

太陽熱利用乾燥法による製材品の乾燥

山之内 清 電*

夏期及び冬期の太陽熱利用乾燥法(SDI:簡易タイプ、SDII:気密性向上タイプ、AD:天然乾燥)による材厚別製材品(スギ105mm心持角材、厚45mm材、厚17mm材)の乾燥性試験を行なった結果、スギ105mm心持角材の乾燥性試験では、乾燥初期に生じる表面割れは温度が高く湿度が低い条件ほど発生しやすい傾向がみられた。今回供試した乾燥室の室内温湿度は全般的に温度がSDII>SDI>AD、湿度はAD>SDII>SDIと推移する。乾燥速度は含水率30%まではSDI>SDII>ADとなるが、含水率30%以下ではSDI、SDIIとも含水率30%までの速度の1/3~1/2に低下し、特にSDIIで顕著である。乾燥割れ発生状態は全般的にAD>SDI>SDIIなる傾向がみられた。このため、太陽熱利用乾燥法は含水率30%までの乾燥法とし、その後の含水率30%以下では人工乾燥を用いるのが効率的であると考える。

1. はじめに

近年、特に建築工法の変化や家庭への冷暖房の導入などで、乾燥不じゅう分な製材品では、建築後の柱やはりの曲がり及び内装材の割れやすきま等の損傷が生じやすくなっており、製材品に対して人工乾燥の必要性が全国的に高まっている。

しかし、本県製材所は木材乾燥への関心は高い割に、実際は製材品の乾燥は行なわれていないのが現状である。その理由の一つに、歩留、採算への不安を持つ向きがあり、県内製材所の零細性を考えざるを得ないとともに、県産製材品の乾燥性及び乾燥法についてのデータ蓄積が必要と考える。

そこで、設備費、ランニングコストが低廉な太陽熱利用乾燥法による製材品の乾燥試験を行ない、その乾燥性について検討し、以下の結果を得たのでここに報告する。

2. 実験方法

2.1 太陽熱利用乾燥室の概要

供試した太陽熱利用乾燥室の概略を図1に示す。前報に結果¹⁾より特に乾燥初期割れが生じやすくなる夏期昼間の高湿低湿状態及び夜間の室温低下を目的とし、乾燥室内の気密性、保温性の向上を防ぐために、既存の太陽熱利用乾燥室を壁面構造及び被覆方式の異なる2タイプの乾燥室に改造した。すなわち、1室(SDII)は床及び北壁面を外壁:構造用合板(厚10mm)+断熱材:発泡スチロール板(厚20mm)+内壁:構造用合板(厚10mm)のサンドウィッチ構造とし、他の壁面は、1次被覆材に塩化ビニール透明波板(厚1mm)、2次被覆材に塩化ビニールフィルム(厚0.1mm)の2層構造とし、更に乾燥室内に幅1,580mm、高さ2,100mm、奥行き3,400mmのトンネル²⁾³⁾を設置した。

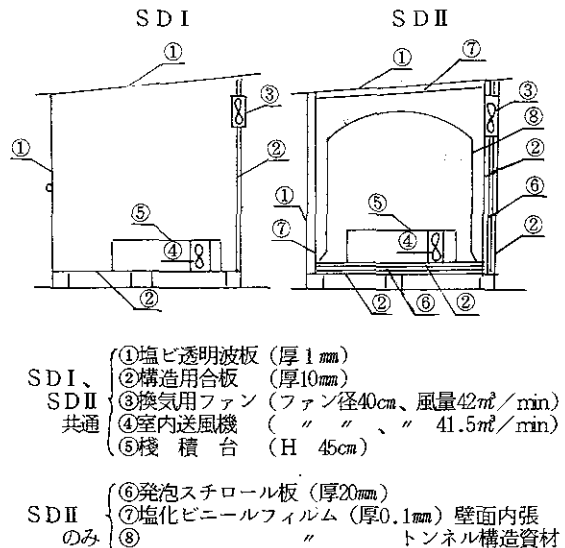


図1 太陽熱利用乾燥室の概略

一方、他室(SDI)は床及び北壁面を構造用合板(厚10mm)のみ、その他の壁面は塩化ビニール透明波板(厚1mm)のみとし、トンネルは設置せず、気密性向上を図ったSDIIとの比較を行なった。尚、乾燥室の寸法概略は前報と同様であり、換気用ファンは室温50°C以上で作動するよう設定した。又、天然乾燥(AD)は太陽熱利用乾燥室横の日当たり、風通しの良い場所で行ない、試験材の上部はビニールシートで覆った。

2.2 夏期における太陽熱利用乾燥経過

2.2.1 供試材

105mmスギ心持角材

2.2.2 スギ心持角材

太陽熱利用乾燥室内で夏期に推移する温湿度条件、すなわち温度30~50°Cにおける相対湿度40~70%でのスギ心持角材(105mm)の乾燥性の把握を行なった。

* 研究部

(1) 乾燥経過

供試材は、2.2.1で記した長さ20cm材で、両木口はコーティング処理を行なった。

(2) 乾燥歪及び水分傾斜

供試材は、2.2.1で記した長さ50cm材で、両木口はコーティング処理を行なった。乾燥歪はスライス法を用い、水分傾斜は、表層から樹心へ0mm、20mm、40mmの位置で測定した。

(3) 乾燥割れ

供試材は、2.2.1で記した長さ40cm材で、両木口はコーティング処理を行なわない。乾燥開始後168時間後に、木口割れ、表面割れについて測定した。

2.2.3 太陽熱利用乾燥経過

夏期におけるAD、SDI、SDII 3様の乾燥法について、その乾燥特性を検討する。

(1) 供試材は、2.2.1で記した長さ3m材で、各条件10本を使用し、その概要は表1のとおりである。

表1 供試材の概要

乾燥法	供試材 番号	全乾 比	試験片(コ)		乾燥法	供試材 番号	全乾 比	試験片(コ)		乾燥法	供試材 番号	全乾 比	試験片(コ)	
			長さ	幅				長さ	幅				長さ	幅
AD	1	-	10	23	SDI	1	0.38	18	14	SDII	1	0.35	17	20
	2	0.32	16	19		2	0.37	15	16		2	0.31	16	17
	3	0.34	20	27		3	0.39	16	26		3	0.36	15	19
	4	-	16	19		4	0.36	20	31		4	0.32	17	18
	5	0.37	18	24		5	0.38	17	20		5	0.36	13	14
	6	0.37	18	18		6	0.38	20	27		6	0.37	9	13
	7	0.30	22	27		7	0.33	24	26		7	0.32	25	25
	8	-	22	22		8	0.38	17	20		8	0.31	19	21
	9	0.34	26	28		9	0.32	18	18		9	-	22	24
	10	0.35	12	14		10	0.37	21	21		10	0.43	32	42
平均	0.34	20	24	平均	0.38	21	24	平均	0.34	18	21			

