

2005 年长江流域稻区褐飞虱暴发成灾原因分析

程家安， 祝增荣

(浙江大学农业和生物技术学院，昆虫科学研究所，杭州 310029)

摘要 从害虫种群动态的基本原理出发,通过历史资料的比较分析,研究了导致 2005 年褐飞虱暴发成灾的关键因子。结果认为一定的迁入虫量为褐飞虱暴发成灾奠定了基础,异常高的种群增长倍数是暴发的关键,而引起高种群增长倍数的主要因子是单季稻面积的扩大,异常的气候条件和滥用化学农药。长期过量施用吡虫啉而引起的抗药性和失时防治带来的低防治效果,导致了严重的灾害。2005 年褐飞虱暴发成灾的重要启示是:褐飞虱治理的关键在于通过减少前期不合理的农药施用,改良品种的遗传性状和促进田间自然控制作用,建立起一个能有效控制褐飞虱高增长能力的生态系统。

关键词 褐飞虱; 迁入虫量; 增长倍数; 抗药性
中图分类号 S 435. 112. 9

Analysis on the key factors causing the outbreak of brown planthopper in Yangtze Area, China in 2005

Cheng Jia'an, Zhu Zengrong

(Institute of Insect Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract The key factors causing the outbreak of the brown planthopper (BPH) in Yangtze Area in 2005 were analyzed, and the results revealed that the immigrants provided the initial population, but the high growth rate of BPH resulted from the increase of planting areas with single rice crop, favorable weather conditions and unjustifiable pesticide applications were the main parameters causing the outbreak. The high yield losses occurred due to high resistance of BPH to imidacloprid and the delay of pesticide application. A lesson learned from the outbreak is that the most important thing we should do to improve BPH management is to establish a sound rice ecosystem that can effectively reduce the growth rate of BPH population.

Key words *Nilaparvata lugens*; immigrant; growth rate; pesticide resistance

2005 年,褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*) 再次在我国南方稻区暴发,引起大面积水稻枯干倒伏,造成严重损失。无论从一些地区灯下虫量、田间虫量,还是从全国的发生面积和引起枯干倒伏的面积分析,2005 年褐飞虱的发生和危害可算是我国历史之最。因此,应该认真总结分析 2005 年褐飞虱灾变的原因,探索改善褐飞虱治理工作的途径,从而确保水稻生产的持续发展。

从生态学原理分析,一种害虫是否成灾,并引起危害,主要决定于 3 个基本参数,即初始种群数量、种群增长倍数和防治效果。一种害虫是否大发生取决于前两个参数,但是否成灾,还取决于第 3 个参数。本文拟从上述 3 个参数出发,分析 2005 年褐飞虱暴发成灾的主要原因。

1 一定的初始种群数量

褐飞虱仅取食水稻,耐寒性低,是一种迁飞性害虫,其越冬北界大致在北纬 21~25[°][1]。在我国,褐飞虱的越冬范围小,且在這些地区冬季并不大面积种植水稻,越冬虫量通常不高,因此我国越冬虫源主要来自中南半岛。一般认为,每年 4—5 月从越南北方迁入的褐飞虱是我国主要的初始虫源;而 6—7 月由我国南部稻区向长江流域稻区迁移的褐飞虱是我国中部稻区的主要虫源[2]。

2005 年我国各地灯下虫量资料表明,在广西、贵州等地 4—5 月有大量长翅成虫迁入,其高峰出现在 5 月中旬前后;在江西、浙江、江苏和安徽等省,6—7 月均有一定迁入虫量,其高峰出现在 6 月下旬至 7 月上旬前后。田间调查表明,8 月上旬前后田

间出现短翅成虫高峰,而后稻飞虱种群迅速增长。长江流域稻区,8月底前后已出现成虫高峰,一些田块种群数量已达到每百丛上千头;9月时褐飞虱种群呈指数增长,9月中旬前后就出现枯干倒伏。褐飞虱种群的这一增长动态符合褐飞虱种群的增长规律,即长翅成虫迁入形成初始虫源,下一代以短翅成虫为主,而短翅成虫繁殖一代(连晚)或两代(单季稻)形成高峰危害种群,达到一定数量后即引起枯干倒伏。对于长江流域稻区而言,6—7月迁入的长翅成虫是2005年各地暴发成灾的基础虫源。

