

複合素材T/C混に対するスクリーン捺染方法の検討

色染化学チーム 向井 俊博

要 旨

天然繊維と合成繊維との良さを併せ持つ複合素材は、その機能性(速乾性、イージーケア等)から多くの繊維製品に用いられているが、染色加工分野において捺染が難しい素材である。そのため、現状、複合素材の捺染では混率の高い素材のみを染色する捺染方法や簡易な顔料による着色方法が主流となっている。本報では、代表的な複合素材であるポリエステル/綿混紡(T/C混)に対して染料による審美性および堅ろう性に優れる捺染方法の開発を目指し、中性で染色可能なモノニコチン酸トリアジン基(以下MNT基)を有する反応染料および分散染料によるスクリーン捺染方法について検討した。その結果、MNT基は様々なpH条件下でセルロースと反応可能であり、T/C混の捺染において有効であること、また、MNT型反応染料と市販の分散染料により調製した色糊でT/C混を染色した結果、ポリエステル、綿を同時に染色可能であることがわかった。

1. はじめに

複合素材は複数の繊維素材から成る紡績糸、あるいは、テキスタイルの総称である。代表的な複合素材である混紡糸の年間生産量は2万3千トンにもおよび、これは日本で生産される紡績糸の約30%を占めている。その中でT/C混と呼ばれるポリエステルと綿の混紡糸は特に多く、1万2千トンと混紡糸の約半分を占めている。T/C混の特徴としては速乾作用、形態安定性、イージーケア等が挙げられ、快適性を重要視する消費者からの要望によりY-シャツ、T-シャツ、パンツ、セーター等と多くの衣料品に用いられている。

複合素材は色柄を与え、ファッション性を付与する染料による捺染は難しい素材とされ、現状、高混率の素材のみを染色する捺染方法¹⁾や顔料による簡易着色²⁾が主に行われている。

前者では、90%以上の混率ならば、外観上ほとんど問題はないが、混率50%~70%程度になると、未染色の部分が目立ち、審美性に著しく欠ける。一方、後者の顔料による着色方法では色材が粒子状で接着しているため、色材中での光の乱反射により彩度が低く、染料のような鮮やかな色が表現できない。また、摩擦に対する堅ろう性が悪くなり、風合いが硬くなるといった課題がある。

複合素材の染料による捺染が難しい理由は、その工程上、染色条件が異なる複数の染料を配合した色糊を印捺し、それらを同時に発色させなければならないことにある。染色条件が類似している素材、例えば、綿

/ウール、綿/レーヨンと比較的容易であるが、ポリエステル/綿のように染色条件が異なる素材を染色すると、どちらか一方の染着濃度が著しく低くなる。

本報では、T/C混に対して染料による審美性および堅ろう性に優れる捺染方法の開発を目指し、分散染料と反応染料による同時染色方法について検討した。具体的には、捺染において使用実績がほとんどないが、中性でセルロースと反応し染色可能なMNT基を有する反応染料(Kayacelon React)および分散染料を含んだ色糊に対して酸性、中性、アルカリ性となる試薬を混合し発色させ、そのときの表面染着濃度からT/C混を染色可能な色糊処方について検討した。

2. 実験方法

2.1 実験材料

分散染料はMiketon polyester Blue FTK, Miketon polyester Red 2BSF, Miketon polyester Yellow 5Rを、反応染料はKayacelon React Blue CN-BL, Kayacelon React Red CN-3B, Kayacelon React Yellow CN-MLを使用した。生地はシルケット加工済みの綿ブロード、ポリエステルトロピカル、T/C混ブロード(65/35)を色染社から購入し、そのまま使用した。糊剤はファインガム HE-S(第一工業製薬)、分散剤はディスパー TL(明成化学)、還元防止剤はMSパウダー(明成化学)、濃染剤はセロポールPA-19S(三洋化成)、洗浄剤はセンカノールTCコンク(センカ)、アミラジンD(第一工業製薬)を用途に応じて使い分けた。それ以外の試薬は特級グレー

