

## 두 가지 土壤 試料 採取器를 이용한 洪川 所在 소나무林的 根系動態 分析<sup>1\*</sup>

許泰鐵<sup>2</sup> · 朴 賢<sup>3</sup>

## Root Dynamics of a Pine Stand at Hongcheon Determined by Two Kinds of Soil Samplers<sup>1\*</sup>

Tae-Chul Huh<sup>2</sup> and Hyun Park<sup>3</sup>

### 요 약

본 연구는 강원도 홍천군 소재 송이 발생림의 근계동태를 파악하며, 일반적으로 사용되는 Oakfield soil corer의 단점을 보완하고자 간이 제작한 뿌리 조사용 soil sampler의 효용성을 평가하고자 수행하였다. 임의로 정한 8개의 조사구에서 1995년 12월과 1996년 3월, 5월, 8월 및 12월에 토양에 섞인 뿌리시료를 채취하였으며, 두 가지 토양시료 채취기에 의한 정량결과는 5% 유의수준에서 통계적인 차이가 없는 것으로 나타나 시간 및 경제적인 면에서 효율적인 개량 시료채취기의 사용이 바람직한 것으로 평가되었다. 각 기간별 연구대상지 토양 100g중 뿌리 총량은 1995년 12월 469mg, 1996년 3월 352mg, 5월 473mg, 8월 461mg, 12월은 522mg으로 나타나 봄에 가장 적었다가 점차 증가하여 초겨울에 최대량에 달하는 것으로 파악되었으나 계절간의 차이는 통계적인 유의차가 뚜렷하지 않았다. 반면, 살아있는 뿌리와 죽은 뿌리의 비율은 계절별 차이를 뚜렷이 나타내었는데, 전체 뿌리중 살아있는 뿌리의 비율은 5월~12월 초순까지는 90% 내외를 차지하다가 12월 중·하순~3월까지는 65% 내외로 줄어드는 모습을 보였다. 조사지 내에서 상층수관의 70%를 점유하는 소나무는 전체 뿌리량의 약 46% 내외를 유지하고 있었으며 다른 뿌리의 세균에 비하여 소나무 세균이 차지하는 비율이 높았다. 한편, 전체 뿌리량의 동태와 살아있는 뿌리의 동태는 같은 패턴을 보이지 않았다. 따라서, 실질적인 식물 생육에 영향하며 균근의 형성 및 활동에 영향하는 세균을 비롯한 살아있는 식물뿌리의 동태를 파악하기 위해서는 전체 뿌리량의 동태파악을 통하여 추정하지 않고 세균 등 각 종류별 뿌리를 선별하여 정량하여야 함을 확인하였다.

### ABSTRACT

Root dynamics of a pine stand at Hongcheon, Korea was assayed with two kinds of soil samplers which had been tentatively manufactured to renovate the routine soil sampler, Oakfield soil sampler. Root-mixed soil samples were collected on December of 1995, March, May, August and December of 1996 within each randomly selected 8 plots. The amount of roots collected by the two kinds of soil samplers were not significantly different at the 5% level, which indicated that the renovated sampler was more desirable to be used since the sampler showed efficiencies in time for collection and quantification than the routine sampler. The quantities of total root in 100g soils were 469mg on December of 1995, and 352mg, 473mg, 461mg, 522mg on the following March, May, August and December, respectively. That is, total amount of roots showed the smallest in Spring and reached maximum in

<sup>1</sup> 接受 1997年 1月 25日 Received on January 25, 1997.

<sup>2</sup> 경북대학교 임학과 Department of Forestry, Kyungpook University, Taegu, Korea, 702-701.

<sup>3</sup> 임업연구원 산림미생물과 Div. of Forest Microbiology, Forestry Research Institute, Cheongryangri-dong, Seoul, Korea 130-010.

