

人工造成地盤的樹木棲地問題之研究

張岳剛¹⁾ 劉東啟²⁾

關鍵字：有效土層、土壤調查、人工地盤

摘要：人工地盤與樹木棲地的問題一直是樹木健康研究討論的重要一環，以台中市來說，國立自然科學博物館於民國 75 年開館至今 26 年以來，每年已可達到近三百萬人的參觀人次，園區內有展覽館、植物園等主要建築，綠地、生態池、步道與景觀設施等戶外空間，以及平面與地下停車場等公共設施等，在人工地盤種類的取樣上可謂相當豐富與齊全。

因此，本研究從對土壤的研究到進一步瞭解各種類型人工地盤的問題發現，國立自然科學博物館全區土壤在 0-20 cm 大多採用砂質壤土、砂沙等材質，主要是確保草坪根系能吸收到土壤中的水分與養分；在覆土厚度除平地區較厚(近 80 cm)，其餘約在 40-60 cm 之間主要為設施及遊客使用。

有效土層方面，土壤硬度較高的地區如土丘區、平地區、鋪面區有效土層會出現在 40cm 以下，建物周圍不管硬度及有效土層皆低，而結構物上方則硬度低有效土層深，最適合植物生長。

前 言

一、研究動機

在都市化越來越嚴重的現今，人類運用許多人工方式造成生活環境，其中人工地盤便是一個普遍被用在植物棲地上的一種現象。然而人工地盤對於植物生長有許多的問題存在。過去研究認為樹木所表現出的傾斜、長出大量不定枝，以及根的裸露、甚至是腐爛壞死等情況，除了代表地上樹木的健康問題，更與地面下的人工地盤具有密切的關係。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

國立自然科學博物館於民國 75 年開館至今 26 年以來，每年已可達到近三百萬人的參觀人次，園區內有展覽館、植物園等主要建築，綠地、生態池、步道與景觀設施等戶外空間，以及平面與地下停車場等公共設施等，在人造地盤種類的取樣上相當豐富。

因此為塑造植物生長的良好環境來說，從對土壤的研究到進一步瞭解各種類型人工地盤的問題。不健康的樹木不但影響一公園綠地的景致，更因為樹木的不健康所帶來的傾倒、斷枝更是對遊客生命財產安全上的嚴重疑慮。所以為了能享受樹木帶來的益處之餘，瞭解人工地盤中的土壤資訊，來提升樹木的棲地環境甚為一重要的研究課題。

二、研究目的

本研究主要目的在探究人工造成地盤對植物棲地的關係，經由實際實驗找出影響問題，因此本研究目的為 1.利用土壤調查瞭解人工地盤的物理性現況。2.不同類型人工地盤的問題分析。

文 獻 回 顧

一、土壤特性與組成

土壤的特性即為影響植物生長的重要因子，日本國土技術政策綜合研究所，2011 年資料中提及都市植栽基盤穩固以及植物要生長的好的必要條件中，土壤的物理條件與化學條件是重要因素，包括 1.物理條件以及 2.化學條件。由於植物的地上下部相互影響之關係因此當植物土壤環境不適當時，植物的生長與功能即會受到影響。

組成方面，土壤是由固相、液相與氣相所組合而成的。固相部分來源自礦物質與有機物質所組成的，約占土壤單位面積的 50%，而其他 50%是由土粒之間的孔隙所構成的，孔隙之間充斥著空氣、水份與微生物；氣體方面土壤中的空氣與大氣中的空氣組成成分上差異性很大，因為土壤中的根與微生物的活動之原故，造成土壤的二氧化碳濃度遠高於大氣中的二氧化碳濃度；土壤中的液體主要由空氣與溶液的比例產生，因此會隨著土壤環境的乾濕程度而有所差異，當土壤處於乾燥或潮濕的時候，土壤中的水分與空氣的比例也會隨之改變。

