

# 臺北市大安森林公園土壤調查與評估改善

## 期末報告 (初稿)

委託單位：大安森林公園之友基金會

執行單位：綠達人有限公司

執行單位連絡人：包欣平

2020 年 11 月

# 目錄

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| 一、計畫目的 .....          | 1           |
| 二、材料與方法 .....         | 2           |
| 2.1 土壤採樣 .....        | 2           |
| 2.1.1 採樣地點選取 .....    | 2           |
| 2.1.2 採樣方式 .....      | 4           |
| 2.1.3 土樣保存 .....      | 5           |
| 2.2 土壤理化性質分析 .....    | 5           |
| 2.2.1 水分含量 .....      | 5           |
| 2.2.2 土壤 pH 值 .....   | 5           |
| 2.2.3 質地分析 .....      | 5           |
| 2.2.4 土壤有機質 .....     | 6           |
| 2.3 數位化土壤繪圖 .....     | 6           |
| 2.3.1 反距離權重法 .....    | 6           |
| 三、結果與討論 .....         | 8           |
| 3.1 土壤理化性質 .....      | 8           |
| 3.2 數位化土壤繪圖結果 .....   | 13          |
| 3.2.1 土壤 pH 值說明 ..... | 13          |
| 3.2.2 土壤質地說明 .....    | 15          |
| 3.2.3 土壤有機質說明 .....   | 17          |
| 四、結論與建議 .....         | 19          |
| 五、參考資料 .....          | 20          |
| 附錄一、採樣地點與剖面盒照片 .....  | 錯誤! 尚未定義書籤。 |

# 一、計畫目的

大安森林公園（以下簡稱本公園）基地原為眷村等建築基地改建而成，啟用至今雖已超過 20 年，但多處樹木與植被生長不良，且每遇颱風即產生大量風倒樹木，不僅降低都市綠肺功能，亦潛藏市民在本公園活動的危險。經初步勘查與參考以往相關試驗調查，發現本公園因回填土品質不良，植栽過程忽略土壤做為植物生長基地、提供生物棲地、保水與濾水、發揮碳吸存等多樣化生態功能的考慮，加以啟用前後缺乏系統性的土壤調查、分析與評估，致使過去局部的鑽探與試驗方式難以達到顯著效果。

反觀國際上著名的都市公園，都能在全盤性考慮土壤、森林、景觀、生態與水文等特性，得以永續經營，特別在全球變遷的威脅下，本公園的功能不應只是提供市民一個運動休閒的去處而已。因此，本計畫目的為：

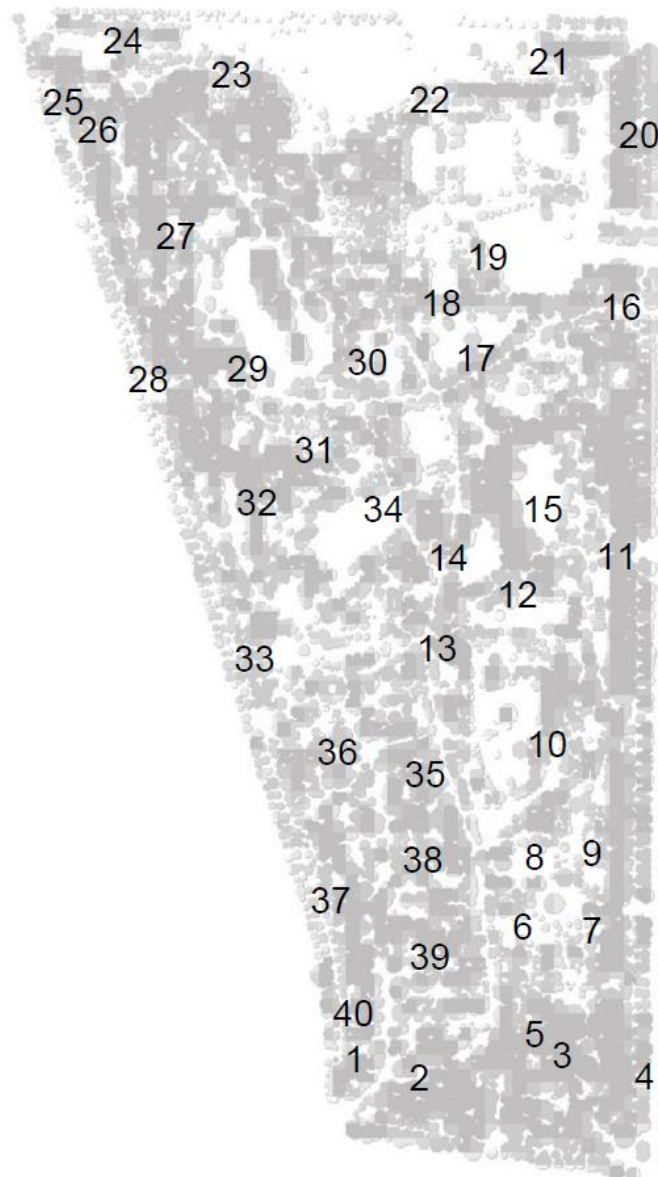
1. 進行土壤調查，透過數位化方式了解本公園水平與垂直面的土壤特性。
2. 經由土壤分析提出本公園土壤改良評估方案。
3. 製作土壤剖面盒做為本公園環境教育之現場活教材。
4. 增加在啄木鳥志工推廣課程有關土壤在環境教育中的面向。
5. 由土壤剖面盒的製作與展示，豐富本公園現場解說內容。

## 二、材料與方法

### 2.1 土壤採樣

#### 2.1.1 採樣地點選取

由於本公園為人為規劃的都市公園，人行步道以及建物分布密集，且土壤多被走道分隔，在考量到挖掘地點的可行性之下，不使用網格式的採樣方法，而依照本公園地圖以及實際目測可供採樣之處，規劃公園全區共 40 個點進行採樣，其分佈圖如圖一所示，座標位置則列於表一。



