

江原道 소나무林的 特性에 관한 綜合的 研究(III)*

- 江原大學校 構內林的 根系 形態와 分布에 대하여 -

全權雨¹⁾ · 吳在萬¹⁾

Studies on Characteristics of *Pinus densiflora* Forest in Kangwon Province(III)*

- Studies on the Tree-Root Form and Distribution on the Campus Forest, Kangwon Nat'l Univ. -

Kun-Woo Chun¹⁾ and Jae-Man Oh²⁾

要 約

樹木의 뿌리는 樹木의 生長과 土壤의 構造改善에 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 地下部에 위치하고 있으므로 연구가 미진한 상태이다. 따라서 각 樹種의 根系의 발달상태를 파악하는 것은 그 樹種의 특성 파악과 뿌리가 地表固定에 미치는 영향을 파악하는데 기초자료로 활용할 수 있다.

본 연구에서는 江原道 소나무林的 特性을 파악하기 위한 기초연구의 일부로서 일차적으로 江原大學校 構內 소나무林的 根系의 形態 및 分布에 대하여 규명하였다.

5개의 供試木에 대해 조사한 결과 뿌리의 形態는 水平根이 잘 발달되어 있었다. 뿌리의 分布에 있어서 크기별로는 細根은 대부분이 点在(+)하고 있었으며, 太根은 0.2cm가 대부분이었다. 깊이별로는 太根, 細根 모두가 10~30cm에서 60~70% 이상 집중되었으며, 太根은 주로 0.9cm 이하였고, 細根은 대부분이 点在(+)하고 있었다.

ABSTRACT

Because of the underground existence of roots, a few studies have been reported on root system. The developmental information of roots should be understood for the studies of specific tree traits and the influence of such traits on the soil surface fixation.

In order to clarify the specific character of pine forest in Kangwon Province, the investigation on the form and distribution of root system of pine trees were carried out for 5 trees in the Campus Forest, Kangwon National Univ..

Root form was very well in flat root. As soil depth was approximately 50cm, fine roots were very sparsely distributed(+), roots of 0.2cm in diameter were most common and roots > 0.2cm were very rare,

* 이 論文은 1992年度 教育部 支援 韓國學術振興財團의 大學附設研究所 課題 學術研究助成費에 의하여 研究된 것의 一部임.

1) 江原大學校 林科大學 林學科 Dept. of Forestry, College of Forestry, Kangwon Nat'l Univ.

also thickness thined. 60~70% all the roots were developed at the depth of 0~30cm, where big roots were below 0.9cm in diameter and fine roots were highly sparse(+).

Key words: Big root, Fine root, Root distribution, Root system

I. 緒論

樹木의 뿌리는 樹木의 生長은 물론 土壤孔隙의 改良 및 土壤의 支持力 增強 등과 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 地下部에 위치하는 관계로 地上部의 각종 연구에 비해 상대적으로 연구가 미진한 상태이다. 특히 樹木의 根系는 취급 및 調査에 많은 시간과 경비 및 노력을 필요로 하기 때문에 활발한 연구가 진행되지 못한 실정이다. 한편 根系의 形態 및 分布는 種의 遺傳의 性質뿐만 아니라 土壤條件, 樹齡, 地上部의 發達狀態 등에 영향을 받으므로 그 形態 및 分布가 절대적으로 樹種의 根系를 나타낸다고는 할 수 없으나, 유사한 土地條件과 成立狀態에서는 樹種의 고유한 성질을 나타내고 있어 체계적인 根系의 形態^{3,4,5,6}가 이루어진다고 할 수 있다. 따라서 각 樹種의 根系의 발달상태를 파악하는 것은 그 樹種의 특성 파악과 뿌리가 지표고정에 미치는 영향을 파악하는데 기초자료로 충분히 사용될 수 있다.

지금까지 樹木의 根系의 形態 및 分布에 관한

연구는 주로 樹種間의 根系形態의 차이^{3,9,10,13}와 地形的 條件^{1,11} 및 立地的 條件^{7,14}에 대한 根系의 대응 形態로 구분되어 연구가 진행되었다. 또한 최근에는 生態系의 物質生産 및 養分循環의 機構를 구명하기 위한 연구의 일환으로 각 樹種의 細根量의 季節的 變化에 대한 定量的 解析^{8,12}이 진행되고 있다.

본 연구는 江原道 소나무林的 특성을 파악하기 위한 기초연구로 진행되고 있는 根系의 形態 및 分布에 관한 연구의 일부로 江原大學校 構內의 소나무林的 根系分布를 중심으로 그 형태와 분포 특성을 규명하였다.

II. 材料 및 方法

1. 調査地 概要

본 연구의 調査對象地는 江原道 春川市 孝子2洞 192-1番地 소재의 江原大學校 構內林에 造林되어 있는 소나무林이며, 林況은 表 1과 같다.

Table 1. Stand of investigated area.

Age(y)	Height(m)	D.B.H(cm)	Volume/Tree(cm ³)	Tree/ha
41	9.3	15.7	0.099	1,350

이 지역의 氣溫分布는 34.8℃~ -20.1℃이며, 年平均降水量은 1,311.9mm이다. 또한 土壤은 地表의 指標硬度가 16~22mm의 사이에 분포하고 있다.

2. 供試木

供試木으로는 生育狀態가 상이하고 그 집단을 대표할 수 있는 소나무 5本을 선정하였으며, 供

試木 선정시 이 지역의 대부분이 40년생 전후의 소나무 造林地이므로 胸高直徑 9cm 이하의 劣勢木은 제외하였다. 따라서 樹高는 7.20~9.14m이며, 胸高直徑別로는 10cm 이하가 3本, 10~20cm 가 1本, 20cm 이상이 1本이다. 전체적으로 樹高와 胸高直徑은 일정한 상관관계가 확인되었으나, 樹齡과는 상관관계가 확인되지 않았다(表 2).

Table 2. Description of sample tree.

Sample tree	Height(m)	D.B.H(cm)	Age(y)
No. 1	8.72	11.0	43
No. 2	9.14	21.9	38
No. 3	7.40	9.7	43
No. 4	7.85	9.2	41
No. 5	7.20	9.1	42

3. 調査方法

調査方法은 調査木으로부터 일정한 거리에 Trench를 파서 土壤斷面에 나타나는 뿌리의 분포를 조사하는 Trench法을 이용하였다. 즉 調査對象木에 인접하는 樹木을 크기에 상관없이 4개 선정하여 이들간의 중간지점을 根系域으로 하였으며(그림 1), 각 斷面別 外壁을 수직으로 母岩層까지 掘取하였다.

한편 根系의 형태와 분포를 파악하기 위하여 가로 1m×세로 1m의 조사틀을 만들고 이를 다시 가로 10cm×세로 10cm의 正方形口로 세분하였다. 즉, 이 正方形口內에 분포한 소나무의 太根과 細根 등의 수, 위치, 굵기를 現地記入方式으로 圖示함과 동시에 定量化하였다. 이상의 조사가 종료된 후에는 長方形內의 根系를 裸出시켜 前·後·左·右面別의 形態 및 分布狀況을 스케치하여 根系의 鉛直斷面圖 및 水平投影圖를 작성하였으며, 객관적인 자료를 수집하기 위하여 5方向(前, 後, 左, 右 및 上方向)에서 사진을 촬영하여 판독자료로 사용하였다.

太根과 細根의 구분은 直徑 0.2cm를 기준으로 하였으며, 측정에는 간이용 버어니어 캘리퍼스를 사용하였다. 直徑 0.2cm 이하인 細根은 10cm×10cm의 正方形口에 나타나는 密度에 따라 表 3과 같이 구분하여 해석하였다.

