

松突圆蚧对马尾松危害程度与生态因子关系的研究*

顾茂彬 王宝生 李意德 杨曾奖

邱坚锐 陈佩珍 陈芝卿

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

连俊和 翁锦泗

(广东省惠东县林业局)

摘要 松突圆蚧危害程度的划分是以2年生枝条上松针的保存率、枝梢形状和生势作为依据,用60株平均木树干解析连年生长量验证,准确率达87.73%。对惠东、深圳等6个县(市)9个调查区60块标准地的综合调查结果:危害轻度和中等的林下植物多为草本植物群丛组、桃金娘群丛,其土层松厚肥沃;危害较严重和严重的林下植物多为芒萁群丛、马唐+芒萁群丛及山的上部,其土壤酸度大、瘠薄。林分因子中,郁闭度与危害程度呈多项式二次幂关系,郁闭度0.5~0.65的危害最轻;水汽压与郁闭度也呈多项式二次幂关系,郁闭度0.5~0.6的水汽压最低。合理的修枝间伐,控制林分郁闭度在0.5~0.65之间,可提高林木的抗虫性。

关键词 松突圆蚧; 危害程度; 修枝; 间伐

松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysophila* Tekagi)是近年来发生在广东省马尾松林内的一种危险性森林害虫,到1987年受害面积已超过43万ha,其中已枯死的超过6.7万ha,对林业生产和生态环境影响极大。为了控制此虫的危害,1984年林业部把“松突圆蚧发生规律和综合防治的研究”列为部级“六五”研究课题,1986年把“松突圆蚧综合防治技术的研究”列入“七五”国家科技攻关项目。广东省林业厅防治站对此虫的生物学特性、消长规律及化学、微生物防治、天敌利用等做了大量的研究工作中。营林措施是综合防治的重要手段,要做好此项工作,需要研究松突圆蚧对马尾松林的危害性及其与生态因子的关系。据广东省防治松突圆蚧指挥部下达课题的要求,1988年4~8月,我们在惠东、深圳等6县(市)设立了9个调查区,共设置标准地60块,对马尾松林受害程度及生态因子作了调查,在标准地内调查了林分特征、林下植物、土壤、小气候因子、害虫及天敌的种群数量等,现将调查资料和数据加以整理,写成本文。

本文于1989年10月24日收到。

*调查工作得到新会县林业局、罗浮山林场、中山市林业局暨三乡镇政府、珠海市林业局、深圳市绿化委员会的大力支持,广东省林业厅谭务耀、热带林业研究所黄金、曾庆波、李炎香、周文龙、胡建如等同志参加部分工作,并提出了宝贵意见,土壤及松针养分由热带林业研究所分析室测定,在此一并致谢。

一、调查方法与内容

(一) 危害程度的划分

据马尾松林遭松突圆蚧危害 2 年生枝条上的松针保存率及生长势, 进行危害程度的划分。

(二) 危害时间与程度

9 个调查区是惠东县的碧山、寨场山、盐灶背; 新会县的圭峰山、同和; 博罗县的罗浮山; 中山市的三乡; 珠海市的南屏; 深圳市的小梅沙。通过踏查, 对每个调查区不同危害程度的面积百分比作出估计, 用一元线性回归方法, 找出受害时间与危害程度间的关系。

(三) 标准地设置

在全面踏查的基础上, 每个调查区划分出不同的危害程度, 再按危害程度设置标准地 6 块(新会圭峰山混交林设标准地 12 块), 标准地设置原则: ①基本能反映该调查区不同的危害程度; ②标准地周围要有 5 m 以上的缓冲带; ③标准地林下植物基本相似; ④标准地(包括缓冲带)的小地形基本一致。9 个调查区共设置标准地 60 块。调查时先记载林分的平均危害程度, 然后进行综合调查。

