

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の染色
— 染色時間について —

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

－染色時間について－

米田宏美 森瑞枝 田中麻紀子

1. 緒言

近年、産業界の各分野において地球環境保護に対する取り組みがおこなわれており、繊維産業でも「再生産可能な資源からの生分解性繊維」が開発され実用化へと進んでいる。その繊維製品には「エコロジー」を意識した種々の繊維素材が多く登場してきている。この状況の中で、我々は新繊維である竹繊維（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）の消費性能と染色性について検討をおこない報告した。^{1)~5)}

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は、石油を原料とするポリエステル繊維と同様の性能を有すると共に、生分解性がある新合成繊維である。我々は手工芸染色にこの新合成繊維を取り入れることを目的に、新合成繊維用の分散染料を用いて浸染および捺染をおこない、いくつかの結論を得ると共に、加熱に対する性能の変化も見極めた。その結果、浸染における染色条件は各染料の標準染色濃度で染色温度 $90 \pm 2^\circ\text{C}$ 、染色時間 30 分間が望ましいことがわかった。しかし、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は、加熱による性能変化が見られ、温度 90°C で 30 分間加熱した場合、強度の低下や剛軟度の変化は見られなかったものの収縮においては変化を生じることがわかった。この結果から、染色時においてもできる限り短時間で浸染をおこなうことが望ましいと思われる。そこで、今回は染色時間を短縮するにはどのような染色条件が望ましいか、色濃度と染色堅ろう度の面から標準染色（染色温度 $90 \pm 2^\circ\text{C}$ 、染色時間 30 分間、標準染色濃度）との比較において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、前々報⁴⁾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）の黄、赤、青の中から性質が同じ染料をそれぞれ選択した。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

使用した試料は未加工のとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維 100%）織物である。とうもろこし繊維織物（ポンジー）の諸元は表2のとおりである。

表2 試料の諸元

密度 (本/5cm)	タテ	177.0
	ヨコ	148.0
より数	タテ	0.0
	ヨコ	0.0
厚さ (mm)		0.13
組織		平織

(3) 染色方法

染色方法は前々報⁴⁾の「浸染」と同様の高温染色法とし、標準染色条件は前々報⁴⁾の結果から表3-1、染色時間短縮を探索するための染色条件は表3-2のように設定した。加熱時間を短縮することが繊維の性能変化を少なくすることにつながるため、染色時間はできる限り短時間にしたい。しかし、繊維の染色性や染色のメカニズムから考えると加熱による繊維の性能変化がわずかに見られた15分間より短縮することは難しいと考える。従って、染色時間は15分間を短縮の最大限とし、さらに繊維の染色性などを考慮して20分間の2条件とした。染色濃度については染色時間短縮における最適な染色濃度を見極めるため、染色時間15分間と20分間において、標準染色濃度以外の3～4条件を設定した。最大染色濃度は、標準濃度の2倍まで、もしくは10% o.w.f. までとした。染色後は前々報⁴⁾と同様、還元洗浄をおこなわず陰イオン界面活性剤によるソーピングのみとした。また、ソーピング終了後、水洗、自然乾燥した染色試料は皺が多いため、110℃前後のアイロン温度で仕上げをおこなった。

表3-1 染色条件1

染料	Yellow AQ-LE	Red AQ-LE	Blue AQ-LE
染色濃度	3.0% o.w.f.		6.0% o.w.f.
染色時間	30分		
染色温度	90 ± 2℃		
浴比	1 : 80		
ソーピング	陰イオン界面活性剤 1g/l 温度 80 ± 2℃ 時間 20分 浴比 1 : 80		

表3-2 染色条件2

染料	Yellow AQ-LE	Red AQ-LE	Blue AQ-LE
染色濃度	3.0, 4.0, 5.0, 6.0% o.w.f.	6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0% o.w.f.	
染色時間	15分, 20分		
染色温度	90 ± 2℃		
浴比	1 : 80		
ソーピング	陰イオン界面活性剤 1g/l 温度 80 ± 2℃ 時間 20分 浴比 1 : 80		

(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箇所測定し、その平均値から次式によりK/S値を求めた。

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

ρ_λ : 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) 染色時間と色濃度

各染色時間と各染色濃度における染色試料布の色濃度K/S値は表4のとおりである。また、標準染色（染色時間30分間・染色濃度3% o.w.f. または6% o.w.f.）における染色試料布の色濃度K/S値を100とした時の、他の染色条件の染色布色濃度K/S値の割合を図1-1～図1-3に示した。

表4 染色試料布の色濃度 (K/S値)

