

卵圆蝻空间分布型及其应用

朱志建 屠永海 徐思善 刘振勇

(浙江省湖州市林业技术推广站, 湖州 313000) (德清县林业局森防站)

摘要 对卵圆蝻越冬若虫的空间分布型研究表明: 越冬若虫在不同虫口密度下均呈聚集分布, 分布的基本成分是个体群; 聚集原因除与环境因素有关外, 亦与若虫的聚集行为有关, 平均每株2~3头若虫是卵圆蝻若虫聚集机制发生变化的临界值; 将样本资料用 Iwao 的代换公式进行代换, 能取得比较满意的效果。此外, 根据 Iwao 的方法, 给出了卵圆蝻越冬若虫的序贯抽样表和在不同密度下的最适抽样数。

关键词 卵圆蝻; 若虫; 越冬; 种群密度; 种群动态; 集聚; 生态分布; 序贯抽样
中图分类号 S763.305

卵圆蝻 [*Hippota dorsalis* (Stal)] 是近年来竹子上新发生的重要害虫, 尤以毛竹被害最重。轻者枯枝落叶, 眉围下降; 重者整株毛竹枯死, 竹林成片衰败。卵圆蝻已成为浙江省毛竹林的一大害虫。我们在对该虫生物学特性研究的基础上, 对越冬若虫的空间分布型进行了研究, 为开展精确而有效的抽样设计, 对研究资料提出适当的数理统计方法提供科学的依据。

1 研究方法

1.1 样地设计与调查

1986年4月, 在浙江省德清县郎家村的毛竹林内, 调查了卵圆蝻越冬若虫的空间分布型。样地设在未防治过的卵圆蝻发生区, 海拔50~100m, 立竹年龄2~6年生, 立竹密度2895株/hm², 平均胸径9.3cm。在同一坡向的毛竹林中以4×5式设置20块样地, 样地大小均为15m×15m。

若虫上竹前, 在竹秆离地面1.5m处用黄油涂一条20cm宽的闭合环, 然后在若虫上竹期间(4月12日至5月2日)每天逐株调查若虫数量。

1.2 分布型测定方法

聚集度指标采用下列6个:

$$(1) \text{ 扩散系数 } C = \frac{V}{m}$$

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

$$(2) \text{ David 和 Moore 的聚集度指标 } I = \frac{V}{m} - 1$$

收稿日期: 1991-02-15; 1991-04-07收到修改稿

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

$$(3) \text{ Cassie 指标 } C_A = \frac{V - m}{m}$$

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

$$(4) \text{ Lloyd 聚块性指标 } L = \frac{m^*}{m}$$

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

$$(5) \text{ Taylor 的 } b \text{ 指数 } V = am^b$$

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

$$(6) \text{ Iwao 平均拥挤度与平均密度的回归, } m^* = \alpha + \beta m$$

若 $\alpha = 0$, 分布的基本成分是个个体; $\alpha > 0$, 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。

改进的 Iwao m^*-m 模型, 即 $m^* = \alpha' + \beta' m + \gamma m^2$ 。式中 α' 为每个基本成分中个体数的分布的平均拥挤度; β' 为低密度下基本成分的分布的相对聚集度; γ 为基本成分分布的相对聚集度随种群密度而变化的速率。

1.3 偏离度检验与聚集均数(λ)测定

$$\text{用 } F = \frac{\frac{1}{2} [n\alpha^2 + 2\alpha(\beta - 1)\sum m_i + (\beta - 1)^2 \sum m_i^2]}{\frac{1}{n-2} \sum (m_i^* - \alpha - \beta m_i)^2} \text{ 公式检验 } \alpha, \beta \text{ 与 } 0, 1 \text{ 之间是否有显著差异。}$$

若有显著差异, 则认为它为聚集分布。

昆虫聚集原因除与昆虫本身的习性外, 还与环境的某种异质性有关。分析种群的聚集原因可用 $\lambda = \frac{m}{2K} \cdot r$ 公式计算。式中 r 为自由度 $2K$ 的 $\chi^2_{0.05}$ 值; K 为负二项分布的参数; m 为平均值。