\* 본 연구는 농림부지원 현장애로연구과제의 일부로 수행되었습니다.

early Winter, although the differences were not significant among each season. By the way, the alive roots and dead roots showed significant differences among season, the alive roots took about 90% from May to early December while they decreased down to some 65% from late December to March. The roots of *Pinus densiflora* S. et Z. took about 46% of total roots although the species comprised 70% of crown layer, and the ratio of fine-roots of the species were higher than that of other species. By the way, the dynamics of total roots and that of alive roots were quite different. Thus, the study for root dynamics such as fine roots which take a major role for mycorrhizae formation or nutrient uptake should not be inferred from the data of total root dynamics but be investigated in detail by dividing them into each class.

*Key words* : *Pinus densiflora* S. et Z., *Oakfield soil sampler*, *renovated soil sampler*, *fine-root activity*, *sampling and classification*

## 서 론

산림생태계를 이루고 있는 토양 생태계에서 뿌리는 식물체를 지지하고, 식물에게 필요한 영양분을 흡수하며 통도의 역할을 하는 매우 중요한 요소이다(Waisel 등, 1991; 이경준, 1993). 따라서 뿌리의 동태를 연구하는 것은 식물생장에 대한 정보(양분 섭취, 전달, 호흡 등)를 파악할 수 있는 중요한 방법의 하나이다(Fogel, 1983). 하지만, 다년생 식물인 수목의 근계(根系)에 대하여 연구하는 것은 토양으로부터 뿌리를 분리하기 어렵고 너무 많은 시간과 노력이 소요되어 연구를 기피하는 형편이다(Lee와 Lawrence, 1978). 특히, 뿌리의 흡수력이나 수목의 전반적인 생육에 가장 큰 영향을 미치는 세근(細根)은 계절적인 변화가 크며 유기물 순환(turnover)의 중요한 위치를 차지하고 있으므로 동태파악을 위한 연구 필요성이 높지만 정확한 정량분석이 어려워 관련 연구가 미진하다.

일반적으로 수목의 뿌리생장은 줄기생장보다 먼저 시작하여 더 늦게까지 지속된다. 특히 줄기가 고정생장(determinate shoot growth)하는 소나무는 줄기생장이 이른 여름에 정지하는 반면, 뿌리생장은 가을까지 계속하여 줄기보다 훨씬 장기간 지속된다(Pessin, 1939; Böhm, 1979; 이경준, 1993). 따라서, 근계연구는 구체적이며 장기적인 계절적 동태파악이 요구되며, 소나무의 뿌리생장 특성을 감안할 때 뿌리의 생장휴면기, 생장초기, 생장왕성기 등으로 구분한 조사가 요구된다.

수목의 뿌리 연구를 위한 일반적인 방법으로

는 굴취법(excavation method), 단층법(monolith method), 오거법(auger method), 용기법(container method) 등이 있다(Tharp와 Muller, 1940; Kolesnikov, 1971). 이러한 뿌리 조사법은 조사목적이나 조사자의 상황, 조사자의 선호도에 따라 달라질 수 있다. 이 중 비용이 적게 들고 채취 및 분석이 간단하여 산림생태학 연구분야에서 가장 용이하게 사용되며, 뿌리의 동태변화를 파악하기에 가장 적합한 방법은 현재 널리 사용되고 있는 Oakfield soil corer를 이용한 오거법으로 인식되고 있다(Pessin, 1939; Brower와 Jerrold, 1977; Böhm, 1979). 하지만, 오거법은 원칙적으로 근계동태 연구를 위하여 고안된 기법이라기 보다는 경작지 토양의 화학적 특성 조사를 위하여 개발된 기법이다. 따라서, 이 방법을 산림내 수목의 근계동태 연구에 활용할 경우, 채취방법 및 시간, 뿌리 분류의 효율성, 연구대상지의 답압피해 등 여러 가지 문제점을 지니고 있어서 이러한 단점을 보완할 수 있는 조사기법이 요구되고 있다.

