スプレー捺染

加工技術部：加藤八郎・斎藤秀夫

1. はじめに

繊維製品の製造分野では、ビジュアル・アイデンティティを強く指向される時代である。その動向に応じて多品種少量化する受注に対して、クイック・レスポンス生産体制の確立が強く求められている。

しかし、従来からの編織物の染色技法としては、無地染めと捺染プリントがそのすべてといってもよかった。

ところが、捺染技術では、デザインの作成から印捺加工までの工程が複雑な手作業によるところが多く、そのために時間が掛り、市場ニーズに即応できないのが現状である。このため、捺染加工の分野では、デザイン作成、製版、色糊調整など個々のプロセスでコンピュータが利用され、合理化が図られてきた。これは、各プロセスの分業形態に沿った形で進展してきた。

今までにも、このような生産形態を大きく変えるプリント方式として、インクジェットによるカーペットの加工例が知られていたが、今日では、CADとの連動によりフルカラーでのプリントも可能になっている。しかし、この方式でも、生産性に限界があり、プリント商品の企画見本作成等に限定されているのが現状で、量産化へ向けての研究がさかんに行われている。

そこで、ボリュメール噴霧機という、本来は塗装業界向けに開発された装置を、繊維の加工へ応用しようとする技術移転的な試みも含め、必要な三原色プラス黒の４色の染液（以下、捺染インクと呼ぶ）を予めインクボットに用意しておき、スプレーノズルから噴霧して「ムラ」「ボカシ」等グラデーションものの加工が可能で、素材表面の凹凸に関係なくプリントできる、スプレー捺染技術の開発を行った。

さらに、この技術の特徴を生かして、予め整経・経通し等の準備工程を経た先晒しのシート状経糸を、織物と同様に見立てて描画することで、企画が変わっても経糸はそのままの状態で製織でき、クイック・レスポンス生産に対応できるシステムの検討を進めた。

なお、今回は、綿布帛を用いて試験を行い、噴霧機の改造、スプレー捺染用インクの調整、綿布帛の前処理、染料の固着、ソーピング等の後処理、捺染物の染色堅牢度試験を中心とした評価試験を実施した。

2. 試験方法

2.1 試験用布帛　　綿　$\frac{綿40/1 \times 綿80/2}{114 \times 50}$

経糸の糊料は、表１に示す成分のものを10％o.w.f.付与した。

なお、生機試料以外の綿布帛は、糊抜・精練・漂白を行った。

表１　経糸の糊料成分

成分	重量%
PVA（n：1500）	6
変成コーンスターチ	2
アクリル酸系高分子	1
ワックス	1
水	90
全量	100

2.2 染料

赤：Kayacion Red　P-2B（C.I. Reactive Red　24）

青：Kayacion Blue　P-3R（C.I. Reactive Blue　49）

黄：Kayacion Yellow　P-38G（C.I. Reactive Yellow　85）

黒：上記の染料を赤：1.5、青：6.5、黄：2.0の重量比で混合

表2に、これら三原色の捺染時におけるメーカー発表の染色堅牢度試験結果を示す。

表2　使用染料の染色堅牢度試験結果

試験項目＼染料			Kayacion Red P-2B (C.I.Reactiv Red 24)	Kayacion Blue P-3R (C.I.Reactive Blue 45)	Kayacion Yellow P-5RG (C.I.Reactive Yellow 85)
摩擦	乾燥		4	3-4	3-4
	湿潤		3-4	3	3-4
洗濯 (A-4：70℃)	変退色		4	4-5	4-5
	汚染	綿	5	5	5
		絹	5	5	5
汗 酸性	変退色		4	4-5	4-5
	汚染	綿	5	5	5
		絹	5	5	5
耐光			3	6	5-6

(注)　試験方法は、JIS　L 0849、0844、0848、0842
染料濃度　12g/l

2.3　綿布帛の前処理剤

○ 天然水溶性高分子

- CMC（1％水溶液：300～500cps）林純薬工業㈱
- アルギン酸ナトリウム　関東化学㈱
- コーンスターチ　林純薬工業㈱

○ 水溶性合成高分子

- PVA（n＝500）　林純薬工業㈱

2.4　薬剤等

- 尿素　1級　関東化学㈱
- 炭酸ナトリウム（無水）　特級　関東化学㈱
- グリセリン　1級　関東化学㈱
- 水酸化ナトリウム　特級　関東化学㈱
- 蒸留水

2.5　試験装置と試験条件

2.5.1　試験装置

- ボリュメール噴霧機(T-44型)　旭サナック㈱
- ニューマチックマングル　辻井染機工業㈱
- サーモゾル試験機(PT-1型)　辻井染機工業㈱
- スプレー捺染試験装置（自製）

2.5.2　試験条件①　ボリュメール噴霧機の特性試験

ボリュメール噴霧機の概要を図1に示す。

本機は木材、鋼板等の比較的フラットな面への均一な塗装を目的として開発され、本来は塗装業界で用いられていたものである。従って、柄表現などについては配慮されていない。このため、特性を把握した上で、フレキシブルな布帛への適用を検討しなければならない。

