

# トドマツ人工林材の乾燥試験 (第7報)

- 水 食 い 材 の 乾 燥 性 (1) -

信 田 聡 千 葉 宗 昭  
奈 良 直 哉

Drying Tests of Plantation - Grown Todomatsu  
(*Abies Sachalinensis* Mast . ) Wood ( )

-The drying rate of wetwood (1)-

Satoshi SHIDA  
Naoya NARA

Muneaki CHIBA

Problems in drying Todomatsu wood, especially the one containing wetwood include large variations of the final moisture content, and the uneven distribution of moisture after drying. This paper reports examinations of drying properties, especially the drying rate, of the wetwood. Thus to ascertain whether or not the wetwood having a lower drying rate than the normal wood is one of the causes of those problems, drying tests were performed at a normal temperature of 20 and at a high temperature of 60. The results are summarized as follows:

1. Drying tests at 20 show that on the average the wetwood with a 20% moisture content level has a drying rate of 0.262%/h while the normal has a rate of 0.207%/h. This means that when dried at a normal temperature wetwood has a slightly higher drying rate than the normal.

2. Tests at 60 show that on the average the wetwood with a 10% moisture content level has a drying rate of 0.494%/h, while the normal has a rate of 0.484%/h. Both of the wood have almost the same drying rate.

3. Under the experimental conditions, there was no relationship recognized between the drying rate and the specific gravity in oven dry, or the average width of annual rings, or the ray angle toward the wide plane of the lumber.

4. From the results of the experiments, it is possible to conclude that the wetwood does not have a lower drying rate than the normal, and that the problems mentioned above may be attributed to the variations of the initial moisture content in the lumber containing the wetwood.

Further experiments will be performed on the drying rate of the wetwood under improved test conditions to determine the rate more accurately.

水食い材が含まれている場合、乾燥後の仕上がり含水率むら、部分的残留水分があることが問題となる。この問題の原因追求のために、水食い材部の乾燥性について検討した。すなわち、水食い材部は非水食い材部に比べて乾燥性が悪く、これが原因の1つになっているのかどうかを明らかにするために、常温（20℃）、高温（60℃）乾燥性試験を行い、水食い材の乾燥性を測定した。以下に得られた知見を要約する。

- (1) 常温乾燥性試験における乾燥速度（含水率20%時）は水食い材の平均値で0.262 % / h、また非水食い材では0.207 % / hとなり、水食い材の方が多少大きい。
- (2) 高温乾燥性試験における乾燥速度（含水率10%時）は、水食い材の平均値で0.494 % / h、また非水食い材では0.484 % / hとなり、ほぼ等しい。
- (3) 乾燥速度と供試材の全乾比重、年輪幅、放射組織角度との相関は認められなかった。
- (4) 今回の結果では、水食い材は非水食い材に比べて乾燥性が悪いとはいえない。したがって、水食い材が含まれている場合の仕上がり含水率むら、残留水分の問題は、単に材の初期含水率のむらに起因し、水食い材の乾燥性の悪さに起因するものではないと、一応、結論される。今後、乾燥性については試験条件を改善してデータ蓄積を行い、さらに検討する。

## 1. はじめに

水食いを含むトドマツ人工林材の乾燥試験を行った結果、仕上がり含水率むら、部分的残留水分があることが判明した<sup>1)~3)</sup>。この原因は水食い部の示す高含水率部が材内に点在することにある。したがって、含水率むらや残留水分をなくすには、通常の乾燥よりも長時間のイコライジングを行う必要がある。しかし、水食い部は単に高含水率を示すことが原因で乾燥時間が長びくのか、あるいは、それに加えて材質的に乾燥性が悪いために乾燥時間が長びくのかは明らかではない。そこで、今回はトドマツ水食い材の乾燥性を調べるために、常温（20℃）、高温（60℃）の乾燥性試験を行い、水食い材と非水食い材の乾燥速度を測定し、これらを比較して検討を加えた。

## 2. 実験方法

### 2.1 木材の乾燥性試験方法

乾燥性の試験方法は、昭和37年4月の第12回日本木材学会の「木材と水の研究会」において承認された試験方法<sup>4)</sup>にほぼ準拠した。

### 2.2 供試材

既報<sup>1)~3)</sup>の各試験に用いたトドマツ人工林木（北海道上川郡上川町産、末口径20~28cm、樹齢33~34年）より正角と同時に製材した板材を使用した。

