樹木褐根病的發生與防治

傅春旭

樹木褐根病由 *Phellinus noxius* (Corner) Cunnigham 引起，是熱帶及亞熱帶地區林木、果樹、木本或多年生特用作物的重要根部病害。此病原菌分布在亞洲、非洲及紐澳地區，美洲及歐洲均未發現其報導。在亞洲的中國、東南亞及印度主要為害橡膠樹、茶樹、油椰子、椰子及速生相思樹等(Hodges et al, 1984; Kothandaraman et al, 1991; Li et al, 1967; Nandris et al, 1987; Sawada, 1943; Thies and Sturrock, 1995)。台灣最早是由 1928 年日本學者 Sawada 報導在樟、龍眼以及月橘根部有褐根病菌（Sawada, 1928)，之後雖有零星報導褐根病菌的發現，但對於其病理及防治方面未有深入的研究。近十幾年來，台灣低海拔之環境綠化樹木、公園行道樹、造林樹以及海岸防風林普遍發生樹木褐根病，此病才逐漸受到重視，而自 1990 年至 1997 年間，林業試驗所森林保護系林木病蟲害為民診斷服務案件中，約有 50%的個案與褐根病有關，故褐根病對樹木的健康影響甚為嚴重。但該段時間褐根病的台灣分布，主要是以西部台中以南，東部和平以南較常發現，北部地區只偶爾發現，桃園及基隆地區更是未發現有褐根病（張東柱、1997)。93 年，以隨機的方式進行新竹市受保護樹木的罹病率調查，調查比率約佔新竹市受保護樹木的 10%。檢查樹種共 18 種計 74 棵。遭受褐根病感染的受保護樹木共 5 棵，分別為榕樹 3 棵，菩提樹 2 棵，感染比率為 6.8%，其中菩提樹兩棵相鄰而榕樹有兩棵為相鄰，感染區塊判斷為 3 塊，這樣的感染比率應該是非常驚人的。1999 到 2004 年，六年間的林木疫情診斷鑑定與資訊中心通報案件中，與樹木褐根病有關的通報資料進行整理分析，樹木褐根病在台南縣很嚴重，其次是高雄縣、桃園縣，再其次是台北縣、花蓮縣及雲林縣。屏東縣、新竹縣、宜蘭縣及基隆市最不嚴重。但是 98 年進行台灣部分地區的普查，其中宜蘭縣的樹木褐根病普查發現調查點的感染率超過 55%。

94 年中，我們獲得林務局的支持，執行林務局補助「珍稀老樹病蟲害防治教育訓練及彙編圖鑑」計畫，進行多場包含樹木褐根病的宣導活動，這一些活動吸引了景觀界的朋友參加及認同，並且激盪出一些想法。95 年，中華民國景觀工程商業同業公會全國聯合會在謝鴻銘理事長領導下，除了辦理「樹木褐根病防治研習營」外，也承林務局補助聯合會，執行多場的宣導活動，這些活動除了讓更多景觀界的從業人員認識樹木褐根病外，也讓許多在公家機關服務的人員認識樹木褐根病。該時期全國聯合會也錄製了樹木褐根病防治相關的 DVD，分送給各機關單位，這對樹木褐根病的控制來說其實是一個非常大的進步，透過景觀從業人員認識樹木褐根病，對於遏止褐根病的傳染有具體的貢獻。最起碼不會因為無知而成為樹木褐根病的傳播媒介，因為樹木褐根病的長距離傳播主要是藉由病株移植（圖 1）或是病土的移動（圖 2)。罹病株的移植除了不易存活外也將褐根病由一地帶到另一地（圖 3)，但是最常見的情形是當一個綠美化工程一直都無法

成功的完成種植或補植工作時，換土（客土）被視為一個很根本的辦法下，這往往讓樹木褐根病由一地傳播到另一地。

圖 1：罹病的植栽，箭頭所指部分為感染樹木褐根病部份（謝煥儒老師提供）

圖 2：帶有病根的土壤

圖 3：榕樹因罹患褐根病而移植失敗（謝煥儒老師提供）

要如何認識樹木褐根病呢？樹木褐根病主要是感染樹木的根部，樹木根部被感染而影響原來的水分及養分輸導功能，會讓樹木的外觀改變，有時候是嚴重的落葉有時候是樹木失去原來的生氣。由圖4我們可以明顯的看出這兩棵榕樹的差異。左邊是正常的榕樹，右邊的榕樹是不正常的；走到不正常的樹木底下，往往可以看到由褐根病菌絲特化所形成的菌絲面，菌絲面初期是白色，不久即轉為黃色、琥珀色、褐色、深褐色，像是一層面膜一樣，緊貼在樹木的基部，在環境濕度足夠的情況，菌絲面可以達到離地面1公尺以上（圖5）。當氣候乾燥時菌絲面開始乾縮，顏色變深而成黑色或黑褐色、扁薄甚至於龜裂、週邊翹起（圖6）。

