

韓國產 主要樹皮의 解剖學的 研究

第二報 참나무屬 樹皮의 解剖

李 華 珩 * 李 弼 宇 *

Anatomical Studies of Major Tree Barks Grown in Korea

II. Anatomy of Quercus Barks

Lee Hwa Hyung and Lee Phil Woo

Abstract

A bark comprises about 10 to 20 percents of a typical log by volume, and is generally considered as an unwanted residue rather than a potentially valuable resources. As the world has been confronted with decreasing forest resources, natural resources pressure dictate that a bark should be a raw material instead of a waste.

The utilization of the largely wasted bark of genus *Quercus* grown in Korea can be enhanced by learning its anatomical structure and properties.

In this paper, bark characteristics of *Quercus* grown in Korea are described.

In bark anatomy, general features such as color of rhytidome, exfoliating form, color of periderm, arrangement of periderm, and thickness of the inner and outer bark, etc., are discussed. Studies on the microscopic structure include sieve tube, companion cell, parenchyma, phloem fiber, ray, periderm(phel-
oderm, phelloogen, phellem), sclereid, and crystal, etc.

The results may be summarized as follows:

1. In general characteristics of rhytidomes, exfoliating is not easy and sclereids are distinct to the naked eye. Inner bark is thicker than that of outer bark except in case of *Q. variabilis*.
2. It is not clear to distinguish between pheloderm and phellogen in *Quercus* bark. The phellem is developed conspicuously in *Q. variabilis* but that of *Q. acutissima* is composed of thinwalled phellem and thickwalled stone cell.
3. *Quercus* Bark has sieve tube, companion cell, phloem fiber and sclereid. Sclereids of *Quercus* bark are the most distinguished characteristics comparing with *pinus* and *populus*. The volume percent of sclereids are higher than that of fiber.

* 서울대학교 農科大學 林産加工科 (Dept. of Forest Prod. Technol. Coll., of Agric., Seoul Natl. Univ.)

4. Rays are 1~3 seriate, and multiseriate ranging with from 15 to 20.
5. Parenchyma cell contains two types, polygonal and druses crystal.

序 言

樹皮는 原木體積의 10~20%를 차지하고 있으며 一般의 運搬, 除去, 處理에 따른 費用에 비해 效用 價値가 상당히 적다. 그러나 最近 天然 資源의 確保와 維持에 對한 國家間의 경쟁이 치열하여지고 특히 林産 資源의 부족해짐에 따라 Full Tree Utilization의 概念이 날로 漸高되면서부터 樹皮의 利用에 많은 關心을 기울이게 되었다.

本 研究는 그間 樹皮에 대한 研究가 全無한 國內의 여건에 비추어 國內主要樹種을 對象으로 樹皮의 解剖學의 性質과 그 構造를 밝히고자 着手하였으며 第一報의 針葉樹 樹皮의 構造와 解剖의 性質에 이어서 第二報로 闊葉樹中 국내에 優占 樹種인 참나무속에서 4樹種을 택하여 이들 樹皮의 解剖學의 性質과 構造를 整理하여 報告하고자 한다.

