

# 木棉老樹外科手術救治之研究

蕭文偉<sup>1,2)</sup>、陳潔音<sup>2)</sup>、王亞男<sup>2)</sup>、孫岩章<sup>3)</sup>

## 【中文摘要】：

彰化縣田中鎮木棉老樹，十三年前因遭雷擊，惟未立即治療，多年來受木材腐朽菌感染造成樹身空洞，且生長棲地受水泥、柏油封固導致根部逆境，樹勢逐漸衰弱，恐有倒塌且造成居民人身、財產安全之虞，基於保護老樹，替後代子孫延續文化資產的理念，於 2007 年 2 月替木棉老樹進行【樹木外科手術】搶救，過程包括腐朽空洞填補、藥劑防腐處理、根系逆境破除、及土壤改良等搶救工作，在持續 8 個月健康監測中，治療後樹皮癒合組織 8 個月中平均新增 1.3 公分，逆境經破除後木棉已重新長出新根系，原本稀疏之樹冠，於治療後樹葉遮密度增加，逢春開花數增加，已腐朽部經刮除施藥後並未持續蔓延，樹勢正逐漸恢復中，本次外科手術診治高度地下部 0.9 公尺，地上部 13.8 公尺，共計 14.7 公尺（內徑 50 公分），為台灣治療最高的紀錄。

關鍵字：木棉、樹木外科手術

1. 通訊作者：

2. 國立台灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處

3. 國立台灣大學生物資源暨農學院植物醫學研究中心

## 一、緣起：

鄉鎮當今的老樹在時代巨輪的變遷之後，其生存環境已大受破壞，由於人們對樹木學、植物生理學、樹木病理學、昆蟲學以及環境科學等各種相關知識的缺乏，常無知的施加各種對植物不利的設施，威脅樹木的生命，例如有些單位爭取大量經費鋪設水泥於老樹根部、或以硬土層覆蓋老樹根部，造成老樹樹勢衰弱，又當老樹生病時，常不經由科學的系統請教相關植物病蟲害的專家與以診斷治療老樹，反而迷信各種不科學的方法，加以處理，結果多屬誤診誤醫，嚴重者實加速老樹之死亡，這真是令人難過的實況。

老樹保護之研究工作和植物病理學、植物昆蟲學、植物生理學、植物營養學、肥料學、農藥學、植物解剖學、樹木學、環境科學、力學、物理學、社會學、心理學、造園景觀學甚至土木工程學等都有關聯性。這是一門非常廣泛的應用科學域。相信這是任何個人窮其一生也無法徹底研究的領域。

植物病理學界，除了從事純學理的研究工作以外，也應該了解社會的需求；例如在農業地區，植保專家應從事植物病蟲害防治，幫農民診斷病蟲害並推薦防治處方。而對於高齡老樹，植病學家更應配合保護文化資產的政策，加強保護老樹，並進而以專業知識教育民眾，避免其再做出傷害老樹而不自知的行為，如此也才能提升保護老樹之成效。

彰化縣田中鎮三民社區發展協會於 94 年成立，依據彰化縣登記管理資料記載，轄內共有 101 株珍貴百年老樹，三民社區共擁有木棉老樹 1 株(134 年)、芒果老樹 1 株(134 年)、茄苳老樹 2 株（113 年夫妻樹之稱）共計四株，這些老樹見證在地居民生活的歷史，更是珍貴之綠色活古蹟。據當地文史記載在木棉樹相距百公尺處，是條古道，為清朝年間平埔族人建立，為當時最早南北縱貫路平埔族居住處喜愛種植茄苳樹、木棉樹及蔴桐，在古道上也有 2 顆百年茄苳樹，本樹約種植於西元 1874 年間，百年來，生氣蓬勃、高聳入天，儼然是該地地標，木棉樹十三年前遭雷擊之後造成整顆樹半邊腐蝕，其間社區透過縣府尋找林業試驗所、台大實驗林、台灣大學植物醫學中心等學術單位專家協助樹病診治，2006 年 6 月 9 日經林務局會同學者專家至現地會勘，會勘結果為樹一側無樹皮保護，其內部木材受到腐朽菌侵害，已長達多年，造成巨大的空洞，對樹木的力學支撐作用不足，容易斷裂；建議清除腐朽部份，以殺菌消毒並加以乾燥，進行木材表面塗佈及填實，以阻止繼續腐朽。因本樹樹高初估高達 13.8 公尺，根基部腐朽深度 0.9 公尺，在施工上有其困難度，2006 年 9 月間行政院農業委員會林務局及彰化縣府籌措經費，經國立台灣大學植物醫學研究中心及台大實驗林提供技術指導，共同施行救治木棉老樹工作。

