

紅茶と反応染料で染色した綿布の染色堅ろう性および各種機能性

小林 泰子・關 百合香・本田 明日香・百瀬 遥・岩崎 潤子
(平成29年12月9日査読受理日)

Color fastness and functional properties of cotton fabrics dyed by black tea and a reactive dye

KOBAYASHI, Yasuko SEKI, Yurika HONDA, Asuka MOMOSE, Haruka IWASAKI, Jyunko
(Accepted for publication 9 December, 2017)

要約

カチオン化したシルケット加工綿布を紅茶で繰り返し染色, または, 紅茶染色 0.1% o.w.f. 反応染料ブロン2Rで染色した, 得られた調製布について, 染色性, 染色堅ろう性, アンモニアと酢酸に対する消臭性, MRSA と大腸菌に対する抗菌性, 紫外線遮蔽性を検討した. 紅茶染色の重ね染めにより濃色染色布が得られた. 紅茶染色1回に合成染料での染色を重ねた染色布は紅茶2回染め布に近い色みだった.

石けんを用いた洗濯堅ろう度試験では, 反応染料を加えた染色布の堅ろう性が高かった. 中性洗剤を用いると, 紅茶重ね染め布でも堅ろう性が増した. カーボンアーク灯光に対する堅ろう度試験では紅茶染め布では4~5級, 合成染料を加えると3級だった. 汗試験では, 紅茶染色布は4級以上だったが濃色化した. 摩擦試験では紅茶染色回数が増すと堅ろう度の低下が見られ, 合成染料を重ねると, 乾燥試験では堅ろう度が高くなった. 紅茶染色布のアンモニアに対する消臭性, MRSAに対する抗菌性, 紫外線遮蔽性は高かった.

紅茶染色布に少量の反応染料で染色を行うと堅ろう性の改善につながることがわかった.

Abstract

In this study, cationized mercerized cotton fabric was repeatedly dyed with black tea or dyed with a black tea dyeing cloth with 0.1% o.w.f. reactive dye Brown 2R. With respect to the prepared fabric, dyeability, dye fastness, deodorizing properties against ammonia and acetic acid, antibacterial properties against MRSA and colon bacillus, and ultraviolet shielding properties, were examined. Dark-colored fabric was obtained by repeatedly dyeing using black tea. Fabric dyed with both reactive dye and black tea was similar in color to fabric dyed twice with black tea.

The color fastness during washing and laundering with soap was most enhanced by the cationizing, single tea dyeing, and reactive dyeing in all the six samples. The color fastness with the neutral detergent was increased among the tea dyeing fabrics. The color fastness to enclosed carbon arc lamp light was in the range of 4-5 degrees in the tea dyed fabrics, and 3 degrees in the reactive dyed fabrics. The color fastness to perspiration was more than 4 degrees, but the dyed samples were deeply colored. The color fastness when rubbed against leather decreased as the number of tea dyeings increased, and it was higher in the dry examination of reactive dyeing fabrics. In the tea dyeing fabrics, the deodorizing properties of ammonia, antibacterial properties for MRSA and colon bacillus, and ultraviolet ray shielding properties were high in the all of dyed samples. The addition of a little reactive dye for tea dyeing fabrics was found to improve the color fastness properties of the fabric.

キーワード: 紅茶, 反応染料, 染色堅ろう性, 機能性

Keywords: black tea, reactive dye, color fastness, functionality

1. はじめに

科学産業の発展に伴い、生活水準は向上し、豊かな生活を送ることができるようになった。その反面、科学の力で作られた製品が氾濫し、環境負荷が増加し、さまざまな環境問題が起こっている。衣生活についても、各種繊維を合成染料で染めた衣類を着用し、飽きたら、流行遅れになったら、着用不能になったら捨てる等さまざまな理由で廃棄され、環境問題の一要因となっている。近年、地球環境を守るために、環境負荷の軽減を目指し、「環境に優しい」、「エコ」、「LOHAS」などと謳った製品が目立つようになり、現在さまざまな製品にこれらの文字が書かれている。

我々は、布の染色に対し、環境に配慮し、合成染料の代わりに天然染料、特に、我々が飲用している緑茶、紅茶等の使用済み茶葉、コーヒー粉末をそのまま捨てるのではなく、さらに煮出して染料として有効に利用し、廃棄衣料の染色にも用いて再生することを考えた。茶葉やコーヒー粉末での染色に関する研究は多少あるが¹⁻³⁾、使用済み茶葉に関しては茶葉配合製品、吸着剤、消臭剤、肥料等としての利用、趣味での紅茶染等に留まる。そこで手始めに、新品の紅茶葉を煮出した抽出液で綿布を染色し、衣料用として使用が可能か、その染色性、染色堅ろう性を中心に検討した。ダージリン、ウバ、キーマン茶葉抽出液で綿布を染色し、茶葉の種類・染色・媒染方法の組み合わせにより、様々な黄色系の染色布を得ることができ、発酵が進んだ紅茶であるキーマン、ウバの染色堅ろう性が良好で、重ね染めにより染色堅ろう性が向上するが、赤みを帯びた変色が起こることがわかった⁴⁾。紅茶葉にはカテキンが含まれており酵素重合し、二量体となったテアフラビン（黄橙色素）、多くのカテキンが重合したテアルビジン（赤褐色色素）へと変化し、さらにプロアントシアニジン（縮合型タンニン）へと変化する⁵⁻⁸⁾。これまでの染色堅ろう度試験で、光やアルカリによるテアフラビンからテアルビジンへの変化が起こったと考えられる赤みが増す染色布もあった⁴⁾。紅茶葉抽出液を予め攪拌により酸化させて染色に用いたり⁹⁾、紅茶葉に大葉をすり混ぜて抽出液を作り染色に用いたりして¹⁰⁾、この現象の抑制を試みた。これらの方法により、堅ろう性の改善も一部見られたが解決には至らなかった。そこで、紅茶染色布に少量の合成染料としてセルロース繊維用でアルカリ助剤を使用しない直接染料での染色を重ね、紅茶染料の固定を試みた¹¹⁾。しかし、直接染料自体堅ろう性が十分でないため染色堅ろう性に問題が残った。

