表 5　2009 年安徽潜山中稻田第 3 代白背飞虱羽化高峰期的降雨情况

Table 5　Precipitation in Qianshan during the emergence peaks of WBPH for the 3rd generation in single-cropping mid-season rice field, 2009

日期(月/日) Date (month/day)	雨日 Rainy days(d)	累积雨量 Total rainfall(mm)	长翅型成虫百丛虫量 Macropterous adults per 100 hills	长翅型成虫比率(%) Ratio of Macropterous adults
7/23 – 7/31	8	131.0	370	64.7
8/1 – 8/17	8	32.7	935	75.8

3　结论与讨论

3.1　江南、华南稻区是皖南白背飞虱的直接虫源地

白背飞虱在潜山不能越冬，虫源均来自南方稻区，其中湘赣稻区是主要虫源地，粤桂北部稻区在西南气流很强的年份也会提供部分前期迁入虫源。

南方稻区的气候独特，水稻栽培制度复杂多样，形成单双季稻混合种植、生育期交错重叠、一年多熟的复杂局面。湘赣稻区既种植有大面积的双季早稻和双季晚稻，还有一定面积的单季中稻和小面积的单季晚稻。中稻田不仅为白背飞虱提供了大量的食料，而且在白背飞虱从早稻田转移到晚稻田过程中起到了“桥梁田”的作用，加大了晚稻田的虫源基数。如此复杂的种植模式为稻飞虱提供了丰富的食料来源和生活场所，也为稻飞虱连续多个世代的大量繁殖提供了条件。湘赣稻区早稻田和中稻田大量的白背飞虱相继多次迁出，从 5 月底到 7 月底均有迁出现象，历时时间长，不仅为皖西南稻区早稻和中稻提供了持续的大量虫源，而且也大大增加了晚稻田的虫源基数，为皖西南稻区白背飞虱的预测预报带来了很大的难题。

因此，能否做好湘赣稻区的白背飞虱的防治和预测预报工作直接关系到皖西南稻区白背飞虱的前期迁入量和后期发生程度，这就要求我国各地植保部门之间要加强稻飞虱的防治和预测预报工作的协作，共同完成对稻飞虱发生危害的监控和防治。

3.2　2009 年安徽潜山白背飞虱的大量滞留与回迁种群的形成

从 5 月底到 7 月底湘赣稻区早稻田和中稻田大量的白背飞虱相继多次迁出，不仅为皖西南稻区早稻和中稻提供了持续的大量虫源，而且也大大增加了晚稻田的虫源基数。2009 年潜山单季中稻田的白背飞虱在 8 月中旬扬花期时百丛虫量仍在千头以上，黄熟期时第 3 代仍有部分滞留危害，收割期滞留危害的白背飞虱转移到双季晚稻田，加大了晚稻田虫源基数; 双晚稻田的白背飞虱发生量大，持续时间长，8 月下旬到 9 月底双晚稻田白背飞虱的发生量均在千头/百丛以上，9 月上中旬其百丛虫量均超过万头，9 月 15 日白背飞虱百丛虫量达到最大值，为 28 710 头左右，9 月 17 日，当地第 4 代羽化了大量成虫，晚稻田中成虫虫量达到最大值，为 8 500 头/百丛(图 5)。

分析 2009 年安徽潜山 7 月下旬到 8 月初的天气资料可知: 从 7 月 22 日到 8 月 2 日这 12 d 中，除了 25 日和 31 日是无降水外，其余 10 d 均有或强或弱的降雨天气过程; 在田间长翅型成虫百丛虫量 8 月 11 日达到最大值后，也有一次明显的降雨过程。可见，迁出期的降雨天气过程影响了田间长翅型成虫的大量迁出，是导致中稻田大量白背飞虱滞留危害的主要原因。另外，持续多日的降雨天气，也会影响对白背飞虱的施药防治，失去了控制白背飞虱种群增长的最佳时机，加重了水稻后期白背飞虱的发生危害程度。

2009 年在潜山的田间调查结果表明，中稻田和双晚稻田的褐飞虱发生程度都很轻，田间褐飞虱种群远未达到防治指标。中稻系统田褐飞虱的最大发生量为 45 头/百丛，双晚稻田为 385 头/百丛，而同期白背飞虱的虫量比褐飞虱高 2 个量级(图 5)。王荣富等(1997，1998) 的研究发现，白背飞虱与褐飞虱混合发生时种间有竞争和互作的影响，褐飞虱的存在使得白背飞虱种群的长翅型比率大大增加。或许缺少褐飞虱的生态互作和竞争是白背飞虱滞留危害的另一原因。刘芹轩等(1982) 的研究也表明，白背飞虱各代长翅型成虫

出现的比例(一般占 80% 以上)比褐飞虱高,具有一定程度向外迁飞的特性。但白背飞虱每一代的迁出与滞留的比例大小却尚不能确定,而且影响其滞留与否的因子也有待进一步研究。

中稻田滞留的白背飞虱在收割期转移到双季晚稻田,加大了双季晚稻田的虫源基数。又由于梅雨锋的影响,长江中下游稻区雨水充沛,加上农民施肥频繁,使当季水稻生长繁盛,为稻飞虱提供了充足的食料和适宜的繁殖场所,白背飞虱的田间种群迅速增长,加重了双晚稻田白背飞虱的发生危害,为白背飞虱的回迁种群积累了虫源基数。

白背飞虱的发生与气象条件、种植制度、田间水肥管理等密切相关,特别是气象条件对白背飞虱的生长发育、繁殖和迁飞等起着决定性的作用。因此,进一步探讨白背飞虱各代迁出与滞留的比例如何,明确影响回迁种群形成的因素,对白背飞虱的异地预测和源头治理有重要意义。

参考文献(References)

陈若篪,程遐年,杨联民,殷向东,1979. 稻飞虱卵巢发育及其与迁飞的关系. 昆虫学报,22(3):281—282.