二、有效土層

有效土層(effective soil layer)為：「土壤具生產力，植物根系容易延伸吸收養分之土層，亦即作物根系伸延活動之範圍。」

(一)土壤硬度

土壤硬度即為土壤之抵抗力增加，其中壓實為都市中常見的一種型態，當土壤壓實主要會對土壤總體密度、孔隙度和通氣性等土壤構造因子構成影響，使土壤構造變差，並對植物的生長造成阻礙。Kuss 等人(1985)指出，當細質地土壤的總體密度達 1.4 g/cm³，粗質地土壤的總體密度達 1.6 g/cm³ 時，根系的生長就會遭到限制。此外，在日本綠化セン

夕一，2006 之一研究中可瞭解土壤在經人為，不論為建造或耕種所進行之旋耕、翻耕等人為耕種行為，造成土壤壤境壓實的結果(如圖 1)。

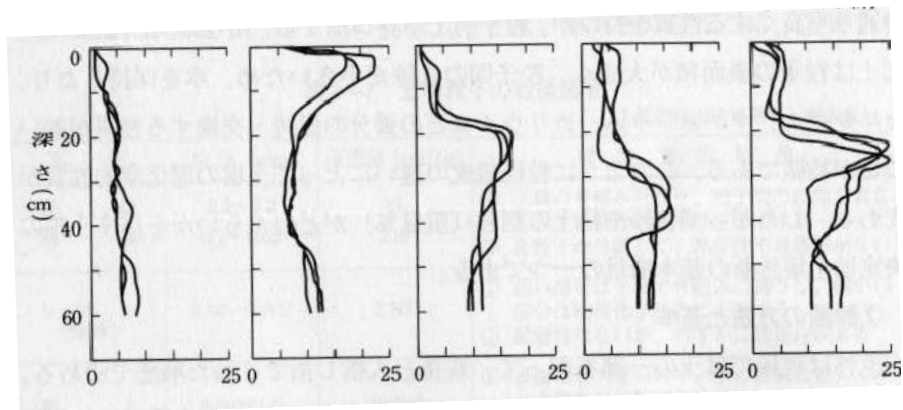


圖 1. 自然土層及經壓實後土壤硬度變化圖。左 1：平地林，自然土層，無人工作用；左 2：果園，噴霧機械；中：蔬菜田，曳引機，旋耕；右 1：蔬菜田，曳引機，翻耕；右 2：蔬菜田，推土機，旋耕。

Fig. 1. Compacted natural soil and the soil hardness.

(二)土壤排水

土壤質地及土壤構造也是土壤排水性的重要因子，質地輕、構造良好的土壤排水性通常較好。若排水性太好，往往保肥、保水力也差，Cassel(1982)指出在測土壤穿透阻力時，也應測定總體密度及水分含量。此外，潮濕的土壤溫度亦會低，造成根系對水分與礦物質的吸收亦會降低，產生樹木浮根之現象(劉宛純，2011)。

(三)土壤含氧量

通常在土壤的孔隙當中，比較適宜的情況是 1/3 的孔隙為空氣，2/3 的孔隙為水分(張仲民，1988)，但此真正的情況會因許多因素的干擾而有所不同，而空氣在孔隙所佔的體積會有一最低的限度，因此若土壤受到壓實或排水不良等氣體交換率(氧氣補充、二氧化碳排除)非常緩慢的土壤中，易導致缺氧問題，而不利於植株生長，產生浮根(淺根化)現象(劉宛純，2011)。

(四)土壤覆土

土壤覆土是在人工地盤上增加有效土層厚度的有效方式，土壤厚度雖自由自然土壤環境到人工地盤土壤環境皆不一致，但仍可藉由土壤覆土方式改善有效土壤厚度，並增加植物健康棲地之區域。覆土的厚度對於栽植樹木的高度是有相關連性，依照不同的樹木高度來調整覆土的厚度。樹木的覆土厚度可分為 50、100、150 公分的覆土厚度。

