

棉叶蝉 (*Empoasca biguttula* Shiraki) 迁飞的研究

陈永年, 陆荣生

(湖南农业大学植物保护系, 长沙 410128)

摘要:通过冬季田间调查和笼罩饲养、雌成虫卵巢解剖、发育积温和过冷却点等项测定,证实棉叶蝉 *Empoasca biguttula* 是迁飞性昆虫。据起飞行为和起飞日节律观察及飞翔力测定,及起飞与环境条件和虫体本身状况的关系、各地棉叶蝉始见日及突增日与天气关系的分析,得出:①棉叶蝉在湖南不能安全过冬,并基本上查明了在华南的主要越冬寄主。②起飞发生于一定季节,有一定日节律,具特定的起飞行为,在成虫幼嫩期起飞,雌成虫在羽化后第 2 天为起飞高峰日。“迁飞型”翅较长,“居留型”翅较短。光照强度、风速、温度及降雨等,对起飞有很大影响。③成虫有明显的异地同期突增现象,并与一定的天气条件相吻合。从此虫远距离迁移的天气图分析表明,其迁入天气有 2 个类型:a. 迁入 I 型:迁入地区处在冷锋(静止锋)和切变线南部,也处在槽前西南气流中;b. 迁入 II 型:迁入地区正处在脊前、槽后的偏北气流中。

关键词:棉叶蝉;迁飞;天气图

Studies on the migration of cotton leafhopper *Empoasca biguttula* (Shiraki)

CHEN Yong-Nian, LU Rong-Sheng (Department of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Cotton leafhopper, *Empoasca biguttula*, is an important pest damaging cotton and aubergine in South China. Based on the field investigation in winter and feeding experiments with *Malva crispa* in laboratory, it was found that the nymphae of the insect began to die under 10 °C and the adult moved slowly under 15 °C and lost activity under 6 °C. Neither the adult nor the nymphae could survive at 0.1 °C. For the two stages of egg and nymph, the development threshold temperatures were estimated to be 13.2 °C and 16.8 °C, and the thermal constants to be 94.3 and 69.5 day degrees, respectively. Generally, the air temperature can not exceed 16.8 °C stably till the middle or the last ten days of April in Hunan and the insect pest could not be found before that time. The adult always was the first to be observed in field in Hunan every year, which indicated that cotton leaf hopper has migrated from other places and could not over-winter safely in Hunan.

On the other hand, the insect could survive through winter in Nanning, Linshui and the suburb of Guangzhou and its main host plants in winter include cotton, *Urena labata*, *Solanum melongena*, *S. lyratum*, *Atropa belladonna* and *Hibiscus rosasinensis*, et al. In those areas such as Liuzhou and Guilin that *Solanum melongena* could not survive in winter, no cotton leafhopper could live over-winter.

The insect took off and migrated after sunset in summer and autumn. Required intensity of illumina-

基金项目:湖南省科委和湖南省棉花研究所资助项目

致谢 本文承广西农科院李青、罗善煜,桂林市气象台孙经跃热情支持,湖南[钟炳周]、马宏英、潘桐、夏胜平、肖启元、王莉君、秦冬月、黄根远、汪清武、王岳明,河南沈彩云、王月恒、周翠英、邵社英,河北毋淑琴、曹迎秋等参加田间系统调查,谨致谢忱。

收稿日期:1999-04-29 **万方数据** **日期:**1999-04-29

作者简介:陈永年(1931~),男,教授。主要从事农业害虫生态、预测研究。

tion for takeoff was 0~300 lx in summer. The takeoff threshold temperature is 17.1 °C and the insect does not take off when it was rain or the wind speed is over 1 m/s. The peak day of blastoff was on the 2nd day after adult emergence. Its blastoff behavior was similar to that of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Remarkable differences between migratory type and residential type in the mean fly times and the ratios of the length of wing to body were observed. For male and female adult of migratory type, the fly times were measured to be 238.8 and 189.8 sec, and the ratios to be 1.14 and 1.11, respectively. As for male and female adult of residential type, the fly times were 41.4 and 53.7 sec and the ratios were 0.97 and 0.98, respectively.

Fourteen observing stations were distributed from Nanning to Luannan and the insect density was investigated every two or three days in each station. It was found that the adult density increased suddenly and simultaneously in different station and satisfied the weather change. Its immigration was divided into type I, which immigration regions located in the South of the cold front (static front) and shear line, and in front of the trough of Southwest air current, and type II, which immigration regions located in front of the ridge of and in back of the trough of North side air current. In January, the 10 °C isotherm, corresponded to Fuzhou-Yongan-Quijiang-Liuzhou-Yuxi-Baoshan, was the Northernmost limit for cotton leafhopper overwintering safely in China.

