

川俣シルクを活用したマーブル染色の試行

Trial of marble dyeing using Kawamata-silk product

材料技術部 繊維・高分子科 大竹翔太 遠藤悠都 中村和由

川俣町は絹織物の産地であり、軽目羽二重を得意としている。県織物同業会では天然染料などを用いた単色染め、絞り染め技術を有しているが、多色染色には対応していない。本研究では天然染色技術とマーブリング染色(マーブル染色)を組み合わせた新たな染色技術を開発し、県織物同業会に提案を行った。

Key words:マーブリング^{注1)}、裏抜け^{注2)}、軽目羽二重^{注3)}

1. 緒言

福島県織物同業会では絹織物を用いた製品開発やワークショップを川俣町おりもの展示館(からりこ館)で開催している。しかし、天然染色を用いた単色染め、絞り染めの体験を行っているが、多色染色には対応しておらず、製品のバリエーションを増やすため、技術支援の要望があった。

マーブル染色は多色染色の中でも専用設備を必要とせず、体験事業としてワークショップに取り入れやすい。マーブル染色の特徴として簡易な設備で加工可能であり、小ロットでの生産や意匠性の高い柄表現が可能ながことが挙げられる。

本研究では柄の再現性、色調のずれの改善、染色用織物の選定について課題解決を行った。

本研究の研究課題は以下の表1のとおりである。

表1 研究課題

課題	課題内容	解決手法
染色柄の再現性	マーブル染色は柄の再現が難しい	界面活性剤、撥水シートを用いた染色技法の開発
色調のずれの改善	アクリル顔料であるマーブル染料と天然染料で染色した際に色調が合わず、くすんだ色となる場合がある	ΔE , L^* , C^* を比較、条件を選定する
染色用織物の選定	一浴で表裏に染色するには限界がある	2.75~20 匁について染色し、染色の裏抜けする生地を選定する

2. 実験

2. 1. 試薬および被染物

本研究で使用した試薬および被染物(染色用生地)は表2のとおりである。

表2 試薬および被染物

項目	試薬等・素材	品名
マーブル染色	糊剤	マーブリング糊H (田中直染料店)
	界面活性剤	スコアロール700 (北広ケミカル株式会社)
	汚染防止剤	マーブリングレベラー(田中直染料店)
	マーブル染料	マーブルカラー (ブラウン、ビビットオレンジ、サファイア、オールドローズ、レモンイエロー) (田中直染料店)
天然染色	pH調整剤	炭酸ナトリウム (ソーダアッシュジャパン株式会社)
		クエン酸
被染物	絹織物	JIS L 0803 準拠 試験用添付白布 絹2-2 (14匁付)
		羽二重 9種類(2.75~20匁)

2. 2. 実験機器

本研究で使用した評価機器は、表3のとおりである。

表3 使用機器

機器	型式	使用目的
測色計	CM-26dG (測定方法:SCI)	色差および彩度の比較
画像処理ソフト	ImageJ	表面積の計算

事業名「ひとつ、ひとつ、実現するものづくり企業支援事業」(応募企業 福島県織物同業会)

2. 3. 染色方法

2. 3. 1. 天然染料の抽出

生地への染色に使用する天然染料は、桃の剪定枝 50[g]に水 1000[mL]、炭酸ナトリウム 10[g]を加え、100℃、1時間加熱し、染色液を抽出した。

2. 3. 2. マーブル染色の概要

マーブル染色とは水に PVA やふのり等の粘性溶液を作り、顔料を界面活性剤溶液で溶かしたマーブル染料を水面に浮かべ、柄を転写する技法である（図 1）。

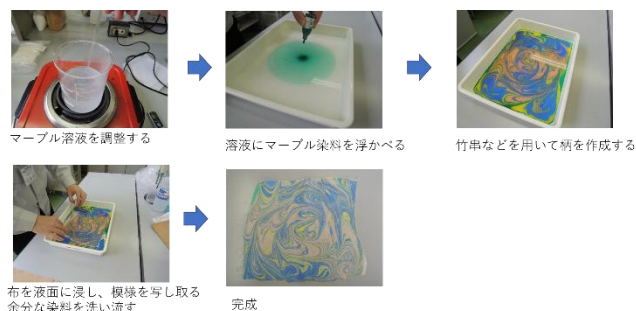


図 1 マーブル染色の手順

本研究では、被染物を沸騰した水に 5 分間浸漬後、天然染色の染色液にクエンを加え pH 3.5 に調整し、80℃、1 時間浸漬したのち乾燥した。²⁾

天然染色した被染物の表面に、マーブル染色を行い、評価を行った。

2. 4. 検証方法

2. 4. 1. 染色柄の再現性の検証

マーブル染色の柄は液面の動きによって変わるため、柄の制御と再現に課題がある¹⁾。その課題解決のため、以下の方法により、染色柄の制御が可能か検証を行った。

液面の面積が異なる 3 種類の容器 (224[cm²]、850[cm²]、1455[cm²]) に、滴下量を変えながら界面活性剤水溶液を滴下し、マーブル染料を 1 滴滴下した後、10 秒後の界面活性剤とマーブル染料の面積を計測した。

