

一定踏壓時 步道블럭鋪裝材 下部 土壤物理性的變化가 造景樹 生育에 미치는 影響

- 鋪設모래 두께 및 粒徑을 實驗變異 因子로 設定하여 -

조 재 현

경희대학교 조경학과 박사과정

The Effect on the growth of landscaping trees by fixed trampling
in brick paved under-surface soil physical properties .

- Sand bed's thickness & particle size were setted
by experimental variable factors -

Cho, Jae-Hyun

Dep't of Landscape Architecture, Graduate School of Kyunghee University

ABSTRACT

The purpose of this study is to find out the effects of brick paved under-surface soil physical properties which are changed by fixed trampling. Thus, a sandy loam which is known as a profitable soil for plants is used an experimental soil to study the changes of the soil physical properties. It is related to sand bed's thickness & particle size which are setted by experimental variable factors.

According to the variation of sand bed's particle size, bulk density and soil hardness at natural dried soil condition result in 0.075~2.00mm>2.00~5.00mm>2.00~8.00mm>5.00~8.00mm, and water content at natural dried soil condition results in opposition.

Also, bulk density and soil hardness & water content at natural dried soil condition are observed being insensible change rate from the point that sand thickness is 30~40mm and more sand bed's thickness constructed by the variation of sand bed's thickness.

I. 서론

도시는 산업시설의 집중과 인간 거주밀도의 증가로 인해 自然이 크게 後退된 空間¹⁷⁾으로 일컫어 지고 있으며, 이러한 특수한 환경¹⁴⁾내에 쾌적한 생활환경을 제공할 수 있는 여러 방법들 중에서 비교적 용이한 것이 街路樹⁶⁾ 등의 都市 造景樹의 植栽라 할 수 있을 것이다. 보차도 경계석 외측에 열식된 植栽樹는 先行되어진 토목 및 건축 기초공사 등의 영향과 보행자로 인한 踏壓 즉, 土壤壓密化의 영향으로 인해 容積密度 및 土壤硬度 증가, 粗孔隙量 감소로 인한 通氣性 不良, 降雨의 表面流出로 인한 土壤內 水分 減少 및 表土 壓密化에 의한 排水 不良 등 많은 土壤物理性的 變化를 야기시켜 블럭鋪裝地 下部土壤을 植栽 對象地로 하고 있는 樹木의 生育에 惡影響을 미치고 있다.

제반 환경요인들과 相互 有機的인 결합을 통해 생존·성장하는 生物體인 都市 造景樹의 正常的 生育을 위해서 수목이 지닌 여러가지 機能의 特性을 고려해야 함은 물론이고, 對象 樹木의 屬性 및 生態的 特性의 충족을 통하여 植栽設計時 요구되어지는 보다 快適하고 審美的인 生活環境의 創出이라는 기능이 수행되어져야 한다고 생각된다.

따라서, 本 研究는 블럭鋪裝地로 시공되어진 下部土壤을 生育基盤으로 주로 삼고 있는 都市 造景樹의 가장 큰 生育 不良要因으로 土壤物理性的 劣惡함이 多數의 研究^{21, 24, 25)}를 통해 밝혀져 있으며, 樹種의 차이는 있으나 대체로 樹木의 樹冠幅까지 樹木根의 영역이 분포되어 현재 시공되어져 있는 街路樹 保護物의 狹小함^{12, 21)} 등의 보고에 착안하여, 보다 근원적인 해결책으로 지금까지 행해져 온 높은 地盤支持力 위주의 建築·土木學的 觀點에서 樹木 生育 對象地로서의 鋪裝材 下部土壤이라는 觀點으로 전환하고자 하였다. 이에 블럭鋪裝地에서 이용자들의 踏壓에 의하여 야기되어지는 土壤壓密과 土壤硬化 現象 및 기타 劣惡한 土壤物理的 조건을 지닌 鋪裝材 下部土壤을 造景 施工學的 견지에서 鋪設모래의 두께 및 粒徑의 차이를

實驗變異 因子로 설정하여 一定 踏壓作用時 土壤物理性的 變化를 추출해 보고, 이를 기존의 문헌 및 연구를 바탕으로 樹木 生育의 判定을 실시하여, 보다 良質化된 下部 土壤物理性的 判定 및 調節에 필요한 基礎資料로 사용하는데 그 目的을 둔다.

II. 연구방법

1. 연구의 범위

本 研究는 경기도 용인시 소재의 경희대학교 수원Campus 산업대학 부설 농장내에 花崗巖이 母巖인 砂壤質의 기존 밭으로 사용되고 있던 인접한 두곳을 연구의 空間的 範圍로 설정하였다. 또한, 실험기간 중에서 토양의 採取時期가 토양에 過多한 수분이 공급되어지는 장마기와 土壤 凍結期를 제외함과 동시에 自然狀態에서 土壤乾燥로 인한 保水力 測定이 容易하다고 판단되어진 10월에서 11월 사이에 試料採取를 행하고자, 1996年 6月 15日부터 실험재료 준비를 실시하여 供試土壤 採取를 완료한 11月 15日까지의 약 6개월의 기간을 研究의 時間的 範圍로 설정하여 本 實驗을 수행하였다.