Key words: *Empoasca biguttula*; migration; synoptic chart

文章编号:1000-0933(2001)05-0780-09 中图分类号:Q968.1 文献标识码:A

棉叶蝉 *Empoasca biguttula* (Shiraki) 是长江流域及西南棉区蕾铃期重要棉虫之一。吴福祯等认为此虫在黄河流域及长江流域等地以成虫在杂草中或以卵在植物枝条内过冬^[1]。但据报道,在河南安阳、湖北江陵及浙江自然条件下,不能安全过冬^[2],在华南以休眠状态的成虫在木棉上过冬^[1]。为了查明棉叶蝉的虫源性质,笔者于 1985~1988 年对该虫的越冬问题、起飞条件及迁飞与天气条件的关系等进行了研究,现将结果报告于后。

1 研究方法

1.1 越冬研究

1.1.1 冬季室外笼罩冬葵 *Malva crispa* (冬寒菜), 接入成、若虫, 定期调查其成活率。

1.1.2 田间越冬调查 4~5 月份在长沙田间网扫和调查寄主植物, 12 月份至 3 月份在南宁、广州及海南调查田间越冬虫态及越冬寄主。

1.1.3 入冬虫过冷却点测定 分别于 8 月份、11 月份对卵、若虫及成虫进行测定。测定方法采用差分热分析法^[3]。

1.1.4 用有效积温分析初始虫源性质 用高 25cm、直径 15cm 的马灯罩罩住盆栽茄株, 置于室温下, 让成虫在茄株上产卵 1d 后驱走, 记载孵化日; 用同样方法接入初孵若虫, 记载羽化日, 得出卵及若虫历期。每日 3 次记载饲养间温湿度, 求出各日平均 C, 计算该二虫态的发育起点温度及有效积温。根据各年初始虫源出现前当地各日气温记录, 用有效积温分析卵及若虫有无可能成为当地有效越冬虫态。

1.2 起飞条件研究

1.2.1 起飞日节律观察 于 1986 年 8 月 10 日在长沙田间用 8m² 的罩笼罩一块地, 笼内间栽冬葵及茄, 每隔 1~2d 从笼外棉地采带卵或若虫的棉叶接在笼内植株上, 每日于 6:00 至 21:00 每 10min 记载 1 次笼顶成虫数, 并观察其起飞行为。用照度计测量笼内光照强度, 用 QDF-3 型热球式电风速计(北京环保仪器厂产品)测量笼内风速。

1.2.2 飞翔力测定 用喷漆加香蕉水将棉叶蝉成虫胸背焊于一根垂直的昆虫针上(焊着前将虫子用乙醚麻醉), 将昆虫固定在铁支架上的泡沫塑料块上, 从虫子振翅开始一直观察到虫子死亡, 用计时秒表计时, 记载振翅时间。又用显微测微尺测量各虫的翅长与体长, 用 *t* 检验分析不同类型成虫的翅长/体长、总

飞行时间的差异显著性。

1.2.3 飞翔起始温度的测定 用直径 40cm 的保温桶作飞翔箱,桶盖为双层中空玻璃盖(用环氧树脂胶合而成),以便观察桶内被测昆虫。桶内放入碎冰块加食盐并拌匀,形成低融冰盐合晶,将试虫及校正过的水银温度计同时悬于桶内,并使温度计的感温球部与各试虫处于同一水平。温度计横置,便于读数。温度计及试虫的升降用伸出桶外的尼龙线操纵。桶内离冰层愈近,温度愈低,可得到 0~25℃ 的一系列温度条件。通过调节吊飞虫离冰层的距离,可得到各种温度下的飞翔率。由于棉叶蝉在适温时不一定飞翔,故每变换一次温度,要用暂时抖动尼龙线或晃动光源或制造噪声等法刺激虫子振翅飞翔。

1.2.4 起飞与日龄关系的观察 1987 年在南宁于夏季迁出期采集田间养虫笼罩内当天飞上笼顶的雌虫解剖,并采另一对照笼底部植株上的雌成虫解剖,对比其怀卵情况。笼罩内盆栽茄株。每笼内接高龄若虫 40 头,每日于 21:00 检查笼顶成虫数并取出,与对照笼内植株上的雌虫同时解剖,以考察起飞与成虫日龄的关系。

1.3 迁飞与天气关系

循着春夏西南气流的走向,在我国东半部每隔 1~3 个纬度设立观察点,各点分别为广西南宁(22°49'N)、湖南冷水滩(26°14'N)、宁远(25°36'N)、衡阳(26°56'N)、衡山(27°14'N)、长沙(28°12'N)、常德(28°55'N)、岳阳(29°23'N)、石门(29°36'N)、河南信阳(32°07'N)、清丰(35°42'N)、安阳(36°07'N)、河北丰润(39°38'N)、滦南(39°50'N)。各点按统一方法每隔 2~3d 调查棉叶蝉田间成虫、高龄若虫、低龄若虫虫数。根据各点调查数据及异地同期突增资料,结合天气图分析,研究棉叶蝉北迁与天气条件的关系。

