

不同抗性水稻品种上稻飞虱种群消长 与气象因子关联性分析

江俊起^{1,2}, 钟耀垣¹, 陆永跃¹, 曾 玲¹, 梁广文¹

(1 华南农业大学 农业部昆虫学重点开放实验室, 广东 广州 510642;

2 安徽农业大学 植物保护学院, 安徽 合肥 230036)

摘要:田间系统调查结果表明,不同抗性水稻品种间稻飞虱种群在时间系列上呈现迁飞规律一致;向北迁出前期,褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 种群在水稻2个敏感生育期间有所选择,6月底种群高峰集中在孕穗期水稻上,在7月上中旬转移至分蘖期水稻,回迁种群高峰出现在分蘖中期水稻上;白背飞虱 *Sogatella furcifera* 种群小范围生境转移规律性不强.灰色关联分析结果显示,日均温和日均气压对褐飞虱种群数量波动的影响最大,当天的关联度分别为0.387 3和0.384 6,而回推3 d的关联度分别上升至0.449 0和0.424 3;降雨量和相对湿度属于短期效应因子,日照时数属中长期效应因子,而日均风速的作用介于二者之间.

关键词:水稻品种;稻飞虱;气象因子;灰色关联分析

中图分类号:Q968

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2009)02-0026-04

Correlation Analysis on Dynamics of Planthopper Population and Meteorological Factors in Different Resistant Rice Varieties

JIANG Jun-qi^{1,2}, ZHONG Yao-yuan¹, LU Yong-yue¹, ZENG Ling¹, LIANG Guang-wen¹

(1 Key Laboratory of Entomology, Ministry of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 School of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: The results from systematical investigation in field indicated that the migration regularity of the population of rice planthoppers *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* kept temporal consistency in different resistant rice varieties. The *N. lugens* populations were different between two sensitive rice growth stages before northward migration, and aggregated in boot stage at the end of June and migrated to mid-tillering stage in early and middle July, however the maximal population of southward migration only appeared in mid-tillering stage. The obvious regularity of habitat metastasis of *S. furcifera* population was not found. The results of grey correlative degree analysis showed that daily mean temperature and daily mean air pressure had the most significant influence on *N. lugens* population in eight meteorological factors, and the correlative degree values of the same day were 0.387 3 and 0.384 6 respectively, while those values of backward three days were 0.449 0 and 0.424 3 respectively.

Key words: rice variety; rice planthopper; meteorological factor; grey correlative degree analysis

近年来,稻飞虱(包括褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 和白背飞虱 *Sogatella furcifera*)异地成灾成为研究的一个热点.稻飞虱的迁飞与气象环境因素的关系十分密切,在稻飞虱迁飞行为事件上,多数的研究集中在大尺度气候场.大尺度气象因子主要通过影响大范围的气候环境来间接影响稻飞虱的发生与消长.

收稿日期:2008-06-05

作者简介:江俊起(1974—),男,副教授,博士研究生;通讯作者:梁广文(1948—),男,教授,博士,E-mail: gwliang@scau.edu.cn

基金项目:国家“973”项目(2006CB102007);安徽省教育厅自然科学研究项目(2006KJ045C)

副热带高压和大陆高压消长形成的高空气流场——西南风和东北风以及高压南北进退推动冷暖气流形成的峰面天气是稻飞虱南北迁飞和迫降的条件之一^[1]。85 000 Pa 高度上的偏南气流有利于白背飞虱种群的北迁,92 500 Pa 等压面上的偏北气流有利于其南迁,这 2 个高度上风场的气旋式风向切变区有利于白背飞虱的起飞迁出,反气旋式切变区有利于其迁入降落^[2]。由于昆虫对风温场的适应,稻飞虱一般选择在黄昏日落前 20 min 内起飞^[3]。我国稻飞虱发生较重的年份大多出现在 3—5 月副高较强的年份^[4]。强厄尔尼诺现象出现的次年或当年我国稻飞虱大至特大发生年的概率达 80%^[5]。福建省褐飞虱迁飞和降落受大气环流影响显著^[6]。封传红等^[7]提出以低空急流作为监测稻飞虱迁飞的预警参数。本文基于不同抗性水稻品种,探讨了气象因子的波动对稻飞虱种群消长的影响效应。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种:五星丝苗,为广东省开平市农业局育成的优质水稻品种,适应性广、分蘖力强、株型集散适中,综合表现较好,对稻飞虱抗性偏低;粤新占 2 号和新惠占,均为广东省农业科学院水稻研究所育成的常规中抗稻飞虱品种;七桂早,佛山科学技术学院生命科学院用七优占与桂朝 2 号杂交选育而

