

國產 闊葉樹材 資源의 木材組織 (Ⅱ)*¹

— 가래나무科 樹木의 比較木部組織 —

朴相珍*² · 姜愛慶*² · 金柔姪*² · 金載祐*² · 李偵錫*³

Wood Anatomy of Some Korean Angiosperm (Ⅱ)*¹

— A Comparative Wood Anatomy of Juglandaceae —

Sang-Jin Park*² · Ae-Kyung Kang*² · You-Jung Kim*² · Jae-Woo Kim*² · Jung-Suk Lee*³

ABSTRACT

Anatomical characteristics of genus *Platycarya*, *Juglans* and *Pterocarya* of Juglandaceae occurring in Korea were described and coded based on the IAWA list.

Juglandaceae are ring-porous or semi-ring-porous. Vessels have simple perforation plates and helical thickenings in some genus. Axial parenchyma cells were abundant, most apotracheal but rarely paratracheal and rays with 1-5 seriate.

Platycarya is ring-porous wood with 2-3 rows of vessels in the pore zone. Helical thickenings were found only in small vessel of latewood. Axial parenchyma were commonly diffuse-in-aggregates or vasicentric. Rays 3-5 seriate, belonging to Kribs' heterogeneous Ⅱ or Ⅲ type with frequent occurrence of rhomboidal crystals. *Juglans* are semi ring-porous with few vessels in mm² and pores are commonly solitary. Axial parenchyma were diffuse-in-aggregate or marginal. Rays were mostly homocellular and 3-5 seriates. *Pterocarya* is similar to *Juglans* in anatomical features but the reticulate parenchyma consisting of 1 layer on transverse section and biseriate rays.

Keywords : *Platycarya*, *Juglans*, *Pterocarya*, ring-porous wood, semi-ring-porous wood, parenchyma, ray.

1. 緒 論

가래나무科는 세계적으로 *Juglans*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia*, *Carya* 등 6속 40여종으로 구성되고 있으나 우리나라에는 *Juglans*, *Platycarya*, *Pterocarya*의 3속 4종이 자라고 있다(李, 1986). 특히 *Juglans*는

Walnut로 알려진 優良木材와 食用열매를 생산하는 屬이다.

國產 가래나무科 수종의 木材組織特徵은 李(1994), 朴(1987), 朴等(1987)에 의한 단편적인 보고와 Yamabayashi(1938)에 의한 綜合報告와 金(1985)의 방사조직에 관한 연구가 있다. 外國의 가래나무科 수종의 조

* 1 접수 1995年 1月 16日 Received January 16, 1995

본 연구는 문교부 자유공모과제 학술연구조성비의 지원에 의하여 수행되었음

* 2 경북대학교 농과대학 College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702 - 701, Korea

* 3 전남대학교 농과대학 College of Agriculture, Chunnam National University, Kwangju 500 - 757, Korea

직 특징을 조사한 보고는 Fahn 등(1986), Hayashi (1991), Miller(1976a,b), Ohtani 등(1983), Sudo (1959) 등의 결과가 있다.

2. 材料 및 方法

굴피나무屬(*Platycarya*)에서 1종, 가래나무屬(*Juglans*)에서 2종, 중국굴피나무屬(*Pterocarya*)에서 1종을 조사대상으로 하였으며 樹種名과 標本番號는 다음과 같다(Kyw: 慶北大學校 木材標本略號, Friw: 林業研究院 木材標本略號, Unk: 番號 未附與木材標本略號).

가래나무과(Juglandaceae)

Platycarya: 굴피나무 *P. strobilacea* (Kyw 469, 566 : Friw 87, Unk)

Juglans: 가래나무 *J. mandshurica* (Kyw 64, 65: Friw 89, Unk): 호도나무 *J. sinensis* (Kyw 722: Unk)

Pterocarya: 중국굴피나무 *P. stenoptera* (Kyw 62, 63, 830: Friw 88: Unk)

顯微鏡 觀察을 위한 試片의 製作方法 및 IAWA 運營委員會(Wheeler 등, 1989)가 제시한 221항목을 기준으로 한 調査項目은 前報(朴 등, 1994)에 따랐다.