2. 연구의 재료 및 시공처리 방법

對象地(原地盤) 토양과 동일한 土性を 지니며 植物生育에 적합한 土性으로 報告^{26, 27)}되어져 있는 砂壤土(sandy loam; SL)를 供試土壤으로 선정하여, 供試土壤의 有機物 및 土性を 平準化하고자 중력식 콘크리트 믹서에 넣어 3반복에 걸쳐 혼합하였다. 또한 일반적으로 造景 植栽地가 자갈을 함유하고 있어 9.50mm Sieve로 쳐서 통과된 粒徑 10mm이하의 細礫이 함유된 토양을 취하고 이를 다시 콘크리트 믹서에 넣어 3반복 혼합하여 실험재료로 사용하였다. 供試土壤의 粒徑分布와 有機物含量 및 粒子密度는 表 1에서 보는 바와 같이 美農務部 法 土性區分에 의한 분류^{4, 8)}로 砂壤土(SL)에

속하였으며, 有機物含量은 $1.48 \pm 0.12\%$, 石礫含量은 비교적 樹木生育에 양호한 石礫含量²³⁾인 $30.2 \pm 2.8\%$, 粒子密度는 平均土壤 粒子密度⁸⁾ $2.65g/cm^3$ 보다 조금 큰 $2.68 \pm 0.04g/cm^3$ 의 범위에 分布하고 있는 것으로 分析되었다.

表 1. 供試土壤 特性

모래 (%)	실트 (%)	점토 (%)	有機物含量 (%)	石礫含量 (%)	粒子密度 (Mg/m ³)
62.2±0.9	26.6±0.8	11.2±0.5	1.48±0.11	30.2±2.8	2.68±0.04

한편, 實驗對象地로 설정된 原地盤 土壤의 균일성을 위하여 土深 약 1m를 back hoe로 4회 혼합 整地하고, 3자×3자(약 0.9m×0.9m)의 규격 판넬(pannel)을 사용하여 위·아래가 트인 62개의 실험구(0.9m×0.9m×0.9m=0.73m³)를 설치하였다. 또한 이를 Random式으로 분산 배치한 후, 土性이 혼합 통제된 供試土壤을 無加壓 充填시키고 수돗물 40 l/m²를 灌水하여 물조임(water binding)에 의한 각 실험구들의 동일한 初期 土壤條件을 도모하였다.

上記와 같이 同一 實驗處理한 최초 실험구 내의 土壤物理性を 측정 한 결과는 表 2에서 보는 바와 같다.

表 2. 最初 實驗區內의 土壤特性

容積密度 (Mg/m ³)	水分含量 (%)	土壤硬度 (mm)
1.33±0.2	17.8±0.3	10.1±0.1

또한, 土壤 表層 위에 鋪裝材의 흔들림(rolling) 現象과 土壤壓縮 現象의 완화를 위하여 블록鋪裝材 下部에 鋪設되는 모래(Sand bed)의 製造는 實驗對象地 土壤과 동일한 母巖으로 形成되었으며, 우리나라의 많은 부분을 차지하고 있는 花崗巖을 母材로 한 충남 보령시 소재 B사의 13mm이하 石粉을 基本材料로 하여 이를 鋪設모래 최대입경¹¹⁾인 8.00mm, 굵은

골재와 잔 골재를 구분하는 입경^{1,9)}인 5.00mm, 모래와 자갈을 구분하는 입경^{4,8)}인 2.00mm, 건축 및 토목 시공분야에서 모래의 최소입경¹¹⁾인 0.075mm를 기준으로 KS A-5101에 준하여 각 粒徑에 상응하는 Sieve³⁾로 쳐서 골재의 粒徑區分을 실시하였다.

表 3. 實驗區의 實驗變異 因子

(單位: mm)

實驗區 番號	鋪裝材 規格	鋪設모래 두께	鋪設모래 粒徑
1	300×300×60	10	0.075~2.00
2	300×300×60	10	5.00~8.00
3	300×300×60	10	2.00~5.00
4	300×300×60	10	2.00~8.00
5	300×300×60	20	0.075~2.00
6	300×300×60	20	5.00~8.00
7	300×300×60	20	2.00~5.00
8	300×300×60	20	2.00~8.00
9	300×300×60	30	0.075~2.00
10	300×300×60	30	5.00~8.00
11	300×300×60	30	2.00~5.00
12	300×300×60	30	2.00~8.00
13	300×300×60	40	0.075~2.00
14	300×300×60	40	5.00~8.00
15	300×300×60	40	2.00~5.00
16	300×300×60	40	2.00~8.00
17	300×300×60	50	0.075~2.00
18	300×300×60	50	5.00~8.00
19	300×300×60	50	2.00~5.00
20	300×300×60	50	2.00~8.00
21	300×300×60	60	0.075~2.00
22	300×300×60	60	5.00~8.00
23	300×300×60	60	2.00~5.00
24	300×300×60	60	2.00~8.00
25	300×300×60	70	0.075~2.00
26	300×300×60	70	5.00~8.00
27	300×300×60	70	2.00~5.00
28	300×300×60	70	2.00~8.00
29	300×300×60	.	.
30	踏壓裸地	.	.
31	無處理裸地	.	.