(2) 供試材は、2.2.1で記した長さ3m材で、測定方法は2.2.2の(2)と同様に行なった。

(3) 供試材は、2.2.3の(1)の材を乾燥終了時に木口割れ、表面割れについて測定した。

2.3 冬期における太陽熱利用乾燥経過

冬期におけるAD、SDI、SDII 3様の乾燥法について、その乾燥特性を検討する。

2.3.1 供試材

供試材はスギ、厚45mm、幅105mm材、全乾比重0.37及び厚17mm、幅105mm材全乾比重0.33を用いた。

2.3.2 乾燥経過

供試材は2.3.1で記した長さ3m材材を各条件3本づつ用いた。

2.3.3 乾燥歪及び水分傾斜

供試材は2.3.1で記した長さ3m材で、測定方法は2.2.2の(2)と同様に行なった。

2.3.4 乾燥割れ

供試材は2.3.2の材について乾燥経過に従い、表面割れについて測定した。

2.4 太陽熱利用乾燥モデル試験

太陽熱利用乾燥(SDIIタイプ乾燥)における材厚別

製材品(105mm、45mm、17mm)の乾燥特性を検討する。

2.4.1 供試材

供試材はスギ、105mm心持角材、全乾比重0.35、厚45mm幅105mm材、全乾比重0.39、及び厚17mm幅105mm材、全乾比重0.38を用いた。

2.4.2 温湿度条件

設定温湿度条件は夏期試験(2.2)における晴天日(日照時間10.2hr.、全天日射量22.9MJ/m²、平均気温28.5°C)のSDII内温湿度条件(図2)とし、1ステップ3hr.で1日を1サイクルに設定した。

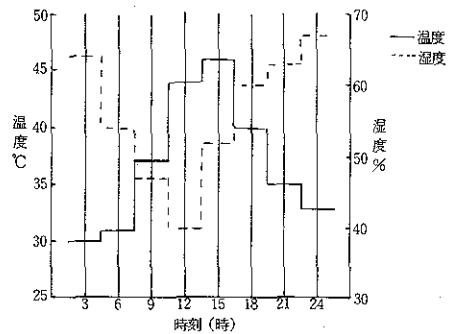


図2 設定温湿度条件サイクル

2.4.3 乾燥経過及びカップ量推移

乾燥経過については、2.4.1で記した長さ70cm材で、両木口はコーティングを行わず、含水率経過を追跡した。又、カップ量測定用試片の形状は、幅30mm、長さ105mmとし、1条件に木表、木裏をそれぞれ1試片づつ計2試片供試した。

2.4.4 乾燥歪及び水分傾斜

供試材は2.3.1で記した長さ50cm材で両木口はコーティング処理を行なった。測定方法は2.2.2の(2)と同様に行なった。

3. 結果及び考察

3.1 温湿度推移

3.1.1 温湿度平年値

夏期及び冬期の試験期間における月平均温湿度及び月平均温湿度平年値を表2に示す。⁴⁾⁵⁾

表2 月平均温湿度平年値との比較

年月	月平均 気温 (°C)	月平均湿度 平年値 (%)	平年値 差 (°C)	年月	月平均 湿度 (%)	月平均湿度 平年値 (%)	平年値 差 (%)
59.7	28.0	27.2	+0.8	59.7	78	77	-1
59.8	28.3	27.7	+0.7	59.8	77	72	-5
60.2	9.4	8.2	+1.2	60.2	73	71	-2
60.3	13.4	11.4	+2.0	60.3	73	70	-3

夏期の試験期間(昭和59年7月、8月)の月平均気温は平年より0.7~0.8℃高く、月平均湿度は7月はほぼ平年並であるが8月は5%低い。

冬期の試験期間(昭和60年2月、3月)の月平均気温は平年より1.2~2.0℃高く、月平均湿度は2~3%低く、両期間とも平年より一般的に気温が高く、湿度は低くなっている。これに追従し気候値平衡含水率は平年より低くなり、この期間の天然乾燥速度は平年より速い傾向であると考えられる。

3.1.2 夏期試験期間の乾燥法別湿度推移

昭和59年8月5日(日照時間10.2hr.、全天日射量22.9MJ/m²)のAD(外気)、SDI及びSDII内の温度推移を図3、表3に、湿度推移を図4、表4に、平衡含水率推移を図5、表5に示す。

表3温度推移 表4湿度推移 表5平衡含水率推移

Table with 3 main sections: Temperature, Humidity, and Equilibrium Moisture Content. Each section has columns for Max, Min, and Mean values for AD, SDI, and SDII.

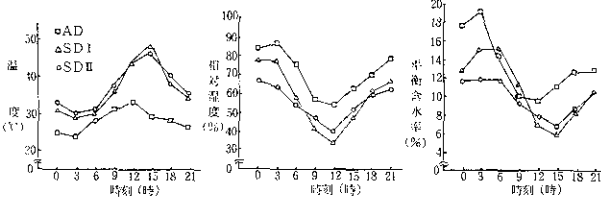


図3温度推移 図4湿度推移 図5平衡含水率推移

夜間の温度推移はSDIIがSDIより約1~2℃高く推移し、その時間は18.5hr.に達する。昼間は、SDIがSDIIより直達日射量が多いため温度が高いと思われる。湿度推移は全般的にAD>SDII>SDIで平衡含水率推移もこれに準じて推移している。一般的に、AD、SDIに比べSDIIの室内条件は変動の少ない安定傾向にある。

3.1.3 冬期試験期間の乾燥法別湿度推移

晴天日(昭和60年3月6日:日照時間10.5hr.、全天日射量19.5MJ/m²)及び雨天日(昭和60年2月28日:日照時間0hr.、全天日射量3.0MJ/m²)のAD(外気)、SDI及びSDII内の温度推移を図6、表6及び図7、表7に、湿度推移を図8、表8及び図9、表9に、平衡含水率推移を図10、表10及び図11、表11に示す。6)

表6温度推移 表7湿度推移 表8平衡含水率推移

Table with 3 main sections: Temperature, Humidity, and Equilibrium Moisture Content. Each section has columns for Max, Min, and Mean values for AD, SDI, and SDII.

