各地市单季稻减产率与气温指数的回归模型。利用 SPSS 进行逐步回归, 8 个城市的回归模型在整体上显著 ( $P$  值  $< 5\%$ )。气温指数对江苏省单季稻产量的影响在 10% 的置信水平下显著。各个地市的回归相关系数以及相关指数的  $P$  值如表 1 所示。在连云港、南京和南通等地, 低温冷害以及高温热害显著影响单季稻产量; 8 个城市的单季稻产量都受到低温冷害的影响; 连云港、南京、南通和无锡的单季稻减产率还受到高温热害的影响。

### 3.2 各级免赔额下江苏省各地市纯保险费率分析

为更完整地计算江苏省各地市的纯保险费率, 分别计算免赔额为 2.5%、5%、7.5%、10% 时的纯费率。根据回归结果以及江苏省单季稻生产实际, 将安全系数定为 20%, 利润率为 5%, 营业费用系数为 15%, 则毛保险费率 = 纯费率  $\times 1.45$ <sup>[25]</sup>。运用 Kriging 插值法, 用 ArcGis 软件作图, 更直观地描绘全省各地市在不同免赔额下的纯保险费率的分级, 进而划分不同风险区域(这里以江苏省的南京和苏州等其他 7 个地级市的数据为基础, 对泰州、宿迁、淮安、扬州、镇江 5 个地市作插值推算)。

在 2.5% 的免赔额下, 全省的单季稻保险纯费率在 1.902% ~ 6.180% 之间, 徐州、盐城的费率较高, 大于 4%。免赔额为 5% 时, 全省的纯保险费率在 1.802% ~ 6.120% 之间, 比 2.5% 免赔额下的情况有所降低, 江苏省东南区域的纯费率仍然最低, 在 2.7% 以下。在 7.5% 的免赔额下, 全省的纯保险费率继续降低, 在 1.781% ~ 6.010% 之间。西北部费率仍然最高, 但从图 1 至图 4 中可以明显看出费率较高的范围有所缩小。在 10.0% 免赔额下, 纯费率在 1.510% ~ 6.010% 之间波动, 纯费率在 4% 以上的只有徐州 1 个城市,

表 1 江苏省单季稻减产率与气温指数回归结果

城市	高温热害指数	高温热害指数平方	低温冷害指数	低温冷害指数平方	判定系数
徐州			-0.041 866 ** (0.026)	-0.003 416 ** (0.024)	0.539
盐城			-0.008 343 ** (0.048)	-3.89 × 10 <sup>-5</sup> * (0.061)	0.543
连云港	-0.022 362 ** (0.047)	-0.004 589 ** (0.037)	0.003 008 *** (0.009)	-5.05 × 10 <sup>-5</sup> ** (0.004)	0.492
南京	0.000 712 *** (0.006)	-0.000 873 *** (0.002)	-0.009 874 ** (0.049)	-0.000 401 ** (0.059)	0.506
南通	0.003 358 ** (0.015)	-0.000 108 ** (0.046)	0.006 685 *** (0.001)	-0.000 381 *** (0.005)	0.450
常州		-0.000 912 ** (0.037)	0.010 007 * (0.055)	-0.000 771 *** (0.002)	0.422
无锡	-0.002 780 ** (0.049)		-0.013 001 ** (0.042)		0.616
苏州			-0.005 343 ** (0.024)	-3.89 × 10 <sup>-5</sup> ** (0.024)	0.639

注:括号内的数值为 *P* 值;\*、\*\*、\*\*\* 表示在 10%、5%、1% 水平显著;由于泰州、宿迁、淮安、扬州、镇江 5 个城市的数据缺失,这里仅针对江苏省的南京和苏州等 8 个城市作回归分析。空白处表示该指数不显著。

