

江原道産 소나무心邊材의 物理的 性質에 關한 研究

沈 鍾 燮 · 鄭 希 錫

[學 術 院 論 文 集 第 14 輯 ; 293 ~ 305 , 1975]

A Study on the Physical Properties of Heartwood and Sapwood of Red Pine (*Pinus densiflora* S. et Z.) Grown in Gangweon - do

Chong Supp Shim · Hee Suk Jung

[Jour. National Academy of Science, Korea, Vol. 14 ; 293 ~ 305, 1975]

Abstract

In order to investigate the physical properties of pine wood (*Pinus densiflora* S. et Z.) grown in Gangweon-do this study has been carried out. The properties studied are percentage of latewood portion occupied in each cross section, specific gravity, crushing strength and relationships between them, respectively. The results summarized are as follows:

1. As far as percentage of latewood portion and specific gravity are concerned, no differences between heartwood and sapwood have been seen, however, the crushing strength of the sapwood has shown larger value than that of the heartwood.
2. Width of annual ring have a defined effect on percentage of latewood and crushing strength, but specific gravity is not influenced significantly by width of annual ring. Percentage of latewood and crushing strength increased with decreasing width of annual ring (Tables 2 & 3).
3. Linear relationships between specific gravity and percentage of latewood, crushing strength and percentage of latewood, crushing strength and specific gravity for both heartwood and sapwood of pine have respectively been seen. Furthermore heartwood and sapwood have shown different patterns of variation as the following equations and Figures 1, 2 and 3.

Property	Equation	Correlation coefficient
Specific gravity Heartwood	$r_{12}=0.31+0.006x$	0.84
Sapwood	$r_{12}=0.27+0.007x$	0.74
Crushing strength, Heartwood (kg/cm ²)	$\sigma_{c11}=243+1.93x$	0.45
Sapwood	$\sigma_{c11}=208+392r_{12}$	0.45
Crushing strength, Heartwood (kg/cm ²)	$\sigma_{c11}=207+392r_{12}$	0.63

Sapwood	$\sigma_{c11}=39+780r_{12}$	0.50
---------	-----------------------------	------

1. 緒 論

우리나라의 林産資源은 극히 빈약하여 每年 막대한 外材를 導入하고 있으며 內材의 自給率은 불과 16%에 지나지 않는다. 한편 國際의 인 목재 파동이 점점 심각해짐에 따라 木材의 合理的 利用을 위한 材料的 性質에 關한 研究가 더욱 요청되고 있다.

그러나 國産 樹種에 대한 一部 遂行된 바 있으나 그

내용은 대단히 빈약한 實情에 있다. 이 分野에 대한 기초자료의 확보는 매우 중요한 과제가 될 수 있다. 本 研究는 우리나라의 固有 樹種 中에서 과거부터 主要 資源이 되어 왔던 소나무材에 대한 物理的 性質의 一部를 究明코자 하였다. 소나무는 全國 각처에서 生育 할 뿐만 아니라 林木蓄積이 가장 많고 또한 널리 利用되고 있기 때문에 百樹의 王이라고 불리어 온 樹種이다.

이와같이 소나무의 重要性에 따라 이의 材質이 광범위하고 체계적으로 이미 究明되어 있어야 함에도 불구하고 몇가지 性質을 제외하고는 別로 調查되어 있지 않다. 여기서 物理的 性質이란 實로 넓은 意味를 內包하는 用語이나, 本 研究에서는 우리나라에서 소나무의 蓄積이 가장 많은 江原道地方에서 生長한 소나무를 대상으로 해서 이들의 心材와 辺材 間의 秋材率, 比重 및 縱圧縮強度 그리고 秋材率의 크기에 따른 比重과 縱圧縮強度의 關係와 比重의 크기에 따른 縱圧縮強度의 關係 등을 調查 分析하였다.

끝으로 本 試驗 遂行에 있어서 協助해 준 林業試驗場 木材利用科 이찬호 研究士에게 謝意를 表하는 바이다.