研究史

Chang(1954)의 文獻에 의하면 1665年 Robert Hooke가 最初의 樹皮細胞의 解剖的 說明은 확대경에 依해 물크와 기타 다른 組織들을 發見 報告한 사실로부터 비롯하였으며 그 후 植物解剖의 設立者로서 Malpighi, Grew 그리고 그들의 후계자들이 伸長가지를 材料로 研究를 進행한바 있으며 이 기간 中 Chauveaud, De, Bary, Hartig, Hill, Moeller, Mohl, Rossow, Strasburger 및 Van Tiegham 등은 간접적으로 針葉樹 樹皮의 解剖에 功獻하였고 Eames와 McDaniel(1925) 및 Katherine Esau(1962) 는 樹皮의 정의를 내렸다. 특히 K. Esau(1965)는 자신의 發見과 아울러 節部組織의 構造와 發達에 關聯하여 總說을 發表하였다. Chang(1954) 은 美北部 針葉樹 57種의 樹皮에 對한 광범위한 解剖 研究를 通해 一般의 特性과 현미경적 特性을 다루었으며 Shigematsu(1959)는 *P. palustris*, *P. rigida*, *P. taeda*에 關해서 Martin (1963,)은 *P. echinata*, *P. elliotii*, *P. Palustris*, *P. taeda* 등은 研究 觀察하였고 그후 1969년에는 南部松 樹皮의 構造를 略述하고 物理的 性質도 아울러 취급하였다. 이어서 Howard(1971)가 美南部松 樹皮의 構造에 對해서 比較的 자세한 研究를 실시하였다.

Rajni, N. Patel(1973)은 뉴질랜드産 *radiata*松, Corsican松과 Douglas fir 樹皮의 解剖的 性質을 發表하였고 Lidija, Murmanis(1974)는 *Strobus*松의 2次節

部 節要素의 纖維成分에 對한 研究로 그 分化過程을 밝히고 있다. 또한 Fay Hyland(1974)는 美 Maine州의 10個수종의 수목과 관목으로부터 어린 樹幹, 根, 葉 等の 纖維分析을 하였다. 한편 Lee, P.W와 Lee, H.H(1976)는 韓國產 主要樹皮의 解剖學의 研究로서 針葉 樹 樹皮의 解剖學의 性質과 構造를 자세히 취급한 바 있다. 그러나 一般의 樹皮에 關한 解剖學의 研究는 針葉樹에 主로 制限되어 있고 闊葉樹는 어린 伸張 枝에 對한 研究가 大部分으로 다만 Lee, H.H(1976)에 依해 국내산 소나무屬, 참나무속, 사시나무속의 二次節部內 細胞組織 構成比와 周皮 및 老節部組織의 構成比率를 調査 研究한 바 있을 뿐이므로 이에 關한 解剖學의 性質과 構造를 確實히 究明할 必要가 있다고 사료된다.

材料 및 方法

1. 供試材料

樹皮의 供試材料는 참나무屬中 상수리나무, 굴참나무, 감참나무, 졸참나무를 使用하였으며 京畿道 水原市에 位置한 서울大學校 農科大學 附屬演習林과 光陵에 있는 林業試驗場 中部市場 附近에서 胸高直徑이 同級인 健全하고 正常的으로 生長한 立木의 胸高部位에서 樹皮別 10個 立木에서 採取하였다. 프테라라트用은 가능한 內外皮가 같이 存在하도록 1cm³의 角으로 切取하고 解離用은 별도로 성냥갑기와 길이로 切斷, 個體當 2個씩 樹種別 20個를 混合 解離시켜 觀察하였다. 供試木의 樹種別 胸高直徑은 表1과 같다.

Table. 1 Size of trees examined

Species	DBH(cm)	Remark
<i>Quercus variabilis</i> B1.	32~42	—
Q. <i>aliena</i> B1.	"	—
Q. <i>serrata</i> Thunb.	"	—
Q. <i>acutissima</i> Carr.	"	55(age)

2. 方 法

採取 切斷된 生樹皮는 곧 포르말데히드·초산알콜固 定液에 固定시키고 마이크로메크닉은 다음 過程을 거 쳐 進行하였으며 測定細胞의 內容은 表2와 같다.

樹皮에 關한 用語는 Eames와 MacDaniels(1925) 및

Esau (1962)가 定義한 述語를 採用하였다.