本研究では、紅茶染色布に染色堅ろう性の高い反応染料を少量用いた染色を重ねた綿布と、比較のために紅茶染色のみを重ねた綿布につき、染色堅ろう性および各種機能性の検討を行った。この方法により高い染色堅ろう性、各種機能性が確認出来れば、飲用済み廃棄紅茶葉を布や廃棄衣

料の染色にも再利用でき、合成染料の代わりに、草木染を使用することにより、合成染料の使用量が軽減でき、環境負荷の減少にもつながる。

2. 実験方法

2.1 試料

試料布として、シルケット加工綿ブロード40番（㈱色染社）を用いた。紅茶葉として、これまでの実験で得られた結果から比較的染色堅ろう性が高かったキーマン（コリーネ㈱）を用いた。紅茶葉の種類には各種あり、主にCTC製法、オーソドックス製法で作られているが、キーマンはオーソドックス製法で作られていて発酵が遅い紅茶である。紅茶染色布の色みを損なわず、媒染剤の代わりに少量の合成染料を用いて紅茶染料を固定するために、紅茶染料と類似した色合いの反応染料、リアックブロン2R（㈱田中直染料店）を用いた。

2.2 試料布の前処理

試料布は、石けん濃度5g/L、浴比1:50、80℃の水溶液中で30分間精練して用いた。

植物染料は綿繊維への染着性が低いため、カチオン前処理を行った。前処理剤として、㈱田中直染料店より購入のカチオン界面活性剤KLC-1とネオソーダ（水酸化ナトリウム水溶液）を用いた。80℃の湯に10ml/LのKLC-1と、15ml/Lのネオソーダを加えたカチオン前処理液を調製し、浴比1:40、80℃で精練綿布を30分間処理し、50℃の湯ですすいだ。その後、50℃の湯に80%酢酸を2ml/L加えた酢酸水溶液を用いて、浴比1:4でカチオン処理後の綿布を5分間中和処理し、流水中ですすぎ、自然乾燥させた。

2.3 染色方法

茶葉の50倍量のイオン交換水を90℃に昇温し、布と同量の茶葉を入れたお茶パックを加え、10分間加熱後、お茶パックを取り出し、15分間徐冷し、紅茶抽出液を調製した。抽出液のpHは4.7であった。浴比1:50の抽出液に綿布を入れて、室温から90℃に昇温後30分間染色し、冷水中で15分間徐冷した。綿布を取りだし、流水中で十分にすすいだ後、ろ紙に挟み乾燥させた。

反応染料での染色には、染料0.1% o.w.f.、助剤として硫酸ナトリウム50g/L、炭酸ナトリウム40g/Lを用いた。購入したリアック染料の染色方法に従い、浴比1:50の染色液に紅茶染色布を入れて室温で3分、硫酸ナトリウムの半量を加えて3分、さらに残りの半量を入れて10分染色し、続いて炭酸ナトリウムを入れ、30分間染料を固着させた。水洗後、80℃の湯でよくすすぎ、ろ紙に挟み乾燥させた。

得られた染色布の表記は、カチオン化、紅茶抽出液での染色回数、合成染料での染色の順に、例えばカ+1回染め+合成染料と略した。

2.4 染色性

染色性は、染色布の表面反射率から求めた K/S 値を指標とした。紫外可視分光光度計 UV-2450(株島津製作所製)を用いて、染色布の分光反射率を測定し、(1)式から K/S 値を求め、K/S 値曲線で示した。

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \dots\dots\dots (1)$$

K：光の吸収，S：光の反射，R：分光反射率(%) / 100

2.5 染色堅ろう性

染色堅ろう性は、洗濯、耐光、汗、摩擦堅ろう度について評価した。

洗濯堅ろう度は、洗濯に対する染色堅ろう度試験 (JIS L 0844)¹²⁾ A-2 号に基づき行った。試験液として、規定の 5 g/L マルセル石けん水溶液の他に、アルカリの影響のない 1.33 ml/L 市販中性洗剤水溶液も用いた。耐光堅ろう度は、紫外線カーボンアーク灯光に対する染色堅ろう度試験 (JIS L 0842)¹³⁾ 第 1 露光法に基づき、ブルースケール 4 級が標準退色する目安時間の 20 時間露光を行った。汗堅ろう度は汗に対する染色堅ろう度試験 (JIS L 0848)¹⁴⁾ に基づき行った。摩擦堅ろう度は、摩擦に対する染色堅ろう度試験 (JIS L 0849)¹⁵⁾ II 形に基づき行った。

