

## 北洋産 主要 針, 闊葉樹材의 材質에 關한 研究

박종수<sup>1)</sup> · 김수창<sup>2)</sup>

### A Study on the Physical and Mechanical Properties of Some Major Northern Softwoods and Hardwoods

Jong-Su Park<sup>1)</sup> · Su-Chang Kim<sup>2)</sup>

#### 要 約

北洋産 主要 針, 闊葉樹材의 物理的 性質(密度, 晩材率, 孔圈率, 平均年輪幅)과 力學的 性質(縱壓縮強度, 橫壓縮強度, 剪斷強度)에 관하여 研究 調查하였다. 이 實驗의 研究 結果는 다음과 같다.

密度와 晩材率은 物理的 力學的 性質과 密接한 關係를 나타낸 반면, 孔圈率과 平均年輪幅은 物理的 力學的 性質과 거의 關係가 없음을 나타내었다.

#### ABSTRACT

The study was carried out to investigate the physical(Density, Percentage of latewood, Percentage of pore zone, Mean annual ring width) and mechanical (Compressive strength parallel to the grain, Compression perpendicular to the grain, Shearing strength) properties of some major northern softwoods and hardwoods.

The physical and mechanical properties of each species are summarized as Table 2 and the relationship between physical and mechanical factors are discussed.

The results of this study were as follows: Density and percentage of latewood are closely related to physical and mechanical properties, but percentage of pore zone and mean annual ring width are remotely related to physical and mechanical properties.

*Key words: Density, Percentage of latewood(pore zone), Mean annual ring width, Compressive strength, Shearing strength*

---

<sup>1)</sup> 강원대학교 대학원 임산가공학과 Dept. of Wood Science and Technology, Graduate School, Kangwon National University

<sup>2)</sup> 강원대학교 임과대학 임산가공학과 Dept. of Wood Science and Technology, College of Forestry, Kangwon National University

I. 緒 言

우리나라 木材資源의 現況에 있어서 優良 針, 闊葉樹材의 供給不足으로 現在 木材 需要量에 약 85%를 輸入外材에 의존하고 있으며 이러한 輸入 外材의 대부분이 東南아시아를 비롯하여 여러나라에서 輸入되어 왔으나 이 地域의 木材資源의 枯竭, 自國의 森林保護政策에 의한 規制, 또한 木材價格의 上昇으로 다른 地域의 木材資源을 考慮하여야할 時點에 있어서 最近 北方外交政策으로 인하여 北洋材의 開發은 現實問題로 대두되고 있다.

따라서 產地도 地理적으로 距離도 가까와 장차 우리나라 山林의 補充材로써 이용될 可能性이 있으며 北洋材의 輸入量도 여러가지 條件으로 볼

때 점차적으로 增大될 것으로 본다. 이와같은 背景에서 본 研究는 수입된 소련의 시베리아에서 生育한 主要樹種인 針葉樹材 3樹種과 闊葉樹材 3樹種에 대하여 物理的 性質인 密度, 晩材率 및 孔圈率, 平均年輪幅의 測定과 力學的 性質인 壓縮強度, 剪斷強度를 測定하여 相互關係를 比較 分析함으로써 北洋產 主要 針, 闊葉樹의 材質에 관한 特性을 研究 考察 하였다.

I. 材料 및 方法

1. 供試木

본 研究를 實施하기 위한 供試木은 北洋產 針葉樹 및 闊葉樹이며 공식목의 概要는 Table 1과 같다.

Table 1. Sample trees from Siveria

Scientific name	Korean name	Diameter (cm) × Length (cm)
<i>Picea jezoensis</i>	가문비나무	24 × 3.8
<i>Abies sachaliensis</i>	북양젓나무	24 × 3.8
<i>Larix gmelini</i>	북양낙엽송	21 × 4.0
<i>Ulmus davidiana</i>	느릅나무	17 × 4.0
<i>Fraxinus mandshurica</i>	북양들메나무	18 × 4.0
<i>Quercus sp</i>	북양참나무	18 × 4.0

2. 供試片의 製作

K.S.F 2202에 의해 縱壓縮強度 試片은 20 x 20 x 40 mm의 規格으로 각 수종당 10개씩 製作하였으며, 橫壓縮強度 試片은 20 x 20 x 20 mm의 規格으로 각 수종당 4개씩 製作하였다. 剪斷強度 試片은 20 x 20 x 30 mm의 規格으로 각 수종당 LR面 5개, LT面 5개씩 製作하였다.

