

花椒瘿蚊幼虫空间分布型及抽样技术的研究*

黄燕丽¹, 朱元¹, 李强^{1**}, 李正跃^{1**}, 宋家雄², 张汉学², 赵高慧²

(1. 云南农业大学植物保护学院, 云南昆明 650201; 2. 云南省昭通市植保植检站, 云南昭通 657000)

摘要: 通过运用5种聚集度指标和2种回归分析方法对花椒瘿蚊幼虫的空间分布型和抽样技术进行了研究。所有的指标表明, 花椒瘿蚊幼虫在一切密度下均呈聚集分布, 分布的基本成分是个体群, 且个体间相互吸引; 聚集原因是由昆虫本身的聚集行为与环境异质性共同作用所致。数理统计分析结果表明虫口密度在植株的东、南、西、北4个方位无显著差异; 植株中部虫口密度较上部和下部大, 差异显著, 而上部和下部的虫口密度无显著差异。在以上研究结果的基础上确定出不同虫口密度下的最适抽样数模型及一定防治指标下的序贯抽样模型。

关键词: 花椒瘿蚊; 空间分布型; 抽样技术

中图分类号: S 431. 16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004 - 390X(2005)05 - 0646 - 05

Study on Spatial Distribution Patterns and Sampling Techniques of *Asphondylia zathoyli* Larvae

HUANG Yan-li¹, ZHU Yuan¹, LI Qiang¹, LI Zheng-yue¹

SONG Jia-xiong², ZHANG Han-xue², ZHAO Gao-hui²

(1. College of Plant Protection, Y A U, Kunming 650201, China;

2. Plant Protect Station of Zhaotong, Yunnan Province, Zhaotong 657000, China)

Abstract: The spatial pattern of *Asphondylia zathoyli* larvae was examine by using five indices of aggregation and two regression models. All indices indicated that the distribution of the larvae in the fields was belongs to the aggregate pattern. The larvae occurred as individual groups and the individual was aggregated. The aggregation was caused by both its behavior and environmental heterogeneity. The result of mathematical analysis demonstrated that, on a tree, the larvae density was not significantly different at the position in East, South, West and North directions, and between the middle and upper, and the middle and lower position of the tree. The larvae density on the middle position was higher than the upper as well as the lower position of the tree, and was remarkable difference between them. The suitable sampling quantity model of the different larvae density and the sequential sampling model at fixed control levels were presented on the base of the spatial pattern analysis.

Key words: *Asphondylia zathoyli*; spatial distribution pattern; sampling technique

花椒波瘿蚊(*Asphondylia zathoyli* Bu et Zheng) 又称椒干瘿蚊, 俗称花椒肿瘤、气死包, 属双翅目瘿蚊科(Cecidomyiidae), 是近年来在花椒主产区发现的一种重要的危害花椒枝干的钻柱性害虫, 主要分

布在我国西北、西南、华北等花椒产区, 尤以云南、甘肃等省危害严重。该虫幼虫危害花椒幼树或成龄树1~2年生枝条的嫩梢皮层及木质部, 刺激受害枝膨大形成虫瘿, 从而影响水分和养分的输导,

收稿日期: 2005 - 03 - 28

* 基金项目: 云南省科技计划项目(2003NG10)

** 通讯作者

作者简介: 黄燕丽(1980 -), 女, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要从事农业昆虫与害虫防治方面的研究。

造成枯枝,致使树势衰退老化。在云南危害较重的地块有虫株率高达100%,直接造成产量损失达60%以上。

花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)是我国的原生植物,也是我国特有的经济树种,因此,目前国外尚无花椒瘿蚊等花椒害虫方面的研究报道。国内乔旭等及康海等对花椒波瘿蚊的形态特征、危害情况、生活史、主要生活习性、主要天敌及防治措施做了初步研究^[1,2];孙益知等在此基础上对花椒瘿蚊的生物学特性和防治进行了深入研究^[3];何凯也对该虫形态特征、发生危害特点、发生规律及防治进行了调查研究^[4]。目前国内在其系统的种群动态变化及种群空间分布型等方面尚未见报道。空间分布型是昆虫种群的重要属性之一,它揭示了种群个体某一时刻的行为习性和诸环境因子的迭加影响,以及种选择栖境的内禀特性的空间结构的异质性程序。因此,昆虫种群空间分布型的研究,不仅在昆虫生态学方面具有重要意义,而且对抽样技术、害虫防治效果评价及预测预报都具有重要的指导意义^[5]。