判定はグレースケール、またはブルースケールにより行った。

2.6 色差値

染色堅ろう度試験の判定では、グレースケールやブルースケールを用いて目視で比較するため、判定者による評価のばらつき、試験布の濃色化による判定不能などの問題が起きた。そこで、カラーアナライザー C-2000 (株日立製作所)を用いて、(2)式より色差 ΔE^*ab を求めた。

$$\Delta E^*ab = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

L*：明度，a*：+赤み，-緑み，b*：+黄み，-青み

市販衣料品の染色堅ろう度は、メーカーによって異なるが、変退色 4 級 (商品によっては 3 級) 程度の製品が出回っている。変退色グレースケールの等級と色差の関係¹⁶⁾より、変退色 4 級は ΔE^*ab が 1.7 ± 0.3 に相当し、変退色 3 級は ΔE^*ab が 3.4 ± 0.4 に相当する。従って、 ΔE^*ab が 2 (商品によっては 3) 以下であれば実用可能であると考えられる。染色堅ろう度試験後の染色布の結果は 1～5 級のいずれかで記載し、濃色化した場合は 5 級 (Str) と記号を付記する。濃色化も元の色が変化したことになるため、色差値を求めてグレースケール 4 級 (3 級) と同等の色差値 2 (3) 以下になる条件を検討した。

2.7 消臭性

汗臭、加齢臭、排せつ臭、タバコ臭などに含まれ、着用中に衣類に吸着するアンモニアと酢酸を選び、ガス検知管法を用いて調べた。2L のアルミニウムバッグに 2g の染色布を入れ、100 ppm 相当のアンモニアガスまたは 50 ppm 相当の酢酸ガスを注入し、所定時間ごとにバッグ内のアンモニアガスまたは酢酸ガスの残存量をガス検知管で測定した¹⁷⁾。結果は (3) 式により気体残存率で示した。

$$\text{残存率}(\%) = (\text{残存濃度}(\text{ppm}) / \text{初期濃度}(\text{ppm})) \times 100 \dots\dots (3)$$

2.8 抗菌性

試料布として、カ布、カ+1 回染め布、紅茶染色のみ行った 2 回染め布を用いた。菌としてグラム陽性菌の Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) とグラム陰性菌の大腸菌を用いて繊維製品の抗菌性試験方法 (JIS L 1902)¹⁸⁾ 菌液吸収法により抗菌活性値 A を求め、 $A \geq 2.0$ であれば、抗菌性を有すると評価した。試験は一般財団法人ニッセンケン品質評価センター東京事業所立石ラボに依頼した。

2.9 紫外線遮蔽性

紅茶染色布を、UVA 領域 (400 nm～315 nm)、UVB 領域 (315 nm～280 nm) について透過率を測定し、アパレル製品等品質性能対策協議会ガイドラインによる試験法を用い、(4)式より紫外線遮蔽率を求めて評価した。測定には紫外可視分光光度計 UV-2450 (株島津製作所製)を用いた。遮蔽率 90% が有効数値とされている。

$$\text{紫外線遮蔽率}(\%) = 100 - \text{平均透過率}(\%) \dots\dots\dots (4)$$

3. 結果および考察

3.1 染色性

図 1 にキーマン染色綿布の K/S 値曲線を示す。重ね染めを行うことで K/S 値が大きくなり濃色に染まった。波長 400 nm でのカ+2 回染め布の K/S 値は、カ+1 回染め布の 1.6 倍となり、その後染め回数が増すにつれ徐々に大きくなり、カ+5 回染め布では 2.1 倍となった。波長 350 nm～450 nm での K/S 値の増加が目立ち、重ね染めにより黄緑～赤みが増したと言える。紅茶 1 回染めに合成染料での染色を加えると紅茶のみ 2 回染め布の K/S 値曲線に近似した曲線が得られ、少量の合成染料での染色を加えることにより、濃色の染色布が得られることがわかった。今回用いた合成染料は、紅茶染め布の色合いに近い染料を用いたが、波長 420 nm～600 nm にかけてカ+2 回染め K/S 曲線より上回り、僅かに赤みがかった染色布となることもわかった。

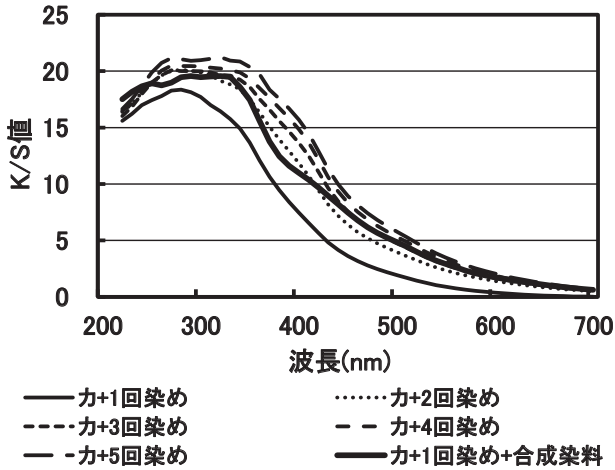


図1 キーマン染色布の染色性

3.2 洗濯堅ろう性

マルセル石けんを用いた試験において、グレースケール判定による染色布の変退色は、カ+1回染め布～カ+5回染め布では4-5級以上だったが色みが濃くなり、カ+1回染め+合成染料布では3-4級だった。白布の汚染については第1, 第2添付白布ともに4級以上だった。