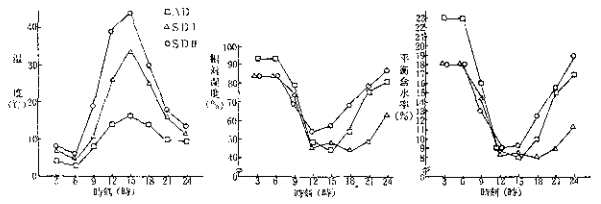


図6温度推移 図7湿度推移 図8平衡含水率推移

表9温度推移 表10湿度推移 表11平衡含水率推移

Table with 3 main sections: Temperature, Humidity, and Equilibrium Moisture Content. Each section has columns for Max, Min, and Mean values for AD, SDI, and SDII.

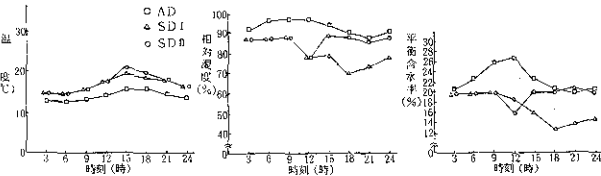


図9温度推移 図10湿度推移 図11平衡含水率推移

冬期の夜間温度は晴天日ではSDIIがSDIより1~2℃高く推移し、今回改造したSDIIの保温効果が僅かではあるが認められる。しかし、雨天日の夜間温度はSDI、SDIIともほぼ等しく、いずれもADより2~3℃高く推移する。これは冬期は夏期に比べ昼間の日射量が少ないため、冬期は室内での保温、蓄積効果が考るためと考えられる。昼間温度は晴天日ではSDIIがSDIより高く推移する。これはSDIIの気密性が比較的高いため、温室効果が上がったためと思われる。しかし、日射量の少ない雨天日はSDI、SDIIともほぼ等しくなる。湿度は全般的にAD>SDII>SDIの傾向で推移し、平衡含水率もこの傾向に準じて推移している。夏期と同様、一般的に、AD、SDIに比べSDIIの室内条件は変動の少ない安定傾向にある。

3.2 スギ心持角材(10.5角)の乾燥性

乾燥条件別の含水率経過を図12に、乾燥速度を表12に示す。

表12 乾燥条件別乾燥速度

Table showing drying rates for different conditions (50°C, 60°C, 70°C) and moisture content levels (70%, 60%, 50%, 40%) for SDII, with columns for drying time and equilibrium moisture content.

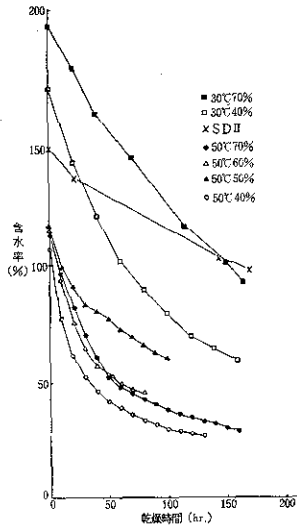


図12 乾燥条件別の含水率経過

と内層の水分傾斜が大きくなりやすく、これに従い、表層の引張り歪は関係湿度70%より40%が急激に増加し、そのピークも40%が大きい。(図14、図15)

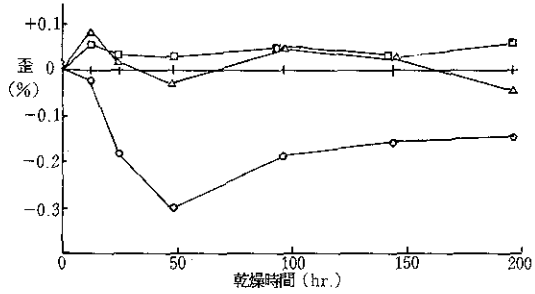


図14 50°C、40%における乾燥歪経過

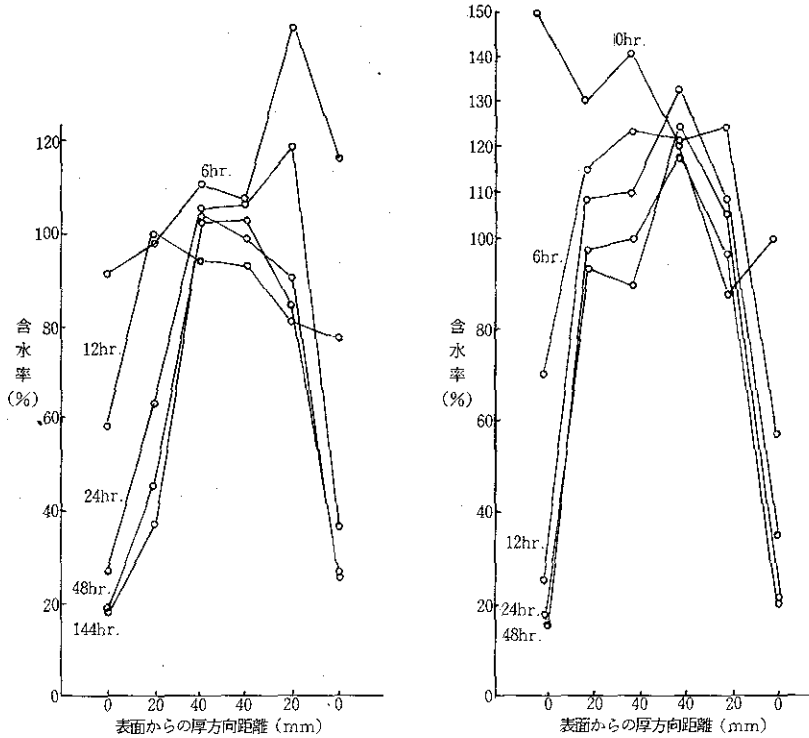


図13 材厚方向の水分傾斜推移

乾球温度一定条件では、湿度が下がるに従って、減率乾燥第1段の乾燥速度が速くなる傾向がみられる。関係湿度一定条件では50°Cは30°Cに比べ、減率乾燥第1段の乾燥速度が速くなり、乾球温度が高いほど乾燥速度が速くなる。この時期の乾燥速度は、材の表層の乾燥速度を示すと考えられ(図13)、乾球温度一定では関係湿度70%より40%が表層の含水率低下が速く、乾燥早期に表層

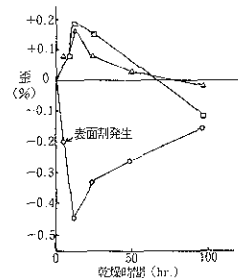


図15 50°C、70%における乾燥歪経過

この時の乾燥割れ発生状態をみると(図16)、乾球温度50°C、30°Cとも関係湿度が低くなるに従い、木口割れ、表面割れとも、発生個数、全長とも大きくなり、関係湿度一定では乾球温度が高いほど、木口及び表面割れとも増加する傾向がある。