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—81.

封传红,翟保平,张孝羲,汤金仪,2002a. 我国低空急流的时空分布与稻飞虱北迁. 生态学报,22(4):559—565.

封传红,翟保平,张孝羲,汤金仪,2002b. 我国北方稻区 1991 年稻飞虱大发生虫源的形成. 生态学报,22(8):1302—1314.

Furuno A, ChinoM, Otuka A, Watanabe T, Matsumura M, Suzuki Y, 2005. Development of a numerical simulation model migration of rice planthopper. *Agricultural and Forest Meteorology*, 133(1/4):197—209.

胡高,包云轩,王建强,翟保平,2007. 褐飞虱的降落机制. 生态学报,27(12):5068—5075.

胡国文,谢明霞,汪毓才,1988. 对我国白背飞虱的区划意见. 昆虫学报,31(1):42—48.

黄蔚兰,吴彩玲,徐劲峰,2006. 潜山县 2005 年褐飞虱特大发生的特点及原因分析. 安徽农学通报,12(5):197—198.

刘芹轩,吕万明,张桂芳,1982. 白背飞虱的生物学和生态学研究. 中国农业科学,(3):59—66.

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,(5):25—31.

唐启义,胡国文,唐健,胡阳,程家安,1998. 白背飞虱猖獗频率增加与杂交稻面积增加的关系分析. 西南农业大学学报,20(5):456—459.

田学志,肖满开,董习华,丁士银,罗跃进,江启荣,2008. 安庆市稻飞虱发生与防治对策的探讨. 安徽农学通报,14(7):165—167.

王荣富,程遐年,罗跃进,邹运鼎,1997. 褐飞虱与白背飞虱共栖时的互作效应. 应用生态学报,8(4):391—395.

王荣富,邹运鼎,程遐年,1998. 褐飞虱与白背飞虱若虫间的互作效应. 应用生态学报,9(3):277—280.

翟保平,2004. 昆虫行为研究中日长的计算. 昆虫知识,41(2):178—184.

翟保平,程家安,2006. 2006 年水稻两迁害虫研讨会纪要. 昆虫知识,43(4):585—588.

翟保平,张孝羲,程遐年,1997. 昆虫迁飞行为的参数化Ⅰ:行为分析. 生态学报,1(1):7—17.

张孝羲,1980. 昆虫迁飞的类型及生理、生态机制. 昆虫知识,17(5):236—239.

邹运鼎,陈基诚,王士槐,1982. 稻株营养物质与褐飞虱翅型分化的关系. 昆虫学报,25(2):220—222.

广东白背飞虱早期迁入种群的虫源地分析*

王 政[1,2] 齐国君[1**] 吕利华[1] 胡 芊[3] 袁维熙[3]

(1. 广东省农业科学院植物保护研究所 广州 510640; 2. 华南农业大学资源与环境学院 广州 510642;
3. 封开县农作物病虫测报站 封开 526537)

摘 要 为了揭示广东省白背飞虱早期迁入的虫源地分布,为其精细化预测预报及源头治理提供科学依据,根据广东省雷州、肇庆、曲江、梅县4个地区的白背飞虱虫情资料,利用HYSPLIT轨迹分析平台和GIS进行早期迁入峰的轨迹分析,结果表明:(1)广东白背飞虱的迁入在早稻和晚稻上各出现一段灯诱高峰,雷州出现的灯诱高峰最早,集中在4月上旬—5月下旬,其他地区集中在5—6月;(2)曲江、肇庆的白背飞虱灯诱高峰日数明显高于雷州、梅县;(3)广东白背飞虱早期迁入的虫源地主要分布在越南中北部、老挝中南部、海南以及两广南部稻区。但其虫源地的时空分布存在季节性的差异,随着时间的推移,虫源地的分布逐渐由南向北偏移。

关键词 白背飞虱,早期迁入,虫源地,轨迹分析

Analysis of the source areas of early immigrant white-backed planthopper *Sogatella furcifera* (Horváth) in Guangdong Province

WANG Zheng[1,2] QI Guo-Jun[1**] LV Li-Hua[1] HU Qian[3] YUAN Wei-Xi[3]

(1. Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;
2. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
3. Pest Forecasting Stations of Fengkai County, Fengkai 526537, China)

Abstract In order to determine the source area of early immigrant white-backed planthoppers *Sogatella furcifera* (Horváth) in Guangdong Province, and to establish a basis for regional forecasting and source suppression, the geographic distribution of the source area of early immigrant WBPH was analyzed by GIS (Geographic Information System), HYSPLIT, a trajectory analysis software for the simulation of migration pathways, and light trap catch data from 4 plant protection stations (including Leizhou, Zhaoqing, Qujiang and Meixian). We obtained the following results: (1) Peak light-trap catches of WBPH occurred during the double-cropping season for early and late-rice, and peaks of early immigrants were mainly concentrated in Leizhou from early April to late May, and in Zhaoqing, Qujiang and Meixian from May to June. (2) Based on light-trap catch data, the immigration peaks of WBPH in Qujiang and Zhaoqing were obviously higher than in Leizhou and Meixian. (3) Simulations of migration trajectories indicated that most of the early immigrants came from central and northern Vietnam, central and southern Laos, Hainan Province and southern Guangdong and Guangxi. The spatio-temporal distribution of source areas shifted gradually northward with the season.