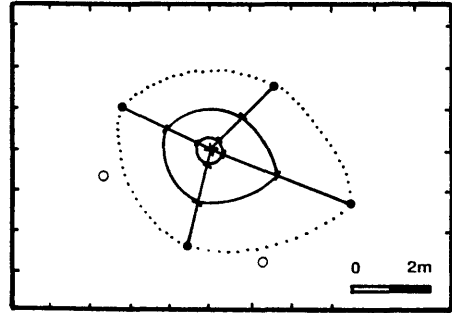


Fig. 1. Location of sampling points for the measurements of root biomass of No. 4 sample tree.

Table 3. Density of fine root.

Index of fine root	Frequency
5	Fine root are distributed on the area of 80~100% of a 10×10cm quadrate
4	60 ~ 80 %
3	40 ~ 60 %
2	20 ~ 40 %
1	+ ~ 20 %
+	Only a few fine root

III. 結果 및 考察

1. 뿌리의 形態的 특징

1) 調査木 1

調査木 1이 위치하는 斜面的 傾斜는 16°이며,

斜面方位은 北向이다. 또한 土壤의 指標硬度는 22mm, 土深은 50~70cm에서 C層이 나타났다.

그림 2는 가로 0.5m×세로 0.5m 根域의 水平投影圖 및 垂直斷面圖이다. 또한 그림 3은 중간지점의 4방향별 太根 및 細根의 뿌리 분포상황을 나타낸 斷面圖이다.

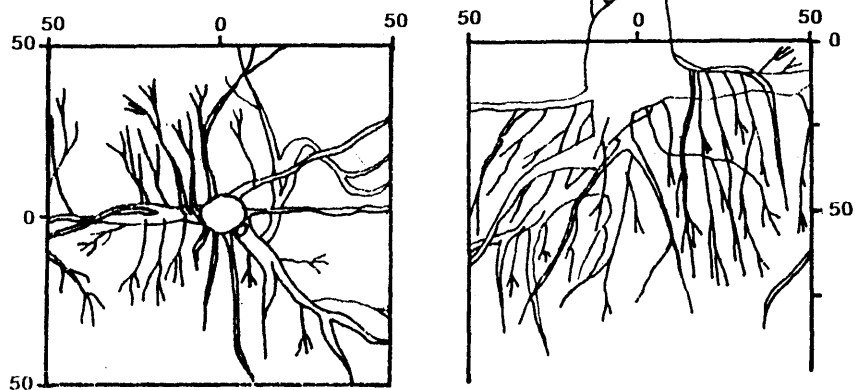
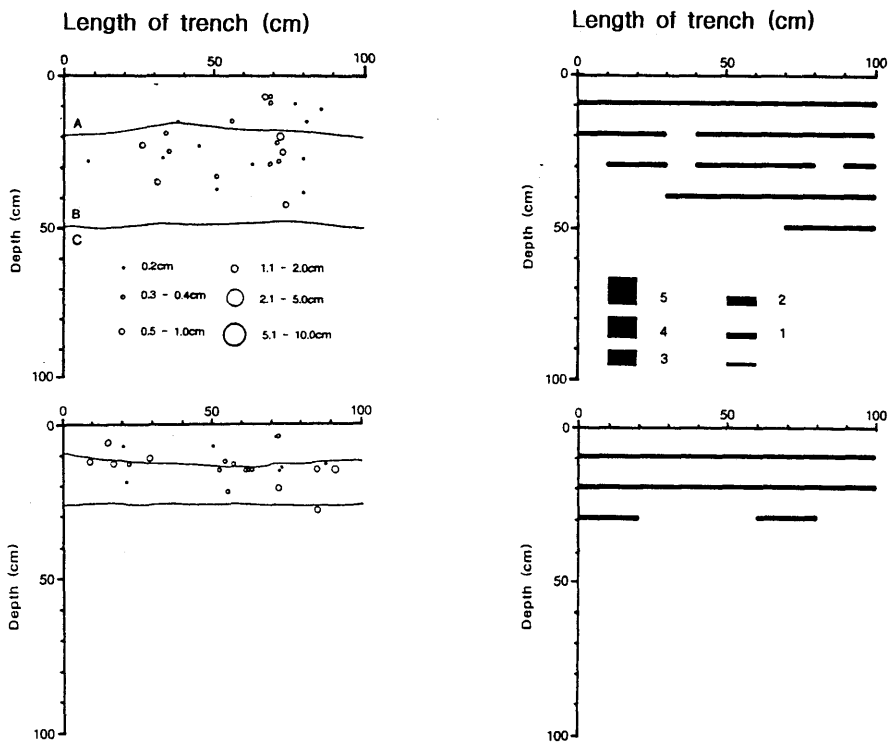


Fig. 2. Root form and distribution of No. 1 sample tree.



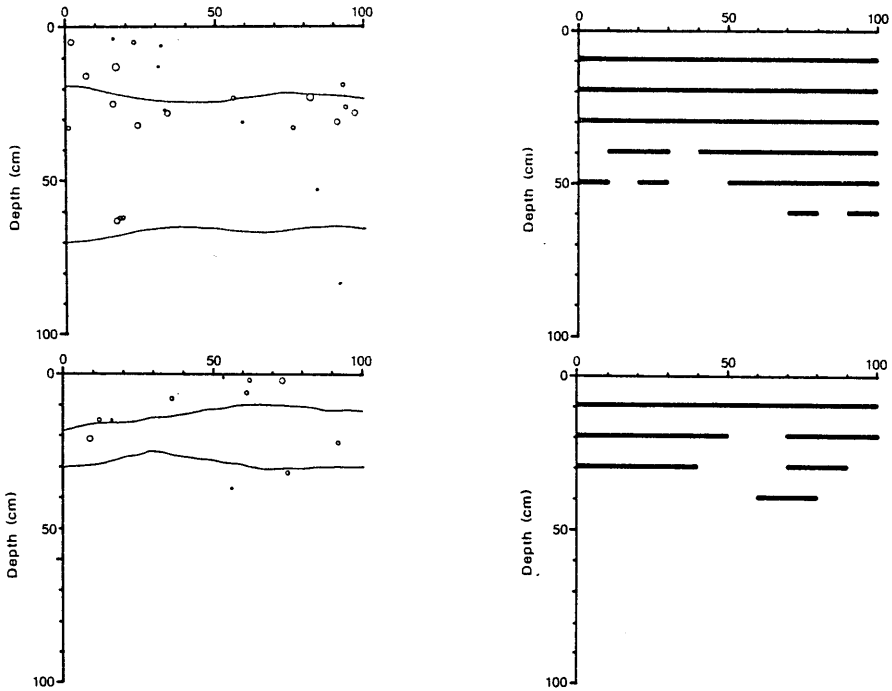


Fig. 3. Big root and fine root distribution of No. 1 sample tree (middle point).

2) 調査木 2

調査木 2가 위치하는 斜面的 傾斜는 12° 이고, 斜面方位은 南西向이다. 또한 土壤은 指標硬度가 19mm, 土深은 80cm에서 C層이 나타나기 시작하였다.

調査木 2는 樹齡이 38년으로 가장 적음에도 불구하고 調査木 중에서 樹高 및 胸高直徑이 가장 컸으며, 土深도 가장 깊었다. 따라서 土深과 뿌리

의 성장과는 상당한 관련이 있음을 추정할 수 있었다. 根域의 水平投影圖 및 垂直斷面圖는 그림 4와 같으며, 그림 5 및 6에 중간지점 및 胸高直徑 $\times 3.5$ 지점의 根系의 분포상태를 각각 나타냈다.

