

松突圆蚧防治指标的研究^{*}

梁 波 苏 星 何昭珩 李奕震
(林学院)

摘要 本文旨在探讨制定松突圆蚧 (*Homalictesia pinusophila* Takagi) 防治指标的方法。根据虫害发生特点, 从个体及群体两种水平进行了研究。个体危害程度可分为4个等级, 结果表明Ⅰ至Ⅳ级不同树冠层的虫口密度呈有规律变化, 虫口密度随危害程度增大而减小; Ⅲ级后材积连年生长量显著下降, Ⅳ级超过极显著水平。在群体(即林分)水平来看, 稔山平均虫口密度明显高于寨场山。以林分受害指数作为群体受害程度的测度, 惠东县寨场山、稔山及海丰县圆墩平均受害指数分别为37.49%、28.42%和33.95%。调查数据表明, 林分材积损失率随林分受害指数变化大致为一条 Logistic 曲线, 通过计算机拟合, 得林分材积损失率的估测模型。根据防治指标定义和估测模型推导出寨场山、稔山及圆墩3种立地类型的防治指标依次为34%、47%及30% (以受害指数表示)。由经济为害水平 (EIL) 定义出发, 我们得到相应的3种防治决策函数。

关键词 松突圆蚧; 为害等级; 林分受害指数; 防治指标

松突圆蚧是广东省近年来发现的严重森林害虫。1983年以来, 有关专家学者和森保工作者先后开展了松突圆蚧综合治理研究, 在害虫生物学特性、生物、化学防治领域取得了初步成果^[1,2,7], 而防治指标研究则未见报导。为了适应生产上的迫切需要, 本文采用大样法确定平均虫口密度, 结合害虫发生发展规律与不同受害类型林分年生长量变化规律, 建立由林分受害指数估测材积年损失率的数学模型。根据防治指标的基本定义, 从生物学、经济学角度提出防治指标以及防治决策函数。

1 研究区域自然概况

研究点主要分布在惠东县寨场山林场、稔山林区及惠东县交界的海丰县圆墩林场。这3个区域均属于沿海丘陵地带, 濒临海湾, 最高海拔573 m。土壤土层较薄, 有机质层15 cm左右, 成土母质多属花岗岩或干枚岩, pH值为5.0~6.5, 个别小范围呈现碱性土壤。年平均气温约21℃, 全年最高温和最低温分别出现在8月份和1月份, 年平均相对湿度78.5%, 年平均降雨量1720.6 mm, 雨季集中在4至9月份, 常受台风影响, 为典型的海洋性气候。

试验点林分为飞播马尾松纯林。根据树龄划分两大类型: (1) 马尾松中龄林, 平均树龄20年生左右, 林分平均胸径15.6 cm左右, 平均树高约9 m, 郁闭度0.4~0.5; 密度900株/ha, 地被物多为芒箕、桃金娘、岗松等, 寨场山、圆墩的林分均属于上述类型。(2) 马尾松幼龄林。平均树龄10年生左右, 稔山属这种类型, 林分平均胸径9.5 cm, 平均树高7.5 m, 郁闭度0.5~0.6, 密度1350株/ha, 地被物与类型1相似, 立地条件优于类型1。

* 本研究是梁波硕士学位论文的一部分
1992-03-13收稿

2 研究方法

2.1 标准地设备

按巢式田间试验方法在寨场山、稔山、圆墩3个研究点各设置30块标准地, 每块面积约1/15 ha^[3], 参照单株为害分级标准(见表1), 结合专家评议, 对标准地逐株分级, 每个级别按平均标准木法设置4株固定标准木。

表1 单株为害等级的划分标准

为害等级	代表值	树冠受害状态	虫口在树冠分布情况
I	0	整株树树冠无危害性, 2年生针叶保存完好。	无规律
II	1	树冠上、中层无危害状, 2年生针叶保存完好; 下层呈现危害状, 2年生针叶保存率等于或大于2/3。	树冠下层的 虫口密度最大
III	2	树冠上层无危害状, 2年生针叶保存完好; 中层有危害状, 2年生针叶保存率等于或大于2/3; 下层有危害状, 2年生针叶保存率小于2/3。	树冠中层的 虫口密度最大
IV	3	树冠上、中、下层均有危害状。上层2年生针叶保存率等于或大于2/3; 中层2年生针叶保存率等于或大于1/3, 小于2/3; 下层2年生针叶保存率小于1/3。	树冠上层的 虫口密度最大

