全球松树枯梢病发生状况与防治策略

吴小芹
(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

摘要　松树枯梢病是一种世界性病害。该病寄主范围广, 可侵染 8 个属约 60 种(含变种)针叶树。对全球松树枯梢病为害较严重国家(新西兰、南非、美国和中国等)的发生状况以及近年有关该病发生发展的流行诱因和抗性研究等进行了概述, 并提出以树种生态适应性、提高寄主生长势为主以及控制病菌增量的防治策略。

关键词　松树枯梢病　防治策略

松树枯梢病[*Sphaeropsis sapinea* (Fr. : Fr.)Dyko & Sutton][异名*Diplodia pinea* (Desm.)]是世界范围内针叶树上最常见和分布最广的重要病害之一。该病寄主范围很广, 在不同国家和地区的众多针叶树上可引起类型各异的多种症状, 主要表现为枯梢、枯芽或枯叶等, 在某些寄主上还能导致树干溃疡、流脂、坏死以及根颈腐烂和木材蓝变等。幼树和大树均可受害。该病所引起的直接损失主要由于主梢枯死造成松树高生长受阻, 侧梢丛生而使材积增量锐减, 严重时甚至使整株松树枯死; 其间接损失主要与木材蓝变等所造成的木材降级有关, 从而使木材的商品价值大为降低。松树枯梢病已使世界许多国家的松树人工林遭受了严重危害和重大损失, 引起了世界各国林业工作者的普遍关注。

1　国内外松树枯梢病发生概况

自本世纪初以来, 据不完全统计, 全世界已有近 30 个国家报道了松树枯梢病的发生与为害。该病可侵染松属(*Pinus* L.)、冷杉属(*Abies* Mill)、落叶松属(*Larix* Mill)、崖柏属(*Thuja* L.)、雪松属(*Cedrus* Trew)、刺柏属(*Juniperus* L.)、云杉属(*Picea* Dietr.)和黄杉属(*Pseudotsuga* Carr)等 8 个属约 60 种(含部分变种)针叶树(松属树种约占 5/6)。其中亚洲的寄主范围最广(达 30 多种), 美洲次之, 而欧洲、大洋洲和非洲的寄主略少些。全球发生松枯梢病较严重的国家主要有新西兰、澳大利亚、南非、美国和中国等。

新西兰　新西兰林业的显著特征是两种类型林分——天然林和以外来树种构成的人工林在功能上的分离。新西兰的天然林在木材生产中不起重要作用, 其主要功能是水土保持和游憩。新西兰 94% 的木材生产来自于外来松人工林, 其中起主导作用的是辐射松(*P. radiata*)人工林。早在 1856 年, 新西兰就引进了辐射松。但新西兰第 1 次大规模营建 30 万 hm^2 的辐射松人工林是在本世纪 20 年代后期到 1935 年间, 随后至 60 年代又掀起了第 2 次种植热潮, 至今种植面积已近 100 万 hm^2。1936 年Birch 首次报道了松枯梢病在新西兰的为害, 当时此病仅是偶尔发生。也许是这种长期单一的纯林经营方式, 助长了病害的发生, 从 70 年代以来, 松枯梢病在新西兰一些地区如北岛东部等严重爆发为害。该病多次重复侵染造成松树梢部严重变形, 有报道在一些严重感病地区潜在的商品材材积损失达到 63% [1]。70～80 年代松枯梢病在新西兰部分地区的爆发流行曾引起公众很大的惊慌, 人们害怕该病会像榆枯萎病(*Ophiostroma ulmi*)和栗疫病(*Cryphonectria parasitica*)那样发展流行。松枯梢病虽尚未在全国引起广泛的为害, 但病害在更大范围内大发生的可能性仍然是存在的。

收稿日期: 1998- 02- 10

澳大利亚　澳大利亚和新西兰同属南半球, 枯梢病也是其外来松辐射松上一种破坏性较大的重要病害。1987～1988 年夏, 澳大利亚西部的辐射松和展叶松(*P. patula*) 幼苗上发生枯梢病, 同时从枝干及根颈溃疡和变色木材中也发现该菌为害[2]。在澳大利亚, 松枯梢病菌是夏季引起松树原木边材变色的最常见的病原菌。

