

経常研究

ポリ乳酸繊維の捺染条件に関する研究

井田 恵司* 島田 千花子*

Research on Printing Under Heating Treatment Conditions for Polylactic Acid Fibers
IDA Keiji and SHIMADA Chikako

ポリ乳酸繊維を分散染料で捺染する際の熱処理条件を検討した。発色性や熱処理前後の生地強度変化を明らかにした上で、HT スチーマーや HP スチーマー等の熱処理装置ごとに、発色に適した処理温度、処理圧力、処理時間等を検討することでポリ乳酸繊維の捺染加工法を確立した。また、当該繊維の捺染見本帳を作成した。

Key words: ポリ乳酸繊維, 捺染, HT スチーマー, HP スチーマー

1 はじめに

近年、プラスチックごみ問題やカーボンニュートラルへの関心の高まりから、植物由来原料であり生分解性を持つポリ乳酸（以下、PLA）が改めて注目されている。我が国では、20 年以上前から各合成繊維メーカーが上市しているが、耐熱性が低い等の特性上、繊維分野では一部の資材にのみ用途が限定され、衣料品にはほぼ使用されていない。しかし、昨今、製造時に使用する改質剤の工夫等で、耐熱性を改良した PLA 繊維が開発される等の動きが見られ、PLA が衣料品にも採用される新たな展開が始まっている。

このような状況を踏まえ、地域の染色整理関連企業は、今後 PLA の染色加工に対応する必要がある。しかし、PLA はポリエステルと比べ耐熱性が低いため、ポリエステルの染色条件をあてはめることができない。

これまでの、ポリエステルの染色に広く用いられる分散染料による PLA の浸染に関しては、数々の知見が示されている¹⁾。一方、PLA の捺染においては捺染処方、特に熱処理条件等に関する体系的な調査²⁾は少ない。さらに、インクジェット捺染での発色性評価に関する報告は見られない。

地域の染色整理関連企業が PLA の捺染に取り組む際は、各社の熱処理装置で発色ノウハウを蓄積すると共に、PLA への捺染に不可欠な発色条件を体系的に調査することが必要である。

そこで本研究では、分散染料で PLA 繊維を捺染する際の各熱処理装置による処理条件と発色性や強度変化を調べ、当該繊維に適した捺染加工法について検討した。

2 研究の方法

2. 1 試料等

捺染を行う生地は、100%PLA 繊維（ユニチカトレーディング㈱製 テラマック（40/2））を天竺編みで編成したものを使用した。

糊剤は、スクリーン捺染においては、カルボキシメチルセルロース（㈱田中直染料店製 CMC）を使用し、助剤として還元防止剤（日本化薬㈱製 ポリミン L New）、酸（関東化学㈱製 L-酒石酸）、濃染剤（日華化学㈱製 サンフローレン SN）を使用した。

分散染料は表 1 に示す銘柄（日本化薬㈱製 Kayalon シリーズ）を使用した。

捺染濃度は、各色とも濃色（3.0% o. w. p）、中色（1.0% o. w. p）、淡色（0.2% o. w. p）の 3 濃度とした。

ただし、黒色は、濃色（5.0% o. w. p）、中色（1.7% o. w. p）、淡色（0.34% o. w. p）とした。

インクジェット捺染においては、前処理剤の糊剤としてアルギン酸ナトリウム（富士化学工業㈱製 スノーアルギン M）、助剤として還元防止剤（サンド㈱製 レバドール S）、酸（関東化学㈱製 クエン酸）、濃染剤（日華化学㈱製 サンフローレン SN）、帯電防止剤（昭和高分子㈱製 エレンゾール V-100）、キレート剤（関東化学㈱製 EDTA）を使用した。

