

## 樹木褐根病疫區土壤處理方法介紹

傅春旭

### 褐根病的初識

民國 79 年的夏天，在花蓮地區進行速生樹種（主要樹種是桉樹類及銀合歡）病害調查工作時，第一次遇到樹木褐根病。當時的印象是在人跡罕至的造林地裏，雖然它可以讓樹木死亡，但當時並不是重要的果樹或者是農作物病害。

85 年研究所專題講座的課程中，張東柱博士介紹這個重要的樹木病害給台大一號館 308 教室內的每一個研究生。當時很訝異，這個樹木病害重要到可以佔百分之五十的樹木病害比重。86 年 9 月到林試所工作才發現樹木褐根病很重要，即使你再不喜歡他、討厭他，你還是無法逃避他，他是真真實實的和我們的生活發生關係。因為褐根病讓樹木枯萎甚至傾倒，在台灣各地皆有案例發生。作一個植物病理的工作者，特別是樹木病理的工作者，要能成功的防治樹木褐根病，就必須深入了解樹木褐根病。

### 褐根病的防治經驗

剛開始時，我們是推薦施用尿素來防治樹木褐根病，在酸性的土壤中需要添加石灰來調節土壤的酸鹼值，在田間的經驗中，施用尿素開始時似乎樹木可以恢復一些生機，但是最後仍然會枯萎死亡甚至傾倒。尿素的作用可能是提供一些氮素源供樹木加速生長，抵消一些褐根病菌對樹木造成的傷害。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褐根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）。後來我們依據實驗室的測定結果開始使用一些銅劑進行藥劑防治，由硫酸銅演變成有機銅混合無機銅劑，來進行樹木褐根病的防治工作，大量的銅劑施用似乎沒有太多的防治效果。

雖然已有許多的研究基礎，我還是重新進行一些藥劑的篩選，以 100ppm 的藥劑濃度進行樹木褐根病菌的生長抑制評估，發現許多的藥劑在此濃度下對培養皿內的樹木褐根病菌具有 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，在初期感染的樹木進行這些藥劑施用，大量的而高濃度的藥劑被施用在罹病樹木的根圈土壤，施用後 3-6 個月的評估期間，發現與對照組比較，處理確實有一些效果，但是將觀察期延長，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甚至死亡，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），但是傾倒的樹木樹基部及樹根部的腐朽非常明顯。當然以藥劑進行土壤處理可能是比較間接的方式，為了能夠將藥劑更直接發揮功用，我們也嘗試利用系統性的藥劑進行罹病樹體的注射處理，雖然我們抱以高度的期望，但是結果卻是令人失望。因為藥劑在樹體內之移動及分佈並沒有那麼理想。如果照一位前輩的說法「一棵樹種下去或是移植過去，沒有健康存活超過五年，不算是種植或移植成功」。

