

天然染料の色彩に関する研究 (第2報)

—製品の実用化に向けた検討—

横山 早美

Studies on the Color Characteristics of Natural Dyes Part II — Consideration for Commercialization of Products —

Hayami YOKOYAMA

抄 録

前報¹⁾は天然染料で染めた絹布の実用化に向けた1つの試みとして、デザイン企画の際に簡易に色彩配色ができるPCCSのヒュートーンシステムを提案した。

本報は引き続き、前報の15種類の中から6種類絹染布を用いて、洗濯堅ろう度試験、摩擦堅ろう度試験、耐光堅ろう度試験から天然染料で染めた絹染布の実用化に向けた初期段階での検証を行った。

実験では、JISに従った洗濯前・後の6種類絹染布の変退色、また汚染の評価は変退色用グレースケール (JISL0804) ならびに汚染用グレースケール (JISL0805) を用いた。それらの判定は視覚による1~5級の等級評価で行った。

本報では、初期の試みとして、洗濯前・後の絹染布を色彩色差計で測定し、その値から算出した色差 ΔE^*ab と色調変化 $\Delta L^*-\Delta C^*$ からの検証を試みた。また、色彩の変化を瞬時に視覚で判断できるマンセル色相別散布図を作成し、絹染布の色彩変化を視覚からも確認した。これらの結果から、本報で使用した紅花の黄色 (可溶性サフロールイエロー) で染めた絹布の洗濯後の変退色に若干問題が認められた。一方、それ以外の染布に関しては商品としての実用化が期待できる。

キーワード：天然染料, 堅ろう度試験, 色差, 色調, マンセル色相別散布図

緒 言

前報「天然染料の色彩に関する研究」では実用化に向けた試みとして、デザイン配色において、簡易に使用できる天然染料染めの絹布用ヒュートーンシステムを提案した。

試料布は天然染料が最も美しく染まる絹布を用い、色材は表1に示した4種類から抽出した赤色素・黄色色素・青色色素・紫色色素を用いて目指す色彩を作成した。その染色方法は、色素配合液による染色法そして数回染める重ね染法で行った。また、媒染が要る色材に関しては先媒染法で処理した絹布を4種類の色素配合液で浸漬する重ね染め方法で行った。一方、無媒染色色材は色素配合液に浸け、目指す色彩に応じて染色時間・温度を調整しながら行った。

次に、色彩色差計 (KONICA MINOLTA CR-400; コニカミノルタ株式会社) を用いて、絹染布の $L^*a^*b^*$ 、 L^*C^*h ならびにマンセル値 (色相・明度・彩度) を測定した。また、マンセル値の数値を色彩集計ソフトPCCS Color Calc (一般財団法人日本色彩研究所) で変換し、ヒュートーンシステムの作成を試みた。

天然染料の色彩は一般に中間色や渋い色が多いと思われがちであるが、前報の15種類染布のみからは想定外の色相・トーン別に各種色彩を得ることができた。例えば、色相はR・Y・GY・G・BG・B・P・RP、色調は明清色bright・light、中間色light grayish・soft・dull、暗清色dark・deepトーンが得られた。前報で得られたそれらの色彩は明清色・暗清色・中間色の15色に染め分けられ、天然染料で染めた絹布からは色彩豊かな色を得た。しかしながら天然染料は純度の高い合成染料と異なり、それは何種類もの色素が配糖体やアグリコンとして存在している上にその他の水溶性の成分 (デンプン・ペクチン質・リグニン・脂肪・蛋白質など) も含まれているため、複雑な染料で色の再現性が難しいと言われる。そのため天然染料の製品化には色彩の許容範囲を決めた色彩管理が求められると筆者は考える。

従来の天然染料による染布の堅ろうに関する研究報告では、小見山二郎氏の「天然染料による綿布の濃色で堅牢な染色」²⁾、佐々木麻紀子氏の「天然染料による綿織物染色のための濃染処理方法の検討」³⁾の報告があった。何れも綿布の濃染を目的とした媒染剤の検討にともなう各種堅ろう度試験の報告である。

本報ではヒュートーンシステムを用いて色彩を決定した製品実用化への試みとして、天然染料で染めた絹製品に求められる各種堅ろう度試験による色彩の変化から、その問題点と改善策を検討した。

本実験では前報の15種類の中から6種類の絹染布を用いて洗濯堅ろう度試験、摩擦堅ろう度試験、耐光堅ろう度試験の結果から、天然染料で染めた絹染布の実用化を検討した。特に、洗濯前・後の色彩における変退色と汚染の評価は視覚によるJISグレースケールを用いた等級評価で行った。先述したように、天然染料の製品化には色彩の許容範囲を決めた色彩管理が求められるため、色彩色差計による染布の数値から色彩の変化についても検証した。

洗濯前・後の絹染布の $L^*a^*b^*$ 表色系の数値から6種絹染布の色差を ΔE^*ab で求め、一方、 L^*C^*h 表色系の数値から6種絹染布の洗濯前の色彩を基準 (0) として洗濯後の色調差の大きさを $\Delta L^* \Delta C^*$ で検討した。また、色彩の変化を瞬時に視覚で判断できるマンセル色相別散布図を作成し、色彩変化を色相からも確認した。

その結果、本報で用いた紅花の黄色色素の可溶性サフロールイエローで染めた絹布の変退色の等級が低かったことより、黄色色素の代用となる天然染料の検討が必要であることが分かった。しかし、その他の天然染料で染めた絹染布に関しては絹商品としての実用化が期待できる。

実験方法

1. 使用した染色布

本実験で使用した染色布は、前報「天然染料の色彩に関する研究」の絹染布で、表1、2、3に示す○印の6種類を使用した。具体的には、表1の紅花染めでは10分間浸漬処理した色鮮やかなピンクNo.2と30分間浸漬処理した濃いピンクNo.3、そして表2のアルミ先媒染処理した絹布を用いた染色法の茜と紫根からは茜染め30分間浸漬処理した赤色染布No.6ならびに紫根染め