2. 2 捺染方法

スクリーン捺染は、糊剤、助剤、水等を表 2 に示す処方で配合した捺染糊を、PLA 繊維にプリントすることで実施した。

プリントには、試験用スクリーン捺染機（㈱シンワキカイ製 #ST-800E）を使用した（版は、1,000 メッシュを使用）。

* 栃木県産業技術センター 繊維技術支援センター

表1 本研究で使用した分散染料一覧表

染料銘柄 (Kayalon)	C. I. Disperse Index	呼称
Polyester Rubine GL-SE	Red 73	染料A
Polyester Scarlet RL-SF	Red 143	染料B
Polyester Light Red B-S	Red 152	染料C
Fast Rubine B	Red 13	染料D
Fast Yellow G	Yellow 3	染料E
Fast Blue FG	—	染料F
以下は、染色見本の作成に使用した染料		
Polyester Light Red B-S	Red 152	—
Polyester Orange BF	—	—
Polyester Light Yellow 5G-S	Yellow 224	—
Polyester Blue EBL-E	Blue 56	—
Polyester Red Violet FBL	Violet 26	—
Polyester Turquoise Blue GL-S	Blue 60	—
Polyester Glay GL-S	—	—
Polyester Black S	—	—
Polyester Pink RCL-E	Red 91	—
Polyester Navy Blue AUL-E	—	—
Fast Scarlet B	Red 1	—
Fast Orange GR	Orange 3	—
Fast Yellow G	Yellow 3	—
Fast Blue FG	—	—
Fast Pink BD	Voilet 43	—
Fast Violet BR	—	—
Fast Grey R	—	—
Fast Black GG	—	—
Fast Navy Blue GB	—	—

表2 スクリーン捺染糊処方

薬剤	処方量
染料	X
元糊*	500
ポリミンL New	10
サンフローレンSN	80
酒石酸	2
水	408-X
合計	1,000

※元糊…カルボキシメチルセルロース 7%

また、インクジェット捺染は、捺染を行う前に糊剤等を配合した前処理剤を PLA 繊維に塗布する前処理工程を実施した。すなわち、表3に示す処方で作製した前処理剤に PLA 繊維を浸漬した後、マングルで絞り率 100%

に絞り、自然乾燥を行った。この生地に対しテキスタイルインクジェットプリンタ (㈱ミマキエンジニアリング製 Tx2-1600) の純正インク7色の中で濃色である4色 Y (Yellow) M (Magenta) C (Cyan) K (Black) を基本色としてプリントした。

表3 インクジェット捺染用前処理剤処方

薬剤	処方量
アルギン酸ナトリウム	20
サンフローレンSN	50
帯電防止剤	5
クエン酸	2
還元防止剤	15
キレート剤	3
水	905
合計	1,000

2. 3 熱処理方法・後処理方法

スクリーン捺染及びインクジェット捺染を行った生地は、乾燥後、発色のため、HT スチーマー (㈱市金工業製 スチームペット)、HP スチーマー (辻井染機工業㈱製 SS-1S)、常圧スチーマー (㈱島精機製作所製 SSB0708) 及び乾熱オープン (ヤマト科学㈱製 DKN602) の各熱処理装置で熱処理を行った。熱処理後は、水洗脱糊、還元洗浄、水洗の順に後処理を行った。

2. 4 評価

2. 3 の工程を行った生地の物性は、「JIS L 1096 : 2020 織物及び編物の生地試験方法」で定められている「寸法変化」及び「引張強さ及び伸び率 A 法」に基づき評価した。寸法変化は、2. 3 の工程の前後で、あらかじめマーキングした点の間を測長し、寸法変化率を算出する方法で評価した。

また、発色性に関しては、丸ら³⁾の報告と同様に、360~740nm の範囲で 10nm 毎に分光反射率から求める Total K/S (式1、式2) を比較する方法で評価した。なお、測定機器は分光測色計 (コニカミノルタ社製 CM-3700d) を使用した。

$$K/S = \frac{(1 - R_\lambda)^2}{2R_\lambda} \quad \text{式1}$$

R : 反射率
λ : 波長 (nm)

$$Total K/S = \sum_{\lambda=360}^{740} (K/S)_\lambda \quad \text{式2}$$

さらに、ポリエステル用分散染料 (Kayalon Polyester シリーズ)、アセテート用分散染料 (Kayalon Fast シリーズ) でスクリーン捺染した生地について、染色堅ろう度試験を実施した。

実施した染色堅ろう度試験の項目は以下のとおり。

- ・洗濯試験 JIS L 0844 : 2011 A-2 号

- ・ 摩擦試験 JIS L 0849 : 2013 摩擦試験機 II 型
- ・ 汗試験 JIS L 0848 : 2004
- ・ 耐光試験 JIS L 0842 : 2021 第 3 露光法
- ・ 昇華試験 (乾熱処理試験) JIS L 0879 : 2005 B 法

