

## 広葉樹小径材の人工乾燥 (第 1 報)

— ブナ・ミズナラ・ウダイカンバ —

主任専門研究員 中 野 正 志  
技 師 東 野 正

### 要 旨

県産広葉樹 3 樹種の小径材について、板目板を主体にして、棧木圧  $1 \text{ kg/cm}^2$  で圧縮し乾燥による形質変化を調査した。

- 1 小径材を厚さ 3 cm の板にガラ挽きし、幅 8 cm 以上、2 cm 建てに幅決めした。
- 2 人工乾燥は、仕上り含水率 10% を目標とした。
- 3 樹種別の乾燥条件は、急速乾燥から推定した。その結果、初期乾球温度はブナが 50℃、ミズナラが 45℃、ウダイカンバが 55℃、また湿球温度はそれぞれ 47℃、42℃、51℃であった。
- 4 乾燥日数は、ブナが 7.5 日、ミズナラが 15 日、ウダイカンバが 3.5 日で乾燥スケジュールとしては標準的であった。
- 5 乾燥に伴う曲り、幅そり、ねじれの大きさは、いずれもブナ、ミズナラ、ウダイカンバの順であった。
- 6 圧縮することで縦ぞり、ねじれを抑制することができた。
- 7 割れは、各樹種とも全般的に発生が少なかった。
- 8 ブナ、ミズナラの乾燥材は、無欠点裁面率の減少によって品等が低下し、過半数が等外品であった。

### 1 はじめに

本県における一般広葉樹材、特に製材用原木のなかで優良大径材が年々少なくなり、原木が小径化の傾向にある。

広葉樹材は、大半が家具用材に向けられるが、小径材の場合、大径材と異なって幅広い良材の生産が望めず、おのずと採材が限られ、ひいては製材歩止りに影響を及ぼしている。

そこで、本試験は、資源的な見地から県産広葉樹小径材の有効利用、集約利用をはかり、かつ、今後の原木事情に応じた乾燥技術を検討するため、今回は、ブナ、ミズナラ及びウダイカンバについて、小径材から有利な板目板を採材して乾燥試験を行ったので参考に供したい。

なお、本試験は、昭和54年度からはじまった林野庁の大型プロジェクト研究「国産材の多用途利用開発に関する総合研究」の一環として実施したものである。

## 2 試験方法

### (1) 供試材及び乾燥方法

小径材は、末口径19~27cmで、1樹種につき10本を供した。その概要は表-1のとおりである。

表-1 素材の概要

樹種	材長 (m)	供試数 (本)	区分	末口径 (cm)	元口径 (cm)	曲り (%)	末口心材率 (%)	平均年輪幅 (mm)
ブナ	2.2	10	最小-最大 平均	21-27 25	24-31 28	4-19 11	1-27 13	1.00-1.99 1.54
ミズナラ	2.1	10	最小-最大 平均	20-22 21	21-30 24	5-29 15	59-84 71	1.27-1.87 1.61
ウダイカンバ	2.1	10	最小-最大 平均	19-26 24	21-28 25	3-19 11	12-30 20	1.37-2.6 2.06

供試材を厚さ3cmの板にガラ挽きし、幅8cm以上、2cm建てに幅決めした。

各樹種の供試材から2~3枚ずつ計20枚の板目板を無作為に抽出し、乾燥に伴う曲り、縦ぞり及びねじれなどの狂いの形質変化を調査した。なお、乾燥歩止りは、この材を含めた全ての材について調査した。

栈積みは、栈木間隔50cm、板の横間隔2cm程度とし、栈積み上部の狂いを抑えるため栈木圧1Kg/cm<sup>2</sup>の死荷重で圧縮した。

乾燥は、予め100℃急速乾燥試験<sup>4)</sup>によって推定した乾燥スケジュールに従い、IF型5石乾燥装置で、樹種別に含水率10%を目標に連続運転で行った。

樹種別の乾燥スケジュールは、幅20cm、長さ45cmの柁目板3枚（両木口を銀ニスでシール）を用いて各含水率の平均値で行った。また、比較用として板目板を柁目板と同数用いて含水率減少経過を測定した。

