

华山松大小蠹幼虫分布状态及最佳抽样模型

赵利敏，陈锐，何杰

(陕西理工学院 生物科学与工程学院, 陕西 汉中 723000)

摘要:在陕西省留坝县的华山松(*Pinus armandi*)林区,对华山松大小蠹(*Dendroctonus armandi*)种群密度、分布状态和抽样模型进行了研究。结果表明:华山松大小蠹幼虫密度在华山松树干1~10 m高度范围内各不相等;危害致死华山松成年树的华山松大小蠹种群密度为23.2~52.8头·dm⁻²,平均37.4头·dm⁻²;平均值与树干4 m高处样方虫数均值接近;华山松大小蠹幼虫在树干上集中分布于树干7~8 m高处。

关键词:华山松大小蠹;分布;抽样模型;华山松

中图分类号:S763.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2008)06-0129-03

Distribution and Optimal Sampling Model of Larval *Dendroctonus armandi*

ZHAO Li-min, CHEN Rui, HE Jie

(College of Bioscience and Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi 723000, China)

Abstract:The population density, distribution, and sampling model of a bark beetle, *Dendroctonus armandi*, on Huashan conifer, *Pinus armandi*, were investigated in a forest stand located in Liuba County, Shaanxi Province, China. The results indicated that larval density at a height on the trunk of the trees was different from that at other height within 1 to 10 m; Larval population that caused a mature tree to die averaged at 37.4 larvae · dm⁻², with a range of 23.2 ~ 52.8 larvae · dm⁻²; the average of the sample means was close to that of the sample units taken at the height of 4 m on the trunk; The actual and the estimated peaks appeared at the heights of 7~8 m.

Key words: *Dendroctonus armandi*; distribution; sampling model; *Pinus armandi*

华山松大小蠹(*Dendroctonus armandi*)寄生于华山松(*Pinus armandi*)的韧皮部和木质部表面,是造成华山松大量枯死的主要虫种。在国内该虫主要分布于陕西、甘肃、四川、湖北、河南等省^[1-10]。华山松大小蠹曾对陕西林业造成严重危害与损失,幼虫密度曾达43头·dm⁻²^[1,3];成虫一般在树干高20%~40%间密度较大,20%~30%间数量最多,最高限可达70%以上^[2, 4-8];陈辉等研究表明,平均密度高达84头·dm⁻²^[9]。对这种害虫,过去一般采用伐木、设饵木、植混交林、施用化学杀虫剂等措施进行防治^[1, 3-8];近年来,有人尝试抑制共生真菌法^[11-12]和引诱剂诱捕法^[13],取得了一定效果。华山松大小蠹于2006年再度猖獗发生于陕西省留坝县林区,仅在庙台子林场已造成900多棵华山松受害,大多已

枯死^[14]。

通过确定华山松大小蠹的调查取样方法、种群密度、在树干上的分布状态和最佳抽样模型,拟为制定其综合治理方案提供依据。

1 材料与方法

1.1 样本的采集与检查

调查地位于陕西省留坝县庙台子林场,海拔约1 350 m。

2007年3月下旬,在华山松伐倒木上取样调查20株。样树高15~25 m,胸径28~41 cm,都处于衰弱木和枯萎木阶段^[1, 9]。自树高1 m处开始向上每隔1 m取树皮样1个,每株取10个;树皮样大小为10 cm×10 cm。将取下的树皮样单独装入塑料

袋内,及时清点遗留在树皮下的松小蠹幼虫数,予以标注。随后将所有树皮样保存于12℃冷藏箱备查。检查时,用刀片切碎每个树皮样,清点、记录华山松大小蠹幼虫、蛹和成虫数。

