

有用 潤葉樹材의 材質에 關한 試驗

鄭希錫 · 朴熙陽 · 趙在明 · 沈鍾燮

[林業試驗場 研究報告 第19号 ; 107~121, 1972]

Studies on Properties and Qualities of Common Hardwoods in Korea

Hee Suk Jung · Hi Yang Park · Jae Myeong Jo · Chong Supp Shim

[Res. Rep. For. Res. Inst., Korea, No.19 ; 107~121, 1972]

Abstract

We have relatively heavy stocks of hardwood which consist of inferior and nonproductive natural hardwood species in Korea. As conception above to devolope these forest resources, the study was carried out to obtain the basical data for the reasonable and efficient utilization of hardwoods. The sample trees were selected 11 natural hardwood species grown in Kangwon-do region and Kwangnoong Experimental Forest. We have investigated anatomical, physical and mechanical properties of them. Especially, *Quercus* species which is a major species in the forests was investigated on qualities of trees, logs and lumbers, recevery of bucking and lumber yield, etc.

1. 서 언

임목축적 24,000,000 ㎥에 달하고 있는 오지 천연 활엽수는 이용 개발이 극히 부진한 상태에 있다. 이러한 천연 활엽수를 보다 합리적이고 효율적으로 이용 개발하자면 그들의 재료적 특성을 최대한 활용하여야 한다. 우리나라 활엽수재는 지금까지 재료적 특성이 체계적으로 구명되지 않고 있다. 그러므로 필자들은 중부지방 (광능 시험림) 및 강원도 지방 활엽수림에서 주 수종을 이루고 있는 신갈나무, 졸참나무와 특수용재로서 유망시 되는 층층나무의 8수종에 대한 몇가지 재료적 기초 성질을 조사하였기 그 결과를 발표하는 바이다.

2. 연 구 사

활엽수재에 대한 재질 시험은 침엽수재보다 다소

늦게 실시 되었다. 일본에서는 1915년 Hiruma등³⁾에 의해 처음으로 참나무의 14수종의 활엽수재에 대하여 인장, 압축 및 활열저항 등 기계적 성질을 연구한 바 있고, 1917년에 Dakahashi²⁾는 너도밤나무의 9수종의 활엽수재에 대하여 방향별로 흡습과 팽창에 관한 치수 변화 관계를 연구하였으나, 그 후 1948년에 Ohsawa의 2인⁷⁾은 북해도산 활엽수 중 자작나무등 6수종의 산공재에 대하여 연륜폭과 비중의 변화에 따른 인장, 압축, 전단, 충격뒹굽수에 너지 및 경도의 변이에 대해 연구하였다. 일본산 주요 목재의 이화학적 성질은 1948년 일본 목재가공 기술협회¹⁰⁾에 의해 집대성되어 활용되고 있다. 미국에서는 1935년 Markwardt와 Wilson⁶⁾에 의해 미국산 활엽수 116수종에 대한 생재와 기건재의 기계적 성질을 시험 한 바 있다. 호주에서는 1892년 Warren, 1906년 Julis, 1913년 Nangle, 1921년 Mannr 등에 의해 오스트리아산 목재의 재질시험

이 실시되었으며, 1963년에는 Bolza와 Kloot¹⁾에 의해 오스트라리아산 174수종에 대한 물리적 성질과 기계적 성질이 종합 보고되었다.

우리 나라산 목재에 대해서는 1938년 Yamabayashi²⁾에 의해 49과 132속 303종에 대한 해부학적 성질이 조사 보고 되었으며, 1959년 권영대³⁾ 등은 광능산 졸참나무의 12수종의 활엽수재에 대한 종압축, 인장, 휨, 충격및 할열등의 기계적 성질을 조사하여 보고 한 바 있다.

3. 재료 및 방법

3. 1. 공시수종

가. 기초재질조사용 공시수종 : 활엽수 천연 임지인 홍천사업구 186임반에서 활엽수 10수종 이상이 자생하고 있는 임지를 표준지(크기 : 100×100 m)로 선정하고 이 표준 지내에서 신갈나무, 층층나무, 들메나무, 박달나무, 거제수나무, 다릅나무, 찰피나무, 사시나무, 느릅나무 및 고로쇠나무 등의 10수종을 공시수종으로 선정하였다. 수종 별 공시 임목은 20cm이상의 흉고직경을 갖고 수간이 통직하며 건전한 생육을 하고 있는 임목을 각각 9본씩 선정하였다. 선정된 수종별 공시 임목의 개황은 Table 1 과 같다.

나. 형질조사용 공시수종 : 우리나라 활엽수림 내에서 주 수종을 이루고 있는 졸참나무와 신갈나무를 공시수종으로 선정하였다. 수종 별 공시임목은 흉고지름의 본수 배분에 비례하여 흉고지름 20cm 이상인 임목을 졸참나무는 광능시험림 48임반에서

144 본, 신갈나무는 홍천사업구 186임반에서 30 본을 선정하였다. 선정된 표준지는 천연 활엽수임지로서 그 크기는 100×100 m이다. 졸참나무와 신갈나무 공시목의 흉고지름별 본수 내역은 Table 2 와 같다.

Table 2. The number of sample trees for qualities by D. B. H.

D. B. H (cm)	<i>Quercus serrata</i>	<i>Quercus mongolica</i>
20	14	12
22	8	4
24	15	7
26	12	5
28	11	—
30	28	1
32	21	—
34	7	—
36	11	—
38	10	—
40	4	1
40 이상	3	—
Total	144	30

3. 2. 공시조제

기초재질 시험용 공시목은 Fig. 1과 같이 해부 및 생재함수율용 원판과 물리 및 강도용 원목으로 구분하여 조제하였다. 원목 및 제재형질용 원목은 지상고

Table 1. The outline of sample trees for fundamental properties

Species	Sample No.	D. B. H (cm)	Tree height (m)	Tree year(년)
<i>Quercus mongolica</i>	9	24/20-28	13.9/13.5-15.7	53/40-72
<i>Cornus controversa</i>	9	24/20-28	14.2/14.0-14.7	62/41-63
<i>Fraxinus mandshurica</i> ca	9	22/20-24	14.8/14.0-15.9	48/41-57
<i>Betula schmidtii</i>	9	22/20-24	12.7/12.5-13.2	59/56-66
<i>Betula costata</i>	9	24/20-28	15.2/14.8-15.7	71/70-72
<i>Maackia amurensis</i>	9	24/20-28	14.0/13.5-14.1	63/54-71
<i>Tilia manshurica</i>	9	22/20-26	13.6/13.2-13.8	69/53-79
<i>Populus davidiana</i>	9	22/20-24	15.4/14.8-16.0	44/37-45
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> ca	9	24/20-28	13.4/13.3-13.8	57/93-132
<i>Acer mono</i>	9	22/20-24	13.7/13.5-14.2	139/105-158

* Note : Mean /Min. -Max

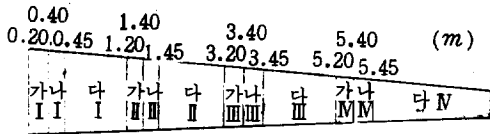


Fig. 1. Sampling method of trees for fundamental properties.

- 가. Disks for anatomy
- 나. Disks for moisture content in the green condition
- 다. Logs for physical and mechanical properties.

0.2 m 부위에서 길이 2 m, 말구지름 8cm까지 조제하였다.

3. 3. 공시재

원목 및 제재형질용 원목은 인치재, 후로링 및 가구부재로 구분하여 제재하였다. 재종별 제재 치수는 Table 3 과 같다.

Table 3. Dimension of board and lumber

Kind	Thickness (cm)	Width (cm)	Length (m)
Inch board	12.54	7.62	1.80
Flooring (1)	11.80	9.00	1.80
Flooring (2)	1.80	9.00	0.50
Furniture (1)	3.00	3.60	0.20-1.90
Furniture (2)	3.00	4.50	0.20-1.90

3. 4. 측정방법

가. 기초 재질조사

(1) 해부학적 성질

해부학적 성질중에서 연륜 폭과 변재 폭은 해부용 원판을 채취하고 이 원판에서 측정하였다. 섬유장과 섬유폭은 흉고부위 원판의 평균 직경 생장부위에서 수심부터 수피로 향해 5연륜 간격으로 축목을 채취하고 Schurz 법에 의해 섬유를 해리하여 측정하였다. 각 부위 별로 100 개씩 측정하였다.