以往我所撰寫或參與撰寫的一些認識樹木褐根病資料所記載的許多處理方法是經不起考驗的。

## 邁隆的選用

最後我們回歸到事情的本質上，褐根病的防治工作還是以預防為主。在褐根病的發病地區，樹木再植前利用燻蒸劑處理病土，可以避免補植樹木遭受感染，當然也可以避免褐根病向四周擴散。因為樹木褐根病多出現在耕作過的環境中，普遍分布在低海拔人類活動區，在大面積的受害區域中，可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。當時可資利用的土壤燻蒸藥劑有溴化甲烷、氯化苦及邁隆。因為毒性的評估，加上操作的安全性及方便性考量，邁隆是比較能夠用來執行疫區土壤燻蒸消毒工作。另外溴化甲烷、氯化苦也因為會破壞臭氧層的問題，將在2000年及2005年被限制使用範圍。在這些現實的條件考量下，已經在農業使用的邁隆應該是很好的選擇。在台灣邁隆為一種常見而毒性較低的土壤燻蒸劑，推薦登記的使用範圍為麻竹的細菌性萎凋病、菸草田的除草劑及芹菜的黃萎病。實驗證實利用邁隆進行褐根病發病區土壤的燻蒸處理，的確可達到防治褐根病的效果。同時檢視邁隆的半衰期短，在通氣的壤土中約0.75天，他是利用中間代謝產物-有毒的氣體進行燻蒸殺死土壤的病原菌，其最終的代謝產物為碳酸氫鹽，硝酸鹽及硫酸鹽。這些無機物其實都是植物的營養源。在學理上我覺得行得通，實務上的操作也是可行，最後實驗也證實可以利用邁隆所產生的燻蒸氣體來消除人力無法完全清除的病殘根上的樹木褐根病菌。常有人會問如果將病根清除乾淨是不是可以不需要進行土壤的燻蒸消毒。這就是實務上的操作問題，理論上我們將病殘根移除乾淨，沒有病原菌就沒有褐根病了，可是總有一些散落在土壤中的病殘根，沒有辦法移除，往往這些小小的病殘根的檢除工作是最耗時費工的，要完全檢除乾淨常常成為不可能的任務，當我們重新種植樹木，一般在幾年間，新植的樹木是不會被感染發病的，但是隨著新植樹木的根系的發展，遇到土壤遺留的病殘根，再度受感染的時間是多年後的事情了。我曾看過因為褐根病榕樹的植穴換成了樟樹，五年後再換成了茄冬，最後茄冬也因樹木褐根病而枯萎。

許多造園或是綠美化的業者認為告知土壤的燻蒸藥劑後，其他的部份都能自行處理。我發現這是一件將繁雜的事務過度簡單化的想法。經驗中發現，有些業者是將邁隆直接灑在土壤上，有些人是將邁隆用水稀釋後澆灌樹木或是噴灑樹木。也有人是將邁隆埋入土壤中後，告知我樹木死亡了或是逐漸落葉。台灣大部分的園藝從業人員並不會使用土壤燻蒸劑，可能連田間衛生或者是燻蒸消毒的概念也沒有。要落實燻蒸消毒的防治效果，每一個防治的步驟都不能輕忽。92年開始有寺廟的出家眾、中華民國景觀商業工會聯合會及技術人員協會拍攝了燻蒸消毒的錄影帶供民眾及業者施作上的參考，為了能在短時間讓人理解過程，林業試驗所也拍攝了精簡版的燻蒸消毒的標準程序供民眾參考，現在將邁隆施用步驟精簡如下：

## 邁隆施用步驟

### 一、掘溝阻斷：

在健康樹與病樹間掘深約 1 公尺阻斷溝（要視現場的病根深度而定）（圖一），並以強力塑膠布阻隔後回填土壤，以避免燻蒸氣體快速向四周逸散，降低燻蒸效果同時影響週圍健康的樹木。



