

물오리나무와 사방오리나무에 있어서 導管要素 및 纖維의 寸數 變異

蘇 雄 永·韓 京 植
(全北大學校 自然科學大學 生物學科)

Dimensional Variation of Vessel Element and Fiber in *Alnus hirsuta* and *A. firma*

Soh, Woong Young and Kyeong Sik Han

(Department of Biology, Chonbuk National University, Jeonju)

ABSTRACT

Dimensional variation of secondary xylem elements, such as vessel element and fiber, was investigated in root, stem and branch of *Alnus hirsuta* and *A. firma*. It is clear that vessel diameter in the root is the widest, next in the stem, and the least in the branch. Length of vessel element among them becomes, however, larger in following sequence; stem, root, and branch, whereas fiber diameter and length are the widest in the root, the second in the stem, and the least in the branch. The size of secondary xylem element at any one level in tree increases from the center (pith) of the organs through a number of annual rings to the outer.

緒 論

二期木部に 關한 많은 解剖學的 研究가 이루어진 바 있으나 그 大部分은 줄기나 가지에 대한 것으로 뿌리의 二期木部に 關한 研究 特히 줄기와의 比較研究는 대단히 未洽한 形편이다. 사탕버즘나무에서는 뿌리의 導管要素의 直徑과 長이 枝에 比해 더 넓고 짧은 것으로 記載된 바 있고(Süß and Müller-Stoll, 1973) 裸子植物인 *Pinus radiata*의 假導管의 直徑과 長이 枝에 比해 뿌리에서 더 넓고 긴 것으로 밝혀졌다(Patel, 1971). 特히 本 研究材料와 類緣關係가 가까운 자작나무屬의 *Betula pendula*와 *B. pubescens*에 關한 研究에서 Bhat와 Kärkkäinen(1981b)은 뿌리의 導管要素의 直徑이 줄기나 가지에 比해 훨씬 더 넓은 반면 導管要素 및 纖維의 長이 枝에서 가장 길고 그 다음은 뿌리이며 가지에서 가장 짧은 것으로 報告한 바 있다(Bhat and Kärkkäinen, 1981a). 또한 Gibson(1973)에 의하면 선인장科의 植物에서는 줄기의 基部에 比해 뿌리나 上部 枝의 導管要素의 長이 더 긴 것으로 밝혀졌다. 한편 Patel(1965)은 環孔材인 물푸레나무에서는 뿌리에 比해 줄기의 導管要素의 直徑이 더 넓은 반면 散孔材인 *Populus canadensis*나 밤나무에서는 줄기에 比해 뿌리의 導管要素의 直徑이 더 넓은 것으로 밝힌 바 있다.

以上에서 본 것처럼 植物에 따라 器官別 二期木部の 導管要素의 比較結果는 반드시 一致되는 것만은 아니라는 事實을 알 수 있다.

維管束形成層의 原始細胞의 크기와 分裂方向은 二期木部の 構造에 반영되기 때문에 二期木部構造의 研究를 통하여 維管束形成層의 活動結果를 理解할 수 있다. 따라서 二期木部에 對한 解剖學的 研究는 二期木部の 構造를 밝히는 데 重要할 뿐 아니라 維管束形成層의 活動에 對한 研究의 面에서도 必要한 것이다. 一般的으로 維管束形成層의 紡錘形原始細胞의 길이는 二期生長이 계속됨에 따라 增加되므로(Esau, 1965) 二期木部の 通水要素의 길이도 年輪의 增加에 따라 增加되는 것으로 알려져 있다. 세콰이어屬 植物에서는 뿌리와 줄기에서 모두 中心內部的 假導管이 外側木部에 비해 더 짧은 것으로 밝혀진 바 있으며(Bailey and Faul, 1934) 또한 Cutler(1976)도 뿌리에서 二期生長이 進行됨에 따라 主軸系細胞의 길이가 漸進적으로 增加되는 것으로 報告한 바 있다. 이러한 傾向은 Fukazawa와 Ohtani(1982)에 의한 *Tilia japonica*의 研究結果에서도 記載된 바 있다. 그리고 자작나무屬植物의 境遇 줄기와 가지에서는 年輪의 增加에 따라 導管要素의 直徑이 漸進적으로 增加되는 반면 뿌리에서는 반대로 漸進적으로 減少되는 것으로 밝혀졌고(Bhat and Kärkkäinen, 1981b) 導管要素 및 纖維의 길이는 뿌리, 줄기 및 가지에서 모두 漸進적으로 增加되는 것으로 나타났다(Bhat and Kärkkäinen, 1981a). 그러나 Gibson(1973)은 선인장科 植物의 成熟한 줄기에서 二期生長의 進行에 따라 導管要素의 길이가 漸進적으로 減少되나 直徑은 變化하지 않는 것으로 밝혔다. 또한 Patel(1971)은 *Pinus radiata*의 줄기에서 二期生長의 進行에 따라 假導管의 길이가 增加되는 반면 뿌리에서는 반대로 減少되는 것으로 記述하였다.

이와 같이 植物體에서의 位置나 年輪에 따른 木部要素의 크기의 變異는 樹種에 따라 相反되는 樣相을 보이고 있다. 그러므로 本 研究에서는 同一한 樹木의 뿌리 줄기 및 가지에 있어서 木部要素의 構造의 變異를 究明하는 한편 二期生長이 進行되어 年輪이 增加됨에 따라 나타나는 木部要素의 構造의 變異의 傾向을 밝히고자 試圖되었다.

