

昇華転写捺染に関する研究 (II)

ジャージ捺染布の染色堅ろう性について

Studies of Heat Transfer Printing (II)

鈴木国夫 池口増枝

I 緒言

転写捺染はポリエステル染色における画期的方法である。水相系の従来からの捺染に比して格段の省エネルギーであると同時に、熟練技術者を要せず、多様化する模様表現も自由である。しかし、未解決の問題点、すなわち、他繊維との混紡品の捺染、210℃と言う高温染色のためにおこる布質の硬化、染色堅ろう性、特に耐熱堅ろう性など、ある意味では必然的な消費科学的な課題も多い。本報告は本学研究論集 No.26 の「転写捺染に関する研究」および55年度文部省科研費補助総合研究A「省エネルギー染色技術による製品の消費科学的研究の分担課題「転写捺染に関する研究—染色堅ろう性について—」の2篇の続報である。

厚地ポリエステルジャージに転写した場合の耐熱堅ろう性を、染色時の転写条件との関連において研究したものである。実験は主として色差計による退色の測定を行ない、計算によって色差を求めて行なった。しかし染料の染着量等の絶対値は求めている。また、洗たく堅ろう度、摩擦堅ろう度についても、JISの判定基準によらず、L、a、b値の比較によって行なった。

II 実験方法

1. 転写布の作成

ポリエステルジャージ(3×20×0.035cm)を原布とし、転写紙(3×10cm)を4種、黒、ブルー、ベージュ、イエローオーカー(大日本印刷KK)とした。転写用加熱機は、アイロンテスター(大栄科学TA-1型)を使用し、上下加熱板を同一温度にし、転写紙と被染布には60g/cm²の圧力がかかるようにした。転写紙の均一性については、次の試験を行なって検討した。①任意の数ヶ所から単位面積の転写紙を切りとり密閉器中で一定量のアセトンに溶出し、光电比色で透過率を求めて比較した。転写紙によって均一性に多少のバラツキ(最大2%)が認められた。②同一条件で染色を行った布の測色を行ない、色差 $\Delta E=0.5$ 以下のものを試料とした。

2. 転写条件の設定

転写紙の濃度を一定としたとき、染着量は温度と時間に左右される。水相系における染色と

Time Temp	10 ^s	20	30	40	50	60	1.30 ^m	2.00	3.00	5.00	7.00	10.00	15.00	30.00
130°C														
140														
150														
160														
170														
180														
190														
200														
210														

ポリエステル ジャージ
図1 試験布転写条件設定のための試染布

著るしく異なる点は温度が非常に高温であり、染時間が極めて短いことである。図1の如く、130°Cから10°C刻みに210°Cまで温度をとり、時間は10secから30minまで色差を表わす14段階をとってサンプル製作したものである。工業的な転写条件と言われる、210°C、40secを基準として染色布の測色を行ない、これと同一の色度座標を示す、

他の条件を求めた結果 200°C1min30sec、190°C3min 20sec、170°C10min が得られたので基準の210°C40secを含めて4条件とした。210°C以上ではポリエステルが変質し、170°C以下では長時間のため染料のマイグレーションが始まるので適当な条件はない。

3. 測色と色差の算出

測色は色差計（日本電色ND-1001DP型）によってX、Y、Zを求め、ハンターの色度式を用いてL、a、bを算出した。

$$L = 10Y^{\frac{1}{2}}, a = 17.5(1.02X - Y)/Y^{\frac{1}{2}}$$

$$b = 7.0(Y - 0.847Z)/Y^{\frac{1}{2}}$$

また各試料間の色差は次式で求めた。試料1、2のL、a、bをそれぞれL₁、a₁、b₁、L₂、a₂、b₂とすると

$$\Delta E = \{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2\}^{\frac{1}{2}}$$

したがって染色布と退色後の色差をΔEの値で検討した。また色調の移動の方向を色度図上に具体化して検討した。ΔEの値を退色用および汚染用グレースケールとのおおよその対応を表1に示す。

表1 ΔEとグレースケール

ΔE	級	感 覚 的 表 現
0.0~0.5	5	かすかに (trace)
0.5~1.5	4	わずかに (slight)
1.5~3.0	3	色差がはっきり (noticeable)
3.0~6.0	2	色差が目立 (appreciable)
6.0~12	1	大きな色差 (much)
12以上		

