

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 3 号

1991年 4 月

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 3 号

1991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

覚嘗会繊維染色研究所	(1)
------------------	-----

論 文

フタロシアニン	(3)
..... 水 渡 英 二	
天然染色の化学的研究 第16報エンジュ (<i>Sophora Japonica</i> , Linn.) 花蕾の色素配糖体ルチンとペリシャンベリー核果の色素成分フラバノール類の染色効果について	(11)
..... 新 井 清	
天然染色の化学的研究 第17報ログウッド (<i>Haematoxylon Campechianum</i> Linn.) による染色について	(25)
..... 新 井 清	
動物のライフサイクルにみる光と色の科学	(37)
..... 加 藤 勝	
各種繊維の天然染料による染着性についてⅢ (非水系の染色)	(41)
..... 相 宅 省 吾	
繊維および繊維製品についての考察Ⅲ 繊維とフラクタル幾何学 (上)	(49)
..... 相 宅 省 吾	
モリンについて	(55)
..... 林 屋 慶 三	
ショロウ (薯榔) による浸染について	(69)
..... 麓 泉	
草木染の色と合成染料による単純色との嗜好比較調査	(77)
..... 麓 泉	
生花による染織	(89)
..... 渡 辺 久 子	

執筆者紹介

.....	(94)
-------	------

《 覚誉会繊維染色研究所 》

京都市のなかで、自然条件の最もすぐれた健康的なところは、何といても京都の西北に位置する衣笠山の山麓一帯ではないだろうか。易学上大変方位のよいところである。

この辺りに京都を代表する有名な寺院や名勝が多くみうけられるのもそのためであろう。金閣寺、龍安寺、仁和寺、妙心寺など、これらの有名な寺院を結んでいるのが「きぬかけの路」である。

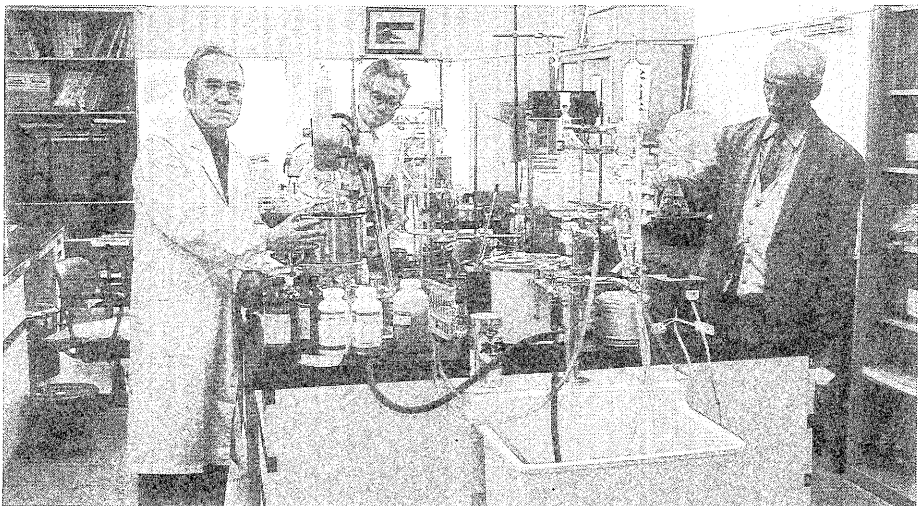
この夏、道の名が通称観光道路ではいかにも無粋ということで、愛称が募集され2397点に及ぶ応募の中から選ばれたのが「きぬかけの路」である。

昔、宇多天皇が現在の衣笠山に一面、絹のバールをかけて雪に見立て、冬の風情を楽しんだという伝説にちなんで名付けられたもので、衣笠山も昔は「きぬかけ山」と称されていたとか。

弊財団が運営する青少年の家「キャンピング指月林」も、この「きぬかけの路」に結ばれており、その一角にわれわれの覚誉会繊維染色研究所がある。

創設以来、絹の草木染を研究する当研究所にとっては、当所へのメインストリートが「きぬかけの路」と愛称されるに至ったことは、誠にふさわしく、当研究所に対し力強いエールが送られているものとうけとめたい。

当地域は、京都の中でも、昔の風情がそのまま今に残る自然豊かな屈指の場所、このような中で、今日も、すぐれた創造力とたくましい意志をもって情熱的な研究が進められている。



左より新井先生、林屋先生、相宅先生

フタロシァニン

水 渡 英 二

前号の繊維染色研究所論文集である覚書会「葆光」第2号には「コロイドの色、とくに赤色の金」と題して昔話を載せていただいた。これはコロイド粒子生成の原因を電子顕微鏡的に明らかにする途中の色に関係するもので、コロイド粒子は原子クラスターまたは結晶であり、原子クラスターの原子を見ようとした。未だ成功していないが、微粒子が個々の原子から出来ているかを計算した。今回は我々の京大における研究のもう一つの柱であるフタロシァニン銅について述べる。塩化フタロシァニン銅について各原子に分解された美しい写真（第8図参照）が植田夏教授や小林隆史教授らにより撮られている。このフタロシァニン銅は青い捺染用顔料として有名であり、一応色に関係している。

捺染用有機顔料の

電子顕微鏡による研究

我々が京大化学研究所で電子顕微鏡によるコロイド形態学の研究を始めた頃、京都工芸繊維大学の吉武晴男教授（現、徳島大学工学部名誉教授）が捺染用有機顔料を持ってこられ日本製と外国製の差を問われた。それは一般に衣服地、特にナイロン等の合成繊維の布地の表面にプリントする方法の有機顔料で、第1表の如くである。この内 (1) Cyanine Blue Shade (2) Sherdye Blue G. F. C. (3) Aridye Green F. J. B. はフタロシァニン系で、(4) Sherdye Orenge R. C. と(5) Aridye Red L. D. B. はN=N結合を有するアゾ色素系で、(1)のみ国産品で(2)～(5)は米国製品であった。

第1表 捺染用有機顔料の粒度と形態

試 料	粒子径	dmean	± S	形態
(1)Cganine Blue Shade	300～16	142	43	菱形 扁平
	115～16	52	19	
(2)Sherdye Blue, GFC	140～30	84	20	羽毛状 薄片
	35～ 8	19	7	
(3)Aridye Green, FJB	200～50	14	—	鮮片状 薄片
(4)Sherdye Orenge, RC	80～ 3	41	10	直方体形
(5)Aridye Red, LDB	500～55	280	92	竹葉状 薄片
	100～15	53	17	

粒子径 (m μ) 上：長さ，下：巾； dmean (m μ) 平均値；± S 分散度

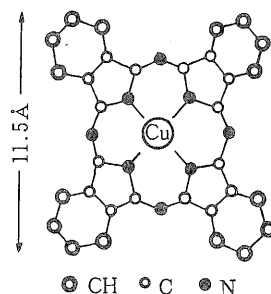
試料はペースト状であるが、純ベンゼン中で懸濁させるとすべてよく分散し膠状溶液となる。その電子顕微鏡写真による粒度分布その他は第1表の如くである。従来の光学顕微鏡法や沈降法などの大きな値は、これらの凝集体に関したものであったことが判明した。^{1,2)}

懸濁液中での結晶成長という興味ある現象を発見した。即ち、Cyanine Blue Shade のベンゼン懸濁液を約2週間常温(10℃)で放置すると短冊状の薄片(長さ4~7,000m μ 、幅3~500m μ)が現れることである。これは同一組織の Sherdye Blue には全く見出されなかった。

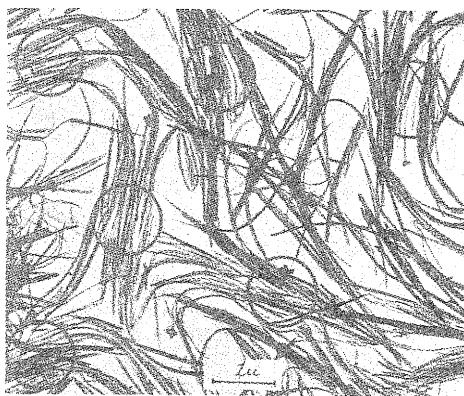
その後、植田^{3,4)}は青色顔料であるフタロシアニン化合物について溶剤の特性に注目し、電子顕微鏡やX線回折法で詳細に研究し、「結晶性粉体の転換と溶媒効果」として纏めた。⁵⁾

銅フタロシアニンの晶癖

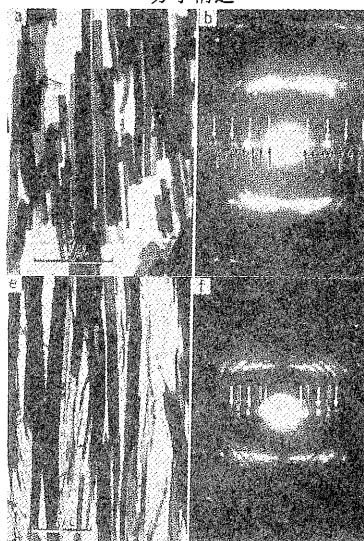
さて銅フタロシアニンの分子構造は第1図の如くで、四つのインドール基の中心に銅原子がある一辺が12Åもある四角形の平面分子である。結晶成長がベンゼン懸濁液中で起ることは前に述べたが、同時に結晶の転移がおこる。分散媒としてはベンゼンの外、トルエン、ピリジンなどの芳香族溶媒のみならずエーテル、アセトン、アルコールなどの脂肪族溶媒でも起り、結晶転移は大体1次反応で活性化エネ



第1図 銅フタロシアニンの分子構造



第2図 β 型フタロシアニン銅の電子顕微鏡写真
(○印部の raft 状態)

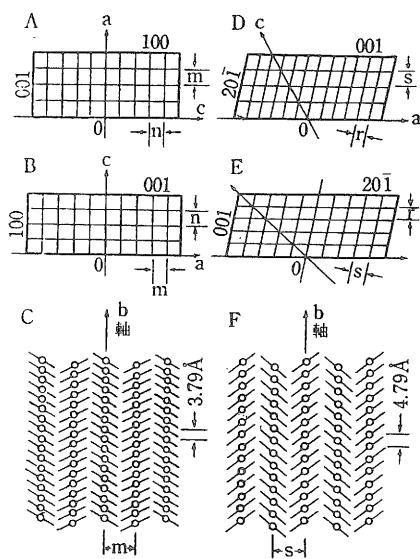


a, ガラス上蒸着膜の不安定型結晶
e, トルエン中40℃の処理で得られた安定型結晶
b, f 白および黒の矢印の列は2種の赤道反射の列の混在を示す。

第3図 α , β 型の短冊型粒子のイカダ状集合体とそれから得られた繊維図形(制限視野電子回折像)

ルギーは 14.0 k cal/mol と計算された。小さい不安定型を α 型、大きく延びた安定型を β 型と名づけた。Ham-m など⁶⁾の電子照射で見出したものが懸濁液中に見出されたのである。

細長い薄片結晶によってつくられたイカダ集合体から得られた制限視野像を raft 法と呼んだ。⁷⁾それを用いて α 型や β 型の結晶内での分子配列ならびに晶癖は第3図及び第4図の如くで、両型について近似していることが明らかになった。^{8)~10)}



A, B, C: 不安定型, D, E, F: 安定型

A, B, D, Eは β 軸に平行に見た場合

C, FはB, Eを上から見た場合を示す

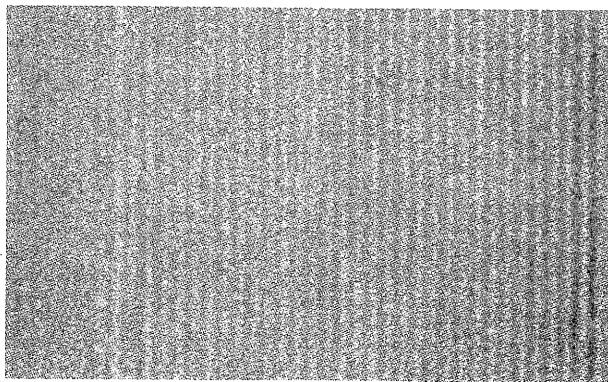
第4図 銅フタロシアニン両型の晶癖

白金フタロシアニンで始めて格子像を見る

1956年(昭和31年)10月に東京で第1回亜細亜・大洋州国際電子顕微鏡会議に発明者の一人 E.Ruska 博士をベルリンより呼ぶことにした。彼の特別講演の中に Elmscope I が Cambridge 大学物理学教室に入ったことと、そのスライドの中に Menter の撮った白金フタロシアニンの $12.5 \text{ \AA}$ の格子像があった。格子像は始めてであり、その詳しい報文を待ちわびた処、翌年早々に手に入った。¹²⁾それにもとずき、我々も銅フタロシアニンの(001)面や双晶面の格子像^{13), 14)}を撮った。

その当時は、電子顕微鏡の分解能は約 $10 \text{ \AA}$ であり Elmscope I が世界で一番高い分解能を持ったと云われていた。ここで日本の電子顕微鏡のメーカーの間でフタロシアニンの格子像を撮る競争がおこり、試料を京大化研が出したことがあり、一番早く日立中研の菰田博士がHU-10で撮られたと思う。¹³⁾

(第5図) その後、この格子像が電子顕微鏡の分解能の示す一つの表示とされた。



第5図 日本で最初の β 型フタロシアニン銅の格子像
(日立 HU-10, 菰田)

第2表 電子顕微鏡の格子分解能の進歩

物 質	面指数	面間隔 (Å)	観 察 者	年代
白金フタロシアニン	001	12.5	Menter	1956
	201	10.3	"	"
銅フタロシアニン	001	12.6	水渡, 植田	1957
	201	9.8	水渡, 植田, 渡辺, 菰田	1957
酸化モリブデン	020	6.93	Bassett, Menter	1957
四塩化白金カリ	110	6.99	菰田, 坂田	1959
六塩化白金カリ	111	5.63	"	"
硫酸カルシウム		6.0	Dowell	1962
パイロフィライト	020	4.4	"	"
塩化モリブデン	110	3.81	菰田, 大槻	1963
金	111	2.35	菰田	1964
金	200	2.04	菰田, 大槻	1964
アルミニウム	111	2.34	菰田	1965
パラジウム	200	1.44	"	"
銅	200	1.84	"	"
金	220	1.43	渡辺, 品川, 白田	1966
銅	220	1.27	"	"
塩化リチウム	220	1.81	日比, 矢田	1966
金	$\frac{1}{2} \cdot 200$	1.02	矢田, 日比	1967

いろいろの格子像を年代順に並べたのが第2表で、これを見ればその世界のレコード・ホルダーが常に日本人であったこと、それは日本の電子顕微鏡が世界的に優れていたかと見て、うれしく思う。

1958年に Berlin の第4回国際電子顕微鏡学会議に出席した帰路に Cambridge 大学物理学教室に寄った。その翌日 Menter 博士に逢ったとき、「私はコロイド学者として顔料のフタロシアニン粒子の晶癖を研究しているが、貴殿は鋼管会社の研究室で何故にフタロシアニンをいじっているか？」との間に、「今度、大学の物理学教室に入った Elimiskope I は世界一の分解能で、たまたま同教室の雑誌会でフタロシアニン分子の大きさが約10Åであると聞いたから」との答であったこと¹⁵⁾をつけ加えておく。

各種金属フタロシアニンの赤外・遠赤外スペクトルなど

小林君（現、京大化研 小林隆史教授）に各種金属フタロシアニンの赤外線¹⁹⁾および遠赤外線スペクトル²⁰⁾を撮ってもらった。

Robertson¹⁶⁾らはX線回折法により各種金属フタロシアニンの結晶の構造解析を行ったが、彼の用いた試料は昇華して得た大きな針状結晶の安定型についてである。不安定型の結晶は微細であるのでX線回折法では固難である。 α 型結晶は $\alpha \sim \beta$ 転移をする前にかなりの大きさに成長するので^{17,18)}、その単結晶の制限視野電子回折が可能である。この方法による各種金属の不安定型結晶の単

第3表 各種フタロシアニンの不安定結晶の単位格子

	無金属フタ ロシアニン	Fe-フタロ シアニン	Co-フタロ シアニン	Ni-フタロ シアニン	Cu-フタロ シアニン	Pt-フタロ シアニン
a (Å)	26.14	25.90	25.88	26.15	25.92	26.18
b (Å)	3.814	3.765	3.750	3.790	3.790	3.818
c (Å)	23.97	24.10	24.08	24.26	23.92	23.84
β (°)	91.1	90.0	90.2	94.8	90.4	91.9
空間群	$C2/c$	$C2/c$	$C2/c$	$C2/c$	$C2/c$	$C2/c$
格子当りの分子数	4	4	4	4	4	4
密度(計算値)	1.42	1.59	1.61	1.57	1.62	1.96
密度(測定値)	1.44		1.65	1.62	1.62	1.94

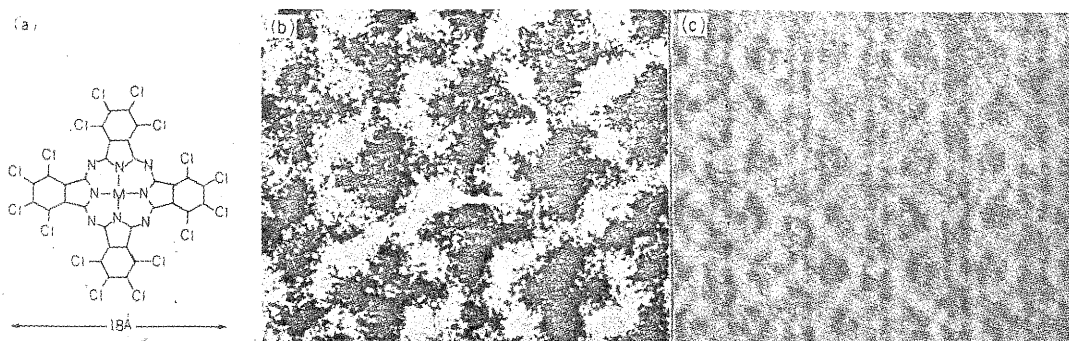
位格子常数は第3表の如くである。

金属フタロシアニンは各種のアミンと複合体を作る。たとえば pyridine 1 : 1、piperidine 1 : 2、n-hexylamine 2 : 3であるが、この比は複合体の熱分解からも分り DTA 曲線が必要である。^{17,21)}アミンの分子はフタロシアニン結晶のb軸の層面に入ることが電子顕微鏡回折から明らかになった。各種の複合錯体の赤外線¹⁸⁾および遠赤外スペクトル²¹⁾を求め、複合体の分子内結合に対応する吸収バンドと分解温度との間に直線関係のあることを見出した。²²⁾亜鉛および鉄フタロシアニンのアミン複合体の二三のものについてX線構造解析法により分子構造と結晶構造を求めた。^{23,24)}これには阪大の角戸先生に大へんお世話になった。

フタロシアニンの分子形態像

フタロシアニンの熱分解の研究^{26,27)}は、主として芦田君(現、神戸大学工学部教授)によりなされた。すなわち雲母やアルカリ・ハライド上へのフタロシアニンのエピタキシャル蒸着について研究された。^{25,28,29,30,31)}

京都で開催された第6回国際顕微鏡学会議(1966)では副会長(総幹事)役を務めたが、世界の研究に刺激された。その内に塩素化されたフタロシアニン銅は電子線に対し数十倍も安定であるこ



第6図 塩素化した銅フタロシアニンの分子式(a)とその分子形態像(b)および分子構造像(c)。

とが解った。それらを用いて第6図のような四角形の分子、しかもそれが結晶内で規則正しく並んでいることがわかった。

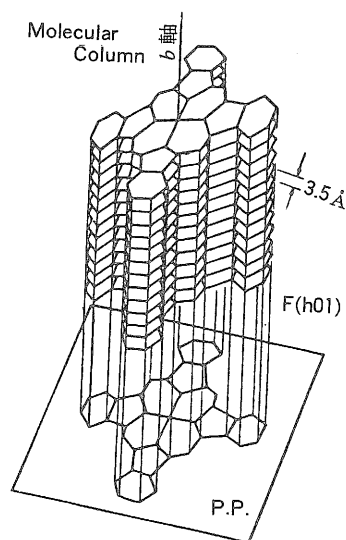
(第7図参照) 1970年のフランス Grenoble での第7回国際電子顕微鏡学会議(1970)で発表し非常な反響を呼んだ。

^{32,33,34,36)}すなわち、格子像から分子形態像に進んだ。

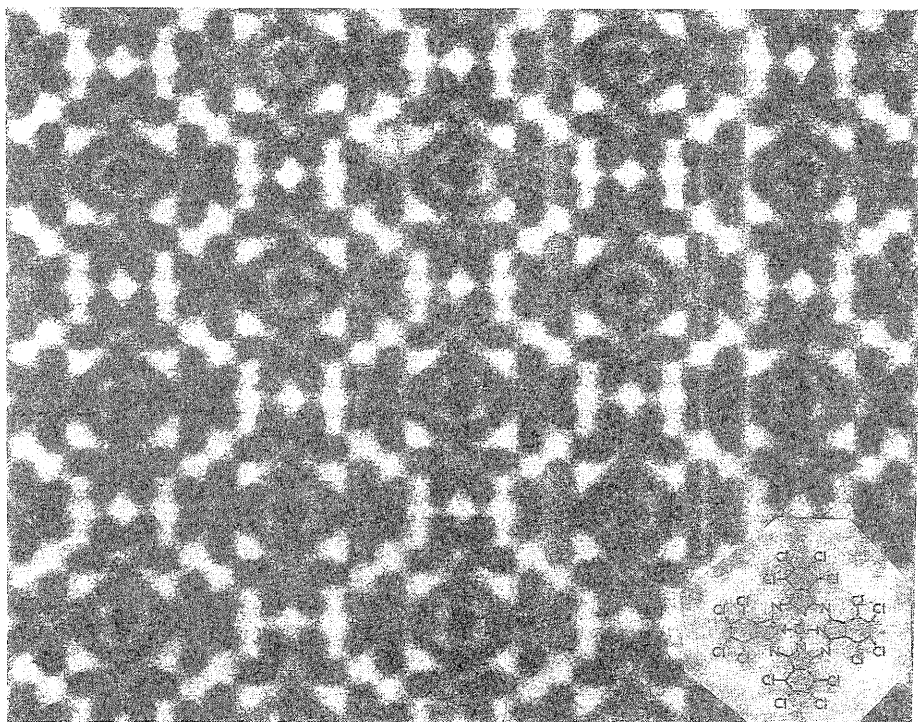
フタロシアニンの分子構造像

前節で約10Åの大きさとフタロシアニン分子の外形は見えたが、次にすべきことは分子内のC、N、Hなどの原子の位置を見ること、すなわち各原子までに解像された分子構造像を撮ることである。このために新しい分解能の高い電子顕微鏡の開発製作が化学研究所で計画され、小林恵之助教授を中心として多くの方の努力と日本電子の技術によって完成された。これにより第6図(c)のように塩化フタロシアニンの四つ葉のクローバの

四つの葉が見分けられ、第8回の国際電子顕微鏡学会議(1974、Camberra)で発表した。³⁷⁾ 約100年前に KeKulé が夢で見たといわれるベンゼン六員環が直接に我々の目に観察された。³⁸⁾



第7図 フタロシアニン分子の結晶中での積み重なりとその投影。



第8図 塩化フタロシアニン銅の分子構造像(植田、小林による 1988)

その後、植田教授、小林（隆）教授らは、フタロシアニンの美しい分子構造像を撮られ（第 8 図）、化学研究所に世界一の分解能の電子線分光型超分解能電子顕微鏡が新しく設置された。

フタロシアニンは結晶格子像 —— 分子形態像 —— 分子構造像と進んだが、もとは Sherdy、Aridye のコロイド粒子研究にはじまる。（平成 3 年 3 月）

私は 1975（昭和 50 年）に京大化学研究所を停年退官し、その後、電子顕微鏡写真は白黒であるので色をつけることを研究している。化学研究所にいたときに日本電子顕微鏡学会から瀬藤賞³⁹⁾、日本化学会から学会賞⁴⁰⁾などを受賞し身にあまる光栄と思っている。また、フタロシアニンの構造に関する総説の執筆の依頼を受けた。^{41~44)}

文 献

- 1) 水渡英二、植田夏：電子顕微鏡総合研究委員会。第 58 回会議提出試料 58-C-2（1951）
- 2) E. Suito, N. Uyeda : *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 31, 53 (1953)
- 3) E. Suito, N. Uyeda, H. Shibamura : *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 32, 83 (1954)
- 4) N. Uyeda, E. Suito : *J. Electron-microscopy*, 4, 36 (1956)
- 5) 植田夏：化学と工業、22, 110 (1969)
- 6) F. Hamm, E. van Normann : *J. Appl. Phys.*, 19, 1097 (1948)
- 7) E. Suito, N. Uyeda : *Proc. Japan Acadmy*, 32, 182 (1956)
- 8) E. Suito, N. Uyeda : *Proc. Japan Acadmy*, 33, 398 (1957)
- 9) E. Suito : *5th Int. Congress for Electron Microscopy, Philadelphia*, H-2 (1962)
- 10) E. Suito, N. Uyeda : *Koll. Z.* 193, 97 (1963)
- 11) 水渡英二、植田夏：日化、86, 969, (1965)
- 12) J. W. Menter : *Proc. Roy. Soc.*, A236, 119 (1956)
- 13) E. Suito, N. Uyeda : *J. Electron-microscopy*, 6, 24 (1958)
- 14) E. Suito, N. Uyeda, H. Watanabe, T. Komoda : *Nature*, 181, 332 (1958)
- 15) 水渡英二：表面科学、10, 503 (1989)
- 16) J. M. Robertson *et. al.* : *J. Chem. Soc.*, 1196 (1936) ; 1736 (1936) ; 219 (1937)
- 17) T. Kobayashi, N. Uyeda, E. Suito : *J. Phys. Chem.*, 72, 2446 (1968)
- 18) T. Kobayashi, N. Uyeda, E. Suito : *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 47, 401 (1969)
- 19) T. Kobayashi, F. Kurokawa, N. Uyeda, E. Suito : *Spectrochimics Acta*, 26A, 1305 (1970)
- 20) T. Kobayashi : *Spectrochimics Acta*, 26A, 1313 (1970)
- 21) T. Kobayashi, N. Uyeda, E. Suito : *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 52, 605 (1974)

- 22) T. Kobayashi, F. Kurokawa, N. Uyeda : *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 53, 186 (1975)
- 23) T. Kobayashi, F. Kurokawa, T. Ashida, N. Uyeda, E. Suito : *Chem. Commun.*, 1631 (1971)
- 24) T. Kobayashi, T. Ashida, N. Uyeda, E. Suito, M. Kakudo : *Bull. Chem. Soc. Japan*, 44, 2092 (1971)
- 25) N. Uyeda, M. Ashida, E. Suito : *5th Inter. Congress for Electron Microscopy, Philadelphia*, G G 15 (1962)
- 26) E. Suito, N. Uyeda, M. Ashida : *Nature*, 194, 273 (1962)
- 27) N. Uyeda, E. Suito : *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 42, 494 (1964)
- 28) N. Uyeda, M. Ashida, E. Suito : *J. Appl. Phys.*, 36, 1453 (1965)
- 29) M. Ashida, N. Uyeda, E. Suito : *6th Inter. Congress for Electron Microscopy, Kyoto*, Vol. 1, 447 (1966)
- 29) M. Ashida, N. Uyeda, E. Suito : *Bull. Chem. Soc. Japan*, 39, 2616 (1966)
- 30) M. Ashida : *Bull. Chem. Soc. Japan*, 39, 2632 (1966)
- 31) M. Ashida, N. Uyeda, E. Suito : *J. Crystal Growth*, 8, 45 (1971)
- 32) N. Uyeda, T. Kobayashi, E. Suito : *7th Inter. Congress Microscopie Electronique, Grenoble* 2, 433 (1970)
- 33) N. Uyeda, T. Kobayashi, E. Suito, Y. Harada, M. Watanabe : *ibid*, 2, 23 (1970)
- 34) N. Uyeda, T. Kobayashi, E. Suito, Y. Harada, M. Watanabe : *28th. Annual EMSA Meeting*, 524 (1971)
- 35) 植田夏、水渡英二：日本結晶学会誌，13，212 (1971)
- 36) N. Uyeda, T. Kobayashi, E. Suito, Y. Harada, M. Watanabe : *J. Appl. Phys*, 43, 5181 (1972)
- 37) K. Kobayashi, E. Suito, N. Uyeda, M. Watanabe, T. Yanaka, T. Etoh, H. Watanabe, M. Moriguchi : *8th Int. Cong. Electron Microscopy, Cambera*, 1, 30 ; 264, 266 (1974)
- 38) K. Ishizuka, N. Uyeda : *ibid*, 1, 322(1974); *J. Electron microscopy*, 23, 79(1974); *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, 53, 200 (1975)
- 39) 水渡英二： *J. Electron Microscopy*, 18, 341 (1969)
- 40) 水渡英二：化学と工業，23，79 (1970)
- 41) 水渡英二、植田夏、芦田道雄：染料と薬品，12，41 (1967)
- 42) 水渡英二：高分子，24，89 (1975)
- 43) 水渡英二：化学の領域，24，650 (1970) 26, 66 (1972)
- 44) 水渡英二：金属物理セミナー，1，152 (1976)

天然染色の化学的研究

第16報 エンジュ (*Sophora Japonica*, Linn.) 花蕾の色素配糖体ルチンとペリシヤンベリー核果の色素成分フラバノール類の染色効果について

新 井 清

1 はじめに

本誌第2集14報に、エンジュ花蕾を熱水抽出した従来の染色液を減圧濃縮し、氷室で冷却すると、主成分の色素配糖体が沈澱する。この沈澱を洗滌してタンニン質を除去すると簡単な操作のみで、美しい黄色染布の得られることを報告した。つぎに15報でペリシヤンベリー核果を粉末として熱水抽出した染液を濃縮し硫酸によって加水分解すると色素混合液が沈澱することを報じ、沈澱を温水で洗滌した色素混合体（成分色素3種を含む）は水に難溶性であるが淡いアルカリに溶けて、この液で濃い黄色から橙色の美しい染布が得られる。前者は藍との交染によって美しい柿若葉の染布が、後者はコチニールとの交染によってウールを鮮かな深赤色に染めた。その詳細を報告する。

2 エンジュ染

2.1 エンジュ花蕾からルチンの分離¹⁾

エンジュ花蕾粉末10.0gを秤り（水分=9.38% 灰分=10.97% メタノール可溶分=26.33% 無灰乾燥物として8.76g）を2 l容量のステンレス製の平底円筒容器に1 lの水道水を入れた中に投入し、リングバーナ上で容器を加熱し、かきまぜて、液をゆるやかに boil する。エンジュの色素配糖体は次第に溶解液は黄褐色になる。30分間 boil させて消火し50℃まで放冷して黄褐色液と残渣をブツフナ濾過器を用いて水流ポンプに連結して濾液と残渣を濾別する。濾液収量=900ml。