2. 4. 2. 色調のずれの検証

天然染色とマーブル染色との組み合わせ染色した場合、くすんだ色となる場合があった。これを改善するために、天然染色の色調に合わせ、マーブル染料の選定が必要であると考えた。

評価については、測色計で任意に 3 点の色差 (L*、a*、b*) を計測し、その平均値を求めた。

2. 4. 3. 染色用織物の選定

ストールのような首回りなど着用する薄地の繊維製品については表裏で色調に違いがないことが求められる。

しかし、マーブル染色は基本的に片面のみ柄が転写されるため、表面から裏面へ染料が浸透（裏抜け）できる染色条件が新たに必要となった。

その検証のため、単位面積あたりの重量（目付）が異なる 2.75~20 匁^{注4)}の生地 9 種類を使用し比較を行った。染色条件について、マーブル柄のサイズを制御するため、直径 5[cm]の円形を 2 つ切り出した型にそれぞれ 3 種類の染料を 1 滴 (0.02[g]) 滴下しサンプル生地に染色。染色した部分を測色し、両面の色差を各 3 点計測しその平均を求めた。K/S 値^{注5)}は波長 550 [nm] 580 [nm] で求めた。

2. 4. 4. 立体物へのマーブル染色の応用

2 次元の製品に限定されていたマーブル染色について、立体物を含めた多様な製品に応用できるか検証した。

検証方法は、内径 11[cm]の溶液に、水 1[L]、マーブル糊を入れ中心から 6 色の同心円状のリングを作り、7.5[cm]×39[cm]の筒状に丸めた生地を鉛直方向からマーブル溶液中に沈め、染色後の面積を計測した。

3. 結果と考察

3. 1 染色柄の再現性

3. 1. 1 界面活性剤の活用

界面活性剤の滴下量とマーブル染料の面積の関係を図 2 に示す。

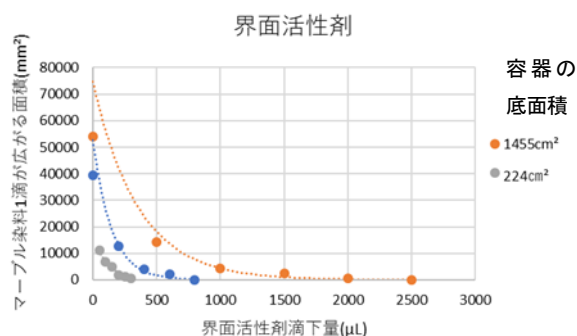


図 2 界面活性剤量とマーブル染料面積の関係

界面活性剤量を増やすごとにマーブル染料の広がる面積が狭くなる傾向を示した。このことは界面活性剤溶液の拡散力とマーブル染料の拡散力が拮抗していると考えられる（図 3）。

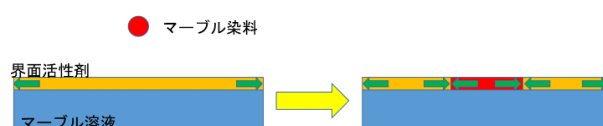


図 3 イメージ図

この手法により、柄の境界を界面活性剤で抑えることはできたが、大きさ、形状が不安定となった(図4)。そのため、図5のように撥水シートで型を作成し、内部にマーブル染料を落とす手法を考案した。