## 二、材料及方法：

### (1) 挖除已經腐朽的部份。

這部份通常需花費許多時間，腐朽部位清除的越徹底越好，但通常會侷限於腐朽洞口的大小及位置使得施工進行不易。

1、去除腐朽部份：樹木不管是受病、蟲、鳥、獸等生物因子或是機械傷害(風災、雷擊)等非生物因子為害所造成之傷口，只要有腐朽或是枯死的部份皆以銳利之小刀或其他器具進行挖除，若是較小的枝條可全枝剪除，如是樹幹傷口，經由此手術後會造成空洞，腐朽部位需由健全部位進行削除(病健部)，不可傷及樹皮及形成層，如果是大枝條，先用鋸子鋸斷後，基部再鋸較為安全，鋸口表面平滑可使傷口癒合良好。

2、削除時需全面性，並將腐朽嚴重的部位清除乾淨。

3、切面須要平滑，以使受傷部位迅速癒合，如果造成空洞需進行內部填充或是受傷部位之上方進行覆蓋。

4、一般傷口未經處理而放任腐朽，其傷口的一部份或全部雖由癒合組織所包圍，雖然眼前所見的腐朽只有一小部份，但是內部卻有很大的腐朽部，這種腐朽部位削除時，洞口需擴大以方便作業進行，將洞口的上下兩端保持尖銳(紡錘型)，如進行手術治療期間為夏天時，因逢樹木生長期，邊材孔口邊緣須多量削除，並且需修剪枝葉以防止水份大量蒸散。如果孔底會積水時，需預留出水孔，但是孔口需整齊。

5、手術處理後，需再重新檢視是否有處理不當的情形，如有缺陷需進行修復。

### (2) 以噴燈將傷口碳化或傷口塗佈保護性藥劑。

將腐朽部位切除後，以噴燈將傷口碳化(需注意過熱造成樹皮壞死)，碳化處理除了可以防止病蟲入侵之外，亦可以防水，或是以良質的樹脂、Shellac(矽膠)、

瀝青或是抗菌效果較佳的傷口塗佈劑，將其塗抹於切口以及邊材外側。如有樹木不用有色的塗料塗佈時，傷口可用 4% 至 6% 的硫酸銅液進行洗滌，消毒後，乾燥即塗抹樹脂。如要使傷口與樹皮同顏色可將適當顏色的塗料塗抹於人工樹皮上，如要保持較久的效果，每年需進行修補，有塗料的傷口形成癒合組織之速度較沒有的慢，但是確較安全。噴灑石灰硫磺合劑(或其它殺菌殺蟲藥劑)以防病蟲再次侵入，若有空洞，建議以木炭填實空洞。

### (3) 空洞之覆蓋

待腐朽空洞處理完畢後，早期洞口是以錫板、白鐵或者是鐵板進行覆蓋，隨著科技的進步，近來的方法是以塑膠材質的人工樹皮進行洞口封閉，覆蓋後可以避免病菌或是昆蟲繼續侵害，覆蓋時需注意：覆蓋材料需與有活力的樹皮邊緣接合、在以釘子進行封洞前，尚需檢視空洞是否確時消毒或防水，釘子最好是用平頭細釘，或是以發泡劑進行填充，不填充往往比填充者有較好的療效，這種結果可能是填充技術不好或是之前的處理不完全所造成，這種處理方法需注意的是會造成以後修改的困難且每年需注意防水劑是否有剝落，若有脫落需隨時填補。如果覆蓋的方法不對或是洞口的處理不當時，洞口的覆蓋反而對樹木造成傷害。