この水溶液を2 lのビーカーに移し4～5℃の氷室内に静置し（5時間～一昼夜）器底に沈積した黄緑色の微細な沈澱を吸引濾過して溶液から分離し、氷片を浮かべた冷水で濾斗上の沈澱を少量の冷水で繰返し洗浄する。最後に吸引を強めて濾紙上の沈澱にヒビ割れが生じたらスプーンの背でヒビ割れを防ぐ。染色目的の試料作りには沈澱をアルコール、エーテルで洗う必要は無い。水滴の落下が止まればゴム管を受器から離し、沈澱を入れたままブツフナ濾斗のゴム栓を抜いて濾斗をビーカー内に入れて100～105℃に調節した電熱乾燥器に入れて2時間乾燥さす。沈澱が濾紙上でヒビ割れて乾けば集めて乳鉢で細粉とする。収量=2.10g これを沈澱Iとする。

2.2 沈澱Iの再沈澱、沈澱IIの生成

2.1 の沈澱1.0gを200ml容量のビーカーに移し、100mlの水道水を加え、沸とう水浴上で boil し

て沈澱を溶かす。液は黄色となり沈澱は溶解する。このビーカーを放冷して氷室内に静置し生成した沈澱を濾過する。沈澱を冷水で洗浄した後、電熱器中で乾燥して乳鉢で粉細しストックする。収量=0.80 gである。黄色結晶性。

この沈澱Ⅱをさらに50%アルコールに溶かし再結晶をさらに2度繰り返して融点184℃のRutinの純品を既報の如く得ている。染色には沈澱Ⅱを用いて充分である。

2.2 絹布の媒染 染色に先だって精練した平織り絹布の先媒染を行った。

2.2.1 アルミニウム媒染：6×10cmの絹布を用意する。その重量は1.0 g、その3%の明ばん30 mgと酒石酸カリウム5%の50mgを秤量し、100mlのビーカーに入れ蒸留水50mlを加えて溶解し、ビーカーを沸騰水浴中に保ち、水で湿らせた絹布を漬けて98℃で30分間、ときどき布をつきまぜて媒染剤を充分吸着させ浴中から布を取り出して絞り水洗して風乾した。

2.2.2 錫媒染：上記と同じ寸法の絹布を用いる。その重量の4%の塩化第一錫40mgと2%の萘酸20mgを秤り100mlのビーカーに移し蒸留水50mlを注いで沸騰水浴中にビーカーを漬ける。液温を98℃に保って絹布を入れ30分間同じ要領で媒染した。

2.2.3 クロム媒染：前期と同じ容器で絹布の重量の3%重クロム酸カリウム、4%酒石酸カリウムの混合液中で98℃30分間媒染する。

2.2.4 鉄媒染：4%の塩化第一鉄と2%の萘酸を用いて媒染する。

2.3 ルチン沈澱ⅠおよびⅡの染色

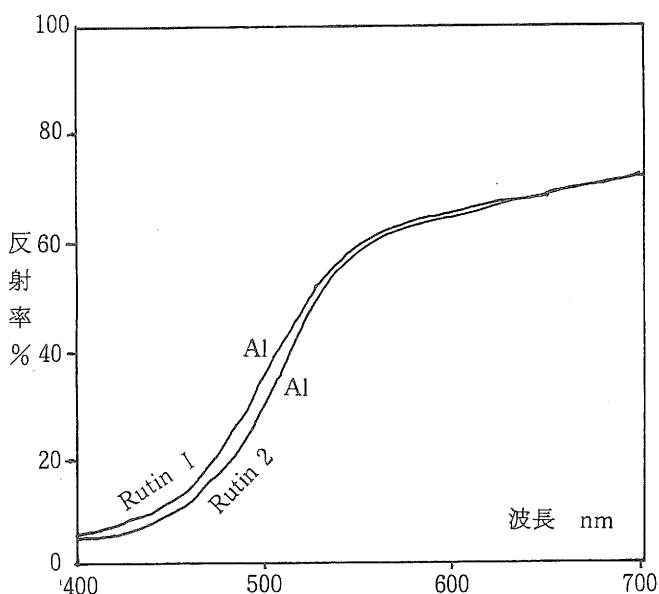
2.3.1 ルチン沈澱Ⅰの0.10 gを秤量して200ml容量のビーカーに入れ温水100mlを注加し沈澱Ⅰを溶解し黄色染液をつくる。100ml容量のビーカー4個を用意して25mlづつ染液をビーカーに分注する。沸騰水浴上にビーカーを置き、4種類の媒染絹布をそれぞれ鉢を入れて折半し Al^{+++} 、 Sn^{++} 、 Cr^{+++} および Fe^{++} 媒染布を1枚づつ4個のビーカーの染液中に、水で濡らして絞り上げて浸す。ときどき布をかきまぜて20分間水浴上で加熱した後、布を引上げて染布を絞り流水中で洗い絞って上げ風乾した。

2.3.2 ルチン沈澱Ⅱの染色

ルチン沈澱Ⅱの0.10 gを秤量し、2.3.1の沈澱Ⅰと同様に染液として、残っている4枚の先媒染布を4個の100ml容量のビーカーの中の溶液に浸す。沸騰湯浴上で20分間処理して、水洗し絞って風乾しストックした。

2.4 ルチン染布の反射率曲線と測色値²⁾³⁾

2.4.1 Al 媒染ルチン1および2の絹染布の反射率曲線と測色値：第1図にその反射率曲線、第1表に測色値を示す。ルチン1と2の反射率曲線は近似して黄色の波長付近では近接し測色値に如実に現われている。ともに紫外線を照らすと蛍光を現わす。

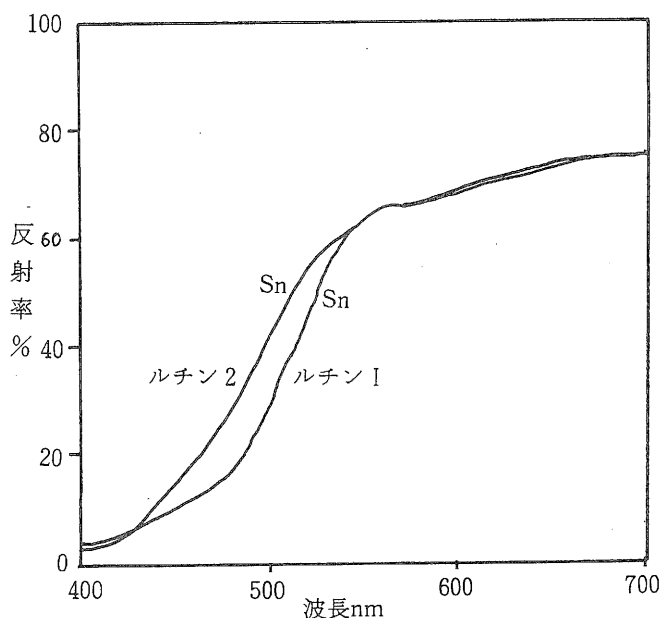


第1図 Al 媒染ルチン1および2 染布の反射率曲線

第1表 Al 媒染ルチン1および2の絹染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
ルチン1	50.25	52.70	13.08	0.433	0.454	575.9	69.91
ルチン2	51.94	54.70	14.80	0.428	0.450	575.7	68.14

2.4.2 Sn 媒染ルチン1および2の反射率曲線と測色値：第2図に反射率曲線、第2表に測色値を示す。反射率曲線は500nm付近で開くが600nm付近になるとほとんど重なる。明るい橙味を帯びた黄色の測定値を与える

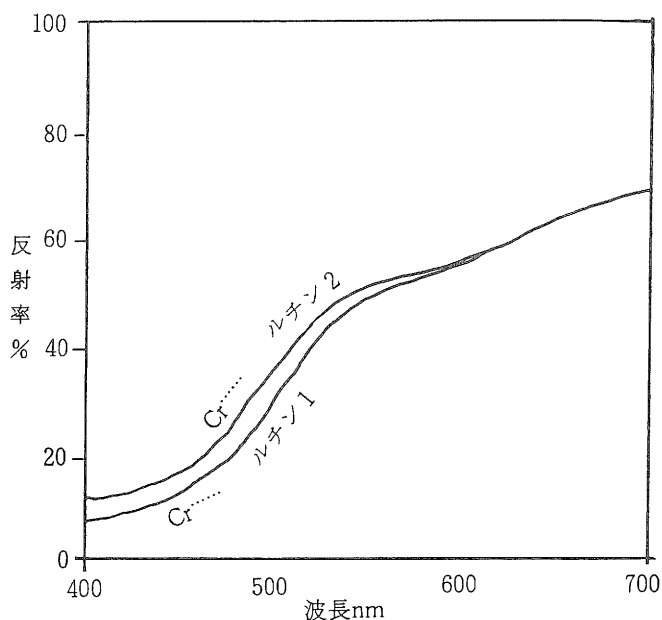


第2図 Sn 媒染ルチン1および2 絹染布の反射率曲線

第2表 Sn⁺⁺媒染ルチン1および2の絹染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
ルチン1	52.83	54.37	11.45	0.445	0.458	577.2	72.17
ルチン2	54.62	58.63	17.91	0.416	0.447	574.6	63.48

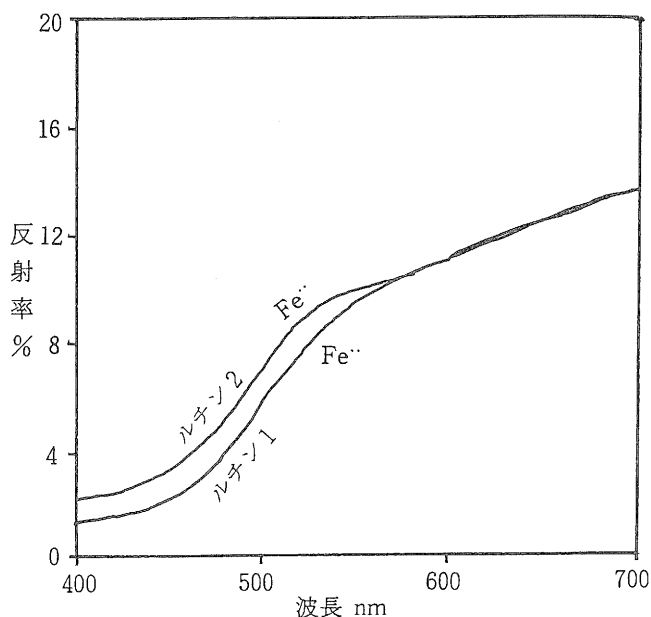
2.4.3 Cr⁺⁺⁺媒染ルチン1および2絹染布の反射率曲線と測色値：第3図に反射率曲線、第3表にその測色値を示す。重金属の媒染剤では暗緑黄色を示すが反射率曲線もタンニン質が除去されているので反射率曲線も高い位置にある。測色値の主波長は577.9nmと581.9nm、Pe (%) も52.83%と50.00%である

第3図 Cr⁺⁺⁺媒染ルチン1および2第3表 Cr⁺⁺⁺媒染ルチン1および2の絹染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
ルチン1	43.47	44.62	14.14	0.424	0.435	577.6	52.83
ルチン2	45.75	48.37	20.06	0.401	0.424	581.9	50.00

2.4.4 Fe^{2+} 媒染ルチン1および2の絹染布の反射率曲線と測色値：第4図に反射率曲線、第4表に測色値をあげる。

染布は反射率低い曲線を与えるが、前報のエンジュ熱湯抽出染液のデータと比べると格段の差があり測色値のPeは原液は35.4%ルチンは39~40%強でタンニン除去の効果が判然と示されている。



第4図 Fe^{2+} 媒染ルチン1および2の絹染布の反射率曲線

第4表 Fe^{2+} 媒染ルチン1および2の絹染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
ルチン1	9.80	10.12	5.44	0.386	0.399	577.0	40.70
ルチン2	13.24	13.60	7.38	0.387	0.397	576.0	39.09

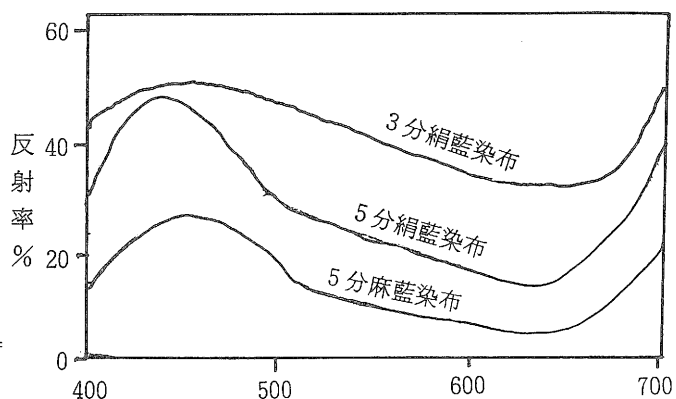
2.5 藍とルチンの交染

2.5.1 藍建^{ブルー}：容量2.5 lのプラスチック円筒を用意する。インド藍粉末1.5 gを上皿天秤で秤り乳鉢に移しロード油2.0 mlを加えてよく乳棒でこねる。温水を数回に分けて注ぎ乳鉢でかきまぜながら容器に入れる。液量を300 mlとする。つぎに2.0 gのNaOH粒状のものを温水にとかし、容器中に加え液量を500 mlとして、ハイドロサルファイト4.0 gを100 mlの温水に溶かし常温を37~40℃付近に保ち、液をガラス棒で底部を大きく液表面を小さく、かきまぜながらハイドロサルファイト液を5分間で液中に注ぐ、温水でビーカーを洗い液中へ加え、さらに温水を加え液の容量を1.0 lにする。液は藍色から緑色に変化し黄色が増し、液面に紫色の泡が凝集する。ゆるやかに、液をかきまぜる。温水を加えて液量を2 lとする。藍建の確認は短冊型に切った白紙を液中に浸して引上げ空気に触れて青色になるのを確認し cover をして藍染にそなえる。

2.5.2 藍染め：精練し風乾した20×12 cmの絹布の2枚と麻布1枚を用意し、それぞれの布の20 cmの片側の両隅を30 cmの糸で吊り2本のガラス棒に通して、布を水で湿らせて絞って拵げ藍液中に浸す。棒の間隔を広く絹布の1枚は3分間、他の絹布と麻布を5分間、液中に漬けて引上げ液面で

絞って戸外でよく外気に当てて空気酸化させ藍染布とする。絹布の3分間藍液に浸したものは淡い青、5分のもは少し濃く麻布が一番よく染まっている。水洗し稀酢酸水に浸しアルカリを除いて再び水洗し絞って風乾しストックする。

2.5.3 3種の藍染布の反射率曲線と測色値。各染巾の5×6cmを鋏で切り反射率曲線と測色値を得た。第5図に反射率曲線を示し第5表に測色値を示した。3分間藍染のものは色淡く最上部の曲線に現われ、つぎに5分間絹の藍染布が中段に、植物繊維は藍との親和力が大きく最下段に位置している。測色値にも主波長の位置、刺激ギ純度%-ageに如実である。



第5図 藍染布の反射率曲線

第5表 藍染布の測色値

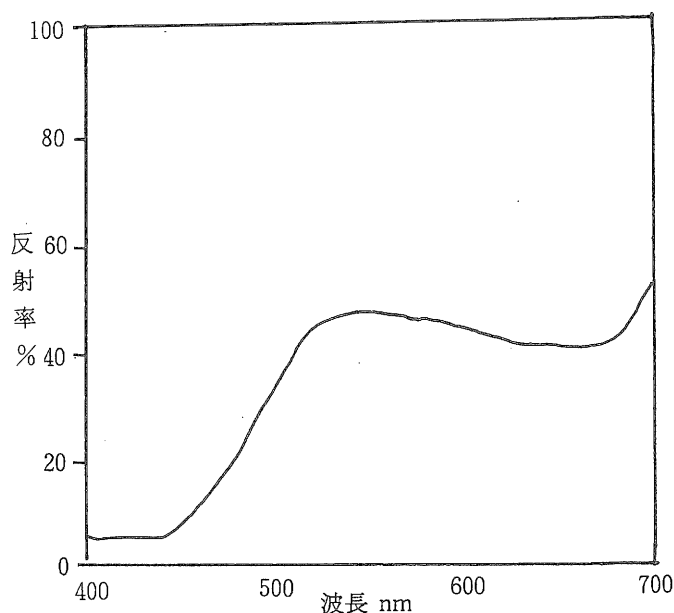
	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
3分 絹布	36.08	40.13	52.51	0.280	0.312	484.6	13.00
5分 絹布	22.00	24.28	45.00	0.240	0.265	470.0	31.74
5分 麻布	9.13	10.31	18.77	0.239	0.270	482.3	30.05

2.5.4 緑染（藍とルチン2の交染）3分間藍染布は黄色の浅いルチンとの交染に適しているの
で萌黄色の染色を行う。ルチン粉末0.20gを採り、200mlビーカーに入れ水道水80mlを加え沸騰水
浴上に保って加熱し黄色染液中に水で濡らし絞った藍染布を拵げて浸し藍布が黄色の勝った緑と
なった時15分染めてビーカーを放冷し、絞って1%明ばん液中に5分間漬けて常法の如く処理して
風乾した。

2.5.5 浅緑染布の反射率曲線 と測色値。

その反射率曲線を第6図に測色値
を第6表に示す。

5×6cmの大きさに緑布を切断
して得た反射曲線は500～600の間
の波長でゆるやかな盛り上がりを見せ
て黄緑を示し測色値の主波長は
570.6nm、Pe(%)は64.35であ
る。天然染色の研究に手を染めて
20年を越え柿若葉の美しい染布を
得たいとの久しい望みが叶った。



第6図 萌黄（3分藍染・ルチン交染）絹染布の反射率曲線

第6表 萌黄（3分藍染・ルチン交染）絹染布の反射率曲線

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
萌黄絹布	36.08	41.93	11.93	0.401	0.466	570.6	64.35

3. ペリシヤンベリー色素染

3.1 ペリシヤンベリー核果から色素の分離

3.1.1 ペリシヤンベリー核果から色素配糖体の抽出：既報の如く核果を粉碎し10.0g（無水、無灰物として8.71g）を2ℓの円筒ステンレス容器に入れ水道水1ℓを加えてリングバーナー上で沸騰させ、かきまぜて30分色素配糖体を溶出さす。30分後消火してブツフナー濾斗と濾過フラスコを用いて吸引濾過して濾液と残渣に別ける。濾液収量=900ml。

3.1.2 濾液の濃縮と硫酸による加水分解：3.1.1の濾液を廻転式蒸発器によって減圧濃縮して容量1/3とする。粘稠の赤褐色液を容量600mlの丸底フラスコに移し濃硫酸2.0mlを加えコンデンサーを互に磨合せ部で連結し、フラスコを加熱し（沸騰石5、6個を入れて置く）ゆるやかに沸騰させる。還流水滴が1秒間に1滴液面に落下する程度で1時間保つ。液がboilして間もなく、黄色の粉体が器壁に着き、次第に液中に粉状沈澱が器中に多くなる。1時間後加熱を止めて静置しコンデンサーを抜きフラスコを取り出し、内容を1ℓのビーカーに移す。熱湯でフラスコを洗いビーカーに加える。赤い上澄液を流し、再び熱湯を沈澱に注いでかきまぜ静置して上澄液を流し去る。このDecantationを繰返すうちに上澄液は次第に色が淡くなり、熱湯に可溶の糖類やタンニン質が除か

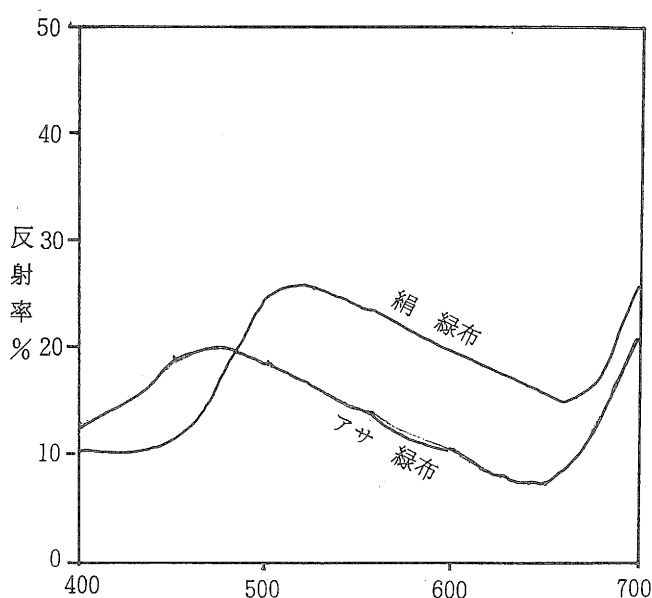
れる。最後に小型ブフナー濾過漏斗を濾過フラスコに連結して目皿上に濾紙を敷き常法通り沈澱を濾過に移す。熱湯で少量づつ沈澱をさらに洗い濾液が中性になれば強く吸引しブフナー濾斗を切離し沈澱を共に乾燥器中で100~105℃乾燥させメノウ乳鉢中で粉末にしてストックする。収量=2.30 g。この粉末はペリシヤンベリーの成分色素である。クエルセチン、ラムナジン、およびラムネチンの3種の色素の混合体⁴⁾で緑黄色を示す。個別の操作は染色の目的には必要では無い。

3.2.1 混合色素の染色テスト：

混合色素0.1 gを秤り、200mlのビーカーに1.0 gの炭酸カリウムを100mlの水道水の温湯に溶かした弱アルカリ性の液に加えかきまぜると赤い透明な溶液となって溶解する。Ph =8.8。この溶液の入ったビーカーを沸騰水浴上で加熱し15×20cmの精練した絹布を水で濡らして投入すると15分間で深い黄色に染まる。絞って1%明ばん液中に常温で媒染して水洗し風乾すると鮮黄色を示しフラバノール色素特有の蛍光を帯びる。

3.2.2 緑染⁵⁾：先にエンジュ染め2.5.2の Section で作った2枚の絹と麻の藍染布を用い、この混合色素を用いて交染して緑染布を作る。300mlのビーカーを用いる。100mlの水道水を温めた0.5 gの K_2CO_3 を加えて溶解させ、水浴上で沸騰水上にビーカーを置き混合色素0.2 gを投入しかきまぜて溶かす。麻と絹の藍布を水でしめらせて液中へ入れかきまぜながら両方の布が緑色に染まる色合いを見て15分で引上げて絞り、軽く水洗し絞って1%明ばん水の中に5分間浸して絞り、流水中で水洗して仕上げる。5×6 cmを切り離して、反射率曲線と値色値の測色の試験布とした。

3.2.3 緑絹布と緑麻布の反射率曲線と測色値：第7図にその反射率曲線を、第7表に測色値を示す。緑布の反射率曲線を見ると麻の反射率は絹より低く位置し青味の勝つ緑であり、絹の方は鮮やかな緑色で測色値の P_e も絹の緑が高い。



第7図 アサ緑布と絹緑布の反射率曲線

第7表 麻緑布と絹緑布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
絹緑布	17.85	22.19	14.11	0.330	0.410	560.5	31.56
麻緑布	9.27	10.97	16.98	0.249	0.295	470.2	30.88

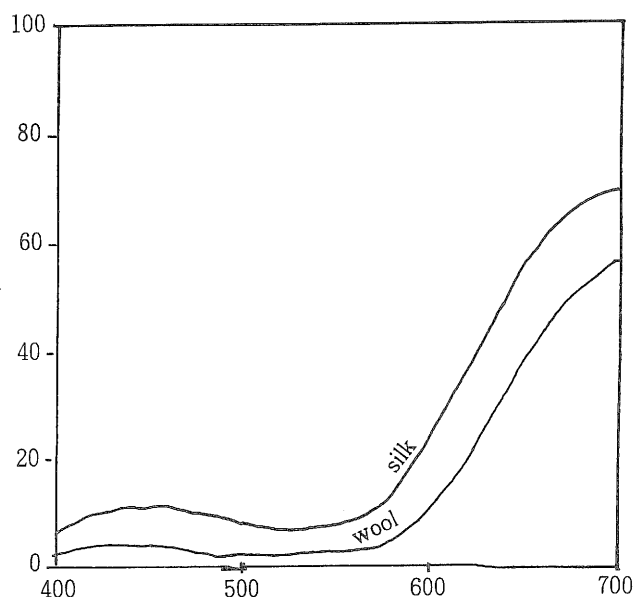
3.3 ペリシヤンベリー色素染めとコチニール染め、および両者の交染による猩々緋染めの基礎実験：これらの項目の繊維材料は平織イタリー産の絹布と同じく羊毛の布を用いた。ペリシヤンベリーは南蛮渡来のコチニール染めの下地に用いられている。媒染はすべて先媒染をした。イスパニア（スペイン）とポルトガル船によって将来された安土・桃山期の赤紅染のランヤ織物は明ばん媒染であり、錫媒染⁶⁾のそれは17世紀後半に至ってオランダで開発され、したがって江戸期元禄の頃オランダ渡来の敷物は鮮やかな臙脂の紅色となった。

3.3.1 明ばん—酒石酸カリ先媒染：絹布と羊毛布はすべて21×25cmに切断し、絹布3枚、羊毛布3枚を用いる。重量=42.0g。その重量の3%に当る明ばん1.26g。5%に当る酒石酸カリ1.60gを秤り1ℓ容量のビーカーに入れ、水道水200mlを加えて金網付白土板上にビーカーを置きバーナーで加熱し塩類を溶かし、布を液中に浸しゆるやかに沸騰温度に30分間保つ。先端を丸めた二本のガラス棒を箸として、布を均等に液に浸る様に布類の上下を反対にしたり、液によく浸る様に操作する。30分後バーナーを消しビーカーを台上に移し液温が50℃付近に冷える頃に布を取出して絞る流水中で10分間洗い風乾する。

3.3.2 風乾した3.3.1の先媒染布のウール地2枚と絹布2枚をペリシヤンベリー染めの染布とする：1ℓのビーカー中に炭酸ソーダ0.5gを投入し水道水200mlを加え白土板付金網上でバーナーで加温して溶解させ0.4gの混合色素を加へた溶液をゆるやかに沸とうさせ、先媒染布を水でしめらせて、透明な赤色液の中に浸して15分間ゆるくかきまぜて染める。15分後ビーカーを台上に戻し50℃付近まで冷やし、染布を絞って流水中で洗い風乾する。乾燥した染布は絹布はガンボーシ（藤黄）ウールは帯褐橙色で濃く染まっている。

3.3.3 下地染布とコチニール染液の交染：コチニール染液の調製を初づ行なう。コチニール粉末10.0g（水分=9.24% 灰分=44.98%無水乾燥物として4.6g）を3ℓステンレス平底円筒に入れ水道水1ℓを加えリングバーナー上で加熱する。氷醋酸2mlを添加し30分間 boiling する。消火後50℃まで放冷し濾過し濾紙上の残渣を熱湯で洗い900mlの染液を得た。この染液の200mlを1ℓのビーカーに入れゆるやかに加熱し boil して下染した絹布とウールの一組を水でしめらせて染液中に浸しゆるくかきまぜ15分間染める。常法通り水洗して風乾する。染布の色はウールは深赤色シルは紅緋である。

3.3.4 3.3.3の silk および wool 染布の反射率曲線と測色値
 : 第8図にその反射率曲線を示し第8表はその測色値である。その反射率曲線は一見して wool 染布の曲線の赤色部の反射率の低いことは注目され終始 silk 染布は反射率は上部に位置して居る。第8表の測色表は主波長の値から wool の赤色は深く且つその色彩の美しさは Pe の値でも知られる。この染色は wool のためにヨーロッパで開発された手法であることが良く認識される。



第8図 シルクおよびウール染布の反射率曲線

第8表 Alum 媒染・ペリシャンベリー色素 — コチニール交染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Silk 染布	18.98	12.96	10.61	0.446	0.305	630.0	33.33
Wool 染布	8.78	5.29	2.93	0.516	0.311	497.6	37.91

3.3.5 アルミ媒染布のコチニール染め：アルミ媒染布の残り絹とウールの一組は3.3.3で調製したコチニール染液の内、1ℓ容量のビーカーに200mlを入れ染液を boil し15分間布を染め50℃まで放冷後流水中で10分間洗い風乾した。その染布の色相はウール染布は交染布より紫を帯びた赤色であり、シルク染布はピンクである。

3.4 第一錫塩媒染による染色

3.4.1 SnCl_2 と蓚酸による先媒染：3.3.1の項と同じ精練した silk と wool 21×25cmに切断した3枚づつ6枚を用意する。布の重量32g に対し SnCl_2 4%蓚酸2%すなわち、1.28gと0.64gを秤り、1ℓのビーカーに入れ水道水200mlを加えて温めて溶かす。ビーカーを加熱し溶液中に6枚の布を浸し3.3.1の要領でときどき液中の布を上下させ boil 状態に30分保った後熱源を断って冷やした後流水中で洗い風乾する。

3.4.2 塩化第一錫 SnCl_2 先媒染布のペリشانベリー色素染め：3.4.1の先媒染の絹布 2 枚とウール布 2 枚を染める。まず、色素粉末 0.2 g を上皿天秤で秤り、1 ℓ のビーカーに予め 0.5 g の炭酸ソーダを入れ水 200 ml を加えビーカーを加熱して溶かした液中へ色素粉末を入れてかきまぜる。色素は溶けて液は透明な赤色液となる。液をゆるやかに boil させて、媒染布 4 枚を水でしめらせてから手早く液中に漬ける。染液は次第に淡くなり布は黄色く染る。15 分間液を boil させた後消火し 50℃ 付近まで冷えた頃に布を取出し絞り、流水中で 10 分間洗い風乾する。silk 染布は鮮黄色 wool 染布は鮮橙色である。

