

太陽熱を利用した針葉樹建築材の天然乾燥の促進（第1報）

—— 夏期及び冬期の乾燥効果 ——

上席専門研究員 中野正志
主任専門研究員 東野正
林産部長 佐々木通光*

要 旨

本試験は、乾燥コストの低廉な建築用乾燥材の供給を高めるため、太陽熱利用乾燥装置（収容材積10石規模）を製作し、天然乾燥との比較により、この装置の乾燥効果を検討している。

今回は、時期別乾燥試験のうち夏期（昭和62年6月）及び冬期（63年1月）について検討し、以下の結果を得た。

1. 夏期の乾燥は、天然乾燥に比較して約 $\frac{1}{2}$ の日数で含水率20%になった。
2. 冬期の乾燥効果は極めて良好であり、天然乾燥に比較して40～60日程度の短縮となった。
3. 送風機の電力費のみを乾燥の直接経費としてみると、含水率20%までの乾燥では、夏期に乾燥した場合、正角材で1,200円/ m^3 、平割材で500円/ m^3 程度となり、人工乾燥の運転経費に比べてかなり割安となった。
4. 建築材の乾燥は、太陽熱利用乾燥法で利用できることが確認できた。

1 はじめに

最近、建築材に対する乾燥の必要性の認識が高まり、乾燥材の需要が高まってきた。これは木造住宅の構造の気密化、工期の短縮化などのため建築材の乾燥程度を重視するようになったことが大きな理由である。

本県の針葉樹建築材の乾燥は、天然乾燥が主流であり、その乾燥の進み具合は気象条件によって著しく左右され長期間を要する。さらに、寒冷な冬期間では乾燥が進行しがたい。

一方、人工乾燥は乾燥経費の安価な省エネルギー型の装置が普及してきてはいるが、未だ乾燥コストが経営上のネックになっており、役物級の構造材及び造作材の乾燥がなされているにすぎないのが実状である。

したがって、建築用乾燥材の安定的供給を図るためには、より乾燥経費を低く抑えた乾燥法の開発が重要である。

その一つの方法として、太陽熱を利用した乾燥法が注目され、装置の開発や研究が進められてきている。

そこで、当林試でも、本県の地域及び気象条件を考慮して北海道立林産試験場で開発した林産試型ソ

* 現在岩手県立林業講習所

ーラードライヤーの施工マニュアル¹⁾を参考に、太陽熱利用乾燥装置を製作し、乾燥試験を時期別に実施している。

本報告は、一般建築材を対象に夏期及び冬期における本装置の乾燥効果について結果を報告する。

なお、本装置の製作に当り、北海道立林産試験場より多大なご指導・ご教示をいただいたことを厚く深謝する。

2 装置の概要

太陽熱利用乾燥装置は、太陽エネルギーを積極的に利用して天然乾燥を促進するもので、容易に手造りができ、しかも、建設費及び乾燥経費が低廉で年間を通じて手軽に利用できる特色を有している¹⁾。

本装置の施工・構造は、前出のマニュアルに詳しく記述されているので、その概要を示すこととする。

製作した装置は、図-1に示すように、床面積が 13 m^2 で、長さ 4 m の材が入る大きさとし、収容材積 10 石の規模である。

装置の土台・柱及び桁などの構造材は、乾燥したものを使用した。壁体の北面は、構造用合板と断熱材を使用し、その他の面は、プラスチックフィルムを張った二重構造の透過パネルとし、さらに、屋根部には透明の波板を張った。

太陽エネルギーを取り入れる集熱体は、黒色垂鉛鉄板を使用し、屋根の天井部・北面の上部・南面の床と壁体及び東西面の壁体に設置した。装置全体の集熱面積は約 28 m^2 である。

装置内に熱を送る送風機は、熱を吹込む送風用ファン（直径 30 cm 、風量 $28.0\text{ m}^3/\text{分}$ ） 2 基と熱を吸出す吸気用ファン（直径 40 cm 、風量 $54.5\text{ m}^3/\text{分}$ ） 1 基、計 3 基を設置した。送風用ファンは風量調節器、吸気用ファンには自動タイマー制御機能装置をそれぞれ取付けた。なお、排気は排気口よりの自然排気とした。

