

# カラマツ樹皮抽出物の木材接着剤への 利用 (第7報)

- ホローファイバーモジュールによるアルカリ  
抽出液の濃縮 -

窪田 実 駒沢 克己\*  
平田 三郎\*

## The Utilization of Japanese Larch Bark Extracts for Wood Adhesives ( )

- Concentration of alkaline extracts with hollow  
fiber modules -

Minoru KUBOTA      Katsumi KOMAZAWA  
Saburo HIRATA

Studies were made on how to concentrate and purify polyphenols in aqueous caustic soda extracts from larch bark by ultrafiltration. In the studies, the extracts were made to react with formaldehyde in various conditions, and subsequently ultrafiltered through hollow fiber modules, No. PM10, PM30, and PM 50 whose molecular weight cut off  $1 \times 10^4$ ,  $3 \times 10^4$ , and  $5 \times 10^4$ . The obtained results are summarized as follows :

(1) Permeation flux became greater with the increase in pressure and flow ratio. During concentration of the extract up to three fold, the total amount of the solids in the concentrate increased from 4 to 8 percent, and the flux was slowed from  $5 \text{ kg/min} \cdot \text{m}^2$  to  $1 \text{ kg/min} \cdot \text{m}^2$ .

(2) Rejection of polyphenols increased by causing the extract to react with formaldehyde at  $90^\circ\text{C}$ , but rejection of the other extracts decreased. An efficient production of purified polyphenols was made possible by use of a PM 10 module.

(3) The conditions in which the extract reacted with formaldehyde affected the bond quality and viscosity of the ultrafiltered concentrate. The optimum conditions were : the temperature was  $90^\circ\text{C}$ , the time was 60 minutes, and the addition rate of formaldehyde was 0.5-1.0 mol per 100g of polyphenols.

(4) Even when ultrafiltered extracts were mixed with a phenol resin in the ratio 7 : 3, no deterioration was recognized in the adhesive quality of the mixture.

限外ろ過によってカラマツ樹皮水酸化ナトリウム抽出物中のポリフェノールを濃縮、精製する方法について検討した。本試験においては、抽出物とホルムアルデヒドを種々条件で反応後、分画分子量が  $1 \times 10^4$  (PM10)、 $3 \times 10^4$  (PM3)、 $5 \times 10^4$  (PM5) のホローファイバースモジュールを用いて限外ろ過を行い以下の結果を得た。

(1) 透過速度は、操作圧が高いほど、また循環流量が多いほど増加した。濃縮倍率3倍までの限外ろ過で、濃縮液の固形分濃度は4%から8%に増加し、透過速度は $5 \text{kg}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ から $1 \text{kg}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ に低下した。

(2) 抽出液にホルムアルデヒドを加え90 で処理することにより、ポリフェノールの阻止率は増加し、ポリフェノール以外の抽出物の阻止率は低下した。最も効率良く純度の高いポリフェノールが得られるモジュールはPM10であった。

(3) 抽出液とホルムアルデヒドの反応条件は、限外ろ過濃縮物の接着性能や粘性にも影響を与えた。適正な処理条件は、反応温度90、時間60分、ホルムアルデヒド添加率0.5 - 1.0モル (対ポリフェノール100g) であった。

(4) 限外ろ過処理した抽出物に対するフェノール樹脂の混合割合が30%程度でも十分耐水性の高い合板が得られた。

## 1. はじめに

限外ろ過膜を使った膜分離法(UF)は、液体を加圧して膜面に送り透過させるだけで溶質と溶媒や溶質同士の分離ができるので、省エネルギーの分離・濃縮操作であり、また熱を使わないので熱に敏感な物質の濃縮、精製にも適しており、最近、さまざまな分野での応用が試みられている<sup>1)</sup>。木材関連の分野においても、パルプ廃液の処理工程に取り入れられたり<sup>2)</sup>、パルプ廃液からリグニンをUFで回収し合板、パーティクルボード、ファイバーボードなどの接着剤として利用しようとする試みが紹介されている<sup>3)</sup>。また、Yazakiらは<sup>4)5)6)</sup>、ラジアータパイン樹皮の熱水抽出物をUFで精製し、その性質を調べている。さらに、渡辺らは<sup>7)</sup>、カラマツ樹皮のアルカリ抽出液を孔径 $0.05 \mu\text{m}$ の外圧型セラミック管状モジュールでろ過すると、自己阻止形のダイナミック膜が形成され、抽出物中のポリフェノールが精製、濃縮されることを報告している。

