

韓國產 有用木材의 基礎材質에 關한 研究

丁 丙 載* · 李 偵 錫* · 金 潤 受*

Studies of the Properties of Commercial Woods Grown in the
Southern Part of Korea.

Byung Jae Chung* · Jyung Seuk Lee* · Yoon Soo Kim*

Five species, *Abies koreana* Wilson (*A. koreana*), *Castanopsis cuspidata* var. *Sieboldii* Nakai (*C. Cuspidata*), *Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc. (*M. thunbergii*), *Styrax japonica* (*S. japonica*), and *Quercus acuta* Thunberg (*Q. acuta*) growing in the southern part of Korea were selected for the investigation of wood properties. In order to evaluate the wood properties of these five species, anatomical, physical, mechanical, chemical and pulping characteristics were investigated. And this study also covered wood technological problems related to the drying, gluing, debarking, flooring, and wood workability so that these species might serve to the best advantage.

The results obtained were summarized as follows:

1. The trunk of *A. koreana* with many knots was straight. However, the trunks of *S. japonica* and *C. cuspidata* were crooked.
2. *A. koreana* showed the longest and the widest in the fiber morphology; 2.97mm in length, 39.3 μ in width. In general, fiber width of all the species investigated were greater than those of other Korean hardwoods.
3. The specific gravity of *Q. acuta* was 0.74 ± 0.03 , and that of *A. koreana* was 0.34 ± 0.02 . The range of specific gravity of the other species was 0.47—0.52.
4. The adsorption of water was proportioned inversely with the specific gravity, but the adsorption of humidity was proportioned with the specific gravity. In spite of their medium density, *S. japonica* showed the greatest adsorption, and *M. thunbergii* the least. The water adsorption of cross section was twice greater than that of lateral direction, and there was a slight difference in between the radial and the tangential direction.
5. Shrinkage for tested five species was ranged from 5.36 to 10.24% in tangential direction, and 2.83~6.13% in radial direction. *Q. acuta* recorded the greatest shrinkage rate, and *A. koreana* the least. The greater was the specific gravity, the larger was the shrinkage rate.
6. The mechanical properties of *Q. acuta* were similar to those of *Quercus mongolica* which grow in Kangwon-Do. Strength properties of *C. cuspidata*, *M. thunbergii*, *A. koreana* were equivalent to those of other Korean commercial woods with similar specific gravity, except *S. japonica* which showed slightly higher strength than that of other species with similar density.
7. Higher glue joint strength for urea and phenol adhesives was recorded in the species of *M. thunbergii* and *C. cuspidata*, however, high-density species (*Q. acuta*) and even low-density species (*A. koreana*) did not show good joint strength.

* Dept. of Forestry, College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju, Korea

8. The attractive figure of *M. thunbergii* in texture seemed to be appreciated for decoration. And the grain and texture of other species were proper for furniture and building materials.
9. All of the species except *Q. acuta* were considered good for wood workability.
10. The denser the specific gravity was, the longer the drying time took. However, severe drying defects were formed in *M. thunbergii* whose density was medium.
11. All the species were considered suitable for the flooring wood except *A. koreana* whose density was light.
12. Pentosan component in all the species was great, and the amount of extractives in *Q. acuta* was worth noticing.
13. Yield in kraft pulp was above the level of economic pulp yield, i.e. 45% in all species.
14. Debarking was easy in the species of *A. koreana* and *M. thunbergii*, and debarking after being boiled in water was the most efficient in all species.

1. 諸 言

우리나라 山林面積은 5,789,351ha로서, 全國土의 67%에 該當한 相當한 面積을 占有하고, 이에 自生 또는 人工造林에 依하여 生育되고 있는 木本植物은 大略 95科 324屬에 屬하는 一千餘 樹種들이 多樣하게 生育하고 있는 實情이다.

그러나 樹木의 生長條件이 比較的 他地域에 比해 良好한 南部地方에서 生育하고 있는 樹種中에는 그 形質이 좋고, 또한 그 蓄積이 相當量에 達하고 있음에도 不拘하고 아직 이에 對한 利用法이 究明되지 않고 있는 實情으로서 이들의 未利用 樹種中에는 가시나무를 비롯한 많은 良質의 樹種들이 그 利用度가 極히 낮은 雜木나 지 火木으로 取扱되고 있는 實情으로 이들 樹種에 對한 加工法과 利用法等이 確立되지 않고 있음은 勿論 그 市場조차 形成되지 않고 있는 現實이다.

그런데 國內 木材需要의 約80%를 外材에 依存하고 있는 所謂 資源依存型의 우리나라 木材工業에서 脫皮하기 爲해서 또한 앞으로 增加될 林産資源의 需要를 充足시켜줄 國內 木材資源의 利用擴大를 爲해서는 이들의 未開發 樹種에 對한 合理的인 利用法의 究明은 不可避한 現實에 處하고 있다.

따라서 本研究은 南部地方에서 生育하고 相當量의 蓄積을 가지고 있으면서도 아직 基礎材質과 利用法이 究明되지 않은 구상나무外 4個 樹種들에 對해서 基礎材質試驗과 木材加工品으로서의 價値 및 펄프(pulp)用材로서의 妥當性을 檢診하여 木材資源의 利用增大를 圖謀코자 한다.

끝으로 本研究 推進에 있어서 各種 施設을 利用할수 있도록 많은 便宜와 協助을 圖謀하여주신 林業試驗場 金甲成 場長님, 趙在明 利用部長님께 甚深한 謝意를 表하는 同時에 pulp 및 強度試驗에 있어서 協助하여준

林奇杓 研究官 및 柳東吉氏이 感謝하는 바이다.

2. 研究 史

美國, 濠洲, 日本等 先進諸國의 自國樹種에 對한 材質調査는 이미 完了된 狀況이나 우리나라산 木材에 對해서는 山林³⁰⁾에 의해 49科 132屬 303種에 對한 解剖學的 性質이 調査報告된 바있으나 其他 基礎材質에 關한 調査는 그리 많지 않다.

最近까지 國內에서 實施된 研究로서, 本研究과 關聯되는 研究는 木材材質 및 木材成分에 關한 研究, 潤葉樹材의 펄프製造 및 有用木材의 乾燥等에 關한 研究로 區分할 수 있다.

그러나 이들의 研究對象樹種은 中部以北에서 生育되고 있는 樹種이거나, 導入外材에 限定되고 있는 實情으로 南部地方에서 生育되고 있는 樹種에 對한 基礎材質에 關한 研究는 찾아보기 힘든 實情이다. 本研究과 關聯된 研究를 들면 다음과 같다.

有用木材材質에 關하여 권영대등¹⁸⁾이 광릉산 줄참나무의 12樹種의 潤葉樹材에 對한 중압축, 引張, 靱, 충격 및 할열등의 機械的 性質을 調査報告한 以來, 林業試驗場이 1969年 Noble fir等 50個 輸入外材의 材質을 調査하였으며 鄭希錫等¹⁹⁾이 江原道産 有用潤葉樹材인 신갈나무, 흥릉나무, 들머나무, 박달나무, 거계수나무, 다름나무, 팔피나무, 사시나무, 느릅나무, 고도시나무등 10個 樹種에 對한 材質에 對해서, 또한 趙在明等²⁰⁾이 포푸라材, 소나무屬과 Kruwing, Mangrove等 未利用 南洋材 5個 樹種의 材質을 調査報告하였으며, 潤葉樹材의 펄프製造에 關한 研究로는 林業試驗場이 1969年 줄참나무를 비롯 신갈, 오리, 이태리포푸라 및 라황等 5樹種, 1970년에는 느릅나무, 버드나무, 사시나무, 밤나무 및 물감나무等 5樹種에 對한 機械펄프製造試驗을, 또한 일본신갈나무, 포푸라類, 참

나무類 및 라왕등에 對한 化學 펄프製造試驗을 實施하였고,李文哲 등¹¹⁹⁾이 改良 프루라類의 機械 및 半化學 펄프製造와 合板廢材를 利用한 펄프製造試驗을 實施하였으며, 林奇杓 등¹²¹⁾이 리기다소나무, 상수리나무, 일본잎갈나무 및 물겉나무등 4個樹種의 樹齡別 펄프化特性을 研究하였으며, 有用木材의 乾燥에 關한 研究는 林業試驗場이 1970년 소나무, 잣나무, 들메나무, 사시나무, 실갈나무等 15樹種에 對한 乾燥 스케줄을 作成하였으며, 丁丙載¹⁰⁾은 소나무를 비롯한 몇몇 韓國產樹種의 乾燥特性을 究明한 바 있고, 丁丙載 등¹¹¹⁾은 輸出用 木材加工品의 原木인 라왕(meranti), 라민(ramin), 감나무 및 참나무類等 4樹種에 對한 乾燥法을 研究하였으며, 朴相珍 등¹²²⁾은 물푸레나무, 피나무, 제루통 등 特用潤葉樹材의 人工乾燥 스케줄을 作成하였다.

3. 材料 및 方法

3.1. 供試樹種

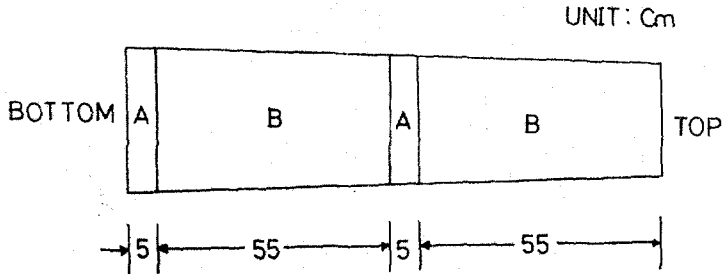
供試樹種은 主로 南部地方에서 만 生育되고 있는 樹種으로서, 針葉樹로는 구상나무 (*Abies koreana* Wilson)를 潤葉樹로는 구실잣밤나무 (*Castanopsis cuspidata*

達한 胸高直徑 20cm以上되는 立木中 比較的 形質이 좋은 通直한 樹幹을 選定하여 地上高 30cm 部位에서 梢頭部를 向하여 大略 0.6m 間隔으로 한 樹種에서 2本의 供試木을 採取한 다음 그림 1로 表示하는 바와 같이 解剖的 性質과 物理的 및 機械的 性質 究明用 各種 供試木은 各種 試驗規格에 따라서 製作하여 各種試驗에 使用하였다.

