

文章编号: 1001-1498(2000) 02-0182-06

# 松林火灾对松材线虫病流行关系的研究\*

来燕学<sup>1</sup>, 周永平<sup>2</sup>, 余林祥<sup>3</sup>, 张世渊<sup>4</sup>, 沈炳顺<sup>5</sup>

(1. 浙江省宁波市森林植物检疫站, 浙江宁波 315000; 2. 浙江省宁波市北仑区森林植物检疫站, 浙江宁波 315800; 3. 浙江省宁波市大榭开发区管理委员会, 浙江宁波 315812; 4. 浙江省象山县森林植物检疫站, 浙江象山 315700; 5. 浙江省余姚市森林植物检疫站, 浙江余姚 315400)

**摘要:** 松林火灾与松材线虫病的发生和传播有着密切的关系。从火烧松林内羽化的松墨天牛, 平均每头可携带 7 364 条松材线虫, 侵入松林后就会导致松材线虫病的发生和蔓延。火烧松林诱发松材线虫病可分为当年发病型、次年发病型和隐匿发病型。治理火烧松林能有效地控制松材线虫病的发生与传播。根据研究结果, 提出了 4 条新的防治措施和建议。

**关键词:** 松林火灾; 松材线虫病; 松墨天牛

中图分类号: S 763.110.4

文献标识码: A

有些地区会出现松材线虫病越治越严重的情况, 这表明人们对松材线虫病在自然界的发生、传播规律方面还存有盲点, 对媒介昆虫大量产生的原因和病原松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle) 的传播途径了解甚少。1992~1996 年在浙江省宁波市调查和研究表明, 火烧松林是产生大量松墨天牛(*Monochamus alternatus* Hope) 和病原线虫的重要源点。控制松林火灾, 清理火烧松木, 也能有效地控制松材线虫病的发生和扩散。现将研究结果报道如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 火烧松木内的松墨天牛侵入、羽化及线虫携带情况

首先, (1) 计算产卵株率: 在每块调查的火烧松林内随机选择 10 株以上火烧松树, 检查火烧松木上松墨天牛在树皮上所留的产卵痕, 产卵株率 = [ 有产卵痕株数 / ( 有产卵痕株数 + 无产卵痕株数 ) ] × 100%; (2) 计算产卵密度: 计数树高 1~2 m 区间内每 dm<sup>2</sup> 树皮上的产卵痕数表示; (3) 求算幼虫蛀入率: 剥去调查木区间段树皮, 检查幼虫蛀入木质部情况(以扁形孔计数), 幼虫蛀入率 = [ 有蛀孔株数 / ( 有蛀入孔株数 + 无蛀入孔株数 ) ] × 100%; 蛀入幼虫密度 = 蛀入孔数 / 区间段树皮面积。第二, 在火烧松树上采取木质部标样, 带回室内用贝尔曼漏斗法分离镜检所含的线虫数量和种类。第三, 是在火烧松木上锯取部分松木段带回室内存放, 至次年捕获羽化的松墨天牛分离镜检所携带的病原线虫数量。第四, 检查前年度火烧松木上松墨天牛羽化量(以羽化孔计数)。