2. 研究 略 史

木材의 比重이나 強度는 木材의 利用度를 결정하는 매우 중요한 性質이기 때문에 이들에 대한 研究는 昔 오랜 歴史를 갖고 있다. Parent(1707, 1708)²⁷⁾가 전나무와 참나무의 強度를 調查한 것이 最初이며, 그以後 Bauschinger(1883), Janka(1900), Baumann(1922)¹²⁾ 등이 氣乾狀態인 針葉樹材의 比重과 圧縮強度 사이에 어떤 直線的인 關係가 있음을 언급했고, Monnin(1919, 1932)¹²⁾에 의해 圧縮強度가 比重에 正比例하는 法則을 究明코자 처음으로 광범위하게 論議된 바 있다. Newlin과 Wilson(1919)²⁵⁾은 美國産 162 樹種의 全乾比重, 氣乾比重과 圧縮強度 사이에 相關關係가 있음을 報告했고, Kollmann(1940)¹¹⁾은 全乾材, 氣乾材 및 生材의 比重과 圧縮強度의 研究에서 含水率이 적을수록 比重의 強度에 미치는 영향이 더 크다는 事實을 알았다. Shirasawa(1927)³⁰⁾는 日本産 108 樹種의 比重과 圧縮強度의 關係, Watanabe(1943)³³⁾는 滿州産 20 樹種의 氣乾比重과 部分 圧縮比例限度의 關係 등을 報告했다. 또한 Schlyter(1927)²⁹⁾는 스웨덴産 소나무材의 含水率別에 따른 形質(quality factor)을 調查했고, Mayer-Weglin과 Brunn(1922)²²⁾ 등은 pitch pine, douglas

fir 및 독일産 소나무 心材의 形質을 調查 報告했다. 이 밖에도 比重과 圧縮強度의 關係에 대한 研究는 Kitamura(1937, 1943)^{6,7)}의 전나무와 가문비나무, Liska(1965)¹⁹⁾의 douglas fir, Manwiller(1972)²⁰⁾의 Spruce pine, 그리고 Bendtsen과 Ethington(1972)¹¹⁾의 Loblolly pine, Longleaf pine, Shortleaf pine 및 Slash pine에 대한 研究 등의 많은 報告가 있다.

年輪幅과 比重, 強度의 研究는 Kollmann(1968)¹²⁾이 針葉樹中에서 소나무類와 낙엽송의 年輪幅과 比重에 관한 研究를 하였다. 또한 Ifju(1969)³¹⁾는 Southern pine의 인치당 年輪數가 比重, 引張強度 및 彈性係數의 變異에 미치는 研究와 Koch(1972)⁹⁾는 年輪幅의 크기에 따른 機械的 性質 등을 調查 報告한 바 있다. 이 밖에도 Panshin(1970)²⁶⁾과 Manwiller(1972)²⁰⁾ 등의 年輪幅과 比重에 관한 研究가 있다.

Kollmann(1968)¹²⁾은 秋材率과 年輪幅은 圧縮強度에 영향을 줌을 밝혔고, 그가 Jalva 外 4人의 資料를 引用한 分析에서 Pinus silverstris 外 8 樹種은 그들의 秋材率이 크면 클수록 比重이 증대한다는 結果를 얻었고, 또한 秋材率이 클수록 比重과 圧縮強度가 증대한다는 Ylinen(1942)³⁵⁾의 報告 內容을 引用한 바 있다. 이 밖에도 秋材率과 比重에 關係되는 研究는 Paul(1939), Schafer(1949), Pillow(1954), Zobel과 Rhodes(1955), Larson(1957), Miller(1959), Jurbergs(1963), McGinnes(1963), Harris(1967) 및 Yao(1970) 등⁹⁾의 많은 報告가 있다. 그리고 Larson(1963)¹⁵⁾, Zahner(1964)³⁶⁾와 Koch(1972)⁹⁾ 등이 報告한 春材生長에서 秋材形成으로 전환되는 메카니즘에 대한 研究가 있다.

또한 心材와 辺材 사이에 材質 差異는 과거부터 많은 논쟁이 되어 왔다. Wangaard(1950)³²⁾는 心材와 辺材의 比重이나 強度 差異는 주로 抽出物과 欠點의 有無에 의존한다고 하였으며, Desch(1948)²¹⁾도 이와 비슷한 發表를 했다. Kadita(1967)⁵⁾은 比重이 클 경우에 이들 兩者間에 差異가 없으나 樹木이 生育을 계속함에 따라 比重이 增減하는 경우에 強度는 이에 相應하여 變化한다고 했다. 또한 Kollmann(1945)¹⁰⁾은 독일産 소나무 氣乾材의 正常的인 木材는 樹脂의 含量이 많은 목재보다 形質商이 250 이나 더 큰 事實을 發表했다.