2. 1. 漂泊: 15% 과산화수소 20cc에 4방울의 암모니아수를 添加하고 1時間을 處理하여 1×0.5×0.2cm block 10個를 漂泊할 수 있었다.
2. 2. 연화처리: 물3과 그리세린 1의 比率로 混合하여 4時間을 자물하였다.
2. 3. 解離: 軸方向으로 성냥갑기의 길이(3~4cm)로 內外皮를 區分 15%과산화수소의 同량의 빙초산을 넣어 60°C에 48시간 處理하였다.
2. 4. 洗滌와 脫水處理: 漂泊處理와 軟化處理를 거친 試料를 洗滌하고 蒸溜水와 에틸알콜 및 부틸알콜의 混合液(최초 30% 알콜농도)을 점차로 에틸알콜로 높이는 方法으로서 最終적으로 無水알콜에 넣어 脫水를 완전히 시켰다.
2. 5. Embedding: 脫水가 끝난 試料를 60°C에서 부틸알콜과 軟性파라핀, 硬性파라핀을 利用 Embedding을 行하였다.
2. 6. 切取: 스퀘이드 마이크로톱을 使用 20μm의 두께로 切取하였다.
2. 7. Mounting: 스퀘이드 위에 파라핀 切取 試料를 올려기 爲하여 스퀘이드加溫器를 40°C로 조정하고 제라틴 1%溶液과 포르마린 10%溶液을 使用하였다.
2. 8. 染色: 사프란인과 fast green의 二重染色을

하였다. 키시켄과 알콜로서 단계별로 파라핀을 제거하고 50%에서 Safraine 1%에 1時間 染色하고 세척후 알콜농도를 차차 높혀 95% 알콜처리를 한 다음 fast green에 2分 處理하였다. 그리고 즉시 100% 에틸알콜과 Xylene으로 처리하였다.

2. 9. 最終마운팅: 合成樹脂 Clerite로서 最終마운팅을 行하였다.

2. 10. 篩管節 및 篩部纖維의 測定: 樹皮 解離 材料로부터 篩管節, 篩部纖維의 길이, 幅, 膜厚 등을 測定하였는데 Chattaway(1932)가 제시한 바에 따라 最大值와 最少值를 함께 表示하였고 또한 Chalk와 Chattaway(1934)가 提示한 길이測定法의 한가지인 全長測定法(total length method)을 採用하였다. 篩孔의 配列과 形態 篩部柔細胞와 保強細胞 및 結晶體도 아울러 調查하였으며 특히 細胞크기의 測定에 있어 10個의 樹木에서 採取한 20個의 試料를 混合 解離시켜 일의로 자기 100個를 長, 幅, 膜厚別로 測定하였다.

2. 11. 篩部放射組織: 篩部放射組織의 形態와 크기를 調查하였으며 Esau(1962)가 밝힌바 있는 闊葉樹에서의 크細胞를 調查하였다.

2. 12. 周皮組織: 周皮(periderm)의 組織을 이루는 半薄形態層과 콜크피층 및 콜크組織의 細胞配列層數와 크기 및 特徵을 아울러 調查하였다.

Table. 2 Measurements and Counts of Cell Types in Quercus Bark.

Cells	Material	Dimension or Count	Measurements /Sample
Sive tube	Miaceration	Length, Diameter(Width), Thickness	100
Pholem fiber	"	" " "	100
Axial prenychma	Maceration	Length, Width	100
Ray	R.T. Section	"	100
Phelloderm	C.R.T. Section	"	100
Phellem	"	"	100
Phellogen	"	"	100
Crystal	R.T. Section	Diameter	100

結果 및 考察

1. 一般의 性質

樹皮의 色은 表3에 提示된 바와같이 진한 黑褐色에서 灰褐色으로 老齡일수록 또한 밑부분에 가까울수록 色이 진하여 진다. 一般적으로 剝落이 어렵고 內皮와 外皮가 쉽게 剝離되지 않는다. 內皮는 0.5~0.85cm의 幅을 가지고 있으며 外皮보다 두껍다. 예외로 콜크組織이 잘 發達된 참나무는 外皮가 內皮보다 더 두껍

다. 他屬과 달리 참나무屬의 內外皮에 많은 量의 保強細胞가 肉眼으로 쉽게 觀察할 수 있다. 一般적으로 참나무屬은 生長後 몇해 지난 후부터 두꺼운 周皮를 生成하는데 大部分의 周皮는 表3과 같이 波狀形 내기 주름살 形으로 끝부분은 他周皮와 連結하기 爲해 만곡되어 있다.