3.4.3 ペリشانベリー色素染め染布のコチニールとその交染：3.4.2 の silk 染布と wool 染布の 2 枚をこれに充てる。3.3.3 で調製したコチニール染液 200 ml を 1 ℓ のビーカー中でゆるやかに boil させ、水でしめさせた布を入れ、ときどき、かきまぜ 15 分間染める。染液に漬けて 5 分もすると wool は美しい鮮紅色を現わし始め絹はピンクである。15 分で消火、50℃ の液温付近に冷えてから布を取出し流水中で 10 分間水洗し絞って拡げ風乾さす。

wool 染布は深赤紅色、silk 染布は光沢のある朱色。

3.4.4 SnCl_2 媒染布のコチニール染色：残っている silk と wool の媒染布を用いて、コチニール染液の 200 ml を 1 ℓ ビーカーの中で加熱 boil させ媒染布を浸して前述の如く染めあげて水洗し風乾する。

silk 染布はピンク wool は鮮明な濃紅色である。

3.5 第二錫塩 SnCl_4 による先媒染と色

3.5.1 SnCl_4 と酒石酸カリによる先媒染

精練 silk 布 3 枚と wool 布 3 枚 21×25 cm 6 枚を用意する。 SnCl_4 3 % 0.96 g、酒石酸カリ 4 % 1.2 g を秤り 1 ℓ のビーカーに入れ水道水 200 ml を加え温めて溶かし液を boil させ布を漬け 30 分間ガラス棒を箸にして布を漬け浮きあがらぬ様に操作する。水洗処理と風乾で媒染が終わる。

3.5.2 媒染布のペリشانベリー染め：色素粉末 0.2 g を秤り、その前に 1 ℓ のビーカーに炭酸ソーダー 0.6 g を投入し水道水 200 ml を入れてビーカーを加温し炭酸ソーダーを溶かす。色素を追加すると色素は溶け透明な液となる Ph = 9.0 液を boil させ媒染布を手早く液中に浸しガラス棒の箸をあやつり均等に布を染める。15 分間染めて 50° 付近まで液温を冷し布を引上げ、水洗し風乾する。silk 染布は光沢ある濃黄色 wool 染布は橙色である。

3.5.3 下染布のコチニール交染：3.3.3 のコチニール染液を追加調製し、1 ℓ ビーカーに 200 ml を入れ、加熱してゆるやかに boil させ、下染布 silk と wool の一組を 15 分間染め 50° 付近まで冷やし取出し、水洗し風乾する。風乾後染布の色相は silk は SnCl_2 媒染布のそれと比較すると赤が濃くなっている。wool は深赤色である。

3.5.4 SnCl_4 先媒染布のコチニール染め

残りの先媒染布1組を用いる。コチニール染液200mlを1ℓビーカー中に入れて加熱し液を boil させ2枚の媒染布を漬けて15分間保つ。50℃液温まで布を漬け引上げて水洗風乾する。

染布は silk は光沢あるピンク wool は深赤色である。

3.6 第2 錫塩一錫酸ソーダとタエン酸媒染布の染色

3.6.1 錫酸ソーダとクエン酸による先媒染：精製絹布とウール布は同じ21×25cmの3組6枚を用意し、3% Na_2SnO_3 4%1.28g クエン酸同量を用いる。1ℓビーカーに両者を入れ水道水200mlを加えて加温して溶かす。boil させて6枚の布を浸し30分間媒染し水洗して風乾する。

3.6.1 媒染布のペリシヤンベリー色素染め：1ℓのビーカーに0.5gの炭酸ソーダーを入れ水道水200mlを注加し加温して溶かす。つぎに0.2gの色素粉末を液に加えかきまぜて溶かし透明な赤色液となる。これへ媒染布、silk 2枚と wool 2枚を浸しときどき布をガラス棒でかきまぜ boil し15分間染めて冷やし、布を絞り水洗して風乾する。silk 染布は淡黄色 wool 染布はオレンジ色である。

3.6.2 下染布とコチニール液の交染：下染布 silk と wool の1組をこれに当てる。1ℓのビーカーにコチニール染液200mlを入れ加熱して下染布を入れ boil 状態にして15分間染める。水洗し風乾した染布は silk は紫味を帯びた淡いピンク wool は紫味を帯びた深赤紅色を示す。

3.6.3 媒染布のコチニール染め。残りの1組をコチニールで染める。1ℓビーカーにコチニール染液200ml加熱して boiling し15分間染め水洗風乾した染布は silk はピンク、羊毛は深赤色で紫のシェードが著しい。

4 実験結果と考察

4.1 エンジュ (*Sophora Japonica*, Lin.) の花蕾の粉末の熱湯抽出液を濃縮し氷室で5℃に冷却すると配糖体ルチンが沈澱する。再沈澱を繰返し淡黄色の結晶を得た。精製の過程の沈澱を溶かし再沈澱の粉末は、少量をもって、従来の抽出濾液を以ての染色に較べて、タンニン質は痕跡であり、美しい黄色染めが出来た。

4.2 万葉集の「水縹 (みはなだ)」色⁷⁾に染めた絹布にエンジュから得たルチンの少量の染液をかけ合わせて萌黄の美しい柿若葉色の絹布を得た。

4.3 ペリシヤンベリー (*Rhamnus Oleoides*) の核果を粉末とし多量に含まれているタンニン質を除くために稀硫酸で熱湯抽出液(従来の染液)を加水分解するとタンニン質と糖類は遊離しアグリコンの成分色素は加熱中に固化する。3種の成分色素はフラボノール類で混合色素の分離は既に報告した。混合色素はいづれも熱湯や酸性水溶液に不溶であり、薄い NaOH、KOH、 Na_2CO_3 、および K_2CO_3 水溶液に易溶である。この性質を利用して黄色染料として用いて、藍との交染で鮮やか

な緑を染めた。

4.4 ペリシヤンベリー成分色素による染色で最も興味深いのは、この色素を下染としてコチニールの染色である。歴史的にはスペインがメキシコやペルーの古代文明の遺跡を伝える国々を征服し、胭脂虫であるコチニールを欧州に伝え、ペリシヤンベリーの核果の熱水抽出液で黄色に下染めし、コチニールの交染によって wool を美しい深赤紅色に染めた。染料は欧州に拡がりイタリアのベネチアのコチニール染めは全欧の最優秀品を生んだ。安土桃山期に来航したスペインやポルトガルのイエズス派の宣教師達はラシヤ地の美しいコチニール染めの織布をもたらした。安土の織田信長公はこの織布を陣羽織に仕立てて着用しそのダンディ振りは世に名高い。安土桃山期は Alum を媒染剤に用いたが17世紀後期にオランダで錫媒染が考案され華やかな“胭脂の紅色”の敷物は南蛮交易独専のオランダ船がもたらしたのである。

4.5 Alum-K-tartar. の媒染、第一錫塩の媒染、および第二錫塩の媒染とペリシヤンベリー色素による下染、コチニール交染、コチニール単独染めなどの染色実験を行って、江戸期に将来された錫媒染の猩々緋の敷物は鮮やかな“胭脂の紅色”であったことを確認した。

終りに当り、染布の反射率曲線と測色値のデーターは住友化学分析センターカラー事業部長鈴鹿正和学兄のご配慮により測定出来ました。厚く感謝申し上げます。併せて測定の労をおかけしました研究員の田中康子女史に御礼申し上げます。

文 献

- 1) A. G. Perkin, A. E. Everest "Natural Organic Colouring Matters" London (1918) p200
- 2) 村田幸男；「工業測色学」繊維社（1968）P130
- 3) 鈴鹿正和；「染色工業」№5 223（1986）1-14P
- 4) 新井 清；「葆光」第2号（1990）16-17
- 5) 新井 清；「奈良大学紀要」8巻（1979）20-35P
- 6) 後藤捷一、山川隆平；「染料植物譜」はくおう社（1972）64-65P
- 7) 上村六郎、山崎勝弘；「日本色名大鑑」（1943）養徳社

天然染色の化学的研究

第17報ログウッド (*Haematoxylon Campechianum* Linn.) による染色について

新 井 清

1 はしがき

Logwood はマメ科に属するメキシコ原産の高木で16Cにスペイン船が欧州へもたらし、その心材は染料として、木材の着色用として、現在まで世界各国で賞用されている。熱帯亜熱帯で良く生育する木で、その地域で造林されている。19Cに入ってから欧州では競って含有色素の研究がなされた。フランスの Chevreul は haematoxylin をエーテル抽出で結晶として取出した。ドイツ、イギリスの化学者達もその構造研究¹⁾に参加しピラン環を持つ色素の研究は目覚ましいものとなった。リグニンと共存する色素類の多岐多様に亘ることは一世紀を経た今日、機器の発達した現在もこの方面の研究²⁾は根柢と英智を要する。水溶性の色素は低分子の成分は抽出温度と時間と Ph を考慮することによって、別け得られる。ログウッド心材粉末の boiling で得られる混合水溶性染液による染布の媒染剤による呈色データ等を挙げ、温度差抽出液によるライラックやラベンダー色の染布を得たことを報告する。

2 実 験

2.1 材料

2.1.1 絹布と綿布：前報と同じ平織り精練した絹布を用いた。綿布は天竺木綿平織りの布をマルセル石鹼液中に投入し90° 付近で1時間浸した後、水洗して風乾品を使った。

2.1.2 ログウッド。市販の粗びきされたチップをミキサーにかけて粉末としたものを用いた。水分=8.96%、灰分=3.43%、メタノール可溶分=25.26%

2.2 染色実験

2.2.1 染液の調製：ログウッド粉末10.0g（無灰乾燥物として8.76g）を3ℓ容量のステンレス製平底円筒型容器に入れ、水道水1ℓを加えてリングバーナー上で容器を熱しゆるやかに液を30分間 boil させた後バーナーの火を消し残渣が容器の底に沈むのを待ち、内径11cmのブフナー濾斗を付けた吸引フラスコを吸引し、濾斗の濾紙上に上澄液を流し最後に残渣を移し熱湯で容器を洗い残渣を洗う。染液収量=900ml。

2.2.2 絹布の染色：ログウッド染液の200mlを1ℓのビーカーに移し、白土付金網上に置いてブンゼンバーナーで加熱し液をゆるやかに boil させて15×20cmに切断した絹布を水で湿して染液中に投入し、かきまぜながら15分間液中に浸して染め、取出して絞り水中で1～2分すすいで絞り室

内で乾かす。

2.2.3 綿布の染色：2.2.2と同じく15×20cmに切断した綿布をログウッド染液の200mlの boil している中に浸し15分間染めて絹布と同じ条件で水洗し風乾した。

2.3 金属塩の媒染効果

2.3.1 媒染液の調製

第一表に示した各種媒染剤の1%水溶液を調製した。但し溶解度の小さいCrのみは0.5%水溶液である。

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)	$CrCl_3$	green	0.5
Ni(vii)	$NiCl_2$	green	1.0
Co(vii)	$CoCl_3$	pink	1.0
Fe(vii)	$FeCl_2$	yellow	1.0

2.3.2 絹染布の媒染：2.2.2の絹染布を鋏で5×5cmに切断すると、この寸法の絹染布12枚が得られる。2.3.1の媒染液を100mlのビーカーに20mlずつ11個に分注し常温で絹布を1枚ずつ各ビーカー中の媒染液に浸す。15分間浮上らぬ様に浸して後、布を引上げ流水中で5分間洗い絞って風乾する。

2.3.3 綿布の媒染：上記と全く同様の寸法の綿染布を同じ条件で媒染し風乾してストックする。

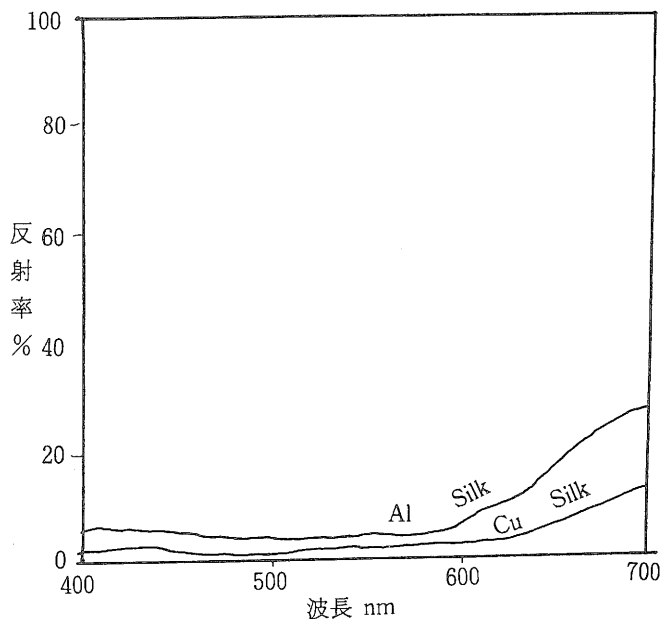
2.4 金属媒染布の反射率曲線と測色値³⁾⁴⁾

2.4.1 Al および Cu 媒染絹染

布の反射率曲線と測色値：図 1 に

Al と Cu の反射率曲線を示す。

両者ともその反射率は低く Al は Cu の上部に位置する点は既往の染布と同じであるが、ログウッドの熱水抽出液は酸化を受け易く空気と接する液面から時間の経過とともに色が褐黄色から褐色に変化する。液は放置すると表面から酸化が進み重合して赤褐色の固体が凝縮する。ログウッドの用途が鉄と結合させて黒染めに賞用される由縁である。アルミニウム媒染布は青紫色であり、Cu 媒染布は灰色となる。



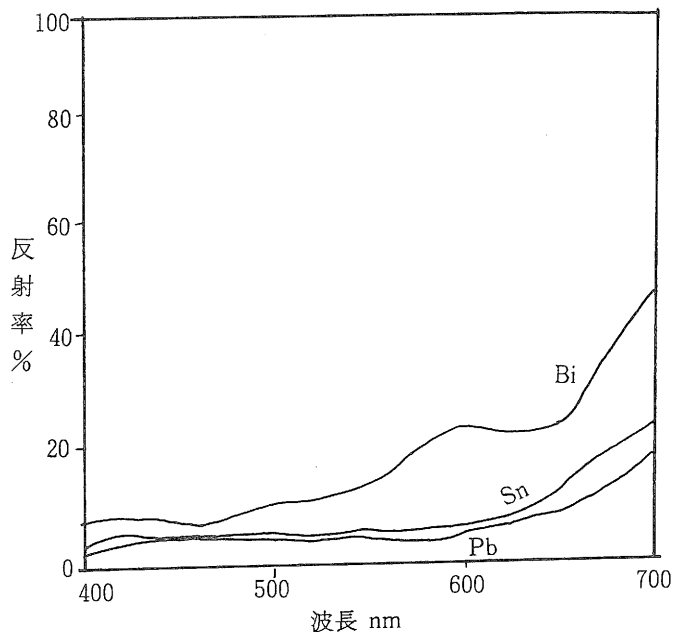
第 1 図 ログウッド絹布 Al と Cu の反射率曲線

第 2 表 Al と Cu 媒染 絹布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Al	5.69	5.32	7.04	0.315	0.295	518.7	4.95
Cu	3.33	3.31	4.37	0.302	0.301	467.1	7.14

2.4.2 Sn、Bi および Pb の 反射率曲線と測色値

第3図にその反射率曲線を示す。
Bi は最上部にあり Pb は最下部
に位置する。これらの curve は右
上りの平凡な曲線で Bi の染布は
褐色、Sn は紫色 Pb は紫黒色で
ある。その測色値の Pe は Sn が
やはり一番高い。(第3表)



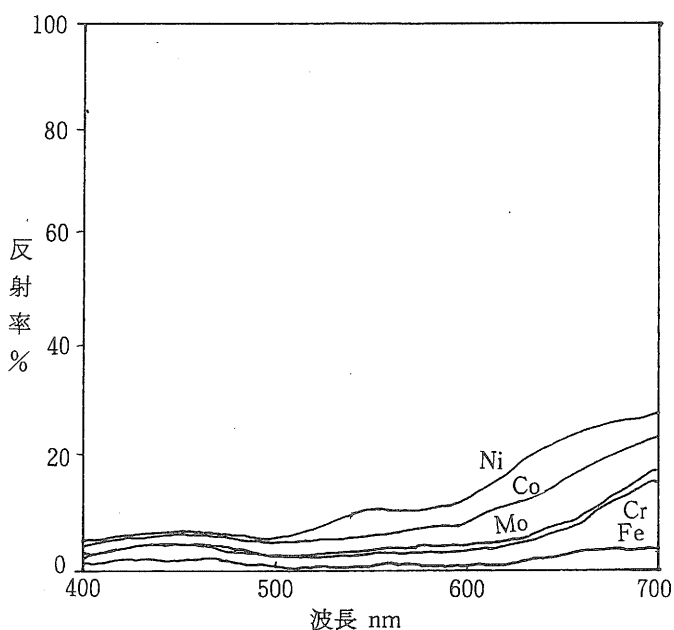
第2図 Sn Bi および Pb 絹布反射率曲線

第3表 Sn、Bi および Pb ログウッド絹染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Bi	20.78	18.93	8.62	0.430	0.392	589.0	5.217
Sn	4.38	3.94	5.97	0.307	0.276	533.4	13.76
Pb	3.44	3.04	4.53	0.301	0.301	467.2	5.84

2.4.3 Mo、Cr、Ni、Co、Fe の反射率曲線と測色値

三つの組元素のうち、Ni、Co は共に上部に位置し鉄は最下部にある。Ni、Co は濃赤褐色、Fe は美事な黒色である。Mo、Cr もまた暗い褐色と暗赤色で明るい色彩は皆無である。測定値 Pe は Ni と Co は高く染布の中で Fe はわずか3.91%である。

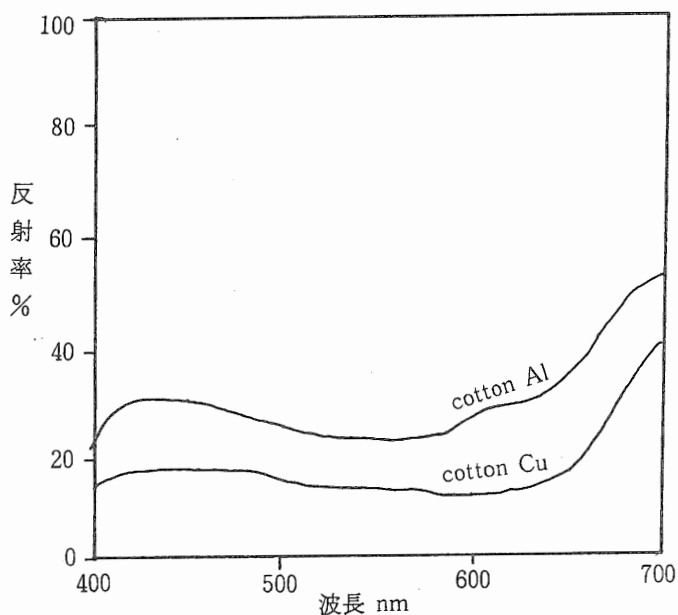


第3図 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe 媒染絹染布の反射率曲線

第4表 Mo, Cr, Ni, Co 及び Fe 媒染絹染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Mo	3.85	3.98	4.36	0.316	0.326	572.8	5.28
Cr	4.57	4.65	4.49	0.333	0.339	574.3	11.50
Ni	9.29	8.63	6.24	0.385	0.357	586.0	28.81
Co	7.76	7.27	5.06	0.386	0.362	582.3	31.58
Fe	2.67	2.76	3.52	0.298	0.308	498.0	3.91

2.4.4 Al、Cu の媒染綿染布の反射率曲線と測色値：Al の曲線は上部に Cu は下部に位置している。Al、染布の色は薄紫、Cu のそれは灰色である。色相は絹布に比べると綿布の染付きは劣っている。



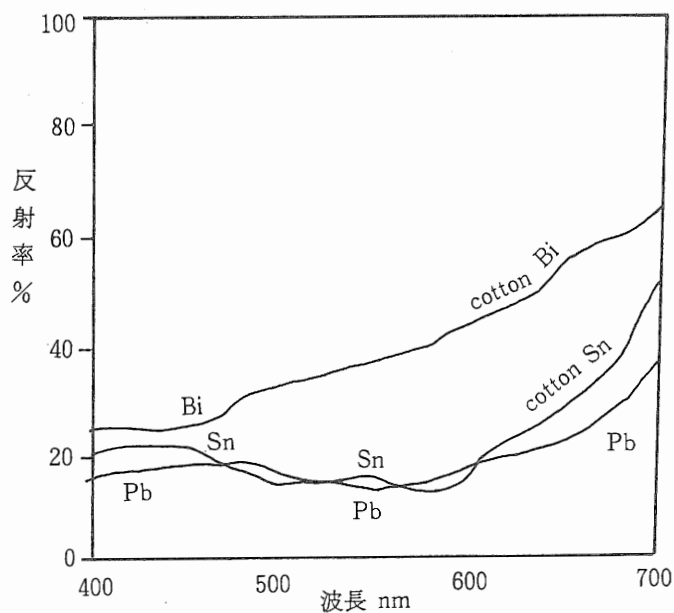
第4図 Al および Cu 媒染綿布の反射率曲線

第5表 Al および Cu 媒染綿布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Al	23.60	25.15	30.27	0.316	0.310	483.0	5.98
Cu	12.91	13.79	17.29	0.294	0.313	490.8	7.01

2.4.5 SnPb および Bi の綿布の反射率曲線と測色値

Pb の曲線が最も下部に位置している。色も下部のものが暗色となる。

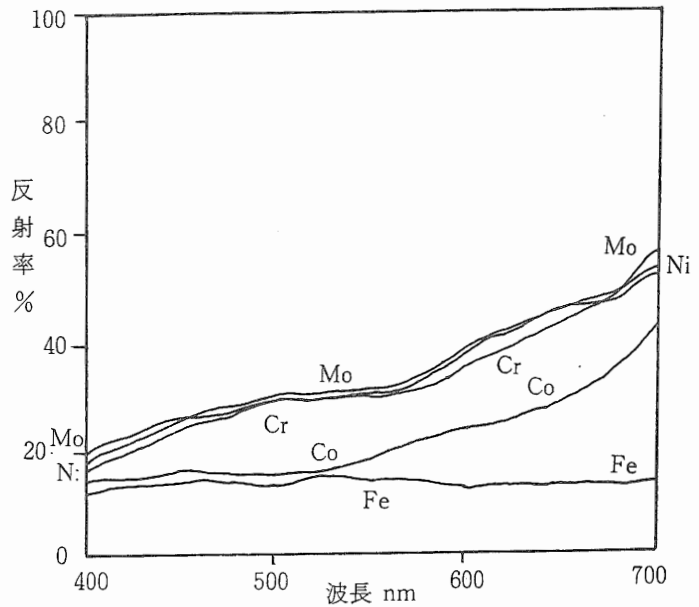


第5図 Bi, Sn, および Pb 綿染布の反射率曲線

第6表 Bi, Sn, および Pb 綿染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Sn	14.84	13.26	20.07	0.308	0.273	489.4	7.08
Bi	36.71	36.06	26.43	0.370	0.364	577.3	6.25
Pb	15.53	15.89	17.04	0.320	0.328	577.4	7.08

2.4.6 Mo、Cr、Co、Ni および Fe の反射率曲線と測色値：Fe が最下部の位置を占め他の金属イオンは Mo、Ni、Cr は近接して上部に入り乱れる。第7表の測色値は鉄が最も Pe が低く絹よりその値は小さい。



第6図 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe 媒染綿布の反射率曲線

第7表 Mo, Cr, Ni, Co, および Fe 媒染綿布の測色値

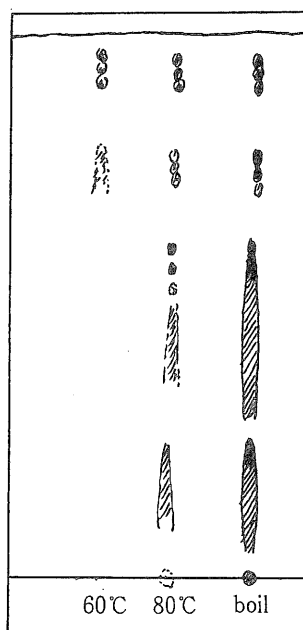
	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
Mo	28.28	28.89	26.66	0.337	0.347	577.4	5.17
Cr	21.61	22.20	22.72	0.325	0.334	572.9	6.95
Ni	31.86	32.11	28.61	0.344	0.347	568.4	12.60
Co	29.29	29.42	24.23	0.353	0.355	577.6	23.21
Fe	11.89	12.27	14.81	0.305	0.315	489.9	2.55

2.5 温度差抽出による染液のテスト

2.5.1 試験管テスト：3本の硬質試験管にそれぞれログウッド粉末0.10gを入れ、蒸留水10mlずつ加え、1本はboilした水浴中に20分、80℃の水浴中に他の1本を浸す。残りの1本は60℃の水浴中に同一の時間水浴と同一水位まで漬けた後、試験管台上に並べる。boilした試験管の液は褐色、他は黄褐色である。

2.5.2 薄層クロマトグラフィー：

タテ15cmヨコ5cmにシリカゲルを薄く塗布し120℃で1時間乾燥し冷却したガラス板の下部2cmの原点に2.5.1の100℃、80℃および60℃に保って得たログウッドの水溶液のそれぞれの1滴をスポイトを用いて穴付磁製皿の1穴に1滴ずつ滴下させる。毛细管の先端をこれに触れて薄層板の原点に1cmの間隔でそれぞれをスポットする。Benzene-Aceton 4：1



第7図 薄層クロマトグラム ログウッド色素類

20℃、所要タイム30分である。展開後、直ぐに槽か

ら取出し板上の試料の展開したテーリングの状態、

スポットの色をスケッチし、ガラス面が乾いてから1% FeCl₃-アルコール液を噴霧した。呈色液をかける前にさまざまな色合のスポットは一様に青紫色に変化した。その結果を第7図と第8表に示す。

第8表 ログウッド抽出水溶液の色素 Rf と発色

試料	Rf	発色	1% FeCl ₃ (EtOH)
60℃ 抽出液	0.94	青 →	暗紫色
	0.90	ピンク →	暗紫色
	0.88	紫 →	暗紫色
80℃ 抽出液	0.94	青 →	暗紫色
	0.90	青 →	暗紫色
	0.88	紫 →	暗紫色
	0.75	暗紫 →	暗紫色
	0.71	〃 →	暗紫色
	0.68		
boil 抽出液	原点残存	褐 →	暗紫色
	中段下段	褐 →	暗紫色
	テーリング	褐 →	暗紫色

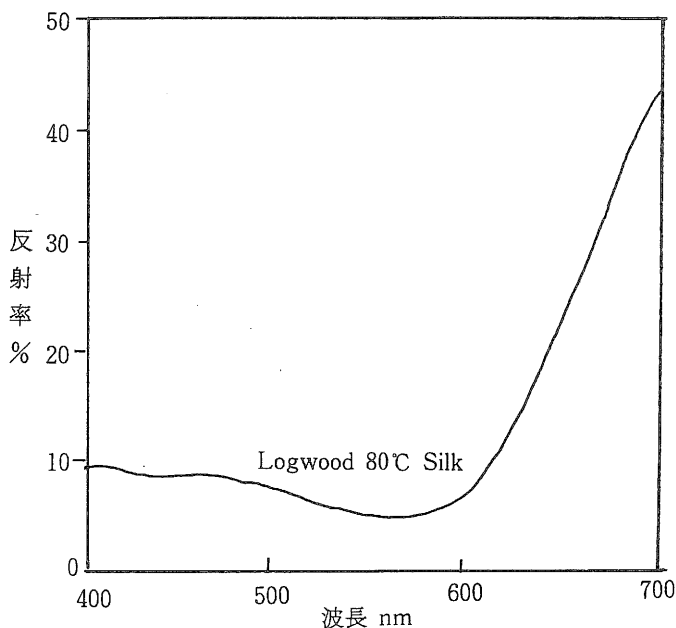
これによって80℃の抽出液は原点の残存物は痕跡となりリテーリング部も淡くなって、boiling によって得られる染液に較べると媒染剤の選択に考慮すれば美しい赤紫系の染布が得られる可能性がある。60℃の抽出液は三つのスポットは極めて明りょうでテーリング部は淡く上部のみで高分子の物質は溶出されていないのである。60℃と80℃抽出の染液を以て、種々の媒染剤での染色や他の染料の交染⁵⁾を試み再現性のあった2、3の結果を次の述べる。

2.6 ログウッド80℃抽出液による染色

2.6.1 染液の調製：1ℓ容量のビーカーにログウッド粉末5.0gを採り、あらかじめ蔞酸0.5gを100mlの温水にとかしこれをビーカーに加え、さらに400mlの温水を追加してかきまぜ80℃の水浴中にビーカーを漬け（水浴中にビーカーの液面が浸る位置にセットし30分間ログウッドを溶出させる。30分後手早く小型ブフナーを濾過フラスコにセットして濾過し濾液を再び新たなビーカーに入れ再び水浴中にビーカーを80℃に漬ける。

2.6.2 先媒染布の染色：2.6.1の操作の濾液400ml中に予め20×25cmの絹布を布の重量の2%のAlum と4%のロツシエル塩（酒石酸カリウム・ナトリウム）を用いて先媒染した絹布を水で湿らせて染浴中に入れ浸して染める。布は次第に美しい赤紫色となる。15分かきまぜながら浸し取出して常法通り流水中で10分間水洗して風乾した。

2.6.3 80℃染布の反射率曲線と測色値：2.6.2の染布から5×5cmの大きな布を切り取ってストックし、これを住友化学分析センターカラー事業部の研究室に持参して測定して貰う。その反射率曲線を第8図に測色値を第9表に示す。



第8図 80℃ログウッド染 絹布反射率曲線

第9表 80℃ログウッド染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
80° ログウッド Al^{+++} silk	7.94	6.79	9.22	0.332	0.284	510.8	16.00

その反射率曲線は520～580 nm 付近で谷を作り600 nm から急上昇している。測色値は510.8 Cで深い赤紫色その Pe も16%で美しいテツセンの花色を表わしている。

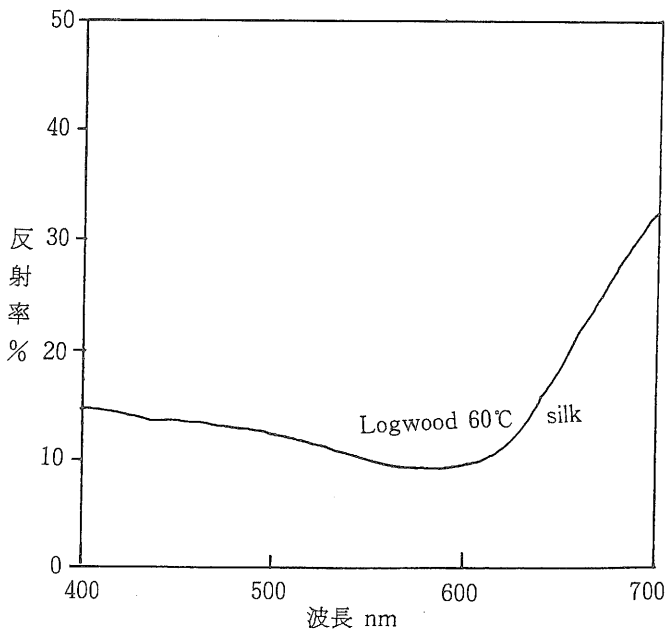
2.7 60℃抽出のログウッド染色

2.7.1 染液の調製：80℃の染液の調製と同じで1 ℓのビーカーに0.5 gのログウッド粉末を入れ、 H_2SO_4 0.5 gを100mlの温湯にとかして注加しさらに400mlの水道水を加え、60℃水浴中に静置する。30分後、液を濾過して残渣と別け濾液を切半して1 ℓのビーカーに200mlの濾液をいれて60℃の水浴中に保つ。

