

# 針葉樹材の天然乾燥速度について

野原 正人  
岩田 隆昭  
山本 和雄

## ま え が き

針葉樹の製材品、ことに建築用材として用いられる針葉樹材はそのほとんどが未乾燥材のまま利用されているのが現状である。

もちろん、針葉樹の場合は広葉樹に比較して乾燥も速く、また乾燥による損傷も少ないため、従来の建築様式あるいは生活様式においてはその必要が認められなかったことが、未乾燥材使用の大きな原因の一つである。

しかし、現在のように建築様式が変化して工期が短縮されたり、生活様式も冷暖房が完備されてくると、未乾燥材の使用は種々問題が生じてくるため、当然乾燥材の要求が強くなる。

針葉樹の乾燥については、集成材のラミナを主とする板材の乾燥に関する研究が多く、断面の大きい建築用材の乾燥についての研究報告はあまり見当たらない。

そのため、われわれは針葉樹材の乾燥、ことに天然乾燥における基礎的な資料を得るべく、本試験を実施した。

試験の対象とした樹種も建築材として主流を占めるスギ、ヒノキおよびアカマツと、外材としてヘムロックを選び、特にスギの場合は、伐倒してから製材するまでの丸太の含水率変化を季節別に検討し、製材品としては柱、桁、垂木など建築用材の乾燥経過を主に検討した。

いずれも、乾燥速度の基礎資料を求めることに主眼を置いたため、直接、気象の影響をうけない屋内における乾燥を主とし、屋外での乾燥は対比する程度に検討することとした。なお、天然乾燥の簡易な促進方法についてもその効果を検討した。

本試験は昭和48年度から50年度の3ケ年にわたって実施したが、途中まで本試験の実施に協力して頂いた経営普及課、田中弘氏および益田県事務所、谷沢新平氏に深く感謝する。

## 1. スギ丸太の伐期別乾燥経過

### 1. 1 試験方法

#### 1. 1. 1 供試木

郡上郡八幡町初音の30年生スギ林分より、6月、8月、11月および1月の4回、各2本の供試木を選び伐採した。供試木の大きさは、樹高約15m、胸高直径約20cmである。

伐採した供試木は、長さ1mに玉切りし、樹皮の影響を検討するために、皮つき丸太とはく皮丸太に区分し、樹高方向に交互に採材した。

#### 1. 1. 2 並積方法

1mに玉切りした供試丸太は、両木口を銀ニスによりエンドコーティングし、加工工場のコンクリート土間上10cmの所に1列に並積した。

#### 1. 1. 3 測定方法

各供試木の乾燥経過の測定期間および供試木の性状、使用本数は表-1に示すとおりである。

含水率減少経過は、原則として週1回重量を測定し、試験終了後、絶乾法により各測定時の含水率

を算出した。樹幹内の含水率分布は、伐採後および試験終了後に、水平方向（樹心より1 cm毎）と垂直方向（1 m毎）について絶乾法により測定した。

なお、並積場所の温湿度は1週間巻の自記温湿度計で記録した。

表一 供試材の性状

（材長100 cm）

乾燥時期	皮つき丸太					はく皮丸太				
	供試木 No.	未口径 (cm)	心材率 (%)	年輪巾 (mm)	含水率 (%)	供試木 No.	未口径 (cm)	心材率 (%)	年輪巾 (mm)	含水率 (%)
春 6/10 }	2-1	20.7	40	3.2	164	2-2	19.2	36	3.1	146
	2-4	17.8	31	2.8	146	2-5	16.7	31	2.8	150
	2-7	15.7	26	2.9	153	2-8	14.7	25	2.9	149
	2-10	11.8	18	3.1	144	3-1	21.1	49	3.7	193
	3-2	19.7	44	3.0	185	3-7	16.1	36	3.2	159
	3-6	14.5	28	3.2	161	3-10	13.5	26	3.5	169
	3-12	10.9	17	3.7	161	3-13	9.8	16	3.9	117
	3-14	8.4	9	3.6	160					
夏 8/13 }	4-1	18.4	31	3.4	201	4-2	17.9	30	3.2	200
	4-5	14.8	20	4.1	201	4-4	15.3	26	3.7	196
	4-7	13.3	14	4.9	234	4-8	12.2	9	5.3	239
	4-10	8.9	0	6.3	248	5-2	18.6	27	3.4	180
	5-1	19.3	36	3.3	179	5-5	16.6	21	4.0	181
	5-4	17.5	22	3.9	165	5-8	13.9	14	4.5	197
	5-8	13.9	14	4.5	204	5-11	9.8	0	5.3	246
秋 11/13 }	6-1	19.3	24	3.2	178	6-2	17.8	23	3.4	174
	6-4	17.0	15	4.1	221	6-5	15.9	14	4.4	190
	6-7	14.4	7	4.9	231	6-8	13.0	5	5.7	193
	6-10	11.1	6	5.8	210	6-11	8.9	3	6.0	191
	7-1	17.7	31	3.2	182	7-2	17.0	29	3.4	158
	7-4	15.9	24	4.8	204	7-5	15.1	20	5.1	170
	7-8	12.6	29	3.1	224	7-7	13.2	13	5.6	182
	7-10	9.5	1	6.4	230	7-11	7.7	0	7.1	196
冬 1/10 }	8-1	18.8	31	3.9	179	8-2	18.3	29	4.7	166
	8-4	16.5	24	5.3	208	8-5	15.7	16	6.2	215
	8-7	13.5	4	6.3	258	8-8	11.6	0	6.8	265
	9-1	17.1	25	6.0	200	9-2	16.0	23	3.0	205
	9-4	14.1	15	8.1	224	9-5	13.0	16	4.2	223
	9-7	10.8	6	9.5	215	9-8	9.5	0	5.7	237

## 1, 2 試験結果および考察

### 1. 2. 1 樹幹内含水率分布

図-1 に伐採直後の樹幹内含水率分布を示す、樹幹内の含水率は、生育場所や季節によって異るとされているが、この場合も伐採時期による含水率の差は大きくなっている。

6月に伐採した場合の含水率が最も低く、これは生長の旺盛な時期であるため、水の消費や蒸散が盛んなためと思われる。

しかし、8月、11月および1月に伐採したものは6月に伐採したものより高い含水率を示すようであるが、部

位による差が大きく、一定の傾向を認めることはできない。

また、辺材と心材の含水率の差は非常に大きく、心材含水率の平均が約100%であるのに対し、辺材含水率の平均は約300%を示している。

なお、各伐期とも、移行材(白線帯)の含水率が心材部より低い値を示し、辺心材の境界を明確に示している。

### 1. 2. 2 はく皮丸太の乾燥経過

図-2 に、試験期間中の並積場所の気象条件を示す。

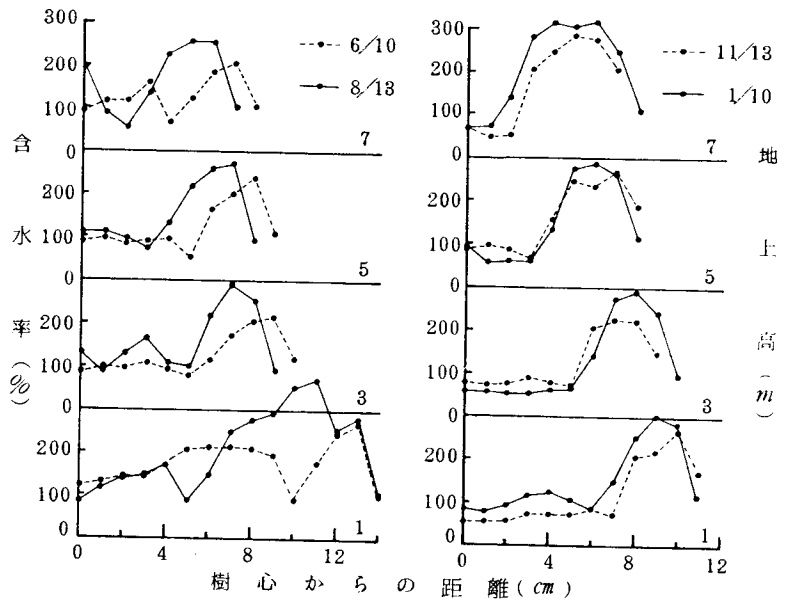


図-1 各供試木の樹幹内含水率分布(スギ)

