

5 県産スギ大径材の乾燥技術に関する研究（県単：H20～H27）

林崎 泰

1 目的

県内の人工林は、長引く木材価格の低迷により立木伐採が見送られ、齢級構成のピークが9～10 齢級（41～50 年生）へと移行していることから、樹木の大径化が進んでおり、森林資源の循環利用を進めていくうえで、これらを有効利用していくことが重要な課題となっている。

しかし、大径材から製材し、梁材や桁材として利用される木材は乾燥に長期間を必要とするため、需要に即応して乾燥材を供給することが難しい状況にある。

このため、品質の安定した県産スギ乾燥材を早期に生産・供給することができるよう、大径材の利用拡大の一つの方向としての無垢の梁・桁材に対応した乾燥技術を開発し、県産スギ材の利用拡大と森林資源の循環利用の推進を図るための資料を得る。

2 経過の概要

平成 20 年度から、蒸気式人工乾燥機を用いた県産スギ心持ち平角材の乾燥試験に取り組んでおり、平成 20 年度から平成 22 年度において、人工乾燥のみの試験を実施した結果、材の変色を抑え、表面割れを基準（または 評価：表面割れ長さ 50cm 未満・・・「大断面無垢材の乾燥推進に向けて P.3」木構造振興株式会社）以下に少なくすることには成功したが、内部割れを基準（または 評価：内部割れ長さ 100mm 未満・・・「大断面無垢材の乾燥推進に向けて P.3」木構造振興株式会社）以下に抑えることは困難と思われた。また、試験結果により、供試材から黒心材を除去した方が仕上がり含水率のばらつきが小さくなること、過乾燥が内部割れにつながるということが分かった。

そこで、平成 23 年度からは人工乾燥と天然乾燥との組み合わせ乾燥試験に着手することとした。平成 23 年度から平成 26 年度までの試験では、人工乾燥終了時点の含水率が 30%程度、天然乾燥で 6 ヶ月以内に仕上がることを目標に実施したが、天然乾燥期間で 6 ヶ月以上を要した。その原因として、試験材毎での含水率の違いが考えられ、乾燥を行う材の初期含水率に応じて、人工乾燥スケジュールを検討する必要があると思われた。

そのため、平成 27 年度については、初期含水率 100%以上の高含水率材と、初期含水率 100%以下の低含水率材に分けて、乾燥試験を実施することとした。

3 試験方法の概要

（1）試験木

県産スギ心持ち平角材（255mm×135mm×4.00m）を 25 本ずつ購入し、当日にそれぞれの試験片（木口より 15cm の位置で厚さ 2cm）を採取し、送風定温乾燥機を用いて全乾法により含水率の測定を行った。

含水率測定後、含水率 100%以上と含水率 100%未満で試験材を分け、それぞれ人工乾燥を行うこととした。

さらに、太陽熱を利用した竹ハウス（骨組みに竹を利用したビニールハウス）による促進乾燥の効果検証のため、1 回の人工乾燥で得られた試験材を竹ハウス内にいれるものと、従来通

り屋外に棧積みするものの半数に分け、1ヶ月毎に測定を行った。

(2) 乾燥試験

乾燥試験は、人工乾燥の後、天然乾燥で仕上げる組合せ乾燥を8回実施した。

人工乾燥は、平成22年度に更新導入した蒸気加熱式高温木材乾燥機(収容材積約4m³)を使用し、高温処理を行った。

人工乾燥については、初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度まですべて同一とし、高温乾燥時間のみ変更して行った。

8回の乾燥試験の人工乾燥スケジュールを、表-1及び図-1に示す。

表-1 人工乾燥スケジュールの設定

乾燥試験	初期蒸煮				高温乾燥			含水率 区分
	乾球温度	時間		乾球温度	時間			
	湿球温度	昇温時間	継続時間	湿球温度	昇温時間	継続時間		
						48時間	100%以上	
						18時間	100%以下	
						60時間	100%以上	
	85	1時間	8時間	120	1時間	30時間	100%以下	
	85			85		60時間	100%以上	
						24時間	100%以下	
						60時間	100%以上	
						30時間	100%以下	

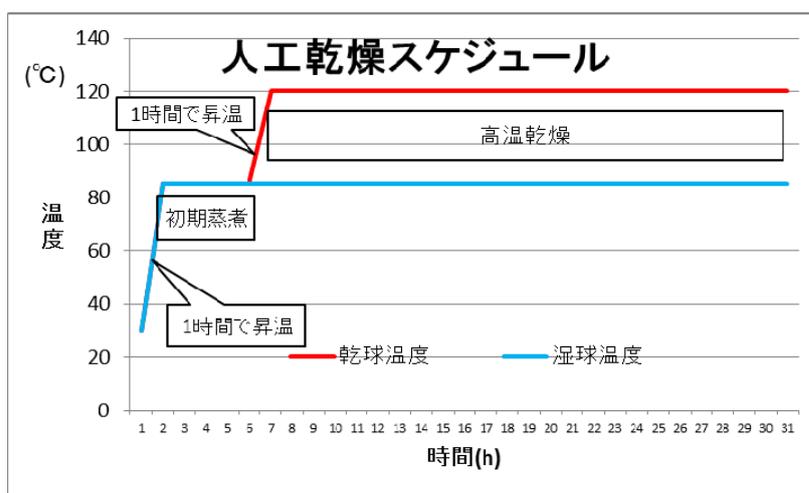


図-1 人工乾燥スケジュールの設定

人工乾燥の後、試験木を棧積みし、白色波板の屋根を付け、屋外で天然乾燥を行った。1ヶ月ごとに試験木の元口から15cm位置で、厚さ2cmの含水率試験片を採取し、全乾法により含水率を測定し、試験木の平均含水率が20%以下になった時点までを天然乾燥期間とした。



写真 - 1 作業状況



写真 - 2 屋外天然乾燥状況

(3) 調査内容

組合せ乾燥における各乾燥条件による試験木の乾燥状況を確認するため、人工乾燥前、人工乾燥後、天然乾燥1ヶ月ごとの含水率、木材重量、ヤング係数、表面割れ長さ、内部割れ長さなどを調査した。

含水率

- ・試験木の元口から15cmの位置で、厚さ2cmの含水率試験片を採取し、全乾法により含水率を算出。
- ・測定は人工乾燥直前と直後及び天然乾燥期間中の1ヶ月ごとに実施。

表面割れ

- ・乾燥終了直後に供試材の木口以外の4面に生じた幅1mm以上の表面割れの長さを測定し、その長さを合計。
- ・判定基準は、表-2-1のとおり。

表-2-1 表面割れの評価基準

表面割れ長さ合計	10cm未満	50cm未満	100cm未満	100cm以上
評価				×

表面割れの基準は、「大断面無垢材の乾燥推進に向けてp.3」
平成23年3月 木構造振興株式会社による。

内部割れ

- ・供試材の元口から15cmの位置で採取した含水率試験片において、木口面に現れた幅1mm以上の内部割れの長さを測定し、その長さを合計。
- ・判定基準は、表-2-2のとおり。

