

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

第 4 号

第 4 号

1992年 4 月

會 譽 賞
所 究 研 色 染 維 纖
集 文 論

栄 光

第 4 号

1992年 4 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

初代会長矢代仁兵衛翁の追想	(1)
---------------------	-----

論 文

天然染色の化学的研究 第18報 ヤマモモ樹皮染および成分色素配糖体ならびに色素による 比較染色について	(3)
..... 新 井 清	
天然染色の化学的研究 第19報 藍のロイコ硫酸エステル・アルカリ金属塩について	(21)
..... 新 井 清	
色彩と動物の生活	(35)
..... 加 藤 勝	
各種繊維の天然染料による染着性についてⅣ (P.E.G.) 水の混合染浴による藍の染色性	(39)
..... 相 宅 省 吾 原 幸 代 村 岡 雍 一 郎	
繊維および繊維製品についての考察Ⅳ 繊維とフラクタル幾何学(下)	(47)
..... 相 宅 省 吾 村 岡 雍 一 郎 井 上 清 博	
蚕繭紙について	(53)
..... 林 屋 慶 三	
夜の紅色 紅花染め作品の演色について	(59)
..... 麓 泉	
生花による染色 4	(69)
..... 渡 辺 久 子	

執筆者紹介

.....	(72)
-------	------

《 初代会長矢代仁兵衛翁の追想 》

平成3年2月、97歳の御高齢でご逝去されました前会長松田長三郎氏の後任の水渡英二でございます。どうかよろしくお願い申し上げます。

「財団法人覚悟会の育い立ち」は『葆光』第2号で既に記述されましたので、今回は弊財団の創設者で初代会長でいらっしゃる矢代仁兵衛翁に対する想い出を書きとどめさせていただきます。

矢代仁兵衛翁（京織物老舗の7代目社主）は明治26年のお生れで、岡山の旧制六高を経て、大正10年に京都大学法学部をご卒業になっておられます。

翁はご卒業のとき、宮中ご学問所御用係を務められた杉浦重剛先生より「四書五経」を学ぶ心で織物をつくるのが大切であると教育と鑒の重要さを教えられ、これが後日京都嵯峨野の地に女学校を創設される大きな動機となったようです。

昭和10年、かねて当時の京都府知事の川西実三氏より半ば冗談気味に要請のあった学校寄贈を遂に翁お一人の力でこれを実現するという快挙をなしとげられました。まことに驚くべきことでございます。京都の歴史に永くその名をとどめ、翁のご遺徳を顕彰すべきであろうと思います。

翁は当初「英国のイートン校」のような全寮制による少数精鋭教育を目指していらっしゃるに聞き及んでおりますが、学校の中心に「里仁軒」という名の茶室が設えられました。この里仁は翁が生涯をかけて、追い求めつづけられた理想の世界で学生達が常にマナーやルールを守りモラルを重んじるやさしい思いやりのある人間に成長してくれることを願ってこの茶室を「里仁軒」と名づけられました。まさに思い遣りの殿堂です。

また、翁は大へん宗教心厚く、昭和5年頃から神宮に関与され、昭和25年平安神宮の崇敬者総代に、更に昭和39年には奉賛会会長に就任され生涯神宮の維持発展に務められました。

翁のご奉仕の中で今なお忘れることのできないものの一つに平安神宮本殿焼失事件がございます。昭和51年1月9日の出来事です。本殿焼失によってご神体が果たして「燃えた」か「燃えない」かで、ジャーナリストよりの執拗な追求を受け神宮側としてはいよいよその回答に窮しておられたところ「平安神宮は人々が合掌する広場、ただそこに神というもののニオイがあればよいのです」という翁の助太刀精神論議によって執拗なジャーナリストも一瞬になりを静め一件落着。京都市民も何かしら胸のすく思いがする事件がございました。

また、翁は昭和49年に京都の御池室町に自社ビルをお建てになりました。よく見るとビルの一角にお茶飲み所が設えてあります。この施設をいち早く見つけたジャーナリストが「京の人情ゆかし……現代版“施茶”」として広く新聞に報道されるところとなりました。ところが翁はこの

新聞記事を御覧になって大変残念に思われました。翁によれば「このお茶のみ処の精神は、道ゆく人にお茶を施す」のではなく「道ゆく人にお茶を差し上げる」という行を私達がさせて頂いているということであって、敢えて云えば施行茶と申すべきでどうしても施茶の二文字の間に行の一字が必要であることを説明されました。このように翁は生涯をかけて作務を大事に大事にしていられました。

また、このような気持で設立され「互いに思い遣りのある住み心地のよい社会」の実現を念願し、少しでもその一助にと公益活動が続けているのが私共の財団法人覚譽会でございます。

翁はまた、老年期をお迎えになられてからは書画を大変楽しまれ又楽会と称する大学OB会を結成、そのリーダーとして活躍されていました。更に、古稀をお迎えになってからは土を相手にと、衣笠山麓に鎌庵農園を設え有機栽培による清浄野菜造りに取り組んでいられました。この時代に農業体験を通じ会得された教訓の中に「深耕隠肥」と云うのがございます。この教訓ほど多くの方々に深い感銘を与えたものはないと思います。「深耕隠肥」を要約しますと「ごま化しはいけない常が大事だ」との意になります。まことに含蓄深い言葉です。このように翁は数多くの道しるべを我々に残して昭和51年6月享年82歳の天寿を全うされました。

今、翁の有りし日をしのびますとき弊財団が今後いついつまでも、翁が生前、殊の外大事にされていた「考える事が人生」Deken ist Lebenと云うドイツの詩の一節を財団運営の柱として淳風美俗の育成と併せて繊維染色の学術研究に、優れた創造力とたくましい意志、燃える情熱を傾けて、素晴らしい成果を挙げをもって翁のご遺志にお応え申し上げるべく努力して参りたいと思っています。

水 渡 英 二

天然染色の化学的研究

第18報 ヤマモモ樹皮染および成分色素配糖体ならびに色素による比較染色について

新 井 清

1. はじめに

ヤマモモ (*Myrica rubra* sieb. et Zucc.) はヤマモモ科 (*Myricaceae*) に属する東亜植物¹⁾である。本州南部、四国、九州、沖縄、台湾、中国ならびにマレー、インドに広く自生する常緑喬木で雌雄異株。花期は春、初夏に果実を結ぶ。この樹皮はモモカワ、澁木と称して足利末期から染色に用いられている。澁木はタンニンの含量が多く黄褐色染めに使用され現在に至っている。含有色素はミリセチン Myricetin $C_{15}H_{10}O_8$ の分子式を持つフラボノールである。通常は配糖体 ミリシトリン Myricitrin $C_{21}H_{20}O_{12}$ として樹皮中に含有されている。フラボノール類の色素は19世紀末期から今世紀初頭にかけて A. G. Perkin 教授²⁾一門によって解明された分野である。近年は、植物生理から医学の立場で薬効の研究³⁾がクローズアップされつつある。染色の立場からの追求によって美しい蛍光を持つ染布を得た。その詳細を述べる。

2. 実 験

2.1 材 料

2.1.1 羊毛布と絹布：市販の平織の品を用いた。両者とも既報の希アムモニア水で処理して精練した布を染めた。

2.1.2 ヤマモモ樹皮：市販の本州産のものをミキサーで粉碎して伝統の手法での染液を調製するのに使った。試料の水分=13.91% 灰分=3.90% メタノール抽出色素分=30.88%。

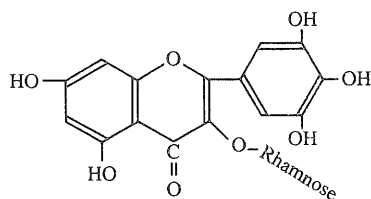
2.1.3 シブキ・エキス：市販の品は褐色を帯びた黒色のブロックである。鋭利なナイフで削り試料に用いた。水分9.37% 灰分=4.88% メタノール抽出色素分=80.73%

2.2 ヤマモモ・エキスより成分色素と色素配糖体の分離

2.2.1 タンニン質の除去：シブキ・エキスをナイフで削り、メノウ乳鉢中で粉末とした。その10.0gを採り（無灰乾燥分として7.6g）200mlのビーカーに移し、熱湯50mlを注加してよくかきまぜ机上に静置し、ビーカーが室温近くなってから Ice-box に移して冷却する。上澄液を1時間後、机上に戻したビーカーから decantation する。ビーカーの底に灰色の沈澱が残る。上澄液が透明となり、上澄液の流去した1部が $FeCl_3$ 1%水溶液の滴下によって紫青色の呈色がかすかになるまでこ

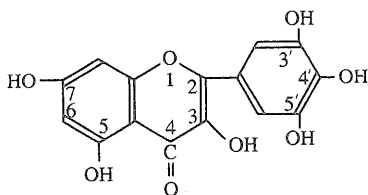
の Operation を根気よく繰返す必要がある。

2.2.2 シブキ・エキス沈でんより配糖体の単離：2.2.1のビーカー中に沈でんした固体はタンニン除去操作によって淡黄色となっている。この物を99%エタノールをもって抽出を行う。摺合せ部を持つ容量300mlの丸底フラスコへ99%酒精100mlを数回に分けて沈でんに加えて、フラスコ中へ流し込む。逆流コンデンサーを摺合せ部に接合させマントルヒーター中にセットし電熱で加熱しboilingの状態では1時間配糖体の抽出を行なう。1時間後電源を切り放冷後黄色透明液を流去し沈澱と別け、さらに新たなエタノール50mlを加え同じ操作を30分間行なってエタノール抽出液を合わせて、500mlのナン形フラスコに移し、回転式減圧蒸発器にセットして40℃水浴で濃縮する。1/3量に濃縮すると白色の結晶が器壁に付着して来る。内容を容量100mlのマイエル・フラスコに少量の80%熱アルコールを加えてIce-Boxに移し結晶の成長をうながす。24時間後、マイエルフラスコ中の白色結晶をガラスフィルターに移し吸引し濾液と分かち。結晶収量=1.80 g この結晶を50%エタノールを用いて再結晶を繰返し融点199.5℃の透明な綿菓子のような結晶を得た。標品のミリシトリンと混融してM・Pは降下しなかった。最終結晶収量=0.93 gであった。尚、ミリシトリンの他に微量のクエルセチン配糖体を精製過程のクロマト試験で存在を認めたが補捉し得なかった。



第1図 Myricitrin $C_{21}H_{20}O_{12}$

2.2.3 シブキ・エキス沈でんより色素ミリセチンの単離：2.2.2の淡黄色の固体はミリセチンを含有して居り、これを乾燥すると黄色の粉末1.30 gが得られた。その半量を取り、活栓付マイエルフラスコ100mlの容量に移し、ピリジン5 mlを加えて温めると完全に黄色液となる。これへ無水酢酸の同量を加えると少し発熱する。よくかきまぜて後静置すると白色の結晶となった。一夜後、結晶に純水を加えてガラスフィルターに移し冷水で洗滌し洗滌濾液に酸性が無くなる迄よく洗う。アセチル化物を素焼板上に塗りつけ乾燥させた。乾燥体収量は1.1 g これを50ml容量のビーカーに採り3% KOH液でケン化しミリセチンの橙黄色の結晶0.52 gを得た。融点は高く345℃で収縮し356℃で融解と同時に分解する。標品と混融してMP=356℃（分解）である。



第2図 Myricitrin $C_{15}H_{10}O_8$

2.3 染色実験

2.3.1 ヤマモモ抽出液による染色液の調製：ヤマモモ樹皮粉末10.0gを採り、容量3lのステンレス製の円筒に移し、水道水1lを加えて、リングバーナー上で加熱し、ときどき、かきまぜ液をゆるやかに boil させる。30分 boil を続ける液は泡立ち黄褐色となる。boil 30分の後、火を消し3l容量の吸引フラスコにブッフナー目皿付陶製濾斗をセットし濾紙を目皿上に置き湯でフィットさせ染液を濾過する。最後に染液底の残渣を移し、熱い湯で残渣を洗う。染液と洗滌液をあわせて900mlの澄んだ染液を得た。

2.3.2 染色：2:1:2の精練した羊毛および絹布をそれぞれ15×24cmに切断し、500mlビーカー2個を用意して、各々250mlづつ染液を入れ、水浴バス中にビーカーを水面と同一水準まで入れてバスを boil させる。boiling 状態を保ち羊毛布と絹布をそれぞれのビーカーに水で湿らせて拵げて入れ、ガラス棒で布が浮上がらぬ様にして染める。30分染めて引上げて絞り、拵げて第3表の媒染液中5×6cmに切断した染布を媒染液中に入れ常温で10分間媒染した後、流水中で5分間水洗し絞り拵げて室内に吊して風乾した。

第1表 金属媒染剤 (Metallic Mordant for Dyeing test)

Element	Formula of salt	Ionic Color	Grams per 100ml (%)
Al(III)	$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$	—	1.0
Cu(Ib)	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	blue	1.0
Sn(iv)	$SnCl_2 \cdot 3H_2O$	—	1.0
Pb(iv)	$Pb(NO_3)_2$	—	1.0
Bi(v)	$Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	—	1.0
Sb(v)	$SbCl_3$	—	1.0
Mo(vi)	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	—	1.0
Cr(vi)	$K_2Cr_2O_7$	Orange	0.5
Ni(vii)	$NiCl_2$	green	1.0
Co(vii)	$CoCl_3$	pink	1.0
Fe(vii)	$FeCl_2$	blue	1.0

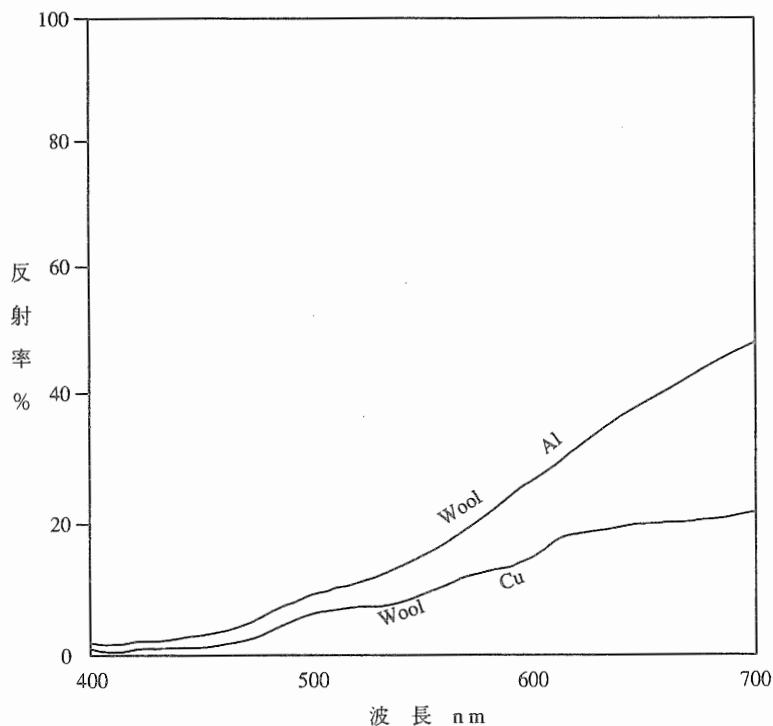
2.3.3 ミリシトリンによる羊毛と絹布の染色：精練した羊毛および絹布はそれぞれ15×24センチに切断しさらに5×6cmに切断する。染液はミリシトリンの再結晶（最終結晶品は貴重であり染色には用いない）0.40gを300mlの蒸留水に温めて溶かし折半して500ml Beaker にいれ2.3.2の如く電熱ウォーターバス中に Beaker を2個保持セットして水で湿した羊毛と絹布を12枚づゝ浸し30分間染めて第3表の媒染液中に一枚づゝ浸して媒染し水洗後風乾した。

2.3.4 ミリセチンによる羊毛と絹布の染色：前項の染布の色相を見てミリセチンの媒染は先媒染をして Al^{+++} Sn^{++} Cr^{+++} および Fe^{++} による4枚を行った。先媒染は第16報のルチンによる方

法⁴⁾と全く同じである。ミリセチンの結晶0.20 g と Na_2SO_4 0.1 g を秤り200mlの温水に溶かしてこれを50ml容量の小型ビーカー 4 個中に25mlづゝ分配し 4 種類の媒染絹布を 1 枚宛浸して前項と同じ条件で染色した。羊毛も同様にして染めた。

2.4 染布の反射率曲線と測色値⁵⁾

2.4.1-A) ヤマモモ樹皮熱水抽出液による羊毛染布の反射率曲線と測色値：第3図は Al と Cu 媒染布の反射率曲線である。Al は上部に Cu は下部に位置するのは常の如くである。測色値は下段に示しているが、色相は Al は橙色で Cu は黄褐色である。16C 以来金属媒染は欧州で発達したが東亜植物のヤマモモは欧州では用いられていなかった。Pe (%) は両者とも高い値である。

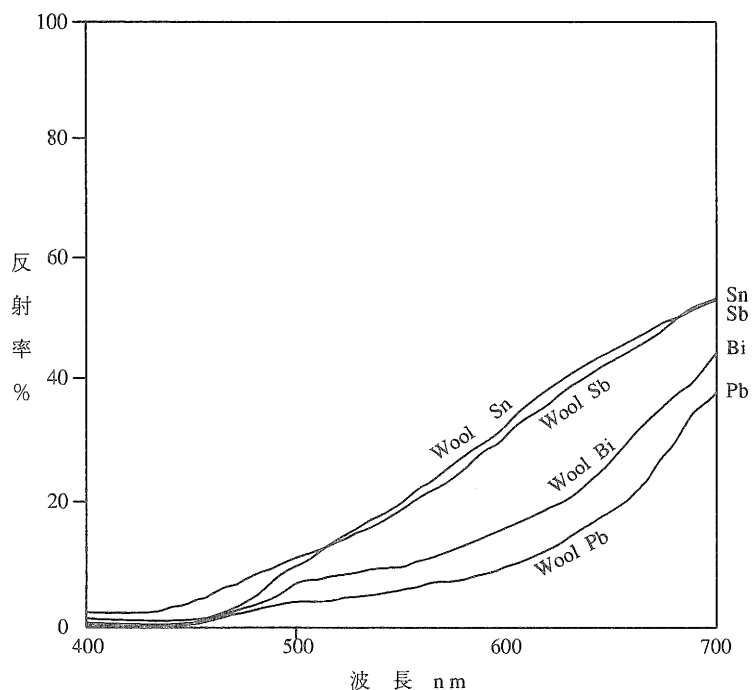


第3図 Al および Cu 媒染 wool 染布の反射率曲線

第2表 Al と Cu 媒染 wool 染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Al	20.80	18.31	3.89	0.484	0.426	584.0	75.21
Cu	11.35	10.01	2.07	0.484	0.427	584.6	75.00

ii) Sn、Pb、Sb およ
び Bi の反射率曲線と測
色値：反射率曲線は一見
して原子量の大きいもの
が下方に位置するⅣ族と
Ⅴ族の媒染金属イオンの
特色が認められる。測色
値を較べるとウールの刺
激純度は意外にも高く明
るい黄褐色である。

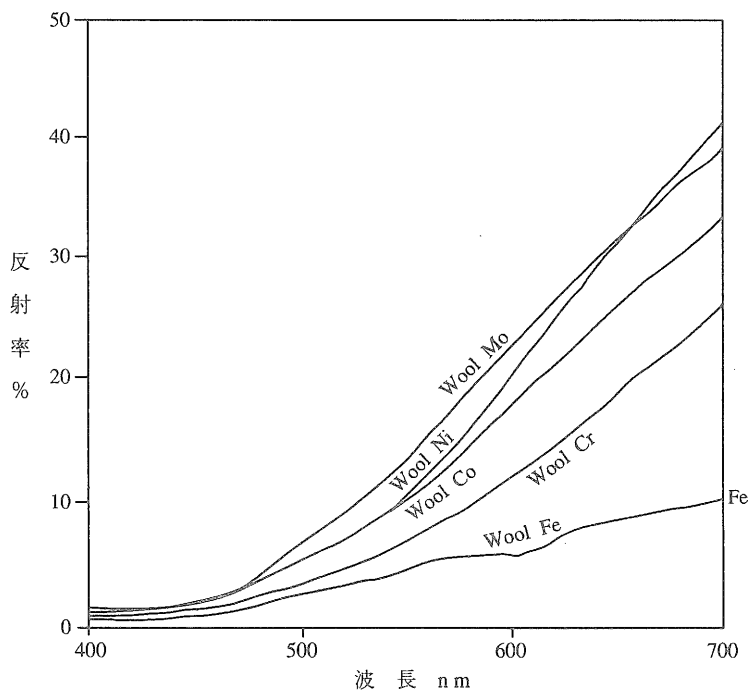


第4図 Sn, Pb, Sb, および Bi の反射率曲線

第3表 Sn, Pb, Sb, Bi 媒染 wool の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
S n	24.77	22.26	3.33	0.492	0.442	582.2	74.56
S b	23.46	21.01	5.14	0.473	0.424	583.0	72.81
P b	14.34	12.37	2.42	0.492	0.418	585.1	75.21
B i	19.48	17.20	5.29	0.464	0.344	599.6	50.36

iii) モンブリデン、クロム、ニッケル、コバルトおよび鉄の反射率曲線と測色値：周期律表の第6族 Mo、Cr 第7族の三つ組元素はイオンの色の淡いものが濃い色相を示して居り金属媒染剤の効果は天然染料の構造の差を越えて法則的なものがある。下段にそれらの測色値を示した。