そこで、噴霧物質に水を用い、30秒間の噴霧量を測定する方法で、次の4箇所の調整機能を検討した。

(1)　ノズルの口径（0.5、0.8、1.0、1.5、2.5 mm）。
(2)　タービン出口のエアバルブ(送風量を変える)。
(3)　圧力調整ネジ（コンテナ内の噴霧物質に加わる圧力が変化し、噴霧量が変わる）。
(4)　ニードル調整ネジ（ニードルとノズルサイズで噴霧量を調整する）。

図1　スプレーガンの構造

2.5.3　試験条件②　単色ボリュメール噴霧機の多色噴霧機への改造

噴霧機の特性を把握した上で、図2に示すように赤、青、黄、黒、4色の捺染インクをそれぞれの専用ボトルに入れ、同一のコンテナ内に組み込み、ノズルまでの流路の途中にディスポーザブル注射器を利用したストップバルブを設け、シリコ

ンチューブで配管する。これで、ストップバルブの開閉操作による任意な混色が可能になった。

2.5.4　試験条件③　綿布帛の糊抜および精練・漂白

綿布帛に対して、前処理剤の効果を検討するため、製織の前工程で付与されていた糊剤等を次の方法で糊抜した。

・酵素系糊抜剤（ネオマルツCT）　6.5ml/l
・非イオン活性剤（センカノールSK）　1.0ml/l

ウインス染色機を用い70℃、120分間、糊抜を行った。

続いて、

・過酸化水素水（35％）　7ml/l
・水酸化ナトリウム　1.0g/l
・ケイ酸ナトリウム　1.0g/l
・非イオン活性剤（センカノールSK）　1.0ml/l
・トリポリリン酸ナトリウム　0.2g/l

ウインス染色機を用い、100℃、60分間、精練・漂白を行った。

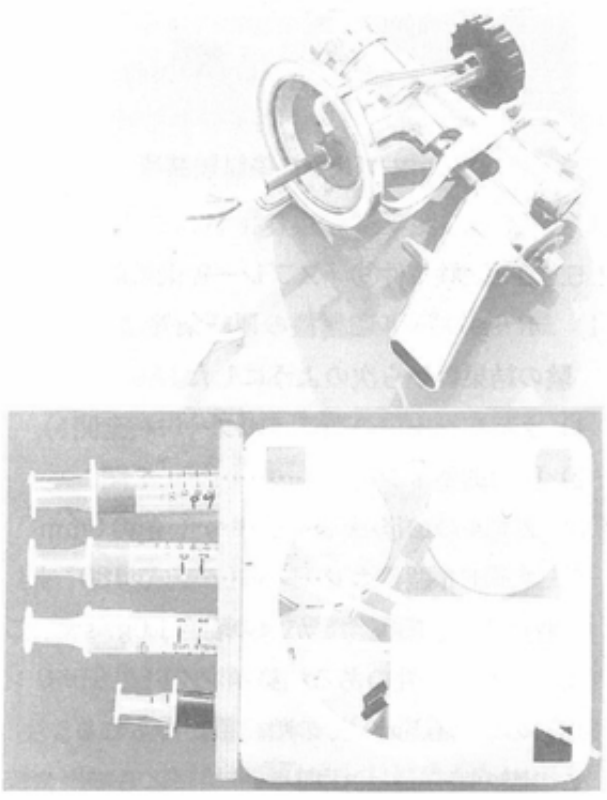

図2　多色スプレーへの改造（4色のインクボトルとノズルへの配管）

2.5.5　試験条件④　綿布帛のシルケット処理

シルケット加工布に対する染着性を検討するため、精練・漂白後の綿布帛を、20重量%水酸化ナトリウム水溶液中、20℃で20分間処理した後、水洗、乾燥した。

2.5.6　試験条件⑤　綿布帛の前処理

綿布帛に対する染着性の向上と滲み防止のために行うものである。従来の捺染では染色液側に粘度をもたせ、繊維素材への滲みを防止しているが、スプレー捺染の場合には、あまり捺染インクの粘度を上げることができない。そこで、繊維素材側に滲み防止機能を持たせる必要がある。しかし、ここで求められる滲み防止の機能は、インク滴が綿布帛に付着した場合、染着および色表現保持のためには、ある程度綿布帛内部に滲み込んで混合されることが望ましい。ところが過度に滲みが生じると細線、ボカシ等の柄表現が損なわれてしまう。両者の要求を満たすバランスのとれた前処理方法を見出すことが大切である。

ここでは、糊抜、精練・漂白した綿布帛に対し、インクを一時的に留める薬剤として、繊維加工に広く用いられているPVA（n＝500）、アルギン酸ナトリウム、CMC、コーンスターチについて、それぞれ0.01、0.1、1.0重量%水溶液を調整し、ニューマチックマングルを用いてパディング（絞り率100％）した後、サーモゾル試験機で130℃、3分間加熱処理を行った。

