

# 잣나무의 材質에 關한 研究(第 6 報)<sup>\*1</sup>

— 成熟材와 未成熟材와의 材質의 特徵 —

李 元 用<sup>\*2</sup> · 金 洙 昌<sup>\*2</sup>

## Study on Wood Quality of *Pinus koraiensis* (6)<sup>\*1</sup>

— Characteristics of Woody Quality of Juvenile and Adult Wood —

Won Yong Lee<sup>\*2</sup> · Su Chang Kim<sup>\*2</sup>

### Summary

The research was carried out to determine the division of juvenile and adult wood from the pattern of variables of wood quality indicators, to investigate general law of the size of juvenile wood and to study the characteristics of juvenile and adult wood. For this study some trees of *Pinus koraiensis* were selected and several wood quality indicators such as annual ring width, late wood percentage, tracheid length, tracheid diameter, wall thickness and microfibril angles were measured.

The results of this study were summarized as follows.

- 1) Juvenile and adult wood can be divided into radial variations of wood quality indicators. In this study, juvenile wood might be classified as a large fluctuated region of radial wood quality variations in the nearest part to pith.
- 2) Juvenile wood was indicated as a part of nearly cylindrical shape, averaging 6-11cm in radius, near pith.
- 3) Number of rings from pith of juvenile wood was about 12-20 and was nearly constant in uniform growth trees among the forest stands.
- 4) Usually adult wood was formed within the about 5-10m above ground.

### 1. 緒 言

木材의 材質이 그 用材에 對한 實用的인 性能을 나타내는 것이라면 이 指標로서는 木材의 用途別로 여러가지 特性을 들수 있을 것이다. 例를 들면 構造用材로서는 주로 強度的인 性能이나 木材의 收縮 膨脹性과 같은 物理的인 性質, 腐朽에 對한 耐久性 또는 年輪의 모양이나 材色과 같은 工藝性等이 그 木材의 用途에 對한 材料評價의 基準이 될것이며 종이나 펄프의 用材로서는 原材料에서 生産되는 펄프의 收量이나 펄프의 品質에 影響하는 木材의 化學的組成 또는 纖維의 特性等이 문제 될것이다.

이와같이 木材를 建築材나 家具材等과 같은 材料의 用途와 펄프를 主体로 하는 工業原料로 大別하여 생각하여 보면 前者는 주로 材質이 가장 重要한 문

제가 되며 後者의 경우는 材質이라는 문제보다도 資源으로서의 量的 確保가 더욱 重要한 과제가 될것이다. 펄프의 경우는 材質이라는 것이 거의 문제가 안된다는 것은 아니나 大量의 木材와 混合하여 使用될 수도 있으므로 單木의인 材質보다는 오히려 樹種에 依한 適合性을 생각할 때가 많게 된다. 더욱이 高度로 發達된 펄프製紙의 技術에 依한다면 質이라고 하는 것은 문제가 안될지 모르며 앞으로 펄프工場에서 使用되는 原材料가 주로 廢材等의 質이 된다면 原材料의 樹種이나 材質의 選擇을 문제삼지 않아도 좋을지도 모른다.

따라서 오늘날 外國에서는 木材의 量的生産을 目標로 하는 樹種을 처음부터 區分하여 撫育하고 있는 곳도 있다. 即 前者에 對하여는 生長이 優秀하고 比較的인 材質이 均一하며 可能한 限 廣範圍한 用途에 使用

\*1 Received for publication on Jan. 15, 1982

\*2 江原大學校 林科大學, College of Forestry, Gangwon National University

될 可能性이 있는 樹種을 選擇하며 後者에 對하여는 약간 生長이 떨어져도 無節部分의 比率이나 直徑이 크고 材色과 木理가 아름다운 樹種을 選擇하고 있다. 어느경우나 木材의 性質은 林木의 生長條件이나 保育形式에 依하여 어느程度 調節할수 있으므로 그 材質을 改良하기 爲한 林業的方法을 確立한다는 것은 가장 重要한 일로 생각되고 있다.

이상과 같은 材質에 關한 研究는 많이 實施되어 왔으나 系統的으로 確立되어 있지 않으며 특히 우리나라 產 樹種의 材質에 關한 研究는 많지가 않은것 같다. 따라서 筆者는 우리나라의 經濟的 樹種인 잣나무造林木에 對하여 이미 報告한<sup>(12) (13) (14)</sup> 材質指標值의 樹幹內에서의 出現狀態와 水平方向의 時間的尺度와 空間的尺度의 變動에 依하여 成熟材와 未成熟材를 區分

하고 그 材質特徵을 調査檢討하여 報告하는 바이다.

## 2. 調査方法

### 2.1. 林地와 供試木

本研究의 林地는 이미 報告한바와 같으며<sup>(12)</sup> 江原道 春城郡 北方面에 位置하고 있는 本大學 演習林의 人工造林에 依하여 生育한 樹齡 50生程度의 잣나무造林地이다. 또한 週期的으로 撫育間伐을 實施하여 適度의 울폐도를 가지고 있고 普通 *ha*당 3,000本程度 植栽된 林分이며 伐採當時의 立木蓄積은 約 200 *m*³였다. 調査地의 地形은 約 40°의 傾斜를 이루고 있는 東南向의 林地로서 標高는 約 350 *m* 程度이고 立木本數는 700本 정도였으며 그 林地의 概要는 Table 1과 같다.

