应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2018, 55(3): 329–337. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2018.044

水稻害虫专栏

云南勐海早稻白背飞虱种群动态及虫源地分析*

田维逵[2**] 李朝疆[4] 吴 俨[1,3***]

（1. 贵阳学院，贵州省山地珍稀动物与经济昆虫重点实验室，贵阳 550005；2. 云南省勐海县植保植检站，勐海 666200；
3. 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；
4. 西双版纳傣族自治州植保植检站，景洪 666100）

摘 要 **【目的】** 白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth)是勐海稻区重要的迁飞性害虫，对当地水稻的生产造成严重威胁。本试验旨在研究勐海早稻白背飞虱种群发生动态与虫源地位置，明确迁飞种群发生规律，为实施害虫的异地预测预报提供科学依据。**【方法】** 利用 HYSPLIT 轨迹分析模型和 GrADS 软件，分析 2000-2016 年灯诱峰期迁入种群的虫源地分布和气象背景情况；通过田间系统调查和雌成虫卵巢系统解剖，研究 2013 年勐海稻区白背飞虱的种群动态以及各发生世代的虫源性质。**【结果】** 勐海稻区 4 月的虫源地主要集中在缅甸中部，部分来自于缅甸南部和金三角地区，5 月的虫源地集中在缅甸东部，泰国、老挝、越南的北部也能提供部分虫源；灯诱峰期的天气背景主要为风切变、下沉气流、低温屏障和降水；第 2 代白背飞虱为危害勐海早稻的主害代，时间为 4 月中旬至 5 月中旬。**【结论】** 明确了勐海早稻迁入种群的虫源地分布及主害代发生时期，为白背飞虱在当地的防治和异地预测预报提供了技术支撑。

关键词 白背飞虱，虫源地，卵巢解剖，发生动态，种群性质

Population dynamics and source areas of the white-backed planthopper *Sogatella furcifera* (Horváth) in Menghai,Yunnan province

TIAN Wei-Kui[2**] LI Chao-Jiang[4] WU Yan[1,3***]

(1. Guizhou Provincial Key Laboratory for Rare Animal and Economic Insect of the Mountainous Region, Guiyang University, Guiyang 550005, China; 2. Menghai Plant Protection and Quarantine Station, Menghai 666200, China;
3. 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;
4. Xishuangbanna Plant Protection and Quarantine Station, Jinghong 666100, China)

Abstract **[Objectives]** The white-backed planthopper (WBPH, *Sogatella furcifera* (Horváth)) is an important migratory pest in the Menghai rice-growing region where it poses a major threat to rice production. To clarify factors affecting the abundance of the migratory population, and thereby provide a scientific basis for forecasting outbreaks, we investigated the population dynamics of the Menghai WBPH population and identified its source areas. **[Methods]** The NOAA ARL HYSPLIT model and GrADS and meteorological baseline data collected during peak light trapping periods from 2000 to 2016 were used to identify source areas of the immigrant population. Systematic field investigations and dissection of the ovaries of adult females were used to investigate the population dynamics and characteristics of different generations of WBPH at Menghai in 2013. **[Results]** Most Menghai WBPH come from central Myanmar with a minority of immigrants coming from south Myanmar and the Golden Triangle in April. In May, most Menghai WBPH come from eastern Myanmar with some from

*资助项目 Supported projects：贵州省教育厅青年科技人才成长项目(KY[2017]246)；国家自然科学基金 NSFC-云南联合基金项目（U1202266）

**第一作者 First author，E-mail：1993926005@qq.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：15150535703@163.com

收稿日期 Received：2018-01-22，接受日期 Accepted：2018-04-09

northern Thailand, Laos and Vietnam. The usual weather conditions associated with peak light-trap captures are wind shear, downward air-flow, a low temperature barrier and precipitation. The generation that causes the most damage to early rice crops in Menghai is the second-generation which occurs from mid-April to mid-May. **[Conclusion]** The results of this study identify the source of early WBPH immigrants and the generation that does the most damage to rice crops. This provides a scientific basis to support local prevention and forecasting in different areas affected by this pest.

Key words *Sogatella furcifera*, source area, ovarian anatomy, population dynamic, population characteristics

白背飞虱 *Sogatella furcifera*（Horváth）（WBPH）是云南省水稻生产上重要的迁飞性害虫之一，也是云南水稻上常年的优势种群，它的大规模集中降落不仅可以直接落地成灾，还可以传播水稻南方黑条矮缩病毒（Southern rice black-streaked dwarf virus, SRBSDV）（程遐年和王海扣，1996；郭荣等，2010；周国辉等，2010；曹杨等，2011；Wu *et al*.，2011a）。云南地处低纬高原，不仅受南海和孟加拉湾两个热带海洋热源和水汽源的共同影响，同时还受到印度季风和东亚夏季风及中高纬度天气系统的交叉影响（党建涛，2007；Wu *et al*.，2011b），与此同时特殊的地形地貌导致了在不同海拔高度垂直气候的差异显著。独特的地理气候条件形成了云南不同于我国东部所处东亚迁飞场的昆虫迁飞环境。白背飞虱作为小型风载昆虫随风迁移，复杂的山地气候与地形条件使得研究白背飞虱在云南的迁飞规律与虫源地位置比东部地区更加困难。

