

円盤材の効果的乾燥技術

名 取 潤・渡 辺 利 一
秋 山 喜 蔵・藤 本 登 留

Some methods of decreasing drying
checks for discoid logs.

Jun NATORI
Riichi WATANABE
Kizou AKIYAMA
Noboru FUJIMOTO

はじめに

近年、資源有効利用の見地から針葉樹、広葉樹小径材の利用技術が注目されている。これらのとくに広葉樹小径材は特殊なものを除いて、一括してチップ用材として扱われている場合が多いが、物によっては材色、木口の年輪構成がおもしろく、置き台、花瓶、小木工品などとして利用できそうなものも見受けられる。このような材料の加工には、乾燥工程での割れない乾燥技術が、高付加価値の一つのポイントになるものと考えられる。

そこで、広葉樹及び針葉樹の20余種について円盤の厚さを変えて天然乾燥を行い、材厚と割れの検討及び割れにくい樹種の選別を行った。また数種類の割れ防止剤を木口に塗布して天然乾燥した場合の処理効果について検討した。

次に加熱乾燥方法として、2種類の薬品を加圧含浸処理して熱風乾燥した場合の処理効果を検討した。また密閉状態で加熱乾燥した場合の処理効果として2種類の方法を検討した。

次に減圧乾燥方法として、定温減圧乾燥器中での乾燥及び、凍結させたものを減圧乾燥した場合の処理効果について検討した。

試験の方法

1. 天然乾燥試験

1.1 円盤材、円筒材の天然乾燥

(1) 供 試 材

県内のチップ業者より、末口径5～15cm、材長2mの県産材を購入して供試木とした。樹種は広葉樹がミズメ、トネリコ、キハダ、ヤマザクラ、ミネバリ、シデ、ハンノキ、サワグルミ、ミズキ、ホオノキ、カエデ、シラカンバ、クリ、リョウブ、イヌブナ、ケヤキ、エノキ、シラカシ、コナラ、クヌギの20樹種、針葉樹がヒノキ、スギ、カラマツ、アカマツの4樹種である。供試材は同一の供試木より厚さ1.5cm、3cmの円盤及び10cmの円筒を各5個ずつ木取った。

(2) 乾燥方法

実験室内に東西方向に 2 段の棚を作り、供試材を 1cm 間隔にならべた。乾燥は 11 月下旬から 3 月上旬にかけて約 100 日間行った。この間 12 月上旬より 3 月上旬までは、室内暖房の条件下での乾燥になった。また日中は若干の陽光のさし込む条件で乾燥した。室内の乾燥期間中の温湿度変化は自記記録計により記録した。また乾燥経過を調べるため、樹種別、材厚別に供試材の重量チェックを行い含水率を推定した。

(3) 損傷の測定

含水率がほぼ気乾になった時点で、割れの発生状況を肉眼で観察した。割れは髄からの割れ、内部割れ、外周まで達した V 字割れの 3 種に分類し、その発生本数、長さを測定した。

1.2 木口割れ防止剤を塗布した材の天然乾燥

(1) 供試木

前項の円盤材、円筒材の天然乾燥試験とはほぼ同品質の県産広葉樹丸太より、ミズナラ、クヌギ、ニセアカシアを選んで供試木とした。供試材は材厚 3cm と 10cm のものを 1 条件につき 5 個ずつ木取った。

(2) 木口面の薬剤処理

表-1 円盤材、円筒材の処理条件

樹種	薬品の処理条件	試料の厚さ (cm)	試料数 (一条件につき)
ミズナラ クヌギ ニセアカシア	① 無処理 (コントロール) ② PEG 60% 水溶液の塗布 ③ PVA 30% 水溶液の塗布 ④ 割れ防止剤 A (ワックス系) の塗布 ⑤ 割れ防止剤 B (合成ゴム・プラスチック) の塗布	3cm 及び 10cm 厚さ	5 個

表-1 に示すような処理条件で薬品処理を行った。ポリエチレングリコール (以下、PEG と省略) は 60% 水溶液 (分子量 1,000) を用いた。塗布量は両木口面の 2 回塗布で約 550g/m² であった。ポリビニールアルコール (以下、PVA と省略) は水に対する溶解性の大きい、重合度 270、齢化度 85~90 のものを用いた。塗布量は 2 回塗布で約 470g/m² であった。PVA については、PEG と同様のバルキング効果とともに、エンドコーティングによる割れ防止効果を考えた。割れ防止剤 A 及び B は、市販のものを用いた。A はワックス系統、B は合成ゴムとプラスチックの混合物のようであるが、詳しい組成は不明である。いずれもエンドコーティングすることにより木口表面に皮膜を形成して、水分の蒸散を緩慢にする性質を有する。塗布量は、A 剤が約 210g/m²、B 剤が約 150g/m² 程度であった。

(3) 乾燥方法

前項の天然乾燥試験と同様な方法で乾燥した。乾燥期間は7月下旬から11月上旬にかけて約100日間行った。乾燥期間中の温湿度の記録及び含水率のチェックは前項と同様な方法で行った。

(4) 損傷の測定

含水率がほぼ気乾になった時点で、前項と同様な方法で測定した。

2. 加熱乾燥試験

2.1 薬品処理、熱風定温乾燥

(1) 供試材

前項の天然乾燥試験とはほぼ同品質の県産広葉樹丸太より、カエデ、リョウブ、ミズナラ、キハダ、ケヤキの5樹種を選んで供試木とした。円盤の厚さは3cmとし、1条件につき5個ずつ樹皮付き円盤を木取り供試材とした。

