

### (3) 工業用木竹質資源の開発 ー スギ樹皮・竹材を用いた自己融着ボードの開発 ー

材料開発部 山本幸雄

#### 要旨

地球の温暖化や、資源の枯渇など、地球環境は日々破壊への道をたどっている。このような状況のもと、人々の環境に対する関心は日増しにたかくなっており、環境に優しい材料の開発が期待されている。そこで、本研究では県内の未利用資源を用いて、生態系内で循環が可能で工業的に利用可能な自己融着ボードの開発を目的とした。

大分県は、全国でも有数のスギ生産地であり、排出される樹皮の量は、日田地区だけで年間20万トン<sup>1)</sup>にも及んでいる。しかし、これらの有効な利用法はなく、新たな利用法の開発が強く期待されている。また、本県は真竹の生産量も日本一である。竹は秋から冬にかけて澱粉を多く含むためカビ発生の原因となり、この時期に間伐した竹の利用法が課題となっている。このような理由から、目的とするボードを開発するための原料として、スギ樹皮および真竹を選定した。

本年度はスギ樹皮の基本的な成分について調査を行なった。その結果、リグニンが全体の50%近く含まれており、自己融着ボードを製造することが可能であることが示唆された。

#### 1. 緒言

大気中の二酸化炭素の増加による地球の温暖化、自動車・工場の排気ガスによる大気汚染、東南アジアの熱帯林の消滅、緑地の砂漠化、資源の枯渇など、地球環境は日々破壊への道をたどっている。このような状況のもと、人々の環境に対する関心は日増しにたかくなっており、地球環境に優しい材料の開発、資源の有効利用が期待されている。そこで、本研究では、県内の未利用資源を用いて生態系内で循環可能な、工業用資源として利用できる自己融着ボードの製造を目的とした。

大分県は、全国でも有数のスギ生産地であり、排出される樹皮の量は、日田地区だけでも年間20万トンにも及んでいる。これら樹皮の主な利用方法は燃料や土壌改良剤であるが、それらに利用される量は極めてわずかであり、新たな利用法の開拓が強く望まれている。また、本県は真竹材の生産量日本一でもある。別府地区ではそれを利用した竹工芸産業が盛んで、品質の良い竹材が求められている。品質の良い竹材を得るためには、竹林を適切に管理するため、竹の間伐が必要である。しかし、竹は冬から秋にかけて澱粉を多く含むカビ発生の原因となるため、この時期に間伐は行なわれない。そのため、竹林は荒れ、竹材の品質は低下している。このような理由から、秋から冬にかけて間伐した竹材有効利用法の開発

が望まれている。そこで、目的とするボードを開発するための原料として今回はスギ樹皮および竹材を選定した。

前述したように、本研究では、スギ樹皮および竹材を原料とした自己融着ボードの製造を目的としている。スギ樹皮および竹材を接着剤を用いず、そのままボードとして成型することは困難である。しかし、材料に含まれているタンニン等の成分を活性化し自己融着ボードを製造することは可能である。タンニン等は古くから天然高分子系接着剤として用いられてきた成分であり、有機溶媒で抽出したタンニン等を原料とする接着剤の研究は盛んに行われている<sup>2)</sup>。また、木材の基本的な構成成分の一つにリグニンという成分があるが、針葉樹に含まれるリグニンは主として、グアイアシルプロパン構造<sup>3)</sup>(図1)をしており、自己融着させるための成分として有用であると考えられる。

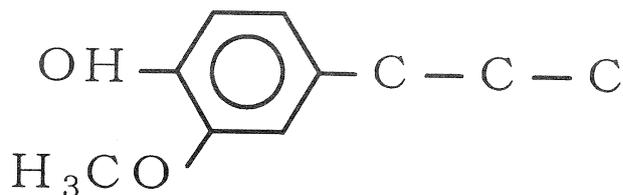


図1 グアイアシルプロパン骨格

リグニンを自己融着成分として用いるためにはきリグニンを低分子化する必要がある。そのための処理方法と

して化学薬品を用いた蒸解、機械的な粉碎等が考えられるが、本研究では、最近注目されている蒸煮・爆砕処理を用いる。蒸煮・爆砕処理とは、木材を高温・高圧の飽和水蒸気で短時間蒸煮処理し、水蒸気によってリグニン等を加水分解し低分子化させ、さらに木材を水蒸気とともに反応釜から急速に放出し、軟化した細胞壁を物理的に破壊する処理のことである。蒸煮・爆砕処理は、蒸解のように化学薬品を必要とせず、廃液の処理が容易であるなどのメリットが多い。また、「2. 蒸煮・爆砕処理について」で述べるように、今後の木材利用プロセスを検討する上で、今までは異なった方法を提供する可能性を持った技術である。