실질적으로 수목의 근계는 표층토양에 집중되어 있으며 너무 작은 직경의 채취장비는 뿌리의 분류에 어려움을 준다(McClagherty 등, 1982). 또한, 산악지 토양은 경작지 토양에 비하여 석력함량이 많으므로 직경이 작은 오거(auger)를 사용할 경우 토양시료의 채취도 어려운 경우가 대부분임을 감안할 때 직경이 크면서 표층토양에 포함된 뿌리시료를 채취하는 채취기가 근계연구에 바람직하다고 생각된다.

본 연구는 소나무의 계절별 뿌리 정량을 통하여 소나무림의 근계동태를 파악하고, 특히 소나무림의 생장과 근균형성의 중심역할을 담당하는

소나무 세근의 변화를 파악하고자 수행하였다. 아울러, 일반적으로 사용되는 Oakfield soil corer를 이용한 뿌리정량법의 효율증진을 위하여 간이 제작한 뿌리 조사용 soil sampler의 효용성을 평가, 근계동태 조사를 위한 시간 및 경제적 장벽을 낮추고자 시도하였다.

**재료 및 방법**

**1. 조사지 개황**

연구 대상지는 강원도 홍천군 동면 노천리에 소재한 국유림으로서 이 지역은 위도상 온대중부에 속한다. 조사구는 조립질 화강암을 모재로 발달한 양질사토 위에 형성된 약 65년생의 소나무림으로서 표고는 약 450m이었다. 산정부에 위치한 남서사면으로 험준지(경사도 약 30°)이었기에 잔적토의 퇴적양식을 나타내었고, 암석의 노출도는 거의 없이 토양배수는 비교적 양호한 것으로 평가되었다. 임형은 소나무에 굴참나무가 일부 섞여 있는 형태로서 상층수관의 70%는 소나무가, 나머지 30%는 굴참나무가 점유하고 하층식생으로는 철쭉이 우점종이며 쪽동백, 생강나무 등이 산재하고 있었다.

본 대상지는 강원도 홍천지역의 전형적인 송이 발생림으로서 표면침식이 약하게 진행된 약건갈색산림토양이며 토심과 유효토심은 각각 25cm와 15cm에 달하고 B층 아래 30cm 이상 풍화모재층이 계속되고 있었다. 표층토양은 세립상의 구조를 나타내지만 심층부는 무구조를 나타내고 있었으며, 토양구조의 발달정도는 대체로 약하였다. Table 1에 나타낸 것처럼 1cm 이내의 얇은 유기물층 아래 약산성의 양질사토가 10cm 이내의 A층을 이루고 있으며 그 아래로 건조한 사질토양이 펼쳐져 있다. 건조한 토양내에는 매우 많은 식물뿌리가 분포하지만 균근을 형성한 뿌리는 상대적으로 적게 나타났다.

**2. 뿌리시료 채취 및 정량**

시료채취를 위하여 조사 대상지에 북서30° 방향으로 기준선을 잡고 5m×5m의 plot을 사면방향으로 8개 설치한 후, 직경 19mm의 Oakfield soil sampler와 본 연구를 위해 제작한 직경 52mm의 soil sampler를 사용하여 각 plot에서 뿌리를 포함한 토양 표본을 채취하였다. 개선된 토양채취기는 기존의 Oakfield soil sampler와 길이가 같지만 bucket auger style로 제작된 것으로서 무게는 Oakfield soil sampler와 비슷하며, 직경이 상대적으로 크므로 시료를 채취하거나 채취한 토양시료를 시료봉부에 옮기는데 훨씬 편리하고 신속하게 행할 수 있는 장점을 지니고 있다. 단, bucket에 해당하는 부분의 길이가 15cm이므로 그 보다 깊은 토양시료의 채취를 위해서는 2회 이상 반복적인 시료채취작업을 요구한다. 일반적으로 뿌리와 균근의 활동이 왕성한 부분은 표층토양이며, 단면조사결과 유효토심이 15cm로 나타났으므로 채취깊이는 표면부터 15cm까지로 한정하여 채취하였다. Oakfield soil sampler는 plot의 대각선 방향으로 5회 반복 채취, 혼합하여 대상 plot의 시료로 사용하였으며, 개선된 sampler는 단 한번 각 plot내 임의지역에서 채취하여 시료로 사용하였다.