(四) 标准地调查

1. 立地条件及经营活动调查 坡向、坡度、海拔、地形(分凸、凹和平直)、森林经营及人为破坏(主要指采樵)活动。

2. 林分因子调查 目测估计林分郁闭度、每木检测胸围、目测树高和生长级(分 5 级: 1——健壮; 2——良好, 但有轻微病虫害; 3——一般, 病虫害较重; 4——生长衰退, 病虫害严重; 5——濒死或已死亡)。混交林按树种分别量测记载。

3. 林下植物 采用 Braun-Blanquet 的盖度—多度等级对每种植物估测记载盖度(5% 以上者)或多度(盖度 5% 以下者分“+”和“r”两个等级)、平均高度(藤本植物为平均长度)、生长势及下层植物的总覆盖度。

4. 解析木 根据每块标准地林木的平均胸围和平均高度, 伐倒一株作解析木(如乔木分层明显则分层取解析木, 混交树种另取), 以计算标准地材积和确定马尾松林平均年龄。根据标准表求林分疏密度。

5. 土壤调查及松针养分含量的测定 土壤调查: 记载植被、地形、母质、收集凋落物; 挖土壤剖面一个, 描述土壤类型及形态特征; 采集 0~20 cm、20~60 cm 两层土样供理化常规分析。每块标准地调查样树 5 株, 在每样树树冠南北中部取下的松针组成混合样品, 作松针养分的常规分析。

6. 小气候因子观察 在 60 块标准地中以 6 块为一组进行同步观察。在每个标准地内, 于高度 1.5 m 处设置自记仪器测量温度、湿度和风速等, 记录整理后, 用各县气象局历年资料, 经相关统计分析, 延长为全年资料, 结合松突圆蚧对马尾松的危害程度进行分析。

7. 松突圆蚧及其天敌的种群数量调查 每块标准地调查样树 5 株, 于每样树树冠南北方向的中部剪下 2 年生松针的枝条, 按南北方向随机抽取松针 90 束, 其中 30 束镜检虫口数量, 60 束观察天敌。根据活虫数量与危害程度等进行分析。

二、结果与分析

(一) 危害程度划分及检验

松突圆蚧吸食老针叶基部的汁液,危害轻的松针色泽正常,危害重的松针受害处变褐发黑、缢缩或腐烂,继而针叶上部枯黄卷曲或脱落,致使林木抽梢短、针叶早死、枝梢萎缩等,严重影响林木生长,据表征的差异,划分为如下四级。

1. 危害轻度 2年生枝条上保存松针80%以上,绿色,生长势较好。
2. 危害中等 2年生枝条上保存松针50%~80%,绿色,枝条端部有轻微萎缩,生长势一般。
3. 危害较严重 2年生枝条上保存松针20%~50%,枝条端部明显萎缩,生长势较差。
4. 危害严重 2年生枝条上80%以上的松针变黄或脱落,枝条端部严重萎缩变形,呈濒死状。

根据表征来划分松突圆蚧对马尾松林危害程度,关系到对生态因子分析的可靠性。因此,有必要对不同危害程度进行检验。黄茂俊等^[2]研究表明:松突圆蚧危害马尾松林造成的损失可反映在材积连年生长量下降这一特征上。据此,我们用1986、1987年的材积生长量变化来进行检验。

据各标准地平均木树干解析材积连年生长量确定危害程度。材积连年生长量的比较是:计算同一地位级各龄级材积连年生长量的平均值,然后对应各龄级拟合平均生长的二次幂曲线回归模型,相关系数在0.94以上,经 F 检验,差异极显著,可靠性达99%。以各解析木1986、1987年的实际材积生长量和回归模型同年龄的估计材积生长量之差与估计量之比,得出实际值与估计值的差异百分率,其频度分布和各样地危害程度的比例,四个地位级的危害程度是:差异百分率大于35%为危害轻度;0~35%为危害中度;-35%~0为危害较严重;小于-35%为危害严重。据前述标准确定实际危害程度,与野外划分的解析木的危害程度的关系,反过来检验林分平均危害程度,结果表明:在60块标准地中,除去3块混交林外,有50块标准地是相符的,7块标准地相差一个等级,可靠率达87.73%,证明用表征法划分林分平均危害程度是可行的^[3]。