圖一、大安公園規劃進行之 40 個土壤採樣點

表一、40 個土壤採樣點 TWD97 座標位置

| 採樣點編號 | X      | Y       |
|-------|--------|---------|
| 1     | 304038 | 2768808 |
| 2     | 304081 | 2768795 |
| 3     | 304176 | 2768812 |
| 4     | 304232 | 2768797 |
| 5     | 304157 | 2768828 |
| 6     | 304150 | 2768909 |
| 7     | 304196 | 2768905 |
| 8     | 304157 | 2768957 |
| 9     | 304196 | 2768961 |
| 10    | 304167 | 2769041 |
| 11    | 304211 | 2769179 |
| 12    | 304146 | 2769149 |
| 13    | 304092 | 2769112 |
| 14    | 304100 | 2769178 |
| 15    | 304163 | 2769211 |
| 16    | 304214 | 2769361 |
| 17    | 304118 | 2769323 |
| 18    | 304095 | 2769364 |
| 19    | 304125 | 2769397 |
| 20    | 304226 | 2769486 |
| 21    | 304167 | 2769539 |
| 22    | 304086 | 2769511 |
| 23    | 303955 | 2769528 |
| 24    | 303882 | 2769556 |
| 25    | 303843 | 2769508 |
| 26    | 303865 | 2769489 |
| 27    | 303918 | 2769411 |
| 28    | 303900 | 2769309 |
| 29    | 303966 | 2769313 |
| 30    | 304045 | 2769319 |
| 31    | 304011 | 2769254 |
| 32    | 303972 | 2769216 |
| 33    | 303971 | 2769103 |
| 34    | 304057 | 2769211 |
| 35    | 304085 | 2769018 |
| 36    | 304027 | 2769036 |
| 37    | 304023 | 2768925 |
| 38    | 304084 | 2768955 |
| 39    | 304088 | 2768884 |
| 40    | 304038 | 2768843 |

### 2.1.2 採樣方式

於 2020 年 4-5 月期間，依規劃之採樣點採集土樣。採樣工具為 1 m 長的土鑽，每 20 cm 深度收集一次樣本 (圖二)，土鑽深入至無法繼續下探而停止，採集之土樣以夾鏈袋裝袋保存帶回實驗室，經風乾、磨碎並通過 10 mesh 篩網後儲存。



圖二、土樣採集過程

### 2.1.3 土樣保存

於土樣採集時，另採取一部分土壤以透明收集盒依深度排列收集，以供日後大安森林公園之友基金會，後續土壤教育使用。詳圖請件附錄一之土壤採樣點照片。

## 2.2 土壤理化性質分析

### 2.2.1 水分含量

以重量法進行 (Gardner et al., 1986)，用預先秤重的 25 mL 玻璃燒杯（空燒杯重  $W_1$ ）盛裝約 20 g 土壤至燒杯中並紀錄燒杯+風乾土重 ( $W_2$ )。放入烘箱以 105°C 加熱 24 小時後移出烘箱，冷卻後秤重紀錄燒杯+烘乾土重 ( $W_3$ )。

$$\text{水分含量百分率 } (\theta_{ww}) = \frac{\text{水重}}{\text{風乾土重}} \times 100\% = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

### 2.2.2 土壤 pH 值

以玻璃電極法進行 (McLean, 1982)，實驗前先以 pH 4、pH 7 與 pH 10 標準緩衝溶液校正 pH 測定儀。秤量 20 g 土壤於 100 mL 塑膠燒杯中，加入 20 mL 去離子水並以玻棒攪拌均勻，一小時後再次攪拌測定土壤懸浮液 pH 值。

### 2.2.3 質地分析

以比重計法進行 (Gee and Bauder, 1986)，秤取 50 克土壤（乾重為  $W$ ）至 500 mL 燒杯中，加入 200 mL 去離子水充分攪拌。將土壤用去離子水洗入金屬攪拌杯中，加入 10 mL 5% 偏磷酸鈉溶液，並加蒸餾水至杯口 2/3 處。將杯置於攪拌器下攪拌 10 分鐘。將全部濁懸液移入 1000 mL 量筒中並加入蒸餾水至 1000 mL 標線，用攪拌槳上下攪動 20 次，取出後開始計時。20 秒後輕放入比重計，待 40 秒時紀錄比重計讀值 ( $P_s$ )。重新用攪拌槳上下攪動 20 次，取出開始計時，兩小時後放入比重計紀錄讀數 ( $P_c$ )。

比重計讀數校正：測定未加入土樣之 1000 mL 蒸餾水含 10 mL 偏磷酸鈉溶液之比重計讀數 ( $P_B$ )，並予以扣除。測定懸液溫度，如高於 19.4°C，每增加 1°C，比重計讀數應加 0.3，測定懸液溫度，如低於 19.4°C，每減少 1°C，比重計讀數應減 0.3，校正後讀數為  $P_s'$  及  $P_c'$ 。

$$\text{砂粒含量 (\%)} = 100\% - \frac{P_s'}{W} \times 100\%$$

$$\text{黏粒含量 (\%)} = \frac{P_c'}{W} \times 100\%$$

$$\text{粉粒含量 (\%)} = 100\% - (\text{砂粒\%} + \text{黏粒\%})$$

#### 2.2.4 土壤有機質

以 Walkley-Black 濕式氧化法進行 (Nelson and Sommer, 1982)，精秤 0.5 g 土壤 (通過 100 mesh 篩網) 至 500 mL 三角瓶中，加入 10 mL 1N 重鉻酸鉀及 20 mL 濃硫酸混合。靜置 30 分鐘後加入 200 mL 去離子水、10 mL 85% 磷酸，混合均勻後靜置至室溫。滴定前加入 20 滴二苯胺指示劑，以 0.5 N 硫酸亞鐵銨滴定。

$$\text{有機碳含量計算：OC (\%)} = 10 \times \left(1 - \frac{V_s}{V_b}\right) \times (1.0N) \times \left(\frac{12}{4000}\right) \times 1.3 \times \frac{100}{W}$$

$V_s$ ：樣品硫酸亞鐵銨滴定量 (mL)

$V_b$ ：空白硫酸亞鐵銨滴定量 (mL)

$W$ ：土樣乾重(g)

