

松材線蟲引起松樹枯死之 原因探討

■ 蕭祺暉 / 林務局技士

一. 前言

松材線蟲引起松樹萎凋病為世界性之松木疫病，美、日、韓、中國大陸等松林被害極為嚴重，造成大片松林枯竭，而美國、法國、琉球亦相繼報導發生，由於交通發達，於民國72年至74年間本省北部地區琉球松發生該病害，本省在民國74年由台大植病系曾顯雄教授研究致病原因，調查發現為松材線蟲危害造成之松樹萎凋病。證實松材線蟲存在並為害本省松林（曾等，1985）。該病害如今已大流行，依據行政院農業委員會八十五年七月十六日農糧字第五〇二〇三九四

A號公告：「松材線蟲」為植物防疫特定疫病蟲害，其防疫地區包括：台灣省、台北市及福建省金門縣與連江縣。可能造成重大損失，尤其令人擔憂者為被認為抗松材線蟲能力最強之台灣二葉松（李，1986；二井，古野，1978，1979），經林業試驗所張瑞璋博士1995年證實武陵地區台灣二葉松已感染松材線蟲，因其所佔面積為各松類中最大者。

曾經國內學者、專家研究防治方法，亦邀請國外專家來台考察，結果仍以實施全部砍除被害木，改植其他樹種，為釜底抽



▲ 松斑天牛幼蟲咬痕

薪的徹底解決方法（蕭，1995）。為尋求有效防治方法，農業委員會委託學術研究機關進行研究，針對松斑天牛及松材線蟲兩者，研究如何篩選有效藥劑。希望藉本文引起人們更關心生態環境保育，早日尋找出良策，以挽救松樹林木。

二. 病害環

有關松樹萎凋病、松材線蟲、及其媒介昆蟲各

別的性狀和三者間의交互關係如下 (Winfield et al. 1982) :

(一) 松樹萎凋病之病徵

:

1. 初期流脂減少，最後完全停止。
2. 松針由下位葉開始黃化萎凋。
3. 中期萎黃逐漸擴大至整株。
4. 後期整株松樹枯死，針葉轉呈紅棕色。
5. 松樹由感病、發病到枯死極為迅速 (約 1 ~ 4 個月內)。

(二) 媒介昆蟲—松斑天牛 (Monochamus alternatus)

1. 生活史:

- (1) 平均每隻雌蟲可產 100 個卵。
- (2) 卵在一週後孵化。
- (3) 幼蟲先咬食韌皮部再咬食木質部。
- (4) 蛹期約 20 天，在蛹室內羽化為成蟲。
- (5) 在經過一週後，成蟲

離開蛹室，從樹幹內到外界。

- (6) 雌成蟲大約離開樹幹 2 ~ 3 週後開始產卵。
- (7) 一年發生代數通常為一代，然亦有一年兩代的情形，至於高山地區也可能二年一代。



▲ 松斑天牛幼蟲

2. 食性:

成蟲爬至外界後在健全松樹的當年生至三年生嫩枝咬食表皮，攝取營養。

3. 傳播:

- (1) 天牛羽化為成蟲時，耐久型線蟲的幼蟲就進入天牛成蟲的氣門

內。通常攜帶數千至一萬隻的線蟲，最高記錄則多達 289,000 隻。

- (2) 天牛離開因萎凋病而枯死的松樹，開始取食新松樹嫩枝時，分散於天牛體內的線蟲向尾端移動。
- (3) 天牛成蟲攝食樹皮時，拖著腹部末端而走，於是線蟲掉落於剛形的食痕上，而侵入新的松樹。

4. 飛翔距離:

最遠竟達 3.5 公里，但通常集中於寄生松樹 700 公尺範圍內。

(三) 病原——松材線蟲 (Bursaphelenchus xylophilus)

1. 生活史:

- (1) 平均每隻雌蟲 28 天可產 79 個卵。
- (2) 卵在 30 小時內即孵化。
- (3) 2 天內脫 4 次皮變為成蟲 (體長約 0.3 ~

3.0mm，肉眼看不見）。

(4) 4 ~ 5 天可完成一個世代。

2 食性：

松材線蟲可取食松脂管內的上皮細胞和鄰近組織的薄壁細胞，亦可取食真菌。

3 為害：

松材線蟲的族群在松樹出現黃化萎凋以後才大量激增。

4 傳播：

松材線蟲需要媒介昆蟲（尤其是松斑天牛）攜帶傳播。

三、松材線蟲引起松樹萎凋之可能原因

(一) 當松材線蟲進入松樹體內，松樹會分泌二次代謝產物，進行抵禦，經實驗證明，松材線蟲遇到此防禦物質，則暫停活動，唯時間有限，僅

二十四小時左右，松材線蟲又開始有活力，表示其有解毒能力，且可以游離毒素作用部位，逃避毒害 (Bolla et al; 1984)，然其二次代謝產物係造成松樹活力減退的一大主因，此等毒素累積過多，而對植物本身產生毒害，使松樹迅速萎凋。Oku (1979) 等氏首先從罹病日本赤松 (*pinus densiflora*) 抽出一些水溶性的萎凋毒素，Bolla 等 (1984) 及 Shaheen 等 (1984) 氏亦從歐洲赤松 (*Pinus sylvestris*) 抽出同樣的毒素來，經處理於健康植株，同樣可以出現萎凋病徵 (Kondo, 1982)。這些化學物質可以由松脂合成，為低分子量、非酸性、耐熱性而且具透析性的脂質，可能為酚類或碳酸類 (Shaheen et al; 1984) Ueda (1984) 等氏曾鑑定出其中四種：benzoic acid、