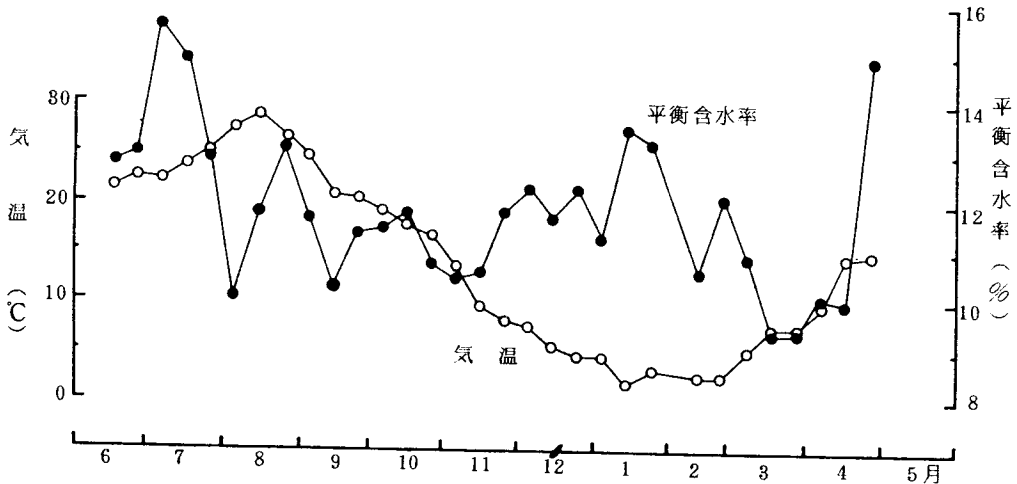


図-2 試験期間中の気象条件

図一 3は未口径15～16 cmの丸太の乾燥経過を示すものであるが、6月に乾燥を開始した場合は梅雨のため高含水時(80～40%)の乾燥がおそくなっている。

また、8月、11月に開始した場合はほとんど同じような乾燥経過を示すが、1月の場合には含水率140%以上である1月下旬～2月上旬における乾燥が悪く、その他は他の季節とあまり変らない乾燥経過を示す。

しかし、乾燥開始の時期に関係なく、含水率が約30%になる時間はほとんど変わらず60～70日を要し、その後の乾燥速度は著しく低下し、季節による差がなくなっている。

図一 4は、未口径18～19 cmの乾燥経過を示すものであるが、各時期とも未口径15～16 cmに比較して乾燥速度が低下している。

6月開始のものは、含水率100～60%で梅雨の影響をうけ乾燥速度が低下し、1月開始のものは含水率80%頃から平衡含水率の低い3月に入るため、低含水率時の乾燥が速くなっている。

いずれも、含水率50～40%以下になると乾燥速度は著しく低下し、平衡状態に達するがその含水率は1月に開始したものが最も低く、11月、6月および8月に開始した順に高くなっている。

これは11月から1月にかけての低温と平衡含水率が比較的高いことに影響されるため、径級の小さい15～16 cmの丸太より径級の大きい18～19 cmの丸太の方が影響が大きい。

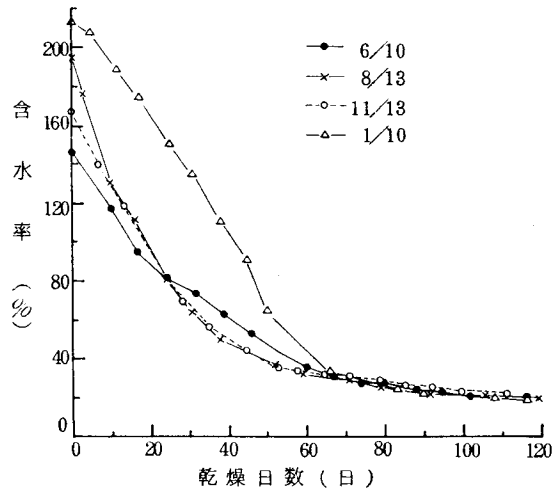
図一 5は、11月に乾燥を開始した場合の径級別の乾燥経過を示したものである。

初期含水率は未口径の小さいものほど高くなっているが、乾燥速度は未口径の小さい方が大きく、含水率30%に達する日数は、未口径7.7 cmで40日、12.6 cmで55日、15.1 cmで75日、17 cmでは約100日となっている。

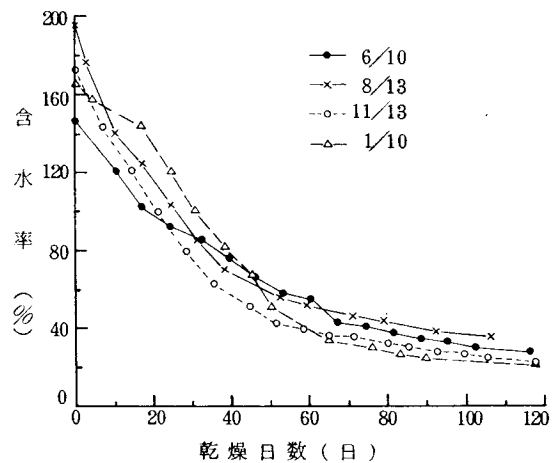
これは、未口径の大きさが乾燥速度に影響することは当然のことながら、単に径級以外に心材率の影響があるように思われる。

未口径7.7 cmのものは心材がないため初期含水率も高く、乾燥速度も大きく、低含水率まで乾燥している。

また、未口径15.1 cmの丸太は未口径12.6 cmの丸太より心材率が少ないため、乾燥速度も比較的大きくなっている。



図一 3 はく皮丸太の伐期別乾燥経過 (スギ、未口径 14.7～15.7 cm)



図一 4 はく皮丸太の伐期別乾燥経過 (スギ、未口径 17.8～19.2 cm)

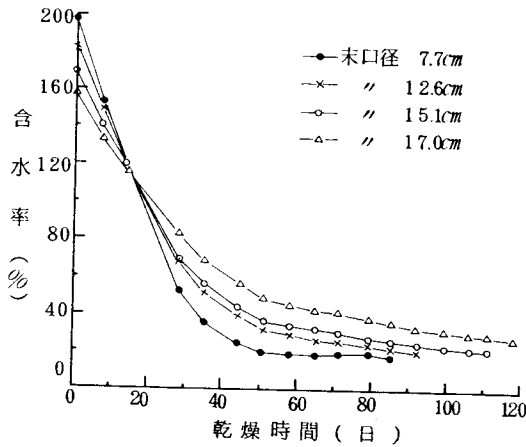


図-5 はく皮丸太の径級別乾燥経過  
(スギ11月13日~3月15日)

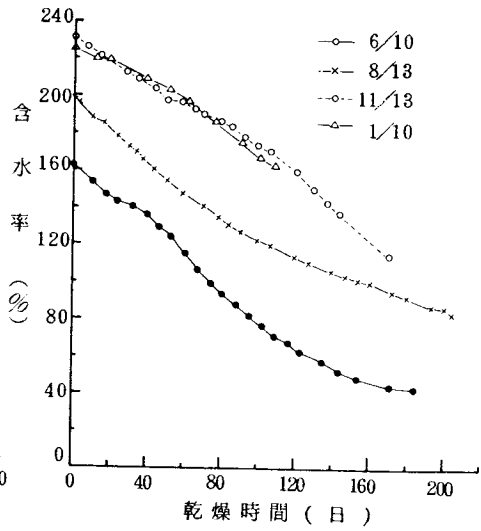


図-6 皮つき丸太の季節別乾燥経過  
(スギ、末口径 14.1~14.8cm)

