

金钱松小卷蛾幼虫空间分布型的研究

方志刚

毛朝明

(浙江林学院, 临安 311300)

(松阳县林业局)

摘 要 采用扩散系数 C , 聚集度指标 I , Cassie 指标 C_A , Morisita 扩散指标 I_0 , Lloyd 聚块性指标 L , Iwao 的 m^*-m 回归分析法和 Taylor 的幂指数法等 7 种方法测定了金钱松小卷蛾幼虫的空间分布型, 并探讨了其在最适抽样数、资料代换及序贯抽样中的应用。

关键词 金钱松小卷蛾; 幼虫; 生态分布; 抽样

中图分类号 S763.42; S763.712.3

空间分布型是指 1 种昆虫群体在一定的环境条件下的空间分布结构。这种空间分布是种的生物学特性对环境条件适应的结果。因此, 明确昆虫的空间分布型, 可以帮助我们对该种昆虫生态特性有进一步的了解, 为确定抽样技术、取样数量提供理论依据, 从而提高对害虫防治对策的抉择及试验设计、预测预报的精确程度。

为了研究金钱松小卷蛾的发生规律和防治工作中能够采取较合理的取样方法和取样数量, 我们运用聚集度指标法对金钱松小卷蛾空间分布型进行了测定。

1 材料与方法

1.1 调查方法

1991年5月在浙江莫干山风景区受害程度不同的地段的20~30年生郁闭度0.6~0.7的金钱松纯林中选取标准地7块。每块标准地用双平行线隔株法调查30株, 在每株树上不同方向和部位选取5个样方。每样方面积是 $0.3\text{m} \times 0.4\text{m}$ 。计算每样方内的幼虫数, 总和代表1株树上的幼虫数。

1.2 分布型测定方法^[1~4]

① 扩散系数 C

$$C = v/m \quad v \text{ 为方差, } m \text{ 为均数。}$$

若: $C > 1$ 聚集分布; $C < 1$ 均匀分布; $C = 1$, 随机分布。

② 聚集度指标 I

$$I = \frac{v}{m} - 1$$

收稿日期: 1992-10-06

若: $I > 0$, 聚集分布; $I < 0$, 均匀分布; $I = 0$ 随机分布。

③ Cassie 指标 C_A

$$C_A = \frac{v - m}{m^2}$$

若: $C_A > 0$ 聚集分布; $C_A < 0$ 均匀分布; $C_A = 0$ 随机分布。

④ 森下正明的扩散指标 I_d

$$I_d = \frac{v - m + m^2}{m^2} \times \frac{N}{N - 1}$$

若: $I_d > 1$ 聚集分布; $I_d < 1$ 均匀分布; $I_d = 1$ 随机分布。

⑤ Lloyd 的聚块性指标 L 法

$$L = \frac{m^*}{m} = \frac{v - m + m^2}{m^2}$$

$$m^* = \frac{v - m + m^2}{m} \text{ 为平均拥挤度}$$

若: $L > 1$ 聚集分布; $L < 1$ 均匀分布; $L = 1$ 随机分布。

⑥ Iwao 的 m^*-m 回归分析法

$$m^* = \alpha + \beta m$$

若: $\alpha = 0$ 分布的基本是单个体, $\alpha > 0$ 个体间相互吸引, 分布的基本成分是个体群, $\alpha < 0$ 个体间相互排斥; $\beta = 1$ 随机分布; $\beta < 1$ 均匀分布; $\beta > 1$ 聚集分布。

α 和 β 的联合可分为:

$\alpha = 0$, $\beta = 1$ 随机分布; $\alpha = 0$, $\beta < 1$ 均匀分布;

$$\left. \begin{array}{l} \alpha > 0, \beta = 1 \\ \alpha = 0, \beta > 1 \\ \alpha > 0, \beta > 1 \end{array} \right\} \text{聚集分布} \left\{ \begin{array}{l} \text{个体群大小固定, 个体群呈随机分布; 具有公共} \\ K \text{ 值的负二项分布; 没有固定的数学模式。} \end{array} \right.$$

⑦ Taylor 幂法则法

$$v = am^b \text{ 或 } \lg v = \lg a + b \lg m$$

若: $\lg a = 0 (a = 1)$, $b = 1$ 则种群为随机分布; $\lg a > 0 (a > 1)$, $b = 1$ 则种群在一切密度下均为聚集分布, 且聚集强度不随种群密度的改变而改变。 $\lg a < 0 (a < 1)$, 则种群在一切密度下均为聚集分布, 且聚集强度随种群密度的升高而增加; $\lg a < 0 (0 < a < 1)$, $b < 1$ 则种群密度越高, 分布越均匀。

2 结果与分析

2.1 金钱松小卷蛾幼虫种群的扩散系数 C 值, 聚集度指标 I 值、Cassie 指标 C_A 值、扩散指标 I_d 值、Lloyd 聚块性指标 L 值

根据 7 块样地的调查结果, 计算出各样地小卷蛾幼虫的 m , v , C , C_A , I_d 和 L 值列于表 1。

表1 金钱松小卷蛾幼虫种群的 C, I, C_A, I_δ 和 L 值Table 1 Indices of aggregation of the larvae of *Olethreutes* sp.