1.3：回收率轉換因子

$$\text{有機質含量計算：OM (\%)} = \text{OC (\%)} \times 1.724$$

1.724：有機碳與有機質轉換因子

### 2.3 數位化土壤繪圖

#### 2.3.1 反距離權重法

本計畫的數位化土壤繪圖 (digital soil mapping) 使用反距離權重法 (inverse



distance weighting, IDW) 進行繪製，依據不同深度繪製大安森林公園內的土壤性質分布圖。該法將採樣地點的資料以距離關係作為權重，以線性組合估計範圍內每一個點的數值。本計畫使用 R 統計軟體 (R version 4.0.1) 中 gstat 套件的 IDW 函數進行數位化土壤繪圖。

### 三、結果與討論

#### 3.1 土壤理化性質

大安森林公園土壤調查作業，合計於公園內 40 處採樣點以土鑽採集 103 組土壤樣品，其中僅有編號 2、19、22、30 可順利挖取至 100 公分深度，而編號 4、20、32、33、34、36、39 因為土壤太硬而僅能取得表土 0-20 公分之土樣。

依照採樣點編號，由淺至深排序編號，分析土壤的 pH 值、質地及有機質含量列於表二。土壤 pH 值介於 4.7-8.0 之間 (平均值為 6.6)，粘粒含量介於 6-39% 之間 (平均值為 25%)，因此質地等級以砂質黏壤土為主。有機質含量介於 0.34-6.95% 之間 (平均值為 2.32%)，變異很大。

表二、土壤理化性質分析結果。

| 編號  | 深度<br>公分 | pH 值 | 砂粒<br>----- | 粉粒<br>----- | 黏粒<br>----- | 質地等級  | 有機質<br>% |
|-----|----------|------|-------------|-------------|-------------|-------|----------|
|     |          |      | -----%      |             |             |       |          |
| 1-1 | 0-20     | 6.4  | 49          | 29          | 22          | 壤土    | 1.19     |
| 1-2 | 20-40    | 6.0  | 58          | 22          | 20          | 砂質壤土  | 0.86     |
| 2-1 | 0-20     | 6.4  | 57          | 21          | 22          | 砂質黏壤土 | 0.99     |
| 2-2 | 20-40    | 6.5  | 56          | 22          | 22          | 砂質黏壤土 | 0.74     |
| 2-3 | 40-60    | 6.9  | 56          | 21          | 23          | 砂質黏壤土 | 1.18     |
| 2-4 | 60-80    | 6.9  | 55          | 23          | 22          | 砂質黏壤土 | 0.34     |
| 2-5 | 80-100   | 7.1  | 61          | 19          | 20          | 砂質黏壤土 | 0.62     |
| 3-1 | 0-20     | 5.3  | 53          | 21          | 26          | 砂質黏壤土 | 1.63     |
| 3-2 | 20-40    | 6.2  | 47          | 30          | 23          | 壤土    | 1.02     |
| 4-1 | 0-20     | 6.6  | 49          | 30          | 21          | 壤土    | 0.88     |
| 5-1 | 0-20     | 7.6  | 51          | 25          | 24          | 砂質黏壤土 | 1.40     |
| 5-2 | 20-40    | 7.6  | 45          | 26          | 29          | 黏壤土   | 1.30     |

表二、(續)。

| 編號   | 深度    | pH 值 | 砂粒          | 粉粒 | 黏粒 | 質地等級  | 有機質  |
|------|-------|------|-------------|----|----|-------|------|
|      | 公分    |      | -----%----- |    |    |       | %    |
| 6-1  | 0-20  | 6.7  | 53          | 21 | 26 | 砂質黏壤土 | 3.45 |
| 6-2  | 20-40 | 6.5  | 60          | 16 | 24 | 砂質黏壤土 | 1.34 |
| 6-3  | 40-60 | 6.6  | 53          | 24 | 23 | 砂質黏壤土 | 2.01 |
| 7-1  | 0-20  | 7.0  | 58          | 22 | 20 | 砂質壤土  | 4.01 |
| 7-2  | 20-40 | 7.0  | 63          | 16 | 21 | 砂質黏壤土 | 1.72 |
| 8-1  | 0-20  | 6.6  | 70          | 11 | 19 | 砂質壤土  | 4.49 |
| 8-2  | 20-40 | 6.4  | 76          | 8  | 16 | 砂質壤土  | 1.94 |
| 8-3  | 40-60 | 6.1  | 55          | 19 | 26 | 砂質黏壤土 | 1.17 |
| 9-1  | 0-20  | 6.1  | 60          | 19 | 21 | 砂質黏壤土 | 3.20 |
| 9-2  | 20-40 | 6.1  | 67          | 14 | 19 | 砂質壤土  | 1.30 |
| 9-3  | 40-60 | 6.5  | 51          | 23 | 26 | 砂質黏壤土 | 1.27 |
| 10-1 | 0-20  | 6.9  | 53          | 21 | 26 | 砂質黏壤土 | 4.07 |
| 10-2 | 20-40 | 5.4  | 59          | 20 | 21 | 砂質黏壤土 | 1.54 |
| 10-3 | 40-60 | 6.2  | 54          | 21 | 25 | 砂質黏壤土 | 1.11 |
| 11-1 | 0-20  | 6.6  | 55          | 24 | 21 | 砂質黏壤土 | 2.70 |
| 11-2 | 20-40 | 7.0  | 61          | 21 | 18 | 砂質壤土  | 1.86 |
| 11-3 | 40-60 | 7.4  | 53          | 27 | 20 | 砂質黏壤土 | 1.96 |
| 12-1 | 0-20  | 5.2  | 54          | 21 | 25 | 砂質黏壤土 | 4.22 |
| 12-2 | 20-40 | 4.7  | 54          | 21 | 25 | 砂質黏壤土 | 1.79 |
| 12-3 | 40-60 | 4.9  | 52          | 21 | 27 | 砂質黏壤土 | 1.38 |
| 13-1 | 0-20  | 5.7  | 61          | 20 | 19 | 砂質壤土  | 4.85 |
| 13-2 | 20-40 | 6.0  | 65          | 13 | 22 | 砂質黏壤土 | 3.93 |
| 14-1 | 0-20  | 7.8  | 57          | 21 | 22 | 砂質黏壤土 | 3.88 |
| 14-2 | 20-40 | 7.6  | 56          | 22 | 22 | 砂質黏壤土 | 1.35 |