染料名	染色濃度 (%o.w.f.)	染色時間		
		15分	20分	30分
Yellow AQ-LE	3.0	5.96	5.66	6.83
	4.0	6.37	5.84	
	5.0	6.38	6.17	
	6.0	6.89	6.80	
Red AQ-LE	3.0	3.13	3.09	3.59
	4.0	3.22	3.23	
	5.0	3.32	3.33	
	6.0	3.39	3.52	
Blue AQ-LE	6.0	4.98	5.34	5.16
	7.0	5.23	5.28	
	8.0	5.14	5.42	
	9.0	5.31	5.47	
	10.0	5.46	5.74	

注) K/S値が大きいほど見かけの濃度は高い

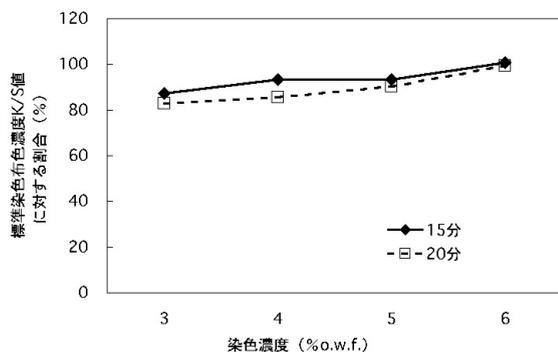


図1-1 染色時間による染色布色濃度
— Kayalon Microester Yellow AQ-LE—

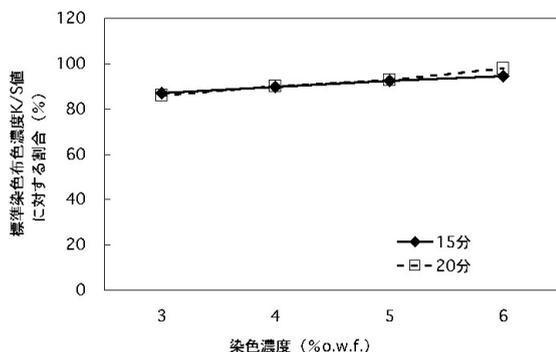


図1-2 染色時間による染色布色濃度
— Kayalon Microester Red AQ-LE—

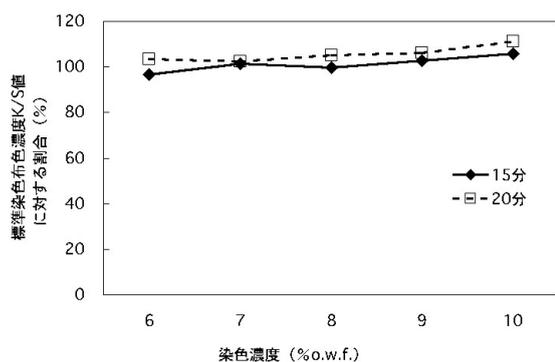


図1-3 染色時間による染色布色濃度
— Kayalon Microester Blue AQ-LE—

標準染色濃度 (Yellow AQ-LE, Red AQ-LE は 3 % o.w.f., Blue AQ-LE は 6 % o.w.f.) における各染色時間の染色布の色濃度 K / S 値を比較すると, Yellow AQ-LE, Red AQ-LE では染色時間 15 分間, 20 分間いずれも標準染色時間の 80 % 以上, Blue AQ-LE はほぼ同程度ないしはそれ以上の色濃度となり, 染料により染色時間の影響が見られた。前々報⁴⁾の「浸染」では, 染色時間 30 分間と 60 分間で比較をおこない, いずれの染料も染色時間による差は見られず, 30 分間で染着平衡に達したと考えている。この結果と今回の結果をあわせて考えると, Yellow AQ-LE や Red AQ-LE は染色時間 15 分間や 20 分間では平衡に近くはなったが, やはり平衡に達するには 30 分間必要であるのに対し, Blue AQ-LE は, 15 分間という短時間で平衡に達すると考える。一般に染色の初期段階では染料の親和力が染色速度に大きく影響するといわれていることから, 今回のような短時間の染色においても同じような傾向が見られ, 繊維の染色性よりも染料が持つ性質が結果に大きく関わっているものと考えられる。また, 今回の結果は染色温度が $90 \pm 2^\circ\text{C}$ という高温染色だったため, 染色温度が高ければ染色速度は増大し, 染着平衡に達する時間は早くなるという染色理論の一般的な考えに沿ったものと思われる。

染色時間 15 分間と 20 分間の各染色濃度における染色布色濃度 K / S 値を比較すると, Blue AQ-LE において染色時間 20 分間のものがわずかに高い値 (濃い) を示しているものの染色時間による差はほとんど見られなかった。