南非　南非的森林工业几乎完全依赖于集约经营的松树和桉树人工林。在松树人工林中, 最严重的病害之一就是松树枯梢病。1912 年, 南非 Fisher 首次报道了 *S. sapinea* 是松属树种上的一种病原菌。随后, 松枯梢病日益成为南非辐射松和海岸松(*P. pinaster*)等人工林中的重要病害。该病在南非主要发生于德瓦士兰、纳塔尔和开普等地。20 年生以下的幼林受害最重。在夏季降雨地区, 尤其是雹灾过后, 该病引起松林大面积死亡, 这主要是雹灾产生的伤口给病原菌入侵创造了有利条件。因此, Swart 等人认为, 松枯梢病菌是一种重要的机会病原菌。1985～1986 年, 开普省南部约 2 000 hm^2 的辐射松人工林遭受了枯梢病的严重为害, 由于砍伐未熟病木, 损失了约 28% 的木材材积和 55% 的潜在生产值, 而剩下未伐树的材积损失平均为 11.4%[3]。在南非, 由于辐射松对枯梢病极为敏感, 故该病实际上已限制了辐射松在南非的广泛栽培。

美国　松枯梢病在美国主要发生于中部和东部地区, 为害人工林、防护林、苗圃苗木和作为圣诞树的一些针叶树。感病树种不仅包括欧洲黑松(*P. nigra*)和欧洲赤松(*P. shlvestris*)等外来松种, 也包括本地乡土松种如多脂松(*P. resinosa*)和北美短叶松(*P. banksiana*)等。1932 年 Hedgcock 首次报道松枯梢病菌在美国艾奥华的北美乔松(*P. strobus*)和堪萨斯的欧洲赤松上引起枝枯和溃疡。尽管随后在内不拉斯加、俄克拉荷马和南达科他的其它针叶树上也相继发现该病为害, 但仅 70 年代以后才见该病在大平原东部地区和密执安、明尼苏达、威斯康辛及北达科他等地的苗圃和人工林中引起松树枯梢和根颈腐烂等严重危害的报道。甚至在夏威夷群岛也发现辐射松和海岸松发生严重的枯梢病。通常苗木的枯梢死亡率可达 30% 以上, 幼树和 30、40 年生的老树亦受害。1984～1986 年, 该病在艾奥华的几片科罗拉多冷杉(*A. concolor*)防风林中也引起了严重的枯梢、溃疡和流脂[4]。

荷兰　荷兰发现松树枯梢病约在 1860 年, 但该病一直仅是零星为害某些松树, 并未大面积发生和流行。然而, 一个多世纪后的 1982 年荷兰暴发了松枯梢病, 首次在欧洲赤松、奥地利黑松和科西嘉黑松上引起大量危害, 感病症状不仅限于枯梢, 还包括日益发展的冠萎和枝枯等, 1985 年该病达到了流行高峰。此间约 35% 的科西嘉黑松和奥地利黑松受到该病侵染, 其中 11% 严重受害; 在欧洲赤松林分, 约 32% 受侵, 6% 严重受害。1985 年后该病在荷兰流行趋缓。

