

酢酸菌培養過程でのバクテリアセルロースとポリ乳酸繊維の複合化

材料科 材料スタッフ 菅野尚子 田村克浩
静岡大学教育学部 澤渡千枝

Formation of Bacterial Cellulose and Poly(lactic acid) Composite During Cultivation of Acetobacter

Naoko Kanno, Katsuhiko Tamura and Chie Sawatari

1. 緒言

ポリ乳酸（以下 PLA）をはじめとするバイオマス由来プラスチックは、環境循環型という側面だけでなく、生体適合性や皮膚への低刺激性といった特性も注目されている。本研究は、酢酸菌が生産するナノファイバーであるバクテリアセルロース（以下 BC）を用いた PLA 複合材料を製造し、創傷被覆資材や化粧品等に適用することをめざしている。ところで複合化にあたり、PLA は PET 等と比較し結晶化速度が遅く、また BC や PLA を生産する酢酸菌は合成高分子との親和性を有しないという課題がある。そこで、既に結晶化状態にある PLA 繊維の布帛（PLA 繊維布帛）を用いた酢酸菌培養工程において直接 BC を導入することを試みた。

2. 実験方法

2.1 PLA 繊維布帛の熱的挙動

実験に先立ち PLA 繊維布帛の候補として挙げた、不織布（ユニチカ製テラマック）、織物（ユニチカファイバー製テラマックフィラメント糸）及び編物（同紡績糸）について、示差走査熱量測定（DSC）を行った（装置：パーキンエルマー DSC7、昇温速度：5°C/分（20～200°C）、ヘリウムガス流入速度：20ml/分、試料質量：5mg）。また、測定後の急冷試料について再測定（2nd Run）を行った。

2.2 酢酸菌培養による BC と PLA 繊維との複合化

HS 培地 50ml を入れた角型シャーレ（10cm×14cm）に所定量の酢酸菌（ATCC23769（*Gluconacetobacter hansenii*）または ATCC53582（*Acetobacter xylinum* NQ-5））溶液を加えた後、PLA 繊維布帛として 2.1 の不織布（目付 100g/m²）を浮かべ 30°C で静置培養した。培養後の布帛（PLA/BC 不織布）はアルカリ処理後、洗浄し 40°C で乾燥した。

2.3 PLA/BC 不織布の熱処理及び評価

熱プレス機（テスター産業株 SA-302）によりシート化し、引張試験を行った（テンシロン RTC-240、ロードセル容量：250N）。

3. 実験結果

3.1 PLA 繊維布帛の熱的挙動

測定結果を図 1 に示した。不織布、織物、編物ともにガラス転移や結晶化のピークは全く現れず融解ピークのみが現れており、繊維化により完全に結晶化が進んでいることが確認された。また、2nd Run の試料については、いずれもガラス転移、結晶化、融解のピークが現れているが、織物及び編物は結晶化ピークが幅広であるのに対し、不織布は短い温度領域で結晶化が進んでいることから、不織布製造時に核剤が添加されている可能性が考えられた。