表-2-2 内部割れの評価基準

内部割れ長さ合計	20mm未満	100mm未満	200mm未満	200mm以上
評価				×

内部割れの基準は、「大断面無垢材の乾燥推進に向けてp.3」
平成23年3月 木構造振興株式会社による。

動的ヤング係数

- ・FFTアナライザー（エーアンドデー社製）を使用し、ハンマー打撃による固有振動数を測定し、併せて試験木の寸法、重量を測定し密度を算出。

- ・計算式 $Ef=4L^2f^2 / g [tf/cm^2]$ で動的ヤング係数を算出。Ef：動的ヤング係数、L：試験木の長さ、f：固有振動数、 ρ ：試験木の密度、g：重力加速度

4 試験結果

(1) 乾燥試験 (含水率 100%以上)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 49 時間(1 時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

屋外に積み上げた乾燥試験 -1 では、人工乾燥後の含水率は、23.0~37.0%、平均 27.7% となり、高温乾燥 49 時間の人工乾燥で含水率は人工乾燥前の 1/4 以下となった。

竹ハウス内の -2 では、人工乾燥後の含水率が 19.4~43.8%、平均 32.6%となり、人工乾燥前の含水率の約 1/4 程度となった。

竹ハウス内での乾燥が、屋外での乾燥より 1 ヶ月早い結果となった。

また、乾燥試験 -1 及び -2 において、人工乾燥 2 ヶ月後に含水率の上昇がみられた。これは測定前の月の 30 日中 20 日以上が曇りもしくは雨だったことから、竹ハウス内の湿度が高くなったことで、材の乾燥速度を吸湿速度が上回ったためだと考えられる。

表-3 乾燥試験 の含水率推移

		(%)						
試験番号	積置箇所	試験木 NO.	人工乾燥前	人工乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
乾燥試験 -1	屋外	2	121.6	23.0	21.1	23.0	18.8	17.3
		8	101.1	23.2	15.3	23.5	18.8	17.6
		15	117.8	37.0	28.3	29.1	23.0	19.2
平均			113.5	27.7	21.6	25.2	20.2	18.0

		(%)					
試験番号	積置箇所	試験木 NO.	人工乾燥前	人工乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -2	竹ハウス内	16	112.7	36.5	25.5	30.8	18.2
		18	128.5	19.4	14.6	15.1	11.9
		19	134.9	30.7	21.1	21.9	14.0
		25	133.6	43.8	29.4	31.8	22.4
平均			127.4	32.6	22.7	24.9	16.6

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-4 に示す。

人工乾燥後のヤング係数は、天然乾燥の段階で増大していき、乾燥試験 -1、 -2 ともに人工乾燥前より増大した。

表-4 乾燥試験 のヤング係数推移

試験番号	棧積箇所	(tf/cm ²)					
		人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
-1	屋外	63.8	50.1	64.3	60.3	62.9	64.4
-2	竹ハウス内	53.3	51.9	54.6	57.5	57.7	

表面割れ

表面割れ長さは、表-2-1 の表面割れの評価基準により -1 では 43.3cm で 評価、 -2 では 5.0cm で 評価となった。(表-5)

表-5 乾燥試験 の表面割れ

試験番号	(cm)	
	幅1mm超の表面 割れ長さ	表面割れ評価
-1	43.3	
-2	5.0	

内部割れ

人工乾燥後の内部割れはあまり発生せず、表-2-2 の内部割れの評価基準により、 -1 では人工乾燥後及び乾燥終了時点の内部割れは 評価であった。また、 -2 については、人工乾燥後及び乾燥終了時点の内部割れは 評価であった。(表-6)

表-6 乾燥試験 の内部割れ

試験番号	棧積箇所	(mm)					乾燥終了時点 の内部割れ 評価
		人工 乾燥後 (元口15cm)	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	
-1	屋外	51.0	58.7	43.5	44.6	31.6	
-2	竹ハウス内	13.2	5.5	30.5	5.7		

(2) 乾燥試験 (含水率 100%未満)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 19 時間(1時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

含水率の調査結果を表-7 に示す。

屋外に棧積した乾燥試験 -1 では、人工乾燥前の含水率が 60.7~96.1%で平均 79.7%だったものが、人工乾燥後の含水率は、23.6~50.7%の平均 37.2%となった。

竹ハウス内の乾燥試験 -2 では、人工乾燥前の含水率が 64.3～90.5%で平均 74.6%だったものが、人工乾燥後の含水率は、30.9～51.5%の平均 37.6%となった。

含水率が基準値を下回ったのは、竹ハウスで2ヶ月～3ヶ月後、屋外で4ヶ月～5ヶ月後、竹ハウスの方が乾燥期間が2ヶ月短かった。

表-7 乾燥試験 の含水率推移

		(%)							
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	5ヶ月後
乾燥試験 -1	屋外	7	60.7	23.6	18.7	21.0	15.3	16.3	16.1
		9	83.6	34.5	27.2	26.9	21.2	19.6	18.8
		10	69.5	35.3	24.0	27.1	18.5	19.8	18.0
		11	86.2	41.8	34.0	38.6	28.7	26.8	21.9
		12	94.2	43.7	25.1	27.4	19.7	20.1	18.6
		13	96.1	50.7	27.6	29.2	20.9	19.6	19.8
		14	67.7	30.9	23.5	24.8	19.2	19.9	17.7
平均			79.7	37.2	25.7	27.9	20.5	20.3	18.7

		(%)					
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -2	竹ハウス内	17	79.5	35.6	22.6	21.0	17.6
		20	72.1	38.7	26.6	25.7	19.6
		21	73.3	30.9	20.3	22.0	16.7
		22	68.1	35.5	22.8	23.1	16.7
		23	90.5	51.5	30.0	30.5	23.3
		24	64.3	33.3	20.0	21.7	17.1
平均			74.6	37.6	23.7	24.0	18.5

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-8 に示す。

ヤング係数は、天然乾燥の段階で増大していき、最終的に乾燥試験 -1、 -2 とともに人工乾燥前と同程度の値となった。

表-8 乾燥試験 のヤング係数推移

		(tf/cm ²)					
試験番号	棧積箇所	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
-1	屋外	69.4	66.7	64.9	69.7	70.4	71.7
-2	竹ハウス内	68.5	65.7	68.8	68.6	68.1	

表面割れ

表面割れ長さは全体的に小さく、表-2-1 の表面割れの評価基準により -1 の表面割れの平均の長さは 0.0cm で 評価、 -2 の表面割れの平均の長さは 11.9cm で 評価であった。(表-9)