然而,与历史资料相比,一些地区2005年6—7月迁入的虫量既不是历史最高,也不是历史最早。例如,浙江嘉兴自2000—2005年的6年中,早期迁入量最高的是2004年和2003年,而迁入最早的是2004年和2001年。但是,自8月下旬起,各地灯下出现多个迁入高峰,虫量很高。于是,不少研究人员认为因台风带来的后期(8月下至9月)迁入虫源在2005年的暴发中起了重要作用。然而,此时长江流域稻区不少田块的虫口密度已达到每百丛数百头,甚至上千头;到9月份已达每百丛数千头;9月中旬,部分田块已出现枯秆倒伏。同时,8月份,田间已出现大量短翅成虫。当时,单季稻田已处于灌浆期,后期再迁入对种群增长的作用已相对变小。因此,尽管后期台风带入的虫源可能增加了田间虫量,但与田间已有虫量相比,尤其是田间已有了大量短翅成虫,无论是从当时的绝对数量,还是后期种群增长动态分析,后期迁入并不会对种群暴发起决定性作用。而且,台风途径表明,它所携带的成虫来自我国本土,这也证明当时各地稻田已有相当高的虫量。因此,仅用初始迁入种群数量一个因子,并不能完全解释2005年大暴发的产生。

1976年至1999年24年嘉兴新丰病虫测报站不施用任何杀虫剂的稻飞虱观察圃资料表明,5年(1976、1978、1979、1985年和1987年)特大发生,田间高峰虫量达每百丛5000头左右或以上。但是在这5年中,只有1987年田间前期迁入种群数量特别高,达每百丛47头;其余4年田间迁入种群高峰虫量仅为每百丛3头左右,而这4年褐飞虱迁入后经繁殖两代的增长倍数却达到约1500倍以上。也就是说,在这24年内特大发生的5年中,只有1年是因初始虫量异常高而引起的,而大部分特大发生年是因异常高的增长倍数所引起的^[3]。因此,有必要深入分析第2个参数:种群增长倍数。

2 异常高的种群增长倍数

2005年褐飞虱发生的一个特点是:一些病虫测

报站在前期并未发现大量褐飞虱,而在8月后期突然发现田间虫量已非常高了,这种现象出现的一个原因就是异常高的增长倍数。据田间调查资料分析,一些地区和田块褐飞虱的增长倍数达到数千倍。例如,嘉兴新丰观察圃田间资料,在前期田间几乎查不到褐飞虱,到8月下旬时田间虫量已达每百丛近千头,到9月下旬已达每百丛近万头,田间种群数量增长了数千倍。杭州中国水稻所观察圃资料,7月10日前后,田间迁入高峰虫量达每百丛12头,到9月初前后百丛虫量已超万头,经两代就增长了近千倍,异常高的种群增长能力,必然导致褐飞虱的暴发成灾。

长期以来,我国的水稻生产一直是追求以高投入来实现高产,以能利用有限的耕地资源生产出足够的粮食,以满足日益增长的人口的需求为主要目标。因而,在品种供应、化肥和农药应用等方面均以高产为首要目标,忽略或不重视发挥田间生态系统对褐飞虱种群数量的调控作用,形成了一种适合褐飞虱种群发展的生态环境,即适宜的营养和品种,明显削弱的自然控制条件。而稻飞虱种群致害性的演变使我国主要水稻品种已不具备对褐飞虱的抗性。因而,我国稻区褐飞虱种群发展动态一直是以低迁入虫量和高增长倍数为基本特点的。

然而,由于以下3个因素,使得2005年褐飞虱种群的增长倍数更是异常地高于常年,从而加剧了其暴发程度。

2.1 单季稻面积的不断扩大

随着生产体制和耕作制度的变化,长江流域稻区单季稻面积逐年扩大。单季稻在6—7月份直播或移栽,稻田生长期较连作晚稻提前了约一个月,以至于6—7月份迁入的长翅成虫可直接降落在单季稻田中,并能连续繁殖3个世代(比连作晚稻田增加1个世代),从而为褐飞虱种群增长倍数的提高创造了有利条件。

2.2 异常的气候

以往的研究早已表明“凉夏暖秋”是褐飞虱暴发的适宜气候。研究亦表明因9月份是长江流域气温变化比较大的季节,9月份的气温对褐飞虱种群增长的影响更为重要^[4-5]。2005年秋季气温异常高,浙江嘉兴9月中、下旬的平均气温达27.8、29.9℃,与常年相比要高4~5℃。秋季高温不仅有利于褐飞虱的生殖,而且使褐飞虱发生世代数比常年又增加了1个世代。同时,2005年频繁的台风创造了湿润的小气候条件,更发挥了褐飞虱种群的增殖潜能。

