

## 降香黄檀林灰卷裙夜蛾幼虫空间分布型研究

闪瑶 (广西国有高峰林场, 广西南宁 530001)

**摘要** 为了研究灰卷裙夜蛾在降香黄檀林内的空间分布情况, 调查了广西国有高峰林场长客分场降香黄檀林受害情况和虫口密度, 应用扩散系数( $C$ )、平均拥挤度( $m^*$ )等 8 种聚集度指标分析灰卷裙夜蛾空间分布型。结果表明, 该虫在降香黄檀林中的空间分布类型为聚集分布, 通过计算聚集参数 $\lambda$ , 分析出灰卷裙夜蛾的聚集原因是由于自身的生活习性和环境因素中的一个方面, 或是由于 2 个因素共同作用导致的。在此基础上, 建立了该虫林间理论抽样数公式:  $N=3.8416 \times [2.2292/m+1.5892]/D^2$ , 计算出不同虫口密度下及其不同误差条件下的最适理论抽样数。

**关键词** 降香黄檀; 灰卷裙夜蛾; 空间分布型

**中图分类号** S763.42 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)18-0147-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.18.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on the Spatial Distribution Pattern of *Plecoptera subpallida* (Walker) Larval on *Dalbergia odorifera* T.C.Chen

SHAN Yao (Gaofeng Forest Farm in Guangxi, Nanning, Guangxi 530001)

**Abstract** In order to investigate the spatial distribution of *Plecoptera subpallida* (Walker), it was studied by six aggregation indices of diffusion coefficient ( $C$ ), mean crowding ( $m^*$ ) and so on in *Dalbergia odorifera* T.C.Chen forest of Gaofeng forest farm. The results showed that the spatial distribution pattern was assembly distribution. The aggregation was caused by one of its behavior and environment or both its behavior and environment. Based on this distribution pattern, the model was proposed which was  $N=3.8416 \times [2.2292/m+1.5892]/D^2$ . Meanwhile, the optimum theoretical sampling number in requirement of different population density and error was also determined.

**Key words** *Dalbergia odorifera* T.C.Chen; *Plecoptera subpallida* (Walker); Spatial distribution pattern

降香黄檀 (*Dalbergia odorifera* T.C.Chen) 属蝶形花科 (Papilionaceae), 又称花梨木、黄花梨等, 常绿或半落叶乔木, 原产于海南岛, 国家 II 级重点保护野生植物<sup>[1]</sup>, 该树种可为木雕、家具、香料提供上乘材料, 市场需求紧缺, 产品价格高昂。为优化广西树种结构, 加快广西珍贵树种的发展, 满足国民经济发展和人民生活水平日益提高对高端林木产品的需求, 广西自 2011 年开始规划发展珍贵树种, 并向林农免费赠送降香黄檀等珍贵树种苗木。广西国有高峰林场按照珍贵树种规划, 自 2011 年至今共种植降香黄檀 30.0  $\text{hm}^2$ , 从 2012 年起, 连续出现一种降香黄檀的重要食叶害虫——灰卷裙夜蛾 (*Plecoptera subpallida* (Walker)), 大发生时, 受害株的叶片全部被吃光, 下一代幼虫危害期将在植株重新萌发嫩芽新叶时再次出现, 继续吃光叶芽, 使枝条或单株枯萎, 影响林木的正常生长<sup>[2-3]</sup>。

灰卷裙夜蛾属鳞翅目 (Lepidoptera) 夜蛾科 (Noctuidae) 卷裙夜蛾属 (*Plecoptera*), 早期文献记载分布于海南, 寄主为花梨<sup>[2]</sup>, 是危害降香黄檀树种的主要害虫之一。笔者应用统计学方法分析灰卷裙夜蛾在降香黄檀林的空间分布格局, 进一步掌握灰卷裙夜蛾的空间格局分布规律, 明确了抽样技术, 旨在为灰卷裙夜蛾的种群调查、监测和有效科学的防控提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地点位于广西南宁市西乡塘区高峰林场长客分场 (108°15'46"E, 20°54'20"N), 地形地貌主要为丘陵、低山, 平均海拔 170 m, 属南亚热带气候, 夏长冬短, 热量丰富, 四季分明, 雨量充沛。年平均气温 21  $^{\circ}\text{C}$  左右,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$

活动积温 7 500  $^{\circ}\text{C}$  左右, 极端最高气温 40  $^{\circ}\text{C}$ , 极端最低温度为 -2  $^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度超过 80%, 全年降雨量和蒸发量均超过 1 200 mm, 而蒸发量稍大于降雨量, 降雨主要集中在 6—9 月, 年日照时数超过 1 400 h, 气候适宜大多数用材林树种和经济林树种的生长。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 调查方法。** 在调查地设置 15 个样方, 每个样方随机抽取 25 株树, 以整株树 (地上部分) 为最小样方, 采用样木全查法, 记录每株样木的虫口数, 共计调查 375 株。