Table 1. Sampling plot

Situation	Bukbang-Ri, Dongsan-Myon, Chunchon, Gangwon-Do
One's position	School of forestry, Gangwon National University
Slop of stand	South-eastenly, slop 35°
Trees age	50 years
Number of establishment	About 3,000 trees per hectare
Number of trees at the final cutting	About 700 trees per hectare
Standing tree accumulation	About 200m <sup>3</sup> per hectare
Releasing cutting	Practically attended plant growth timber

이와같은 잣나무造林木의 단순同令林內에서 樹勢가 좋고 立木生長이 良好한 優勢木, 立木生長이 보통인 準優勢木 그리고 徑級이 작고 立木生長이 不良한 劣勢木을 1本씩 選定하여 伐採하였다.

伐採된 供試木은 樹幹의 外形의 特徵을 調査한 다음 地上高 0.2 *m*, 1.2 *m*, 3.2 *m* 以下 2 *m*間隙으로 鋸斷하고 各部位에서 두께 8 *cm*의 圓盤을 採取하여 試驗에 使用하였다.

### 2.2. 材質指標의 測定

#### 1) 年輪幅과 晩材率

供試木의 地上高別로 採取한 圓盤에 對하여 樹幹의 산아랫쪽方向과 산윗쪽方向에 直交하는 4方向에서 各年輪의 年輪幅과 晩材率을 測定하였다. 年輪의 觀察方法은 이미 報告한바와 같지만<sup>(12) (13)</sup> 早材에서 晩材로 移行하는 곳에 早材色에 類似한 갈색의 着色層이 발달한 것이 있었다. 이와같은 年輪에서는 이 樹脂細胞의 발달에 依하여 그 周圍의 假導管의 細胞壁

이 肥厚하여 있을때가 많으므로 年輪의 構造로서는 正當의이 아닌것으로 간주하였다. 이와같은 年輪에서 晩材幅을 測定할때는 이것을 晩材部의 幅으로 보기 어려우므로 早晚材細胞의 橫斷面에 있어서의 形態的인 特徵을 관찰하면서 晩材幅을 測定하였다.

#### 2) 假導管의 길이

上記의 圓盤을 대패로 깨끗이 밀어낸 다음 髓心을 通하여 樹皮方向으로 幅 2 *cm*되는 供試片을 採取한 다음 各年輪마다 성냥軸木程度의 試片을 採取하였다. 다음 Schurz液을 만들고 여기에 浸漬, 約 1週間 放置하여 試片이 白色이 되도록 解離한 後 常法에 依하여 假導管長을 早晚材別로 測定하였다.

#### Schurz 液의 調製

塩素酸加里 (KClO<sub>3</sub> : 100 *g*)  
 60%硝酸 (HNO<sub>3</sub> : 241 *cc*)  
 물 (H<sub>2</sub>O : 100 *cc*)  
 즉 KClO<sub>3</sub> : HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>O = 1 : 2 : 1

3) 假導管의 幅 및 膜厚

上記의 供試片을 물로 煮沸하여 充分히 軟化시킨 다음 各年輪別로 두께 15 μ 정도의 橫斷面切片을 만들고 Safranin 용액으로 染色하여 橫斷面上에서 各細胞의 形態를 관찰하면서 早晚材別로 假導管細胞의 切線方向과 半徑方向의 幅과 膜厚를 測定하였다.

4) Micro fibril 傾斜角

木材의 細胞壁을 構成하고 있는 Micro fibril의 傾斜角을 測定하는 方法은 여러가지가 있으나 本研究에서는 細胞壁을 脫 lignin 處理하여 Fibril 間隙에 沃度의 針狀結晶을 折出시켜 測定하는 沃度法에 依하여 測定하였다.

即 上記의 供試片을 軟化시켜 20~24 μ 정도의 切線面切片을 만들고 Schurz 溶液을 만들어 10~20 分間 浸漬處理한 다음 alcohol series 로 脫水하였다. 이와같이 完全脫水된 切片을 slide glass 위에 올려놓고 3~4% 沃度·沃度加里 水溶液을 1~2 방울 滴下한 後 50%硝酸 한방울을 떨어트려 沃度의 針狀結晶을 形成시켜 顯微鏡으로 檢鏡하면서 假導管의 幅과 Fibril 走行과의 角度인 Micro fibril의 傾斜角을 測定하였다.

3. 調 査 結 果

3. 1. 年輪幅

年輪幅의 測定值을 各供試木別로 集計하여 그 出現頻度를 나타낸 結果는 Fig. 1과 같다. 이 結果에 依

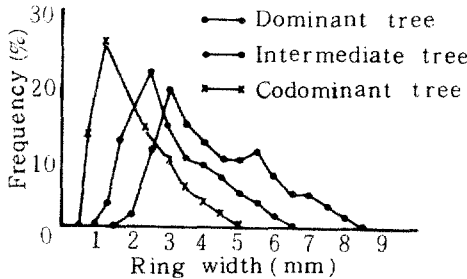


Fig. 1 Frequencies on annual ring width in sample trees.