木取りは、心材板目板のみとした。常温乾燥性試験、

高温乾燥性試験に対して水食い材、非水食い材を各々3枚ずつ、合計12枚を準備して供試した。

寸法は、厚さ×幅×長さが2×10×30cmである（写真1参照）。また供試材には両木口、側面からの蒸発を防ぐためアルミニウム粉末入り速乾ニスを塗布した。

初期含水率は、水食い材では平均88.0%（範囲：77.1~130.8%）、非水食い材では平均46.6%（範囲：34.7~66.1%）である。

### 2.3 常温乾燥性試験

温度20℃、湿度85%（平衡含水率約18%）の恒温室内に供試材を置き、含水率30%に各供試材を調湿した後、温度20℃、乾湿球温度差3℃（平衡含水率約14%）、風速1.2m/sの恒温恒湿装置内に移して乾燥を行い、含水率の減少経過の測定間隔を24時間以内として、なめらかな重量減少経過図が得られるようにする。測定の終了は含水率15%以下または平衡状態までとする。

### 2.4 高温乾燥性試験

温度20℃、湿度85%（平衡含水率約18%）の恒温室内に供試材を放置して、含水率30%に調湿した後、大略、第1表の条件変化を行い、最終条件で、温度60℃、乾湿球温度差25℃（平衡含水率約3.5%）、風速1.2m/sの条件下で乾燥し、含水率5%以下または平衡状態まで重量減少を測定する。測定間隔は12時間以内に1回として、なめらかな重量減少経過図が

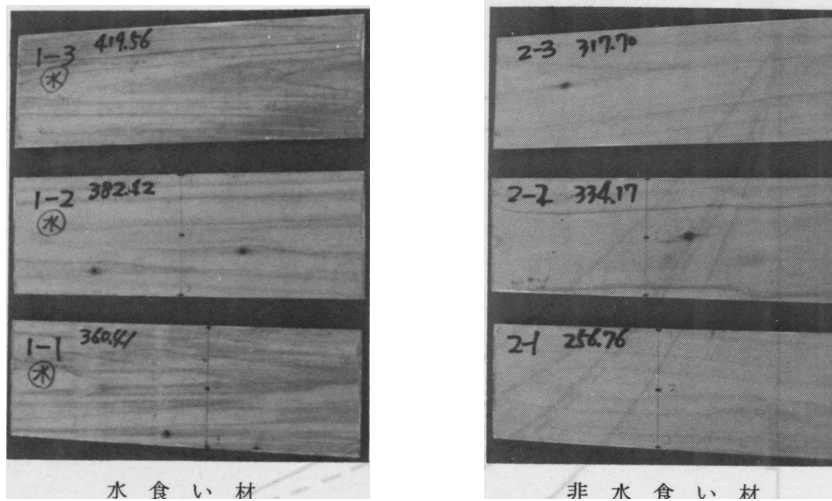


写真1 乾燥性試験用供試材

第1表 高温乾燥性試験の乾燥条件

含水率 (%)	温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
25~20 (30~25) a)	45 ± 2	7 ± 1
20~17 (25~22)	55 ± 2	15 ± 2
17以下 (22以下)	60 ± 2	25 ± 2

a) 樹脂分の多い材は( )内の数値を用いる。

得られるようにする。

### 2.5 乾燥材の処理

乾燥終了後は、直ちに、供試材の中央付近で幅約2cmを切断し、含水率測定試験片を作り、全乾法により供試材の含水率を求める。また残余の材により年輪幅、全乾比重、放射組織角度(板幅の中央部で板面とのなす角度、板目、柱目の程度の指標)を示した。

### 2.6 乾燥速度減少係数・乾燥速度の求め方

以下の手順により求める。

全乾法により得られた含水率により、各測定時間の含水率を逆算し、供試材の含水率減少経過図を作成する。

含水率減少経過図から下記の含水率範囲で1%ごとに乾燥速度(%/h)を求める。

常温試験 25~15%(30%~平衡した含水率まで)