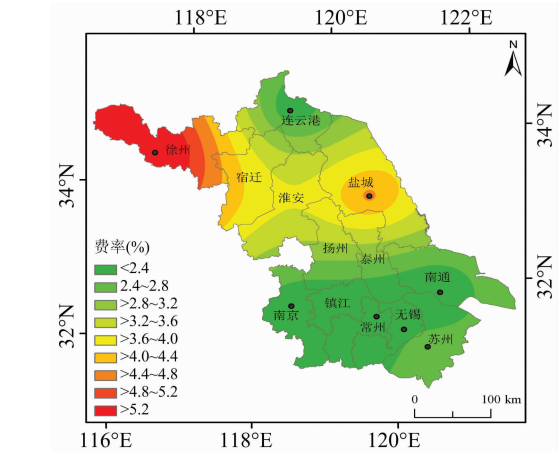


图1 免赔额为 2.5% 时全省各地市纯费率

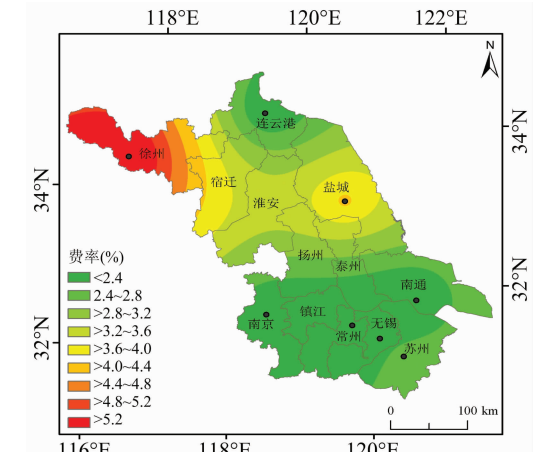


图3 免赔额为 7.5% 时全省各地市纯费率

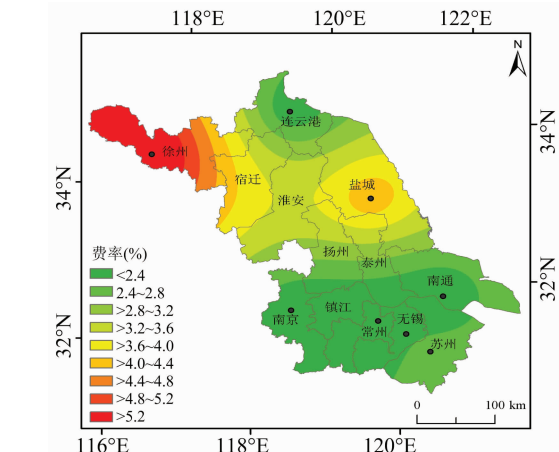


图2 免赔额为 5% 时全省各地市纯费率

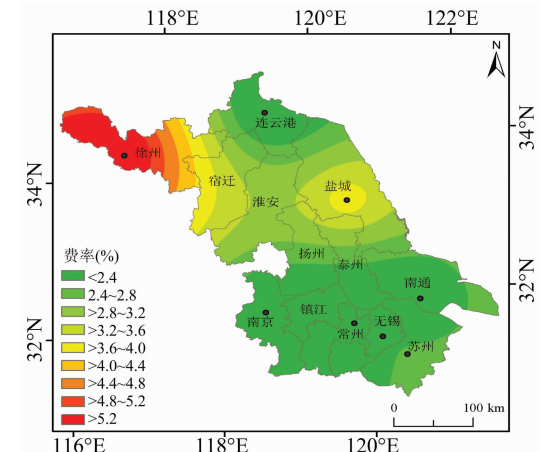


图4 免赔额为 10% 时全省各地市纯费率

很多地区甚至降到了 2% 以下。

通过对以上不同免赔额下的纯保险费率的分析可以发现,江苏省西北区域各级免赔额下的减产风险都相对较高,费率也较高;东南部城市费率都较低。根据各级免赔额下的纯费率分布情况,结合江苏省农业保险的实际状况,可在不同的风险区域设置不同的免赔额,降低逆向选择和机会主义行为发生的概率。

单季稻保险费率受气象灾害的影响,灾害风险越大,单季稻纯保险费率越大。总体来看,江苏省各地市高温热害以及低温冷害的风险都不是太高,但也不能把江苏各市设置成相

同的免赔额。虽然同一个免赔额有利于保险公司管理,但是各区域的风险发生概率相差较大,容易造成基差风险。建议将江苏省划分成 2 个风险区域,徐州、盐城为第一风险区,连云港、南京、常州、南通、无锡、苏州为第二风险区(表 2)。徐州在各个免赔额下的费率都是最高的,主要原因是徐州的冷害指数比其他城市高,即在秋季灌浆时期日均温低于 20 ℃ 的时间最多,导致减产率较高。盐城的纯费率略低于徐州,但却显著高于其他城市,可以设置同一免赔额 5% 来降低管理成本。对于其他城市如连云港、南京、常州和南通,无论纯费率还是总费率都非常接近,因此在厘定纯费率的过程中可将其余城市的同一免赔额设定为 2.5%,以减少保险公司的管理费用。

表 2 各级免赔额下的保险费率

城市	免赔额为 2.5%		免赔额为 5.0%		免赔额为 7.5%		免赔额为 10.0%	
	纯保险费率(%)	纯保费(元)	纯保险费率(%)	纯保费(元)	纯保险费率(%)	纯保费(元)	纯保险费率(%)	纯保费(元)
徐州	6.180	370.80	6.120	367.20	6.010	360.60	6.010	360.60
盐城	4.530	271.80	4.410	264.60	4.120	247.20	3.910	234.60
连云港	2.040	122.40	1.980	118.80	1.890	113.40	1.510	90.60
南京	1.902	114.12	1.802	108.12	1.781	106.86	1.534	92.04
常州	1.911	114.66	1.886	113.16	1.823	109.38	1.585	95.10
南通	1.851	111.06	1.850	111.00	1.849	110.94	1.721	103.26
无锡	2.223	133.38	2.214	132.84	2.012	120.72	2.001	120.06
苏州	2.709	162.54	2.698	161.88	2.684	161.04	2.547	152.82