在林地取样时,另取2段被害的华山松树干,带回室内后置于网笼内,室温培养。待树干内的蛀虫羽化为成虫时予以采集、制作,鉴定物种。

1.2 统计分析

1.2.1 样本统计量的计算 对同一树皮样内的华山松大小蠹各虫态数求和,并以此为基础,计算每株样本虫口均值(\bar{x})和方差(V),20株样本虫口均值的平均值($\mu_{\bar{x}}$)、标准差($SD_{\bar{x}}$)和变异系数($CV_{\bar{x}}$),以及20株样本同一高处的虫口均值(\bar{x}_h)、标准差(SD_h)和变异系数(CV_h)^[15-16]。

1.2.2 虫量依树干高度的回归、相关和回归式的卡方检验 以上述20株样本同一高处的虫口均值(\bar{x}_h)作因变量(y),以对应的树干高度及其幂作为自变量(x),执行逐步回归分析,建立最优回归式,提取复相关系数(R)和决定系数(R^2);同时,实施理论估算值与实际调查值之间的卡方检验^[15-16]。

1.2.3 最佳抽样模型 参照泰勒氏幂法则(Tay-

lor's power law)^[17-23],计算样本方差(V)与均值(\bar{x})之间的直线相关系数(r)和幂函数曲线回归式($v=a \cdot \bar{x}^b$),并将统计量(t 值)和相对精度(D 值)代入回归式,组建抽样模型 $n=(t/D)^2 \cdot a \cdot \bar{x}^{b-2}$,式中, n 为最佳抽样单元数,即华山松大小蠹树皮样数; t 为导致 α 错误的 t 统计量,取 $t_{0.05(9)}=2.262$; D 为相对精度,取0.1、0.2、0.25; α 为回归式中的截距; \bar{x} 为样本均值; b 为回归式中的斜率。

2 结果与分析

4月下旬至5月上旬,共有226头松小蠹成虫陆续从接受室内常温培养的被害华山松树干中羽化、飞出;华山松大小蠹成虫占其96%。

2.1 树干不同高处的虫口数量差异

研究表明,200个树皮样的虫数变化范围是0~129头·dm⁻²,其绝大部分是华山松大小蠹的幼虫。20株立木的每株虫口均值(\bar{x})为23.2~52.8头·dm⁻²,总均值($\mu_{\bar{x}}$)为37.4头·dm⁻²,接近于树干4 m高处的虫口均值(表1)。树干上的虫量分布大致可分为3类:1~3 m高处为低均值类,4~5 m高处为中均值类,6~10 m高处为高均值类(表1)。

表1 华山松大小蠹幼虫在华山松树干上发生密度的统计分析(陕西留坝,2007年)

Table 1 Statistical analysis of larval densities of *Dendroctonus armandi* occurring along the trunk of *Pinus armandi* (Liuba County, Shaanxi Province, 2007)

样本	样本量(n)/头	树皮样距地面高度/m	均值(\bar{x})/(头·dm ⁻²)	标准差(SD)/(头·dm ⁻²)	变异系数(CV)/%
样树均值	20	1~10	37.4	8.6	23.1
树干1 m高处	20	1	0.8	2.1	258.4
树干2 m高处	20	2	6.2	9.9	160.4
树干3 m高处	20	3	20.6	21.6	104.6
树干4 m高处	20	4	38.2	21.2	55.6
树干5 m高处	20	5	41.2	12.6	30.5
树干6 m高处	20	6	51.1	14.8	29.0
树干7 m高处	20	7	63.2	28.2	44.7
树干8 m高处	20	8	50.1	16.9	33.8
树干9 m高处	20	9	50.7	15.6	30.7
树干10 m高处	20	10	52.4	16.1	30.8

2.2 虫量与树干高度的关系

由虫量(y)与树干高度(x)的逐步回归分析得: $\bar{y}=-12.5+11.7x-0.00562x^4$, $R=0.973$ ($P<0.001$), $R^2=0.946$,表明因变量与被保留的2个自变量间相关极显著;理论估算值与实际调查值的卡方检验结果为 $\chi^2=9.11$ ($P>0.40$),表明两者吻合效应显著。图1表明,华山松大小蠹幼虫密度峰值发生于树干7~8 m高处。

