

金属溶液による繊維のヴィンテージ調着色技術の確立と色彩評価 (第2報)

上垣 良信・渡辺 誠・五十嵐 哲也・加々美 好*・渡辺 英資**・長谷川 達也***

Vintage Textiles Using Metallic Solution and Color Evaluation (2nd)

Yoshinobu UEGAKI, Makoto WATANABE, Tetsuya IGARASHI
Yoshimi KAGAMI*, Eiji WATANABE**, Tatsuya HASEGAWA***

要 約

差別化した特殊な製品開発を目的とし、銀などの金属溶液を含んだ繊維を加熱して発色させ、繊維に色変化を出す加工方法について検討した。この方法により、主に絹素材に対してヴィンテージ調加工が可能で、同時に抗菌・抗かび性を付与することができた。第2報では、産地で主に扱われる先染めキュプラ素材に対して検討を行った。このとき、色相は無彩色に近づき、明るさが減少したことで絹素材同様の現象を示した。キュプラ素材加工後の各種堅ろう度試験はほぼJIS 4-5級以上であったが、耐光堅ろう度だけは未処理に対して低下が見られた。加工時におけるすすぎ水中の硝酸性化合物は排水基準値以下であった。他の多くの繊維素材への加工も検討したところ、処理液のpHをアルカリ性にすることで従来できなかった綿素材への着色も可能であった。これにより産地で扱われるほとんどの繊維素材に対応可能であることが明らかとなった。付着した金属による機能として抗菌・抗かび性に加え、ナイロン素材同士の摩擦では帯電電荷量を減らす効果が見られた。糸段階で加工したさまざまな繊維を用いてネクタイ、クッション、バッグ、傘等の製品開発を行った。

1. 緒言

国内織物業界では海外製品との競合の中、定番商品以外に差別化した特殊な製品開発が求められている。

特に近年、「ヴィンテージ調」と呼ばれる懐古調の繊維製品に消費者の注目が集まっている。従来の「履きこんだように部分的に色を落として作る」のではなく、全く違う技術を駆使して色を重ねて作り込み、様々な色に灰色や茶色を混ぜたような配色がトレンドとなっている。これらの生地や製品は、その時代背景やデザインの斬新さにより価値の高い製品として扱われている面が興味深い。

最新の2012年春夏素材トレンドにおいても、鉄が時間をかけてさびたような色むらに代表されるヴィンテージ・アンティーク調が安定した人気を誇っている。これは部分的なほつれや穴開きを工業的に再現したものが従来方法として浸透しているなかで、今シーズンには特に「染めの出方をコントロール」して上品に仕上げているアイテムが注目されている。

従来から「ヴィンテージ」と呼ばれ、一定需要のもとに生産されている当産地の製品が存在する。これは、和装業

界におけるキュプラ素材や絹素材を使った掛軸に見られ、濃淡に染めた糸をランダムに配列して作っている。これらの糸は単一色に限定され、数少ない職人による高度な技術で多大な加工時間が必要である。また、絹素材の場合は他産地で実施している。このためデザインとして需要があるが、加工の担い手がいなくなりつつある。そこで、本研究は手軽に特色ある「ヴィンテージ調」を現代風にアレンジし、その製品を当産地で製造可能とするために以下の項目に留意して行った。

- ①キュプラ・絹素材でのヴィンテージ調加工について金属溶液を利用した低コスト・短時間の代替方法を確立する。
- ②従来の染料のみでは成し得なかった1本の糸への多色な同時発色を可能とし差別化する。
- ③染料では得られない機能性を付与し差別化する。
- ④その他の繊維素材への加工を可能にして用途を拡大する。

本研究では、これまで主に絹で確立した①から③に加え、先染めキュプラ素材への適用を検討し、その染色堅ろう度を詳細に調べた。④については、その他7種類の繊維素材への適用を検討した。

* (有) 光織物

** (株) 富士セイセン

*** 山梨県環境科学研究所

2. 実験方法

2-1 先染めキュプラ素材のヴィンテージ調加工

キュプラ素材（150 D/1本） 約2 kgの反応染料で先染めした緞糸（青色）を浴比1:20で0.2 %硝酸銀溶液に浸漬・脱水した。脱水後の糸は真空セット機（SB-200, ㈱ヤスジマ）にて100 °Cで30分加熱した。加熱後、水洗による洗浄を繰り返した。

2-2 銀付着量の測定

処理後の各試験布について、ランダムに選出した3箇所から直径2 cmの円状に試験布を切り出し、試験布重量を測定した。次にそれぞれの試験布約0.1 gを濃硝酸にて湿式灰化した後、蒸留水を加えて希釈した水溶液について、誘導結合プラズマ発光分光計（ICP-AES, ㈱堀場製作所）を用いて銀濃度を測定し、繊維1 gあたりの銀付着量値を得た。ICP-AESによる検出波長は328 nmを用いて定量した。