3.3. 測定方法

3.3.1. 原木形質: 原木形質 調査는 木材規格(農林部告示 第1595號)을 參考하여 웅이는 胸高에서 材長 2.0 m內에 附着된 生枝와 죽은 가지의 個數 및 그 直徑을 測定 平均하였고, 完滿度는 胸高에서 梢頭部를 向하여 材長 2.0m되는 곳에 位置한 部位의 直徑을 測定, 이것을 末口로 하고, 元口直徑에 對한 元口와 末口와의 直徑差의 百分率로 表示하였다. 그리고 其他 原木形質에 關係하는 굵음도 및 偏心率等을 測定하였다.

3.3.2. 解剖學的 性質: 解剖學的 調査圓板을 그림 1과 같이 採取하여 年輪을 調査한 後 圓板의 平均直徑 生長部位에서 髓心으로부터 樹皮를 向하여 5年輪 間隔으로 軸木를 採取하여 Schultz solution으로 纖維를 解



A: Disk for anatomical properties.
B: Log for mechanical and physical properties,

Fig. 1. Sampling method of log and disk for wood properties.

var. sieboldii Nakai), 북가시나무(*Quercus acuta* Thunb.), 후박나무(*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.) 및 배쪽나무(*Styrax japonica* Sieb. et Zucc.) 등 總 5個 樹種을 供試樹種으로 選定하였다.

이들의 供試樹種中 구상나무는 智異山 일경령(海拔高 1,500m)에서, 배쪽나무는 全南 長城에 位置한 全南 大農大 演習林에서, 구실잣밤나무와 북가시나무 및 후박나무는 全南 莞島 甫吉島에 所在한 全南 大農大 演習林에서 生育되고 있는 것을 各各 採取하여 供試木으로 使用하였다.

3.2. 供試木 調製

研究對象 樹種인 구상나무外 4個樹種에 對하여 이들 供試樹種이 集團을 形成하고 있는 林地에서 利用期에

離한 다음 물로 洗滌한 後 2% Safranin溶液으로 染色하여 割位別로 各各 100個씩 光學顯微鏡을 使用하여 纖維幅 및 그걸이를 測定하였다.

3.3.3. 物理的 性質: 比重은 韓國木材規格 KSF 22 02木材比重測定法, 收縮은 同規格 KSF 2203木材의 收縮率 測定法에 따라 實施하였고, 吸濕性은 JISZ 2105-60木材의 吸濕性 測定方法에 따라 半徑, 接線 및 纖維方向別로 測定 平均하였으며, 吸水性은 JISZ 2104-57木材의 吸水量測定方法에 따라 實施하였다. 吸濕性 試驗에 使用한 供試木 調濕은 生材를 氣乾한 다음 溫度 30°C 및 關係濕度 25%로 調節된 恒溫恒濕槽內에서 EMC 5%로 調濕한 後 吸濕用 供試木으로 하였다.

容積密度數는 全乾狀態의 木材重量을 生材容積(MC

30% 以上으로 吸水)으로 나누어 求하였다.

3.3.4. 機械의 性質: 壓縮強度測定은 韓國木材工業規格 KSF 2206, 木材의 壓縮強度試驗方法, 引張強度는 同規格 KSF 2207, 剪斷強度測定은 KSF 2209, 靱強度測定은 KSF 2208, 割裂強度測定은 KSF 2210, 衝擊靱吸收 energy는 KSF 2211, 硬度測定은 KSF 2212, 못뿔기抵抗測定은 KSF 2214에 따라 各各 測定하였고, 供試體의 含水率은 生材狀態(M.C. 30% 以上)에서 測定하였다.

3.3.5. 接着力 試驗: 集成材, 特殊合板 및 家具製作에 있어서 重要한 各樹種別 接着性을 測定하기 위하여 그림 2로 表示하는 接着用供試材를 製作하여 氣乾後 30°C 恒溫器內에서 EMC에 到達할 때까지 調濕하고, 常溫硬化性 尿素(Urea) 및 石炭酸(Phenol)樹脂를 使用하여 接着強度를 測定하였으며 各 接着劑에 對한 接着條件은 表 1과 같다.

接着試驗에 使用된 常溫硬化性尿素 및 石炭酸樹脂는 市販되는것을 入手하여 實施하였다.

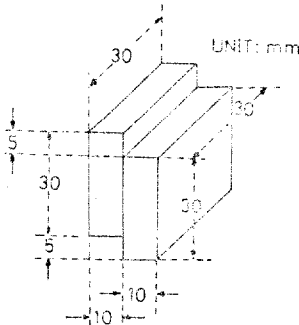


Fig. 2. Shear specimens for glue-joint strength and quality.

Table 1. Gluing conditions

Gluing pressure	Softwood	10kg/cm ²
	Hard wood	15kg/cm ²
Assembly time		20min.
Pressing time		12hrs.

3.3.6. 木理 및 木質精緻性

木材를 構成하는 木質細胞의 크기와 類似組織의 含量等에 따라서 木材表面에 나타나는 精緻性(texture)과 構成細胞들의 配列狀態 내지 配列方向等에 따라서 表示되는 木理(grain)等을 供試材의 板目面과 楕目面에 나타나는 것을 區分하여 그 工藝的價値를 肉眼的으로 比較하였다.

3.3.7. 加工性

各供試材의 加工性은 木材의 強度에 따라서 綜合的

으로 表示되며, 이것은 또한 切刀의 性質에 依하여도 間接的으로 表示할 수 있으나, 여기에서는 木材의 比重 및 硬度值에 따라서 加工性 難易度를 推定하였다.

3.3.8. 乾燥特性

樹種別 乾燥傾向을 알기 위하여 두께 20mm, 넓이 70mm, 길이 200mm의 乾燥供試材를 製作하고, 各供試材의 含水率을 40% 內外로 調濕하여 大氣關係濕度에 있어서, 60°C 및 105°C의 溫度로 乾燥할 때 乾燥되는 速度와 乾燥에 따라서 形成되는 乾燥缺陷等을 觀察 比較하였다.

3.3.9. 플로링(flooring)製作試驗

研究對象樹種으로 製作할 수 있는 플로링의 크기는 原木의 末口 直徑, 原木의 完滿度(tapering), 용이 및 굽음度 등의 缺陷에 따라서 制限을 받게 된다.

따라서 이들 測定值를 考慮하여 供試樹種인 潤葉樹材 即 북가시나무, 후박나무, 떡죽나무 및 구실잣밤나무 등에서 製作할 수 있는 플로링의 크기를 推定하였다.

3.3.10. 木材의 組成分

木材組成分 分析用 試料은 各樹種 供試原木에서 各種 供試材를 鋸斷할 때 生成되는 木屑을 收集하여 所定量을 random 採取하고 Pulverizer(Fuji Co. 1HP)로 粉碎하여 40~60mesh 木粉을 採取한 다음 TAPPI Standards에 依하여 冷水 및 溫水抽出物(T1m-59), 1% NaOH抽出物(T4m-59), alcohol-benzene抽出物(T6m-59), 灰分(T15m-58), 全纖維素(T9m-54), 리그닌(T13m-54) 및 키토산(T19m-50)含量을 求하였다.

3.3.11. 펄프(pulp)化 特性

供試材를 20×20×3~4mm크기의 칩(chip)으로 調製한 다음 絕乾基準으로 400gr을 4/容量의 다이제스터에 넣고 表 2와 같은 kraft pulp製造條件으로 蒸解하였다. 表 2의 條件으로 蒸解된 펄프는 12cut의 平板스크린상에서 選別한 다음, 遠心脫水시켜 60°C 恒溫器內에서 12時間程度 乾燥한 後, 精選收率을 求하였으며, rejects는 平板스크린상에 걸린 것을 105°C로 乾燥시켜 reject率을 計算하였다.

Table 2. Pulping conditions of kraft pulp.

Active alkali (%)	15, 20
Sulfidity (%)	25
Max. temperature (°C)	170
Time to max. temperature (min.)	90
Time at max. temperature (min.)	90
Liquor ratio	1 : 5

3.3.12. 剝皮性

樹木의 枝條材를 펄프用材로 利用하기 爲하여는 반드시 剝皮하여야 함으로, 剝皮能率을 向上케 하는 것은 幹材 및 枝條材 펄프化에 가장 重要한 處理過程으로 考慮된다. 그러므로 그림 3(p.15)으로 表示하는 바와 같은 剝皮機를 考案製作하여 生材, 水中浸漬處理材 및 溫水沸騰處理材等이 剝皮能率에 미치는 影響을 測定하였다.

4. 研究結果 및 考察

Table 3-1 Sample Woods

No.	Common name	Family name	Scientific name
1	구상나무 (Kusangnamu)	Pinaceae	<i>Abies koreana</i> Wilson
2	후박나무 (Hubaknamu)	Laureceae	<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. et Zucc.
3	구실잣밤나무 (Kusiljobbamnamu)	Fagaceae	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> Nakai
4	북가시나무 (Bukkashinamu)	Fagaceae	<i>Quercus acuta</i> Thunb.
5	매죽나무 (Techuknamu)	Helesiaceae	<i>Styrax japonica</i> Sieb. et Zucc.

