

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

劉宛純¹⁾ 劉東啟²⁾

關鍵詞：樹木、VTA、健康度、安全度、土壤

摘要：近年來由於人類對環境過度開發，使地球環境日益惡化，對生物生存造成嚴重威脅。為改善此問題，世界各國皆積極推動植樹綠化活動，期達到減碳與改善環境之效。校園綠化為植樹綠化中重要的一環，於校園中種植大樹雖有許多益處，但亦潛藏著許多的危機。本研究的目的是在探討大學校園中的樹木、棲地現況，及影響樹木健康・安全度的棲地因子。期能使校園中的樹木可更安全、健康，創造人類與樹木共存的安全校園。研究結果顯示，逢甲大學中的樹木有 10% 具有立即健康危險、57% 有潛在健康危險，僅有 33% 無健康危險。於安全度方面則有 43% 的樹木具有立即或潛在危險。棲地環境方面，土壤有 86.28% 過於堅硬不利於根系生長，有 68.63% 的土壤排水不佳。土壤的 pH 值皆介於適合樹木生長的範圍，其中有 62% 的土壤為弱鹼性土壤，以鄰近建物植栽帶的土壤最偏鹼。不同植栽基盤類型中以植穴完全被鋪面覆蓋的植栽基盤類型與庭園較具有健康上立即性之危險，出現率分別為 43% 與 41%；草地周邊局部被鋪面覆蓋的植栽基盤類型於健康上最具有潛在危險，出現率為 79%。安全度方面，以庭園中樹木最具有立即性危險，出現率為 25%；草地周邊局部被鋪面覆蓋的植栽基盤類型則最具有潛在危險，出現率為 65%。土壤條件對樹木生長的影響方面，結果顯示良好的土壤環境，將會使樹木更安全，不良的土壤環境，會造成樹木不健康，因此於未來進行校園樹木健康・安全度改善，或樹木種植時，應注意土壤硬度、排水與 pH 值狀況。使校園中的樹木可更安全、健康，創造人類與樹木共存的安全校園。

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助理教授，通訊作者。

前 言

近年來隨著都市發展、工業進步，人類對環境過度開發，自然生態遭受破壞，使地球環境日益惡化，不僅對生物生存造成威脅，亦造成社會成本的增加。

為改善此問題，世界各國政府皆致力於環境綠化。樹木於環境綠化中扮演重要角色，不僅可美化環境，亦具有淨化空氣、改善都市環境等多項功能。因此世界各國皆積極推動植樹綠化活動，期達到減碳與改善環境之效，而身為地球上的一份子，綠化工作更為我們應盡的責任與義務。

校園綠化為植樹綠化中重要的一環，於校園中種植大樹雖有許多益處，但亦潛藏著許多的危機。校園中常有眾多的師生與人群聚集、活動。人的活動除了會直接影響到樹以外，亦會間接改變環境而影響樹木的健康。危險的樹則會對人類的安全產生影響，在我們生活週遭，因樹木傾倒、斷枝，造成的生命財產受損事件屢見不鮮。因此為能於享受樹木帶來的益處之餘，亦能維護校園中人群與師生的安全，了解校園中樹木的健康・安全度與其影響因素為現今重要的課題。

土壤為樹木生長的重要棲地，亦為少數容易由人為控制、改善的環境，在影響樹木生長因子的相關研究中亦指出，土壤對樹木的影響是可預期的(朱德民，1993)，此外由實際生產經驗中發現，”根深葉茂”的現象，根必須先長的好，地上部才能生長良好(潘瑞熾，2011)，因此了解土壤環境對樹木生長的影響，將有利於未來提出有效的環境改善方法，促進綠化技術的進步，使樹木與人類於未來可共存共榮。因此本研究的研究目標為下列三項：一、以逢甲大學為案例，依據樹木常見生長變化與危險結構徵狀，實際進行樹木健康・安全度調查，以了解校園中樹木現況。二、進行分區土壤抽樣調查，了解棲地環境現況。三、分析、了解棲地因子對樹木健康・安全度的影響，提出可能的改善方法。

