应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011,48(5):1268—1277

2008 年广西北部湾稻区稻飞虱初迁入过程分析*

沈慧梅[1,2**] 陈 晓[1] 胡 高[1] 程遐年[1] 张孝羲[1] 翟保平[1***]

(1. 南京农业大学昆虫学系,农作物生物灾害综合治理教育部和农业部重点实验室 南京 210095;
2. 云南省农业科学院农业环境资源研究所 昆明 650205)

摘 要 2008 年 2 月,我国南方和越南北方普遍遭遇了罕见的低温冻害,褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 与白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth) 越冬虫量大大减少,而广西北部湾稻区在 3—4 月却出现了大规模的稻飞虱迁入峰。结合 2008 年越冬考察、灯下监测以及田间系统调查结果,通过 HYSPLIT 模型与 GrADS 软件对此阶段出现的稻飞虱大规模迁入过程进行轨迹模拟与天气学背景分析,得出以下结论:(1) 2008 年广西早期迁入稻飞虱虫源与越南北部虫源关系不大,主要来自越南中部及老挝南部;(2) 850 hPa 高空温度较高,低空急流频繁,以及过早出现的台风是造成钦州 4 月份稻飞虱大规模远距离迁入的最主要原因。因此,除越南北部红河三角洲地区外,为我国华南稻区提供早期迁入虫源的越南中部稻区更值得关注。

关键词 虫源地,轨迹分析,降落机制,褐飞虱,白背飞虱

Analysis on the early immigration of rice planthoppers in southern Guangxi in 2008

SHEN Hui-Mei[1,2**] CHEN Xiao[1] HU Gao[1] CHENG Xia-Nian[1]
ZHANG Xiao-Xi[1] ZHAI Bao-Ping[1**]

(1. Department of Entomology, Nanjing Agricultural University, Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Pests (Ministry of Education, Ministry of Agriculture), Nanjing 210095, China; 2. Institute of Environmental Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

Abstract Southern China experienced unusually cold conditions in February 2008 which caused an obvious decline in the number of brown planthoppers (BPH, *Nilaparvata lugens* (Stål)) and white-backed planthoppers (WBPH, *Sogatella furcifera* (Horváth)) overwintering in the region. However, mass immigration of WBPH occurred in late March and April 2008 in the Guangxi Zhuang Autonomous Region. Based on the analysis of daily light-trap catches, field surveys, overwintering, immigration trajectory simulation and meteorological background analysis, the following conclusions can be drawn: (1) The main source areas of the early immigration of WBPH into Qinzhou in 2008 were in central Vietnam and southern Laos, with very few sites in northern Vietnam. (2) High temperature at 850 hPa, lower level jet stream winds and premature typhoons were the key factors affecting the settlment of both BPH and WBPH in Qinzhou. Therefore, central as well as northern Vietnam must be regarded as potential sourced of rice planthoppers in southern China.

Key words source areas, trajectory analysis, landing mechanism, *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera*

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) (BPH) 与白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth) (WBPH) 每年 3—5 月份自中南半岛随西南气流北上行覆瓦式迁飞,先陆续降落至广西,在早稻繁殖一代后,于 6—7 月份开始不断向北迁出(程遐年等,1979;全国白背飞虱科研协作组,1981)。广西既是中南半岛稻飞虱虫源最早迁入我国的地区,同时也是国内虫源最早迁出北上的起点。作为稻飞虱迁入与迁出

* 资助项目:国家 973 项目(2010CB126200)、农业公益性行业科研专项(200903051)、国家水稻产业技术体系建设专项(nycytx-001)
** E-mail: shenhuimei@gmail.com
*** 通讯作者,E-mail: bpzhai@njau.edu.cn
收稿日期:2011-08-15,接受日期:2011-09-05

的一个虫源中转站,每年稻飞虱迁入广西的迟早、迁入量的多少对全国稻飞虱的发生动态起着重要的作用(Hu *et al.*,2010,2011;齐国君等,2010)。

2008 年春,我国南方和越南北方遭受了 50 年不遇的低温冻害。当年 2 月下旬,南京农业大学与相关植保部门对我国南方稻区两迁害虫越冬情况的调查发现,褐飞虱、白背飞虱越冬北界与往年相比均南移,白背飞虱的越冬北界南移至海南岛中部,而褐飞虱在 19°N 以南的热带终年繁殖区才有发现,我国两广大陆南端基本上无稻飞虱越冬虫源存在(表 1)。同年 3 月底笔者赴越南北部红河三角洲稻区调查,结果显示红河三角洲地区也遭低温冻灾重创,水稻播期推迟,田间稻飞虱虫量极少。按常理推断,2008 年我国稻飞虱迁入虫源将大大减少。出乎所有人预料,2008 年 3 月 26—30 日间,我国海南岛中北部、广东雷州半岛和广西北部湾地区测报灯下和田间同期出现较大范围的稻飞虱迁入峰(主要是白背飞虱)。4 月上旬,广西北部湾钦州、合浦两站诱虫灯下不断出现白背飞虱迁入高峰,钦州站在 4 月 9—11 日连续 3 d 单灯单晚虫量达 3 万头以上,合浦 4 月 14 日灯下也出现万头迁入虫峰。巨大的迁入虫量使当地田间虫量激增,且随后当代若虫虫口密度急剧攀升,严重威胁到早稻的产量,并为后期迁出种群提供了充足的虫源保证。

表 1　2008 年褐飞虱与白背飞虱越冬调查

Table 1　Overwinter survey of BPH and WBPH in south China in 2008

调查地点 Station		调查时间(月-日) Date (month-day)	调查稻丛数 Hills surveyed	越冬虫量 Overwintering RPH		备注 Note
				褐飞虱 BPH	白背飞虱 WBPH	
海南 Hainan	琼海	2-18	2 块 200 丛	0	1	1/3 稻株冻死
	陵水	2-18	1 块 80 丛	5	4	抽穗期
	三亚 1	2-19	2 块 400 丛	0	0	分蘖期
	三亚 2	2-19	4 块 400 丛	14	0	孕穗期
广东 Guangdong	雷州	2-20	4 块 800 丛	0	0	稗飞虱 1 头
	合浦	2-21	2 块 200 丛	0	0	稗飞虱 1 头
广西 Guangxi	防城 1	2-22	2 块 400 丛	0	0	
	防城 2	2-22	1 块制种田	0	0	秧苗冻死
	龙州 1	2-23	2 块 400 丛	0	0	
	龙州 2	2-23	2 块制种田	0	0	秧苗冻死

注:参加调查单位:南京农业大学、海南省植保站、琼海县植保站、三亚市植保站、广东省雷州市植保站、广西壮族自治区植保总站、合浦县植保站、防城市(区)植保站、龙州市植保站。

Participate units: Nanjing Agricultural University, Plant Protection Station of Hainan Province, Plant Protection Station of Qionghai County, Plant Protection Station of Sanya, Plant Protection Station of Leizhou, Plant Protection Station of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Plant Protection Station of Hepu County, Plant Protection Station of Fangcheng, Plant Protection Station of Longzhou.

