

短毛切梢小蠹蛀干成虫空间分布型

万岭梅¹, 罗凤敏², 童清^{1*}, 戴永军¹, 贾平¹, 刘悦¹

(1. 普洱市林业科学研究所, 云南 普洱 665000; 2. 宁洱县林业局林业有害生物防治检疫站, 云南 宁洱 665100)

摘要:对短毛切梢小蠹蛀干成虫在思茅松树干分布情况进行调查, 并对其空间分布型进行分析, 聚集度指标测定值及回归分析结果表明短毛切梢小蠹蛀干成虫空间分布型为聚集分布; 建立了树干各方位虫口密度与样地平均虫口密度回归方程, 确定了最适抽样部位为树干南面; 建立了最适抽样表并制定了序贯抽样方案, 确定了不同允许误差时的最大抽样量。

关键词:短毛切梢小蠹; 蛀干成虫; 空间分布型; 普洱市宁洱县

中图分类号: S727 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)05-0049-05

The Spatial Distribution Patterns of *Tomicus brevipilosus* (Eggers) Adults in Trunk

WAN Ling-mei¹ LUO Feng-min² TONG Qing¹ DAI Yong-jun¹ JIA Ping¹ LIU Yue¹

(1. Puer Forestry Research Institute, Puer Yunnan 665000, China;

2. Forest Pest Quarantine Station of Ninger County Forestry Bureau, Ninger 665100, China)

Abstract: Survey was made of the density of *Tomicus brevipilosus* (Eggers) in trunk. The aggregated indices and regression analyses showed that the spatial distribution patterns of *Tomicus brevipilosus* (Eggers) was a aggregated distribution. The regression equation was established based on different position population density in trunk and sample average population density and the best sampling position was the south of trunk. At the same time, the best sampling table, sequential sampling plan and the maximum sampling amount were determined.

Key words: *Tomicus brevipilosus* (Eggers) Adults in trunk, Spatial distribution patterns, Ninger County of Puer city

短毛切梢小蠹 (*Tomicus brevipilosus* (Eggers)) 属鞘翅目 (Coleoptera) 小蠹科 (Scolytidae) 切梢小蠹属 (*Tomicus*) 在国外主要分布于印度、韩国和日本等, 国内见于云南省和福建省。该虫于2004年在云南省首次报道, 其主要寄主为红松 (*Pinus koraiensis* Lamb.)、岛松 (*P. insularis*)、白皮松 (*P. bungeana* Zucc.)、云南松 (*P. yunnanensis* Franch.) 和思茅松 (*P. kesiya* var. *langbianensis*) 等^[1]。

近年来, 短毛切梢小蠹在云南省多个地区均有

发生, 尤其普洱市宁洱县有大面积思茅松遭受该虫危害, 并有不断扩散的趋势, 给当地林业生产安全造成了严重威胁^[2-3]。一般情况下, 该虫主要蛀食濒死或衰弱树木, 对森林的直接危害并不显著。但若环境条件适宜, 该虫仍可以形成大发生, 危害健康树木, 严重时甚至导致大片森林枯萎死亡^[4-5]。

目前, 有关短毛切梢小蠹的研究仅有其生物学特性的零星报道, 其他方面的研究少见报道, 而对其蛀干期空间分布型的研究更属空白。空间分布型是

收稿日期: 2012-11-06

基金项目: “思茅松小蠹成灾机制与综合治理技术研究(2012kj010)”资助。

作者简介: 万岭梅(1972-), 女, 云南普洱人, 高级工程师, 研究方向: 森林病虫害防治。

* 通讯作者: 童清(1964-), 男, 正高级工程师, 研究方向: 森林病虫害防治及林业技术推广, E-mail: pelkstq@163.com。

种群的重要特性之一,是虫口数量调查时科学抽样与准确统计的基础,也是提高害虫测报准确性的关键环节之一^[6]。而对小蠹虫进行综合治理,防治指标、经济阈值是关键的决策基础;科学的抽样方法是提高综合治理的有效途径^[7]。本项研究的目的是为了揭示短毛切梢小蠹在蛀干期的种群空间分布格局,从而进一步了解其生物学特性及重要环境因素对分布的影响,特别是在普洱地区特定气候条件下的发生规律,最终为短毛切梢小蠹在该地区大面积发生的机理提供必要信息,并为进一步进行综合治理提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 调查地概况