研究對象與方法

一、研究對象

(一)、以大學校園為調查對象

學校類型與層級眾多，而本研究以「大學校園」為調查對象，其主要原因為下列三點：1、大學校園校地廣闊，具有多樣地栽植類型，且維護、管理方式一致，可減少因維護、管理方式不同造成的差異。2、大學校園為開放性空間，除了師生外，亦為鄰近居民的主要活動空間，因此與人的關係密切。3、大學校園的空間要素非常雷同，以本研究作為示範，期未來成為參考依據。

(二)、逢甲大學

逢甲大學位於台中市西屯區，緊鄰逢甲商圈，創建於1961年，原位於台中市北屯區大屯山，而後遷往西屯區現址，為紀念抗日英雄丘逢甲，命名為「逢甲工商學院」。1980

年改制為大學，校地面積達 213365 平方公尺(逢甲大學網站)，為中部地區傳統大學。在人口擁擠的台中市西屯區，逢甲大學不僅為鄰近居民提供了良好的綠地、活動空間，與環境改善，亦對環境的保護有重大意義，因此本研究將以逢甲大學為例，進行探討、研究。

二、研究方法

本研究以逢甲大學校內樹木為對象進行調查。調查分為兩部份：第一階段以 VTA 法進行全校校園樹木診斷，以了解校園中樹木之健康與安全度。第二階段為分區進行土壤調查，以了解土壤環境因子對樹木之影響。所得數據資料皆以 EXCEL2003 進行統整與圖表的繪製。再使用 SPSS11 進行統計分析。

(一)、第一階段調查—校園樹木診斷

調查時間為 99 年 12~100 年 3 月。本調查首先對樹木的胸徑、樹高、主幹數與基盤類型進行紀錄。而後由 VTA 調查項目(見表 1)對樹木生理健康進行了解、評估。並由樹幹異常腫大、龜裂與裂紋、腐朽空洞、V 字夾角、浮根與根系不穩定、異常傾斜、大量的不定枝與蘗類生長等樹木危險結構徵狀，觀察樹木的結構安全，依樹木整體狀況，進行結構安全與生理健康分級(見表 2)。

表 1. 樹木調查項目

Table 1. Tree-evaluation criteria

VTA 檢測項目	分級、評分內容
樹勢	1.衰弱 2.顯著衰弱
樹形	1.近自然形 2.人工修剪形 3.大體上崩潰、畸形化
枝的伸張	1.少一些,不嚴重 2.樹枝節間極短小
樹梢和上枝尖端的枯損	1.稍微有不太突出 2.顯著地多
下枝尖端的枯虧	1.稍微有 2.顯著地多
大枝・幹損傷	1.稍微有恢復 2.有顯著被切斷的大傷口
枝葉的密度	1.疏 2.大量枯死、顯著地空疏
葉大小	1.有些地方有 2.全體顯著地小
樹皮的外傷	1.稍微有穿孔、外傷,不過不太明顯 2.因外傷腐爛 3.嚴重腐朽
樹皮的新陳代謝	1.沒有活力 2.大部分枯死
不定枝	1.少 2.多
浮根	1.有 2 明顯

表 2. 樹木安全度、健康度分級說明

Table 2. Health and risk level of tree

危險度等級		分級說明
安全度等級	III 立即危險	嚴重衰亡、瀕死、具褐根病者
	II 潛在危險	有倒伏可能、具公共危險者、具結構危險者
	I 無危險性	無立即危險及潛在危險者
健康度等級	III 立即危險	樹勢嚴重衰弱者、VTA 診斷分數 20 分以上
	II 潛在危險	VTA 診斷分數 10 分以上 未滿 20 分者、VTA 診斷分數未滿 10 者但腐朽嚴重者
	I 無危險性	VTA 診斷分數未滿 10 分者

(二)、第二階段調查—分區土壤調查

調查時間為 100 年 4~100 年 5 月。本調查以分區進行，共分為 32 區，每區選取 3~5 個點位，依區域大小而定，進行土壤硬度、透水與 pH 值檢測，檢測方法如下所述。