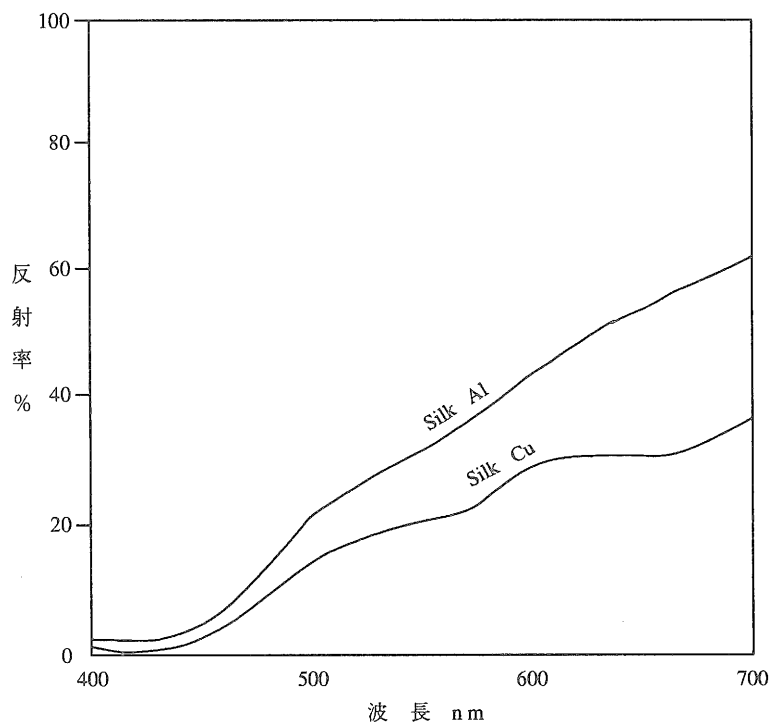
第5図 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe の反射率曲線

第4表 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe wool の測色値

試料	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Mo	14.67	12.22	2.47	0.500	0.416	586.2	77.96
Cr	9.32	8.00	2.15	0.479	0.411	585.3	75.86
Ni	17.18	15.03	2.60	0.494	0.432	584.0	80.16
Co	13.40	11.63	2.57	0.486	0.421	584.7	75.86
Fe	5.21	5.02	2.28	0.416	0.401	580.4	49.57

2.4.1-B) ヤマモモ樹皮熱水抽出液による絹布の反射率曲線と測色値

I) Al と Cu の反射率曲線と測色値：Silk は Wool に比べると色調は明るく光沢を増しているがタンニン質の存在で褐色味は帯びる。測色値を下段に示した。

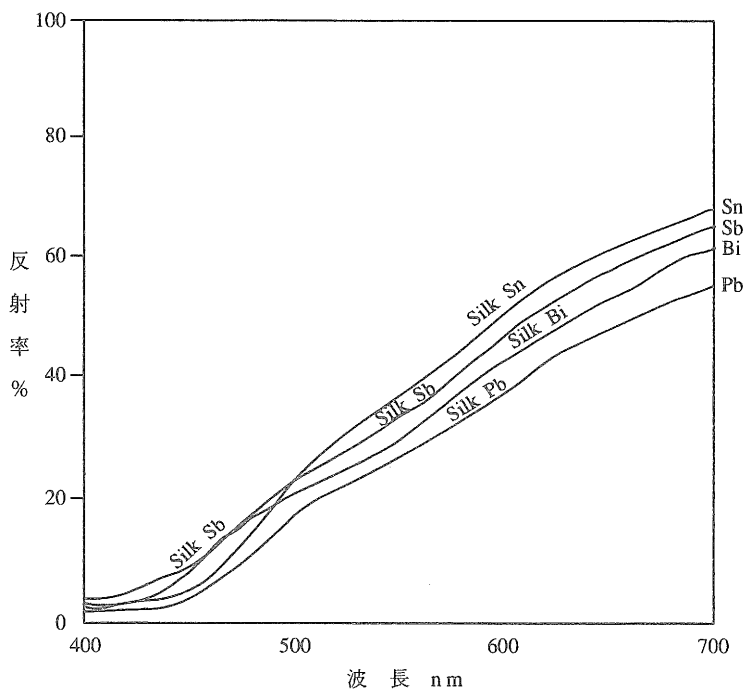


第6図 Al, Cu 媒染 Silk の反射率曲線

第5表 Al と Cu 媒染 Silk の測色値

試 科	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
A l	33.49	33.16	7.96	0.450	0.440	579.7	70.27
C u	21.70	20.76	4.22	0.467	0.445	580.2	75.89

Ⅱ) Sn、Pb、Sb および Bi 媒染 Silk の反射率曲線と測色値：これらの染布の反射率曲線は 500nm 付近で Pb を除いては交錯して居る。主波長付近では Sn を最上部に Sb、Bi の順に並び Pb は終始最下部に位置して、Ⅳ族とⅤ族の金属原子量の順にしたがっている。測色値は Sn が最も明るい黄色で鉛が暗色を帯びる。

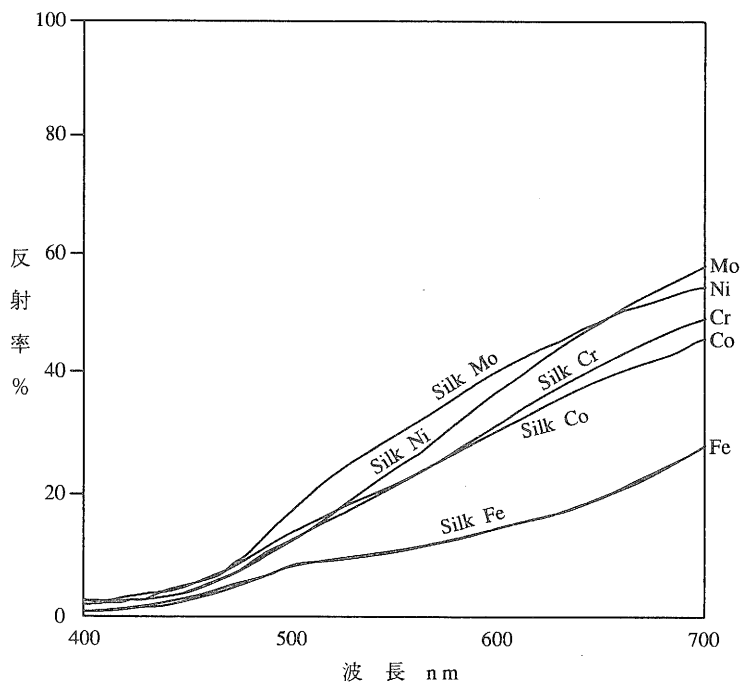


第 7 図 Sn, Sb, Bi と Pb 媒染 Silk の反射率曲線

第 6 表 Sn, Sb, Bi と Pb 媒染 Silk の測色値

試 料	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
S n (iv)	38.96	38.42	8.47	0.454	0.448	579.0	71.43
P b (iv)	30.27	29.52	7.50	0.450	0.439	580.5	72.57
S b (v)	36.76	35.99	11.59	0.436	0.427	578.0	66.07
B i (v)	33.56	32.40	11.90	0.431	0.416	579.3	58.97

Ⅲ) Mo、Cr、Ni、Co、および Fe 媒染 Silk の反射率曲線と測色値：第6族と第7族金属塩による Silk の染布の反射率曲線とそれらの測色値は Wool のそれと比べると Silk は色が明るく美しい染布となっている。一般に重金属は軽金属よりも反射率曲線は低位置を占める。測色値もその傾向を示している。



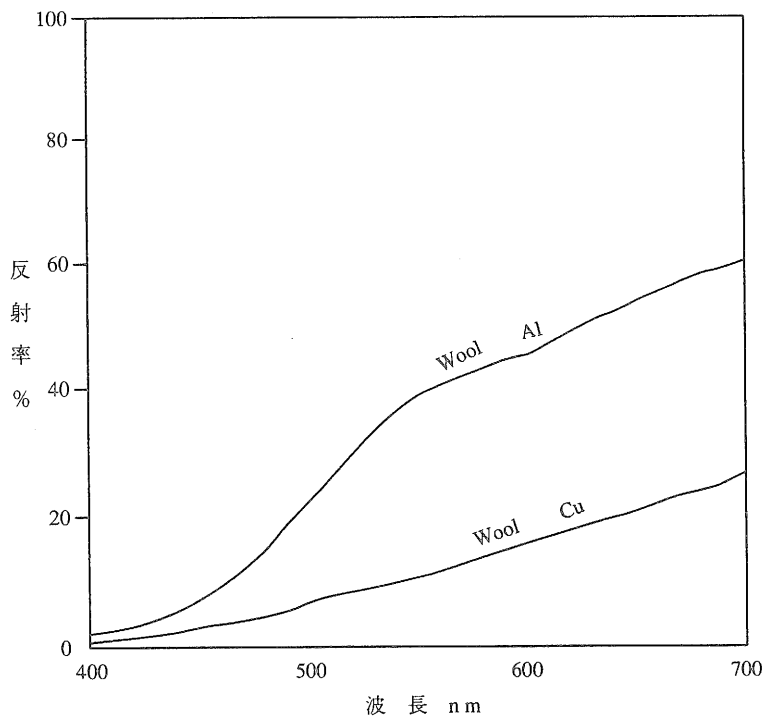
第8図 Mo, Cr, Ni, Co, およびFe 媒染 Silk の反射率曲線

第7表 Mo Cr Ni Co およびFe 媒染 Silk の測色値

試料	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Mo(vi)	27.45	25.12	5.75	0.471	0.431	582.5	73.45
Cr(vi)	24.71	23.62	7.34	0.443	0.423	579.2	65.49
Ni(vi)	31.68	30.82	7.19	0.455	0.442	579.4	72.34
Co(vi)	25.03	23.97	7.40	0.444	0.425	580.4	69.86
Fe(vi)	12.71	12.88	6.01	0.402	0.408	579.5	60.17

2.5 ミリシトリンの反射率曲線と測色値

2.5.1 ミリシトリンの再結晶を用いての染布試験：2.3.3で得た羊毛布の測定



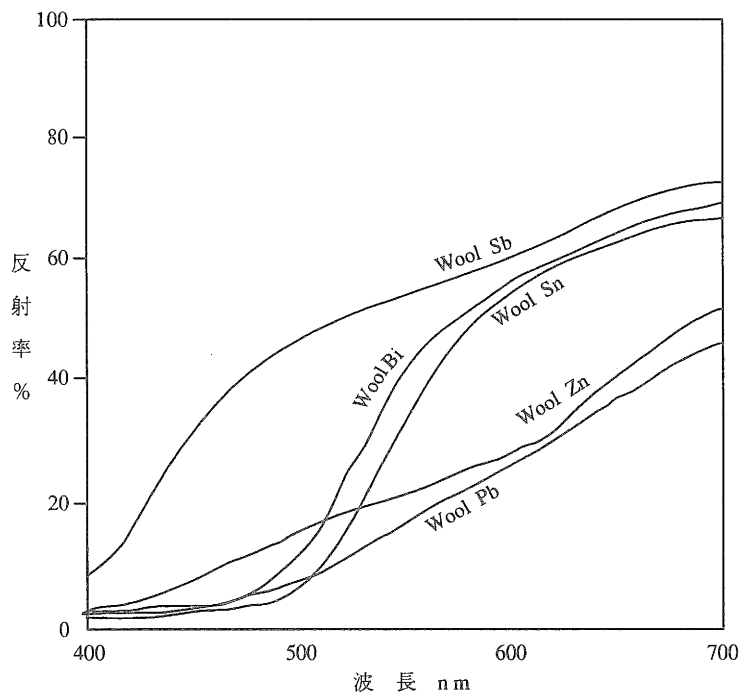
第9図 Al, Cu 媒染ミリシトリン wool 染布の反射曲線

発見者の Perkin 教授は Al 染布を Golden Colour と記している。絹の染色を試みられなかったのが惜しまれる。絹のそれこそ Full Golden Colour であった。

A-1) Al と Cu の反射率曲線と測色値：第7図の Al は反射率曲線は高位置を占め、Cu は終始低い位置を保って居り nm が長波長に移るにつれてその差は拡大している。このことは黄色波長部から格段の差が表われて下段の測色値において如実に示されてくる。刺激純度の差であり λd はわずかの差であっても、黄色部の反射率によって Al は美しい鮮黄色 Cu は黄褐色の染布である。

第8表 Al, Cu 媒染ミリシトリン wool 染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
A l	37.02	38.19	11.20	0.428	0.442	579.4	58.17
C u	13.14	12.72	4.11	0.438	0.424	579.5	53.66

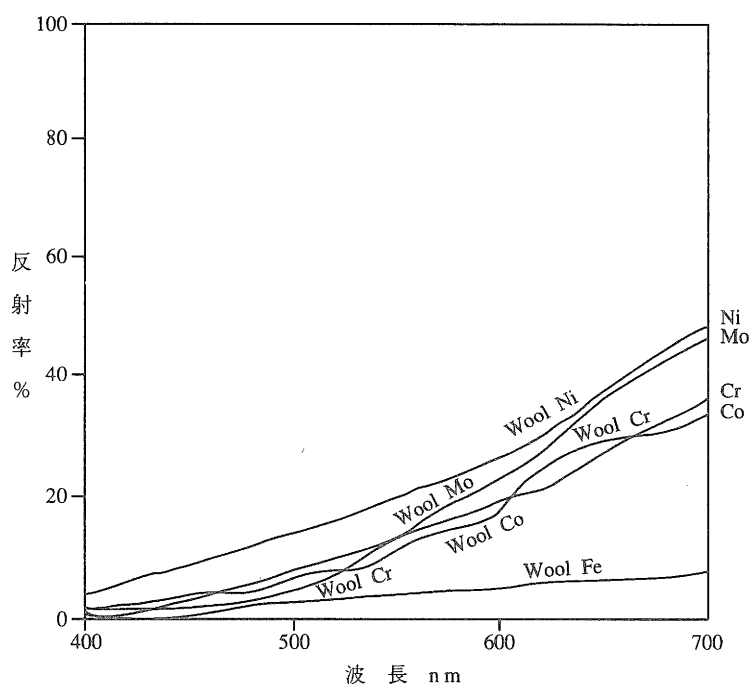


第10図 Sn, Sb, Zn, Bi, Pb, 媒染ミリスチリン wool 染布の反射曲線

A-2) Sn, Sb, Zn, および Sb 媒染 Wool 染布の反射率曲線と測色値: N 族と V 族の染布は波長460~520nm で交錯し Sb が特有の曲線で上位にあるのが測色値を検べると Sn はオレンジ Sb は濃黄色でやゝ特異である。Pb の黄褐色は予測通りであったヤマモモ原液のそれとは比較にならず黄色を主調として Pb ですら刺激純度は高いものとなっている。

第9表 Sn, Sb, Zn, Bi, Pb, 媒染ミリスチリン wool 染布測色値

試料	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Sn	39.33	33.84	3.45	0.513	0.442	585.2	84.75
Sb	93.14	40.21	5.64	0.485	0.452	580.5	84.04
Zn	24.35	23.95	9.59	0.421	0.414	578.5	55.26
Bi	52.38	55.39	36.58	0.363	0.384	578.8	42.48
Pb	20.97	18.90	4.83	0.483	0.396	584.1	56.41



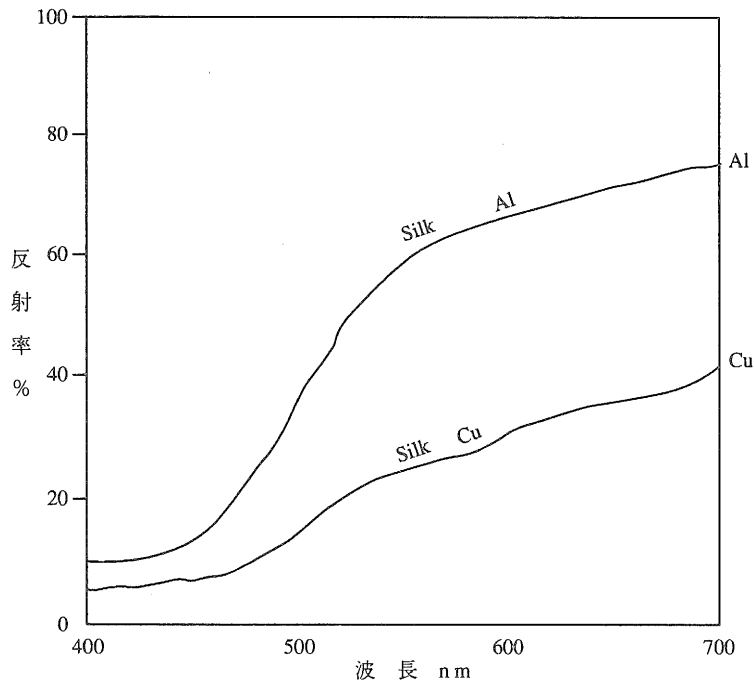
第11図 Mo, Cr, Ni, Coおよび Fe 媒染メリットリン染布の反射率曲線

A-3) Mo、Cr、Ni、Co、および Fe 媒染 Wool の反射率曲線と測色値：Ⅵ族とⅦ族の金属イオンの色の淡いものが深い色相を与えていることは変りない。タンニンの混在した原液でのそれと対比すると色調が Mild で暗い濁りが無い。

第10表 Mo, Cr, Ni, Coおよび Fe 媒染メリットリン wool 染布の測色値

試料	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Mo (vi)	18.10	15.22	2.99	0.498	0.419	585.0	79.53
Cr (vi)	15.24	14.14	5.10	0.442	0.410	581.4	60.53
Ni (vi)	22.99	22.06	10.80	0.412	0.395	581.3	45.76
Co (vi)	20.94	20.04	10.04	0.410	0.393	581.1	46.96
Fe (vi)	4.71	4.91	3.28	0.365	0.381	575.3	30.97

2.5.2 ミリシトリンを用いて Silk 染布の反射率と測色値

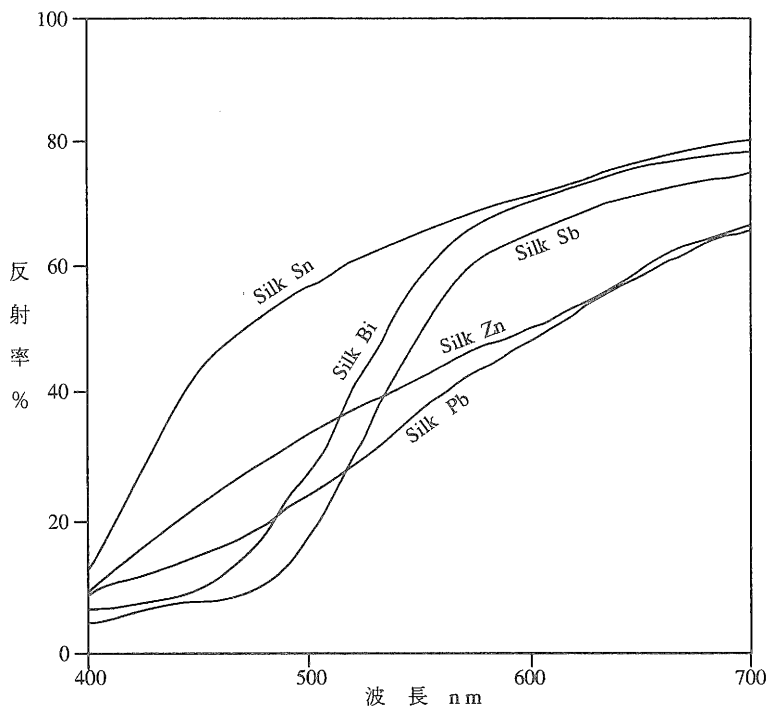


第12図 Al とCu 媒染ミリシトリン Silk 染布の反射率曲線

B-1) Al とCu 媒染
Silk 染布の反射率曲線
と測色値：ミリシトリン
の絹染布は無媒染です
でに光沢ある美しい黄色
に染まっている。Al と
Cu 媒染布では Al の反
射率は黄色帯の波長付近
で急上昇し主波長は
575.6nm で美事な黄金
色である。

第11表 Al とCu 媒染ミリシトリン Silk 染布の測色値

媒染剤	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Al	53.51	56.14	18.42	0.418	0.438	575.6	66.39
Cu	26.53	26.38	9.77	0.424	0.421	578.3	66.12

