

本世紀最嚴重的森林流行病

松材線虫萎凋病

應之璘

松樹萎凋病為日本近30年來松類造林最嚴重的病害，亦為日本林業界最棘手與最急需解決的林業上重大保護問題。每年損失木材 100萬立方公尺以上，20種松類罹病，尤以日本赤松及黑松受害最烈，此外雲杉、冷杉、落葉松也有感染現象。松材線虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 為其主要病原。

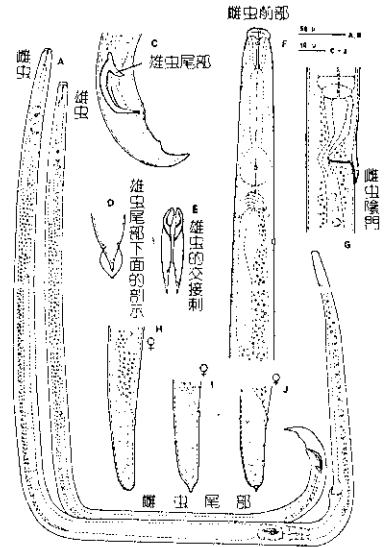
除日本外，美國、琉球及小笠原羣島上的松林亦皆相繼發病，此病已被公認為本世紀最嚴重的森林流行病害。不幸的是，松材線虫已於去年 5 月證實開始侵襲本省松林。

石門鄉琉球松 首先發病

民國72年10月台北縣石門鄉濱海地區10餘年生琉球松造林地約 2 公頃，零星發生松樹針葉變黃漸次變赤褐色而枯死，據稱在 5、6 月間開始發現松樹針葉變黃，當地鄉民疑為受台電核能電廠輻射影響，要求林務局派員鑑定死亡原因，筆者乃於72年10月21日奉派前往勘查，雖發現枯死松樹上有天牛、小蠹虫等二次性害虫為害，但非造成萎凋的主要原因，並經全面勘查，懷疑為日、美報告的松材線虫萎凋病。

取樣追蹤 分離出松材線虫

其後蘭陽林區轄內長青種子園，嫁接琉球松14年生母樹林 7 公頃亦發生萎凋枯死情形，林務局為研究松樹新病害枯死病因，邀請林業試驗所歐世璜博士及台大植病系曾顯雄教授，於73年 2 月10日由筆者陪同前往石門鄉現場勘查，但初步未能分離出線虫，以致無法證實。後經曾顯雄教授繼續取樣追蹤，再就樹幹基部材質部分分離結果，在73年 6 月分離出松材線虫，虫口數甚高，且形態特徵鑑定確實與為害日本松林的線虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 完全屬同一種類，林務局於去年 2、3 月間提供琉球松、黑松等苗木，經曾教授以其所分離的線虫，接種於健全松苗上觀察，2 個半月後開始出現病徵，隨後枯萎死



松材線虫

亡。然後再由此枯死松苗上分離出線虫，鑑定與所接種的線虫完全相同。終於在去年 5 月證實石門鄉的松樹，的確是受松材線虫為害致死。

短時間內 造成大量枯死

桃園縣虎頭山公園馬路兩旁30~40年生黑松，於去年 4 月間尚見翠綠一片，6 月即枯死，而 9 月間尚翠綠的少數黑松，亦於最近皆已枯死，本病的破壞性及威脅性已到了怵目驚心的地步。因為本病害是造成系統性萎凋，危害松樹地上部，此外松材線虫可經由媒介昆虫天牛攜帶傳播，造成嚴重的流行病害。所以欲防治本病害，必須對松樹→線虫→天牛三者間的複合關係完全了解，才能防止本病蔓延。