(二) 危害时间与危害程度的关系

表1表明,危害时间越长,危害较严重和严重的林分面积越大。 y_1 代表危害轻度; y_2 代表危害中等; y_3 代表危害较严重; y_4 代表危害严重, x 为危害时间,其一元线性回归方程: $y_1 = 46.09998 - 6.699996x$, $r = -0.9505146$, 剩余标准差3.3028, F 统计值64.9271, $F_{0.01}(1,7) = 12.25$; $y_2 = 71.34996 - 7.449993x$, $r = -0.9356452$, 剩余标准差3.8983, F 统计值56.81364, $F_{0.01}(1,7) = 12.25$; $y_3 = -4.235249 + 7.364292x$, $r = 0.9662652$, 剩余标准差2.9421, F 统计值97.4293, $F_{0.01}(1,7) = 12.25$; $y_4 = -13.21432 + 6.785721x$, $r = 0.8893673$, 剩余标准差5.2001, F 统计值26.5996, $F_{0.01}(1,7) = 12.25$; 经 F 检验,回归方程极显著,可进行危害程度的预测。从表1可见,乱砍优势木会加重林分的危害程度,适度的修枝间伐可以减轻林分的危害程度。

(三) 林下植物与林分特征

据60块标准地材料,林下为草本植物群丛组、桃金娘群丛(*Rhodomyrtus tomentosa* asso-

表 1 各林区马尾松林不同危害程度的面积百分比估计

项 目 地 点	标准地 (块)	危害 年数 (a)	轻度 (%)	中等 (%)	比较 严重 (%)	严重 (%)
博罗县罗浮山	6	3	30	50	15	5
新会县圭峰山①	12	4	20	40	25	15
新会县同和	6	4	15	35	30	20
惠东县碧山	6	5	10	40	35	15
惠东县寮场山②	6	5	15	40	30	15
惠东县盐灶背	6	6	5	25	40	30
中山市三乡③	6	6	2	25	38	35
深圳市小梅沙④	6	7	2	18	50	30
珠海市南屏	6	7	1	19	45	35

①有混交林；②进行了修枝间伐；③部分优势树被砍；④近海边。

剩余标准差 0.6877, F 统计值 18.57, $F_{0.01}(4, 52) = 9.13$, 经 F 检验, 回归方程极显著^[4]。

选定林分郁闭度、疏密度、密度、混交种数、地位级、平均胸径、平均树高、蓄积量、平均年龄等 9 个因子作为自变量, 以林分危害程度作为因变量, 逐步回归分析, 表明 9 个因子与危害程度均无明显的线性关系。而通过各个单因子与危害程度作正交多项式回归, 仅郁闭度有回归关系, 其模型为: $y = 8.0711 - 21.9460x + 19.44x^2$, 相关系数 0.905, 剩余标准差 0.1135, F 统计值 71.099, $F_{0.01}(1, 10) = 10.04$, 经 F 检验, 回归方程极显著。

(四) 土壤条件与松针养分

以影响土壤理化性状的 12 个土壤因子(有机质、全 N、速效 P、速效 K、pH(H₂O)、代换盐基总量、盐基饱和度、物理性粘粒含量、土壤容重、黑土层、土层厚度及母质类型)作自变量, 林分危害程度作因变量。经相关和逐步回归分析, 危害程度与土壤有机质、全 N、黑土层、土层厚度及物理性粘粒含量间有着极显著的负相关关系。即随着其含量或厚度的增加, 危害程度减轻, 而与土壤容重相反。其中起主导作用的是黑土层厚度和物理性粘粒含量。建立的危害程度预测方程: $y = 7.009 - 0.237x(\text{黑}) - 0.034x(\text{物})$, 复相关系数为 0.785, 剩余标准差 0.655, F 统计值 31.383, $F_{0.01}(2, 40) = 5.18$, 经 F 检验, 回归方程极显著。

