

# 大豆蚜种群的空间结构参数特征及其应用

苏建亚 郝康陕 侍晓玲

(南京农业大学农业昆虫研究所, 南京 210095)

**摘要** 对大豆蚜的空间分布型进行了研究。11组样本中有10组符合负二项分布, 1组属聚集分布, 所有样本均不符合泊松、奈曼( $n=0\sim 4$  和  $n=\infty$ )、泊松二项、复合泊松分布。大豆蚜空间分布基本成分为个体群的聚集分布, 聚集程度随密度的增加而提高。利用大豆蚜种群的空间格局参数  $\bar{m}$ 、 $C_A$ 、 $I_A$ 、 $\frac{\bar{m}}{\bar{x}}$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  和种群聚集均值  $\lambda$  值, 分析了大豆蚜种群聚集的原因, 估计了个体群平均大小及其与平均密度的关系。通过 Taylor 的指数回归式参数确定了在一定精确度水平下的理论抽样数和序贯抽样公式: 理论抽样数  $n = \frac{5.364 \bar{x}^{-0.64}}{D^2}$ , 序

贯抽样截止线  $T_r = \frac{13.8}{D^{3.125} \cdot n^{0.563}}$ 。

**关键词** 大豆蚜; 分布型; 抽样技术

**中图分类号** S435.651

## SPATIAL DISTRIBUTION AND SAMPLING TECHNIQUE OF *APHIS GLYCINES* MATSUMURA

Su Jianya, Hao Kangshan and Shi Xiaoling

(Institute of Agricultural Entomology, Nanjing Agric Univ, Nanjing 210095)

**ABSTRACT** The spatial distribution of *Aphis glycines* was studied. All sets of samples exhibited aggregated patterns of spatial distribution, but not fitted Poisson, Neymann ( $n=0\sim 4$  and  $\infty$ ), Poisson-binomial and compound Poisson distributions. Of 11 sets of samples tested, 10 sets fitted the negative binomial distribution, only 1 set not fitted. The spatial distribution parameters ( $\bar{m}$ ,  $C_A$ ,  $I_A$ ,  $\frac{\bar{m}}{\bar{x}}$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ) of the soybean aphids were analyzed, and the reason of contagious patterns of the aphids was discussed. The sample size requirements and sequential sampling plans of fixed levels with precision were determined by utilizing estimated variance/mean relationship obtained from Taylor's power law regression.

**Key words** *Aphis glycines* Matsumura; spatial distribution; sampling

大豆蚜 (*Aphis glycines* Matsumura) 是中国大豆上的重要害虫, 作者首次对大豆蚜的田间分布型、空间格局参数的特征进行了分析, 并探讨了其空间格局参数在抽样技术上的应用。

### 1 资料来源与方法

1995 年对南京农业大学试验地的大豆蚜种群进行抽样调查, 抽样单位为复叶, 连片调

查400株,每株取上、中、下3片复叶,共计调查11个田块,取得11组样本数据,分别用频次拟合、聚集度指标和回归模型法研究其分布型性质,并分析参数特征。

## 2 结果与分析

### 2.1 分布型测定

分别采用频次拟合、聚集度指标法和回归模型法进行分析。

2.1.1 频次拟合法 将11组样本数据列成频次分布表,用计算机求出5种分布型[泊松分布、负二项分布、奈曼分布( $n=0\sim 4$ 和 $n=\infty$ )、泊松二项分布、复合泊松分布]的理论频次,进行卡方测定。结果表明:11组样本中有10组符合负二项分布,1组不符合(可能是该样本数据离散),所有样本均不符合其它分布型。

2.1.2 聚集度指标法 对每组样本分别计算平均数( $\bar{x}$ )、方差( $S^2$ )、平均拥挤度( $\dot{m}$ )、负二项分布的 $k$ 值、扩散系数( $C$ )、 $C_A$ 指数、扩散性指数( $I_s$ )、聚块性指标( $y$ )、个体群平均大小指数( $L$ )。测定标准<sup>[1-3]</sup>见表1。从表2可知,大豆蚜的各项聚集度指标均符合聚集分布的检定标准,说明这11组样本全属于聚集分布。

表1 测量昆虫分布型的几种聚集度指标  
Table 1 Several aggregation parameters for measuring spatial pattern of insect