**1.2.2 灰卷裙夜蛾空间分布格局检测方法**<sup>[4-13]</sup>。

(1) 根据扩散系数 ( $C$ ):  $C=s^2/m$  (式中,  $m$  为虫口密度,  $s^2$  为方差, 下同)。其中当  $C$  小于 1 时, 幼虫的种群呈均匀分布型; 当  $C$  等于 1 时, 幼虫的种群呈随机分布型; 当  $C$  大于 1 时, 幼虫的种群呈聚集分布型。

(2) 根据丛生指标 ( $I$ ):  $I=s^2/m-1$ 。其中当  $I$  小于 0 时幼虫的种群呈均匀分布型; 当  $I$  等于 0 时幼虫的种群呈随机分布型; 当  $I$  大于 0 时幼虫的种群呈聚集分布型。

(3) 根据 CA 指数:  $CA=(s^2-m)/m^2$ 。其中当 CA 小于 0 时幼虫种群呈均匀分布型; 当 CA 等于 0 时幼虫的种群呈随机分布型; 当 CA 大于 0 时幼虫的种群呈聚集分布型。

(4) 根据负二项分布 K 值:  $K=m/(s^2/m-1)$ 。其中 K 值越小, 聚集程度越强。

(5) 根据扩散指数 ( $I_s$ ):  $I_s=n \sum (fx^2-N)/[N(N-1)]$  (式中,  $N$  表示调查的总虫数,  $n$  表示抽样数)。其中  $I_s$  小于 1 幼虫种群呈正二项分布型;  $I_s$  等于 1 幼虫种群呈随机分布型;  $I_s$  大于 1 幼虫种群呈聚集分布型。

(6) 根据平均拥挤度指标 ( $m^*$ ):  $m^*=m+s^2/m-1$ 。其中当  $m^*$  小于 1 幼虫的种群呈均匀分布型, 当  $m^*$  等于 1 幼虫的种群呈随机分布型; 当  $m^*$  大于 1 幼虫的种群呈聚集分布型。

**作者简介** 闪瑶 (1973—), 女, 广西南宁人, 工程师, 从事病虫害防治研究。

**收稿日期** 2019-02-14; **修回日期** 2019-05-07

(7)根据聚块性指标  $m^*/m$ ,也就是平均拥挤度和平均值的比值,当  $m^*/m < 1$  时为均匀分布;当  $m^*/m = 1$  时为随机分布;当  $m^*/m > 1$  时为聚集分布。

(8)根据 Iwao 的回归关系式:  $m^* = \alpha + \beta m$ ,由  $\alpha$  和  $\beta$  值分析种群的分布情况。

**1.2.3 聚集原因**<sup>[11-12]</sup>。利用聚集公式:  $\lambda = mr/2K$ ,分析灰卷裙夜蛾幼虫在林间分布的聚集原因, $K$  为负二项分布的值, $r$  表示自由度等于  $2K$  时,卡方分布表中概率值取 0.05 时对应的  $\chi^2$  分布函数值。其中当  $\lambda$  小于 2 时,幼虫种群聚集的原因是由于某些环境因素导致的;当  $\lambda$  大于等于 2 时,幼虫种群聚集原因是由于自身的聚集行为和环境因素之一的因子

或者两者共同作用导致<sup>[3]</sup>。

**1.2.4 理论抽样数**<sup>[6-8,10-12]</sup>。采用 Iwao 的理论抽样数公式:  $N = t^2 [(\alpha + 1)/m + \beta - 1]/D^2$ ,计算出不同平均虫口密度(头/株)情况下的最合理理论抽样数。Iwao 的理论抽样数表示在允许误差范围内应抽取的最少理论样本数<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 灰卷裙夜蛾每株虫口数** 由表 1 可知,降香黄檀每株受 30 头以下(含 30 头)危害(占 52.0%~100.00%)的较多,其中 0 头的有 8 株,占 0.02%。受 61~90 头(含 90 头)以上危害的相对较少,受 90 头以上危害的仅 1 株,未发现 121 头以上的受害植株。

表 1 降香黄檀林灰卷裙夜蛾幼虫每株虫数

Table 1 The population number per plant of *Plecoptera subpallida* (Walker) larval on *Dalbergia odorifera* T.C.Chen forest