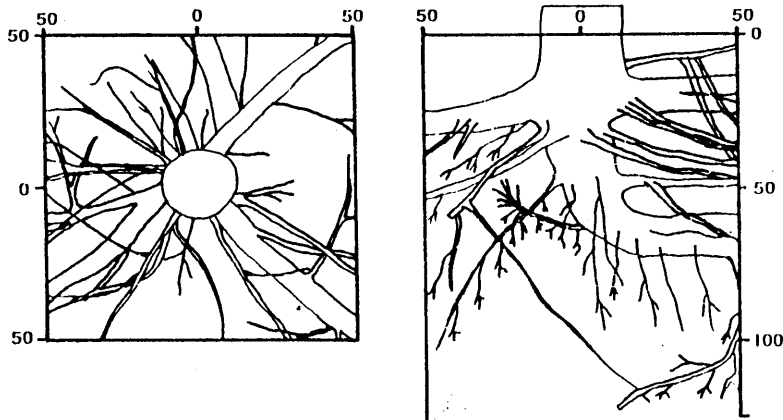


Fig. 4. Root form and distribution of No. 2 sample tree.

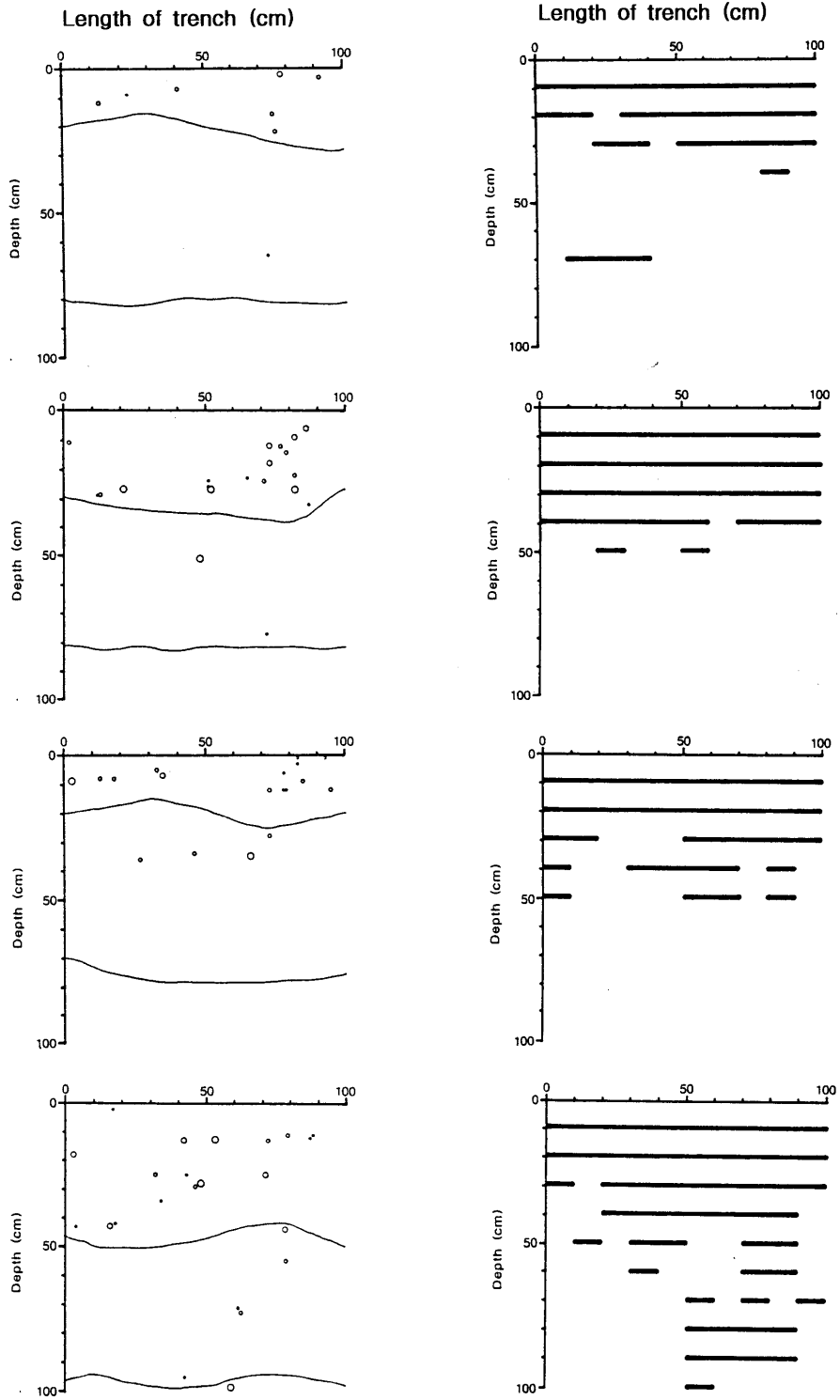


Fig. 5. Big root and fine root distribution of No. 2 sample tree (middle point).

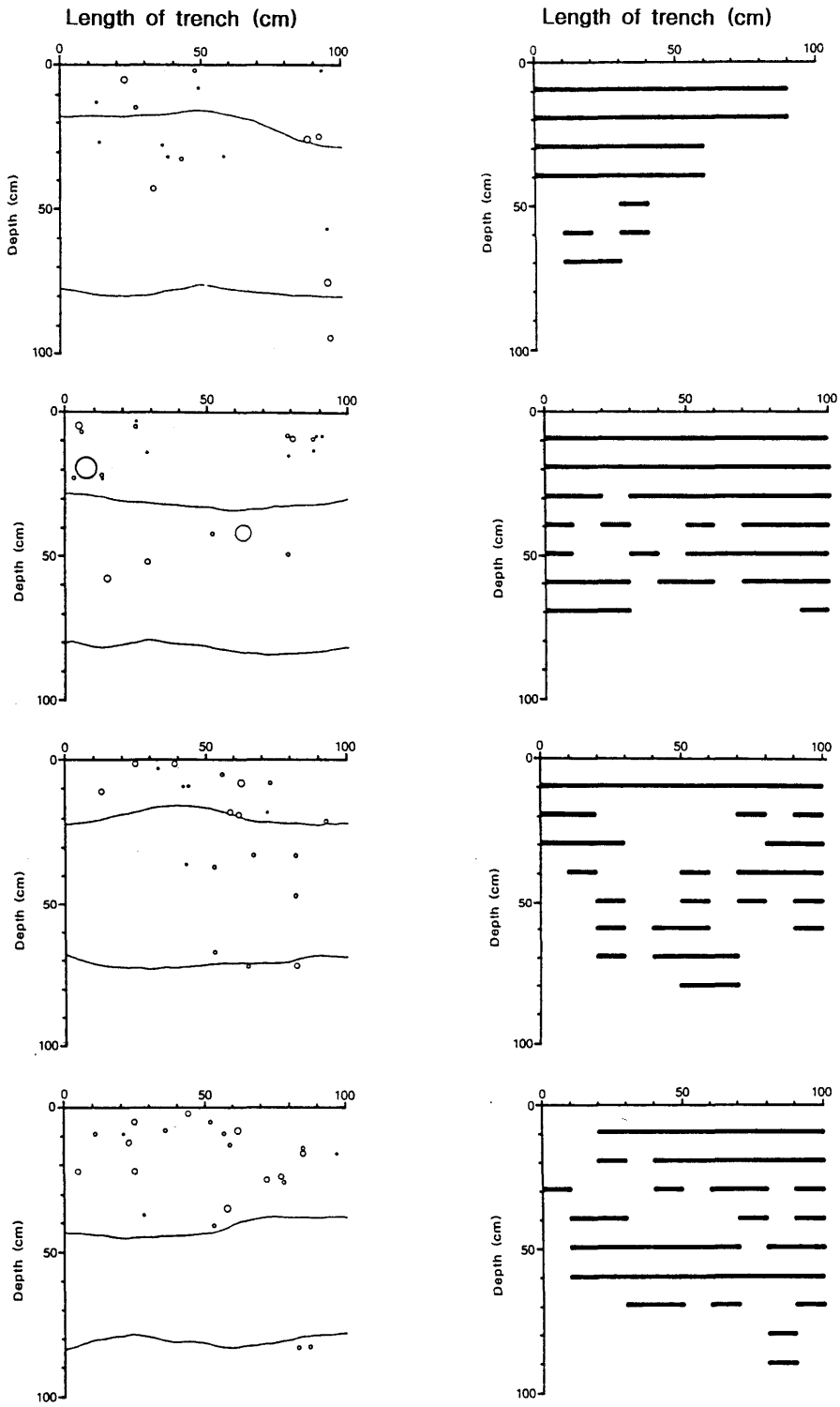


Fig. 6. Big root and fine root distribution of No. 2 sample tree (D.B.H.×3.5 point).