材料及方法

一、調查方法與項目

樹木地下部根的狀態與土壤之間的關係決定了地上部成長良好與否的重要因素，樹木土壤診斷中土壤剖面所顯現出來的土壤特徵，可以推測出樹木生長立地過去與現在環境變遷以及生育障礙的原因。因此土壤斷面的概念和土壤剖面研究法，是俄國學者道庫恰耶夫於 1883 年首先提出的。土壤剖面表徵著各種土壤性質的垂直變化特徵，其是母質在成土過程中，由于物質和能量的垂直流，土壤中有機物質(根系、微生物與土壤動物)的垂直分部結果。

斷面之挖掘項目按美國農部調查手冊(Soil Survey Manual, 1993)及土壤調查手冊(陳春泉, 1979)進行，土坑的深度隨地形而異，斷面的深度原則上以至岩石層為原則。完成挖掘後開始清理斷面使其表面現出原始自然狀態，插上標示牌攝影留存；其次劃分各化育層之約略層位界限，將各化育層編號，逐層詳細觀察並描述剖面形態特徵及地理環境特徵。斷面形態依顏色、質地、構造、結持度、植物根、生物孔洞、特殊特徵、含石量、層界特徵及化育層的連續性加以描述之；對地形、坡度、海拔高度、植被、座標位置等亦加以記錄。

其挖掘步驟包括八項 1.放樣於挖掘區域長寬 1 m × 1.2 m 樣區。2.欲調查之剖面需面向陽光處，以方便清楚調查。3.去除表層植被置於旁邊，待以恢復原狀時可覆蓋於表層。4.上層挖掘深度為 13 cm 左右，挖掘出土方需單獨置於探坑旁以便於回填。5.中層挖掘深度為 30 cm 左右，挖掘出土方需單獨置於探坑旁以便於回填。6.下層挖掘深度為 80-100 cm 左右，挖掘出土方需單獨置於探坑旁以便於回填。7.進行土壤診斷調查。8.將所挖掘出土方按照挖掘順序，依序回填，以免破壞原有環境。

二、調查地點與內容

(一)調查地點

本研究選定台中科學博物館為人工地盤之調查對象，主要考量科博館腹地廣闊，具有多樣人工造成地盤類型，可作不同類型間比較。以及科博館的為台中著名大型綠地及人工造成地盤，具有代表性等適合的因素。

此外本調查以分區進行，扣除不適合土壤診斷之區域(如圖 2)，共分為 5 區包括

1. 土丘區域(A-1、A-2)：大量覆土堆高隆起的地盤類型。
2. 平地區域(B-1、B-2)：使用與踩踏度高的地盤類型。
3. 建物周圍區域(C-1、C-2)：比鄰建物工程考量下的地盤類型。
4. 鋪面區域(D-1、D-2、D-3)：景觀或公共設施周圍之地盤類型。
5. 結構物覆土上方區域(E-1)：大型地下建設物上之地盤類型。



圖 2. 土壤斷面診斷調查挖掘穴位圖。

Fig. 2. Soil excavation cross-section diagnosis survey points chart.

(二)定義人工地盤

地盤，是指地球土表層下方的堅硬岩石層，或是礦物層，在建築上以抵擋建築物之自重，並防止建築物下沉的功能。而人工地盤則以人為方式所築成的構造物，而鋪蓋在大地(自然地面)上的一種新地面，通稱為「人工地盤」(artificial ground)，或稱為人工地面、人工土地。也就是說，人工地盤是都市土地在高密度、立體化利用時，以各種材質的鋪面和支持結構等，所開創出的廣大人工地平面(張育森，2003)。

(三)分區土壤透水性調查

透水性試驗是以內徑 5.6 cm、長 40cm 的 PVC 材質水管，擊入地表 4-5cm，再注入高於 35cm 的水量，記錄每小時之水位高度，將所得之數值依排水機能評定標準來進行排水狀況分級，等級共分四等，良好：水分容易從土壤中移去。尚可：水分自土壤中移去較為緩慢。有點不良：水分自土壤中移去的速度太慢，易造成植物生長障礙。以及不良：水分自土壤中移去的速度太慢，一般植物無法生長。