材料 및 方法

本 研究에 使用된 材料는 오리나무屬의 물오리나무 [*Alnus hirsuta* (Sprecht) Ruprecht]와 사방오리나무 (*Alnus firma* Siebold & Zuccarini)로서 生長狀態가 健全한 27年 및 30年된 個體를 同一한 場所에서 採集하였다. 器官別 標本은 同一한 나무에서 줄기의 境遇는 地上部로부터 약 1.5 m되는 部位를, 뿌리와 가지는 測定值의 變異差를 줄이기 위해 그 基點으로부터 약 20 cm되는 그리고 새 뿌리나 가지가 發生되지 않은 部分을 골라서 採取하였다. 이와 같이 採取된 材料를 활주식마이크로톰으로 15 μ m 두께의 橫斷切片을 만들고 監基性혹신으로 染色한 後 알코올 脫水過程을 거쳐 永久標本을 만들었다(Sass, 1971). 解離標本은 줄기와 뿌리의 境遇 一年次年輪으로부터 隔年으로 15年次年輪까지 그리고 가지에서 7年次年輪까지의 該當年輪部分 全體를 면도날로 연필깎듯이 얇게 깎아서 Jeffrey法으로 解離시켰다(Berlyn and Miksche, 1976). 즉, 10% 窒酸과 10% 크롬酸을 1:1의 比率로 섞어 만든 解離溶液과 함께 얇게 잘라낸 材料를 固定병에 넣고 마개를 막은 다음 이것을 恒溫器에 넣고 2~3時間 동안 60°C로 유지시켰다. 이와 같이 解離시킨 材料를 70% 알코올에 보관하면서 蘇와 田(1981)의 方法에 따라 永久標本을 만들었다.

以上과 같이 만들어진 標本을 檢鏡하였으며 導管要素의 直徑은 橫斷面에서 接線方向直徑을 年輪當 50個體씩 測定하였고 導管要素 및 纖維의 길이와 纖維의 直徑 등은 解離標本을 利用하여 각 年輪當 50個體씩 測定하였다. 器官別 木部要素의 크기의 比較는 7年次年輪까지의 測定值를 平均하여 이루어졌다.

한편 年輪幅의 變異가 매우 多樣하여 年輪別 導管要素의 單位面積當 分布數를 測定하기가 대단히 어려웠기 때문에 髓로부터 0.5 cm 간격으로 橫斷切片을 만들고, 切片當 30回씩 測定하여 髓로부터 外側木部쪽으로 거리의 增加에 따른 單位面積當 導管要素의 分布數를 導管要素의 直徑의 變化와 關聯지어 比較觀察하였다.

研究結果의 記載上 “髓”라는 用語는 뿌리에서는 中心部를 意味하는 것으로 使用되었다.

結 果

물오리나무와 사방오리나무에서 器官 및 年輪別 導管要素의 直徑을 測定한 結果는 Figs. 1-3 및 5-7에 나타난 바와 같다. 먼저 물오리나무의 器官別 導管要素의 直徑은 뿌리에서 平均 82.8 μm 이며 줄기에서 64.5 μm 그리고 가지에서 50.6 μm 이다. 사방오리나무에 있어서 器官別 導管要素의 直徑을 보면 뿌리에서 平均 111.1 μm 줄기에서 81.4 μm 그리고 가지에서 58.1 μm 이다. 따라서 두 種에서 모두 導管要素의 直徑은 뿌리에서 가장 넓고 그 다음은 줄기이며 가지에서 가장 좁은 것으로 나타났다.

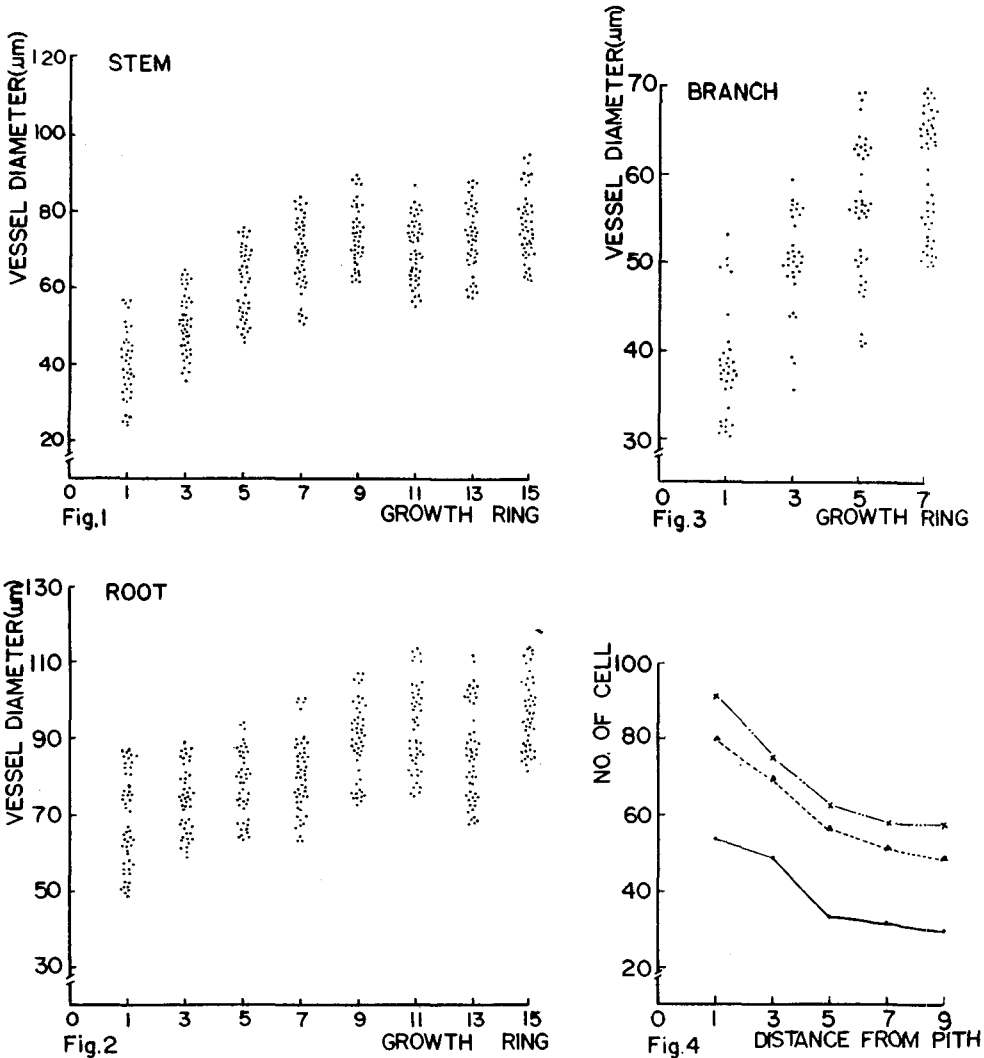
물오리나무와 사방오리나무의 導管要素의 길이를 測定한 結果는 表 1과 2에 表示된 바와 같다. 먼저 물오리나무의 器官別 導管要素의 길이를 보면 뿌리에서 平均 554.1 μm 줄기에서 660.3 μm 그리고 가지에서 487.5 μm 이다(Table 1). 사방오리나무의 器官別 導管要素의 길이를 보면 뿌리에서 平均 610.4 μm 줄기에서 649.0 μm 그리고 가지에서 549.6 μm 이다(Table 2). 따라서 두 種에 있어서 導管要素의 길이를 器官別로 比較해보면 줄기의 導管要素가 가장 길고 그 다음이 뿌리이며 가지에서 가장 짧은 것으로 밝혀졌다.