Key words *Sogatella furcifera*, early immigrat, insect source area, trajectory analysis

白背飞虱 *Sogatella furcifera*(Horváth)是广东省一种重要的水稻害虫,近年来其暴发频率显著增加,发生面积逐年加大,更为严重的是,白背飞虱还可传播南方水稻黑条矮缩病(southern rice black-streaked dwarf virus, SRBSDV)(周国辉等,2008;翟保平等,2011),这对广东省水稻生产安全的潜在威胁巨大。

白背飞虱暴发成灾受水稻品种、耕作制度、气候条件、抗药性增加以及白背飞虱生物学特性等诸多因素的影响,但早期迁入的虫源基数却一直

* 资助项目:国家973项目(2010CB126201)、农业公益性行业科研专项(200903051)、国家水稻产业技术体系项目(nycytx-001)。
** 通讯作者,E-mail: super_qi@163.com
收稿日期:2011-08-05,接受日期:2011-08-22

是白背飞虱大发生的重要决定因素之一(黄邦侃等,1985)。白背飞虱在广东省大部分地区不能越冬,南部虽有少量越冬虫源,但不足以构成早稻上的主要虫源(朱绍先和邬楚中,1982)。广东省春季初始虫源主要来自中南半岛(汪毓才等,1982;巫国瑞等,1997),其虫源迁入的迟早、迁入次数、迁入量的多少又与我国华南稻区白背飞虱的发生轻重有密切关系(朱绍先等,1979;全国白背飞虱科研协作组,1981;胡国文等,1988),明确境外白背飞虱的虫源地分布是精细化异地预测与源头治理的必要前提。

20 世纪 70 年代末的全国大协作研究,业已证实了白背飞虱在我国东部季节性南北往返迁飞的规律(全国白背飞虱科研协作组,1981;刘芹轩等,1982),但由于缺乏与中南半岛相关国家的合作关系,境外虫源的问题一直未能深入研究。李青等(1994)根据褐飞虱生物型分析认为,越南中部和北部褐飞虱的生物型与我国南方各省褐飞虱的生物型基本一致,表明这些地方是我国褐飞虱的虫源区;巫国瑞等(1997)根据水稻种植制度、季风流向和地理环境的关系提出,我国稻飞虱的直接虫源来自红河三角洲,最初虫源地为湄公河三角洲;但陈晓和翟保平(2006),沈慧梅(2010)的研究表明,湄公河三角洲的冬春稻一般 3—4 月份收割,此时因盛行风向为东风或东南风,这里的稻飞虱无法进入越南中部和北部;5 月份以后的南风只能将湄公河三角洲的稻飞虱送入柬埔寨和老挝南部,而西南风则将从位于越南 S 型国土底端的湄公河三角洲稻区迁出的稻飞虱种群送入南海;故湄公河三角洲的稻飞虱不可能北迁进入红河三角洲稻区,因而不可能为我国提供虫源。齐国君等(2010)通过轨迹分析验证了广西褐飞虱的境外虫源地主要分布在越南、老挝中北部地区。但由于中南半岛地域广阔,哪些地区能为广东提供白背飞虱的迁入虫源却不得而知。

为此,本研究根据广东省雷州、肇庆、曲江、梅县 4 地 1977—2009 年的白背飞虱灯诱资料,利用 HYSPLIT 轨迹分析平台对广东省白背飞虱的各迁入峰次进行虫源分析,明确广东省春季白背飞虱迁入种群的虫源地分布,以期为白背飞虱的精细化异地预测和源头治理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 资料来源

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。

虫情资料:广东省雷州、肇庆、曲江、梅县白背飞虱的逐日或逐侯灯诱资料(表 1),由全国农业技术推广服务中心及相关测报站提供。

表 1 广东省白背飞虱灯诱资料

Table 1 The WBPH data of light trap catches in Guangdong Province

站点 Stations	经度(°E) Longitude	纬度(°N) Latitude	历史资料年份 Duration of historical data	缺失年份 Missing years
雷州 Leizhou	110.04	20.54	1995—2009	2006
肇庆 Zhaoqing	112.44	23.05	1977—2009	1996、2001、2006
曲江 Qujiang	113.58	24.68	1978—2009	1988
梅县 Meixian	116.10	24.55	1977—2009	2001、2004、2006

1.2 分析方法

1.2.1 白背飞虱早期迁入期及迁入高峰日的划分 一般而言,3—6 月是境外白背飞虱虫源迁入我国的主要时期(全国白背飞虱科研协作组,1981),但我国稻区范围广大,各稻区由于地理地势、气候特点、水稻耕作制度、水稻栽插时期的不同,各地区白背飞虱的主要迁入期和迁入峰次的差异较大(胡国文等,1988)。根据我国白背飞虱的区划(胡国文等,1988)、广东省稻飞虱的发生区划(包华理等,1996),结合广东水稻生育期,规定了广东省不同地区白背飞虱的早期迁入期:雷州(3—5 月上旬)、肇庆(3—5 月)、曲江(3—6 月上旬)、梅县(3—6 月上旬)。

