

# カラマツ樹皮から接着剤を造る

窪田 実

## はじめに

いうまでもなく、樹皮も貴重な森林資源の一つです。最近、北海道では、ほとんど捨てられることなく、燃料や家畜の敷料、堆肥の原料などとして樹皮は使われるようになってきました。林産試験場では、更に価値の高い、樹皮の特性を生かした利用方法の開発を目的として、樹皮の抽出成分から合板やパーティクルボードなどの木材用接着剤を造る試験を行いました。ここでは、これらの試験結果を簡単に紹介したいと思います。

## カラマツ原木から得られる樹皮の量

まず、樹皮を何かに利用しようとする場合、原木からどのくらいの量の樹皮が得られるのかが問題となります。そこで、一本のカラマツ原木を根元から等間隔に輪切りにして、その円盤の体積と樹皮量の関係について調べた結果、図1のとおりになりました。図の縦軸は原木  $1\text{m}^3$  当たりの乾物樹皮重量 ( kg )、横軸は原木の平均直径で、元

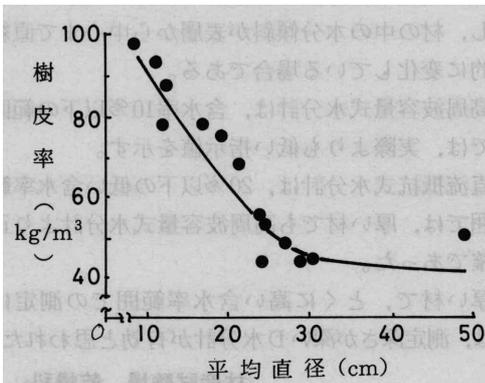


図1 カラマツ原木の平均直径と樹皮率の関係

口、末口それぞれの長径と短径の算術平均値です。

図からわかるように、径が細いほど、単位原木体積当たりの樹皮量は多くなり、平均径が10~30cmの範囲では90~40kg/m<sup>3</sup>の樹皮が得られ、30~50cmの範囲ではほぼ一定で40~50kg/m<sup>3</sup>となりました。図では、得られる樹皮の量を重量で表しています。これは、樹皮を工業原料として見た場合、重量で表した方が都合が良いからです。しかし、樹皮を運搬したり、保存したりする場合には、どのくらいの容積になるのかも問題となります。樹皮の量を重量から体積へ、また体積から重量へ換算するためには比重を求めておけばよいわけですが、ここで気をつけなければならないことは、通常、樹皮は水を含んでいることと、はく皮したり、粉碎すると見掛け上、体積が大きくなることです。水分については、乾物比重を求めておけば、いつでも水分さえ測定すれば現物比重を知ることができます。カラマツ樹皮が原木に付着している状態での乾物比重は、ほぼ0.45です。これははく皮したり、粉碎した時の見掛けの比重は、容器への詰め方や粒度などによって異なるので、なかなか正確な値は得られませんが、おおよそ0.16~0.20、平均0.18程度になります。ですから、例えば、平均直径20cmのカラマツ原木1m<sup>3</sup>からは、乾物の樹皮が65kg得られます。これは容積に換算すると0.144m<sup>3</sup>、はく皮後の見掛け容積は0.36m<sup>3</sup>となります。

## カラマツ樹皮の化学組成

カラマツの樹皮を内樹皮と外樹皮に分けて成分を分析した結果は表1のとおりです。表のベンゼンやエーテル、アセトン、メタノール、熱水など

表1 カラマツ樹皮の化学組成  
(絶乾樹皮に対する%)

	内樹皮	外樹皮
ベンゼン抽出物	2.5	2.2
エーテル抽出物	1.0	0.6
アセトン抽出物	19.4	3.7
メタノール抽出物	11.6	8.0
熱水抽出物	10.3	6.6
樹皮フェノール酸	7.5	12.3
スベリン	—	2.6
ホロセルロース	37.0	40.3
リグニン	7.9	21.0
合計	97.2	97.3

注) 抽出物量はベンゼン、エーテル、アセトン、メタノール、熱水の順で逐次抽出した値である。

で抽出される成分が抽出成分と呼ばれるものです。樹皮の抽出成分は、多種類の物質の混合物で、その内容についてはまだよくわかっていませんが、一般に、ベンゼンやエーテルで抽出されるのは、ワックス、樹脂、脂肪酸などの成分です。カラマツ樹皮では、これらの成分が比較的少なく、アセトン、メタノール、熱水などによる抽出量が高い値を示しています。この区分には、いろいろなフェノール類やタンニン、糖類が含まれます。

スベリンは、コルク質の弾力性を与える成分として知られていますが、カラマツ樹皮の場合には、その含有量が非常に少ないようです。

樹皮フェノール酸は、有機溶剤や水では抽出されず、アルカリ水溶液には抽出される成分で、その構造については良くわかっていませんが、現在の所、タンニンと類似したものと考えられています。その他、木材と同様、リグニンとセルロースでカラマツ樹皮は構成されています。