3 試験方法

(1) 供試材及び試験条件

供試材は、長さ $3.65\sim 4\text{ m}$ 、スギの正角材（ $11\times 11\text{ cm}$ 、心持ち材、ただし冬期には心去り材を追加）及び平割材（ $6\times 12\text{ cm}$ ）の 2 材種とし、それぞれ 60 本、 15 本を込みで装置内に積みした。

装置内での乾燥度合は、材種別の供試材のなかから初期含水率の中庸な材を選び、長さ 100 cm に採材した乾燥経過測定用材（両木口面をコーティング処理）で行った。また、比較するため天然乾燥を行い、前記と同様の長

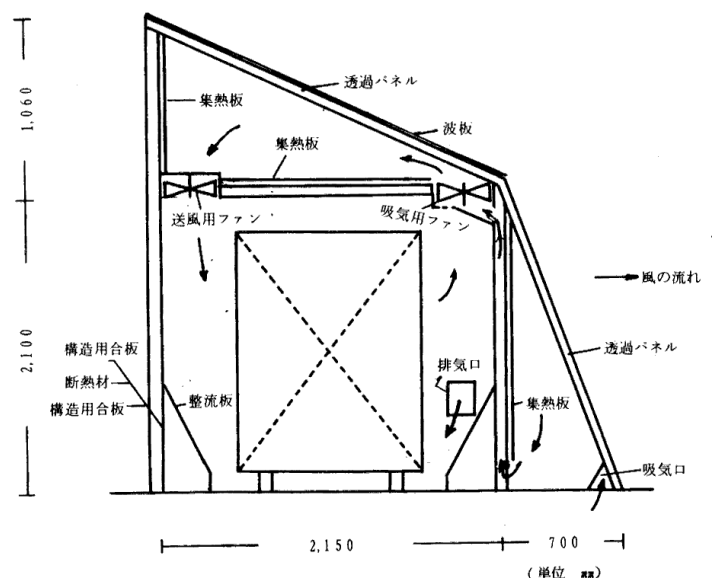


図-1 太陽熱利用乾燥装置の概略図

さに採材したもので乾燥経過の度合を測定した。

これらの材は、太陽熱利用乾燥では棧積み材の吸気ファン側に設置した。天然乾燥では、屋外の屋根付き製品置場に棧積みしてある正角材・平割材を利用して、そのなかに設置した。

測定は、含水率40%前後まで1週間に2回程度、それ以降は週1回とした。

また、供試した正角材・平割材から各5本を無作為に選び、棧積みの乾燥仕上り程度を調査した。

(2) 乾燥期間

乾燥は、表-1に示したとおり夏期が昭和62年6月、冬期が63年1月に実施した。太陽熱利用乾燥による乾燥期間は、夏期では乾燥経過測定用の正角材が含水率20%以下(全乾法)に達した時点で乾燥を終了とした。冬期は3月31日で終了した。

(3) 送風機の運転

送風機の運転は、送風用ファンを連続運転、吸気用ファンは日中のみの間欠運転(夏期10時間、冬期8時間)とした。

(4) 温度及び風速

装置内の温度は、C-C熱電対(感度1.0℃)により、天井部・床部において連続的に測定した。さらに、風速については、熱線風速計を用いて扉側の棧積み材から奥行き1mの位置で測定した。

なお、装置外の気温などは、装置に近接している岩手県立農業試験場の気象観測値によった。

4 結果及び考察

(1) 装置内の温度

太陽熱利用乾燥期間中の装置内の温度と装置外の気温などを表-2に示した。

ア 夏期乾燥

乾燥開始から乾燥終了までの装置内の平均温度は30.8℃で、装置外の気温より12.7℃も高くなっていた。この期間中の最高温度が平均で39.2℃、最低温度が平均で21.0℃であった。