2-3 先染めキュプラ素材加工後における色彩評価

ヴィンテージ調加工後のキュプラ素材について測色計（Spectrophotometer SD6000, 日本電色工業㈱）により色を数値化し、色彩管理ソフト（Color Mate Pro, 日本電色工業㈱）のL*a*b*表色系で色彩評価を行った。

2-4 染色堅ろう度試験

各種堅ろう度試験については、以下のJIS法に準じて実施した。

洗濯堅ろう度：JIS L 0844

汗堅ろう度：JIS L 0848

ドライクリーニング堅ろう度：JIS L 0860

摩擦堅ろう度：JIS L 0849

耐光堅ろう度：JIS L 0843

2-5 耐光堅ろう度試験における色差の評価

キュプラ糸（反応染め）およびキュプラ糸のヴィンテージ調加工後の糸について耐光堅ろう度試験を行い、試験による照射前後の色差について、色彩管理ソフト（Color Mate Pro, 日本電色工業㈱）の ΔE 値で評価を行った。また、対象として3級および4級のブルースケール（生地）標準退色の色差について測定して比較検討を行った。

2-6 排水安全性試験

製品（絹82%、ナイロン13%、ポリウレタン5%の靴下40 g×27 足）及びキュプラ糸（糸180 g）を2-1における処理液の再利用液で加工し、排水となりうる1次から6次のすすぎ水中の硝酸性窒素濃度を測定した（ twiNO_3^- B-341, ㈱堀場製作所）。また、このときの銀濃度をICP-AESで測

定した。すすぎは2槽式洗濯機（GINGA3.0, ㈱東芝）で1回15分間行い、すすぎ時の対象物と水の浴比は1:32とした。1回目すすぎ水にNaClを4:1の割合で添加した上澄み液の銀濃度も測定した。

2-7 他素材へのpHの違いによる素材別着色度

8種類の素材（綿、ナイロン、アセテート、羊毛、レーヨン、アクリル、絹、ポリエステル）について0.05 %、0.5 %、1.5 %、7.5 %の硝酸銀溶液（中性：約7）について、pHを酢酸添加で酸性（pH：約3）、水酸化ナトリウム添加でアルカリ性（pH：約9）にした溶液を用いて100 °C30分間加熱した（MINI COLOUR, ㈱テクサム技研）。水洗・乾燥後、繊維素材の色濃度についてトータルK/Sで評価した（AUCOLOR-10A, 倉敷紡績㈱）。

2-8 洗濯耐久性の評価

銀付着量が平均2.2 mg/gのペット向け服地サンプル（㈱オヤマダ、アクリルモール素材）について、銀の洗濯耐久性評価を行った。洗濯処理方法はJIS L 0217-1995繊維製品の取り扱いに関する表示記号およびその表示方法105法（中性洗剤使用）に準拠し35回行った。

2-9 摩擦帯電電荷量および生地の抵抗評価

ナイロン（染色堅ろう度試験用添付白布、（財）日本規格協会）260 gを4 %硝酸銀溶液1 L中に浸漬・脱水した後、真空セット機にて100 °Cで30分加熱した。水洗後の処理布および未処理布について（財）日本紡績検査協会へ委託し（JIS L 1094 帯電性試験）摩擦帯電電荷量について評価を行った。また、高抵抗計（R8340A, ㈱アドバンテスト）を用いて生地の抵抗率を測定した。抵抗率の測定はJIS K 6911の二重リング電極法に準拠して行った。

2-10 製品の試作

絹やキュプラ素材の他、羊毛やアクリル素材を加工した糸で製織し、その生地を用いて製品を試作した。

3. 結果及び考察

3-1 着色方法とヴィンテージ調の比較

染料による従来のヴィンテージ調染色方法は、浸漬と酸化を繰り返す方法¹⁾、アニオン化した着色粒子をバインダーで固着する方法²⁾、アルカリ糊剤で染料をブロックする方法³⁾などがある。これらは染料の色を選ぶことができるが加工時間を必要とするものが多い。また、廃液と排水が生じている。一方で図1に示すように、金属溶液を利用した方法では短時間で着色でき、真空セットの前にその他の金属（微量の銅粉末等）を塗布することで多色な展開も可