1、土壤硬度

以長谷川式土壤貫入計進行測量。一般測定方法為將 2 公斤的重槌抬高 50 公分使其自由落下，讀取以此打擊力道下，貫入計所貫入土壤的深度(cm)，每次打擊的貫入深度稱為 S 值(S 值:cm/drop)，當連續 10 次敲擊 S 值都在 0.2 cm/drop 以下時便可以結束量測，並且判斷此下方的土層皆為固結層。但本研究為進行區域間比較，因此採取於各點進行定量敲擊，連續敲擊 19 次後，將所得之數值平均，依硬度狀況進行分級(見表 3)。但假如有礫石影響的可能時，則移動至周邊 30cm 處再量測一次。

表 3. 土壤硬度評定標準

Table 3. Soil hardness classification

S 值(cm/drop)	硬度狀況	判定
小於 0.7	大部分的根系入侵困難	極差
0.7~1.0	會阻礙根系發展	不良
1.0~1.5	會阻礙部分樹種根系發展	尚可
1.5~4.0	不會阻礙根系發展	良好
大於 4.0	不會阻礙根系發展(支持力低、乾燥)	尚可

資料來源：興水肇、吉田博宣，1998。

2、透水試驗

透水試驗以內徑 5.2 公分，長 15 公分的塑膠管，擊入地表 1~2 公分，注入高於 10 公分的水量，靜置至 20 分鐘內減水高度小於 10 公分時，再注入高於 10 公分的水量，記錄 20 分鐘、40 分鐘、1 小時之水位高，將所得之數值依排水機能評定標準(見表 4)與地形、環境狀況進行整體排水狀況分級(見表 5)。

3、pH 值

pH 值以 PH-5011 酸鹼測試筆進行測量，將土壤與蒸餾水以 1：2.5 混合(興水肇、吉田博宣，1998)，攪拌均勻後靜置，以酸鹼測試筆測量土壤 pH 值。

表 4. 排水機能評定

Table 4. Drainage classification

減水速度	判定
100mm/hr 以上	良好
30~100mm/hr	尚可
10~30mm/hr	有點不良
10mm/hr 以下	不良

資料來源：興水肇、吉田博宣，1998

表 5. 整體排水狀況分級說明

Table 5. Description of the overall drainage classification

排水等級	分級說明
良好	位於坡地者、平地排水機能評定良好者
尚可	位於平地排水機能評定為尚可者
有點不良	位於平地排水機能評定有點不良者
不良	位於花台、地勢低窪處者、平地排水機能評定不良者

三、研究限制

由於區域中，土壤為不均勻的分布，且植物為群植，因此不易區分各別樹木生長的土壤環境，考量人力與時間上的限制，本研究僅於區域中以均勻分布方式，每區選取 3~5 個點位，依區域大小而定，進行土壤硬度、透水與 pH 值檢測，而後將測量所得數值進行平均、分級，以代表區域土壤狀況。區域中的植物狀況亦以平均值代表。

結果與討論

本研究以逢甲大學為對象，進行樹木健康・安全度與影響因子調查與研究。首先以 VTA 法進行校園樹木診斷，了解校園中樹木之健康度與安全度，之後配合分區土壤調查，了解棲地環境現況，釐清棲地環境對樹木健康、安全的影響。得到結果整理如下：

一、逢甲大學校園樹木診斷結果

逢甲大學中有 10% 的樹木具有立即健康危險、57% 有潛在健康危險，僅有 33% 無健康危險。以種植於植穴完全被鋪面覆蓋的植栽基盤類型與庭園中樹木最不健康。安全性方面則有 6% 的樹木具有立即的安全性危險、37% 的樹木有潛在性危險，57% 為無危險。以種植在庭園中與草地周邊局部被鋪面覆蓋的樹木最不安全。樹木健康度與安全度狀況具有區域性的差異，推測可能是因相同的棲地環境或管理方法，而產生相似的問題。

樹木的健康度與安全性為顯著正相關。推測因樹木損傷時為回復應力的均一化 (Axiom of uniform stress) 狀態，便會在局部加速生長，形成膨脹，因此當樹木具有安全性危險時，即表示樹體中有傷害、缺陷的存在。當樹體受到傷害時，細胞結構遭受破壞，造成細胞死亡，進而干擾代謝作用，使樹木健康度降低。所以樹木的健康度與安全性呈顯著正相關。

