

# ブナ正割材の人工乾燥

## —— 圧縮・普通乾燥における材の 品質及び保管による変動 ——

専門研究員 中野正志  
技師 東野正

### 要 旨

ブナの大・小径木から4.5cm角の正割を木取り、集成材用圧縮治具類を利用した簡単な圧縮乾燥(圧縮圧力7%)と普通乾燥により、欠点の発生程度と乾燥材の保管方について試験した。

- 1 乾燥は、I F型5石用乾燥装置を使用して、仕上り含水率10%を目標に連続運転で行った。
- 2 供試原木は、径28～38cmで径30cmを中心に大径木・小径木に区分した。
- 3 乾燥初期温度は、乾球温度50℃・湿球温度47℃・末期温度はそれぞれ80℃・50℃とした。
- 4 乾燥時間は、139時間を要した。
- 5 水分傾斜・歪みは12時間の調湿でかなり緩和した。
- 6 原木間の狂いの発生量には差異が認められなかった。
- 7 狂いの発生量は、圧縮乾燥が比較的小さい。しかし、抑制効果を高めるには、圧縮部に終始一定の圧力がかかるようにする必要がある。
- 8 乾燥材の保管は、屋内でバタ積みしてシートで被覆する方法が簡単で、冬期1カ月間の保管で含水率の増加は僅少であった。
- 9 保管による吸脱湿と狂いの関係は、明らかな傾向が認められなかった。
- 10 保管後に発生した狂いの変動量は軽微であった。

### 1 はじめに

ブナ材は、本県広葉樹のなかでも代表的な樹種で、フローリング・家具の材料などに広く利用されている。

最近、広葉樹材の一般製材用原木は、大径材が年々少なくなり、原木が小径化する傾向にある。このような原木事情から、多くは製材原木として扱われ利用されている。

ブナ材は、一般に狂い易く、まして小径化しつつある材の有効な利用をはかるためには、乾燥に十分留意し、乾燥スケジュールを検討する必要がある。

乾燥材にとって、狂い・変形などは加工での切削能率・歩止り低下に大きな影響を及ぼす。

木材の狂いを防止し、製品歩止りを高めるには、コンクリート、鉄材などの重量物の荷重を加えたり、治具を用いた機械的圧縮で木材を拘束して乾燥すると、非常に効果があり、狂い易い木材に

対しこの方法が採用されている。<sup>2) 6)</sup>

この報告は、ブナ大・小径木から採材した正割材を標準的スケジュールによって、集成材用圧縮チャンネルとプレスバーを利用した簡単な機械的圧縮によって乾燥した場合に生ずる損傷程度を検討したものである。

所定の含水率まで乾燥した材は、なるべく早く切削し加工することが望ましいが、一時的にストックする場合は、木材の吸湿に十分注意し、保管しなければならない。<sup>4) 5)</sup> 上記によって乾燥した材を数種の方法によって保管し、その後の含水率・狂いがどの程度変化するかについても検討してみた。

この試験にあたり、沢内村森林組合の御好意によって試験材を得られたことを深謝するとともに、当场作業員石亀勝男氏が乾燥作業に従事したことを付記する。

## 2 供試材料

広葉樹の場合、どの程度を小径木とするか定義はないが、北海道産材は製材用原木で径級30cm以下としている。<sup>3)</sup> 本県では、各種製品の採材範囲・業者の聞きとりなどから判断して、大方この程度と考えられる。

これを基準に、小径木として径28~30cm、大径木として径38cmをそれぞれ、2本の計6本の原木を供試した。

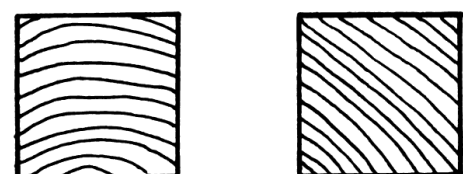
これらはいずれも長さ210cmでJAS1~2等に該当していた。

製材は、厚さ45mmにだらびきし、樹心部に近いところ、木理が著しく不整なものを除き、4.5cm角の正割に採材した。

正割材の木取りは大別すると図-1に示すとおりであり、年輪構成から二方桁、四方桁に区分することとした。

これらの正割材から原木の大小、木取り材別に節などの欠点がない長さ1m材が2本切断できるものを無作為に抽出した。更に同一材から長さ1mの材を2本採材し、それぞれを圧縮乾燥、普通乾燥用の供試材とした。