通过在昭通市永善县进行实地系统调查及统计分析,对花椒瘿蚊幼虫空间分布型及抽样技术的研究结果报道如下。

1 方法

1.1 材料与调查方法

在云南省昭通市永善县黄华镇海拔1200 m~1400 m的区域选取树龄为5~6年、树高2~3 m的花椒树作为抽样调查区及抽样树。

根据地形地势及不同作物间作、套作等不同的生态环境,将调查区划分5个小区,每小区株行距一般为2 m×3 m。每小区随机调查10株花椒树,每株分东、南、西、北4个方位,每方位按树高平均分为上、中、下3层。将每株树划分为12个资源单位,每个资源单位调查两枝,单枝记载花椒瘿蚊数量。共调查50株树,1200个花椒树枝^[6,7]。

1.2 花椒瘿蚊幼虫空间分布型的测定方法

1.2.1 聚集度指标检验

选用扩散系数法(C)、负二项分布 K 值法、KUNO(1968) C_A 值法、扩散型指数(I_δ)法和平均拥挤度法 m^* (m^*/\bar{x} 表示聚集指数)5种聚集度指标对5组调查资料进行测定^[8~11]。

1.2.2 线性回归方程检验

(1)Iwao's $m^* - \bar{x}$ 的回归^[12]

(2)TAYLOR(1961)幂法则^[13]

1.2.3 聚集原因分析方法

采用BLACKITH(1961)提出的聚集均数($\lambda = \frac{\bar{x}}{2K}r$)分析该虫的聚集原因^[8]。

1.3 花椒瘿蚊幼虫分布与植株不同方位关系的分析方法^[14]

以5块样地的调查数据为基础,应用Dancun's新复极差测验进行花椒瘿蚊幼虫在花椒树东、南、西、北不同方位及上、中、下不同层次的分布数量及差异显著性分析。

1.4 抽样技术研究

1.4.1 理论抽样数的确定方法

根据IWAO的方法,以 $m^* - \bar{x}$ 直线回归式中的 α 和 β 值,计算在给定允许误差(D)时不同密度水平下最适理论抽样数的公式为:

$$N = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{x}} + \beta - 1 \right)^{[14-16]}$$

1.4.2 WAO的序贯抽样方法

IWAO的序贯抽样公式为:

$$T(n) = nm_0 \pm t \sqrt{n[(\alpha + 1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]}$$

式中 n 为抽样数, m_0 为防治指标, α, β 是 $m^* - \bar{x}$ 直线回归式中参数, t 为置信度^[15]。

2 结果与分析

2.1 花椒瘿蚊幼虫在花椒树上空间分布型的测定

2.1.1 用上述5种不同聚集度指标对调查资料的测定结果,如表1所示。

由表1可知:5块不同样地花椒瘿蚊幼虫的各项聚集度指标中, $C > 1, K > 0, C_A > 0, I_\delta > 1, m^*/\bar{x} > 1$,说明花椒瘿蚊幼虫的空间分布为聚集分布,且各样地 K 值的均值为0.6102,说明样地内虫口的聚集程度较高。

昆虫密度的改变通常导致种群空间分布型的改变^[17]。本研究的调查结果(表2)显示:5块样地的平均虫量及平均拥挤度都有一定的变化, k 值从低的0.4799向高的0.7758变化,种群密度也在13.925至40.1000之间变化,但 $1/k$ 与花椒瘿蚊幼虫平均数的回归显示二者关系不显著($r^2 = 0.6701, P = 0.0902 > P_{0.05}$)。因此,在本研究中花椒瘿蚊幼虫空间分布型不随种群密度变化而变化。

表 1 花椒瘿蚊幼虫在花椒树上聚集度指标测定结果

Tab. 1 The aggregating indices of the *Asphondylia zathoyli* larvae in *Zanthoxylum bungeanum* tree