二、分區土壤調查結果

棲地環境方面，校園中有 71.57% 的土壤為多數根系入侵困難的堅硬土壤，14.71% 為會阻礙根系發展的不良土壤，10.78% 的土壤僅會阻礙部分樹種根系發展，僅有 2.94% 為不會阻礙根系發展的良好土壤。在不同植栽基盤類型中，以花台與庭園土壤硬度較低，其餘植栽基盤類型的土壤皆為多數根系入侵困難的極差土壤，推測因花台土壤不較容易為人所靠近、踐踏，因此土壤硬度較低；庭園則因為民國 97 年所改建，因此所遭受踐踏的時間較短，所以土壤硬度較低。

土壤整體排水方面，有 24.51% 為排水不良土壤，18.63% 的土壤排水能力稍差，25.49% 的土壤排水能力為尚可，僅有 31.37% 的土壤排水能力為良好。不同植栽基盤類型中，以花台排水最差，草地次之，與根系周邊構造物及地形有關。

土壤的 pH 值皆介於適合樹木生長的範圍，其中有 62% 的土壤為弱鹼性土壤，以鄰近建物植栽帶的土壤最為偏鹼。推測為建材被酸雨淋洗出鈣，鈣隨著雨水流入了周邊的土壤，因而提高土壤的 pH 值所造成。

三、影響樹木健康・安全度的因子

(一)、土壤硬度

本研究中觀察到在土壤硬實時，樹木健康度會較差，土壤較軟時，樹木卻不一定比較健康，但會較安全。此外當土壤越軟，浮根會減少，根腐與倒伏的機率亦有減少的趨勢。因此推測當土壤較軟時，根系生長會較好，浮根減少，因此減少了踩踏造成的根系生長不佳與腐朽造成的不安全。樹木的健康可能受其他環境或管理，如修剪、光線等因素影響而

不健康，或為土壤硬度受土壤含水量所影響，因此無法反映真實的土壤硬度。

(二)、土壤排水

於本研究中發現，當排水不良時，樹木的健康度會較差，而排水良好時，樹木卻不一定會比較健康，但會較安全，與土壤硬度對樹木健康度與安全度的影響結果相似，但於本研究中，土壤排水對樹木根系並無明顯影響。因此推測土壤排水不良造成的樹勢整體衰弱，不僅為根系生長不良所造成的連鎖反應，可能為其他因素所影響，由文獻回顧推測，可能與植物毒素物質累積有關。或因樣本數不足，所以無法觀察到土壤排水對樹木根系的影響。

(三)、土壤酸鹼度

本研究中觀察到，逢甲大學的土壤 pH 值多偏弱鹼性，且隨著土壤 pH 值增加，樹木健康度有變差的趨勢。另外，當樹木健康良好時，土壤 pH 值不會過鹼，當樹木健康不良時，土壤 pH 值較偏鹼性，結果顯示與文獻回顧中，都市中土壤多偏向於鹼性，且鹼性土壤較不利於土壤中礦物質養分之釋出，因此會造成樹木生長不良結果相符。

四、綜合探討

本研究的調查顯示，樹木的健康度與安全度具有區域性的差異，不同的植栽基盤類型會造成樹木健康與安全在區域性的差異，因此對土壤硬度、排水與酸鹼度對樹木之影響進行了解。結果顯示草地周邊局部被鋪面覆蓋的基盤中樹木的不安全度，可能與土壤硬實有關，因為草地周邊局部被鋪面覆蓋的基盤較容易為人所靠近、踩踏，土壤易因踐踏而硬實，造成浮根現象，而浮根易因踩踏而損傷、腐朽，造成樹木倒伏的危險。庭園中樹木的樹勢衰弱與不安全，可能與土壤環境較無關聯，因為庭園為逢甲大學於民國 97 年所改建，其中的樹木多有重新種植或移植，因此推測，庭園中樹木的樹勢衰弱與不安全，應與移植所造成的傷害關係較密切。

土壤條件對樹木生長的影響方面，發現當土壤硬度較軟、排水良好時，樹木的安全度會較佳；土壤堅硬、排水不良時，則樹木的健康度較差，但即使土壤硬度較軟、排水良好的環境中樹木亦有可能不健康；土壤 pH 值越偏鹼時，樹木健康度越差。