3. 結果 및 考察

가래나무과는 孔圈의 層數가 많은 環孔材와 管孔의 직경이 크고 晩材로의 이행이 완만한 半環孔材가 있으며 모두 單穿孔이다. 굴피나무의 孔圈外 小導管에서만 螺旋肥

Table 1. IAWA code number by the anatomical characteristics of Juglandaceae.

Species	IAWA code no.
<i>Platycarya strobilacea</i>	1, 3, 6, 11, 13, 22, 25, 31, 36, 39, 43, 52, 61, 69, 72, 77, 79, 93, 98, 107, 108, 115, 136, 137, 189, 194, 197, 211, 218
<i>Juglans mandshurica</i>	1, 4, 9, 13, 23, 25, 30, 42, 47, 53, 62, 68, 71, 76, 77, 79, 87, 94, 97, 104, 106, 115, 189, 194, 197, 211, 218
<i>Juglans sinensis</i>	1, 4, 10, 13, 22, 25, 31, 42, 47, 53, 62, 68, 72, 76, 77, 79, 89, 93, 97, 104, 115, 189, 194, 197, 211, 218
<i>Pterocarya stenoptera</i>	1, 4, 5, 9, 13, 22, 23, 25, 30, 42, 47, 53, 62, 68, 72, 77, 87, 94, 97, 104, 115, 136, 138, 141, 189, 211, 218

Table 2. Variations in some quantitative wood anatomical characters and specific gravities of Korean Juglandaceae.

Species	Vessels		No. per mm ²	Pit diam. (μm)	Wood fibers		Parenchyma	Rays		Specific gravity
	Tangential diam. (μm)	Length (μm)			Diameter (μm)	Length (μm)	Strands per parenchyma	Height (μm)	No. per mm	
Code No.	44	55	51	28	701	74	91~94	902	916	193~195
Juglandaceae	203	331	-	6.9	13.0	940	8.2±2.4	687	7±2.0	0.61
<i>Platycarya strobilacea</i>	±28	±69		±2.8	±2.8	±172		±245		
<i>Juglans</i>	174	489	9.8	5.5	17.3	889	9.3±5.3	434	7±1.9	0.62
<i>J. mandshurica</i>	±27	±78	±2.1	±1.4	±3.1	±102		±106		
<i>J. sinensis</i>	152	414	10.9	7.4	25.6	961	6.6±1.0	325	9±1.6	0.54
	±12	±55	±1.6	±1.0	±7.7	±102		±61		
Average	163	452	10.4	6.8	21.5	925	8.0±3.2	380	8±1.8	0.58
	±20	±66	±1.9	±1.1	±5.4	±102		±83		
<i>Pterocarya stenoptera</i>	144	561	6.8	6.1	23.1	949	12.4±1.3	302	10±1.1	0.48
	±28	±14	±1.2	±1.4	±5.0	±167		±66		

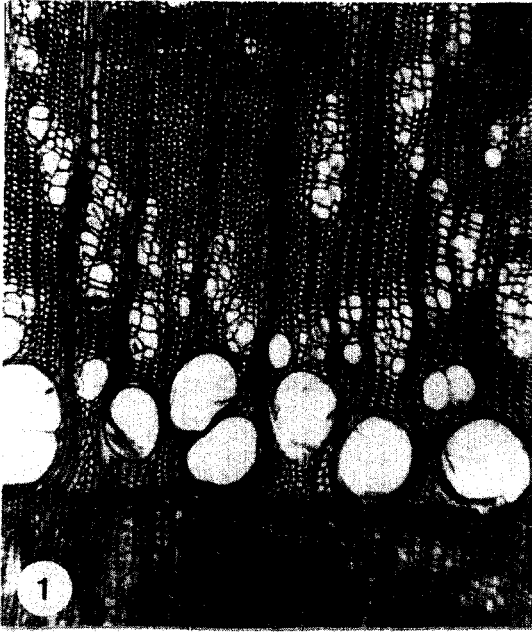


Fig. 1. *Platycarya strobilacea*, Cs. 70 \times , Ring-porous wood, latewood vessels in tangential and dendritic pattern, and vessel clusters common.

