

韓國産 아욱目 植物 줄기에서 二期木部の 比較解剖

林 東 沃·蘇 雄 永

(湖南大學 生物學科, 全北大學校 自然科學大學 生物學科)

Comparative Anatomy of the Secondary Xylem in the Stem of Malvales Plants in Korea

Lim, Dong Ok and Woong Young Soh

(Department of Biology, Honam University, Kwangju and Department of Biology, Chonbuk National University, Chonju)

ABSTRACT

Anatomical study of the secondary xylem in Malvales plants, including four families, five genera and ten species grown in Korea, was carried out to elucidate relationship among genera or families in the order.

Wood of *Elaeocarpus* is diffuse porous and shows angular vessels in radial multiples of 2-14 cells and a few apotracheal or paratracheal parenchyma. Tiliaceous genera have diffuse porous wood, vessels in solitary distribution and apotracheal parenchyma of sinuous scalariform uniseriate band. In the family, *Tilia* shows angular vessel, noded and tile-like cell in ray and storied tissue but *Grewia* has circular vessel. *Hibiscus* shows ring porous wood, circular solitary vessel and biseriate band of apotracheal and paratracheal parenchyma. *Firmiana* shows ring porous wood, circular solitary vessel and confluent parenchyma. Many starch grains appear in ray and axial parenchyma.

Judging from arrangement, shape, length and diameter of vessel element and angle of end wall to vessel axis, and arrangement and shape of axial parenchyma, the lines of specialization in these genera are from primitive Elaeocarpaceae through less primitive Tiliaceae and less advanced Malvaceae to advanced Sterculiaceae.

緒 論

韓國産 아욱目 植物은 外部形態를 중심으로하여 아욱科 만을(鄭, 1957), 또는 담팔수科, 피나무科, 벽오동科 및 아욱科를 포함한 目으로 分類되어 있어서(李, 1984) 학자 간의 의견일치를 보지 못하고 있는 실정이다. 또한 외국 樹種을 대상으로 한 연구에서도 Hutchinson(1973)은 아욱科만을, 다른 대부분 학자들은 상기한 4個科를 포함시켜 分類하고 있다(Cronquist, 1981; Takhtajan, 1980; Thorne, 1976). 그리고 아욱目 植物의 科間 類緣關係를 밝힌 연구에서, 花器 解剖를 중심으로 했을 경우 벽오동科를(Venkata Rao, 1952) 그리고 花器 外部形態에 의한 경우 담팔수科를(Cronquist, 1981) 原始群으로 취급하고 있어서 일관된

결론을 찾아 볼 수 없다.

한편, 아욱目 植物 전반에 걸쳐서 木材解剖學의 特徵에 의한 科 및 屬간의 類緣關係를 밝힌 연구는 찾아보기 어렵고 일부 科에 대한 木材識別을 위한 記載에 그치고 있다(Chattaway, 1932, 1933; Fukazawa and Ohtani, 1982; Record, 1939; Webber, 1934). 본 目에는 國花인 무궁화(金, 1980) 天然紀念物 163號로 지정된 담팔수(신과 신, 1985) 그리고 가구, 목기재 및 조각 재료로 이용되는 피나무류 등을 포함하고 있다(鄭과 金, 1983; 金과 鄭, 1986). 이와 같이 주요 樹種이 속해 있음에도 불구하고 韓國産 아욱目 植物의 목재에 대한 해부학적 연구는 단지 무궁화의 목재 해부와(金과 朴, 1983) 아욱科 植物 뿌리와 줄기의 導管 要素를 비교한 연구(嚴, 1986) 및 목재 식별만을 목표로

한 일부 記載가 있을 뿐이다(Yamabayashi, 1938).

한편, 木本植物의 계통분류학적 연구에서 목재 해부형질의 중요성은 거듭 강조된 바 있다(Esau, 1977; Fahn, 1982; Metcalfe and Chalk, 1950, 1983; Panshin and de Zeeuw, 1980). 특히 導管要素 穿孔板의 특징이 널리 활용되고 있으며(Esau, 1977; Fahn, 1982; 蘇와朴, 1984) 아욱목에서는 主軸柔組織의 형질이 系統的인 면에서 활용된다(Kribs, 1935).

따라서 본 연구에서는 韓國産 아욱목 植物의 목재에 대한 해부학적 특징을 밝히고 그 해부형질에 의한 科 및 屬간의 類緣關係를 구명하고자 시도하였다.

材料 및 方法

본 연구에서는 韓國産 아욱목 4科 5屬 10種을 材料로 하였다(Table 1). 각 樹種은 건전하게 자란 수목을 선정

하였고, 수령은 흉고부위에서 10년 이상된 줄기를 伐採 혹은 끝과 망치를 이용하여 두께 5 cm 정도의 試片을 채취하였다. 한편, 일부 樹種은 山林廳 林業試驗場에서 제공한 試片을 이용하였다.