2 试验结果

2.1 越冬研究

2.1.1 1986 年 10 月 5、8 及 15 日在长沙田间占地 8m² 罩笼内的冬葵与茄混栽植株上分别接入成虫 100 头、低龄若虫 400 头、高龄若虫 1000 头,至 12 月 3 日,笼内活虫仅存成虫 20 头、若虫 89 头,至 12 月 12 日,成若虫全部死亡。12 月份日平均温高于 10℃ 的仅 5、6、12、13 日,其余均低于 10℃。1984 年也曾在地罩笼内冬葵上接入若虫 700 头,成虫 300 头,11 月 19 日起,日平均温均在 10℃ 以下,若虫陆续死亡,至 12 月 24 日,日平均温降至 0.1℃,成若虫全部死亡。

2.1.2 1987 年 4 月 4 日起,在长沙县境内每 3~5d 查 1 次,共在冬葵上扫捕 2300 网,小麦田扫捕 2110 网,杂草地扫捕 970 网;共查棉苗叶片 4000 片,冬葵叶片 1700 片,茄叶 14560 片,直至 5 月 27 日才在茄苗上首次发现棉叶蝉成虫,而该日具有迁入的天气条件(见后)。故不能证实是以卵或若虫在当地过冬。

2.1.3 1987 年 8 月 20 日及 11 月 17 日分别从田间采回棉叶蝉各虫态进行过冷却点测定,测定结果见表 1。故 11 月 17 日与 8 月 20 日的过冷却点无明显差异。

表 1 棉叶蝉各虫态的过冷却点(℃)

Table 1 The supercooling point of the different stages of cotton leafhopper

测定日期 Determination date	卵 Egg		若虫 Nymph		成虫 Adult	
	8 月 20 日	11 月 17 日	8 月 20 日	11 月 17 日	8 月 20 日	11 月 17 日
测定虫数①(头)	9	10	10	5	20	15
过冷却点变幅②(℃)	-9.0~-10.0	-10.0~-11.25	-8.4~-9.0	-8.6~-9.2	-7.2~-8.2	-8.9~-9.4
平均过冷却点③(℃)	-9.75	-10.5	-8.7	-8.9	-8.0	-9.25
实测 <i>t</i> 值④	1.51		1.04		1.85	
($\alpha=0.05$)	(<i>df</i> =17)		(<i>df</i> =13)		(<i>df</i> =33)	
理论 <i>t</i> 值⑤	2.11		2.16		2.03	
($\alpha=0.05$)						

①No. of determination, ②The range of supercooling point, ③The average of supercooling point, ④Practice value, ⑤Simulation value

2.1.4 棉叶蝉发育积温测定 表 2 中 *f* 为观察虫数, *t* 为发育期间的累积温(℃), *N* 为发育历期(*d*), *C* 为发育起点温度(℃), *K* 为发育有效积温(日度)。以 1984 年为例,湖南首次见到棉叶蝉成虫是 6 月

14 日(在石门县)。已知成虫在 15℃ 以下行动迟钝,6℃ 以下失去活动能力^[6]。据气象实况纪录,石门县 4 月 12 日起,日平均温便稳定在 15℃ 以上,如有成虫安全越冬,在系统调查中早应发现;如当地有卵或若虫安全过冬,则根据以上测得的 *C*、*K* 值计算,6 月 14 日的始见成虫应系越冬卵于 5 月 12 日孵化而来。但据系统调查,始见成虫前未发现若虫。

表 2 自然变温下棉叶蝉卵及若虫的 *C*、*K* 值测定

Table 2 Determination on the *C*、*K* value of the egg and nymph of cotton leafhopper under the fluctuant natural temperature

	<i>f</i>	<i>T</i>	<i>N</i>	Σft	ΣfN	ΣfN^2	ΣftN	<i>C</i>	<i>K</i>
卵	23	148.33~249.66	5.25~11.0	8964.11	343.08	2576.08	66382.15	13.21	94.28
若虫	26	142.8~266.88	5.0~12.0	12796.26	489.82	3758.75	97038.80	16.77	69.46

表 3 华南冬季棉叶蝉越冬情况调查

Table 3 Investigation on the overwinter of cotton leafhopper in South China

调查时间 (年-月-日) Time	调查 地点 Site	植物 Plant	取样 数量 No.	成虫数 (头) No. of adult	若虫数 (头) No. of nymph
1987-03-25	南宁	茄	30 株	3000	3750
1988-01-17-23	南宁	茄	293 片叶	20	高龄 17 低龄 77
1988-01-17-23	南宁	肖梵 天花	580 株	10	(未查)
1988-01-17-23	南宁	棉	500 片叶	2	高龄 4 低龄 3
1988-01-17-23	南宁	扶桑	1152 片叶	1	0
1988-01-17-23	南宁	白英	352 片叶	3	0
1988-01-17-23	南宁	颠茄	543 片叶	1	0
1988-02-10	广州	茄	100 片叶	5	14
1987-03-01 ~07-30 及 1988-02 ~10-23	海南陵水 广州、南宁	木棉	500 株	0	0