白背飞虱的迁入量因月份不同而有较大的差

异,根据广东省农作物病虫预测预报站的迁入峰量化指标(陈玉托等,2011),结合各地区白背飞虱的实际灯诱虫量,将单日诱虫量 3 月≥5 头,4 月≥20 头,5 月≥50 头,6 月≥100 头的灯诱峰定为迁入高峰日,再统计出各地区白背飞虱的逐旬灯诱高峰日个数。

1.2.2　轨迹分析方法及主要参数　轨迹分析采用美国国家海洋和大气管理局与澳大利亚国家气象局共同研发的 HYSPLIT 平台(http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php)进行在线模拟。模型使用的数据为 NCEP 再分析全球格点数据。

轨迹分析的生物学参数设定:(1) 白背飞虱是顺风迁移的(邓望喜,1981; Otuka *et al.*,2005);(2) 白背飞虱在日出前或日落后 1 h 内起飞(刘芹轩等,1982; 刘芹轩和张桂芬,1984; Otuka *et al.*,2005),日出、日落时刻根据翟保平(2004)的计算方法;(3) 白背飞虱在春夏季主要迁飞高度为距地面 500 m(邓望喜等,1980; 邓望喜 1981; 华红霞等,2003),本研究根据不同高度层的温度设置了 1 200、1 500、1 800 m 3 个高度;(4) 回推轨迹以降虫区为起点,以晨昏朦影时刻为降落时间,作为回推的起始时刻,降落日期即灯诱高峰日,回推至虫源地白背飞虱的起飞时刻(封传红等,2002; 翟保平等,1997)。

轨迹分析的模型只是根据高空的温度和气流场和以上所列的几个生物学参数来进行分析的,获得迁飞轨迹后还要根据生物学特性、地形或寄主等因子进行筛选,才能得到有效的迁飞轨迹,因此,在分析得到每条轨迹和最终落点后,还必须根据以下几个条件进行取舍:(1) 轨迹终止点的时间必须符合白背飞虱的起飞节律(翟保平,2004);(2) 轨迹终止点必须在水稻种植区且该稻区内水稻必须处于生长后期(黄次伟和冯炳灿,1991);(3) 该稻区存在大量的白背飞虱长翅型成虫,可提供迁出虫源;(4) 该稻区白背飞虱正值迁出高峰。按以上标准进行轨迹的取舍,最后剔除不合理轨迹后得到有效轨迹。

2　结果与分析

2.1　白背飞虱早期迁入峰次分析

根据 1977—2009 年广东省雷州、肇庆、曲江、梅县白背飞虱的灯诱资料,统计了白背飞虱的逐旬灯诱高峰日个数,结果表明: 广东省白背飞虱在早稻和晚稻上各有一段时期出现灯诱高峰。3—7 月,肇庆和曲江出现灯诱高峰的频次分别为 386 次和 447 次,明显高于梅县的 238 次和雷州的 165 次(图 1)。各地区白背飞虱出现灯诱高峰日的频次峰期基本上由南到北依次推迟,其中 70% 以上的灯诱峰次出现的时间,雷州在 4 月上旬—5 月下旬(117 次,图 1: A),肇庆在 5 月上旬—7 月上旬(282 次,图 1: B),曲江在 5 月中旬—6 月下旬(314 次,图 1: C),梅县在 5 月下旬—7 月中旬(170 次,图 1: D)。

2.2　白背飞虱早期迁入种群的虫源分析

雷州半岛是境外白背飞虱春季虫源迁入广东的第一站。3 月雷州地区早稻部分秧苗已经移栽,白背飞虱陆续出现零星迁入。对 3—5 月上旬雷州白背飞虱出现的早期迁入峰次进行轨迹分析的结果表明,3—4 月白背飞虱的虫源地主要分布在越南中部、老挝中南部稻区,小部分在泰国、柬埔寨境内,虫源地主要位于 14°N ~18°N 之间,少数分布在 14°N 以南地区。5 月上旬虫源地主要分布在越南、老挝中部稻区,部分来自海南省,虫源地主要位于 16°N ~19°N 之间,少数分布在 16°N 以南地区(图 2: A)。随着时间的推移,雷州地区白背飞虱早期迁入虫源地分布由南向北偏移。

肇庆地区位于粤西,西部与广西梧州相邻,是白背飞虱春季虫源迁入广东的主降区之一。3 月肇庆地区早稻尚未移栽,且此时迁入峰次极少,故仅对 4—5 月白背飞虱早期迁入峰次进行轨迹分析。结果表明,4 月白背飞虱的虫源地主要分布在越南中部和老挝中部及海南南部稻区,主要集中在 16°N ~20°N 之间,少数分布在 16°N 以南地区;5 月虫源地分布在越南中北部、海南大部、两广南部稻区,虫源地主要位于 17°N ~22°N 之间,5 月白背飞虱的虫源地分布较 4 月明显偏北(图 2: B)。

