

文章编号: 1000-5692 (1999)04-0425-05

# 松材线虫病新疫点成因机制初探

来燕学<sup>1</sup>, 周永平<sup>2</sup>, 俞林祥<sup>3</sup>, 沈炳顺<sup>4</sup>, 蔡道尧<sup>5</sup>

(1. 浙江省宁波市森林病虫害防治站, 浙江宁波 315000; 2. 浙江省宁波市北仑区森林病虫害防治站, 浙江宁波 315800; 3. 浙江省宁波市大榭区社会管理局, 浙江宁波 315000; 4. 浙江省余姚市森林病虫害防治站, 浙江余姚 315400; 5. 浙江省象山县森林病虫害防治站, 浙江象山 315700)

**摘要:** 采用逻辑流程图, 结合人为诱发和松墨天牛形体特征及新疫点发生实况分析, 结果表明, 松材线虫病新疫点有人为传播、火灾诱发、原发生未防治和自然传播四大成因机制。松墨天牛能随气流大范围扩散是新疫点的最重要的成因机制, 必须引起防治工作者的高度重视。图 1 参 9

**关键词:** 松材线虫病; 松墨天牛; 传播

**中图分类号:** S763. 1; Q144 **文献标识码:** A

松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 病新疫点成因机制探讨涉及松材线虫病究竟是如何发生的难题。由于对这个问题目前所知很少或很模糊, 导致松材线虫病防不胜防, 此起彼伏, 束手无策的被动局面。现在普遍认为松材线虫病长距离新疫点多是由人为传播所致<sup>[1]</sup>, 而对自然传播只局限于 3.0 km 以内的认识之中, 但这个结论很难解释松材线虫病在自然界突发的新情况。作者结合宁波东部松材线虫病新疫点现状, 采用逻辑流程判别法, 对这个问题作了初步探讨。现将结果报道如下, 供同行决策参考。

## 1 流程与方法

### 1.1 流程

从新疫点调查开始, 逐级判别, 到结束的过程, 详见图 1。

去年病死树数量判别标准是: 去年病死树数量 < 当年病死树数量/20, 则判 NO, 反之判 YES。这个标准余量很大。一般情况是去年病死树数量/当年病死树数量 > 1/10<sup>[2]</sup>, 即去年留有 1 株病死树, 当年病死树不会超过 10 株。