表 4 不同温度下棉虫蝉飞翔率

Table 4 The flight capacity of cotton leafhopper under the different temperature

温度 Temp. (℃)	供试 虫数 No. (头)	其中飞 翔虫数 (头)	飞翔率 rate of flight (%)	温度 (℃)	供试 虫数 (头)	其中飞 翔虫数 (头)	飞翔 率 (%)
						No. of flight	
21.3	21	21	100.0	16.5	30	6	20.0
20.2	51	47	92.2	16.0	56	5	8.9
19.8	30	27	87.1	15.0	36	2	5.5
18.0	56	44	78.6	14.2	21	1	4.7
17.1	21	11	52.3	14.0	45	0	0
17.0	42	13	30.95	13.8	51	0	0

为 17.1℃。飞翔率曲线可拟合为“S”形曲线,见表 4。

2.2.3 环境因子对起飞的影响 夏季棉叶蝉起飞主要受光照强度影响,因温度一般是适宜的。秋季则温度影响较大,万寿菊数据稍受惊动即飞走,16.0℃ 以下,不会主动飞翔,尽管其他条件适合亦如此。光照强度的影响如表 5。表 5 中“始盛”指起飞虫数占当日总起飞虫数的 20%，“高峰”指占 50%，“盛末”指占 80%。到

2.1.5 华南冬季棉叶蝉各虫态并存,并非以某一特定虫态滞育过冬。调查结果见表 3。表中的木棉包括木棉的苗木、观赏矮化木、野生乔木,无论冬季或其他季节,均未见其有棉叶蝉,足见以往昆虫书刊上记载的“在华南以半休眠状态的成虫在木棉上过冬”的说法有待查证。在华南,除木棉科的木棉 *Bombax malabaricum* 及锦葵科的赛葵 *Malvastrum tricuspidatum*、少花龙葵 *Solanum photeinocarpum*、黄槿 *Hibiscus tiliaceus*,尚未查到棉叶蝉越冬虫态外,在锦葵科的棉花、肖梵天花 *Urena lobata*、茄科的茄 *Solanum melongena*、白英 *Solanum lyratum*、颠茄 *Atropa belladonna* 及扶桑 *Hibiscus rosasinensis* 上均可查到。冬季温度过低地区,茄株不能存活时,亦无棉叶蝉存活。如 1988 年在广西柳州系统调查,1 月底以前,茄株上可以查到少量棉叶蝉,进入 2 月份,茄株冻死,未再查到(包括其他植物上);同期在桂林,茄株早已死亡,肖梵天花、颠茄、冬葵等植物上,也未查到。

2.2 起飞研究

2.2.1 起飞行为 棉叶蝉起飞时先从植株上栖息处逐渐向上爬行,直至中上部,稍待片刻,再爬至顶部叶片上静伏待飞。起飞时猛烈蹬动,离开寄主植物,迅速向上空朝光亮处飞去,夏秋季均在日落后起飞。在笼罩内,起飞者停栖于笼顶部的东南角。与飞虱的起飞十分相似。

2.2.2 飞翔起始温度 气温低于 14℃,棉叶蝉完全不能飞翔,但足尚能蹬动,转入高温后即能迅速飞翔。以 50% 个体飞翔时的温度为飞翔起始温度,则

天完全漆黑时,不再起飞,其起飞时间一般为 18:30~20:50,据测定,无风或微风(风速小于 0.6m/s)时适于起飞,大于 1m/s 不 起飞;降雨也不起飞。

表 5 不同季节起飞所需的光照强度(lx)

	1986 年秋季	1987 年夏季
	Fall 1986	Summer 1987
开始起飞	186~130	300~86
结束起飞	22~0	10~0
适宜起飞	800~0	300~0
起飞始盛	800~40	150~70
起飞高峰	400~5	125~10
起飞盛末	22~0	22~0

2.2.4 内因对起飞的影响。棉叶蝉起飞发生于卵巢成熟前的幼嫩后期。表 6 列出了罩笼内羽化后飞到笼顶及对照笼内植株上的雌虫的卵巢剖查结果。镜下检查,笼顶虫均为初羽化,其体柔嫩,腹部扁平,产卵瓣色淡;而对照笼内植株上的雌虫则反是,且含成熟卵数及半成熟卵数远远超过飞上笼顶的虫。关于迁飞与日龄关系,据观察 4 批虫,每批 40 头,其结果如表 7。可知羽化后第 2d 为起飞高峰日。同期解剖对照笼内植株上的雌虫,得知羽化后 1d、2d 不怀成

