

財團法人大安森林公園之友基金會的報告

我們收到隸屬於街路樹診斷協會海外組織成員的財團法人大安森林公園之友基金會的試驗研究報告。大安森林公園之友基金會由企業、當地居民、大學教師等出資成立。該基金會積極舉辦與位在臺北市市中心的大安森林公園內的各種活動，包含支援大安森林公園的維護與管理、舉辦座談會與研討會、市民環境宣導活動等。

日本街路樹診斷協會的幾位成員也參與了此項調查與試驗。期待透過這次試驗讓大安森林公園有望成為一個越來越精彩的公園。這些試驗結果同時也可成為日本都市樹木的樹勢恢復之參考。

關於各種土壤改良方法其發根量的差異

—由臺北市大安森林公園的樹勢恢復試驗—

財團法人 大安森林公園之友基金會（一般社團法人 街路樹診斷協會 會員）
楊平世（執行長）、陳鴻楷（副執行長）、柳春堂（副執行長）

1. 試驗的來由與目的

2013 年，臺北市歷經蘇力強颱（Solik）直擊，大安森林公園的許多樹木遭連根拔起倒塌。經確認，倒塌樹木的樹根處積水，根系無法伸展呈現淺層且狹窄的範圍。因此，我們於 2014 年進行了調查，以確認植栽基盤與根系的發展狀況。該次調查也有多位日本街路樹診斷協會的成員一同協助。根據調查顯示，有土壤固結、黏性強、積水、排水不良、腐植含量不足等，植栽基盤明顯有問題。



照片 1 颱風造成大安森林公園樹倒的危害

受到颱風影響，有許多樹木呈現連根拔起的倒塌狀態。根系呈現淺層且狹窄，基盤則有積水狀態。因此於 2014 年展開調查，以窺究植栽基盤的問題。

根據調查結果，為了要確認如何改善植栽基盤，於 2016 年 1 月設置了各種植栽基盤改良工法（不同的土壤開挖形狀）的試驗區。而後經過了兩年半，在 2018 年 7 月重新挖開這些試驗區來確認效果。按照各種工法來比較土壤的改善狀況、根系的伸展狀況，以驗證哪種改良方法作為大安森林公園恢復樹勢與預防樹木倒塌的處理方法而言是最有效的。

經確認的全部有 23 棵試驗樹木及 35 處的土壤剖面，但在此我們針對試驗體數最多、各種工法的土壤改良效果最為明確的阿勃勒（17 棵、23 處土壤剖面）的試驗結果來進行報告。

2·台灣·台北市土壤的起源與大安森林公園土壤的特徵

(1) 臺灣島的構成與台北市的土壤特徵

臺灣是一個位在歐亞板塊與菲律賓海板塊相撞處所隆起的島嶼。因此，臺灣島由脆弱易碎的泥岩所組成。

此外，臺北周邊地區最初是一個大湖〈臺北湖〉，在大約 3000 年至 1800 年前之間，水位緩緩下降，形成了現在的盆地。整個臺灣是由海底隆起形成的島嶼，而臺北市則來自湖底。因此，臺北市的底層土壤以淤泥與黏土為主體，為具有濕地般的土壤特徵。

(2) 大安森林公園的植栽基盤特徵

大安森林公園位於臺北市的南端，面積約 26 公頃，相當於東京的日比谷公園的 1.5 倍大，是臺北市都市綠洲的代表性公園。原為軍人宿舍用途，約有一萬人居住的舊址，大約 30 年前轉型為都市型態公園。目前大約有 5000 棵茂密的樹木，有許多鳥類進駐，包括飛禽類與五色鳥等的稀有物種，也有如松鼠等小動物居住，還有許多如蝴蝶與蜻蜓等昆蟲類。最近，螢火蟲的復育生態池也相當有成效，成為大城市中少見的多樣化的生物寶庫。