收稿日期: 1999-03-01; 修回日期: 1999-07-02

作者简介: 来燕学(1956-), 男, 浙江宁波人, 高级工程师, 从事森林病虫害防治研究。

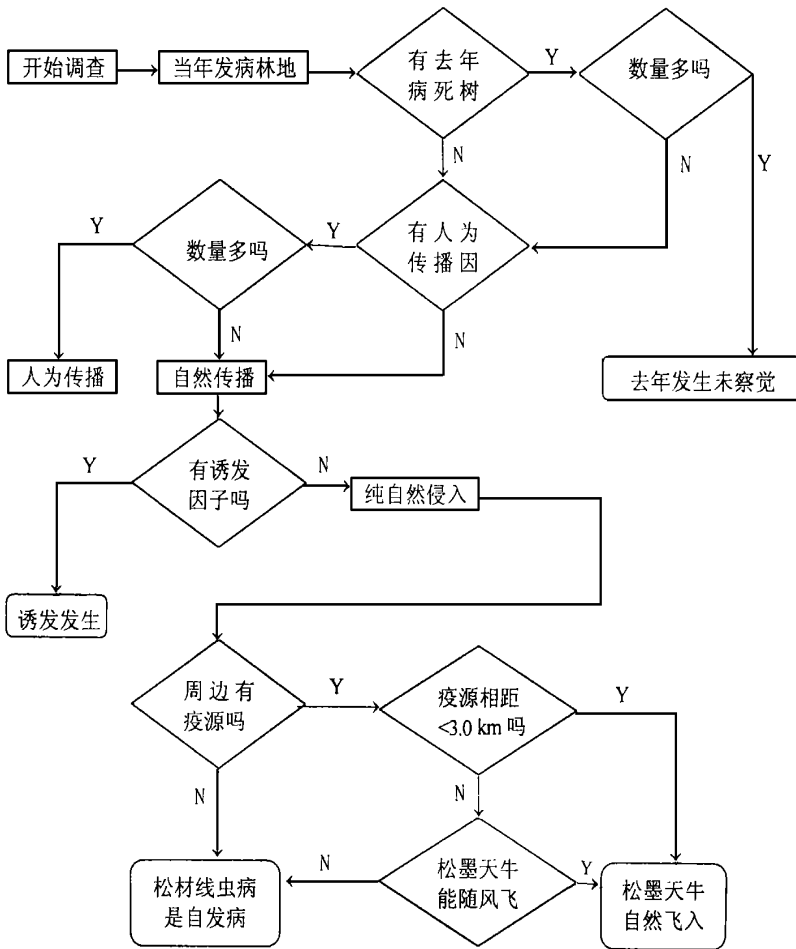


图 1 松材线虫病新疫点逻辑流程判别图

Figure 1 Logical flow chart of new epidemic spots of pine wilt disease

人为传播因子数量判别标准是：发病点位于有松木加工厂、使用单位或有病死松原木被查获，则判 YES，反之判 NO。人为传播也是难以证明的因子，这里只能按“习惯”处理。

### 1.2 人为传播诱发试验

在北仑白峰仰岛村松林内于 1998 年 1 月人为放置 10 段病死松木，然后在 1998 年 10 月调查记录病木段上的松墨天牛 (*Monochamus alternatus*) 羽化孔数量和周围新出现的病死树数量，评价人为诱发能量。

### 1.3 松墨天牛成虫飘浮试验

取 219 头成虫分大、中、小 3 类，用 BP-II 型架盘药物天平称量，求成虫平均体质量；用排水法测量成虫体积；用游标卡尺测量成虫体长和展翅长，求算翅展/体长；用线悬挂展翅的成虫观察在自然风力下飘浮情况。风力等级用树枝摇晃程度评定。

## 2 结果与分析

2.1 1998 年宁波东部北仑区以村为单位冒出一批新疫点。这些新疫点的成因机制经调查判别和研究初步可归结为 4 类。

2.1.1 松林火灾影响 松林火灾对松材线虫病的作用可归纳为 3 个类型。亚浦镇通山和方戴 2 个村 1995 年发生松林火灾  $8.0 \text{ hm}^2$ 。由于火灾面积大, 1996 年和 1997 年, 除火烧林地内出现火烧死松树外, 周围健康松林均未出现枯死松树, 被称为“隐匿发病型”<sup>[3]</sup>。1998 年火烧松林周围 7 个小班  $26 \text{ hm}^2$  松林出现枯死松树 2 050 株, 经镜检在枯死木内有大量松材线虫。这个结果表明从火烧松树内羽化的松墨天牛含有松材线虫病原, 侵染周围松林导致松材线虫发生。按逻辑流程判断, 由于该点有明显的内源诱发因子存在, 属于诱发发生, 再次证明松林火灾与松材线虫病发生之间的密切关系。

2.1.2 原发生未发现 有些新疫点, 一进林地就能看到去年留有的枯死松树, 如柴桥镇桂池村 10 个小班  $80.0 \text{ hm}^2$  面积 2 500 株枯死松树, 白峰镇石山村和山坑村 5 个小班  $26.0 \text{ hm}^2$  面积 3 240 株枯死树, 三山乡慈丰村 1 个小班  $3.3 \text{ hm}^2$  面积 480 株枯死松树, 分别留有去年枯死松树 310 株、350 株和 51 株。按流程判别, 这种类型可归为“去年发病未发现类型”。实际上在白峰和三山新疫点上还可看到 1996 年留下的枯死松树, 表明这些新疫点至少有 3 a 发病史, 而且 3 a 来死树数量增加基本上按 1:10 规律增加。因为这些点均位于远山和高山, 当年发病时死树数量较少, 难以被监察调查发现, 造成“原发病未发现未防治”, 病情逐年加重的结果。

2.1.3 人为传播作用 大榭区龙山村 5 个松林小班  $20.0 \text{ hm}^2$  面积 1998 年突发松材线虫病, 病枯松树 1 500 余株。经调查判断, 发现该村有家缸套厂需用松木作燃料, 场地堆有大量来自舟山的病死松木, 表明该地松材线虫病发生是由人为传播所致。

