

木材乾燥への太陽エネルギー利用

野呂田 隆 史

まえがき

昭和48年10月の石油ショック以来、エネルギー源の主流である石油の価格はうなぎのぼりに高くなり、その供給にも不安が感じられるようになってきました。木材工業において、エネルギーを多く使う工程に乾燥があります。製材品の乾燥には、建築用材のように天然乾燥でも可能な含水率20%以下で使用できるものと、家具・建具用材などのように、適正含水率が10%前後で人工乾燥の必要なものがあります。

人工乾燥を行う場合のエネルギー源として、木屑・石炭・石油などが考えられますが、一般的には木屑が多いと思います。しかし、木材を燃料として使うのは最終の段階であり、非常にもったいないことです。化石燃料の枯渇が叫ばれている今日、木材工業は再生産可能な木材資源の多目的利用を考えたくて、熱的に自給自足する必要がありますでしょう。

最近、資源消費節約の社会的要望にこたえて、国内においても、太陽エネルギーをより多く木材乾燥に利用しようという試みがなされていますので、さまざまな地域での利用方法と装置について紹介します。

天然乾燥では.....

木材に外気を直接あてて、太陽熱だけで乾燥す

るわけですから、温度・湿度・風速など気象条件の影響を受けやすく、特に北海道の場合、夏の最も気候の良い時でさえ、含水率は12~15%までしか下がりません。冬については含水率20%以下を期待することはできないでしょう。

太陽熱利用乾燥.....

ここでいう『太陽熱利用による木材乾燥』は乾燥に必要なエネルギーを集熱器などで積極的に利用する方法です。

太陽熱利用乾燥法として、ソーラーハウスタイプ、倉庫タイプ、温室タイプ、の3つがあります(図-1参照)。

ソーラーハウスタイプ

このタイプは長野工試¹⁾・静岡工試²⁾で行っているもので、省エネルギー効果を図り、従来の熱気乾燥に代わる低温除湿乾燥を基本とした新しい乾燥システムの開発を目的としたものです。

一般的装置としては市販の集熱器・乾燥室(断熱構造)・蓄熱槽から成り、外に補助熱源・除湿器・熱交換器などの組み合わせができています。

乾燥温度は40~50 の低温度域でコントロールするようになっています。

倉庫タイプ

このタイプはアメリカなどで大型簡易乾燥室と

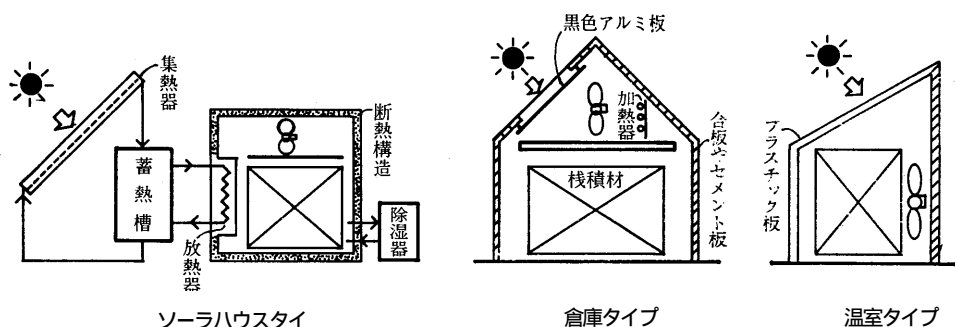


図-1 太陽熱利用乾燥法

して試験を行っています³⁾。一般的には木造で、壁体構造としては合板やセメント板が用いられています。室内は20~40の温度を保つため加熱装置をつけてあり、その省エネルギーを図るため屋根の一部をプラスチック板で積極的に太陽光を取り入れるようにしています。

温室タイプ

多くの太陽熱利用乾燥室といえば、一般的にはこのタイプでした。最近では林産試⁴⁾・長野工試⁵⁾などで、壁体をプラスチック板で2重構造にし、特徴としては、簡易集熱器を用いて装置内の温度を高める方法とか、ブロック蓄熱により温度低下を防ぐなどの改良されたものになっています。

以下に林産試における試験装置の説明と、北海道木材青年経営者協議会の依頼試験として行い、昭和55年度林業技術研究発表大会で報告した試験結果について述べます。

林産試の簡易乾燥装置.....

