

锈色粒肩天牛幼虫空间分布型及抽样技术研究

孙丹萍

(河南科技大学 林业职业学院, 河南 洛阳 471002)

摘 要:对洛阳市区 10 个区段的国槐进行抽样调查,应用聚集度指标检测和回归分析,对锈色粒肩天牛幼虫空间分布型进行了研究。结果表明:锈色粒肩天牛幼虫空间分布为聚集分布,其聚集原因可能是由某些环境因素与昆虫本身聚集习性所致。建立了该虫幼虫的理论抽样数公式和序贯抽样决策限模式。

关键词:锈色粒肩天牛;幼虫;空间分布;抽样;国槐

中图分类号:S763.380.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)03-0120-04

Study on the Spatial Distribution Pattern and Sampling Techniques of the Larvas of *Apriona swainsoni* (Hope)

SUN Dan-ping

(Vocational College of Forestry, Henan Sci- Tech University, Luoyang, Henan 471002, China)

Abstract:Through sampling survey of *Sophora japonica* in sections in Luoyang, spatial distribution of the larvas was investigated by aggregation index examination and regression analysis. The results indicated that the spatial distribution was aggregated distribution. Factor causing aggregation were discussed gathering average- λ . Environmental factors and the aggregation nature of the insect were the two main factors. The academic sampling formula about the vermin larvas, and sequential sampling formula were formed in the same time.

Key words: *Apriona swainsoni* (Hope); larva; space distribution; sampling; *Sophora japonica*

锈色粒肩天牛(*Apriona swainsoni*)属鞘翅目天牛科粒肩天牛属,是一种对国槐(*Sophora japonica*)破坏性极强的钻蛀性害虫^[1,2]。在国内主要分布于河南、山东、北京、河北、陕西、浙江、江苏、安徽、湖北、湖南、福建、广西、四川、贵州、云南等地。其不规则的横向扁平虫道破坏树木输导组织,致使国槐树势衰弱或整株枯死。近年来,该虫发生为害不断扩大和加重,严重影响了城市绿化和市容景观^[3,4]。该虫为国内森林植物检疫对象^[5,6],2005 年被列为河南省林业补充检疫性有害生物。笔者于 2005 年 4—6 月以洛阳市区行道树为调查对象,采用统计分析方法对锈色粒肩天牛幼虫的空间分布特性进行了研究,确定了其空间分布规律及抽样技术。该研究不但为科学防控该虫提供了理论依据,而且实用性与可

行性强,具有较高的实际应用价值。

1 研究方法

1.1 调查方法

2005 年,在锈色粒肩天牛幼虫为害盛期(4—6 月),对洛阳市区 6 个地段 10 个区段的国槐进行了幼虫分布调查。调查样树均为成行栽植的行道树。

采用逐株调查的方法,共计调查 602 株。由于该幼虫系隐蔽生活,故以其新鲜排粪孔作为幼虫数量统计的依据。

1.2 空间分布型测定

采用常用的分布型指数法和回归模型法来确定种群的空间分布型。(1)Beall 扩散系数(C);(2)Waters 负二项分布 k 值;(3)Lloyd 聚集度指标($m^*/$

收稿日期:2006-12-18 修回日期:2007-01-22

基金项目:河南省科技攻关项目“河南省锈色粒肩天牛灾变规律及综合治理技术研究”(0324080006)

作者简介:孙丹萍(1965-),女,河南洛阳人,副教授,硕士,主要从事昆虫学教学与研究。

m); (4) Cassie and Kuno C_A 指标; (5) Moore and David 丛生指标(I_{DM})^[7]; (6) 张连翔 Z 指标^[8]; (7) 兰星平 c' 指标^[9]; (8) 兰星平 La 指标^[10]; (9) Taylor $V-m$ 幂法则; (10) Iwao m^*-m 回归模型^[7]; (11) 马占山 m^*-m 幂法则^[11]; (12) 张连翔 $Z-V$ 回归模型; (13) 兰星平 $c'-m$ 模型; (14) 兰星平 $La-m$ 模型; (15) 兰星平 m^*-v 回归模型^[12]。其中, 第(6)、(7)、(8)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)为近年来提出的分布型指数和回归模型。

