

カラマツ材のヤニ滲出防止処理 (第2報)

- 蒸煮 - 真空法 (1) -

種田 健造 川上 英夫
山科 創 中野 隆人

1. はじめに

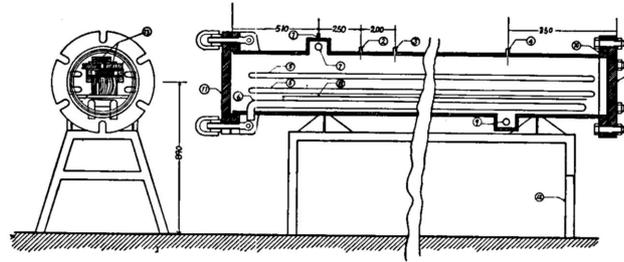
天乾, 人乾, 加熱, 蒸煮 - 真空 (SV) 及び蒸煮 - 熱風 (SH) の5種の処理系について, ヤニ滲出の防止効果を実験室的に検討し, SV及びSH法に比較的好結果の得られたことを報告した^{1,2)}。この実験室的な研究をもとに実大処理への応用に近づける意味で中間規模の装置を含めて検討を加えた。

本報告は, 当场においてSV, SH両法を含めたプロジェクト研究として実施中のものの昭和50年度における試験の1部であり, 研究の要旨は第26回日本木材学会において発表した。なおSH法については, 当场木材部乾燥科において, 蒸気式IF型乾燥室 (3m³入) による試験が進められており, その成果の1部はすでに発表された³⁾。

2. 実験方法

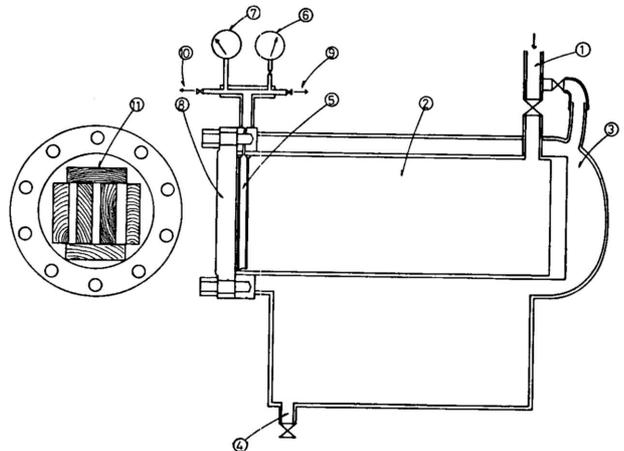
2.1 試験体

北海道虻田郡京極町産 (伐期, 昭和50年3月末~4月中旬) 及び余市郡仁木町産 (伐期, 昭和49年9~10月) のカラマツ大径木15本 (径級, 元口36~51cm, 末口31~43cm, 年輪数43~54) 及び小径木24本 (径級, 元口16~19cm, 年輪数9~24) から断面寸法2.7×10.5cmの小幅板及び10.5cmの正角を挽き, 長さ2.1mに裁断して装置A (後述) における試験体とした。また小幅板の短尺材 (長さ約30cm) をとり, 主として装置B (後述) にて使用した。



温度計ソケット 圧力計, 真空計ソケット 蒸気噴出管 加熱管
排気口 孔あきプレート 排液, 排気口 フランジ 蓋 脚 試験体

第1図 SV処理装置A (34cm, 長さ2.4m)



蒸気導入管 本缶 ジャケット ドレン抜き 排気管 真空計
圧力計 蓋 真空ポンプへ パージロ 試験体

第2図 SV処理装置B (20cm, 長さ60cm)

2.2 装置

使用した装置は第1図に示した内径34cm, 長さ2.4mの耐圧缶で, 木材防腐注薬缶を直接蒸気吹込型に改修したものである。缶内には左右両側に各2本の蒸気噴出用細孔をあけた蒸気管, 底部に2本の加熱用蒸気管を設け, 外部をロックウールで保温している。これを装置Aと称し, 元圧6kg/cm²の蒸気を使用, パルプ操作により所定の圧力を得て処理を進めた。第2図