3. 測定方法

3.1 物理的 性質 (K.S.F 2202 - 1965)

1) 密度 (Density) 測定

製作된 試片을 Micrometer를 使用하여 부피를 測定하고 전자저울로 重量을 測定한 후, 다음式에 의하여 밀도를 計算하였다.

$$\text{密度} = \frac{W}{V} (\text{g/cm}^3)$$

여기서 W : 공식편의 무게 (g)

V : 무게를 측정할 때의 부피 (cm<sup>3</sup>)

2) 晩材率 (Percentage of latewood) 測定

製作된 試片을 Scale Lupe(1/10mm)를 使用하여 晩材幅을 年輪方向에 대하여 直角으로 測定한 후 다음式에 의하여 구하였다.

$$\text{晩材幅} = \frac{\sum LW}{\sum EW + \sum LW} \times 100 (\%)$$

여기서 LW : 晩材幅

EW : 早材幅

3) 孔圈率(Percentage of pore zone)測定  
 製作된 試片을 Scale Lupe(1/10mm)를 使用하여 公徑부위를 年輪方向에 대하여 直角으로 測定한 후 다음식에 의하여 구하였다.

$$\text{孔圈率} = \frac{\text{公徑부의 폭}}{\text{평단면의 폭}} \times 100(\%)$$

4) 平均年輪幅(Mean annual ring width)測定  
 製作된 試片을 Scale Lupe(1/10mm)를 使用하여 年輪의 直角方向으로 測定한 후 다음식에 의하여 구하였다.

$$\text{平均年輪幅} = \frac{\sum RW}{n} \text{ (mm)}$$

여기서 RW : 年輪幅  
 n : 年輪數

3.2 力學的 性質

1) 壓縮強度 測定 (K.S.F 2206 - 1980)  
 荷重方向과 纖維方向이 平行한 縱壓縮強度 (Compressive strength parallel to the grain)는 Instron 1175형으로 測定하였으며, 이때 Load Cell은 100 KN, Chart Speed 10mm/min, 荷重速度 5mm/min 였다. 荷重方向과 纖維方向이 垂直한 橫壓縮強度 (Compression perpendicular to the grain) 實驗條件은 縱壓縮強度와 같다.

$$\text{壓縮強度} = \frac{\text{最大荷重}}{\text{斷面積}} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

2) 剪斷強度 測定 (K.S.F 2209 - 1965)  
 剪斷強度 (Shearing strength)는 放射斷面 (LR面), 接線斷面 (LT面)別로 實驗하여 다음식에 의하여 구하였다.

$$\text{剪斷強度} = \frac{\text{最大荷重}}{\text{斷面積}} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Table 2. Physical and mechanical properties of northern woods

Species	*	Physical properties				Mechanical properties			
		A	B	C	D	E	F	G1	G2
<i>Picea jezoensis</i>	a	0.41	2		0.6	338	28	45	53
	b	0.44	12		1.4	371	34	63	80
	c	0.47	28		2.0	400	39	88	93
<i>Abies sachalinensis</i>	a	0.55	3		0.9	490	36	65	70
	b	0.61	17		1.4	545	38	84	91
	c	0.67	24		1.8	638	40	100	123
<i>Larix gmelini</i>	a	0.61	30		1.6	478	34	93	53
	b	0.76	42		1.9	562	37	107	111
	c	0.85	50		2.3	675	39	125	133
<i>Ulmus davidiana</i>	a	0.60		26	1.3	460	109	81	91
	b	0.64		30	1.6	546	120	125	123
	c	0.68		37	1.9	558	139	177	163
<i>Fraxinus mandshurica</i>	a	0.58		34	1.3	388	31	79	81
	b	0.63		48	1.6	460	185	104	119
	c	0.70		57	2.3	521	595	134	185
<i>Quercus sp</i>	a	0.46		23	1.1	421	65	38	60
	b	0.51		35	1.5	473	68	62	101
	c	0.57		54	1.8	490	71	90	125