高温試験 15~6%(20%~平衡した含水率まで)

樹脂分の多い材は( )内の数値を採用する。

求めた乾燥速度を含水率の関係で図示する。

求めた図から乾燥速度の低下経過が直線とみなせる部分の傾斜を乾燥速度減少係数( : % / h / % = 1 / h )として、この値と、さらに常温乾燥性試験においては含水率20%時の乾燥速度、高温乾燥性試験においては含水率10%時の乾燥速度を付記し、これらを一括して乾燥性とする。

## 3. 結果・考察

### 3.1 含水率減少経過

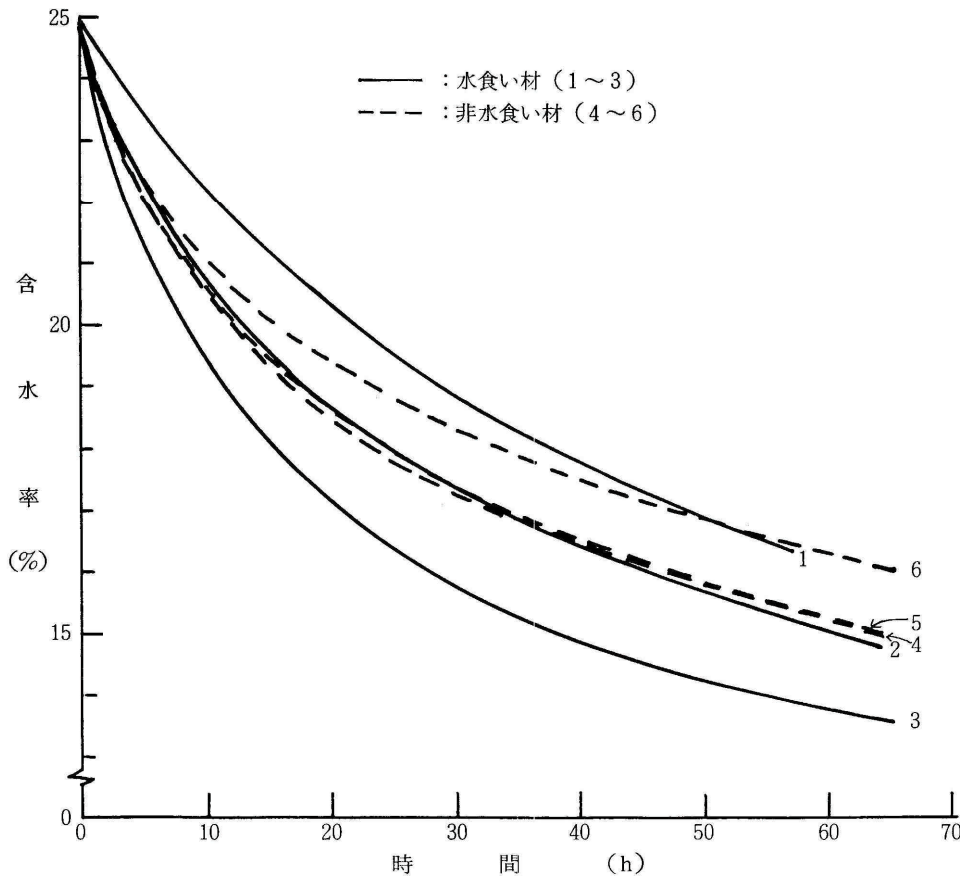
第1, 2図にそれぞれ常温乾燥性試験, 高温乾燥性試験における含水率減少経過を示す。すなわち, 常温乾燥性試験の場合, 含水率25%の時点から後の減少経過を, また高温乾燥性試験の場合, 含水率20%から後の減少経過を, 水食い材(実線), 非水食い材(破線)を合わせて示した。

これを見ると, 水食い材, 非水食い材の違いによる乾燥経過に顕著な差は認められない。

### 3.2 乾燥速度・乾燥速度減少係数

#### 3.2.1 含水率と乾燥速度の関係

第3, 4図には, それぞれ常温乾燥性試験, 高温乾燥性試験における各供試材の乾燥速度(%/h)と含水率(%)の関係を示した。常温乾燥性試験では, 含水率範囲として23~15%について, また高温乾燥性試