曲江地区位于粤北,地处南岭以南稻区,也是白背飞虱春季虫源迁入广东的主降区之一。3 月曲江地区早稻尚未移栽,白背飞虱迁入峰次极少,本文仅对 4—6 月上旬出现的早期迁入峰次进行轨迹分析。结果表明,4 月曲江地区白背飞虱的虫源地主要分布在越南中部、老挝中北部和海南部分稻区,位于 16°N ~21°N 之间;5 月虫源地分布在越南中北部、海南及华南南部,位于 18°N ~23°

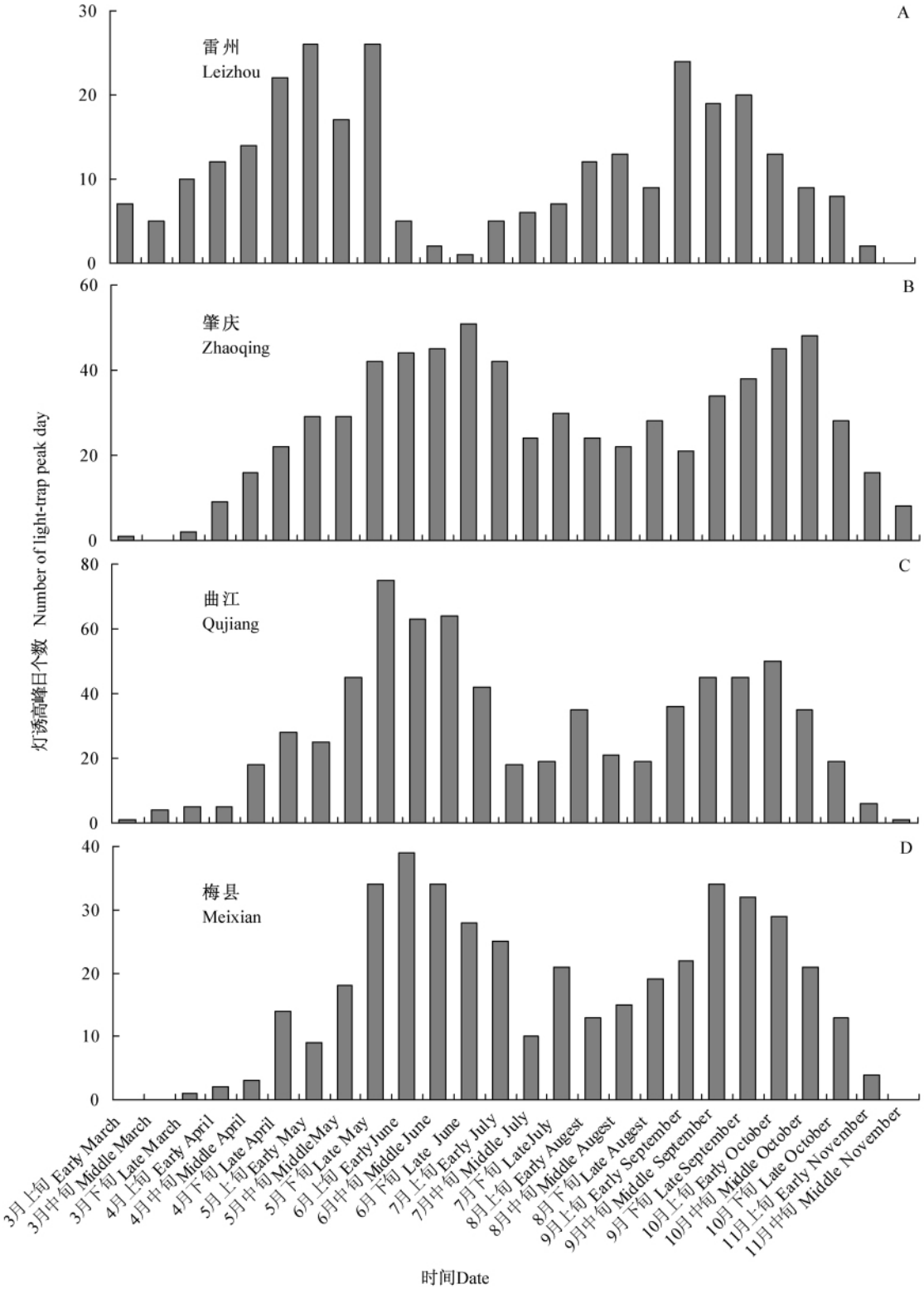

图 1 广东省白背飞虱逐旬灯诱高峰日个数

Fig. 1 The immigration peak days of WBPH in Guangdong Province based on the light-trap catches in every ten-days during 1977—2009

N 之间,少数分布在 18°N 以南地区;6 月虫源地继续北移,主要分布在两广南部,位于 21°N ~23°N 之间(图 2: C)。

梅县位于粤东北,北临福建,是广东白背飞虱发生偏迟的地区。3 月白背飞虱迁入峰极少波及到该地区,因此只对 4—6 月上旬出现的白背飞虱早期迁入峰次进行轨迹分析。结果表明,4 月梅县白背飞虱的虫源地主要分布在越南中部、老挝中部和万象平原稻区,位于 16°N ~19°N 之间,但数量很少;5 月虫源地主要分布在海南稻区及两广南部稻区,少部分来自越南北部,位于 18°N ~23°N 之间; 6 月虫源地主要分布在广东中南部,位于 22°N ~24°N 之间(图 2: D)。