は内径20cm,長さ60cmの蒸気保温型高压釜で,これを装置Bと称する。この装置は元圧2~2.5kg/cm²の蒸気を用い,同じくバルブ操作により所定圧を得て処理を行った。

2.3 蒸煮 - 真空処理

前に報告した実験室試験²⁾においては,常圧蒸気を用いて蒸煮2時間 - 真空700mmHg30分のSV処理を繰り返して4回でヤニ滲出は相当に防止できることが分かった。この結果を参考にして,蒸煮蒸気圧,蒸煮時間,真空処理,繰り返し回数等の影響をみるために第2表に示す条件によるSV処理を装置Aにより行った。1回の処理に用いた試験体の数は第1図に示すとおり板5枚,角1本である。また装置Bにより,1kg/cm²の蒸気による蒸煮45分,真空15分のSVを繰り返して1~10回の処理を短尺材を用いて行い,ヤニ滲出への影響を検討した。

2.4 ヤニ滲出防止効果の判定と比較

SV処理後,長尺材は日陰に横積みして20~45日間天然乾燥したのち,材長を3分して70cmとし,日光暴露並びに熱風暴露(1F型乾燥室,11m³入,70±4℃,1サイクルは7時間/日)に供した。日光暴露は,南向きの面に開閉自在のガラス窓を入れ,三方を合板壁とし,雨もりを防いだ木製の暴露箱を製作しを使用した。南向きの採光面は高さ105cm,幅2,400cmで,奥行き24cmの箱内に次のような表面加工を施した試験体を直立させた。試験体は暴露前に木表側の面を自動鉋削し(削り厚さ1~3mm),暴露途中及び暴露後の鉋削面に滲出するヤニの状況を観察し,滲出度を数名の研究者により肉眼で評価し,ランク付けを行ったが,日光暴露に供する大径木からの試験体については,表面の特殊加工の影響をみるため,鉋削後さらにその面の1/2を塗装(アミノアルキッド樹脂*約5g/(30cm)²,3回)あるいはエンボス加工**し,また,処理表面の削り厚さの影響を知るために,さらに5mmずつ2段階3段階の鉋削面を造り,それ

ぞれの面におけるヤニ滲出の比較を行った。正角は板目面が現れるように中央を挽いて2分し,それぞれ表層と中央層を上記同様に鉋削して暴露に供した。暴露開始は50年8月4日で,11月上旬まで,日光暴露は約3か月,熱風暴露は40サイクルまで観察した。短尺材はSV処理後,オープン中で35~40℃に3日間乾燥し,鉋削の後,オープン中に70℃で6サイクル暴露し,滲出面の観察を行った。

3. 実験結果

3.1 含水率の変化

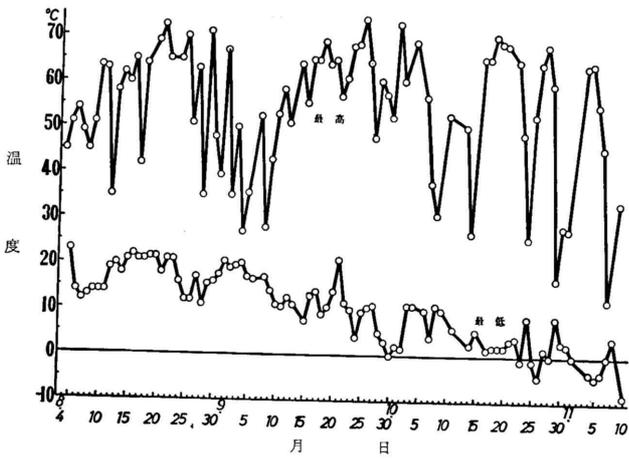
前述のようにA装置では1回に正角1本,小幅板5枚の長尺材の処理を行った(他に後述の短尺材2枚を加えた)。最上段にはコントロールボードを置き,含水率の変化を調べたところ,当初40%台の含水率が30%台に約10%低下した程度で比較的小さく,人工乾燥材を得るに至らない。このようにSVの単純な繰り返し処理では,含水率10%内外のいわゆる人乾材を得ることは通常困難であるので,人乾材を得るためには特にSV処理中に乾燥の進む手法,若しくはSV処理後熱風式などの乾燥室での人乾が必要となろう。