本年度は蒸煮・爆砕処理を行うに先立ち、スギ樹皮の基本的な成分について調査・分析を行った。その結果、スギ材に含まれるリグニンは30%程度<sup>3)</sup>であるのに対し、スギ樹皮に含まれるリグニンは50%近くあり、樹皮は材に比べかなり多くのリグニンを含んでいることが分かった。また、針葉樹リグニンは主としてグアイアシルプロパン構造をしていることが知られており、リグニンで生分解可能な接着剤を製造することが可能であることが示唆された。

## 2. 蒸煮・爆砕処理について

木材の蒸煮処理は、ファイバーボード用繊維を得るために開発された技術である。海外では1970年代になって、蒸煮処理した広葉樹材が反すう動物用飼料として利用可能なことが報告されたのを始めとして、蒸煮処理した広葉樹材のセルロース、ヘミセルロース、リグニンの分取法に関する研究等が報告されている。また国内では1975年から農林水産省のプロジェクト研究「農林水産廃棄物の活用による飼料等の開発（SCP）」が行われた。その後も蒸煮・爆砕処理を用いた木質資源の飼料化、繊維化、主要成分の分取法の研究が、世界各国で推進されている。

木材の蒸煮・爆砕処理では、木材の化学的な構造や組織的な構造に以下のような変化が起こると考えられている。まず、①ヘミセルロース中のアセチル基が遊離してpHが3程度に低下する。そのため、②木材中のヘミセルロースが低分子化し水に可溶となり、③リグニンはアリーテル結合の解裂によって低分子化し、そのかなりの部分が有機溶媒や希アルカリに可溶になる。そして、

④このようなリグニンの変質により、リグニンによるセルロースの包埋構造が破壊され、セルロースの一部が露出し、その結果セルロースに対する酵素の反応性は増大する。

以上のことから、蒸煮・爆砕処理による木材利用法として、セルロースについては酵素を利用した加水分解および発酵によってアルコールなどに変換し利用すること、ヘミセルロース、リグニンは分取し有効利用を計るとともに、蒸煮・爆砕処理して得られた繊維を反すう動物の飼料として利用すること等、新たなプロセス（図2）が考えられ<sup>4)</sup>、今後の研究が期待されている。爆砕装置の概要を図3に示す。

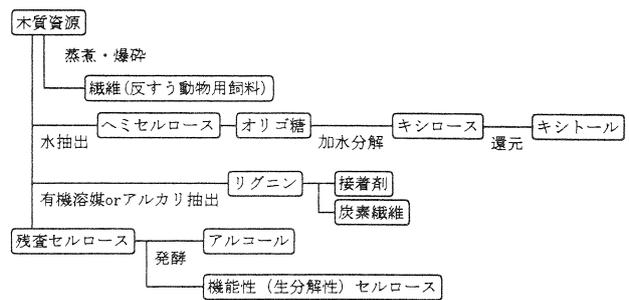
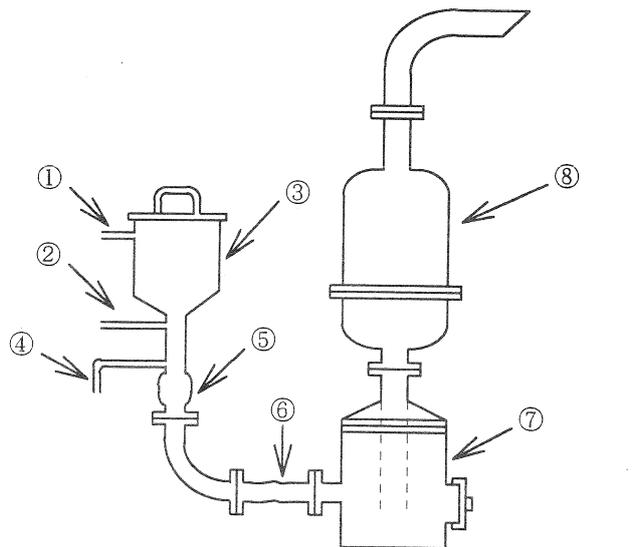