市販中性洗剤を用いた試験は、カ+1・3・5回染め布とカ+1回染め+合成染料布について行った。すべての染色布の変退色は5級だったが、紅茶染色布では色みが濃くなった。目視判定では色みの違いが明確ではなかったため、K/S値曲線、色差値を求めて比較した。色みが濃くなった染色布のK/S値は、試験前に比べて波長370nm～600nmにかけてわずかに高くなった。紅茶成分のテアフラビンが関係していると考えられる。テアフラビン中のトロポロンは酸性では無色であるが、中性では紅褐色であり、アルカリ性で色が濃くなる。そのため、弱アルカリ性のマルセル石けんに反応し、濃色化が起きたと考えられる。

表1にマルセル石けんを用いた洗濯試験前後のL*a*b*値を示す。明度を表すL*はカ+1回染め～5回染め布でいずれも低下し色みが濃くなり、目視評価で認められた染色布の試験後の濃色化が明確になった。赤みを表すa*、黄みを表すb*はわずかに低下した。カ+1回染め+合成染料布では、a*、b*には顕著な差は認められず、L*は増加し退色した。図2に ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 、 ΔE^*ab を示す。紅茶の重ね染め布では、L*が低下したため、 ΔE^*ab が大きくなった。濃色に染まったカ+4回染め布、カ+5回染め布では ΔE^*ab が3.3と小さくなり、試験後の布の濃色化は軽減された。紅茶染色布に合成染料で重ね染めを行うと ΔE^*ab は1.8となり、実用可能な2.0以下を示した。染色に用いた反応染料は、アルカリ剤を加えて繊維に固着される。この段階で染色布の色みが濃色化し、弱アルカリ性石けんを用いた洗濯での濃色化が抑えられたと考えられる。

表1 キーマン染色布の洗濯堅ろう度試験(石けん)前後のL*a*b*値

染色条件	L*		a*		b*	
	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
カ+1回染め	49.6	45.7	8.6	9.2	33.3	31.7
カ+2回染め	43.0	39.6	10.5	10.0	34.6	33.1
カ+3回染め	40.2	37.0	11.4	10.6	35.0	30.0
カ+4回染め	38.2	35.1	11.9	11.0	35.1	34.4
カ+5回染め	36.7	33.5	12.2	11.3	35.1	34.6
カ+1回染め+合成染料	40.0	41.7	11.3	11.1	33.5	32.8

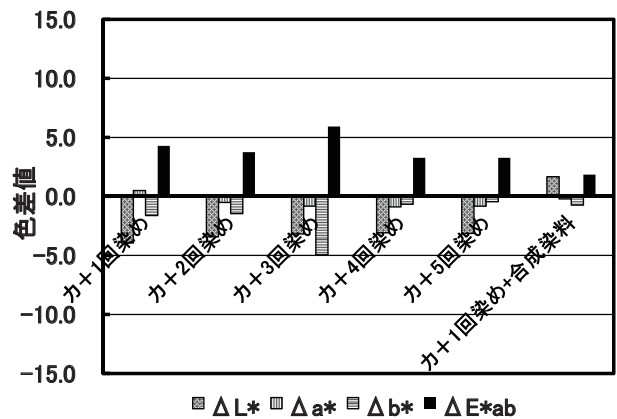


図2 キーマン染色布の洗濯堅ろう度試験(石けん)後の色差値

表2に中性洗剤を用いた洗濯試験前後のL*a*b*値を示す。目視判定では濃色化が認められたが、試験後の染色布のL*は紅茶染め布ではマルセル石けん比に比べ濃色化が抑えられた。a*は殆ど変わらず、b*は3回染め布と5回染め布で大きくなり黄みが増加した。カ+1回染め+合成染料布ではL*が増加した。図3に ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 、 ΔE^*ab を示す。 ΔE^*ab はすべて3以下を示し、中性洗剤を用いることにより濃色化は一部抑制され、洗濯には中性洗剤の方が適しているといえる。

表2 キーマン染色布の洗濯堅ろう度試験(中性洗剤)前後のL*a*b*値

染色条件	L*		a*		b*	
	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
カ+1回染め	49.6	47.3	8.6	8.4	33.3	32.7
カ+3回染め	40.2	38.2	11.4	11.3	35.0	37.2
カ+5回染め	36.7	35.4	12.2	12.0	35.1	37.7
カ+1回染め+合成染料	40.0	42.6	11.3	10.5	33.5	33.5