なお、処理効果を比較するため、生機、未処理布（糊抜、精練・漂白のみ）、水で湿潤100％（水に浸漬して100％に絞った布帛）、シルケット加工（未処理布をシルケット処理）について検討した。

2.5.7　試験条件⑥　スプレー捺染用インクの調製

捺染インクは、着色剤としての染料、顔料とそれを溶解または分散させるための溶媒を主成分とし、その他、必要に応じて使用される各種の添加剤から成っている。単純なものから、かなり複雑な系のものまで様々なものが研究開発されてい

る。

一般的には、水溶性染料、水／水溶性多価アルコール（ジ-、トリ-、ポリエチレングリコール、グリセリン等）の混合系が主流である。グリセリンは保湿剤、湿潤剤の作用もあって比較的よく用いられる。

次に染料は綿布帛ということから直接染料についても検討したが、より鮮明な色相が得られ、スプレー捺染の方法に適するモノクロルトリアジン系反応染料のKayacoin染料に絞って、その中から、とりわけ低親和性で低反応性のPタイプ（捺染用）のRed、Blue、Yellowの三原色と、これらを混合して得られるblackの4色を用いた。捺染インクの調製時には、なるべく均一に混合させるため、超音波洗浄機を用いて室温、30分間撹拌処理をした。

捺染インクは次の2種類を調製した。（いずれも重量比）

(1)　グリセリン添加スプレー捺染インク

・カヤシオンχ	10
・尿素	10
・炭酸ナトリウム	2
・グリセリン	15
・蒸留水	63
	100

(2)　グリセリン無添加スプレー捺染インク

・カヤシオンχ	10
・尿素	10
・炭酸ナトリウム	2
・グリセリン	0
・蒸留水	78
	100

2.5.8　試験条件⑦　スプレー捺染用インク中の染料濃度とパターンの鮮明性と滲み性（以下捺染性と呼ぶ）

スプレー捺染用インクの中の染料濃度と捺染性について検討するため、0.63～10.0重量%まで5段階の濃度の異なるインクを調製して捺染性を試験した。

2.5.9　スプレー捺染試験装置の製作

手際よくスプレー捺染する装置で、図3に示すように、捺染状態の評価に用いるテストパターンおよび染色堅牢度試験用の試料を得るため、タテ25cm、ヨコ15cmのタテ長とした。

なお、ボリュメール噴霧機のエア量が多いため、パターンが浮き上がるのを防ぐのに3箇所をマグネットで圧着する方式を採用したが、これでも図形に乱れが生じたので、鮮明性および滲み性の視覚判定には、数ある図形の中で最も整ったもので比較した。

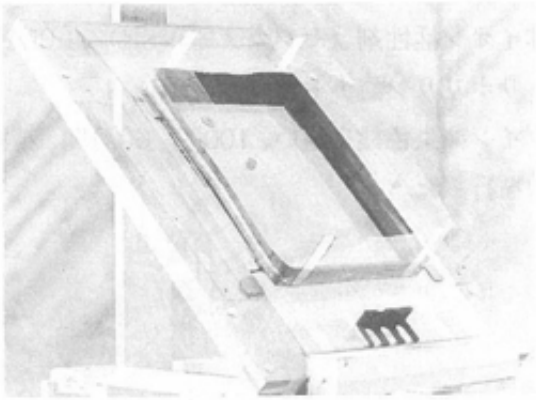

図3　スプレー捺染試験装置

2.5.10　試験条件⑧　スプレー捺染試験

(1)　ボリュメール噴霧機の運転条件は、特性試験の結果等から次のようにした。

1）タービン出口の送風バルブ……全開
2）圧力調整ネジ……閉
3）ノズルの口径……0.8mm
4）ニードル調整ネジ……180°開

これにより、噴霧物質が水の場合1.0g/sec、これよりもやや粘性のある捺染インク（グリセリン添加）の場合0.5g/secの噴霧量が得られる。

この際の噴霧量はスプレー捺染による描画や捺染性、操作性等を支配する重要なファクターである。

2)　スプレー方法

1) スプレー距離……30cm、フリーハンドスプレー

2) スプレー時間……5秒間

2.5.11　試験条件⑨　染料の固着方法

固着方法にはベーキング方法を採用した。この方法は、連続捺染処理を行う場合に導入しやすいこと、および付加反応を行うビニルスルホン系の反応染料とは異なり、アルカリの存在下で置換反応を行うモノクロルトリアジン系反応染料に向く固着方法という2つの理由からである。その固着条件は、乾燥機中で130℃、3分間加熱処理である。