3 結果及び考察

3. 1 熱処理条件が PLA 繊維の物性に与える影響

各熱処理装置による熱処理及び所定の後処理 (還元洗浄等) を行った PLA 繊維について、寸法変化試験と引張強さ及び伸び率試験を行い、熱処理を行っていない PLA 繊維との比較を行った。各熱処理条件で処理した PLA 繊維の寸法変化率を表 4 に示す。

表 4 熱処理後の PLA 繊維の寸法変化率

熱処理条件	ウェール方向 寸法変化率 (%)	コース方向 寸法変化率 (%)	備考
ブランク (熱処理なし)	-0.7	1.7	
乾熱オープン 130℃ 5min	-3.9	-1.7	
乾熱オープン 140℃ 5min	-5.7	-4.7	
乾熱オープン 160℃ 5min	-8.0	-6.9	
HT スチーマー 120℃ 20min	-1.5	3.0	
HT スチーマー 130℃ 20min	-2.5	3.0	
HT スチーマー 140℃ 20min	-2.5	-2.0	生地自体が硬化
HT スチーマー 160℃ 20min	-12.0	-12.0	生地自体が硬化
HP スチーマー 2.0 k g/cm ² 10min	-2.7	-3.0	実測温度 121℃
HP スチーマー 2.5 k g/cm ² 10min	-3.2	-3.7	実測温度 125℃
HP スチーマー 3.0 k g/cm ² 10min	-3.0	-4.5	実測温度 132℃
HP スチーマー 3.5 k g/cm ² 10min	-11.7	-8.4	実測温度 135℃

表 4 から、乾熱オープンや HT スチーマーを用いて 140℃ 以上で処理すると、5.0% 以上の収縮や試料の硬化が起こる。また、HP スチーマーを使用した場合は、圧力が 3.5 k g/cm² になると、試料の収縮は極端に大きくなることが分かる。この時、スチーマー内の実測温度は 135℃ であった。これらのことから、実用的に試料の収縮が許容される範囲で熱処理を行う場合は、概ね 130℃ 付近が最上限温度であると推測できる。

次に、引張強さ及び伸び率試験の結果を表 5 に示す。

表 5 熱処理による PLA 繊維の引張強度変化

熱処理条件	ウェール方向	コース方向	ブランク比
	ブランク比 (%)	ブランク比 (%)	平均値 (%)
ブランク (熱処理なし)	100	100	100
HT スチーマー 130℃ 20min	96.3	90.0	93.2
HT スチーマー 140℃ 20min	89.6	76.2	82.9
HT スチーマー 150℃ 20min	73.8	84.8	79.3
HP スチーマー 3.0 k g/cm ² 10min	94.1	98.7	96.4
HP スチーマー 3.5 k g/cm ² 10min	98.0	93.8	95.9

表 5 は、各熱処理装置を用いて所定の熱処理条件で熱処理した試料について、熱処理を施していない試料に対する強度低下を示したものである。表 5 から、HT スチーマーを用いて 140℃ 以上に処理温度を上げると、熱処理実施前の試料と比べて、強度が 80% 程度まで低下するこ

とが分かる。一方、130℃ の HT スチーマー処理や、実測温度 132~135℃ 程度となる 3.0~3.5 k g/cm² での HP スチーマー処理では、強度は未処理試料の 90% 程度を確保していることが分かった。

寸法変化試験と引張強さ及び伸び率試験の結果から、本研究で用いた試料に関しては、HT スチーマーによる熱処理の場合は、130℃ 以下に設定し、HP スチーマー熱処理の場合は、3.0 k g/cm² 以下の圧力に設定することが適当であると考えられる。

3. 2 ポリエステル用分散染料の発色性の検討

3. 1 の結果から、PLA 繊維の物性を維持するためには、熱処理はできるだけ低温・短時間の温和な条件が望ましいことが分かった。一方、発色性を向上させるためには、熱処理時間を長くすることが望ましいと考えられる。そこで、各熱処理装置における熱処理時間と発色性の関係を調べた。検討に使用した Kayalon Polyester シリーズ染料は、その染色特性により、以下の三つのグループに分類されている⁴⁾。