表 6 棉叶蝉迁飞期罩笼内笼顶雌虫(A)及对照笼内植株上雌虫(B)怀卵情况(解剖地点:南宁)

	Table 6 Oviporous number of female in the roof of cage and on the plants caged in the migrating period							
	4 月 17 日		4 月 19 日		4 月 22 日		5 月 1 日	
	A	B	A	B	A	B	A	B
剖查雌虫数(头)	14	10	12	15	10	8	13	18
怀成熟卵虫数(头)	0	5	1	3	0	2	0	10
共有成熟卵数(粒)	0	11	1	9	0	3	0	25
共有半成熟卵数(粒)	0	5	0	3	0	2	0	14

表 7 棉虫蝉成虫不同日龄的起飞虫数

观察日期 Observation date (月-日)	Table 7 No. of cotton leafhopper adults started to fly at different ages			
	羽化后不同日数的起飞虫数及(%) No. of adults started to fly at different ages and ratio			
	当天	2d	3d	≥4d
05-01~06	5(12.5)	7(17.5)	2(5.0)	0(0.0)
05-02~07	3(7.5)	4(10.0)	2(5.0)	0(0.0)
05-06~11	2(5.0)	6(15.0)	3(7.5)	1(2.5)
05-08~14	3(7.5)	6(15.0)	2(5.0)	0(0.0)

熟卵,羽化后第 3 天怀成熟卵的雌虫为 15%,羽化后第 4 天为 60%,故主要在未怀成熟卵时起飞。怀成熟卵后也有少数虫飞至笼顶,这与褐稻虱类似,褐稻虱一般在卵巢处于 1~2 级时起飞,少数 3 级卵巢的个体也出现起飞扩散现象[4]。关于飞翔力及其与翅长/体长比值的关系,经随机取 21 头成虫测定,可明显分为喜飞与不喜飞两类个体,见表 8。

表 8 棉叶蝉飞翔力与翅长/体长比值的关系(试虫日龄:均为羽化后 1~3d)

Table 8 The relationship between the flight capacity and the ratio of winglength to the body length (Age in days:1~3d after emergence)							
类型 Type	性别 Sex	总飞行时间 Time of flying(s)	平均飞行时间 Average time (s/头)	标准差 S	翅长/体长 Wing/body length	平均比值 Average ratio	标准差 S
喜飞类	♂	148.5~331.3	238.8	91.4	1.13~1.15	1.137	0.0096
	♀	132.4~261.2	189.8	52.0	1.06~1.15	1.113	0.0402
非喜飞类	♂	28.2~50.1	41.4	17.4	0.96~0.99	0.970	0.0167
	♀	15.3~98.4	53.7	29.7	0.96~0.998	0.977	0.0177

表 8 中的飞行时间是测定当天的飞行时间,不论何种日龄或不分日龄,在飞行时间或翅长/体长比值上,两类型个体间均有显著差异(表 9)。

2.3 迁飞与天气的关系

作者曾简要报道过 1984 棉叶蝉异地同期突增与天气关系密切[5]。1987 年各协作点于 4 月份起按统一方案作系统调查,数据如此。该年始见期自南向北依次推迟,华南区终年有虫,南岭区(如湖南冷水滩)5 月中始见,长江区(如长沙)5 月 27 日始见,淮河区(如信阳)7 月 14 日始见,黄河区(安阳)8 月 10 日始见。

原本属于发生稀少的滦河区终年未查到^[6]。全年由南向北迁移有4次明显的同期突增。

表9 棉叶蝉飞翔力(s/头)及翅长/体长比值的差异显著性测定(不分日龄)
Table 9 Significant test of the difference between the flight capacity and the ratio of wing length to the body length

测定项目 Item	个体类型 Type	飞翔力或翅长/体长 比值的平均值 Average wing length/body length	自由度 df	实测 $t_{0.05}$ Practice value	理论 $t_{0.05}$ Simulated value	结论 Result
飞行时间	喜飞	206.10	9+12-2=19	6.86	2.09	差异显著
	不喜飞	47.54				
翅长/体长	喜飞	1.121	9+12-2=19	11.88	2.09	差异显著
	不喜飞	0.973				

第1次,5月23~28日,衡阳、长沙、石门等地同期始见,一般百株棉0.2~0.5头。天气状况地面5月24日河套与长江间有冷锋,宜昌地面到1500m高空为偏北气流,成虫飞不过去,25日河套冷高压东南伸,锋面也移到长江北部,其南的横槽内有东北~西南向静止锋,附近降雨,而850HPA高度22~29°N及110~113°E之间如石门、长沙、衡阳等地为12m/s风速轴线区,适于成虫北飞并遇雨迫降。26日冷锋南移与静止锋合并加强并到达湘桂间,27日北方冷高脊增强,副高东退,桂林长沙一线为偏北气流,此次迁入结束(见图1、图2)。