(2) 물리적 성질

물리적 성질중의 생재 함수율은 벌채 즉시 생재 무게를 단 후 전진법에 의해 측정하였다. 비중은 한국 공업규격 KS F 2202 비중 측정방법에 의해 측

정하였다. 단, 기건시험편의 함수율은 항온 항습기에서 12% 기준으로 조습 처리하였다. 수축율은 KS F 2203 수축율 시험방법에 의해 측정하였다.

(3) 기계적 성질

기계적 성질중 압축강도는 KS F 2206 압축 시험방법, 휨강도는 KS F 2208 휨 시험방법, 활열저항은 KS F 2210 활열시험방법, 충격휨흡수에너지는 KS F 2211 충격휨 시험방법, 전단강도는 JIS Z 2114 전단 시험방법 등에 의해 각각 측정하였다.

나. 원목 및 제재형질

줄참나무와 신갈나무 원목 형질 중의 편심도는 원목 말구에서 긴 지름에 대한 짧은 지름의 백분율로 표시하였다. 굽음은 원목의 말구 지름과 내곡면의 최대 시고를 측정하여 말구 지름에 대한 시고의 백분율에 의해 표시하였다. 부후와 공동은 이들의 평균 지름과 횡단면의 지름을 측정하여 부후 공동의 평균 지름에 대한 횡단면 지름의 백분율로 표시하였다. 원목의 품등은 목재 규격에 의하여 분류하였다.

제재 형질중에서 굽음은 제재의 길이와 길이 방향에 따른 내곡면의 최대 시고를 측정하여 최대 시고에 대한 길이의 백분율로 표시하였다. 둥근도에 있어서 판재류는 최소 횡단면의 결변을 보완한 방향의 장변에 대한 장변의 결변과의 비율로 측정하였고, 소각재류는 최소 횡단면의 결변을 보완한 방향 4 변의 합계에 대한 결변의 합계에 대한 결변의 합계와의 비율로 측정하였다. 섬유주행은 제재 길이의 중간 부위에서 제재 길이 방향에 대한 섬유 주행 각도를 측정하였다. 제재의 품등은 목재 규격에 의하여 분류하였다.

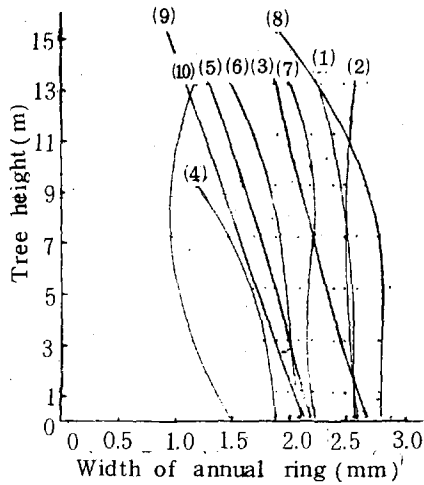
4. 시험 성적

4. 1. 기초재질

가. 해부학적 성질

(1) 연륜폭 : 신갈나무의 9수종의 수고 부위에 따른 연륜폭의 변이는 Fig. 2와 같다.

수종별 평균 연륜폭과 표준편차는 사시나무 : 2.7 mm ± 0.4, 신갈나무 : 2.6 mm ± 1.4, 층층나무 : 2.5 mm ± 0.5, 들메나무 : 2.3 mm ± 0.4, 찰피나무 : 2.0 mm ± 0.7, 다릅나무 : 1.9 mm ± 0.6, 느릅나무 : 1.9 mm ± 0.3, 박달나무 : 1.8 mm ± 0.2, 거제수나무 : 1.8 mm ± 0.5, 고로쇠나무 : 1.1 mm ± 0.6 로서 수종간의 연륜폭의 차이는 대단히 컸다. 또한 수고 부위 별에 따른 연륜폭은 일반적으로 수고가 높아짐에 따라 점차 감소하는 경향



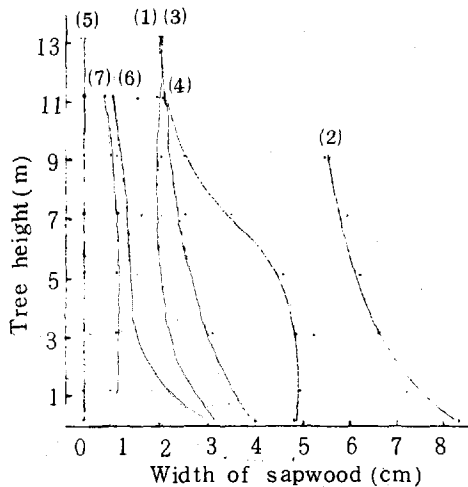
- (1) *Quercus mongolica*
- (2) *Cornus controversa*
- (3) *Fraxinus mandshurica*
- (4) *Betula schmidtii*
- (5) *Betula costata*
- (6) *Maackia amurensis*
- (7) *Tilia mandshurica*
- (8) *Populus davidiana*
- (9) *Ulmus davidiana var. japonica*
- (10) *Acer mono*

Fig. 2. Variation of annual ring width by tree trunk position on the ground.

을 나타내고 있었다.

(2) 변재폭 : 신갈나무의 6수종의 수고 부위에 따른 변재폭의 변이는 Fig. 3과 같다. 변재폭은 일반적으로 수고 부위가 높아짐에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내고 있다. 특히 박달나무는 수고 부위 5.2 m에서 급격히 변재폭이 감소하였다. 수종간

의 평균 변재폭의 차이는 매우 크게 나타나고 있으며 다릅나무는 1.4 cm로 최소이고, 고로쇠나무는 1.0 cm, 신갈나무 : 2.3 cm, 느릅나무 : 1.6 cm, 들메나무 : 2.8 cm, 층층나무 : 6.9 cm였다. 사시나무, 피나무, 거제수나무들은 심재가 매우 적거나 심변재 구별이 매우 불명확 하였다.



- (1) *Quercus mongolica*
- (2) *Cornus controversa*
- (3) *Fraxinus mandshurica*
- (4) *Betula schmidtii*
- (5) *Maackia amurensis*
- (6) *Ulmus davidiana var. japonica*
- (7) *Acer mono*

Fig. 3. Variation of sapwood width by tree trunk position on the ground.

(3) 섬유장과 섬유폭 : 신갈나무의 9수종의 수고 부위의 직경 생장에 따른 섬유장의 변이는 Fig. 4와 같다. 섬유장은 수심에서 수피로 향하여 일정한 수령까지는 급격히 증대하였으며, 그 이후는 고정되거나 체감하는 경향을 나타냈다. 수종 별 평균 섬유장과 표준편차는 층층나무 : $1.380 \text{ mm} \pm 0.233$, 거제수

나무 : $1.142 \text{ mm} \pm 0.190$, 찰피나무 : $1.088 \text{ mm} \pm 0.195$, 들메나무 : $1.042 \text{ mm} \pm 0.216$, 신갈나무 : $1.024 \text{ mm} \pm 0.181$, 느릅나무 : $1.024 \text{ mm} \pm 0.203$, 박달나무 : $1.022 \text{ mm} \pm 0.185$, 사시나무 : $0.933 \text{ mm} \pm 0.208$, 다릅나무 : $0.851 \text{ mm} \pm 0.158$, 고로쇠나무 : $0.622 \text{ mm} \pm 0.097$ 로서 수종 간의 섬유장의 차이는 심했다.

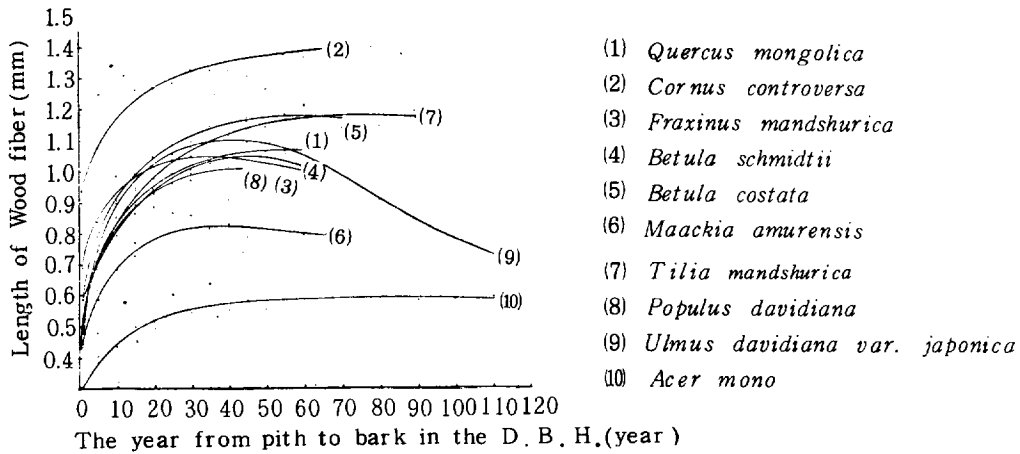


Fig. 4. Variation of wood fiber width by radial growth on D.B.H.

