

木材乾燥条件に関する研究

—ヒノキ製材の太陽熱を利用した乾燥—

平成元年度～平成3年度（単県）

菱田 重寿 大野 浩暉
熊川 忠芳 大林 育志

要 旨

温度・湿度のコントロール機能の無い簡易型のソーラー乾燥施設を使って、10.5cm角、12cm角の3mヒノキ材の乾燥試験を4～5月に行なった。対照として屋外でトタンをかぶせ乾燥を行なった。ソーラーの乾燥施設内の日最高温度は屋外より平均して16℃、日最低温度は9℃高かった。また湿度についてはソーラー内では屋外に比べ平均的に低かったが、振幅は小さかった。ソーラーでは初期含水率32%の材が20%まで乾燥するのに18日要したのに対して、対照では50日以上要した。乾燥により発生した割れについてもソーラー乾燥のほうが少なかった。ヒノキの場合、簡易なソーラー乾燥施設でも比較的良好な乾燥ができると思われる。

I. はじめに

低コスト乾燥の一方法として太陽熱を利用した乾燥があげられる。しかし、この乾燥方法は、一般的には温度、湿度のコントロール機能を備えていない。

そのことによって、厳しい乾燥条件を招き、割れなどの欠点が製品に生じ、商品としての値打ちの低下が生ずる危険がある。しかしどの程度の材質低下が生ずるのか報告も少なく、あまり明らかでない。10.5cm、12cm角の3mのヒノキ材で検討したので報告する。

II. 方法

1. 材料

鳳来町内の30年生のヒノキ材から、10.5cmないし12cm角の3m材の採れる太さの立木を選び出し試験材とした。

この試験材は伐倒、玉切り後林道端ないしは製材所にしばらく放置されており、丸太の状態で幾

らか乾燥が進んでいたと思われる。

製材後背割りを入れた。

2. 乾燥方法

ソーラー乾燥

当センターで平成元年度製作した施設を利用し

た。1) 対照

屋外で棧積みし、波トタンをかぶせて雨が当たらないようにした。

調査項目及び調査方法

ア. 温度及び湿度

ソーラー乾燥施設内に7日巻の自己温湿度計を置き、日最高最低温度、日最高最低湿度を測定した。記録紙の値は温度については温度計で、湿度についてはピーク値を100として読み取り値から差し引き修正した。

また、それと、比較するために構内で観測されている自記観測データを対照とした。

イ. 木材含水率

最終調査後、中央で約3cm厚の板をとり全乾法に

より含水率を測定した。調査は重量から換算して求めた。

ウ、肉眼で観察できる割れ(細かいヒビ状のものも含む)を、木口から材中央に向かって伸びている木口割れと木口面まで至っていない材面割れに区分して、材面ごと、割れ1本ごとに長さを測定した。

III. 結果

1. ソーラー乾燥施設の乾燥条件

ソーラー乾燥施設内の1日の温度の最高と最低及び湿度の最高と最低を自記温湿度から読みとった。その結果を当構内の気象観測値と比較し表-1にまとめた。

ソーラー乾燥施設の4月1日から6月6日までの最高温度の範囲は23~52°Cにあり、平均では39°Cであった。一方気象観測値は範囲で17~30°C、平均では23°Cであった。両者の日最高温度の平均的な差は16°Cであり、およそ曇天・雨天では6°Cの差、晴天では22°Cの差があった。最低温度については、ソーラー乾燥施設内では平均20°Cに対し、気象値は11°Cであり9°Cの差があった。日最高温度の

差に比べるとやや小さい。しかしその範囲を比較してみるとソーラーでは14~28°C、気象は1~20°Cであり、それらの範囲の最低値の差は13°Cでソーラー内の温度は下がり難いことが考えられる。以上の個々のデータのソーラーと気象との関係に就いては図-1、図-2のとおりである。図-1からはソーラー内の最高温度は天候に大きく左右さ

