

# ポリ乳酸繊維複合織物の染色加工技術

吉村 裕<sup>\*1</sup>、浅井弘義<sup>\*2</sup>、宮路千乃<sup>\*3</sup>、鹿野隆一<sup>\*4</sup>

## Dyeing Technology of Textiles Containing PLA Fiber

Hiroshi YOSHIMURA, Hiroyoshi ASAI, Yukino MIYAJI  
and Ryuichi SHIKANO

Aichi Science and Technology Foundation<sup>\*1</sup>, Owari Textile Research Center, AITEC<sup>\*2,3</sup>  
Itoki Co.,Ltd<sup>\*4</sup>

PLA(ポリ乳酸)繊維と綿、毛等の天然繊維との複合織物を試作し、後染加工における染色及び仕上方法による PLA への影響並びに複合織物の消費性能について、検討した。PLA と天然繊維との複合化は、柔軟性を向上させ、帯電性を抑制する。特に、羊毛との複合化は、セルロース系との複合化と比べると、前処理工程、染色工程のいずれにおいても PLA と羊毛を酸性側で同時に処理できるため、性能、コストのいずれにおいても優れることが分かった。また、羊毛との混紡は、ある程度の耐熱性の向上が得られる。

### 1. はじめに

PLA 繊維は最近の環境問題を背景に、非石油系生分解性繊維として注目されている。平成 13 年度に PLA の染色性やヒートセットによる物性変化などの基礎的なことについて検討した。その結果、PLA は分散染料で 110 30 分間染色する方法が最適であるが、染料吸尽率は染料によって異なり色合わせが難しいことがわかった。また、PLA は熱処理によって硬くなるため、ヒートセット温度は 130 以下が望ましいことがわかった。このように PLA はいろいろの欠点があるものの、昨今の環境問題に対応した素材であることから、織物の企画や加工等の工夫により、将来性が期待できると考えられる。

そこで、PLA の衣料としての用途開発を促進するため、PLA と各種繊維との複合化を試み、その特徴を活かした織物を開発するため、その染色仕上法について研究した。

PLA と他の繊維との複合化を考える時、それぞれの繊維を糸の状態で染色加工し、その後、撚糸及び交織すれば、精練、漂白及び染色(堅牢度性能を含む)による新たな技術的問題は発生しないと判断される。しかし、PLA を衣料素材として活用するためには、後染が出来ることが重要なカギと言える。

本報では PLA と羊毛を始めとする各種繊維との複合織物を試作し、後染加工における染色及び仕上方法や消費性能等について検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料

PLA 糸は、クラレ「プラスターチ」130D 加工糸及び 65 D 加工糸を用い、綿糸は 40/1、梳毛糸は 1/60、2/60、レーヨン糸は 75 D を使用した。また、PLA・毛混紡糸 1/30 (PLA50%、毛 50%) は新規に作製した。実験用試料は糸、織物及び丸編メリヤスにしたものを精練して用いた。

また、PLA と各種繊維を複合化した織物を各種試作し、実験試料とした。経糸に PLA 糸を用い、緯糸には PLA 糸及び各種糸を用いて、基本的に PLA の比率の高い織物とした。なお、PLA・毛混紡糸については経緯とも同じ糸とした。組織はいずれも平織で、経密度 47 本/インチ、緯密度 47 本/インチ(ただし、経 38/インチ、緯 35/インチ)とした。(表 1)

#### 2.2 染料、助剤、染色仕上条件等

染料は、PLA には市販の PLA 用分散染料(日本化薬及び三井 BASF)、毛には酸性染料、セルロース系には反応染料を適用した。染料濃度は対象繊維重量に対する %o.w.f. を用いた。染色助剤は、推奨量を使用した。

染色機は見本用染色試験機を用い、基本の染色条件として浴比は 30:1 とし、分散染色については 40 から 1.4 /分で昇温して染色した。綿用低温固着型反応染料による染色は 40 から 60 まで 1 /分で昇温し 60 分間染色した。分散染色後の還元洗浄の基本条件は炭酸ナトリウム 2g/l、ヒドロサルファイト 2g/l、還元洗浄剤 2g/l、65 20 分間とした。反応染色後のソーピングはソーピン