2.1.4 自然传播影响 1998 年北仑区郭巨镇峙头片枯死松树大面积出现, 涉及 13 个村 122 个小班。枯死树似条“红带”分布在峙北老象岗(海拔 271 m)、凤凰山(278 m)、大山岗(300 m)和峙头山(391 m)4 个山峰为主体的山顶山脊和迎风坡面上, 尤以光明村和联合村受害最重, 平均枯死树密度分别达  $172 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $87 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。按逻辑流程法判断: 首先, 否定了人为传播的可能。①峙北 13 村均无木材加工单位和使用松木材单位; ②除少量啤酒箱外不见有松木及其制品调入; ③发病地点违背就近危害原则, 而是在远离村庄的山顶和山坳无人活动的松林; ④枯死松树量大而且分散非人为少量带入病木所能为之。因为人为诱发试验表明在白峰仰岛松林小班安置的 10 段病死松木上出现 65 只羽化孔, 引发 37 株病死树, 证明了人为传播能力有限。第二, 林内调查也排除了 1997 年发生松材线虫病可能性。①林地内没有发现去年留下的枯死松树; ②在联合村发现 1 株两叉黑松 (*Pinus thunbergii*), 其中一叉去年枯死并留有 4 个羽化孔, 另一叉却活着。黑松是高感树种, 如去年有松材线虫这棵黑松必死无疑; 活着, 表明这片松林去年没有松材线虫病侵染。第三, 按逻辑流程法推导, 峙北松材线虫病是外来病原大量自然侵入所致。因为松材线虫病新疫点在排除人为传播、自然诱发(如火灾)和原发生未发现 3 个原因外, 所剩还有 2 个可能性。①松材线虫病是自发的时间性病害, 即病因子长期潜伏在松树体内, 一旦时间成熟(如松树长到一定年限)突然发病。但是这种发病机制目前尚无法证实, 可能性微乎其微, 因为松材线虫病是一

种侵染性病害。②纯粹的自然侵入。要证明这一点尚需满足2个条件：一是新发病点周围存有发病源地，源地的病情正处于增长和扩散状态；二是病原能借助外力长距离飞行扩散。第1个条件客观存在，隔海相望的定海每年约有150万株枯死松树，1.5亿头松墨天牛，随着寄主逐年减少而处于为寻求新寄主成群扩散状态。第2个条件也较为明了，因为松材线虫能随着媒介昆虫松墨天牛飞行扩散，问题的核心是松墨天牛究竟能飞多远，能否飞越定海到峙头4.5 km海峡。对这个问题目前尚难得到直接证据，但用间接方法也能证明这一点。①恶劣的营养条件和较高的种群密度常常诱导种群中分化出迁飞型个体<sup>[4-6]</sup>。这些个体的飞行能力较常规个体强得多。从象山严重发病林地采219头松墨天牛成虫平均体质量0.104 g，体质量在0.093~0.050 g之间有121头，占55.2%。这些小型成虫容重为 $0.227 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，小于中型成虫 $0.266 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的容重，翅展宽/体长为2.2177，大于中型成虫2.1052的比值。这从形态上证明了擅飞个体的存在。②多数昆虫能借助风力迁飞<sup>[4]</sup>。松墨天牛羽化期正遇夏季风盛期，一般风速在 $8.0 \sim 10.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，约5级风力；悬挂试验表明松墨天牛展翅后在小于 $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的风速时(约3级风力)，就能漂浮起来，况且松墨天牛展翅飞行时鞘翅(前翅)竖起，似风帆具有借风和定向功能。因此定海与峙头4.5 km距离不可能成为松墨天牛飞行的屏障。③从历史看松墨天牛起源于东南亚。早在几百万年前，没有人类活动时已飞越十万大山、罗霄山脉和长江等天险直达山东和河北<sup>[6]</sup>，可见该虫的自然扩散能力极强。④从空气动力学特性看当平直的气流通过山地下垫面时会发生上升、下沉、旋转和拐弯等复杂变化；当气流发生方向变化时，气流所携带的各种颗粒质点会在气流拐弯处下沉。峙头新疫点多处于偏远的改变气流方向和速度的山谷、山顶和山脊，表明具有风传特征<sup>[7]</sup>。