線虫為主要病原

鑑定松材線虫，可於 5~6 月或 6~7 月間發現松樹針葉變黃時，以鑽孔器鑽取木材，放在線虫分離器內，即可分離得倒。

另外也可將樹砍倒，4~5 尺處段木，取 1 公分的木片，放在玻璃皿上，木片下放濾紙，然後放蒸餾水，線虫即下來。



馬鞍山球松被害枯死

此外繪測法應用紅外線底片照相，如有松材線虫爲害，松樹砍開時已不流松脂。

松材線虫的特徵爲雄虫尾端呈鷹爪狀，交接刺末端具圓盤狀。雌虫尾端呈指狀，陰門具孔蓋。松材線虫侵入林木，取食於植物細胞，當松樹枯死後，外來的細菌、真菌、無病原性線虫及昆蟲等侵入枯死林木，松材線虫靠真菌可維持族群密度達1年或更久，每1雌虫平均可產卵80個，幼虫經4次脫皮，當溫度適宜 25°C 時，4天即成爲成虫。在萎凋松樹植株內的3齡幼虫，多到環境壓力準備擴散時，稱爲傳播型3齡幼虫，此虫有厚的角皮，化蛹時，3齡幼虫脫皮爲4齡，稱“Dauerlarval”。初夏，當天牛羽化爲成虫後，大量的4齡幼虫經胸部氣孔進入呼吸系統，天牛羽化鑽出木材後，飛到健全林的多汁枝條頂端取食，此時線虫即游離虫體，由傷口進入松樹體內，繼續松材線虫病害環。

天牛是媒介昆虫

松樹萎凋病在自然界中的傳播，必須靠媒介昆虫自罹病寄主松木上攜帶松材線虫進入新的健全林木。據日本調查，松材線虫4齡幼虫與天牛 *Acanthocinus griseus*, *Arhopalus rusticus*, *Corymbia*

succedanea, 松斑長角天牛 *Monochamus alternatus* 及擬玉虫斯胖天牛 *Spondylis buprestoides* 等5種天牛維持共生關係，而以松斑長角天牛爲主要媒介昆虫，所寄生的松材線虫族群密度最高。在美國密蘇里州研究結果，以天牛 *Monochamus carolinensis* 寄生的族群密度最高，此外 *Pissodes approximatus* 及 *Chrysobothris sp.* 亦有線虫寄生。天牛成虫於4月10日自罹病的歐洲赤松，攜帶松材線虫可繼續達3個月之久，4月底~5月初族群密度逐漸減少，其中95%皆屬松材線虫4齡幼虫。每1天牛體內平均線虫數可達16,163條。在日本 75~100%松斑長角天牛成虫體內松材線虫4齡幼虫平均數爲15,000條，85%線虫皆在天牛胸部而其餘小部分在腹部氣管，但却不存在於天牛幼虫體上。

林務局於民國62年間曾委託台大植病系徐世傑教授作松樹潰瘍病原因的研究，曾調查台灣產爲害松樹的天牛種類，在本省北部地區調查所採得有下列9種

- (1) 松斑長角天牛 *Monochamus alternatus* Hope: 即爲日本松材線虫的主要媒介昆虫，亦爲本省占族群的優勢種。
- (2) 華夏薄翅天牛 *Megopis sinica* (White)
- (3) 井蘇拉鋸天牛 *Prionus insularis* Motschulsky
- (4) 長角家天牛 *Stromatium longicorne* (Newman)
- (5) 綠色細青天牛 *Leontium viride* Thomson
- (6) 擬玉虫斯胖天牛 *Spondylis buprestoides* (L.)
- (7) 栗色凹胸天牛 *Arhopalus quadricostulatum* (Kratz)
- (8) 灰色絨絨天牛 *Aeolesthes induta* (Newman)
- (9) 赤肩姬衫天牛 *Callidium rufipenne* Motschulsky

天牛啃食樹皮 線虫伺機侵入

松材線虫萎凋病的傳播，必須由媒介昆虫自感染病害的林木，攜帶線虫傳播進入新的健全林木。最初研究天牛成虫傳播松材線虫至歐洲赤松苗，導致此松苗凋萎而枯死。在此枯死苗木莖部皆具有松材線虫。