因此，避免土壤硬實，維持土壤排水良好，將有利於使樹木安全度較佳；而欲使樹木健康度佳，除了須維持土壤環境良好外，亦應注意其他環境或管理問題，如修剪、光線等因素的影響，於鄰近建物植栽帶，則應注意土壤 pH 值，以避免土壤過度偏鹼，不利於土壤中礦物質養分之釋出。

後續研究方向與建議

一、VTA 法的適用性

VTA 法(Visual Tree Assessment)是一種結合樹體構造、力學強度與生物學理論，以綜

合性的觀察，判斷樹木結構與生長狀況的樹木視覺診斷法。但並非所有樹木皆可通用。由文獻回顧得知，棕櫚科樹木並不具二次生長的能力，與一般樹木生長不同，樹體受損傷時亦不會在局部加速生長，因此無法由目視判定樹體的缺損。

本研究中亦發現，是否為棕櫚科對於評估樹木健康度與安全度有所影響，因此棕櫚科植物與非棕櫚科植物應分開進行評估。

二、土壤狀況代表性

由於區域中，土壤為不均勻的分布，且植物為群植，因此不易區分各別樹木生長的土壤環境，考量人力與時間上的限制，本研究僅於區域中以均勻分布方式，每區選取 3~5 個點位，依樣區大小而定，進行土壤硬度、透水與 pH 值檢測，而後將測量所得數值進行平均、分級，以代表區域土壤狀況。但種植於草地或庭園中的樹木，由於種植環境較無構造物的限制，因此應有較多的測量點位，以利反應土壤的現況。此外根系亦可能竄出植栽基盤，因此後續研究時，除應增加區域中測量點位外，亦應加強根系的分布調查，以釐清根系的生長棲地，以利更進一步釐清土壤環境對樹木生長的影響。

土壤硬度是否可代表土壤孔隙狀態亦值得深思，因為土壤硬度狀態會受土壤質地與含水量影響，因此硬度狀態並非絕對值，所以硬度較低的土壤不一定代表土壤較鬆軟；堅硬的土壤中若有縫隙，根亦可延縫隙生長，而不受影響。因此土壤硬度的測量與其反映的土壤狀態是否具有代表性，應更加探討。

三、環境影響因子

本研究只針對土壤硬度、排水與酸鹼度等因子，進行土壤環境對樹木影響之探討。但影響樹木生長的環境因子種類眾多，許多因子的探討並不完善。可再進一步探討光線、植穴大小或土壤中植物毒素含量等環境狀況，與人類活動、植栽維護管理行為，及樹木間交互作用或土壤微生物對樹木的影響等因子。

參 考 文 獻

- Baver, L. D. 陳振鐸 譯。1971。土壤物理學。台北：教育部。492pp。
- Hopkins, W. G., and N. P. A. Hüner. 徐善德、廖玉琬譯。2006。植物生理學。台北：偉明圖書有限公司。602pp。
- Lyon, T. W., H. Buckman, and N. C. Brady. 朱海帆 譯。1963。土壤學。台北：教育部。340pp。
- Pritchett, W. L.. 金恆鑣譯。1989。森林土壤的性質與經營。台北：國立編譯館。664pp。
- 王立德、廖紅、王秀榮、嚴小龍。2004。植物根毛的發生、發育及養分吸收。植物學通報。21(6)：649-659。
- 王亞男等。2006。非破壞性檢測方法應用於老樹健康監測評估與樹齡測定。行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-07 號