1.4 资料代换

在明确了分布型和聚集原因的基础上, 引入 Iwao 资料代换方法, 序贯抽样技术和抽样数的确定。

2 结果与讨论

2.1 C, I, C_A, L 值分析

根据20组调查资料计算(见表1), C 值均大于1, 不是随机分布。进而对 C 值的随机分布偏离度检验表明, 各样地的 C 值均大于 $F_{0.05}$, 呈显著的聚集分布; I 值均大于0; C_A 值均大于0; L 值均大于1。其结果与 C 值检验相一致。表明在不同虫口密度下, 卵圆蜡越冬若虫上竹危害时, 均呈聚集分布。

2.2 Taylor 的方法

根据 $\log V = \log a + b \log m$ 得: $\log V = 0.3769 + 1.4067 \log m$, 亦即如下乘幂关系

表1 卵圆蝽若虫聚集度指标

Table 1 Indices of aggregation of the nymphs of *Hippota dorsalis*

编号	株数 (n)	均数 (m)	扩散系数 (C)	David和Moore (I)	Cassie (C _A)	平均拥挤度 (m*)	m*与m之比 (L)
1	76	7.776	4.193	3.193	0.411	10.969	1.411
2	84	6.845	5.522	4.522	0.661	11.367	1.661
3	50	5.220	20.113	19.113	3.662	24.333	4.662
4	45	3.511	2.727	1.727	0.492	5.238	1.492
5	35	3.200	5.750	4.750	1.484	7.950	2.484
6	42	4.584	3.703	2.703	0.594	7.251	1.594
7	62	9.484	2.671	1.671	0.176	11.155	1.176
8	50	6.360	2.578	1.578	0.248	7.938	1.248
9	56	1.125	2.362	1.362	1.210	2.487	2.210
10	39	0.872	1.822	0.822	1.011	1.754	2.011
11	59	8.170	6.893	5.893	0.721	14.063	1.721
12	55	6.218	3.179	2.179	0.350	8.397	1.350
13	85	8.965	4.867	3.867	0.431	12.832	1.431
14	61	1.672	2.985	1.985	1.187	3.657	2.187
15	40	1.675	2.247	1.247	0.745	2.922	1.745
16	69	19.246	11.653	10.653	0.554	29.899	1.554
17	55	15.927	3.860	2.860	0.180	18.787	1.180
18	81	22.728	9.612	8.612	0.379	31.340	1.379
19	39	5.615	7.101	6.101	1.087	11.716	2.087
20	61	5.869	13.435	12.435	2.119	18.304	3.119

$V = 2.3818 m^{1.4087}$ (见图 1)。由于 $\log a > 0$, $b > 1$, 可以认为, 卵圆蝽越冬若虫在一切密度下都是聚集分布的。

2.3 Iwao 的 m^*-m 回归

按 20 组资料作 m^*-m 回归得: $m^* = 3.024 + 1.254m$, $r = 0.8586^{***}$ 。 $\alpha = 3.024$, 大于 0, 说明个体间相互吸引, 分布的基本成分是个体群; $\beta = 1.254$, 大于 1, 为聚集分布。 α 与 β 的联合型为最普通的聚集型(见图 2)。

改进后模型为 $m^* = 3.431 + 1.132m + 0.006m^2$ (见图 2 虚线), 可见 γ 值非常小 ($\gamma \rightarrow 0$), α' 值和 β' 值与 α 值和 β 值也相近, 两个模型的拟合曲线相当接近, 说明种群密度对基本成分的相对聚集度影响不大。

2.4 α, β 值的随机分布偏离度检验

将 20 组资料的平均值 (m_i) 和相应的平均拥挤度 (m_i^*) 以及所得的 α 和 β 值代入公式

$$F = \frac{\frac{1}{2} [n\alpha^2 + 2\alpha(\beta - 1)\Sigma m_i + (\beta - 1)^2 \Sigma m_i^2]}{\frac{1}{n-2} \Sigma (m_i^* - \alpha - \beta m_i)^2}$$

得: $F = 12.61$, 查表 $F_{0.05}(2, 18) = 3.55$, $F > F_{0.05}$, 即 α 和 β 值显著地偏离了 0 和 1 值, 可以否定符合随机分布 ($\alpha \approx 0$, $\beta \approx 1$) 的假设, 说明卵圆蝽越冬若虫上竹后呈聚集分布的推断正确。

