

環境・エネルギー負荷を大幅に軽減した テキスタイル用インクジェット捺染システム

An Inkjet Print System for Textiles that Conserves Energy and the Environment

柴田 明 宏*

Akihiro SHIBATA

要旨

繊維産業の中において、染色加工業は、多量の水資源とエネルギーを消費するプロセスである。スクリーン印刷技術を用いた従来の捺染方式と比べ、インクジェットプリント技術を用いた捺染方式では、電気エネルギーの消費量、水資源の使用量、大気への温暖化ガスの排出量、糊剤使用量、廃消耗品の埋立量を大幅に低減することができる。また、繊維産業の流通段階におけるロスを低減し、不良在庫の廃棄を無くすこともでき、今後の発展が期待される。

Abstract

Dyeing is a process which consumes a great deal of water and energy in the textile industry. Compared with the conventional printing systems using screen-stencil technology, inkjet print technology sharply reduces consumption of electricity, the amount of water used, the atmospheric discharge of greenhouse gases, the amount of paste agent used, and the amount of landfill waste produced. Moreover, at the distribution level of the textile industry, the loss comprised of unsaleable material due to overproduction can be reduced and the disposal of dead stock avoided. With this slate of advantages, inkjet print technology for the textile industry has led to the system reported here, and can be expected to continue breeding such systems.

1 はじめに

現在、繊維産業においては、原材料及びエネルギーコストの高騰、国際競争の激化、個人消費の低迷、といった環境の中、小ロット多品種生産への対応、クイックレスポンス、さらに、環境負荷の小さい生産方式が求められている。染色加工工程は、繊維産業の中で不可欠な加工工程であると共に、繊維製品の付加価値を向上させる重要な加工工程である。一方、元来その製造プロセスにおいて多くのエネルギーと水を使用する加工工程である為、環境への対応が非常に重要な局面に立たされている。

2 テキスタイル用インクジェット捺染システムの環境への貢献

テキスタイル用インクジェット捺染システムは、原糸から始まり、最終繊維製品の完成、消費に至る長い繊維製品の製造プロセスにおいて、染色というごく一部の工程を担うシステムであるが、その環境への貢献は、単に製造プロセスにおける環境負荷の低減に留まらず、繊維製品の流通段階における製品のロスの低減により環境に大きな貢献をもたらすものである。

製造プロセスとしての環境への貢献としては、インクジェット捺染システムは従来のスクリーン捺染システムに比べ、消費エネルギーや資源、廃棄物の少ないシステムであることがあげられる。

繊維製品の流通段階における環境への貢献としては、インクジェット捺染システムは、小ロット多品種生産に適しており、在庫の圧縮、生産から販売に至るロスを最小限にできるシステムであることがあげられる。

3章に、製造プロセスとしての環境への貢献を、4章に、繊維製品の流通における環境への貢献を説明する。

3 製造プロセスとしての環境への貢献

3.1 捺染とは

染料を用いて繊維を染色する方法は浸染と捺染とに大別される。浸染とは、染料溶液の中に繊維を浸し、染料を繊維に結合させて、無地に均一に染色する方法であり、捺染とは、布地や繊維製品に染料や顔料を印捺して、あ

* コニカミノルタIJ(株) 事業推進部

るパターンを現す染色方法である。

さらに、捺染は、その方法により手工捺染と機械捺染に区別される。手工捺染とは、色数に応じた複数のスクリーンを人力で移動し、手作業でスキージを版に押しつけてインキをプリントしてゆく方法であり、熟練の技術を要する。機械捺染には、フラットスクリーン捺染、ロータリースクリーン捺染、走行式スクリーン捺染、転写捺染等があり、スクリーンを用いて機械動作によってプリントするのが一般的である。本題であるインクジェット捺染も機械捺染に分類される。

3.2 スクリーン捺染の特徴

機械捺染の代表的な加工工程例として、スクリーン捺染での捺染工程を説明する。

まず見本を作成する。デザインを元に、画像をアレンジし、版を作成する為の製版原画を作成する。更に色分解トレースを行い、製版工場にて色毎の捺染型を作成する。一方、デザインの色の分解に従い、各版毎にプリントする見本用インク（色糊）を調合する。捺染型と見本用インク（色糊）を用いてプリントを行う。後加工として発色、水洗、乾燥、整理を行い見本が完成される。使用後の捺染型は、水を用いて洗浄し、保管する。