소나무 뿌리 생장의 특성을 감안하여 뿌리 시료는 뿌리의 생장휴먼기라고 평가할 수 있는 1995년 12월 하순, 성장개시기로 생각된 1996년 3월, 성장초기인 5월, 성장왕성기인 8월 및 생장정지기인 12월 초순에 각각 8개의 조사구에서 채집하였다. 단, 두 가지 시료 채취기의 비교를 위한 시료채취는 1995년 12월, 1996년 3월과 5월의 3회에 걸쳐서 실시하였다.

**3. 시료내 뿌리의 분리, 정량**

채취한 시료는 2mm체, 0.5mm체, 0.01mm체를 겹쳐서 친 후 물로 세척하면서 물위에 떠오르

**Table 1.** Major soil physicochemical properties for each horizon of the study area.

| Horizon | Depth (cm) | Texture | pH   | OM (%) | TKN (%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm) | CEC (me/100g) | Exchangeable (me/100g) |      |      |      |
|---------|------------|---------|------|--------|---------|-------------------------------------|---------------|------------------------|------|------|------|
|         |            |         |      |        |         |                                     |               | K                      | Na   | Ca   | Mg   |
| O       | 1-0        | -       | -    | -      | -       | -                                   | -             | -                      | -    | -    | -    |
| A       | 0-8        | LS      | 5.27 | 5.94   | 0.15    | 8.6                                 | 14.1          | 0.26                   | 0.26 | 3.24 | 0.82 |
| B/C     | 8-26       | S       | 5.66 | 0.67   | 0.08    | 5.0                                 | 16.2          | 0.21                   | 0.24 | 1.03 | 0.40 |
| C       | 26+        | S       | 5.89 | 0.34   | 0.08    | 10.6                                | 9.4           | 0.18                   | 0.28 | 1.01 | 0.34 |

는 뿌리를 선별하였다. 체를 치는 방법만으로는 뿌리의 손실이 많고, 세균에 붙어 있는 유기물이나 토양 잔재로 인하여 정확한 정량이 어렵다. 특히, 일반적인 균근의 크기는 길이 0.5~3.0mm, 직경 0.15~0.6mm이므로 0.5mm체와 0.01mm체를 겹쳐 사용하면 모든 균근을 발견할 수 있고 균근 관찰에도 용이하다(Fogel, 1983; 이재두 등, 1995). 또한, 부양법만 사용할 경우 세균 구분시 유기물잔재가 동시에 떠 오르고 가라앉은 뿌리의 구분도 힘들지만 뿌리의 세정효과를 거둘 수 있어 정확한 정량을 할 수 있다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 두 방법을 동시에 실시하였다.

