

## 江原道産 참나무科 4 樹種의 推定乾燥스케줄

박종수<sup>1)</sup> · 김수창<sup>2)</sup>

The estimated drying schedule of Fagaceae four species grown in Kangwon-Do

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

### 要 約

江原道産 참나무科 4樹種의 乾燥特性을 파악코저 100℃에서 急速乾燥를 실시하여 乾燥中 含水率과 乾燥經過, 初期割裂(木口割裂과 表面割裂), 찌그러짐, 内部割裂 등의 乾燥缺陷을 調査하여 推定乾燥스케줄을 作成한 結果는 다음과 같다.

乾燥時間別 乾燥中 含水率은 初期含水率이 높은 板材일수록 急速한 曲線의 減少를 나타내었고 乾燥所要時間이 길었으며 굴참나무가 乾燥中 割裂의 發生量이 가장 크게 나타났으며 구해진 推定乾燥스케줄은 T<sub>5</sub> - C<sub>2</sub>였다. 또한 모든 樹種의 木理方向別 收縮率은 接線方向(T) > 放射方向(R) > 纖維方向(L)의 順位였으며 急速乾燥法에 의한 收縮率이 정상적인 收縮率보다 크게 나타났다.

### ABSTRACT

This study was carried out to estimate drying schedule of Fagaceae four species grown in Kangwon-Do by oven-drying at 100°C which aimed to elucidate the characteristics such as current moisture content, drying process, initial check, collapse and internal check during drying.

The results were summerized as follows ;

Current moisture content of each board showed a rapid drying curve with the high initial moisture content of board and species with the high initial moisture content took long to do drying. Appearance of checks for *Quercus variabilis* were extremely severe and estimated schedule was T<sub>5</sub> - C<sub>2</sub>. The shrinkage rate of grain direction was in the order of tangential direction > radial direction > longitudinal direction and the shrinkage rate of oven-drying at 100°C was bigger than normal shrinkage rate.

*Key words: Drying schedule, Initial check, Collapse, Internal check, Initial moisture content*

1)강원대학교 대학원 임산가공학과 Dept. of Wood Science and Technology, Gruate School, Kangwon National University

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

## I. 序 論

木材는 生材시 30-200%까지의 含水率을 가지고 있으며, 木材를 사용할때 목재의 物理的 機械的 및 加工的 性質은 含水率의 차이에 의해 크게 달라진다. 生材는 乾燥가 진행됨에 따라서 목재 이용상 큰 缺陷중의 하나인 收縮이 발생하며 이들의 收縮量은 木理方向에 따라 다르므로 미리 사용할 場所에 적용할 수 있는 含水率로 조정하여 두지 않으면 목재에 缺陷이 발생한다. 따라서 목재를 사용할 때는 適正含水率로 건조함으로써 수축, 비틀림, 할렬등을 防止할수 있으므로 생재는 적정함수율로 乾燥하여야 한다.

이와같은 木材의 缺陷은 生材를 사용시 사용 목적에 따라 적정함수율로 건조하면 어느정도 防止할수 있는데 이를 乾燥스케줄의 目的으로 하고 있다.

木材는 樹種에 따라서 乾燥하기 쉬운材, 乾燥하기 어려운材, 割裂이 발생하기 쉬운材, 휘이 일어나기 쉬운材 등 각각의 特性을 지니고 있으므로 樹種 및 두께에 따라 人工乾燥시 적정한 乾燥 Schedule을 選定하여야 한다.

본 研究의 供試 樹種인 참나무材는 比重이 크고 乾燥시 缺陷이 많이 나타나는 건조하기 어려운 樹種이지만 나무결이 아름답고 强度와 耐久性이 좋아 유럽등 목재공업의 선진국에서는 고급가구재와 내장재, 마루재 및 건축재 등에 다양하게 이용하고 있지만 건조기술이 발전도상에 있는 우리나라에서는 그렇지 못한 실정이다.

乾燥스케줄은 미국 임산물 연구소 Torgeson<sup>12)</sup>이 제창한 含水率 변화에 따르는 건조스케줄과 독일의 Keylwerth<sup>7)</sup>의 수분경사에 따르는 건조스케줄등이 主流를 이루고 있으나 전자가 널리 사용되고 있는 실정이다.

