

## ノート

## 未利用バナナ繊維を用いた脂肪族ポリエステル改質

梶山 哲人<sup>\*1)</sup> 安田 健<sup>\*2)</sup> 清水 研一<sup>\*1)</sup>

## Development of aliphatic polyester composites using banana fiber from farming residue

Tetsuto Kajiyama<sup>\*1)</sup>, Takeshi Yasuda<sup>\*2)</sup>, Kenichi Shimizu<sup>\*1)</sup>

キーワード：バナナ繊維, 脂肪族ポリエステル, セルロースエステル類

Keywords: Banana fiber, Aliphatic polyester, Cellulose esters

## 1. 緒言

近年の地球温暖化問題解決に向けて大気中の CO<sub>2</sub> 量を増加させないまたは CO<sub>2</sub> 排出を伴わない、環境に低負荷な材料への切り替えが強く望まれている。現在利用されているプラスチック材料の有用性は広く認識されており、今日では我々の生活に欠くことはできない。しかしながら、年間に国内で 1500 万トン以上も生産されているプラスチックが約 6 割は埋め立てゴミとして処分され、廃棄物処分場の枯渇、石油資源の大量消費による地球温暖化の恐れなど様々な問題も具体化している。生分解性ポリエステルはプラスチック廃棄物問題を解決する材料の一つであるが、機械的性質や延性に欠けている。一方で、世界中でバナナの葉が年間に 10 億トン以上も廃棄されており、未利用天然繊維として資源化が検討されている<sup>(1,2)</sup>。樹脂と天然繊維の複合材料に関する研究は盛んに行われているが、樹脂-繊維間の界面接着性が指摘されている<sup>(3)</sup>。よって、複合体の繊維-樹脂間の界面接着性を改善することで、物性向上が期待される(図1)。

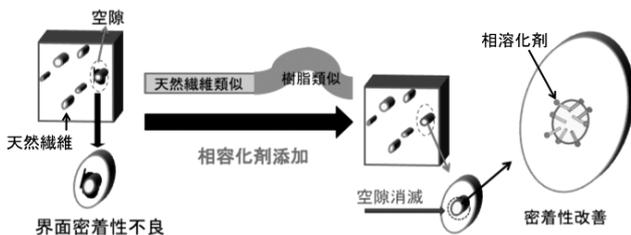


図1. 密着性の改善策

本研究では、セルロースを主成分とするバナナ繊維と生分解性を有する脂肪族ポリエステルの界面改質に用いる相容剤として、側鎖長の異なるセルロースエステル類 (CEs) を用いてバナナ繊維/脂肪族ポリエステル複合体を作製し、物性評価した。

\*1) 材料技術グループ

\*2) 繊維・化学グループ

## 2. 実験

2.1 材料 樹脂として、脂肪族ポリエステルのポリブチレンサクシネート (PBS, ビオノーレ#1020, 昭和高分子株式会社) およびポリカプロラクトン (PCL, PLACCEL H7, ダイセル化学工業株式会社) を用いた。相容剤として、側鎖長の異なるセルロースアセテート (CA, 和光純薬純薬工業株式会社), セルロースプロピオネート (CP, Aldrich Chemical Company, Inc.), セルロースアセテートブチレート (CAB, Aldrich Chemical Company, Inc.) を使用した。

2.2 キャストフィルムの作製 キャストフィルムは樹脂とCEsの重量比が100:1の混合溶液をシャーレ上に滴下し、室温で減圧下に溶媒留去し薄膜化させることにより作製した(図2)。得られたフィルムの融点 ( $T_m$ ) を示差走査熱量測定 (DSC) により決定した。

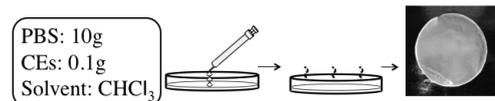


図2. キャストフィルムの作製

2.3 試験片の作製 バナナ繊維は、20%水酸化ナトリウム水溶液を用いてアルカリ処理を行った(BF)。樹脂, BF およびCEを重量比90:10:1でドライブレンド後、190℃に設定した単軸押出機を用いて複合体を作製した(図3)。混練後、ダンベル試験片(平行部の長さ40mm×幅5mm×厚さ3mm)を作製し、引張試験(試験速度1mm/min, チャック間距離65mm)を行った。

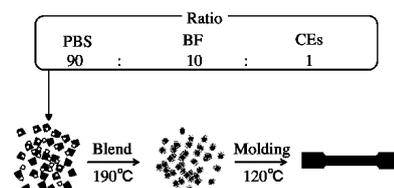


図3. 試験片の作製

### 3. 結果と考察

3.1 キャストフィルムの分析 図4に、側鎖長の異なる三種類のCEs (CPのエステル側鎖炭素数は3, CABは2と4, CAは2)をPBSに添加したキャストフィルムのDSC曲線を示す。また図5に、同じ三種類のCEsをPCLに添加したキャストフィルムのDSC曲線を示す。

