

予備乾燥としての簡易乾燥装置について

河原田 洋 三 由 利 良 重

中 川 宏

天然の気象条件に依存する従来の天然乾燥では乾燥材の計画的生産は円滑に行われぬ。特に北海道のような厳寒、多雪地域で乾燥促進季節と乾燥遅滞季節の差が著しい。そのため、ある程度の天然乾燥を前提とした人工乾燥装置の生産能力は季節によって不均衡を生じ易い。また、高含水率の生材を高温度で乾燥する際には、その板材は異常な収縮が助長されたり、割れ、狂いなどの欠点の発生も多くなるので、一般に乾燥前期の温度は低温で行ない、その乾燥時間は当然良くなる。十分天然乾燥をした人工乾燥材の品質の良いのは、とりもなおさず、高含水率の間を低温度で緩く乾燥することにほかならない。

このようなことから、計画的な、そして、低温度の天然乾燥の方法についていろいろ試みられている。

T. W. RUCKER, W. R. SMITH¹⁾は加熱管付の風乾装置の乾燥試験の結果、材間風速約3m/s, 乾燥温度約27℃, 材積巾3m以内であることが乾燥及び経済効果が良いとしている。E. C. PICK²⁾は太陽輻射熱の利用を期待した合成樹脂シートを張った簡易乾燥装置でRed oakについて、普通の人工乾燥装置および天

然乾燥との比較を行ない、70~80%から20%にする乾燥時間は半減するし、費用も天然乾燥と変わらないとしている。また両者とも装置内の湿球温度の調節に注意しなければ乾燥による割れの発生する危険があるとしている。我国においても一二の試みがなされた³⁾。

北海道地方における気象条件は先に述べたように天然乾燥時間の季節差が著しく、乾燥材の生産の大きな障害であり、人工乾燥装置の設定規模に往々にして季節による齟齬を招くことが多い。このような障害を太陽熱または簡易乾燥装置によって、どの程度補えるか、経済的にはどのような問題があるかを検討した。

装置の概要

(1) 装置の仕様

写真に示すように、骨組は6×50×50mmのL型鋼で組立て、その大きさは280(高さ)×270(幅)×390(奥行)cmである。屋根は南々西に面した片流れとし、太陽光線の角度の大きい東南、および南西の二壁面と屋根は透明プラスチック製の波板を一重とし、その内側に受光面に黒色塗装した鉄板を取付けて受熱