### 1. 2. 3 皮つき丸太の乾燥経過

図-6 は末口径 14 ~ 15 cm の皮つき丸太の乾燥経過を示す。

6月に乾燥を開始した場合は、はく皮丸太と同様に梅雨時の乾燥が悪くなるが、含水率 130 ~ 100% の8月、9月の乾燥は良好である。

8月に開始した場合は、9月、10月の乾燥が比較的速く、11月以降では低下し、また3月以降になると乾燥速度は若干大きくなる。

11月、1月に開始したものは初期の乾燥が悪く、3月頃から乾燥速度が大きくなる。

図-7 は、末口径 19 ~ 20 cm の皮つき丸太の乾燥経過であるが、季節別の乾燥経過の傾向は末口径 14 ~ 15 cm の丸太とほとんど同様であるが、乾燥速度は非常に低下している。

図-8 は、6月に乾燥を開始した径級別の乾燥経過であるが、やはり末口径が大きくなるにしたがって乾燥速度は著しく低下している。これは、はく皮丸太の場合と同様に心材率の大きさも乾燥速度に影響していると思われる。

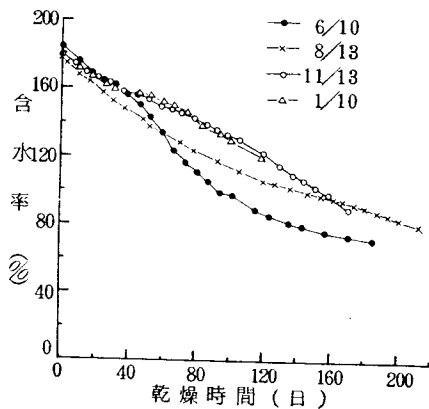


図-7 皮つき丸太の季節別乾燥経過  
(スギ末口径 18.8~19.7cm)

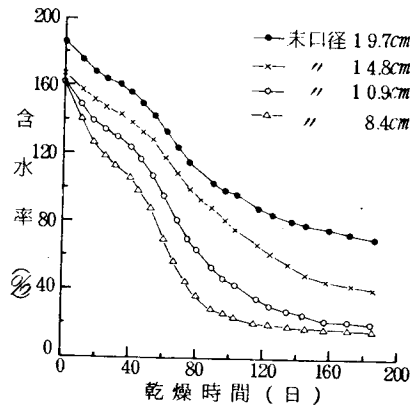


図-8 皮つき丸太の径級別乾燥経過  
(スギ6月10日~12月11日)

### 1. 2. 4 含水率分布の変化

乾燥経過を測定する供試丸太とは別に、末口径約 20 cm の供試丸太 1 本を設置し、2 週間毎に木口より 20 cm の所から厚さ 2 cm の円板を採取し、樹心より 1 cm 毎に絶乾法による含水率を測定した。このとき、供試丸太の新しい木口はその都度銀ニスによってエンドコーティングをおこなった。

図一 9 は、はく皮丸太を 1 月に乾燥開始したときの含水率分布の変化を示したものである。

伐採時の含水率分布をみると、心材部は平均約 55% でむらが少ないが、辺材部は 140 ~ 300% と部位による含水率のむらが大きい。

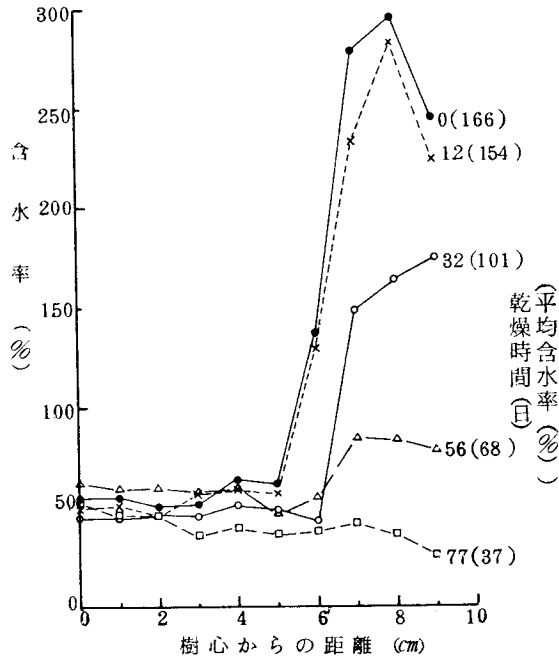
12 日経過後において平均含水率は約 10% 減少しているが、これは辺材部が減少しているのみである。

32 日経過後は、平均含水率 101% となっているが、心材の含水率は変化せず、辺材部の含水率のみが著しく減少している。しかも、表層部より辺材中央部の含水率減少が大きく、辺材部における水分移動の大きいことを示している。

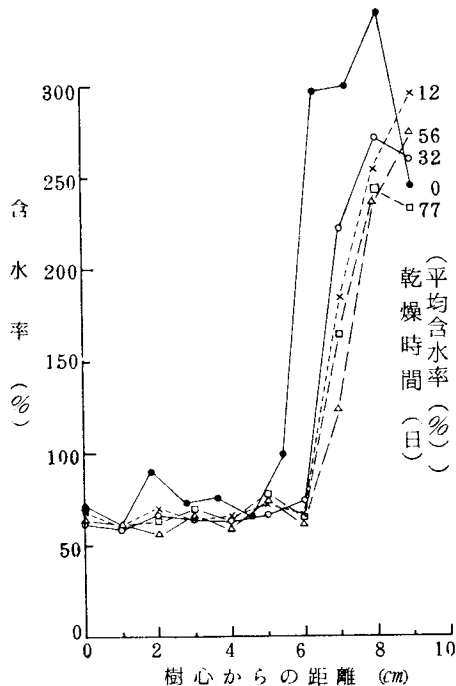
56 日経過後の平均含水率が 68% を示す時点でも心材部の含水率にはほとんど変化がなく、97 日経過後の平均含水率が 37% を示す段階でやっと心材部の含水率も減少している。

このように、辺材部の含水率が心材部より高い間は、心材部の含水率に変化がなく、辺材部の含水率が心材部より低くなった時点でやっと心材部の含水率が移動を開始するようである。

次に図一 10 は、皮つき丸太を 1 月に乾燥した場合の含水率分布を示すものであるが、はく皮丸太と比較して乾燥がおそいため、心材



図一 9 はく皮丸太の含水率減少経過 (スギ 1 月 10 日開始)

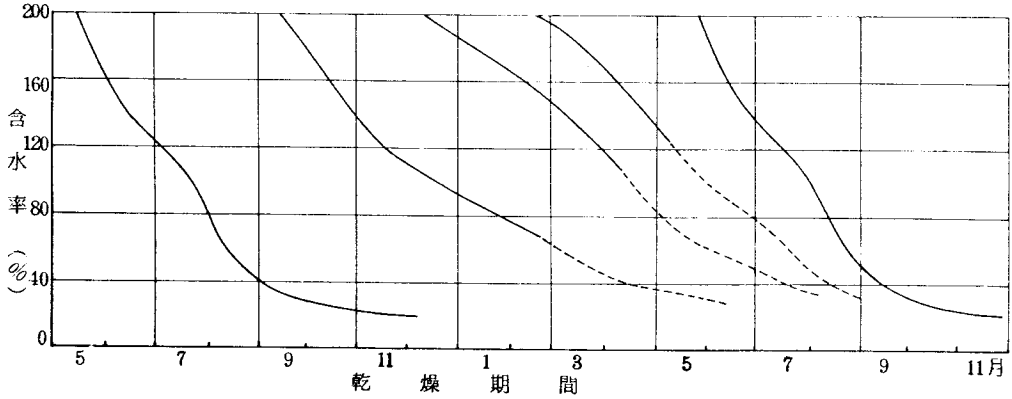


図一 10 皮つき丸太の含水率減少経過 (スギ、1 月 10 日開始)