滇南、滇西南是中南半岛境外虫源迁入我国的第一站（四川、贵州、云南三省稻飞虱科研协作组，1982；杨家鸾等，1982；刘玉彬等，1991）。而勐海县正位于云南省西南部，与缅甸接壤。境内山峰、丘陵、平坝相互交错，地势西北高、东南低，四周高峻，中部平缓，海拔跨度大。勐海水稻种植面积分散，主要分布在河谷中的坝子上。作为白背飞虱迁入和迁出的中转站，既是中南半岛白背飞虱虫源春季最早迁入云南的第一站，也是云南中、北部稻区虫源的主要迁出地，其早期迁入量的多少和田间种群动态的变化与云南中、北部乃至整个西南稻区白背飞虱发生程度密切相关。勐海县植保植检站通过多年的越冬调查也发现勐海地区在有再生稻苗和落粒自生苗的地方有少量越冬虫源，但不能构成主害代虫源，主要虫源来自于外迁种群。

勐海植保植检站多年来对于白背飞虱的系统监测虽没有间断，但对其迁飞规律和虫源地的探索仍缺乏深入研究，这为害虫的防治带来了很大的不便。为此，2013 年勐海植保植检站在云南省农科院农业环境资源研究所和南京农业植物保护学院相关专家的指导下通过设立系统田进行系统调查并解剖长翅型雌虫卵巢，对勐海早稻田白背飞虱种群动态及虫源性质进行系统研究，并结合本站 2000-2016 年逐日灯诱数据并通过轨迹模拟和气象学分析（Otuka *et al*.，2008，2009），明确勐海白背飞虱田间的种群变化和虫源地分布。对白背飞虱的异地监测和保障农业生产安全具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 虫情及气象资料

虫情资料：2000-2016 年灯诱数据为勐海植保植检站运用佳多测报灯进行逐日灯诱所得，其中 2013 年灯诱及田间数据为南京农业大学信息生态实验室研究生蹲点系统调查所得。

气象资料：风温场资料为美国国家环境预报中心（NCEP）和国家大气研究中心(NCAR)的全球再分析数据（6 h 一次，1°×1°）（http://rda.ucar.edu）。降水资料采用国家气象科学数据共享服务网提供的实时日降水产品（http://cdc.nmic.cn）。数据通过 GrADS 软件转化为可视化图像。

1.2 系统田设置

根据当年勐海地区早稻种植的时间，在勐混镇定点选取一块水稻试验观测圃为系统调查田，所选稻田肥力中等、按常规栽培措施管理，整个生长期内不使用农药防治病虫害。并选择当年当

地种植量最大的水稻品种进行种植。系统田块 2 月 10 日播种，3 月上旬完成移栽，7 月中旬完成收割。

1.3　田间调查与卵巢解剖

田间系统调查使用标准白瓷盘，采用随机多点盘拍法调查（全国褐飞虱科研协作组，1980），3 月底开始、6 月底结束，每隔 3 d 一次，分别记录各虫态数量，并折算成百丛虫量，同时记录水稻的生育期。系统调查时用吸虫管随机吸取 30 头以上白背飞虱长翅型雌虫进行解剖，记录卵巢发育级别，作为田间种群虫源性质的判据。卵巢分级参照全国白背飞虱科研协作组（1981）提出的分级标准。并根据实际情况，制定如下白背飞虱种群世代虫源性质划分标准（表 1）。

1.4　轨迹分析与参数设置

轨迹分析软件采用美国国家大气与海洋局（NOAA）和澳大利亚国家气象局（ABM）共同开发的大气质点轨迹分析平台 HYSPLIT 进行在线模拟。模型所使用的数据为 NCEP 再分析格点数据，经纬网格为 2.5° × 2.5°（http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.Php）。

利用 Visual Foxpro 软件将回推轨迹的终点组建数据库，并采用 ArcGIS 地理信息系统对各虫源区的概率进行 Spline 插值运算。

参数设置：（1）白背飞虱是顺风迁移的（邓望喜，1981）；（2）白背飞虱在日出前或日落后 1 h 内起飞（翟保平等，1997；翟保平，2004）；（3）迁飞高度根据季节和各高度层温度不同而设，春、秋季白背飞虱的迁飞高度为 1 000–1 500 m，飞行低温阈限为 16.5 ℃。勐海县勐混镇的平均海拔在 1 000 m 以上，天气学背景分析时主要分析 800 hPa 这个高度层，设定轨迹起始高度为距地面 200、500 和 800 m；（4）设定高峰日灯诱的白背飞虱在开灯后至翌日关灯前的时间段内降落，回推轨迹以降虫区为起点，以降虫峰日作为回推起始日期，以此时间段内整点时刻为起始时刻，每隔 1 h 回推一次。勐海县 4-5 月份的日出、日落时刻分别为北京时间 6:00、19:00，转化为 UTC 时间分别为 22:00、11:00，选定 12:00 至 22:00（UTC 时间）间的整点时刻（包括 12:00 和 22:00）为回推轨迹的起始时刻（封传红等，2002；刁永刚等，2012）；（5）最长续航时间取 36 h（沈慧梅等，2011）。