4. 染色堅ろう性試験

耐熱堅ろう性、洗たく堅ろう性、摩擦堅ろう性の試験方法は各実験結果の項に示す。

5. 退色率について

$$\text{退色率} = \text{退色色差} (\Delta E_1) / \text{標準色差} (\Delta S) \times 100$$

ここで標準色差は次式で設定した。

$$\text{標準色差} = \text{標準白色} (Y = 93.7, X = 91.7, Z = 109.3) \text{ と染色布の色差} - \text{標準白色と原白布との色差}$$

用いた染料の場合、ブラック44.2、ブルー37.0、ベージュ27.0、イエローオーカー28.0を算出している。なお、染色布の表裏の色差を ΔE_3 、退色布の表裏色差を ΔE_4 、裏面間の色差を ΔE_2 として文中用いている。

6. 試料の厚さ

試料のポリエステルジャージは高温で可塑性を現わし、染色加工時に次のような変形（厚さの減少）をみせる。

加工温度	210	200	190	170°C	未加工
厚さ	0.68	0.70	0.71	0.76	0.89mm

III 実験結果および考察

1. 耐熱堅ろう度について

試料のポリエステルジャージは前記の如く厚地のものであるので、転写時の条件によっては、色にある程度の深みを持たせることも可能と思われ、また加工後の熱処理による染着染料の挙動にも興味を持たれたので、各色染色布に次の実験を行なった。

予備実験で各条件染色布の視覚による表面の退色変化を認めることのできる時間を求め、その前後に処理時間を設定した。退色処理は前実験①と異りアイロンテスターは使用せず、熱風循環式恒温機を使用した。これはアイロンテスターの使用が、転写の際の長時間印捺と同じ意味になることが予測されたためである。したがって本実験の熱処理では、布表面に染着した染料が再び気相中に浮遊分散するものも一部あることが考えられたが、布中に残留するものを退色時の移動染料の対象とした。

図2～図5は染色時（転写時）の温度条件と退色率の関係を示したものである。各色共、退色処理の条件の違いは退色率の差に現われる。すなわち同時間であれば高温程、退色率は高く、同温度では長時間程、退色率が高くなる。図1にみる如く、ブラックでは染色条件による退色率の変化はみられない。

しかし、他の各色では210°C40sec、170°C10minに退色率の高い傾向がみられ、190°C3min20secは一般に低退色率である。殊に退色処理温度が高温の場合はその傾向が大であるが退色