样地 Plot	调查总株数 The total number of plants	0~30		31~60		61~90		91~120		121 以上	
		株数 Plant number	占比 Percentage %								
1	25	13	52.00	8	32.00	2	8.00	1	4.00	1	4.00
2	25	13	52.00	6	24.00	3	12.00	2	8.00	1	4.00
3	25	24	96.00	1	4.00						
4	25	22	88.00	3	12.00						
5	25			7	28.00	10	40.00	4	16.00	4	16.00
6	25	23	92.00	2	8.00						
7	25	7	28.00	13	52.00	4	16.00			1	4.00
8	25	20	80.00	5	20.00						
9	25	25	100.00								
10	25	9	36.00	14	56.00	1	4.00	1	4.00		
11	25	25	100.00								
12	25	22	88.00	2	8.00	1	4.00				
13	25	25	100.00								
14	25	21	84.00	4	16.00						
15	25	16	64.00	9	36.00						

**2.2 灰卷裙夜蛾空间分布格局** 根据调查统计的每株虫口数量,计算出虫口密度  $m$  和  $S^2$  值,再代入公式中计算各项聚集参数,结果见表 2。由表 2 可知,通过聚集指标计算的 15

个样地参数中,扩散系数  $C$  大于 1,丛生指标  $I$  大于 0,  $C_A$  大于 0,扩散指数  $I_s$  大于 0,  $m^*/m$  大于 1。因此,灰卷裙夜蛾幼虫在降香黄檀林中的种群空间分布型呈聚集分布类型。

表 2 降香黄檀林灰卷裙夜蛾幼虫的聚集度指标

Table 2 The aggregation indices of *Plecoptera subpallida* (Walker) larval on *Dalbergia odorifera* T.C.Chen forest

样地 Plot	$m$ 头/株	$C$	$I$	$C_A$	$k$	$I_s$	$m^*$	$m^*/m$
1	34.84	33.234 5	34.216 6	0.925 2	1.080 8	1.925 0	67.074 5	1.925 2
2	37.84	36.175 7	37.157 7	0.929 6	1.075 7	1.929 4	73.015 7	1.929 6
3	12.36	5.345 7	5.816 3	0.351 6	2.844 2	1.351 5	16.705 7	1.351 6
4	14.68	7.287 2	7.819 9	0.428 3	2.334 9	1.428 1	20.967 2	1.428 3
5	84.48	13.393 8	13.554 3	0.146 7	6.816 3	1.146 6	96.873 8	1.146 7
6	12.28	6.307 8	6.867 0	0.432 2	2.313 6	1.432 1	17.587 8	1.432 2
7	46.08	11.396 7	11.649 5	0.225 6	4.432 2	1.225 5	56.476 7	1.225 6
8	22.88	4.783 4	5.002 0	0.165 4	6.047 5	1.165 2	26.663 4	1.165 4
9	12.32	1.594 4	1.735 3	0.048 2	20.725 9	1.048 1	12.914 4	1.048 2
10	41.56	9.165 6	9.391 6	0.196 5	5.089 6	1.196 4	49.725 6	1.196 5
11	17.12	1.895 1	2.012 6	0.052 3	19.127 3	1.052 2	18.015 1	1.052 3
12	16.84	8.584 1	9.126 1	0.450 4	2.220 4	1.450 2	24.424 1	1.450 4
13	9.08	2.422 2	2.721 9	0.156 6	6.384 6	1.156 5	10.502 2	1.156 6
14	23.36	2.268 4	2.369 9	0.054 3	18.416 8	1.054 2	24.628 4	1.054 3
15	26.32	4.428 6	4.603 5	0.130 3	7.676 7	1.130 2	29.748 6	1.130 3

**2.3 Iwao 的分布格局模型** 采用 Iwao 回归关系模型:  $m^* = \alpha + \beta m$ , 得出如下结果:

$$m^* = 1.229 2m + 2.589 2 (r = 0.861 7^{**})$$

其中  $\alpha = 1.229 2$  大于 1, 说明灰卷裙夜蛾在降香黄檀林中分布格局呈现个体群, 同时个体之间存在相互吸引;  $\beta = 2.589 2$  大于 1, 说明幼虫的种群呈现聚集分布类型。

式中,  $r$  表示样本之间的相关系数, 说明  $m^*$  与  $m$  关联程度。  $r$  等于 1 或者 -1 时, 表示样本间相关程度达到了极值。其中  $r$  绝对值愈接近于 1, 表示  $m^*$  和  $m$  的相关程度越紧密<sup>[5, 11-12]</sup>。通过 Iwao 计算出的回归关系模型各值可知灰卷裙夜蛾幼虫的种群空间格局为聚集分布型。

**2.4 聚集原因** 根据聚集均数:  $\lambda = mr/2K$ , 分析幼虫分布的聚集原因, 从表 2 可以看出, 聚集均数  $\lambda = 25.782 822 > 2$ , 说明灰卷裙夜蛾的聚集是由幼虫自身的生活习性或环境因素两者之一引起的, 也有可能是两者共同作用导致的幼虫种群呈聚集分布格局。

