

# リグニン誘導体の生分解性プラスチック複合材料への応用

田中雅夫<sup>\*</sup>, 松井未来生<sup>\*\*</sup>

## Effective Application of Lignin Derivatives to Biodegradable Polymer Composites

by Masao TANAKA and Mikio MATSUI

The purpose of this study is to apply the lignin derivatives to biodegradable polymer composites. Biodegradable polymer composites were fabricated using bamboo fiber, lignin derivatives and biodegradable thermoplastics. Their tensile and flexural strengths were examined. The tensile and flexural strengths of the biodegradable polymer composites were improved by treating bamboo fiber with lignin derivatives. In particular, bamboo fiber reinforced biodegradable polymer composites treated with hydroxymethylated lignin derivatives had a high potential in strength. It was found that lignin derivatives were effective as surface treatment in bamboo fiber.

Keywords: biodegradable composites, bamboo fiber, lignin derivatives

### 1. はじめに

化石資源を原料とするプラスチック材料は、その機能的優位性から大量に生産され使用されているが、その一方では、地球温暖化、廃棄物処理、化石資源枯渇などの環境問題の一因になっているとの指摘もある。こうした中、再生可能な天然資源を原料とし、土中に廃棄すると微生物により分解され、また、焼却しても有害ガスが発生しない生分解性プラスチックが環境負荷の小さい材料として注目されている。

ここでは再生可能資源をキーマテリアルとし、バイオマス繊維である竹繊維、植物資源に含まれるリグニンから取り出したリグニン誘導体（リグノパラクレゾール）、そしてトウモロコシの澱粉をベースとした生分解性プラスチックからなる持続型完全生分解性プラスチック複合材料を開発し、

その力学的特性について検討した。

### 2. 実験

#### 2.1 リグニン誘導体等の製造

リグニン誘導体はヒノキ木粉（製材鋸屑、20メッシュスルー）を原料とし、72%硫酸を使用した相分離変換システム（2step法process<sup>1)</sup>）により製造した。次に、リグニン誘導体を0.2Nの水酸化ナトリウム水溶液に溶解後、60℃でホルムアルデヒドと反応させ、リグニン誘導体のメチロール化反応物を作製した。

#### 2.2 竹繊維の調整

竹繊維は市販の製品を用いた。購入時の状態では、図1に示すように繊維の径、長さがバラバラなので、まず、ディスク型の粉碎機により径をそろえた。次に、ロータリーカッター型の粉碎機にかけた後、ふるいにより繊維長を調整した。実験には、繊維径0.1~0.2mm、長さ2~6mmの範囲のものを用いた。

\* 材料技術グループ

\*\* リグニン研究グループ



図1 竹繊維

### 2.3 竹繊維の表面処理

リグニン誘導体はアセトンに、メチロール化反応物はTHF（テトラヒドロフラン）に溶解させ、竹繊維と攪拌した後、乾燥させた。リグニン誘導体及びメチロール化反応物は、竹繊維8gに対し、1gとした。

### 2.4 試験片の作製

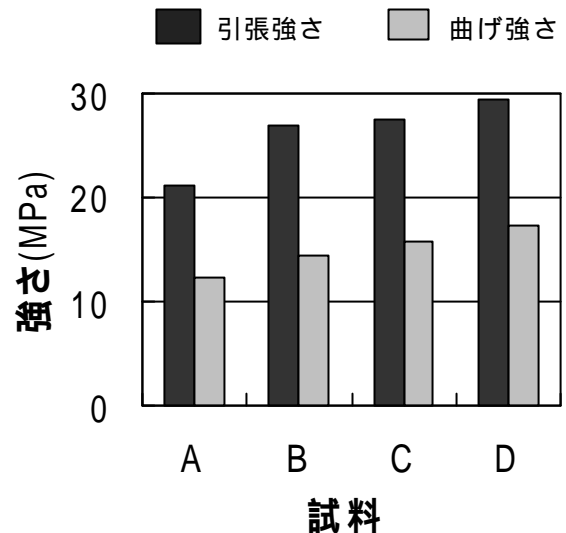
リグニン誘導体等により処理した竹繊維と生分解性プラスチック（日本コーンスターチ製、コーンポールCPR-F3E）をニーダー（混合条件：180，40rpm，10min）により溶融混練させた。竹繊維の充填率は20vol%とした。得られた混合物を加熱プレスにより180，5MPaで加圧し、100×100×4mmの寸法の板を成形した。この板から、引張試験片（小形試験片：JIS K 7113 1（1/2）号形）と曲げ試験片（JIS K 7203 標準試験片）を機械加工により作製した。

### 2.5 強度試験

作製した試験片を用いて、引張試験と曲げ試験を行った。引張試験は試験速度5mm/minで、曲げ試験は、3点曲げ、支点間距離60mm、試験速度2mm/minで行った。試験室の雰囲気状態は23±1，50±3%RHとした。

## 3. 結果と考察

各種表面処理した竹繊維と生分解性プラスチックとの複合化した材料の引張強さと曲げ強さを図2に示す。竹繊維をリグニン誘導体等で表面処理することにより、無処理の場合と比べ、引張強さ及び曲げ強さが向上した。特に、メチロール化反応物で表面処理した竹繊維についてはその効果が顕著であった。



A：生分解性プラスチック

B：無処理竹繊維 / 生分解性プラスチック複合材料

C：リグニン誘導体処理竹繊維 / 生分解性プラスチック複合材料

D：メチロール化反応物処理竹繊維 / 生分解性プラスチック複合材料

図2 竹繊維 / 生分解性プラスチック複合材料の力学的特性

そこで、リグニン誘導体等の竹繊維への効果について調べた。長さ100mm前後の竹繊維を選び、リグニン誘導体はアセトンに、メチロール化反応物はTHFに溶解させ、竹繊維を2昼夜浸漬し、乾燥させた。その後、180で熱処理し、各繊維の引張強度を測定した。その結果を表1に示す。竹繊維をメチロール化反応物で表面処理すると繊維自身の引張強さも向上した。このことは、メチロール化反応物が繊維の表面に付着すると同時に竹繊維内部へも含浸し、加熱により架橋するためと考えられる。なお、メチロール化反応物の反応サイト

表 1 竹繊維の引張強さ

無処理の竹繊維	273 MPa
リグニン誘導体で処理した竹繊維	126 MPa
メチロール化反応物で処理した竹繊維	385 MPa

については2ヶ所あることが報告されている<sup>2)</sup>。

竹繊維と今回用いた生分解性プラスチックは、共に親水性であるため界面の相容性は良好となり、無処理の竹繊維の充填でも補強効果は発現した。更に、リグニン誘導体およびメチロール化反応物についても親水基を有しているため、界面の接着性が期待できる。特に、メチロール化反応物については、熱架橋により竹繊維自身も強くなることから、今回の複合系において最大の強度を示した。

#### 4. まとめ

再生可能資源である竹繊維、リグニン誘導体等、生分解性プラスチックからなる持続性完全型生分解性プラスチック複合材料の力学的特性（引張、曲げ）を検討した。その結果、リグニン誘導体等で竹繊維を表面処理することにより強度が向上し、処理剤としての有効性を確認することができた。

#### 参考文献

- 1) 林一哉ほか:三重県科技セ工研研究報告書, No.25,60(2001)
- 2) 小西和頼ほか:日本化学会第83春季年会講演予稿集, p827 (2003)