\* A : Density (g/cm<sup>3</sup>)  
 B : Percentage of latewood (%)  
 C : Percentage of pore zone (%)  
 D : Mean annual ring width (mm)  
 E : Compressive strength parallel to the grain (kg/cm<sup>2</sup>)

F : Compression perpendicular to the grain (kg/cm<sup>2</sup>)  
 G1 : Shearing strength (kg/cm<sup>2</sup>) (LR)  
 G2 : Shearing strength (kg/cm<sup>2</sup>) (LT)  
 a, b, c : Min, Mean, Max

### III. 結果 및 考察

본 實驗에 대한 Data는 Table 2에 나타내었다.

#### 1. 晩材率 및 孔圈率과 密度와의 關係

晩材率 및 孔圈率과 密度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.1과 같다. 이 結果에 의하면 침엽수의 모든 수종은 晩材율이 增加함에 따라 밀도도 다소 增加하는 傾向을 나타내고 있으며, 특히 北양낙엽송에서 그 傾向이 더욱 뚜렷하다. 이와같은 原因은 北양낙엽송은 材에서 晩材로의 移行이 急進의이고 晩材의 幅이 넓은 반면, 가문비나무와 北양젓나무는 材에서 晩材로의 移行이 漸進의이고 晩材의 幅이 좁기 때문이라고 생각된다.

한편, 활엽수인 느릅나무, 北양들메나무에서는 孔圈率이 密度에 미치는 影響은 거의 없는 것으로 나타났으며 北양참나무에서는 孔圈을 增加에 따라 밀도가 다소 減少함을 나타내고있다.

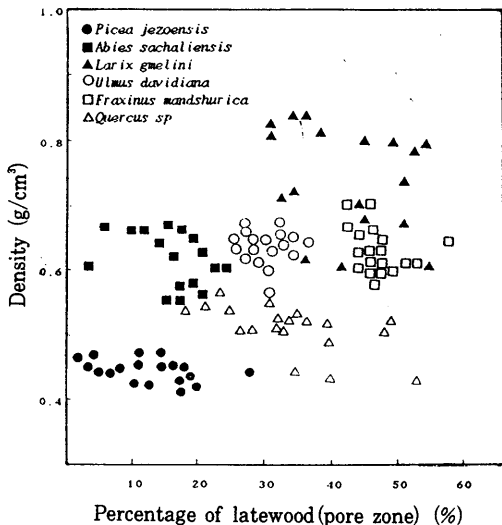


Fig. 1. The relationship between percentage of latewood (percentage of pore zone) and density.

#### 2. 平均年輪幅과 密度와의 關係

平均年輪幅과 密度와의 關係에서 일반적으로 밀도는 年輪폭이 1-2mm까지의 範圍일때 가장 높다. 平均年輪幅과 密度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.2와 같다. 이 結果에 의하면 침엽수의 모든 수종과 활엽수의 느릅나무, 北양참나무에서는 年輪폭이 1-2mm까지의 範圍에서는 밀도가 다소 增加하는 傾向을 나타내고 있으나, 北양들메나무에서는 밀도와 平均年輪폭의 關係는 거의 無關하였다. 침엽수재에서는 年輪폭이 增加하면 材의 比率이 增加되어 密度가 낮아지는것이 일반적인 傾向이나 위의 結果는 비교적 年輪폭이 1-2mm로 定한 材에서 測定하였기 때문이라고 생각된다.

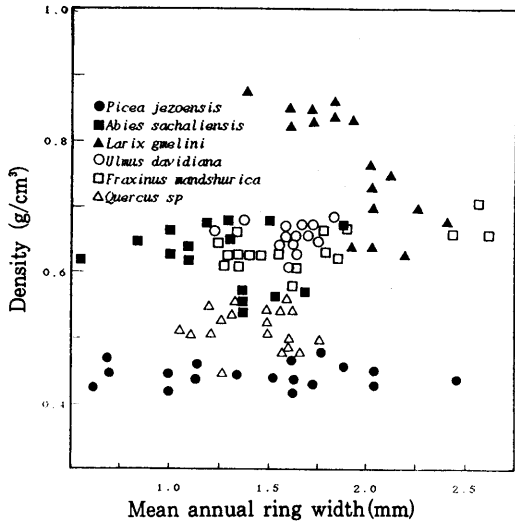


Fig. 2. The relationship between mean annual ring width and density.

