

桑田越北腹露蝗若虫空间格局研究

陈强¹, 张振飞¹, 吴伟坚¹, 丘思娟², 陈玉托³

(1 华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州 510642;

2 广东省英德市病虫测报站, 广东 英德 513000; 3 广东省植物保护总站, 广东 广州 510500)

摘要:利用扩散系数(C)和离散分布的理论拟合,对越北腹露蝗 *Fruhstorferiola tonkinensis* 1~5龄若虫的田间调查数据进行分析.结果表明,各龄蝗蝻均呈聚集分布,1~5龄蝗蝻的 C 分别为879.578、152.742、22.972、6.053和6.150,1龄蝗蝻聚集度最高,3龄后开始扩散.1~3龄蝗蝻的空间格局可用Neyman A型分布拟合,4~5龄可用负二项分布拟合,即1~3龄呈核心分布,4~5龄演变为嵌纹分布.1龄蝗蝻平均每个聚团的个体数(m_2)为878头,2~3龄调查范围内的平均蝗团数(m_1)增加,平均每蝗团的个体数(m_2)减少.4~5龄聚团瓦解.

关键词:越北腹露蝗; 空间格局动态; 扩散系数; 概率拟合; 桑田

中图分类号:Q968.1

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2009)02-0030-03

Spatial Distribution Pattern of Nymphs of *Fruhstorferiola tonkinensis* in Mulberry Field

CHEN Qiang¹, ZHANG Zhen-fei¹, WU Wei-jian¹, QIU Si-juan², CHEN Yu-tuo³

(1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 Yingde Plant Disease and Insect Pest Forecast Station of Guangdong Province, Yingde 513000, China;

3 Plant Protection Station of Guangdong Province, Guangzhou 510500, China)

Abstract: The index of dispersion (C) and probability distributions fitting were applied to study the spatial pattern of nymphs of *Fruhstorferiola tonkinensis* in mulberry field. The results showed that the spatial distribution patterns were aggregated in all instars of the nymph. The dispersion indexes of the nymphs were 879.578, 152.742, 22.972, 6.053 and 6.150 from the 1st to 5th instar, respectively. The spatial distribution pattern of the 1st to 3rd instar nymphs were fitted to Neyman type A distribution, and the 4th and 5th instar nymphs turned into the negative binomial distribution. In the 1st instar nymph, the number of individuals per cluster (m_2) was 878, and the number of clusters per unit (m_1) from the 2nd to 3rd instar was increased and m_2 was decreased. The cluster was crashed in the stages from the 4th to 5th instar.

Key words: *Fruhstorferiola tonkinensis*; spatial distribution pattern; index of dispersion; probability distributions fitting; mulberry field

昆虫的种群空间格局是由物种的行为内禀特性与栖境相互作用而形成的种群个体在空间的分布状况,是其个体在生存空间的分布形式^[1].对昆虫种群空间的格局的研究,无论在生态学上,还是在害虫的综合防治上,都具有非常重要的意义.越北腹露蝗 *Fruhstorferiola tonkinensis* Will 属直翅目斑腿蝗科,分

布于中国的广西、广东等地.越北腹露蝗可以对农作物造成一定的危害,在广东的粤北地区,越北腹露蝗已成为当地的重要农业害虫之一,至2003年越北腹露蝗发生面积已达2.3万 hm^2 ^[2].越北腹露蝗喜产卵于河滩和桑田,卵块的空间格局为聚集^[3],卵为专性滞育,4月上旬孵化,孵化期较一致^[4],蝗蝻孵化后

收稿日期:2008-07-08

作者简介:陈强(1981—),男,硕士研究生;通讯作者:吴伟坚(1962—),男,教授,E-mail:weijwu@scau.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金(30671373);广东省蝗虫防治经费(粤财农0350,05358)

直接取食桑叶^[5],且具有暴食的特点,造成桑叶减产. 低龄蝗蝻在桑地里群集危害,高龄扩散危害^[6]. 这给当地农民的养蚕业带来很大影响. 据报道,至2004年越北腹露蝗危害桑田面积达到1 306.7 hm²,范围达到粤北地区的46个镇^[5]. 本文于2005年4月开始,对桑田越北腹露蝗1~5龄若虫的空间格局动态进行了研究,为制定防治适期提供科学依据.