表二、(續)。

| 編號   | 深度     | pH 值 | 砂粒          | 粉粒 | 黏粒 | 質地等級  | 有機質  |
|------|--------|------|-------------|----|----|-------|------|
|      | 公分     |      | -----%----- |    |    |       | %    |
| 15-1 | 0-20   | 8.0  | 47          | 29 | 24 | 壤土    | 4.18 |
| 15-2 | 20-40  | 7.5  | 39          | 36 | 25 | 壤土    | 1.49 |
| 16-1 | 0-20   | 7.5  | 55          | 24 | 21 | 砂質黏壤土 | 2.71 |
| 17-1 | 0-20   | 7.6  | 68          | 17 | 15 | 砂質壤土  | 2.44 |
| 17-2 | 20-40  | 7.5  | 64          | 20 | 16 | 砂質壤土  | 4.42 |
| 18-1 | 0-20   | 7.7  | 53          | 27 | 20 | 砂質黏壤土 | 6.48 |
| 18-2 | 20-40  | 7.7  | 54          | 25 | 21 | 砂質黏壤土 | 3.41 |
| 19-1 | 0-20   | 7.9  | 40          | 37 | 23 | 壤土    | 3.47 |
| 19-2 | 20-40  | 7.2  | 14          | 47 | 39 | 粉質黏壤土 | 2.35 |
| 19-3 | 40-60  | 5.8  | 11          | 55 | 34 | 粉質黏壤土 | 2.58 |
| 19-4 | 60-80  | 5.8  | 24          | 47 | 29 | 黏壤土   | 1.95 |
| 19-5 | 80-100 | 6.2  | 25          | 42 | 33 | 黏壤土   | 1.97 |
| 20-1 | 0-20   | 6.0  | 13          | 53 | 34 | 粉質黏壤土 | 6.74 |
| 21-1 | 0-20   | 5.9  | 17          | 47 | 36 | 粉質黏壤土 | 3.36 |
| 21-2 | 20-40  | 5.7  | 12          | 53 | 35 | 粉質黏壤土 | 1.89 |
| 21-3 | 40-60  | 5.3  | 25          | 40 | 35 | 黏壤土   | 2.05 |
| 22-1 | 0-20   | 5.8  | 62          | 20 | 18 | 砂質壤土  | 2.70 |
| 22-2 | 20-40  | 6.1  | 39          | 36 | 25 | 壤土    | 1.57 |
| 22-3 | 40-60  | 7.3  | 36          | 39 | 25 | 壤土    | 0.67 |
| 22-4 | 60-80  | 7.0  | 28          | 66 | 6  | 粉質壤土  | 1.39 |
| 22-5 | 80-100 | 6.9  | 23          | 43 | 34 | 黏壤土   | 2.68 |

表二、(續)。

| 編號   | 深度     | pH 值 | 砂粒          | 粉粒 | 黏粒 | 質地等級  | 有機質  |
|------|--------|------|-------------|----|----|-------|------|
|      | 公分     |      | -----%----- |    |    |       | %    |
| 23-1 | 0-20   | 6.5  | 42          | 29 | 29 | 黏壤土   | 4.53 |
| 23-2 | 20-40  | 6.4  | 54          | 25 | 21 | 砂質黏壤土 | 1.49 |
| 23-3 | 40-60  | 6.2  | 65          | 18 | 17 | 砂質壤土  | 1.05 |
| 23-4 | 60-80  | 6.3  | 60          | 21 | 19 | 砂質壤土  | 1.24 |
| 23-5 | 80-100 | 6.3  | 54          | 40 | 6  | 砂質壤土  | 1.05 |
| 24-1 | 0-20   | 7.1  | 24          | 42 | 34 | 黏壤土   | 5.58 |
| 24-2 | 20-40  | 7.3  | 19          | 44 | 37 | 砂質黏壤土 | 2.07 |
| 24-3 | 40-60  | 7.4  | 25          | 40 | 35 | 黏壤土   | 1.26 |
| 24-4 | 60-80  | 7.4  | 29          | 36 | 35 | 黏壤土   | 1.00 |
| 25-1 | 0-20   | 7.0  | 52          | 23 | 25 | 砂質黏壤土 | 3.35 |
| 25-2 | 20-40  | 6.9  | 39          | 32 | 29 | 黏壤土   | 2.15 |
| 26-1 | 0-20   | 6.7  | 46          | 26 | 28 | 砂質黏壤土 | 5.51 |
| 26-2 | 20-40  | 7.0  | 51          | 24 | 25 | 砂質黏壤土 | 2.15 |
| 27-1 | 0-20   | 7.0  | 31          | 40 | 29 | 黏壤土   | 2.25 |
| 27-2 | 20-40  | 7.2  | 40          | 32 | 28 | 黏壤土   | 1.52 |
| 27-3 | 40-60  | 7.4  | 42          | 32 | 26 | 壤土    | 1.73 |
| 28-1 | 0-20   | 7.3  | 69          | 12 | 19 | 砂質壤土  | 2.65 |
| 28-2 | 20-40  | 7.1  | 62          | 20 | 18 | 砂質壤土  | 1.97 |
| 28-3 | 40-60  | 7.1  | 57          | 23 | 20 | 砂質壤土  | 1.16 |
| 28-4 | 60-80  | 7.1  | 42          | 29 | 29 | 黏壤土   | 1.96 |
| 29-1 | 0-20   | 7.0  | 42          | 32 | 26 | 壤土    | 4.22 |
| 29-2 | 20-40  | 6.9  | 46          | 28 | 26 | 壤土    | 1.02 |