① 低温染着タイプ

比較的低温から染着する傾向がある。優れた均染性を有するが、高温での染色や後加工を行うと、染色堅ろう度が低下しやすい。

② 高温染着タイプ

比較的高温染着傾向が強く、均染性はあまり良くないが、染色後の後加工耐性に優れる。

③ 中温染着タイプ

中庸な染着傾向を示し、低温染着タイプや高温染着タイプの染料との配合使用も可能。

染色特性に応じて発色に必要な時間が異なることが想定できるため、本研究では①~③のタイプごとに発色性を比較した。ここでは、代表的な事例として、赤色系染料での発色性評価結果を以下に示す。

3. 2. 1 HT スチーマー熱処理

①~③のタイプのポリエステル用分散染料について、温度及び時間を変えながら HT スチーマーで熱処理を行った結果を図 1 に示す。図 1 から、① (染料 A) のタイプの染料では、110℃ と 130℃ で発色性に大きな差が見られないが、② (染料 B) 及び③ (染料 C) の染料タイプでは、130℃ での熱処理が適していることが分かる。低温で染着性が高いタイプの染料が、110℃ でも 130℃ に近い発色性を示す理由は、繊維内拡散の活性化エネルギーが低いことが考えられる。さらに、①のタイプの染料における熱処理時間を調べると、5 分間では十分な発色が得られないものの、10 分間処理でほぼ最高の発色性にまで達していると推察できる。これについても、①のタイプは、繊維内拡散の活性化エネルギーが低いことから、

短時間の熱処理で十分な発色が得られたためと考えられる。一方、②及び③のタイプは、時間をかけるほど発色が向上しており、20 分間の処理が適していることが分かった。②及び③のタイプは、繊維内拡散の活性化エネルギーが高～中程度であり、より高温・長時間の発色条件にすることで発色が向上したと考えられる。以上のことから、HT スチーマーによる熱処理を行う際は、130℃20 分間の処理が適することが分かった。

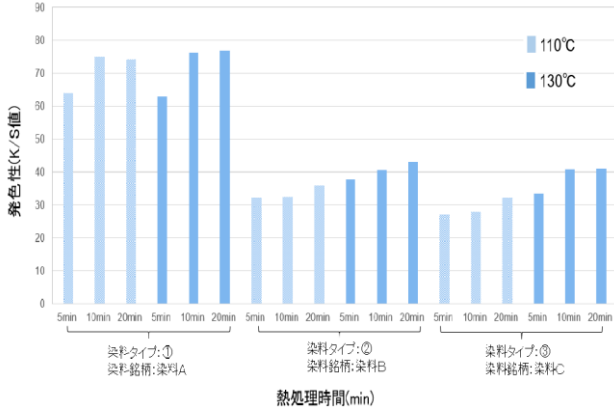


図1 熱処理時間と発色性 (HT スチーマー)

3. 2. 2 HP スチーマー熱処理

図2に、①～③のポリエステル用分散染料について、温度及び時間を変えながら HP スチーマーにて熱処理を行った結果を示す。

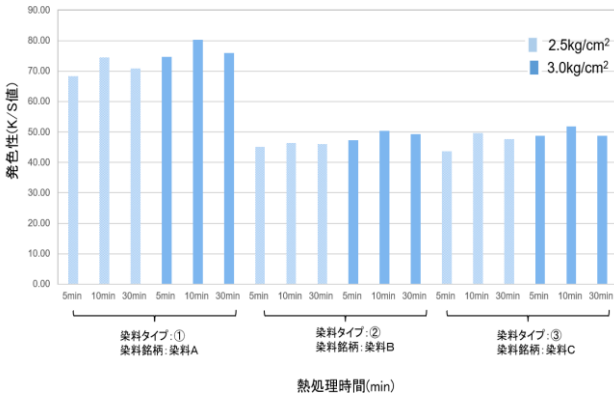


図2 熱処理時間と発色性 (HP スチーマー)

図2から、①～③いずれのタイプの染料においても 2.5 kg/cm²での熱処理より 3.0 kg/cm²での熱処理が発色性に優れることが分かる。また、すべてのタイプにおいて、30 分間熱処理を施すよりも、10 分間処理の方が高い発色性を示す傾向が見られた。さらに3. 2. 1に記載した HT スチーマーと発色性を比較すると概ね HP スチーマーが高い発色性を示している。これは、HP スチーマー処理は、水蒸気が飽和した状態での処理であることから、HT スチーマー処理より水分量が多いことによるキャリヤー効果⁵⁾が現れているためであると考えている。