2.7.2 予め20×15cmの布を2枚用意し1枚を布の重量の2%の硫酸アルミニウムと同量の硫酸銅を溶かした液を boil して先媒染して置いた乾燥絹布を水で湿らせ注意深く60℃に保った染液中に浸し布が液面に出ない様に30分間浸染する。液中に絹布は青紫色に染まる。水洗は流水中で10分、引上げて風乾すると青紫のライラックの花色である。

2.7.3 コチニール交染液による赤紫染め：60℃ログウッド染液の残り200mlを1 ℓビーカーに入れコチニール染液（前報処方のもの）100mlを加えてよくかきまぜ水浴60℃の中へビーカーを浸し、30分間媒染していない絹布20×15 cmを染液中に漬けよくかきまぜて染める。赤味の勝った赤褐色の布になる。30分後布を取出し手早く絞り水洗せずに直ちに1%明バンと1%の酒石酸カリの混合液（布の1%ではなく水溶液の%ageである）中に浸すと次第に美しい赤紫色となる。10分浸し絞って流水中で10分間水洗して風乾する。ラベンダーの色を持つ染布が得られる。

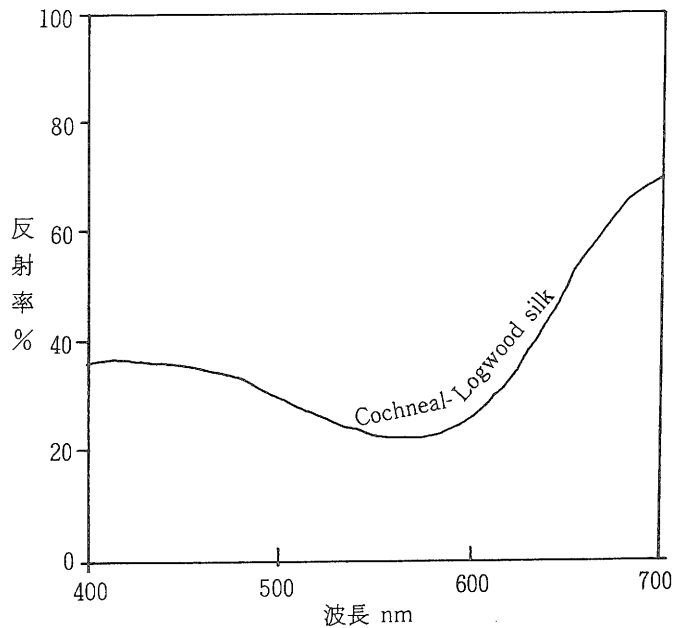
2.7.4 60° ログウッド染布とコチニール交染の反射率曲線図と



第9図 60℃ログウッド染絹布の反射率曲線

第10表 60℃ログウッド染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
60° silk Logwood	10.61	10.78	14.20	0.298	0.303	470.7	16.72



第10図 60℃コチニール・ログウッドー浴絹布反射率曲線

その測色値表。第9図に前者の反射率曲線第10表にその測色値をかかげ続いて第10図にコチニールの浴交染の反射率曲線第11表にその測色値を示して比較して説明する。ログウッド染めの反射率はコチニールとの交染布に比べると曲線は低くログウッドにコチニールが交わると高く位置し測色値を較べても華やいだ色調になることが判明し Pe も交染のものが高い。ログウッドの真価はやはり黒染である。

第11表 60℃ログウッドーコチニール交染布の測色値

	X	Y	Z	x	y	λd	Pe (%)
ログウッド・ コチニール交染布	28.18	26.94	37.23	0.305	0.292	579.2	10.0 %

3 実験結果と考察

3.1 ログウッドの熱水抽出液は時間の経過に従って酸素と接触して成分色素は重合し次第に液は黄褐色から赤褐色を呈し明るい色調の染色には困難となる。

3.2 温度差による染色を試み、抽出液に蓼酸を加え酸化を防いで低分子色素による染色を試み、60℃抽出液を用いて青紫色のライラック調の染布とコチニールとの一浴交染によって赤紫調の赤紫色、ラベンダー花の染布が得られた。

3.3 ログウッドの染色は、黒染が本命であることを如実に知ったのである。

終りに、本研究の染布の反射率曲線と測色値の測定は1990年住友化学分析センター・カラー事業部において鈴鹿正和部長の御厚意により、鈴鹿学兄の自ら測定されたものであり、温度差抽出による染布は本年春に研究員田中康子女史が測定された。厚く御例申し上げます。

文 献

- 1) A. G. Perkin, A. E. Everest ; "The Natural Organic coloring Matters" (1918) London. p363-383.
- 2) 林 孝三；“植物色素”（1980）養賢堂， p 314-328.
- 3) 村田幸男；“工業測色学” 繊維社（1968） p 130.
- 4) 鈴鹿正和；「染色工業」 № 5 . 223（1986） p 1-14.
- 5) 新井 清；未発表。

動物のライフサイクルにみる光と色の科学

加 藤 勝

トリは赤い光¹⁾を浴びることによって、さえずりを開始し繁殖行動に入ることができる。また、ニワトリの卵を緑の光²⁾で孵卵すると、暗いなかで孵卵したときに比べて早く孵化してくる。また、河にすむサケの仲間は季節に応じて、目の視物質が変化している³⁾。このように、陸や水の中で生活している多くの動物は、もっている色にしたがって光を感じ、自らのライフサイクルを調節している。動物は、色素をもつことによって、その生活を豊かにしているわけである。いろいろの次元で、動物は色の存在なくしては生きていけない生きものなのである。

白人が赤道域で生活すると腎臓結石にかかりやすい。

ビタミンDの生理作用は、腸管からのカルシウムの吸収、骨からのカルシウム溶出を促進することによって、血中のカルシウムレベルの恒常性を維持していると考えられている。ビタミンDは脊椎動物の皮膚において、紫外線を吸収することによってつくられることはよく知られている。ヒトの食物中のビタミンD量は変化に富むが一般に冬は少ないようである。ビタミンDが欠乏するとイギリス病とも呼ばれるくる病や成人骨の軟化をもたらす⁴⁾。この点、太陽光はプロビタミンである7-デヒドロコレステロールをビタミンDに変化させ食物からのビタミンD不足を補う供給源となる。

一方、ビタミンDが過剰に摂取されると、腸管からのカルシウム吸収、骨からのカルシウム動員を促進して、もはや、腎臓で調節できないほど、高カルシウム血症をひきおこす結果、腎石灰化症や腎不全、高血圧病などが発症するといわれている。

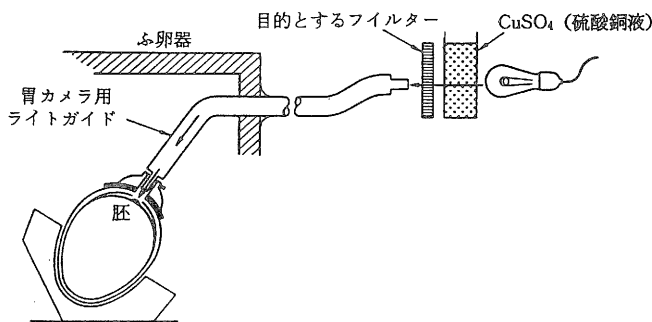
この皮膚にみられるビタミンD合成量は皮膚のメラニン色素（褐色・黒色）形成の量や外皮のケラチン（黄色）形成の量によってコントロールされている。ヒトの世界では⁴⁾、この皮膚とビタミンDとの関係が、緯度において大きく異なっている。北ヨーロッパの白人では、太陽光から届く紫外線の53%が皮膚を透過するが、黒人の皮膚ではその3分の1である18%に過ぎないといわれている。したがって、高緯度地方に生活する黒人は、白人に較べて、くる病に罹りやすく、低緯度の赤道近くで生活する白人はビタミンD過剰症になって、黒人に較べて、腎臓結石に罹りやすいといわれている。おもしろいことに、北方域に生活するエスキモー人の皮膚は、黒人に近いが、彼らは食料としてビタミンDを濃厚に含むサカナの油脂を摂っているのも、くる病には罹らないという。

体温に関してもメラニン色素による皮膚の色が影響している。ヒトでは黒い皮膚は白い皮膚より

も、5000～9000Åの範囲の光を多く吸収し体温を上げる。しかし、10000Åになると、黒い皮膚も白い皮膚も変わらなくなる。7000Åで両者のあいだでは20～30%の違いを生ずるといわれている。白い皮膚は7000Åの光の70%を反射するが、日本人では50～60%、黒色皮膚で30～50%反射するといわれ、黒色皮膚の少ない反射率は、それだけ体温維持に多く使われていることを意味している。

ニワトリの卵は緑の光で早く孵化する。

ニワトリの卵を37.5℃で孵卵すると、21日目に80%以上の卵からヒナが孵化してくるのが普通であった。わたくしは、温度に影響しないよう注意しながら、孵卵器の中を24時間ずっと電灯照明しておくと、孵化が1日早くなることを知った。



ニワトリの胚を直接照射するライトガイド

何色の光が孵化を早めているのかを知るために、胃カメラに使うライトガイドを卵のなかに差し込んで、赤、紫、青など、いろいろの光の色で、直接、胚を照射した結果、緑の色がいちばん有効であった。胚のなかに緑色光を吸収する色素が存在していて、発育を促進しているわけで、アメリカやヨーロッパで多くの研究者によって光の効果が追試確認されているが、この色素の正体については不明のままにのこされている。動物の世界で光が体の発育を促進させるという例は、このニワトリの胚にみられるだけである。色素の実体が明らかにされることを望んでやまない。

いまから60年まえに、ムクドリの子殖腺の発育が赤色光によって促進され¹⁾、緑光は却って阻害するといわれてから、アヒル、シチメンチョウやわたくし達によるウズラでも赤色光の有効性が確認されてきた。ウズラでは眼球が除去されても⁵⁾、赤色光が脳のどこかを通じて生殖腺の発育を促進させていることが確認されているので、赤色光を吸収する色素が、一体眼以外の脳の何処に存在しているかについては、目下、この分野での世界的テーマになっている⁶⁾。

アゲハチョウの橙色のサナギは必ず休眠する。

カラタチやミカンの葉を食べて成長するアゲハチョウの幼虫は1年に何回かの世代をくりかえす。京都近郊では11月に入って生じたサナギは休眠サナギとなって越冬する。このアゲハチョウの幼虫を1日のうち8時間明るくし、16時間を暗くした短日の条件で飼育すると、7月の始めにサナギになったものでも、休眠サナギになってしまう。おもしろいことに、休眠しないサナギは、普通、緑

色をしているが、短日条件下で休眠サナギになったものに、オレンジ色の固体が多くみられる⁷⁾。何故オレンジ色になったサナギは休眠するのか。オレンジ色のサナギに非休眠のものを生じる例外的なことがあるのだろうか。わたくしは、この10年間、毎年アゲハチョウの幼虫を短日条件の下で飼育してオレンジ色のサナギをつくり、観察を続けているが、例外なく全部が休眠している。

このほか、カイコの非休眠卵が白いのに対して休眠卵になると黒色になる⁸⁾。この色素がトリプトファンに由来することでもよく知られているように、休眠現象と色素形成現象との間には互いに強い関連機構が存在している。

休眠現象とは別に、ヨトウムシの幼虫では生息密度が低いと緑色を帯びているが、生息密度が高くなると何故か幼虫の皮膚にメラニン色素が増殖して、黒色を帯びてくるなど、生理的变化が体色の変化を伴う現象は、ライチョウやトウホクノウサギなどの哺乳類にも季節的变化の例としてしたしまれているが、この興味を誘う色素形成を伴うメカニズムも全くといってもよいほど解明されていない。

明るいところで飼えば天蚕の繭は青くなるがその光受容器は眼ではない。

光に反応するということは、その光を吸収できる色素が存在していなければならない。したがって、その色素は光を感知できる光受容器として存在する。光受容器といえ、わたくし達はすぐに眼を想定し、その眼は頭部にあって、鼻や口部の近くに存在していると思いがちである。

しかし、動物たちを眺めてみると、光受容器が眼とはかぎらないし、頭部以外に存在することに気づく。

例えば天蚕（ヤママユガ）の幼虫は24時間のうち12時間以上明るいところで飼育されると青い繭をつくることで知られているが、その光を吸収する色素をもつ光受容器が実は幼虫の体液中⁹⁾に存在していると考えられている。

東京湾に生息するヌタウナギは幼いときは頭部に存在する眼の色素によって光を感じているが、成長して海底生活に移行すると、眼はもはや退化して消失し、光受容色素は尾部に移動し、尾で光を感じるようになる¹⁰⁾。昆虫のナミアゲハの尾にある交尾器¹¹⁾にも光受容器のあることが観察されている。また、海底生活をしていて、昼は砂のなかに潜り、夜間に砂上に出て餌をあさるフタスジナマコ¹⁰⁾の光受容色素は肛門付近に存在している。このナマコは肛門を上にして頭から砂のなかに潜りこむ習性をもっているため、海底が明るいのか、暗いのかは、砂上に近い肛門の光受容色素で確かめているからである。

季節で変わるサカナの視物質の色

海水魚と淡水魚とでは眼の網膜の感光色素が異なっている¹²⁾。海水魚はビタミンAⅠ、アルデヒドとオプシンからなるロドプシン、淡水魚はビタミンAⅡ、アルデヒドとオプシンからなるポルフィロプシンよりなるといわれている。ポルフィロプシンは紫色の色素で、ロドプシンは赤色を呈

し、深海魚の網膜色素はオレンジ色である。

また、産卵のために川を遡ったり、海に下ったりして、淡水と海水の領域にわたって生活するサカナの眼には、ロドプシンとポルフィロプシンの両色素が同時に存在していることが認められている。さらに、淡水に生活する多くのサカナが、淡水と海水の両域に生活するサカナと同様に、ロドプシンとポルフィロプシンの2つを持っているだけでなく、ロドプシンを優先的にもっているものの、ライフサイクルの或る過程において量的変動を示すものがある。例えば、或る種のヤツメウナギ¹³やヨーロッパウナギ¹⁴においては、ライフサイクルのうち、移動期に量的変動がみられる。また、カエルやイモリ¹⁵などの両生類では、変態期にこのような視物質の変動がみられている。この他、コイ科の淡水魚の一種¹⁶では、河と海の間を移動しないにも関わらず、年間における光の条件の変化に対応して、2つの視物質が量的にも変動していることも明らかにされて、水のなかで生活するサカナたちは、常に変化しやすい水質とか光とかに適応するために、ライフサイクルの特定の段階で、2つ視物質をいろいろと変動させている。生きものの特徴である柔軟性に富んだ、生態的適応現象なのである。

参考文献

- 1) Bissonnette, T. H., *physiol. Zool.*, (1932)
- 2) Shutze, J. v., Lauber, J. K., Kato, M. and Wilson, W. O., *Nature*, 196. 594(1962)
- 3) Wald, G., *Ann. Rev. Biochem.*, 22, 497(1953)
- 4) Waring, H., *Color Change Mechanisms of Cold-Blooded Vertebrates*, Acad. Press, (1963)
- 5) Oishi, T., *The Univ. of Alberta, Canada* (1972)
- 6,12) 環境と内分泌、日本動物学会編、東京大学出版会 (1987)
- 7,8,9,11) 加藤勝、ホメオスタシスの謎、ブルーバックス、講談社 (1987)
- 10) 加藤勝、光と動物の生活、共立出版 (1973)
- 13) Wald, G., *J. Gen. Physiol.*, 25,331 (1942)
- 14) Carlisle, D. B. And Denton E. J., *J. Physiol.*, 139, 8 (1957)
- 15) Wald, G., *Harvey Lect.*, 41, 117 (1947)
- 16) Dartnall, H. J. A, etc., *Progress in Photobiology*, Amsterdam, 203 (1961)

各種繊維の天然染料による染着性 について、Ⅲ（非水系の染色）

相 宅 省 吾

はじめに

第1報、第2報でのべたように、古来から行われている、水を使う草木染では一部の親水性の合成繊維、たとえばナイロン（吸湿性4%）、ビニロン（吸湿性6%）には天然繊維と同じようによく染るが、疎水性の合成繊維、例えばポリエステル繊維やアクリル繊維、ポリプロピレン繊維とか、少しは親水性基のあるアセテートにはほとんど染まらない。

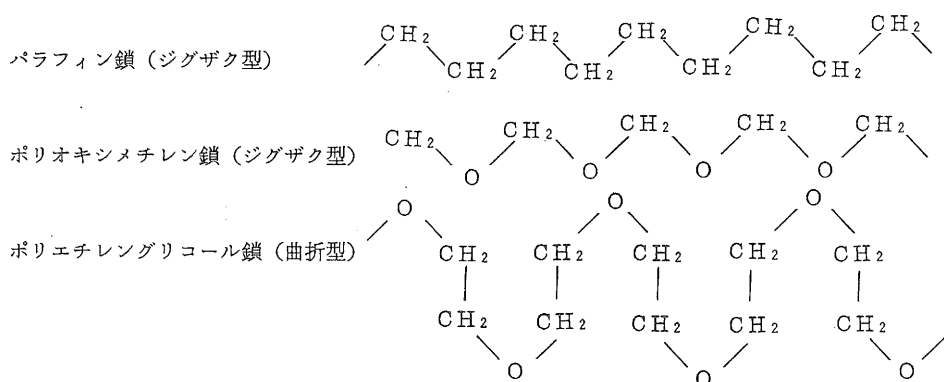
ここでは水の代りに、水にも油にも親和性の良好なポリエチレングリコール400を用いて各種繊維の染色を試みた。

1. ポリエチレングリコール

ポリエチレングリコール¹⁾は1863年エチレンオキシド $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$ の発見者A. ブルツによって、その重合生成物が見い出されたが、その性質を正確に知ることが出来なかった。その後1930～1932（昭和5年～7年）H. ローマンによって、上記の重合物は、末端に—OH基をもつポリエチレングリコール $\{ \text{H}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \}$ であることが確かめられた。分子量が10万程度の高重合度のものも作られた。現在は分子量100万以上の超高重合度のものも工業用に作られている。

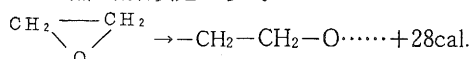
このポリエチレングリコール（以後 P.E.G と略称）は他の溶剤に比べて注目すべき性質をもっている。夫はベンゾールや四塩化炭のような無極性の（水とは混合しない）有機溶媒と自由に混合するばかりでなく、水とも自由に混合することである。このような物質は当時他には殆ど見当らなかった。

これに反して P.E.G と構造が非常によく似ているポリオキシメチレン $\{ -\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2-\text{O})_n-\text{CH}_2-\text{O}- \}$ は水にも有機溶媒に不溶であって、現在は工業用樹脂や（デルリン、セルコン）、又超強力繊維も作られている（旭化成）。P.E.G がポリオキシメチレンとちがって著しい溶解性を示すのは、この2つの重合物の鎖の形態のちがいによるものである。すなわちポリオキシメチレンでは炭素原子と酸素原子がパラフィンの場合と同様にジグザク状の鎖に配列されているが、P.E.G では次の1図に示すように鎖は曲折型をしている。



第1図 パラフィン鎖、ポリオキシメチレン鎖、および P.E.G 鎖の形態

またエチレンオキシサイドが重合して P.E.G に変化する時大量の熱が放出される。したがって、得られた P.E.G は熱に割合安定である。



また重合度1のエチレングリコールから重合度20程度迄の P.E.G は粘稠な液体で夫より重合度が上ると臘状、更に重合度が上ると樹脂となり繊維や皮膜に成形することが出来る。

2. P.E.G の染色への応用

近年 P.E.G は石油科学工業の発達によって安価に、大量に供給されるようになった。我々²⁾は以前から低重合度の P.E.G は耐熱性も良好で (200℃)、酸化にも強く、着色性もないので、便利な熱媒として、更に天然繊維や合成繊維に対して、殆ど作用を及ぼさない事から、繊維の紡糸や熱処理などに使用して来た。

更に P.E.G は液体でありながら分子量が大きいので熱を上げても殆ど沸騰も、蒸発もしないので、混合した溶剤の分離も容易である。また無毒である。次表にその一例を示す。

第1表

(ii) P.E.G (400) と水又は有機溶媒との混合液の沸点

(a) P.E.G (400) と水混合液の沸点

P.E.G : 水		沸 点
容 積 比	モ ル 比	
10 : 1	0.33 : 0.67	125 ℃
10 : 2	0.20 : 0.80	113 ℃
10 : 3.3	0.13 : 0.87	108 ℃
10 : 6.3	0.07 : 0.93	104 ℃
0 : 10	0 : 1	100 ℃

(注) P.E.G. (400) の比重は1.120

(b) P.E.G (400) とブタノール混合液の沸点

P.E.G : ブタノール		沸 点
容 積 比	モ ル 比	
10 : 1	0.72 : 0.28	155 ℃
10 : 2	0.56 : 0.44	142 ℃
10 : 3.3	0.44 : 0.56	133 ℃
10 : 6.3	0.28 : 0.72	123 ℃
0 : 10	0 : 1	117 ℃

(b) P.E.G (400) とトルエン混合液の沸点

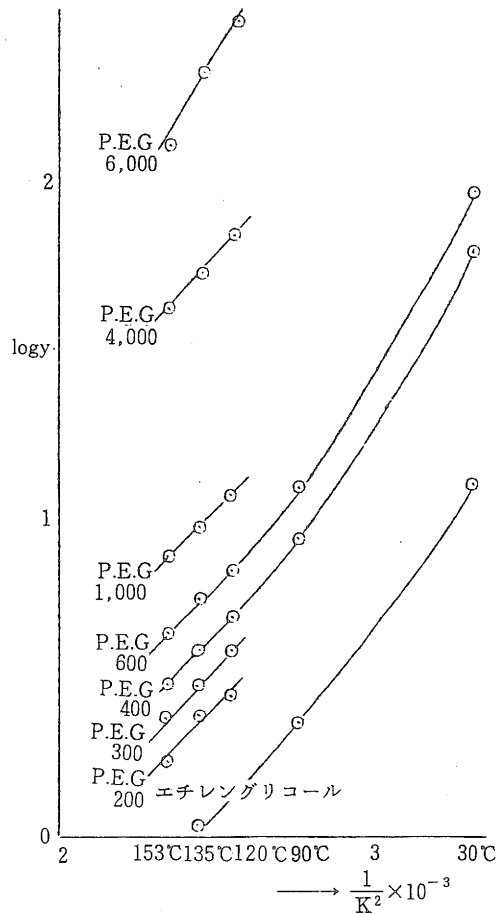
P.E.G : トルエン		沸 点
容 積 比	モ ル 比	
10 : 1	0.75 : 0.25	131 ℃
10 : 2	0.60 : 0.40	121 ℃
10 : 3.3	0.47 : 0.53	111 ℃
10 : 6.3	0.31 : 0.69	111 ℃
0 : 10	0 : 1	111 ℃

P.E.G には上にのべたように親水性の低分子化合物でも、疎水性の低分子化合物でも溶解することが出来るので、天然染料や合成染料も溶解することが出来ると考え、先ず、P.E.G を用いて各種繊維の草木染の試験を行った。

3. 染色実験

溶剤としては P.E.G400を用いた。これは分子量400と云うことで、エチレンオキサイド基 $-(CH_2-CH_2-O)-$ が10個程度含まれている。PEG その粘度と温度変化は2表、2図に示すように割合使いやすい液体である。

第2図 ポリエチレン gly コールの粘度の対数と温度の逆数



第2表 各種ポリエチレングリコールの粘度の温度変化

種類 分子量 温度 ℃	エチレング ライコール	P.E.G. 200	P.E.G. 300	P.E.G. 400	P.E.G. 600	P.E.G. 1,000	P.E.G. 4,000	P.E.G. 6,000
30	12.17	—	—	61.03	93.04	—	—	—
90	2.242	—	—	8.223	11.65	—	—	—
120	—	2.102	3.651	4.734	6.540	11.08	67.06	298.0
135	1.082	2.172	2.885	3.686	5.188	8.722	51.24	205.1
153	—	1.696	2.308	2.919	4.177	6.892	40.19	123.3

また草木染では生葉や生花をよく使うが含まれている水は130℃位迄上昇すると殆ど完全に蒸発し

てしまい泡も出なくなる。水の他に色々な沸点の溶剤を選択することにより、染料の溶解性も調節できると同時に湿度も調節することも出来る。

3-1 実験方法

先ず70cc程入る太目の試験管に P.E.G400 を30cc程入れる。その液の中に中尾濾布社製の試験布（木綿、羊毛、絹、人絹、アセテート、ポリエステル（短繊維）、アクリル（カシミロン短繊維）、ナイロン、ビニロンが縞状に織られている）とポリエステル長繊維布とポリプロピレン布（短繊維）を同時に入れる。

植物染料を粉末にするか、大根おろし金ですり下して夫に加える。加熱バスには矢張り P.E.G400 を用い、試験管内と外を温度を見ながら、攪拌しながら升温する。含水量の多い生の染料でも130℃にもなれば発泡は止る。130～140℃約1時間染色を行い放冷する。

冷却後布を取り出し、水洗、ソーピングをよく行い乾燥する。此の場合は媒染は行わなかった。

3-2 実験結果および考察

実験結果は3、4表にしめす。

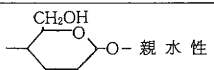
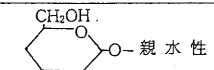
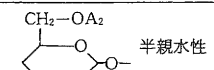
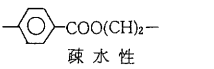
考察 色の表示は、小学館発行“色の手帖”による

- 1：ポリエチレングリコール（P.E.G400）を水の代りに用いて草木染を容易に行えることが判明した。また水に比べて実験の温度巾が広がった。（50℃～150℃）
- 2：今迄水を使った染色法では殆ど染らなかった、ポリエステル、アクリル、アセテート、およびポリプロピレン繊維によく染る植物染料が見出された。
- 3：更に水を使った染色と同じ着色傾向を示すものも見出された。
- 4：紫根のような低分子で昇華性の色素は P.E.G によく溶解し、130℃高温でも安定である。天然繊維、合成繊維に何れにも染着性を示す。
- 5：コチニールは絹およびナイロンには染色性が良い。
- 6：疎水性で長いオレフィン側鎖をもった、カロチン系の色素、金時人参やオレンジの皮は絹、羊毛、ナイロンなどによく染る。
- 7：疎水性でもインデコとかアンスラキノ系の色素を含むインド藍や茜はポリエステルなど芳香族系の合成繊維によく染る。
- 8：漆は何れの繊維にも染色性がある。

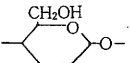
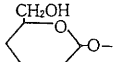
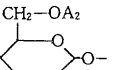
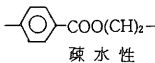
おわりに

ポリエチレングリコール（P.E.G400）を使って草木染の定性的な試験を行ったが、草木染以外にも、多くの化学染料を使って新しい染色法を生み出す可能性も見出した。

第 3 表

番号	織 維		染 料							
	織 維 名 (物質名)	構造と性質	黄金(ニキス)	紅 花	金時人参 すり下して夫に PEOを入れ 130℃にする	オレンジの皮 すり下して夫に PEOを加える	西洋茜(粉末)	きはた	ザクロ(粉末)	印度藍
1	絹 (蛋白質)	$-\text{CONH}-$ $-\text{CH}_2-$ 親水性	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	131 肌 色 5 Y R 8 / 5	34 サーモンピンク 8 R7.5/7.5	137 ネーブルスイエロー 2.5 Y 8 / 7.5	34 サーモンピンク 8 R7.5/8.5	303 薄 色 6 P 6.5/2.5
2	羊 毛 (蛋白質)	$-\text{CONH}-$ $-\text{CH}-$ $-\text{SH}$ 親水性	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	133 小麦色 8 Y R 7 / 6	122 紅鬱金 5 Y R7.5/ 8	131 肌 色 5 Y R 8 / 5	162 レグホーン 2.5 Y 8 / 4	34 枯 色 10Y R7.5/4.5	303 薄 色 6 P 6.5/2.5
3	木 綿 (繊維素)	 親水性	×	×	×	×	33 ベビーピンク 4 R 8.5/4	154 生 成 10Y R 9 / 1	9 薄 色 7.5 R P 9 / 4.5	×
4	人 絹 (繊維素)	 親水性	×	×	×	×	30 桜 色 10R P 9 / 2.5	×	×	×
5	アセテート (酢酸繊維素)	 半親水性	×	×	×	×	35 珊瑚色 2.5 R 7 / 11	178 レモンイエロー 8 P 8 / 12	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	314 銀 鼠 N-6.5
6	ナイロン 6 (ポリアミド)	$-(\text{CH}_2)_5\text{CONH}-$ 半親水性	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	134 枯 色 10Y R7.5/4.5	158 鳥の子色 5 Y 9 / 1.5	158 鳥の子色 5 Y 9 / 1.5	35 珊瑚色 2.5 R 7 / 11	167 浅 把 子 3.5 Y 7.5 / 8.5	34 サーモンピンク 8 R7.5/8.5	314 銀 鼠 N-6.5
7	ポリエステル (ポリエチレン テレフタレート)	 疎水性	×	×	×	×	34 サーモンピンク 8 R7.5/7.5	×	×	239 ライトブルー 2.5 P 13 8 / 3
8	カシミロン (アクリル)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad \text{CN}$ 疎水性	×	×	×	×	34 サーモンピンク 8 R7.5/7.5	180 緑 黄 色 7.5 Y 8 / 12	×	243 水 浅 葱 5 B 8 / 3
9	ビニロン (ポリビニル アルコール)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad \text{OH}$ 親水性	×	×	×	×	30 桜 色 10R P 9 / 2.5	178 レモンイエロー 8 Y R 8 / 12	×	239 ライトブルー 2.5 P B 8 / 4
10	ポリプロ (ポリプロピレン)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad \text{CH}_3$ 疎水性								