하면 3本의 供試木에 對하여 年輪幅의 出現頻度分布는 다르며 年輪幅이 3.0mm보다 넓은 것은 劣勢木이나 準優勢木보다도 優勢木에 그 빈도가 높으며 2.0mm보다 적은 것은 劣勢木에서 그 頻도가 크며 2.0~3.0의 年輪幅은 準優勢木에서 그 빈도가 크게 出現되고 있다. 또한 年輪幅의 全分散은 0.5~10.0mm의 넓은 範圍에 達하고 있으며 우세木の 최반율은 3.0~

4.0mm의 範圍이며 그 分散域도 比較的 넓은 分布되고 있다. 이에 反하여 準優勢木에서는 正規分布에 가깝고 劣勢木에서는 약간 左偏되어 있다.

한편 年輪幅의 水平方向의 變動은 供試木의 肥大生長의 記錄을 나타내고 있으며 各 林地의 環境이나 施業의 特色等을 나타내고 있는 것으로 보인다. 따라서 年輪幅의 樹幹內에 있어서의 水平方向의 變動은 Fig. 2와 같이 젊은 令階에서는 그 測定值가 比較的 넓은 髓心으로부터의 年輪數 5~7일때 最高에 達하고 12~15年輪까지는 점차 減少되다가 그 以後부터는 比較的 一定한 값을 유지하고 있다. 다시 말하면 年輪幅의 變動이 比較的 顯著的한 不安定한 領域과 그 變動이 거의 安定된 領域으로 區分되는데 그 限界가 되는 곳은 髓心으로부터 約 12~15年輪되는 部分으로 생각되고 있다.

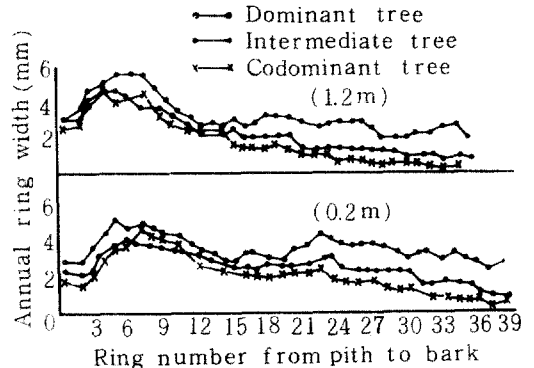


Fig. 2 Patterns of variation of annual ring width on radial direction.

3. 2. 晚材率

晚材率의 測定值(5年輪마다의 平均晚材率)를 供試木의 層別로 集計하여 그 빈도분포를 Fig. 3에 나타냈는데 이 結果에 依하면 供試木의 層別에 依한 晚

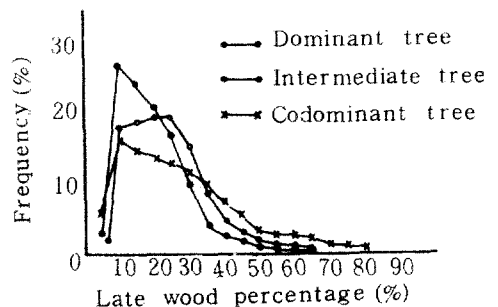


Fig. 3 Frequencies on late wood percentage in sample trees.

材率의 빈도분포는 어느것이나 近似하며 확실한 差異는 없는 것으로 보인다. 또한 針葉樹材에 있어서의 晩材率의 값은 年輪幅이 좁은 範圍에 있어서는 晩材率이 커지며 反對로 年輪幅이 좁은 範圍에 있어서는 晩材率의 出現은 적어지는 경향이 있는 것으로 생각되고 있다.

한편 晩材率의 水平方向의 變動을 보면 Fig. 4와 같이 髓心에 가까운 材部에서는 晩材率의 測定値는 比較的 적고 수심으로 부터 12~15年輪까지는 年輪數의 增加에 따라 晩材率도 점차 증가하고 있으나 그 以後부터는 확실하지는 않지만 거의 一定한 경향을 나타내고 있다. 即 晩材率의 變動이 比較的 현저한 部分과 그 變動이 비교적 安定되어 있는 部分으로

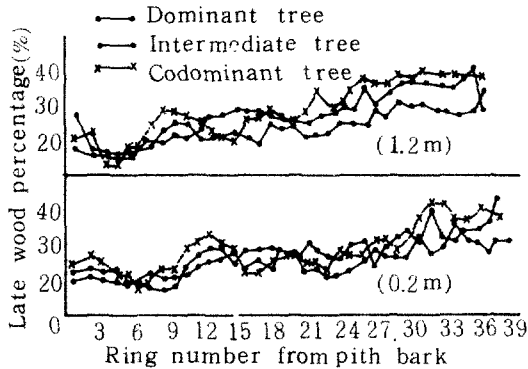


Fig. 4 Pattern of variation of late wood percentage on radial direction.

로 區分할 수가 있는데 그 限界가 되는 곳은 수심으로 부터 大体로 12~15年輪되는 部分이다. 그러나 이와같은 傾向은 地上高가 約 7m되는 部分까지이며 그 以上の 地上高에서는 거의 모두 不安定한 部分으로 생각되고 있다.