染色時間と染色濃度の関係を見ると, Yellow AQ-LE は染色時間 15 分間および 20 分間いずれも染色濃度が上がると共に染色布色濃度もわずかずつではあるが高くなり, 標準染色濃度の 2 倍である 6 % o.w.f. で標準染色 (染色時間 30 分間・染色濃度 3 % o.w.f.) の染色布色濃度 K / S 値に達した。また, Red AQ-LE においても同じような傾向を示すが, 標準染色濃度の 2 倍の時, 染色時間 15 分間では標準染色のものよりやや低く, 20 分間で標準染色の色濃度に達した。Blue AQ-LE においては染色時間 20 分間はもちろん,

15分間でも標準染色濃度で標準染色布の色濃度K / S値と同程度の色濃度が得られ、染色濃度が高くなれば他の染料と同様、染色布色濃度もほんのわずかであるが、高くなっている。

以上の結果、色濃度の面から染色時間短縮のための染色条件が把握できた。

(2) 染色時間と染色堅ろう度

各染色時間における染色堅ろう度試験結果を表5-1～表5-3のとおりである。なお、洗濯堅ろう度試験の汚染判定用に用いた第1添付白布とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は判定が全て5級であり、汚染が見られなかったため、表から省いた。

1) 洗濯堅ろう度

洗濯堅ろう度を染色条件で比較すると、いずれの染料においても、変退色は標準染色と同じとなり、全て5級、汚染は標準染色よりわずかに高くなったものもあったが、ほとんど4-5級であり、染色条件による差は見られなかった。また、染色時間15分間20分間で染色布の色濃度K / S値がやや低かったYellow AQ-LE, Red AQ-LEの染色濃度3% o.w.f.のものでも高い堅ろう度を示し、今回使用した染料は、いずれの染色条件でも洗濯堅ろう度は実用的には問題なく、優れているといえる。

2) 摩擦堅ろう度

摩擦堅ろう度を染色条件で比較すると、Yellow AQ-LEでは染色時間20分間の6% o.w.f.において乾燥状態で3-4級とやや低くなったが、その他では乾燥、湿潤状態とも4級および4-5級であり、染色条件による差はなく、染色時間を短縮しても摩擦堅ろう度は優れているといえる。Red AQ-LEにおいてはいずれの染色条件とも乾燥状態が3-4級および4級、湿潤状態では標準染色条件のものを除いては全て5級であり、染色条件による摩擦堅ろう度の差はほとんど見られなかった。Blue AQ-LEにおいては染色条件によりわずかな差はあるものの、乾燥状態は3級から4級、湿潤状態は4-5級および5級であり、Red AQ-LEと同様湿潤状態の堅ろう度が乾燥状態よりも1級以上高いものが多かった。湿潤状態のものが乾燥状態のものより高い値を示した今回の結

果は、既報^{4) 5)}の結果と同様であり、理由についてはすでに述べたが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、滑りやすくなったためではないかとも考える。また、Red AQ-LEやBlue AQ-LEにおいて多く見られた乾燥状態の摩擦堅ろう度がやや低くなったのは、染料の性質と共に染料の表面染着の状態があったためではないかと思われる。今回、後処理はソーピングのみとしたが、堅ろう度の面から還元洗浄での検討も必要と考える。

3) 日光堅ろう度

日光堅ろう度を染色条件で比較すると、今回使用したいずれの染料も差は全く見られなかった。これは各染色条件の染色布色濃度に大きな差がなかったためと考える。またBlue AQ-LEが他の染料に比べ4級というやや低い堅ろう度になったことは、染料の持つ性質が関係しているものと思われる。

以上、染色堅ろう度の面では染色時間を短縮した染色条件は標準染色条件と大きな差は見られないことから、染色時間短縮のための染色条件が把握できた。

4. 要約

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）を手工芸染色に取り入れることを目的に、新合成繊維用分散染料を用いて浸染および捺染をおこない、これまでにいくつかの結論を得てきた。その中で浸染における染色条件は、各染料の標準染色濃度で、染色温度 90 ± 2 ℃、染色時間30分が望ましいことがわかった。しかしとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は、加熱による性能変化がみられるため、浸染における加熱時間の短縮が不可欠となった。そこで、今回は染色時間を短縮するにはどのような染色条件が望ましいか、新合成繊維用分散染料を用いて染色し、色濃度と染色堅ろう度の面から標準染色（染色温度 90 ± 2 ℃・染色時間30分間・染色濃度3% o.w.f.または6% o.w.f.）との比較において検討をおこない、次の結果を得た。

(1) とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の染色（浸染）は、標準染色濃度においてYellow AQ-LE,