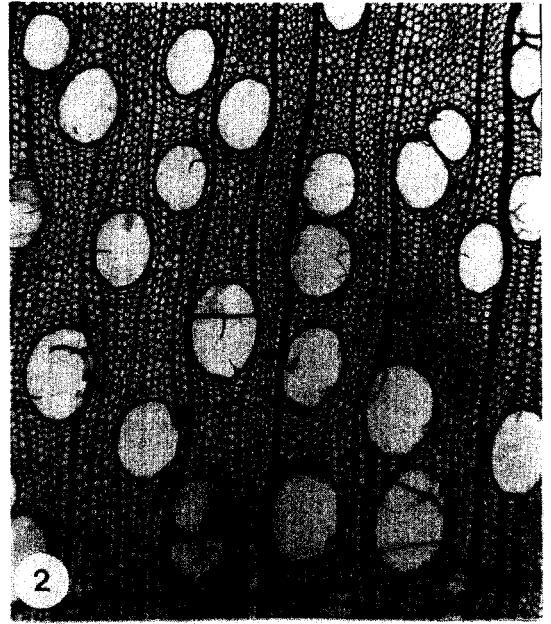


Fig. 2. *Juglans mandshurica*, Cs. 70 \times , Semi-ring-porous wood, axial parenchyma diffuse-in-aggregates.

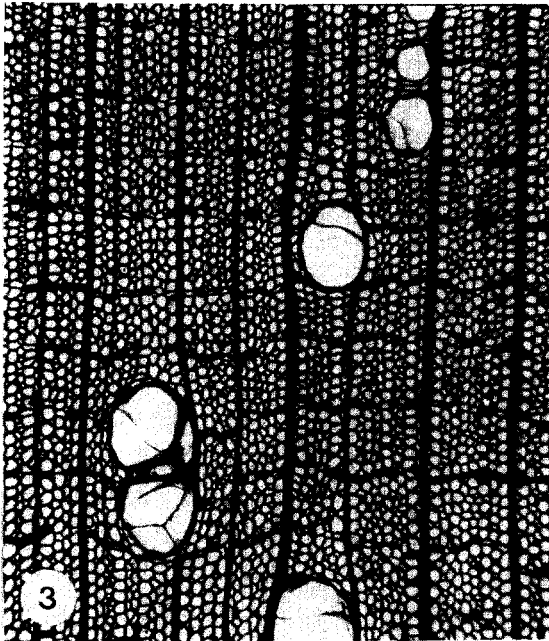


Fig. 3. *Pterocarya stenoptera*, Cs. 70 \times , Semi-ring-porous wood, axial parenchyma reticulate.

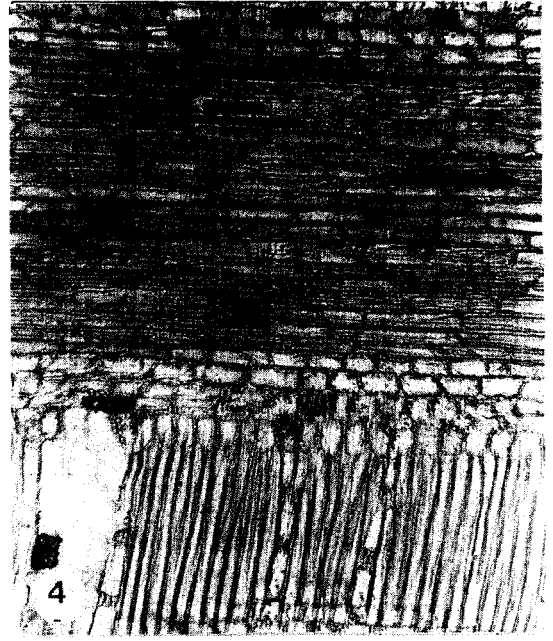


Fig. 4. *Platycarya strobilacea*, Rs. 150 \times , Body ray cells procumbent with mostly 2-6 rows of upright and/or square marginal cells.