圖 4：同樣棲地的兩棵榕樹，右邊罹病株顯得無生氣

圖 5：爬上榕樹的褐根病菌絲面

圖 6：褐根病感染鳳凰木在其莖基部及根部形成菌絲膜，菌絲面顏色變黑或褐色並開始乾縮

菌絲面是很實用的樹木褐根病鑑定依據，如果進一步撥開外層的罹病根部樹皮，會觀察到內側木材組織具有不規則黃褐網紋，這也是樹木褐根病的重要鑑定依據（圖 7）。

圖 7：受褐根病菌感染之內側木材組織具有不規則黃褐網紋

樹木到了感染末期，病根腐朽嚴重，木材變成輕乾和海綿狀，此時容易因外力而破碎。越來越多的根系特別是支撐樹木巨大重量的樹根破碎，樹木容易傾倒。

P. noxius 很容易分離培養，其在 PDA（potato dextrose agar）和 MEA（malt-extract agar）培養基生長良好。依據 Stalpers 的方法，研究其純培養特徵為：在 25℃下經 14 天，菌絲生長直徑大於 70 ㎜，菌落前緣菌絲氣生至平伏，菌落初期白色至草黃色，之後變成琥珀褐色至黑褐色（圖 8）。

圖 8：褐根病菌培養後變成琥珀褐色至黑褐色的菌落

在實務上我們是依據樹木的外觀病徵及病兆做巨觀的判斷，分別是樹木生長不正常、具有菌絲面及褐色網紋狀的構造。

研究樹木褐根病的目的其實是要進行防治，這是一個樹木保護工作者所追求的目標。早期我們推薦是以尿素石灰進行防治工作，但是追蹤調查的結果，尿素石灰施用初期可以達到非常不錯的效果，但是幾年後甚至於幾個月後，罹病樹木最終仍是枯萎或是傾倒。

目前褐根病沒有任何正式殺菌劑被推薦於其防治上。然而在實驗室對病原菌之測定結果顯示，三得芬、三泰芬、新星、亞磷酸、硫酸銅、快得寧、銅快得寧及尿素等藥劑，對本病有某些程度的抑制及治療效果，但因未經完整的試驗結果評估及合法行政程序登記，仍不適合做為推薦防治藥劑（張東柱等，1999）。許多的藥劑在此濃度下對培養皿內的褐根病菌具有 100%的生長抑制效果，在這一些有效的藥劑中挑選了三得芬、銅快得寧及扶吉胺處理一些受感染的樹木，即在感染初期的樹木進行藥劑施用，經 3-6 個月的評估期間，與對照組比較，藥劑處理確實有一些效果，但是將觀察期延長，發現樹木逐漸呈現嚴重萎凋的病徵，最後枯萎或是傾倒；連續性的藥劑處理可以得到比較好的效果，但是仍不能避免樹木傾倒，雖然許多倒下的樹木可以歸咎於颱風或是劇烈的物候(連續大雨)，但是傾倒樹木的樹基部或是樹根部的腐朽非常明顯。

一棵棵綠色巨人的倒下，可能不會引起大地的震動，對氣溫的影響可能也是溫水煮蛙一樣對青蛙不會產生驚覺，但是原本是一棵壯碩的大樹成為一堆枯木，對一位仍保有一絲良知的樹木保護的工作者而言，會產生莫大的壓力，更何況是不預期的突然傾倒。因為我漸漸無法去擔心每一個地方的狀況，因為越來越多的地方讓悠閒的空間充滿危機（圖 9）。

圖 9：不預期傾倒的樹木常有不可預期的風險

樹木褐根病的防治方法有許多種，有些方法純屬精神上的慰藉之用，有些施作方式毫無學理根據，有些則是短期及暫時的效果。有時候隨防治的標的不同、土地的使用目的不同，方式也會不同。我們考量褐根病的主要傳播途徑為病根與鄰近健根的接觸傳染，當然也可能在樹幹基部或已枯死的病殘材產生子實體，並形成及釋放大量擔孢子做長距離的傳播，以建立新的病害中心。已感染褐根病之苗木或大樹新植或移植到新栽植地點也是病害傳播之一；另外，木質病殘體當有機肥或任意丟棄也會導致病害的散佈。罹患褐根病的植株初期不易診斷，一旦地上部出現病徵已難以治療，因此褐根病的管理首重預防及避免病害的擴散，避免病害的擴散，以病區的消毒及病殘根的管理為重點，針對此兩項重點我們採用土壤燻蒸消毒作為防治的方法。樹木褐根病疫區燻蒸消毒工程所應注意事項及程序如下：