第1図 常温乾燥経過  
 図中のNo.は第2表中の供試材 No.と一致する。

験では、含水率13～5%についてプロットしてある。乾燥速度は含水率減少に伴い低下する傾向があり、上述の含水率範囲でほぼ直線的な変化を示した。

3.2.2 乾燥速度減少係数と乾燥速度

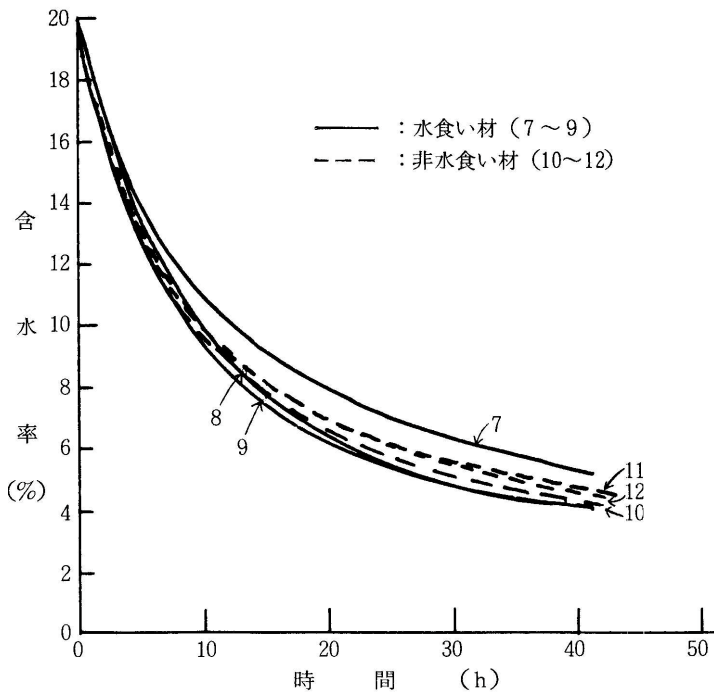
第3, 4図の各直線はデータから最小二乗法により決定した。これらの直線の傾きはいわゆる乾燥速度減少係数にあたる。図中に、その値を付記したが、水食い材と非水食い材とは差が明確ではなく、各供試材間のバラツキが大きい。

常温乾燥性試験より高温乾燥性試験の方が値は大きく高温乾燥の方が乾燥速度の減少割合が大きい。

また乾燥速度は、常温乾燥性試験では含水率20%時の値、高温乾燥性試験では含水率10%時の値を求めた。その結果は第2表に示した。常温乾燥性の乾燥速度は

水食い材の3体の平均値で0.262% / h、同じく非水食い材では0.207% / hであった。したがって、平均値を比較すると水食い材の方が大きいといえるが、この原因の一つとして、多少水食い材の初期含水率が高かったことから、平均含水率20%の時点においても材内の水分傾斜が水食い材で大きく、これが乾燥速度を大きくしたことが考えられる。また供試材の寸法と水食いの分布の関係から、供試材中に占める水食い部の割合が異なり、水食い材の中にも非水食い部も含まれているため、データのバラツキの原因となっていると思われる。したがって、水食い材の乾燥性試験では供試材の寸法は水食い部のみを含み得る形状を考慮して木取りする必要がある。

高温乾燥性の乾燥速度は、水食い材の平均値で



第2図 高温乾燥経過  
 図中の No. は第2表中の供試材 No. と一致する。

に用いた材の平均値で0.38であり文献によるトドマツ材の全乾比重の平均値0.37<sup>5)</sup>とほぼ同じ程度である。また高温乾燥性試験に用いた材の全乾比重の平均値は、0.41であり、前者に比べれば多少高い値であるがトドマツの全乾比重の示す範囲内の値<sup>5)</sup>である。一方、水食い材の平均値は0.39、非水食い材は0.44であった。水食い材の方が低い値であった。