ドまたは1級グレードの試薬を使用した。

2.2 捺染方法

下記の表1、表2に示す組成の色糊を分散染料3種×3処方の計9通り、反応染料3種×3処方の計9通りを調製した。100メッシュのスクリーン型、スクリーン試験機(辻井染機製 SP-300ARD型)、直径10mmのロールスキージを使用し、ポリエステルに対して分散染料糊9通り、綿に対して反応染料糊9通り、T/C混に対してそれぞれの中性糊を印捺した。

表1 分散染料を配合した色糊の組成

	酸性	中性	アルカリ性
分散染料	3	3	3
ファインガム HE-S (9wt%)	60	60	60
ディスパーTL	1	1	1
尿素	5	5	5
リンゴ酸	2	0	0
炭酸水素ナトリウム	0	0	3
セロポールPA-19S	2	2	2
MSパウダー	1	1	1
水	26	28	25

表2 反応染料を配合した色糊の組成

	酸性	中性	アルカリ性
反応染料	3	3	3
ファインガム HE-S (9wt%)	60	60	60
尿素	5	5	5
リンゴ酸	2	0	0
炭酸水素ナトリウム	0	0	3
MSパウダー	1	1	1
水	29	31	28

2.3 蒸熱処理およびソーピング

色糊を印捺・乾燥した捺染布についてスチーマー(辻井染機製 HT-3-550型)を使用し、元圧0.1MPa、蒸気量200L/min、スチーマー温度170℃あるいは102℃、処理時間10分の蒸熱処理を行った。その後、未染着の染料を水洗、除去した後、綿およびT/C混についてはセンカノールTCコンク2g/Lを溶解させた90℃のソーピング浴中で10分間のソーピングを行った。ポリエステルについては水酸化ナトリウム2g/L、ヒドロサルファイト2g/L、アミラジンD2g/Lを溶解させた還元洗浄を80℃、10分間行った。