以上과 같이 外國에서는 18 世紀 이래 광범위한 研究가 遂行되어 왔으나, 우리나라에서는 이 分野의 研究가 비교적 늦게 着手되었고 또한 빈약한 實情에 있다. 우리나라産 소나무의 材質에 대한 研究는 Yam-

bayashi(1938)³⁴⁾의 一般의 性質과 解剖的 性質에 대한 研究가 最初이며, 그 以後 Kwon(1958)¹³⁾이 縱 壓縮強度와 몇가지 機械的 性質을 報告한 것이 있고, Lee(1962, 1967, 1968)^{16,17,18)}는 吸濕과 放濕의 關係, 一般의 特性과 解剖的 特性 등을 發表했다. Kang(1973) 등⁴⁾은 소나무屬의 解剖的, 物理的 및 機械的 性質 등의 基礎材質에 대한 研究를 遂行한 바 있다. 上記와 같이 소나무의 材質에 대한 研究는 대단히 빈약한 實情이기 때문에 今後 더욱 많은 研究가 요청되고 있다.

3. 材料 및 方法

3.1. 材 料

本 研究에 使用한 供試木은 강원도 명주군 구정면 언변리(東部營林署 江陵事業區 39 林班 가 小班)에서 生長한 소나무가 主樹種을 이루는 天然 混種林內에 胸高지름 20 cm 以上인 林木中에서 樹幹이 通直하고 健全하다고 認定되는 林木을 3 胸高지름級으로 나누어 各 階級에 5 本씩 選定하여 都合 15 本の 供試 林木을 採取하였는데, 採取된 供試林木의 形質은 Table 1과 같다.

供試原木은 名 林木의 伐採部位에서 材長 2 m로 造材하여 3번째 原木까지 使用했다. 試驗片을 製作하기 위하여 辺長 5 cm의 柁目材로 製作했다. 製作된 角材는 貯木場에서 氣乾狀態가 될 때까지 陰乾시키고 이것을 다시 恒溫恒濕室內에서 木材의 平衡含水率 12%를 기준한 關係湿度 65%, 溫度 20°C의 조건하에서 調濕處理했다. 縱壓縮試驗은 韓國工業規格 KS F 2206에 準하여 辺長 30 mm, 길이 60 mm로 製作한 후 이들 試驗片을 다시 前記 조건하의 恒溫恒濕室 內에서 그 무게가 恒量에 도달할 때까지 調濕處理했다. 試驗片의 數量은 心材에서 19個, 辺材에서 81個를 製作하여 測定하였다.

Table 1. Quality of trees sampled

D. B. H (cm)	Tree age (years)	Tree height (m)	Clear length (m)	No. of trees
20	51	14.8	8.7	5
	44-55	13.4-16.3	7.3-9.8	
26	53	15.7	8.5	5
	46-63	14.3-17.9	6.5-10.8	
32	56	16.8	7.1	5
	53-57	15.3-21.2	6.2-9.4	

3.2. 方 法

試驗片의 平均年輪幅의 測定은 試驗片의 한 橫斷面에 나타나 있는 年輪에 대해 거의 垂直方向인 同一 直線上에서 年輪幅이 완전한 年輪 全部를 測定하여 그 平均値를 계산해서 mm單位로 表示하고 소수점 以下 1 자리까지 取하였다.

秋材率의 測定은 試驗片의 橫斷面에 나타나 있는 秋材部位의 面積을 透明 方眼紙로 測定하여 그 面積에 대한 전체 橫斷面積의 百分率로 나타냈다.

氣乾比重은 含水率 12% 기준으로 調濕處理한 縱 壓縮試驗片(크기: 30×30×60 mm)의 무게와 부피를 測定하여 계산했다. 含水率은 上記 試驗片의 最大荷重을 測定한 직후 全乾法에 의하였으며 즉 乾燥前의 試驗片을 乾燥器內에 溫度 100-103°C에서 乾燥하여 이들의 무게가 恒量에 달했을 때 무게를 측정하여 다음 公式으로 계산한다.

$$\text{含水率} = \frac{W_g - W_o}{W_o} \times 100(\%)$$

W_g : 乾燥前 무게(g)

W_o : 全乾 무게(g)

縱壓縮試驗은 韓國工業規格 KS F 2206에 따라 試驗片의 材軸을 縱維方向에 平行하게 하고 그 두 끝면이 材軸에 수직이 되도록 했다. 平均 荷重速度는 每分 약 100 kg/cm² 기준으로 하고 荷重方向은 縱維方向과 平行이 되게 하여 最大荷重을 測定하였으며, 強度 계산은 다음 公式을 적용하였다. 本 試驗에 사용된 試驗機는 林業試驗場에 설치된 Universal material testing machine, IS 10ton, Autograph이다.

$$\text{縱壓縮強度} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

P : 最大荷重(kg)

A : 荷重面積(cm²)

4. 結果 및 考察

4.1. 心材와 邊材

소나무 心材와 辺材의 秋材率, 氣乾比重, 縱壓縮強度의 調査結果는 Table 2와 같고 辺材의 年輪幅別 秋材率, 氣乾比重, 縱壓縮強度의 分散分析 結果는 Table 3-1 ~ 3-3과 같다.