### (2) 狂い、収縮率の測定

曲り及び縦ぞりは、材長180cmに対する内曲面について、また、幅そりは、材軸の幅方向10cmに対するそれぞれの最大矢高を測定した。

ねじれは、木口面の幅方向の一辺長が水平台から移動した量を傾斜角に換算した。

次に、収縮率は、板目板の両木口より20cmの位置及び中央の木表側に設定した3箇所について、幅、厚さを測定し、それぞれ3箇所の平均で示した。

### 3 結果及び考察

#### (1) 100℃急速乾燥試験<sup>4)</sup>

幅10cm、長さ20cm、厚さ2cmにプレーナー仕上げした板目板を温度100℃に調整した定温乾燥器で乾燥し、初期割れ、内部割れ及び断面の変形の損傷程度から乾燥条件を推定した。その結果、各樹種の推定条件は表-2のとおりである。

表-2 急速乾燥試験結果

樹種	心材率 (%)	欠点の程度と種類			初期含水率 (%)	推定条件		
		初期割れ	断面変形	内部割れ		初期温度 (℃)	温度差 (℃)	末期温度 (℃)
ブナ	100	2	3	2	70.0	55	4.0	80
	100	3	4	3	62.3	50	3.0	75
	100	2	4	3	64.0	50	3.0	75
ミズナラ	0	2	2	1	72.9	60	5.0	80
	0	2	3	1	86.0	55	4.0	80
	0	3	2	1	83.6	55	3.0	80
ウダイカンバ	0	1	2	1	40.2	60	50	80
	0	1	2	1	37.7	60	50	80
	0	1	2	1	36.1	60	50	80

被乾燥材には、樹心部に近いもの、木理不整の点を考慮して、表-2の推定条件より1ランク緩い条件を導いた。

樹種別の乾燥スケジュールは表-3のとおりで、これに従って人工乾燥を行うこととした。

#### (2) 含水率経過

樹種別における含水率経過を図-1, 2に示した。

初期含水率は、ブナが74%、ミズナラが71%及びウダイカンバが55%であるが、仕上り含水率10%まで低下するのに要した乾燥日数は、板目板では、ブナが7.5日、ミズナラが15日及びウダイカンバが3.5日であった。また、板目板は、板目板の仕上り含水率よりさらに含水率が低下し、これ

らの乾燥日数に対し、ブナが8.2%、ミズナラが6.7%及びウダイカンバが9.0%の含水率に達した。

表-3 乾燥スケジュール

ブナ			ミズナラ			ウダイカンバ		
含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
~50	50	3	~50	45	3	~40	55	4
50~40	50	4	50~40	45	4	40~35	55	6
40~35	50	6	40~35	45	6	35~30	55	9
35~30	50	10	35~30	45	10	30~25	60	15
30~25	55	18	30~25	50	18	25~20	65	25
25~20	60	25	25~20	55	25	20~15	70	30
20~15	65	30	20~15	60	30	15~	80	30
15~	70	30	15~	70	30			

