

小径材の天然乾燥における損傷防止（第1報）

- カラマツ，ハルニレの心持ち正角と平割 -

千葉宗昭 米田昌世
奈良直哉 大山幸夫

1. はじめに

近年，優良針・広葉樹材の供給不足から小径材の有効な利用が望まれているが，これらの小径木から木取られる製材品は歩止りなど考慮すると心持ち，あるいは心掛り材となることが多い。この心持ち，心掛りの低質材は乾燥することによって一般には心去り材よりも狂い，割れ等の損傷が発生しやすい傾向にある。

このようなことから，人工乾燥において損傷防止を検討した結果，狂いの抑制には圧縮（平面又は旋回圧縮）を行うことによって抑制効果が認められ，また割れについてはポリエチレングリコール（PEG）に浸漬を行ったのち乾燥する方法が有効と認められた¹⁾。

今後これらの低質材が多量に供給された場合，当然のことながら天然乾燥での備蓄も必要と考えられる。しかし，これらの心持ち，心掛り材は天然乾燥でも人工乾燥と同様に損傷が大きく発生する。

本試験は，天然乾燥により発生する損傷を防止するため，人工乾燥で行った圧縮およびPEG処理の方法を用いて検討した。なお，この結果を昭和54年度秋期東北・北海道工芸部会（昭和54年10月，会津若松市）において発表した。

2. 試験方法

カラマツ（径級14～18cm）の原木から心持ちの正角（10.5cm）と平割（厚さ4.5cm，幅10.5cm），ハルニレからは心持ちの平割を採材して試験に供した。各供試材は材長1mに木取り，無処理とPEG処理の各条件に配分した。

PEGの処理方法は平均分子量1000，濃度60%の水溶液を用い，温度 20 ± 5 で瞬間浸漬，10日間浸漬，3回噴霧，7回噴霧の4条件とした。

噴霧には動力噴霧器（有効距離3～5m）を用い，1回の噴霧量約4 l を棧積直後とその後は約1週間ごとに行った。

棧積は下部から正角，平割の順で積重ね，非圧縮と平面圧縮（噴霧は非圧縮のみ）の方法で行い，直射日光と雨をさけるため最上段に覆いを設けた。圧縮には棧積全体に5000kg（棧木：長さ52.5cm，幅2.5cm，使用本数：1段につき4本，棧木にかかる圧力： 9.5 kg/cm^2 ）の荷重を加えた。

乾燥中の含水率，収縮率，水分傾斜と歪量（応力）の測定にはコントロール材を用い，測定は始めのうち月4回（1週間ごと）とし，その後は月2回とした。

狂い，割れの測定は常法により角度計，スケール，テーパージージを用い乾燥終了時に行った。

PEGの浸潤量は，半径方向の場合，材長方向中央部から材長1cmの試験片を採材してこれを等分（正角は15等分，平割は7等分）にスライスし，材長方向は木口よりし 2, 3, 4, 5, 10, 20, 45cm（中央部）の位置からそれぞれ材長1cmの試験片を採材し，これらの試験片は全乾後熱水（60～70℃）による抽出を6日間（熱水は1日1回取替）を行い，再び全乾にしてその重量差から求めた。

外気の温湿度の測定は供試材の近くに百葉箱を設置し毛髪バイメタル式自記温湿度計を用い連続測定を行った。測定は北海道立林産試験場内で，昭和53年7月中旬から10月中旬までの98日間である。

3. 試験結果

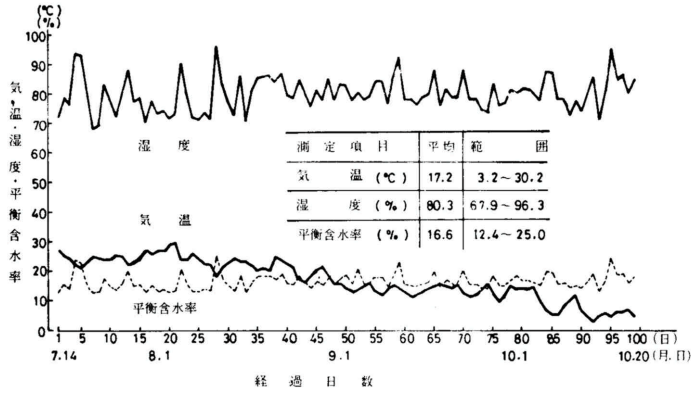
3.1 年輪幅と比重

供試木の年輪幅と比重を第1表に示した。今回の試験に供したハルニレの比重は一般的な値とほぼ同じで

第1表 供試木の概要

樹種	径級 (cm)	平均年輪幅 (mm)	気乾比重		備考
			辺材部	心材部	
カラマツ	14~16~18	4.5~5.0~5.5	0.43~0.47~0.50	0.45~0.48~0.57	士別市上土別産
ハルニレ	13~14~25	1.2~1.4~1.6	0.51~0.61~0.70	0.56~0.63~0.69	羽幌町産