表二、(續)。

| 編號   | 深度<br>公分 | pH 值 | 砂粒<br>----- | 粉粒<br>----- | 黏粒<br>----- | 質地等級  | 有機質<br>% |
|------|----------|------|-------------|-------------|-------------|-------|----------|
|      |          |      | -----%      |             |             |       |          |
| 30-1 | 0-20     | 6.9  | 65          | 16          | 19          | 砂質壤土  | 6.95     |
| 30-2 | 20-40    | 7.1  | 62          | 21          | 17          | 砂質壤土  | 2.54     |
| 30-3 | 40-60    | 7.4  | 67          | 17          | 16          | 砂質壤土  | 0.58     |
| 30-4 | 60-80    | 7.6  | 56          | 21          | 23          | 砂質黏壤土 | 0.83     |
| 30-5 | 80-100   | 7.7  | 53          | 24          | 23          | 砂質黏壤土 | 1.10     |
| 31-1 | 0-20     | 6.3  | 43          | 30          | 27          | 壤土    | 4.91     |
| 31-2 | 20-40    | 7.5  | 46          | 28          | 26          | 壤土    | 1.42     |
| 32-1 | 0-20     | 6.7  | 44          | 27          | 29          | 黏壤土   | 5.69     |
| 33-1 | 0-20     | 5.9  | 55          | 19          | 26          | 砂質黏壤土 | 4.04     |
| 34-1 | 0-20     | 5.9  | 47          | 24          | 29          | 砂質黏壤土 | 3.18     |
| 35-1 | 0-20     | 5.9  | 44          | 33          | 23          | 壤土    | 3.17     |
| 35-2 | 20-40    | 5.9  | 42          | 33          | 25          | 壤土    | 2.46     |
| 35-3 | 40-60    | 6.0  | 42          | 30          | 28          | 黏壤土   | 1.69     |
| 36-1 | 0-20     | 5.6  | 44          | 29          | 27          | 壤土    | 2.24     |
| 37-1 | 0-20     | 6.3  | 35          | 39          | 26          | 壤土    | 2.51     |
| 37-2 | 20-40    | 6.2  | 31          | 42          | 27          | 壤土    | 2.06     |
| 37-3 | 40-60    | 5.9  | 29          | 40          | 31          | 黏壤土   | 1.40     |
| 37-4 | 60-80    | 6.2  | 35          | 35          | 30          | 黏壤土   | 1.19     |
| 38-1 | 0-20     | 5.5  | 37          | 33          | 30          | 黏壤土   | 1.49     |
| 38-2 | 20-40    | 6.0  | 50          | 24          | 26          | 砂質黏壤土 | 1.05     |
| 38-3 | 40-60    | 6.8  | 49          | 24          | 27          | 砂質黏壤土 | 0.77     |
| 39-1 | 0-20     | 6.0  | 46          | 27          | 27          | 砂質黏壤土 | 1.21     |
| 40-1 | 0-20     | 6.4  | 61          | 18          | 21          | 砂質黏壤土 | 1.51     |
| 40-2 | 20-40    | 6.8  | 49          | 27          | 24          | 砂質黏壤土 | 0.71     |

### 3.2 數位化土壤繪圖結果

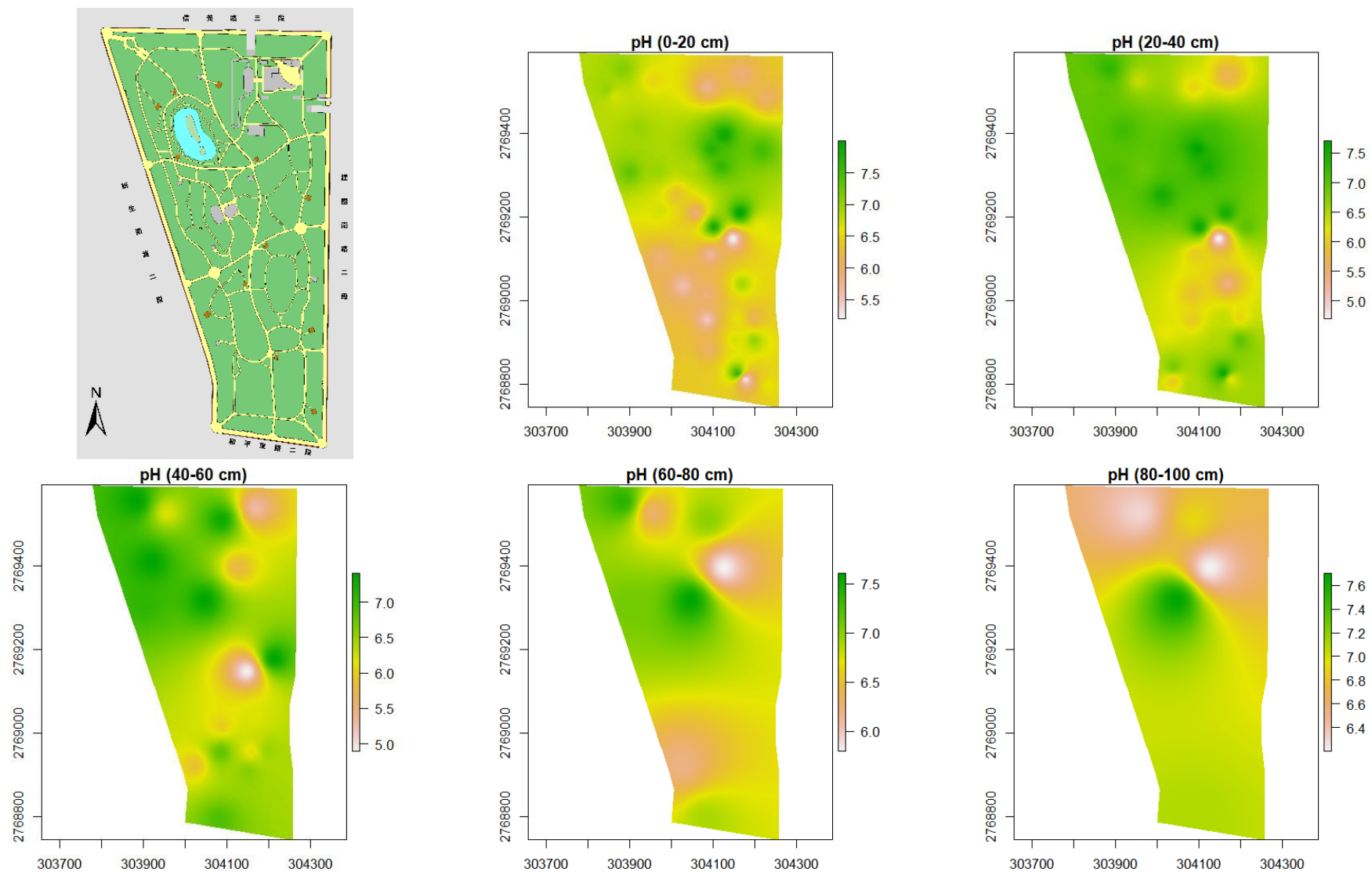
土壤理化性質分析完成後，依據不同深度進行繪圖，由於並非每個位置都有辦法採至 100 cm 深度，不同深度所使用繪圖的數目不同。0-20 cm 有 40 點，20-40 cm 有 32 點，40-60 cm 有 18 點，60-80 cm 有 8 點，80-100 cm 有 6 點。