2.3 最佳抽样模型

20株立木虫量样本方差(V)与均值数据经对数转换后算得其直线相关系数 $r=0.896$ ($P<0.001$)。直线回归式经反转换后得幂函数曲线回归

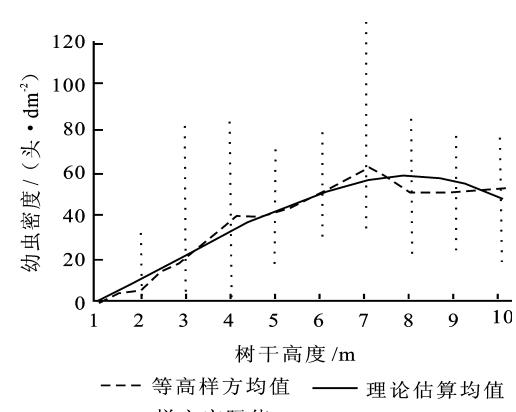


图1 华山松大小蠹幼虫在华山松树干上的分布状态

Fig. 1 Distribution of larval *D. armandi* along the trunk of *P. armandi*

式 $v = 2.15 \cdot \bar{x}^{1.58}$ (图 2), 由此组建华山松大小蠹幼虫抽样模型为 $n = (t/D)^2 \cdot 2.15 \cdot \bar{x}^{-0.42}$ (图 3)。

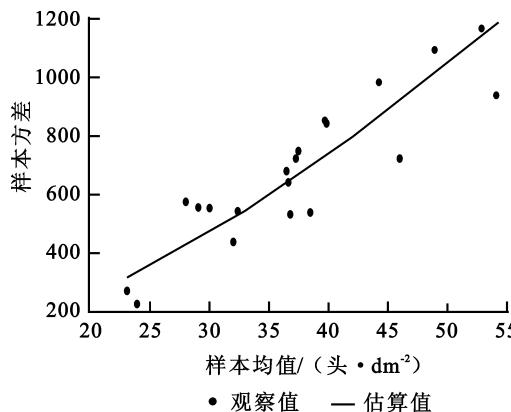


图 2 华山松大小蠹幼虫样本方差与均值的幂函数曲线

Fig. 2 Power function regression curve between the variances (v) and the means (\bar{x}) of larval *D. armandi* samples

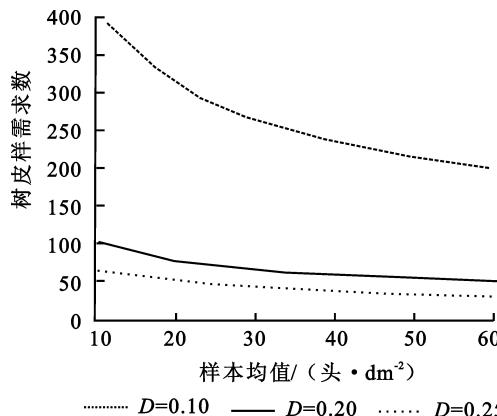


图 3 华山松大小蠹幼虫样本的最佳抽样量 ($P < 0.05$)

Fig. 3 Curves of optimal sample size of larval *D. armandi* ($P < 0.05$)

3 结论与讨论

通过对华山松大小蠹样本的实地采集和统计分析, 初步确定了该虫在当地致死华山松成年树的种群密度范围 $23.2 \sim 52.8$ 头 · dm^{-2} , 平均为 37.4 头 · dm^{-2} , 株均树皮样的虫口均值与树干 4 m 高处的虫数均值接近。

华山松大小蠹幼虫发生密度在树干的 1~10 m 高度范围内各不相等, 其分布状态可用方程 $\bar{y} = -12.5 + 11.7x - 0.00562x^4$ 描述, 种群密度的峰值位于树干 7~8 m 高处。当华山松大小蠹幼虫密度为 10~60 头 · dm^{-2} 时, 其抽样模型为 $n = (t/D)^2 \cdot 2.15 \cdot \bar{x}^{-0.42}$ 。

