

文章编号: 100F 1498(2002) 0F 011F 05

## 华山松球蚜发生与环境的关系\*

罗长维<sup>1</sup>, 陈友<sup>2</sup>, 谢开立<sup>3</sup>, 曹葵光<sup>3</sup>

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650216; 2. 云南省林业学校, 云南 昆明 650224;

3. 西南林学院资源学院, 云南 昆明 650224)

关键词: 华山松球蚜; 抽样技术; 环境因子

中图分类号: S763.7

文献标识码: A

华山松(*Pinus armandi* Franch.) 是我国长江中上游防护林体系建设工程区域分布较广的乡土树种, 也是大规模人工造林的首选树种之一, 约占长防林面积的 40%, 对长防林体系效益的发挥着重要的作用。华山松球蚜(*Pineus armandicola* Zhang) 是华山松最主要的害虫之一, 同时还分泌大量的蜜露, 引起煤污病, 每年都有大量的华山松林受到危害, 轻则降低林木生产量, 重则导致整株林木枯萎死亡, 尤其在中、幼林中发生最为严重。目前, 对该虫的生物学及其天敌、危害情况、综防措施已有研究报道<sup>[1-3]</sup>, 而发生与环境的关系报道较少。作者于 1998-1999 年对该问题进行了较系统研究, 现将结果报道如下。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地概况

云南省东川二二二林场海拔 2 000—3 500 m, 地处乌蒙山脉, 该地区北、东、西三面分别为金沙江、小江和普渡河所切割, 由北向南地势骤然升高, 坡度一般为 30—40°。由于该地多为坡地, 耕地面积少, 森林覆盖率低, 水土流失严重。试验地基本为 10—15 a 生华山松人工纯林, 也有极少量的云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.)、高山松(*Pinus densata* Mast.)。危害华山松的蚜虫主要为华山松球蚜, 也有少量松大蚜(*Cinara pinitabulaeformis* Zhang et Zhang), 春夏之交有少量的球蚜天敌, 如瓢虫、食蚜蝇、蜘蛛等。

#### 1.2 研究方法

选择不同生境、林龄、坡向的 4 块林地, 以平行式机械抽样选取 30 株标准株, 按东、南、西、北 4 方位及上、中、下 3 层次在树冠选取样枝, 记录每束松针成虫数, 分别将各层次与各方位的成虫口密度与相应整株成虫口密度回归, 求出相关性高、回归关系显著的最能代表整株虫口密度的树冠最适抽样部位<sup>[4]</sup>。最适抽样数量以 Iwao 法进行<sup>[5]</sup>。选择不同坡向、坡位、海拔、林分抚育状况、郁闭度、生长势的林分, 按正交<sup>[6-8]</sup>要求, 设置样地。样地面积为 30 m × 30 m,

收稿日期: 2000-03-15

基金项目: 云南省重点基金资助项目(95C004Z)

作者简介: 罗长维(1972), 女, 重庆江津人, 助理研究员。

\* 本文为谢开立教授、曹葵光教授指导的硕士生论文部分内容。

共设 20 块样地进行虫口密度与环境各因子关系的调查。调查虫口密度时,以 Z 字形区式抽样方式进行,调查每株的最适抽样部位的成虫虫口密度,再根据每株虫口密度计算出每样地的平均虫口密度。调查环境因子时,郁闭度用随机样点法获得;树高用布鲁莱斯测高器测得;抚育间伐情况分为抚育间伐与未抚育间伐;林木生长势分好、中、差 3 级(见表 1);坡向分为阳坡、阴坡、半阴半阳坡(表中以“半”代表);坡位分上坡、中坡、下坡。