样地号	调查枝数	$\bar{x}/(\text{头} \cdot \text{枝}^{-1})$	S^2	m^*	m^*/\bar{x}	C	K	C_A	I_δ	λ
1	240	21.020 8	651.091 6	50.994 5	2.425 9	30.973 6	0.701 3	1.425 9	2.420 2	12.436 5
2	240	15.091 7	489.673 6	46.538 3	3.083 7	32.446 7	0.479 9	2.083 7	3.075 6	6.565 8
3	240	40.100 0	2 112.684 5	91.785 4	2.288 9	52.685 4	0.775 8	1.288 9	2.283 7	25.031 2
4	240	18.358 3	632.649 3	51.819 5	2.822 7	34.461 2	0.548 6	1.822 7	2.815 5	9.127 2
5	240	13.925 0	369.316 5	39.446 8	1.832 8	26.521 8	0.545 6	1.832 8	2.825 7	6.889 9
平均	240	21.699 2	851.083 1	56.116 9	2.690 8	35.417 7	0.610 2	1.690 8	2.684 1	12.010 1

2.1.2 Iwao's $m^* \bar{x}$ 的回归

用平均密度(\bar{x})和平均拥挤度(m^*)作回归,即 $m^* = \alpha + \beta \bar{x}$ 得到 $m^* = 14.704 0 + 1.908 5 \bar{x}$ ($r = 0.990 5$)^[15] ($P = 0.001 1 < P_{0.05}, r^2 = 0.981 1$)

由上式可知: $\alpha > 0, \beta > 1$,且回归相关性显著,具有较高的决定系数;故花椒瘿蚊幼虫的空间分布为聚集分布,个体之间相互吸引,分布的基本成分是个体群。

2.1.3 TAYLOR(1961) 幂法则

用 $\lg S^2 = \lg a + b \lg \bar{x}$ 拟合表 1 中的资料得: $\lg S^2 = 0.793 8 + 1.570 6 \lg \bar{x}$ ($r = 0.990 2$)^[16] ($P = 0.001 2 < P_{0.05}, r^2 = 0.980 5$)

由上式可知: $\lg a > 0, b > 1$,且回归相关显著,具

有较高的决定系数;说明种群在一切密度下均是聚集的,且聚集强度随种群密度的升高而增加。

2.1.4 聚集原因分析

5 块样地的 λ 值均大于 2(见表 1),表明其聚集原因可能由昆虫本身的聚集行为,或由昆虫本身的聚集行为与环境异质性共同作用所致。

2.2 花椒瘿蚊幼虫分布与植株不同方位的关系

花椒瘿蚊幼虫在植株不同方位、不同层次上的数量调查结果见表 2,3。方差分析表明虫口密度在植株的东、南、西、北 4 个方位无显著差异;在植株上、中、下 3 个层次上,中部虫口密度较上部和下部大,它们之间的差异显著,而上部和下部的虫口密度无显著差异。

表 2 花椒瘿蚊幼虫在植株上不同方位的虫口密度*

Tab. 2 The larvae density of the *Asphondylia zathoyli* at different directions of the tree

方位	东	南	西	北
虫口密度	23.746 7 ± 5.025 0	22.706 7 ± 4.773 7	19.373 3 ± 3.107 0	20.970 0 ± 3.812 8
差异显著性	A	A	A	A

* 用 Duncan's 新复极差测验,差异显著性中相同字母表示在 0.05 水平上差异不显著,下同。

表 3 花椒瘿蚊幼虫在植株上不同层次的虫口密度*

Tab. 3 The larvae density of the *Asphondylia zathoyli* at different levels of the tree

层次	上	中	下
虫口密度	15.387 5 ± 2.115 9	39.531 3 ± 4.492 3	16.028 1 ± 2.454 7
差异显著性	B	A	B

通过方差分析得出:(1)中部虫口密度较上部和下部大,这与实际观察到的花椒瘿蚊幼虫在花椒树的中部取食为害较重,中部同一受害枝条上有若干个虫瘿相互连接,且虫瘿中虫口密度较大相一致;(2)虫口密度在植株的东、南、西、北 4 个方位无显著差异,因此在实际调查中不必划分不同方位

可按上、中、下不同层次进行抽样调查。

2.3 抽样技术的研究

由于 IWAO 回归分析法所得结果的决定系数较高($r^2 = 0.981 1$),所以花椒瘿蚊幼虫理论抽样数的确定及序贯抽样法的建立可基于 IWAO 的 $m^* - \bar{x}$ 直线回归式的结果进行。