#### 3. 平均年輪幅과 晩材率 및 孔圈率과의 關係

平均年輪幅과 晩材率 및 孔圈率과의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.3과 같다. 일반적으로 침엽수재에서는 平均年輪폭이 增加함에 따라 晩材율은 減少하는 反比例의인 關係가 있다. 본 實驗結果 北양젓나무에서는 이와같은 傾向을 나타냈으나 가문비나무와 北양낙엽송에서는 反對 傾向을 보였다. 이것은 비교적 年輪폭이 1-2mm로 定한 材에서 測定하였기 때문이라고 생각된다. 한편, 활엽수재에서 平均年輪폭과 孔圈율과는 거의 關係가 없음을 나타내고 있다.

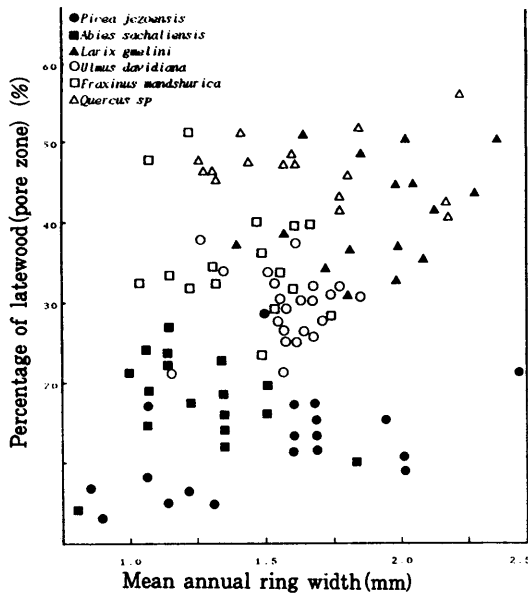


Fig. 3. The relationship between mean annual ring width and percentage of latewood (pore zone).

4. 密度와 縱壓縮強度와의 關係

密度와 縱壓縮強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig. 4와 같다. 이 結果에 의하면 침엽수재인 가문비나무, 북양젓나무 및 북양낙엽송의 종압축강도는 平均 371kg/cm<sup>2</sup>, 545kg/cm<sup>2</sup>, 562kg/cm<sup>2</sup>로 나타났으며, 활엽수재인 느릅나무, 북양들메나무 및 북양참나무는 546kg/cm<sup>2</sup>, 450kg/cm<sup>2</sup>, 473kg/cm<sup>2</sup>의 종압축강도를 나타냈다. 密度가 클수록 強度가 강한것이 일반적인 傾向이다. 본 實驗結果 북양들메나무를 제외한 모든 수종은 이와같은 傾向을 나타냈다. 북양들메나무의 경우 密度에 비해 縱壓縮強度가 적게 나타났는데 이는 樹種 固有의 強度的 特性으로 생각된다.

5. 晩材率 및 孔圈率과 縱壓縮強度와의 關係

晩材率 및 孔圈率과 縱壓縮強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig. 5와 같다. 이 結果에 의하면 북양젓나무를 제외한 가문비나무, 북양낙엽

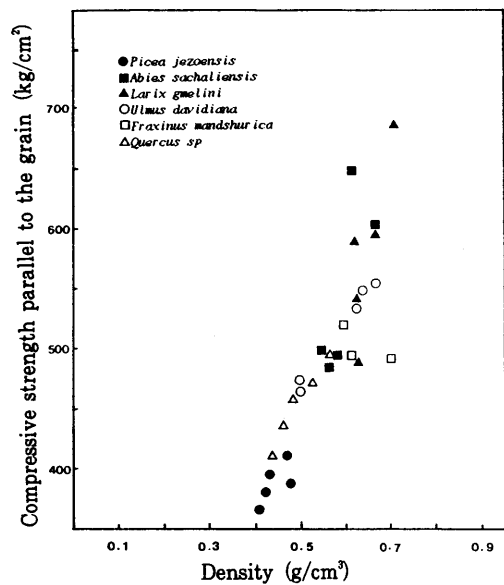


Fig. 4. The relationship between density and compressive strength parallel to the grain.

