

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 17 号

2006年3月

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 17 号

2006年3月

葆光

(ほうこう)

中国の莊子の言葉で、

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

等、有意義な意味をもちます。

目 次

雑 感	1
-----------	---

論 文

植物染め黄色布の光学的特性と染材同定の非破壊的手法	11
麓 泉	

セルロース難染性天然染料による木綿繊維染色の研究	21
第2報 茜染めの媒染におけるアルミン酸塩の効果	
麓 泉	

インド藍から合成物を反応に使用しない インジルビンの取得法について	31
曾根 健夫	

絹繊維に関する研究（その8）	41
光の反射特性について	
高橋 重三	

資 料

「竹」あれこれ	49
稲野 光正	

雑 感

今から凡そ2300年前、中国の偉大な思想家 莊子によって表現された言葉、葆光（ほうこう）について、当論文集13号の巻頭言に紹介したことがある。

筆者は、この「葆光」なる言葉が、儒教に対抗して生まれた老子の無為自然主義思想をより深めた莊子の産物であることに何故か一種のこだわりを抱きつづけているが、今回は広く「葆光」にまつわる話を一括して巻頭言に代えることにした。

さて、その昔から民族には民族固有の文化がある。

やまと民族には、やまと民族固有の文化があり、その最たる文化の一つに華道がある。

この華道の中に大変気品の高い響きのする「嵯峨御流」と言う流派がある。この流派の飛鳥司所では、毎年数回、師範級を対象にした特別研修を開催し、技術向上に努めている。今年は丁度その開会30年周年に当たるので、これを記念し講演会が開催される運びになった。また、その講演会のテーマにいみじくも当論文集の名称である「葆光」が、題目として取り上げられ筆者が講演を引き受けることになった。「葆光」と言う言葉の意味とその由来についての講演要請であった。

財団法人覚譽会（かくよかい）の創立趣旨と事業内容を説明する良い機会でもあり、当財団にとっては誠に有難い話であった。

また、「葆光」はかつて当財団がオーナー企業と合同して建造したビル名でもある。

当時、「葆光ビル」の5階6階7階を当財団が所有し、公益活動の拠点としていたものであるが、嵯峨御流では「葆光ビル」が竣工し、いよいよマナーの実践広場として門戸を開くと同時に使用契約を締結、以来今日まで一度も欠かすことなく30年という長い間、ビルの一室を専属的に研修場として使用されてきたものである。

葆光ビル全景



正面玄関

従って「葆光ビル」の建造30周年記念は同時に嵯峨御流の特別研修30周年記念でもある。

何というご縁であろうか。

このご縁のお陰で「葆光ビル」は短年度のうちに年間目標を達成することが出来たといっても過言ではない。

嵯峨御流はその後も引き続き「葆光ビル」を使用されているのである。この場を借りて嵯峨御流に深く感謝申しあげたい。

もともと財団法人覚譽会は繊維染色の学術研究と、いま一つ淳風美俗の育成を二大目的として創立されたのであるが、当財団が如何して学術研究とは全く違った心の世界である淳風美俗育成事業を目的にしたのか、この辺りの経緯を振り返ってみることにした。

明治時代、ごく小規模の零細企業に過ぎなかったオーナー企業の矢代仁商店が呉服事業において一躍、お召しの長として躍進。一世を風靡するにいたったのは驚くべき出来事であった。このような奇跡はなるべくして成ったものではない。その蔭にオーナーの筆舌も及ばない異常なまでの苦悩と大決断を見ることが出来る。

それは正に今日で言う企業の構造改革に相当し、根本的に矢代仁商店の経営体制を覆す空前の大改革であった。

その一つは、
企業経営に関する全ての権限を社員に委譲し、オーナーは経営から完全に撤退するという驚くべき決断である。

打ち寄せてくる近代化の大きな波に飲み込まれず、これ乗り越え、大きく飛躍していくために採られた明治の大改革である。

角度を変えてみれば、この改革は迫りくる将来を、「若者の能力と可能性」に賭けようとするオーナーの切実な願いでもあった。

尋常では到底考えることの出来ない極めてリスクの大きい人生を賭けた度胸のいる大英断であったといえるのではないだろうか。

今一つは

一般に、命よりも大事なものとさえ思われている実印を、無縁の若い一青年社員に託し「貴方の好きなように会社を経営して下さい、生きるも死ぬも貴方と一緒にです」と、「オーナー自身の命を預けた深い信頼行為」があつてこそ、初めて任された人が自分の命を犠牲にしてでも、これに応えるという相信一如の関係がうまれてくるのであろう。教えられる所は極めて大きい。熟慮の末、まだ役付の無い若い社員が抜擢された。そして、一躍支配人に任命されたのである。

幸いにも、この若き支配人によって会社は水を得た魚のように生き返り、飛ぶようなスピードで成長していくことになるが、オーナーの常識を破った大決断に対し、社員が見事、常識以上の能力を発揮してお応えするという理想的な姿が実現されることになったのである。