2.3.1 理论抽样数的确定

在实际抽样调查中,既要求较高的精度,又要求较小的工作量,即能使理论抽样数在很大程度上代表总体的最适抽样数,以便在进行虫口数量调查时节省人力、降低费用。

根据最适理论抽样数公式,建立95%的概率

保证($t = 1.96$),不同虫口密度水平下的最适理论

$$N = \frac{3.8416}{D^2} \left(\frac{15.7040}{\bar{x}} + 1.9085 \right),$$

当 D 取0.1,0.2,0.3时不同密度水平下的理论抽样数,见表4。

表4 不同虫口密度下的理论抽样数

Tab.4 The theoretical sampling quantity of the different larvae density

允许 误差(D)	虫口密度/(头·枝 ⁻¹)										
	20	40	60	80	100	150	200	300	400	500	600
0.1	651	500	450	424	409	389	379	369	364	361	359
0.2	163	125	112	106	102	97	95	92	91	90	90
0.3	72	56	50	47	45	43	42	41	40	40	40

从表4可以看出,随着虫口密度的增加,抽样数量逐渐减少。当种群密度上升到一定数量时,由于生存空间的限制,种群数量达到环境的最大容量,抽样数量也趋于稳定。并且允许误差越大,抽样数越小。

本次花椒园中抽样调查5块样地 \bar{x} 的均值为21.6992,允许误差 D 取0.2时理论抽样数为157枝。

2.3.2 IWAO的序贯抽样技术

花椒瘿蚊幼虫防治指标的研究及应用目前尚未见报道,根据本项研究实地调查花椒瘿蚊幼虫危害及由此造成的经济损失,暂以2头/枝作为防治指标。取 $t = 1, m_0 = 2$,已知 $\alpha = 14.7040, \beta = 1.9085$,将数据代入序贯抽样式,则序贯抽样的上限为: $T'(n) = 2n + 5.9196\sqrt{n}$,下限为: $T''(n) = 2n - 5.9196\sqrt{n}$ 。根据序贯抽样方程制作序贯抽样表,见表5。

表5 花椒瘿蚊幼虫序贯抽样表($t = 1$)

Tab.5 The table of sequential sampling of the *Asphondylia zathoyli* larvae ($t = 1$)

调查枝数	20	40	60	80	120	160	200	240
上限(T')	66	117	166	213	305	395	484	572
下限(T'')	14	43	74	107	175	245	316	388

从表5可知,若调查40个花椒树枝累计虫数超过117头,则需进行防治;累计虫数少于43头,则不需防治;累计虫数在两者之间,则继续取样。以此类推,直到累计虫数大于 T' 值或小于值 T'' 时为止。但在实际抽样调查过程中,如果所抽样本的

累计虫数总是介于理论计算的上限值(T')和下限值(T'')之间,则不能作出防治决策,故必须计算最大抽样数量。其计算公式为:

$$N_{\max} = \frac{t^2}{D^2} [(\alpha + 1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]^{[15]}$$

现取 $t = 1, D = 0.2, m_0 = 2$ 代入公式计算,得最大抽样数为876枝。

在判断对花椒瘿蚊是否要进行田间防治时,如果抽的样本数达到876枝时的累计虫数还介于 T' 和 T'' 之间,则以累计虫数最靠近的那个界限值来作出判断,即累计虫数靠近 T'' ,则需要防治;累计虫数靠近 T' ,则不需防治。

3 讨论

(1)由于频次分布方法的某些理论分布其参数由于使用的估值方法不同,可影响到资料对该理论分布的适合度;而且缺乏分布型指数计算简便、对种群中个体群的行为、种群分布型的时间序列变化,提供一定信息等优点^[8]。故本研究采用了目前常用的5种聚集度指标和两种回归分析法,得出了云南昭通地区花椒瘿蚊幼虫在花椒树上的空间分布规律,为根据这一规律采取适当防治措施以保护花椒免受该虫危害提供了理论依据,也为研究花椒其它害虫和天敌昆虫的空间分布型提供了一个参考。

(2)由聚集度指标和回归分析法检验结果表明,花椒瘿蚊幼虫在一切密度下均是聚集分布,且聚集强度随种群密度的升高而增加,分布的基本成分为个体群,且个体之间相互吸引。在本次实际调

查中,发现同一受害枝条上可有数十个虫瘿相互连接,且虫瘿内虫口密度较大,与用聚集度指标和回归分析法理论检验结果相符合。

调查的 5 个花椒园中,花椒品种不同,花椒套作的作物也不同,成虫产卵场所或产卵量也可能随之发生变化,由此造成 5 个样地的平均虫量随之发生一定的变化;在实际观察成虫习性时发现成虫飞翔能力较弱,多在羽化孔附近群集飞翔、交配、产卵,由此可能造成幼虫聚集分布。故该虫的聚集原因是由昆虫本身的聚集行为与环境异质性共同作用所致。

