

## 赤松毛虫防治指标的研究\*

王西南

(山东省林业科学研究所)

**关键词** 赤松毛虫; 防治指标

赤松毛虫 (*Dendrolimus spectabilis* Butler) 是山东省松树的主要害虫, 常将成片的松树吃光, 危害十分严重。目前在治虫工作中, 往往只根据经验性“指标”决定防治与否, 盲目性很大。因此, 研究和提出一个准确有效的防治指标, 具有非常重要的意义。我们于1986~1987年在山东省新泰市土门林场, 对赤松毛虫防治指标进行了初步研究, 现将结果整理报告如下。

### 一、材料和方法

1. 在室内, 采用筒式养虫笼饲养幼虫, 每笼10头, 以鲜松叶喂饲, 松枝尾端插入盛水小塑料袋内保湿, 从越冬幼虫开始取食起至结茧化蛹止, 每5天更换一次新鲜松枝, 同时称测喂饲前后的松枝重量, 设对照计算水分损失率, 统计幼虫食害量。

2. 在15~20年赤松纯林内, (郁闭度0.7, 冠干比1.5:1), 随机选择30株标准树, 全部伐倒进行实测, 记录每株的干高、冠幅、胸径、轮枝数, 并称取全株针叶重量, 进行针叶重量与树高、胸径、冠幅、轮枝数的单相关分析。

3. 设(%) 25、37、50、63、75、87、100七个失叶水平, 于早春树液回流后, 新梢生长前(5月上旬), 分一次摘除及三次性摘除(10%、30%、60%)两种方式, 在基本无虫害的赤松林中, 对标准株进行模拟失叶处理, 同时测量胸径。两种方式均以不摘叶为对照。

4. 待当年及第二年松树生长停止后(约11月初), 测量各摘叶样株的胸径, 进行单因素方差分析, 以确定松树当年及第二年的允许失叶水平。

5. 根据新泰市土门林场赤松毛虫发生情况, 确定秋季幼虫及早春幼虫防治指标, 并进行经济效益分析。

### 二、结果与分析

#### (一) 幼虫食害量

共在室内饲养幼虫370头, 存活幼虫的化蛹率为100%, 且发育正常。最后测定越冬后5~6龄幼虫到结茧化蛹期的食害量为:  $\bar{x} = 35 \text{ g/头}$ ,  $t_{0.05} \cdot s_x = 2.3$ , 取上限食虫量为  $37.3 \text{ g/头}$ 。

本文于1988年12月15日收到。

\* 该研究为“赤松毛虫综合防治研究”的一部分, 试验设计及论文撰写在范迪高级工程师指导下进行, 李东军同志参加部分工作。本文承萧刚柔教授审阅并提出宝贵意见, 一并致谢。

据研究<sup>[1]</sup>, 越冬前 1~5 龄幼虫的食量仅占幼虫整个发育阶段食量的 2.35%, 按 3% 计算, 赤松毛虫幼虫整个发育阶段的食害量为 38.45 g/头, 近等于 40 g/头。

### (二) 15~20 年生赤松其针叶重量与胸径、树高、冠幅、轮枝数的相关关系

针叶重量与胸径、树高、冠幅、轮枝数的单相关系数 ( $r$ ) 分别为 0.8958、0.3765、0.7690、-0.7848, ( $n=28$ )。经显著性检验, 针叶重量与胸径、冠幅、轮枝数之间存在极为显著的相关关系 (与轮枝数为负相关), 其中与胸径的相关程度最密切, 其回归式为  $y = 1275.47x - 5861.72$  ( $r = 0.90$ )。据此得针叶重量与胸径关系查定表 (表 1)。

表 1 15~20 年生赤松的针叶重量

胸径 (cm)	针叶重量 (kg)	胸 径 (cm)								
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
6	1.79	1.92	2.05	2.17	2.30	2.43	2.56	2.68	2.81	2.94
7	3.07	3.19	3.32	3.45	3.58	3.70	3.83	3.96	4.09	4.21
8	4.34	4.47	4.60	4.72	4.85	4.98	5.11	5.23	5.36	5.49
9	5.62	5.75	5.87	6.00	6.13	6.26	6.38	6.51	6.64	6.77
10	6.89	7.02	7.15	7.28	7.40	7.53	7.66	7.78	7.91	8.04
11	8.17	8.30	8.42	8.55	8.68	8.81	8.93	9.09	9.19	9.32
12	9.44	9.57	9.70	9.83	9.95	10.08	10.21	10.34	10.46	10.59
13	10.72	10.85	10.97	11.10	11.23	11.36	11.48	11.61	11.74	11.87
14	11.99	12.12	12.25	12.38	12.51	12.63	12.76	12.89	13.02	13.14
15	13.27	13.40	13.53	13.65	13.78	13.91	14.04	14.16	14.29	14.42