2.5.12　試験条件⑩　スプレー捺染綿布帛の後処理

後処理の方法は次のとおりである。

水洗 ⟶ 湯洗（60℃で5分間）⟶ ソーピング（非イオン活性剤1g/l、100℃で20分間）⟶ 湯洗（60℃で5分間）⟶ 水洗 ⟶ 乾燥（105℃で30分間）

2.5.13　試験条件⑪　染色物の評価試験

評価試験の方法は次のとおりである。

(1)　鮮明性および滲み性は捺染パターン等の染色状態を視覚によって判定する。

(2)　摩擦に対する染色堅牢度試験方法　JIS L 0849

(3)　洗濯に対する染色堅牢度試験方法　JIS L 0844　A-2法

(4)　汗に対する染色堅牢度試験方法　JIS L 0848

(5)　カーボンアーク灯光に対する染色堅牢度試験方法　JIS L 0842　第3露光法

2.5.14　試験条件⑫　試作試験

評価試験等で得られたデータに基づき、次の方法でスプレー捺染試作試験を実施した。ここでは、とくに多彩なムラ加工の効果にポイントを置いて、種々の試作を行った。

(1)　綿布帛の前処理

糊抜、精練・漂白後の綿布帛を幅30cm、長さ10mに裁断しほつれないようにオーバーロックする。

2.5.6で得られた前処理最適条件の、アルギン酸ナトリウム1.0重量%水溶液をニューマチックマングルを用いてパディングする（絞り率100%）。続いて、サーモゾル試験機を用い130℃で3分間加熱処理を行って乾燥した。

(2)　スプレー捺染インク

2.5.7で得られた染色性の試験結果より、濃色に染色できる②のグリセリン無添加インクを用いた。

(3)　ボリュメール噴霧機の運転条件

運転条件は2.5.10と同じ条件で行った。

(4)　スプレー捺染の方法

スプレーガンのストップバルブを自由に操作して、任意の混色およびフリーハンドによる描画を行った。

(5)　染料の固着方法

スプレー捺染試験の時よりも加熱処理条件を強化し、サーモゾル試験機を用い150℃で5分間ベーキングを行った。

(6)　ソーピング方法

水洗 ⟶ 湯洗（60℃で5分間）⟶ ソーピング（非イオン活性剤1g/l、100℃で20分間）⟶ 湯洗（60℃で5分間）⟶ 水洗 ⟶ 乾燥（サーモゾル試験機を用い130℃で3分間）

3　試験結果および考察

3.1　ボリュメール噴霧機の特性試験結果

他の分野で用いられている装置の導入ということで、噴霧機の実態をつかむために、タービン出口のエアバルブ、カップ内の噴霧物質に加わる圧力の調整ネジ、ノズルの口径およびニードル調整ネジと噴霧量の関係を調べた結果を図4、5に示す。

①　送風バルブの全開時と10%開にした時の比較を行ったが、噴霧量に大差は認められなかった（図4、5）。しかし、圧力調整ネジとの関係から、噴霧量を示す曲線には差異が認められる。

② 圧力調整ネジをゆるめることにより、コンテナ内の噴霧物質に加わる圧力が下がり噴霧量が減る。調整ネジは3回転半で全開の状態となるが、この間に噴霧量は1/3～1/2程度減少できる。

③ 噴霧量の調整に最も影響するのは、ノズルの口径とニードルである。ノズル口径は0.5、0.8、1.0、1.5、2.5mmの5種類について試験したが、ニードル押えネジの開度360°において、0.5mmの最小口径ノズルで60ml/min、最大口径ノズルの2.5mmでは380ml/minの噴霧量が得られた。この結果、粘性のある噴霧物質に対しても十分に利用できることがわかった。

④ 噴霧量の微妙な調整機能はニードル調整ネジにあり、ネジ込んで行くに従ってノズルとの間隙を狭めて噴霧量を減少させる。調整ネジは何回転も回わすことができるが、使用する噴霧物質が染色液であり、塗料に比較して低粘度であることから、調整ネジの開度を0°～360°の1回転以内で試験したが、1/2回転以内でも微妙に噴霧量が変化し、かつ十分に定量的な扱いができることがわかった。