(3) 本次对花椒园内花椒瘿蚊调查的理论检验结果表明花椒瘿蚊幼虫在一切密度下均为聚集分布,因此其抽样方法可采用棋盘式抽样、平行线式抽样或 Z 字形抽样,在实际应用中应结合田间的具体情况选取具体的抽样方法。

(4) 应用 Dancun's 新复极差测验对花椒瘿蚊幼虫在花椒树不同方位、不同层次的分布数量及差异显著性分析结果表明,花椒树不同方位的虫口密度无差异显著性;不同层次中,上部和下部无差异显著性,中部与它们之间存在差异显著性。因此在实际抽样调查中不必划分不同方位可按上、中、下不同层次进行调查,并且可将树冠的中部作为最适抽样部位和防治重点部位。

(5) 根据理论抽样数模型 $N = \frac{3.8416}{D^2} \left(\frac{15.7040}{\bar{x}} + 1.9085 \right)$, 在允许误差为 0.2, 置信度为 95% 的条件下,本次花椒园抽样调查的最适理论抽样数为 157 枝。若抽取 157 个花椒树枝的累计虫数介于序贯抽样理论计算的上下限之间,不能作出防治决策时,需继续抽样,直至能够作出防治决策;而此次抽样调查的最大抽样数为 876 枝,若抽到 876 枝时仍不能作出防治决策,就以累计虫数最靠进的界限值来作出判断。本次调查根据花椒瘿蚊危害及由此造成的经济损失,在序贯抽样技术中暂以 2 头/枝作为防治指标,对于防治指标的确定,有待于进一步的研究。

(6) 本次对花椒瘿蚊幼虫的抽样调查中,是以单个幼虫为单位进行统计的。在今后的研究过程

中可采取以单个虫瘿为单位进行抽样调查,既可节省时间、人力,又给计算、统计带来了方便。

[参考文献]

- [1] 乔旭,李仲芳,杜玉贵,等.花椒瘿蚊的初步研究[J].植物保护,1988,14(6):22-23.
- [2] 康海,王冬梅.花椒瘿蚊研究初报[J].甘肃林业科技,1999,24(1):25-26.
- [3] 孙益知,李号宾,乔旭.花椒瘿蚊生物学特性和防治研究[J].陕西农业科学,2001,(1):17-19.
- [4] 何凯.花椒瘿蚊的发生与防治研究[J].甘肃农业科技,2002,(1):45-46.
- [5] 杨维宇,陈国华,张英伟,等.松阿扁叶蜂 4 龄幼虫期空间分布型的研究[J].辽宁林业科技,2004,(4):1-3,9.
- [6] 汪世泽.昆虫研究法[M].北京:农业出版社,1993.
- [7] 张安盛,冯建国,于毅,等.桃一点斑叶蝉种群消长动态和空间分布型研究[J].昆虫知识,2003,40(5):429-432.
- [8] 丁岩钦.昆虫数学生态学[M].北京:科学出版社,1994.
- [9] WATERS W E. A quantitative measure of aggregation in insects[J]. J. Econ. Ent., 1959, 52:180-184.
- [10] MORISITA M. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns [J]. Mem. Facul. Sci. Kyushu Univ. Ser. E, 1959, 2(2):215-235.
- [11] LLOYD M. Mean crowding [J]. J. Anim. Ecol., 1967 (36):1-30.
- [12] IWAO S. An approach to the analyzing the aggregation pattern in biological population [J]. Statist. Ecol., 1971, (1):461-513.
- [13] TAYLOR L R. Aggregation variance and mean [J]. Nature, 1961, 189:732-735.
- [14] 孔繁玲.田间试验与统计方法[M].北京:中央广播电视大学出版社,2002.
- [15] 王厚振,华尧楠,牟吉元,等.棉铃虫预测预报与综合治理[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [16] 苟阳,吴猛耐,徐学勤,等.黑角直缘跳甲幼虫空间分布型及抽样技术的研究[J].昆虫知识,1998,35(1):23-25.
- [17] SOUTHWOOD T R E. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations [M]. Methuen. London, 1966.