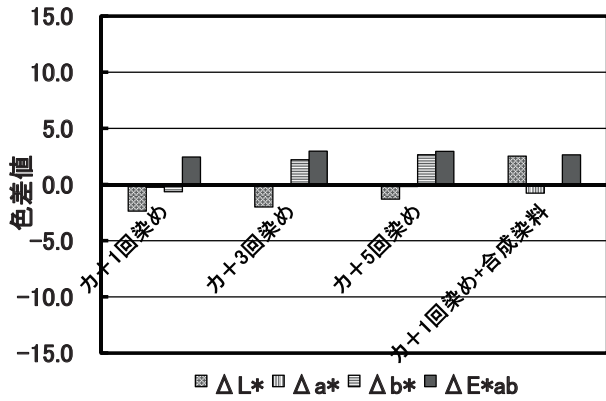


図3 キーマン染色布の洗濯堅ろう度試験(中性洗剤)後の色差値

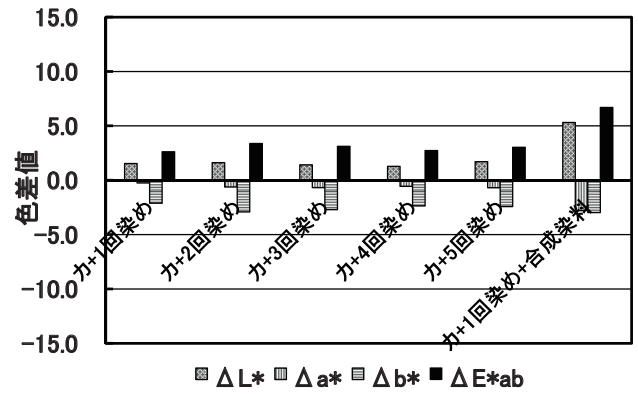


図4 キーマン染色布の耐光堅ろう度試験後の色差値

3.3 耐光堅ろう性

目視でのブルースケールを用いた染色布の変退色判定は、カ+1回染め布～カ+4回染め布で4級、カ+5回染め布で5級、カ+1回染め+合成染料布で3級だった。表3に耐光試験前後のL*a*b*値を示す。紅茶染め布ではL*が1.5～2増加し明るくなり、a*は殆ど変わらず、b*は低下し黄みが減少した。カ+1回染め+合成染料布ではL*が紅茶染め布に比較して増加し、a*、b*ともに低下した。つまり赤みや黄みが低下し明るくなった。図4にΔL*、Δa*、Δb*、ΔE*abを示す。ΔE*abは紅茶染め布ではほぼ3以下を示したが、カ+1回染め+合成染料布では約7を示し、堅ろう性は劣った。図5に耐光試験前後のK/S値を示す。カ+1回染め+合成染料布のK/S値曲線では、黄みや赤みを表す波長300nm～500nmにかけてのK/S値が低下し、カ+2回染め布のK/S曲線と類似した形となり、80℃の湯洗いは行ったがソーピングを省いたことにより、セルロースと反応しなかった合成染料が繊維表面に残留し、光による変化を受けたのではないかと推測される。

表3 キーマン染色布の耐光堅ろう度試験前後のL*a*b*値

染色条件	L*		a*		b*	
	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
カ+1回染め	48.3	49.8	8.7	8.4	32.5	30.4
カ+2回染め	41.6	43.2	10.6	10.0	34.6	31.7
カ+3回染め	39.3	40.7	11.2	10.5	35.1	32.4
カ+4回染め	37.4	38.6	11.7	11.1	35.4	33.0
カ+5回染め	35.9	37.6	11.9	11.2	36.0	33.6
カ+1回染め+合成染料	40.6	45.9	11.5	8.7	34.9	31.9

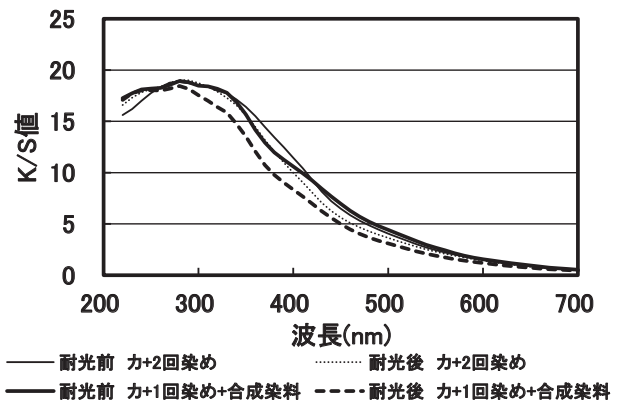


図5 キーマン染色布の耐光堅ろう度試験前後のK/S値

3.4 アルカリ性汗堅ろう性

グレースケールを用いた染色布の変退色判定では、カ+1回染め布～カ+5回染め布は4級、カ+1回染め+合成染料布は4-5級だった。表4にアルカリ性汗堅ろう度試験前後のL*a*b*値を示す。紅茶染め布では1回染め布を除きL*が約3増加し、a*は2～3低下し、b*は大きく低下した。赤み、黄みが減少し、緑み、青みがかったと言える。実際に紅茶抽出液に水酸化ナトリウムを加えると茶褐色から青黒く変化した。これも、石けんを用いた洗濯試験と同様にテアフラビン中のトロポロンの変化が関係していると考えられる。カ+1回染め+合成染料布では紅茶染め布に比較して、L*が増加したが、a*、b*の変化は小さかった。図6にΔL*、Δa*、Δb*、ΔE*abを示す。色みの淡い1回染め布を除き、ΔE*abは8～12を示し、合成染料を加えた染色布では11であった。合成染料を加えると紅茶染色布に比較しb*の変化は抑えられたが、ΔL*が増加したのは、綿布のカチオン化で紅茶染料が多く繊維に吸着し、繊維と合成染料との結合が弱くなったこと、そしてソーピングを省いたことが原因ではないかと考える。

表4 キーマン染色布のアルカリ性汗堅ろう度試験前後のL*a*b*値

染色条件	L*		a*		b*	
	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
カ+1回染め	49.6	47.6	8.6	8.1	33.3	32.3
カ+2回染め	43.0	46.0	10.5	8.4	34.6	26.4
カ+3回染め	40.2	43.6	11.4	8.8	35.0	25.6
カ+4回染め	38.2	41.5	11.9	9.2	35.1	24.9
カ+5回染め	36.4	40.7	12.3	9.3	35.8	24.3
カ+1回染め+合成染料	40.0	48.2	11.3	9.5	33.5	27.0