表 5-1 染色堅ろう度 - 洗濯 -

(級)

染料名	染色濃度 (%o.w.f.)	染色時間					
		15分		20分		30分	
		変退色	汚染(絹)	変退色	汚染(絹)	変退色	汚染(絹)
Yellow AQ-LE	3.0	5	4-5	5	4-5	5	4
	4.0	5	4-5	5	4-5		
	5.0	5	4	5	4-5		
	6.0	5	4	5	4-5		
Red AQ-LE	3.0	5	4-5	5	4-5	5	4-5
	4.0	5	5	5	4-5		
	5.0	5	4-5	5	4-5		
Blue AQ-LE	6.0	5	4-5	5	4-5	5	4-5
	7.0	5	4-5	5	4-5		
	8.0	5	4-5	5	4-5		
	9.0	5	4-5	5	4-5		
	10.0	5	4-5	5	4-5		

表 5-2 染色堅ろう度 - 摩擦 -

(級)

染料名	染色濃度 (%o.w.f.)	染色時間					
		15分		20分		30分	
		乾燥	湿潤	乾燥	湿潤	乾燥	湿潤
Yellow AQ-LE	3.0	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5
	4.0	4	4-5	4	4-5		
	5.0	4	4-5	4-5	4-5		
	6.0	4	4-5	3-4	4-5		
Red AQ-LE	3.0	4	5	4	5	3-4	4
	4.0	3-4	5	4	5		
	5.0	3-4	5	3-4	5		
Blue AQ-LE	6.0	3-4	4-5	3-4	4-5	3	5
	7.0	3-4	4-5	3-4	4-5		
	8.0	3	4-5	4	4-5		
	9.0	3-4	4-5	4	4-5		
	10.0	3-4	4-5	4	4-5		

表 5-3 染色堅ろう度 - 日光 -

(級)

染料名	染色濃度 (%o.w.f.)	染色時間		
		15分	20分	30分
Yellow AQ-LE	3.0	6	6	6
	4.0	6	6	
	5.0	6	6	
	6.0	6	6	
Red AQ-LE	3.0	5-6	5-6	5-6
	4.0	5-6	5-6	
	5.0	5-6	5-6	
	6.0	5-6	5-6	
Blue AQ-LE	6.0	4	4	4
	7.0	4	4	
	8.0	4	4	
	9.0	4	4	
	10.0	4	4	

Red AQ-LE で染色時間の違いによる染色布の色濃度 K / S 値に差が見られ、Blue AQ-LE では差は見られない。

(2) 染色時間 15 分間と 20 分間での染色布の色濃度 K / S 値の差はいずれの染料においてもほとんど見られない。

(3) 染色時間 15 分間、20 分間の場合、標準染色条件で染色した布の色濃度と同程度の色濃度を得るためには、Blue AQ-LE は標準染色濃度、Yellow AQ-LE、Red AQ-LE は標準染色濃度の 2 倍が必要である。

(4) 洗濯堅ろう度は、いずれの染料も染色条件に関係なく変退色、汚染ともほとんど 4～5 級であり、実用的に優れている。

(5) 摩擦堅ろう度は、染料による差が見られ、Yellow AQ-LE はいずれの染色条件においても乾燥・湿潤状態とも優れているが、Red AQ-LE、Blue AQ-LE はやや低いものも見られる。また、湿潤状態に比べ、乾燥状態のものが劣る傾向である。

(6) 日光堅ろう度は、いずれの染料においても染色条件による差は全く見られない。

以上の結果から、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の分散染料による染色（浸染）において、染色時間を短縮した場合の染色条件が把握できた。その染色条件は、染色温度 90 ± 2 °C、染色時間 15 分間から 20 分間、染色濃度は Blue AQ-LE

で標準染色濃度、Yellow AQ-LE、Red AQ-LE は標準染色濃度の 2 倍が必要である。しかし、摩擦堅ろう度がやや低いものもあるため、堅ろう度を上げる方法の検討も必要と考えている。今後は、さらにとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の手工芸染色への応用範囲を広げるための方法を検討したいと思っている。

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) 米田宏美他：東京家政学院大学紀要 43 自然科学・工学系 43～47 (2003)
- 6) 改森道信：加工技術 35.5 (2000) 300～309
- 7) 村瀬繁満：染色工業 46.12 (1998) 558～562
- 8) 近藤義和：染色工業 46.12 (1998) 563～568
- 9) 黒木宣彦：染色の化学
- 10) 近藤一夫：染色の科学
- 11) 日本化薬株式会社：Kayalon Microester Colours 新合織用分散染料シリーズ