3.2 暴露における温湿度変化

日光暴露では最高最低温度計を暴露箱内の試験体と並べて掛け,ガラスを透った直射日光に当て,ほぼ毎日記録した。また箱内の気温(日陰),湿度も自記温湿度計などによって記録した。第3図は日向の温度の記録で,最高値は毎日の変化が激しく,最低値は変化が少ない。これに対し,湿度は最高値が70~80%と比較的均一な経過にとどまり,最低値は10~70%の間を激しく変化した。箱内の気温は,最高値が日向に比し9~21℃低く,最低値はこれとほぼ等しい値を示した。熱風暴露では乾燥室内に試験体を並べ,設定70℃で1日7時間間欠運転し,運転中の温度は66~74℃,休止時最低26℃,湿度は12~45%であった。オープンを用いた場合も同様の間欠運転で,ダンパーを

* 下塗り用メルピコートサンディングソーラー 38 1回,メルピコートフラットクリヤー「25-10」2回。

** 使用機;ショットコンベアブラスト装置,新東工業製,加工条件:コンベア送り速度3m/min,インペラー直径0.3mm,投射70kg/min,インペラー回転数2900rpm。



第3図 日光暴露における日向の最高最低温度記録

ランク3で99%, ランク2で99.6%, ランク1で99.8%であることをおおよその目安と考えてよいこととなる。

3.4 ヤニ滲出状況

日光暴露3か月(8, 9, 10月)及び熱風暴露40サイクル後における鉋削面のヤニ滲出状況は第2表に示すとおりとなった。A~Mの記号は大径の供試原木に付した記号で, SV処理を行わない試験体は殆んどが最高のランク9若しくは8を示すものが多く, 比較的髓に近い材で5~7と少ない滲出となっている。

第1表 ランク別ヤニ滲出量

ランク	推定重量 mg/m ²
0	—
1	1.11
2	2.45
3	5.4
4	11.7
5	26
6	58
7	126
8	276
9	612

締め切って熱風に暴露した。

3.3 ヤニ滲出度と重量との関係

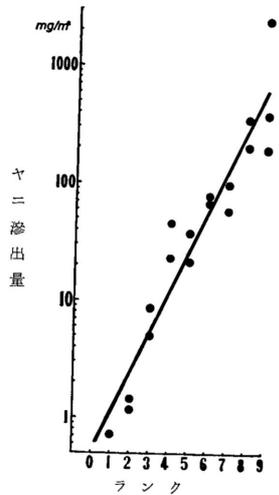
ヤニの材面滲出の度合に関しては, 前述のように試験体鉋削面の肉眼観察により0~9の10段階にランク付けを行った。この判定に定量的な意義を与えるため各ランクから2~3の試験体を無作為に選び, 滲出しているヤニを慎重にかき取り秤量した。結果は第4図に示したとおりで, 片対数グラフ上でほぼ直線となり, 回帰式は

$$\log Y = 0.342X - 0.300$$

ここにY: ヤニの滲出量 mg/m²

X: ランク

となり, この式から第1表のようにランク別のヤニ推定滲出重量を算出した。その相関係数は約0.95で, 防止処理を与えない試験体はおおむね最高のランク9を示した(髓の近辺の場合を除く)ことから, 各ランクにおけるヤニ滲出量の減少率はランク6で約90%, ラ



第4図 ヤニの滲出ランクと重量

小幅板についてみるとNo.1は予め10分間の真空(720mmHg)にしたのち, 蒸煮2時間, 真空1時間の処理で, 滲出度ランクは日光暴露で2~4, 熱風同3~4にまで低下したが, その繰返し処理2回(No.2), 4回(No.4)でヤニ滲出が漸減する傾向がみられるもののその割合は小さく, 滲出するヤニは1回目のSVで大方がとれ, その際残ったヤニは処理に対する抵抗性が大きいものと判断される。蒸煮時間を延長した場合(No.11)もそれに伴うヤニ滲出量の減少は認められなかった。蒸煮時の蒸気圧を2, 3kg/cm²にあげ蒸煮時間を1時間に短縮した場合(No.3, No.7)をNo.1に比較してみると, 処理効果はかえって低下する傾向がうかがえる。また, 蒸煮を始める前に10分間の予備真空処理を行わない場合(No.5, No.6)をそれを行った処理(No.1, No.2)に比較すると, その真空処理が若干の効果を示すように思われ