1.3 聚集因素分析

用 Blackith(1961)的种群聚集均数(λ)分析种群在林间的聚集原因。聚集均数(λ)公式为:

$$\lambda = \frac{m}{2k} \cdot \gamma \tag{1}$$

式中: k 为负二项分布的指数, γ 是 χ^2 分布的自由度为 $2k$ 与 0.05 概率值对应的 χ^2 值。其原理是当 $\lambda < 2$ 时, 其聚集的原因是由于某些环境因素作用所引起的, 而不是由于昆虫本身的聚集习性活动的缘故;

当 $\lambda \geq 2$ 时, 其聚集原因可能是由于上述两个因素或其中一个因素所引起。

1.4 序贯抽样分析法

在害虫管理的序贯抽样决策中, 一般采用两界限序贯抽样决策模型, 即拒绝限和接受限(二者合称决策限)。本文采用 Iwao m^*-m 关系的序贯抽样决策模型确定锈色粒肩天牛幼虫的序贯抽样模型公式及最大理论抽样数公式。

$$T'_0, T''_{0(n)} = nm_0 \pm t \sqrt{n[(a+1)m_0 + (b-1)m_0^2]} \tag{2}$$

2 结果与分析

2.1 空间分布型

2.1.1 聚集度指标检验 由表 1 可以看出, 扩散系数 $C > 1$, 且均在 $1 \pm 2\sqrt{2/(n-1)}$ 区间之外, 负二项分布 $k > 1$ 且均小于 8, 聚集度指标 $m^*/m > 1$, Cassie 指标 $C_A > 0$, 丛生指标 $I_{DM} > 0$, Z 指标 $Z/V > 1$, c' 指标 $c'/(m+1) < 1$, La 指标 $La/m > 1$ 。这些均表明, 锈色粒肩天牛幼虫的空间分布型为聚集分布。

表 1 锈色粒肩天牛幼虫的聚集度指标

万方数据			Table 1 The aggregation degree measurement of <i>Apriona swainsoni</i> larva							
区段号	均值(m)	方差(v)	扩散系数(C)	负二项 分布(k)	聚集度指 标(m^*/m)	Cassie 指标 (C_A)	丛生指标 (IDM)	Z 指标 (Z/S)	c' 指标 ($c'/(m+1)$)	La 指标 (La/m)
1	45.231 4	1 432.762 2	31.676 3	1.474 5	1.678 2	0.678 2	30.676 3	1.021 4	0.979 1	1.021 4
2	27.413 5	382.345 0	13.947 3	2.117 3	1.472 3	0.472 3	12.947 3	1.033 9	0.967 3	1.033 9
3	47.645 7	1 325.421 3	27.818 3	1.776 6	1.562 9	0.562 9	26.818 3	1.020 2	0.980 2	1.020 2
4	12.450 0	275.612 0	22.137 5	0.589 0	2.697 8	1.697 8	21.137 5	1.076 7	0.929 0	1.076 7
5	57.322 1	1 445.960 0	25.225 2	2.366 2	1.422 6	0.422 6	24.225 2	1.016 8	0.983 5	1.016 8
6	29.547 0	302.410 0	10.234 9	3.199 5	1.312 5	0.312 5	9.234 9	1.030 5	0.970 5	1.030 5
7	38.640 0	1 306.792 0	33.819 7	1.177 3	1.849 4	0.849 4	32.819 7	1.025 1	0.975 5	1.025 1
8	45.663 0	1 415.880 0	31.007 2	1.521 7	1.657 1	0.657 1	30.007 2	1.021 2	0.979 3	1.021 2
9	28.820 0	312.200 0	10.832 8	2.931 0	1.341 2	0.341 2	9.832 8	1.031 5	0.969 6	1.031 5
10	41.265 0	1 347.300 0	32.649 9	1.303 8	1.767 0	0.767 0	31.649 9	1.023 5	0.977 1	1.023 5