また、全天日射量は平均が約4,700 kcal/m²・日であり、年間の月別の全天

表-1 乾燥期間

時期	材種	試験 開始日	太陽熱利用乾燥		天然乾燥	
			終了日	期間 (日)	終了日	期間 (日)
夏期	正角材	62. 6. 5	62. 7. 8	33	62. 9. 9	96
	平割材				62. 8. 7	63
冬期	正角材	63. 1. 12	63. 3. 31	79	63. 4. 8	87
	平割材					

表-2 装置内と装置外の温度など

乾燥法	条 件	夏 期		冬 期	
		平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)
装置内 (太陽熱 利用乾燥)	最高温度 (℃)	39.2 (23.0~56.0)	17.4 (0.0~32.0)		
	最低温度 (℃)	21.0 (16.0~26.0)	0.0 (-10.0~10.0)		
	平均温度 (℃)	30.8 (23.5~39.0)	8.7 (0.0~20.5)		
装置外 (天然乾燥)	最高気温 (℃)	23.4 (14.8~30.8)	2.9 (- 5.2~12.7)		
	最低気温 (℃)	12.7 (8.8~18.5)	-6.6 (-17.7~ 2.0)		
	平均気温 (℃)	18.1 (13.1~24.0)	-1.8 (-10.0~ 8.7)		
	日照時間 (時間)	6.4 (0~11.9)	-5.3 (0~10.1)		
	平均全天 日射量 (kcal/m ² ・日)	4,666 (1,284~7,065)	2,540 (31~5,078)		

注) 装置外の数値は岩手県立農業試験場の観測値である。

日射量としては高い値に位している。

装置内の温度むらは、晴天の日に認められ、床部が天井部より高くなり、最大では4℃程度に達していた。

イ 冬期乾燥

期間中の装置内の平均温度は8.7℃で、装置外の気温より10.5℃も高くなっていった。厳冬期である2月の平均気温は-5.2℃であったが、日照時間が平均で5.3時間/日もあったため装置内の平均温度はプラスの条件を保っていた。一例として、快晴の日において比較すると、2月15日は最高気温が-0.2℃と真冬日であったが、日照時間(8時間)の影響により装置内は最高温度が17℃に達していた。

装置内の温度むらは、前出の夏期乾燥と同様な傾向で天候による影響が大きい。

(2) 装置内の風速

送風用ファンと吸気用ファンを併用運転した場合、棧積み材の送風用ファン側の風速は上下方向で1.0~0.6 m/秒(平均0.7 m/秒)となり、天井部と床部では、床部の方が大きくなっていった。これに対し、吸気用ファン側では、0.6~0.4 m/秒(平均0.5 m/秒)で天井部と床部では差が認められなかった。また、棧積みの約1/2高さの位置における送風用ファン側から吸気用ファン側への材間風速は0.7~0.2 m/秒(平均0.4 m/秒)となり、棧積みの中央部で風速が小さくなっていった。

(3) 乾燥経過

太陽熱利用乾燥及び天然乾燥における正角材・平割材の時期別乾燥経過は図-2・3のとおりである。また、一定の含水率に達するまでの乾燥日数を表-3に示した。乾燥終了した棧積み材の仕上り含水率を表-4に示した。

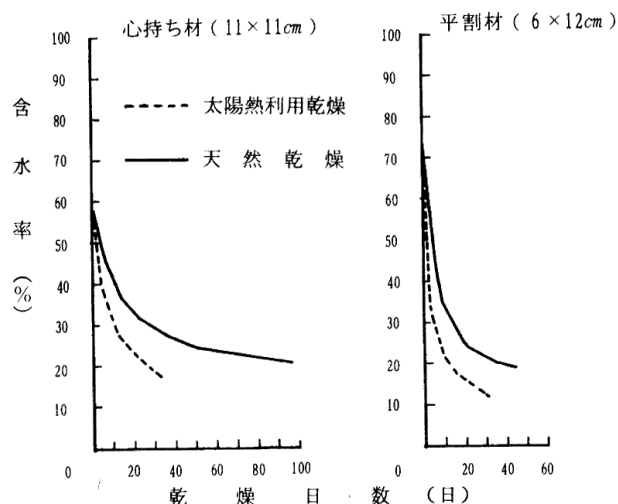


図-2 乾燥経過(夏期乾燥)