채취한 試片은 3단면 절편을 만들기 위해 1 cm³의 長方形 블록을 만들고 그리세린과 물 1:1 混合液에 1일간 沸騰시켜 軟化處理하였다. 이렇게 軟化處理된 재료는 滑走式 마이크로톰으로 약 20 μm 두께의 橫斷面, 放射斷面 및 接線斷面으로 절편을 만들어 鹽基性 靛신으로 염색하였으며, 알콜에 의한 탈수를 하여 永久組織標本을 만들었다(Johansen, 1940). 한편 일부 試片은 Jeffrey법에 따라 헤리시커서 사프라닌으로 염색하여 永久組織標本을 만들었다(Berlyn and Miksche, 1976). 이렇게 만들어진 프레파라트를 이용하여 導管要素의 길이, 접선직경 및 穿孔板의 각도, 纖維의 길이, 직경 및 壁肥厚 그리고 방사조직의 높이와 폭을 측정하였고, 또는 方眼마이크로메타를 이용하여 각 구성조직

Table 1. List of materials examined

Family	Genus	Species	Habit	Locality	
Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus</i>	<i>E. silvestris</i> var. <i>ellipticus</i> (Thunb.) Hara	담팔수	Jejudo	
Tiliaceae	<i>Tilia</i>	<i>T. rufa</i> Nakai	덜피나무	Mt. Seolak	
		<i>T. amurensis</i> Rupr.	피나무	Mt. Seolak	
		<i>T. taquetii</i> Schneider.	뽕잎피나무	Mt. Jiri	
		<i>T. mandshurica</i> Rupr. et Max.	찰피나무	Mt. Jiri	
		<i>T. megaphylla</i> Nak.	염주나무	Mt. Seolak	
		<i>T. kiusiana</i> Makino et Shirasawa.	구주피나무	Mt. Hongneung	
	<i>Grewia</i>	<i>G. biloba</i> var. <i>paviflora</i> (Bunge) Handel Mazzetti	장구뽕나무	DS	Bogildo
Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>H. syriacus</i> L.	무궁화	DS	Chonju
Sterculiaceae	<i>Firmiana</i>	<i>F. platanifolia</i> Schott et Endl.	벽오동	DT	Chonju

ET, Evergreen Tree; DT, Deciduous Tree; DST, Deciduous Small Tree; DS, Deciduous Shrub.

Table 2. Anatomical characteristics on vessel element in Korean Malvales

Species	Angle of perforation plate (°)	Tangential diameter (μm)	Length (μm)	L/D	Volumetric composition(%)
<i>Elaeocarpus silvestris</i> var. <i>ellipticus</i>	25.8	54.0± 5.6	514.9± 69.9	9.5	32.9
<i>Tilia rufa</i>	40.0	41.5± 6.1	387.9± 23.9	9.3	17.1
<i>Tilia amurensis</i>	42.5	49.2± 7.0	449.6± 28.7	9.1	24.9
<i>Tilia taquetii</i>	43.0	53.1± 5.4	420.6± 30.3	7.9	17.6
<i>Tilia mandshurica</i>	41.0	40.9± 5.0	420.9± 35.4	10.3	24.5
<i>Tilia megaphylla</i>	43.0	43.0± 6.1	332.0± 31.2	7.7	12.5
<i>Tilia kiusiana</i>	47.0	39.5± 5.3	319.2± 26.2	8.1	22.2
<i>Grewia biloba</i> var. <i>paviflora</i>	46.5	84.9± 16.1	377.5± 29.6	4.4	12.4
<i>Hibiscus syriacus</i>	58.6	84.9± 12.2	264.5± 20.7	3.1	24.7
<i>Firmiana platanifolia</i>	65.9	197.2± 17.9	314.4± 53.5	1.6	5.6

세포의 構成比率를 측정하였다(蘇, 1983; 蘇와 李, 1982). 한편 放射斷面 試片은 두께 약 100 μm의 切片을 만들어 알콜系列의 脫水 後 ion sputtering에 의한 Gold coating을 하고 JSM-T330A 走査電子顯微鏡으로 觀察하였다.

본 연구에 사용된 用語는 주로 박 등(1981) 蘇(1986) 및 Committee on Nomenclature, IAWA(1964)의 解説을 準用하였다.

結 果

담팔수科(Elaeocarpaceae). 본 科는 우리나라에 自生하는 담팔수 1種을 재료로 하였으며(Table 1). 본 種의 수간 해부학적 특징은 年輪境界가 불분명하고 散孔材이다

(Fig. 1C). 導管要素의 길이는 514.9 μm이고 그 側壁壁孔 배열은 交互狀 벽공으로 나타나며, 말단벽의 穿孔板은 單穿孔이고 그 각도는 25.8°이다(Table 2). 그리고 導管要素의 측벽부에 螺旋肥厚가 나타난다(Table 4). 纖維는 길이 842.8 μm, 직경 17.5 μm 그리고 壁肥厚 2.4 μm로서 構成比率는 42.7%이며, 纖維狀假導管과 眞正木部纖維로 構成되어 있다(Table 3). 방사조직은 폭 35.4 μm(1-4 세포폭), 높이 979.9 μm로 構成比率는 16.0%이고 形狀係數는 27.6으로 가늘고 긴 방사조직을 나타내며, 異性 I 또는 II형이다(Fig. 1R, T). 主軸柔組織은 構成比率 8.4%로서 방사방향으로 단열배열한 離管 및 伴管柔細胞가 나타난다(Fig. 1C).