(四)PH 值檢測

pH 值檢測是以 PH-5011 酸鹼測試筆進行檢測，將分區土壤樣本與蒸餾水以 1: 2.5 比例(與水筆、吉田博宣，1998)攪拌混合，均勻攪拌至一小時藉以釋放出土壤中的離子，後靜置到土壤沉澱，再以酸鹼測試筆測量土壤 pH 值。

結 果

一、土壤斷面

本研究經相關理論與斷面實際挖掘後認為，科學博物館影響植物根系生長之最大因素為土壤硬度，而其土壤硬度經由各分層之硬度分測(5cm)中可見一般；本研究認為在科學博物館不同人工基盤中，土壤硬度直接對應有效土層之斷面，並影響地面植物之生長型態(如圖 3)。

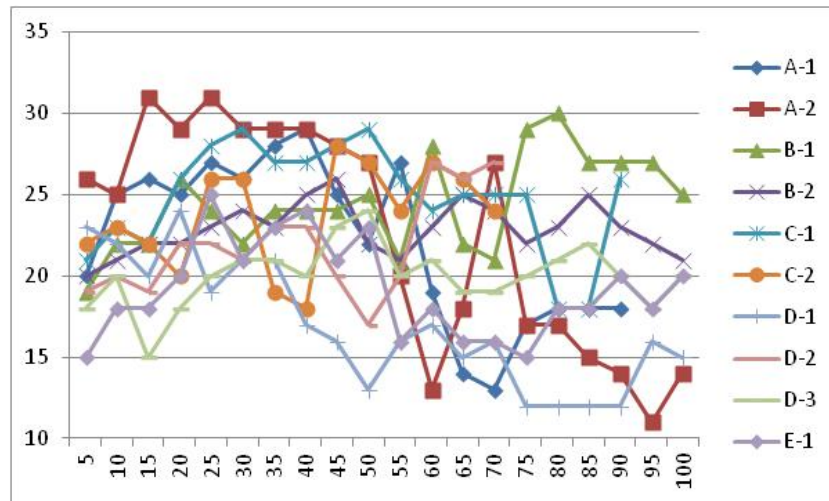


圖 3. 各類地盤土壤硬度曲線分佈圖。

Fig. 3. Various types of site soil hardness curve maps.

(一) 土丘區域(A-1、A-2)

工土丘地盤硬度集中 10-45cm，60cm 後卵石堆積明顯出現造成硬度急速下降，顯示出砂質壤土及壤土之堆積重量在人工土丘的設計方式之關係。

(二) 平地區域(B-1、B-2)

人工草坪在硬度上取現呈現一致的型態，介於 20-30 的硬度屬於硬至過硬，但在斷面上的差異性卻可反映出使用量與結構間的平衡，地盤管理維護之重要性也由此不言而喻。

(三) 建物周圍區域(C-1、C-2)

建物周邊地盤明顯呈現不適合植物種植之現象，高度工程施工痕跡隱藏其中，包括土性硬度、夯實以及紅磚混凝土塊等，因此仍有賴較全面的土壤改善措施。

(四) 鋪面區域(D-1、D-2、D-3)

鋪面之區域可屬相似建物周邊之地盤類型，相對不同是因景觀或工程設計需要而有所工法不同，進而造成硬度上之分歧不一，因此需依各案例現況之不同進行因素改善。

(五)結構覆土上方區域(E-1)

停車場區域為本研究中對於科學博物館案例特殊之發現，人工地盤中卵石之含量與密度，以密度對根系生長影響較大，因科學博物館為強化草坪之維護管理強調砂質土壤之運用，因此在土層中倘若無經夯實工程之土壤斷面縱使卵石數量較多根系身長仍不造成影響。

