

栗实蛾幼虫空间格局及抽样技术研究

陈炳旭¹, 董易之¹, 梁广文², 陆恒¹

(1 广东省农业科学院 植物保护研究所, 广东 广州 510640; 2 华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要:对7个板栗园栗实蛾幼虫空间格局进行了研究. 结果表明, 栗实蛾幼虫在板栗园中的分布是遵循负二项分布的聚集分布, 其中 Iwao 的 $m^* - m$ 回归模型为 $m^* = 3.5323 + 1.0710m$, Taylor 幂模型为 $\lg v = 0.5913 + 1.1304 \lg m$. 对各聚集度指标的分析结果显示: 在板栗园中的栗实蛾幼虫彼此之间互相吸引, 分布的基本成分是个体群, 个体群为聚集分布, 且在任何密度下都是聚集的, 聚集强度随着密度的升高而增大. 导致栗实蛾幼虫在板栗园中呈聚集分布的原因是由该虫本身的习性和环境共同造成的. 栗实蛾幼虫虫口密度调查的最适理论抽样数公式为 $n = t^2 / D^2 (4.5323/m + 0.0710)$.

关键词:板栗树; 栗实蛾; 幼虫; 空间分布型; 理论抽样

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2010)01-0026-04

Spatial Pattern and Sampling Technique of *Laspeyresia splendana* Larvae in *Castanea mollissima* Orchards

CHEN Bing-xu¹, DONG Yi-zhi¹, LIANG Guang-wen², LU Heng¹

(1 Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;

2 Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The spatial distribution patterns of *Laspeyresia splendana* larvae in different *Castanea mollissima* orchards were surveyed and analyzed. The results showed that the larvae were in aggregation distribution fit for negative binomial pattern. Its Iwao's $m^* - m$ model was $m^* = 3.5323 + 1.0710m$, and Taylor's power model $\lg v = 0.5913 + 1.1304 \lg m$. By analysing the aggregation index, the larva was attractive by each other in chestnut orchards and its basic component of distribution was colony which were in aggregation distribution even at low population density and more aggressive with population density increase. The aggregation distribution of the larvae was due to its life habit and environmental factors. In addition, the optimum theoretical sampling number of the larvae could be obtain from the formula $n = t^2 / D^2 (3.5323/m + 1.0710)$.

Key words: *Castanea mollissima* trees; *Laspeyresia splendana*; larvae; spatial distribution pattern; theoretical sampling

栗实蛾 *Laspeyresia splendana* (Hübner) 属鳞翅目小卷叶蛾科, 又名栗子小卷蛾、栎实卷叶蛾、栎实小蠹蛾. 在我国的东北、华北、华东和华南等板栗产

区均有分布危害, 寄主植物只有板栗 *Castanea mollissima* Blume. 在国外除危害栗果外, 还可危害栎属 *Quercus* 植物, 偶见危害榛木 *Corylus*. 该虫为板栗上

收稿日期: 2009-01-07

作者简介: 陈炳旭(1962—), 男, 研究员, 博士, E-mail: Gzchenbx@163.com

基金项目: 广东省科技计划项目(2005B20501007); 广东省农业科技推广项目(2130106); 国家科技支撑计划课题(2008BADA5B01)

的常发性害虫^[1-2],而近几年在广东省河源市板栗产区突然加重,以幼虫咬断果柄、蛀食果肉,使栗果干枯、脱落,严重影响板栗的产量和品质,是该地区板栗上最主要的蛀果害虫之一,对板栗产业威胁很大.据调查,该虫对栗果总危害率一般在10%~20%^[3].关于栗实蛾的发生危害情况国内已经有一些介绍^[4-6],但对其幼虫种群在板栗上的空间分布型研究鲜见报道,本文对该虫在蛀入板栗果后的(3龄以后幼虫)空间分布特征及抽样技术进行研究,为该虫的种群动态调查方法提供科学依据,以提高测报准确率和防治效果.

1 材料与方法

1.1 调查地点和方法

试验于2007年6月在广东省东源县船塘镇进行,选择7个板栗园,栗实蛾幼虫的平均百果虫数为13~24头,每个板栗园面积为0.4~0.5 hm²,品种为农大1号,植株行距为4 m×5 m,树龄11年,树高3 m左右.采用平行跳跃取样方法,每板栗园抽取45株板栗树作为1个样方,以每株树为1个样本,从树冠的东、西、南、北、上部和中部等多点随机取样调查100个果,观察记录幼虫数量.