心材와 辺材의 秋材率은 서로 비슷한 값을 나타내고 있다. 辺材의 秋材率은 年輪幅間에 統計的으로 有意性이 나타났는데 年輪幅이 작을수록 秋材率을 增大했다. 이와 같은 事實은 Manwiller(1972)²⁰⁾가 報

Table 2. Latewood percentage, specific gravity and crushing strength for air dry wood of red pine

Property	With of annual ring (mm)	Latewood percentage (%)	Specific gravity (m. c. 12%)	Crushing strength (kg/cm ²)
Heart-wood	2.9 ~ 6.9 (4.3)	35 ± 10	0.52 ± 0.06	411 ± 45
Sap-wood	Less than			
	1.5 (1.4)	39 ± 6	0.53 ± 0.04	443 ± 62
	1.5 ~ 2.5 (2.0)	36 ± 7	0.53 ± 0.06	449 ± 66
	2.5 ~ 3.5 (2.9)	34 ± 5	0.52 ± 0.03	442 ± 67
	More than			
	3.5 (3.8)	28 ± 3	0.49 ± 0.04	395 ± 93

Note 1) (): Average value

2) Average value ± standard deviation

Table 3-1 Analysis of variance of latewood of sapwood

Factor	d. f	S. S	M. S	F
Total	81	3.502		
Latewood	3	618	206.00	5.77**
Error	78	2,888	36.97	

F 5% (1 %): 2.72 (4.04)

Table 3-2 Analysis of variance of specific gravity of sapwood

factor	d. f	S. S	M. S	F
Total	81	0.1989		
Specific gravity	3	0.0131	0.00437	1.84
Error	78	0.1858	0.00238	

Table 3-3 Analysis of variance of crushing strength of sapwood

Factor	d. f	S. S	M. S	F
Total	81	102,758		
Crushing standard	3	28,460	9,486.67	9.96**
Error	78	74,298	952.54	

告한 내용과 일치하고 있다. 그는 spruce pine의 秋材率은 年輪幅에 따라서 變異가 나타나며 年輪數가 6個 以下인 경우에는 平均 秋材率이 25.4%이나 6個 以上인 경우에는 30.8%로서 年輪數가 많을수록 즉 年輪幅이 좁을수록 秋材率은 크다고 하였다. Larson(1957)¹⁴⁾은 slash pine의 秋

材率은 樹齡이 많아짐에 따라 生長率이 일반적으로 완만해지기 때문에 年輪幅이 좁은 木材를 生産케 되어 秋材率이 增大하는 結果가 된다. 秋材의 形成에 대해서는 많은 理論이 있으나 주로 林木의 生産時 환경인자에 따른 生理的 現象으로 인정된다. 이에 대해 Zahner(1962)³⁷⁾는 어린 loblolly pine이 乾燥한 조건에서 生育된 林木의 秋材率은 크다고 했고, Larson(1963)¹⁵⁾, Zahner(1964)³⁶⁾ 등은 春材生長에서 秋材形成으로 전환이 되는 것은 形成層內에 auxin level이 木部母細胞에서 反導管의 分化를 촉진시켜 春材가 形成되나, water stress가 일어나면 auxin level이 떨어져서 樹冠生長이 완만해져 秋材形成이 된다고 하였다. Koch(1972)⁹⁾는 溫帶地域의 대부분 針葉樹는 日長이 최대가 되는 6-7月부터 秋材가 形成된다고 하였다.

