

絹のデジタル捺染における色再現向上の検討 —反応染料染色における前処理が与える影響について—

伝統産業・地域活性化グループ 向井 俊博

要 旨

京都市内において絹織物のデジタル捺染は、分業によって小規模事業所を複数経由してくるために、各事業所の処理条件がわからないまま工程を進める場合があるが、これが原因で生産トラブル（染色不良など）につながる場合がある。

本研究では、絹織物羽二重16匁（JIS添付白布）に対して、アルカリ種とアルカリ濃度を変えて前処理を行い、アルカリ種とその濃度が発色に与える影響について検討した。その結果、アルカリ種の違いによる発色性の違いと最適なアルカリ濃度について知見を得たので報告する。

1. はじめに

京友禅では、型友禅、手描友禅、機械捺染、デジタル捺染の4つに生産方法が大別されている。昨今、デジタル捺染の生産割合が高くなっており、全生産量の24.7%、振袖の74.6%にまで拡大している¹⁾。現状、市内における着物のデジタル捺染では、インクジェット捺染機とその機種に対応した反応染料インクが使用され染色されているが、青色の発色ブレを含めた色違いや同一反物内での色ムラなどの染色不良が発生することがあり、問題となっている。

デジタル捺染は従来の染色と同じく、生地を精練、染色、蒸・水元の工程から成るが、京都では、分業体制をとっており、すべての生産工程を厳密に管理するのは困難な状況にある。また、生産を担う企業は小規模事業所が中心であり、大手の染工場とは異なり、前後の工程の情報を得にくいために、色ブレなどの故障につながっていると考える。

本研究では、絹の平織物に対して、反応染料インクを精密に印捺し、実験を行うことで前処理中のアルカリ剤が与える影響について検討した。

本研究では、絹の平織物に対して、反応染料インクを用いたインクジェット捺染において前処理に使用されるアルカリ種とその濃度が発色に与える影響について検討した。

2. 実験方法

2.1 実験材料

捺染インクは市販のモノクロロトリアジン（MCT）型反応染料のCyan、Magenta、Yellow、Blackの4種類、絹織物は羽二重16匁（色染社）を使用した。塩素酸ナト

リウムはサーモサイエンティフィック社製を使用し、それ以外の試薬はナカライテスク社製の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 前処理方法

それぞれの絹織物を表1、表2に示す各前処理液中に浸漬後、パッダー（辻井染機 ニューマチックマングル VPM-1SUS-450N型）を使用し、ピックアップ率は約80%とした。その後、60℃で3分間乾燥後、さらに25℃で一日乾燥した。前処理1条件につき、3点調製した。

2.3 前処理条件

絹の反応染料の捺染では、添加するアルカリ剤として、炭酸水素ナトリウム、もしくは、酢酸ナトリウムが用いられている^{2) 3)}。吉澤、寺尾らの文献を参考に測定範囲を決め、炭酸水素ナトリウムは0~2 wt%とした。なお、酢酸ナトリウムは4 wt%の濃度において溶液の透明度が低下していたことから、これ以上の添加についてはゲル化や粘度上昇の懸念があったため、0~4 wt%とした。

2.4 インクジェット捺染方法

インクジェット評価装置Inkjet Designer（クラスターテクノロジー）を使用し、ノズル径φ40 μmのヘッドより反応染料インクを吐出し、それぞれの前処理を行った生地に印捺後、25℃で一日乾燥した。なお、直径約57 μm、97 pℓの液滴を91 μm間隔で吐出し、縦横146 mmの正方形の画像を布帛上へ印捺した。また、インクの付与量は約12 mℓ/m²である。

表1 前処理液の組成 (炭酸水素ナトリウム使用)

	A	B	C	D	E
アルギン酸Na 300cps / wt %	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
尿素 / wt %	5	5	5	5	5
炭酸水素ナトリウム / wt %	0	0.5	1	1.5	2
塩素酸ナトリウム / wt %	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

表2 前処理液の組成 (酢酸ナトリウム使用)

	F	G	H	I	J
アルギン酸Na 300cps / wt %	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
尿素 / wt %	5	5	5	5	5
酢酸水素ナトリウム / wt %	0	1	2	3	4
塩素酸ナトリウム / wt %	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

2.5 蒸熱処理およびソーピング

スチーマー (辻井染機 HT-3-550型) を使用し、元圧0.1 MPa、蒸気量200 ℓ/min、スチーム温度102℃で10分間の蒸熱処理を行った。その後、前処理剤と未染着の染料を水洗し除去した後、センカノールTCコンク 2 g/ℓを溶解させた80~90℃のソーピング浴中での10分間のソーピングを3回行った。その後、水洗し、乾燥した。