### 1.2 松林火灾发生后周围松林发生松材线虫病情况

实地考查松林火灾发生区周围松材线虫发生情况, 同时在大榭岛和象山高塘岛进行火烧

收稿日期: 1998-11-16

作者简介: 来燕学(1956-), 男, 浙江宁波人, 高级工程师。

\* 本文承蒙农业部植检所刘存信研究员指导和审阅, 特此致谢。

迹地清理试验, 观察清理火烧松木对控制松材线虫病发生和流行的实际效果。

## 2 结果与分析

### 2.1 松墨天牛对火烧松木的侵入

调查表明, 松墨天牛对火烧松木有极强的趋向性, 能顺利地在火烧松木上产卵繁殖。在抽查的火烧木上, 不管是黑松 (*Pinus thunbergii* Parl.) 还是马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.), 皮上均有大量的产卵痕, 木质部有许多蛀入孔。表 1 可见, 松墨天牛在火烧木上产卵全年平均 93.0%, 其中在上半年火烧木上产卵率为 100.0%, 产卵量为  $3.3 \sim 0.12$  粒  $\cdot \text{dm}^{-2}$ ; 在下半年火烧木上产卵率为 79.5%, 产卵量在  $3.11 \sim 0$  粒  $\cdot \text{dm}^{-2}$  之间。值得注意的是, 上半年火烧木幼虫蛀入率达 97.6%, 而下半年火烧木幼虫蛀入率只有 50.0%。这表明, 在下半年火烧木上松墨天牛也能产卵发育为幼虫, 但蛀入木质部越冬的幼虫明显下降; 松墨天牛侵入火烧木的数量与松林火烧发生时间有关, 也与天牛成虫活动时间有关。

表 1 松墨天牛侵入火烧松木的情况调查(1996年)

调查地点	树种	火烧日期 (月-日)	调查 株数	火烧树上 产卵率/%	产卵痕数/ (个 $\cdot \text{dm}^{-2}$ )			火烧树幼虫 蛀入率/%	幼虫蛀入孔数/ (个 $\cdot \text{dm}^{-2}$ )		
					最大	最小	平均		最大	最小	平均
象山县丹城镇珠山村	黑松	04-05	20	100.0	2.24	0.77	1.93	100.0	1.16	0.02	0.51
			10	100.0	2.24	1.14	1.49	100.0	0.70	0.04	0.54
	马尾松	10	100.0	1.71	0.77	1.25	100.0	1.16	0.02	0.46	
	小计	20	100.0	1.98	0.96	1.37	100.0	0.93	0.03	0.50	
象山县墙头镇七里亭村	马尾松	02-13	20	100.0	2.26	0.29	1.31	90.0	0.05	0	0.22
象山县大徐镇沙田村	马尾松	02-14	20	100.0	1.41	0.12	0.55	100.0	0.54	0.04	0.26
大榭区大榭镇北渡村	马尾松	02-03	25	100.0	3.30	1.15	2.22	100.0	0.75	0.10	0.38
大榭区大榭镇王树村	黑松	09-08	44	79.5	3.11	0	0.90	50.0	0.67	0	0.18
			20	75.0	3.11	0	1.52	50.0	0.67	0	0.27
	马尾松	24	83.3	2.56	0	0.53	50.0	0.44	0	0.12	
	小计	44	79.2	2.84	0	1.03	50.0	0.56	0	0.20	
上半年总计或平均				100.0	3.30	0.12	1.33	97.6	1.16	0	0.33
下半年总计或平均				79.5	3.11	0	0.90	50.0	0.67	0	0.10
全年			129	93.0	3.30	0	1.25	81.4	1.16	0	0.30

春节和清明节是森林火灾集中期, 发生率是全市全年的 65% 以上; 松墨天牛在 5 月初开始羽化, 7 月底结束, 由于成虫寿命可达 2 个月, 故成虫活动期可延至 9 月初结束。所以早期羽化的成虫受到新鲜火烧松木诱集, 大量侵入产卵; 下半年火烧松木由于错过成虫羽化期, 残余成虫产卵很少。

### 2.2 松林火灾对松木内松墨天牛的影响

在 1996 年下半年火烧松木的其中一组调查数据中, 松墨天牛产卵率 100.0%, 产卵数  $2.86$  粒  $\cdot \text{dm}^{-2}$ , 幼虫蛀入数  $0.56$  条  $\cdot \text{dm}^{-2}$ , 与上半年火烧木无明显差别(表 2)。经仔细观察得知, 这部分天牛在松林发生火烧前已侵入定居。这表明, 松墨天牛侵入后, 即使发生松林火灾, 蛀入木质部的天牛幼虫也不能被林火杀死。所以松材线虫病发生后, 用火烧松林的办法防治是无效的。

表 2 火烧松木内松墨天牛存活情况调查(1996年)

松林火烧日期(月-日)	侵入时间	火烧木上产卵率/%	产卵痕数/(个·dm <sup>-2</sup> )			火烧树幼虫蛀入率/%	幼虫蛀入孔数/(个·dm <sup>-2</sup> )		
			最大	最小	平均		最大	最小	平均
09-08	火烧前	100.0	3.11	2.56	2.86	100.0	0.67	0.44	0.56
09-08	火烧后	71.4	0.23	0	0.10	28.6	0.14	0	0.04