**2.5 理论抽样数的确定** 采用 Iwao 的理论抽样数公式计算出的理论抽样数  $\alpha$  和  $\beta$  值, 代入模型公式:

$$N = t^2 [(\alpha + 1)/m + \beta - 1]/D^2,$$

该模型是根据平均拥挤度和虫口密度之间的关系计算得出。式中,  $N$  表示理论抽样数,  $t$  表示抽样质量概率,  $D$  表示允许的误差。当抽样质量概率  $t = 1.96$ , 在已知回归方程  $m^* = 1.229 2m + 2.589 2$  的前提下, 根据上式, 其计算结果见表 3。

表 3 降香黄檀林灰卷裙夜蛾幼虫理论抽样数

Table 3 Theoretical sampling number of *Plecoptera subpallida* (Walker) larval on *Dalbergia odorifera* T.C.Chen forest

允许误差 Permissible error (D)	平均虫口密度 Average population density // 头/株						
	5	20	27	50	65	80	95
0.1	364	157	139	116	109	105	103
0.2	23	24	24	25	25	25	25
0.3	16	16	16	16	16	16	16

由表 3 可知, 如果降香黄檀林灰卷裙夜蛾幼虫的平均虫口密度增加, 则需要进行的抽样数逐渐降低, 同时在允许误差 0.3 以内, 虫口密度越大, 理论的抽样数越少。由表 2 可

知, 平均虫口密度为 27 头/株, 表 3 计算结果表明, 在虫口密度为 27 头/株, 允许误差 0.2 时对应的理论抽样数为 24 株, 而实际抽样数为 25 株/样地, 符合理论抽样要求。

### 3 结论与讨论

目前国内对灰卷裙夜蛾的研究较少, 王缉健<sup>[3]</sup>对灰卷裙夜蛾的形态特征、生活习性、防治方法等进行了初步观察, 并指出由于该虫形态不一, 发生频繁, 防治困难。该研究发现灰卷裙夜蛾在降香黄檀林中的空间分布格局呈聚集分布状态, 同时幼虫个体之间存在相互吸引, 幼虫的聚集原因是由于其自身的生活习性和环境因素二者之一引起, 也可能是由于两者共同作用导致, 该研究结果对探索防治灰卷裙夜蛾方法提供科学依据。

该研究运用 Iwao 的回归关系式, 提出了灰卷裙夜蛾幼虫在降香黄檀林中的理论抽样数模型, 计算出了在不同平均幼虫虫口密度下与允许的最小误差要求下的最适理论抽样数, 该结果为开展幼虫种群科学调查和抽样提供了依据, 也为灰卷裙夜蛾的监测和防控提供基础数据。

### 参考文献

- [1] 广西壮族自治区林业科学研究院. 广西树木志: 第 1 卷 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2012.
- [2] 向涛, 崔龙箫. 海南降香黄檀人工林重要害虫及天敌种类调查 [J]. 热带农业科学, 2018, 38(11): 59-62.
- [3] 王缉健. 降香黄檀叶部害虫——灰卷裙夜蛾初步观察 [J]. 广西植保, 2014, 27(4): 20-21.
- [4] 丁岩钦. 昆虫数学生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 22-134.
- [5] 徐汝梅, 成新跃. 昆虫种群生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [6] 刘奎. 荔枝尖细蛾幼虫空间格局及抽样技术研究 [J]. 广西植保, 2002, 15(1): 1-3.
- [7] 张志春, 王楠, 李娟, 等. 杨扇舟蛾卵和幼虫的空间分布型及抽样技术 [J]. 昆虫知识, 2006, 43(2): 192-195.
- [8] 虞轶俊, 郑永利, 许方程. 香葱田甜菜夜蛾幼虫空间分布及抽样技术研究 [J]. 中国植保导刊, 2006, 26(9): 32-34.
- [9] 徐家雄, 任辉, 赵丹阳, 等. 桉树枝瘿姬小蜂种群发生规律与空间分布格局研究 [J]. 广东林业科技, 2008, 24(6): 50-57.
- [10] 汤行昊, 张华峰, 张思禄, 等. 桉树枝瘿姬小蜂虫瘿空间格局及其抽样技术研究 [J]. 福建林学院学报, 2013, 33(1): 73-77.
- [11] 邓力, 文娟, 常明山, 等. 黛袋蛾空间分布型的研究 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13(16): 66-67.
- [12] 张秀国, 范航清, 刘文爱. 白骨壤林小袋蛾幼虫空间分布型的初步研究 [J]. 中国森林病虫, 2009, 28(3): 21-23.
- [13] 温小遂, 邓礼, 廖菲菲, 等. 危害松钊木的松褐天牛幼虫空间格局及分布规律 [J]. 南方农业学报, 2018, 49(10): 1995-2000.