

# 气象因子对第2代稻飞虱发生程度的影响及预测模型

刘祖建<sup>1</sup>, 陈冰<sup>1</sup>, 李志杰<sup>1</sup>, 朱庆春<sup>2</sup>, 陈观浩<sup>3\*</sup>

(<sup>1</sup>化州市气象局; <sup>2</sup>化州市中垌农业技术推广站; <sup>3</sup>化州市病虫害测报站; 广东 化州 525100)

**摘要:**【目的】研究气象因子对第2代稻飞虱发生、发展的影响,为稻飞虱的预报和防治提供科学依据。【方法】利用广东省化州市1995~2011年稻飞虱系统调查资料和气象资料,对第2代稻飞虱发生程度与主要气象因子进行相关和通径分析,建立回归预测模型。【结果】气温是影响第2代稻飞虱发生程度的主导因子,降雨量、日照时数、雨日等对害虫发生程度的直接作用较小,但通过气温发挥间接作用。据此建立第2代稻飞虱发生程度的预测模型为 $y=0.3972x_1+0.1801x_2+0.0020x_3+0.0035x_4-0.0189x_5-10.5637$ ,利用模型回检历史拟合准确率为91.3%,而2011年预测结果与实际发生情况一致。【结论】气温是影响第2代稻飞虱发生程度的关键气象因子,生产中可以应用拟合的预测模型对稻飞虱的发生危害进行预测预报。

**关键词:** 稻飞虱; 气象因子; 通径分析; 预测模型; 化州市

中图分类号:S435.12.3

文献标志码:A

文章编号:2095-1191(2011)12-1500-03

## Effect of meteorological factors on the degree of second generation rice planthopper occurrence and its prediction model

LIU Zu-jian<sup>1</sup>, CHEN Bing<sup>1</sup>, LI Zhi-jie<sup>1</sup>, ZHU Qing-chun<sup>2</sup>, CHEN Guan-hao<sup>3\*</sup>

(<sup>1</sup> Meteorological Bureau of Huazhou City, Huazhou, Guangdong 525100, China; <sup>2</sup> Zhongdong Agricultural Technology Extension Station, Huazhou, Guangdong 525144, China; <sup>3</sup> Forecast Station of Plant Disease and Insect Pests of Huazhou City, Huazhou, Guangdong 525100, China)

**Abstract:**【Objective】The objective of this experiment was to study the effect of meteorological factors on occurrence and development of rice planthopper in order to forecast for prevention and control of rice planthopper.【Method】The regression prediction model was developed based on the correlation analysis and path analysis amongst occurrence extent of 2<sup>nd</sup> generation rice planthopper and main meteorological factors in the light of surveyed data and meteorological materials collected from the year 1995 to 2011 in Huazhou (Guangdong, China).【Result】Temperature was found to be the prominent factor affecting the occurrence of second generation rice planthopper. Rainfall, sunshine hours and rainy days were found to have lesser direct influences on pest occurrence but played an indirect role through temperature. Accordingly, the prediction model of the occurrence degree of second generation rice planthopper was  $y=0.3972x_1+0.1801x_2+0.0020x_3+0.0035x_4-0.0189x_5-10.5637$ , from which the historical fitting accuracy came up to be 91.3%, and the prediction of the year 2011 conformed with the real situation.【Conclusion】Temperature is the key factor for the occurrence degree of second generation rice planthopper. The prediction model can be applied to predict the occurrence of rice planthopper and caused by it.

**Key words:** rice planthopper; meteorological factor; path analysis; prediction model; Huazhou city

## 0 引言

【研究意义】稻飞虱是广东省化州市水稻的重要害虫(陈观浩,2003),具有国际性、迁飞性、暴发性和毁灭性等特点(李小珍等,2008)。近10多年来,由于境外虫源迁入量增大(翟保平和程家安,2006)、耕作制度改变(陈观浩等,2006)、种植作物品种变化及冬春变暖(陈观浩等,2010)等原因,化州市稻飞虱危害面积逐年扩大,危害加剧,暴发频次显著增加,对化州

市水稻高产、稳产构成严重威胁。分析影响稻飞虱发生程度的关键气象因子,进行稻飞虱发生程度预报是防治稻飞虱暴发成灾的有效措施。【前人研究进展】利用气象因子进行害虫发生程度分析和预报已有一些文献报道。赵圣菊(1988)研究认为,1987年我国南方稻区稻飞虱大发生有深刻的气象背景,暖冬少雨、副热带高压强度偏强,位置春季偏北、夏季偏南、持续西伸,凉夏暖秋、夏秋多雨,5月份温暖多雨是当年稻飞