60分間浸漬処理した後にインド藍染め10分間処理した濃い紫染布No.9を用いた。次に、表3の黄色色素の代用として紅花のサフロールイエローを用いた色素配合液法ではインド藍との混合液で染めた緑染布No.12、そして紅花黄色素のみで染めた黄色染布No.14を用いて検討した。

表1 紅花染め染布を用いた各種処理後の色彩

No.	※原液A：水=1：1 混合液で染める	紅花黄色色素液	インド藍液
1	10分間浸漬	—	—
②	20分間浸漬	—	—
③	30分間浸漬	—	—
4	10分間浸漬	20分間浸漬	—
5	10分間浸漬	—	20分間浸漬

表2 茜と紫根染布を用いた各種処理後の色彩

No.	茜染め (アルミ先媒染)	紫根染め (アルミ先媒染)	インド藍液
⑥	30分間浸漬	—	—
7	30分間浸漬	—	20分間浸漬
8	—	60分間	—
⑨	—	60分間	10分間

※原液A：紅花抽出液165mlに水1ℓを加えた染液

表3 紅花黄色色素液+インド藍液混合染液処理後の色彩

No.	紅花黄色色素液	インド藍液	処理時間
10	200ml 1	800ml 4	30分間浸漬
11	300ml 1	300ml 1	10分間浸漬後黄色色素にさっと浸ける
⑫	400ml 1	600ml 1.5	10分間浸漬
13	800ml 1	200ml 0.25	30分間浸漬
⑬	1000ml	—	10分間浸漬
15	—	1000ml	10分間浸漬

2. 染布の色彩測定

6種絹染布の色彩は、色彩色差計(KONICA MINOLTA CR-400；コニカミノルタ株式会社)を用いて、L*a*b*, L*C*hならびにマンセル値を測定した⁴⁾。なお、表5に示す絹染布の各数値は3回測定した平均値である。観察光源は、補助標準イルミナントC (Y：93.5 x：0.3114 y：0.3190)を用いた。

3. 各種染色堅ろう度試験

前報では実用化に向けた試みとして、デザイン配色で簡易に使用できる天然染料で染めた絹染布用ヒュートンシステムを試みた。表1, 2, 3に示す15色の色彩で作成したヒュートンシステムの提案を行った。しかし、実用面を考慮すると前報で記述したように着用の状況(着用頻度・時間・環境)、着用後の処置(洗剤・洗濯方法・干し方・仕上げ方法)による変退色ならびに脱色、白化、色泣き、汚染等⁵⁾についての各種堅ろう度試験の検討が求められる。

そこで本報では、6種絹染布について、特に日常着に求められる各種堅ろう度試験の中から

洗濯に対する染色堅ろう度試験 (JISL1045)⁶⁾, 摩擦堅ろう度試験 (JISL0849)⁷⁾, 光に対する染色堅ろう度試験 (JISL0842)⁷⁾ を実施し, 天然染料で染めた絹商品の実用化を検証した.

3.1 洗濯に対する染色堅ろう度試験

本実験で使用した試料布が絹のため, 洗浄時間の短縮を考慮し洗濯堅ろう度試験JISL1045-1959ピーカー法BW-1 羊毛を採用した.

①洗濯条件

温度: $50 \pm 2^\circ\text{C}$, 洗濯石鹼 (中性洗剤標準): $5 \text{ g}/\ell$, 容量 (浴比) 50 : 1

洗浄時間: 10分

②試験片作成

絹試験片 $40\text{mm} \times 100\text{mm}$ の大きさを2枚裁断し, 1枚は染色原布として保管, 残る1枚の試験片上に図1に示すように $50\text{mm} \times 40\text{mm}$ の第1 (絹布), 第2 (綿布) 添付白布を隣接して白の綿縫い糸で粗く縫い付ける. 但し, 使用した第1・2添付白布は染色堅ろう度試験用添付白布 (JISL0803) を用いた.

③結果の判定

試験布評価は, 変退色用グレースケール (JISL0804) ならびに汚染用グレースケール (JISL0805) を用いて1~5級に区分して判定する.

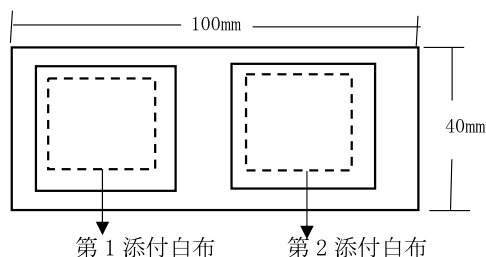


図1 試験片の調製

3.2 摩擦堅ろう度試験 (JISL0849)

摩擦堅ろう度試験はII型 (学振型試験機) を使用し, 乾燥と湿潤時試験の2種類を行った.

①操作

摩擦試験機II型 (学振型試験機) は, 摩擦子の先端に乾燥または湿潤状態の摩擦用白綿布 (摩擦用) 3-3号をかぶせ, 試験台上に固定した試験上10cmの間を機械によって毎分30回往復の速度で100回往復摩擦する.

②試験片

- ・幅 2.5cm ×長さ 22cm タテ方向・ヨコ方向各2枚 (乾燥・湿潤)
- ・試験に先立ち試験片は, $20 \pm 2^\circ\text{C}$, RH65%で4時間以上放置する.

③結果の判定

摩擦用白綿布の着色程度は, 汚染用グレースケール (JISL0805) を用いて1~5級に区分して判定する.