特にミズナラは、他の樹種に比べて乾燥日数が極めて長く、乾燥の困難性がうかがえた。

これらの乾燥日数について、既報<sup>1) 3)</sup>と対比すると1~2日間の差異であり、一応、乾燥スケジュールとしては標準的といえよう。

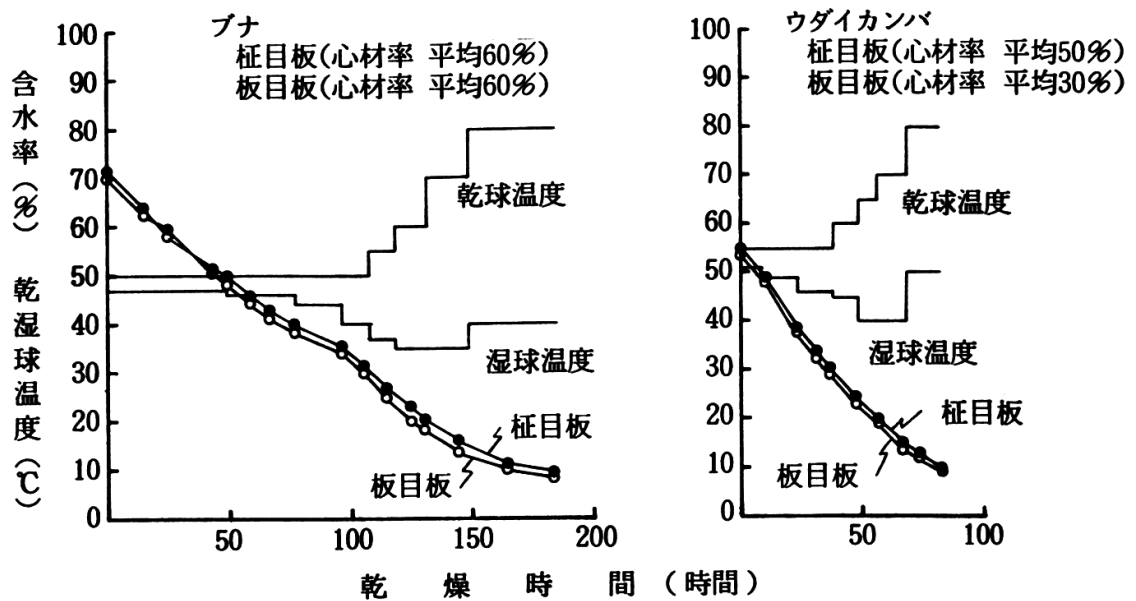


図-1 含水率経過

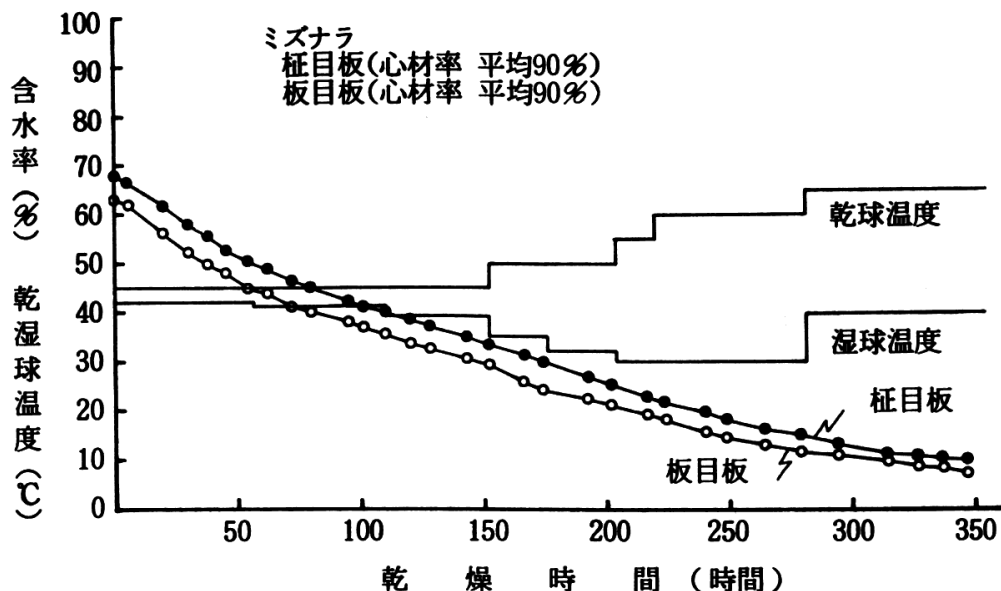


図-2 含水率経過

(3) 狂い

乾燥終了後、1日おいて室内から栈積み材を炉出した。

乾燥材の曲り、縦ぞり及び幅そりなどの狂いの形質変化を表-4に示した。

表-4 乾燥による狂い

樹種	供試材数(枚)	区分	含水率(%)		曲り(mm)		縦ぞり(mm)		ねじれ(度)	
			乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後
ブナ	20	最小-最大	68.8-84.4	6.6-11.0	0.5-4.5	1.5-11.0	0.5-9.5	1.0-6.5	0.83-2.74	0-3.8
		平均	75.0	8.7	1.9	5.9	4.4	3.7	1.96	1.5
		標準偏差	4.49	1.29	1.20	2.87	2.27	1.54	0.62	1.05
ミズナラ	20	最小-最大	55.4-69.0	6.7-9.6	0.5-3.5	1.5-15.0	0.5-10.5	1.0-6.5	0.93-2.95	0-2.5
		平均	62.9	8.2	1.6	5.4	4.2	2.7	1.69	0.9
		標準偏差	3.84	0.76	0.73	3.62	2.79	1.43	0.51	0.55
ウダイカンバ	20	最小-最大	40.8-79.1	7.4-12.3	0-5.0	0.5-9.0	2.5-8.0	1.0-8.5	0.25-1.08	0-1.8
		平均	55.3	8.6	2.1	3.0	4.5	2.8	0.69	0.8
		標準偏差	13.12	1.15	1.24	2.39	1.66	2.07	0.20	0.55

