

數種의 韓國產 자작나무科 植物에 있어서 뿌리와 줄기의 二期木部の 比較解剖

蘇 雄 永 · 韓 京 植
(全北大學校 自然科學大學 生物學科)

Comparative Anatomy of the Secondary Xylem in the Root and Stem of Some Korean Betulaceae

Soh, Woong Young and Keyeong Sik Han

(Department of biology, Chonbuk National University, Chonju)

ABSTRACT

A comparative anatomy between the secondary xylem in the root and stem of Korean Betulaceae, including 5 genera and 6 species, was carried out in this study. Anatomical characteristics of the secondary xylem in the root and stem are as follows: Diameter of vessel and fiber is wider in the root than the stem, while the number of vessel and fiber per unit area is fewer in the root than the stem. The length of vessel element is longer in the stem than the root, whereas length of the fiber is longer in the root than the stem. Number of bar in the perforation plate is more in the stem than the root, and the angle of perforation plate is broader in the root than the stem. Number of ray per unit area is more in the root than the stem.

緒 論

二期木部に 관한 解剖學的 研究는 大部分이 樹幹을 材料로 이루어졌으며 뿌리에 對한 研究는 대단히 未洽한 實情이다. 그러나 뿌리는 줄기와 더불어 相互依存的 關係를 맺고 있는 器官으로서 樹木의 生長等에 關한 보다 깊은 理解를 위해서는 뿌리의 二期木部に 對한 知識이 必要하며 (Patel, 1971), 樹木의 可用幅을 넓히기 위해서도 그 포괄적인 理解가 重要한 것으로 指摘되고 있다 (Bhat and Kärkkäinen, 1981b). Patel(1965)은 구주물푸레나무(*Fraxinus excelsior* L.) 등에 對한 뿌리와 줄기의 比較解剖學的 研究에서 散孔材의 경우 줄기에 비해 뿌리의 導管要素의 直徑이 더 넓은 반면 環孔材에서는 줄기의 導管要素가 더 넓은 것으로 밝힌 바 있다. 사탕버즘나무(*Platanus acerifolia*, Süß and Müller-Stoll, 1973) 및 *Betula pendula*와 *B. pubescen* (Bhat and Kärkkäinen, 1981b) 등에서는 줄기에 비해 뿌리의 導管要素의 直徑이 더 넓고, 또한 *Pinus radiata* (Patel, 1971)의 假導管의 直徑도 뿌리에서 더 넓은 것으로 알려진 바 있다.

본 연구는 1982년도 문교부 기초과학육성 연구비의 일부지원에 의한 것임.

한편, 사탕버즘나무 (Süß and Müller-Stoll, 1973) 및 *Betula pendula*와 *B. pubescens* (Bhat and Kärkkäinen, 1981a)에서 導管要素의 길이는 뿌리에 비해 줄기에서 더 긴 반면 *Pinus radiata* (Patel, 1971)의 假導管 및 선인장과 (Gibson, 1973)의 導管要素의 길이는 줄기에 비해 뿌리에서 더 긴 것으로 밝혀졌다.

이와 같이 뿌리와 줄기의 解剖學的 研究結果가 一貫성을 갖지 못하고 樹種에 따라 相反되는 경우도 있음을 알 수 있다. 그러므로 어느 한 分類群의 植物을 材料로 뿌리와 줄기의 二期木部를 比較解剖하여 그 構造的 差異의 一般의 傾向을 분명하게 確認할 必要가 있다.

자작나무과 植物의 줄기에 對한 解剖學的 研究는 Hoar(1916), Tippe(1938), Hall(195), Tabata(1964) 및 蘇와 田(1981) 등에 의해 이루어진 바 있고, 뿌리의 二期木部에 關한 解剖學的 研究는 Bhat and Kärkkäinen(1981a, b) 및 蘇와 李(1982)에 의해 報告되었을 뿐이다. 특히 韓國產 자작나무과 植物의 줄기(蘇와 田, 1981)와 뿌리(蘇와 李, 1982)의 木部解剖에 의한 系統學的 研究가 이루어진 바 있다. 그러나 이들의 研究는 각기 다른 地域集團의 서로 다른 個體의 뿌리와 줄기를 材料로 하여 이루어졌기 때문에 이들의 研究結果를 직접 比較하여 뿌리와 줄기의 構造的 差異를 正確하게 理解하기는 어렵다. 그러므로 本 研究에서는 數種의 韓國產 자작나무과 植物을 材料로 同一한 個體의 뿌리와 줄기에서 同一한 年輪의 二期木部를 比較解剖하여 構造的 差異 및 그 傾向을 究明하고자 試圖되었다.

材料 및 方法

本 研究에 使用된 材料는 Table 1에 나타난 바와 같이 자작나무과의 5屬 6種이다. 각 樹種은 生長狀態가 健全한 樹木을 選擇하여 同一한 個體에서 줄기는 地上部로부터 1.5 m되는 部分, 뿌리는 그 基點으로부터 20 cm되는 곳의 側根이 發生되지 않은 각각의 5年次 年輪部分을 中心으로 사방 1 cm정도의 長方形 블록을 採取하였다.

三斷面 標本. 試片을 滑走式마이크로톰으로 15 μ m두께의 橫斷面, 接線 및 放射斷面 切片을 만들고 鹽基性 fuchsin으로 染色하여 酒精系列 脫水後 永久標本을 만들었다 (Sass, 1971). 橫斷面 永久標本에서 顯微鏡마이크로미터 (Shimadzu, No 101160)를 利用하여 1 mm²當 導管 및 放射組織의 分布數 導管의 接線 및 放射直徑 放射組織의 幅과 높이 등을 뿌리와 줄기에서 各各 50個(回)씩 測定하였다. 또한 構成細胞의 點有率은 方眼마이크로미터 (Whipple disk)를 使用하여 朴과 蘇(1984)의 方法에 따라 뿌리와 줄기에서 각각 30回씩 測定하였다.