年輪幅と乾燥速度の間には相関性がなかった。水食い材の平均値は4.4mm、非水食い材の平均値は5.6mmであった。年輪幅と全乾比重の間にも相関は認められ

0.494% / h、同じく非水食い材では0.484% / hであり、差がないと判断できる。

常温乾燥性試験においては乾燥速度は水食い材 > 非水食い材、高温乾燥性試験では、水食い材 = 非水食い材という結果を得たが、何分、データの数が少なく、供試材の寸法の関係から、結論をくだすことはむずかしいが、今回の結果としては、水食い材が非水食い材に比べて乾燥性が悪いということはいえない。

### 3.2.3 全乾比重・年輪幅・放射組織角度と乾燥速度の関係

水食い材、非水食い材の乾燥速度の比較においては、とくに水食い材が乾燥性が悪いという結果にはならなかった。そこで、供試材の性質として、全乾比重、年輪幅、放射組織角度を調べ、これらと乾燥速度の間に関係があるかどうかを調べた。これら諸性質のデータは第2表に示してある。

全乾比重と乾燥速度の間には関係が認められなかった。今回の供試材の全乾比重の値は、常温乾燥性試験

なかった。

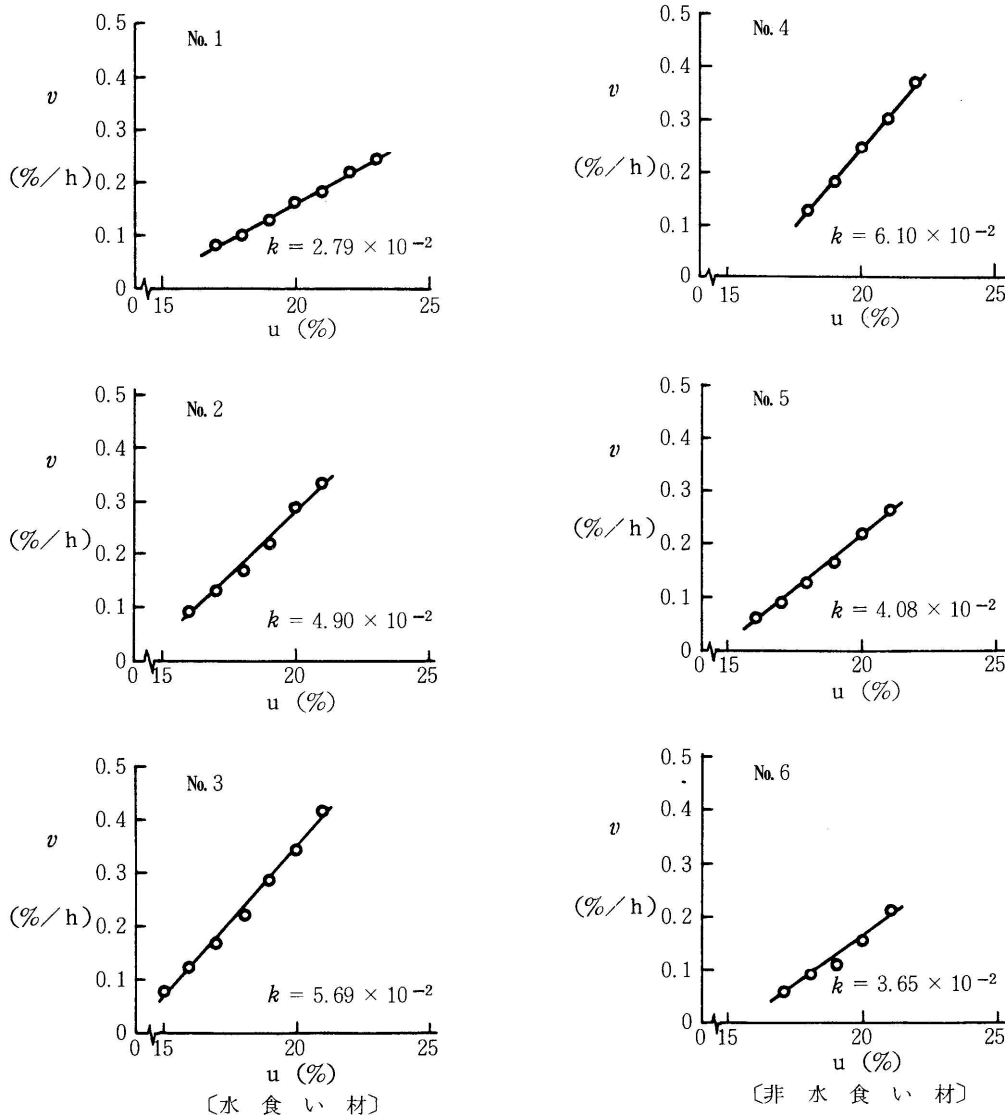
放射組織角度と乾燥速度の間にも相関は認められなかった。すなわち、供試材の放射組織角度は12体すべて70°以上であり、全平均値では78°であった。水食い材の平均値は77°、非水食い材は80°とほぼ等しい。先例<sup>6)</sup>にならうとこれらすべては板目板であった。