(2) 薬品処理

供試材は乾燥の前処理として、PEGとPVAの加圧注入処理および、コントロールとして無処理のもの3種類を調製した。PEGは分子量1000の30%水溶液、PVAは重合度1500の5%水溶液を加圧タンクを用いて、加圧力5kg/cm²で1時間加圧注入処理した。

(3) 乾燥方法

熱風定温乾燥器を用いて、設定温度40℃で2昼夜連続乾燥を行い、途中重量チェックにより含水率を推定した。

(4) 損傷及び含水率の測定

含水率がほぼ10%程度になった時点で、前項と同様な方法で測定した。また含水率は供試材を全乾にして求めた。

2.2 密閉状態での加熱乾燥

密閉状態で加熱処理を行うと、容器内は飽和水蒸気の状態になり、材面からの水分の蒸散は停止する。このような状態で容器内の適当な除湿を行うと、きわめて緩慢な乾燥経過で乾燥がおこなわれるものと考えた。

このような乾燥条件を実現する手法として次の2方法について検討を行った。

(1) 密閉容器中に除湿装置をもうけた状態での定温乾燥

a) 供試材

前項とはほぼ同様な品質の広葉樹丸太より、カエデ、ミズナラの2樹種を供試木とした。円盤の厚さは3cmとし、1樹種につき6個ずつ樹皮付き円盤を木取り供試材とした。

b) 乾燥装置並びに乾燥方法

熱風定温乾燥器中に図-1に示すようなビニールシートで外壁をおおった。密閉装置を入れ、容器内温度を40℃に設定して、含水率が10%前後になるまで乾燥した。容器内の飽和水蒸気は、下部

の冷却水により冷されて結露を生じる。これらの水は下部のドレーンより抜きとるようにした。

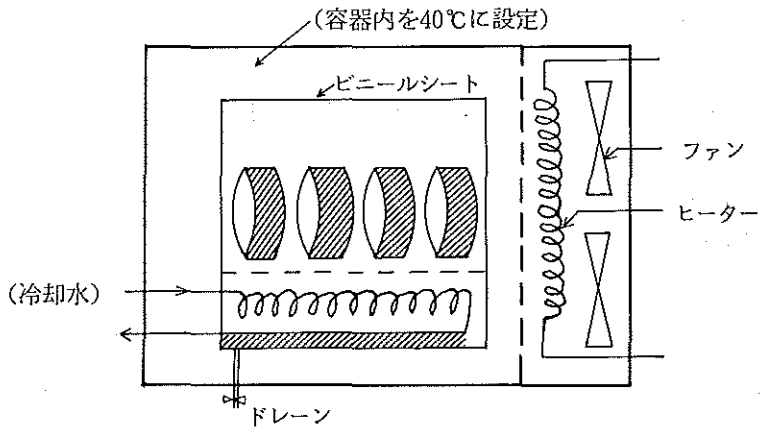


図-1 乾燥装置

c) 損傷の測定

含水率が10%程度になった時点で、前項と同様な方法で測定した。

(2) アルミ箔で包んだ状態での加熱乾燥

a) 供試材

前項とほぼ同様な品質の広葉樹丸太より、クヌギ、ケヤキの2樹種を供試木とした。円盤の厚さは乾燥条件によって変えた。100℃で乾燥したものについては、10cm、3cm、1.5cmの3種類のものをそれぞれ5個ずつ木取った。50℃で乾燥したものは、3cm厚のものを5個ずつ木取った。

b) 乾燥方法

供試材をアルミ箔に包んで熱風定温乾燥器中で乾燥した。試料№1~3は、3個を1包の状態乾燥した。№4、5はそれぞれ単体をアルミ箔に包んで乾燥した。乾燥条件は、50℃と100℃の2条件について検討した。乾燥時間は、50℃については含水率ほぼ10%前後まで、100℃については20時間乾燥した。

c) 損傷の測定

損傷の測定は、乾燥が終了した時点で前項と同様な方法で行った。

3. 減圧乾燥試験

3.1 定温減圧乾燥

(1) 供試材

前項と同様な広葉樹丸太より、カエデ、リョウブ、ミズナラ、キハダ、ミズメ、ヤマザクラの6樹種を選んで供試木とした。円盤の厚さは各樹種とも3cmとし、1樹種当り6個ずつ木取り供試材とした。

(2) 乾燥装置並びに乾燥方法

乾燥装置は直径40cm、奥行52cmの円筒型で、外周にバンドヒーターが装備されており、装置内部

が一定温度に保持できるような構造になっている。また、試料の挿入口は前面がガラスになっており、内部の状態が観察できるようになっている。

乾燥条件は真空度90トールまで減圧して、午前9時より午後4時までは45℃、夜間は30℃に保持できるようにセットした。内部に結露を生ずるので、朝と夕方に内部の水分をふきとるようにした。真空度は時間が経過するのにもない低下するが、全乾燥期間を通じて30～90トールに保持した。