その供試材の概要及び乾燥条件は表-1に示した。



二方桁

四方桁

図-1 正割材の木取り

表-1 供試材の概要及び乾燥条件

大・小径木	乾燥法	木取り	供試材数(本)	平均年輪幅(mm)		容種重(%)		乾燥条件(℃)
				最大-最小	平均	最大-最小	平均	
大径木	圧縮乾燥	二方桁	15	3.2-2.3	2.7	686-533	558	初期乾球温度 50℃ 初期湿球温度 47℃ 終末乾球温度 80℃ 終末湿球温度 50℃ 調湿 12時間
		四方桁	15	4.0-2.1	2.9	591-485	548	
	普通乾燥	二方桁	15	4.8-2.7	3.4	558-417	527	
		四方桁	15	4.6-2.4	3.4	583-519	542	
小径木	圧縮乾燥	二方桁	15	4.1-2.6	3.2	552-462	518	
		四方桁	15	3.9-2.6	3.2	545-499	507	
	普通乾燥	二方桁	15	4.9-2.6	3.4	551-441	506	
		四方桁	15	4.6-2.2	3.3	578-449	511	

### 3 乾燥方法による含水率及び欠点発生の違い

#### (1) 乾燥方法

乾燥は、I F型5石用乾燥装置を使用し、含水率10%を目標に連続運転で行った。

栈積みは、各段に栈木3本を等間隔に並べた。

乾燥方法としては、圧縮乾燥と普通乾燥の2通りとした。

圧縮乾燥は、圧縮圧力の緩みを少なくするため、材の収縮の少ない方向、及び木表を上向きにして栈木に並べ、栈積み全体に2,000kgの荷重がかかる平面圧縮とした。各栈木の圧縮部に加わる圧力は7%となり、乾燥中は1日3~4回圧力調節した。

普通乾燥は、栈積上部のあばれを抑えるため約80kgの鉄鋼をのせた。

温湿度の変化は、木口面をシールした3枚の四方桁材(スケジュール用材)を用いて平均含水率で行った。

乾燥終了後、供試材を炉出しし、含水率・割れ・狂いなどを測定した。

#### (2) 乾燥経過及び乾燥材の含水率

乾燥スケジュールと含水率の減少経過は、図-2に示した。生材からの全乾燥時間は、調湿12時間を含め139時間を要し、スケジュール用材の含水率は、平均値が10.6%であった。

