

Bursaphelenchus

xylophilus

松材

线虫病

杨宝君 潘宏阳 汤 坚 编著
王玉嫵 汪来发

中国林业出版社



松材线虫病

杨宝君 潘宏阳 汤 坚 编著
王玉嫒 汪来发

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

松材线虫病/杨宝君,汤坚,王玉嫵等编著. - 北京:中国林业出版社,2003.8

ISBN 7-5038-3475-7

I. 松… II. ①杨… ②汤… ③王… III. 松属-线虫感染-防治 IV. S432.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 058602 号

出版:中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:66184477

发行:新华书店北京发行所

印刷:昌平百善印刷厂

版次:2003 年 9 月第 1 版

印次:2003 年 9 月第 1 次

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17

彩插:8

字数:470 千字

印数:1~2500 册

定价:48.00 元



彩图19 杀天牛新药绿色威雷 (第七章)



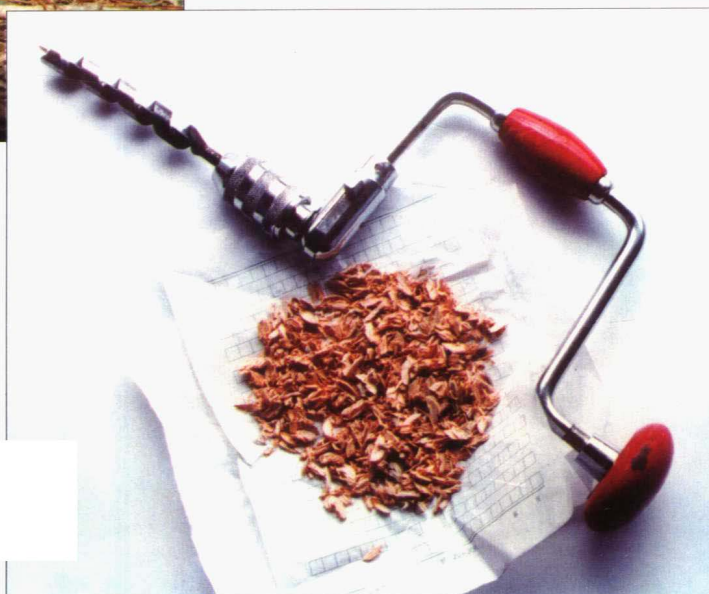
彩图20 杀松墨天牛及松材线虫新药虫线清 (第七章)



彩图 21 感染了白僵菌的松墨天牛幼虫 (第七章)



彩图 22 木段 (第八章)



彩图 23 木屑 (第八章)



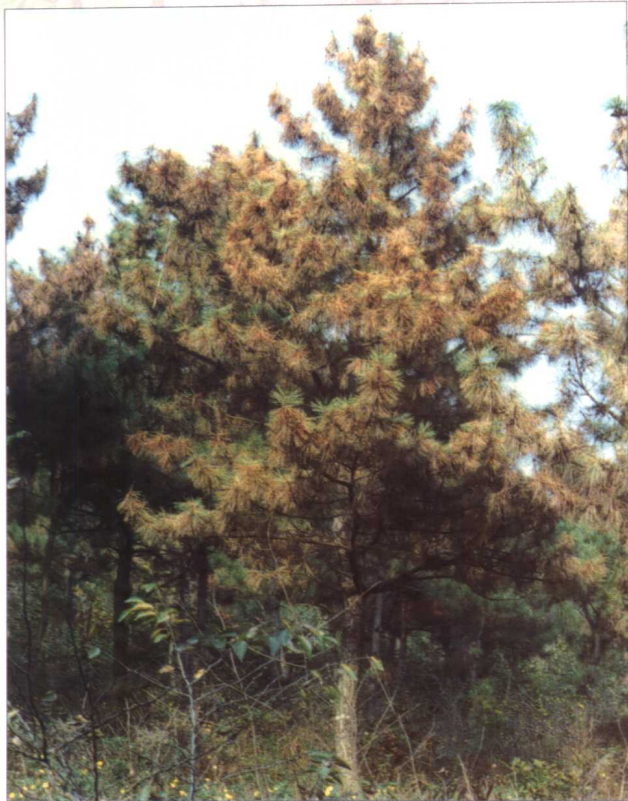
彩图1 严重感病的林分 (第三章)