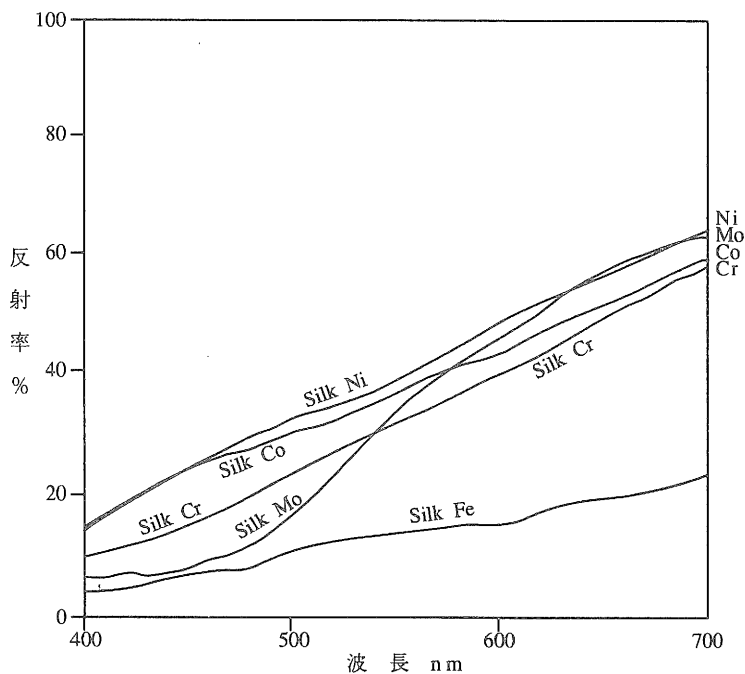


第13図 Sn, Sb, Zn, Bi, および Pb ミリントリン Silk 染布の反射率

B-2) Sn, Sb, Bi, Zn, Bi および Pb 媒染ミリントリン Silk 染布の反射率と測色値：これらの媒染剤は主波長570～590の黄色帯を占めさせ Sn と Sb は輝黄金色を与える。前項の Al と共にフラボノール色素配糖体の中で注目されるものである。Pb は橙味を与えるが光沢があって濁らない。下段にそれらの測色値を置いた。

第12表 Sn, Sb, Zn, Bi, および Pb ミリントリン Silk 染布の測色値

媒染剤	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Sn	51.18	48.60	10.61	0.464	0.440	580.4	67.48
Sb	54.66	54.62	13.74	0.444	0.444	579.4	67.26
Zn	42.72	43.55	25.57	0.382	0.389	578.0	43.12
Bi	61.88	65.30	46.51	0.356	0.376	574.4	29.20
Pb	39.26	38.19	17.81	0.412	0.401	579.8	54.47



第14図 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe 媒染ミリシトリン Silk 染布の反射率曲線

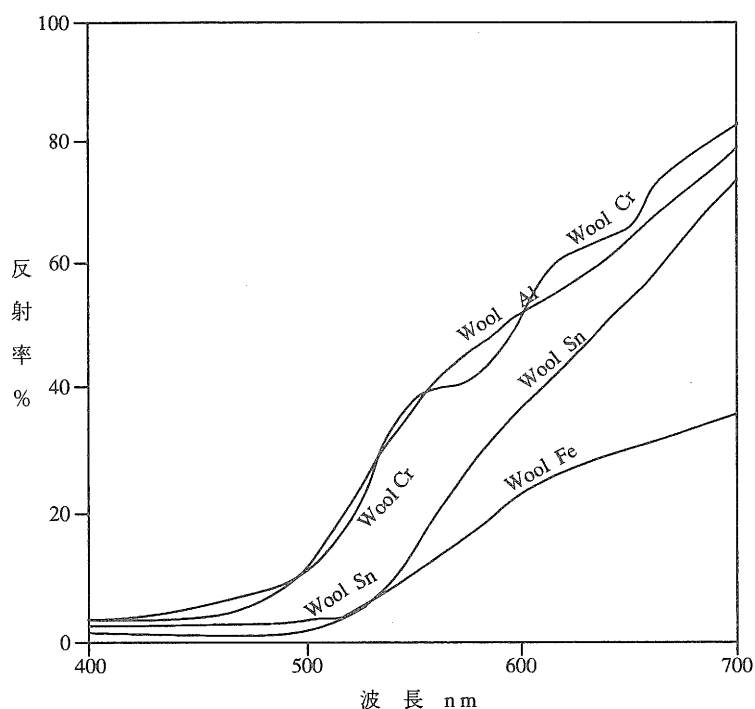
B-3) Mo, Cr, Ni, Co および Fe 媒染のミリシトリン Silk 染布と反射率と測色値：Ⅵ族とⅦ族金属媒染布はタンニンの混在する草木染々布は茶褐色及至黒褐色を呈する。色素配糖体のそれらはその影響は小さく、Silk にあつては光沢を呈し Mo は特に美しい金茶色、Ni, Co, Cr 三染布とも反射率は高くやわらかい深味のある丁子色系のものとなっている。鉄の色調は色名大鑑にすら当てはまるものは無かった。

第13表 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe 媒染ミリシトリン Silk 染布の測色値

媒染剤	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Mo (Ⅵ)	35.59	33.50	9.60	0.452	0.427	581.0	66.09
Cr (Ⅵ)	34.01	33.82	18.32	0.395	0.393	579.0	43.86
Ni (Ⅵ)	41.70	41.93	29.08	0.370	0.372	579.1	35.79
Co (Ⅵ)	38.21	38.45	27.11	0.368	0.371	578.3	29.82
Fe (Ⅵ)	32.49	31.58	5.47	0.467	0.454	580.2	49.58

2.5.3 ミリセチンを用いた Wool と Silk 染布の金属塩媒染布の反射率曲線と測色値

媒染金属塩は代表的な Al、Sn、Cr および Fe を用いた。2、3、4 参照。

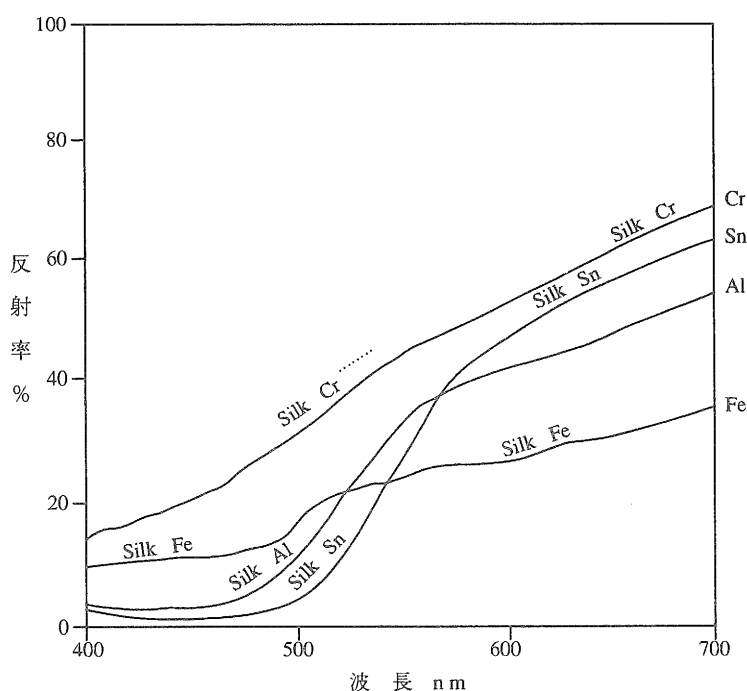


第15図 Al、Sn、Cr と Fe 媒染ミリセチン wool 染布反射率曲線

A) Wool 染布の反射率曲線と測色値：測定の結果をまとめて第15図の反射率曲線に示し、第14表に測色値を下段に置いた。Al と Cr 媒染布は 480nm、540nm、600 nm 付近で3度で交錯している。Sn は主波長591 nm でその色は濃い Orange Color である。Al も濃黄色、Cr は茶色を含んだ黄色で Fe は茶色を呈す。

第14表 Al、Sn、Cr、および Fe 媒染 wool 染布の測色値

媒染料	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Al	19.77	18.14	2.55	0.426	0.391	583.0	78.95
Sn	13.24	9.81	1.66	0.536	0.397	591.3	82.26
Cr	20.96	20.22	8.23	0.424	0.409	580.5	55.75
Fe	9.53	9.67	4.62	0.400	0.406	577.2	49.56



第16図 Al, Sn, Cr と Fe 媒染ミリセチン Silk 染布反射率曲線

B) Silk 染布の反射率曲線と測色値：第14図にこれらの Mordant の媒染効果を掲げた。Cr は Pink の水溶液でミリセチンは意外にも反射率の Curve は終始最上部に位置し黄褐色を与えたその染布は光沢が有って原液染の如きくすんだものでは無い。Al と Sn 媒染布はたがい520nm と570nm 付近で2度交わっているがその主波長はきわめて近く色相は Al は濃黄色、Sn は橙色

で艶があつて美しい。Fe は深い黄緑である。タンニンの皆無の植物色素は Pe % も高く、鉄媒染ですら絹に美しい色調をもたらす。下段にその測色値を置いた。

第15表 Al Sn Cr と Fe 媒染 Silk 染布の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
A l	32.49	31.58	5.47	0.467	0.454	579.0	78.57
S n	34.43	29.37	1.33	0.529	0.451	578.0	72.81
C r	44.15	44.77	24.88	0.390	0.395	577.2	42.11
F e	23.54	24.77	15.31	0.370	0.389	574.8	35.96

3. 研究結果と考察

1. ヤマモモ樹皮の熱水抽出液による染色とヤマモモ・エキスから単離した色素配糖体ミリシトリンおよび色素ミリセチンの染色を行って両者の染色がヤマモモ樹皮に含有されるタンニン質の有無によって大差のあることを実証した。

2. 色素配糖体は多くの植物に含有されて居り、既報のエンジュ中のルチンは簡単にエンジュの花や蕾から熱湯で抽出した液を氷室で冷却すると結晶性沈澱として得られる事を報告した。ついで

ペリジョンベリ中の成分色素3種を分離し、それらの色素混合物による染色は深味のある鮮黄色を示す。この色素の染布を下染めとしてコチニールと錫媒染で交染すると鮮やかな深紅色が得られることも報じた。従来の草木染では出し難い色相である。2000年前のエジプト人は美しい色を得る為にタンニン質を除いて鮮やかな染布を染めたとエジプト学の大家 Wilkinson 卿^{キコウ}は大英博物館の発掘の成果を土台にして名著 Ancient Egyptians Vol II Dyeing の章に記している。Neo Alchemist を任じて草木染をやっていて渋い色などとばかり言っておれない。

3. 経済的には合成染料の様に安価に多量の生産は望めないが付加価値の高い工芸作品に用いられるのである。この様に信じて、染用植物の栽培園でサフランを植えて貰ったり、季節の花や実を摘んで試料にしたり、指月林の竜安寺山を背景にした庭の四季の眺めを賞でて年の名残りを惜しみながらの仕事である。フラボノール配糖体の単離と染色の魅力にとりこになっての報文である。既往の単離したサンプルのレーキを造って捺染を試みている。

終りに、染布の反射率曲線と測色値のデータは大阪住友分析センターカラー事業部の鈴鹿正和部長のご配慮により測定出来ました。厚く感謝申し上げます。測定は研究員田中康子女史の労によるものです。あわせて御礼申し上げます。(Nov. 13. 1992)

文 献

- 1) 後藤捷一、山川隆平；“染料植物譜”はくほう社（1972）
- 2) A. G. Perkin, A. E. Everest “Natural Organic colouring Matters” London (1918)
- 3) 林孝三編；“植物色素”養賢堂（1980）
- 4) 新井 清；「本誌」3（1991）P. 12
- 5) 鈴鹿正和；「染色工業」№5. 223（1986）64—65 P

天然染色の化学的研究

第19報 藍のロイコ硫酸エステル・アルカリ金属塩について

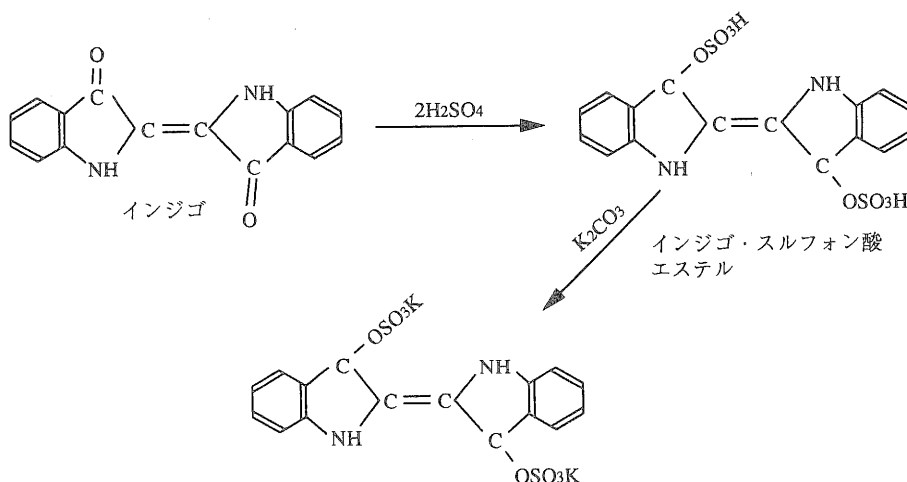
新 井 清

1. はじめに

1921年 Bader、Sunder 両氏は Indigo のスルホン酸エステルを造り、 Na_2CO_3 を用いて Na 塩に置換した¹⁾。この物質は低温で羊毛に美しい青く澄んだ色調を与えた。その後のこの染料は Peter hauer の改良も試みられたが濃厚な色調が得られないので染料として忘れられた。筆者は K_2CO_3 を使い K 塩を、 Li_2CO_3 を用いて Li 塩を合成し、羊毛と絹を染め、媒染剤と助剤に適切な物質を選ぶと濃色も得られることを知った。工業化には Cost 高であっても工芸作品には充分用いられる。その基本データをここに発表する。

2. 実 験

2.1 インジゴ（合成品）のスルホン化：インジゴ13.1g（1/20 Mol）を容量500mlの硬質ガラスコルベンに採り、濃硫酸（比重=1.85）を1/10 モル。インジゴ：濃硫酸（1：2）モル比となる様にしてガラス棒を伝わせて濃硫酸を徐々に加える。この時に発熱するがよく混和させて反応を終える。コルベンを電熱マンテル中に移し80℃に保って、内容をさらに混和する。30分間暖め内容の少量をガラス棒の先端に採って小ビーカーに20mlの水道水を入れた中へ濃藍色の固体を入れてかきまぜると澄んだ青色の液になって溶解すればスルホン化は完了である。



第1図 インジゴ、スルホン酸エステル・カリウム塩合成経路

2.2 カリウム塩の生成：2.1のスルホン化物に K_2CO_3 の 1/10 モルを少量ずつスプーンですくってコルベンの固体にふりかけガラス棒でかきまぜる。 CO_2 ガスが発生し発熱する。全部加え終って内容物が冷えてきたらコルベンを再びマントルヒーターの中へ移し30分80℃に保ちガラス棒でよく内容物を混和する。このものは吸湿性が著しい。室温まで冷やしてフタをして保存する。水によく溶け透明な青色液となる。Ph を検査して水溶液は弱アルカリ性 $\text{Ph} = 8.5$ 付近が望ましい。

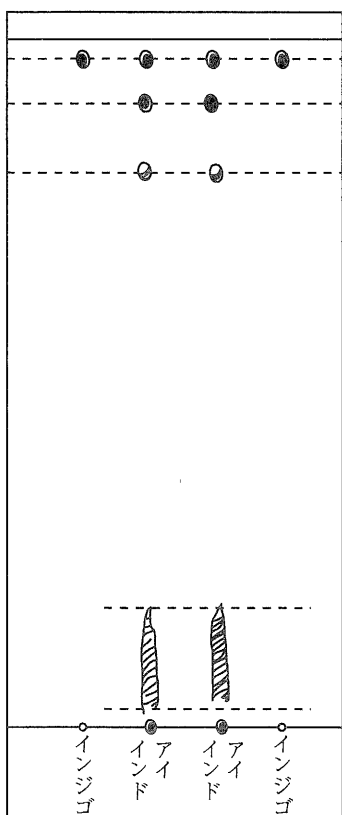
2.3 インド藍ロイコスルホン酸カリウム塩の調製：（水分=3.35%、灰分=61.16%、メタノール——クロロホルム可溶分=34.74%）インド藍を瑪瑙製乳鉢に入れて細粉とする。その20.0 gを容量500mlのマイエルコルベンに取り濃硫酸30mlを2.2の項と同じ容量で加える。硫酸の量が合成品よりも多くするのは含有灰分に石灰分の多いことを考慮している。加え終ってマントルヒーター中に安置して80℃に30分内容物をかきまぜる。充分混和して放冷し内容物の少量を採って水中に移し液が藍青色を呈するのを確める。つぎに K_2CO_3 の粉末30 gを少しずつ内容物にふりかけガラス棒で混和する。 CO_2 gas を放出し発熱する。全部加え終り発熱が止めばマントルヒーターへコルベンを移しガラス棒で充分に混合する。30分后放冷し、反応物の少量を採って水中に入れよくかきまぜて青色の液となるのを確める。コルベンに栓をして冷暗所にストックする。

2.4 インド藍ロイコスルホン酸ナトリウム塩の調製：インド藍を2.3の如く細粉として500ml容量のコルベンに入れて濃硫酸も前回と同量を注意深くガラス棒に沿わせて流下さす。インド藍が固まりとならぬ様にする。少量を採って水に溶け青色液となるのを確めて後、 Na_2CO_3 の粉末を2.3の項と同じく加える。24 gを加え終り発熱が止んだらコルベンをマントルヒーター中に安置し80℃に保って30分間ガラス棒を用いて内容物を充分混和する。吸湿性である。栓をして冷暗所に保存する。

2.5 インド藍ロイコスルホン酸リチウムの調製：インド藍の粉末20.0 gをコルベンに移し、濃硫酸30ml、を注意深く加えてよく混和して発熱が止んでからコルベンをマントルヒーター中に安置する。30分間80℃に熱しよく内容物をかきまぜる。内容物の少量を採ってスルホン下が完了したことを水中に入れて溶かして test する。次に Li_2CO_3 の細粉22 gをコルベン内容物に少量ずつ加えて、よく混和さす。発熱が収まった後、もう一度コルベンをマントルヒーター中に戻し80℃に暖める。30分後に取出して栓をして冷暗所に置く。

2.6 インド藍の色素成分の抽出と分離

2.6.1 インド藍の粉末5.0 gを採りソックスレー抽出器にセットして80mlのメタノールを用いて5時間連続抽出を行なう。抽出溶液の1滴を毛细管に取り薄層シリカゲル20×5 cmの原点にスポットして容器に入れ20℃でアセトン—ベンゼン1：4の混液を用いて上昇法でクロマトグラフィーを行って第2図のクロマトグラムを得た。第1表はその呈色とRf値を示した。合成インジゴは青色のスポットが最上段に1個、インドアイはインジゴのスポットの他に赤色のインジュルビン、黄色



第2図 Indigo付・インド藍の
クロマトグラム

第1表 クロマトグラムの星色と Rf 値

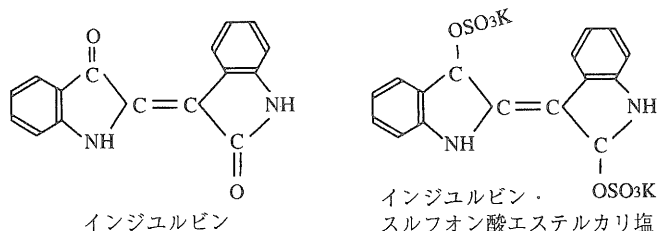
	原発色 スポット	テーリング部	Rf
インジゴ	青色	———	0.92
インドアイ	〃	赤色 黄色 淡褐色	0.92 0.62 0.48
インドアイ	〃	〃 〃 〃	0.92 0.62 0.48
インジゴ	〃	———	0.92

の淡いスポットと淡褐色のテーリング部が最下に存在する。

2.6.2 カラムクロマトによるインド藍成分色素の分離：インド藍メタノール抽出固体0.5gを径2.0cm長さ50cmのクロマト円筒に2.0×25cmに充填したシリカゲルの上部に少量の温メタノールに溶かして吸着させ、自動分割器を作動してベンゼン4：1アセトン溶液を流下させ5mlづつ試験管に集めた。青色液部ついで紫色液部、赤色液部、黄色液部と順に集め、最後に純メタノールにてテーリング部を流下させた。紫色液部はこれを濃縮し、シラップをさらに径1.0cm長さ45cmのクロマト用円筒に長さ20cmに充填した上部に吸着させてベンゼン4：1メタノール混液2mlづつ流下させ青色のインジゴと赤色のインジュルビンに分離した。メタノール可溶の色素はインジゴ94%、インジュルビン5.0%、黄色素0.5%、褐色部はゴム状物質であった。