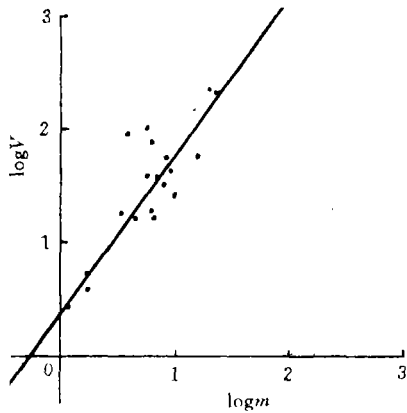


图1 未代换卵圆蜂若虫的 $\log V - \log m$
Fig.1 $\log V - \log m$ relation of the nymphs of *Hippota dorsalis* in data non-transforming circumstances

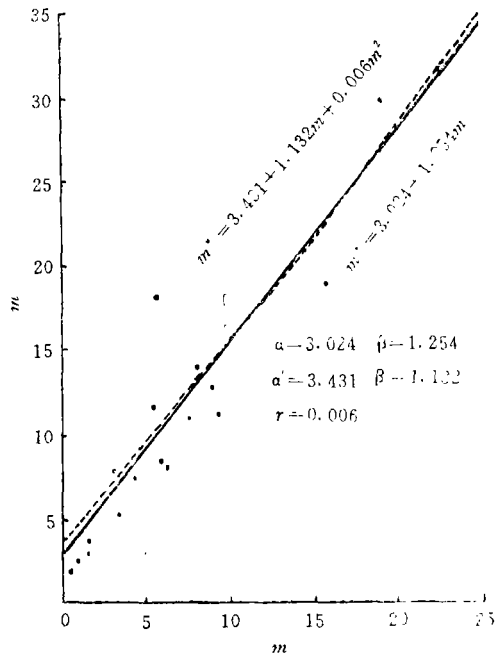


图2 卵圆蜂若虫的 $m^* - m$ 回归
Fig.2 The relationship between mean crowding (m^*) and mean density (m) of the nymphs of *Hippota dorsalis*

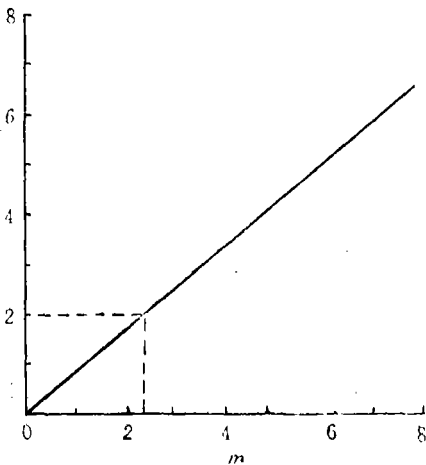


图3 聚集均数与虫口密度的关系
Fig.3 Relationship between the aggregate average and the population density

以下时, $\lambda < 2$ 。这说明卵圆蜂越冬若虫在毛竹上的聚集系由某些环境因素作用所致, 超过这一密度时, $\lambda \geq 2$, 此时若虫的聚集除与环境因素有关外, 亦与若虫的聚集行为有关。即是说平均每株2.40头若虫, 是卵圆蜂若虫聚集机制发生变化的临界数值。

3 资料代换及分布型检验

许多统计处理(包括方差分析)均系在假设为正态分布的条件下进行的, 即认为均数(m)与方差(V)是独立的。当种群为聚集分布时, 在抽样中的均数与方差的这种独立性就会减

2.5 聚集原因分析

按20组调查资料, 应用计算 K 值的简便公式: $K_C = \frac{\sum [m^2 - (V/n)]}{\sum (V - m)}$, 算出 $K_C =$

1.9388。再应用 $\lambda = \frac{m}{2K} \cdot r$, 结合不同虫口

密度进行计算, 得出如下结果(见图3)。

从图3可看出, 其聚集均数随虫口密度的增高而增大。但平均若虫密度在2.40头/株

少。因此必须进行资料代换, 转换成一个新的稳定的方差范畴, 然后再应用数理统计的方法进行分析, 才能得出正确的结论。

用 Iwao 的方法进行资料代换, 其代换公式为 $y = f(x) = c \int \frac{1}{\sqrt{(\alpha+1)x + (\beta-1)x^2}} dx$ (c 为常数), 将 $\alpha = 3.024$, $\beta = 1.254$ 代入上式, 可得:

$$y = f(x) = \frac{1}{\sqrt{0.254}} \ln |0.508x + 4.024 + 1.008\sqrt{4.024x + 0.254x^2}|,$$

