

# 越北腹露蝗卵块空间格局的研究

陈伟<sup>1</sup>, 吴伟坚<sup>1</sup>, 陈伟洲<sup>2</sup>, 陈忠南<sup>3</sup>, 陈玉托<sup>3</sup>, 梁广文<sup>1</sup>

(1 华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642; 2 广东省清远市植保站, 广东 清远 511515;  
3 广东省植保总站 广东 广州 510500)

**摘要:** 应用地理统计学和扩散系数  $C$ 、Taylor 幂法则、Iwao 聚片回归对广东省阳山县一河滩越北腹露蝗 *Fruhstorferiola tonkinensis* 卵块的空间格局进行分析, 结果表明, 越北腹露蝗卵块呈具有一定平均值的聚团的聚集分布, 聚集强度随卵块密度的增大而增大, 其聚集原因是雌虫产卵习性和环境因素综合影响的结果; 其拟合的变异曲线为球型, 其变程为 15.5 m, 块金常数为 18.7 m, 基台值为 124.6 m.

**关键词:** 越北腹露蝗; 卵块; 空间格局; 地理统计学

中图分类号: Q068.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2004)04-0047-03

## Spatial distribution pattern of egg mass of *Fruhstorferiola tonkinensis*

CHEN Wei<sup>1</sup>, WU Wei-jian<sup>1</sup>, CHEN Wei-zhou<sup>2</sup>, CHEN Zhong-nan<sup>3</sup>, CHEN Yu-tuo<sup>3</sup>, LIANG Guang-wen<sup>1</sup>

(1 Lab of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Qingyuan Plant Protection Station of Guangdong Province, Qingyuan 511515, China;

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

**Abstract:** Aggregation index and geostatistics was applied to study the spatial distribution pattern of egg mass *Fruhstorferiola tonkinensis*. Aggregate spatial distribution of the egg mass *Fruhstorferiola tonkinensis* on one river beach in Yangshan County, Guangdong Province was evaluated by the index of dispersion ( $C$ ), Taylor's power law ( $a$ ,  $b$ ), and Iwao's patchiness regression ( $\alpha$ ,  $\beta$ ). The estimated slopes  $b$  from the regression analyses with Taylor's power law on variances over means were larger than 1, indicating that the egg mass *Fruhstorferiola tonkinensis* was an aggregate one. Iwao's patchiness regression analyses on mean crowding over means showed that the egg mass *Fruhstorferiola tonkinensis* is aggregate within and among the patches. The cause of aggregation could result from two factors namely aggregation characteristics of population themselves and heterogeneity of environment. Geostatistical analysis showed that the variogram of egg mass *Fruhstorferiola tonkinensis* was described by a spherical model, range was 15.505 m, nugget was 18.723 7 m, sill was 124.614 7 m.

**Key words:** *Fruhstorferiola tonkinensis*; egg mass; spatial distribution pattern; geostatistics

越北腹露蝗 *Fruhstorferiola tonkinensis* Will. 是广东省清远市的主要农业害虫之一<sup>[1]</sup>. 它属直翅目斑腿蝗科, 腹露蝗属, 个体较小, 色褐, 多食性, 喜阴凉, 多在沿河两岸生存, 8~9 月在河滩、沙坝土壤中产卵, 一年一代, 可近距离迁移, 喜食各类农作物及枫杨 *Pterocarya stenoptera*、牡荆 *Vitex negundo*、野苕麻 *Boehmeria diffusa* 等河滩植物, 对植物危害极大. 1988

年在阳山县杜步镇首次出现越北腹露蝗的局部为害, 当时为害面积不到 0.02 hm<sup>2</sup>, 此后每年均有发生, 范围不断扩大, 到 2003 年已在小北江及其支流覆盖三连一阳(连州、连南、连山和阳山)和英德等地 45 个镇, 发生面积达 1.5 万 hm<sup>2</sup>, 严重地危害当地的农作物, 给清远市农村经济的发展带来巨大损失. 目前国内有关学者只对越北腹露蝗的分类做过研究<sup>[2]</sup>,

对其生物学和生态学特性及空间分布型等方面的研究报道较少. 本研究对越北腹露蝗卵块的空间分布格局进行调查与分析, 为该虫的预测预报及通过改造河滩以抑制其发生提供科学依据.

## 1 研究方法

### 1.1 调查方法

2003年9月上旬(越北腹露蝗产卵高峰期), 用双行平行跳跃法在清远市阳山县一河滩进行调查. 每个选点内, 针对不同的植被和土质进行取样. 把每天采集单位面积(1 m<sup>2</sup>)的平均数作为1个样本, 共收集5组资料. 每个单位面积(1 m<sup>2</sup>)的卵块数作为1个样本, 共收集5组资料.