乾燥材の炉出しは、材温が常温に近く冷えてからとりだすこととしたが、乾燥終了後、24時間経過したスケジュール用材の含水率は、平均値が8.0%であった。

炉出し時における供試材の含水率の出現率を、圧縮・普通乾燥を総括して図-3に示したが、含水率10%以下の出現頻度は、全体の82.5%を占めていた。

また、乾燥法別に示せば、表-2のとおりで、圧縮・普通乾燥の含水率は、それぞれ平均値が9.1%、9.7%で、ほぼ等しい仕上がりであった。

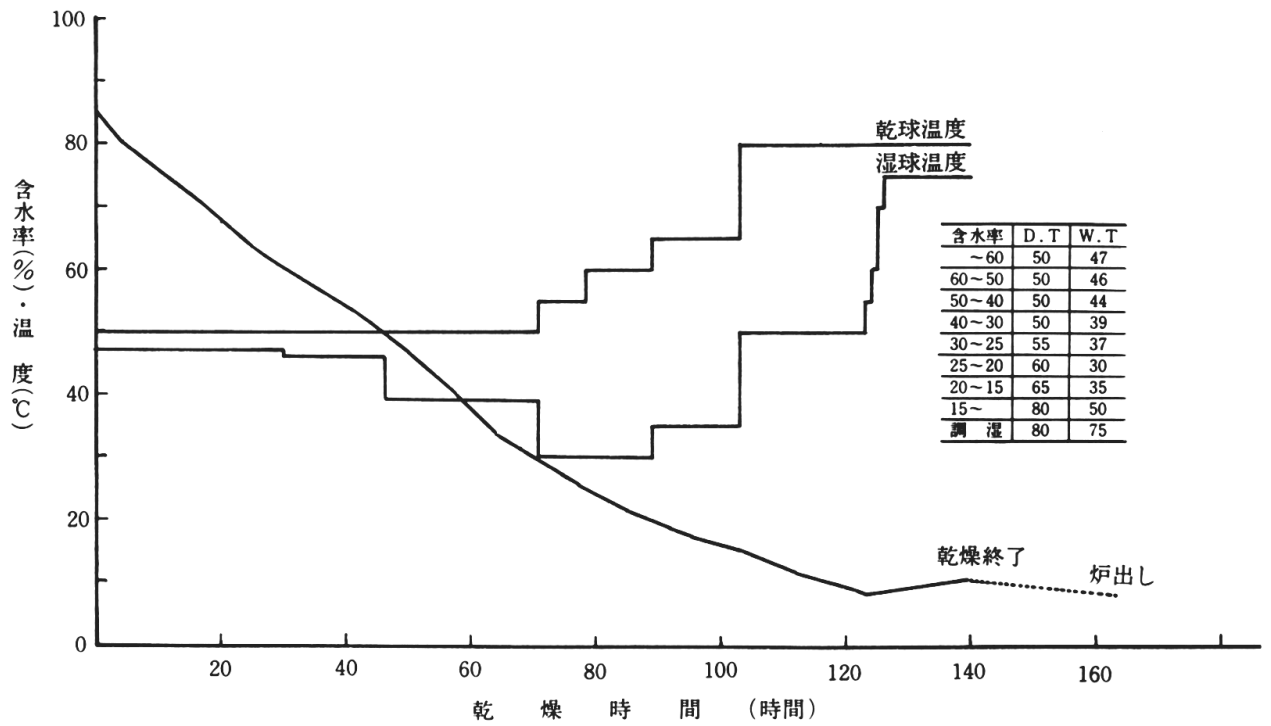
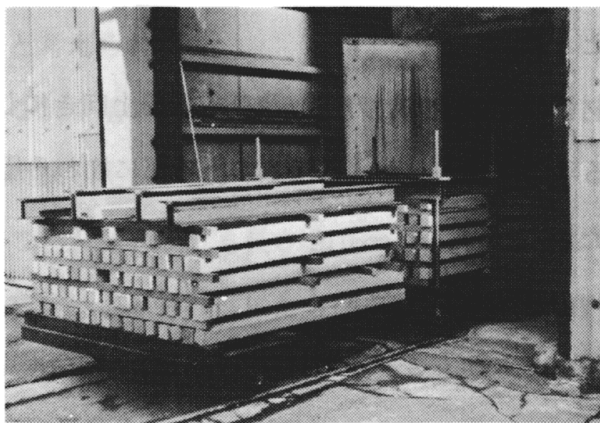


図-2 乾燥スケジュールと含水率減少経過



左 普通乾燥

右 圧縮乾燥

写真-1 炉出し時における栈積み状況

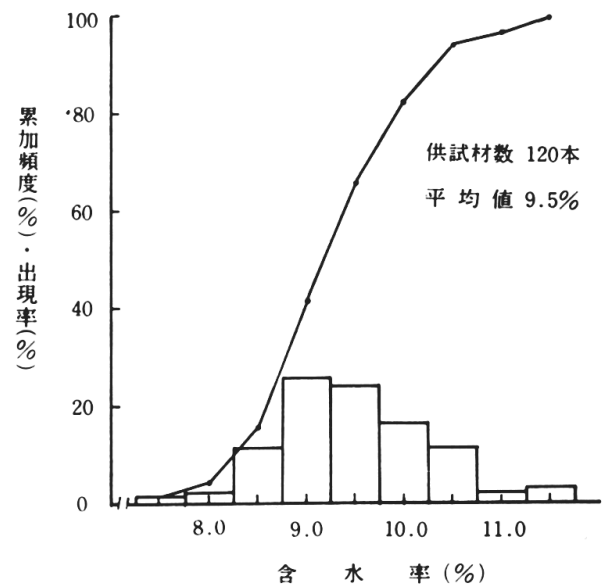


図-3 炉出し時における含水率の出現頻度

表-2 乾燥法別における炉出し時の含水率

乾燥法	木取り	供試材数 (本)	初期含水率 (%)			仕上り含水率 (%)		
			最大-最小	平均	標準偏差	最大-最小	平均	標準偏差
圧縮乾燥	二方桁	30	110.8-66.8	84.8	10.95	10.5-7.7	9.2	0.69
	四方桁	30	110.2-65.7	85.4	12.02	10.7-7.6	9.1	0.75
普通乾燥	二方桁	30	104.7-68.0	85.6	9.48	11.6-8.1	9.7	0.82
	四方桁	30	104.8-66.7	85.1	9.53	11.3-8.2	9.8	0.80