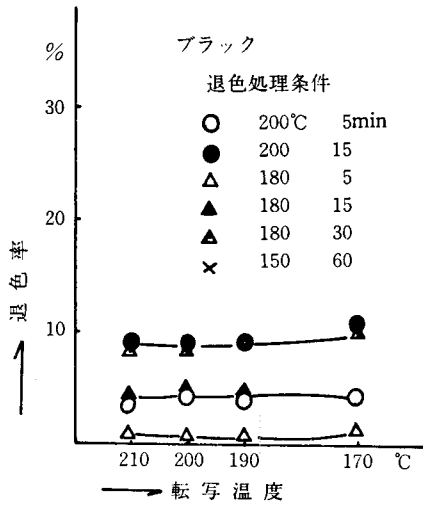


図2 転写温度と退色率

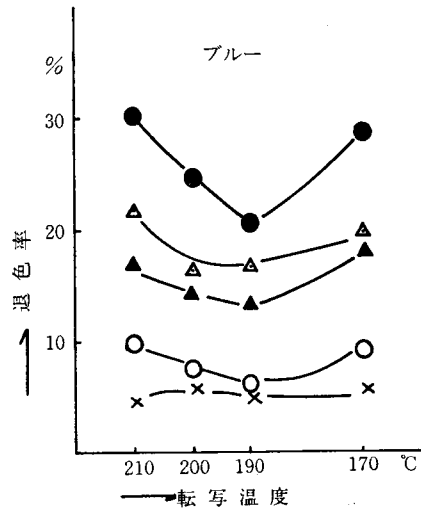


図3 転写温度と熱退色率

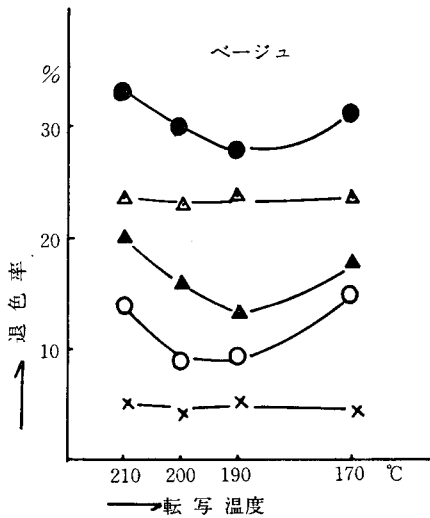


図4 転写温度と熱退色率

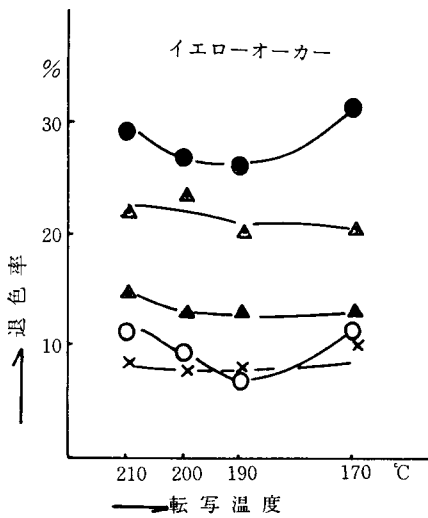


図5 転写温度と退色率

処理時間が長くなるにつれて、その差は少なくなる。また、染料によって時間のずれがみられる。例えばベージュでは180°C30minの処理で、すでに転写時の温度の影響はみられなくなっているが、ブルーでは同条件でその影響がみられる。前報の実験では転写温度の影響をみることは出来なかったが、試料をポリエステルタフタ(厚さ0.10mm)からポリエステルジャージ(厚さ0.89mm)ときわめて厚地の試料としたため、染色時の染料の染着性を考える上で興味深い結果である。現在、工業的には210°C、40secが転写条件とされているが、耐熱性からは190°Cの加工がよいと思われる。

2. 転写時の染料染着状態と退色率

転写温度 190°C、3min20sec の加工によるものが退色しにくい理由の解明のために次の計測と計算を行なった。まず、染色布の表裏の色差を多数行ないその色差を求め、未加工白布との色差より、染料の吸着量を浸透率として算出した。図6は各色についての浸透率の比較である。この図から、各色共(染料の違い)それぞれ、転写条件によって、表面色は同じでも、内部への浸透に違いがみられる。210°C、の転写が一番、表面吸着が大きく、170°Cの低温にも、

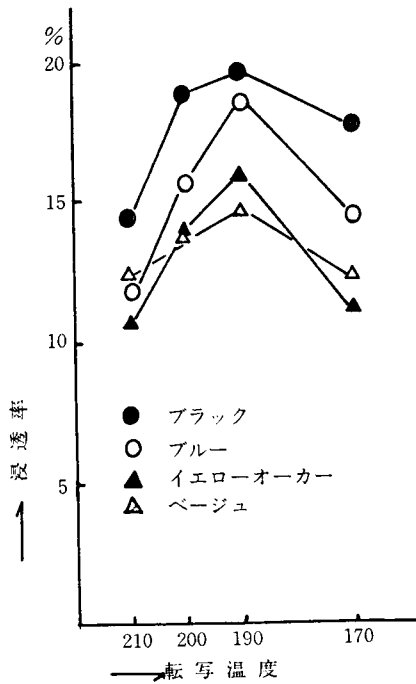


図6 転写時の染料の内部拡散

同じ傾向がみられる。190°Cの染色が染料の内部浸透量が多くなる。これを先の退色率との関連においてみると、ブラックでは、染料の内部拡散の如何に拘らず退色率は一定で、しかも低い値をとるが、他の色では、おおむね、内部拡散のよい場合には退色率は低い値をとっている。しかし、長時間の退色処理がなされた場合には、その間に染料の内部拡散が盛んになり、退色率と転写温度の関係が消されてしまうものと思われる。