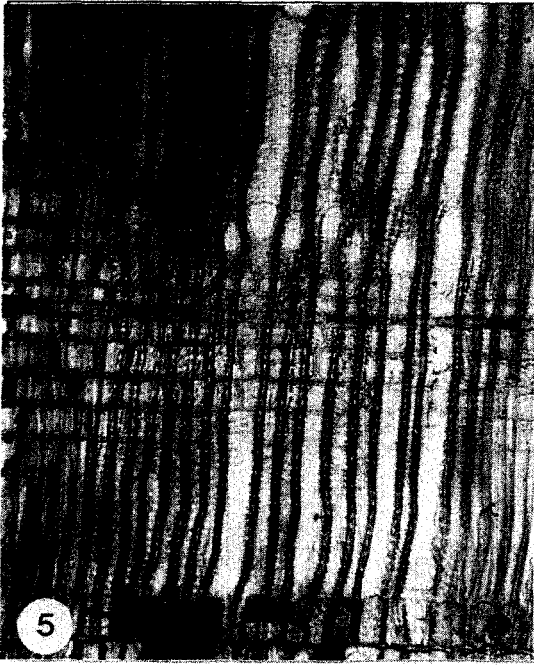


Fig. 5. *Juglans mandshurica*, Rs. 150 \times . Helical thickening only in smaller vessel elements.

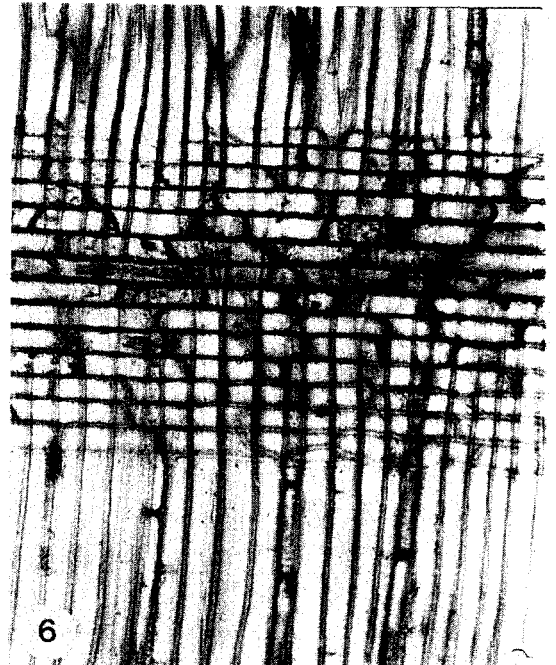


Fig. 6. *Pterocarya stenoptera*, Rs. 150 \times . All ray cells procumbent.

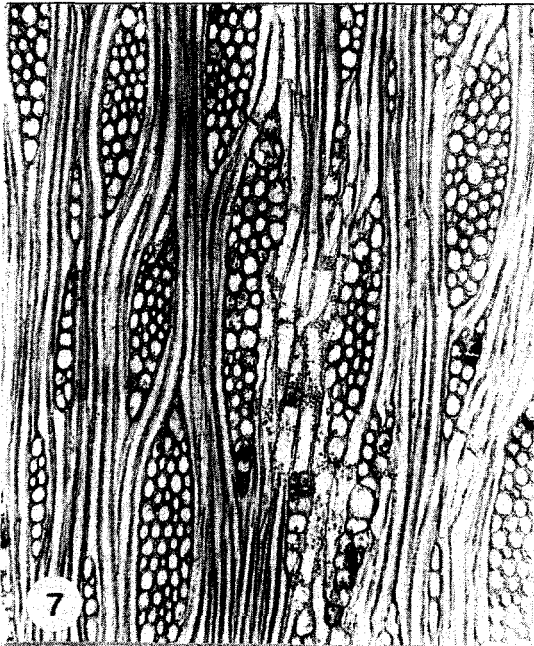


Fig. 7. *Platycarya strobilacea*, Ts. 150 \times . Ray width commonly 3~5 seriate.