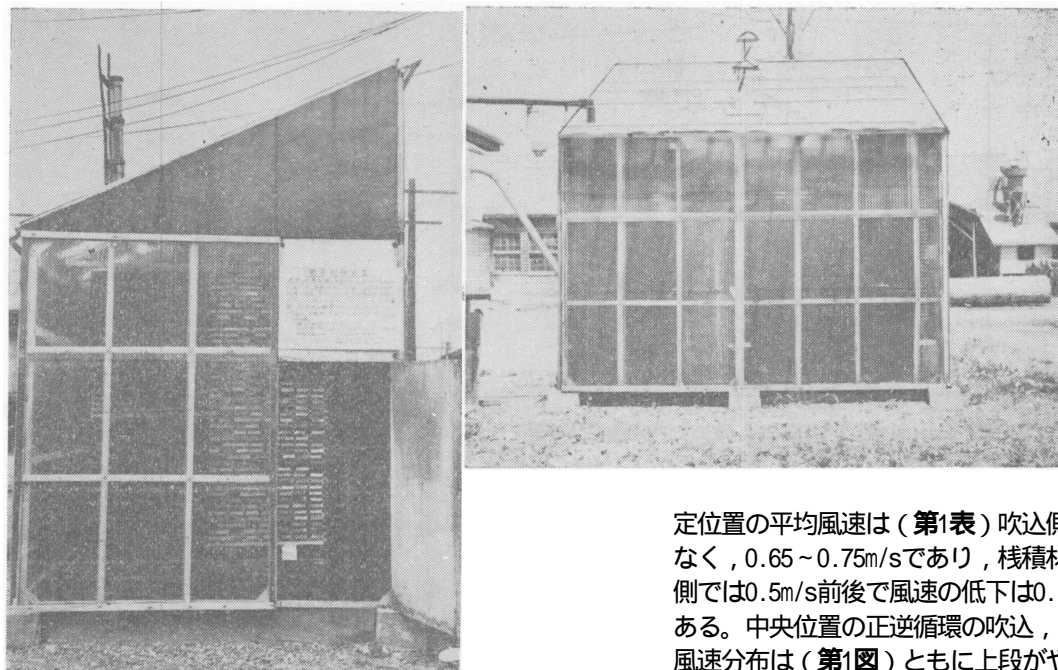


写真 簡易乾燥装置

の効率の増加を計った。他の2壁面は1類6mm厚のシナノキ合板の両面張り厚さ5cmのパネルをボルト締めとした。送風循環は1HPモーター直結の直径600mmの可逆プロペラファン1台を天井の中央部に取付け、直径20cmの吸排気孔をファンを中心にして左右の屋根に設けた。ファンは風量220m³/min、静風圧8mm水柱のものである。補助加熱管は収容空間の都合により、側壁面に35.7mmガス管をヘッダー組としその表面積は約5.1m²である。

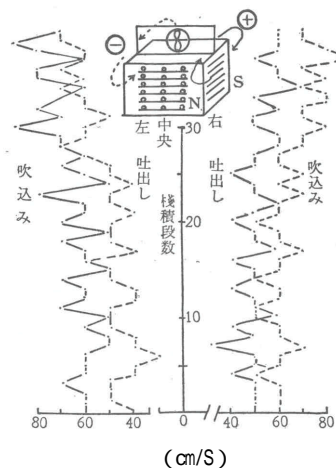
(ii) 風速分

板厚22mmの材料を棧積した木口に対して左右側面の中央部およびその約1m間隔の左右位置で材間風速を熱線風速計で測定した結果、ファンより加熱器を通り、棧積材間に吹込む循環を正(+)循環とすれば、各測

第1表 各測定位置における平均風速 (m/s)

循環	位置		中央	左	右
	位置	位置			
正 (+)	S		0.68	0.75	0.71
正 (+)	N		0.50	0.54	0.51
逆 (-)	S		0.65	0.68	0.66
逆 (-)	N		0.50	0.53	0.48

定位置の平均風速は(第1表)吹込側で正逆循環大差がなく、0.65~0.75m/sであり、棧積材間を通った吐出側では0.5m/s前後で風速の低下は0.15~0.20m/sである。中央位置の正逆循環の吹込、吐出側の各段毎の風速分布は(第1図)とともに上段がやや大きい。



第1図 棧積間の風速分布

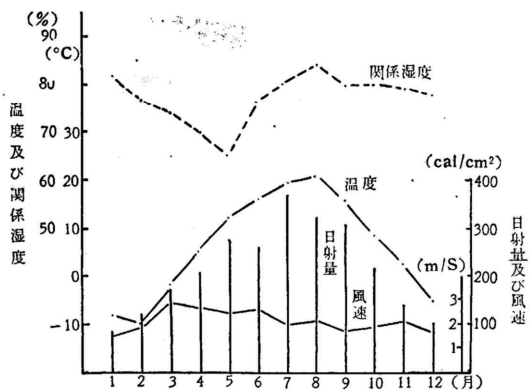
2. 装置内の温度と湿度

(i) 温暖期間の場合

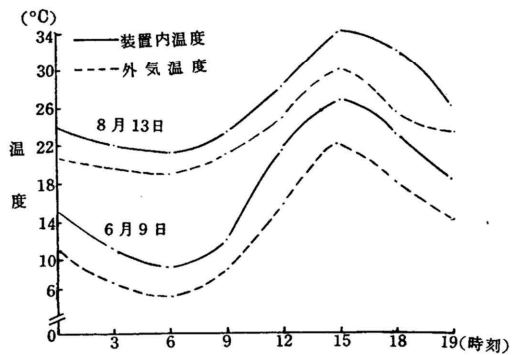
北海道旭川地区の年間平均温度、関係湿度、風速および日射量は第2図に示すように月による変化が著しい。試験期間中の気温と装置内の3時間毎の平均温度は第3図に、また、一日の温度変化はいずれも装置内温度が3~5 外気温より高い。