### 3. 3. 假導管의 길이

假導管長 및 木纖維의 樹幹內分布에 對하여는 現在까지 數 많은 研究가 있는데 먼저 그 大要를 記述하고 本研究結果를 記述한다.

Sanio는<sup>9)</sup> 假導管長에 관한 第一法則에서 假導管長은 髓心에서 外側에 向하여 점차 길어지며 마침내 어느 一定한 길이에 達하고 그後는 一定한 길이로 推移된다고 記述하였으며 그 以後에 많은 研究者가 이에 對하여 報告하고 있다. Dinwoodie의 報告에 依하면<sup>1)</sup> 假導管長은 수심부근에서 가장 짧으나 外側으로 向하여 急速히 증가되고 어느時期 以後에는 그 증가비율이 完化되어 最初의 길이의 3~5배에서 最大의 길이에 達한다고 報告하고 있다. 그러나 最大

長에 達하는 年輪數는 研究者에 依하여 많은 差異가 있으며 最初의 一定한 길이에 達한 뒤에도 變動된다고 報告된 경우도 있다.

한편 Sanio는<sup>9)</sup> 假導管長變動의 第二法則에서 樹幹의 地際部에서 上方으로 올라감에 따라 假導管長은 점차 길어지며 樹梢部에서 가장 짧아진다고 報告하고 있다. 이 最大長을 나타내는 높이에 對하여 Sanio<sup>9)</sup>는 *Pinus sylvestris*에서는 樹高의 3/5, Schuze는<sup>10)</sup> *Pinus strobus*에서 樹高의 1/2, Lee와 Smith는<sup>6)</sup> Douglas-fir에서는 樹高의 1/3 정도라고 보고하고 있다.

이와 關聯하여 本研究의 假導管長의 樹高에 依한 變化 即 수심에서 樹皮方向으로의 水平方向의 變化를 地上高 1.2m높이에서 調査한 結果는 Fig. 5와 같다. 이 結果에 依하면 早晩材 모두 수심에 가까운 部位에서 假導管은 가장 짧으며 樹高가 증가함에 따라 即 수심에서 樹皮方向으로의 年輪數가 증가함에 따라 假導管長은 급격히 증가되며 15~20年輪에서 最大에 達하고 그 以後는 거의 一定하게 安定되는 경향을 보여주고 있다.

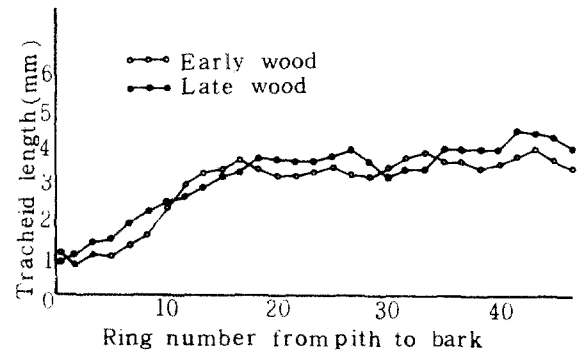


Fig. 5 Patterns of variation of tracheid length on radial direction.

以上과 같이 一般적으로 假導管長의 樹高에 依한 變化는 比較的 확실하며 特別히 最大長에 達하는 時期는 많은 차이가 있는데 本研究의 供試木에서는 地上高 1.2m높이에서는 15~20年輪, 10m높이에서는 5~6年에서 最大에 達하고 있었다.

### 3. 4. 假導管의 幅과 膜厚

橫斷面에서의 假導管의 切線方向과 半徑方向의 幅 및 膜厚의 測定値를 整理한 結果는 Table 2와 같다. 이 結果에 依하면 早材部假導管의 切線方向의 幅은 14~45 $\mu$ , 半徑方向은 20~57 $\mu$ 정도이며 晩材部의 幅은 切線方向이 9~42 $\mu$ , 半徑方向이 5~20 $\mu$ 程

Table 2. Dimensions of tracheid diameter and wall thickness ( $m\mu$ )

	Tracheid diameter				Wall thickness	
	T		R		Range	Average
	Range	Average	Range	Average		
Early wood	14-45	38.3	20-57	42.9	1.3-2.8	1.9
Late wood	9-42	34.8	5-20	14.2	3.2-5.6	4.3

度로 모두 早材部假導管의 幅이 크다. 또한 切線方向에 있어서는 早晚材間의 差異가 적으나 半徑方向에서는 早晚材間의 차이가 비교적 크게 出現되고 있다. 또한 晚材部の 細胞壁의 두께는 早材部の 두께보다 두꺼움을 알 수 있다.

한편 假導管의 切線方向의 幅의 水平方向의 變動即 髓心에서 樹皮方向으로의 變動을 정리한 結果는 Fig. 6 과 같다. 이 結果에 依하면 假導管의 切線方

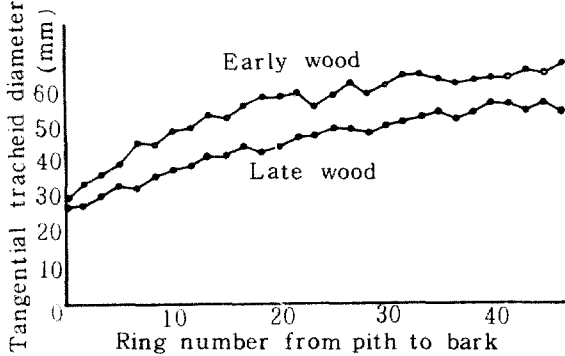


Fig. 6 Radial variation of tangential tracheid diameter in transverse.