(六)全區域

綜觀科學博物館各類型地盤之硬度曲線分佈於 20-25 之間硬度，但就土壤斷面中與根系分佈對照，大多無法深達有效土層，而植物根系僅分佈表層 10-40cm 間土壤，因此從綜觀曲線圖及斷面圖兩者可明顯發現土壤中的岩基、石礫層等為主要影響有效土層深淺之因素。

二、土壤透水性

在透水性實驗中，挖掘點透水性平均值均由最高 164.1mm/hr (A-1 點)-最低 44.4mm/hr (C-1 點)之間，在分級階層中屬於良好至尚可之範圍。本研究認為與 4-5cm 之擊入深度測量到之土層，與科學博物館內層一大多土性為砂質以及粉砂等透水性較好之關係為大，也就此在管區內草坪與地被之生長相對較好有關(如表 1)。

表 1. 分區排水分級與平均值。

Table 1. The grading the mean of the partition drainage.

分區	排水平均值(mm/hr)	排水分級
A-1	164.1	良好
A-2	54.9	尚可
B-1	45.5	尚可
B-2	99.3	尚可
C-1	44.4	尚可
C-2	90.2	尚可
D-1	91.3	尚可
D-2	64.7	尚可
E-1	83.3	尚可
D-3	120.8	良好

三、土壤 PH 值

土壤中酸鹼分析是以度小於 6.5 時具有酸性，7 則屬於中性以上則屬於鹼性土壤，一般而言，紅壤土中的鐵、鋁氧化物含量較高，然本研究分區土壤 PH 值大多介於 6.6-7.0 之間屬於中性(如表 2)。

表二、分區土壤 PH 值。

Table 2. Partition soil PH value.

A-1	A-2	B-1	B-2	C-1
6.8	6.6	6.9	6.8	7.0
C-2	D-1	D-2	D-3	E-1
7.0	6.7	6.9	6.8	7.0

四、土壤性質

本研究經土壤斷面之土性分析發現，科學博物館中土壤之土性以砂質壤土與壤土比例最高約佔全體 70% 以上，其次為粉砂壤土約佔 20% 以及黏土、砂土 10% 的約略比例，簡言之在土層 1 到 2 層的有效土層中及大部分為透水力高但保肥力低之土質，對於支持大型喬木的能力也有所阻礙，進而成為土壤性質對於樹木根系的影響因素之一。

五、有效土層

有效土層為本研究判斷植物生長影響之重要依據，從整體有效土層數據來看，科學博物館在地表 0-20cm 幾乎皆為有效土層，以下為無效土層佔大多。

科學博物館有效土層中尤以平地、鋪面以及地下結構物上覆土等三種類型之地盤有效土層最多，土丘與建物周邊類型最少。在土丘類型第一到二層(約 0-40cm)有效土層最少，推測為大量土壤堆積後經過壓實產生之結果，此外在建築物周邊地盤為各類型地盤中有效土層最少者，基盤中礫石層也為最多，推測為因應工程施工所進行的基盤夯實，與大量使用卵礫石作為基礎之因素。此外，本區域無效土層來主要仍依循土壤硬層，也就是卵石、給配或紅磚混凝土塊的深度影響，因此可說明無效土層之直接影響因素為工程施工的工法，也就是夯實或壓實之動作(如圖 4)。