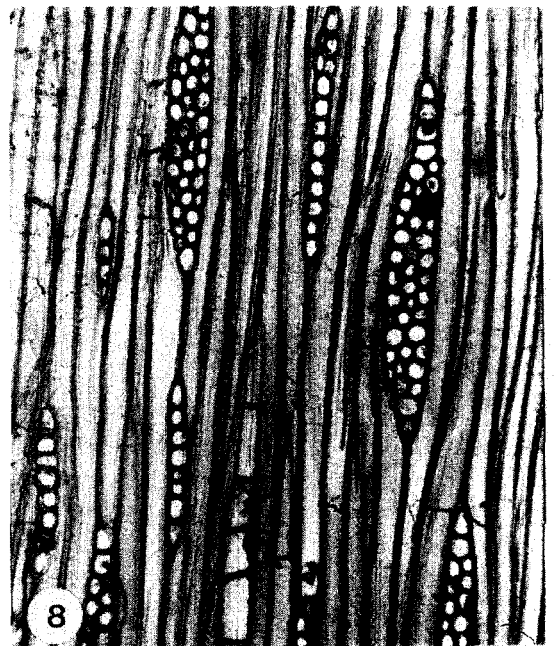


Fig. 8. *Juglans mandshurica*, Ts. 150 \times . Ray width commonly 2~3 seriate.

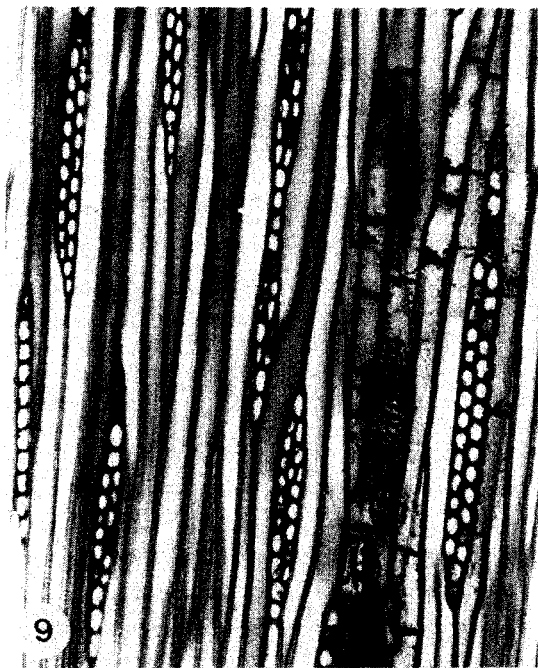


Fig. 9. *Pterocarya stenoptera*, Ts. 150×. Ray width commonly 1~2 seriate.

Notes : Cs : Cross section, Rs : Radial section.

Ts : Tangential section.

厚가 분포한다. 軸方向柔組織은 짧은 接線狀 및 網狀의 獨立帶狀柔組織이 현저하다. 放射組織은 1-5細胞幅의 多列放射組織이다. JAWA의 표준조사 항목에 의한 특징번호는 표 1. 구성세포의 종류별 크기는 표 2와 같고 주요 조직특징은 그림 1~9에 나타내었다.

3.1 굴피나무屬 (*Platycarya*)

굴피나무屬은 우리나라에 굴피나무 1종이 분포한다. 심재는 연한 갈색을 띠고 연륜경계가 명확하며 비중은 0.6 정도이다.

孔圈의 管孔列數가 2~3열인 環孔材이며, 管孔의 외형은 원형 혹은 타원형이다. 孔圈外 管孔은 다각형이고 數~數十細胞씩 복합하여 接線狀 혹은 波狀, 때로는 集團管孔을 나타낸다. 穿孔은 單穿孔이며, 孔圈외의 小導管内壁에는 나선비후를 가진다. 導管상호간 壁孔은 交互狀이며 그 크기는 $6.9 \pm 2.8 \mu\text{m}$ 정도이다. 導管放射組織間 壁孔은 원형 혹은 타원형이다. 管孔의 접선방향 직경은 평균 $203.0 \pm 28 \mu\text{m}$ 이다. 導管要素의 길이는 $331 \pm 69 \mu\text{m}$ 의 범위에 있다.

木纖維는 眞正木纖維이고 木纖維의 길이는 $940 \pm 172 \mu\text{m}$, 직경은 $13 \pm 2.8 \mu\text{m}$ 정도로서 직경이 작다. 軸方向柔細胞는 짧은 接線狀 혹은 周圍狀이며 스트랜드의 갯수는 $8.2 \pm 2.4 \mu\text{m}$ 이고 형태는 가늘고 길다. 放射組織은 3~5細胞幅이며 평균 높이는 $687 \pm 245 \mu\text{m}$ 정도이고, 1mm당 放射組織의 평균 갯수는 7 ± 2.0 개 정도이다. 放射組織의 구성세포는 평복세포와 그 상하에 2~6열의 方形細胞로 이루어지는 異性Ⅱ형 혹은 異性Ⅲ형이다. 平伏細胞와 方形細胞 모두에는 흔히 結晶이 분포한다.