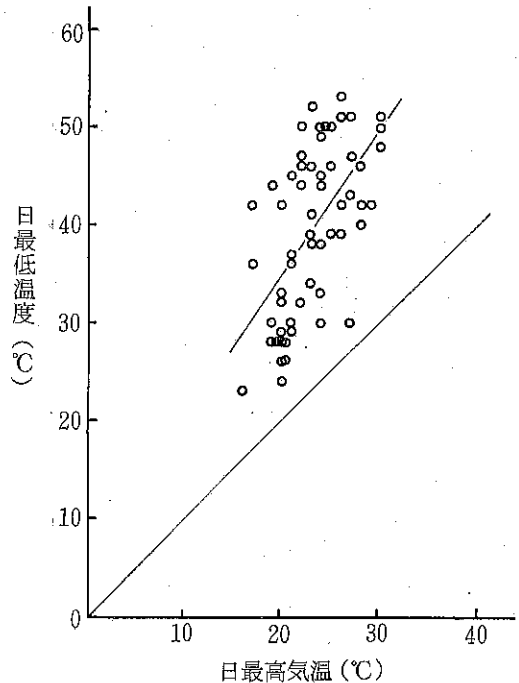


図-1 日最高温度(ソーラー)と日最高気温の関係

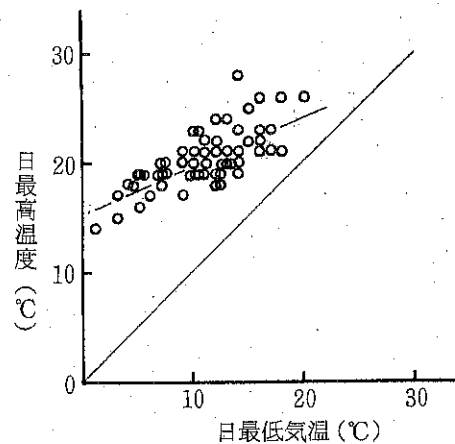


図-2 日最低温度(ソーラー)と日最低気温の関係

表-1 乾燥条件(期間4/1~6/6)

観測項目	ソーラー	気象	
日最高気温 °C	平均	39	23
	最大	52	30
	最小	23	17
日最低気温 °C	平均	20	11
	最大	28	20
	最小	14	1
日最高湿度 %	平均	72	96
	最大	96	98
	最小	50	66
日最低湿度 %	平均	50	51
	最大	85	96
	最小	31	10

差に比べるとやや小さい。しかしその範囲を比較してみるとソーラーでは14~28°C、気象は1~20°Cであり、それらの範囲の最低値の差は13°Cでソーラー内の温度は下がり難いことが考えられる。以上の個々のデータのソーラーと気象との関係に就いては図-1、図-2のとおりである。図-1からはソーラー内の最高温度は天候に大きく左右されるが、最高気温の高低によって平均的に12~20°Cの幅を持って高く保たれると読み取れる。また図-2からは最低気温が下がるほど、ソーラー施設の効果は大きくなると読みとることができる。

またソーラーの最低温度の振幅は気象の最低気温より小さいことが窺われる。ソーラー乾燥施設の集熱板、断熱材、碎石等の蓄熱、保温効果が推測される。

次に湿度をみてみると、日最高湿度は気象では朝方にかけ気温が下がるにつれ90数%まで湿度が上がる。しかしソーラー乾燥施設内では保温効果が高いため、温度はそれほど下がらず、その影響で湿度も比較的強く保たれていた。平均の値で比較すると、気象では96%、ソーラーでは72%とかなりの差があった。一方日最低湿度については、平均的には共に約50%とほとんど差が認められなかった。