2. 顯微鏡의 特性

2. 1. 內皮

우리나라 참나무屬의 內皮는 대개 0.5~0.85cm 정

도이다. 形成層의 紡錘狀始原細胞는 主軸方向의 篩部要素, 즉 篩管節, 伴細胞, 軸方向의 柔細胞 및 篩部纖維를 生産하고 放射組織 始原細胞는 放射柔細胞를 生産한다. 참나무의 二次篩部는 비계층상 形態이다. 內皮中 最內殼 周皮에 가까우수록 纖維群과 連結된 保強細胞群이 擴張되어 있으며 粗皮에서도 상당량 存在한다. 保強細胞는 變形된 放射柔細胞와 樹軸柔細胞로서 오래된 樹幹의 橫斷, 徑斷 및 觸斷에서 모두 發見된다. 篩管節는 참나무屬의 篩部에서 柔細胞 및 放射組織과 더불어 가장 많은 體積을 차지하고 있으며 2次肥厚가

없고 격막부는 경사면을 이루 있고 階段상 篩板으로 되어 있다. 表4와 같이 篩管節의 細胞膜은 얇으며 木質化되어 있지 않고 圓形 또는 卵形의 篩孔域(sieve area)을 가지고 있다. 篩孔域의 直徑은 10~21 μ 이고 各個 篩孔의 直徑은 4~6.6 μ 로 群集되어 있다. 篩管節이 機能을 中止하면 篩部柔細胞가 다소 擴張되고 篩管節은 原形을 잃는다. 篩管節의 길이 및 直徑은 表4와 같고 상수리가 0.48~0.68(평균 0.59)mm로서 가장 길고 타수종은 0.4~0.61mm이다.

垂直柔細胞는 篩部에서 篩管節 사이에 存在하게 되

Table 3. Macroscopic features of Quercus





Species	Color Surface of rhytidome	periderm	phloem	Thickness at breast height		Characteristics of rhytidome	Arrangements of periderm
				Inner B.	Outer B.		
<i>Quercus variabilis</i> Bl.	greyish brown	yellowish brown	light yellowish brown	0.65-0.85	0.4-0.7 1.2-2.4	1. hard exfoliating	
<i>Quercus aliena</i> Bl.	dark brown	yellowish brown	reddish brown	0.6-0.8	0.3-0.5	2. hard separating inner and outer bark zones	
<i>Quercus serrata</i> Thunb.	dark brown	yellowish brown	reddish brown	0.5-0.75	0.35-0.6	3. sclereids distinct to naked eye	
<i>Quercus acutissima</i> Carr.	dark brown		yellowish brown	0.65-0.85	0.4-0.7	4. different fissures	

Table 4. Dimensions of sieve tube elements and fiber

Species		Diameter (μ m)		Thickness (μ m)		Length (mm)		SD
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	
<i>Quercus variabilis</i> Bl.	S:	40-50	49.6	2.2-5	2.3	0.61-0.38	0.48	0.01
	F:	20-25	23.8	7.5-10	9.4	1.41-0.88	1.17	0.126
<i>Quercus aliena</i> Bl.	S:	30-50	47.4	2.2	2.2	0.54-0.41	0.47	0.008
	F:	20-25	21.8	7.5-10	8.2	0.92-1.48	1.17	0.122
<i>Quercus serrata</i> Thunb.	S:	30-50	33	2.2	2.2	0.4-0.54	0.47	0.01
	F:	15-25	21.6	10-5	8.5	0.53-1.17	0.86	0.14
<i>Quercus acutissima</i> Carr.	S:	50-60	53.1	2.2	2.2	0.68-0.48	0.59	0.01
	F:	15-30	21.5	5-12.5	8.3	0.83-1.65	1.2	0.155