注) 径級はカラマツの材長3.5m, ハルニレは材長2.4mの末口径
比重測定時の含水率は13.5±1%



第1図 外気の日平均の温湿度と平衡含水率

注) 気温, 湿度, 平衡含水率は1日 (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24時) の平均値
図中の表は, 測定期間中 (90日間) の平均と範囲

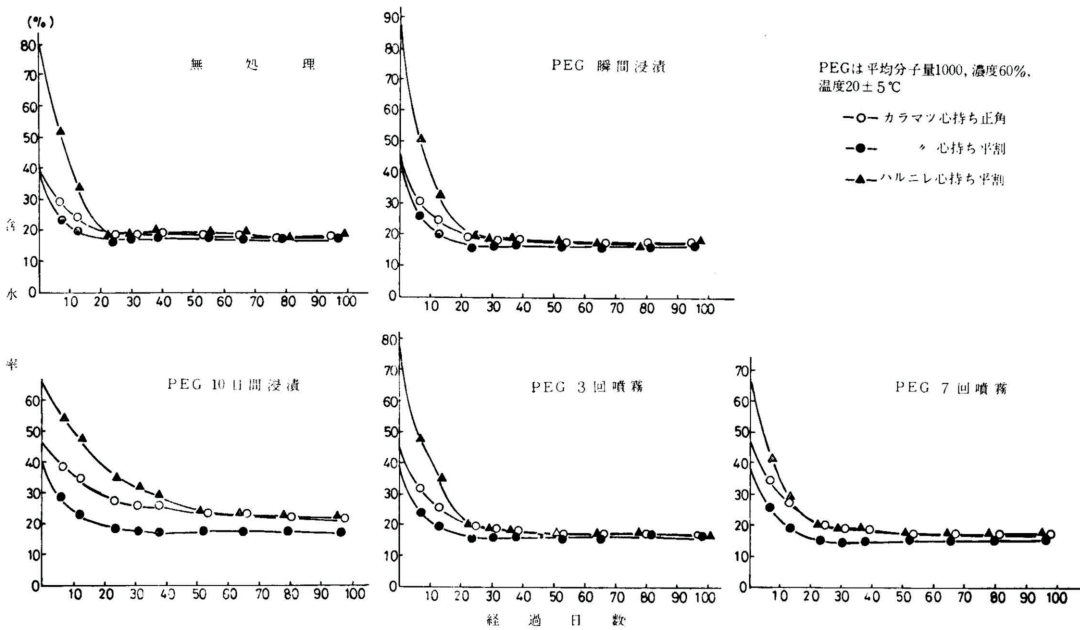
3.2 温湿度経過

外気の日平均の温湿度と平衡含水率の経過は第1図に示すとおりである。なお、外気の日平均値は、3時間ごとの測定値を算術平均したものである。

測定期間中の気象概況は7月から8月にかけて平年よりかなり高い異常高温の目が続き、日平均の最高温度は30.2 に達した。一方降水量では平年の約1/3と少なく干ばつ傾向であった。また、9月の気温は前半、平年より低い日が多かったが、後半は平年より高い日が続いたので月平均気温は大体平年並みとなり、10月は寒暖の差が大きく、変動の激しい気温で月平均気温は平年よりやや低かった。