図7は退色処理後の布の表と裏の色差を転

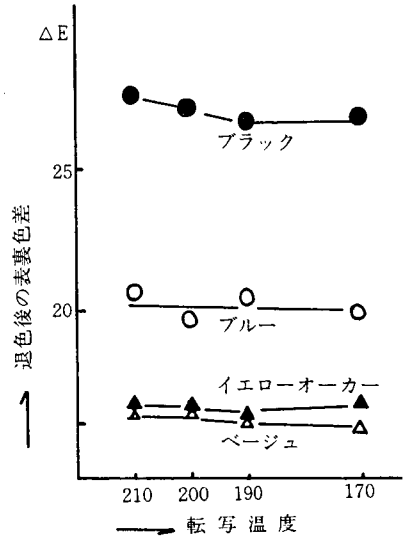


図7 退色処理後の表裏色差

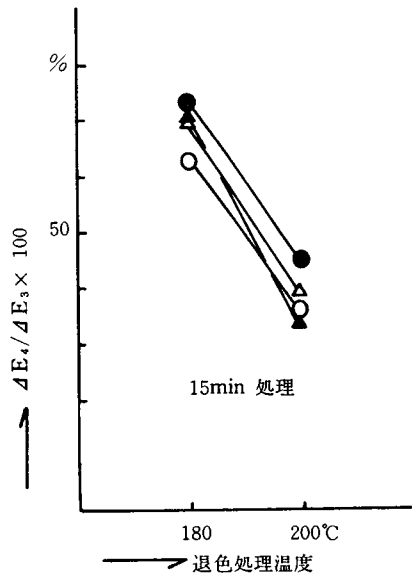


図8 裏面間の変化率の例

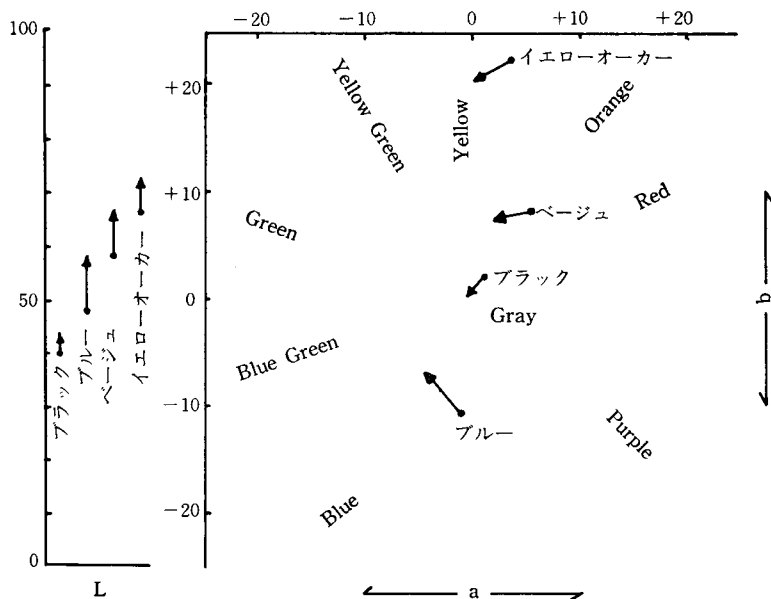


図9 退色時の色変化の色度図上のベクトル

写温度毎の平均値をとったものである。この図から、退色処理による加熱は表面染着の転写時に多かった場合でも、外部大気中へ昇華されることなく、親和性のある繊維集合体内部へ拡散されることがわかる。したがって表面の退色が促される結果になるのであろう。図7ではまた ΔE の小さなもの、イエローオーカー、ベージュなどほど色差が少なくなっていることを示している。すなわち、図5および図6から転写温度条件の差による影響は退色処理の高温、短時間の場合にみられると言える。

図8は染色布の表裏の色差と退色布の表裏の色差の百分率の例である。高温程、著るしく、退色後の表裏の差が少なくなることがわかるが、これを応用して、昇華染料による浸染も可能性があると考えられる。

図9は退色時の変化を色度図にベクトルで表わした例である。各色共、転写温度 210°C 、40sec、退色処理 200°C 、15minの同一条件のものである。a、b図内のベクトルはその移動の方向および、色相、彩度の変化量を示し、L図は明度の変化を表わしている。ブラックは本来無彩色であるが、有彩色の明度の低いものが用いられるのが普通である。ここで用いた各染料共、退色によって、もちろん明度は大になるが、ベージュ、イエローオーカーはややくすみながら黄色味を帯び、ブルーはグリーンに片寄りをみせる。これらは、転写紙製造時の染料の混合によって変化するものと思われるので、ここでは検討は不可能である。

