

南京地区不同松种和马尾松种源对松材线虫病的抗性及其病害流行规律*

徐福元 葛明宏 朱正昌 朱克恭

摘要 研究表明: 火炬松、短叶松和刚松对松材线虫病为高抗松种, 马尾松的抗性弱于以上 3 个松种, 但明显强于黑松、赤松、湿地松和晚松; 从 40 个马尾松种源中初选出 5 个抗性强的种源; 选育推广高抗松种和抗性强的马尾松种源, 营造混交林, 彻底清除处理病死木及加强检疫工作是控制松材线虫病蔓延的根本性措施。同时还概述了该病的流行规律与传播。

关键词 松材线虫、松种、马尾松种源、抗性、流行规律

松材线虫(*Bursapelenchus xylophilus* ((Steiner & Buhrer) Nickle) 病 1934 年在美国首次报道, 70 年代在日本流行, 1982 年在我国发现后, 现已在我国江苏、安徽、浙江、广东、山东、台湾等省和南朝鲜流行。能危害 36 种松种^[1]。杨宝君^[2]首先报道了火炬松、马尾松是抗病松种。以后杨宝君^[3]和周国梁^[4]、徐福元^[5]等分别报道了 10 年生左右马尾松及 14 年生以下和生长势旺盛的马尾松幼树抗松材线虫病; 16 年生以上和长势弱的马尾松中龄林、成熟和过熟林对该病抗性较弱, 并随树龄的增加, 长势的减弱抗性亦减弱。日本的研究^[6-7]认为马尾松为高抗松种, 并把它与高感的黑松杂交, 获得了具抗性的杂种“和华松”, 但后期抗性不稳定。本文报道南京地区的松种、马尾松种源抗松材线虫病及该病的流行规律研究结果。

1 材料和方法

1.1 供试材料

(1) 树种: 黑松(*Pinus thunbergii* Parl.)、马尾松(*P. massoniana* Lamb.)、赤松(*P. densiflora* Sieb. et Zucc.)、火炬松(*P. taeda* L.)、湿地松(*P. elliotii* Engelm.)、刚松(*P. rigida* Mill.)、短叶松(*P. echinata* Mill.)、晚松(*P. rigida* Mill. var. *serotinu* (Michx.) Loud. ex Hoopes), 及 40 个马尾松种源。(2) 地点: 设在本所松种树木园和马尾松种源基因库中及本所实验松林, 树龄 13~15 年生。(3) 供试材料分布在 20 余 hm^2 , 相对较集中的松林, 为随机排列接种, 接种 3~30 株不等(表 1), 马尾松种源为两行一个种源, 而且考虑有 40 个种源和种源林保存的价值, 故采用隔行接种, 每种源做 3 株接种试验。

1.2 松材线虫来源及接种

从近期死亡的病死木分离; PDA 灰葡萄平板培养繁殖; 接种采用“树干打孔法”, 接种线虫 5 000 条/株。

1995—11—13 收稿。

徐福元副研究员, 葛明宏(江苏省林业科学研究所 南京 211153); 朱正昌, 朱克恭(南京林业大学)。

* 本文为“八五”国家攻关项目“松材线虫研究”内容之一部分。

1.3 感病发病的观察标准

(1) 发病进程症状观察标准 按徐福元^[5]的分级标准。

(2) 感病早期诊断标准按中国林科院的分级标准: 1级, 树脂从圆孔流出很多; 2级, 树脂从圆孔流出部分; 3级, 树脂不流出圆孔仅存于圆孔下缘; 4级, 树脂仅存于圆孔内横面上(似汗珠); 5级, 圆孔内面无树脂(似干燥)。

2 结果分析

2.1 松种(马尾松种源)对松材线虫的感病性分析

2.1.1 松种对松材线虫的感病性测定 对南京地区主要松种的感病性测定结果(表1)表明: 火炬松、短叶松、刚松及中龄(10年生左右)马尾松无感病症状, 说明其抗病性强; 黑松、赤松 100% 感病死亡, 湿地松、晚松、马尾松幼龄(1年生)和大龄林(28年生)等均有不同程度的感病, 其发病死亡率分别为 20%、25%、30% 和 40%。松种的感病死亡率顺序为: 黑松、赤松 > 晚松 > 湿地松 > 马尾松 > 刚松、短叶松、火炬松。火炬松、短叶松、刚松为抗性松种, 马尾松中龄为该松种抗性期。马尾松 3~14 年生为高抗期, 1~2 年生(苗期)和 16 年生以上各龄期均有不同程度的感病性(图 1)。

2.1.2 马尾松不同种源对松材线虫病的抗性测定 据 1995 年 7~9 月同龄(14 年生)的 40 个马尾松种源对松材线虫病的感病抗性测定结果, 有 5 个种源表现为抗松材线虫病, 它们分别为贵州都匀、广东英德、广东信宜、广西恭城和广西宁明等, 主要为我国南方的两广和贵州种源, 表现为抗松材线虫病(RP), 其感病指数均为 0; 有 7 个马尾松种源表现为中等抗性(MRP), 3 个种源为低抗(LRP), 25 个马尾松种源为感病种源(SP) (表 2), 接种一周后的早期诊断技术结果亦有相同趋势, 但马尾松种源的抗病机制有待进一步研究。