Table 3-2 Distribution of sample woods

Spe ¹ .	distribution		Characteristics
	vertical	horizontal	
A ²	Above 100m	Mt. Hanra Mt. Dukju Mt. Chiri Mt. Kaji	Evergreen conifer tree, straight, shade-bearer, height 18~20m DBH 60~70cm, flowers blossom in May, seeds mature in Oct.
M ³	Below 700m		Evergreen hardwood tree, straight, medium shade-bearer, height 18~20m DBH 100~200cm, flowers blossom in May, Seeds mature in next Jun.
C ⁴	Below 700m	Jeju island Jeonnambuk, Cyeongnambuk Cost districts	Evergreen hard wood tree, straight, shade-bearer, height 18~20m, DBH 60~70cm, flowers blossom in Jun., seeds mature in next Oct.
Q ⁵	Below 700m		Evergreen hardwood tree straight, medium shade-bearer, height 18~20m, DBH 60~70cm, flowers blossom in May, seeds mature in next Oct.
S ⁶	Below 1600m	South of Hwanghe, Kangweon Province	Evergreen hardwood Sub-tree, ramiform, medium shade-bearer, height 10~15m, DBH 15~25cm flowers blossom in May, Seeds mature in Oct.

- 1. Species
- 2. A. koreana. 구상나무
- 3. M. thunbergii. 후박나무

- 4. C. cuspidata 구실잣 밤나무
- 5. Q. acuta 북가시나무
- 6. S. japonica 매죽나무

2. 原木形質

表 4로 表示하는 바와 같이 후박나무를 除外한 供試

1. 供試樹種의 分布狀況

供試樹種인 매죽나무는 南部 및 中部以南地方 全般에 걸쳐 分布하고 있으며, 구상나무는 智異山을 비롯한 南部 高山地帶 및 高地帶에 分布되고 북가시나무, 후박나무 및 구실잣밤나무는 暖帶에 屬하는 南部 島嶼地方에 多量 分布된다.

各供試樹種에 對한 垂直的, 水平的 分布 및 樹種의 特徵을 調査한 結果는 表 3과 같다.

材는 胸高直徑 20cm內外되는 小徑材로서, 구상나무는 通直하나 自生 樹種으로서 自然放置된 關係로 용이가

過多하고, 구실잣밤나무와 때죽나무 등의 潤葉樹材는 靑음이 甚하고 完滿度가 낮고 또한 分岐되므로 이들의 利用에 있어서는 特히 慎重을 要한다.

一般的으로 原木을 氣乾하는 경우는 原木 缺陷으로서 橫斷面 割裂이 形成되나 本研究에 있어서는 生材狀態에 있어서 各種性質을 測定하도록 計劃되어 있으므로 一般 原木形質에서 考慮되는 橫斷面割裂은 形成되지 아니하였다. 그러나 特異하게 때죽나무는 生材原木에 있어서도 髓心部位에서 甚한 割裂을 形成하였다.

Table 4. Quality of sample log.

Spe.	Defects				Dia. ³ (cm)		Tapering grade in 2m log (%)
	Knots		Crook (%)	Ecc. ² (%)	Bott om	End	
	No.	Ave. ¹ dia. (mm)					
A	20	19	—	155	22-20	18-19	11.1
C	4	178	47.2	239	31-19	25-17	16.0
M	10	66	24.9	209	40-25	28-21	11.9
S	2	42	42.0	149	23-14	22-13	42.0
Q	4	154	35.9	182	30-22	23-16	39.9

1. Average diameter (mm)
2. Eccentricity (%)
3. Diameter of sample log

3. 解剖學的 性質

후박나무, 구실잣밤나무 및 북가시나무 등의 3樹種은 共히 心邊材의 區別이 分明하나 때죽나무와 구상나무는 心邊材의 區別이 不分明하다. 때죽나무의 材色은 밝은 淡黃白色이고 구상나무는 白色에 가까운 淡黃白色을 가지나 구실잣밤나무는 比較的 淡暗色의 木材色이고, 후박나무는 淡暗黃色이며, 북가시나무는 淡紅褐色을 가진다.

特히 구상나무와 후박나무는 그 樹種 特有的 香氣가 強하고 때죽나무는 水浸하면 惡臭을 發生한다.

또한 후박나무는 伐木直後의 生材時에는 光澤度가 높다.

가. 顯微鏡의 構造

表 5와 같이 供試樹種의 纖維長은 針葉樹인 구상나무가 2.97mm로 가장 컸으며, 이것은 趙等(7)이 測定한 韓國產 소나무屬中 靑솔의 纖維長과 같다.

潤葉樹의 경우 구실잣밤나무, 후박나무 북가시나무 등은 1.07~1.19mm의 範圍에 屬하여 樹種間에 큰 差異는 나타나지 않았으나 때죽나무는 1.49mm로 이들 樹種의 纖維長에 比해 긴 편으로 나타났다.

纖維幅은 구상나무가 39.3μ으로 가장 컸으며, 때죽나무가 18.4μ으로 最小였고 其他 樹種은 23~29μ의 範

Table 5. Fiber morphology unit : mm

Spe.	Fiber length	Fiber width	Runkel ratio
A	2.97	39.3	0.26
	1.08~4.80	14 ~ 70	0.18~0.63
C	1.07	25.1	0.25
	0.58~1.56	14 ~ 36	0.17~0.51
M	1.10	29.5	0.51
	0.58~1.66	17 ~ 49	0.14~0.62
S	1.49	18.4	0.34
	0.45~2.30	11 ~ 29	0.21~0.65
Q	1.19	23.2	0.35
	0.46~1.76	14 ~ 42	0.24~0.67

Note: $\frac{\text{mean}}{\text{min.} \sim \text{max.}}$

圍에 屬한다.

루넬指數(Runkel ratio)는 0.25~0.51의 範圍에 屬하고 구실잣밤나무가 0.25로 가장 작고 후박나무가 0.51로 最大였다.

樹令의 增加에 따른 纖維長의 變化는 大體로 樹皮部位로 갈수록 漸增하는 傾向을 나타내나 一定 길이에 到達하면 遞減하는 것으로 나타났으며, 纖維幅 역시 樹令이 增加됨에 따라 纖維長과 같은 傾向을 나타냈다.

Yamabayashi⁽³⁰⁾는 구상나무의 假導管의 길이는 1.8~3.2mm, 幅은 春材의 경우, 12~40μ, 秋材의 경우 8~15μ이었다고 報告하였으며, 또한 북가시나무의 最長木纖維는 1.44mm, 幅은 7~18μ 후박나무는 纖維長이 0.53~1.4mm, 幅 13~18μ, 때죽나무는 纖維長이 0.42~1.86mm, 幅은 12~28μ이었음을 報告한바 있다 本實驗結果는 Yamabayashi의 結果와 大體로 類似하였다.

4. 物理的 性質

가. 比重 및 生材含水率

各種 比重值에 對한 測定結果는 表 6과 같다. 供試 樹種中 比重이 가장 작은 것은 구상나무로서 0.34±0.02였고, 最大한 樹種은 북가시나무로 0.74±0.03이었다.

북가시나무의 比重은 鄭 등⁽¹³⁾이 測定한 북가시나무와 同科인 참나무科의 싹갈나무(江原道產)의 그것과 비슷한 結果를 나타냈다.

한편 生材含水率은 54.5~125.0%의 範圍로서 북가시나무가 54.5%로 가장 적었고 구실잣밤나무가 125.0%로 가장 많았으며 其他 樹種들은 80~85%의 範圍에 屬하여 樹種間에 큰 差異는 나타나지 않았다

나. 吸水量

表 7과 같이 一般的으로 比重이 커지면 吸水量은 反對로 減少되는 傾向을 보이나 때죽나무의 徑斷面, 觸斷面 및 橫斷面은 大같이 顯著히 큰 吸水量을 表示하

Table 6. Specific gravity (sp. gr.)

Spe.	Green MC (%)	Green Sp. gr.	Air Sp. gr.	Oven dry Sp. gr.	Bulk dens ¹ (kg/m ³)
A	85.1 ± 4.7	0.76 ± 0.01	0.40 ± 0.01	0.34 ± 0.02	340 ± 20
C	125.0 ± 2.5	1.06 ± 0.01	0.52 ± 0.01	0.47 ± 0.03	470 ± 20
M	86.3 ± 2.2	1.06 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.49 ± 0.03	490 ± 30
S	82.3 ± 1.0	0.98 ± 0.01	0.58 ± 0.02	0.51 ± 0.02	510 ± 20
Q	54.5 ± 3.2	1.15 ± 0.01	0.82 ± 0.01	0.74 ± 0.03	740 ± 30

Mean ± S. D. 1. density

였고, 反對로 후박나무는 徑斷面, 觸斷面 및 橫斷面이 다같이 他樹種에 比하여 顯著히 작은 吸水量을 나타냈다. 또한 一般적으로 徑斷面 吸水量은 觸斷面 보다 약간 적은 傾向을 보였으며, 구상나무外 3樹種의 橫斷面 吸水量은 徑斷面 或은 觸斷面の 2倍 내지 4倍的 吸水

量 增加를 보였으나 후박나무는 顯著히 작은 1.5倍를 表示하였다.

다. 吸濕量

全面 吸濕量은 表 8-1로 表示하는 가와 같이 一般으로 比重增加에 따라서 增加하는 傾向을 나타냈다.