図2 木材総合利用プロセス



- |                |          |
|----------------|----------|
| ① 蒸気供給パイプ（上部用） | ⑤ 爆砕バルブ  |
| ② 蒸気供給パイプ（下部用） | ⑥ ブローパイプ |
| ③ 蒸煮・爆砕釜       | ⑦ 試料受け棚  |
| ④ ドレイン         | ⑧ サイレンサー |

図3 爆砕装置

### 3. 実験

#### 3.1 供試材料

供試材として用いたスギ樹皮の樹種等は不明であるが、日田の製材所においてジェットカバーで剥皮され、剥皮後室内にて90日以上放置されたものである。この樹皮をワイヤー式ハンマーミルで粉碎し、その後210 $\mu$ mのふるいを通過し149 $\mu$ mを通過しなかったものについて以下の分析を行った。

#### 3.2 灰分試験

試料2グラムをつぼに入れ、600℃まで徐々に昇温し、600 $\pm$ 25℃で加熱した。その後、デンケータ中で冷却し恒量を求め、質量変化を求めた。

そして、蛍光X線分析装置を用いて成分の分析を行った。

#### 3.3 熱水可溶分試験

試料2グラムと蒸留水100mlを三角フラスコに入れ、還流冷却器を付け3時間沸騰水浴中に浸した後、ろ過し熱水で洗浄した。その後105℃で試料を乾燥し恒量を求め、質量の変化を求めた。

#### 3.4 アルコール・ベンゼン可溶分試験

試料2グラムをソックスレー抽出器の抽出部に、170mlのエチルアルコール・ベンゼン混合溶液(1:2 v/v)を抽出フラスコに入れ、水浴中で6時間、溶媒がかかるく沸騰する程度加熱した。抽出後、試料を105℃で1時間乾燥し恒量を求め、質量の変化を求めた。

#### 3.5 リグニン試験

エチルアルコール・ベンゼン混合溶液(3.4で使用)で樹脂分を抽出した試料1グラムに、72%硫酸15mlを加え4時間放置し、その後560mlの蒸留水で逆流冷却管を付けた三角フラスコに移し、4時間沸騰させる。その後、試料を105℃で1時間乾燥し恒量を求め、質量の変化を求めた。

### 4. 実験結果及び考察

灰分試験、熱水可溶分試験、アルコール・ベンゼン可溶分試験、リグニン試験の結果を表1に、蛍光X線分析装置を用いて行った灰分の分析の結果を表2に示す。

表1 スギ樹皮の分析結果(%)

	灰分	熱水可溶分	アルコール・ベンゼン可溶分	リグニン
木材 <sup>3)</sup>	0.6	2.2	3.2	31.4
樹皮	2.1	4.2	6.4	49.0

表2 灰分の分析結果(%)

MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub>
1.8	1.4	2.4	1.1	90.8

表1から、樹皮は材に比べ灰分、熱水可溶分、アルコール・ベンゼン可溶分、リグニンとも多く含まれていることが分かった。熱水可溶分には、水溶性炭水化物、タンニンなどが、アルコール・ベンゼン可溶分には油脂、色素、精油などが含まれていることが分かっており、自己融着ボードを製造する上で、木材に比べより有利であると考えられる。

### 5. まとめ

樹皮は材に比べ灰分、熱水可溶分、アルコール・ベンゼン可溶分、リグニンとも多く含まれていることが分かった。

このことから、スギ樹皮を原料とした自己融着ボードの製造が可能であることが示唆された。

### 参考文献

- 1) 日本文理大学(1990): 杉材等樹皮の有効利用対策調査研究報告書
- 2) 富山県木材試験場(1984): 昭和58年度・技術開発研究費補助事業 トータルシステムによる木製品産業技術の向上に関する研究 第IV章 省エネルギー製法による樹皮抽出物接着剤の性能向上に関する研究
- 3) 原田隆英ら(1990): 木材の化学、文永堂出版
- 4) 志水一允: 紙パルプ技術協会誌 42(12), 22~38 (1988)