### 2.3 火烧松木内线虫寄生情况

分离镜检表明,火烧松木与病死松木一样含有松材线虫、拟松材线虫(*Bursap helenchus mucronatus* Mamiya et Enda)和其它线虫<sup>[1,2]</sup>,样木平均含线虫量为450条·g<sup>-1</sup>(表3)。实地调查时没有发现火烧松木枝条上有松墨天牛补充营养痕迹,故火烧松木内的线虫显然是由松墨天牛产卵时带入,再次证明松墨天牛的确能在产卵时传播松材线虫<sup>[3]</sup>。

表 3 烧死和病死松木内线虫数量镜检结果

树 种	样本来源	样本类型	分离方法	线虫数量/(条·g <sup>-1</sup> )	线虫种类/%		
					松材线虫	拟松材线虫	其它线虫
黑 松	象山丹城	烧死树	漏斗法	612	65	35	0
马尾松	象山墙头	烧死树	漏斗法	354	54	30	16
马尾松	象山大徐	烧死树	漏斗法	264	70	30	0
马尾松	北仑亚浦	烧死树	漏斗法	580	11	80	9
黑 松	象山丹城	病死树	漏斗法	588	47	47	11

### 2.4 火烧松木上松墨天牛羽化情况

蛀入火烧松木的松墨天牛能顺利地羽化出孔,羽化率与一般病死松木上没有明显差别(表4)。

表 4 蛀入火烧松木的松墨天牛情况调查

调查地点	火烧日期(年-月-日)	调查时间	调查株数	计测表面积/dm <sup>2</sup>	蛀入孔数/(个·dm <sup>-2</sup> )	羽化孔数/(个·dm <sup>-2</sup> )	羽化率/%
北仑区亚浦镇	1995-04-05	1997-03-10	5	123.5	64	29	45.3
北仑区亚浦镇	1996-04-05	1997-07-30	5	89.4	94	32	34.0
象山县丹城镇	病死松木	1996-08	5	155.3	80	32	40.0

### 2.5 从火烧松木上羽化的松墨天牛携带线虫情况

对从火烧松木上羽化的3头松墨天牛镜检表明,松墨天牛均带有线虫,每头数量平均7364条,体内所带线虫与木质部内线虫一致,多数为圆尾和尖尾幼虫,极少数为成虫。这个结果表明来自火烧木上的松墨天牛确是传播松材线虫病的重要媒介<sup>[4]</sup>。

### 2.6 火烧松木与松材线虫病发生关系

在自然界,火烧松木与松材线虫病发生情况可归纳为下述3个类型:

2.6.1 当年发病型 特点是火烧松林的面积较小,入侵的松墨天牛数量较多,一部分侵入火烧林地,另一部分直接危害附近的健康松林,产生枯死松树,造成当年发病表象。典型的实例是北仑区大矸镇西山村6号小班松林,1997年2月发生松林火灾,面积约0.7hm<sup>2</sup>。1997年8月调查,除火烧松树寄生有大量松墨天牛外,附近健康松林内也出现了200余株枯死松树,均带有松墨天牛和松材线虫。

2.6.2 次年发病型 特点是火烧松林的面积较大, 入侵的松墨天牛数量较少, 只危害火烧木而不危害附近健康松林, 造成当年不发病假象。次年, 松墨天牛在火烧松木上增殖后, 大量羽化, 危害附近健康松树, 产生枯死松树, 造成次年发病现象。典型实例是北仑区亚浦镇蒋吴村。1995 年 4 月 5 日(清明), 5 号小班松林因村民上坟引发火灾, 烧着松林约  $1.4 \text{ hm}^2$ , 1996 年 7 月, 在火烧松林附近出现 37 株枯死松树, 经镜检, 枯死松树内均含有大量松材线虫。原火烧松木上有大量松墨天牛羽化孔。

