

校園樹木褐根病的辨識與防治

樹木褐根病的辨識

病原：*Phellinus noxius* (Corner) Cunningham。

本病原屬於擔子菌，其在自然界鮮少形成子實體。在木屑培養基可形成完整子實體。其子實體黃褐色，平伏，厚 0.4-2.5 cm，菌絲二次元，不具扣子體，具菌肉，其黑色剛毛菌絲長達 450 μm ，寬達 13 μm ，擔孢子次卵、無色，3-4 \times 4-5 μm 。本病原菌很容易培養，其菌落初期白色至草黃色，後變成琥珀褐色至黑褐色。形成節生孢子 (arthroconidia) 和毛狀菌絲 (trichocysts)。

病徵：本病原菌在自然界雖不易發現子實體，但有很特別的病徵，仔細觀察不難診斷。本病害初期病徵為全株黃化萎凋，最後枯死。在大面積林地發生時，通常自一病樹向四週蔓延為害，發生時間愈久病圈愈大。在排列式行道樹為害時，也是自發病植株向兩側之健樹為害，鮮有跳躍式為害。從黃化到枯死約需 1 個月至 3 個月，屬於快速萎凋病。在接近地際部主莖及根部的發病樹木往往有黃色至深褐色菌絲面包圍其表面，但在根部的菌絲面常與泥砂結合而不明顯。本病造成快速萎凋的主要原因是病原菌直接為害樹皮的輸導組織，造成樹皮環狀壞死，導致水份及養份之輸送遭受阻礙而死亡。本病原菌除為害根部及地際部樹皮外，也造成該部位之木材白色腐朽。菌絲面鮮少生長高於立木離地 1 公尺以上的組織。受感染之樹皮內面及木材組織呈不規則黃褐色網紋。

發病生態：病原菌在春夏潮溼季節偶而形成子實體，並產生擔孢子，隨風傳播，為本病菌長距離傳播之初次感染源。因病原菌鮮少形成子實體，以擔孢子擔任初次感染源的機會不大。感染根部殘留在林地為第二次感染源。在林地主要是健康根部與殘留的病根接觸傳染。本病害主要分佈在低海拔地區。本病害喜發生於土壤排水良好及沙質土壤的環境。

一般校園樹木褐根病的辨識方式與步驟

一、外觀的差異

樹木會與正常的樹木顯示出差異，這不正常的生長包含不正常的落葉、整株褪綠黃化及枯萎(圖一)。此時應該會讓觀察者明顯認知樹木不正常。

二、檢視根基部

當樹木開始觀察到不正常時，檢視根基部是第 2 個步驟，有時候可以在根基部觀察到菌絲面(圖二及圖三)。當然也些樹木的菌絲面不會這麼明顯甚至還沒有冒出地面，不易觀察。此時可以進行第 3 步驟利用小移植鏟進行挖掘，主要是以枯萎或是不正成生長的樹冠方向為主，挖出根系移除樹皮後可以觀察到褐色網紋(圖四及圖五)，基本上配合讓樹木生長不正常的特徵加上菌絲面或褐色網紋，褐根病的辨識工作就已經完成了。

三、樣本寄送

如果要更加謹慎及再確認，可以將樣本(檢視樹木部時取得的)寄送到林木疫情中心(台北市三元街 67 號)，這樣可以透過專家系統協助做確認的工作。

樹木褐根病的防治

摘要

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。這裡所介紹的防治方法是書本上最常寫的方法，所配合的施作、監工及驗收程序主要是用在行道樹、校園、林地及果樹。樹木褐根病防治在實務上屬於很專業的園藝、景觀或造林工程，每一件工程就應有每一件工程的標準作業程序以確保工程的完成及完善。本文介紹樹木褐根病疫區燻蒸消毒工程所搭配的監工應注意事項及驗收程序。