表-9 乾燥試験 の表面割れ

試験番号	(cm)	
	幅1mm超の表面割れ長さ	表面割れ評価
-1	0.0	
-2	11.9	

内部割れ

内部割れ測定結果を表-10 に示す。

乾燥試験 -1、 -2 とともに割れがわずかに発生した程度で、人工乾燥後及び乾燥終了時点での割れ評価は 評価であった。

表-10 乾燥試験 の内部割れ

試験番号	棧積箇所	人工乾燥後 (元口15cm)	(mm)					乾燥終了時点 の内部割れ 評価
			1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	5ヶ月後	
-1	屋外	1.8	7.5	2.4	0.8	6.4	0.6	
-2	竹ハウス内	1.4	11.3	2.2	1.7			

(3) 乾燥試験 (含水率 100%以上)

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 37 時間(1時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行うこととしていたが、人為的な機材トラブルがあり、乾燥工程途中での釜だしとなったため、測定できなかった。

(4) 乾燥試験 (含水率 100%未満)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 31 時間(1時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

含水率の調査結果を表-11 に示す。

屋外に棧積した乾燥試験 -1 は、人工乾燥前の含水率は 46.9 ~ 74.4%、平均 57.1%であった。人工乾燥後の含水率は、15.1 ~ 29.9%、平均 20.5%となり、その後の天然乾燥で含水率は徐々に低下し、3ヶ月後に天然乾燥を終了した。

竹ハウス内に棧積した乾燥試験 -2 は人工乾燥前の含水率が低かったこともあり、人工乾燥後には平均含水率が 16.7%と基準値を下回り、その後の天然乾燥は不要となった。

表-11 乾燥試験 の含水率推移

		(%)					
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -1	屋外	31	66.3	20.4	19.3	20.0	17.8
		32	53.8	19.2	18.2	18.6	17.9
		33	50.7	19.6	21.4	21.3	18.8
		34	74.4	29.9	26.3	26.1	21.5
		35	54.8	18.7	18.3	18.8	17.8
		36	46.9	15.1	17.1	18.6	17.8
		37	53.1	20.5	19.4	19.7	17.9
平均			57.1	20.5	20.0	20.4	18.5

		(%)		
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後
乾燥試験 -2	竹ハウス内	26	59.4	22.9
		27	42.6	12.7
		28	44.1	12.6
		29	47.9	18.5
		38	45.6	18.2
		46	46.0	15.5
平均			47.6	16.7

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-12。

乾燥試験 -1 のヤング係数は、乾燥するにつれて増大していき、最終的に人工乾燥前より 2.3tf/cm^2 増大した。

乾燥試験 -2 については、人工乾燥後に測定終了となったため、人工乾燥前より 6.2tf/cm^2 減少した。

表-12 乾燥試験 のヤング係数推移

		(tf/cm ²)				
試験番号	棧積箇所	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
-1	屋外	60.8	54.2	59.9	61.5	63.1
-2	竹ハウス内	66.8	60.6			

表面割れ

表面割れ長さは全体的に小さく、-1、-2 とともに表面割れの評価基準により 評価であった。(表-13)

表-13 乾燥試験 の表面割れ

(cm)		
試験番号	幅1mm超の表面割れ長さ	表面割れ評価
-1	20.8	
-2	13.1	

内部割れ

内部割れは、 -1 では人工乾燥直後は 10.1cm であったが、乾燥とともに増加し、乾燥終了時点では 28.1cm となり表-2-2 の内部割れの評価基準により 評価であった。 -2 は人工乾燥のみで乾燥が終了したが、 -1 と同様に 評価となった。(表-14)

表-14 乾燥試験 の内部割れ

(mm)						
試験番号	棧積箇所	人工乾燥後 (元口15cm)	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	乾燥終了時点 の内部割れ 評価
-1	屋外	10.1	25.3	20.8	28.1	
-2	竹ハウス内	47.6				

(5) 乾燥試験 (含水率 100%以上)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 61 時間(1時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

含水率の調査結果を表-15 に示す。

屋外に棧積した乾燥試験 -1 は、人工乾燥前の含水率は 108.4~178.3%、平均 135.7% であった。人工乾燥後の含水率は、23.2~47.2%、平均 31.9% となり、その後の天然乾燥で含水率は徐々に低下し、3ヶ月後に天然乾燥を終了した。

竹ハウス内に棧積した乾燥試験 -2 は人工乾燥前の含水率は 103.3~173.7%、平均 140.1% であった。人工乾燥後の含水率は、25.3~76.9%、平均 39.0% となり、天然乾燥で含水率は徐々に低下し、屋外乾燥と同じく 3ヶ月後に天然乾燥を終了した。竹ハウス内と屋外での差はみられなかった。

表-15 乾燥試験 の含水率推移

(%)							
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -1	屋外	52	178.3	47.2	36.7	29.0	22.3
		56	168.5	31.8	25.2	22.2	17.2
		57	110.4	30.2	31.5	27.2	22.8
		59	108.4	27.0	24.1	25.5	20.0
		60	113.1	23.2	20.7	19.5	17.2
平均			135.7	31.9	27.6	24.7	19.9

		(%)						
試験番号	栈積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	
乾燥試験	-2	竹ハウス内	64	173.7	76.9	55.8	35.1	29.5
			66	144.4	34.4	24.2	18.2	15.4
			67	103.3	30.4	24.2	18.9	16.4
			73	128.4	28.2	23.7	17.0	16.4
			74	150.5	25.3	20.5	14.9	15.6
平均			140.1	39.0	29.7	20.8	18.7	

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-16 に示す。

乾燥試験 -1 のヤング係数は、乾燥するにつれて増大していき、最終的に人工乾燥前より 6.3tf/cm² 増大した。

乾燥試験 -2 にも同じく乾燥が進むにつれて増大していき、人工乾燥前より 3.3tf/cm² 増加した。

表-16 乾燥試験 のヤング係数推移

		(tf/cm ²)				
試験番号	栈積箇所	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
-1	屋外	59.3	57.7	61.1	62.4	65.6
-2	竹ハウス内	53.2	51.3	64.0	56.8	56.5

表面割れ

表面割れ長さは、 -1 で 16.8cm で表面割れの評価基準により 評価、 -2 は 5.6cm で 評価であった。(表-13)

表-17 乾燥試験 の表面割れ

		(cm)
試験番号	幅1mm超の表 面割れ長さ	表面割れ評価
-1	16.8	
-2	5.6	

内部割れ

内部割れは、人工乾燥直後の平均割れ長さは -1 では、25.8cm で 評価であったが、乾燥終了時点には 15.8cm になり、 評価であった。逆に -2 では、人工乾燥後の割れ長さは 0.0cm で 評価であったが、乾燥終了時点で 37.6cm と人工乾燥直後の 3 倍以上の大きさとなり、 評価であった。(表-18)そのため、竹ハウス内で天然乾燥中に内部割れが進行したと考えられる。