### 4. 今後の課題

水食い材の乾燥性に関しては、供試材の取り方を再検討してデータの蓄積を図り再検討する。すなわち、水食い材の一つの供試材の中に、非水食い部が混在しないように供試材を作るため、試験法に定められた寸法にこだわらずに、供試材寸法を決めて、より水食い材と非水食い材の分別を明確にして試験を行う必要がある。

### 5. まとめ

トドマツ水食い材の乾燥性に関して、常温、及び高



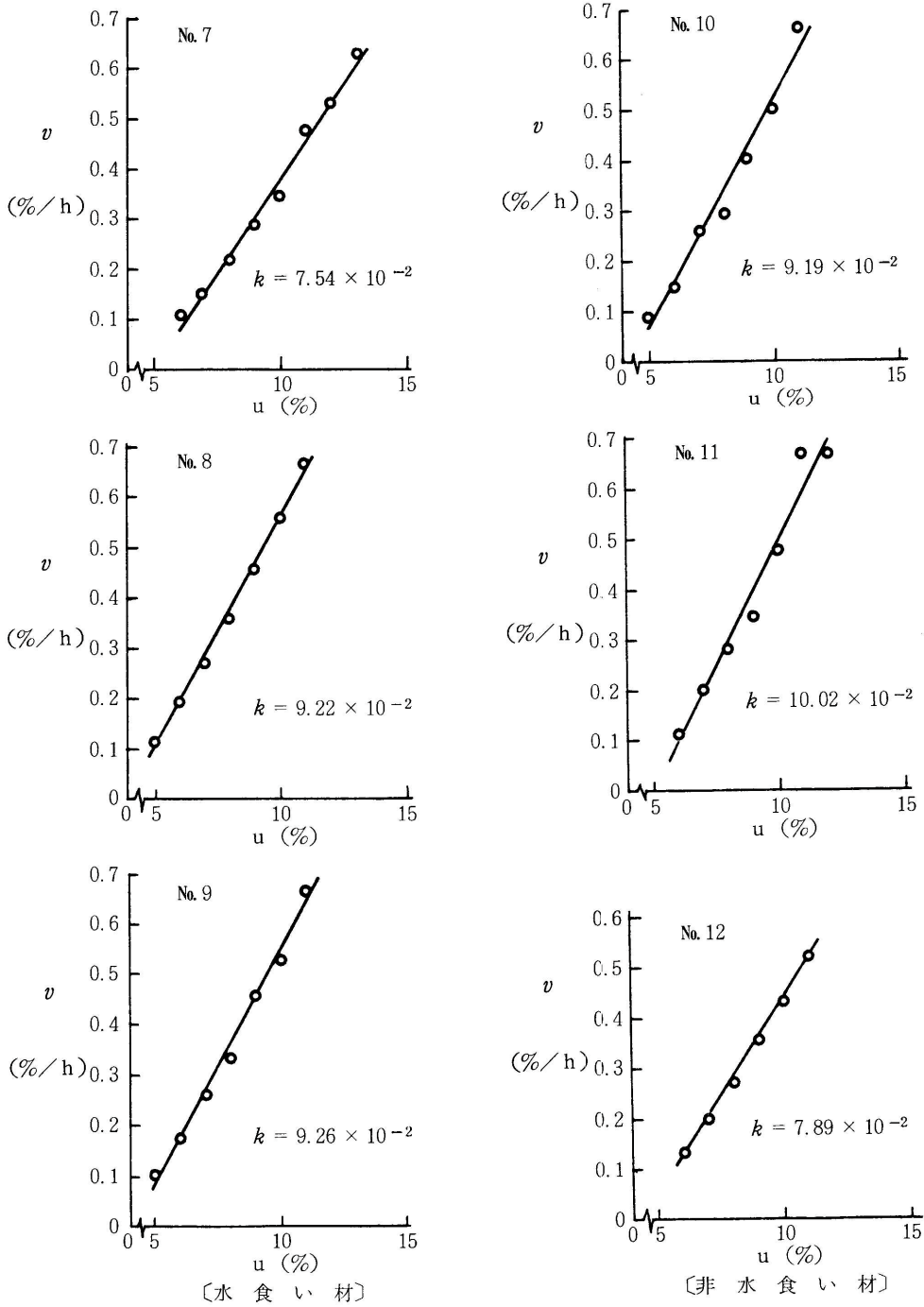
第3図 常温乾燥性試験における含水率と乾燥速度の関係  
 $v$ : 乾燥速度,  $u$ : 含水率,  $k$ : 乾燥速度減少係数 (1/h)

