

잣나무의 材質에 關한 研究 (第2報)*

—樹幹의 構造的 形質*1—

李 元 用*2

Studies on Wood Quality of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.(Ⅱ)*

—On the Gross Structural Features of Stem*1—

Won Yong Lee*2

A study on the wood quality from planted *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. has been undertaken by the University Forest in order to gain results of the gross structural features of stem. For this study some groups of trees were felled and several characteristics such as the degree of stem, slenderness, eccentric growth, heartwood diameter, height of butt sweep and butt-swell were analyzed. The results of the study are as follows.

1) The relation between diameter of log and its height in sample trees are nearly parallel to each other. But their degrees of slenderness in logs cut from intermediate and codominant trees are some what gentle as compared with that of logs from dominant tree.

2) The eccentric growth at transverse section of sample trees is generally decreased with the increase of tree height on all sample trees.

3) On the eccentric growth at transverse section of tree, a rather distinct tendency was noticed that all of sample trees showed the direction of eccentric growth in R_2 side.

4) Heartwood diameter appears to become larger as tree growth decrease under same diameter of logs and log diameter in which heartwood appears is larger in rapid growth rate trees.

5) The maximum height of butt-sweep generally shows that the larger the breast height diameter of tree is, the smaller its height becomes. On the contrary it was noticed that the larger the breast height diameter of trees, the higher the maximum height of butt-swell became. The direction of butt-sweep and butt-swell were shown in R_1 side in all sample trees.

잣나무 人工單純林中에서 樹幹의 細長度와 偏心度를 調査한바, 優勢木의 樹幹直徑과 地上高는 大략 平行적 관계이고 地上高가 낮은 部位는 偏心의 程度가 R_1 方向으로 심하고 樹木의 心材는 肥大生長이 甚할수록 크다.

緒 言

樹幹의 모양은 그 수간의 細長度나 通直性 또는 수간

횡단면의 形狀이나 偏心生長의 偏倚等으로 나타낼수있으며 그것은 斜走木理나 warping 또는 twisting등의 木材의 缺點에 현저한 影響을 미치게 할뿐만아니라 製材率에 미치는 影響도 대단히 크다. 또한 一般的으로는

* Report I: Research Bulletin of Kangwon National University No. 4:53.

*1 Received November 16, 1972

*2 江原大學, Kangwon National University, Chuncheon

闊葉樹에 비교하여 針葉樹의 樹幹의 형태는 횡단면에서 비교적 正圓性이며 通直한 수간을 가지는 일이 많다. 그러나 본연구의 樹種인 홍교지경이 별로 크지 못한 잣나무造林木의 경우에는 그 영향이 비교적 현저할 것으로 생각되고 있다.

이와같은 수간의 형태에 관한 研究結果^{6,7)}에 依하면 수간의 完滿度는 임목의 樹冠量이나 技下高와 상관되며 임목밀도나 수령에도 많은 영향을 받고있다. 또한 수간의 형태에 관하여 임목의 제적측정과 관련된 研究도 실시되고있으며 butt-sweep나 butt-swell 또는 縱斷面幹形등에 대한 연구조사결과도있다.^{9,10)} 그러나 이것은 어디까지나 측수학적 입장에서 검토된것이며 본調査研究와는 그 입장이 다르다.

필자는 前報²⁾에서 우리나라의 經濟的 樹種이며 固有한 樹種인 잣나무造林木에 對하여 外形의 特徵을 林木生長과 關聯하여 調査한바있으나 本報에서는 제질변동의 법칙성 성숙제와 미성숙제와의 區分등의 연구에 앞서 樹幹의 세장도, 樹心の 편심, 心材直徑과 樹幹直徑과의 關係, 및 butt-sweep와 butt-swell의 상태등에 대하

여 조사연구하였다.

調 查 方 法

1. 供試木

本調査를 실시하기 爲하여 伐採된 供試木은 本大學 演習林 6林班(江原道 春城郡 東山面 北方里)의 人工造林에 依하여 生長한 樹令 37—40年生의 잣나무造林木의 同令單純林內에서 生長이 매우 優秀한 優勢木 10本, 準優勢木 10本 그리고 生長이 不良한 劣勢木 8本 計28本을 選定 伐採한 것이다. 調査地의 地形은 約 30°의 傾斜를 이루고있는 東南向으로서 伐採時의 ha當의 立木本數는 約 1,400本 程度였다. 이 林分은 標高가 約 380m 정도로서 週期的으로 撫育間伐을 실시하고 보통 ha當 3,000本 정도 식재된 林分이다.