成,是一个多抗、优质与高产结合较好的品种,中抗稻飞虱;粳粳 89,广东省佛山市农业科学研究所用粳稻和籼稻杂交后代 677 与 IR36 杂交育成的优质水稻品种,对褐飞虱种群具有明显的抗性。

1.2 方法

田间试验在华南农业大学增城教学科研基地进行。2007 年 4 月 16 日开始育苗,秧龄 20~25 d,每隔 20 d 左右播下 1 批种子,全年共播 9 批。试验采用随机区组设计,每小区面积 50 m²,3 次重复,共计 135 个小区。田间调查自 2007 年 5 月 23 日至 10 月 29 日每 7 d 调查 1 次,每小区调查 20 丛,遇降雨时间顺延,记录白背飞虱和褐飞虱有效虫态数量。气象数据由广东省气候中心提供。

采用灰色关联分析研究不同气象因子对 2 种稻飞虱种群的影响程度^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同抗性水稻品种敏感生育期稻飞虱种群动态

由于在双季稻常规栽培制度下,稻飞虱种群的波动受到水稻成熟度的影响,即不同生育期的营养、光照、茎秆硬度等对稻飞虱种群的消长有一定的影响,为排除此效应,在前期试验的基础上,筛选出水稻孕穗期和分蘖中期作为稻飞虱的敏感生育期。期间,2 种稻飞虱种群数量动态见表 1。

表 1 不同抗性水稻孕穗期和分蘖中期稻飞虱种群动态¹⁾

Tab. 1 Dynamics of planthopper population during boot stage and mid-tillering stage in different resistant rice varieties												
生育期	时间	播种 时间	褐飞虱					白背飞虱				
			五星丝苗	粤新占 2 号	新惠占	七桂早	粳粳 89	五星丝苗	粤新占 2 号	新惠占	七桂早	粳粳 89
孕穗期	06-25	04-16	100±4.3	111±6.7	47±1.4	71±1.8	24±1.7	27±2.3	8±0.9	13±1.1	9±0.8	10±1.1
	07-09	04-26	10±0.7	11±0.9	4±0.3	7±0.4	4±0.3	1±0.2	0	0	1±0.2	0
	07-23	05-09	97±3.7	46±2.3	11±1.2	13±1.2	22±1.7	4±0.5	8±0.6	6±0.4	4±0.3	4±0.2
	08-06	05-24	1±0.2	0	0	7±0.4	1±0.1	0	0	0	1±0.2	1±0.
	08-20	06-11	12±0.3	21±0.9	9±0.5	12±0.7	12±0.7	12±0.6	21±0.8	3±0.4	0	6±0.3
	09-17	07-10	0	3±0.2	0	15±0.8	6±0.3	0	0	0	6±0.3	0
	10-23	08-04	0	6±0.4	3±0.1	24±1.1	3±0.2	0	0	0	0	0
	11-27	09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
分蘖中期	06-07	04-16	7±0.3	3±0.1	7±0.2	5±0.2	3±0.2	49±3.1	143±5.8	83±3.7	72±4.1	51±3.1
	06-18	04-26	51±2.7	42±1.9	25±0.9	18±0.5	10±0.3	32±1.2	55±2.1	31±2.0	12±0.8	23±1.1
	07-03	05-09	104±4.9	70±2.3	39±2.1	52±2.3	41±2.1	8±0.3	0	0	0	2±0.1
	07-16	05-24	121±7.3	183±13.2	210±16.6	161±11.2	416±32.5	1±0.2	0	1±0.1	5±0.2	8±0.2
	07-30	06-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	08-27	07-10	0	0	0	6±0.3	3±0.1	3±0.1	0	0	0	0
	09-24	08-04	249±14.3	237±12.8	39±2.2	9±1.0	24±1.4	45±1.8	48±2.3	24±1.1	60±2.1	24±0.9
	10-29	09-10	96±3.8	87±3.4	60±1.9	87±3.1	48±1.8	6±0.3	3±0.1	0	0	9±0.4
	11-27	10-07	1±0.1	3±0.1	0	2±0.1	1±0.2	2±0.1	4±0.2	0	4±0.1	0