토양중 뿌리의 구분은 2mm, 0.5mm, 0.01mm 체로 친 후, 물에 띄우며 세정하는 방법으로 토양에서 뿌리를 선별하였고, 선별된 뿌리는 육안으로 산 것과 죽은 것을 분리하고, 산 것은 소나무 뿌리와 다른 수종의 뿌리를 구분하였다. 이들은 다시 1.0mm를 기준으로 중근(<1.0mm)과 세근( $\leq 1.0$ mm)로 나누었다. 세균 분류시 크기의 기준은 여러 연구자들에 의해 0.5mm, 1.0mm, 3.0mm 등 학자에 따라 다르나, 본 연구에서는 해부현미경 관찰시 균근형성이 가장 활발하였던 1.0mm 이하로 세균을 규정하였다. 세균은 해부현미경과 핀셋을 사용하여 토양잔여물과 유기물을 분리해 내어 정확한 정량을 시도하였다(McClagherty 등, 1982). 살아있는 뿌리와 죽은 뿌리의 구별은 시각적, 형태적인 기준에 의해 행하여졌다. 살아 있는 뿌리는 탄력성이 있고 반투명한 상태로 빛을 띠고 있으며 흰색 내지 연한 갈색이며, 죽은 뿌리는 쉽게 부서지며 거칠고 회색이거나 검은색이다(薊住, 1979; Waisel 등, 1991). 한편, 소나무 뿌리는 다른 수종의 뿌리보다 갈색을 많이 띠었고 표면이 다소 거칠었다. 또한 균근을 형성하는 소나무의 뿌리에는 뿌리털이 발달하지 않는다(薊住, 1979; 이재두 등, 1995).

분류된 뿌리는 60℃에서 12시간 건조한 후 정량하였다(Santantonio와 Grace, 1987).

### 1. 통계분석

두 채취법의 비교를 위하여 SAS를 이용한 paired t-test법을 사용하여 두 방법의 차이가 있는지 평가하였다. 계절별 각종 뿌리량의 차이를 판별하기 위하여 ANOVA를 실시한 후 5% 유의수준에서 통계적인 유의차가 인정될 경우에는

각 평균값의 차이를  $\alpha=0.05$ 의 범주에서 Duncan's multiple range test를 통해 비교하였다(SAS, 1985).

## 결과 및 고찰

### 1. 두 채취법의 비교

각각의 sampler를 사용하여 시료를 채취할 경우 소요시간과 분류시간을 측정하여 보면 기존의 Oakfield soil sampler를 사용할 경우 5m×5m의 시험지 내에서 채취시간은 평균 20분이 소요되었고 분리·분류시간은 평균 6시간이 소요되었다. 반면, 간이제작 sampler를 사용할 경우는 채취시간을 1/5로 단축시킬 수 있었으며 분류시간도 1/2로 단축시킬 수 있었다(Table 2). 이러한 결과는 Oakfield soil sampler를 사용할 경우, 세균 길이가 짧아 분류시간이 많이 걸리고 세균과 토양유기물의 구분이 상대적으로 힘들었기 때문이다. Oakfield soil sampler는 반복 횟수가 많으므로 정확성은 높으나 대규모의 조사지일 경우 시료 채취와 분류에 많은 시간을 필요로 한다. 이에 반해 간이제작한 sampler는 기존 sampler보다 직경이 크기 때문에 뿌리의 길이가 길어 뿌리 분류가 용이하고 장기적인 연구대상지의 경우 답압으로 인한 피해도 극소화 할 수 있을 것으로 평가된다.

한편, 두 가지 방법에 의한 정량결과는 뿌리 종류에 상관없이 통계적인 유의차가 없었다(Table 3). 즉, 제작된 채취기에 의한 채취방법이 기존의 채취기에 의한 정량에 비하여 5% 유의수준에서 허용되는 오차범위를 나타내므로 여러 가지 효율성을 감안할 때 Oakfield soil sampler에 의한 채취법 보다 직경이 큰 soil sampler를 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다. 특히, 본 연구에 활용된 직경 52mm의 sampler는 제작이나 이용이 간편하므로 널리 활용될 수 있기 바란다.