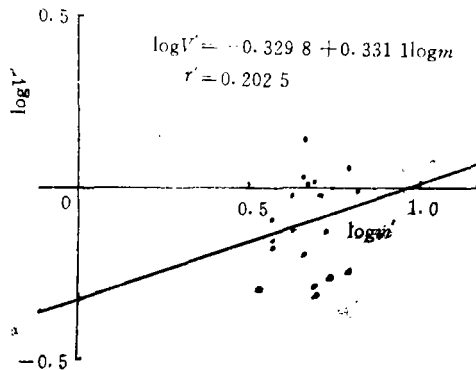


图 4 代换后卵圆蝽若虫的 $\log V' - \log m'$
Fig. 4 $\log V' - \log m'$ relation of the nymphs of *Hippota dorsalis* in data transforming circumstance

用此式求出与每个调查所得的 x 相对应的 y 值, 然后进行检验。

3.1 用 Taylor 方法将代换前后的资料作 $\log V' - \log m'$ 回归关系比较

从图 1 和图 4 可以明显看出, 代换前, 各数据点离直线较近, 相关系数为 0.9142。而代换后各数据点分散开了, 相关系数仅为 0.2025, 证明代换是有效的。

3.2 检验代换后概率分布是否属于正态分布

从表 2 中看到, 未代换的 20 个样方中有 13 个样方为非正态分布, 代换后只有 3 个样方为非正态分布, 其余 17 个样方均遵从正态分布。说明用上述方法进行资料代换是比较合适的。

表 2 检 验 结 果

Table 2 Result of the test

未 代 换	2.730	49.617	13.594	3.057	27.905	6.596	4.026
代 换 后	2.733	10.475	1.437	6.656	3.535	2.020	2.574
未 代 换	4.641	29.843	21.883	9.837	5.128	12.421	21.268
代 换 后	0.403	4.633	13.301	5.039	1.090	1.940	0.768
未 代 换	10.188	14.215	1.113	12.047	5.173	14.766	
代 换 后	1.768	4.608	2.097	1.549	3.211	2.180	

4 卵圆蝽空间分布型在序贯取样中的应用

根据 Iwao 的方法, 设临界防治密度为 m_0 , 则有上下界 $T_{(n)} = nm_0 \pm t\sqrt{n(\alpha+1)m_0 + (\beta-1)m_0^2}$, 一般可取 $t = 1$ 。我市卵圆蝽在生产上的防治标准是平均每株竹有 4 头 3~4 龄若虫。以 α , β 值代入上式, 制出序贯取样表(见表 3), 并绘制序贯分析图(见图 5)。

按表 3 或图 5 进行抽样, 如果调查 5 株竹, 累积 3~4 龄若虫数少于 11 头, 不需要防治, 累积虫数超过 29 头, 则应进行防治。累积虫数在上限和下限之间时, 再往下继续取样, 以此类推。当不易下结论时, 需确定最大抽样数, 其公式为: $N_{\max} = \frac{t^2}{d^2} [(\alpha+1)m_0 + (\beta-1)m_0^2]$,

表3 卵圆蟪若虫序贯抽样表

Table 3 Sequential sampling of the nymphs of *Hippota dorsalis*

调查株数 (n)	$<T_0$	幼虫累积数		$>T_1$
		继续检查领域 T_0	T_1	
5		11~29		
10	未	27~53		已
15	达	44~76		达
20	防	62~98		防
25	治	80~120		治
30	指	98~142		指
35	标	116~164		标
40	领	135~186		领
45	域	153~207		域
50		172~228		