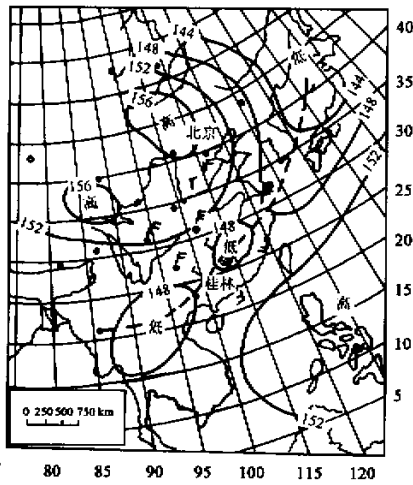


图1 1987年5月27日08:00 850毫巴天气形势简图
Fig.1 The weather situation(850HP)of 8 a.m. May 27,1987

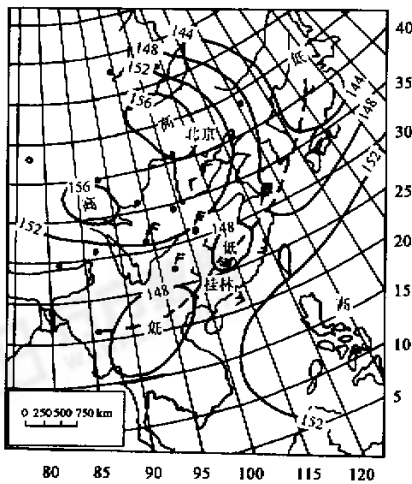


图2 1987年5月27日08:00 地面天气形势简图
Fig.2 The weather situation(ground)of 8 a.m. May 27,1987

第2次,6月11~13日,宁远、衡山是始见虫后的再次见虫日;长沙为此前虫数最多日,为百株茄1.5头。天气状况6月10日1500m高度桂林到湖南为脊后槽前西南气流,锋面在河套一带;11日河西低压迅速向东发展;12日该低压以东及28°N以南偏南气流最大风速为12~16m/s,冷锋在宜昌~重庆一线,适于棉叶蝉迁入上述各见虫地;13日低压继续向东,西南气流最大风速轴退到25°N及低压以东,冷锋在湘桂之间。14日该次迁入结束,因该日我国大陆均受冷高压控制,锋面已移到华南沿海(见图3、图4)。

第3次,7月12~15日,宁远14日百片茄叶75头,为6、7月最多日;岳阳7月上旬棉田未见虫,12~14日百株2~4头。万寿菊始见;常德及河南信阳分别于7月13、14日始见;长沙15日小高峰,百株棉2.7头。该期地面天气与850HPA基本相似,1500m高度华南至长江以北自7月初起为一致的西南气流,有利虫源北

飞,11 日菲律宾东部海面有强台风,切变线在黄河与长江中下游之间,偏南气流可达 34°N ,12 日河南南阳转为东北风,切变线南压于 13 日到达长江,故此期适于迁入上述各地。14 日由于台风北上, 110°E 以东、 25°N 以北都为偏北气流控制,虫源不再进入两广以北,迁入结束(见图 5、图 6)。

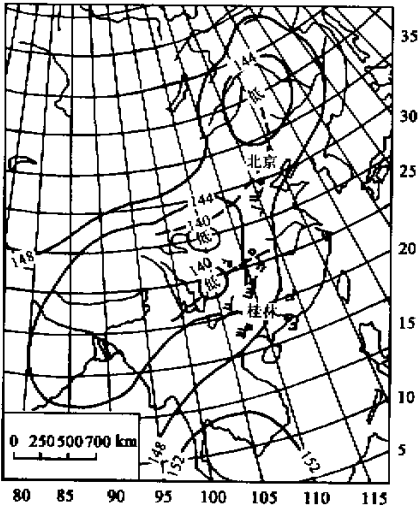


图 3 1987 年 6 月 11 日 08:00 850 毫巴天气
形势简图(迁入 I 型)
Fig. 3 The weather situation(850HP)of 8 a. m. June 11,
1987(Immigration type I)

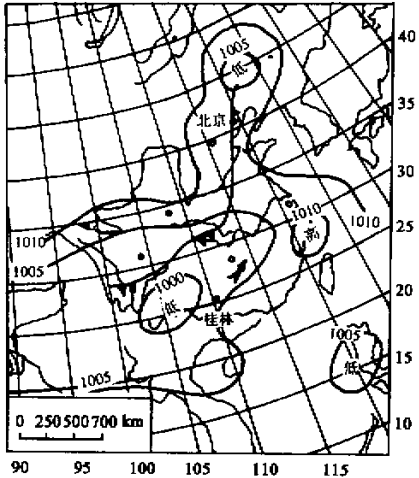


图 4 1987 年 6 月 12 日 08:00 地面天气
形势简图(迁入 I 型)
Fig. 4 The weather situation(ground)of 8 a. m. June 12,
1987(Immigration type I)