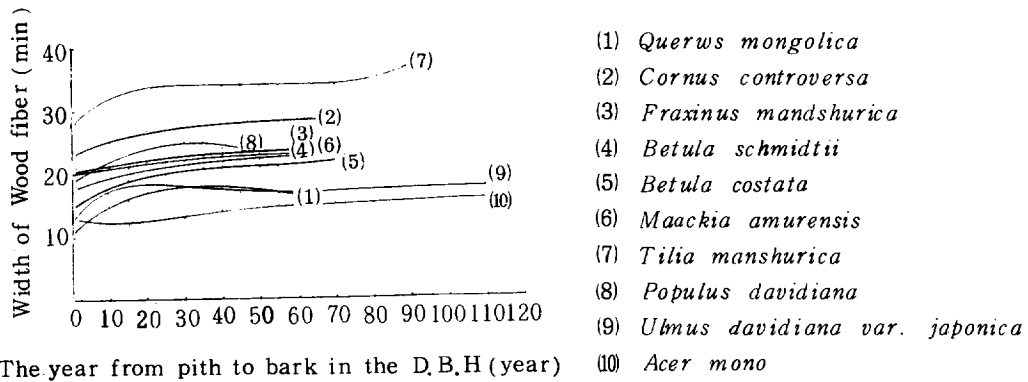


Fig. 5. Variation of wood fiber width by diameter growth on D.B.H.

신갈나무의 9수종의 흉고부위 직경 성장 부위별에 따른 섬유폭의 변이는 Fig. 5와 같다. 섬유폭도 수심에서 수피를 향하여 일정한 수령까지는 증대하

다가 그 이후는 고정되거나 감소하는 경향을 나타내고 있다. 수종별 평균 섬유폭과 표준편차는 참나무: $33 \mu \pm 7$, 층층나무: $26 \mu \pm 6$, 사시나무: 23

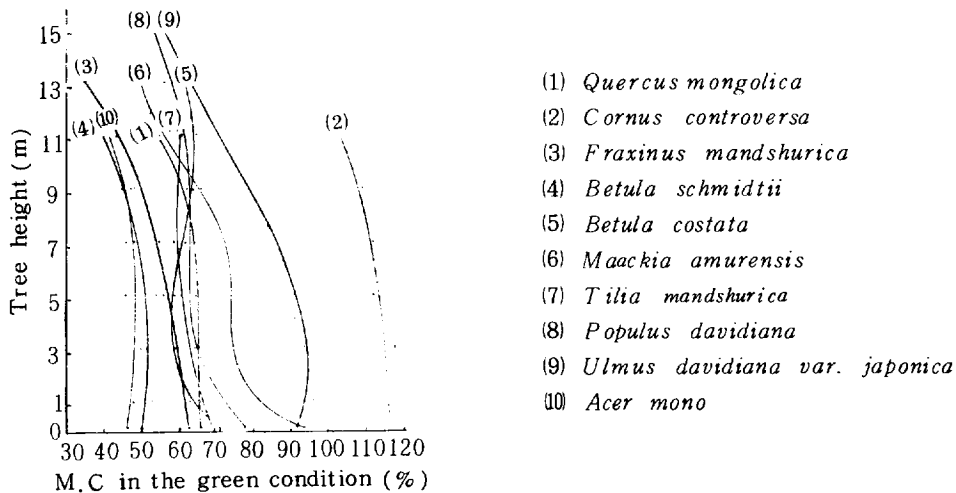


Fig. 6. Variation of green moisture content in tree height.

$\mu \pm 7$, 박달나무: $22 \mu \pm 5$, 거제수나무: $18 \mu \pm 5$, 느릅나무: $17 \mu \pm 4$, 신갈나무: $16 \mu \pm 4$, 고로쇠나무: $14 \mu \pm 3$ 로서 수종 간의 차이가 뚜렷하였다.

나. 물리적 성질

(1) 생재함수율: 신갈나무의 9수종의 수고 부위 별에 따른 생재함수율의 변이는 Fig. 6과 같다. 생재함수율은 수고 부위가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있다. 수종별 평균 생재함수율과 표준편차는 증층나무: $113 \% \pm 13$, 느릅나무: $87 \% \pm 16$, 다릅나무: $72 \% \pm 15$, 사시나무: $66 \% \pm 9$, 찰피나무: $66 \% \pm 13$, 신갈나무: $64 \% \pm 7$, 거제수나무: $64 \% \pm 10$, 들메나무: $55 \% \pm 12$, 고로쇠나무: $50 \pm 13 \%$, 박달나무: $48 \% \pm 7$ 로서 수종 간에 생

재함수율의 차이가 심하였다.

(2) 비중: 신갈나무의 8수종의 생재비중, 기건 비중, 전건비중은 Table 4와 같다. 수종간의 비중의 차이는 심하고 동일 수종내에서도 개체에 따라 비중의 차이가 나타나고 있다. 또한 함유수분에 따라 비중의 차이가 있는데 함수율이 많을수록 비중은 커졌다.

(3) 수축율...신갈나무의 8수종의 경단방향과 축단방향의 기건까지 수축율과 전수축율은 Table 5와 같다. 수축율은 수종과 방향에 따라 현저한 차이가 나타나고 있다. 비중이 큰 수종 일수록 수축율은 컸었다. 그러나 경단 방향과 축단방향 사이의 수축율의 비는 적어졌다.

Table 4. Specific gravity in the green, airdry and ovendry condition.

Species	Specific gravity in the green	Specific gravity in the airdry	Specific gravity in the ovendry
<i>Quercus mongolica</i>	1.09 ± 0.01	0.78 ± 0.02	0.75 ± 0.02
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.90 ± 0.04	0.73 ± 0.07	0.70 ± 0.07
<i>Betula schmidtii</i>	0.98 ± 0.04	0.90 ± 0.03	0.87 ± 0.04
<i>Betula costata</i>	0.89 ± 0.05	0.71 ± 0.03	0.69 ± 0.03
<i>Maackia amurensis</i>	0.78 ± 0.09	0.57 ± 0.06	0.53 ± 0.06
<i>Tilia mandshurica</i>	0.58 ± 0.10	0.49 ± 0.10	0.47 ± 0.09
<i>Populus davidiana</i>	0.68 ± 0.04	0.45 ± 0.03	0.43 ± 0.03
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	0.93 ± 0.05	0.66 ± 0.06	0.62 ± 0.06

*Note : Mean ± Standard deviation

Table 5. Shrinkage from green to airdry and ovendry

Species	Shrinkage green to airdry(%)		Shrinkage green to ovendry(%)	
	Radial	Tangential	Radial	Tangential
<i>Quercus mongolica</i>	2.52 ± 0.	4.32 ± 0.97	5.13 ± 0.61	9.50 ± 0.88
<i>Cornus controversa</i>	2.48 ± 0.	6.02 ± 1.67	5.49 ± 0.57	9.99 ± 0.42
<i>Fraxinus mandshurica</i>	2.24 ± 0.	6.07 ± 1.03	5.30 ± 0.72	11.22 ± 1.40
<i>Betula schmidtii</i>	3.16 ± 1.	7.35 ± 1.75	7.35 ± 1.75	9.23 ± 2.01
<i>Betula costata</i>	2.79 ± 0.	5.27 ± 0.65	6.58 ± 0.42	10.04 ± 0.80
<i>Maackia amurensis</i>	0.59 ± 0.	2.17 ± 0.39	2.40 ± 0.30	6.44 ± 0.81
<i>Tilia mandshurica</i>	3.50 ± 0.	5.65 ± 0.85	6.62 ± 1.03	9.75 ± 0.84
<i>Populus davidiana</i>	1.31 ± 0.	4.50 ± 0.97	3.62 ± 0.28	8.62 ± 0.45
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	2.16 ± 0.	4.68 ± 1.18	5.20 ± 0.72	9.28 ± 1.29