2008 年整个越北和华南地区均受低温重创,水稻播期普遍推迟,4 月份广西北部湾为何会出现如此大的稻飞虱迁入峰?这巨大的迁入虫源到底从何而来?与红河三角州虫源到底有无联系?这些都是本文所要回答的问题。

1　材料与方法

1.1　虫情及气象资料

虫情资料:广西植保总站提供的 2008 年合浦、钦州稻飞虱逐日灯诱资料,全国农业技术推广服务中心提供的其他地区虫情数据。

气象资料:美国环境预报中心(NCEP)和国

家大气研究中心(NCAR)的全球再分析数据(6 h 1 次,分辨率为 1 个经纬度,共 26 个高度层)。国家气象共享数据网提供经纬网格为 0.25°的全国每 24 h 降水分布图。

地图资料:中国省级行政区图(1∶4 000 000)从国家基础地理信息中心(http://nfgis.nsdi.gov.cn)下载。

1.2 分析方法

轨迹分析采用美国国家大气海洋局 NOAA 与澳大利亚国家气象局共同研发的 HYSPLIT 轨迹模拟平台。

根据稻飞虱生物学特性以及起飞节律(陈若篪,1980;邓望喜等,1981;Riley *et al.*,1991,1994),在轨迹分析时假定:(1)稻飞虱是顺风迁移的;(2)稻飞虱在日出前或日落后 1 h 内起飞;(3)稻飞虱春夏季的迁飞高度主要在 1 500 ~ 2 000m。本研究根据迁入期不同高度层的温度选择距地面 500、1 000、1 500、2 000 m;(4)回推轨迹以降虫区为起点,以日出、日落前整点时刻(北部湾 3 月分别为北京时间 6:00、19:00,对应 UTC 时间为 22:00、11:00)作为回推轨迹的起始时刻,降落时段即灯诱高峰日;(5)轨迹分析的飞行时间长度分别取 11、24 以及 35 h(Rosenberg and Magor,1983,1987;Padgham,1983;翟保平,1992)。

有效轨迹判定标准:虫源地轨迹终点落在稻区,且理论上存在起飞虫源及水稻生育期适合稻飞虱的起飞迁出。

将得到的轨迹点输入 Visual FoxPro 数据库软件经过转换处理制成属性数据库,最终在 ArcGIS 迭加底图显示。

天气学背景分析时,利用气象分析显示软件 GrADS 提取全球格点 FNL 数据中 850 hPa 高空的水平流场、温湿度等变量数据,结合对相应时段迁

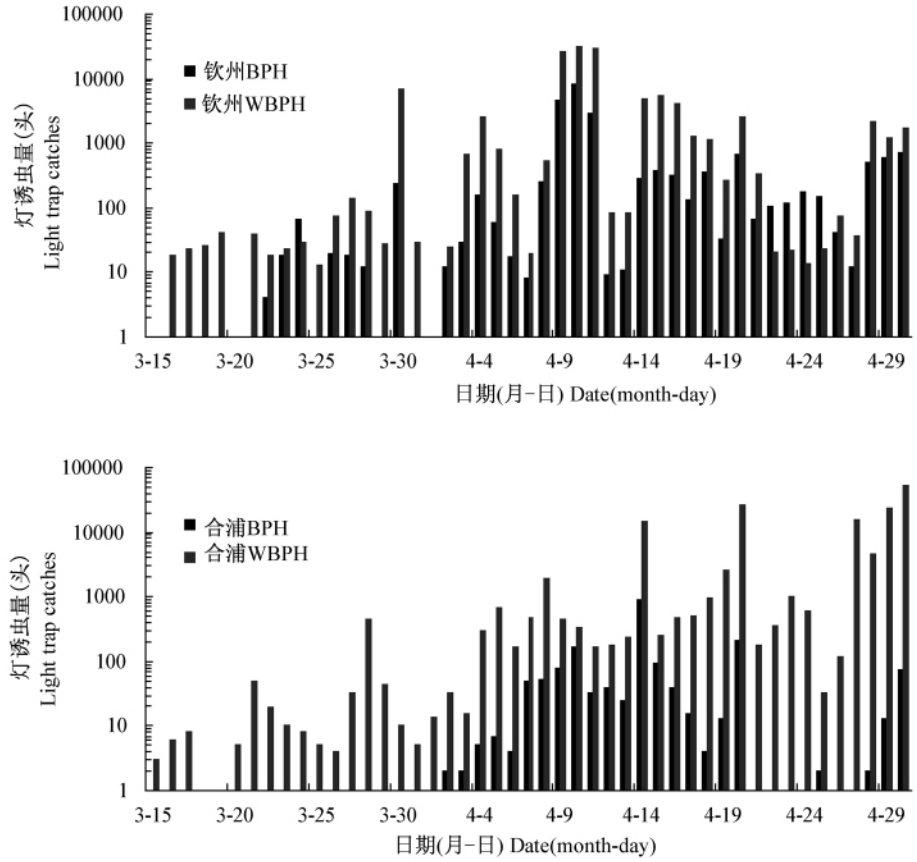

图 1 2008 年广西钦州、合浦 3 – 4 月稻飞虱逐日灯诱虫量

Fig. 1 The light trap catches of BPH and WBPH in Qinzhou (upper) and Hepu (below) from March to April 2008

入过程的天气背景进行诊断分析。

2　结果与分析

2.1　稻飞虱迁入动态

钦州、合浦同属广西北部湾地区,水稻每年 3 月初播种,3 月中下旬插秧。2008 年 2 月份的冰雪冻害对北部湾地区影响严重,水稻播种期推迟半月。2008 年 3 月份,田间水稻还是秧苗期,钦州、合浦两站灯下从 3 月 15 日开灯后即出现迁入峰。3 月 28 日,合浦灯下诱虫 440 头,30 日,钦州灯下诱虫 6 816 头。4 月上旬,广西北部湾地区稻苗绝大多数处于分蘖期,9 – 11 日钦州出现连续 3 d的万头迁入峰,14 日合浦出现万头迁入峰(图 1)。4 月 21 – 23 日在钦州、合浦田间调查,虫态以长翅成虫与低龄若虫为多,百穴虫量达1 200 ~ 2 800头,低龄若虫占 95% 以上。