カラマツ樹皮を内、外樹皮に分けずに、そのまま熱水で処理すると、表1のアセトンやメタノール、熱水可溶成分が抽出され、その量は乾物樹皮に対して20%（フェノール性成分を50%含有）程度になります。また、かせいソーダの水溶液で処理すると樹皮の50%が溶け、その中にはタンニン、

フェノール酸などのフェノール分が60%含まれています。このような、水やアルカリに可溶なフェノール成分を接着剤の原料として利用することができます。

では、次に、熱水抽出物、主としてタンニンを利用して接着剤を製造する方法について述べてみたいと思います。

### カラマツ樹皮の熱水抽出液から接着剤を調製する方法

すでに述べたように、カラマツ樹皮を水で煮ると熱水可溶成分、主としてタンニンが抽出されます。タンニンを木材用の接着剤として利用しようとする試みは古くから行われており、特にワットルタンニンについては詳細な検討が行われ、ワットルタンニンの主産地である南アフリカでは実用化されているそうです。そこで、カラマツ樹皮の場合にも接着剤として利用できるものなのか調べてみました。

まず、抽出物を接着剤として利用するためには、少なくとも40%以上の濃度の水溶液が調製できることと、その濃度でも単板に塗布したり、ボード用の削片に噴霧できる粘度であることが必要です。熱硬化性木材用フェノール樹脂接着剤についても、日本工業規格では、不揮発分38%以上、粘度は1~10ポイズであることとされています。

そこで、カラマツ樹皮を80℃の熱水で処理し、抽出物を調整し、水溶液の固形分濃度と粘度の関係について調べました。結果は、図2に示すように、カラマツ樹皮の熱水抽出物(No.1)は、ワットルタンニンの場合(No.3)と比べ、その水溶液の粘度が非常に高く、20%濃度程度の水溶液の調製が限界でした。

また、表2は、粉末にした熱水抽出物に固形分濃度が40%となるように水を加え、更にこれにフェノール樹脂を混合して、その粘度と合板による接着性能を調べた結果です。接着力については、フェノール樹脂を3割程度加えると、JAS 1類合板の規準値に合格する接着力が得られています(ただし、木部破断率は低い)。しかし、混合液の粘

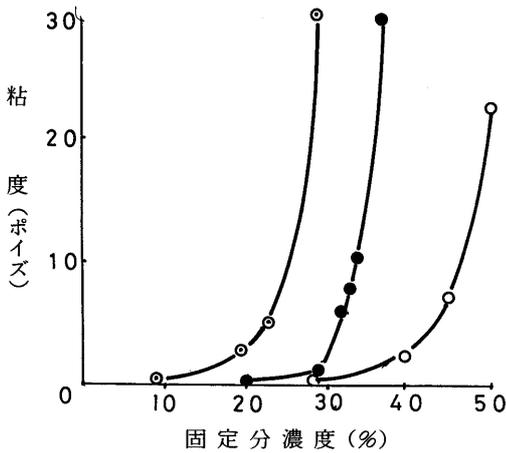


図2 抽出物水溶液の粘度と固形分濃度の関係  
 - - カラマツ樹皮熱水抽出物 (No. 1)  
 - - カラマツ樹皮熱水抽出液から調製した酸性沈殿物 (No. 2)  
 - - ワットルタンニン (No. 3)

た。

この方法は、熱水抽出液からタンニン分を工業的に分離・精製し、濃縮も同時に行うものであり、その特長は、エネルギー消費量の少ない過操作の適用を可能にしたことです。まず、カラマツ樹皮に10倍量の水を加え、80 で1時間処理して、残さを除き、抽出液を調製します。ついで、この抽出液にホルムアルデヒドを加え、かせいソーダを触媒として、90 で45~60分反応後、直ちに酸を加えて中和します。すると、タンニンとホルムアルデヒドの反応物だけが水に不溶となり、沈殿物となります。これをフィルタープレスなどのろ過装置でろ過し、夾雑物質と分離します。この工程で、抽出液中のタンニン分は、30%濃度まで濃縮されます(写真1)。

図2のNo.2は、このようにして調製した沈殿物

表2 熱水抽出物とフェノール樹脂混合液の粘度および合板接着強さ

混合割合 (g) 熱水抽出物 : フェノール樹脂	混合液の粘度 (ポイズ)		合板接着強さ <sup>b)</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
	調製直後	3時間 6時間	
80 : 20	93.6	100.4 144.0	6.8 (22)
70 : 30			12.1 (15)
50 : 50	28.2	81.6 450.0	14.0 (39)