注: 危害状是指针叶枯黄、落叶、抽梢变短等现象。

2.2 危害程度的划分

2.2.1 单株为害分级标准(表1) 分级调查以10~11月份为准。参照表1的分级标准结合专家现场评议确定单株为害等级。

2.2.2 林分受害程度的测度 以林分受害指数作为林分受害程度的测度, 定义如下:

林分受害指数(x) = Σ (I、II、III、IV级株数 × 相应级代表值) / (调查总株数 × 最严重级代表值)

2.3 发生动态的研究

2.3.1 抽样和镜检方法 (1) 树内抽样分上、中、下3层及东、西、南、北4个方向, 在小枝2年生针叶区段内按上、中、下3个位点各随机抽取10针束镜检; (2) 株间抽样用随机抽样方法(固定标准木除外)。镜检参照童国健的方法^[6], 每20~30天抽样调查1次, 从1988年4月起至1989年5月止。

2.3.2 数据初始处理 计算每株样树各层平均虫口密度、单株平均密度、标准差, 采用各级加权平均计算标准地的虫口密度。

2.4 防治指标的确定

2.4.1 林分受害指数的确定 按表1进行每株分级调查, 若分级出现矛盾时, 以虫口在树冠分布情况为主要依据, 结合专家评议, 计算各标准地受害指数。

2.4.2 林分材积年损失率的估测 按常规方法进行树干解析^[1], 分级统计。按下式计算林分材积年损失率:

林分材积年损失率(y) = Σ (I、II、III、IV级株数 × 相应级年损失率) / I、II、III、IV级株数总和

- 2.4.3 林分材积年损失率与受害指数关系方程的拟合 方法见王振中等^[2]的研究方法^[2]。
- 2.4.4 防治指标的推导 (1) 根据生物学观点, 从影响树木生长角度出发, 生长量受到明显损失前须采取防治措施, 以免生长受阻。(2) 从经济学观点出发, 根据防治费用必须低于收益原则建立防治决策函数。

3 结果与分析

3.1 种群密度空间分布特点

3.1.1 不同等级树内虫口密度分布特点 以稔山11月份13个样地资料作统计分析($n=200$ 株), 其主要结果见表2。

表2 不同树冠层平均虫口密度的比较 稔山1988

为害等级	虫口密度(头/针束)						FR _{0.05}
	上层	中层	下层	上层-中层	中层-下层	上层-下层	
I	0.68	1.27	1.18	—	—	—	1.72
II	0.25	1.21	3.15	—	1.94*	2.90*	1.04
III	0.94	2.02	0.77	1.80*	1.25*	—	0.86
IV	1.61	0.68	0.32	0.93*	—	1.29*	0.80

注: *表示在5%水准显著。

表2中的FR_{0.05}是Tukey的固定极差在 α 水准的显著性标准尺度^[3], 若任两组平均数之差的绝对值超过FR_{0.05}时就认为其差异是显著的。由表2可知, I级的上、中、下3层的虫口密度无显著差异, II级树冠下层的虫口密度显著地大于其他部位的虫口密度, III级树冠中部的虫口密度显著地大于其他部位, IV级树冠上部的虫口密度显著地大于其他部位。上述结果为划分单株为害等级的主要依据。

表3 株间平均虫口密度变动的比较 稔山1988

样地号	抽样类型	调查株数	虫口密度(头/针束)	标准差	变动系数
2~3号	I	58	3.25	2.16	66%
	II	55	5.85	0.87	15%
	III	50	4.11	0.65	16%
	IV	12	2.12	1.10	52%
	混合型	40	4.28	3.81	89%
18~19号	I	60	6.34	3.87	61%
	II	50	7.12	0.85	12%
	III	50	5.56	0.61	11%
	IV	16	2.98	1.28	43%
	混合型	45	6.12	5.26	86%

3.1.2 株间虫口变动的比较 以相距最远的两组样地资料(稔山2~3号和18~19号标准地)分5种情况取样作统计分析, 结果列于表3。调查抽样时间为1988年5月份。从表3可以看出: (1) 不同等级株间虫口密度变异较大(变动系数超过80%); (2) 同一等级树间变异较小。第II、III级虫口相对稳定(变动系数小于20%); (3) 从III级起, 虫口随着危害程度增