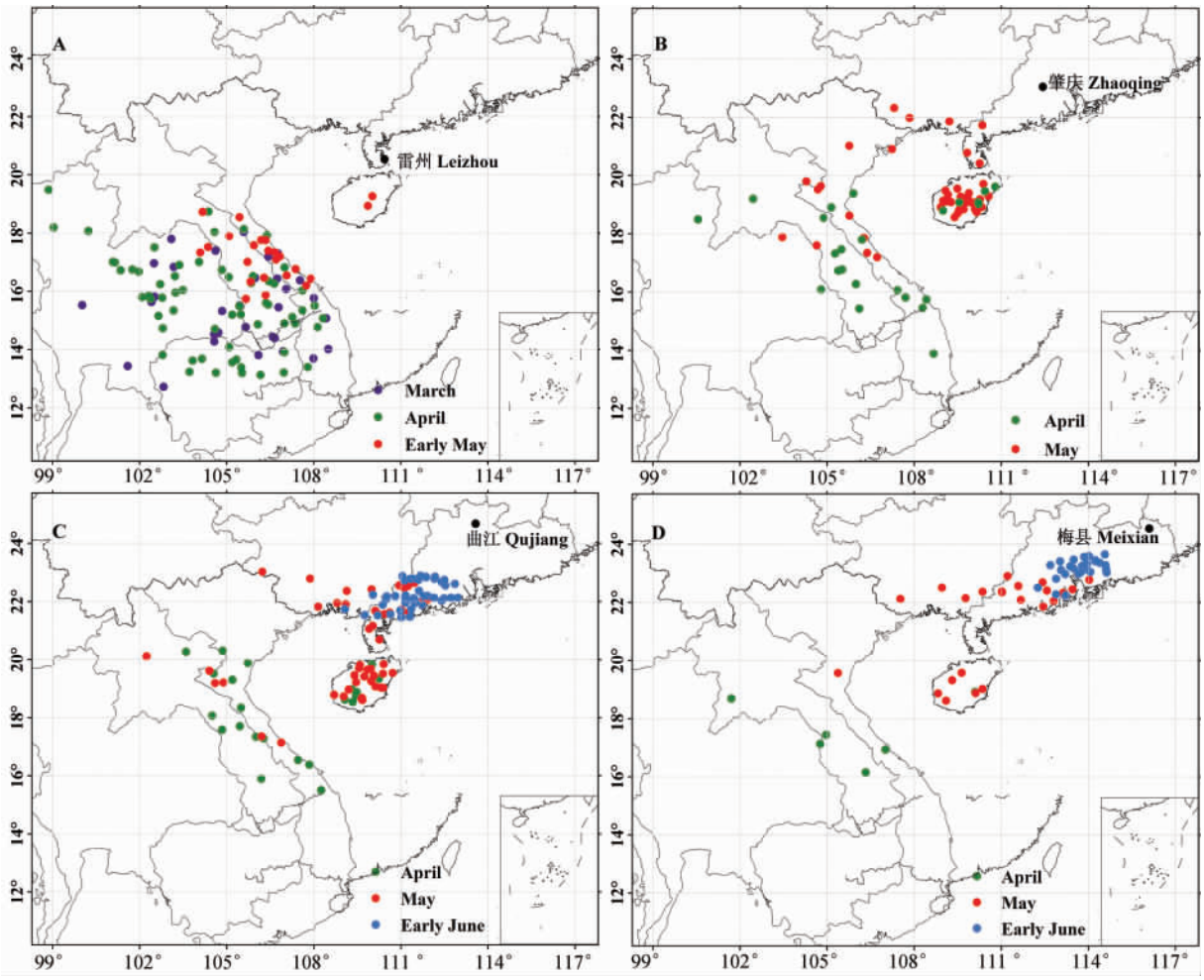

图 2　广东省白背飞虱早期迁入种群的虫源地分布

Fig. 2　The distribution of source area of early immigration of WBPH in Leizhou (A), Zhaoqing (B), Qujiang (C) and Meixian (D) of Guangdong Province

综上所述,广东省白背飞虱早期迁入的虫源地主要分布在越南中北部、老挝中南部、海南以及两广南部稻区,极少部分分布在柬埔寨北部、泰国北部和东北部等地,且白背飞虱早期迁入虫源地的时空分布存在季节性演替,随着时间的推移,虫源地的分布逐渐由南向北偏移。

3　讨论

雷州半岛(雷州)、粤西(肇庆)、粤北(曲江)、粤东北(梅县)分别代表了广东省不同的水稻种植区,其中雷州代表了雷州半岛一带的台地,肇庆代表了粤西地区的丘陵盆地,曲江代表了粤北南岭以南地区的丘陵盆地,梅县代表了粤东北的丘陵

盆地(包华理等,1996)。本研究统计各地区逐旬灯诱峰次,认为曲江、肇庆两地白背飞虱灯诱高峰日数明显高于其它地区,一定程度上也说明降虫频率高于其他地区。分析其所处的地理环境可知,曲江地处南岭以南,地势北高南低,由于迎风坡地形的收缩抬升,夏季风北上时易引起大气辐合上升而导致降水,这对从西南方向迁飞而来的白背飞虱虫源的降落十分有利(陈忠诚等,1996);而肇庆地处西江丘陵盆地稻区,地势基本向北倾斜,西部、南部属云开大山山地,东部属大云雾山山地,中部及北部为罗定盆地,天露山东南的山地及大云雾山延伸形成新兴盆地,这种特殊地形产生一种昼夜方向相反的升降环流,迫使迁入的白背飞虱在盆地边缘一定位置降落(陈忠诚等,1996)。可见,地形因素是曲江、肇庆两地成为广东白背飞虱早期迁入虫源的主降区的重要原因。