* Note : Mean ± Standard deviation

다. 기계적 성질

(1) 압축 : 신갈나무의 8수종의 생재시에 종압축 강도와 부분 압축의 비례 한도 및 강도는 Table 6과 같

다. 수종 별 종압축 강도와 부분 압축 강도는 상이하 며 비중이 큰 수종일 수록 강도의 증가가 뚜렷하

Table 6. Compression parallel to the grain and partial compression in the green condition

Species	Compression parallel to grain			Partial compression			
	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Strength (kg/cm^2)	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Fiber stress at proportional limit (kg/cm^2)	Strength (kg/cm^2)
<i>Quercus mongolica</i>	2.5	1.06	320 ± 69	3.0	0.98	90 ± 12	141 ± 19
<i>Cornus controversa</i>	2.0	0.83	257 ± 22	2.2	0.84	58 ± 10	72 ± 13
<i>Fraxinus mandshurica</i>	2.8	0.93	287 ± 43	2.1	0.87	52 ± 15	79 ± 21
<i>Betula schmidtii</i>	2.1	1.00	380 ± 44	1.7	1.07	84 ± 12	120 ± 13
<i>Betula costata</i>	2.2	0.85	270 ± 37	2.5	0.84	58 ± 9	86 ± 11
<i>Maackia amurensis</i>	1.7	0.79	282 ± 47	2.1	0.81	48 ± 9	86 ± 14
<i>Tilia mandshurica</i>	3.0	0.71	233 ± 26	3.2	0.64	23 ± 8	34 ± 9
<i>Populus davidiana</i>	2.7	0.72	205 ± 37	2.5	0.70	25 ± 3	35 ± 3
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	2.4	1.03	281 ± 34	2.0	0.94	59 ± 11	88 ± 13

* Note : Mean ± Standard deviation

(2) 휨 : 신갈나무의 8수종의 생재시 휨 비례한도, 휨 강도, 휨 영계수는 Table 7과 같다. 수종 별 휨 강도는 상이하였으며 비중이 큰 수종일수록 강도가 증가하였다. 박달나무, 신갈나무, 느릅나무, 들메나무, 층층나무 등은 비교적 탄성이 풍부한 수종이었

으며 사시나무와 찰피나무는 탄성이 적은 수종이었다. 또한 박달나무, 들메나무, 신갈나무, 느릅나무, 거제수나무 등은 강성(Stiffness)이 큰 수종이었고, 층층나무, 사시나무, 찰피나무 등은 강성이 적은 수종이었다.

Table 7. Bending strength in the green condition

Species	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Fiber stress at proportional limit (kg/cm^2)	Strength (kg/cm^2)	Young's modulus ($1,000 kg/cm^2$)
<i>Quercus mongolica</i>	2.8	1.07	259 ± 126	648 ± 107	121 ± 39
<i>Cornus controversa</i>	2.3	0.91	309 ± 38	557 ± 108	87 ± 9
<i>Fraxinus mandshurica</i>	1.8	0.90	286 ± 88	592 ± 81	147 ± 77
<i>Betula schmidtii</i>	2.1	0.98	321 ± 85	760 ± 81	132 ± 20
<i>Betula costata</i>	2.4	0.89	282 ± 61	583 ± 62	100 ± 17
<i>Maackia amurensis</i>	2.2	0.83	238 ± 46	574 ± 129	94 ± 26
<i>Tilia mandshurica</i>	3.1	0.76	182 ± 58	431 ± 70	93 ± 25
<i>Populus davidiana</i>	2.8	0.70	174 ± 44	427 ± 35	91 ± 15
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	2.3	1.00	311 ± 99	612 ± 91	101 ± 18

* Note : Mean ± Standard deviation

(3) 전단 : 신갈나무의 8수종의 생재시 축단방향과 경단방향의 전단강도는 Table 8과 같다. 전단강도는 비중이 큰 수종일수록 강도가 증가하고 있으며, 축단방향과 경단방향의 강도의 차이가 나타나는 수종이 있다. 거제수나무, 층층나무, 박달나무, 사시나

무, 느릅나무 등의 방향별 전단 강도의 차이는 축단방향의 강도가 경단방향의 강도보다 더 큰 수종이었고, 신갈나무, 들메나무, 다릅나무, 찰피나무 등의 전단 강도는 경단 방향과 축단 방향 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 8. Shearing strength in the green condition

Species	Tangential			Radial			t - test
	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Strength (kg/cm ²)	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Strength (kg/cm ²)	
<i>Quercus mongolica</i>	2.9	1.03	113 ± 7	2.7	1.00	113 ± 14*	t = 0.03
<i>Cornus controversa</i>	2.0	0.84	99 ± 4	2.0	0.90	88 ± 8	t = 4.73***
<i>Fraxinus mandshurica</i>	2.5	0.90	89 ± 17	2.4	0.87	92 ± 15	t = 1.06
<i>Betula schmidtii</i>	2.0	0.99	146 ± 18	2.2	0.99	128 ± 15	t = 3.21
<i>Betula costata</i>	2.3	0.89	100 ± 12	2.5	0.92	96 ± 6	t = 2.81
<i>Maackia amurensis</i>	1.7	0.79	85 ± 10	1.9	0.81	90 ± 8	t = 1.03
<i>Tilia mandshurica</i>	2.6	0.72	62 ± 17	2.6	0.73	61 ± 14	t = 1.70
<i>Populus davidiana</i>	2.7	0.65	70 ± 3	2.7	0.67	59 ± 4	t = 24.00**
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	1.9	0.97	96 ± 11	1.8	0.98	86 ± 6	t = 2.31

* Note : Mean ± Standard deviation

(4) 활열 : 신갈나무의 8수종의 생재시 축단방향과 경단방향의 활열강도는 Table 9와 같다. 활열강도는 경단방향과 축단방향 사이에 유의적인 차이가 나타나는 수종이 있다. 거제수나무, 층층나무, 박달나

무, 층나무, 신갈나무, 찰피나무 등의 활열강도는 축단면이 경단면보다 더 컸었고, 들메나무, 다릅나무 등의 활열강도는 방향 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 9. Cleavage in the green condition

Species	Tangential			Radial			t - test
	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Strength (kg/cm)	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Strength (kg/cm)	
<i>Quercus mongolica</i>	2.6	1.04	51 ± 6	2.5	1.07	34 ± 5	t = 7.35**
<i>Cornus controversa</i>	2.1	0.87	49 ± 10	1.9	0.89	24 ± 8	t = 8.60**
<i>Fraxinus mandshurica</i>	2.3	0.92	35 ± 8	3.1	0.91	32 ± 7	t = 0.86
<i>Betula schmidtii</i>	1.6	0.98	46 ± 9	1.8	1.00	32 ± 6	t = 5.40**
<i>Betula costata</i>	2.2	0.82	27 ± 6	2.2	0.82	23 ± 5	t = 4.49**
<i>Maackia amurensis</i>	2.0	0.81	30 ± 7	2.0	0.85	31 ± 5	t = 0.35
<i>Tilia mandshurica</i>	2.5	0.73	20 ± 10	2.8	0.75	17 ± 3	t = 4.78**
<i>Populus davidiana</i>	3.1	0.73	16 ± 10	3.1	0.74	16 ± 6	t = 1.22
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	2.5	0.97	49 ± 9	2.5	0.96	45 ± 11	t = 1.15

* Note : Mean ± Standard deviation

(5) 충격휨 : 신갈나무의 8수종의 생재시 축단방향과 경단방향의 충격휨흡수 에너지는 Table 10과 같다. 충격휨흡수 에너지는 경단방향과 축단방향 사이에 유의적인 차이가 나타나는 수종이 있다. 들메나무, 박달나무, 거제수나무, 찰피나무, 사시나무, 느

릅나무 등의 방향 별 충격휨흡수 에너지는 축단방향이 경단방향 보다 더 컸었고, 신갈나무는 오히려 경단방향이 축단방향 보다 더 컸었다. 증춘나무, 다릅나무는 방향 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 10. Impact bending absorbed energy in the green Condition

