

# 昇華転写捺染に関する研究

—昇華堅ろう度について—

Studies of Heat Transfer Printing

鈴木 国 夫  
池 口 増 枝

## 1. はじめに

高分子の合成による繊維の開発も一段落し、最近の研究は繊維の改良およびその加工法に向けられている。昇華転写捺染も染色加工法として実用化されたのは最近である。転写捺染は移し絵の原理で、繊維以外には陶器、金属、木工製品その他多くの素材への印刷として古くからなじんできており、目新しいものではないが、それらの着色材は顔料であり、繊維への親和性は有しない。ピグメントレジンカラーによるポリエステル繊維への捺染や溶融転写に顔料を利用する例(ワンポイントプリント)もあるが、これらは接着であり、繊維との親和性によるものではない。

従来より染色法の主流は水を媒体とする液相法であり、現在も変わっていないが、水資源の不足、加工工程の長さ、排水処理などの問題から溶剤染色の研究開発も盛んに行なわれている。昇華転写捺染は分散染料の一部にみられる熱昇華性を利用した気相染色法であり水を全く必要としない。また後処理も全く必要とせず、作業も簡単で、他の捺染法に比し有利な点が非常に多い。しかし分散染料の染着する繊維には限定があり、天然繊維との混紡品の染色など開発途上の問題や、生地 of 風合硬化、グリーン発色の不十分、糸・布組織の内部まで染料がとどかない、昇華堅ろう度の低さなど未解決の問題も多い。しかし、将来性からみた場合有望な染色法であることは間違いない。本研究では分散染料の気相移動、織物内部への拡散など転写時における加熱条件と昇華堅ろう度の関連性について検討した。

## II. 実験試料

転写紙 市販転写紙 (染料; 住友化学、インク調製; 東洋インク)

転写布 ポリエステル平織40×42、ジャージC25・W16

添付布 ポリエステル平織40×42 綿平織54×26

その他 ナイロン、アクリル、アセテート、絹

### Ⅲ. 実験方法

#### ① 転写布の作成

アイロンテスター（大栄科学製）を用いて上下板を同一温度に加熱し、60g / cm<sup>2</sup>の圧力を転写紙、白布にかけながら行なった。

#### ② 染着量の求め方

単位面積の転写紙をとり、アセトンで溶出し、光電比色計（島津UV-100-01型）で透過率を求める。この値を透過率の最小値とする。転写後の転写紙の染料を溶出して、その透過率が100のときを、転写紙より完全に布に染料が移行したものとす。各反射率測定布の転写紙の残存染料を溶出したときの透過率を求め、先の転写紙全量よりの濃度との比を布の反射率との関係に図示（検量線）し比染着量を求められるようにした。したがって便宜上、反射率5.5の時の染着量を100として染着量を反射率から求めた。反射率からの誤差を少なくするため、染料は黒色を用いた。反射率測定には平沼反射率計SPR-3型を用いた。

#### ③ その他の実験方法、については各項において述べる。

### Ⅳ 実験と結果および考察

#### 1. 転写条件と転写布の染料濃度について

転写紙の濃度を一定としたとき、転写の条件、すなわち温度と時間によって染着量は異なる。これは液相における場合と同様であるが、気相で著るしく異なる点は、温度では液相に比し非常に高温が最適であり、時間で逆に秒単位という全く小さな値をとることである。

また転写時の他の条件、染料の種類、インクの成分、基紙の状態など多くの可変要素があるが、ここでは取りあげていない。表1は温度と時間と転写量の関係である。ポリエステルの場合、工業的には200℃～210℃、15sec～40secをとっているが、本実験では用いた転写紙の最適条件を最も濃色、すなわち黒色の転写布の最も反射率の小さい5.5%前後として行なっている。