乾燥스케줄 작성에 관한 연구는 Torgeson<sup>12)</sup> 乾燥가 어려운 참나무류를 熱氣乾燥時에 乾燥缺陷을 최소화하는 溫度와 濕도에 관해 보고한 바 있으며, Rasmussen<sup>10)</sup>은 미국 임산물 연구소의 연구결과와 다른 학자의 연구결과를 종합하여 미국산 주요수종의 두께별 乾燥스케줄을 보고 하였다.

최근에 McMillen<sup>8)</sup>은 미국 동부산 闊葉樹材의 乾燥 스케줄을 보고 하였다. 乾燥스케줄의 難點을 타개코져 寺澤<sup>2)</sup>은 일본산 목재의 일정한 크기의 試驗材를 100℃의 전건용 건조기에 넣어

急速乾燥法과 그리고 건조초기에 割裂의 難易를 판단코져 조각칼로 纖維와 直角方向으로 切削하여 절삭편의 곡률반경의 크기에 따라 건조의 초기조건을 부여하는 목재건조스케줄의 簡易決定法에 대해 보고한 바 있다. 林과 寺<sup>5)</sup>은 발사(balsa) 포수재의 건조온도(20-100℃)와 全收縮率과의 관계조사에서 細胞의 찌그러짐의 발생 한계온도에 대해 보고하였고, 寺澤<sup>3)</sup>은 알몬(almon)材의 수축을 측정용의 試驗片(3 x 3 x 0.5 cm)으로 細胞의 찌그러짐 발생 정도를 측정하였으며, 또한 2cm 두께의 板目生材를 100℃의 건조기에서 하루동안 건조하고 중앙부를 절단하여 内部割裂과 단면의 Collapse의 정도로 종래 경험있는 木材와 비교 검토하여 개략의 찌그러짐의 特性을 파악할 수 있다고 하였다.

우리나라에서는 朴<sup>1)</sup>, 丁<sup>6)</sup>이 감나무등 樹種의 闊葉樹材를 100℃의 急速乾燥法을 적용하여 割裂의 정도와 건조시간을 측정하여 개략적인 研究特性을 보고한 바 있다.

따라서 본 研究에서는 天然更新에 의해 造成되었으며, 전 國土에 걸쳐 分布되어 있고 그 蓄積量은 38백만m<sup>3</sup>로 전 林木蓄積量의 32.5%를 차지하고 있는 참나무材에 대하여 高溫(100℃)에서 急速乾燥法으로 건조특성을 조사하여 概略의 推定乾燥스케줄을 作成해 봄으로써 수종별, 두께별 및 전처리 실시 有無에 따라 달라지는 건조스케줄에 대하여 개략적으로 건조스케줄을 예측할 수 있는 기초자료 및 적정건조스케줄 작성에 활용해 보고자 실시 하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試 樹種

본 연구를 실시하기 위하여 採取된 供試 樹種은 본 대학교 연습림(강원도 춘천군 동산면 봉명 2리 2林班 나小班)에서 生育상태가 良好한 굴참나무(*Quercus variabilis*), 상수리나무(*Quercus serrata*), 신갈나무(*Quercus mongolia*), 갈참나무(*Quercus aliena*)를 1주씩 選定하여 採取하였으며 林地의 地形은 급경사를 이루고 있으며 海拔은 400m 정도이다. 供試 樹種의 개요는 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of tested specimen

Scientific name	D.B.H(cm)	Tree age	Locality
<i>Quercus variabilis</i>	20.1	26	Bongmyung,
<i>Quercus serrata</i>	21.6	45	Chunchungun,
<i>Quercus mongolia</i>	21.2	45	Kangweon-Do
<i>Quercus aliena</i>	17.2	44	

2. 供試片 製作

각 수종별로 흉고직경 20.1cm(굴참), 21.6cm(상수리), 21.2cm(신갈), 17.2cm(갈참), 材長 1m인 통직한 原木을 推定 乾燥 스케줄 供試片으로 가로 x 세로 x 두께 (20 x 10 x 2cm)로 수종당 10개씩 製作하였다. 또한 급속건조법에 의한 판재의 목리방향별 수축율과 정상적인 수축율과의 차를 비교하기 위하여 각 樹種별로 약 5cm의 單板

을 製作하여 年輪이 비교적 안정된 부위에서 收縮率 측정을 위한 시편을 각각 10개씩 製作하였다. 시편의 규격은 接線方向, 放射方向 收縮率 측정용은 각변의 길이가 각각 30mm, 두께가 5mm의 정사각형 板으로 만들었고 纖維方向 수축율 측정 시편은 길이 60mm, 나비 30mm, 두께 5mm인 직육면체로 하였다. 추정건조 스케줄 및 수축율 시편의 모양과 규격은 Fig. 1과 같다.