前言

褐根病 (Brown root rot disease) 主要發生在台灣低海拔地區，特別是土壤排水良好及砂質土壤的環境，為台灣最重要也是最常見的樹木病害，可造成果樹、行道樹、防風林、綠美化景觀樹種的死亡 (Chang, 1992; 張東柱等, 1998)。在林業試驗所林木疫情通報體系中，是非常重要的樹木病害，依據 2000 年台灣重要樹木病蟲害之調查，褐根腐病的通報案件佔全年通報案件的 23%，而台灣老樹重要病蟲害調查的結果顯示，褐根腐病分別佔老樹病蟲害和珍貴老樹病蟲害案件的 27% 及 29%，就單一種病蟲害案件而言其佔比重皆為最高 (傅春旭等, 2001, 2002)。褐根病造成樹木萎凋的主要原因是病原菌直接為害樹皮的輸導組織，造成樹皮環狀壞死，導致水份及養份之輸送遭受阻礙而死亡。病原菌除為害根部及地基部樹皮外，也造成該部位之木材白色腐朽。因而罹病樹木容易發生風倒甚至於無風自倒的情形 (張東柱等, 1998)。在彰化、新竹、台南、台北等地皆有大樹因本病害而傾倒的案例，造成人員受傷，壓損車輛，及學生驚嚇。

褐根病目前只有邁隆被正式推薦登記在植物保護手冊，主要是運用在褐根病疫區土壤的燻蒸消毒上。雖然在實驗室對病原菌之測定及林地初步試驗結果顯示，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，仍不適合作為推荐防治藥劑。再者由於土壤對藥劑的吸附作用使藥劑不易達到預期治療效果，因此在考慮治療藥劑的使用與否，仍有值得商榷的地方。事實上，褐根病的防治工作，應以預防為主，因本病原菌為害植物初期地上部沒有任何病徵，一旦地上部出現黃化萎凋時，根部已有 80% 以上受害，在此情況下如欲進行治療處理，常為時已晚。

本病原菌主要田間存活及傳染的來源是病株殘根，其傳播途徑靠病根與健康根的接觸傳染。因此在預防的考慮下，只要可以阻止病根與健康根的接觸，及殺死或除去土壤中的感染病殘根，就可以達到防治效果 (張東柱等, 1998)。實務上，褐根病的發病地區和其他土壤病原如蜜環菌或靈芝菌的危害處理情形類似，於栽植前利用燻蒸劑處理病土，可以避免補植樹木遭受感染 (Tattar,

1978)。在褐根病的調查資料中，天然林中並未發現有褐根病，大部分是在人耕作過的環境中被發現，與人們的活動有密切相關。在大面積受褐根病感染的林地、公園或校園中，廣大的受害面積及巨大的樹木對病害防治工作者而言是一種挑戰，利用重機具如挖土機挖除病株根部，藉以除去大部分的罹病根，並配合燻蒸劑處理病土，不失為一個簡單且正本清源的防治方法。此方法目前漸漸為社會及各機關接受。各機關也用此法進行樹木褐根病疫區燻蒸消毒工程，以便再行種植。但是工程的施作最後的一個階段是驗收，透過驗收才能確保工程施作品質，不管是業主或是業者可供信賴的驗收的程序都是必須的。除了最後階段的驗收外，工程的施作過程需要合理的監工，才能讓防治工程臻於完善。配合此工程的施作我們發展出監工手則及驗收標準程序。

監工手則

一、確認挖掘的範圍：

樹木褐根病的巨觀病徵是樹木生長勢衰弱，表現出無生氣、不正常落葉或整株枯萎（圖一）。走近樹木進行觀察，可發現褐色琥珀色的菌絲面（圖二）；老化的菌絲面呈黑色或黑褐色乾裂或脫落（圖三）。根部或受感染的木材組織出現黃褐色的網紋構造（圖四），受感染根部組織出現不正常褐化特徵（圖五）。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（圖六），或是要挖到那一個部位（圖七、圖八）；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，所以往往是挖掘的過程中來決定挖掘的範圍及挖掘的深度。