著者らは、先に、平膜型の限外ろ過膜を用いたカラマツ樹皮アルカリ抽出液の濃縮試験を行い、抽出液にホルムアルデヒドを加え加温処理することによってポリフェノールの収率が高くなることを認めた<sup>8)</sup>。そこで、本報告においては、ホルムアルデヒドとの反応条件がポリフェノールの収率や限外ろ過濃縮物の接着性

能に及ぼす影響について更に詳細に検討した。

## 2. 試験方法

### 2.1 供試液の調製

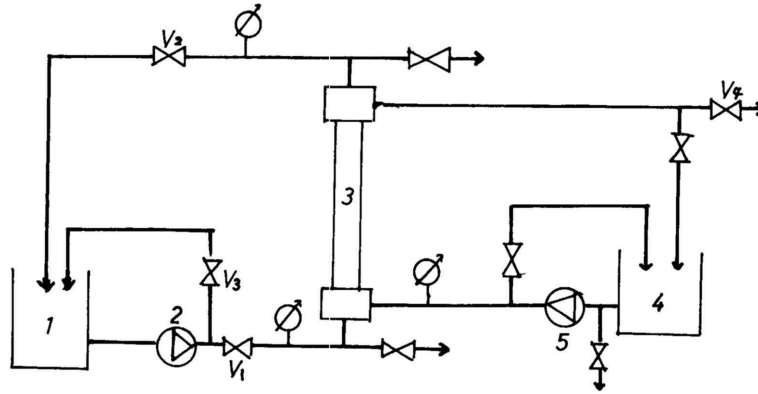
風乾後、4mm以下に粉碎したカラマツ樹皮乾物1kgに対し1%濃度の水酸化ナトリウム水溶液を10kgの割合で加え、80 で1時間抽出した。冷却後、遠心分離し抽出液を得た。次に、抽出液を90 に加温し、これにホルムアルデヒドを抽出液中のポリフェノール100gに対し0.25~1.00モルの範囲で添加、20~60分間処理した。反応液は冷却後、カートリッジフィルター(ポール社製、MCY446H100、除去率、 $10 \mu\text{m}$ 以上98%)を用いて清澄ろ過し限外ろ過試験に供した。

### 2.2 限外ろ過

実験装置として月島機械社製のHFX-UFを用いた。装置のフローシートを第1図に示す。限外ろ過膜には、分画分子量の異なる3種類のホローファイバースモジュール(ロミュン社製)を用いた。その仕様は第1表に示すとおりであり、いずれも長さ63.5cm、使用温度上限75、pH許容範囲1.5~13.0、最大許容圧力 $2.0 \text{kg}/\text{cm}^2$ である。

透過速度、循環流量、阻止率は次のようにして求めた。すなわち、供試液35kgを第1図の供給液槽(1)に入れ、バルブ $V_1$ および $V_2$ によって所定の入口圧と

出口圧に調整し、モジュールを通して循環させた。30分経過後、透過液100gがV<sub>4</sub>から流出する時間を測定して透過速度を算出した。また同時にV<sub>2</sub>から1~3kgの液が流出する時間を測定して循環流量とした。なお、試験中、透過液は供給液槽にもどして供試液が濃縮されないようにした。また、サンプリングした透過液は次項の方法で成分を分析し、次式によって各成分の阻止率を求めた。



第1図 限外ろ過試験装置  
注) 1: 供給液槽, 2: 供給ポンプ, 3: モジュール  
4: 透過液及び逆洗液槽, 5: 逆洗ポンプ

$$\text{阻止率 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{透過液中の濃度}}{\text{供給液中の濃度}}\right) \times 100$$