彩图2 感病中等的林分 (第三章)



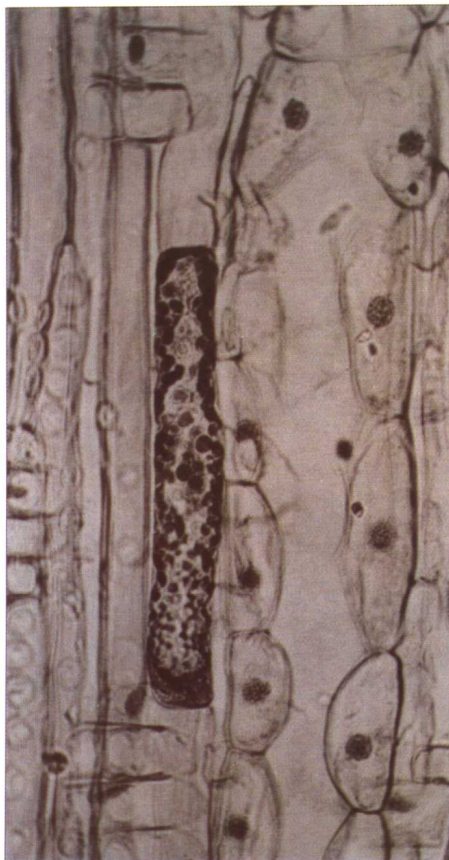
彩图3 感病单株 (第三章)



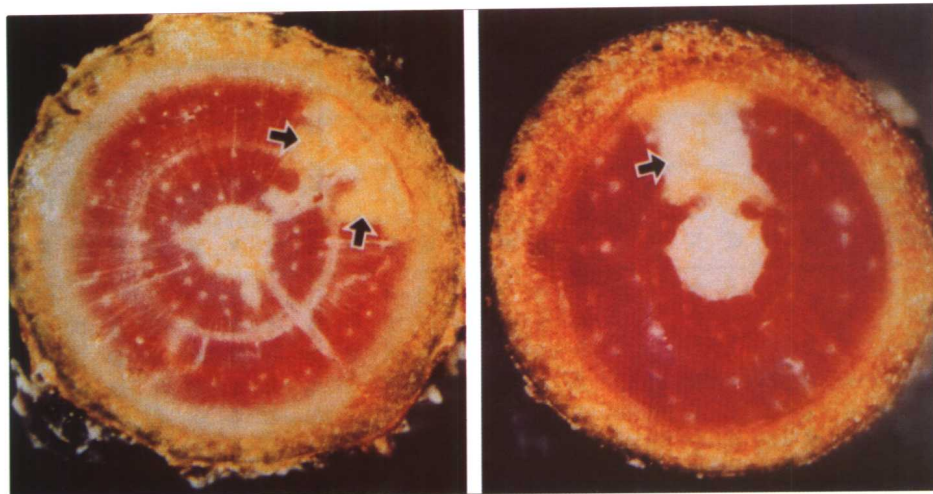
彩图4 针叶失绿
(第三章)



彩图5 个别枝条枯死
(第三章)



彩图6 木质部组织薄壁细胞坏死 (第三章)



彩图7 感病松苗根茎横切面出现白斑 (第三章)



一级流胶

二级流胶

三级流胶

四级流胶

五级流胶

彩图8 流胶情况 (第三章)



彩图 9 松墨天牛成虫 (第五章)