2.4 測色および顕微鏡観察

分光測色計(ユニカミノルタ社製CM2600-d)で捺染

布を測色し、最大吸収波長 λ_{max} における反射率からKubelka-Munk式より表面染着濃度K/S値を算出し、評価した。

Kubelka-Munk式

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

R=分光反射率

K=材料の吸収係数

S=散乱係数

中性糊を印捺したT/C混の捺染結果についてはマイクロスコープ(キーエンス社製 VHX-1000)により、顕微鏡観察を行った。

3. 結果及び考察

3.1 分散染料の捺染において色糊pHが染着濃度に与える影響

表1に示す組成の色糊で捺染したポリエステル布に対して、170℃×10分の蒸熱処理を行い、試験布の表面染着濃度K/S値を求めた。結果を図1に示す。

分散染料の種類により、添加したアルカリ、酸の影響が異なっており、Yellow 5Rではすべての条件下で

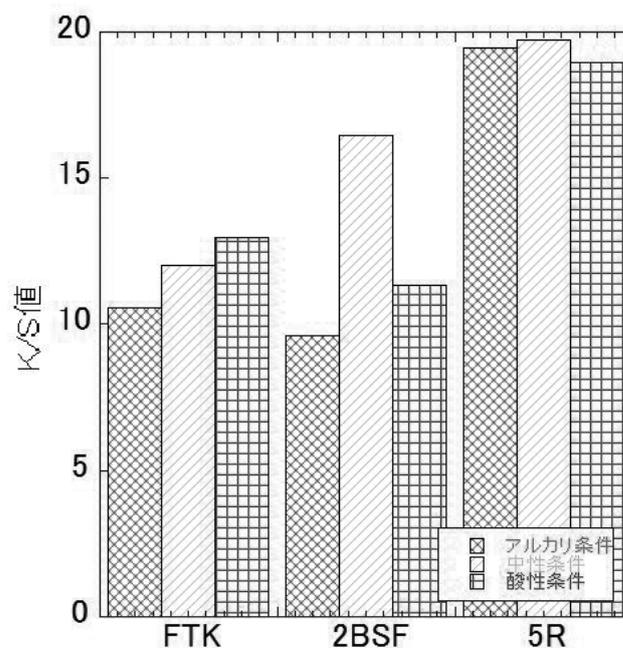


図1 各種添加剤によるpHの違いが分散染料の染着濃度に与える影響

染着濃度は高かったが、Blue FTKでは酸性条件が、Red 2BSFでは何も添加しない中性条件が最も高い結果になった。分散染料を使用する捺染では、染料の安定性を確保するために酒石酸やリンゴ酸のような不揮発性の有機酸を色糊へ添加することが一般的に行われているが、今回の結果では、3種の染料に与える影響はすべて異なっており、複合素材の捺染に関わらず、複数の染料を配合し目的色を得るためには、pH依存性の類似した染着挙動を有する染料種を選択する必要があることがわかった。今回選択した分散染料は、中性において比較的高い染着性を示したため、後述するT/C混の捺染では何も添加しない中性の色糊を選択した。

3.2 反応染料の捺染において色糊pHが染着濃度に与える影響

表2に示す組成の色糊で捺染した綿布に対して、102℃×10分の蒸熱処理を行い、試験布の表面染着濃度K/S値を求めた。結果を図2に示す。

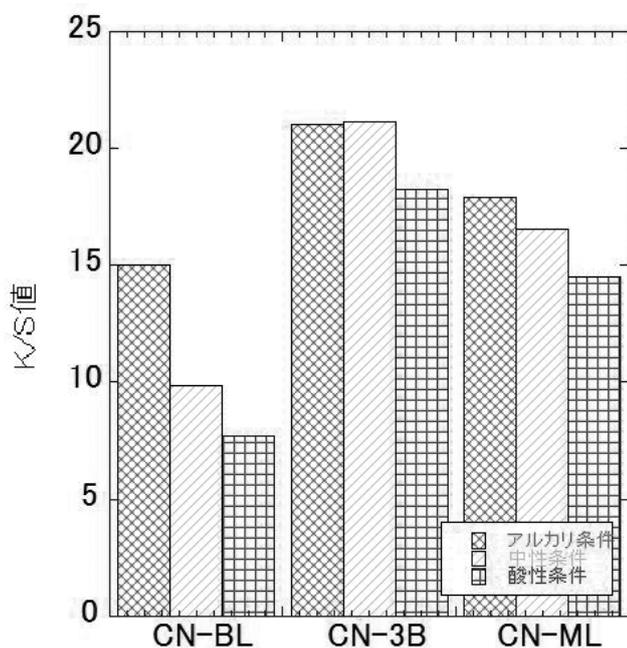


図2 各種添加剤によるpHの違いが反応染料の染着濃度に与える影響

一般的に捺染に使われているモノクロトリアジン型の反応染料はアルカリが存在しない条件下ではほとんど反応しない³⁾。対して、MNT基を有する反応染料

は広範囲なpH領域でセルロースと反応可能であることがわかった。だが、色糊pHを酸性条件にすると染着濃度が低下する傾向にあり、CN-BLの場合、その傾向が顕著に表れている。MNT型反応染料についてアルカリ条件下において極端に染着性が高い染料種も存在することがわかった。そのため、T/C混の捺染では、分散染料の場合と同様に、染着挙動が類似する染料種を選択することやより中性で反応効率の高い染料を選択する必要がある。後述するT/C混の捺染では、分散染料への影響も考慮し、何も添加しない中性の色糊を選択した。

3.3 T/C混の染色結果

分散染料を含んだ中性の色糊と反応染料を含んだ中性の色糊を別々にT/C混布に印捺し、Wet on Dryで重ね合わせ、綿繊維を102℃×10分とポリエステル繊維を170℃×10分の計2回の蒸熱処理を行い、分散染料と反応染料によるT/C混の同時染色が可能であるかを顕微鏡観察にて評価した。その結果を図3、図4に示す。

図3の左下は反応染料のみ、右上は分散染料のみ、右下は反応染料と分散染料の重色により染色した。反応染料や分散染料のみでは未染色の箇所が目立つが、両者を重ね合わせた箇所では、未染色部分は観察されず、すべて青色に染色されていることが分かる。