1)表中数据为每 20 丛上的有效虫态数量

从表 1 可以看出,虽然不同抗性品种同一生育期对 2 种稻飞虱的吸引作用有所差异,但稻飞虱种群在品种间时间系列上体现出来的规律是一致的. 稻飞虱种群在迁出前,由于分批播种试验田仍存在敏感生育期水稻,褐飞虱种群在迁出前于 6 月下旬和 7 月中下旬有 2 次小范围生境转移,然后整体外迁,在 9 月底是回迁峰. 由于白背飞虱迁入时间较早,6 月上旬主要转移至分蘖中期水稻上,随后整体外迁,其回迁峰时间基本与褐飞虱一致,但种群数量明显低于褐飞虱种群.

通过比较分蘖中期和孕穗期水稻稻飞虱种群迁移趋势,6 月下旬褐飞虱主要集中在孕穗期水稻上,至 7 月上中旬则转移到分蘖中期水稻上. 而回迁过程中,褐飞虱种群对分蘖期和孕穗期水稻选择性有较大差异,主要集中在分蘖中期,至 11 月底基本迁出. 而白背飞虱在向北迁出和回迁过程中,对水稻生育期的选择性不强.

2.2 不同抗性水稻品种稻飞虱种群消长与气象因子灰色关联分析

鉴于上面的分析结果,分蘖中期水稻稻飞虱种群波动更能体现年度内的变化规律,而白背飞虱迁入和回迁较早且数量较褐飞虱种群数量低,因此对不同抗性水稻分蘖中期褐飞虱种群进行气象因子关联性分析. 将不同抗性水稻分蘖中期褐飞虱种群数量作母系列,对应时间点的气象因子作子系列,经灰色关联分析,相关系数见表 2. 虽然不同气象因子对不同抗性水稻品种上褐飞虱种群消长影响程度有差异,但经 t 检验,各组关联系数间的差异水平均未达到显著水平($P=0.05$),因此对不同气象因子的作用效应可取均值(表 3、4 同). 表 2 的结果表明,气象因子与褐飞虱种群数量消长的关联度第 1 位是日均温,其次是日均气压和最低温度,再次是日均风速和降雨量,而湿度和日照时数相对影响较小.

表 2 不同抗性水稻品种褐飞虱种群与当天气象因子关联分析
Tab. 2 Grey correlative degree analysis on *Nilaparvata lugens* population and meteorological factors of the same day in different resistant rice varieties

水稻品种	降雨量	相对湿度	日均温	最高温	最低温	日照时数	日均风速	日均气压
五星丝苗	0.320 6	0.358 4	0.323 6	0.306 5	0.340 8	0.331 5	0.431 2	0.320 1
粤新占 2 号	0.338 9	0.302 3	0.341 4	0.340 8	0.313 4	0.278 4	0.403 3	0.327 0
新惠占	0.409 5	0.316 1	0.392 5	0.346 3	0.391 2	0.304 6	0.405 6	0.430 3
七桂早	0.360 1	0.309 1	0.489 9	0.378 0	0.451 2	0.395 9	0.304 1	0.419 4
梗籼 89	0.460 8	0.339 5	0.389 1	0.382 8	0.414 0	0.326 3	0.348 3	0.426 0
均值	0.378 0	0.325 1	0.387 3	0.350 9	0.382 1	0.327 3	0.378 5	0.384 6

由于试验所获得的种群数量变化动态是一个累积的、渐进的过程,不仅受到当天气候环境的影响,更偏向于短期内前期环境的变化. 因此,将气象因子按种群数量获得的时间点回推 3 和 5 d,取平均值分析关联性,进一步探讨气候对褐飞虱种群发生发展的影响效应.

由回推 3 d 的气象因子的均值与褐飞虱种群的关联性分析结果(表 3)看出:在所涉及的 8 个气象因子中,除了降雨量与种群数量的关联度略小于当天的对应气象因子关联度外,其他因子关联度均高于当天气象因子分析的结果;日均温对种群影响作用最大,尤其体现在中高抗虫水稻品种上;日均风速的影响效应上升尤为突出,其关联度值达到 0.415 8.

