

論台灣常見觀賞喬木之板根特色

章錦瑜¹

The Buttress Formation of Landscape Trees in Taiwan

Chin-Yu Chang¹

摘要

本論述主要目的乃針對台灣地區常見觀賞喬木、於其幹基易形成板根者，例如大葉桃花心木、木麻黃、第倫桃、榕樹、鳳凰木與銀葉樹，瞭解其板根在自然環境形成的型態特色與規模，以及隨時間之生長趨勢，包括板根之高度、長度、厚度、數量與分支，以及它們的規模與胸徑之關係。銀葉樹之板根型態最特殊，特別長且較高大、但厚度卻比較薄；大葉桃花心木、木麻黃與榕樹之板根型態較類似。第倫桃之板根明顯較其他樹種來得厚實，並隨樹齡遞增，其厚度更加與其他 5 種喬木具明顯差異。大葉桃花心木與榕樹之板根高度約為其長度之 3 倍，木麻黃則較近似，而鳳凰木及銀葉樹其板根高度約為其長度之 2 倍。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板根對硬體頗具破壞性，需瞭解此類型觀賞喬木之板根特色，可做為未來利用此類喬木綠化環境時之參考。

關鍵詞：板根、觀賞喬木

1.東海大學景觀學系副教授

Associated professor, Department of landscape architecture, Tunghai University.

一、何謂板根及其機能

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，熱帶雨林區之環境特色為水份充足且氣候溫暖，植物繁茂、層次多而複雜，植物樹梢為能夠充份吸收到陽光，樹木常直立向上生長得非常高大，但地表的土壤層多淺薄，樹木著根不深。熱帶雨林區經常發生傾盆大雨、造成土質鬆軟，為支撐高大樹身避免傾倒，且能在潮濕土壤中正常進行呼吸作用，靠近地面的根經長期演化而漸突起、呈垂直向上生長，形成三角翼狀、延展成板型的樹根。板根可擴展其抓地的面積，加強固著於土壤的著力，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，可蓄積水份，避免雨水流失；且可增加樹木本身的呼吸面積，以及具有導水功能。板根形成處可蓄積落葉與腐殖質，提供營養成份，供植物生長所須(見圖 1)。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以及大板根森林遊樂區之幹花榕板根(Whitford, 1906; Navez, 1930; Petch, 1930; Smith, 1972; Henwood, 1973)。

板根乃於樹幹基部形成，板根會隨樹齡增加，其板根愈發成型、擴張並壯大，老樹木之板根規模相當壯觀，如老鳳凰木之板根擴張直徑可達 3m；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(見圖 2)。臺北縣三峽鎮插角里之大板根森林遊樂區，其中之幹花榕雖板薄僅 10cm，而板根高突地面達 1m 餘；另一植物九丁榕之板根亦高達 170cm，都成為該遊樂區之景觀特色。

二、會形成板根的樹木種類及板根型態類別

經作者數年來之調查，發現台灣地區之喬木中會形成板根之種類有大風子、大葉山欖、大葉桃花心木、桃花心木、小葉欖仁、欖仁、菲律賓欖仁、木麻黃、木棉、吉貝、美人樹、水杉、檉、茄苳、第倫桃、銀葉樹、槭葉翅子木、紫檀、鳳凰木、爪哇合歡、刺桐、金龜樹、盾柱木、榕樹、長葉榕、菩提樹、麵包樹、幹花榕、九丁榕等。

板根自然天成，型態因樹種而各具特色，根據作者於台灣各地所做之初步調查，發現如銀葉樹、澀葉榕、鳳凰木、爪哇合歡、大葉桃花心木與木麻黃等之板根較長，板狀十分明顯。而馬尼拉欖仁、欖仁、吉貝、美人樹、大風子、紫檀與第倫桃等之板根則陡峭而直立，另桃花心木、槭葉翅子木、金龜樹、麵包樹、大葉山欖、刺桐、印度橡膠樹、菩提樹與盾柱木等之板根卻顯得渾厚(台灣賞樹情報，1995)。