#### 3.2.1 土壤 pH 值說明

土壤係為具有酸鹼緩衝能力的植物生長介質，pH 值代表土壤中氫離子濃度，即代表土壤的酸鹼程度。在本公園中土壤 pH 值的分布大致呈現北高南低的現象（圖三），而在東北處（近 2 號出入口）又有較酸的地區。一般而言 pH 值在 6-7 均屬適合植物生長的範圍，過低或過高的 pH 值都可能對土壤中營養素的移動、吸收造成影響，pH < 5.5 的酸性土壤，易造成氮、磷、鉀缺乏，亦可能使溶解性的鐵、鋁含量過高，對植物生理造成壓力，pH > 8.5 的鹼性土壤亦可能造成磷固定，影響植物生長，且土壤 pH 扮演著影響土壤微生物活性很重要的角色，能影響生化反應速率，且與植物生長相當有關（許正一等人，2017）。

分析結果顯示，在與植物栽培最相關的表土（0-20 cm）中，pH 值分布以公園中央區域最高，在籃球場以南至螢火蟲復育區中間之範圍是 pH 值最高之處，而在東北處（6 號公廁至 2 號出入口）的 pH 值則較低，另外在西南處（2 號公廁至 1 號公廁中間）也具有較低的 pH 值，這些地方的酸度可能會對植物造成影響，但整體而言並未有過於極端的 pH 值。

深度 20-40 cm、40-60 cm 的分布模式大致相同，有兩個主要的低 pH 值區域位於東北（鄰近 2 號出入口）與公園中部，其中在公園中部有一處採集到的土壤 pH 值低至 5 以下，為全部採樣點中最低，該處的低 pH 值可能會對植物根系發展造成影響。深度 60-80 cm、80-100 cm 的分布模式類似，可能與該深度的採樣點數量不多有關，在近籃球場地區有一個採樣點出現較低的 pH < 6.0，整體而言此深度的 pH 值也維持北低南高的趨勢。



圖三、土壤 pH 之數位化土壤繪圖結果，上排左至右依序為參考圖、0-20 cm、20-40 cm，下排左至右依序為 40-60 cm、60-80 cm、80-100 cm。