2.2 松材线虫病在南京地区对环境的适应性及流行性分析

2.2.1 松材线虫病对环境适应性分析 (1) 环境气候与媒介昆虫松褐天牛(*Monochamus alternatus* Hope) 发生的关系: 南京地区跨北亚热带和暖温带, 是松褐天牛的适生区, 其发生受制于环境气候条件, 其中影响最大的是温度和降雨量, 1990 年和 1994 年持续高温干旱, 不仅导致当年病死树大幅度上升, 也由于积温的增加, 而使天牛的发育进度加快, 使翌年天牛成虫羽化期提前, 而 1991 年连续阴雨限制了天牛成虫的活动范围, 影响其飞翔扩散, 使单株寄生率

表 1 南京地区主要松种接种松材线虫后发病死亡比较

松种	马尾松														
	火炬松	短叶松	刚松	大	中	小	平	长势			湿地松	晚松	黑松	赤松	
				2	0	1	均	好	中	差					
				a	a	a		a	a	a					
接种株数	30	4	3	25	25	30	26.7	10	10	10	30	4	25	25	
死亡株数	0	0	0	12	0	9	9	0	1	3	6	1	25	25	
死亡率(%)	0	0	0	40	0	30	23.3	0	10	30	20	25	100	100	

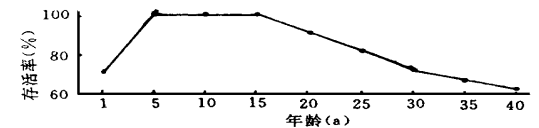


图 1 不同年龄马尾松感染松材线虫后的存活率

表 2 40 个马尾松种源对松材线虫病的抗性测定

项目	抗性种源 (RP)	中抗种源 (MRP)	低抗种源 (LRP)	感病种源 (SP)
种源数(个)	5	7	3	25
感病指数	0	11.45 ± 4.35	25.0 ± 0	55.93 ± 19.51
早期诊断(级)	2.76 ± 0.8	2.85 ± 0.88	3.0 ± 0.3	4.19 ± 0.82

明显提高, 最大密度达 20 头/500 cm², 而导致松材线虫致死树相对较为集中。(2) 环境气候与松材线虫病发病的关系: 据铃木一雄^[8]报道接种 50 000 条/株线虫的松苗经人工灌溉后可明显减轻其死亡率。据作者观察, 1990、1994 年夏季 7~8 月的高温干旱季节林间均有大量黑松死亡, 而多雨的 1991 年黑松仍有较多死亡。为此, 1995 年 7 月 18 日起在高温季节进行了接种 3 000 条/株松材线虫试验, 结果干旱(不浇水)组接种后 35 d 达 100% 发病死亡, 而浇水组接种后 45 d 达 100% 发病死亡, 试验亦证明高温干旱能加快黑松的死亡速度(图 2), 多雨则相反。

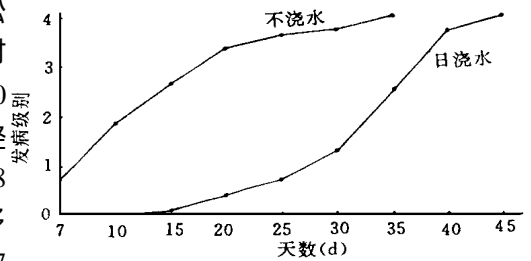


图 2 感染后黑松受干旱胁迫与日浇水的发病进程

2. 2. 2 松材线虫病在南京地区的流行性动态分析 松材线虫病的传播过程与病死木、媒介昆虫(松褐天牛)和松材线虫三者密切相关。松材线虫从甲地传播到乙地危害, 有远距离传播和近距离扩散蔓延两种类型:(1) 远距离传播的特点^[8]通常是用疫区病木作机械、仪器设备的包装材板, 或直接将携带松材线虫的松褐天牛的病死原木运入, 故首先在厂矿、旅游区、港口、电视广播电台站和部队等以点的形式分布发生, 有的从国外飘洋过海, 或从国内老疫区传入。日本^[8,9]推断, 他们首先在从美国进口原木的造纸厂, 造船厂附近发生。我国疫区的南京、深圳、长岛、象山等亦均先以类似点的形式传入并在点上发生, 然后向面上扩散。(2) 近距离扩散蔓延的特点主要是沿铁路、公路沿线传播蔓延。南京地区以南京为中心向西沿铁路线传至安徽的滁州、嘉山县; 向东沿铁路线传至镇江、无锡、苏州, 向南沿铁路线传至马鞍山、当涂、芜湖、宁国等市县, 均为沿铁路线传播扩散; 而江苏的江宁、句容、溧水、六合、江浦和安徽和县、含山、定远、广德等县均为沿公路国道沿线传播蔓延(图 3)。因此, 车辆携带、人为传播是松材线虫病扩散蔓延的最关键性因素, 做好检疫工作至关重要, 是控制松材线虫病蔓延的关键性手段。