피나무科(Tiliaceae). 본 연구에서 조사한 屬은 피나무屬(*Tilia*)과 장구밥나무屬(*Grewia*)이다. 도판은 직경이

Table 3. Anatomical characteristics on wood fiber, ray and axial parenchyma of Korean Malvales

Species	Wood fiber			
	Length (μm)	diameter (μm)	Wall thickness (μm)	Vol. (%)
<i>Elaeocarpus silvestris</i> var. <i>ellipticus</i>	842.8 ± 84.9	17.5 ± 0.3	2.4 ± 0.3	42.7
<i>Tilia rufa</i>	985.0 ± 80.0	23.9 ± 3.3	2.4 ± 0.4	55.6
<i>Tilia amurensis</i>	1,223.4 ± 92.3	26.0 ± 3.0	2.0 ± 0.2	52.1
<i>Tilia taquetii</i>	1,355.4 ± 97.1	24.6 ± 3.0	2.6 ± 0.3	63.9
<i>Tilia mandshurica</i>	1,108.7 ± 137.4	21.9 ± 2.5	2.8 ± 0.4	55.5
<i>Tilia megaphylla</i>	938.6 ± 75.6	21.0 ± 4.3	2.6 ± 0.3	53.5
<i>Tilia kiusiana</i>	927.0 ± 110.3	19.2 ± 3.7	2.9 ± 0.4	51.7
<i>Grewia biloba</i> var. <i>paviflora</i>	1,056.0 ± 104.3	21.6 ± 2.9	3.0 ± 0.7	63.4
<i>Hibiscus syriacus</i>	1,013.5 ± 118.9	12.8 ± 1.9	2.3 ± 0.5	48.2
<i>Firmiana platanifolia</i>	1,416.8 ± 209.1	19.9 ± 1.2	5.2 ± 0.5	56.4

Species	Ray			A.P.	
	Width (μm)	Height (μm)	Ray shape (H/W ratio)	Vol. (%)	Vol. (%)
<i>Elaeocarpus silvestris</i> var. <i>ellipticus</i>	35.4 ± 7.6	979.9 ± 201.9	27.6	16.0	8.4
<i>Tilia rufa</i>	37.1 ± 6.9	583.2 ± 79.6	15.7	14.5	12.8
<i>Tilia amurensis</i>	25.4 ± 3.6	1,240.0 ± 235.3	48.6	11.6	11.4
<i>Tilia taquetii</i>	45.1 ± 8.0	1,446.8 ± 192.0	32.0	11.1	7.4
<i>Tilia mandshurica</i>	33.1 ± 5.4	1,109.6 ± 158.6	33.5	12.4	7.6
<i>Tilia megaphylla</i>	45.9 ± 7.2	1,035.2 ± 172.2	22.5	19.2	14.8
<i>Tilia kiusiana</i>	40.0 ± 7.0	958.8 ± 148.9	23.9	13.7	12.4
<i>Grewia biloba</i> var. <i>paviflora</i>	36.8 ± 5.5	656.8 ± 136.2	17.8	17.7	6.5
<i>Hibiscus syriacus</i>	39.0 ± 1.4	981.3 ± 226.6	25.1	13.1	14.0
<i>Firmiana platanifolia</i>	236.9 ± 20.2	2,319.4 ± 549.7	9.8	16.1	21.9

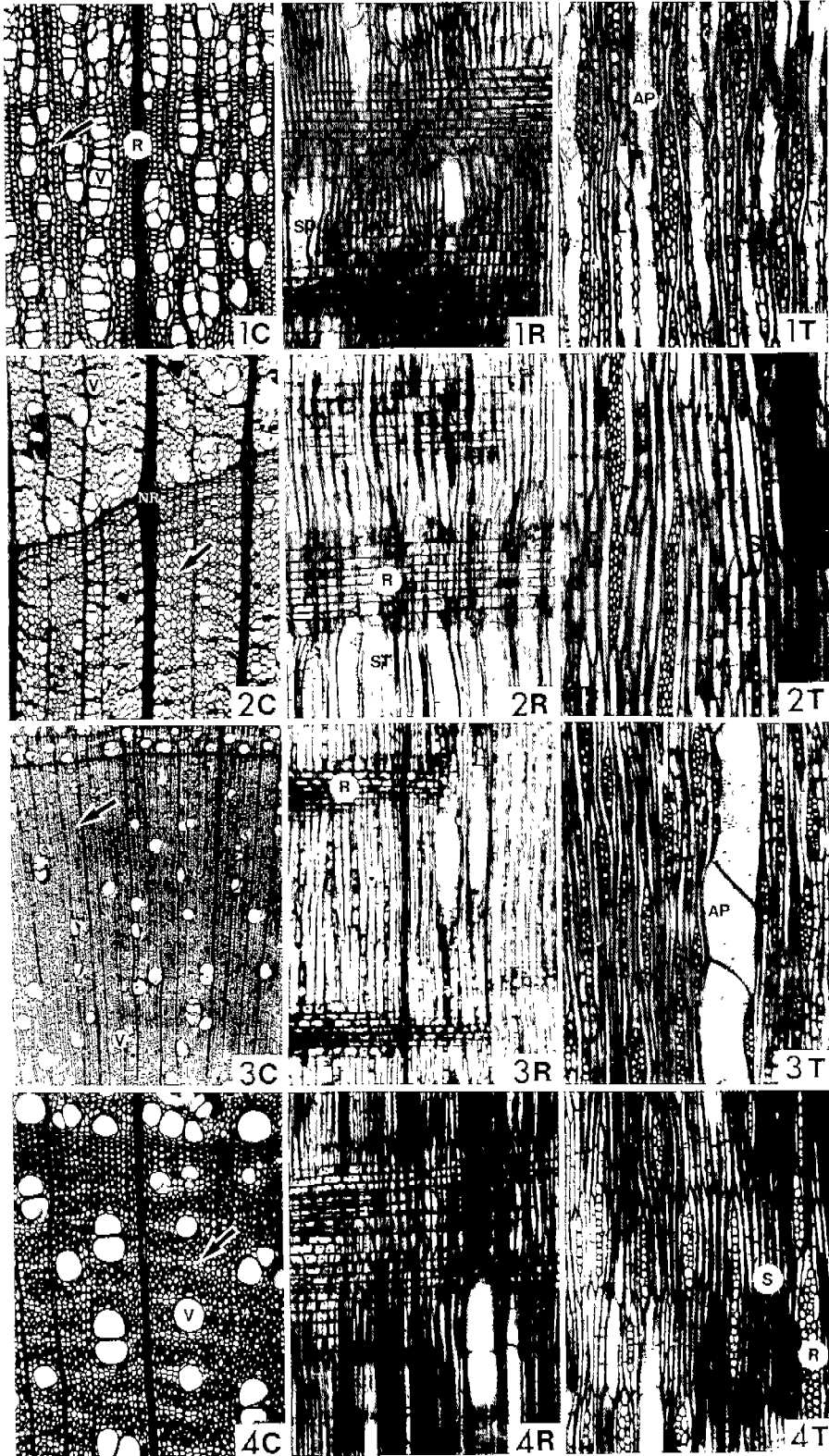
A.P., Axial parenchyma; Vol., Volumetric composition