\*1 科学技術交流財団 \*2 尾張繊維技術センター 加工技術室 \*3 尾張繊維技術センター 応用技術室 \*4 糸喜株式会社

グ剤 2g/l、65 20 分間、フィックス処理はフィックス剤 2g/l、50 20 分間とした。

織物の仕上工程については、煮絨、洗絨、染色、帯電防止・柔軟加工、乾燥、ヒートセット温度(130 1分)、蒸絨の工程とした。帯電防止加工及び柔軟加工の各種仕上加工剤は、市販の加工剤を推奨量使用した。

表1 試作織物の概要

経系	緯系	目付(g/m <sup>2</sup> )
PLA 130D×130D S燃 400回	PLA 130D×130D	133
	ウール[W] 2/60	133
	W 1/60×PLA 130D	132
	PLA 65D / W 1/60 / PLA 65D	123
	綿[C] 40/2	127
	C 40/1 × PLA 130D	128
	PLA 65D / C 1/40 / PLA 65D	127
	レヨン[R]75D / PLA 130D / R 75D	131
経・緯系	PLA・W 混紡系(50%:50%)2/30	204

PLA の混率は、100%、50%、その他 75%となる。

から までの緯系の番手は、1/30~1/36 相当となる。

### 2.3 評価方法

K/S、色差、白度等はミノルタ CM3600d 分光測色計で計測した。強伸度、染色堅牢度、帯電性、しわ回復率、収縮率は JIS による各種方法により測定した。曲げ・圧縮特性は KES-FB システム(カトーテック)で測定した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 アルカリ及び酸による PLA に及ぼす影響

#### 3.1.1 アルカリ及び酸性条件下における PLA 織物の強伸度への影響

PLA と綿の複合化で問題となることは、綿の染色加工には水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウム等のアルカリ薬剤を用いるため、アルカリに弱い PLA への影響を考えなくてはならない。そこで、綿の精練漂白や染色に通常使用する濃度の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムで前処理し、中性浴下で分散染料により染色したときの PLA 織物(PLA100%)の強伸度への影響を調べた。

アルカリ処理条件は、表2のとおりで、染色条件は、染料濃度 0.5%o.w.f、中性浴で 110 30 分間染色後、還元洗浄した。(詳しい条件は 3.2.1PLA/綿の染色方法のとおり。)

水酸化ナトリウムは処理温度が高く、処理時間が長いほど強度低下は大きくなる。処理後染色した結果からみると、60 分処理及び 100、30 分処理では強度低下が大きく、通常の綿精練漂白条件(100、60 分)の適用は難しいと思われる。炭酸ナトリウムの場合は表に示すとおり、強度への影響は少なく、60 反応染料染色における強度低下はそれほど考慮しなくてもよいことが分かった。

表2 アルカリ及び酸性条件下での

### PLA の強度への影響

薬剤名	処理条件			強度(%)	
	濃度(g/l)	温度(°C)	時間(分)	前処理後	中性染色
ブランク				100.0	96.8
水酸化ナトリウム	1	60	30	103.5	96.7
		80		96.7	88.9
		100		87.7	76.4
水酸化ナトリウム	1	60	60	104.3	92.8
		80		97.1	84.5
		100		75.3	53.4
炭酸ナトリウム		5	60	99.3	94.1
		10		105.2	96.7
		20		101.8	93.3
硫酸	1	100	60	92.1	82.8

#### 3.1.2 綿の精練漂白処理条件と PLA 織物の強伸度への影響

PLA / 綿(50%:50%)の精練漂白条件における PLA の強伸度に及ぼす影響について検討した。試料は PLA 織物と綿織物を同量用いて行い、表3に精練漂白による綿の白度及び、PLA 織物の漂白後と染色後の PLA 織物の強伸度を示した。一浴法は中性浴にて分散染料/反応染料で染色、二浴法は分散染色、その後反応染料(中温タイプ)で染色した。