3. 2. 3 常圧スチーマー・乾熱オープン熱処理

図3に、①～③のポリエステル用分散染料について、

温度及び時間を変えながら常圧スチーマー・乾熱オープンにて熱処理を行った結果を示す。

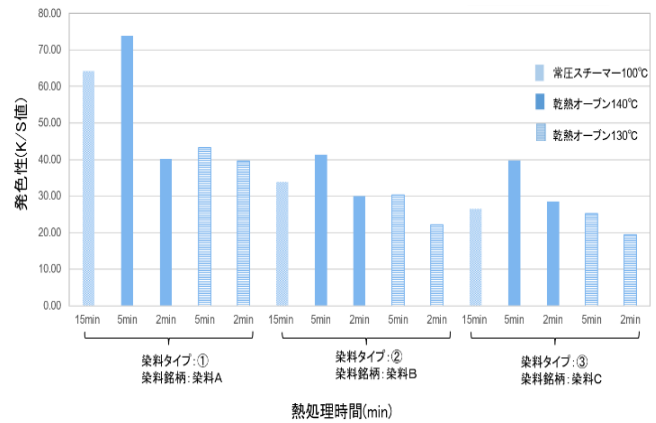


図3 熱処理時間と発色性

(常圧スチーマー・乾熱オープン)

図3から、①のタイプの染料においては、常圧スチーマーでも比較的良好な発色が得られることが分かった。これは、3. 2. 1でも述べたように、①のタイプの染料は繊維内拡散の活性化エネルギーが低いことに起因していると考えられる。一方、乾熱オープンでの熱処理については、130℃での熱処理では5 分間処理を施しても十分な発色が得られなかった。しかし、140℃にて5 分間の熱処理を行うと、発色性は著しく向上する傾向が認められる。この条件で得られた発色性は3. 4で示した HP スチーマーでの発色には及ばないものの、3. 3で示した HT スチーマーでの発色とほぼ同等レベルの発色である。このことから、140℃、5 分間の乾熱オープン処理も、実用的に有効な熱処理条件であると考えられる。ただし、3. 1に記載したとおり、寸法変化試験結果から140℃で乾熱オープン処理を行うことで、比較的大きな収縮が起るため、当該条件で熱処理を行う際は十分な試験を行う必要がある。

3. 3 アセテート用分散染料の検討

ポリエステル用分散染料は、通常 130℃で 30 分間の HP スチーマー熱処理や 180～200℃のサーモゾル染色等に使用される⁶⁾ことから、高温での熱処理が有効であると推測できる。一方、アセテートについては、分散染料で捺染を行った際、通常は常圧 100℃付近での熱処理であることから、アセテート用分散染料を使用することで、比較的低温での熱処理でも十分な発色が可能となると考えた。そこで、当該染料で PLA 繊維の染色を試みた。ここでは、赤色系 (染料D)、黄色系 (染料E)、青色系 (染料F) の3色のアセテート用分散染料でプリントし、各熱処理条件で発色させた試料の発色性を評価した結果を図4に示す。