表-18 乾燥試験 の内部割れ

試験番号	棧積箇所	人工 乾燥後 (元口15cm)	(mm)			乾燥終了時点 の内部割れ 評価
			1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	
-1	屋外	25.8	19.7	19.1	15.8	
-2	竹ハウス内	0.0	0.0	22.6	37.6	

(6) 乾燥試験 (含水率 100%未満)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 25 時間(1 時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

含水率の調査結果を表-19 に示す。

屋外に棧積した乾燥試験 -1 は、人工乾燥前の含水率は 44.0~98.1%、平均 69.5%であった。人工乾燥後の含水率は、16.3~53.5%、平均 31.6%となり、その後の天然乾燥で含水率は徐々に低下し、3ヶ月後に天然乾燥を終了した。

竹ハウス内に棧積した乾燥試験 -2 は人工乾燥前の含水率は 57.9~96.5%、平均 70.7%であった。人工乾燥後の含水率は、21.9~57.9%、平均 34.9%となり、天然乾燥で含水率は徐々に低下し、屋外乾燥と同じく 3ヶ月後に天然乾燥を終了した。

表-19 乾燥試験 の含水率推移

試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	(%)				
			人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -1	屋外	53	85.1	34.7	24.5	21.3	16.5
		61	54.7	26.2	24.8	22.1	18.0
		69	44.0	16.3	15.4	16.1	14.6
		70	74.5	32.0	25.2	24.0	20.4
		71	98.1	53.5	37.0	31.7	23.4
		72	60.6	26.8	19.9	19.9	19.1
平均			69.5	31.6	24.5	22.5	18.7

試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	(%)				
			人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -2	竹ハウス内	54	69.4	36.5	24.7	21.3	16.9
		58	64.4	21.9	17.0	16.8	14.4
		62	70.8	28.0	17.3	16.7	14.5
		63	71.8	37.7	26.6	25.3	20.4
		65	57.9	32.1	23.4	21.4	18.4
		68	96.5	57.9	37.0	30.0	25.8
		75	64.1	30.2	19.3	17.5	16.3
平均			70.7	34.9	23.6	21.3	18.1

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-20 に示す。

乾燥試験 -1 のヤング係数は、乾燥するにつれて増大していき、最終的に人工乾燥前より 3.9tf/cm^2 増大した。

乾燥試験 -2 にも同じく乾燥が進むにつれて増大していき、人工乾燥前より 2.3tf/cm^2 増加した。

表-20 乾燥試験 のヤング係数推移

試験番号	棧積箇所	(tf/cm ²)				
		人工乾燥前	人工乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
-1	屋外	60.6	56.3	64.2	64.3	64.5
-2	竹ハウス内	70.2	72.5	69.6	70.8	72.5

表面割れ

-1、 -2 ともに表面割れ面積は全体的に小さく、大部分が僅かな表面割れに収まり、表面割れの評価基準により 評価であった。(表-21)

表-21 乾燥試験 の表面割れ

試験番号	(cm)	
	幅1mm超の表面割れ長さ	表面割れ評価
-1	0.0	
-2	9.8	

内部割れ

内部割れは、人工乾燥直後の平均割れ長さは 2.2mm で表-2-2 の内部割れの評価基準により 評価であった。

乾燥終了時点での内部割れは、乾燥試験 -2 で人工乾燥直後の3倍以上と大きくなっていた。(表-22)

表-22 乾燥試験 の内部割れ

試験番号	棧積箇所	(mm)				乾燥終了時点の内部割れ評価
		人工乾燥後(元口15cm)	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	
-1	屋外	0.0	4.1	12.1	14.1	
-2	竹ハウス内	4.0	17.9	12.5	11.0	

(7) 乾燥試験 (含水率 100%以上)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 61 時間(1 時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

含水率の調査結果を表-23 に示す。

屋外に棧積した乾燥試験 -1 は、人工乾燥前の含水率は平均 141.6%であった。人工乾燥後の含水率は、平均 15.5%となった。

竹ハウス内に棧積した乾燥試験 -2 は人工乾燥前の含水率は 107.6 ~ 113.7%、平均 110.7%であった。人工乾燥後の含水率は、平均 23.4%となり、天然乾燥で含水率は徐々に低下し、4 ヶ月後に天然乾燥を終了した。

表-23 乾燥試験 の含水率推移

		(%)		
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工乾燥前	人工乾燥後
乾燥試験 -1	屋外	77	144.6	10.0
		93	138.6	20.9
平均			141.6	15.5

		(%)						
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工乾燥前	人工乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
乾燥試験 -2	竹ハウス内	79	107.6	29.9	27.8	26.2	24.1	22.9
		84	113.7	15.0	18.2	18.4	17.1	16.5
		88	110.9	25.3	23.1	21.3	19.7	20.2
平均			110.7	23.4	23.0	22.0	20.3	19.9

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-24 に示す。

乾燥試験 -2 のヤング係数は、乾燥するにつれて増大していき、最終的に人工乾燥前より 4.0tf/cm²増大した。

表-24 乾燥試験 のヤング係数推移

		(tf/cm ²)					
試験番号	棧積箇所	人工乾燥前	人工乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後
-1	屋外	52.5	55.1				
-2	竹ハウス内	72.1	70.7	74.2	73.0	79.1	76.1

表面割れ

表面割れはほとんどなく、幅 1mm 超の表面割れの平均は 0.0cm で表面割れの評価基準により評価であった。(表-25)

表-25 乾燥試験 の表面割れ

区分	(cm)	
	幅1mm超の表面割れ長さ	表面割れ評価
-1	0.0	
-2	0.0	

内部割れ

内部割れは、人工乾燥直後の平均割れ長さは表-2-2 の内部割れの評価基準により -1、-2 とのみ 評価であったが、 -2 において乾燥終了時点での内部割れは、16.7cm と人工乾燥直後よりも減少しており、 評価となった。(表-26)

表-26 乾燥試験 の内部割れ

試験番号	棧積箇所	人工乾燥後 (元口15cm)	(mm)				乾燥終了時点 の内部割れ 評価
			1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	
-1	屋外	36.3					
-2	竹ハウス内	56.5	0.0	15.3	22.7	16.7	

(8) 乾燥試験 (含水率 100%未満)

乾燥スケジュール

前述のとおり初期蒸煮温度及び時間並びに高温乾燥温度を固定し、高温乾燥を 31 時間(1時間の昇温時間を含む)の前処理人工乾燥を実施した後に、屋外及び竹ハウス内での天然乾燥を行った。

含水率

含水率の調査結果を表-27 に示す。

屋外に棧積した乾燥試験 -1 は、人工乾燥前の含水率は 57.8 ~ 71.3%、平均 64.3%であった。人工乾燥後の含水率は、16.7 ~ 26.2%、平均 21.0%となり、その後の天然乾燥で含水率は徐々に低下し、3ヶ月後に天然乾燥を終了した。

