

红脂大小蠹的分布型与防治指标研究

李建康^{1,2} 李有忠², 李莉², 贺虹¹, 郭新荣¹, 李孟楼^{1*}

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 陕西省林业厅 森防站, 陕西 西安 710082)

摘要:通过设置 20 m×30 m 标准调查样地,调查了样方内油松的株数、红脂大小蠹的侵入孔数,根据侵入孔与坑道内卵、幼虫、蛹的比率确定了每坑道中相应虫态的数量。以分布型指数确定红脂大小蠹的分布型结果表明,该虫成虫在树干上的蛀入孔、坑道在林分内的空间分布格局为聚集型中的负二项分布,其自然集群可区分为 I 型即新建群体、II 型即增长危害期的群体、III 型即扩散危害期群体,各型的株均坑道界限值分别为 0.0~1.1、1.5~3.0、4.0~6.5。同时,采用标准差法研究治理红脂大小蠹危害或有效治理后进行监测时防治指标表明,该害虫的治理及监测指标可划分为控制、基本扑灭、基本铲除 3 个类型。

关键词:红脂大小蠹;分布型;防治与检测指标

中图分类号:S763.380.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2006)05-0109-04

Distributional Patten and Economic Thresholds of *Dendroctonus valens*

LI Jian-kang^{1,2} LI You-zhong², LI Li², HE Hong¹, GUO Xin-rong¹, LI Meng-lou^{1*}

(1. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

万方数据Shaanxi Province General Station of Forest Pest Control and Quarantine, Xi'an, Shaanxi 710082, China)

Abstract: The number of pines and invaded pores of *Dendroctonus valens* on them in each sampled plot (20 m×30 m) were investigated and the populations of egg, larva and nymph in each cavity were accounted respectively. The study of distributing index showed that the invaded pores and cavities of *D. valens* were aggregated negative binomial distribution, and their nature colonies could be divided into 3 types: type I (new inhabited type), type II (increasing disserving period type) and type III (pervading disserving period type). The critical cavities per tree of each type above were 0~1.1, 1.5~3.0, 4~6.5. Meanwhile, the results of control and survey study after effectively controls showed that 3 types of controlling and survey index could be recognized: controlled-type, nearly controlled-type and nearly exterminated-type.

Key words: *Dendroctonus valens*; distributional patten; economic thresholds

红脂大小蠹(*Dendroctonus valens*)是危害多种针叶树种的蛀干害虫,在国外从北美直至南美均有分布,该虫传入我国后分布于陕西、山西、河北及河南。其生物学、生态学、危险性分析在国内外均有不少研究^[1~7]。国外对该虫采取的主要防治措施包括林分管理、伐除被害木、利用伐桩和植物源引诱剂诱杀、保护天敌等,国内主要的防治措施有化学药剂防治、植物源引诱剂诱杀、伐除虫害木、饵木诱杀、引进

天敌大嗜蜡甲(*Rhizophagus grandis*)防治等^[8,9]。但在文献中,未见关于该虫的分布型及防治指标研究的报道。红脂大小蠹是由国外传入我国的重要森林有害生物,但是当该虫侵入某林区、定居繁衍、危害后,即与当地的生物群落融合为一体,要干净的予以消灭似乎很困难,只能将其虫口密度控制在不产生危害、或危害轻微的水平上。因此,根据该虫的发生和危害规律,确定比较适宜的防治、或有效防治后的

收稿日期:2005-12-21 修回日期:2006-01-17

基金项目:陕西省林业厅项目(2001-501-18)、国家林业局“黄土高原林木培育开放实验室基金”(K02-03)

作者简介:李建康(1964-),男,陕西西安人,工程师,主要从事森林昆虫的科研与管理工作。

* 通讯作者:李孟楼(1957-),男,陕西富平人,教授,主要从事森林昆虫教学和科研工作。

监测指标十分必要。

1 研究方法

1.1 分布型调查

在红脂大小蠹发生林区设置 20 m×30 m 调查样地 44 块,分别统计样地中的油松株数、每株树干上红脂大小蠹的蛀入孔或坑道个数。该虫侵入油松树干后,松脂、虫粪及蛀屑自蛀入孔流出在树干上形成一稳定的特征,即 2~3 cm 大小、漏斗状的胶疤,因此树干上的胶疤个数即可代表侵入树干的成虫数、树干内的坑道数。每坑道内的卵、幼虫、新羽化成虫数的确定方法是,解剖 318 个坑道,以平均数表示每坑道的卵、幼虫及新羽化成虫的数量;然后用分布型指数法确定该虫的空间分布格局,所用的指数包括扩散系数 C 、平均拥挤度(X^*)、扩散指数(I_b),及拥挤度和平均数的 Iwao 模型、平均数和方差指数关系模型中聚集指数 b 。