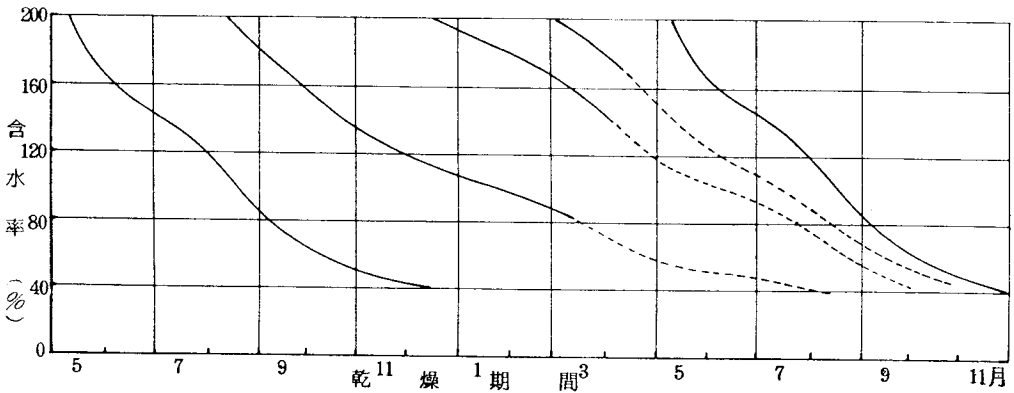
部はもちろん、辺材部の含水率もその変化は少なくなっている。

しかし、皮つき丸太の場合、辺材中央部の含水率減少は比較的大きく、表層への水分移動は非常に大きい。丸太表面が樹皮で覆われているため、表面の乾燥がおそく、平均含水率の減少に比較して、表層部の含水率は高い値を示し、経時的な変化はあまり大きくない。

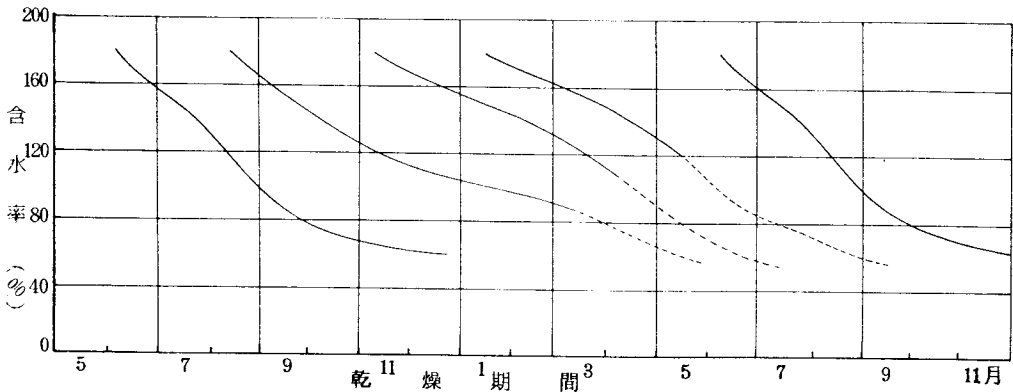
### 1. 2. 5 乾燥速度



図一 11 季節別推定乾燥経過(末口径 10 cm)



図一 12 季節別推定乾燥経過(末口径 15 cm)



図一 13 季節別推定乾燥経過(末口径 20 cm)

個々の丸太についてその乾燥経過をみてきたが、伐採時期により、径級により乾燥速度は非常に異なっている。

これらの資料より、丸太の径級を 10 cm、15 cm、および 20 cm の 3 ランクに区分し、平均乾燥経過を求めた。

平均乾燥経過は、各径級ランクに近い 2 本の丸太から平均値により求めたものである。

その結果を図一 11～13 に示すが、8 月、11 月および 1 月に乾燥を開始したものは低含水率まで乾燥していなかったため、その後の乾燥経過は推定したものである。

推定方法としては、その時期の平衡含水率と、各丸太の乾燥経過を基にして、あとはフリーハンドで求めたものである。

皮つき丸太のまま乾燥が期待できるのは、末口径 10 cm のもので含水率 30～40% 程度、15 cm で 40% 程度、20 cm のものでは約 60% ということになる。

もちろん、皮つき丸太のまま乾燥することはあり得ないし、非常に長期間を要するため皮つきのまま放置することでは、乾燥の効果を期待できない。

しかし、伐採直後に製材することも少なく、山土場、市売土場あるいは工場土場などに 1～2 ヶ月放置されることが多い。

その製材時における含水率を知ることは、その後の天然乾燥の期間を決定する上で重要である。

表一 3 は、皮つき丸太の伐採後における含水率を経級、季節別に示したものである。

また、はく皮丸太の場合は、乾燥速度も大きく、ある程度乾燥を目的とした処理とみることができよう。当然、目的とする含水率も低く、20～40% を期待することができる。

表一 4 は、皮つき丸太の場合と同様 10 cm、15 cm および 20 cm の丸太の平均乾燥速度から各時期の含水率を示したものである。

いずれも表に示した含水率は平均含水率であるが、前述の樹幹内含水率分布を参考にすれば、各時期における水分分布も推定することができるものと思われる。

表一 2 皮つき丸太の伐採後経過日数別含水率

(%)

伐期	末口径 (cm)	伐採後の経過日数						
		0	30	60	90	120	160	200
春	10	160	125	85	40	30	20	—
	15	155	135	110	80	60	45	—
	20	175	150	120	90	75	65	—
夏	10	240	190	155	120	100	80	55
	15	200	170	155	125	115	100	85
	20	180	155	135	120	110	100	85
秋	10	220	195	175	155	130	80	60
	15	220	205	190	175	160	125	100
	20	180	160	150	140	125	95	70
冬	10	215	200	180	150	115	80	45
	15	215	205	190	170	140	110	90
	20	180	165	155	130	120	85	70



表-3 はく皮丸太の伐採後経過日数別含水率

伐期	末口径 (cm)	伐採後経過日数						(%)
		0	20	40	60	80	100	
春	10	120	50	30	20	20	20	
	15	155	90	65	40	30	25	
	20	170	120	100	80	65	55	
夏	10	245	70	20	20	20	20	
	15	200	100	50	30	25	20	
	20	180	90	45	25	20	20	
秋	10	190	95	40	25	20	—	
	15	170	95	50	35	30	25	
	20	175	100	60	40	35	30	
冬	10	250	180	105	35	20	20	
	15	220	170	100	45	30	25	
	20	170	135	80	40	30	25	

## 2 製材品の乾燥経過

### 2.1 試験方法

#### 2.1.1 供試木

この試験に用いた供試木は県内産のものであるが、伐期等の詳細は不明である。

樹種は、スギ(気乾比重0.41~0.45)ヒノキ(0.54~0.55)およびアカマツ(0.49~0.53)で末口径16~20cmの丸太を用い、次の4材種に製材した。

- 正角 10.5cm×10.5cm(心持)
- 平角 15.0cm×10.5cm( // )
- 平割 10.5cm×4.5cm(心去り)
- 正割 4.5cm×4.5cm( // )