内部の湿度状態を調べるため、毛髪湿度計を挿入して調べた。また材温を測定するために、円盤の側面に穴をあけ、アルコール温度計をセットした。

乾燥経過は、1日1回、供試材を取りだして重量をチェックし含水率を測定して調べた。

(3) 損傷の測定

損傷は含水率がほぼ10%になった時点で、前項と同様な方法で測定した。

3.2 凍結減圧乾燥

(1) 供試材

前項と同様な広葉樹丸太より、カエデ、リョウブ、ミズナラ、キハダ、ケヤキの5樹種を選んで供試材とした。円盤の厚さは各樹種とも3cmとし、1樹種当り6個ずつ木取り供試材とした。

(2) 乾燥装置、乾燥方法

供試材はあらかじめ、アイスボックス中に1週間放置して、凍結状態にした。

減圧タンクは直径30cm、奥行1mの円筒型のものを用い、供試材を網カゴに入れてタンク中に挿入した。真空ポンプは午前9時より午後4時まで作動させ、タンク内を1.5～5トールに保った。夜間は真空ポンプの作動を停止した。含水率は、上記の工程を1サイクルとして、1日1回、供試材を取りだして、重量チェックして推定した。

試験は冬期に実施したので、夜間に真空度の低下が認められたが、ほぼ凍結に近い状態で乾燥したものと考えている。

(3) 損傷の測定

損傷は含水率がほぼ10%になった時点で、前項と同様な方法で測定した。

試験の結果

1. 天然乾燥試験

1.1 乾燥経過

(1) 円盤材、円筒材の天然乾燥

図-2に円盤材、円筒材の天然乾燥の1例として、キハダの乾燥経過を示した。乾燥は11月下旬より始めたが、12月より3月まで室内暖房を行ったため、室内暖房というやや特殊な条件下での乾燥になった。日中の室温は昼ごろを中心にして、20～25℃まで上昇し、湿度は30～25%まで低下した。夜間は10℃くらいまで低下し、湿度も40～50%に回復するというサイクルのくり返して、乾燥が

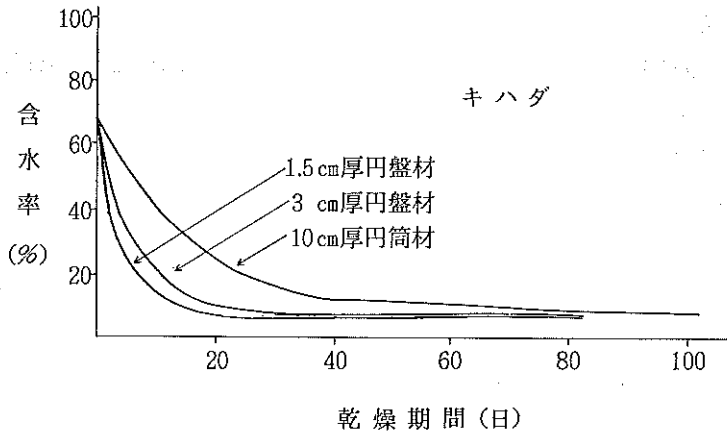


図- 2 円盤材、円筒材の天然乾燥経過例

行われた。

含水率の低下傾向は、樹種、供試材の初期含水率、大きさなどによって多少の違いが見られた。しかしおおむね図- 2に示したキハダと同じような傾向であった。1.5 cm厚の場合 10 日で 10 %以下に低下する。3 cm厚のものも 15 日~ 20 日くらいで 10 %以下に低下した。しかし 10 cm厚の円筒材になると、乾燥時間はぐっと延び、10 %以下にするには 60 日~ 70 日必要であった。

(2) 木口割れ防止剤を塗布した材の天然乾燥

図- 3、図- 4に木口割れ防止剤を塗布した円盤材及び円筒材の乾燥経過を示した。乾燥は 7 月下旬から 11 月上旬にかけて行ったため、夏期の間は高温、高湿状態の乾燥となった。室温は 25°~ 30℃ くらいまで上昇し、湿度も 75%~ 90% 程度であった。9 月下旬ころからは室温も 20℃ 前後になり、湿度も 60~ 70% くらいまで低下して来た。含水率の低下傾向は、図- 3に示したように、3 cm厚の円盤の場合 3 樹種とも割れ防止剤 A 及び B でエンドコーティングしたものの乾燥が、無処理のものに比べ遅れる傾向が認められた。しかし図- 4に示したように、10 cm厚になると、A 剤でコーティングしたミズナラ、ニセアカシアについては乾燥の遅れが認められたが、クヌギについてはすべて無処理のものと大差ない速度で乾燥した。PEG、PVA で処理したものは、無処理材と大差ない速度で乾燥することがわかった。