有效轨迹判定标准：回推轨迹的起始时间与终止时间必须符合白背飞虱的起飞或降落的时间节律特性（罗举等，2011），回推轨迹终点处必须是具有适宜生育期即生长中后期的水稻种植区，且当地稻田存在大量正值迁出期的长翅型白背飞虱（刁永刚等，2011；杨帆等，2011）。按以上标准剔除不合理轨迹后得到有效轨迹。

表 1　白背飞虱卵巢解剖判别虫源性质划分标准

Table 1　The classification of population characteristics of WBPH

类型 Type	虫源性质 Popultion characteristics	卵巢发育程度（%）Ovarian development grades (%)	
		Ⅰ-Ⅱ	Ⅲ-Ⅴ
A	基本迁入型 Mostly immigration	<20	>80
B	迁出为主，部分滞留或部分迁入型 Mainly emigration, and a few immigration	60–80	20–40
C	基本迁出型 Mostly emigration	>80	<20

2　结果与分析

2.1　勐海稻区白背飞虱虫源地分析

通过分析勐海地区 4-5 月的虫源地分布得出，从 2000 年到 2016 年，4 月的虫源地主要集中在缅甸中部，部分来自于缅甸南部和金三角地区；5 月虫源地主要集中在缅甸东部地区，这时缅甸南部、泰国北部、老挝北部和越南北部也能提供部分虫源，且年际间虫源地位置差异不大，虫源地区域相对固定（图 1）。通过统计勐海 2000-2016 年间 4-5 月 800 hPa 上空的风向频次和风速可知（图 2），这段时期均以西风 W 和西

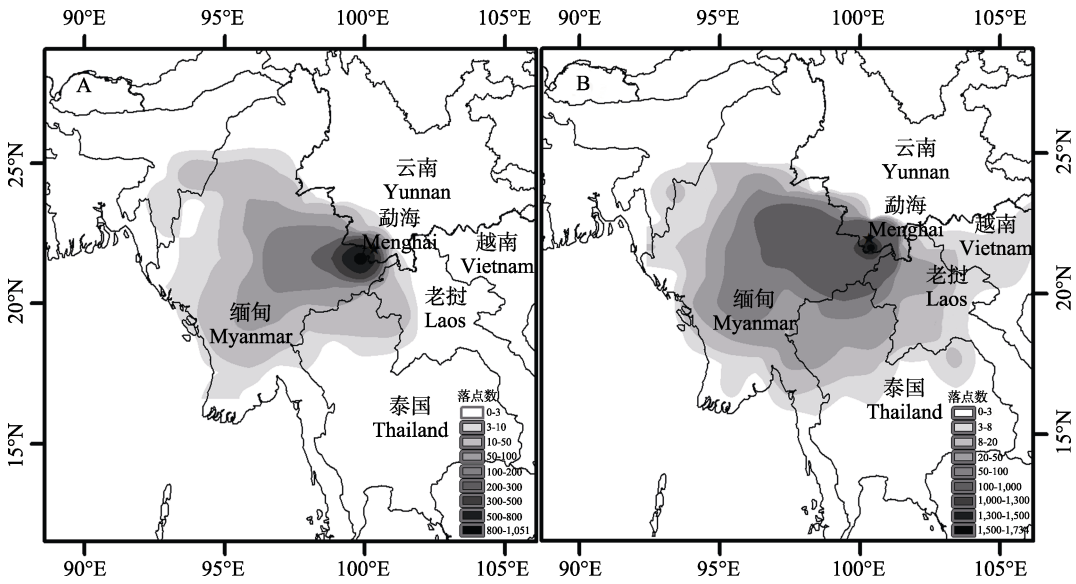

图 1 2000-2016 年 4 月（A）和 5 月（B）勐海地区白背飞虱虫源地分布

Fig. 1 The distribution of source area of immigrating WBPH in Menghai from April (A) to May (B), 2000-2016

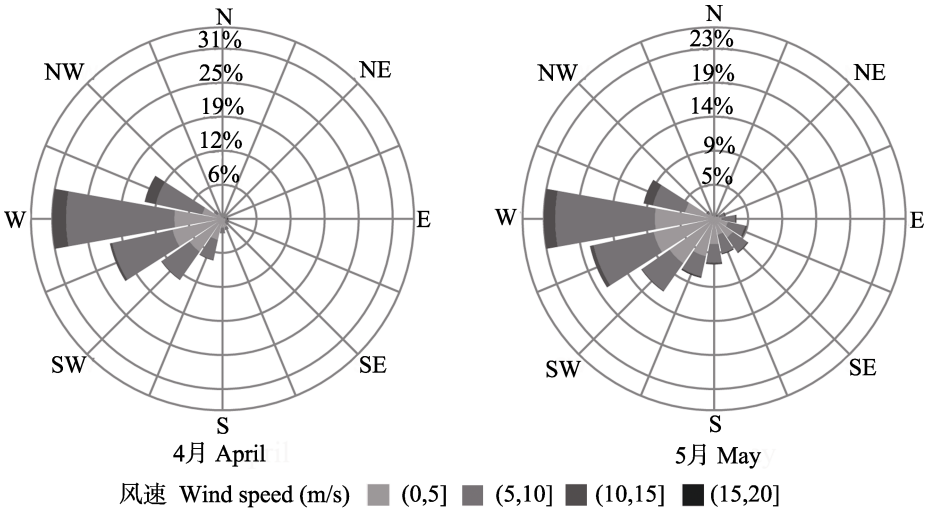

图 2 2000-2016 年 4-5 月勐海地区 800 hPa 上空风速和风向频次

Fig. 2 Wind speed and frequency of wind directions at 800 hPa in Menghai from Apr to May, 2000 to 2016