従って、ソーラー施設内では屋外に比べ温度は低く保たれていると言える。またソーラー施設内は湿度変化も小さいと言える。

2. 木材含水率の推移

木材含水率の推移

しばらく丸太での放置期間があったせいか、木材の初期含水率は平均32%と低かった。

乾燥日数の経過に伴う平均の含水率の動きは図-3のとおりである。図から今回の測定では10.5cm角と12cm角との乾燥の速さに大差がなかったこ

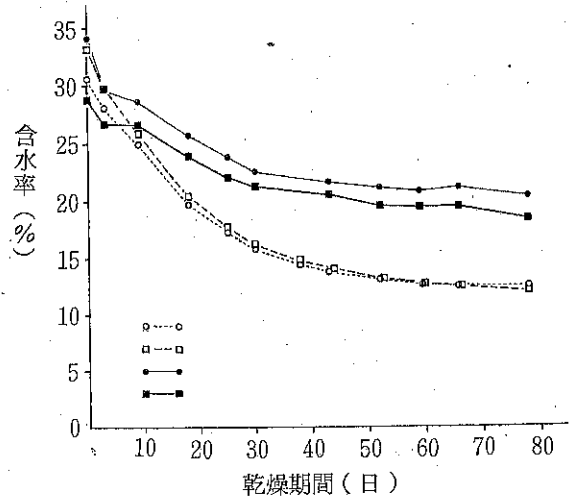


図-3. 含水率の推移

とが窺われる。

およそ含水率が20%になるまでにソーラーでは18日、対照では50日以上要した。含水率が15%になるまでにソーラーでは36日要したが、対照では80日近く経過しても、そこまで至らず、20%を少し下まわる程度であった。因にヒノキ13cm角の天然乾燥調査結果²⁾と比較してみると、その報告では4月からの71日間の乾燥で21~23%に、7月から77日間で21~23%、9月末からの70日間で25~27%、12月上旬からの83日間で24~29%の含水率になったとある。

さらにソーラーでは最終的には約80日間の乾燥でほぼ12%まで乾燥した。

ソーラー乾燥施設内の乾燥速度

ソーラーの乾燥では、18日間でほぼ20%の含水率まで低下したが、その間の初期含水率に対する平均乾燥速度は図-4のようになった。その回帰式は $y = -0.87 + 0.0480x$ (x : 初期含水率%、 y : 平均乾燥速度%/日) が得られた。なお相関係数は0.90であった。

一方対照の屋外の場合についても同じ図に落し比較した。回帰式は $y = -0.96 + 0.0425x$ 、相関

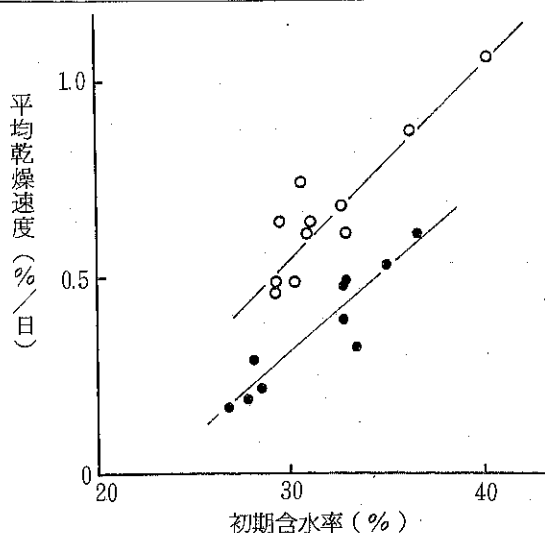


図-4. 初期18日間の平均乾燥速度の比較

係数は0.92となった。

図からはソーラーの場合の乾燥速度が大きいことが読み取れるが、2つの直線の差の検定を行なったところ、傾きには差が認められなかったが、切片については1%の水準で有意な差が認められた。その差の95%信頼範囲は0.20~0.33%/日と算出されたが、18日間の含水率に換算すれば3.6~5.9%となり、ソーラーの乾燥では屋外の天然乾燥より18日間でおおよそ含水率5%分早く乾燥すると推定される。

3. 割れの発生

最終調査で肉眼で観察できる全ての割れを測定し、ソーラー乾燥と対照の屋外乾燥の割れの比較

検討を行なった。

まず、10.5cm角と12cm角の間に割れの発生に差があるかどうか、割れの発生した調査材料の本数と面数について乾燥方法別及び木口割れ・材面割れ別に集計し、 χ^2 検定により差の有無を検討した。その結果全てにおいて差は認められなかった。従って以下10.5cm角と12cm角をまとめて比較検討した。