装置の特徴

図-2は北海道の年平均全日射量分布図⁶⁾です。図によりますと試験地の旭川市は道内において、気象条件の悪い地域になります。反面、太陽エネルギーを利用する場合、道南から道東へかけての地域はかなり有利になります。

試験の目的は、補助熱源を使わず太陽熱だけで行い、どの程度天然乾燥より乾燥日数が短くなるか、さらにどこまで含水率が下がるかです。

装置の概要を図-3に示します。大きさは床面

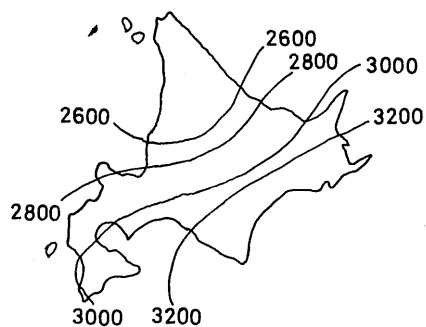
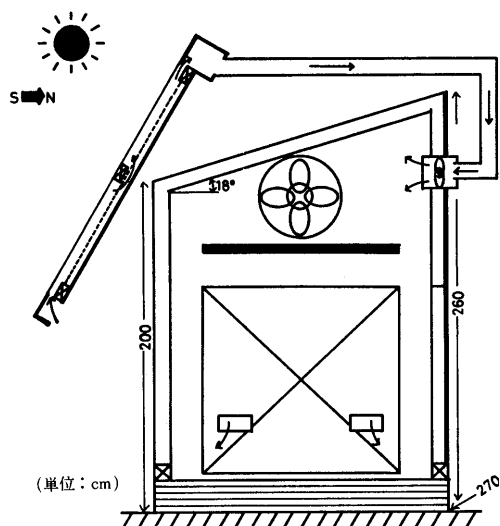


図-2 北海道の年平均全日射量 [Kcal / m²day]



床面積 (4.86m²) 南面高さ (2.0m) 北面高さ (2.6m)
 天井高 (1.5m) 装置内容積 (11.4m³) 実材積 (2.0m³)
 排気口 (10cmx20cm: 4カ所) 吸気口 (直径=10cm)
 軸流送風機 (径=50cm, 風量114m³/分,
 回転数1420rpm., 静圧10mmAq, 動力0.75kW)

図-3 太陽熱利用乾燥室の概要

積4.86m²、南面高さ2.0m、北面高さ2.6mです。北面以外の壁面と屋根は合成樹脂平板の2重構造になっています。収容可能材積は約2.0m³です。

今回の試験装置の特徴は簡単な集熱器を用いていることです。これを用いることによって、外気を直接装置内に入れることがないため、日中の装置内温度の低下を防ぐことができます。簡易集熱器の構造を図-4に示します。

装置を作るのにかった製作費は昭和54年10月現在で28万7千円でした(表-1)。今回の装置の内訳を見ますと、送風機・壁体材料の合成樹脂平板・電気工事費で約7割を占めています。実際に試験を行って見ますと、送風機は0.5馬力でも十分と思われます。このことは送風量の問題以上にランニングコストを考える場合に重要な意味を持ちます。電気工事に関しては装置が大きくなるに従って占める割合は小さくなるでしょう。壁体材料の合成樹脂平板は耐候性と衝撃強さを考慮して、施工法とともに改良していく必要があるでし

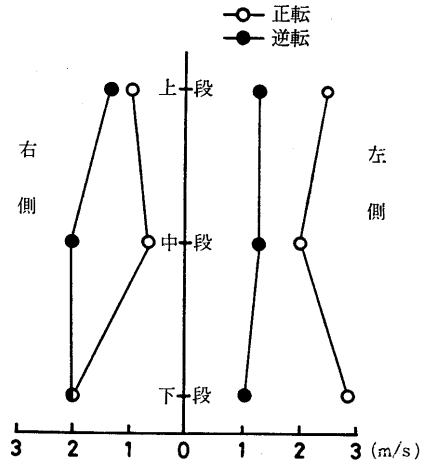
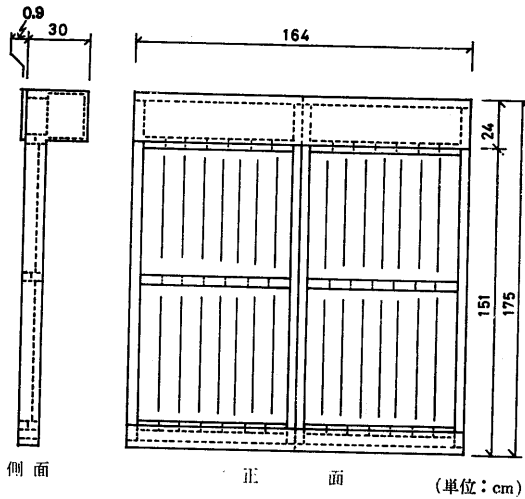