1.2 分布型的测定

1.2.1 频次分布检验 以每株板栗树为抽样单位,以每个板栗园的调查数据为1个样方,用DPS数据处理软件分别对二项分布、Poisson分布、负二项分布和核心分布4种常用的昆虫分布型进行配合适度的 χ^2 检验^[7].

1.2.2 聚集度指标测定 本文采用6种聚集度指标来测定栗实蛾幼虫在板栗园的空间格局^[8-10].

聚块性指数:Lloyd^[11]认为, $m^*/m=1$,为Poisson分布; $m^*/m<1$,为均匀分布; $m^*/m>1$,为聚集分布.式中, m 为虫口密度, m^* 为平均拥挤度.

聚集指标(I)测定:David等^[12]提出聚集指标(I)的概念, $I=v/m-1$,式中, v 为方差, m 为虫口密度.当 $I=0$ 时,为随机分布; $I<0$ 时,为均匀分布; $I>0$ 时,为聚集分布.

负二项分布 k 值: $k=m/(v/m-1)$,式中 m 为虫口密度, v 为方差.作为负二项分布的参数 k ,是种群分散的测度, k 越小,聚集度就越高,当 k 较大时(约超过8),则这种分布趋近Poisson分布.

Ca指数:Cassie^[13]提出用Ca指标来判断昆虫的分布型情况: $Ca=1/k$ (k 为负二项分布参数),当

$Ca=0$ 时,为随机分布; $Ca<0$ 时,为均匀分布; $Ca>0$ 时,为聚集分布.

扩散系数(C):方差 v 与平均数(m)的比值可以用于鉴定昆虫种群分布的聚集度及均匀度,当 $C<1$ 时,为均匀分布; $C=1$ 时,为随机分布(Poisson分布); $C>1$ 时,为聚集分布.

扩散型指数(I_s)测定:森下^[14]提出了扩散型指数,用于鉴定昆虫种群聚集的类型,计算公式为 $I_s=n(\sum fx^2-N)/[N(N-1)]$,式中 n 为抽样数, x 为单个样本虫数, f 为该虫量出现的样本数(频次), N 为总虫数.当 $I_s=1$ 时,为随机分布; $I_s>1$ 时,为聚集分布; $I_s<1$ 时,为均匀分布.

1.2.3 Iwao的 m^*-m 回归模型 Iwao^[15]认为,昆虫的平均拥挤度(m^*)与虫口密度(m)的回归关系式 $m^*=\alpha+\beta m$ 可以用来检验昆虫分布型.当 $\alpha=0$ 时,表示分布的基本成分为单个个体; $\alpha>0$ 时,分布的基本成分为个体群,个体相互吸引;而 $\alpha<0$ 表示个体间相互排斥. $\beta=1$ 表示随机分布; $\beta<1$ 为均匀分布; $\beta>1$ 为聚集分布.

1.2.4 Taylor幂法则 Taylor^[16]的幂法则为: $v=am^b$,对数转换后呈下列回归关系: $\lg v=\lg a+b\lg m$.式中, v 为方差, m 为虫口密度, a 是一个取样统计因素, b 为斜率,表示当虫口密度增加时方差的增长率,是聚集度对密度依赖性的一个尺度,当 $b=1$ 时,直线角度为45°,此时为随机分布; $b>1$ 时,种群在一切密度下都是聚集的,聚集强度随种群密度升高而增加; $b<1$ 时为均匀分布.

1.2.5 种群聚集原因分析 根据Blackith^[17]提出的种群聚集均数(λ)的概念来分析昆虫的聚集原因,聚集均数公式: $\lambda=m/2kr$.式中, m 为各板栗园栗实蛾幼虫的平均密度; k 为负二项分布参数; r 为具有自由度等于 $2k$ 的 χ^2 (卡方)分布的函数,计算 λ 时应用0.5的概率值,即 r 为 χ^2 分布表中自由度等于 $2k$ 的 χ^2 值,当 $2k$ (自由度)为小数时, χ^2 值可用比例内插法求得.当 $\lambda<2$ 时,其聚集原因是由环境因素引起的;当 $\lambda\geq 2$ 时,其聚集原因是由昆虫习性和环境共同引起的.

1.3 抽样技术

Iwao指出,只要昆虫种群 m^*-m 成线性关系,就可以利用聚集度参数 α 、 β 来决定抽样数.抽样数的计算公式为: $n=t^2/D^2[(\alpha+1)/m+\beta-1]$.式中, n 为所需抽样数, m 为预备调查时田间的粗略虫口密

度, D 为允许误差, t 是允许误差 D 的概率保证, α 、 β 为 $m^* - m$ 回归式中的 2 个参数^[8,10,18].