Table 7. Adsorption of water

Spe.	Sp. gr.	R ¹	T ²	C ³
A	0.33 ± 0.02	0.081 ± 0.009	0.084 ± 0.002	0.334 ± 0.033
C	0.47 ± 0.02	0.085 ± 0.009	0.087 ± 0.006	0.206 ± 0.016
M	0.48 ± 0.01	0.049 ± 0.004	0.052 ± 0.001	0.072 ± 0.016
S	0.52 ± 0.04	0.110 ± 0.016	0.153 ± 0.005	0.366 ± 0.007
Q	0.79 ± 0.04	0.072 ± 0.001	0.057 ± 0.001	0.116 ± 0.008

Mean ± S.D. 1. Radial face 2. Tangential face 3. Cross section

Table 8-1. Adsorption of humidity in whole direction

Spe.	IMC ¹	Sp. gr.	Adsorption	
			RH 75%	RH 90%
A	6.37 ± 0.14	0.34 ± 0.01	0.0073 ± 0.0004	0.00928 ± 0.0006
C	5.81 ± 0.11	0.50 ± 0.02	0.0125 ± 0.004	0.01449 ± 0.0009
M	5.33 ± 0.06	0.50 ± 0.01	0.0113 ± 0.0006	0.01373 ± 0.0006
S	5.81 ± 0.14	0.53 ± 0.01	0.0117 ± 0.0005	0.01490 ± 0.0006
Q	5.68 ± 0.17	0.74 ± 0.01	0.0149 ± 0.0003	0.01985 ± 0.0009

Mean ± S.D. 1. Initial moisture content

Table 8-2. Partial adsorption of humidity

Spe.	IMC(%)	Sp. gr.	RH 75%			RH 90%		
			R ¹	T ²	C ³	R ¹	T ²	C ³
A	6.85 ± 0.11	0.36 ± 0.01	0.0212 ± 0.0050	0.0236 ± 0.0065	0.0574 ± 0.0026	0.0269 ± 0.0026	0.0252 ± 0.0019	0.0678 ± 0.0028
C	6.20 ± 0.13	0.49 ± 0.02	0.0350 ± 0.0006	0.0365 ± 0.0013	0.0780 ± 0.0014	0.0449 ± 0.0014	0.0456 ± 0.0023	0.0927 ± 0.0017
M	5.91 ± 0.16	0.50 ± 0.03	0.0457 ± 0.0139	0.0453 ± 0.0021	0.0781 ± 0.0044	0.0515 ± 0.0016	0.0547 ± 0.0016	0.0939 ± 0.0039
S	6.41 ± 0.28	0.52 ± 0.02	0.0443 ± 0.002	0.0449 ± 0.0011	0.0944 ± 0.0009	0.0536 ± 0.0027	0.0525 ± 0.0012	0.1132 ± 0.0026
Q	4.47 ± 0.22	0.74 ± 0.03	0.0598 ± 0.0018	0.0727 ± 0.0018	0.1587 ± 0.0026	0.0791 ± 0.0010	0.0882 ± 0.0028	0.1904 ± 0.0046

Mean ± S.D.

部分(側面)吸濕量은 表8-2로 表示하는 바와 같이 比重增加에 따라서 增加하는 傾向을 보여주었고 徑斷面과 觸斷面은 大體로 비슷한 數値를 나타냈으나 북가시나무는 觸斷面이 徑斷面 보다 약간 많다 橫斷面의 吸濕量은 吸水性에서 보여준바와 같이 徑斷面 或은 觸斷面의 約 2倍를 나타냈으나 후박나무는 1.7倍를 表示하였고 구상나무는 약간 많은 2.7倍를 나타냈다. 吸濕性에 關하여 Buckman과 Rees⁵⁾가 吸濕條件 30°C 및 RH 95%로 6個 針葉樹에 對하여 吸濕 時間率을 測定한 結果는 大略 表 8-2測定値와 비슷하였으나 橫斷面 吸濕性速度는 徑斷面 或은 觸斷面의 約 5倍가 된다고 發表하였다.

라. 收縮率

구상나무外 4樹種의 纖維方向, 接線方向과 徑斷方向의 全收縮率, 氣乾收縮率, 平均收縮率 및 接線方向과 徑斷方向의 收縮比率은 表 9-1과 같다.

全收縮率은 接線方向에서 5.36~10.24%範圍에 속하고 구상나무가 5.36%로 가장 적고 북가시나무가 10.24%로 가장 컸으며, 徑斷方向에서는 2.83~6.13%範圍에 있고 구상나무가 2.83%로 가장 적고, 북가시나무가 6.13%로서 가장 컸다. 纖維方向의 全收縮率은 0.35~0.73%의 範圍에 속하고 구상나무가 0.35%로

含水率 1%에 對한 平均收縮率範圍는 表 9-2로 表示하는 바와 같이 接線方向에서 0.19~0.34%, 徑斷方向에서 0.11~0.22%, 纖維方向에서는 0.012~0.025%範圍였다.

接線과 徑斷方向과의 收縮率의 比는 1.67~2.32의 範圍에 있으며 구상나무가 가장 크고, 북가시나무가 가장 적었다.

收縮率은 대체로 比重이 큰 樹種일수록 컸다. 趙等¹⁷⁾은 韓國產 소나무屬中 잣나무의 全乾收縮率은 徑斷方向에서 2.82%, 接線方向에서 7.41%였다고 報告하였으며, 鄭等¹⁸⁾은 江原道產 신갈나무의 全乾收縮率은 徑斷方向 5.13%, 接線方向 9.50%, 趙等⁸⁾은 南洋材인 Mangrove(比重 0.97)의 收縮率이 徑斷方向은 5.13%, 接線方向은 11.57%이었던을 報告하였다.

研究對象 樹種中 구상나무는 잣나무의, 북가시나무는 신갈나무와 Mangrove의 收縮率과 各名 類似値를 보여 주었다.

5. 機械的 性質

(1) 壓縮強度

生材 壓縮強度는 表 10으로 表示된 바와 같이 縱壓縮強度에 있어서 가장 낮은것은 구상나무의 166±3kg/cm²이고 가장 높은 樹種은 북가시나무의 353±14kg/cm²이다.

Table 9-1. Shrinkage rate(%)

Spe.	Shrinkage air dried			Shrinkage oven dried			T/R ratio
	R	T	L ¹	R	T	L ¹	
A	1.33±0.42	3.91±0.55	0.09±0.03	2.83±0.38	5.36±0.34	0.55±0.32	1.89
C	1.77±0.34	4.24±0.67	0.10±0.08	3.42±0.59	7.92±0.65	0.43±0.15	2.32
M	1.95±0.30	4.69±0.59	0.37±0.02	3.81±0.50	8.47±0.72	0.71±0.48	2.22
S	2.45±0.62	4.54±0.86	0.37±0.08	4.68±0.37	8.63±1.17	0.73±0.16	1.84
Q	3.11±0.34	5.09±0.26	0.20±0.08	6.13±0.31	10.24±0.31	0.57±0.30	1.67

Mean±S.D. 1. Longitudinal direction

Table 9-2. Shrinkage per unit MC(%)

Spe.	R	T	L
A	0.11±0.01	0.19±0.02	0.012±0.008
C	0.14±0.02	0.27±0.02	0.015±0.02
M	0.14±0.03	0.29±0.04	0.024±0.03
S	0.19±0.04	0.29±0.04	0.025±0.04
Q	0.22±0.03	0.34±0.03	0.019±0.02

Mean±S.D.

가장 적고, 락나무가 0.73%로서 가장 컸다.

氣乾收縮率은 接線方向에서 3.91~5.09% 範圍이고 徑斷方向에서는 1.33~3.11% 範圍에 있으며 纖維方向의 氣乾收縮率의 範圍는 0.09~0.37%였다.

cm²이고 가장 높은 樹種은 북가시나무의 353±14kg/cm²이다.

生材 縱壓縮對 橫壓縮比는 2.7~11.8:1이고, 縱壓縮對 部分壓縮比는 潤葉樹材에 있어서는 大略 2.0~2.5:1의 範圍에 속하는데 針葉樹材의 구상나무는 4.3:1로서 가장 높은 數値를 나타냈다. 또한 鄭等¹⁸⁾이 生材 潤葉樹材에 對하여 測定한 結果와 比較하면 북가시나무 縱壓縮強度는 同科 신갈나무 보다 약간 높고, 락나무는 같은 比重을 가지는 다른나무 보다 縱壓縮에 있어서는 약간 낮으나 部分壓縮은 약간 높은 數値를 나타냈다.

一般으로 機械的 性質究明에 있어서는 供試材 含水

率は比重과 함께 直線의 影響을 미치는 重要한 因子 이므로 供試材 含水率을 必히 同一히 하여야 한다. 氣乾含水率을 同一하게 調節하기 위하여는 性能이 좋은 恒溫恒濕室에서 長期間 乾燥하여야 하는데 本研究와 같이 短期間에 實施되는 研究에 있어서는 同一한 含水率 條件을 期待하기는 어려우므로 機械的 性質에 影響을 미치지 아니하는 纖維飽和點(F.S.P.MC 30%) 以上の 生材狀態에 있어서 本 實驗을 實施하였다.

그러나 生材狀態에서 實施한 研究은 우리나라의 경우 外國과는 달리 그다지 많이 있지 아니하므로 實驗值을 比較하는데 便利하도록 1977年 6月 生材供試材 製作時 生材試驗에 所要되는 2倍數의 供試材를 製作하여 그 半數는 通風이 좋은 實驗室에서 1978年 3

g/cm²의 範圍에 있다. 縱引張強度는 橫引張強度의 5.1~42.9倍로서 相當히 넓은 變異를 表示하였다. 趙等¹⁶⁾이 南洋材에 對하여 實施한 縱引張:橫引張比는 16.0~26.1:1로서 變異의 폭은 顯著히 좁았다. 또한 氣乾材는 生材強度의 1.0~2.2倍로서 가장 높은 것은 후박나무이고, 가장 낮은 것은 구상나무였다. 一般으로 縱引張強度는 含水率 6~13%에 있어서 最大值를 表示하나 그變化率은 그다지 銳敏하지 않은 것으로 알려지고 있다.

