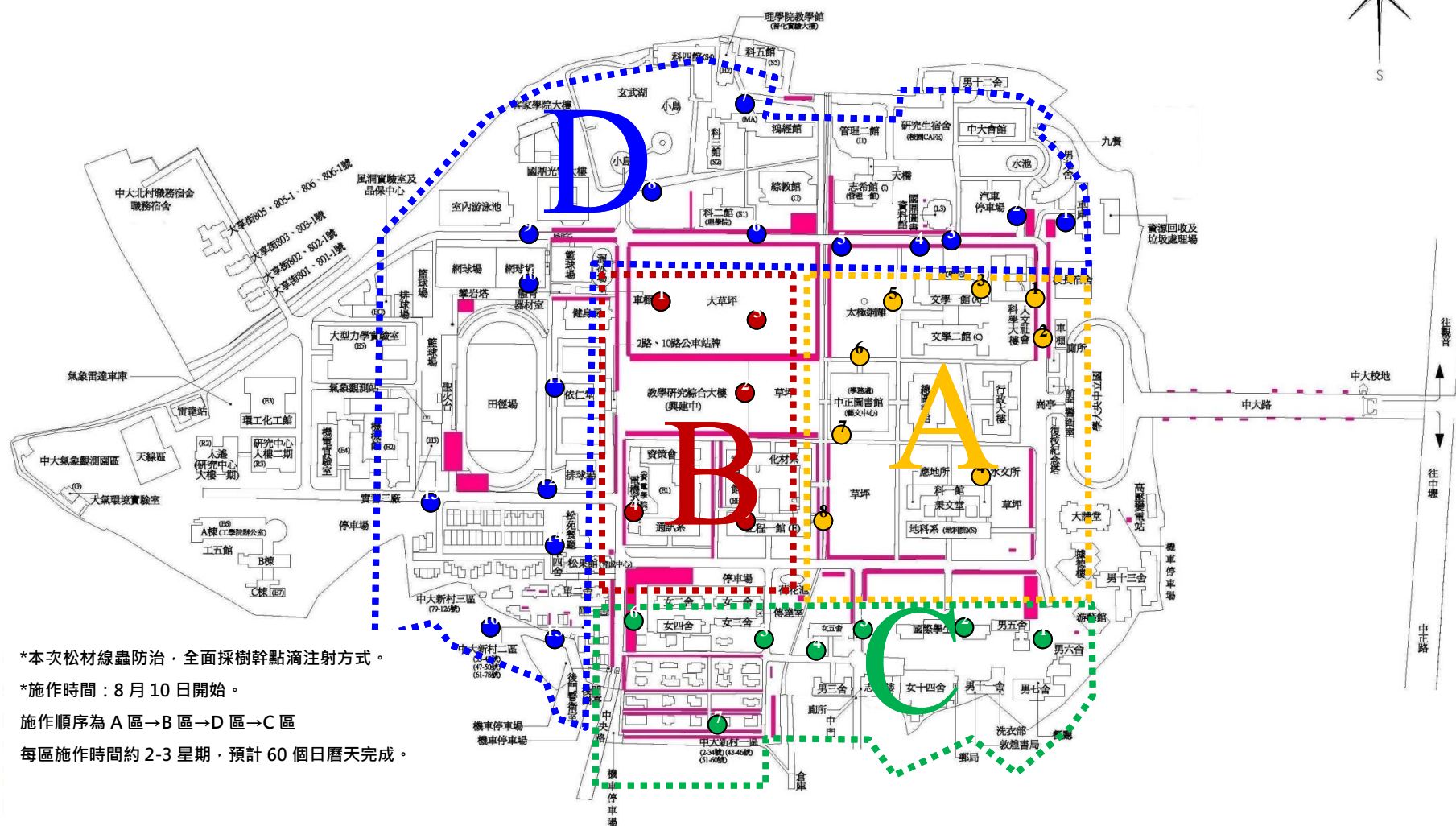


【施工公告】115 年 8 月 10 日起松樹松材線蟲防治作業

- 一、為保護校園松樹及降低其受松材線蟲之危害，自 115 年 8 月 10 日起至 10 月 8 日(遇雨順延)，進行松樹松材線蟲點滴防治作業。
- 二、防治方法：使用樹幹注射法，將藥劑加壓灌注入樹幹，讓藥劑在全株運行，以阻害松材線蟲的侵入及殺死入侵的松材線蟲，俾增加松樹樹體的抵抗力，降低松樹因松材線蟲感染的死亡率。
- 三、防治範圍詳如附件（施作區域可能因現況條件適時微調）。
- 四、防治工作期間，提醒全校師生員工及遊客遵守勿碰觸及拉扯點滴瓶與點滴管子，施工期間，造成不便，敬請見諒，感謝您的配合共同維護松樹的健康。若不慎碰觸，請立即用大量清水連續沖洗 15 分鐘，處理後仍有不適，請即刻就醫。
- 五、事務組聯絡人：吳小姐，校內分機 57316
施作廠商聯絡人：天蕊股份有限公司吳小姐 02-28723045-203