2.2　虫源分析

2.2.1　4 月 3 日至 6 日　4 月 3 日钦州灯下虫量突增达 600 头,4 日晚虫量超 2 000 头。轨迹分析结果表明,500 m 高度的轨迹与其他高度 11 h 内轨迹落点少数落在海南岛,大多数入海为无效虫源;1 000 ~ 1 500 m 高度的轨迹超过 24 h 的落点大多入海;35 h 轨迹落点则显示绝大多数迁入虫源来自越南中部、老挝中南部和泰国东北部地区;2 000 m 高度以上轨迹显示虫源主要来自泰国 16° N 以北和老挝、泰国交界地区(图 2)。

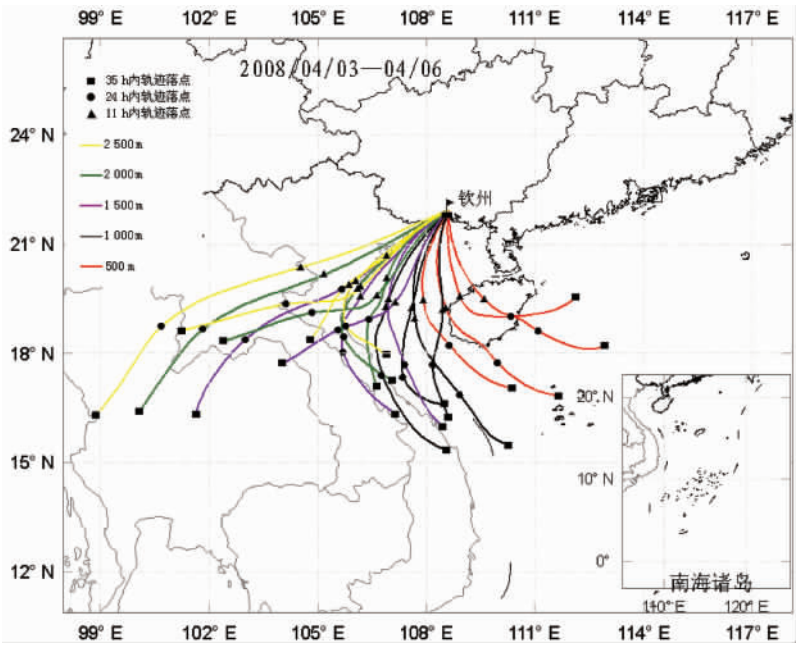

图 2　2008 年 4 月 3 日 – 6 日钦州迁入稻飞虱回推轨迹

Fig. 2　Backward trajectories of rice planthopper from Qinzhou during 3 April to 6 April, 2008

注:▲ 11 h 内轨迹落点 Endpoints of the backward trajectories within 11 h,

●24 h 内轨迹落点 Endpoints of the backward trajectories within 24 h,

■35 h 内轨迹落点 Endpoints of the backward trajectories within 35 h. 下图同 The same below.

2.2.2　4 月 9 日至 11 日　4 月 9 日晚,钦州灯下虫量急剧上升,连续 3 d 单灯虫量过 3 万。其中白背飞虱占 85%,褐飞虱占 15%。轨迹模拟结果如图 3 所示,因为不同高度风向风速的不同,虫源回推轨迹显示的虫源来源也不尽相同:随着轨迹高度参数的增加,轨迹由东向西偏转。500 m 高度轨迹落点显示虫源来自海南中部,而 1 000 ~ 1 500 m 轨迹落点指向泰国东北部和越南中部,2 000 m 以上高空偏西气流盛行,轨迹模拟结果显示虫源老挝北部和老挝、泰国交界的金三角地区(图 3)。

2.2.3　4 月 15 日至 21 日　4 月 11 日灯下虫峰过后,钦州 12、13 日灯下虫量骤减至数十头。15 日始虫量再次上升,连续 7 d 单灯虫量过千。15 日至 21 日的回推轨迹显示虫源来向较乱,来自东南

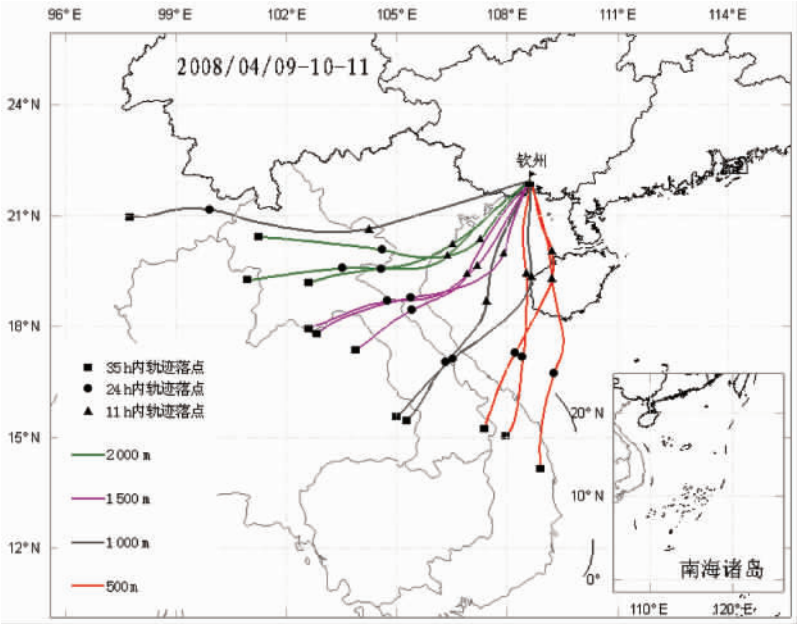

图 3　2008 年 4 月 9—11 日钦州迁入稻飞虱回推轨迹

Fig. 3　Backward trajectories of rice planthopper from Qinzhou during 9 April to 11 April, 2008

向的轨迹除 11 h 内可以到达海南岛之外，24 h 以及 35 h 落点均入海而成为无效虫源。来自西南向的虫源地集中在越南中部、老挝中部以及缅甸、老挝交界的金三角地区(图 4)。