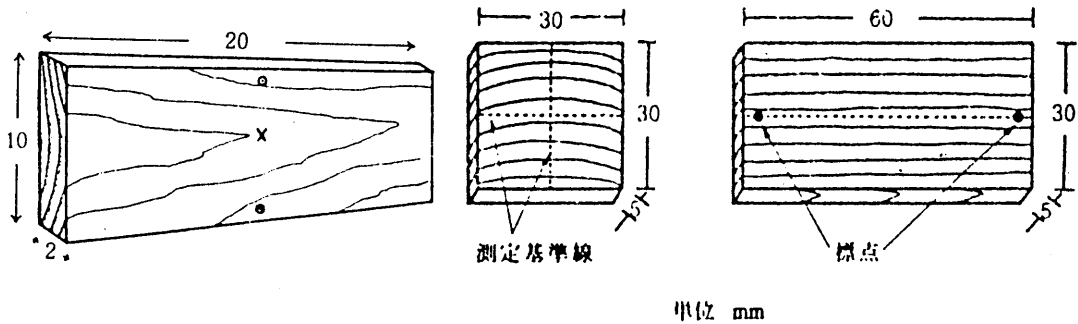


Fig. 1. The shape and size of tested specimen.

3. 實驗 方法

3.1 推定 乾燥 Schedule

20 x 10 x 2cm의 板目試驗材를 製作한 후, 표면을 깨끗이 마무리한 다음 1주일간 침적시켰다.

침적후 시편을 꺼내어 年輪幅, 판재두께 및 판재폭을 측정하였다. 판재 두께의 측정에는 판중양부

의 x지점을, 판재폭의 측정은 중앙부에 9cm폭의 표점 ⊙을 표시하고 이 표점간을 측정하였다. 다음에 시편들의 중량을 측정하고, 미리 온도를 100 - 105℃로 조절한 건조기에 시험재의 판목면이 側面으로 되도록 세워서 넣은후 약 1시간 간격으로 重量과 割裂을 측정하였다. 3시간정도 경과후 발생한 할렬은 좁아지기 시작할때 重量만 측정하고

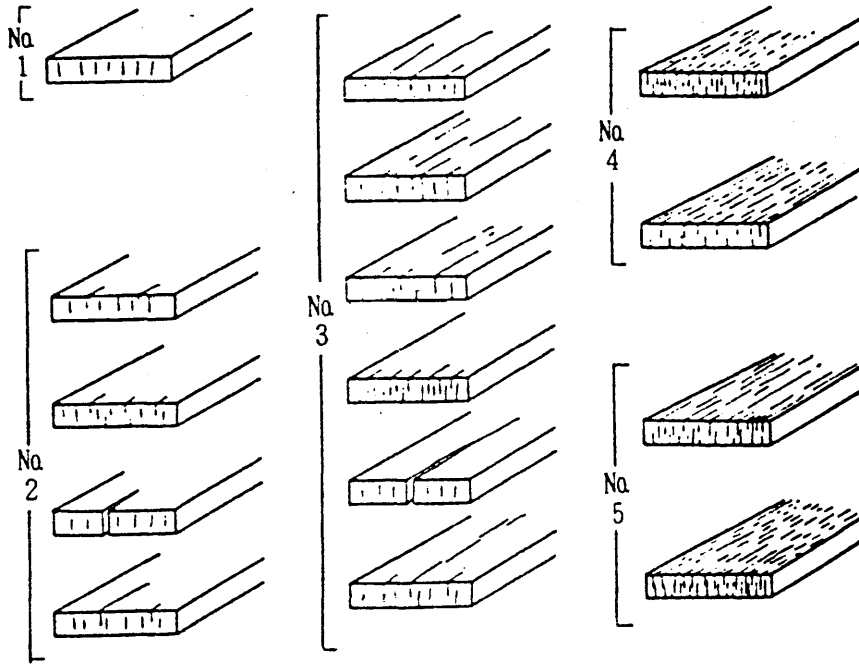


Fig. 2. The steps of initial check.