收稿日期:2011-09-03

基金项目:广东省科技计划项目(2010B020416004);化州市重点科技计划项目(化科字[2010]13号)

作者简介:刘祖建(1979-),男,广东高州人,工程师,主要从事应用气象研究工作。\*为通信作者,E-mail: cgh7909986@126.com

虱大发生的原因。陈海新等(1999)分析认为,稻飞虱的迁飞由气候因素决定,并据此建立了预测模型。关瑞峰(2007)研究表明,福建省稻飞虱种群数量的发生与诸多因素有密切关系,其中与气候因素关系最大。陈观浩等(2010)研究表明,冬春变暖和4~6月降水偏多对早稻稻飞虱发生有利。【本研究切入点】目前对于稻飞虱发生程度的预测研究虽然有了一些成果,但在实际中应用还较少,加上该害虫的发生存在地域性差异,很多预报方法的地域性比较强,推广应用受到一定限制。【拟解决的关键问题】依据化州市1995年以来第2代稻飞虱系统调查数据和气象资料,采用通径分析来定量气象因子对稻飞虱发生、发展的影响,并据此建立回归预测模型,以期为化州市稻飞虱的预测、预报及有效防治提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 虫情及气象资料

稻飞虱虫情数据主要为化州市1995~2011年期间参照《农作物主要病虫测报办法》(农业部农作物病虫测报总站,1981)和《稻飞虱测报调查规范》(汤金仪等,1996)开展田间调查所获得的历史资料;同期的气象资料来自化州市气象局。

表 1 1995~2011年化州市气象因子与第2代稻飞虱发生的关系及预测拟合结果

Tab.1 Relationship between meteorological factors and the occurrence of second-generation rice planthopper and its prediction result in Huazhou city from 1995 to 2011

年份 Year	$x_1$ (°C)	$x_2$ (°C)	$x_3$ (mm)	$x_4$ (h)	$x_5$ (d)	实际(级)		预测(级)		拟合评分(%) Fitting score
						Actual grade (Grade)	Prediction (Grade)	Prediction (Grade)	Prediction (Grade)	
1995	23.8	15.2	0.2	62.9	13	1	1.6020	1.6020	80	
1996	24.4	13.9	20.5	107.6	11	1	1.8411	1.8411	80	
1997	25.5	15.7	2.4	113.2	8	3	2.6423	2.6423	100	
1998	25.5	17.9	6.8	54.1	8	3	2.8404	2.8404	100	
1999	25.2	18.9	41.8	191.5	2	3	3.5657	3.5657	80	
2000	25.9	16.1	45.3	142.0	12	3	2.9842	2.9842	100	
2001	25.1	16.7	7.3	110.0	3	3	2.7566	2.7566	100	
2002	26.1	18.5	102.7	119.0	0	3	3.7570	3.7570	80	
2003	24.2	19.5	31.2	143.2	2	3	3.0863	3.0863	100	
2004	24.9	17.1	6.5	188.8	3	4	3.0234	3.0234	80	
2005	23.9	17.0	58.2	54.0	8	3	2.1453	2.1453	80	
2006	25.5	18.6	2.5	153.6	5	3	3.3629	3.3629	100	
2007	26.2	20.1	114.9	168.4	5	5	4.1877	4.1877	80	
2008	25.1	12.5	2.8	69.7	8	2	1.7556	1.7556	100	
2009	26.0	21.5	81.0	165.3	0	4	4.3762	4.3762	100	
2010	25.7	18.4	26.8	66.1	9	3	3.0730	3.0730	100	
2011	24.4	16.3	0.5	107.8	9	2	2.2718	2.2718	100	

1995~2010年数据为建模用,2011年数据为预测用

The data from 1995 to 2010 are used for model, and that of 2011 for forecast

### 2.2 发生程度与相关因子的通径分析

通径分析结果表明(表2),在影响第2代稻飞虱发生程度的5个气象因子中,以当年2月平均气温( $x_2$ )和上年10月平均气温( $x_1$ )的直接效应最大,其直接通径系数分别为0.4194和0.3059,而通过其他相关因子的间接效应甚微。其他因子如当年1月下旬~2月下旬日照时数( $x_4$ )、当年2月中旬~下旬雨日( $x_5$ )和上年11月降雨量( $x_3$ )的直接效应均较小,但它们通过当年2月平均气温对稻飞虱发生程度的间接效应依次为0.2108、