며 部分的으로 纖維가 사이에 存在한다. 一次薄膜으로 되어 있고 다소 圓柱形이고 垂直의 毛로서 나타난다. 篩部柔細胞는 一般的으로 澱粉, 탄닌, 기타 物質들을 저장하고 있다. 柔細胞壁은 膜孔域을 가지고 인근 柔組織 및 放射組織細胞와 連絡하고 있으며 一般的으로 垂直 柔細胞의 크기는 樹種間에 別差없이 長이는 35~70 μ , 寬이는 20~30 μ 정도이다. 普通 纖維와 인접해 있는 柔細胞는 작게 分化되어 壁은 木化하고 矩形의 結晶體를 하나씩 含有하고 있다.

篩部放射組織은 木部 放射組織과 계속 連結되어 있

고 같은 通導機能을 遂行한다. Lee(1976)는 참나무屬 樹皮의 二次篩部內에서 放射組織이 차지하는 面積比率는 28~30%로 報告하고 있는데 참나무屬의 大部分이 1~3列 放射組織이고 集合放射組織(15~20列)이 더러 보인다. 출침은 單列放射組織이 大部分이고 細胞高는 참나무屬이 거의 대부분 같아 7~15個이다. 觸斷面에서 보면 上·下양단은 單列細胞가 配列되어 紡錘形을 나타내고 있다. 放射組織의 크기는 樹種間에 別差없이 徑斷方向으로 44~88 μ m 觸斷方向으로 22~44 μ 이다. 伴細胞는 篩管節로 分化하게 될 細胞의 一部分이 分離하

여 형성된 것으로 伴細胞와 篩管節의 結合된 側膜部는 肥厚되지 않고 膜孔으로 서로 連結되어 있으며 主軸方向의 篩管과 放射柔組織을 連結하는 中間 傳達部位가 된다. 伴細胞는 篩管節과 동시에 죽고 붕괴하는 共同 運命性을 가지고 있다. 放射組織은 徑斷面에서는 간헐적으로 보이게 되는데 이는 放射組織이 形成層에서 얼마 안되는 짧은 거리부터 구부러지기 始作하기 때문이다. 오래된 篩部에서 放射組織은 多少 擴張되며 內皮全體에서 계속 살아있고 活性通導地域으로부터 살아있는 柔細胞 및 最內部에 갓 생긴 Cork 形成層까지 養分을 運搬하여 준다. 放射組織의 最外殼部分은 세롭고 더 깊은 Cork 形成層이 생겨 차단되면 죽게 된다.

2. 2. 厚膜組織

厚膜組織은 纖維와 保強細胞로 區分된다. 纖維는 一期 篩部와 二期 篩部의 보편적인 構成體로서 植物體의 支持나 保強을 위한 役割을 담당한다. 篩部纖維는 길고가는 細胞로서 主軸方向으로 篩管節이나 柔細胞 사이에 分布되어 있으며 보통 여러개가 合하여 存在하며 結束狀으로 되어있고 二次膜은 어느정도 肥厚되어 있다. 纖維의 길이와 直徑은 表4에 나타난 바와 같이 상수리나 굴참, 갈참은 1.20~1.17mm가 平均이나 졸참의 境遇 0.86mm로서 가장 짧고 直徑은 平均 21.5~23.8 μ 을 보이고 膜두께는 平均 8.2~9.4 μ 을 보이고 있다. 保強細胞는 纖維와 主로 連結하여 存在한다. 保強細胞는 篩部의 柔細胞가 厚膜化함으로서 分化된 것으로 柔細胞가 迅速生長하는 과정에서 분기 하다가 현저히 伸長하여 形態가 다양하다. 또한 二次膜이 肥厚되어 木化되고 많은 單膜孔을 가진다. 分化의 原因은 아직 不明하나 機械的인 保強과 함께 外部壓力에 저항하기 위한 것이라고 볼 수 있으며 群集으로 主로 存在한다.