2 结果与分析

2.1 频次分布检验

频次分布检验的结果(表 1)表明, 栗实蛾幼虫种群在被调查的 7 个板栗园中都符合负二项分布 ($P > 0.05$), 其中有 2 个板栗园还同时符合核心分布; 所有田块都不符合二项分布和 Poisson 分布.

2.2 聚集度指标测定

栗实蛾幼虫的空间特征聚集度指标值如表 2 所示. 从表 2 中可看出, 所调查的 7 个板栗园的聚块性指数 (m^*/m) 都大于 1, 聚集指标 (I) 都大于 0, 负二项分布 k 值都小于 3.845, Ca 值都大于 0, 扩散系数 (C) 都大于 1, 扩散型指数 (I_s) 都大于 1, 说明栗实蛾

幼虫种群在板栗园中都呈聚集分布.

表 1 栗实蛾幼虫空间分布型检验¹⁾
Tab. 1 The test of spatial distribution pattern of *Laspeyresia splendana* larvae $n = 45$ 株

样方 编号	平均虫量/ (头·株 ⁻¹)	负二项分布检验		核心分布检验	
		P	符合情况	P	符合情况
1	20.978	0.391 3	符合	0.049 8	不符合
2	13.756	0.057 7	符合	0.000 1	不符合
3	18.778	0.098 1	符合	0.000 6	不符合
4	23.022	0.223 0	符合	0.030 7	不符合
5	21.511	0.129 0	符合	0.036 6	不符合
6	16.822	0.348 0	符合	0.169 1	符合
7	22.289	0.260 0	符合	0.115 2	符合

1) P 为卡方检验的概率值, $P > 0.05$ 表示实际 χ^2 累计值小于自由度下 $P = 0.05$ 时的 χ^2 值, 即实测频次分布与理论频次分布相符合

表 2 栗实蛾幼虫聚集度指标测定结果
Tab. 2 The aggregation indices of *Laspeyresia splendana* larvae

样方编号	m	v	m^*	m^*/m	I	Ca	C	k	I_s	λ
1	17.956	97.407	23.113	1.337	5.824	0.337	6.824	2.968	1.330	15.989
2	11.289	67.119	16.234	1.438	4.946	0.438	5.946	2.283	1.429	9.692
3	9.622	51.604	13.985	1.453	4.363	0.453	5.363	2.205	1.444	8.217
4	15.733	80.109	19.825	1.260	4.092	0.260	5.092	3.845	1.255	14.389
5	12.089	60.810	16.119	1.333	4.030	0.333	5.030	3.000	1.327	10.779
6	16.911	92.810	21.399	1.265	4.488	0.265	5.488	3.768	1.260	15.440
7	14.311	69.901	18.195	1.271	3.884	0.271	4.884	3.684	1.266	13.041

2.3 Iwao 的 $m^* - m$ 回归测定

7 个板栗园的栗实蛾幼虫平均拥挤度 (m^*) 与虫口密度 (m) 呈显著线性相关: $m^* = 3.532\ 3 + 1.071\ 0\ m$ ($r = 0.980\ 1^{**}$). 式中, $\alpha = 3.532\ 3 > 0$, 说明栗实蛾幼虫在田间存在个体群, 且个体间相互吸引; $\beta = 1.071\ 0 > 1$, 表明栗实蛾幼虫种群在板栗园中呈聚集分布.

2.4 Taylor 的 b 指数

为了探讨板栗栗实蛾幼虫种群的不同密度水平与种群是否聚集及聚集强度之间的关系, 可应用 Taylor 幂法则的 b 指数进行测定. 结果显示: $\lg v = 0.591\ 3 + 1.130\ 4\ \lg m$ ($r = 0.886\ 8^{**}$), b 为斜率, 是聚集度对密度依赖性的一个尺度, $b = 1.130\ 4 > 1$, 可知栗实蛾幼虫种群在任何密度下都呈聚集分布, 其聚集强度随种群密度的升高而增加.

2.5 种群聚集原因分析

Blackith 种群聚集均数公式检验结果(表 2)表

明, 所调查的 7 个样方 λ 全部大于 2, 说明栗实蛾幼虫的聚集现象是由本身的习性和环境共同造成的, 而环境因素可能包括各株板栗树有没有挂果或挂果数量的差异.