### 1.2 分析方法

本稻区第2代稻飞虱成虫、若虫盛期一般分别发生在4月下旬、5月中旬,因而选择4月下旬前的温度、降雨量、雨日、日照时数等主要气象因子进行相关和通径分析,并组建多元回归预测模型,最后进行回测检验和试报检验,计算拟合准确率。发生程度与拟合值相差0.5级以下为完全符合,记100%;相差0.5~1.0级为基本符合,记80%;相差1.1级以上为不符合,得分为0。历史符合率为各年符合程度评分值的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 1995~2010年第2代稻飞虱发生程度及气象条件分析

根据连续16年(1995~2010年)对化州市第2代稻飞虱发生程度的调查统计结果,该害虫在不同年份的发生程度有轻有重,发生程度( $y$ )变幅为1~5级;上年10月平均气温( $x_1$ )的变幅为23.8~26.2°C;当年2月平均气温( $x_2$ )的变幅为12.5~21.5°C;上年11月降雨量( $x_3$ )的变幅为0.2~114.9 mm;当年1月下旬~2月下旬日照时数( $x_4$ )的变幅为54.0~191.5 h;当年2月中旬~下旬雨日数( $x_5$ )变幅为0~13 d。说明第2代稻飞虱发生程度的差异可能与气象条件的差异有一定关系(表1)。

-0.2812和0.2471,均显著大于同一因子的直接效应。说明当年2月平均气温和上年10月平均气温是影响第2代稻飞虱发生程度的主导因子,当年1月下旬~2月下旬日照时数、当年2月中旬~下旬雨日和上年11月降雨量对第2代稻飞虱的影响是通过当年2月平均气温起作用。

### 2.3 第2代稻飞虱发生程度的预测模型

通过对第2代稻飞虱发生程度( $y$ )与上年10月平均气温( $x_1$ )、当年2月平均气温( $x_2$ )、上年11月降雨量

表 2 气象因子与第2代稻飞虱发生程度的相关因子及通径分析

Tab.2 Correlation factors and path analysis between meteorological factors and occurrence degree of second-generation rice hoppers

气象因子 Meteorological factor	相关系数 Correlation coefficient	直接作用 Direct effect	通过其他因子间接作用 Indirect effect through other factors				
			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
X <sub>1</sub>	0.6075	0.3059		0.1800	0.0346	0.0607	0.0262
X <sub>2</sub>	0.7315	0.4194	0.1313		0.0435	0.0847	0.0527
X <sub>3</sub>	0.5517	0.0739	0.1433	0.2471		0.0538	0.0336
X <sub>4</sub>	0.5600	0.1684	0.1103	0.2108	0.0236		0.0469
X <sub>5</sub>	-0.5939	-0.0786	-0.1021	-0.2812	-0.0316	-0.1004	

(X<sub>3</sub>)、当年1月下旬~2月下旬日照时数(X<sub>4</sub>)和当年2月中旬~下旬雨日(X<sub>5</sub>)间的数量关系进行多元回归分析,建立预测模型: $y=0.3972x_1+0.1801x_2+0.0020x_3+0.0035x_4-0.0189x_5-10.5637$ ,其中: $R=0.8211$ , $F=4.1383$ , $S=0.6976$ , $R_{0.05}=0.790$ , $F_{0.05}=3.33$ 。

用该模型对1995~2010年化州市第2代稻飞虱发生程度进行回测,结果16年中有9年完全符合,7年基本符合,历史拟合准确率为91.3%。2011年预测检验,预报值与实际发生程度完全相符(表1)。

### 3 讨论

稻飞虱在广东化州市常年发生7代,第3和第6代分别是早稻、晚稻主害代,但近10年来,第2代稻飞虱发生严重,出现2~3代多发型(陈观浩等,2010)。本研究着重探讨气象条件与稻飞虱发生的关系,由于稻飞虱的自然种群生活在一个开放环境中,种群数量变动受虫情基数、作物品种、天敌、防治水平等多种复杂因素影响,因此,精确的稻飞虱灾害预警系统有待进一步研究。同时,植保和气象部门应通力合作,不断深化稻飞虱发生、发展的气象预报研究,提高综合预报工作的准确度,才能更好地指导稻飞虱防治,从而确保农业生产的可持续发展。

根据通径分析结果,在防治第2代稻飞虱时,首先要根据越冬前、后的气温高低预测第2代稻飞虱的发生程度,若越冬前、后气温偏高,应及时提出防治措施和加强虫情监测预报,并重视前期的防治工作,达到既控制当代为害,也压低下代本地虫源及发生程度的目的。