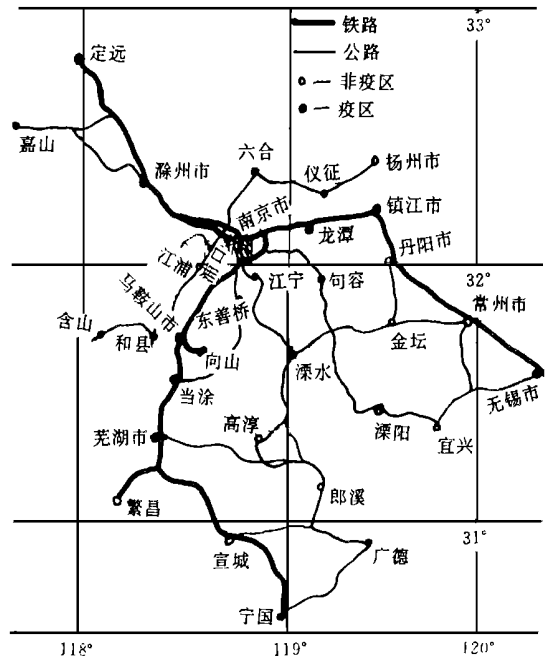


图 3 南京地区松材线虫病流行分布

3 结论和讨论

根据以上结果防治松材线虫病宜采用:(1) 选育高抗松种、种源, 并向生产单位推广, 形成抗性群体;(2) 营造针阔混交林, 做到树木、植物及生物的多样性, 抑制松材线虫和松褐天牛的发生;(3) 及时彻底清理并熏蒸处理病死木, 清除传播源;(4) 加强检疫工作, 是避免松材线虫病

扩散蔓延的关键性措施。

参 考 文 献

- 1 朱克恭, 朱正昌, 严敖金. 中国松材线虫病的流行与治理. 北京: 中国林业出版社, 1995, 297 ~ 314.
- 2 杨宝君, 王秋丽, 邹卫东, 等. 不同松树品种对松材线虫的抗性. 植物病理学报, 1987, 17(4): 211 ~ 214.
- 3 杨宝君, 胡凯基, 王秋丽, 等. 松树对松材线虫抗性的研究. 林业科学研究, 1993, 6(3): 249 ~ 255.
- 4 周国梁, 程瑚瑞. 马尾松感染松材线虫病的研究. 植物病理学报, 1993, 23(1): 81 ~ 83.
- 5 徐福元, 席客, 徐刚, 等. 不同龄级马尾松对松材线虫病抗性的探讨. 南京林业大学学报, 1994, 18(3): 27 ~ 33.
- 6 Kihachiro Ohba. Resistance to diseases and pests in forest trees. Wageningen, 1982, 387 ~ 395.
- 7 Kihachiro Ohba. Susceptibility of subtropical pine species and provenances to the pine wood nematode. 日林志, 1984, 66(11): 456 ~ 468.
- 8 杨宝君, 高建富等译. 松树萎蔫病防治. 见: 林业译丛(9). 北京: 中国林业出版社, 1989, 1 ~ 150.
- 9 Mamiya Y. Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. Ann. Rev. Phytopath., 1983, 21: 201 ~ 220.

Studies on Resistance of Pine Species and Masson Pine Provenances to *Bursaphelenchus xylophilus* and the Epidemic Law of the Nematode in Nanjing

Xu Fuyuan Ge Minghong Zhu Zhenchang Zhu Kegong

Abstract This paper deals with the studies on the resistance and resistant evaluation of the pine species: *Pinus thunbergii*, *P. massoniana*, *P. densiflora*, *P. taeda* L., *P. elliotii*, *P. rigida*, *P. echinata* Mill, *P. rigida* var. *seriotina* and other 40 provenances of Masson pine, and the epidemic law of pine wood nematode(PWN), and their control treatment.

The results showed that: 1. There are three species of pine(*P. taeda*, *P. echinata*, *P. rigida*), five provenances and 3 ~ 14 year-old nature stand of Masson pine resistant to PWN; 2. The first year's high temperature resulted in the early emergence of the vector of adult *Monochamus alternatus* and the more rainfall limited the beetle adults flying and their spread, and the more concentration of their occurrence in the following year; 3. The spread of the PWN has the form of point emergence immigrated from far distance, and the fact that the artificial spread along the railroad and main highway is serious, then it become widespread in the whole forest; 4. Stresses should be placed on the selecting of high resistant species and provenances of pine, planting mixed forest, cutting clearly each one of the dead trees caused by PWN and fumigating them with the fumigant, and strengthening the work of quarantine.

Key words *Bursaphelenchus xylophilus*, pine species, masson pine provenance, resistance, epidemic law