2, 4, 8, 8, 12, 24시간 간격으로 실시하였다.

건조초기에 발생한 割裂이 가장 심하게 된 상태를 Fig. 2와 대비시켜 건조 초기의 割裂 段階를 결정하였다. 중량감소가 거의 없게 되면, 판재의 치수, 두께 및 판재폭(표점간의 거리)을 각각 측정하였다. 다음에 試驗材를 길이방향의 중앙에서 절단하고 Fig.3에 나타난 것과 같이 切斷面에 板斷面의 角의 두께가 A에서 1cm정도 들어간 板材의 두께감소가 가장 큰 곳의 두께 B를 측정, Table 2에 의하여 단면의 Collapse(찌그러짐)段階를 결정하였다.

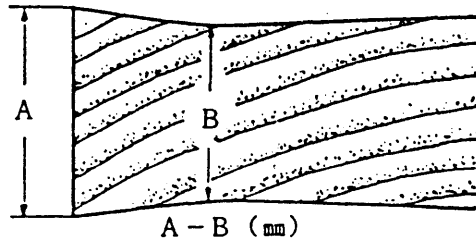


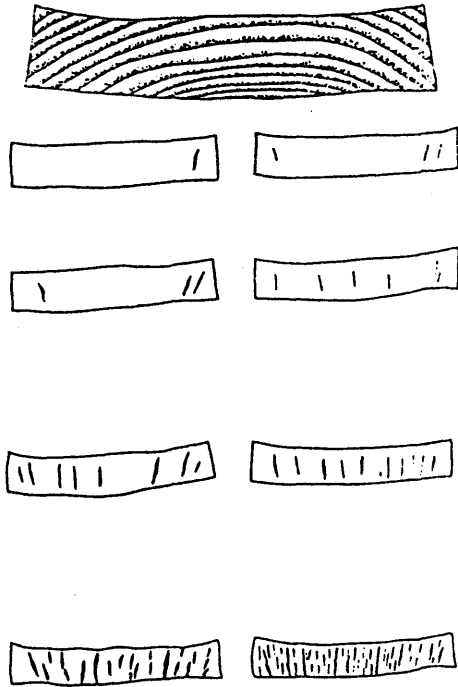
Fig. 3. The measurement of collapse for section.

Table 2. The steps of collapse

Step of collapse	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5
A ~ B (mm)	0 ~ 0.4	0.5 ~ 0.9	1.0 ~ 1.9	2.0 ~ 3.4	3.5 ~

다음에 절단면에 있어서 内部割裂을 Fig. 4와 비교

하여 内部割裂의 段階를 결정하였다.



NO.1

할렬 無

NO.2

굵은 할렬 1개 발생일때

가는 할렬 2~4

NO.3

굵은 할렬 2~4개 발생일때

가는 할렬 5~9개

굵은 할렬 1~2개 발생일때

가는 할렬 3~5개

NO.4

굵은 할렬 5~10개 발생일때

가는 할렬 10~15개

굵은 할렬 3~5개 발생일때

가는 할렬 6~9개

NO.5

굵은 할렬 多數 발생일때

연속 적인 가는 할렬발생

Fig. 4. The steps of internal check.

### 3.2 木理 方向別 收縮率

정상적인 목리방향별 수축을 측정을 위하여 接線方向, 放射方向 측정용의 시편에 대해서는 橫斷面의 兩 중심선 부근에서 年輪에 직각 및 평행하게, 纖維方向 측정용시편에 대해서는 정목면의 세로 중심선 부근에 纖維方向과 평행하게 측정기준선을 지워지지 않도록 그은 다음에 이 시편을 生材일때 (1주일간 침적시킨 시편)측정 하고, 그 다음 실내에서 恒量에 달할때 까지 건조하고(중량변화가 없을때 까지) 氣乾材의 길이를 측정하였다. 건조기에서 60℃, 70℃로 각 48시간씩 예비 건조 한 다음 100 -105℃로 올려 72시간 전건시키고, 시편을 염화칼슘이나 실리카겔이 들어있는 데시게이터에 室溫까지 냉각시킨다. 生材, 氣乾, 全乾 3단계에서 接線, 放射 및 纖維方向 시편의 길이와 重量을 측정하였다.