三、板根型態與環境關係

Marcelo (2003) 發現吉貝的板根因種植地區不同，其板根型態具明顯差異，在中美洲以及亞洲東南部所形成之板根厚度較薄，但在西非卻形成碩大且厚實的板根，板根本身的厚度於西非者甚至為前者的 2 倍；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，其幹基特別肥大擴張，板根型態明顯成形，可能是因為這類特殊環境誘發第 2 次生長 (secondary growth) 所造成的，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、突出其他植群，也必須長得特別高大，才能獲取充分陽光，因此板根也隨之改變得較高，方得支撐高大植株；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，高大的吉貝因為較不穩固、容易傾斜，因而形成高聳卻短的板根因應，若吉貝植株較低矮，就不需要高板根來穩固了。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，在不受限的環境下生長，會自然形成寬長且壯闊的板根，板根擴展範圍亦將較大，反之在受限環境下之板根規模亦因而較小。Woodcock (2000) 調查原生於澳洲的喬木 *Elaeocarpus angustifolius*，植株生長得異常巨大，胸徑高達 2m，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；另發現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，此結果與 Chapman 等 (1998) 相同。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；但株高與板根長度以及冠徑間卻不具顯著相關性。很特殊的是板根的高度比株高增加更為快速，此不成比例地增加，將使樹幹因強風吹折之潛在危機降低 15%。Clair 等 (2003) 則藉研究測試關於板根機能以及其成形方面之不同假說，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，可使樹木較不致風倒；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，卻發現最長板根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；該研究共測量 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可能之影響因素(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，也可能是偶發而已，無法證實；研究還發現板根面對順風與逆風、或有否任何靠倚物時，板根組織細胞的粗細確有所差異，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。

彭映潔(2005)針對具板根之喬木，調查其鄰近硬體時之生長狀況，發現當板根長大至接觸到硬體時，就會形成不同之走勢(見圖 3、圖 4)；當栽植處之一側出現硬體時，板根多數會產生於無硬體存在的其他方向，此時所生長出的板根會較無硬體環境時更高且更長，至於板根厚度、主支數量與副支數量方面，則根據不同樹種而有不同狀況。而當栽植處兩邊均有硬體時，例如栽植帶，平行兩側為硬體，此時板根多數仍會向無硬體方向生長，並且生長方向與此硬體邊平行，在長度與高度方面則會依主支數量而有所不同，主支數量越多、則高度與長度會較小。當硬體邊並非平行時，板根之長度與高度均較降低；栽植處三邊有硬體時所形成之板根的高度與長度等，也較無硬體環境時下降。至於樹木栽植於栽植穴或栽植槽等之四邊均有硬體的狀況，所形成之板根的高度與長度將較無硬體限制下會更低些(章錦瑜、彭映潔, 2005)。

四、板根造成之根害

Macleod 與 Cram (1996) 認為樹根所產生的力量很大，會對鄰近之建物或鋪面等構造物造成破壞。章錦瑜 (1999) 針對台中市區 14 種常見之行道樹，調查根系對鋪面與路緣石之毀損，其中具板根之榕樹(民權路)、刺桐(雙十路近干城站)與鳳凰木(中華路)之破壞率更高達 100%。而章錦瑜與邵偉榕 (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 50%，另具板根之茄苳、刺桐與木棉亦皆有破壞發生。黃曉菊 (2003) 調查高雄市行道樹之根害，發現具板根之大葉桃花心木，當胸徑達 10cm 以上時，就開始產生破壞，胸徑 20cm 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 30cm 以上之破壞率高達 100%。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，其中包括易形成板根的喬木如榕樹、印度紫檀、鳳凰木、刺桐與大葉桃花心木等(文化城的綠與美, 2001)。Francis 等 (1996) 調查熱帶之波多黎哥與墨西哥種植最多的 12 種樹木，對人行道鋪面與路緣石之破壞狀況，發現大葉桃花心木、刺桐與鳳凰木會形成板根之喬木，具嚴重之破壞性，且當胸徑增大，破壞率也隨之增加。彭映潔(2005)針對具板根

之喬木調查其對硬體之破壞，當板根長大而接觸到硬體時，就容易造成根害。

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(見圖 5)。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; 彭映潔, 2005; Biddle, 1979, 1992, 1998; Dodge, 2000; Lesser, 2001; Wong *et. al.*, 1988; Wagar, 1983; McPherson, *et. al.*, 1999)。