Species	Tangential			Radial			t - test
	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Absorbed energy (kg·m/cm ²)	Width of annual ring (mm)	Specific gravity	Absorbed energy (kg·m/cm ²)	
<i>Quercus mongolica</i>	2.6	1.07	1.65 ± 0.90	2.8	1.05	1.70 ± 0.13	t = 2.72 *
<i>Cornus controversa</i>	2.2	0.83	1.03 ± 0.23	2.1	0.84	1.03 ± 0.05	t = 2.11
<i>Fraxinus mandshurica</i>	2.5	0.87	1.48 ± 0.49	2.6	0.88	1.21 ± 0.36	t = 58.80 **
<i>Betula schmidtii</i>	2.4	0.95	1.07 ± 0.25	2.2	1.00	0.96 ± 0.20	t = 12.70 **
<i>Betula costata</i>	2.5	0.90	1.34 ± 0.28	2.1	0.84	0.74 ± 0.22	t = 32.47 **
<i>Maackia amurensis</i>	1.7	0.82	0.88 ± 0.33	2.5	0.85	0.87 ± 0.30	t = 0.80
<i>Tilia mandshurica</i>	3.3	0.74	0.49 ± 0.09	2.3	0.74	0.47 ± 0.11	t = 5.40 **
<i>Populus davidiana</i>	2.5	0.63	0.03 ± 0.1	2.3	0.68	0.51 ± 0.05	t = 30.11 **
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	2.7	1.01	1.31 ± 0.43	2.0	0.94	0.95 ± 0.41	t = 112.90 **

* Note : Mean ± Standard deviation

4. 2. 참나무속 형질과 이용률

가. 임목형질

출참나무와 신갈나무 공시임목의 수고, 흉고지름, 지름 8cm부위까지의 수고, 가지재적, 가지재적율 (가지재적/임목간재적 × 100), 완만도 ($\frac{H}{D}$)는 Table 11과 같다. 출참나무와 신갈나무의 평균 수고는 출참나무가 19.4 m 이고 신갈나무는 14.4 m 이었다. 평

균 흉고 지름은 출참나무가 30cm 이고 신갈나무는 23cm 이었다. 지름 8cm 부위까지의 평균수고는 출참나무가 14.1 m 이고, 신갈나무는 9.6 m 이었다. 평균 가지 밑 높이는 출참나무가 8.6 m 이고 신갈나무는 4.8 m 이었다. 평균 가지재적은 출참나무가 0.087 m² 이었다. 평균 가지재적율은 출참나무가 26.6 % 이고, 신갈나무는 30.4 % 이었다. 평균 완만도는 출참나무가 67.9 % 이고 신갈나무는 63.7 % 이었다.

Table 11. Qualities of *Quercus* trees

Kind	<i>Quercus serrata</i>	<i>Quercus mongolica</i>
Tree height (m)	19.4/14.9-23.5	14.4/11.8-17.5
D. B. H (cm)	30.0/20-46	23.0/20.0-14.0
Tree height under top diameter 8cm.	14.1/9.0-18.5	9.6/7.0-14.0
Clear length (m)	8.6/2.0-13.5	4.8/2.1-9.0
Branch volume (m ³)	0.175/0.012-0.459	0.087/0.029-0.187
Percentage of branch volume (%)	26.6/5.2-76.8	30.4/14.1-68.7
Degree of full body (%)	67.9/41.0-97.5	63.7/39.0-79.0

* Note : Mean / Min - Max .

나. 원목 형질과 품등

(1) 원목 형질

출참나무와 신갈나무 원목의 등급별에 따른 편심도, 굵음, 부후공동 등에 있어서 그 형질의 범위별

출현율은 Table 12와 같다. 편심도는 원목의 경급이 클 수록 커졌으며 편심도 125%이하에서 가장 많이 출현하였다. 굽음은 원목의 경급이 클 수록 커졌으며, 졸참나무는 굽음 40%이상에서 가장 많이 출현하였고 신갈나무는 굽음 20~40%범위에서 가장 많이 출현하였다. 부후와 공동은 경급이 클 수록 많아졌으며 졸참나무의 대경재는 부후와 공동의 결점을 가진 원목의 출현율이 27.9%로서 대단히 높았

다. 그러나 신갈나무 원목은 부후와 공동을 가진 원목이 거의 없었다.

밀 등치 원목에서 측정된 졸참나무와 신갈나무의 섬유주행각도는 섬유주행 방향에 따라서는 차이가 거의 없었고, 섬유주행각도 1.0/50에서 가장 많이 출현하였다. 섬유주행각도의 범위별 출현율은 Table 13과 같다.

Table 12. Frequencies of eccentricity, crooking, and decay & hollow in *Quercus* logs.

Species	Log assortment	Frequencies by eccentricity range				Frequencies by crooking range				Frequencies by decay & hollow range			
		<125 %	125-150%<	150-175%<	>175 %	<10 %	10-20 %<	20-40 %<	>40 %	0 %	1-20 %	21-40 %	>40 %
<i>Quercus serrata</i>	Small log	64.4	21.4	7.1	7.1	11.6	2.9	10.1	75.4	96.8	0	1.6	1.6
	Medium log	51.7	29.9	8.9	9.5	11.0	22.6	27.3	39.1	88.8	2.6	3.4	5.2
	Large log	55.6	22.2	11.1	11.1	22.0	55.6	16.7	5.5	72.1	5.6	16.7	5.6
<i>Quercus mongolica</i>	Small log	54.5	40.9	2.3	2.3	2.3	30.2	30.2	37.3	-	-	-	-
	medium log	50.7	31.5	15.0	2.7	9.0	32.8	37.3	20.9	-	-	-	-

* Note : (1) Small log : 14 cm 미만
 (2) Medium log : 14 - 30 m 미만
 (3) Large log : 30 cm 이상

Table 13. Frequencies of grain slope range

Species	Grain direction from the ground	Frequencies by grain slope range (%)			
		1.0/50	1.0-2.0/50	2.0-3.0/50	3.0/50
<i>Quercus serrata</i>	Right	30.0	22.0	14.0	4.0
	Left	51.0	29.0	17.0	3.0
<i>Quercus mongolica</i>	Right	58.6	37.9	0.1	3.4
	Left	58.2	31.3	9.0	1.5

(2) 원목품등

조사된 원목형질을 목재 규격의 원목 등급 기준에 의하여 분류한 원목의 품등은 대부분 저질품이었다. 원목 등급별에 따른 원목품등은 졸참나무 원목에서 1등 원목 : 5.1%, 2등 원목 : 17.7%, 3등 원목 : 18.9%, 등외 원목 58.3%이고 신갈나무 원목에서 1등 원목 : 5.6%, 2등 원목 : 17.1%, 3등 원목 : 22.2%, 등외 원목 : 55.6%였다.

다. 제재형질과 품등

(1) 제재형질

졸참나무 생재 원목을 표준 제재 치수로 제재한 결과 제종별 제재형질의 범위별 출현율은 Table 14와 같다. 졸참나무와 신갈나무의 제재 형질 중에서 굽음은 0.5% 이하에서 출현율이 가장 높고 굽음이 클 수록 출현율은 적어졌다. 등근 또는 인치재와 후로링과 같은 판재인 경우 굽음 20% 이상에서 출현율이 높은 반면에 각재인 가구부재는 오히려 굽음 20%이하에서 출현율이 많았다. 섬유주행각도는 판재와 각재의 경우 섬유주행각도 0.3/10~0.6/10에서 가장 많이 출현하고 그 전후에서는 점차 감소하였다.

Table 14. Frequencies by qualities of lumber kinds

kinds	Frequencies by bow range				Frequencies by wane range				Frequencies by grain slope range			
	<0.5 %	0.5-1.0 %	1.0-1.5 %	>1.5 %	<10 %	10-20 %	20-30 %	>30 %	<0.3 / 10	0.3-0.6 / 10	0.6-0.9 / 10	>0.9 / 10
Inch board	83%	14 %	3%	0%	6%	24 %	30 %	40%	17 %	52 %	21 %	10 %
Flooring	87	9	3	2	0	13	50	37	13	55	22	15
Furniture	93	7	0	0	36	42	13	9	16	54	24	6

(2) 제재품등

조사된 제재형질을 목재규격의 제재 등급 기준에 의하여 분류한 제재의 품등은 대부분 저질품이었다. 제재 재종별에 따른 제재 품등의 출현율은 Table 15와

같다. 인치재와 후로링 등의 판재는 대부분 저질품인 3등에서 가장 많이 출현하였고 가구부재인 각재는 등외에서 가장 많이 출현하였다.