본 실험에 사용한 기구는 1/100mm까지 측정할 수 있는 마이크로미터를 사용했고, 전자 저울로 소

숫점 3째자리 까지 측정하였다. 특히 기건은 4주가량 서늘한 곳에 방치하였고, 시편이 얇아 휘는것을 방지하기 위해 기건시에는 무거운 物質위에 시편에 올려 놓았고, 전건시에는 예비건조를 10℃씩 올리면서 휘는것을 최대한 방지하였다. 각 상태의 收縮率 실험은 다음식에 의하여 계산하였다.

$$\text{전 수축율 } \alpha = \frac{L_g - L_o}{L_g}$$

$$\text{기건 수축율 } \alpha_a = \frac{L_g - L_a}{L_g}$$

$L_g$  : 生材狀態일때 基準線의 길이

$L_a$  : 氣乾狀態일때 基準線의 길이

$L_o$  : 全乾狀態일때 基準線의 길이

### III. 結果 및 考察

본 研究에서 얻어진 4樹種의 初期含水率, 比重 및 平均年輪幅은 Table 3과 같다.

Table 3. Initial moisture content, specific gravity and mean annual ring width of all species

Species	Moisture content(%)			Specific gravity			Mean annual ring width (cm)
	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	
<i>Quercus variabilis</i>	65	55	60	0.91	0.83	0.86	0.442
<i>Quercus serrata</i>	89	71	76	0.76	0.65	0.72	0.255
<i>Quercus mongolia</i>	66	59	62	0.82	0.72	0.79	0.235
<i>Quercus alience</i>	70	57	64	0.83	0.72	0.76	0.213

#### 1. 含水率과 乾燥經過

굴참나무의 3樹種의 初期含水率과 最終含水率 및 最終含水率 약 1%에 이르는 데 要하는 乾燥時間 그리고 乾燥時間에 따른 乾燥中 含水率 變化는 Fig. 5와 같다.

본 實驗 結果 모든 板材의 平均 초기함수율은 굴참나무 60%, 상수리나무 76%, 신갈나무 62%, 갈참나무 64%로 수종별로 약간의 차이를 나타내고 있다. 乾燥中 含水率は 4樹種 모두 乾燥時間經過에 따라 급속히 減少하고 있으며, 특히 초기함수율이 높은 관재일수록 함수율 감소는 보다 급속히 변화하고 있음을 알수 있었다.

初期含水率에서 最終含水率 약 1%까지 乾燥所要時間은 굴참나무 33시간, 상수리나무 37시간, 신갈나무 36시간, 갈참나무 40시간이 소요되었는데 이와같이 건조소요시간은 초기함수율이 높을수록 그리고 건조중 함수율의 변화가 느린 수종일수록 오랜시간이 요하였다.

#### 2. 乾燥缺陷

굴참나무의 3樹種의 乾燥初期의 割裂, 斷面の Collapse 및 内部割裂에 대한 실험 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Drying defects of all species

Species	Drying defects		
	Initial check	Collapse	Internal check
<i>Quercus variabilis</i>	No.4	No.1	No.4
<i>Quercus serrata</i>	No.2	No.1	No.3
<i>Quercus mongolia</i>	No.2	No.1	No.3
<i>Quercus alinence</i>	No.3	No.1	No.3