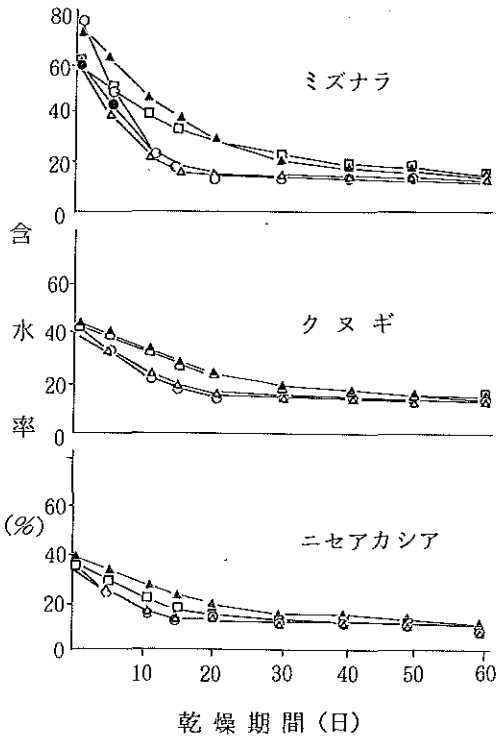


図-3 3cm厚木口円盤の天然乾燥経過

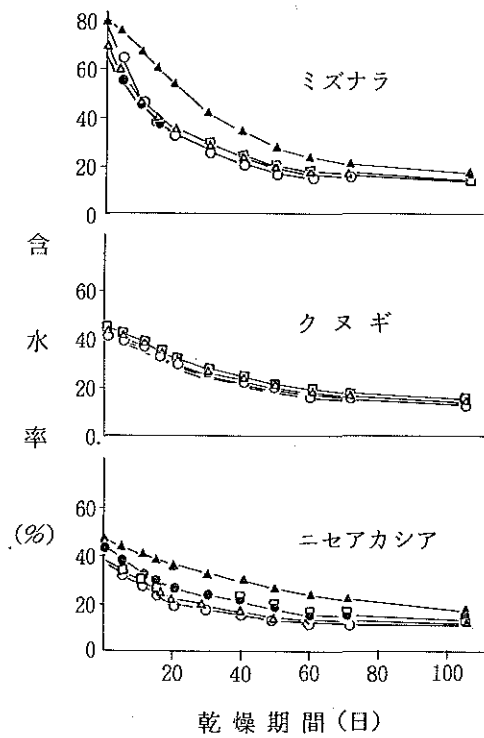


図-4 10cm厚円筒材の天然乾燥経過

注) ○無処理 ●PEG処理
 △PVA処理 ▲割れ防止剤A
 □割れ防止剤B

注) ○無処理 ●PEG処理
 △PVA処理 ▲割れ防止剤A
 □割れ防止剤B

(3) 損傷の程度

表-2に天然乾燥で割れの発生しなかった樹種を、円盤の厚さ別に示した。材厚と割れとは密接な関係があり、円盤を薄くすることにより、大部分の樹種は割れの発生が少なくなる。

これは材厚が薄いため、比較的均一に乾燥するためと思われる。またリョウブ

など割れにくい樹種については、厚い材を乾燥しても割れは発生しない。

また表-3に、木口割れ防止剤を塗布した材の天然乾燥後の損傷の程度を示した。ミズナラについてみると、3cm厚では処理の有無にかかわらず、割れの発生は非常に少ない。10cm厚になると割れ

表-2 天然乾燥で割れの発生しなかった樹種

円盤の厚さ	1.5 cm	3 cm	10 cm
樹種名	トネリコ、キハダ、ミズメ、ヤマザクラ、ミネバリ、シデ、ハンノキ、ホオノキ、サワグルミ、カエデ、クリ、リョウブ、イヌブナ、ケヤキ、エノキ、ニセアカシア、ヒノキ	キハダ、ミネバリ、クリ、リョウブ、ケヤキ、エノキ	リョウブ

表-3 木口割れ防止剤を塗布した場合の損傷の程度

処理方法		3 cm 厚 の 円 盤			10 cm 厚 の 円 筒			
		ミズナラ	クヌギ	ニ ア カ シ ア	ミズナラ	クヌギ	ニ ア カ シ ア	
割 れ 本 数 (本)	無 処 理	平均	0	10.0	0.6	5.2	70.2	24.0
		偏差	0	3.2	0.5	1.6	15.0	7.1
		範囲	0	6~14	0~1	4~8	55~86	13~33
	P E G 処 理	平均	0	2.0***	0	4.2	24.2***	6.4
		偏差	0	1.6	0	3.5	15.6	2.3
		範囲	0	0~4	0	1~10	11~47	4~10
	P V A 処 理	平均	0.2	3.6***	0.2	4.6	49.2*	5.6
		偏差	0.4	2.2	0.4	6.5	8.1	2.5
		範囲	0~1	2~6	0~1	0~16	42~61	4~10
	割れ防止剤A	平均	0	4.6*	0.4	3.2	25.4***	4.0
偏差		0	2.7	0.5	1.9	10.4	0.7	
範囲		0	2~9	0~1	0~5	13~41	3~5	
割れ防止剤B	平均	0.4	11.2	1.2	6.6	35.0***	6.4 ***	
	偏差	0.9	3.6	1.3	3.0	13.4	4.5	
	範囲	0~2	5~14	0~3	3~11	15~50	3~14	
割 れ 長 さ (cm)	無 処 理	平均	0	24.1	0.9	13.3	159	58.2
		偏差	0	6.1	1.0	2.8	18.0	13.1
		範囲	0	16.6~30.0	0~2.0	10.3~17.2	132~178	36.2~69.1
	P E G 処 理	平均	0	5.3***	0	13.8	59.7***	23.0 ***
		偏差	0	4.6	0	9.2	29.4	6.0
		範囲	0	0~10.3	0	3.9~27.8	31.8~94.3	16.4~30.4
	P V A 処 理	平均	0.3	13.9*	0.2	14.5	115.5***	17.7 ***
		偏差	0.7	5.8	0.4	19.5	13.8	8.7
		範囲	0~1.5	8.6~20.2	0~1.0	0~48.5	103~137	11.0~32.5
	割れ防止剤A	平均	0	13.6***	1.0	8.4	70.2***	11.7
偏差		0	2.9	1.6	5.9	35.1	3.7	
範囲		0	9.4~16.6	0~3.7	0~14.7	44.9~131	5.4~15.3	
割れ防止剤B	平均	0.3	29.6	2.2	19.8	113.3	12.6	
	偏差	0.6	9.9	2.0	12.6	47.1	3.7	
	範囲	0~1.4	12.5~37.2	0~4.4	6.7~34.5	42.6~174	8.8~18.4	