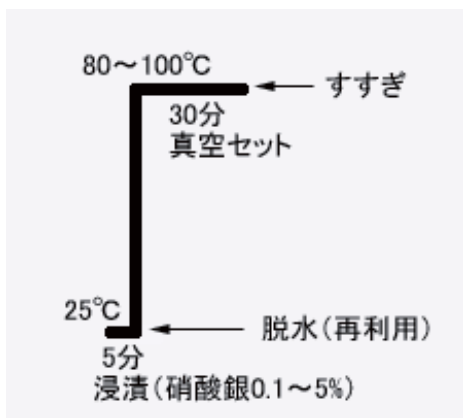


図1 金属溶液によるヴィンテージ調着色方法

能である⁴⁾⁵⁾ (ただし、金属の種類によって色味が限定される)。また、金属由来の機能性を付与することができる。このとき廃液は生じないがすすぎによる排水が生じる。それぞれの方法による生地を図2に示す。従来品と比較すると、色濃度の差は見られるがお互いに近い背景柄を表現できている。図2の従来品は単一色の濃淡2種類の糸を交互に配列することが必要である。いっぽうで金属溶液による加工生地は1種類の糸を打ち込んで表現できる違いがある。



図2 染料によるヴィンテージ調の従来品例 (左: (絹)繊維物) と金属溶液によるヴィンテージ調加工糸を用いた生地 (右: 銀付着量 0.4 mg/g)

3-2 キュプラの着色評価

本研究では、まず第1報で確立した絹素材への加工方法のキュプラ素材への適用可能性について検討した。

先染めキュプラ素材を銀溶液で処理したときの色相の変化について図3に示す。図は物体の色を表すのに、現在あらゆる分野で最もポピュラーに使用されている $L^*a^*b^*$ 表色系の色度図である。 a^* 、 b^* は色の方向を示しており、 a^* は赤方向、 $-a^*$ は緑方向、そして b^* は黄方向、 $-b^*$ は青方向を示し、数値が大きくなるに従って色あざやかになり、

中心になるに従ってくすんだ色になることを示す。点の集合が加工により第3象限から第2象限に移動したことは、先染めしたキュプラ素材が加工によって黄色味だけ増したことを示す。このとき、原点までの距離が短くなることは、くすんだ色に変化していることを示している。図4にはこのときの明度 L^* の変化を示す。加工により約20%明るさが減少した。これらの結果は第1報の絹素材と同様に、キュプラ素材でも金属溶液によるヴィンテージ調の着色が可能であることを示した。

当産地でのキュプラ素材を用いた先染め織物のほとんどは、主に洋服の袖裏地として用いられているが、産地の裏地業界から従来にない加工を求める要望が数多く寄せられており、当センターでもアルカリ溶液による収縮加工の研究を行ってきた⁶⁾。このことから、金属を含むアルカリ溶液で処理することで新たなヴィンテージ調の収縮キュプラ糸の作製も可能と考えられる。