Table 15. Frequencies of lumber grades

Species	Kind of lumber	Grade of lumbers			
		Common 1st	Common 2nd	Common 3rd	Beyond the stated limit
<i>Quercus serrata</i>	Inch board	6.6 %	4.7 %	89.7 %	-
	Flooring	14.5 %	10.4 %	75.1 %	-
	Furniture	9.9 %	5.7 %	22.1 %	62.3 %
<i>Quercus mongolica</i>	Inch board	10.0 %	14.0 %	76.0 %	-
	Flooring	23.0 %	23.5 %	53.5 %	-
	Furniture	7.0 %	13.0 %	31.0 %	49.0 %

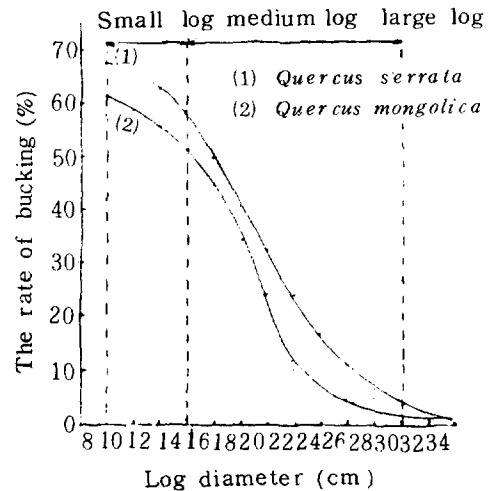
라. 이용율

(1) 조제율

출참나무 공시임목 144 본(임목재적 : 90.321 m³), 신갈나무 30 본(임목재적 : 8.558 m³)을 원목길이 2 m, 말구지름 8cm까지 조제한 결과 수종별 조제율은 출참나무가 67.9%이고 신갈나무는 61.3%였다. 조제된 원목의 경급별에 따른 누적 조제율은 Fig. 7과 같다. 말구지름 14cm 이상인 중경목과 대경목의 조제율은 출참나무의 경우 58.6%이고 신갈나무는 51.5%이었다. 조제된 원목의 경급별 구성은 대부분 중경재이었고 대경재와 소경재의 비율은 적었다.

(2) 제재수율

출참나무 원목의 품등별에 따라 주제품(인치재, 상판)과 부제품(가구부재)로 구분하여 제제한 결과, 1등 원목의 제재수율은 주제품이 20.5%고 부제품



(1) *Quercus serrata* (2) *Quercus mongolica*

Fig. 7. The accumulated rate of bucking of *Quercus* spp. by log diameter.

이 20.5%로서 합계 41.0%의 제재수율을 얻었다. 2등 원목의 제재수율은 주제품이 13.1%이고 부제품이 25.5%로서 합계 38.6%의 제재수율을 얻었다. 3등 원목의 제재수율은 주제품이 5.1%이고 부제품이 31.5%로서 합계 36.6%의 제재수율을 얻었다. 4등 원목의 제재수율은 주제품이 4%이고 부제품이 24.0%로서 합계 28.0%의 제재수율을 얻었다.

신갈나무 원목을 제재 재종별로 제제한 결과 인치재는 8.4%의 제재수율을 얻었으며 후로링은 6.9% 가구부재는 19.9%의 제재수율을 각각 얻었다. 신갈나무 원목의 총 제재수율은 35.2%로서 출참나무보다 수율이 적었다.

(3) 이용률

출참나무와 신갈나무 원목의 소경재는 형질 불량으로 인하여 일반용재로서 이용은 불가능하며 다만 중경재 이상을 일반용재로 이용할 경우에 이용률은 출참나무가 22.5% {58.6% (중경재 이상 조제율) × 38.5% (제재수율) ÷ 100}이고 신갈나무의 이용률은 불과 18.1% {51.5% (중경재 이상 조제율) × 35.2% (제재수율) ÷ 100}에 지나지 않는다.

5. 결과 및 고찰

5. 1. 해부학적 성질

활엽수 신갈나무의 9수종의 해부학적 성질중에서 연륜폭은 수종에 따라 현저한 차이가 나타나고 있으며 동일 수종 일지라도 개체 및 측정부위에 따라서도 달랐다. 연륜폭이 비교적 넓은 수종은 사시나무, 신갈나무, 층층나무, 들메나무 등이고 고로쇠나무는 대단히 좁은 수종이었다. 연륜폭은 생장율의 척도가 될 뿐만 아니라 재질을 지배하는 인자가 되고 있다. Osawa 등은 연륜폭에 따른 재질과 용도 분류에서 참나무의 연륜폭이 1.25mm 이상인 목재는 연륜폭이 1.25mm 이하인 목재보다 비중과 압축강도가 크기 때문에 구조용재로 이용함이 적당하다고 하였다. 본 시험에서 신갈나무의 연륜폭은 2.6mm로서 대단히 넓다. 연륜폭을 고려한다면 신갈나무는 구조용재로서 충분히 이용 가능하다. 일반적으로 환공재인 *Q. uercus* spp. 목재는 연륜폭이 크면 따라서 비중과 강도가 커지는 것으로 알려져 있다.

변재폭은 연륜폭과 같이 수종, 개체, 부위에 따라 상이 하였다. 다릅나무는 변재폭이 0.4cm로서 대단히 좁았으며 층층나무는 6.9cm로서 가장 넓은 수종이었다. 일반적으로 수고부위가 높아짐에 따라 변재폭은 다소 감소하는 경향을 나타내고 있는데, 이

는 수고 성장에 따라서 심재 형성이 촉진되고 있다는 것을 알 수 있다. 변재폭은 약제 주입의 난이성과 밀접한 관계가 있으므로 임목에서 원목을 채취할 경우 수고 부위가 낮은수록 변재폭이 넓은 원목을 채취할 수 있다.

섬유장은 수심에서 수피로 향하여 일정한 수령까지는 급격히 증대하다가 그 이후는 고정되거나 체감하는 경향을 나타내고 있어 이는 Sanio의 일반 법칙과 일치되고 있다. 섬유장은 층층나무가 1.380mm로서 가장 컸었다. 섬유장이 1.0mm 이상인 수종은 층층나무, 거제수나무, 찰피나무, 신갈나무, 느릅나무, 박달나무 등이며, 1.0mm 이하인 수종은 사시나무, 다릅나무, 고로쇠나무 등이었다. 특히 고로쇠나무는 0.622mm로서 대단히 짧았다. 우리나라산 활엽수의 평균 섬유장은 대체로 1.0mm 전후로 볼 수 있다. 섬유장은 펄프재의 적정 여부 판정과 밀접한 관련이 있는데 조사된 활엽수의 섬유장으로 본 펄프재 이용은 다릅나무와 고로쇠나무를 제외한 기타 수종은 펄프재로 가용하다. 직경생장에 따른 섬유장의 변이는 성숙재와 미숙재로 구별할 수 있는데 수종별로 섬유장이 증대하는 일정한 수령은 수종에 따라 다소 달랐다. 대체로 수종별 성숙기간은 들메나무가 15년 전후로 가장 짧았고, 다릅나무, 박달나무, 사시나무, 고로쇠나무 등은 20년 전후, 신갈나무, 층층나무, 느릅나무 등은 25년 전후, 찰피나무와 거제수나무는 30년 정도로 가장 늦었다. 따라서 목재의 치수 안정 등 이용을 고려한 벌기령을 결정할 때에 유령림이나 장령림의 벌채 이용은 고려되어야 할 문제이다.

섬유폭도 수심에 수피를 향하여 일정한 수령까지는 증대하는 경향을 나타내고 있으나 섬유장의 변이보다 다소 완만하고 불규칙한 변이를 나타내고 있다. 수종별 평균 섬유폭은 찰피나무가 33μ로서 가장 넓고, 고로쇠나무가 14μ로서 가장 좁았다. 기타 수종은 16~26μ 범위에 속하고 있다. 또한 섬유장과 섬유폭의 비는 직경 성장 부위에 따라 일정한 경향을 나타내지 않으며 불규칙적인 변이를 나타내고 있다. 수종별 평균 섬유장과 폭의 비는 신갈나무가 64로서 가장 크고 거제수나무: 62, 느릅나무: 61, 층층나무: 53, 들메나무: 52, 박달나무: 46, 고로쇠나무 43, 다릅나무: 42, 사시나무: 41 정도였다.

