

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 22 号

2 0 1 1 年 3 月

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 22 号

2011年3月

葆光

(ほうこう)

中国の莊子の言葉で、

- * 光を永遠にたやさない
- * 良い習慣・技術・品質・芸術等をいつまでも保存する
- * くめどもつきず
- * 法灯を永久に消さない

等、有意義な意味をもちます。

目 次

ごあいさつ	1
-------------	---

論 文

室内照明空間におけるキモノの色彩と間接照明 の組み合わせによる感情効果について（その2）	3
徳山 孝子	
酸化染料バンドロスキーベースの染色特性	19
上甲 恭平	
コチニール色素カルミン酸の羊毛に対する染着性 —染色に及ぼす羊毛繊維の構成成分—	29
坂田 佳子	

技術報告

天蚕糸と家蚕糸の交織織物を用いた黄金色染めの研究	39
麓 泉	

ごあいさつ

3月11日、日本の歴史上、類を見ない災害が日本を襲いました。この東日本大震災で尊い命を落とされました方々へ、深い哀悼の意を表しますと共に、被災されました皆様方に衷心よりお見舞い申し上げます。被災された皆様方の一日も早い復興をお祈り申し上げます。本財団は3月末、微力ながら日本赤十字社を通じ義援金の支援をさせて頂きました。

さて、ここに論文集「葆光」第22号を発刊できましたこと、ひとえに皆様の日頃よりの格別なるご指導、ご鞭撻のおかげと、厚く御礼申し上げます。

加えまして、今年度の活動、行事が滞りなく執行できましたことを此処にご報告致します。皆様のご支援ご協力に心より感謝申し上げる次第です。

われわれ公益財団法人覚悟会は、繊維染色に関する学術研究に寄与し、淳風美俗の育成に貢献する、という二つの目的を車の両輪として、青少年の家「キャンピング指月林」と、「繊維染色研究所」の発展とその活動に全力を傾けております。

論文集「葆光」では当研究所の一年間の成果をまとめ、広く社会に発表しています。本年度は三回（8月3日、12月3日、3月7日）の繊維染色委員会を開催し、麓泉所長を中心に、学術研究員による発表、活発な意見交換が行われました。研究陣の充実にともない、天然染料、合成染料、色彩などその分野は広がっています。また、附属の染料植物園では、染料植物の整理、増加と受講者の研修しやすい環境を目指し、設備の改善も含め、総合的に整備が進んでいます。論文にも見られる通り、日本茜など、一般には入手し難い貴重な研究染料植物の供給基地として、また、時には青少年による自然科学の学究の場として、その利用がより広く公益の用に供することができるよう努力いたす所存です。

発刊にあたり、引き続き皆様のご理解ご高配を賜りますようお願い申し上げます。ごあいさつとさせて頂きます。

平成23年3月

公益財団法人覚悟会 事務局

室内照明空間におけるキモノの色彩と間接照明 の組み合わせによる感情効果について（その2）

神戸松蔭女子学院大学 徳 山 孝 子

1. 目 的

現在キモノは、内装空間の店内ディスプレイ展示、もしくは和室の内装空間を用いて展示するのが一般的である。その場合照明は、天上備え付けの室内照明を用いる。照明は、光源の色み（光色）の違いによってキモノの見え方が異なる。

今までの研究では、照明、色彩、素材などの組み合わせによる研究に対する心理的効果についてはすでに明らかにされている。特に間接照明を用いた生理的・心理的研究では、人が感じる感情表現が異なる結果が発表された。間接照明の反射素材がヒトの睡眠に及ぼす生理的・主観的影響を終夜計測により比較評価した結果、間接照明のバンブーが就寝前の寝室照明環境としてより適していることが示唆された¹⁾。室内空間における照明器具を制作するにあたり、光の変化から人が感じる感情を抽出することを目的とした。その結果、照明演出をすることによって人間は自分の感情をより豊かにすることができ、照明を変化させることによって感情の変化も伴える事が出来ると考えられた²⁾。高齢者と若年者の年齢層の違う被験者を用い、間接照明と色彩の心理的効果への影響を探った。その結果、色彩では標準的な居間空間でよく見られる木質素材に代表されるYR系・対照色調の評価が高い。一方、色温度においては高齢者と若年者で評価に違いが見られ、若年者は低色温度の照明に落ち着きを感じているが、高齢者は高色温度に落ち着きを感じる傾向が見られた。照明手法では、間接照明を取り入れた手法に落ち着きを感じた³⁾。間接照明方式と室内空間の雰囲気に関する実験的研究では、因子分析の結果第1因子では『活動性』、第2因子は『評価性』、第3因子は『開放性』であった⁴⁾。室内空間における間接照明、色彩、心理などの組み合わせによる建築分野の研究はされているが、衣料分野のキモノを用いた研究は見当たらない。その中で靴店の照明に関する資料を紹介する。「靴店の照明」⁵⁾ 手法については、高級ブランド店は企業にマニュアルがあり、ベースライトに白熱電球を中心に使い、ハロゲンランプのユニバーサルダウンライトで商品演出を行い、什器に高色温度の蛍光灯間接照明を用い高級感を演出している。店舗全体の照度を上げることはあま

り大切ではなく、いかにより商品を美しく演出し、購買意欲をそそるかという点が大
切であると説明している。直接照明は、発光元（蛍光灯や電球など）が直接対象物を
照らす方式に対して、間接照明は、光が「何か」（壁や天井など）にあたり、その反
射光を利用して周囲を照らすことである。一般的に間接照明は、反射することによ
って光は柔らかくなり、雰囲気照明に役立つ光であり、直接照明より暗く感じるこ
とができる。

筆者は、「室内空間におけるキモノの色彩と照明の組み合わせによる感情効果につ
いて」⁶⁾ 研究をした。直接照明では、キモノの趣を変えることができるかどうか、キ
モノの色と照明の組み合わせによる感情効果の差異について明らかにした。被験者は、
3種類のキモノの生地の評価に対して、3種類の光源の色みに影響を受けているこ
とがわかった。今回用いる商品のキモノは、高級ブランド店と同様、高級感や美しく演
出し購買意欲をそそらなければならない。そこで、直接照明だけでなく間接照明を用
いてキモノの趣や印象を変えることができるかどうかについて明らかにする必要があ
ると考えた。

本研究では、キモノの趣や印象を変えるためには、キモノの色と間接照明の色温度
の組み合わせによる感情効果の差異から明らかにすることを目的とした。

2. 方 法

被験者は、大学2年の女子学生（19歳～20歳）、51名を選んだ。

空間色の設定場所は、室内照明の設備を備えた神戸松蔭女子学院大学のスタジオを
利用し、被験者を室内に導入して感情調査を行った。

演出空間用照明器具は、東芝ライテック株式会社 3 灯式デイパワージュニア（AL-
DPD-4J - 2）で、カラー演出については蛍光ランプ色温度、3000K, 4200K, 5000K（東
芝コンパクト形蛍光ランプHfユーライン）の3種類を用いた。照明器具と背景紙の
距離は30 cmとし、照明器具と試料を平行に設置した。背景紙は灰色である。照明は、
背景紙に当て間接照明とした（写真1）。

試料は、キモノ（ピンク、グリーン、ブルー）の3色である。キモノの生地は、丹
後ちりめん、後鍊り、後染めである。キモノの色測色は、色彩色差計CL100（ミノル
タカメラ製）を用いキモノの測色値をRGBによって記録した。ピンクのキモノ（X:
50.13、Y:49.56、Z:44.56）、グリーンのキモノ（X:37.66、Y:41.46、Z:34.11）、ブルー
のキモノ（X:43.15、Y:47.19、Z:60.68）であった。

アンケートの質問形式は、SD法の変形法として松岡⁷⁾、麓⁸⁾が用いている方法を参

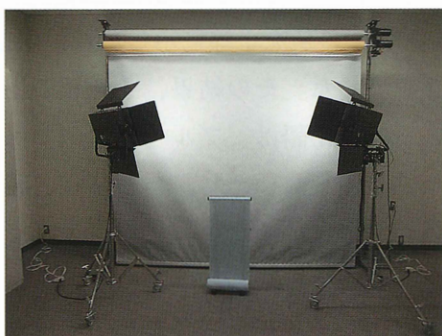
考にした。

質問用紙を表1に示す。表1における15対の評定用語は、意味において互いに正逆の関係である。色の印象は、好き嫌いなどで表現される評価性の言葉のグループ、動的静的などの活動性と密接な関係にある言葉のグループ、それに強弱など力量性に関係のある言葉のグループに分けた。

表1 アンケート用紙

照明 (5000K)		NO. _____	
1	好ましい	やや も ど ろ ろ で	嫌い
2	陽気な		陰気な
3	安定した感じ		不安定な感じ
4	有り難い		迷惑な
5	暖かい感じ		冷たい感じ
6	力強い感じ		弱い感じ
7	心地よい		気持ち悪い
8	活発な感じ		沈んだ感じ
9	鋭い感じ		鈍い感じ
10	嬉しい感じ		悲しい感じ
11	ゆったりした感じ		窮屈な感じ
12	硬い感じ		柔らかい感じ
13	上品な感じ		下品な感じ
14	にぎやかな感じ		寂しい感じ
15	重い感じ		軽い感じ

想像される日常的、空想的なシーンや情景を書きなさい。



3. 結果と考察

3.1 3種類の生地のイメージ

3種類の生地のイメージを調べるため、照明の色温度、3000K、4200K、5000Kを考えないで15対の評価用語の平均と標準偏差を算出した(表2)。

アンケートをとる際に、作為的に分散させておいた15対の評定用語は、ここではこれらの表でみるように「評価性」「活動性」「力量性」の3つのグループ別にまとめて3郡に区分し、解析に都合のよいようにならび変えた。算出された平均は、5段階評価の評定平均0.50以上と-0.50以下を下線に示した。標準偏差は、ばらつきが小さい

表2 3種類の生地に対する平均と標準偏差

	尺 (+)側	度 (-)側	ブルー		グリーン		ピンク	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
評価性		好ましい — 嫌い	<u>0.79</u>	<u>0.99</u>	0.05	1.08	0.46	1.06
		有り難い — 迷惑な	0.43	1.01	0.04	<u>0.97</u>	<u>0.56</u>	<u>0.88</u>
		心地よい — 気持ち悪い	0.63	1.08	0.17	1.29	<u>0.72</u>	1.04
		嬉しい感じ — 悲しい感じ	-0.37	1.19	-0.32	<u>0.99</u>	<u>0.65</u>	1.00
		上品な感じ — 下品な感じ	<u>0.84</u>	<u>0.98</u>	0.42	1.03	<u>0.88</u>	1.02
活動性		陽気な — 陰気な	0.01	1.11	-0.28	<u>0.96</u>	0.46	1.06
		暖かい感じ — 冷たい感じ	<u>-0.86</u>	1.10	-0.28	1.00	<u>0.76</u>	<u>0.97</u>
		活発な感じ — 沈んだ感じ	-0.18	1.19	<u>-0.60</u>	<u>0.92</u>	-0.03	1.12
		ゆったりした感じ — 窮屈な感じ	0.35	1.06	0.29	1.11	<u>0.74</u>	1.05
		にぎやかな感じ — 寂しい感じ	-0.44	1.18	<u>-0.56</u>	<u>0.87</u>	0.06	1.10
力量性		安定した感じ — 不安定な感じ	0.40	1.26	0.10	1.11	<u>0.56</u>	1.04
		力強い感じ — 弱い感じ	-0.19	1.16	<u>-0.56</u>	<u>0.89</u>	<u>-0.64</u>	1.13
		鋭い感じ — 鈍い感じ	0.20	1.19	<u>-0.67</u>	<u>0.98</u>	-0.49	1.09
		硬い感じ — 柔らかい感じ	-0.22	1.20	-0.47	1.06	<u>-0.93</u>	1.10
		重い感じ — 軽い感じ	<u>-0.56</u>	1.16	-0.29	1.06	<u>-0.78</u>	<u>0.96</u>

1.00以下の値を下線に示した。平均と標準偏差の両下線は、3種類の生地ごとのイメージを表した。その結果、3種類の生地に対する平均と標準偏差の両方に下線が示している評価用語は、ブルーの生地では好ましい、上品な感じ、グリーンの生地では沈んだ感じ、寂しい感じ、弱い感じ、鈍い感じ、ピンクの生地では有り難い、暖かい感じ、軽い感じとなった。

このことから間接照明を用いると被験者は、ブルーのキモノに対して評価性の言葉を用いてイメージし好ましい印象、グリーンのキモノは活動性、力量性の言葉を用いてイメージし落ち着いた印象、ピンクのキモノは評価性、活動性、力量性の言葉を用いてイメージしやさしい印象であったと考えられる。

3.2 3種類の生地と間接照明の色温度の組み合わせによる感情効果の違い

3種類の生地と3種類の照明との組み合わせによる15対の判定用語の平均と標準偏差を算出した（表3）。

算出された平均は、5段階評価の評点平均0.5以上と-0.5以下を下線に示した。標準偏差は、ばらつきが小さい1.00以下の値を下線に示した。

今回の光色は、3000K、4200K、5000Kの3種類の色温度を用いた。一般的には、色温度3000K以下は赤みかかった光、5000Kは標準的な光、7000K以上は青みを帯びた光を放すが、東芝の蛍光灯は肉眼でみた場合、色温度3000Kは赤みかかった光、

4200 Kは標準的な光、5000 Kは青みを帯びた光に感じられた。

表 3 各生地と間接照明の組み合わせの違いによる感情成分の評価

尺 度 (+)側 (-)側		ピンク					
		3000K		4200K		5000K	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
評価性	好ましい — 嫌い	0.37	0.96	0.47	1.03	0.53	1.21
	有り難い — 迷惑な	0.67	0.71	0.55	0.88	0.45	1.03
	心地よい — 気持ち悪い	1.08	0.91	0.63	1.02	0.45	1.08
	嬉しい感じ — 悲しい感じ	0.71	0.88	0.76	0.99	0.47	1.12
	上品な感じ — 下品な感じ	1.24	0.84	0.59	1.13	0.80	0.98
活動性	陽気な — 陰気な	-0.02	0.97	0.76	0.86	0.65	1.16
	暖かい感じ — 冷たい感じ	1.10	0.76	0.61	0.96	0.57	1.08
	活発な感じ — 沈んだ感じ	-0.63	0.80	0.31	1.03	0.24	1.26
	ゆったりした感じ — 窮屈な感じ	1.25	0.72	0.55	1.08	0.41	1.12
	にぎやかな感じ — 寂しい感じ	-0.41	0.73	0.25	1.09	0.33	1.26
力量性	安定した感じ — 不安定な感じ	0.57	1.10	0.55	0.94	0.55	1.10
	力強い感じ — 弱い感じ	-1.29	0.70	-0.45	1.06	-0.18	1.24
	鋭い感じ — 鈍い感じ	-1.06	0.81	-0.29	1.08	-0.12	1.14
	硬い感じ — 柔らかい感じ	-1.53	0.58	-0.69	1.24	-0.59	1.12
	重い感じ — 軽い感じ	-0.69	0.97	-0.88	0.89	-0.76	1.03