これら、スプレーガン各部調整箇所相互の関係から総合的に判断したのが、2.5.10に示したボリュメール噴霧機の運転条件である。

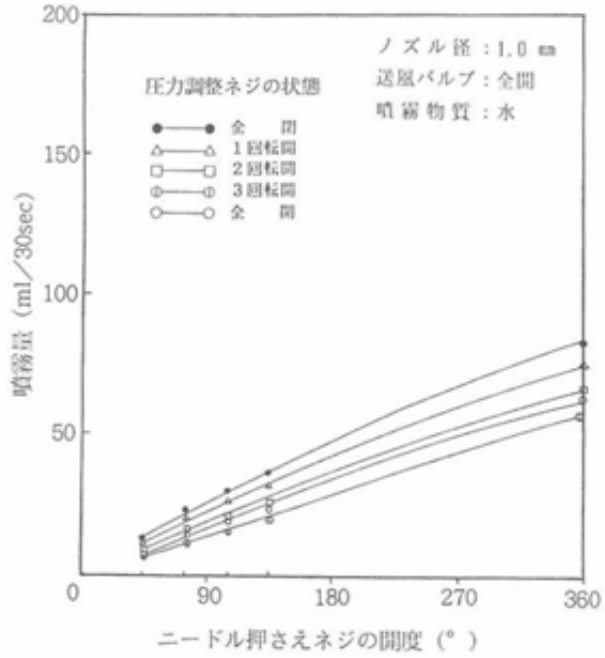

図4 噴霧機のコントロール条件と噴霧量

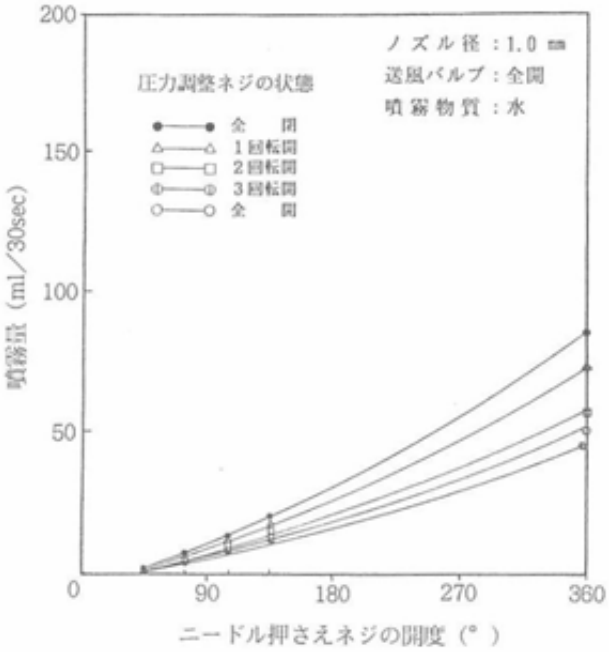

図5 噴霧機のコントロール条件と噴霧量

3.2 スプレー捺染用インク中の染料濃度と捺染性試験結果

スプレー捺染用インク中の染料濃度と捺染性について試験した結果を表3に示す。

染料濃度を0.63重量%～10.0重量%まで等比級数的に5段階の濃度で試験したが、前処理等生地の状態に係わらず、染料濃度に対応した染色ができた。ただ、染料による差異が生じているが、染料の持つ特性が発現したものと考えられる。

表3 スプレー捺染インクの染料濃度と染色性（パターンの鮮明性及び滲み性）

〈グリセリン無添加インク〉 0.63～10.0% 5段階

○：良好 △：やや劣る ×：劣る

色 / 前処理剤等	Red	Blue	Yellow	Black
生機	△	△	○	△
未処理	×	×	△	×
水で湿潤（100%）	×	×	×	×
シルケット加工	×	×	○	×
PVA（n 500）	○	△	○	○
アルギン酸ナトリウム	○	○	○	○
CMC	×	×	△	△
コーンスターチ	×	×	△	×

3.3　スプレー捺染試験結果

綿布帛の前処理剤と捺染性についての試験結果を表4、表5に示す。

①　生地の状態を問わず、グリセリン添加インクよりも無添加インクの方が濃色に染っている。また、グリセリンの有無に係わらず、生機およびシルケット加工布が濃色に染る傾向がある。ここでいう未処理とは糊抜、精練・漂白のみを行った綿布帛であり、これを水に浸漬して絞り率100％で試験したのが、水で湿潤100％綿布帛である。この場合は、全く滲んでしまってテストパターンが不鮮明である。この現象を逆に生かす描画方法へのヒントを与えてくれた。先きにも述べたが、生機が鮮明なパターンを与えるのは、6％o.w.f.程度といわれる経糸糊剤中のPVAの影響と考えられるので、生地を分解してみると染料は経糸のみに染着していることがわかった。この効果は、異色染や本研究の目的である、糸の連続捺染には柄表現等で好ましい現象である。

②　綿布帛の前処理剤と捺染性の試験では、グリセリンの有無に係わらず、ほぼ同様の傾向を示した。

前処理剤の濃度は、アルギン酸ナトリウムとPVAで1.0％o.w.f.から目立った効果が認められる。

表4　綿布帛の前処理剤と捺染性
（パターンの鮮明性及び滲み性）
〈グリセリン無添加インク〉各染料濃度10％

○：良好　△：やや劣る　×：劣る

処理濃度（% owf） / 前処理剤等	0	0.01	0.1	1.0
生機	△	—	—	—
未処理	×	—	—	—
水で湿潤（100％）	×	—	—	—
シルケット加工	△	—	—	—
PVA（n　500）	—	×	×	△
アルギン酸ナトリウム	—	×	△	○
CMC	—	×	×	△
コーンスターチ	—	×	×	×

表5　綿布帛の前処理剤と捺染性
（パターンの鮮明性及び滲み性）
〈グリセリン添加インク〉各染料濃度10％

○：良好　△：やや劣る　×：劣る

処理濃度（% owf） / 前処理剤等	0	0.01	0.1	1.0
生機	△	—	—	—
未処理	×	—	—	—
水で湿潤（100％）	×	—	—	—
シルケット加工	△	—	—	—
PVA（n　500）	—	×	×	△
アルギン酸ナトリウム	—	×	△	○
CMC	—	×	×	△
コーンスターチ	—	×	×	×