3) 調査木 3

調査木 3이 위치하는 斜面的 傾斜는 16° 이며, 斜面方位은 北向이다. 土壤의 指標硬度는 20mm이고, 土深은 40cm를 전후에서 C層이 나타나 비교적 얇다.

그림 7은 調査木 3의 水平投影圖와 垂直斷面圖이며, 그림 8과 9는 中間지점 및 胸高直徑×3.5 지점의 根系의 分포상태이다.

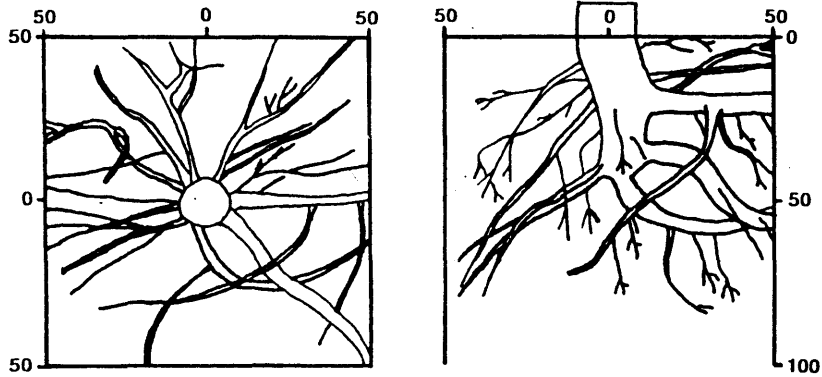
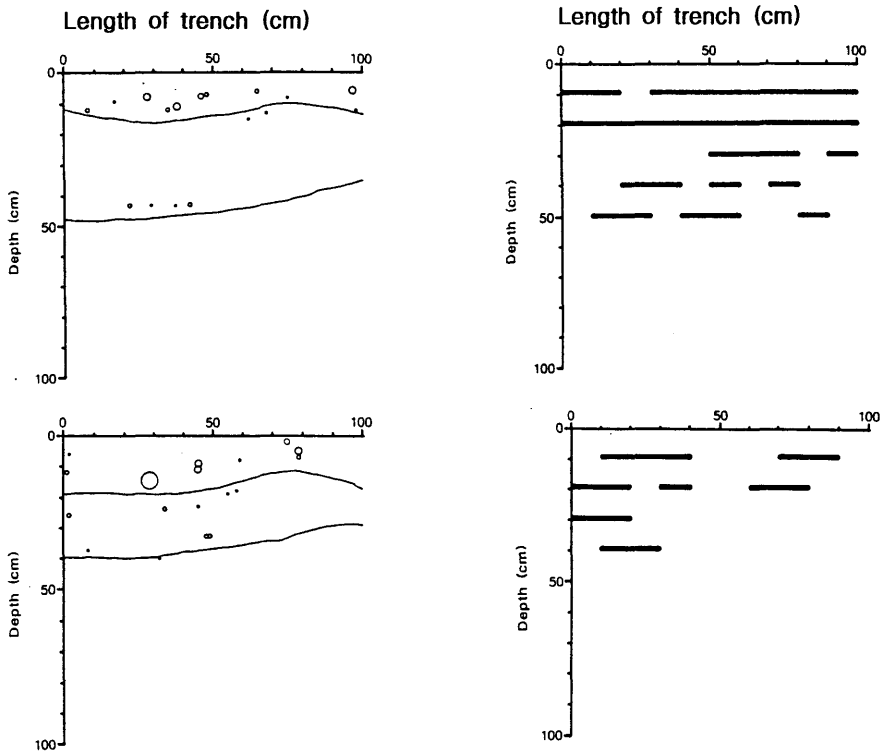


Fig. 7. Root form and distribution of No. 3 sample tree.



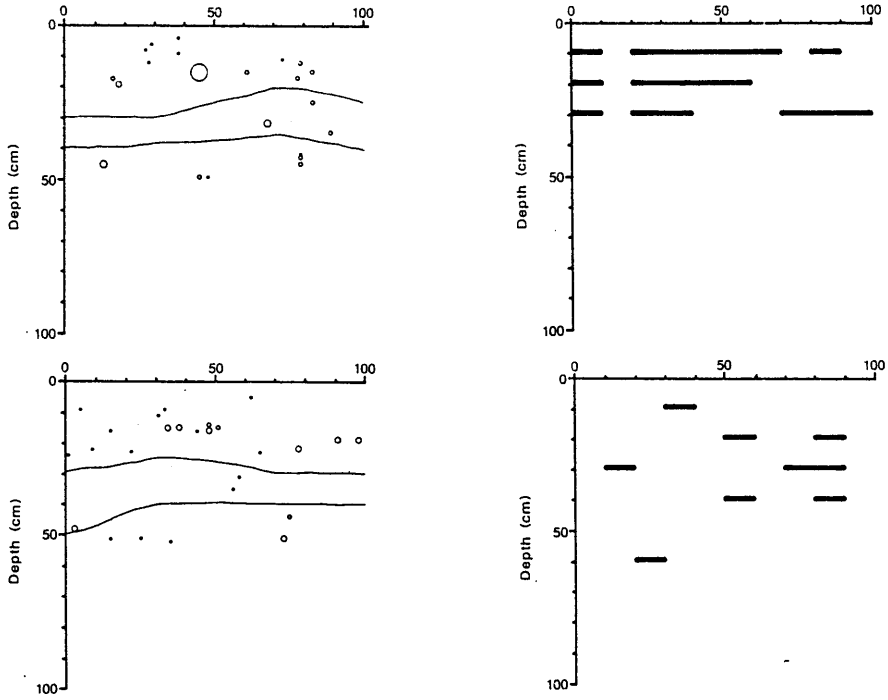
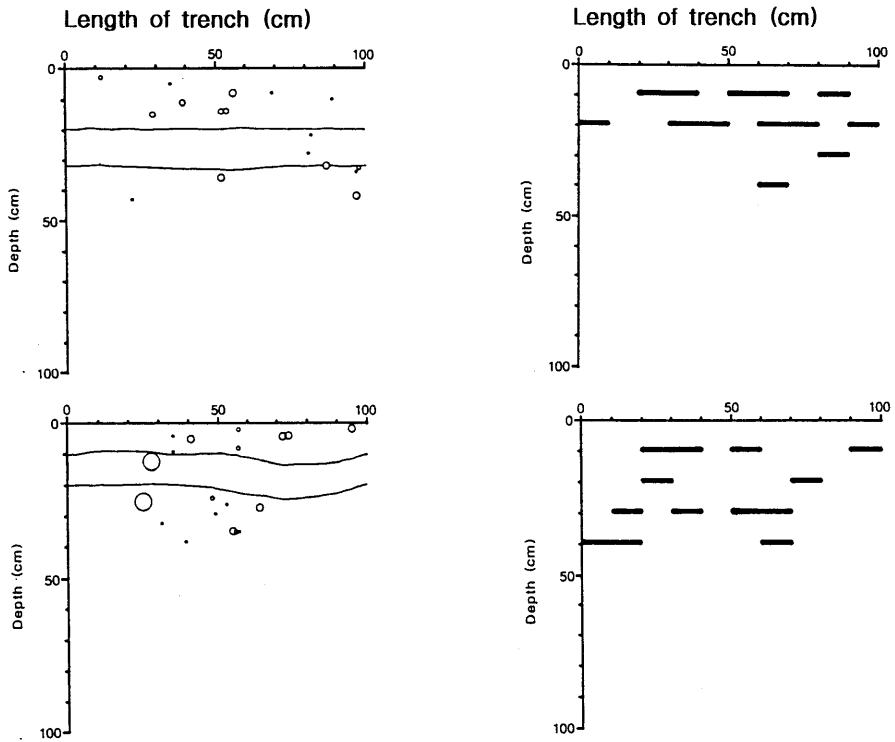


Fig. 8. Big root and fine root distribution of No. 3 sample tree (middle point).