第1表 ホローファイバーモジュールの仕様

モジュール No.	PM10	PM30	PM50
分画分子量	1×10 <sup>4</sup>	3×10 <sup>4</sup>	5×10 <sup>4</sup>
有効膜面積 (m <sup>2</sup> )	0.1	0.1	0.1
ファイバー内径 (mm)	1.1	1.1	1.1
透水速度 (l/min)	0.22	0.32	0.39

また、濃縮は次のように行った。供試液15~20kgを用い、所定の操作圧でモジュールに送り、循環させた。運転開始後、透過液がV<sub>4</sub>から出はじめてから10分ごとに透過液量を測定し、透過速度や濃縮倍率の経時変化を求めた。なお、濃縮倍率は次式によって算出した。

$$\text{濃縮倍率} = \frac{\text{供給液量}}{\text{供給液量} - \text{透過液量}}$$

で分析した。なお、固形分濃度からポリフェノールと水酸化ナトリウム濃度を除いた残りをその他の成分とした。

#### 2.4 接着力試験

2.1項の方法で調整した供試液をPM10モジュールで2倍に濃縮し、塩酸でpH7に調整後、スプレードライヤー (ヤマト科学, DL-21型) を用いて粉末とした。このようにして得た粉末とフェノール樹脂とを固形分比で5:5~7:3の割合で混合し、水を加え

また、所定の濃縮倍率になった時点で、供給液槽内の濃縮液100gを採取し、成分を分析、次式によって各成分の収率を求めた。

$$\text{収率 (\%)} = \frac{1}{n} \times \frac{\text{濃縮液中の濃度}}{\text{供給液中の濃度}} \times 100$$

ただし、nは濃縮倍率

第2表 供試フェノール樹脂の合成条件

No.	合成条件		不揮発分 (%)	粘度 (poise)
	モル比 <sup>a)</sup> P:F:NaOH	温度, 時間 (°C, hr)		
PF 1202	1:1.2:0.3	50, 2-70, 5	46.9	0.22
PF 1602	1:1.6:0.3	50, 2-70, 4	48.1	0.25
PF 2002	1:2.0:0.3	50, 2-70, 4	48.7	0.23
PF 2006	1:2.0:0.3	50, 2-70, 4 -80, 2	49.0	0.62

注) a) Pはフェノール, Fはホルムアルデヒド

なお、いずれの試験においても供給液温度が25℃となるように供給液槽を冷却した。

#### 2.3 分析方法

供試液や濃縮液、透過液の固形分濃度、ポリフェノール濃度、水酸化ナトリウム濃度は前報<sup>3)</sup>と同様の方法

て40%濃度とした。この混合液100gに充てん材としてクルミ殻粉10gを加え、次の条件で30×30cm寸法のラワン3プライ合板を作成した。塗布量：30g/30×30cm, 冷圧：15分, 熱圧：10kg/cm<sup>2</sup>, 135℃, 7分, 単板厚さ構成：2.4-2.4-2.4mm。接着強さは、JIS K6851に従って測定した。なお、混合したフェノール樹脂の合成条件は第2表のとおりである。また、抽出物とフェノール樹脂の混合液については、B型回転粘度計を用い25℃で粘度の測定も行った。

### 3. 試験結果及び考察

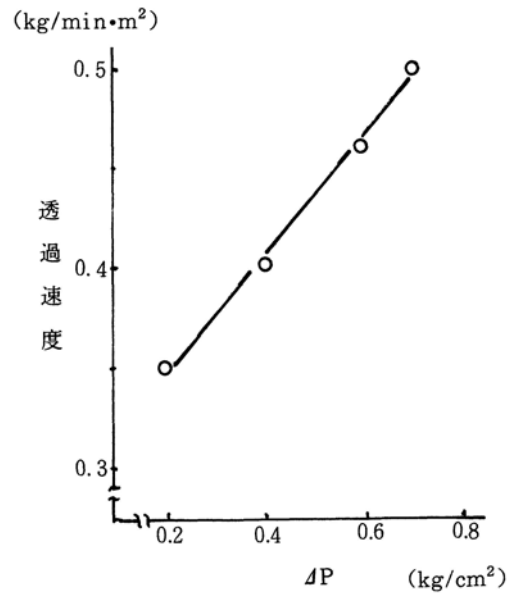
#### 3.1 透過速度及び各成分の阻止率

PM10モジュールを用い、種々の操作圧で透過速度及び循環流量を測定した。結果を第3表に示す。ここでは、90℃, 1時間, ホルムアルデヒド添加率0.5モルの条件で処理した抽出液を供試液とした。

