

# 基于虫源基数的稻飞虱发生等级气象预测模型

江胜国<sup>1</sup>, 程林<sup>1</sup>, 张友明<sup>1</sup>, 方向群<sup>2</sup>, 姚筠<sup>3</sup>

(1. 安徽省桐城市气象局, 安徽桐城 231400; 2. 安徽省桐城市植保站, 安徽桐城 231400; 3. 安徽省气象科学研究所, 安徽合肥 230031)

**摘要** [目的] 开展稻飞虱发生的气象条件预警预测, 为防治治虫提供依据。[方法] 利用桐城市 2005~2007 年逐候田间系统调查的稻飞虱百丛虫量数据, 分析影响桐城市稻飞虱发生程度的主要气象因子, 应用多元线性回归技术建立稻飞虱发生适宜气象条件等级预测的模型。[结果] 分析发现, 旬平均气温、候平均气温与系统调查的桐城市稻飞虱百丛虫量均呈显著负相关, 显示高温对稻飞虱发生具有抑制作用, 最适宜的候平均气温为 20.5℃。降水量、降水日数和相对湿度等因子是通过某种综合作用机制来影响稻飞虱发生的。据此建立的桐城稻飞虱发生的气象条件等级预测模型为  $Df = INT(0.9826 - 0.0978X_1 + 0.0653X_2 + 0.6291X_3)$ 。[结论] 此稻飞虱发生适宜气象条件等级模型适用性强, 经历史拟合和 2008 年试报应用, 拟合率较高, 试报效果较好, 可靠性强, 可投入业务应用。

**关键词** 稻飞虱; 虫源基数; 发生等级; 预测模型

中图分类号 S421 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)28-13658-02

## Plague Grade Meteorological Predication Models of Riceplanthopper Based on Insect Source Cardinal Number

JIANG Sheng-guo et al (Anhui Provincial Tongcheng Meteorological Bureau, Tongcheng, Anhui 231400)

**Abstract** [Objective] The meteorological condition of early warning forecast was developed, which provided a basis for pest control pest. [Method] Field systematic investigation of riceplanthopper numbers in hundred clump in Tongcity of 2005-2007 was used, the effects of main meteorological factor on occurred degree of were analyzed, suitable meteorological condition and so on level forecast model were established based on the application of Multiple linear regression techniques. [Result] The result showed that a ten-day period average temperature, the period of five days average temperature had the remarkable negative correlation with system investigation of Tongcheng riceplanthopper hundred clump of insect quantity, and demonstrated that the high temperature had inhibitory action on riceplanthopper occurrence, the suitable period of five days average temperature was 20.5℃. Precipitation, precipitation factors and relative humidity and so no factors effected the riceplanthopper occurrence through some kind of combined action mechanism. According to the above, the meteorological condition rank forecast model of Tongcheng riceplanthopper occurrence was  $Df = INT(0.9826 - 0.0978X_1 + 0.0653X_2 + 0.6291X_3)$ . [Conclusion] This riceplanthopper meteorological condition rank model had a good suitable ability, through the history fitting and 2008 tested report, the fitting rate is higher, reported test results are good, and reliability, and are available for business application.

**Key words** Riceplanthopper; Insect source base number; Plague Grade; Forecast model

20 世纪 70 年代以来, 我国稻飞虱危害面积不断扩大, 成为目前影响我国水稻稳产、高产的主要害虫之一<sup>[1]</sup>。危害安徽省的稻飞虱主要有褐飞虱、白背飞虱和灰飞虱。桐城市位于安徽省中南部, 属于北亚热带湿润季风气候区, 常有稻飞虱发生危害, 其中以褐飞虱危害最为严重。因此, 有必要研究桐城市局地气象条件与稻飞虱的发生、发展关系, 建立稻飞虱发生的气象条件等级预测模型, 根据实时气象资料开

展稻飞虱发生的气象条件预警预测, 为地方政府和相关部门及时制订和实施防治治虫策略提供科学依据。

### 1 资料来源与预测模型建立方法

笔者选取桐城市植保站 2005~2007 年逐候田间系统调查的稻飞虱百丛虫量, 并按《安徽省农作物主要病虫害发生危害程度指标及计算方法》以百丛虫量为指标对稻飞虱发生程度进行等级划分<sup>[2]</sup>, 具体划分方法见表 1。