伐採된 供試木은 外形의 特徵을 調査하고 0.2m, 1.2m, 3.2m……以下 2m간격으로 두께 約 4cm의 圓盤을 採取한다음 各 供試木마다 樹幹析解를 실시하였다. 이 供試木의 概要는 Table 1 과 같다.

Table 1. Sample trees

Sample trees	D.B.H.(cm)	Height in tree (m)	Clear length (m)	Percentage of clear length (%)	Degree of full body	Number of sample trees
Dominant tree	20.4—28.5	15.0—17.9	6.5—8.9	43.3—55.6	57—82	10
Intermediate tree	16.6—19.4	11.5—15.4	5.6—10.2	43.3—65.8	63—93	10
Codominant tree	12.8—16.8	10.9—14.2	4.5—9.4	22.9—72.2	68—96	8

또한 伐採된 各 供試木의 圓盤에 對해 그 生育하고 있는 傾斜面의 山頂쪽方向(R_1 방향)과 山 아래쪽方向(R_2 방향)을 그 樹幹에 있어서의 基準方向으로 보고 이것을 R_1-R_2 方向, 그리고 山頂쪽방향에 對한 右側쪽方向(R_3 방향)과 左側쪽방향(R_4 방향)을 R_3-R_4 方向으로 定하여 모든 事項을 조사검토하였다.

2. 調 查 方 法

樹幹의 形態를 개괄적으로 파악하기 위하여 供試木의 細長度 偏心度 心材直徑 수간의 butt-sweep와 butt-swell의 높이와 방향등을 다음과같이 조사하였다.

1) 樹幹의 細長度

각 공시목에 대하여 地上에서 1m 간격으로 평균수간 직경을 측정하여 細長曲線을 求하였다.

2) 수간의 偏心度

각 공시목의 횡단면에서의 4方向의 반경을 측정하고 平均半徑에 대한 비교치로서 각 방향의 편심정도를 나타냈다.

3) 심재직경

각 공시목의 횡단면에서 나타나는 心材直徑을 R_1-R_2 방향과 R_3-R_4 방향에서 측정하여 평균하였다.

4) Butt-sweep와 butt-swell의 높이

각 공시목의 butt-sweep의 높이와 그 butt-sweep의 최대내곡면의 방향으로 butt-sweep의 狀態를 나타내었다. 즉 그 최대내곡면이 나타나는 수간중단면에서의 butt-sweep의 部分 및 정상부분의 수간축의 直線을 가정하고 양直線의 交점을 butt-sweep의 위치로 삼고 벌채위치에서 이 butt-sweep까지의 높이를 butt-sweep의 높이로 정하였다.

다음 butt-swell의 상태는 butt-swell의 최대높이와 그 方向으로 표시하였다. 일반적으로 지면에 가까운 부분의 幹曲線은 수간축에 對하여 concave를 형성하므로 butt-swell이 작을때에는 정확히 측정하기가 곤란하였다.

調 查 結 果

1. 樹幹의 細長度

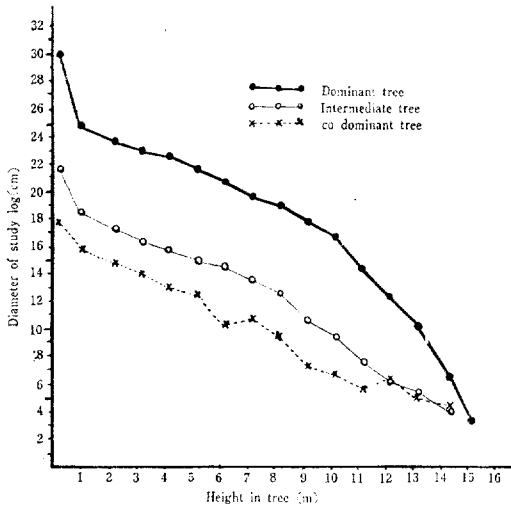


Fig. 1 Diameter of log in relation to height in tree

各 공시목에 대하여 수간의 직경과 地上高와의 關係를 林木生長別 平均값으로 정리하면 Fig. 1과 같다. 이 結果에 따르면 수간직경의 세장도는 어느것이나 대개 平行적이며 地上高 약 10m까지는 地上高의 增加에 따른 樹幹直徑의 減少는 多少 漸進的이지만 10m 이상의 優勢木에서는 매우 急進的으로 나타나있다.