竹ハウス内に棧積した乾燥試験 -2 は人工乾燥前の含水率は 54.8 ~ 88.0%、平均 71.7%であった。人工乾燥後の含水率は、17.9 ~ 30.7%、平均 23.5%となり、天然乾燥1ヶ月で平均含水率 20%以下まで低下した。

表-27 乾燥試験 の含水率推移

(%)							
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
乾燥試験 -1	屋外	80	61.3	16.7	16.5	16.9	16.1
		81	64.8	21.9	20.3	20.4	19.6
		82	57.8	18.9	18.1	19.1	17.5
		83	71.3	26.2	25.4	25.2	22.7
		85	69.4	23.0	20.5	21.2	18.5
		86	60.9	19.1	19.8	19.5	17.4
平均			64.3	21.0	20.1	20.4	18.6

(%)					
試験番号	棧積箇所	試験木 NO.	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後
乾燥試験 -2	竹ハウス内	87	74.9	24.2	20.9
		89	61.9	19.8	17.1
		90	54.8	17.9	16.1
		95	61.6	20.4	18.0
		96	73.6	23.9	19.4
		97	88.0	30.7	21.5
		98	86.8	27.7	21.8
平均			71.7	23.5	19.3

ヤング係数

ヤング係数の調査結果を表-28 に示す。

乾燥試験 -1 のヤング係数は、乾燥するにつれて増大していき、最終的に人工乾燥前より 5.2tf/cm^2 増大した。

乾燥試験 -2 も、乾燥終了後のヤング係数は人工乾燥前より 3.1tf/cm^2 増加していた。

表-28 乾燥試験 のヤング係数推移

(tf/cm ²)						
試験番号	棧積箇所	人工 乾燥前	人工 乾燥後	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
-1	屋外	69.6	70.8	71.6	72.9	74.8
-2	竹ハウス内	63.7	65.1	66.8		

表面割れ

-1、 -2 とともに表面割れ面積は小さく、大部分が僅かな表面割れに収まっており、表面割れの評価基準により 評価であった。(表-29)

表-29 乾燥試験 の表面割れ

(cm)		
試験番号	幅1mm超の表 面割れ長さ	表面割れ評価
-1	8.4	
-2	9.7	

内部割れ

内部割れは、人工乾燥直後の平均割れ長さは -1、 -2 とともに 評価であったが、乾燥終了時点での内部割れは、乾燥試験 -1、 -2 とともに人工乾燥直後より大きくなっており、評価となった。(表-30)

表-30 乾燥試験 の内部割れ

試験番号	棧積箇所	(mm)				乾燥終了時点 の内部割れ 評価
		人工 乾燥後 (元口15cm)	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	
-1	屋外	6.2	12.1	6.0	29.8	
-2	竹ハウス内	5.5	22.5			

5 . 試験結果まとめ及び考察

【含水率 100%以上の材】

燃料消費量は、高温乾燥 48 時間のスケジュールで約 191.5ℓ、高温乾燥 60 時間のスケジュールで約 208.2ℓであった。

これらの結果から、含水率 100%以上の材では、高温乾燥 48 時間及び 60 時間のスケジュールで人工乾燥を行った場合、人工乾燥後の天然乾燥期間は 3 ~ 4 ヶ月程度かかると考えられる。また、表面割れについては、高温乾燥 48 時間及び 60 時間の両スケジュールで、ある程度抑えられると思われるが、内部割れについては、高温乾燥 60 時間で多く発生したことから、これ以上高温乾燥時間を長くすると、さらに多くの内部割れが発生すると考えられる。

平成 26 年度までの試験結果(表-32)より、高温乾燥時間 36 時間以下のスケジュールでは天然乾燥期間が 5 ヶ月以上かかっていることから、含水率 100%以上の材を 5 ヶ月以内で含水率 20%以下まで乾燥させる場合、高温乾燥を 48 ~ 60 時間程度行う必要があると思われる。また、内部割れ 評価以上(内部割れ 10cm 未満)となる材を多く作成したい場合、高温乾燥 48 時間に近い乾燥スケジュールとする等、乾燥目的にあったスケジュールを採用することが必要と思われる。

したがって、初期含水率 100%以上の材を表面割れ 評価以上(50cm 未満) 内部割れ 評価以上(100mm 未満) 乾燥期間 6 ヶ月以内で乾燥するためのスケジュールは、人工乾燥で、

初期蒸煮：乾球温度 85 、湿球温度 85 、乾燥時間 9 時間(昇温 1 時間含む)

高温乾燥：乾球温度 85 、湿球温度 85 、乾燥時間 49 ~ 61 時間(昇温 1 時間含む)

の条件が適していると考えられ、その後の天然乾燥期間は 3 ~ 4 ヶ月間程度で、1mm 超えの表面割れは 0 ~ 20cm、1mm 超えの内部割れは 0 ~ 60mm 程度であり、燃料消費量として、灯油が約 200ℓ程度必要と考える。

表-31 含水率 100%以上材乾燥結果まとめ

高温乾燥時間	試験番号	棧積場所	行程					高温処理前含水率	高温処理後含水率	天然乾燥期間	表面割れ長さ(平均)	内部割れ長さ1mm以上(平均)	燃料消費量(灯油)
			区分	①	②	③	④						
48時間	①-1	屋外	乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	113.5%	27.7%	4ヶ月	43.3cm ○	51.0mm ○	191.5L
	①-2	竹ハウス内	湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃	127.4%	32.6%	3ヶ月	5.0cm ◎	13.2mm ○	
60時間	⑤-1	屋外	乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	141.6%	15.5%	0ヶ月	0.0cm ◎	36.3mm ○	208.2L
	⑦-1		湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃	140.1%	39.0%	3ヶ月	5.6cm ◎	0.0mm ◎	
	⑤-2	竹ハウス内	乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	110.7%	23.4%	4ヶ月	0.0cm ◎	56.5mm ○	
	⑦-2		湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						

表面割れ長さ評価 ◎:10cm未満、○:50cm未満、△:100cm未満、×:100cm以上
内部割れ長さ評価 ◎:20mm未満、○:100mm未満、△:200mm未満、×:200mm以上

表-32 平成 25 ~ 26 年乾燥試験結果

高温乾燥時間	試験番号	行程区分	行程					高温処理前含水率	高温処理後含水率	乾燥期間	表面割れ長さ(平均)	内部割れ長さ1mm以上(平均)	燃料消費量(灯油)
			①	②	③	④	⑤						
18時間	H25①		乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	131.4%	55.4%	4ヶ月以上	5.2cm ◎	0.0mm ◎	114.3L
			湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
20時間	H26①		乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	155.9%	73.9%	11ヶ月	21.9cm ○	0mm ◎	123.1L
			湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
24時間	H25② H26② H26⑤外		乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	128.4%	60.5%	6ヶ月	27.4cm ○	2.9mm ◎	139.5L
			湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
	H26⑥中		乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	164.1%	68.0%	5ヶ月	0.0cm ◎	0.0mm ◎	
30時間	H26③		乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	120.1%	42.9%	8ヶ月以上	0.0cm ◎	0.0mm ◎	142.8L
			湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
36時間	H26④		乾球温度 30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	140.9%	41.6%	9ヶ月	0.0cm ◎	1.2mm ◎	165.4L
			湿球温度 30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						