解離 標本. 切片을 製作한 나머지 試片에서 5年次 年輪部分만을 1~2 mm²의 크기로 잘라서

Table 1. List of materials examined

Scientific name	Korean name	Locality	Date
<i>Alnus hirsuta</i> (Sprach) Ruprecht	물오리나무	Chonbuk Univ.	Oct. 1983
<i>Alnus firma</i> Siebold & Zuccarini	사방오리	Chonbuk Univ.	Oct. 1983
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> Hara	자작나무	Chonbuk Univ.	Oct. 1983
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i> Blume	개암나무	Mt. Moak	Oct. 1983
<i>Carpinus tschonoskii</i> Maximowicz	개서어나무	Namgosa, Chonju	Oct. 1983
<i>Ostrya japonica</i> Sargent	새우나무	Daeheungsa, Haenam	Feb. 1984

Jeffrey 法으로 解離시켰다 (Berlyn and Miksche, 1976; 蘇와 韓, 1985). 解離된 材料를 70% 알콜에 貯藏해놓고 蘇와 田(1981)의 方法에 따라 永久標本을 製作하였다. 解離標本을 利用하여 導管要素 및 纖維의 길이, 纖維의 直徑, 穿孔板의 角度와 橫帶數等을 50個體씩 測定하였으며 導管側壁의 膜孔配列狀態도 觀察하였다.

以上の 標本觀察에는 Olympus BH型 顯微鏡이 使用되었으며 사진촬영에는 Olympus PM-6 카메라를 利用하였다.

結 果

물오리나무(*Alnus hirsuta*)와 사방오리나무(*A. firma*)의 導管要素에 對한 測定結果는 Table 2와 같다. 導管要素의 穿孔板은 모두 階段狀이며(Plate 1. A,B,C,D), 穿孔板上의 平均 橫帶數는 물오리나무의 뿌리에서는 17.4개 줄기에서는 19.8개이며 사방오리의 뿌리에서는 20.0개 그리고 줄기에서는 22.0개이다. 穿孔板의 平均 角度는 물오리나무의 뿌리에서 55.3° 줄기에서는 48.5° 이며 사방오리의 뿌리에서는 53.1° 그리고 줄기에서 51.0° 로 나타났다. 물오리나무의 뿌리에서 導管의 平均 放射直徑은 $59.6\mu\text{m}$ 接線直徑은 $52.8\mu\text{m}$, 그리고 줄기에서의 放射直徑은 $48.6\mu\text{m}$ 이며 接線直徑은 $38.1\mu\text{m}$ 이다. 또한 사방오리의 뿌리에서 導管의 平均 放射直徑은 $81.0\mu\text{m}$, 接線直徑은 $65.2\mu\text{m}$ 이며 줄기에서 導管의 放射直徑은 $55.1\mu\text{m}$ 그리고 接線直徑은 $44.6\mu\text{m}$ 이다.

한편, 單位面積當 導管의 平均 分布數는 물오리나무의 뿌리에서 54.2개, 줄기에서는 107.1개 그리고 사방오리의 뿌리에서는 43.8개, 줄기에서는 61.1개로 나타났다. 橫斷面에서 導管의 平均 點有率은 물오리나무의 뿌리에서 15.8%, 줄기에서는 16.8%이며 사방오리의 뿌리에서 14.3%, 그리고 줄기에서는 17.2%로 뿌리에 비해 줄기에서 더 높다. 導管要素의 平均 길이는 물오리나무의 뿌리에서 $709\mu\text{m}$, 줄기에서는 $797\mu\text{m}$ 이며 사방오리의 뿌리에서 $650\mu\text{m}$ 그리고 줄기에서는 $693\mu\text{m}$ 로 나타났다. 橫斷面에서 導管의 分布狀態에 依한 뿌리와 줄기의 區分은 뚜렷하지 않았으며 導管은 環狀 또는 角狀으로 散孔分布를 한다. 多孔形導管은 물오리나무에서는 대개 2~7개, 사방오리에서는 2~8개의 導管이 放射配列을 한다(Plate 2. D,G, Plate 3. A,D). 導管側壁의 膜孔配列은 大部分 互生이나(Plate 2. C), 물오리나무의 줄기에서는 部分的으로 階段狀 및 對狀인 것도 觀察된다(Plate 2. A,B).

放射組織은 大部分 同形細胞性이나(Plate 2. E,H,I), 사방오리의 줄기에서는 異形細胞性인 것도 觀察되며 물오리나무의 뿌리에서는 集合放射組織도 나타난다(Plate 2. F). Table 3에 나타난 바와 같이 放射組織의 幅은 대개 1~2列이며 줄기에 비해 뿌리에서 放射組織의 數, 높이 및 點有率等이 더 큰 것으로 밝혀졌다. 한편 纖維의 直徑은 물오리나무의 뿌리에서 $29.0\mu\text{m}$, 줄기에서는 $23.5\mu\text{m}$ 이며 사방오리의 뿌리에서 $25.7\mu\text{m}$ 그리고 줄기에서는 $21.0\mu\text{m}$ 이며 纖維의 點有率은 뿌리에 비해 줄기에서 더 높게 나타났다. 纖維의 길이는 물오리나무의 뿌리에서 $1222\mu\text{m}$, 줄기에서는 $1016\mu\text{m}$ 이며 사방오리의 뿌리에서는 $1257\mu\text{m}$ 그리고 줄기에서는 $1108\mu\text{m}$ 이다(Table 3).

자작나무(*Betula platyphylla* var. *japonica*)의 뿌리와 줄기에서 導管要素의 測定値는 Table 2에 나타난 바와 같다. 導管要素의 穿孔板은 모두 階段狀이며(Plate 1. E,F), 穿孔板上의 橫帶數는 뿌리에 비해 줄기에서 훨씬 더 많았으나 穿孔板의 角度는 뿌리에서 더 크게

Table 2. Measurement of vessel elements in the root and stem of some Korean Betulaceous species