関係湿度は第4図に示すように5月末(S-a)、7月末(S-b)からの試験とともに類似しており、乾燥前期は装置内が外気よりやや高めか、変らないが、

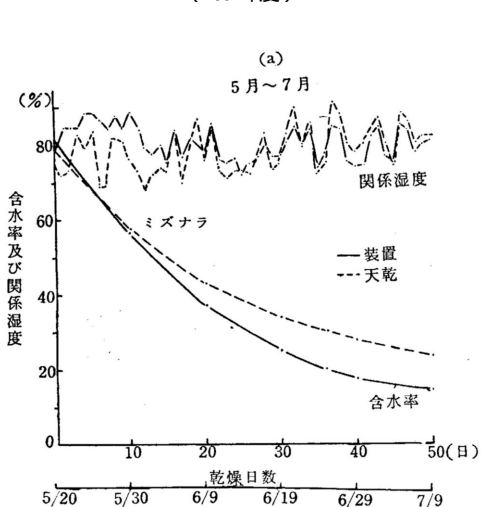
予備乾燥としての簡易乾燥装置について



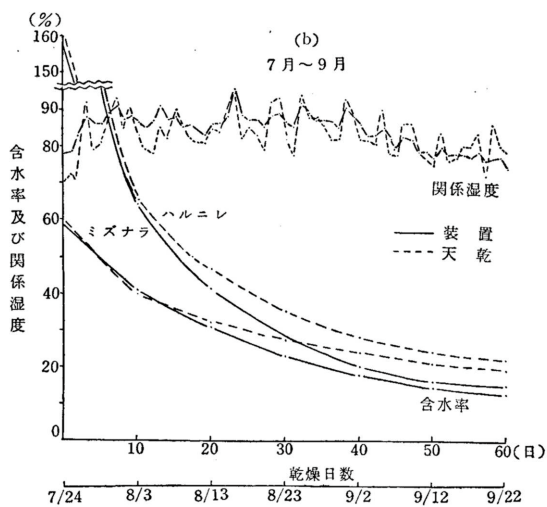
第2図 旭川地方年間平均温度・湿度・風速及び日射量 (1964年度)



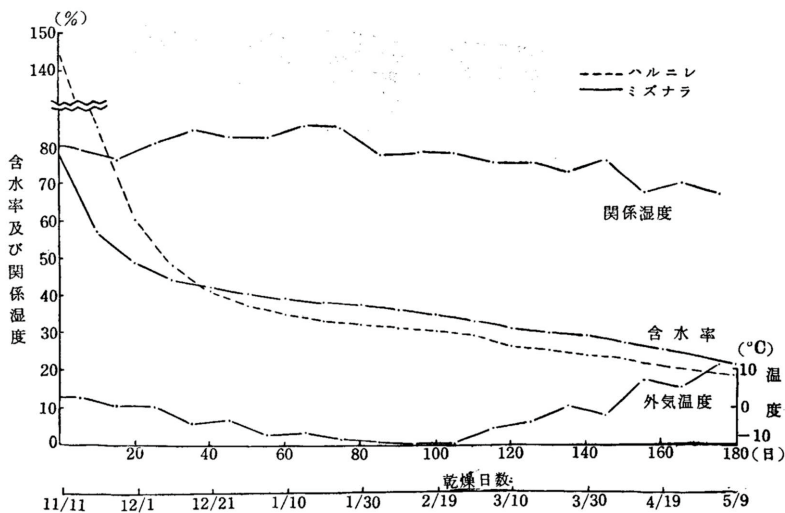
第3図 装置内及び外気の1日の温度変化 (1964年)