第 4 表

織 維			染 料							
番 号	織 維 名 (物 質 名)	構造と性質	す お う	コチニール	紫 根 (草)	紫 根 (メタノール 抽出)	漆 (日本)	柿 し ぶ	タンニン酸	ミモザ タンニン
1	絹 (蛋 白 質)	$-\text{CONH}-$ $-\text{CH}_2-$ 親水性	33 ベビーピンク 4 R 8.5/4	30 桜 色 10 R P 9/2.5	317 茶 鼠 5 Y R 6/1	299 オーキッド 7.5 Y R 8/5	131 肌 色 5 Y R 8/5	159 薄卵色 10 Y R 9/3	8 一 斤 染 7 R P 9/4.5	8 一 斤 染 7 R P 9/4.5
2	羊 毛 (蛋 白 質)	$-\text{CONH}-$ $-\text{CH}-$ $-\text{SH}$ 親水性	146 亜麻色 10 Y R 8/2	31 灰 桜 5 R 7.5/2	317 茶 鼠 5 Y R 6/1	134 枯 色 10 Y R 7.5/4.5	125 黄楮色 5.5 Y R 5.5/4.5	159 薄卵色 10 Y R 9/5	134 枯 色 10 Y R 7.5/4.5	134 枯 色 10 Y R 7.5/4.5
3	木 綿 (織 維 素)	 親水性	×	30 桜 色 10 R P 9/2.5	314 銀 鼠 N-7	303 藤 色 6 P 6.5/2.5	196 柳 茶 7.5 Y R 5.5/4	154 生 成 10 Y R 9/1	×	134 枯 色 ×
4	人 絹 (織 維 素)	 親水性	×	うすい桜色 ×	353 薄 鈍 色 N-7	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	129 キャメル 7.5 Y R 5.5/4	154 生 成 10 Y R 9/1	×	×
5	アセテート (酢酸繊維素)	 半親水性	173 ネーブルス 2.5 Y 8/7.5	30 桜 色 10 R P 9/2.5	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	299 オーキッド 7.5 P/6	134 枯 色 10 Y R 7.5/4.5	154 生 成 10 Y R 9/1	×	8 一 斤 染 7 R P 9/4.5
6	ナイロン 6 (ポリアミド)	$-(\text{CH}_2)_5\text{CONH}-$ 半親水性	131 肌 色 5 Y R 8/5	38 臘 脂 4 R 4/11	342 涅 色 10 Y R 3/2	315 梅 鼠 7.5 R P 6/2.5	134 枯 色 10 Y R 7.5/4.5	153 ページュ 10 Y R 7/2.5	131 肌 色 5 Y R 8/5	8 一 斤 染 7 R P 9/4.5
7	ポリエステル (ポリエチレン テレフタレート)	 疎水性	×	×	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	299 オーキッド 7.5 P/6	134 枯 色 10 Y R 7.5/4.5	154 生 成 10 Y R 7/2.5	×	×
8	カシミロン (アクリル)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ CN 疎水性	×	×	353 薄 鈍 色 N-7	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	129 キャメル 7.5 Y R 5.5/4	154 生 成 10 Y R 7/2.5	×	×
9	ビニロン (ポリビニル アルコール)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ OH 親水性	×	30 桜 色 10 R P 9/2.5	353 薄 鈍 色	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	134 枯 色 10 Y R 7/2.5	154 生 成	×	×
10	ポリプロ (ポリプロピレン)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ CH ₃ 疎水性			314 銀 鼠 N-6.5	303 薄 色 6 P 6.5/2.5	152 砥 粉 色 9 Y R 7.5/7	154 生 成 10 Y R 7.5/2.5		

参考文献

- 1) スタウデンガー研究回顧 小林義郎訳
- 2) ポリエチレングリコール応用の研究（未発表）相宅（昭和36年3月6日）

繊維および繊維製品についての考察. Ⅲ 繊維とフラクタル幾何学 (上)

相 宅 省 吾

はじめに

葆光第1報38頁で繊維および繊維製品は他の製品に比べて格段に取り扱いやすい理由を説明するのに繊維の自由度¹⁾という考を用いた。自由度を次元 (DimellSION) とする考は極めて自然である。

このことを考えついたのは、フランスの哲学者デカルト²⁾ (1596-1650) である。彼はいつものように夜更けのベッドに横たわって、部屋の中をとり廻っている“ハエ”をじっと見つめているとき、彼は空間における“ハエ”の位置はどの瞬間も、隣り合っている壁と天井から成る3つの平面の距離によって決定出来るという考えがひらめいた。それ故立方体は三つの座標 (X、Y、Z) でできまり、平面は (X、Y) 座標で、線は座標 (X) でできまるといふ、数と図形の対応を示す解析幾何学を生み出した。

1. 繊維材料の次元と自由度

いろいろな種類の材料を化学的に分類すると、金属、無機材料、有機材料があり、物理的に分類すると、気体、液体、固体がある。最近真空も一つの材料になって来た。幾何学的に分類すると点、線 (織)、面、立体がある。そして点は0次元、線は1次元、面は2次元、立体は3次元のデメンジョンをもっている。数学的には4次元からn次元迄考えることが出来る。

		固体	液体	気体
	有機			
	無機			
金属	1	粒状		
	2	線状		
	3	皮膜状		
	4	立体状		

繊維は細くて長い材料であるから1次元であるが他の重要な性質はしなやかさである。このしなやかさを示すのに自由度という表現を使うことにする。

ここでは0次元の材料 (点、粒) は空間を、上下、左右、前後を自由に動けるから6つの自由度 (従来の考では3つの自由度) をもっている。また1次元の材料 (針、棒) は上下、前後には自由に動けるが、左右には動けない。したがって4つの自由度 (従来の考では2つの自由度) をもっている。2次元の材料は (平面、硝子板) は上下に自由に動けるが前後、左右に動けない、したがって2つの自由度 (従来の考では1つの自由度) をもっている。3次元の材料は (岩、建物) は上下、左右、前後に動けないから自由度は0である。

第1図 材料の分類についての模式図

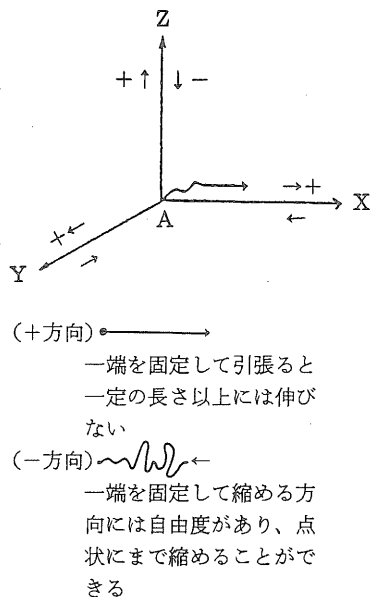
この考えからすると繊維は細くて長い材料であるから4つの自由度をもっている筈であるが針や棒とことなり、しなやかである。これは繊維（糸）は長さの方向に引っばっても、長さ以上に伸びないが逆に縮めていくと、いくらでも短くなり遂には粒（毛毯）状になる。このことから繊維の次元は点（粒）と線（棒）の間、即ち0.5としなければならない。従ってその自由度は5（従来の考えでは2.5）である。

この新しい自由度と次元の関係は1式で示される。

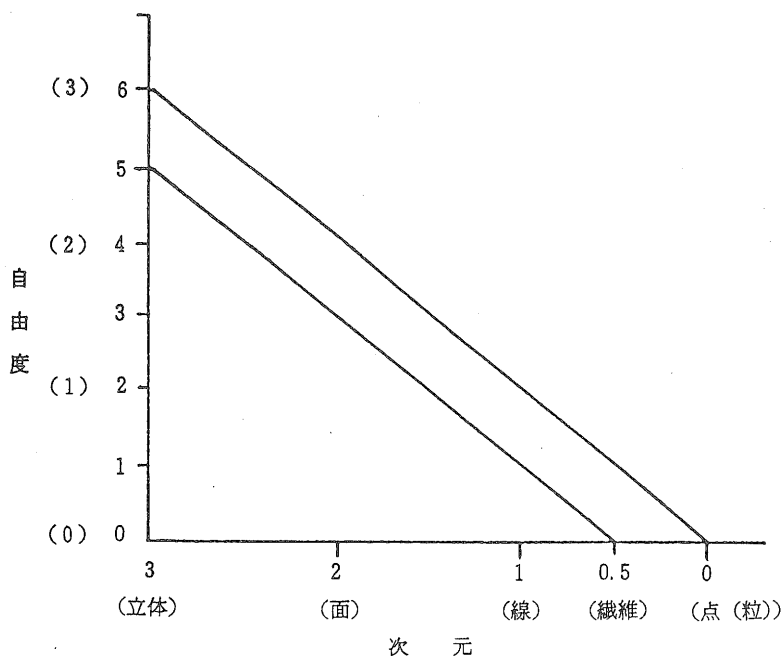
$$X = -2Y + 6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

X：自由度 Y：次元

これをグラフにすると第3図となる。



第2図 繊維の運動様式



第3図 材料の次元と自由度

2. 時間の経過と繊維の形の変化

繊維は生物の体内や工場の釜の中で生まれ、繊維に成長し、人間の手によって集められ、加工さ

れて、繊維製品となる。夫れが衣服や工業用に使われ最後は雑布になり捨てられ、分解されて一生を終える。このように繊維にかぎらずあらゆるものは3次元の宇宙の中で存在していると同時に時間の経過の中で色々と姿を変えて行く。

アインシュタインは宇宙は時間の座標を入れると4次元の世界であると考え有名な相対性原理を発表した。しかし時間は過去から現在未来と進み逆方向には進まない。夫故時間の座標の中では物質の自由度は正方向のみで逆方向は存在しない。即ち時間内での自由度は1である。

したがって時間、空間内での繊維の挙動を考えると、その自由度は $5 + 1 = 6$ になる。即ち、点(粒)の自由度と同じで、繊維を時間をゆっくりかけて加工すると、実に多種多様な繊維製品を作ることが出来る。しかも作られた製品は短い時間内では柔軟ではあるが、強靱で安定である。しかし繊維製品は長い時間が経つと分解して行く。この現象は分子繊維(高分子)から出来たプラスチックや生体高分子から出来た植物や動物も同様である。

この繊維の流れを工業的に利用したのが紡績、織物、縫製等の繊維工業である。また分子繊維の流動性を利用して、紡糸工業やプラスチック加工工業が生まれた。ここに葆光138頁の繊維のもつ自由度を再録する。

第1表 繊維のもつ自由度

空間			時間	合計	分 子 繊 維	実 用 繊 維	備 考
+	-	計	+				
3	3	6	1	7	低分子セルローズ	木材繊維, リンター	粉末に近く加工性が良い
2	3	5	1	6	高分子化合物	綿, 絹, ナイロン糸, ロープ	典型的な繊維
1	3	4	1	5	細胞膜, フィルム	織物, 紙, 網	自由に折りたたむ事が出来る
0	3	3	1	4	スポンジ	フェルト, ぬいぐるみ	生体(軟らかくて強靱)
2	2	4	1	5	コラーゲン(皮)の分子	棒, 針, 水道管	細いが曲がりにくい
1	2	3	1	4	ケラチン(毛)梯状ポリマー	カーテン, 巻物	一方向だけ曲がる平面体
0	2	2	1	3	筋 肉	ゴムタイヤ	軟らかいが寸法安定性がある
0	1	1	1	2	内臓の表面	じゅうたん, 畳	表面は軟らかいが強靱
0	0	0	1	1	結 晶	成形品	破壊するか捨てなければならない

3. フラクタルと繊維

先にのべたように従来の解析幾何学次元は正の整数であるが、繊維は前述のように理想的な繊維でも次元は0.5となる。一般的な繊維は伸度もあり、また縮めてみると強い抵抗を示すものがある。例えば前者の例は、ゴム糸とかよく伸びるナイロン糸、後者の例はポリエステル繊維や麻などが夫れに当る。これ等の繊維の次元は0～1の間にある。

私達は此の数学上の矛盾をさけるため次元よりあいまいな自由度という考えを用いて、繊維および繊維製品の性質を解説した。

その後マンデルブローのフラクタル幾何学³⁾という本が訳され、フラクタルという言葉が一般的に知られるようになった。このフラクタル幾何学では次元の正の整数ばかりでなく、中間の値を取り得ることが記載されており、私達の考えた自由度を次元に変換して行けば、繊維および繊維製品の性質も厳密な解析幾何学によって解かれるのではないかと考えた。

3-1 フラクタル幾何学⁴⁾

自然の形や、人の考え出した図形には次のような2種類がある。一つは一定の長さをもつ図形（例えば球とか人間の身長）、学校で習った幾何学の図形はみな特徴的な長さをもっている。之等はみな微分可能である。他の一つは特徴的な長さをもたないものがある。例えば雲の形や繊維などで微分が出来ない。

特徴的な長さをもたない図形の大切な性質は自己相似性である。例えば葆光2号の45頁の羊毛の微細構造をみると、1本の羊毛繊維の微細構造は繊維が集まって糸→紐→ロープを作って行く構造と非常によく似ている。また長い繊維を切り取っても、便宜的に短繊維、長繊維の区分はしていても何れも繊維である。また美しく織られた布の一部から全体の織り方や模様が推定出来る。之は繊維製品の一部と全体がよく似ている（相似性である）ためである。また同じような繊維製品でも織り方とか模様とか、デザインなどにより千差万別のものが出来る。

このような例はいくらでも見ることが出来る。山の起伏や、木の枝分れ、大小様々な島の海岸線など、又人工的に画かれたる仏教の曼蛇羅の佛達のように少しずつ形が違うが全体が美しい調和を保っている。この数が多いということが豊かさの現である。

フラクタルとはこのような特徴的な長さをもたない固体や図形の総称である。フラクタル (Fractal) という言葉はマンデルブロー (1924-) が1975年 (昭和50年) に新しく作った言葉である。彼はラテン語の形容詞 fractus からフラクタル (fractal) という用語をつくった。fractus に対応するラテン語の動詞 frangere は“こわれる”、すなわち不規則な断片が出来るという意味であると述べている。

特徴的な長さをもつ大切な性質は滑らかさである。これに対してフラクタルは滑らかさを否定している。いくらか拡大拡大しても元と同じように複雑なので接線が引けない。すなわち微分が定義出

来ない。これと同じように繊維および繊維製品は一見滑かそうであるから接線が引けそう即ち微分が出来そうであるが、自由に曲がり一定の形を取らないから接線の引きようがなく微分が出来ない。したがって繊維および繊維製品を取り扱うにはフラクタルの考えは有効である。

また時間も特徴的な長さをもたないものの一つである。ニュートン力学では時間はあらゆるものに対して一定であり、速度は一定時間内での長さの変化を示すものとした。しかし時間も対象によって変化することはアインシュタインの相対性原理を学ぶ迄もなく、種々の生物の寿命が異なることから、時間もフタル的であると云える。

3-2 フラクタル物理、フラクタル化学

これ迄物理や化学の研究の対象として来たのは、物理では太陽系の惑星の運動とか、真直ぐに進む光とか、更に小さな極限である素粒子とか、いわゆる力学（＝ニュートン力学、量子力学、波動力学…）と呼ばれる方法によって解けるものを研究の対象として来た。また三点運動のように力学では解けない事も証明された。

また化学では物質あるいは材料の分子や原子の組み合わせを解明し、更に合成を行った。しかし繊維の構造物である高分子化合物は色々な長さの分子の混合物であり、夫れが集まって作られる、成形品も結晶部分や無定形部分から出来ているが、その割合すら測定方法によって大きなちがいが出て来る現状である。

このような事が起きるのは、極端に大きな宇宙とか、極端に小さな分子、原子素粒子、などは特徴的な大きさというものがあると考え、他を無視してしまうような近似が使えるからである。しかし我々に身近にある石とか繊維あるいは生物のような中位の大きさの現象は、本質的に多体系で、たくさんの物が複雑に相互作用し合っており、その中の特定の作用とか現象を取り出して判断すると大切な本質を見失ってしまうことが多い。そこでこれ等の現象を研究するには、今迄の物理や化学の研究によく使われる分析的な方法はあまり役に立たない。

今迄も色の研究には物理的には光の波長で示すのは正確であるかも知れないが、全く色については無縁の表現である。色は矢張り紅と藍とか黄色とかで表現するのが望ましい。

また繊維を構成する高分子化合物をポリマー (polymer) と云う言葉を用い、皮膚を構成する蛋白質をコラーゲンと呼び、新しく合成された繊維の一つをポリエステルと呼び慣れるのは、本質を云い表すのに適切である。

このように我々の身近にある最も大切なものを取り扱うのにフラクタル的な物理や化学が生まれて行くことが望ましい。

参考文献

- 1) 新繊維原科学 1978 (昭和53年) 相宅、村岡著

- 2) 科学思想のあゆみ 252頁 (ロレンカー著、伊藤 木村 平田訳)
- 3) フラクタル幾何学 1977 ベンワー、マンデルブロ著 広中平祐 監訳(1985)
- 4) フラクタル 1986 (昭和61年) 高安秀樹著

モリンについて

林 屋 慶 三

1. 染屋の桑

“The Story of Silk” という本がイギリスの友人から送られてきた。1990年刊で著者は Dr. John Feltwell.¹⁾ 第1章に “The Silk Road : China to England” とあり、東方の絹を求めた西欧の人々の執心が書き綴られている。イギリスで本格的に絹生産が始まるのは James I の時、17世紀の初めという。1609年イギリスからアメリカ大陸バージニアへ蚕卵と桑種が運ばれ、養蚕が植民の先達としての役割を負うこととなる。17世紀にはアメリカでも亦カイコが飼われていたのである。

イギリスの絹産業は王室庇護の下で栄えることとなるが、そのことを示すように Hart Dyke 公家が代々 Lullingstone Silk Farm で王室用の養蚕・製糸を受持ってきたと云われる。James I の王妃、Anne 女王は all - English silk のドレスを着て、絹産業の育成にご熱心な王の誕生日を祝っておられたことは有名な話である。1893年の Princess Mary も、1947年の Princess Elizabeth も絹を身につけて結婚を披露し、新しいところでは1987年 Prince Charles と結婚した Lady Diana Spencer のウェディングドレスはテレビを通して世界の人々を楽しませたのである。カイコ、クワ、そして絹のすべてを自国産のもので賄うというイギリスの誇りを示すために、Silk Farm の伝統を現在受継いでいる私の友人 Goodden さんが苦勞した様子がこの本にも書き止められている。

日頃 “中国から日本へ” 渡来した “カイコと絹” にばかり注目してきた私は、西へ西へと向かった Silk が遂にイギリスに達し、そして更に新大陸に到達し、その開拓に一役買ったと云う物語にとりわけ興味を覚える。洋の東西を問わず、きらびやかな王室の式典には必ず絹の衣装が彩りを添える。殖産興業・富国強兵が唱えられると、そこにはいつもカイコがいる。不思議な運命を背負わされた虫である。

さて、この本の第6章 “Natural Dyes” の項には、Dyer's mulberry (そめやのクワ) の話が載っている。この植物はクワ科の大本であるが、幹や枝の心材が赤黄色で赤木とも呼ばれた。この材の碎片を水で煮出し、煎じた液に絹布を浸し、alum (ミヨウバン) で媒染すれば鮮明な黄色に染まる。色落ちもなく堅牢で、染め方も至って簡単である。夢の繊維、絹を自国でも生産できるようになって、イギリスの人々は絹染めにこの材を好んで使い300年に亘って重宝したと云う。

本の著者はこのことを次のように表現している。

“This(Dyer's mulberry)was the fustic of the seventeenth century that every dyer relied

upon. ”

ここに fustic (フスチック) という単語がでてくる。ウェブスターの英々辞典で調べると、

① a tropical American tree of the mulberry family, from whose wood a yellow dye is extracted.

② the dye

③ any of several other woods from which dyes are extracted.

とある。まさに染料植物の女王という取扱いである。

世界染色史料集成によると²⁾、西ヨーロッパの人々は古くからコティヌス (*Rhus cotinus*) という心材の赤い小灌木で羊毛を黄色に染める術を知っていた。しかし、8世紀イスパニアに進入したムーア人によって、コティヌスはフスチックと改名された。それは古い文明を持つアラビア人の間で使われてきた黄色の染料植物の名、フストウグにちなんで付けられた名であると云う。フストウグはフスチックとなり、いつの間にか西欧のコティヌスを指す名となってしまったのである。

これと同じようなことが再びおこる。コロンブスの新大陸発見後、イスパニアの人達は西インド諸島を中心とする熱帯アメリカに、現地では mora (モラ) と呼ぶ心材の赤い大木が群生していることを知った。商人達はこの大木をフスチックと称してヨーロッパへと運んだ。この木からは良質の黄色染料が多量にとれるので、またたく間にヨーロッパ、とりわけイギリス在来の染料を駆逐して染料の王座を占めることとなった。従ってフスチックと呼べばこの木を指すこととなってしまった。今も染料業者の間では、ヨーロッパ在来のコティヌス、そして17世紀まではフスチックと呼ばれていたものを小木であるが故に “young fustic ”、熱帯アメリカから運んできた新参のフスチックを大木なるが故に “ old fustic ” と区別して呼んでいる。

スウェーデンの生物分類学者 Linné は1753年この2つのフスチックを、

Rhus cotinus L. (Anacardiaceae ウルシ科)

Morus tinctoria L. (Moraceae クワ科)

と命名し、Dyer's mulberry とイギリスで呼ばれた old fustic に対して、クワ科・クワ属でティンクトリア (染料の意) の学名を与え、young fustic であるウルシ科のハゼの仲間と区別している。

その後1826年 ^{ガウディッヒ} Gaudich が異議を唱えて、

Morus tinctoria L. を *Chlorophora tinctoria* Gaud. へと改名し、今日に至っている²⁾。科名は moraceae (クワ科) で良いが属名は morus (クワ属) では困ると云うのである。紆余曲折を経ながらフスチックは現在 *Chlorophora tinctoria* に落着いている³⁾。

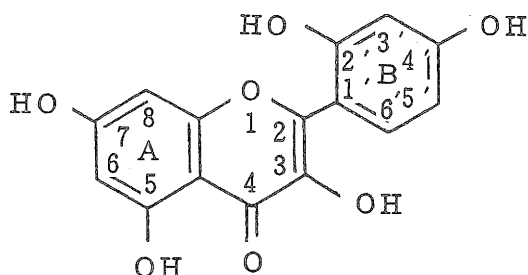
そこで、これらの分類を夫々の植物の材に含まれる黄色色素という点から眺めて見ると、ハゼの仲間とされた young fustic には Fisetin (フィゼチン) が⁴⁾⁶⁾、クワ科 morus 属の白桑には

Isoquercitrin (イソクエルシトリン)⁴⁵⁾が、クワ科 chlorophora 属の old fustic には Morin (モリン)⁴⁶⁾が存在することが判っており、Gaudich の改名は当を得ていたように思える。フスチックを染料の代名詞にするまでにその名声を高めたのはモリンという色素であったことになる。なお、モリンと言う名の由来はリンネがフスチックに最初に与えた学名、*morus* (桑属) から転じたものという。chlorophora 属に分類されてからも、なお桑と深い縁を結んでいる。

2. モリンとアルミニウム

イギリスの有機化学者 A. G. Perkin (パーキン) は1895年、Dyer's mulberry (Chlorophora tinctoria Gaud.) の心材から黄色色素 morin (モリン) を分離精製し分子式が $C_{15}H_{10}O_7$ であることを確認し⁷⁾、図1のように構造式を決定した⁸⁾。国際的な命名法に従えば、3、5、7、2'、4' - penta hydroxy flavone (ペンタヒドロキシフラボン) で、化学的にはフラボノイドの一種に分類される。

フラボノイドは植物の花や果皮に含まれる一群の天然色素である。主役をつとめる赤、青、紫など鮮やかな色をもつアントシアニン類、有るか無きかの浅い黄色で色調に深みを与える脇役のフラボノール類などがそのメンバー。これらが金属と複合体を作る時、色の変化が起こり千差万別の華麗な色調を示す。古代の人々はこの自然の美しい色をわが衣の上に再現したい一心から、布を植物搾汁に浸し、あるときは粘土、あるときは木灰などを加えて媒染する手法を会得した。かくして衣を彩る術を知ったのである。



3、5、7、2'、4'、-ペンタヒドロキシフラボン

(A : A環、B : B環の意)

図1 モリンの化学構造式

一方1900年の前後50年は、科学者達が花の色素を求めてはげしく競って研究した時代であった。現在知られるフラボノイドの大半が単離され化学構造が決められていった。数多くの化合物が、アントシアニン類、フラボノール類、カルコン類等に分類整理されてゆくうちに、研究は花色の謎の深みに入ってゆく⁹⁾。R. Willstätter (ウィルシュテッター) がアントシアニンの構造を初めて決定したのが1913年、彼は同時に花色の変化は細胞液の pH の変化によると主張した。これが端緒となって、青い花を中心に色調の変化と安定性に関して論争がはじまる。1919年柴田桂太の金属錯塩説、つづいて1936年 R. Robinson によってフラボン類が色素と共存して安定化していると云うコピグメンテーション説が提出される。1958年には林孝三がツユクサの青色色素には Mg (マグネシウム) が存在することを確認、そして30年後に後藤俊夫が「ツユクサの青色色素はマロニルアオバニ

ン（アントシアニン色素）（M）とフラボコンメリン（フラボン色素）（F）と Mg が 6 : 6 : 2 の割合で Mg 2 原子を中心に M M F F M M F F M M F F のように 2 分子宛が交互に時計の文字盤状に丸く配列して会合し、分子量約 1 万の高分子

を形成している」と、生体内色素の存在状態にはほぼ確かと思われる説明をつけたのが1987年、つい最近のことである¹⁰⁾。(図2)

さて本項は染色に係るフラボノールと金属、とりわけ前項に述べた黄染めに一時代を作ったモリンとアルミニウムについて話を進めてゆくこととする。上述のようにフスチックの煎じ汁にミヨウバンを加えて黄染めに成功した人々は、その色の鮮やかさと日光や洗濯によく耐える堅牢性に満足し、ある時は絹を染めて貴族を喜ばせ、ある時は羊毛を染めてカーキ色の兵衣のイメージを定着させ、300年に亘る Dyer's mulberry の時代を築いてきた。それでは何故にこの黄色はかくも良く染まり、またかくも堅牢なのであろうか。以下の研究はその理由の一端を説明しているようである¹¹⁾。

1950年にはフスチックの色素成分がモリンであり、とくに黄色を強める alum（ミヨウバン）が Al（アルミニウム）の化合物であることはすでに解っていた。そしてモリンに塩化アルミニウムを加えると呈色が鮮明で極めて微量でも検出され、その上緑色蛍光を伴うことも知られていた。しかしアルミニウム イオンの分析試薬として使用されるようになっていたのである。私はこの緑色蛍光の美しさに魅せられて、モリン-Al 塩の性質を調査した。(1959年)

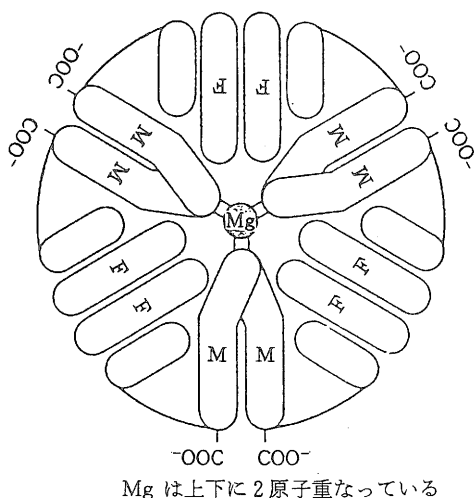
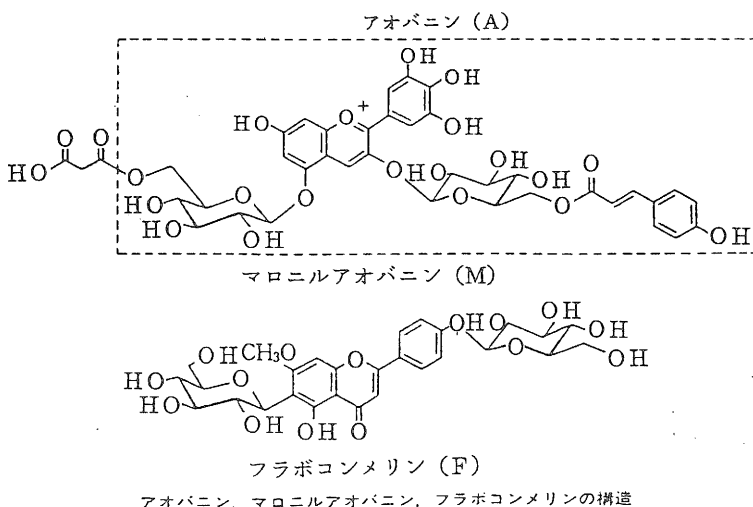


図2 ツユクサの青色色素とその存在状態
後藤：現代化学 (1989)

a. 先ず純粋なモリンーAl 塩の調製から始まる。モリンをピリジンに溶かし塩化アルミニウム水溶液を加える。反応液を水中に投入すると黄色沈殿が生じる。この沈殿物を精製し、Al を定量分析すると、Al %は2.72%であった。もしAl: 1に対してモリン: 3の塩が出来たと仮定すると、理論的には2.91%となり、 $\text{Al}(\text{morin})_3$ の組成の塩が形成されたと推定した。

b. モリンーAl 塩をエタノールに溶かして吸収スペクトルをとると、図3の点線のようにになる。270 m μ 、425 m μ に極大吸収がある。これをモリンの吸収スペクトル(図3の実線)と対比すると、極大吸収の位置が長波長側へ約60 m μ 移動している。この溶液は紫外線下で弱い蛍光を発するが、アルミニウム検出反応の際観察される強い蛍光は見られなかった。

c. モリンーAl 塩を80%エタノールに溶かし、これに塩酸酸性の80%エタノールを加え pH 4.0にすると溶液は強い蛍光を発するので、その蛍光スペクトルを測定した。

(図4) 496 m μ に極大透過点がある。黄

緑色の蛍光強度と溶液の pH の関係を調べると、図5のように pH 4.0で最も蛍光が強い。なお pH 3.0以下では蛍光が消えると共に塩は分解する。

以上の実験から、モリンはアルミニウムと造塩して、 $\text{Al}(\text{morin})_3$ の組成の塩を作り、この塩は中性アルコールの中で弱い蛍光を発し、pH 4.0の酸性にすると強い蛍光を発する。pH 3.0以下の酸性条件下では塩は不安定で、元のモリンとアルミニウムに分解する。

さて Al は6配位性の金属であると知られており、 $\text{Al}(\text{morin})_3$ の組成の塩を形成したのであるから、Al と結合するモリン1分子中の配位座は2箇所であろう。一方モリンには官能基(反応し易い場所)として5つの水酸基(図中の-OHの部分)と4位のカルボニル基(図中の>C=Oの部分)が存在している。これらの官能基の何れが Al と配位するかが問題となる。一般にフラボノール