本研究表明,广东省白背飞虱早期迁入的虫源地主要分布在越南中北部、老挝中南部、海南及两广南部,这和沈慧梅等(2010)提出的我国早期稻飞虱迁入种群的虫源地分布范围基本吻合。巫国瑞等(1997)提出我国境外主迁虫源直接来自越南北部红河三角洲稻区,齐国君等(2010)也证明越南北方稻区是我国褐飞虱主迁入峰期(5月中下旬)的重要虫源地;但本研究却表明,越南北部红河三角洲稻区与广东各地虫源关系不大,仅有极少数的轨迹终点落在越南北部。从地理位置和高空风向来看,越南北部与广东南部沿海地区基本处于同纬度,而根据850 hPa高空风的风向统计结果,红河三角洲地区3月盛行风向为西南风,4、5月份的盛行风向为南风(沈慧梅,2010),可见,越南北部稻区高空的气流走向是不会将白背飞虱虫源运送至广东各地区的。

广东省白背飞虱早期迁入的虫源地分布存在季节性的差异,一般虫源地早期偏南,后期偏北。以梅县为例,4月白背飞虱的虫源地主要分布在越南、老挝中北部(16°~19°N),5月虫源地主要分布在海南稻区及两广南部稻区(18°~23°N),6月虫源地主要分布在广东中南部(22°~24°N),虫源地的分布随时间由南向北依次推移。这种不同时期虫源地的差异主要是由于虫源地水稻种植制度的差异所引起(齐国君等,2010),水稻生育期是影响白背飞虱长翅型成虫发生数量和迁出的主要因素,当水稻处于生育后期,白背飞虱出现生殖滞育的个体可占80%以上(刘芹轩等,1982),可以提供大量的迁出虫源。以越南稻飞虱虫源地为例,越南地处中南半岛东侧,南北气候及水稻栽培情况差异很大(吕荣华等,2004),与广东白背飞虱早期迁入虫源关系最密切的就是越南中部的冬春稻,大致位于14°~20°N之间,越南中部稻区冬春稻一般在3—4月收割,而20°N以北稻区的冬春稻12月和翌年1月播种,5—6月份收割,冬春稻栽种和收获季节一般随纬度增加而延后。一般而言,越南中北部稻区3—5月正值白背飞虱发生高峰,存在可以提供虫源的白背飞虱长翅型成虫(But,1992,齐国君等,2010)。因此,越南中北部稻区冬春稻的收获季节可相差1~2个月,从而形成了广东地区白背飞虱早期迁入的虫源地逐渐由南向北偏移的现象。

以上研究仅根据轨迹分析平台对白背飞虱的境外虫源地进行研究,虽然加入了起飞节律、飞行高度、迁飞能力、地理地貌等生物学、地理学及天气学参数的设置和约束筛选出了有效地虫源地范围,但还需根据境外虫源地的水稻种植及虫情等的实测情况对虫源地分布的可靠性做进一步的验证。

参考文献(References)

包华理,陈忠诚,杨丽梅,陈怀仰,赖真如,邹寿发,黄健民,1996. 广东省稻飞虱发生区划及防治策略. 广东农业科学,4:8—11.

But VI,1992. 褐稻虱在越南的发生和迁飞. 植物医生,5(3):17—18.

陈晓,翟保平,2006. 关于湄公河三角洲褐飞虱种群对我国影响的探讨. 江苏省昆虫学会,昆虫学会通讯,2006—06,水稻两迁害虫研讨会论文集,28—30.

陈玉托,钟宝玉,赖信红,2011. 广东稻飞虱量化测报技术初探. 中国植保导刊,31(1):32—34.

陈忠诚,包华理,杨丽梅,赖真如,邹寿发,黄健民,1996. 广东省稻飞虱降落分布规律初步研究. 广东农业科学,2:2—5.

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—81.

邓望喜,许克进,荣秀兰,许甲柱,1980. 飞机网捕褐稻虱及白背飞虱的研究初报. 昆虫知识,17(3):97—102.

封传红,翟保平,张孝羲,汤金仪,2002. 我国低空急流的时空分布与稻飞虱北迁. 生态学报,22(4):559—565.

胡国文,谢明霞,汪毓才,1988. 对我国白背飞虱的区划意

见. 昆虫学报,31 (1):42—48.

华红霞,邓望喜,李儒海,2003. 长江中游稻区夏季飞机航捕迁入白背飞虱的轨迹分析. 华中农业大学学报,22 (4):325—330.

黄邦侃,罗肖南,卓文禧,1985. 白背飞虱种群数量变动的自然因素初步探讨. 昆虫知识,22 (2):49—51.

黄次伟,冯炳灿,1991. 水稻生育期对白背飞虱种群增长的影响. 浙江农业学报,3 (1):9—13.

李青,罗善昱,师翱翔,韦素美,黄凤宽,1994. 我国褐稻虱生物型研究. 西南农业学报,7 (3):89—96.

刘芹轩,吕万明,张桂芬,1982. 白背飞虱的生物学和生态学研究. 中国农业科学,15 (3):59—65.