注) a) 40%濃度の水溶液に調製したもの  
 b) 煮沸繰り返し試験の数値  
 ( )の数値は木部破壊率 (%)を示す

に少量のかせいソーダを加えて水溶液とした時の固形分濃度と粘度の関係を示したものです。熱水抽出液をそのまま濃縮した場合 (No.1) と比べ、濃度が高くても粘度が低くなっていることがわかります。しかし、この場合でも、濃度が30%以上になると水溶液の粘度は非常に高くなってしまいます。また、沈殿物だけ

度は高く、経時変化も大きいので、接着剤調製後、数時間で使用不可能となり、実用的ではありません。

このように、カラマツ樹皮の熱水抽出物を水溶液とした時に粘度が異常に高くなるのは、主として、抽出物中に含まれる水溶性多糖類が原因です。この成分は、接着力にも悪い影響を与えます。ですから、カラマツ樹皮の熱水抽出物を接着剤として利用するためには、タンニンなどのフェノール性成分とその他の夾雑成分を分離する必要があります。その方法として、図3の方法を考案しまし

では十分耐水性の高い接着力が得られませんでした。

そこで、フェノール樹脂を補強剤として混合し接着剤として利用する方法について検討しました。結果は、表3に示すように、フェノール樹脂を3割以上混合すれば耐水性に優れた接着力が得られました。また、粘度も低く、調製後、25 で30日間おいてもゲル化することなく、貯蔵安定性にも優れ、表2の熱水抽出液をそのまま濃縮した場合と比べ、顕著に粘度の安定性や接着性能の改善されたことがわかります。

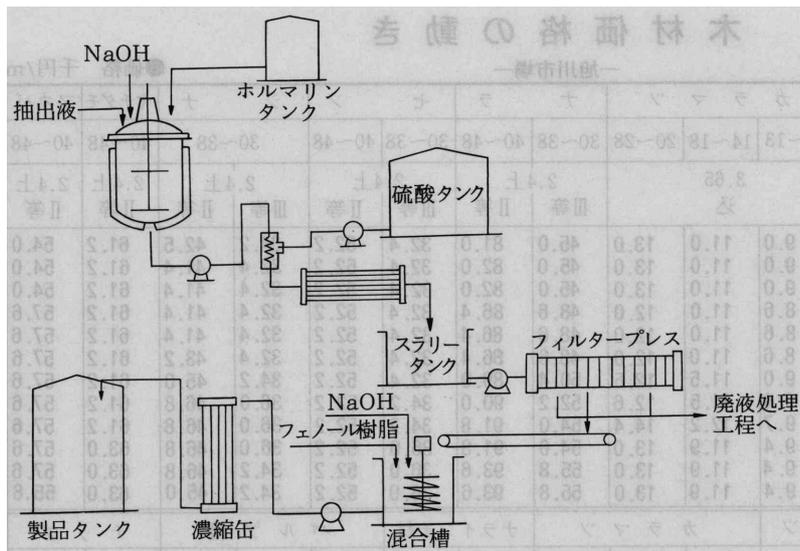


図3 接着剤製造工程図

おわりに

以上のように、技術的にはカラマツ樹皮の抽出成分を木材用の接着剤として利用することが可能となりましたが、実用化には経済性が問題となります。残念ながら現在のところ、日本においては、まだ价格的に実用化が困難な状況にあると思われます。その原因の一つとして、日本で使われている木材用接着剤の大部分は、安価な尿素系樹脂接着剤であり、尿素系よりも高価ではあるが、



写真1 熱水抽出液から酸性沈殿物として分離したカラマツ樹皮タンニン

表3 酸性沈殿物とフェノール樹脂混合液の粘度および合板接着強さ

混合割合(g) <sup>a)</sup> 酸性沈殿物 : フェノール樹脂	混合液の粘度(ポイズ)			合板接着強さ <sup>b)</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
	調製直後	10日後	30日後	
70 : 30	4.5	8.2	32.8	12.9 (60)
60 : 40	1.9	3.3	5.0	14.4 (87)
50 : 50	0.9	1.1	2.8	13.2 (82)

注) a) 混合割合は固形分比  
 b) 72時間連続煮沸試験の数値  
 ( ) の数値は木部破断率(%)を示す。

耐水性、耐候性に優れたフェノール系樹脂接着剤の需要が非常に少ないことが挙げられます。また、カラマツ樹皮から熱水抽出で得られるフェノール性成分の量が少ないことも原因の一つです。この点については、抽出溶剤をアルカリ水溶液に変えれば、フェノール性成分の収量は、熱水抽出の3倍になるので、ある程度の生産規模(年間接着剤生産量2,000~3,000トン以上)が確保されれば実用化も可能になります。アルカリ処理は、抽出残さの堆肥化が容易になるなどの利点もあります。将来、道内に、カラマツを原料とした構造用の合板やパーティクルボードの製造工場ができた時に、この技術が生かされれば幸いです。

(林産試験場 林産化学部)