### (3) 水分傾斜及び歪み量

水分傾斜・歪み量は、供試材 2 本を用いて材長方向に厚さ 1 cm の試験片を採取し、木口面の半径方向を 10 等分に割裂して測定した。

調湿前・調湿後及び炉出し時の水分傾斜・歪み量の変動は、図-4 に示した。

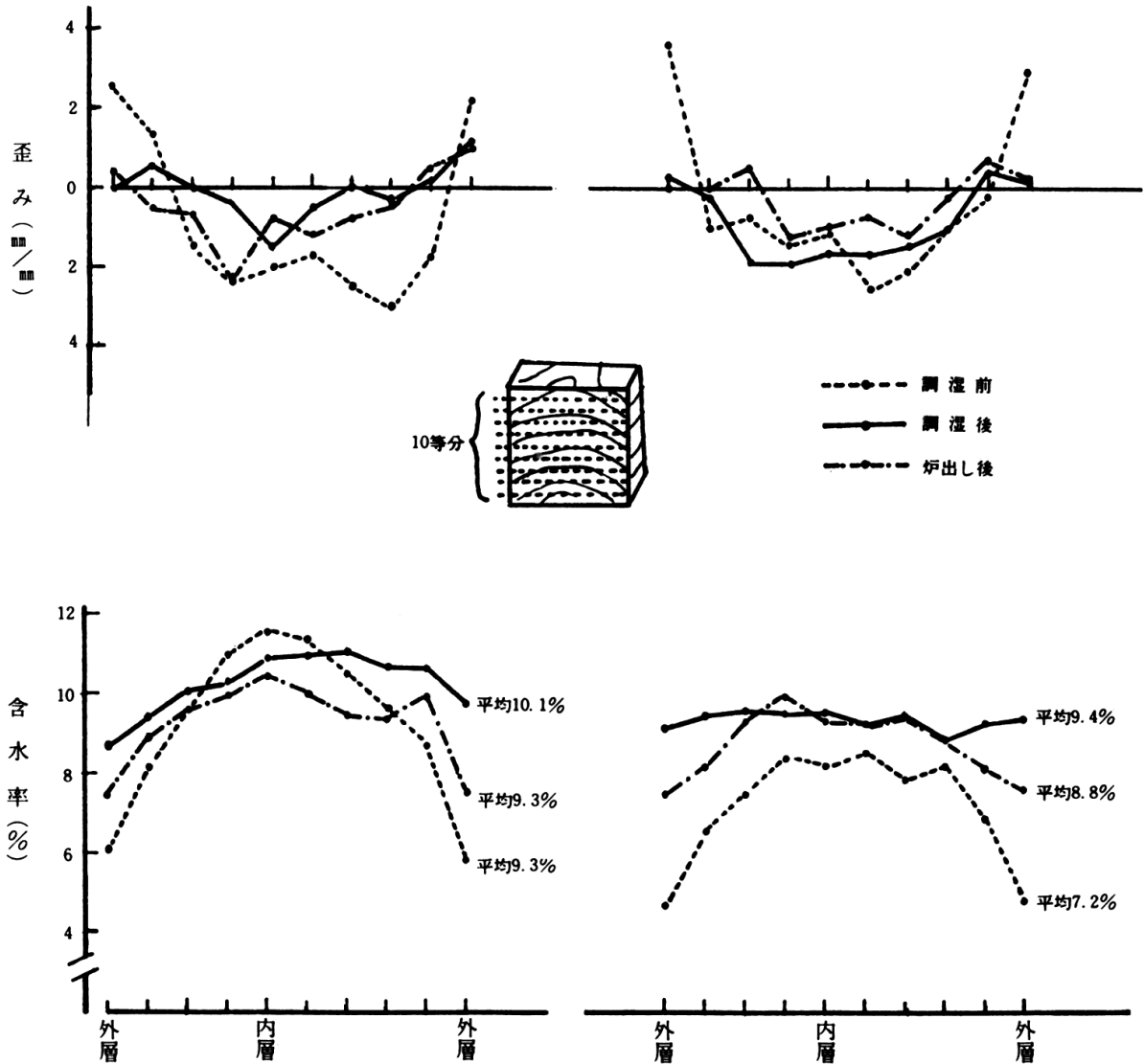


図-4 水分傾斜と歪み量

調湿前の水分傾斜は、材の内層の含水率が10%以上では、外層と内層の含水率差が5.5%を示したが、調湿で1.8%に縮まった。また、内層が10%以下の乾燥した材は、調湿処理で含水率差が0.2%になり、ほぼ均等な分布を示した。