五、板根型態與規模

章錦瑜與彭映潔(2005)針對 6 種台灣地區較常栽植之觀賞喬木，調查它們於自然狀況、無硬體限制下，所形成之板根規模，調查之平均胸徑最高為鳳凰木(42.22cm)，最小為銀葉樹(15.3cm)；鳳凰木之板根亦為最高，達 54.77cm，最小為木麻黃僅 35.77cm；銀葉樹之板根最長，達 121.64cm，最短為木麻黃(43.87cm)。單株鳳凰木所有板根之平均高度為 40.98cm，乃 6 種喬木中最高者，最小為榕樹僅 16.58cm。單株形成之所有板根平均長度最長者是銀葉樹之 81.09cm，最短為木麻黃(35.42cm)。單株所形成板根之平均厚度以第倫桃之 9.08cm 為最厚實者，最薄者乃銀葉樹之 2.1cm。單株所產生之板根主支數量以榕樹之 5.42 為最多，最少乃木麻黃，平均僅產生 2.2 支板根；分支數量最多也為榕樹(6.56)，僅第倫桃未產生分支。銀葉樹在胸徑最小之 4.25cm 時即出現板根，大葉桃花心木與鳳凰木於胸徑 20cm 方出現板根；而木麻黃、第倫桃與榕樹於胸徑 30cm 時才出現板根。胸徑 20cm 之銀葉樹板根高度已達 80cm，明顯高於其他樹種，其板根長度亦明顯高於其他樹種，其次為大葉桃花心木與鳳凰木；胸徑 30cm 時之板根長度最長者仍為銀葉樹，依序為第倫桃、鳳凰木、大葉桃花心木、木麻黃與榕樹；胸徑 40cm 時，銀葉樹之板根長度仍明顯超過其他樹種，其次為第倫桃、大葉桃花心木、鳳凰木、榕樹與木麻黃。但在胸徑超過 60cm 後，除銀葉樹外之其他 5 種樹種(大葉桃花心木、木麻黃、第倫桃、榕樹與鳳凰木)做比較，以榕樹的板根長度為最長，其次為大葉桃花心木。板根之厚度於胸徑 10cm 時，銀葉樹最小僅 3cm，榕樹為 6cm；胸徑 30cm 時第倫桃板根厚度達 13cm，為 6 種中最大者，除銀葉樹板根較薄、而第倫桃板根較厚實外，另 4 種喬木之板根厚度範圍為 4-10cm。6 種調查喬木以銀葉樹之板根生長最為特殊，其板根形成得特別長且較高大、但厚度卻比較薄；大葉桃花心木、木麻黃與榕樹板根生長狀況較類似。

第倫桃之板根較厚實，並隨樹齡遞增，其厚度較其他 5 種喬木更具明顯差異(見圖 6)。大葉桃花心木與榕樹之板根高度約為其長度之 3 倍，鳳凰木及銀葉樹其板根高度約為其長度之 2 倍，木麻黃則較近似。

六、結 論

台灣平地常見的觀賞喬木，其中少數會於幹基形成板根，所形成之板根其規模與型態各具特色，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，目前仍是所知樹種之板根最特殊者，其板根既高且長，但厚度卻很薄。第倫桃之板根較顯厚實、數量較多、但分支不明顯。榕樹板根較低矮，板根數量卻較多；木麻黃之板根較低矮、數量較少，板根較短、分支現象不明顯。樹種之胸徑與板根高度、長度以及主支數量等均呈顯著正相關。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、增厚，主板根數量及分支數亦隨之增加。

這類會形成板根之喬木的特色，就是其板根將隨樹齡而愈發明顯，板根規模也越發壯觀。若栽植於都市人行道之窄小植穴中，板根易破壞植穴周邊的鋪面。因此栽植此類喬木，最好先瞭解它們形成板根的潛力及其破壞性，給予適當的栽植環境，免日後造成硬體破壞時，只一謂地採取不當修剪板根的方式，不僅破壞板根之自然型態，降低對樹木之支撐力外，且未來之根害問題仍將持續發生。因此建議栽植此類會形成板根之喬木時，最好遠離硬體、種植於大草坪上，否則就需加大植穴面積、或植穴延長為植栽帶等做好，可降低根害發生。