照片 2 人山人海的大安森林公園

每天清晨都會有許多人造訪大安森林公園。

在建造大安森林公園時，有許多瓦礫被埋在地基中，以盡量減少將瓦礫往外搬出。該處最初是有大量淤泥與黏土的臺北土壤，但因為受到大規模建設的影響，使它形成更為複雜的基盤結構。

土壤從砂質壤土 (SL) 到重黏土 (HC) 等各種土性之土壤混在一起，但多為粉質壤土 (SiL)。

土色多為橄欖灰色，由於落葉清掃的很乾淨，加之是亞熱帶地區所以幾乎不含腐植。土壤硬度非常硬，公園全區都是固結土壤層。由於臺北市內曾是泥沼地，加上建造時受到重型機具輾壓，又受到許多使用者的踩踏都是促使土壤固結的原因。

3·土壤改良試驗的實施方法

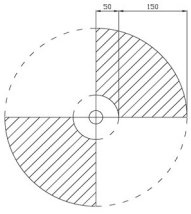
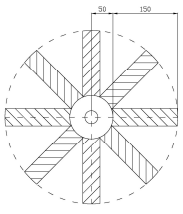
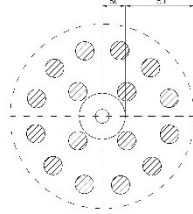
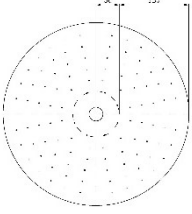







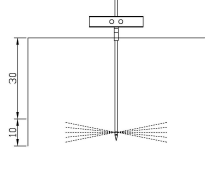



(1) 土壤改良試驗區的種類

土壤改良試驗區，以單木改良作為基本型，設有四種土壤改良區，以及設置對並排樹木有改良效果的連續溝土壤改良區。

在挖掘單木改良區時，為了不傷及根株，會離樹幹 50cm 處使用空氣挖掘機來挖掘土壤。連續溝則採用重型機具搭配人力來挖掘。

由於有土壤固結、土壤黏性強、積水與排水不良 (透氣性差)，缺乏腐植等植栽基盤的問題，以回填土壤 (現地挖掘土壤)，混合 15% 黑曜石發泡粒與 15% 泥炭土 (容積比) 作為土壤改良材料，

表1 基本型工法（單木改良）的施作方法一覽表

工法	扇狀改良	放射狀改良	點穴狀改良	土壤灌注	
概要圖					
改良面積	5.9 m ²	4.8 m ²	2.0 m ²	11.8 m ²	
改良深度	60cm	60cm	60cm	10~30cm	
改良容量	3.5 m ³	2.9 m ³	1.2 m ³	1.2 m ³	
步驟	標註位置				
	挖掘				
	回填				
改良材	黑曜石發泡粒 15% 泥炭土 15%	黑曜石發泡粒 15% 泥炭土 15%	黑曜石發泡粒 15% 泥炭土 15%	灌注活力材 (氨基酸、腐植酸、鐵質)	



照片3 連續溝土壤改良區的連續溝開挖狀況
左側的樹木為連續溝改良工法的試驗對象樹木。
離樹幹 1m 處以挖土機挖掘連續溝。

(2) 調查方法

①調查孔的挖掘方法

土壤改良兩年半後，於 2018 年 7 月進行了土壤與根系伸展狀況的確認調查。需要透過挖掘調查孔來確認根系分佈量，因此用空氣挖掘機進行挖掘。

單木改良區的挖掘點基本上可區分為土壤改良剖面與未改良面兩方面。但點穴區與土壤灌注區，挖掘時由於無法明確區分改良剖面與未改良剖面，因此任何剖面都可作為改良剖面。

連續溝是以挖土機與空氣挖掘機挖出土壤改良的地方，來確認其剖面。在此基礎上，將改良區與對照區的土壤剖面與根系伸展狀況進行對比。

②試坑剖面調查

試驗時的土壤改良深度為 60cm，所以試坑剖面的尺寸基本上為寬度 1m，深度 60cm。在對照區與灌注區中，有瓦礫等無法挖掘出所要求的基本剖面時，調查點採用了能夠挖掘的厚度與寬度作為調查對照。