降水量は9月が平年よりやや少なめ、10月は平年並であった。したがって本試験を実施した期間は、前半乾

あるが、カラマツについては低い値を示した。これは年輪幅の影響と思われる²⁾³⁾。



第2図 含水率経過

乾燥の速い気温となり、後半は一般的な乾燥速度の気候であったと考えられる⁴⁾。

3.3 含水率経過

カラマツ正角と平割、ハルニレ平割の含水率経過を第2図に示した。初期含水率にパラツキがあるが含水率40%から20%までに低下するのに要した日数は、無処理、PEG瞬間浸漬、PEG3回噴霧と7回噴霧のいずれも同じ経過日数でカラマツ正角が約23日間、平割の約12日間、ハルニレ平割は約15日間であった。この乾燥日数は予想されたよりも短かったが、前記の気象条件によるものと思われる。一方10日間浸漬は、カラマツ平割が約20日間で含水率20%に達したが、カラマツ正角とハルニレ平割は98日間(試験終了時)でも約22%までしか低下しなかった。このような結果を示したのは、PEGの浸潤量による影響と考えられる。

3.4 収縮

第2表に無処理とPEG処理の収縮率を示した。天然乾燥終了時までの収縮率はカラマツ正角の場合、無処理、PEG処理のいずれも約1%程度と小さかった。

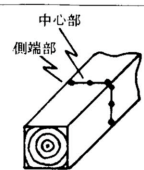
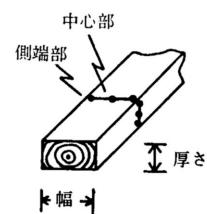
一方、カラマツ平割は、幅方向の場合無処理、10日間浸漬のいずれも約1%程度の収縮であったが、厚さ

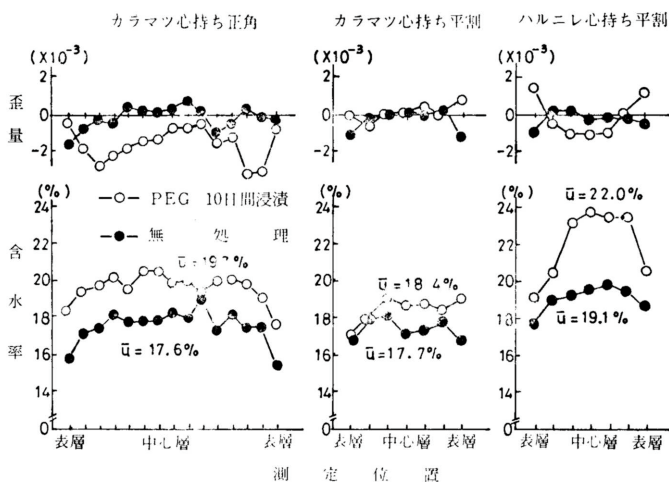
方向では無処理の側端部が2.5%、中心部の0.8%に対し10日間浸漬は1.0:0.3%と無処理の約1/3の値を示した。ハルニレ平割の収縮については無処理の厚さ方向が4.7%:2.2%、幅方向の2.2%:2.7%に対し10日間浸漬はそれぞれ2.7%:1.4%、0.7%:1.3%と約1/2に減少している。また、瞬間浸漬と噴霧はカラマツの場合無処理とほぼ同じ収縮率であったが、ハルニレでは若干小さい値を示した。これはPEG浸潤量の多少によるものと考えられる。

3.5 水分傾斜と歪量

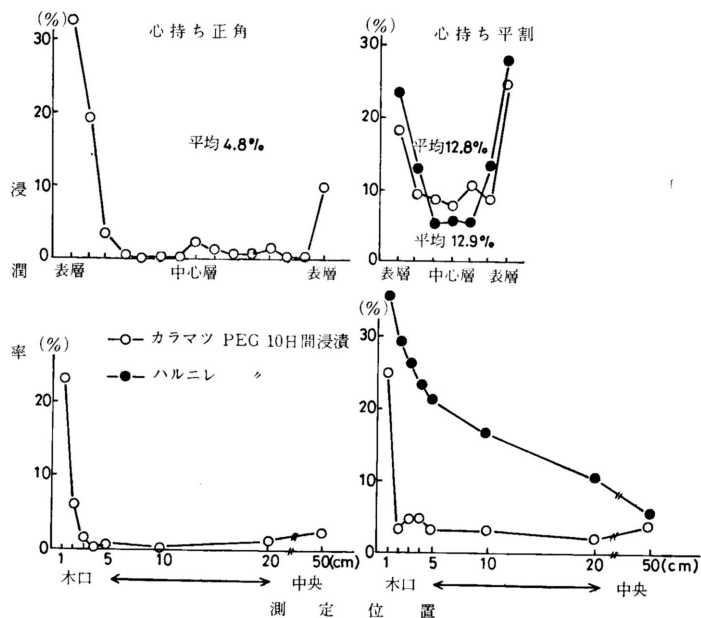
第3図は天然乾燥終了時における水分傾斜と歪量(応力)の一例を示した。水分傾斜はカラマツの場合、側端部と中心部の差は無処理とPEG処理のいずれも同じ傾向を示しており、正角が約4%、平割は約2%であった。一方ハルニレ平割は、無処理の側端部と中心部の差が約2%であったのに対しPEG処理は約5%と無処理の2倍以上の差を示した。カラマツの場合外気の気象条件にほぼ平衡に達してからの日がかかったためと思われるが、ハルニレについてはカラマツよりも含水率が高かったことからこのような結果を示したものである。また、歪量はいずれの樹材種も $1 \sim 3 \times 10^{-3} \text{mm/mm}$ と小さかった。