3.4　染色物の評価試験結果

日常生活と密接な関係にある摩擦、洗濯、汗、耐光の各染色堅牢度試験の結果を表6～表13に示す。

耐光堅牢度以外は満足できる結果である。耐光堅牢度が低かった原因は、導入しやすい固着方法としてベーキング方法を採用した結果、染着に必要な熱量が不足気味で、繊維内部にまで染料が至らなかったものと考えられる。しかし、摩擦堅牢度が比較的良好であることから、単に表面染着だったとも言い切れない。そこで、前処理剤として良好であったPVAおよびアルギン酸ナトリウムの濃度を2.0％o.w.f.に高め、30分程度のスチーミングによる加熱方法を取り入れる等の検討が必要であろう。

表6　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン添加インク）

染料：Kayacion Red P-2B（C.I. Reactive Red 24）
濃度10％

染色堅牢度試験方法＼前処理方法等			生機	未処理（糊抜・精練・漂白）	水で100％湿潤	シルケット加工	1.0％ PVA	1.0％ アルギン酸ナトリウム	1.0％ CMC	1.0％ コーンスターチ
摩擦	乾燥		3	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3-4
	湿潤		2-3	3-4	3-4	3	3	3	4	3
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4-5	5	4-5	5	4-5	4-5	4-5	4-5
		絹	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4
汗 アルカリ性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	4-5
	汚染	綿	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4
		絹	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	4-5	4
耐光			4	4	4未満	4	4未満	4	4未満	4未満

表7　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン添加インク）

染料：Kayacion Blue P-3R（C.I. Reactive Blue 49）
濃度10％

染色堅牢度試験方法＼前処理方法等			生機	未処理（糊抜・精練・漂白）	水で100％湿潤	シルケット加工	1.0％ PVA	1.0％ アルギン酸ナトリウム	1.0％ CMC	1.0％ コーンスターチ
摩擦	乾燥		3-4	4-5	4-5	4	4-5	4	4-5	4
	湿潤		2-3	4	4	3-4	3-4	4	3-4	3
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5
		絹	4-5	5	4-5	5	4-5	4-5	4-5	4-5
汗 アルカリ性	変退色		4-5	5	5	5	5	5	5	4-5
	汚染	綿	4-5	5	5	5	5	5	5	4-5
		絹	4-5	5	5	5	5	4-5	4-5	3-4
耐光			4以上	4未満	4	4以上	4以上	4以上	4	4

表8　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン添加インク）

染料：Kayacion Yellow P-S8G（C.I. Reactive Yellow 85）
濃度10％

染色堅牢度試験方法＼前処理方法等			生機	未処理（糊抜・精練・漂白）	水で100％湿潤	シルケット加工	1.0％ PVA	1.0％ アルギン酸ナトリウム	1.0％ CMC	1.0％ コーンスターチ
摩擦	乾燥		3-4	4	4-5	4	4	4	4	4
	湿潤		2-3	3	4	3	4	4	3	3-4
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		4-5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4-5	5	5	5	5	5	5	4-5
		絹	4-5	5	5	4-5	5	5	5	4-5
汗 アルカリ性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	4-5
耐光			4未満	4	4	4以上	4	4	4	4

表9　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン添加インク）

染　料：　Kayacion Red P-2B　1.5
　　　　　Kayacion Blue P-3R　6.5　混合
〈Black〉　Kayacion Yellow P-S8G　2.0
　　　　　濃度10％

染色堅牢度試験方法＼前処理方法等			生機	未処理（糊抜・精練・漂白）	水で100％湿潤	シルケット加工	1.0％ PVA	1.0％ アルギン酸ナトリウム	1.0％ CMC	1.0％ コーンスターチ
摩擦	乾燥		3-4	4-5	5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	湿潤		3	3-4	5	4	4	4	4-5	4
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	4-5
	汚染	綿	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	5	4-5
		絹	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
汗 アルカリ性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	4-5
	汚染	綿	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		絹	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	5	4-5
耐光			4未満	4未満	4未満	4未満	4未満	4未満	4未満	4未満

表10　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン無添加インク）

染料：Kayacion Red P-2B（C.I.Reactive Red 24）
濃度10％

染色堅牢度試験方法＼前処理方法等			生機	未処理（糊抜・精練・漂白）	水で100％湿潤	シルケット加工	1.0％ PVA	1.0％ アルギン酸ナトリウム	1.0％ CMC	1.0％ コーンスターチ
摩擦	乾燥		3-4	3-4	3-4	3	3	3-4	3	3-4
	湿潤		3	3-4	3-4	3	3	3-4	3	3-4
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	4-5
	汚染	綿	4	5	5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
		絹	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	4
汗 アルカリ性	変退色		4-5	5	5	5	5	5	5	4-5
	汚染	綿	3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3
		絹	3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3
耐光			4未満	4未満	4	4未満	4未満	4未満	4未満	4