2.6.3 赤色素インジュルビンの定性試験：インジュルビンは天然藍中に含有される赤色素で2-3'-Bisindole indigo 構造を持ち3-2'は >C=O 結合がある。スルホン化が可能なので定性試験を試みた。インジュルビン10mgを小試験管に入れマイクロペットで0.1mlの濃硫酸を加えさらに K_2CO_3 の10mgを加えて反応させ暗赤色のシラップを得た。10mlの水に溶かし精製したウール

のアルミ媒染布の小片0.8cm×1cmを投入し80℃に加温し15分間保ち布は淡紅色に染まった。水洗し風乾した。



第3図 インジュビンとインジュルビン・スルホン酸カリ塩構造式

2.7 染色実験

2.7.1 ウールと絹布の精練：平織りウールと絹布それぞれ24×15cmの裂れを用意し、ウールの重量は7.6g絹のそれは6.2gである。ウールは1l容量のステンレス円筒容器に水道水500mlを満たしそれに濃アムモニア水1：4蒸留水液10mlを加えた液をよくかきまぜ90℃に加熱し液中にウールを入れ、静かにときどきかきまぜて15分保ち取出して水洗して絞る。さらに円筒内のアムモニアを含む汚れた液を更新して15分90℃に加熱して取出した純白のウールを絞り上げて流水中で10分間水洗した後、絞って揚げ屋外の日光の下で風乾する。絹布は同容量のステンレス円筒に同量のアムモニア液中加入し、かきまぜながら30分間ゆるやかに精練する。水洗をウールと同様にして屋外で日光下で風乾してストックする。

2.7.2 精練ウールおよび絹布の Al^{+++} および Sn^{++} 先媒染：A) 精練ウール布から12×10cmを切り取り重量=2.53g その3%明ばん0.08gと酸性酒石酸カリウムの5%に当る0.13gを秤量して300mlのビーカーに移し、水道水100mlを加えて溶かし三足台の上のアスベツト付金網上で加熱して液をboilさせ精練ウール布を入れてかきまぜて30分間保ちアルミ媒染を行なう。30分後に加熱を止め布はよく水洗し絞って乾燥さす。絹布も同じく12×10cmを切り取り、その重量=2.07gの3%の明ばんと5%の酸性酒石酸カリウムを秤量してウールと同様に処理して Al^{+++} 先媒染布を用意した。

B) 精練ウール布の残り12×10cmを切り取り、精練絹布も同寸法を切り取る。それぞれの布重量の4%の $SnCl_2$ と Oxalic Acid の2%を秤って2個の300ml容量にそれぞれを入れ、水道水100mlを以て溶かす。A)の操作と同様にして Sn^{++} 先媒染のウール布と絹布を調製する。

2.7.3-A) 藍ロイコ・スルホン酸カリによるウールと絹の染色：2.2で造った試料の0.20gを秤り、100mlのビーカーに移し水道水50mlを加えて溶かす。そのビーカーをWater-bathの水面と染液の水面を同一にビーカーを固定しバスをboilする。染液のビーカーを2個用いて、それぞれに6×5cmに切断した Al^{+++} 媒染ウール布および絹布を水で湿らせて入れ、かきまぜながら30分間染色

する。ウールは染液をよく吸着して染液の藍色が薄くなる。30分後、布を引上げて絞りよく水洗して風乾しストックする。ウールは美しい藍青色に濃く染まり、絹はコバルトブルーである。

2.7.3-B) 2.2の試料0.20 gを採りA)と同様の染液を以て、6 × 5 cmに切断した Sn⁺⁺先媒染したウールおよび絹をそれぞれのビーカー中に入れて boil 状態で30分間染める。Al⁺⁺⁺媒染布に比べると Sn⁺⁺媒染布は両者とも濃く染まっている。

2.7.4-A) インド藍ロイコ・スルホン酸カリによるウールと絹の Al⁺⁺⁺先媒染布の染色：2.3の試料の0.2 gを採り50mlの温水に溶かし100ml容器を boiling 電熱バスの水準と同一に保ち、Al⁺⁺⁺媒染ウールと絹布を2.7.3の項に準じて染色を行い洗滌して風乾する。染布は天然品と合成品の誘導体の差異が肉眼でも鮮明度は天然品は劣るがインジュルビンや黄色素の介在するので深味のある色感を感じる。ウールの濃度は深く、絹はパステル調のコバルトブルーを示す。同様の染色を Sn⁺⁺媒染布で行うとウールはより濃く、絹布は Sn イオンと親和力が強いでのコバルトブルーの濃度も増している。

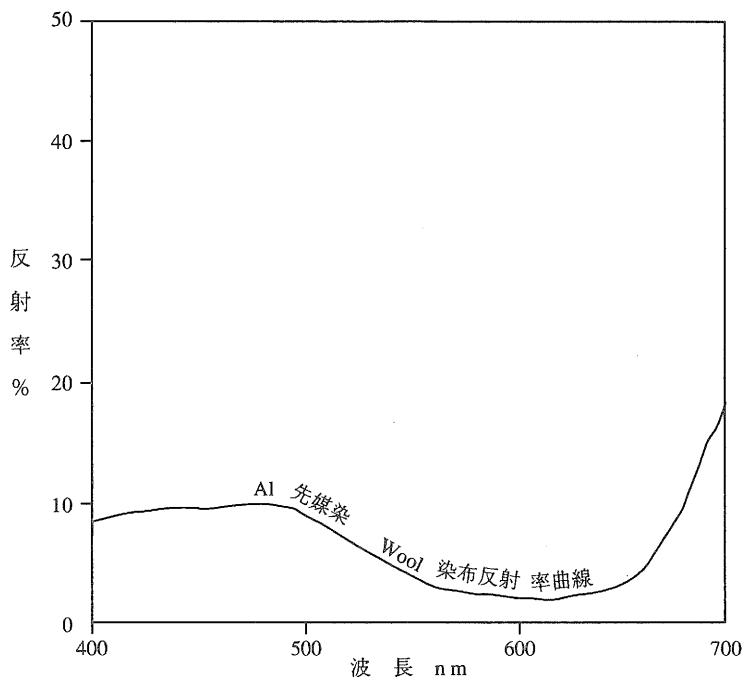
2.7.5 インド藍誘導体 Na 塩の染色：2.4の試料0.2 gを採り、100ml容量のビーカー 2 個に0.2 gづゝ入れ、50mlの水道水を加え溶解し、電熱ウォーターバス浴中の沸とう水と同一水準に保ち30分間先媒染布のウールおよび絹を30分間染める。カリウム塩の染布と比較するとウールも絹もやゝ濃度は淡い。

2.7.6 インド藍ロイコ・スルホン酸リチウム塩の染色：Sn⁺⁺媒染布を用いて同一の条件で染色を行なった。リチウム塩の試料はカリウム塩やナトリウム塩の吸湿性に較べると吸湿性は小さく温水には溶けて染色には変わりはない。条件もすべて同様に行った。染色布は Sn⁺⁺媒染を用いてもカリウムの Al⁺⁺⁺媒染布の色相より淡い。そのコバルトブルーの色調は南欧の空の色である。

2.8 染布の反射率曲線と測色値²⁾

2.8.1-A) インジゴ・

ロイコ・スルホン酸エステルカリウム塩による羊毛布の反射率曲線を第4図に示しその測色値を第2表に示した。反射率曲線は羊毛布は良く染料を吸着することを示し測色値もそれを立証している。



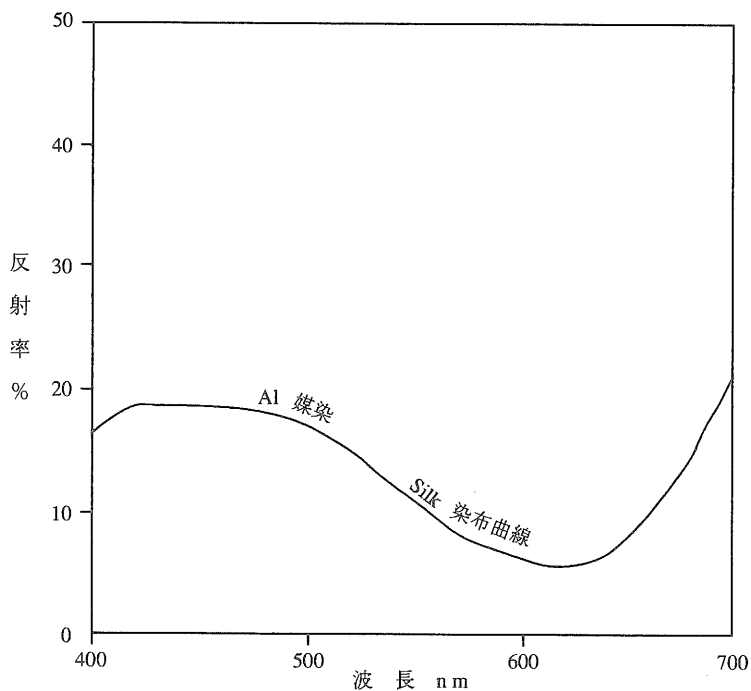
第4図 Al 先媒染インジゴスルホン酸エステル・カリウム塩の反射率曲線

第2表 Al 先媒染インジゴスルホン酸エステル・カリ塩 wool 染布の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
A 1	3.59	4.49	9.80	0.201	0.251	483.2	36.75

2.8.1-B) インジゴ・
ロイコ・スルホン酸エ
ステルカリウム塩の

Al⁺⁺⁺先媒染絹布の反射
率曲線を第5図に示した。
絹染布は美しいコバルト
ブルーに染まるが羊毛に
較べると反射率曲線は高
い位置を占めて明るく淡
い色相を呈しているのが
特色である。

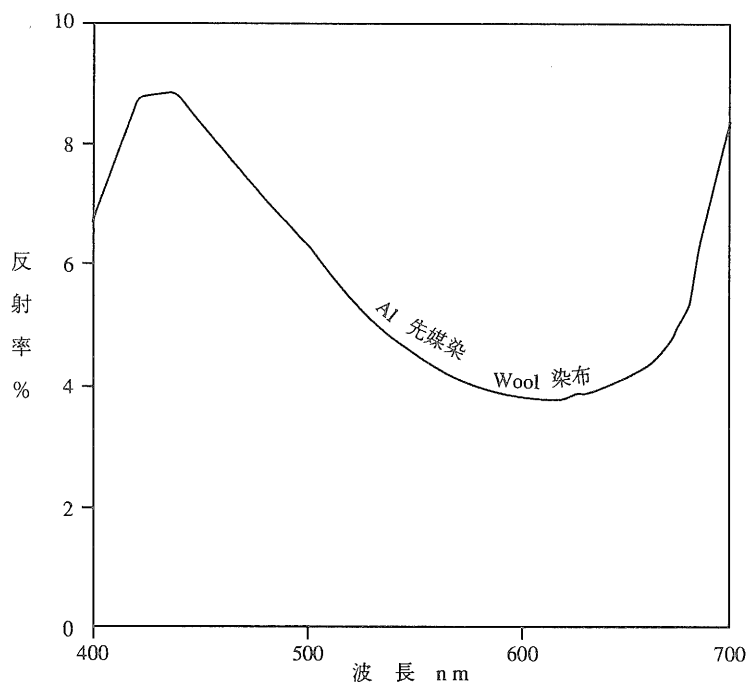


第5図 Al 先媒染インジゴ硫酸エステルカリ塩付Silk 染布の反射率曲線

第3表 Al 先媒染インジゴ硫酸エステルカリ塩付Silk 染布の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
A 1	9.49	11.39	19.81	0.233	0.280	485.0	32.46

2.8.2-A) インド藍ロイコ・スルホン酸エステルカリウム塩 Al⁺⁺⁺先媒染羊毛の反射率曲線と測色値：この染布は紫味を帯びた青色に濃く染まり、染液中に存在するインジュルビンに由来するインジュルビンのスルホン酸エステルカリウム塩の影響を受けていると考えられる。図の反射率曲線の富士山型の平坦部（波長紫部）はその表われである）

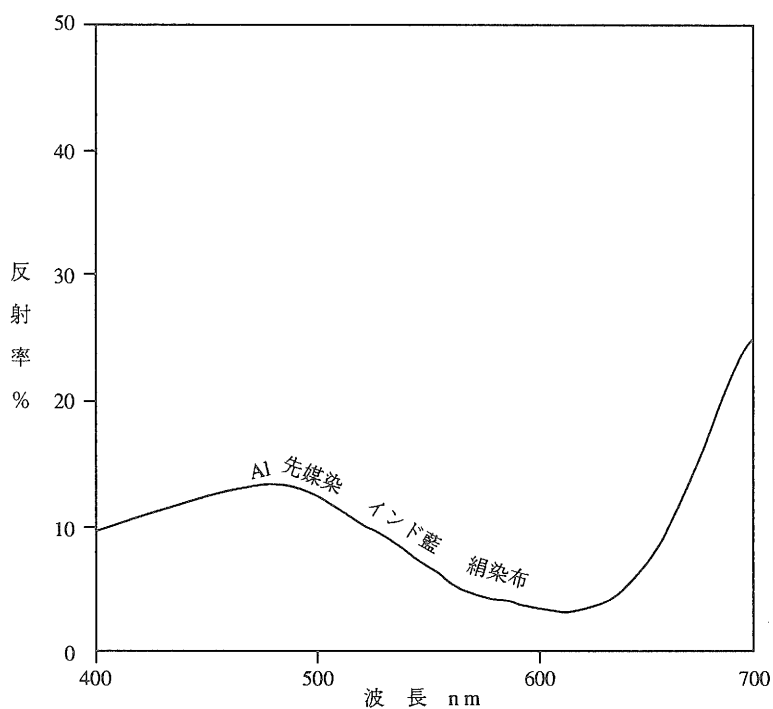


第6図 Al 先媒染インド藍スルホン酸エステルカリウム塩 wool 染布の反射率曲線

第4表 Al 先媒染インド藍スルホン酸エステルカリウム塩 wool 染布の反射率曲線

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Al	4.61	4.85	8.65	0.255	0.268	477.2	25.78

2.8.2-B) インド藍ロ
イコ・スルホン酸エス
テルカリウム塩 Al⁺⁺⁺先
媒染絹染布の反射率曲線
と測色値：絹布の場合は
羊毛の如く紫味は認めら
れず美しいコバルト調の
青色に染まって居りイン
ジェルビンの影響は認め
られなかった。



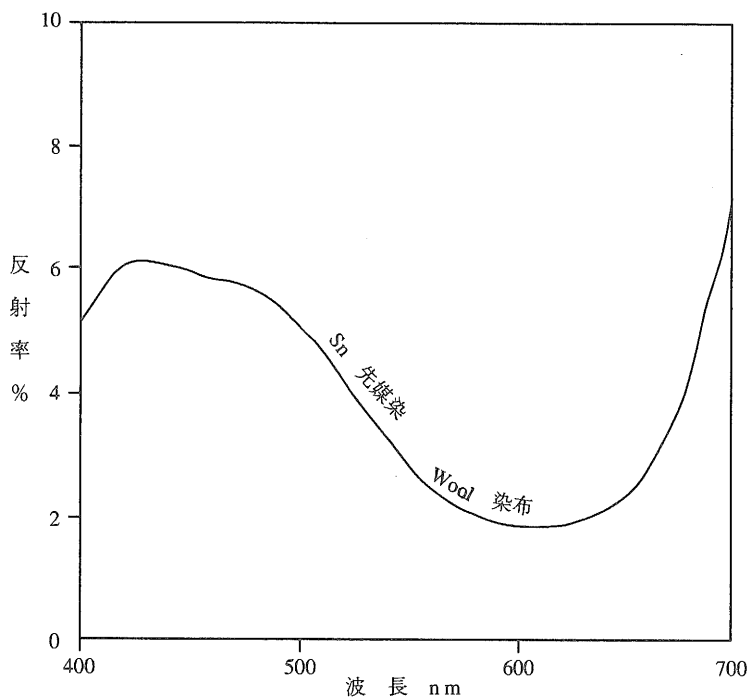
第7図 Al 先媒染インド藍スルホン酸エステルカリ塩 Silk 染布の反射率曲線

第5表 Al 先媒染インド藍スルホン酸エステルカリ塩 Silk 染布の反射率曲線

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
A 1	5.85	7.50	12.96	0.222	0.285	482.9	36.75

2.8.3-A) インド藍ロ
イコ・スルホン酸エス
テル・ナトリウム塩

Sn⁺⁺先媒染羊毛の反射
率曲線と測色値：インド
藍羊毛布 Sn⁺⁺媒染のも
のもインド藍中のイン
ジュルビンに起因する山
型の平坦部が図の左端42
0~440nm に表われてい
る。カリウム塩に較べて
Na 塩はその影響が小さ
くなっている。

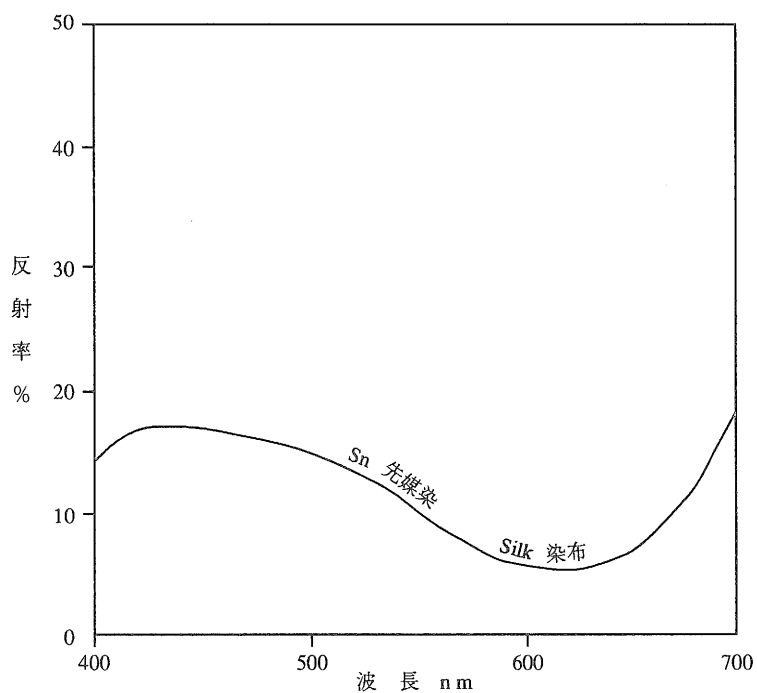


第8図 インド藍スルホン酸エステル・ナトリウム塩 Sn⁺⁺先媒染
wool 染布の反射率曲線

第6表 Sn⁺⁺先媒染インド藍スルホン酸エステル・ナトリウム塩 wool の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Sn	2.90	3.31	6.42	0.230	0.262	482.9	36.75

2.8.3-B) インド藍ロ
イコ・スルホン酸エス
テル・ナトリウム塩 S-
n⁺先媒染絹布の反射率
曲線と測色値：美しいコ
バルトブルーで艶がある。
カリウム塩のそれと較べ
ると色調はやゝ淡く緑を
帯びる。

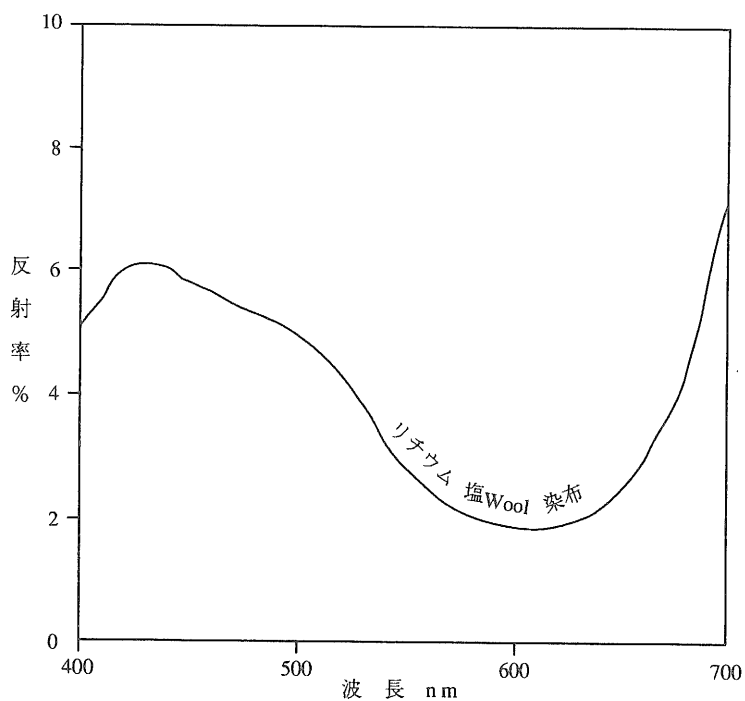


第9図 Sn⁺先媒染インド藍スルホン酸ナトリウム塩 silk 染布
の反射率曲線

第7表 Sn⁺先媒染インド藍スルホン酸ナトリウム塩 Silk の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
S n	8.63	10.31	17.09	0.234	0.280	486.8	41.59