通常夏天由天牛食害松樹樹皮，線虫即侵入易感病林木，僅短短數星期發生病害而枯死。線虫生活在

木材中經過多天直至翌年夏天，待天牛來發展病害。

最初病徵

松脂流出減少

林木枯死後，線虫族羣密度達最高峯，在日本病徵於夏末出現，松斑長角天牛成虫氣管中攜帶大量的線虫，羽化飛出枯松，飛到健全松樹上，在幼嫩枝條上取食約30天。天牛取食深可達形成層組織，造成傷口，此時松材線虫的4齡幼虫，即由天牛氣管及氣門中移到腹部體節處，然後脫離昆蟲體表，族羣中10%可經由天牛取食所造成的傷口，進入松樹枝條組織內，松材線虫寄生侵入松脂管後，成熟變為成虫然後產卵，族羣密度迅即增大，破壞松脂流出及林木水分的輸送，於是松脂流出減少，為松樹病害最先病徵。罹病林木樹葉很快變赤褐色而萎凋，罹病林木於初夏尚健康，夏末即枯死。若以人工接種後，約3~4星期松類林木即出現衰弱，5~6星期即枯死。

防治方法

伐除燒毀病株

(1)於3月中旬以前，伐除燒毀松樹被害枯死木，以免病害蔓延，幹材可利用時，運至紙漿廠利用。切不可將伐除的木材、枝條留置林內。

樹幹灌注或土壤處理

防治線虫

(2)控制松材線虫族羣：任選下列藥劑1種防治，施用方法有樹幹灌注和土壤處理兩種。前者多應用於防治庭園觀賞木。天牛產卵前3個月，在離地50公分高樹幹上，用鑽孔器打一直徑0.6公分深、約3~6公分的洞，灌注「繁福松」液劑，應用普通灌注器或加壓灌注器，灌注於樹幹。

土壤處理時，在松樹根際周圍50~150公分處開溝，深約15~25公分，將藥劑平均施於溝中，然後蓋土。每株施藥量，就樹的大小及藥劑種類而異，一般採用下列數種系統性殺線虫劑。

- ①10%「芬滅松」(Nemacur) 粒劑。
- ②3%「加保扶」(Furadan) 粒劑。
- ③5%「二硫松」(Disyston) 粒劑。
- ④5%「繁福松」(Terracur P) 粒劑。
- ⑤10%「得滅克」(Temik) 粒劑。

利用動力噴霧器

噴藥滅天牛

(3)控制媒介昆蟲天牛的族羣：發病地區周圍1公里範圍內，在媒介昆蟲羽化成虫期噴洒殺虫劑，殺死媒介昆蟲天牛。最好在天牛開始羽化1星期前噴藥1次，成虫出現最盛期1星期前噴藥1次，5~6月間尚需噴藥1~2次，才有效。且必須應用高壓或動力噴霧器作新梢噴藥，殺死羽化取食的媒介天牛。所採用藥劑以「芬殺松」(Fenthion)、「大利松」(Diazion)及「加保利」(Carbaryl)最有效。

培育抗病品種

(4)育成抗病品種：日美兩國正積極研究抗病品種，目前已知由抗病性的馬尾松和罹病性的日本黑松育成的和華松具有極高抗病性。各種松類對松材線虫的抵抗力如下表。

中 名	學 名	抵抗性的強度
歐洲赤松	<i>P. sylvestris</i>	感受性
日本赤松	<i>P. densiflora</i>	
日本黑松	<i>P. thunbergii</i>	
琉球松	<i>P. luchuensis</i>	
澳洲松	<i>P. nigra</i>	
法國海岸松	<i>P. pinaster</i>	較感性
紅松	<i>P. resinosa</i>	
美國西部黃松	<i>P. ponderosa</i>	
長葉松	<i>P. palustris</i>	
短葉松	<i>P. echinata</i>	
濕地松	<i>P. elliotii</i>	較抗性
黑皮松	<i>P. rigida</i>	
馬尾松	<i>P. massoniana</i>	
油松	<i>P. tabulaeformis</i>	
放射松	<i>P. radiata</i>	
白松	<i>P. strobus</i>	強抗性
	<i>P. virginiana</i>	
柱松	<i>P. contorta var. murrayana</i>	
德達松	<i>P. taeda</i>	
芒刺松	<i>P. pungens</i>	
閉果松	<i>P. bauksiana</i>	
沙松	<i>P. clausa</i>	
白皮松	<i>P. bungeana</i>	
高山松	<i>P. cembra</i>	