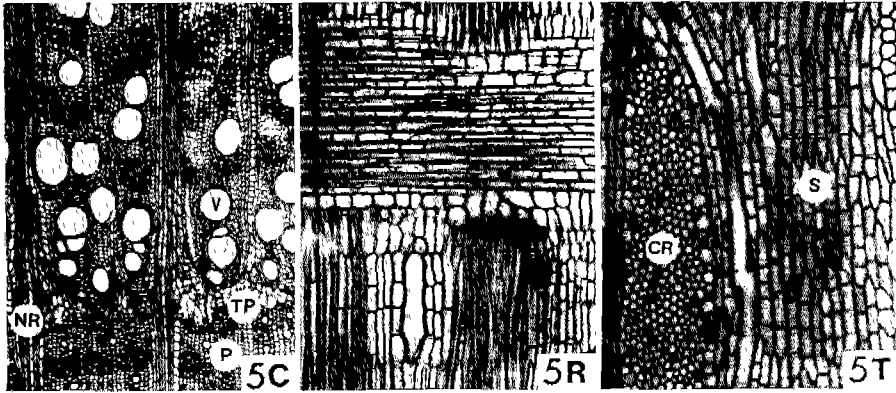
Table 4. Anatomical characteristics in the wood of Korean Malvales

Characters		Species				
		E	T1	T2	T3	T4
Vessel elements	Arrangement	D.P.	D.P.	D.P.	D.P.	D.P.
	Distribution	R.(2-14)	Solitary	R.(2-14)	Solitary	Solitary
	Shape	Solitary	R.(2-12)	Solitary	R.(2-4)	Aggregate
	Perforation plate	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular
	Pitting form	All simple perforation				
	Spiral thickening	All alternate pitting				
Rays	Composition	+	+	+	+	+
	Type	He	He	He & Ho	He & Ho	He & Ho
	Noded ray	I or II	II	II	II	II
	Tile cell	-	+	+	+	+
	Cell width	-	+	+	+	+
Fibers	Fiber tracheid	1-4	1-4	1-3	1-4	1-4
	Libriform fiber	+	+	+	+	+
	Storied arrangement	+	+	+	+	+
Axial parenchyma	Apotracheal	-	+	+	+	+
	Paratracheal	+	+	+	+	+
	Type	Scanty	SSUB	SSUB	SSUB	SSUB
Others	Ripple mark					

Characters		Species				
		T5	T6	G	H	F
Vessel elements	Arrangement	D.P.	D.P.	D.P.	R.P.	R.P.
	Distribution	Solitary	Solitary	Solitary	Solitary	Solitary
	Shape	R.(2-4)	R.(2-5)			R.(2-4)
	Perforation plate	Angular	Angular	Circular	Circular	Circular
	Pitting form	All simple perforation				
	Spiral thickening	All alternate pitting				
Rays	Composition	+	+	+	+	+
	Type	He & Ho	He & Ho	He	He	He
	Noded ray	II	II	I or II	II or I	Aggregate III
	Tile cell	+	+	-	-	+
	Cell width	+	+	-	-	+
Fibers	Fiber tracheid	1-5	1-5	1-4	1-4	8-16
	Libriform fiber	+	+	+	+	+
	Storied arrangement	+	+	-	+	+
Axial parenchyma	Apotracheal	+	+	+	+	+
	Paratracheal	+	+	+	+	+
	Type	SSUB	SSUB	SSUB	BSSB	CP
Others	Ripple mark			Druse		Grains

E, *Elaeocarpus silvestris* var. *ellipticus*; T1, *Tilia rufa*; T2, *T. amurensis*; T3, *T. taquetii*; T4, *T. mandshurica*; T5, *T. megaphylla*; T6, *T. kiusiana*; G, *Grewia biloba* var. *paviflora*; H, *Hibiscus syriacus*; F, *Firmiana platanifolia*. D.P., Diffuse porous; R.P., Ring porous; R.(), Radial cell number; He, heterogenous; Ho, Homogenous; +, Present; -, absent; SSUB, Sinuous scalariform uniseriate band; BSSB, Biseriate short band; CP, Confluent parenchyma.





Figs. 1-5. Photomicrographs of anatomical structure in the stem woods by the typical species of genera examined. C, Cross section; R, Radial section; T, Tangential section.

Fig. 1. *Elaeocarpus silvestris* var. *ellipticus* (C.R.T., $\times 81$). V, Radial row of vessel; Arrow, Axial parenchyma; R, Ray; S, Simple perforation; AP, Alternated pitting.

Fig. 2. *Tilia mandshurica* (C.R.T., $\times 81$). NR, Noded ray; Arrow, Uniseriate parenchyma; R, Ray; V, Solitary vessel; ST, Spiral thickening; S, Storied arrangement.