### 4 结论

通过对化州市第2代稻飞虱发生程度与气象条件关系的分析,筛选得到影响化州市第2代稻飞虱发生、发展的关键因子为上年10月平均气温、当年2月平均气温、上年11月降雨量、当年1月下旬~2月下旬日照时数和当年2月中旬~下旬雨日数,从这些因子看,气温是影响第2代稻飞虱发生、发展的主要因子,越冬前(上年10月)、后(当年2月)的气温对其影响最大,降雨量、日照时数、雨日等的直接作用较小。利用筛选到的关键因子建立了第2代稻飞虱发生程度的预测模型 $y=0.3972x_1+0.1801x_2+0.0020x_3+0.0035x_4-0.0189x_5-10.5637$ ,利用模型进行历史资料回检,回测拟合准确率达91.3%,且2011年的试报结果与发生实况一致,本研究建立的预测模型能满足气象预报服务的要求,对防治第2代稻飞虱具有较好的指导作用。

### 参考文献:

- 陈观浩,陈源,张雪梅,陈先文,梁章桢,李春良. 2010. 化州市近十年稻飞虱重发生原因浅析及防治对策[J]. 昆虫知识, 47(6): 1240-1244.
- Chen G H, Chen Y, Zhang X M, Chen X W, Liang Z A, Li C L. 2010. Analysis on the causes of outbreaks in rice planthoppers in Huazhou in recent ten years and its control strategies[J]. Entomological Knowledge, 47(6): 1240-1244.
- 陈观浩,刘瑞强,张耀忠. 2006. 抛秧栽培水稻病虫发生特点及控制技术[J]. 安徽农学通报, 12(2): 50, 72.
- Chen G H, Liu R Q, Zhang Y Z. 2006. Occurrence Characters of disease and insect pests on throwing-seedling culture rice and its control techniques[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 12(2): 50, 72.
- 陈观浩. 2003. 应用马尔可夫链法预测晚稻稻飞虱发生程度[J]. 昆虫知识, 40(2): 176-178.
- Chen G H. 2003. Forecast of occurrence degree of rice planthoppers in late rice field by Markov chains transition matrix[J]. Entomological Knowledge, 40(2): 176-178.
- 陈海新,朱凤生,张国林,徐金妹. 1999. 稻飞虱预报模型及防治技术[J]. 昆虫知识, 36(3): 134-137.
- Chen H X, Zhu F S, Zhang G L, Xu J M. 1999. The forecasting models and control technique of rice planthopper *Sogatella furcifera* (Horvath) and *Nilaparvata lugens* (Stal)[J]. Entomological Knowledge, 36(3): 134-137.
- 农业部农作物病虫测报总站. 1981. 农作物主要病虫测报办法[M]. 北京: 农业出版社: 86-106.
- Department of Agriculture Crop Pest Forecasting Station. 1981. The Main Forecasting Methods on Disease and Insect Pests in Crops[M]. Beijing: Agriculture Press: 86-106.
- 关瑞峰. 2007. 福建省褐飞虱发生特点浅析[J]. 中国植保导刊, 27(6): 16-19.
- Guan R F. 2007. Occurring characteristics of rice brown planthopper in Fujian Province[J]. China Plant Protection, 27(6): 16-19.
- 李小珍,舒畅,王建国,薛芳森,朱杏芬. 2008. 江西省稻飞虱发生特点及成灾机制浅析[J]. 植物保护, 34(6): 121-124.
- Li X Z, Shu C, Wang J G, Xue F S, Zhu X F. 2008. Occurrence characteristics and underlying mechanisms of the rice planthopper in Jiangxi[J]. Plant Protection, 34(6): 121-124.
- 汤金仪,陈钰英,马桂椿. 1996. GB/T 15794-1995 稻飞虱测报调查规范[S]. 北京: 中国标准出版社: 1-18.
- Tang J Y, Chen Y Y, Ma G C. 1996. GB/T 15794-1995 Rules of Investigation and Forecast for Rice Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal and *Sogatella furcifera* Horvath)[S]. Beijing: Standards Press of China: 1-18.
- 翟保平,程家安. 2006. 2006年水稻两迁害虫研讨会纪要[J]. 昆虫知识, 43(4): 585-588.
- Zhai B P, Cheng J A. 2006. Summary on seminar of two primary migratory pests of rice in 2006[J]. Entomological Knowledge, 43(4): 585-588.
- 赵圣菊. 1988. 从气象因素分析1987年稻飞虱大发生的原因[J]. 植物保护, 14(2): 2-5.
- Zhao S J. 1988. Analysis on meteorological factors causing the outbreak of rice planthopper in 1987[J]. Plant Protection, 14(2): 2-5.