剖面調查的記錄內容為 ①層位（區分層位）、②土色、③腐植（有機質含量）、④土性、⑤土壤硬度（山中式硬度計）、⑥土壤結構、⑦石礫含量、⑧堅密度、⑨濕潤度，這些項目適合人為建造基盤的考量判斷項目來。

③根系的調查方法

調查剖面是在 10cm 單位間隔的正方形區塊〈quadrat：樣方〉當中，繪製該框內出現的根系剖面。接著測量框內出現的根系粗細，並測量剖面中所佔根系的佔有率。土壤改良僅經過兩年半的時間，因此大多數新長出的根系均為細根。因此，評估是將包含粗根與細根在內的剖面根系佔有比例指數化。

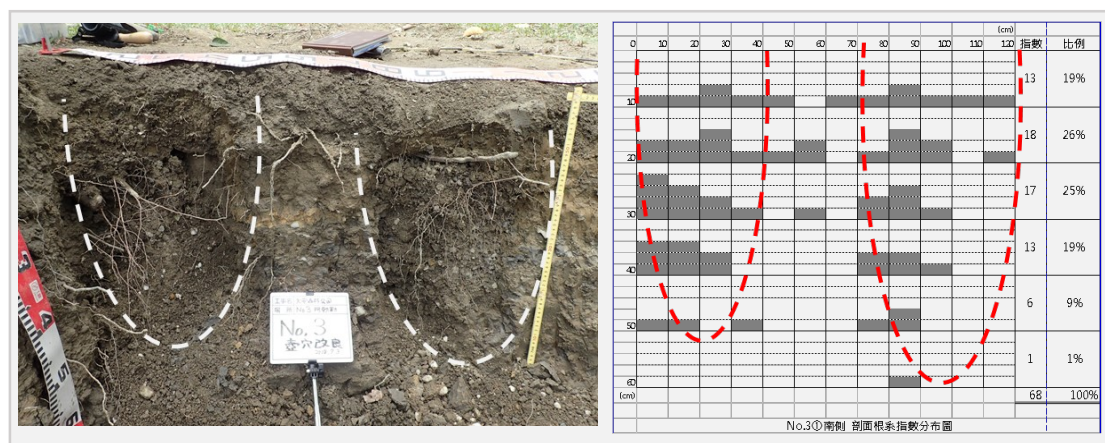


圖 1 點穴改良區的剖面照片與根系繪製圖

虛線部分為經過改良的部份。依照如圖所示的指數來比較各工法的根系量。

5 · 試驗結果（各工法的根量差異）

（1）各改良工法的土壤硬度比較

將試坑剖面調查中所測量的山中式土壤硬度測量結果，如下表以各種工法的平均值來做比較。未改良區（包含對照區）約為 24mm 的土壤硬度，呈現根系伸展困難的狀況。所有的改良區均在 20.0mm~22.4mm 是落在沒有問題的範圍。硬度最柔軟的為連續溝工法（溝渠工法）的 20.0mm，其次為扇狀改良工法的 21.3mm。

表 2 各種工法的土壤硬度比較

	工法類別	平均土壤硬度	效果順位
無改良	對照區	23.4mm	⑤
	無改良面	24.1mm	⑥
土壤改良區	扇狀改良區	21.3mm	②
	放射狀改良區	21.5mm	③
	點穴改良區	22.2mm	④
	土壤灌注區	21.3mm	※
	連續溝改良區	20.0mm	①

※土壤灌注的硬度平均值顯示為 21.3mm 的低硬度值，但在土壤灌注區存在無法挖掘的礫石層等（為表層下 20cm 的測量結果），因此不在改進效果的順位當中。

（2）各改良工法的發根量（根系指數）

在此整理每棵調查樹木的剖面樣方中所出現的根系指數（將根系佔有率指數化）。調查剖面的尺寸以寬 100 cm、深度 60 cm 為基準，但若受到瓦礫或埋設物的影響，也有一些不按照基準挖掘的剖面。因此將這些有不同的剖面寬度全部校正為 100 cm 來比較根系指數。