또한 지면부의 曲材의 영향을 피하여 지상고 0.5m로부터 약 3m길이 (10尺)의 원목으로 채제할때 첫번째原木(지상고 0.5~3.5m)에서의 末口直徑은 평균 17~27cm, 두번째原木(지상고 3.5~6.5m)에서는 11~20cm 정도로서 우리나라의 木材規格에 따르면 劣勢木을 除外한 優勢木이나 準優勢木은 中徑材(14cm 이상 30cm 미만)에 해당하는 원목이 생산되는 結果가 된다.

다음 林木生長別로 수간의 세장도를 비교하기 위하여 지상고(x)와 수간직경(y)과의 관계는 직선식 $y=a+bx$ 로 볼수있으므로 각 林木生長級의 回歸定數(a)와 回歸係數(b)를 求한 結果는 다음과 같다.

Dominant tree $y=29.01-1.43x, r=-0.923$

Intermediate tree $y=21.79-1.14x, r=-0.937$

Codominant tree $y=20.05-1.26x, r=-0.958$

이 結果에 依하면 수간직경의 勾配는 우세목이 가장 急하며 준우세목과 열세목은 直線의 勾配가 多少 완화되어 비교적 작은 傾向을 나타내고있다.

2. 樹幹의 偏心度

수간의 수심을 축으로하여 正角材를 採材할때에는 그 部位의 편심생장의 程度가 조제물이나 제재물 또는 品質에 미치는 영향이 크다. 따라서 각 供試木의 수간석해자료에서 지상고에 따르는 편심생장의 偏倚의 程度를 정리한 結果는 Fig. 2와 같다.

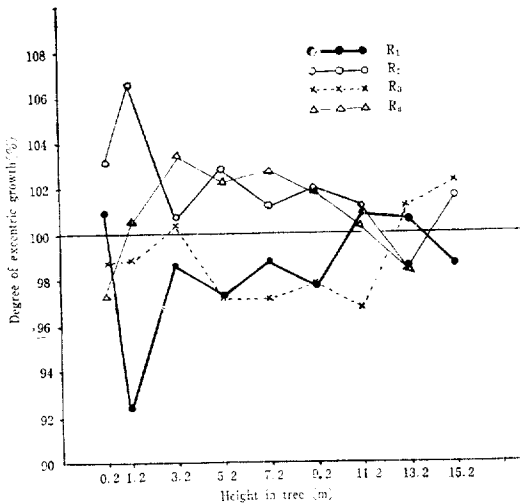


Fig. 2-(1) Degree of eccentric growth in relation to height in tree (Dominant tree)

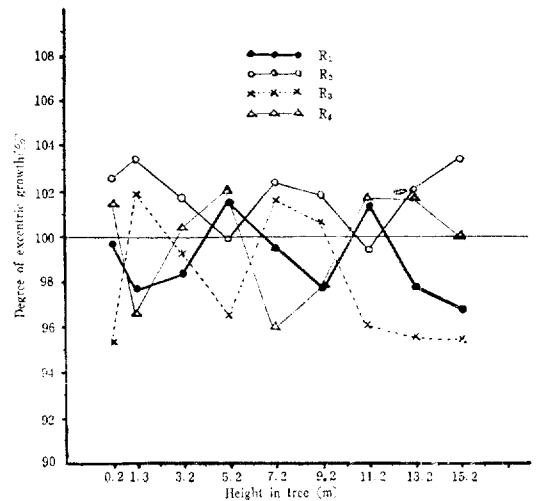


Fig.2-(2) Degree of eccentric growth in relation to height in tree (Intermediate tree)