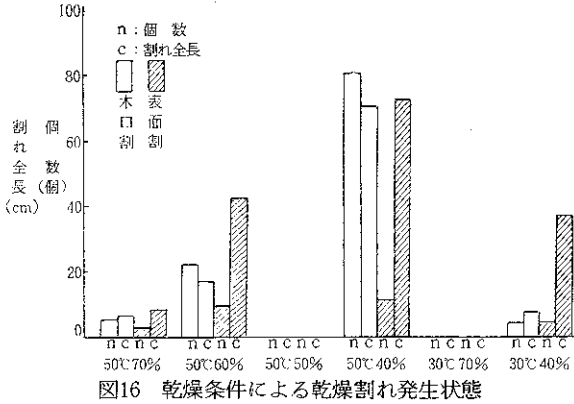


図16 乾燥条件による乾燥割れ発生状態

このように、スギ心持角材(10.5角)は、表層部に辺材が表われやすく乾燥速度が速い上、内層部から表層部への水分移動の始まる減率乾燥第2段階までに、表層と内層との水分傾斜及び表層の引張り歪が大きくなり、表面割れが生じやすくなると思われる。⁷⁾

3.3 夏期における太陽熱利用乾燥

乾燥法別含水率経過を図17に、乾燥速度を表13に示す。

1日当たりの乾燥速度は、乾燥初期から含水率30%まではSDI > SDII > AD、30%以下ではSDII > SDI > ADとなり、含水率30%以上での対AD比の乾燥速度は、SDI、SDIIとも30%以下より大きく、乾燥時間は乾燥後期より前期に短縮されと考えられる。

全乾燥経過における乾燥速度は、対AD比でSDIが約1.7倍、SDIIが約1.5倍速くなる。

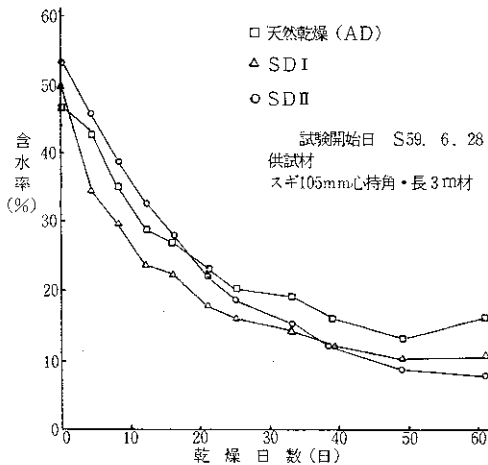


図17 夏期の乾燥法別含水率経過

表13 夏期の乾燥法別乾燥速度

樹種	乾燥法	初期M. C (%)	最終M. C (%)	初期~30% (%/日)	30%~最終 (%/日)	初期~最終 (%/日)
スギ	AD	46.8	13.7	0.68	0.43	0.96
	SDI	50.2	10.5	2.62	0.47	1.62
	SDII	53.5	9.0	1.65	0.60	1.43
	SDI/AD	-	-	3.85	1.09	1.69
	SDII/AD	-	-	2.43	1.40	1.49

このようにSDIIの乾燥速度がSDIより小さいのは、乾燥初期に生じる乾燥損傷防止を目的としてSDIIの室内の気密性向上を図ったため、湿度がSDIより高く維持されるためと思われる。

SDIの含水率経過は、乾燥初期を除きADの含水率経過にほぼ同調しており、SDIIの含水率経過はAD及びSDIに比べ安定している。これは、AD及びSDIに比べSDIIの室内湿度条件が安定しているためと思われる。

乾燥条件別における乾燥初期(0~40hr.)の乾燥速度(%/10hr.)は(表14)、SDI > 50°C, 40% > 30°C, 40% > 50°C, 70% > 30°C, 70% > SDII > ADとなり、SDIの表層と内層の水分傾斜は50°C、40%一定乾燥条件より大きく、SDII及びADの水分傾斜は30°C、70%一定乾燥条件より小さい状態になりやすいと考えられる(図18)。

これに伴い、乾燥経過中の乾燥歪の推移も、SDII及びADに比べSDIの乾燥初期の表層の引張り歪が早期に大きくなる傾向がみられる(図19)。

乾燥終了時にAD、SDI、SDIIの乾燥割れ発生状態をみると(図20)、木口割れ及び表面割れの個数、全長ともAD > SDI > SDIIとなり、表面割れの平均最大割れ長さ(図21)はSDI > AD > SDIIとなり、SDIでは全ての供試材(10本)に20cm長の大きな割れが発生し、ADでは9本、SDIIでは8本生じた。

このように、今回乾燥初期の損傷防止を目的として改造したSDII乾燥法においても、スギ心持角材の乾燥割れは発生する。

表14 乾燥初期における乾燥法別乾燥速度

乾燥法	30°C 70%	30°C 40%	50°C 70%	50°C 40%	AD	SDI	SDII
乾燥速度 %/10hr.	0.97	1.34	1.31	1.52	0.43	1.65	0.80