3.3 光に対する染色堅ろう度試験（JISL0842）

本実験は、紫外線カーボンアーク灯式第2露光法で実施した。

①操作

フェードメーターの性能を有する耐光試験機で、運転開始後15分以上経過したとき、アーク電流15～17A、アーク電圧125～140V、装置内温度 $63 \pm 3^{\circ}\text{C}$ の状態にする。試料布は6時間露光する。

②試験片

試験片の大きさは、通常、 $6.5\text{cm} \times 4\text{cm}$ 以上とする。試験片及びブルースケールは試験ホルダに取り付ける。

③結果の判定

6時間露光した試験片の判定では、6時間と20時間露光したブルースケールを用いて変退色の堅ろう度を判定する。但し、試験片とブルースケールは露光後2時間以上冷暗所に放置してから行う。

結果と考察

1. 各種堅ろう度試験の検討

本報は天然染料の中の植物染料で染めた絹製品の実用化での適・不適の検証について各種堅ろう度試験から比較検討を行った。本実験では、一般に日常着に求められる要因の中の洗濯、摩擦、光の刺激に対する堅ろう度試験の結果からその実用化への検討を試みた。前報で得られた絹染布6種類を用いた各種堅ろう度試験の等級評価を表4に示す。

1) 洗濯堅ろう度試験

紅花染めの色鮮やかなピンクNo.2は変退色3-4級、汚染3-4級(絹)、汚染4-5級(綿)、そして濃いピンクNo.3は変退色2-3級、汚染3-4級、汚染(絹)3-4級(綿)で、No.2の方が変退色と汚染(綿)の等級は良い結果であった。この原因としては、紅花の異なる性質をもつ色素成分の赤色素カルタミンと黄色素サフロールイエローが影響したと推測する。その要因の1つは、黄色素サフロールイエローは水溶性に対して赤色素カルタミンは中性や酸性浴では溶けないがアルカリで可溶性であること。2つ目は、黄色素サフロールイエローは高温でも影響は受けないが、赤色素カルタミンは高温に極めて弱い色素のため染色は常温で実施した。しかしながら、洗濯堅ろう度試験はJISL1045-1959(洗浄条件 $50^{\circ}\text{C} \cdot 10$ 分間洗浄)を採用したため、洗浄温度 50°C が濃いピンクNo.3の残留色素に何らかの影響を与え、洗濯後の絹染布の変退色が若干悪い結果をもたらしたのではないかと推測する。

次に、絹布にアルミ先媒染処理後、茜染めした絹染布の洗濯堅ろう度試験は赤色No.6の変退色4-5級、汚染(絹)・(綿)5級であったことから、洗濯による変退色は認められなかった。茜の主な色素はアントラキノン類アリザリンなどで比較的水に溶けにくく高温での染色が可能であることから、本実験の洗濯条件ではさほど影響を受けなかったと考えられる。また、濃い紫No.9は染色前に絹布をアルミ媒染処理した後、不溶性のナフトキノン類シコニン色素の紫根で染めてからインド藍液で染めた。その染法による絹染布の洗濯堅ろう度は良い等級評価が得られた。これらの結果から、染色前のアルミ先媒染処理した絹染布の洗濯堅ろう度は優れて

いることが判明した。

一方、紅花黄色素とインド藍混合染液で染めた緑色No.12と紅花黄色素のみで染めた黄色No.14は、変退色2級、汚染4-5級(絹)、汚染5級(綿)と同じ等級評価であった。両者の変退色は若干低かったが、汚染に関しては良い結果が得られた。

本実験の試料布は絹を使用したため、洗濯実験では機械的な作用が穏やかな洗濯方法のJISL1045-1959ピーカー法BW-1羊毛を採用した。しかしながら、デリケートな絹製品には温度・洗浄時間は若干厳しい洗浄条件であったと思われる。そのため、製品の洗濯取り扱い表示では水系洗浄の場合は常温でソフト洗浄、またはドライクリーニング表示が望まれる。一方、汚染(絹)(綿)は3級以上であったことから流出した色素による再汚染の心配はないと考える。

2) 摩擦堅ろう度試験

摩擦堅ろう度試験での乾燥時の汚染用グレースケールはNo.12の5級が最も優れ、次にNo.2・6・14の4-5級、No.3の3-4級、No.9の3級であった。一方、湿潤時のそれは、No.2・12・14が4-5級、No.3・6・9が3-4級であった。なお、一般的には摩擦堅ろう度の湿潤時の方が汚染用グレースケール評価は悪いと言われるが、本実験で用いた植物染料染め絹布は乾燥時と湿潤時ともに優れた等級評価が得られた。

3) 耐光堅ろう度試験

耐光堅ろう度試験は6時間露光した試験片の変退色は、露光6時間と24時間照射したブルースケールを用いて評価した。一般的な製品の実用化は4級以上が望まれるためNo.6・12・14は良い結果であったが、No.2・3は2級以下のため何らかの改善が求められる。一方、No.12・14は紅花の黄色素サフロールイエローは高温に強いことが耐光堅ろう度に良い影響を与えたと推測する。

絹は光の刺激に弱いため炎天下に着用する衣類でないことは周知の事実である。その他にも洗濯の際には直射日光を避けて日陰干し等、取り扱い絵表示の留意事項に記載することを提案する。

表4 植物染料6種における各種堅ろう度

洗濯堅ろう度試験				摩擦堅ろう度試験		耐光堅ろう度試験 6時間露光
植物染料 No.	変退色用グレースケール	汚染用グレースケール		汚染用グレースケール		
	染色布	第1添付白布(絹)	第2添付白布(綿)	乾燥時	湿潤時	
No. 2	3-4級	3-4級	4-5級	4-5級	4-5級	2級以下
No. 3	2-3級	3-4級	3-4級	3-4級	3-4級	2級以下
No. 6	4-5級	5級	5級	4-5級	3-4級	4級以上
No. 9	3-4級	4-5級	5級	3級	3-4級	3級以上
No. 12	2級	4-5級	5級	5級	4-5級	4級以上
No. 14	2級	4-5級	5級	4-5級	4-5級	4級以上

上記1), 2), 3)の結果から, 紅花で染めたNo.3そして紅花の黄色素と藍混合液で染めたNo.12, 黄色素のみで染めたNo.14における洗濯堅ろう度試験の変退色の低等級ならびに耐光堅ろう度試験の6時間露光した低等級結果から, 紅花染による絹染布の問題点が認められた. これらの改善策としては, ①染色時間の延長 ②重ね染の増加 ③染色後の酸液処理の調製が挙げられる. しかしながら, 洗濯堅ろう度試験, 摩擦堅ろう度試験の汚染における等級評価からは植物染料で染めた絹商品としては総じて良い結果が得られた.

