

# トドマツ梓組壁工法用製材の乾燥試験

瀧澤 忠昭 沼田 征志  
幡多 輝昭 上野 英治

## Drying Tests of Dimension Lumber from Todomatsu Wood

Tadaaki TAKIZAWA  
Teruaki HATA

Masashi NUMATA  
Eiji UENO

Dimension lumbers from small logs of Todomatsu, *Abies sachalinensis* Mast., was dried in a kiln at 100 to 110 .

The results of the tests are summarized as follows:

1. At a high temperature, drying took below half less time, steam consumption was 45 percent smaller, and electric power consumption was 63 to 67 percent smaller, than at a moderate temperature.
2. Shrinkage after drying at high and moderate temperature was found to be the same. The average shrinkage value was approximately three percent in both conditions.
3. Very little difference was recognized in checks and distortions after drying in the four experimental conditions.

Keywords: Todomatsu, dimension lumber, high-temperature drying, drying time, quality

トドマツ, 梓組壁工法用製材, 高温乾燥, 乾燥時間, 品質

トドマツ小径材から得られた梓組壁工法用製材を100～110 の高温条件で乾燥した。得られた結果は次のとおりである。

1. 乾燥時間は中温条件の場合の半分以下であった。蒸気消費量は中温条件より45%ほど少なかった。消費電力量も中温条件より63～67%ほど少なかった。
2. 乾燥にともなう収縮の程度はいずれの試験条件の場合とも類似しており、平均収縮率はいずれも約3%であった。
3. 割れ、狂いなど乾燥にともなう損傷の発生状況については1～4のいずれの乾燥条件においてもほとんど差異がなかった。

### 1. はじめに

トドマツ小径間伐材から得られた梓組壁工法用製材の乾燥試験を行った。

こうした材料の乾燥には従来から一般には65～80の中温条件での乾燥がなされているが、今回は乾燥日

数の短縮をはかることを目的に、より高い温度での乾燥を検討した。そこで、従来から木材工場に普及し、使用されている蒸気式IF型乾燥装置がとり得る上限に近いと考えられる100～110 の温度条件での乾燥を試みた。

同時に、こうした温度条件で乾燥した場合に、材料が受ける損傷の状態を通常の中温条件で乾燥した場合と比較検討した。

なお、本研究は第44回林業技術研究発表大会（1995年2月、札幌市）で報告したものである。

2. 材料および試験方法

昭和28年に旭川市東旭川町瑞穂地区に植栽されたトドマツ造林木の第2回目間伐対象木から得られた末口径14~18cm、材長3.65mの素材から製材して得られた204材、206材を試験に供した。

試験に使用した装置は、蒸気式IF型（ヒルデブランド社製、74 - 型）で、収容材積2.2m<sup>3</sup>のものである。

試験の条件は第1表に示すとおりである。高温条件を3条件行い、これらと比較するため通常の条件であ

る中温条件でも行った。

なお、高温条件のスケジュールは2.7cm厚のトドマツ板材について、損傷軽減と省エネルギーを考慮して信田らが行った乾燥スケジュール<sup>12)</sup>を準用した。すなわち、条件1は、乾燥初期に100 で2時間の蒸煮後、乾球温度110、湿球温度100 一定として乾燥した。

条件2は、乾球温度は条件1と同じであるが、蒸気消費量を節約するため湿球温度は材温が上昇した後制御を停止し、湿球バルブと吸排気のダンパーを閉じて乾燥した。

条件3は、乾球温度を100 一定とし、湿球温度は条件2と同様に、材温上昇後に制御を停止して、湿球バルブ、吸排気のダンパーとも閉じて乾燥した。

条件4は初期乾球温度65、初期乾湿球温度差5、

第1表 試験条件  
Table 1. Experimental conditions.

条件 Condition number	種類 Condition type	乾球温度 Dry-bulb temperature	湿球温度 Wet-bulb temperature
1	高温条件 High temperature condition	初期：100℃ Initial : at 100℃ 材温がついた後は110℃一定。 After the temperature of the lumber rose : at 110℃	終始：100℃ At 100℃ from start to finish
2	高温条件 High temperature condition	初期：100℃ Initial : at 100℃ 材温がついた後は110℃一定。 After the temperature of the lumber rose : at 110℃	初期：100℃ Initial : at 100℃ 材温がついた後は制御を停止。 After the temperature of the lumber rose, the control was stopped.
3	高温条件 High temperature condition	終始：100℃ At 100℃ from start to finish	初期：100℃ Initial : at 100℃ 材温がついた後は制御を停止。 After the temperature of the lumber rose, the control was stopped.
4	中温条件(通常条件)* Moderate temperature condition (Conventional condition)*	初期：65℃ Initial : at 65℃ 末期：80℃ Final : 80℃	初期：60℃ Initial : at 60℃