七、參考文獻

- 文化城的綠與美。2001。90 年度台中市環境綠美化會報。第 35 頁。台中市政府，台中市。
- 台灣賞樹情報。1995。第 122-123 頁。大樹文化事業股份有限公司，台北市。
- 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，台中市。
- 彭映潔。2005。台灣地區六種景觀喬木之板根研究。私立東海大學景觀學系碩士論文。
- 章錦瑜、彭映潔。2005。台灣平地常見六種觀賞喬木其板根於自然環境形成之研究，東海學

報 46 : 165~175。

- Barker, P. A. 1988. Proactive strategies to mediate tree-root damage to sidewalk. Combined Proceedings International Plant Propagators' Societ. 37:56~61.
- Biddle, P. G. 1979. Tree root damage to buildings-an arboriculturist's experience. Arbor.J. 3:397~412.
- Biddle, P. G. 1992. Tree roots and foundations. Arboriculture Research Note 108/92/EXT. Arboriculture Advisory and Information Service, Farnham.
- Biddle, P. G. 1998. Tree root damage to buildings. 300pp. Willowmead Publishing Ltd.
- 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.
- Dodge, L. 2000. Tree root and urban infrastructure conflicts:symposium sets research and education goals. Growing points 4(2,3):1~11.
- Francis, J. K. Parresol, B. R. and J. M. Patino. 1996. Probability of damage to sidewalks and curbs by street trees in the tropics. Arboric. Jour.22(4):193~197.
- Hamilton, W. D. 1984. Sidewalk/curb-breaking tree roots. 1.Why tree roots cause pavement problems. Arboric. Jour.8:37~44.
- Hamilton, W. D. 1984. Sidewalk/curb-breaking tree roots. 2.Management to minimise existing pavement problems by tree roots. Arboric. Jour.8:223~234.
- Hamilton, W. D. and W. Davis. 1975. Street tree root problem survey Univ. of California Coop. Extension Service. Alameda County. 3pp.
- Henwood, K. 1973. A structural model of forces in buttressed tropical rain forest trees. Biotropica 5:83-93.
- Lesser, L. M. 2001. Hardscape damage by tree root. J. Arboric. 27(5):272~276.
- Macleod, R. D. and W. J. Cram. 1996. Forces exerted by tree roots. Arboriculture Research and Information Note 134/196/EXT.AAIS, Farnham.
- McPherson, E. G., Costello, L. R. Perry, E. and P. Peper. 1999. Reducing Tree Root Damage to Sidewalks in California Cities:A Collaborative Study. Slosson Report 98-99 1.
- 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.

論述

Ecology 65(5):1429~1435.

Smith, A. P. 1972. Buttressing of tropical trees: a descriptive model and new hypotheses. *American Naturalist* 106:32-46.

Sommer, R. and C. L. Cecchetti. 1992. Street tree location and sidewalk management preference of urban householders. *J. Arboric.* 18(4):188~191.

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.

Wagar, J. A. and P. A. Baker. 1983. Tree root damage to sidewalks and curbs. *J. Arboric.* 9(7):177~181.

Whitford. H. N. 1906. The vegetation of the Lamao Forest Reserve. *Philippine Journal of Science* 1:373-431, 637~682.

Wilson, B. F. 1975. Distribution of secondary thickening in tree roots systems. In *The development and function of roots*. Eds. Torrey J.G. and D. T. Clarkson. Academic Press, London. p. 197~219.

Wong. T. W. Good, J. E. G. and M. P. Denne. 1988. Tree root damage to pavement and kerbs in the city of Manchester. *Arboric.Jour.*12:17~34.

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.



圖 1 板根形成處可蓄積落葉與腐殖質，提供營養成份，供植物生長所須



圖 2 墾丁森林遊樂區之銀葉板根多麼壯觀，成為園區重要景點



圖 3 鳳凰木板根接近硬體時會轉向



圖 4 大葉桃花心木的板根會轉向遠離硬體



圖 5 大葉桃花心木的板根伸入鋪面下方，將鋪面翹起



圖 6 第倫桃之板根較顯厚實，板根數量較多、分支現象不明顯