圖一：樹木不正常落葉或整株枯萎。



圖二：褐色琥珀色的菌絲面。



圖三：老化的菌絲面呈黑色或黑褐色乾裂或脫落。



圖四：根部或受感染的木材組織出現黃褐色的網紋構造。



圖五：受感染根部組織出現不正常褐化特徵及網紋（花蓮和南寺提供）。



圖六：受感染的樟樹樹基部組織褐化（花蓮和南寺提供）。



圖七：病根延伸出去。



圖八：檢查是否為感染之病根。

了解挖掘範圍後要進行阻絕溝的設置（圖九、圖十），避免燻蒸氣體的逸散影響到周圍健康的樹木。



圖九：阻絕溝之設置左邊為疫區，右邊為非疫區（和南寺提供）。



圖十：阻絕溝之設置（和南寺提供）。

二、確認病根之移除：

基本上直徑 1 cm 以上的病根皆要撿除，集中燒毀。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地。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，這一部份則需則靠燻蒸劑來處理。在移除樹木的根部，我們常常要藉助重機械的協助才能事半功倍（圖十一）。機械怪手無法處理的較小殘根才利用人工去撿除（圖十二）。



圖十一：以怪手協助大型根部的挖除及清理（和南寺提供）。



圖十二：人工方式撿除罹病殘根（和南寺提供）。

三、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

土壤褐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（圖十三）。



圖十三：用怪手進行攪拌的工作（和南寺提供）。

四、確認土壤水份到達標準

土壤水份在 40-60%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徵氣體，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。

五、確認土表完全覆蓋

以黑色不透光之厚塑膠覆蓋土壤（圖十四），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（圖十五、圖十六），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。



圖十四：以黑色不透光之厚塑膠覆蓋土壤。(和南寺提供)。



圖十五：埋入檢驗用的標記。



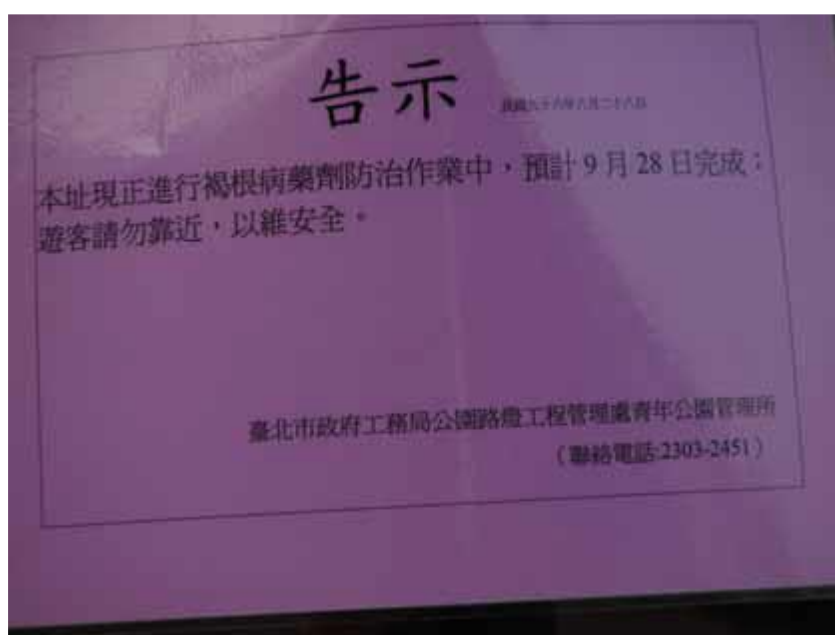
圖十六：埋入標記。

六、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（圖十七），避免旁人進入同時設立解說牌（圖十八）讓居民能充份了解此項施作的目地、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。



圖十七：燻蒸處理地區需以圍籬進行區隔。



圖十八：設立解說牌。

驗收程序

工程從經費的來源包含尋求或編列、作標案、發包到最後一個程序為驗收，每一項工程的驗收都需要驗收依據，樹木褐根病的防治工程也不例外。下為為何根病防治工程所設計的驗收依據：