\* スケジュール名；TIS-HNA4S 自動制御。  
注：条件1～3の調湿処理条件；乾球温度100℃，乾湿球温度差2℃で8時間。  
圧縮圧；各条件とも栈木1cmあたり約4kgf。  
\* Schedule；TIS-HNA4S. Drying conditions was controlled automatically.  
Note：Equalizing treatment of condition 1～3；Dry-bulb temperature, 100℃. Wet-bulb depression, 2℃.  
Time of treatment, 8 hours.  
Compressive stress；About 4 kgf per 1cm of a sticker at each condition.

末期乾球温度80 の中温条件（スケジュール名T11S-HNA4S）で乾燥室温湿度自動制御システムを用いて乾燥した。

いずれの条件とも、乾燥末期は仕上がり含水率15%を考慮して調湿処理を行った。

また、各条件とも栈木1cm<sup>2</sup>あたり約4kgfの荷重をかけて乾燥した。

乾燥試験に供した材料の数量は第2表のとおりである。

### 3. 結果と考察

条件1～3について全供試材の製材後と乾燥後の推定含水率を求めた。第3表に示すとおり各供試材の製材後（すなわち乾燥前）の平均含水率はほぼ等しく、個々のバラツキもあまり変らなかった。このため、仕

第2表 供試材料

Table 2. Test materials.

試験条件 Condition	204材 2-by-4 lumber (本)	206材 2-by-6 lumber (本)	計 Total (本)	材積 Volume (m <sup>3</sup> )
1	82	16	98	1.7
2	79	22	101	1.8
3	76	22	98	1.8
4	57	36	93	1.8

末口径14～18cm、材長3.65mのトドマツ材から製材した204材、206材。

2-by-4 inches and 2-by-6 inches dimension lumber were sawed from logs of Todomatsu.

Diameter of top end of logs were 14～18cm and length 3.65m.

上がり含水率を15%として乾燥したが、乾燥後の含水率のバラツキも同様なものとなった。

第4表に乾燥時間、蒸気消費量、消費電力量を示した。第3表に示したとおり、製材直後の供試材の含水率は各試験条件ともほぼ等しかったが、条件2、3は

第3表 供試材の推定含水率

Table 3. The presumptive moisture content of lumber.

(%)

試験条件 Condition		乾燥前 Before drying	乾燥後 After drying
1	平均 Average	53.6	13.0
	最小～最大 Min. Max.	32.0～80.4	9.3～21.6
	標準偏差 Standard deviation	12.8	2.7
2	平均 Average	65.9	12.2
	最小～最大 Min. Max.	34.7～106.6	8.7～20.3
	標準偏差 Standard deviation	15.7	3.0
3	平均 Average	57.6	14.7
	最小～最大 Min. Max.	33.0～119.0	9.7～20.7
	標準偏差 Standard deviation	13.1	2.4

第4表 乾燥時間、蒸気消費量、消費電力量

Table 4. Drying time, steam consumption and electric power consumption.

試験条件 Condition	(a)乾燥時間 Drying time	(b)蒸気消費量 Steam consumption	b/a	(b)消費電力量 Electric power consumption	c/a	(d)
	(h)	(kg)	(kg/h)	(kWh)	(kWh/h)	(%)
1	55	429	7.8	71.3	1.3	62.0
2	56	426	7.6	64.8	1.2	40.0
3	32	334	10.4	38.5	1.2	29.2
4	121	787	6.5	190.4	1.6	38.4

注：(d)；コントロール材の初期含水率。

Note：(d)；Initial moisture content of moisture sections.

製材後から乾燥開始までに、それぞれ12日、20日間の放置期間があったために材料の乾燥が進み、乾燥開始時のコントロール材の初期含水率はそれぞれ40.0%、29.2%であった。

温度は乾燥速度に大きな影響を及ぼす因子であり<sup>3)</sup>、

表に示すように高温条件の場合の乾燥時間は中温条件よりかなり短くなっている。中温条件(条件4)では乾燥終了までの時間が121時間であった。この場合、コントロール材の初期含水率は38.4%であった。一方、高温条件の1、2はコントロール材の初期含水率

第5表 割れの発生状況(本数,長さ)  
Table 5. Number and length of checks.