表11　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン無添加インク）

染料：Kayacion Blue P-3R（C.I. Reactive Blue 49）
濃度10％

染色堅牢度試験方法＼前処理方法等			生機	未処理（糊抜・精練・漂白）	水で100％湿潤	シルケット加工	1.0％ PVA	1.0％ アルギン酸ナトリウム	1.0％ CMC	1.0％ コーンスターチ
摩擦	乾燥		3-4	4-5	4-5	4	4-5	4	4-5	4
	湿潤		2-3	4	4	3-4	3-4	3-4	4-5	3-4
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4-5	5	5	5	5	5	5	5
		絹	4-5	5	4-5	4-5	5	5	4-5	5
汗 アルカリ性	変退色		5	5	5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4-5	5	4-5	5	5	5	5	5
		絹	4-5	5	4-5	5	4-5	5	4-5	5
耐光			4未満	4未満	4	4	4	4未満	4未満	4

表12　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン無添加インク）

染料：Kayacion Yellow P-S8G (C.I.Reactive Yellow 85)
濃度10％

染色堅牢度試験方法 ＼ 前処理方法等			生機	未処理（精練・漂白）	水で100％湿度	シルケット加工	1.0％PVA	1.0％CMC
摩擦	乾燥		4	4	4	4	4	4
	湿潤		3	3-4	4	4	4	4
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5
		絹	4	5	5	5	5	5
汗 アルカリ性	変退色		5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4	5	5	5	5	5
		絹	4	5	5	5	5	5
耐光			4未満	4未満	4	4未満	4	4未満

表13　綿布帛の染色堅牢度試験結果
（グリセリン無添加インク）

染料：〈Black〉
Kayacion Red P-2B　1.5
Kayacion Blue P-3R　6.5
Kayacion Yellow P-S8G　2.0
} 混合
濃度10％

染色堅牢度試験方法 ＼ 前処理方法等			生機	未処理（精練・漂白）	水で100％湿度	シルケット加工	1.0％PVA	1.0％CMC
摩擦	乾燥		4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	湿潤		4	4-5	4-5	4-5	4-5	4
洗濯	変退色		5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	5	5	5	5	5
		絹	5	5	5	5	5	4-5
汗 酸性	変退色		5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	5	4-5	5	5	5	5
		絹	4-5	4-5	5	4-5	5	4-5
汗 アルカリ性	変退色		5	5	5	5	5	5
	汚染	綿	4	4-5	5	4-5	5	5
		絹	4-5	5	5	5	5	5
耐光			4未満	4未満	4未満	4未満	4未満	4未満