2.3 化学农药的刺激

早在20世纪80年代,国际水稻研究所等机构的研究已表明,菊酯类和三唑磷等有机磷类农药的使用会

引起褐飞虱再增猖獗,其主要原因是由于削弱自然控制、刺激褐飞虱的生殖能力等^[6-8]。我国 20 世纪 90 年代的试验亦证明我国这些现象同样存在^[9-11]。近年来,纵卷叶螟几乎年年暴发,随着甲胺磷农药的禁用,为了提高防治纵卷叶螟的效果,农药生产厂家,经营店和农民均转向菊酯类农药,在水稻生产前期大量施用菊酯类农药,更刺激提高了褐飞虱的增殖能力。

3 异常低的防治效果

2005 年很多稻区农民每季稻田施药达 8~10 次以上,其单位面积用药量和成本几乎为常年的一倍。但是,农民普通反映防治效果差。很多稻田即使施用了 8~10 次农药,仍然出现枯干倒伏。长期以来,技术人员和农民均把吡虫啉和噻嗪酮(扑虱灵)看作是防治褐飞虱的特效药,以为有了这种药,褐飞虱再也不会成灾了,可是事实与期望完全相反,主要原因还在于人类自己。

3.1 褐飞虱对吡虫啉的抗药性

自 20 世纪 90 年代开始推广使用吡虫啉以来,该药的高效和低廉的价格,马上受到农民的欢迎,以至农民多不想再用效果同样也好,但防治技术要求高的扑虱灵了。一旦农民喜欢上一种药后,不管在防治什么虫时,农民多愿意加上一点。同样,多年来,我国虫源地泰国和越南等国也以吡虫啉作为防治褐飞虱的主要农药。

通常,作为一种迁飞性害虫,由于其种群在虫源地和发生地间交互变化,产生抗药性速度较慢。然而,一旦虫源地和发生地使用同样的农药后,迁飞推迟抗药性产生的作用就不再起显著作用了。然而,值得注意的是,我国测定的结果表明,我国褐飞虱对吡虫啉的抗性水平明显高于虫源地越南和泰国,以及虫源来自我国的日本和韩国褐飞虱的抗性水平。同时,南京农业大学对褐飞虱抗性监测的资料表明,褐飞虱对吡虫啉抗性水平随着测定时间的推移,抗药性程度增加,一个可能原因就是田间早期用药带来的人为筛选和强化作用。

首先,农民已习惯了在每次施药时把多种农药混在一起,吡虫啉是农民喜欢混加的一种农药,而且市场上有很多加有吡虫啉的混配农药。因而,在真正要防治褐飞虱前,农民可能已多次使用了用量并不足以防治已具有一定抗药性褐飞虱的吡虫啉,结果反而起了一个筛选作用,提高了褐飞虱的抗药性。

其次,农民在前期使用菊酯类农药,促进了褐飞虱的多功能氧化酶,也可能在一定程度上增强了褐飞虱对吡虫啉的抗性水平。

3.2 防治行动滞后

褐飞虱种群增殖能力强,世代重叠。以往研究表明,在褐飞虱暴发时拟采用“治上控下”的策略(程家安等,1979)。对于连作晚稻而言,用传统农药防治,移栽后 30 d 左右为最适防治期,因为此时迁入代繁殖的下代短翅成虫刚出现,但尚未大量产卵。此时防治,可基本控制褐飞虱的发生,而不至于留下大量卵再形成危害种群^[12]。然而,由于未及时发现暴发成灾的风险,2005 年大规模防治行动已是到 8 月下旬至 9 月份,此时世代重叠严重,防治效果明显下降。

3.3 防治质量低下

褐飞虱群集在稻丛基部,施用药要有足够的水量,使药液能达到基部常是提高防治的一个重要因素。但是,农民为了节省用工,常是高浓度,低水量,特别是随着直播稻面积的增加,种植密度的提高,少水量更难以达到较高的防治效果。因此,尽管褐飞虱未对噻嗪酮(扑虱灵)产生抗性,2005 年施用该药亦未能控制危害。

4 结论与对策

综上所述,2005 年长江流域总体上讲,褐飞虱前期迁入虫量并不是非常高,但为其暴发成灾打下基础。然而,暴发的主要原因应是异常高的增长倍数,而抗药性和防治滞后引起的防治效果低下是导致成灾的主要原因。

