

バイオベースポリマー繊維の染色工程最適化技術開発

中野恵之, 東山幸央, 佐伯 靖, 磯野禎三, 藤田浩行, 古谷 稔

要旨 バイオベースポリマーはバイオマス資源を主原料とする高分子で、自然界の循環サイクルに従って持続的に供給可能であるという優れた特徴を有する環境調和型の高分子材料である。例えば、とうもろこしや芋類等に含まれる澱粉から作られるポリ乳酸や、近年では微生物がポリマーを造る微生物産生ポリエステルや微生物産生ナイロンが開発されている。本研究では、これらバイオベースポリマー繊維の染色技術開発を検討した。ポリ乳酸繊維は新規に耐熱性を向上させた繊維試料での染色技術を検討した。また、微生物産生繊維材料の染色技術については未だ検討されておらず、先立って技術開発を行うことにより、これら新素材の産地への導入を検討した。

1 目 的

播州織は、耐しわ性向上のために綿とポリエステルを混紡した先染織物も生産している。そこで、このポリエステル繊維の代替として、バイオベースポリマー（生物由来等）を使用するためにその染色技術を検討した。

従来のポリ乳酸繊維は、融点が170℃で汎用利用されているポリエステル繊維の260℃と比べて耐熱性が低く染色工程における熱による強度低下が課題となる。そこで耐熱性を改良したポリ乳酸繊維および近年に開発された微生物生産によるバイオベースポリマーの染色技術開発を行った。

なお、この研究課題は、平成22年6月に締結した兵庫県立工業技術センターと京都工芸繊維大学繊維科学センターの研究連携協定に基づき実施した。

2 実験方法

2.1 実験に用いたバイオベースポリマー

2.1.1 ステレオコンプレックス型ポリ乳酸 (PLA新型:木村良晴研究室製)

従来のポリ乳酸繊維は、ポリL乳酸を原料としている。乳酸には、光学異性体であるL-乳酸とD-乳酸があり、それらが交互に並んだ結晶構造がステレオコンプレックス結晶である。この構造によって、ポリ乳酸の耐熱性が向上する。

2.1.2 3-ヒドロキシ酪酸と3-ヒドロキシヘキサン酸の共重合ポリエステル (PHBH:株カネカ製)

土壌微生物によって産生される。脂肪酸や植物油を炭素源としてR-3-ヒドロキシ酪酸(3HB)とR-3-ヒドロキシヘキサン酸(3HH)の共重合ポリエステル(PHBH)を産生する。

2.2 紡糸試験

紡糸試験は京都工芸繊維大学山根秀樹教授の研究室にて行った。PLA新型はマルチフィラメントノズルを用いPHBHはモノフィラメントノズルを用いて紡糸した。

2.3 染色試験

分散染料(Sumikaron Red E-FBI(住友化学株))を0.5g/L、分散剤(ディスパーVG(明成化学工業株))1.0g/Lの溶液100mlを調整し染色液とした。染色は図1に示すように丸底フラスコをマントルヒーターで加熱しながら行った。染色温度は30分で目的温度まで昇温し1時間温度保持し、到達温度はPLA新型繊維は80℃~110℃でPHBH繊維は70℃~110℃で10℃刻みで試作糸の染色を行った。図2にPLA新型における染色処理温度の推移を示す。