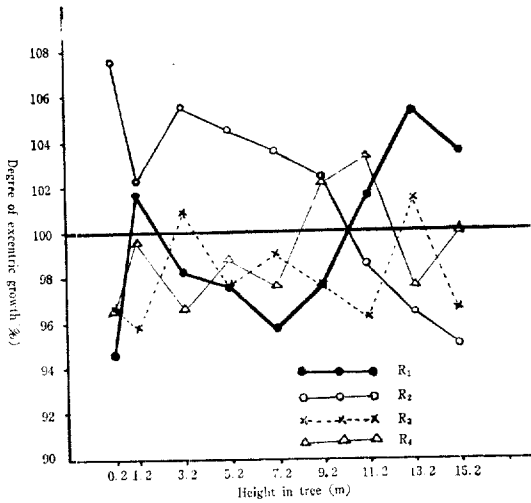


Fig. 2-(3) Degree of eccentric growth in relation to height in tree (Codominant tree)

수간의 편심도는 임목이 생육하고있는 基點을 기준
으로하여 산위쪽방향(R₁ 방향) 산아래쪽方向(R₂ 방향)
그리고 산위쪽방향에 對한 오른쪽방향(R₃ 방향)과 왼쪽
방향(R₄ 方向)의 4방위의 반경성장량의 평균값을 100으
로한 方位別 平均値로 나타내고 이것을 供試木의 生長
狀況別로 比較하였다. 이 結果에 依하면 지상고가 낮
은 部分에서는 林木生長에 거의 關係없이 偏倚되어있으
나 지상고가 증가함에 따라 그 차이는 점점 감소되고있다.

다음 各 供試木에 對하여 각 지상고의 方位別 상대반
경(평균반경을 100으로 한 비율)을 供試木의 林木生長
別로 그 지상고 0~4m, 5~8m 9~13m의 範圍로 區分
하여 整理한 結果는 Table 2와 같다. 이 結果에 依하
면 비대생장의 偏倚의 方向에 依한 수직적차이는 一定
하지않으나 R₁-R₂ 축에있어서는 거의 모두 R₂ 방
향으로 비대생장이 편심되어있고 R₃-R₄ 축에있어서는 優
勢木의 경우 약간 R₄ 방향으로 비대생장이 편심되는 느
낌을 주기는하나 大體적으로 보아 一定한 傾向을 찾아
볼수가 없다. 따라서 수간의 횡단면의 모양은 R₁-R₂
직경이 R₃-R₄ 직경보다 다소 큰 타원형의 모양을 나
타내고 있다.

Table 2. Degree of eccentric growth in relation to stand side

Range of height in tree (m)	Tree growth	Stand side			
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
0-4m	Dominant tree	97	103	99	101
	Intermediate tree	99	103	99	99
	Co-dominant tree	98	106	98	98
5-8m	Dominant tree	98	102	98	102
	Intermediate tree	100	102	99	98
	Co-dominant tree	97	105	98	100
9-13m	Dominant tree	100	101	100	99
	Intermediate tree	98	102	98	101
	Co-dominant tree	103	98	98	101

3. 樹幹斷面직경과 심재직경

各 供試木의 인판에서 測定된 수간斷面直徑과 心材直
徑과의 關係를 整理한 結果는 Fig. 3과 같다. 이 結果에
依하여 수간斷면직경(x)과 심재직경(y)과의 關係에 對
한 各 林木生長級의 回歸定數(a)와 回歸係數(b)를 계
산한 結果는 다음과 같다.

- Dominant tree $y = 0.73x - 1.94, r = 0.961$
- Intermediate tree $y = 0.79x - 2.53, r = 0.989$
- Co-dominant $y = 0.79x - 2.01, r = 0.971$

이 結果에 依하면 갓나무造林木의 心材는 수간斷면
직경이 4~5cm일 때부터 出現하며 동일斷면직경에서 심
재는 약 3.5cm 程度의 차이를 나타내고있다. 또한 同
一한 수간직경에서의 심재직경은 林木生長이 不良한
林木일수록 增大하는 傾向이있는것은 여러보고와 一致
하고있다.