Scientific name	Organ	Percent by Vol.	Number per mm ²	Diameter(μm)		Length (μm)	Perforation Plate	
				Radial	Tangential		No. of bar	Angle(°)
<i>Alnus hirsuta</i>	root	15.8	54.2±11.1	59.6±9.0	52.8±6.8	709±109	17.4±3.5	55.3±3.1
	stem	16.8	107.1±12.0	48.6±7.4	38.1±5.5	792±129	19.8±4.0	48.5±3.7
<i>Alnus firma</i>	root	14.3	43.8±7.7	81.0±10.6	65.2±6.9	650±123	20.0±1.0	53.1±4.5
	stem	17.2	61.1±6.2	55.1±8.4	44.6±7.5	693±89	22.0±1.9	51.0±2.9
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	root	13.7	64.2±7.6	72.1±10.4	50.9±8.0	513±48	11.2±2.3	57.4±3.5
	stem	15.0	106.4±12.7	50.0±6.3	37.5±5.3	537±45	14.2±2.2	53.9±4.1
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	root	15.6	71.3±10.2	58.0±3.6	46.4±8.5	403±20	7.1±1.3	55.7±5.2
	stem	17.7	143.2±10.3	40.2±1.9	35.6±3.9	442±47	9.4±1.7	53.7±3.2
<i>Carpinus tschonoskii</i>	root	14.3	46.8±5.5	59.9±7.8	48.0±6.5	531±104	0	62.5±5.1
	stem	19.2	66.3±6.7	54.2±8.7	43.3±7.1	526±89	0.3	59.2±11.5
<i>Ostrya japonica</i>	root	14.5	70.1±6.8	79.8±6.1	65.3±7.9	369±24	0	63.0±9.6
	stem	16.0	93.1±10.3	70.1±6.8	55.4±5.8	394±27	0	42.9±2.9

나타났다. 자작나무에서 導管의 放射 및 接線直徑은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 넓은 반면 導管要素의 길이는 줄기에서 더 긴 것으로 밝혀졌다. 單位面積當 導管의 分布數 및 點有率은 뿌리에 비해 줄기에서 더 높은 것으로 나타났다.

橫斷面에서 導管은 角狀 또는 環狀으로 散孔分布를 하며 뿌리에서 年輪의 境界는 比較的 뚜렷하였다(Plate 3. G, Plate 4. A). 導管側壁의 膜孔配列은 모두 互生으로 觀察되었다. 放射組織은 거의 大部分 同形細胞性이나(Plate 3. H,I, Plate 4. B, C), 간혹 異形細胞性인 것도 觀察되며 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 풍부한 것으로 나타났다(Table 3). 한편, 자작나무에서 纖維는 줄기에 비해 뿌리에서 더 넓고 길며 橫斷面에서 點有率은 줄기에서 더 높았다(Table 3).

개암나무(*Corylus heterophylla* var. *thunbergii*)의 뿌리와 줄기에서 導管要素의 測定値는 Table 2에 表示된 바와 같다. 導管要素의 穿孔板은 모두 階段狀이며(Plate 1. G,H), 穿孔板上의 橫帶數는 줄기에서 더 많았고 穿孔板의 角度는 뿌리에서 더 큰 것으로 밝혀졌다. 개암나무에서 導管의 放射 및 接線直徑은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 넓은 반면 길이는 줄기에서 더 긴 것으로 나타났다. 單位面積當 導管의 分布數 및 點有率을 뿌리에 비해 줄기에서 더 높다(Table 2). 導管의 形態는 모두 角狀이며 單一孔 또는 多孔形으로 散孔分布를 한다. 多孔形導管의 경우 2~5개의 導管이 放射配列을 하며(Plate 4. D), 뿌리에서 年輪은 比較的 뚜렷하였다. 導管側壁의 膜孔配列은 모두 互生으로 나타났다.

放射組織은 모두 異形細胞性이며(Plate 4. E,F), 뿌리에서는 集合放射組織도 간혹 觀察된다. 放射組織은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 發達된 樣相을 보인다(Table 3). 한편 개암나무에서 纖維는 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 넓고 긴 반면 纖維의 占有率은 줄기에서 더 높다(Table 3).

개서어나무(*Carpinus tschonoskii*)에서 導管要素의 測定値는 Table 2에 나타난 바와 같다. 導管要素의 穿孔板은 거의 大部分 單穿孔이나(Plate 1. I), 줄기에서 간혹 痕跡의인 橫帶를

Table 3. Measurement of xylem fiber and ray in the root and stem of some Korean Betulaceous species

Scientific name	Organ	Xylem fiber			Rays			
		Percent by Vol.	Diameter (μm)	Length(μm)	Percent by Vol.	Width (No. of cell)	Height (No. of cell)	Number per mm^2
<i>Alnus hirsuta</i>	root	66.4	29.0 \pm 3.2	1222 \pm 120	17.8	1-3	6-23	81.1 \pm 4.8
	stem	69.0	23.5 \pm 3.6	1016 \pm 109	14.2	1-2	5-23	76.4 \pm 5.6
<i>Alnus firma</i>	root	68.4	25.7 \pm 3.9	1257 \pm 131	17.4	1-2	3-19	82.2 \pm 4.3
	stem	69.9	21.0 \pm 3.2	1108 \pm 113	13.5	1-2	3-23	75.5 \pm 3.4
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	root	68.0	25.1 \pm 4.5	1135 \pm 75	18.3	1-4	4-29	72.8 \pm 6.0
	stem	70.8	23.3 \pm 3.6	1002 \pm 116	14.5	1-3	4-26	66.2 \pm 4.2
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	root	65.9	22.2 \pm 2.2	969 \pm 66	18.4	1-4	7-28	51.3 \pm 2.5
	stem	68.5	17.3 \pm 0.9	887 \pm 59	13.8	1-3	7-20	46.5 \pm 3.0
<i>Carpinus tschonoskii</i>	root	66.9	24.0 \pm 3.2	1507 \pm 209	18.8	1-4	6-32	51.4 \pm 3.6
	stem	67.6	22.5 \pm 3.3	1408 \pm 153	13.2	1-3	3-28	46.4 \pm 4.1
<i>Ostrya japonica</i>	root	66.7	19.6 \pm 3.1	1345 \pm 177	18.8	1-5	10-24	49.5 \pm 3.7
	stem	68.5	13.3 \pm 2.4	1123 \pm 135	15.5	1-2	8-23	43.2 \pm 3.2

갖는 穿孔板도 觀察된다 (Plate 1. J). 穿孔板의 角度는 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 크다 (Table 2). 개서어나무에서 導管의 放射 및 接線直徑은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 넓고 길지도 뿌리에서 약간 더 길다. 그러나 導管의 分布數 및 點有率은 줄기에서 더 높다 (Table 2). 導管의 形態는 모두 角狀으로 單一孔 또는 多孔形의 導管이 散孔分布를 한다 (Plate 4. G, Plate 5. A). 뿌리에서 年輪은 比較的 뚜렷하였으며 導管側壁의 膜孔配列은 모두 互生으로 밝혀졌다.