2.1.2 线性回归模型检验 从表 2 可以看出, Taylor 幂法则 $\lg a < 0, b > 1$, Iwao m^*-m 模型 $a > 0, b > 1$, 马占山 m^*-m 幂法则 $\lg a > 0, b > 1$, 张连翔 $Z-V$ 模型 $a > 0, b > 1$, 兰星平 $c'-m$ 模型 $a < 1, b \leq 1$, 兰星平 $La-m$ 模型 $a > 0, b \geq 1$, 均表示锈色粒肩天牛幼虫的空间分布型为聚集分布。但兰星平 m^*-v 模型中, $a > 0, b < 1$, 表示锈色粒肩天牛幼虫的空间分布为普通聚集分布(没有模式, $V > m$)。但从模型拟合优度 r 来看, 张连翔 $Z-V$ 模型、兰星平 $c'-m$ 模型

和兰星平 $La-m$ 模型拟合最佳。

2.1.3 聚集因素分析 用 Blackith 的种群聚集均数(λ)公式计算不同的聚集均数(表 3)。

由表 3 看出, λ 均大于 2, 说明其聚集原因可能是由于某些环境因素引起的, 也可能是由于昆虫本身的聚集习性活动的缘故, 或者是由某些环境因素与昆虫本身聚集习性双重原因所致。通过 $\lambda-m$ 线性回归, 得回归方程:

$$\lambda = 0.659 9m - 0.036 3, R^2 = 0.762 8 \tag{3}$$

表 2 锈色粒肩天牛幼虫各回归模型分析结果

Table 2 Analysis to different regression models of *Apriona swainsoni* larva

模型名称	回归模型公式	参数	
Taylor V-m 幂法则	$V=am^b$	$y = 1.471\ 4m + 0.614\ 9$	$r = 0.700\ 2$
Iwao m^*-m 模型	$m^*=a+bm$	$y = 1.395\ 3m + 8.151\ 4$	$r = 0.847\ 5$
马占山 m^*-m 幂法则	$m^*=amb$	$y = 0.728\ 3m + 0.633\ 8$	$r = 0.772\ 4$
张连翔 Z-V 模型	$Z=a+bV$	$y = 1.014\ 8m + 8.841\ 8$	$r = 0.999\ 9$
兰星平 c^*-m 模型	$c^*=a+bm$	$y = 0.999\ 0m + 0.089\ 8$	$r = 1$
兰星平 La-m 模型	$La=a+bm$	$y = 1.001\ 0m + 0.910\ 2$	$r = 1$
兰星平 m^*-v 模型	$m^*=a+bv$	$y = 0.035\ 5m + 26.488\ 0$	$r = 0.990\ 5$

表 3 锈色粒肩天牛幼虫聚集均数与均值分析

Table 3 Analysis to average aggregation size and average value of *Apriona swainsoni* larva

项目	区 段									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平均值(m)	45.231 4	27.413 5	47.645 7	12.450 0	57.322 1	29.547 0	38.640 0	45.663 0	28.820 0	41.265 0
$2k$	2.949 0	4.234 6	3.553 2	1.178 0	4.732 4	6.399 0	2.354 7	3.043 5	5.862 0	2.607 6
γ	1.386 0	3.357 0	2.366 0	0.455 0	3.357 0	5.348 0	1.386 0	2.366 0	4.351 0	1.386 0
λ	21.258 7	21.732 1	31.726 0	4.808 8	40.662 0	24.694 1	22.744 0	35.498 5	21.391 2	21.933 4