見本についてクライアントの理解を得た後、本生産に入る。本生産では、本生産用のインク（色糊）の調合を行い、捺染型を用いてプリントを行う。見本同様に後加工として発色、水洗、乾燥、整理を行い検査の後、完成となる（Fig.1）。

スクリーン捺染においては、見本作成段階においても、使用する色数と同数の捺染型が必要であり、初期費用がかかる。大量に生産する場合は初期費用を分散させることができるが、少量の生産の場合、初期費用と初期工数がネックとなり極少量の生産には適さない。スクリーン捺染は大量生産に向いている。

3.3 インクジェット捺染の特徴

インクジェット捺染の最大の特徴は捺染型を用いない無製版であるということである。

前処理加工としてプリント前に布帛に糊剤をコーティングする。一方、コンピュータを用いて、電子データとしてのデザインを作成する。インクジェット捺染プリンタにて前処理された布帛にプリントを行う。後処理加工として発色、水洗、乾燥、整理を行い、見本を作成する。見本について、クライアントの理解を得た後、本生産に入る。本生産は、見本作成の際と同一のインクジェット捺染プリンタにて行う（Fig.1）。

スクリーン捺染方式に対し、捺染型が不要であり、初期費用及び初期工数が小さい。一方、インクジェット捺染に用いられる染料のコストがスクリーン捺染の場合の染料コストに比較し高価であること、また、スクリーン

捺染と比べ、プリント速度が遅いという特徴がある。従ってインクジェット捺染は、小ロット多品種生産に向いている。

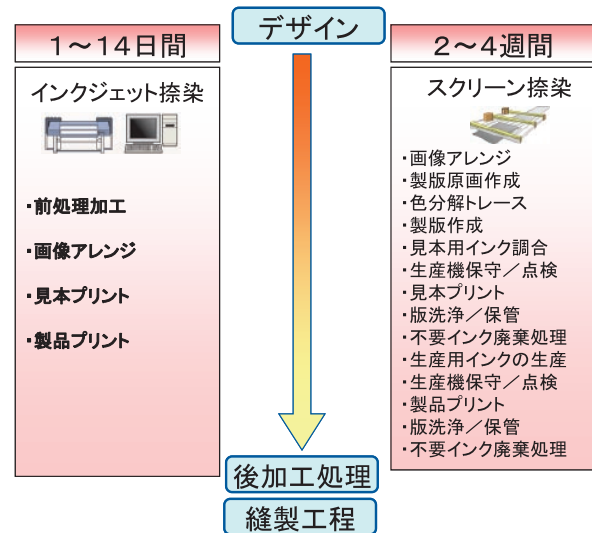


Fig.1 Comparison of print processes

3.4 染色（捺染）加工の環境側面

3.4.1 捺染加工工程

捺染加工工程は、デザイン作成から、見本作成、プリント、発色、水洗、乾燥、整理といった多くの工程があるが、ここでは、プリント工程に的を絞る。そのエネルギー使用量、環境負荷を取り上げる。スクリーン捺染方式の代表的な例としてロータリースクリーン捺染をあげ、インクジェット捺染と比較してみる。比較条件として、幅1.6m、一巻き50mのロールに500m毎にプリントする柄を変更しプリントする場合を想定する。

3.4.2 スクリーン捺染工程の例

代表的なスクリーン捺染工程の例としてロータリースクリーンにての捺染工程をとりあげる。ロータリースクリーン捺染機は、円筒状の捺染型を複数横に並べ型の内部に色糊を流し込みプリントする機械である（Photo 1）。



Photo 1 Rotary screen printer

ロータリースクリーン捺染機の例としてのプリント条件をTable 1 に示す。

Table 1 Print specifications of a rotary screen printing machine

Power consumption	42 kW
Printing speed	52 m/min
Number of plates	8 plates/pattern