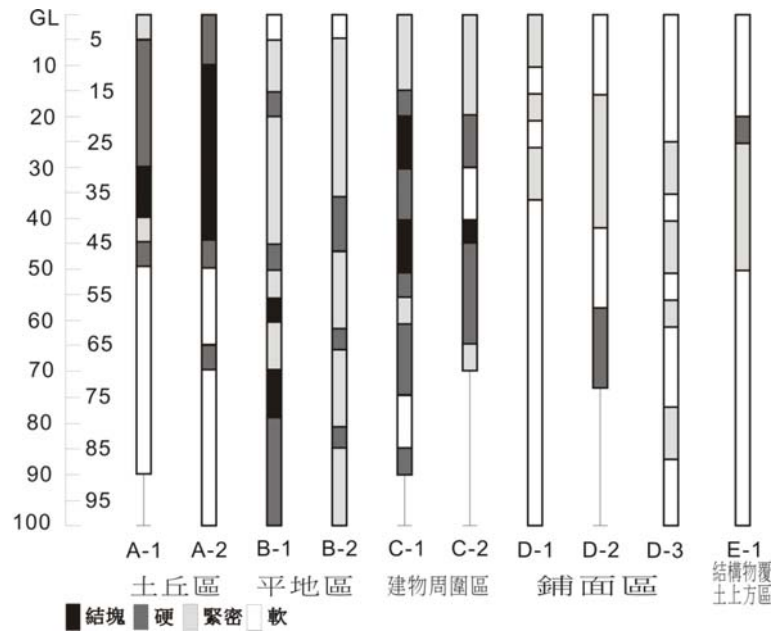


圖 4. 各類地盤有效土層分佈圖。

Fig. 4. All kinds of sites effective soil maps.

討 論

一、有效土層部分

有效土層為本研究判斷植物生長影響之重要依據，就本研究操作後可發現，科學博物館在土壤以無效土層佔大多數，除地表 0-20cm 較多外，其餘會因地盤類型產生不同深度之無效土層。

(一) 土丘區域(A-1、A-2)

土丘區域土壤結構主要以砂質壤土為主體，覆土厚度約在 40 至 60cm 左右，無效土層集中於地表至 50cm，主要硬層出現在 60cm 以下，卵石、給配密度高，原因為需要支持上部隆起土丘造型，所以採用厚卵石基盤做支持。

有效土層出現在 60-100cm 間，此結果與卵石密度有關，根生長主要區域在表層 40-60cm 處，但此處因硬度較高(25 以上)，所以中大型根鮮少，主要也與覆土重量、遊客使用後踩踏等壓實的因素有關。

(二) 平地區域(B-1、B-2)

平地區域土壤結構不盡相同，砂質壤土、黏土、粉砂皆有，土壤厚度皆可達 100cm，因此無效土層分佈較廣，表土 20cm 以下皆為無效土層，而主要硬層出現在 60-70cm 處，分析成因包括土壤硬度以及基盤卵石，原因為當時區域進行填土堆積的程序有關。

有效土層產生較少的結果與平地區上層使用的砂質土有關，原因為有助於種植草坪，間接減緩踩踏壓實重力；但受機械或人為踩踏壓實的影響下，以及主要卵石排列密集度較散影響，本區域植物根系皆屬中小根系。

(三) 建物周圍區域(C-1、C-2)

建物周圍區域土壤仍以砂質壤土為主，但在覆土厚度不一與接近建物的影響下，幾乎全域皆屬無效土層 0-100cm；主要硬層在底部 70cm 以下，卵石與給配密度高，且基盤比其他個類型皆硬，主要是與建物需打地基與夯實等工程需要有關。

有效土層僅出現在表層 0-20cm 間，此結果與平地區上層使用的砂質土，且建物周圍少人走踏、陰涼潮濕有關；本區域硬層出現 40cm 以下，因此根系分佈鮮少主要仍與夯實的工程有關，屬於最需要進行土壤改善的一種地盤類型。

(四) 鋪面區域(D-1、D-2、D-3)

鋪面區域主要結構仍以砂質壤土為主，無效土層在各類型中屬於最少，分析成因此類型地盤因造型需要，因此土壤受過不同程度的人為改變，如在覆土厚度上有 50、20、40cm，主要隨各處不同造景或設施需求而有不同；共同的主要硬層出現在 40-60cm，具有密度高的卵石、給配以及紅磚混凝土塊，此結果也與施工營造的重要性有關。

(五) 結構覆土上方區域(E-1)

結構覆土上方區域主要為砂質壤土，覆土厚度約 30cm，因為居地下停車場上方因此厚度較淺；無效土層自 40cm 到 100cm 皆有，主要硬層出現 20cm(24 以下)，可發現本區因鮮少人使用，因此在表層土質鬆軟層較其他地盤類型高高。