心材와 辺材의 氣乾比重은 서로 비슷한 값을 나타내고 있다. 이는 Kollmann와 Cote(1968)¹²⁾ 등이 心材의 密度가 일반적으로 더 크다고 한 報告內容과 相反된다. 그러나 歐洲赤松에 대한 報告에서 Vintila(1939)¹²⁾는 心材의 比重은 辺材의 比重보다 더 적었지만 Müller-Stroil(1948)¹²⁾은 오히려 心材의 比重이 더 크다고 하였다. 이와같이 報告者間에 相異한 試驗結果를 갖고 있다. 다만 心材가 辺材보다 抽出物의 含量이 더 많기 때문에 心材의 比重이 더 크다는 것이나 抽出物의 含量은 樹種, 樹齡, 樹幹部位, 經級 및 心材化 程度 등에 따라 다를 수 있고, 同一한 樹高部位에서도 樹心에서 樹皮로 向하여 年輪幅, 秋材率 및 細胞모양 등의 變異가 나타나 이들이 比重에 더욱 크게 影響할 수 있기 때문에 일정한 경향을 가질 수 없다. 따라서 어떤 辺材部位가 心材化함에 따라 抽出物의 堆積에 의한 무게의 증가는 예상되나 반드시 心材가 辺材보다 比重이 더 크다는 結論을 맺기 어려운 것이다.

辺材의 年輪幅別에 따른 氣乾比重은 年輪幅이 적어짐에 따라 다소 增大하는 경향을 나타내고 있으나 有意的인 差異는 없었다. 이는 Manwiller(1972)²⁰⁾가 spruce pine의 年輪幅이 좁은 木材는 年輪幅이 넓은 木材보다 比重이 더 적다고 보고한 內容이나 McElwee와 Zobel(1963)²³⁾이 pond pine의 年輪幅은 比重 變異에 7%정도 影響을 준다는 報告와는 相反된다. 그러나 Kollmann(1968)¹²⁾은 소나무의 比重은 年輪幅의 감소에 따라 처음에는 增大하나 年輪幅이 극단적으로 좁아지면 比重이 다시 감소한다고 하였으며, Panshin(1970) 등²⁶⁾은 年輪幅이 密度의 標準이 되는 것은 아니라고 했다. 本 試驗의 結果는

Kollmann이나 Panshin 등의 報告와 다소 符合하는 경향이 있고 다만 年輪幅은 比重의 變異에 대해 경미한 영향인자에 지나지 않는다.

心材의 縱壓縮強度는 辺材의 것보다 적었다. 心材와 辺材의 強度에 대해서는 과거부터 많은 논쟁이 되어 왔다. Wangaard(1950)³²⁾에 의하면 心材와 辺材의 強度는 本質의 差異는 없으나 心材의 抽出物이 많은 樹種 즉 red wood, western red cedar, black locust 등은 心材의 強度가 크다고 하였으며 만약 이들 사이에 強度 差異가 있다면 이들의 比重이나 欠點에 基因된 것이라고 했다. 欠點이 없을 경우에는 辺材의 強度가 더 우수하다고 했다. 또한 Kadita(1967)²⁾와 Desch(1948)²⁾는 心材가 抽出物이 많기 때문에 強度가 약간 큰 傾向을 나타내나 그 差異는 尠少하여 本質의 差異는 없다고 했다. 그리고 Kadita에 의하면 木材內 樹脂는 凝固狀態로 組織을 結合시켜 이들을 많이 含有하면 脆弱되어 形質商이 低下된다고 했다. 上記 報告者들의 報告內容과 本試驗結果는 다소 相反되고 있으나 우리나라와 같이 中徑材를 大部分 採取 利用하는 경우 이들 中徑材는 樹心部位에 相當量의 未熟材(juvenile wood)를 內包하고 있기 때문에 大徑材를 利用하는 外國의 경우와는 달리 實質적으로 차이가 있을 수 있다. 일반적으로 未熟材는 外周部의 成熟材(mature wood)보다 比重이 적고 強度도 弱한 것으로 알려져 있다.

辺材의 年輪幅別에 따른 縱壓縮強度는 有意性이 나타났고 年輪幅이 좁을수록 強度는 컸다. Kitamura(1935)⁶⁾는 전나무 全乾材의 年輪幅이 넓을수록 壓縮強度는 增大한다고 하였고, Koch(1972)⁹⁾는 인치當 年輪數가 6個 이상인 木材는 그 以下の 木材보다 強度가 더 크다고 하였는 바, 本試驗의 結果는 이들의 報告內容과 잘 일치하고 있다.