第3表の結果から、平均操作圧（入口圧と出口圧の算術平均値）がほぼ一定（1~1.15kg/cm<sup>2</sup>）の場合について透過速度をΔP（入口圧と出口圧の差）に対してプロットし第2図に、またΔPが一定（0.6kg/cm<sup>2</sup>）

の場合については平均操作圧に対して透過速度をプロットし第3図に示す。

第2図及び第3図から明らかなように、平均操作圧が高い程、またΔPが大きい程、透過速度は増加する。ΔPは、第4図に示すとおり、循環流量に比例してい



第2図 透過速度とΔPの関係  
注) 平均操作圧：1.0~1.15kg/cm<sup>2</sup>

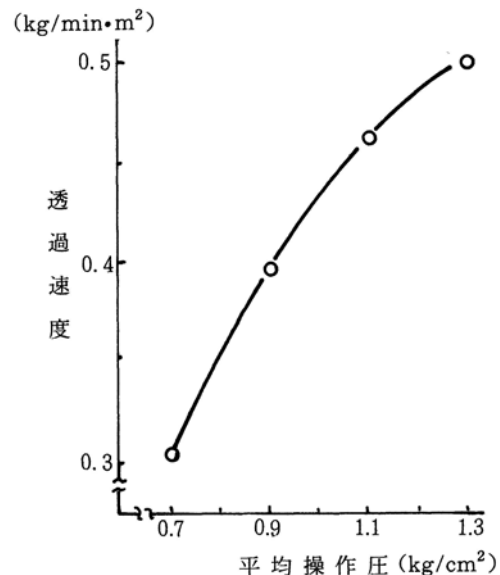
第3表 操作条件と透過速度及び循環流量

操作条件 (kg/cm <sup>2</sup> )				透過速度 (kg/min·m <sup>2</sup> )	循環流量 (kg/min)
入口	出口	平均 <sup>a)</sup>	ΔP <sup>b)</sup>		
1.0	0.2	0.6	0.8	0.278	5.19
1.0	0.4	0.7	0.6	0.304	4.03
1.2	0.25	0.725	0.95	0.369	5.81
1.2	0.6	0.9	0.6	0.397	4.00
1.2	0.8	1.0	0.4	0.404	2.77
1.2	1.0	1.1	0.2	0.350	1.40
1.4	0.5	0.95	0.9	0.453	5.48
1.4	0.8	1.1	0.6	0.463	3.93
1.4	1.2	1.3	0.2	0.386	1.43
1.5	0.8	1.15	0.7	0.501	4.63
1.5	1.2	1.35	0.3	0.439	2.05
1.6	1.0	1.3	0.6	0.501	4.04
1.6	1.2	1.4	0.4	0.478	2.59
1.6	1.4	1.5	0.2	0.352	1.03