按现行树皮样单位面积折算, 任作佛等^[1] 调查的华山松大小蠹种群密度为 43 头 · dm^{-2} , 比作者相隔 49 a 后调查的均值 37.4 头 · dm^{-2} 高, 但它仍然处于现有样本均值的分布范围内。由此证明, 导致成年华山松衰弱和枯萎的华山松大小蠹种群密度

是相对恒定的。与以往的研究结果^[4-9] 相比, 作为一种初步的分布模型, 新建的最优回归式促进了同类研究。

因为样本采自即将枯死的华山松树干, 所得致死均值 (37.4 头 · dm^{-2}) 可能高于华山松成年树对这种害虫的耐受上限, 而较大的样本均值变化范围则说明不同树体之间存在差异。另外, 整株立木的虫口均值与树干 4 m 高处的均值相似, 在以后的调查中可参考使用。

致谢: 在实地采样期间, 庙台子林场和刘安发同志给予了大力帮助; 本学院 2007 届毕业生罗长山和张帮洪同学参加了实地采样, 在此谨致谢忱!

参考文献:

- [1] 任作佛, 党心德. 秦岭华山松小蠹调查和防治的初步报告 [A]. 见: 北京林学院森林昆虫学教师进修班. 森林害虫初步研究报告 [C]. 北京: 科学出版社, 1959: 1-28.
- [2] 李宽胜. 华山松大小蠹及其主要虫种——大凝脂小蠹生活习性的初步观察 [A]. 见: 北京林学院森林昆虫学教师进修班. 森林害虫初步研究报告 [C]. 北京: 科学出版社, 1959: 29-41.
- [3] 蔡邦华, 李兆麟. 中国北部小蠹区系初志 [A]. 见: 中国科学院昆虫研究所. 昆虫学集刊 [C]. 北京: 科学出版社, 1959: 73-117.
- [4] 蔡邦华. 中国小蠹和蛀干性害虫及其分布特性 [J]. 陕西林业科技, 1980(1): 1-3.
- [5] 周嘉熹. 西北地区常见小蠹虫为害状 [J]. 昆虫知识, 1983, 37(3): 134-136.
- [6] 中国林业科学研究院. 中国森林昆虫 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1983: 427-431.
- [7] 李宽胜, 周嘉熹. 华山松大小蠹 *Dendroctonus armandi* Tsai et Li [A]. 见: 萧刚柔. 中国森林昆虫 [C]. 第 2 版. 北京: 中国林业出版社, 1992: 616-618.
- [8] 周嘉熹. 西北森林害虫及防治 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1994: 362-366.
- [9] 陈辉, 唐明, 叶宏谋, 等. 秦岭华山松小蠹生态位研究 [J]. 林业科学, 1999, 35(4): 40-44.
- [10] 沃特斯 W E, 斯塔克 R W, 伍德 D L. 松树与小蠹虫生态系统——害虫综合管理 [M]. 梁其伟译. 北京: 中国林业出版社, 1991: 1-109.
- [11] 唐明, 陈辉. 华山松大小蠹共生真菌对寄主树木的影响 [J]. 林业科学, 1999, 35(6): 63-66.
- [12] 陈辉, 唐明. 华山松大小蠹共生真菌对华山松木质部危害的解剖学研究 [J]. 西北植物学报, 2002, 22(6): 1391-1395.
- [13] 唐光辉, 戴建昌, 江志利, 等. 6 种引诱剂对几种针叶树蛀干害虫的诱捕效果研究 [J]. 西北林学院学报, 2007, 22(1): 84-86.
- [14] 王兴. 虫害肆虐, 触目惊心, 张良庙景区大片华山松枯死 [N]. 汉中日报, 2006-09-10(1).
- [15] 李春喜, 姜丽娜, 邵云, 等. 生物统计学 [M]. 第 3 版. 北京: 科学出版社, 2005.
- [16] NETER J, WASSERMAN W. Applied linear statistical models [M]. Richard D. Irwin Inc. Homewood, Illinois, USA, 1975: 273-278, 382-386.