2. 洗濯堅ろう度試験の洗濯前・後の絹染布における色差と色調からの検討

次に洗濯堅ろう度試験の洗濯前・後の絹染布を色彩色差計 (KONICA MINOLTA CR-400; ミノルタ株式会社) で測色値を表5に示す. 先述した堅ろう度試験の等級評価で使用した変退色用グレースケール (JISL0804) ならびに汚染用グレースケール (JISL0805) は視覚判定のため, 判定時の照明や測定者によって左右されることが考えられる. そのため本報では色彩色差計を用いて, 洗濯前・後の絹染布における微妙な色彩の違いを, $L^*a^*b^*$, L^*C^*h の測定値より検証した. また, 天然染料は, 純度の高い合成染料と異なり, 遺伝子をもつ複雑な染料で色の再現性が難しいと言われる. そのため天然染料の製品化では, 染布商品の色彩における許容範囲の色彩管理が求められる.

本報では, 洗濯前・後の絹染布を色彩色差計で測定し, 2者間の色差を ΔE^*ab そして色調の変化は $\Delta L^*-\Delta C^*$ から検証した. また, 色彩の変化を瞬時に視覚で判断できるマンセル色相別散布図を作成し, 洗濯前・後の絹染布の色彩変化についても確認を行った.

1) ΔE^*ab による色差の検証

洗濯堅ろう度試験の洗濯前・後の $L^*a^*b^*$ 表色系の L^* は明度, そして色相と彩度を示す色度 a^*b^* の測定値を表5に示す. また, 図2の色度 a^*b^* グラフは a^*b^* の数値が大きくなるに従って色鮮やかになり, 一方, 中心になる程くすんだ色を示す.

絹布をアルミ先媒染した後に茜染めしたNo.6 ($\Delta E^*ab0.88$) とアルミ媒染処理後に紫根染めした後にインド藍液で染めた濃い紫No.9 ($\Delta E^*ab2.38$) 染布の洗濯前・後における色差の変化は差ほど認められなかった. 一方, 紅花染めNo.2 ($\Delta E^*ab9.53$), No.3 ($\Delta E^*ab9.42$) の色差はほぼ同じで, 茜染めより高い数値であった. また, No.2 ($a^*37.90 \rightarrow 30.07$, $b^*4.70 \rightarrow 9.44$), No.3 ($a^*56.40 \rightarrow 50.18$, $b^*11.30 \rightarrow 17.33$) は洗濯後の a^* がマイナス方向の緑に移行し中心方向, b^* は若干プラス方向で黄色方向への移行から, 洗濯後の染布の色彩変化が推測できる. 次に色差が大きかった紅花の黄色素と藍混合液染めたNo.12 ($a^*-14.50 \rightarrow -8.11$, $b^*14.10 \rightarrow 1.27$) そして黄色素のみで染めたNo.14 ($a^*3.30 \rightarrow 2.59$, $b^*50.30 \rightarrow 31.91$) はいずれも a^*b^* が中心へ移行したことから洗濯後の染布は洗濯前よりくすんだ色に変色したことが図2より認められる.

次に $L^*a^*b^*$ 表色系の数値から (1) 式によって求めた色差 ΔE^*ab を表5に示す. ΔE^*ab の数値が大きい程, 洗濯前・後の色差が認められる.

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1 \text{ 式})$$

$\Delta L^* = \text{洗濯後}L^* - \text{洗濯前}L^*$ $\Delta a^* = \text{洗濯後}a^* - \text{洗濯前}a^*$ $\Delta b^* = \text{洗濯後}b^* - \text{洗濯前}b^*$

(1) 式より, ΔE^*ab が最も小さかった絹染布はNo.6 (0.88), 逆に最も大きかったのはNo.14 (338.2)であった. この結果より, 紅花の黄色素のみNo.14の洗濯前・後における色差が顕著に認められた. この原因として黄色素サフロールイエローが水溶性であることが挙げられる. 植物染料は合成染料に比べて繊維と染料の親和性が小さいことや染色を行う際に植物染料の色素以外の物質が流出して染着に妨害するなど, 複雑な要因が作用する. そのため, 堅ろうな染着を得るためには色素ごとに様々な工夫が求められる. そのため, ΔE^*ab 値の微妙な色差は染色方法を改善する上での1つのデータとなるであろう.

2) $\Delta L^* - \Delta C^*$ グラフによる色調からの検証

次に, 洗濯前・後の表色系 L^*C^*h の L^* は明度, C^* は彩度を表し, C^* 値が大きいと鮮やかさが増し, 逆に小さいとくすんだ色になる. H は色相角度を表す. 次に, (2式)より明度差 ΔL^* , (3式)より彩度差 ΔC^* を求め, 色調差 $\Delta L^* - \Delta C^*$ グラフを図3に示す. この図は, 6種絹染布における洗濯前の色彩を基準(0)として洗濯後の絹染布6種類の色調差を検証した. 中心に近い程, 洗濯前・後の色調差は認められず, その逆は色彩の色調が変化したことになる.

$$\Delta L^* = \text{洗濯後}L^* - \text{洗濯前}L^* \quad (2式) \quad \Delta C^* = \text{洗濯後}C^* - \text{洗濯前}C^* \quad (3式)$$