송에서는 종압축강도가 다소 增加하는 傾向을 나타내고 있으며, 느릅나무, 북양들메나무 및 북양참나무에서는 공권율이 增加함에 따라 종압축강도가 減少되는 傾向을 나타내고 있다.

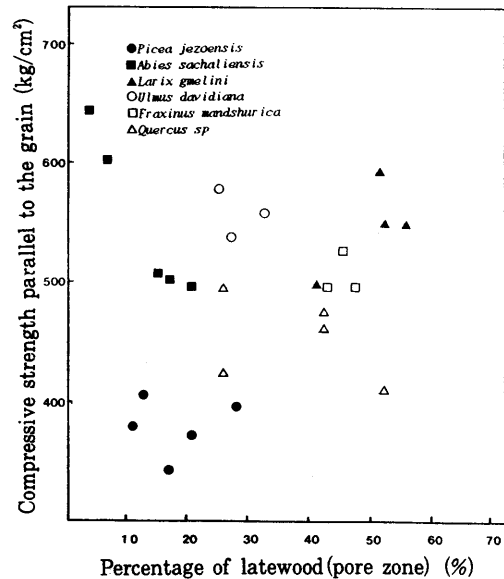


Fig. 5. The relationship between percentage of latewood (pore zone) and compressive strength parallel to the grain.

6. 平均年輪幅과 縱壓縮強度와의 關係

平均年輪幅과 縱壓縮強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.6과 같다. 일반적으로 平均年輪幅과 縱壓縮強度와의 關係는 樹種에 따라 차이는 있으나 平均年輪幅이 增加함에 따라 縱壓縮強度는 減少하는 傾向을 나타낸다. 본 實驗結果 朴양젓나무 수종만 다소 이와같은 傾向을 나타내고, 그 외의 수종들은 종압축강도와 거의 關係가 없음을 보여주고 있다.

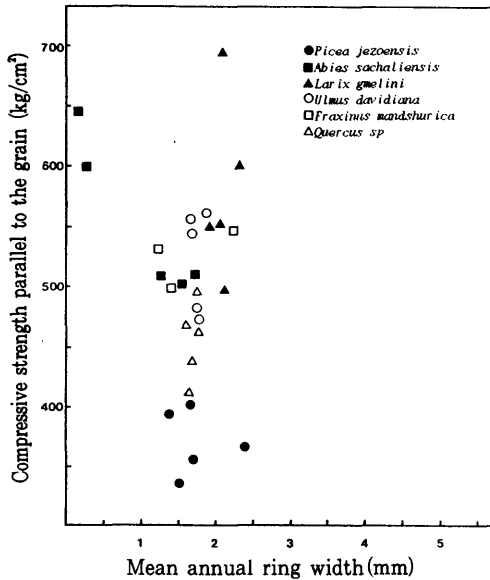


Fig. 6. The relationship between mean annual ring width and compressive strength parallel to the grain.

7. 密度와 橫壓縮強度와의 關係

密度와 橫壓縮強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.7과 같다. 이 結果에 의하면 가문비나무, 朴양젓나무 및 朴양낙엽송의 횡압축강도는 平均 34kg/cm<sup>2</sup>, 38kg/cm<sup>2</sup>, 37kg/cm<sup>2</sup>로써 가문비나무, 朴양젓나무는 밀도가 增加함에 따라 橫압축강도도 다소 增加하는 傾向을 나타냈으나 朴양낙엽송은 反對의 傾向을 나타내었다.