表面割れ長さ評価 ◎:10cm未満、○:50cm未満、△:100cm未満、×:100cm以上
内部割れ長さ評価 ◎:20mm未満、○:100mm未満、△:200mm未満、×:200mm以上

【含水率 100%未満材】

燃料消費量は、高温乾燥 18 時間のスケジュールで約 103.1ℓ、高温乾燥 24 時間のスケジュールで約 120.8ℓ、高温乾燥 30 時間のスケジュールで 129.2ℓであった。

これらの結果から、含水率 100%未満の材では、高温乾燥 18 時間のスケジュールで人工乾燥を行った場合、表面割れ及び内部割れは 評価以内に収められるが、人工乾燥後の天然乾燥期間は 5 ヶ月程度かかると考えられる。

平成 25 年からの乾燥試験結果より、高温乾燥 24 時間以上のスケジュールでは、人工乾燥後の天然乾燥期間が 3 ヶ月以内におさめることができると思われるが、高温乾燥 30 時間以上のスケジュールで行う場合、割れの発生についても考慮する必要があると思われる。(表-34)

そのため、初期含水率 100%未満材を表面割れ 評価以上(50cm 未満) 内部割れ 評価以上(100mm 未満) 乾燥期間 6 ヶ月以内で乾燥するためのスケジュールは、人工乾燥で、

初期蒸煮：乾球温度 85 、湿球温度 85 、乾燥時間 9 時間(昇温 1 時間含む)

高温乾燥：乾球温度 85 、湿球温度 85 、乾燥時間 24~30 時間(昇温 1 時間含む)

の条件が適していると考えられ、その後の天然乾燥期間は 4 ヶ月間程度で、1mm 超えの表面割れは 5~15cm、1mm 超えの内部割れは 2~25mm 程度であり、燃料消費量として、灯油が約

1300程度必要と考える。

表-33 含水率 100%未満材乾燥結果まとめ

高温乾燥時間	試験番号	棧積場所	行程区分	行程					高温処理前含水率	高温処理後含水率	天然乾燥期間	表面割れ長さ(平均)	内部割れ長さ1mm以上(平均)	燃料消費量(灯油)
				①	②	③	④	⑤						
18時間	②-1	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	79.7%	37.2%	5ヶ月	0.0cm ◎	1.8mm ◎	103.1L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
	②-2	竹ハウス内	乾燥時間	—	1h	8h	1h	18h	74.6%	37.6%	3ヶ月	11.9cm ○	1.4mm ◎	
24時間	⑥-1	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	69.5%	31.6%	3ヶ月	0.0cm ◎	0.0mm ◎	120.8L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
	⑥-2	竹ハウス内	乾燥時間	—	1h	8h	1h	24h	70.7%	34.9%	3ヶ月	9.8cm ◎	4.0mm ◎	
30時間	④-1	屋外							57.1%	20.5%	3ヶ月	20.8cm ○	10.1mm ◎	129.2L
			乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃						
	湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃	47.6%	16.7%	0ヶ月	13.1cm ○	4.76mm ○			
	乾燥時間	—	1h	8h	1h	30h								
	⑧-2	竹ハウス内						71.7%	23.5%	1ヶ月	9.7cm ◎	5.5mm ◎		

表面割れ長さ評価 ◎:10cm未満、○:50cm未満、△:100cm未満、×:100cm以上
内部割れ長さ評価 ◎:20mm未満、○:100mm未満、△:200mm未満、×:200mm以上

表-34 平成 25 ~ 27 年乾燥試験結果

高温乾燥時間	試験番号	棧積場所	行程区分	行程					高温処理前含水率	高温処理後含水率	天然乾燥期間	表面割れ長さ(平均)	内部割れ長さ1mm以上(平均)	燃料消費量(灯油)
				①	②	③	④	⑤						
18時間	H25① H27②-1	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	77.1%	37.6%	4~5ヶ月	0.0cm ◎	1.0mm ◎	108.7L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
	H27②-2	竹ハウス内	乾燥時間	—	1h	8h	1h	18h	74.6%	37.6%	3ヶ月	11.9cm ○	1.4mm ◎	
20時間	H26①	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	64.3%	29.7%	9ヶ月	1.2cm ◎	0mm ◎	123.1L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
			乾燥時間	—	1h	8h	1h	20h						
24時間	H25② H26② H26⑤ H27⑥-1	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	64.6%	28.3%	4ヶ月	4.7cm ◎	3.1mm ◎	135.8L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
	H26⑥ H27⑥-2	竹ハウス内	乾燥時間	—	1h	8h	1h	24h	72.8%	34.0%	2~3ヶ月	9.4cm ◎	2.1mm ◎	
30時間	H26③ H27④-1 H27⑧-1	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	63.0%	21.7%	4ヶ月	12.5cm ○	8.2mm ◎	139.7L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
	H27④-2 H27⑧-2	竹ハウス内	乾燥時間	—	1h	8h	1h	30h	60.6%	20.4%	1ヶ月	11.3cm ○	25.0mm ○	
36時間	H26④	屋外	乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	65.2%	18.5%	0ヶ月	6.0cm ◎	59.8mm ○	154.9L
			湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃						
			乾燥時間	—	1h	8h	1h	36h						

表面割れ長さ評価 ◎:10cm未満、○:50cm未満、△:100cm未満、×:100cm以上
内部割れ長さ評価 ◎:20mm未満、○:100mm未満、△:200mm未満、×:200mm以上

【竹ハウス効果検証】

含水率 100%以上材における竹ハウス内外の測定結果について表-35 及び図 - 1 に示す。

H26 試験 を比較すると、人工乾燥後 1 ヶ月での含水率の減少が竹ハウス内で大きい。しかし、 も 2、3 ヶ月では含水率が 20%以下に落ちず、4 ヶ月後によろやく含水率が 20%以下となった。 については、5 ヶ月後に 20%以下となった。 で含水率の低下が鈍行になった理由として、梅雨(H27.6.2~H27.7.29)によりハウス内の湿度が増加したことが考えられた。

H27 試験 -1、 -2 を比較すると、H26 試験 と同様の傾向がみられた。 -2 において、3 ヶ月後に含水率が 20%以下となった。屋外の -1 は 4 ヶ月後に含水率 20%以下