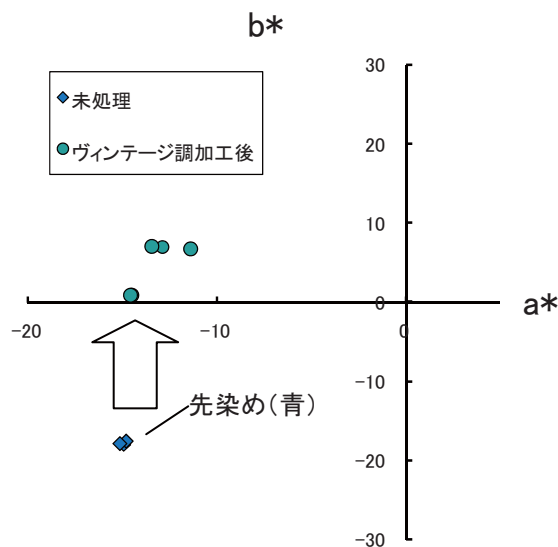


図3 先染めキュプラの加工における色相変化

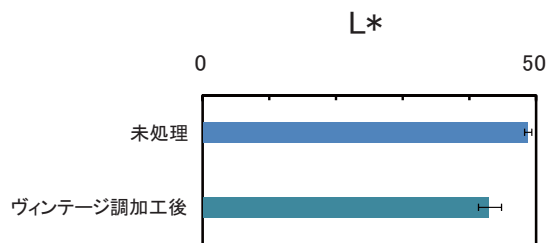


図4 先染めキュプラへの加工における明るさ変化

3-3 キュプラの染色堅ろう度試験結果の比較

表1にキュプラ素材への加工前後における洗濯など各種染色堅ろう度試験の結果を示す。概ね、どの堅ろう度試験も4.5級以上で良好な結果を得た。湿摩擦堅ろう度も未処理と

変わらず3-4級で、3級をとることが困難と言われている試験としては堅ろうな結果であった。唯一加工前後で堅ろう性の低下が見られたのは耐光堅ろう度試験であった。しかしながら加工後において3-4級を得ているので、堅ろう性は一般的には悪くはない。耐光堅ろう度の詳細について、光照射前後の色差を色彩管理ソフトの ΔE 値で評価を行った(図5)。 ΔE が大きいほど加工前後での変退色が大きいことを示している。比較対象の3級および4級のブルースケール標準退色の色差と比較しても3級以上4級以下であることが示された。耐光堅ろう度試験での堅ろう度低下の要因の一つには、加工前後で色相変化が見られることである。繊維表面に存在している金属(ここでは主に銀化合物)が光により化合物状態が変化していると推察される。本研究での加工方法は、約100℃で真空セットすることで酸化・安定化させていると考えられるが、処理液濃度が高い時に真空セット後の洗浄があまく、未反応の銀が残存していると光による変色も受けやすいと推察される。このことから今後はすすぎによる洗浄方法の確立が望まれる。

表1 各種染色堅ろう度試験の結果

試験名		未処理	ヴィンテージ調加工後
洗濯	変退色	4-5	4-5
	汚染(絹)	4-5	4-5
	汚染(羊毛)	4-5	4-5
汗(酸性)	変退色	4-5	4-5
	汚染(絹)	4-5	4-5
	汚染(羊毛)	4-5	4-5
汗(アルカリ性)	変退色	4-5	4-5
	汚染(絹)	4-5	4-5
	汚染(羊毛)	4-5	4-5
ドライクリーニング	変退色	5	5
	汚染	5	5
摩擦	乾	4-5	4-5
	湿	3-4	3-4
耐光		4以上	3-4

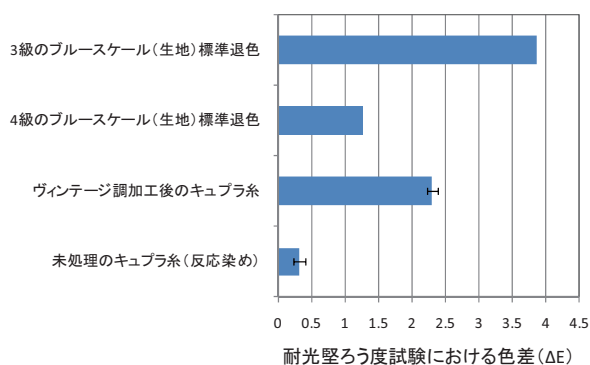


図5 キュプラ加工糸の耐光堅ろう度試験後の色差

3-4 排水安全性試験結果

すすぎ時における、排水中の硝酸性窒素濃度を測定した結果を図6に示す。有害特定物質の硝酸性窒素濃度は、すすぎ回数1回目で7.5 mg/Lで、3回目以降はほぼ1.8 mg/Lで安定

した。なお本試験では、すすぎ対象物とすすぎ水の浴比は約1:32で行っている。この浴比は排水量に影響してくる項目であるが、SEKマーク及び消臭加工マーク繊維製品の洗濯マニュアル⁷⁾に記載される浴比1:30に近いことから、通常使用されるすすぎ処理に妥当な比率だと考えられる。水質汚濁防止法による事業所の総排出量基準は100 mg/Lであることから、本スケールで排出する硝酸性窒素濃度は、基準値に対しては少量であることが明らかとなった。