한편 器官 및 年輪別 纖維의 直徑을 測定한 結果는 表 3에 나타난 바와 같다. 물오리나무의 뿌리섬유는 31.2 μm 줄기섬유는 26.6 μm 그리고 가지섬유는 22.8 μm 이며 사방오리나무의 뿌리섬유는 24.2 μm 줄기섬유는 21.7 μm 그리고 가지 섬유는 20.8 μm 이다. 따라서 뿌리의 섬유가 가장 넓고 그 다음이 줄기섬유이며 가지섬유가 가장 좁다. 물오리나무의 器官 및 年輪別 纖維의 길이는 表 4에 나타난 바와 같다. 뿌리섬유의 길이는 平均 1,178.1 μm 줄기섬유는 1,110.0 μm 그리고 가지섬유는 945.2 μm 이다. 사방오리나무의 器官 및 年輪別 纖維의 길이는 表 5에 表示된 것처럼 뿌리섬유는 平均 1,226.2 μm 줄기섬유는 1,141.4 μm 그리고 가지섬유는 945.2 μm 이다. 따라서 섬유의 길이는 뿌리에서 가장 길고 그 다음이 줄기이며 그리고 가지에서 가장 짧다.

한편 年輪의 增加에 따른 導管要素의 直徑의 變化를 보면 물오리나무의 뿌리의 境遇 1年次年輪에 있어서 導管要素의 平均 直徑은 42.4 μm 였으나 生長이 進行됨에 따라 直徑이 漸進적으로 增加되어 15年次年輪에서는 93.1 μm 에 이른다(Fig. 2). 줄기와 가지에서도 마찬가지로 年輪이 增加함에 따라 導管要素의 直徑이 漸進적으로 增加되는 傾向을 보인다(Figs. 1, 3). 사방오리나무의 뿌리에서 年輪의 增加에 따른 導管要素의 直徑의 變化는 물오리나무의 境遇와 마찬가지로 年輪이 增加함에 따라 直徑이 顯著하게 增加되었고(Fig. 6), 이러한 傾向은 줄기와 가지에서도 마찬가지이다(Figs. 5, 7).

한편 물오리나무와 사방오리나무의 單位面積當 導管要素의 分布數는 가지에서 가장 많았고 그 다음은 줄기이며 뿌리에서 가장 적게 나타났다(Figs. 4, 8). 각 器官의 生長이 進行됨에 따라 單位面積當 導管要素의 分布數는 顯著하게 減少되어 直徑의 變化와는 對照的인 樣相을 보였다(Figs. 4, 8, 9, 10).

年輪의 增加에 따른 導管要素의 길이의 變化를 보면 물오리나무의 뿌리에서는 1年次年輪의 導管要素의 길이는 평균 506.4 μm 였으나 年輪이 增加함에 따라 길이가 漸進的으로 增加되어 15年次年輪에서는 741.3 μm 에 이른다. 이러한 傾向은 줄기와 가지에서도 마찬가지로