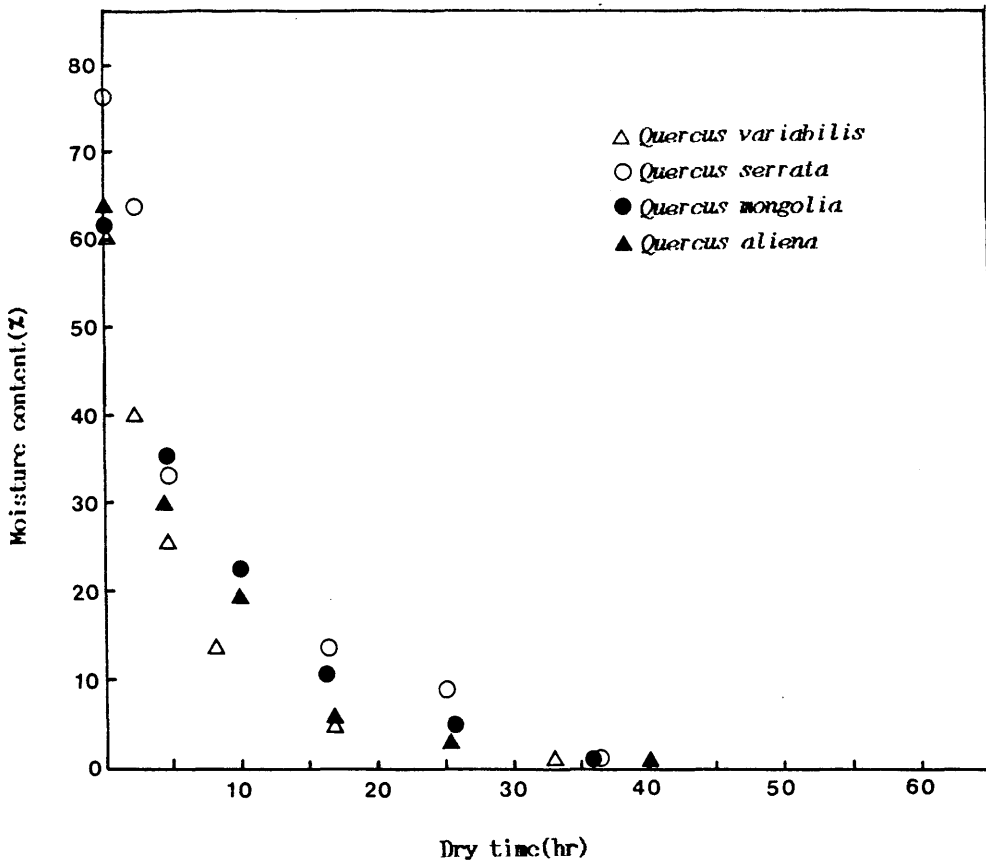


Fig. 5. Dry curve by 100°C oven dry.

### 1) 初期割裂

4樹種의 初期割裂의 發生量과 最大量의 發生時期를 Fig.2에 比較하여 보면 初期割裂의 發生量은 굴참나무(NO.4)와 갈참나무(NO.3)가 심하게 나타났고 상수리나무(NO.2)와 신갈나무(NO.2)는 보통으로 나타났다. 또한 初期割裂의 最大發生量은 상수리나무와 신갈나무의 경우 어느정도 건조시간이 경과한 후 나타났는데 반해 굴참나무와 갈참나무는 비교적 짧은 건조시간내에 나타남을 알 수 있었다.

### 2) Collapse

4樹種의 collapse의 發生量을 Fig.3에 比較하여

조사한 결과 모든 수종의 collapse 발생량은 NO.1으로 나타났다. 즉, collapse는 初期割裂 및 内部割裂에 비해 발생량이 매우 적음을 알 수 있었다.

### 3) 内部割裂

모든 樹種의 内部割裂의 發生量을 Fig.4에 比較하여 조사한 결과 굴참나무가 내부할렬(NO.4)이 가장 심하게 발생하였고, 그외 3수종 역시 내부할렬(NO.3)이 많이 발생하였다.

以上の結果에서 굴참나무는 이외의 3樹種보다 初期割裂과 内部割裂의 發生量이 크게 나타났다. 따라서 乾燥初期의 乾燥條件을 이들보다 完화된 조건으로 해야함을 알 수 있었다.

Table 5. Drying condition by the steps of defects (unit;°C)

Drying defects	Drying condition	Steps of defects				
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
Initial check	Temp. of first Drying	70	60	55	50	45
	Wet bulb depression	7.0	5.0	3.0	2.0	2.0
	Temp. of last Drying	95	90	80	80	80
Collapse	Temp. of first Drying	70	60	55	50	45
	Wet bulb depression	7.0	5.0	4.0	3.0	2.5
	Temp. of last Drying	95	80	80	75	70
Internal check	Temp. of first Drying	70	55	50	50	45
	Wet bulb depression	7.0	5.0	4.0	3.0	2.5
	Temp. of last Drying	95	80	75	70	70

Table 6. Estimated drying conditions of all trees (unit;°C)

	Temp. of first Drying				Wet bulb depression				Temp. of last Drying			
	* A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Initial check	50	60	60	55	2.0	5.0	5.0	3.0	80	90	90	80
Collapse	70	70	70	70	7.0	7.0	7.0	7.0	95	95	95	95
Internal check	50	50	50	50	3.0	4.0	4.0	4.0	70	75	75	75
Estimated drying condition	50	50	50	50	2.0	4.0	4.0	3.0	70	75	75	75