となった。

H27 試験 は、竹ハウス内外ともに3ヶ月後に20%以下となった。

H27 試験 -1については、人工乾燥後に含水率が20%以下に落ちていた。 -2は人工乾燥後の含水率は23.4%と低いが、4ヶ月後に20%以下となった。

これらの結果から、含水率100%以上の材での竹ハウスの効果は、概ね屋外と同等もしくは、1ヶ月分程度乾燥が速いと思われる。

また、天然乾燥開始時期によっても、乾燥期間は前後すると思われる。

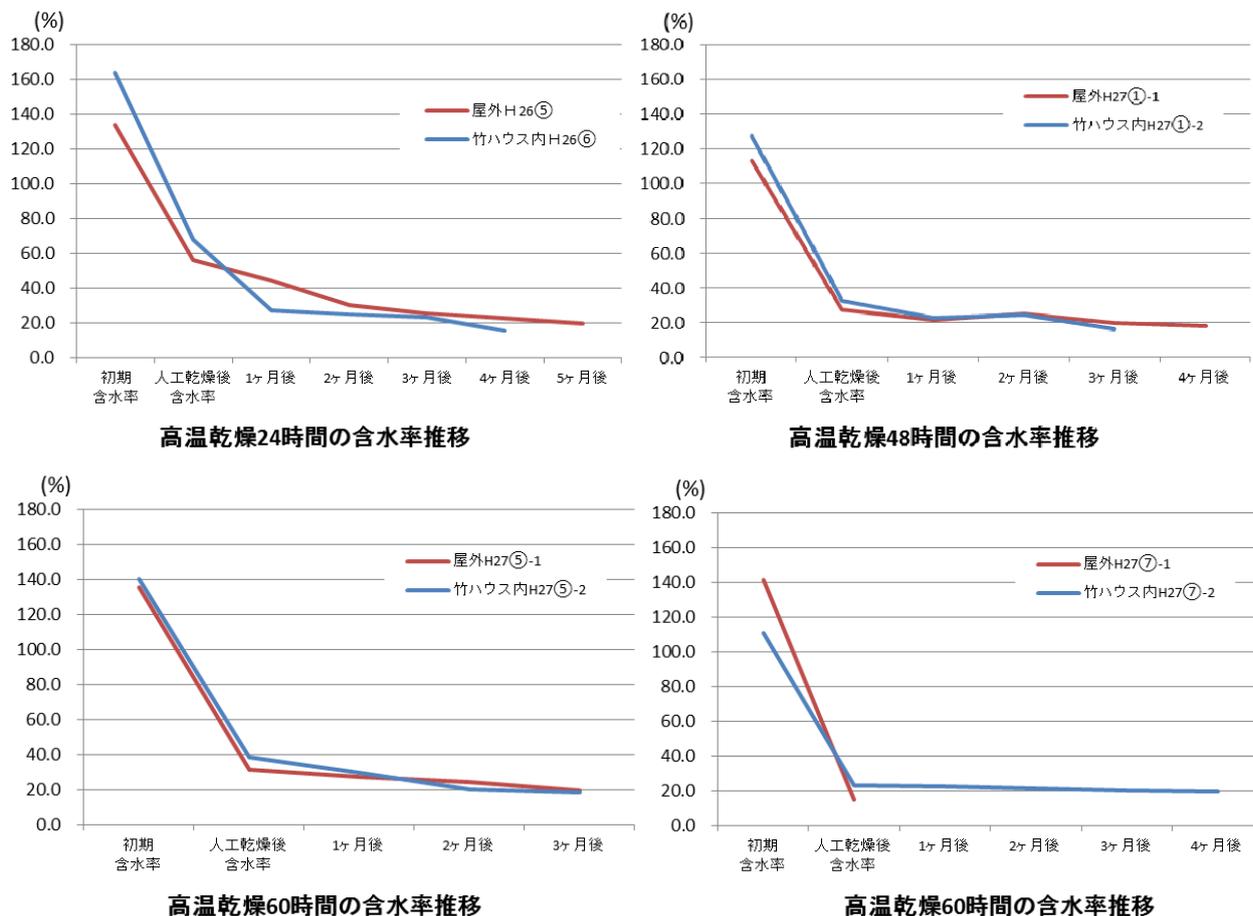


図 - 1 高含水率材における試験別含水率推移

表-35 竹ハウス内外測定結果まとめ (初期含水率100%以上材)

試験番号	高温乾燥時間	積場場所	初期含水率	人工乾燥後含水率	測定開始日	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	5ヶ月後
H26乾燥試験⑤	24時間	屋外	133.9	56.4	H27.3.25	44.8	30.7	25.7	23.2	19.7
H26乾燥試験⑥		竹ハウス内	164.1	68.0	H27.4.2	27.8	25.0	23.8	15.9	
H27乾燥試験①-1	48時間	屋外	113.5	27.7	H27.4.30	21.6	25.2	20.2	18.0	
H27乾燥試験①-2		竹ハウス内	127.4	32.6	H27.4.30	22.7	24.9	16.6		
H27乾燥試験⑤-1	60時間	屋外	135.7	31.9	H27.6.29	27.6	24.7	19.9		
H27乾燥試験⑤-2		竹ハウス内	140.1	39.0	H27.6.29	29.7	20.8	18.7		
H27乾燥試験⑦-1		屋外	141.6	15.5	H27.7.9	16.9	16.2			
H27乾燥試験⑦-2		竹ハウス内	110.7	23.4	H27.7.9	23.0	22.0	20.3	19.9	

続いて、含水率100%未満材における竹ハウス内外の測定結果について表-36及び図-2に示す。

H27 乾燥試験 -1、 -2では、 -2が人工乾燥後3ヶ月で含水率20%以下となった。

-1については、5ヶ月後に20%以下となった。

H26 乾燥試験 を比較すると、 で人工乾燥後1ヶ月での含水率の減少が大きく、2ヶ月で含水率が20%以下となった。 については、5ヶ月後に20%以下となった。

H27 乾燥試験 では、屋外、竹ハウス内ともに3ヶ月後に20%以下となった。

H27 乾燥試験 は人工乾燥後の含水率が低かったことから、竹ハウスの効果は定かではない。

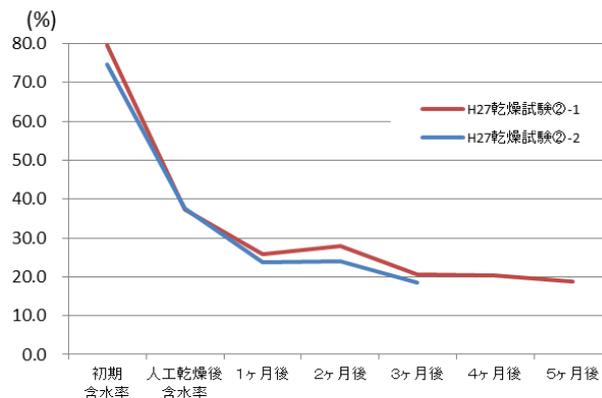
H 乾燥 27 試験 においては、竹ハウス内において人工乾燥後1ヶ月で含水率が20%以下となった。屋外では3ヶ月後に20%以下となった。