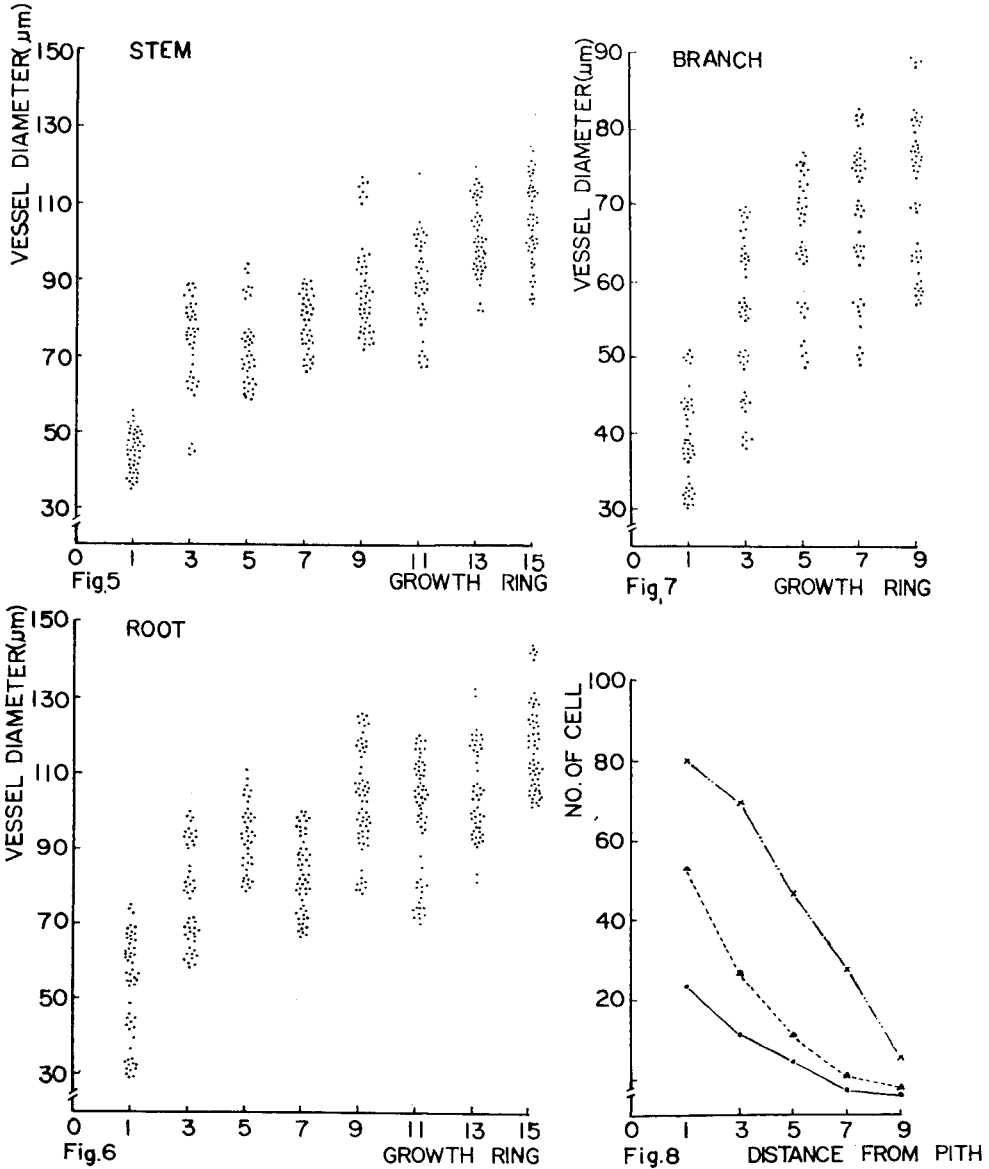


Figs. 1-3. Variation of vessel diameter according to the increase of growth ring in stem (Fig. 1), root (Fig. 2) and branch (Fig. 3) of *Alnus hirsuta*.

Fig. 4. Vessel number per unit square (1 mm²) in relation to distance from pith (at intervals 0.5 cm) in root (●), stem (▲) and branch (×) of *Alnus hirsuta*.

生長이 進行됨에 따라 導管要素의 길이가 漸進的으로 增加된다(Table 1). 사방오리나무의 뿌리에서 1年次年輪의 導管要素의 길이는 평균 540.4 μm 였으나 生長이 進行됨에 따라 漸進的으로 增加되어 15年次年輪에서는 679.3 μm 로 나타났고 줄기와 가지에서도 마찬가지로 導管要素의 길이가 漸進的으로 增加된다(Table 2).

한편 年輪의 增加에 따른 纖維直徑의 變化를 보면 물오리나무의 뿌리에서만 漸進的으로



Figs. 5-7. Variation of vessel diameter according to the increase of growth ring in stem (Fig. 5), in root (Fig. 6) and branch (Fig. 7) of *Alnus firma*.

Fig. 8. Vessel number per unit square (1 mm²) in relation to distance from pith (at intervals 0.5 cm) in root (●), stem (▲) and branch (×) of *Alnus firma*.

減少되는 傾向을 띠었으나 줄기와 가지 및 사방오리나무의 섬유直徑은 오히려 약간씩 增加되었다(Table 3). 年輪의 增加에 따른 纖維의 길이變化를 보면 물오리나무의 뿌리에 있어서 1年次年輪의 纖維길이는 평균 913.0 μm 였으나 年輪의 增加에 따라 漸進적으로 增加되어 15年次年輪에서는 1,280.1 μm 로 나타났고 이러한 傾向은 줄기와 가지에서도 類似하다.

사방오리나무에 있어서 年輪의 增加에 따른 纖維길이의 變化를 보면 뿌리의 境遇 1年次年輪의 纖維길이는 939.1 μm 였으나 生長이 進行됨에 따라 漸進적으로 增加되어 15年次年輪에서는 1,383.5 μm 로 나타났다. 이와 같은 傾向은 줄기와 가지에서도 비슷하다.

考 察

器官別 導管要素의 直徑을 比較해 보면 Figs. 1-3, 5-7에 나타난 것처럼 뿌리에서 가장 넓고 다음은 줄기, 그리고 가지의 順이다. 本 研究에 使用된 材料는 모두 散孔材이므로 물푸레나무(Patel, 1965) 사탕단풍나무(Fayle, 1968) 사탕버즘나무(Süß and Müller-Stoll, 1973) 자작나무屬(Bhat and Kärkkäinen, 1981b) 등의 散孔材인 樹種의 研究結果와는 一致되나 環孔材인 *Populus canadensis* 및 밤나무(Patel, 1965) 등과 같은 樹種의 研究結果와는 상반된

Table 1. Length of vessel element with radial distance from pith in roots, stems, and branches of *Alnus hirsuta* (in μm)

Growth ring \ Organ	Root	Stem	Branch
1	506.4 \pm 80.6	546.9 \pm 78.3	417.3 \pm 76.3
3	569.8 \pm 68.8	580.3 \pm 75.0	478.0 \pm 80.3
5	580.9 \pm 96.4	608.1 \pm 92.1	519.0 \pm 59.1
7	603.2 \pm 77.1	639.3 \pm 101.1	535.9 \pm 88.1
9	643.6 \pm 113.6	648.5 \pm 97.4	
11	654.3 \pm 86.2	683.7 \pm 113.3	
13	687.3 \pm 119.3	781.6 \pm 128.7	
15	741.3 \pm 149.2	794.3 \pm 145.8	