第2表 収 縮 率

樹種	材種	処 理 別	含水率 (%)	厚 さ (%)		幅 (%)		備 考
			生材~天乾材	側端部	中心部	側端部	中心部	
カラマツ	心持ち正角	無 処 理	38 ~ 18	—	—	0.9	0.8	
		PEG 瞬間浸漬	46 ~ 18	—	—	1.0	0.9	
		PEG 10日間浸漬	43 ~ 22	—	—	0.8	1.0	
		PEG 3 回噴霧	44 ~ 17	—	—	0.6	0.4	
		PEG 7 回噴霧	42 ~ 18	—	—	1.1	1.1	
	心持ち平割	無 処 理	44 ~ 17	2.5	0.8	0.5	0.8	
		PEG 瞬間浸漬	60 ~ 17	2.2	1.0	0.9	1.0	
		PEG 10日間浸漬	39 ~ 18	1.0	0.3	0.5	0.8	
		PEG 3 回噴霧	40 ~ 17	2.2	0.8	0.8	0.8	
		PEG 7 回噴霧	34 ~ 17	2.0	0.5	0.6	1.0	
ハルニレ	心持ち平割	無 処 理	78 ~ 19	4.7	2.2	2.2	2.7	
		PEG 瞬間浸漬	86 ~ 17	6.1	3.2	3.6	4.1	
		PEG 10日間浸漬	62 ~ 21	2.7	1.4	0.7	1.3	
		PEG 3 回噴霧	80 ~ 17	2.8	2.0	1.5	1.8	
		PEG 7 回噴霧	90 ~ 17	2.5	2.1	1.8	2.0	



第3図 水分傾斜と歪量



第4図 PEGの浸潤率

3.6 PEG浸潤率

PEGに10日間浸漬した場合の浸潤率を第4図に示した。PEG浸潤率を次式により算出すると、

$$\text{PEG浸潤率} = \left\{ \frac{(1-\alpha)W}{W_0} - 1 \right\} \times 100 (\%)$$

W: 抽出処理前の全乾重量 (g)

α: 無処理材の温湯抽出物 (%)

W₀: 抽出処理後の全乾重量 (g)

カラマツの場合厚さ方向(材長中央部)への浸潤率

は、10日間浸漬では正角の平均4.8%に対して平割は平均12.8%と8%程度多く浸潤しており、材長方向中央部でも正角の約3%に対し平割が4%と正角よりも若干多い浸潤率を示した。また、ハルニレ平割についてはカラマツよりも浸潤率は多い。なお、厚さ方向と材長方向中央部の平均値が同程度にならないが、材長方向の試験片と厚さ方向の試験片の大きさが違うこと、更に試験片の辺材率が異なること等が影響してこのような差を示したものと考えられる⁶⁾。

3.7 狂い(ねじれ, 弓ぞり, 曲り)

カラマツ, ハルニレ供試材の狂いを第3表に示した。天然乾燥後におけるカラマツ平割のねじれは、圧縮乾燥することによって大きく抑制され非圧縮乾燥の約1/3であった。カラマツ正角とハルニレ平割については、非圧縮乾燥のねじれが小さかったことから若干の効果が示された程度である。弓ぞりと曲りは、カラマツが小さくハルニレの方が若干大きい傾向を示した。このハルニレの弓ぞりが大きかったのは圧縮圧力が小さかったためと思われる。したがって、圧縮圧力を大きくすることによって拘束できるものと考えられる。