#### 2. 捺染時における転写紙と布との空隙について

転写は可視的には転写紙上の染料インクと布表面との密着によってなされるが、転写紙、被

染布共にポーラスなものであり、実際にはかなりの部分において空隙が存在している。分散染料の蒸気は分子運動によって繊維表面に衝突し、吸着すると云われる。また染料蒸気が空気と共存の状態についても、空気存在は染料分子の平均自由行程を著るしく小さくするが、分子相互の衝突を繰り返しながら染料は移動すると Jones<sup>①</sup>らは述べている。もちろん、染料蒸気を理想気体と仮定しており、昇華を固相、気相間の濃度勾配に基づく拡散現象と考えているが、本実験では拡散のみからの思考では解釈の困難な現象がみられた。十分な考察がなされてはいないので、その現象の紹介のみにとどめる。

#### 実験その1

図1にみる如く転写紙と布との間に巨視的な空隙をおいて転写を行なうと染着量は図2のようになる。空隙の増大に対して、ほぼ直線状に染着量は減少する。転写紙よりの距離に染料蒸気濃度が逆比例する。また空隙をおいた場合PET布に加温を行わず、転写紙のみの加温では染着量は著るしく低下し、不均一染着で、堅ろう度もすべて悪い。布の昇温は短時間の転写において不可欠の要素である。

図3は転写紙と布とを0.55、1.1、1.65、2.2 mm離して加熱したときの転写の状態である。これによると、染着量は徐々に減少するが、転写紙の模様は密着転写の場合と同様に転写する。加熱条件の如何に拘らず、染料の気相移動のある間は、模様もそのまま移動する。模様の周辺にわずかに混色のボケを生ずる。これは昇華した染料分子は直進すると云うことである。実験においては染料蒸気は空気と共存しているので、分子の平均自由行程は $\text{cm}^{-7}$ のオーダーであるとする、分子間の衝突は非常に多いと考えてよい。したがって、単なる拡散で多種の染料分子が並進しながら、数mmの間を直進するとは考えにくい。染料分子の方向性を規制する因子は加熱体よりの副射の影響ではないかと思われる。

表1 転写温度、転写時間と染着量  
単位 min. sec

染着量%	210℃	200℃	190℃	170℃	150℃
91.0				45.00	5.00
98.2	10			3.00	18.00
98.8		.20	45 1.00	4.00	30.00
99.3	20	.30	1.15	5.00 10.00	
99.6		.45			
99.9	30		1.30 1.45		
100.0	.40 .45 1.00 1.15	1.00 1.15 1.30	2.00	15.00	40.00

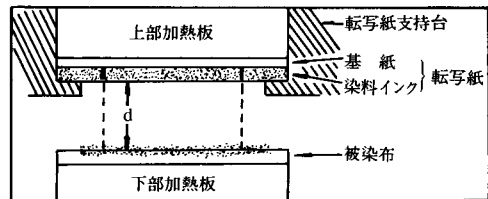


図1 転写紙と布との間に空隙がある場合の転写

実験その2

転写紙とPET布間に各種の布類をはさみ、PET布への転写の状態と中間布の汚染の状態を観察した。図4に結果を示す。転写の条件は他の実験と同様に210℃、45 secである。転写布にPET平織布、中間布はPETジャージ、ナイロン、アクリル、アセテート、綿、絹の平織、を1~2枚を用いた。図5はアセテートを用いた染着量。結果から次のことがわかる。

- ① 中間の布が染料を吸着しなければ、染料は中間布を通過しPET布に染着する。綿、絹の場合はPET布を添付せずに汚染する量とPET布の中間布とした時の汚染量が等しい。このことから添付布PETの方は中間布が染料との親和性を有しない場合、機械的障害による染着量の減少が起るが、中間布には染料の通過量の寡多による染着量の変化は認められない。添付布をアセテートとしても、綿、絹の汚染量、染着量はほぼ一定である。なお、用いた染料では、直接転写時のPET、AC ほぼ同じ染着量を示すが、親和力のない中間布のある場合には明らかにPETの染着量が大である。