第2表 SV処理条件と処理材の暴露による滲出度 (材長 2.1m)

実験 No.	処 理 条 件							含 水 率		小 幅 板 の ヤ ニ 滲 出 度 **						正 角 の ヤ ニ 滲 出 度 ***			
	予備 真空 (分)	煮 蒸 (kg/cm ²)	真 空 (分)	繰返 回数	蒸 煮 計 (時・分)	時 間 合 計 (時・分)	処 理 前 (%)	処 理 後 (%)	原 木 別 (大 径)	日 光 暴 露			熱 風 暴 露			原 木 別 (大 径)	日 光 暴 露	熱 風 暴 露	
										大 径 木	小 径 木	平 均	大 径 木	小 径 木	平 均				
1	10	1	120	60	1	2.00	3.10	42.8	34.2	D・E・K	2・3・4	3	3	3・4・4	3	3.5	F	3・4	4・4
2	10	1	120	60	2	4.00	6.10	48.1	30.4	C・D・M	3・2・3	3	2.75	4・2・3	3	3.0	I	4・5	3・6
3	10	2	60	60	1	1.30	2.10	46.5	34.2	A・D・E	3・2・4	4	3.25	3・2・4	4	3.25	H	4・7	5・7
4	10	1	120	60	4	8.00	12.10	47.7	31.1	A・C・I	2・3・2	3	2.5	2・4・2	3	2.75	J	4・3	4・4
5	0	1	120	60	1	2.00	3.00	42.3	33.9	A・C・L	3・3・3	5	3.5	4・4・3	6	4.25	F	4・6	3・6
6	0	1	120	60	2	4.00	6.00	39.7	27.7	A・B・E	3・4・1	3	2.75	3・3・3	4	3.25	I	3・5	3・5
7	10	3	60	60	1	1.00	2.10	36.5	29.0	B・C・E	3・3・3	4	3.25	4・5・4	4	4.25	H	7・5	3・7
8	10	0	120	60	1	2.00	3.10	43.3	35.1	C・D・F	4・3・3	3	3.25	9・7・6	4	6.5	K	4・7	7・8
9	10	0	240	60	1	4.00	5.10	40.5	31.9	B・C・J	6・4・4	5	4.75	6・7・5	5	5.75	G	4・7	4・8
10	10	0	120	60	2	4.00	6.10	43.7	32.1	A・D・E	3・3・5	3	3.5	4・6・7	4	5.25	M	4・4	6・5
11	10	1	240	60	1	4.00	5.10	38.8	30.2	B・D・G	4・3・3	3	3.25	6・3・5	4	4.5	L	3・4	3・4
13	10	4~1	40	60	1	0.40	1.50	45.6	33.4	A・D・E	2・2・3	3	2.5	3・4・4	3	3.5	J	5・8	7・9
コントロール	(天乾)									A~F	7~9	6~8	7.6	8~9	5~9	8.1	F・H・M	7~9	7~9

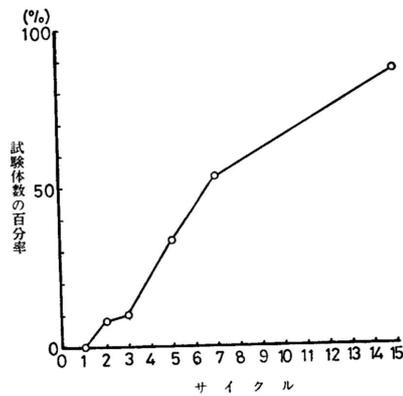
* 約720mmHg
** 1~3mm 鉋削面における値。
*** 1~3mm 鉋削面における値で、左の数字は処理表層部、右の数字は処理材中層部。

る。一方蒸煮を常圧で行った場合 (No.8, No.9, No.10) は処理効果が低下し、また4kg/cm²で蒸煮した場合 (No.13, 材のパンクを防ぐためページ前に除々に1kg/cm²にまで降圧) は、短時間処理であるにもかかわらず比較的良好な処理効果を示した。