2. 3. 結晶體

참나무屬의 結晶體는 內皮와 粗皮에서 共同 觀察되는데 多角形의 結晶體와 塊狀花形의 두가지 形態로서 存在한다.

多角形의 結晶體를 含有하는 柔細胞는 分裂하여 작은 細胞가 되며 細胞마다 結晶體 하나씩을 含有한다.

結晶體 크기는 樹種間 差가 없이 多角形은 20×31~24×44 μ 이며 塊狀花形은 이보다 조금 작아 18×24 μ 이었다. 多角形의 結晶體는 纖維와 인접한 柔細胞속에서 또는 保強細胞內에 存在하나 狀塊花形 結晶體는 主로 生命력이 강한 柔組織內에 상당히 많이 形成되고 있다.

2. 4. 粗皮 및 周皮

粗皮內의 柔細胞 擴張은 소나무屬처럼 현저하지 않고 극히 적다. 保強細胞群의 擴張으로 周皮는 만곡되며 콜크組織이 가장 發達한 굴참나무의 경우에도 콜크組織內에 保強細胞群이 들어 있어 콜크의 質을 저하시킬을 觀察할 수 있다. 一般적으로 粗皮는 많은 沈澱物質을 含有하고 있으며 粗皮內의 周皮가 오래된 篩部의 比率는 表5과 같이 굴참나무의 경우 콜크組織이 粗皮의 大部分을 차지하고 오래된 篩部는 最近生成된 周皮의 境遇에 限하여 있으며 기타 樹種의 周皮體積占有率은 25~28%, 오래된 篩部組織은 72~75%를 차지하고 있다.

周皮는 콜크形成層, 콜크皮層, 콜크組織의 三層으로 構成되어 있으나 콜크形成層의 區別은 소나무屬처럼 確明하지 않고 콜크皮層은 表5과 같이 1~3層이며 콜크形成層과 구별이 쉽지 않고 콜크組織은 樹種에 따라 다르며 특히 상수리의 경우 石細胞 콜크組織이 存在하는 것이 特異하다. 콜크細胞는 內容物이 없다. 콜크形成層의 크기는 樹種間別差없이 徑斷方向으로 11~31 μ 이고 觸斷方向으로 44~77 μ 이며 軸方向은 觸斷方向의 크기와 같다. 콜크皮層과 콜크組織은 콜크形成層과 크기가 같고 다만 콜크組織은 徑斷方向으로 다소 커져 44 μ 정도이다.

摘 要

樹皮는 原木體積의 약 10~20%를 차지하고 있으며 一般적으로 運搬, 除去, 處理에 따른 비용에 비해 效用價値는 적다. 뿐만아니라 世界的으로 林産資源의 不足함에 따라 Full tree Utilization의 概念이 漸高되면서 樹皮의 利用에 많은 關心을 갖게 되었다.

本 研究는 國內 참나무屬 樹皮의 解剖學的 性質과

Table 5. Volume percentage of periderm and old phloem in rhytidome

Species	Periderm (%)	Old phloem (%)	phellogen	Number of cells phellogen	pheilem
<i>Quercus variabilis</i> Bl.	100 (25)	(the last 75) formed periderm)	3	1	12-40
<i>Quercus aliena</i> Bl.	28	72	3-4	1	17-20
<i>Quercus serrata</i> Thunb.	26	74	3	1	8-10
<i>Quercus acutissima</i> Carr.	25	75	1	1	Stone cell 2-5 Thinwalled cell 6-8

그 構造를 밝히 樹皮의 可能한 利用策을 爲한 基本的 性質을 究明하고자 하는 拜이다.