4. 2. 秋材率과 氣乾比重

心材와 辺材의 秋材率과 氣乾比重의 關係는 Fig. 1과 같이 回歸式이 成立되었다. 秋材率은 比重에 현저히 영향을 주는 因子로서 秋材의 細胞는 春材의 細胞보다 적고 細胞膜이 두꺼워서 木質量이 많다. Larson(1957)¹⁴⁾은 秋材率이 比重의 全体變異에 대해 60%以上 영향을 준다고 했다. Paul(1939)²⁸⁾은 秋材의 密度는 樹心에서 樹皮로 向하여 增大하고, 秋材部의 比重變異는 春材部의 것보다 더 크다고 하였는 바, 이는 本試驗結果와 잘 부합하고 있다. Ylinen(1942)³⁵⁾는 소나무의 秋材率과 比重間에 直線的인 方程式을 유도했고, Zobel과 Rhodes(1955)³⁸⁾는

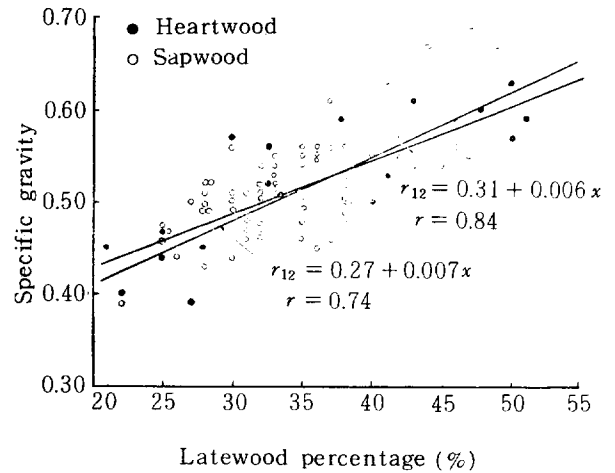


Fig. 1. Relationship between specific gravity and latewood percentage for air dry red pine.

loblolly pine의 秋材率과 比重 사이에 밀접한 相關이 있음을 발표했다. 本試驗結果는 上記 報告內容들과 잘 일치하고 있다. 針葉樹의 密度變異는 일반적으로 春秋材의 密度變異보다 秋材率의 變異가 더 큰 영향인자가 된다는 것이다.

4. 3. 秋材率과 縱壓縮強度

心材와 辺材의 秋材率과 縱壓縮強度의 關係는 Fig. 2와 같이 回歸式이 成立하였다. Ylinen(1942)³⁵⁾는 Finnish pine의 氣乾材의 秋材率이 커지면 比重과 壓縮強度는 相應하여 增大하고, 春材의 強度는 큰 差

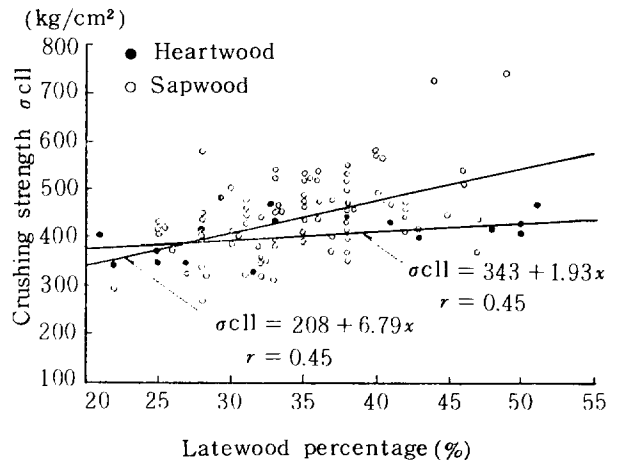


Fig. 2. Relationship between crushing strength and latewood percentage for air dry red pine.

뜻이 있음을 밝혔다. Vorreiter (1949)³¹⁾는 秋材率 이 커지면 強度는 直線的 또는 拋物線의으로 增大한다고 발표하였는 바, 本 試驗結果도 이들 報告內容과 잘 一致하고 있다.

秋材率은 年輪幅의 広狹과 관계없이 比重과 比例의인 關係를 갖고 있기 때문에 材質判定의 指標가 될 수 있는 것이다. 이와 같은 事實은 秋材細胞가 春材細胞보다 일반적으로 細胞 公극이 적고 細胞膜이 두꺼워서 外力에 대한 抵抗이 현저하게 큰 데 기인한다.