以松针中全 N、全 P、全 K 及反映养分平衡关系的 N/P、N/K、P/K 比值为自变量, 危害程度为因变量, 逐步回归分析, 结果表明: 松针中 N、P、K 含量越高, 危害程度越轻, 特别是 P、K 含量。回归方程为: $y = 9.536 - 2.0318x(N) - 51.531x(P) - 7.853x(K)$, $r = 0.714$, 剩余标准差 0.716, F 统计值 13.0777, $F_{0.01}(3, 40) = 4.31$ 。经 F 检验, 回归方程极显著。

相关分析表明: 松针中全 N 含量与土壤有机质、全 N 间呈正相关; 全 P、全 K 与土壤速效 P、K 间无显著相关, 而与土壤其它物理性状的好坏有关, 土层松厚利于 P、K 的吸收。

(五) 小气候因子

上坡相对为低温高湿型, 中、下坡相对为高温低湿型, 洼地和下坡的静风地带为高温高湿型。这些林地由于郁闭度的不同而引起温湿度的差异, 从而导致水汽压的变化。60 块标准地水汽压与郁闭度的关系见表 2。从表 2 可以看出, 郁闭度 0.55, 水汽压最低。水汽压与郁

闭度)或杂灌群丛组的林分以危害轻度和中度为主; 林下为芒萁群丛 (*Dicranopteris linearis* association) 和'马唐+芒萁群丛 (*Digitaria sanguinalis*, *Dicranopteris linearis* association) 的林分, 则以危害较严重和严重为主。以危害程度为因变量, 以林下植物种类、群落结构(包括种群多样性指标、总盖度、植物平均高度)及部分环境因子(包括坡形、坡向)为自变量, 进行逐步回归分析, 筛选出 4 个因子 [x_1 群丛(组), x_2 坡形, x_3 植物总盖度, x_4 植物平均高度], 其回归方程是 $y = -0.07079 + 0.16358x_1 + 0.23329x_2 + 0.02271x_3 - 0.60066x_4$, 复相关系数 0.77,

闭度的多项式回归模型为： $y = 27.1151 - 17.0662x + 13.9141x^2$ ， $r = 0.9774119$ ，剩余标准差0.1526， F 统计值107.1073， $F_{0.01}(1, 5) = 16.26$ ，经 F 检验，回归方程极显著。在林分因子中，郁闭度与危害程度呈多项式二次幂相关，在小气候因子中，水汽压与郁闭度也呈多项式二次幂相关，郁闭度0.55时，水汽压最低，林木受害最轻。

(六) 松突圆蚧与天敌的种群数量

该项研究内容已作过简要报道^[6]。按调查的松针统计，松突圆蚧的种群数量在危害中等和较严重的林分中为多，危害严重的林分中最少，这是由于营养条件恶化不利于松突圆蚧生存所致。危害轻度的林分虫口密度也小，这与郁闭度都在0.5~0.65有关，考虑到危害较严重和严重的林分2年生松针大多数枯死或脱落，而危害轻度的林分2年生松针还基本上保存，故其实际虫口数量仍较多。天敌中寄生小蜂类为优势种群，其种群数量在危害程度不同的林分中的变动情况与松突圆蚧的变动情况基本一致，但寄生率仅为1.56%，对抑制松突圆蚧所起的作用不大。

表2 水汽压与林分郁闭度的关系

林分郁闭度	标准地(块)	水汽压(Pa)
0.25	4	23.78
0.35	7	22.73
0.45	9	22.36
0.55	17	21.82
0.65	10	21.85
0.75	10	22.38
0.85	3	22.54

三、讨 论

松突圆蚧对马尾松危害程度的大小，是松突圆蚧与生态环境综合作用的结果，在不同的环境条件下，各因子的作用也不同。

1. 在山坡的中下部，土壤、小气候条件能满足马尾松生态学特性的情况下，马尾松林分郁闭度大小成为影响马尾松受害程度轻重的主要因子。郁闭度0.5~0.65的林分，营养空间较好，松针养分含量高，抗松突圆蚧危害的能力较强，林内小气候不利于松突圆蚧生育。因此，合理的修枝间伐是增强林分抗虫性、减轻危害的有效措施之一。对于郁闭度小于0.5的林分，宜补植其它树种，以改善林分结构，增强林分抗性。