正割など原木の水分傾斜のばらつきを小さくするためには、材の内層を目標の含水率近くまで乾燥し、その後、調湿を行うと短時間の処理で済み、十分な効果が期待できる。

一方、歪み量は、調湿12時間で歪みがかなり緩和され、炉出し後でも歪み量の変動が小さい。

#### (4) 収 縮 率

接線・半径方向の収縮率は、二方桁材の中央部に各1カ所設定して測定した。

炉出し時において、原木径級別による収縮率には差異が認められなかった。圧縮・普通乾燥別に原木を総括した収縮率は、表-3のとおりである。

表-3 乾 燥 材 の 収 縮 率

(乾燥当りの供試材 12本)

乾燥法	平均含水率(%)	半 径 方 向 (%)			接 線 方 向 (%)			接線方向 半径方向
		最大-最小	平均	標準偏差	最大-最小	平均	標準偏差	
圧縮乾燥	9.3	5.52-3.85	4.64	0.46	12.29-9.23	10.67	1.04	2.30
普通乾燥	9.8	6.43-3.75	4.51	0.71	12.90-8.60	10.76	1.51	2.39

収縮率は、乾燥法別では半径方向及び接線方向の平均値がそれぞれ等しい数値を示していた。

圧縮乾燥に供した収縮率は、普通乾燥に比較して変動がやや少ないが、これは含水率のばらつきが小さい傾向を示したためと考えられる。

#### (5) 割 れ

本乾燥スケジュールでは、表面割れは発生しなかった。

木口面から材面に発生した木口割れが、普通乾燥による乾燥で小径木から採材した二方桁の供試材15本中2本に発生が見られただけで、その発生した材での割れの長さは平均21mmである。なお、普通乾燥に供した材の発生率は3%であった。一方、圧縮乾燥には発生しなかったこともあり、この乾燥スケジュールでは割れに対して安全と考えられる。

#### (6) 狂 い

狂いに関しては、ねじれ・曲りの2項目について測定した。

ねじれは、供試材を水平台にのせて一方の木口面を台に密着させ、他方の木口面の一辺長が台から離れた量を4材面で測定して、その最大量を傾斜角に換算してねじれ角度で示した。

曲りは、隣接2材面を測定し、いずれか曲りの大きい面の矢高を測定した。

狂いは、材長1mに対する実測値である。炉出し時で発生した狂いを大・小径木間について比較すると、ねじれは大径木から採材した材が総体的に大きい傾向を示した。この欠点を乾燥法、木取り別に検定した結果、有意差が認められたものもあった。また、曲りは平均値が等しいか、それに近い数値を示していた。したがって、これに供した小径木は、狂いに対し特に劣る傾向が認められなかった。