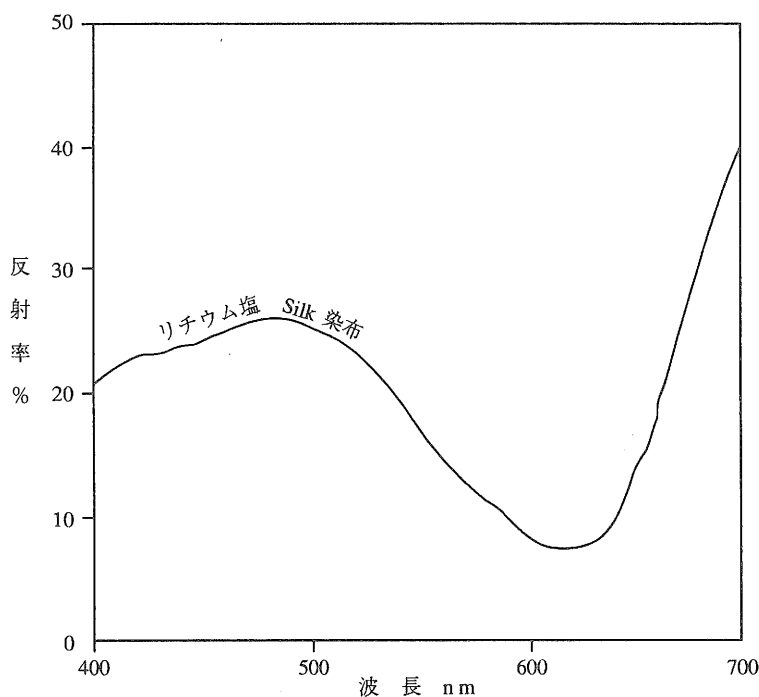
2.8.4-A) インド藍ロイコ・スルホン酸エステル・リチウム塩羊毛布の反射率曲線と測色値：Sn⁺⁺先媒染羊毛布は図の如く左方の山型は小さく染布は著しく緑色が増してくる。インジュルビンの影響は肉眼では認められない。Pe %値はK塩Na塩のそれに比べて最も低いのである。



第10図 Sn 媒染インド藍スルホン酸エステル、Li 塩 wool 染布の反射率曲線

第8表 Sn 媒染インド藍スルホン酸エステル、Li 塩 wool の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Sn	2.83	3.23	6.28	0.229	0.262	487.3	31.86



第11図 Sn 媒染インド藍スルホン酸エステル、Li 塩 Silk 染布の反射率曲線

2.8.4-B) インド藍ロイコ・スルホン酸エステル・リチウム塩 Sn^{++} 先媒染絹布の反射率曲線と測色値：この染布は輝きあるコバルトブルーを呈するものである。反射率曲線はなだらかである。低温度で染まる特色を生かして、フラボノールの黄色素配糖体と交染すると若葉と青葉の染布が得られる⁴⁾。

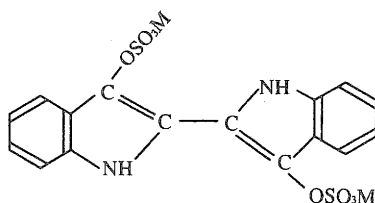
第9表 Sn 媒染インド藍スルホン酸エステル、Li 塩 Silk 染布の測色値

Mordant	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Sn	12.64	16.03	26.20	0.230	0.292	487.2	32.14

3. 実験結果と考察

3.1 合成藍のロイコ・スルホン酸エステル・カリウム塩を創り、インド藍の諸種アルカリ塩——カリウム塩、ナトリウム塩およびリチウム塩の羊毛染布と絹染布を得てその染着性や反射率曲線図、測色値を比較した。インド藍に含有されるインジュルビンもロイコ・スルホン酸エステル・アルカリ塩を与え羊毛の染布に紫味を与えることを証明した。絹染布はインジュルビンの影響は小さく、美しいコバルトブルーの色調となる。特にリチウム塩は鮮かで低温で染まり既報のフラボノール配糖体、ルチンやミリシトリンと交染によって美事な若葉、青葉の染色ができる。これらは捺染工芸に応用できる。

3.2 藍のロイコ・スルホン酸エステル・アルカリ塩は下記的一般式で表示される。



第12図 インジゴスルホン酸エステル
アルカリ金属塩の一般式
M = 1 価の Alkali metals

3.3 藍色素のロイコ・スルホン酸エステル・アルカリ塩の染色において、条件を等しくして羊毛および絹布の染色を行った。その結果カリウム塩が最も濃色を与え、ナトリウム塩がこれに次ぎ、リチウム塩が淡色であった。化学反応は原子の最核外電子が反応にあずかるが、此等の場合は原子量の差であると考察される。K = 39、Na = 23、Li = 7である。

終りに当たり、本研究の反射率曲線と測色値の測定は住友化学分析センター・カラー事業部鈴鹿正和部長の御好意によるもので有り厚く感謝致します。測定の労をおかけ致しました研究員の田中康子女史に御礼申し上げます。(Nov. 25. 1992)

文 献

- 1) A. J. Johonson. in H. A. Lubs (edited) : The Chumistry of Synthetic Dyes and Pigments. New-york 1955. P 551 - P 576.
- 2) 村田幸男 ; “工業測色学” 繊維社 (1968) P 130
- 3) 鈴鹿正和 ; 「染色工業」 № 5 223 (1986) 1 - 14P
- 4) 新井 清 ; 「葆光」 第 3 号 (1991) P 16 - 18

色彩と動物の生活

加 藤 勝

太陽系の一惑星である地球の表面には、地球生成以来の35億年のあいだに、300万種とも3000万種とも推定される種類の生きもの達が生存していると予想されている。このように、どこをみてもそれぞれ異った生きもの達が目につく生物の世界を、ある秩序をもったシステムとして、満足できるように整理できないものだろうかという人達が現われてから、250年にわたって、いわゆる分類学者のたゆみない努力によって、今日のように系統的に分類、整理されシステム化されてきたのである。

一方、ヒトをとりまく世界では、色彩の変化が時間的に空間的に目まぐるしく、くりかえし展開され、その美しさがいつの時代にもヒトの暮らしを楽しませている。色彩の発現・消滅のくりかえされるランダムにも似た世界にも、何か或る秩序をもったシステムとして整理されるものがあるのだろうか。ヒトの世界の色彩が常に多様化していく過程を一般の動物の世界を含めて考えてみたい。

動物の体色の生態的地位

動物たちは、進化という表現のもとで、種の維持とその発展が期待され、常に両親と異った遺伝子組成をもつ発現を期待して、二つの性による有性生殖を行うことを最大の特徴としている。この特徴を充分に保証する手段として、高い生態的地位を占めるため、二つの性、メスとオスの体色に鮮やかな相違をもたせている。したがって、すべての動物の体色に統一的な秩序あるシステム化を期待しても、この雌雄性よりもさらに上位にある生命現象と色彩との関連性が発見され、その存在が認められないかぎり不可能である。動物の体色の多様性は、その性の問題に大きく支配されているようである。

雌雄性を含めて注目したいことは、動物のいくつかの種類、例えば熱帯魚、小鳥、あるいは昆虫のなかに、すばらしく色彩の豊かな体色をもつグループの存在することである。この多彩なグループの発現の意味する生物学的内容については、まだ具体的には明らかにされていない。

体色発現の保守性

カイコのマユの色には、白色の他に黄色、黄緑色、緑色などが見られる。これらの色の発現はすべて遺伝子の働きによって決められる。食べたクワの葉のなかに含まれている天然の色素類が、腸壁を通過して体液のなかに入り、体液中の色素がさらに絹糸腺のなか透過し、セリシンたんぱく

と結合して、絹として吐糸されるもので、これらの透過を支配しているのが遺伝子なのである。ところがクワ葉のなかに存在しない、人工的・合成色素を食べさせると、クワ葉の色素を透過させない白いマユをつくるカイコでも、合成色素は体液中に、そして絹糸腺のなかに無条件で透過して、合成色素に着色したマユをつくる。つまり遺伝子はクワ葉の色素の構造にしか働きかけないわけで、なじみのない構造をもった色素は自由にふるまえるわけで、遺伝子の働きはきわめて保守的なのである。このような例は、アゲハチョウの幼虫の餌に赤インクを塗って食べさせると、赤味がかったサナギになり、羽の黄色の部分が橙色に変化したチョウの羽化してくるのを見ることができる。また、カイコに青インクを塗ったクワ葉を食べさせると、青みを帯びた卵を産むものがみられるようになる。

毛の色と毛のちぢれ

わたくしは且って、ネズミの毛の色の実験をしたことがある。その過程で、白黒の斑のネズミの毛を剃ると、皮膚もまた白黒の斑になっていて、毛の白黒斑と、皮膚の白黒斑が重なり合わないことに気づいた。黒い皮膚から黒い毛の生えている場合もあるが、白い毛も生えているといった場合で、白い皮膚から黒い毛や白い毛が生えていた。毛の色は皮膚の色とは無関係に決められていることになるらしい。

その後、わたくしは近土氏とめん羊の毛のちぢれ crimp のできるメカニズムの共同研究を行った。氏はすでに、めん羊の毛を染めて、その横断面をみると、毛の横断面は半分しか染まっていなくて、毛のちぢれの外側と内側とでは毛の構成成分の異っていることを発見していて、そのちがいが皮膚の中の毛根の底部において生じていて、ちぢれの発現が毛自身の側にあることを明らかにしている。毛のちぢれの例はヒトのからだにも部分的にみられる。また、ヒトの女性に陰毛の欠如する場合のあることが知られている。その植毛に当って、本人のからだの他の部分、たとえば頭髮の直毛を移植すると、しばらくして移植毛は脱落するが、やがて移植された直毛の毛根から新しくちぢれた毛を生じてくる。ヒトの毛のちぢれは、めん羊の場合と異って、毛の生えている場の皮膚の働きによって決められているのである。

体色と衣服の色

ヒトに非常に近いチンパージなど、わずかの霊長類を除いて殆どの動物は、動物にとってもっとも大切な繁殖行動の開始が、太陽と地球との関係、日の長さの長・短によって決められていて、繁殖期が一年一回で、しかも短い期間に限られているものが多い。動物自身の意志によって決めることができない、まったく環境条件に支配されているのである。また、これらの動物の体色も、自分自身の意志によって変えることができない。ヒトはその点、体色の多彩性を失い、衣服をまとうよ

うに変化・進化し、衣服の色彩も自らの自由意志によって選択できるようになった。このことは、繁殖の自由さを獲得したこととあわせて、大変な変化・進化である。

色彩文化の特徴を求めて

ヒトの色彩の世界は、体色の次元から、衣服・生活用具・住居などの生活圏のすべての範囲にわたって拡大され、色彩の生態的地位としての雌雄性と深い関連性を依然として保ちながら、高い次元の世界に展開されている。

しかし、ここで大変に重要なことは、色彩の世界が、光の存在下においてはじめて認識される世界であって、暗黒の環境ではまったく存在性を失ってしまうということである。光の存在下でのみ色彩の世界が認められるということは、ヒトの活動性と深い関連性の中で、色彩が評価されるものであることを示唆している。

動物の世界ではどうであろうか。小鳥を例にあげれば、小鳥の美しい羽の色彩は飛翔するときに、静止のときにくらべてさらに美しさを増している。このように、行動が動物の色彩美を発揮する例は昆虫、魚類などにも多くみられる。

とくに、ヒトの世界では、衣服、生活用具、建築などすべての社会的素材が、光環境の下で、色彩による活性化の現象をおこしている。わたくしは、ヒトの衣服の色彩も含めて、色彩の世界を人類社会の活動性と結びつけた、新しい価値観の生まれてくることを期待したい。

各種繊維の天然染料による染着性について、Ⅳ (P. E. G) 一水の混合染浴による藍の染色性

相 宅 省 吾、 原 幸 代、 村 岡 雍 一 郎

はじめに

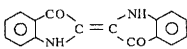
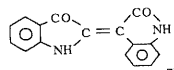
前報で染浴と使用したポリエチレングリコール400、(P E G) は、化学式で表はせば次のように書く事が出来る。 $\text{HO}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n-\text{H}$ それ故 P. E. G 400とは分子量が約400のポリエチレングリコールであるから、 n の値は10前後である。 $n=1$ の場合はエチレングリコールであって P E Gとよく似た液体であるが、耐熱性は少し劣る。 $n=0$ の場合は $\text{HO}-\text{H}$ で水である。

このように水も P. E. G の同族体と考えられぬこともないので、ここでは P. E. G 400と水の混合物を染浴とした。

1、染色実験

ここでは藍(インデゴ)を直接、染浴に溶かし染色する直接法と、一般に従来用いられる藍をハイドロサルファイトで還元して染色する還元法を用いた。

1-1 用いた染料はインド藍、スクモ藍、合成インデゴ(インデゴピュアー)の3種である。

インド藍⁵⁾ 豆(マメ)科の植物で Indigoferal、こまつなぎ屋のものである。この植物は藍を取るため紀元前3,000年も昔からエジプトで栽培されている。やがてヨーロッパや中国にも伝えられた。インド藍の主成分⁵⁾はインデゴチン  であり、この外に赤色のインデルビン  更に黄色のインデコエローなど副成分が存在する。

スクモ藍はタデ科⁷⁾の植物で“さなへだ”屋である。本種は日本、中国、ソ連に産し、昔から阿波(徳島県)の特産である。この葉から商品にしたのが“スクモ”藍として市販されている。

合成藍(インデゴ)は、その構造は A. von Bayer によって決定された後、現在工業的にはアニリンから出発する Heuman の方法が用いられている。

1-2 染色用の布は、絹、羊毛、綿、人絹アセテート、ビニロン短繊維、ビニロン長繊維、カシミロン、東洋紡シノン、ナイロン6、ナイロン66、ポリエステル短繊維、東レシルツク、C. D ポリエステルである。

このうち“カシミロン”はカチオン染料によく染るアクリル繊維、C. D ポリエステルもカチオン染料によく染るポリエステル長繊維である“東レシルツク”は絹様のポリエステル長繊維で“東洋紡シノン”は牛乳蛋白50%を含む絹様アクリル繊維である。

2 実験結果

実験結果は第1表、第2表に示す

色彩の表示は前報と同じ“小学館”発行：“色の手帖（The Color Guide）”によった
第1表より次の傾向が見られた。

①インド藍の直接染色法では、染浴組成の水と P. E. G の割合が、5 : 1 ~ 5 : 2 の間が最も発色が良好であった。以後、水 : P. E. G の割合が 2 : 1 の染浴をよく使うことにした。

②繊維による発色が非常に異なる。とくにインド藍による発色がいちぢるしい。例えば木綿、人絹、ビニロン、ポリエステルは藍の色すなわち青色に染るが、絹、カシミロン、CDポリエステルは赤紫色に、羊毛、ナイロン、アセテートは茶色に染る。

③スクモ藍を使った場合、ポリエルテル、CDポリエステル、ビニロン、カシミロン、は藍本来の青色に染るが、絹、羊毛、木綿、人絹アセテート、ナイロンは茶色がかった色になる。

④合成藍（インデゴピュアー）を使った場合、木綿、人絹、アセテート、ビニロン、カシミロンポリエルテルは青色に染る。とくにビニロンの染色性は良好である。羊毛は薄緑色、ナイロンおよび絹は茶色になる。

⑤合成藍（インデゴピュアー）を水を含まない P. E. G で100℃と130℃で染色を行った。ビニロン、ナイロン、ポロエス、カシミロンなどの合成繊維は温度が高い程染着性は良好だが、絹、木綿、人絹は殆ど染まらない。アセテートは100℃では青く染るが130℃では収縮する。

⑥染浴に P. E. G 100 : 水200のもを用い苛性ソーダでアルカリ性にし、ハイドロサルファイトで還元を行った。インド藍は容易にロイコ化合物となり溶解する。それを常法により染色を行うと、木綿、人絹、羊毛、ビニロン、ナイロンは美しく青色によく染る。特にナイロンの発色は美しい。その他の繊維もすべて薄い青色であった。

3 考察

各種繊維を藍で染める場合、染色法、染浴の種類、さらに繊維に含まれている成分（染着座席）によって第1表、第2表の如く実に様々な発色が見られる。この現象は草木染の場合よくあることであるが、とくにインド藍を用いる場合に顕著である。

これはインド藍には青いインデコと赤いインデルビンと黄いインデゴイエローが存在する為である。P. E. Gと水を使う直接の染め方では赤いインデルビンは分解されることなく、酸性基をもつ繊維、カシミロン、CDポリエステル絹によく反応して赤紫色の美しい布が得られると考えられる。

しかし羊毛の発色は暗い“カーキ”色であるのはインデコの青とインデルビンの赤と、インデゴイエローが共に染つていると考えられる。

またインド藍をアルカリ性にして還元するとインデルビンは分解し、一部インドオキシルとなり

空気酸化すればインデゴとなる為、赤い発色は起こらない。夫故この還元法ではインデゴ以外の不純物を分解してしまう作用もあるので美しい藍染が得られる。

おわりに

天然染料には主成分以外に数多くの少量の色素成分を含有しているので、水のみを使った従来の方法以外にいろいろな染色方法を使うと興味ある結果が得られると考えている。これは近頃繊維も染料と同じく、酸性、中性、塩基性、親水性、疎水性のものが割合自由に作れるためである。

参考文献

- 5) 染色と生活10号 (1975年秋)、57頁
含藍植物の種類
- 6) 岩波、理科学辞典 (1971年、第3版) 97頁
- 7) 染色と生活10号 (1975、秋) 41頁
含藍植物の種類

直接法によるインド藍の染色性

染料、インド藍10グラム		P E G(400)と水の混合染浴(容積比)による色彩の変化					
織 維	P E G_{cc} ：水_{cc} 性 質	0 : 350	1 : 350	10 : 350	50 : 350	100 : 250	150 : 150
絹	親 水 性 -CO・NH-基	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	298 ライラック 6 P 7/6	299 オーキッド 7.5 P 7/6	31 灰 桜 5 R 7.5/2
羊 毛	親 水 性 -CONH基、SH基	153 ベージュ 10 Y R 7/2.5	153 ベージュ 10 Y R 7/2.5	156 カーキ 1 Y 5/5.5	156 カーキ 1 Y 5/5.5	153 ベージュ 10 Y R 7/2.5	153 ベージュ 10 Y R 7/2.5
木 綿	親 水 性 -OH基、-O-基	322 思想鼠 5.5 P B 6.9/5	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4
人 絹	親 水 性 -OH基、-O-基	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4	239 ライトブルー 2.5 P B 8/4
アセテート	半 親 水 性 2、-OOCCH ₃ 基	292 藤 色 10 P B 6.5/6.5	292 藤 色 10 P B 6.5/6.5	292 藤 色 10 P B 6.5/6.5	292 藤 色 10 P B 6.5/6.5	292 藤 色 10 P B 6.5/6.5	292 藤 色 10 P B 6.5/6.5
トリアセテート	半 親 水 性 2、-OOCCH ₃ 基	324 薄 鼠 2.5 P 6/3	324 薄 鼠 2.5 6/3	324 薄 鼠 2.5 6/3	324 薄 鼠 2.5 6/3	324 薄 鼠 2.5 6/3	324 薄 鼠 2.5 6/3

ナイロン 6	半疎水性 —CONH—基	339 灰汁色 2.5Y 6/1	339 灰汁色 2.5Y 6/1	326 灰 赤 5 R 4.5/2.3	326 灰 赤 5 R 4.5/2.3	188 青 丹 7.5Y 6/3	188 青 丹 7.5Y 6/3
ナイロン 6. 6	半疎水性 —CHNH—基	303 薄 色 6 P 6.8/2.5	324 薄 鼠 2.5 8 6/8	317 薄 鼠 5 Y R 6/1	317 薄 鼠 5 Y R 6/1	314 薄 鼠 N—6.5	314 薄 鼠 N—6.5
テ ト ロ ン (短繊維) (ポリエステル)	疎水性 —OOC— O —COO—基	239 ライトブルー 2.5P B 8/4	239 ライトブルー 2.5P B 8/4	239 ライトブルー 2.5P B 8/4	322 想思鼠 5.5P B 6.9/5	322 想思鼠 5.5P B 6.9/5	322 想思鼠 5.5P B 6.9/5
東レ シルク (長繊維) (ポリエステル)	疎水性 —OOC— O —COO—基	3 2 2 想思鼠 5.5P B 8/4	3 2 2 想思鼠 5.5P B 8/4	3 2 2 想思鼠 5.5P B 8/4	3 2 2 想思鼠 5.5P B 8/4	3 2 2 想思鼠 5.5P B 8/4	3 2 2 想思鼠 5.5P B 8/4
C・D ポリエステル カケオンダイアブル	疎水性					2 9 2 藤 色 10P B 6/3	
カ シ ミ ロ ン (アクリル) カチオンダイアブル	疎水性 —CN 基 +酸性基	2 9 9 オーキッド 7.5P 7/6	2 9 9 オーキッド 7.5P 7/6	3 0 8 紫 7.5P 4/12	3 0 8 紫 7.5P 4/12	3 0 8 紫 7.5P 4/12	2 9 9 オーキッド 7.5P 7/6
東洋紡シノン 牛乳カゼイン (アクリル)	半親水性 —CONH—基 —OH基	3 3 0 スカイブルー 7.5B 7.5/0.5	3 2 4 薄 鼠 2.5P 6/8	3 2 4 薄 鼠 2.5P 6/8	3 2 4 薄 鼠 2.5P 6/8	3 0 櫻 色 10R P 9/2.5	1 8 6 油 色 5 Y 6/4
ビ ニ ロ ン (短繊維)	親水性 —OH基	2 9 2 藤 色 10P B 6.5/6.5	2 9 2 藤 色 10P B 6.5/6.5	3 0 0 鳩羽色 2.5P 4/3.5	3 0 0 鳩羽色 2.5P 4/3.5	2 8 5 紫苑色 9P B 4.5/4.8	2 8 7 薄花色 2.5P B 5.5/5.5