北原¹⁷⁾는 縱壓縮은 縱引張의 1/3~2/3에 屬한다고 報告하였다. 本實驗의 경우 縱壓縮은 縱引張強度의 0.40(氣乾), 0.33(生材)로 나타났다.

Table 10. Compressive strength

Spe.	D ¹	MC (%)	Sp. gr.	W ²	Comp. ³ Strength (kg/cm ²)		
					End. ⁴	Side ⁵	Part. ⁶
A	Air-dry	16.4±0.5	0.36±0.01	3.5	333±6	—	—
	Green	107.0	0.31±0.04	3.4	166±3	14.1±0.6	39 ±1.6
C	Air-dry	15.60±0.2	0.48±0.02	3.0	398±4	—	—
	Green	116.0	0.44±0.02	2.6	248±4	39.1±0.3	98.5±5.1
M	Air-dry	15.7±0.9	0.52±0.02	3.8	404±9	—	—
	Green	98.0	0.49±0.03	2.2	190±6	35.5±0.8	85.4±3.5
S	Air-dry	14.7±0.01	0.55±0.01	2.2	461±5	—	—
	Green	91.0	0.51±0.01	2.1	230±5	53.8±0.8	108.2±3.6
Q	Air-dry	14.8±0.01	0.72±0.01	1.5	745±9	—	—
	Green	58.0	0.67±0.03	1.1	353±14	132.3±3.3	174.2±2.8

Mean±S.D. 1. Dried condition
 2. Width of annual ring (mm)
 3. Compressive

4. Endwise compression
 5. Side compression
 6. Partial compression.

月 下旬까지 氣乾하여 各種 機械的 性質을 究明하였다 上述한 氣乾 含水率 範圍는 12~15%로서 相當한 變異를 表示함을 알 수 있다. 氣乾材의 縱壓縮強度는 生材의 縱壓縮強度의 1.6~2.1倍值를 나타냈다.

壓縮強度에 관한 研究中 Wilson等¹²⁾은 美國產材 162種의 縱壓縮은 生材의 경우 比重×473, 含水率 12%時는 比重×858이였으며, Shirasawa¹³⁾는 日本產材 108種의 縱壓縮은 含水率 16%에서 比重×700이였다고 報告하였다.

本實驗結果는 生材時 縱壓縮은 比重×(493±32), 氣乾時(含水率 15.4%±0.3)縱壓縮은 比重×(881±45)로서 대체로 Wilson等の 實驗值과 類似하였다.

(2) 引張強度

生材 引張強度는 表 11과 같이 1180±170~627±75k

(3) 剪斷強度

生材 剪斷強度值는 表 12와 같이 徑斷面과 觸斷面이 大體로 비슷한 傾向이나, 때죽나무와 북가시나무는 徑斷面이 구실잣밤나무와 후박나무는 觸斷面이 약간씩 높았다. 氣乾材의 剪斷強度는 生材의 그것에 비해 1.2~1.9倍였으며 氣乾材對 生材의 剪斷 強度比가 가장 큰 것은 구상나무이고 가장 작은 樹種은 북가시나무이었다.

(4) 靱強度

表 13과 같이 生材靱強度의 比例限度는 最強靱強度值의 61~70%에 該當하고, 氣乾材對 生材 強度比는 1.20~1.95로서 Bending의 機械的 諸性質도 含水率 增加에 따라서 纖維飽和點까지는 감소하고 그 以上에 있어서는 一定하다.

Table 11. Tensile Strength

Spe.	D ¹	MC(%)	Sp. gr.	W ²	Tpa. ³	Tpe. ⁴
A	Air-dry	12.6±0.6	—	3.3	678± 43	—
	Green	92.7	0.34±0.03	3.1	627± 75	14.6±2.2
C	Air-dry	13.2±0.5	—	2.2	963± 52	—
	Green	83.8	0.44±0.03	2.5	680±111	74.7±2.5
M	Air-dry	12.6±0.2	—	1.5	994±226	—
	Green	73	0.48±0.02	2.0	451± 74	87.8±6.4
S	Air-dry	12.5±0.2	—	1.8	1,521±260	—
	Green	51.9	0.50±0.03	2.1	831±175	76.1±3.7
Q	Air-dry	12.1±0.1	—	1.3	2,000±198	—
	Green	53.7	0.72±0.03	1.1	1,180±170	115.1±6.0

Mean±S.D. 1. Dried condition
 2. Width of annual ring(mm)
 3. Tension pralled to the grain (kg/cm²)
 4. Tension perpendicular to the grain (kg/cm²)

Table 12. Shear Strength

Spe.	D ¹	MC(%)	Sp. gr.	W ²	Shear str. ³ (kg/cm ²)	
					R	T
A	Air-dried	12.7±0.5	0.35±0.01	2.5	76± 4	78± 4
	Green	—	—	3.3	40± 4	40± 8
C	Air-dried	14.4±0.2	0.50±0.01	2.5	97± 5	105± 5
	Green	—	—	2.2	75± 2	79± 1
M	Air-dried	12.6±0.2	0.51±0.01	3.0	99± 6	115± 4
	Green	—	—	2.9	75± 7	79±11
S	Air-dried	12.8±0.7	0.56±0.02	1.7	136± 8	124± 3
	Green	—	—	2.1	85± 8	80± 6
Q	Air-dried	13.4±0.4	0.78±0.02	1.3	167±10	163± 8
	Green	—	—	1.5	138±13	100±14

Mean±S.D. 1. Dried condition
 2. Width of annual ring (mm)
 3. Shearing strength

휨강도도 다른 강도의性質과 같이 比重이 큰 樹種일수록 휨강도도 역시 컸다. 또한 구상나무의 氣乾 휨강도値는 南洋村 Jabon과 거의 같았다.

(5) 衝擊翹吸收 Energy

表 14로 表示하는 바와 같이 氣乾材에 對한 衝擊翹吸收에너지는 大體로 比重이 커지면 增加하는 傾向을 나타냈으나 북가시나무 보다 比重이 작은 때죽나무는 북가시나무 보다 큰 強度値를 나타냈다. 一般으로 木材의 可塑性은 吸水量 增加에 따라서 增加되기 때문에 本試驗은 生材狀態로는 實施할수 없었다. 따라서 本試

驗은 氣乾含水率 範圍 12.4~13.7%에 있어서 實施하였다.

趙等⁽⁷⁾이 소나무屬에 對하여 實施한 衝擊翹吸收 Energy와 比較하면 구상나무는 잣나무 보다 적고, 후박나무와 비슷한 強度値를 가지는 강송은 후박나무 보다 큰 比重値를 가진다.

北原⁽¹⁵⁾에 依하면 日本產 主要木材의 衝擊翹吸收 Energy는 比重의 자승의 2倍였다고 報告하였다. 本實驗値는 比重의 자승의 2.56倍로서 北原의 報告値보다 약간 높은 値를 나타냈다.

Table 13. Bending strength (kg/cm²)

Spe.	Sp. gr.	D'	MC (%)	W ⁴	Pro ⁵ (kg/cm ²)	B.S. ⁶
A	0.35±0.03	A ²	13.1±0.5	3.5	—	626±27
		G ³	—	3.3	367±14	524±30
C	0.45±0.03	A	12.6±0.4	3.0	—	821±24
		G	—	2.5	520±10	761±21
M	0.48±0.03	A	12.9±0.4	3.9	—	684±27
		G	—	2.0	409±19	669±41
S	0.52±0.03	A	13.2±0.3	2.1	—	1002±28
		G	—	2.0	583±27	897±79
Q	0.76±0.02	A	12.6±0.2	1.6	—	1.444±49
		G	—	1.1	913±32	1.333±99

Mean±S.D. 1. Dried condition
 2. Air-dried specimen
 3. Green specimen

4. Width of annual ring (mm)
 5. Proportional limit (kg/cm²)
 6. Bending strength (kg/cm²)

Table 14. Impact bending absorbed energy

Spe.	W'	Sp. gr.	air-dried M.C. (%)	IB ² (kg/cm ²)
A	3.6	0.35±0.01	12.4±0.7	0.27±0.04
C	2.0	0.47±0.01	12.6±0.3	0.57±0.06
M	2.6	0.49±0.02	13.0±0.5	0.64±0.07
S	2.3	0.54±0.02	12.8±0.1	1.04±0.11
Q	1.1	0.77±0.01	13.7±0.1	0.93±0.03

Mean±S.D. 1. Width of annual ring (mm)
 2. Impact bending absorbed energy (kg/cm²)

(6) 硬度

表 15와 같이 生材 硬度는 徑斷面과 觸斷面이 大體로 비슷한 傾向을 보였으나 名樹種 共히 觸斷面이 약간 높았다. 一般의으로 橫斷面은 徑斷面の 約 3 倍의 強度值를 보였으나 북가시나무는 약간 낮은 2.2 倍를 나타냈다. 또한 橫斷面の 硬度는 比重이 커짐에 따라서 增加되는 傾向을 보였는데 북가시나무는 他樹種에 比하여 顯著히 큰 強度值를 表示하였다.