そこで、乾燥法別に発生した狂いの出現頻度を原木を総括して、ねじれを図-5、曲りを図-6

に示した。

圧縮乾燥は、比較的狂いが少なく、ねじれ2度以下、曲り2mm以下が過半数を占めた。

木取り別の狂いの発生量は表-4に示した。

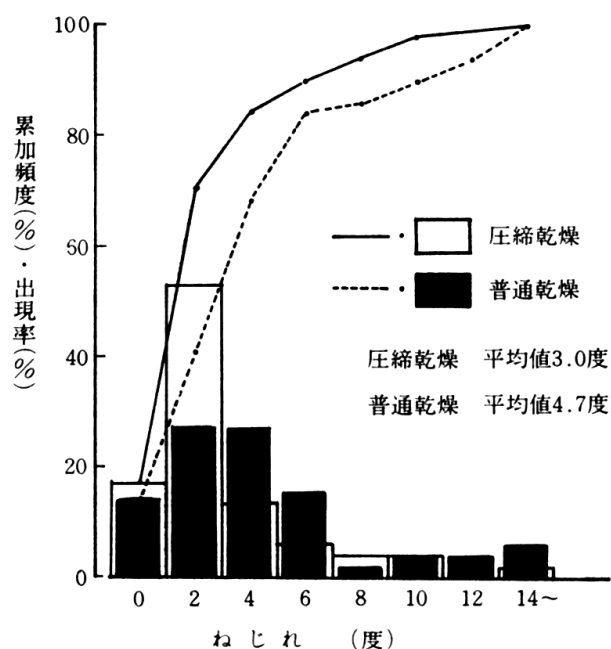


図-5 炉出し時におけるねじれの出現頻度

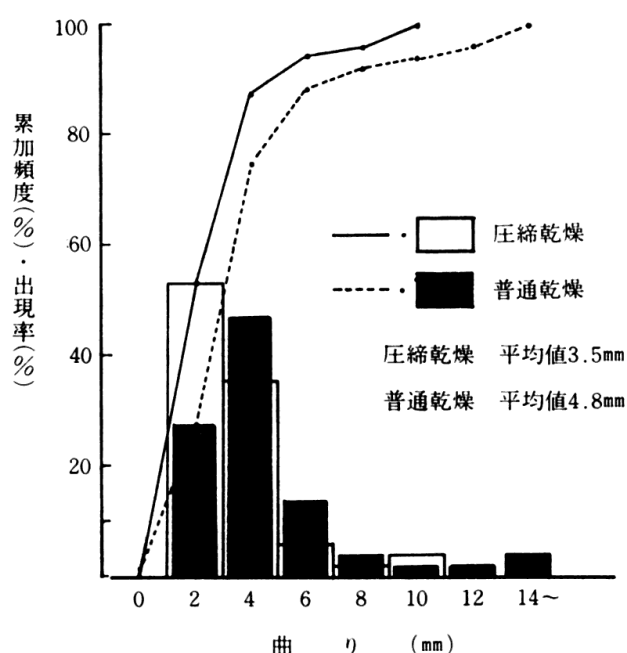


図-6 炉出し時における曲りの出現頻度

表-4 木取り別における狂いの発生量

木取り	乾燥法	曲り (mm)			ねじれ (度)		
		最大-最小	平均	標準偏差	最大-最小	平均	標準偏差
二方桁	圧縮乾燥	11.0-1.5	3.6	2.01	10.9-0.9	2.9	2.55
	普通乾燥	25.0-1.5	5.8	4.89	19.4-0.0	4.0	3.82
四方桁	圧縮乾燥	11.0-1.5	3.5	2.19	13.9-0.2	3.2	3.08
	普通乾燥	8.0-1.5	3.6	1.48	20.4-0.7	5.7	5.36

四方桁材は、圧縮・普通乾燥ともに曲りの発生がほぼ等しく、これを除いたねじれ、曲りの損傷は、圧縮乾燥が比較的小さい。

圧縮乾燥の狂いは普通乾燥と比較して、ねじれは二方桁材で28%、四方桁材で44%、曲りは二方桁材で39%の減少を示した。

なお、圧縮乾燥は、スケジュール用材を測定のと度、各栈木に圧力7%が圧縮部にかかるようト  
レクレンチで調節したが、乾燥が進むにつれ材の収縮が増大し、これに伴い圧縮圧力が減少して拘束が緩和され、狂いが大きく現われたものもあった。乾燥末期近くの圧縮圧力を一定に保つことは

人為的に不可能であった。

ねじれと曲りの関係を乾燥法、木取り別に図-7に示したが、相関関係は認められなかった。

ブナ32mm材の乾燥試験についても同様な結果を示し、それぞれの因子は独立した欠点として発生するものであることが認められた<sup>1)</sup>

#### 4 乾燥材の保管法による含水率及び狂いの変化

##### (1) 保管方法

炉出し後、前記の調査を行って、直ちに屋内で供試材をベタ積みして放置する方法、ベタ積みしてシートで被覆する方法及び温度 $20 \pm 1$ ℃・湿度60%に一定した恒温恒湿室内に棧積みする方法の3グループに区分して保管した。これらの保管の呼称をそれぞれ放置、被覆及び調湿による方法とすることとする。