标准地号	调查株数	平均虫口 $m(\text{头/株})$	方差 v	扩散系数 C	聚集度指标 I	C_A 指数	扩散指标 I_δ	聚块性指标 L
1	30	103.63	2857.63	27.58	26.58	0.26	1.30	1.26
2	30	96.40	3250.00	33.71	32.71	0.35	1.39	1.34
3	30	60.33	816.02	13.53	12.53	0.21	1.25	1.21
4	30	54.40	1077.31	19.80	18.80	0.35	1.75	1.69
5	30	32.36	240.56	7.43	6.43	0.20	1.24	1.20
6	30	18.50	85.05	4.60	3.60	0.19	1.24	1.19
7	30	4.36	10.97	2.52	1.52	0.35	1.39	1.35

从表1可以看出, 金钱松小卷蛾幼虫的扩散系数大于1, 聚集度指标 I 大于0, C_A 大于0, 扩散指标 I_δ 大于1, 聚块性指标 L 大于1, 说明金钱松小卷蛾幼虫的空间分布型为聚集分布。

2.2 Iwao的 m^*-m 回归分析法

根据各样地的调查材料, 求得各样地的均数 m 和平均拥挤度 m^* , 对 m^*-m 作回归分析, 用最小二乘法求得 α, β 值, 并根据公式:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x \sum y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}}$$

其中: $x = m, y = m^*$ 。

求得相关系数 r 值。计算结果见表2。

表2 金钱松小卷蛾幼虫的 α, β 值和相应分布型Table 2 α, β and spatial patterns of the larvae of *Olethreutes* sp.

标准地号	调查株数	平均虫口 $m(\text{头/株})$	方差	平均拥挤度 m^*	α 值	β 值	r 值	分布型	分布的基本成分
1	30	103.63	2857.63	130.57	1.0120	1.3125	0.9847	聚集分布	个体群
2	30	96.40	3250.00	129.18					
3	30	60.33	816.02	73.00					
4	30	54.40	1077.31	91.94					
5	30	32.36	240.56	38.83					
6	30	18.50	85.05	22.02					
7	30	4.36	10.97	5.86					

对相关系数 r 的显著性检验表明, m^* 和 m 的相关系数极显著($\alpha = 0.01$)其回归式为:

$$m^* = 1.0120 + 1.3125m$$

由 $\alpha > 0$, 说明金钱松小卷蛾幼虫分布的基本成分是个体群, $\beta = 1.3125 > 1$, 说明种群为聚集分布。根据两者联合可知, 金钱松小卷蛾幼虫的空间分布型没有确定的数学模式的聚集分布。

2.3 Taylor 幂法则法

将各样地的 m 值和 v 值进行常用对数转换, 然后进行一元线性回归分析、计算结果见表 3。根据公式计算相关系数 $r=0.9906$, v 和 m 的幂相关关系极显著 ($\alpha=0.01$)。由 $\lg a = 0.4086 > 0$, $b=2.1600 > 1$, 说明种群在一切密度下均为聚集分布, 且聚集强度值随种群的密度升高而增加。

表 3 金钱松小卷蛾幼虫空间分布型的 Taylor 幂法则测定

Table 3 Analysis of spatial pattern of the larvae of *Olethreutes* sp. by means of the method of Taylor

标准地号	平均虫口 m (头/株)	$\lg m$	方差 v	$\lg v$	$\lg a$ 值	a 值	b 值
1	103.63		2 857.63				
2	96.40		3 250.00				
3	60.33		816.02				
4	54.40		1 077.31		0.408 6		2.160 0
5	32.36		240.56				
6	18.50		85.05				
7	4.36		10.97				

3 空间分布型的应用

3.1 在资料代换中的应用

在进行害虫虫口密度调查、测报和防治试验设计时, 所用生物统计方法均假设在正态分布条件下进行。因此, 在不是正态分布的情况下, 必须在空间分布型的基础上资料代换, 才能应用数理统计方法分析。根据 Taylor 幂定律, 数据转换公式为:

$$Z = X^P$$

其中: X 为原始数; Z 为转换值; $P = 1 - \frac{b}{2}$; b 为 Taylor 幂法则中的 b 值。

由此计算出 P 值, 即得到金钱松小卷蛾幼虫的数据代换公式:

$$Z = X^{2.1600}$$

3.2 在确定抽样数量中的应用

在预定的抽样误差内, 为了节约人力物力, 有必要确定最适抽样数。根据 Iwao (1977) 的统计方法, 知道了 m^* - m 回归的 α , β 值及平均密度 m 。根据公式:

$$N = \frac{1}{D^2} \left(\frac{\alpha+1}{m} + \beta - 1 \right)$$

再给定允许误差 D , 可获得在各种密度下最适抽样数。将各种密度下的最适抽样数列表 4。

3.3 在序贯抽样技术中的应用

根据 Iwao 方法, 设临界防治指标为 m_0 , 则有防治标准上限为:

$$T_{\text{上}} = nm_0 + t \sqrt{n(\alpha+1)m_0 + (\beta-1)m_0^2}$$

下限为:

$$T_{\text{下}} = nm_0 - t \sqrt{n(\alpha+1)m_0 + (\beta-1)m_0^2}$$

表4 金钱松小卷蛾幼虫在各密度下的最适抽样数

Table 4 Relationship between the sampling number and the density of the larvae of *Olethreutes* sp.