1 研究方法

1.1 调查方法

从2005年4月开始,在广东省英德市西牛镇西联村,选取未喷施化学农药面积为6 m×18 m的桑田1块进行全面调查,样地内的植株数(*N*)为168株. 为防止蝗蝻逃出样地以及附近桑田的蝗蝻进入样地,用纱网围绕调查地. 每龄若虫各调查1次,以植株为单位,逐株调查每棵桑树上的蝗蝻数目.

1.2 聚集强度指数的测定

扩散系数(*C*)^[7]: $C = S^2/m$,式中, S^2 为方差,*m*为若虫平均数. 当*C* = 1时,为随机分布;当*C* > 1时,为聚集分布;当*C* < 1时,为均匀分布.

1.3 离散分布的理论拟合

将调查获得的数据列成频数分布表,进行频数分布检验,分别计算Neyman A型分布

$$P(x = 0) = \exp \{ -m_1 [1 - \exp(-m_2)] \},$$

$$P(x = k + 1) = \frac{m_1 m_2 e^{-m_2}}{k + 1} \sum_{t=0}^k \frac{m_2^t}{t!} P(x = k - t)$$

和负二项分布

$$P(x) = \frac{(k + x - 1)!}{x!(k - 1)!} p^k (1 - p)^x, x = 0, 1, 2, \dots$$

的理论频数 $NP(x)$, 并与实际频数进行 χ^2 检验,确定其所属分布型.

2 结果与分析

2.1 各龄期蝗蝻空间分布动态

将调查的数据绘制出各龄期若虫在桑田的空间动态图(图1). 从图1中可以看出,初孵的1龄若虫大部分集中在少数的几棵桑树上,因此聚集强度很大,在中心株上若虫的数量从几百头到上千头不等(图2),同时有相当数量的桑树没有蝗蝻聚集. 进入2龄后,中心株上蝗团内的虫数开始减少,有虫桑树的数量逐渐增加,但大部分的蝗蝻还是聚集在少数桑树上. 3龄若虫的分布情况也几乎相同. 4~5龄已经看不到有若虫聚集强度很高的中心株存在,蝗蝻几乎扩散到样地内所有的桑树上.