除上述几个国家外, 英国、法国、意大利、南斯拉夫、智利、叙利亚、以色列和印度等 20 多个国家均相继报道了松枯梢病的发生与为害。

中国　中国松枯梢病的最早发生尚无从考查, 但近几十年来的最早报道始于 70 年代中后期。1976 年湖南省在火炬松(*P. taeda*)、湿地松(*P. eliottii*)和加勒比松(*P. caribaea*)等国外松上发现了枯梢病。1977 年, 广东省在马尾松(*P. massoniana*)人工林中也发现了枯梢病, 该病当年使广州附近松林的受害面积达到了 667 hm^2, 其中严重受害面积达 67 hm^2[5]。随后 1978～1980 年该病在黑龙江省和吉林省的樟子松和红松等松林中也迅速蔓延为害[6]。我国于 70 年代中期从美国引种了大批的湿地松和火炬松等国外松, 据不完全统计, 目前南方各省(区)的栽培面积已达到了 300 万 hm^2。这些国外松先期总体上表现出速生丰产, 但随着引种面积的扩大及适生性等问题, 病虫害也相继发生, 松枯梢病便是其中重要病害之一。自 1980 年以来, 该病已在中南、西南、华南、华东、西北等 10 多个省份的国外松林中发生。湖北各地湿地松和火炬松的发病面积约占其总栽培面积的 25%～50%, 发病株率达 28.6%～100%[7]。轻病林分林木生长势下降, 重病林分林木成片死亡或濒于死亡。1991～1993 年福建在全省进行了广泛的病害调查, 结果发现在该省 24 个市、县(区)都有松枯梢病危害, 全省发病面积达 1.5 万 hm^2。该病给当地生产造成了较大的经济损失, 如在闽侯南屿部省联营的 192 hm^2 湿地松良种林中, 由于松枯梢病为害导致大部分林木枯死, 仅投资造林就损失 25 万元, 各项累计经济损失达 200 多万元[8]。江苏、湖南、陕西、江西等地引种的湿地松和火炬松林也严重受害。

2 环境因子对病害发生发展的影响

2 1 气候因子

松枯梢病菌孢子的产生和释放一般与适宜的气温和较高的降水量及相对湿度密切相关。然而, 极端的气候条件给松树造成伤口和生理胁迫对松枯梢病的发生发展也影响甚大。奥地利 Cech 认为, 1989 年夏和 1990 年春的暴雨应对随后奥地利东部欧洲黑松上暴发的枯梢病负主要责任[9]。在南非夏季雹灾过后往往也造成松枯梢病暴发流行。长期过度干旱亦有助于病害发生。据澳大利亚 M inko 等研究, 干旱指数与辐射松感染枯梢病明显相关。当干旱指数最大时, 其感病性也达到最大值; 当干旱指数下降时, 受伤的皮层组织便变得日益抗侵染。摩洛哥海岸松(*P. p inaster*)和地中海松(*P. halpensis*)于 1992 年和 1993 年暴发枯梢病也与时年极度干旱有关。据南非调查, 雹灾和水分胁迫与当地松林 70% 的枯梢有密切联系。纵观前述世界一些国家松枯梢病的历史发展状况, 尽管不少国家在本世纪早期甚至上世纪末在松树上均发现有枯梢病, 但都仅是零星发生。似乎各国不约而同在本世纪 70～ 90 年代期间分别大量报道了该病所造成的大面积为害, 这其中除了有些国家引种外来松树及适地适树等问题外, 是否全球近 20 年来的气候变化及温室效应对该病的流行起了推波助澜的作用尚有待进一步研究。

2 2 立地条件

有研究认为, 贫瘠的立地或不适地适树是促成松枯梢病发生发展的重要因子。然而, 也有报道表明, 速生树或生长在较好立地上的树受害更重。这可能与世界各地各不相同的地理、地质、地形等条件和其它因子的综合作用有关。1990 年 Zw olinski 等对南非开普省南部雹灾后感病的 2 000 hm^2 松树人工林进行航空像片勘查和地面调查, 结果发现, 病害发生的严重度与立地质量或林龄关系不大, 而受海拔高度的影响较大, 该病在 250 m 以下的低海拔地区发病较重[10]。而谭松山等对我国湖南、湖北的湿地松、火炬松林研究则表明, 该病发生与母岩和土壤质地关系较大。在红砂岩、花岗岩和石灰岩发育成的土壤上松树生长差发病重, 在页岩和砾岩发育的土壤上发病轻, 而在板岩和紫色岩发育的土壤上不发病。在不同的土壤质地上, 砂壤、红砂土发病重; 红壤及壤性稻田土上发病轻[11]。江苏苏北东台等地引种的湿地松林分也因土壤砂砾含量高而表现出发病较重的趋势。这显然与易发生生理逆境和养分蓄积不足有关。