表 3 不同抗性水稻品种褐飞虱种群前 3 d 内气象因子关联分析

Tab. 3 Grey correlative degree analysis on *Nilaparvata lugens* population and meteorological factors during past three days in different resistant rice varieties

水稻品种	降雨量	相对湿度	日均温	最高温	最低温	日照时数	日均风速	日均气压
五星丝苗	0.320 9	0.367 9	0.327 9	0.309 2	0.354 0	0.364 4	0.461 8	0.337 8
粤新占 2 号	0.304 5	0.363 4	0.370 5	0.334 8	0.311 3	0.350 1	0.383 6	0.372 7
新惠占	0.390 7	0.355 3	0.524 7	0.442 4	0.444 8	0.436 5	0.395 2	0.505 7
七桂早	0.457 2	0.310 2	0.455 6	0.421 5	0.422 7	0.329 6	0.354 1	0.420 9
梗籼 89	0.406 3	0.325 6	0.566 5	0.488 1	0.465 8	0.446 8	0.484 3	0.484 4
均值	0.375 9	0.344 5	0.449 0	0.399 2	0.399 7	0.385 5	0.415 8	0.424 3

从回推 5 d 的分析结果(表 4)看,对褐飞虱种群消长起短期效应的环境因子(包括降雨量和相对湿度)的作用程度明显偏低,而日照时数的效应值上升为 0.427 6,与日均温和最高温同为褐飞虱种群动态变化的关键环境因子.

表 4 不同抗性水稻品种褐飞虱种群与前 5 d 内气象因子关联分析

Tab. 4 Grey correlative degree analysis on *Nilaparvata lugens* population and meteorological factors during past five days in different resistant rice varieties

水稻品种	降雨量	相对湿度	日均温	最高温	最低温	日照时数	日均风速	日均气压
五星丝苗	0.355 2	0.351 0	0.327 8	0.324 1	0.331 0	0.409 0	0.437 3	0.307 0
粤新占 2 号	0.307 9	0.340 2	0.405 6	0.381 2	0.314 8	0.453 2	0.379 9	0.372 1
新惠占	0.322 6	0.325 9	0.526 8	0.480 0	0.392 5	0.462 3	0.380 6	0.482 3
七桂早	0.375 1	0.298 8	0.462 0	0.506 2	0.395 1	0.417 8	0.328 3	0.404 8
梗籼 89	0.327 2	0.339 4	0.596 2	0.489 5	0.453 1	0.395 8	0.440 7	0.485 5
均值	0.337 6	0.331 1	0.463 7	0.436 2	0.377 3	0.427 6	0.393 4	0.410 3

3 讨论与结论

虽然水稻品种抗性不同导致田间危害阶段稻飞虱种群数量分布差异,但在向北迁出和向南迁入的点行为事件上,呈现出的规律性是一致的。由此推测稻飞虱南北迁飞在一定程度上受到气候的影响,这与前人的研究结果相一致^[1,2,5,7]。本文选择了不同抗性水稻品种分析气象因子对褐飞虱种群的影响效应,在气候条件大环境相同的情况下,褐飞虱种群向北迁出前,在2个敏感生育期间有所选择,6月底种群高峰集中在孕穗期水稻上,在7月上中旬转移至分蘖期水稻,这说明虽然气候条件影响种群迁飞和田间生境转移导致的数量波动,但这种效应受到水稻生育期的稀释。

在8个气象因子中,无论是短期还是中期效应,温度的影响作用最大,其次是日均气压;降雨量和相对湿度属于短期效应因子,日照时数属中长期效应因子,而日均风速的作用介于二者之间。通过调查时间点回推的气象因子与稻飞虱种群波动关联性的比较分析结果可以看出,稻飞虱种群数量波动更大程度上受前期气象因子的累积效应影响,而温度、气压、风速等瞬时效应并不是很显著,降雨量和相对湿度对稻飞虱种群数量的瞬时影响作用较大,因此,在研究气象因子对昆虫种群波动的影响效应中,将其分为短期效应因子和中长期效应因子类别,取得的研究结果更具客观性。