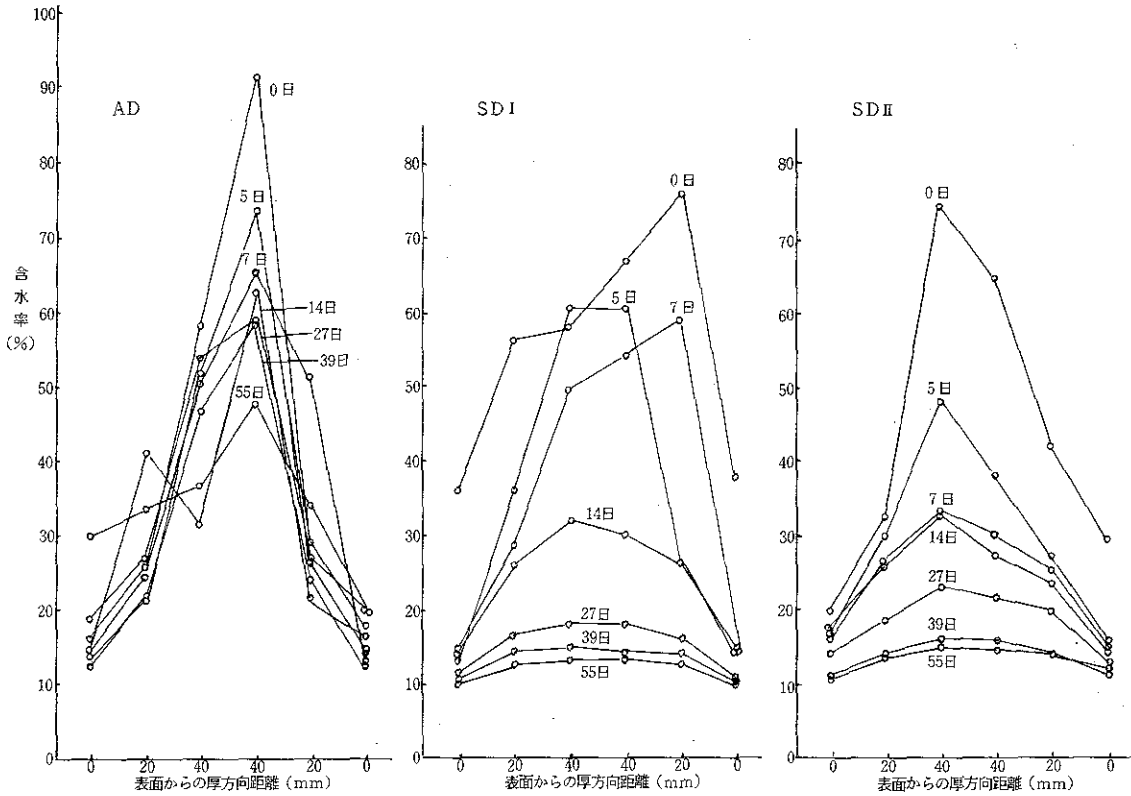


図18 材厚方向の水分傾斜推移

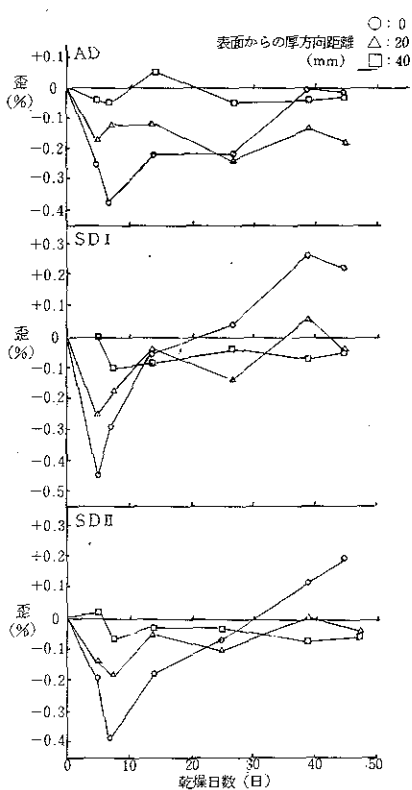


図19 乾燥法別乾燥歪経過

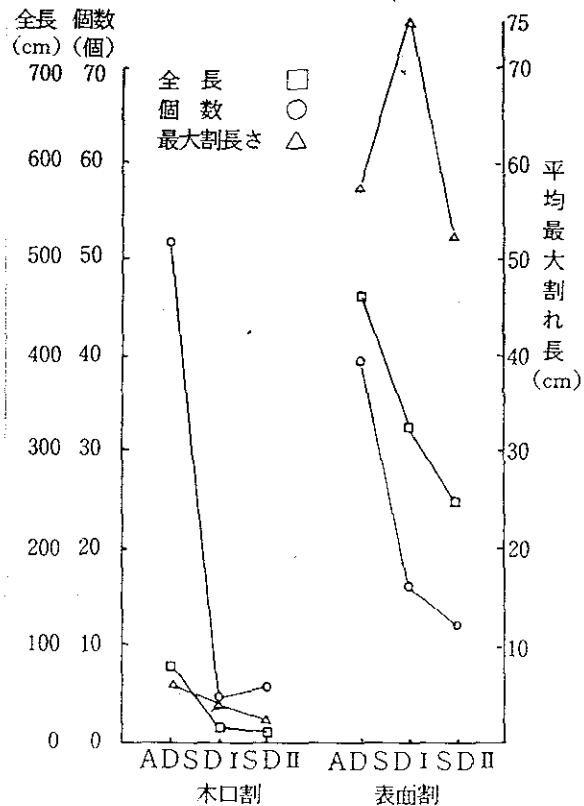


図20 乾燥法別の乾燥割れ発生状態

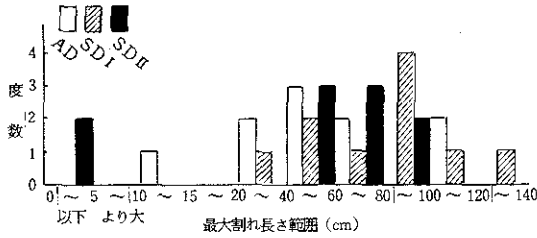


図21 平均最大表面割れ長さ

3.4 冬期における太陽熱利用乾燥

乾燥法別含水率経過及び乾燥速度を厚45mm材については図22、表15に、厚17mm材については図23、表16に示す。

1日当たりの乾燥速度は乾燥初期から含水率30%までは、厚45mm材、厚17mm材ともSDI>SDII>ADとなり、その比は45mm材でAD:SDI:SDII=1:1.84:1.16、厚17mm材でAD:SDI:SDII=1:1.92:1.2となる。一方、含水率30%以下では厚45mm材でAD>SDI>SDIIとなり、その比は1:0.89:0.76、厚17mm材ではAD>SDII>SDIとなりその比は1:0.73:0.76である。

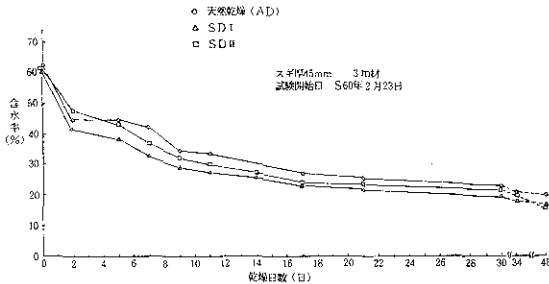


図22 乾燥法別の含水率経過(厚45mm)

表15 乾燥法別乾燥速度(厚45mm)

乾燥法	初期M. C (%)	最終M. C (%)	初期~30% (%/日)	30%~最終 (%/日)	初~終 (%/日)
AD	62.3	20.9	2.50	0.54	1.22
SDI	61.7	18.5	4.60	0.48	1.41
SDII	62.2	20.7	2.91	0.41	1.22
SDI/AD	-	-	1.84	0.89	1.16
SDII/AD	-	-	1.16	0.76	1.00

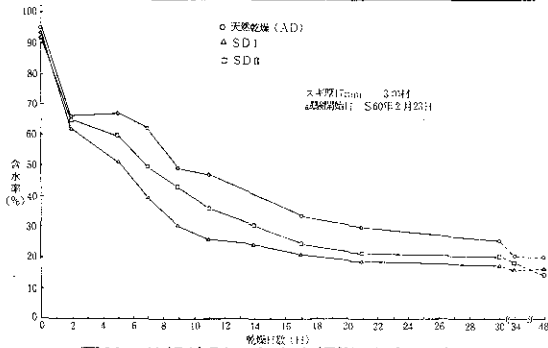


図23 乾燥法別の含水率経過(厚17mm)