5. 2. 물리적 성질

물리적 성질중에서 생재함수율은 수고부위가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이는 변

재율이 적은 수간의 기부가 변재율이 많은 정보보다 함수율이 많은 것으로 Yasawa⁹⁾가 조사한 일본산 들메나무의 함수율이 심재 보다 변재가 더 작다는 사실과 일치되고 있다. 수종별 함수율은 층층나무가 113%로서 가장 크고, 박달나무는 48%로서 가장 적었다. 기타 수종들의 함수율은 50~87% 범위에 속하고 있다. 생재함수율은 수종별 차이가 심하나 대체로 비중이 큰 수종 일수록 함수율이 낮은 경향을 나타내고 있다. 또한 함수율은 계절에 따라 변화하는데 Gaumann이 조사한 구주산 너도밤나무의 함수율은 년중에서 5월이 가장 적었으며 변재의 함수율은 심재보다 변화가 크다고 하였다. 본 시험에서 함수율 측정 시기는 5월 하순 개서기였으나 우리나라산 활엽수의 시기별 함수율 변화는 앞으로 조사 대상이 되고 있으며, 낙엽 활엽수는 상록 활엽수에 비해 계절에 따른 함수율의 변화는 더 큰 것으로 알려져 있다.

비중은 수종별에 따라 현저한 차이가 있으며 기전비중에 있어서 박달나무가 0.90으로서 가장 크고, 신갈나무 : 0.78, 들메나무 : 0.73, 거제수나무 : 0.71, 느릅나무 : 0.66, 다릅나무 : 0.57, 찰피나무 : 0.49이고 사시나무는 0.45로서 가장 작았다. 함유수분에 따른 비중은 생재비중이 기전비중과 전전비중 보다 훨씬 크게 나타나고 있는데 이는 과대한 함유수분의 무게에 의한 것이다. 기전비중은 생재비중보다 훨씬 작으나 전전비중보다 약간 크다. 기전비중은 전전비중에 비해 큰 수치를 나타내지 않고 있는데 이는 섬유포화점 이하에서 함수율의 증가는 체적의 증가를 수반하기 때문이다. 대체로 전전비중은 기전비중보다 0.24~0.04 정도 낮은 수치를 나타내고 있다.

수축율은 수종 및 수축방향에 따라서 현저한 차이를 나타내고 있다. 전 수축율의 축단방향에 있어서 들메나무가 11.22%로 가장 크고, 거제수나무 : 10.04%, 층층나무 : 9.99%, 찰피나무 : 9.28%, 박달나무 : 9.23%, 신갈나무 : 9.50%, 느릅나무 : 9.28%, 사시나무 : 8.62%이고 다릅나무는 6.44%로서 최소였다. 일반적으로 비중이 큰 수종 일수록 수축율은 컸었다. 수종별 축단과 경단방향 사이에 수축율의 비(T/R)는 박달나무가 1.3으로서 가장 적었고, 찰피나무와 거제수나무는 1.5, 신갈나무, 층층나무, 느릅나무는 1.8, 들메나무는 2.1, 사시나무는 2.4, 이고 다릅나무는 2.7,로서 특별히 컸었다. Kollmann⁴⁾은 비중의 크기별로 수축이방도(T/R)에 관하여 보고한 결과에서 비중이 클 수록 수축이방

도 적어지며, 비중이 0.30~1.10인 목재는 수축이방도가 1.23~3.68범위에 포함된다고 보고하였다. 본 시험의 결과도 전술한 범위에 속하고 있다.

5. 3. 기계적 성질

기계적 성질중에서 종압축강도, 부분압축강도, 휨강도는 Table 6~7과 같고 비중이 큰 수종인 박달나무, 신갈나무, 들메나무, 거제수나무, 느릅나무 등의 강도는 큰 편이고 찰피나무와 사시나무와 같이 비중이 작은 수종은 강도가 작았다. 따라서 강도는 비중의 크기와 거의 비례하고 있으며 이는 Markwardt와 Wilson⁶⁾의 전전비중이 클 수록 강도가 증가한다는 이론과 일치하고 있다. 박달나무, 층층나무, 느릅나무는 비례한도가 큰 수종으로 탄성이 풍부한 편이나 사시나무와 찰피나무는 탄성이 부족한 수종으로 나타났다. 또한 박달나무, 들메나무, 신갈나무, 느릅나무, 거제수나무 등은 영계수가 큰 수종으로서 외력에 대한 변형이 작은 수종으로 나타났다. 사시나무, 찰피나무, 층층나무, 다릅나무 등은 영계수가 비교적 작은 수치를 나타내고 있다. 전단강도, 활열저항, 충격휨흡수에너지는 Table 8~10과 같고 비중이 큰 수종일수록 강도가 컸으며, 하중면에 따라 강도의 차이가 나타나고 있는데 이는 수선의 존재에 기인하는 것으로 생각되며 일반적으로 축단방향이경단 방향보다 컸으며 기타 수종은 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

활열저항에 있어서 신갈나무, 층층나무, 박달나무, 거제수나무, 찰피나무는 축단 방향이 경단방향보다 컸으며 기타 수종은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 충격휨흡수에너지는 들메나무, 박달나무, 거제수나무, 찰피나무, 사시나무, 느릅나무 등은 축단방향이 경단방향 보다 컸었고, 신갈나무는 오히려 경단방향이 축단방향보다 컸으며 다른 수종에 비해 충격휨흡수에너지가 특별히 컸다. 힘반이 용재를 선택 이용코저 할 때에는 수종이나 하중면을 고려하여 이용하여야 할 것이다.

5. 4. 임목형질

출참나무와 신갈나무의 임목형질은 Table 11과 같이 수종간에 현저한 차이가 있었다. 출참나무 임지는 출참나무 순림으로서 지평은 동북 방위에 완경사를 이루는 양토인 임지로서 지위는 중이었다. 신갈나무는 활엽수 혼효림의 주 수종으로서 지평은 서북 방위에 급경사를 이루는 양토인 임지로서 지위는 하였다. 광운산 출참나무는 창촌산 신갈나

부보다 임목형질이 우수하였다. 천연 활엽수의 경우 임목형질은 입지, 성장조건 및 기후조건에 따라 크게 좌우 될 수 있다. 졸참나무의 임목형질이 신갈나무보다 우수한 이유는 졸참나무 임지가 신갈나무 임지보다 성장조건이 좋았고 특히 신갈나무는 고산에서 자생하므로 강설에 의한 피해가 뚜렷하게 나타났다.

5.5. 원목형질

졸참나무와 신갈나무의 원목형질은 Table 12와 같이 대단히 불량하였다. 원목의 경급이 클수록 편심도와 굽음은 커졌고 용이 분포량은 오히려 적어졌다. 졸참나무의 부후공동은 원목의 경급이 클수록 출현율이 많았다. 특히 대경재의 경우는 부후공동의 출현율이 27.9%로서 부후공동의 결점을 가진 원목은 일반용재로서 이용이 불가능한 상태였다. 그러나 신갈나무의 경우는 부후공동이 전연 나타나지 않았다. 이는 고산성으로 인하여 인위적인 피해가 전연 없는 상태에서 성장한 것으로 생각된다. 섬유주행 각도는 신갈나무가 졸참나무보다 더 컸으며, 두 수종의 섬유주행각도는 1.0/50 이하에서 가장 많이 출현하였고, 섬유주행각도가 클수록 출현율은 적었다.

졸참나무와 신갈나무 원목의 품질은 대부분 저질품이고, 1등 원목은 불과 5%정도에 지나지 않고 등의 원목은 55%이상 출현하였다. 원목 품질을 하락시키는 형질의 순위는 굽음 > 용이 > 부후공동의 순이었다.

5.6. 제재형질

졸참나무 제재형질은 Table 14와 같이 대단히 불량하였다. 제재형질중에서 굽음은 0.5%이하에서 가장 많이 출현하였고 굽음이 클수록 출현율은 적어졌다. 둥근모는 인치재와 후로링재인 경우에 둥근모 20%이상, 가구부재의 경우에 둥근모 20%이하에서 출현율이 많았다. 섬유주행각도는 0.3/10 ~ 0.6/10에서 출현율이 많았으며 그 전후로 갈수록 출현율은 점차 감소하였다.