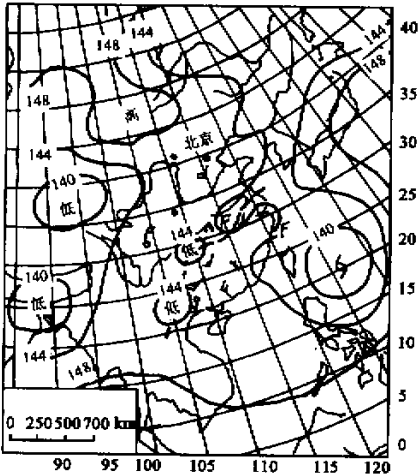


图 5 1987 年 7 月 13 日 08:00 850 毫巴天气
形势简图(迁入 II 型)
Fig. 5 The weather situation(850HP)of 8 a. m. July 13,
1987(Immigration type II)

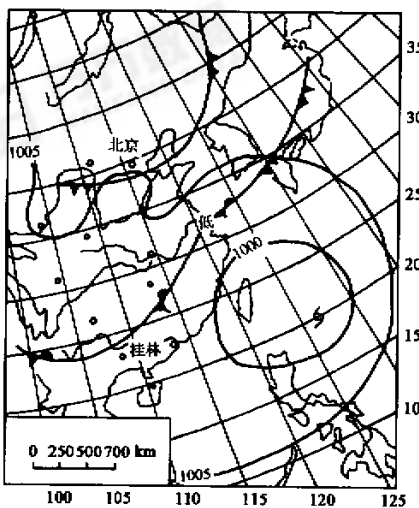


图 6 1987 年 7 月 13 日 08:00 地面天气
形势简图(迁入 II 型)
Fig. 6 The weather situation(ground)of 8 a. m. July 13,
1987(Immigration type II)

第 4 次,7 月 21~25 日,异地同期突增最为明显。宁远 300 片茄叶突增到 68 头,冷水滩 25 株茄突增至 1000 头以上,长沙 300 株棉由 18 头突增至 160 头,石门、常德百片棉叶分别为 17、36 头,均为 6、7 两个月虫数最多日。天气状况 7 月 20 日长江中下游有一静止锋,1500m 高度济南、宜昌、重庆一线以北有一切变线,其南偏南气流;21 日长江中下游静止锋转为冷锋,切变线过宜昌,辐合气流移到长江中游南部,故常德有迁入;22 日冷锋静止,1500m 高度汉口转为东北风,气流辐合带南压到长江中下游,故岳阳有迁入;23 日静止锋长沙以西一段南压过桂林,长沙、芷江、桂林一线转为偏北风,故长沙也有迁入;24 日锋面及 1500m 高度的切变线位置少变,故宁远有迁入;25 日静止锋消失,但长沙桂林一线切变线仍明显,故衡山、冷水滩仍有降虫。26 日长江中下游地面和 1500m 高度均转为西南气流,此次迁入结束(见图 7、图 8)。

根据 1987 年棉叶蝉迁入与天气关系的分析,可知:①迁入区与 1500m 高度切变线位置相当,但偏在切变线前沿;②1500m 高度的风向由偏南转偏北时,棉叶蝉降落在偏北风的前沿,如 7 月 21~25 日虫量突增是由北向南、由西向东先后出现,21 和 22 日出现在常德、岳阳,23 日出现在长沙,24 到 25 日出现在衡山、冷水滩、宁远,这与 1500m 高度的切变线移动方向一致;③迁入降虫区与地面雨区基本吻合,而阴雨天气出现在锋面及切变线附近;④迁入发生于西南风转为偏北风之时,结束于偏北风转为偏南风之时;⑤棉叶蝉迁入天气可概括为 2 类型:一是迁入区处在冷锋(静止锋)和切变线南部,也处在槽前西南气流中,如前述第 1 次迁入(5 月 23~28 日);另一是迁入区处在脊前槽后西南气流中,如第 3 次迁入(7 月 12~15 日)。

3 小结与讨论

(1) 本研究证明棉叶蝉具有迁飞昆虫所具有的一系列种群特征,如在长江流域不能安全越冬,在华南冬季各虫态并存,有季节性成虫数量突增现象,异地同期突发,这种同期突发与大气环流密切相关;同时也具有迁飞昆虫的一系列生理特征,如入冬个体在抗寒力上与夏季个体无显著差异,起飞发生在成虫幼嫩阶段,成虫可划分为迁飞型及居留型,起飞对光照等外界条件有一定要求,有一定的起飞行为等。(2)棉叶蝉完成由南向北迁入的天气条件有 2 个类型,这也可从 1984 年^[5]及 1988 年(陈永年,未发表)该虫的迁入得到证实;且稻飞虱,稻纵卷叶螟的迁入天气也与此类似^[7]。(3)在其他昆虫的迁飞研究中,也曾发现有棉叶蝉伴同迁飞的现象。陈永年等^[8]自 90 年代以来与我国南京农业大学合作用雷达观测褐飞虱迁飞时,发现棉叶蝉秋季在江淮地区自北向南回迁^[8、9]。(4)除棉叶蝉外,与棉叶蝉同属昆虫随天气条件远距离迁飞的例子,还