表5より, 洗濯前の C^* が大きいNo.3 ($C^*57.50$), No.6 ($C^*53.40$), No.14 ($C^*50.40$)は鮮やかな色彩であることが推測できる. その中でNo.14は洗濯後の C^* (32.01)が小さくなった. 一方, No.3 ($C^*53.90$), No.6 ($C^*53.43$)の色彩は差ほど変化が認められなかった. 次に, No.2, 9, 12では, 特にNo.2 ($C^*38.20 \rightarrow 31.51$), No.9 ($C^*25.20 \rightarrow 23.94$)は洗濯前・後の C^* の差は認められなかったが, 黄色素サフロールイエローとインド藍混合液法で染めた緑色No.12 ($C^*20.30 \rightarrow 8.21$)の洗濯後の C^* の低さが顕著に認められたことより, その色調の変化が推察できる. 一方, 6種染布の洗濯前・後の L^* の高低差は ΔC よりは差ほど認められなかった.

次に, 図3より, 洗濯前・後の数値を見ると, No.6 ($\Delta L-0.6, \Delta C^*0.03$), No.9 ($\Delta L0.62, \Delta C^*-1.26$)の色調差はほとんど認められなかった. 次にNo.3 ($\Delta L3.70, \Delta C^*-3.60$)の色調は若干pale方向になったことが図3より分かる. また, No.2 ($\Delta L0.62, \Delta C^*-1.26$), No.12 ($\Delta L2.21, \Delta C^*-12.09$), No.14 ($\Delta L2.23, \Delta C^*-18.39$)はdull方向に変化し, 特に紅花黄色素を用いたNo.12, 14の色調は洗濯前よりdull方向に移行したことが明らかになった.

3) HV/Cならびにマンセル色相別散布図からの色彩変化

色彩色差計で得られたマンセル表色系HV/C数値を色彩集計ソフトPCCS Color Calcで変換し, 色彩の変化を視覚からも確認できるマンセル色相別散布図(図4)を作成した. この図を用いることで, だれでも瞬時に色彩の変化が確認できるメリットがある.

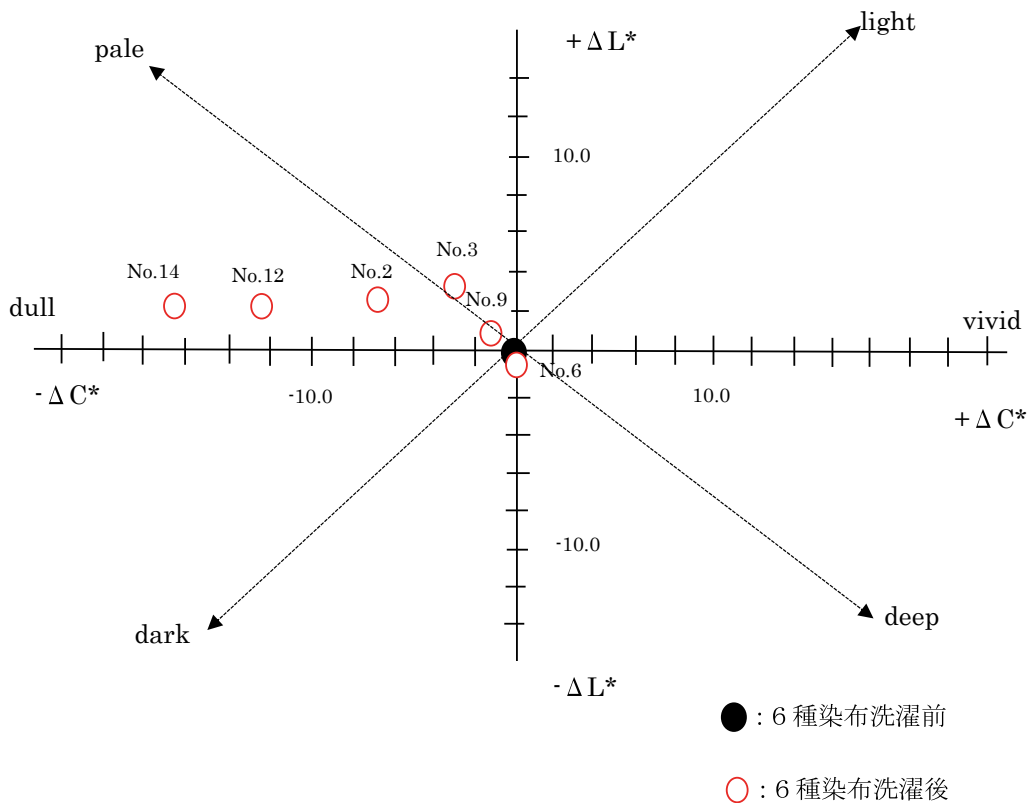
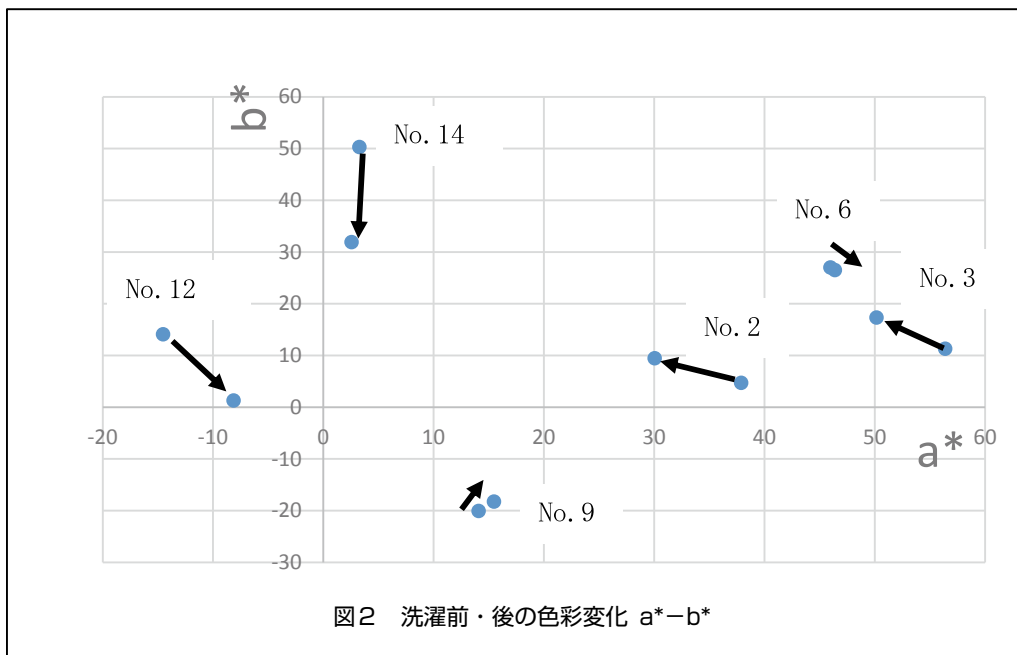
上記1) a^*b^* による検証では, No.6, 9染布の洗濯前・後の変化は差ほど認められなかった. マンセル色相から見ると, No.6は6.5R \rightarrow 6.4R, No.9は0.9P \rightarrow 2.9Pと両者ともに色相(H)は同じであることからその変化は見られず, マンセル色相別散布図からも色相に関する変化はなかった. No.14の色相は2.1Y \rightarrow 1.2Yで同じであったが若干YRに移行し, 彩度($C7.4 \rightarrow 4.7$)が低彩度となり若干くすんだ色になった. 一方, No.2は8.1RP \rightarrow 1.1R, No.3は10RP \rightarrow 2.1Rと色相