表 1 稻飞虱发生程度分级指标

Table 1 Classification indicators of occurrence degree of riceplanthopper

头/百丛

发育期 Growth period	一级 One grade	二级 Two grade	三级 Three grade	四级 Four grade	五级 Five grade
分蘖期 Tillering period	≤1 000	1 000 ~ 1 500	1 501 ~ 2 000	2 001 ~ 3 000	>3 000
孕穗期 Booting period	≤500	501 ~ 1 000	1 001 ~ 2 000	2 001 ~ 3 000	>3 000

由于桐城市 5 月份稻飞虱发生量少, 主迁入期最早出现于 6 月下旬<sup>[3]</sup>, 因此舍弃 5 月份的少量样本资料。研究中实际选取的资料为 2005~2007 年的 6~10 月百丛虫量数据, 共 75 个样本。同期的气象资料取自桐城市基准气候站, 由自动气象站采集的数据整理而得。笔者根据稻飞虱的生物学特性来选择预测因子, 并采用传统数理统计的方法来建立稻飞虱发生等级的气象预测模型。

## 2 预测模型建立

### 2.1 影响稻飞虱发生程度的气象条件分析 稻飞虱具有远

距离迁飞习性, 其迁入与温度、风、降水有关, 迁入后生育与发生危害则与温、湿度条件有关。一般认为, “盛夏不热, 晚秋不冷, 夏秋多雨”的气候条件有利于稻飞虱的发生, 稻飞虱生长发育的适宜温度为 20~30℃, 相对湿度为 80% 以上<sup>[4]</sup>。方向群等的研究结果表明, 稻飞虱发生严重的年份 7~8 月份气温比常年低 1~2℃, 9 月份气温较常年高 1℃, 降水量比常年多 10%~20%; 轻发年 7~8 月份气温比常年高 1~2℃, 9 月气温与常年相当, 降水量比常年少 10%~20%<sup>[3]</sup>。

笔者通过分析发现, 影响桐城市稻飞虱发生最主要的气象因子是气温, 系统调查的百丛虫量与旬平均气温、候平均气温均呈显著的负相关, 表明高温对桐城市稻飞虱发生具有抑制作用。而降水量、降水日数和相对湿度等气象因子则与稻飞虱发生量单相关不显著, 因此认为湿度条件是通过某种

**基金项目** 安徽省气象局技术开发专项课题“安徽省主要农作物病虫害发生气象等级预报”资助项目。

**作者简介** 江胜国(1963-), 男, 安徽桐城人, 工程师, 从事农业气象服务方面的研究。

**收稿日期** 2009-06-08

综合作用机制来影响稻飞虱发生的。

为确定桐城市稻飞虱发生发展的最适宜温度,笔者将旬平均气温和候平均气温分别作|T-20.0|、|T-20.5|、|T-21.0|、|T-21.5|、|T-22.0|、|T-22.5|……|T-28.5|、|T-29.0|、|T-29.5|、|T-30.0|(T为旬或候平均气温)处理,再与稻飞虱发生程度等级进行单相关分析。结果发现,上述因子大多与稻飞虱发生程度等级呈显著性负相关,其中候温度|T-20.5|与稻飞虱发生程度等级的相关系数最大,为-0.602,达到了0.001的显著性相关水平。因此认为20.5℃是桐城市稻飞虱发生发展最适宜的候平均温度指标。事实上,桐城市稻飞虱发生危害最严重的时段是在9月份,此时平均气温已开始下降。

为探明影响稻飞虱发生的湿度因子,笔者将|旬相对湿度U-80|、旬降水日数和候降水量等3个单相关系数较大的因子进行组合,发现旬降水日数和候降水量的乘积与|旬相对湿度U-80|的比值与稻飞虱发生程度等级的相关系数达到了0.001的显著性相关水平,可称之为综合湿度因子。其生物学意义是:降水量与降水日数的多少反映了湿度的大小,研究发现,湿度越大稻飞虱发生就越重,相对湿度80%是稻飞虱发生最适宜的湿度条件,与80%相对湿度的差值越大,稻飞虱发生越轻。

**2.2 预测因子与预测模型建立** 通过对稻飞虱发生程度的气象条件分析,笔者选择前一候的候平均气温与20.5℃的差的绝对值和综合湿度因子作为建立稻飞虱发生程度等级预测模型的2个气象因子。

由于前期的虫源基数对后期稻飞虱发生有直接的影响,且经相关性分析,上一候稻飞虱发生等级与下一候发生等级之间的相关系数为0.727,达到0.001的显著性相关水平,因此将前一候稻飞虱发生等级作为第3个预测因子。