### (4) 破除根系逆境

當立地周圍環境不良時，阻礙根系養分及水分的吸收，可建議參考樹冠大小，將樹木周圍之水泥及柏油挖除，改以一般土壤或植草磚，增加其根系的透氣性以增加其對養分、水分的吸收，以環施法施用有機肥及開根素來促進根系生長，同時每年定期修剪，以維老樹樹勢健壯。外科手術處理完畢後尚需考慮樹體本身之防風處理，必要時需立支柱以增加樹體強度。

### (5) 進行腐朽及樹勢生長監控。

施工完成後尚需定期進行健康監測，以便隨時觀察樹勢是否恢復，若發現施工後有任何需要修正之部份，應立即進行改善以利樹木生長。

### 三、結果與討論：

外科療法(Surgery)即是利用外科手術的方法，將罹病植物的部位或是腐朽木材的部位進行切除，使樹木能夠形成癒傷組織包覆傷口，進而恢復其健康生長，這種方法常常使用在樹木上，對於病原菌的生長或者是蔓延速度較為緩慢的病害效果最佳，樹木外科手術簡單的說，跟人的刮骨療傷方法有異曲同工之效，狹義的樹木外科手術包括病根切除、腐朽患部削除、傷口保護、防水處理、健全形成層、新生組織促進、防止腐朽菌漫延、發根促進以及土壤改良。廣義的樹木外科手術則涵蓋了罹病枝條的修剪、樹幹力學補強等等。樹木外科醫生主要的任務有樹木健康檢查、診斷書之開立、問題對策之評估、防除方法之建議、施工及監督，以確保針貴樹木及老樹得以長命百歲，讓後代子孫可以擁有這些文化及生態資產。

舉凡天地萬物有生就有滅，木材是樹木吸收大地能量所製作出的，也是森林主要產物，樹木為何會製作木材呢?，其實答案很簡單，只有不停地往上長才能使葉片吸收更多陽光，製作更多養份，於是樹木就理所當然地成為自然界之大老；木材大部份是沒有活性的，其主要功用是作為主幹支撐用，當木材暴露於空氣中時，腐朽是當然的途徑，將養份回歸大地；立木腐朽及木材腐朽主要是由真菌侵入木材並將木材當作能量的來源，主要是破壞木質部中的木質素及纖維素等木材結構，使木材失去原有的功能以及使用價值，立木腐朽是指活立木的木質部腐朽，是病害的一種，木材腐朽是指倒木、枯木及木製品的腐朽，是菌類行腐生生活所造成。引起木材腐朽的菌類，絕大多數是擔子菌中的多孔菌，可分泌多種水解酵素將木材中的木質素及纖維素分解成碳水化合物，在整個腐朽的過程中，尚有其它細菌及真菌參與，有這些微生物的參與，除協助木材腐朽菌族群的建立外，尚可協助木材腐朽菌加速木材腐化。

因為木材腐朽菌會使木材發生化學及結構上的改變，多年來科學家利用許多化學分析方法檢測真菌(木材腐朽菌)分解木材過程，並將木材腐朽菌分成三個

類別 1. 褐腐(Brown rot)、2. 白腐(white rot)、3. 軟腐(soft rot)

褐腐、白腐及軟腐的區別

<b>褐腐</b>
寄主：通常在針葉樹上
真菌：擔子菌中的 Polyporaceae
主要分解物質：纖維素及半纖維素
硬度：易碎、粉狀、褐化
強度：彎曲及撞擊能力迅速降低
<b>白腐</b>
寄主：通常在闊葉樹、少數在針葉樹
真菌：擔子菌及子囊菌
主要分解物質：木質素、纖維素及半纖維素 先分解木質素再分解其它
硬度：纖維硬度降低
強度：彎曲及撞擊能力降低 褐腐較嚴重
<b>軟腐</b>
寄主：闊葉樹以及針葉樹、特別是木結構、若發生在闊葉樹活體上則有大規模腐朽
真菌：不完全菌、擔子菌及子囊菌
主要分解物質：纖維素及半纖維素 木質素較少
硬度：易碎
強度：彎曲及撞擊能力降低程度 在褐腐及白腐之間