第4図 (a) 関係湿度および乾燥経過



第4図 (b) 乾燥経過および関係湿度



第5図 天然乾燥の乾燥経過

乾燥末期ではわずかに低湿度となる。

(ii) 厳寒期間の場合

11月から3月の厳寒期間（外気温0℃以下の場合）では当然天然乾燥は遅滞するので、本試験においては装置の補助加熱管に蒸気を通して検討した。したがって装置内温度は外気温の影響をうけるが、補助加熱管の熱容量に左右される。11月上旬から5月上旬までの外気温（10日間毎の平均）は11月および4月上旬以降の外は氷点下である（第5図）。補助加熱管に通気した場合の装置内温度は被乾燥材の乾燥状態によって差異はあるが、第6図に示すように40℃位の上昇が得られる。

関係湿度は乾燥前期に外気より高く、終了期には低湿となった。しかし、外気温は著しく低いので空気中の絶対温度はむしろ外気の方が著しく小さいと考えられる。

3. 乾燥試験

ミズナラおよびハルニレの22mm厚さの床板原板について1964年5月（S-a）、7月（S-a）の各下旬の温暖季、および1964年11月下旬（W-b）と1965年2月上旬（w-b）の厳寒季に行なった。

i) 温暖季の場合

太陽輻射熱を利用した装置の乾燥経過と天然乾燥のそれを第4図に示した。（S-a）のミズナラでは乾燥

初期においては両者の差はほとんどないが、中期以降においては装置による乾燥が促進され、特に30%前後の繊維飽和点以降ではその差が著しい。

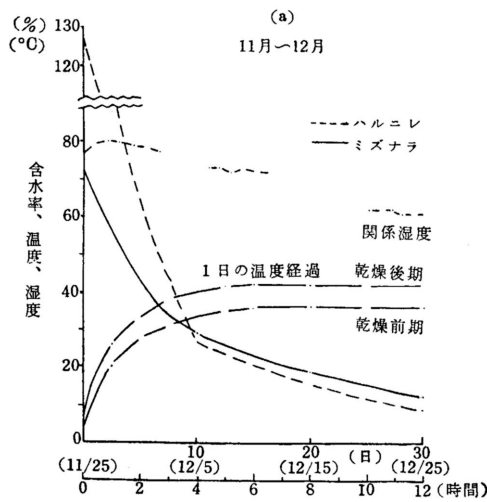
ハルニレの場合は初期含水率が非常に高く、高含水率の自由水域の乾燥は、両者とも著しく速いが、中期以降の乾燥過程では装置による乾燥が促進される（S-a）。

このことは乾燥前期において前に述べたように外気と装置内の温度の差異は装置内が3~5℃高いが、関係湿度はわずかに高いか、差はなく、気流速度は屋外の1/3~1/4程度であるので板の蒸発にも差異を示すにいたらなかった。また乾燥後期には装置内の湿度は外気よりも低くなるので、その温度差とともに乾燥経過にも差異を示すものと考えられる。

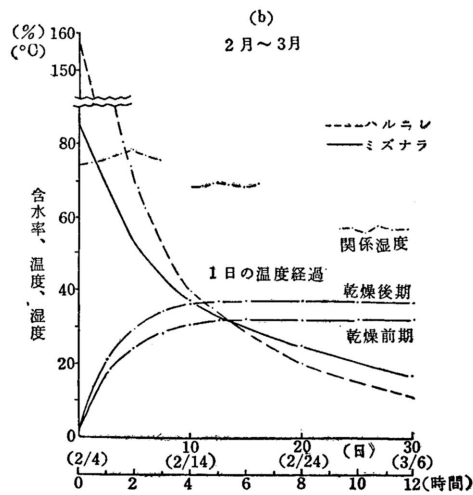
このような点から、太陽輻射熱の利用による天然乾燥の促進は北海道のような高緯度地帯で、日射量の比較的少ない場合には乾燥温度は外気温に比較してその差は小さく、材間風速も動力を大きくしない限り小さく、湿度を低くするには吸排気量を多くしなければならぬが、それは逆に乾燥温度の低下となるので、有効な方法とすることは出来ない。