加而降低; (4) 在小范围林分内, 除 I 级外, 其余各级树上的虫口密度都趋向一个相对稳定的数值。

3.2 种群数量时间动态的初探

将1988年4月至1989年5月观察数据整理得到原始时间数据列。见表4。

表4 两种类型林分平均虫口密度年变化

1988~1989

虫口密度 (头/ 针束)	时间(年、月)														
	1988.4	5	6	7	8	9	10	11	12	1989.1	2	3	4	5	
稔山	8.5	6.9	3.6	1.3	1.1	0.9	0.9	1.2	2.1	1.8	3.7	9.5	8.3	5.8	
寨场山	5.9	4.8	2.3	1.2	1.0	1.4	1.0	1.4	1.8	2.2	3.2	5.7	6.2	4.1	

注: 虫口密度是以每针束平均活虫数为单位。

由表4可知: (1) 年变动曲线可分为平稳期(7月~1月)及高峰期(2月~6月)两大部分; (2) 稔山全年平均虫口密度高于寨场山, 平稳期两地虫口密度差异不大, 高峰期稔山明显高于寨场山; (3) 稔山高峰值出现在3月份, 寨场山则出现在4月份。由于两地气候因子相差甚小, 推测这可能是两地的食料、天敌及侵入时间等不同因素共同影响的结果。

3.3 防治措施的测定

在寨场山、稔山、圆墩3个地点各取30个标准地计算林分受害指数及其相应的材积年损失率。

3.3.1 林分受害指数的平均值 经计算得: 寨场山平均受害指数是37.49%, 圆墩为33.95%, 稔山28.42%。这说明寨场山平均受害程度最大, 圆墩次之, 稔山最小。事实上, 寨场山及稔山两地在1986~1988年期间曾进行过抚育间伐, 所以实际受害指数会比现在稍大。

3.3.2 林分材积年损失率的计算

3.3.2.1 对照级的确定 为了确定松突圆蚧对 I 级树材积年生长的影响, 于1988年11月在未采取防治措施的新发生区圆墩林场进行了研究。将 I 级树划分为3类: A类 虫口密度小于或等于0.1头/针束; B类 虫口密度大于0.1头/针束, 小于或等于6头/针束; C类 虫口密度大于6头/针束。每类各取8株进行树干解析, 然后对不同虫口密度 I 级单株连年生长量进行方差分析, 得 A、B、C 3个类型间的方差比 F 值为0.517。这表明: 虫口对 I 级树的材积生长无显著影响, 故以 I 级单株材积作为对照是可行的。(此方差分析过程略。)

3.3.2.2 不同等级单株材积的统计分析 根据树干解析结果, 选取1982~1989年7年材积连年生长量的平均值作为材积平均连年生长量, 据此求得各级单株材积损失率, 并对各级单株材积连年生长量进行方差分析与多重检验。结果表明: I 级与 II 级无显著差异, I 级与 III 级有显著差异, I 级与 IV 级有极显著差异。(见表5)

表5 不同为害等级单株材积连年增长量的比较

1989

地点	等级	连年增长量 (m³)	年损失率 (%)	q 检验
寨场山	I	0.00641	—	FR _{0.05} =0.00224, FR _{0.01} =0.00276
	II	0.00551	14.0	V _I -V _{II} =0.00090, S _e =0.002317
	III	0.00402	37.2*	V _I -V _{III} =0.00239*
	IV	0.00269	58.0**	V _I -V _{IV} =0.00372**
稔山	I	0.00713	—	FR _{0.05} =0.00149, FR _{0.01} =0.00186
	II	0.00662	7.13	V _I -V _{II} =0.00051, S _e =0.001241
	III	0.00553	22.4*	V _I -V _{III} =0.00160*
	IV	0.00453	36.4**	V _I -V _{IV} =0.00260**
圆墩	I	0.00598	—	FR _{0.05} =0.00161, FR _{0.01} =0.00199
	II	0.00496	17.1	V _I -V _{II} =0.00102, S _e =0.001668
	III	0.00403	32.6*	V _I -V _{III} =0.00195*
	IV	0.00284	52.4**	V _I -V _{IV} =0.00314**