の変化はあったが明度（V No.2：7.3→7.6 No.3：5.7→6.1）、彩度（C No.2：9.3→7.4 No.3：13.5→12.2）に関しての差は小さかった。色相散布図からも洗濯前はピンク系から洗濯後は赤系に変色したことが視覚からも読み取れる。また、No.12は8.7GY→9.8Gに移行し、黄みが少なくなり彩度も低くなった。

以上の結果より、色相の変化が認められたNo.2, 3, 12はいずれも紅花の黄色素サフラワールイエローが含まれていることからその色素の水溶性が影響していると考えられる。この改善策は先述した2.1) a*b*で記述した通りである。

表5 洗濯堅ろう度試験前・後の染布の色彩

植物染料 No.	L*a*b*			L*C*h			HV/C	
	洗濯前	洗濯後	ΔE^*ab	洗濯前	洗濯後	$\Delta L^*, \Delta C^*$	洗濯前	洗濯後
No. 2	L*74.50 a*37.90 b*4.70	L*77.17 a*30.07 b*9.44	9.53	L*74.50 C*38.20 h*7.00	L*77.17 C*31.51 h*17.42	$\Delta L^* 2.67$ $\Delta C^* -6.69$	8.1 RP 7.3/9.3	1.1 R 7.6/7.4
No. 3	L*58.60 a*56.40 b*11.30	L*62.30 a*50.18 b*17.33	9.42	L*58.60 C*57.50 h*11.40	L*62.30 C*53.90 h*19.06	$\Delta L^* 3.70$ $\Delta C^* -3.60$	10.0 RP 5.7/13.5	2.1 R 6.1/12.2
No. 6	L*34.90 a*46.00 b*27.00	L*34.30 a*46.40 b*26.49	0.88	L*34.90 C*53.40 h*30.04	L*34.30 C*53.43 h*29.72	$\Delta L^* -0.6$ $\Delta C^* 0.03$	6.5 R 3.4/10.5	6.4 R 3.3/10.5
No. 9	L*33.30 a*14.10 b*-20.08	L*33.95 a*15.49 b*-18.26	2.38	L*33.30 C*25.20 h*304.10	L*33.95 C*23.94 h*310.30	$\Delta L^* 0.62$ $\Delta C^* -1.26$	0.9 P 3.2/5.0	2.9 P 3.3/4.7
No. 12	L*60.5 a*-14.50 b*14.10	L*62.71 a*-8.11 b*1.27	14.50	L*60.50 C*20.30 h*135.90	L*62.71 C*8.21 h*171.08	$\Delta L^* 2.21$ $\Delta C^* -12.09$	8.7 GY 5.9/3.2	9.8 G 6.1/1.5
No. 14	L*81.30 a*3.30 b*50.30	L*83.53 a*2.59 b*31.91	338.2	L*81.30 C*50.40 h*86.30	L*83.53 C*32.01 h*85.36	$\Delta L^* 2.23$ $\Delta C^* -18.39$	2.1Y 8.0/7.4	1.2 Y 8.2/4.7