図-5 風速の分布 (整流板なし)

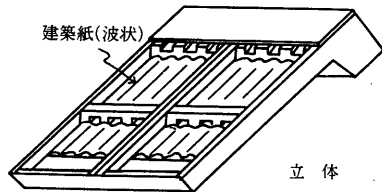


図-4 簡易集熱器(略図)

表-2 装置内の含水率分布
〔トドマツ, 絶対重量法 (%)〕

区分	右側	中央	左側	平均
上段	10.2 (65.2)	10.0 (89.4)	8.8 (71.0)	9.7 (75.3)
中段	10.0 (71.4)	10.4 (66.1)	10.1 (54.0)	10.2 (63.8)
下段	10.3 (49.7)	10.0 (71.6)	8.9 (66.3)	9.7 (65.0)
平均	10.2 (62.2)	10.1 (75.7)	9.3 (66.3)	9.8 (68.1)

注) 1) ()内は初期含水率
2) 装置内の位置は西側から東側へ、中央、左となる。

よう。

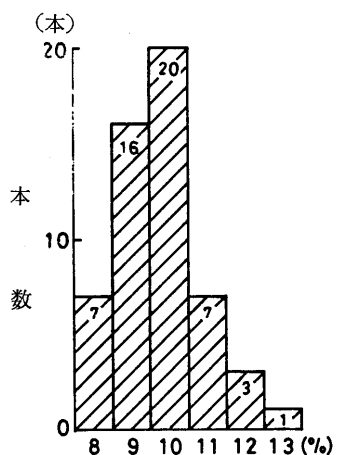
装置の性能は

装置の性能として、風速ムラはないか、仕上げが
り含水率にバラツキはないか、温度・湿度状態は
どうか、について調べました。

表-1 太陽熱利用乾燥室の製作費 (昭和54年10月現在) (円)

項目	規格	価格
送風機	0.75kWh, 114m ³ /min, 10mmAq	90,000
合成樹脂平板	1.0×910×1,820mm	70,500
ポリエステルフィルム	0.1mm×2m×100m	800
軽量H型鋼	200×100×3.2×6.0mm	31,000
普通棒鋼	径=13mm, 5.5m	500
ボルト・ナット・座金	Wネジ13mm, 首下65mm, 42mm角	2,000
塗料	ラッカーエナメル	5,500
建築紙	ルーフィング	1,800
カラマツ製材	正角, 平割, 正割	23,500
構造用合板	9×910×1,820mm	16,400
釘	38, 60, 100mm	500
電気工事関係	一式	44,500
合計		287,000

正転・逆転の吹き込み側と吹き出し側の風速分布を図-5に示します。材間風速は1.0~1.5m/sと当初予定した風速が得られています。仕上げ含水率の測定結果、ほとんどバラツキはありませんでした(表-2, 図-6)。装置内と屋外の平均温度差は乾燥初期で10, 末期で15と含水率の低下に従い大きくなります。湿度について、屋外はその日の天気に影響されますが、装置内は含水率の低下とともに、後々に下がっ



試験材(トドマツ)の本数は54本, 含水率のバラツキは, 8-13%, 平均9.9%

図-6 仕上がり含水率の分布 (含水率計による)

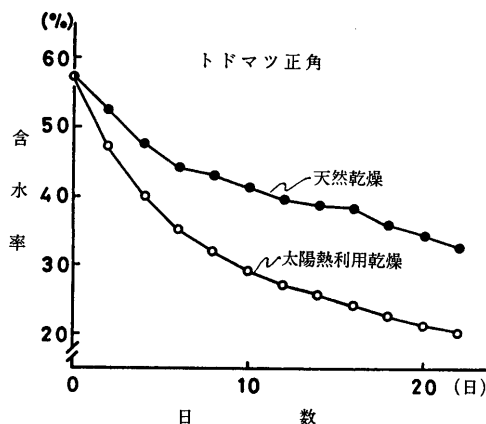


図-7 春期の含水率経過 (乾燥開始昭55.4.21)

表-3 太陽熱利用乾燥と天然乾燥の比較 (昭和55年)

樹種・厚さ (mm)	開始日 (月・日・)	初期含水率 (%)	終了時含水率 (%)	20%までの日数 (日)
トドマツ・30	4.1	62.4 (63.8)	14.7 (14.0)	16 (40)
エゾマツ・30	4.1	82.3 (81.0)	15.9 (14.3)	17 (40)
トドマツ・105	4.21	56.9 (56.6)	9.5 (18.5)	22 (45)
エゾマツ・105	4.21	35.2 (34.1)	9.7 (15.2)	17 (28)