3 结论与讨论

对花色苷的测定采用分光光度计直接扫描^[11],发现在不同条件下,最大吸收峰处的波长在517~521 nm处波动。因此,采用A₅₃₀或A₅₁₀均能较准确的表示其含量,但用最大吸收峰处的吸光度值表示应更准确一些,本试验采用此种方式表示花色苷的含量。

红叶臭椿花色苷溶液在紫外区(波长275 nm和235 nm)有强吸收带,若将其用于化妆品则有增加产品的防晒抗紫外线功能。

高温对花色苷稳定性影响比较大;较短时间的紫外光及可见光照射下,花色苷溶液的吸光度值与散射光下无差异;在pH1~3的环境下,花色苷颜色较为稳定,在pH4~8时颜色变化较大;还原剂、氧化剂Vc、H₂O₂、Na₂SO₃对花色苷稳定性影响较大;Zn²⁺、Mg²⁺、Fe³⁺、Cu²⁺等金属离子对花色苷有增色作用,Ca²⁺、Na⁺对其没有影响;葡萄糖、柠檬酸对花色苷也有增色作用,而蔗糖对花色苷无影响。

参考文献:

- [1] 张秀丽,李劲涛,杨军.植物花色苷定性定量研究方法[J].西北师范大学学报:自然科学版,2006,27(3):300-303.
- [2] 唐传核.植物生物活性物质[M].北京:化学工业出版社,2005:219-243.
- [3] 丁锐.国外花色素苷的研究现状与进展[J].汉中师范学院学报:自然科学版,2004,22(2):73-78.
- [4] 郝峰鸽,杨立峰,周秀梅.4种彩叶植物生长期色素含量研究[J].西北林学院学报,2006,21(6):63-65.
- [5] 陈彩霞,王春城,崔俊茹,等.红叶臭椿组培快繁育苗技术研究[J].河北林果研究,2005,20(3):210-213.
- [6] 果秀敏,陈段芬,方正,等.新几内亚凤仙花色素苷的性质研究[J].河北农业大学学报,2004,27(3):33-40.
- [7] 朱文学,吴龙奇,易军鹏,等.牡丹花红色素理化性质研究[J].农业工程学报,2006,22(6):224-226.
- [8] 庞学群,张昭其,段学武,等.pH值和温度对荔枝花色素苷稳定性的影响[J].园艺学报,2001,28(1):23-27.
- [9] 赵昶灵,郭维明,陈俊渝.梅花花色素种类和含量的初步研究[J].北京林业大学学报,2004,26(2):68-72.
- [10] 卢钰,董现义,杜景平,等.花色苷研究进展[J].山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(2):315-320.
- [11] 霍琳琳,苏平,吕英华.分光光度法测定桑葚总花色苷含量的研究[J].酿酒,2005,32(4):88-89.

(上接第131页)

- [17] TAYLOR L R. Aggregation, variance and the mean [J]. Nature, 1961, 189: 732-735.
- [18] SOUTHWOOD T R E. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations [M]. Chapman and Hall, London, UK, 1978: 21-22.
- [19] 杨纪珂,孙长鸣,汤旦林.应用生物统计学[M].北京:科学出版社,1983.
- [20] 许汝梅.昆虫种群生态学[M].北京:北京师范大学出版社,1988.
- [21] PEDIGO L P. Surveillance and sampling (Chapter 6) [A]. Entomology and pest management [C]. Macmillan Publ. Co., New York, USA, 1989: 203-242.
- [22] EIKINTON J S. Insect population ecology—an African perspective [M]. ICIPE Science Press, Nairobi, Kenya, 1993: 17-18.
- [23] 赵利敏,徐培河,杜晓莉,等.灰翅麦茎蜂幼虫样本含量研究[J].青海农林科技,1994(1): 23-26.