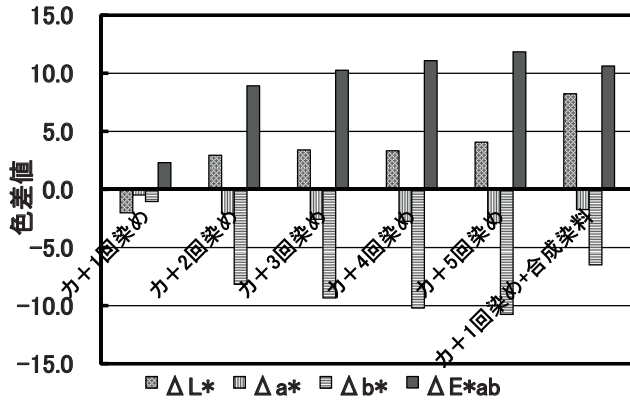


図6 キーマン染色布のアルカリ性汗堅ろう度試験後の色差値

3.5 酸性汗堅ろう性

目視でのグレースケールを用いた染色布の変退色は、カ+1回染め布、カ+2回染め布とカ+5回染め布で5級、カ+3回染め布とカ+4回染め布で4-5級、カ+1回染め+合成染料で4級だった。表5に、酸性汗堅ろう度試験前後のL*a*b*値を示す。紅茶染色布では、L*が4~5増加し明るくなり、a*は約2.5、b*は6~9低下し、青みがあった。合成染料を加えるとa*、b*の変化は小さくなった。図7に ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 、 ΔE^*ab を示す。紅茶染めの回数が増すと黄みの減少と、明度の増加により、 ΔE^*ab は大きくなり11を示した。合成染料での染色を重ねると黄みの減少が抑えられ ΔE^*ab は6近くまで減少した。酸性汗液を使用した。水酸化ナトリウムなど、アルカリ性試薬も用いているため、特に紅茶染め布で黄みが低下したのではないかと考えられる。

表5 キーマン染色布の酸性汗堅ろう度試験前後のL*a*b*値

染色条件	L*		a*		b*	
	試験前	試験後	試験前	試験後	試験前	試験後
カ+1回染め	49.6	53.7	8.6	7.3	33.3	27.2
カ+2回染め	43.0	47.6	10.5	8.8	34.6	27.1
カ+3回染め	40.2	45.2	11.4	9.4	35.0	26.5
カ+4回染め	38.2	43.3	11.9	9.6	35.1	26.0
カ+5回染め	36.4	37.2	12.3	11.2	35.8	34.5
カ+1回染め+合成染料	40.0	46.2	11.3	10.0	33.5	32.9

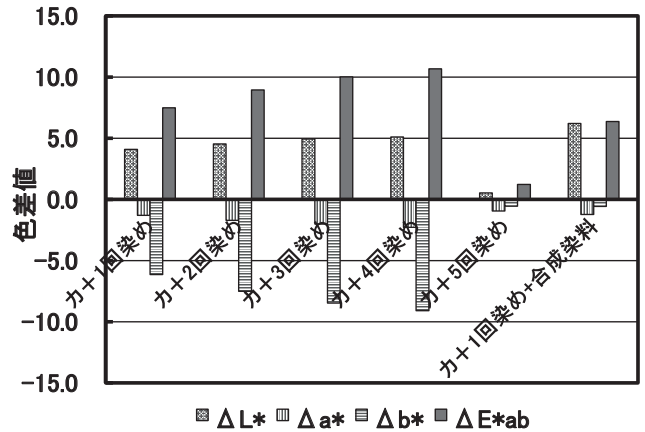


図7 キーマン染色布の酸性汗堅ろう度試験後の色差値

3.6 摩擦堅ろう性

乾燥、湿潤試験ともに、紅茶の重ね染め回数が増加し、濃色になると白布の汚染堅ろう度は低下した。重ね染めにより、染料の染着が増え、分子が大きくなり脱落しやすくなったと考えられる。カ+1回染め+合成染料布については、乾燥試験では堅ろう度が高くなったが、湿潤試験では効果が得られなかった。ソーピングをしていなかったことが関係していると考えられる。

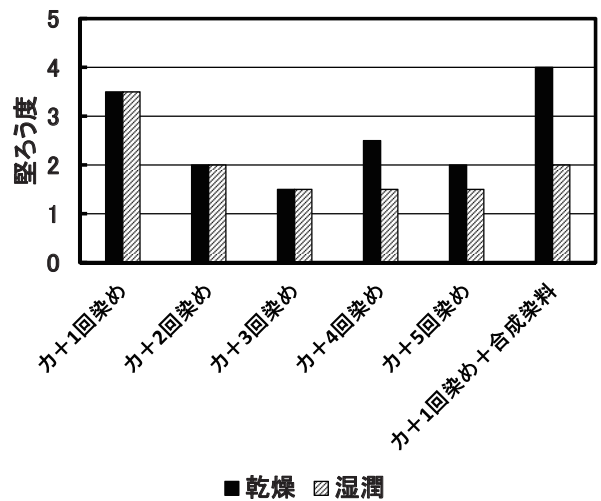


図8 キーマン染色布の摩擦堅ろう度

3.7 消臭性

図9にキーマン染色布のアンモニア残存率を示す。アルミニウムバッグにも、アンモニアが吸着した。未処理綿布にも消臭性が認められ180分後のアンモニア残存率は38%を示した。カチオン化処理によりアンモニア残存率は30%になり消臭性は増した。カ+紅茶1回染め布では、消臭開始1分後にアンモニア残存率15%、20分後に2%、30分後に0%となり、高い消臭性を示した。紅茶抽出物はポリフェノール(カテキン類、フラボノイド類)、タンニン