Fungal Strategies of Wood Decay In Trees(Francis W.M.R. Schwarze Julia Engels Claus Mathheck)

樹木之主幹及樹皮可由許多原因造成傷口，如修剪、打枝、風災或雷擊所造成之機械傷口、鳥類、鼠害（赤腹松鼠）或蟲害所造成的傷口，這些傷口很容

易成為各種寄生動植物以及病菌害蟲入侵的管道，一般木材腐爛之原因，是由木材腐朽菌從傷口長久侵入木材所造成。因此，以藥劑塗布樹木傷口使傷口迅速恢復，防止病原菌入侵，這種外科治療在集約的果樹栽培、庭園木等珍貴名木是很普遍的，但在粗放的林業栽培，外科手術是不常用的。

早期樹木外科手術在歐洲被廣泛的被使用，日本早期亦非常盛行，幫樹開刀，幫樹洗澡以及根部施埋氧氣筒變成日本樹醫自式的施救策略，近年來美國學者 Alex Shingo 以實驗結果證明樹木外科手術並無法阻止木材腐朽蔓延，一些傷口塗佈劑的效果也有待實驗確定成效，故日本樹醫學會講師亦認為施作樹木外科手術並無任何意義，故並無施作之必要，筆者並不以為然，因為臺灣的氣候與日本及美國並不一樣，台灣氣候溫暖多濕，作物病蟲害發生頻繁，彰化縣田中鎮三民社區木棉老樹在經過一個月樹木外科診治後，經過八個月持續健康監控結果，樹皮癒合組織 8 個月中平均新增 1.3 公分，逆境經破除後木棉已長出新根系，原本稀疏之樹冠，於治療後樹葉遮密度增加 30%，逢春開花數增加，已腐朽部經刮除施藥後「(本次藥劑施用經分離木材腐朽菌(血紅密孔菌等)後進行藥劑實驗測試)」並未持續蔓延，從以上數據可判定樹勢正逐漸恢復中。本次案例腐朽高度地上部 13.8 公尺，地下部 0.9 公尺，共計 14.7 公尺，經查為台灣地區外科手術處理案例中高度最高者，施作時需搭設鷹架，過程充滿危險性，腐朽部位清除亦需吊車協助施作，未來除每年進行健康監測之外亦需注意樹體物理結構平衡，為了保護木棉老樹不再遭受雷擊，此次搶救計畫亦包含避雷針的設置。老樹是重要地方文化資產也是活古蹟，它傳遞一代又一代社區居民的感情，是當地民眾共同的回憶，此次搶救木棉計畫不止是當地人的企盼，替後代保存文化資產亦是人們心中的希望，為了讓我們下一代有美好的環境保護老樹、愛護老樹全民護樹是我們應該要積極努力的。

#### 四、參考文獻

- 池玉杰 2003. 木材腐朽與木材腐朽論。科學出版社 212 頁。
- 蕭文偉、孫岩章 2001. 老樹病因診斷與病例報告。巨木(老樹)保護研討會論文集。國立臺灣大學實驗林管理處。Pp95-104。
- R. W. Harris. 1992. Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs and vines. Prentice-hall press. 674pp.
- W. H. Smith. 1970. Tree pathology-a short introduction; the mechanisms and control of pathological stress of forest trees. Aps press. 309pp.
- W. M. R. S Francis., E. Julia., M. Claus. 2000. Fungal strategies of Wood Decay in trees. Springer press. 185pp.
- Shigo, A. L., and Marx, M. 1977. Compartmentalization of decay in trees(CODIT). U. S. Dept. Agriculture. Agric. Inf. Bull. 405, 73pp.
- Shigo, A. L. (1994). A new tree biology: facts, photos, and philosophies on trees and their problems and proper care.Revised Ed. Shigo and trees, Durham, New Hampshire.