(ii) 厳寒季の場合

冬季の厳寒期間では当然太陽輻射熱の利用は困難で装置内温度は主として加熱管の熱容量に左右される。本装置による11月下旬からの装置による乾燥経過と天



第6図 (a) 簡易装置による関係湿度および温度上昇経過、乾燥経過



第6図 (b) 簡易装置による関係湿度および温度上昇経過、乾燥経過

然乾燥，2月上旬からの装置による乾燥の含水率経過を第6図に示した。天然乾燥の場合にはハルニレおよびミズナラとも生材から約40%までは約40日間で比較的速く乾燥しているが（第5図），それ以降は外気温の低下と相俟って乾燥状態は著しく遅れる。一方装置による乾燥は高含水率域では著しく速く低含水率においても天乾状態のように遅滞することなく乾燥する。これらを含水率と1日当りの乾燥速度（%/day）で比較すると高含水率では装置乾燥は天然乾燥の4～6倍，比較的含水率域では6～10倍である。

11月下旬からと2月上旬からの比較では2月の外気温は（-）10 付近で11月より約10 低いので装置内の温度も3～4 低く，このことは乾燥経過においても影響している。

また，ハルニレとミズナラの乾燥速度は両乾燥方法ともにハルニレが大きく，装置乾燥でその差は著しい。

装置内の乾燥温度は乾燥前期と後期では11月および2月ともに差異があり，後期の温度は前期より3～4 高い。これらはいずれも9時から21時まで1日12時間通汽運転の結果である。

これらの運転に必要なエネルギーは送風機駆動の電力と加熱のための蒸気である。電力量は1馬力当り0.8KWHとし，蒸気消費量はドレイン（復水）を秤量して求めた。蒸気量は11月で毎時30～35kg/h，2月は35～40kg/hであった。

4. 装置の実用性

天然乾燥の遅速は気象条件に左右され，補助加熱管を付属した簡易装置では主としてその熱容量によって乾燥温度，したがって乾燥速度も決まる。前に述べた試験（温暖季の場合）では補助加熱なしの送風機の駆動だけで天然に近いものであったが，この場合においても補助加熱を併用することが考えられ，この事は乾燥促進をより計画的に行なえる可能性を示すものである。本装置による試験結果から主な経費について比較すると（第2表）ミズナラの含水率を約30%にするための1m³当りの費用は温暖季で簡易装置は天然乾燥より8～9倍，厳寒季では両者の関係は2～3倍以上である。簡易乾燥の全費用に占める比率の大きいのは償却費および蒸気料であり，その評価方法によって全費用も変化する。このように直接的な経費は促進乾燥では天然乾燥より著しく大きい，特に厳寒季では天然乾燥に依存することは乾燥材の計画生産を不可能にするから，単に費用の比較のみで効果の判定にすることは出来ない。温暖季では乾燥時間の短縮は補助加熱の使用によってさらに促進されるが，その効果は厳寒季ほど明らかではないだろう。

促進装置と標準的な人工乾燥装置との関係を検討すると次のようになる。ミズナラ床板原板の生材（約70%）を10%まで乾燥するにあたり，月生産量を300 m³，1基の収容材積を約15m³とすると第3表に示すように，例えば簡易乾燥で含水率30%まで乾燥した後

人工乾燥すると，その乾燥時間は72時間で月10回転し，15m³収容の乾燥装置は2基必要である。その場合の促進装置は4基必要で月300m³の生産が見込まれる。このことは既設の人工乾燥装置2基が厳寒季など，初期含水率が高くして生産量が不足する場合，促進装置4基で含水率を30%程度に乾燥した後，人工乾燥すればよいことを意味する。装置に必要な経費は各装置

第2表 天乾と予備乾燥に要する経費 ミズナラ22mm厚（m³当り）

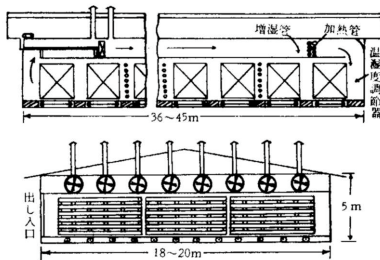
試 験	乾燥開始日	乾燥日数	乾燥材に対する利息	維持管理費	電力費	蒸気費	合計	
夏 期	天 乾	5/20	36	133円	22円	—	155円	
		7/24	25	93	15	—	108	
	（初期→30%）	予 乾	5/20	26	96	910	226	1,232
			7/24	21	78	735	183	996
冬 期	天 乾	11/11	130	481	78	—	559	
		11/25	10	37	350	87	1,194	
	（初期→30%）	予 乾	2/4	15	56	525	130	1,661

