

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の染色  
— 捺染について —

米 田 宏 美   森   瑞 枝   田 中 麻 紀 子

# とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の染色

## －捺染について－

米田 宏美 森 瑞枝 田中麻紀子

### 1. 緒言

近年、地球環境保護に対する時代の要請の中で、繊維産業においても「エコロジー」を意識した様々な繊維、たとえば紙布、竹、ケナフ、芭蕉、ヘンプなどの植物繊維およびとうもろこしを原料とした新合成繊維が登場し、衣料品やインテリア用品などにも取り入れられ商品の数も徐々に増えている。我々はこれらの新素材の中から竹繊維（竹を原料にした再生繊維）およびとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）を取り上げ、湿式洗濯および加熱による諸特性の変化と染色性について検討をおこない報告した。<sup>1)~4)</sup>

工芸染色作品においては繊維の持ち味が作品の出来映えに効果を与えることから数多くの繊維を用いた作品作りがおこなわれている。従って新しい繊維を取り入れることは日々の課題であり、その結果さらに作品への思いが広がる。我々が前々報<sup>1) 2)</sup>で取り上げた竹繊維は、検討の結果、洗濯による収縮の変化が大きい、アイロン仕上げによりかなり回復させることが可能であることから手工芸染色に用いる場合、この収縮を考慮した染色方法をとること、且つその染色性から染料の適正な選択が重要であることがわかった。これらの点を考慮すれば竹繊維は綿や麻にない素材の持ち味を生かせる染色材料として取り入れることが可能であり、作品への利用範囲が広がった。また、前報<sup>3) 4)</sup>で取り上げたとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は従来の合成繊維の特性と生分解性を合わせ持った新合成繊維である。数多い繊維のうち、手工芸染色において合成繊維、特にポリエ

テル繊維はその染色性から利用範囲は狭く、なかなか取り入れることが難しい。そこで、このとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の染色性を見極めることで合成繊維の利用範囲が広がればと考え、新合成繊維用分散染料を用いて手工芸的な「浸染」を試み、検討した結果、熱収縮と皺回復性から染色時間の短縮など今後の検討課題は残るものの、手工芸染色に取り入れられることを確認した。そして、今回はとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の手工芸染色への応用範囲をさらに広げるために、新合成繊維用分散染料による手工芸的な「捺染」を試み、色濃度と堅ろう度の面からポリエステル繊維との比較において染色条件の検討をおこなったので報告する。

### 2. 実験方法

#### (1) 使用染料

染料は、前報<sup>4)</sup>の「浸染」で使用した新合成繊維用分散染料—Kayalon Microester 染料（日本化薬株式会社）の中から性格が同じ黄、赤、青の3色を選択した。染料名は表1のとおりである。

表1 使用染料

染料名
Kayalon Microester Yellow AQ-LE
Kayalon Microester Red AQ-LE
Kayalon Microester Blue AQ-LE

#### (2) 試料

使用した試料は前報<sup>4)</sup>と同様、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維100%）織物およびポリエステル繊維（100%）織物である。とうもろこし織

維織物（ボンジー）の諸元は、平織、密度：タテ 200 本／5cm・ヨコ 162.5 本／5cm，より数：タテ Z159T／m・ヨコ無撚，厚さ 0.11 mm である。また，ポリエステル繊維織物は JIS L 0803 の染色堅ろう度試験用添付白布 8 号である。

### (3) 染色方法

「捺染」の概念についてはいろいろいわれるが，今回一般的な捺染法のうち，直接捺染法つまり，適当な糊と染料，助剤を混合した捺染糊を繊維に印捺し，蒸熱または乾熱などで発色・固着させる方法を参考に，糊は使用せず，繊維に染料を直接パッド（塗布）した後，蒸熱や乾熱によって発色・固着させるパッド染色を応用した。分散染料による染色方法の一つであるサーモゾル法に準じた方法である。

染色にあたっては，染色条件を一定にするために予備実験で染料液を均一に塗布すること，塗布する染料液の量など操作法を固定して一定化することを確かめた上で本実験をおこなった。試料は染料を塗布する周囲をろう描きし，一定面積に染料が塗布されるように調整した。染色条件の染料濃度は 20g/l とした。染色方法は染料液を適量とり，刷毛で試料に塗布する。自然乾燥後，再度同操作を繰り返す，つまり 2 回の重ね塗りをし，乾燥後，後処理をおこなった。分散染料によるサーモゾル法は熱処理として乾熱機中（200～220℃）で 30～60 秒間熱処理するが，今回は手工芸的な方法としての最適な後処理方法を見極めるため，熱処理として捺染の一般的な方法である蒸熱処理，およびアイロンを使用した乾熱処理とドライヤー乾燥熱処理の 3 方法をおこなった。その後の洗浄処理に関しては還元洗浄，ソーピングの 2 方法を試みた。すなわち後処理方法は次の 6 通りの組み合わせとなる。