2.6.3 隐匿发病型 特点是火烧林面积很大, 入侵的松墨天牛数量相对很小, 并只能危害一小部分火烧松木。次后经增殖后的松墨天牛危害仍不超出火烧松林范围, 造成隐匿发病现象。典型的实例发生在北仑区亚浦镇通山村。1995 年 4 月, 该村发生松林火灾, 面积  $8 \text{ hm}^2$ 。1996 年 10 月调查, 该火烧松林地内, 部分火烧松木上出现羽化孔, 说明这部分松墨天牛是 1995 年侵入, 1996 年羽化, 部分火烧松木上只有新的侵入孔而没有羽化孔, 周围健康松林亦未见枯死。显示第一次入侵的松墨天牛经在火烧木上增殖, 危害仍未超出火烧林范围, 造成隐匿危害现象。

在自然状况下, 上述 3 个类型很难界定, 特别是松材线虫病严重发生地区, 松墨天牛基数极大, 火灾与松材线虫病交织在一起, 情况比较复杂, 多数表现为当年发病型。最后, 把火烧松木、病死松木、健康松木, 松墨天牛和松材线虫之间的相互关系表达如图 1。由图示意, 在火烧松木的参与下, 传播松材线虫病可分为两个途径。第一途径为病死松木产生松墨天牛和松材线虫侵染健康松树, 使健康松树受害导致死亡的传统过程。第二途径为松墨天牛携带松材线虫侵入火烧松木隐蔽起来, 到次年大量的松墨天牛携带着松材线虫从火烧木上羽化出来, 侵染健康松树, 使健康松树受害成为病死树的过程。

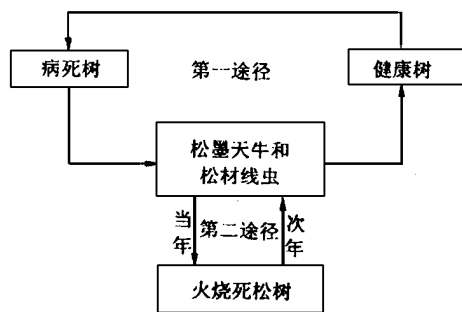


图 1 火烧松木作为传播松材线虫病新途径的示意图

## 2.7 清理火烧松树对传播松材线虫病的抑制作用

按照上述理论, 过去即使彻底清理松材线虫病死木, 仍不能达到有效控制病情蔓延的目标, 其原因之一是只关注病情传播的第一途径, 而对隐蔽的第二途径没有足够的认识。故在清理上要把第一、第二途径都切断, 才能达到有效控制松材线虫病、防止扩大、降低危害的目标。这一点在实践中已得到证明。

例如, 在 1996 年 9 月宁波市大榭开发区被确认发生松材线虫病, 发病面积  $513 \text{ hm}^2$ , 发病村数 21 个, 病死树株数 15.56 万株。同年该区在 2 月份发生森林火灾, 烧死松树 12.07 万株。从 1996 年 11 月到 1997 年 3 月, 按照新理论, 把 27.67 万株病死木和火烧木全部清理烧毁, 获得显著效果。据 1997 年 8 月 14 日调查, 大榭开发区只在 6 个村出现 227 株病死松树, 与去年相比, 病死树压缩率为 99% 以上。

象山县大徐镇和高塘岛镇也是个典型的实例。为防治松材线虫病, 高塘岛镇采用火烧松木和病死松木一同清理的措施, 而大徐镇采用只清理病死松木不清理火烧松木的方法, 两种方法导致两种完全不同的结果, 详见表 5。

表 5 象山县采用不同方法清理死松树的防治效果比较

地 点	松树死因	每年病死松树和火烧松树数量/株					备 注
		1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	
高塘岛镇	病死	3 700	1 683	385	303	373	病死树全面清理
	火烧	477	0	0	1 508	0	火烧树全面清理
大 徐 镇	病死	500	335	654	3 939	17 407	病死树全面清理
	火烧	0	2 520	2 310	5 870	860	火烧树未作清理