注) 使用モジュール：PM10, 供試液：水酸化ナトリウム抽出液をHCHO添加率0.5モル, 90℃, 1時間の条件で処理したもの。

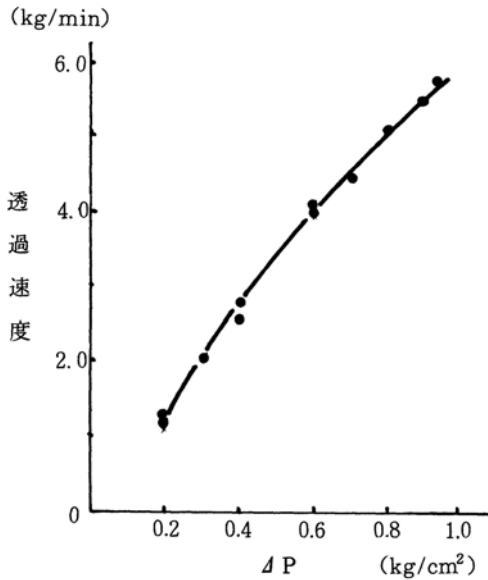
a) (入口圧+出口圧)÷2,

b) 入口圧-出口圧

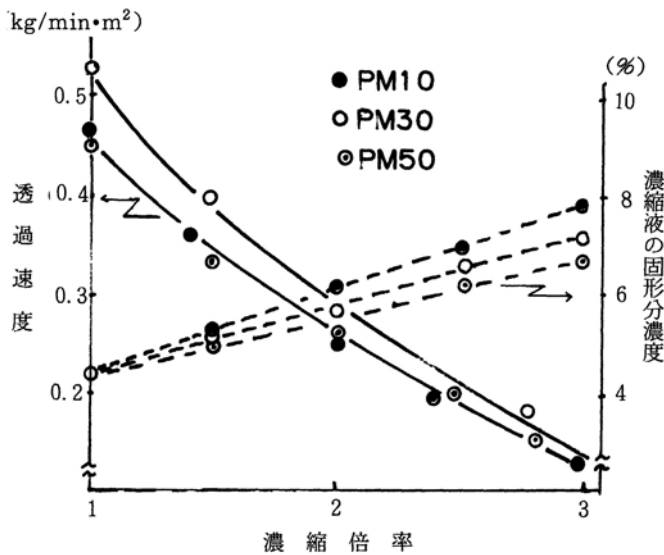


第3図 透過速度と平均操作圧の関係  
注) ΔP：0.6kg/cm<sup>2</sup>

るので、透過速度は循環流量が多いほど増加することになる。このように、透過速度が膜に加わる圧力だけでなく循環流量の影響も受けるのは、膜表面に濃度



第4図 循環流量とΔPの関係



第5図 各モジュールによる濃縮倍率と透過速度及び濃縮液固形分濃度の関係

注) 供試液: 第3表と同じ  
 操作条件: 入口圧1.4kg/cm<sup>2</sup>, 出口圧力0.5kg/cm<sup>2</sup>

第4表 モジュールの分画分子量と各成分の阻止率

供試液	a) モジュールの分画分子量 (×10 <sup>4</sup> )	阻止率 (%)			
		固形分	ポリフェノール	NaOH	b) その他
No. 1	1	37.4	57.5	23.8	5.9
	3	32.4	50.4	19.2	7.2
	5	26.2	38.4	12.2	5.9
No. 2	1	52.0	81.0	25.9	0.0
	3	47.0	72.6	21.1	0.0
	5	39.0	59.2	16.2	0.0

注) a) No. 1は, NaOH 10% (対乾物樹皮), 80℃1時間の条件で得た抽出液, No. 2は, No. 1を90℃, 1時間, HCHO, 0.25モルの条件で処理したもの。  
 b) 固形分からポリフェノールとNaOHを除いた残りの成分。

分極層が形成されていることによるものと思われる<sup>9)</sup>。第3表の結果, 最も高い透過速度が得られた操作圧は, 入口圧1.6kg/cm<sup>2</sup>, 出口圧0.6kg/cm<sup>2</sup>の場合と入口圧1.5kg/cm<sup>2</sup>, 出口圧0.8kg/cm<sup>2</sup>の場合である。