Table 2. Length of vessel element with radial distance from pith in roots, stems, and branches of *Alnus firma* (in μm)

Growth ring \ Organ	Root	Stem	Branch
1	540.4 \pm 79.1	583.7 \pm 104.0	470.4 \pm 94.0
3	568.8 \pm 89.6	608.7 \pm 85.2	551.0 \pm 89.1
5	592.8 \pm 113.5	639.9 \pm 63.9	581.3 \pm 81.3
7	617.1 \pm 99.7	630.5 \pm 115.1	596.6 \pm 80.6
9	609.2 \pm 105.0	645.0 \pm 108.2	
11	625.1 \pm 94.8	670.4 \pm 97.4	
13	650.8 \pm 122.8	694.7 \pm 123.2	
15	679.3 \pm 134.3	720.3 \pm 121.1	

다. Patel(1965)은 散孔材에서는 一般的으로 뿌리의 導管要素가 줄기에 비해 直徑이 더 넓은 반면 環孔材에서는 반대로 뿌리보다 줄기에서 더 넓은 것으로 밝혀진 바 있으나 Cutler (1976)는 그러한 傾向이 반드시 一貫性을 띤 것으로는 볼 수 없음을 記載한 바 있다. 器官別 導管要素의 길이를 比較해보면 줄기에서 가장 길고 그 다음은 뿌리이며 가지에서 가장 짧다(Table 1, 2). 이러한 結果는 *Betula pendula*와 *B. pubescen* (Bhat and Kärkkäinen, 1981a) 사탕버즘나무(Süß and Müller-Stoll, 1973) 등의 研究結果와는 一致되지만 *Pinus radiata* (Patel, 1971) 녹나무科 植物 (朴과 蘇, 1984; 蘇와 朴, 1984)의 研究結果와는 相反된다. 또한 器官別 纖維의 直徑은 뿌리에서 가장 넓고 다음은 줄기 그리고 가지의 順이다.

Table 3. Diameter of fiber with radial distance from pith in roots, stems, and branches of *Alnus hirsuta* and *A. firma* (in μm)

Materials	Organ			
	Growth ring	Root	Stem	Branch
<i>Alnus hirsuta</i>	1	35.6±6.7	23.9±3.9	21.2±4.6
	3	32.7±4.0	23.3±2.1	23.3±4.1
	5	30.5±6.0	23.4±3.7	25.3±3.9
	7	31.2±4.3	24.3±3.2	21.4±5.0
	9	30.4±5.7	28.0±4.7	
	11	30.9±6.3	25.7±2.7	
	13	29.0±3.2	27.1±3.8	
	15	29.4±5.7	26.7±1.0	
<i>Alnus firma</i>	1	23.3±3.6	19.9±3.9	20.3±3.5
	3	23.9±3.9	20.3±2.7	20.1±3.2
	5	25.7±3.9	22.2±2.9	22.3±3.4
	7	24.2±2.8	19.8±3.3	20.5±2.2
	9	24.6±2.8	21.9±3.2	
	11	23.7±3.4	22.4±3.8	
	13	24.4±3.6	23.8±3.4	
	15	24.1±3.1	23.0±4.2	

Table 4. Length of fiber with radial distance from pith in roots, stems, and branches of *Alnus hirsulta* (in μm)

Growth ring	Organ		
	Root	Stem	Branch
1	913.0±125.2	870.3±120.9	768.8± 64.8
3	960.3±113.7	888.0± 95.3	954.6± 94.6
5	1027.8±138.9	1015.6±168.8	970.4± 88.6
7	1160.7±128.9	1183.2±123.5	1087.0±105.3
9	1236.0±150.3	1226.5±158.3	
11	1244.4±124.4	1220.4±119.5	
13	1242.1±120.5	1220.4±119.5	
15	1280.1±137.8	1241.4±120.6	

Table 5. Length of fiber with radial distance from pith in roots, stems, and branches of *Tilia firma* (in μm)

Growth Ring	Organ	Root	Stem	Branch
1		939.1 \pm 148.9	956.8 \pm 122.0	778.1 \pm 85.3
3		978.4 \pm 127.1	960.2 \pm 122.7	914.3 \pm 79.7
5		1256.8 \pm 165.2	1118.4 \pm 134.4	1008.7 \pm 81.3
7		1280.7 \pm 103.3	1109.7 \pm 111.4	1079.5 \pm 93.5
9		1300.9 \pm 143.1	1189.3 \pm 88.7	
11		1297.8 \pm 129.4	1228.4 \pm 99.6	
13		1364.3 \pm 125.7	1295.1 \pm 123.3	
15		1383.5 \pm 118.3	1273.3 \pm 101.3	

이런 결과는 물푸레나무와 침엽수의 연구결과와 類似하다. 그리고 器官別 纖維의 길이는 줄기에서 가장 길고 그 다음은 뿌리이며 그리고 가지에서 가장 짧다(Table 3, 4). 이러한 결과는 설탕단풍나무(Fayle, 1968)와 오리나무屬 植物(Vurdu and Benseid, 1979) 등의 연구결과와는 一致되지만 *Betula pendula*와 *B. pubescen*(Bhat and Kärkkäinen, 1981a) 녹나무科 植物(朴과 蘇, 1984; 蘇와 朴, 1984) 등의 연구결과와는 대치된다.

이와 같이 뿌리와 줄기의 木部要素에 나타난 寸數 差異는 각기 다른 機能을 遂行하는데서 起因된 것으로 여겨진다(Patel, 1965). 즉 뿌리는 支持보다는 效率인 通水機能을 위해, 줄기는 效果인 通水 및 支持機能의 遂行을 위한 方向으로 分化가 進行된 結果로 풀이된다. 그런데 植物에 따라 木部要素의 寸數 差異가 一貫性이 없는 點은 앞으로 더 많은 植物에 대해 研究해보아야 할 것으로 본다.

