

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

台灣地區具板根之觀賞樹木的研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2313-B-029-003-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：東海大學景觀學系

計畫主持人：章錦瑜

計畫參與人員：彭映潔與李天佑

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 3 日

摘要

本研究之主要目的乃針對台灣地區常見 6 種易形成板根之觀賞喬木，包括大葉桃花心木、木麻黃、第倫桃、榕樹、鳳凰木與銀葉樹，調查其板根在自然環境之規模，以及隨時間之生長趨勢，調查項目包括板根之高度、長度、厚度、數量與分支以及胸徑，另將各變項做相關分析，以瞭解各調查項目間之關係。研究方法採實地調查，以確實掌握板根之真實情況。調查發現銀葉樹之板根最特別，既高且長，卻很薄，第倫桃之板根最厚實。目前台灣地區常用之觀賞樹木中具根害的比例偏高，易形成板根之喬木其破壞性又是最強者，故針對此類型喬木之板根深入調查、徹底瞭解，以做為未來利用此類喬木綠化環境之參考。

關鍵詞：板根、觀賞喬木

Abstract

The purpose of this research is to understand the buttressed root types of six landscape trees in Taiwan, including *Swietenia macrophylla*, *Casuarina equisetifolia*, *Dillenia indica*, *Ficus microcarpa*, *Delonix regia* and *Heritiera littoralis*. We will investigate the buttressed root to understand how the buttressed root to grow. Finally we will produce descriptive and quantitative information that can be used by planners, municipal foresters, street tree commissioners, non-profit tree groups, and interested citizens to evaluate pros and cons of alternative street tree planting configurations and species selection that can eliminate the buttressed root damage to the hardscape.

Key words : buttress, landscape trees

報告內容

1、前言

章錦瑜(1999)針對台中市區 14 種常見之行道樹，具板根之榕樹、刺桐與鳳凰木之破壞率高達 100%。章錦瑜與邵偉榕(2002)調查台北市 10 種行道樹之根系對硬體的破壞，具板根之榕樹其破壞率為 49.78%，另具板根之茄苳、刺桐與木棉亦皆有破壞發生。黃曉菊(2003)調查高雄市之行道樹時，發現具板根之大葉桃花心木，胸徑 20 公分以上之破壞率高達 100%，其他亦會形成板根之印度紫檀、榕樹與木棉，當胸徑 30 公分以上之破壞率即達 100%。可見台灣地區常栽植一些具板根之觀賞喬木，如大葉桃花心木、鳳凰木、茄苳、刺桐與木棉等，對硬體造成嚴重之破壞狀況。台中市府調查市街 35 種行道樹之根害，發現 11 種會破壞人行道鋪面，其中會形成板根的喬木有榕樹、印度紫檀、鳳凰木、刺桐與大葉桃花心木等。目前，這些具板根之觀賞喬木，在全台各地，造成破壞硬體之問題已層出不窮。因此想瞭解這些具板根之觀賞樹木其板根形成之規模如何，可提供植栽設計做參考，以降低根害問題。

2.研究目的

具板根之樹木隨時間其板根形成愈來愈有規模，所造成之根害狀況也越發嚴重，因此值得深入調查、實際瞭解板根本質，以及根害問題之癥結及其嚴重性，並研擬解決辦法，以做為未來探究其根害問題之基礎。

3.文獻探討

板根是熱帶雨林區之樹木為因應環境所形成的一種特殊構造，雨林區之水份充足、氣候溫暖，為使樹梢吸收充份的陽光，樹木常直立向上生長得非常高大，但地表的土壤層多淺薄，不易著根，且常發生傾盆大雨、造成土質鬆軟，為支撐高大樹身避免傾倒，且能在潮濕土壤中呼吸，靠近地面的根經演化而漸突起、呈垂直向上生長、形成三角翼狀，延展成板型的樹根，以便擴展其抓地的面積，加強固著力，以支撐高大樹身；除此之外，板根還可圍塑成小型之雨水貯留池、蓄積水份，避免雨水流失；且可增加樹木本身的呼吸面積，另外還有導水功能，以及板根形成處可蓄積落葉與腐殖質，提供營養成份，供生長所須。另板根之特殊造型及其壯觀特色，常成為戶外空間之景觀焦點，如墾丁森林遊樂區之銀葉板根(Whitford,1906；Navez,1930；Petch, 1930；Smith,1972；Henwood, 1973)。