種類 Kind of check	試験条件 Condition		乾燥前 Before drying			乾燥後 After drying		
			(a)	本数 Number	長さ (mm) Length	(a)	本数 Number	長さ (mm) Length
貫通割れ Through check	木口 End	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	10.8	1.1	44.6	12.9	1.1	87.2
			(1 ~ 2)	(23 ~ 73)		(1 ~ 2)	(5 ~ 340)	
貫通割れ Through check	材面 Surface	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	2.2	1.0	363.0
						(347 ~ 379)		
その他の割れ Other check	木口 End	1	0	0	0	44.9	1.9	39.0
		2	0	0	0	79.2	2.8	60.3
		3	0	0	0	84.7	3.6	66.2
		4	0	0	0	85.0	3.4	97.7
					(1 ~ 13)	(2 ~ 121)		
その他の割れ Other check	材面 Surface	1	26.5	2.7	570.0	85.7	9.1	882.5
		2	27.7	1.6	164.8	83.2	6.8	661.8
		3	59.2	2.8	464.3	94.6	7.4	881.3
		4	90.3	5.0	178.2	93.5	8.3	606.9
			(1 ~ 16)	(29 ~ 2063)		(1 ~ 49)	(18 ~ 3048)	
			(1 ~ 8)	(18 ~ 515)		(1 ~ 26)	(20 ~ 2412)	
			(1 ~ 18)	(35 ~ 2607)		(1 ~ 36)	(26 ~ 3981)	
			(1 ~ 16)	(11 ~ 800)		(2 ~ 21)	(16 ~ 4760)	

注：(a)；割れのあった材の割合(%)。

本数、長さは割れのあった材1本あたりの平均値と範囲。

Note：(a)；The percentage(%) of lumbars which had checks.

Values for number and length of checks per single lumber are mean and range in parentheses.

がそれぞれ62.0%、40.0%と条件4より高かったが、乾燥時間は55、56時間となり条件4の乾燥時間の半分以下であった。

また、蒸気消費量も高温条件の1、2は中温条件の4より45%ほど少なくなっている。同様に、消費電力量も63～67%の減となっている。

条件1～3の高温条件のうち、条件3は他の2条件よりも乾球温度も低い。ため本来的には単位時間あたりの蒸気消費量が少なくなるはずであるが、今回の試験では逆であった。これは、この試験を行ったのが11月中旬で外気温もかなり下がって来ていたため、条件1、2に比べエネルギー損失が大きかったためではないかと思われる。

単位時間あたりの消費電力量は湿球制御をしない分

だけ条件2、3が条件1、4に比べて少なくなっている。

乾燥にともなう収縮の程度はいずれの試験条件とも類似しており、製材後から乾燥終了までの間の平均収縮率はいずれも3%弱であり、既往の知見とほぼ一致した<sup>4)</sup>。

乾燥にともなう割れの発生状況は第5表のとおりである。貫通割れは乾燥前後とも条件4の試験にのみ現れただけである。

その他の割れのうち、木口割れは乾燥後のすべての条件に現れた。その他の割れの材面割れは乾燥前からすでに出現していたが、乾燥にともなってさらに増加し、供試材の80～90%以上のものに現れており、割れの数も増加していた。なお、試験条件が異なっても、

第6表 割れの発生状況（甲種梓組材の規格による区分）

Table 6. Grading for check of lumber according to JAS grading rule for dimension lumber (Grading according to structural light framing).

種類 Kind of check	試験条件 Condition		乾燥前 Before drying				乾燥後 After drying				
			特級	1級	2級	3級	特級	1級	2級	3級	格外
			Select structural	No 1	No 2	No 3	Select structural	No 1	No 2	No 3	Below grade
貫通割れ Through check	木口 End	1	100	0	0	100	0	0			
		2	100	0	0	100	0	0			
		3	100	0	0	100	0	0			
		4	100	0	0	98.9	0	0	1.1		
貫通割れ Through check	材面 Surface	1	100	0	0	100	0	0			
		2	100	0	0	100	0	0			
		3	100	0	0	100	0	0			
		4	100	0	0	97.8	2.2	0			
その他の割れ Other check	木口 End	1	100			100					
		2	100			100					
		3	100			100					
		4	100			100					
その他の割れ Other check	材面 Surface	1	96.9	1.0	2.0	95.9	2.0	2.0			
		2	100	0	0	100	0	0			
		3	93.9	4.1	2.0	94.9	4.1	1.0			
		4	98.9	1.1	0	96.8	2.2	1.1			

注：数字は各区分に該当する本数の全体にしめる割合（％）。

Note: Values are percentage(%) of lumber classified in each grade.