温乾燥性試験<sup>1)</sup>を行い、水食い材の乾燥速度を測定して検討した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 常温乾燥性試験における乾燥速度(含水率20%時)は水食い材の平均値で0.262%/h、また非水食い材の平均値で0.207%/hとなり、水食い材の方が多少大きかった。
- 2) 高温乾燥性試験における乾燥速度(含水率10%時)は、水食い材の平均値で0.494%/h、また非水食

い材では0.484%/hとなり、ほぼ等しい。

- 3) 今回の結果では、水食い材は非水食い材に比べて乾燥性が悪いとはいえない。したがって、水食い材の混在による乾燥むら、残留水分の問題は、単に初期含水率のむらに起因し、水食い材の乾燥性の悪さに起因するものではないと一応、結論される。
- 4) 乾燥速度と全乾比重、年輪幅、放射組織角度とは本試験条件下では関係が認められなかった。



第4図 高温乾燥性試験における含水率と乾燥速度の関係  
 : 乾燥速度,  $u$ : 含水率,  $k$ : 乾燥速度減少係数 (1/h)

第2表 トドマツ板目板の乾燥速度試験結果

条 件	No.	全 乾 比 重	年輪幅 (mm)	放射組 <sup>a)</sup> 織角度 (度)	乾燥速度減少係数 (1/h × 10 <sup>-2</sup> )		乾 燥 速 度 <sup>b)</sup> (%/h)		
					(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	
常 温 乾 燥 性	水 食 い 材	1	0.35	4.8	83	2.79	(平均)	0.160	(平均)
		2	0.39	3.2	80	4.90	4.46	0.278	0.262
		3	0.40	3.9	80	5.69		0.347	
	非 水 食 い 材	4	0.36	4.8	78	6.10		0.245	
		5	0.38	6.4	90	4.08	4.61	0.214	0.207
		6	0.42	6.5	75	3.65		0.163	
高 温 乾 燥 性	水 食 い 材	7	0.46	3.2	70	7.54	8.67	0.379	0.494
		8	0.35	6.5	75	9.22		0.557	
		9	0.37	4.8	72	9.26		0.545	
	非 水 食 い 材	10	0.49	6.4	77	9.19		0.521	
		11	0.53	4.8	85	10.02	9.03	0.492	0.484
		12	0.47	4.8	75	7.88		0.438	

a) : 0°が正柎目板, 90°が正板目板, 70°~90°までを板目板とみなす。

b) : 常温乾燥性では含水率 20%時の乾燥速度, 高温乾燥性では含水率 10%時の乾燥速度である。

### 文献

- 1) 信田聡ほか3名: 林産試月報, 392, 9 (1984)
- 2) 信田聡ほか3名: 林産試月報, 394, 11 (1984)
- 3) 信田聡ほか3名: 林産試月報, 399, 4 (1985)
- 4) 寺沢真, 小玉牧夫, 佐藤庄一: 林試研報, 第153号, p.16~18 (1963)

5) 日本木材加工技術協会編: 日本の木材, p.11 (1984)

- 木材部 乾燥科 -  
(原稿受理 昭 60.4.3)