なお、これらの供試木は全て鉋削により上記の寸法に仕上げた。

#### 2.1.2 乾燥方法

各材種に鉋削仕上げした供試木は、長さ1mに切断し、両木口を銀ニスによりエンドコーティングして試験材とした。

試験場所は、屋外および屋内とし、屋外は写真-1のような屋根を設けた乾燥棚に、屋内は加工工場の一部に設置した棚(地上高50~100cm)に、試験材の間隔を10cmずつ開けて配置した。

#### 2.1.3 試験回数および測定方法

乾燥試験は、スギについて昭和48年に4回、昭和49



写真-1 屋外における乾燥棚

年に4回の計8回、ヒノキおよびアカマツについては昭和48年に3回実施した。1回の試験には1材種2～5本の試験材を用いた。

含水率の減少経過は週1回試験材の重量を測定し、試験終了後絶乾法により各測定時の含水率を算出した。

なお、試験は含水率がほぼ平衡状態に達するまで継続した。

## 2. 2 試験結果および考察

### 2. 2. 1 スギ10.5 cm角の乾燥経過

図-14に昭和48年度に実施した10.5 cm角の乾燥経過および試験期間中の気象条件を示す。

屋内での乾燥経過をみると、5月に乾燥を開始した場合は6月の梅雨による影響で乾燥速度は小さいが、8月、11月に開始した場合は乾燥速度も非常に大きくなっている。

こうした乾燥経過は、はく皮丸太の末口径15～16 cmの場合とあまり大きな差はないようである。しかし、1月に開始した場合は全期間を通じて乾燥速度が低下している。

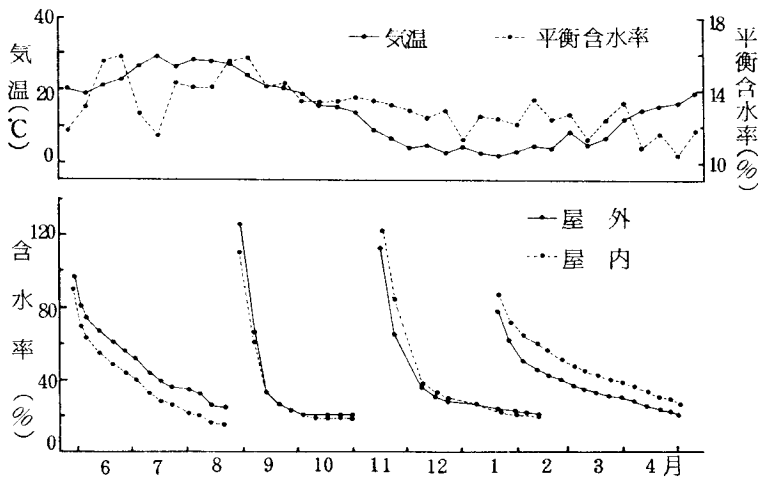


図-14 試験期間中の屋外の気象条件とスギ10.5 cm角の乾燥経過 (S 48年度)

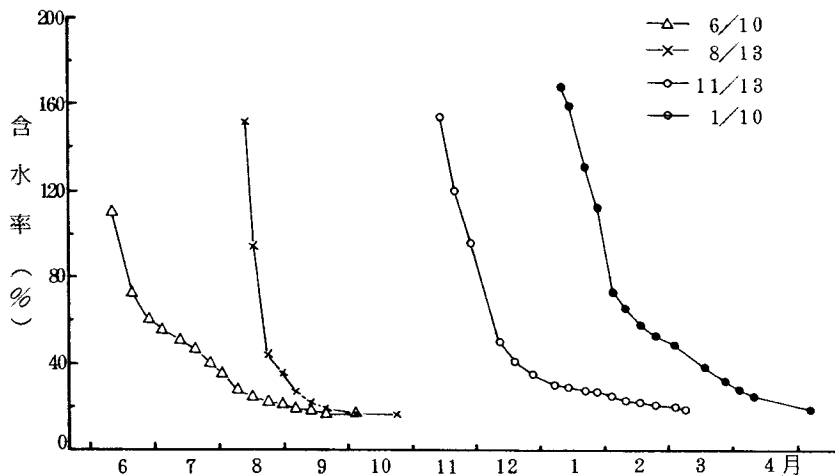


図-15 スギ10.5 cm角の季節別乾燥経過 (S 49年度)

10.5cm角の場合は、はく皮丸太に比較して辺材部の占める率が少ないため、初期含水率も低く、断面積が小さくなっている割に乾燥速度もあまり大きくない。

次に、屋外の乾燥経過をみると、5月に乾燥を開始したものは屋外より相当乾燥がおくれ、屋外ほど梅雨の影響が大きいことを示している。

8月、11月に乾燥を開始したものは屋内とほとんど同じ経過を示し、1月に開始したものは屋内より非常に速く乾燥している。

これは、冬季間の気温の低い場合は、温度の影響より、屋外における風の方が乾燥速度におよぼす影響が大きいことを示しているものと思われる。

図-15は、昭和49年度に実施した屋内での乾燥経過を示すものである。昭和48年に比較して初期含水率が高いため、高含水率域の乾燥速度は大きくなっているが、低含水率域の乾燥経過は昭和48年の場合とほとんど同じようになっている。

### 2. 2. 2 スギの材種別乾燥経過

図-16は、1月に乾燥を開始した場合のスギの材種別乾燥経過を示したものである。

断面積が小さく、樹心を持たない10.5cm×4.5cmおよび4.5cm角は非常に乾燥が速く、約40日で含水率20%まで乾燥している。

しかし、断面積も大きく、心持ちである15cm×10.5cm角および10.5cm角は乾燥速度が小さくなっている。この場合10.5cm角より15cm×10.5cm角の乾燥速度が大きいのは、辺材の占める率が大きいためであり、心材部の含水率には大きな差がなくても平均含水率では15cm×10.5cm角の方が低い値を示すためと思われる。

### 2. 2. 3 樹種別乾燥経過

図-17は、スギ、ヒノキおよびアカマツの10.5cm角(心持)を1月に屋内で乾燥した場合の乾燥経過である。スギの場合は初期含水率が他の樹種より高いため、乾燥速度は大きくても含水率30%に達するのに90日を要している。しかし、ヒノキ、アカマツとも初期含水率が非常に低く、しかも含水率30%までの乾燥速度は比較的大きい。

また、アカマツは30%以下でも若干含水率は減少するが、ヒノキは30%からほとんど乾燥せず、平衡状態になる含水率はヒノキの方がアカマツより5%ほど高くなっている。

屋外での乾燥経過は、スギが前述のように風の影響で屋内より乾燥速度が大きくなっているのに対し、ヒノキ、アカマツは屋内とほとんど変わらない乾燥経過を示している。

これは、ヒノキ、アカマツの初期含水率が低いために、風の影響が少ないためと思われる。

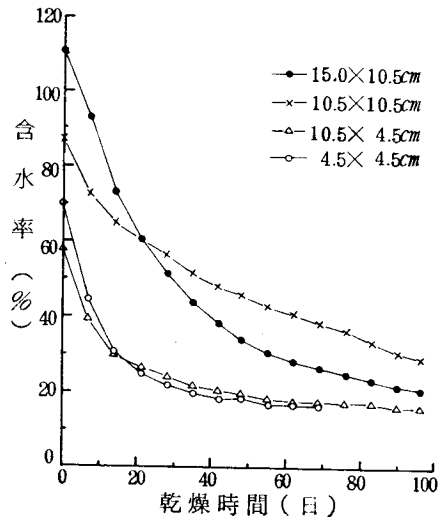


図-16 スギの材種別乾燥経過(屋内)  
(1月18日開始、S 48年)