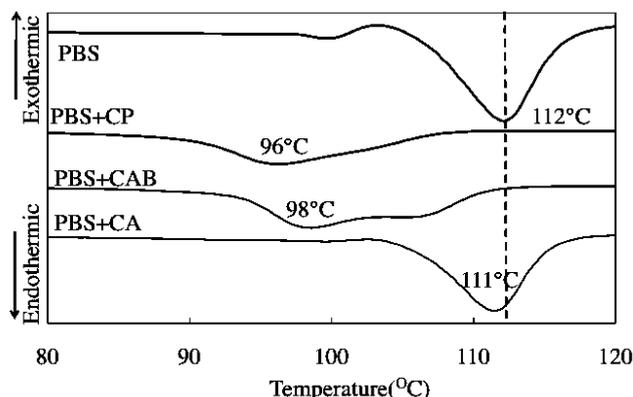


図4. PBS類のDSCサーモグラム

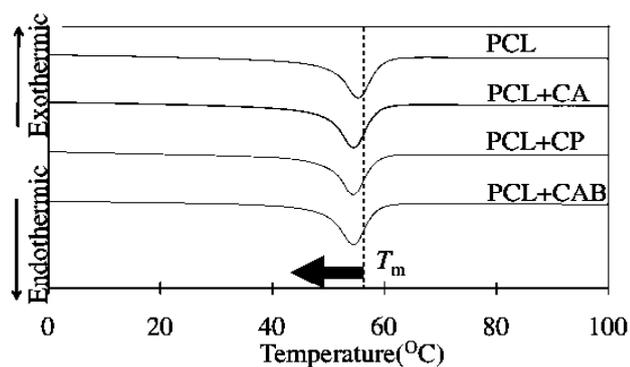


図5. PCL類のDSCサーモグラム

CEsを添加することで、PBSの $T_m$ が大幅に降下し、PCLの $T_m$ は若干降下したので、本検討条件ではPBSの方がPCLよりもCEsとの相容性の高いことがわかった。この結果は、樹脂とCEsの相容性が向上するほど樹脂粒子の結晶性が低下し、 $T_m$ を降下させたためと考えられる<sup>(4)</sup>。また、エステル側鎖長の長いCEsほど、PBSと相容性が良好であることも示唆された。

3.2 引張試験 融点降下の大きかったPBSを用いて行ったBF/PBS/CEs複合体の引張試験の結果を図6に示す。CEsを添加したBF/PBSは、最大引張応力はほとんど変化しないが破断ひずみが増大した。最大引張応力はほとんど変化しないのはCEsの添加量が1%とわずかであるためであり、破断ひずみが増大したのは、CEs無添加時よりもBFとPBSの界面の密着性が向上し、BFの引き抜けが抑制され、粘り強くなったためと考えられる。つまり、CEsはBFとPBSの相容化剤として有効であることが分かった。CEsのセルロース部分とBF、エステル部分とPBSが相容すると考えられ、

CEsがBFとPBSを橋渡しする働きをして界面密着性の向上に寄与したと考えられる(図7)。

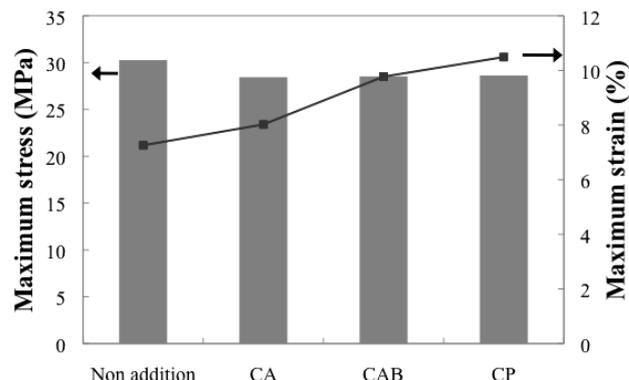


図6. PBS複合体の引張試験

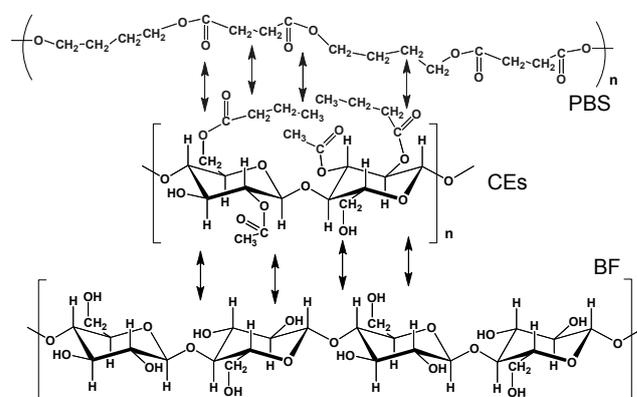


図7. セルロースエステル類の作用

### 4. まとめ

本検討により、セルロースプロピオネートおよびセルロースアセテートブチレートをポリブチレンサクシネート/バナナ繊維複合体に添加することで、破断ひずみの増大することが明らかとなった。今後は他の相容化剤についても検討し、複合体の物性向上を図る。

(平成23年5月19日受付, 平成23年6月14日再受付)

### 文 献

- (1) 樋口明久, 橋本京子, 山本直文: 「バナナの繊維化技術と実用化に向けて」, 加工技術, Vol.40, pp.225-230 (2005)
- (2) R. Zuluaga, J.-L. Putaux, A. Restrepo, I. Mondragon, P. Ganan: "Cellulose microfibrils from farming residues: isolation and characterization", Cellulose, Vol.14 pp.585-592 (2007)
- (3) M. Takatani, K. Ikeda, K. Sakamoto, T. Okamoto: "Cellulose esters as compatibilizers in wood/poly(lactic acid) composite", J. Wood Sci., Vol.54 pp.54-61 (2008)
- (4) Y. Nishio, K. Matsuda, Y. Miyashita, N. Kimura, H. Suzuki: "Blends of poly( $\epsilon$ -caprolactone) with cellulose alkyl esters: effect of the alkyl side-chain length and degree of substitution on miscibility", Cellulose, Vol.4, No.2 pp.131-145 (1997)