表16 乾燥法別乾燥速度(厚17mm)

乾燥法	初期M. C (%)	最終M. C (%)	初期~30% (%/日)	30%~最終 (%/日)	初~終 (%/日)
AD	95.3	20.7	3.64	0.78	2.19
SDI	93.4	16.2	7.00	0.57	4.26
SDII	91.5	18.6	4.36	0.59	2.37
SDI/AD	-	-	1.92	0.73	1.94
SDII/AD	-	-	1.20	0.76	1.08

このように、冬期における乾燥法別乾燥速度はSDI、SDIIともADと比較して乾燥前期は速く後期は遅れる傾向がみられる。

全乾燥期間における乾燥速度は、厚45mm材では対AD比がSDIで1.16、SDIIで1.00とADに対して乾燥時間短縮の効果は少ない。一方、厚17mm材での対AD比はSDIで1.94、SDIIで1.08とSDIの乾燥時間はADの1/2に短縮されるが、SDIIでは乾燥時間短縮の効果は少ない。

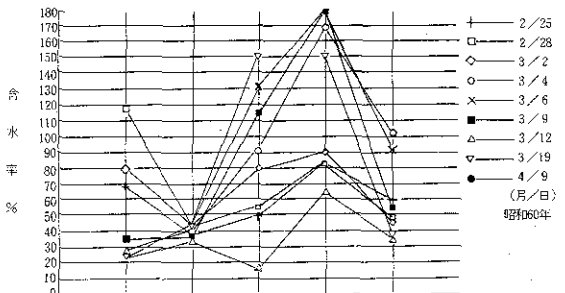
夏期試験と同様に、SDIの含水率経過は、乾燥初期を除きADの含水率経過にはほぼ同調しており、SDIIの含水率経過はAD及びSDIに比べ安定している。

乾燥経過に伴う材の乾燥法別厚方向水分傾斜の推移を厚45mm材について図24に、厚17mm材については図25に示す。

各乾燥法の水分傾斜推移は、厚45mm材、厚17mm材ともに、AD、SDIIに比べSDIの表層の含水率低下割合が大きい傾向にある。これは、乾燥初期の乾燥速度(表12、13)がAD、SDIIに比べSDIが大きいためと考えられる。

尚、乾燥歪はAD、SDI、SDIIとも比較的長期にわたり雰囲気温度が低かったため、はっきりした傾向が得られなかった。

この間のAD、SDI、SDIIの乾燥割れ発生状況を見ると(表17)、厚45mm材ではSDIIは全く発生しないが、SDIでは表面の引張歪ピークを過ぎた頃からヘアータイプの表面割れが発生するが、乾燥末期にはこれらの1/2~1/3程度が閉じてしまう。ADでは材の上部をビニールシートで覆っている間は表面割れは生じないが、偶発的に1日でもビニールシート被覆がなくなると、材表面の引張歪が急激に増加し、一斉に表面割れが発生する。



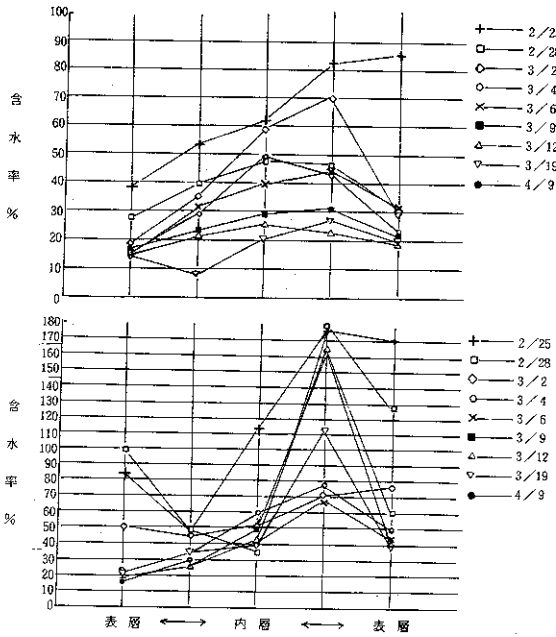


図24 厚方向の水分傾斜推移 (厚45mm)

厚17mm材では全乾燥期間を通して、SDI、SDIIとも乾燥割れは認められないが、ADについては厚45mm材と同様の傾向がみられた。

このように、冬期においては厚45mm材より厚17mm材が、SDIIよりSDI乾燥が対AD比で乾燥時間短縮の効果が認められ、しかも乾燥割れも乾燥終了時には少なくなる傾向がみられる。このことより、冬期における太陽熱利用乾燥法では厚45mm材より厚17mm材について、乾燥割れ防止を目的とした湿度の管理よりも乾燥速度の向上を

目的とした太陽熱利用乾燥法 (今回供試した内ではSDI) が効率的な乾燥方法であると考えられる。

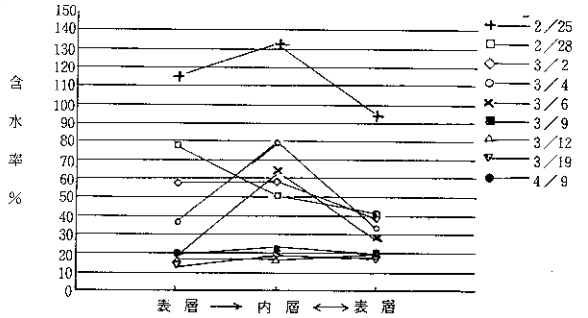
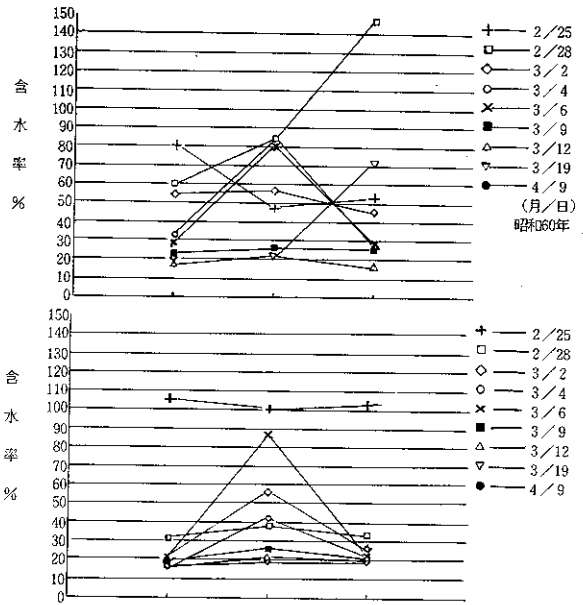