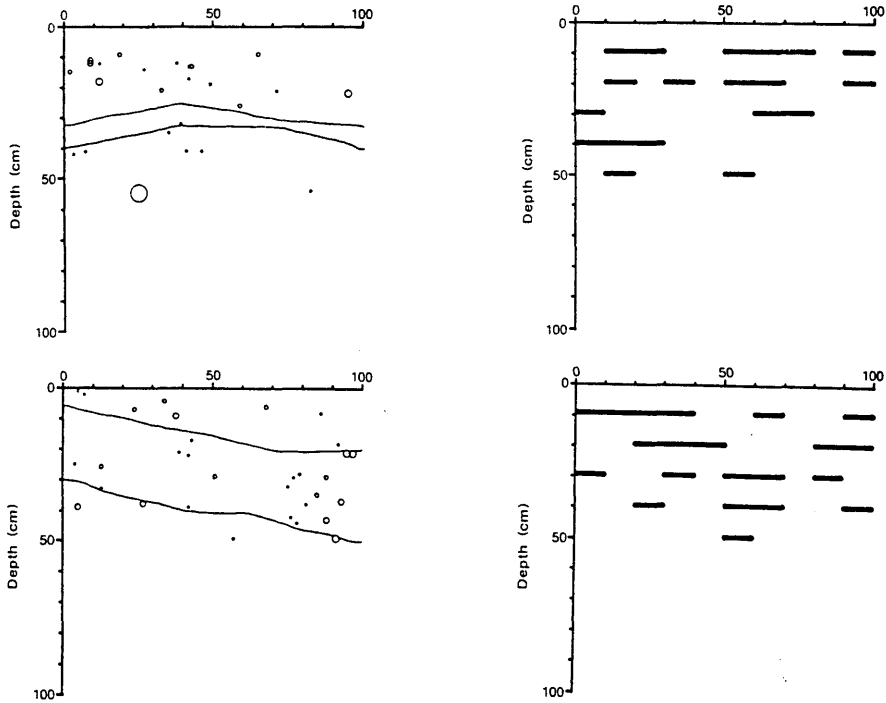


Fig. 9. Big root and fine root distribution of No. 3 sample tree (D.B.H.×3.5 point).

4) 調査木 4

調査木 4가 위치하는 斜面의 傾斜는 16° 이며, 斜面方位은 北向이다. 土壤의 指標硬度는 21mm였으며, 土深은 25~50cm를 전후에서 C層이 나타나 비교적 얇았다.

그림 10은 調査木 4의 水平投影圖와 垂直斷面圖이며, 그림 11과 12는 중간지점 및 胸高直徑×3.5 지점의 根系의 分포상태이다.

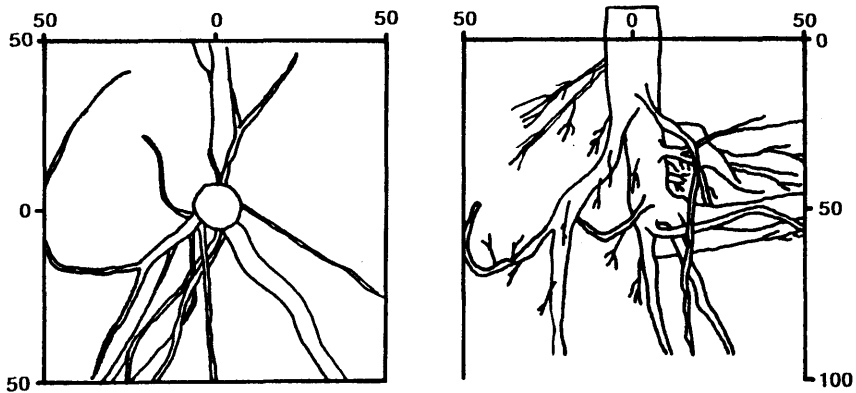


Fig. 10. Root form and distribution of No. 4 sample tree.

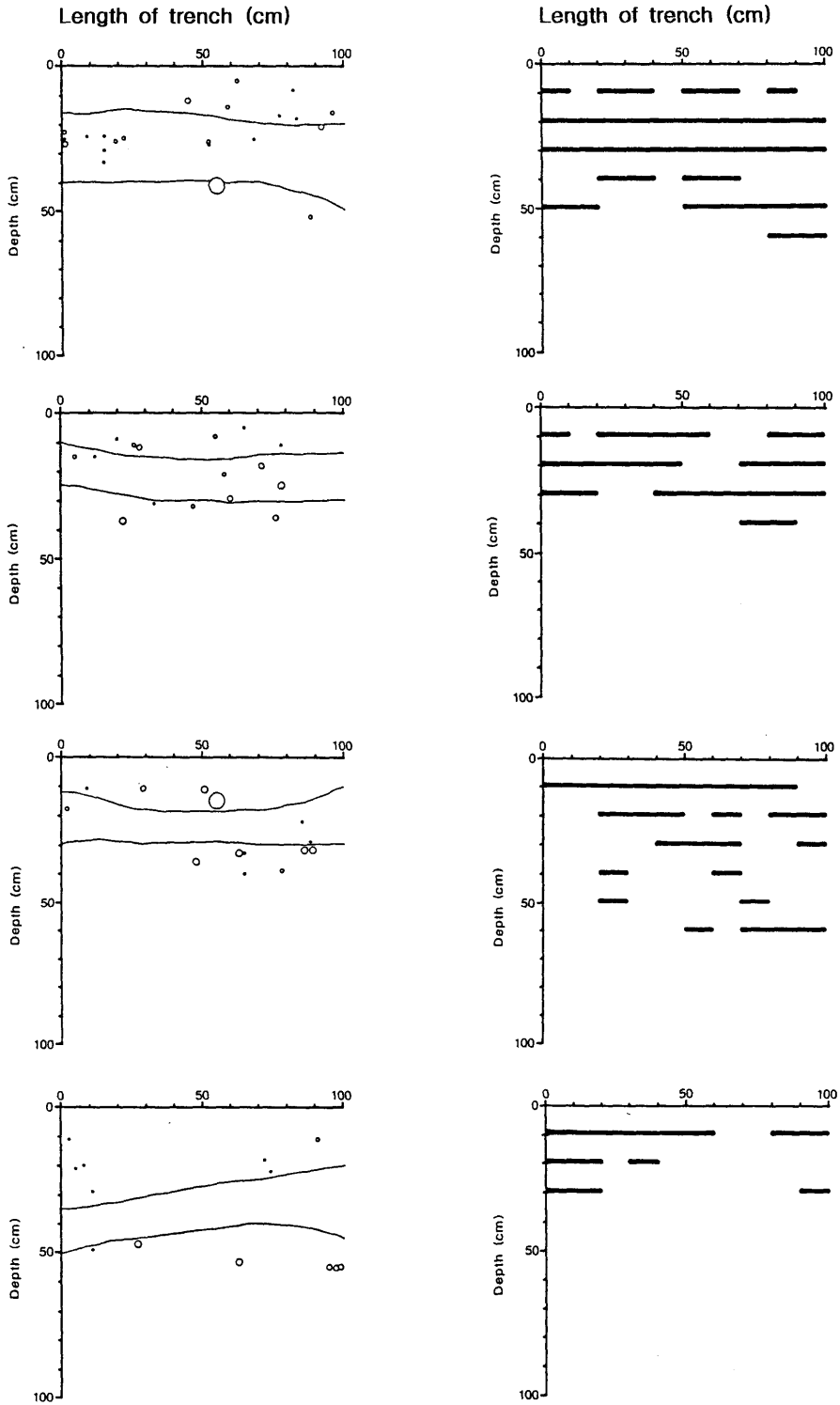


Fig. 11. Big root and fine root distribution of No. 4 sample tree (middle point).