### 1.2 空间格局测定方法

1.2.1 聚集强度指数的测定 (1) 扩散系数  $C^{[3]}$ :  $C = S^2/m$ , 当  $C=1$  时为随机分布;  $C > 1$  时为聚集分布;  $C < 1$  时为均匀分布.

(2) Taylor 幂法则<sup>[4]</sup>:  $\lg S^2 = \lg a + b \lg m$ , 其中  $b$  为聚集度指标. 当  $\lg a = 0, b > 0$  时为均匀分布;  $\lg a < 0, b = 1$  时为随机分布;  $\lg a > 0, b > 1$  时为聚集分布.

(3) Iwao 聚片回归(patchiness regression)<sup>[4]</sup>:  $m = \alpha + \beta m$ , 其中  $\alpha$  为截距, 表明分布基本成分的性质. 当  $\alpha < 0$  时, 个体间相互排斥;  $\alpha = 0$  时, 分布的基本成分是个个体;  $\alpha > 0$  时, 个体间相互吸引, 分布的基本成分是个体群.  $\beta$  为斜率, 表示种群成分的空间分布型. 当  $\beta < 1$  时为均匀分布;  $\beta = 1$  时为随机分布;  $\beta > 1$  时为聚集分布.

1.2.2 变异曲线图的建立 以实际调查河滩的卵块数为一样方, 以  $Z_{(x)}$  和  $Z_{(x+h)}$  分别表示间隔为  $h$  的2个样本的调查测量值, 则在样本空间所有这些间隔为  $h$  的样本半变异函数(variogram)可用下式计算:

$$rD(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z_{(xi)} - Z_{(xi+h)}]^2,$$

其中,  $N(h)$  为间隔  $h$  的样点的对数, 以变异函数  $rD(h)$  对间隔距离  $h$  作图称为变异曲线图. 在变异曲线图中有3个重要参数: 基台值(sill)、变程(range)或空间依赖性距离(spatial dependence distance)和块金常数(nugget). 这3个参数决定变异曲线图的形状、结构. 变异曲线图的形状反映昆虫种群的空间分布结构或空间相关类型, 同时还能给出这种空间相关的范围. 常用的变异函数模型有单项式、指数式、直线形式、高斯函数、球面函数等<sup>[5-7]</sup>.

根据实际情况, 本研究采用球面模型:

$$rD(h) = \begin{cases} C_0 + C, & h > a \\ C_0 + C \left[ \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right], & 0 < h \leq a \end{cases}$$

上式中,  $C_0$  为块金常数, 其大小可反映局部变量的随机程度,  $C$  为拱高,  $C_0 + C$  为基台数, 其大小可反映变量变化幅度的大小;  $a$  为变程, 表示以  $a$  为半径的领域内的任何其他  $Z_{(x+h)}$  间存在空间相关性或者说  $Z_{(x)}$  和  $Z_{(x+h)}$  相互间的影响.

### 1.3 聚集因素分析

根据 Bliackith 种群聚集均数  $\lambda$  值进行测定.  $\lambda = \frac{\bar{x}}{2K} \cdot \gamma$  ( $\gamma$  为  $2K$  自由度下的  $\chi_{0.05}^2$  值;  $K$  为负二项分布参数), 若  $\lambda < 2$ , 聚集是由环境条件引起; 若  $\lambda \geq 2$ , 聚集是由昆虫本身习性和环境因素综合作用的结果.

## 2 结果与分析

### 2.1 越北腹露蝗卵块的聚集强度指数分析

通过对扩散系数  $C$  的测定, 各样本的  $C$  值均显著大于1(表1), 说明越北腹露蝗卵块呈聚集分布. 以表1数据拟合 Taylor 幂法则得:  $\lg S^2 = 0.435 + 1.522 \lg m$  ( $R = 0.976, P < 0.05$ ). 现  $\lg a > 0, b > 1$ , 说明越北腹露蝗卵块在一定密度下都是聚集的, 而且聚集强度随卵块密度的增大而增大. 以表1数据进行平均数与平均拥挤度回归分析得:  $m = 2.910 + 1.517m$  ( $R = 0.980, P < 0.05$ ). 因  $\alpha > 0, \beta > 1$ , 说明越北腹露蝗卵块是具有一定平均值的聚团的聚集分布.