### 3 结论与讨论

3.1 按逻辑流程方法判断，松材线虫病能随气流长距离扩散。目前虽然还不能直接证明这一点，但间接证明的结果也有参考价值。1997年中国宁波探险家吴连宝和韩国探险家一起用竹筏完成了日中韩之间的漂流壮举。“漂流”是气流作用下的特殊海流，人能往返海流，那么轻巧的松墨天牛更易随着海流上空的气流在空中穿梭。当然距离越远，松墨天牛密度越低。依次推论，可以认为北仑的松材线虫病来自海洋，舟山偏远无人小岛松材线虫病是自然侵入，甚至我国长江两岸江苏和安徽的零星疫点也可能是由于80年代日本松材线虫病爆发，松墨天牛随着东海气流，经长江的狭流效应传入的结果。认识这一点并作好思想准备有助于松材线虫病的宏观管理。

3.2 逻辑流程方法也可为制定正确的防治方法提供思路。目前松材线虫病多采用皆伐松林、改造松林和隔离松林办法治理。按逻辑流程方法看这些方法毫无意义。因为松材线虫能随松墨天牛随风长距离扩散，而且扩散的落点又具有随机性，全国、全省范围数万公顷松林不可能被改造，也不可能被隔离<sup>[8]</sup>。正确的防治方法应是：一是加强检疫，杜绝带疫松木及其制品的人为调运流通；二是开展全范围的监察调查，特别是对高山、远山和迎风山的调查，减少漏洞，避免造成已发生未察觉的被动局面；三是开展全范围的清理除害工作，对境内出现的枯死松树和火烧松树及被松墨天牛侵染的风倒松树和被压松树等作全面清理，不要留有尾巴；四是采用诱杀方法分流入侵的松墨天牛；五是开展大面积化学保护。日本就是在80年代后大面积喷洒MEP农药后才有效地抑制了松材线虫病的危害<sup>[9]</sup>。

## 参考文献:

- 1 杨宝君, 朱克恭, 周元生, 等. 中国松材线虫病的流行与治理[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 297~314.
- 2 来燕学, 张世渊, 黄华正, 等. 松墨天牛在松树枯萎中的作用[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(1): 75~81.
- 3 Lee B Y, Lee S G, Yoo B H. *Proceedings of the 2nd regional workshop of IUFRO* [C]. Seoul: Forestry Research Institute, 1997. 259~269.
- 4 陈若麓. 迁飞昆虫学[M]. 北京: 农业出版社, 1989. 360~396.
- 5 张宗炳. 昆虫迁飞的行为学研究[J]. 昆虫知识, 1987, 24(6): 362~365.
- 6 王乔. 墨天牛属的生物地理学研究[J]. 林业科学, 1988, 24(3): 297~304.
- 7 云南林学院. 气象学[M]. 北京: 农业出版社, 1979. 211~215.
- 8 来燕学. 松墨天牛的飞行特性与防治松材线虫病的指导思想[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(3): 320~323.
- 9 Ikeda T. Integrated pest management of Japanese pine wilt disease[J]. *Eur J For Path*, 14: 398~414.

## Cause of pine wilt disease infecting healthy pine forest

LAI Yan-xue<sup>1</sup>, ZHOU Yong-ping<sup>2</sup>, YU Lin-xiang<sup>3</sup>, SHEN Bing-shun<sup>4</sup>, CAI Dao-yao<sup>5</sup>

(1. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Ningbo City, Ningbo 315000, Zhejiang, China; 2. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Beilun District, Ningbo 315800, Zhejiang, China; 3. Social Management Bureau of Daxie District, Ningbo 315000, Zhejiang, China; 4. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Yuyao City, Yuyao 315400, Zhejiang, China; 5. Forest Disease and Insect Pest Control and Quarantine Station of Xiangshan County, Xiangshan 315700, Zhejiang, China)

**Abstract:** Applying logical flow chart to the discussion of causes of pine wilt disease infecting healthy pine forest, integrating with artificial provocation experiments in the new epidemic spots of pine wilt disease in Ningbo City of Zhejiang Province, and coming to the conclusion that man-caused dissemination, fire induction, non-control and natural dissemination are four causes leading new epidemic spots. Among which wind is a key factor that is advantageous to the diffusion of *Monochamus alternatus*. Healthy pine forests are infected by pine wilt disease in the east part of Beilun District where is a long way from the infected pine forests over 4.5 km.

**Key words:** pine wilt disease; *Monochamus alternatus*; dissemination