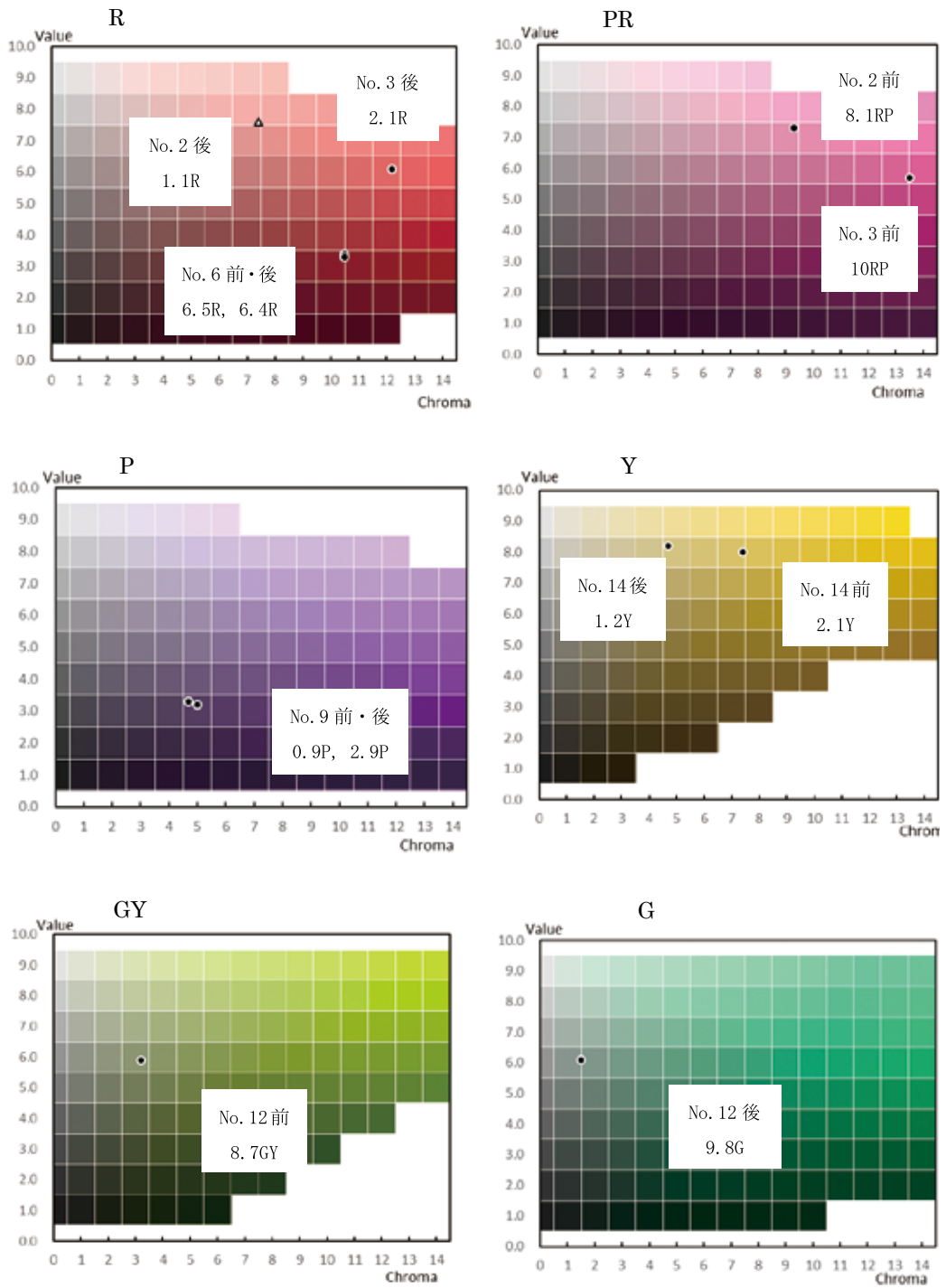


図4 洗濯前・後の染布のマンセル色相別散布図

結 論

前報「天然染料の色彩に関する研究」は、天然染料で染めた絹布の実用化に向けた1つの試みとして、デザイン企画の際に簡易に色彩配色ができるPCCSのヒュートーンシステムを提案した。

本報では、引き続き前報で得られた15種類絹染布の中から6種類を用いて、日常着としての衣類に求められる要因の中から洗濯、摩擦、光の刺激に対する堅ろう度試験を試みた。それらの評価は洗濯前・後の色彩における変退色と汚染の等級評価では視覚によるJISグレースケールを用いて行った。しかしながら天然染料は純度の高い合成染料と異なり、それは配糖体とアグリコンが染浴中で共存するため繊維に対する親和力の大きさや水溶性の程度によって染着性が異なるため色の再現性が難しいと言われる。そのため天然染料の製品化では製品の色彩について許容範囲を決めた色彩管理が重要であると考え、それらを考慮し、6種絹染布の色彩を色彩色差計で測定し、得られたL*a*b*表色系ならびにL*C*h表色系から、その色差を検証した。具体的には洗濯前・後の絹染布のL*a*b*表色系の数値から6種絹染布の色差を ΔE^*ab で求め、一方、L*C*h表色系の数値でそれらの洗濯前の色彩を基準(0)として洗濯後の色調差の大きさを $\Delta L^*-\Delta C^*$ で検討した。また、色彩の変化を瞬時に視覚から判断できるマンセル色相別散布図を作成した。

以上の結果から、植物染料で染めた絹製品の実用化に向けた問題点とその改善策を下記に示す。

1. 各種堅ろう度試験の試験布からの検証と改善策

(検証) 洗濯堅ろう度試験、摩擦堅ろう度試験、耐光堅ろう度試験の結果から、紅花で染めたNo.3そして紅花の黄色素と藍混合液で染めたNo.12、黄色素のみで染めたNo.14の洗濯堅ろう度試験の変退色ならびに耐光堅ろう度試験の等級評価が低かった。この結果より、いずれも紅花の黄色素サフロールイエローが影響していると考えられる。

(改善策 1) 絹染布商品の洗濯取り扱い絵表示では、家庭での水系洗浄の場合は液温を30℃限度とし、洗濯機で弱い洗濯で塩素系及び酸素系漂白剤の使用禁止。また、絹は光の刺激に弱い素材のため、洗濯の際には直射日光は避け自然乾燥で日陰干し、アイロン仕上げは底面温度110℃を限度とする。一方、ドライクリーニングの有機溶剤の場合はパークロロエチレン及び石油系溶剤によるドライクリーニングで低い温度でのタンブル乾燥ができる(排気温度上限60℃)を提案する。両者の洗濯取り扱い絵表示を国際標準化機構(ISO)の記号と整合した「新JIS」表示は下記の通りである。

・家庭での洗濯の場合(水系)



・ドライクリーニング(有機溶剤)



(改善策 2) 絹染布の堅ろう度等級評価を高めるには染色での改善が求められる。①染色時間の延長 ②重ね染の増加 ③染色後の酸液処理の調製 が挙げられる。しかしながら、洗濯