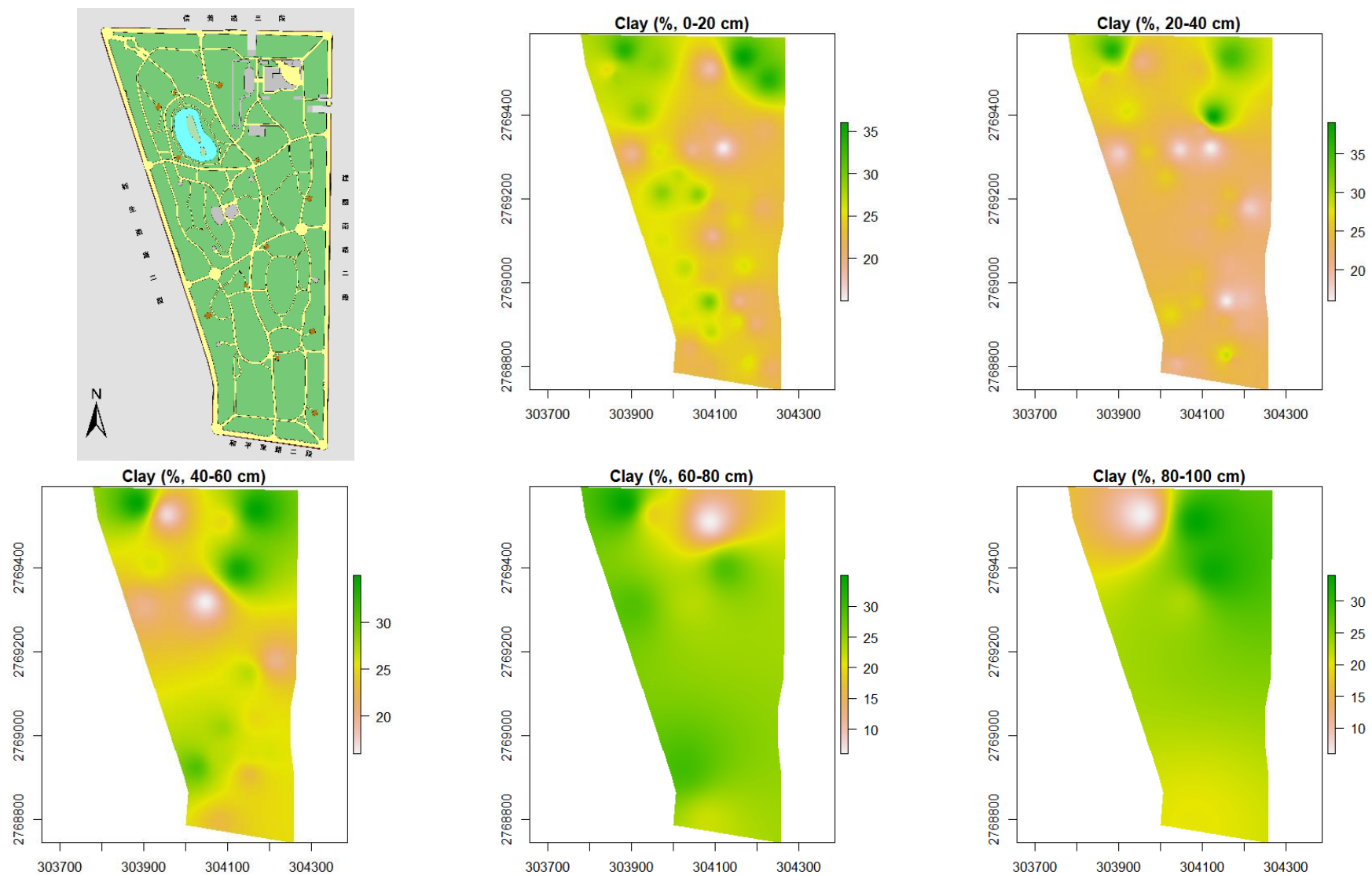


### 3.2.2 土壤質地說明

土壤質地會影響植物根系延伸的物理阻礙，且與營養素供給等化學性質密切相關。質地定義為土壤中砂粒、粉粒與黏粒的含量百分比，其中土壤黏粒 (clay) 係指直徑小於 0.002 mm 的顆粒，由於比表面積最大，故黏粒影響土壤性質最大，因此本次繪製土壤黏粒的分布圖。質地等級對植物生長的影響並沒有一概適用的標準，不同植物適合生長的質地有所差異，黏粒含量影響土壤結構的穩定程度，以及土壤孔隙大小，土壤的孔隙大小進而影響毛細管作用的保水能力 (許正一與陳尊賢，2002)。

分析結果顯示表土 (0-20 cm) 黏粒含量以北方鄰近 2 號、11 號出入口處的土壤較高 (圖四)，而公園南端的土壤黏粒含量普遍偏低，整體公園的黏粒含量差異可達 20% 以上，0-20 cm、20-40 cm 及 40-60 cm 的黏粒分布趨勢大致相同，均以公園東北方 (2 號出入口) 及西北方 (11 號出入口) 為黏粒含量熱點，黏粒較高的地區可能使保水程度較好，但相對需注意排水，同時可見在籃球場附近有零星的黏粒含量缺乏點，這些地方的質地相對較粗，是俗稱砂質地的土壤，通氣排水較好但保存營養元素的能力可能較差。公園內部質地的水平分布相當不連續，短距離的差距可能就有截然不同的土壤質地。質地也相對影響植物根部能下探的深度，在剖面挖掘時，許多採樣點都無法順利採集到 100 cm，可見大安森林公園內有許多地方是不利植物根部生長的。

較深層的土壤 (60-80 cm、80-100 cm) 的土壤平均黏粒含量較低於表層土壤，各可發現一個黏粒含量較少的區域，位在北方。可觀察到在表層黏粒較多的地區到了底層卻不一定具有較高的黏粒含量，且各個點的垂直趨勢皆有所不同，這說明了大安森林公園的歷史是由填土改建，造成土壤性質不論是水平、垂直分布皆相當紊亂，對於植物生長實屬阻力。



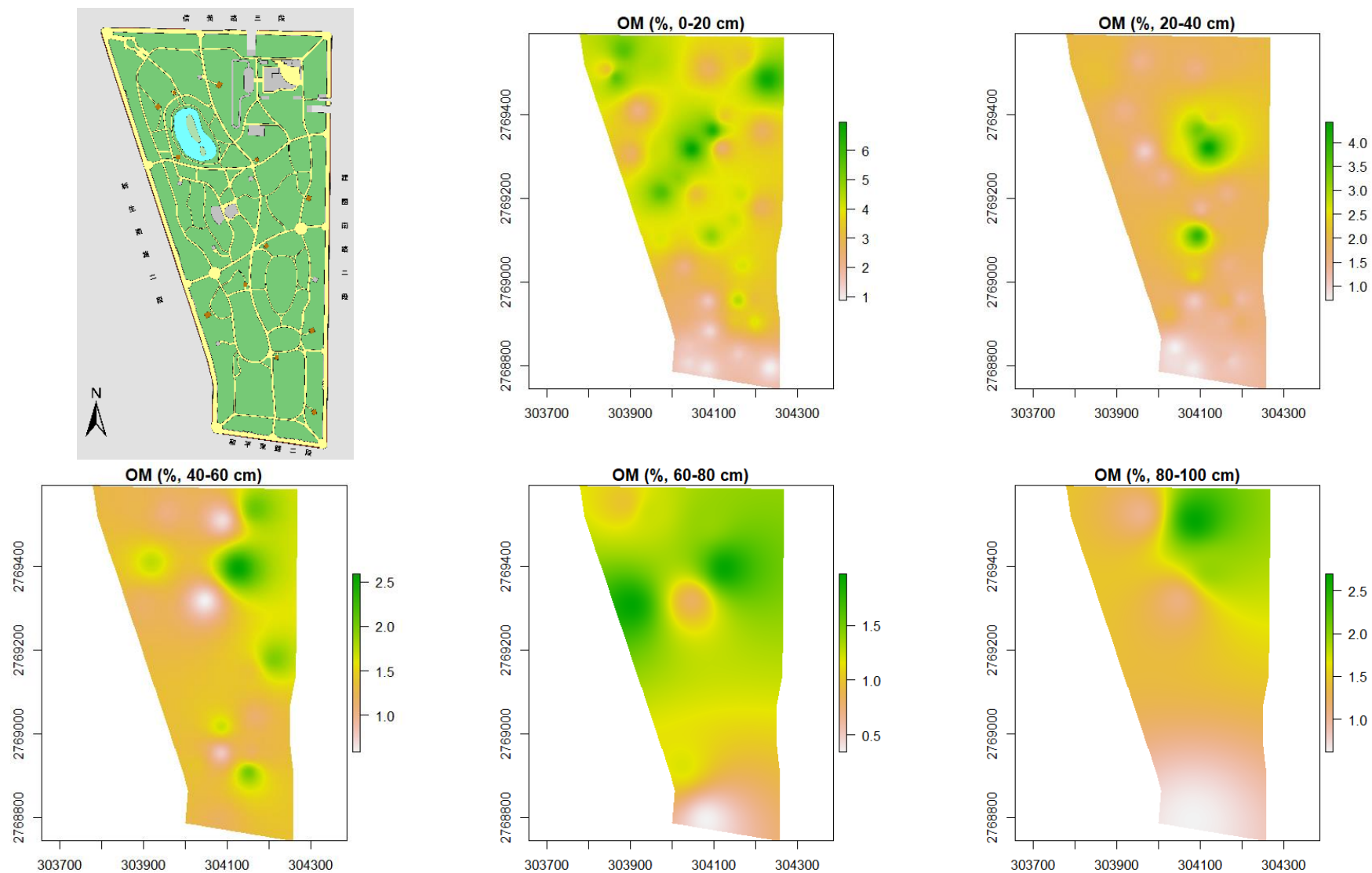
圖四、土壤黏粒含量之數位化土壤繪圖結果，上排左至右依序為參考圖、0-20 cm、20-40 cm，下排左至右依序為 40-60 cm、60-80 cm、80-100 cm。