1.2 防治指标调查及确定

按照上述方法调查 131 块样地,分别统计其被害率、胶疤或坑道数。对调查数据由小到大排序、编号后用 Logistic 模型即 $Y=K/(1+\exp(a+bX))$ 进行拟合,因所有样地的被害率、坑道数、胶疤数的总平均数(X')为 Logistic 模型中最大值 K 的 1/2,其标准差为 S ,该 Logistic 模型增量的值即为标准的正态分布模型,其曲线下 $X' \pm 1S$ 、 $X' \pm 2S$ 、 $X' \pm 3S$ 、 $X' \pm 4S$ 的面积分别为 68.268、95.450、99.730、99.990,因此对应于 $(X'-2S)/2$ 、 $(X'-3S)/2$ 、 $(X'-4S)/2$ 处的被害率、胶疤或坑道数,即可作为控制、基本扑灭、基本铲除的指标值^[10,11];然后再根据每坑道的卵、幼虫及新羽化成虫的平均数,将控制、基本扑灭、基本铲除的被害率、胶疤或坑道指标值转换为虫口数量值。

2 结果与分析

2.1 分布型分析

2.1.1 分布型及其类型

分布型指数估计表明(表 1),扩散系数 $C>1$ 、平均拥挤度 $X^*>X'$ (样地的虫口均数)、扩散指数 $I_b>1$,因此该虫种群的空间分布为聚集分布^[10]。这与该虫的雌成虫先侵入树干、再招引雄虫交配产卵,卵孵化后的幼虫即蛀食坑道群集危害等习性相吻合。因该虫的拥挤度与均数关系的 Iwao 模型为 X^*

$=0.1394+1.0729X'$ (图 1);式中 $\alpha=0.1394>0$, $\beta=1.0729>1$;即该种群为聚集分布方式中的负二项分布型,个体间互相吸引,种群在林分中分布形式是个体群。方差与均数关系的 Taylor 幂函数曲线模型为 $S^2=4.3499X'^{1.3890}$ (图 2),式中 $a=4.3499>0$, $b=1.3890>1$,即聚集强度随种群密度的增大而加强^[10]。

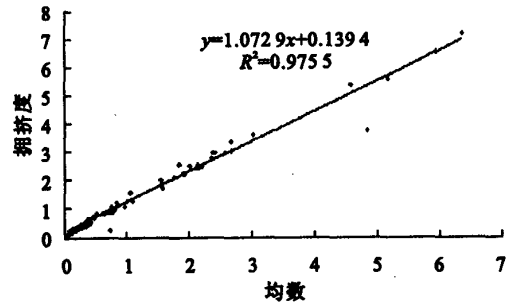


图 1 拥挤度与均数的关系

Fig. 1 Relationship between crowd index and mean value

图 2 同时表明,该虫的自然集群明显有 3 个类型, I、II、III 型的株均坑道的界限值分别为 0.0~1.1、1.5~3.0、4.0~6.5,其中 I 型为种群数量小的新建群体, II 型为种群处于增长危害期的群体, III 型为扩散危害期群体。

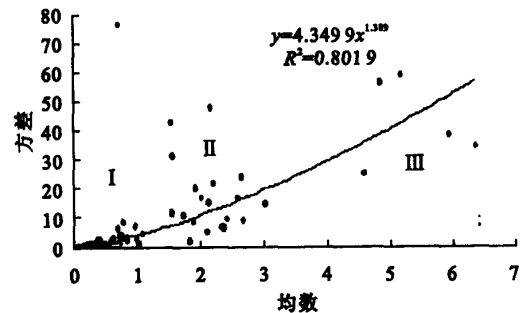


图 2 方差与均数的关系

Fig. 2 Relationship between variance and mean value

2.1.2 扩散指数、扩散系数与均数的关系 在许多用分布型指数分析昆虫分布型的报道中,均未注意扩散系数、扩散指数与均数关系^[12]。拟合表明,红脂大小蠹的扩散系数 C 、扩散指数 I_b 分别与均数 X' 的关系为:

$$C = 12.891X'^{-0.5146} \quad R^2 = 0.5993 \quad I_b = 7.1356X'^{-0.4207}, \quad R^2 = 0.6209$$