板根乃於樹幹基部形成，具板根之樹種，會隨樹齡增加，其板根愈發成型、擴張並壯大，如老鳳凰木之板根擴張直徑可達 3 公尺；而銀葉樹之板根更是壯觀，如墾丁森林遊樂區之銀葉板根，共有 18 塊板根，最高的一塊板根高達 110cm。臺北縣三峽鎮插角里之大板根森林遊樂區，其中之幹花榕，板薄僅 10cm，而板根高突地面達 1 公尺餘；另一九丁榕之板根亦高達 170cm，都成為該遊樂區之景觀特色。

會形成板根之樹木，其板根自然天成，型態因樹種而各具特色。如銀葉樹、澀葉榕與木麻黃等之板根較長，板狀十分明顯。而馬尼拉欖仁、大葉山欖、吉貝與第倫桃等之板根則陡峭、直立，另鳳凰木與麵包樹之板根卻顯渾厚(台灣賞樹情報，1995)。Marcelo(2003)發現吉貝的板根，因種植地區不同，其板根型態有明顯差異，在中美洲以及亞洲東南部其板根是較狹窄的，但在西非卻形成碩大寬闊的板根，甚至為前者的 2 倍寬；但西非的吉貝卻比較低矮，可能因氣候較乾燥，才造成如此差異。而 Gary(2003)則發現水杉生長在特殊環境，如水中、鹽濕地或貧瘠土壤時，其幹基特別肥大，可能是因為特殊環境誘發第 2 次生長(secondary growth)所造成；樹齡亦是原因之一，隨樹齡其板根規模常有所改變，另附生植物也可能影響板根之型態。Venezuela(2003)認為同一樹種其板根形成規模之差異，可能與雨水多寡以及周遭環境有關，吉貝若生長在熱帶雨林，因四周植株多高大繁茂，為了競爭，也必須長得特別高大突出，才能獲取陽光，因此板根也隨之改變得較高大，方得支撐；若種植在空曠處，植株多低矮且粗壯，板根也因而較小；卻不認同附生植物會影響板根型態。而 Glenn(2003)也認為喬木形成各種型態的板根，常與其所承受的壓力有關，高大的吉貝較不穩固、容易傾斜，因而形成高大卻短的板根因應，若吉貝低矮就不須要高板根來穩固了。Marcelo(2003)認為具板根之樹木栽植時，必須給予充分之株距與生長空間，在不受限的環境下，會自然形成寬闊的板根，板根擴展範圍將較大。Woodcock(2000)調查原生於澳洲的喬木 *Elaeocarpus angustifolius*，生長得異常巨大，胸徑高達 200cm，並形成碩大的板根，發現每一老株約有 16~17 塊板根，板根在樹幹四周平均分佈，並未明顯集中於向風或背風處。每株所形成之板根高度以及板根數目，與胸徑成直線正相關，與 Chapman 等(1998)結果相同。另 Richter(1984)發現 *Quararibea asterolepis* 隨樹木長大，板根規模亦成比例地變大，方能支撐更大、更高的植株體；板根數目以及高度與胸徑的關係，較之株高更具顯著之相關性；株高與板根長度以及樹冠直徑間並不具顯著相關性。很特殊地是板根的高度比株高增加更為快速，此不成比例的增加，使樹幹因強風吹折之潛在危機可降低 15%。Clair 等(2003)則藉研究測試不同關於板根機能以及其成形方面之假說，包括一些機制理論，從實驗或理論方面論及板根之機制；以及外來壓力如何衝

擊影響形成層的發展，並描述樹幹圓周次生長之增厚過程。Richter(1984)之研究乃針對板根之型態，探討其於支撐作用上所扮演的角色，發現板根多形成於背風方向，而使樹木較不致風倒；樹冠因強風會造成不對稱之型態，但板根並未因此而改變生長型態來對應；調查之 35 株喬木共形成 173 個板根，板根長度 8~290cm，平均值為 85cm，板根走向並未趨向於某一特定方向，若僅針對每株喬木之最長板根探討時，卻發現會傾向於某一特定方位。而 Steven 等(1988)研究 *Tachigalia versicolor* 的板根，於熱帶雨林低地，提供支撐作用之角色，而建立一拉緊張力之說法，共測量 100 株、518 塊的板根，發現板根大小、特別是其高度之增加速度，遠超過該植株的大小與板根數目。另板根的走向則未發現與任何因素(風向或倚靠物)有關，即使在逆風處或有靠倚物時，板根雖形成得特別長、高或多，也可能偶發而已。研究還發現在順風與逆風處(或是否有靠倚物)之板根組織有粗細的差異，風與靠倚物所產生之張力，的確會造成細胞組織之增生現象，以增進板根之支撐作用。