调查地点位于普洱市宁洱县勐先乡雅鹿村。该区年平均气温 18.3℃,极端高温为 33.8℃,极端低温 -2.3℃,≥10℃活动积温 6 474.8℃,年平均日照时数 1 921.2 h,年均降水量 1 398.0 mm,年均蒸发量 1 566.5 mm。冬春季温暖干燥,夏秋季湿热多雨,干湿季明显,呈典型的南亚热带气候类型。

1.2 调查方法

选择树龄为 8 a~10 a 的思茅松人工纯林作为调查样地。由于短毛切梢小蠹蛀干期在每年 11 月上旬~翌年 3 月下旬,因此于 2012 年 11 月~12 月两个月进行调查。在调查地共设 5 块郁闭度 0.6~0.8 的样地,林分受害程度均较严重(干部蛀孔多且明显)。在每块样地内采用踏查法寻找濒死木,每块样地内选取样株 5 棵。将样株锯断,分东、南、西、北四个方向,以 1 m 为划分标准从树干基部到梢部对树干进行分段并剥皮,记录不同高度和方向上有效侵入孔数量,确定虫口数^[8-10]。

表 2 短毛切梢小蠹蛀干成虫各样地聚集度指标
Tab. 2 Aggregated indices in different sampling plots

样地编号	样株	聚集度指标						
		C	m^*	I	C_A	m^*/m	m^*/v	L_a/m
1	5	5.767	69.567	4.767	0.074	1.074	0.186	1.013
2	5	10.424	88.424	9.424	0.119	1.120	0.107	0.011
3	5	1.590	35.99	0.590	0.017	1.017	0.639	1.010
4	5	8.104	51.504	7.104	0.160	1.160	0.143	1.020
5	5	5.792	28.792	4.792	0.200	1.200	0.207	1.034

以上各聚集度指标值表明:短毛切梢小蠹蛀干期成虫在各样地的空间分布型为聚集分布。

1.3 数据分析方法

利用 SPSS17.0 分析软件,采用聚集指标法,分别测定 C 、 I 、 I_δ 、 C_A 、 m^*/m 、 m^*/v 、 L_a/m 等指标;采用 Taylor 的幂法则、Iwao 的 $m^* - m$ 回归分析法及兰星平的 $m^* - v$ 、 $L_a - v$ 回归分析方法进行检验,确定其空间分布型^[6];建立树干各方位虫口密度与样地平均虫口密度回归方程以确定最适抽样部位,并根据 Iwao 的 $m^* - m$ 回归方程建立最佳抽样数量模型和序贯抽样表。

2 结果与分析

2.1 空间分布型

2.1.1 样地调查结果

在所选取的 5 块样地中,每块样地调查样树 5 株,共调查样树 25 株,结果见表 1。

表 1 各样地调查结果

Tab. 1 Survey result of *Tomicus brevipilosus* (Eggers) adults in trunk

样地编号	样树(株)	虫口数(头)	虫口密度(m) (头·株 ⁻¹)	方差(S^2)	平均拥挤度(m^*)
1	5	324	64.80	373.700	69.567
2	5	395	79.00	823.500	88.424
3	5	177	35.40	56.300	35.99
4	5	222	44.40	359.800	51.504
5	5	119	24.00	139.00	28.792
总体结果	25	1238	49.48	704.427	62.745

结果表明,短毛切梢小蠹蛀干期成虫的平均虫口密度为 49.48 头·株⁻¹,总体方差为 704.427,平均拥挤度为 62.745。由于短毛切梢小蠹蛀干期成虫主要集中于思茅松树干基部,因此本论文数据主要采用树干基部虫口数。

2.1.2 聚集度指标测定

计算各样地聚集度指标值,结果见表 2。

表 3 中总体聚集度指标表明:5 块样地总体的扩散系数 $C > 1$,丛生指标 I 值 > 0 ,扩散型指数 $I_\delta >$

1, $C_A > 0$, m^*/m 指数值 > 1 , m^*/v 指标值小于 < 1 , La/m 指标值 > 1 。根据各聚集度指标的含义可

判定短毛切梢小蠹蛀干期成虫的空间分布格局为聚集分布,该虫在思茅松干部的危害方式为聚集危害。

表 3 短毛切梢小蠹蛀干成虫样地总体聚集度指标
Tab.3 Aggregated indices in all sampling plots

聚集度指标	C	I_s	m^*	I	C_A	m^*/m	m^*/v	La/m
计算值	14.255	1.485	62.745	13.225	0.267	1.267	0.089	1.019

2.1.3 回归分析测定

将表 1 的数据分别用 Taylor 幂法则、Iwao 的 $m^* - m$ 模型及兰星平的 $m^* - v$ 模型、 $La - m$ 模型进行回归检验,结果见表 4。