國立中央大學松樹位置示意圖



松材線蟲病害簡介

松材線蟲必須藉由媒介昆蟲才能在林間傳播。在日本有八種天牛可傳播松材線蟲，其中以松斑天牛最為重要，這是因為松斑天牛常見於死亡的松樹上，同時許多松斑天牛都經證實感染大量的松材線蟲四齡幼蟲，平均每隻天牛攜帶15,000隻線蟲。調查發現，在台灣的松材線蟲傳播並不單純，但以松斑天牛帶蟲率最高。

松樹萎凋病主要的媒介昆蟲為松斑天牛(*Monochamus alternatus*)，通常在五月下旬至七月下旬出現，在氣管中攜帶大量的線蟲，羽化飛出枯松，飛到健康的松樹上，在幼嫩的枝條上取食約30天，取食深可達形成層而造成傷口，在這期間，*B. xylophilus*的四齡幼蟲，由天牛氣管及氣門中移至體節處，然後脫離昆蟲體表，族群中的10%可由天牛取食所造成之傷口進入松樹枝條之組織內。一般來說，在昆蟲飛出枯松後的1-3週內，大多數的線蟲已脫離昆蟲之氣門或氣管。

松材線蟲進入松樹組織內約3小時後，即可進入松脂中10公分，但不會立即散佈全株，只停留在天牛取食之傷口附近。線蟲進松脂管後，開始取食松脂管上的上皮細胞及鄰近之薄壁組織細胞。2天後這些四齡幼蟲即可脫皮為成蟲，並開始繁殖，此時松樹的呼吸率增高。約6-20天後松樹停止分泌松脂，並在木質部或皮層的松脂管中發現新一代的卵及二齡幼蟲，但主要線蟲族群尚侷限在感染部位附近。20-30天後，葉片蒸散量減少，進而停止，葉片開始萎凋，呈紅棕色，但不掉落。此時，松樹邊材開始失水，其他真菌及細菌大量入侵繁殖，線蟲因此而獲得食物，族群迅速增加，並擴展至枯樹全身，包含根在內。

另一方面，羽化的天牛一邊傳播線蟲，一邊取食，經過2-3週後，已達成熟，受罹病松樹所產生之揮發性物質，如 α -pinene及ethanol將其引誘到尚未顯現病徵的松樹上產卵，卵於一週內孵化，變成幼蟲，然後在樹皮中蛀食。此時線蟲散至松樹松脂管，並大量繁殖。天牛幼蟲待生長成四齡幼蟲時，即穿入邊材中，在蛀食孔道之末端形成蛹室，然後越冬。在這段期間，松材線蟲因為溫度越來越低，於是形成具有厚角質層及大量油滴的三齡幼蟲(dispersal the third-stage larva)以度過不良環境。

翌年早春，三齡幼蟲受昆蟲所分泌的不飽和脂肪酸及呼吸所產生的二氧化碳所誘引，聚集在蛹室周圍，到晚春時，此三齡幼蟲即脫皮成為不具口針，體表具

黏性物質的四齡幼蟲(Dauerlarvae)，等破蛹羽化的一剎那，此四齡幼蟲迅速移至幼小天牛成蟲的身上，並進入氣孔中。接著，攜帶有線蟲的天牛離開枯樹，飛到健康的松樹上取食，再次開始另一新的病害環。

松樹萎凋的原因除了松材線蟲外，還有許多真菌及引起根部腐爛的細菌性病害，此外有些昆蟲，如小蠹蟲、象鼻蟲、天牛等都會攻擊老弱松樹，加速死亡。寄主病徵，一般而言初夏感染的松樹外表健康，但至夏末即枯死，轉為赤褐色之最大病徵。其主要病徵如下：