稻飞虱属迁飞性昆虫,具备明显的“同期突发性”^[1]。在迁入时,强下沉气流和降雨有利于稻飞虱降落,迁飞途中遇到槽线、切变线、脊线、峰面冷区及雨区,能迫使运行中的稻飞虱降落地面^[9-11],稻飞虱发生程度和频率与迁入时期的雨日成正相关^[12],高湿的环境条件有利于稻飞虱迁飞^[13]等。这些研究结果显示,降雨在迁入期对田间稻飞虱种群增长起促进作用,而在田间为害阶段,由于雨水的冲刷对稻飞虱种群增长起抑制效应。在迁出时,西南风和东北风是其南北运行的主要气流,且自主成群于最大风速层^[14]。本文基于田间稻飞虱种群时间系列上的变化探讨气象因子的作用,而迁入和迁出所占的时间资源较少,在一定程度上削弱了降雨和日均风速的作用。

本文在研究气候环境对褐飞虱种群影响作用时只选择了种群数量,而未考虑到种群结构。但研究表明光照、温度和湿度影响短翅型出现比例^[15-18],这对于进一步分析迁飞性害虫的生境转移和大范围迁飞尤为重要。另外,气象因子众多,但对褐飞虱的作用

效应存在交叉互补现象,如温度的升高导致湿度的降低、气压会影响日均风速等,为精简气象因子的作用,需要挑选出关键因子,这方面可以通过多因子分析来解决。

参考文献:

- [1] 程遐年,习学,杨联民,等. 稻褐飞虱迁飞规律的研究[J]. 昆虫学报,1979,22(1):1-21.
- [2] 包云轩,徐希燕,王建强,等. 白背飞虱重大迁入过程的大气动力学背景[J]. 生态学报,2007,27(11):4527-4535.
- [3] DRAKE V A, FARROW R A. The influence of atmospheric structure and motions on insect migration[J]. Annual Review Entomology, 1988, 33:183-210.
- [4] 汤金仪,胡伯海,王建强. 我国水稻迁飞性害虫猖獗成因及其治理对策建议[J]. 生态学报,1996,16(2):167-173.
- [5] 霍治国,陈林,叶彩玲,等. 气候条件对中国水稻稻飞虱为害规律的影响[J]. 自然灾害学报,2002,11(1):97-102.
- [6] 蔡文华,林添忠,吴美英. 福建褐稻虱迁飞降落大气环流类型研究[J]. 植物保护学报,1998,25(4):325-329.
- [7] 封传红,翟保平,张孝羲,等. 我国低空急流的时空分布与稻飞虱北迁[J]. 生态学报,2002,22(4):559-565.
- [8] 邹运鼎,毕守东,陈高潮,等. 各种天敌对棉蚜种群数量影响程度的研究[J]. 应用生态学报,1998,9(5):499-502.
- [9] 邓望喜. 褐飞虱和白背飞虱空中迁飞规律研究[J]. 植物保护学报,1981,8(2):73-82.
- [10] 谈涵秋,毛瑞曾,程极益,等. 褐飞虱远距离迁飞中的降落和垂直气流、降雨的关系[J]. 南京农业大学学报,1984,2:18-25.
- [11] 程忠诚,包华理,杨丽梅,等. 广东省稻飞虱降落分布规律初步研究[J]. 广东农业科学,1996(4):2-5.
- [12] 包华理,程忠诚,杨丽梅,等. 广东省稻飞虱发生区划及防治策略[J]. 广东农业科学,1996(4):8-11.
- [13] 叶正襄,秦厚国,黄荣华. 不同湿度下白背飞虱实验种群生命表[J]. 植物保护学报,1992,19(4):323-329.
- [14] 程极益,樊多琦,包云轩,等. 冀东稻飞虱暴发的轨迹分析[J]. 中国农业气象,1991,15(1):2-5.
- [15] 张增全. 褐稻虱翅型分化的研究[J]. 昆虫学报,1983,26(3):260-265.
- [16] 王希仁,张灿东. 褐稻虱翅型分化因子的探讨[J]. 昆虫知识,1981,18(4):145-148.
- [17] 刘光杰,寒川一成,沈丽丽. 褐飞虱成虫翅型分化研究[J]. 昆虫知识,2000,37(3):186-190.
- [18] 黄凤宽,韦素美,黄所生. 稻褐飞虱翅型分化研究进展[J]. 西南农业学报,2003,16(1):82-85.

【责任编辑 周志红】