趨勢⁸⁾이 南洋材에 對하여 實施한 樹種 中 供試樹

Table 15. Hardness

Spe.	D ¹	Sp. gr.	Hardness (kg/cm ²)		
			R	T	C
A	Green wood	0.29±0.01	1.2±0.3	1.4±0.3	4.0±0.7
C	"	0.45±0.01	2.4±0.5	2.6±0.6	7.3±0.8
M	"	0.48±0.01	2.3±0.5	2.6±0.3	6.9±1.2
S	"	0.49±0.01	2.3±0.4	2.4±0.3	7.0±1.3
O	"	0.66±0.01	5.6±1.1	6.0±0.8	12.0±1.5

Mean±S.D. 1. Dried Condition

種인 구상나무와 같은 比重值 0.29를 가지는 Mahang 과 비교하면 구상나무는 大略 2 倍의 強度值를 나타냈다.

(7) 吳뽑기 抵抗

표 16과 같이 生材 吳뽑기抵抗은 徑斷面과 觸斷面이 비슷한 傾向을 보였는데, 徑斷面の 경우 14.3~68.9kg/cm의 範圍에 있으며 구상나무가 14.3kg/cm로 最小이고, 북가시나무가 68.9kg/cm로 最大이다.

橫斷面の 吳뽑기 抵抗은 徑斷面 抵抗의 35~72%에 該當하는데 구상나무가 5.0kg/cm로 最小이고, 북가시나무가 49.9kg/cm로서 最大이다.

一般의으로 各斷面別 吳뽑기抵抗은 比重이 큰 樹種일수록 크게 나타났으며, 半徑方向의 吳뽑기抵抗은 接線方向의 그것보다 약간 큰 值를 나타냈으며, 橫斷面の 吳뽑기抵抗은 가장 적었다.

북가시나무의 吳뽑기抵抗은 南洋材인 Mangrove와 類似하였으며, 구상나무는 강송의 그것과 各各 類似值를 보여주었다.

Table 16. Nail withdrawal resistance (kg/cm²)

Spe.	MC (%)	Sp. gr.	Nail withdrawal resistance (kg/cm ²)		
			R	T	C
A	124	0.31±0.01	14.3±0.8	12.5±0.5	5.0±0.9
C	84	0.50±0.01	35.7±1.7	33.9±3.4	19.4±2.1
M	89	0.50±0.01	20.0±0.5	19.1±1.1	13.7±1.0
S	70	0.53±0.02	54.9±2.6	43.3±2.0	27.2±2.7
Q	50	0.72±0.02	68.9±2.9	59.2±5.1	49.9±2.9

Mean±S.D.

(8) 割裂強度

구상나무外 4樹種의 氣乾材 割裂強度는 表17에 나타난 바와 같이 徑斷面의 경우 10.1~32.0kg/cm² 範圍로서 구상나무가 10.1kg/cm²로 最小이고 후박나무가 32.0kg/cm² 最大이었으며, 接線斷面의 割裂強度는 10.3~47.6kg/cm²의 範圍에 속하고 구상나무가 10.3kg/cm²로 最小였고, 북가시나무가 47.6kg/cm²로 最大였다.

供試樹種 共히 接線斷面의 割裂強度가 徑斷面의 그것보다 크게 나타났으며, 氣乾 割裂強度에 對한 生材의 強度比率는 72~91이었다.

Table 17. Cleavage (kg/cm²)

Spe.	W ¹	Sp. gr.	MC(%)	cleavage(kg/cm ²)	
				R	T
A	2.4	0.34±0.01	11.9±0.5 71.0	10.1±0.9 7.8±1.4	10.3±0.6 8.0±2.1
C	2.5	0.46±0.01	12.0±0.5 50.0	18.9±3.7 16.3±2.2	33.3±1.8 24.3±2.4
M	2.6	0.51±0.01	12.2±0.2 49.0	32.0±1.1 23.4±1.8	41.5±7.2 29.9±4.5
S	1.3	0.54±0.01	12.3±0.5 41.0	30.6±4.6 28.1±2.5	35.6±2.8 29.2±2.4
Q	1.5	0.75±0.04	11.9±0.1 35.0	28.2±2.2 24.5±2.0	47.6±1.7 39.8±1.5

Mean±S.D. 1. Width of annual ring (mm)

또한 觸斷面 割裂強度는 徑斷面強度의 1.0~1.8倍의 範圍에 있는바 구실잣밤나무는 最大強度比를 나타냈다.

6. 接着 試驗

表 18과 같이 尿素樹脂에 對한 最大強度值을 表示한 樹種은 북가시나무이고, 石炭酸樹脂에 對하여 最大值를 나타낸것은 구실잣밤나무이다. 接着強度에 있어서 相當히 큰 標準偏差를 나타냈는데 이것은 接着劑 製造條件, 供試材 두께의 均一性 및 表面의 狀態 및 assembly time과 壓縮條件의 不均一性에서 招來된 結果라고 推測된다. 石炭酸樹脂에 對한 最大值를 가지는 구실 잣밤나무는 그 樹種의 平均 剪斷強度의 約 80%에 該當한 強度를 나타냈으며, 最小接着強度를 나타낸 북가시나무는 그 平均剪斷強度의 33%에 不過했다.

7. 木理 및 木理精緻性

木理 및 木理精緻性은 그림 4으로 表示한 바와 같이 5樹種 共히 各各 特徵있는 木理를 나타내고 있다. 즉 구상나무를 除外한 구실잣밤나무, 후박나무 및 떡죽나무等의 緻密度는 中庸程度이고 북가시나무는 높은

Table 18. Glue-joint strength

Spe.	W ¹	MC(%)	Sp. gr.	Glue-joint strength (kg/cm ²)	
				Urea resin	Phenol resin
A	2.5	7.9±0.4	0.36±0.02	47.5± 5.2	58.2± 7.6
C	2.3	8.3±0.3	0.49±0.02	48.9± 4.7	83.4± 7.4
M	1.8	7.3±0.4	0.51±0.03	60.2± 8.0	81.9± 6.9
S	1.4	8.5±0.5	0.54±0.02	60.1± 7.4	77.5±18.0
Q	1.7	6.8±0.3	0.76±0.03	65.8±19.7	53.5±14.6

Mean±S.D. 1. Width of annual ring (mm)

緻密度를 나타낸다.

구상나무의 年輪界는 分明하나 그다지 넓지 아니하므로 板目面에는 가는 V字型 木理를, 徑目面에는 平行線을 各各 나타낸다.

그러나 Compression wood를 形成하는 경우는 明確한 帶狀木理를 볼 수 있다. 떡죽나무는 구상나무와 같이 白色도가 높고 年輪界가 分明하지 아니하므로 板目 또는 徑目面에 나타나는 木理는 極히 微細하다. 구실 잣밤나무는 淡暗色을 가진 약간 넓은 年輪界에 依하여 板目面에는 V字型의 分明한 木理를 나타내며 徑目面에는 淡灰白色의 平行線을 나타낸다. 후박나무는 年輪界가 分明하므로 板目面에는 多樣한 波狀木理를 나타내고 徑目面에는 枋材에서 볼 수 있는 바와 같은 帶狀의 平行線이 配列된다. 북가시나무는 年輪界가 뚜렷하게 나타나지 아니하므로 板目面에는 V字型 木理를 確實히 認識할수는 없으나 射出組織이 짧은 가는帶狀線으로 纖維方向에 配列되고 있다. 또한 徑目面에는 射出組織이 纖維의 直角方向으로 약간 넓은 帶狀線으로 斷續적으로 配列되는 特異한 木理를 나타낸다. 북가시 나무의 徑目面에는 微細하나 年輪界에 의한 平行線을 볼 수 있다.

8. 加工性

木材의 加工性에 關하여 Core²⁾는 比重이 中位即 0.40~0.60의 範圍에 있을 때 木材의 加工性(working quality)은 良好하다고 하였고, 또한 美國林產物 研究所에서는 硬度가 0.5kg/cm²以上일 때는 切削加工性은 良好하나 硬度가 0.3kg/cm²以下일 경우는 切削時에 甚한 木毛가 發生한다고 하였다. 이와 같이 文獻에 나타난 關係因子를 基礎로해서 供試樹種에 對한 加工性을 檢診하던 북가시나무는 加工性이 어려울 것으로 思料되나 其他 樹種은 良好할 것으로 생각된다.

9. 乾燥特性

供試木의 含水率을 大略 35~40%로 乾燥하여 60°C 및 高溫인 105°C로 乾燥를 實施한 結果는 그림 5에 示된 含水率 減小經過 曲線과 같다.

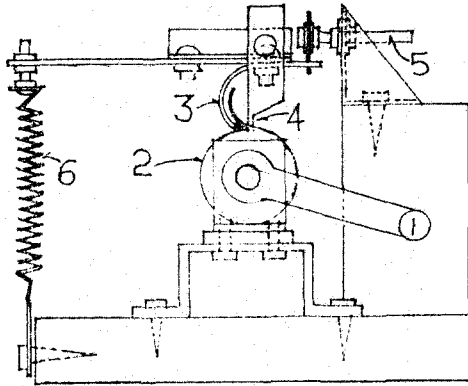


Fig. 3. Scheme of debarker

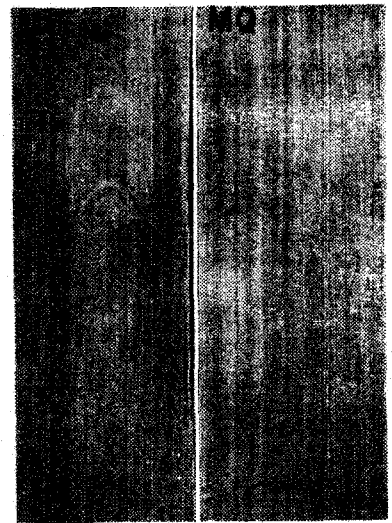
- 1. Handle 2. Log
- 3. Knife 4. Cutting adjusting app.
- 5. Knife adjusting app
- 6. Pressure Spring



구상나무 A. koreana



후박나무 M. thunbergii



구실잣밤나무 C. Cuspidata

Fig. 4-1 Grain and texture of sample woods (A,C,M)

Note: F—Radial face Q—Tangential face

그림 5에 표시된 바와 같이 습수율 10%까지의 乾燥 所要時間은 60°C 및 105°C 共に 구상나무가 가장 짧았으며, 떡죽나무, 후박나무 및 구실잣밤나무 順이었으며, 북가시나무가 가장 길었다.