放射組織은 大部分 同形細胞性이나 (Plate 4. H,I, Plate 5. B,C), 간혹 異形細胞性인 것도 觀察된다. 本種에서도 마찬가지로 줄기에 비해 뿌리에서 放射組織이 훨씬 더 풍부하다 (Table 3). 개서어나무에서 纖維는 줄기에 비해 뿌리에서 더 넓고 길지만 占有率은 줄기에서 훨씬 더 높다.

새우나무(*Ostrya japonica*)에서 導管要素, 纖維 및 放射組織의 測定値는 Table 2와 3에 表示된 바와 같다. 導管要素의 穿孔板은 모두 單穿孔이며 (Plate 1. K, L), 穿孔板의 角度는 줄기에 비해 뿌리에서 더 넓다. 導管의 放射 및 接線直徑은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 넓은 반면 길이는 줄기에서 더 길다. 導管의 分布數 및 占有率은 줄기에서 더 높고 導管의 形態는 大部分 環狀이며 散孔分布를 한다. 多孔形導管의 경우 2~5개의 導管이 放射配列을 하며 導管側壁의 膜孔配列은 모두 互生이다.

放射組織은 모두 同形細胞性이며 (Plate 5. E,F,H,I), 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 풍부한 樣相을 보인다 (Table 3). 새우나무에서 纖維는 줄기에 비해 뿌리에서 더 넓고 길다 (Table 3). 그러나 纖維의 占有率은 줄기에서 더 높다.

考 察

一般的으로 木本植物의 뿌리에서 年輪은 뚜렷하지 않은 것으로 알려져 있으나 (Patel,

1965; Fayle, 1968), 자작나무科 植物의 뿌리에서는 그것이 比較的 뚜렷하였다 (Plate 2. D, Plate 4 D,G, Plate 5. D). 導管의 放射 및 接線直徑은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 넓은 것으로 밝혀졌다 (Table 2). 이와 같은 결과는 Patel(1965), Fayle(1968), Süß and Müller-Stoll (1973), 蘇와 李 (1982), 蘇와 朴 (1984), 蘇와 韓 (1985) 등의 研究結果 및 裸子植物인 *Pinus radiata*의 假導管의 觀察 (Patel, 1971)과도 類似한 結果이다. 또한 Patel (1965)은 散孔材에서는 一般的으로 뿌리의 導管이 줄기에 비해 直徑이 더 넓은 반면 環孔材에서는 줄기의 導管이 더 넓은 것으로 밝힌 바 있어서 散孔材를 材料로 한 本 研究結果와 一致된다. 그러나 Cutler (1976)는 Patel (1965)의 見解가 반드시 一貫성을 띤 것으로는 볼 수 없음을 指摘한 바 있다. 그런데 一般的으로 木部細胞의 크기는 오옥신의 影響을 받는 것으로 알려져 있으므로 (Larson, 1962; Esau, 1977), 뿌리와 줄기에서 導管의 直徑이 서로 다른 것은 오옥신의 作用에 對한 感受性의 差異에서 起因되는 것으로 여겨진다.

橫斷面上에서 單位面積當 導管의 分布數 및 占有率은 뿌리에 비해 줄기에서 훨씬 더 높아서 (Table 2), 蘇와 李 (1982)의 研究結果와 같은 傾向을 보이며 이러한 結果는 뿌리의 導管直徑이 줄기에 비해 더 넓은 것과 밀접한 關係가 있는 것으로 여겨진다. 한편 導管要素의 길이는 개서어나무를 除外한 나머지 種에서는 뿌리에 비해 줄기에서 훨씬 더 긴 것으로 밝혀졌는데 (Table 2), 이러한 結果는 本 研究材料와 同科植物을 材料로 한 Bhat and Kärkkäinen (1981a), 蘇와 韓 (1985) 및 녹나무科 (蘇와 朴, 1984)의 研究結果와 一致된다. 그러나 개서어나무의 結果는 Esau (1965), Fayle (1968), 蘇와 李 (1982) 그리고 裸子植物인 *Pinus radiata*의 研究結果 (Patel, 1971)와 類似하여 뿌리와 줄기에 있어서 導管要素의 길이를 比較한 結果는 一貫성을 찾아 볼 수 없다. 그런데 대체적으로 뿌리의 導管要素가 더 짧다는 것이 一般的이다 (Fegel, 1941; Bhat and Kärkkäinen, 1981a). 특히 蘇와 李 (1982)의 研究結果中 물오리나무와 새우나무의 結果는 本 研究結果와 相反된다. 그런데 이러한 結果는 각기 다른 場所에서 採集된 다른 個體의 測定值를 比較한 點, 또한 本 研究材料와 生長狀態 및 標本採取部位가 다른 點 등에 起因된 것으로 여겨진다 (Metcalf and Chalk, 1983). 導管要素에서 穿孔板의 角度는 뿌리에서 더 크고 이에 상응하여 橫帶數는 뿌리에서 더 적게 나타났으나 (Table 2), 사탕버즘나무 (Süß and Müller-Stoll, 1973)에서는 오히려 뿌리에서 더 많은 것으로 報告된 바 있다.