注: V_i表示第i级树平均连年增长量 (i=I、II、III、IV), 记号*与**分别表示与对照比较差异达到显著、极显著; S_e为剩余标准差。

3.3.2.3 林分材积年损失率的计算 由每个地点各取30个标准地的数据求得各地的平均材积年损失率, 其中寨场山损失率为27.9%, 每年每公顷约损失1.61 m³; 圆墩损失率为25.6%, 每年每公顷约损失1.38 m³; 稔山损失率为13.5%, 每年每公顷约损失1.30 m³。

3.3.3 材积损失率的估测模型 用计算机拟合得由受害指数估测材积损失率的方程, 见表6, F检验表明其方程极显著有效, 其平均误差小于3.5%。

表6 不同立地类型的材积损失估测模型

地点	材积损失估测模型	剩余标准差 (S _e) / F 值
寨场山	$y = 61.27 / (1 + 4.087e^{-0.0221x})$	3.49/58.81**
圆墩	$y = 51.68 / (1 + 2.191e^{-0.0276x})$	2.11/52.14**
稔山	$y = 38.15 / (1 + 3.456e^{-0.0218x})$	2.25/11.56**

3.3.4 防治指标的确定 防治指标是指采取防治措施时林分受害指数。

3.3.4.1 从影响林木生长的生物学角度认为, 生长量受到明显损失前应采取防治措施, 以免生长受到太大的影响, 而生长量明显下降时林分材积年损失率为:

$$\text{林分材积年损失率 } y_{0.05} = \Delta V_{0.05} / V_1 \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

上式中的 $\Delta V_{0.05} = FR_{0.05}$, 将表5中的有

表7 不同立地类型的防治指标

关数据代入(1)式得: 寨场山 $y_{0.05} = 35\%$, 稔山 $y_{0.05} = 21\%$, 圆墩 $y_{0.05} = 27\%$ 。

立地类型	寨场山	圆墩	稔山
防治指标 X _{cr}	34%	30%	47%
材积损失率	26.2%	24.6%	17.2%
年损失量 (m³/ha)	1.511	1.323	1.636

根据防治指标应是略小于 $y_{0.05}$ 时的受害指数, 求得3个地点的防治指标列入表7。

表7结果表明, 寨场山、圆墩两地平均受害指数均已超过防治指标, 应采取防治措施。稔山则未达到防治指标, 一方面可能是稔山立地条件较好, 树龄较小, 树木生长正处在生

长旺盛期，具有较大的耐害性；另一方面由于稔山是广东省林业厅松突圆蚧综合治理试验点，频频进行生物、化学防治试验及营林管理措施，这些措施可能会降低林分受害程度，使整个林分维持较低的受害指数。

3.3.2.2 从经济学观点来推导防治指标 若林分因松突圆蚧造成的经济损失与挽回此损失所需的防治费用相等条件下的受害指数，称之为经济危害水平 (X_{EN})，相应的材积损失率记为 Y_{EN} 。由定义可得：

$$VY_{EN}W = \varnothing \dots\dots\dots (2)$$

式中， V 为期望材积， W 为木材单价， \varnothing 为防治费用。于是将材积损失估测方程 $y = k / (1 + me^{-ax})$ 代入 (2) 得到：

$$X_{EN} = (1/a) \ln (\varnothing m / (K VW - \varnothing)) \dots\dots\dots (3)$$

再由防治指标 X_{ET} 定义，推导出防治指标的数学模型：

$$\begin{aligned} X_{ET} &= (X_{EN} - TR) G \\ &= ((1/a) \ln (\varnothing m / (K VM - \varnothing)) - TR) G \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

式中， T 为控制虫害发展所需时间， R 为虫害发展速度， G 为防治效果。

分别将寨场山、稔山、圆墩有关参数代入 (4) 式后，便可得到相应的决策函数，见表 8。

表8 防治指标决策函数

地 点	决 策 函 数
寨场山	$X_{ET} = (30.63 \ln (4.09\varnothing / (61.27VW - \varnothing)) - TR) G$
稔 山	$X_{ET} = (44.09 \ln (2.19\varnothing / 51.68VW - \varnothing)) - TR) G$
圆 墩	$X_{ET} = (45.53 \ln (3.46\varnothing / 38.15VW - \varnothing)) - TR) G$