3.8 割れ
乾燥による割れを第4表に示した。10日間浸漬の割れはカラマツ正角と平割, ハルニレ平割のいずれも見当らずPEGの効果は認められたが、瞬間浸漬ではカ

第3表 天然乾燥による狂い

樹種	材種	処理別	非・圧縮	供試材 (本)	ねじれ (度/m)			弓ぞり (mm/m)			曲がり (mm/m)		
					平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高
					カマツ	心持ち正角	無処理	非圧縮	5	2.3	1.4	2.9	0.9
		PEG 瞬間浸漬	非圧縮	5	1.9	1.0	3.1	0.6	0	1.5	1.1	0.5	2.0
		PEG 10日間浸漬	非圧縮	5	1.2	0.7	1.9	0.2	0	0.5	0.7	0	1.5
		PEG 3回噴霧	非圧縮	20	2.0	0.9	3.5	0.5	0	1.5	0.6	0	2.0
		PEG 7回噴霧	非圧縮	20	1.8	0.4	3.9	0.4	0	1.0	0.6	0	1.0
マツ	心持ち平割	無処理	非圧縮	5	4.6	2.6	6.0	0.8	0	1.5	0.9	0	2.0
		PEG 瞬間浸漬	非圧縮	5	3.7	2.3	5.2	0.4	0	0.5	1.1	0.5	2.5
		PEG 10日間浸漬	非圧縮	5	3.0	2.7	3.6	2.0	0.5	3.0	0.7	0.5	1.0
		PEG 3回噴霧	非圧縮	15	3.2	1.3	4.8	1.1	0	1.5	0.9	0	5.5
		PEG 7回噴霧	非圧縮	15	3.5	1.9	5.7	1.3	0	2.5	1.2	0.5	3.0
ハルニレ	心持ち平割	無処理	非圧縮	5	0.4	0	0.9	2.1	0	4.5	0.7	0	1.5
		PEG 瞬間浸漬	非圧縮	5	0.4	0.2	0.8	1.1	0	2.5	1.2	0	2.5
		PEG 10日間浸漬	非圧縮	5	0.7	0.1	1.8	0.8	0	2.0	1.3	0	3.5
		PEG 3回噴霧	非圧縮	5	0.2	0	0.6	0.9	0.5	1.5	1.2	0	4.0
		PEG 10日間浸漬	非圧縮	5	0.3	0	0.6	0.9	0.5	1.0	1.2	0.5	1.5
		PEG 3回噴霧	非圧縮	5	0.4	0.1	0.8	2.8	1.0	4.0	1.3	0	3.0
		PEG 3回噴霧	非圧縮	20	1.2	0.2	3.2	1.3	0	5.5	2.0	0.5	3.5
		PEG 7回噴霧	非圧縮	20	1.0	0	3.0	1.7	0	5.0	1.9	0	5.5

注) 正角の弓ぞりは棧積の垂直方向、曲がりは水平方向とした

ラマツ平割に効果はあるものの他は大きく発生した。噴霧は、カラマツ平割の7回噴霧には割れは見当らなかったが、3回噴霧とハルニレ平割の7回噴霧に若干の割れが発生した。その他には割れ防止の効果は認められなかった。この結果から、カラマツの場合、平割には瞬間浸漬又は3回噴霧でも割れ防止の効果は認められるが、正角では10日間浸漬が有効とみなされた。また、ハルニレ平割については7回噴霧と10日間浸漬で効果が認められる。

4. まとめ

カラマツ、ハルニレ小径木からの心持ち材に圧縮およびPEG処理をして天然乾燥を行い、以下の結果を得た。なお、天然乾燥の期間は7月中旬から10月中旬までの約3か月間であり、気象概況は前半異常高温

の日が続きこれと関連して干ばつ傾向であったが、後半は変動の激しい気候となり月平均気温は平年並かやや低かった。

1. 今回の試験に供したハルニレの比重は一般的な値とほぼ同じであるが、カラマツについては低い値を示した(これは年輪幅の影響と思われる)。

2. 含水率40%から20%に低下するのに要した日数は無処理、瞬間浸漬、3回噴霧、7回噴霧のいずれもほぼ同じ経過日数でカラマツ正角が約23日間、平割は約12日間、ハルニレ平割は約15日間であった。10日間浸漬ではカラマツ平割が約20日間で含水率20%に達したのに対し、カラマツ正角とハルニレ平割は98日間(試験終了時)でも22%とやや高い含水率を示した。