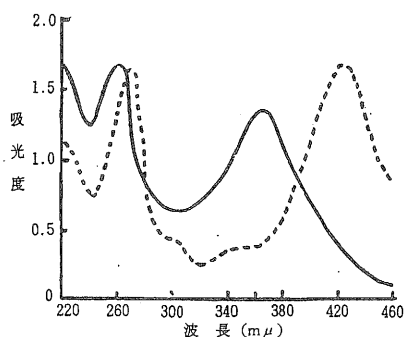


図3 モリン及びモリンーアルミニウム塩の吸収スペクトル
実線：モリン
点線：モリンーAl

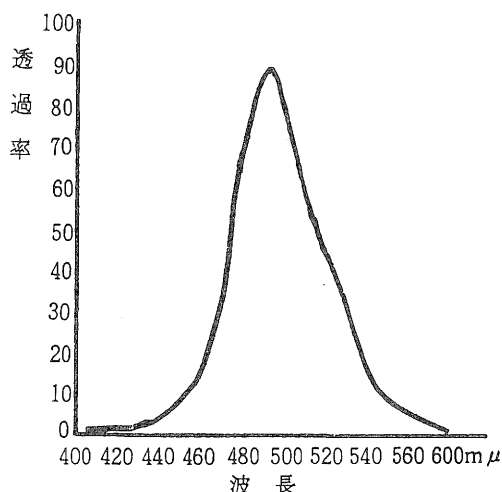


図4 モリンーアルミニウム塩の蛍光スペクトル
溶媒：80%アルコール 濃度：9 mg/10cc
pH：4.0

類の金属錯塩形成の位置は、3' と 4' 位の -OH、3 位の -OH と 4 位の >C=O 、5 位の -OH と 4 位の >C=O 、の 3 箇所が有力な配位座となろうと指摘されている。Al はモリンの何処の位置の官能基と配位結合を作るのであろうか。このことを調べるために次の実験を行った。

d. $\text{Al}(\text{morin})_3$ の組成をもつモリンのアルミニウム塩をメタノールに溶解し、この溶液にジアゾメタンのエーテル溶液を加えて冷所で一夜放置して、Al と結合しておらない -OH 基を $-\text{OCH}_3$ 基と反応させて塞いでしまふ。反応完結後、溶媒を除き、次に

塩酸を加えて結合していた Al を除き去る。残ったものを精製して結晶を取り出す。この結晶には Al は存在せず、また Al と配位していなかった -OH 基はジアゾメタンと反応してメチル化されているはずである。さてこの結晶の分析結果は表 1 のようにトリメトオキシモリンの計算値と一致した。

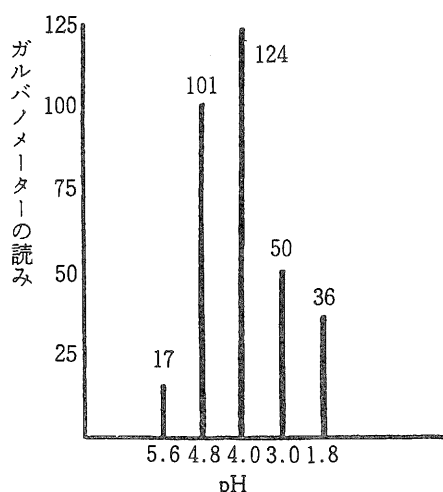


図5 モリン-アルミニウム塩の蛍光の pH による変化
一次フィルター：マツダ
UVD 二次フィルター：Y₂

表1 メトオキシモリンの分析値

	C %	H %	OCH ₃ %
実 測 値			
結 晶	62.42	4.70	26.56
計 算 値			
ジメトオキシモリン	61.81	4.24	18.80
トリメトオキシモリン	62.78	4.68	27.03
テトラメトオキシモリン	63.68	5.06	34.60

このことはモリンの 5 つの -OH 基のうち、2 つが Al との結合に関与していたことを示している。しかし、この段階ではまだ何処の位置の -OH 基が Al との結合に与っていたかが明らかでない。そこで次の実験に進むこととなる。J. B. Harborne¹²⁾ は多くのフラボノール化合物について吸収スペクトルを測定し、これらがアルミニウム塩を形成すると、吸収帯が長波長側に移動し、この移動はフラボン類の 3 位の -OH と 4 位の >C=O とが関与している際に起こると報告している。さて、上記の実験で得たトリメトオキシモリンの吸収スペクトルはアルミニウムと反応したとき、どのような挙動をするだろうか。念の為別に合成したモリンの 5 つの

—OHをすべてメチル化した、ペンタメトオキシモリンと5位の—OHのみを残し他の4つの—OHをメチル化した、テトラメトオキシモリンとを比較対照する。

e. トリメトオキシモリンをアルコールに溶かし、その吸収スペクトルを測定し、次に塩化アルミニウムを加えて再び測定すると、図6のようにトリメトオキシモリンの吸収は長波長側に移動することが判った。

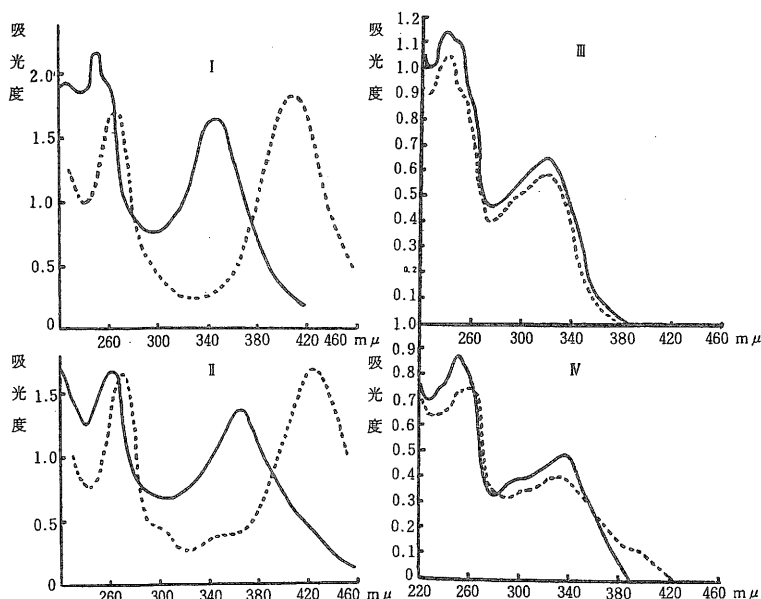


図6 トリメトオキシモリンの吸収スペクトル及び塩化アルミニウム添加による吸収帯の変化

—— アルコール溶液中の吸収曲線

----- 塩化アルミニウムを加えたときの吸収曲線

I	トリメトオキシモリン	($1/10^4$ M)
II	3, 5, 7, 2', 4' —OH	フラボン
III	3, 5, 7, 2', 4' —OCH ₃	フラボン
IV	3, 7, 2', 4' —OCH ₃ , 5—OH	フラボン

Harbroneの説に従えば、3位の—OHが塞がれておらないことになる。5個の—OHのうち3つがメチル化されて塞がっており、Alが結合し得る残りの2つの—OHのうち1つの—OHは3位であることが判った。残る1つはどの位置であろうか。次の実験が更に追求する。

f. トリメトオキシモリンをアルコール溶液中で苛性カリで約5時間加熱分解する。この方法によってフラボンの骨格はバラバラに分解し、少なくともB環はフェノール酸類になってしまう。分解生成物をペーパークロマトグラフィーによって分析した結果、表2のように4—メトオキシ—β—レゾルチル酸が出来ていることが判った。なお理解しやすいように図7に構造式を示しておく。

このようにして、トリメトオキシモリンのうち、3及び2'位の—OHが塞がっておらず、残り

表2 トリメトキシモリンの加里分解物のペーパー・クロマト分析

展 開 液	ブタノール 14 ビ リ ジ ン 3 水 3	ベンゼン 12.5 酢 酸 7.2 水 3.0	プロパノール 20 アンモニア 1 水 2
加 里 分 解 物	0.46	0.96	0.48
β -レゾルチル酸	0.54	0.41	0.15
4-メトオキシ- β - レゾルチル酸	0.46	0.97	0.48
検 出：塩化鉄反応-赤紫色			

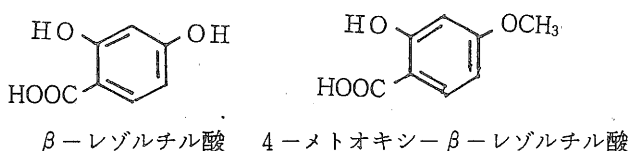


図7 4-メトオキシ- β -レゾルチル酸

の5、7及び4'位の-OHがメチル化されていることが判った。従ってこの結晶は、5、7、4'-トリメトキシモリンであることが確定した。

再びモリンのアルミニウム塩について問題を整理して見よう。モリンは塩化アルミニウムと反応して、 $\text{Al}(\text{morin})_3$ の組成の塩を形成する。この塩でAlの結合位置は3および2'位の-OH基である。モリンの化学構造から見てB環は2位の炭素との結合軸で自由に回転できるから、Alと結合するに際しては3と2'位の-OH基が互いに近づいた位置で、Alを挟むようにして、いわゆるキレート化合物を図8のように作るものと考えられる。なおキレートとは“カニの挟み”に似たものという意味である。一般のフラボノール類ではAlは3位の-OHと4位の $\text{C}=\text{O}$ を介して結合するのに比べて、2'位に-OHを持つモリンは3位の-OHと2'位の-OHとでガッチリとAlを捕らえて、より安定なキレート化合物を作るのであろう。

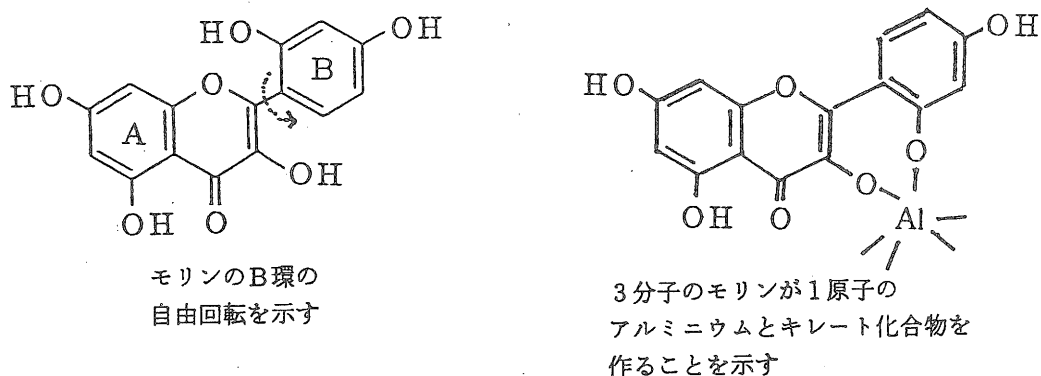


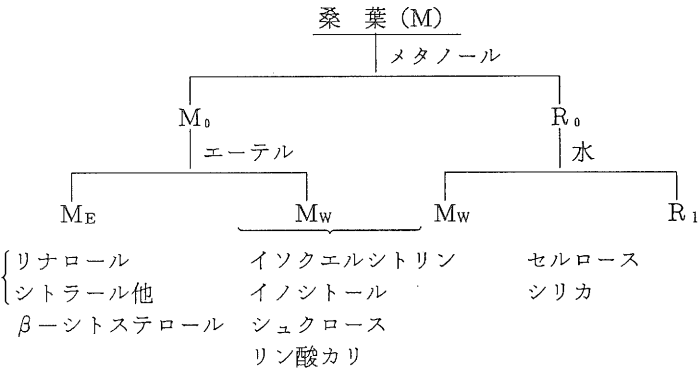
図8 モリン-アルミニウム塩

このように考えるとモリンを含有する Dyer's mulberry（フスチック）による絹のアルミ媒染においても、モリンは布上でしっかりと Al を挟むに違いない。そして鮮明にして堅牢な黄色染めを達成しているのに違いない。私には Al を捕らえたモリンの誇らしげな姿が見えてくるのである。

3. モリンとカイコ

イギリスの科学雑誌 “Nature” に “Food Selection by Silkworm Larvae” という論文が掲載されたのは1959年のことである。濱村保次先生の「カイコは何故クワしか食べないのか」という研究の第1報である。カイコがクワの葉に近付き、クワであることを見極めて食べ始める様子を観察して、これを “Approach（近づく）”、“Bite（かみつく）”そして “Swallow（のみこむ）” という表現で整理した。寄ってきて、食べて、糞をする自然な様を学術用語を使って「摂食の機構」と題し、3つの行動それぞれに桑葉中にある刺戟物質が関与しているという内容を、一つの仮説という形で報告したものである。1962年には同じく “Nature” 誌に弟子達の名前も加えて、「クワの中から取出した数種の物質だけを含む寒天ゼリー食を、あたかもクワの葉であるかのように食べた顛末」を、仮説を証明したという形で報告している¹³⁾。表3にその組成を掲げる。

表3 カイコの摂食を促進する桑葉中の成分
 —寒天ゼリー食の作製—
 Y.Hamamura et al. Nature 194, (1962)¹³⁾
 754-755より作図



シトラール他	1cc(10mg%)
β-シトステロール	5mg
イソクエルシトリン	3
セルロース粉末	700
ショ糖	30
イノシトール	5
リン酸カリ (K ₂ HPO ₄)	10
シリカ (セルロースに吸着)	40
2% 寒天溶液	3cc

さて、この3年の間に研究室で行なった様々な実験のうち「モリンにかみついたカイコ」が本項の主題である。

この研究でモリンが問題になったのは、クワの葉の中のかみつきの因子を探索中に、フラボノイドの1つであるイソクエルシトリンが分離されたことから始まる。イソクエルシトリンの化学名は、3、5、7、3'、4'—ペンタヒドロオキシフラボンの配糖体である。一方モリンは前項で詳述したように、3、5、7、2'、4'—ペンタヒドロオキシフラボンである。フラボンの化学構造のB環の—OH基の位置が3'か2'かの違いであって、フラボノイドの中でも極めて近い関係にあり言わば仲間である。また前者はカイコの飼料である日本産の白桑系の桑葉から分離され、後者はDyer's mulberry (そめやのクワ) と呼ばれた熱帯産のフスチックの心材から分離されたと云う違いはあるが、共にクワ科の植物から分離された。クワ科の植物にご縁があるモリンにもイソクエルシトリンと同じようにカイコに“かみつ”を起こさせる作用があるだろうか、と試して見たかったのである。実験には2つの方法が使われた。1つは糸寒天にモリン水溶液を含ませて軟らかくし、これをカイコが噛みつくかどうかを試す。他の1つは前述した「寒天ゼリー食」の組成からイソクエルシトリンのみを除き、代わりにモリンを加えて生まれたばかりのカイコに食べさせ一夜後の排泄された糞数を数える、私達が「フンメトリー」と称した方法である。

a. 「かみつ」の行動を見た結果、油性 (M_E) の成分であるβ—システロールが最も強く、次いで水溶性 (M_W) 成分のイソクエルシトリンにその行動が見られ、桑葉成分ではないがフラボン色素のモリン (合成品) にもイソクエルシトリンと同等の効果が見られた。

しかし定量的にそれを表現することが困難なので、後者の「フンメトリー」法で行なった実験結果を次にしめす。(表4)

表4 寒天ゼリー食に対するカイコの摂食 (Nature¹³⁾より作図)

4-1				4-2		
飼料	糞数	飼料	糞数	飼料		糞数
M _W +M _E +R ₁	200	M _W +R ₁	131	基本飼料 (B.d)		0
M _W	86	M _E +R ₁	102	基本飼料+桑葉粉末		240
M _E	55	桑葉粉末	195	基本飼料+β—Sitosterol + R ₁		89
R ₁	80	基本飼料 (B.d)	41	基本飼料+β—Sitosterol + Inositol + R ₁		200
M _W +M _E	84			基本飼料+β—Sitosterol + Morin + R ₁		206
基本飼料: 1%ショ糖を含む2%寒天液3cc に700mgのろ紙粉末を加えたもの。 テスト・アニマル: 5齢幼虫				基本飼料+β—Sitosterol + Isoquercitrin + R ₁		190
				基本飼料+β—Sitosterol + Inositol + Morin + R ₁		254
				基本飼料+β—Sitosterol + Inositol + Isoquer. + R ₁		226
				(B.d—Sucrose) + β—Sitosterol + Inositol + Isoquer. + R ₁		60
				M _E M _W		
				テスト・アニマル: ギ蚕 10頭 32時間後		

4-3

飼料	糞数
基本飼料 (B.d)	0
(B.d-ろ紙粉) + 桑粉	192
(B.d-ろ紙粉) + β -Sitosterol + Inositol + Morin + R-Ac	68
(B.d-ろ紙粉) + β -Sitosterol + Inositol + Morin + R-Ac + R ₂	160
B.d + β -Sitosterol + Inositol + Morin + R-Ac	127
(B.d-ろ紙粉) + β -Sitosterol + Inositol + Morin + K ₂ HPO ₄ + R ₂	204
(B.d-ろ紙粉) + β -Sitosterol + Inositol + Morin + K ₂ HPO ₄ + S-Cp	162

テスト・アニマル：ギ蚕 10頭 32時間後

R-Ac：R₁を酢酸で抽出した液

R₂：Rの酢酸抽出残渣

S-Cp：シリカをコーティングした
セルロース粉末

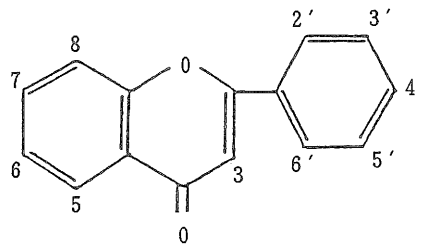
b. 表4に示すように桑葉成分を油性 (M_E)、水溶性 (M_w)、不溶性 (R₁) に分画し、3分画をすべて含む寒天ゼリー食に対して、カイコは桑粉末を含むゼリー食と同じ位食べほぼ同数の糞をする。次にM_Eは β -シトステロールに置換えられ、M_wはイスクエルシトリンとイノシトールとに置換えられ、これで摂食に関する限り、桑粉末をすべて既知の純粋な化合物と置換えることができた。そしてその中のイスクエルシトリンをモリンに置換えても同等の効果が得られることが明らかにされた。

次にモリンの化学構造と“摂食促進”効果との関係を追求した実験について述べる。前項で述べたように、モリンには官能基として5つの-OH基と1つの

4-4 摂食促進因子のみよりなる基本飼料
Y.H. et al Nature 1962

Citral & some Terpenes	1 cc(10mg%)
β -Sitosterol	5 mg (spray)
Isoquercitrin or Morin	3 mg
Cellulose powder	700mg
Sucrose	30mg
Inositol	5 mg
Phosphate (K ₂ HPO ₄)	10mg
Silica (coated on Cellulose.)	40mg
2 % Agar Solution	3 cc

表5 家蚕の摂食に及ぼすフラボン誘導体の影響



比較したフラボン誘導体	糞指数*
1. フラボン	0
2. 3, 5, 7, 2', 4'-OH	100
3. 3, 5, 7, 2', 4'-OCH ₃	10
4. 5-OH, 3, 7, 2', 4'-OCH ₃	27
5. 3, 2'-OH, 5, 7, 4'-OCH ₃	125
6. 3-OH	33
7. 3, 2'-OH	180
8. 3, 2'-OH, 6-CH ₃	170
9. 3-OH, 2'-OCH ₃	5
10. 3-OH, 2'-OCH ₃ , 6-CH ₃	0
11. 3-OH, 7-OCH ₃	26
12. 7-OH, 3-OCH ₃	18
13. 3, 5, 7'-OH	68

*表4-4の基本飼料を、蟻蚕10頭と与え、48時間後の糞数を数えた。基本飼料中のモリンの代わりに、上記の(1)及び(3)~(13)のフラボン誘導体に置き換えて、同様に糞数を数えた。糞指数は、基本飼料(2)の場合の糞数を100とし、(3)以下を含む飼料の場合の糞数の相対的な数値をもって示した。

＞C＝O基がある。これらが如何に“かみつぎ”効果に関与しているかという問題である。そこでモリンとその関連化合物である13種の合成品について、摂食促進効果の有無を前述の「フンメトリ」法を用いて調査した¹⁴⁾。

- c. 何回かの実験結果を整理して、3、5、7、2'、4'－OHフラボンであるモリンの場合の排糞数を100とし、テストしたそれぞれの化合物の場合の糞数を指数で表示すると表5のようになった。1の－OH基を持たないフラボンには全く効果はなく、3、5、7位それぞれ単独に－OH基がある場合、あるいは2個の－OH基を持ち、3、5位、3、7位、7、5位がそれぞれ－OH基である場合、また、3、5、7位がすべて－OH基の場合はいずれもモリンに勝る効果がない。ところが、3位および2'位に－OH基がある場合、2のモリンをはじめ、5、7、8のように、3位と2'位の－OH基が共に遊離（例えば－CH₃基などで閉じられておらない）している場合には、それらの化合物はモリンと同等かあるいは2倍近い糞数をしめし“摂食促進”効果があったと推定されるのである。

この実験で興味深く感ずる点はフラボン骨格の3位と2'位に水酸基（－OH基）があればカイコの“かみつぎ”因子となりうるという、機能と化学構造との間の相関関係が端的に示されたことである。

4. 染屋の夢

Dyer's mulberry（そめやのクワ：フスチック）は300年に亘ってヨーロッパの人々に賞揚され染料の代名詞にまでなっていた。そしてその色の本体は黄色色素モリンであった。“クワを食べる虫をカイコと言う”とまで称されたカイコがクワから離されて人工飼料を与えられた時、カイコの食欲をそそったのもモリンであった。この取合せの面白さにつられて、異なる次元の2つの事例をモリンの化学構造から考察して見ようと思いついて、本文を書くことになった。これが科学の論文になるのかと問われれば、昔鍊金術師が、何か不思議なことが有りそうだったとき、異常な欲望にかられて有頂天になってしまったように、私は今恐らくそのような心のトキメキを感じて2つの実験をつなぎ合わせて纏めて見ようとしているのです、と答える以外に説明のしようがない。

一方はアルミ媒染におけるAlの結合位置、他方はカイコの“かみつぎ”を刺激する位置であり、それぞれの実験結果が共にモリンの化学構造上、3位と2'位の－OH基に関係があることを示している。この両位置はAlを挟んで取込むに好適な位置関係にあることも証明された。

次になすべき事は、あの小さな虫の頭部にある“小あご粒状体”と呼ばれる味覚器官¹⁵⁾、その上に数本生えている感覚毛、それを構成している細胞のどこか大切な位置にAlが存在しているか、どうかを確かめることであろう。超微量のAlを徹底して追求しなければなるまい。難業である。

今にして思えば、イギリス人はモリンを含むフスチックをよくも“Dyer's mulberry”と名付けた

ものである。私はカイコがフスチックを食べるかどうか知らない。しかしカイコがモリンを含む人工飼料を食べることは実験を通して知っている。カイコの好きなモリンを含むフスチックと言う意味で、“Dyer’s mulberry”と呼んだのだとすると、当時のイギリス人は余程先きの見えた人達であったと言うべきであろう。

この名前はカイコと絹と天然染めに人々が打込んだ情念の産物とも思われる。卵・幼虫・蛹・蛾と姿を変えつつ生を全うするカイコと言う虫の見事さ。その蛹が身を守るべく纏った繭に目を着けた人間の知恵、繭に湯を通し細い糸を繰り出す糸口を見付け、これを人の柔肌を守る織物にまで仕上げた職人の技、草木の色を借り媒染という術を使って多様な色彩を絹に^{モクワ}蓄して芸にまで高めた人の見事さを称えざるを得ない。

今様の錬金術師は指月林の繊維染色研究室に在ってもう一つの夢に耽っている。布の上に染められたモリンの黄色に輝きを与える方法はないものか。私の見た試験管の中でのモリン-Al は緑の蛍光で私を魅惑した。そこであの蛍光色を布の上に再現したいと思うのである。前述したように、中性条件下で作られた $\text{Al}(\text{morin})_3$ の塩は蛍光が微弱であった。pH を7.0から4.0へと低くし酸性条件にもってゆくと蛍光が極めて強く光ようになる。布の上でモリンは Al を強く挟みすぎているのか蛍光が弱い。モリン-Al の結合を弛めるには pH を低くすればよいのだが、このように調節した場合果たして布の上でゆるく結合したモリンと Al が安定して存在し得るだろうか。そこが思案のしどころとなる。想を練っていると言うか、夢想していると言うか、ともあれ“渋い草木染め”を“輝く天然色素染め”にイメージチェンジするのも一興と思っている。

小文を終えるに当たって、高橋誠一郎氏に謝意を表する。同氏より染織文化社編集の「世界染色史料集成」の存在をご教示頂いた。本文執筆に当たって同集成中の「フスチック工業小史」の項より多くの知見を得ている。なお、当研究所、相宅先生のお励ましと、新井先生のご助言を頂いた。お禮申し上げる。

文 献

- 1) John Feltwell : The Story of Silk (1990) Alan Sutton Publ. Ltd.
- 2) 「フスティックの工業小史」 世界染色史料集成 昭12-17 月刊「染織」連載
- 3) 山崎青樹：草木染の事典 昭61 東京堂出版
- 4) 吉岡常雄：天然染料の研究 光村推古書院
- 5) 林屋慶三：日本農芸化学会誌 30, No. 7 (1956) 361~363
- 6) 服部静夫：植物色素 p 207 岩波書店
- 7) A. G. Perkin d L. Pate : J. C. S. 67, (1895) 649
- 8) H. Bablich d A. G. Perkin : J. C. S. 69, (1896) 792

- 9) 安田 斎：花色の生理・生化学 昭55 内田老鶴圃
- 10) 後藤俊夫・近藤忠雄：青い花、その色の不思議 現代化学 1989. No. 8 24～30
- 11) 林屋慶三：京都工芸繊維大学・学術報告 3、(No. 1) 1960 73～86
- 12) J. B. Harborne : Chemistry and Industry (1954) 1142
- 13) Y. Hamamura ,K. Hayashiya, K. Naito, K. Matsuura, and J. Nishida : Nature 194, (1962)
754-755
- 14) 林屋慶三：防虫科学 31 No. 3 (1966) 137-145 (防虫科学研究所 京都大学内)
- 15) 森 精：カイコによる新生物実験 昭61 筑波書房

ショロウ（薯榔）による浸染について

麓 泉

1. はじめに

小学生の頃に、何という科目の教科書に載っていたのか忘れたが、台湾の統治について教えられたことがある。昭和年代の始め頃で、台湾は日本の主権に属しており、いうまでもなく、明治27、8年の日清戦争の結果、清国（中国）から譲り受けた、その状態がまだ続いていたのである。当初は未開の地域が多く、蕃族と呼ばれた現地人が奥地を支配していたので、平定のために本土から軍隊が差し向けられ、馴れない風土と食糧不足で大変な苦勞があったという。総指揮官は皇族であったが、熱帯風土病にかかれて現地で殉死されている。そのような奥地であって、気の荒い種族の間では、首狩りの風習が残っていたそうである。児童向けの教育映画でみた記憶があるが、徳の高い一人の中国人が、その悪習をなんとか止めさせようと熱心に説得をする。苦勞の甲斐があって、悪習は次第に影を潜めていった。しかし、ある時、儀式に供える首がどうしても必要だからと首領にせがまれる。仕方なく、某日某時、帽子を深々とかぶった一人の男が村はずれを通るので、その男の首なら取ってもよいと指示をする。その日、待ちかまえた首領が勇躍して槍を投げ、見事にしとめて帽子をはがしてみれば、なんとそこには、討つ指図をした当の中国人の顔があった。以来、首狩りの悪習はびったりやんだという。

前置きが長くなったが、そのような奥地で生育し、首狩り族が身につける蕃衣の染色にも用いられたというのが「ショロウ」である。

この度、図らずも武庫川女子大、生活美学研究所の森谷尅久教授から、台湾奥地に今でも自生しているという、ショロウの現物を戴くことができたので、往時を偲びながら染色試験を行った。

2. 産出地と用途

ショロウ（薯榔）はヤマノイモ科の宿根草で、学名は *Dioscorea rhipogonioides*, Olev. 台湾統治時代の記録によると、原産地は台湾、南清（中国南部）地方、交趾支那（ベトナム）、マレー半島、東インド地方に亘り、台湾原住民は薯榔（つーるん）と称した¹⁾。本邦では沖縄県下の八重山群島で、同じものが紅露（こうろ、または、くーろ）と呼ばれていて、「そめいも」または「そめものいも」の名で紹介されている²⁾。英名は「Dye root」である。

台湾が日本に帰属した当初は、亜熱帯地域の特産物の調査や殖育に、政府は非常な力を注いだよ

うで、台湾南部の恒春に熱帯植物殖育事業場を設置している。その事業場から明治45年に出された報告¹⁾によると、ショロウについての詳しい調査内容を知ることができるが、その後は、それに勝る文献は見当たらず、また、現在発行されている著名な植物図鑑に、ショロウについての記載はない。その貴重な恒春事業場報告のコピーは、後日、森谷教授から戴くことができた。

ショロウによって台湾人はおもに漁網、漁衣を染め、蕃人と呼ばれた奥地の原住民は衣服を染めていたが、琉球では先島上布、八重山飛白を染めた歴史がある。

現在でも八重山上布の紺の染めに使用され、染料の紅露には、石垣島や、西表島の「染薯（そめいも）」が採集され、使われているそうである³⁾。

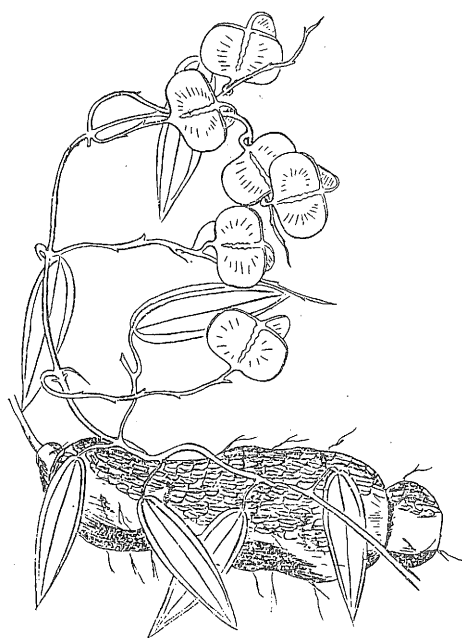


図1 ショロウの果枝および塊根（台湾植物図説¹⁾より）

染料以外の用途としては、皮革のなめしに使われ、

主成分がタンニンであることは早くから判っていたらしい。そのため、台湾総督府がこれを多量に栽培して、タンニンを交易用の特産品にしようとしていたようである。

3. 外観および成分

薄茶色の外皮を持った瘤状の硬い芋であるが、切口は赤黒い色をしており、切片はまるで肉片のように見える。強烈な渋みがあるが、よく煮き出して洗うとほぼ無味となった。前記、恒春事業場の報告によると、根塊は甸甸（ほふく）根で、中腹は膨張隆起して米俵状をなし、年々1結節を増して多年を連ねるものは粒々連結して数塊を連ね、大きなものでは長さ2～3尺（0.6～1 m）、径5～6寸（15～20 cm）、重量20～30斤（12～18 kg）に及ぶものがあるという。