제재품의 품질은 저질품이 대부분이고 품질하락에 영향을 미치는 형질의 순위는 용이 > 둥근모 > 굽음의 순이었다.

5.7. 이용율

원목 길이 2 m, 말구지름 8 cm까지 조제율은 졸참나무가 67.9%, 신갈나무는 61.3%였다. 원목의 말구지름 14 cm 이상인 중경재와 대경재의 조제율은

졸참나무가 58.6%, 신갈나무는 51.5%였다. 조제된 원목의 재종별 구성은 중경재가 대부분이었고, 소경재와 대경재는 대단히 적었다.

졸참나무 중경재 이상인 원목에서 원목 품등별로 제재한 결과 제재수율은 1등 원목에서 41.0%, 2등 원목에서 38.6%, 3등 원목에서 36.6%, 등의 원목에서 28.0%로서 전체의 평균 제재수율은 38.5%였다. 저질 원목일 수록 제재수율은 떨어지며 부제품의 생산량이 주제품보다 많아졌다. 신갈나무의 제재수율은 38.5%로서 졸참나무보다 적었다. 이는 신갈나무 공시 원목의 경급이 졸참나무보다 적었기 때문이다.

전술한 조제율과 제재수율을 기준하여 중경재 이상인 원목을 일반용재로 제재하여 이용할 경우에 이용율은 졸참나무가 22.5%이고 신갈나무가 18.1%에 불과하다. 소경재까지 일반용재로 이용한다면 이용율은 보다 클 수 있으나 사실상 소경재는 형질불량으로 인하여 제재로서 이용은 거의 불가능하다. 따라서 참나무속의 원목과 제재는 형질 불량으로 인하여 일반용재로서 이용은 비 합리적이다. 종합적으로 고려 한다면 참나무속의 원목은 펄프용재로 이용한다는가, 또는 재종별에 따라 대경재는 화장단판을 절삭이용하고 중경재 이하는 갱목 농기구재 및 펄프재 등의 선택적 이용을 기함이 바람직 할 것이다. 또한 벌채시 입지에 폐잔되는 지조재는 임목 간재적의 약 29%정도가 되고 있는데 이를 칩으로 절삭하여 이용하는 방안도 강구되어야 할 것이다. 또한 제재시에 발생하는 많은 량의 가공 폐재의 이용도 아울러 강구되어야 한다.

적 요

우리나라산 유용 활엽수인 신갈나무, 층층나무, 들메나무, 박달나무, 거제수나무, 다릅나무, 찰피나무, 사시나무, 느릅나무, 고로쇠나무 등 10 수종의 해부학적 성질, 물리적 성질, 기계적 성질을 구명하므로써 가공 및 제재개량의 기초자료로 활용함과 동시에 활엽수중에 주 수종을 이루고 있는 참나무속의 형질과 이용율을 조사하여 참나무속의 이용 방향을 설정하기 위하여 실시되었다.

1. 활엽수재의 수고 부위별에 따른 연륜폭, 변재폭, 생재함수율은 수고 부위가 높아질수록 다소 감소하였으며 수종별 감소의 정도는 각각 상이하였고 시험결과는 Fig. 2, 3, 6과 같다.
2. 섬유장과 섬유폭은 수심에서 수피로 향하여 일정한 수령까지는 증대하였으나 그 이후는 고정 또는 체감하는 경향을 나타냈고, 수종별로 목재의 성숙

기간이 다소 달랐으며 시험결과는 Fig. 4, 5 와 같다.

3. 비중, 수축율, 강도상수는 수종별로 상이하였으며 수축율과 강도상수는 비중이 큰 수종일수록 증대하였으며 시험결과는 Table 4~10과 같다.
4. 참나무속의 임목, 원목, 제재형질을 조사한 결과는 Table 11~14와 같고, 원목과 제재품질은 대부분 저질품이었다.
원목 품질에 영향을 미치는 형질별 순위는 굵음, 응이 부후 순서이고, 제재 품질에 영향을 미치는 형질별 순위는 응이, 둥근모, 굵음의 순서였다.
5. 참나무 조제율은 67.9%이고 신갈나무 조제율은 61.3%였다. 경급별에 따른 누적 조제율은 Fig. 7과 같고, 중경재 이상인 원목의 조제율은 참나무가 58.6%이고 실갈나무는 51.5%였다.

조제된 원목의 재종별 구성은 대부분 중경재이었다.

6. 참나무속의 중경재 이상인 원목의 제재수율은 참나무가 38.5%이고, 신갈나무는 35.2%였다. 중경재 이상인 원목을 일반용재로 이용할 경우 수종별 이용율은 참나무가 22.5%이고, 신갈나무가 18.1%로서 대단히 적었다.
7. 참나무속은 임목, 원목 제재형질의 불량으로 인한 이용율의 저하로 일반용재의 개발 이용은 비합리적 일 것이고 경급별에 따라 대경재는 화장단판과, 중경재 이하인 원목은 갯목, 농기구, 팔프재 등의 선택적 이용을 기함이 바람직하다. 또한 벌채 시 임지에 폐잔되는, 임목목적의 약 29%나 차지하고 있는 지조재를 칩으로 이용하는 방안도 아울러 강구되어야 할 것이다.

Summary

This study was carried out to obtain data on anatomical, physical and mechanical properties of ten common hardwood species, in addition to quality of tree, log and lumber from *Quercus* spp. for the reasonable utilization of hardwood resources.

From the results of these tests, several conclusion can be drawn as follows.

1. Variability in wood with height in hardwoods might occur not only among species, but also within the same species and even in the same tree. As a general rule, width of annual ring, sapwood, and moisture content in the freshly cut condition decreased slightly from the bottom level of the stem to the top level. Fiber length and fiber width increased considerably from the core to a certain position toward outer sapwood, and the remained constant or decreased slightly. These results are given in the Figures 2 to 6.
2. The specific gravity in oven dry condition for different kinds of hardwood ranged 0.43 to 0.87. In general, shear, cleavage and toughness were more resistant when the force was applied to tangential face than radial face. The specific gravity showed a positive correlation with shrinkage and strengths. In most species, the rate of tangential shrinkage to radial shrinkage ranged from about 1.2 to 2.6. These results are given in the Tables 4 to 10.
3. Data on qualities of tree, log and lumber in *Quercus* species are given in the Tables 11 to 14. Most of logs and lumbers were low grade. The order of influencing factors in grading were crooking, knots and decay in logs, and knot, wane and bowing in lumbers.
4. Accumulated rate of bucking by log diameter in *Quercus* was given in the Figure 7. The rate of bucking of *Q. serrata* was approximately 67.9 percent and the rate of bucking of *Q. mongolica* was approximately 61.3 percent. The most of logs are constituted by medium log.
5. The lumber yield by medium and large log was approximately 38.5 percent in *Q. serrata* and 35.2 percent in *Q. mongolica*. Net utilizable volume to the stem volume was approximately 22.5 percent in *Q. serrata* and 18.1 percent in *Q. mongolica*. Therefore, at the standpoint of quality, *Quercus* was impossible to utilize general timber because of low quality in log and lumber, but suitable for plupwood, mine prop. agricultural implement and sliced veneer for floor by selection of diameter and quality of log.

인 용 문 헌

1. Bolza, E. & N.H. Kloot. 1963. Mechanical properties—174 Australian timbers. C.S.I.R.O. Australia Division of Forest Products, Technical Paper No. 25; p. 1—7
2. Dakahashi, H. 1917. Study on swelling and absorption of hardwood. Japan G.F.E. Bull. No. 15; p. 123—128.
3. Hiruma, J. & Y. Mochizuki. 1915. Study on mechanical property of hardwood. Japan G.F.E. Bull. No. 13; p. 71—80
4. Kollmann, F. 1951. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. 2 Auf. Muchen; p. 327—497
5. Kwon, Y. & S. Kwon. 1951. Studies on the test of wood (part II). F.E.S. Bull. No. 8; p. 28—55
6. Markwardt, L.J. & T.R.C. Wilson. 1935. Strength and related properties of wood grown in the United States. U.S. Dept. Agr. Tech. Bul. P. 479
7. Ohsawa, M., M. Nakano & I. Hashizume. 1948. Mechanical properties of hardwood in Hokkaido. Wood Technolical Association of Japan Vol. 3, No. 4
8. Yamabayashi, N. 1938. Identification of Corean woods. Korea For Experim. Report No. 27; p. 2—27 ■