- \* A: *Quercus variabilis*
- B: *Quercus serrata*
- C: *Quercus mongolia*
- D: *Quercus alinence*

### 3. 推定乾燥스케줄

Table 4의 結果를 Table 5에 適用시켜 각각의 損傷에 대한 乾燥初期의 初期溫度和 乾濕球 溫度差 및 末期溫도를 구한 결과 모든 樹種의 初期溫度, 末期溫度 및 乾濕球溫度差는 Table 6과 같다.

위에서 구해진 乾燥 初期溫도와 末期溫度 條件

을 다음 Table 7에 적용시켜 각각의 含水率에 있어서 온도를 구한 다음, 乾燥初期의 건습구 온도차를 Table 8의 스케줄에 대하여 初期含水率을 고려하여 각 含水率에 있어서 건습구온도차를 구하였다. 그리고 Table 9와 같이 推定乾燥스케줄을 作成하였다.



Table 7. General temperature schedules for hardwoods

Temperature step No.	Moisture content at start of step(%)	Dry -bulb temp. for temp. schedule NO.-(°C)													
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>14</sub>
1	生材 ~ 30	40	40	45	45	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80
2	30 ~ 25	40	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	75	80	90
3	25 ~ 20	40	50	55	55	60	60	65	65	70	70	70	75	80	90
4	20 ~ 15	45	55	60	60	65	65	70	70	70	75	75	80	90	95
5	15 ~ 終末	50	65	70	80	70	80	70	80	70	80	80	80	90	95

Table 8. General wet-bulb depression schedules for hardwoods

Wet-bulb depre- ssion step No.	Moisture content at start of step for moisture content class (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
1	生材~30	生材~35	生材~40	生材~50	生材~60	生材~70	生材~2/3Ua
2	30~25	35~30	40~35	50~40	60~50	70~60	2/3Ua~2/3Ua~10
3	25~20	30~25	35~30	40~35	50~40	60~50	2/3Ua~10~2/3Ua~20
4	20~15	25~20	30~25	35~30	40~35	50~40	2/3Ua~20~2/3Ua~30
5	15~10	20~15	25~20	30~25	35~30	40~35	2/3Ua~30~2/3Ua~40
6	10~末	15~末	20~末	25~末	30~末	35~末	2/3Ua~40~末

Wet-bulb depre- ssion step No.	Wet-bulb depression for wet-bulb depression schedule (°C)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.5	2.0	3.0	4.0	5.5	8.5	11	14
2	2.0	3.0	4.0	5.5	8.0	11	17	20
3	3.5	4.5	6.0	8.5	11	17	22	28
4	5.5	8.0	11	14	20	28	28	28
5	14	17	20	22	28	28	28	28
6	28	28	28	28	28	28	28	28

Table 9. The estimated schedule of all species

Moisture content(%)	Temperature (°C)				Wet-bulb depression(°C)					
	*	A	B	C	D	*	A	B	C	D
76 ~ 40			50					4.0		
64 ~ 40					50					3.0
63 ~ 40				50					4.0	
60 ~ 40		50					2.0			
40 ~ 35		50	50	50	50		3.0	5.5	5.5	4.0
35 ~ 30		50	50	50	50		4.5	8.5	8.5	6.0
30 ~ 25		55	55	55	55		8.0	14.0	14.0	11.0
25 ~ 20		60	60	60	60		17.0	22.0	22.0	20.0
20 ~ 15		65	65	65	65		28.0	28.0	28.0	28.0
15 ~ 終末		70	70	70	70		28.0	28.0	28.0	28.0

\* A: *Quercus variabilis*

B: *Quercus serrata*

C: *Quercus mongolia*

D: *Quercus alinence*

#### 4. 木理方向別 收縮率

굴참나무外 3수종의 木理 方向別 收縮率을 구한 결과 Table 10과 같다.