尺 度 (+)側 (-)側		グリーン					
		3000K		4200K		5000K	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
評価性	好ましい — 嫌い	0.35	0.98	0.02	1.03	-0.22	1.17
	有り難い — 迷惑な	0.22	0.83	0.14	1.04	-0.24	0.99
	心地よい — 気持ち悪い	0.61	1.17	0.14	1.28	-0.24	1.31
	嬉しい感じ — 悲しい感じ	-0.20	0.96	-0.37	0.96	-0.39	1.06
	上品な感じ — 下品な感じ	0.71	0.90	0.29	1.06	0.25	1.07
活動性	陽気な — 陰気な	-0.27	0.90	-0.24	0.97	-0.33	1.03
	暖かい感じ — 冷たい感じ	-0.08	0.96	-0.35	1.02	-0.41	1.02
	活発な感じ — 沈んだ感じ	-0.53	0.83	-0.65	0.89	-0.63	1.04
	ゆったりした感じ — 窮屈な感じ	0.75	0.80	0.20	1.15	-0.08	1.20
	にぎやかな感じ — 寂しい感じ	-0.59	0.90	-0.57	0.76	-0.51	0.95
力量性	安定した感じ — 不安定な感じ	0.41	0.94	0.10	1.14	-0.20	1.17
	力強い感じ — 弱い感じ	-0.61	0.80	-0.63	0.94	-0.45	0.94
	鋭い感じ — 鈍い感じ	-0.92	0.80	-0.51	1.03	-0.57	1.06
	硬い感じ — 柔らかい感じ	-0.80	0.94	-0.27	1.08	-0.33	1.09
	重い感じ — 軽い感じ	-0.41	0.94	-0.31	1.10	-0.14	1.11

尺 度 (+)側 (-)側		ブルー					
		3000K		4200K		5000K	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
評価性	好ましい — 嫌い	<u>0.78</u>	<u>0.86</u>	<u>0.80</u>	<u>0.92</u>	<u>0.78</u>	1.19
	有り難い — 迷惑な	0.31	<u>0.93</u>	0.45	1.01	<u>0.53</u>	1.10
	心地よい — 気持ち悪い	0.47	1.16	<u>0.59</u>	1.02	<u>0.84</u>	1.05
	嬉しい感じ — 悲しい感じ	<u>-0.59</u>	1.17	-0.33	1.21	-0.18	1.16
	上品な感じ — 下品な感じ	<u>0.88</u>	<u>0.97</u>	<u>0.76</u>	1.01	<u>0.86</u>	<u>0.98</u>
活動性	陽気な — 陰気な	-0.08	1.07	-0.02	1.10	0.14	1.15
	暖かい感じ — 冷たい感じ	<u>-1.00</u>	1.06	<u>-0.86</u>	1.02	<u>-0.73</u>	1.22
	活発な感じ 沈んだ感じ	-0.45	1.19	-0.08	1.16	0.00	1.18
	ゆったりした感じ — 窮屈な感じ	0.37	1.09	0.45	1.01	0.24	1.09
	にぎやかな感じ — 寂しい感じ	<u>-0.71</u>	1.12	-0.41	1.19	-0.22	1.21
力量性	安定した感じ — 不安定な感じ	0.33	1.23	0.47	1.24	0.39	1.34
	力強い感じ — 弱い感じ	<u>-0.59</u>	1.02	-0.02	1.12	0.04	1.25
	鋭い感じ — 鈍い感じ	-0.16	1.14	0.49	1.16	0.27	1.22
	硬い感じ — 柔らかい感じ	-0.43	1.20	-0.16	1.27	-0.08	1.11
	重い感じ — 軽い感じ	<u>-0.51</u>	1.10	-0.39	1.23	<u>-0.76</u>	1.12

表3の結果より各生地と色温度の組み合わせによる感情成分の評価を考察した。

ピンクの生地は、3000Kの赤みかかった光色は有り難い、心地よい、嬉しい感じ、上品な感じ、暖かい感じ、沈んだ感じ、ゆったりした感じ、弱い感じ、鈍い感じ、柔らかい感じ、軽い感じ、4200Kの標準的な光色は有り難い、嬉しい感じ、陽気な、暖かい感じ、安定した感じ、軽い感じ、5000Kの青みを帯びた光色は上品な感じの評価した者が多かった。

ピンクの生地のイメージは有り難い、暖かい感じ、軽い感じであった。このことからピンクの生地は、3000Kの間接照明では、生地のイメージに加え評価性の心地よい、嬉しい感じ、上品な感じ、活動性の沈んだ感じ、ゆったりした感じ、力量性の弱い感じ、鈍い感じ、柔らかい感じに趣が変わることがわかった。4200Kの標準色では、評価性の嬉しい感じ、活動性の陽気な、力量性の安定した感じに印象が変わった。間接照明の3000Kの赤みかかった光色は、評価性、活動性、力量性すべてにおいて被験者の印象がよい評価となった。特に、力量性では、負の値をしめした弱い感じ、鈍い感じ、柔らかい感じ、軽い感じの評価が、ピンクの好印象になることがわかった。4200Kは、生地の趣と同じであり、評価性の嬉しい感じ、活動性の陽気な、力量性の安定した感じが加わるため、ピンク本来の可愛らしさが間接照明で表現できると考えられる。5000Kの青みかかった光色では、ピンクの生地のイメージが無くなり、評

価性の上品な感じのみの評価となった。5000Kの間接照明では、ピンクの趣が無くなり、照明による別の印象を作り出し、被験者は上品な感じに評価したと考えられる。

グリーンの生地は、3000Kの光色では評価性の上品な感じ、活動性の沈んだ感じ、ゆったりした感じ、寂しい感じ、力量性の弱い感じ、鈍い感じ、柔らかい感じ、4200Kでは活動性の沈んだ感じ、力量性の弱い感じ、5000Kでは活動性の寂しい感じであった。グリーンの生地のイメージは、活動性の沈んだ、寂しい感じ、力量性の弱い感じ、鈍い感じであった。このことからグリーンの生地は、3000Kの赤みを帯びた光色をあてると評価性、活動性、力量性の評価が高くなり、生地のイメージに評価性の上品な感じ、活動性のゆったりした感じ、力量性の柔らかい感じが加わり趣がかわることがわかった。4200Kの標準光をあてると生地の趣と同じで印象が変わらないことがわかった。4200Kは、間接照明の影響を受けていないことがわかった。5000Kの青みかかった光色では、平均が上品な感じ以外は負の値を示し、生地の趣に悪い印象を作る可能性があると示唆した。生地の趣は、寂しい感じが強調されることがわかった。

ブルーの生地は、3000Kは評価性の好ましい、上品な感じ、4200Kは評価性の好ましい、5000Kは評価性の上品な感じであった。ブルーの生地のイメージは、好ましい、上品な感じであった。このことからブルーの生地は、色温度3000K、4200K、5000Kに関係なく、ブルーの生地の趣と同じ評価性の印象であった。間接照明の色温度の変化に関係なく、生地の印象で評価していると考えられる。

以上のことから照明方式を変化させることによって感情成分の変化も伴えることができることがわかった。靴の高級ブランド店は、高色温度の蛍光灯間接照明を用いると高級感を演出していると説明している⁵⁾。ここでの高色温度は5000Kを示し、キモノ（ピンク、グリーン、ブルー）の感情成分に上品な感じ、寂しい感じを持っていた。このことからキモノは、高色温度の蛍光灯間接照明を用いると品のよさを演出していると考えられる。今回の光源は、間接照明のため反射紙を灰色の無彩色を選択した。店内の壁面は、木目色、白色、クリーム色など様々である。間接照明の場合、反射紙の違いによりキモノの趣が異なるのかどうかは今後の課題である。

3.3 3種類の生地における直接照明と間接照明の色温度による感情表現の比較

前報⁶⁾では、キモノの趣を変えるためには、どのような照明を使えばよいのか、直接照明を用い3種類の生地と色温度の組み合わせによる感情効果の差異を明らかにした。本実験では、照明方式を間接照明として同じ研究方法を用いて実験を行った。そこで、3種類の生地における直接照明と間接照明の色温度による感情表現の比較をした。

表 4 3 種類の生地ごとに直接照明と間接照明の色温度による感情表現の比較

ピンク		3000K	4200K	5000K
直接照明	○	有り難い	上品な感じ	沈んだ感じ
	○	心地よい	沈んだ感じ	
	○	陽気な	弱い感じ	
	○	暖かい感じ	鈍い感じ	
	○	ゆったりした感じ		
	○	安定した感じ		
	○	弱い感じ		
	○	鈍い感じ		
	○	柔らかない感じ		
	○	軽い感じ		
間接照明	○	有り難い	有り難い	上品な感じ
	○	心地よい	嬉しい感じ	
	○	陽気な	陽気な	
	○	暖かい感じ	暖かい感じ	
	○	ゆったりした感じ	安定した感じ	
	○	安定した感じ	軽い感じ	
	○	弱い感じ		
	○	鈍い感じ		
	○	柔らかない感じ		
	○	軽い感じ		
グリーン		3000K	4200K	5000K
直接照明		心地よい	上品な感じ	○ 寂しい感じ
	○	上品な感じ	○ 寂しい感じ	
	○	ゆったりした感じ		
	○	寂しい感じ		
	○	弱い感じ		
	○	鈍い感じ		
	○	柔らかない感じ		
	○	軽い感じ		
間接照明	○	上品な感じ	沈んだ感じ	○ 寂しい感じ
		沈んだ感じ	○ 寂しい感じ	
	○	ゆったりした感じ	弱い感じ	
	○	寂しい感じ		
	○	弱い感じ		
	○	鈍い感じ		
	○	柔らかない感じ		
ブルー		3000K	4200K	5000K
直接照明	○	好ましい	○ 好ましい	好ましい
		有り難い	心地よい	有り難い
		心地よい	上品な感じ	心地よい
	○	上品な感じ	陽気な	○ 上品な感じ
			安定した感じ	陽気な
			鋭い感じ	活発な感じ
				安定した感じ
				鋭い感じ
				軽い感じ
間接照明	○	好ましい	○ 好ましい	○ 上品な感じ
	○	上品な感じ		

※) 直接照明と間接照明の感情成分が同じ語彙を○で示した。

表4は、生地別に色温度による直接照明と間接照明の趣を変えた感情成分である。直接照明と間接照明の感情成分が同じ語彙は、○（マル）で示した。○の付いている感情成分の語彙は、照明方式である直接照明と間接照明で趣が変わらないものと判断する。

表4の結果より3種類の生地における直接照明と間接照明の色温度による感情表現の比較から生地の趣が変わるかどうかを考察した。

ピンクの生地の3000Kは、直接照明と間接照明の感情成分が同じであった。4200Kと5000Kは、直接照明と間接照明の感情成分が異なる結果を得た。このことからピンクの生地は、3000Kの赤みかかった光では、照明方式には左右されないが、多くの感情成分を得ることができた。4200K、青みかかった光を放す5000Kでは、照明方式によって趣が変わることがわかった。

グリーンの生地の3000Kは、直接照明では心地よい、軽い感じの印象を持ち、間接照明では沈んだ感じの印象を持った。が、上品な感じ、ゆったりした感じ、寂しい感じ、弱い感じ、鈍い感じ、柔らかい感じは照明方式に左右されない感情成分であった。4200Kの直接照明は、上品な感じになり、間接照明では沈んだ感じ、弱い感じの印象になった。4200Kと5000Kの寂しい感じの感情成分は、照明方式の違いに左右されない印象であった。このことからグリーンの生地は、直接照明と間接照明の照明方式と色温度の組み合わせの感情成分の比較では、趣の変化があまり見られないことがわかった。

ブルーの生地では、間接照明の3000Kの好ましい、上品な感じ、4200Kの好ましい、5000Kの上品な感じの感情成分は、直接照明の感情成分と同じであった。直接照明の3000Kは、好ましい、有り難い、心地よい、上品な感じ、4200Kは、好ましい、心地よい、上品な感じ、陽気な、安定した感じ、鋭い感じ、5000Kは好ましい感じ、有り難い感じ、心地よい感じ、上品な感じ、陽気な感じ、活発な感じ、安定した感じ、鋭い感じ、軽い感じであった。直接照明では、色温度が低温度から高温度に上がると感情成分の語彙が増え、多くの感情成分を得ることができた。このことからブルーの生地は、直接照明によって高温度の青みかかった光色において、キモノの趣を変えられることができると考えられる。

3.4 3種類の生地と間接照明の色温度の組み合わせによる因子分析

次に光源の違いによって意識感情は、どのような成分からなるのであろうか。被験者の各イメージ尺度に対する評価得点をSPSSソフトに入力し、多変量解析法の主因子解法によって因子分析を行った。抽出因子の軸の間は無相関となるように直交解とし、

それら直交する因子軸に、各イメージ評価の分散を投影し、因子負荷量をもとめるのであるが、その際、なるべく少ない数の因子軸によって分散が説明できるように、バリマックス法によって軸の直交回転を行った。表5はブルー3000K、4200K、5000K、表6はグリーン3000K、4200K、5000K、表7はピンク3000K、4200K、5000Kの評価得点から抽出された因子に対するイメージ評価の因子負荷量を示したものである。

表5のブルー・3000Kは、4つの感情因子が抽出された。第1因子の負荷が多い評定用語には、「有り難い」、「心地よい」、「ゆったりした感じ」、「安定した感じ」があり、第2因子の負荷が多い評定用語は「陽気な」、「活発な感じ」、第3因子の負荷が多い評定用語は「好ましい」、「嬉しい感じ」、「にぎやかな感じ」、そして第4因子の負荷が多い評定用語は「硬い感じ」となっている。

したがって、第1因子を『バランス』で代表される感情因子とみなし、第2因子を『うきうき感』の因子、第3因子は『明快』、第4因子は『柔軟感』であるとみなした。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、18.5%、18.0%、16.3%、10.1%であった。

次に、ブルー・4200Kでは、4つの感情因子が抽出された。第1因子の負荷が多い評定用語には、「嬉しい感じ」、「陽気な」、「活発な感じ」、「力強い感じ」があり、第2因子の負荷が多い評定用語は「心地よい」、「上品な感じ」、第3因子の負荷が多い評定用語は「硬い感じ」、「重い感じ」、そして第4因子の負荷が多い評定用語は「暖かい感じ」、「ゆったりした感じ」となっている。

したがって、第1因子を『若さ』で代表される感情因子とみなし、第2因子を『やわらぐ』の因子、第3因子は『重硬感』、第4因子は『穏和』であるとみなした。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、24.2%、18.4%、11.6%、9.0%であった。

ブルー・5000Kの感情因子を表5で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「好ましい」、「有り難い」、「心地よい」、「安定した感じ」、「鋭い感じ」であり、活動性の負荷が多い評定用語がなく、力量性の「安定した感じ」、「鋭い感じ」から『感度』で代表される感情因子とする。第2因子は「嬉しい感じ」、「陽気な」、「暖かい感じ」、「活発な感じ」、「にぎやかな感じ」であり、活動性に負荷が多い評定用語が集まっているため、この因子を『明朗』の因子とする。第3因子は「硬い感じ」であり、3000Kの第4因子と同じであるため『硬軟感』の因子とする。第4因子は「重い感じ」に負荷が多いので『軽重感』で代表される因子とする。

それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、27.5%、19.5%、9.1%、5.8%であった。

表5 ブルー・3000K、4200K、5000Kにおけるイメージ尺度の因子負荷量

尺 度		ブルー・3000K				ブルー・4200K				ブルー・5000K			
	(＋)側 (－)側	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
評価性	好ましい — 嫌い	.415	.013	<u>.643</u>	.052	.474	.508	-.174	-.080	<u>.793</u>	.269	-.044	-.071
	有り難い — 迷惑な	<u>.647</u>	.220	.349	.192	.477	.578	-.395	.142	<u>.769</u>	.247	-.213	-.001
	心地よい — 気持ち悪い	<u>.678</u>	.452	.328	.037	.247	<u>.875</u>	-.242	.140	<u>.776</u>	.108	-.271	.060
	嬉しい感じ — 悲しい感じ	.184	.593	<u>.627</u>	-.095	<u>.751</u>	.295	-.019	.292	.212	<u>.724</u>	-.089	.170
	上品な感じ — 下品な感じ	.599	.056	.035	-.154	.185	<u>.736</u>	-.090	.201	.565	.308	.002	.284
活動性	陽気な — 陰気な	.212	<u>.875</u>	.200	.008	<u>.694</u>	.275	-.222	.013	.562	<u>.643</u>	-.060	-.192
	暖かい感じ — 冷たい感じ	.206	.588	.099	-.081	.386	.133	-.121	<u>.764</u>	.191	<u>.800</u>	-.339	.139
	活発な感じ — 沈んだ感じ	.062	<u>.715</u>	.537	.023	<u>.842</u>	.218	-.091	-.066	.418	<u>.705</u>	.091	-.245
	ゆったりした感じ — 窮屈な感じ	<u>.688</u>	.046	-.104	-.488	-.030	.377	-.079	<u>.617</u>	.396	.151	-.479	.364
	にぎやかな感じ — 寂しい感じ	-.018	.466	<u>.752</u>	-.143	.599	.152	.021	.149	.040	<u>.715</u>	.079	.103
力量性	安定した感じ — 不安定な感じ	<u>.616</u>	.316	.395	-.004	.542	.589	-.139	.067	<u>.792</u>	.328	-.076	.094
	力強い感じ — 弱い感じ	.076	.322	.563	.312	<u>.700</u>	.043	.246	-.082	.451	.495	.310	-.093
	鋭い感じ — 鈍い感じ	.032	.033	.091	.585	.202	.139	.301	-.375	<u>.642</u>	.006	.384	-.139
	硬い感じ — 柔らかい感じ	-.346	-.126	-.133	<u>.761</u>	.068	-.227	<u>.779</u>	-.149	-.072	.037	<u>.785</u>	.257
	重い感じ — 軽い感じ	-.519	-.162	-.012	.403	-.145	-.211	<u>.791</u>	-.086	-.019	.036	.090	<u>.618</u>
寄与率 (%)		18.539	17.981	16.335	10.127	24.427	18.378	11.562	8.963	27.480	19.485	9.101	5.751
因子名		バランス	うきうき感	明快	硬軟感	若さ	やわらか	重硬感	穏和	感度	明朗	硬軟感	軽重感

次に、グリーン・3000Kの感情因子を表6で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「有り難い」、「心地よい」であり、第2因子の負荷が多い評定用語は「弱い感じ」、「柔らかな感じ」、「軽い感じ」、第3因子の負荷が多い評定用語は「嬉しい感じ」、「活発な感じ」、「にぎやかな感じ」、そして第4因子の負荷が多い評定用語は「陽気な」となっている。

したがって、第1因子を『安心』で代表される感情因子とみなし、第2因子を『しなやか』の因子、第3因子は『活気』、第4因子は『元気さ』であるとみなした。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、16.9%、15.7%、14.6%、9.8%であった。

グリーン・4200Kの感情因子を表6で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「好ましい」、「有り難い」、「心地よい」、「上品な感じ」、「ゆったりした感じ」、「安定した感じ」に負荷が多いので、『優雅』で代表される感情因子とする。第2因子は「陽気な」、「活発な感じ」であり、ブルー3000Kの第2因子と同じため『うきうき感』の因子とする。第3因子は「力強い感じ」、「硬い感じ」であり、力量性に評価用語が占めているため『丈夫感』の因子とする。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、29.0%、13.6%、8.7%であった。

グリーン・5000Kの感情因子を表6で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「好ましい」、「有り難い」、「心地よい」、「上品な感じ」、「ゆったりした感じ」、「安定した感じ」であり、グリーン4200Kの第1因子と同じのため『優雅』で代表される感情因子とする。第2因子は「力強い感じ」に負荷が多いので『強弱感』の因子とする。第3因子は「嬉しい感じ」に負荷が多いので、『感情』の因子とする。第4因子は「硬い感じ」であり、ブルー3000Kの第4因子と5000Kの第3因子と同じのため『硬軟感』の因子とする。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、27.3%、16.7%、11.3%、8.4%であった。

表6 グリーン・3000K、4200K、5000Kにおけるイメージ尺度の因子負荷量

尺 度 (+)側 (-)側		グリーン・3000K				グリーン・4200K			グリーン・5000K			
		第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第1因子	第2因子	第3因子	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
評価性	好ましい — 嫌い	.507	.098	.074	.314	<u>.641</u>	.295	-.004	<u>.617</u>	.544	.145	-.103
	有り難い — 迷惑な	<u>.850</u>	.152	.043	.270	<u>.683</u>	.288	-.119	<u>.796</u>	.295	.199	-.023
	心地よい — 気持ち悪い	<u>.645</u>	.339	.294	.239	<u>.821</u>	.305	-.073	<u>.782</u>	.350	.149	-.190
	嬉しい感じ — 悲しい感じ	.382	.059	<u>.687</u>	.069	.503	.409	.026	.403	.454	<u>.717</u>	-.127
	上品な感じ — 下品な感じ	.590	.374	.323	-.080	<u>.724</u>	-.158	-.110	<u>.639</u>	.036	.486	-.103
活動性	陽気な — 陰気な	.247	.230	.305	<u>.830</u>	.336	<u>.672</u>	.035	.552	.504	.224	-.237
	暖かい感じ — 冷たい感じ	.266	.244	.222	.412	.510	.211	-.126	.511	.495	.163	-.148
	活発な感じ — 沈んだ感じ	-.025	.053	<u>.821</u>	.220	.292	<u>.634</u>	.278	.309	.546	.453	-.169
	ゆったりした感じ — 窮屈な感じ	.361	.549	.263	.085	<u>.750</u>	.097	-.040	<u>.758</u>	.155	.216	-.169
	にぎやかな感じ — 寂しい感じ	.158	.025	<u>.635</u>	.202	.389	.162	.200	.232	.368	.534	.029
力量性	安定した感じ — 不安定な感じ	.487	.442	.373	.175	<u>.771</u>	.237	.206	<u>.715</u>	.122	.306	.040
	力強い感じ — 弱い感じ	-.172	<u>-.660</u>	.037	-.031	.184	.129	<u>.793</u>	.140	<u>.660</u>	.207	.361
	鋭い感じ — 鈍い感じ	.226	-.409	.282	.470	-.194	.580	.297	.153	.569	.178	.170
	硬い感じ — 柔らかい感じ	-.161	<u>-.689</u>	.033	-.169	-.351	.037	<u>.607</u>	-.160	.210	-.095	<u>.908</u>
	重い感じ — 軽い感じ	-.097	<u>-.607</u>	-.118	-.038	-.236	-.485	.098	-.169	-.098	-.277	.251
寄与率(%)		16.870	15.662	14.634	9.845	28.968	13.568	8.696	27.296	16.666	11.333	8.383
因子名		安心	しなやか	活気	元気さ	優雅	うきうき感	丈夫感	優雅	強弱感	感情	硬軟感

ピンク・3000Kの感情因子を表7で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「心地よい感じ」、「柔らかな感じ」、「軽い感じ」に負荷が多いので『着心地』で代表される感情因子とする。第2因子は「有り難い」、「暖かい感じ」、「安定した感じ」に負荷が多いので『落ち着き』の因子とする。第3因子は「好ましい」、「陽気な」に負荷が多いので、『明るさ』の因子とする。第4因子は「活発な感じ」、「にぎやかな感じ」、「鋭い感じ」に負荷が多いので『動的』で代表される因子とする。第5因子は「嬉しい感じ」に負荷が多いので『感情』の因子とする。第6因子は「力強い感じ」に負荷

が多いので『強弱感』の因子とする。

それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、12.9%、12.0%、10.9%、9.8%、9.2%、6.5%、であった。

ピンク・4200Kの感情因子を表7で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「有り難い」、「心地よい」、「嬉しい感じ」、「上品な感じ」、「ゆったりした感じ」、「安定した感じ」に負荷が多いので、『優美』で代表される感情因子とする。第2因子は「冷たい感じ」、「力強い感じ」、「鋭い感じ」、「硬い感じ」に負荷が多いので、『厳格』の因子とする。第3因子は「陽気な」、「活発な感じ」、「にぎやかな感じ」に負荷が多いので、『天真爛漫』の因子とする。第4因子は「軽い感じ」のため、ブルー5000K第4因子と同じのため『軽重感』の因子とする。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、21.8%、15.8%、15.6%、6.9%であった。

表7 ピンク・3000K、4200K、5000Kにおけるイメージ尺度の因子負荷量

尺 度	(+)側	(-)側	ピンク・3000K						ピンク・4200K				ピンク・5000K		
			第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第1因子	第2因子	第3因子
評価性	好ましい	— 嫌い	.307	.281	.804	.120	.125	.029	.286	-.168	.392	-.091	.465	.613	-.026
	有り難い	— 迷惑な	.124	.549	.319	.121	.281	-.075	.557	-.332	.129	.133	.371	.761	.306
	心地よい	— 気持ち悪い	.566	.392	.341	-.160	.109	-.009	.735	-.350	.226	-.029	.614	.304	.432
	嬉しい感じ	— 悲しい感じ	.406	.221	.172	.118	.746	.029	.570	-.067	.374	.502	.718	.345	.106
	上品な感じ	— 下品な感じ	.482	.346	.108	.019	.276	-.109	.812	-.134	-.088	.234	.607	.304	.140
活動性	陽気な	— 陰気な	.289	.331	.620	.216	.171	.042	.072	.028	.891	.078	.069	-.006	.890
	暖かい感じ	— 冷たい感じ	.436	.542	.092	-.159	.324	.298	.416	-.529	.167	.174	.745	.458	.201
	活発な感じ	— 沈んだ感じ	.100	.069	.013	.793	.006	.034	.064	.322	.820	.117	.217	.679	.519
	ゆったりした感じ	— 窮屈な感じ	.098	.294	.404	-.098	.496	-.165	.680	-.433	.061	.105	-.165	.174	.689
	にぎやかな感じ	— 寂しい感じ	.027	.032	.016	.525	.484	-.041	.239	.128	.582	.455	.559	.683	.124
力量性	安定した感じ	— 不安定な感じ	.161	.696	.273	.082	.052	.124	.689	-.061	.192	-.001	.774	.149	-.197
	力強い感じ	— 弱い感じ	-.080	.097	.010	.196	-.046	.786	-.184	.681	.083	-.034	-.615	-.071	.207
	鋭い感じ	— 鈍い感じ	-.065	-.015	.186	.593	.003	.282	-.067	.623	.285	-.032	.845	.250	-.002
	硬い感じ	— 柔らかい感じ	-.567	-.320	-.191	-.047	-.141	.342	-.357	.787	.008	-.146	.241	.794	.266
	重い感じ	— 軽い感じ	-.676	-.005	-.156	-.096	-.081	-.003	-.062	.173	-.049	-.643	-.079	-.391	.211
寄与率(%)			12.907	11.964	10.875	9.754	9.234	6.482	21.748	15.845	15.559	6.927	28.791	22.001	14.004
因子名			着心地	落ち着き	明るさ	動的	感情	強弱感	優美	厳格	天真爛漫	軽重感	繊細	豪華	朗らか

ピンク・5000Kの感情因子を表7で見ると、第1因子の負荷が多い評定用語には、「嬉しい感じ」、「上品な感じ」、「安定した感じ」、「弱い感じ」、「鋭い感じ」に負荷が多いので、『繊細』で代表される感情因子とする。第2因子は「好ましい」、「有り難い」、「活発な感じ」、「にぎやかな感じ」、「硬い感じ」であり、この因子を『豪華』で代表される因子とする。第3因子は「陽気な」、「ゆったりした感じ」に負荷が多いの

で、『朗らか』の因子とする。それぞれが好みの感情に占めている割合は、第1因子から順に、28.8%、22.0%、14.0%であった。

4. 総 括

本研究では、キモノの趣や印象を変えるためには、キモノの色と間接照明の色温度の組み合わせによる感情効果の差異から次のような結論を得た。

- 1) 間接照明では、ブルーのキモノに対して評価性の言葉を用いてイメージし好ましい印象、グリーンของキモノは活動性、力量性の言葉を用いてイメージし落ち着いた印象、ピンクのキモノは評価性、活動性、力量性の言葉を用いてイメージしやさしい印象であった。
- 2) ピンクの生地は、3000Kの間接照明では、生地イメージに加え評価性の心地よい、嬉しい感じ、上品な感じ、活動性の沈んだ感じ、ゆったりした感じ、力量性の弱い感じ、鈍い感じ、柔らかい感じに趣が変わることがわかった。間接照明の3000Kの赤みかかった光色は、評価性、活動性、力量性すべてにおいてよい印象となった。4200Kは、生地趣と同じであり、評価性の嬉しい感じ、活動性の陽気な、力量性の安定した感じが加わるため、ピンク本来の可愛らしさが間接照明で表現できると考えられる。5000Kの間接照明では、ピンクの趣が無くなり、照明による別の印象を作り出したと考えられる。
- 3) グリーンの生地は、3000Kの赤みを帯びた光色をあてると評価性、活動性、力量性の評価が高くなり、生地イメージに評価性の上品な感じ、活動性のゆったりした感じ、力量性の柔らかい感じが加わり趣が変わることがわかった。4200Kは、間接照明の影響を受けていないことがわかった。5000Kの青みかかった光色では、上品な感じ以外は負の値を示し、生地趣に悪い印象を作る可能性があるとし唆した。
- 4) ブルーの生地は、色温度3000K、4200K、5000Kに関係なく、ブルーの生地趣と同じ評価性の印象であった。間接照明の色温度の変化に関係なく、生地印象で評価していると考えられる。
- 5) 直接照明と間接照明の方式を変えることによって色の違いによるキモノの感情表現が異なることがわかった。ピンクの生地は、3000Kの赤みかかった光では、照明方式には左右されないが、多くの感情成分を得ることができた。4200Kと青みかかった光を放す5000Kでは、照明方式によって趣が変わることがわかった。グリーンの生地の直接照明と間接照明の照明方式と色温度の組み合わせの感情成分の比較では、趣の変化が見られないことがわかった。ブルーの生地の間接照明