全體 31가지의 實驗區

步道블럭(300mm×300mm×60mm)을 鋪裝材로 하여 表 3에서 보는 바와 같이 鋪設모래의

粒徑(4종류)과 두께(7종류)의 組合으로 設定된 28가지의 實驗區들과 鋪設모래를 깔지않고 시공처리한 實驗區, 踏壓裸地 實驗區, 無踏壓裸地 實驗區의 3가지 比較實驗區를 設定하여 총 31가지의 施工 變異因子를 지닌 實驗區에 2倍數인 62개의 實驗區를 시공처리한 후, 踏壓強度가 높아질수록 土壤硬化 增加率이 둔화되는 先行 研究結果^{13,19)}에 의해 1日 踏壓量을 3000步/m²으로 設定하였다.

한편, 降雨量 즉 含水量의 差이가 土壤物理性的 變化에 큰 影響을 미치고 있다는 報告와 1개월 정도의 踏壓에도 대부분의 土壤壓密化 現象이 進行되었다는 보고^{15,20)}에 근거하여 자연상태에서 45일간에 걸쳐 答압횟수가 증가함에 따라 踏壓의 방향을 달리해 가면서 수행하였다.

또한, 接地面積은 Digital 求積器로 측정하였으며, 體重은 전자저울을 이용하여 1주일 단위로 7회 측정한 평균을 취하여 구한 5인의 踏壓 遂行者들의 특성은 表 4와 같이 나타났다.

表 4. 踏壓 實驗遂行者들의 特性

區分	A	B	C	D	E
신발規格(mm)	255	265	255	260	260
土壤接地面積 (cm ²)	179.82	194.88	179.82	184.66	184.66
體重(kg)	64.0	68.5	62.5	65.0	65.5
停止踏壓力(kg/cm ²)	0.356	0.352	0.348	0.352	0.355

3. 土壤物理性 分析 方法

最初 供試土壤中 有機物含量의 분석은 試料를 風乾시킨 후 800℃의 電氣爐에서 4시간 태워 常溫으로 냉각시켜 남은 部分을 稱量⁷⁾하고 그 차이를 計算하여 평균치를 취하였다. 石礫 含量의 분석은 토양을 건조시켜 고무망치로 가볍게 두드리며 잘게 부순 후 No.10(直徑 2.00mm) Sieve에 통과시키고, 체 위에 남은 石礫의 重量을 全體 土壤重量에 대한 百分率로 나타내었다.

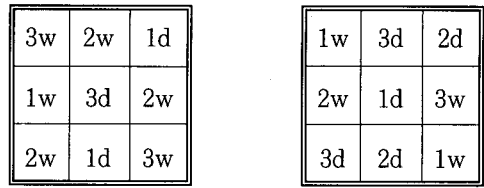


그림 1. 採取 土壤 位置

1: 土深0~5cm, 2: 土深5~10cm, 3: 土深10~15cm
d: 一定 乾燥時 土壤, w: 一定 灌水時 土壤

또한, 踏壓遂行 완료후 2 inch core를 사용하여 土深 0~15cm土壤을 5cm간격으로 3종류의 土深別과 踏壓期間 中 9월 14일에서 9월 25일까지 약 24mm의 降雨 후, 10월 20일의 0.3mm 降雨를 제외한 9월 26일에서 10월 29일까지 약 1개월간의 無降雨 및 無給水 토양상태 즉, 自然狀態에서 乾燥된 土壤(以下 一定 乾燥時 土壤)과 24時間容水量을 측정하여 土壤內 粗孔隙量 및 保水力을 알아보고자 30 l/m²를 灌水處理한 土壤(以下 一定 灌水時 土壤)의 水分含量別로 구분하여 그림 1에서와 같이 3반복의 試料 총 558개를 採取하였다. 試料採取時 數次에 걸쳐 水分의 작은 變化까지 최대한 통제하고자 2시간 이내에 모든 試料의 채취 및 最初 土壤重量의 칭량을 완료하도록 하였다. 單位容積當 土粒子 乾燥重量(以下 容積密度)과 土粒子 乾燥重量當 水分重量(以下 水分含量)의 측정은 土壤分析法²⁾중 乾燥法에 준하여 5회 칭량하여 평균을 구하였다. 한편, 供試土壤 試料를 채취하기 전에 행하여진 土壤硬度의 측정은 간편성 등의 이유로 기존 연구들에 많이 사용되어 오고 있는 山中式 土壤硬度計로 6반복에 걸쳐 土壤試料 採取 Core 外境部에서 3cm내 지점을 측정하여 평균치를 구하였다.