一、病根燒燬照片或焚化爐之入廠證明為避免病根遭到隨意丟棄導致病害的擴散，此為必要的程序。有些地區可以就地或找地方逕行燒燬，但是有些地區需送至環保單位的焚化爐進行燒燬。故佐證用資料為燒燬現場照片，或是入

廠證明。

二、監工填寫之督導考核表

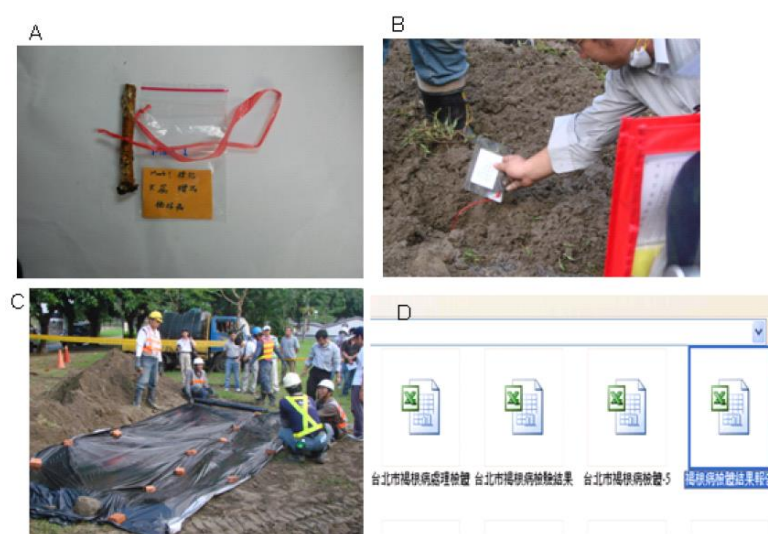
處理的過程需要監工的配合才能達成防治目的。監工對於工程的督考越落實防治工作才能達到效果。為了落實監工的責任，特設立防治工程督導考核表，以利監工人員完成監工的任務。取出之檢驗標記亦應由監工或業主送驗。

監工填寫之督導考核表

督考項目	是	否	監工簽名	備註
施作範圍是否涵蓋整個疫區	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
施作深度是否超過病根深度	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
大型病根是否移除	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
一公分以上病根是否檢除	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
是否完成阻絕溝	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
燻蒸劑是否均勻拌勻	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
水分含量是否妥適	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
埋放檢驗標記是否分散均勻	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
覆蓋是否完整	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
標示及解說牌是否設立	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		

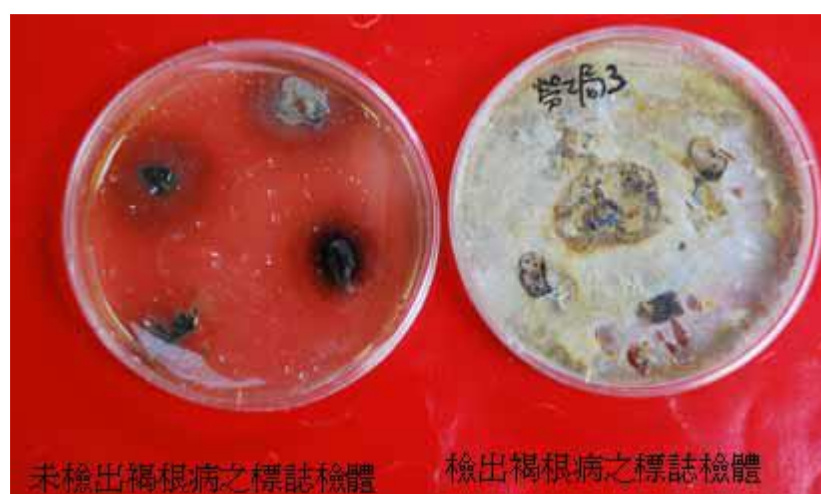
三、燻蒸區域燻蒸效果檢驗

此部分已進行農委會的技術轉移作業，實務上此項檢驗方法非常簡便有效。透過褐根病原菌的培養、標記製作、處理區域標記的埋放、取出及最後來驗證防治效果（圖十九）。此標準依發包單位的契約而定，目前最普遍能為業主所接受的檢驗標準是不得驗出。