向의 幅은 어느것이나 髓心に 가까운 젊은 令階에서 적으며 樹皮方向으로 向함에 따라 점차 증가하는데 어느 令階에서 最大에 達하며 그 以後는 거의 安定되거나 또는 약간 증가되는 傾向을 보여주고 있고 그 最大値에 達하는 令階는 수심에서 樹皮로 向하여 15~20年輪되는 部分으로 생각되고 있다. 그러나 이와 같은 現象은 早材部에서는 비교적 뚜렷하지만 晚材部에서는 약간 不分明한 경향을 나타내고 있다.

또한 假導管壁의 切線方向의 두께에 對한 水平方向의 變動을 地上高 1.2 m 높이에서 調査한 結果는 Fig. 7 과 같다. 이것에 依하면 晚材部假導管壁의 두께는 髓心に 接한 木部에서 가장 얇고 外側에 向함에 따라 比較的 급속히 두꺼워지며 大体로 12~18年輪에서 一定한 두께에 達하고 있다. 이와같은 現象은 假導管의 길이 的 變動과 거의 一致되고 있다. 그러나 早材部假導管의 切線方向의 두께는 수심에서 外側에 向

하여도 거의 變化가 없는 것으로 생각되고 있다.

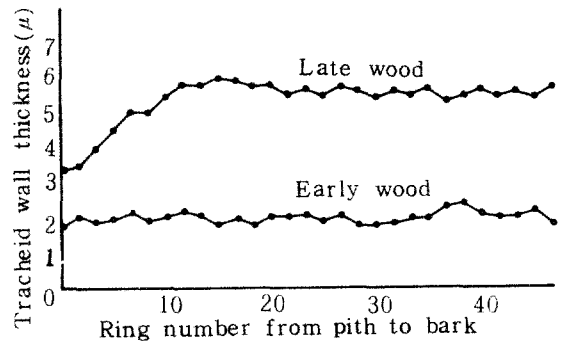


Fig. 7 Pattern of variation of tracheid wall thickness on radial direction.

### 3. 5. Micro Fibril의 傾斜角

假導管壁의 構造의 한 指標로서 2次壁 S<sub>2</sub>層의 Micro fibril 傾斜角의 測定値를 集計하여 그 數値를 計算한 結果는 Table 3 과 같다. 이것의 結果를 보

Table 3. Statistical values of fibril angle on trees. (°)

	Number of measurements	Mean	Max.	Min.	S.D.	C.V.
Early wood	1,210	19.8	40.0	3.0	7.30	0.37
Late wood	1,160	15.3	37.0	3.0	5.54	0.36
Total	2,370	17.6	40.0	3.0	6.87	0.39

면 樹幹內 平均 Fibril 傾斜角은 17.6°이며 早材部는 19.8° 晚材部는 15.3° 로서 早材部의 傾斜角이 약간 크게 出現되고 있다.

한편 Fibril 傾斜角의 水平方向의 變動을 綜合한 結果는 Fig. 8 과 같이 早晚材部 모두 髓心部에서 Fib-

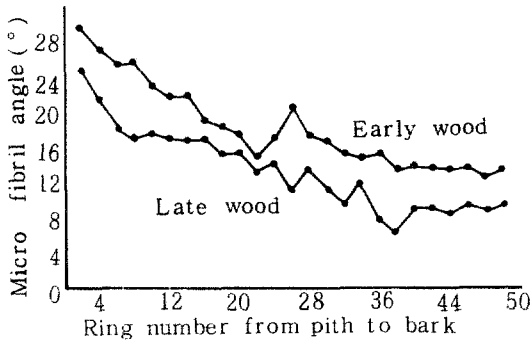


Fig. 8 Radial variation of micro fibril angle in tree stem.

ril 傾斜角이 가장 크며 樹皮方向으로 向함에 따라 그 傾斜角은 점진적으로 減少되고 있다. 더욱이 髓心에서 外側으로 向하여 約 15~20年輪까지는 그 減少가 비교적 급진적이던데 反하여 約 20年輪以後부터는 약간 점진적이며 多少나마 安定된 상태를 나타내고 있는 것으로 관찰되고 있다.

以上과 같이 Fibril 傾斜角의 水平方向의 變動은 수심에서 樹皮方向으로 向하여 그 傾斜角은 減少되고 있으나 地上高가 낮은 部位에서는 비교적 점진적이지만 地上高가 증가함에 따라 그 減少되는 程度가 점차 급진적이며 그 限界가 되는 地上高는 확실하지는 않으나 대략 10 m 정도로 관찰되고 있다.

#### 4. 考 察

##### 4. 1. 成熟材와 未成熟材와의 區分의 可能性

立木の 形成層을 構成하고 있는 個個의 細胞를 形成層始原細胞라 하는데 이 始原細胞에는 모양이 서로 다른 2種類의 細胞 即 紡錘形始原細胞와 放射組織始原細胞가 존재하고 있다. 그러나 渡辺에 依하면<sup>15)</sup> 潤葉樹材의 紡錘形始原細胞의 크기는 切線方向의 幅이 0.01~0.015 mm, 長이가 0.3~0.8 mm이며 針葉樹材에 있어서는 幅 0.03 mm, 長이 1 mm 以上으로서 潤葉樹材의 것보다 훨씬 모양이 긴 것으로 알려져 있다.