注1) 表中の※は、無処理に対する平均値の差の検定(t検定)で、※5%、※※1%有意

注2) 表中の数値は、円盤の両面の測定値

の発生が見られるが、大部分は内部割れであった。薬品による処理効果はほとんど認められない。次にクヌギについてみると、3cm厚でも顕著のV字割れの発生が認められた。PEG、PVA、割れ防止剤Aで処理したものが無処理のものに比べて、やや割れの発生量が少なかった。10cm厚になると全体に内部割れの発生本数が多くなる。薬品による処理効果は、3cm厚と同様に処理したものの発生量が

少なくなっている。次にニセアカシアについてみると、3cm厚では割れの発生量が少なく、これらの割れの多くは、円盤材を木取った直後に、内部応力によって発生した小さな割れが元になっているものが多かった。薬品による処理効果ははっきりしない。10cm厚になると処理したものの発生量が少なくて処理効果が認められる。

以上今回の試験の範囲内で見ると、エンドコーティング処理は、樹種によっては割れ防止効果が認められるものもあるが、完全に割れを防止することは困難のように思われる。

2. 加熱乾燥試験

2.1 乾燥経過

(1) 薬品処理、熱風定温乾燥

図-5~7に無処理、PEG処理、PVA処理材の熱風定温乾燥経過を示した。樹種別の特徴を見る

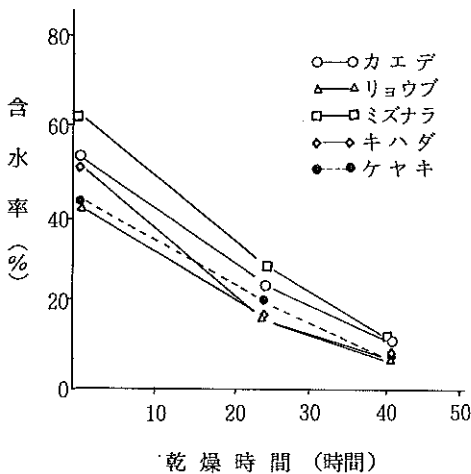


図-5 木口円盤の40℃定温乾燥経過(無処理)

と、薬品処理、無処理とも、ミズナラが比較的高い含水率状態で推移し、キハダが最も早く乾燥した。そのほかの樹種は、ほぼ中間的な値を示した。

浜野らの試験では、PEG処理することにより、水分が置換されて含水率が低下すると報告されている。本試験では加圧注入処理の翌日、ポリ袋中に保存しておいた試料の重量を測定し、同一のものを最終的に絶乾にして、含水率を求めたものである。表面への付着分も含まれたためか、無処理材よりも8~20%含水率が増加した。PVA処理

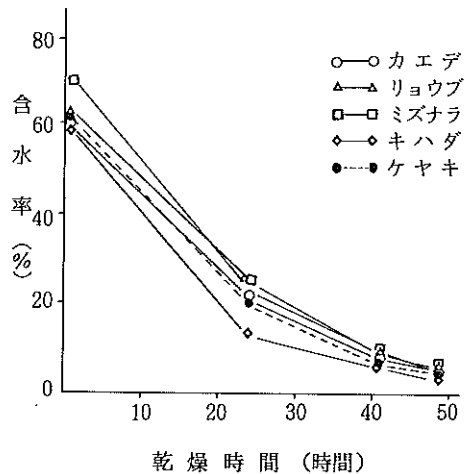


図-6 木口円盤の40℃定温乾燥経過(PEG処理)

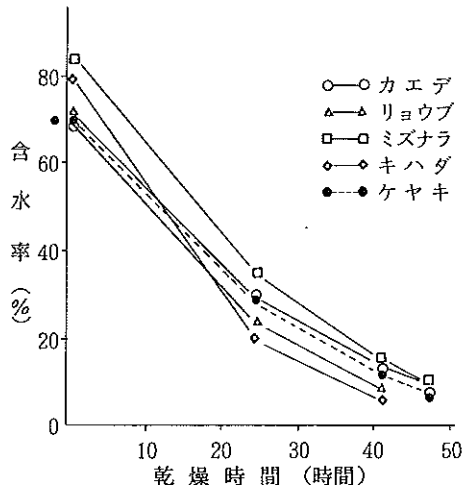


図-7 木口円盤の40℃定温乾燥経過(PVA処理)