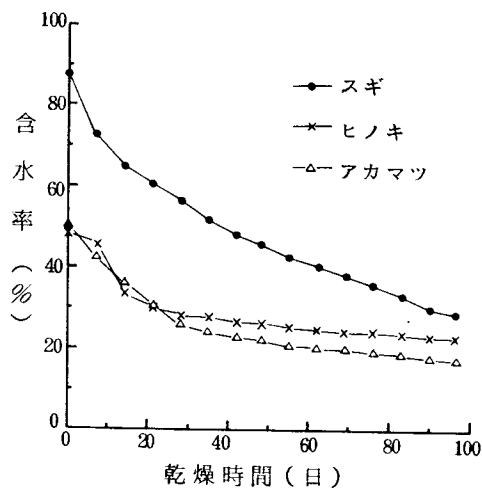


図-17 10.5cm角の樹種別乾燥経過(屋内)  
(1月18日開始、S 48年)

## 2. 2. 4 天然乾燥の所要日数

スギ、ヒノキおよびアカマツの製材品について、天然乾燥に要する日数を、それぞれの含水率減少曲線を基にして算出した。

もちろん、天然乾燥であるため、含水率25%程度までを目標としているが、針葉樹、ことに建築用材の場合はこの程度の乾燥でも充分意味があるものと思われる。

心持ち角は多くの場合背割りを入れるため、割れの問題はあまり重要視する必要はなく、心去り材の場合はほとんど割れが発生しない。また、乾燥応力も含水率25%程度で最大応力または応力の逆転を過ぎているため、その後の表面割れや狂いなどは少ないものとみる<sup>1)</sup>ことかできる。

樹種、材種別の乾燥日数を表一4に示す。

樹種により初期含水率が異なるため明確にはいえないが、樹心を持つ10.5 cm角程度の材種は、夏期で1ヶ月、梅雨期および晩秋には2ヶ月、冬期は3ヶ月程度の天然乾燥が必要であろう。

しかし、樹心を持たない4.5 cm角程度の材種では、年間を通じて2週間程度の天然乾燥で平衡状態に達するものとみて良いものと思われる。

表一4 屋外における時期別乾燥所要日数  
(生材から30%および25%まで)

樹種	材種 (cm)	5月29日		8月30日		11月15日		1月17日	
		30%	25%	30%	25%	30%	25%	30%	25%
ス	10.5 × 10.5	52	72	15	24	26	48	72	88
	15.0 × 10.5	43	52	33	58			53	66
ギ	10.5 × 4.5	16	26			13	24	73	88
	4.5 × 4.5	7	10	5	12	14	28	7	15
ヒ	10.5 × 10.5	7	37					21	79
	10.5 × 4.5							10	15
キ	4.5 × 4.5							10	15
アカマツ	10.5 × 10.5	5	7					16	33
	10.5 × 4.5	6	7	12	14			15	20
	4.5 × 4.5			11	14			14	17

### 3 天然乾燥の促進効果

広葉樹に比較して乾燥速度の大きい針葉樹の場合でも、柱材のように断面積の大きい材は長期間の天然乾燥が必要となる。

そのため、天然乾燥期間を短縮することを目的として簡易な促進方法についてその効果を検討した。

#### 3.1 試験方法

##### 3.1.1 供試材

県内産のスギ(末口径20~30cm)およびヘムロック(末口径60cm)を用い、次の材種に製材した。

正角 10.5cm × 10.5cm × 100cm

(スギは心持、ヘムロックは心去り)

正割 4.5cm × 4.5cm × 100cm

板 2.5cm × 11cm × 100cm

なお、これら試験材は鉋削により上記の寸法に仕上げ、両木口は銀ニスによりエンドコーティングをおこなった。

##### 3.1.2 促進装置

太陽熱を有効に利用するため、塩化ビニール製の波板を用いて図-18のようなフレームを作った。フレーム内の空気の循環は棧積側面に設置した径20cmの3枚羽ファンにより実施し、排気はフレーム側面の上部に20×20cmの排気孔を設け、径20cmのファンにより常時強制的に排気するようにした。

また、冬期間は簡易な加熱をするため、フレーム内に棧積した試験材の下部に径1cm、長さ20m、容量1KWの温床用電熱線を配置して、全乾燥期間にわたって加熱した。

##### 3.1.3 棧積および測定方法

乾燥試験における棧積方法は、促進の場合フレーム内に巾、高さ、長さとも約1mの大きさに棧積し、棧木は厚さ2.5cm、板の横間隔は約5cmとした。また、対照とした天然乾燥は、写真-2のように棧積し、その大きさ、方法は促進の場合と同様である。

乾燥試験は7月および2月の2回実施したが、試験期間および試験材の使用量は表-5のとおりである。

含水率減少経過の測定は前述の試験と同様であるが、収縮率は隔週毎に試験材の2箇所を測定して平均値を求めた。

表-5 試験期間および試験材本数

乾燥方法	樹種	材種	夏 期 (7月22日~9月10日)			冬 期 (1月29日~4月27日)		
			10.5cm角	4.5cm角	板	10.5cm角	4.5cm角	板
促進	スギ	角	8	8	8	7	10	10
		板	6	7	8	5	7	8
自然	スギ	角	8	8	8	7	10	10
		板	6	7	8	5	7	8

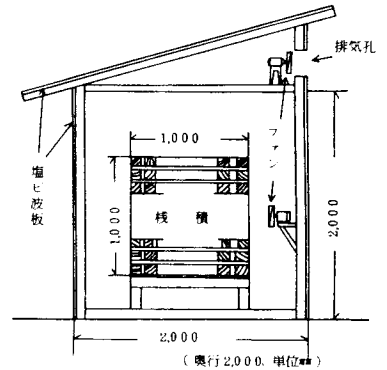


図-18 天然乾燥促進装置

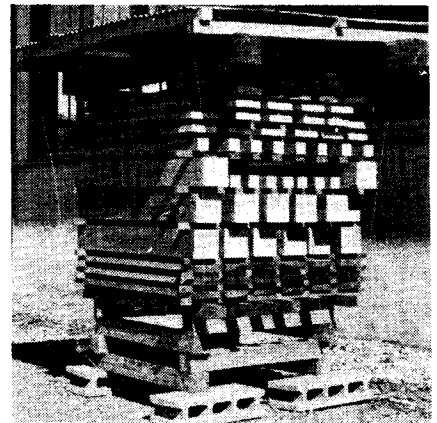


写真-2 対象区の天然乾燥

### 3. 2 試験結果および考察

#### 3. 2. 1 夏期における促進効果

夏期における天然乾燥の促進は、太陽熱によるフレーム内の温度上昇のみとした。

試験期間中の気象条件は図-19に示すとおりであるが、屋外の最高気温が平均約32℃であるのに対し、装置内の最高気温は平均約49℃となり、太陽熱による温度上昇は著しい。

しかし、1日間の装置内と屋外の温度差は図-20に示すようになり、昼間の温度差に比較して夜間の温度差はあまり大きくない。

また、雨天あるいは曇天の場合は、屋外温度とほとんど差がない。たゞし、強制的な排気をおこなっているため湿度は低くなり、全乾燥期間を通じて装置内の平衡含水率は屋外より4~8%低くなっている。

図-21は、促進装置内および自然状態におけるスギの材種別乾燥経過を示したものである。いずれも全試験材の平均値で示したものであるが、10.5 cm角の場合は乾燥速度も小さく、促進の効果も少ない。

これは心材が多いためであり、ブナ材の場合でも心材における促進効果が少なくなっているのと同様である。

しかし、4.5 cm角および板の場合は促進効果が大きく、4.5 cm角は生材より含水率20%まで、板は生材より含水率15%までに要する乾燥時間が自然状態の約2/3に短縮されている。