成分については、入手当初、タンニンが主成分であるということが判っていなかったのも、とにかく細く切って熱水で抽出してみた。抽出液は光を透かしてみると赤味が強い。

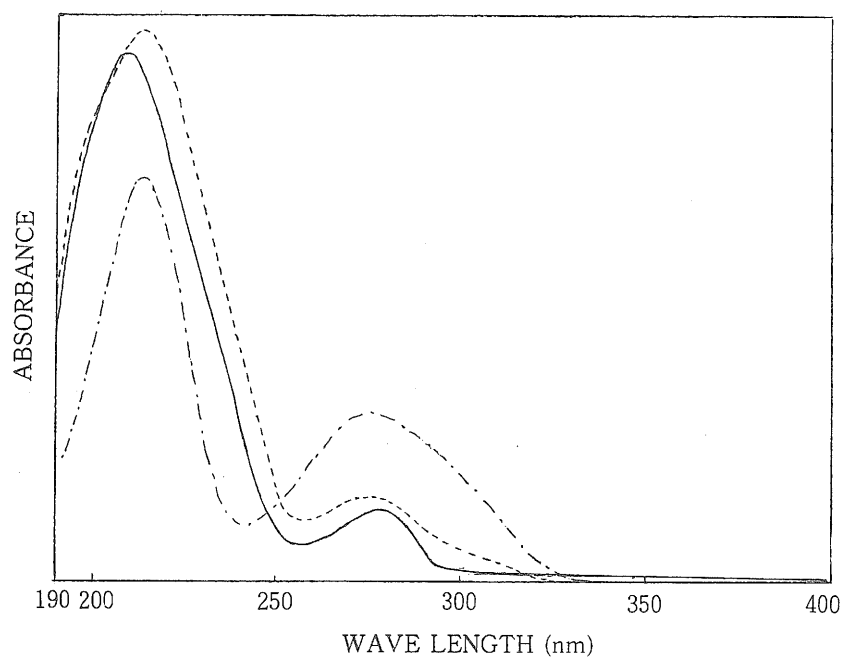


図2 紫外線吸収スペクトル (濃度不定水溶液)
 — ショロウ熱水抽出液
 - - - 柿渋 - · - · - タンニン酸 (試薬品)

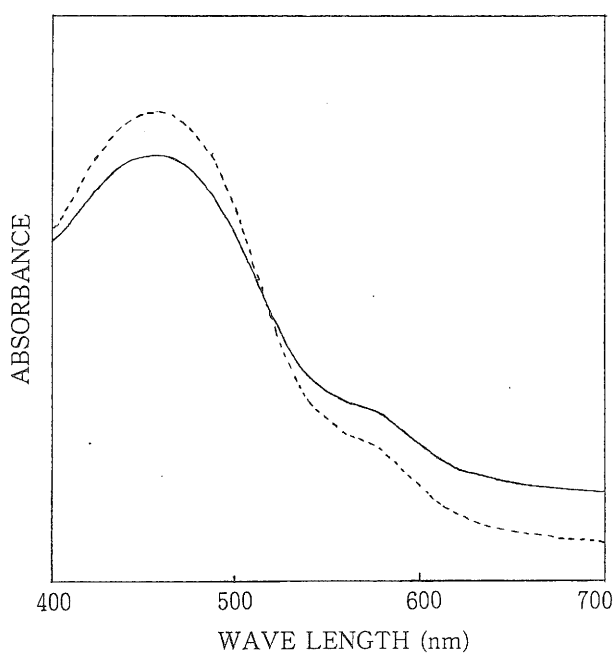


図3 ショロウ熱水抽出液 (濃度不定) の可視吸収スペクトル
 — 一番液 - - - 三番液

紫外吸光分析では、図2で示すように、そのスペクトルはタンニン酸（試薬品）および柿渋に比べて僅かのずれはあるものの、210および、275 nm にタンニン特有の特性吸収が明瞭にみられるので、大部分はタンニンであることに間違いない。しかし、可視部の吸収スペクトルは、図3に示すように初回の熱煎による一番液と、3回目の熱煎による三番液とを比較すると、液の濃度は同じではないにしても、前者は後者に比べると510 nm あたりを境として吸収が短波長側で少なく長波長側で多いということが明らかである。このように、少し変わった色となって出てくるということは、抽出速度がタンニンと異なる他の微量色素が、どちらかの液の方に多く混在しているという可能性もある。あるいは、あとから出るタンニンは自動酸化されているのかも知れない。タンニン以外の色素としては、ベタシアニンやアントシアニン、アントラキノ系のような色素配糖体が候補に挙げられる。もし、一番液を長時間煮沸して三番液のようなスペクトルになったとすると、タンニンの自動酸化という見方が濃厚になるが、まだその実験に及んでいない。

TLC / FID 法により、分離検出を一度試みたが、主成分のタンニン以外のものとしては、親有機溶媒成分が0.8%程度検出されている。この成分が何であるかは不明である。（この方法にはエタノールで抽出したショロウのエキスを、水：蟻酸：酢酸エチル：エタノール＝1：1：5：3の混合溶媒により、クロマロッドSⅢ上で5cmの高さまで展開したのち、ベンゼン：クロロホルム：酢酸＝50：20：3の混合溶媒で8cmの高さまで展開して溶媒を揮散させてから、クロマロッドの端から水素炎を当てて展開物質を燃焼、ガス化して、その量をFID法により、イヤトロスキャンで検出した。）

4. 染色試験

八重山での染色の仕方は、ショロウを卸し器で卸し、搾った液をそのまま、あるいは天日にさらして濃縮したものを、竹べらで糸にすり付けて乾かし、緋糸の染色にしているようである⁴⁾。現在でも受け継がれていることが、武庫川女子大の大学院生である永井ゆうさんの昨年の現地調査で判り、石垣島の染織家、梁石氏が詳細に書かれている⁵⁾のも見つかったが、染着性を調べるためにはまず浸染を試みるのが先決との建前から、以下の実験を行なった。

被染物（絹布15g）の5倍量（75g）のショロウを「サイの目」に細かく切り、約7倍量の水（500ml）で10分間ほど煮沸熱煎し、煎液を漉しとったら同じ熱煎処理をもう一度行い、前の煎液と合わせて浸染に用いた。被染物に対する浴比は約60倍になる。この液で80～90℃、20分間の浸染を行ない、水洗いして乾かした。

一方、熱煎後のショロウにはまだ有効成分が含まれているので、上述の操作をもう一度繰り返し、熱煎時間は長めにとって（30分程度にして）同じ操作で染め重ねた。「サイの目」に切ったショロウの形は、熱煎を繰り返しても最後まで崩れることはなかった。（ミキサーによる細粉化も行ってみ

たが効果は同じであり、液の濁り、ろ過の必要性などによって、かえて手間である。)

次に被染物の5倍量のショロウを再び準備し、熱煎と浸染を前記の要領で行って染め重ねたので、合計4回染色したことになる。ショロウの使用量は合計で被染物の10倍となった。

以上により、少し赤味で茶色の染色絹布を得た。濡れているときは赤味が強いが乾かすと褐色味になる。室内人工光では金茶色に見えるが、自然光下では赤味が浮かび出て、蛍光色の存在を思わせる上品な良い茶色に染まった。なお、澱粉などの成分中の多糖類が染色操作へおよぼす影響は思ったほどではなく、一回目の染色では多少、糊付けしたような感じになっていたが、最終回を終わるとその感じはなくなった。熱煎の繰り返しによって可溶性の多糖質がほとんど消失したためと思われる。

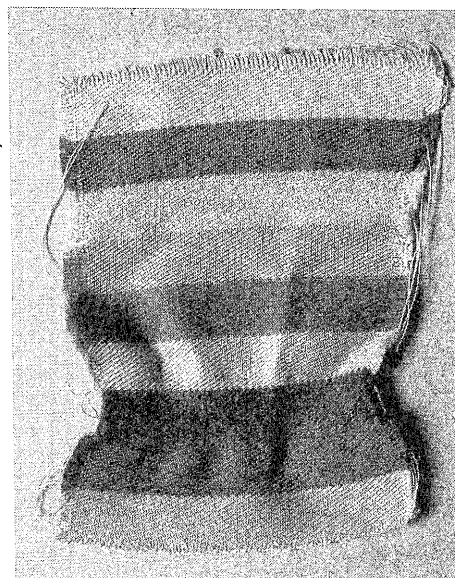
金属後媒染の効果についてみると、酢酸アルミ、酢酸銅、鉄明礬による発色変化をみた結果、アルミ、及び銅媒染では赤茶黒味を増し、鉄媒染では黄茶黒味を増ことが判った。八重山ではクロム媒染がおこなわれることがあるが、台湾で染められる場合には媒染が行われたかどうか不明で、後述のように泥媒染に似たようなことが行われたことがあるらしい。染色物の耐光堅牢度についてみると、無媒染では JIS 3 級、アルミ媒染は 4 級、鉄及び銅媒染では 5 級以上であった。

次に、多織交織布(各種繊維50本づつをストライプに並べ、ポリエステル緯糸で織ったもの)を用いた浸染では、絹の外、羊毛、ナイロンがよく染まり、セルロース系の木綿、レーヨンはごく薄くしか染まらず、アセテート、アクリル、ポリエステルは染まらないことがわかった。(写真1)。セルロース系繊維が充分染まらないので、麻も同様であることが想定される。

ビニロンは最も濃色に茶黒く染まったのであるが、約30%収縮した。これはこの繊維が染色中に膨潤したことを証拠づけている。ビニロンの軟化温度は220~230℃と高く、染色時の温度(80~90℃)で膨潤収縮するような繊維ではない。したがってこの現象は明らかにポリフェノール系のタンニンによるビニロンに特有な収縮現象であり(フェノールや濃タンニン液によってビニロンは膨潤し、遂には溶解に至ることが知られている)、ショロウ中の主成分がタンニンであることを裏付けている。

以上の染色実験における限りでは、セルロース系繊維が染まり難いという結果に

写真1 多織交織布に対する染色
上から
ポリエステル
絹
アクリル
レーヨン
羊毛
アセテート
ビニロン
ナイロン
木綿



なったのであるが、前記、恒春の事業場報告には、八重山赤縞上布、八重山飛白木綿などの染料として珍重されていると書かれている。また、現在でも八重山上布の絰糸（芋麻、ラミーが用いられる）を染めているようであるが³⁴⁾⁵⁶⁾、この場合、紅露の濃縮煎液を竹べらなどで糸に摺り込んで染めている。これは吸着性の悪い染料を付けるための方法である。また、重クロム酸カリなどで媒染することを「色止め」と称することもあるようで、未媒染では吸着が安定していないことが窺われる。このような6価クロムの使用は今日ではむしろ環境問題の対象となってしまうが、灰汁や石灰も用いられており、昔は海晒しと称して海中に5昼夜浸した後、陽に当てる方法がとられたというから、海水中のマグネシウム塩が媒染に利用されていたと考えられる。

一方、台湾植物図説⁷⁾では、台湾現地でのショロウを用いた染色法を簡単に紹介しており、染料植物譜²⁾にもそれを引用した記載がある。それには、「台湾に於る従来の染色法の一法として面白きは、搗砕いて得たる汁に直に布を投じ、色を増さしむる為に更に田圃の泥中に埋むる事にて、而して之れにて全く工程終われる也」とある。それ以上の詳細な記述はないのであるが、これから推察すると、台湾での染色は、八重山における摺り込み絰の染法と異なって、布の浸染がおこなわれていたことになる。また、大島紬における「泥染め」のように、タンニン分を吸着させた後、田圃の泥水で媒染を施していたのではないかと想定される。ただし、大島紬の場合は使われる繊維素材は絹の紬糸であり、染め重ねられた色はタンニンと泥水中の鉄イオンとの錯化合物による黒色である。

セルロース系繊維に対する浸染めで、果たして、以上のような方法で染まるのかどうか、木綿布を用いて、前記の台湾植物図説に述べられた染色方法をトレースしてみることにした。

被染物（綿ローンハンカチ1枚 14g）に対して10倍量（140g）のショロウを「サイの目」に細かく切り、約6倍量の水（800ml）に漬けた。「搗砕く」という操作は、ショロウが硬いために困難であり、現地ではどうやって搗砕いたのか判らない。ミキサーで摺り潰すことは以前に試みているが、結果的に「サイの目」切りと同じであったため、敢えて摺り潰さず、このような方法をとった。しかし、抽出液は赤い色であるにもかかわらず、漬け込んだ被染物はごく薄いピンク色に着色するのみであった。濃く染めるためには着色成分の濃度がもっと高くなければならないので、結局、熱抽出を行なうこととした。熱煎は煮沸で約15分間行ない、漉し取った液に被染物を浸してから40℃付近になるまで放冷しながら染めた。この液は冷えると沈殿物が析出するが、沸点近くまで熱すると透明な赤黒い液になる。これは温度が高くなると溶解度が大きくなるためと思われ、低温になるにしたがい溶解度が減少し、繊維内への吸着量が高められることが考えられるので、以後、沸騰した抽出液に浸漬しながら放冷する方法を繰り返した。媒染は、泥染め法を模倣するために鉄明礬の水溶液を最初用いたが、やはり黒くなるため、酢酸アルミニウムの水溶液を用いることにした。したがって、台湾植物図説に記されているように、もし本当に田圃の泥で赤味の茶色を濃く出せるのであれば、その泥は、アルミニウム、あるいは銅、マンガンなどの成分が比較的多いものでは

なかったかと思われる。

以上の浸染と水洗、乾燥、媒染を3回繰り返し、最後にもう1度浸染して水洗いし、乾燥することにより、ようやく濃い褐色に染め上げることができた。しかし、前回の絹染色の場合における程の色濃度には達しなかった。多織交織布を用いた前出の実験結果において、セルロース系繊維に対し、ほとんど染まらなかったのは、絹、羊毛などの染まり易い繊維と共存する浸染実験であったため、吸着が繊維種別間で競合し、ショロウの有効成分が絹、羊毛に選択的に吸着したためであると考えられる。

5. あとがき

真っ赤なタンニンがあるのだろうか。ショロウの切断面はそれこそ冷凍した牛肉の切り口のよう
に赤い。主成分がタンニンであることが確認されたわけであるが、細かく切って皿に載せると血が
滴るようにさえ見える。しかし、赤くは染まらない。細かく切って水に浸し、赤く色づいた液では、
ピンクにしか染まらなかった。そのままで濃く色づけば赤い色になるはずだが、その赤い色素は僅
かしか混在していないのか、それとも赤いタンニンが存在したとして、それが染色の過程で自動酸
化して茶色になるため、赤く染まらないのか、この謎は今回は未解決であった。

似たようなことが、赤米についてもいえる。赤米の色素成分が、実はタンニンであるということが
がそろそろ確認されそうになっている。しかし、その赤米の抽出液（アルコール抽出では特に赤
い）をさわっていると、どうもタンニンとは別の赤い色素が僅かに存在しているように思えてなら
ない。これらの問題の解決は後の機会にゆずるとして、同じ東洋の米文化圏内で、タンニンを利用
する染色がまたひとつ確認できたことに興味を抱いている。

この2月に、私の手元に届いたショロウは、その後、無残に切り刻まれながらも、化石のように
「表情」を変えず、残された切り口から腐のような懸念を見せていなかった。しかし、5月に一応
実験を終わり、子供の握り拳ほどに小さく削り残されたものをポリエチレンにくるんで、もう2カ
月間も梅雨の季節にしまいこんでいたのを思いだした。もしや黴でも生えているのでは、と急に気
になって取り出してみたら、何と白い根が数本垂れていた。その生命力のしたたかさは、やはり多
量のタンニンの防腐効果に支えられているためであろうと感心させられる。

終わりに、このしたたかな、珍しいショロウを恵与下さった森谷尅久先生に、改めて感謝の意を
表します。

(1991年6月)

〔追記〕白い根の出始めた残りのショロウを土に帰すことにした。いくつか切って分割し、鉢に
埋めておいたが一ヶ月経ってもいっこうに芽が出てこないの、駄目かと思い、その一つを取り出

してみたら、赤かった切り口はふやけたように白く、元の面影はなかった。しかし、綿毛のようになった根が少しついているのでまだ腐っていないと諦めずに埋め返しておいたところ、8月も半ば頃から相次いで髭のような褐色の茎が覗き、長く緑色に伸びたものは辺りの物に巻き付き始めた。左巻きである。葉はまだ見られず、伸びることを急いでいるようであって、山芋の蔓のように、見上げるような高さへ巻上がる気配を見せている。普通の芋類なら暑気と湿気でとうに腐っていたであろう。タンニンの防腐力をまざまざと見せつけられた思いである。

(1991年8月)

文 献

- 1) 恒春熱帯植物殖育事業場報告, p.301~321 (明治45年)
- 2) 後藤捷一・山川隆平編: 染料植物譜, p.292~205 (昭和12年) はくおう社
- 3) 「染めと織りの旅」別冊るるぶ愛蔵版20, p.150 (昭和59年) 日本交通公社
- 4) 宮城文; 八重山生活誌, 沖縄タイムス社
- 5) 深石隆司; 染織 α , Na37, p.22 (1984)
- 6) 中村澄子; 染織 α , Na126, p.35 (1991)
- 7) 伊東武夫; 台湾植物図説正編, p.771 (昭和2年) 台湾植物図説発行所

草木染の色と合成染料による単純色との嗜好比較調査

麓 泉

1. はじめに

「葆光」第1号では、草木染に対する女子大生の意識調査の結果について報告し、若い人たちの間にも草木染に対する認識がかなり高いことについて述べた。そこで次に調査対象の年齢層を拡大し、パターン提示による選択法によって衣服の色選択における草木染の位置づけをさらに明確にすることにした。

草木染は、いうまでもなく、植物中に含まれる色素を利用するのであるが、単一成分によって染められるものではなくて、その植物の色素成分を代表する主要色素のほかに、近縁の化学構造を持った色素が多数伴われている。たとえば、茜の根には30種以上のアントラキノン系色素が存在しているといわれる。また、植物体内における色素が分解する過程で多くの色素に分岐するケースもある。その例として、藍植物からとれる主要色素はいわゆるインジゴであるが、植物体内では配糖体（インジカン）として存在し、分解の過程で、インジルビン（赤色）、インジゴブラウンなどの色素を同時に生成するため、それらが複合されてインジゴのみから成る合成藍とは異なった、天然藍独特の渋い色調が得られる。（当染色研究会では、会員の新井先生が、赤色のインジルビンを徳島産のすくも藍から抽出することに成功されている。筆者も、生葉染めのモデル実験にインジカンを用いたところ、インジルビンに変化したためと思われる赤い色を偶然に染めた経験がある。）

このように、草木染では材料の色素成分の割合が複雑となる上に、蛍光特性のあることが知られており、たとえば紅花や茜の色素について、薄層クロマトによれば、明らかに蛍光成分の存在が認められている。

したがって、草木染で染め出された色は、多くの色素や蛍光成分が複合して染着し、独特の色調が醸し出されているため、単純色と比べてどのような情感を誘うかが興味のあるところである。

そこで、草木染による染色を複合色の代表とし、単一の色素化合物を持つ合成染料で染めた色を単純色として、それらで染めた多くの色数のカラーパターンを提示することにした。選択結果については統計をとると共に、選択意識を調査するために、イメージ評価に関する設問に対する応答を求め、結果を解析して、選択における行動心理の一端を推察することにした。

2. 調査方法

調査の対象となる被験者は、高校生から60才ぐらいまでの女性とし、10代、20代、30代、40代、及び50代以上の各年齢層が、それぞれ同人数ぐらいになるようにした。

2-1. 掲示用カラーパターンの作製

単純色を用意するために用いた合成染料はカチオン染料15品目、酸性染料5品目で、それぞれ、配合品目でないことを確かめた上、合計20色の濃色を着尺用の絹縮緬布を用いて染色した。各染料品目の名称は省略する。

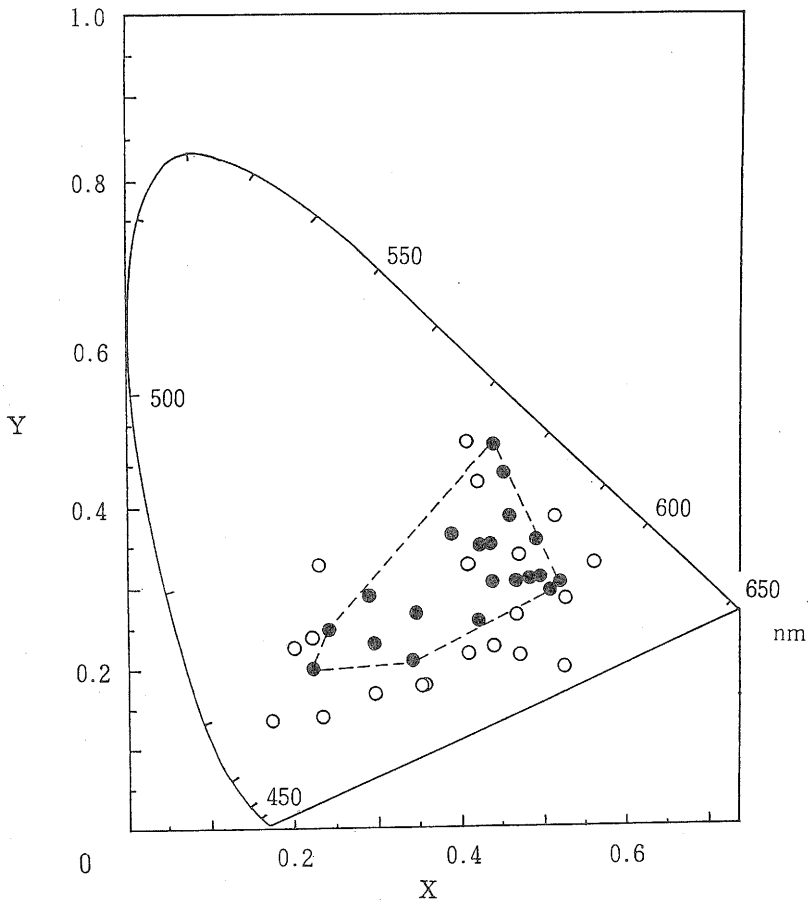


図1 掲示用カラーパターンの色度点
(●: 草木染の色 ○: 合成染料による単純色)

一方、天然染料は、オウレン、西洋茜、カテキュー（エキス）、蘇枋、コチニール、赤キャベツ（エキス）、ログウッド（エキス）、紫根、藍などを用い、それぞれに適応した色素抽出と染色を施し、藍以外は、媒染剤を変えるなどして、同じ絹布を20色の濃色に染めた。なお、オウレン、紫根は培養細胞（三井石化製）を使用し、その他の色素材料は田中直染料店（京都）で販売されている

ものを使用した。

各染色布は4×3cmの大きさに切って、一枚の台紙の中央から片側に単純色の20色、他の片側に草木染の20色をランダムに貼り付け、前者をA群、後者をB群としてそれぞれに番号をつけた。

これらの色の CIE 色度図上における色度点は図1のようになり、合成染料を用いた単純色は、破線で囲まれた草木染の範囲の外側にほとんどがはみ出していて、彩度が全般に高いことが判る。

2-2. 質問用紙の作製

表1 イメージ評価尺度

	非 常 に	少 し	ど ち ら で も な い	少 し	非 常 に	
(+) 尺度	5	4	3	2	1	(-) 尺度
1. 華やかだから						渋いから
2. 都会風だから						田舎風だから
3. 明るい感じ						暗い感じ
4. 新鮮だから						見慣れているから
5. 派手だから						地味だから
6. さえた色だから						くすんだ色だから
7. はつらつとした感じ						おっとりした感じ
8. 人工的な感じ						自然な感じ
9. 勇ましい感じ						おとなしい感じ
10. 単純な感じ						複雑な感じ
11. 強い感じ						弱い感じ
12. 目立ちやすいから						目立ちにくいから
13. 硬い感じ						柔らかい感じ
14. 流行の色だから						流行に関係ないから
15. 鋭い感じ						鈍い感じ
16. にぎやかな感じ						静かな感じ
17. 濃厚な感じ						清楚な感じ
18. 軽い感じ						重い感じ
19. 発展的だから						伝統的だから
20. うきうきした感じ						落ち着いた感じ
21. はっきりした感じ						あいまいな感じ
22. 異国風だから						日本風だから
23. 進歩的だから						保守的だから
24. 激しい感じ						穏やかな感じ
25. 開放的な感じ						窮屈な感じ
26. 奇抜だから						無難だから
27. 可愛らしい感じ						大人びた感じ
28. 若々しい感じ						熟した感じ
29. さらっとした感じ						しっとりした感じ
30. 情熱的だから						理知的だから

被検者に示す質問用紙は、次に示すような質問項目と順序を骨子とした。

- (1) 服地にしたい色を提示用カラーパターンの中から一つ選ばせる。
- (2) その色をどのような種類の衣服の色にしたいか答えて貰う。
- (3) どのような感じで選んだかを答えて貰う。
- (4) 2番目の選択色を選ばせる。
- (5) 2番目の選択色について、2、3の質問を繰り返す。
- (6) 年齢について答えて貰う。
- (7) 職業について答えて貰う。

なお、選択意識を解析するために必要な(3)について、被検者に対する質問形式には、色彩感情の分析に有効とされるSD法を適用した。すなわち、選択理由となるイメージを形容詞の意味空間に位置づけるように、60種の感情的な形容詞を選びだし、互いに反対のイメージを持つ一対ずつを組み合わせて、表1に示すような30対のイメージ選択尺度とした。被検者は、質問に対する応答を、表1の適当な箇所に印をすることで、第1選択と第2選択に対する(3)の質問に応答することになる。

なお、今回の調査における特徴には、第1と第2の、2色の選択色を選ばせたということと、用いた染料については何も被検者には知らせていないため、草木染か、合成染料による染めかに関する先入意識のはいる余地はなく、したがって、応答はバイアス効果がかかっていないということが含まれる。

また、「好きな色」と「衣服にしたい色」とは同一でないこともあるはずで、着衣によって自分に似合う色、あるいは自分の個性的な印象を誇示したり、または変えたいという意志によって選択される色であって欲しいので、衣服にしたい色を選ぶようにという条件をつけている。

2-3. 調査の実施

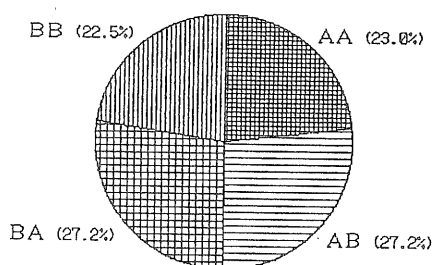
京阪神地区全般に分散する職場、学校、家庭を対象とし、合計356名の被検者に協力を得た。調査期間は1990年の8～10月で、自然光による採光を考慮して昼間に実施した。

調査には能率を考えて集会場所を多く選んで出向いたが、実施は随時対人法で、一人ずつ対面してカラーパターンを提示すると共に、質問用紙への記入を求めた。

3. 調査結果と解析

3-1. 被検者の層別による選択色について

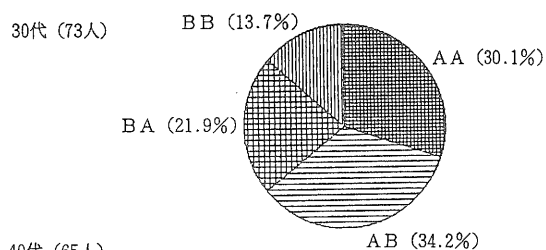
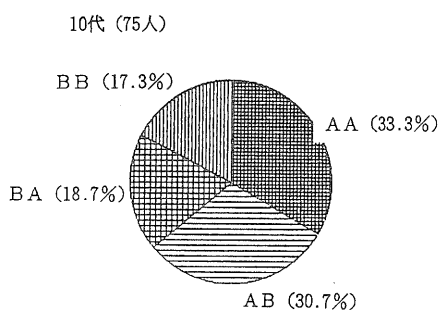
合成染料による単純色（以下、Aと略称する）を選んだ者と、草木染による色（以下、Bと略称する）を選んだ者について、図2ではそれぞれの人数の割合を示した。この図によると、AとBはそれぞれが調査対象人数を折半していることが判る。さらに、第1、第2選択ともにAを選んだAA、および、ともにBを選んだBBの人数がほぼ等しくなっている。また、第1と第2で異な



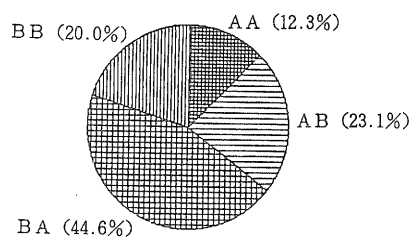
第1選択 第2選択
 AA 単純色 単純色
 AB 単純色 草木染の色
 BA 草木染の色 単純色
 BB 草木染の色 草木染の色

図2 被験者356名による選択色別の人数割合

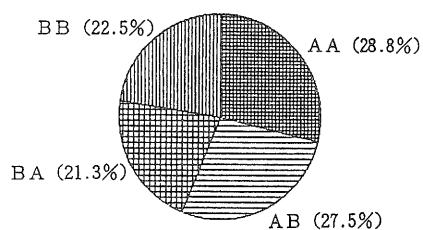
10代 (75人) AA (33.3%) AB (30.7%) BA (18.7%) BB (17.3%)



40代 (65人)



20代 (80人)



50代~ (63人)

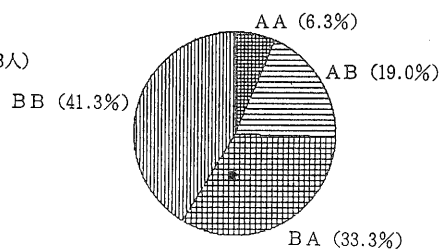


図3 被験者を年齢で分けた選択色別の人数割合

ったグループの色を選んだABとBAの人数もやはりほぼ等しいということなど、いずれの場合

もAとBの支持者が伯仲しているという興味ある結果を得た。

また、図3は、図2の内容を被検者の年齢別で示したものであるが、AAは40代以上、特に50代以上で減少し、BBは、30代で少し減少するが、50代以上になると非常に増加する。なおまた、第1選択にBを選んだ人の数は、40代からの増加が目立ち、50代以上では75%の人がその該当者となっている。