表3 綿の精練漂白による PLA の強伸度への影響

処理条件	過酸化水素(ml/l)	温度(°C)	時間(分)	綿の白度(%)	PLA の強度		
					漂白後(%)	一浴染色(%)	二浴染色(%)
生地	-			55.3	100.0		
アルカリ(1)	10	100	30	85.3	87.9	52.7	77.2
				83.5	103.7	62.2	90.7
				84.3	104.8	62.9	92.9
	10	90	60	85.8	102.4	61.4	88.8
				84.6	96.2	57.7	88.8
				86.4	96.5	57.9	76.1
中性(2)	10	100	60	83.7	100.7	60.4	75.8
				84.7	94.6	56.7	75.8

(1)水酸化ナトリウム 1g/l、ケイ酸ナトリウム 1g/l、

トリポリリン酸ナトリウム 0.2g/l 界面活性剤 1ml/l

(2)過酸化水素漂白活性化剤 5g/l、トリポリリン酸ナトリウム 0.2g/l 界面活性剤 1ml/l

精練漂白は当然のことであるが温度が高く、処理時間が長く、過酸化水素の使用量が多いほど白度は高くなる。表に示した条件で精練漂白した綿の染色性はどれも良好で、白度や黄変指数に問題はない。染色後の PLA の強度から漂白条件を選定すると、過酸化水素水 20ml 温度 90 時間 30 分間の方法が最適と判断できる。

PLA はアルカリに弱いので中性漂白も検討した。表に示

すように長時間の処理でも白度の向上はみられず、また PLA の強度低下も大きく、有効な方法とは認められなかった。

### 3.1.3 羊毛の防縮加工処理による PLA 織物の強伸度への影響

PLA と羊毛の複合化製品を作る上で、製品が水洗いできることも必要となってくる。水洗いを可能にするためには羊毛の防縮加工が必要となる。そこで、一般に行われている塩素系防縮加工剤の DCCA 処理による PLA の強度への影響について検討した。

防縮加工は、酸化処理 (DCCA (ハイライト 60G) 5% 及び 10%o.w.f、酢酸により pH4.5 に調整、浸透剤 1ml/l 添加、芒硝 10%o.w.f、浴比 1:20、温度 30、処理時間 40 分、に続いて還元処理 (酸性亜硫酸ナトリウム 2g/l、浴比 1:20、温度 45、処理時間 15 分間) を行い、染色は浴の pH が異なる羊毛用の酸性レベリング、酸性ミーリング及び含金染料を用いて一浴法にて染色 (105 30 分間) し、強伸度を評価した。その結果、DCCA 処理による防縮加工の処理は、温度が低いいため、PLA の強伸度への影響はほとんどないことが分かった。このことから、一般に行われている羊毛の精練等の前処理では PLA は劣化しないものと判断できる。

## 3.2 PLA / 綿、PLA / 毛の染色方法の検討

### 3.2.1 PLA / 綿の染色

PLA / 綿の染色は淡色 (分散染料 / 反応染料、中性一浴染色) 及び濃色 (酸性分散染料、アルカリ反応染料、二浴染色) の二種類の組み合わせで検討した。なお、綿を PLA と同浴に入れて分散染料で染めると、綿への汚染は少なく還元洗浄でほとんど除去できる。

淡色一浴染色は、PLA 用分散染料及び綿用高温中性固着型反応染料 (各 0.5%o.w.f) を同浴に入れ、浴を中性 (pH7、pH 調整剤使用) に調整して 110 30 分間染色した。その後、洗浄及びフィックス処理をした。

濃色二浴染色は、分散染料 (3%o.w.f、黒は 6%) で酸性浴にて染色して、還元洗浄する。その後、綿用中温固着型反応染料 (3%o.w.f、黒は 6%) を用いてアルカリ浴にて綿を染色し、ソーピング及びフィックス処理した。