上述 C 、 I_b 与均数的关系模型均类似于 Taylor 幂函数曲线模型(图 3、图 4),只是其中的幂指数为负数,因此 C 、 I_b 与均数的模型可能在一定程度上也反映聚集强度和种群密度的关系。

表 1 红脂大小蠹分布型的分布型指数
Table 1 Distribution type index of *D. valens*

样地	调查株数	虫口均数 \bar{X}' (头)	标准差 S	扩散 系数 C	平均拥挤 度 X^*	扩散指数 I_s	样地	调查株数	虫口均数 \bar{X}' (头)	标准差 S	扩散 系数 C	平均拥挤 度 X^*	扩散指数 I_s
1	44	1.0	1.636 2	16.490 9	1.292 8	6.188 3	23	99	0.0	0.357 1	123.763 4	0.070 7	39.600 0
2	27	2.3	2.595 7	5.684 9	3.000 0	4.580 4	24	56	0.3	1.261 2	36.838 4	0.410 7	17.356 7
3	33	0.7	2.539 5	21.148 3	0.878 8	15.782 6	25	32	0.4	1.549 1	24.796 9	0.468 8	17.939 4
4	25	0.2	0.686 0	23.526 7	0.360 0	6.667	26	31	0.1	0.384 6	45.846 1	0.161 3	10.333 3
5	27	1.0	2.750 6	18.569 4	1.074 1	9.055 4	27	35	0.8	1.823 7	20.192 9	1.000 0	7.685 2
6	35	1.9	2.970 5	14.463 9	2.228 6	4.536 1	28	38	0.2	0.333 0	25.981 6	0.275 5	17.733 3
7	36	0.0	0.359 1	54.190 9	0.138 9	12.000 0	29	45	0.3	0.484 6	10.334 7	0.577 7	15.857 1
8	30	1.5	3.489 8	15.355 8	1.800 0	6.318 8	30	25	1.0	1.103 2	7.021 2	1.520 0	4.307 7
9	32	0.6	0.706 8	33.026 0	0.218 8	19.200 0	31	35	0.2	0.337 8	19.400 0	0.342 9	15.000 0
10	48	0.1	0.428 5	69.031 2	0.083 3	21.000 0	32	29	2.7	3.026 0	7.044 9	3.344 9	4.093 3
11	29	0.6	1.401 0	15.626 3	0.827 6	7.250 0	33	26	1.6	6.533 2	25.687 9	1.961 6	6.996 5
12	48	0.9	1.454 1	14.542 3	1.083 4	10.478 0	34	25	0.9	1.747 2	12.459 6	1.200 0	6.071 4
13	38	0.2	0.996 2	34.888 9	0.263 1	21.714 3	35	27	0.7	1.858 7	15.851 3	0.851 8	10.720 6
14	43	0.7	1.977 4	25.312 2	0.906 9	8.600 0	36	26	0.2	0.406 2	26.817 3	0.269 2	8.666 7
15	49	0.3	0.829 7	28.912 4	0.408 1	10.769 2	37	62	0.1	0.459 3	66.459 2	0.145 2	16.533 3
16	30	2.2	4.697 3	12.118 9	2.466 7	6.377 6	38	41	0.1	0.462 8	58.512 3	0.097 6	41.000 0
17	44	0.3	0.504 6	20.078 3	0.431 8	14.000 0	39	35	0.7	8.712 2	190.153 7	0.235 3	22.866 7
18	33	6.0	6.189 2	7.370 9	6.515 2	3.809 4	40	28	0.4	0.930 3	21.812 8	0.607 1	13.066 7
19	35	0.8	2.976 0	24.398 0	0.857 1	15.655 3	41	27	0.3	0.969 2	27.478 0	0.444 4	7.714 3
20	25	0.8	2.004 5	14.098 0	0.920 0	7.602 3	42	39	0.2	0.567 2	39.744 5	0.230 7	10.400 0
21	29	1.6	5.608 3	21.020 5	1.689 6	14.177 8	43	33	0.6	0.805 4	13.430 2	0.848 5	9.220 6
22	30	2.3	2.626 1	6.593 6	2.766 6	5.503 1	44	27	0.2	1.135 2	25.842 1	0.333 4	19.285 7