즉 YAZAWA⁵⁾는 여러樹種에 對하여 同一한 수간직경
의 경우 연륜수가 많을수록 즉 임목의 비대생장이 나빠
수록 심재율은 증가된다고 보고하고있으며 FUKAZAWA⁸⁾

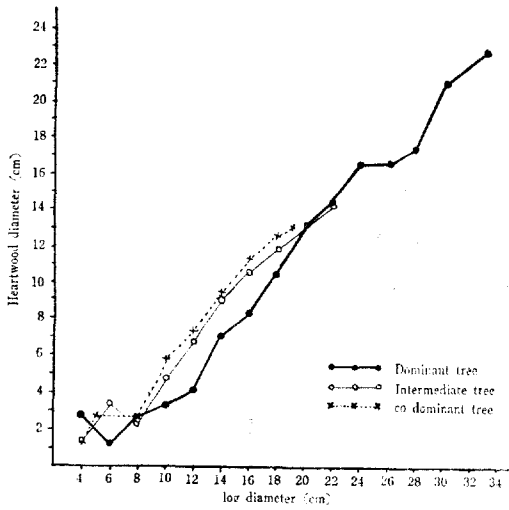


Fig. 3. Heartwood diameter in relation to diameter of log

도 일본산의 삼나무 편백나무에 대해 立地나 生長을 달리하는 수목을 조사하여 위와같이 보고하고있다. 또한 비대생장이 좋은 優勢木에서는 심재가 출현하는 수간 단면직경이 비대생장이 불량한 劣勢木에서보다 크게 나타나고있다.

4. Butt-sweep 와 Butt-swell

各 供試木에 對해 butt-swell 및 butt-sweep의 최대높이와 방향의 측정치를 林木生長別로 整理한 結果는 Table 3과 같다. 이 結果에 따르면 butt-sweep의 높이는 供試木에 따라 약간의 差異는 있으나 一般的으로는 흉고직경이 증대할수록 그 높이는 감소되는 傾向이 있다. 또한 butt-sweep의 方向은 供試木의 약 93%가 산위쪽方向(R_1 방향)으로 향하여있고 산아래쪽方向(R_2 방향)은 7%에 불과하다.

다음 butt-swell의 높이는 보편적으로보아 흉고직경이 큰 林木일수록 증가하는 傾向을 나타내고있다. 각 공시목의 그 平均 높이는 약 20cm程度임으로 흉고직경의 측정에는 아무런 影響도 미치지 않는것으로 생각된다.

Table 3. Shape of butt-sweep and butt-swell

Sample trees	Number of Sample trees	Butt-sweep				Butt-swell					
		Height (m)	Number at each stand side				Height (m)	Number at each stand side			
			R_1	R_2	R_3	R_4		R_1	R_2	R_3	R_4
Dominant tree	10	46	9	1	0	0	26	10	0	0	0
Intermediate tree	10	54	9	1	0	0	15	8	0	1	1
Codominant tree	8	59	8	0	0	0	11	7	1	0	0
Total or Average	28	50.2	26	2	0	0	19.5	25	1	1	1

Butt-swell의 최대 높이가 나타나는 方向은 butt-sweep의 경우와같이 전공시목의 약 89%가 산위쪽方向에 출현하며 나머지 方向의것은 대단히 적다.

또한 一般的으로 butt-sweep은 通直材로 이용하는 材長을 감소시킬뿐만 아니라 제재품에 剝走木理 등의 缺點을 생기게 한다. 또한 이것은 實材積의 증가를 도모하기는하지만 실질적으로 제재율을 증가시키지는 못하며 오히려 剝走木理 reaction wood 등의 물질적 결점을 초래하기 쉽고 또한 벌채 운반 제재 등의 作業에도 많은 지장을 준다. 따라서 이러한 材는 製材用 原木로서는 형질면에서의 한 결점으로 생각할수가 있다. 그러나 本研究의 供試材는 그 程度가 큰 것이 아니어서 製材用 原木로서는 별로 큰 영향을 받지않는것으로 생각되고 있다.

結 論

우리나라의 經濟的樹種이고 主要造林樹種의 하나인 잣나무造林의 成숙재와 미성숙재와의 區分, 材質指標值의 樹幹內 變動의 法則性등의 일관된 材質研究에 앞서 잣나무造林의 樹幹의 細長度 偏心率등을 調査하기爲하여 본대학 연습림의 잣나무單純林內에서 林木生長別로 모두 28本을 選定伐採하여 樹幹析解를 실시하였으며 調査結果의 主要內容은 다음과 같다.