透過剖面調查所得到的根系指數，依照各種土壤改良工法如圖 3 所示。對照區與無改良剖面 C(2)、D(2)、F(2) 所出現的根系指數為 40~50。改良區中除了灌注區之外，其他的根系出現頻率約為 60~100 有增加的趨勢。點穴區 59.3、放射狀區 72.5、扇狀改良區 75.5、連續溝區 108.0，按改良量的比例，根系指數呈現增加的情形。

但灌注區的結果卻為 24.0 比對照區還低。這是因為灌注區的根系分佈僅在表層 20cm，無法反映在結果上。灌注區的 No2 試驗區從 30 cm 深處，為混合礫石的砂質壤土形成壁狀的土壤，導致根系無法竄入的狀態（無法挖掘）。這就是造成比對照區的根系指數還少的原因。

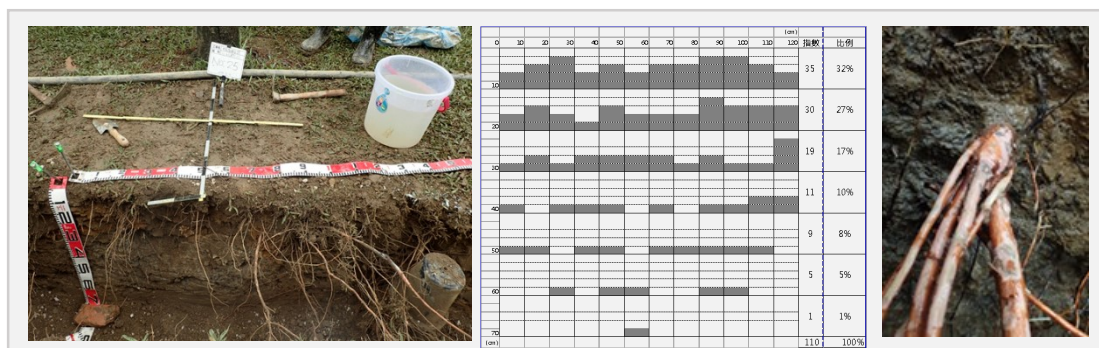


圖 2 連續溝改良區的剖面照片、根系繪製圖、剖面處發根狀態

連續溝改良區採重型機具挖掘溝渠，以專用園藝剪刀修剪根系後，在修剪處塗上殺菌劑。會從修剪處發根，使得根系指數最高。

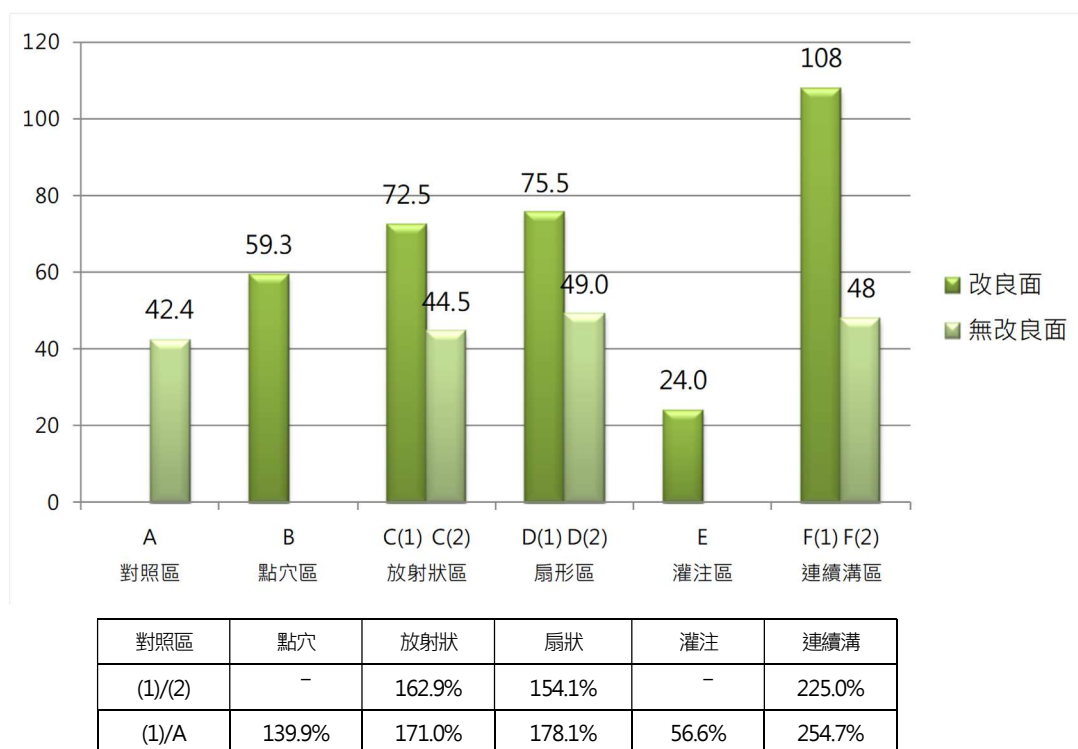


圖 3 各種改良工法的根系出現頻率比較

7. 總結

本報告內容是，選擇 17 棵在相同條件下生長的阿勃勒、調查 23 處土壤剖面之試驗調查結果。其他我們也對榕樹、樟樹、茄苳、台灣欒樹作相同的試驗，雖然結果大致類似，但測試體的數量少、有些像是榕樹由於氣根發達，在本次報告中省略。

在本次試驗中，發現了土壤改良工法與根系發達的相關性。單獨改良工法中，扇狀改良區、放射狀改良區、點穴改良區，改良量越大，根系發達狀況越好，改良量最多的連續溝改良的發根量最多。另一方面，由於土壤灌注區屬於停留在土壤表層的改良，其效果並不明顯。

