

UV照射グラフト重合によるポリ乳酸編布の親水化

材料科 材料スタッフ 菅野尚子
浜松工業技術支援センター 鈴木重好
静岡大学教育学部 森山風美里 澤渡千枝

Surface Modification of Poly(lactic acid) Fabrics by Ultraviolet-induced Grafting Copolymerization toward Improving Its Hydrophilicity

Naoko Kanno, Shigeyoshi Suzuki, Fumiri Moriyama and Chie Sawatari

1. 緒言

ポリ乳酸（以下PLA）布帛とバクテリアセルロース（以下BC）との複合化において、前報¹⁾までの不織布に引き続き、平成20年度はPLA編布での検討を進めてきた。しかし、これまでの酢酸菌培養のみによる方法では、BCが編糸の間に物理的に存在するだけでPLAとの吸着性がないために、複合化による物性向上が期待できないことがわかった²⁾。そこで、前段階としてPLA編布の親水化により酢酸菌およびBCのPLAに対する親和性を高めた結果、培養工程においてBCを繊維間の隙間に導入することが可能となり、複合化による物性への寄与が確認されたので報告する。

2. 実験方法

2.1 PLA編布の親水化処理

高分子の親水化処理の方法としては、プラズマ処理、 γ 線照射、UV照射等によるグラフト重合³⁾が一例として挙げられるが、本報ではUV照射によるOH基の導入⁴⁾を試みた。PLA編布（ユニチカ製テラマック紡績糸20/1cの2本引揃え丸編み、浜松工業技術支援センター試作）を石英ガラス板（厚さ2mm）2枚に挟み、UV短波長ランプ（254nm、15W）の所定時間照射下（照射量12.4J）、過酸化水素水及びメタクリル酸2-ヒドロキシエチル（HEMA）水溶液の浸漬処理を行った。なお、ホモポリマー生成を抑制するため、重合防止剤として硫

酸第一鉄アンモニウム（ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）を添加した。

2.2 親水化PLA編布へのBC導入

前報¹⁾と同様、HS培地50mlを入れた角型シャーレ（10cm×14cm）に所定量の酢酸菌ATCC53582（*Acetobacter xylinum* NQ-5）溶液を加えた後、突起付ガラス棒に固定した2.1の親水化PLA編布を配置し、30℃で静置培養した。培養後の編布（親水化PLA/BC編布）はアルカリ処理後、洗浄し40℃で乾燥した。

2.3 親水化PLA/BC編布の評価

2.2で得られた編布について摩擦試験（㈱東洋精機製作所 染色堅ロウ度摩擦試験機D型、試験荷重：3N、往復速度：30cpm）及び引張試験（㈱エー・アンド・ディ テンシロンRTC-240、ロードセル容量：250N、つかみ具間距離20mm、試験速度5mm/min）を行った。

3. 実験結果

3.1 PLA編布の親水化

得られた編布の繊維を顕微赤外分光分析（反射法）により確認した（図1）。UV照射処理を行った編布は、未処理の編布に存在しなかったO-H吸収帯が 3400cm^{-1} 付近に見られ、グラフト重合によりOH基が導入されたことを確認した。また、UV照射処理により編布の重量は1割程度増加した。なお、過酸化水素処理や石英ガラス板（酸素遮蔽用）のサンド