3. 洗たく堅ろう度

前報告でポリエステルタフタを用いた洗たく堅ろう度について記したが、今回の実験で用い

たジャージについても結果に差が現れなかった。実験方法は前回同様、JIS 洗たく堅ろう度試験A-4法によった。すなわち、70°C±2°C、せっけん5g/l、無水炭酸ナトリウム2g/l、45minの条件でラウンドオメーターを用いた。ただし試料の大きさは染色機(転写機)の関係で規定より小さい。添付布はポリエステルジャージおよび木綿平織(54×26)とした。実験結果は3回ずつ同一実験の繰り返し平均によるものであるが、変退色堅ろう度、汚染堅ろう度共に、 ΔE は1.0以下の低値でバラツキ、染色加工条件による差の傾向を言及することは不可能であり、また、このような低値はこの染色法に洗たく堅ろう度の上に問題のないことを示している。図10は変退色堅ろう度を、図11、図12は添付布の汚染についての前述の結果を示している。

4. 摩擦堅ろう度

昇華転写捺染による染色布の問題点の一つに、布を構成する糸および繊維の表層にのみ吸着がおり、糸内部ばかりでなく、繊維の後半円部分にも未染着がおこることと言われる。この場合、色彩模様は深みを感じさせない欠点が生ずる。また、糸がえりなど浮糸の反転やよじれによって霜降り様のむらとなる。摩擦堅ろう度は転写捺染に重要な意味をもつものである。本実験では試料はジャージであり表面の空隙率が高いので、タフタ、サテン地などを用いた場合よりは染料の糸、布組織内への拡散は比較的行なわれているものと思われる。摩擦試験は学振型摩擦堅ろう度試験機を用い、500gの荷重で100回摩擦を乾状態と湿状態で行った。前回のタフタでの実

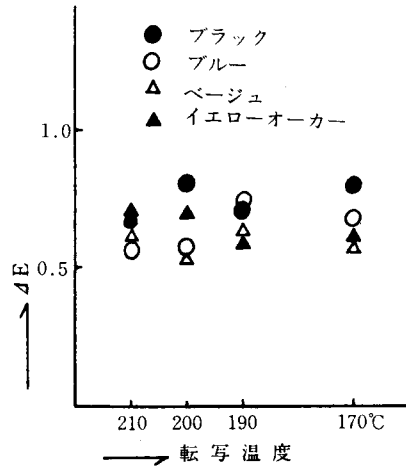


図10 洗たく堅ろう度 (変退色)

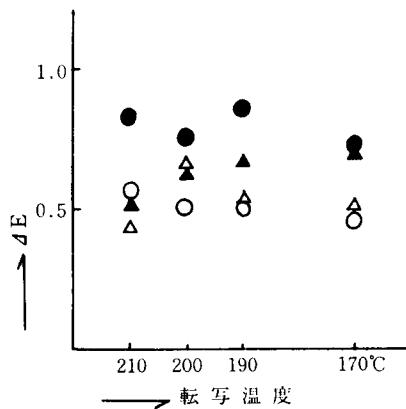


図11 洗たく堅ろう度 (綿汚染)

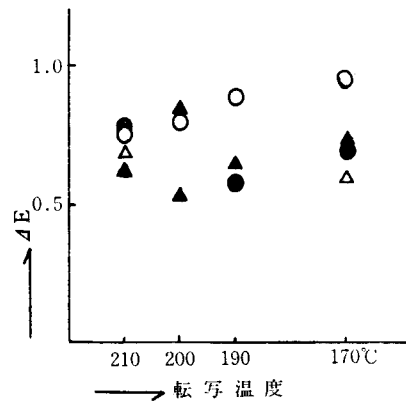


図12 洗たく堅ろう度 (ポリエステル汚染)

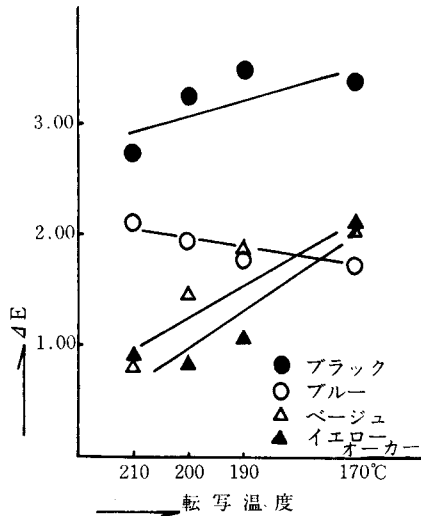


図13 摩擦堅ろう度 (乾、汚染)