図25 厚方向の水分傾斜推移 (厚17mm)

3.5 太陽熱利用乾燥モデル化試験

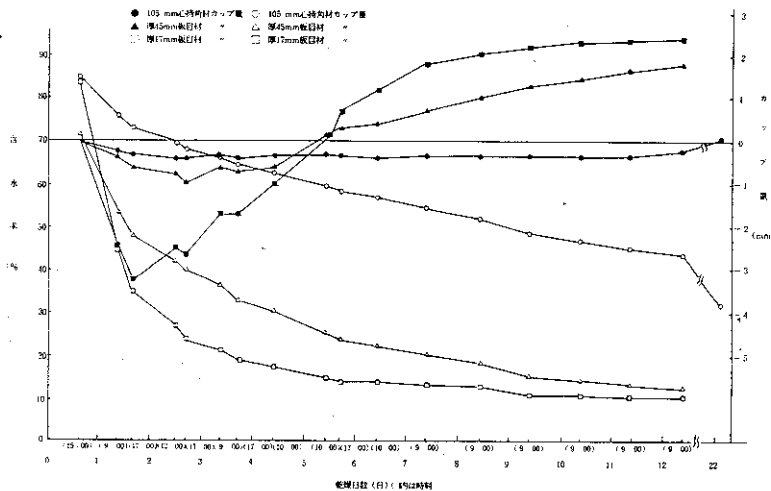


図26 材厚別の含水率及びカップ量推移

表17 乾燥法別乾燥割れ状態

乾燥法	期 間	個数(個)	全長(cm)
SD II	初~中	0	0
	中~末	0	0
SD I	初~中	9.6	252
	中~末	2.0	65
A D	初~中	0	0
	中~末	19.0	476

A Dの初~中はビニールシート被覆有
中~末は " 無

乾燥法	期 間	個数(個)	全長(cm)
SD II	初~中	0	0
	中~末	0	0
SD I	初~中	0	0
	中~末	0	0
A D	初~中	0	0
	中~末	14.0	287

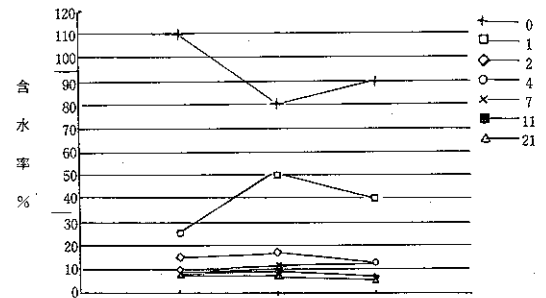
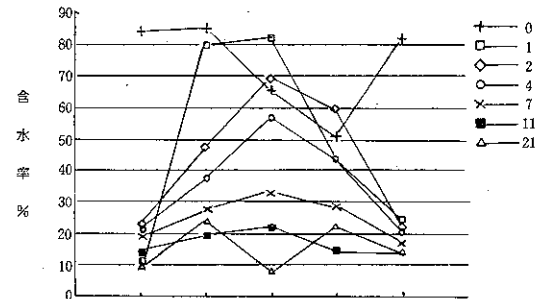
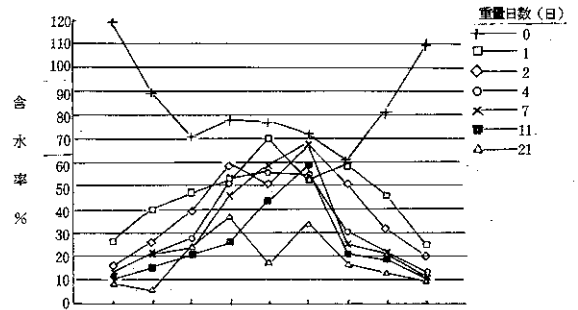
A Dの初~中はビニールシート被覆有
中~末は " 無

スギの材厚別製材品(105mm角心持材、厚45mm材、厚17mm材)の夏期晴天日のSD II内温湿度条件における含水率経過と、それに伴うカップ量推移を図26に、乾燥速度を表18に、水分傾斜推移を図27に示す。

カップ量の負側ピークに達する時間、その時の含水率及び負側ピーク量を見ると、厚17mm材で7.5hr.、35%、-3.3mm、厚45mm材で12.5hr.、39%、-0.9mmであり、105mm角材では明らかなピークは認められず、2.5hr.後に-0.4mmに達し、含水率32%時まで平衡状態が続く。このように、板厚が増加すると負側ピーク量は、図28のとおり双曲線的に減少する傾向がみられるが⁸⁾、これは各試験材のヤング係数(E)を等しいと仮定し、比例限度における荷重(Pp)、材の幅(b)及びスパン(l)を定数とすると、曲げたわみ(y)について(1)式が得られ、

表18 材厚別乾燥速度

材 厚 (mm)	初期M. C (%)	最終M. C (%)	初期~30% (%/日)	30%~20% (%/日)
105	75.7	24.6	2.46	1.00
45	71.4	15.7	9.41	3.23
17	84.8	15.2	24.91	7.69
45/105	-	-	3.8	3.23
17/105	-	-	10.1	7.69



表層 ←→ 内層 ←→ 表層

図27 厚方向の水分傾斜推移

これより曲げたわみ(y)は材厚(h)の3乗に逆比例するためと考えられる。⁹⁾

$$y = \frac{P p l}{4 E b} \cdot \frac{1}{h} \dots\dots(1)$$

この間の水分傾斜推移をみると、105mm心持角材及び厚45mm材は、乾燥早期に表層の含水率低下が速く内層は遅れ、表層と内層の水分傾斜が大きくなる傾向がみられる。一方、厚17mm材は表層、内層とも同様な含水率低下の傾向がみられる。これは、材厚が小さくなるに従い、材内での内部拡散より乾燥速度の速い表面蒸発の依存が大きくなるためと考えられる¹⁰⁾。