2.3　迫降因子分析

2.3.1　4 月 3—6 日降虫　3 月底西太平洋副高气压开始西伸变强，脊点在 110°E 附近，其西侧偏南暖湿气流不断北上带来水汽，与南下的冷空气相交绥(图 5)，在华南地区(25 ~ 30°N 之间)引起一轮连续降水。直至 6 日后，随着副高气压减弱

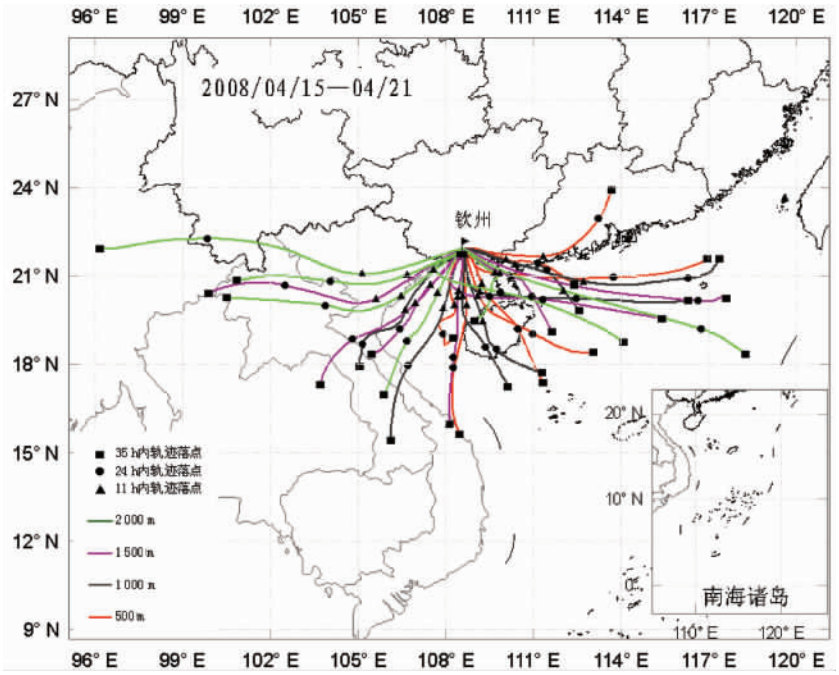

图 4　2008 年 4 月 15—21 日钦州迁入稻飞虱回推轨迹

Fig. 4　Backward trajectories of rice planthopper from Qinzhou, from 15 April to 21 April, 2008

东撤,雨区逐渐东移北上,华南降水结束(图略)。1－2 日,北部湾地区处于暴雨中心,灯下虫量少,3 日开始,钦州合浦位于雨区但暴雨中心移出,灯下虫量增多;4 日 02:00,北部湾正处于低空急流中心,风速达 14 m/s 以上(图 6);5 日后,急流减弱北上,雨区北移,钦州灯下虫量减少。此次稻飞虱集中降落是冷暖气流交绥、低空急流以及降雨共同作用的结果。

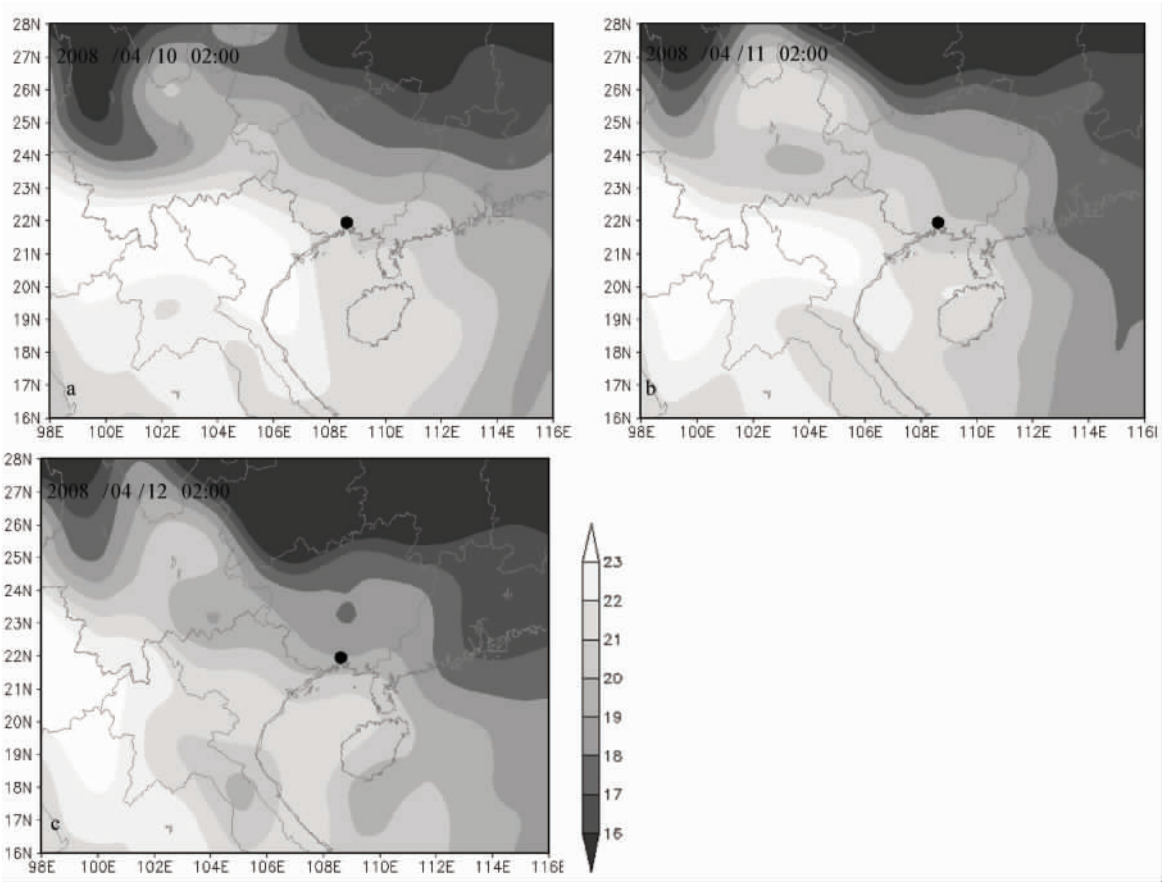

图 5　2008 年 4 月 10 日、11 日、12 日 02:00 850 hPa 水平温度场

Fig. 5　The temperature fields at 850 hPa at 02:00 on 10 April (a) 11 April (b) 12 April (c), 2008.