直接法による合成藍と蓼藍、還元法によるインド藍の染色性

織 維	染 料 染 色 法 性 質	合 成 藍 (インディゴブルー) 4 グラム	合 成 藍 (インディゴブルー) 5 グラム	蓼 藍 (スクモ藍) 15グラム	印 度 藍 5 グラム
		P. E. G100cc 水 250cc 染 色 温 度 95℃ 直 接 法	P. E. G700cc 染 色 温 度 130cc 直 接 法	P. E. G100cc 水 250cc 染 色 温 度 95℃ 直 接 法	P. E. G100cc 水 250cc 染 色 温 度 60~70cc (ハイドロ サルファイト2.5g) 還 元 法
絹	親 水 性 -CONH-、基	329 パールグレー 2.5Y6.5/6.5	染 着 せ ず	317 茶 鼠 3 Y R 6 / 1	337 スノーホワイト N-9.5
羊 毛	親 水 性 -CONH-基、-SH基	195 抹茶色 2 G Y 7.5 / 4	318 深川鼠 10 G Y 7.2 / 1.5	317 茶 鼠 3 Y R 6 / 1	287 薄花色 2.5 P B 5.5 / 5.5
木 綿	親 水 性 -OH基、-O-基	248 水 色 6 B 8 / 4	染 着 せ ず	329 パールグレー 2.5Y6.5/0.5	239 ライトブルー 2.5 P B 8 / 4
人 絹	親 水 性 -OH基、-O-基	337 灰白色 5 Y 9 / 1	染 着 せ ず	303 薄 色 6 P 6.5 / 2.5	251 天 色 2.5 P B 6.2 / 7
アセテート	半 親 水 性 2、-OOCCH ₃	322 想思鼠 5.5 P B 6.9 / 5	332 モスグレー 5 G Y 6 / 2	324 薄 鼠 2.5 P 6 / 3	322 想思鼠 5.5 P B 6.9 / 5
ナイロン 6	半 親 水 性 -CONH-基	302 二 藍 5 P 3 / 3	251 天 色 2.5 P B 6.2 / 7	317 茶 鼠 2.5 P 6 / 3	252 青(ブルー) 2.5 P B 4 / 12

テトロ (ポリエステル 短繊維)	疎水性 -OOC-O-COO-基	287 薄花色 2.5PB5.5/5.5	273 浅縹 2PB5.5/5.5	243 水浅葱 5B8/3	239 ライトブルー 2.5PB8/4
東レシルック (ポリエステル 長繊維)	疎水性 -OOC-O-COO-基	261 薄藍 1PB5.8/7	251 天色 2.5PB6.2/7	243 水浅葱 5B8/3	239 ライトブルー 2.5PB8/4
CDポリエステル (カチオンダイアブル)	疎水性 -OOC-O-COO基 酸性基			243 水浅葱	
カシミロン (アクリル) カチオンダイアブル	疎水性 -CN基	271 縹色 3PB4/7.5	251 天色 2.5PB6.2/7	243 水浅葱 5B8/3	239 ライトブルー 2.5PB8/4
東洋紡シノン 牛乳カゼイン、アクリル	半親水性 -CONH-基 -CN基		200 若草色 3GY7/10		
ビニロン ポリビニルアルコール 短繊維	親水性 -OH基	260 藍色 2PB3/5	287 薄花色 2.5PB5.5/5.5	260 藍色 2PB3/5	322 想思鼠 5.5PB6.9/5
日ビ、ビロンタフタ ポリビニルアルコール 長繊維	親水性 -OH基		261 薄藍 1PB5.5/7		
日ビ、ビニロン (アセタール化黒し)	親水性 -OH基		239 ライトブルー 2.5PB8/4		
ポリプロヒレン	疎水性 -CH ₃		261 薄藍 1PB5.5/7		

繊維および繊維製品についての考察Ⅳ 繊維とフラクタル幾何学（下）

相 宅 省 吾、 村 岡 雍 一 郎、 井 上 清 博

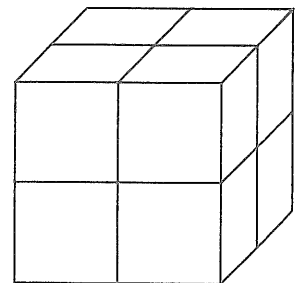
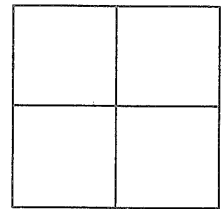
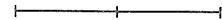
4. フラクタル次元（相似形次元）

4-1 相似形次元

今迄の解析幾何学では次元は正の整数と考えられて来たが、繊維の性質を考えて行くうちに繊維の次元は0.5であることになってしまった。繊維や繊維製品のような特定の長さをもたない、相似形をもった次元（これはフラクタルと密接な関係がある）についてのべる。

（私は数学は素人であるので専ら“安本秀樹氏著・フラクタル・朝倉書房”の解説に従う）。

線分、正方形、立方体の次元を相似形にもとづいて考えてみる。各図形の辺を二等分すると、線分は半分の長さの線分2個、正方形の場合、1辺がもとの1/2の正方形4個になり、立方体場合には8個になる。つまり線分、正方形、立方体はそれぞれ全体を1/2にした相似形2、4、8個によって全体が構成されているとみなすことが出来る。この2、4、8は夫々 2^1 、 2^2 、 2^3 と書き直すことが出来るが、そこに表われる指数1、2、3はそれぞれの図形の経験的な次元と一致する。もう少し一般的な表現をすると、ある図形を1/aに縮小した相似形図形 a^D 個によって構成されているとき、このDが次元の意味をもつわけである。この次元を相似形次元と呼ぶ。



相似形次元は整数である必要はない。もしある図形が、全体を1/aに縮小した相似形b個によって成り立っているならば、 $b = a^D$ より相似形次元は

$$D = \frac{\log b}{\log a} \dots\dots$$

となる。

第4図 線分、正方形、立方体の単位長さを半分分割する。

4-2 カントール集合と短繊維紡績糸の次元

カントール集合は典型的なフラクタルである。それは線分〔0、1〕を3等分し真中の部分〔1/3、2/3〕を消去する残った線分〔0、1/3〕〔2/3、1〕を各3等分し、真中の部分〔1/9、

2/9]、[7/9、8/9]を消去する。この操作を無限に繰り返し極限に残った集合をコントロール集合という。

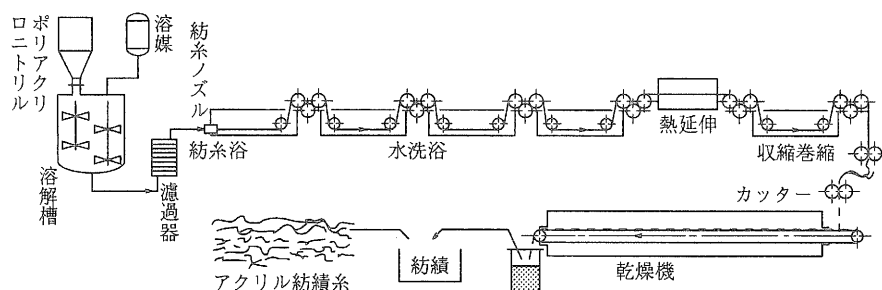
この集合のフラクタル次元Dは

$$D = \frac{\log 2}{\log 3} = 0.6309$$



第5図 コントロール集合

繊維製品のコントロール集合と考えられるのは紡糸した長繊維を引きちぎって作ったパーロック糸や、綿や羊毛のような短繊維から作られた紡績糸などこれに当たると考えられる。この紡績糸の次元は



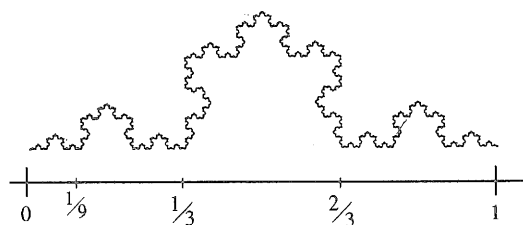
第6図 アクリル繊維ステープルの連続紡糸工程

$$D_{\text{糸}} = \frac{1}{2} \frac{\log 2}{\log 3} = 0.3155$$

この紡績糸は繊維の従方向にも空間をもっているが全体としては強くて、しなやかな嵩高性の糸となる。

4-3 コッホ曲線と捲縮繊維の次元

コッホ曲線はコントロール集合と同じように曲線的なフラクタルである。第7図のコッホ曲線の区間[0、1/3]の図形を3倍に拡大すると、それは全くもとの曲線とコッホ曲線[0、1]と同じとなる。このコッホ曲線は、全体を1/3にした相似形4個によって全体が構成されている。したがってコッホ曲線の相似形次元は、



第7図 コッホ曲線

$$D = \frac{\log 4}{\log 3} = 1.2618$$

コッホ曲線は1次元とすると複雑すぎ、2次元（平面）とするには単純すぎるから1.2168という値は適当な値であると考えられる。

このコッホ曲線は伸びも縮もしない針金のような線で出来ているが、これがしなやかな繊維例えば羊毛のような捲縮糸から出来ているとすれば、その繊維の次元は（羊毛もコッホ曲線に似ているとする）

$$D_{\text{織}} = \frac{1}{2} \frac{\log b}{\log a} = \frac{1}{2} \times 1.2618 = 0.6309$$

となり嵩高性のある勝れた繊維となる。この捲縮糸から弾性の強い織物や編物が作られる。

4-4 シルピンスキーのギヤスケットとレース

シルピンスキーのギヤスケットはカントール

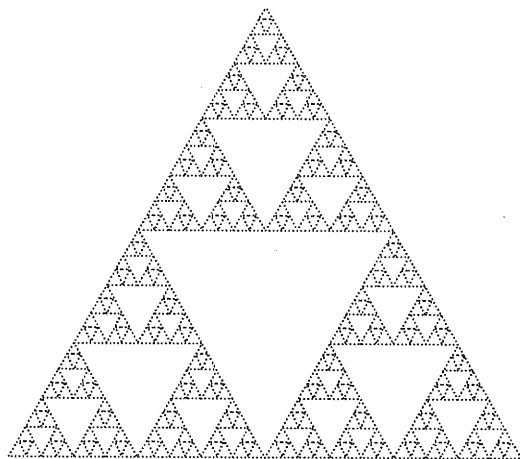
集合を2次元に拡張したようなフラクタルで、3角形のまん中をくり抜く操作を繰り返すことによって作られる。図をみるとすぐに分かるようにレース編物によく似ている。

このシルピンスキーのギヤスケットの相似形次元は

$$D = \frac{\log 3}{\log 2} = 1.585$$

ギヤスケットとは詰め物という意味である。

この三角形の孔を繊維で連ねたレース編物のフラクタル次元は



第8図 シルピンスキーのギヤスケット

$$D_{\text{織}} = \frac{1}{2} \frac{\log 3}{\log 2} = 0.743$$

1本の糸から編まれて行くニット製品に近い値となる。

4-5 ペアノ曲線とF、R、P（繊維強化プラスチック）

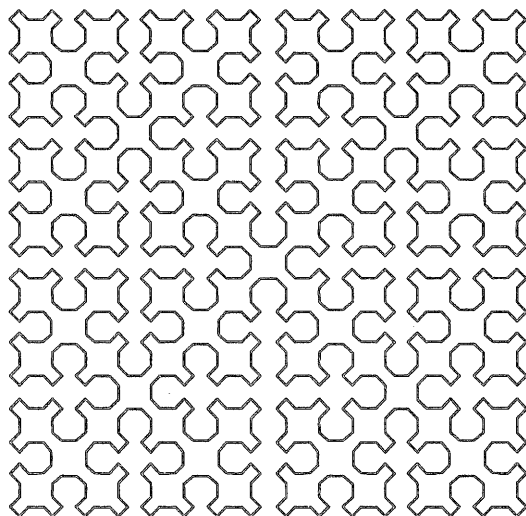
先にのべたように1本の糸から平面的な織物が生れ更に打込を多くすると目のつまった丈夫な布も作ることが出来る。それを更に密度を高くすると硬い平面の紙になる。夫に樹脂を含ませて積層板にする（積み重ねて成形する）と立体的なF、R、Pが作られる。

このように1本の糸が加工により、1次元の紐、2次元の布、3次元のプラスチックに姿を変えて行くことは、我々のように繊維を加工を仕事とするものにとっては、ごくありふれた工学の仕事であって、数学や幾何学の対象とならなかった。

というのは1次元の線が2次元、3次元と変化して行くことは数学的にあり得ないことであった。

しかし100年程前に2次元であるはずの正方形の任意の点を、たった一つの実数（1次元の線）で表わすことが可能であることが示された。

平面を完全に覆いつくすような一本の曲線の最も良い例はペアの曲線である。ペアの曲線は第9図のように折れ曲った線の極限として定義される。この図をみてもびっしり一様に覆っていることが分かる。（この図を見ると我々は直にニット（編物）の布を連想する）。この曲線は自己相似的で、いたる所で微分不可能であり、先にのべたフラクタルの典型的な例となっている。



第9図 ペアノ曲線

ペアの曲線の考え方は3次元以上にも適用できる。すなわちn次元空間中の任意の点を一つの実数で表わすことも出来る。ペアノ曲線は図をみればわかるように、全体を1/2に縮小した図形4によって全体が構成されている。それ故ペアノ曲線の相似次元Dは

$$D = \frac{\log 4}{\log 2} = \frac{\log 2^2}{\log 2} = 2$$

となりこれは平面の次元である。

繊維製品の次元では

$$D_{\text{繊維}} = \frac{1}{2} \times D = \frac{1}{2} \times 2 = 1$$

となりその（繊維製品）の自由度は1式から4の値となる。（1式では次元をYとしたが、フラクタル次元Dと等しい。Y=D）

第1表（前報）によると織物や網や紙の自由度は4であり、ペアノ曲線から推定した値と一致する。この推論が多次元の世界迄適用出来ることは喜ばしいことである。

おわりに

我々は長い間糸を作ることが仕事であった。それはナイロンの紡糸から始まった。その間色々面白い経験をした。その中で、プラスチックのペレット（0次元）を紡糸機にかけると（1次元）の糸が連続して出て来る。失敗すると大きな塊（3次元）となって始末に負えなくなってしまう。

そこで繊維とは何かと考え、この無数にある、繊維および繊維製品の一般の姿を説明するために幾何学の力を借りねばならないと考えた。

そこで（繊維の）自由度とか、アスペクト比、また繊維波などの言葉を使って、また言葉を作って繊維を説明しようと試みた。この“繊維の幾何学”を我々の仲間では“String Geometry”と呼んでいる。その後マンデルブローのフラクタル幾何学の日本語訳が出版され、更に高安秀樹氏の名著“フラクタル”（朝倉書店）に大変お世話になった。厚く御礼申し上げる次第であります。

蚕繭紙について

林 屋 慶 三

1. 蚕繭紙

紙祖蔡倫は中国後漢の人、樹皮・麻屑、敝布・魚網を抄いて紙とする製紙術を発明したと言われる。書聖王羲之は4世紀東晋の人、いうまでもなく古今第一の書家として知られ、行書で書かれた蘭亭序はとりわけ名高い。蘭亭帖の真跡は今日残らぬとは言え、「蘭亭に会せる者四十一人なり。羲之序を制る。蚕繭紙・鼠鬚筆を用う。遒勁なること絶大なり。」という記録が「海録碎事」に残っている。この記録が紙の歴史を研究する後代の人々を紙祖と書聖の間に立たせて悩ませてきた。王羲之はなぜ300年前すでに蔡倫が発明し、蔡侯紙と名付けて賞でられたと言う麻紙があるのにそれを使わず、「蚕繭紙」を用いたのか。王羲之が選んだからには蚕繭紙とは余程優れたものであったに違いない、と。こうして紙の起源にまで遡っての論争が始まる。

問題を複雑にさせていることのひとつに紙という字の成りたちがある。前漢時代B. C. 2世紀からA. D. 1世紀にかけての書物に「紙」という字はすでに散見される。すなわち蔡倫が自ら抄し作った紙を和帝に献じたA. D. 105年より早くに字が用いられている。しからは蔡倫より以前に紙というものがあったことになるが、古代の書物にはその製法や原料について説明がない。

中国の文字の歴史は古い。そして文字を記す対象も甲骨、青銅器、木簡、竹簡、そして絹布へと、時代を追って変化してゆく。史記にすでに帛書の話が出ており、薄手の絹布（縑帛）に字が書かれていたと言う。文字を書写する材料には紙より以前に帛があったのである。

後漢の人許慎（A. D. 30—124）の著「説文解字」には「紙は絮一苦なり」とあり、絮を笞で抄きあげた一枚の意であると解釈されている。¹⁾ 許慎によれば意味を表わす糸、音を表わす氏から成りたっているという。氏そのものにも砥石の砥に通じることから明らかなように、「なめらか」の意味がある。これに従えば紙の原料は生糸であり製造に抄くという工程があり、蔡倫以前に絮紙が存在していたことになる。

私は「説文解字」にある絮を蚕繭と読み代えて、紙の起源論争に注目してきた。蚕繭紙の正体を知りたいと思っていたからである。ところが近年になって、中国各地で遺跡の調査が進み、考古学に新しい手法が取入れられ、古代の多くの紙についても実証的研究が行われた。結果は過去の考え方を痛烈に批判するものであった。

「中国製紙技術史」（潘吉星著、1980年）²⁾では「紙」の字使用の記事が前漢の時すでにあったこと

を述べ、続いて出土品から前漢時代に書及び画の記載された紙の存在を実証し、次に生糸質のフィブリン繊維と麻質のセルロース繊維との造紙性の優劣を説き、さらには説文解字に言う絮を簀いで出来る薄片は紙というに値しない代物であることを実験上の根拠をあげて証明し、蔡倫が紙の発明者とする説を批判している。さらに筆を進めて、紙は古代の働く人々が麻のぼろ裂れや縄裂れを水中でからませてそれを抄き取ることを工夫したもので、漢代の終りには品質の可成り良いものが出来るようになっていたと記している。蔡倫はこれらの麻布に加えて樹皮をも原料とした植物繊維紙の生産にかかわった大官という立場で活躍した人と評価している。

唯心主義と唯物主義のせめぎ合いを泉下の蔡倫はどう思っているか知らないが、事実として甘肅省旱漢坡出土の後漢の紙は分析の結果麻紙であったし、新疆樓蘭遺跡出土の前漢（B. C. 49）の古紙は大麻繊維で作られていた。西安東郊の灊橋で発見された前漢早期の紙も生糸質でなく麻類植物の繊維紙で、出所の明白さから世界最古の紙とされた。³⁾ 今日までに発掘調査された前漢・後漢の紙には絮紙に属するものがなく、さらに魏晉以降中国を含めて各地の古紙に生糸質の紙は一つとしないと、潘氏は説いている。

「紙と日本文化」（町田誠之著1989）⁴⁾では上記論文を認めてか、説文解字に言う絮を簀で濾す行程で生糸質の薄膜を得ることは出来るが、そのものは実用に耐えるものではなかった、と述べ絮紙は紙が生れるヒントを与えた点に意義があったという見解を述べている。かくして、許慎の絮紙は葬られ、蔡倫も亦紙祖の座から引きずり降ろされようとしている。潘氏は古今植物繊維質以外に紙はなく、歴代鑑賞家に称されてきた蚕繭紙は一種の美称であると、その存在をも否定した。

2. 平面繭

団扇うちわは細い竹を骨として紙を張って作られる。絵も書ければ字も書ける。糸を吐き始めた繭を作る間際の蚕をこの骨に放つと、蚕は細竹のつくる平らな面を行ったり来たりして糸を掛け、ついには紙に似た薄い繭糸の膜を張る。この風流団扇の上に家を作り損ねた蚕は幼虫から変態して裸蛹となって鎮座する。その面白さがたまらなくて団扇作りに精を出した子供の頃を思い出しつつこの項を書いている。