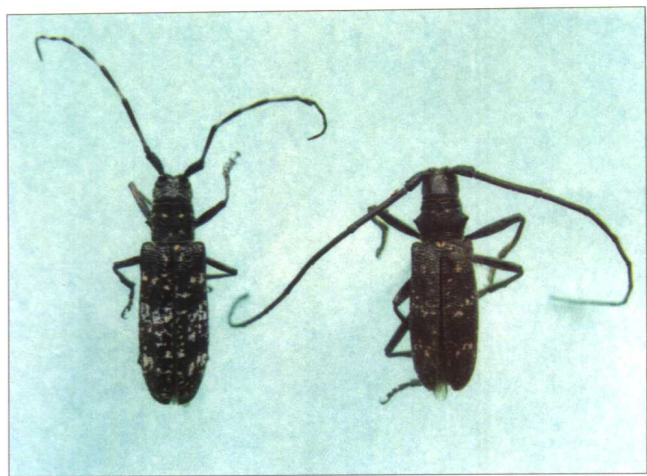
彩图 10 松墨天牛幼虫 (第五章)



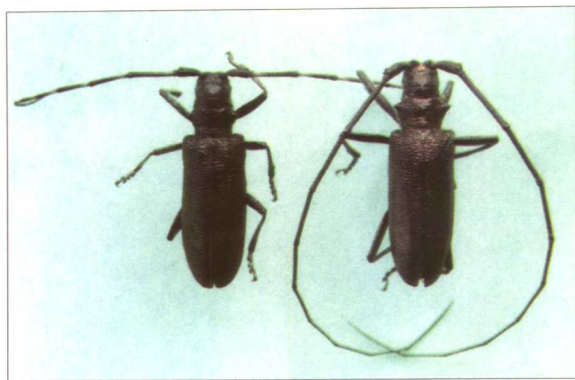
彩图 11 松墨天牛蛹 (第五章)



彩图 12 松墨天牛卵 (第五章)



彩图13 云杉花墨天牛成虫 (第五章)



彩图14 云杉小墨天牛成虫 (第五章)



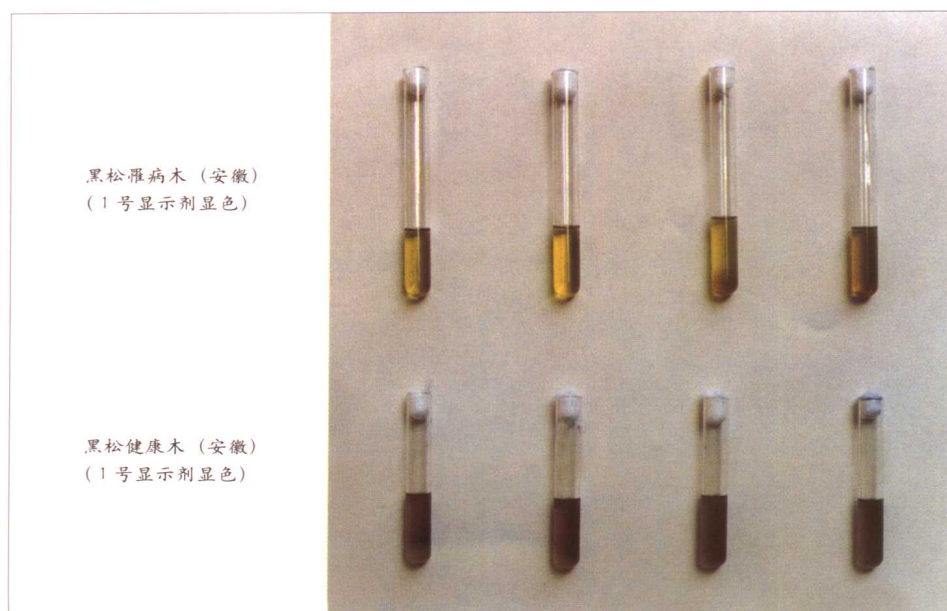
彩图15 卡罗莱纳墨天牛成虫 (第五章)





彩图 16 包装箱木板中的
松墨天牛幼虫 (第七章)

彩图 17 电缆盘的木板中发现
松材线虫 (第七章)