Ⅲ. 結果 및 고찰

모든 실험결과에 있어서 容積密度, 水分含量 및 土壤硬度의 분석은 一定 乾燥時 土壤과 一定 灌水時 土壤으로 구분하여 실시하였으

며, 이들 중 容積密度는 T-test를 행한 결과, 表 5와 같이 $t=1.61(p=0.109)$ 로 분석되어 相互 有意性이 인정되지 않아 一定 灌水時 土壤과 一定 乾燥時 土壤을 평균하여 분석하였다.

表 5. 容積密度의 T-test 分析結果

水分狀態	供試體數	平均	標準偏差	標準誤差
一定 乾燥時	279	1.4837	0.050	0.003
一定 灌水時	279	1.4769	0.051	0.003

T - value = 1.61 (p = 0.109)

1. 容積密度(bulk density)의 變異에 관하여

설정된 土深 0~15cm 토양에서 容積密度(乾燥土壤重量/容積 × 100)는 그림 2에서 보는 바와 같이 1.35g/cm³에서 1.59g/cm³의 범위로 분석되었다. 각 실험구별로는 무처리나지인 31번구가 1.35g/cm³로 가장 낮은 값의 容積密度를 보였으며, 그 다음으로 1.44g/cm³의 26번구, 1.45g/cm³의 22번, 28번구, 1.46g/cm³의 14번, 18번, 20번, 23번, 24번, 25번, 27번 實驗區 등의 순으로 낮은 결과치를 나타내었다.

또한 높은 容積密度를 보인 순으로는 가장 높은 실험구가 1.59g/cm³의 30번구였으며, 다음으로 1.54g/cm³의 29번구, 1.53g/cm³의 1번, 3번구, 1.52g/cm³의 4번, 5번구 등으로 실험 결과가 분석되었다.

이를 鋪設모래의 粒徑 差異에 따른 容積密度의 측정결과를 鋪設모래 두께별로 취합하여 비교한 결과, 0.075~2.00mm의 粒徑으로 시공된 實驗區들이 기타의 粒徑으로 시공된 실험구들에 비하여 높은 容積密度를 보였으며, 5.00~8.00mm의 粒徑으로 시공된 실험구들은 가장 낮은 容積密度를 보였다. 또한 2.00~5.00mm 粒徑과 2.00~8.00mm粒徑 사이에는 근소한 차이만이 관측되었으며, 본 실험에 있어서 鋪設모래 粒徑차이에 따른 포장재 하부토양의 容積密度는 일정한 變位差를 구할 수 없었다.

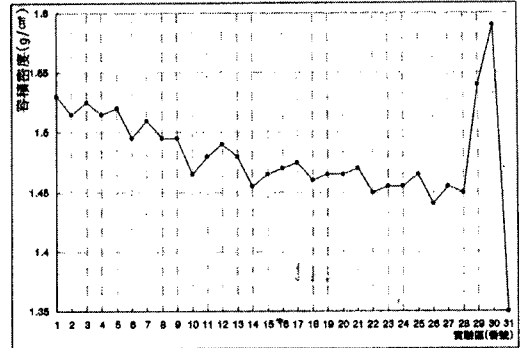


그림 2. 各 實驗區別 容積密度 (乾燥土壤重量/容積 × 100)의 變異

대체적으로 容積密度가 0.075~2.00mm > 2.00~5.00mm > 2.00~8.00mm > 5.00~8.00mm의 경향을 微小하나마 보였으며, 이를 근거로 踏壓에 의한 容積密度의 變異는 鋪設모래의 最大粒徑보다 最小粒徑의 차이에 보다 많이 영향하고 있음을 간접적으로 추론해 볼 수 있었다.

또한 전반적으로 鋪設모래 두께 차이에 따른 容積密度의 變異는 鋪設모래의 粒徑차이가 실험변수로 설정되어 있어 단언할 수는 없으나, 대체적으로 鋪設모래층의 두께가 두꺼워짐에 따라 容積密度가 負的인 相關을 보이고 있었으며, 대략 鋪設모래 두께 40mm인 14번 實驗區를 起點으로 鋪設모래 두께에 대한 容積密度의 變化率이 둔화되어 가는 경향을 보였다.

2. 水分含量(water content)의 變異에 관하여

供試土壤의 一定 乾燥時의 水分含量(水分重量/乾燥土壤重量 × 100)은 그림 3에서 보는 바와 같이 11.4%에서 18.2%의 水分含量을 보이고 있었다. 각 실험구별로는 11.4%를 보인 踏壓裸地인 30번구가 최저치의 水分含量을 나타내었고, 다음으로 12.3%의 29번구, 12.7%의 1번구, 12.8%의 3번구, 13.2%의 4번구 등의 순으로 낮은 水分含量이 측정되었으며, 높은 水分含量을 보인 실험구의 순으로는 18.2%의 31번구, 15.6%의 26번, 28번

구, 15.5%의 22번구, 15.2%의 14번, 27번 구 등으로 실험결과 분석되었다.

이를 鋪設모래의 粒徑 差에 의한 水分含量 측정결과를 鋪設모래 각 두께별로 취합하여 분석한 결과, 대체로 水分含量이 5.00~8.00mm > 2.00~8.00mm > 2.00~5.00mm > 0.075~2.00mm의 경향을 보였다.