種子植物에서 通水要素의 特殊化는 直徑은 넓어지는 반면 길이는 短縮되는 方向으로 進行되며 (Esau, 1977) 雙子葉植物의 導管要素에서 末端壁의 特殊化는 主軸에 對하여 斜角에서 直角으로 그리고 階段狀穿孔板에서 單穿孔板으로 進行되는 것으로 解釋된다 (Carlquist, 1961; Esau, 1977). 따라서 本 研究에서 밝혀진 바에 依하면 줄기의 導管要素에 비해 뿌리의 導管要素가 더 特殊화된 狀態임을 알 수 있다. 이러한 結果는 버즘나무屬에서 뿌리가 系統發生學的으로 더 原始形이라는 概念 (Esau, 1977)과는 相反된다. 그러므로 어떤 한 樹種에서 밝혀진 結果과 모든 種에 對해 適用될 수는 없으며 本 研究結果에서 그리고 研究者에 따라서 相反된 結果가 많이 나타난 點은 더 많은 種을 대상으로 二期木部에 對한 研究의 必要性을 示唆하는 事實로 받아 드릴 수 있다.

橫斷面上에서 導管의 形態가 環狀 또는 角狀으로 나타난 것은 導管周圍의 柔細胞의 크기 및 分布狀態와 密接한 關係가 있는 것으로 解釋된다 (Patel, 1965). 한편 纖維는 줄기에 비해 뿌리에서 더 넓고 길다 (Table 3). 이러한 結果는 Fegel (1941), Fayle (1968), Patel (1971)

및 蘇와 韓 (1985) 등의 研究結果와 同一하나 Bhat and Kärkkäinen (1981a), 蘇와 朴 (1984) 등의 研究結果와는 相反된다. 一般적으로 纖維는 支持機能을 수행하는 主軸要素로서 幅은 좁아지고 길이는 短縮되는 方向으로 特殊化가 進行되는 것으로 풀이되므로 (Esau, 1977; Metcalfe and Chalk, 1983), 本 研究結果에서 밝혀진 바에 의하면 뿌리에 비해 줄기의 纖維가 더 特殊化된 것으로 생각되며 이것은 줄기의 支持機能이 뿌리에 비해 더 크기 때문인 것으로 解釋된다.

放射組織은 줄기에 비해 뿌리에서 훨씬 더 發達된 樣相을 보인다 (Table 3). 이러한 結果는 Esau (1965), Patel (1965), Fayle (1968), 및 蘇와 李 (1982) 등에 依한 다른 樹種의 研究結果와 一致한다. 이와같이 줄기에 비해 뿌리에 放射組織이 더 많이 나타나는 것은 生理的인 活動이 뿌리에서 더 活潑하기 때문이라는 解釋 (Lebedenko, 1962)과 樹冠으로부터 거리가 멀어짐에 따라 放射組織의 數가 增加된다는 主張 (Patel, 1965)이 있으나 이 點을 分明하게 究明하기 위해서는 더 많은 種의 뿌리에 對한 生理生態學的 研究가 이루어져야 할 것이다.

以上에서 밝혀진 바와 같이 뿌리와 줄기의 二期木部사이에 여러 가지 構造的 差異가 있음을 알 수 있다. 뿌리와 줄기의 組織學的 差異는 環境의 差異에서 起因되는 것으로 解釋되나 (Esau, 1977), 本 研究結果 및 다른 樹種의 研究結果가 一致 또는 相反되어 뿌리와 줄기의 構造的 差異에 一貫성이 없다. 그러므로 더 많은 樹種의 뿌리에 關한 木部解剖形質의 究明이 要求된다.

摘 要

本 研究에서는 韓國產 자작나무科 植物 5屬 6種의 뿌리와 줄기의 二期木部를 比較解剖學的으로 研究하였다. 뿌리와 줄기의 二期木部에 있어서 解剖學的 特徵은 導管 및 纖維의 直徑은 줄기에 비해 뿌리에서 더 넓은 반면 單位面積當 導管 및 纖維의 分布數는 뿌리에서 더 적었으며, 導管要素의 길이는 줄기에서 더 긴 반면 纖維의 길이는 뿌리에서 더 길었다. 穿孔板上的 橫帶數는 뿌리보다 줄기에서 더 많았고, 單位面積當 放射組織의 數는 뿌리에서 더 많았다.

參 考 文 獻

- Berlyn, G.P. and J.P. Miksche. 1976. Botanical Microtechnique and Cytochemistry. The Iowa State University Press, Ames. Iowa. pp.128-129.
- 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. Observation on the anatomy of root wood. *Silva Fennica* 2: 180-188.
- Carlquist, S. 1961. Comparative Plant Anatomy. Holt, Rinehart and Winston, New York. pp.40-41.
- Cutler, D.F. 1976. Variation in root wood anatomy. In Wood Structure in Biological and Technological Research, Bass *et al.* (ed.) Leiden Univ. Press, Leiden. pp.143-156.
- Esau, K. 1965. Plant Anatomy. John Wiley and Sons, New York. pp.226-262.
- Esau, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. John Wiley and Sons, New York. pp.109-142.