これぞ正に、相信一如の関係である。

的確なオーナーとしての先見性と鑑識眼に驚かざるを得ない。

拔擢された新任の支配人、田中久七翁は明治・大正・昭和の三世代に亘り、類まれな商才を発揮され、矢代仁商店を業界屈指の繊維製品のメーカー問屋に育て上げる一方、呉服業界のリーダーとしても牽引的役割を果たし、室町にとっては欠くことの出来ない存在であったと伝えられている。

かかる田中支配人の偉業に感謝しその遺徳を末永く顕彰するために財団法人覚譽会が創設されたわけである。従って財団の事業も自ずと、心を軸とする淳風美俗育成事業が主軸となり昭和46年には更にこの事業を本格化するために「葆光ビル」が建設された。

また、この財団名の覚譽は、大番頭田中支配人の法名「徳達院覚譽恩光良猷居士」からとられたものである。

昭和57年には、文部省の力添えもあって徳育教化施設の拡充の一環として「葆光ビル」に代わり衣笠山麓に「青少年の家キャンピング指月林」を創設。「後の人のために」をモットーに優しい思いやりの心を育む特別研修が自然豊かで禅道場を忍ばせるような佇まいの中で展開されるようになった。然しながら場所や施設がどのように変わってもやはり屋内研修の中心は茶道研修であり、屋外研修はキャ

ンピング研修が中心である。

この茶道研修にお
や茶の点て方のマナー
の青少年に対しては、
いる優しい思いやり
有の心配りを体得せ
しては重きを置いて



茶室

いては、茶の飲み方
よりも、特に低学年
茶道の中核をなして
のころ、日本人特
しめることに財団と
いるのである。

昔、千利休は子供時代を與四郎と呼び、当時既に武野紹
鷗（たけのじょうおう）に師事し茶道を修行していたと言われ
ている。

ある日、與四郎は師匠より「今日は大事な客人を招待し
ているので格別念入りに庭の手入れをするように」と命じ
られた。與四郎は取り急ぎ掃除道具を持って庭に出てみた。
すると庭は既に美しく清掃され何時でも客人を迎え入れる
準備が万端整っていた。

にも拘わらず與四郎は何を思ったのか庭木をゆすりはじ
めた。

ときを見計らって師匠が庭に降り立ってみると……

そこには素晴らしい秋の風情が醸し出されているではな
いか。客人に対する優しい思いやりの心の表現である。

きれいに水拭された飛び石の上に、舞い散った黄色い枯
葉が見事に秋の主役を演じている。

「これぞ 茶味なり！」

と師匠は、與四郎の卓越した才能とその演出に感嘆すると共にその茶味の中に、長じて有名な茶人に成長するであろう利休の姿を思い浮かべていたのである。（この話は大正時代に出版された『茶味』という専門書に紹介されているものである。）

このように財団法人覚譽会は様々な特別研修を介し、青少年が常に優しい思いやりの心を持って隣人と接するよう、言うならば相手の都合を考えて自分の行動を律するような自制心の強い青少年に育成すべく、研修内容と研修方法の改善改良に努めているのである。

その後に新しく始めた草木染研修がその良き一例であり、自然の恩恵を介して広く感謝精神を高揚せしめようとするものである。

あらためて今一度、「葆光」の歴史を振り返ってみると創業者が如何に「内で煌々と輝き外に現れてこない光」の意を持つ「葆光」を愛し続けられたか……

「葆光」という言葉の中に

- ☆ 光を永遠に絶やさない
- ☆ 良い習慣・技術・品質・芸術を何時までも保存する

☆ 汲めども尽きず

☆ 法灯を永久に絶やさない

など、極めて有意義な意味があることを究明された。

それ以来、創業者の社会活動は更に一段と活発化していくのである。

昭和39年には遂に有志と共に、廃れた京都の古く隠れた古典芸能に光を当て強く支えていく会を結成された。これが「葆光会」である。会員は30名～50名の小規模とし、世話人会の推薦によるものと定められた。