月利息7厘4毛
 1KWH=3.6円として計算（需要電力料含まず）
 1kg=0.9円として計算
 土地代金3.3m²当り40円（月）として計算
 年（金利6%，減価償却20%，維持費2%）として計算

第3表 天乾装置と促進乾燥装置の組合せ

含水率	70～	60～	50～	40～	30～	20～	%
乾燥時間	144	120	108	96	72	54	hr
人工乾燥 月回転数	5.0	6.0	6.7	7.5	10	13.3	回
装置数	4.0	3.3	3.0	2.7	2	1.5	基
乾燥時間	—	48	68	104	144	204	hr
促進乾燥 月回転数	—	15.0	10.6	0.9	5.0	3.5	回
装置数	—	1.3	1.9	2.9	4	5.3	基

ミズナラ床板原板, 月生産量; 300m³, 1基容量; 15m³
 促進乾燥は11～12月(-1～ -4) 装置温度30～45
 *人乾では初期含水率, 簡易乾燥では終期含水率とする。



第7図 オーストラリアにおける予備乾燥装置

の設備費によって変動するが, 人工乾燥装置を1基当り2,000千円, 促進装置1基当り800千円と仮定すれば両者併せて7,200千円であり, 人工乾燥装置を4基に増設するよりも得策である。簡易装置によると含水率40～50%では人工乾燥時間, 作業性の点からそれほど得策でないと考えられる。オーストラリアにおける予備乾燥装置は本実験と同様の簡易な低温乾燥室でありユーカリ材の1吋厚さの板材を35で含水率30%まで乾燥し, その後約15日間屋外に放置して含水率分布の均一化を行ない, さらに蒸射室で100の飽和蒸気で約8時間蒸射処理(リコンディショニングと呼ぶ)をした後, 乾燥装置で目的含水率まで乾燥している。これはオーストラリアでも冬季が雨期で湿度も高いタスマニア地方で天然乾燥の促進とユーカリのように比較的高い温度(約60)では落込みが多発する材に有効な方法として発達したものである。装置の一例を図示すると, 第7図のように非常に大型で送風循環は横流で棧積台車2台毎に補助加熱管を設けて, 温度低下を補っている。

むすび

気象条件に左右されて計画的な生産の出来ない天然乾燥の改善策として, 太陽輻射熱および補助加熱管を備えた促進装置について, 温暖季と厳寒季に乾燥試験を行った結果, 温暖季の太陽輻射熱の利用は天気支配されるが装置内の温度の上昇はわずかであり, 材間風速は天然より小さいこと, 装置内の温度は乾燥初期に低湿にすることが出来なかったことなどの点から, 本試験装置の性能では得策ではない。さらに乾燥温度, 湿度, 気流循環の点に改善すべきことがある。厳寒期間では比較的良好な結果が得られたが, 本装置の実用化にはその逆転状態(操業度), 補助加熱用蒸気のコストなど経済的要因について改善すべき点がある。熱源については必ずしも蒸気によることなく, 焔道, 燃焼ガスなども考慮される。また, 熱容量を大きくすれば装置内の温度は高くなるので被乾燥材の材種, 乾燥性に応じて加減できるし, 積極的に温度および湿度の自動調節も組入れることが考えられる。材間風速は送風機の容量の増大によって高含水率範囲の乾燥を速くすることが出来る。これらはいずれも設備および維持管理経費の増額となるので, 乾燥生産計画の内容によって決められねばならない。

このような見地から, 本試験の装置の実用性は天然乾燥では計画生産の期待出来ない地域での人工乾燥の予備または補助的装置として, その性能を発揮することが出来るものと考えられる。

文 献

(3) 寺沢 真: 木材の予備乾燥装置,

木工生産 7 No.10 1963

- 林産試 乾燥科 -