は、直接照明の感情成分と同じであった。直接照明では、色温度が低温度から高温度に上がると感情成分の語彙が増え、多くの感情成分を得ることができた。このことからブルーの生地は、直接照明によって高温度の青みかかった光色において、キモノの趣を変えることができると考えられる。

- 6) 光源の違いによって意識感情は、ブルーの3000Kは『バランス』、『うきうき感』、『明快』、『柔軟感』、4200Kは、『若さ』、『やわらぐ』、『重硬感』、『穏和』、5000Kは『感度』、『明朗』、『硬軟感』、『軽重感』の意識が抽出された。グリーンの3000Kは『安心』、『しなやか』、『活気』、『元気さ』、4200Kは『優雅』、『うきうき感』、『丈夫感』、5000Kは『優雅』、『強弱感』、『感情』、『硬軟感』の意識が抽出された。ピンクの3000Kは、『着心地』、『落ち着き』、『明るさ』、『動的』、『感情』、『強弱感』、4200Kは『優美』、『厳格』、『天真爛漫』、『軽重感』、5000Kは『繊細』、『豪華』、『朗らか』の意識が抽出された。

引用文献

- 1) 山田浩嗣、小山恵美：「寝室間接照明における反射素材がヒトの睡眠に及ぼす生理的・主観的影響」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2008年9月、pp.135～136
- 2) 中島瑞李、植村朋弘、五十嵐浩也：「豊かな感情を得る「室内空間における間接照明」のデザイン要素抽出」、日本デザイン学会 デザイン学研究（2008）、pp.318～319
- 3) 八束智恵美、福多桂子、田村明弘：「室内における色彩と照明の組み合わせによる心理的效果について その3—間接照明を取り入れたCGによるスライド評価実験—」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年9月、pp.367～368
- 4) 稲田祥、高橋正樹、宮田紀元：「間接照明方式と室内空間の雰囲気に関する実験的研究」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2000年9月、pp.761～762
- 5) 中尾晋也：特集 小店舗の照明デザイン「靴の照明」、照明学会誌、第83巻第6号、平成11年、pp.384～386
- 6) 徳山孝子：「室内空間におけるキモノの色彩と照明の組み合わせによる感情効果について」覚誉会繊維染色研究所論文集、葆光第21号、2010年4月、pp.13～25
- 7) 松岡 武：「色彩とパーソナリティ」、金子書房（1983）、pp.60
- 8) 麓 泉：「空間色と表面色の感情に及ぼす影響の差異について（その1）空間色の感情効果」、覚誉会繊維染色研究所論文集葆光第8号（1996）、pp.23～32

酸化染料バンドロスキーベースの染色特性

上 甲 恭 平

1. はじめに

我々は、ケラチン繊維の酸化染料染色をより正確に把握するために、ケラチン繊維に対する酸化染料染色挙動におよぼす染色条件（染浴pH、過酸化水素濃度および染色温度など）の影響について、得られた染色布の染着量（K/S値）の時間変化から検討し、染着挙動が染色条件によって大きく異なることを報告した¹⁾。しかし、K/S値は吸着染料の最大吸収波長における値であり、必ずしも染色物の“色”を表しているものではない。そこで、ケラチン繊維の酸化染料染色による“色”が、液／固界面（繊維表面）における界面溶液条件に依存する酸化染料生成挙動および染着挙動により支配されていることから、現在、我々は染色条件の変化にともなう染色布の反射率曲線の形状とそれより求めたL*a*b*表色系による色変化を系統的に調べている²⁾。

その一環として、パラフェニレンジアミン（pPDA）単独染色による染色布の色と染着酸化染料との関係にも着目してきた。既に報告されているように、pPDAは自己酸化により種々の酸化重合化合物を生成するが、染毛ではこれらの酸化重合物が染着することで黒く染まると考えられてきた^{3),4)}。その生成染料については三環体化合物までの染料は同定されている。特に、三環体化合物であるバンドロスキーベース（BSB；図1）については、分子構造や生成挙動に関して数多く報告されてきた^{3)~9)}。ところが、染色された繊維の色に対するBSBの寄与については意見がわかれ、BBSがほとんど染着していないとする報告も見られる¹⁰⁾。

そこで、まず羊毛繊維に対してBSBがどのような染色性を有しているのかを明らかにすることを目的として、羊毛以外の繊維も含め種々の染色条件により得られた染色布の反射率曲線（K/S- λ 曲線）を中心に検討することとした。

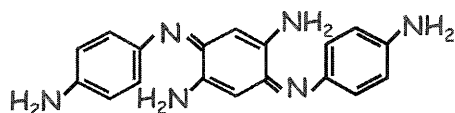


図1 BSBの分子構造試料番号①

2. 実験方法

2. 1 試 料

試料にはドデシル硫酸ナトリウムで処理したマルチ織布（羊毛、絹、ナイロン、レーヨン、綿、アセテート、アクリル、ポリエステル）、羊毛布（水系洗濯用標準梳毛織物；クロック・ベッケルト・ジャパン社製）およびナイロン布（JIS添付布）を使用した。BSBには市販品を精製せずにそのまま使用した。その他の試薬は、市販試薬1級あるいは特級を使用した。

2. 2 BSB溶液のスペクトル測定

各pHに調整したBSBエタノール分散塩水溶液の可視スペクトルを、分光光度計Multi-Spec-1500（株式会社島津製作所製）によって測定した。

2. 3 BSBエタノール分散塩水溶液による染色

BSB 0.3gをエタノールで溶解し、0.1mol/L塩水溶液を加えてBSBエタノール分散塩水溶液（エタノール：塩水溶液＝2：8）を調整した。続いて、この分散水溶液のpHを塩の構成酸およびアルカリ水溶液を用いて調整した。

染色は、40℃の恒温槽で調温した染料溶液に、あらかじめ膨潤させた試料布を投入し、浴比1：100で30分間浸漬処理することで行った。染色後、100mLの蒸留水で30秒間攪拌しながら水洗した後、ろ紙上で自然乾燥させた。

2. 4 染色布の表面濃度測定

染色布の表面反射率を同時測光方式分光式色差計SQ-2000（日本電色工業株式会社製）により求め、Kubelka-Munk関数より表面染料濃度としてK/S値を求めた。測定値は測定回数の平均値により求めた。

3. 結果と考察

3. 1 BSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液による可視吸収スペクトル

図2に、pH4.0～11.0に調整したBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液の可視吸収スペクトルを示した。この図から、溶液pHによりBSBの可視吸収スペクトルは異なることがわかる。本実験方法ではpH調整時に溶液濃度が変化したため定量性に欠ける。そのため、明確な等級収点が認められない。しかし、吸収スペクトルの変化は、溶液pHによるアミノ基のプロトン化（解離）状態の違いが主に反映したものであると

考えられる。現時点では、pHによってどの位置のアミノ基がプロトン化しているのかは不明である。しかしながら、pH 4 ではほぼすべてのアミノ基がほぼプロトン化され、pH11 ではすべてがアミノ基として、その間のpHではプロトン化された -NH_3^+ と脱プロトン化した -NH_2 が混在した分子状態に有るものと予想される。このような分子状態の違いによりBSB分子の電子分布が異なり、それに応じた可視光吸収特性を示したと考えられる。

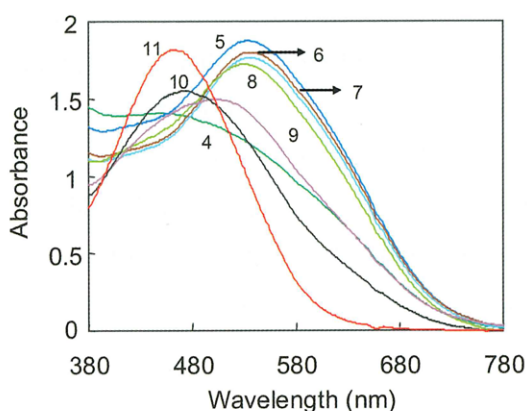


図2 各種pHのBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液の可視吸収スペクトル
(図中の数字は染浴pHを表す。)

3. 2 BSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液による各種繊維の染色

まず、pH7.0に調整したBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液を用いて、マルチ織布（羊毛、絹、ナイロン、レーヨン、綿、アセテート、アクリル、ポリエステル）を染色した。染色後、染色された羊毛、絹、ナイロン、アセテート、レーヨンのK/S- λ 曲線を図3に示した。

この図に示されたK/S- λ 曲線の形から、羊毛、絹、レーヨンとナイロン、アセテートに大きく分類することができる。前者は濃度に違いはあるが青色に染色されているのに対し、後者は紫に染色されていた。このように繊維によって色が異なる原因としては、図2から類推されるように染着したBSBの分子状態が異なることが考えられる。

そこで、染浴pHを変えて染色を行った。図4は、pH4.0、10.0、および11.0に調整したBSBエタノール／硫

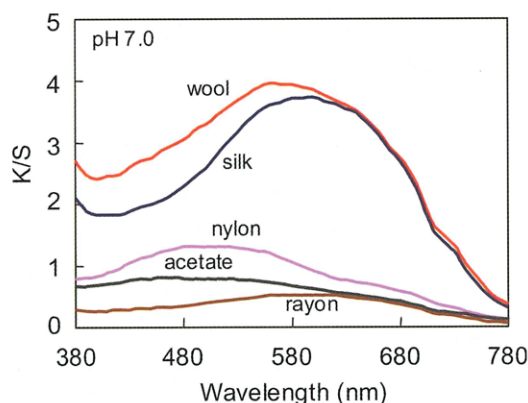


図3 pH 7 に調整したBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液を用いて染色したマルチ織布（羊毛、絹、ナイロン、レーヨン、アセテート）のK/S- λ 曲線。
(染色条件：浴比 1 : 40、30℃、30分)

酸ナトリウム水溶液でマルチ織布の染色した結果である。

まず、pH4.0と10.0での結果は、羊毛をはじめとして絹、レーヨン、ナイロン、アセテートのいずれも、染着量は異なるもののK/S- λ 曲線の形状は図3に示したpH7.0でのそれらとほぼ一致している。それに対し、pH7.0での染色では、すべての曲線がレッドシフトしており、羊毛、絹、レーヨンの曲線がナイロン、アセテートのそれに近い曲線となり赤紫に染色されることがわかる。

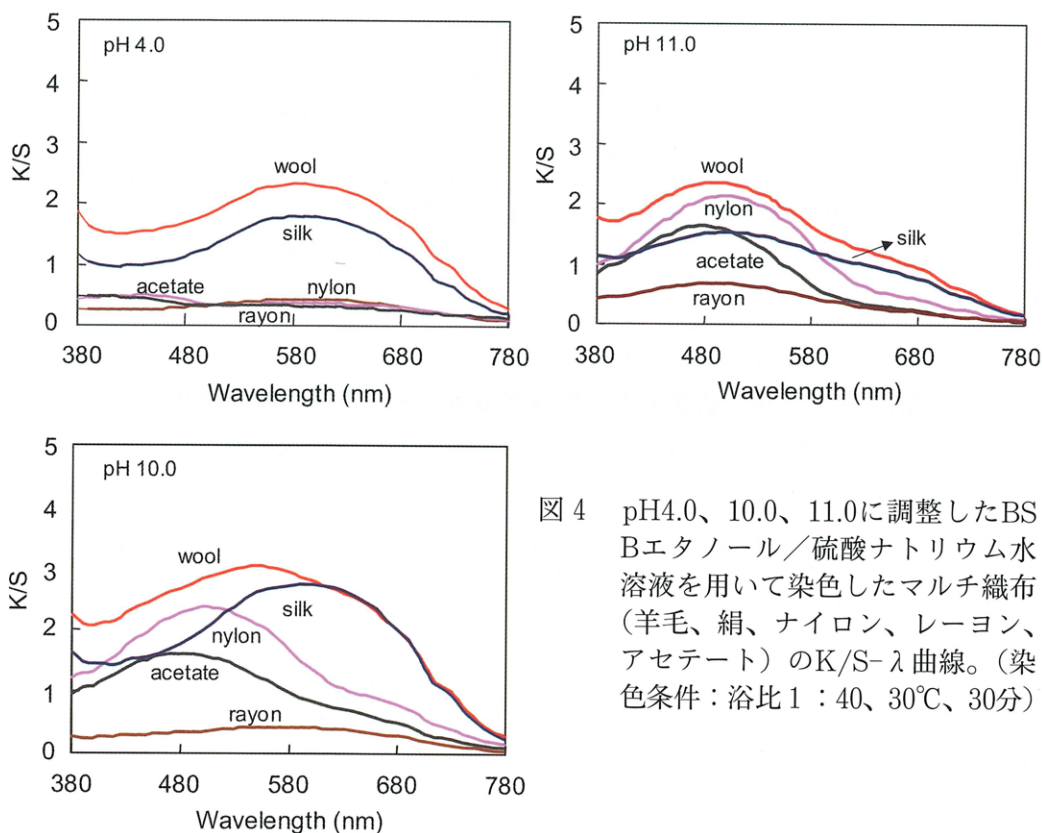


図4 pH4.0、10.0、11.0に調整したBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液を用いて染色したマルチ織布（羊毛、絹、ナイロン、レーヨン、アセテート）のK/S- λ 曲線。（染色条件：浴比1：40、30℃、30分）

以上のように、溶液pHを変え染色した場合でも、繊維の種類によって色が異なることから、繊維の種類によって染着したBSBの分子状態は異なるものと考えることができる。さらに、羊毛、絹、レーヨンのような親水性繊維においてはpH4.0～pH10.0とpH11.0で色が異なっており、pH10.0と11.0の違いで染着したBSBの分子状態が異なっている。実験では、染色後水洗しているため、繊維内部pHは染浴時のpHより中性域にシフトしている。そのため、分子状態が異なることは染色時の染浴pHの影響を強く受けていることを示すものである。

そこで、染着座席周辺のpH環境を変えることによりBSBの吸収特性がどのように変化する

るかについて検討することとした。

3. 3 染色繊維布のpH変化による染着状態への影響

前項のマルチ繊維布とは異なる羊毛布とナイロン布を用い、まずpH11.0に調整したBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液で染色する。その後、その乾燥試料をpH7.0およびpH4.0の硫酸ナトリウム水溶液に浸漬させた後、水洗せずに風乾して、その試料のK/S- λ 曲線を求めた。その結果を図5に示した。