京都工芸繊維大学繊維学部は、その前身を京都高等蚕糸学校といい、京都では「お蚕さんの学校」で通っていた。この学校の研究室に畳一枚程の面で1cm位の厚さの白い絨緞と言っても良い感じの薄板状のものが置かれていた。それは当時平板繭また平面繭と呼ばれていた。これが子供の頃の風流団扇の姿を変えたものと知ったのは後のことであるが、平板繭は、戦中の物資窮乏の時、陸軍が防弾用に、また海軍が防電波材に用途を考え、戦後間もなくの頃には民間が保温材として活用する方法を検討してきた、日本で自給できる数少ない産業資材であり、蚕糸の新用途開発のために大学まで参加して行なった研究の素材であった。

それから約40年経って、世界経済の中に占める日本の地位が向上し新規産業が高度に成長したが、その蔭で養蚕業は昔日の隆盛を失った。そして生き残りの途を求めて蚕糸の新用途開発がはじめられている大学でも養蚕研究室の前廊下にプラスチック製の細長い網が張られ、その上を蚕が這回りつつ糸を吐く姿をしばしば見掛けるようになった。平板繭の再登場である。この研究は産と学を結びつけ、帯芯地の試作にまで進み、校門を出て西陣の帯問屋にはいり、試着した京の舞妓を喜ばせたと言う。

こんなある日私の研究室に、膜と言うには厚くて強く、板と言うには薄くてしなやかな、紙に手頃な「平面繭」を携えてIさんという1人の学生が訪ねてきた。以下はIさんが数年かけてこの「平面繭」に執心し、研究した成果を纏めた博士論文⁵⁾を見ながらの話である。

Iさんは試作した「平面繭」を改良するに当って絹を衣服の材料と思うことを捨て、紙として利用することを考えた。本来繭を結ぶはずの蚕を平面に吐糸させる目的で蚕を育成することを始めた。古来の養蚕では良い繭を結ばせようと、糸掛けに都合のよい^{まがし}族を考案し、次に繭から良い生糸を得ようと湯の中で繭を煮つつ繭糸を繰り出す製糸法を工夫し、絹糸に艶を与えようと精練の工程を加えるなど、かずかずの努力が重ねられてきた。その間蚕のもつ種々の形質が、あるときは伸ばされ、あるときは抑えられて特徴ある形質をもつ系統が育成された。その成果として山梨県小淵沢にある国立の研究所には500系統以上の品種が原蚕種として保存され、今では世界の遺伝学者からも注目されるほどの蚕の遺伝子の宝庫となっている。

この宝庫に、緊りのない「ボカ繭」を作る^{わたこ}綿蚕と呼ばれる品種がある。Iさんは先ずこの品種に注目した。現在実用化されている蚕は良い繭を作る形質の蚕を掛け合わせた交雑種であって、族のような糸掛けをする場のない網の上では、糸を吐きつつ営繭の場を探そうとはするが、体内に貯えた絹物質を十分に吐糸しないまま力尽きてしまう。一方、改良に逆らった古い蚕の品種には足腰強く這い廻り均等な薄さで平らに糸で膜を張りつつ絹物質を吐き終る形質を残しているものがある。このような紙様のものを作るに適した品種群から綿蚕、それに眉蚕・大造という品種を選び出し、これらの3系統の蚕を掛け合せ三元交雑種を得た。さらに網から落ちず、吐糸量多く、均一な平面を作る性質を目安としてこの蚕を20世代にわたって選抜し、良い平面繭を作る系統を育成したのである。かくして実用に耐え、書写も可能な平面繭を蚕に作らせる技術を確立した。これは正に労作と言える。

ただし、これだけでは博士論文とはならない。効率よく、均一に平面吐糸する特性の遺伝的分析をしなければならない。それは通常の営繭吐糸の場合と同様、平面吐糸の際にも絹物質の合成と体外分泌を支障なく行う特性を発現させる遺伝子が染色体上の如何なる座位にあるかを特定することから始めねばならない。Iさんは先ずこの性質はSan遺伝子と名付けた第7連関群と第20連関群とに占座する不完全優性遺伝子に制御されていることを明らかにした。次に上述のように育成した蚕

を族に入れると、綿蚕と同様の「ボカ繭」を作ることから、育成に用いた原品種の一つである綿蚕を主な対象として遺伝子分析を行い、ボカ繭性は単一の優性遺伝子 F_1 により発現され、その座位は第7連鎖群32.1であると決定して学問的評価を得ることとなった。

Iさんの論文の題名は「養蚕業の新しい展開、蚕繭紙に関する研究」となっている。

3. 今様蚕繭紙

Iさんは平面繭を蚕繭紙と名付けた。そのIさんも現在は京都妙心寺大雄院の住職をしておられる。院内には「蚕繭紙研究所」の表札のついた一室がある。Iさんは平面吐糸に適性のある蚕品種が育成できて以来この紙の生産が容易になったので、障害をもった子供達にこの仕事をまかせたい、と言う。

和尚が一学生であった頃平面繭の試作品を携えて私の研究室を訪ねてきたことはすでに述べた。その時私はそれを一目見て「これは蚕繭紙じゃないか」と叫んでいた。諸橋の大漢和辞典の「蚕」の項に「蚕繭紙」の語を見出し、それが王羲之が使った紙と解説されていることを知った、その直後に彼が訪ねてきたので興奮した調子で彼の試作品をめぐって話が弾んだのであった。「蚕繭紙」のことは「海録碎事」という本に詳しく書かれているらしい、⁶⁾と彼に調査を勧めたことを今も覚えている。

当時私は紙の歴史については無知に等しかった。蚕繭紙という名称からそれが蚕の吐く糸で作られた紙としか認識しておらず、その認識に立てば平面繭の薄片は正に蚕繭紙そのものにふさわしいものに見えたのである。Iさんが10年の歳月をかけ情念とさえ言える努力を重ねたのも、この蚕繭紙の名に魅せられたからのことであろう。そして彼はその労作を世に問うとき、蚕繭紙の三字を冠して論文を書いた。

この項の標題では「今様蚕繭紙」と題したが、その後紙の歴史を少しばかり学んだ私としては「説文解字」にある「紙は絮一苦なり」すなわち「きぬわた」と「すのこ」で抄きあげたものという解説に対して、後世の科学者が絮を否定するならば、抄く工程を必須とすることも否定してもよいのではないかと、言いたい気持ちを隠すことができない。人の技が今日程蚕に圧力を加えておらなかった2000年も前には、繭作りが下手な蚕がいて見事な平面繭を作っていたかも知れないし、人がこれを蚕繭紙と呼んでいたのかも知れない、と思うのである。

参考文献

- 1) 白川静 字統 平凡社 1985
- 2) 潘吉星著 佐藤武敏訳 中国製紙技術史 平凡社 1980
- 3) 辞源(縮印合訂本) 商務印書館 1987

- 4) 町田誠之 紙と日本文化 日本放送出版協会 平成元年
- 5) 石河正之 学位論文・農博乙第1087号(九州大学)
- 6) 諸橋轍次 大漢和辞典 大修館書店 昭和43年

夜の紅色 (紅花染め作品の演色について)

麓 泉

1. はじめに

闇には色がない。色は光によってすべて支配され、色すなわち光であるという表現も理学的見地から可能である。

昼の明かりは太陽から与えられるものであるから、その光を天のものとするなら、夜の闇を征服する明かりは我々が作らなければ得られないものであり、その意味では夜の光は人のものということができる。

人は「万物の霊長」といわれ、地球上におこがましくも「君臨」しているが、そのことを可能にした決定的な決め手のひとつは、火、すなわち明かりを焚いて利用することに成功した唯一の生物となったことにある。火の必要性は当初は野獣に対する恐怖から逃れることが主たる目的の一つであったはずであるが、ついでに闇の中での行動が自由になることで、昼夜行動型歩行生物の仲間入りを果たすことになる。

昼夜型動物はサバンナにいくらでもいる。しかしその行動性は野性の一面を現しているに過ぎない。ヒトがもし火を利用する知恵をもたなかったら、彼らとおなじように微少な明かりを感知する視細胞（色の識別能力はないといわれる桿体細胞）が網膜に多くを占め、色を識別する錐体細胞の発展を妨げるような進化の過程をたどったかも知れない。

夜のための光と、それによって演出される色はこのようにヒト自らが獲得したものであり、^{ともしび}灯火の文明は人間社会の歴史をつくり、また、その歴史の流れと共に灯火による文化も開けた。

人間達の歴史、その半分は夜つくられたものである。灯火を利用した戦もあれば、灯火を囲んだ謀りごとの集いもあった。単なる明かりとしてでなく、権力者の思考は夜の灯火で演出される身近な女性の色香によって支配され、それは結果的に政策に移されて実行された。

灯火の文明は、かがり火に始まり、油脂を燃やす灯火となり、石油ランプからガスランプ、そして遂に電力の登場でタングステン灯から蛍光灯へと発達した。したがって、現在でも明かりの文明は都市文明のバロメータとしてみることができる。

その明かりの文明がさまざまな光源色の創造、演出性の巧みな利用によって光の芸術を生み、灯火の文化の道を広げている。

このようにして人の生活が昼と夜にまたがることにより、昼を補う夜（行動時間の延長）、昼と対

決する夜（昼と夜を両極とする心理的な使い分け）、夜のための夜（夜行専科のための夜）といったような生活パターンが成り立つようになるが、それらを効率よく支えているのが、次に述べる照明光の「色温度」である。

近頃、照明の発達で夜が随分長くなった。自分達が染め上げた作品が夜は一体どんな色に見え、どんな感情を醸し出すのか知っておかなければならないと思う。

本報告は、そのことに関して紅花染めを例にとり上げた実験と考察である。

2. かがり火から蛍光灯にいたるまで（色温度について）

焚火やたいまつで照し出される顔は赤々としているが、稲光の一瞬に浮かび上がる光景は青白い。これは、光の「成分」としての波長構成に原因がある。^{すみび}炭火の温度が低いと、エネルギーの大部分は目に見えない赤外線となって放射されるが、その領域の末端が可視光線の赤色領域にまで広がると暗赤色に見えるようになる。しかし、燃焼温度が高くなると放射エネルギーの領域の末端は黄色の波長域にまで広がり、オレンジがかった赤となり、さらに温度が上がれば可視領域全部をおおうようになり、赤みがかった白色へと変わっていく。陶工は炉の中の色を覗き窓から見て温度を知るそうであるが、このように熱せられて光る白熱光について、色と温度との対応関係を示すための色温度という演色性を示す単位があり、それには絶対温度（K：ケルビン）がとられている。

（注）摂氏零度は273°Kであるが、摂氏百度は373°Kで、刻み幅は摂氏と変わらない。ちなみに真昼の自然光は色バランスのとれた白色光となっているが、色温度は太陽の表面温度に近い6000°Kである。しかし、朝夕に受ける太陽光は赤味が多く、富士山は赤富士になる。かといって太陽の表面温度が朝夕に下がるわけではではないが、その時刻、富士山に達する光は厚い大気層を斜めに通るため、短い波長の青い光が多量に散乱して失われ、バランスが崩れて3000°K程度に熱せられた炭火と同じくらいの赤味の多い色温度となっている。しかし、晴れた真昼のその頂上で写真をとるとすれば、青空に散乱していた光が下界よりも多くプラスされて青っぽく写ってしまう。色温度は高くなって、7000～8000°Kにもなり、さらにそれ以上の高空では稲光やアセチレン溶接で出る光に近い10000°Kぐらいになって青白く見えることになる。このように、実際の熱光による照明でなくとも単波長の可視光が少なく赤っぽい照明の場合を色温度が低い、長波長の可視光が多くて青っぽい照明の場合の色温度が高いという表現をとり、蛍光にも準用されている。

すなわち、図1-1、図1-2で見えるように、色温度は各波長毎のエネルギー分布を示しており、物体はそれ自体の吸収特性に応じて色温度毎に異なった色を示すことになる。たとえば、照明の色温度を低くしていくと、波長の短い青い可視光がだんだん少なくなるから、物体からも青い反射光が少なくなって、青味が次第に減少し、赤味が増していくことになる。この現象はその照明で照さ

れている範囲のものすべについて生じるから、色の雰囲気そのものが変わることになる。

では一体、どのような色の雰囲気で我々は生活しているのだろうか、どのような色温度のもとで能率よく仕事をし、和やかに団らんするのだろうか。人々に対するそのような心理的な影響については既に経験的、実験的に検討されて、照明設計の上に活かされているようである。これらのことを設計者達に教わる立場で、1992年の7月から11月にかけて阪神間の随所で、自然光を含め、いろいろな照明下での色温度を実測した。

測定機は色彩色差計CL-100（ミノルタカメラ製）を用い、測定された光源のCIE表色値 x y は、付属のデータプロセッサDP-100またはISO色温度ダイアグラムを用いて色温度に変換した。結果を表1に示す。

表1を検討すると、測定値はおよそ6000～5500°Kのグループ（A群とする）、5000～4000°Kのグループ（B群とする）、3000～2200°Kのグループ（C群とする）、2000～1600°Kのグループ（D群とする）の4群に分けられることが判る。

最も色温度の高いA群は自然光を含むグループで、各物体色に対する演色性が平均化されている。ちなみに、このグループに属する色検査用D65蛍光灯（東芝ライテック製）の演色評価値は、メーカーによると 赤：95 黄：94 緑：98 青：90 肌色(欧米人)：98 木の葉：98 肌色(日本人)：98 平均値98となっていて偏差が少なく、且つ100点に近い値である。月光は太陽の反射光であるから色温度が太陽光に近いことが納得されるが、照度値が小さいので演色評価に十分なエネルギーが届いていない。

次に色温度が少し低いB群は、読書あるいは行動に適した場所のものであることが判る。このことは各物体色に対してそれほど演色性が悪くない範囲で、眼が疲れず、ソフトに見える色温度として設定されているものであろう。また、月の出後、まだ間がなくて仰角が小さいときの月の光は、朝夕の太陽の場合と同じように色温度が低くなっていることが判る。

さらに色温度の低いC群は、完全にタングステンランプの色温度と合致し、青色系の演色性に劣ることは既に知られていることである。ただし、我々の眼は順応という補正機能によってカラーバランスをとろうとするから、さほど不自由は感じない。その順応作用によって長波長系の色に対する感覚が鈍くなるが、その結果、むしろ赤からオレンジ、黄に至る物体色の色相の区別が曖昧になる恐れもある。しかし、その赤味がちの演色が醸し出す雰囲気には一種の安堵感が伴うようでホテルの照明に多く利用されている。また、飲食店も、ほとんどがこの種の照明を用いている。たとえば、大阪梅田の阪急グランドビルの最上層32階から4階下までが飲食街になっているが、夜間に地上から観察される照明はその下のビジネス街層とは全く対象的に色温度が低く、オレンジ色と青色の違いとなっはっきり区別されているのが見える。このような低い色温度を安らぎの場所、歓談、

飲食の場所を選ぶのは、我々の祖先が洞窟内の明かりで憩い、焚火の周りで宴を催した頃の生活習慣が、現在の我々が持っている遺伝子に記憶されているのではないかという考えもあって、今回の調査結果はそのような仮説を支持しているように思える。逆に色温度が高い条件は昼間の明るさに近いから活発な行動が促され、落ち着かないということであろうか。

欧米ではこのC群に使われている色温度が最も広範囲に常用されているようで、今回調査したB群の場所で作られている照明もほとんどこの色温度のもので、家庭においても、蛍光灯の利用は非常に少ないという。1年間、パリの中心部で家族ぐるみの生活をされてきた牛田助教授（武庫川女子大学）の話では、そのような日常照明は最初は優雅でよいと思ったが慣れると気が滅入るような暗さを感じたという。また、英国に留学中の愚娘からは、蛍光灯がほとんど使われておらず、日常の照明が暗いので眼が悪くなりそうだという。このような話をかわしていると、居合わせた欧米人が、近眼になって眼鏡をかける者は日本人の方が多から、そんなはずないと反論してきた。このような話を総合すると、人種による食い違いがもしあるとするなら、瞳が青く、瞼の薄い欧米人の眼は青色系の光をよく透過し、赤みの多い暗い照明でも足りるのではないかという考えが生じてくる。そればかりか、省エネルギーの立場では（英国人は伝統的にエネルギーの無駄使いを嫌うというから）蛍光灯の方が有利であることを知っていながら、あえて消費電力の大きいタングステン照明に頼るのは、彼らとしてはそうでないと気分が落ちつかないのではないかというように思われるのである。

最も色温度の低いD群は、和蠟燭の光で代表されるように、ほの暗い雰囲気を作り出される。現在の明るい照明に慣れた者にとっては安心感よりもむしろ不安感を伴うことがあると思われるが、この雰囲気はしばしば宗教的な儀式に利用されているので心理的な影響に特別なものがあることを予測させる。江戸時代までの照明はすべてこれであったから、怪談の温床にもなり得たのである。演色性は青、緑系の物体色に対して当然悪くなるが、赤、オレンジ系に対してはどうであろうか。今回の調査範囲では、人が集まる場所で利用されているケースとして、ホテルの宴会場のダンスタイム用に調光されていたが、暗すぎる印象であった。しかし、電気が利用されるまですべてこの明るさであったことを思えば、色についてどのような演出を昔の人々が工夫していたのか興味のあるところである。

3. 紅花染めの長襦袢

紅は平安時代の王朝から、江戸時代の庶民の風俗に至るまで、最も華やかに女人を彩った色として広く知られている染め色である。旧米沢藩の所領地では紅花づくりが盛んに行われ、その紅の大半が京紅の原料として最上川から日本海を経由して京都に運ばれていた。鈴木孝男氏（紅花研究所主宰）は、40年来、米沢市で日本の口紅と紅花染めの研究に打ち込んできた人で、既に衰退消滅し

ていた本紅（笹紅）の製造再現に成功されたが、かつて筆者に、紅花染めは行燈の明かりで見ると一番色気が出ると言われたことがある。その証を得ることが長年の筆者の念願であった。

紅花染め作品の演色評価はモニターに依頼しなければならないが、それ以前に、実験に使用する作品を染め上げる必要がある。今回は、紅花染めの和装肌着（長襦袢）を染めて仕立てることにした。また、染め上がった色のスペクトル測定をおこない、そのデータを光源の色温度と関連づけて演色性に関する心理物理的な解析に役立たせなければならない。測定には、自記分光光度計のほか、蛍光の存在を確かめるための蛍光分光光度計を使用した。

1) 染色

絹綸子の一反（12m：370g）を、身頃2枚、袖2枚、衿1枚の5枚に荒裁ちし、樫の木の灰400g／15ℓの灰汁に3時間浸して灰汁練りを行ない、酸亜美の後、水洗する。

染め色はその昔、身分の高い者のみが着ることを許された韓^{からくわい}紅を目標とした。

1回目の染色には紅色の乱花1.5kgを用い、まず24時間の水浸漬の後、脱汁（黄水取り）、さらに24時間の水浸漬、脱汁の後、炭酸カリ180gを用いたアルカリ液に1時間浸漬して紅色素を溶かし搾り取る。搾りかすには水を加え、一夜浸漬した後、液を搾り取り、先に搾り取った液と合せる（35ℓ）。この液には黄色素がなお混入しているので紅色素を選択的に吸収させるため、セルロースパウダーを150g加え、10%酢酸1ℓ、クエン酸28gによって、液のpHを5.5に調製した。紅色素のみを吸収したセルロースパウダーは、目の細かいポリエステル濾布で濾し取った後、炭酸カリ150g／10ℓの液で色素を再び溶かして濾し、濾液を染色に使用した。

染色容器は100ℓ用のポリタンクで、布は一枚ずつ染液をくぐらせてからエンビパイプの簀の子に上げ、さらに染液に漬ける操作を20分間繰り返した。この間、染液には10%酢酸900mlとクエン酸50gを分割して段階的に加え、pHは当初の7.5から最終的に5.3へと移行させた。最後に水洗乾燥し、やや紫味の濃いピンク色の染着尺を得た。

2回目の染色には紅花の乱花2.5kgを使用し、染法は1回目とほぼ同様に行ったが、セルロースパウダーを用いる黄色素の選択的排除は行わず、黄色素の染着を少し活かした染色とした。

以上の結果、良好な艶を持つ薔薇色（マンセル値：2.8R 5.3／10.9）の染着尺を得た。この色は、当初予定していた韓紅色の半分程度の色濃度と見なされるが、色相においては満足すべきものであった。綸子は光沢があり比較の色濃度が見えにくい。濃度はまた、使用した乱花の質にもよると考えられる（土砂がかなり含まれていたため、摘花時の天候が雨ではなかったかという疑いもある）。それでも、長襦袢の色としては現代のものに比べて色が濃すぎるといった意見があった。また、生地の良いさと、染め上がりの引き映えから、長襦袢にもったいないから、外着の表生地用に使うという意見もあった。しかし、昔の女性は濃い紅色を長襦袢に秘めていた（真壁仁著：紅と藍）とも言われているので、予定を変えず、そのまま専門業者に委託して湯伸び仕上げを施した後、武