- ② 前項の実験における中間を空隙とした場合との比較で、転写紙と添付布の距離の小さな間は

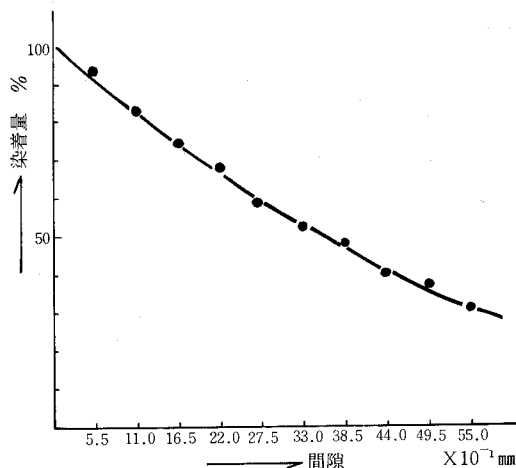


図2 転写紙と布との空隙と染着量

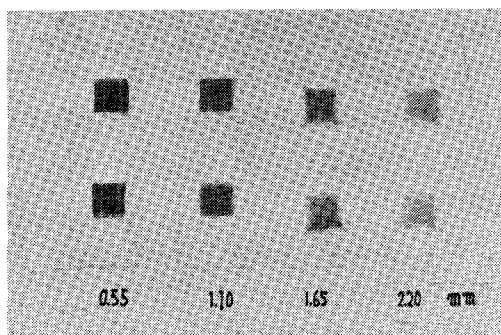


図3 転写紙と布との間に空隙をおいたときの転写

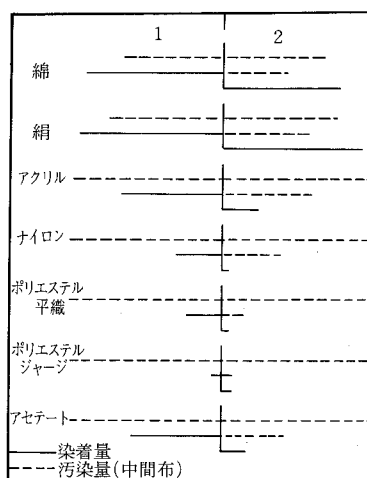


図4 中間布の汚染量とPET布の染着量

PET布の染着量は変わらない。そして模様  
の転写は中間布のある方が、かえ  
って鮮明である。

- ③ 中間布の汚染は、中間布に親和性が  
ある場合は染着であるから論外として、  
親和性を有しない場合図6に示すよう  
に染料移動の正面にあたる部分が汚染  
して裏面は汚染しない。このことから  
も転写紙から出た染料分子は直進して  
いることがわかる。

### 3. 昇華堅ろう性について

転写捺染が分散染料の昇華性を利用して  
いる以上、昇華堅ろう性の悪いのは止むを  
得ないが、転写条件はかなり高温であるの  
に対して、アイロン仕上げ等の実用上の使  
用温度では、どの程度の堅ろう性を示すか  
を測定した。

実験方法：ほぼJ I S L 850-75に準じた  
温度、110℃、150℃、190℃としたが、時間の  
15secは反射率測定上から30secに設定  
し、加圧はアイロンテスターを用いたの  
で60g/cm<sup>2</sup>である。また判定はグレースケ  
ールによらず、反射率からの染着量によ  
った。転写原布はPET平織とジャージである。PET織の同質布と綿平織布を汚染用添  
付布とした。原布の転写条件による堅ろう性の差をみるため、温度によって転写時間を変  
え染着量をほぼ一定の値にしたものについての堅ろう性である。

転写布の退色性に関しては、測定誤差範囲内の差異で問題はないが、汚染性については  
転写時の条件とアイロン温度によってかなりの開きが認められた。図7、図8。ただJ I S  
におけるA法（110℃ 15sec）では汚染はみられず、30secでも汚染されない。同一温  
度で同一反射率を示す転写布では時間の長い方が汚染が多くみられる。これは繊維表面の  
染着座席以上の染料の付着によるものと解される。しかし一般には低温、長時間転写を行  
なったものの方が染料脱着率は高い。添付布が木綿、PETいずれの場合にも云える。  
転写時のPET繊維の高温が、染料の内部拡散速度を大にした結果であろうと思われる。  
アイロン温度が高温の場合、添付布がPET布では堅ろう度は極めて低いが綿に対しても