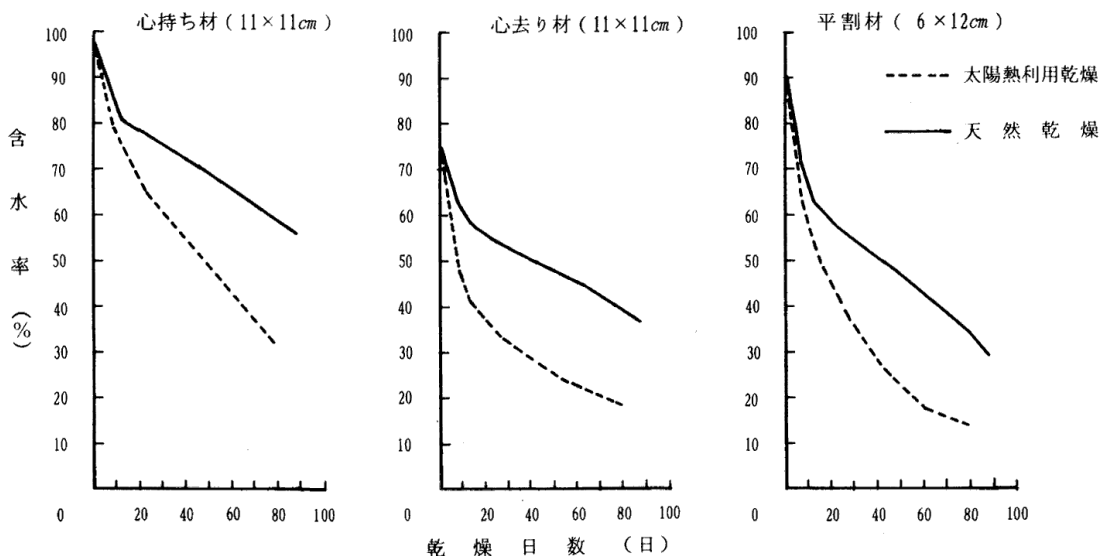


図-3 乾燥経過(冬期乾燥)

ア 夏期乾燥

本装置による乾燥初期から含水率40%までの乾燥日数は、心持ち材で5日、平割材で3日を要し、天然乾燥に比較してそれぞれ7日、5日の短縮がなされた。この間の乾燥低下速度は、心持ち材で4.2%/日、平割材で11.7%/日となり、人工乾燥に匹敵する速さである。これは梅雨期前（入梅6月13日）までは、晴天の日が多く、気温も比較的高めであったことなどから、含水率が急激に減少したためと考えられる。

含水率20%までの乾燥日数は、心持ち材で28日、平割材で12日を要し、天然乾燥に比較して約1/2の日数である。

乾燥終了（33日間）したときの仕上り含水率は、心持ち材で15.5%、平割材で16.3%の平均値となっていた。

なお、天然乾燥の供試材は、終了時においても含水率20%に達しなかった。

イ 冬期乾燥

厳冬期の2月末までの装置外の平均気温は大部分がマイナスの気温であったが、装置内の温度はプラスの条件を保っていた。この条件のなかで太陽熱利用乾燥による乾燥経過は良好で、特に乾燥初期は比較的速く含水率が減少していた。以後は、平均的になだらかな傾向で低下し、乾燥の促進効果が認められた。

天然乾燥は、乾燥中期以後の含水率の低下が極めて小さかった。

本装置による乾燥初期から含水率40%までの乾燥日数は、心持ち材で65日、心去り材で16日及び平割材で25日を要し、天然乾燥に比較して43~63日の短縮が得られた。特に心去り材・平割材の乾燥低下速度は、2%/日台である。

装置内での乾燥経過測定用の供試材が乾燥終了（79日間）したときの含水率は、心去り材・平割材が20%以下となったが、心持ち材では32.5%であった。これに対し、天然乾燥の供試材は、56~35%の含水率であった。