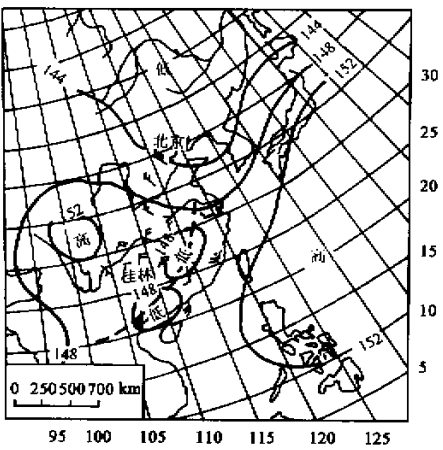


图 7 1987 年 7 月 23 日 08:00 850 毫巴天气形势简图
Fig. 7 The weather situation(850HP)of 8 a. m. July 23,1987

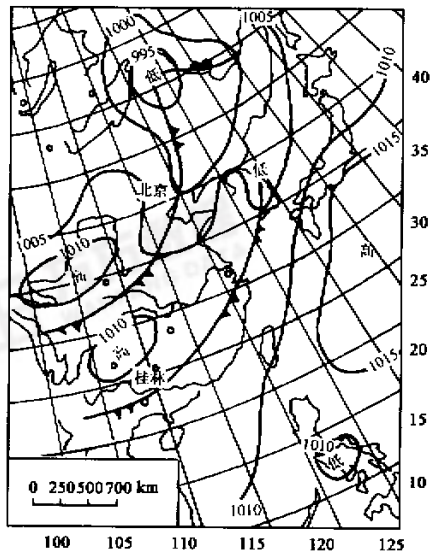


图 8 1987 年 7 月 23 日 08:00 地面天气形势简图
Fig. 8 The weather situation(ground)of 8 a. m. July 23,1987

有马铃薯叶蝉 *E. fabae*^[10,11]。(5)关于棉叶蝉的越冬北限,虽然该虫寄主植物有 30 科 67 种之多^[6],实际上偏嗜寄主植物只有茄与棉,均属热带亚热带起源作物,性喜温暖气候,二者的种籽在 10℃ 以下不能顺利发芽,植株在 10℃ 以下新陈代谢失调,并终至冻死,这与 10℃ 以下棉叶蝉若虫冻死、成虫失去活动能力相吻合,从一个方面证实了二者的协同进化关系。我国 1 月平均 10℃ 等温线在福建福州-永安-广东曲江-广西柳州-云南玉溪-保山一线。如此项研究中已初步调查证实的,此线以南有棉叶安全越冬,但不排除在该线以北的特殊生态环境下(如冬暖的盆地、温泉等处)亦有安全越冬者。

参考文献

[1] 吴福祯,等. 中国农业百科全书·昆虫卷. 北京:农业出版社,1990. 270~271.

[2] 张广学,王林瑶. 棉虫图册,北京:科学出版社,1972. 26~28.

[3] 彭秀堂,唐昌林,傅凌才. 一种测定昆虫过冷却点的方法. 湖南农学院学报,1984,4:129~132.

[4] 陈若簏,程遐年. 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. 南京农学院学报,1980,2:1~8.

[5] 陈永年,钟炳周,周克钧. 棉叶蝉虫源性质的初步研究. 昆虫知识,1987,24(3):148~150.

[6] 余钟素. 棉叶跳虫. 南昌:江西人民出版社,1960.

[7] 孙经耀. 南岭区褐稻虱、白背稻虱、稻纵卷叶螟迁飞高峰期与天气系统关系的研究. 广西农业科学,1987,6:16~21.

[8] Riley J R, Cheng X N, Zhang X X, *et al.* The long-distance migration of *Nilaparvata lugens* (Stål) (Delphacidae) in China: radar observations of mass return flight in the autumn. *Ecol. Entomol.*, 1991, 16(4): 471~489.

[9] Riley J R, Reynolds D R, Smith A D, *et al.* Observations on the autumn migration of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and other pests in east central China. *Bull. Entomol. Res.*, 1994, 84(3):389~402.

[10] Medler J T. Migration of the potato leafhopper—— a report on a cooperative study. *J. Econ. Entomol.*, 1957, 50(4):493~497.

[11] Pienkowski R L & Medler J T. Synoptic weather conditions associated with long-range movement of the potato leafhopper, *Empoasca fabae*, into Wisconsin. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 1964, 57(5):588~591.