允许误差	平均虫口度 (头/株)													
	3	4	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
0.1	98	82	71	51	41	38	36	35	35	34	34	33	33	33
0.2	25	21	18	13	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8
0.3	11	9	8	7	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4

根据定点观察和参照日本的深谷昌次等关于食叶害虫的损失估计,认为超过50%叶量树木生长就受到危害,所以在没有统一的防治指标之前,暂定15~20 a 金钱松林当小卷蛾的虫口密度超过30时,即设临界防治指标 $m_0 = 20$ 时就可进行防治。根据 $\alpha = 1.0120$, $\beta = 1.3125$ 以置信概率90%, $t = 1.64$ 制订出金钱松小卷蛾幼虫的序贯分析表,并绘出序贯分析图(表5,图1)。

表5 金钱松小卷蛾序贯分析

Table 5 Sequential analysis of the larvae of *Olethreutes* sp.

调查株数	幼虫累计数		调查株数	幼虫累计数	
	上限	下限		上限	下限
5	190	110	50	1594	1406
10	349	251	60	1902	1798
15	506	394	70	2210	1990
20	663	537	80	2517	2283
30	975	825	90	2824	2576
40	1285	1115	100	3130	2870

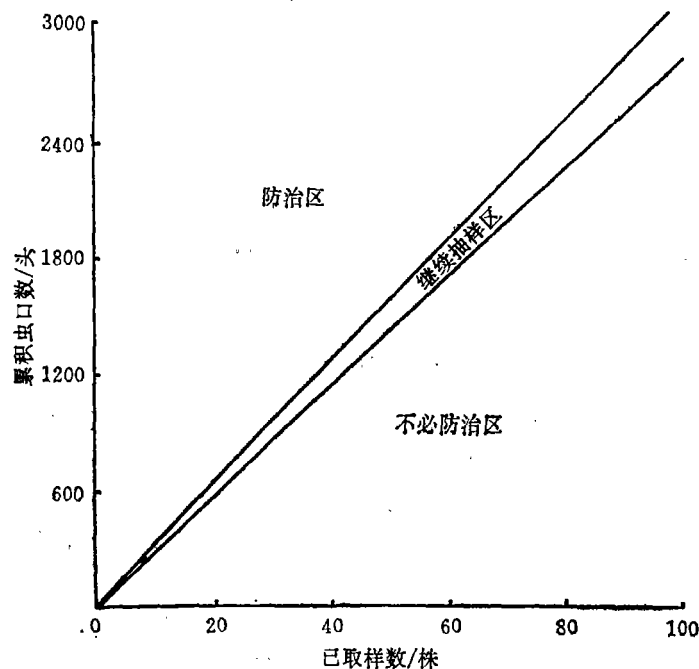


图1 金钱松小卷蛾幼虫序贯分析图

Fig. 1 Sequential analysis of the larvae of *Olethreutes* sp. $\alpha = 1.0120$, $\beta = 1.3125$, $m_0 = 30$, $t = 1.64$

从表中可知, 如调查10株, 累计虫数超过349头时, 需进行防治, 累计虫数少251头时则不需防治。累积数在两者之间不能肯定时继续往下取样直至到最大取样数。确定最大抽样数公式为:

$$N_{\max} = \frac{t^2}{d^2} [(\alpha + 1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]$$

其中: d 为当 $m = m_0$ 时, 估计密度所允许的置信限。若置信限为 30 ± 3 , 置信概率为 90%, 则最大抽样数为:

$$\begin{aligned} N_{\max} &= \frac{1.64^2}{9} [(1.0120 + 1) \times 30 + (1.3125 - 1) \times 30^2] \\ &= 102 \end{aligned}$$

致谢 樊强、倪雄斌两位同志帮助部分野外调查工作。

参 考 文 献

- 1 邹运鼎等. 农林昆虫生态学. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1989
- 2 [英] T R E 索思伍德著; 罗河清译. 生态学. 北京: 科学出版社, 1984
- 3 邹祥光. 昆虫生态学常用数学分析法. 北京: 农业出版社, 1985
- 4 程慕棕等. 昆虫学报, 1987, 30(2): 160~168

Fang Zhigang (Zhejiang Forestry College, Linan 311300, PRC), Mao Chao-ming. **Spatial Distribution Patterns of the Larvae of Golden Larch Olethreutid Moth.** *J Zhejiang For Coll*, 1993, 10(2): 228~233

Abstract: This paper analyzes the data from Mount Mogan by means of 7 kinds of methods. All indices show that the larvae are of aggregation patterns. This paper discusses briefly the application of the results in data transformation, determination of the best sampling numbers and sequential analysis, too.

Key words: golden larch olethreutid moths (*Olethreutes* sp.); larvae; ecological distribution; sampling