板根生成過程會向上、向外形成強大力量，若種植在都市狹窄之植穴中，勢必對其鄰近之硬體造成強悍之破壞力。目前，這些易形成板根之觀賞喬木，在台灣各地常用做行道樹，或植於廣場、公園、庭園與校園，對鄰近之路面、人行道、廣場之硬鋪面、PU 跑道、植穴、植槽或水溝等造成破壞，如地面隆起，翹高、鼓突、或產生裂縫、毀損等。若鄰近建築物，可能造成門窗變型、破壞屋基，而危及建築物結構，威脅居住安全。且樹木之胸徑與對硬體之破壞程度多呈顯著之正相關，當樹幹越粗壯，其破壞率越高，根害問題將隨樹齡與日劇增(章錦瑜, 1999、2000、2003；章錦瑜、邵偉榕, 2002；Biddle, 1979, 1992, 1998；Dodge, 2000；Lesser, 2001；Wong et. al., 1988；Wagar, 1983；McPherson, et. al., 1999)。因此具板根之樹木，隨時間其板根形成之規模值得深入調查，實際瞭解板根本質，以做為未來探究其根害問題之基礎。

4.研究方法

共調查 6 種喬木，包括大葉桃花心木、木麻黃、第倫桃、榕樹、鳳凰木與銀葉樹，共計 316 株，所選定之調查樣區必須有相當數量已形成板根、胸徑多樣化、可方便調查之喬木。本研究針對列入調查之每株喬木，共調查 8 個項目，包括胸徑、最高板根之高度、最長板根之長度、以及板根平均高度、長度與厚度、與主支和分支之數量。調查結果除做描述性統計外，亦將各調查變項做相關分析，以瞭解各變項間之相關性，另將調查喬木依其胸徑(d)大小分為 3 組：A(25 < d < 30cm)、B(35 < d < 40cm)與 C(40 < d < 45cm)；分別針對此 3 組幹徑進行 Scheffe 差異性比較，瞭解同幹徑之不同樹種、其板根規模之差異，另探討各喬木板根型態之特色。

5.結果與討論

樹種形成板根之規模

首先針對各樹種之調查資料，進行描述性統計，以瞭解板根形成之規模，再將同一樹種之各調查變項間進行皮爾森(Pearson)相關分析，瞭解其間之相關性，以下分別就各樹種說明其結果：

(1)、大葉桃花心木

本次調查大葉桃花心木共計 52 株，胸徑範圍為 12~82cm，平均胸徑為 37.23cm，最小胸徑乃 12cm，就已形成板根，所有調查植株均已產生板根。板根平均高度為 26.96cm，單塊板根最高達 89cm，各株最高板根之平均值為 73cm。而單塊板根最長可達 302cm，平均板長 251cm；板根厚度範圍 5~8cm，平均厚度為 5.32cm，其板根鄰近樹幹處較厚實，尾端埋入地面處較薄。

板根數最多為 7，最多亦會產生 7 個分支。相關分析得知，除了胸徑與平均板厚，主支數量與分支數量間無顯著相關外，其餘各變項間皆具顯著之線性正相關。

(2)、木麻黃

本次調查木麻黃共計 45 株，均已產生板根，胸徑範圍 19~70cm，平均值為 40.67cm，胸徑最小為 19cm，已出現板根。板根最高達 87cm，平均值 35.77cm；板根最長達 176cm，平均為 43.87cm。板根最厚達 12cm，平均厚度是 6.04cm。板根數量較少，平均僅 2.2 支，最多為 7。相關分析得知除分支數量與其他變項間不具相關性外，其餘各變項間皆具顯著之線性正相關。顯示胸徑越大，各株所形成板根之高度、長度、厚度與主支數量均隨之呈線性遞增。板根愈高其長度亦隨之遞增、並增厚。木麻黃分支數量極少，胸徑 70cm 以上才出現分支，平均僅 0.02 支，最多亦為 1，因此分支數量與其他變項間均不具相關性。