割れの発生状況には大きな差異は認められなかった。

このような割れを持つ供試材を「梓組壁工法構造用製材の日本農林規格」の甲種梓組材の規格（以下、JASと称す）で品等区分した結果を第6表に示した。

割れないものはもちろん特級に格付けされるわけであるが、その他の割れのうち木口割れを持つものについては全数が、同じく材面割れを持つものでも90%以上のもは特級、1級のランクに格付けされた。

乾燥にともなう曲がり、そり、ねじれの発生状況を第7表に示した。乾燥にともなう材の変形のうち、曲がりとそりについては圧縮しながら乾燥したためか、その発生がおさえられていた。一方、幅ぞりとねじれについては、乾燥後はその値が増加した。

曲がり、そり、幅ぞり、ねじれについても試験条件の違いによる差異は認められなかった。

第7表 曲がり、そり、ねじれの発生状況（矢高、角度）

Table 7. Crook, bow, cup and twist.

試験条件 Condition	乾燥前 Before drying	乾燥後 After drying
曲がり (mm) Crook	1	3.2(0~10)
	2	2.8(0~10)
	3	2.1(0~9)
	4	7.7(0~21)
そり (mm) Bow	1	7.4(0~21)
	2	7.6(0~17)
	3	8.0(0~17)
	4	8.5(0~25)
幅ぞり (mm) Cup	1	—
	2	—
	3	—
	4	—
ねじれ (°) Twist	1	0.35(0~3.81)
	2	0.30(0~1.63)
	3	0.31(0~1.61)
	4	0.41(0.01~2.19)

注：数値はいずれも平均値と範囲。  
Note: Values are mean and range in parentheses.

第8表 曲がり、そり、ねじれの発生状況（甲種梓組材の規格による区分）

Table 8. Grading for crook, bow, cup and twist of lumber according to JAS grading rule for dimension lumber (Grading according to structural light framing).

試験条件 Condition		乾燥前 Before drying				乾燥後 After drying				
		特級 Select structural	1級 No 1	2級 No 2	3級 No 3	格外 Below grade	特級 Select structural	1級 No 1	2級 No 2	3級 No 3
曲がり Crook	1	93.9		6.1			95.9		4.1	
	2	99.0		1.0			96.0		4.0	
	3	99.0		1.0			95.9		4.1	
	4	41.9		57.0		1.1	98.9		1.1	
そり Bow	1	53.1		45.9	1.0		87.8	12.2	0	
	2	45.5		54.5	0		100	0	0	
	3	41.8		58.2	0		99.0	1.0	0	
	4	35.5		60.2	4.3		97.8	2.2	0	
幅ぞり Cup	1	100		0	0		11.2	12.2	76.5	
	2	100		0	0		8.9	22.8	68.3	
	3	100		0	0		19.4	31.6	49.0	
	4	100		0	0		7.5	30.1	62.4	
ねじれ Twist	1	100		0	0		75.5	24.5	0	
	2	100		0	0		63.4	36.6	0	
	3	100		0	0		69.4	29.6	1.0	
	4	100		0	0		79.6	18.3	2.2	

注：数字は各区分に該当する本数の全体にしめる割合（％）。  
Note: Values are percentage (%) of lumber classified in each grade.

これらをJASによって区分して第3表に示した。曲がりとそりについては乾燥後も95%以上のものが特級，1級に格付けされた。

幅ぞりとねじれについては，乾燥前はすべてが特級，1級にランクされたが，乾燥後もこのランクを維持したのは，幅ぞりで8～19%，ねじれで63～80%のものであり，他のものは2級あるいは3級へと格付けが下がった。

#### 4. まとめ

トドマツ小径材から得られた梓組壁工法用製材を100～110 の高温条件で乾燥した。

割れ，狂いなど乾燥こともなう損傷の発生は従来からの乾燥条件（中温条件）で乾燥したものとくらべほとんど差異がなかった。

高温乾燥では乾燥時間が短縮され，エネルギーコストの低減につながるどころから，今回試験したような材種の乾燥には，こうした乾燥方法が有効であると考ええる。

#### 文 献

- 1) 信田 聡 ほか2名：林産試月報，No.401，10（1985）。
- 2) 信田 聡 ほか3名：同上，No.411，1（1986）。
- 3) 寺沢 真，筒本卓造：木材の人工乾燥，改定版，日本木材加工技術協会，32（1992）など。
- 4) 北海道立林産試験場：梓組壁工法用住宅部材の生産技術開発業務報告書，平成2年。

- 技術部 乾燥科 -

（原稿受理 H7.4.11）