그러나 이 始原細胞가 生長點에서 처음 形成될때는 縱橫의 長이가 거의 같은 細胞로 생각되고 있다. 이와같은 始原細胞가 처음의 10~15年間은 縱方向으로 대단히 伸張되어 細長한 紡錘形始原細胞로 되며 그以後는 長이의 伸張率이 減退되고 있는 것으로 생각되고 있다. 이와같이 長이가 顯著히 伸張되는 初期의 10~15年間을 始原細胞의 未成熟期라 하고 그以後를 成熟期라 부르고 있는데 立木の 成熟材와 未成熟材와의 區分은 이런 過程에 依하여 形成되는 것

으로 생각되고 있다.

또한 보통 針葉樹의 造林地에서 下枝가 光線이 不足하여 枯死되기 시작하는 것은 가지가 發生한 後 10~15年 以後이며 따라서 樹冠部의 材部는 髓心에서 約 10~15年 以內의 材部에 해당되며 材質의 으로는 아직 未成熟하므로 樹冠部의 材部를 未成熟材, 枝下材의 材部를 成熟材라 할때도 있다.

한편 Fukasawa는<sup>3)</sup> 樹幹의 髓心으로부터 樹皮方向으로 向하여 年輪數 또는 距離가 멀어짐에 따라 形成層의 成熟度가 다르며 同一年次에 形成된 材部에서도 이에 따라 材質이 左右된다고 報告하고 있다. 即 어떤 形成層의 年令(髓心으로부터의 年輪數)까지는 樹幹의 肥大生長速度는 增大되어 形成層은 未成熟材를 形成하며 그以後는 肥大生長速度가 安定되어 形成層은 成熟材를 形成하고 있는 것으로 생각되고 있다.

以上과 같은 見解로 보아 本研究의 材質指標值의 變動樣式에 依하여 成熟材와 未成熟材의 概念을 다음과 같이 말할 수 있을 것이다.

未成熟材: 同一年次의 材部가운데 髓心周邊의 生理的으로 아직 不安定한 部位에 形成된 木部로서 材質이 變動하는 部分,

成熟材: 同一年次의 材部가운데 外側部分의 生理的으로 거의 安定된 部位에 形成된 木部로서 材質이 變動되지 않는 部分,

##### 4. 2. 未成熟材와 成熟材의 特徵

未成熟材의 範圍를 決定하기 위하여 各材質指標值의 水平方向의 變動을 髓心으로부터의 年輪數와 距離로 환산하여 綜合한 結果는 Table 4와 같다.

먼저 年輪幅의 變動에 依하여 未成熟材의 範圍를 檢討하여보면 髓心に 가까운 淺은 令階로부터 樹皮側에 向하여 12~15年輪까지는 그 測定值가 比較的 크고 材質이 不安定하여 未成熟材를 形成하고 있음을 알 수 있으나 그以後의 年令부터는 材質이 比較的 安定되어 있어 成熟材를 形成하고 있으며 그 境界가 되는 部分을 髓心으로부터의 距離로 환산하면 6~9cm程度가 된다. 그러나 地上高가 增加함에 따라 安定된 部分의 年輪幅(成熟材의 部分)과 不安定한 部分의 年輪幅(未成熟材의 部分)의 境界가 되는 部分은 地上高 5 m까지는 뚜렷하나 그以上の 地上高에서는 모두 不安定한 狀態를 이루고 있다.

다음 晩材率의 變動에 依하여 未成熟材의 範圍를 推定하여보면 年輪幅의 경우와 같이 수심에 가까운 淺은 令階로부터 12~15年輪까지는 晩材率의 測定值

Table 4. Range of juvenile wood at 1.2m above ground and limitation of tree height which appears the adult wood

Wood quality indicator	Ring number from pith	Distance from pith (cm)	Limitation of tree height (m)
Annual ring width	12 - 15	6 - 9	5
Late wood percentage	12 - 15	7 - 10	7
Annual ring density	12 - 15	8 - 10	5
Tracheid length	15 - 20	8 - 10	10
Bulk density	15 - 20	9 - 10	-
Tracheid wall thickness	12 - 18	6 - 9	-
Tangential diameter of trachied	15 - 20	7 - 10	-
Micro fibril angle	15 - 20	9 - 11	10
Total	12 - 20	6 - 11	5 - 10

는 적고 그變動이 比較的 甚하여 未成熟材로 推定할 수 있으며 그以後의 材部에서는 晩材率의 變動이 적고 따라서 材質이 安定되어 成熟材로 생각할 수 있을 것이다. 그러나 이와같은 傾向도 地上高 7m程度까지이며 그 以上の 地上高에서는 거의 모든 晩材率의 測定値가 不安定하여 未成熟材部로 생각되고 있다.