Table 10. The shrinkage rate of grain direction for all species

The total shrinkage rate of grain direction Species	The total shrinkage rate by nomal measurement(%)			The total shrinkage rate by oven-drying at 100°C(%)		
	T	R	L	T	R	L
<i>Quercus variabilis</i>	9.68	4.32	0.52	14.54	8.72	0.76
<i>Quercus serrata</i>	7.02	3.97	0.32	10.02	6.11	0.49
<i>Quercus mongolia</i>	8.65	4.29	0.50	11.75	8.56	0.70
<i>Quercus alinence</i>	8.60	4.02	0.40	11.45	8.02	0.69

모든 樹種의 木理 方向別 收縮率은 Kollmann 등이 보고한 바와 같이 接線方向(T) > 放射方向(R) > 纖維方向(L)의 順位였으며 섬유방향은 거의 무시해도 좋았다. 또한 急速乾燥法에 의한 목리방향별 수축율은 乾燥缺陷(특히 찌그러짐)이

發生한 點을 고려하여 最大値로 구하였는데도, 정상적인 수축율보다 크게 나타났다. 이는 급속건조에 의하여 정상적인 수축율보다 細胞의 變形이 심하여 收縮率이 많이 發生한것으로 생각되어진다.

#### IV. 結論

江原道産 참나무科 4樹種(굴참나무, 상수리나무, 신갈나무, 갈참나무)의 乾燥特性을 파악코저 100℃에서 急速乾燥를 실시하여 乾燥中 含水率과 乾燥經過, 初期割裂, 찌그러짐, 内部割裂 등의 乾燥缺陷을 調査하여 推定乾燥스케줄을 作成한 結果는 다음과 같다.

1. 乾燥時間別 乾燥中 含水率은 初期含水率이 높은 板材일수록 急速한 曲線的 減少를 나타내었다.
2. 初期含水率에서 最終含水率 1%까지 乾燥所要時間은 初期含水率이 높을수록 그리고 乾燥中含水率 變化가 느린 樹種일수록 길었다.
3. 乾燥初期의 割裂 發生量은 굴참나무 > 갈참나무 > 상수리나무, 신갈나무의 順으로 나타났으며 모든 樹種의 찌그러짐의 發生量은 初期割裂과 内部割裂에 비해 發生量이 적게 나타났다. 또한, 内部割裂의 發生量은 굴참나무가 가장 크게 나타났다.
4. 구해진 推定乾燥스케줄은 굴참나무 T<sub>5</sub> - C<sub>2</sub>, 상수리나무 T<sub>5</sub> - C<sub>4</sub>, 신갈나무 T<sub>5</sub> - C<sub>3</sub> 였으며 굴참나무는 乾燥初期의 條件을 가장 完化하게 해야 함을 알수있었다.
5. 모든 樹種의 木理方向別 收縮率은 接線方向(T) > 放射方向(R) > 纖維方向(L)의 順位였으며 急速乾燥法에 의한 收縮率은 정상적인 收縮率보다 크게 나타났다.

#### V. 參考文獻

1. 박상진, 이용대, 조재명, 정병재. 1975. 특용활엽수재의 인공건조 schedule(I)임업시험장연구보고. 22: 47- 58
2. 寺澤眞. 1965. 木材工業 Vol. 20(5)
3. 寺澤眞. 1979. 家具材の人工乾燥. 木材工業 Vol. 34(11)
4. 林業試驗場. 1968. 試驗研究報告書. 981-1014pp
5. 林和男, 寺澤眞. 1977. 飽水 balsa材の細胞の lapseに關する研究(4). 木材誌:23(25)
6. 정병재, 이은철, 오광인, 김종영. 1973. 수출용 목재가공품의 품질개선에 관한 연구
7. Keylwerth, R. 1951. Holz Roh-Werkstoff. 9(7)
8. McMillen, J.M. and Wengert, E.M. 1978. U.S.D.A. Forest Serv. Agri. Handbook No. 528
9. Mcmillen, J.M. 1968. Accelerated kiln-drying of presurfaced lynch northern red oak. U.S.D.A. Forest service. Forest prod. Lab. Note 122
10. Rasmussen, E.F. 1961. Dry Kiln. U.S.D.A. Forest Serv. Agri. Handbook No.188
11. Simpson, W.T. 1976. Steaming northern red oak to reduce kiln-drying time. Forest Prod. J26(10): 35-36
12. Torgeson, O.W. 1951. What precaution will minimize seasoning defects in kiln drying of green oak lumber. U.S. Dept. Agr. Forest Serv. R.D. 176:9-11