**Table 2.** Time consumption for sampling and classification of root samples using two kinds of soil samplers.

|                                     | renovated<br>52mm sampler | routine Oakfield<br>soil sampler |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Sampling<br>(min/25m <sup>2</sup> ) | 3~5                       | 15~25                            |
| Classification<br>(hour)            | 3~4                       | 5~7                              |

**Table 3.** The result of paired t-test for the two sampling methods.

| Variables          | Difference(g)* | Standard error | t-value | Prob> T |
|--------------------|----------------|----------------|---------|---------|
| Total roots        | 0.0735         | 0.0663         | 1.1085  | 0.2791  |
| Fine pine roots    | 0.0261         | 0.0257         | 1.0141  | 0.3211  |
| Medium pine roots  | -0.0064        | 0.0297         | -0.2145 | 0.8320  |
| Total pine roots   | 0.0197         | 0.0488         | 0.4037  | 0.6901  |
| Fine other roots   | -0.0223        | 0.0153         | -1.4610 | 0.1575  |
| Medium other roots | 0.0731         | 0.0409         | 1.7848  | 0.0875  |
| Total other roots  | 0.0508         | 0.0460         | 1.1048  | 0.2807  |
| Dead roots         | 0.0030         | 0.0242         | 0.1243  | 0.9022  |

\* The difference indicates the gap of each item measured from the root-mixed soil samples collected by the renovated sampler and Oakfield soil sampler.

**2. 소나무림내 근계동태**

조사기간별 연구대상지 토양 100g중 뿌리 총량은 1995년 12월 469mg, 1996년 3월 352mg, 5월 473mg, 8월 461mg, 12월은 522mg으로 나타나 토양중 5% 내외를 유지하고 있었으며, 봄에 가장 적었다가 점차 증가하여 초겨울에 최대량에 달하는 것으로 파악되었으나 계절간의 차이는 통계적인 유의차가 없었다(Table 4). 반면, 살아있는 뿌리의 양은 뿌리생장이 개시되는 시기인 3월에 가장 작았고 다른 계절간에는 유의차를 찾을 수 없었다. 반대로 죽은 뿌리의 양은 12월 하순에서 3월에 이르기까지 가장 많아 12월에 뿌리의 생장이 완전히 멈추고 뿌리의 많은 부분이 turnover 되기 시작하여 3월까지 전체 뿌리중 죽은 뿌리가 차지하는 비율이 급증하게 되는 것을 알 수 있었다. 즉, 죽은 뿌리의 양은 12월 하순에 유의차가 인정될 정도로 커지는 것을 보아 생장이 정지된 후에 turnover되는 뿌리가 급증하게 됨을 말하

며, 죽은 뿌리의 분해기작은 이듬해 5월 혹은 4월에 이르러야 안정권에 접어들게 됨을 알 수 있다.

한편, 소나무 세근의 양은 5월과 8월에 많아지는 모습을 나타냈지만 통계적인 유의차를 인정하기 곤란하고 중근의 양도 초겨울에 이르러서야 다른 계절에 비하여 많은 것으로 나타나 본 연구 대상지의 소나무 근계는 안정기에 들어선 소나무, 즉, 장년기 이후의 소나무로서 더 이상 큰 생장이 진행되지 않고 있는 소나무림으로 추론되었다. 반면, 다른 식물의 세근은 5월과 8월에 다른 계절에 비하여 많아지는 경향이 뚜렷하여 초본이나 활엽수의 근계는 역동적인 변화를 겪고 있음을 알 수 있었다. 이는 일반적인 천이과정에서 볼 수 있는 양수(陽樹)의 음수(陰樹)로의 전환 과정이 본 연구대상지에서 전개되고 있음을 확인할 수 있는 예의 하나이다.

절대량의 변화를 관찰하던 시각을 전환하여 전

**Table 4.** Seasonal changes in the amount of several kinds of roots at a pine stand in Hongcheon, Korea (mean ± standard error, unit : mg/100g soil).