を行わなかった場合には、OH基の導入が確認できなかった。さらに、UV照射時間が長いと過酸化物の分解が進むために、大量のホモポリマーを生じる結果となった。

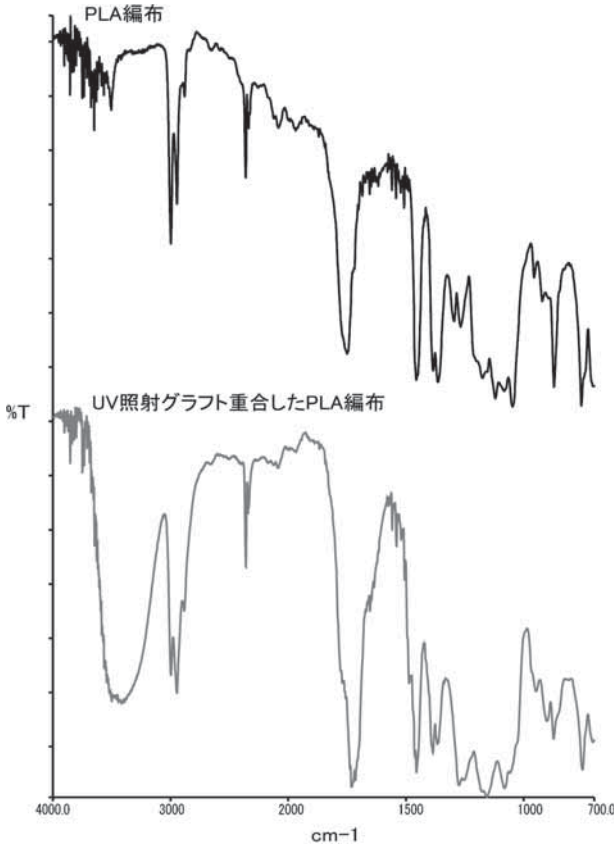


図1 UV照射処理前後の赤外吸収スペクトルの変化

3.2 親水化PLA編布へのBC導入

5日間の培養によるBC導入割合は、平均で11.0重量%であり、同条件の未処理編布の場合(8.9重量%)と比較して若干高めであった。また、培養後の親水化PLA編布の断面をSEMで観察した(図2)。

未処理編布の場合には、BCの分布が不均一で、編糸の繊維を覆うBCが少ないが、親水化編布の場合には繊維表面にBCの微細繊維が足場を形成し、繊維間の隙間に多く入り込んでいる様子が観察された。

3.3 親水化PLA/BC編布の評価

摩擦試験(1,000回往復摩擦)後の試料表面の实体顕微鏡観察写真を図3に示した。未処理PLA/BC編布は表面を覆っていたBCにひびや擦れが生じたが、親水化PLA/BC編布の損傷は比較的軽度であった。

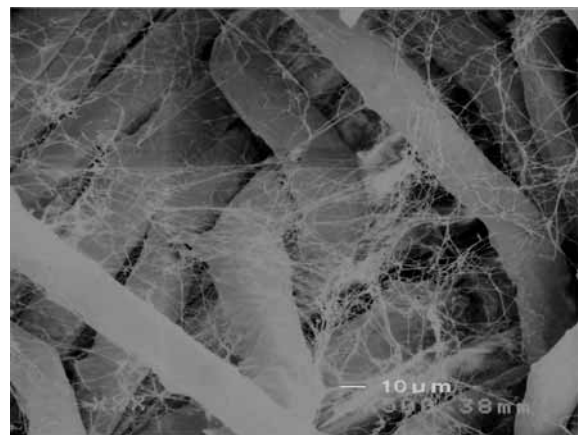
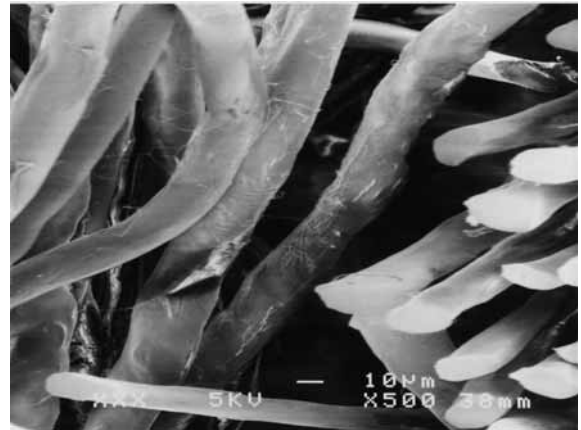


図2 断面の観察
(500倍、上：未処理PLA/BC編布、下：親水化PLA/BC編布)