ロータリースクリーン捺染機によるプリントでは、ロータリースクリーン捺染機を動作させる為の電力、染料と同時にプリントする糊剤、ロータリースクリーン捺染機の搬送ベルトを洗浄する水、捺染型を洗浄する水が必要である。また、捺染型は消耗品であり、最終的には廃棄される。また、電力の消費、不要糊剤が最終的に焼却される際に排出される際に排出される二酸化炭素の排出量を計算した。計算には市販の中規模のロータリースクリーン捺染機のデータを基にし、色糊の塗布量は布帛重量の3倍、塗布量と同量の塗布残が発生することを仮定した。また、色糊の成分の半分が澱粉であると仮定し、澱粉が焼却される際の二酸化炭素の発生量を計算した。結果をTable 2 に示す。

Table 2 Example of use/discharge specifications in a rotary screen printing machine

Power consumption	35 Wh/m ²
Adhesive paste consumption	600 g/m ²
Water consumption	11 l/m ²
Industrial waste	47 g/m ²
Discharge of carbon dioxide	344 g-CO ₂ /m ²

3.4.3 インクジェットプリント工程の例

代表的なインクジェット捺染プリンタとしてコニカミノルタインクジェットテキスタイルプリンター「NassengerV」を例にあげる (Photo 2)。



Photo 2 Textile inkjet printer NassengerV

インクジェット捺染機の例としてのプリント条件をTable 3 に示す。

Table 3 Print specifications of an inkjet printing machine

Power consumption	0.6 kW
Printing speed	40 m ² /h
Number of plates	0 plate/pattern

インクジェット捺染機によるプリントでは、インクジェット捺染機を動作させる為の電力、プリントの前に布帛に塗布する糊材、インクジェット捺染機の搬送ベルトを洗浄する水が必要である。しかし、無製版であるため、版の洗浄は不要である。消耗品としては、インクカートン、ヘッドがあげられ、これらは使用後は廃棄される。電力の消費、不要糊剤が最終的に焼却される際に排出される二酸化炭素の量を計算した。計算には、コニカミノルタインクジェットテキスタイルプリンター「NassengerV」の仕様とユーザーでの使用実績を基にした。

結果をTable 4 に示す。

Table 4 Example of use/discharge specifications in an inkjet printing machine

Power consumption	15 Wh/m ²
Adhesive paste consumption	17 g/m ²
Water consumption	4 l/m ²
Industrial waste	7 g/m ²
Discharge of carbon dioxide	16 g-CO ₂ /m ²

3.5 環境負荷の比較

機械捺染方式の代表的な例として「ロータリースクリーン捺染」をあげ、「インクジェット捺染」とにおける環境負荷を比較してみた。各工程における投入資源と排出資源をTable 5 に示す。

Table 5 Comparison of use/discharge specifications of a rotary screen printing machine and an inkjet printing machine

	Rotary screen	Ink Jet	Unit	Rate of reduction
Power consumption	35	15	Wh/m ²	57%
Adhesive paste consumption	600	17	g/m ²	97%
Water consumption	11	4	l/m ²	62%
Industrial waste	47	7	g/m ²	85%
Discharge of carbon dioxide	344	16	g-CO ₂ /m ²	95%

この表から、インクジェット捺染プリンタを用いた染色工程では、従来のスクリーン捺染工程と比べ、必要な資源、及び、排出される環境負荷が非常に小さいことがわかった。この大きな要因は、インクジェット方式の持つ、無製版・非接触によるものが大きい。

版が無いということは、版に持って行かれる染料が無いということである。言い換えれば、使用する染料の殆どが無駄無く布帛に移され、従来の捺染工場ですべて必要な型洗いの工程が必要無いということである。洗わなければ水資源も不要、排水も発生せず、環境負荷が非常に小さいと言える。

4 繊維製品の流通における環境への貢献

インクジェット捺染方式はそのオンデマンドであるという特徴から、繊維業界の流通におけるロスを最小限に留めることができる。

3.2及び3.3で述べた通り、スクリーン捺染工程では、数多くの工程が必要であり、通常2週間～4週間の納期を要求される。

一方、インクジェット捺染工程は非常にシンプルである。予め布に前加工処理を施した布を用意し、画像アレンジを行った後は、見本プリントも製品プリントも全く同じ工程でプリントする。従って、その納期は速く、1日～2週間程度で生産できる。