4 结论与讨论

4.1 由于在包括各种为害等级的地段找不到完全无虫的标准地，而松突圆蚧对 I 级树材积连年生长量不构成显著影响，故 I 级树可以作为计算材积损失率的对照级。II 级、IV 级连年生长量损失分别达到显著性水平和极显著水平。

4.2 松突圆蚧在 I、II、IV 级树内的空间分布呈规律性，可以根据不同树冠层虫口密度相对大小与为害状划分为害等级。

4.3 在一定小范围林分内，除第 I 级外，各个为害等级都保持着相对稳定的虫口密度，并随着危害程度增大（即为害等级变大）虫口密度反而降低。不同区域内，即使是相同的为害等级，虫口变异仍然很大。这可能是由于立地条件不同致使树木补偿能力发生改变的结果，另外松突圆蚧是一种 γ 对策昆虫，种群常处于一种不稳定状态。

至于虫口下降原因，可能来自 3 个方面：(1) 虫害发展到 II 级以后，接近环境容量 K 值，种内竞争加剧，致使虫口下降；(2) 食料等环境资源变差，天敌种群不断扩大；(3) 松树出现枯黄落叶，因松突圆蚧扩散能力不强，来不及转移（指初孵若虫）同针叶一起脱落。

4.4 林分损失率随受害指数变化呈现为一条 Logistic 曲线。通过 Logistic 方程，由受害指数便可以估测林分材积损失率。估测方程剩余标准差不超过 4%。

4.5 寨场山、稔山、圆墩 3 种立地类型的防治指标分别为 34%、47% 和 30%。3 者数值变化

较大,这主要是由于立地条件差异造成的耐害性不同所致,同时亦同树龄、害虫天敌种群、人为防治因素有关。

4.6 由 EIL 的定义,从经济学角度得到防治决策函数(见表8),生产部门可参考应用。

4.7 调查表明(见表4),虫口密度最高峰在3~4月,建议最好在2月份开始防治,以免受到太大损失。

参 考 文 献

- 1 大隅真一等著,于瑛和等译.森林计测学.北京:中国林业出版社,1984:123~143
- 2 王振中,林孔勋,范怀忠.植物病害流行生长模型预测法.华南农业大学学报,1987,8(1):1~9
- 3 莫惠栋编著.农业试验统计.上海:上海科学技术出版社,1984:163~305
- 4 梁承丰.松突圆蚧天敌研究初报.林业科技通讯,1988(6):20~24
- 5 黄茂俊等.松突圆蚧大发生对马尾松生长的影响调查.广东林业科技,1988(3):5~7
- 6 董国健.松突圆蚧自然种群数量消长规律的初步研究.林业科技通讯,1988(2):6~11
- 7 潘务耀.松突圆蚧生物学特性及防治研究.林业科技通讯,1989(1):1~6

STUDIES ON POPULATION DYNAMICS AND ECONOMIC THRESHOLD OF THE PINE NEEDLE HEMIBERLESIAN SCALE

Liang Bo Su Xing He Zhaoheng Li Yizhen
(College of Forestry)

Abstract This paper tried to inquire into the method of formulating economic threshold of the pine needle hemiberlesian scale. On the specialities of pest infection they were researched in two levels of individuals and population of trees. Damage degrees of individuals were divided into four classes. The results showed that the pest density in different crowns from class I to class IV was regularly variable and it decreased with the increase of damage degrees. The current annual increment of volume was largely reduced in class II & IV. In the level of population of trees (i. e. stand) mean density of pest insect in Nian Shan was much higher than that in Zhai Chang Shan. The index of damage of stand was regarded as the measurement of stand losses. The mean index of damage of stand in Zhai Chang Shan, Nian Shan and Yuan Dum was respectively 37.49%, 28.42% and 33.95%. From the data surveyed the volume damage rates showed a Logistic curve as the index of damage changed. Predictive models of volume damage rates were constructed by means of computer. According to the definition of ECONOMIC THRESHOLD (ET) and predictive models, ET was obtained in Zhai Chang Shan, Nian Shan and Yuan Dun. They were 34%, 47% and 30%. We also got the functions of decision making from the definition of ECONOMIC INJURY LEVEL (EIL) in viewpoint of economics.

Key words The pine needle hemiberlesian scale; The index of damage of stand; Classes of damage degrees; Economic threshold (ET)