実験結果から、摩擦子には綿布を付し、試験布の退色と摩擦布の汚染の光学測定を行なった。今回は糸がえりの試験は行っていない。

図13～図16は実験結果であるが ΔE が1.00より大きな値をとるのは図13の乾燥状態の摩擦堅ろう度試験の汚染布のみである。前回の実験のタフタの場合でも類似の結果であったがブラック以外はタフタよりやや大きい値を示しているのは、ジャージ表面がタフタより凹凸の多い結果であろうと思われる。しかし、同時の他方、変退色は図15にみるように、極めて少ない変退色で、 ΔE は1.00以下の測定誤差に含まれる程度の変動しか示さない。乾摩擦について汚染は多少の難点はあるが、変退色は4～5級 (JIS) の堅ろう度である。湿潤状態では図14、図16にみるように、汚染、変退色共に ΔE は微小である。通常の染色布では乾摩擦より湿摩擦の方が低い堅ろう度を示すが、本実験で乾汚染が大きい値をとるのは、摩擦子に付した綿布とポリエステル摩擦によって帯電が高電位であるためにおこる現象と思われる。

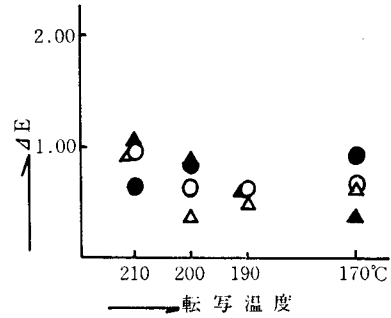


図14 摩擦堅ろう度 (湿、汚染)

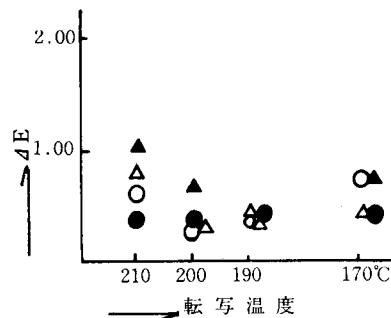


図15 摩擦堅ろう度 (乾、変退色)

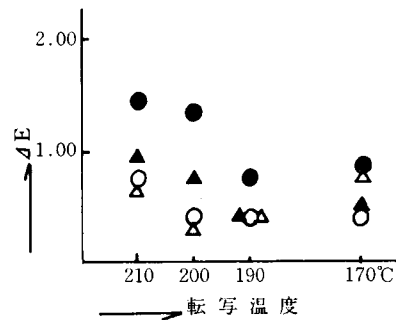


図16 摩擦堅ろう度 (湿、変退色)

乾摩擦について汚染は多少の難点はあるが、変退色は4～5級 (JIS) の堅ろう度である。湿潤状態では図14、図16にみるように、汚染、変退色共に ΔE は微小である。通常の染色布では乾摩擦より湿摩擦の方が低い堅ろう度を示すが、本実験で乾汚染が大きい値をとるのは、摩擦子に付した綿布とポリエステル摩擦によって帯電が高電位であるためにおこる現象と思われる。

IV 結 論

省エネルギー染色の一つとして注目されている昇華性染料を利用した転写捺染の消費科学的考察として、第2報に続いて染色堅ろう性の実験を厚地ジャージを用いて行ない、その結果から次の事が判った。

1. 昇華堅ろう性に関しては ①ポリエステル平織の場合と異なり、転写条件によって退色率に差がみられ、190°C 3 min 20sec が各色共に最適である。これは、工業的染色条件の 210°C 40secや170°C 10min 等に比し、染色加工時に表層部の染着染料が少なく、比較的組織内部に入っているためと思われる。②熱による退色は高温 (200°C) ほど激しく、長時間になるに従って内部への浸透も著るしくなり、表面の退色が内部繊維の染色と関連性が大きい。

2. 洗たく堅ろう度に関しては、平織の場合と同様、堅ろうである。

3. 摩擦堅ろう度では変退色は乾湿共に安定であるが、汚染の乾燥状態では各色共不安定である。転写温度による差は認められず、摩擦による帯電と、染料が水に安定でしかも湿潤では表面が平滑になったための差と思われる。

参考文献

1. E.J. Gerovdy ; Textile Res. J. 47, 604
2. 脇田登美司 ; 染色工業 Vol 24 No. 5
3. 野間 敬吾 ; " Vol 26 No. 7
4. 鈴木、池口 ; 相愛女子短大研究論集 No. 26
5. 鈴木 国夫 ; 55年度文部省科研費総合研究A報告書 p. 18