また、いずれの材種においても促進効果は乾燥時間の短縮ばかりでなく、平衡状態に達する含水率が自然状態に比較して4~6%低くなっている。

次にヘムロックの乾燥経過を図-22に示す。初期含水率が約40%とスギに比較して低いため、乾燥時間も速く低含水率まで乾燥している。

10.5 cm角の場合、生材より含水率20%までの乾燥日数は、自然状態で39日を要するのに対して促進した場合は22日となり、約2/3に短縮されている。

4.5 cm角の場合は、含水率15%までの乾燥時間が1/2に、板では同じく2/3以下に短縮され、スギと同様平衡状態となる含水率も低くなっている。

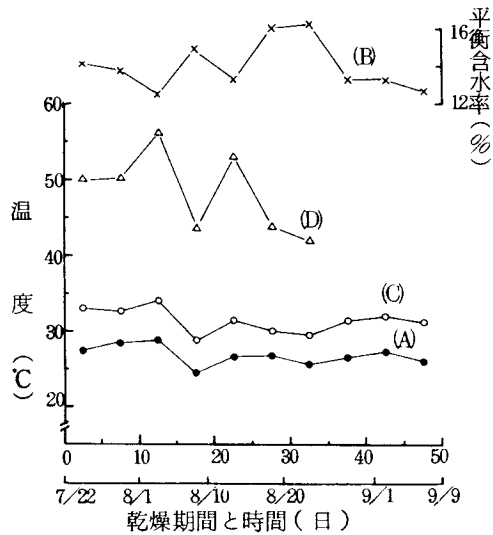


図-19 試験期間中の気象条件(夏期)

- (A) 日平均気温の5日間平均
- (B) 日平均平衡含水率の5日間平均
- (C) 最高気温の5日間平均
- (D) 装置内の最高温度の5日間平均

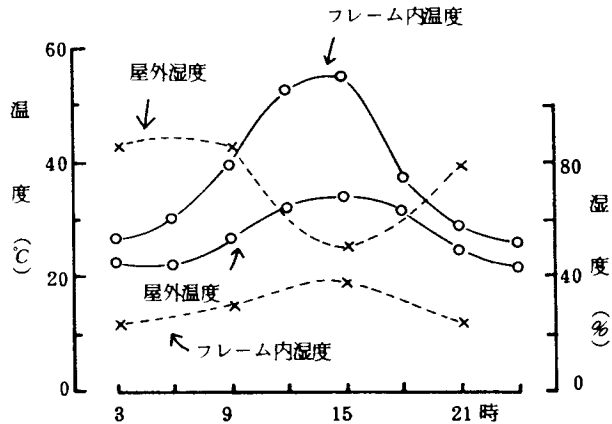


図-20 フレーム内、屋外の温湿度平均 (8月3日)

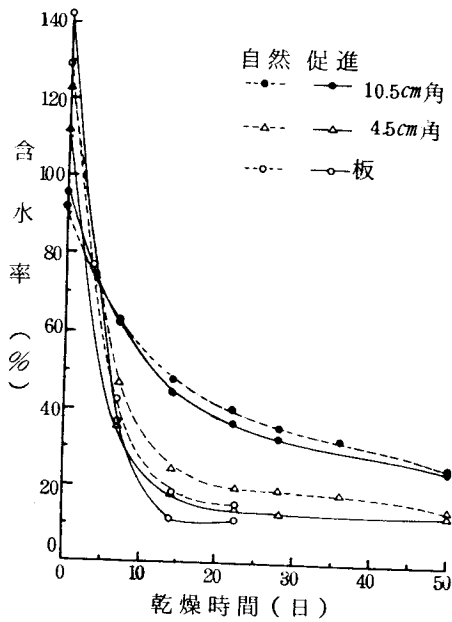


図-21 スギの材種別乾燥経過  
(7月22日開始)

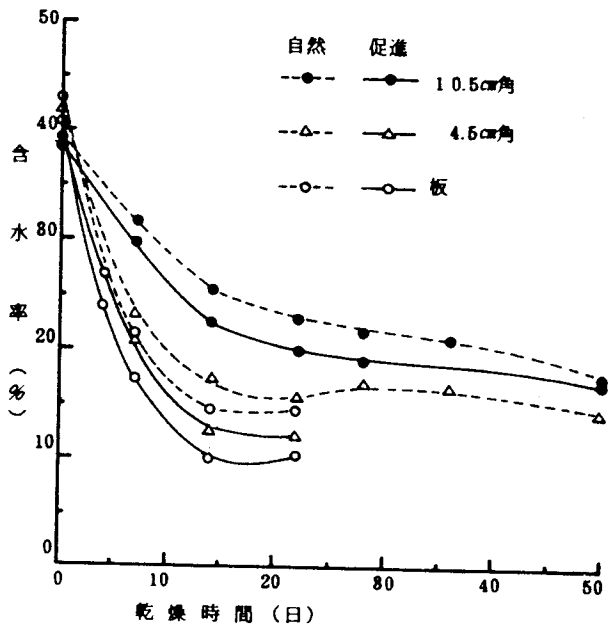


図-22 ヘムロックの材種別乾燥経過  
(7月22日開始)

### 3. 2. 2 冬期における促進効果

冬期の場合には太陽熱のみの促進効果が少ないため、1KWの電熱線により全乾燥期間を通じて加熱した。

試験期間中の気象条件は図-23に示すが、フレーム内の最高気温は外気のそれより約20℃高くなっている。また、夜間あるいは曇天の場合でも電熱線の加熱効果により2~3℃は屋外より高くなっている。

図-24にスギの試験結果を示す。各材種とも夏期に比較して乾燥速度は若干低下するが、促進の効果はより大きくなっている。

生材から含水率20%までの乾燥日数をみると、4.5cm角の場合、自然状態では36日を要するのに対して促進することにより12日の1/3に短縮される。また、板の場合には自然状態で42日、促進で20日

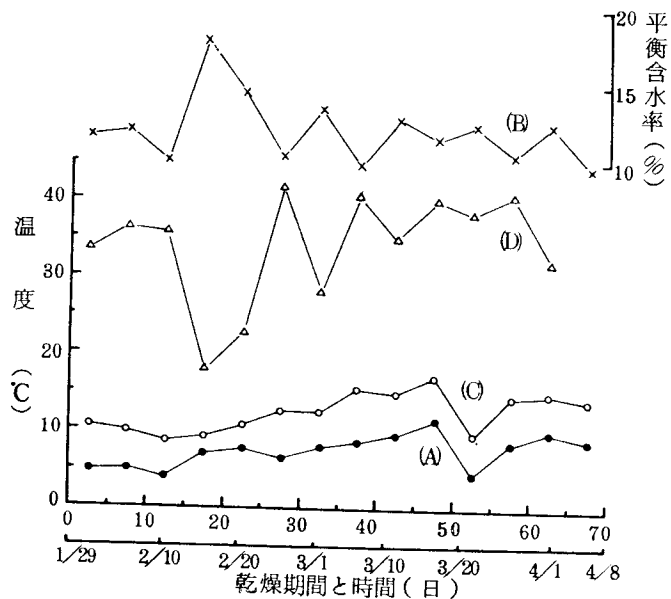


図-23 試験期間中の気象条件(冬期)

- (A) 日平均気温の5日間平均 (C) 最高気温の5日間平均  
(B) 日平均平衡含水率の5日間平均 (D) 装置内の最高温度の5日間平均

と約1/2に短縮されることになる。

また、10.5 cm角は乾燥速度が小さいが、70日経過後の含水率は、自然状態で36%であるのに対して促進することにより26%となり、その効果は非常に大きい。

図-25はヘムロックの乾燥経過であるが、スギと同様各材種とも促進の効果を大きく認めることができる。

ことに断面の小さい4.5 cm角および板は、自然状態では含水率20%からほとんど乾燥しないが、促進することによって低含水率まで順調に乾燥し、促進効果は非常に大きくなっている。