### (三) 模拟失叶对 15~20 年生赤松胸径生长量的影响

#### 1. 摘叶后当年胸径生长量方差分析

(1) 一次性失叶对胸径生长量的影响 摘叶当年样株的胸径生长量 (表 2), 经方差分析,  $F = 4.298 > F_{0.05} = 2.66$  ( $f_1 = 7, f_2 = 16$ ), 说明各处理间胸径生长量有显著差异。继而采用  $q$  检验法进行多重比较 (表 3),  $D = q_{0.05}(8, 16) \cdot \sqrt{s_w^2/m} = 0.3157$ 。从表 3 看到,  $|x_i - x_j| > D = 0.3157$  的比较有 11 个, 即不摘叶 (对照) 及摘叶 25% 与摘叶 100%、87%、75%、63%、50% 五个失叶水平的胸径生长量有显著差异, 但摘叶 37% 与摘叶 25% 及不摘叶 (对照) 之间胸径生长量的差异不显著。因此, 一次性失叶允许失叶水平可确定为 25%~37%。

表 2 一次性摘叶当年样株的胸径生长量

处 理	重复次数	样 株 胸 径 生 长 量 (cm)			$\bar{x}_i$	
摘 叶 百 分 率 (%)	25	3	0.824	0.784	0.462	0.690
	37	3	0.254	0.426	0.730	0.470
	50	3	0.130	0.334	0.382	0.282
	63	3	0.036	0.142	0.148	0.109
	75	3	0.062	0.370	0.191	0.208
	87	3	0.568	0.324	0.010	0.301
	100	3	0.222	0.382	0.042	0.215
不 摘 叶 (对 照)	3	0.686	0.783	0.538	0.669	

表3 一次性失叶当年胸径生长量的  $q$  检验

$\bar{x}_i$ ①	$\bar{x}_i - \bar{x}_j$	$\bar{x}_i - \bar{x}_5$	$\bar{x}_i - \bar{x}_6$	$\bar{x}_i - \bar{x}_9$	$\bar{x}_i - \bar{x}_4$	$\bar{x}_i - \bar{x}_7$	$\bar{x}_i - \bar{x}_3$	$\bar{x}_i - \bar{x}_1$
$\bar{x}_2 = 0.690$		0.581*	0.482*	0.475*	0.408*	0.389*	0.220	0.021
$\bar{x}_1 = 0.669$		0.560*	0.461*	0.454*	0.387*	0.368*	0.199	
$\bar{x}_3 = 0.470$		0.361*	0.262	0.255	0.188	0.169		
$\bar{x}_7 = 0.301$		0.192	0.093	0.086	0.019			
$\bar{x}_4 = 0.282$		0.173	0.074	0.067				
$\bar{x}_6 = 0.215$		0.106	0.007					
$\bar{x}_8 = 0.208$		0.099						
$\bar{x}_5 = 0.109$								

①  $\bar{x}_1$  不摘叶(对照);  $\bar{x}_2 \sim \bar{x}_9$  分别为失叶(%)25、37、50、63、75、87、100。

(2) 三次性失叶对胸径生长量影响 摘叶当年样株的胸径生长量(表4), 经方差分析,  $F = 3.508 > F_{0.05} = 2.66$  ( $f_1 = 7, f_2 = 16$ ), 各处理间胸径生长量亦有显著差异(表5)。  $D = q_{0.05}(8, 16) \cdot \sqrt{s_w^2/m} = 0.3290$ 。从表5看到,  $|\bar{x}_i - \bar{x}_j| > D = 0.3290$  的比较有10个, 即不摘叶(对照)及摘叶25%与摘叶100%、87%、75%、63%四个失叶水平处理之间胸径生长量有显著差异; 不摘叶(对照)与摘叶50%、35%两个失叶水平间胸径生长量有显著差异。不摘叶与摘叶25%的胸径生长量无显著差异, 因此, 三次性失叶允许失叶水平为25%。

表4 三次性摘叶当年样株的胸径生长量

处	理	重复次数	样株胸径生长量(cm)			$\bar{x}_i$
摘叶百分率(%)	25	3	0.480	0.392	0.860	0.577
	37	3	0.494	0.126	0.144	0.255
	50	3	0.210	0.540	0.116	0.289
	63	3	0.206	0.028	0.252	0.162
	75	3	0.218	0.098	0.088	0.135
	87	3	0.582	0.030	0.122	0.245
	100	3	0.198	0.608	0.170	0.125
不摘叶(对照)		3	0.686	0.783	0.538	0.669