表1 越北腹露蝗卵块的基本统计特征和扩散系数

Tab. 1 Dispersion indices and related statistics of egg mass of *Fruhstorferiola tonkinensis*

样本 samples	平均 密度 $m$	方差 $S^2$	平均拥挤度 $\bar{m}$	扩散 系数 $C$	$C$ 值 $t$ -检验 $t$ -test for $C$
1	9.95	91.31	18.13	9.18	$P < 0.001$
2	8.40	65.83	15.24	7.84	$P < 0.001$
3	7.50	60.05	14.51	8.01	$P < 0.001$
4	7.85	61.08	14.63	7.78	$P < 0.001$
5	8.05	67.10	15.39	8.34	$P < 0.001$

### 2.2 越北腹露蝗卵块的变异曲线图

运用球面模型对调查数据进行分析, 得出越北腹露蝗卵块变异函数及变异曲线(图1). 由图1可以看出, 达到平衡时的变异函数值(基台值)为124.6147 m, 变异函数值达到平衡时的间隔距离为(变程)为15.505 m, 变异曲线被延伸到间隔距离为零时的截距(块金常数)为18.7372 m. 越北腹露蝗卵块在河滩的分布有一定的空间依赖性, 半方差值

随间隔距离增大而增大, 半变异函数在变程为 15.505 m 时达到基台值, 表明卵块间的空间依赖性距离可达 15.505 m.

$$rD_{(h)} = \begin{cases} 18.7237 + 105.8910, & h > 15.505 \\ 18.7237 + 105.8910 \times \left[ \frac{3h}{31.01} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{15.505} \right)^3 \right], & 0 < h \leq 15.505 \end{cases}$$

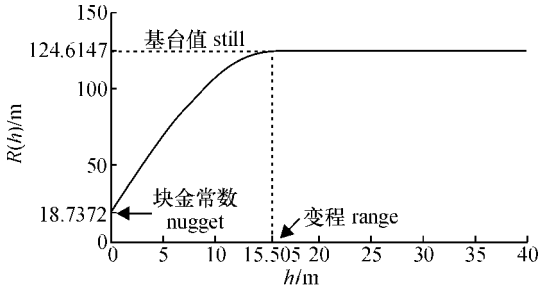


图 1 越北腹露蝗卵块变异曲线图

Fig. 1 The variogram of egg mass of *Fruhstarfeniola tonkinensis*

### 2.3 越北腹露蝗卵块的聚集因素分析

经计算, 各样本的  $\lambda$  分别为: 38.80、37.84、33.25、37.53 和 28.65, 均大于 2, 说明越北腹露蝗卵块聚集是雌虫产卵习性和环境因素综合影响的结果.

## 3 讨论与结论

(1) 应用聚集强度指数研究表明越北腹露蝗卵块呈聚集分布; 聚集强度随卵块密度的增大而增大. 聚集原因分析表明卵块聚集是越北腹露蝗本身产卵习性和河滩土质和植被等环境因素综合作用的结果.

(2) 地理统计学(geostatistice)是地质分析和统计分析相结合基础上形成的一套分析空间相关变量的理论和方法<sup>[8]</sup>. 地理统计学能准确的描述生物种群在空间的相互依赖关系, 形象提供空间分布信息, 运用该方法可以获得较为形象、准确的空间定位图式, 为害虫的科学治理提供参考. 实践证明, 地理统计学能为探索昆虫种群形成过程和形成其空间分布原因以及种间竞争机制提供强有力的工具.

#### 参考文献:

[ 1 ] 陈玉托, 陈忠南. 广东省农作物病虫害发生态势与综合治理对策[J]. 广东农业科学, 2003, (2): 34-36.  
 [ 2 ] 梁烙球. 广东、海南两省的蝗虫[J]. 中山大学学报, 1996, 35(2): 28.  
 [ 3 ] 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.  
 [ 4 ] 邹祥光. 昆虫生态学常用数学分析方法[M]. 北京: 农业出版社, 1985. 343-517.  
 [ 5 ] 王政权. 地理统计学及在生态学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 102-149.  
 [ 6 ] 黄寿山, 胡慧建, 梁广文. 二化螟越冬幼虫空间分布图式的地理统计学分析[J]. 生态学报, 1999, 19(2): 250-253.  
 [ 7 ] 陆永跃, 梁广文. 棉铃虫卵空间分布的地理统计学分析[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(1): 13-14.  
 [ 8 ] 李德仁. 地理信息系统导论[M]. 北京: 测绘出版社, 1993. 12-13.

【责任编辑 周志红】