### 3.2.3 土壤有機質說明

有機質是土壤最重要的肥力指標之一，舉凡通氣、排水、團粒穩定度、養份狀態、微生物活性等，都與有機質多寡習習相關，最為直觀的有機質含量觀察是土壤顏色的深淺，有機質含量多的土傾向擁有比較深的顏色。有機質在土壤中能夠提供植物生長所需之養分，也是部分土壤微生物生存所需的能量來源，有機質可以促進土壤團粒化，改善土壤構造，同時可增加土壤之保水能力，且表面所攜帶的負電荷可以使植物所需的營養元素以陽離子的形式吸附，進而達到長期的養分供給（許正一與陳尊賢，2002；許正一等人，2017）。近年來，溫室效應氣體如二氧化碳的排放量，使全球暖化效應提升，如何降低空氣中的碳是一個重要的議題，而土壤的碳存量是大氣中碳的二至三倍，利用增加土壤中的碳達到降低二氧化碳濃度的目的，稱作碳吸存，大安森林公園作為都市中的綠地，在環境議題上是能作為碳吸存場所的重要存在，故土壤有機質的含量除了與植物生長有關，更與全球環境議題息息相關。

分析結果如圖五所示，土壤有機質垂直分布以 0-20 cm 之表土含量最高，這是因為最靠近表層生物活動的土壤，含有較多枯落物補充有機質，表層土壤中明顯的有機質缺乏區域在公園南部（近 7、8 號出入口處），實際觀察時該處的草地覆蓋率不及其他地區，這些低有機質含量的地方可能會影響植物的生長，整體而言有機質含量變異很大。在 20-40 cm 及 40-60 cm 深度的趨勢類似，在公園中部籃球場附近出現有機質的熱區，整體而言北部有機質含量較高，這些可能和該區綠地覆蓋率較高有關，然而公園南部也有零星的熱點，即使是僅一條人行道相隔的土壤，也可能有很大的有機質含量差異。

較深的 60-80 cm 及 80-100 cm 深度趨勢類似，但有機質多低於表層土壤，整體亦呈現北高南低的狀況，公園南端近 8 號出口處的有機質相當低。自然化育的土壤，一般以表土有機質含量最高並向下遞減，在表二的資料中，可以看到許多採樣點呈現有機質隨深度不規則增加或減少的狀況，這代表土壤並非自然化育生成，再次揭示了大安森林公園填土改建的歷史。



圖五、土壤有機質含量之數位化土壤繪圖結果，上排左至右依序為參考圖、0-20 cm、20-40 cm，下排左至右依序為 40-60 cm、60-80 cm、80-100 cm。

## 四、結論與建議

### 4.1 結論

- (1) 本計畫所調查 40 個土壤採樣點中，有 7 個採樣點因土壤壓實、硬度太高僅能取得表土 0-20 公分之土樣，比例高達 17.5%，表示本公園土壤壓實情況普遍。
- (2) 從 pH 值的檢測發現，土壤酸鹼度均為一般適合植栽的範圍，因此並不是限制園區植物生長的主因。不過，從 pH 值的水平與垂直空間分布來看，異質性極高，顯示人為干擾與各種土壤來源差異大所致。
- (3) 在質地部分，所有土樣的粘粒含量都在 10-40%之間，均屬壤質地土壤，是個保水、保肥力適中的狀態，只可惜本公園土壤並沒有形成好的土壤構造與團粒，孔隙無法形成而發揮原有的保水與保肥力。
- (4) 臺灣森林土壤的表土有機質約為 5.0%，而農田土壤則不到 2.0%，本公園之平均值 2.32%，雖稍高於臺灣的農田土壤，卻遠低於一般森林土壤，對土壤生態歧異度與固碳功能的發揮上均是不利的。

### 4.2 建議

- (1) 在聯合國所推動的 17 個永續發展目標(sustainable development goals, SDGs)中，至少有一半與土壤功能的發揮有關。本公園做為臺北市主要的綠肺基地，改善土壤品質，將是臺北市推動 SDGs 的亮點。
- (2) 設法提高本公園土壤有機質含量至 5.0%，與臺灣一般森林土壤水準相同，不僅響應巴黎氣候峰會的千分之四倡議，也能達到 SDGs 的多項目標，並改善土壤構造，增加團粒穩定度，形成足夠又連通的土壤孔隙，保水又保肥。
- (3) 建議盡量減少本公園枯枝落葉的移除，減少碳足跡，並有助於土壤有機質的提高。另外，可使用植物性堆肥施用於植物根圈範圍。
- (4) 如有客土進入本公園，其土壤品質規範宜考慮較多項目的肥力指標。

## 五、參考資料

- 許正一、陳尊賢。2002。台灣的土壤。臺北：遠足文化。
- 許正一、蔡呈奇、陳尊賢。2017。土壤：在腳底下的科學。臺北：五南。
- Gardner, W. H. 1986. Water content. In A. Klute et al (eds.), Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods (pp. 493-544). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.
- Gee, G. W., and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In A. Klute et al. (eds.), Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods (pp. 383-411). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. In A. L. Page et al. (eds), Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties (pp. 199-224). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.
- Nelson, D. W., and Sommer, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A. L. Page et al. (eds), Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties (pp. 539-579). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.