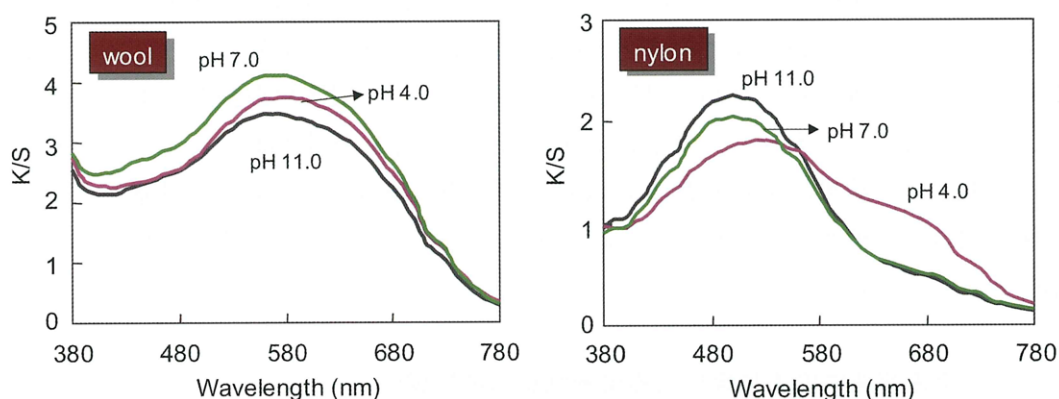


図5 pH11.0のBSBエタノール／硫酸ナトリウム水溶液で染色した羊毛試料布およびナイロン試料布を、pH7.0およびpH4.0の硫酸ナトリウム水溶液に浸漬し、水洗せずに乾燥させた試料布のK/S- λ 曲線。

図5に示した羊毛の結果では、まず、pH11.0で染色した染色布のK/S- λ 曲線が、図4の羊毛布の曲線と異なりpH10.0以下でのそれと同一の曲線となった。そのため、pH環境を変化させたがK/S- λ 曲線にはほとんど変化が認められなかった。この理由は明らかでないが、羊毛試料間の製造履歴の違いが関与したものと考えている。それに対して、ナイロンの結果では、pH7.0の水溶液に浸漬した試料のK/S- λ 曲線には変化が見られなかったが、pH4.0の水溶液に浸漬した布では、680nmに新たな吸収が見られ、500nmの吸収が530nm付近にシフトした。この結果は、BSBは繊維に染着した状態であっても、染着座席周辺のpH環境が変化することで吸収特性が変化することを示すものであり、分子内アミノ基の解離状態が変化したことを示している。

以上のことから、羊毛ではpH11.0で染色した場合においても、大部分のBSBはアミノ基の一部がプロトン化された状態で添加塩の陰イオン (X^-) とイオン結合したアンモニウム塩 ($-NH_3^+ X^-$) 型の分子状態をとっていると考えられる。それに対し

て、ナイロンではpH11.0で染色した場合、大部分のBSBが -NH_3^+ より水素が引き抜かれたアミノ基 (-NH_2) 型の分子状態をとっていると考えられる。

ところで今述べたように、羊毛とナイロンでは染浴pHが同じであるにもかかわらず、染着したBSBの分子状態が異なっている。この染着状態が異なる原因であるが、図4で見たように羊毛は絹、レーヨンとナイロンはアセテートとほぼ同じ曲線となっていたことから、羊毛とナイロンでの染着差席周辺の微環境の違い、すなわち親水／疎水バランスの相違によるものと推察される。このことは、図4に示した繊維内部がナイロンよりも疎水性であるアセテートのK/S- λ 曲線からも支持される。アセテートの場合、pH4.0と7.0ではナイロンの場合と同様に $\text{-NH}_3^+\text{X}^-$ 型分子と -NH_2 型分子が混在している曲線を示したが、pH11.0では480nm付近に最大吸収波長とするピークが先鋭化しており、ナイロンの場合よりも -NH_2 型分子の比率が高いことがわかる。すなわち、この結果は染着座席のpH環境に座席周辺構成分子の親水／疎水バランスが深く関与し、疎水性であればあるほど繊維内pHは見かけ上アルカリに偏ることを示唆するものである。

3. 4 染色溶液中の添加塩による染着状態への影響

ところで、羊毛ではpH11.0で染色した場合においても、BSBはアミノ基の一部がプロトン化された状態で添加塩の X^- とイオン結合した $\text{-NH}_3^+\text{X}^-$ 型の分子状態をとっていると考えられた。そこで、染着座席周辺の環境に吸着共存イオンが影響をおよぼすかについて検討した。

3. 4. 1 ナトリウム塩

まず、ナトリウム塩について調べた。塩には酢酸ナトリウム、リン酸水素ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウムを使用した。繊維試料には図5で使用した羊毛とナイロンを用い、染色はこれまでの方法に従って染浴pHを7.0と11.0で行った。ただし、pHの影響を考慮して水洗せずに余分な溶液を濾紙で吸い取り風乾させた。図6に酢酸ナトリウムでの結果を示す。

この図のK/S- λ 曲線を図5の硫酸ナトリウムのそれと比べると、羊毛ではほぼ同じと見なせたが、ナイロンではpH7.0において硫酸ナトリウムでのpH4.0の曲線に近い曲線となった。このことから、羊毛では硫酸ナトリウムと酢酸ナトリウムのイオン種の違いは、染着BSBの分子状態に影響おおよぼしていないが、ナイロンでは若干影響が異なることわかる。

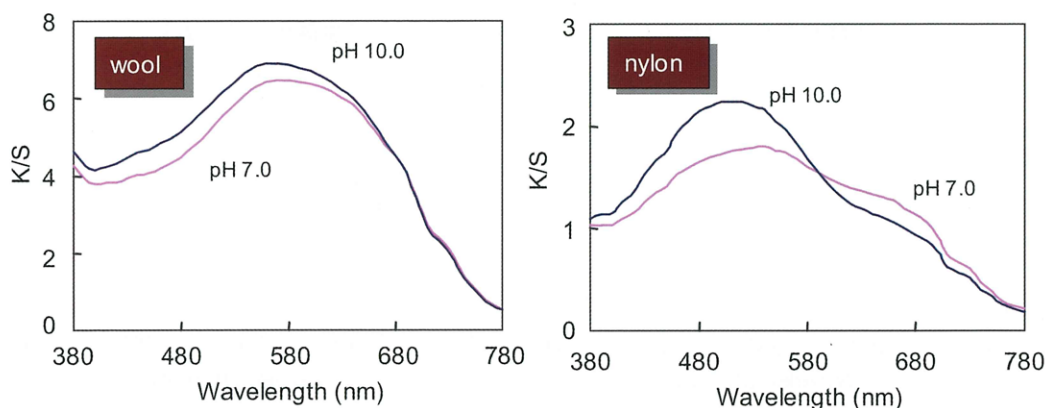


図6 pH7.0および10.0に調整したBSBエタノール／酢酸ナトリウム水溶液で染色した羊毛布およびナイロン布K/S- λ 曲線。(染色条件：浴比1：40、30℃、30分)

次に、リン酸水素ナトリウムでの結果を図7に示したが、羊毛ではpH10.0の曲線が前2者の塩での曲線と明らかに異なり、pH10.0で染色したナイロンの曲線とほぼ同型の曲線となっている。それに対して、ナイロンでは酢酸ナトリウムの場合と類似した曲線となっている。このことから、リン酸水素ナトリウム水溶液（pH10.0）では、羊毛に染着したBSBはナイロンと同様の分子状態で染着していることが示唆される。

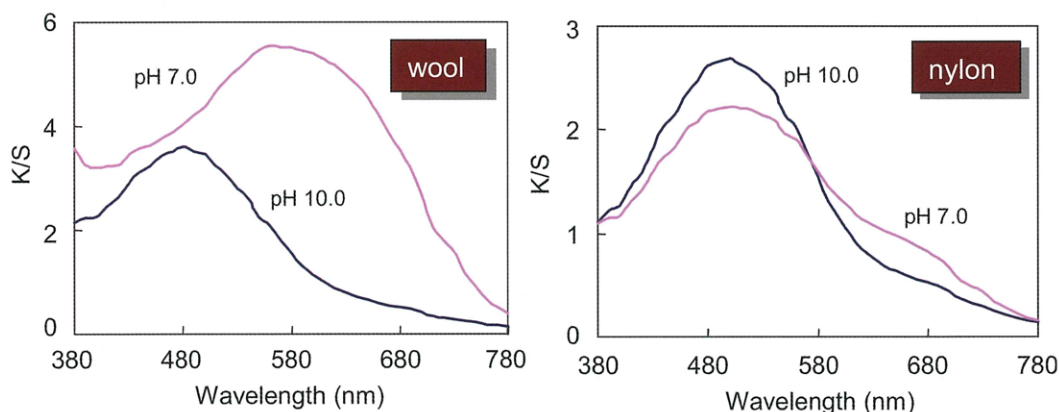


図7 pH7.0および10.0に調整したBSBエタノール／リン酸水素ナトリウム水溶液で染色した羊毛布およびナイロン布K/S- λ 曲線。(染色条件：浴比1：40、30℃、30分)

さらに、炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムでのpH10.0での結果を図8に示す。

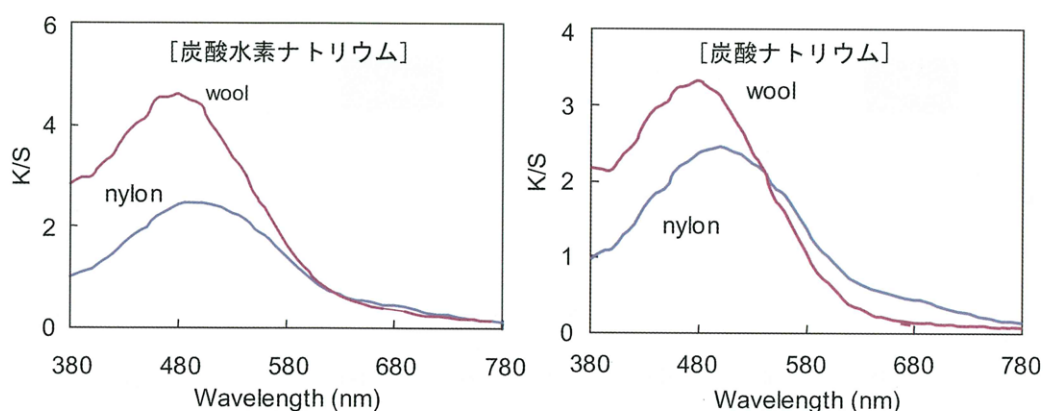


図8 pH10.0に調整したBSBエタノール／炭酸水素ナトリウムおよび炭酸ナトリウム水溶液で染色した羊毛布およびナイロン布K/S- λ 曲線。(染色条件：浴比1：40、30℃、30分)

図から明らかなように、いずれの繊維においてもリン酸水素ナトリウムの場合と同様の曲線となっており、pH10.0では染着BSBの分子状態が、硫酸ナトリウム、酢酸ナトリウム共存系とは異なることがわかる。

3. 4. 2 アンモニウム塩

次に、アンモニウム塩の影響を調べた。アンモニウム塩には、リン酸水素アンモニウムと炭酸水素アンモニウムを用いた、染色はこれまでと同様にpH10.0で行った。得られた結果を図9に示した。

アンモニア塩の場合、羊毛、ナイロンともに染色直後は赤色であったが、乾燥とともに青みが強くなる現象が認められた。これはアンモニアが気化したことが原因である。したがって、図9の結果はアンモニアが気化した後の状態を示している。この結果から明らかなように、羊毛の場合はいずれのpHでも硫酸ナトリウムで染色した染色布に近いK/S- λ 曲線となった。一方、ナイロンでは、完全にブルーシフトしておらず異なる染着状態の染料が混在していることがわかる。

ここで、ナトリウム塩とアンモニウム塩での現象の違いについて整理すると次のように考えることができる。リン酸水素ナトリウムと炭酸水素ナトリウムを添加した場合、羊毛に染着したBSBは主に560nm付近に最大吸収波長を持つ電子分布となる $-\text{NH}_3^+\text{X}^-$ 分子として赤味を帯びた色相に染まる。それに対して、リン酸水素アンモ

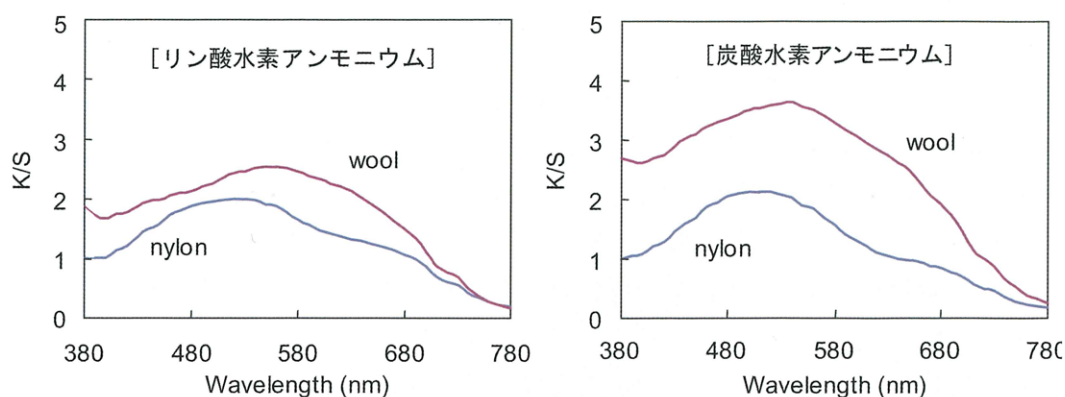


図9 pH10.0に調整したBSBエタノール／リン酸水素アンモニウムおよび炭酸水素アンモニウム水溶液で染色した羊毛布およびナイロン布K/S- λ 曲線。(染色条件：浴比1：40、30℃、30分)

ニウムと炭酸水素アンモニウムを添加した場合には、染色直後は繊維内に吸着したアンモニウムイオンと対イオンである X^- とイオンの相互作用することで、大部分のBSBが $-NH_2$ 分子状態で存在するため、染色布は赤味を帯びた色相となった。その後、乾燥にともないアンモニアが気化することによって大部分のBSBがプロトン化され、対イオンの X^- と結合した $-NH_3^+X^-$ 型分子状態となり青味を帯びた色相に変化した。見方を換えると、リン酸塩と炭酸塩では、染色直後の現象からBSBの染着分子状態には添加塩の陽イオンの種類は影響をおよぼさないと考えることができる。

以上の知見を総合すると、染着座席の周辺環境がより疎水性であるナイロンでは、染浴pHが異なっても染着後のBSBの分子状態は共存陰イオン種の影響を余り受けないのに対して、より親水性である羊毛では、染着後の分子状態が染浴pHだけでなく、共存陰イオン種によっても影響を受けるといえる。

すなわち、リン酸塩および炭酸塩で染色した場合は、BSBの $-NH_3^+$ より水素が引き抜かれた $-NH_2$ 型分子状態で染着していると考えられる。それに対して、硫酸塩および酢酸塩で染色した場合は、浴pHが11.0であったとしてもBSBのアミノ基の大部分がプロトン化しており、その $-NH_3^+$ と添加塩の X^- とがイオン結合した $-NH_3^+X^-$ 型分子状態で染着していると考えられる。

なお、図5～9での結果から、同一pHでの染着量(K/S値)が添加塩の種類により異なっていたが、その一因として染着BSB分子の分子状態によってモル吸光係数が異なることが考えられるものの、詳細は不明であり今後の課題として検討する必要