(3)、第倫桃

本次調查第倫桃共計 34 株，均已產生板根。於自然不受限之環境時，其板根呈幅射狀對稱方式、向各方向均勻地生長。胸徑範圍 8~44cm，平均值為 34.13cm。調查之最小胸徑為 28cm，已出現板根，板根最高達 78cm，最小為 30cm，其平均值為 40.48cm。板根最長 140cm，最小為 12cm，平均值是 74.72cm。板根最厚達 13cm，最小為 6cm，平均值 9.08cm。其板根顯得相當圓厚，表面較光滑，每塊板根由樹幹開始、延伸至尾端部分之厚度差距不大。板根數最多為 10，卻未見任何分支形成。由相關分析得知除了分支數量以外，其他各變項間皆呈顯著之線性正相關。顯示胸徑越大，各株所形成板根之高度、長度、厚度與主支數量均隨之呈線性遞增。

(4)、榕樹

本次調查榕樹共計 30 株，均已產生板根，胸徑範圍為 7.48~68cm，平均值 40.34cm。胸徑 7cm 即出現板根，板根最高達 91cm，最矮 10cm，其平均值 36.6cm；板根最長為 413cm，平均值 54.3cm；板根最厚達 12cm，平均厚度為 7.72cm。榕樹板根最具特色處為其主支與分支之數量都相當多，板根數最多為 13，產生分支數量最多達 22。相關分析發現各變項間多呈顯著線性正相關，可知榕樹胸徑 25cm 以上所形成之板根隨高度增加，其長度、厚度與主、分支數量均隨之呈線性遞增。榕樹屬於淺根性，發根性強，主、分支數量較多，板根卻不高，長度倒是較長些，且容易扭曲，盤根錯節，另板根較圓厚，頭尾厚度差距小。

(5)、鳳凰木

本次調查鳳凰木共計 35 株，均已產生板根，胸徑範圍為 8~87cm，平均值 42.22cm。而板根最高達 113cm，最矮為 8cm；最長達 324cm，最短為 15cm。單株之所有板根高度之平均值最多為 92cm，其長度之平均值最大為 275cm，厚度之平均值最大達 7cm，最小為 3cm，平均值 4.45cm。板根數最多為 6，產生分支的數量最多為 12。相關分析得知除平均板厚與板長、分支數量無相關性外，其餘皆呈顯著線性正相關。胸徑 25cm 前，板根幾乎沒有出現分支，胸徑 80cm 之分支數量已多達 12，分支數量隨主支數量增加而遞增。鳳凰木之板根既高且長，厚度卻較薄，板根直立性強；分支常於主支長度一半處出現，且分支多較主支略小。

(6)、銀葉樹

本次調查銀葉樹共計 39 株，均已產生板根，胸徑範圍為 4.25~41.8cm，平均值為 15.3cm。本次調查最小胸徑為 4.25cm，已形成高度 6cm、長度 10cm 之板根。所有調查之銀葉樹其板根最高達 120cm，最長為 351cm。單株之所有板根其高度之平均值最高為 102cm，長度之平均值最長是 234cm；其厚度之平均值最厚達 4cm，最薄僅 1cm，平均為 2.1cm，板根頭尾之厚度

差距小。板根數最多為 8，產生分支的數量最多為 6。相關分析得知主支數量與板長、板厚，以及分支數量與板根長度、厚度和主支數量間不具相關外，其餘皆呈顯著之線性正相關。當胸徑越大，各株所形成板根之高度、長度、厚度與主、分支數量均隨之呈線性遞增。調查結果顯示銀葉樹板根既高且長、卻很薄，胸徑 12cm 時，板根即長達 150cm；胸徑 22cm 時，板根最長達 350cm，板長約為板高之 2 倍，板根直立性明顯。