2. 山脊、山坡上部及林地凸起处，土壤较瘠薄，林木生长势差，抗逆性弱，受松突圆蚧危害后，养分、水分补偿不足，加上这些地形相对为低温高湿型，有利于松突圆蚧的生长发育，因而以危害程度较严重和严重的为主，宜改种或混交其它耐瘠薄的树种。

3. 洼地和下坡静风地带，水肥条件好，林木生长佳，林分郁闭度大，冬天林内温度较高，夏天则较低，有利于松突圆蚧的生育，但林地窝风，可能不利于松突圆蚧散发。据调查结果，虫口密度比周围林地大，因而增加了种群密度和危害程度。

4. 马尾松林受松突圆蚧危害程度的轻重，除与该虫的生物学特性、种群数量和入侵时间长短有关外，还与天敌的种类、数量、土壤养分补偿能力、小气候、经营管理水平、林分结构和林木本身的代谢水平等有关。因此，需要采取综合的预防和控制措施，才能见效。

5. 马尾松在我国分布广，栽培历史久，存在许多不同的生态类型和地理类型。在综合调查中发现，松突圆蚧危害严重的林分，常有个别植株受害很轻，说明其抗虫性较强。因此，宜重视抗虫性选育工作。

6. 本调查虽然范围较广，涉及的因子较多，但由于时间较短促，所收集的材料是初步的，欠全面深入，有的有待进一步的调查研究。

参 考 文 献

- [1] 潘务耀等, 1987, 我国南方一种新的林业大害虫——松突圆蚧的研究(蚧总科, 盾蚧科), 昆虫学集刊, (7): 177~189.
- [2] 黄茂俊等, 1988, 松突圆蚧大发生对马尾松生长影响的调查, 广东林业科技, (3): 5~7.
- [3] 李意德等, 1990, 松突圆蚧危害程度划分的研究, 林业科学研究, 3(4): 411~415.
- [4] 李意德等, 1990, 松突圆蚧危害与森林植被特征关系的调查研究, 广东林业科技, (4): 6~9.
- [5] 顾茂彬, 1989, 松突圆蚧种群数量的调查与分析, 林业科学研究, 2(6): 611~612.

RELATIONSHIP BETWEEN THE ECOLOGICAL FACTORS AND THE DAMAGE LEVEL OF *PINUS MASSONIANA* FOREST ATTACKED BY *HEMIBERLESIA PITYSOPHILA*

Gu Maobing Wang Baosheng Li Yide Yang Zengjiang
Qiu Jianrui Chen Peizhen Chen Zhiqing

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Lian Junhe Weng Jinqiu

(The Bureau of Forestry, Huidong County)

Abstract Damage level by *Hemiberlesia pitysophila* was classified based on the survival rate of needles of 2-year-old branches, shape of shoot and growing potential. Its accurate rate was up to 87.75% which was verified by current annual increment of stem analysis of 60 mean sample-trees. The comprehensive investigation of different subjects, which was done in 60 plots of 9 survey areas distributing over 6 counties and cities (Huidong, Shenzhen etc.), has revealed that light to medium damage to the forest floor most is the herb association group and *Rhodomyrtus tomentosa* association where the soil layer is deep, loose and rich, while relative serious to serious damage is *Dicranopteris linearis* association, *Digitaria sanguinalis* and *D. linearis* codominant association and in the top of the hill where the soil is poor and highly acidic.

Among the factors of the stand, the relationship between canopy and damage level is represented by a polynomial second power equation and the lightest damage occurs in the forest of 0.5~0.65 canopy density. Water-vapour pressure also has a polynomial second power equation with canopy density and the lowest pressure value is obtained in the forest of 0.5~0.65 canopy density. Therefore, a reasonable pruning, thinning and controlling canopy density between 0.5~0.65 may enhance the resistance of the forest against *Hemiberlesia pitysophila*.

Key words *Hemiberlesia pitysophila* Takagi; damage level; pruning; thinning