我們也發現根系發達量與土壤硬度的測量結果有相關，硬度值越低（鬆軟），則根系發達越好。依照這樣的結果，從發根量與施工性兩方面來看，若是大安森林公園中的一般樹木，連續溝改良（溝區改良）是最適合的工法。因連續溝的發根量是最優秀的，且採用重型機具而不使用空氣挖掘機其施工上較有效率，從這兩方面來評估是最適合的。

阿勃勒試驗對照樹木為 6m~11m 高的樹木。雖說連續溝工法是最適合的，但是對於老樹或珍貴樹種的土壤改良，建議使用可謹慎挖掘的空氣挖掘機。雖本報告未記載，但我們有測量各種工法的施工時間，採用空氣挖掘機時，扇狀改良工法是最有效率的。從根系發達量與施工性兩方面來考量，採用空氣挖掘機進行改良，是最適合使用在扇狀改良工法。

在進行試驗前，我們假設使用空氣挖掘機對挖掘區的改良效果，比使用重型機具挖掘效果更好。但離樹幹僅 1m 處開挖的連續溝改良區，試驗結果竟然是最好的。即使根系被重型機具所挖斷，但若有仔細處理遭切斷的根系，根系的再生能力高，雖然根系曾經受損但是樹木沒有發生枯萎或衰弱的情形。

透過 2014 年展開調查、2016 年設置試驗區、與 2018 年的驗證機會，我們得知關於大安森林公園植栽基盤的相關見解。此外像試驗區這樣的植栽基盤，在都市中可說是相當一般性的基盤。希望這些試驗結果內容，不要侷限於僅恢復大安森林公園的樹勢，也能夠廣泛利用在臺灣各地的都市綠化。

由於植栽基盤改良試驗是一項耗時耗力的事情，有機會執行這些試驗是非常難得的。本次試驗，首先要感謝提供試驗場地的臺北市政府工務局公園路燈工程管理處，還要感謝積極參與並協助本次試驗的相關人員，以及日本街路樹診斷協會的樹木醫們。