2 3 养分状况

探讨有效肥力与松枯梢病发生的关系一直受到重视, 因为有效养分直接影响到病原菌与其寄主的相互作用。1991 年荷兰研究病、健松树针叶中的化学组成发现, 病树针叶中的氮、磷水平明显高于健树针叶, 分析认为这可能由土壤因素所致, 而非由侵染或针叶失去生理功能所致。De Kam 等人也发现在 5 年生的科西嘉黑松试验区内氨肥刺激了松枯梢和树皮坏死的发展, 而钾肥则阻止了病害的发展。这主要由于过量的氨肥造成树体养分失衡和水势下降而减弱了抗病性, 这种现象在贫瘠的沙土上表现得更为明显。因为有效氮含量的多少通过影响梢根比、根系菌根生长和针叶水势高低而强烈影响着针叶树的水分平衡, 过量氮肥可诱发干旱胁迫而刺激真菌侵染[12]。美国研究也表明, 多脂松针叶氮含量与枯梢病发生严重度有关, 用造纸厂废泥处理的林分感病重。另外, 国内有研究认为, 松枯梢和芽流脂与缺硼有关。江苏在湿地松抽梢期, 于树冠喷洒 0 2% 的硼酸水溶液, 对防止芽坏死效果明显[13]。

3 树种抗病性和抚管措施与发病程度的关系

寄主树种的相对感病性对病害发生程度影响甚大。尽管松枯梢病的分布及寄主范围非常广泛, 在不同国家的各松树树种上发病程度不同, 但其一般共性是, 不管在哪个国家, 发病较重的通常总是发生在非本地乡土树种以及栽植在胁迫立地的树种上。在外来树种中, 感病性也不尽相同。南非几十年的观察研究表明, 辐射松和展叶松的感病性> 湿地松和火炬松。在我国江苏、福建等地调查研究也发现, 就受害

程度而言, 湿地松和火炬松> 黑松> 马尾松。然而在不同地区也有例外。据报道, 松枯梢病在我国广东各树种上的为害程度则表现为马尾松> 湿地松> 火炬松> 加勒比松。另外, 有报道松树不同树龄抗病性不同, 但在不同的生态地理环境下, 此相关性变化很大。

除树种外, 抚管措施对病害发生发展的作用不容忽视。许多研究表明, 林分抚管不力, 修枝季节不当或修枝强度过大均有利于病害发生。新西兰 1988 年在 5 年生的辐射松林中分别修枝梢 50%、40% 和 25%, 结果在强度修枝 50% 的林分中发病率为 65%～68%, 而轻度修枝(25%)林分中发病率仅 8%[14]。修枝不当以及在虫害较重、风压和雪折等造成伤口的林分, 该病发生都较严重。

4　松树抗枯梢病研究

面对这一世界性病害, 除了用化学防治和一些营林技术措施加以控制外, 开展抗性选育, 提高树种自身抗病力是一个极其重要的方面。

4 1　抗性选育研究

从本世纪中期开始, 国外就着手进行松树抗枯梢病选育方面的探索性研究。Wateman (1943)、Brookhouser 等(1971) 和 Rees 等(1988) 在温室和林间试验中已证明, 热带松树对松枯梢病的感病性存在种间差异。为了能充分利用和发挥速生丰产树种的潜值, 不少国家纷纷进行了松树抗枯梢病的种内抗性筛选研究。在南非、智利等国, 辐射松对枯梢病高度感病, 但由于辐射松速生丰产, 故这些国家对辐射松开展了种内抗性选育工作。南非通过对辐射松半同胞子代人工接种进行抗性筛选试验, 已表明直接从一个遗传育种群体中选择抗枯梢病的辐射松具有很大的潜力; 智利从辐射松感病林分中选择健树已营建了抗枯梢病的无性系种子园[15]。美国针对欧洲赤松在本国圣诞树工业中的重要地位, 也正在研究用人工接种的方法确定抗枯梢病欧洲赤松的简便方法。初步结果已显示, 用此途径可获得该树种的抗病单株从而达到遗传改良的目的[16]。