南风 SW 为主，而且风速都集中在 5-10 m/s，这样的天气背景极易运载白背飞虱远距离迁移，进一步说明了缅甸是勐海地区的主要虫源地。

2.2 勐海稻区白背飞虱灯诱峰期气象背景分析

分析勐海早稻种植时期白背飞虱灯诱高峰期的气象背景可知，风切变、下沉气流、低温屏障以及降水是造成空中种群集中降落的主要气象因子。其中灯诱峰期出现风切变和降水这两种天气的次数最多，而低温屏障主要出现在 3 月底至 4 月中上旬，随着气温的上升温度不再是影响种群降落的因素（表 2）。

2.3 2013 年勐海早稻白背飞虱灯诱虫情及灯下雌成虫卵巢解剖分析

灯诱结果表明（图 3），2013 年 3 月灯下虫量极少，4 月 11 日至 14 日出现第一个灯诱高峰，4 月底至 5 月初为主迁峰，整个 5 月至 6 月中上旬灯诱虫量均较高。具体虫源性质下面结合灯下虫卵巢解剖来定。灯诱第 2 代白背飞虱 4 月 25 日至 4 月 29 日 Ⅰ 级平均比例为 50.60%，Ⅱ 级平均比例为 29.40%，Ⅲ-Ⅴ 级平均比例为 20.00%，

表 2　2000-2016 年勐海早稻白背飞虱主要迁入峰期影响其降落的气象因子频次

Table 2　The frequency of meteorological factors in the major immigration peaks of WBPH in Menghai from 2000 to 2016

年份 Year	降落因子 Landing factor			
	风切变 Wind shear	下沉气流 Downdraft	低温屏障 Low temperature barrier	降水 Precipitation
2000	6	1	2	4
2001	5	2	1	5
2002	5	1	2	4
2003	4	2	2	5
2004	7	3	2	5
2005	5	0	1	5
2006	4	1	1	6
2007	6	1	1	4
2008	5	1	0	4
2009	6	2	1	7
2010	7	1	1	6
2011	6	2	2	4
2012	6	1	4	8
2013	5	1	2	3
2014	6	0	1	5
2015	4	1	0	3
2016	6	2	2	4

表中数字表示灯诱峰期出现对应气象因子的次数。

The number in table shows the frequency of meteorological factors bringing out immigration peaks of WBPH.

为既有迁入也有迁出种群特征（表 3）；第 2 代白背飞虱 4 月 30 日至 5 月 3 日Ⅲ-Ⅴ级平均比例为 84.00%，为迁入种群特征；第 2 代白背飞虱 5 月 4 日至 5 月 19 日Ⅰ级平均比例为 80.77%，为迁出种群特征；第 3 代白背飞虱 5 月 20 日至 6 月 15 日Ⅰ级平均比例为 81.54%，为迁出种群特征；第 4 代白背飞虱 6 月 15 日至 6 月 25 日Ⅰ级平均比例为 91.12%，为迁出种群特征。因此，2013 年 5 月初之前大多数种群为迁入虫源，且主迁入峰在 4 月底至 5 月初，之后本地种群以迁出为主。

2.4　2013 年勐海早稻白背飞虱田间种群动态分析

2013 年 3-6 月系统的调查了云南勐海地区早稻田白背飞虱田间种群动态（图 4）。白背飞虱在勐海的早期迁入量不大，3 月 17 日灯诱出现一个 31 头的小高峰。4 月 2 日第一次系统查田，田间种群密度百丛虫量仅 23 头。5 月上旬白背飞虱长翅型成虫出现第一个羽化高峰，成虫大量迁出，由于田间虫量较大，仍有部分若虫滞留田中。5 月底至 6 月初白背飞虱长翅型成虫出现第二个羽化高峰，此时早稻进入抽穗期，食料条件恶化，主害代羽化出的第 4 代虫源多数外