注) ()内が天然乾燥の場合

予備乾燥法として利用した方が良いかもしれません。

乾燥コストについては人工乾燥(重油ボイラー使用)と太陽熱利用の動力費で比較して見ました。人工乾燥の動力費は水分蒸発量の計算式⁷⁾で求め、太陽熱利用乾燥では送風機の電気消費量で計算しました(電気料金:20円/kWh, 重油価格75円/l)。含水率60%から20%までの正角で比較しますと、人工乾燥では1m³あたり5,360円ですが、太陽熱利用乾燥は約67%の3,600円になります。これについては一年を通した検討が必要でしょう。

割れ・狂い等の損傷を比較しますと、装置内の方が天然乾燥より良い結果が得られています。さらに、表面変色が少ないのが特徴でしょう。

ていきます。

乾燥試験の結果

北海道の一般的建築材であるトドマツ, エゾマツを試験材に選び, 厚板と正角の二材種について試験を行いました。

厚板の乾燥開始日は4月1日で, 含水率が15%前後になるまで行い, 気乾含水率時の損傷について調べました。正角については4月21日に開始し, 天然乾燥・装置乾燥のどちらも平衡含水率と思われるまで行いました。

含水率経過を見ますと乾燥初期段階においても装置内の方が速い含水率低下を示しているのがわかります(図-7)。表-3に太陽熱利用乾燥と天然乾燥の比較を示していますが, 初期含水率から含水率20%までの乾燥日数で比較しますと, この時期において, 厚板・正角のどちらも装置内乾燥の方が天然乾燥の約半分の日数で乾燥しています。最終平衡含水率で比較しますと, 天然乾燥では含水率15%前後までしか期待できませんが, 装置内乾燥では人工乾燥に匹敵する含水率10%以下になります。しかし, 含水率20%から10%までの乾燥日数は初期含水率から含水率20%までの日数とほぼ同じですので, 動力費から考えた乾燥コストで判断しますと, 季節によっては含水率20%までの

おわりに

以上、太陽熱利用乾燥の最近の動向と林産試の試験例について述べました。現在、寒冷地での太陽熱利用乾燥装置は天然乾燥の促進用として考えていますが、大量の乾燥材を必要とせず、人工乾燥装置を持つことのできない、小さな工場においては、現在の装置を多少改良することで十分利用できると思います。冬期間の天然乾燥の促進装置としての効果は図-8に示すようにかなりあります。ミズナラ材と比較して見ますと、冬期間においても、装置内であれば、夏期の天然乾燥と同じような含水率低下を期待することができます。また、一般建築材への乾燥材利用促進を図る上で、このような簡易な乾燥装置は有効であると思えます。

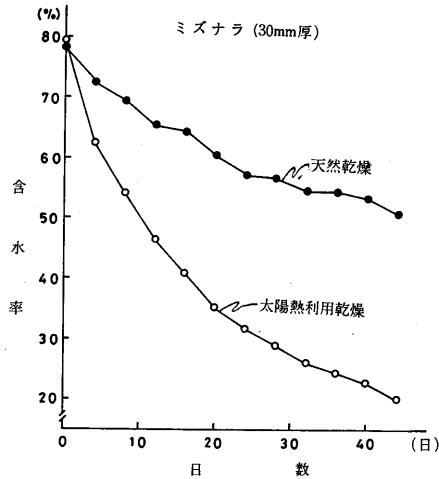


図-8 冬の含水率経過⁴⁾
(乾燥開始昭和55.1.10)

文献

- 1) 植木芳茂ほか5名：長野工試業務報告 (1978)
- 2) 神長邦隆ほか4名：新しい木材乾燥技術に関する研究，中小企業庁 (1980)
- 3) Donald G. Cppett : Practical Application of Solar Energy to Wood Processing . p . p . 62 ~ 63 (1977)
- 4) 野呂田隆史ほか2名：林産試月報，345 . 10 (1980)
- 5) 坂田良二ほか4名：長野工試業務報告 (1979)
- 6) 太陽エネルギーの基礎と応用：日本太陽エネルギー学会編，p . p . 21 . オーム社 (1978年)
- 7) Skaar , Christen : Practical Application of Solar Energy to Wood Processing . p . p . 29 ~ 32 (1977)

(林産試験場 乾燥科)