因此,2005 年褐飞虱暴发成灾的一个重要启示就是,褐飞虱治理的关键应在于建立一个能有效控制褐飞虱高增长能力的生态系统。例如减少前期不合理的农药施用,通过改良品种遗传性状和保护田间自然控制作用,充分发挥稻田系统的生态调控作用,从而降低褐飞虱的暴发风险。这也应该是在以往数十年中已经在学习,而没能真正记在心里的教训^[13]。

2006 年春,越南湄公河流域稻区,褐飞虱暴发成灾;我国南方稻区褐飞虱迁入虫量早而大。因此,2006 年暴发成灾的风险高,必须吸取 2005 年的教训,保持高度警惕。在水稻生长期,重点做好以下工作,避免灾害重现。

加强监测,准确预报;不仅要注意虫源地虫量,更要注意本地虫量;不仅要注意灯下虫量,更要重视田间初期虫量。鉴于褐飞虱前期虫量很低,调查时必须增加样方数,确保调查的可靠性和准确性,基于可靠的资料,综合主要环境因子,做出准确的预报。

合理用药,保护天敌;避免稻田前期乱用药,尤其是在水稻生长前期要停止使用菊酯类和三唑磷等易引起褐飞虱再增猖獗的农药;暂时停用和少用吡虫啉,尤其是含量不足的吡虫啉混配农药,以免加剧

褐飞虱对吡虫啉的抗性。在单独防治褐飞虱时,可選用扑虱灵;在兼治螟虫和纵卷叶螟时,可選用锐劲特等高效农药。

治上控下,适时用药:由于褐飞虱种群增长倍数高,世代重叠严重,在可能暴发的田块和地区,应在主害代的前一代,選用高效农药,根据农药特点,适时防治,以有效控制其种群增长,避免损失。

参考文献

- [1] 程遐年, 陈若簾, 习学, 等. 稻飞虱迁飞规律的研究[J]. 昆虫学报, 1979, 22(1): 1-21.
- [2] SOGAWA K. Windborn displacement of the rice brown planthopper related to the seasonal weather patterns in Kyushu district [J]. Bull Kyushu Nat Agric Ext Stn, 1995, 28: 219-278.
- [3] CHENG J A. An ecological approach in brown planthopper management [C] // NOBUHIKO HOKYO, GEOFF NORTON. Proceedings of the international workshop on pest management strategies in Asian monsoon agroecosystem. Japan: Kyushu National Agricultural Experiment Station, Ministry of Agricultural, Forestry and Fisheries, 1994: 31-44.
- [4] 浦茂华, 陈洁明. 褐稻虱发生程度数理预报的初步研究[J]. 植物保护, 1979, 5: 1-9.
- [5] 程家安, 章连观, 范泉根, 等. 气温对褐飞虱种群动态影响的模拟研究[J]. 中国水稻科学, 1992, 6(1): 21-26.
- [6] GALLAGHER K D, KENMORE P E, SOGAWA K. Judicial use of insecticides deter planthopper outbreak and extend the life of resistant varieties in Southeast Asian rice [C] // DENNO, R F PERFECT T J. Planthopper: Their ecology and management. New York & London: Chapman & Hall, 1994: 599-614.
- [7] HEINRICHS E A. Impact of insecticides in the resistance and resurgence of rice planthopper [C] DENNO R F, PERFECT T J. Planthopper: Their ecology and management. New York & London: Chapman & Hall, 1994: 571-598.
- [8] 高春先, 顾秀慧, 贝亚维, 等. 稻飞虱再增猖獗原因探讨[J]. 生态学报, 1988, 8(2): 155-163.
- [9] CHENG J A, ZHU Z R. Applying insecticides at early stage of rice cropping season may cause brown planthopper resurgence [J]. International Rice Research Notes, 1994, 19(4): 20-21.
- [10] 王荫长, 范加勤, 田学志, 等. 溴氢菊酯和甲胺磷引起稻飞虱再增猖獗的研究[J]. 昆虫知识, 1994, 31(5): 257-262.
- [11] 程家安, 祝增荣, 娄永根. 连作晚稻前期施药种类和时间对褐飞虱种群动态的影响[J]. 中国水稻科学, 1995, 9(2): 108-114.
- [12] CHENG J A, HOLT J, NORTON G. A systems analysis approach to brown planthopper control on rice in Zhejiang Province, China (2) — Investigation of control strategies [J]. J Appl Ecol, 1990, 27: 100-112.
- [13] 程遐年, 吴进才, 马飞. 褐飞虱: 研究与防治 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 1-371.