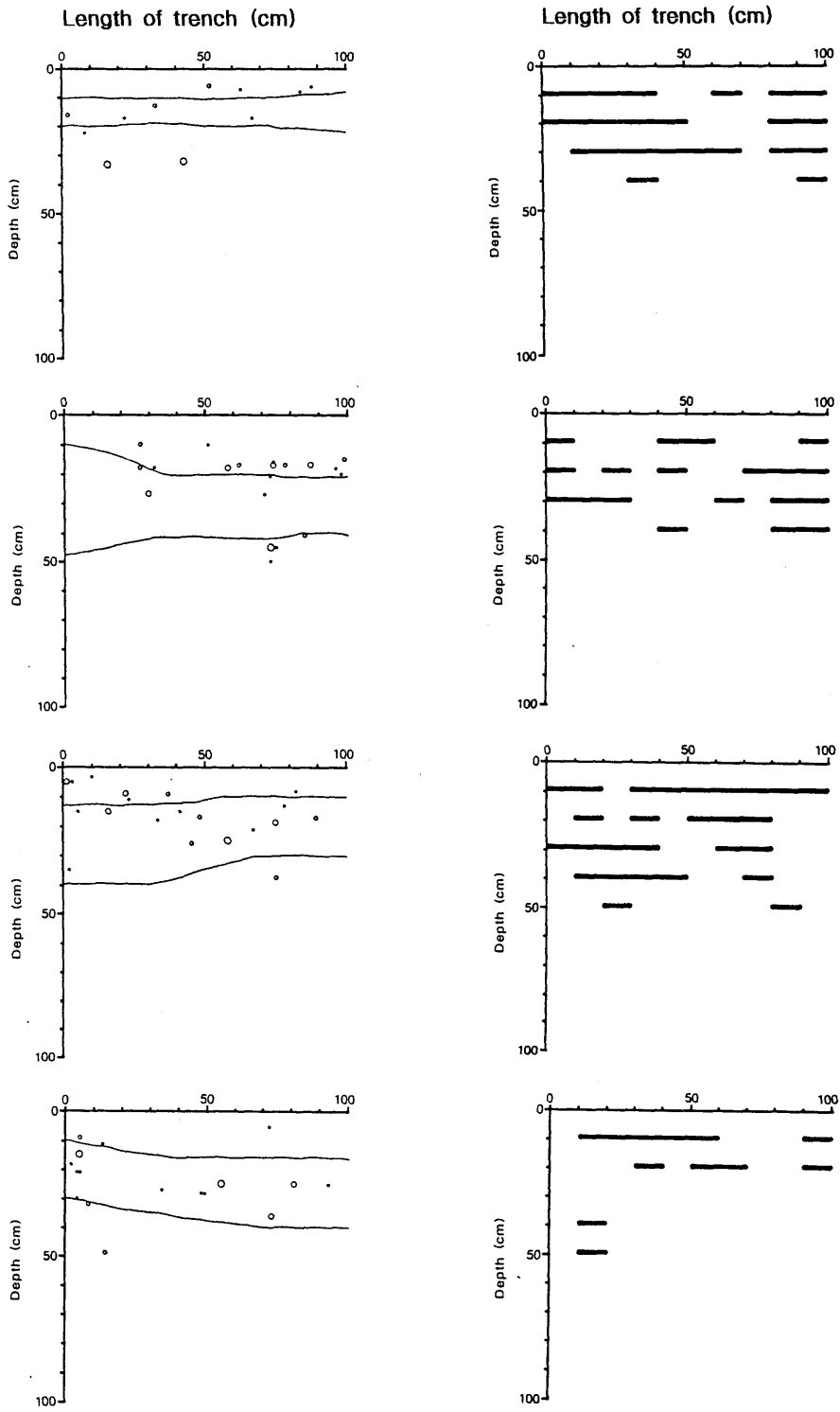


Fig. 12. Big root and fine root distribution of No. 4 sample tree (D.B.H.×3.5 point).

5) 調査木 5

調査木 5가 위치하는 斜面の 傾斜는 16° 이며, 斜面方位은 北西向이다. 土壤의 指標硬度는 16mm이고, 土深은 50cm 이상에서 C層이 나타났다.

그림 13은 調査木 5의 水平投影圖와 垂直斷面圖이며, 그림 14와 15는 중간지점 및 胸高直徑×3.5 지점의 根系의 分포상태이다.

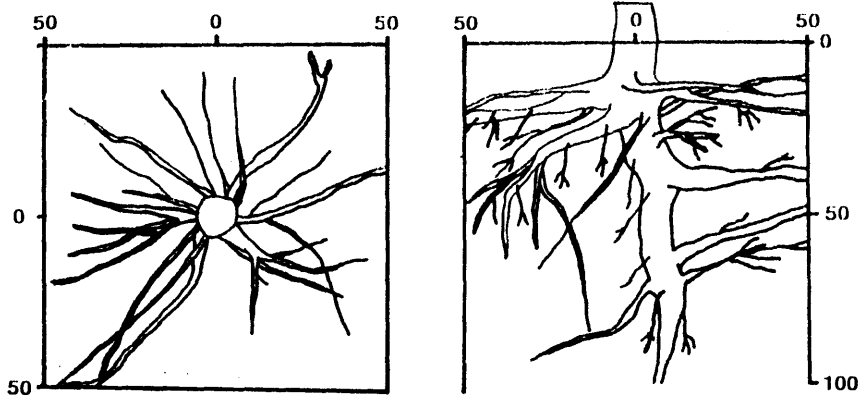
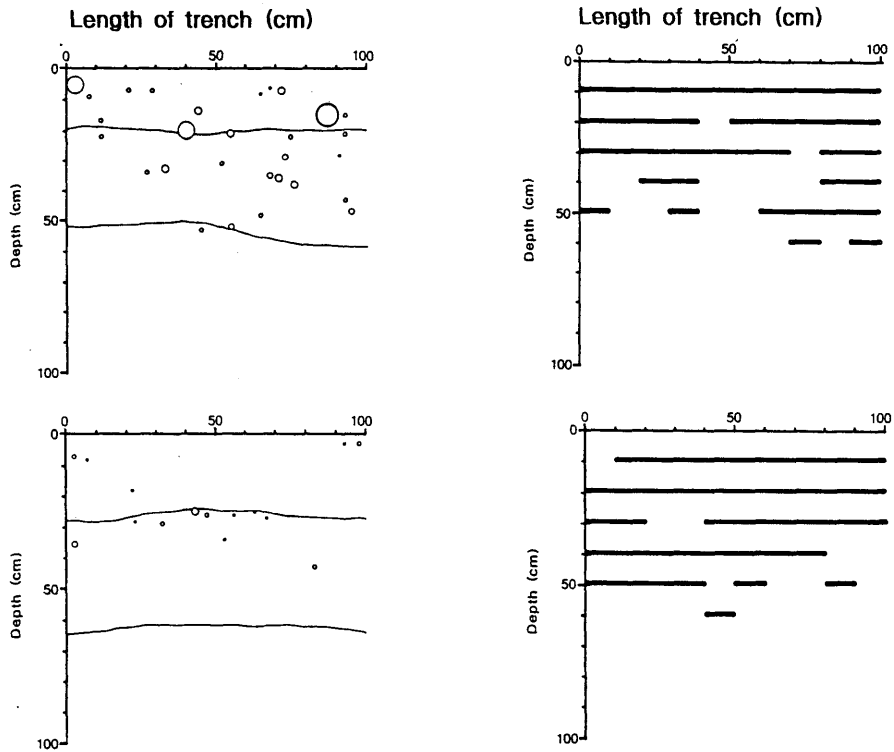


Fig. 13. Root form and distribution of No. 5 sample tree.