A 法：自然乾燥→蒸熱処理→還元洗浄

B 法：自然乾燥→蒸熱処理→ソーピング

C 法：自然乾燥→乾熱処理→還元洗浄

D 法：自然乾燥→乾熱処理→ソーピング

E 法：2 回目塗布後直ちにドライヤー乾燥熱処理→還元洗浄

F 法：2 回目塗布後直ちにドライヤー乾燥熱処理→ソーピング

なお，ポリエステル繊維はその染色性から A 法（蒸熱処理→還元洗浄）のみをおこなった。蒸熱処理，乾熱処理，ドライヤー乾燥熱処理，還元洗浄およびソーピングの条件は次のとおりである。

蒸熱処理：染色用蒸し器使用 40 分間

乾熱処理：家庭用自動アイロン使用・アイロン温度平均 120℃前後で当て布（紙）使用 3 分間

ドライヤー乾燥熱処理：家庭用ヘアドライヤー（700 W）使用 乾燥熱温度最大 90℃ 平均 60～70℃ 3 分間

還元洗浄：苛性ソーダ，ハイドロサルファイト，非イオン界面活性剤 各 1 g / l  
浴比 1：80 70±2℃ 20 分間

ソーピング：陰イオン界面活性剤 1 g / l

浴比 1：80 70±2℃ 20 分間

### (4) 色濃度測定方法

染色した試料について，分光光度計 UV-2100（島津製作所）を用いて最大吸収波長における分光反射率を 8ヶ所測定し，その平均値から次式により K/S 値を求めた。

$$K/S = (1 - \rho \lambda)^2 / 2 \rho \lambda$$

$\rho \lambda$ ：最大吸収波長における平均分光反射率  
( $0 < \rho \lambda \leq 1$ )

K：光の吸収を示す

S：光の拡散反射を示す

### (5) 染色堅ろう度試験

#### 1) 洗濯に対する染色堅ろう度

JIS L 0844-1997

A-2 法 (50±2℃・30 分)

#### 2) 摩擦に対する染色堅ろう度

JIS L 0849-1996 (乾燥および湿潤)

#### 3) 日光に対する染色堅ろう度

JIS L 0842-1996

(紫外線カーボンアーク灯光試験)

## 3. 結果および考察

### (1) 色濃度

各染料で染色した試料の色濃度 K/S 値は表 2 のとおりである。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の K/S 値を後処理のうち熱処理方法で比較すると，いずれ

の染料においてもA法、B法の蒸熱処理をおこなったものが明らかに色濃度が高く（濃い）なり、C法、D法の乾熱処理やE法、F法のドライヤー乾燥熱処理では色濃度は極めて低く（薄い）なった。分散染料は、染色方法として高温高压法やサーモゾル法（乾熱法）、キャリヤ染色法などによりポリエステル繊維などの微細構造を押し広げて染料を繊維に染着させるのが一般的である。今回の乾熱処理は、一般家庭用アイロンを使用して熱を加えたが、平均120℃という温度は前述したように分散染料では通常200～220℃という高温で処理するのに比べてはるかに低く、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の分子運動を盛んにし、染料分子の侵入できる穴を瞬間的に生じさせることは難しく、染料と繊維との染着は不十分であった。また、ドライヤーによる乾燥熱処理は、さらに処理温度が低く、染料を繊維に染着させる方法としては望ましいものではなかった。従って、今回の染色方法において熱処理の条件は、捺染の一般的な蒸熱処理が最も望ましいことが確認できた。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）のK/S値を洗浄処理方法で比較すると、還元洗浄処理（A法・C法・E法）とソーピング処理（B法・D法・F法）では色濃度に差がみられ、還元洗浄をおこなった場合よりソーピング処理の方が色濃度は高い値（濃い）となった。しかし、還元洗浄をおこなったA法の染色試料布の色濃度は中色として実用的には充分と思われるものであった。それに対し、C法～F法は前述したように染料と繊維との染着が不十分なため、染料の脱落が大きくみられD法、F法のソーピング処理したものがC法、E法の還元洗浄したものより色濃度が高い値であっても実用面では許容できるものではなかった。従って、色濃度からみると蒸熱処理の後、ソーピングをおこなうのが望ましいように思われる。しかし、分散染料は一般的に染色後、還元洗浄がおこなわれ、特に濃色染めの場合は繊維への表面染着が考えられるため還元洗浄が不可欠なものとされている。染料の繊維への表面染着は、染色堅ろう度に大きく影響を与えるため、今回の「捺染」において、還元洗浄の必要性の有無も後述の染色堅ろう度の結果をみなければ判らない。従って、