日本における繊維産業は、極度に分業化され、その流通経路は非常に複雑である (Fig.2)。

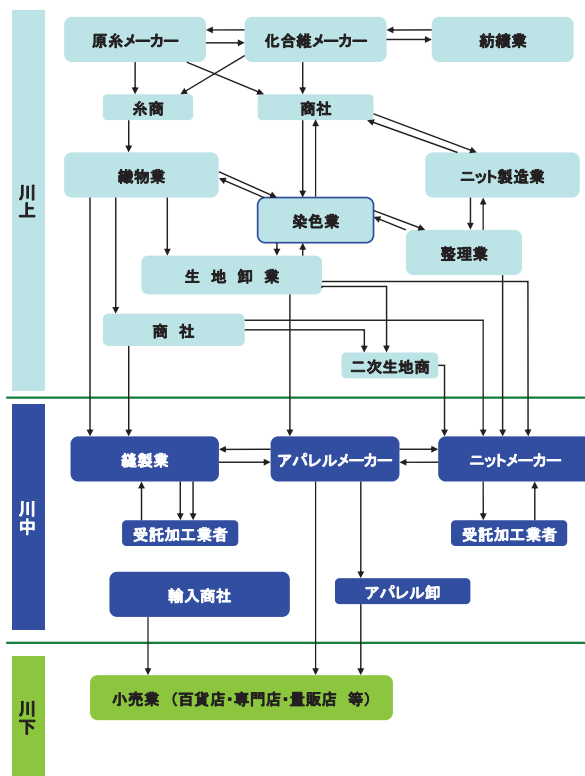


Fig.2 Production and distribution of apparel in Japan

染色業者は、その殆どが中小企業であり、デザインの企画力を持っていない業者が多い。デザインの企画はアパレルメーカー等が行い、染色加工業者は企画通りの仕

事を請け負うといった所謂委託生産の形態をとることが多い。最終的に販売を行うアパレル小売り業者と川中、川上の製造業者との間に、緻密な生産情報のやりとりがあれば良いが、通常の場合販売計画と生産計画が一致していないのが日本の繊維産業の現状である。このような流通過程においては、その過程において多数のロスが発生する。

製品数量が確定していれば良いが、追加生産が入ることがしばしばある。スクリーン捺染の場合、染料と糊を混合した「色糊」を用いてプリントするが、プリント結果としての色の濃度、彩度といった画質は、プリントした際の温度・湿度、また色糊のロット、スクリーンの微妙な調整に影響される。同じ品質（色）を追加生産に合わせての再生産で再現することは困難なことである。このリスクを回避する為にスクリーン捺染染色加工においては一度に作りきってしまう加工を行う場合がある。染色加工時にある程度のまとめ見込み生産を行い、急な追加生産にも対応できるように準備しておくことが行われる。しかし、その商品が予想以上に販売を伸ばさない限りこの在庫は「ロス」となる。

インクジェット捺染プリンタを用いた染色工程では、生産速度が遅い一方、追加生産への対応は非常に容易である。画像データはデジタル化されており、使用する染料はメーカーにより画一的に製造されている。プリント工程も温湿度管理が行われている部屋でプリントしている為、急な追加生産に対しても、前回と同じ品質（色）製品を製造することができる。従って、不要な見込み生産を前もって行う必要が無い。「ロス」も生じなくて済む利点がある。

5 まとめ

インクジェット捺染プリンタを用いた染色加工プロセスは、その製造プロセスとして従来のスクリーン捺染加工工程に比較し使用資源、及び排出も格段に小さい。また、追加生産に対する再生産が容易であることから、結果として必要な分だけの生産が可能となり、流通段階における不良在庫の廃棄を発生させない仕組みをつくることができる。

このように今後、繊維産業における環境負荷を低減できる技術としてテキスタイル用インクジェット捺染システムの発展が期待されるものである。

●参考文献

- 1) 「染色整理業における地球温暖化対策の取り組み」平成19年10月 (株)日本染色協会
- 2) 「ファッションビジネス概論」1995年3月 日本ファッション教育振興協会