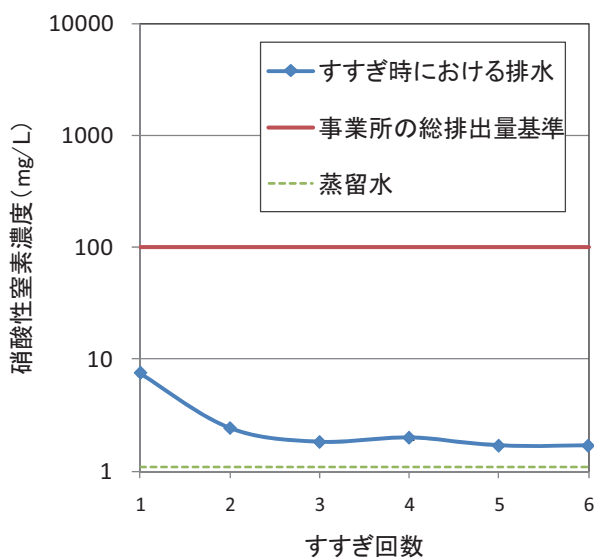


図6 すすぎ時における排水の硝酸性窒素濃度

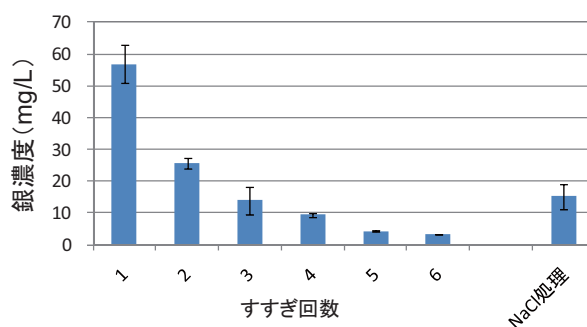


図7 すすぎ時に排出される銀濃度

本手法によるヴィンテージ調加工では、処理液を加熱することなく常温で僅かに硝酸銀を含ませ脱水した後、真空セットで加熱発色させるため、濃度の高い処理液自体は排出することなく再利用できた。全工程のうち、排水を出す工程は真空セット後のすすぎ時で全量が回収されることが望ましいが現実には大量となり困難である。このため1次や2次、3次など初期すすぎ水に対して対策が必要であり、まずは硝酸性窒素濃度を把握する必要がある。また、硝酸銀溶液は特定有害物質にあたるため、その取扱いには皮膚への染色など注意が必要である。織物製造企業が染色に着手する場合は、水質汚濁防止法⁸⁾により着手60日前までに特

定施設設置届出が必要である。染色企業が着手する場合は、新たに扱う薬剤項目として硝酸銀溶液が追加される（特定施設の使用方法が変更される）ため、同様に着手60日前までに特定施設構造等変更届出が必要となることに注意したい。すすぎ時の排水となりうる水中の銀濃度について図7に示す。すすぎ回数が5回以降では有意な変化はみられなかった。何次までのすすぎ水を回収すべきかどうかは事業所出口の総排水量および濃度に左右されると推察される。ここで1回目の銀濃度の高いすすぎ水はNaClを添加することで3回すすぎを行った状態と同程度まで銀濃度を低下させることができた。このとき着色度も低下しており上澄み液は透明であったことから銀イオンがAgClとして補足されたと思われる。国内では現在、銀または銀イオンについて使用規制についての記述がほとんどなく、米国では水質維持の指標値として水道水中の銀イオン含有量について0.1 mg/Lとしている。微量濃度の銀イオンはその殺菌作用から洗濯機などの工業製品から水生生物の病気対策（防かび）などに用いられている。しかしながら、高濃度で活性な銀イオンは感受性の高い水生生物に影響を与えることがわかっていることにより⁹⁾、本加工でも実際に使用するときには事業所から水中に溶け込ませる銀イオンの濃度管理も重要と考える。

3-5 pHの違いによる素材別着色度

8種類の素材（絹、羊毛、綿、アセテート、ナイロン、アクリル、レーヨン、ポリエステル）について処理液のpHを変えて着色度の違いを検討した（図8）。強アルカリ溶液で溶解してしまう絹および羊毛を除き、その他6種類の素材全てが処理液をアルカリ性にすることで着色度が高くなった。このことからpHを調整することで8種類の素材に対応が可能となるが、なかにはキュプラ、綿のようにアルカリ濃度を高くしすぎると収縮が生じる素材もあるため⁶⁾¹⁰⁾、目的とする着色度と銀付着量を設定し、素材とpH条件を選びながら処理液を調整することが望ましいと考えられる。

3-6 洗濯耐久性の評価

洗濯耐久性試験の結果を図9に示す。35回洗濯後の銀付着量は洗濯前と比較してほとんど低下はみられず、抗菌・抗かび性機能の維持が期待できた。また、洗濯処理前後で銀付着量に変化が少ないことは加工処理後のすすぎが十分に実施できていることを示している。このとき繊維素材はアクリル素材で、抗菌性ペット向けおよびバス・トイレ繊維製品についての研究開発（繊維の銀染色技術を新しい繊維素材へ応用した抗菌製品の開発、平成21年度やまなしみらいファンド新製品研究開発支援事業、銀染研究会（株）オヤマダ、(有)光織物）によるものである。pH調整により8種類の繊維素材に加工が可能になり、かつ高い洗濯耐久性が確

認できたため、用途の拡大につながったと考えられる。

3-7 摩擦帯電電荷量の評価

図10および図11に、加工したナイロン素材を他の繊維素材と摩擦させたときに帯電する電荷量について評価を行った結果を示す。アクリル素材に対する高い帯電抑止効果は見られず、ナイロン素材に対する効果が確認された。未処理のナイロン素材同士の摩擦帯電電荷量は未処理のアクリル素材とナイロン素材のものより少なかった。ゆえに、負（-）に帯電しやすいナイロン素材へ本加工を実施した生地は、アクリル素材との接触時は帯電してしまう（図10の赤棒部分）が、ナイロン素材との接触時はもともとアクリル素材に比して帯電しにくい（図10と図11の青棒比較）が