4 2　抗生机制研究

鉴于松枯梢病发病期多发生在嫩梢延长而新发针叶尚未完全伸长阶段, 一些学者对江苏不同树种易感期和非易感期的新梢组织结构进行了研究。观察表明, 无论在易感期还是非易感期, 发病较轻的马尾松和黑松的木质化程度均明显高于发病较重的湿地松。对抗病型(马尾松等) 和高感型(湿地松等) 嫩梢周皮组织结构的研究似乎也显示出, 抗病类型周皮组织的细胞层数和组织厚度均高于感病类型的趋势。在对植物抵御病害具积极意义的苯丙烷代谢(可形成木质素、酚类物质等次生代谢产物) 过程中, 苯丙氨酸解氨酶(PAL) 是第一步限速酶, 起到至关重要的作用。通过对不同抗性的 3 种类型松树(抗性强弱排序: 马尾松、黑松、湿地松) 嫩梢进行生理生化测定, 表明新梢木质化进程与梢部的苯丙氨酸解氨酶(PAL) 和过氧化物酶(POD) 活性呈正相关。在易感病时期抗病及较抗病的马尾松和黑松新梢中 PAL 活性强, 故其木质化程度均明显高于感病的湿地松[17]。因此, 评价松树对枯梢病的抗性, 其嫩梢木质化程度、周皮组织结构和 PAL 活性等都是可参考的指标之一。

5　松树枯梢病的防治策略

松树枯梢病与其它任何一种森林病害一样, 其发生发展都是病原物与寄主和生态环境相互作用的结果。如果离开整个生态系而单纯考虑树种发病后的化学防治, 可以说是病害治理上的一个认识误区。研究表明, 松树枯梢病的流行常常发生在一些寄主长势不好或因某种原因造成大量伤口的林分中。因此, 根据林业经济条件和松树枯梢病的发生特点, 切实把握好营林生产的每一个技术环节来增强寄主的生长势, 无疑是防治该病的主要途径。这主要涉及到以下几方面: ①重视适生性问题, 培育健树。适生性不仅包括对大地理区域的适生性(如经度、纬度的地理气候变化对树种的影响), 而且还包括对小生境的

适应性(如海拔高度、立地条件、植被状况和微域气候等对树种的影响)。前者人们往往会慎重考虑,后者却容易被忽视,也许这正是造成松枯梢病在某地大面积发生的诱因之一。②加强抚育管理,减少林木生理逆境,减少各种伤口,避免过度采脂。③选择抗枯梢病树种取代易感树种。南非目前对松枯梢病的治理已通过利用抗性松种如湿地松等来替代感病松种辐射松而取得成就[18]。然而要注意的是,不同国家或地区的同一树种因气候、生境不同或由于病原菌的适生性变异可能表现出不同的抗(感)病性。因此,要选择适合当地的抗病树种。

值得一提的是,过去对松枯梢病菌在病害流行中的作用认识不足。往往认为该病菌在林中普遍存在,寄生性较弱。近年研究发现,林分中病菌的存在与否及其累积数量对病害的发生与流行也有重要影响。美国、法国等有报道,该菌还可引起种子腐烂。英国(1988)研究表明,来源于洪都拉斯、赞比亚和澳大利亚的卵果松和加勒比松等种子的该病菌分离系能够侵染无伤的种子和苗木[19]。因此,在无病区中杜绝病原菌的传入,加强种子检疫以及苗木产地检疫,严禁病苗上山造林,在有病区中减少病原菌积累的数量(如修去病枝,伐去濒死树等)或在流行季节实施化学的或生物的保护措施,对减少侵染发生或控制病害流行也是有效的。在实施保护措施时,还应考虑松树枯梢病可能存在着的潜伏侵染现象,以及该病菌种群由于遗传变异而存在的侵染特点不同等问题,以便采取相应的对策。

参 考 文 献

1 Currie D, Toes E. Stem volume loss due to severe Diplodia infection in a young *Pinus radiata* stand. New Zealand Journal of Forestry, 1978, 23(1): 143～148.

2 Stiki A. Crown wilt of *Pinus* associated to *Sphaeropsis sapinea* infection of woody stems. In Schoot and Foliage Diseases in Forest Trees. Proceedings of Joint Meeting of IUFRO Working Parties S2. 06. 02 and S2. 06. 04. Firenze, Italy 5- 11 June 1994(edi, by Capretti P et al).