本研究調查台灣平地最常見的 6 種易形成板根之觀賞喬木，實地調查以瞭解各樹種板根形成之規模與趨勢。發現 6 種喬木其板根各具特色，其中最特殊的是銀葉樹，當其樹齡尚淺、莖幹尚小，胸徑未達 5 公分時，就明顯出現板根，且隨樹齡遞增，其板根也發展快速。6 喬木於同胸徑時比較其板根規模之差異，發現銀葉樹仍是其中最特殊者，其板根既高且長，但厚度卻最薄，而第倫桃之板根最為厚實。榕樹與木麻黃之板根較低矮，木麻黃之板根長度較短；榕樹、第倫桃與銀葉樹之板根數量較多，木麻黃之板根數量較少；第倫桃於調查時未發現板根有任何分支產生，木麻黃之分支亦不多，榕樹之分支則較多。將各調查樹種之所有調查變項間進行相關分析，發現 6 種樹種之胸徑與板根高度、長度以及主支數量皆呈顯著正相關。胸徑常代表樹齡，因此隨栽植時間，喬木所形成的板根，將日漸增高並加長，板根數量也隨時間遞增。板根厚度除大葉桃花心木外，亦皆與胸徑間呈顯著正相關，喬木所形成的板根之厚度亦將隨時日漸厚實。除第倫桃與木麻黃分枝數極少外，其他 4 種喬木皆因胸徑遞增，其板根之分支數亦隨之增加；但其中之大葉桃花心木與銀葉樹其板根主支數與其分支間不具相關性，僅榕樹與鳳凰木之板根主支數與其分支間具相關性。銀葉樹之板根主、分支數量與其長度和厚度無相關性，鳳凰木之板根厚度與其長度和分支數量無相關性。藉此板根生長規模之調查，可瞭解此 6 種常見觀賞喬木之板根生長型態及其趨勢，對未來進一步調查其根害問題可提供基礎資料，日後栽植此類植物也較有依據。

參考文獻

- 章錦瑜 1999 台中市行道樹之根系對鋪面與路緣石破壞程度之調查 東海學報 40(6) : 49~55。
- 章錦瑜 2000 植物根群及其對構造物之破壞 科學農業 48(11, 12) : 314~321。
- 章錦瑜 2003 樹種其根系對硬體破壞之影響，科學農業 51(1, 2) : 19-23。
- 章錦瑜、邵偉榕 2002 台北市人行道上行道樹對硬體毀損之研究 東海學報 43(6) : 105~114。
- 黃曉菊 2003 行道樹根系對人行道硬體破壞之研究—以高雄市 10 種行道樹為例 私立東海大學景觀研究所碩士論文。
- Chapman, CA. Kaufman, L. Chapman, L. J. 1998. Buttress formation and directional stress experienced during critical phases of tree development. *Journal of Tropical Ecology* 14: 341-349.
- Clair, B. F. Meriem, P. M. Francise, B. J. and B. Sandrine. 2003. Biomechanics of buttressed trees: bending strains and stresses. *American Journal of Botany* 90(9) : 1349~1356.
- Henwood, K. 1973. A structural model of forces in buttressed tropical rain forest trees. *Biotropica* 5:83-93.
- Navez, A. E. 1930. On the distribution of tabular roots in *Ceiba* (Bombacaceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences(USA)* 16:339- 344.

- Petch, T. 1930. Buttress roots. *Annals of the Royal Botanic Gardens, Peradeniya* 11:277-285.
- Richter, W. 1984. A structural approach to the function of buttresses of *Quararibea asterolepis*. *Ecology* 65(5):1429~1435.
- Smith, A. P. 1972. Buttressing of tropical trees: a descriptive model and new hypotheses. *American Naturalist* 106:32-46.
- Steven D. Warren, H. L. Black, D. A. Eastmond, and W. H. Whaley. 1988. Structural function of buttresses of *Tachigalia versicolor*. *Ecology* 69(2) : 532~536.
- Woodcock, D. W. Santos, G. D. and D. Taylor. 2000. The buttressed blue marble tree: wood and growth characteristics of *Elaeocarpus angustifolius* (Elaeocarpaceae). *Annals of Botany* 85(1) : 1~6.

計畫成果自評

本次針對台灣地區具板根之觀賞樹木所做的研究，研究內容與原計畫相符程度高達 100%，完全達到預期目標，研究成果具學術以及應用價值，研究結果已投寄學術期刊發表。台灣地區以往從未出現有關觀賞樹木就其板根方面之研究報告，但這類樹木卻早已廣泛栽植於台灣各地，並造成許多根害問題，本次針對常用的 6 種觀賞樹木就其所形成之板根做實地調查，瞭解各樹種板根形成之規模，日後栽種此類植物時較有所依據，以降低其板根所造成之根害。