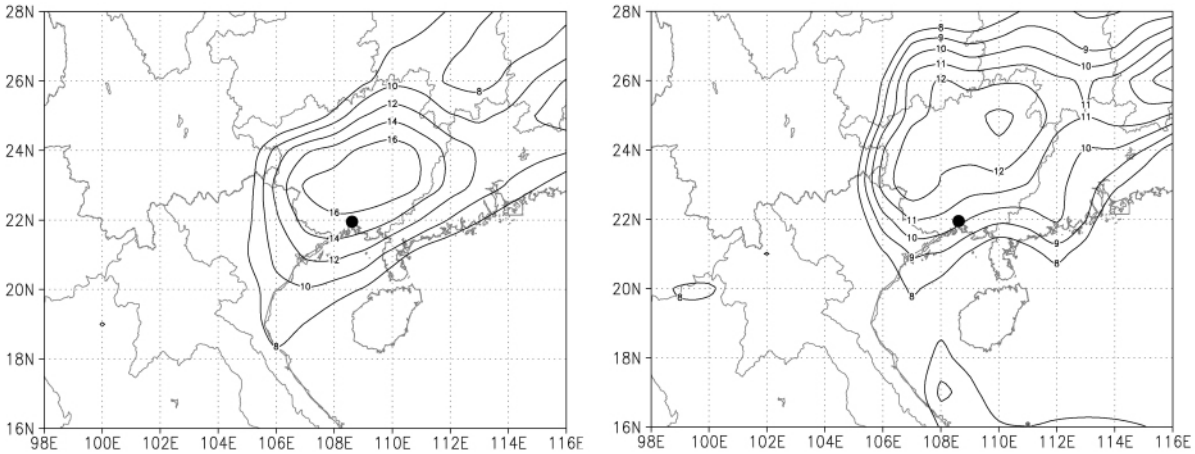

图 6　2008 年 4 月 4 日(左)和 5 日(右)02:00 850 hPa 低空急流位置

Fig. 6　Low level jet distribution at 850 hPa at 02:00 on 4 April (left) and 5 April (right), 2008

2.3.2　4 月 9—11 日降虫　4 月 9—11 日，受自西西伯利亚东移南下冷空气的影响，我国自北向南出现大范围大风降温天气。南下的冷空气与北上西南暖湿气流在闽、赣、浙、皖上空交绥，强对流天气导致大面积雨区出现。钦州位于雨区西侧，无降水，连续 3 d 出现灯下超大虫峰。

4 月 9—11 日大规模降虫期间，钦州上空由冷暖气流辐合区南侧的暖气团控制，处于雨区之外，随着冷空气不断加强西进，雨区由闽、赣、浙、皖逐步南下西移(图 7)，至 12 日晚，雷州半岛，桂东地区已经处于雨区中心，24 h 累计降水量超过 100 mm，达暴雨水平，钦州受其影响也开始出现小雨

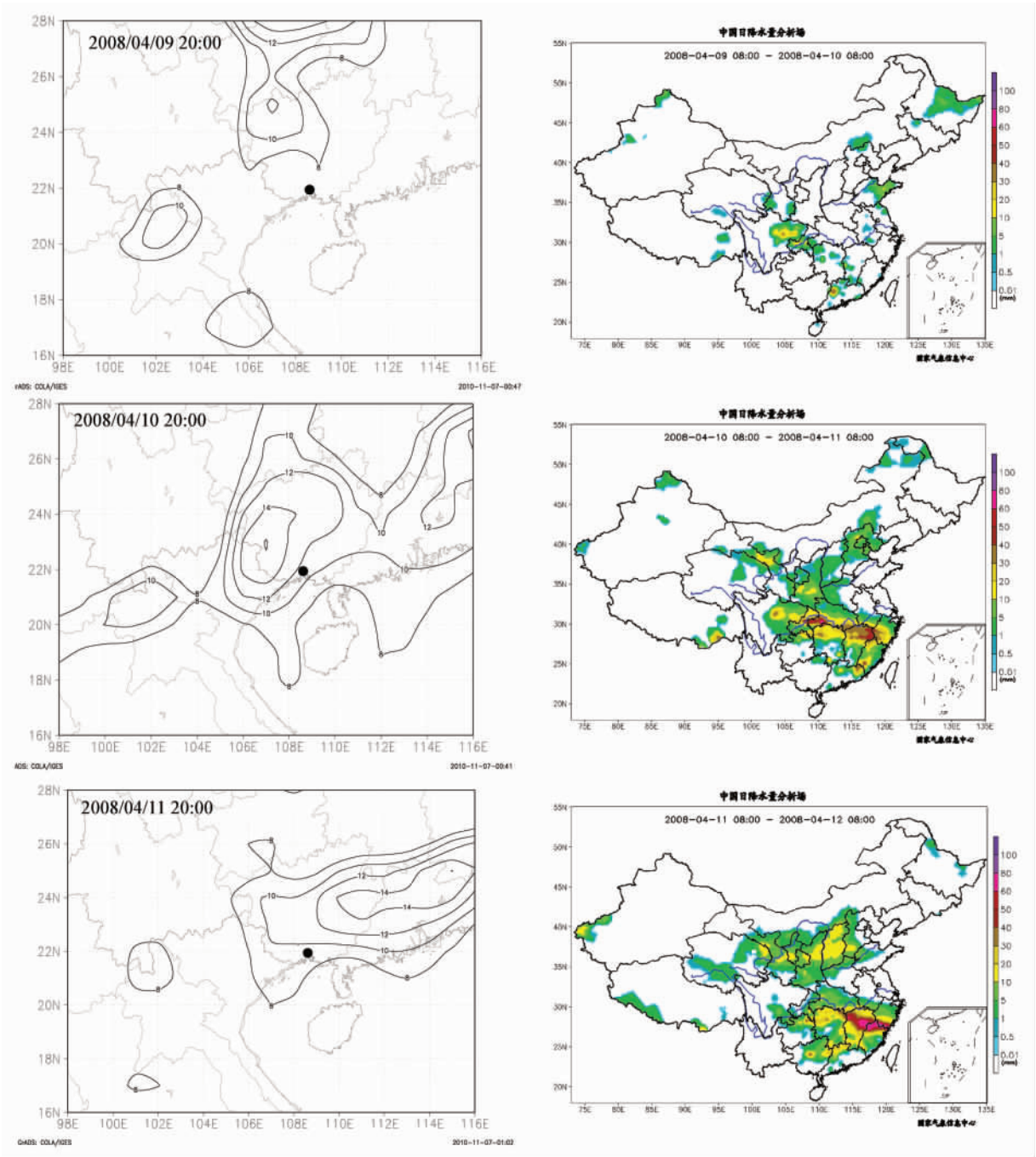

图 7　2008 年 4 月 9—11 日 850 hPa 低空急流与地面降雨分布

Fig. 7　Low-level jet and precipitation at 850 hPa from 9 April to 11 April, 2008

天气。而 12 日晚,低空急流开始减弱至消失,钦州灯下虫量锐减,只有 20 头。此次大规模集中降落应是由西南低空气流携虫北上受雨区阻挡被迫降落所至,低空急流与雨区的相互作用是此次降虫的重要影响因子。