由图 1 可以看出,锈色粒肩天牛幼虫的聚集均数随幼虫量的增加而增大。若令 $\lambda=2$,则 $m=3.1$ (头/株),即当每株幼虫量小于 3.1 头时,其聚集原因可能是由环境因素引起的;当每株幼虫数大于或等于 3.1 头时,其聚集原因可能是环境因素引起,也可能是昆虫本身的聚集习性引起的。

在观测中了解到,市区和小区中的国槐树多呈

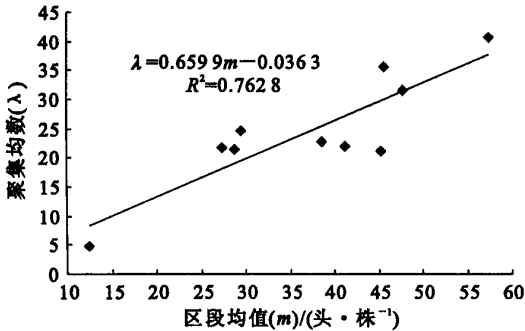


图 1 锈色粒肩天牛幼虫聚集均数与均值的关系

Fig. 1 The relationship between average aggregation size and average value of *A. swainsoni* larva

带状或条状分布,有的呈零星分布,且高楼大厦又成了该虫的自然隔离物,限定了该虫向四周扩散的空间范围。加之该成虫羽化后,直接爬向树冠,取食新梢嫩皮补充营养,不善飞翔,且受到震动极易落地,其扩散能力较弱,造成其成虫产卵范围及幼虫分布受限。

2.2 抽样技术

2.2.1 理论抽样数的确定 在保证调查质量的前提下,最少需要抽取的样本数称为理论抽样数。根据 Iwao 提出的理论抽样公式:

$$n = \left(\frac{t}{D} \right) \left(\frac{a+1}{m} + b - 1 \right) \tag{4}$$

式中: t 为置信度, D 为允许相对误差, m 为粗略估计的虫口密度, a, b 为 Iwao m^*-m 回归模型参数。将 $t=1, a=8.151\ 4, b=1.395\ 3$ 代入该式,可建立该幼虫的理论抽样数公式,并由此可得不同允许相对误差下各虫口密度的理论抽样数(表 4)。

表 4 锈色粒肩天牛幼虫理论抽样数一览表

Table 4 List of theoretical sample size of *Apriona swainsoni* larva

允许相对误差(D)	估计的虫口密度(m)/(头·株 ⁻¹)																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0.1	223	131	101	85	76	70	66	62	60	58	56	55	54	53	52	51	50	50	49	49
0.2	56	33	25	21	19	18	16	16	15	14	14	14	13	13	13	13	13	12	12	12

由于调查区的国槐数量是有限的,即总体有限,故在实际抽样中应用校正公式:

$$n' = \frac{n}{1 + n/N'} \tag{5}$$

式中: N 为总体数, n' 为校正后的理论抽样数。

2.2.2 序贯抽样模型 蛀干害虫一般防治指标为 3 头·株⁻¹。将 $t=1, m_0=3, a=8.151\ 4, b=1.395\ 3$

代入公式(2),可得该幼虫的序贯抽样决策模型公式:

$$T'_{0(n)}, T''_{0(n)} = 3n \pm 5.568\ 8 \sqrt{n} \tag{6}$$

若取一系列 n 值($n=5, 10, 15, 20, \cdots$),可计算出相应的累积虫口数的上、下限值($T'_{0(n)}, T''_{0(n)}$),即得序贯抽样表(表 5)。

表 5 锈色粒肩天牛幼虫序贯抽样表
Table 5 List of sequential sampling of *Apriona swainsoni* larva

抽样数(n)/株	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
T'_0	27	48	67	85	103	121	138	155	172	189	206	223	240	257
T''_0	3	12	23	35	47	59	72	85	98	111	124	137	150	163