- a. 松脂分泌減少及停止：被感染後之松樹依樹齡及環境條件而有所差異，但通常 6-20 天內松脂及停止分泌。
- b. 蒸散作用減少：在感染 20-30 天內其蒸散作用會減少。
- c. 針葉萎凋及黃化。
- d. 針葉轉為紅棕色，整株萎凋死亡。

依診斷的方式又可區分為下列數種：

(1)病徵診斷法：

若發現松樹針葉突然黃化，並迅速轉為赤褐色，全株蟲變色至枯萎死亡僅約二個月的時間，若不是長期缺水或乾旱和人為機械傷害，則可能是遭受松材線蟲所感染。

(2)流脂診斷法：

在松材線蟲的發病地區或疫區邊緣的松樹，若外觀正常並無明顯的針葉變色現象，可用打孔器在樹幹胸高處，打出一個直徑約 1.5 公分，深達形成層的孔洞，經 15-30 分鐘後，測定松脂的流出量(圖十一)，流出量又區分為五級：1. 松脂豐富溢出洞口。2. 松脂豐富未溢出洞口。3. 松脂量只泌出洞口。4. 無分泌。5. 邊材已乾燥。檢測的流量在 3.4.5. 級，則表示松樹已得病，然而此時在松樹外表上並無顯著之病徵。

(3)松斑天牛診斷法：

松材線蟲若無松斑天牛為其攜帶傳播，就不會造成松樹的死亡，故松斑天牛在松樹上活動的痕跡，亦可做為病害診斷的指標，尤其在本病流行地區，松斑天牛的發現更是確定松材線蟲為害的證明。

(4)分離診斷法

松材線蟲在初期，其族群分不僅在接種傷口附近，數量亦不多，因此初期分離不易。但若後期，則可將罹病的松樹之根、莖、枝條，甚至針葉取下，剪成小塊置放培養皿中並加水浸漬，兩小時後，其內之線蟲便會漸漸游離出來，我們可依據松材線蟲以往所描述形態特徵加以鑑定。

防治策略

一. 預防措施

- a. 農藥(殺天牛)：丁基加保扶，簡稱 NAC (商品名為賽文) 撲滅松，簡稱 MEP (商品名為速滅松，富粒) 芬殺松，簡稱 MPP (商品名為力拔山)。以撲滅松乳劑為例，空中散佈的稀釋倍數為 4~6 倍，每公頃則使用 8 公升，若稀釋 60~180 倍，則每公頃使用 120~240 公升；地上散佈時稀釋 150~200 倍，樹高 10 公尺的松樹每株施用 3 公升。
- b. 農藥(殺線蟲)：以 12.5%摩朗得(酒石酸鹽液劑)或滅豬蟲。台灣進行樹幹注射的林間試驗，顯示防治效果頗佳，滅豬蟲與日本藥劑 Greenguard 之主要成分相同，藥劑用量隨樹之胸徑大小而定，以 Greenguard 為例，直徑 20~25 公分的松樹，注射 440~660 毫升。

由於藥劑須要 3~4 個月的時間才可佈滿全株，因此灌注的時機要選在松斑天牛羽化前 3~4 個月實施(在台灣為 12~1 月間)。使用方式：(1)空中灑佈法；(2)地上灑佈；(3)樹幹注射法；(4)土壤處理。

二. 物理防治燃燒：我們可將罹病的枝條收集在一起，堆放於空曠處，用火加以燒毀，這個方法非常有效，但是必須注意，避免引起森林火災。

2. 破碎：把病死的林木以切碎機切成 1-1.5 公分的木屑片，使松斑天牛失去存活的空間而死亡，此法可剷除感染源，又不會污染環境，枯死的林木不會堆積在林地，又可降低林火發生的機率。
3. 剝皮：將枯死的林木伐倒剝皮，以阻絕松斑天牛幼蟲生活的空間，並加速林木之乾燥，使天牛和松材線蟲加速死亡。

三. 生物防治

1. 肉食性璫類：但是有些璫類常附著在松斑天牛的體壁上，以捕食松材線蟲為生，如 *Dendrolaelaps* spp. 即為其中最重要的璫類 (Tamura & Enda, 1980)。