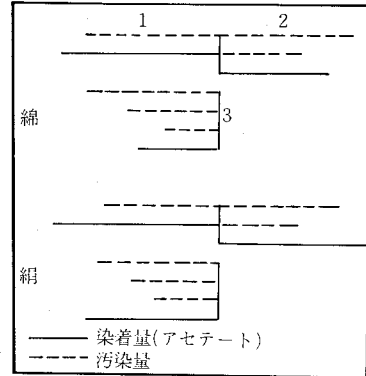


図5 中間布の汚染量とAC布の染着量

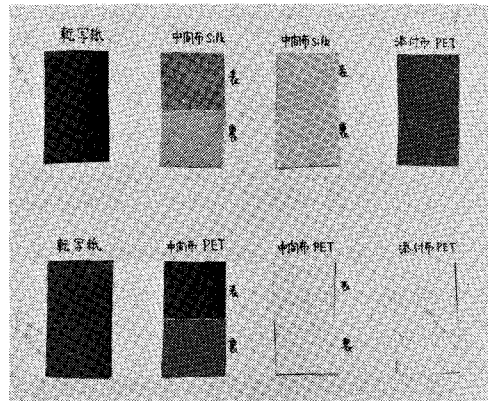


図6 中間布の表裏の状態

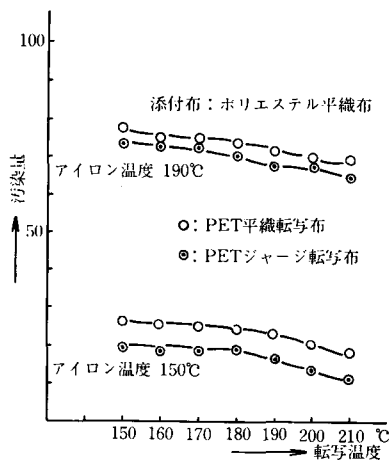


図7 アイロン温度と昇華堅ろう性(1)

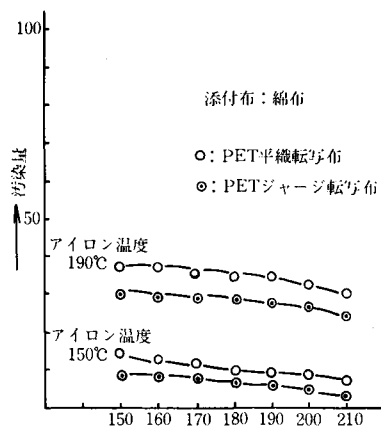


図8 アイロン温度と昇華堅ろう性(2)

表2 アイロン掛けによる汚染

パネル表示	化繊Ⅰ	化繊Ⅱ	化繊Ⅲ	毛	綿	麻	高
温度範囲	85~105	105~125	115~135	140~160	150~170	160~180	180~200
アイロン汚染	×	○	◎	◎	◎	●	●
他布汚染	×	×	○	○	○	◎	◎

×: 汚染しない、○: 汚染わかる、◎: 汚染明瞭、●: 著るしく汚染

処理時間30sec

グレースケールで云う2前後の値をとる。転写原布が平織とジャージの場合ではジャージの方が堅ろう度はよい。これは転写時に糸、編組織の内部まで染料が吸着されていることに帰着する。

表2は家庭用電気アイロンで転写布をアイロン掛けしたときのアイロンの底面の汚染とそれによる他布への影響である。使用アイロンのパネル表示に従っている。結果はアイロンテスターによるものとはほぼのほぼ同じ傾向であるが、実際の使用にあたっての、他布への汚染ではアイロンの場合の方が影響が大きい。

#### 4. 転写布の色の「にじみ」について

転写紙を用いてポリエステル、ナイロン等のフィルムへの転写は可能である、しかし転写用の分散染料では常温でも経時による色のにじみ現象がみられる。すなわち、捺染模様によけを生じ不鮮明な輪郭となってくる。図9これは低温でも染料の内部拡散が進行することを示している。したがってフィルムへの模様転写は実用的でない。しかしこの現象は繊維の場合も起っていると考えられるので次の実験を行なった。

実験方法: 転写布の作成は他の場合と同じ、転写布を乾熱状態(熱風循環乾燥機中に入れ)で長時間を変化させて「にじみ」「模様のボケ」について観察した。図10。また、ごく接近した位置に白布を置いてその汚染状態を調べた、低温、長時間(フィルムと同条件)では行っていない。