2.2 防治指标

所调查的 131 块样地的平均株数约为 30 株,其株均坑道数的 Logistic 理论模型为: $\bar{X}'=13.442\ 9/[1+\exp(6.136\ 4-0.061\ 3\ t)]$,标准差 $S=1.409\ 4$,式中最大值 $K=13.442\ 9$,平均数 $=K/2=13.442\ 9/2=6.721\ 5$ 。因此,对应于控制、基本扑灭、基本铲除 3 种控制水平的指标分别是 $(6.721\ 5-2S)/2=1.951\ 4$ 、 $(6.721\ 5-3S)/2=1.246\ 6$ 、

$(6.721\ 5-4S)/2=0.542\ 0$ (图 5)。依据坑道数与坑道内成虫、卵、幼虫及蛹的比例,得到控制、基本扑灭、基本铲除红脂大小蠹的监测指标如表 2。

同理,被害率 Logistic 理论模型 $P=100/[1+\exp(3.712\ 4-0.046\ 4t)]$, $S=16.561\ 8\%$,最大值 $K=100\%$, $K/2=50\%$;控制指标 $=(50\%-2S)/2=8.438\ 2\%$,基本扑灭指标 $=(50\%-3S)/2=0.157\ 3\%$ (图 6)。

表 2 控制、基本扑灭、基本铲除红脂大小蠹的监测指标

Table 2 Survey index of controlled-type, nearly controlled-type and nearly exterminated-type of *D. valens*

项目	调查值	坑道：虫态	控制	基本扑灭	基本铲除
坑道	318		1.9514	1.2466	0.5420
成虫	441	1：1.3868	2.7062	1.7288	0.7516
卵	5627	1：17.6950	34.5300	22.0586	9.5907
幼虫	3929	1：12.3553	24.1101	15.4021	6.6966
蛹	103	1：0.3239	0.6321	0.4038	0.1756
被害率/%			8.4382	0.1573	