彩图 18 指示剂在病木和健木上的颜色反应 (第七章)

前言

松树是我国第一大树种，耐干旱、耐瘠薄、适应性极强的特性使其成为山地造林的先锋树种；冬夏常青、秀丽挺拔的松树是城市和园林绿化的主体树种。松树不仅可提供工业用材和多种副产品，而且其庞大的根系和雄伟的树冠又具有很强的防风、固沙、涵养水源和防止污染等保护环境的功能；同时，由于它的常绿挺拔还构成了许多著名的自然景观和人文景观，广泛受到人们的喜爱。松树在我国森林生态系统中具有非常重要的位置。

松材线虫病是一种极具危险性的松树病害。由于松材线虫病危害严重、治理难度大、传播途径多和适生区域广等特点，世界上已有 40 多个国家将其列为检疫对象。目前，该病害在美国、加拿大、墨西哥、葡萄牙、日本、韩国和我国已有发生。日本受害最重。我国自 1982 年在南京发现松材线虫病后，现已逐渐在江苏、安徽、浙江、广东、山东、台湾等省的部分地区蔓延成灾，致使大量松树枯死。它不仅对我国林业造成严重威胁，而且还导致很多自然景观和生态环境的破坏，给国民经济和人民生活带来无法估计的损失。

松材线虫病危害的严重性使它受到各有关国家政府和行政部门的重视。国内外有许多科学工作者进行了长期的、大量的研究。研究工作取得了许多进展，防治工作也积累了不少经验。但是由于松材线虫—媒介昆虫—感病寄主三者构成的自然现象是复杂而又奇妙的，人类在认识自然和改造自然的征途上还需努力。作者在多年从事松材线虫病研究和防治工作的基础上，参考了国内外有关文献，编著了这本书。目的是总结经验、交流信息，以利于进一步开展松材线虫病的科研和防治。

此书共分八章。第一、二、四和八章由中国林业科学研究院森林环境和森林保护研究所杨宝君编写，但第一章中的“中国”一节由国家林业局森林病虫害防治总站潘宏阳编写；第三章由中国林业科学研究院森林环境和森林保护研究所汪来发编写；第五和第六章由国家林业局森林病虫害防治总站王玉嫒编写；第七章由安徽省森林病虫害防治总站汤坚编写。最后由杨宝君汇总和修改。除文字外，尚有彩图 23 幅、墨线图 14 幅。

正文之后，我们提供了大量有关文献，有些文献在原文中并未引用。原因有二：首先是有许多人做了同样的研究。如松墨天牛在日本和我国是主要

的传播松材线虫的媒介昆虫，这样的文章有许多篇，难以一一列举；第二，将我们收集的文献全部介绍出来，有的虽然本文未引用，但也可能对读者有用。因此，本书文献没有叫做参考文献，而冠以“相关文献总汇”之名。

由于作者水平有限，书中难免有错误或不足之处，希望读者批评指正。如果本书对读者能有所助益，那将是我们最大的欣慰。

编著者

2003 年 4 月

目 录

前言

第一章 松材线虫病的分布历史与危害	(1)
1 日本	(1)
2 韩国	(4)
3 美国	(4)
4 加拿大	(5)
5 墨西哥	(5)
6 葡萄牙	(6)
7 中国	(6)
第二章 松材线虫病病原——松材线虫	(10)
1 发现及学名的变更	(10)
2 形态特征	(11)
3 鉴定及分类	(15)
4 生活史及生物学特性	(21)
5 寄主	(25)
第三章 松材线虫病症状及诊断	(28)
1 松材线虫病症状	(28)
2 松材线虫病的早期诊断	(33)
3 环境对松材线虫病发病的影响	(35)
第四章 松材线虫病的致病机理	(39)
1 对病因的研究	(39)
2 对松材线虫致病机理的研究	(42)
第五章 松材线虫病的传播媒介	(47)
1 媒介昆虫的种类	(47)
2 主要媒介昆虫与松材线虫的生化生态学	(60)
3 媒介昆虫传播松材线虫的途径	(62)