堅ろう度試験、摩擦堅ろう度試験の汚染における等級評価は植物染料で染めた絹商品としては総じて良い結果が得られた。

2. 色彩色差計の測定値データからの検証と改善策

（検証）本報ではヒュートーンシステムを用いて色彩を決定した製品の実用化への試みとして、天然染料で染めた絹商品に求められる各種堅ろう度試験による色彩の変化から、その問題点を検証し、かつ改善策を検討した。具体的には、洗濯前・後の色彩における $L^*a^*b^*$ 表色系と L^*C^*h 表色系の数値から、両者の色差は ΔE^*ab そして色調変化は $\Delta L^*-\Delta C^*$ グラフより検討した。また、デザイン企画における色彩変化の確認作業を迅速に行う資料として洗濯前・後染布の色彩変化はマンセル色相別散布図を作成し確認した。

その結果、前報で黄色として用いた紅花の可溶性黄色素サフロールイエローで染めた絹布の変退色に若干問題が認められたが、その他の染布に関しては商品としての実用化が期待できる。

上記の検証より、前報の黄色の代用として紅花の黄色素サフロールイエローを用いたが、本実験で行った洗濯堅ろう度試験の試料布のうち紅花染めNo.2, 3は洗濯後の a^* が中心に移行し、洗濯後はくすんだ色に変色した。また紅花の黄色素と藍混合液染めNo.12ならびに黄色素のみで染めたNo.14はいずれも b^* が中心へ移行した。これらの結果より、洗濯後の染布は洗濯前よりくすんだ色に変色したことが認められた。この原因は、紅花の異なる性質をもつ色素成分の赤色素カルタミンと黄色素サフロールイエローの影響と推測する。黄色素サフロールイエローは水溶性で高温に強いが、赤色素カルタミンは中性や酸性浴には溶けないがアルカリで可溶性であるが高温に極めて弱い色素である。この相反する2つの色素が洗濯後の変退色になんらかの影響を及ぼしたと考える。

（改善策 1）古来より、黄色を染める植物染料として延喜式縫殿寮の雑染用度に梔子、櫛、荊安が記載されている。黄色と言ってもそれぞれの色彩は異なる。梔子の主成分はクロシンというカロテノイド系の物質で他にもゲニポシドが存在し、古来より梔子で黄色に染めた後、紅花で染める方法が行われていた。また、櫛の色素はフィセチンで山吹色に似た黄色に染まり、黄櫛染にも使われる重要な植物染料である。荊安はルテオリンというフラボンの一種で、紫草や藍など、青系の染料を使って緑系の染めや単独で黄色を染めるときに用いられたため黄色の染料としては荊安が最適と思われる。引き続き天然染料の黄色色素で染めた絹染布の各種堅ろう度試験から色彩の検証が求められる。

（改善策 2）天然染料は合成染料に比べて繊維と染料の親和力が小さい色素が多い。そのため、染色前にあらかじめ繊維を媒染処理して色素を染着しやすくするか、染色の後でしっかり媒染剤で固着することが重要である。本報では茜染めと紫根染めで使用する絹布に金属イオン媒染としてアルミニウムイオン (Al^{3+}) で処理した後、染色を行ったNo.6, 9の洗濯前・後の ΔE^*ab は最も小さく色差は認められなかった。また、洗濯前の色彩を基本にして洗濯後と比べた $\Delta L^*-\Delta C^*$ グラフの色調からもその差はなかった。これらの結果から、媒染剤処理による効果が明らかになった。また、木村氏⁸⁾は繊維に先媒染を施す回数を増やすことでその効果はさらに良くなると述べている。本報での媒染処理は30分間であったがさらに2回、3回と重ねることで各種堅ろう度の等級評価の向上が期待できるため、さらに重ね回数による実験の検証が必要である。

謝 辞

フェードメーター耐光試験機を使用させていただきました 愛知産業科学総合センター 尾張繊維技術センター 市毛将司様, 伊藤靖天様に深く感謝申し上げます。また, 本実験に協力いただいた2021年度アカデミックスキルズ 小野田愛菜嬢にお礼申し上げます。

引用・参考文献

- 1) 横山早美:天然染料の色彩に関する研究, 名古屋女子大学紀要第67号 (家政・自然編) 1~13 (2021)
- 2) 小見山二郎, 櫻井涼子, 中野麻子, 中山成子:天然染料による綿布の濃色で堅牢な染色, 実践女子大学生活科学部紀要第43号121~130 (2006)
- 3) 佐々木麻紀子:天然染料による綿織物染色のための濃染処理方法の検討, 一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集68 (0), 207- (2016)
- 4) 色を読む話—色彩管理は「感覚」から「知覚」へ—:ミノルタ株式会社
- 5) 苦情処理技術ガイド編集委員会:繊維製品の苦情処理技術ガイド (改訂版), pp.40-48, 社団法人日本衣料管理協会 (2005)
- 6) 矢部章彦, 林雅子:染色概説, pp.233, 光生館 (1976)
- 7) JISハンドブック31繊維, 日本規格協会 (2021)
- 8) 木村光雄:新萬葉染め, pp.86, 木魂社 (2013)
- 9) 黒板勝美:国史大系編修会「新訂増補国史大系 延期式」, 吉川弘文館 (1987)
- 10) 林 孝三:増訂 植物色素, 養賢堂 (1988)
- 11) 青木正明:天然染料の科学, 日刊工業新聞社 (2019)
- 12) 雨宮敏子, 井上尚子, 太田奈緒, 他7名:衣服材料学実験, 朝倉書店 (2018)
- 13) 関間正雄監修:服地の基本がわかる事典, ナツメ社 (2018)
- 14) 色彩検定 公式テキスト3級編, pp.40~48, 公益社団法人色彩検定協会 (2019)