表5 三次性失叶当年胸径生长量的  $q$  检验

$\bar{x}_i$ ①	$\bar{x}_i - \bar{x}_j$	$\bar{x}_i - \bar{x}_8$	$\bar{x}_i - \bar{x}_6$	$\bar{x}_i - \bar{x}_5$	$\bar{x}_i - \bar{x}_7$	$\bar{x}_i - \bar{x}_3$	$\bar{x}_i - \bar{x}_4$	$\bar{x}_i - \bar{x}_2$
$\bar{x}_1 = 0.669$		0.544*	0.534*	0.507*	0.424*	0.414*	0.410*	0.122
$\bar{x}_2 = 0.577$		0.452*	0.442*	0.415*	0.332*	0.322	0.288	
$\bar{x}_4 = 0.289$		0.164	0.154	0.127	0.044	0.034		
$\bar{x}_3 = 0.255$		0.130	0.120	0.093	0.010			
$\bar{x}_7 = 0.245$		0.120	0.110	0.083				
$\bar{x}_5 = 0.162$		0.037	0.027					
$\bar{x}_6 = 0.135$		0.010						
$\bar{x}_8 = 0.125$								

①  $\bar{x}_i$  表示的失叶处理同表3。

2. 摘叶后第二年胸径生长量方差分析 方差分析结果表明, 无论一次性失叶还是三次性失叶, 各处理间胸径生长量无显著差异, 即说明七种不同水平的摘叶处理对摘叶后第二年胸径生长量的影响不显著。

### 三、初步结论

#### (一) 防治指标

根据方差分析结果, 确定摘叶当年的允许失叶水平为: 一次性摘叶 25%~37%, 三次性摘叶 25%, 摘叶后第二年各处理胸径生长量无显著差异。

因此, 可将鲁中南山区中等立地条件下 15~20 年生赤松允许失叶水平定为 25%。在松林初次受害或基本未受害的情况下, 制定春季幼虫防治指标(表 6)。

表 6 春季幼虫防治指标

立木平均胸径 (cm)	平均针叶重量 (g/株)	允许损失针叶量 (g/株)	防治指标 (g/株)
12	9 443.92	2 360.98	59
11	8 168.45	2 042.11	51
10	6 892.98	1 723.24	43
9	5 617.51	1 404.38	35
8	4 342.04	1 085.51	27
7	3 066.57	766.64	19
6	1 791.10	447.77	11

考虑越冬死亡因子的作用, 可将秋季幼虫防治指标适当放宽, 据式: 春季幼虫防治指标 / (1 - 越冬死亡率), 制定秋季幼虫防治指标(表 7)。

表 7 秋季幼虫防治指标

立木平均胸径 (cm)	针叶重量 (g/株)	允许损失针叶量 (g/株)	防治指标 (头/株)	
			越冬死亡 10 %	越冬死亡 20 %
12	9 443.92	2 360.98	65	73
11	8 168.45	2 042.11	56	63
10	6 892.98	1 723.24	47	53
9	5 617.51	1 404.38	38	43
8	4 342.04	1 085.51	30	33
7	3 066.57	766.64	21	23
6	1 791.10	447.77	12	13

根据新泰市土门林场及鲁中南山区赤松林生长情况, 大部分林地的立木平均胸径为 9~10 cm, 可确定其幼虫防治指标春季为 35~40 头/株, 秋季为 38~47 头/株。如连年遭受危害的松林, 其针叶重量及允许失叶水平势必有所下降, 可考虑将防治指标适当提高, 以便做出正确的防治对策。据作者的实验, 连续两年遭受中等虫口密度水平(10~20 头/株, 视林木胸径大小而异)赤松毛虫危害的 15~20 年生赤松林, 其针叶重量一般可下降 20%, 允许失叶水平下降 100%; 连续三年受害的松林, 其针叶重量下降 30%, 允许失叶水平下降 15%, 据此制定防治指标(表 8)。

表8 15~20年生连续2~3年受害赤松林春季幼虫防治指标

立木平均胸径 (cm)	针叶重量(g/株)		允许损失针叶量(g/株)		防治指标(头/株)	
	2年	3年	2年	3年	2年	3年
12	7555.14	6610.74	1133.27	661.07	28	16
11	6534.74	5717.92	980.21	571.79	24	14
10	5514.38	4825.09	827.16	482.51	20	12
9	4494.01	3932.26	674.10	393.23	17	10
8	3473.63	3039.43	521.04	303.94	13	7
7	2453.26	2146.60	367.99	214.66	9	5
6	1432.88	1255.77	214.93	125.38	5	3