8. 晩材率과 橫壓縮強度와의 關係

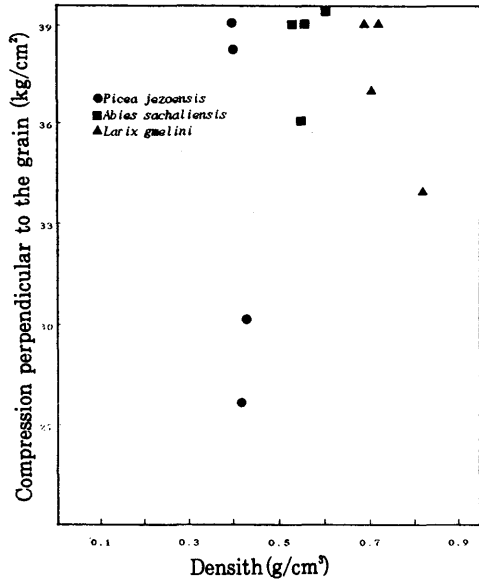


Fig. 7. The relationship between density and compression perpendicular to the grain.

晩材率과 橫壓縮強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.8과 같다. 이 結果에 의하면 가문비나무, 朴양젓나무는 晩材율이 增加함에 따라 橫압축강도도 다소 增加하였으나 朴양낙엽송은 反對의 傾向을 나타내었다.

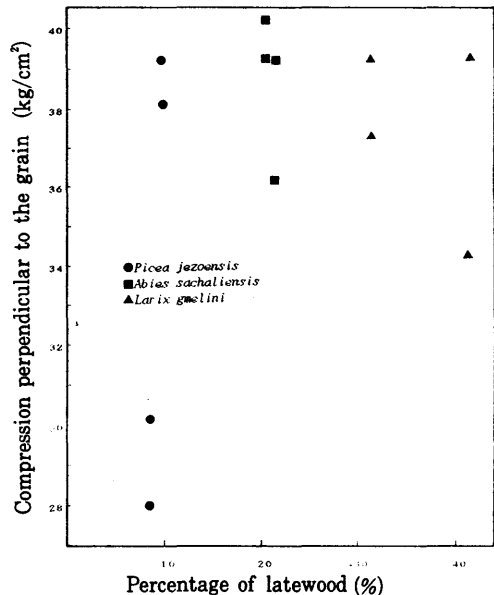


Fig. 8. The relationship between percentage of latewood and compression perpendicular to the grain.

9. 平均年輪幅과 橫壓縮強度와의 關係

平均年輪幅과 橫壓縮強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig. 9와 같다. 이 結果에 의하면 가문비나무를 제외한 북양젓나무, 북양낙엽송은 평균연륜폭이 增加함에 따라 橫壓축강도는 減少하는 傾向을 나타내었다.

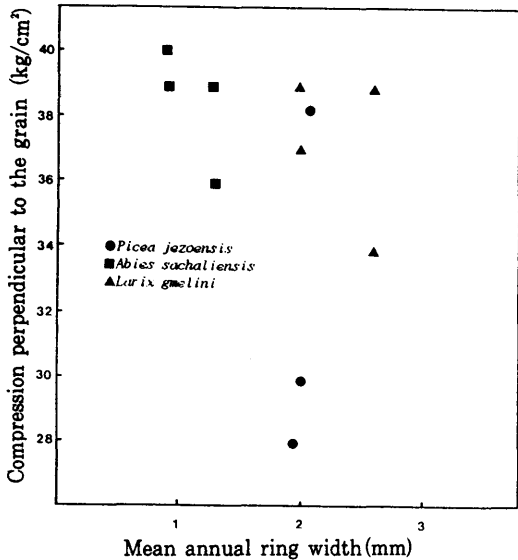


Fig. 9. The relationship between mean annual ring width and compression perpendicular to the grain.