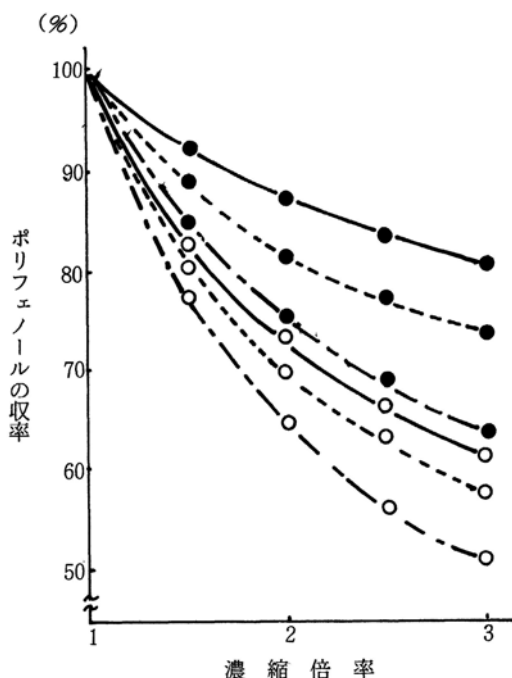
第5図は, 第3表で用いた供試液をPM10, PM30, PM50の各モジュールで限外ろ過したときの透過速度及び濃縮液の固形分濃度と濃縮倍率の関係を示す。一般に透過速度は, モジュールの分画分子量が大きいほど大となる。しかし, 本試験の供試液では, 第5図に示すとおり, 分画分子量の異なるモジュール間で透過速度に明確な差が認められない。これは, 先に述べたように透過速度が濃度分極層によって支配されていることによるものと思われる。また, 濃縮倍率が高くなり, 濃縮液の固形分濃度が上昇するにつれて透過速度は低下し, 3倍に濃縮した時点では, 初期の透過速度の約1/5となった。したがって, ホローファイバーモジュールによる限外ろ過において, 実用的には濃縮倍

率で3倍、固形分濃度では10%程度までの濃縮が限界と思われる。

第4表は、PM10、PM30、PM50の各モジュールを用いて抽出液中の各成分の阻止率を測定した結果である。また、第6図には、各モジュールを用いて限外ろ過したときの濃縮倍率とポリフェノールの収率との関係を示す。供試液は、いずれも2.1項の方法で調整した抽出液 (No. 1) とこれをホルムアルデヒド添加率0.25モル、90℃、1時間の条件で処理したもの (No. 2) である。

第4表から明らかなように、ポリフェノールの阻止率は、モジュールの分画分子量が大きくなる程低下している。透過速度はモジュール間で差が認められなかった (第5図)、ポリフェノールの阻止率が最も高いPM10モジュールが抽出液の濃縮には適当と判断される。

また、無処理の抽出液 (No. 1) とホルムアルデヒド処理した抽出液 (No. 2) のポリフェノールの阻止率を



第6図 濃縮倍率とポリフェノールの収率  
注) 供試液: ● No.2, ○ No.1  
モジュール: — PM10, --- PM30  
- - - PM50

第5表 PM30モジュールで処理した濃縮液の組成

a) 供試液	濃縮倍率	濃縮液の組成 (%)			
		固形分	ポリフェノール	NaOH	b) その他
No. 1	1.00	4.23	2.35 (55.4)	0.82 (19.4)	1.06 (25.0)
	1.52	4.85	2.82 (58.1)	0.87 (17.9)	1.16 (23.9)
	2.07	5.58	3.30 (59.1)	0.93 (16.7)	1.35 (24.2)
	3.17	6.68	4.14 (62.0)	0.95 (14.2)	1.59 (23.8)
No. 2	1.00	4.53	2.63 (58.0)	0.85 (18.8)	1.05 (23.2)
	1.54	5.58	3.62 (64.9)	0.34 (16.8)	1.02 (18.3)
	2.03	6.63	4.39 (66.2)	1.10 (16.6)	1.14 (17.2)
	3.04	8.35	5.95 (71.3)	1.19 (12.3)	1.21 (14.5)

注) ( ) 内は対固形分 %  
a), b) は第4表と同じ。

比較すると、後者の場合、顕著に高くなっていることが認められる。したがって、第6図に示すとおり、ホルムアルデヒド処理によって無処理の場合よりも高い収率でポリフェノールが得られることになる。更に、その他の成分の阻止率を見ると (第4表)、供試液No. 1では6~7%であるが、供試液No. 2では0%である。このことは、ホルムアルデヒド処理の際に、ポリフェノール以外の抽出物の高分子部分が低分子化されていることを示す。このように、ポリフェノールの阻止率が増加すると同時に、ポリフェノール以外の抽出物が低分子化され膜を完全に透過するようになると、ポリフェノールの純度は更に高められることになる。