があると考えている。

4. 結 論

BSBにより各種繊維を染色（pH7.0）した結果、染色試料は色相で2つのグループに分けられた。一つは、羊毛、絹、レーヨン、もう一つはナイロン、アセテートであった。この違いは繊維内部の親水／疎水バランスの差異によるもので、ナイロン、アセテートに染着したBSBは大部分が脱プロトン化した-NH₂型分子状態で吸着していると考えられた。

それに対して、羊毛に対するBSBの染着挙動であるが、染浴pHおよび添加塩の種類により染着状態が異なり、それにより色相がかなり変化することがわかった。具体的には、pH4.0～pH9.0とpH10.0以上で色相が異なった。この色相の違いはBSBのアミノ基のプロトン化状態に依存し、pH4.0～pH9.0では添加塩の種類にかかわらず、-NH₃⁺と添加塩のX⁻とがイオン結合した-NH₃⁺X⁻型分子状態で染着していると考えられるのに対して、pH10.0以上では、硫酸塩と酢酸塩は主に-NH₃⁺X⁻型分子状態で、リン酸塩と炭酸塩では大部分が-NH₂分子状態で染着していると考えられた。

また、添加塩の陽イオン種であるナトリウムイオンとアンモニウムイオンは、見かけ上プロトン化に影響をおよぼすものと思われるが、これはアンモニアの揮発性によるものであり、添加塩の陽イオン種はプロトン化には影響をおよぼさないものと考えられた。

文 献

- 1) 上甲恭平、桑原里実、吉勝友美、坂田佳子、繊維学会誌、63, 205-211 (2007)
- 2) 桑原里実、上甲恭平、繊維学会誌、投稿中
- 3) M.Dolinsky, C.H.Wilson, H.H.Winsneski, and F.X.Demers, J. Soc. Cosmetic Chem., 19, 411-422 (1968)
- 4) H.H.Tucker, J. Soc. Cosmetic Chem., 18, 609-628 (1967)
- 5) J.F.Corbett, Proc. Joint Conf. Cosmet. Sci., 159-178 (1968)
- 6) J.F.Corbett, J. Chem. Soc., B, 818-812 (1969)
- 7) J.F.Corbett, J. Soc. Cosmetic Chem., 20, 253-263 (1969)
- 8) J.F.Corbett, J. Soc. Cosmetic Chem., 23, 683-692 (1972)
- 9) M.Altan, and M.M.Riger, J. Soc. Cosmetic Chem., 19, 141-148 (1968)

コチニール色素カルミン酸の羊毛に対する染着性

— 染色に及ぼす羊毛繊維の構成成分 —

坂 田 佳 子

1. 緒 言

今までに、ログウッドの色素ヘマテインを用いて絹、羊毛に対する染着性について研究を重ねてきた。それらの実験の中で、同条件で染色した絹と羊毛布の色調が異なることを見出し、その原因の究明を行ったところ、羊毛繊維構造内の色素の染着領域と考えられる細胞膜複合体（CMC）に含まれる微量金属が影響を及ぼしていることが明らかになった¹⁾。

本研究では、コチニール色素のカルミン酸を用いてヘマテイン染色時と同様に微量金属の影響が見出されるのか、また、その金属種の追及も合わせて絹と羊毛および改質処理羊毛の染着性を比較し検討を行った。

使用したカルミン酸は、中南米のサボテンに寄生するエンジムシ（*Dactylopius coccus*）の雌から得られるコチニールの主成分色素である。コチニール色素の歴史は非常に古くインカ帝国の時代から羊毛を緋色に染めるために使用され、ヨーロッパに渡ると稀少な染料として珍重され高位の聖職者の式服などが染められた。また、日本においては、安土桃山時代にはコチニールで染色されたラシャが輸入され武將に好まれたと云われている。

カルミン酸の構造を図1に示す。カルミン酸は、天然のアントラキノンでは珍しいC-配糖体（グルコシド）で分子内に1つのカルボキシル基と4つの水酸基の計5つの酸性基を有している。この構造から色素と金属はキレート形成が可能で、一般に絹、羊毛を染色する場合は先媒染法が用いられ、スズで赤、アルミで青味の赤が得られる^{2,3)}。

本実験では、試薬カルミン酸を用いて下記①～③の順に実験を進め羊毛の染着挙動の知見を得ると同時に染色におよぼすCMC構造内の微量金属イオンの影響について調べた。

① 染浴pH、温度を変えて絹と羊毛の染色を

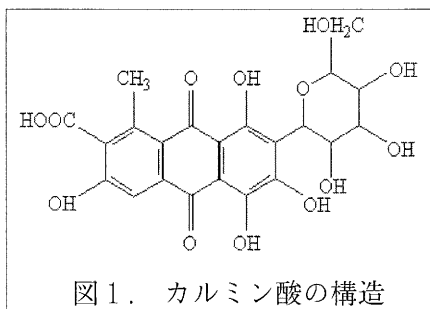


図1. カルミン酸の構造

行い、研究目的に見合う染色条件を決定する。

- ② ギ酸や機械粉碎による改質処理羊毛の染着性の比較から、CMCの構成成分である微量金属の影響の有無を確認する。
- ③ 絹布を羊毛繊維の含有微量金属の中でも含有量の多い亜鉛、鉄、銅で先媒染後に染色し、測色で求めたK/S- λ 曲線と羊毛染色布を比較する。

2. 実 験

2.1 試 料

染色に用いた羊毛布は、モスリン（密度：タテ30本／インチ、ヨコ35本／インチ、目付け148.64g/m²、（株）クロツツ・ベッケルト・ジャパン）をドデシル硫酸ナトリウム溶液（1％）で処理乾燥後、染色に供した。また、コルテックス細胞は同羊毛布を高速回転衝撃粉碎器（P-14 ロータピ・スピードミル）を用い粉碎したものを使用した。絹布は 染色試験用絹羽二重（密度：タテ135本／インチ、ヨコ98本／インチ、目付け55.13g/m²、（株）色染社）をそのまま使用した。

2.2 試 薬

染色には試薬カルミン酸（東京化成 製）を使用し、各染浴の pH調整にはミカエリスバルビツールBufferを使用した。その他、ギ酸、エチレンジアミン四酢酸二水素ナトリウム（EDTA）や 硫酸第一鉄、硫酸銅、硫酸亜鉛など 実験に用いた試薬はいずれも試薬1級あるいは特級を使用した。

2.3 染色方法

カルミン酸の染色溶液は、各pHのミカエリスBufferを溶液量に対し約1/3量を加えてpH3～9の染液を調整した（濃度： 2.0×10^{-4} mol/L、 4.0×10^{-4} mol/L）。試料の絹、羊毛布ともに染色前（2hr）から染浴pHと同じBuffer液に常温で浸漬し、染色直前に1～2 min沸騰処理後、濾紙で水分を除去した。染料溶液と各試料を共栓付三角フラスコで浴比1:100、60 min、所定温度で振とう染色した。染色後試料を取り出し、染浴と同じpHのBuffer液で2回洗浄後、自然乾燥した。なお、先媒染布染色後のpH3～9の後処理は7種の各Buffer液に浴比1:50で1hr浸漬後取り出し、ろ紙上で自然乾燥した。

2.4 羊毛布のギ酸処理

ギ酸処理は、羊毛布を98-99%ギ酸溶液（浴比1：90）に浸漬し、常温で48hrゆっくり攪拌した。取り出した羊毛布をイオン交換水で水洗後、0.3%アンモニア溶液中で中和させた。さらに、蒸留水中で24hr浸漬後、脱水、自然乾燥した。

2.5 羊毛布の金属封鎖剤（EDTA）処理

予め蒸留水中で30 min浸漬した羊毛布を処理直前に1～2 min沸騰膨潤後、濾紙で水分を除きEDTA（0.1mol/L）溶液中で浴比1：50、常温、24hr浸漬処理した。処理後1Lの蒸留水で2回洗浄し、自然乾燥した。

2.6 絹布の金属先媒染

3種の金属溶液、硫酸第一鉄、硫酸銅、硫酸亜鉛（濃度： 4.0×10^{-3} mol）は各々1/10N水酸化ナトリウムでpH5.5に調整した。バットに浴比1：100となるよう各溶液と染色絹布1枚を入れ、24hr常温浸漬後取り出した。媒染後の染色絹布は、ろ紙上で自然乾燥した。

2.7 染色布の染料表面濃度の測定

染色布は、同時測光方式分光測色計（（株）日本電色、SQ-2000）を使用して表面反射率の測定を行い、Kubelka-Munk関数により得られた染料表面濃度（K/S値）を求めた。また、染色前後の染浴の吸収スペクトルは分光光度計（（株）日立、U2010）で測定した。

3. 結果と考察

3.1 カルミン酸の染色性に及ぼすpHおよび温度の影響

本研究の目的に見合う染色条件を決めるために、Bufferで調整したpH3～9のカルミン酸溶液で、染浴温度40℃と70℃で絹と羊毛布の染色実験を行った。染色の結果、絹、羊毛ともにpH7以上の染浴ではほとんど着色が認められなかったため、pH3、4、5、6の絹と羊毛染色布の測色結果を図2-3に温度別にK/S- λ 曲線で示す。

まず、図2の40℃の場合では、絹、羊毛ともにpH3のK/S値（ λ 490nm）が最大を示し羊毛は絹に比べ約2倍と表面濃度が高いが、pHが高くなるに従い両者ともK/S値は低下した。試料ごとにみると、絹はpHが変化してもそのピーク波長500nmはほと

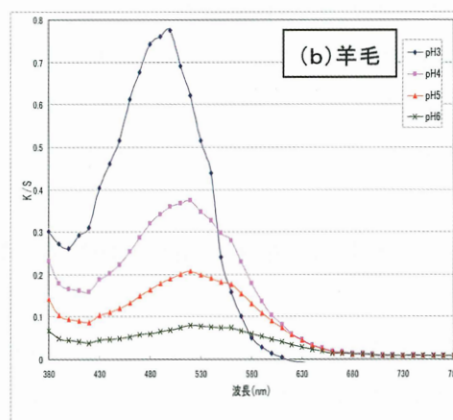
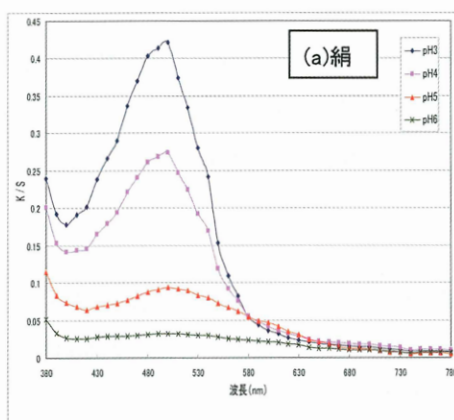


図 2. カルミン酸染色布の K/S- λ 曲線
pH3-6, 濃度: 2.0×10^{-4} mol/L, 60min, 40°C

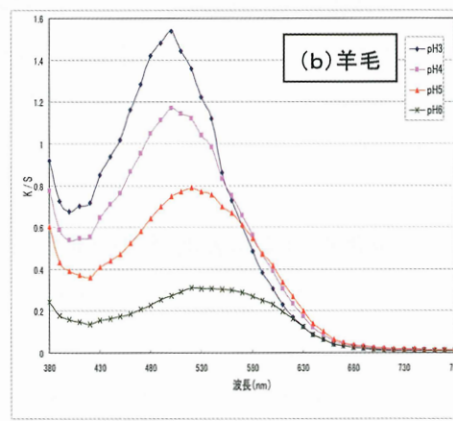
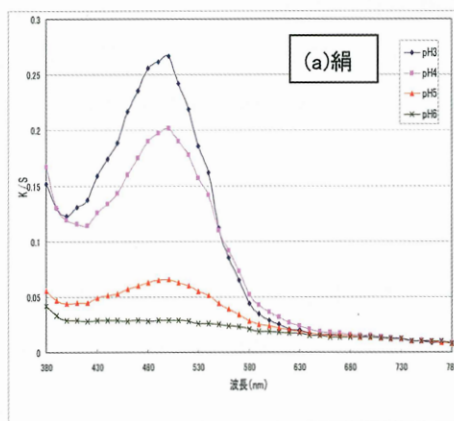


図 3. カルミン酸染色布の K/S- λ 曲線
pH3-6, 濃度: 2.0×10^{-4} mol/L, 60min, 70°C

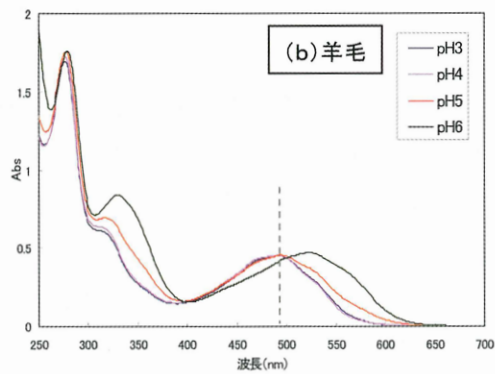
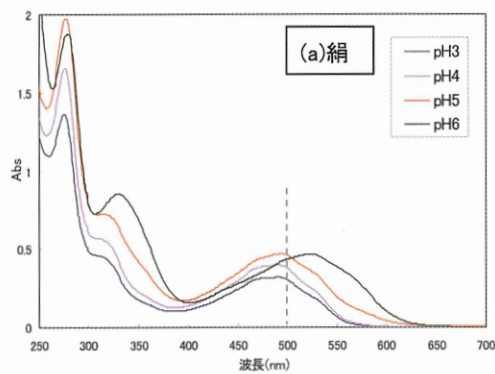


図 4. カルミン酸染色後の染浴吸収スペクトル
pH3-6, 60min, 40°C

んど変わらず、図3の70℃においても40℃と同様の傾向を示すが、40℃よりも吸着は大きく低下した。一方、羊毛の場合は、pHが高くなるに従い、ピーク波長500nmは徐々に長波長シフトが認められ、40℃よりも70℃のK/S値が高く、加温により吸着は大きく増加し絹とは反対の傾向を示した。羊毛が絹よりも表面濃度が高くなる理由は、繊維の塩基性基（アミノ基）の含有量（絹：0.15当量/Kg,羊毛：0.82当量/Kg）⁴⁾の差によるものと考えられ、pH3の酸性浴中でもカルミン酸のカルボキシル基（-COOH）が解離してカルボキシアニオン（-COO⁻）となり、繊維との結合は繊維中のアミノ基（-NH³⁺）とのイオン結合が主であることを示唆している。なお、pHが高くなるに従い吸着が減少するのは、染浴中のプロトン減少に伴う繊維内アミド結合の一端カルボキシアニオン（-COO⁻）の増加による色素アニオンとの反発によるものであろう。

温度による絹と羊毛の染着性の差については、両者の繊維構造の違いによる影響と考えられる。すなわち繊維構造が比較的単純な絹は表面吸着が主となり、低温のときは繊維の周囲の水分子の結合が強く染料は繊維内に浸透吸着するが、温度が高くなると水分子の結合が弱まるため一旦吸収された染料が浴中にはき出されて吸着の進行が阻害される。しかし、複雑な階層構造をもつ羊毛の場合は、加温に伴い繊維内部にまで浸透が進むため絹のように容易に染料がはき出されず吸着が促進されることが伺える。