| Season                           | Late Dec.              | March                 | May                    | August                 | Early Dec.             |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Total roots <sup>NS</sup>        | 469 ± 51               | 351 ± 34              | 473 ± 48               | 461 ± 47               | 522 ± 55               |
| Roots of <i>Pinus densiflora</i> |                        |                       |                        |                        |                        |
| fine <sup>NS</sup>               | 77 ± 13                | 51 ± 9                | 92 ± 18                | 94 ± 14                | 86 ± 13                |
| medium                           | 134 ± 17 <sup>b*</sup> | 91 ± 24 <sup>b</sup>  | 125 ± 22 <sup>b</sup>  | 123 ± 21 <sup>b</sup>  | 229 ± 53 <sup>a</sup>  |
| total                            | 211 ± 26 <sup>ab</sup> | 143 ± 27 <sup>b</sup> | 218 ± 32 <sup>ab</sup> | 217 ± 25 <sup>ab</sup> | 315 ± 53 <sup>a</sup>  |
| Roots of other plants            |                        |                       |                        |                        |                        |
| fine                             | 17 ± 3 <sup>b</sup>    | 33 ± 7 <sup>b</sup>   | 98 ± 20 <sup>a</sup>   | 97 ± 32 <sup>a</sup>   | 55 ± 10 <sup>ab</sup>  |
| medium <sup>NS</sup>             | 119 ± 32               | 45 ± 9                | 102 ± 20               | 114 ± 26               | 99 ± 24                |
| total                            | 136 ± 33 <sup>ab</sup> | 78 ± 12 <sup>b</sup>  | 200 ± 32 <sup>a</sup>  | 211 ± 44 <sup>a</sup>  | 154 ± 26 <sup>ab</sup> |
| Alive roots                      | 347 ± 40 <sup>a</sup>  | 221 ± 27 <sup>b</sup> | 418 ± 45 <sup>a</sup>  | 428 ± 45 <sup>a</sup>  | 469 ± 52 <sup>a</sup>  |
| Dead roots                       | 122 ± 17 <sup>a</sup>  | 130 ± 13 <sup>a</sup> | 55 ± 6 <sup>b</sup>    | 33 ± 5 <sup>b</sup>    | 53 ± 7 <sup>b</sup>    |

\* The same letters indicate that the values were not significantly different for each item at the 5% level.

☆ NS indicates that the item did not show significant differences among season at the 5% level.

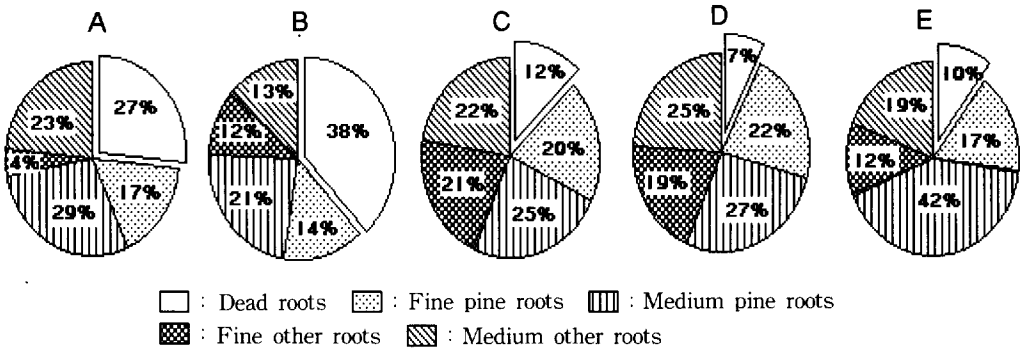


Fig. 1. Seasonal changes in the ratio of various roots at a pine stand in Hongcheon, Korea.  
 A : Early December, 1995 B : March, 1996 C : May, 1996 D : August, 1996  
 E : Late December, 1996