最適な洗浄処理方法の結論は色濃度の結果だけではソーピング処理が良いとは言い切れない。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）とポリエステル繊維のK/S値をA法（蒸熱処理→還元洗浄）で比較すると、Yellow AQ-LE、Blue AQ-LEではほぼ同程度の色濃度となり両繊維間には差はみられなかったが、Red AQ-LEにおいてポリエステル繊維はとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の1/2の低い値（薄い）となり、色濃度に大きな差がみられた。この結果からとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の染色性がポリエステル繊維よりやや優れているのではないかと推察される。また、前報<sup>4)</sup>の「浸染」においては、Yellow AQ-LE、Red AQ-LE、Blue AQ-LEのいずれの染料もとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の色濃度が高かった（濃い）が、ポリエステル繊維も染料によっては「捺染」をおこなうことで十分な色濃度が得られることが確認できた。

表2 染色試料布の色濃度（K/S値）

染料名	後処理条件*	とうもろこし繊維	ポリエステル
Yellow AQ-LE	A	5.22	5.53
	B	8.75	
	C	0.56	
	D	2.22	
	E	0.24	
	F	2.15	
Red AQ-LE	A	3.64	1.83
	B	5.06	
	C	0.26	
	D	1.46	
	E	0.12	
	F	1.49	
Blue AQ-LE	A	4.85	4.83
	B	8.22	
	C	0.09	
	D	1.30	
	E	0.04	
	F	1.66	

注)K/S値が大きいほど見かけの濃度は高い  
※後処理条件は実験方法(3)染色方法を参照

## (2) 染色堅ろう度

各染料で染色した試料の染色堅ろう度試験結果は表3のとおりである。なお、前述の色濃度の結果から、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）については実用面で許容できる色濃度のA法（蒸熱処理→還元洗浄）とB法（蒸熱処理→ソーピング）の染色試料布についてのみ染色堅ろう度試験をお

こなつた。また、洗濯堅ろう度試験の汚染判定用の第1添付白布ポリエステルにおいては、判定がすべて5級であり、汚染はみられなかったため、表から省いた。

#### 1) 洗濯堅ろう度

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗濯堅ろう度を洗浄処理方法で比較すると、変退色ではBlue AQ-LEのB法（蒸熱処理→ソーピング処理）、汚染（絹）ではYellow AQ-LE、Blue AQ-LEのB法が4級の他は4-5、5級であり、A法（蒸熱処理→還元洗浄）の洗濯堅ろう度がやや優れていた。これは、今回の「捺染」において繊維への表面染色染料が存在し、還元洗浄ではこの表面染色染料が十分に除去されたため堅ろう度が高くなったのに対し、B法のソーピング処理ではこの表面染色染料の除去が不十分なため、堅ろう度が低くなったのではないかと思う。また、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）とポリエステル繊維の洗濯堅ろう度をA法（蒸熱処理→還元洗浄）で比較すると、変退色、汚染ともすべて5級であり、差は全くみられなかった。以上、洗濯堅ろう度の結果から、洗浄処理方法は還元洗浄が望ましいと考える。

#### 2) 摩擦堅ろう度

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の摩擦堅ろう度を洗浄処理方法で比較すると、乾燥、湿潤状態いずれにおいてもA法（蒸熱処理→還元洗浄）がB法（蒸熱処理→ソーピング）より1～1.5級高くなった。これは前述の洗濯堅ろう度と同様、

今回使用した各染料ともB法のソーピング処理では表面染色染料が除ききれていないためではないかと考える。また、A法、B法においても乾燥状態よりも湿潤状態の堅ろう度が高いものがほとんどであった。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）とポリエステル繊維の摩擦堅ろう度をA法（蒸熱処理→還元洗浄）で比較すると、ポリエステル繊維が乾燥、湿潤状態とも5級であるのに対し、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）はRed AQ-LE、Blue AQ-LEの乾燥状態において4級であり、ポリエステル繊維の摩擦堅ろう度が優れていると言える。また、ポリエステル繊維では乾燥、湿潤状態による差はみられなかったが、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）においては、前述したようにRed AQ-LE、Blue AQ-LEで乾燥状態より湿潤状態の堅ろう度が高かった。摩擦堅ろう度において、乾燥状態より湿潤状態の堅ろう度が高いのは前報<sup>4)</sup>で触れたように分散染料が水に溶けにくい性質であること、そして繊維が疎水性のため摩擦用白綿布の水分が皮膜となり滑りやすくなったことも理由の一つではないかと考える。以上、摩擦堅ろう度の結果から洗浄処理方法は還元洗浄が望ましいことがわかった。