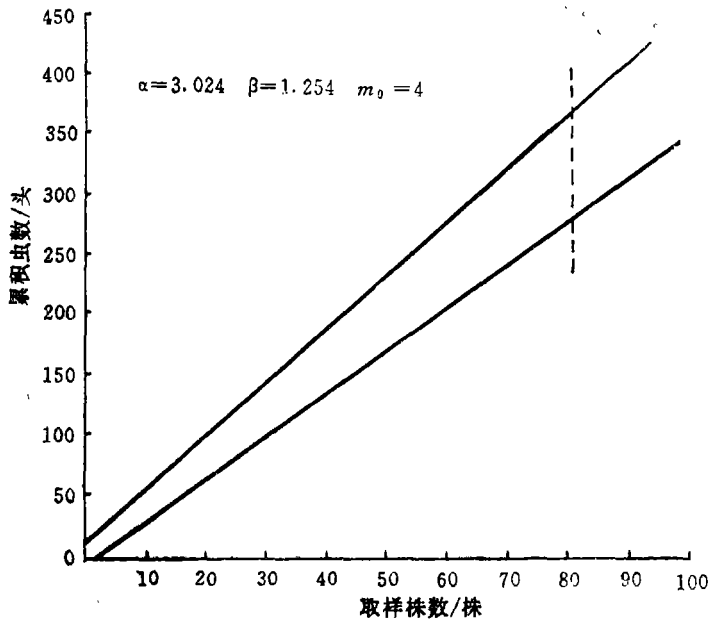


图5 卵圆蟪若虫序贯分析图

Fig. 5 Sequential analysis of the nymphs of *Hippota dorsalis*

d 为 $m=m_0$ 时估计密度所允许的置信限, 以 4 ± 0.5 计, $t=1$, 将 α 及 β 值代入上式得:

$$N_{\max} = \frac{1}{0.25} (4.024 \times 4 + 0.254 \times 4^2) = 81, \text{ 即防治 } 3 \sim 4 \text{ 龄若虫的最大取样是 } 81 \text{ 株。}$$

5 最适抽样数

用 Iwao 的统计方法, 根据 $m^* = \alpha + \beta m$ 的直线回归, 知道平均密度, 就可以确定取样调

查计划了。抽样公式 $N = \frac{1}{D^2} \left(\frac{\alpha+1}{m} + \beta - 1 \right)$, N : 最适抽样数, D : 允许误差, m : 均数 (见表 4),

表 4 卵圆蟠若虫在各种密度下的抽样数

Table 4 Relationship between the sampling number and the density of the nymphs of *Hippota dorsalis*

允许误差	平 均 密 度											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30
0.1	428	227	160	126	106	92	83	76	70	66	46	39
0.2	107	57	40	32	27	23	21	19	18	17	11	10
0.3	48	25	18	14	12	10	9	8	8	7	5	4

6 小结

6.1 采用聚集度指标、Iwao 的 m^*-m 回归和 Taylor 的 $\log V-\log m$ 回归分析方法及假设检验, 表明卵圆蟠越冬若虫上竹后, 在不同虫口密度下均呈聚集分布, 分布的基本成分是个体群。但其个体群的大小及个体在个体群内的分布情况尚待进一步探讨。

6.2 聚集原因的分析结果表明, 平均每株 2~3 头若虫是卵圆蟠若虫聚集机制发生变化的临界值, 因此它是预测预报和虫情监测等生产中值得注意的一个生物学指标。

6.3 用 Iwao 的方法进行资料代换, 效果比较好。其代换公式为

$$y = \frac{1}{\sqrt{0.254}} \ln |0.508x + 4.024 + 1.008\sqrt{4.024x + 0.254x^2}|.$$

6.4 在进行虫口密度调查时, 为达到提高调查速度, 及时掌握虫情, 迅速落实防治措施之目的, 可通过序贯抽样法进行。

Zhu Zhijian (Forestry Extension Service of Huzhou City, Zhejiang Province, Huzhou 313000, PRC), Tu Yonghai, Xu Sishan, Liu Zhenyong. **Spatial Distribution Pattern of *Hippota dorsalis* (Stal) and Its Application. J. Zhejiang For. Coll., 1993, 10(1): 115~121**

Abstract: All overwintering nymphs of *Hippota dorsalis* obeyed aggregation distribution at different population density. The basic part of distribution was individual colony. The cause of aggregation was related to not only the environmental factors but also the gathering behavior of the overwintering nymphs. Two to three nymphs of *Hippota dorsalis* in mean up a plant were critical value of changing the aggregation system. The sample data was transformed by Iwao's transformation formulae could get a better result. In addition, with Iwao's method, the sequential sampling table of the overwintering nymphs of *Hippota dorsalis* was obtained and the optimum sample size was calculated.

Key words: *Hippota dorsalis* (Stal); nymphs overwinter; population density; population dynamics; aggregation; ecological distribution; sequential sampling