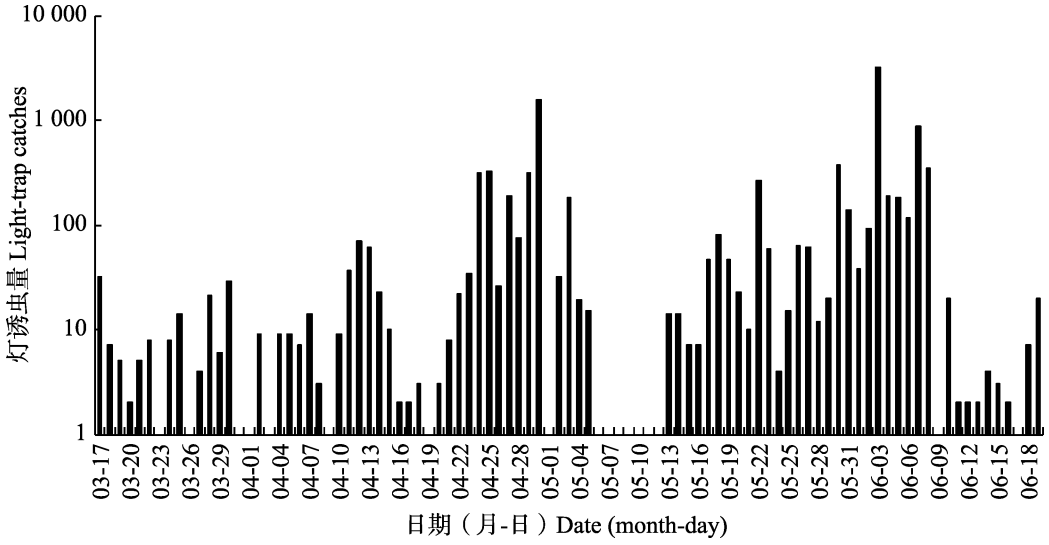

图 3　2013 年勐海县白背飞虱灯诱数据

Fig. 3　Light-trap catches of WBPH in Menghai, 2013

纵坐标所示虫量为其对数值。下图同。

The Y-values are in a log scale. The same below.

表 3　2013 年勐海县灯诱白背飞虱各发生世代卵巢发育程度

Table 3　The ovarian development of WBPH for each generation to light-trap catches in 2013, Menghai

代别 Generation	日期 Date	卵巢发育程度（%） Ovarian development grades (%)			虫源性质 Popultion characteristics
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ-Ⅴ	
第 2 代 2nd generation	4/25-4/29	50.60	29.40	20.00	既有迁入也有迁出 Immigration and emigration
	4/30-5/03	12.00	4.00	84.00	迁入 Immigration
	5/04-5/19	80.77	19.23	0.00	迁出 Emigration
第 3 代 3rd generation	5/20-6/15	81.54	17.23	1.23	迁出 Emigration
第 4 代 4th generation	6/15-6/25	91.12	8.88	0.00	迁出 Emigration