2. 捕食或寄生性昆蟲：目前大概約有 20 種以上的昆蟲可以捕食或寄生在松斑天牛上，寄生蜂為較有潛力的天敵，以其毒針麻痺天牛之幼蟲，並產卵於其上，俟卵成熟孵化後，直接取食天牛之幼蟲（岸 洋一，1988）。
3. 鳥類：例如飼養捕食性的鳥類，如啄木鳥的族群，利用捕食天牛的習性，以降低天牛的媒介傳播。
4. 誘殺天牛：目前所用的天牛誘引劑有安息香酸和 Pinene（商品名為 Madaracall）兩種，亦可以松香油和酒精各半，自行調配使用，一般更藥期為 2~3 週（圖二十四）。利用松斑天牛可被罹病松樹產生的揮發性物質所誘引的特性，將松斑天牛吸引至誘捕器內，再利用殺蟲劑如 MEP 等予以撲殺。
5. 白殭菌：白殭菌是寄生於昆蟲的真菌，會造成昆蟲的死亡。於是在實驗室大量培養白殭菌（*Beauveria bassiana*），再將病死木打洞塞入白殭菌種源；或將白殭菌培養在不織布上，待真菌長滿不織布後，將不織布放置在受害林地。亦可利用特殊選用的小蠹蟲為媒介，將白殭菌帶入樹幹防治松斑天牛。此法尚在野外進行試驗中，潛力可觀（島津光明，1994）。

據專家指出，松材線蟲病是當今世界上最具毀滅性和傳染性的一種森林病蟲害，在國外主要分布在日本、美國和加拿大等地，松材線蟲病對幾乎所有松樹樹種都構成危害，染病後二到三個月便導致松樹死亡。目前世界各國都還沒有找到防治這種病蟲害的有效方法。但是預防勝於治療，只要我們做好全面的防治，徹底撲殺媒介昆蟲，保護現有的松樹，增強抗病力，推廣民眾教育使他們關心重視松樹的萎凋病，並且以立法的方式加強法規，防止苗木松材之運輸，而感染其他林地。林間的田間衛生及化學防治應處理妥當，以減低防治經費和環境污染，若是能再配合抗病選種及抗病育種的配套措施，循序漸進的更換樹種，相信一定能改造人工松樹林，營造成具有鄉土特色的針闊葉複層林。



撰文/居芮筠(經典雜誌撰述)

攝影/徐安隆(經典雜誌攝影)

或許您有過這樣的經驗：駕車穿梭於九彎十八拐的北宜公路上時，搖下車窗的剎那，陣陣波瀾壯闊的松濤敲擊著耳膜，胸臆間震出滿足的共鳴，蜿蜒的路段所造成的暈眩，也在此刻得到平息。

不過，這樣的片段，大概僅停留在八〇年代的門口。接下來的畫面上，閃過的是一片染紅的針葉、消逝的松林，以及隨後取代其空位的肖楠(*Calocedrus formosana*)及烏心石(*Michelia formosana*)。近二十多年來，松濤已漸漸沒入無聲的記憶中。

在台灣，中、低海拔的松樹，早在一九八五年以來，就陸陸續續變成紅褐色，爾後相繼枯死。一片山頭驟轉為紅褐色，並不是秋天的象徵，而是因為這些松樹生病了。人體內的寄生蟲叫作蛔蟲，松樹體內也會有寄生蟲，名稱即為松材線蟲(*Bursaphelenchus xylophilus*)。根據資料指出，這種由美國傳入日本，再由日本於一九八〇年代，陸續傳入中國大陸、台灣和韓國的松材線蟲，至今仍為森林保護的議題之一。

松材線蟲體型僅一毫米，靠著吸收松樹內的養分為生。根據行政院農業委員會林業試驗所的資料，松材線蟲雌雄交配後，產下約八十個卵，一隻個體的平均壽命大約為十五至三十天，共經過四齡幼蟲的階段，方能長為成蟲。若不考慮外在因素，松材線蟲會在同一棵松樹上，從一齡幼蟲成長為四齡幼蟲，最後變為成蟲，繼續下一代的繁殖。

不過，松樹的養分終究會被吸食殆盡。誠如陽明山國家公園保育研究課蕭淑碧所言，「上天給予每一個物種一組生命機制」，沒有翅膀、也無法穿越土壤移居到另一棵松樹上的松材線蟲，總有一個存活下來的方法。牠與松斑天牛(*Monochamus*

alternatus)，仿若訂下一張不成文的契約，由松斑天牛作為松材線蟲的媒介昆蟲，將後者傳播到新的松樹寄主身上。

松材線蟲與松斑天牛共同演化

「松斑天牛和松材線蟲為共同演化的生物，其關係密切，形同魚幫水、水幫魚」，農委會林業試驗所研究員傅春旭為這看似複雜的生命機制，勾勒出一個清晰的輪廓。

台灣原本就有松斑天牛，牠屬於鞘翅目昆蟲，靠著取食松樹嫩枝維生。雌蟲交配後，會在樹皮下產卵，卵約一週後即可孵化。幼蟲先以韌皮部為食物，進而取食木質部，等到化蛹時，便會在樹幹裡形成蛹室，此時的松斑天牛會散發出不飽和脂肪酸及二氧化碳，這些物質會吸引大量的松材線蟲往蛹室集中。