Fig. 3. *Grewia biloba* var. *paviflora* (C., $\times 33$; R.T., $\times 81$). V, Solitary vessel; Arrow, Axial parenchyma; R, Ray; AP, Alternated pitting.

Fig. 4. *Hibiscus syriacus* (C.R.T., $\times 81$). V, Vessel; Arrow, Biseriate parenchyma bend; R, Ray; S, Storied arrangement.

Fig. 5. *Firmiana platanifolia* (C., $\times 33$, R.T., $\times 81$). V, Vessel; P, Confluent parenchyma; NR, Noded ray; S, Storied arrangement; TR, Traumatic parenchyma; CR, Compound ray.

작고 春材에서 秋材로의 직경 이행이 漸減하는 散孔材이다. 穿孔板은 單穿孔을 보이며(Fig. 11), 도관측벽의 벽공은 交互狀이다. 방사조직은 1-5 세포폭이고, 타일세포가 나타나며(Fig. 7) 주로 異性 II型이며 주축유세포는 單列 離管 및 伴管 帶狀이다. 섬유는 纖維狀假導管과 眞正木部纖維로 구성되어 있다. 屬間的 주요 특징은 다음과 같다.

피나무屬(*Tilia*) : 본 屬은 우리나라에 自生 혹은 도입되어 자라고 있는 11種 중 6種을 대상으로 하였다(Table 1). 樹幹 해부학적 특징은 年輪境界가 분명한 散孔材이다(Fig. 2C). 도관의 접선직경은 구주피나무에서 $39.5 \mu\text{m}$ 로 가장 작고 뽕잎피나무가 $53.1 \mu\text{m}$ 로 가장 크고 다각형으로 단독 분포 혹은 2-14 세포가 방사상 배열을 나타내며, 단위면적당 12.5%(염주나무)에서 24.9%(피나무)의 構成比率를 보인다(Fig. 2C). 導管要素의 길이는 $319.3 \mu\text{m}$ (구주피나무)에서 $449.6 \mu\text{m}$ (피나무)의 범위이고, 말단벽의 천공판은 단천공이며, 그 각도는 41° (찰피나무)에서 47° (구주피나무)의 범위이다(Table 2). 그리고 導管要素의 측벽부에 螺旋肥厚가 나타난다(Table 4; Figs. 2R, 2T, 7, 11). 纖維는 길이 $927.0 \mu\text{m}$ (구주피나무)에서 $1,355.0 \mu\text{m}$ (뽕잎피나무), 직경 $19.2 \mu\text{m}$ (구주피나무)에서 $26.0 \mu\text{m}$ 그리고 壁肥厚는 $2.0 \mu\text{m}$ (피나무)에서 $2.9 \mu\text{m}$ (구주피나무)로서 構成比率는 51.7%(구주피나무)에서 63.9%(뽕잎피나무) 범위로 나타났다. 그리고 纖維가 계층상 배열을 하고 있으며,

간혹 털피나무와 염주나무에서는 리플마크가 나타난다(Tables 3, 4; Fig. 2T). 방사조직은 폭 $25.4 \mu\text{m}$ (1-3 세포폭)인 피나무에서 $45.9 \mu\text{m}$ (1-5 세포폭)인 염주나무, 높이 $583.2 \mu\text{m}$ (털피나무)에서 $1,446.8 \mu\text{m}$ (뽕잎피나무)이고, 構成比率는 11.1%(뽕잎피나무)에서 19.2%(염주나무) 범위이며, 形狀係數는 15.7(털피나무)에서 48.6(피나무) 범위로 가늘고 긴 구조를 보인다(Table 3). 또한 방사조직은 同性 또는 異性 II型(Fig. 2T)이고 특히 年輪境界部에서 節化(noded)되어 있으며(Fig. 2C) 放射斷面에서 방사조직 사이에 가느다란 세포로 된 타일세포가 존재한다(Fig. 7). 主軸柔組織은 構成比率 7.4%(뽕잎피나무)에서 14.8%(염주나무) 범위로서 짧은 단열대상이고, 離管 및 伴管柔組織이다(Fig. 2C).

장구릅나무屬(*Grewia*) : 본 屬은 우리나라에서 自生하는 장구릅나무 1種을 대상으로 하였다(Table 1). 橫斷面에서 연륜이 분명한 散孔材이며 도관은 접선직경 $84.9 \mu\text{m}$ 인 타원형으로 단독 분포하고 단위면적당 12.4%의 構成比率를 보인다(Fig. 3C). 導管要素의 길이는 $377.5 \mu\text{m}$ 이고, 그 側壁壁孔 배열과 방사조직 分野壁孔은 모두 交互狀이며(Figs. 3T, 8, 12) 말단벽의 穿孔板은 單穿孔이고 그 각도는 46.5° 이다(Tables 2, 4). 纖維는 길이 $1,056.0 \mu\text{m}$, 직경 $21.6 \mu\text{m}$ 그리고 壁肥厚 $3.0 \mu\text{m}$ 로서 構成比率는 42.7%이며, 纖維狀假導管과 眞正木部纖維로 구성되어 있다(Tables 3, 4). 방



Fig. 6. Axial parenchyma of *Firmiana platanifolia* shows confluent, paratracheal parenchyma (CP). × 81. NR, Noded ray; TP, Traumatic parenchyma in the boundary of annual ring; V, Vessel.

Fig. 7. Wood of *Tilia mandshurica* shows tile cell (arrow) of ray and spiral thickening (ST) on the lateral wall of vessel. × 323.

Fig. 8. Vessel element of *Grewia biloba* var. *paviflora* shows alternate pitting (AP) in surface view. × 323.