1) 수간의 直徑과 地上高와의 關係를 흉고직경층별(生長程度)로보면 大略평행적으로 推移하고있다. 그러나 優勢木에서는 지상고 약 10m까지는 지상고의 증가에 따르는 樹幹直徑의 減少는 準優勢木이나 劣勢木에서와같이 漸進的이나 10m以上에서부터는 急進的인 變化를 나타내고있다. 또한 優勢木의 수간직경의 勾配는 다

소 급한편이어서 細長度가 크다(Fig. 1).

2) 지상고가 낮은 部位에서는 肥大生長의 편심의 程度가 顯著하지만 지상고가 증가함에 따라 이 경향은 漸次 減少되고있다(Fig. 2).

3) 樹幹方向에 의한 비대생장의 편심의 差異는 供試木의 生長상태나 지상고에 의해 반듯이 一定하지는 않으나 거의 모든 供試木에서 산아래쪽方向(R_1 방향)으로 편심되어있으며 R_2-R_3 축에서는 일정한 傾向을 찾아볼수가 없다. 따라서 樹幹의 횡단면의 모양은 R_1-R_2 축이 이에 적교하는 축보다 약간 큰 타원형을 나타낸다(Table 2).

4) 동일한 수간단면적경에서의 心材直徑은 林木의 비대생장이 불량한 劣勢木일수록 크며 비대생장이 양호한 優勢木에서는 心材가 출현하는 수간의 단면적경이 劣勢木에서보다 크다(Fig. 3).

5) Butt-sweep의 높이는 일반적으로 수간직경이 증대할수록 감소되며 그 方向은 거의 모든 供試木에서 산위쪽방향으로 向하여있다(Table 3).

6) Butt-swell의 최대높이는 butt-sweep와는 달리 수간의 흉고직경이 증대할수록 증가되는 傾向을 보이고 있다. 또한 그 최대높이가 출현하는 方向은 거의 모든 供試木에서 산위쪽方向으로 向하여있다.

引 用 文 獻

1. Paul, B.H., 1959. The effect of environmental factors on wood quality. U.S. Forest Products Laboratory, Report No. 2170
2. Lee, Won Yong 1970. Studies on wood quality of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.(Report 1). On the external shape and nature of stem. Res. Bull. of Kang Won National Univ. No. 4:53-57.
3. Fukazawa, Kazumi. 1967. The variation of wood quality within a tree of *Cryptomeria japonica* D. Don. Characteristics of juvenile and adult wood resulting from various growth conditions and genetic

- factors. Res. Bull., Faculty of Agri. Gifu Univ. No. 25: 59-61
4. Kaburagi, Zisuke. 1953. Forest-biological studies on the wood quality (Report 6). On the slope of the forest stand and the excentric growth in thickness of Todo-fir grown at Atsuta district in Hokkaido. Bull. of the Govern. For. Exp. Station. No. 61:41-56, Tokyo, Japan
5. Yazawa, Kamekichi. 1955. Researches on the relation of heartwood diameter and percentage sapwood to log diameter for Nezuko(*Thuja standishii* Carr.) and Momi (*Abies firma* Sieb. et Zucc.). Res. Bull., Faculty of Agri. Gifu Univ. No. 5: 37-45.
6. Kano, Takeshi. 1954. Forest-biological studies on the wood quality (Report 10). On the external apperance, the quantities of splint or sapwood on the percentage of bark of the standing trees grown in Todo-fir (*Abies* sp.) forest at Atsuta district in Hokkaido. Bull. Govern. For. Exp. Station, No. 71:29-38.
7. Larson, P.R. 1963. Stem form development of forest trees. A publication of the Society of American Foresters. Forest Science, Monograph. No. 5:42-45.
8. Kamekichi. Yazawa and Kazumi Fukazawa. 1956. Studies on the relation between physical properties and growth condition for planted Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) in central district of Japan. (1). On the growth process, existing-state of sap and heart wood and white colour zone. Res. Bull. Faculty of Agr. Gifu Univ. No. 6:73-84.
9. 大隅眞一. 1959. 幹形に關する 研究(I) 相對幹形について. 日林誌 41:471-474.
10. 高田和彦. 1957. 胸高における 根張りの 影響について. 日林誌 39:385-389.
11. 山林廳. 1968. 木材規格 p. 4