表 4 短毛切梢小蠹蛀干成虫回归分析测定
Tab.4 Regression analysis of spatial distribution

模型	参数估计值及 r 值	相关性	空间分布型
$lgS^2 = lga + blg x$ (Taylor 幂法则)	$lga = -0.438$ $b = 1.705$ $r = 0.784$	不显著	$b > 1$ 时,种群为聚集分布,此时分布具有密度依赖性。
$m^* = \varphi + \psi v$ ($m^* - v$ 模型)	$\varphi = 28.002$ $\psi = 0.077$ $r = 0.935$	显著	$\varphi > 0$ $\psi < 1$ 时,种群为聚集分布。
$La = \theta + \eta m$ ($La - m$ 模型)	$\theta = 0.550$ $\eta = 1.004$ $r = 1.000$	极显著	$\theta > 0$ $\eta > 1$ 时,种群为聚集分布。
$m^* = \alpha + \beta m$ ($m^* - m$ 模型)	$\alpha = 0.741$ $\beta = 1.093$ $r = 0.995$	极显著	$\alpha > 0$ $\beta > 1$ 时,种群为聚集分布。

根据表 4 可知,各回归模型的参数估计值表明短毛切梢小蠹蛀干期成虫的空间分布格局为聚集分布。Taylor 幂法则的 r 值为 0.784 ($P = 0.117 > 0.05$),说明回归关系不显著。兰星平的 $m^* - v$ 模型 r 值为 0.935 ($P = 0.020 < 0.05$),说明回归关系显著。Iwao 的 $m^* - m$ 模型及兰星平的 $La - v$ 模型相关系数均接近 1 ($P < 0.01$),回归关系极显著。其中 Iwao 回归模型中 $\mu = 0.741 > 0$,说明该虫种群个体间相互吸引。

2.2 抽样技术

2.2.1 最适抽样部位的确定

表 5 短毛切梢小蠹蛀干期不同方位虫口密度

Tab.5 The population density of different position

样地编号	样树(株)	虫口数(头)	不同方位虫口密度(头·株 ⁻¹)			
			东	南	西	北
1	5	324	16.4	24.2	12.4	11.8
2	5	395	21.2	30.4	15	12.4
3	5	177	6.6	14.2	8.6	6
4	5	222	10.0	17.6	9.8	7
5	5	119	4.8	11.0	4.4	3.6
平均结果	25	1 238	11.8	19.08	10.04	8.16

表 5 结果表明,树干南面虫口密度最大,为 19.08 头·株⁻¹,北面虫口密度最小,为 8.16 头·株⁻¹。对不同方位虫口密度进行方差分析,结果见表 6。

表 6 不同方位虫口密度方差分析

Tab.6 ANOVA of different position population density

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	370.150	3	123.383	3.552	0.038
组内	555.792	16	34.737		
总数	925.942	19			

方差分析结果显示,短毛切梢小蠹不同方位虫口密度差异性显著 ($Sig. = 0.038 < 0.05$)。对不同方位虫口密度进行 LSD 多重比较,结果见表 7。

表 7 不同方向虫口密度多重比较

Tab.7 Results of multiple comparisons (LSD)

不同方位	虫口密度(头·株 ⁻¹)	5% 显著水平
东	11.80	ab
南	18.48	a
西	10.04	b
北	8.16	b

表 7 结果说明,树干南面虫口密度与西面、北面虫口密度差异性显著,东面、西面、北面虫口密度差异性不显著。

树干南面虫口密度最大,其次为东面。对于小蠹虫来说,温暖干燥的环境对其更加具有吸引力。在云南省普洱市,11 月上旬至翌年 3 月下旬是短毛切梢小蠹的蛀干期(筑巢繁殖期),该虫这一时期在思茅松树干韧皮部产卵孵化,需要气温相对较高的环境。此时普洱市正值冬、春季,气候温暖干燥,而树干南面相较其他方位阳光更加充足,温度更高,因此短毛切梢小蠹更容易选择树干南面作为自己的栖息繁殖地。

建立树干各方位虫口密度与样地平均虫口密度的线性回归方程,以确定最佳抽样方位,结果见表 8。

表 8 树干各方位虫口密度与样地平均虫口密度的回归关系

Tab. 8 The regression equation of different position population density and sample average population density

方位	回归方程	R	F	Sig.
东	$y = 11.350 + 3.231x_1$	0.995	323.844	0.001
南	$y = -5.920 + 2.844x_2$	0.998	635.579	0.000
西	$y = -5.159 + 5.442x_3$	0.977	62.682	0.004
北	$y = 2.468 + 5.761x_4$	0.984	91.059	0.002