図4 界面活性剤溶液を浮かべたマーブル溶液に、複数滴マーブル染料を浮かべた様子



図5 撥水シートを用いた手法

本手法ではマーブル染料の拡散を撥水シートを用いて制限している(図6)。

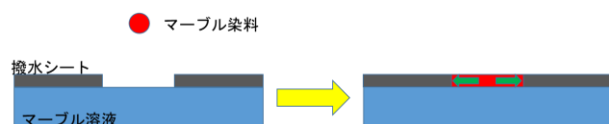


図6 イメージ図

界面活性剤と異なり、撥水シートではマーブル溶液上で形が崩れることがないため染色柄により再現性を持たせることができる。

今後、撥水シートを使用した方法を繊維同業会に提案し、製品の開発を同業会とともに進めていく予定。

3. 2 色調のずれの改善

測色計で天然染色、マーブル染色を行なった生地の測色結果を表3に示す。また、 a^* 、 b^* を図7に示す。

表3 $L^*a^*b^*$ 色空間座標と天然染色との色差 ΔE

			L^*	a^*	b^*	ΔE
天然染色	①	天然染色	75.01	9.32	23.31	0.00
マーブル染色	②	ブラウン	58.63	5.99	6.52	23.69
	③	ビビットオレンジ	79.88	18.94	16.79	12.60
	④	サファイア	62.11	-6.09	-35.27	61.93
マーブル染色+天然染色	⑤	ブラウン+天然染色	64.38	9.87	19.53	11.30
	⑥	ビビットオレンジ+天然染色	66.58	20.18	27.89	14.49
	⑦	サファイア+天然染色	49.41	-8.56	-10.16	45.77

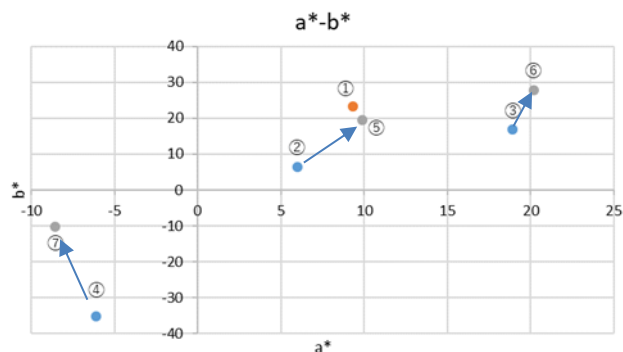


図7 a^*-b^* グラフ

②と⑤、③と⑥、④と⑦の3つについて色差 ΔE を求めると、それぞれ、14.74、17.36、28.25となった。④が最も色差が大きく、マーブル染色のみの色合いからの変化が大きい。

天然染色と組み合わせた際の変化として、④は中心部に向かうように移動している。

測色結果から彩度 C^* を求め、 C^* と L^* について図8に示す。

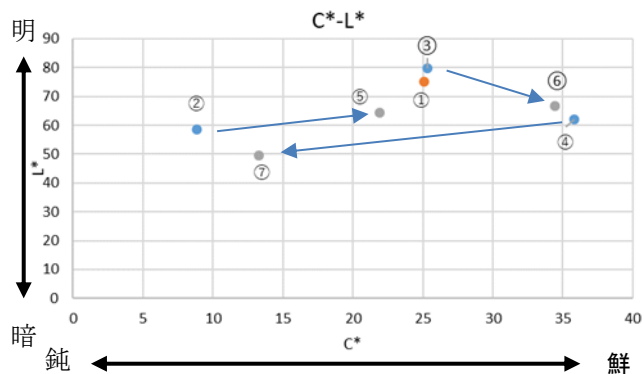


図8 C^*-L^* グラフ

②、③についてはマーブル染色のみで染めたものより、天然染色を用いた⑤、⑥の明度が大きくなるのに対し、④は彩度が小さくなるといった傾向がある。彩度 C*は一般に大きいほど色が鮮やかとなる。

本実験で染色した生地を図 9、10、11 に示す。



図 9 天然染色+マーブルカラーオレンジ



図 10 天然染色+マーブルカラーブラウン



図 11 天然染色+マーブルカラーサファイア

職員間で好まれる色合いを尋ねたところ、天然染色+ブラウンの組み合わせが最も好まれる傾向にあり、天然染色+サファイアの組み合わせにはくすんだ色となっているといった意見があった。このことから、天然染色によって彩度、明度が上がる組み合わせがより好まれるのではないかと考察する。

3. 3 染色用織物の選定

染色した生地について測色計にて染色面の色と裏面の色の色差 ΔE を表 4 に示す。

表 4 マーブル染色後の生地の表裏の色差

匁	目付[g/m ²]	オールドローズ	サファイア
2.75	12.02	0.18	1.12
4	17.48	0.31	1.76
8	34.96	1.02	5.39
10	43.70	4.65	8.33
12	52.44	14.43	11.07
14	61.18	19.88	14.99
16	69.92	20.79	19.02
18	78.66	15.63	14.37
20	87.40	13.62	13.28