保管に供する材は、乾燥法別の材を3グループに均等に無作為に配分し、1グループ当たり40本を供した。

期間は、炉出しをした昭和52年12月19日から53年1月24日のほぼ1カ月間である。

保管中の含水率の測定は6回行った。

##### (2) 含水率及び狂いの変化

測定日の午前11時における屋内の温度・相対湿度及び平衡含水率を図-8に示した。

各保管方法別の含水率の変動は図-9に示した。

被覆及び調湿による方法は、含水率の変動が比較的小さい。これに対し、放置による方法は、逐次含水率が増加の傾向を示していた。

短期間の保管で、放置による方法は、含水率の平均値が2.3%増加し、また最大・最小含水率もほぼ同じ過程で増加していた。

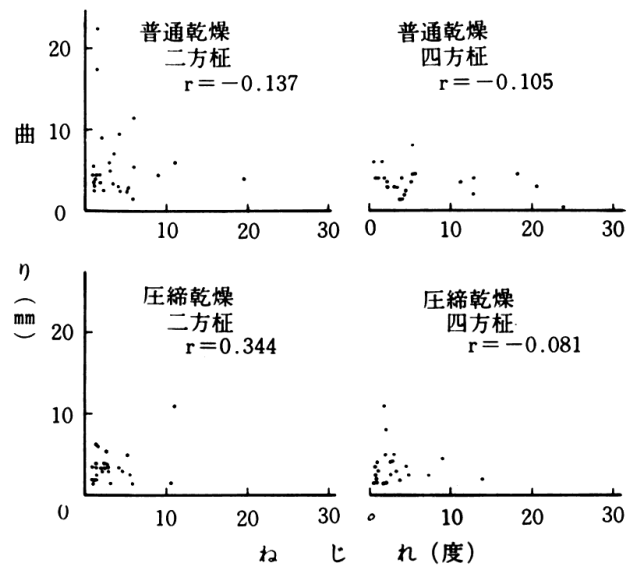


図-7 炉出し時におけるねじれと曲りの関係

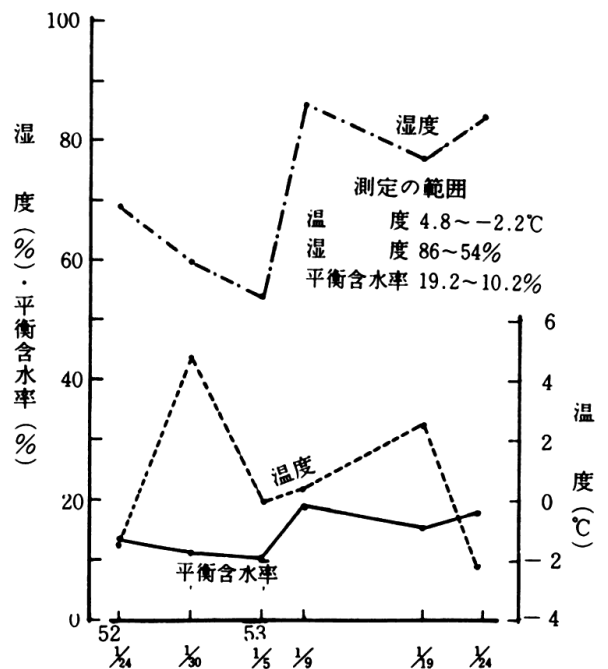


図-8 屋内における温度・湿度及び平衡含水率



調湿による方法では、保管中の含水率に大きな変動がみられたが、これは恒温恒湿機にトラブルが生じ、温湿度が一定に保持できなかったことが原因である。以後の含水率は一定の温湿度下では炉出し時と変わらないが、変動が小さくなり均一化しつつある傾向を示していた。

保管方法における狂いの増減は、図-10に示した。

保管後の狂いは、炉出し時、各保管方法に配分した供試材の曲り、ねじれの発生量を平均値で表わし、これを基準にして保管後の変動を増減で示した。

狂いの変動量が大きいのは、ねじれで0.4度増曲りで0.4mm増である。これに対し変動量が比較的小さいのは、それぞれ0.5度減、0.1mm増であった。

狂いの増減の変動は、保管法の吸脱湿に対し明らかな傾向が認められなかった。

### 3 ま と め

以上の乾燥試験を要約すると、圧縮乾燥は、乾燥初期では収縮の発生が小さいため、圧縮部の圧力の調節が容易であった。更に、乾燥が進むにつれて、材の収縮も増大するので、本報のような簡単な装置では人為的に圧力を調節することは不可能になる。しかし、この方法による圧縮乾燥は、普通乾燥に比較して狂いの発生量が少なかった。