材はさらに含水率の増加が大きく、20～30%増加した。

乾燥時間は41時間で、無処理材、PEG処理材とも、10%前後に乾燥することができた。PVA処理材も、41～46時間ではほぼ同一の水準に乾燥することができた。

(2) 密閉状態での加熱乾燥

密閉容器中に除湿装置として冷却水を通した状態での加熱乾燥経過を図-8に示した。

40℃で乾燥した場合、ほぼカエデ、ミズナラとも、7日間で10%以下に乾燥した。

次にアルミ箔で包んだ場合の乾燥経過を図-9に示した。50℃で乾燥した場合、いずれの樹種においても、単独よりも積層して包んだもののほうが、乾燥がいくぶん遅れる傾向が見られた。クヌギについては、乾燥を始めてから6日目に単独のものに割れが発生した。積層したもののについても8日目に割れが発生した。100℃で20時間乾燥した場合、材厚の薄い円盤ほど乾燥が早く、また積層したもののほうが遅れる傾向が見られた。含水率には、アルミ箔の包みかたの違いによるものと思われるむらが見られた。1.5cm厚では10%以下に低下するものも見られた反面、3cm、10cm厚のものは40%～10%くらいまでばらついていた。

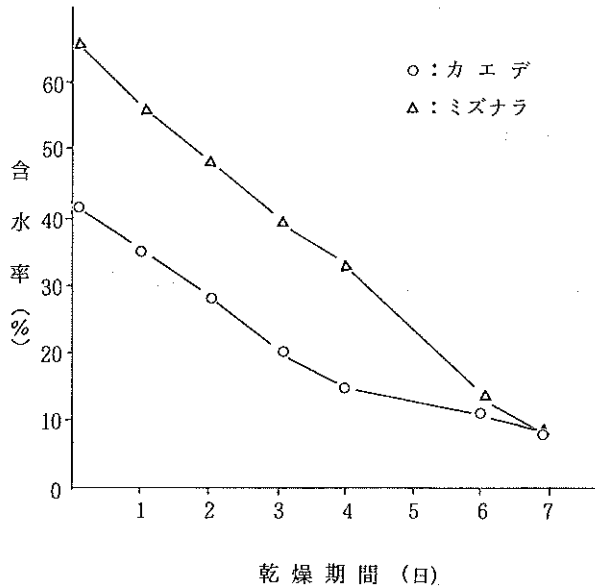


図-8 密閉容器中に除湿装置をもうけた状態での乾燥経過

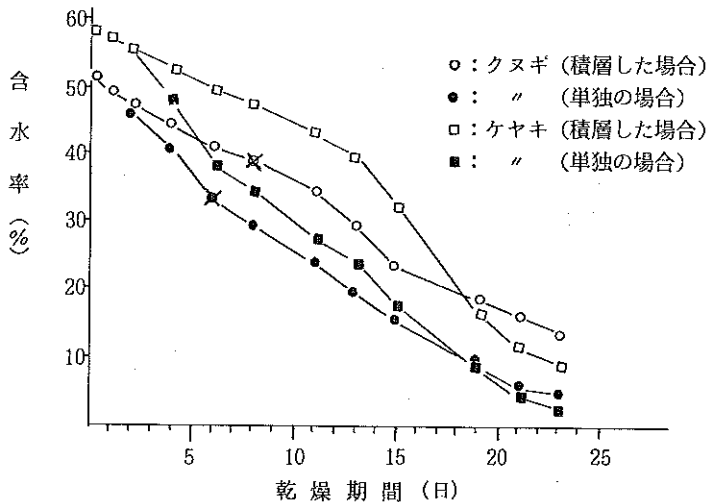


図-9 円盤材をアルミホイルで包んで乾燥した場合の乾燥経過

注) 乾燥温度50℃、×印は割れの発生時期を示す。

2.2 損傷の程度

(1) 薬品処理、熱風定温乾燥

表-4 40℃熱風定温乾燥による割れの発生状況（一枚当りの平均値）

処 理 方 法		カ エ デ			リ ョ ウ プ			ミ ズ ナ ラ			キ ハ ダ			ケ ヤ キ		
		ズイ 割れ	内部 割れ	V字 割れ	ズイ 割れ	内部 割れ	V字 割れ	ズイ 割れ	内部 割れ	V字 割れ	ズイ 割れ	内部 割れ	V字 割れ	ズイ 割れ	内部 割れ	V字 割れ
40℃定温 (無処理)	割れ本数(本)	0.8	9.4	0.8	0	0.6	0	0	7.2	0.8	0	8.2	0.2	1.0	7.3	1.0
	総割れ長さ(cm)	1.2	12.4	3.5	0	0.2	0	0	14.0	2.3	0	11.7	0.7	0.7	13.3	4.3
40℃定温 (PEG 処理)	割れ本数(本)	0.8	0	0	0	0	0.2	0	1.2	0.2	0	1.2	0	0.3	0	0.3
	総割れ長さ(cm)	0.9	0	0	0	0	0.6	0	0.4	0.5	0	1.5	0	0.2	0	0.9
40℃定温 (PVA 処理)	割れ本数(本)	1.8	86.6	1.0	0	42.2	0	0.2	6.8	1.0	0	13.4	0.2	1.0	18.5	1.0
	総割れ長さ(cm)	1.4	78.9	4.4	0	38.7	0	0.2	10.2	3.0	0	18.0	0.6	1.5	25.5	4.4

注) 表中の数値は、円盤の片面のみの測定値

表-4 に熱風定温乾燥の割れの発生状況を示した。無処理材でもリョウプなどはほとんど発生しないが、その他の樹種はほとんど内部割れ、V字割れが発生した。特にカエデ、ミズナラ、ケヤキにはV字割れの発生が顕著であった。