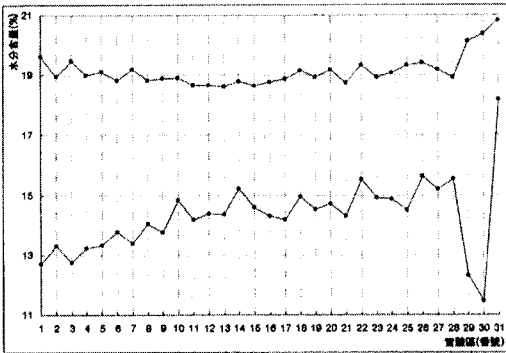


그림 3. 各 實驗區別 水分含量 (水分重量/乾燥土壤重量×100)의 變異 ※윗선 : 一定 灌水時 ※아래선 : 一定 乾燥時

또한 鋪設모래 두께 차이에 따른 水分含量의 變異로는 대체로 容積密度에서와 반대의 결과인 鋪設모래 두께가 두꺼워짐에 따라 一定 乾燥時 水分含量은 높게 나타나 正的인 相關을 보였으며, 대략 鋪設모래 두께 30~40mm인 10번에서 14번 實驗區를 起點으로 鋪設모래 두께에 대한 水分含量의 變化율이 둔화되어 가는 경향을 보였다.

이는 대체로 踏壓에 의한 土壤壓縮 現象이 두드러져 높은 容積密度를 보인 실험구에서 土壤 乾燥에 대해 민감한 반응을 보이고 있었으며, 낮은 容積密度를 보인 실험구에서는 鋪設모래가 土壤表面에서의 수분증발을 억제하여 보다 土壤 乾燥에 대하여 강한 保水力을 지니고 있다고 사료되어지며, 一定 乾燥時 土壤에 있어서 容積密度와 水分含量은 負的인 相關을 나타내었다. 한편, 一定 灌水處理時 供試土壤의 水分含量을 분석한 결과, 18.6%에서 20.8%의 비교적 작은 變異의 水分含量 差를 보였다.

각 실험구별로는 18.6%의 13번, 15번구, 18.7%의 11번, 12번, 21번구, 18.8%의 6번, 8번, 14번, 16번구 등으로 나타나고 있어 본 실험에 설정된 鋪設모래 두께 중에서 중간 부분이 낮은 水分含量을 보였으며, 20.8%의 31번구, 20.4%의 30번구, 20.1%의 29번구, 19.6%의 1번구, 19.5%의 3번구 등의 순으로 높은 水分含量을 나타내었다.

鋪設모래의 粒徑差에 의한 水分含量 측정결과는 5.00~8.00mm, 2.00~8.00mm > 0.075~2.00mm > 2.00~5.00mm의 경향을 보였으며, 鋪設모래의 두께 차에 따른 水分含量의 變異로는 본 실험에 설정된 두께 중에서 중간정도인 30~40mm의 鋪設모래 두께로 시공처리한 10~17번 실험구들에서 조금 낮은 水分含量을 보였으며, 그 밖의 실험구인 鋪設모래 두께 20mm이하 또는 50mm이상으로 시공된 실험구들과 실험에 설정된 3개의 比較實驗區들은 높은 水分含量을 나타내었다.

따라서 일반적으로 높은 容積密度를 보인 실험구에 있어서의 水分含量은 가장 민감하게 土壤 乾燥와 灌水에 반응하고 있으며, 北村와 野田의 研究¹⁶⁾와도 유사한 결과를 보였다. 이는 踏壓에 의한 토양내 粗孔隙의 감소가 土壤 保水力과 正的인 相關關係를 지니고 있는 微細孔隙의 증가로 이어져 일시적 降雨 또는 灌水處理에 있어서 踏壓의 영향을 많이 받은 실험구들에서 보다 높은 水分含量을 보인다고 생각되어지며, 土壤乾燥에 있어서는 水分粒子에 비해 상대적으로 작은 비중을 지녀 수분증발에 깊게 관여하는 土粒子의 含有率이 일정 부피 중에 높게 점유하고 있어 土壤乾燥에 쉽게 영향받고 있는 것으로 思料되어 진다.

3. 土壤硬度(soil hardness)의 變異에 관하여

土壤硬度는 토양내 水分含量의 변이에 따라 반드시 負相關으로 그 크기가 변화함²⁸⁾에 따라 一定 灌水時와 一定 乾燥時를 區分하여 측정하고 그 결과를 토대로 분석하였으며, 결과는 그림 4에서 보는 바와 같다.

먼저, 一定 乾燥時의 土壤硬度 측정결과를 각 실험구별로 분석해 보면, 13.1mm의 31번구, 18.9mm의 26번, 28번구, 19.2mm의 22번구, 19.6mm의 14번구, 19.9mm의 27번구 등으로 낮은 순의 土壤硬도를 보였으며, 28.9mm의 30번구, 26.4mm의 29번구, 25.5mm의 1번구, 25.1mm의 3번구, 24.3mm의 4번, 5번구 등의 순으로 높은 土壤硬도를 나타내었다.