10. 密度와 剪斷強度와의 關係

密度와 剪斷強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig. 10과 같다. 이 結果에 의하면 침엽수재인 가문비나무, 북양젓나무 및 북양낙엽송의 전단강도는 LR面 平均 63kg/cm<sup>2</sup>, 84kg/cm<sup>2</sup>, 107kg/cm<sup>2</sup>, LT면 80kg/cm<sup>2</sup>, 91kg/cm<sup>2</sup>, 111kg/cm<sup>2</sup>로 나타났으며, 활엽수재인 느릅나무, 북양들메나무 및 북양참나무의 전단강도는 LR面 平均 125kg/cm<sup>2</sup>, 104kg/cm<sup>2</sup>, 62kg/cm<sup>2</sup>, LT면 123kg/cm<sup>2</sup>, 119kg/cm<sup>2</sup>, 101kg/cm<sup>2</sup>의 전단강도를 나타냈다. 본 實驗結果 樹種에 따라 약간의 차이는 있지만 實驗한 모든 수종이 밀도가 增加하면 전단강도도 增加하는 傾向을 나타내고 있으며, LR面 보다 LT面이 전단강도가 더 높게 나타났다.

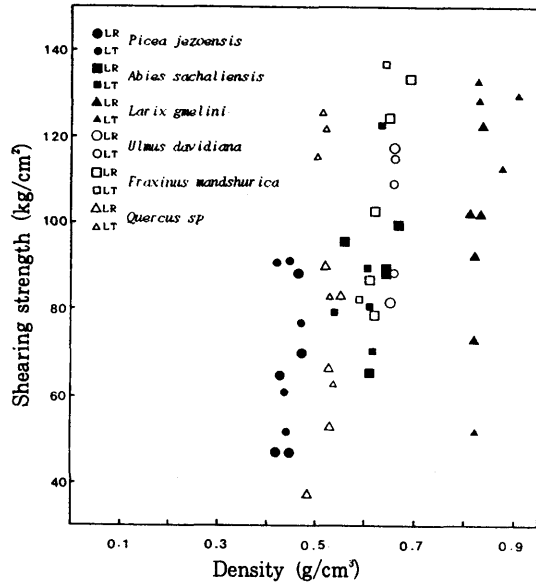


Fig. 10. The relationship between density and shearing strength.

11. 晩材率 및 孔圈率과 剪斷強度와의 關係

晩材率 및 孔圈率과 剪斷強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig. 11과 같다. 이 結果에 의하

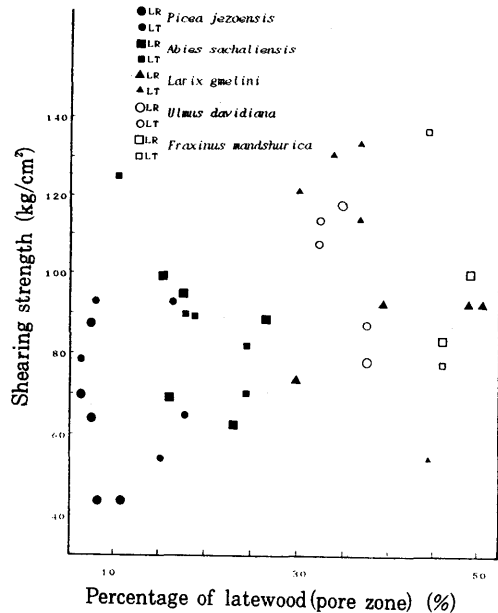


Fig. 11. The relationship between percentage of latewood (pore zone) and shearing strength.

면 북양낙엽송을 제외한 모든 樹種에 있어서 단재율 및 공권율은 전단강도에 거의 影響을 미치지 않음을 나타내고 있다.

12. 平均年輪幅과 剪斷強度와의 關係

平均年輪幅과 剪斷強度와의 關係를 調査 整理한 結果는 Fig.12와 같다. 이 結果에 의하면 북양참나무 수종은 평균연륜폭이 증가함에 따라 전단강도는 減少하는 傾向을 나타내었으나, 그 외의 모든 수종은 關係가 없음을 나타내었다.

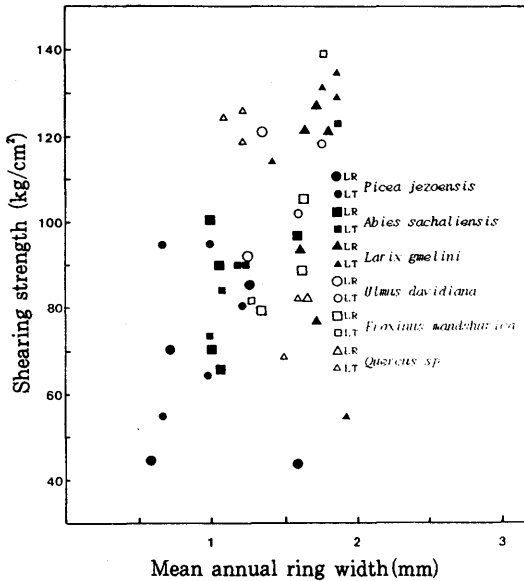


Fig. 12. The relationship between mean annual ring width and shearing strength.