4. 4. 氣乾比重과 縱壓縮強度

心材와 辺材의 氣乾比重과 縱壓縮強度의 關係는 Fig. 3과 같이 回歸式이 成立되었다. 木材強度에 影響하는 因子는 대단히 많지만 比重은 주요한 因子中의 하나이다. Markwardt 와 Wilson (1935)²¹⁾은 美國產 樹種에 대한 生材와 氣乾材의 比重과 機械的 性質 사이에 指數的 關係式을 나타냈고, 또한 美國 林産研究所에서는 어떤 樹種에 대해서도 적용할 수 있는 指數的 關係式을 유도했다. 그리고 Bauschinger (1883), Janka (1900), Baumann (1922) 등¹²⁾은 針葉樹氣乾材의 比重과 壓縮強度 사이에 간단한 方程式이 成立됨을 언급했고, Kollmann (1968)¹²⁾, Ylinen (1942)³⁵⁾ Liska (1965)¹⁹⁾ 등은 比重과 壓縮強度 사이에 直線的인 關係가 있음을 발표했다. 또한 Bendtsen과 Ethington (1972)¹⁾은 loblolly pine, longleaf pine, shortleaf pine 및 slash pine의 生材時에 比重과 強度 사이에 回歸直線이 成立하고 相關係數는 0.38~0.87 범위에 있다고 발표했다. 本 試驗의 相關係數는 心材가 0.63이고 辺材는 0.50로서 上記 報告者의

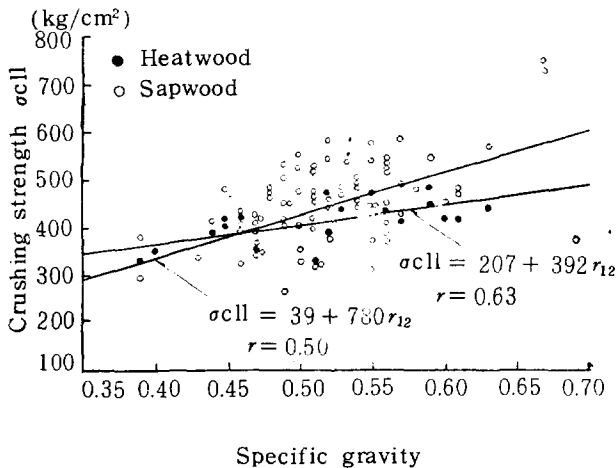


Fig. 3. Relationship between crushing strength and specific gravity for air dry red pine.

발표 내용과 잘 부합하고 있다.

以上과 같이 年輪幅과 秋材率은 比重이나 強度等 木材의 여러가지 性質을 좌우하는 因子가 되고 있기 때문에 이들에 대한 關係研究는 더욱 필요하다. 나아가서 林木의 年輪幅과 秋材率은 林木의 生育時 환경인자의 影響을 받고 있기 때문에 林木의 材質改善을 위한 年輪幅과 秋材率을 조절할 수 있는 育林分野에 관한 研究도 緊후 아울러 수행되어야 할 것이다.

5. 摘 要

本 試驗은 江原道產 소나무의 氣乾狀態에 있는 心材와 辺材의 秋材率, 氣乾比重, 縱壓縮強度 그리고 秋材率과 氣乾比重의 關係, 秋材率과 縱壓縮強度의 關係, 比重과 縱壓縮強度의 關係 등을 알고자 하였으며, 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 心材와 辺材間에 秋材率과 氣乾比重의 差異는 거의 없었으나 縱壓縮強度는 辺材가 心材보다 다소 컸다.

2. 辺材의 年輪幅은 秋材率과 縱壓縮強度에 뚜렷한 影響을 주고 있었으며, 年輪幅이 감소함에 따라 秋材率과 縱壓縮強度는 상응하여 增大했다. 그러나 氣乾比重은 年輪幅別에 따라 有意的인 差異는 나타나지 않았다.

3. 心材와 辺材 모두 秋材率과 氣乾比重間에는 直線的인 關係가 나타났으며, 心材는 $\sigma_{c11} = 207 + 392r_{12}$ 식으로, 辺材는 $\sigma_{c11} = 39 + 780r_{12}$ 식으로 나타났다.

心材와 辺材 모두 秋材率과 縱壓縮強度間에도 역시 直線的인 關係가 나타났으며 心材는 $\sigma_{c11} = 343 + 1.93x$ 식으로, 辺材는 $\sigma_{c11} = 208 + 6.97x$ 식으로 나타났다.

參 考 文 獻

1. Bendtsen, B. A. and Ethington, R. D. 1972. Properties of major southern pines: Part II Structural properties and specific gravity. USDA Forest Serv. Res. Pap. RPL 177.
2. Desch, H. D. 1948. Timber its structure and properties. McMillan Co. (London).
3. Ifju, G., 1969, Within-growth-ring variation in some physical properties of southern pine wood. Sci. 2:11-19.