正角の処理材は処理表層部鉋削面がランク3にまでヤニ滲出の減少したものもみられるが、全般に高いランクにとどまるものが多く、処理不十分で、とくに中層部の鉋削面は明らかにヤニの残留が多い。従ってSV処理はこれら厚いカラマツ材、とくにその深層部にまで十分な効果を及ぼすことが、この実験範囲のような短時間では難しいものと解釈される。No.13, No.7 No.3, No.8といった1~2時間の短時間蒸煮のものは蒸気圧にかかわらずヤニの残留が大きく、また予備真空処理を行わないNo.5, 常圧蒸煮のNo.9, No.10もヤニの残留が比較的多いことがうかがえる。

以上のヤニ滲出に関して、常圧蒸煮を用いた前の実験室的な研究²⁾における効果と比較すると今回はやや不良と思われる結果となったが、その原因にはカラマツ原木の個体差 (脱脂に関する難易度の違い)、装置の特性の違いなどが考えられ、これらの解明にはなお検討を要する。

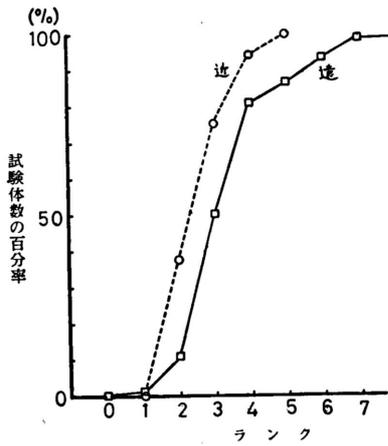
日光暴露は8, 9, 10月の3ヵ月で第1年次のヤニ観察を終了した。この時期で、ヤニ滲出はほぼ落付いた状況を示すが、他方乾燥室における熱風暴露は40サ



第5図 日光暴露3ヵ月と同一のヤニ滲出度を示す熱風暴露試験

イクルまでに殆んどが日光暴露3ヵ月におけるよりも多いヤニ滲出を示した。そこで熱風暴露において、3ヵ月の日光暴露と同一のランクを示すに至ったサイクル数を各試験体ごとに記録し、累積百分率で示したのが第5図である。熱風暴露のヤニ滲出の観察は1サイクルごとに毎回は実施せず、1, 2, 3, 5, 7, 15サイクル後にそれぞれ実施している。

この結果試験体のほぼ1/2が6~7サイクルに日光暴露3ヵ月にほぼ匹敵するヤニ滲出を越すことが分かる。したがって、この種の防止試験でその効果を判定するに、熱風暴露約1週間 (1日7時間) で日光暴露約3ヵ月にほぼ相当する滲出を短期に判定することができるといえよう。第6図は、装置A内での試験体の

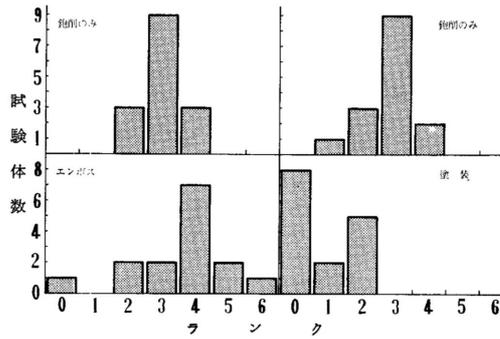


第6図 加熱管よりの遠近による処理効果の違い（装置A）

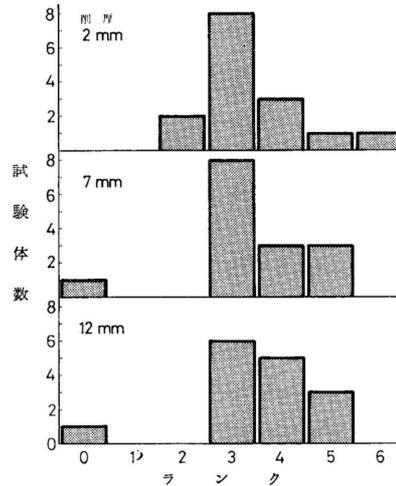
条件の加熱管に近い試験体（正角の横に並べたもの）と加熱管の影響が弱いとみられる試験体（その上のもの3枚 - コントロールボードを除く）について、別々に日光、熱風両暴露でのヤニ滲出度を集約しランクの低い方から累積分布で表わしたものである。これによると、前者はランク2~3に最高が現れ、ランク6以上は皆無であるに対し、後者はランク3~4が最も多くしかもランク6以上のヤニ滲出の多いものもかなり残っていることから、A装置の場合加熱管との遠近が処理効果にかなりの影響をもたらしているものと思われる。