これらの結果から、含水率100%未満材における竹ハウスの効果として、約2ヶ月程度乾燥を促進させると考えられる。人工乾燥後の含水率は、竹ハウス内のものが全体的に高かったが、それでも屋外乾燥より早く乾燥が終了した。

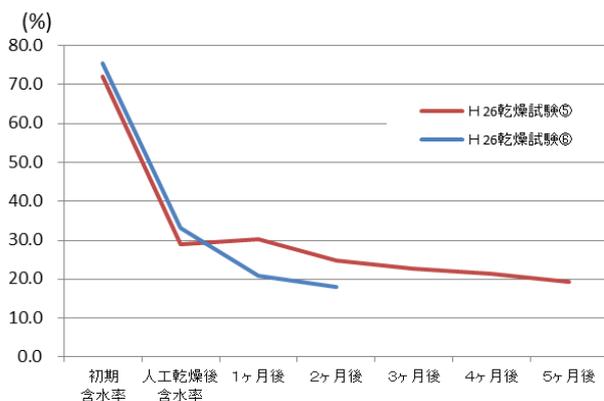
竹ハウスでの乾燥が速かった理由として、日中におけるハウス内の温度が高く、湿度が低かったことが考えられた。夏場におけるハウス内の温度は、高い日で60 以上にもなった。

このため、竹ハウス（ビニールハウス）を用いた促進乾燥は、乾燥期間を短縮させるうえで、有効な手段の一つだと考えられた。

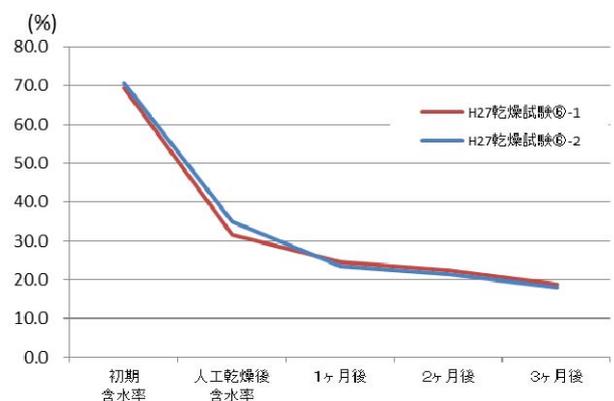
また、今回の竹ハウス内での乾燥は、通風環境を考慮せず、常に密閉状態としていた。密閉状態だと、夜間における湿度が高くなるため、湿度が99%を記録する日が多くあった。密閉状態でも乾燥促進効果は確認されたが、他県の報告でもあるように、除湿器や循環ファンを設置し、通風環境を改善することで、さらに乾燥の促進が可能だと思われる。



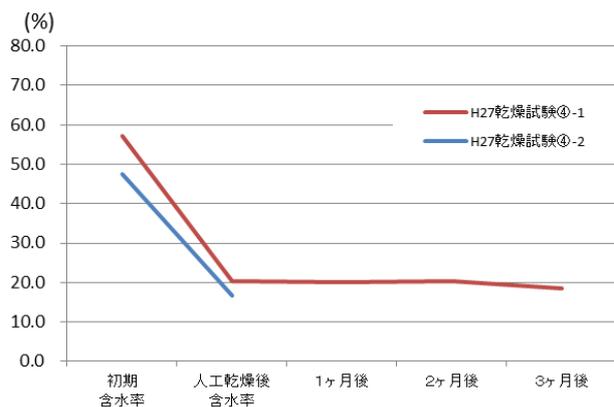
高温乾燥18時間の含水率推移



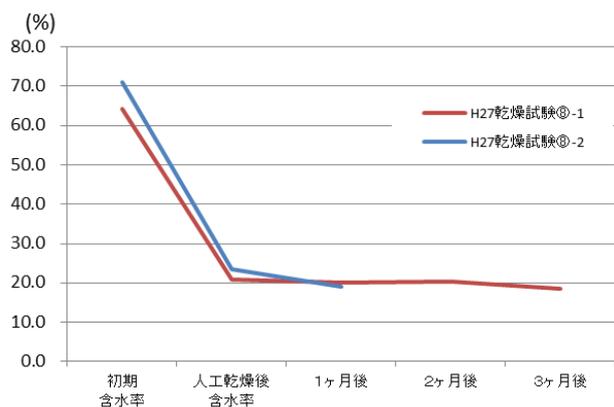
高温乾燥24時間の含水率推移



高温乾燥24時間の含水率推移



高温乾燥30時間の含水率推移



高温乾燥30時間の含水率推移

図 - 2 高含水率材における試験別含水率推移

表-36 竹ハウス内外測定結果まとめ (含水率 100%未満材)

試験番号	高温乾燥時間	棧積場所	初期含水率	人工乾燥後含水率	測定開始日	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	5ヶ月後
H27乾燥試験②-1	18時間	屋外	79.7	37.2	H27.5.7	25.7	27.9	20.5	20.3	18.7
H27乾燥試験②-2		竹ハウス内	74.6	37.6	H27.5.7	23.7	24.0	18.5		
H26乾燥試験⑤	24時間	屋外	72.0	29.1	H27.3.25	30.4	24.7	22.6	21.5	19.3
H26乾燥試験⑥		竹ハウス内	75.3	33.0	H27.4.2	20.9	17.9			
H27乾燥試験⑥-1	30時間	屋外	69.5	31.6	H27.7.1	24.5	22.5	18.7		
H27乾燥試験⑥-2		竹ハウス内	70.7	34.9	H27.7.1	23.6	21.3	18.1		
H27乾燥試験④-1	30時間	屋外	57.1	20.5	H27.5.28	20.0	20.4	18.5		
H27乾燥試験④-2		竹ハウス内	47.6	16.7	H27.5.28					
H27乾燥試験⑧-1	30時間	屋外	64.3	21.0	H27.7.13	20.1	20.4	18.6		
H27乾燥試験⑧-2		竹ハウス内	71.1	23.4	H27.7.13	19.0				



写真3 - 竹ハウス内での乾燥状況

6 むすび

スギ大径材の乾燥の研究は平成 20 年度から行われてきたが、乾燥材の割れをなくし、低コストで短い期間に良質材を納品させることは、木材乾燥の永遠の課題である。この研究は、その課題の答えを出すよう取り組まれてきたが、スケジュール決定という最後の答えはでない。前述したように、乾燥対象物の特性等について理解し、目的・使用方法にあった乾燥スケジュールを採用することが必要である。

今後、KD（人工乾燥）大径材の利用は増加していくと考えられるが、この研究成果が大径材の人工乾燥で悩んだ際に、スケジュールを決定するための一つの基礎資料となることを期待したい。

また、この研究にあたり、ご助言・ご指導いただいた九州各県の担当者の皆様並びに国立研究法人森林総合研究所の担当者様、材の供給をしていただいた富士大和森林組合様、西部木材工業様に深くお礼申し上げます。