曲りは、ブナ、ミズナラ、ウダイカンバの順に大きく、乾燥前に発生した曲りと対比すると、それぞれ3.1倍、3.4倍、1.4倍の発生量を示し、特にウダイカンバの曲りが全般的に少ない傾向を

示した。

縦ぞりは、乾燥前より乾燥後の発生が少なく、その発生量は樹種間で14~38%程軽減し、圧縮による抑制効果が認められた。縦ぞりは、乾燥前では大部分が木表方向に発生していたが、乾燥後、逆方向に生じたものがあった。これは樹心部に近い材に現われ、一般には樹心に近いほど繊維方向の収縮率が大きくなる傾向があるので、この結果となった。

幅そりは、木材組織に起因する板目板特有の欠点であるが、乾燥によってブナ、ミズナラ、ウダイカンバの順に大きく、その平均値は、板幅10cmに対しブナが1.96 mm、ミズナラが1.69 mm及びウダイカンバが0.69 mmであった。

この幅そりは、乾燥条件の操作だけでは抑制できないので、幅そり応力<sup>2)</sup>を考慮した圧縮の検討が必要である。

また、幅そりは、素材の木取り位置と関係がある<sup>5)</sup>といわれているが、ここではこのような傾向はみられなかった。このことは木取り位置よりも圧縮圧の不足が一因でないかと考えられる。

次に、ねじれは、ブナ、ミズナラ、ウダイカンバの順に大きく、実用的には差しさわりのない程度の発生で、圧縮による効果が認められた。

以上のことから、樹種別ではウダイカンバの損傷が比較的少ない、他の樹種は、栈木圧1 kg/cm<sup>2</sup>で曲り、幅そりを防止するには不十分であるが、その他の欠点は、栈積み上部から平面に荷重が加わっただけで、程度によっては効果が認められたものが多かった。

#### (4) 収 縮 率

樹種別における収縮率を表-5に示した。

表-5 収 縮 率

樹 種	供試材数 (枚)	区 分	収 縮 率 (%)			
			乾 燥 時		全 乾 時	
			接線方向	半径方向	接線方向	半径方向
ブ ナ	20	最小-最大 平 均	5.46-9.54 7.70	3.09-7.24 4.72	8.18-11.89 10.21	4.64-9.21 6.43
ミズナラ	20	最小-最大 平 均	5.20-7.58 6.66	4.02-6.76 5.24	7.45-9.75 8.67	5.19-7.90 6.52
ウダイ カンバ	20	最小-最大 平 均	3.94-6.29 5.33	3.72-5.50 4.78	6.18-8.08 7.19	5.13-7.77 6.24

収縮率は、接線方向ではブナ、ミズナラ、ウダイカンバの順に大きい。これに対し半径方向は、ほぼ同程度の収縮率であった。なお、ミズナラ、ウダイカンバは、接線方向と半径方向の収縮率差が1%上下で、通常の収縮率と異なった傾向を示した。これは、幅そりが接線方向の収縮率に影響を及ぼしているものと考えられるが、両者の関係を導きだすことはできなかった。

#### (5) 割 れ

割れは、木口から材面に発生した木口割れと表面割れに区分して表-6に示した。

表-6 乾燥による割れ

樹 種	供 材 試 数 (枚)	区 分	木 口 割 れ		表 面 割 れ	
			本数 (本)	長さ (mm)	本数 (本)	長さ (mm)
ブ ナ	20	最小-最大 平 均	0 - 1 0.2	0 - 52 7	0 - 1 0.1	0 - 58 3
ミ ズ ナ ラ	20	最小-最大 平 均	0 - 3 0.8	0 - 325 55	0 - 6 1.3	0 - 746 94
ウダイカンバ	20	最小-最大 平 均	0 - 0 0	0 - 0 0	0 - 3 0.3	0 - 190 16

材軸の幅方向の二材面について、1枚当りの本数、割れ長さを平均値で示した。

木口割れは、ウダイカンバには全く発生しなかった。

表面割れは、樹心部に近い材に発生したものが多く、乾燥による芯割れであった。しかし、各樹種とも総体的に割れ発生は少なかった。

#### (6) 乾燥材の品等区分及び無欠点裁面

樹種別の製材歩止り及びJASに準じた無欠点裁面の採材率を表-7、乾燥材の品等区分を表-8に示した。

樹種別の製材歩止りは55~60%で、広葉樹小径材のダラ挽きとしては歩止りが比較的良い。この製材品からの無欠点裁材率は、素材の材積に対して、ミズナラが約30%、ブナ、ウダイカンバが約40%であった。乾燥後は採材率が11~17%減少したが、大半は板幅の収縮率の影響によるものであった。