3.5 表面の加工によるヤニ滲出への影響

暴露面の1/2をエンボスもしくは塗装し、そのヤニ滲出度を残りの1/2を占める鉋削のみの面における滲出度と比較してこれを第7図に示した。また3段鉋削厚さ別のヤニ滲出率を第8図に示した。これらによると、エンボス加工によりヤニ滲出は約1ランク多くなると、塗装によりヤニ滲出は平均約3ランク減少しランク0~2となるのが分かる。しかし3段鉋削においては第8図にみられるように、削厚が深くなるとランク3が僅かに減り、4、5が僅か増える程度であり、エンボスや塗装に比べて影響の少ないことが分かった。エンボス加工ではこの処理で生ずる表面の凹凸差は1mmにも達しない（約0.7mm程度）といわれているので、この加工でヤニ滲出が増加することは、削



第7図 エンボスおよび塗装によるヤニ滲出の変化



第8図 削り厚さによるヤニ滲出の変化

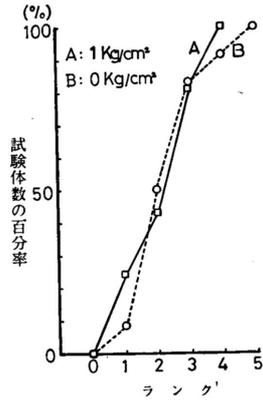
り探さだけによる単純なものではなく、加工時の衝撃などによる材組織への機械的な影響も加わっている結果によるものと思われる。

3.6 装置による処理効果の違い

上述のように同一装置内でも処理効果に差異のみられることから、与えた条件が同一でも装置による影響の生ずることは想像に難くない。以上3.1~5の試験結果は装置Aによるもので、長尺材について得た結果であるが、この長尺材処理の際に約30cmの短尺材も2枚A装置の片隅に入れ同時に処理を与えた。この短尺材についてヤニ滲出をみると、長尺材とほぼ同等で、この種の処理効果は試験体の軸方向の長さによる影響が小さいと認められた。

第9図は、これとは別に短尺試験体を用い、2時間 - 30分のSV4回繰返し処理を装置Aでは1kg/cm²、

装置Bでは常圧の蒸煮でそれぞれ実施した場合について、風乾、鉋削ののち、オープン中で70℃熱風に約1週間暴露し、ヤニ滲出率を調べた結果をまとめ比較したものである。第2表に示した実験結果にみられるように、常圧の蒸煮は加圧状態でのそれに比べ効果が



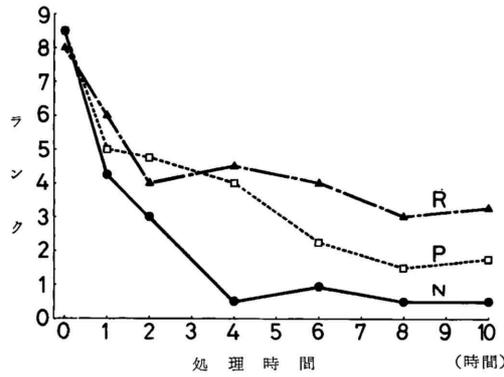
第9図 装置AおよびBにおける処理効果差

劣っていることが明らかに認められるにもかかわらず、この両装置A、Bでの処理結果を比較すると差は小さく、常圧の蒸煮を行った装置Bにおける処理材の方がむしろヤニ滲出の少ない結果となった。これは装置Bでの処理効果がAに比べて優れ、蒸煮圧力が低いハンデを打消してなお余りのあることを意味している。これは装置Aに比べBは相対的に加熱面積が大きく、減圧処理時の材への熱の供給が比較的潤沢なことが主因と思われる。これと同類の効果は同一缶内においても試験体の位置により生ずることは前述のとおりである。