假導管長의 變異에 따르면 수심에 가까운 部位에서 假導管長은 短小하며 수심에서 約 20年輪까지는 年輪數가 增加함에 따라 假導管長은 增加되어 不安定하므로 이 部位까지가 未成熟材로 생각되며 그以後의 材部에서는 假導管長이 一定하게 되어 成熟材部로 推定할 수가 있을 것이다. 그러나 地上高가 9m되는 部位에서는 수심으로 부터 8~9年輪되는 部分에서, 最大値에 達하고 그以後는 安定領域으로 推移되고 있다.

纖維形狀의 指標로서의 晩材部假導管의 切線壁의 두께는 수심에 接한 木部에서 가장 얇고 外側에 向함에 따라 急速히 두께가 增加되며 12~18年輪에서 거의 一定하게 되고 있다. 또한 假導管의 切線方向의 幅의 變動도 이와 類似한 傾向을 보여주고 있다.

micro fibril의 傾斜角의 變動에 依한 成熟材와 未成熟材의 範圍를 推定한 結果도 역시 早晚材部 모두 젊은 階階에서 그 傾斜角이 最大이며 外側에 向하여 一定한 年令까지는 점차 減少되며 그以後는 거의 安定된 領域으로 出現되고 있는데 그 境界가 되는 部位는 수심에서 約 20年輪되는 部分으로 생각되고 있다.

筆者가 이미 報告한<sup>12)</sup> 年輪密度의 變動도 수심의 젊은 階階로부터 外側에 向하여 約 8~10cm되는 部位까지는 年輪密度가 急增되고 있으므로 이 部位까지는

未成熟材로 推定할 수 있으며 그以後의 材部에서는 年輪密度의 變動은 거의 安定되어 있다. 그러나 地上高가 增加함에 따라 安定된 部分의 成熟材와 不安정한 部分의 未成熟材와의 境界가 되는곳은 約 5m까지이며 그以上の 材部는 모두 未成熟材로 推定할 수가 있다.

한편 이미 報告된 容積密度數의 變動에 依한 結果를 보면 역시 수심으로부터 15~20年輪까지는 容積密度數가 점차 증가되어 不安정한 領域으로 생각되며 그以後의 材部에서는 容積密度數의 變動이 安定되어 成熟材部로 推定되고 있다.

#### 4. 3. 成熟材와 未成熟材의 範圍

以上の 研究結果를 모두 綜合하여보면 韓國産 잣나무 造林木에 있어서는 여러가지 材質指標値의 變動에 依하여 材質이 不安정한 未成熟材가 나타나는 範圍는 胸高部位에서는 髓心으로부터 外側인 樹皮方向으로 向하여 約 12~20年輪되는 部分이며 수심으로부터의 거리로 환산하면 6~11cm로 생각되고 있으며 成熟材가 出現하는 限界의 地上高는 5~10m로 推定되고 있다.

以上과 같은 成熟材와 未成熟材의 範圍에 對하여 Entrican<sup>2)</sup>, Jennings<sup>5)</sup> 및 Zobel等은<sup>11)</sup> 未成熟材의 範圍를 수심으로부터의 거리로 表現하고 있으며 Rendel 이나<sup>7)</sup> 渡辺等은<sup>4)</sup> 수심으로부터의 年輪數로 表示하고 있다. 삼나무의 未成熟材의 範圍에 對하여는 渡辺에 依하면 수심으로부터 樹皮로 向하여 年輪數 10~15年輪으로서 本研究과 거의 一致되고 있다. 또한 本研究에 있어서의 未成熟材의 平均半徑은 Zobel

el의<sup>11)</sup> loblolly pine 에 있어서의 未成熟材의 直徑 4.4inch, Entrican의<sup>2)</sup> *Pinus radiata* 에 있어서의 未成熟材의 直徑 5~6cm, Fukasawa의<sup>3)</sup> 삼나무에 있어서의 5~7cm와 大差 없는것으로 생각되고 있다. Paul은<sup>8)</sup> ponderosa pine 에 있어서 纖維方向 收縮率의 異常性을 나타내는 部位는 直徑 4~6inch 程度라고 報告하고 있다.

## 5. 結 論

以上の 本研究의 結果로 부터 未成熟材가 나타나는 一般法則은 다음과 같이 말할 수가 있을 것이다.

① 未成熟材의 범위는 잣나무造林木에 있어서는 一般의 髓心을 中心으로 하여 半徑 7cm 範圍의 圓筒形으로 表示될 수 있다.

② 未成熟材의 수심으로 부터의 年輪數는 平均 15 年輪程度이며 生長環境이 비슷한 林地의 各개체내에 서는 같은 傾向을 가지게 될 것이다.

③ 成熟材가 出現하는 限界의 地上高는 約 7m 程度이다.

④ 未成熟材의 年輪數는 개체내에서는 一定하기 때문에 各 立木의 生長경력에 따라 차이가 생기며 生長이 비교적 均一할때는 圓筒形을 나타낸다.