分布型 Pattern	扩散系数 $C$ Dispersion index $C$	扩散性指标 $I_s$ Morisita's $I_s$	$C_A$ 指数 Kuno's $C_A$	聚块性指标 ( $y$ ) Clump index ( $y$ )	Taylor 的 $b$ 指数 Taylor's $b$	Iwao 的 $\beta$ 参数 Twaos's $\beta$
泊松分布 Poisson	1	1	0	1	1	1
聚集分布 Contagious	>1	>1	>0	>1	>1	>1
均匀分布 Reguar	<1	<1	<0	<1	<1	<1
计算方法 Measurements	$\frac{S^2}{\bar{x}}$	$\frac{\sum_{i=1}^n x_i(x_i-1)}{N(N-1)}$	$\frac{S^2-\bar{x}}{\bar{x}^2}$	$\frac{\dot{m}}{\bar{x}}$	$S^2 = a\bar{x}^b$	$\dot{m} = a + \beta\bar{x}$

表2 大豆蚜田间种群的聚集度指标  
Table 2 The aggregation parameters of *Aphis glycines* population

Date	$\bar{x}$	$S^2$	$C_A$	$C$	$y$	$I_s$	$\chi^2_{0.05}$	Freedom	Pattern
1995-07-24	1.310 0	8.185 7	3.491 4	6.248 6	5.006 6	5.005 8	21.05	18	N. B. D.
1995-07-26	0.987 5	5.205 0	3.661 8	5.270 9	5.325 0	5.325 0	32.19	15	C. D.*
1995-07-28	0.776 7	3.563 1	4.211 0	4.587 7	5.619 0	5.620 4	13.28	11	N. B. D.
1995-07-30	0.510 0	2.145 0	4.882 4	4.205 9	7.286 1	7.291 2	3.95	11	N. B. D.
1995-08-01	0.640 0	3.613 4	5.910 7	5.646 0	8.259 4	8.262 7	2.73	11	N. B. D.
1995-08-03	0.429 2	1.851 5	6.121 6	4.314 2	8.821 8	8.731 1	10.24	8	N. B. D.
1995-08-05	0.748 3	2.885 7	3.410 8	3.853 2	4.816 9	4.817 8	13.36	10	N. B. D.
1995-08-07	0.459 2	1.908 3	5.284 0	4.155 9	7.872 6	7.879 9	8.01	11	N. B. D.
1995-08-14	0.306 7	0.861 7	4.868 8	2.809 8	6.900 9	6.912 7	8.00	8	N. B. D.
1995-08-16	0.317 5	1.312 8	5.591 9	4.134 8	10.873 4	10.891 0	10.96	8	N. B. D.
1995-08-18	0.526 7	2.229 5	3.977 4	4.233 2	7.138 6	7.143 6	11.23	9	N. B. D.

\* N. B. D. means negative binomial distribution 负二项分布; C. D. means clumped distribution 聚集分布

2.1.3 回归模型法 将11组样本数据用Iwao提出的平均拥挤度( $\dot{m}$ )与平均数( $\bar{x}$ )的回归

关系式:  $\bar{m} = \alpha + \beta \bar{x}$  对大豆蚜分布进行检验, 结果为:

$$\bar{m} = 1.9531 + 3.4216\bar{x} \quad (r = 0.8757, F = 29.6)$$

$\alpha = 1.9531 > 0$ , 说明大豆蚜种群空间格局的基本成分为个体群;  $\beta = 3.4216 > 1$ , 说明基本成分的分布格局为聚集型, 故大豆蚜在田间的分布为聚集型分布。

徐汝梅等<sup>[2]</sup>的改进 Iwao 模型为:

$$\bar{m} = 1.9208 + 3.5221\bar{x} - 0.06474\bar{x}^2$$

其  $r = -0.0647 \rightarrow 0$ ,  $\alpha, \beta$  值与 Iwao 原模型差异不大。

用 Taylor 的方差 ( $S^2$ ) 与平均数 ( $\bar{x}$ ) 的回归式:  $S^2 = a\bar{x}^b$  检验, 结果为:

$$S^2 = 5.3641\bar{x}^{1.3601} \quad (r = 0.9766, F = 185.5)$$

$a = 5.3641 > 1$ ,  $b = 1.3601 > 1$ , 说明大豆蚜的分布型在一切密度下都为聚集型, 且聚集强度随种群密度的升高而增加。

方差分析的  $F$  值表明, Taylor 的方差与平均数回归式较 Iwao 的平均拥挤度与平均数回归式更能反映大豆蚜在田间的聚集分布情况。Taylor 回归式的相关系数和  $F$  值均较 Iwao 的大, 参数  $b$  具有种的特异性, 生活习性不同, 种类不同, 其  $b$  值差异很大; 而生活习性相近, 分布型类似的种类其  $b$  值比较接近, 在抽样应用中较 Iwao 的参数更为合适<sup>[4]</sup>。

## 2.2 大豆蚜个体群大小分析

根据  $\alpha, \beta$  参数, 大豆蚜空间分布为个体群结构的聚集分布, 其聚集度大小与负二项分布的  $k$  值有关, 可用个体群平均大小指数 ( $L$ ) 表示<sup>[5]</sup>, 建立  $L$  与平均密度 ( $\bar{x}$ ) 的关系式为:  $L = 2.063 + 3.711\bar{x} (r = 0.9357)$ 。大豆蚜个体群的大小随密度的增加而增加, 具有不稳定性。