この結果、中性一浴染色は、還元洗浄により反応染料が脱色するため、ソーピング剤で洗浄した。しかし、表 2 のとおり強度は二浴染色より劣化した。この方法を適用するためには、温度を下げるか、時間を短縮するなどの工夫により利用可能と考えられる。なお、濃色二浴染色では、分散染料、還元洗浄、反応染料、ソーピング、フィックス処理の工程により染色時間がかなり長くなるという欠点がある。

染色堅牢度に関しては、濃色の一部が湿摩擦堅牢度 2-3 級となり問題があった。なお、ドライクリーニング用有機溶剤に対しては、汚染及び変退色は見られなかった。

### 3.2.2 PLA / 毛の染色

PLA / 毛の染色は淡色 (分散染料 / 酸性ミーリング染料 各 0.5%o.w.f) 濃色 (分散染料 / 含金染料 各 3%o.w.f) の組み合わせで検討した。PLA 及び毛は酸性側 (pH4、酢酸 (45%) 1ml/l、硫酸アンモニウム 1g/l) で染色するため、染色による PLA への強度等への影響はなく、淡色及び濃色とも一浴で染色することができる。なお、PLA の最適染色温度である 110 では羊毛が傷むので、105 30 分間で染色し、アルカリ量も減らした条件で還元洗浄 (炭酸ナトリウム 1g/l、ヒドロサルファイト 1g/l、還元洗浄剤 2g/l) した。

しかし、毛と PLA と同浴に入れて分散染料で染めると、毛への分散染料の汚染はかなり多く、還元洗浄でも落ちにくく、ポリエステル/毛の染色と同様の問題点が残った。

染色堅牢度に関しては、濃色の一部がアルカリ汗堅牢度 2-3 級となり問題があった。なお、ドライクリーニング用有機溶剤に対しては、変退色、汚染とも問題なかった。

PLA と羊毛との複合化は、綿との複合化と比べると、染色工程が半分以下の時間で染色でき、また前処理工程においても問題はないため、エネルギー、コスト、性能いずれの面においても合理的である。PLA と天然繊維との複合化を考えた場合、羊毛はベストな選択であると考えられ、現在、羊毛とポリエステルとの複合化はよく行われているが、ポリエステルの代わりに PLA が使用されるようになる可能性は高い。

## 3.3 各種複合織物の消費性能

PLA は耐熱性が劣る、静電気を帯びやすい、風合いがペーパーライクであるといった衣料には不都合な特性も持つ。この欠点を改善する手段として天然繊維等との複合化はどの程度有効なのか、また帯電防止加工及び柔軟加工により、向上させることができるのかを検討するため、各種複合織物の消費性能について検討した。

### 3.3.1 風合い

試作した 9 種類の織物の柔らかさを評価するため、KES の曲げ特性を測定した。図 1 に示すように PLA・毛混紡織物の数値が高いのは他の織物に比べて糸の番手が 2 倍の太さであることからこのような数値になっており、細かい番手で糸を引くことができれば改善される。

また、PLA と各種天然繊維を複合化させることにより、曲げ剛さを低減できる。なお、ポリエステル用の柔軟加工剤及びシルクタッチ加工を施したが、柔軟性を向上させるにまでは至らなかった。

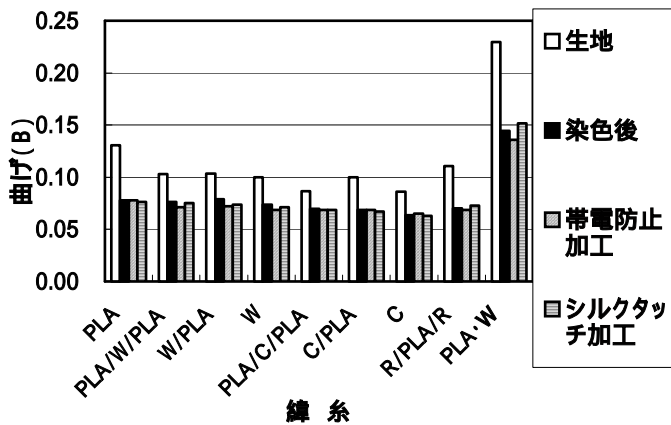


図1 各種複合織物の曲げ剛性 (B、経緯平均)