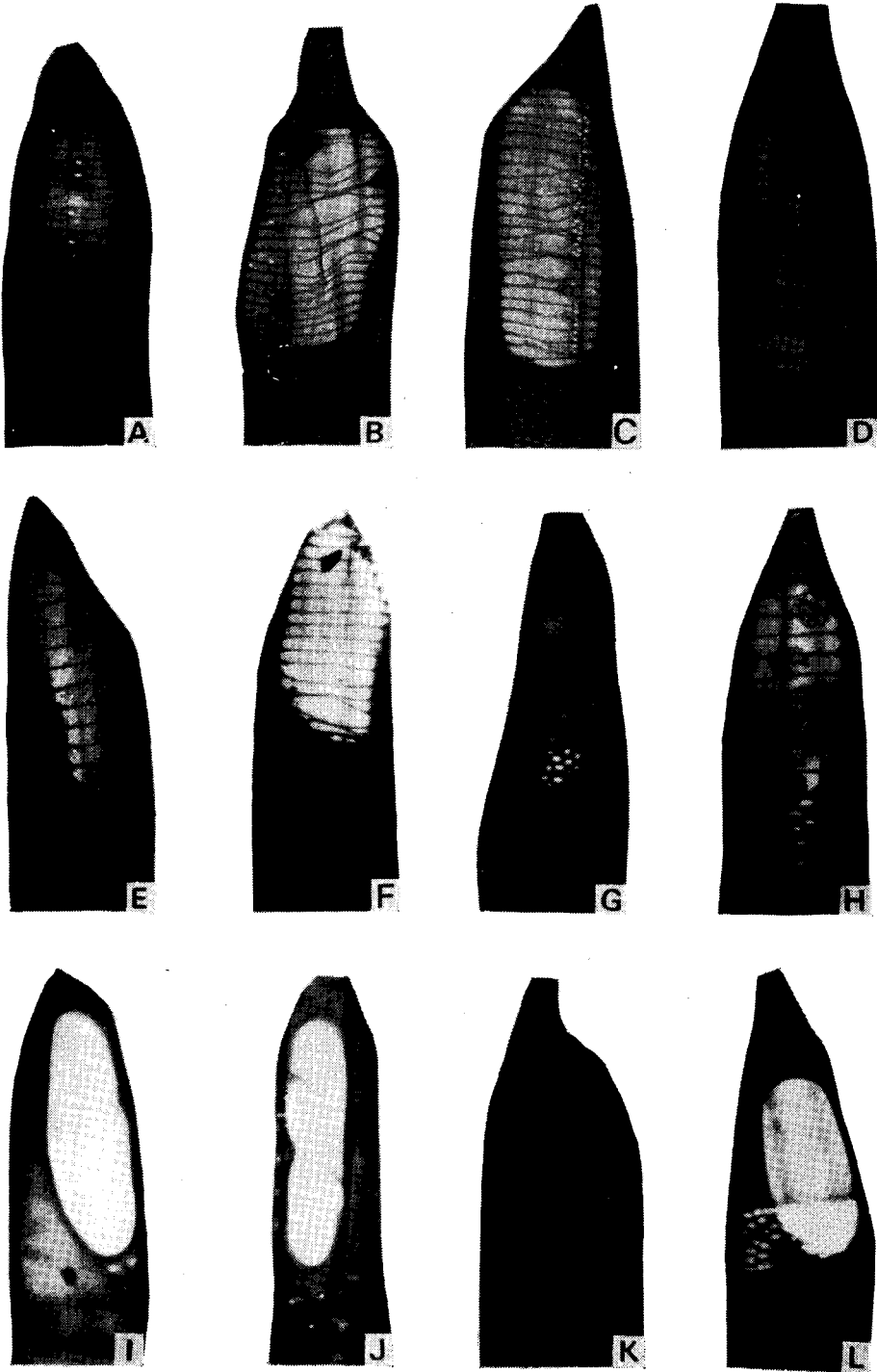
- Fayle, D.C.F. 1968. Radial growth in tree roots. *Tech. Rep. For. Univ. Toronto* 9: 72-82.
- Fegel, A.C. 1941. Comparative anatomy and varying physical properties of trunk, branch and root wood of certain eastern trees. *Bull. N.Y. St. Coll. For. Tech. Pub.* 55: 1-22.
- Gibson, A.C. 1973. Comparative anatomy of secondary xylem in Cactoidae (Cactaceae). *Biotropica* 5: 29-65.
- Hall, J.W. 1952. The comparative anatomy and phylogeny of the Betulaceae. *Amer. J. Bot.* 3: 415-435.
- Larson, P.R. 1962. Auxin gradient and the regulation of cambial activity. In *Tree Growth*, Kozlovski (ed.) Ronald Press New York. pp. 97-117.
- Lebedenko, L.A. 1962. Comparative anatomical analysis of mature wood of roots and stems of some woody plants. Translocation RTS 2194, National Lending Library for Science and Technology, Boston Spa. pp. 66-71
- Metcalfe, C.R. and L. Chalk. 1983. Anatomy of the Dicotyledons. (2nd ed.) Vol. II Clarendon Press Oxford. pp. 98-108.
- 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 — 녹나무科 樹幹의 木材解剖—. *식물학회지* 27: 81-94.
- Patel, R.N. 1965. A comparison of the anatomy of secondary xylem in roots and stems. *Horzforschung* 19: 72-79
- Patel, R.N. 1971. Anatomy of stem and root of *Pinus radiata* D. Don *New Zealand J. For Sci.* 1: 37-49.
- Sass, J.E. 1971. Botanical Microtechnique (3rd ed.). The Iowa State Univ. Press Ames, Iowa. pp. 131-148.
- 蘇雄永·田寬培. 1981. 자작나무科的 導管形態에 依한 分類. *生物學研究報(全北大學校 生物學研究所)* 2: 91-99.
- 蘇雄永·李昌福. 1982. 韓國產 자작나무科 植物뿌리의 木部解剖에 依한 系統學的 研究. *生物學研究年報(全北大學校 生物學研究所)* 3: 127-134
- 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 — 녹나무科 植物뿌리의 解剖—. *식물학회지* 27: 149-162.
- 蘇雄永·韓京植. 1985. 물오리나무와 사방오리나무에 있어서 導管要素 및 纖維의 寸數變異. *식물학회지* 28: (인쇄중)
- Süß, H. und W.R. Müller-Stoll. 1973. Zur Anatomie des Ast-, Stamm und Wurzelholzes von *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. *Österr Bot. Z.* 121: 227-249.
- Tabata, H. 1964. Vessel element of Japanese birches as viewed from ecology and evolution. *Physiol. & Ecol. (Japan)* 12: 7-16.
- Tippo, O. 1938. Comparative anatomy of Moraceae and their presumed allies. *Bot. Gaz.* 100: 1-99.