図4の左下は反応染料のみ、右上は分散染料のみ、右下は反応染料と分散染料の重色により染色した。異なる色の染料によりそれぞれの繊維を染色したが、汚染も少なく綿を青、ポリエステルを赤に染め分けることができていることが確認できる。これにより、従来、表現困難であった複合素材の異色染による捺染が可能であることがわかった。

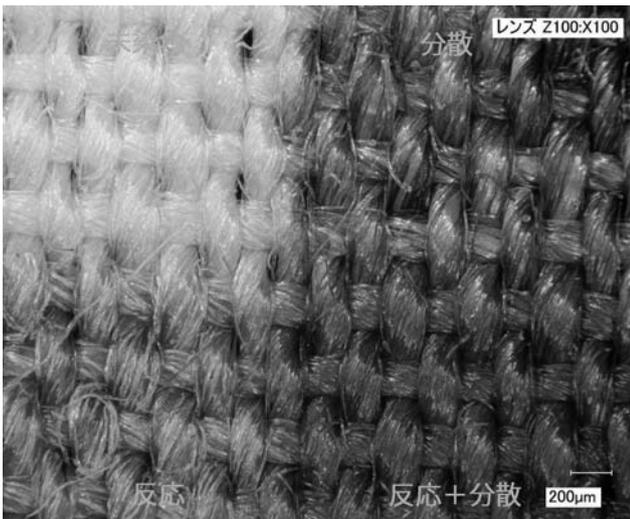


図3 反応染料(Blue CN-BL)と分散染料(Blue FTK)によるT/C混の同色染

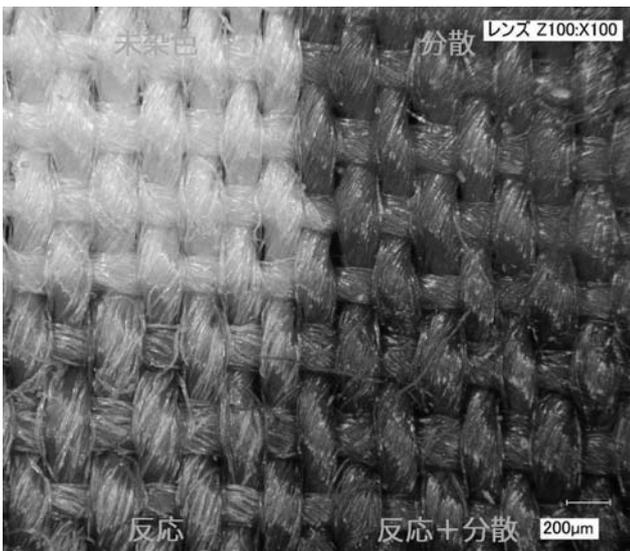


図4 反応染料(Blue CN-BL)と分散染料(Red 2BSF)によるT/C混の異色染

- 2) モノニコチン酸トリアジン型の反応染料は他のビニルスルホン基やモノクロロトリアジン基を有する反応染料と異なり、中性や酸性条件下においても高い染着濃度を示すことがわかった。ただ、染料種によっては染着濃度がpHに大きく依存するものがあるため、複合素材の捺染では染着挙動の類似する染料を選択する必要がある。
- 3) 今回調製した中性条件の色糊をT/C混の生地へ印捺した結果、ポリエステル、綿の両者を同時に染色可能であることがわかった。これにより、複合素材T/C混の同色捺染や異色捺染の可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 繊維社 編：複合素材の実際知識, p.331 (1992).
- 2) 柴尾進 他：加工技術, 30, 462 (1995).
- 3) 向井俊博：京都市産業技術研究所 研究報告, No.4 ,p.110 (2014).

4. まとめ

複合素材T/C混に対するスクリーン捺染において、各種染料に対して薬剤によるpHの影響が染料の染着濃度に与える影響について検討した結果、以下のことがわかった。

- 1) 分散染料による捺染では、一般的にクエン酸やリンゴ酸のような不揮発性の酸が色糊に含まれるが、染料種によってその影響は大きく異なる。