第5表は、第4表で用いた供試液No. 1, No. 2をモジュールにPM30を用いて限外ろ過したときの濃縮倍率と濃縮液の組成との関係を示す。同表から明らかなように、濃縮倍率が高くなるに従って、固形分中に占めるポリフェノールの割合が供試液No. 1の場合よりNo. 2の方が高くなっており、ホルムアルデヒド処理を行うことによってポリフェノール純度の高い濃縮液の得られることがわかる。

### 3.2 接着力及び粘度

種々の条件でホルムアルデヒド処理した抽出液を

第6表 合板接着力試験結果

Ex. No.	抽出液とHCHOの反応条件			混用したフェノール樹脂 No. <sup>a)</sup>	混合比 <sup>b)</sup>	混合液 <sup>c)</sup> 粘度 (poise)	合板接着強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	
	温度 (°C)	時間 (min)	HCHO (mol)				常態	煮沸繰り返し
1	90	60	0.25	P F 2002	5 : 5	3.2	14.2(53)	11.7(36)
					7 : 3	25.5	14.5(49)	11.1(22)
2	90	20	0.50	P F 2002	5 : 5	87.0	17.1(83)	15.0(76)
					7 : 3	1000	—	—
3	90	40	0.50	P F 2002	5 : 5	12.9	16.6(76)	16.1(76)
					7 : 3	42.7	14.7(78)	13.6(56)
4	90	60	0.50	P F 1202	5 : 5	5.3	12.8(73)	8.8(43)
					7 : 3	37.8	14.4(61)	5.1(10)
5	90	60	0.50	P F 1602	5 : 5	5.7	14.4(61)	13.0(50)
					7 : 3	37.0	13.3(65)	7.6(19)
6	90	60	0.50	P F 2002	5 : 5	3.7	15.2(73)	15.0(78)
					7 : 3	10.2	14.5(55)	13.3(48)
7	90	60	0.50	P F 2006	5 : 5	32.5	16.2(73)	15.4(77)
					7 : 3	90.1	16.9(85)	16.6(85)
8	90	60	0.75	P F 2002	5 : 5	2.5	15.5(71)	15.9(61)
					7 : 3	9.6	13.6(51)	12.5(30)
9	90	60	1.00	P F 2002	5 : 5	2.9	15.0(70)	14.3(62)
					7 : 3	10.2	13.9(57)	12.7(48)

注) a) フェノール樹脂 No. は第2表と同じ。  
 b) 混合比は抽出物 : フェノール樹脂, 抽出物は各反応液をPM10モジュールで2倍に濃縮した後, スプレードライヤーで粉末としたもの。  
 c) 混合液の固形分はいずれも40%, 粘度は25°Cでの値。  
 d) ( ) 内は木部破断率 %。

PM10モジュールで2倍に濃縮, これとフェノール樹脂の混合液を用いて作成した合板の接着力試験結果及び混合液の粘度測定結果を第6表に示す。

限外ろ過濃縮物とフェノール樹脂混合液の接着性能及び粘度は, 抽出液とホルムアルデヒドの反応条件, 混合したフェノール樹脂の合成条件などによって異なる。

抽出液とホルムアルデヒドの反応条件については, ホルムアルデヒド添加率が接着性能に, また反応時間は混合液の粘度に影響することが認められる。ホルムアルデヒド添加率の少ない0.25モルの場合 (Ex. No. 1) には, 0.5モル以上の場合と比べ耐水強度がやや劣る。ホルムアルデヒド添加率が0.5モル以上の場合, 本試験範囲内では反応時間が接着性能に及ぼす影響は認められない。しかし, 混合液の粘度は, 反応時間の短い抽出物を混合するほど高くなる傾向を示す。反応時間20分 (Ex. No. 2) で混合比が7 : 3の場合には, 粘