このように、今回の乾燥条件下で乾燥時に生じる表面割れ発生の危険性が生じる材厚は、17mm~45mm間にあると考えられる。

又、板厚と乾燥時間の関係は

$$t_2 / t_1 = (d_2 / d_1) \dots\dots\dots(2)$$

t_1 : 材厚 d_1 の乾燥時間
 t_2 : 材厚 d_2 の乾燥時間

で与えられる。¹¹⁾

ここで、含水率60%から30%間(図25)で、105mm角心持材、厚45mm材、厚17mm材における(2)式の n を求めると、 $n=0.94$ となり(3)式が得られる。

$$t_2 / t_1 = (d_2 / d_1) \dots\dots\dots(3)$$

t_1, t_2, d_1, d_2 は(2)式と同様

冬期における太陽熱利用乾燥試験で供試した厚17mm材及び厚45mm材の乾燥日数について、(3)式を用いて得られた計算値と実測値を表19に示す。

含水率60%から30%の間においては計算値と実測値は近似値をとるが、含水率30%以下では計算値の誤差が大きい。これは、表18にみられるように今回の夏期晴天日におけるSDⅡ内温湿度繰り返し条件では、材厚差による含水率30%~20%間の乾燥速度差が顕著にみられるのに対し、実際の太陽熱利用乾燥過程では表13, 15, 16でみられる様に材厚差による乾燥速度差が認められないためと考えられる。

以上より、夏期および冬期における含水率60%から30%間のスギ材厚別製材品の太陽熱利用乾燥日数実測値及び推定値を表20に示す。

表19 乾燥日数の計算値と実測値

厚17mm材	含水率 60%~30%	含水率 30%~20%
実測値	4.5	16.0
推定値	4.0	8.6
厚45mm材	含水率 60%~30%	含水率 30%~20%
実測値	11.0	23.0
推定値	11.2	42.0

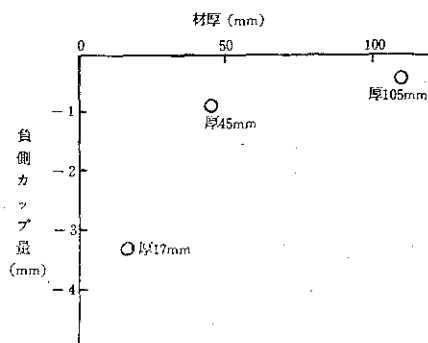


図28 材厚と負側カップ量の関係

表20 材厚別の太陽熱利用乾燥日数(推定値及び実測値)

夏 期	材 厚 (mm)		
	17	45	105
乾燥日数 (日)	2.0	5.0	11.0*

* 実測値

冬 期	材 厚 (mm)		
	17	45	105
乾燥日数 (日)	4.5*	11.0*	24.0

* 実測値

4. おわりに

夏期及び冬期の太陽熱利用乾燥法による材厚別製材品(スギ105mm心持角材、厚45mm材、厚17mm材)の乾燥試験を行ない、次の結論を得た。

- (1) スギ105mm心持角材は、関係湿度一定条件では乾球温度50℃又は30℃に比べ、減率乾燥第1段の乾燥速度は速くなり、木口及び表面割れとも増加する傾向がある。
- (2) スギ105mm心持角材は、乾球温度一定では関係湿度70%より40%が表層の含水率低下速度が速く、これに伴い表層の引張り歪が急激に増加し、そのピークも大きくなり乾燥初期の表面割れが生じやすくなる。
- (3) 夏期及び冬期のSDⅠ、SDⅡ両室内の温度推移は夜間はSDⅡがSDⅠより約1~2℃高く、昼間は、SDⅡよりSDⅠの室内温度が高い。
- (4) 夏期及び冬期のSDⅠ、SDⅡ両室内の湿度推移はAD>SDⅡ>SDⅠで、平衡含水率もこれに準じて推移している。
- (5) SDⅡの温湿度推移は、AD及びSDⅠに比べ安定している。
- (6) 夏期におけるスギ105mm心持角材の1日当たりの乾燥速度は、乾燥初期から含水率30%まではSDⅠ>SDⅡ>AD、30%以下ではSDⅡ>SDⅠ>ADとなり、全期間ではSDⅠ>SDⅡ>ADとなる。
- (7) この間の乾燥歪の推移は、SDⅡ及びADに比べSDⅠの乾燥初期の表層の引張り歪が早期に大きくなる。
- (8) 乾燥終了時の乾燥割れ発生状態は、SDⅠでは全ての供試材(10本)に20cm長の大きな割れが発生し、ADでは9本、SDⅡでは8本生じた。
- (9) 夏期におけるスギ105mm心持角材の乾燥条件別における乾燥初期の乾燥速度は、SDⅠ>50℃、40%>30℃、40%>50℃、70%>30℃、70%>SDⅡ>ADとなる。
- (10) 冬期における厚45mm材、厚17mm材の1日当たりの平

均乾燥速度は、乾燥初期から含水率30%まではSDI : SDII : AD = 1 : 1.88 : 1.18となり、30%以下ではSDI : SDII : AD = 1 : 0.81 : 0.76となる。

(1) この間の、各乾燥法の水分傾斜推移は厚45mm材、厚17mm材ともAD、SDIIに比べSDIの表層の含水率低下割合が大きい。

(2) この間の、乾燥割れ発生状態は厚45mm材ではSDIIは全く発生しないがSDIでは表面割れが発生し、乾燥末期には大体が閉じてしまう。ADではビニールシート被覆がなくなると表面割れが発生する。

又、厚17mm材では全乾燥期間を通して、SDI、SDIIとも乾燥割れは認められないが、ADについては厚45mm材と同様の傾向がみられた。

(3) 冬期については厚45mm材より厚17mm材について、SDIIよりSDIが効率的な乾燥方法であると考えられる。

(4) これまでを総括すると、夏期及び冬期の太陽熱利用乾燥法では含水率30%以下の乾燥速度が乾燥初期から含水率30%までの乾燥速度の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{10}$ と極端に低下するので、含水率30%以下では人工乾燥法を用いるのが効率的であると考えられる。

(5) 夏期及び冬期の太陽熱利用乾燥法による材厚別製材品(スギ105mm心持角材、厚45mm材、厚17mm材)の含水率60%から30%に落とすのに所要する乾燥日数(実測値及び計算値)は表20の通りである。

(6) 今回供試した太陽熱利用乾燥室の設備費は、SDIは169,150円、SDIIが238,010円であった。

文 献

- 1) 山之内清竜：昭和58年度業務報告書、17、1983
- 2) 三原義秋：温室設計の基礎と実際、養賢堂、102
- 3) 鹿児島県農業試験場熊毛支場：野菜試験成績書、34、1981
- 4) 鹿児島地方気象台：地上気象観測原簿、7月、8月(1984)、2月、3月(1985)
- 5) 東京天文台：理科年表、丸善、気9、気17、1978
- 6) 寺沢 真 他：木材の人工乾燥、日本木材加工技術協会、39、1981
- 7) 満久崇磨：木材の乾燥、森北出版、54、1980
- 8) 西尾 茂：カップ法による木材乾燥応力の推定、42、1979
- 9) 北原覚一：木材物理、151、1966
- 10) 満久崇磨：木材の乾燥、森北出版、188、1980
- 11) 満久崇磨：木材の乾燥、森北出版、51、1980