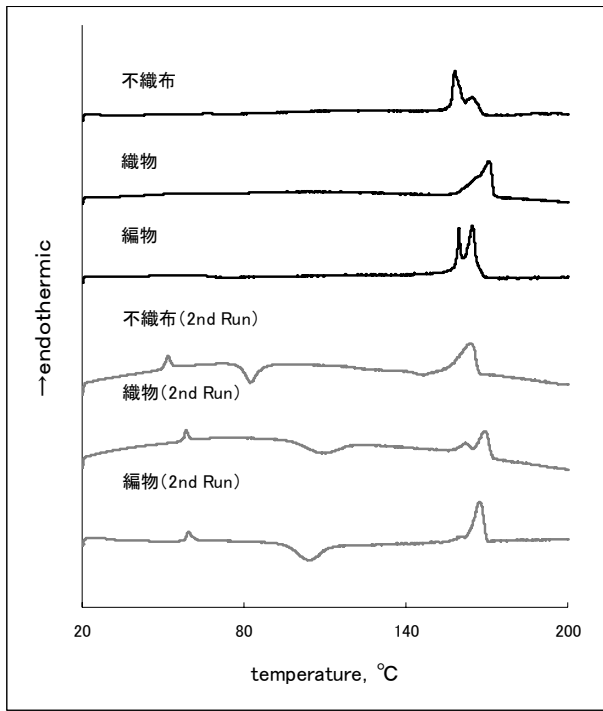


図1 PLA 繊維布帛の熱的挙動

3.2 酢酸菌培養によるBCとPLA繊維との複合化

PLA 繊維布帛として不織布を用い、2種の酢酸菌株について BC 導入効率の違いをみたところ、ATCC53582 の培養後1週間のBC導入量は、ATCC23769と比較し3.7倍であった(図2)。また、PLA/BC不織布の断面をSEMにより観察したところ、ATCC23769では不織布の内部よりも表面を覆うBCが多く内部のBCも不均一であったが、ATCC53582ではBCが内部に隙間なく入っており、繊維との絡み合いが十分にできていることがわかった(写真1)。

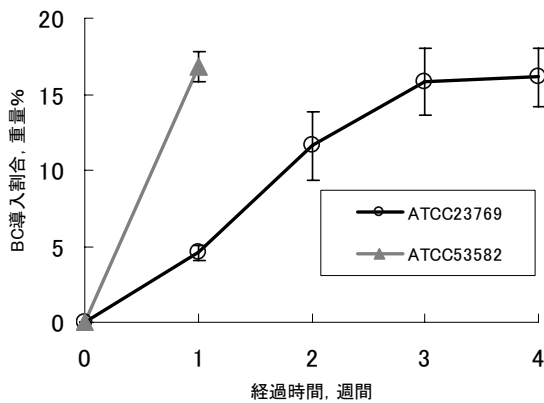


図2 酢酸菌培養によるPLA不織布へのBC導入割合の変化

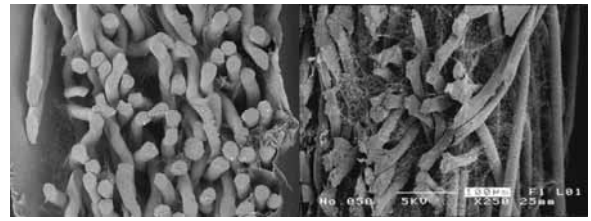


写真1 PLA/BC不織布断面(左: ATCC23769, 右: ATCC53582)

3.3 PLA/BC不織布の熱処理及び評価

熱処理温度は、ポリ乳酸のガラス転移点から融点までの間の温度を考慮し100°Cとした¹⁾(プレス圧: 20MPa、プレス時間: 10分)。結果を図3に示した。BC導入と熱処理により引張強さ及び引張弾性率が向上し、菌株ATCC53582による培養と100°C処理により、不織布そのものと比較して引張強さはたて2.3倍、よこ2.8倍、引張弾性率はたて6.2倍、よこ6.8倍の向上が認められた。

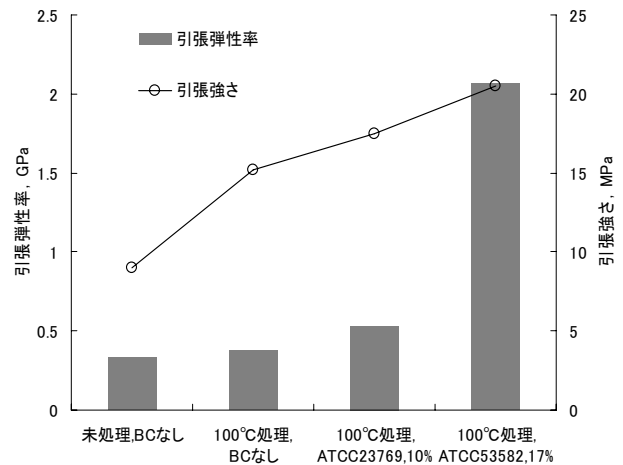


図3 BC導入/熱処理したPLA不織布の引張特性(たて)

4. 考察およびまとめ

PLA 繊維布帛(不織布)を利用した酢酸菌培養工程において直接BCを導入することにより、BCとPLA繊維の複合化の可能性が見出され、BC導入と熱処理による引張特性の向上を確認した。以上の結果を踏まえ、現在はPLA編布を用いた伸張状態での培養による複合化を検討中である。

参考文献

- 菅野尚子他: 酢酸菌培養過程でのバクテリアセルロースとポリ乳酸繊維の複合化、繊維学会予稿集、62(1)、121(2007)