3.2 가래나무屬 (*Juglans*)

우리나라에는 가래나무와 호도나무의 2종이 있다. 심재는 흑색을 띤 홍갈색이고 半環孔材이다. 평균비중은 0.58 정도이다.

횡단면 상에서 管孔의 직경이행이 점진적인 半環孔材이나 管孔의 배열이 약간 방사상의 경향이 있으며 1mm²당 管孔의 분포수가 10.4 ± 1.9 개에 불과하다. 管孔의 외형은 원형 혹은 타원형이다. 孤立管孔이 대부분이나 드물게 2~3개씩의 放射複合管孔이 관찰된다. 穿孔은 單穿孔이다. 導管상호간 壁孔은 평균직경이 $6.8 \pm 1.1 \mu\text{m}$ 로서 매우 작으며 交互狀, 특히 다각형의 交互상인 경우가 많다. 管孔의 접선방향 평균직경은 $163 \pm 20 \mu\text{m}$ 이고 평균 길이는 $452 \pm 66 \mu\text{m}$ 정도이다.

木纖維는 纖維狀假導管이며 목섬유의 평균길이는 $925 \pm 102 \mu\text{m}$ 정도이고 평균직경은 $21.5 \pm 5.4 \mu\text{m}$ 정도이다. 軸方向柔細胞는 짧은 接線狀, 周圍狀, 網狀, 散在狀, 終末狀등이며 분포가 현저하여 쉽게 관찰할 수 있다. 특히 연륜경계의 1~3층의 終末狀柔組織은 가느다란 선으로 나타난다. 柔細胞스트랜드의 갯수는 6~10개 정도로서 비교적 갯수가 많고 형태는 가늘고 길다. 放射組織은 2~3細胞幅이며 평균높이는 $380 \pm 83 \mu\text{m}$ 이다. 放射組織의 구성세포는 호도나무가 대부분 平伏細胞만으로 이루어진 同性形인데 반하여 가래나무는 同性形은 물론 가끔 異性Ⅲ형도 관찰할 수 있다. 1mm당 放射組織의 수는 8 ± 1.8 개 정도이다.

3.3 중국굴피나무屬 (*Pterocarya*)

중국굴피나무 1종이 도입되어 자라고 있다. 심면재의 구별이 거의 안되고 재색은 백색에 가깝다. 평균비중은 0.48 정도로서 가볍고 연하다.

연륜경계가 명확하며 1mm²당 管孔의 갯수가 6.8 ± 1.1 개 정도로서 管孔의 분포수가 극히 적은 半環孔材이다. 管孔의 接線方向 직경은 $144 \pm 28 \mu\text{m}$ 정도이다. 孤立管孔이 대부분이고 외형은 원형 혹은 타원형이다. 導管

要素의 길이는 $561 \pm 146 \mu\text{m}$ 이다. 穿孔은 單穿孔이다. 導管相互間 壁孔은 交互상이며 벽공의 크기는 $6.1 \pm 1.4 \mu\text{m}$ 이고 導管放射組織間 壁孔은 導管相互間 壁孔과 유사이다. 木纖維는 대부분 纖維狀假導管으로 이루어지며 직경은 $23.1 \pm 5.0 \mu\text{m}$, 길이는 $949 \pm 167 \mu\text{m}$ 정도이다.

軸方向柔組織은 1층로 이루어지는 網狀이 특징적이어서 다른 수종과의 식별이 용이하며, 짧은 接線狀, 終末狀도 관찰된다. 柔細胞스트랜드의 갯수가 12.4 ± 1.3 로써 대단히 많으며 형태는 가늘고 길다. 放射組織은 1-2細胞幅이며 전부 平伏細胞로 구성되는 同性形이다. 放射組織의 높이는 $687.2 \pm 244.2 \mu\text{m}$, 접선단면에서 본 放射組織은 개개의 放射柔細胞가 폭보다 길이가 길어 전체적으로 좁고 길게 보인다. 1mm당 放射組織의 수는 9.5 ± 1.2 개 정도이다. 放射柔細胞에 結晶이 분포한다.