사조직은 폭 36.8 μm(1-4 세포폭) 높이 656.8 μm로 構成比率는 17.7%이고, 形狀係數는 17.8로서 가늘고 긴 모양이며, 異性 I 및 II형의 특징을 보인다(Tables 3, 4; Figs. 3R, 3T). 主軸柔組織은 構成比率이 6.5%이고 단열대상으로 離管 및 伴管柔組織이다(Fig. 3C).

아욱과(Malvaceae). 본 과에 속하는 植物은 대부분 초본성이므로, 목본성인 무궁화 1種을 연구 대상으로 하였다(Table 1). 橫斷面에서 年輪境界는 분명하고 環孔材이다(Fig. 4C). 도관의 접선직경 84.9 μm인 원형으로 단독 분포 또는 2-4 세포가 방사배열을 하며 단위면적당 構成比率는 24.7%이다. 導管要素의 길이는 264.5 μm이고, 그 側壁壁孔 배열은 交互狀이며, 말단벽의 穿孔板은 單穿孔으로 각도는 58.6°이다(Table, 2). 그리고 導管要素의 측벽부에 螺旋肥厚가 나타나고(Table 4; Fig. 4C) 도관내측에 枞環(Druse)이 나타난다(Fig. 10). 纖維는 길이 1,013.5 μm, 직경 12.8 μm 그리고 壁肥厚 2.3 μm로서 構成比率는 48.2%이며, 纖維狀假導管과 眞正木部纖維로 구성되었다(Tables 3, 4). 방사조직은 폭 39.0 μm(1-4 세포폭) 높이 981.3 μm로 構成比率는 13.1%이며, 形狀係數는 25.1로 가늘고 긴 구조이고 주로 異性 II형을 나타낸다(Figs. 4R, 4T). 主軸柔組織은 구성요소율 14.0%이고 2-3열의 대상으로 伴管 또는 離管狀이며(Fig. 4C). 接線斷面에서 계층상 배열을 한다(Fig. 4T).

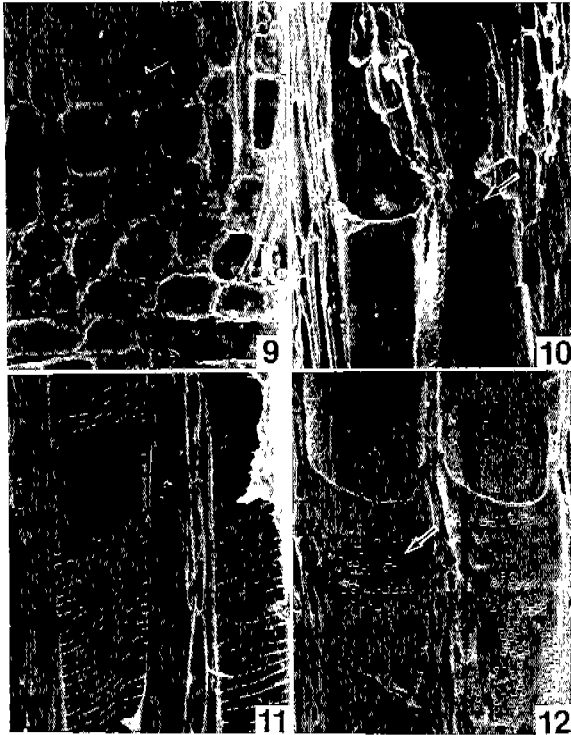
벽오동과(Sterculiaceae). 본 과는 도입된 樹種인 벽오동 1種을 재료로 하였다(Table 1). 橫斷面에서 年輪境界가 분명한 環孔材이다(Fig. 5C). 도관의 접선직경 197.2 μm인 원형으로 주로 단독분포이고, 간혹 2개 세포가 방사배열하기도 하며, 단위면적당 구성비율은 5.6%이다. 導管要素의 길이는 314.4 μm이고, 그 側壁壁孔 배열은 交互

狀이며, 末端壁 穿孔板은 單穿孔이고, 그 각도는 65.9°이다 (Table 2). 그리고 導管要素의 측벽부에 螺旋肥厚가 나타난다(Table 4). 纖維는 길이 1,416.8 μm, 직경 19.9 μm 그리고 壁肥厚 5.2 μm로서 構成比率는 56.4%이며 纖維狀假導管과 眞正木部纖維로 구성되고, 계층상 배열을 한다 (Fig. 5T). 방사조직은 폭 236.9 μm(8-16 세포폭) 높이 2,319.4 μm 構成比率는 16.1%이고, 形狀係數는 9.8이다. 또한 초상세포를 갖는 異性 III형 複合放射組織이며(Figs. 5R, 5T), 年輪境界 부위에 방사조직이 節化되었고(Fig. 5C) 또한, 放射斷面에서 타일세포도 나타난다. 그리고 연륜이 시작되는 층재형성 부위에 불규칙한 유조직이 발달되었다(Figs. 5C, 6). 主軸柔組織은 構成比率이 21.9%이고, 離管 散在形과 連合翼狀 伴管柔組織이 나타나고(Figs. 5C, 6) 계층상 배열을 한다(Fig. 5T). 방사조직과 主軸柔組織내에 전분과립이 많이 나타난다(Fig. 9).

考 察

韓國産 아욱과 植物은 散孔材 혹은 環孔材, 도관은 다각형 또는 원형으로 單穿孔, 호생벽공 및 螺旋肥厚의 특징을 갖추고 있으며, 방사조직은 주로 異性 I 또는 II형이고 흔히 타일세포와 연륜경계부가 節化되어 있다. 이와 같은 해부학적 특징의 동질성은 外部形態에 의한 分類에서 본 目내에 4개과를 포함시킨 李(1984)나 Cronquist(1981), Takhtajan(1980) 그리고 Thorne(1976)의 견해를 뒷받침하게 된다.