2.4 引張試験

引張試験は株エー・アンド・ディ製RTF-1325を用いて、伸張速10mm/min、測定長10mmにて5本測定し最小最大荷重を除いた平均値を測定結果とした。

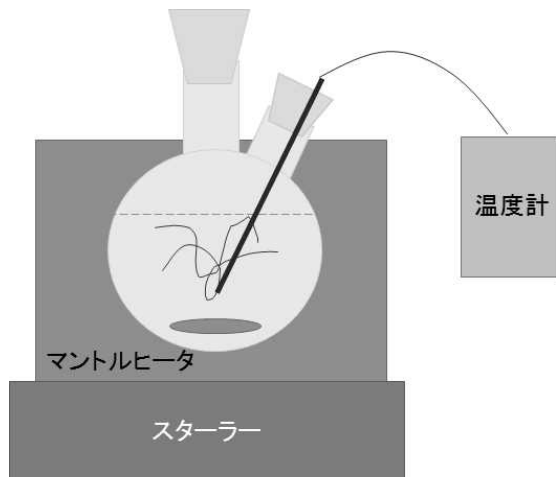


図1 染色試験方法

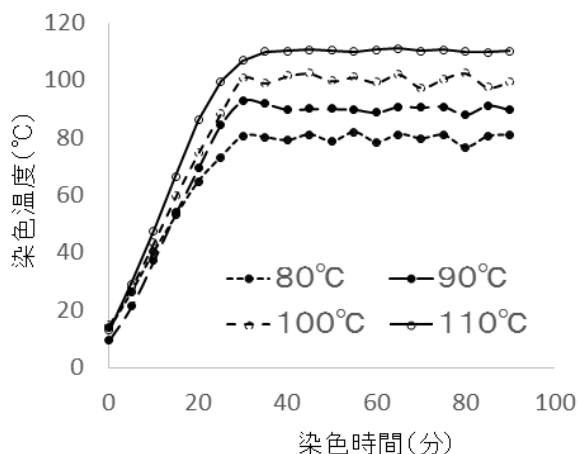


図2 PLA新型における染色処理温度推移

2.5 摩擦堅牢度試験

摩擦堅牢度試験は、JIS L0849 9.2 a) b)法にて行った。

3 結果と考察

3.1 引張試験結果

表1に染色後のPLA新型繊維の引張試験結果を示す。PLAの融点は192°C付近であるが110°Cの染色によって大きな強度低下が確認できた。表2に染色後のPHBH繊維の引張試験結果を示す。PLAの融点は140°C付近でポリ乳酸新型より低温だが、110°Cにおける染色でも強度低下はなく物性値は変化が少なかった。

3.2 染色試験結果

図3にPLA新型繊維とPHBH繊維の染色後の光学顕微鏡写真を示す。どちらも染色温度が高くなるとともに濃色になるが90°C以上においては

大きな違いは認められなかった。繊維劣化を考えると90°C染色が適していると思われる。

3.3 摩擦堅牢度試験結果

図4にPLA新型繊維とPHBH繊維の染色後の摩擦堅牢度試験結果を示す。PLA新型繊維は、染料の影響による着色は認められないが、繊維が部分的に壊されて白布に絡んでいる部分が見られた。PHBH繊維は白布に移染による着色も認められず良好な結果であった。

表1 染色後のPLA新型繊維の引張試験結果

試料	最大点荷重 (cN)	最大点伸度 (%)
未染色糸	42.4	14.2
80°C染色糸	21.1	13.1
90°C染色糸	24.4	7.2
100°C染色糸	28.2	8.0
110°C染色糸	5.7	2.7

表2 染色後のPHBH繊維の引張試験結果

試料	最大点荷重 (cN)	最大点伸度 (%)
未染色糸	395.4	42.1
70°C染色糸	418.4	83.1
80°C染色糸	391.7	72.0
90°C染色糸	390.7	75.2
100°C染色糸	406.6	84.3
110°C染色糸	411.3	91.0

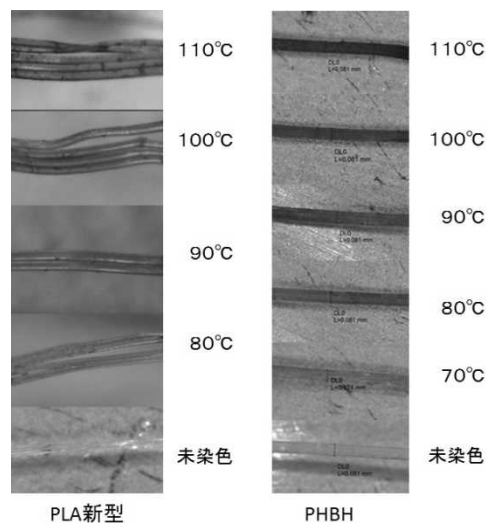


図3 染色試験結果 (←→ 200 μ m)

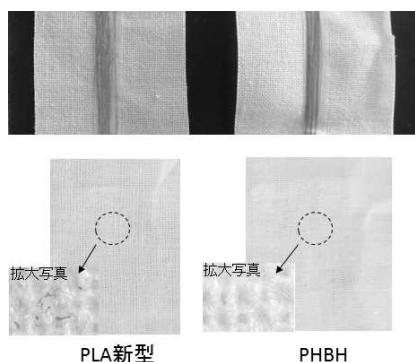


図4 摩擦堅牢度試験結果

ま と め

代表的な新規のバイオベースポリマー2種類について紡糸し分散染料による染色を行った繊維の引張試験および摩擦堅牢度試験による評価から以下のことがわかった。

- (1) 2種類のバイオポリマー繊維は、染色温度が90℃以上で良く染まった。
- (2) PLA新型は110℃以上の染色温度で繊維強度が大きく低下した。
- (3) PHBHでは繊維強度、摩擦堅牢度ともに良好な結果が得られた。

これらの結果から、この2種類のバイオベースポリマー繊維については常圧で染色可能な90℃で染色を行うと物性劣化も小さいことがわかった。今後、実用化のためにはさらに整理加工などにおける薬品や熱処理の影響について検討していく必要がある。

謝 辞

なお、本研究の推進について紡糸および染色技術に関しご協力およびご指導いただきました京都工芸繊維大学繊維科学センター山根秀樹教授および研究室の皆様には感謝いたします。