## 2. 结果与分析

### 2.1 球蚜发生与树冠的关系

2.1.1 球蚜发生与树冠方位的关系 林间调查数据见表 2。

以最小二乘法<sup>[4]</sup>分别就东、南、西、北 4 方位虫口密度与整株虫口密度回归,分别得出  $a$ 、 $b$  值,并求出相应的误差估计  $S_{YX}$  和  $R$  值,并检验其显著性,结果(见表 3)看出:南部、西部、北部的  $F$  值、 $R$  值都比东部小,说明东部的虫口密度与整株虫口密度相关性最大,故在东、南、西、北 4 方位中取东部虫口密度最能代表整株虫口密度。

2.1.2 球蚜发生与树冠层次的关系 林间调查数据见表 4。

以 2.1.1 中同样方法计算树冠层次与整株虫口密度回归关系,结果(见表 5)表明:上层、下层的  $F$  值、 $R$  值都比中层小,说明中层的虫口密度与整株虫口密度相关性最大,故在上、中、下 3 个层次中取中层虫口密度最能代表整株虫口密度。

2.1.3 球蚜发生与树冠部位的关系 通过 2.1.1 与 2.1.2 计算结果得知,树冠东部和中层虫口密度与整株虫口密度最相符。测得树冠东中部虫口与整株虫口密度关系见表 6。

以 2.1.1 中同样方法算得:

$$R = 0.9869, S_{YX} = 0.1581, F = 94.6295, F_{0.01}(1, 3) = 34.12 < F$$

说明从树冠东中部抽样取得的虫口与整株虫口回归关系显著,其平均误差为 0.1581,可靠性为 99%。

通过以上测算,证明林冠的东中部虫口与整株虫口最相符,最能代表整株虫口密度,为取样的最适部位。

表 1 林木生长势分级标准

等级	分级标准			
	平均树高/m	平均胸径/cm	树叶繁茂程度	叶色
好	≥3	≥12	繁茂	绿
中	1-3	5-12	一般	较绿
差	≤1	≤5	稀疏	绿色偏黄

表 2 树冠方位与整株虫口密度调查 头·束<sup>-1</sup>

组别	方位				整株
	东	南	西	北	
1	3.9267	4.3933	2.3700	4.5867	3.8192
2	5.8867	5.0467	3.1600	4.5133	4.6517
3	2.5933	2.0600	4.3600	2.4867	2.8750
4	1.8250	3.5250	2.1563	1.8438	2.3375

表 3 树冠整株与各方位虫口回归关系

方位	线性回归方程	$R$ 值	$F_{0.01}$ 值
东	$Y = 1.3905 + 0.5707X$	0.9914	115.0149
南	$Y = 1.1540 + 0.6035X$	0.7612	2.7274
西	$Y = 3.3021 + 0.0394X$	0.0384	0.0007
北	$Y = 1.1275 + 0.6830X$	0.9352	13.9503

表 4 树冠层次与整株虫口密度调查结果 头·束<sup>-1</sup>

组别	层次			整株
	上	中	下	
1	4.9333	3.7600	2.7567	3.8167
2	4.5787	4.4093	3.1900	4.3710
3	2.9133	2.5733	2.2200	2.5689
4	3.1938	2.4031	2.4563	2.6844

表 5 树冠层次与整株虫口密度回归关系

层次	线性回归方程	$R$ 值	$F_{0.025}$ 值
上	$Y = 0.2165 + 0.8050X$	0.9609	12.6438
中	$Y = 0.3836 + 0.9057X$	0.9919	121.6952
下	$Y = 2.0279 + 2.0289X$	0.9668	28.1764

2.1.4 标准株最适抽样数量 确定理论抽样数量既可保证样本信息最低限度地代表总体, 又能节省工作量。Iwao 提出以平均拥挤度  $m^*$  与虫口平均数间  $X$  的回归方程 ( $m^* = \alpha + \beta \bar{x}$ ) 中的参数来决定取样的最适数量<sup>[4,5]</sup>, 即:

**表 6 树冠东中部与整株虫口密度回归计算**

组别	中东 $x$	整株 $y$	$Y$	$X^2$	$XY$	$y^2$
1	3 953 4	3. 877 5	3. 695 2	15 629 4	15 329 3	15. 035 0
2	5 148 0	4. 371 0	4. 468 2	26. 501 9	22 501 9	19. 105 6
3	2 583 3	2. 722 1	2. 808 6	6. 673 4	7. 032 0	7. 409 8
4	2 114 1	2. 506 4	2. 505 0	4. 469 4	5. 298 8	6. 282 0
总计	13 798 8	13. 477 0	13. 477 0	53 274 1	50 162 0	47. 832 5

$$N = \frac{t^2}{d^2} \left( \frac{\alpha + 1}{x} + \beta - 1 \right)$$

式中  $N$  为所需抽样理论数量;  $t$  为概率保证, 一般等于 1;  $d$  为允许误差值;  $\bar{x}$  为预备调查时得到的粗略虫口密度;  $\alpha$ 、 $\beta$  为回归方程式中的截距与斜率值。其中的  $\alpha$ 、 $\beta$  值, 根据成虫平均拥挤度与虫口均值的线性回归式  $m^* = 0. 272 5 + 1. 018 7\bar{x}$ , 分别取 0. 272 5, 1. 018 7;  $t$  值为 1;  $d$  值取 0. 1, 则最适抽样株数为:  $N = 127. 25/\bar{x} + 1. 87$ 。

**2.2 发生与环境关系**  
调查数据见表 7。

表 7 华山松球蚜发生与各环境因子关系调查数据

样地号	海拔/m	林木生长势	郁闭度	抚育状况	坡向	坡位	树高/m	虫口密度/(头·束 <sup>-1</sup> )
1	2 878	好	0.6	抚	半	中	3.5	0.687 1
2	2 898	中	0.4	未	阳	上	2.7	11.348 1
3	2 848	好	0.7	抚	阴	下	3.6	0.426 5
4	2 908	好	0.4	抚	阳	中	3.0	1.974 3
5	3 014	中	0.75	未	阴	下	2.8	0.479 1
6	3 000	好	0.7	抚	半	下	3.5	0.269 7
7	2 998	中	0.6	抚	半	下	3.0	0.523 1
8	3 126	中	0.8	未	阳	中	2.0	3.883 0
9	3 129	中	0.2	未	阴	中	1.8	4.371 0
10	3 156	差	0.6	未	半	上	0.5	8.000 0
11	3 136	好	0.7	抚	半	下	2.1	2.233 3
12	3 140	好	0.7	未	阳	下	3.5	3.295 7
13	3 004	好	0.7	未	阳	下	3.4	0.666 7
14	3 131	中	0.7	未	阳	中	3.0	1.033 3
15	3 140	差	0.3	未	半	中	0.5	4.500 0
16	3 128	好	0.5	抚	半	中	2.7	1.087 5
17	3 124	差	0.1	未	半	中	0.5	9.240 0
18	2 878	中	0.85	抚	半	中	4.0	1.538 9
19	3 136	中	0.7	未	阳	上	1.5	2.722 1
20	2 960	中	0.5	未	阴	上	1.7	2.506 4

将调查数据输入计算机进行处理, 可得到虫口密度与环境各因子的多元线性回归方程式, 并计算出各因子对虫口密度的偏相关系数。虫口密度与环境各因子的多元线性回归方程为:  
 $y = 65. 80 + 2. 10x_{11} + 1. 17x_{12} + 0. 00x_{13} - 4. 64x_{21} - 0. 00x_{22} + 5. 52x_{31} + 6. 02x_{32} + 0. 00x_{33} - 0. 27x_{41} - 1. 27x_{42} - 0. 00x_{43} - 0. 02x_5 - 6. 91x_6 - 1. 09x_7$   
 式中:  $x_{ij}$  为生长势因子, 其中  $x_{11}$  为好,  $x_{12}$  为中,  $x_{13}$  为差;  $x_{2j}$  为抚育状况因子, 其中  $x_{21}$  为抚育,