한편 供試樹種의 乾燥缺陷 發生狀況은 表 19에 나타난 바와 같다. 떡죽나무를 除外한 모든 供試樹種에서 橫斷面割裂이 發生하였으며, 북가시나무가 그 發生率이 가장 컸다. 구실잣밤나무와 후박나무는 輕微한 表面割裂을 發生하였으며, 구상나무, 후박나무 및 북가시나

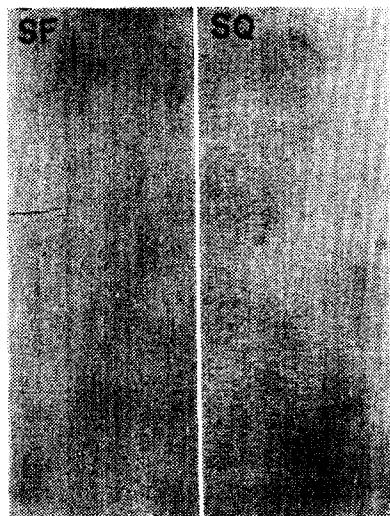
무에서는 약간의 cupping을 發生하였다.

후박나무는 bowing을 비롯 甚한 twisting 및 collapse를 發生하였다.

一般으로 105°C의 苛酷한 條件下에서 供試樹種을 同時에 乾燥하면, 各樹種의 乾燥特性에 따라서 甚한 乾燥缺陷을 形成하게되므로, 이들의 缺陷을 比較 檢討하여 乾燥의 難易度를 判斷하면 供試樹種中 乾燥가 容易한 樹種은 구상나무와 떡죽나무 및 구실잣밤나무이며, 특히 떡죽나무는 如何한 乾燥缺陷도 形成치 아니하였



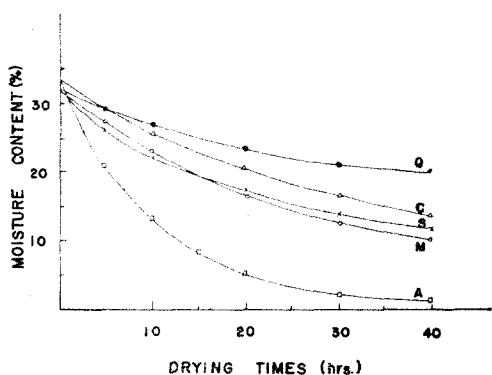
북가시나무 Q. acuta



배죽나무 S. japonica

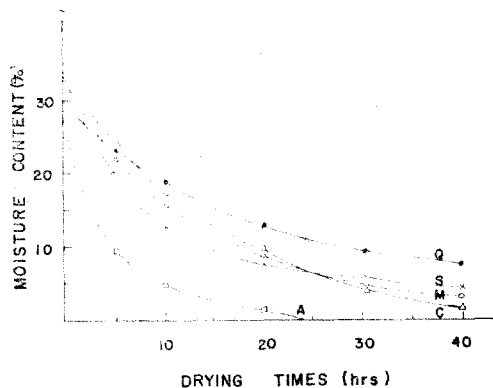
Fig. 4-2. Grain and texture of sample woods (Q.S.)

Note: F—Radial face Q—T—Tangential face



Drying curve in 60°C

A. koreana
S. japonica



Drying curve in 105°C

Fig. 5 Drying curve

C. cuspidata
Q. acuta

M. thunbergii

Table 19. Drying defects

Spe.	Drying defects					
	Surface split	Endwise split	Cupping	Bow-ing	Twisting	Collapse
A	-	+	+	-	-	-
C	+	++	-	-	-	+
M	+	++	+	+	+++	+++
S	-	-	-	-	-	-
Q	-	+++	+	-	-	++

-Free, +Seldom, ++Mild, +++Severe

다. 북가시나무는 乾燥에 많은 時間이 所 要되고 橫 斷 面 割 裂 및 약간의 collapse等이 發 生하는 傾 向을 보이 나 餘 他의 乾 燥 缺 陷은 形 成되 지 아니하였다. 그러나 후 박 나무는 twisting等 甚한 乾 燥 缺 陷을 形 成하였다.

10. Flooring製作性

flooring製作에 適 合한 樹 種에 對 하여 Wangaard²⁵⁾ 等이 指 摘한 바와 같이 flooring材는 魅 惑 的인 무늬, 滿 足 할 만 한 硬 度, 抗 磨 耗 性 및 適 當한 密 度를 가져야 한다. 또한 이와 같은 條 件을 가지는 木 材를 flooring 製作 機 構를 使 用하여 製 作할 때에도 木 理의 割 裂이 적고,

切剖面는 平滑하고 變形이 적어야 하며, 收縮率이 比較的 적어야 한다. 이와 같은 考慮下에 供試 樹種을 檢討하면 구상나무를 除外하고 其他의 供試 樹種은 flooring 製作에 適合할 것으로 推定된다. 그러나 flooring의 길이와 넓이 등은 表 4의 原木形質에 表示된바와 같이 完滿度, 굵음도 및 其他 용이의 缺陷等에 制限을 받아, 供試 樹種으로는 길고 通直한 flooring를 製作할 수 없다. 따라서 供試 樹種을 flooring材로 利用하기 위하여는 적어도 flooring의 길이 30cm以上の 小型 flooring 製作機를 開發하여, 非但 供試 樹種에 限定되지 않고 모든 濶葉樹材 資源을 flooring資材로 利用할 수 있도록 對策이 講究되어야 할 것이다.

11. 木材의 組成分

구상나무外 4樹種의 木材組成分은 表 20과 같다

灰分은 구상나무가 0.75%로 가장 많은 含量을 나타내고 후박나무, 북가시나무, 때죽나무, 구실잣밤나무 順이었다.

冷水抽出物은 북가시나무가 7.6%로 가장 많았으며 구

상나무가 5.5%로 最小이다.

溫水抽出物은 북가시나무가 8.3%로 가장 많고 후박나무가 4.5%로 가장 적었다.

鹽基抽出物은 북가시나무가 31.8%로서 가장 많고 후박나무, 때죽나무 및 구실잣밤나무 사이에는 큰 差가 없었으나 구상나무가 14.0%로서 가장 적었다.

有機溶劑抽出物은 북가시나무가 5.95%로서 가장 많고 때죽나무가 1.80%로서 最小를 나타냈다

리그닌은 針葉樹인 구상나무가 27.16%로 가장 많았으며 북가시나무가 22.61%로 最小이다.

홀로셀룰로스는 후박나무가 79.80%로 最大이고, 구상나무가 73.68%로 最小를 나타냈으며 이같은 傾向은 펜토산의 경우도 大體 비슷하였으나 때죽나무가 最大值인 29.7%를 나타냈다.

供試 樹種中 북가시나무가 抽出物이 가장 많은 것으로 나타났으며, 또한 供試 樹種의 펜토산 含量은 약간 높은 數值를 나타냈다.

Table. 20. Chemical components of sample woods (%)

Spe.	Ash (%)	Extractives(%)				Lignin	Pentosan	Holocellulose
		Cold water	Hot water	1% NaOH	Alcohol-benzene			
A	0.75	5.5	6.7	14.0	2.42	27.16	11.5	73.68
C	0.15	6.4	4.8	25.5	1.84	25.27	24.7	75.99
M	0.42	6.5	4.5	28.5	3.93	22.64	27.7	79.80
S	0.19	5.7	7.6	24.1	1.80	24.07	29.7	75.62
Q	0.29	7.6	8.3	31.8	5.95	22.61	26.7	75.80

12. 펄프化 特性

kraft pulp收率은 表 21과 같이 活性알칼리를 針葉樹材에 對해서는 20%, 濶葉樹材에 對해서는 各各15%로 處理했을 때, 收率은 46.31~48.09%의 範圍에 속하고, 북가시나무가 46.31%로 最小值를, 후박나무가 48.09%로 最大值를 나타냈으나 pulp톤당 原木所要量은 木材의 比重에 依하여 북가시나무의 경우 6.4m³/ton이 所要되나, 구상나무는 13.2m³/ton이 所要되어 구상나무가 pulp톤당 原木所要量이 가장 많았다.

kraft pulp收率을 支配하는 因子는 木材의 密度, 透水性, 리그닌含量, 抽出物含量, 蒸解藥品濃度, 反應時間等인 것으로 알려지고 있으나 本實驗의 경우 活性알칼리를 針葉樹와 濶葉樹材에 對해 20, 및 15%를 各各使用했을 때 供試 樹種의 펄프收率은 모두 經濟收率인 45% 이상을 나타냈다.