(1985. 2. 21. 接受)

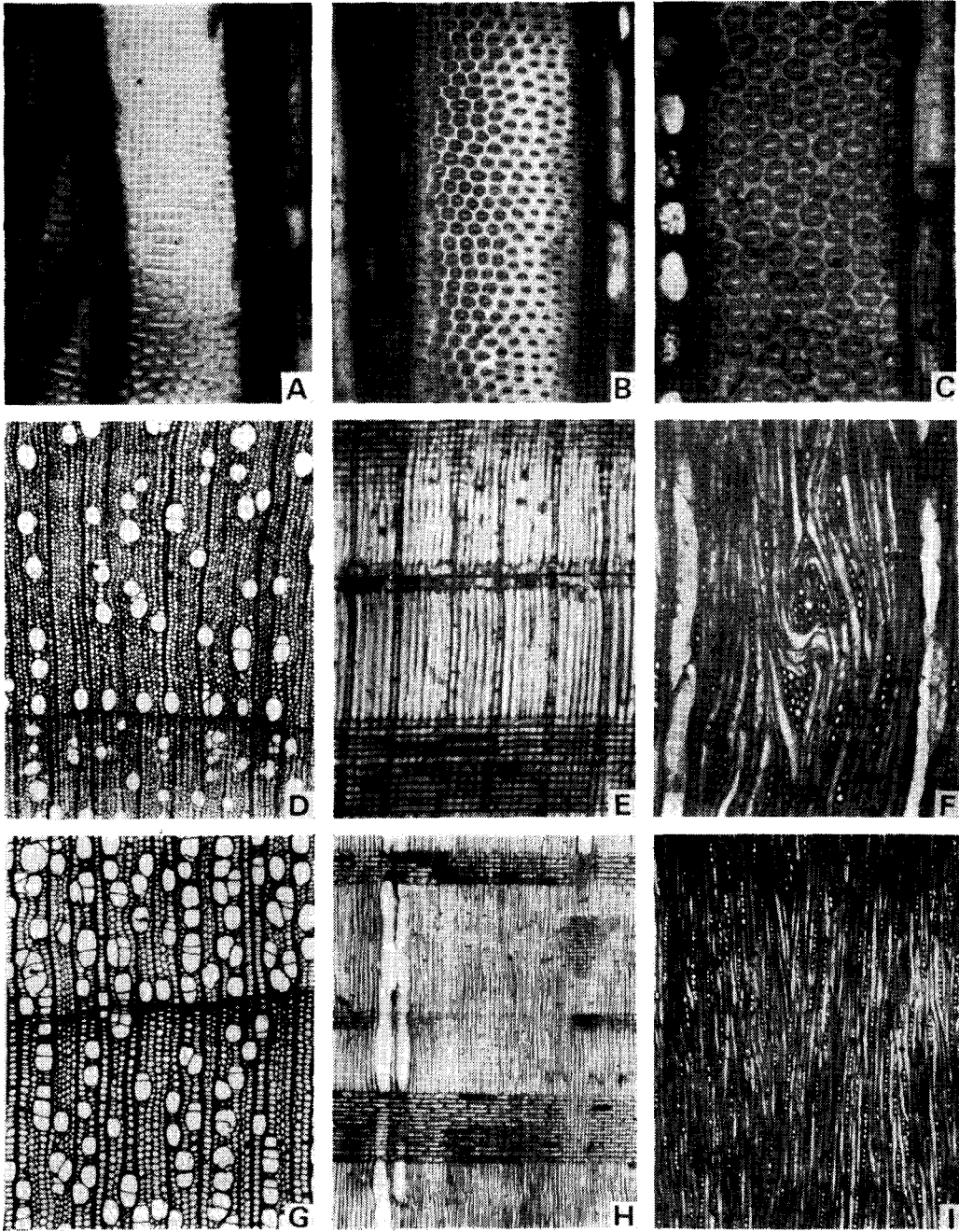
EXPLANATION OF PLATES

- Plate 1. Scalariform (A-H) and simple perforation plates (I-L) on the end wall of vessel element (all X250). *Alnus hirsuta* : A(root), B(stem), *A. firma* : C(root), D(stem) *Betula platyphylla* var. *japonica* : E(root), F(stem) *Corylus heterophylla* var. *thunbergii* : G(root), H(stem) *Carpinus tschonoskii* : I(root), J(stem), *Ostrya japonica* : K(root), L(stem)
- Plate 2. Pitting patterns showing scalariform (A), opposite (B) and alternate type (C) in the stem of *Alnus hirsuta* (X400).
D—I: Three dimensional sections in the root (D-F), and stem (G-I) of *Alnus hirsuta* (X40).
- Plate 3. A—F: Three dimensional sections in the root(A-C), and stem (D-F) of *A. firma* (X40).
G—I: Three dimensional sections in the root of *Betula platyphylla* var. *japonica* (X40).
- Plate 4. A—C: Three dimensional sections in the stem of *B. platyphylla* var. *japonica* (X40).
D—F: Three dimensional sections in the root of *Corylus heterophylla* var. *thunbergii* (X40).
G—I: Three dimensional sections in the root of *Carpinus tschonoskii* (X40).
- Plate 5. A—C: Threedimensional sections in the stem of *C. tschonoskii* (X40).
D—I: Three dimensional sections in the root of (D-F) and stem (G-I) of *Ostrya japonica* (X40).