鋪設모래 粒徑差異에 의한 土壤硬도의 變異는 대체로 容積密度에서와 동일한 0.075 ~ 2.00mm > 2.00~5.00mm > 2.00~8.00mm > 5.00~8.00mm의 결과를 보였으며, 鋪設모래 두께 差異에 따른 土壤硬도의 변이는 10番區를 起點으로 30~40mm以上の 鋪設모래로 시공된 실험구들에 있어서 土壤硬度 감소율이 둔화되었다.

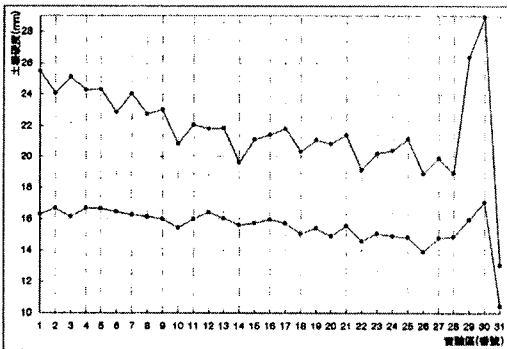


그림 4. 各 實驗區別 土壤硬도의 變異
 ※윗선 : 一定 乾燥時 ※아래선 : 一定 灌水時

$$Y = 4.719 \times \frac{X}{(4-X)^3}$$

※ Y = 絶對硬度 (kg/cm²) X = 指標硬度 (mm)

一定 灌水處理時 각 실험구별로 분석된 土壤硬도는 10.4mm의 31번구, 13.9mm의 26번구, 14.6mm의 22번구, 14.8mm의 25번, 7번구, 14.9mm의 20번, 24번, 28번구 등의 순으로 낮은 土壤硬도를 보이고 있으며, 17.1mm의 30번구, 16.7mm의 2번, 4번, 5번구, 16.5mm의 6번, 12번구, 16.3mm의 1번, 7번구 등이 실험결과, 높은 土壤硬도로 분석되었다.

鋪設모래 粒徑差異에 의한 土壤硬도의 變異는 평균적으로 0.075~2.00mm > 2.00~8.00mm > 2.00~5.00mm > 5.00~8.00mm의 결과를 보였으나, 특히 2.00~8.00mm粒徑과 2.00~5.00mm粒徑으로 시공된 실험구의 차이는 극히 輕微하게 분석되었다. 또한, 鋪設모래 두께차에 따른 土壤硬도의 변이는 설정된 3개의 比較實驗區를 제외하고는 鋪設모래 두께가 두꺼워짐에 따라 土壤硬도가 작게는 나타났으나, 거의 變異差를 구하기 어려운 정도로 분석되었다.

4. 樹木生育에 관하여

식물의 生育에 알맞은 土壤으로는 容積比로 礦物質 45%, 有機質 5%, 空氣 20%, 水分 30%^{5,8)}라고 일컬어지고 있다. 이는 주로 作物 收穫量에 근거하고 있으며, 樹木의 生長에 관한 土壤條件에 관한 연구는 거의 없고 또한 동일 토양조건에서도 樹種差異에 따른 生育差異^{10,22)}가 보고되어 있는 등 명확한 樹木의 生育과 土壤物理性 關係의 제한점은 밝힐 수 없으므로, 대체적인 樹木生育과 土壤物理性을 비교·고찰하여야 할 것이다.

기존의 研究結果에 의하면, 容積密度에 관하여 植物根의 抑制限界를 1.4~1.5(g/cm³)로 규정²²⁾하고 있으나, 本 實驗의 土壤 粒子密度가 많은 자갈을 함유한 砂壤土로서 平均 土壤 粒子密度⁸⁾인 2.65g/cm³보다 큰 2.68g/cm³으로 분석된 바, 容積密度를 이에 따라 보정·산출하여 1.416~1.517(g/cm³) 범위로 生育可能 영역을 규정하였으며, 有效水分이 10~20g/100g(水分含量 10~20g/乾燥土壤100g當)으로 보고²²⁾하고 있어 이를 生育可能 범위로 규정하였다.

또한, 樹木의 生育優秀한 土壤硬도를 23~25mm로 보고¹⁶⁾하고 있으며, 草本類의 뿌리 伸長限界를 27mm로 규정^{4,18,26)}하고 있다.

따라서, 이를 근거로 본 실험에 설정된 一定 乾燥時의 有效水分과 土壤硬도를 分析資料로 채택하고, 一定 乾燥時와 一定 灌水時를 平均한 容積密度 結果值로 樹木生育에 適절한 土壤物理性을 판정한 결과는 表 6에서 보는 바와 같다.

表 6. 各 實驗區別 供試土壤의 物理性 變異에 의한 樹木生育 判定.