이러한 해부학적 특징들은 대체로 外國 樹種을 재료로 한 관찰결과와 유사하나(Chattaway, 1932, 1933; Metcalfe and Chalk, 1950) 유사성을 보이지 않는 특징으로서 피



Figs. 9-12. SEM photomicrographs of the radial section in some Malvales plants. X 500.

Fig. 9. Ray and axial parenchyma of *Firmiana platanifolia* show many starch grains.

Fig. 10. Vessel element of *Hibiscus syriacus* shows druse (arrow).

Fig. 11. Vessel element of *Tilia amurensis* shows simple perforation (SP) and many spiral thickening (ST).

Fig. 12. Ray-vessel pitting in the vessel element of *Grewia biloba* var. *paviflora* shows alternative characters (arrow) and ranging from simple pit to bordered pit.

나무屬에 포함된 樹種의 材는 環孔材라기보다는 散孔材였고, 벽오동은 연륜경계부의 春材가 시작되는 부위에 환상으로 유조직이 발달하였다. 특히 이런 유조직을 Harris (1934)는 "Frost rings", Desmond와 McGinnes(1985)는 "Boundary callus layer"란 용어를 사용하고 있는데, Callus 여부에 대하여는 그 발달기원 등의 검토가 좀 더 필요한 것으로 사료된다. 그리고 아욱目 植物의 목재 해부형질은 散孔材, 다각형도관 및 纖維狀假導管과 같은 원시형질도 나타난다. 반면에 導管要素의 穿孔板이 單穿孔이고 말단벽 각도가 크고, 측벽에 螺旋肥厚가 나타나며, 계층상재의 특징으로 미루어 볼 때 하등한 식물군으로 볼 수 없다. 이러한 경향은 外部形態에 의한 分類에서도 하등 식물군으로 취급되지 않는 보고와 일치된다(Cronquist, 1981; Takhtajan, 1980; Thorne, 1976). 특히 2期木部の 특수화는 散孔材에서

環孔材로, 도관은 다각형에서 원형으로, 導管要素의 길이는 짧은 쪽으로, 직경은 넓은 쪽으로, 穿孔板의 각도는 銳角에서 鈍角으로 主軸柔組織은 離管狀에서 伴管狀으로, 단열에서 다열쪽으로 진행된다는 견해가 대체로 받아들여지고 있다(Carlquist, 1975; Chattaway, 1932; Fahn, 1982; Tippo, 1946). 따라서 아욱目 植物을 해부형질에 의해 科간 특수화 정도를 비교해 보면, 散孔材로서 導管要素는 다각형이고 길며, 직경은 작고 말단벽 각도는 가장 예각이며, 單列 離管 및 伴管 柔組織 그리고 비계층상 조직을 보이는 담팔수科(담팔수屬)가 가장 原始群으로 판단된다. 上記한 解剖形質에 의해 담팔수科로부터 특수화 경향은 피나무科(피나무屬→장구밥나무屬), 아욱科(무궁화屬) 그리고 벽오동科(벽오동屬) 순으로 볼 수 있다. 이런 경향은 다른 해부학적 보고와도 대체로 일치하고(Metcalf and Chalk, 1950), 花器의 外部形態에 의한 科간 類緣關係와 일치하는 경향이였다(Cronquist, 1981). 그러나 花器 解剖에 의한 견해와는 상반되므로(Venkata Rao, 1952), 형질별 차이가 심하게 나타나는 것을 알 수 있다.

한편, Engler(1909)는 피나무屬을 *Anastraea*절과 *Astrophilyra*절로 나누었고, 현재에도 이 분류체계가 통용되고 있으나(鄭과 金, 1983, 1984) 본 연구에서 조사된 해부형질에 관한한 그 구별이 분명치 않았다.

摘 要

韓國産 아욱目 植物 4科, 5屬 10種의 목부 해부학적 형질을 비교 관찰하여 科 및 屬간의 木部의 특수화 정도를 검토하였다.

담팔수科 담팔수屬의 木部는 散孔材로서 각상 도관이 주로 방사배열(2-14 세포폭)이고 離管 및 伴管柔組織이 드물게 나타난다. 散孔材로서 단독분포도관과 유조직이 제당상 1열대를 보이는 피나무科 식물 중 피나무屬은 도관이 각상이고, 방사조직의 節化와 타일세포가 존재하며 장구밥나무屬은 원형도관을 보인다. 아욱科 무궁화屬은 環孔材로 도관은 원형 단독분포이며 유조직이 2열로 나타난다. 그리고 벽오동科 벽오동屬은 環孔材로 원형 단독분포이며, 伴管連合翼狀 및 離管 다열 유조직이 나타난다. 그리고 유조직에는 전분과립이 많이 나타난다.

導管要素의 배열, 모양, 길이, 직경 및 穿孔板 각도와 主軸柔組織의 분포 등의 특징에 의한 이들 科간의 系統 순서는 담팔수科(담팔수屬)→피나무科(피나무屬→장구밥나무屬)→아욱科(무궁화屬)→벽오동科(벽오동屬) 순으로 사료된다.