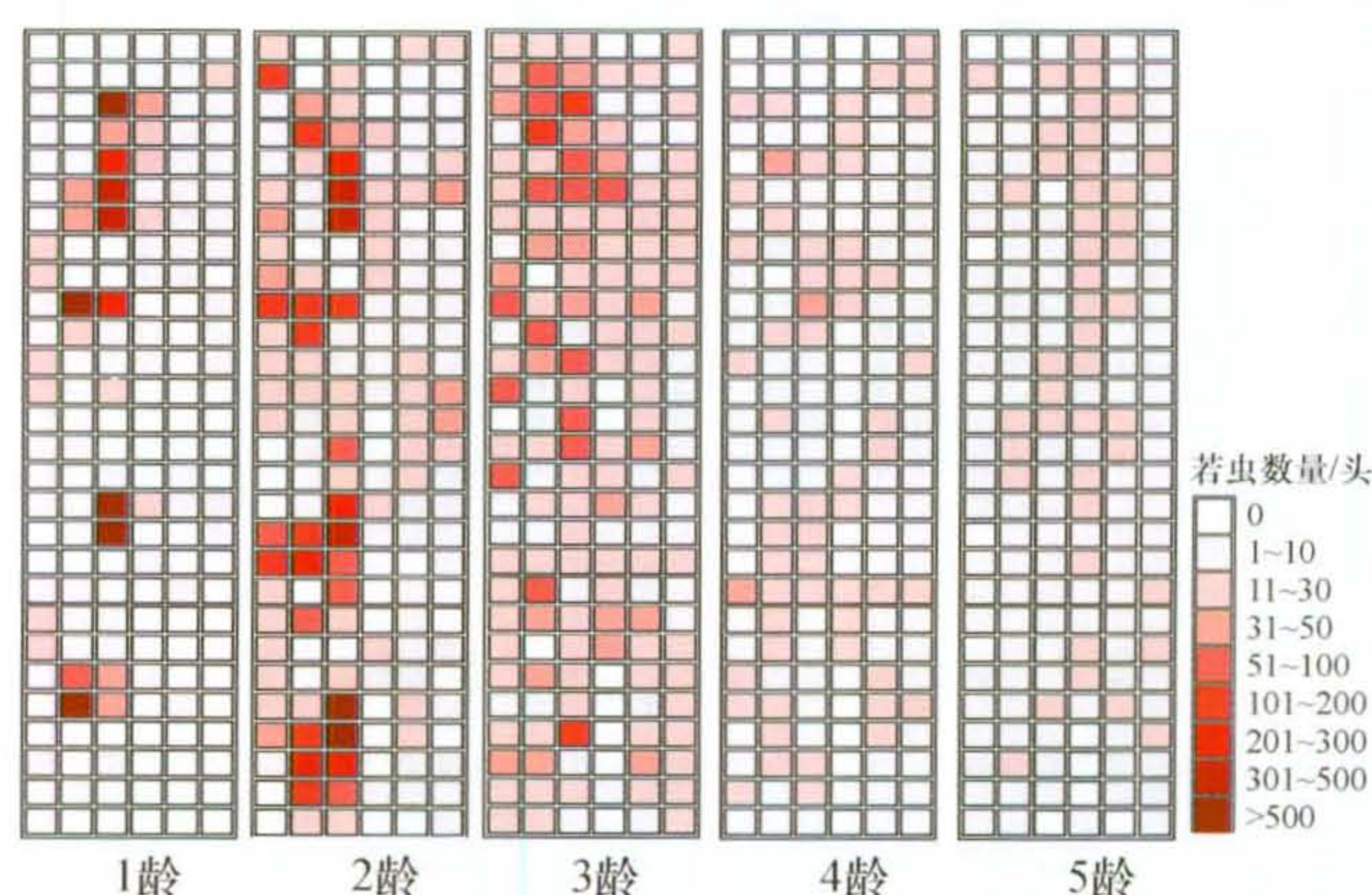


图1 越北腹露蝗各龄期若虫在桑田的空间动态

Fig. 1 Location dynamics of *Fruhstorferiola tonkinensis* nymphs in mulberry field



图2 桑田越北腹露蝗1龄若虫聚团

Fig. 2 A cluster of 1st instar nymph of *Fruhstorferiola tonkinensis* in mulberry field

2.2 各龄期蝗蝻聚集度的动态变化

对扩散系数(*C*)的测定结果(表1)显示,越北腹露蝗1~5龄若虫的*C*均显著大于1(以4龄*C* = 6.04为例, $t = \frac{C - 1}{\sqrt{2/(N - 1)}} = 45.49, P < 0.001$),表

明桑田中各个龄期的越北腹露蝗若虫都是聚集分布,但聚集强度从1龄到5龄逐步下降(图3);这与图1的空间动态图相一致.

表1 越北腹露蝗各龄若虫的聚集度

Tab. 1 Measurement of the indices of aggregation intensity of *Fruhstorferiola tonkinensis* in mulberry field

虫龄	若虫平均数(<i>m</i>)	方差(S^2)	扩散系数(<i>C</i>)
1	44.001	38 706.83	879.578
2	42.160	6 439.542	152.742
3	24.755	568.668	22.972
4	9.055	54.806	6.053
5	6.256	38.474	6.150