4 结论与讨论

4.1 研究结论

以江苏省单季稻为研究对象,在总结国内外研究的基础上,根据江苏省 1999—2015 年逐日的气象资料、8 个城市的产量资料以及单季稻生产资料,设计江苏省单季稻高温指数以及低温指数,研究单季稻减产率与气温指数的关系,厘定江苏省单季稻气温指数保险纯费率,完成江苏省单季稻气温指数保险的设计,划分江苏省单季稻的风险区域,且建议将徐州市作为风险一区,其他城市作为风险二区,这些结果都可为江苏省农业保险的应用推广提供借鉴。

4.2 研究展望

由于江苏省缺失部分城市 2005 年以前的单季稻产量数据,因此选择 8 个城市的数据进行实证分析,下一步可进一步收集数据,使得研究更为完整。另外,缺乏县级市的数据,只能按照地级市厘定纯保险费率,仍然存在一定的基差风险。使用滑动平均法分离出气象产量,损失了较多的产量数据,后期可在比较 ARIMA 模型和直线滑动平均法等其他模型的基础上选用更好的模型。影响单季稻生育的因素很多,本研究仅将高温热害和低温冷害指数纳入模型,今后还可以进一步丰富和深化。

参考文献:

[1]左 娇,王雪君,郭运玲,等. 南繁区转基因水稻田杂草种类调查[J]. 杂草科学,2014,32(4):40-44.

[2]徐海波,王光明,隗 溟,等. 高温胁迫下水稻花粉粒性状与结实率的相关分析[J]. 西南农业大学学报,2001,23(3):205-207.

[3]罗丽华,刘国华,肖应辉,等. 高温胁迫对水稻花粉和小穗育性及稻谷粒重的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2005,31(6):593-596.

[4]World Bank. Weather index insurance for agriculture: Guidance for development practitioners[M]. 3rd Ed. Washington D C: Agriculture and Rural Developmnet Discussion,2013:50-54.

[5]Skees J R,Hazell P B R,Miranda M. New approaches to crop yield insurance in developing countries[J]. EPTD Discussion Papers, 1999,55(3):18-23.

[6]Zanini F C, Sherrick B J, Schnitkey G D, et al. Crop insurance valuation under alternative yield distributions[J]. American Journal of Agricultural Economics,2004,86(2):406-419.

[7]Turvey C G, Weersink A. Pricing weather insurance with a random strike price: an application to the ontario ice wine harvest[J].

American Journal of Agricultural Economics,2005,88(3):696-709.

[8]Clarke D J, Clarke D, Mahul O, et al. Index based crop insurance product design and ratemaking: The case of modified nais in India [R]. Policy Research Working Paper,2012.

[9]Norton M T, Turvey C, Osgood D. Quantifying spatial basis risk for weather index insurance[J]. Journal of Risk Finance,2012,14(1):20-34.

[10]Miranda M, Skees J R, Hazell P. New approaches to public/private crop yield insurance [R]. International Food Policy Research Institute,1999.

[11]王 克,张 峭. 作物单产风险分布对保险费率厘定的影响——以新疆 3 县市棉花单产保险为例[J]. 中国农业大学学报,2010,15(2):114-120.

[12]吴利红,姜伟平,姚益平,等. 水稻农业气象指数保险产品的设计——以浙江省为例[J]. 中国农业科学,2010,43(23):4942-4950.

[13]路 平. 东北地区粮食作物气象指数农业保险合同设计[D]. 北京:清华大学,2010.

[14]周军伟. 苹果低温冻害气象指数保险产品研究——以山东省栖霞市苹果低温冻害为例[D]. 泰安:山东农业大学,2014.

[15]Bai L, Duan D X, Wan Z. Evaluating production risk in rice production of Guangdong Province[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences,2014,27(4):1762-1767.

[16]张方方. 湖北省水稻高温热害发生规律的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2012.

[17]尤兆祥. 江苏省农业保险制度研究[D]. 苏州:苏州大学,2008.

[18]强慧婷. 江苏省高温热害及其对水稻生产的影响研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2011.

[19]孟昭河,王玉菊,孙中胜,等. 水稻障碍型冷害及灌溉技术研究现状[J]. 中国农学通报,2005,21(6):197-201.

[20]尹思慧,徐蒋来,朱利群. 近 30 年江苏省水稻抽穗灌浆期低温冷害时空变化及对水稻产量的影响[J]. 江西农业学报,2016,28(5):7-13.

[21]Ker A P, Goodwin B K G. Nonparametric estimation of crop insurance rates revisited [J]. American Journal of Agricultural Economics,2000,82(2):463-478.

[22]姜伟平,吉宗伟,邱新法,等. 茶叶霜冻气象指数保险设计[J]. 自然资源学报,2011,26(12):2053-2059.

[23]尤兆祥. 江苏省农业保险制度研究[D]. 苏州:苏州大学,2008.

[24]陈 权. 天气指数保险费率厘定与修正方法研究[D]. 成都:西南财经大学,2013.

[25]杨天明,刘布春,孙喜波,等. 安徽省水稻高温热害保险天气指数模型设计[J]. 中国农业气象,2015,36(2):220-226.