第六章 松材线虫病的发病规律	(65)
1 松材线虫病的侵染循环	(65)
2 松材线虫在松树体内的种群动态及其与病程的相互关联	(67)
3 影响松材线虫病流行的诸因素	(68)
第七章 松材线虫病的综合治理	(72)
1 基本策略	(72)
2 监测	(73)
3 检疫	(84)
4 防治	(90)
5 松材线虫病发生的风险性评估	(134)
第八章 松材线虫病研究的基本方法	(141)
1 取样和分离线虫	(141)
2 线虫的杀死和固定	(143)
3 玻片标本的制作	(145)
4 线虫的死活鉴别	(147)
5 线虫消毒	(147)
6 培养方法	(148)
7 接种	(149)
附录：相关文献总汇	(151)
中文	(151)
英文	(165)
日文	(201)

第一章

松材线虫病的分布历史与危害

松材线虫病又名松材线虫萎蔫病、松树萎蔫病、松树枯萎病，由于其危害严重和防治困难受到世界各国的重视。很多国家将其列为检疫对象。松材线虫早在 20 世纪 30 年代就由美国的 Steiner 和 Buhner 作为新种 (Steiner & Buhner, 1934) 报道了，但直至 60 年代末才在日本被确认是引起松树枯死的原因 (清原友野和德重阳山, 1971)。目前松材线虫在世界上分布还不很普遍，其分布地区包括北美洲的美国、加拿大和墨西哥，亚洲东北部的中国、韩国和日本，以及欧洲的葡萄牙。在北美洲的 3 个国家中，松材线虫并未对松林造成严重危害。而在日本、韩国和我国，松材线虫引起松树大量死亡。

1 日本

早在 1905 年九州的长崎县就有关于松树大量枯死的记载。1911 年枯死树大量增加，当时采取了清理枯死松树的方法进行了防治，对松树枯死起到了遏制作用。1925 年在长崎以北 50km 处的佐世保发现了松树枯死，由于发病点是军事单位，所以未采取任何防治措施。至 1935 年该处有 1 千多株松树死亡，同时也形成了九州岛的发病中心。1947 年松材线虫病在长崎县已普遍分布。1950 年扩展到五岛列岛。1942 年和长崎县相邻的佐贺县伊万里町等地大量松树枯死，这是由于该地煤矿运入大量枯死松树的松木作为坑道支撑木。松材线虫病从煤矿向四周蔓延，1948 年蔓延至全县。

30 年代初福岡县就有松树枯死现象发生，但从 1935 年枯死的树就很少了。岸洋一 (1988) 认为这些松树枯死是蛀干害虫所致，其症状和松材线虫病的症状不太相同。但福岡县的三池煤矿于 1942 年从长崎县运入大量松木，后有很多松树枯死，病害从此向北和向南蔓延。熊本县八代市的纸浆厂从长崎运进大量松木，在 1939 年该地区大量松树枯死，至 1946 年松材线虫几乎遍布全县。松材线虫从长崎县往南扩展，1941 年进入鹿儿岛县，至 1948 年除高山地带及奄美大岛等岛屿外，松材线虫在鹿儿岛已经分布相当普遍了。宫崎县日南市纸浆厂从兵库县运入大量松木，结果导致 1939 年的松材线虫病大发生，到 1947 年松材线虫在宫崎县的分布已经非常普遍了。在大分县松树枯死现象发生较晚，1946 年在南部海岸地区发生松树枯死现象，但蔓延较慢。直至 1980 年松材线虫病才蔓延至九州最北的国东半岛。