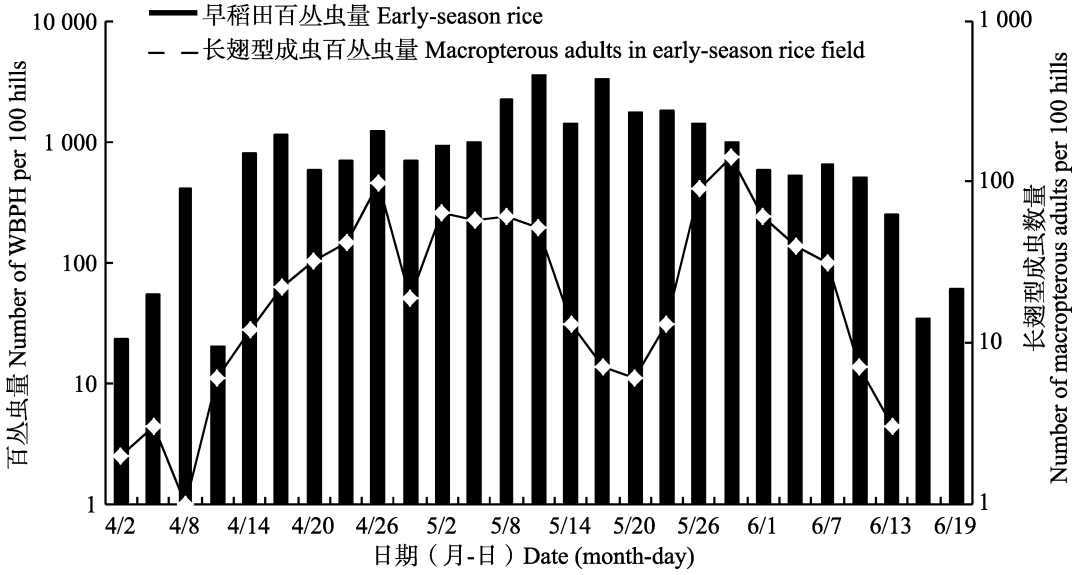

图 4　2013 年勐海县早稻田白背飞虱田间种群动态

Fig. 4　Population dynamics of WBPH in early-season rice field

迁，种群密度迅速降低，部分滞留危害的白背飞虱向正值分蘖盛期的中稻田大量转移。因此，白背飞虱在早稻田的种群动态变化是：4 月上、中旬种群数量呈显著上升趋势，4 月中旬虫量达第 1 个高峰，4 月中旬至 5 月中旬虫量继续上升，5 月中旬达到田间虫量最高峰。6 月上旬田间长翅型成虫盛发，之后种群密度迅速降低。在 4 月 5 日至 5 月 5 日之间每 3 d 系统调查一次，田间种群密度都在每百丛 1 000 头左右，田间虫量相对较少。5 月中旬白背飞虱田间虫量达到高峰，5 月 11 日田间种群密度达到高峰为 3 550 头/百丛，此时期正值早稻处于拔节至孕穗初期，食料条件适合白背飞虱定居繁殖。5 月 11 日为第 2 代 1 龄高峰，种群密度为 3 550 头/百丛。结合卵巢发育程度，第 2 代（4 月 30 日至 5 月 19 日）白背飞虱卵巢一级比例高达 76.4%（表 4），为迁出种群，只有少量本地繁殖。从 5 月 4 日以后的灯下虫解剖来看（表 3），白背飞虱卵巢发育一级比例在 80%以上，大部分为迁出种群。6 月 3 日为灯诱虫峰，白背飞虱 3 168 头，卵巢低级别比例 81%，充分说明此时期为迁出高峰期。因此，第 2 代白背飞虱为危害勐海早稻的主要代。6 月 15 日以后，第 4 代白背飞虱由于食料条件恶化，不适合其生存，虫量剧降，田间百丛虫量降至几十头。勐海早稻 7 月初收割，第 4 代白背飞虱基本不造成对水稻的危害。

表 4　2013 年勐海县早稻田白背飞虱各发生世代卵巢发育程度

Table 4　The ovarian development of WBPH for each generation in early-season rice fields in 2013, Menghai

代别 Generation	发生日期 Date	卵巢发育程度（%） Ovarian development grades (%)			虫源性质 Popultion characteristics	水稻生育期 Rice growthstages
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ-Ⅴ		
第 1 代 1st generation	4/5-4/19	7.87	2.81	89.32	迁入 Immigration	分蘖盛期 Active tillering stage
第 2 代 2nd generation	4/20-4/29	16.67	2.08	81.25	迁入 Immigration	拔节期 Jointing
	4/30-5/19	76.40	4.49	19.11	迁出 Emigration	拔节期 Jointing
第 3 代 3rd generation	5/20-6/15	84.84	12.30	2.86	迁出 Emigration	拔节-灌浆期 Jointing-filling stage
第 4 代 4th generation	6/15-6/25	78.50	10.05	11.45	迁出 Emigration	灌浆-乳熟期 Filling-milk stage

分析勐海田间第 1 代白背飞虱的卵巢解剖数据可知，Ⅲ-Ⅴ级的比例为 89.32%，大部分为外地迁入（表 4）。从 4 月 30 日第 2 代白背飞虱后期开始系统调查和解剖直至 6 月底水稻乳熟。第 2 代后期卵巢发育Ⅰ级平均比例为 76.40%，Ⅱ级平均比例为 4.49%，Ⅲ-Ⅴ级平均比例为 19.11%，说明本地白背飞虱都以迁出为主。第 3 代白背飞虱卵巢发育Ⅰ级平均比例为 84.84%，Ⅱ级平均比例为 12.30%，Ⅲ-Ⅴ级平均比例为 2.86%，说明当地第 3 代白背飞虱都以迁出为主。第4代白背飞虱卵巢发育Ⅰ级平均比例为78.50%，Ⅱ级平均比例为 10.05%，Ⅲ-Ⅴ级平均比例为 11.45%，说明第 4 代白背飞虱都以迁出为主。

3　讨论

近 10 年白背飞虱在云南危害严重，但之前关于云南白背飞虱的关注和研究都相对较少。全国稻飞虱科研协作组于 20 世纪七八十年代大刀阔斧的研究其迁飞规律时，也没有把云南包括在内。勐海地区位于云南西南部，与缅甸接壤，特殊的地理位置使其成为白背飞虱早期进入我国的桥头堡，同时也是秋季回迁种群的必经之地。因此摸清白背飞虱在勐海田间的种群动态变化和虫源地分布对整个云南稻区白背飞虱的发生规律研究至关重要。

白背飞虱能在勐海地区越冬。从 2005 年开始每年冬季通过对不同海拔地区的再生稻苗和落粒自生苗进行调查，都可以查到白背飞虱的成虫，但数量很少，平均仅为 3-10 头/百盘，并且与缅甸相邻的勐混镇、打洛镇发生较严重。因此造成勐海地区危害的虫源主要由外地迁入。通过分析勐海地区的虫源地可知，4-5 月白背飞虱主要来自于缅甸中部、南部和金三角地区，并且这段时期主要以强西风和西南风为主。近年来由于缅甸大兴水利，金三角地区由种植罂粟改为种植水稻，虫源地水稻种植面积增大，加之缅甸中南部旱季稻每年 4 月底左右收割，北部水稻的生育期又比勐海早一个月左右，因此这段时期有白背飞虱种群大量外迁，这使得近年来其在勐海多次暴发成灾。但由于缅甸等国家植保力量薄弱，我国获取的第一手虫情少之又少，这也加大了我国的预测预报难度，为此更应该加强国际间的合作，这样才能真正做到异地防控和源头治理。

通过对 2013 年白背飞虱的迁飞动态进行个例分析发现，勐海稻区灯下虫 5 月初之前大多数为迁入虫源，且主迁入峰在 4 月底至 5 月初，之后本地种群以迁出为主。而田间种群动态变化为 4 月上、中旬种群数量呈显著上升趋势，4 月中旬虫量达第 1 个高峰，4 月中旬至 5 月中旬虫量继续上升，5 月中旬达到田间虫量最高峰。6 月上旬田间长翅型成虫盛发，之后种群密度迅速降低。因此，第 2 代白背飞虱为危害勐海早稻的主要代，4 月中旬至 5 月中旬是田间防治的最佳时期。白背飞虱的暴发与迁入种群数量、气象条件、种植制度、田间水肥管理等密切相关，其中迁入量基数起着决定性的作用。本研究通过数值模拟的手段找到了勐海稻区的虫源地位置，并结合其田间种群动态的发生特点，基本厘清白背飞虱在