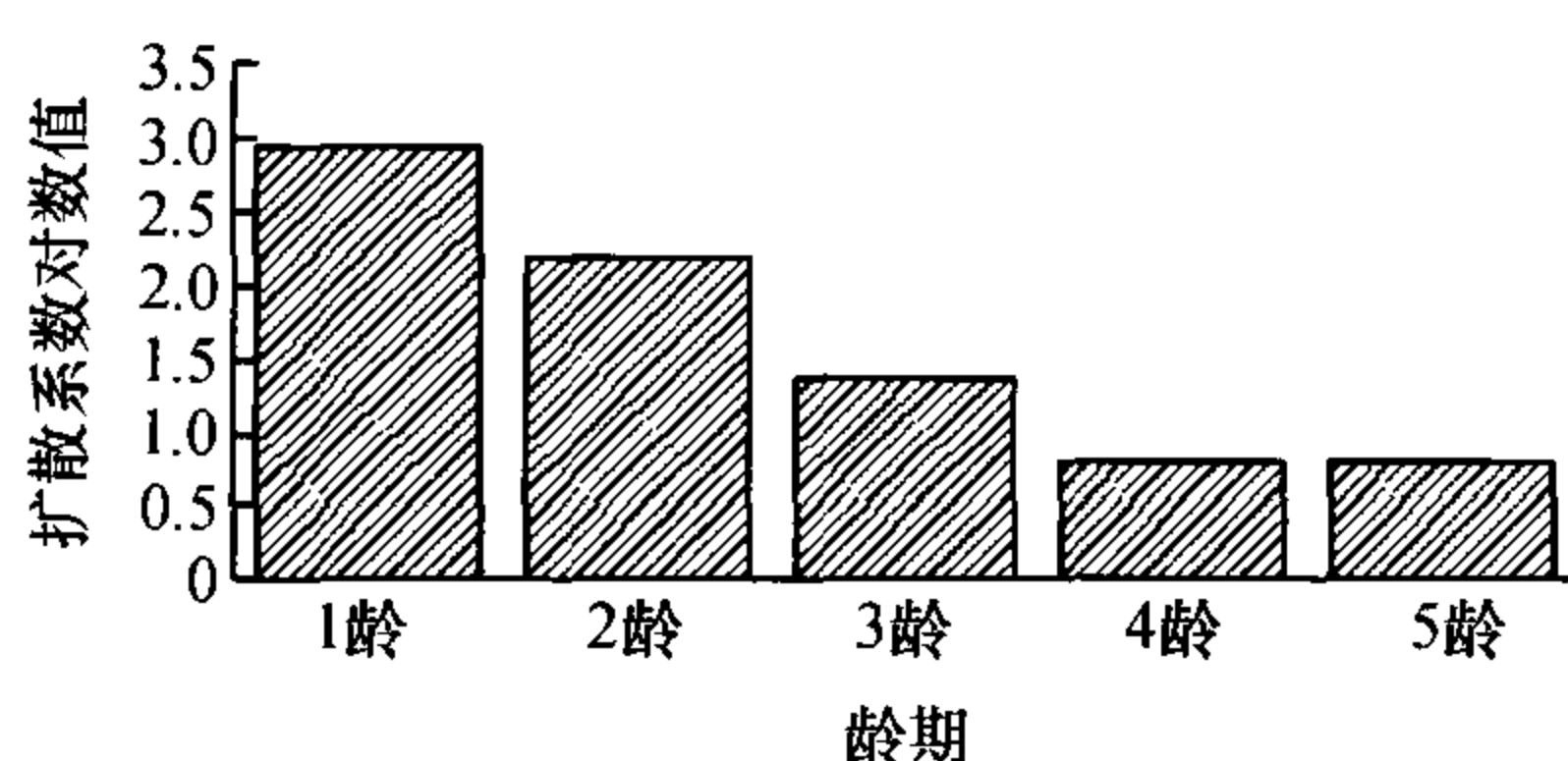


图3 桑田越北腹露蝗蝗蛹的聚集度动态

Fig. 3 Dynamics of aggregation intensity of nymph of *Fruhstorferiola tonkinensis* in mulberry field

2.3 离散分布的理论拟合

将调查获得的数据列成频数分布表,进行频数分布检验.结果(表2)表明,1~3龄蝗蛹的空间格局可用Neyman A型分布拟合,4~5龄可用负二项分布拟合,即1~5龄蝗蛹均为聚集分布,其中1~3龄呈核心分布,4~5龄演变为嵌纹分布.1龄蝗蛹平均每个聚团的个体数(m_2)为878头,平均每株桑树的蝗团数为0.1.2~3龄平均每株桑树的蝗团数(m_1)增加,平均每蝗团的个体数(m_2)减少,4~5龄聚团瓦解.