PEG 処理を施したものは、乾燥条件が厳しいわりには割れの発生が少なく、処理効果が大きいことがわかる。PEG 処理の欠点としては、材色が灰色に変色してしまい、特に赤身の強いリョウプ、ケヤキなどは著しく材色が悪くなった。

PVA 処理を施したものには、割れ防止効果はほとんど認められず、逆に内部割れが増大してしま²⁾った。蒲生は分子量 2,000 と 3,000 の PVA が寸法安定効果があるとしているが、今回の試験では重合度が 1,500 と大きすぎたことと、濃度が 5% と低濃度であったため、充分な効果が認められなかったものと考えている。

(2) 密閉状態での加熱乾燥

表-5 に密閉状態で加熱乾燥した場合の割れの発生状況について、二通りの方法をまとめて示した。密閉容器中に除湿装置を付けて乾燥した場合、同じ40℃の乾燥でも前述した熱風定温乾燥よりは、割れの発生も少なく乾燥時間の長い緩やかな乾燥になった。しかし割れの発生を防ぎかつ乾燥期間を短縮する手法としては不十分であった。この試験に用いた装置は簡単なもので、内部の湿度状態の測定もできず、除湿装置も内部に冷却水を通すだけの簡単なものであった。密閉除湿乾燥についてはもうすこし内部の状況も把握できる装置を考察して再度検討してみる必要があるものと考えている。

次にアルミ箔で包んだ状態の乾燥は、100℃では激しい内部割れが発生して効果はまったく認められなかった。50℃の場合も、乾燥期間は20日くらいかかり、割れの発生が見られたことから、円盤乾燥の手法としては適当でないものとする。

表一5 密閉状態で加熱乾燥した場合の割れの発生状況

樹種 厚	クヌギ			ケヤキ			カエデ	ミズナラ
	1.5 cm	3 cm	10 cm	1.5 cm	3 cm	10 cm	3 cm	3 cm
	A B	A B	A B	A B	A B	A B		
割れ本数 (本)	密閉容器中の乾燥	—	—	—	—	—	4.2 (0~9)	1.8 (0~3)
	アルミ箔で包んだ状態の乾燥 50℃	—	9.5 6.0	—	—	2 1.0	—	—
	アルミ箔で包んだ状態の乾燥 100℃	27 26	23 42	78 44	4.5 11	32 29	91 104	—
総割れ長さ (cm)	密閉容器中の乾燥	—	—	—	—	—	2.9 (0~8.5)	2.0 (0~5.8)
	アルミ箔で包んだ状態の乾燥 50℃	—	20 16	—	—	1.7 1.4	—	—
	アルミ箔で包んだ状態の乾燥 100℃	57 55	55 61	83 76	7.3 22	48 30	71 105	—

注1) A：単独に包んだ場合 B：積み重ねて包んだ場合
 注2) 表中の数値は円盤の片面のみの測定値

3. 減圧乾燥試験

3.1 乾燥の経過

(1) 定温減圧乾燥

乾燥に用いた装置は、木材乾燥専用ではないが、装置内壁を通して装置内が一定温度に保持できるような構造になっている。真空ポンプの性能は小さく、供試材を挿入しての真空度は30トールが限界であった。

図-10に定温減圧乾燥の乾燥経過を示した。ヤマザクラ、ミズナラなど比較的高含水率なものは、高含水率で推移し、カエデ、リョウブなど低含水率のものは早く乾燥した。平均すると、ほぼ8日間で総ての樹種が10%前後に乾燥した。

これは浜野ら¹⁾の結果と比較すると、2cm厚のケヤキ円盤で、40℃の場合4日、7cm厚で8日を要しており、乾燥日数がやや長い。これは実際の容器内温度及び材温が24℃~40℃で設定よりも低く、しか

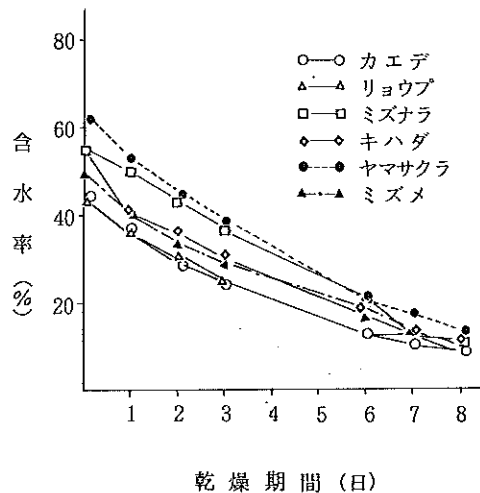


図-10 木口円盤の定温減圧乾燥経過

も容器内温度と材温がほとんど差がなく、湿度も80～90%と比較的ゆるやかな条件で乾燥が行われたためと考えている。

この装置にはドレンがないためか、容器内には結露が見られ、1日経過すると容器下面に相当量の水がたまった。この高湿度の状態の乾燥で、容器内に試料を比較的少量に挿入したため、試料と試料が密着しないように心掛けたが、試料間の含水率ムラがかなり大きくなり、乾燥途中でバラツキの大きい樹種では、変動係数が30%にもなった。