2.3.3　4 月 15—20 日降虫　4 月 15—20 日,受台风"浣熊"的影响,北部湾地区 850 hPa 西南风不断加大。19 日 08:00,槽前西南低空急流加强,最大风速达到 22 m/s,降水强度达到最大,主要发生在低涡东侧的低空急流前方,即风速和风向最大辐合处。受南下冷空气与"浣熊"的共同影响,海南、广东、江南等地出现大到暴雨,局地大暴雨的降水过程。受此次台风外围影响,钦州、合浦随之出现又一轮降虫高峰。而 15—20 日的回推轨迹也因台风风圈影响而比较凌乱(图 8)。

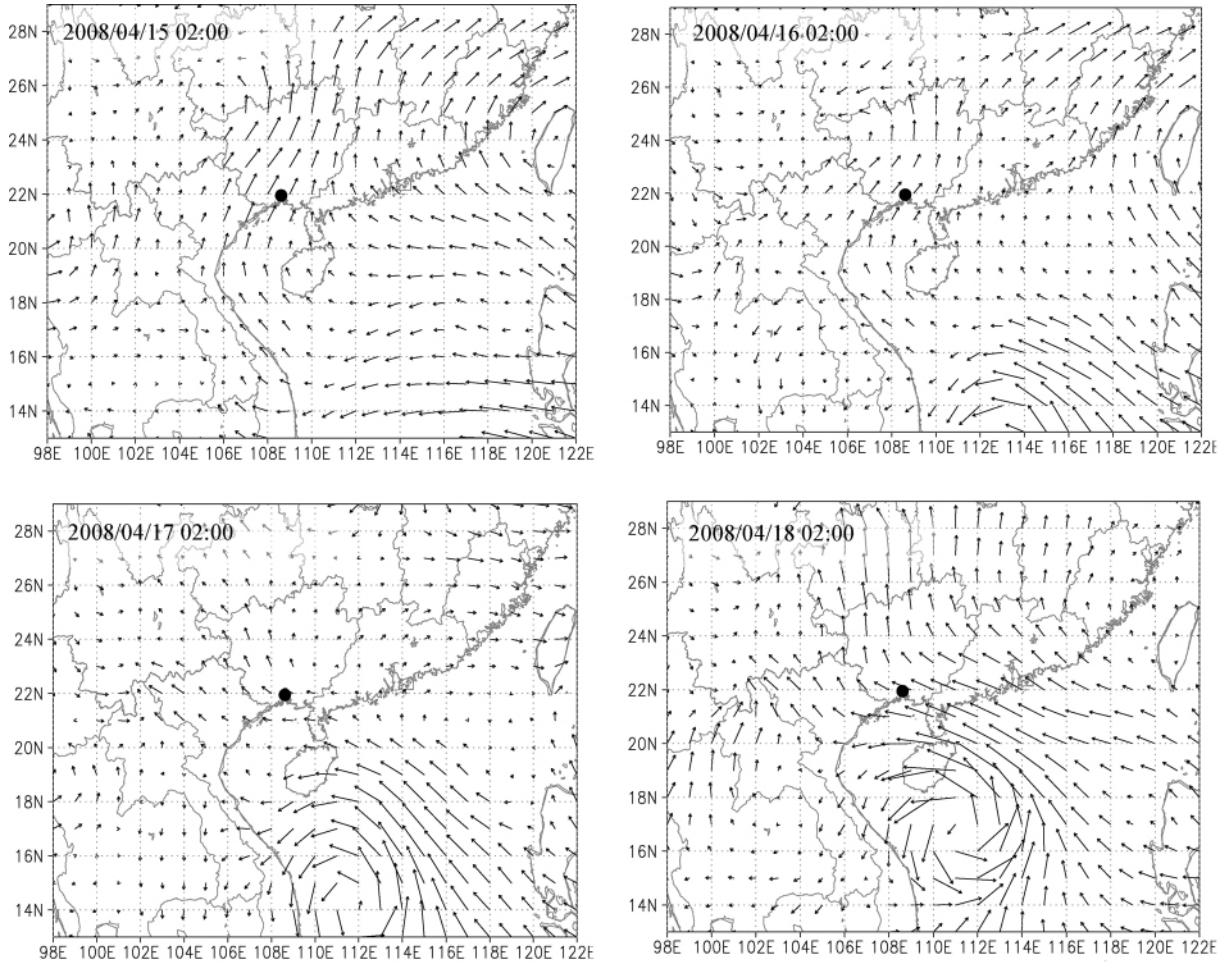

图 8　2008 年 4 月 15－18 日 850 hPa 水平风场图

Fig. 8　Wind fields at 850 hPa at 02:00 from 15 April to 18 April, 2008

2.4　温度对迁入过程的影响

白背飞虱与褐飞虱均为喜温湿昆虫,即使在空中运行阶段也需要满足一定的温湿条件。根据对云南稻飞虱早期迁入过程分析结果,低温屏障是迫使稻飞虱集中降落的一个外在条件,钦州虽地处华南,但我国 4 月份大陆冷高压活动频繁,华南上空常受其冷空气南下影响,温度常常是影响稻飞虱迁入的一个重要因子。

以 22°N,109°E 代表钦州所在区域,分析 2008 年 3—4 月份不同高度层 12℃、16℃、19℃ 等温线的分布情况,结果显示:钦州地区 3 月上旬,850 hPa 高空温度不超过 12℃,低于 2 种飞虱的起飞温度阈值,对应测报灯下也无稻飞虱在此期间的上灯记录。从 3 月中旬开始,850 hPa 层面温度回