表2 越北腹露蝗各龄若虫空间分布格局类型

Tab. 2 Chi-square test of spatial distribution pattern of *Fruhstorferiola tonkinensis* nymphs

龄期	临界 $\chi^2_{0.05}$	χ^2		适合类型
		Neyman A型分布	负二项分布	
1	43.77	43.53	280.24	Neyman A型($m_1=0.1, m_2=878$)
2	43.77	2.63	425.02	Neyman A型($m_1=1.5, m_2=30$)
3	43.77	5.85	78.97	Neyman A型($m_1=1.2, m_2=21$)
4	43.77	115.81	35.65	负二项分布($k=1.792$)
5	43.77	784.00	44.73	负二项分布($k=1.215$)

3 讨论

通过扩散系数测定和离散分布的拟合表明,越北腹露蝗蝗蛹在桑田呈聚集分布,聚集强度随龄期的增大而显著降低.空间格局也由1~3龄的核心分布演变为4~5龄的嵌纹分布,与利用地学统计学的分析一致^[8].生物种群个体在空间的散布与该生物的生物学特性和环境有关.越北腹露蝗在桑田的食物条件较为均匀,1~3龄的聚团分布和4~5龄聚团瓦解的分布格局可能主要是由本身的生物学特性所决定.丁岩钦等^[9]认为,东亚飞蝗在田间的分布格局的动态变化与飞蝗的两型现象有一定的联系.一

些蝗虫如沙漠蝗 *Schistocerca gregaria* Forsk^[10]、飞蝗 *Locusta migratoria* L.^[11]的若虫存在吸引同种个体的聚集信息素(Aggregation pheromones),越北腹露蝗是否在低龄若虫存在聚集信息素而在高龄若虫存在反聚集信息素(Anti-aggregation pheromones)将作进一步研究.越北腹露蝗1~3龄蝗蛹的聚团分布,为在桑田防治该害虫提供了有利的时机,防治应在蝗虫聚团瓦解之前进行.由于桑叶养蚕的敏感性,化学防治将不能解决问题,寻求非化学农药的防治方法也是进一步研究的重点问题. Ross等^[12]认为利用聚集信息素与反聚集信息素,采用“诱集-驱避”策略,可以在害虫的可持续治理上取得更显著的效果.

参考文献:

- [1] 马占山. 昆虫种群空间格局研究方法的最近进展[J]. 昆虫知识, 1992, 29(4): 240-243.
- [2] 吴伟坚, 陈伟洲. 广东省清远市越北腹露蝗发生的时间序列模型[J]. 农业网络信息, 2005, 10: 104-105.
- [3] 陈伟, 吴伟坚, 陈伟洲, 等. 越北腹露蝗卵块空间格局的研究[J]. 华南农业大学学报, 2004, 25(4): 47-49.
- [4] 陈伟, 陈伟洲, 吴伟坚, 等. 越北腹露蝗胚胎发育的研究[J]. 华南农业大学学报, 2005, 26(4): 30-33.
- [5] 丘思娟, 陈伟洲, 吴伟坚. 桑田新害虫: 越北腹露蝗的发生情况及防治方法[J]. 中国植保导刊, 2004, 24(9): 23.
- [6] 丁岩钦. 昆虫种群生态学原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 84-120.
- [7] 丘思娟, 陆世忠, 肖四军, 等. 桑园越北腹露蝗暴发成因与防治对策[J]. 广东农业科学, 2005(2): 60-61.
- [8] 陈强, 吴伟坚, 张振飞, 等. 越北腹露蝗若虫空间格局的地学统计学分析[J]. 应用生态学报, 2007, 18(2): 467-470.
- [9] 丁岩钦, 陈玉平. 东亚飞蝗分布型的研究及其应用[J]. 昆虫学报, 1978, 21(3): 243-259.
- [10] DILLON R J, VENNARD C T, CHARNLEY A K. Exploitation of gut bacteria in the locust[J]. Nature, 2000, 403: 851.
- [11] NOLTE D J. Locustol and its analogues[J]. Journal of Insect Physiology, 1976, 22: 833-838.
- [12] ROSS D W, NIWA C G. Using aggregation and antiaggregation pheromones of the Douglas-fir beetle to produce snags for wildlife habitat[J]. Western Journal of Applied Forestry, 1997, 12(2): 52-54.

【责任编辑 周志红】