を多く含んでおり、それらがもつ-OH基が悪臭成分の-NH₂基と反応するため、また、ポリフェノールには活性炭のような微細構造があり、臭い成分を吸着するためである。合成染料を加えたカ+1回染め+合成染料布では、紅茶の効果が消えカチオン化布と類似した消臭性を示し、紅茶の高い消臭性は失われた。紅茶染料が一部脱着し、紅茶染料の上に消臭性を持たない合成染料が染着したためであると考えられる。

図10にキーマン染色布の酢酸残存率を示す。アンモニアと比較し、酢酸はバッグへの吸着が高く、消臭開始120分後にアンモニア残存率50%となった。未処理綿布ではさらに消臭速度が増し、120分後に4%、カチオン化布では10分後に4%となった。綿布のカチオン化により、酢酸アニオンが反応したと考えられる。カ+紅茶1回染め布では、30分後に4%、カ+紅茶1回染め+合成染料布では、30分後に2%となった。これらより、酢酸については、カチオン化に紅茶染色、さらに合成染料での染色を重ねてもカチオン化布以上の効果は認められなかった。

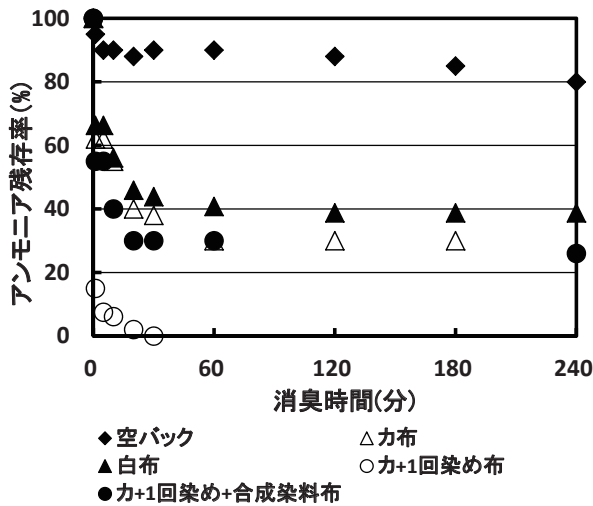


図9 キーマン染色布のアンモニア残存率

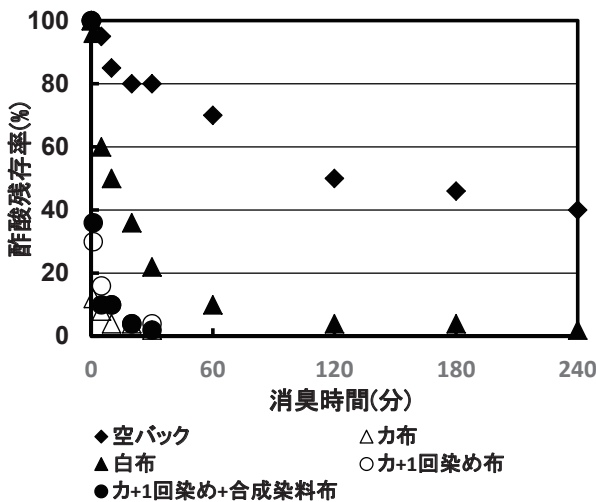


図10 キーマン染色布の酢酸残存率

3.8 抗菌性

表6にキーマン染色布の抗菌活性値を示す。MRSAについては3枚の処理布とも抗菌活性値は5.8で2.0以上であり、カチオン化処理布、紅茶染色布ともにMRSAに対して高い抗菌性を示すことがわかった。大腸菌についてはカ+1回染め布では抗菌活性値は6.6だったが、カ布と紅茶2回染め布には抗菌性は認められなかった。紅茶2回染め布はカチオン化していないため、染色性が低く淡い色にしか染まらなかったが、カ+1回染め布はカチオン化しているため濃く染まり、抗菌性が発現したと考えられる。

表6 キーマン染色布の抗菌活性値

染色条件	抗菌活性値 [A]		試験布
	MRSA	大腸菌	
カ布	5.8	0.2	
カ+1回染め布	5.8	6.6	
2回染め布	5.8	0.2	

3.9 紫外線遮蔽性

表7にキーマン染色布の紫外線遮蔽率を示す。未処理綿布でもブロード布のため密に織られており、紫外線遮蔽率は68%だった。濃茶色に染まった紅茶染め布では、染め回数1回~5回まですべて99~100%で紫外線をほぼすべて遮蔽することがわかった。染色布の色みがカ+2回染め布に近いカ+1回染め+合成染料布も99%だった。しかし、カチオン化していない1回染め+合成染料布では89%に留まった。比較のためにカチオン化、紅茶染色、合成染料染色過程を温度、時間は変えずにブランク浴で処理を行った布の紫外線遮蔽率も求めた。処理温度や時間に関わらず、未処理とほぼ同様の結果が得られた。紅茶染色によりUVA、UVB領域の紫外線に対する遮蔽効果が期待できることがわかった。しかし、この結果が紅茶成分の影響か、あるいは色みの影響かを調べるため、今後フィルムを紅茶染色し検討を行う。