2.6 抽样技术

已知 $m^* - m$ 回归方程式为: $m^* = 3.532\ 3 + 1.071\ 0\ m$ ($r = 0.980\ 1^{**}$), 应用 Iwao 理论抽样数公式计算理论抽样数 n , 则 $n = t^2/D^2 (4.532\ 3/m + 0.071\ 0)$, 若以 95% 的概率保证其允许误差, 即 $t = 1.96 \approx 2$, 则当允许误差 D 分别取 0.5 和 0.3 时, 其田间栗实蛾幼虫在不同密度时的理论抽样数如表 3 所示. 由表 3 可看出, 随着田间虫口密度的增大, 抽样数逐渐减少; 而允许误差越小, 则需要的抽样数就越大. 当允许误差为 0.3, 幼虫密度为 2 头/株时, 取样在 104 株以上; 幼虫密度为 6 头/株时, 取样 37 株; 幼虫密度为 15 头/株时, 取样 17 株. 抽样方式尽量采取多点、小样本的取样方式, 比如对角线取样、平

行跳跃法取样、棋盘式取样、随机取样、Z字型取样等。

表3 栗实蛾幼虫在不同密度与不同允许误差下理论抽样数

Tab. 3 The theoretical sampling numbers of *Laspeyresia splendana* larvae in different densities and allowed errors

允许 误差	幼虫密度/(头·株 ⁻¹)							
	2	4	6	8	10	15	20	25
0.5	37	19	13	10	8	6	5	4
0.3	104	54	37	28	23	17	13	11

3 结论

本文对栗实蛾幼虫空间格局的研究结果表明,该虫态在板栗园中的分布遵循负二项分布,并且呈明显的聚集分布,分布的基本成分是个体群,个体之间相互吸引,而且在任何密度下都是聚集的,聚集强度随着密度的升高而增大。栗实蛾在板栗园中呈聚集分布的现象是由该虫本身的习性和环境2个因素共同作用的结果。

在空间格局分析的基础上建立了最适理论抽样数公式,并列出了不同虫口密度和不同准确度要求下的最适抽样株数,为该虫的田间密度调查和虫情预测预报提供了理论依据,从而可以准确地指导对该虫的防控工作。

对于5年以上的板栗园,调查观测树冠上层的幼虫密度有些难度,因此抽样时应本着样方适当增多,样本尽量减少的原则,按照理论抽样数进行抽样,在保证种群密度估值相对准确的前提下,尽可能减少抽样数量,这样既可节省人力物力,又可保证抽样的准确性。

参考文献:

[1] 任淑艳. 板栗果实主要害虫的发生与防治[J]. 河北果树, 2002(2): 48-49.
[2] 王毅, 张跃宁, 宋晓斌, 等. 陕西板栗病虫害调查与主要病害发生特点[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 120-123.

[3] 黄汉杰, 陈炳旭, 廖海林, 等. 栗实蛾的发生及防治研究[J]. 广东农业科学, 2005(4): 64-66.
[4] 雷鸣宇. 冬春防治板栗病虫害[J]. 陕西林业, 1995(1): 29.
[5] 贺国印. 板栗主要害虫综合防治实用技术[J]. 陕西林业, 1997(3): 27-28.
[6] 李志齐. 板栗主要害虫的发生与防治[J]. 湖南农业, 2000(5): 13.
[7] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 202-210.
[8] 陈炳旭. 柑橘黑刺粉虱若虫空间分布型研究[J]. 广东农业科学, 1998(1): 43-49.
[9] 刘奎. 荔枝尖细蛾幼虫空间格局及抽样技术研究[J]. 云南热作科技, 2002, 25(2): 11-13.
[10] 张秀梅, 刘小京, 杨振江. 绿盲蝽越冬卵在枣树上的空间分布型研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 157-159.
[11] LLOYD M. Mean crowding[J]. Journal of Animal Ecology, 1967, 36: 1-30.
[12] DAVID F N, MOORE P G. Notes on contagious distribution in plant populations[J]. Annals of Botany, 1954, 18: 47-53.
[13] CASSIE R M. Frequency distribution modes in the ecology of plankton and other organisms[J]. Journal of Animal Ecology, 1962, 31: 65-92.
[14] 邬祥先. 昆虫生态学的常用数学分析方法[M]. 北京: 农业出版社(修订本), 1985: 503-506.
[15] IWA0 S. Application of the $m^* - m$ method to the analysis of spatial patterns by changing the quadratic size[J]. Researches on Population Ecology, 1972, 14(1): 97-128.
[16] TAYLOR L R. Aggregation variance and the mean[J]. Nature, 1961, 189: 732-735.
[17] 路虹, 官亚军, 石宝才, 等. 西花蓟马在黄瓜和架豆上的空间分布型及理论抽样数[J]. 昆虫学报, 2007, 50(11): 1187-1193.
[18] 陆永跃, 方楚明, 沈叔平, 等. 香蕉弄蝶卵的空间分布格局研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2003, 16(4): 17-20.

【责任编辑 周志红】