将表 5 数据绘制成序贯分析模式图(图 2)。在实际应用中,若抽取样本的累积虫口数总是介于上、下限(T'_0, T''_0)之间,则实际抽取样本数应不大于最大理论抽样数 n_{\max} ,即:

$$n_{\max} = \frac{1}{D^2} \cdot \left(\frac{8.151\ 4 + 1}{m_0} + 1.395\ 3 - 1 \right) \tag{7}$$

取 D 为 0.1 和 0.2,则 n_{\max} 为 345 和 86,并以其最接近的那条界限方程作出结论。

密度等诸多因素有关,还有待于进一步深入研究。

国槐作为城市绿地、街道、小区等场所的绿化树种,具有其特殊性。因此,在锈色粒肩天牛幼虫的抽样调查、预测预报和综合治理措施推广过程中,应用理论抽样数和序贯抽样模型时,应结合实际情况科学使用。

参考文献:

[1] 萧刚柔. 中国森林昆虫[M]. 第 2 版. 北京:中国林业出版社, 1992.

[2] Gilmour E F. Revision of the genus *Apriona chevrolat* (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) [J]. IDEA, 1958, 11 (4):93-131.

[3] 王艳平,温俊宝,秦中云. 林业危险性有害生物锈色粒肩天牛[J]. 植物检疫,2006,20(3):168-170.

[4] 贺春玲,吴国新,孙丹萍. 锈色粒肩天牛研究进展[J]. 西北林学院学报,2004,19(2):103-106.

[5] 高步衢. 森林植物检疫[M]. 北京:中国科学技术出版社,1998.

[6] 王淑英. 中国森林植物检疫对象[M]. 北京:中国林业出版社, 1996.

[7] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京:科学出版社, 1994. 22-122.

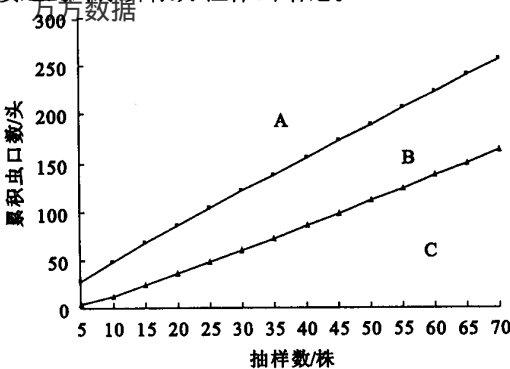
[8] 张连翔,吕尚彬,温豁然,等. 种群空间格局研究的 Z-V 模型及其抽样设计方法[J]. 西北林学院学报, 1997,21(1):75-79.

[9] 兰星平,薛贤清. C'-m 回归模型在确定昆虫种群空间分布型中的应用[J]. 南京林业大学学报, 1996,20(2):59-64.

[10] 兰星平. La 指标在测定昆虫种群空间分布型与抽样调查中的应用[J]. 贵州林业科技, 1993,21(1):20-26.

[11] 马占山. m*-m 幂法则在昆虫种群抽样技术研究中的应用[J]. 北京林业大学学报, 1989,11(2):92-95.

[12] 兰星平. m*-V 模型在检验昆虫空间分布型与抽样调查中的应用[J]. 林业科学, 1991,27(5):511-516.



A—防治区 B—继续抽样区 C—接受区
图 2 锈色粒肩天牛幼虫的序贯抽样分析模式

Fig. 2 Sequential sample analytic patterns of *A. swainsoni* larva

3 结论与讨论

研究表明,锈色粒肩天牛幼虫空间分布型为聚集分布。该虫对于行道树和独立树没有明显的选择性,但其发生与地域、胸径、树体方位、树木生理状况、温度及降水等有一定的关系,具有明显的选择性。而且幼虫分布与原有虫口密度有关,说明该虫空间分布与树龄、树体生长状况、树体营养成分及虫口