升，相应的北部湾地区在此期间出现灯下虫峰（图1）。3月下旬850 hPa等压面温度超过19℃，而对应的合浦、钦州在3月底均出现较大迁入虫峰；4月份850 hPa等压面温度一直维持在16℃以上，直至25日，在此期间4月10日、20日分别是2个高温时段，对应钦州灯下也出现2个降虫高峰，4月21日后温度骤降，灯下虫量也锐减，直至月底出现另一个迁入峰（图9）。而所以会有高空温度的波动，还是因为冷暖气团的作用结果。从图9可以看出，高空的高温区出现在南风最强的时空区域，而低温区则处于北向气流中。正是暖湿的西南低空急流将大量的境外虫源送入这里形成迁入峰（图6，7）。

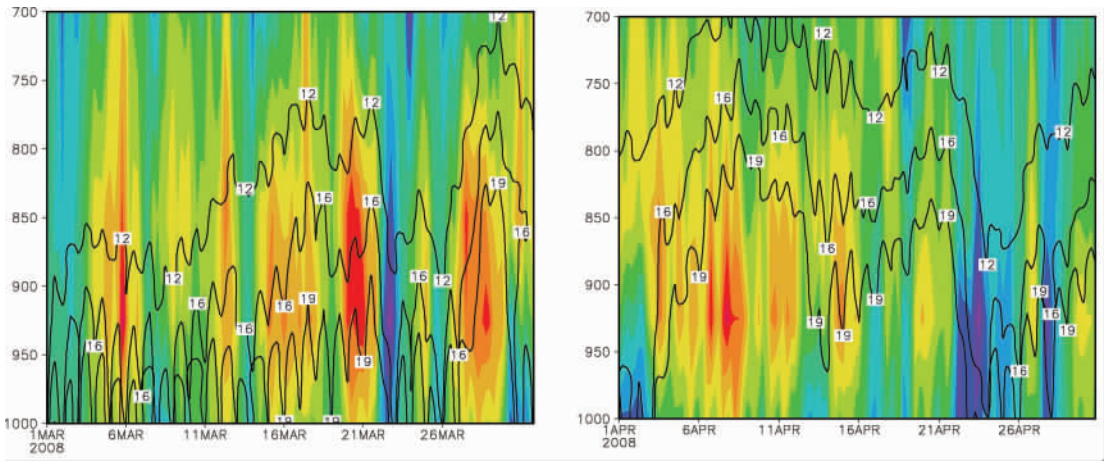

图9　2008年钦州地区（22°N，109°E）3—4月份温度场和经向风的等压面－时间剖面图

Fig. 9　Time-pressure cross section of temperature fields and meridional wind in Qinzhou during March to April, 2008

注：背景填充色示经向风的强度，红色为正值（南风），蓝色为负值，中间一系列过渡色示不同强度的经向风。颜色越深强度越大。

The filled color on the background means the strength of the meridinal flow. Red, positive value means south wind; blue, negative value means north wind. The darker the color, the stronger the wind.

3　讨论

一次迁飞过程中，各迁入地的降虫量由近及远依次递减，即距离虫源地越近，降虫量越多，反之越少。根据距离虫源地的远近，可以将迁入地依次分为主降区、突增区与波及区（程遐年等，1979）。而从时间尺度上来说，相对应的各迁入地分别处于迁入高峰期、盛发期以及始见期。2008年，钦州在3月底出现的超过6 000头的虫峰、4月上旬接连出现万头以上高峰，合浦在4月14日出现的白背飞虱虫峰，若以此为依据当属主降区范畴，对应虫源区的地理位置不应该大于6个纬距。根据本文分析结果，钦州11 h有效虫源地主要集中在海南岛；24 h有效虫源地则为越南中部、老挝中南部；35 h虫源地则可达到泰国北部、东北部稻区。

钦州、合浦地处北部湾地区，尤其是钦州市濒临钦州湾，受临海地理条件限制，其11、24 h轨迹落点多分布于海面，而海面不可能提供稻飞虱虫源，所以迁入的种群必然是运行超过24 h跨海迁飞而来。钦州35 h回推轨迹落点多分布在越南中部、老挝南部地区，通过2008年笔者对越南北部、中部稻区3次实地考察，4月份越南中部水稻已经处于黄熟期，可以提供迁出种群。而农业部农技推广服务中心药械处梁桂梅副处长和云南省植保站周金玉站长在2008年春节后赴老挝考察的结果认为，3月份在万象以南才能见到零星的秧田，老挝中部还未插秧。据此分析，老挝中部的水稻在3月底4月初还处于分蘖期，此时不会有稻飞虱迁出，老挝中部虫源区可以排除；同时，越南北方稻区此时正值新移栽稻田的返青期或分蘖期，同样不会有迁出虫源。因此，只有越南中部以及

老挝南部稻区为我们提供了如此大量的稻飞虱境外虫源。

前人研究虽提出 19°N 以南的终年繁殖区为我国 4 月中、下旬提供稻飞虱直接虫源(程遐年等,1979),但鉴于一般年份 4 月份迁入虫量少,国内主迁峰主要出现在 5 月份,国内学者常把越南北部的红河三角洲当做是我国稻飞虱最直接虫源地,或者根据气流走向猜测越南南部的湄公河三角洲也是我国初始虫源地(汪毓才等,1982;巫国瑞等,1997),但对越南中部却关注不够。在 2008 年这个特殊的年份,通过本研究的综合分析,阐释了越南中部 16°~18°N 之间的稻飞虱确实可以直接进入我国,是 2008 年我国最初的虫源地。由此可知,在进行稻飞虱的异地预测和长期预测时,仅仅关注越南北部是不够的,越南中部以及海南岛的虫情动态也值得我们共同关注,只有这样才可以对稻飞虱的发生做到防患于未然,得到最佳收益。

致谢:广西钦州市和合浦县植保站提供相关虫情数据,海南省植保站、琼海县植保站、三亚市植保站、广东省雷州市植保站、广西壮族自治区植保总站、合浦县植保站、防城市(区)植保站、龙州市植保站等参与 2008 年稻飞虱越冬调查,国家气象局、美国 NCEP/NCAR 提供相关气象数据,美国 NOAA 提供轨迹分析平台,在此一并致谢!

参考文献(References)

陈若篪,程遐年,1980. 褐飞虱起飞行为与自身生物学节律、环境因素同步关系的初步研究. 南京农业大学学报,3(2):42—49.

程遐年,陈若篪,习学,杨联民,朱子龙,吴进才,钱仁贵,杨金生,1979. 稻褐飞虱迁飞规律的研究. 昆虫学报,22(1):1—21.

邓望喜,1981. 褐飞虱及白背飞虱空中迁飞规律的研究. 植物保护学报,8(2):73—80.