待松斑天牛即將羽化之際，松材線蟲會瞬間鑽入牠們的身體裡，然後隨著破蛹而出的松斑天牛，就如同「坐飛機」一般，被載到健康的松樹上，接著從松斑天牛的氣門、氣室及氣孔鑽出，再透過因松斑天牛取食松樹而造成的傷口，進入松樹體內，開啟新的生命循環。

松斑天牛取食松樹，是再自然不過的生物行為，松樹不會因此死亡，被食用的部分，隔年又會長出新的；松材線蟲為了傳播和擴散，暫存於松斑天牛體內，對松斑天牛本身，也不具威脅性。然而，松材線蟲對松樹而言，卻是致命的因子。

松材線蟲一旦入侵松樹，在其體內取食、繁衍，便會「刺激松脂管分泌一些防禦物質，這些物質原本目的在於防止松材線蟲通過，但同時卻也阻礙了松脂的流動」，林業試驗所傅春旭博士解釋松樹發病的原因。松脂之於松樹，就如同血液之於動物，如果停止流動或分泌，就會影響到松樹的蒸散作用和水份傳輸的功能，漸漸地，針葉部分因為缺水而黃化，不出兩個月，整棵松樹就會褪去翠綠的健康面容，露出乾枯的赤褐色病體。

得力於媒介昆蟲松斑天牛，松材線蟲才能在台灣立足。而原本在台灣，族群數量不高的松斑天牛，也因松材線蟲的入侵，得以擴大牠們的勢力範圍。一般情況下，「快死的松樹有一種物質，天牛會偵測到，而過去產卵」，農委會林業試驗所研究員陳一銘說道，「因為松樹快死或已死亡時，松脂便停止流動，也就不會把松斑天牛的幼蟲包死。」但因天然枯損或天災折損的松樹，相對來說並不多，松材線蟲的到來，剛好可以增加松樹的萎凋率，使松斑天牛找到更多繁衍的空間。

本土的松斑天牛，竟能與外來的松材線蟲相融，甚至幫助牠們延續生命，這或多或少顛覆了人們的意識中，對疆界的既定認知。一九八五年，台灣大學植物病理與微生物學系教授曾顯雄證實了松材線蟲已入侵台灣，起初在台北縣石門鄉一帶危害松樹。由於石門鄉也是台灣第一核能發電廠的所在位置，因此染病松樹的種植者，甚至一度懷疑是核輻射所造成。

【變色樹】

松樹由綠轉紅，並不是受到季節變換的時序影響，而是因為「松材線蟲」入侵，而導致的病徵變化。

- 健康的樹：全株為翠綠色，樹齡可從數十至數百年以上不等。
- 感染初期：松脂量逐漸減少，輸導功能受阻，針葉因失水而稍微黃化。
- 感染中期：生長停止，黃化的針葉增多。
- 感染末期：不到兩個月，整株松樹就會褐化枯死。

【松材線蟲與松斑天牛】

松材線蟲和松斑天牛為共生關係，線蟲靠天牛移動傳播，天牛靠線蟲造成樹害，以擴張生存範圍。本土的松斑天牛，遇到從日本來的松材線蟲，不但不排斥，兩者反而配合得宜，成了松樹的無妄之災。



松材線蟲暫居松斑天牛體內，待後者飛到健康松樹上取食後，松材線蟲就從樹皮的傷口縫隙鑽入松樹體內，使松樹褐化、萎凋，最終落得被砍除銷毀的命運。(圖片提供/花蓮縣政府)



松脂尚能流動，表示這棵松樹是健康的。若松樹遭松材線蟲寄生，其松脂管會分泌防禦物質，使松脂量減少，直到完全不分泌。(攝影/曾顯雄)



「吊點滴」是常見的松材線蟲防治法之一。防治人員李文法在松樹的樹幹上打洞，插入點滴管後，再以高壓將藥劑灌入樹體。