### 3. 2. 3 収縮率

スギおよびヘムロックの各材種について収縮率を測定した。

天然乾燥終了時では促進した場合含水率が低くなるため、収縮率も当然自然より大きくなる。そのため全乾時の収縮率を求めそれにより比較した。

表-6に夏期の収縮率、表-7に冬期の収縮率を示すが、夏期の場合には促進することにより若干収縮率が増加するようである。しかしその差は少なく、冬期においては両者の間にほとんど差を認めることができない。

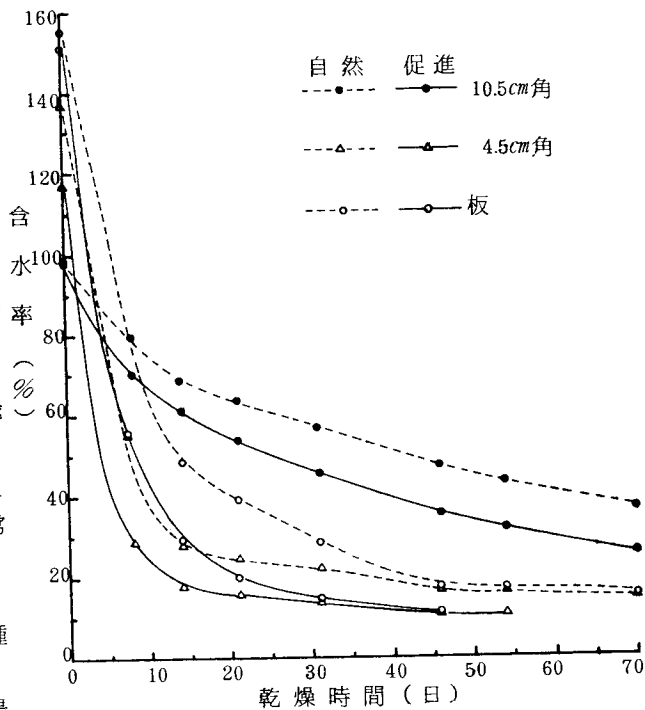


図-24 スギの材種別乾燥経過  
(1月29日開始)

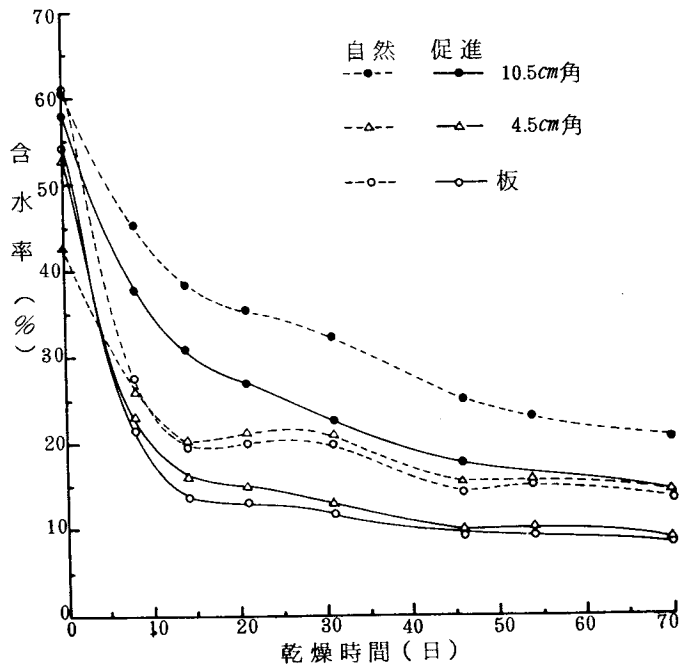


図-25 ヘムロックの材種別乾燥経過  
(1月29日開始)



表一6 乾燥方法別の収縮率(夏期)

樹種	材種	乾燥方法	天 乾 終 了 時			全 乾 時	
			含水率 (%)	巾方向 収縮率 (%)	厚さ方向 収縮率 (%)	巾方向 収縮率 (%)	厚さ方向 収縮率 (%)
ス	10.5cm 角	自然	25.3	1.2	1.0	—	—
		促進	24.2	1.2	1.2	—	—
ギ	4.5cm 角	自然	14.7	1.7	1.9	4.3	4.8
		促進	13.2	2.1	2.4	4.8	5.8
	板	自然	13.6	2.8	1.8	6.1	4.2
		促進	12.7	3.5	2.6	6.7	5.4
ヘム ロッ ク	10.5cm 角	自然	17.8	2.6	2.1	7.3	6.2
		促進	17.0	2.8	1.7	8.6	5.6
	4.5cm 角	自然	14.4	3.0	2.6	7.2	6.8
		促進	13.1	3.4	3.0	7.4	6.7
	板	自然	13.7	3.5	2.7	7.7	6.5
		促進	12.3	4.5	3.4	8.4	7.4

表一7 乾燥方法別の収縮率(冬期)

樹種	材種	乾燥方法	天 乾 終 了 時			全 乾 時	
			含水率 (%)	巾方向 収縮率 (%)	厚さ方向 収縮率 (%)	巾方向 収縮率 (%)	厚さ方向 収縮率 (%)
ス	10.5cm 角	自然	36.8	0.6	0.5	4.3	4.4
		促進	25.7	1.0	1.3	4.3	4.3
ギ	4.5cm 角	自然	14.9	2.7	1.8	5.7	3.7
		促進	9.9	3.9	2.4	6.0	3.7
	板	自然	15.3	2.2	1.6	4.9	3.4
		促進	13	3.3	2.5	4.8	3.9
ヘム ロッ ク	10.5cm 角	自然	20.3	2.4	2.1	7.3	6.0
		促進	14.2	3.0	3.8	7.3	5.6
	4.5cm 角	自然	14.2	3.6	2.8	6.7	5.6
		促進	9.2	4.8	4.3	6.7	6.1
	板	自然	13.4	3.7	3.3	6.8	5.8
		促進	8.4	5.0	4.0	6.8	6.3

#### 4 ま と め

針葉樹の天然乾燥について、丸太および製材品の四季別乾燥速度と、製材品の天然乾燥促進方法について検討をおこなってきたが、その結果を要約すると次のとおりである。

- (1) スギの皮つき丸太は乾燥速度が非常に小さく、期待できる含水率も、末口径 10 cm で 30 ~ 40 %、15 cm で 40 %、また 20 cm では 60 % までが適当であろう。
- (2) スギ丸太の場合でも、はく皮することにより乾燥速度は非常に大きくなり、2 ~ 3 ヶ月で含水率 25 ~ 30 % まで乾燥することができる。
- (3) 製材品の場合は丸太に比較して乾燥速度が非常に大きく、心持ちの 10.5 cm 角の場合、夏期で 1 ヶ月、梅雨または晩秋で 2 ヶ月、冬期では 3 ヶ月で 25 ~ 30 % の含水率まで乾燥することができる。また、樹心を持たない 4.5 cm 角は、年間を通じて 2 週間程度で 25 % まで乾燥できる。
- (4) 天然乾燥を促進するため、塩ビ波板で作ったフレームで乾燥すると、夏期では乾燥期間を約 2/3 に短縮することができ、仕上り含水率も自然状態による乾燥より数%低くすることができる。
- (5) 冬期間の太陽熱利用と簡易加熱を組合せた効果は大きく、乾燥期間も 1/2 ~ 1/3 に短縮することができるとともに、仕上り含水率も低くなる。

#### 文 献

- 1) 熊谷洋二： ヒノキ柱材のひき直しに関する研究：岐林セ研報、№4、(1976)
- 2) 野原正人： 天然乾燥促進試験(第一報) — 高山市における送風および加熱の効果について — 岐林セ研報、№1、(1972)