한편 年輪의 增加에 따른 導管要素의 直徑의 變化를 보면 뿌리 줄기 및 가지에서 모두 導管要素의 直徑이 年輪의 增加에 따라 顯著하게 增加되며 單位面積當 導管要素의 分布數는 髓로부터 거리가 멀어짐에 따라 뚜렷하게 減少되는 傾向을 보인다(Figs. 1-10). *Tilia japonica*의 줄기에서도 髓로부터 바깥쪽으로 감에 따라 導管要素의 直徑이 漸進적으로 增加되는 것으로 報告된 바 있으며(Fukazawa and Ohtani, 1982) Bhat와 Kärkkäinen(1981b)은 *Betula pendula*와 *B. pubescen*에 對한 研究에서 줄기와 가지에서는 髓로부터 바깥쪽으로 감에 따라 導管要素의 直徑이 增加되는 것으로 나타나 本 研究結果와 一致되는 반면 뿌리에서는 오히려 漸進적으로 減少되는 것으로 밝혀져 本 研究結果와는 相反된다. *Pinus radiata*의 뿌리에서는 髓로부터 外側木部로 감에 따라 假導管의 直徑이 漸進적으로 減少되는 것으로 밝혀진 바 있다(Patel, 1971). 年輪이 增加됨에 따라 導管要素의 直徑이 增加되는 것은 分化過程中的 細胞擴大에 起因되는 것으로 解釋되는데 樹種에 따라 差異가 나타나는 原因을 究明하기 위해서는 더 많은 樹種에 對한 研究의 必要性을 느끼게 된다. Bhat와 Kärkkäinen(1981b)은 뿌리와 줄기의 二期生長에 따른 導管要素의 直徑의 變化가 서로 相反되는 樣相은 二期木部の 構造의 差異에서 비롯되는 것으로 解釋한 바 있다.

한편 年輪이 增加됨에 따른 導管要素 및 纖維의 길이의 變化를 보면 뿌리, 줄기 및 가지에서 모두 導管要素 및 纖維의 길이가 顯著하게 增加되는 것으로 밝혀졌다(Table 1, 2, 4, 5). 이러한 결과는 *Tilia japonica*에 對한 Fukazawa와 Ohtani(1982)의 研究에서도 報告된 바 있

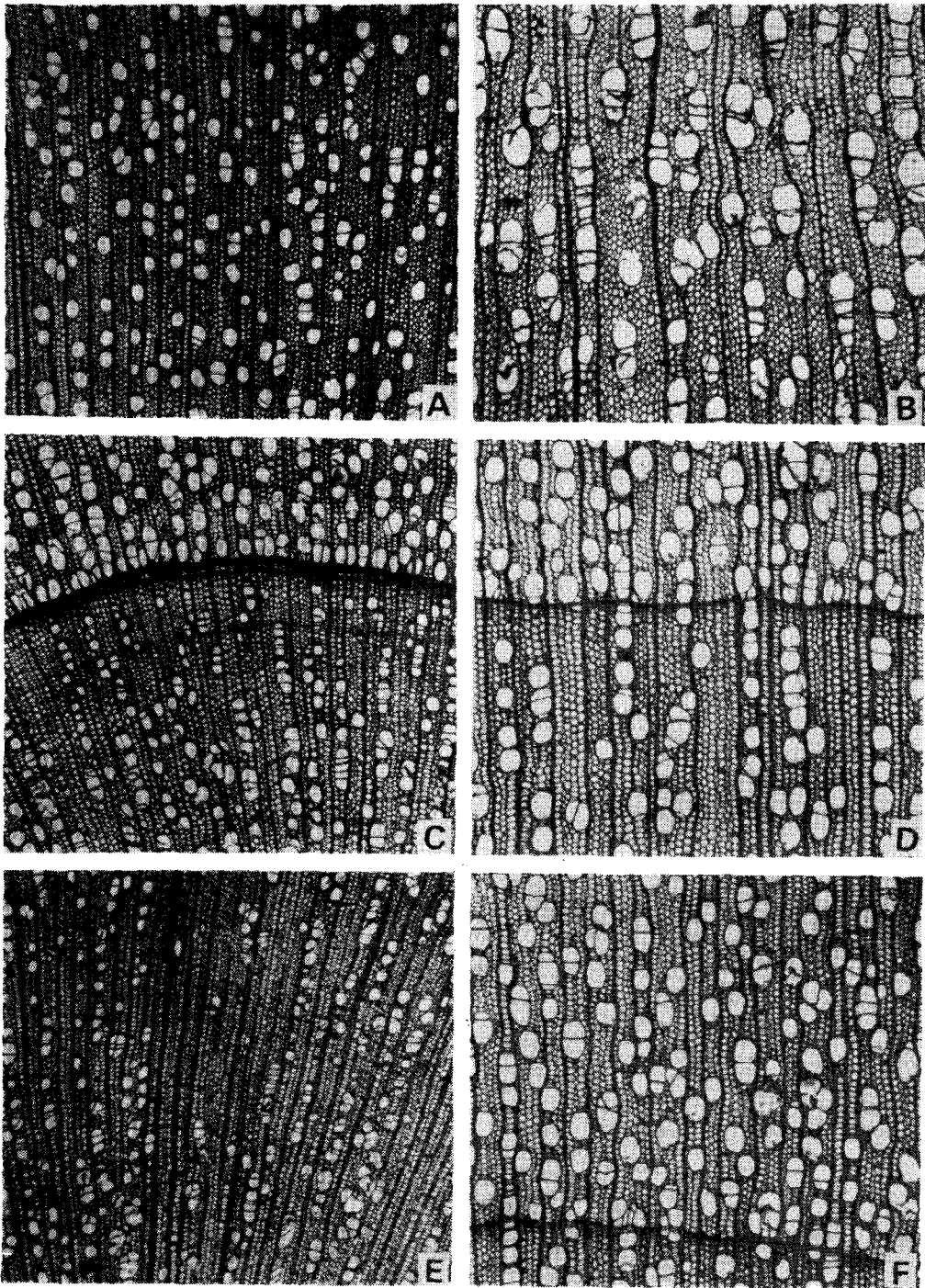


Fig. 9. Transverse view of second (A) and fifteenth (B) growth ring in the root, second (C) and fifteenth (D) growth ring in the stem, second (E) and fifteenth (F) growth ring in the branch of *Alnus hirsuta*. X. 60.