表7 キーマン染色布の紫外線遮蔽率

染色条件	遮蔽率 (%)	ブランク浴で熱処理した布の遮蔽率 (%)
カ+1回染め	99	70
カ+2回染め	99	68
カ+3回染め	99	68
カ+4回染め	100	67
カ+5回染め	100	71
カ+1回染め+合成染料	99	68
1回染め+合成染料	89	68
未処理布	68	-

4. まとめ

紅茶染色布に染色堅ろう性の高い反応染料を少量用いた

染色を重ねた綿布と、比較のために紅茶染色のみを重ねた綿布につき、染色堅ろう性および各種機能性の検討を行った。

試料布として、シルケット加工綿ブロード 40 番、紅茶葉として、キーマン、反応染料として、リアックブロン 2R を用いた。綿ブロードを精練・カチオン化し、布と同量のキーマン茶葉を用いた抽出液で 1 回～5 回まで重ね染色を行った。合成染料を用いた染色では紅茶 1 回染めの後、0.1% o.w.f. ブロン 2R で染色した。

得られた染色布につき染色性、染色堅ろう性、消臭性、抗菌性、紫外線遮蔽性を検討した。染色性では紅茶染色の重ね染めにより濃色染色布が得られ、紅茶染色 1 回に合成染料での染色を重ねた染色布は紅茶 2 回染め布に近い色みを得られた。洗濯堅ろう度は、石けん使用では合成染料を加えた染色布の堅ろう性が高く、中性洗剤の使用により紅茶重ね染め布でも改善した。耐光試験では紅茶染め布では 4～5 級だったが、合成染料を重ねると 3 級に低下した。ソーピングにより改善できると考える。汗試験では、紅茶染色布では、赤み、黄みが減少し色みの変化が起きたが、合成染料を加えるとやや改善された。摩擦試験では紅茶染色回数が増すと堅ろう度の低下が見られ、合成染料を重ねると、乾燥試験では堅ろう度が高くなった。今回は合成染料での染色後のソーピングを行っていないため、ソーピング処理により堅ろう度の向上が期待できる。

紅茶染色布のアンモニアに対する消臭性、MRSA、大腸菌に対する抗菌性、紫外線遮蔽性も高く、各種機能性を持つ染色布として期待できる。合成染料を重ねた染色布では消臭性はなかったが今後染色条件を検討していく。

今回は新品の茶葉を用いたが、十分活用できる結果が得られたため、今後は飲用済み廃棄紅茶葉を利用し、少量の合成染料を加え、布および廃棄衣料に染色を行い、環境にやさしい染色布の構築を行う。

本研究の一部は、平成 27～平成 29 年度本学大学院研究推進費により行ったものである。

参考文献

1) 川人美洋子：天然繊維に対する植物染料「番茶」の染色性，日本衣服学会誌，Vol.40，pp.51-54（1996）。

- 2) 木村美智子，宮崎加奈子：緑茶抽出物で処理した布の消臭特性について，茨城大学教育学部紀要（自然科学），Vol.60，pp.113-118（2011）。
- 3) 小林泰子，小島麻希甫，牟田緑：草木染を利用した消臭機能布に関する研究，東京家政大学生生活科学研究研究所研究報告，Vol.37，pp.89-93（2014）。
- 4) 浅子紗希，木村美穂，小島麻希甫，小林泰子：各種紅茶染色布の染色堅ろう性，繊維学会予稿集 2014，1 P142（2014）。
- 5) 田中隆：緑茶カテキンの酸化と紅茶色素の生成，化学と生物，Vol.40，No.9，pp. 513-518（2002）。
- 6) 伊奈和夫，坂田完三，鈴木壮幸，南条文雄，郭雯飛：緑茶・中国茶・紅茶の化学と機能，アイ・ケイコーポレーション，pp.83-106（2007）。
- 7) 伊奈和夫，坂田完三，富田勲，伊勢村讓：茶の化学成分，pp.34 - 42，アイ・ケイコーポレーション（2002）。
- 8) 中川致之：紅茶の水色および品質とテアフラビンおよびテアルビジンの含量，日本食品工業学会誌，Vol.16，pp.266-271（1969）。
- 9) 小林泰子，小島麻希甫，牟田緑：草木染めを利用した消臭機能布に関する研究，東京家政大学生生活科学研究研究所研究報告，Vol.38，pp.73-77（2015）。
- 10) 小林泰子，岩崎潤子，牟田緑：天然素材を利用した染色布の堅ろう性改善と各種機能性に関する研究，東京家政大学生生活科学研究研究所研究報告，Vol.39，pp.49-55（2016）。
- 11) 小林泰子，岩崎潤子，牟田緑：紅茶葉と直接染料で染色した綿布の染色堅ろう性，東京家政大学生生活科学研究研究所報告，Vol.40，pp.55-60（2017）。
- 12) 日本規格協会，JIS ハンドブック繊維，JIS L 0844(2011)。
- 13) 日本規格協会，JIS ハンドブック繊維，JIS L 0842(2004)。
- 14) 日本規格協会，JIS ハンドブック繊維，JIS L 0848(2004)。
- 15) 日本規格協会，JIS ハンドブック繊維，JIS L 0849(2013)。
- 16) 日本規格協会，JIS ハンドブック繊維，JIS L 0805(2005)。
- 17) Kobayashi, Y., Nakanishi, T., and Komiyama, J., Deodorant Properties of Wool Fabrics Dyed with Acid Mordant Dyes and a Copper Salt, Textile Res. J. 72 (2), pp.125-131 (2002)。
- 18) 日本規格協会，JIS ハンドブック繊維，JIS L 1902(2007)。