连续两年受害的松林(胸径9~10cm),春季幼虫防治指标可确定为17~20头/株,连续三年受害的可确定为10~12头/株。

### (二) 经济效益分析

根据模拟失叶试验结果,对鲁中南山区中等立地条件下平均立木胸径为9~10cm的15~20年生赤松,采用二元立木材积公式 $\hat{H} = 1.203864583 + 0.458604308D - 0.00402973244D^2$ 及 $V = 0.00007066D^{1.8858}H^{0.9220}$ 计算单株材积,按照一亩松林100株立木,每立方米松材价值150元计算木材蓄积量及经济效益。各失叶水平造成的木材损失及经济损失如表9。

表9 各失叶水平造成的材积损失及经济损失

失叶水平 (%)	年胸径生长量 (cm/株)	木材蓄积量 (m <sup>3</sup> /亩)	损失材积 (m <sup>3</sup> /亩)	经济损失 (元/亩)
25	0.633	2.3378	—	—
37	0.362	2.1750	0.1628	24.42
50	0.285	2.1300	0.2078	31.17
63	0.135	2.0441	0.2937	44.05
75	0.171	2.0645	0.2733	40.99
87	0.273	2.1230	0.2148	32.22
100	0.170	2.0639	0.2739	41.08

由表9可以看出,失叶量控制在25%以下的松林,木材蓄积量为2.3378m<sup>3</sup>/亩,而失叶量达到37%、50%、63%的松林,其木材损失分别为0.1628、0.2078、0.2937m<sup>3</sup>/亩,相应的经济损失各为24.42、31.17、44.05元/亩。若实施防治,以25%灭幼脲3号胶悬剂每亩用量50g<sup>[2]</sup>计算,扣除防治费用(农药费+用工费+燃油费+机器磨损费)1.2元/亩,则每亩松林挽回的经济损失为:23.22、29.97、42.85元,经济效益十分显著。

## 四、问题讨论

1. 赤松毛虫春季幼虫防治指标及秋季幼虫防治指标是在林木初次受害(或在模拟失叶前基本未受害)的情况下,以允许失叶水平25%为依据提出的,对于经营管理不善,修枝过度的以及连年遭受赤松毛虫危害或受害后经防治树势尚未恢复的林地,生产单位在进行防治决

1) 山东省林业勘察设计院,1982,山东省主要树种立木材积表。

策时, 可参照表 8 结合具体情况酌定。

2. 秋季幼虫是指 3 龄后至越冬前期间的幼虫, 此期间虫情调查比较困难。为了及早掌握虫情和获得准确的资料, 可将调查时间提前至初孵幼虫危害期调查卵枝数量, 进而估算秋季幼虫数量。据调查, 赤松毛虫雌蛾平均产卵量为 400 粒/头, 初孵幼虫的死亡率大于 80%, 据此, 可初步确定卵枝期防治指标为  $45/400 \times (1 - 0.8) = 0.56 \approx 0.5$  (卵枝/株)。

3. 春季幼虫防治指标的制定, 未考虑越冬后 5~6 龄幼虫至结茧化蛹期各种死亡因子的作用。由于各种死亡因子的作用是连续性的, 难以用静态模式作出估测。但持续死亡的幼虫减少了针叶损失, 保证失叶水平不超过 25%。另外, 根据作者的经验, 春季幼虫的虫情调查, 最好是在幼虫越冬后未上树前进行, 可直接从树干及地面统计幼虫数量, 方法简便, 数据可靠。

### 参 考 文 献

- [1] 中国林科院主编, 1983, 中国森林昆虫, 中国林业出版社。
- [2] 范迪等, 1987, 灭幼腺 3 号防治赤松毛虫试验简报, 山东林业科技, (3): 27~31。
- [3] 朱坤等, 1985, 落叶松毛虫危害指标的研究, 东北林业大学学报, 13(3): 22~26。
- [4] Flint, M. L. 等, 1981(曹骥等译, 1985), 害虫综合治理导论, 科学出版社。

## STUDIES ON THE CONTROL INDEX OF *DENDROLIMUS* *SPECTABILIS* BUTLER

Wang Xinan

(The Shandong Research Institute of Forestry)

**Abstract** By simulated experiments, the Fermital leaf-lost level of 25% has been determined for 15~20 year-old plantations of *Pinus densiflora* initially attacked by *D. spectabilis* under the medium site conditions in central-south mountain areas in Shandong Province, and the amount of leaves eaten by caterpillars has been measured to be 40 g/head. The regression equation,  $y = 1275.47x - 5861.72$  ( $r = 0.90$ ), has been set up between the volume of needles ( $y$ ) and the diameter of breast height dbh ( $x$ ). A control index of *D. spectabilis* in spring is set to be 11~59 head/tree for plantations with an average dbh of 6~12 cm.

**Key words** *Dendrolimus spectabilis* Butler; control index