圖十九：檢驗標記的使用流程 ABCD。

將取出之檢驗標記進行培養，褐根病菌能分離出來者表示病原菌未被殺滅，該區域的施作未達到效果（如圖二十右）。褐根病未能被培養出來者表示該區域的病原菌已經殺滅，顯示施作到達效果（圖二十左）。



圖二十：檢驗標記培養結果。

一個施作區域內要埋放多少的檢驗標記，依發包單位的契約而定。埋入一定量的檢驗標記後，施作完成回收進行培養，依培養結果可以得到該區褐根病再分離率。

樹木褐根病菌之再分離率公式如下：

再分離率＝分離出褐根病菌之標記/埋放之標記數 $\times 100\%$

每一個區域的在分離率要求依照發包單位的契約而定，有些單位定為 10%，即超過 10% 的樹木褐根病再分離率即表示驗收不通過，需重新施作。目前所知，大部份的業主要求再分離率必須為零。

校園老樹的搶救

有時候會遇到一些學校，基於受保護老樹或是校園的歷史傳承的問題，染病的老樹需要保留所以要進行搶救工作。我們會利用外科手術的方法進行校園老樹的搶救工作。主要的方法及步驟如下：

1. 評估施作步驟及討論搶救方式

主要是依照學校的現地、經費及想要達到的目標來進行評估。有些地方因為生育地的受限無法進行有效的支撐或是樹木感染嚴重無法保有原來的樹型，此時可以留存下來樹木組織就比較少，但是學校可以降低手術花費及後續的維護開支。

2. 設立合理支撐及進行根系培養(導根或是引根)

在評估保留的組織後首先要進行根系培養的工作及因應手術的進行進行支撐設施的建構。一般需要進行手術的樹木除了年紀大是大家共同的記憶外，樹型都巨大，在大樹進行切除病組織主要是病根時支撐的工作是很難避免的，除了施作的安全外，合理的支撐可以避免術後樹木因強風

而傾倒。

3. 切除或是挖除感染的組織

切除或是清除罹病的組織是一件非常困難的工作，主要是樹體巨大根系龐雜，區分病根及健康的根系需要比較專業的人士，同時判斷上比較耗費時間。一但沒有切乾淨，微生物因為生長快速不到幾個月或是一年的時間，褐根病就會復發。可是如果切除過多的健康組織，樹木耗損嚴重恢復的時間就拉長許多，維護的成本亦提升許多。

4. 將挖除或切除之病根集中燒毀

切除及挖除的病殘根不可以隨意棄置，需要集中燒毀以避免病害擴散。

5. 更換染病之土壤並將病土進行燻蒸消毒

為增加工作效率採用健康土壤與病土更換的方式進行，但是被置換的病土應該進行燻蒸消毒的工作以避免病害擴散。

6. 調整支撐

手術後需要進行支撐的調整工作，以強化樹木的支撐，避免風倒。

7. 進行後續的維護管理

術後的老樹及容易被害蟲或其他病害侵襲，應加強後續的維護管理工作作為對樹木撫育的手段。

結論

有些單位機關對於樹木褐根病是一知半解，同時其指導防治的單位可能也不清楚樹木非蔬菜，也不是精緻果園中的果樹，短時間的生長改善並不是解決問題，最後往往付出慘痛代價後，才開始認識所面對的問題。樹木褐根病的防治不同以往的植物病害防治，融入造林景觀綠美化工程的觀念，提升樹木褐根病防治的技術水平，唯有如此嚴謹的施作及檢驗程序，才能有效控制褐根病的傳染，同時保障綠化成果及人民生命財產的安全。