この写真にみられるように気相への拡散は当然起り、他布への汚染も顕著であるが、それと同時に周辺へのにじみも大きくみられる。つまり昇華にかかわる温度においては繊維内部の拡散はかなりの速度で進むが、低温においても拡散は続き長時間には「にじみ」の生ずる可能性が十分考えられる。

### 5. 摩擦堅ろう性について

染色布の摩擦堅ろう性を測定する場合、汚染用グレースケールを用いて比較する方が実態を捉えやすい。染色布の方は摩擦による布表面の物理的变化が視覚的、若しくは光学的に誤差を生じやすく、その点汚染布の方が誤認することがない。ここでは汚染布によって判定した。表3試験はJISに依った。

摩擦堅ろう度は高温、短時間染色の方が乾摩擦、湿摩擦共に低い、これは高温短時間の場合、染料は布表面に染料分子の重なり合いの形で染着しているためと思われる。それに比し、低温で時間をかけたものは比較的組織内部の繊維表面にまで染料が到達し、摩擦によって影響は受けない。この実験で用いた布は平織で、組織点が多く、摩擦による糸がえり等の現象は見られなかった。また、湿摩擦において、摩擦端子の添付布の綿布に脱着した染料が付いたのち、水分の影響で染料はマイグレーションをおこし、端子の外周部に汚れが多く認められた。

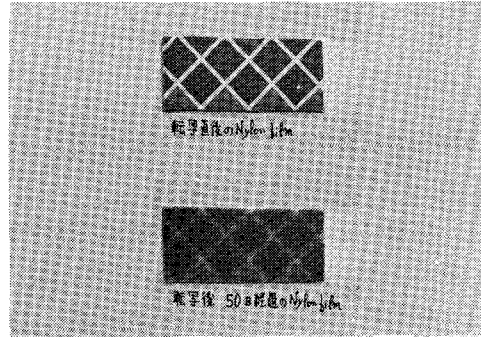


図9 転写したフィルムの模様を経時ボケ

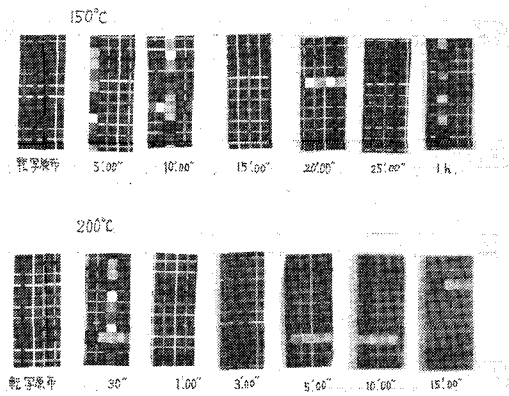


図10 転写布の乾燥機中での「にじみ」

表3 転写布の摩擦堅ろう度

	乾	湿
170°C (15')	5	5
190°C (2')	4~5	4~5
210°C (45'')	3	3

## V. おわりに

本研究では染色堅ろう度にかかわる幾つかの問題から、転写時の条件と染着量、拡散等を検討した。

- ① 液相の場合と異なり、気相中の染料の移動は転写捺染では直線的である。従って染料移動の正面に位置する部分にのみ染着する。
- ② 転写時の高温は染料の内部拡散を促進し昇華堅ろう性をよくする。
- ③ 比較的低温でもアイロン掛けによる他布への汚染がおり、また熱風乾燥機中においても「色のにじみ」がおこる。

ポリエステル布への分散染料による昇華転写捺染が工業化され、製品が市場に出るにおよんでクローズアップされて来た未解決の問題に今後、天然繊維への素材の拡大が予想されるが、従来からの捺染の分野に食い込むためには、一層の研究、改良が必要と思われる。

## 参 考 文 献

1. E. J. Gorovdy : Textile Res. J. 47, 604 (1977)
2. 脇田 登美司 : 染色工業 Vol 24 No.5 (1976)
3. 野間 敬吾 : 染色工業 Vol 26 No.7 (1978)

(本学教授—被服整理学、染色加工学)

(本学助手—被服整理学、染色加工学)