8-hydroxycarvotanacetone、pyrocatechol 及 dihydroconiferyl alcohol，其中 benzoic acid、8-hydroxycarvotanacetone 所造成病徵與松材線蟲感染者極為相似 (Ueda et al; 1984)。

(二) 這些毒素可能會阻礙水分之流動，而且其濃度隨感染時間之增常而增加 (Shaheen et al; 1984)。不同階段產生之種類亦不一樣 (Ueda et al; 1984)。

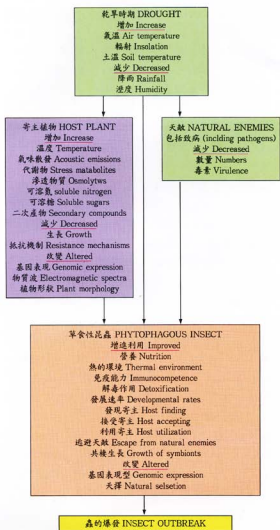
(三) 松材線蟲感染初期，此時松脂管之流脂已減少，氣孔 50% 關閉 (Shaheen et al; 1984)。

(四) 松材線蟲繁殖數量太大，阻塞疏導組織。

(五) 疏導組織被松材線蟲破



▲ 松材線蟲引起松材萎凋病林相



圖一：乾旱時期寄主植物、草食性昆蟲及其天敵蟲之交互作用 (Mattson and Haack, 1987. Copyright © 1987 by the American Institute of Biological Sciences)

壞，而失去功能。大部份的線蟲於接種數小時內，經由傷口進入松脂管，而有少部份由木質部和皮層游入松樹組織內 (Mamiya 1980)，接種後一天，線蟲所在之松脂管其上皮細胞之細胞之細胞質呈顆粒狀，細胞核變形，上皮細胞周圍之薄壁細胞也褐變，壞死 (Mamiya 1983)。

- (六) 可能與空氣污染有關 (伊藤 1994 演講)。
- (七) 與空氣中 N 濃度含量有關 (日本 NHK 報導)。
- (八) 與松樹本身活力有關，樹勢強者較具耐病力，不同樹種有不同的感病率，李 (1986) 曾接種松材線蟲於華山松 (*Pinus armandii*)、琉球松 (*p. luchuensis*)、馬尾松 (*P. massoniana*)、台灣五葉松 (*P. morrissonicola*)、台灣二葉松 (*p. taiwanensis*) 皆會感病惟感病率差異極顯著。

(六)另受氣象因子影響，在松樹生長期間，若遇高溫，乾燥之氣候，則病害便急速增加(圖一)，故一地區之年均溫可當作該地區松樹萎凋病發生之重要指標(Mamiya 1984)。

(七)根系吸水速率小於蒸發散速率。

(八)有些真菌，如 *Trichoderma* Spp. 則可以分泌毒素抑制松材線蟲生長(Kondo, 1982)。

(九)有些真菌可以用來培養松材線蟲(*Bursaphelenchus xylophilus*)，且其族群隨病害之發展而增加，可以提供 *B. xylophilus* 在松樹枯死後賴以存活之食物(Kobayashi et al 1974; 1975; Mamiya, 1984)。

(十)常與松材線蟲一起被分離到的真菌 *Ceratocystis* spp. 則會引起松樹萎凋(Basham, 1970)。

(十一)Oku(1980)氏等曾指出與 *B. xylophilus* 同被分離到的一些細菌，

其代謝物能引起松樹萎凋，但單獨接種細菌則僅1%產生萎凋病。

(十二)Bird氏等(1980)曾報告細菌 *Corynebacterium ratayi* 必須在線蟲 *Anguina agrostis* 之存在下，才會在黑麥上產生毒素。但Kondo氏等(1982)曾以經純粹培養，不帶菌之 *B. xylophilus* 接種歐洲赤松上，可得100%之發病率，故應可確信松材線蟲能單獨造成松樹萎凋。

(十三)在自然界中，媒介昆蟲身上常可觀察到細菌及一些真菌孢子，而 *B. xylophilus* 之傳播性四齡幼蟲(dauerlarvae)體軀上亦可發現細菌(Kondo et. al. 1982)。

四 結 論

松樹屬陽性樹種，為先驅樹種，常出現於裸露地、崩塌地、火災跡地之優勢樹種，故常形成天然



▲翠綠的松針

純林，生物歧異度極低，常易遭病、蟲為害，故演替過程中會漸被其他中性或耐陰性樹種侵入而取代，該類樹種由於具松脂，為良好之燃料材，故常引起森林火災，但大部份為人類不當活動所引起。近年來由於松材線蟲肆虐，引起大面積松木枯竭，松樹感染後葉部退綠、黃化，漸變為紅褐色，尤以秋天最明顯，不知情之民衆尚以為秋天到了，山頭松樹會自然變紅，經探討其乃因植物為抗病所產生酚類防禦物質，所出現之植物生理反應。

五 參 考 文 獻

省略，請逕洽作者詢問。