度が, 1000ポイズ以上となり, 単板への均質な塗布ができなかったため接着力の測定は行っていない。

混合するフェノール樹脂の合成条件の影響は, Ex. No. 4~7を比較するとわかるように, フェノールに対するホルムアルデヒドのモル比が高いほど向上する。フェノール : ホルムアルデヒドのモル比が1 : 2のPF 2002を用いたEx. No. 6の場合には, 混合比が7 : 3の場合でも, やや木部破断率は低いがJAS1類合板の基準値 (煮沸繰り返し試験, 7kg/cm<sup>2</sup>以上) に合格する。更に, PF2002よりも反応時間を長くして縮合を進めたPF2006を混合した場合 (Ex. No. 7), 煮沸繰り返し試験の木部破断率も80%以上となり, 高い接着性能を与える。しかし, 混合液の粘度が高くなり, 作業性に難点が生ずる。

#### 4. まとめ

1) 透過速度は, 操作圧が高いほど, また循環流量

が多いほど増加し、供給液の固形分濃度が高くなるに従って低下した。本試験装置による限外ろ過では、濃縮倍率で3倍、固形分濃度では10%程度までの濃縮が限界である。

2) 本試験で用いたモジュール (分画分子量 $1 \times 10^4$  ~  $5 \times 10^4$ ) では、透過速度に差が認められず、ポリフェノールの阻止率は分画分子量が小さいほど高いので、カラマツ樹皮水酸化ナトリウム抽出液の濃縮には、分画分子量が $1 \times 10^4$ 程度のモジュールが適当と考えられた。

3) 水酸化ナトリウム抽出液にホルムアルデヒドを添加し、加温処理することによって、ポリフェノールの阻止率は顕著に増加し、ポリフェノール以外の抽出物の阻止率は低下した。したがって、抽出物の限外ろ過において、ホルムアルデヒド処理は、ポリフェノールの収率を高めるだけでなく、精製にも効果的であることが認められた。

4) 限外ろ過濃縮物とフェノール樹脂混合液の接着性能や粘度は、抽出液とホルムアルデヒドの反応条件、フェノール樹脂の合成条件によって異なることが認められた。抽出液とホルムアルデヒドの適正な反応条件は、温度 $90^\circ\text{C}$ 、時間60分、ホルムアルデヒド添加率0.5~1.0モル (対ポリフェノール100g) であった。また、フェノール樹脂の合成条件は、フェノール1モルに対するホルムアルデヒドの配合モル数が1.2~2.0の範囲で高いほど、混合液の接着性能が向上した。

5) 限外ろ過濃縮物に対するフェノール樹脂の混合割合が30%程度でも十分耐水性の高い合板が得られた。

## 文 献

1) 例えば大矢晴彦編著：膜利用技術ハンドブック、

幸書房 (1978)

2) 永田浩一：紙パルプ排液へのUF膜の応用，化学工場，27，4号，59 (19)

3) Forss, K. G., A. Fuhrmann: Finnish plywood, particle board, and fiberboard made with a lignin base adhesive, Forest Prod. J., 29, No. 7, 39 (1979)

4) Yazaki, Y: Ultrafiltration of extracts from pinus radiata pine bark. HolzforSehung, 37, 87 (1983)

5) Yazaki, Y., W. E. Hillis: Molecular size distribution of radiata pine bark extracts and its effects on properties. Holzforschung, 34, 125 (1980)

6) Yazaki, Y: Improved ultrafiltration of extracts from pinus radiata bark. Holzforschung, 39, 79 (1985)

7) 渡辺敦夫，駒沢克己，鍋谷浩志，中嶋光敏，中尾真一：自己阻止型ダイナミック膜によるカラマツ樹皮アルカリ抽出液の濃縮，膜，11，109 (1986)

8) 駒沢克己，窪田 実，青山政和：カラマツ樹皮抽出物の接着剤への利用：限外ろ過法による水酸化ナトリウム抽出液の濃縮，林産試月報，397，7 (1985)

9) 大矢晴彦：逆浸透法・限外ろ過法，理論 幸書房 (1976)

—林産化学部 主任研究員—

—\*林産化学部 化学利用科—

(原稿受理 昭61. 8. 21)