勐海早稻田的发生规律，这为实现勐海地区白背飞虱的异地预测和持续治理提供了科学依据和技术支撑。

参考文献 (References)

Cao Y, Pan F, Zhou Q, Li GH, Liu SQ, Huang ZN, Li YZ, 2011. Transmission characteristics of *Sogatella furcifera*: A vector of the Southern rice black-streaked dwarf virus. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(5): 1314–1320. [曹杨, 潘峰, 周倩, 李冠华, 刘双清, 黄志农, 李有志, 2011. 南方水稻黑条矮缩病毒介体昆虫白背飞虱的传毒特性. 应用昆虫学报, 48(5): 1314– 1320.]

Cheng XN, Wang HK, 1996. Progress in research and management of rice planthoppers in China. *Plant Protection Technology and Extension*, 16(4): 40–41. [程遐年, 王海扣, 1996. 我国稻飞虱研究与治理的进展. 植保技术与推广, 16(4): 40–41.]

Dang JT, 2007. Southwest Weather. Beijing: National Defend Industry Press. 110–111. [党建涛. 2007. 西南天气. 北京: 国防工业出版社. 110–111.]

Deng WX, 1981. A general survey on seasonal migrations of *Nilaparvata lugens* (Stål) and *Sogatella furcifera* (Horváth) (Homoptera: Delphacidae) by means of airplane collections. *Acta Phytophylaica Sinica*, 8(2): 73–82. [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): 73–82.]

Diao YG, Zhang G, Yang HB, Qu YF, Zhang XX, Zhai BP, 2011. Migratory biology of the white backed planthopper *Sogatella furcifera* (Horváth) : Case studies in Huizhou，Anhui Province. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(5): 1222–1230. [刁永刚, 张国, 杨海博, 瞿钰锋, 张孝羲, 翟保平, 2011. 白背飞虱的迁飞生物学: 安徽徽州个例分析. 应用昆虫学报, 48(5): 1222–1230.]

Diao YG, Yang HB, Qu YF, Chen X, Fang CH, Wu Y, Cheng XN, Zhang XX, Zhai BP, 2012. Analysis on population fluctuation and properties of thewhite-backedplanthopper in Huizhou in 2009. *Acta Ecologica Sinica*, 32(9): 2872–2882. [刁永刚, 杨海博, 瞿钰锋, 陈晓, 方春华, 吴颖, 程遐年, 张孝羲, 翟保平, 2012. 2009 年徽州稻区白背飞虱种群消长及虫源性质. 生态学报, 32(9): 2872–2882.]

Feng CH, Zhai BP, Zhang XX, Tang JY, 2002. Immigration of the 1991 outbreak populations of rice planthopper (*Nilaparvata lugens* and *Sogatella fercifera*) into Northern China. *Acta Ecologica Sinica*, 22(8): 1302–1314. [封传红, 翟保平, 张孝羲, 汤金仪, 2002. 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.]

Guo R, Zhou GH, Zhang SG, 2010. Occurrence regularity and control strategy of southern rice black-streak dwarf disease. *China Plant Protection*, 30(8): 17–20.[郭荣, 周国辉, 张曙光, 2010. 水稻南方黑条矮缩病发生规律及防控对策初探. 中国植保导刊, 30(8): 17–20.]

Liu YB, Yang JL, Lin L, Kong FF, 1991. Study on occurrence of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella fercifera* in Yunnan. *Entomological Knowledge*, 28(5): 257–261. [刘玉彬, 杨家鸾, 林莉, 孔凡夫, 1991. 云南白背飞虱和褐稻虱发生特点的研究. 昆虫知识, 28(5): 257–261.]

Luo J, Wang YK, Zhang XX, Zhai BP, 2011. Migratory biology of the white backed planthopper: Take-off and emigration. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(5): 1202–1212. [罗举, 汪远昆, 张孝羲, 翟保平, 2011. 白背飞虱的迁飞生物学: 起飞与迁出. 应用昆虫学报, 48(5): 1202–1212.]

Otuka A, Matsumura M, Watanabe T, Dinh TV, 2008. A migration analysis for rice planthoppers，*Sogatella furcifera*(Horváth)and *Nilaparvata lugens*(Stål) (Homoptera: Delphacidae), emigrating from northemViemamfrom April to May. *Applied Entomology & Zoology*, 43(4): 527–534.

Otllka A, Matsumura M, Watanabe T, 2009. The search for domestic migration of the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horváth) (Horvfith) (Homoptera: Delphacidae), in Japan. *Applied Entomology & Zoology*, 44(3): 379–386.

National Coordinated Research Group for White Back Planthoppers, 1981. Studies on the migration of white back planthoppers (*Sogatella furcifera* Horvath). *Scientia Agricultura Sinica*, 14(5): 25–31.[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): 25–31.]