3 Swart W J, Wingfield M J and Grant W S. Comparison of *Sphaeropsis sapinea* and *Sphaeropsis sapinea* f. sp. Cupressi. Mycol. Res., 1993, 97(10): 1253～1260.

4 Luley C Gleason. M L. Diplodia caulker (*Sphaeropsis sapinea*) of *Abies concolor* in Iowa. Plant Disease, 1988, 72(1): 79.

5 梁子超, 祁惠芳. 马尾松枯梢病的研究. 植物病理学报, 1980, 10(2): 119～123.

6 景耀, 张永安. 湿地松枯梢病的研究. 林业科技通讯, 1986, (12): 1～4.

7 别润之, 杨么明, 余世明, 等. 火炬松、湿地松梢枯病初步研究. 森林病虫通讯, 1986, (2): 8～10.

8 魏初奖, 刘利玲, 林际朗, 等. 松枯梢病的研究. 福建林学院学报, 1997, 17(1): 25～29.

9 Cech T, Tomiczek C. Zum Kiefernsterben in Niederosterreich. Forstschutz Akruell, 1996, (17, 18): 12～13.

10 Iwolinski J B, Swart W J and Wingfield M J. Intensity of dieback induced by *Sphaeropsis sapinea* in relation to site conditions. Eur. J. For. Path, 1990, 20: 167～174.

11 邓群, 谭松山, 苏开君, 等. 国外松枯梢病发生与立地条件的关系. 林业科学研究, 1993, 6(4): 409～413.

12 Kam M D, Versteegen C M, Burg J V et al. Effects of fertilization with ammoniutn sulphate and potassiun salphate on the developtnent of *Sphaeropsis sapinea* in Corsican pine. Netherlands Journal of Plant Pathology, 1991, 97(5): 265～274.

13 沈伯葵, 姚景德, 张明海, 等. 松枯梢病防治技术的研究. 林业科学研究, 1993, 6(4): 409～413.

14 Chon C K, Macketlzie M. Effect of pruning intensity and season on Diplodia pinea infection of *Pinus radiata* stem through pruning wounds. Eur. J. For. Path, 1988, 18(7): 437～444.

15 Swart W J, Donald D G and Theron J M. Screening of *Pinus radiata* pregenies for resistance to *Sphaeropsis sapinea*. South African Forestry Journal, 1996, 175: 15～18.

16 Gerhold H D, Rhones H L and Wenner N G. Screening *Pinus sylvestris* for resistance to *Sphaeropsis sapinea*. Silvae Genetica, 1994, 43(5, 6): 333～338.

17 万贤崇, 沈伯葵, 方炎明. 松树对枯梢病抗性机制研究. 林业科学研究, 1996, (专刊): 59～62.

18 Wingfield M J, Swart W J. Integrated managentent of forest tree disease in South Africa. Forest Ecology and Managetnent, 1994, 65(1): 11～16.

19 Rees A A. Pathogenicity of seedborne isolates of *Sphaeropsis sapinea* to three Central Ainerican piuns species. Plant Disease, 1988, 72(4): 362.

Occurence and Control Countermeasure of *Sphaeropsis Sapinea* Shoot Blight on Conifer in the World

Wu Xiaoqin

Abstract *Sphaeropsis sapinea* causes shoot blight, canker, collar rot and blue stain of 8 genera conifer (hosts up to ca. 60 species and varieties). The disease occurs worldwide and has been reported from at least 30 countries. It has been associated with significant economic damage in exotic pine plantations in New Zealand, South Africa and China. Environmental conditions (Climate, site, nutrient availability) and host susceptibility have great effect on incidence of darnage caused by the parasitlc fungus. The practical disease controt measures are to enhance host growth by the selection of suitable site, the replacement of susceptible species and cultivars with more resistant species and cultivars and the reduction of physiological stress of hosts. Attention has been given to chemical and biological control of *S. sapinea* in nurseries and plantations.

Wu Xiaoqin, associate professor works in the Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China.