$x_{22}$ 为未抚育;  $x_{3j}$ 为坡向因子, 其中  $x_{31}$ 为阳坡,  $x_{32}$ 为半阴半阳坡,  $x_{33}$ 为阴坡;  $x_{4j}$ 为坡位因子, 其中  $x_{41}$ 为上坡,  $x_{42}$ 为中坡,  $x_{43}$ 为下坡;  $x_5$ 为海拔因子,  $x_6$ 为郁闭度因子,  $x_7$ 为树高因子。

相应的各因子对虫口密度的偏相关系数分别为:

$$t_{(1)} = 0.98, t_{(2)} = 3.88, t_{(3)} = 4.33, t_{(4)} = 1.36, t_{(5)} = 3.37, t_{(6)} = 2.35, t_{(7)} = 1.38,$$

$$\text{查得 } t_{0.001}(20-7-1) = 4.318$$

在7偏相关系数中, 只有  $t_{(3)}$  大于  $t_{0.001}(12)$ , 即在所调查的7个环境因子中, 只有坡向对虫口密度具有显著影响, 其复相关系数  $R = 0.9094 > r_{0.001}(12) = 0.7800$ , 可靠性为99.9%。由表7可得出3个坡向的平均虫口密度, 其中阳坡的虫口密度最高, 为4.323, 阴坡的最低, 为1.0197, 半阴半阳坡的介于二者之间, 为2.3904。这与华山松球蚜的生活习性相符: 该球蚜素喜窝风向阳的宿主环境<sup>[12]</sup>。调查中也发现, 在阳坡, 特别是低洼背风的阳坡, 华山松受害最重: 球蚜常呈簇状或小块状分布, 往往形成虫源地, 然后向周围扩散。

由偏相关系数大小可知, 抚育状况对虫口的影响仅次于坡向。由表7可得出未抚育过的林分平均虫口密度为4.3371, 而抚育过的林分平均虫口密度仅为1.0925, 这与球蚜的生活习性相关, 即球蚜喜欢窝风向阳的环境。未抚育的林分, 其枝叶易与地面形成窝风环境, 从而有利于球蚜发生; 相反, 如果对林分进行抚育间伐, 修除底枝、弱枝, 采伐过密林木, 形成一个开阔通风的环境, 则不利于球蚜的发生。

根据数据处理结果, 环境因子中的海拔和郁闭度对虫口数量的变化起着重要的作用。调查的海拔范围在156—2848 m, 随着海拔的增高, 虫口数量呈下降的趋势。这主要是由于海拔越高, 温度越低, 从而影响球蚜的新陈代谢、生长发育速度, 进而影响虫口数量; 海拔对球蚜的另一不利影响是华山松在西南地区的适生海拔范围为1900—3000 m, 海拔过高不利于华山松的生长, 因此限制了球蚜的发展。郁闭度与球蚜的关系是随着郁闭度的增加, 球蚜虫口数量下降。郁闭度提高, 林内光照减弱, 气温降低, 延缓了球蚜的发育速率, 且郁闭度提高后, 林分湿度相应提高, 植物组织内含水量也较高, 球蚜取食的干物质量相对降低, 因而不利于球蚜的生长发育<sup>[9]</sup>。

树高、坡位、生长势对虫口的影响虽不如上述4因子影响明显, 但它们的变化也影响着虫口数量。树木越高, 虫口数量越低; 坡位降低, 虫口数量增加; 树木生长势越好, 虫口数量越少。因为树木高不易形成窝风环境, 随着树龄的增加, 当树木高达2.5 m以上时, 球蚜数量普遍较低。低坡位虫口密度高是由于低坡位易造成窝风环境, 利于球蚜发生; 林木生长势越好, 其抗虫性也越强, 因而越不利于球蚜的发生。