有效土層 0-100，因此根系生長情形良好；硬層分佈 30-100cm 但卵石、紅磚混凝土塊等密度較鬆散，讓根系至 80cm 都還看得見，也再次看出沒經過夯實的地盤根系生長上的差別。

(六) 整體區域分析

從整體有效土層數據來看，對應科學博物館中樹木產生之問題主要發生在樹木傾倒歪斜，以及浮根兩大主要現象。本研究區域因無效土壤與硬層分佈區域較廣，與人為使用度較頻繁等原因，使樹木容易造成歪斜及傾倒現象。

然而浮根現象主因有效土層過淺以及周圍土壤過硬，以致於水分難以有效排出產生，這樣現象在科學博物館的建物周圍地盤、以及土丘區發生機率較高。此外在建築物周邊地盤為各類型地盤中有效土層最少者，基盤中礫石層也為最多，推測為因應工程施工所進行的基盤夯實，與大量使用卵礫石作為基礎之因素。

此外科學博物館全區土壤在 0-20cm 大多採用砂質壤土、砂沙等材質，分析主要是為確保草坪根系能吸收到土壤中的水分與養分；而在覆土厚度除平地區較厚(近 80cm)其餘約在 40-60 之間，分析主要為設施及遊客使用上的考量。

在土壤硬度方面，土壤硬度較高的地區如土丘區、平地區、鋪面區有效土層很少出現在 40cm 以下，建物周圍的地盤情形屬於全區域中最差的情況，不管硬度及有效土層皆低，

而結構物上方因人為使用頻率較低，屬於較適合植物生長的地盤類型。

就依土壤 PH 值與透水性來看，科學博物館土壤屬於中性土質，對植物生長並無特別影響，屬於適合棲地。透水性受砂質土性原因，地表水分流動速度較快，保水性較低，適合草坪生長對中大喬木影響較為顯著。

二、維護管理之改善建議

(一)制度面上

定期專業顧問制度，大型公共綠地單位應與承包園藝工作團隊簽訂專業顧問，定期進行綠地中樹木健康檢測之工作項目。

(二)操作面上

建立簡易可操作之樹木保養流程，包括

- 1.利用高壓水力挖掘土壤 1m 左右，打破原有硬層並置入通氣管，以保持土壤通氣性質，導引根系生長。
- 2.利用高壓水力挖掘土壤 1m 左右，放入熟成有機肥，以改善土壤物理性質。
- 3.利用高壓水力挖掘土壤 1m 左右，置入網管與碎石，以保持土壤排水性質。

參 考 文 獻

- 台灣綠化植栽技術協會。2012。樹木的身體語言與保健新技術。台灣綠化植栽技術協會。
- 朱克貴。1996。土壤調查與製圖。中國農業。中國：北京。
- 朱海帆譯。1963。土壤學。教育部。台灣：台北。
- 朱德民。1993。植物與環境逆境。明文書局。台灣：台北。
- 吳淑傑、韓喜林、李淑珍等。2003。土壤結構、水分與植物根系對土壤能量狀態的影響。東北林業大學學報 31(3)： 24-26。
- 林木連。1995。土壤肥料。地景企業股份有限公司。台灣：台北。
- 林光清、陳尊賢、張仲民，1988。拉拉山土壤之形態、理化性質與分類。中國農業化學會誌 26: 503-514。
- 金恆鏞譯。1989。森林土壤的性質與經營。國立編譯館。台灣：台北。
- 柯勇。2004。植物生理學。藝軒圖書出版社。台灣：台北。
- 胡弘道。1999。森林土壤學。茂昌圖書有限公司。台灣：台北。
- 徐善德、廖玉琬譯。2006。植物生理學。偉明圖書有限公司。台灣：台北。
- 張秀燕。1995。台灣草坪植物適應性與土壤壓實改進之研究。碩士論文。國立台灣大學園藝系。台灣：台北。
- 張育森。2003。都市綠化技術之發展趨勢(下)。台灣花卉園藝月刊第 195期。台灣：台北。
- 陳春泉。1979。花蓮縣、臺東縣土壤調查報告。台灣省農業試驗所報告第36號。