ここで、もう一つ注目すべきことは、絹はpH変化によりピーク波長が一定であるのに対し、羊毛のピーク波長はpHが高くなると長波長シフトを示したことである。その原因の所在を明らかにするため、K/S- λ 曲線と染色時の残浴の吸収スペクトルと対応させて見比べた。図4の絹、羊毛染色後のpH3～5の吸収スペクトルから明らかのように、カルミン酸カルボキシル基の解離促進による吸収波長がシフトするpH6を除けば、絹はK/S- λ 曲線と残浴吸収スペクトルのピーク波長は500nmに現れ両者は対応しているが、羊毛はK/S- λ 曲線のピーク波長は長波長シフトが認められるのに吸収スペクトルのピーク波長は500nmと一定で、染色布の色目と対応していないことがわかる。このことは、羊毛の繊維内部に原因があることを示し、カルミン酸染色時に繊維構造内の成分が呈色に影響を及ぼしていることが明らかになった。

以上の結果を参考に、以降の染色条件には羊毛の構成成分の影響が現れやすい染浴pH5、温度40℃を用いた。

3.2 カルミン酸染色における羊毛と改質処理羊毛のK/S- λ 曲線

羊毛繊維中の染色時に影響を与える構成成分として、細胞膜複合体に含まれる微量元素が考えられる。そこで、羊毛布をギ酸および金属封鎖剤（EDTA）で処理したものと機械粉碎したコルテックス細胞を用いて同条件で染色した結果を図5.(a)に示す。なお、ギ酸処理では非ケラチンタンパク質や脂質が抽出されてCMC構造が崩れていると云われ、コルテックス細胞は、粉碎による未分割の繊維片やクチクル細胞などの組織成分の混合物である。図から明らかなようにギ酸とコルテックス細胞は未処理羊毛に比べてK/S値は大きく増大した。これは改質処理に伴い色素が繊維内部に浸透しやすくなると同時に、カルミン酸とイオン結合する繊維内の染着座席となるアミノ基の絶対量が増加したことによると考えられる。また、ギ酸やコルテックス細胞の曲線には主波長のピーク（ λ 520nm）と微弱なショルダーピーク（ λ 560nm）が認められる。この2つのピークは、短波長側（ λ 520nm）が色素カルミン酸のピークを表し、長波長側（ λ 560nm）がカルミン酸と金属の結合によるものと推測で

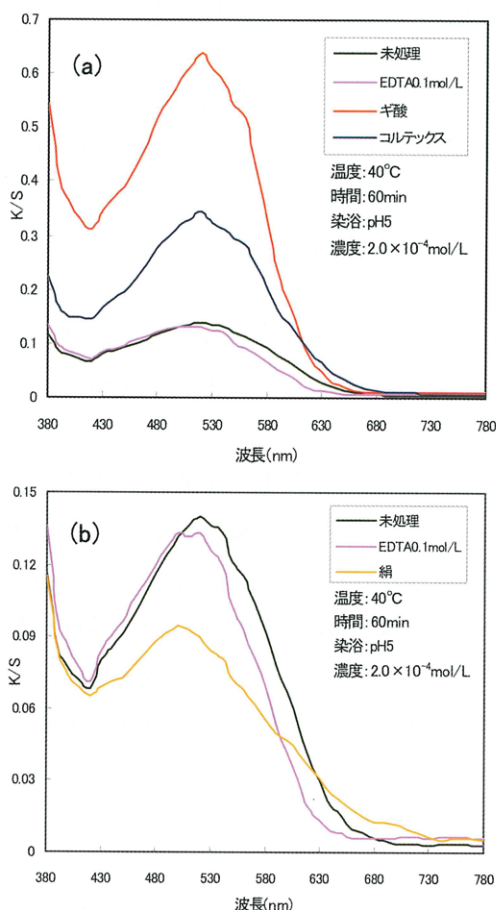


図5. カルミン酸染色改質処理羊毛のK/S- λ 曲線、(a)：未処理羊毛、EDTA、ギ酸処理、コルテックス細胞(b)：EDTA、未処理羊毛と絹布

きる。ここで図中のEDTA処理曲線は未処理羊毛曲線と形が酷似しているため、図5.(b)に同じ2本の曲線と染色絹布も加えてK/S軸のスケールを拡大したものを示した。図から明らかなように未処理羊毛の吸収ピーク波長は λ 520nmに認められるが、EDTA処理羊毛のそれは短波長側の λ 500nmに若干シフトし、それは絹布のピーク波長とほぼ一致した。また、EDTA処理羊毛は曲線のピークを境に λ 520nm~680nmのK/S値が全体に低下した。このような結果は羊毛繊維中の金属イオンをEDTAで封鎖

すると繊維内部は構成成分に金属を含まない絹と吸着メカニズムが似てきたことが考えられる。すなわち微量金属の影響がほとんど無くなっていることを示しており、カルミン酸染色においてもCMC中の微量金属イオンの影響を確認した。

3.3 先媒染カルミン酸染色絹布のK/S- λ 曲線

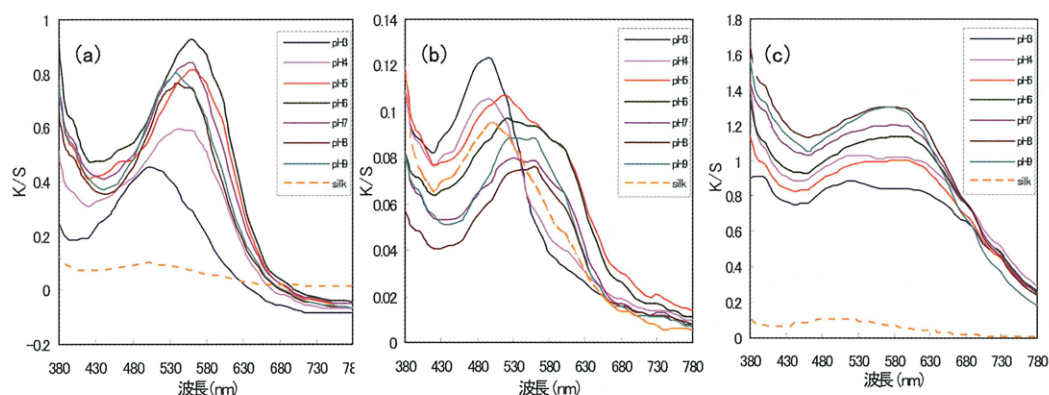


図6．先媒染染色絹布のK/S- λ 曲線、Cu(a)、Zn(b)、Fe(c)
pH 3 - 9、カルミン酸濃度： 2.0×10^{-4} mol/L、pH 5、40℃、60min

3.2の結果を受け、カルミン酸染色に影響する羊毛繊維CMC内の金属種を特定するため、繊維構造に金属を含まない絹を羊毛繊維のICP-AES分析⁵⁾により得られた微量金属中の含有量の多い金属種から、亜鉛(93ppm)、鉄(11ppm)、銅(3.2ppm)を選び先媒染後に染色した。染色後、繊維内部pHによる色素と金属の結合(錯体)の安定性を見るためpH 3～9の各Buffer液で処理を行い検討した。

図6に銅、亜鉛、鉄媒染染色絹布の各K/S- λ 曲線を示す。最初に銅の場合、pH 3は未処理絹布の曲線と類似しピーク波長も同じため、この曲線は銅とカルミン酸が未結合の状態と考えられるが、pH 4になるとピーク波長は長波長シフトし、これは銅と結合した形とみなすことができる。さらにpH 5～7の曲線ではより鮮明なピーク(λ 560nm)が現れ、結合はより安定な状態を示していると考えられる。続いて、亜鉛の場合ではpH 3、4のピーク波長は λ 500nmに在り、これは未処理絹布と同様のため亜鉛と色素が結合していない曲線とみなせるが、pH 5以上のピーク波長は長波長シフトし、 λ 520～560nmに現われるブロードなピークが色素との結合の形を示していると考えられる。最後に鉄の場合は、pHが高くなるに従いK/S値は徐々に増加するがブロードな曲線の形は大きく変化せず、色素との結合は安定であることが伺える。

3.4 先媒染カルミン酸染色絹布と染色羊毛布のK/S- λ 曲線

前述したように3種の金属とカルミン酸の各pHにおける結合状態が明らかになった。そこで、媒染染色絹布のK/S- λ 曲線の中からいずれの金属とも結合していると考えられるpH 7 後処理の曲線を、形が明らかに他と異なる鉄を除いて、染色羊毛と絹（無媒染）も含めて図7. (a) に示した。なお、銅の曲線はK/S値が他に比べ高いため値を1/4に縮小したものである。図中のpH 7 後処理の亜鉛と銅の曲線は無媒染染色絹のピーク波長500nmとは異なり、両者ともに色素と結合した形を示している。また、染色羊毛は λ 520nmの主ピークと λ 560nmにショルダーピークが認められ金属の影響が現れている。そして、染色羊毛の曲線の金属錯体と推測できる λ 560nmのピークに注目すると、それは亜鉛と銅の曲線にも同波長のピークを包含しているため両者どちらの金属の影響かを特定するのは困難である。そこで、図7. (b) にpH4 後処理のK/S- λ 曲線を示した。この図から明らかなように銅の曲線は λ 560nmにピーク波長が認められ色素との結合の形を表しているが、染色羊毛は金属と結合していない曲線の形を示している。すなわち染色羊毛の曲線に銅のピークは検出できず亜鉛とほぼ同波長にピークを有する類似曲線となった。

以上の結果から、カルミン酸染色において羊毛繊維の染色に影響を与えるCMC構成成分の微量金属イオンは亜鉛であることが明らかになった。

4. 結 論

従来から、羊毛繊維の染着機構について酸化型染料を用い調べていく中、羊毛繊維の構成組織が深い関係をもつということが徐々に解明されてきた。それは、コルテッ

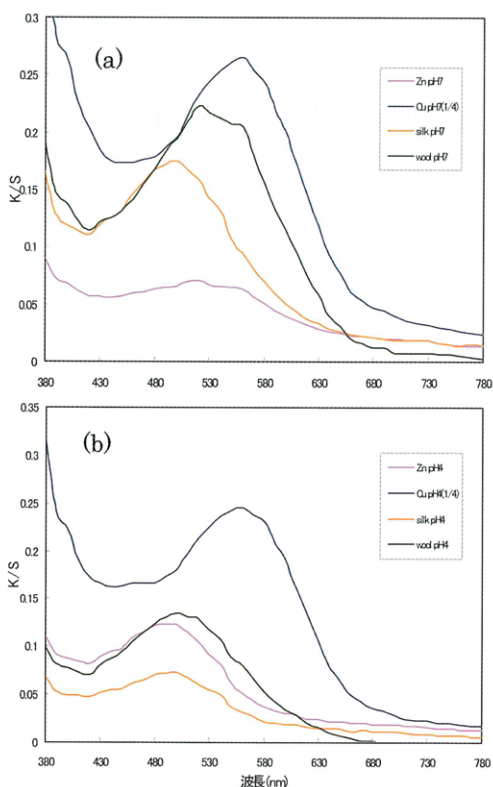


図7. 金属(Cu、Zn)先媒染絹布と羊毛、絹染色布のK/S- λ 曲線、pH 7 後処理(a)、pH 4 後処理(b)

クス細胞を包む細胞膜複合体（CMC）が重合反応した酸化型染料の染着領域として働いていること。また、その組織成分の微量金属イオンが触媒として酸化反応に重要な役割を果たしていることなどである^{6, 7)}。それらの研究成果を基に天然染料ヘマテインの羊毛染色布の色調は羊毛の繊維構造内のCMC構成成分である微量金属イオンが染色布の呈色に影響を与えていることを確認した。

本研究では、カルミン酸染色羊毛布に及ぼす羊毛繊維の構成成分の究明を金属に焦点を当てて検討した。最初に、未処理羊毛、ギ酸処理羊毛およびコルテックス細胞の染着性の比較から含有微量金属が染色布の呈色に影響を与えていることを確認した後、羊毛繊維のCMCに含まれる3種の微量金属（亜鉛、鉄、銅）を用いて絹布を先媒染し、染色後繊維内部をpH 3～9に調整した染色布の色目をK/S-λ曲線で表し羊毛染色布と比較を行った。その結果、後処理pH7の場合は羊毛染色布の曲線と鉄の曲線とは大きく異なり鉄は除外できるものの、銅か亜鉛のどちらか見極められなかった。しかし、後処理pH 4の各曲線を比較したところ、羊毛染色布の曲線に銅のピークが含まれていないことが分かり、羊毛の染色には3種の微量金属の中、主に亜鉛が寄与していることを見出した。

謝 辞

おわりに、本研究にご協力いただきました京都女子大学家政学部 今城 美波、久賀 美帆子（H20卒業）、宋 菜保子、本谷 麻衣氏（H21卒業）に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 坂田佳子、繊維学会誌、Vol.66、74-77（2010）
- 2) 林 孝三：「植物色素」、pp.416-417、（株）養賢堂（1991）
- 3) 坂田佳子・長嶋直子・片山 明、日本蚕糸学会誌、Vol.67、117-121（1998）
- 4) 皆川 基：「絹の科学」、p.119、関西衣生活研究会（1981）
- 5) 吉勝友美・坂田佳子・上甲恭平・菅井實夫、繊維学会誌Vol.63、264-270（2007）
- 6) 吉勝友美・坂田佳子・上甲恭平、繊維学会誌Vol.64、244-251（2008）
- 7) 上甲恭平・吉勝友美・坂田佳子、繊維学会誌Vol.66、63-67（2010）

天蚕糸と家蚕糸の交織織物を用いた黄金色染めの研究

麓 泉

1. 緒 言

黄金色に対する人類の憧れは強く、世界遺産の平等院（京都府宇治市）においても、仏像の台座内に納められている絹織物片に、10～11世紀頃の金糸が使われていることが最近になってわかった¹⁾。中国からの輸入と考えられているが、かなり古い時代から仏具や装身具のみでなく、織物にも黄金を採り入れようとしていた動向がうかがわれる。中国では金箔糸を用いた織物を織金とよび、宋時代に始まったその豪華な織物は「金欄^{きんらん}」として知られている²⁾。

金糸を使わず、染色によって黄金色を得ようとする試みは、古代ギリシャでサフランの雌蕊を用いておこなわれ、当時の権力階層における社交界女性の典型的な服飾であったといわれる³⁾。

本研究は、色素物質を用いた染色によって黄金色の織物を得ようとする目的において、天蚕糸は家蚕糸に比べると光沢が著しいので黄金色を染めるのにふさわしいのではないかという考えから始めた。

天蚕糸の染色性については、家蚕糸よりも染まりにくいとされているが、これまでの著者の研究によると、非ミーリングタイプの合成酸性染料は、飽和染着量が家蚕糸よりも大であるにもかかわらず、染着速度が小であるために、通常行われている家蚕糸に対する染色方法を用いる限りにおいて、染まりにくいという評価につながる事がわかっている⁴⁾。