### 3 防治建议

(1) 适地适树 由于华山松球蚜喜欢在窝风向阳环境中生活, 因此华山松应尽量种在开阔背阴的地方, 如阴坡、半阴半阳坡的中坡位、高坡位, 而在窝风向阳的地方, 可选择种植其他树种, 以减轻华山松球蚜的危害。

(2) 抚育修枝 剪去林木树冠底部枝、弱枝、病虫树枝可改善林分通风条件, 减少虫口基数。但抚育修枝应合理, 严格控制保留郁闭度, 以保持林分的稳定性和质量。2.5 m以下的幼树应及时修枝, 2.5 m以上的华山松长势较好, 受害较轻, 可减少抚育次数, 降低抚育强度。

(3) 营造混交林 由于试验地均为华山松人工纯林, 因而球蚜天敌的种类和数量均较少, 不足以控制球蚜的数量。因此在今后的造林工程里, 应该多选择几种适宜的树种进行造林, 以

增加天敌的种类和数量, 更好地发挥自然控制的作用。

(4) 化学防治 在球蚜严重发生的虫源地带, 在华山松球蚜猖獗危害期而瓢虫未出来活动时, 可选用来福灵、溴氰菊酯、辟蚜雾等农药进行防治, 能迅速压低球蚜虫口数量, 又有效地保护了天敌, 使天敌种群能大量地生存和繁衍, 并能有效地控制球蚜的发展<sup>[3-10]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 李镇宇, 蒙田. 华山松球蚜的生物学及天敌的初步考察[J]. 北京林学院学报, 1981, (4): 23-24
- [2] 郑润兰, 张毅宁, 杨红明. 华山松球蚜危害情况调查研究[J]. 北京林业大学学报, 1994, 16(增刊2): 55-60
- [3] 郑润兰, 张毅宁. 华山松球蚜综防措施的研究[J]. 北京林业大学学报, 1994, 16(增刊2): 21-28
- [4] 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1980
- [5] Iwao. A new method of sequential sampling to classify population relative to a critical density[J]. Res Popul Ecol, 1975, 16: 281-288
- [6] 马希文. 正交设计的数学理论[M]. 北京: 人民教育出版社, 1981
- [7] Iwao. A new regression method for analyzing the aggregating pattern of animal populations[J]. Res Popul Ecol, 1968, 10(1): 1-20
- [8] Taylor L R. Aggregation variance and mean[J]. Nature, 1961, (189): 732-735
- [9] 北京林学院. 昆虫学通论(下册)[M]. 北京: 农业出版社, 1978
- [10] 谢开立. 华山松球蚜药效试验初报[J]. 森林病虫害通讯, 1981, (4): 6-9

## Study on Relationship between Occurrence of *Pineus armandicola* and Environmental Factors

LUO Chang-wei<sup>1</sup>, CHEN You<sup>2</sup>, XIE Kai-li<sup>3</sup>, CAO Kui-guang<sup>3</sup>

(1. Research Institute of Resource Insect, CAF, Kunming 650216, Yunnan, China; 2 Yunn Forest School, Kunming 650224, Yunnan, China; 3. Faculty of Resources, Southwest Forest College, Kunming 650224, Yunnan, China)

**Abstract:** Study on the sampling technique of *Pineus armandicola* and the relationship between the occurrence of it and environmental factors was conducted in 222-Forest Farm, Dongchuan, Yunnan Province. It was found that the best sampling site is the middle east of the crown canopy. The best sampling number is calculated as the model:  $N = 127.25/\bar{x} + 1.87$ . Using Latin square orthogonal design, the relationship between the occurrence of *Pineus armandicola* and environmental factors was revealed. Among the investigated environmental elements, the most important key factor to influence the variance of population density is the tending status of the woods. Other key factors are successively slope direction, elevation and canopy density. Advice on how to control *Pineus armandicola* is also given.

**Key words:** *Pineus armandicola*; sampling technique; environmental factors