以上과 같이 本研究의 未成熟材의 範圍는 잣나무造林木의 경우 총괄적으로는 空間的尺度(수심으로 부터의 거리)로 단순히 나타낼 수가 있으며 또한 立木 生長이 거의 같은 個体間의 경우에는 時間的尺度(수심으로 부터의 年輪數)로 나타낼 수 있는 것이다. 即 空間的尺度로 나타낼 때는 樹幹의 細長度에 依한 外의 因子나 後天的 因子에 지배되기 쉬우며 時間的尺度로 나타낼 때는 樹木生理的인 內的 因子 또는 先天的 因子에 지배되기 쉽다고 생각되므로 잣나무造林木의 경우는 前者의 因子가 後者의 因子보다 지배적이라고 생각되지만 後者의 因子에도 支配되므로 兩者가 相乘的으로 作用한다고 생각할 수 있을 것이다.

## 6. 摘 要

우리나라의 主要한 造林樹種이고 經濟的樹種인 잣나무造林木에 對하여 여러 材質指標值의 樹幹內에서 의 材質變動의 規則性에 依하여 未成熟材와 成熟材와 의 區分 成熟材와 未成熟材의 範圍의 表現 및 兩材部 의 材質의 特徵等을 調査檢討하였으며 그것을 要約하면 다음과 같다.

1) 各種材質指標值 即 年輪幅 晩材率 假導管長 假

導管細胞의 切線方向의 幅 및 膜厚 micro fibril 의 傾斜角 容積密度數의 樹幹內變動의 一般傾向을 究明하고 이 結果로부터 成熟材와 未成熟材와의 區分의 可能性을 檢討하였다.

2) 未成熟材의 範圍는 잣나무造林木에 있어서는 一般의 髓心을 中心으로 하여 半徑 6~11cm 程度의 圓筒形으로 表示할 수 있다.

3) 未成熟材의 수심으로 부터의 年輪數는 12~20 年輪程度이며 生長環境이 비슷한 林地의 各 個体內에 서는 같은 傾向을 가진다.

4) 成熟材가 出現하는 限界의 地上高는 5~10m 程度이다.

5) 未成熟材의 年輪數는 各 立木의 生長經過에 따라 差異가 생기며 一般의 生長이 均一할때는 圓筒形을 나타낸다.

6) 未成熟材의 材質變動은 成熟材의 材質變動보다 一般의 生長 傾向을 나타내고 있다.

## 參 考 文 獻

- 1) Dinwoodie J.M., 1961, Tracheid and fiber length in timber. A review of literature, Forestry, 34, 125.
- 2) Entrican A.R., 1957, The influence of markets on silviculture. Brit. Comm. Conf. Aust. and N.Z., Tech. Paper, No. 16:14
- 3) Fukazawa K., 1967, The variation of wood quality within a tree of *Cryptomeria japonica* D. Don. Characteristics of juvenile and adult wood resulting from various growth condition and genetics factors, Research Bulletin of the faculty of Agr. GIFU Univ., No. 25 47-128
- 4) Haruto Watanabe, Juichi Tsutsumi and Keigo Kojima, 1963, Studies on juvenile wood. 1. Experiments on stems of sugi trees (*Cryptomeria japonica* D. Don.). Journal of the Japan Wood Research Society, 9(6) 225-230
- 5) Jennings, S.G., 1957, An appreciation of future policy. Seventh Brit. Comm. For. Conf. 11
- 6) Lee H.N., E.M. Smith, 1961, Douglas-fir with special reference to length. For. Quart., 14, 671
- 7) Rendel B.J., 1959, Fast-grown coniferous



- timber. Some anatomical consideration. Quart. J. For. April.
- 8) Paul B.H., 1957, Lengthwise shrinkage in ponderosa pine. For. Prod. J. 7(11): 408
- 9) Sanio K., 1872, Über die grosse der Holz-zellen bei der Gemeinen Kiefer (pinus Syl-vestris). Jakrb. Wiss. Bot. 8:401
- 10) Schulze E., 1882, Über die Gossen verhält-nisse der Holzzellen bei Laub-und Nadel Hol-zern, Zeitschr. Naturwiss. 4. 214-266
- 11) Zobel B.J., C. Webb and F. Hensen, 1959, Core of juvenile wood of loblolly pine and slash pine tree. Tappi 42(5): 345
- 12) Won Yong Lee, 1974, Studies on Wood Quality of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. (III). On annual ring width and Summer wood percentage, Journal of Korean Forestry Society, No. 24, 25-44
- 13) Won Yong Lee, 1976, Studies on Wood Quality of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. (IV). On annual ring density, Research Bulletin of Gangwon National Univ., No. 12, 211-216
- 14) Won Yong Lee, 1978, Studies on Wood Quality of *Pinus koraiensis* (V). On bulk density, Research Bulletin of Gangwon National Univ. No. 12, 137-140
- 15) 渡辺治人, 1967, 樹幹丸木の特性, 九州大学農学部 木材理学教室 研究資料 No. 67-11-33

新 刊 紹 介

---

木 材 乾 燥 學

서울대 農大 鄭 希 錫 著

光進文化社 發行

---

주문처 光進文化社 (電話 267-0587)

定 價 5,000 원

木材乾燥와 관련된 목재의 성질, 乾燥機構, 乾燥応力과 乾燥欠陥등 乾燥의 기초와 天然乾燥, 促進天然乾燥, 熱氣乾燥, 特殊乾燥등의 乾燥方法 및 乾燥材의 貯木과 乾燥費등의 내용을 수록하고 세계 주요목재의 건조스케줄을 부록에 넣었다.