(1) 割れの発生本数及び発生面積の比較

割れは発生した調査木本数及び割れの発生した材面の数を集計し、発生と未発生を表-2にとりまとめた。

木口からの割れはほとんどの調査木で観察されたが、材面割れは思っていたほど発生はなく、ソーラーでは45本中6本、対照では10本中5本に材面割れが見られた。

ソーラーと対照の間に差があるかどうか χ^2 検定を行なった。その結果割れの発生本数では材面割れで、発生面数では木口割れ・材面割れで有意な差が認められた。

吹きさらしよりも、ソーラー乾燥の方が割れが発生し難いという結果となった。

(2) 割れの延長の比較

1本ごとの割れの長さを測定し、それを調査木1本ごとに木口割れ・材面割れ別に割れの総延長を

表-2 割れ発生の比較

単位=本, 面

種 別	乾燥方法	木 口 割 れ				材 面 割 れ			
		発 生	未発生	χ^2	有意水準	発 生	未発生	χ^2	有意水準
調 査 木 本 数	ソーラー	44	1	0.25	-	6	39	6.87	**
	対 照	10	0			5	5		
調 査 材 面 数	ソーラー	117	63	14.10	**	8	172	21.58	**
	対 照	38	2			11	29		

$\chi^2(0.05) = 3.84$, $\chi^2(0.01) = 6.63$

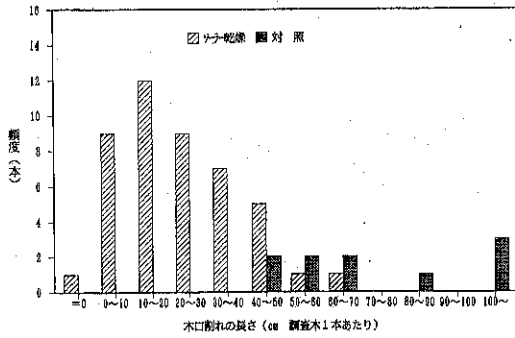


図-5 木口割れの総延長の分布

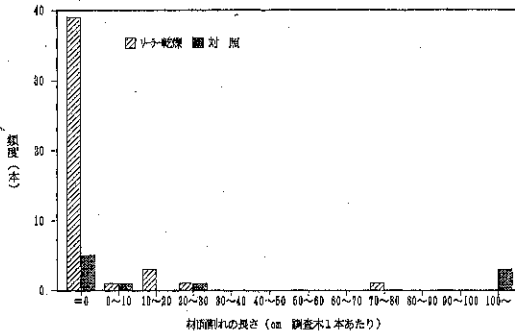


図-6 材面割れの総延長の分布

集計し、10cmごとに階級分けした。木口割れの分布を図-5に、材面割れは図-6に表わした。

ソーラーでは1本の調査木の木口割れの総延長はほぼ0~45cmに分布しているが、対照では、それ以上の範囲で割れが分布しており、ソーラーの方が割れの長さは短いことが読み取れる。

材面割れについては大差はないと見受けられる。

(3) 割れ1本当たりの長さの比較

調査木ごとに木口割れの総延長を本数で割り、平均の長さを求め、5cmごとに階級分けし集計した。その分布は図-7、図-8のとおりであり、同時に最大の割れ長さについても同様、階級分けし同じ図に書き込んだ。

ソーラーでは平均はすべて15cm以下にあり、最大の割れでも20cm以上の割れが見られるのは全調査木のうち3本であり、その割合は1割以下であつ

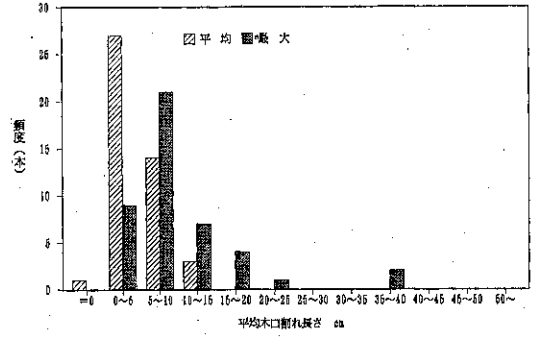


図-7 平均及び最大の木口割れ長さの分布 (ソーラー)