實驗區 番號	容積密度 (g/cm ³)			有效水分 (%)			土壤硬度 (mm)		
	生育優秀	生育可能	生育不良	生育優秀	生育可能	生育不良	生育優秀	生育可能	生育不良
水分狀態	一定 乾燥 및 灌水時			一定 乾燥時			一定 乾燥時		
1			●		●			●	
2		●			●		●		
3			●		●			●	
4		●			●		●		
5			●		●		●		
6		●			●			●	
7		●			●		●		
8		●			●			●	
9		●			●		●		
10		●			●			●	
11		●			●			●	
12		●			●			●	
13		●			●			●	
14		●			●			●	
15		●			●			●	
16		●			●			●	
17		●			●			●	
18		●			●			●	
19		●			●			●	
20		●			●			●	
21		●			●			●	
22		●			●			●	
23		●			●			●	
24		●			●			●	
25		●			●			●	
26		●			●			●	
27		●			●			●	
28		●			●			●	
29			●		●			●	
30			●		●				●
31	●				●			●	

容積密度 (g/cm³) : 生育優秀(1.416 >), 生育可能(1.416~1.517), 生育不良(1.517 <).
 有效水分 (g/100g) : 生育優秀(20 >), 生育可能(10~20), 生育不良(10 <).
 土壤硬度 (mm) : 生育優秀(23~25), 生育可能(23 >, 25~27), 生育不良(27 <).

本 研究에 설정된 土深 0~15cm 土壤의 各 土壤物理性を 綜合적으로 分析하여 보았을 때, 植物根에 비교적 良好한 土壤物理性を 보인 實驗區들은 鋪設모래 두께 10mm와 粒徑 5.00~8.00mm의 2번구, 鋪設모래 두께 10mm와 粒徑 2.00~8.00mm의 4번구, 鋪設모래 두께 20mm와 粒徑 2.00~5.00mm의 7번구, 鋪設모래 두께 30mm와 粒徑 0.074~2.00mm의 9

번구로 나타났으며, 各 實驗區로 上記의 鋪設모래 두께 이상으로 시공처리된 實驗區들에서 비교적 良好한 結果가 判정되었다.

한편, 本 實驗에 설정된 比較實驗區들 중 鋪設모래를 시공처리하지 않고 鋪裝材를 打設한 29번구는 不良한 容積密度를 보였고, 30번 踏壓裸地區는 容積密度와 土壤硬度에서 不良한 土壤物理性を 보였으며, 無處理裸地인 31번구

는 實驗에 設定된 모든 土壤物理性에서 비교적 양호한 결과를 나타내었다.

IV. 결론

造景 簡易鋪裝 중 시공되어지는 鋪設모래층의 두께 및 입경 차이를 實驗變異 因子로 설정하여, 一定 踏壓作用時 鋪裝材 下部 土壤物理性的 變異와 이에 따른 樹木生育 良否를 알아보고자 砂壤土를 供試土壤으로 하여 수행되어진 本 研究의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 容積密度的 변이에 관해서 鋪設모래 입경에 따라 容積密度가 0.075~2.00mm)2.00~5.00mm)2.00~8.00mm)5.00~8.00mm로 나타났으며, 40mm 이상의 鋪設모래 두께로 시공된 실험구들에 있어서 容積密度的 변이가 鈍化되어 가는 경향을 보였다.

2. 水分含量的 변이에 관해서 一定 乾燥時 鋪設모래 粒徑에 따른 水分含量은 5.00~8.00mm)2.00~8.00mm)2.00~5.00mm)0.075~2.00mm로 나타났으며, 30~40mm 이상의 鋪設모래 두께로 시공된 실험구들에 있어서 水分含量 변이가 鈍化되는 경향이 분석되었다. 또한, 一定 灌水時 鋪設모래 粒徑差에 의한 水分含量 측정결과는 5.00~8.00mm, 2.00~8.00mm)0.075~2.00mm)2.00~5.00mm를 보였으며, 鋪設모래의 두께 차에 따른 水分含量的 변이로는 30~40mm의 鋪設모래 두께로 시공처리한 실험구에서 조금 낮은 水分含量을 보였다.

3. 土壤硬度的 변이에 관해서 一定 乾燥時 鋪設모래 입경 차이에 의한 土壤硬도는 대체로 容積密度에서와 동일한 0.075~2.00mm)2.00~5.00mm)2.00~8.00mm)5.00~8.00mm의 결과를 보였으며, 鋪設모래 두께 差異에 따른 土壤硬度的 變異는 30~40mm 이상의 鋪設모래로 시공된 실험구들에 있어서 土壤硬度 變異가 鈍化되었다.

또한, 一定 灌水時 鋪設모래 입경차이에 의한 土壤硬度的 變異는 0.075~2.00mm)2.00~8.00mm)2.00~5.00mm)5.00~8.00mm의 결과

를 보였으며, 鋪設모래 두께 差에 따른 土壤硬度的 변이는 負的인 相關으로 극히 적은 變異差가 분석되었다.