參 考 文 獻

Berlyn, G.P. and J.P. Miksche. 1976. Botanical Microtechni-

- que and Cytochemistry. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. p. 128.
- Carlquist, S. 1975. Ecological Strategies of Xylem Evolution. Calif. Univ. Press, Berkeley. pp. 83-103.
- Chattaway, M. 1932. The wood of the Sterculiaceae. I. Specialization of the vertical wood parenchyma within the sub-family sterculiaceae. *New Phytol.* **31**: 119-132.
- Chattaway, M. 1933. Tile cells in the rays of the Malvales. *New Phytol.* **32**: 261-273.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants, Columbia Univ. Press, pp. 341-361.
- 鄭台鉉. 1957. 韓國植物圖鑑. Vol. 1, 新志社. pp. 337-345.
- 鄭英昊, 金基重. 1983. 韓國產 固有植物的 種屬誌. II. 피나무屬 植物의 分類와 種間 類緣關係. 서울대학교 자연과학대학 논문집. **8**: 121-160.
- 鄭英昊, 金基重. 1984. 韓國產 피나무屬 植物에 대한 花粉 外部形態의 分類學的 適用. 전자현미경학회지. **14**: 14-32.
- Desmond, E.S. and E.A. McGinnes. 1985. Abnormal vascular cambial subdivision occurrence in *Erythrobalanus* oaks in response to water impoundment. Univ. of Missouri, Columbia. pp. 1-7.
- Engler, V. 1909. Monographie der Grattung *Tilia*. Breslau. pp. 1-159. (cited in 鄭. 金. 1983. 韓國產 固有植物的 種屬誌. II. 피나무屬 植物의 分類와 種間類緣關係. 서울대학교 자연과학대학 논문집 **8**: 121-160).
- Esau, K. 1977. Anatomy of Seed Plants (2nd ed.) John Wiley and Sons, Inc. New York. pp. 215-256.
- Fahn, A. 1982. Plant Anatomy (3rd ed.). Pergamon Press, Oxford. pp. 110-111, 346-347.
- Fukazawa, K. and J. Ohtani. 1982. Within-a-tree variation of wood elements size in *Tilia japonica*. *IAWA Bull.* n. s. **3**: 201-206.
- Harris, H.A. 1934. Frost ring formation in some winter-injured deciduous trees and shrubs. *Am. J. Bot.* **21**: 485-498.
- Hutchinson, J. 1973. The families of flowering plants (3rd ed.). Oxford, England. In, Classification, Evolution, and Phylogeny of the Families of Dicotyledons. A. Golberg (ed.). 1986. Smithsonian Institution Press. pp. 14-15.
- IAWA. 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Committee on nomenclature, IAWA.
- Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Company. pp. 27-154.
- 金英奭. 1980. 無窮花(國花)에 對한 小考. 大邱教大 論文集. **16**: 357-365.
- 金基重, 鄭英昊. 1986. 피나무屬 植物의 分布에 관한 研究. 韓國養蜂學會誌. **1**: 24-45.
- 金在慶, 朴明熙. 1983. 무궁화의 解剖學的 性質에 關하여. 釜州農事大 論文集. **21**: 129-133.
- 李昌福. 1984. 大韓植物圖鑑. 鄉文社. pp. 534-540.
- Kribs, D.A. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. *Bot. Gaz.* **96**: 547-557.
- Metcalfe, C.R. and L. Chalk. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. 1, Clarendon Press, Oxford. pp. 223-266.
- Metcalfe, C.R. and L. Chalk. 1983. Anatomy of the Dicotyledons (2nd ed.). Vol. II. Wood structure and conclusion of the general introduction. Clarendon Press, Oxford. p. 47.
- 嚴基準. 1986. 數種의 아욱科 植物에 있어서 뿌리와 줄기의 導管要素의 比較. 全北大學校 碩士學位 論文. 23 pp.
- Panshin, A.J. and C. de Zeeuw. 1980. Textbook of Wood Technology (4th ed.). McGraw Hill Book Co. pp. 110-149.
- 朴相珍, 李元用, 李弼雨. 1981. 木材組織의 圖解. 正民社. pp. 27-57, 125.
- Record, S.J. 1939. American woods of the family Bombacaceae. *Trop. Woods* **59**: 1-20.
- 신기철, 신기용. 1985. 새우리탈 큰사전(上卷). 삼성출판사. p. 795.
- 蘇雄永. 1983. 韓國產 裸子植物에 對한 系統分類學的 研究-소나무科의 木材解剖. 生物學研究研報(全北大 生物學研究所) **4**: 117-133.
- 蘇雄永. 1986. 韓國產 木本식물에 對한 系統分類學的 研究-차나무科의 比較 木材解剖. 生物學研究研報(全北大 生物學研究所) **7**: 45-46.
- 蘇雄永, 李昌福. 1982. 韓國產 작작나무科 植物 뿌리의 木部解剖에 依한 系統學的 研究. 生物學研究研報(全北大 生物學研究所) **3**: 127-138.
- 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 木部解剖. 한국식물학회지 **27**: 149-162.
- Takhtajan, A. 1980. Flowering Plants-origin and dispersal. Smithsonian Institution Press. pp. 220-222.
- Thorne, R.F. 1976. A phylogenetic classification of the angiospermae. *Evol. Biol.* **9**: 35-106.
- Tippo, O. 1946. The role of wood anatomy in phylogeny. *Amer. Midl. Nat.* **36**: 362-372.
- Venkata Rao, C. 1952. Floral anatomy of some Malvales and its bearing on the affinities of families included in the order *J. Indian Bot. Soc.* **31**: 171-203.
- Weber, I.E. 1934. Systematic anatomy of the woods of the malvaceae. *Trop. Woods* **38**: 15-36.
- Yamabayashi, N. 1938. Identification of Korean woods. *Bull. For. Exp. Sta.* **27**: 208-214.