ブナ材は、適正な乾燥スケジュールで乾燥を行っても狂いが発生するものであるため、この圧縮法は一応の効果が認められた。

しかし、抑制効果を十分に期待するには、所要の圧縮に耐えるコイルスプリングを使用し、収縮に対応できるよう常に一定の圧縮圧力を保つことが必要である。

本試験に供した原木は径28cmが最小径であり、径38cmの大径木に比較して、狂いなどの欠点では劣る傾向が認められなかった。

乾燥材の保管にあたっては、吸湿に十分関心を払って保管することが必要である。その簡単な方

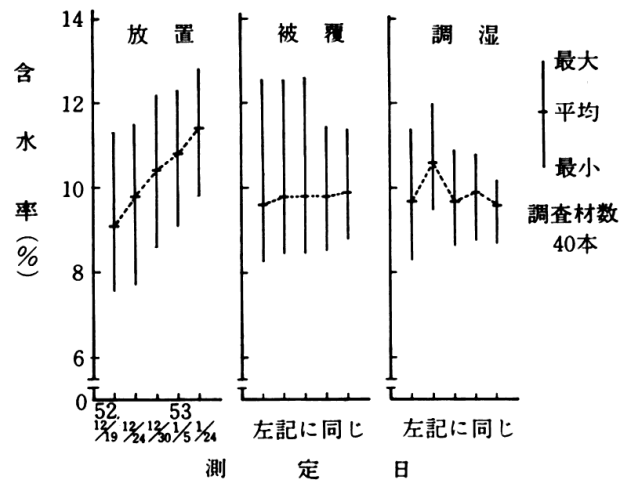


図-9 保管法による含水率の変動

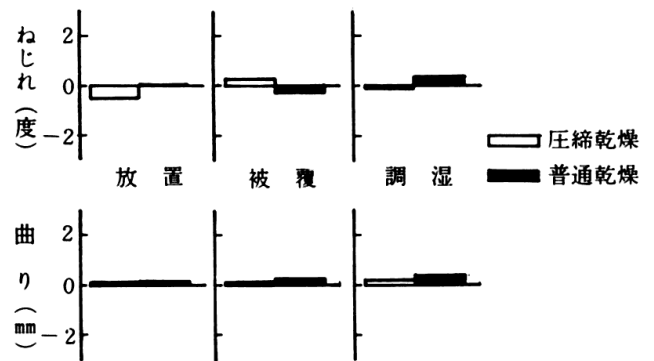


図-10 保管法における1カ月後の狂いの増減

法としては、調湿を十分に行い、材温が安定してから炉出しし、屋内でバタ積みしてビニール・シート等で被覆するのが望ましく、冬期1カ月間の保管では、含水率の増加が僅少であった。

保管中に発生した狂いの変動量は軽微であったので吸脱湿による関係はないものと考えられる。

今後は、製材用原木の利用性を高めるため、広葉樹原木の利用可能な最小径級について、各種木取りに応じた乾燥と夏期の高温高湿下での保管法を検討し、広葉樹材の高度利用をはかる予定である。

## 5 文 献

- 1) 岩手県林業試験場成果報告 第10号, P 47 ~ 53, (1977). 中野正志・東野正: ブナ厚材の人工乾燥, — 32 mm材の非圧縮での乾燥 —
- 2) 岐阜県林業試験場業務報告, P 142 ~ 144, (1967). 野原正人・島田俊和: 狂いの機械的防止に関する研究, 板厚と圧縮圧力について
- 3) 北海道立林業指導所研究報告 第27号, P 1 ~ 45, (1962). 枝松信之・小西千代治・河島弘・鈴木藤吉・栴沢文夫: 道産広葉樹小径材の製材木取り試験
- 4) 木材乾燥(実務編下), P 30 ~ 32, 全国中小企業団体中央会, (1965)
- 5) 木材工業 Vol 21 No 235, P 31 ~ 34, (1966). 石渡喜久治: 木製品の含水率管理
- 6) 木材の研究と普及 No 262, P 19 ~ 23, (1975). 大山幸夫: (技術講座)小径材からの製材品の乾燥