天蚕糸はまた、蚕の飼育や繭からの製糸が容易でなく、生産量が少ないために高級絹糸として差別化されており、特有の光沢と染まりにくさから、未染色のまま縫製用緯糸などに利用されることが多い。したがって、その高価値性を踏まえ、あえて天蚕糸100%織物を用いずに、家蚕糸を経糸とし、緯糸を天蚕糸とした交織絹布について、天蚕糸の特徴を生かすことを期待して黄金色染めを行った。

染料には、草木染めにこだわらず、合成染料のミーリング型酸性染料をも数点使用して染色し、それらの表面色を、金箔の色を代表とした黄金色の色度、および吸光スペクトルと比較し検討したので、結果について報告する。

2. 染色試験

2. 1 材 料

2. 1. 1 天蚕糸・家蚕糸交織布

鳥取県倉吉市において山陰野蚕研究所を主宰しておられた田中 汎氏（覚誉会の元委託研究員）から、同氏が作製に係わった緯糸：天蚕糸、経糸：家蚕糸の交織布をいただき、染色用の試料布とした。

2. 1. 2 標準黄金色

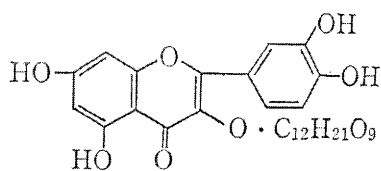
金沢市のカタニ産業(株)から、金上澄24K金箔を購入し、両面テープを用いて台紙に貼り付け、黄金色の標準色とした。

2. 1. 3 使用染料

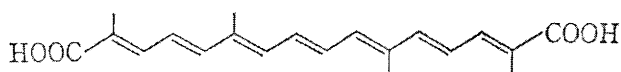
1) 天然染料

乾燥したエンジュの花蕾（田中直染料店）と、乾燥したサフランの雌蕊（スペイン産）を用いた。

エンジュの花蕾が含む主色素はフラボン系のルチンであり、サフラン（雌蕊）が含む色素は、カロチノイド系のクロセチンが配糖体となったクロシンである。



ルチン

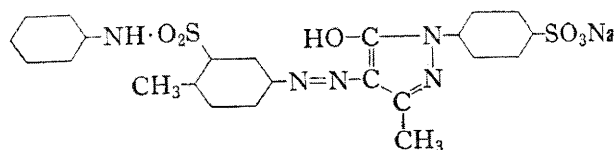


クロセチン

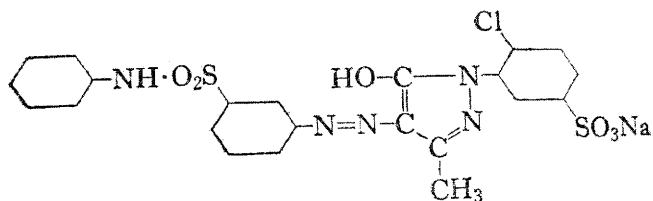
2) 合成染料

絹糸を染める合成染料としての代表格である酸性染料から、住友化学（株）製のミーリングタイプ黄色染料4種を選んだ。また、赤み付けにはオレンジ色染料1種を選んだ。著者のこれまでの研究によると、天蚕糸と物性の類似している柞蚕糸に対する場合、ミーリングタイプ酸性染料（以下、単に酸性染料と称する）の飽和吸着量は家蚕糸に対する場合とほぼ同じである⁴⁾。

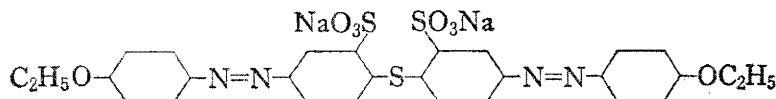
実験に用いた染料を次に記載する。



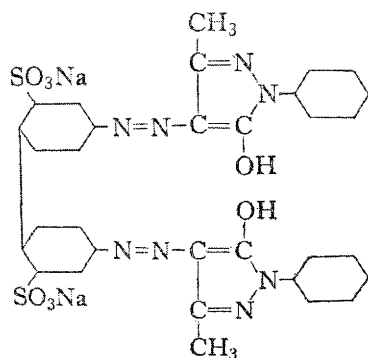
Suminol Fast Yellow R (C.I. Acid Yellow 25).



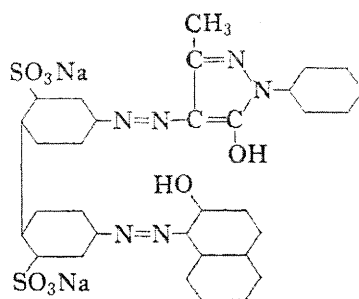
Suminol Fast Yellow 2GP
(C.I. Acid Yellow 29)



Suminol Milling Yellow O (C.I. Acid Yellow 38)



Suminol Milling Yellow MK
(C.I. Acid Yellow 42)



Suminol Milling Orange SG
(C.I. Acid Orange 56)

2. 2 染色方法

1) 天然染料による染色

試料布を約100倍量のモノゲン水溶液（3 g / l）にて60℃で15分間洗浄した後、天蚕糸を染めやすくする目的で、60倍量の希塩酸（2 % HCl）浴に室温で一昼夜間浸漬した。その後水洗し、マルセル石けん 5 % o w f、無水炭酸ソーダ 5 % o w f、トリポリリン酸ソーダ 1 % o w f を溶かした水溶液の60倍量（pH 9.5）にて、30分

間の沸騰精錬をおこなったのち、水洗した。

媒染には60倍量の明礬 $5\text{ g} / \ell$ 水溶液を用い、室温で2時間処理して水洗した。

染色には、エンジュの花蕾を試料布と同量用い、10倍量の水とと共に10分間煮煎して液を漉しとり、さらに二度の煮煎を繰り返して、合計三回の煮煎液を合わせ、水を加えて試料布の100倍量の染液とし、媒染済みの試料布を入れて80℃で20分間の染色を行った。さらに、3% o w f のサフランを15分間煮煎した液を用い、エンジュ染め残液の半量を添加して浴比100倍とした染浴内で75～80℃で20分間の染色を行い、放冷して水洗した。

また、これとは別に、サフラン10% o w f の煮煎液を用いて、浴比100倍、酢酸酸性（p H 5）で95～100℃、30分間の染色をしたサフランのみによる染色布も作成した。

2) 合成染料による染色

試料布をモノゲン水溶液($3\text{ g} / \ell$) にて70～80℃で15分間洗浄し、水洗した後、図1の凡例に記載する各所定量の染料を溶かした浴比100倍の水溶液の染浴で50℃から染め始め、80℃で約15分間染めてから試料布を一旦引き上げ、酢酸を添加してp H 5とし、さらに80～85℃で20分間染め、その後60℃まで徐冷して水洗した。

赤み付けのためにOrange系染料を少量添加する場合は、むら染めを防止するため、まずYellow系染料の所定量を溶かした水溶液の染浴で50℃から染め始め、5～10分後に70℃に達したなら、試料布を一旦引き上げてOrange染料溶液の所定量を染浴に加え、80℃に達するまで染めて、再び試料布を引き上げ、酢酸を添加して、p H 5.5～6とし、さらに80～85℃で20分間染め、その後60℃まで徐冷して水洗した。

2. 3 表面色の測色絹布に対する染色

染色した試料布の表面色の測色には、コニカミノルタ製COLOR READER CR-13、およびミノルタ製分光測色計CM-2600dを用い、 $L^*a^*b^*$ 値、および、スペクトル反射率を測定した。

なお、標準黄金色の金箔のほかに、市場に流通している疑似金箔（製造元不明）も参考のために測色した。

まず、 a^* 値と b^* 値から、色度図を作図して図1に、 L^* 値と、 C^* 値： $\sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ から、色調図を作図して図2に示した。

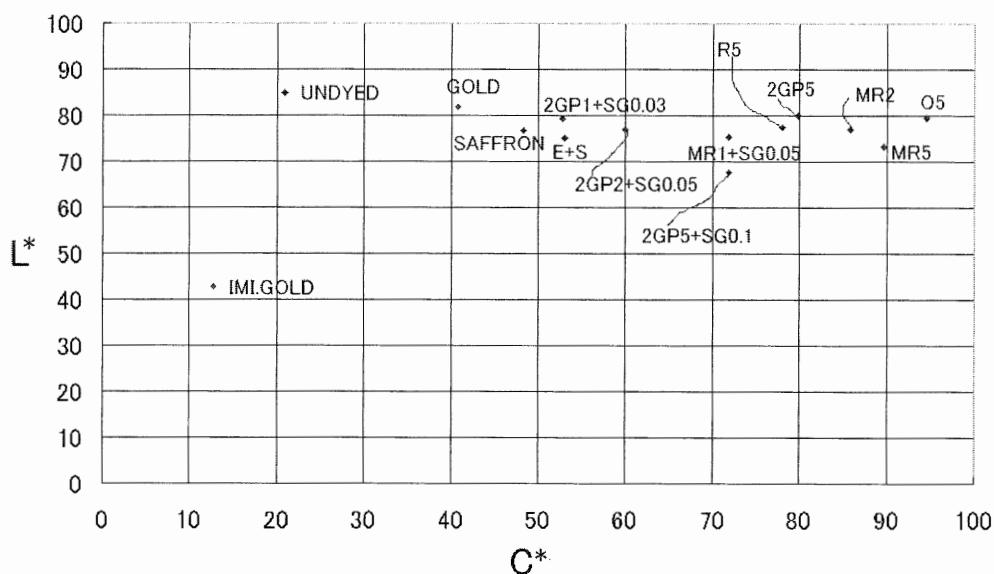


図2 色調図 (L*は明度、C*は彩度に相当する)

次に、360nm～740nmの10nm間隔で測定された各試料表面のスペクトル反射率から、色彩分析ソフト、彩チェックを用いて吸光スペクトルを作図し、図3に示した。

3. 結果の考察

図1の色度図を見ると、標準黄金色（金箔）の色度に最も近いグループとして、サフラン染め、エンジュとサフラン染め、そして、酸性染料によるSuminol Fast Yellow 2 GP 1% owf + Suminol Milling Orange SG 0.03% owfの配合染めがある。

また、これら三つの色のグループは、図2の色調図においても標準黄金色に近い位置にあるが、疑似金箔はどちらの図においても、真正金箔の標準黄金色からかなり離れた位置にあることがわかる。

このように、 $L^* a^* b^*$ 値の結果からだけみると、サフラン染めの色は視覚的にみてかなり標準黄金色に近く、酸性染料によっても、限りなく標準黄金色に近づけることが可能と判断される。

しかし、図3の吸光スペクトルを見ると、金箔は360nm～470nm付近にわたって吸収曲線が平坦で極大値が明確でないのに対し、酸性染料を用いた染色布には、それぞれに最大吸収波長が明確に認められる。

このことは、金箔の色が光の吸収に基づく色ではないことを実証していることを示

し、その一方、染料によって演色される黄金色が可視短波長の青紫系の光を吸収した結果によるものであることを示している。金属光沢のある疑似金箔フィルムにおいてさえも吸光ピークが存在しているので、ある種の顔料系物質が混入されているのであろう。

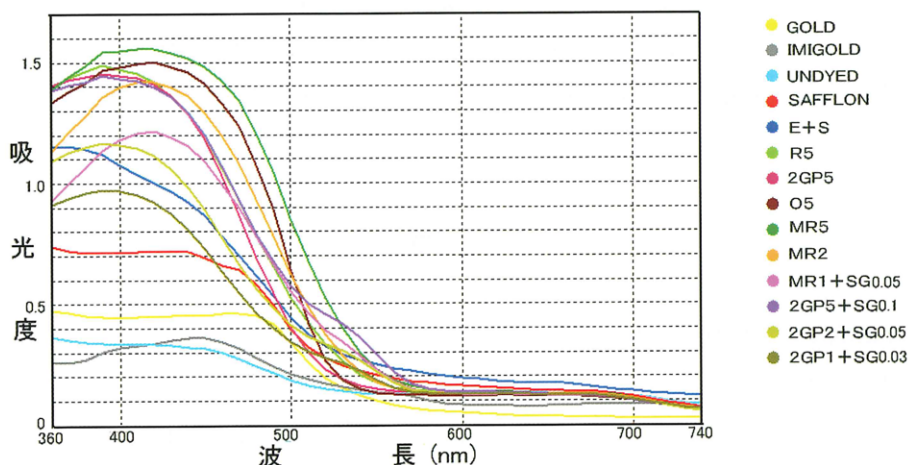


図3 吸光スペクトル

しかし、同じ図3において、サフラン染めの布は、金箔の吸光挙動に似て、可視部には明瞭な最大吸収波長を持っていないことが注目される。

古代ギリシャにおいて、サフラン染めが黄金色染めとして評価されていた理由は、その特徴的な吸光特性がもたらしたためであろうかと思われる。

結果的にみて、天蚕糸・家蚕糸交織布をサフラン色素のような染料を用いて染めることにより、視覚的にも、現象的にも黄金の色にきわめて近い色を得ることが可能であると結論できる。

5. ま と め

24金の金箔の色を標準黄金色とし、経糸に家蚕糸、緯糸を天蚕糸とする交織布について、天蚕糸による布の光沢を期待して、天然染料と合成酸性染料による黄金色染めを試みた。

その結果、それらの染料を用いることにより、色度感覚による金箔の色にかなり近い色を出せることがわかった。とくに、カロチノイド系の天然染料であるサフランを用いた染色では、可視部における最大吸収波長が不明確で、金箔と同様な吸光特性を有する黄金色が演色されたことが注目される。

なお、ここで一步引いて考える問題として、人々がイメージしている黄金色が、疑似金箔フィルムの測色値を見てもわかるように、純正金箔の色とかなりかけ離れた色度と色調の色であっても黄金色として認識され流通している点である。したがって、美的感覚によって黄金色を選ぶに任せるとしたならば、純金の色ではなく、別の色を黄金色として評価するかもしれないという疑念が生じる。

金箔とのテクスチャーが異なる織物では、なおさらその問題が大きいと思うが、この点に関しては、視覚による官能検査などを用いて統計的な判断をする必要があると考えられる。

文 献

- 1) 中日新聞：(2010年11月12日)
- 2) 切畑健：名物裂、3 (1994) 京都書院刊
- 3) J.Zahn：Bayer Farben revue. No.11J、染色工業；27、81 (1973)
- 4) 麓泉、岡本佳子：武庫川女子大学紀要 (自然科学)、38、41-48 (1990)

《執筆者紹介》



(所長)

氏名	麓 泉
職歴	武庫川女子大学教授
称号	工学博士
専攻	染色学
趣味	園芸



(研究員)

氏名	徳山 孝子
職歴	神戸松蔭女子学院大学准教授
称号	学術博士
専攻	色彩学 感性工学
趣味	フラワーアレンジメント



(研究員)

氏名	上 甲 恭 平
職歴	椋山女学園大学生生活科学部教授
称号	工学博士
専攻	染色機能加工学、ヘアケア科学
趣味	庭いじり、ゴルフ



(研究員)

氏名	坂 田 佳 子
職歴	京都女子大学准教授
称号	学術博士
専攻	染色学 アパレル管理学
趣味	茶道 愛犬の散歩

2011年3月31日 発行

発行所 公益財団法人 覚 誉 会

京都市中京区室町通御池南入

Tel 075 (211) 4171