これらのことから、草木染の色は加齢に伴って好まれ、単純色はその逆ということになるのであるが、20代という若い年齢層においても、図で示されるように、決して少なくないということは見逃せない。

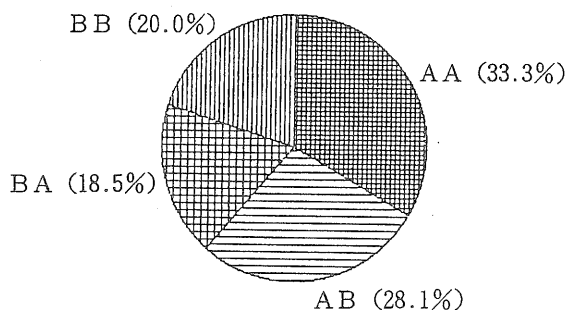
また、第1と、第2とで異なるグループの色を選択している人（AB、またはBA）は、30代以上で多く、特に、40代では約70%に達している。この人達は色選択の幅が広いということにもなるわけで、そうした人達は年齢的に考えると対社会的な活動期にあって、好みがあり固定化されず、TPO に対する自己表現の多様性が、他の年代よりも豊かであることがこのような結果になって現れたのではないと思われる。

次に、図4では、図1の内容を職業の有無別で示した。この図において特徴的なことは、学生層にAAが多く、無職（ほとんど専業主婦で、年齢では30代、40代、50代以上がほぼ同数ずつ）の場合は有職者に比べてBBが多

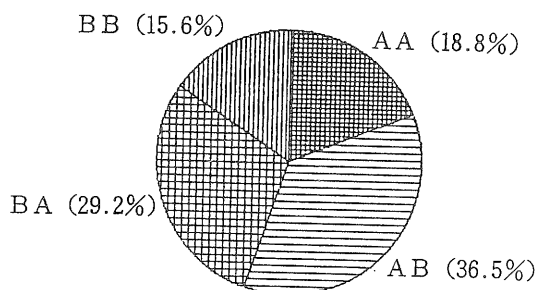
いということが目立っている。なお、学生層にもかなりのBB支持者があり、若い年齢層の相当な数に、草木染の色の愛好者が存在するということは、前述の10代、20代の場合の結果と同じである。

また、この図において第1選択にBを選んだ人の数（BBとBAの加算）の割合を見ると、学生

学生（135人）



有職（96人）



無職（125人）

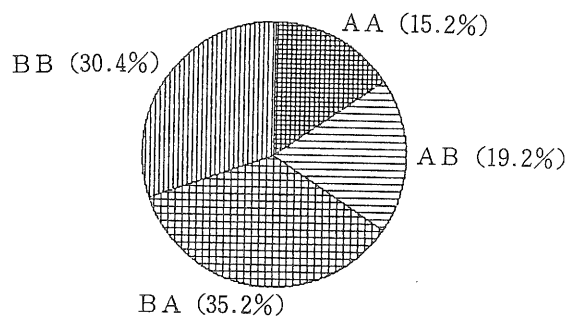


図4 被検者を職業の有無別、および学生とで分けた選択色別の人数割合

層では38%であるが、有職者で45%、無職層では65%となっている。Aを選んだ者は、この逆の割合である。

3-2. 色選択意識について

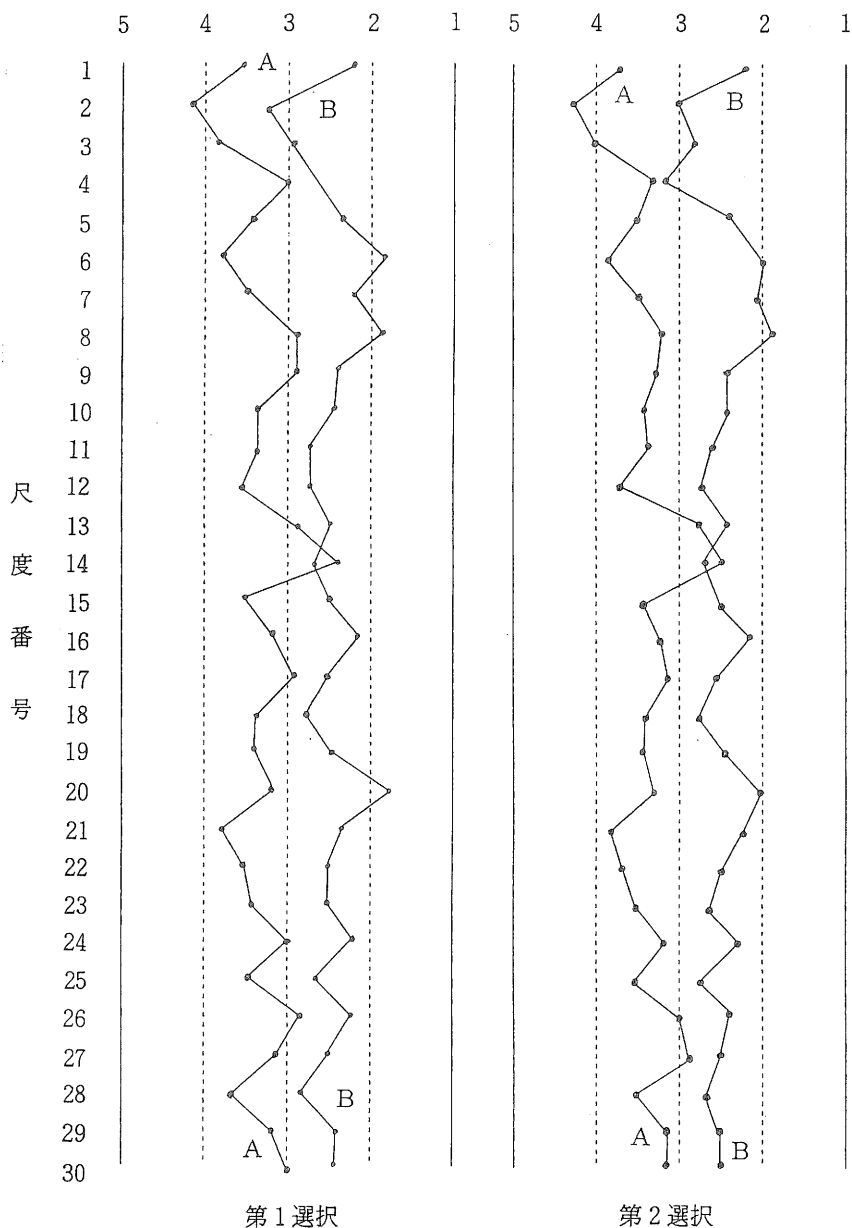


図5 イメージ評価得点の平均値によるプロフィール

まず、30対のイメージ評価尺度による回答を集計して、尺度の(－)側を1とし、(＋)側を5とする評価得点の平均値をとったプロフィールを図5で見ると、第1選択、第2選択のどちらのプロ

フィールを見ても、Aを選んだイメージは、(+) 尺度側に偏った陽動的なイメージで、Bを選んだイメージは、(-) 尺度側に偏った沈静的なイメージで選ばれていることが判る。

しかし、第1選択、第2選択の双方のプロフィールは、互いに似ているばかりでなく、部分的な箇所を除けば、両者は、そう大きな差異が無い。つまり、A、B互いのプロフィールは、ゴーストのように少しずつずれ合っているとして見ることで見る部分のかなり多いということである。

第1、第2選択ともに、A群の色は「都会風」、「明るい感じ」、「冴えた色」、「目立ち易い」、「はっきりした感じ」のイメージに得点が多く、各評価得点の平均値を更に平均すると、第1選択で3.32、第2選択で3.40であった。それに対し、B群の色は、「くすんだ色」、「おっとりした感じ」、「自然な感じ」、「静かな感じ」、「落ち着いた感じ」、「穏やかな感じ」のイメージに得点が多く、各評価得点の平均値を更に平均した場合、第1選択で2.50、第2選択で2.51であった。

表2 第1選択におけるイメージ尺度の因子負荷量（年齢別の場合）

尺度 番号	30 才 代 以 下			30 才 代 以 上		
	第1因子	第2因子	第3因子	第1因子	第2因子	第3因子
1	0.487	-0.447	0.236	0.429	* 0.615	-0.340
2	0.123	-0.480	0.029	0.091	0.337	-0.383
3	0.522	-0.344	* 0.525	0.480	* 0.650	-0.312
4	0.263	-0.360	0.055	0.215	0.132	-0.299
5	0.569	*-0.552	0.110	0.421	0.437	-0.499
6	0.141	*-0.614	0.326	0.311	0.392	*-0.523
7	0.429	*-0.615	0.144	0.403	0.537	-0.371
8	0.299	-0.613	-0.029	0.460	0.418	-0.343
9	0.402	-0.470	0.185	0.540	0.130	*-0.534
10	0.019	-0.048	* 0.558	0.357	0.520	-0.240
11	0.239	-0.434	-0.211	0.454	-0.044	-0.485
12	* 0.700	-0.442	0.110	0.525	0.520	-0.389
13	-0.377	-0.031	-0.033	0.143	-0.385	-0.048
14	0.405	-0.244	-0.211	0.139	-0.064	-0.061
15	0.045	-0.470	0.106	0.347	0.017	*-0.567
16	* 0.753	-0.333	0.314	* 0.711	0.233	*-0.534
17	* 0.755	-0.270	-0.371	* 0.738	0.202	-0.052
18	0.589	-0.240	0.412	0.259	* 0.577	-0.296
19	* 0.727	-0.438	0.126	* 0.729	0.505	-0.339
20	* 0.790	-0.358	0.356	* 0.651	0.569	-0.378
21	0.240	*-0.499	0.262	0.337	0.538	-0.348
22	0.293	-0.387	0.123	0.460	0.309	-0.447
23	0.596	-0.461	0.139	0.474	0.377	-0.490
24	0.545	-0.397	-0.105	0.625	0.497	-0.402
25	0.624	-0.258	* 0.444	0.440	0.497	-0.402
26	0.672	*-0.500	-0.083	0.331	0.315	*-0.562
27	0.405	-0.030	* 0.585	0.442	0.528	-0.047
28	0.593	-0.176	0.357	0.428	* 0.720	-0.066
29	0.565	-0.070	* 0.421	0.469	* 0.784	0.078
30	* 1.218	0.015	0.058	* 1.206	0.267	-0.124
寄与率 (%)	45.6	24.2	12.3	37.0	28.5	20.1

表3 年齢別の第1選択色に対する選択意識

30才代以下

	第 1 因 子	第 2 因 子	第 3 因 子
因 子 負 荷 量	情熱的 (1.218)	おっとりした (-0.615)	可愛らしい (0.588)
	うきうきした (0.790)	くすんだ色 (-0.614)	単純 (0.558)
	濃厚な (0.755)	地味だから (-0.552)	明るい (0.525)
	賑やかな (0.753)	無難だから (-0.500)	開放的 (0.444)
	目立ち易い (0.700)	あいまい (-0.572)	さらっとした (0.421)
寄与率 (%)	45.6	24.2	12.3
	計82.0		
	躍 動 感	ゆ っ た り 感	清 純 感

30才代以上

	第 1 因 子	第 2 因 子	第 3 因 子
因 子 負 荷 量	情熱的 (1.206)	さらっとした (0.784)	鈍い感じ (-0.567)
	濃厚な (0.738)	若々しい (0.720)	無難だから (-0.562)
	発展的 (0.729)	明るい感じ (0.650)	おとなしい (-0.534)
	賑やかな (0.711)	華やかだから (0.615)	静かな感じ (-0.534)
	うきうきした (0.651)	軽い感じ (0.577)	くすんだ色 (-0.523)
寄与率 (%)	37.0	28.5	20.1
	計85.6		
	熱 情 感	軽 快 感	保 守 感

次に、選択意識を推定するために、各イメージ尺度における各個人の評価得点をコンピュータに入力して主因子解法による因子分析を行なった。すなわち、それらの評価得点から、まず、イメージ尺度間の相関係数が求められ、それら多数の相関係数が、架空のイメージ空間内に分散するイメージ尺度の位置を、相対的に決める。空間内では次元の構成に必要ないくつかの因子軸が設定されることになるが、それらの軸の間は無相関とする（直交解）。直交し合うそれらの因子軸に各イメージ尺度の位置が投影され、それらの因子負荷量が決まることになる。その際、なるべく少ない数の因子軸によってイメージ尺度の分散を効率よく説明できるよう、バリマックス法によって軸の直交回転を行なった。使用したコンピュータソフトは、株式会社社会情報サービスの多変量解析シリーズである。

以上のような因子分析によって、被検者の30才代以下と、30才代以上の人達のイメージ評価得点により（データ数をなるべく多くとって解析精度を上げるため、双方のデータに30代を共に含めた）。表2は第1選択における、各因子に対するイメージ尺度の因子負荷量を示したもので、30才代以下の場合、第1因子に対する因子負荷量の大きいイメージ尺度は、「目立ち易いから」、「賑やかな感じ」、「濃厚な感じ」、「発展的な感じ」、「うきうきした感じ」、「はっきりした感じ」、「情熱的だから」などが挙げられる。表3はこれらを整理したものであるが、これらのイメージに共通した意識

は『躍動感』によって表現できると判断し、これを第1因子の名称とした。同様なプロセスによって、第2因子を『ゆったり感』、第3因子を『清純感』と名付けた。若者らしさの選択意識の中にまじって、『ゆったり感』があることが興味深い。30才代以上の人達の場合も同様に、第1因子を『熱情感』、第2因子を『軽快感』、第3因子を『保守感』とした。加齢者にとって一見、意外とも思われる『熱情感』が選択意識の中に大きな割合を示して存在していることが注目される。

表4 職業有無の層別、および学生層の第1選択色に対する選択意識

有 職

	第 1 因 子	第 2 因 子	第 3 因 子
因 子 負 荷 量	情熱的 (1.127)	しっとりした (-0.566)	可愛らしい (-0.648)
	発展的 (0.978)	渋いから (-0.588)	清楚な感じ (-0.619)
	うきうきした (0.891)	熱した(-0.508)	軽い感じ (-0.451)
	明るい (0.794)	複雑な感じ (-0.449)	柔らかい感じ (-0.445)
	賑やかな (0.785)	曖昧な感じ (-0.439)	穏やかな感じ (-0.482)
寄与率 (%)	61.0	11.8	9.7
	計82.5		
	発 展 感	円 熟 感	可 憐 感

無 職

	第 1 因 子	第 2 因 子	第 3 因 子
因 子 負 荷 量	清楚な (-1.061)	鈍い感じ (-0.680)	さらっとした (0.688)
	理知的 (-1.060)	くすんだ色 (-0.672)	明るい感じ (0.626)
	静かな感じ (-0.740)	保守的だから (-0.644)	軽い感じ (0.590)
	穏やか (-0.635)	無難だから (-0.594)	柔らかい感じ (-0.523)
	しっとり (-0.603)	おとなしい (-0.591)	若々しい感じ (0.520)
寄与率 (%)	36.7	30.4	19.6
	計86.7		
	理 性 感	保 守 感	開 放 感

学 生

	第 1 因 子	第 2 因 子	第 3 因 子
因 子 負 荷 量	情熱的 (1.225)	新鮮だから (0.859)	さらっとした (0.663)
	濃厚な (0.829)	明るい色だから (0.696)	はっきりした (0.589)
	奇抜だから (0.789)	発展的だから (0.522)	人工的な (0.506)
	賑やかだから (0.723)	うきうきした (0.476)	はつらつ (0.506)
	うきうきした (0.667)	進歩的だから (0.422)	鋭い感じ (0.416)
寄与率 (%)	42.0	20.0	19.0
	計81.0		
	熱 情 感	新 鮮 感	鮮 鋭 感

次に、被検者の職業の有無別では、表4に示すように、有職者の第1因子を『発展感』、第2因子

は『円熟感』とした。これらは活動的な充実した因子であるが、第3因子は、メルヘンの世界を夢みるかのような、女性的な想いを求める意識としてとらえることができ、これを『可憐感』と命名した。

無職者の場合の第1因子は『理性感』、第2因子は『保守感』とした。家庭内に座を占める者としての安定志向が現れているが、第3因子は『解放感』と名付けることとし、これらの人達に潜在する脱束縛志向の現われであるとみた。

また、学生の場合の第1因子は『熱情感』、第2因子は『新鮮感』、第3因子は『鮮鋭感』で、いずれも華やぎを求める共通の意識であると受けとめた。

4. 総 括

合成染料の単純色と、草木染の複合色とを同時に提示できるカラーパターンを作製した。その内から、衣服の色に好まれる色を、第1と第2との二度に亘って任意に選択してもらい、選択理由をその都度、イメージ評価尺度によって応答してもらう調査を、各年齢層の女性365名に対し、随時対人法でおこなった結果、次のようなことを応答データの解析によって知ることができた。

- (1) 調査対象者全員では、単純色を好む人と、草木染の色（複合色）を好む人との間に人数的な偏りがみられなかった。
- (2) 年齢別では、草木染の色は40才代以上で好まれる傾向にあるが、若年齢層においても一定の支持者があった。単純色は、若年齢層で多く好まれた。
- (3) 職業別の有無別では、無職の者に草木染の色の支持者が多く、そのなかには、第1、第2選択ともに草木染の色を選んだ者も多かった。学生では、第1、第2選択ともに、単純色のみを選んだ者が多かったが、草木染の色のみを選んだ者も20%あった。
- (4) 選択される色は、単純色の場合、陽動的なイメージで選ばれ、草木染の色の場合は沈静的なイメージで選ばれている。
- (5) 選択意識を、第1選択の場合につき因子分析により抽出すると、30才代以下では、躍動感、ゆったり感、清純感、などの意識が抽出され、30才代以上では熱情感、軽快感、保守感などの意識が抽出された。

職業の有無別では有職者の場合、発展感、円熟感、可憐感など、無職（主として専業主婦）では理性感、保守感、開放感などの意識が抽出された。また、学生の場合は熱情感、新鮮感、鮮鋭感などが抽出された。

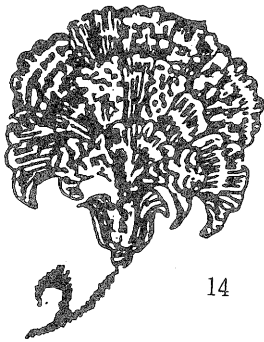
〔付記〕 本報告の一部は日本繊維製品消費科学会年次大会（1991年6月）において発表したもので、同学会誌にも投稿中である。

生花による染織

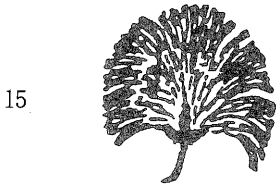
渡 辺 久 子

2. カーネーション

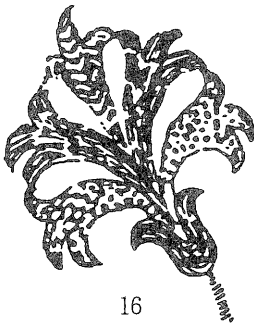
〔1〕カーネーションの歴史



14



15



16

ルネッサンスの装飾模様

カーネーションは南ヨーロッパが原産のナデシコ科の植物で、私達とのかかわりはかなり古く、ギリシア神話にもその名が登場するという。14～15世紀のルネッサンス絵画展を見に行った折りにも、カーネーションを手に持ったり、背景にあしらったりした貴人の肖像を数点見ることができた。日本には江戸時代の始め（17世紀中頃）オランダ船によって輸入され、当時はオランダ名の「アンジャベル」と呼ばれていた。現在でも身近な園芸種にこの名がある。元来日本には自生するナデシコがあり、また、古く渡来した中国原産のセキチクもあった。牧野富太郎は、前者をヤマトナデシコ、後者をカラナデシコ、そしてカーネーションをオランダセキチクと記している。現在私達が目にしているカーネーションは、ばらと同様に改良が重ねられて作られた姿で、現在の花はアメリカで生まれた。切り花として大量に各国で温室栽培が始まったのは1920年代という。カーネーションといえば「母の日」というように、年間の生産のほとんどが集中する5月の第二日曜のこの習慣も、やはり1900年代始めにアメリカで始まったということで、この花が大量に生産され始めた時期と時を同じくしているのは興味深い。

〔2〕染色方法

カーネーションは花の大量生産、大量輸入を如実に物語る代表的な花ではないかと思う。私は京都の生花店の好意で研究所の相宅先生を通じて生花を送っていただいております、実際に廃棄される生

花のどのくらいをカーネーションが占めているのかは把握できていないが、以下に報告する資料で
使用している花の量を見ていただければ、その量の多さの一端を知っていただけたらと思う。

1) カーネーションによる染色データ

井	使用部分と使用量	被染物と量	媒 染 と 濃 度	染 着 色
1	ピンク花卉 950 g	絹糸 180 g	Al 6 %	肌色がかったピンク
2	1600 g	絹糸 180 g	Sn 2 % + クエン酸 6 %	セキチク色
3	赤花卉 1500 g	ウール糸 200 g	Sn 3 % + クエン酸 9 %	薄柿色 (2R 7.5/5.5)
4	1000 g	絹糸 180 g	Al 6 %	オールドローズ (1R 6/6.5)
5	赤、ピンク花卉 5500 g	ウール糸 650 g	Sn 3 % + クエン酸 9 %	薄柿色 (2R 7.5/5.5)
6	ポップリ用乾燥花卉 140 g	ウール糸 390 g	Sn 3 % + クエン酸 9 %	やや薄い薄柿色
7	茎、葉、がく 600 g	ウール糸 180 g	KAl 6 % + 酒石英 3 % Sn 3 % + クエン酸 9 %	練色 (2.5Y 9/1.5) "
8	1040 g	絹糸 340 g	Fe 3 % + 酒石英 3 % Cu 3 %	亜麻色 (10YR 8/2) 薄い浅緑

KAl—カリ明ばん

Al—酢酸ナトリウム

Sn—錫酸ナトリウム

Fe—硫酸第一鉄

Cu—酢酸銅

2) 染色の手順

だいたい通常の染色方法で染色できるが、ここでは特にカーネーションらしいピンク色を錫を
使って染色する手順を紹介する。

1) 絹の染色

1. 糸の下準備

市販の絹糸は精練や脱色の際、アルカリ化している事があるのでよく精練しておく。特に
このカーネーションのように赤色系の色を得るには、染色液の pH が大きく関わってくるの
で注意が必要だ。

2. 錫による糸の先媒染

あらかじめよく溶かした錫とクエン酸を糸の20倍の温湯に溶かして媒染浴とし、糸を繰り
入れ、動かしながら一度沸騰させる。沸騰したら直ぐに火を止め20～30分置く。次に一度洗
い均一に脱水し、よくさばしておく。この媒染液は再度使用するのにとっておく。

3. 染色液の抽出と染色

- ①カーネーションの花は赤でもピンクでもがくから引き抜くようにして花卉を摘み取る。
- ②計量して全体の量を把握してから染色用のタンクに入れ、花がひたひたに浸かるくらいの
水を入れ加熱する。
- ③ふつふつと煮立ってきたら花の上下を返すようにかきまぜ、全体の花卉の色が抜けたのを
目安に火を止める。このとき花を煮過ぎると澄んだ色が得られないので注意する。抽出し

た液を布で濾し、染色液とする。

- ④媒染した糸を繰りいれて暫く動かしてから1時間ほど置く。
- ⑤糸を取り出し、水でよく洗い脱水してさばく。
- ⑥先の媒染液がもし冷めていたら40℃くらいまで温めて、その中に一度染色した糸を入れ10分媒染する。
- ⑦再び糸を引き上げよく水洗いして脱水し、染色液に戻す。この作業を数回繰り返してから染色液の中に糸を入れたまま1晩放置する。
- ⑧翌日糸をよく洗ってもう一度媒染を行い、水洗いして脱水し日に当てて乾かす。

以上が、カーネーションで絹糸を染色する作業手順である。染色作業上、何度も糸を絞るので、この時糸を毛羽立ててしまい光沢を失わないように気をつける。

Ⅱ) ウールの染色

1. 糸の下準備

絹と同様に中性洗剤を使ってよく精練しておく。

2. 媒染

絹と同様に錫を使うが、先媒染をせず、染色工程の後に行う。後述。

3. 染色方法

- ①液の抽出方法は上記(Ⅰ-3)のとおり。
- ②染色液に精練を済ませた糸を入れ、火にかけ、沸騰したら10分ほど煮染めをする。火を止めてそのまま1晩放置する。
- ③翌日もう一度火にかけ、50～60℃に加熱してから糸を取り出し、同温の湯でよく洗う。

4. 後媒染

- ①絹染めと同様(Ⅰ-2.)に媒染液を調整し、加熱して30～40℃になったところから糸を入れ沸騰後10分煮る。
- ②火を止めて、室温になるまで放冷し、液の温度とおおむね同じ湯でよく洗い、脱水して日に干す。

ウールの染色は、染色温度を高くしなくてはならないため、繊維がフェルト化しやすい。染色中にあまりかきまぜたり、糸に温度差を加えないようにする。この繊維の性質から何度も染め重ねる事は避けたいので、出来るだけ大量の染料(花)が必要だ。

〔3〕染色結果について

カーネーションでどのような色が染まるのかを文字で説明するのは難しいので表には色名帖の名をめやすとして記入したが、簡単にその色を言えば、いずれも花ではピンクから少しくすんだローズ色が、茎や葉ではグリーン系の色が染まる。特にピンクの花で染めるピンク色は、もとの花の色に近い色を得ることが出来、この花による染色の大きな特徴である。赤い花を煮出すと天然の色かと疑うような鮮やかな赤色液が抽出される。昨今、青や緑の水を花に飲ませ妙な色の花が売られているのを見かけるので、錫以外の媒染に入れて見たところ、色がかなり変わるのでやはり天然の色素の為せる技かと信じて染色している。染色を終わった後の残液も透明な鮮やかな朱赤で、まだなんらかの方法によりその色素を繊維に染着出来るのではないかと思う。この朱赤の残液は、深紅のばらで赤紫を染めたとき（未発表）にも見られた。花卉を摘み取った後の大量の茎、がく、葉を使い、銅で媒染を行うと明るく澄んだ薄緑が染まる。いずれの色もしっかりと発色した色である。堅牢性については錫媒染によるピンク系、銅媒染の緑系とも2級程度である。

〔4〕カーネーションで染めた色を使って

身近な植物で染色していると、なかなか特徴のある色にめぐりあうことは少ない。そのような中でこのカーネーションによるピンク色は色彩に豊かさを添えてくれる。しかし植物染料の常として退色しやすいので、やはり単色で使用するのは避けている。また、日本人の肌の色から単色で用いるピンクはやや敬遠されるようにも思うので（見て美しいと思う色と実際に身につける色とのちがいがあのようなので）、他の色と組み合わせてアクセントカラーとして使った。銅媒染で得る緑系の色は、ウール、特にカシミアなど繊維が細く艶のある糸を染めると、明るくしかも澄んだ色を得ることが出来る。これを展示会で発表したところ、好評をいただいた。

〔5〕まとめ

身近な植物を染色材料としてあれこれと試していると、植物から得る色彩には偏りがあることに気付く。その多くが、茶系、灰色系、鶯色、明るい色ならば黄色系だからである。そのため、赤系や青系を染める染料は古くから別格のものであった。茜、紅花、すおう、コチニール、藍、紫根などがそれである。古来より赤い花青い花はあっても、それが染料として利用され、その方法が伝えられることはなかったのはなぜだろう。現在まで染色方法が伝えられている染料植物が、昔の人々の試行錯誤を重ねた結果、淘汰されたものと仮りに考えれば、染色手順が極めて複雑であったか、材料の入手が困難であったか、発色の手段が発見されていなかった…というような事が考えられると思う。しかし、物理的、時間的困難を厭わず、美しい色を求めて来た人類の情熱の見事な賜物である様々な資料を見、その超時間的試行錯誤を思うと、そのどれもが説得力に欠けるようにも思え

る。植物で染色をしたことがある人なら、花びらのその色が糸に染まらないかな、と一度は思う。私もその一人であった。我が家で使った切り花で幾度か染色してみたが、よい結果は得られなかった。この事から花による染色は、資料も無いことから、染色材料として不向きなものなのだと考えていた。しかし、大量に材料を得る機会をいただいて試みる事の出来た染色実験で、安定した色、しかもその花の色に近い色を得ることのできる染色材料である事が確認できた初めての花がカーネーションである。これは、ひとえに現代の花卉栽培技術の進歩と生花産業の発展の恩恵に因っている。カーネーションの1輪分の花弁のみの重さは約6gなので、私が今まで使用した花の数は3000本を上回ることになる。この量は山野での採集で得る量や一般家庭のテーブルを飾った切り花の数とは到底比較にならない。都市の様々な需要に答えた後、廃棄されるこうした植物はいわばコンクリートの森を飾る新しい植物といってよいかも知れない。古代から世界中の人々に親しまれてきたこの花も、技術と生活革新の洗礼を受けて全く新しい植物として生まれ変わっていた。先にあげた、先人の残した遺産の中にこの花の資料が無いのは、こうした進歩の先端に咲いた花に先人達が巡り合わなかったという事も付け加えてよいと思う。赤系の色を得る植物染料はごくわずかである事、また、すおうは非常に色素の安定が難しかったり、紅花は染色に手間がかかったり、コチニールは高価な輸入染料であったりといったことを考えてみると、この廃棄されるカーネーションは量、染色手順の簡単さ、堅牢性のよさからも注目してよいと思う。特にポプリ用に急速に乾燥したものも十分に染色に使えるのは有効だと思う。

参考文献

- 1) 松田 修；「花の文化史」東書選書
- 2) 塚本洋太郎；「私の花美術館」朝日選書
- 3) 牧野富太郎；「牧野日本植物図鑑」北隆館
- 4) 小学館；「色の手帖」
- 5) 「世界植物図案資料集成」；技報堂
- 6) 渡辺久子；覚誉会繊維染色研究所 論文集「葆光」第1号 61

《執筆者紹介》

(覚誉会常任理事)	
氏 名	水 渡 英 二 (79才)
職 歴	京都大学 名誉教授 舞鶴高専 名誉教授
称 号	理学博士
専 攻	物理化学(コロイド学、電子顕微鏡学)
趣 味	写真 旅行
(所 長)	
氏 名	相 宅 省 吾 (74才)
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 (77才)
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 (76才)
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 (66才)
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 (64才)
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 染色・織物
作家歴	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

1991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