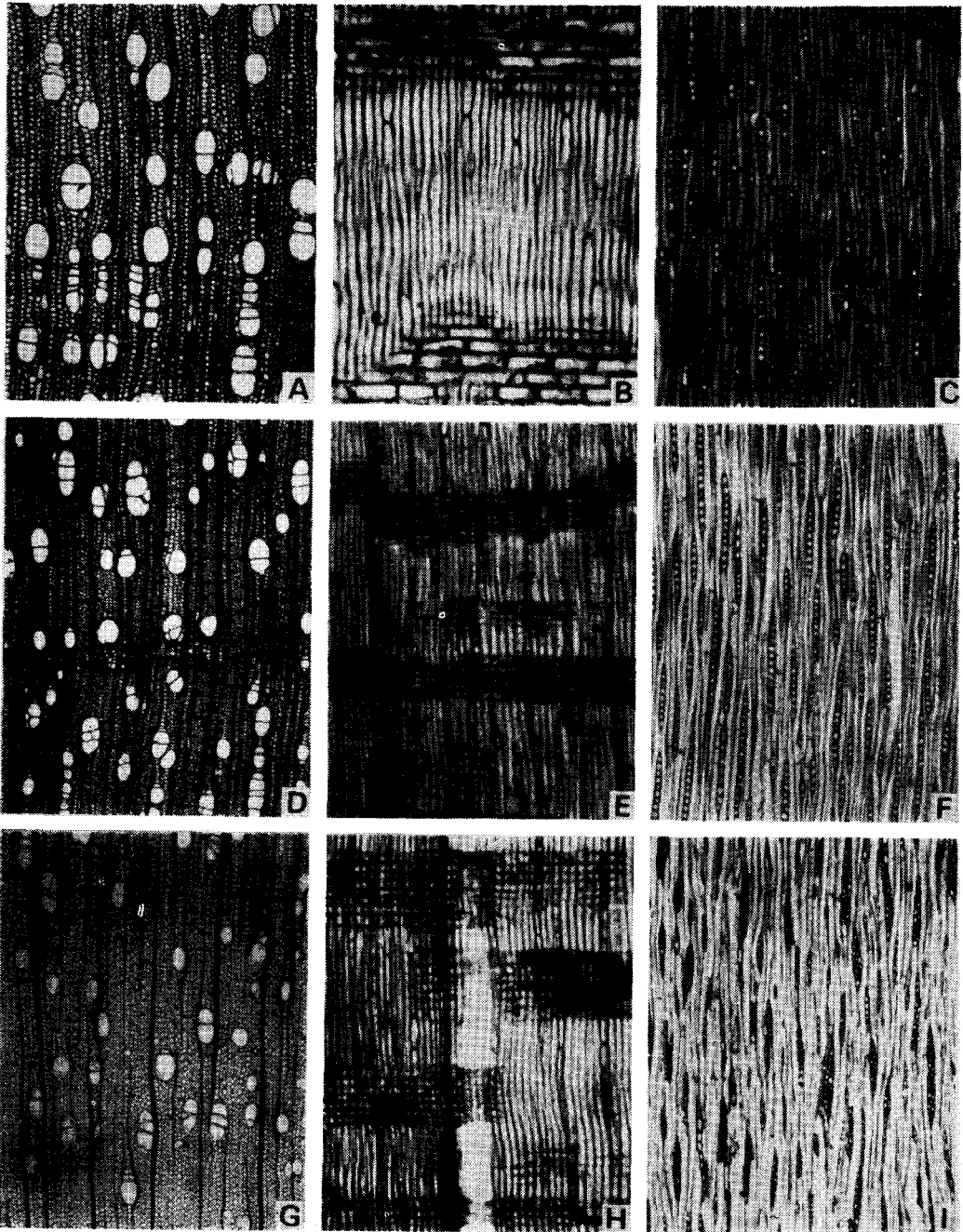
[Plate 1]



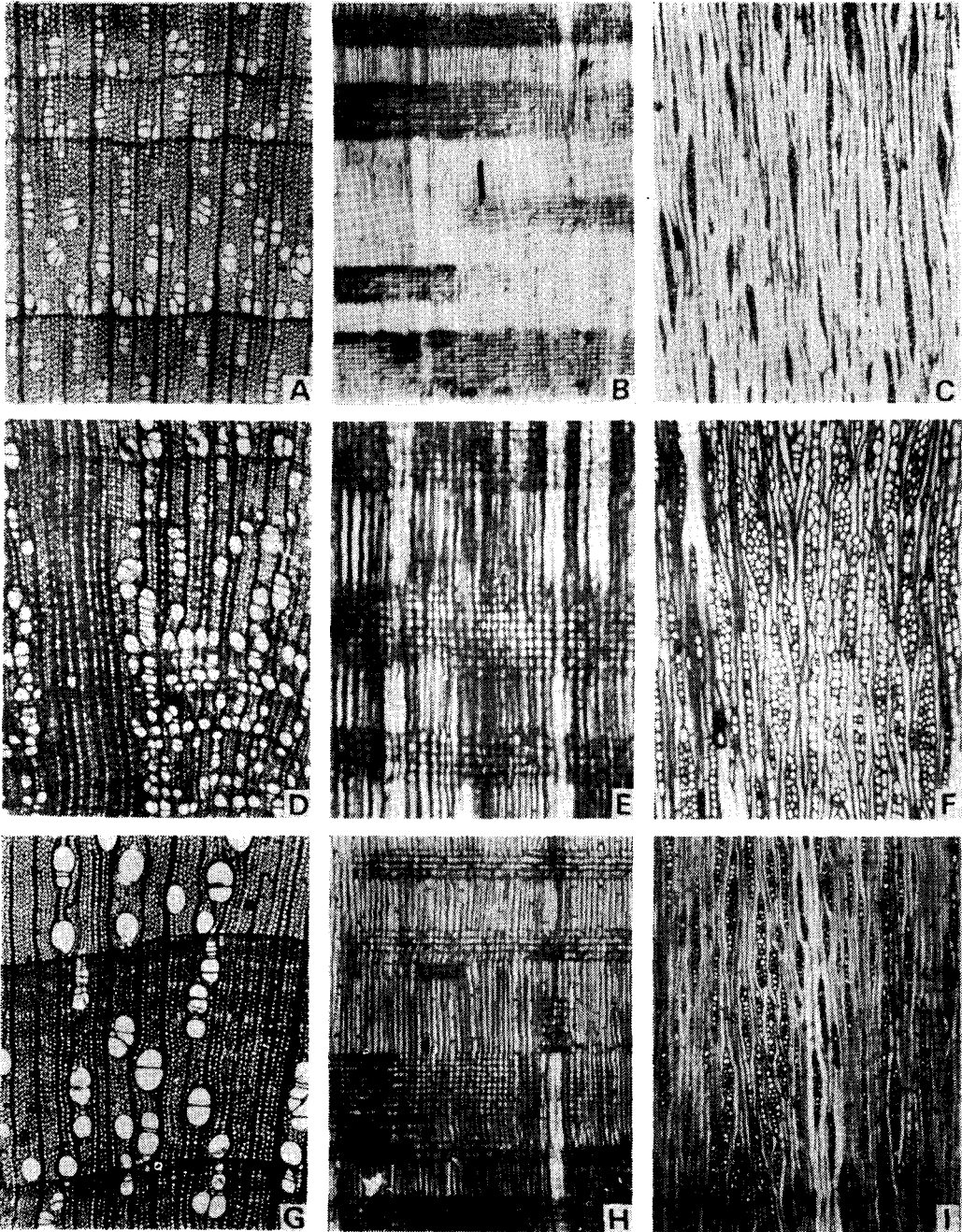
[Plate 2]



[Plate 3]



[Plate 4]



[Plate 5]