由表 5 可见, 1992 年, 高塘岛镇对境内发生的 3 700 株病死树和 477 株火烧树全部作了清理, 并且连续数年春季继续清理, 使病死树逐年下降, 即使在 1995 年发生松林火灾, 出现火烧木 1 508 株, 经继续进行全面清理后, 1996 年只出现病死松树 373 株, 达到有虫不成灾的稳定水平。大徐镇只清理病死松树, 而对火烧木未作清理, 致使病死树年年清, 松材线虫病年年发, 年年增。从 1992 年 500 株病死树起, 到 1996 年病死树数量达到 17 407 株, 增加 34.8 倍。这个结果进一步证明了松材线虫病与松林火灾的关系。

### 3 结论与建议

根据上述调查与研究的结果分析, 充分显示: 松材线虫病流行与松林火灾发生之间存在着紧密的关系。火烧松林是导致松材线虫病流行很重要的传播途径。这条传播途径的发现为宁波市有效地控制和压缩松材线虫病提供了新的理论依据和防治方法。为此建议:

- (1) 松材线虫病发生区, 所有火烧松木必须像病死林木一样受到严密管理, 不得放任自流。
- (2) 对存在松墨天牛侵入孔而没有羽化孔的火烧松木必须在松墨天牛羽化前全部得到彻底清理, 不留后患; 对尚未受松墨天牛侵入的火烧松木可继续留着, 引诱松墨天牛, 待松墨天牛产卵后, 统一进行除害处理。
- (3) 非松材线虫病发生区的火烧松木, 特别是与发生区交界的地区, 火烧松木必须及时清理除害, 避免诱集带松材线虫病的松墨天牛侵入。
- (4) 松材线虫病发生后, 不能用火烧松林方法除害。因为一般的松林过火不但不能杀死躲在木质部内的松墨天牛和松材线虫, 还会招致更多松墨天牛侵入、定居、增殖, 造成更大的危害。

### 参考文献:

- [1] 来燕学. 宁波萎蔫松树木质部内线虫类型镜检初报[J]. 浙江林业科技, 1993, (1): 40~44.
- [2] 刘伟, 杨宝君. 松材线虫病和拟松材线虫雄虫交合伞形状的比较[J]. 林业科学研究, 1995, 8(2): 223~225.
- [3] Wingfeild M J. T. Transmission of pine wood nematode cut timber and girdled trees[J]. Plant Dis, 1983, 67: 35~37.
- [4] 赵锦年, 张常青, 戴建昌, 等. 松墨天牛成虫羽化逸出及其携带松材线虫能力的研究[J]. 林业科学研究, 1999, 12(6): 572~576.

## The Relations between the Fire of Pine Forest and the Epidemic of Pine Wilt Disease

LAI Yan-xue<sup>1</sup>, ZHOU Yong-ping<sup>2</sup>, YU Lin-xiang<sup>3</sup>,

ZHANG Shi-yuan<sup>4</sup>, SHEN Bing-shun<sup>5</sup>

(1. Ningbo Forest Plant Quarantine Station, Ningbo 315000, Zhejiang, China; 2. Beilun Forest Plant Quarantine Station, Ningbo 315800, Zhejiang, China; 3. Administration Committee of Daxie Development District,

Ningbo 315812, Zhejiang, China; 4. Forest Plant Quarantine Station of Xiangshan County, Xiangshan 315700, Zhejiang, China; 5. Yuyao Forest Plant Quarantine Station, Yuyao 315400, Zhejiang, China)

**Abstract:** Close relations existed between the pine forest fire and the epidemic spread of pine wilt disease (PWD). The adults of *Monochamus alternatus* emerged from the fire injury pine trees carried an average of 7 364 nematodes, which will infect the healthy pines and causes the mortality of pine and epidemic spread of PWD. There are 3 types of PWD associated with the fire of pine forest, i. e. PWD occurs in the same year when forest is burned, PWD occurs in the next year after forest fire, and occurs several years later. It is an effective method for controlling PWD by clear-cutting all the fire dead pines parasitized by beetles and nematodes according to the results of studies. 4 new methods can be used in the practice of breaking up the combination of PWD and fire of pine forest.

**Key words:** pine forest fire; pine wilt disease; *Monochamus alternatus*