- 王明光。2007。森林土壤化學。臺北：華香園出版社。542pp.。
- 朱德民。1993。植物與環境逆境。台北：明文書局。380pp.。
- 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。
- 李唯、倪郁、胡自治、李勝。2003。植物根系提水作用研究述評。西北植物學報。23(6):1056-1062。
- 林木連。1995。土壤肥料。臺北：地景企業股份有限公司。126pp.。
- 邱志明等。2008。日本樹木醫生制度及樹木危險度診斷介紹。台灣林業。34(5)：22-32。
- 金戈劉偉。2004。植物根系占位對土壤熱濕遷移的影響。華中科技大學學報(自然科學版)。32(6)：108-110。
- 柯勇。2004。植物生理學。臺北：藝軒圖書出版社。762pp.。
- 胡弘道。1999。森林土壤學。臺北：茂昌圖書有限公司。435pp.。
- 英慧、殷有、於立忠等。2010。土壤水分、養分對樹木細根生長動態及周轉影響研究進展。西北林學院學報。25(3)：36-24。
- 康有德 等十二人。園藝概論。臺北：啟英文化事業有限公司。651pp.。
- 康紹忠、張建華、梁建生。1999。土壤水分與溫度共同作用對植物根系水分傳導的效應。植物生態學報。23(3)：211-219。
- 張小朋、殷有、於立忠等。2010。土壤水分與養分對樹木細根生物量及生產力的影響。浙江林學院學報。27(4)：606-613。
- 張碧芳。2004。溫度對作物的影響及熱休克蛋白質的功能。植物重要防疫檢疫病害診斷鑑定技術研習會專刊。3：119-156。
- 許旭旦、渚涵素。1995。植物根部的水分倒流現象。植物生理學通訊。31(4)：241-245。
- 逢甲大學網站。http://www.fcu.edu.tw
- 陳志榮。2004。以空間型構理論應用於大學校園安全空間規劃之研究-以逢甲大學、靜宜大學為例。逢甲大學建築及都市計畫碩士班碩士論文。89pp.。
- 陳宗禮。2009。作物之生長調控。花卉健康管理研討會。81-89。
- 黃玉梅。1998。穴格構型改善蕃茄、甘藍種苗盤根及其生育之研究。中興大學園藝系碩士論文。102pp.。
- 黃敏展。2002。亞熱帶花卉學總論。台中：中興園藝系。367pp.。
- 黃敏碩。2010。以 VTA 法進行台中市綠園道行道樹之危險度評估。中興大學園藝系碩士論文。209pp.。
- 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。99pp.。
- 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。

- 管秀娟、趙世偉。1999。植物根水倒流的証據及意義。西北植物學報。19(4)：746-754。
- 潘瑞熾。2011。植物生理學。新北市：藝軒圖書出版社。379pp。
- 蔡淑華。2005。植物解剖學。臺北：國立編譯館。358pp。
- 蔡馨竹，2008，十一種被子植物枝條及傾斜苗木主幹生長應變與相關構造之研究，國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。78pp。
- 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。137pp。
- 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。49pp。
- 根の事典編集委員会。2001。根の事典。朝倉書店。438pp。
- 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。171pp。
- 農山漁村文化協會。2008。茶大百科Ⅱ。農山漁村文化協會。972pp。
- 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。313pp。
- 菊住昇。1979。樹木根系図説。誠文堂新光社。1121pp。
- Aber, J. D., J. M. Mellilo, and K. J. Nadelhoffer, et al. 1985. Fine root turnover in forest ecosystems in relation to quantity and form of nitrogen availability: A comparison of two methods. *Oecologia* 66(3): 317-321.
- Albaugh, T. J., H. L. Allen, and P. M. Dougherty. 1998. Leaf area and above-and belowground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *For. Sci.* 44(2): 317-328.
- Coder, K.D. 1998. Root growth requirements and limitations. (Tree Root Growth Control Series). University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR98-9.
- Coder, K.D. 1998. Soil constraints on root growth. (Tree Root Growth Control Series). University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR98-10.
- Coder, K.D.. 1998. Tree Growth Response Systems. University of Georgia Cooperative Extension Service Publication FOR98-6.
- Crow, P. 2005. The influence of soils and species on tree root depth. Information Note FCINO78 Forestry Commission Edinburgh. 8pp.
- De Kroon, H., and E. J. W. Visser (eds.). 2003. Root Ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 394pp.
- Gilman, E. F. 1996. Root Barriers Affect Root Distribution. *J. Arboric.* 22(3): 151-154.
- Glinski, J., and J. Lipiec. 2000. Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press, Inc. 250pp.
- Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, and R. L. Geneve. 2002. Plant Propagation, Seventh Edition. Pearson Education, Inc. 880pp.
- Jourdan, C., E. V. Silva, and J. L. M. Goncalves, et al. 2008. Fine root production and turnover in Brazilian Eucalyptus plantations under contrasting nitrogen fertilization regimes. *For.*