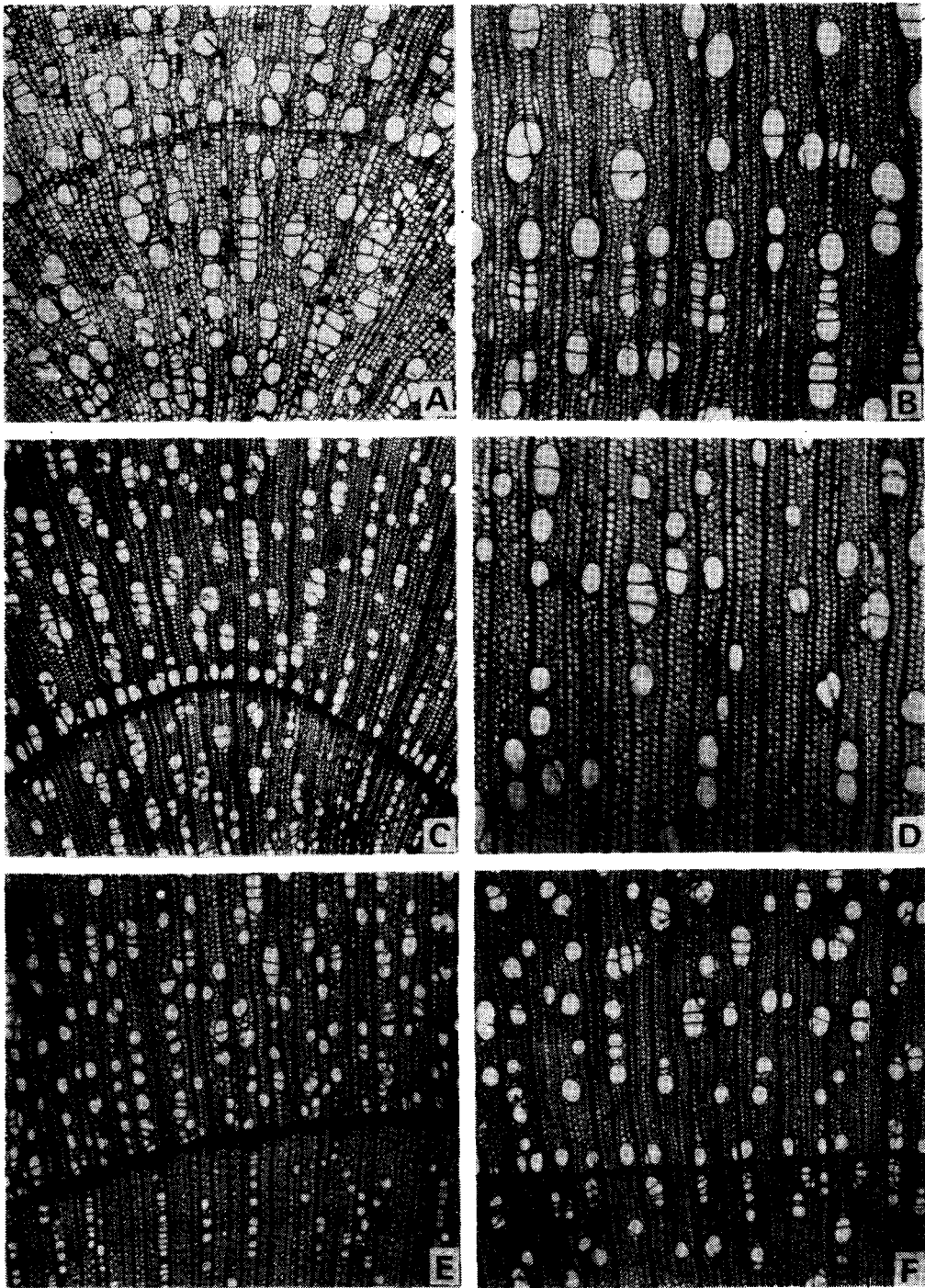


Fig. 10. Transverse view of second (A) and fifteenth (B) growth ring in the root, second (C) and fifteenth (D) growth ring in the stem, second (E) and fifteenth (F) growth ring in the branch of *Alnus firma*. X. 60.

으며 *Betula pendula*와 *B. pubescens*의 研究結果(Bhat and Kärkkäinen, 1981a)에서도 뿌리, 줄기 및 가지에서 모두 髓로부터 바깥쪽을 향해감에 따라 導管要素 및 纖維의 길이가 뚜렷하게 增加되는 것으로 밝혀져 本 研究結果와 같은 傾向이다. 그러나 선인장科 植物에 對한 研究에서 Gibson(1973)은 成熟한 줄기의 경우 最初에 形成된 二期木部の 導管要素가 後에 形成된 것보다 더 긴 것으로 밝힌 바 있다. 또한 *Pinus radiata*의 뿌리에서도 中心内部에서 바깥쪽을 向해서 假導管의 길이가 減少되는 것으로 밝혀져 本 研究結果와 一致되지 않는다.

그런데 本 研究에서 導管要素 및 纖維의 길이가 年輪의 增加에 따라 漸進적으로 增加된 것은 形成層의 紡錘形原始細胞의 길이가 年輪의 增加에 따라 漸進적으로 길어지는 것에 起因되며(Esau, 1965; Philipson, 1971) 한편으로는 年輪이 增加함에 따라 形成層原始細胞의 길이가 짧아지므로 木部要素의 길이가 減少된다는 主張도 있다(Gibson, 1973). 그러나 現在로서는 前者의 見解가 더욱 支配的이며 本 研究結果도 前者의 見解와 一致한다.