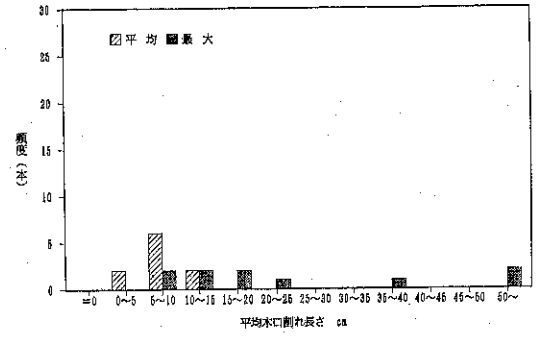


図-8 平均及び最大の材面割れ長さの分布 (対照)

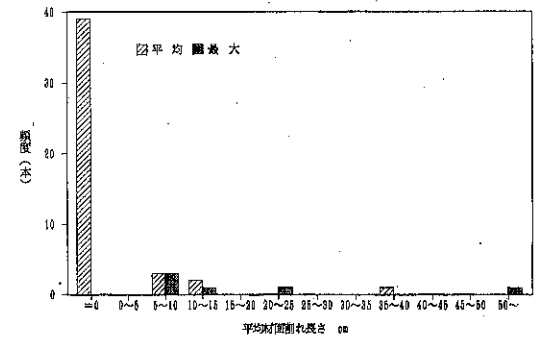


図-9 平均及び最大の材面割れ長さの分布 (ソーラー)

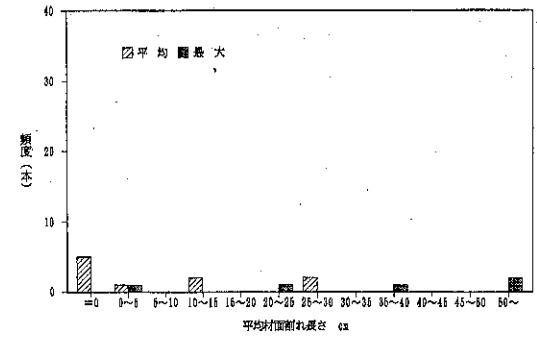


図-10 平均及び最大の材面割れ長さの分布 (対照)

た。一方対照では、平均の割れ長さは10本全て20cm以下であったが、最大の割れが20cm以上のものは4本あり4割を占めた。

材面割れについても木口割れ同様に集計した。その結果は図-9、図-10のとおりである。最大の割れ20cm以上で比較するとソーラーでは45本中2本、対照では10本中4本となり、ほぼ木口割れと同じような結果となった。

IV. おわりに

簡易型のソーラー乾燥施設を使って10.5cm角、12cm角のヒノキの乾燥試験を行なった。

ソーラー乾燥施設内の温度は、気象観測値よりも日最高温度では16°C、日最低温度では9°C高かった。日最低湿度はソーラー内では平均50%で気象観測値と大差はなく、1日の湿度の振幅はソーラーの方が小さいという結果となった。

ソーラー乾燥では初期含水率32%の材が、18日間の乾燥で20%まで低下した。対照ではそこまで乾燥するのに50日以上要した。

また、ソーラー乾燥の方が木材の乾燥が早く進行したにもかかわらず、トタンで覆った吹きさらし状態の乾燥に比べ割れの発生は少なかった。

ヒノキの場合、太陽熱を利用した簡易型の乾燥施設は有効と考える。しかし今回の乾燥材料の初期含水率は低く、乾燥状態が良かったことも考えられるので、さらに高含水率のヒノキ材で、また異なった季節で調査が必要と思われる。

V. 参考文献

1. 大野・熊川：木材乾燥条件に関する調査、
愛林セ報告 27、1990
2. 愛知県設楽事務所：木材の天然乾燥調査結果
1988