3.7 原木間個体差

第2表に示した小幅板試験体のヤニ滲出度を原木別に比較すると、処理効果の度合は原木により相違するように思われる。比較的多数の試験体を扱ったA～Eの原木についてそれを比較すると、おおよそD、A>E、B>Cの順で、D、A原木が比較的ヤニがとれやすく、C原木はとれずらいという傾向がみられる。このような原木による滲出防止処理の難易性については次の実験により一層明らかである。

第10図は3種の原木N、P、Rから調材した短尺試験体を用い、装置Bにより蒸煮1kg/cm²、45分 - 真空15分（蒸煮初期に2回、蒸気のパーズを行なった）のSV処理を1～10回繰返し与え、ヤニ滲出度の変化を4試片の算術平均で示したものである。4時間の処理でN試験体はヤニの滲出が殆んど消えランク0～1



第10図 3種原木間のヤニ防止処理効果の差異

となるのに反し、P、R試験体はランク4～5程度で、その後さらに処理を繰返し与えてもヤニ滲出はそれほど著しく低下しないという傾向が認められる。このようにSV処理についてはカラマツ原木中に抵抗性の強い樹脂が若干存在し、その樹脂に基づくとみられるヤニの滲出は少量（ランク4で未処理材滲出ヤニ量のおよそ2%）ながらある程度の幅で個体差があり、その残留樹脂によるヤニ滲出のランクは5～0程度であるように思われる。従ってカラマツのヤニ滲出防止法としてのSV処理は、どの程度のランクの処理材を供給する必要があるかによりその処理条件の緩和が定まってくるものであり、また上記の抵抗性樹脂の含有が原木間にどのような割合で分布しているか検討する必要がある。

4. 総括

カラマツ材を蒸煮 - 真空（SV）法で処理し、鉋削後、日光暴露、熱風暴露（70℃、7hr/day）による材のヤニ滲出状況を観察し、処理効果を検討した。また、材表面の塗装、エンボス、3段削厚加工の影響も調べた。結果の要旨は次の通りである。

1. 肉眼観察によるヤニ滲出度（0～9の10ランク）と滲出重量の対数はほぼ直線関係となった。
2. 小幅板の滲出ヤニは、1kg/cm²蒸煮2時間、720mmHg真空1時間の処理で大方排除できるが、この際残る樹脂は抵抗性をもつ。
3. 蒸煮前に短時間予備真空処理し、材内の空気を

排除すると若干の効果が認められる。

4. 4kg/cm²蒸煮は比較的短時間で良好な効果をもたらした。
5. 正角は処理不十分なためヤニ滲出は高ランクに留った。
6. カラマツ原木間に著しい個体差が認められ、抵抗性樹脂に基づくヤニは0~5ランクの範囲である。
7. 処理装置による効果の違いも認められ、加熱面の大きい装置ほど良好な結果が認められた。
8. 同一装置中でも、真空処理中の加熱管に近い材ほど効果が良好である。
9. 熱風暴露6~7サイクルで日光暴露3か月(夏期)にほぼ匹敵するヤニ滲出度に達する。
10. エンボス加工によりヤニ滲出は約1ランク高くなる。
11. 塗装によりヤニ滲出は平均約3ランク低くなる。

12. 削り厚によるヤニ滲出の増加は比較的少ない。
13. 試験体の軸方向の長さは、処理効果への影響が小さい。

本研究の遂行には、試験体の採取、鉋削、エンボス加工塗装などで乾燥科、接着科、複合材試験科の研究職員の協力を得た。記して感謝の意を表する。

なお、文献²⁾を本研究の第1報とする。

文 献

- 1) 種田健造：「カラマツ材のヤニ滲出防止法」, 本誌, 3月号, 13 (1975)
- 2) 種田健造, 川上英夫, 山科創, 中野隆人：「カラマツ材のヤニ滲出防止処理 - 実験室的研究 - 」, 本誌, 10月号, 1 (1975)
- 3) 大山幸夫, 米田昌世, 千葉宗昭, 奈良直哉, 橋本博和, 菅野新六：「カラマツ材の人工乾燥法によるヤニ滲出防止 (第1報)」, 本誌, 6月号, 10 (1976)

林産化学部・木材化学科
(原稿受理 51.10.19)