Table. 21. Properties of pulp

Spe.	Active alkali (%)	Yield (%)			Wood demand per-ton pulp (m ³ /ton)
		Yields	Rejects	Total	
A	20	44.69	1.76	46.45	13.2
C	15	45.34	2.57	47.91	10.2
M	15	46.70	1.39	48.09	9.8
S	15	44.10	2.41	46.51	8.8
Q	15	44.16	2.15	46.31	6.4

13. 剝皮性

各樹種에 對한 剝皮性 調查結果는 表22와 같이 剝皮量을 剝皮에 所要된 時間으로 나누어서 求하였다. 本測定 結果는 各樹種 共히 樹皮를 煮沸한 後에 剝皮한 것이 가장 能率的이고 浸水 및 生樹皮의 順으로 剝皮能率이 낮아짐을 表示하였다. 즉 樹皮를 煮沸하면 無處理한 것보다 約 4배의 能率을 올릴 수 있음을 나타냈

다. 一般으로 pulp의 品質을 向上키 위한 剝皮 過程은 pulp製造에 있어서 重要한 process이므로, 剝皮에 附着된 樹皮를 除去하기 위한 많은 研究가 實施되고 있는 實情인데 最近 Arolo, R.A., 等⁽³²⁾은 木材剝皮에 附着된 樹皮를 木質에서 分離하는데 效果의인 方法을 究明하였다.

Table 22. Feasibility of debarking unit:cm³/s

Spe.	Green bark (I)	Sunked ¹ (II)	Boiled ² (III)	Remarks	
				II/I	III/I
A	0.235	0.388	1.017	1.65	4.33
C	0.0315	0.1347	0.4035	4.28	12.81
M	0.1272	0.3433	0.560	2.70	4.40
S	0.0804	0.007	0.3352	2.00	4.17
Q	0.0388	0.0838	0.1842	2.16	4.75

1. Debarking after sunked in water
2. Debarking after boiled in water

5. 摘要

우리나라에서 아직 利用開發되고 있지 아니한 구상나무, 구실잣밤나무, 후박나무, 때죽나무 및 북가시나무 등 5樹種에 對한 解剖學的의 性質, 物理的의 性質, 機械的의 性質, 接着性能, 木理 및 무늬精緻性, 加工性, 乾燥特性, 프롤링製作性, 木材의 組成分, 펄프化特性 및 剝皮性等を 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 原料木材의 形質은 구상나무가 通直하나 웅이가 過多하였고, 잣밤나무와 때죽나무는 굽음이 甚하였다.
2. 纖維長은 구상나무가 2.97mm로 가장 컸으며, 때죽나무가 1.49mm였으며, 其他 樹種도 1.07~1.19mm에 속하였다. 纖維幅은 구상나무가 39.3 μ 으로 가장 컸고, 때죽나무가 18.4 μ 으로 最小였으며 其他 樹種들은 23~29 μ 의 範圍에 속하나 大體로 他闊葉樹에 比해 纖維幅이 컸다.
3. 북가시나무의 全乾比重은 0.74 \pm 0.03으로서 韓國産 참나무類의 比重과 類似하였으며 구상나무는 0.34 \pm 0.02로 最小였으며 其他 樹種은 0.47~0.51의 範圍에 있었다.
4. 吸水量은 大體로 比重에 逆比例하여 減少되나 吸濕量은 比重 增加에 따라서 增加하는 傾向을 나타냈으나 또한 橫斷面의 吸水量은 徑斷面과 接線斷面의 그것들에 比해 2倍 以上에 達하나, 후박나무는 1.7배였으며, 徑斷面과 接線斷面의 吸水量은 樹種에 따라서 달랐다.
5. 全乾收縮率은 接線方向에서 5.36~10.24%, 半徑方向에서 2.83~6.13%의 範圍에 속하며 구상나무가

가장 적고, 북가시나무가 가장 컸다. 收縮率은 比重이 큰 樹種일수록 컸다.

6. 供試樹種의 諸強度는 북가시나무의 경우 江原道産 신갈나무와 類似하였으며, 구실잣밤나무, 후박나무 구상나무는 比重이 類似한 韓國産樹種의 材質들과 類似하였으나, 때죽나무는 一般의으로 比重에 比해 높은 強度値를 記錄하였다.

7. 尿素樹脂 및 石炭酸樹脂에 對한 接着은 후박나무와 구실잣밤나무가 最大値를 記錄하였으나, 比重이 큰 북가시나무와 比重이 작은 구상나무는 그렇지 못하였다.

8. 木理와 무늬精緻性은 후박나무는 波狀으로 屈曲되어 木材工藝的으로 珍用될 수 있으며 其他 樹種들은 建築 및 家具用材로서 適合한 무늬였다.

6. 加工性은 북가시나무를 除外하곤 기타 樹種은 良好할 것으로 判斷된다.

10. 比重이 큰 樹種일수록 乾燥의 困難性을 露呈하였으나, 후박나무는 比重에 比해 乾燥가 容易치 않고, 甚한 트워스팅 및 커핑等 乾燥缺陷을 發生하였다.

11. 구상나무를 除外한 모든 供試樹種은 프롤링製作에 適合한 것으로 判斷된다.

12. 化學的 組成分은 5樹種 共히 靛托산 含量이 많았고 북가시나무는 抽出物의 含量이 最大였다.

13. 크라프트 펄프化는 5樹種 共히 經濟收率인 45% 以上을 記錄하였다.

14. 剝皮는 구상나무와 후박나무가 容易하였으며, 5 樹種 모두 煮沸한 後 剝皮한 것이 가장 能率의이었다.

參 考 文 獻

1. Arolo, R.A., J.A. Sturos., J.A. Mattson.(1976) : Research in Quality Improvement of Whole-tree Chips. Tappi 59(7).
2. Browning. B.L. (ed) (1963) : The Chemistry of Wood. Interscience Pub. pp.688.
3. Browning, B.L. (ed) (1967) : Methods of Wood Chemistry. Vol. I, II., Interscience Pub.
4. Publitz, W.J., S.N. Chia(1974) : Seedling Characteristics and Kraft Pulping Properties of Young Douglas-Fir, Forest Prod. J. 24 (3) : 48-52.
5. Buckman, S.J., L.W. Rees(1935) : Moisture Movement in Coniferous Wood below the F.S.P., Minn. Univ. Agr. Expt. Sta., Tech. Bul. 108. St. Paul. Minn.
6. 趙在明外, (1974) : 포플라材의 材質에 關한 試驗, 林試研. No.21 : 187-206.

7. _____ (1975) : 소나무屬의材質에 관한試驗, 林試研. No.22 : 71-84.
8. _____ (1976)(1977) : 未利用南洋材의材質에 관한試驗(I),(II), 林試研. No.23 : 57-74, No. 24 : 41-50.
9. Core, H.A. (1969) : A Comparison of Tropical Vs. Native U.S. Woods, Proceedings Conference on tropical hardwoods. State Univ. of New York.
10. 丁丙載(1963) : 국산유용재의 인공 건조 특성에 관한 연구 전남대학교 논문집 제8호
11. 丁丙載外(1973) : 수출용 목재 가공품의 품질개선에 관한 연구. 과학기술처 R-73-50.
12. 朴相珍外(1975) : 特用闊葉樹材의 人工乾燥之概略, 林試研. No. 22 : 47-58.
13. 鄭希錫外(1971) : 有用闊葉樹材의材質에 관한研究, 林試研. No. 19 : 107-122.
14. 鄭炫培(1965) : 莞島産의 木本植物調査研究, 春川農大 林學會誌, 2 : 1-23.
15. 鄭台鉉(1957) : 韓國植物圖鑑(上), 新志社.
16. Hunt, K., J.V. Hallon (1975) : Full Forest Utilization Part II, Quality and Kraft Pulp Yield of Eastern Canadian Hardwoods, Pulp & Paper Canada 76(11) : 97-102.
17. 北原覺一(1967) : 木材物理, 森北出版.
18. 권영태外(1959) : 木材材質에 관한試驗 林試研. No.4.
19. 李文哲外(1974) : 改良 포푸라류의 기계 및 半化學 펄프製造에 관한研究, 林試研. No.21 : 171-186.
20. Libbey, E.(ed) (1962) : Pulp and Paper Science and Technology, Vol.1, Pulp, McGraw-Hill Book Co, pp.436.
21. 林奇杓外(1976)(1977) : 短伐期 生産材의 펄프化研究(I),(II), 林試研. No.23 : 49-56, No.24 : 31-40.
22. Panshin, A.J., C.D. Zeeuw(1970) : Text Book of Wood Technology Vol.1, 3rd ed. McGraw-Hill Book Co p.705.
23. Pearson, R.G. Gilmore(1971) : Characterization of the Strength of Juvenile Wood of Loblolly Pine, Forest Prod.J. 21(1) : 23-31.
24. Rasmussen, E. (1961) : Dry-Kiln-Operator's Manual, Agr. Handbook No.188. U.S.D.A.
25. Saucier, J.R. (1972) : Wood Specific Gravity of Eleven Species of Pine, Forest Prod.J. 22(3) 32-33.
26. Selbo, M.C.(1975) : Adhesive Bonding of Wood, Forest Prod. Lab-Forest Serv. U.S.D.A. Tech. Bul. No.1512. p.122.
27. Shirasawa, H. (1927) : International Critical Table. 2.37.
28. Wangaard, F.F., R.D. Behm(1969) : Uses of Tropical Woods, Proceedings.....Conference on tropical Hardwoods State Univ of New York, Col. Forestry at Syracuse Univ.
29. Wilson, T.R.C., J. A. Newline(1919) U.S.D.A. Bull.No. 676.
30. Yamabayashi, N. (1938) : Identification of Corean Woods, Forest Exp. Sta. Gov.-General of Chosen, Yokendo Ltd.
31. 양인석外(1973) : 韓國南部島嶼에 對한 常綠闊葉樹의 分布와 氣候要因과의 關係, 植物分類學誌, 4(1.2) : 11-18.
32. Arola, R.A., (1976) Research in quality improvement of Whole-tree Chips. Tappi 59(7) : 66-70.