次に乾燥材の品等について、各種の欠点因子を総合した等級で2等以上の比率は、ウダイカンバが73%と比較的高く、これに対しミズナラが22%と最も低い。なお、ブナ、ミズナラには過半数が等外品であった。これは収縮による無欠点裁面率の減少と芯割れ、節の欠点が二次因子として総合

品等を低下させていた。

表-7 製材歩止り及び無欠裁面の採材率

樹種	素材の総材積 (A) (m <sup>3</sup> )	幅ぎめ材の総材積(B) (m <sup>3</sup> )	区分	製品歩止り (B/A) (%)	無欠点裁面の材積 (C)	
					乾燥前(C/A) (%)	乾燥後(C/A) (%)
ブナ	1.240	0.7447	最小-最大 平均	52.5-74.5 60.0	26.8-49.6 39.8	16.3-38.9 27.9
ミズナラ	0.930	0.5249	最小-最大 平均	46.6-59.3 56.4	13.0-44.7 29.5	10.5-37.5 22.8
ウダイカンバ	1.122	0.6145	最小-最大 平均	43.4-66.0 54.8	29.8-53.6 39.5	23.7-46.5 33.3

表-8 乾燥後の品等区分

樹種	供試材数 (枚)	欠点因子による品等区分																			
		無欠点裁面の等級					節の等級					曲り, 割れ, その他等級					総合等級				
		特等	1等	2等	3等	等外	特等	1等	2等	3等	等外	特等	1等	2等	3等	等外	特等	1等	2等	3等	等外
ブナ	76	0 (0)	19 (25)	17 (22)	4 (5)	36 (47)	18 (24)	2 (3)	31 (41)	4 (5)	21 (28)	57 (75)	1 (1)	1 (1)	14 (18)	3 (4)	0 (0)	14 (18)	15 (20)	6 (8)	41 (54)
ミズナラ	63	3 (5)	8 (13)	11 (17)	2 (3)	39 (62)	7 (11)	4 (6)	48 (76)	4 (6)	0 (0)	30 (48)	12 (19)	1 (2)	6 (10)	14 (22)	0 (0)	2 (3)	12 (19)	2 (3)	47 (75)
ウダイカンバ	66	8 (12)	13 (20)	27 (41)	4 (6)	14 (21)	17 (26)	6 (9)	42 (64)	0 (0)	1 (1)	63 (95)	2 (4)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	7 (11)	10 (15)	31 (47)	4 (6)	14 (22)

( ) は比率

#### 4 むすび

以上の乾燥試験を要約すると、樹種別によって狂いの損傷発生が異なり、特にウダイカンバは狂いが全般的に少なかった。ブナ、ミズナラについては、圧締圧を増すことで狂いの矯正が可能なので検討する余地がある。

また、各樹種の無欠点裁面は、樹心に近づくに従い、節、芯割れなどで採材率が減少するので、



通常の小径材から幅広い材が期待できない。この点から、小径材の付加価値を高めるには、幅決めるよりも耳付けしたまま乾燥するのが妥当でなかろうか。

本試験は、5年間の計画で当初の3年間は樹種別に基礎的な試験を行うこととしている。今後は、更に樹種を追加し、広葉樹小径材に即応した乾燥スケジュールなどを検討する。

## 5 文 献

- 1) 岩手県林業試験場成果報告 第10号, P47~53, (1976). 中野正志・東野正: プナ厚材の人工乾燥 — 32mm材の非圧縮での乾燥 —
- 2) 岐阜県林業センター研究報告 第4号, P41~48, (1977). 野原正人: 狂いの機械的防止に関する研究(第4報) — 巾そり応力について —
- 3) 北海道立林産試験場研究報告 第67号, P129~170, (1978). 奈良直哉・米田昌世・千葉宗昭・菅野新六・大山幸夫: 小径広葉樹材の乾燥 — 心もち材のPEG処理 —
- 4) 木材の人工乾燥, P108~115, 日本木材加工技術協会, (1976). 寺沢真・筒本卓造
- 5) 林業試験場研究報告 第97号, P73~82, (1957). 井坂三郎: 木材の狂いに関する研究板の反りを考慮した木取法