2.6 測色

分光測色計 (コニカミノルタ社製CM2600-d) により、ソーピング処理が完了した布帛を乾燥後、ろ紙を下に敷いた状態で測色し、最大吸収波長 λ max における表面のK/S値をKubelka-Munkの式より計算し表面染着濃度を評価した。

$$\text{Kubelka-Munk の式} \quad K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

R = 分光反射率 K = 材料の吸収係数

S = 散乱係数

3. 結果及び考察

絹織物に各前処理を行い、インクジェット評価装置にて印捺後、K/S値を算出した。結果を図1、2に示す。

アルカリ剤濃度が増加するとともにpHは高くなり、反応染料の染着が起りやすくなるため、K/S値は高くなる傾向がある。本研究の測定範囲では、炭酸水素ナトリウムの場合、1.5~2 wt%、酢酸ナトリウムでは4 wt%のときに、最大値となるものが多かった。

炭酸水素ナトリウムと酢酸ナトリウムを添加した前処理を比較すると、酢酸ナトリウムはMagentaのK/S値が

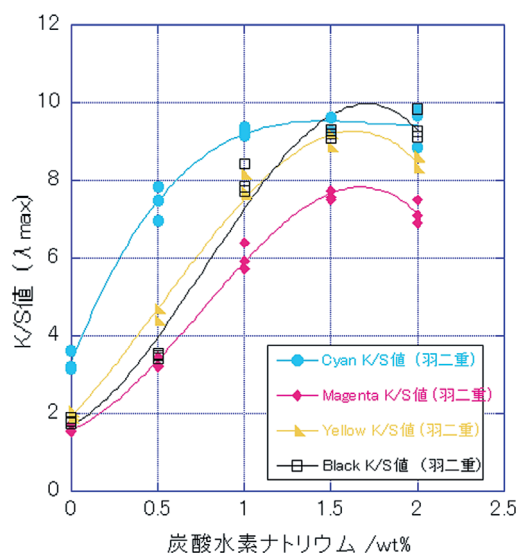


図1 炭酸水素ナトリウム濃度がK/S値に与える影響

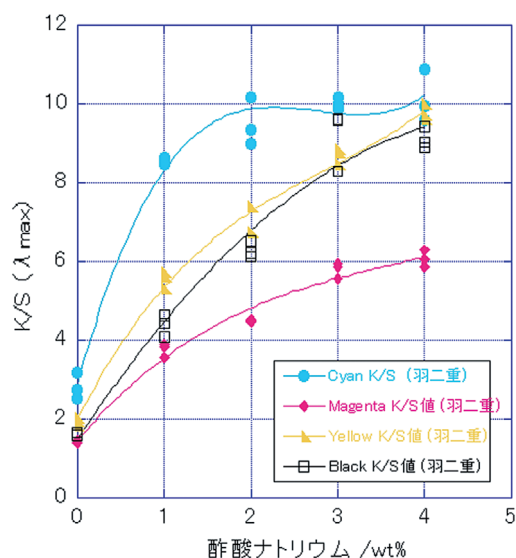


図2 酢酸ナトリウム濃度がK/S値に与える影響

低く、他の色はK/S値が高い。結果からアルカリ種が変わると混色で表現する色味がブレということがわかった。

絹の場合、系のpHをアルカリ性にすることで反応染料が繊維高分子内のアミノ基やヒドロキシル基との求核的置換反応により共有結合を形成する。

インクジェットにおける染着機構は、染料インク液滴を付与後、後処理（蒸気処理）により染料インク中の染料分子が前処理層を通過し、繊維内部へ拡散と繊維への反応が生じると考えられている。反応染料は色相により反応基以外の色素母体の化学構造は大きく異なっており、この化学構造の違いは染料分子の大きさ（分子量）、繊維に対する親和力、スルホン酸基やその他イオン性基の数の違いによる染料の水に対する溶解度の差につながっている。一般的に化学構造の違いは染料の拡散速度、染色速度の違いを生むとされている。無機塩の種類や濃度が染料の拡散などへの影響については次回以降、引き続き検討していきたい。

4. まとめ

絹織物に対する反応染料のインクジェット捺染において、前処理液中のアルカリ剤が与える影響について検討した。反応染料による絹のスクリーン捺染では、酢酸ナトリウムや炭酸水素ナトリウムが使用されているが、インクジェット捺染では、アルカリ種によって発色性が異なるため、色ブレが起こる可能性があることがわかった。また、無機塩の種類や濃度が染料の拡散などに及ぼす影響については、次回以降の検討事項とし、引き続き研究を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 令和4年度京友禅・京小紋生産量調査報告
- 2) 吉澤方博, 京染・精練染色佳, vol.27, No.3, p.112-117
- 3) 寺尾久繁, 染色研究, vol.35, No.3, p.103-109