根据以上分析,建立的桐城市稻飞虱发生等级的气象多元线性回归预测模型为:

$$Df = INT(0.9826 - 0.0978X_1 + 0.0653X_2 + 0.6291X_3)$$

式中, $X_1$ 为前一候的候平均气温与20.5℃的差的绝对值; $X_2$ 为前一候的综合湿度因子; $X_3$ 为前一候稻飞虱发生等级。 $Df$ 为稻飞虱发生的气象条件等级指数,其计算结果为1~5,分别对应桐城市稻飞虱发生的气象条件适宜程度等级的1~5级,其所指示的意义是:1级为该候气象条件不适宜稻飞虱发生;2级为该候气象条件较适宜稻飞虱发生;3级为该候气象条件适宜稻飞虱发生;4级为该候气象条件非常适宜稻飞虱发生;5级为该候气象条件有利于稻飞虱发生。

此预测模型的复相关系数为0.8564,达到0.001的显著性相关水平。

**2.3 模型预测效果检验** 一般认为,当预测值与实测值一致时预测结果为完全正确,两者相差1个量级时预测结果为基本正确,相差2个量级时预测结果为错误。以此来评价本预测模型,其历史拟合率为91%,其中完全正确率为60%,基本正确率为31%(表2)。说明用这3个因子来进行桐城市稻飞虱发生的气象条件等级评定和预警的可靠性较好。

**2.4 预测模型的应用** 利用前文建立的稻飞虱发生的气象条件等级预测模型,对桐城市2008年8~10月份稻飞虱发生

的气象条件等级进行试报,预报结果的准确率为100%,其中完全正确率为53.3%,基本正确率为46.7%(表3),表明该预测模型的总体预测效果较好。

表2 历史回代预测效果检验

年份	完全正确	基本正确	准确率
Year	Quite correct	General correct	Precision
2005	72.0	24.0	96.0
2006	76.9	15.4	92.3
2007	66.7	33.3	100.0

表3 2008年8~10月稻飞虱发生预测效果检验

Table 3 Predicated effect test table of riceplanthopper occurrence in Aug.-Oct. 2008

时间	实际等级	预测等级	检验
Time	Actual grade	Forecast grade	Test
8月第1候	1	1	完全正确
First five days of Aug.			
8月第2候	1	1	完全正确
Second five days of Aug.			
8月第3候	1	1	完全正确
Third five days of Aug.			
8月第4候	1	1	完全正确
Fourth five days of Aug.			
8月第5候	2	1	基本正确
Fifth five days of Aug.			
8月第6候	1	2	基本正确
Sixth five days of Aug.			
9月第1候	2	1	基本正确
First five days of Sep.			
9月第2候	1	2	基本正确
Second five days of Sep.			
9月第3候	2	1	基本正确
Third five days of Sep			
9月第4候	2	2	完全正确
Fourth five days of Sep			
9月第5候	2	2	完全正确
Fifth five days of Sep			
10月第1候	1	2	基本正确
First five days of Oct.			
10月第2候	1	1	完全正确
Second five days of Oct.			
10月第3候	1	1	完全正确
Third five days of Oct.			
10月第4候	1	2	基本正确
Fourth five days of Oct.			

出现预测偏差的原因,可能与稻飞虱迁入的大气环流、前期虫源基数、天敌条件和人工防治等因素有关。

### 3 结论与讨论

(1)影响桐城市稻飞虱发生的最主要的气象因子是气温,稻飞虱发生最适宜的候平均气温为20.5℃,这与前人的研究结果大不一致。而降水量、降水日数和相对湿度等气象因子是通过某种综合作用机制对稻飞虱发生产生影响的。

(2)笔者建立的稻飞虱发生适宜气象条件等级预测模型是以候为单位,针对前期出现的天气实况来预测下一候稻飞虱发生的适宜气象条件等级,其适用性强,而且历史拟合率较高,试报效果较好,可应用于实时农业气象服务。

(下转第13744页)