- Ecol. Manage. 256 (3): 396-404.
- Lee, K. H., and S. Jose. 2003. Soil respiration, fine root production, and microbial biomass in cottonwood and loblolly pine plantations along a nitrogen fertilization gradient. For. Ecol. Manage. 185(3): 263-267.
- Lyr, H. and G. Hoffmann. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. Int. Rev. For. Res. 2: 181-236.
- Majdi, H. 2001. Changes in fine root production and longevity in relation to water and nutrient availability in a Norway spruce in northern Sweden. Tree Physiol. 21(14): 1057-1061.
- Mattheck C., H. Breloer. 1993. The body language of trees : A handbook for failure analysis. London: Office of the Deputy Prime Minister, Stationery Office. 203pp.
- Mattheck, C., K. Bethge, and I. Tesari. 2006. Shear effects on failure of hollow trees. Trees 20: 329-333.
- Mauseth, J. D. 1988. Plant Anatomy. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 560pp.
- Philip, E., and Y. N. Azlin. 2005. Measurement of soil compaction tolerance of *Lagestromia speciosa* (L.) Pers. using chlorophyll fluorescence. Urban Forestry & Urban Greening 3: 203-208.
- Pregitzer, K. S., R. L. Hendrick, and R. Fogel. 1993. The demography of fine roots in response to patches of water and nitrogen. New Phytol. 125(3): 575-580.
- Rendig, V. V., and H. M. Taylor. 1989. Principles of Soil-Plant Interrelationships. McGraw-Hill, Inc. 275pp.
- Richards, D.. 1986. Tree Growth and Productivity - The Role of Roots. Acta Hort. 175: 26-36.
- Schindler, D. 2000. Successes, limitations, and frontiers in ecosystem science (book review). J. Paleolimn. 23(3): 337-339.
- Taiz, L., and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology, fourth edition. Sinauer associates, Inc. 764pp.
- Takahashi H. 1997. Hydrotropism: the Current State of Our Knowledge. J. Plant Res. 110: 163-169.
- Taylor, H. M., and G. S. Brar. 1991. Effect of soil compaction on root development. Soil Tillage Res. 19(2-3): 111-119.
- Waisel, Y., A. Eshel, and U. Kafkafi. 1991. Plant Root – The Hidden Half. Marcel Dekker, Inc. 948pp.

A Study of Different Factors that Contribute to the Health and Risk Level of Trees in Campus Area –Feng-Chia University as an Example

Wan-Chun Liu¹⁾ Tung-Chi Liu²⁾

Key words: tree, VTA, Health level, Risk level, Soil

Summary

Tree planting has been promoted globally for carbon reduction and environmental health. Greeneries in campuses are an important task in achieving greener environment. However, as what we know about the benefits of having trees, there are also potential crises behind. This study was to explore the relationship of trees habitat and their degree of impact on trees health and safety factors in the campus. The ultimate target is to have safety and healthy trees in the campus. In Feng-Chia University, the survey results showed that 67% of the trees were evaluated to have immediate or potential health danger. On the safety side, 43% of the trees have an immediate or potential danger. For habitat environment, 86.28% of the planting medium was found to be too hard and it will stunt the root growth, 68.63% of the soil drainage is poor. Soil pH values were in the range suitable for tree growth, with 62% of the soil is slightly alkaline and the soil near to buildings were found to be most alkaline. Trees with their rooting area being covered completely by pavement and those planted in the gardens had an immediate health danger of 43% and 41%; trees with grass grown in their surrounding were found to have the highest potential danger in their health, which was as high as 79%. For safety wise, 25% of the trees in the gardens were found to have the highest record among other planting area. Trees with grass covered at the trunk flare were found to have 65% of them rated as potentially dangerous, the highest among the groups. Results show that good soil will be able to grow safer trees and poor soil condition can cause unhealthy trees. Hence, in order to enhance the trees safeties in campus, soil hardness, drainage and pH conditions should be emphasized. The peaceful coexistence of trees with human being will not be a far fetch target.

1) Graduate Student, Department of Horticulture, National Chung-Hsing University.

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung-Hsing University.

Corresponding author.