4. 植物根에 比較的 良好한 土壤物理性을 보인 실험구들은 鋪設모래 두께 10mm와 粒徑 5.00~8.00mm의 2번구, 鋪設모래 두께 10mm와 粒徑 2.00~8.00mm의 4번구, 鋪設모래 두께 20mm와 粒徑 2.00~5.00mm의 7번구, 鋪設모래 두께 30mm와 粒徑 0.075~2.00mm의 9번구로 나타났으며, 각 입경별로 上記의 鋪設모래 두께 以上으로 시공 처리된 실험구들에서 비교적 양호한 결과가 판정되었다.

5. 比較實驗區들 중 鋪設모래를 시공하지 않고 鋪裝材를 타설한 29번구는 不良한 容積密도를 보였고, 30번 踏壓裸地區는 容積密度와 土壤硬度에서 不良한 결과를 보였으며, 無處理裸地인 31번구는 실험에 설정된 모든 土壤物理性에서 비교적 양호한 결과를 나타내었다.

6. 일반적으로 높은 容積密度와 土壤硬도를 보인 실험구들에서 水分含量的 변이 즉, 土壤乾燥 및 灌水處理에 敏感한 반응을 나타내었다.

인용 및 참고문헌

1. 建設部(1976), 『建設用語大辭典』, 大建社.
2. 農村振興廳科學振興研究所(1973), 『土壤調查便覽 第2卷(土壤分析編)』, 3-97.
3. 柳又秀, 朴雲龍(1985), 『土木材料學』, 螢雪出版社:373-378.
4. 安奉遠, 徐聖澈(1989), 『造景工學』, 普成文化社.
5. 尹國柄(1987), 『造景植學』, 一潮閣:136.
6. 李鎔勳(1985), “都市生育環境을 고려한 서울시 街路樹 選定에 대한 研究”, 서울市立大學大學院 造景學科 碩士學位論文.
7. 任慶彬, 朴仁協, 李景宰(1980), “京畿道地方 赤松林의 植物社會學的 研究”, 『韓國林學會誌』, 50:56-71.
8. 趙成鎮, 朴天緒, 嚴大翼(1993), 『三訂 土壤學』, 鄉文社.
9. 曹浚鉉(1994), 『建築材料學』, 技文堂:118.
10. 陳鉉五, 李明鐘, 申榮五, 金鼎濟, 全尙根(1994), 『森林土壤學』, 鄉文社.
11. 韓國造景學會(1996), 『造景工事標準方書』, 사단법인 한국조경학회:0505.
12. 한봉호, 이경재(1996), “서울시 가로수 생육환경분석 및

- 개선에 관한 연구”, 『環境生態學會誌』, 10(1):39-48.
13. Boorman, L. A., and Fuller, R. M.(1977), "Studies on the impact of Paths on the dune vegetation at Winterton, Norfolk, England", 『Biol. Conserv.』, 12:203-216.
 14. Carpenter, Walker, Lampher(1975), 『Plants in the Landscape』, W·H Freeman company:399-409.
 15. 藤崎建一郎, 北村文雄(1981), "轉壓の回數と間隔がヒメコウライシバに與える環境", 『造園雜誌』, 45(1):3-7.
 16. 北村文雄, 野田坂伸也(1975), "造園樹木の生長におよぼす土壤硬度の影響", 『造園雜誌』, 38(4):32-37.
 17. 北村文雄, 興水肇, 山中恒雄, 藤田(1982), 『都市樹木大圖鑑』, 講談社:7.
 18. 近藤三雄, 小澤知雄(1977), "芝生地の收容力に關する基礎的研究(1)-踏壓-土壤硬度に對する芝生地の植群の抵抗からみた收容力について", 『造園雜誌』, 40(3):11-23.
 19. Liddle, M. J.(1975), "A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems", 『Biol. Conserv.』, 7:17-36.
 20. 増田拓朗, 吉田重幸, 古家徹(1984), "ジャノヒゲの生育に及ぼす踏壓の影響", 『昭和日本造園學會研究發表論文集』, 47(5):117-122.
 21. 増田拓郎, 森本幸裕, 長谷川秀三(1981), "街路樹土壤の特性と樹木の生育", 『造園雜誌』, 44(3):155-160.
 22. 日本土壤物理研究會編(1979), 『土壤の物理性と植物生育』, 養賢堂.
 23. 日本造園學會 土壤分科會(1984), "綠化事業における植栽基盤整備マニュアル(分科會試案)", 『造園雜誌』, 48(2):133-145.
 24. 大貫直子, 松本聰(1992), "街路樹のおかれている土壤環境", 『造園雜誌』, 56(1):39-44.
 25. 小澤知雄, 川上忠夫, 北澤清, 萩原信弘, 近藤三雄(1965), "街路樹の生態に關する基礎的研究 -街路樹の生育狀況と根 土壤状態との關係について", 『造園雜誌』, 39(1):23-34.
 26. 東京農業大學造園學科編(1985), 『造園用語事典』, 彰國社.
 27. 興水肇(1980), "緩地土壤研究の課題と方法", 『造園雜誌』, 44(1):24-29.
 28. 山中金次郎, 松尾憲一(1962), "土壤硬度に關する研究(第1報) - 土壤硬度と含水量との關係", 『日本土壤肥料學會誌』, 33(7):343-347.