IV. 結 論

北洋産 針葉樹材인 가문비나무, 북양젓나무 및 북양낙엽송과 闊葉樹材인 느릅나무, 북양들메나무 및 북양참나무의 物理的 力學的 性質에 대한 實驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 密度와 晩材率 및 孔圈率과의 關係는 針葉樹의 모든 樹種은 晩材率이 增加하면 密度도 다소 增加하였고, 闊葉樹의 경우 북양참나무는 孔圈率이 增加함에 따라 密度는 減少하였으나, 그 외의 樹種은 孔圈率이 密度에 거의 影響을 미치지 않았다.

2. 북양들메나무를 제외한 모든 樹種이 平均年輪幅 1-2mm範圍에서 平均年輪幅이 增加함에 따라 密度도 다소 增加하는 傾向을 나타내었다.

3. 북양젓나무는 平均年輪幅이 增加함에 따라 晩材率이 減少하였으나 가문비나무와 북양낙엽송에서는 反對의 傾向을 나타내었다. 한편, 활엽수의 모든 樹種은 平均年輪幅과 孔圈率과는 關係가 없음을 나타내었다.

4. 북양들메나무를 제외한 모든 樹種이 密度가 增加함에 따라 縱壓縮強度도 增加하였다.

5. 針葉樹材에서 북양젓나무를 제외한 모든 樹種은 晩材率이 增加함에 따라 縱壓縮強度도 增加하였으나, 闊葉樹材의 모든 樹種은 孔圈率 增加에 따라 縱壓縮強度가 減少하였다.

6. 平均年輪幅과 縱壓縮強度와의 關係에 있어서 북양젓나무는 平均年輪幅이 增加함에 따라 縱壓縮強度는 減少하였고 그 외의 모든 樹種은 縱壓縮強度와 關係가 없음을 나타내었다.

7. 橫壓縮強度와 密度, 晩材率 및 平均年輪幅과의 關係는 가문비나무, 북양젓나무는 密度 및 晩材率이 增加함에 따라 橫壓縮強度도 다소 增加하였으나, 북양낙엽송은 反對의 傾向을 나타내었다. 한편, 平均年輪幅과는 거의 關係가 없음을 나타내었다.

8. 剪斷強度와 密度, 晩材率 및 孔圈率, 平均年輪幅과의 關係는 모든 樹種이 密度가 增加하면 剪斷強度도 增加하였고 晩材率 및 孔圈率, 平均年輪幅은 剪斷強度와 거의 關係가 없음을 나타내었다.

V. 參考文獻

- 1) Bannan, M.W. Anticlinal divisions and Cell length in Conifer Cambium. F.P.J 17, 6.63-69.1967.
- 2) Dinwoodie, J.M. Tracheid and fiber length in timber, Forestry. 34.125-144. 1961.
- 3) Kollmann, F. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Auf, 2, BD. 1. Springer Verlag, Berlin. 387. 1951.
- 4) Nicholls, Jow. P.H.E. Dadswell and J.M. Fielding. the heritability of



- wood characteristics of pinus radiata. Sival Genetica, 13.68-71.1964.
- 5) Ohtani, J.K. Fukazawa and S.Konno. The effect of age on density variation within a stem of Cercidiphyllum japonicum. Res.Bull. Coll. Exp. For, Hokkaido Univ.31.467-480.1974.
- 6) Panshin, A.J. and C. de Zeeuw. Textbook of wood technology. 4th Ed. Mc Graw-Hill, New York.1980.
- 7) Taylor, F.W. and T.E. Wooten. Wood property variation of Mississippi delta hardwoods. Wood and Fiber 5. 2-13.1973.