図4から、アセテート用分散染料の場合は、常圧スチ

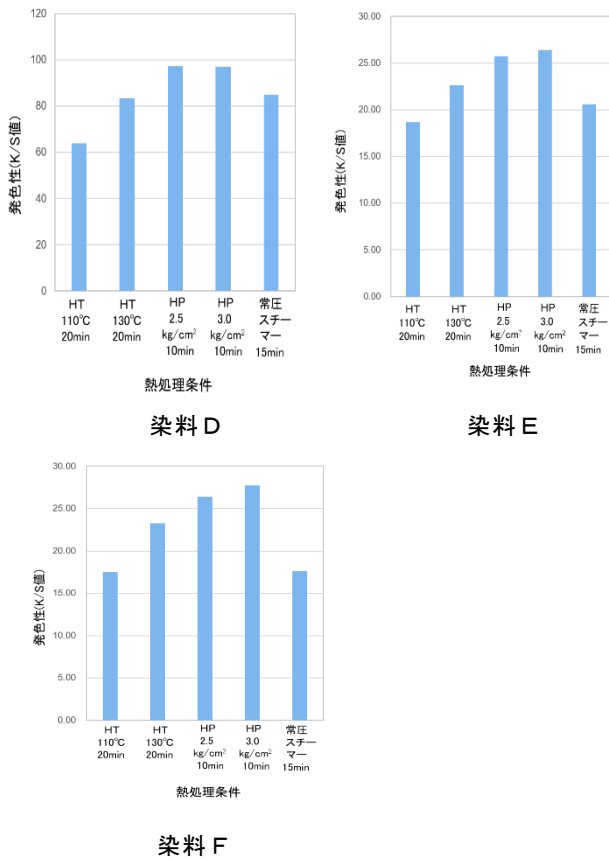


図4 アセテート用分散染料の発色性

ーマーによる熱処理でも比較的良好な発色が得られることが分かった。さらに、130°CのHT スチーマーや3.0kg/cm²のHP スチーマーでの熱処理を行うことで、発色性が向上することが分かった。特に、HP スチーマーでの熱処理がHT スチーマーより発色性に優れる。これは、HP スチーマーはHT スチーマーよりキャリヤー効果が顕著に現れたためであると考えられる。これらの検討から、アセテート用分散染料は、PLA 繊維の捺染に使用可能であること、中でも最も発色性に優れる条件はHP スチーマー3.0kg/cm²で10分間処理であることが明らかになった。

3. 4 PLA 繊維へのインクジェット捺染

3. 2に示したとおり PLA 繊維が、ポリエステル用分散染料で捺染可能であることから、ポリエステルにプリント可能なインクを搭載している当センターのテキスタイルインクジェットプリンタでも、PLA 繊維に対してインクジェット捺染が可能であると考え、当該機器で基本色 (YMCK) をプリントし、HT スチーマー・HP スチーマー・乾熱オープンで熱処理を行った。図5に熱処理後の試料を示す。

図5から PLA 繊維に対して、一定の発色が確認できる。しかし、通常のポリエステルと比較した場合、目視でも明らかなレベルまで発色性は低下した。そのため、ポリエステル生地についても同条件で熱処理し、PLA 織

維との発色性の違いを比較した。

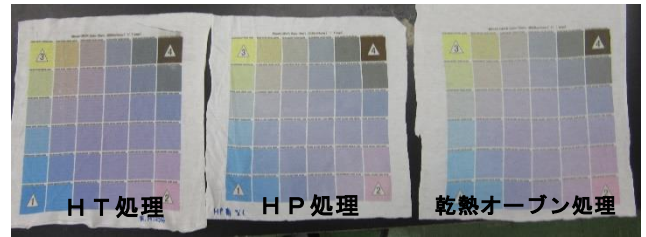


図5 PLA 繊維へのインクジェット捺染結果

図5から PLA 繊維に対して、一定の発色が確認できる。しかし、通常のポリエステルと比較した場合、目視でも明らかなレベルまで発色性は低下した。そのため、ポリエステル生地についても同条件で熱処理し、PLA 繊維との発色性の違いを比較した。