### 3.3.2 帯電性

PLAの帯電性は高いため、天然繊維と複合化すること及び帯電防止加工を施すことにより帯電性がどの程度低減できるかを検討した。図2に示すとおり、綿との複合化により帯電性を大幅に減少させることができるが、いずれの織物も、PLAにポリエステル用の帯電防止剤を付与することにより、帯電性を十分に抑えることができた。

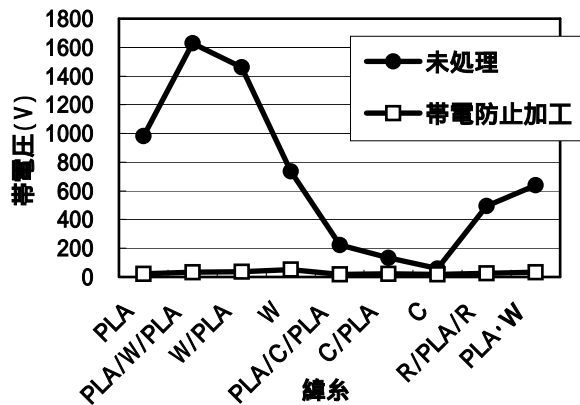


図2 各種複合織物の帯電性

### 3.3.4 その他の評価試験結果

アイロンに対する許容温度を調べるため、110 から150 まで温度を変えながら、あて布なしで織物にアイロンを3往復掛けた。PLA100%の織物は130 からアイロンの滑りが悪くなり、140 では滑らなくなり織物が収縮し始めた。150 では繊維が溶融してアイロンの底に付着した。なお、PLA・羊毛混紡織物については、150 からアイロンの滑りが悪くなった。ポリ乳酸の融点は170 程度のため、家庭用アイロンはあて布で低温(110 )が推奨されているが、羊毛との混紡にすれば、ある程度の耐熱性の向上が得られる。しかし、耐熱性は十分なレベルではなく、今後、PLAの耐熱性が向上されることにより衣料用途としての拡

大が見込まれる。

その他の試験では、電気洗濯機試験法による織物の寸法変化については、いずれの織物とも、経緯方向ともに1%以内の収縮に収まり、問題はなかった。また、ドライクリーニング(塩素系、石油系)についても試験し、ドライクリーニングに対応できることを確認した。吸湿性試験では、天然繊維の公定水分率の高いものほど吸湿性を持った。しわ回復性の試験については、緯糸が綿双糸の織物は約75%とやや低く、これ以外の織物は約85%程度の性能を示した。

## 4. 結び

PLAと羊毛を始めとする各種天然繊維との複合織物を試作し、後染加工における染色及び仕上げ方法や消費性能等について検討した。この結果、PLAとの複合化を考えた場合、羊毛との複合化は、前処理工程、染色工程のいずれにおいてもPLAと羊毛を酸性側で同時に処理できるため、エネルギー、コスト、性能すべてにおいて合理的であることが分かった。

PLAはコスト面、物性面で様々な欠点があるものの、環境問題に対応した素材であることから、特に、耐熱性の問題さえクリアできれば、衣料用繊維素材としての利用は今後一層増えるものと期待できる。耐熱性の向上にはポリマー構造の改善が必要であり、工業生産レベルにまで至るにはまだ時間がかかるが、PLAの衣料としての利用は天然素材との複合化を中心に今後進んでいくものと考えられる。

## 文献

- 1) 浅井ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，1,178 (2002)
- 2) 浅井ほか：テキストファッション，19,3,125 (2002)
- 3) 改森：加工技術，35,5,300 (2000)
- 4) 山口：加工技術，35,4,248 (2000)
- 5) クラレ：プラステーチ技術資料
- 6) 松下：尾張繊維技術センター講演会 (2001.2.2)