- 陳振鐸譯。1971。土壤物理學。教育部。台灣：台北。
- 陳尊賢、許正一。2007。台灣的土壤。詹氏書局。台灣：台北。
- 黃敏碩。2010。以VTA法進行台中市綠園道行道樹之危險評估。碩士論文。國立中興大學園藝系。台灣：台中。
- 黃蕙萱。1997。植穴土壤條件及苗木型式對行道樹種生育之影響。台灣大學園藝系碩士論文。台灣：台北。
- 詹明勳等。2006。樹木目視評估危險度及健康度—以台中縣市老樹為例。臺大實驗林研究報告 20(2): 99-116。
- 劉宛純。2011。大學校園樹木健康、安全度與棲地因子調查與研究-以逢甲大學為例。碩士論文。國立中興大學園藝系。台灣：台中。
- 劉曜文。2003。土壤壓實對土壤穿透阻力及作物生長最小限制水分範圍的影響。碩士論文。國立台灣大學農業化學研究所。台灣：台北。
- 潘瑞熾。2011。植物生理學。藝軒圖書出版社。台灣：台北。
- クラウス・マテック(著)、堀大才、三戸久美子(訳)。2004。樹木の力学。青空計画研究所。
- 日本緑化センター。2001。樹木診断報告書様式試案。日本緑化センター。
- 日本緑化センター。2006。最新樹木医の手引き。日本緑化センター。
- 国土技術政策総合研究所。2011。都市緑化樹木の台風被害対策の手引き。国土技術政策総合研究所。
- 苧住昇。1979。樹木根系図説。誠文堂新光社。
- 堀大才、岩谷美苗。2004。図解樹木の診断と手当て。農山漁村文化協會。
- 興水肇、吉田博宣。1998。緑を創る植栽基盤。ソフトサイエンス社。
- 藤原俊六郎等。2008。土壤診断の方法と活用。農山漁村文化協會。
- Coder, K.D. 1998. Root growth requirements and limitations. (Tree Root GrowthControl Series). University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR 98-9.
- Hajime, K. 1979. Edaphological management for landscape planting on the artificial ground. The Japanese institute of landscape architecture 42(3): 22-25.
- Kroon, H. de, and E. J. W. Visser (Eds.). 2003. Root Ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Mauseth, J. D. 1988. Plant Anatomy. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Richards, D. 1986. Tree Growth and Productivity - The Role of Roots. Acta Hort. 175: 26-36.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology, forth edition. Sinauer associates, Inc.

The Research of Artificial Lands Associated with Tree Habitats

Yuan-Gang Zhang¹⁾ Tung-Chi Liu²⁾

Key Word: Effective soil, Soil investigation, Artificial site

Summary

Artificial sites and tree habitat has been an important part of the tree health research and discussion , Taichung City , Taichung Science Museum opened in 1986 and has 26 years can reach nearly one million visitors every year since , park , exhibition gallery , botanical gardens and other buildings, green spaces, ecological pond, trails and landscape facilities , outdoor space, and flat with underground parking and other public facilities, etc. , can be quite rich and complete sampling of the types of man-made sites .

Therefore, this study from the soil to learn more about the various types of artificial sites found that the region's soil of the Science Museum in the 0-20 cm, mostly sandy loam , Bin sand and other materials , mainly to ensure that the lawn root system can absorb into the soil in moisture and nutrients ; in sandy lair in addition to the flat areas of thick (80 cm), and the rest about 40-60 between the main facilities and tourists .

Effective soil , soil hardness higher areas such as the mound area , flat , paved the effective soil there will be less than 40 centimeters around the building regardless of the hardness and the effective soil are low , while the top of the structure , hardness and low soil depth, the most suitable for plant growth .

1) Graduate student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.
Corresponding author.