## 2.3 聚集原因分析

应用 Blackith 提出的种群聚集度均数 ( $\lambda$ ) 检验大豆蚜在田间的聚集原因, 聚集均数的计算公式为:

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{2k} \cdot r$$

其中  $k$  为负二项分布的参数,  $r$  是具有自由度为  $2k$  时的  $\chi^2_{0.5}$  函数值。当  $\lambda < 2$  时, 聚集原因由某些环境因素引起, 当  $\lambda > 2$  时, 其聚集是昆虫本身行为和环境因素综合影响的结果。11 组样本的  $\lambda$  值均小于 2, 说明大豆蚜聚集分布的原因为环境的异质性所致, 但与大豆蚜种群密度过低也有一定关系。

## 2.4 理论抽样数的确定

应用 Taylor 的方差与平均数关系式中的  $a, b$  参数确定的理论抽样数和序贯抽样截止线分别为:

$$n = \frac{a\bar{x}^{b-2}}{D^2} \quad T_n = \left(\frac{D^2}{a}\right)^{\frac{1}{b-2}} \cdot n^{\frac{b-1}{b-2}}$$

式中  $n$  为抽样数,  $T_n$  为累计虫量,  $D$  为精密指标 ( $n = 0.1, 0.2, 0.3$ ), 将  $a$  和  $b$  值代入上式得到不同蚜虫密度 ( $\bar{x}$ )、不同精确度要求下的理论抽样数和序贯抽样截止线:

$$n = \frac{5.3641\bar{x}^{-0.64}}{D^2} \quad T_n = \frac{13.8}{D^{3.125} \cdot n^{0.563}}$$

由图 1 可知, 随蚜量密度 ( $\bar{x}$ ) 的下降, 理论抽样数 ( $n$ ) 呈指数性剧增, 在进行序贯抽样过程中, 当累计虫量达到图 2 所示的截止线时即可停止调查。在实际应用时, 可根据需要确定精确度水平, 大田一般取  $D = 0.2$  即可。

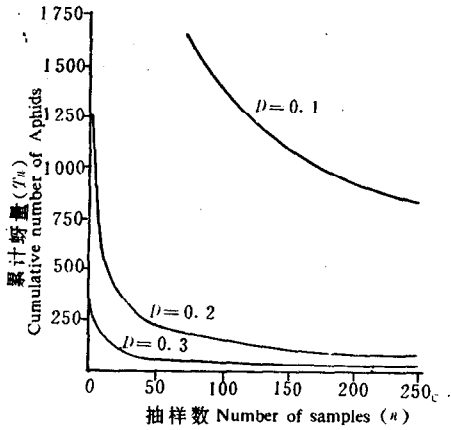


图1 大豆蚜种群调查的理论抽样数

Fig. 1 Sample size curves for leaf samples of *A. glycines*

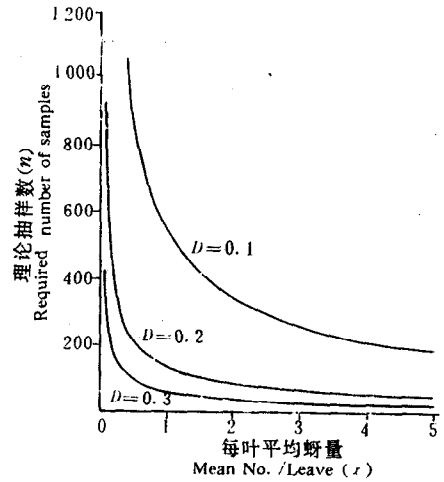


图2 大豆蚜序贯抽样的截止线

Fig. 2 Stop lines for fixed-precision-level sequential sampling for *A. glycines*

(本文承蒙程遐年教授审阅,谨此表示感谢。)

#### 参考文献

- 1 童来兴,沈柏尧,虞晓峰,等. 桃树上扁刺蛾幼虫空间分布型的参数特征及其应用. 昆虫知识, 1994, 31(1): 11~14
- 2 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1987. 7~34
- 3 邬祥光. 昆虫生态学常用数学分析方法. 北京: 农业出版社, 1985. 343~517
- 4 Elliott N C, Kieckhefer R W. Cereal aphid populations in winter wheat: Spatial distributions and sampling with fixed levels of precision. *Environ Entomol*, 1986, 15: 954~958
- 5 丁岩钦. 关于个体群大小的定义及其模型特征分析. 昆虫知识, 1993, 30(5): 304~306

(责任编辑 赵红艳)