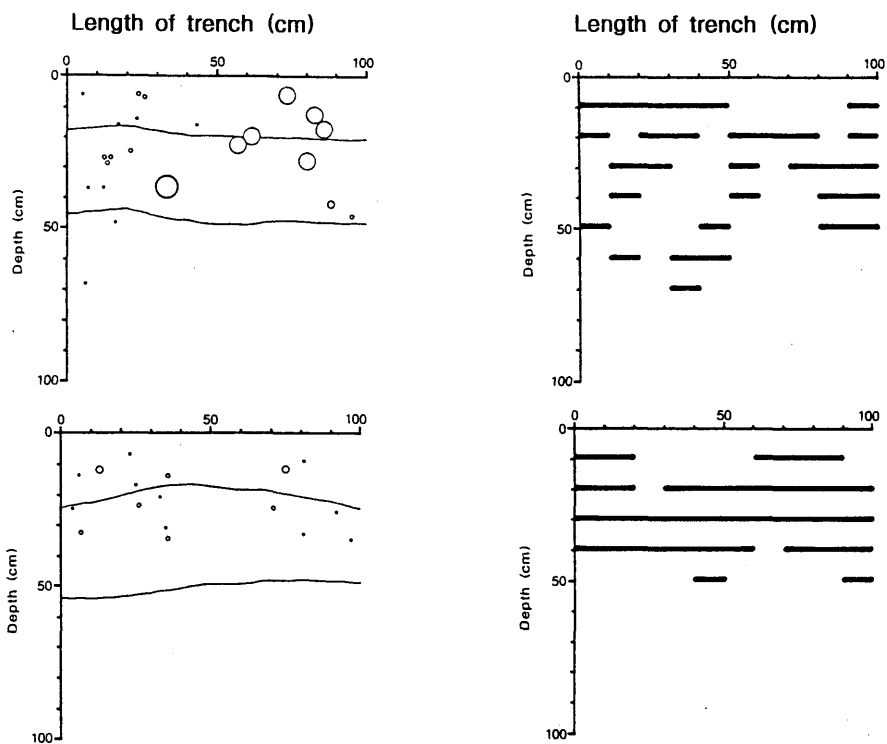
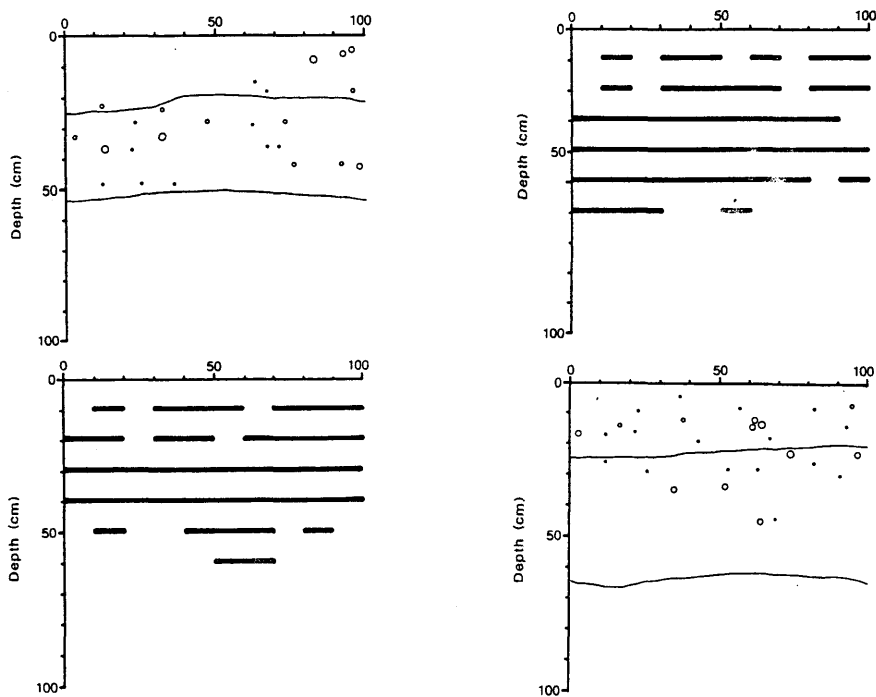


Fig. 14. Big root and fine root distribution of No. 5 sample tree (middle point).



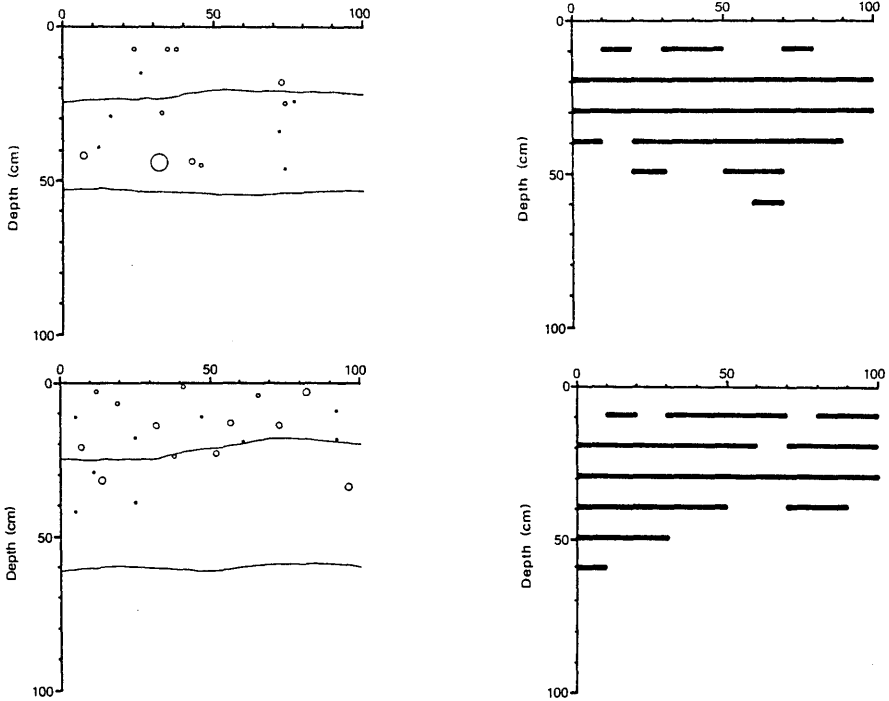


Fig. 15. Big root and fine root distribution of No. 5 sample tree (D.B.H.×3.5 point).

2. 뿌리의 分布의 특징

1) 크기별 分布

전체적으로 調査對象地의 土深은 50cm를 전후로 분포하고 있었으며, 이로 인해 뿌리의 形態와 分布가 상당한 영향을 받았을 것으로 사료된다. 따라서 調査對象地의 소나무 뿌리가 直根으로 발달하지 못하고 斜面의 下方으로 굽은 형태로 발달하였다.

뿌리의 크기별 分布에 있어서는 細根은 대부분이 点在(+)하고 있었으며, 太根의 크기는 그림 16에서와 같이 小徑根인 0.2~0.4cm가 전체의 70% 이상이었다. 大徑根인 5.1cm 이상은 거의 분포하지 않았고, 굽기에 있어서도 대부분이 잘 발달하지 못한 것이 특징이었다.