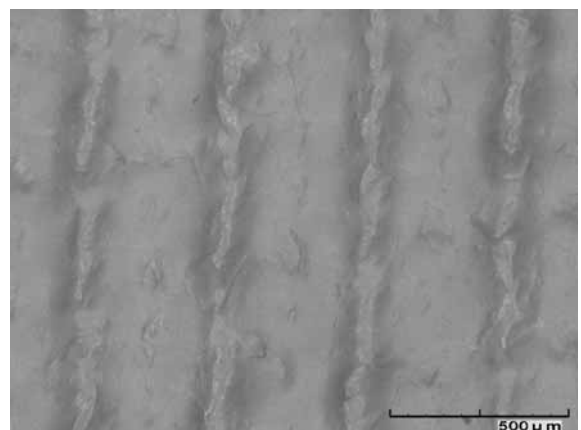
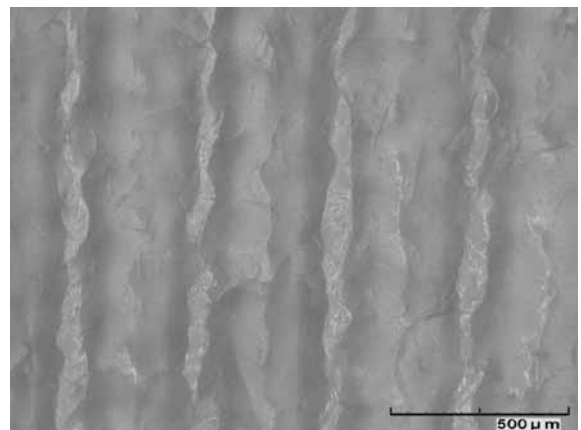


図3 摩擦試験後の試料表面
(50倍、上：未処理PLA/BC編布、下：親水化PLA/BC編布)

また引張特性については、本研究の試料布が編布であるため、前報¹⁾の不織布に比べ引張応力や弾性率が低いのは自明のことであるが、ここでは親水化処理の有無においてPLA/BC編布を比較することによりPLA-BC間の吸着性を評価する指標とした。その結果、親水化PLA/BC編布において引張応力が17%増加し、剥離しにくい複合材料化が達成されたことが確認できた(図4)。

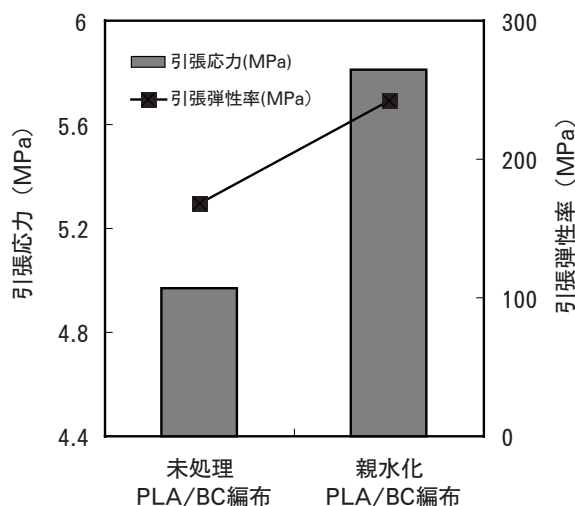


図4 引張特性の比較

4. 考察およびまとめ

BCとPLA編布との複合化において課題となっていた、PLAの疎水性の問題を解決するため、UV照射グラフト重合によりPLA繊維表面に水酸基を導入した。その結果、酢酸菌培養後の編布断面において、親水化されたPLA繊維表面を足場としてBCが繊維間の隙間に多岐に広がっている様子を確認することができた。また、UV照射による多少の繊維の損傷が認められるものの、摩擦特性及び引張特性は未処理の場合よりも向上し、親水化の効果を裏付けることができた。

布帛の仕様や培地の組成等、検討すべき条件もまだあるが、これまでの実験で難しいと結論づけてきた織布を用いた複合化も、親水化処理により実現の可能性を見出すことができた。

参考文献

- 1) 菅野尚子他：静岡県工業技術研究所研究報告，1，29-30 (2008)

- 2) 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編布の複合化，繊維学会予稿集，63，140 (2008).
- 3) 岩森暁：高分子表面加工学，37-38，技報堂出版 (2005).
- 4) Zuwei Ma et al. ; Journal of Applied Polymer Science, Vol.85, 2163-2171 (2002).

※本研究は、平成20年度科学研究費補助金（奨励研究）の交付を受け実施した。