圖一：利用不透氣的塑膠布建立阻絕溝來區分燻蒸範圍。

### 二、挖除並撿除病根：

將罹病樹木伐倒，並以怪手將罹病樹木根部挖出（圖二），儘可能將殘根移除（圖三）。移除之病殘根不可隨意丟棄，要集中燒毀。



圖二：利用挖土機挖除樹木的病根。



圖三：較小的病殘根只能利用人力撿除。

### 三、攪拌燻蒸劑：

以每公頃面積土地拌入 600 公斤的燻蒸劑（依植物保護手冊推薦用量），進行土壤燻蒸。攪拌越均勻燻蒸消毒的效果越好（圖四）。



圖四：均勻的拌入燻蒸劑邁隆可以達到良好的燻蒸效果。

### 四、灌水：

加水至土壤完全濕潤為止，實驗的結果發現土壤含水量大概為 40-60% 間燻蒸效果最佳。土壤水分不足則燻蒸劑的反應無法完全，燻蒸效果降低；土壤水分

過多，反應後的燻蒸氣體在土壤中的擴散受到限制，燻蒸效果反而下降。

#### 五、覆蓋：

最後以黑色不透光厚塑膠覆蓋土壤（圖五），使燻蒸氣體在燻蒸區域內作用，不至於短時間內逸散到空氣中。



圖五：加水完畢後以黑色不透光厚塑膠覆蓋土壤。

#### 六、充足的作用時間：

夏天氣溫高可縮短時間，冬天溫度較低作用時間延長，一般為 14-21 天的時間。

### 尿素石灰的開發

多元化的社會總是有許多不同的聲音，這些不同的聲音往往也決定褐根病是否要進行防治或是用什麼方式來防治。有些人是堅持-不使用農藥。加上有陣子邁隆在台灣的市場上幾乎買不到，替代物品的需求日增。我們檢視實驗室的成果發現，早時推薦的尿素雖然無法用在樹木褐根病的治療工作上，但是卻可以運用在褐根病疫區土壤燻蒸消毒上。在學理上利用尿素於鹼性的環境中釋放出氨氣，利用氨氣在土壤孔隙中通透，來殺滅殘存在病殘根上的樹木褐根病菌（圖六）。他的原理和邁隆差不多只是利用的中間代謝氣體不一樣。施作的過程則和邁隆一樣。大部分的民眾或是樹木管理單位目前對邁隆的施用是可以接受的，但是有些人則是不喜歡也不能接受農藥的施用，尿素石灰的使用，提供了另一種可靠的選擇。我們近期發現尿素石灰的技轉轉移廠商已經達到 5 家，表示此種防治方法的接受度正在提高。



圖六：尿素石灰施用在褐根病疫區土壤燻蒸。

### 水淹法

特殊的農業經營方式有其特殊的需求，有機農業或是無毒農業對於石灰可以接受，但是化學的肥料-尿素則不能接受。我們為滿足有機農業者或是不主張利用化學物質的土地經營管理者的需要，開發另一種適合她們的褐根病疫區處理方式。95-96年間我們進行物理防治的熱處理試驗包含太陽能及熱蒸汽的土壤處理試驗，但是這些處理的效果並不好。由於需求端仍是有其迫切性及必要性。利用一些基礎的實驗資料，我們發現褐根病菌對於土壤濕度高的地方或是淹水的地方存活性並不佳。這和我們早期水旱田輪作來防治一些植物病害發生的道理是一樣的。另外我們也發現進口原木的處理方式是將木材浸泡於儲木池中六個月以上，可以除去所攜帶的病蟲害。於是我們就進行病根泡水實驗，發現利用水淹法可以達到和邁隆或尿素石灰一樣的防治效果。只是罹病根越大時所需浸泡的時間越久。為了能落實防治的施作及確保防治的效果，我們還是依據邁隆的施作方式將大的病殘根撿除乾淨後，再進行土壤的淹水施作（圖七）。水淹法是不需要用到任何藥物對環境最經濟的防治施作方式，但目前此法向林試所申請技術轉移的廠商僅有一家，在實際的防治施作上可能還需要一段時間的推廣。



圖七：以水淹法來處理樹木褐根病疫區之土壤。

### 防治心得

樹木褐根病在台灣應該差不多有百年的歷史，近年來因為長時間的蔓延及不加以防治，導致成為台灣最重要的樹木病害，重視的人越來越多，這方面的研究人員本來就少，願意長期投入進行研究的人更少，但是社會上這方面的專家卻是越來越多，防治的方法由千奇百怪到見怪不怪的地步了。這樣的結果可能不是社會大眾的福氣。因為不是每一種防治方法都是有效的，沒有效的防治處理除了浪費管理者的經費外，更增加傳播擴散的風險。我們認為褐根病對於樹木經營者除了是一種挑戰外也是一種從新檢視土地管理及實踐土地倫理的機會。希望樹木褐根病在正確有效的防治下對台灣樹木的危害是短暫的，這樣台灣的樹木才有機會快樂健康的生長，樹木也不會發生無預期傾倒的公共危險，這樣才有機會達到人樹共存共榮的美麗境界。