Hu G, Xie MC, Lin ZX, Xin DY, Huang CY, Chen W, Zhang XX, Zhai BP, 2010. Are outbreaks of *Nilaparvata lugens* (Stål) associated with global warming? *Environmental Entomology*, 39(6):1705—1714.

Hu G, Chen XN, Qi GJ, Wang FY, Lu F, Zhang XX, Zhai BP, 2011. Rice planting systems, global warming and outbreaks of *Nilaparvata lugens* (Stål). *Bulletin of Entomological Research*, 101(2):187—199.

Padgham DE, 1983. Flight fuels in the brown planthopper *Nilaparvata lugens*. *Journal of Insect Physiology*, 29(1):95—99.

齐国君,芦芳,胡高,王凤英,程遐年,沈慧梅,黄所生,张孝羲,翟保平,2010. 2007 年广西早稻田褐飞虱发生动态及虫源分析. 生态学报,30(2):462—472.

全国白背飞虱科研协作组,1981. 白背飞虱迁飞规律的初步研究. 中国农业科学,14(5):25—30.

Riley JR, Cheng XN, Zhang XX, Reynolds DR, Xu GM, Smith AD, Cheng JY, Bao AD, Zhai BP, 1991. The long-distance migration of *Nilaparvata lugens* (Stål) (Delphacidae) in China: radar observations of mass return flight in the autumn. *Ecological Entomology*, 16(4):471—489.

Riley JR, Reynolds DR, Smith AD, Rosenberg LJ, Cheng XN, Zhang XX, Xu GM, Cheng JY, Bao AD, Zhai BP, Wang HK, 1994. Observations of the autumn migration of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and other pests in East Central China. *Bulletin of Entomological Research*, 84(3):389—402.

Rosenberg LJ, Magor JI, 1983. Flight duration of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Ecological Entomology*, 8(3):341—350.

Rosenberg LJ, Magor JI, 1987. Prediction wind borne displacements of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* from synoptic weather data. I. Long distance displacements in the northeast monsoon. *Journal of Animal Ecology*, 56(1):39—51.

汪毓才,胡国文,谢明霞,1982. 我国白背飞虱和褐稻虱迁飞路径的气流分析. 植物保护学报,9(2):73—82.

巫国瑞,俞晓平,陶林勇,1997. 褐飞虱和白背飞虱灾害的长期预测. 中国农业科学,30(4):25—29.

翟保平,1992. 也谈褐飞虱的再迁飞问题. 病虫测报,12(3):36—40.

应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011,48(5):1278—1287

台风莫兰蒂对褐飞虱迁飞的影响*

郝振华[1]** 杨海博[1] 张海燕[1] 吴 蔚[1] 方源松[1]
盛仙娇[2] 张发成[2] 陈燕芳[3] 张孝羲[1] 翟保平[1]***
(1. 南京农业大学植物保护学院昆虫学系 农作物生物灾害综合治理教育部和农业部重点实验室 南京 210095;
2. 浙江省金华市植物保护站 金华 321017;3. 金华市婺城区植保测报土肥站 金华 321000)

摘 要 通过对2010年10号台风莫兰蒂(Meranti)进行流场分析和过程分析,阐明了此次台风对浙江稻区9月上中旬褐飞虱 *Nilaparvata Lugens* (Stål)的迁飞造成的影响。结果表明:(1)台风过境前,其外围前方的强东南气流及高空下沉气流为褐飞虱提供了运载工具和降落条件,虫源基本来自浙江东南部和迁入区附近区域;(2)台风过境时,由于天气恶劣,部分站点上灯虫量很小,但金华和遂昌处于台风眼范围内,天气较好,风速较小,为之前随大风和降雨迁入的大量虫群提供上灯的机会,造成上灯高峰,虫源地主要来自浙江省南部;(3)台风过境后,受台风后部西南风和降雨影响,福建中北部和南部有褐飞虱随降雨迁入浙江稻区,但虫量较小。(4)根据浙江为东部临海的地理位置和台风的气旋式辐合流场的特点,从本研究结果看,莫兰蒂台风的影响仅为中小尺度范围。

关键词 褐飞虱,台风,虫源分析

The influence of typhoon Meranti (1010) on migration of *Nilaparvata lugens*

HAO Zhen-Hua[1]** YANG Hai-Bo[1] ZHANG Hai-Yan[1] WU Wei[1] FANG Yuan-Song[1]
SHENG Xian-Jiao[2] ZHANG Fa-Cheng[2] CHEN Yan-Fang[3] ZHANG Xiao-Xi[1] ZHAI Bao-Ping[1]***
(1. Department of Entomology, College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Insect Pests, Ministry of Education, Ministry of Agriculture of China, Nanjing 210095, China;
2. Jinhua Plant Protection Station, Jinhua 321017, China; 3. Jinhua Wucheng Plant Protection Station, Jinhua 321000, China)

Abstract The influence of typhoon Meranti on the migration of the brown planthopper (BPH) *Nilaparvata Lugens* (Stål) was analyzed in September 2010. The following results were obtained: (1) Before the advent of the typhoon, the upper air was affected by a strong southeast wind and downdraft which favored the migration and settlement of BPH from the periphery of the typhoon. The source region of the immigrants was southeastern Zhejiang and nearby areas. (2) There were few light trap catches of BPH on the day of the typhoon at most stations except for Jinhua and Suichang. This might be because these stations were in the eye of the typhoon and consequently experienced fine weather with light breezes and a downward airflow. The source region of the immigrants to these sites might be the nearby southern part of Zhejiang Province. (3) After the passage of the typhoon, areas at the rear of the typhoon experienced prevailing southwest wind and rainfall which may have resulted in a small light trap capture peaks of immigrants from the north-central and southern parts of Fujian Province. (4) These results suggest that the geographical position of Zhejiang on the east coast, combined with the cyclonic convergence field, create conditions for the medium and small scale migration of rice planthoppers from this region.

Key words brown planthopper, typhoon, trajectory analysis

影响褐飞虱 *Nilaparvata Lugens* (Stål) (BPH) 发生的环境因素有很多,其中最重要的是农业环

* 资助项目:国家973项目(2010CB126201)、公益性行业(农业)科研专项(200903051)、国家水稻产业技术体系建设项目(nycytx-001)。
** E-mail: fancyrain@126.com
*** 通讯作者,E-mail: bpzhai@njau.edu.cn
收稿日期:2011-08-12,接受日期:2011-09-05