이상의 특징에 의한 屬間 檢索表는 다음과 같다.

1. 環孔材이고 異性放射組織이다 굴피나무屬
1. 半環孔材이고 주로 同性放射組織이다
 2. 放射組織은 2-3細胞幅이고 軸方向柔組織은 주로 散在狀 혹은 짧은接線狀이다 ... 가래나무屬
 2. 放射組織은 1-2細胞幅이고 軸方向柔組織은 주로 網狀이다 중국굴피나무屬

4. 結 論

國產 가래나무과 3속 4종의 木部組織을 비교 조사하여 IAWA의 구분기준(Wheeler等, 1989)에 따라 코드화 하였다. 環孔材와 半環孔材로 이루어지며 모두 單穿孔이다. 굴피나무屬에서만 螺旋肥厚가 분포한다. 軸方向柔組織은 짧은 接線狀, 網狀, 終末狀, 散在狀 등의 獨立帶狀柔組織이 주축을 이루고 가끔 주위상유조직이 관찰되며 매우 현저하다. 放射組織은 1~5細胞幅의 多列放射組織이다.

굴피나무屬은 孔圈의 管孔列數가 2~3열인 環孔材이고 孔圈외의 小導管에는 螺旋肥厚가 존재한다. 軸方向柔組織은 짧은接線狀 혹은 周圍狀이고 放射組織은 3~5細胞幅으로 異性 II~III 형이며 結晶이 분포한다

가래나무屬은 半環孔材로서 孤立管孔이 대부분이고 약간 방사상의 경향이 있다. 軸方向柔組織은 짧은接線狀 혹은 終末狀이다. 放射組織은 3~5細胞幅이며 同性形이 대부분이다.

중국굴피나무屬의 木材組織特徵은 가래나무屬과 비슷하나 軸方向柔組織이 1층으로 이루어지는 網狀이 특징적이고 放射組織은 1~2細胞幅이다.

1. 金在慶. 1985. 韓國產 闊葉樹材의 放射組織에 관한 研究. 慶尙大 博士學位論文 : 1~142
2. 朴相珍. 1987. 主要有用樹種의 組織特徵. 木재공학 15(3) : 68~88
3. 朴相珍, 李元用, 李華珩. 1987. 木材組織과 識別. 鄉文社 : 297~298
4. 朴相珍, 姜愛慶, 金柔姬, 李偵錫. 1994. 國產闊葉樹材 資源의 木材組織(I)- 소귀나무과 및 버드나무과 樹木의 比較木部組織-. 木재공학 22(4) : 26~36
5. 李昌福. 1986. 新稿 樹木學. 鄉文社 : 129~131
6. 李弼宇. 1994. 韓國產 木材의 構造. 正民社 : 42~45
7. Fahn, A., E. Werker, and P. Baas. 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. Israel Academy of Sciences : Jerusalem : 221
8. Hayashi, S. 1991. Micrographic atlas of Japanese woods. Wood Research Institute : Kyoto University : 5~7
9. Miller, R. B. 1976a. Reticulate thickenings in some species of *Jugalans*. *Amer. J. Bot.* 63 : 898~901
10. Miller, R. B. 1976b. Wood anatomy and identification of species of *Jugalans*. *Bot. Gaz.* 137 : 368~377
11. Ohtani, J., B.A. Meylan, and B.G. Butterfield. 1983. Occurrence of warts in the vessel elements and fibers of New Zealand woods. *N.Z. J. Bot.* 21 : 359~372
12. Sudo, S. 1959. Identification of Japanese hardwoods. *Bull. Govt. Forest. Exp. Sta.* 118 : 1~138
13. Wheeler, E. A., P. Baas & P.E. Gasson. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull. n.s. 10 : 219~332
14. Yamabayashi, N. 1938. Identification of Korean woods. *Bull. Govt. Forest Exp. Sta.* 21 : 59~61