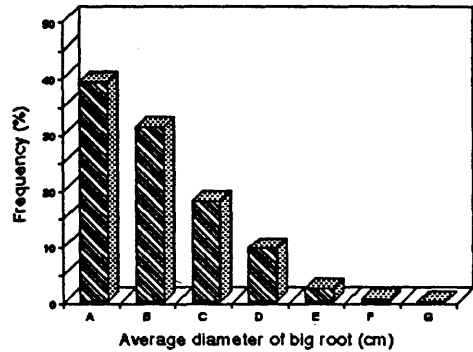


Fig. 16. The relation between average diameter of big root and frequency. A:>0.2, B:0.3~0.4, C:0.5~1.0, D:1.1~2.0, E:2.1~5.0, F:5.1~10.0, G:10.0<

2) 깊이별 分布

뿌리의 분포는 太根의 경우에도 주로 0.9cm 이 하였으며, 2.0cm를 넘는 경우는 극히 드물었다. 또한 깊이별 分布는 地表에서부터 10~30cm 부근에서 가장 많이 나타났으며, 그 이상에서는 점차 감소하는 경향을 나타냈으나, 地表 直下部보다는 20cm지점에서 최대치를 나타냈다(그림 17).

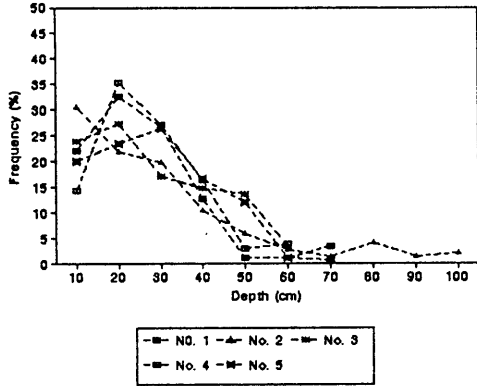


Fig. 17. The relation between depth of big root and frequency.

細根의 분포도 太根의 경우와 마찬가지로 전체적으로는 10~30cm의 上層部에 60~70%가 집중되어 있었으며, 深層部에서는 細根이 발달하지 못하였다. 그러나 細根의 경우는 太根의 경우와는 다르게 供試木 No. 5를 제외하고 깊이에 반비례하였다(그림 18).

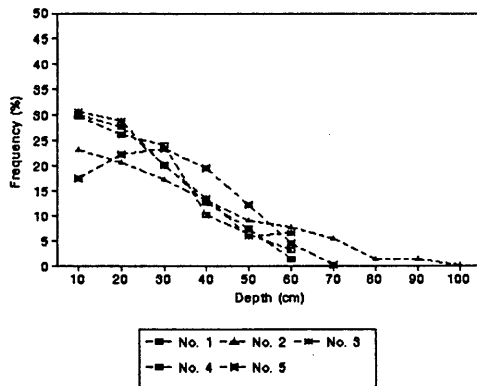


Fig. 18. The relation between depth of fine root and frequency.

IV. 結 論

소나무林的 土地保全機能을 규명하기 위하여 소나무 뿌리의 形態와 分布를 조사하였다. 일반적으로 傾斜地의 소나무는 다수의 垂下根과 斜面的 上方을 향한 水平根이 발달하는 것으로 보고되어 있다. 그러나 조사결과, 土壤에 따라 다소는 차이는 있으나 뿌리가 C층까지는 침투하지 못하여 垂下根은 深層部까지는 발달하지 못하였고, 오히려 水平根이 발달되어 있는 것이 특징이었다. 뿌리의 깊이별 分布에 있어서 細根은 대부분이 土層部의 上層에 分布하고 있었으며, 太根의 頻度는 B층까지는 비교적 잘 발달하였으나 C층까지는 뿌리가 발달하지 못하는 특징을 나타냈다.

강원도 소나무林은 지역의 특성상 영동지방과 영서지방이 서로 다른 형태와 생장을 나타내고 있으며, 根系의 발달상태 역시 상이할 것으로 추측된다. 따라서 본 연구는 영서지방 소나무 根系의 形態 및 분포에 대하여 규명하였지만, 앞으로 영동지방 소나무의 특성을 파악하여 두 지역간의 根系의 특성을 비교·분석하고, 土壤의 깊이, 종류 등과의 관계에 대해서도 파악함으로써 소나무의 根系발달의 특성은 물론 根系가 地表安定에 미치는 영향에 대해서도 연구가 확대되어야 할 것으로 사료된다.

參考文獻

1. Coutts, M. P.. 1987. Developmental processes in the tree root system. Can. J. For. Res. Vol.17: 761-767.
2. 春山元壽, 下川悅郎, 有村桓夫, 黒木晴輝. 1975. シラス斜面における樹木の根の形態と分布. 鹿兒島大學農學部演習林報告 3: 1-24.
3. 今吉直俊, 武田博清, 岩坪五郎. 1991. ヒノキ林における細根量の季節變動. 京都大學農學部演習林報告 63: 37-43.
4. 兼次忠藏. 1934. 低濕地に成立せる南部赤松の根系(2). 日本林學會誌 16(12): 967- 974.
5. 刈住 昇. 1957. 樹木の根の形態と分布. 日本林業試驗場研究報告 94: 1-234.

6. Karizumi, N. 1974. The Mechanism and Function of Tree Root in the Process of Forest Production. -Method of Investigation and Estimation of the Root Biomass-. Bull. Gov. For. Exp. Sta. No. 259: 1-99.
7. Karizumi, N. 1974. The Mechanism and Function of Tree Root in the Process of Forest Production II . -Root biomass and distribution in stands-. Bull. Gov. For. Exp. Sta. No. 267: 1-88.
8. Karizumi, N. 1976. The Mechanism and Function of Tree Root in the Process of Forest Production III. -Root density and absorptive structure-. Bull. Gov. For. Exp. Sta. No. 285: 43-149.
9. 糟谷信彦, 武田博清, 岩坪五郎. 1992. ヒノキ人工林における細根量の季節變化. 第103回 日本林學會論文集: 275-276.
10. 川名 明, 吉本廉次郎, 杉浦孝藏. 1960. 九十九里海岸における低地過濕林の現況(第12報) -地下水水位を異にしたアカマツ壯齡林の根系-. 第70回 日本林學會講演集: 123-125.
11. 北村嘉一, 難波宣士. 1975. 崩壊地における林木の根系分布. 第85回 日本林學會講演集:284-285.
12. 増田拓朗, 小林達明, 吉川 賢, 森本幸裕, 小橋澄治. 1988. 毛鳥素沙地における早柳 (*Salix matsudana*)の根系分布. 緑化研究 10: 42-55.
13. McClaugherty, C. A., Aber J. D. and Mellillo, J. M.. 1982. The role of fine roots in the organic matter and nitrogen budgets of two forested ecosystems. Ecology 63: 1481-1490.
14. 宮崎 神. 1935. 森林樹木の根に関する研究(第1報). 日本林學會誌17(8): 620-636.
15. 中島道郎. 1937. 千葉縣演習林におけるスギ・ヒノキの根系について. 東京大演習林報告 23: 1-40.
16. 難波宣士, 北村嘉一. 1974. 樹木の根系分布と山地崩壊. 林野廳研究報告: 127pp.
17. 齊藤新一郎, 清水 一. 1986. オオカメノキの根系と栄養繁殖. 北方林業 38(7): 188-190.
18. 酒井正治, 井上輝一郎. 1986. ヒノキ林の傾斜位置と細根量. 97回 日本林學會論文集: 221-223.
19. 紫田信男. 1935. 杉の根系について -第一報 人工植栽林における杉の根系-. 日本林學會誌17(8): 591-619
20. 綿引 靖, 中尾博美. 1989. 樹木根系の地際の根張りとその地中の形状について(II) -地中空間における根系伸張-. 100回 日本林學會論文集:655-656.