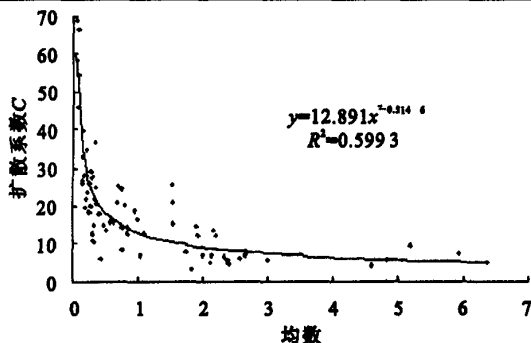


图3 扩散系数与均数的关系

Fig. 3 Relationship curve between dispersion coefficient and mean value

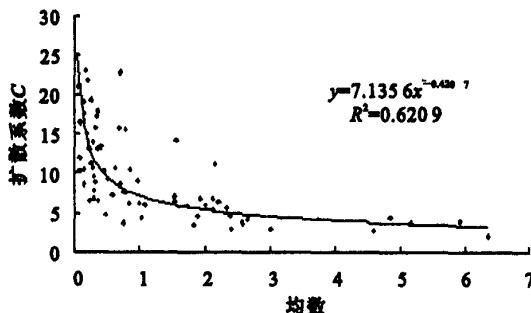


图4 M 扩散指数与均数的关系

Fig. 4 Relationship curve between dispersion index and mean value

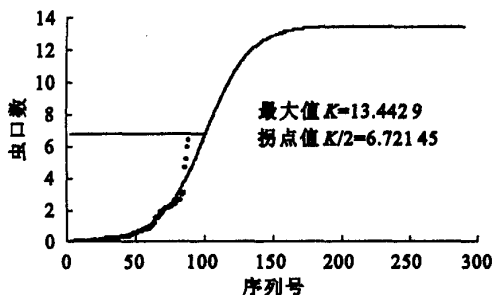


图5 虫口数量变化趋势的 Logistic

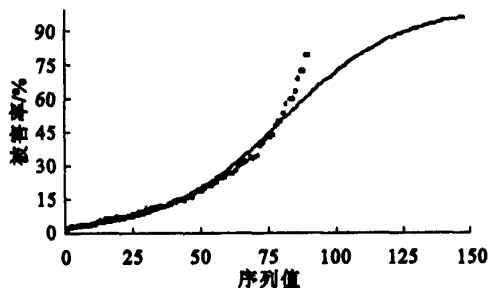
Fig. 5 Logistic curve of population variety uptrend of *D. valens*

图6 被害率变化趋势的 Logistic 曲线

Fig. 6 Logistic curve of damaged rate uptrend of *D. valens*

3 万结论与讨论

以分布型指数确定红脂大小蠹的分布型结果表明,该虫成虫在树干上的蛀入孔、坑道在林分内的空间分布格局为聚集型中的负二项分布,个体间互相吸引,种群在林分中分布形式是个体群,且聚集强度随种群密度的增大而加强;其自然集群可区分为I型即新建群体、II型即增长危害期的群体、III型即扩散危害期群体,各型的株均坑道界限值分别为0.0~1.1、1.5~3.0、4.0~6.5。由于成虫蛀入树干后营建母坑道产卵繁殖,幼虫即在母坑道内蛀食在形成大型坑道,并最终在其中化蛹、羽化,因此卵、幼虫、蛹的空间分布也应该为负二项分布。

通过建立标准样地林中成虫在树干上侵入孔及被害率的 Logistic 模型,采用标准差法确定了对红脂大小蠹的危害或有效治理后进行监测时,3个水平上的防治指标,即控制、基本扑灭、基本铲除的侵入孔(胶疤或坑道)指标;并依据卵、幼虫、蛹、成虫与树干上蛀入孔的比率,确定了各虫态的相应指标^[11]。

由于该虫的分布型、防治指标未见报道,采取上述方法获得的结论也难以判断其精确性,特别是控制、基本扑灭、基本铲除的3种指标值更有待实践进行检验和修订。

参考文献:

- [1] 殷惠芬. 红脂大小蠹的简要形态特征和生物学特征[J]. 动物分类学报, 2000, 25(1): 120.
- [2] 常宝山, 刘随存, 赵小梅, 等. 红脂大小蠹发生规律研究[J]. 山西林业科技, 2001, (4): 1-4.
- [3] 吴建功, 赵明梅, 张长明, 等. 红脂大小蠹对油松的危害及越冬前后干、根部分布调查[J]. 中国森林病虫, 2002, 21(3): 38-41.
- [4] 宋玉双, 杨安龙, 何嫩江. 森林有害生物红脂大小蠹的危险性分析[J]. 森林病虫通讯, 2000, 19(6): 34-37.
- [5] 高宏旭, 苗振旺, 王日龙, 等. 红脂大小蠹的发生与治理[J]. 林业科技通讯, 2001, (3): 17-18.
- [6] Smith R H. Red turpentine beetle. Forest Pest Leaflet 55 (revised)[M]. Washington DC: USDA, Forest Service, 1961.
- [7] Wood S L. The dark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph [J]. Great Basin Naturalist Memoirs, 1982, (6): 182-187.
- [8] 范俊秀, 曲晓晨, 刘建光, 等. 虫孔注药法防治红脂大小蠹试验[J]. 山东林业科技, 2001, (5): 30-30.
- [9] 简恒, 杨秀芬, 刘峰, 等. 拟双角斯氏线虫侵染红脂大小蠹幼虫的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(1): 157-159.
- [10] 邹祥光. 昆虫生态学的常用数学分析方法[M]. 北京: 农业出版社, 1985.
- [11] 郭新荣, 李孟楼, 庄世宏. 森林害虫治理工程的原理浅析(二) 害虫治理工程中的防治指标[J]. 陕西林业科技, 2000, (2): 56-58.
- [12] 于新文, 刘晓云. 昆虫种群空间格局的研究方法评述[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(3): 83-87.