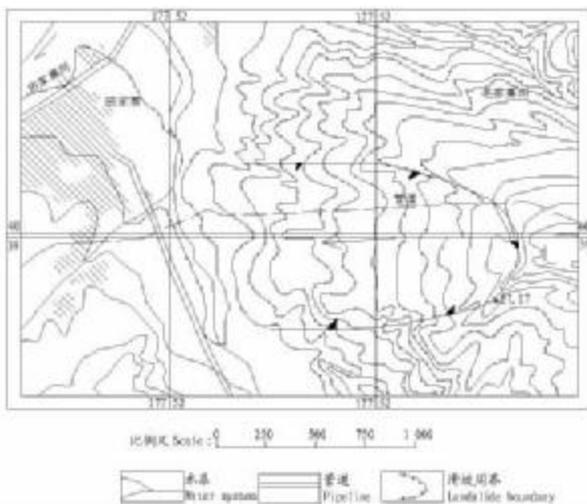


图3 田家寨滑坡平面示意图

Fig.3 Landslide plane of Tianjiazhai



图4 田家寨滑坡全貌

Fig.4 Landslide panorama of Tianjiazhai

点, 3 107 个单元, 采用广义米赛斯屈服准则进行计算, 得到的结果为: 在不考虑冻融、水动力压力、地震力的情况下, 安全系数  $F_s$  为 1.13, 如果考虑地震、水动力压力、冻胀力, 安全系数  $F_s$  为 0.86。验证了改进的最小势能模型的正确性。

(上接第 13659 页)

(3) 该研究讨论的主要是稻飞虱迁入后的一定虫源条件下气象条件对其发生的适宜程度, 但稻飞虱的发生与其迁入的大气环流、前期虫源基数、天敌条件和人工防治等因素有关, 因而预测的气象条件等级与实况之间会存在一定的偏差。就目前桐城市稻飞虱发生的规律而言, 4、5 月份稻飞虱发生危害的机率很小, 进行稻飞虱发生程度等级预测的意义不大, 因此略去了对这段时间的预测研究, 这就使得该预测

因此从现状分析, 田家寨滑坡整体处于稳定的状态, 但是滑坡土质疏松, 土体力学强度低, 前缘舌部较陡, 有一定的临空面, 河流长期的侧向侵蚀和地表水的冲蚀入渗, 对该滑坡的稳定性构成不利的影响, 尤其遇到强地震和持续降雨, 滑坡前缘有局部滑塌失稳并向后缘牵引的可能, 造成滑坡复活。

#### 4 结论

笔者在前人提出的最小势能原理计算滑坡安全系数模型的基础上, 根据最小势能方法评价滑坡稳定性的局限性, 结合瑞典条分法, 综合考虑地震力、水动力压力、冻胀力, 重新建立了安全系数计算模型, 并利用田家寨滑坡实例验证模型的正确性, 为验证最小势能方法计算安全系数模型的正确性, 利用 ANSYS 软件中的 PLANE42 计算单元进行验证, 两者结果相差只有 3% 左右, 证明了模型设计是正确的, 该方法有效和可行的, 而且较前人的方法有所进展, 拓宽了最小势能方法的工程应用范围。

#### 参考文献

- [1] 夏元友, 李梅. 边坡稳定性评价方法研究及发展趋势[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(7): 1087 - 1091.
- [2] 蔡文, 扬春燕, 林伟初. 可拓工程方法[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [3] 林立相, 徐汉斌. 边坡稳定性分析的可靠度方法[J]. 山地学报, 1999, 17(3): 235 - 239.
- [4] 冯夏庭, 王泳嘉, 李新平. 基于神经网络的岩质边坡稳定性评估系统研究[J]. 自然灾害学报, 1998, 5(1): 98 - 104.
- [5] 谢全敏, 夏元友. 岩体边坡稳定性的可拓聚类预测方法研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003(3): 438 - 441.
- [6] 李小强. 最小势能原理在边坡稳定性分析中的应用[D]. 武汉: 中国科学院武汉岩土力学研究所, 2004.
- [7] 陆洋, 李轴. 最小势能二维边坡稳定分析方法的研究与应用[J]. 山西建筑, 2005, 31(21): 114 - 115.
- [8] 黄昌乾, 丁恩保. 边坡工程常用稳定性分析方法[J]. 水电站设计, 1999, 15(1): 53 - 58.
- [9] 刘传正. 论滑坡稳定性评价的几个关键问题[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1996, 7(3): 55 - 59.
- [10] 时卫民, 郑颖人, 唐伯明, 等. 滑坡稳定性评价方法的探讨[J]. 岩土力学, 2003, 24(4): 545 - 548, 552.

模型在实际应用中受到时间限制。

#### 参考文献

- [1] 侯婷婷, 霍治国, 李世奎, 等. 影响稻飞虱迁飞规律的气象环境成因[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(3): 142 - 148.
- [2] 安徽省植保总站. 农作物病虫害预测预报办法与技术[Z]. 合肥: 内部资料, 1994: 267.
- [3] 方向群, 琚为民, 吴中福, 等. 桐城市褐飞虱发生规律及其影响因素[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(2): 277 - 279.
- [4] 芮庆宝. 稻飞虱与气象[M]. 北京: 气象出版社, 1987: 38, 112.