刘芹轩,张桂芬,1984. 白背飞虱飞翔活动的研究. 昆虫知识,21 (6):241—243.

吕荣华,周行,梁朝旭,卢焜光,2004. 越南水稻的栽培概况. 广西农业科学,35 (2):102—103.

Otuka A, Dudhia J, Watanabe T, Furunot A, 2005. A new trajectory analysis method for migratory planthoppers, *Sogatella furcifera* (Horváth) (Homoptera: Delphacidae) and *Nilaparvata lugens* (Stål), using an advanced weather forecast model. *Agricultural and Forest Entomology*, 7 (1):1—9.

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. 白背飞虱迁飞规律初步研究. 中国农业科学,5 (3):25—30.

沈慧梅,2010. 我国褐飞虱与白背飞虱的境外虫源研究. 博士学位论文. 南京: 南京农业大学.

汪毓才,胡国文,谢明霞,1982. 我国白背飞虱和褐稻虱迁飞途径的气流分析. 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,2004. 昆虫行为研究中日长的计算. 昆虫知识,41 (2):178—184.

翟保平,张孝羲,程遐年,1997. 昆虫迁飞行为的参数化Ⅰ. 行为分析. 生态学报,17 (1):7—17.

翟保平, 周国辉, 陶小荣, 陈晓, 沈慧梅, 2011. 稻飞虱暴发与南方水稻黑条矮缩病流行的宏观规律和微观机制. 应用昆虫学报, 48(3):480—487.

周国辉,温锦君,蔡德江,李鹏,许东林,张曙光,2008. 呼肠孤病毒科斐济病毒属一新种: 南方水稻黑条矮缩病毒. 科学通报,58 (20):2500—2508.

朱绍先,邬楚中,1982. 广东省褐稻虱越冬调查小结. 昆虫知识,19 (2):3—5.

朱绍先,邬楚中,杜景祐,黄秀清,帅应恒,洪福来,1979. 褐稻虱迁飞规律研究的总结报告. 广东农业科学,3:22—24.

2008 年桂北地区稻飞虱特大迁入事件分析*

齐国君[1,2] 谢茂昌[3] 梁载林[4] 张孝羲[1] 程遐年[1] 翟保平[1]**

(1. 南京农业大学植物保护学院 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. 广东省农业科学院植物保护研究所 广州 510640; 3. 广西壮族自治区植保总站 南宁 530022;
4. 永福县植保站 永福 541800)

摘 要 2008 年 5 月下旬—6 月中旬,桂北地区出现了褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 和白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth) 特大迁入峰,单晚单灯虫量超百万。如此大量的迁入虫源究竟来自何方?利用 HYSPLIT 轨迹分析平台、地理信息系统 ArcGIS 和气象图形软件 GrADS,对稻飞虱的特大迁入峰及其大气背景场的个例分析表明:(1)西南方向的低空急流为广西稻飞虱大规模迁入提供了运载气流,降雨是迫使稻飞虱集中降落的主要原因;(2)5 月下旬,虫源地主要分布在越南北部地区(20°~22°N),6 月上旬,虫源地主要分布在越南东北部地区(21°~23°N),6 月中旬桂西北地区大规模迁入的虫源地位于越南东北部、广西西南部,桂东北虫源地分布在广西东南部;(3)虫源地的空间分布和虫源基数的差异直接导致了 6 月中旬桂东北和桂西北地区降虫量的巨大差异。

关键词 稻飞虱,虫源性质,轨迹分析,虫源地

Anylysis of the unusual immigration of rice planthoppers in northern Guangxi in 2008

QI Guo-Jun[1,2] XIE Mao-Chang[3] LIANG Zai-Lin[4] ZHANG Xiao-Xi[1]
CHENG Xia-Nian[1] ZHAI Bao-Ping[1]**

(1. College of Plant Protection, 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 Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 3. Plant Protection Station of Guangxi Municipality, Nanning 530022, China; 4. Yongfu Plant Protection Station, Yongfu 541800, China)

Abstract A huge immigration peak (more than one million captures in a single light trap in one night) of rice planthoppers (RPH), including the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) and the white backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horváth) occurred in northern Guangxi Municipality from late May to mid June 2008. Where did these insects come from? The RPH immigration process and the atmospheric conditions that influenced the insects' settlement process were analyzed with HYSPLIT, a trajectory analysis software that simulates migration trajectories, GIS (Geographic Information System) and GrADS (Grid Analysis and Display System). The results were as follows: (1) Airborne RPH populations were carried by a strong, low-level, southwest jet-stream and the mass migration into Guangxi was caused by extensive heavy rainfall in northern Guangxi during late May to mid June. (2) Most of the immigrants were tracked to northern Vietnam (20° – 22°N) in late May, and to northeastern Vietnam (21° – 23°N) in early June. The mass immigration of RPH into north-western Guangxi during mid June was found to have originated in northeastern Vietnam and southwestern Guangxi, but the insects that migrated to northeastern Guangxi at the same time came from southeastern Guangxi. (3) The significant difference in number of migrants between northwestern and northeastern Guangxi was caused by variation in spatial distribution and population density in their respective source areas.

Key words rice planthoppers, population characteristics, trajectory analysis, insect source area

---

* 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项目(nycytx – 001)。
**通讯作者,E-mail: bpzhai@njau.edu.cn
收稿日期:2011-08-22,接受日期:2011-08-25