庫川女子大学被服造形学研究室のスタッフによる縫製で、標準サイズの単衣本襦袢に仕立てた。

2) 染色布の測色

前述の方法によって紅花で染めた布のスペクトル反射率曲線を図2の実線で示す。この図でみられるように、紅花による染色物には700nmから600nm付近に至る赤、オレンジ系特有のブロードな反射特性をもつほかに、450nmの青色の反射光が少し加わっていることであって、この青色の反射光が混合していることが、紅花染めの色の一つの特徴ともいえる。色彩色差計を使用してCIE表面の三刺激値を直読したところ $X:32.6$ $Y:21.7$ $Z:16.0$ で、色度図上の主波長は、627nmであった。

一方、蛍光分光測色によると、365nmの励起光により、図2の点線で示すように、460nmと590nmに強い蛍光が現れる。前者は青色、後者はオレンジ色で、これも紅花染めの特徴である。

したがって、ここで染色された長襦袢を365nm付近の紫外線を含む光、たとえば自然光のような明かりで見ると、その色は、反射スペクトルに、蛍光スペクトルを加算した色になり、青色味は強調される。

また、照明光源に、色温度の高い光を使用すると、450nm付近の放射エネルギーの増加と共に紅花染めからの青色の反射光量は増加し、紫味に見えるが、色温度の低い光では逆に青色の反射光量も少なくなって、紫味は減退し、黄色、赤色味が増大されることになる。

4. 紅花染めの作品の演色

始めに述べたように、かがり火も蛍光灯も、闇に対抗する人工光源である。そこで、紅花で染めた長襦袢を、長い歴史期間を通じて用いられてきた暗くて色温度の低い人工光源と、現代の明るくて色温度の高い人工光源との照明による演色性を比較する実験を行った。

1) 実験方法

演色実験に用いた照明

A：和蠟燭（色温度約1600°K）

木蠟を溶かし、「型流し法」で直径45mmの蠟燭（芯は綿糸を束ねたもの）を4本作製した。また別に、手作り業者による「生掛け法」（芯は、い草の髄）大型と中型の和蠟燭をそれぞれ2本ずつ用意し、実験にはこれらすべてを同時に点火して使用した。

B：タングステン電球（色温度：2300°K）

60Wの電球を、和紙張りの飛騨置行燈内で点灯した。

C：実験を行った室内の常用蛍光灯（色温度：3500°K）

D：東芝ライテック製、色検査用D65蛍光灯（色温度：5800°K）

20W、蛍光灯スタンドに装着。

E：松下電工製、色温度可変型照明装置（色温度3000～10000°Kの無段階可変）。

F P L36（白、赤、緑、青）各1灯ずつが含まれ、コントロールパネルにより色温度が無段階に調節できる未発売新製品で、試作品を借用。

演色のテスト方法

前述の紅花染め長襦袢を40才代前半の女性モデル（大学院博士課程研究生のMさん）に着用してもらい、A～Eの照明を順次適用する演色実験を行って、演色性を27名の観察者に比較してもらった。なお、モデルには口唇に笹紅（紅花研究所、鈴木孝男所長調製）を塗ってもらうことを依頼した。

笹紅は純粹の紅花色素でつくられており、口唇に塗ると緑色の艶を呈することからその名がある。筆者の分光分析の結果からみれば、この緑色は蛍光色ではない。したがって、紅色素の補色である緑色の吸収光が色素の結晶から透過、散乱し、我々の目に届くためではないかと思われる。（純度の低い紅でこのような現象が起こらないのは結晶にならないためと思われる。）

演色性の評価観察は、第21回生活美学研究会（1992年11月14日：武庫川女子大学生活美学研究所主催）に参加された会員（学外者を含む大学教員や美術教室主宰者らの文化人、男女ほぼ半数ずつ）に依頼した。質問はアンケート形式で、無記名による回答を得た。

2) 実験結果

A～Dの照明の中で、最もよく雰囲気が出たと思われるものについての回答およびコメント

〔コメント〕（原文のまま）

A：9名……夢を感じさせる。曖昧に見えて色気を感じる。

妖艶なり。紅花染めのあでやかさが引き立ち、なまめかしく、布地の模様も浮き立つ。他の照明に比べて深みを感じさせる。照度が小さいので黒ずんで見える。など

B：15名……Aよりも絹の光沢を感じさせ、色も裾まわり、肩のあたりと変化するように見えた。色彩的に鮮麗であった。

ムードがあった（Aとの差はわからない）。など

C：1名……照明で色調を変えるよりも色素本来の色に興味がある。

D：2名……ビロードのような感触を得た。

以上の結果から、色温度の低い照明が女性着用の紅花染めの色の雰囲気をよく演出していることがわかる。したがって、行燈の明かりで最もよく色気が出るという説は妥当であることが立証される。なお、このうち1名はAとBの演色性に差がないとしているので双方に入れて集計した。またDを良いとするものの中に、明らかにEと勘違いした上でのコメントを添えたものが2名あったので、これらはDに集計していない。

なお、笹紅を塗った唇の色はC、Dでは緑色の輝きを認識できるが、Bではその色の輝きが少な

く落ちついた感じに見え、Aでは少し黒ずんだ妖艶な紅色に見える。このように、昼間と夜の照明とによって唇の色が変わることにも当時の人々は興をそそられたのであろうか。

Eの色温度可変照明による回答とコメント

面白かったと答えた者 19名

〔コメント〕(原文のまま) 照明による色の違いがよく判った。照明の持つ意味が、より感覚的なものにつながった。いろいろな色に見えて面白い。など

5. むすび

蠟燭やタングステンランプで代表される色温度の低い光が、紅花染め作品から短波長光の反射を抑えて、長波長光の反射比率を増大し、優れた演色性を見せることが判った。短波長の青い光を交えた紫味の色を好む人でも、時と場合によっては、ほの暗い雰囲気にも囲まれた深味のある紅が放つ色気に、また別の味わいを感じることもあろう。今回はまた、紅花の色素と色温度との直接的な関係にとどまらず、女性モデルの着衣による立体性と、モデルの口唇に本紅を用いたリアルな演出、および、それらの低色温度照明が、点光源に近い生じた陰影などが総合して、見る者の味わいをいっそう神秘的、幻想の世界へと導いてくれた。

色温度可変照明は、これからの住宅に、やがて登場することが予想され、すべての衣裳や家具、化粧等の演色を、その日、その時間によって変えることが出来、気分や雰囲気を豊かにすることに利用されていくことだろう。今回の紅花染めを用いた実験はただ一例に過ぎないが、今後こうした研究がもっと行われることにより、照明の色温度変化がめまぐるしく変わることに対応して、メタメリズム（色が変わって見えること）の少ないものと、多いものとの2種類の方向へ、着色製品の研究が進むのではないかと考えている。

今回のように、草木染による古代の雰囲気を味わうのには、色温度と照度の低い状況で見ることにも一興であろうと思うが、今後さらに、合成染料も含めたいろいろな着色剤と被染物の組み合わせを試み、照明メタメリズムの研究を発展させて、色の味わいに伴う人間生活の付加価値性をさらに高める努力を続けたい。

〔謝辞〕

本研究の演色実験を遂行するに当たって、武庫川女子大学生活美学研究所の多田道太郎所長、森谷尅久教授、および家政学部被服造形学研究室の方々、被服整理学研究室の岡野睦美助手、大学院博士課程の森田登代子さん、ならびに鈴木孝男紅花研究所長（米沢市）、松下電工照明システムエンジニアリンググループ（大阪市）、の各氏にお世話になりました。謝意を表します。

（1992年11月）

表1 光源色測定値

場 所	L u x	x	y	色温度(°K)	日	時
◎ビアホール(ニュー トーカー)	138	0.470	0.387	2400		
○阪急電車車内	194	0.386	0.387	3950		
○自宅茶の間(蛍光照明)	113	0.366	0.383	4450		
○机上スタンド(〃)	1510	0.364	0.377	4450		
○自宅調理台(〃)	109	0.351	0.371	4850		
□神戸市内	5590	0.319	0.324	6000	8/25	7:40
◎ホテルプラザ大広間	268	0.473	0.411	2530		
◎〃	93.8	0.496	0.410	2250		
●〃(ダンスタイム)	9.9	0.528	0.408	*2000		
◎〃ロビー	75.1	0.475	0.417	2550		
◎コーヒー店(尼崎市)	245	0.465	0.401	2550		
○街灯(高槻市)	7.4	0.396	0.410	3800		
□高槻市内(薄曇り直射)	8180	0.338	0.342	5300	9/2	7:00
○阪神梅田駅構内	575	0.393	0.401	3800		
◎そばや(大阪市内)	89.5	0.482	0.406	2400		
○満月(藻川畔)	0.2	0.372	0.372	4200	9/12	19:00
□〃(猪名川畔)	0.3	0.315	0.368	6200	9/12	21:30
◎レストラン(尼崎市)	244	0.468	0.408	2570		
◎喫茶店(尼崎市)	157	0.450	0.403	2770		
□西宮市内(曇り)	11700	0.323	0.335	5964	11/11	15:00
●和蠟燭(手製)	44.5	0.547	0.404	*1600		
●〃3本	116	0.547	0.393	*1600		
●〃白紙透過	27	0.552	0.397	*1600		
●〃手すき和紙透過	53.3	0.556	0.398	*1600		
◎タングステン電球(40w)	725	0.472	0.402	2452		
●〃低電圧(50v)	69.5	0.542	0.395	*1600		
□色検査用D65蛍光灯	644	0.324	0.339	5853		

□: A群 ○: B群 ◎: C群 ●: D群 *: 外挿による推定値

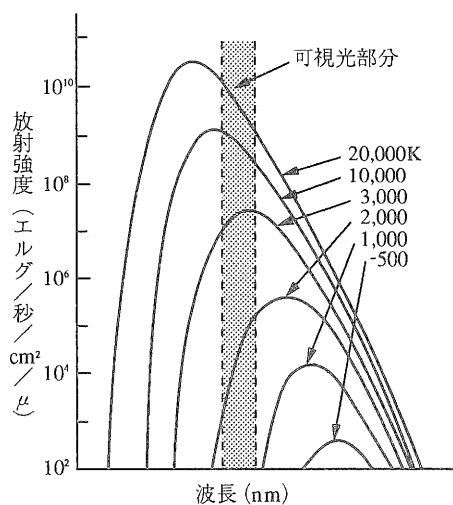


図 1 - 1 黒体の放射曲線
(Mckinley, R. W., 1947)

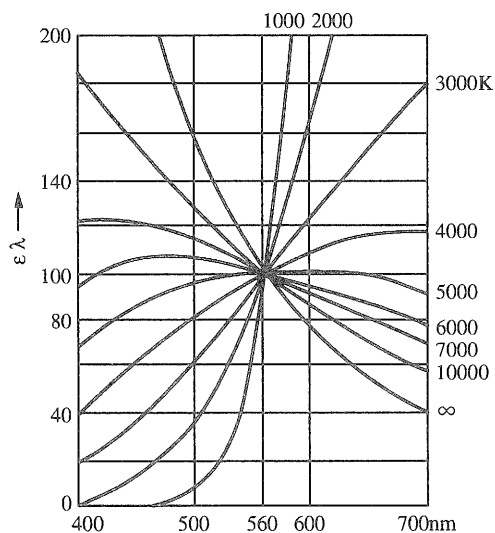


図 1 - 2 黒体放射の可視域分光分布
(真崎公一：色彩物理化学)

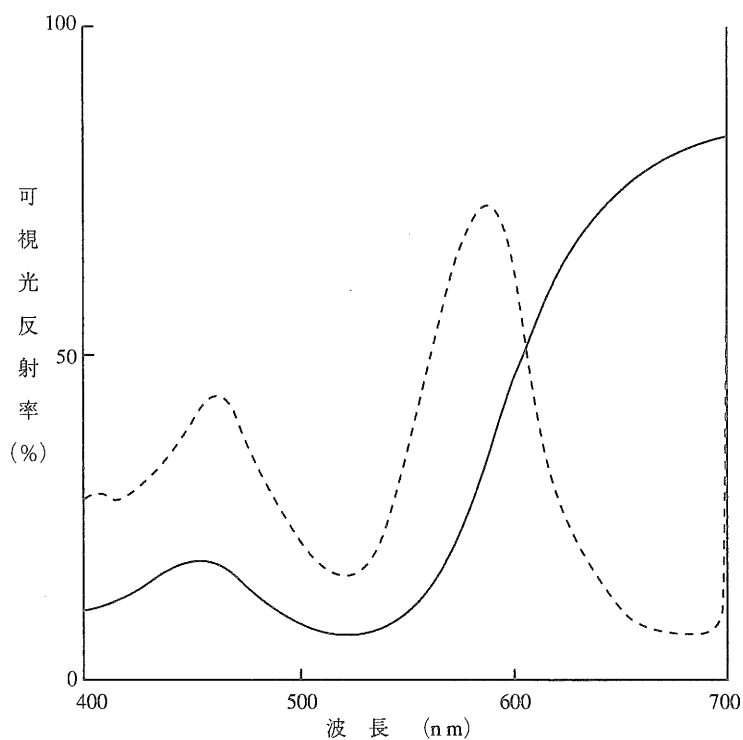


図 2 紅花染め絹綸子の可視スペクトルと蛍光スペクトル
—— 可視スペクトル ----- 蛍光スペクトル
(励起光：365nm)

生花による染色 4

渡 辺 久 子

3. カスミ草

カーネーションと同じナデシコ科のカスミ草は、フラワーアレンジメントに最も多く使われる花の代表である。糸のように細く幾つにも枝分れた茎の先に白い小さな花をつけたこの花が、花屋の店頭に沢山売られている様子はその名の通り霞のようだ。この花が登場した当初はあらゆるアレンジに多用された。今ではカスミ草だけを気の利いたモダンな花器に沢山生けるなどされることも多く、もはや脇役の花ではないようだ。しかし、生花店で使用済みとなり廃棄される花の中には依然として沢山混ざっており、量がまとまればしっかりと、しかも安定した染色が出来る植物である。被染物としては絹よりウールの方が発色がよいようだ。

〔染色の手順〕

1. ウール（糸、原毛）はあらかじめ中世洗剤で精練しておく。
2. 先媒染（4.を参照）
3. 染色液の抽出と染色
 - ① カスミ草はなるべく細かくステンレス鉢などで切り、ひたひた位の水を加えて火にかけ、沸騰後30分ほど煮る。
 - ② 抽出液の濃度を見てよければ火からおろし、布で漉す。
 - ③ 被染物の量の20～30倍の染色浴になるよう調整し、火にかける。
 - ④ 染色液が40℃位になったら、精練した（又は先媒染を済ませた）ウールを静かに入れ染色を行う。染色中はむら染めを防ぐために被染物を動かした方がよいがウールはフェルト化しやすいので十分注意する。
 - ⑤ 沸騰後30分から1時間染色し、火を止めてそのまま染色液が室温に下がるまで放置する。
 - ⑥ 染色液の温度と同じ位の湯で濯ぎ、軽く脱水しておく。
4. 媒染
 - 1) 錫酸ナトリウムによるウールの先媒染
 - ① 錫3%、クエン酸9%をよく溶かしてウールの15～20倍の媒染液とし、火にかける。
 - ② 40℃になったらウールを入れ、沸騰後15～20分煮る。このとき媒染液の底の温度が上が

り媒染むらになりやすいので注意する。

- ③ 火を止め室温まで自然放冷する。
- ④ 温湯で濯ぎ軽く脱水して、続けて染色を行う。

2) 酢酸銅によるウールの後媒染

- ① 銅3%、乳酸1%をウールの15～20倍の水に溶かし媒染浴とし火にかけ、40℃になったら染色の済んだウールを静かに入れ、沸騰後15～20分煮る。このとき媒染浴の底の温度が上がり媒染むらになりやすいので注意する。
- ② 火を止め室温まで自然放冷する。
- ③ 温湯で濯ぎ軽く脱水し、よく風を通して乾かす。

4. スターチス

スターチスはドライフラワーに出来る事でもよく知られているイソマツ科の一年草で地中海沿岸が原産という。生花のうちから花はかさかさとして乾いていおり、翼の有る花茎も何となく水分が少ないように見える。しかし、染色に用いてみると案外濃色を得ることができる。植物の染色はその植物の見かけと発色が一致しないという開けてびっくりの面白さがある。染色法はカスミ草と同じでよい。

5. フェニックス

生花のアクセサリーとして多く使われる葉物である。シンノウヤシともいわれインドシナ、アッサム原産。国内では八丈島が栽培の中心地。非常に染色性がよく、しっかりとした色を得ることができる。染色の手順はカスミ草と同じでよい。残液による染色は下記レザーファーン参照。

6. レザーファーン

アレンジメントに添えられる葉物で羊歯の一種。葉に艶のある濃緑色の羊歯でシノブ科の羊歯に思われる。通常の染色の他、残液で染色してみた。

〔残液による染色〕

※レザーファーンを煮出す時、沸騰時にファーンの3%の重曹を加え、漉した液に酢酸3%を添加して染色液とする。通常の手順で染色を行った後、残液に新たに糸を入れ染色する。その染色、媒染の手順はカスミ草と同じ。

植 物	被 染 物	媒 染 剤	色 の 目 安 *
カスミ草 1 kg	原毛 100 g	錫酸ナトリウム 3 % + クエン酸 9 % 酢酸クロム 3 % + 乳酸 1 % 酢酸銅 3 % + 乳酸 1 % 硫酸第一鉄 3 % + 乳酸 2 %	練 色 169 談黄色 171 苗 色 201 ベージュ 153
スターチス 400 g	原毛 100 g	生明礬 6 % 酢酸クロム 3 % 酢酸銅 3 % 硫酸第一鉄 3 %	香 色 138 黄膚色 181 青 丹 188 海松色 190
フェニックス 1.6 kg	ウール糸 400 g	カリ明礬 6 % + 酒石英 2 % 錫酸ナトリウム 3 % + クエン酸 9 % 酢酸クロム 3 % + 乳酸 1 % 硫酸第一鉄 3 % + 乳酸 2 %	薄い青味の黄色 薄いサルファ イエロー** サルファイエロー 根岸色 191
		※アルカリ抽出 酢酸銅 3 % + 乳酸 1 % チタン原液 20 % 蓼酸 3 %	飴 色 145 路考茶 95 枯 色 134
レザー ファーン 450 g	原毛 50 g	酢酸クロム 3 % + 乳酸 1 % 酢酸銅 3 % + 乳酸 1 %	キャメル 129 媚 茶 86
レザー ファーン 1.2 kg ※アルカリ抽出	ウール糸 400 g	酢酸銅 3 % + 乳酸 1 % 硫酸第一鉄 3 % + 乳酸 1 % 蓼酸 3 % 生明礬 10 % + 蓼酸 2 % + 酒石英 7 %	焦 茶 77 爐 色 125 杏 色 121 駱駝色 128

*色の手帖による 数字は記載の色番号

**ヨーロッパの伝統色による

参考資料

植物百科 平凡社

色の手帖 小学館

ヨーロッパの伝統色 読売新聞社

カスミ草による染色 1、2 覚営会繊維染色研究所研究報告 '91 12/5 '92 3/9号

渡辺 久子

《執筆者紹介》

(所 長)		
氏 名	相 宅 省 吾	
職 歴	京都工芸繊維大学 名誉教授	
称 号	工学博士	
専 攻	繊維化学 服飾文化史	
趣 味	弓道五段 テニス ハイキング	
(所 員)		
氏 名	新 井 清	
職 歴	奈良大学 名誉教授	
称 号	理学博士	
専 攻	有機生物化学 考古化学	
趣 味	登山 古道探訪	
氏 名	加 藤 勝	
職 歴	京都大学 名誉教授	
称 号	理学博士	
専 攻	動物環境生理学	
趣 味	絵画（とくに動物の色彩）	
氏 名	林 屋 慶 三	
職 歴	京都工芸繊維大学 名誉教授	
称 号	農学博士	
専 攻	生物化学 蚕糸学	
趣 味	テニス 撞球（四つ玉）	
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	
氏 名	渡 辺 久 子	
専 攻	女子美術大学芸術学部工芸専攻卒	
作家歴	染色・織物 モダンアート展入選（'85） 新制作展入選（'85、'87、'88） 朝日現代クラフト展入選（'89）	
趣 味	猫ウォッチング	
氏 名	原 幸 代	
職 歴	京都工芸繊維大学、工学士	
氏 名	村 岡 雍一郎	
職 歴	平安女学院短期大学教授 工学博士	
氏 名	井 上 清 博	
職 歴	神戸電子専門学校講師	

1992年4月1日 発行

発行所 財団法人 覚 誉 会

京都市中京区室町通御池南入

TEL 075 (211) 4171