3.5　試作試験結果

一連の試験結果を踏まえて、スプレー捺染による柄表現について試験した結果を図6～図11に示す。

今までの試験では、前処理剤等の効果を把握するため、ステンシルのようなテストパターンを用いて描画し、鮮明性や滲み性といった視覚判定による評価を行ってきた。

しかし、バブルジェットプリンターとは異なり、スプレー捺染が活躍できる分野は、多彩なムラ加工であろう。試作では「ボカシ」「泣き」等の効果を試験した。

図に示したような無地調のムラ染め、ソフトなボカシ柄、絞り調のムラ染め、山ヒダ模様など自由な表現ができた。

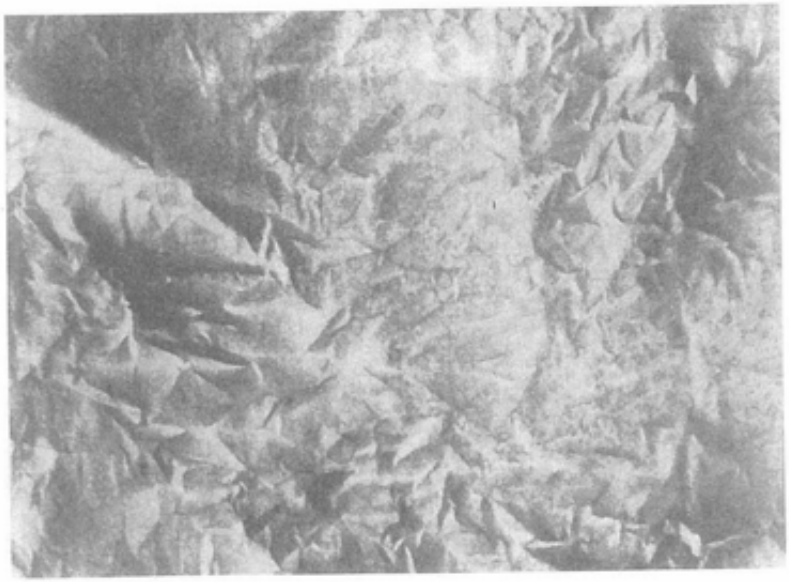

図6　綿布帛にシワをつけた後、スプレー捺染した山ひだ模様

図7　図6の山ひだ模様に、霧吹きで水をスプレーした絞り調の山ひだ模様

図8　水を全面にスプレーした後、スプレー捺染して得られるソフトな山ひだ模様

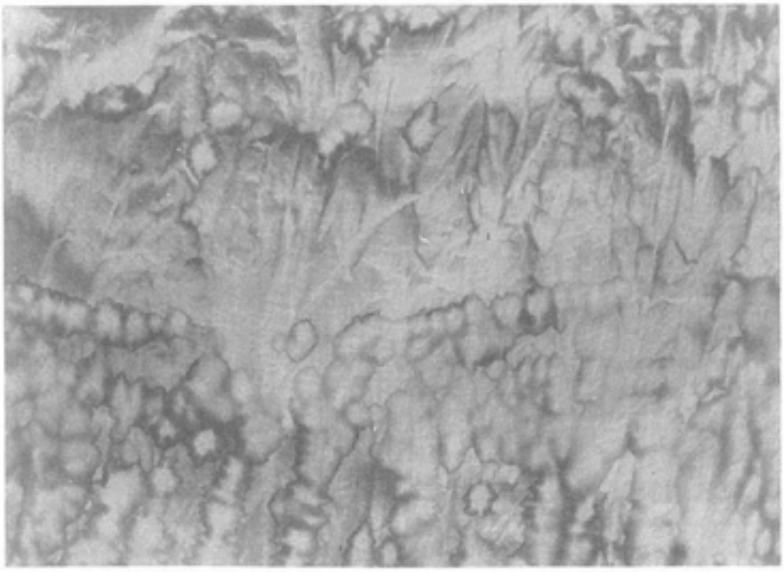

図9　全面に任意なスプレー捺染を施し、水滴を落として得られるニジミ模様

図10　シワつけ後、十分に水を含ませ、スプレー捺染して得られるボカシ模様

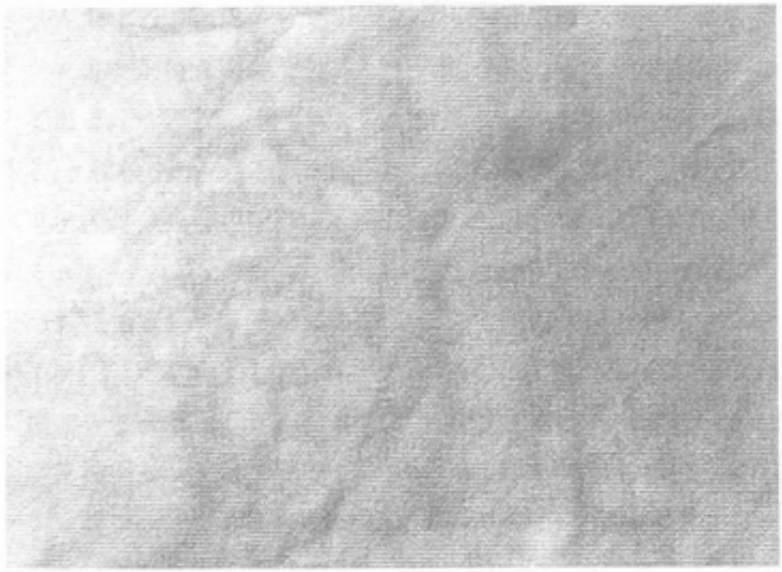

図11　均一にスプレー捺染した後、短時間、水に通し乾燥して得られるムラ染模様

4. まとめ

この研究を、クイック・レスポンス生産システムを構築する上で必要な要素技術と位置付けて取り組み、連続捺染の方法としてスプレー捺染を取り入れた。

スプレー装置は塗装業界向けに開発された小型の噴霧機を導入した。噴霧機の特性試験結果から、広範囲に噴霧量を選択できることがわかり、大幅に絞った状態で用いれば、十分スプレー捺染に利用できることがわかった。

一方、繊維加工では単色よりも、むしろ多色（三原色プラス黒の4色による混色）による多彩な表現が求められるので、スプレーガンの改造を行い、プロトタイプながらフルカラーに近い色彩表現ができる多色スプレーガンに改造した。

綿布帛の前処理剤としては、通常の捺染で一般的に用いられる、アルギン酸ナトリウムの1.0％o.w.f.～2.0％o.w.f.程度を付与すると良好な結果が得られることがわかった。

染色物の染色堅牢度結果は、耐光堅牢度以外は良好であった。このため、耐光堅牢度の向上が課題になった。そこで、堅牢度の高い染料を選択し、さらに染料と繊維との結合が強固なほど高い堅牢度が得られるので、スプレー捺染後十分な固

着ができるようスチーミングによる加熱方法に改めることで、耐光堅牢度の向上を図る必要があることがわかった。

スプレー捺染による試作を行ったが、「ムラ」「ボカシ」等のグラデーションものの加工が可能であり、素材表面の凹凸には全く影響されずに加工できる。逆に、不規則な素材表面を生かすことで興味深い表現が期待できることがわかった。

通常の捺染を行う場合は、型紙を用いた方法になろう。

今後は、抜染剤をスプレーしたり、他の染料部属の染料、他の繊維への応用等が考えられる。

また、顔料を用いて染色排水を出さない、環境保全の観点からの取り組みにも利用できればと考えている。

文　献

加工技術　vol.28、No.8（1993）550
加工技術　vol.28、No.10（1993）668
加工技術　vol.29、No.4（1994）265
公開特許公報　特開平5-179577　平成5年7月20日