また、栈積み材の仕上り含水率は、平割材が平均で15.4%の値となっていたが、心持ち材・心去り材は大半が含水率20%に達していなかった。

表-3 太陽熱利用乾燥と天然乾燥の乾燥日数の比較

時期	正角材 平割材	乾燥法	初期 含水率 (%)	一定の含水率に達する までの乾燥日数 (日)			
				~40%	~30%	~25%	~20%
夏期	心持ち材	SD	61.0	5	12	18	28
		AD	59.9	12	28	50	-
	平割材	SD	75.2	3	5	8	12
		AD	76.4	8	13	18	45
冬期	心持ち材	SD	98.6	65	-	-	-
		AD	100.8	-	-	-	-
	心去り材	SD	77.0	16	38	54	76
		AD	77.8	79	-	-	-
	平割材	SD	94.9	25	38	47	54
		AD	96.0	68	87	-	-

注) SD: 太陽熱利用乾燥 AD: 天然乾燥

表-4 正角材・平割材の仕上り含水率

時期別	正角材 平割材	本数 (本)	含水率 (%)	
			初期 平均 (最小~最大)	終了時 平均 (最小~最大)
夏期	心持ち材	5	65.3 (56.6~73.1)	15.5 (13.9~19.2)
	平割材		72.3 (38.4~103.9)	16.3 (11.0~24.0)
冬期	心持ち材	5	94.3 (70.3~125.6)	29.4 (15.9~52.4)
	心去り材		92.6 (62.4~126.8)	25.5 (20.3~33.6)
	平割材		127.6 (81.5~150.2)	15.4 (12.3~24.0)

(4) 乾燥経費

太陽熱利用乾燥の直接経費は送風機の電力費のみである。

乾燥試験は、正角材・平割材を込みにして行ったが、ここでは乾燥経費を材種別に算出することとした。

栈積み本数は、正角材で70本、平割材で110本が収容可能である。

これらを乾燥した場合の電力費は表-5のとおりである。

これを含水率20%に達するまでに使用した電力量から材種別に乾燥経費を求めると、夏期に乾燥した場合、正角材で1,200円/m³、平割材で500円/m³、冬期に乾燥した場合、平割材で1,700円/m³程度と試算された。

本県での針葉樹建築材の人工乾燥は、除湿乾燥装置による乾燥がコスト的に有利で、そのエネルギー経費は50石規模のもので4,000～5,000円/m³とされていることから、本装置による乾燥経費はかなり割安であるということが言える。

4 ま と め

「林産試型」の太陽熱利用乾燥装置は、北海道での報告^{2) 3) 4)}と同様な結果が得られ建築材の乾燥に十分利用できることが確認できた。また、この装置による乾燥は、人工乾燥の予備乾燥として併用することで乾燥日数を大幅に短縮でき、コストの軽減が図られるので有利な乾燥法といえる。

今後は、この装置を基本として乾燥効率をより一層高めるため、装置の改造を検討して時期別に乾燥試験を行い、同時に割れ、狂いなどの損傷程度を把握し、太陽熱利用乾装置の利用普及に役立てる。

5 文 献

- 1) ウッディエイジ 第32巻 372号, P 28～38, (1984), 北海道林産技術普及協会: 林産試・ノーロードライヤー施工マニュアル
- 2) 林産試験場月報 No.386号, P 15～20, (1984), 中 篤 厚・野呂田隆史・千葉宗昭・奈良直哉: ソーラー・ドライヤーの性能試験
- 3) 林産試験場月報 No.417号, P 1～7, (1986), 中 篤 厚・千葉洋市・奈良直哉: 太陽熱利用木材乾燥(第1報) - 建築構造材の季節別乾燥特性 -
- 4) 林産試験場月報 No.419号, P 10～16, (1986), 中 篤 厚・千葉洋一・奈良直哉: 太陽熱利用木材乾燥(第2報) - 送風方法の適正化と乾燥日数の推定について -

表-5 乾燥経費

時期別	材 種	積算電力量 (Kwh)	乾 燥 経 費 (円/m ³)
夏 期	正角材	184	1,290 (1,200)
	平割材		1,380 (500)
冬 期	正角材	303	2,150 (-)
	平割材		2,300 (1,700)

注) 電力費は1kwh当り22円で計算した。
()は含水率20%時点での経費である。