3. 生材から天然乾燥終了時までの収縮率は、カラマツ正角の場合、無処理の収縮が小さかったことから

小径材の天然乾燥における損傷防止（第1報）

第4表 天然乾燥による割れ

樹種	材種	処 理 別	非・圧縮	供試材 (本)	木 口 割 れ				表 面 割 れ			
					発生率 (%)	本 数 (本)	長 さ (mm)	幅 (mm)	発生率 (%)	本 数 (本)	長 さ (mm)	幅 (mm)
カ マ ツ	心 持 ち 正 角	無 処 理	非圧縮	5	100	5.2	139	1.1	100	9.6	117	0.3
			圧縮	5	80	4.0	232	1.1	100	3.2	156	0.3
		PEG 瞬間浸漬	非圧縮	5	100	2.2	125	0.8	0	0	0	0
			圧縮	5	60	2.0	115	0.5	80	3.8	93	0.3
		PEG 10日間浸漬	非圧縮	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	圧縮		5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PEG 3回噴霧	非圧縮	20	35	1.6	116	1.3	10	2.0	229	0.7	
		非圧縮	20	65	1.8	138	0.7	15	1.0	378	1.3	
	心 持 ち 平 割	無 処 理	非圧縮	5	40	1.0	60	0.5	20	1.0	94	0.1
			圧縮	5	20	2.0	46	0.1	20	3.0	43	0.1
PEG 瞬間浸漬		非圧縮	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
		圧縮	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
PEG 10日間浸漬		非圧縮	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	圧縮	5	0	0	0	0	0	0	0	0		
PEG 3回噴霧	非圧縮	15	7	1.0	35	0.1	7	1.0	88	0.1		
	非圧縮	15	0	0	0	0	0	0	0	0		
ハ ル ニ レ	心 持 ち 平 割	無 処 理	非圧縮	5	67	2.7	93	0.7	80	4.3	85	0.3
			圧縮	5	80	2.4	63	0.6	100	4.8	69	0.3
		PEG 瞬間浸漬	非圧縮	5	60	2.0	108	0.4	60	2.7	51	0.3
			圧縮	5	40	3.0	77	0.4	40	5.5	181	0.2
		PEG 10日間浸漬	非圧縮	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	圧縮		5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PEG 3回噴霧	非圧縮	20	15	1.0	106	0.9	35	1.1	102	0.5	
非圧縮		20	5	1.0	35	0.1	15	2.3	198	0.2		

注) 割れ発生率は全供試材に対する割れ発生材の本数比率
割れ本数は割れ発生材1本当り、長さ、幅は割れ1本当りの平均値

10日間浸漬との差は認められなかったが平割の厚さ方向では無処理の約1/3、ハルニレ平割（厚さ・幅）は無処理の約1/2の収縮率であった。噴霧については無処理よりも若干小さい値を示した程度である。

4. 天然乾燥終了時の水分傾斜はカラマツの場合小さいが、ハルニレのPEG処理では無処理の2倍程度大きかった。

5. 歪量（応力）はいずれも $1 \sim 3 \times 10^{-3} \text{mm/mm}$ と比較的小さかった。

6. 乾燥によるカラマツのねじれは、圧縮乾燥することによって非圧縮乾燥の約1/3に抑制することができた。弓ぞりと曲がり是非圧縮でも小さい値を示した。ハルニレの場合、弓ぞりと曲がりには圧力が小さかったために圧縮乾燥の効果は認められずカラマツよりも大きく発生した。しかし、ねじれは非圧縮、圧縮と

ともに小さい値であった。

7. PEG処理による割れの防止は、カラマツ平割の場合瞬間浸漬又は3回噴霧でも効果は認められるが、正角では10日間浸漬、ハルニレ平割は7回噴霧と10日間浸漬が有効とみなされた。

以上のことからねじれの抑制には圧縮、割れの防止はPEG処理を行ったのち乾燥する方法を用いることによって、天然乾燥時に発生する損傷を防止できるものと考えられる。

文 献

- 1) 大山ほか5名：林産試研報，64号（1976）
- 2) 小野寺ほか2名：林産試月報，229，7（1971）
- 3) 林業試験場編：木材工業ハンドブック（1973）
- 4) 旭川気象台：北海道農業気象月報，
- 上川・留萌支庁 - ，7～10月（昭和53年）
- 5) 奈良ほか4名：林産試月報，286，5（1975）

- 木材部 乾燥科 -
(原稿受理 昭和54.10.7)