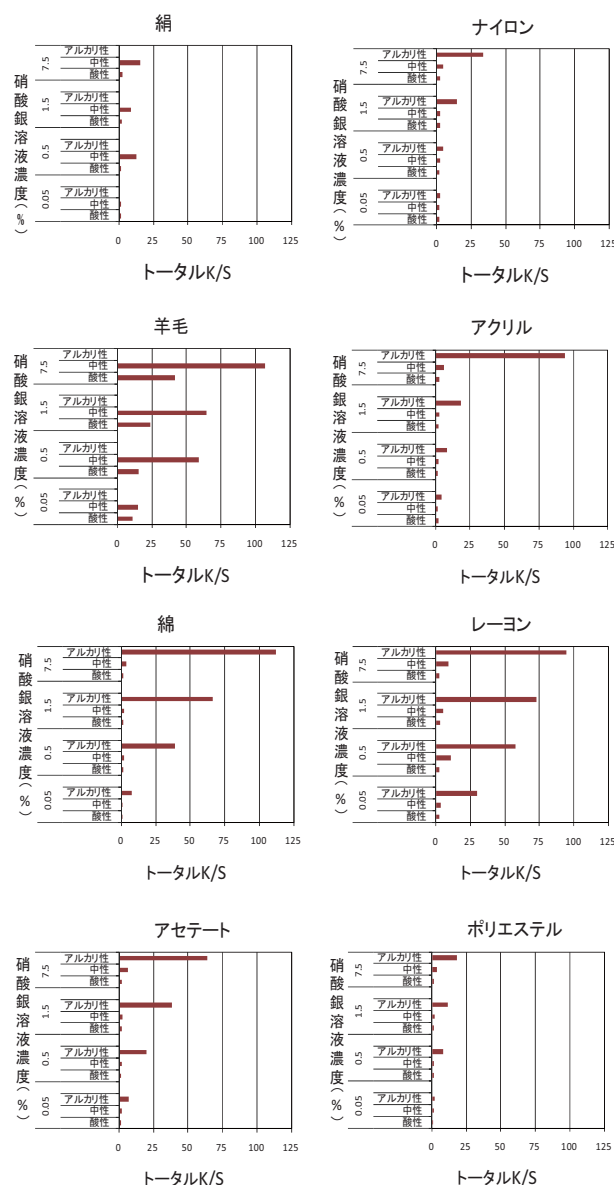


図8 pHの違いによる素材別着色度

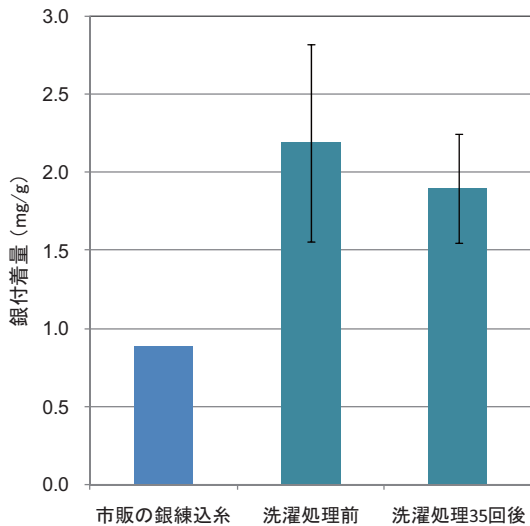


図9 洗濯処理前後での銀付着量

さらに帯電量を減らすことができる（図11の赤棒部分）ことが確認された。この加工生地は表面抵抗率は約 $10^{15} \Omega / \text{cm}^2$ （未処理のナイロン素材も約 $10^{15} \Omega / \text{cm}^2$ ）で非常に高く、ほぼ絶縁物に近かったことからあわせて考慮すると、金属が繊維表面においてメッキやコーティングのように一様に付着せず、繊維と結合および銀化合物の粒子として分散していると考えられる。金属溶液は現在水溶液であるが、バインダーを用いて金属成分を均一に塗布する方法も試しており、こちらはさらに摩擦帯電電荷量を減らすことができると考えられる。

2種類の繊維を互いに摩擦した際に、正 (+) に帯電しやすい繊維を右に、負 (-) に帯電しやすい繊維を左に並べた配列を帯電列¹¹⁾という。当産地で用いられる正 (+) に帯電しやすい素材としてアクリル（序列では5番目）、負 (-) に帯電しやすい素材としてナイロン（ガラスに次ぐ2番目）がある。帯電性に関する基準は作業着に関する基準のみ存在し、摩擦帯電電荷量が $7 \mu \text{C}/\text{m}^2$ （生地）以下となっており、銀をメッキした糸を帯電防止糸として生地の一部に用いることでこれらの基準を上回る帯電抑止効果を得た研究も行われている¹¹⁾。しかしながら、この糸は銀量が25%メッキされており、本加工の約0.15%（ナイロン生地に1.5 mg/g）に比べるとかなり高かった。通常の銀メッキ加工より非常に少ない銀付着量となる本加工において、高い帯電抑止効果を得るにはバインダーを使用した後加工で繊維1gあたりの銀付着量を150倍以上多くし、なおかつ均一に塗布する必要があると考えられる。これにはコストがかかり、また、均一に塗布することでヴィンテージ調が得られない可能性も考えられる。ゆえに、本研究では帯電抑止効果の向上を追求せず、銀付着量を抑え、低コストで柄を表現する方法を用いた。