一、確認挖掘的範圍

為執行此項作業，監工需要了解褐根病的病徵及病兆，以便了解那一棵要被挖除，或是要挖到那一個部位（圖 10、11）；樹木的那一部份被感染，就要挖掘到那。當然因為即使透地雷達也無法判斷地下根系那一個部位受到感染，所以往往是藉挖掘的過程中來決定挖掘的範圍及挖掘的深度。

圖 10：病根延伸出去

圖 11：檢查是否為感染之病根

二、設置阻絕溝

了解挖掘範圍後要進行阻絕溝的設置（圖 12、圖 13），避免燻蒸氣體的逸散影響到周圍健康的樹木。

圖 12：阻絕溝之設置，左邊為疫區，右邊為非疫區（和南寺提供）

圖 13：阻絕溝之設置（和南寺提供）

三、病根之移除

基本上所有可見的病根皆要撿除，集中燒燬。燻蒸劑無法有效穿透大的根部組織、殺滅殘存其中的褐根病菌，如果能完全撿除病根，理論上就已經達到防治的目的；但實務上總會有遺漏一些或是零碎的病根，散落在疫區的土壤中，這一部份則需靠燻蒸劑來處理。在移除樹木的根部時，我們常常要藉助重機械的協助才能事半功倍（圖 14），機械怪手無法處理的較小殘根才利用人工去撿除（圖 15）。

圖 14：以怪手協助大型根部的挖除及清理（和南寺提供）

圖 15：人工方式撿除罹病殘根（和南寺提供）

四、確認燻蒸劑與病土均勻攪拌

均勻的混合才能充份的發揮燻蒸效果。燻蒸劑若不能和燻蒸區域土壤完全均勻混合，燻蒸效果會大打折扣。現今的農用燻蒸藥劑主要是微粒劑型態的邁隆，蔬菜或是煙草田的施用方式是將邁隆灑在田間後，以中耕機來回耕耘三次；但是在林木上使用時，會因樹木根部深度較深，中耕機無法達到均勻混合的效果，當然有一些人是用分層方式進行，每一層約 30 公分，灑佈燻蒸劑後來回翻耕三次；但是習慣上我們是以滾雪球的方式，先用少量的疫區欲燻蒸消毒的土壤和邁隆進行手工式的混勻，有點像水泥師傅一樣將水泥和砂子均勻攪拌，這樣燻蒸劑的有效濃度可能降低成 1/100，但是

全體的均勻體積已經達到原燻蒸劑體積的 100 倍；以同樣的過程，只是用怪手進行攪拌的工作，將施用體積再擴充到 10 倍。最後再和全部的疫區土壤進行攪拌均勻的工作（圖 16）。

圖 16：用怪手進行攪拌的工作（和南寺提供）

五、確認土壤水份到達標準

土壤水份在 50-60%之間效果較佳。燻蒸劑的作用需要適當水份才能發揮並釋放燻蒸氣體，水份不足則燻蒸氣體無法產生，水份過多填滿土壤孔隙則產生的燻蒸氣體無法完全擴散，這都不利於燻蒸的進行。

六、確認土表完全覆蓋

以黑色不透光之塑膠布覆蓋土壤（圖 17），使燻蒸氣體不至於短時間內逸散到空氣中，處理地區表面塑膠布完全覆蓋才能充份的發揮燻蒸效果；在覆蓋前業主可以將施作檢驗用的檢驗標記埋入（圖 18、圖 19），埋入的位置並不特別做限制，但每一個標誌須分散，避免集中。燻蒸完畢後取出檢驗。

圖 17：以黑色不透光之塑膠布覆蓋土壤（和南寺提供）

圖 18：埋入檢驗用的標記

圖 19：埋入標記

七、確認處理地區之標示及解說牌設立

燻蒸處理地區需以圍籬進行區隔，避免旁人進入，時設立解說牌讓居民能充份了解此項施作的目的、步驟及施作期間。覆蓋時間依氣溫而定，冬天時間約 3 個星期，夏天約 2 個星期，即可掀開黑色塑膠布，掀開黑色塑膠布時將之前埋入的檢驗標記取出、送驗，以了解燻蒸效果。