체 뿌리중 각종 뿌리가 차지하는 비율의 변화를 살펴보자. 분산분석결과는 절대량의 비교에서와 마찬가지로 총량은 차이가 없고 살아있는 뿌리나 죽은 뿌리의 양은 계절간 변화가 있음을 나타내었고, 소나무 근계의 변화는 통계적 유의차가 없으나 다른 식물 근계는 변화가 양성함을 확인할 수 있었다. 살아있는 뿌리는 생장이 개시하기 직전(3월)에 62.3%로 가장 작았다가 생육초기(5월)에는 87.5%, 생육왕성기(8월)에는 92.6%로 최고치를 나타내며, 생장이 정지되는 12월 초에는 89.7%로 줄어 12월 하순에는 73.4%까지 낮아졌다(그림 1). 즉, 죽은 뿌리가 차지하는 양은 초봄에 가장 많고 생장이 왕성한 여름에도 7.4%가 남아있는 모습을 나타내어 겨울동안 죽은 뿌리가 완전히 turnover되지 않으며 한 여름에도 일부 turnover 현상이 지속적으로 이루어지고 있음을 시사한다.

65년생 소나무림으로서 송이가 발생하고 있는 본 연구의 대상지는 상층수관의 70%를 점유하는 소나무가 전체 뿌리량의 약 46% 내외를 유지하고 있었으며, 다른 뿌리의 세균이 평균 13%를 차지한 것에 비하여 소나무 세균이 차지하는 비율은 연평균 18%로 나타나 상대적으로 소나무 세균의 비율이 높았다. 즉, 토양내의 경쟁관계는 수관부(樹冠部)의 경쟁관계와는 사뭇 다른 상태를 시사하며, 근계(根系)의 복잡성은 상층뿐만 아니라 중층 및 하층식생의 영향 또한 큼을 재인식시켜 주는 결과이었다. 한편, 소나무가 상층수관을 차지하는 것에 비하여는 적은 양의 뿌리를 차지하지만 우점종으로서 세균의 활동은 다른

식물보다 활발하다는 것은 특기할 만한 사항이다. 아울러, 전체 뿌리량과 살아있는 뿌리의 동태는 다른 패턴을 나타내어, 실질적인 식물 생육에 영향하며 균근의 형성 및 활동에 영향하는 세균을 비롯한 식물뿌리의 동태를 파악하기 위해서는 전체 뿌리량만을 통해 추정하지 않고, 조사하고자 하는 종류의 뿌리를 선별하여 그 동태를 파악하여야 함을 의미한다.

인 용 문 헌

1. 이경준. 1993. 수목생리학. 서울대학교 출판부. 504pp.
2. 이재두 외 7인. 1995. 식물형태학. 아카데미서적. 312pp.
3. 薊住昇. 1979. 樹木根系圖說. 東京, 誠文堂新光社. 1121pp.
4. Böhm, W. 1979. Methods of Studying Root Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York. 188pp.
5. Brower, J.E. and H.Z. Jerrold. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. W.M.C. Brown Company Publishers. 185pp.
6. Fogel, R. 1983. Root turnover and productivity of coniferous forests. Plant and Soil 71 : 75-85.
7. Kolesnikov, V.A. 1971. The root system of fruit plants. Moscow, USSR. MIR Publishers. 269pp.
8. Lee, D.K. and C.P. Lawrence. 1978. Sam-

- pling and estimation of hybrid poplar root systems. *Iowa State Journal of Research* 53 : 1-12.
9. McClaugherty, C.A., J.D. Aber. and J.M. Melillo. 1982. The role of fine roots in the organic matter and nitrogen budgets of two forested ecosystems. *Ecology* 63 : 1481-1490.
  10. Pessin, L.J. 1939. Root habits of longleaf pine and associated species. *Ecology* 20 : 47-57.
  11. Santantonio, D. and J.C. Grace. 1987. Estimating fine-root production and turnover from biomass and decomposition data : a compartment-flow model. *Can. J. For. Res.* 17 : 900-908.
  12. SAS Institute Inc. 1985. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Ver. 6 edit. Cary NC, USA. 378pp.
  13. Tharp, B.C. and C.H. Muller. 1940. A rapid method for excavating root systems of native plants. *Ecology* 21 : 347-350.
  14. Waisel, Y., A. Eshel and U. Kafkafi. 1991. *Plant Root, The Hidden Half*. Marcel Dekker, Inc. New York. 948pp.