3-8 試作品

本研究により、微量の金属をさまざまな繊維素材へ導入して、ヴィンテージ調の着色を得ることができ、同時に強い抗菌・抗かび性機能を付与することができた。また、若干の帯電抑止効果も得られた。銀などの金属が洗濯をしても強く固着していることで抗菌・抗かび性の機能が長寿命であることが明らかとなった。製品開発を行うにあたり、従来のヴィンテージ調の再現は可能であるが、柄やアイテムとして新しい製品を考案した（図12から図19）。また、製品に付けるマークとして品質表示マークや商標向けマークもデザインした（図20）。

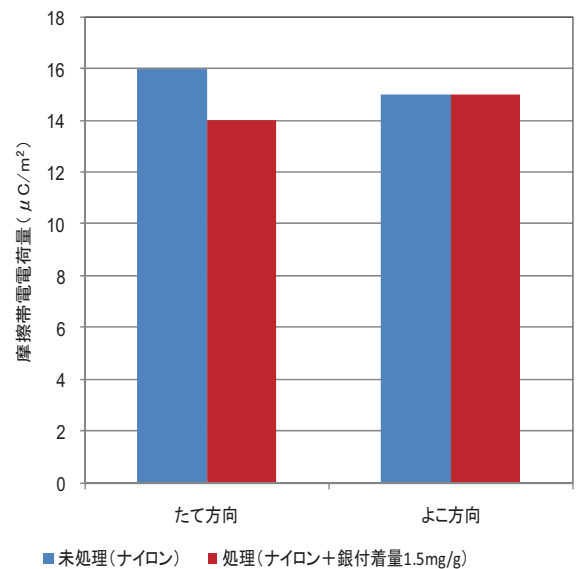


図10 アクリルに対する帯電性

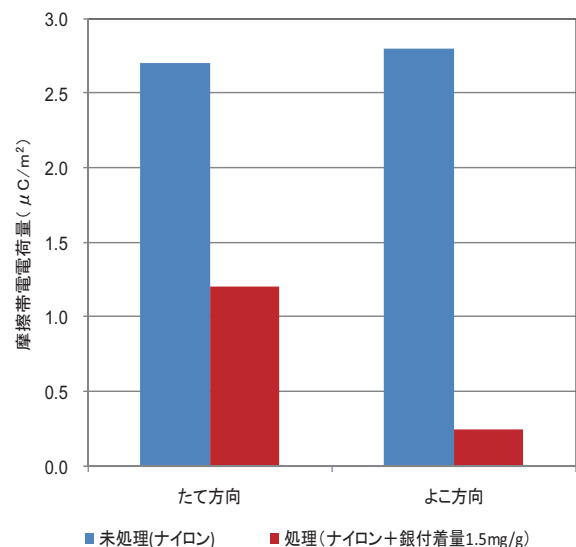


図11 ナイロンに対する帯電性



図12 ネクタイ



図17 バッグ (畳柄)



図13 ブックカバー



図18 晴雨兼用傘 (畳柄)



図14 ボックスティッシュケース



図15 帽子

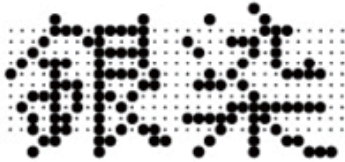


図19 晴雨兼用傘 (ずらし文字柄)



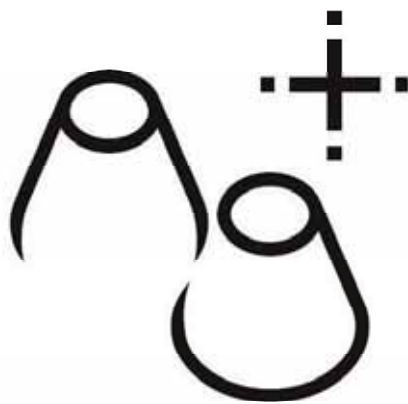
図16 クッション (畳柄)

この製品は銀染め加工により、
抗菌・抗カビ性能を高めた生
地を使用しています。



(C)2010 Yamanashi Pref. FITC All rights reserved.