National Coopered Network Forecast for Brown Planthoppers, 1980. The occurrence of brown planthoppers and its forecast in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 13(3): 58–64.[全国褐飞虱科研协作组, 1980. 我国褐稻虱的发生动态及预测预报. 中国农业科学, 13(3): 58–64.]

Shen HM, Zhao XQ, Yin YQ, Chen AD, Lv JP, Zhai BP, 2011. Different source areas of immigration of white-backed planthoppers *Sogatella furcifera* (Horvath) in Jiangcheng and Xichou County of Yunnan Province, China. *Zoological Research*, 32(Sppl.): 17—24.[沈慧梅, 赵雪晴, 尹艳琼, 谌爱东, 吕建平, 翟保平, 2011. 云南江城和西畴白背飞虱早期迁入虫源分析. 动物学研究, 32(增刊): 17–24.]

Scientific Research Coordinated Group for Planthoppers of Sichuan, Yunan and Guizhou Provinces, 1982. Migration and occurrence of white-backed planthoppers and brown planthoppers in Southwest China. *Journal of Plant Protection*, 9(3): 179–186. [四川、贵州、云南三省稻飞虱科研协作组, 1982. 我国西南稻区白背飞虱, 褐稻虱的迁飞和发生特点. 植物保护学报, 9(3):

179–186.]

Wu Y, Zhang G, Chen X, Li XJ, Xiong K, Cao SP, Hu YY, Lu MH, Liu WC, Hoang TA, Qi GJ, Zhai BP, 2017a. The influence of *Sogatella furcifera* (Horváth) (Hemiptera: Delphacidae) migratory events on the southern rice black-streaked dwarf virus epidemics. *Journal of Economic Entomology*, 110(3): 854–864.

Wu Y, Li XJ, Chen X, Hu G, Hu YY, Xiong K, Zhang G, Zhu J, Chen SL, Lu ML, Chen AD, Zhai BP, 2017b. The influence of the topography of the Ailao mountains on congregated landings of airborne *Sogatella furcifera* (Horváth)(Hemiptera: Delphacidae) populations. *Environmental Entomology*, 46(4): 747–756.

Yang F, Zheng DB, Zhao Y, Wang L, Xu YY, Qi GJ, Xu JF, Wu CL, Zhang XX, Cheng XN, Zhai BP, 2011. Migratory biology of the white-backed planthopper *Sogatella furcifera* (Horv á th) : Case studies in Qianshan, Anhui Province. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(5): 1231–1241. [杨帆, 郑大兵, 赵运, 王丽, 徐杨洋, 齐国君, 徐劲峰, 吴彩玲, 张孝羲, 程遐年, 翟保平, 2011. 白背飞虱的迁飞生物学: 安徽潜山个例分析. 应用昆虫学报, 48(5): 1231–1241.]

Yang JL, Liu YB, Kong FF, Lin L, 1982. Overwintering investigation of rice planthoppers. *Yunnan Agricultural Science and Technology*, (5): 31–36. [杨家鸾, 刘玉彬, 孔凡夫, 林莉, 1982. 稻飞虱越冬考察. 云南农业科技, (5): 31–36.]

Zhai BP, Zhang XX, Cheng XN, 1997. Parameterizing the migratory behavior of insects Ⅰ. Behavioural analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 1 (1): 7–17. [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.]

Zhai BP, 2004. Computing the day length for programming insect behavior. *Entomological Knowledge*, 41(2): 178–184. [翟保平, 2004. 昆虫行为研究中日长的计算. 昆虫知识, 41(2): 178–184.]

Zhou GH, Zhang SG, Zou SF, Xu ZW, Zhou ZQ, 2010. Occurrence and damage analysis of a new rice dwarf disease caused by Southern rice black-streaked dwarf virus. *Plant Protection*, 36(2): 144–146. [周国辉, 张曙光, 邹寿发, 许兆伟, 周志强, 2010. 水稻新病害南方水稻黑条矮缩病发生特点及危害趋势分析. 植物保护, 36(2): 144–146.]

****

封面介绍

山茶象 *Curculio chinensis* (Chevrolat, 1878)

山茶象 *Curculio chinensis* (Chevrolat, 1878)，又名油茶象甲、茶籽象甲，隶属于鞘翅目（Coleoptera）、象虫科（Curculionidae）。体长 6.7-8.0 mm，体壁黑色，覆盖白色和黑褐色鳞片。前胸背板两侧基部和小盾片的白色鳞片密集，鞘翅的白色鳞片排列成不规则斑点，中间之后有 1 横带，腹面完全散布白毛。喙细长，雌虫喙长几乎等于体长，触角着生于喙基部 1/3 处，雄虫喙较短，为体长的 2/3，触角着生于喙中间。山茶象在我国分布于江苏、安徽、浙江、江西、湖北、湖南、福建、广东、广西、四川、云南、贵州等地，除云南一年发生 1 代外，其他各地 2 年发生 1 代，是油茶和茶的重要害虫。照片于 2017 年 5 月 9 日拍摄于湖南省长沙市宁乡花明楼镇。

（中国科学院动物研究所 姜春燕）