解剖學의 性質은 一般의 特性으로서 表皮의 色, 탈락의 形態, 周皮의 色과 配列形態, 樹皮 두께 등을 다루었고 顯微鏡의 特性으로 篩管節, 伴細胞, 篩部柔細胞, 篩部纖維, 放射組織, 周皮組織, 石細胞의 有無, 保強細胞의 有無와 크기, 結晶體等에 對하여 調査 研究하였다.

本 研究에서 얻은 結論은 다음과 같다.

1. 一般의 樹皮의 剝落은 어렵고 內皮와 外皮가 쉽게 分離되지 않으며 樹皮內의 保強細胞는 쉽게 肉眼으로 觀察된다.

2. 참나무屬 周皮組織에서 콜크形成層과 콜크層의 區別이 明確치 않고 글참나무는 콜크組織이 가장 잘 發達되어 있으며 상수리나무 樹皮는 薄膜콜크組織과 厚膜콜크組織으로 構成되어 있다.

3. 참나무屬樹皮는 篩管節, 伴細胞, 篩部纖維와 保強細胞 및 結晶體 등을 가지고 있으며 특히 保強細胞는 소나무屬이나 사시나무屬과 달리 가장 잘 發達되어 있어 많이 分布되어 있고 篩部纖維보다 더 많은 체적적 유율을 보이고 있다.

4. 放射組織은 보통 1~3列 組織이고 간혹 15~20列의 多層放射組織이 나타난다.

5. 柔細胞 및 保強細胞內에 多角形의 結晶體와 生氣 있는 柔細胞內에 塊狀花形結晶體가 存在한다.

引用 文 獻

Chang, Y.P. (1954). Bark structure of north american conifers. USDA Forest Serv. Tech. Bull. 1095. 86
 Eames, A.J. and MacDaniels, L.H. (1925). An Introduction Plant Anatomy. McGraw-Hill Book Company. New York and London
 Esau, K. (1965) Plant Anatomy. Ed. 2; 767 N.Y. John Willer & Sons, Inc.
 Howard, E.T. (1971) Bark structure of the southern

pine. Wood Sci. 3(3) : 134-148.
 Huber, B. (1958) Anatomical and physiological investigations on food translocation in trees. In the Physiology of Forest Trees (K.V.Thimann, ed.), pp. 367-379. N.Y.: Ronald Press.
 Hyland, F. (1974) Fiber Analysis and distribution in the leaves, juvenile stems and roots of ten Maine trees and shrubs. Life Sci. Agr. Experiment Station. Tech. Bull. 71
 Kurth, E.T. (1944) The extraneous Components of Wood. In Wood Chemistry (L.E. Wise, ed.), pp. 385-445. N.Y.: Reinhold Publishing Corp.
 Lee, H.H. (1976) Studies on the Physical Properties of major tree barks grown in Korea. Genus Pinus, Populus and Quercus, Doctoral Disseration Seoul Natl Univ.
 Lee, P.W. and Lee. H.H (1976) Anatomical Studies of Major Tree Barks grown in Korea. 1. Anatomy of Conifer Barks, Seoul Natl. Univ., Coll. of Agric. Bulletin. Vol. 1, No.2 p.109-127.
 Martin, R.E. (1969) Characterization of southern-pine barks. For. Prod. J.19(18):23-31.
 Murmanis L. (1974) Filamentous component of secondary phloem sieve elements in Pinus Strobus L. Ann. Bot. 38. 859-63.
 Patel, R.N. (1973) Bark anatomy of radiata pine, corsican pine, and douglas fir grown in New Zealand. Bark utilization symposium proceedings. Paper No. 2. School of Forestry, University of Canterbury: 40-54.
 Shigematsu, Y. (1959):[Studies on structure of bark IV. Microscopic Structure of bark of pine S(2)]. Sci. Rep. Kyoto Prefect. Univ. Agr. 11 : 120-125.