4. Kang, S. G., Ahn, J. M. and Shim, C. S. 1973. Studies on wood properties of pinus species. Research report of wood utilization Forest Research Institute.
5. Kadita, S. 1967. Wood Technology.
6. Kitamura, Y. 1937. Journal of Japanese Forestry Society.
7. ————. 1943. Bull. of Hokkaido Forest Products Research Institute.
8. Kitahara, G. 1974. Wood Physics. Morkita Pub. Co.
9. Koch, P. 1972. Utilization of the Southern Pines. USDA Forest Serv.
10. Kollmann, F. F. P. 1934. Untersuchungen an Kiefer-und Fichtenholz aus der Rheinpfalz Forestwiss. cbl. 56.
11. ————. 1940. Die mechanischen Eigenschaften verschieden feuter Holz in Temperature bereich von-100 bis+200°C. VDI Forschungsheft No. 403, VDI-Verlag, Berlin.
12. ————, and Cote, W. A. 1968. Principles of wood science and technology Vol. 1, Springer-verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
13. Kwon, Y. D. and Kwon, S. M. 1958. Studies on the test of wood (part II). Bull. of the For. Exp. Sta., No. 8 Seoul, Korea.
14. Larson, P. R. 1957. Effect of environment on the percentage of summerwood and specific gravity of slash pine. Yale Univ. Sch. Forest. Bull. 63. pp. 89
15. ————. 1963. The indirect effect of drought on tracheid diameter in red pine. Forest Sci. 9 52-62.
16. Lee, P. W. 1962. A study on the sorption hysteresis of principal woods grown in Korea. Korean For. Soc. Jour. No. 5, For. Soc. of the Coll. of Agr., Seoul Nat. Univ.
17. ————. 1967. A study on the anatomical characters and identification of pine woods grown in Korea. Bull. of the Seoul Nat. Univ. Forests, No. 4.
18. ————. 1968, Tracheid length variations of some condiferous species grown in Korea.
19. Liska, J. A. 1965. Research progress on the relationships between density and strength, Proc., Symp. on Density. A key to wood quality. USDA Forest Serv.
20. Manwiller, F. G. 1972. Characterization of spruce pine. USDA Forest Serv., Southern For. Exp. Sta., Alexandria, La., Final Report FS-SO-3201-1.1
21. Markwardt, L. J. and Wilson, T.R.C. 1935. Strength and related properties of wood grown in the United States. USDA. Tech. Bull. 479.
22. Mayer-Weglin, H. and Brunn, G. 1932. Raumgewichte und Druckfestigkeit von pitch pine, Oregon pine und Deutschen kieferholz. Mitt. Facchausschub Holzfragen, H. 4, Berlin.
23. McElwee, R. L. and Zobel, B. J. 1963. Some wood and growth characterisites of pond pine. Forest Genetic Workshop Proc. 19-25
24. Wood Industry Handbook, 1973. Forest Experiment Station, Japan.
25. Newlin, J. A. and Wilson, T.R.C. 1919, The relation of the shrinkage and strength properties of wood to its specific gravity. USDA. Bull. No. 676.
26. Panshin, A.J. de Zeeuw, C. and Brown, H.P., 1970. Textbook of Wood Technology Vol. II, McGraw-Hill Book Co., Inc.
27. Parent. 1707, 1708. Investigations into the strength of oak and fir.
28. Paul, B.H. 1939. Variation in the specific gravity of the springwood and summerwood of four species of southern pines. J. For. 37: 472-482.
29. Schylter, R. 1927. The strength of Swedish red wood timber pine and its dependence on moisture content and apparent specific gravity. Congress international pour l'essal des materiaux, Amsterdam.
30. Shirasawa, H. 1927. International critical Table 2. 37.
31. Vorreiter, L. 1949. Holztechnologisches Handbuch (Bd. 1) Georg Fromme & Co. Wien.
32. Wangaard, FF. 1950. The mechanical Properties of wood. J. Wiley and Sons, Inc., New York, Shopman and Hall, Ltd., London.
33. Watanabe, A. 1943. Bull. of the Tokyo University Forests 31, 95.

34. Yamabayashi, N. 1938. Identification of Korean woods. Bull. of For. Exp. Sta. No. 27, Government-General of Chosen.
35. Ylinen, A. 1942. Acta Forestalia Fennica 50.
36. Zahner, R. Lotan, J. E. and Baughman, W.D. 1964. Earlywood-latewood features of red pine grown under simulated drought and irrigation, Forest Sci. 10: 361-370.
37. _____ 1962. Terminal growth and wood formation by juvenile loblolly pine under two soil moisture regimes. Forest Sci. 8:345-352.
38. Zobel, B. J. and Rhodes, R. R. 1955. Relationship of wood specific gravity in loblolly pine to growth and environmental factors. Tex. Forest Serv. Tech. Rep. 11, 32. ■