(2) 凍結減圧乾燥

図-11に凍結減圧乾燥の乾燥経過を示した。ほぼ2週間で10%前後に乾燥することができた。熱補給がほとんどない状態での乾燥のため、乾燥時間の短縮はむずかしく、ほぼ天然乾と同程度の期間がかかるものと思われる。

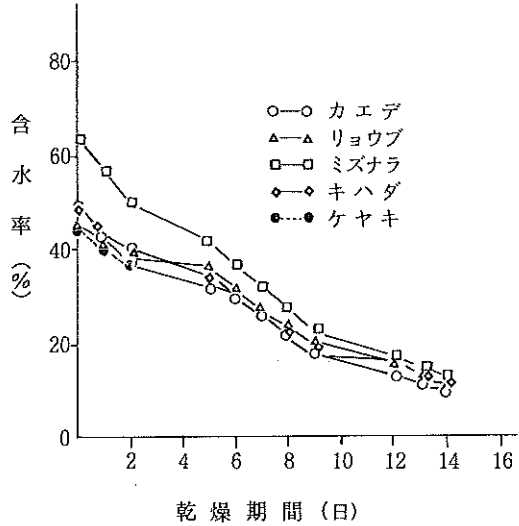


図-11 木口円盤の凍結減圧乾燥経過

減圧乾燥の場合、材の通気性が問題になるが、木口円盤で材厚が薄いため樹種による差はあまりなく、ミズナラの含水率低下がやや早い程度であった。

3.2 損傷の程度

表-6に割れの発生状況を示した。カエデ、リョウブには割れの発生は認められず、その他の樹種についてもごくわずかであった。V字割れはまったく発生しなかった。浜野ら¹⁾の試験でも熱気減圧乾燥の割れ防止効果は認められており、円盤乾燥の一つの有効な手法と考えられる。

表-6 定温減圧乾燥による割れの発生状況 (平均)

	カエデ			リョウブ			ミズナラ			キハダ			ミズメ			ヤマザクラ		
	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ
割れ本数 (本)	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.2	0.7	0	0.5	2.0	0	0	0.3	0
総割れ本数 (本)	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.2	1.4	0	1.4	3.0	0	0	0.5	0

注) 表中の数値は、円盤の片面のみの測定値

表一 凍結減圧乾燥による割れの発生状況 (平均)

		カエデ			リョウブ			ミズナラ			キハダ			ケヤキ		
		ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ	ズイ割れ	内部割れ	V字割れ
凍結減圧	割れ本数 (本)	1.0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0	0.3
	総割れ長さ (cm)	1.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.3

注) 表中の数値は、円盤の片面のみの測定値

また表一に凍結減圧乾燥の割れの発生状況を示した。ケヤキの一部にV字割れが発生したのみで、リョウブ、ミズナラ、キハダには割れがまったく発生しなかった。

おわりに

木口円盤の乾燥法として大別して、天然乾燥試験、加熱乾燥試験、減圧乾燥試験の3通りの手法について検討して次のような結果を得た。

- 1) 木口円盤の割れと材厚の間には密接な関係があり、一般に材厚を薄くすると大部分の樹種が割れにくくなる。またリョウブなどのように、材厚が厚くなっても割れにくい樹種もある。従ってこのような特徴を生かして利用すれば、特殊な乾燥をしなくても、天然乾燥で充分割れを防ぐことができる。
- 2) 木口円盤のエンドコーティング処理は、円盤の乾燥速度を緩慢にして、割れの発生時期を遅らせたり、発生量を少なくすることができる。しかし完全に割れの発生を防止することはなかなか困難のように思われる。従って、材厚を薄くしてからコーティング処理を行うなどの組合せて利用して行くのが有効な手法ではないかと思われる。
- 3) 薬品処理としては PEG 処理が有効で、含浸量を増せば、割れ防止効果は高くなるものの、材色が悪くなったり吸湿性が高くなる。また塗装性が悪くなるなどの欠点もあるので、その点を考慮して用いる必要がある。PVA については、割れ防止効果はあまり期待できない。
- 4) 密閉状態での加熱乾燥は、原理的には真空定温乾燥と同様に、高湿の条件下での非常に緩慢な乾燥になり、割れ防止効果が期待される。ただし今回の試験は、実験装置が不充分なものであったので、再度検討して見る必要があるように思われる。アルミ箔に包む手法については、充分な割れ防止効果は期待できないのではないかと考えている。
- 5) 定温減圧乾燥は短期間に割れを生じないように乾燥する手法としては有効であるが、定温減圧タンクなどの高価な設備を必要とする。また多量に処理する場合は、熱板あるいは高周波などの適当な熱補給の方法を考える必要がある。

6) 凍結減圧乾燥は割れの発生が少なく、割れ防止効果は認められるが、乾燥期間が天然乾燥と同程度か
かり能率的な乾燥方法とはいえない。

以上の結果から天然乾燥では材厚を薄くすることによって、割れを防止することができる。また薬剤で
はPEG処理が有効であり、乾燥方法としては、定温減圧乾燥が有効な手法のように思われる。今後はこ
れらの試験結果をベースにして、具体的な製品開発に向けて、ろくろなどで荒仕上げしてからの乾燥や、
心抜きした円盤材、円筒材の乾燥方法について検討して行く必要があるように思われる。

文 献

- 1) 浜野義昭ら：鳥取県工業試験場研究報告 No.4 : 32~38, 1982
- 2) 蒲生 真 郷：木材工業 Vol 37(5) : 2, 1982