年輪의 增加에 따른 纖維直徑의 變化는 물오리나무의 뿌리에서만 漸進적으로 減少되는 傾向을 보여 *Pinus radiata*의 研究結果와 一致되나 줄기와 가지에서 오히려 약간씩 增加되는 것으로 밝혀져 *Tilia japonica*의 研究結果와 類似하다. 그러나 纖維直徑의 變化는 길이의 變化에 比較하면 그렇게 뚜렷하진 않다.

한편 木部要素 사이의 길이의 差異 즉 導管要素에 比하여 纖維의 길이가 더 긴 理由로서는 分化過程中에 導管要素의 伸張生長이 活發하지 않은 반면 纖維는 貫入生長으로 因해 分化過程中에 길이가 顯著하게 增加되기 때문이다(Esau, 1965).

以上에서 論述된 것처럼 導管要素 및 纖維의 크기는 同一한 나무에서의 器官 및 年輪에 따라 多樣的 變異를 나타냈으며 樹種에 따라서는 研究結果가 서로 相反되는 境遇도 있음을 알 수 있다. 이러한 變異는 遺傳的인 現象으로 보이나 Cutler(1976)와 Baas *et al.*(1983)에 지적한 바와 같이 生態的 要因의 影響도 考慮되어야 할 것으로 본다. 따라서 어느 한 種이나 特定部位에서 얻어진 研究結果가 다른 種에 대해서도 一般的으로 適用될 수 있다고 단정하기는 어려우며 本 研究에서 밝혀진 結果가 다른 植物에 대해서 適用될 수 있는 것인가에 대해서는 더 많은 種을 對象으로 계속적인 研究가 이루어진 後에 言及되어야 할 것으로 思料된다.

摘 要

물오리나무와 사방오리나무의 뿌리 줄기 및 가지에 있어서 木部要素의 크기의 變異에 관해서 研究하였다. 導管要素의 直徑은 뿌리에서 가장 넓고 그 다음은 줄기이며 가지에서 가장 좁다. 그런데 導管要素의 길이는 줄기에서 가장 길고 다음은 뿌리이며 가지에서 가장 짧은 것으로 밝혀졌다. 纖維의 直徑 및 길이는 뿌리에서 가장 넓고 길며 그 다음은 줄기 가지의 順이다. 각 器官의 일정위치에서 중심부로부터 年輪이 增加함에 따라 木部要素의 크기는 뚜렷하게 增加되었다.

參 考 文 獻

- Baas, P., E. Werker and A. Fahn. 1983. Some ecological trends in vessel characters. IAWA Bull, n.s. 4: 141-159.
- Bailey, I.W. and A.F. Faull. 1934. The cambium and its derivative tissues. IX. Structural variability

- in the redwood, *Sequoia sempervirens*, and its significance in the identification of fossil woods. *J. Arnold Arbor.* 15: 233-254.
- Berlyn, G.P. and J.P. Miksche. 1976. Botanical Microtechnique and Cytochemistry. The Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
- Bhat, K.M. and M. Kärkkäinen. 1981a. Variation in structure and selected properties of Finnish birch wood: IV. Fiber and vessel length in branches, stems and roots. *Silva Fennica* 1: 10-17.
- Bhat, K.M. and M. Kärkkäinen. 1981b. Variation in structure and selected properties of Finnish birch wood: II. Observations on the anatomy of root wood. *Silva Fennica* 2: 180-188.
- Cutler, D.F. 1976. Variation in root anatomy. In: Wood Structure in Biological and Technological Research (Baas *et al.*, ed.) Leiden Univ. Press. pp.143-156.
- Esau, K. 1965. Plant Anatomy. John Wiley and Sons, New York.
- Fayle, D.C.F. 1968. Radial growth in tree roots. Tech. Rep. Fac. For. Univ. Toronto 9.
- Fukazawa, K. and J. Ohtani. 1982. Within-a-tree variation of wood element size in *Tilia japonica*. IAWA Bull. n.s. 2: 201-206.
- Gibson, A.C. 1973. Comparative anatomy of secondary xylem in Cactoideae (Cactaceae). *Biotropica* 3: 29-65.
- Patel, R.N. 1965. A comparison of the anatomy of the secondary xylem in roots and stems. *Holz-forschung* 19: 72-79.
- Patel, R.N. 1971. Anatomy of stem and root wood of *Pinus radiata* D. Don *New Zealand J. For. Sci.* 1: 37-49.
- Philipson, W.R., J.M. Ward and B.G. Butterfield. 1971. The Vascular Cambium. Chapman & Hall, London.
- Sass, J.E. 1971. Botanical Microtechnique 3rd ed.. The Iowa state Univ. Press, Ames, Iowa.
- Süß, H. und W.R. Müller-Stoll. 1973. Zur Anatomie des Ast-, Stamm- und Wurzelholzes von *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd. *Österr. Bot. Z.* 121: 227-249.
- Vurdu, H. and D.W. Bensed. 1979. Specific gravity and fiber length in european black alder roots, branches and stems. *Wood Sci.* 12: 103-105.
- 朴相珍·蘇雄永. 1984. 韓國產 木本植物에 對한 系統分類學的 研究 — 녹나무과 樹幹의 木材解剖—. 식물학회지 27: 81-94.
- 蘇雄永·田寬培. 1981. 자작나무科的 導管形態에 依한 分類. 生物學研究年報(全北大 生物學研) 2: 91-99.
- 蘇雄永·朴相珍, 1984. 韓國產 木本植物에 對한 系統分類學的 研究 — 녹나무과 植物뿌리의 解剖—. 식물학회지 27: 149-162.

(1984. 12. 28. 接受)