表 8 结果显示,树干东、南、西、北各方位虫口密度与样地平均虫口密度相关性均极显著,表明各方位对抽样来说都具有一定的代表性。但是树干南面 $R = 0.998$,其虫口数量的能更好地代表样地的平均虫口数量,因此南面为最佳抽样部位。

2.2.2 最适理论抽样数的确定

根据 Iwao 的统计方法,在确定了 $m^* = \alpha + \beta m$ 的直线相关关系后,即可制订抽样计划,其公式为: $N = \frac{t^2}{d^2} (\frac{\alpha + 1}{m} + \beta - 1)$,其中: d 为允许误差,本研究分别取 5%、10%、20% 和 30%; m 为平均虫口密度; N 为理论抽样数; t 为 P 置信水平下所对应的值(本研究中置信水平为 $P = 90\%$ $t = 1.645$)。

根据公式制定最适抽样数量表,结果见表 9。

表 10 短毛切梢小蠹序贯抽样表
Tab. 10 The sequential sampling plan

抽样株数 n	上限值 d_0	下限值 d_1	抽样株数 n	上限值 d_0	下限值 d_1	抽样株数 n	上限值 d_0	下限值 d_1	抽样株数 n	上限值 d_0	下限值 d_1
5	2	/	60	13	/	130	24	4	200	34	10
10	4	/	70	15	1	140	26	5	250	41	14
15	5	/	80	16	1	150	27	6	300	48	18
20	6	/	90	18	2	160	28	7	350	55	22
30	8	/	100	20	2	170	30	7	400	61	27
40	10	/	110	21	3	180	31	8	450	68	31
50	12	/	120	23	4	190	33	9	500	74	36

结果表明:如果实地调查思茅松 60 株,受蠹害木超过 13 株时,需要防治;没有蠹害木时则不需要防治。如果林内实地调查 200 株树,当受害株数超过 34 株时,需要防治;而当累计有虫株数小于 10 时,则不需要防治。

当平均每株虫数接近防治指标 m_0 ,如果累计虫数在上表所列的上下限之间而难以确定是否需要防治时,则要确定最大抽样株数 n_{max} 。最大抽样量公式为:

$$n_{max} = \frac{t^2}{d^2} [(\alpha + 1) / m_0 + (\beta - 1)]$$

表 9 最适抽样量
Tab. 9 The best sampling amount

允许误差 d 值(%)	平均虫口密度 m (头·株 ⁻¹)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
5%	289	195	163	148	138	132	128	124
10%	72	49	41	37	35	33	32	31
20%	18	12	10	9	9	8	8	8
30%	8	5	5	4	4	4	4	3

由表 9 可以看出: d 值越大,最适理论抽样量就越小。应用时,首先应该确定调查林地的虫口密度,再确定抽样调查的株数。

2.2.3 空间分布型在序贯抽样中的应用

序贯抽样可以在防治蠹害过程中提供快速有效的预测预报。在确定了达到需要防治(即防治的上限)和低于时不需防治(即防治的下限)的样本单元数后,只要知道害虫的发生量是否已达到阈值密度时就停止抽样,这样可以大大减少抽样单元数,减轻工作量,从而提高工作效率。本研究运用 Iwao 的序贯抽样公式:

$$T_0(n) = nm_0 \pm t \sqrt{n [(a + 1)m_0 + (a - 1)m_0^2]}$$

其中: n 为抽取的样本单元数,防治指标 m_0 采用受害株率经济阈值 0.11 $\alpha = 0.741$ $\beta = 1.093$,取可靠性 $P = 95\%$ $t = 1.96$ 。结果见表 10。

其中 d 、 α 、 β 含义与前式相同。

取可靠性为 90%,则 $t = 1.645$ 。当 $d = 0.10$ 时 $n_{max} = 77$ 株; $d = 0.20$ 时 $n_{max} = 19$ 株。

3 小结与讨论

通过对蛀干期短毛切梢小蠹成虫进行野外调查,并运用 SPSS 软件分析调查数据,结果表明短毛切梢小蠹蛀干期成虫在普洱市宁洱县思茅松干部的空间分布格局为聚集型分布。这与曹鹏、韩平定等人 2009 年对云南省曲靖市短毛切梢小蠹的研究结

果有很大差异,曹鹏等人的研究表明该虫在曲靖地区树干上为均匀分布^[11]。这可能与两地气候有很大关系,曲靖市冬、春两季同样较为温暖干燥,但是冬季气温相较普洱要低,偶有寒潮出现,甚至气温会降到零度以下。