#### 3) 日光堅ろう度

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の日光堅ろう度を洗浄処理方法で比較すると、今回使用したいずれの染料もA法（蒸熱処理→還元洗浄）、B

表3 染色堅ろう度

(級)

試料	染料名	後処理条件※	洗濯		摩擦		日光
			変退色	汚染（絹）	乾燥	湿潤	
とうもろこし繊維	Yellow AQ-LE	A	5	5	5	5	3-4
		B	4-5	4	3-4	4	3
	Red AQ-LE	A	5	5	4	5	4
		B	5	4-5	3	4	4-5
	Blue AQ-LE	A	5	5	4	5	4
		B	4	4	2-3	4	4
ポリエステル繊維	Yellow AQ-LE	A	5	5	5	5	5-6
	Red AQ-LE		5	5	5	5	6
	Blue AQ-LE		5	5	5	5	5

※後処理条件は実験方法（3）染色方法を参照



法（蒸熱処理→ソーピング）ではほとんど差はみられなかった。また、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）とポリエステル繊維をA法（蒸熱処理→還元洗浄）で比較すると、ポリエステル繊維が5級以上であるのに対し、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は3-4級～4級であった。日光堅ろう度は前報<sup>4)</sup>においても同様の傾向を示しており、その理由として染料の性質上のものではないかと考えたが、さらに検討することが必要と思われる。

#### 4. 要約

前報<sup>4)</sup>に引き続き、今回はとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の手工芸染色への応用範囲を広げるために新合成繊維用分散染料による手工芸的な「捺染」を試み、色濃度と堅ろう度の面からポリエステル繊維との比較において染色条件の検討をおこない、次の結果を得た。

(1) とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の「捺染」における染色条件として、後処理方法のうち熱処理は蒸熱を40分間おこなったものが最も効率的に染料が染着される。他の2方法の乾熱処理、ドライヤー乾燥熱処理では染料の染着は不十分であり、熱処理としては望ましくない。

(2) とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は後処理方法のうち、洗浄処理方法の違いにより色濃度に差がみられ、還元洗浄よりもソーピング処理をおこなったものが高い（濃い）色濃度である。

(3) 今回の染色条件においてポリエステル繊維は染料によっては、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）と同程度の色濃度が得られ、効率的に染まる。

(4) 洗濯堅ろう度は、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）において洗浄処理方法の違いによる差は少なく、4～5級で実用的に優れているが、還元洗浄をおこなったものがやや高い。また、ポリエステル繊維はすべて5級であり、洗濯堅ろう度は優れている。

(5) 摩擦堅ろう度は、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）において洗浄処理方法の違いによる差がみられ、還元洗浄では乾燥、湿潤状態とも4～5級であり優れているが、ソーピング処理では乾燥状態で低い堅ろう度もみられ実用的には問題が

残る。また、ポリエステル繊維は乾燥、湿潤状態ともにすべて5級であり優れている。

(6) 日光堅ろう度は、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）において洗浄処理方法の違いによる差はほとんどみられない。しかし、ポリエステル繊維が5級以上であるのに対し、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）はそれよりも低い堅ろう度である。

以上の結果から、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の「捺染」における染色条件は、色濃度と染色堅ろう度の面から染料を布にパッド（塗布）し、自然乾燥の後、蒸熱処理40分間、さらに還元洗浄の後処理が望ましいことがわかり、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）が「浸染」ばかりでなく「捺染」にも充分応用できることが確認できた。また、ポリエステル繊維も「浸染」においては淡色であったが、「捺染」ではさらに濃い色が得られる染料もあることから、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）とともに手工芸染色に取り入れることも可能になった。今後は、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の手工芸染色への応用範囲をさらに広げるために染色濃度と堅ろう度、染料と糊との関係等の検討が必要と考えている。

#### 文献

- 1) 森瑞枝他：東京家政学院大学紀要41自然科学・工学系21～29（2001）
- 2) 米田宏美他：東京家政学院大学紀要41自然科学・工学系31～36（2001）
- 3) 森瑞枝他：東京家政学院大学紀要42自然科学・工学系41～47（2002）
- 4) 米田宏美他：東京家政学院大学紀要42自然科学・工学系49～56（2002）
- 5) 改森道信：加工技術35.5（2000）300～309
- 6) 村瀬繁満：染色工業46.12（1998）558～562
- 7) 近藤義和：染色工業46.12（1998）563～568
- 8) 黒木宣彦：染色の化学
- 9) 近藤一夫：染色の科学
- 10) 日本化薬株式会社：Kayalon Microester Colours 新合繊維分散染料シリーズ