銀染めは、透明な銀溶液で浸した繊維
を真空スチームセットで発色させる新
しい技術です。これにより、短時間で
の白色繊維への着色および先染繊維へ
の色変化(色の深み等)を与えること
ができ、同時に銀の固着による高い抗
菌機能と抗かび機能が付与できます。
特許出願中(山梨県:特願2008-212725)



銀染
ginzome

図 20 デザインした品質表示マーク (上)

および商標 (下: 商標第 5421791 号)

4. 結言

本研究により以下の (1) から (7) の結果が得られた。

- (1) 先染めキュプラも絹同様、無彩色に近づきかつ明るさが減少するヴィンテージ調加工が可能であった。
- (2) 先染めキュプラへの加工について、各種染色堅ろう度はほぼ4-5級以上で未処理と同等であったが、耐光堅ろう度のみ若干の低下が見られた。
- (3) 排水となる加工後のすすぎ水中硝酸性化合物は少量であるが濃度管理が必要であると考えられた。
- (4) キュプラ以外のその他繊維への加工では、処理液pHをアルカリ性になると、綿など従来できなかった素材への着色が可能となった。
- (5) 抗菌・抗かび性能に加え、ナイロン素材への静電防止効果が得られた。
- (6) 品質表示マークや商標の考案を行った。
- (7) 従来柄だけでなく独自考案の「ヴィンテージ調」を活かした一風変わった柄(暈柄)の製品開発を行った。

以上の結果より、さまざまな種類の繊維素材について産地での加工(短時間にて)が可能となった。この加工は従来の単一濃淡色ではなく、多色で独特のヴィンテージ調を持ちさまざまな製品用途が考えられる。現在、本研究の加工方法については特許審査請求中であるが、早期の技術普及を図るため、地域の織物製造企業複数社(服地、和装地、ネクタイ・ストール関係企業)に対して使用許諾するとともに、本研究において試作した糸を少量であるが上記企業に提供し、試作品開発に取り組んでいるところである。今後は、本生産に向けて処理方法の改良を重ね、染色加工企業との連携が必要であると考えられる(1社検討中)。

織物産地において、販路拡大に繋がるような特徴あるものづくりを進めて行くためには、経密度・組織の仕様、表面加工などの織機を含めた特殊な織り方によるものと、本研究のような素材加工による方法が挙げられる。後述の方法は、加工した糸を経糸や緯糸に使用することで、すぐに新たな商品の提案ができ応用範囲も広い特徴がある。

このことから、本研究の成果である金属溶液を利用する方法は、差別化商品を生み出す一手法として期待されており、早期に地域の織物業界に対して技術移転を行うとともに技術普及を図っていく。

5. 謝辞

平成21年度第1報より本研究でも引き続き、ICP-AESによる微量銀濃度の分析で山梨県工業技術センター化学環境科の望月 威夫 研究員、尾形 正岐 研究員に御協力をしていただきました。また、本研究で生地の抵抗率測定においては同センター電子応用科 河西 伸一 主任研究員、清水 彰良 研究員に御協力をしていただきました。心から感謝致します。

参考文献

- 1) 大城戸昌也：むら染めを施したセルロース系繊維糸とそれより得られる衣料製品，特開 2001-032179
- 2) 久保川博夫，他：糸，布はく又は繊維製品及びその製造方法，特開 2005-248401
- 3) 斎藤晋：アルカリ糊による反応染料のムラ染め方法，特開 2001-271280
- 4) 上垣良信，他：金属溶液による繊維のヴィンテージ調着色技術の確立と色彩評価（第1報），平成 21 年度 山梨県富士工業技術センター研究報告書，P.22（2010）
- 5) 上垣良信，他：タンパク質繊維の高機能加工に関する研究，平成19年度山梨県富士工業技術センター研究報告書，P.1（2008）
- 6) 尾形正岐，歌田誠：キュブラの収縮加工に関する研究，平成 18 年度山梨県富士工業技術センター研究報告，P.1（2007）
- 7) 社団法人繊維評価技術協議会：抗かび加工繊維製品認証基準 SEK マーク及び消臭加工マーク繊維製品の洗濯マニュアル（JEC326）制定 平成 14 年 6 月 1 日改訂平成 21 年 6 月 1 日，（2009）
- 8) 山梨県森林環境部大気水質保全課水質担当：水質汚濁防止法に基づく届出（申請）の手引き，P.3-4（2007）
- 9) 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部：IPCS UNEP//ILO//WHO 国際化学物質簡潔評価文書 No.44 銀および銀化合物 世界保健機関 国際化学物質安全性計画，P.3-31（2006）
- 10) 花田朋美，安藤穰：アルカリ溶液による綿繊維の収縮性，東京家政学院大学紀要 第 43 号，P.54（2003）
- 11) 黒田良彦，平山明浩，藤田薫子：帯電防止糸を用いたアパレル製品開発，東京都立産業技術研究所研究報告 第 6 号 P.77（2003）