通过建立各方位虫口密度与样地平均虫口密度的回归方程,结果表明最适抽样部位为树干南面;同时建立了最适抽样数量模型及序贯抽样公式。张高翔、张理分别对四川、云南两地切梢小蠹的防治方法进行研究,表明对小蠹虫的有效防治方法之一为蠹害木的清理,而蠹害木的最佳清理时期为小蠹虫各虫态集中时期,即蛀干期^[12-13]。因而对短毛切梢小蠹蛀干期空间分布型和最适抽样部位的确定,有利于深入了解其种群构成,更准确地估计蠹害情况,从而在防治工作中更加有针对性地对短毛切梢小蠹集中的部位加以重点防治,既提高了效率,又减少了人力、物力资源的浪费。

参考文献:

[1] 曹荟,朱家颖,杨璞,等.短毛切梢小蠹微卫星富集文库的构建与分析[J].西南林业大学学报,2012,32(5):62~65.

- [2] 童清,张培毅,何剑中.思茅松小蠹虫种类及其危害研究[J].林业实用技术,2009(9):35~37.
- [3] 童清,何剑中.思茅松主要害虫研究动态[J].动物学研究,2011,32(8):281~285.
- [4] 朱振华.云南松纵坑切梢小蠹种群生态研究现状[J].云南林业科技,2003(1):52~55.
- [5] 李丽莎,刘宏屏,陈鹏等.两种切梢小蠹生态学特性比较研究[J].西部林业科学,2006,35(1):1~5.
- [6] 兰星平. m^*/lv 指标在判断昆虫种群空间分布型中的应用[J].林业科学,1992,28(4):386~389.
- [7] 王海林,王宏虬,陈方等.松纵坑切梢小蠹防治指标经济阈值及空间分布型的研究[J].西南林学院学报,1996,16(2):94~98.
- [8] 杨振学,许庆亮,李志,等.纵坑切梢小蠹越冬成虫种群空间分布与抽样技术[J].辽宁林业科技,2004(6):20~21.
- [9] 叶辉,李隆术.纵坑切梢小蠹蛀干期空间分布[J].昆虫学报,1994,37(3):311~315.
- [10] 李红.纵坑切梢小蠹的空间分布型及抽样技术研究[D].昆明:西南林业大学,2003:25~27.
- [11] 曹鹏,韩评定,张真等.三种切梢小蠹转干期蛀干习性比较[J].云南省昆虫学会2009年年会论文集,2009:19~21.
- [12] 张高翔.四川云南松纵坑切梢小蠹综合治理技术初探[J].四川林勘设计,2011(1):19~22.
- [13] 张理.云南省纵坑切梢小蠹治理新技术[J].中国森林病虫,2003,22(5):23~25.

(上接第93页)

将经沙藏过的青钱柳种子水选2次~3次,去除劣种、霉变种、空种后,阴干后即可播种。

由于青钱柳种子细小,需要细致整地,结合整地施适量有机肥,苗床以高床为主,一般床宽1.2 m~1.5 m,长度因地形而定,做到床面水平,便于落种。可采用散播或条播,播种量每 hm^2 100 kg~120 kg。覆土厚度1.5 cm~2.0 cm之间,播后盖上稻草,喷1遍透水,保温保湿。

1.3.3 苗期管理

沐川县青钱柳种子播种后,一般在35 d~45 d左右开始出土,当70%左右种子出土后,可揭去盖草,此时应当喷施0.2%的多菌灵水溶液防止病害发生。苗木生长前期不用追施肥,但要进松土、浇水,以及拔除床面的杂草,保持苗木正常生长。对杂草必须除早、除小、除了,除草次数整个苗期不能低

于8次。在青钱柳生长中期的5月~6月先后追肥(尿素)两次,每次每 hm^2 追施120 kg。间苗一般在6月进行,每 m^2 保留50株~60株左右,生长后期应当停止施肥。

目前,沐川县森林经营所培育1a生青钱柳种苗,苗高0.8 m~1.0 m,最高达1.5 m,长势良好。

参考文献:

- [1] 杨钦周.四川树木分布[M].贵州:贵州科技出版社,1997.
- [2] 青钱柳资源培育与开发利用的研究进展[J].南京林业大学学报,自然科学版,2007,31(1):45~49.
- [3] 北京林业大学主编.测树学[M].北京:中国林业出版社,1986.
- [4] 连雷龙.青钱柳的栽培技术[J].林业科技开发,2003,17(3):51~52.
- [5] 徐庆,宋芸娟.青钱柳的研究概况[J].华夏医学,2004,6(3):451~45.