冲绳县为了修筑土木工程，于 1973 年从九州其它地方运进大量松木，同时引入了松材线虫，后来松材线虫又从冲绳本岛向外扩大。

在四国地区，1940 年香川县高松市的松树枯死，这些松树主要分布在西海岸砖瓦厂周围，据调查该厂从冈山运来大批松木做燃料。以后松材线虫病沿海岸线向东、西扩展，

1946年至爱媛县,1947年传至德岛县。1946年高知县须崎市的海岸松行道树萎蔫枯死,可能是附近造船厂从外县运入大量松木引起的。

在本州,1921年在兵库县就有松树枯死现象发生,然后此病沿濑户内海蔓延。1937年传入冈山。1944和1945年山口县和广岛县相继有大量松树枯死现象发生。岛根县境内松树大量枯死是在1948年,其损失量达3.8万 m^3 。后来松树枯死现象大幅度减轻,直至1968年后又逐渐增加,有人认为1948年的松树枯死是由于蛀干害虫所致,1968年以后才是松材线虫造成的。鸟取县长期内几乎没有松树枯死的情况,但从60年代后期有的松树萎蔫枯死,1971年确定为松材线虫病,1973年后此病趋于严重。

在京都有关松树枯死的最早记录是1945年,在若狭湾的沿岸地带。和歌山县是于1946年开始发生松树干枯的。1957年新宫市纸浆厂周围的松树萎蔫死亡。从1960年开始和歌山县的松材线虫病已不好控制了,除高海拔地区外,几乎全县都有松材线虫分布。1947年在奈良县与和歌山县相邻的地区发生了松材线虫病,现已遍布全县。与兵库县相邻的大阪在1947年有大量松树枯死。三重县于1948年有些松树萎蔫枯死,但并不很严重,直至1959年在其与和歌山县相连的地区有大量松树死亡,以后逐渐向北蔓延,1974年已蔓延至三重县北部。

在1949年前滋贺县就有零散的松树枯死,直至1963年才有成片的松树死亡。1947年在静冈县富士市纸浆厂周围有松树萎蔫枯死,60年代松树枯死现象进一步扩大,在海拔低的地区均有松材线虫病发生。爱知县发生松材线虫病是在1970年,从丰桥市和冈崎市开始向全县扩散。

岐阜县于1947年有大量松树枯死,但无法确定是由于蛀干害虫所致还是松材线虫危害所致。1969年在瑞浪市发生的松树死亡,1973年确定为松材线虫病。在福井县从1933年就有零星松树枯死,但有人认为是松干蚧所致,1971年在该县发现了松材线虫。石川县和富山县从1949年就有少量松树枯死。新泻县于1977年发生松材线虫病,不到2年就蔓延至全县,山梨县于1978年在甲府盆地发现松材线虫。1980年在长野县靠近岐阜县的地区发现了松材线虫,后经调查在该县此线虫分布已经很广了。神奈川县镰仓市周围的松树在1941年就有枯死的现象,到1949年已有成片的松林被毁,千叶县更津市周边松树在1947年大量枯死,1952年松树枯死达到高峰,1971年蔓延至房总半岛,现已扩展到全县。

东京是1947年发生松树枯死的,1965年在多摩地区发生严重。1971年茨城县发现松材线虫,以后逐渐扩大分布,1979年遍布全县。埼玉县于1974年在靠近东京的地区发现松材线虫。到1979年除高山地区外,该线虫已在全县普遍分布。1975年在栃木县靠近茨城县的地区发现了松材线虫,到1978年松材线虫已遍布除高山地带以外的全县各地。1978年松材线虫侵入群马县,由于群马县大部分为高海拔地区,没有引起大量松树枯死。

1975年宫城县石卷市纸浆厂周围松树发生了松材线虫病,后来逐渐扩大。1976年在福岛县的郡山等市发现了松材线虫。松材线虫逐渐北上,1979年和1980年相继在岩手县和山形县发现了松材线虫。但松树多为单株枯死,尚未成片死亡。秋田县是于1982年在靠近山形县的海岸地区发现松材线虫的,到20世纪70年代末80年代初松材线虫已分布在日本的45个县(Mamiya, 1988; 岸洋一, 1988)。目前,在青森已发现了松材线虫,但并未引起危害(池田俊弥, 尚未发表)。仅北海道尚未见报道。但这只是个时间问题。北