図6に PLA とポリエステルについて、基本色における熱処理条件ごとの発色性の違いを示す。

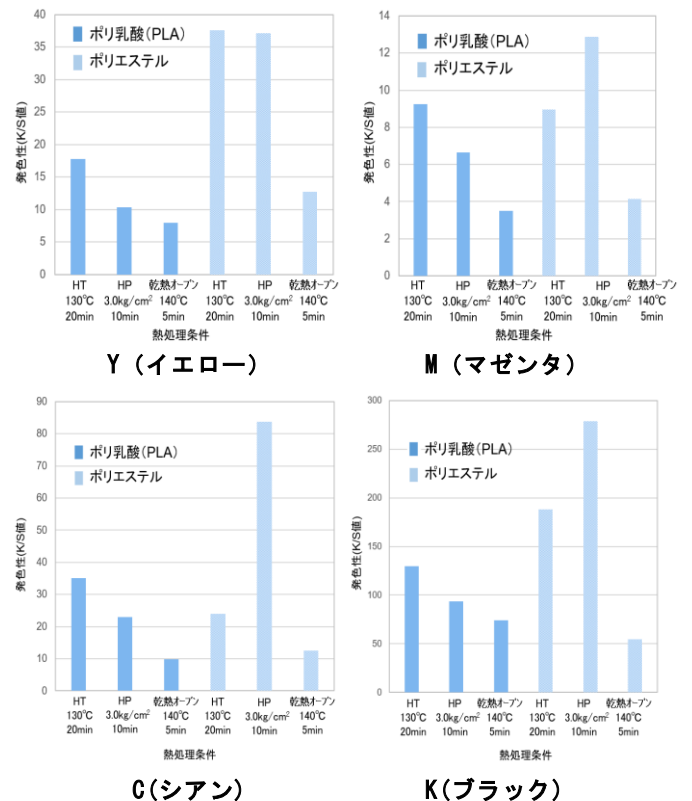


図6 インクジェット捺染における基本色の発色性

図6から、PLA では、HT スチーマーによる熱処理、ポリエステルは HP スチーマーでの熱処理が最も発色性に優れることが分かる。また、PLA とポリエステルで発色性を比較したところ、YMCK で色による違いはあるものの、PLA ではK/S 値で半分程度にとどまる色も見られた。

3. 5 PLA 生地への捺染見本帳の作製

3. 1~3. 4の結果を踏まえ、スクリーン捺染及びインクジェット捺染で PLA 生地に捺染を行い、見本帳を作製した。見本帳の作製に使用した染料及び熱処理条件を表6に示す。

表6 見本帳の作製に使用した染料及び熱処理条件

方法	使用染料	熱処理条件
スクリーン 捺染	ポリエステル用 分散染料	HTスチーマー 130℃ 20分間処理 HPスチーマー 3.0kg/cm ² 10分間処理
	アセテート用 分散染料	乾熱オープン 140℃ 5分間処理 HPスチーマー 3.0kg/cm ² 10分間処理
インク ジェット 捺染	純正インク	HTスチーマー 130℃ 20分間処理

スクリーン捺染の見本帳における見本作成色は、JIS規格で定められた基本色に合わせた。すなわち、有彩色として赤、黄赤、黄、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫の合計10色と、無彩色として灰色、黒色の合計2色とした。これらに加えて、ピンクやターコイズブルー、ネイビーについても特色として見本帳に掲載した。染色濃度は、濃色(3.0%o.w.p)、中色(1.0%o.w.p)、淡色(0.2%o.w.p)の3色である。なお、黒色に限り、濃色(5.0%o.w.p)、中色(1.7%o.w.p)、淡色(0.34%o.w.p)とした。また、インクジェット捺染の見本帳は、YMCKの基本色4色とともに、混色見本として「YとM」及び「MとC」を所定の比率で混色した例を掲載した。

作成した見本帳を図7に示す。

見本帳には、貼付した試料の染料配合レシピや後処理工程方法の詳細を記載した。また、見本帳に掲載したすべての色の測色データ(L*a*b*)も記載した。



図7 PLA生地捺染見本帳

今後、当該見本帳を活用しながら、地域の企業に対してPLA繊維の捺染に関する技術情報を提供していく予定である。

3.6 捺染したPLA繊維の染色堅ろう度試験

ポリエステル用分散染料及びアセテート用分散染料で捺染した試料の染色堅ろう度試験を実施した。

ポリエステル用及びアセテート用分散染料で、赤・黄・緑・青・紫・灰・黒の7色を濃色(3.0%o.w.p)、黒のみ5.0%o.w.p)で捺染した試料を試験に供した。ポリエステル用分散染料で捺染した生地の染色堅ろう度試験結果を表7に、アセテート用分散染料で捺染した生地の染色堅ろう度試験結果を表8に示す。

表7からポリエステル用分散染料で染色した生地の染色堅ろう度は概ね良好な結果が得られていることが分かる。一方、表8では、アセテート用分散染料で捺染

表7 ポリ乳酸繊維捺染生地の染色堅ろう度試験結果(ポリエステル用染料)