2.75、4 匁の 2 色と 8 匁のオールドローズについては比較的色彩差が小さい。

目視による観察では 10 匁以上では明らかに表裏で色に差があると感じられ、4 匁以下では色に差が感じられない。8 匁では注視すると色に差を感じられる程度であった。

マーブル染色オールドローズで染色した部分の K/S 値（波長 550[nm]）、サファイアで染色された部分の波長での K/S 値（波長 580[nm]）を図 12、13 に示す。

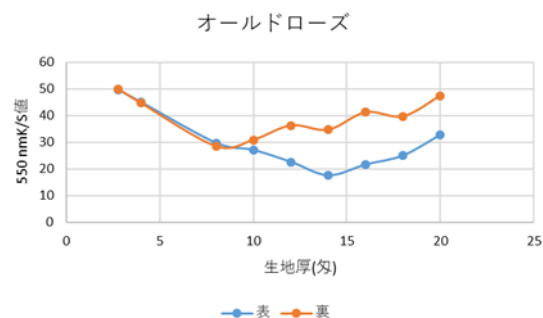


図 12 オールドローズ K/S 値 (550[nm])

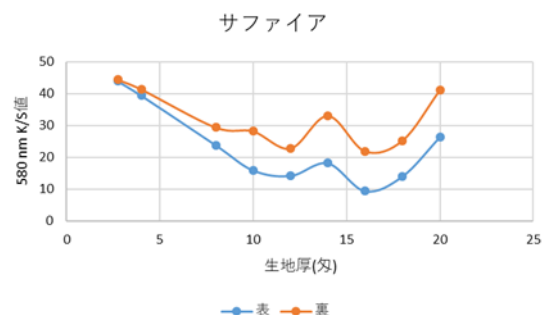


図 13 サファイア K/S 値 (580[nm])

図 12、13 より匁数が低い値の場合は表裏の K/S 値の差が小さく、匁数が高い値になると K/S 値の差が

大きくなるといった傾向を示した。特に 2.75 匁、4 匁の 2 色と 8 匁のオールドローズについては K/S 値の差が小さいといった結果になった。

K/S 値は一般に、大きいほど染色濃度が高いことを示す。K/S 値の差が小さい場合は染色濃度が同程度であるため、裏抜けしていると考えられる。一方、K/S 値の差が大きい場合には染色濃度に差があるため、裏抜けしていないと考えられる。よって K/S 値の差が小さい匁数の低い生地の方が裏抜けしやすい結果になった。

色差 ΔE と K/S 値の結果いずれも 2.75 匁、4 匁の 2 色と 8 匁のオールドローズについては裏抜けしているといった結果となった。この結果からマーブル染色製品は川俣町の特産品である軽目羽二重の薄さを活かした製品となると考えられる。

マーブル染色では生地が顔料を吸着する際に染色される。吸水によって染色を行った面から裏面まで顔料が浸透する場合に裏抜けが確認できると考えられる。

4. 結言

絹織物のマーブル染色に関わる下記の 3 つの技術課題の解決に取り組んだ。

- ①：染色柄の制御の方法として、界面活性剤を用いてマーブル染料の広がる面積を抑える手法とマーブル溶液に撥水シートで作成した型を用いる手法の 2 つの方法を検証し、今後は結果が良好であった撥水シートで作成した型を用いる手法を織物同業会に提案する予定。
- ②：マーブル染色と天然染色の 2 回染色した場合、天然染色によって彩度、明度が上がる組み合わせがより好まれると考察する。
- ③：裏抜けした製品の作成には生地厚が重要な要素であり、8 匁以下の生地であれば裏抜けした製品を作成できる。

参考文献

- 1) 佐藤 奈未. マーブリング技法の衣服への展開 (2). 杉野服飾大学・杉野服飾大学短期大学部紀要, 2012, 11, p. 32-45
- 2) 中島孝明, 伊藤哲司. 果樹剪定枝を原料とした染色における品質安定化の研究 (第 2 報). 令和 4 年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告書, 2023.

用語解説

注 1) 顔料より比重の高い粘性溶液の液面に顔料を浮かべ、写し取ることで染色する染色技法。

注 2) 生地の片面から染色、印刷した際の裏面の染色具合。

注 3) 経糸 2 本横糸 1 本を交互に交差して織る羽二重のうち、目方が軽いもの。

注 4) 93cm×93 cm 当たりの絹織物の重量。1 匁あたり 3.75[g] であり、値が低いほど薄い生地となる。

注 5) 表面色濃度指数。高いほど色が濃く、低いほど色が薄い。