色	洗濯試験			汗試験(酸性)			汗試験(アルカリ性)			染色摩擦試験(乾)		染色摩擦試験(湿)		耐光試験	昇華試験(乾熱試験)		
	変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)	変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)	変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)	タテ 方向	ヨコ 方向	タテ 方向	ヨコ 方向		変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)
赤	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	3級以上	5	5	5
黄	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3級以上	5	5	5
緑	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3級以上	5	4-5	5
青	5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	5	3級以上	4-5	4-5	5
紫	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3級以上	5	4-5	5
灰色	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	3級以上	5	4-5	5
黒	5	5	5	5	4-5	4-5	5	4-5	4-5	5	5	4-5	4-5	3級	5	4-5	5

表8 ポリ乳酸繊維捺染生地の染色堅ろう度試験結果(アセテート用染料)

色	洗濯試験			汗試験(酸性)			汗試験(アルカリ性)			染色摩擦試験(乾)		染色摩擦試験(湿)		耐光試験	昇華試験(乾熱試験)		
	変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)	変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)	変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)	タテ 方向	ヨコ 方向	タテ 方向	ヨコ 方向		変退色	汚染 (ポリエ ステル)	汚染 (綿)
赤	5	5	5	5	5	4-5	5	4-5	4	5	5	4-5	4-5	3級以上	4-5	3-4	5
黄	5	5	5	5	4-5	3-4	5	4-5	3-4	5	5	4-5	4-5	3級以上	4-5	3-4	5
緑	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3級以上	4-5	4-5	5
青	5	5	5	5	4-5	4	5	4-5	4	5	5	5	5	3級以上	4-5	3-4	5
紫	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	4-5	3級未満	4-5	4-5	5
灰色	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	4-5	4-5	3級以上	4-5	3-4	5
黒	5	5	5	5	4-5	4-5	5	4-5	4-5	3	3	2-3	2-3	3級以上	4-5	4	5

した生地は、黒色染料の摩擦堅ろう度が低いこと及び各色で昇華試験におけるポリエステル布への汚染が見られることに注意が必要である。一般的にアセテート用分散染料は昇華堅ろう度が弱いことが指摘されており、今回の検討結果についても、同様の傾向である。堅ろう度試験結果は、すぐに問題になるレベルではないものの、実際の染色に使用する際は、染料の選定に注意が必要である。

4 おわりに

本研究では、分散染料でPLA繊維を捺染する際の熱処理条件を調べた。具体的には、熱処理装置ごとにPLA繊維の物性値の低下を抑制しつつ、発色に適した条件を検討した。この結果を踏まえ、当該繊維に適した捺染加工法を確立すると共に、確立した方法を用いた捺染見本帳の作成に取り組んだ。以下に得られた知見を示す。

- (1) PLA繊維は、ポリエステル用分散染料やアセテート用分散染料を用いて捺染が可能である。
- (2) PLA繊維を捺染する際の発色工程である熱処理では、ポリエステルよりも低温での処理が必須である。本研究に使用した試料の場合、HTスチーマー熱処理では130℃で20分間、HPスチーマーでは、3.0kg/cm²で10分間が適当である。また、乾熱オーブンでも熱処理が可能であり、その場合の条件は140℃で5分間となる。ただし、この場合、試料によっては収縮することがあるので、事前に確認

が必要である。

- (3) PLA繊維に捺染した試料の染色堅ろう度試験を実施したところ、すべてのポリエステル用分散染料で良好な結果が得られた。

謝辞

本研究を実施するにあたり、PLA繊維（テラマック）の提供及び当該繊維の取扱いについてのご指導をいただきましたユニチカトレーディング株式会社サステナブル繊維営業部 浅見拓弥様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 吉村 裕ら：“愛知県尾張繊維技術センター研究報告書”，ポリ乳酸繊維複合織物の染色加工技術，(2003)
- 高塚 正ら：“大阪府立産業技術総合研究所報告”，No. 16, 9-14, (2002)
- 2) 米田 宏美ら：“東京家政学院大学紀要”，No. 43, 43-47, (2003)
- 長瀬産業(株)ほか，特開 2006-28723
- 3) 丸ら：“栃木県産業技術センター研究報告”，No. 16, 68-71, (2019)
- 4) 日本化薬(株)：“化薬染料便覧（第3版）”，(1980)
- 5) 的場由穂：“染色ノウハウの理論化”，(株)染織経済新聞社，469-461, (1985)
- 6) 日本化薬(株)：“ポリエステル繊維捺染標本（第2版）”，9, (1977)