第一回目の会合が昭和39年6月、有名な料亭 **ちもと** で開催された。このときには既に会員数は44名に達していた。

催し物は浄瑠璃・素ば
浦島の舞いの二つであっ
ある人々の会合だけに、
い姿勢を正して観賞する
れた。出演者と会員の呼

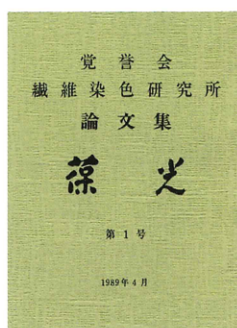


やし・寿三番曳と長唄
た。会場はさすが、心
会員は厳しい会則に従
というマナーが厳守さ
吸がピッタリ合い、開

演中は誰一人喫煙する人も席を立つ者もなく、声もなく芸と人が一体となって芸能を観賞するという素晴らしい「葆光会」であったと聞き及んでいる。

続いて昭和48年、室町に徳育教化施設として「葆光ビル」を建設、年齢を問わずあらゆる人々を対象にしたマナーの実践広場とした。

また、昭和57年より待望の繊維染色学術研究の論文集を創刊。



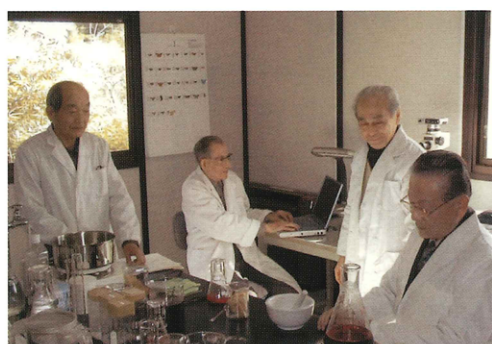
創業者の意思を継ぐ研究スタッフによって「葆光」と命名するなど、創業者の思いは今なお生き続けているのである。

筆者としては後日機会があれば、今一度荘子の無為自然主義思想と難解な「葆光の世界」に触れてみたかと思っている次第である。

また、本事業年度における繊維染色学術研究事業においては、従来の研究範囲をより拡大し、新分野を開発するため、顔料に造詣の深い研究スタッフを増強、将来に備えることにした。今後の成果にご期待頂きたい。

以上をもって巻頭言いたします。

有難うございました。



研究スタッフ

なお、本論文集の巻頭言につきましては次回から

「青少年の家・キャンプ指月林」

所長 寺 崎 建

に執筆せしめることと致しました。どうぞ宜しくご支援の
程お願い申し上げます。今後の活動にご期待ください。

財団法人 覚譽会 事務局長

片 岡 健 夫

◎ 本文中において敬称を略させて頂きましたこと、深くお詫び申し上げます。

植物染め黄色布の光学的特性と染材同定の非破壊的手法

麓 泉

1. はじめに

植物染料による黄色染めに使用される染材として、本邦では古来より刈安の葉、黄檗の樹皮、槐樹の花蕾、鬱金の根などが常用され、他に、黄連の根、桑の葉、樺の心材、サフランの雌蕊なども用いられる。

黄色は有彩色のなかでも最も明るい色であるため色差を識別しにくい色であり、使われた染材を目視で鑑別することは草木染に習熟した染色家によっても極めて困難な部類に属する色である。因に、色の明るさの刺激が大きくなるにしたがい、目視による明度段階の判別区分は粗くなっていく。(フェヒナーの法則：感覚は刺激の対数に比例)

したがって、それらの染材で染めた黄色布について光学的特性を明らかにしておくことは、古き時代の、いわゆる時代裂に用いられた染材を非破壊的方法で同定しなければならない場合に対して有力な情報を提供することになる。

本報で用いた光学機器は、360～740nmの波長範囲の分光反射率が測定できるハンディな分光測色計と、家庭でも使用可能なブラックライトであって、それ以上の高度な分析機器を必要とせず染色布の染材同定に寄与する情報を得て鑑別作業に応用することができた。

2. 実 験

2-1. 染材および染色布の作成

試料とする染色布の作成に用いた染材には日本古来から用いられているものを採用し、財団法人が管理している「指月林」(京都市右京区龍安寺住吉町)で植栽された刈安(かりやす)の葉、黄檗(きはだ)の樹皮、鬱金(うこん)の根、桑(くわ)の葉、梔子(くちなし)の実、紅花(べにばな)の黄水(きみず)と、市販品の槐樹(えんじゅ)の花蕾、および、細胞培養された黄連(おうれん)のカルス(旧三井石油化学工業・生物工学研究所製)である。樺(はぜ)の心材は黄樺染(こうろぜん)に用いられるが取り扱い中に皮膚障害を受ける恐れがあり、特殊な用途以外に汎用さ

れていないと思われるので除外した。

紅花の黄水は、紅色素を紅花から抽出する作業の過程で水抽出されたもので、黄色色素を多量に含み、産地では黄色染めに利用されている。本報では以下、紅黄と称する。

用布には、絹羽二重、絹一越、絹紋織などの絹100%を用いた。

染色方法は草木染の常法によったのでその詳細は省略するが、紅黄以外はいずれも染材の煮出し液を漉して用い、刈安、桑、えんじゅ、などの媒染を要する染材を用いた場合は、椿灰や明礬などによるアルミニウム媒染をほどこした。

これら黄色染色物の色の濃さは、目視によって同程度となるように調整して染めた。

2-2. ブラックライトによる照射実験

用いたブラックライト（紫外線ランプ）は、300～400nmの近紫外線のみを放射するように設計された蛍光検査用蛍光ランプ（ナショナルFL 20S-BL-B）で、これを家庭用の卓上型蛍光灯スタンドにとりつけ、染色布を卓上に置いて暗室内で点灯し、試料布から発する蛍光色の有無を目視で判定した。映像記録にはデジタルカメラを用いた。

2-3. 吸光度の測定

コニカミノルタセンシング社（旧ミノルタ）製、分光測色計2600dを用いた。このタイプの測色計は、各波長の単色光を試料に連続照射しながら反射光をスキャンして測色する分光光電光度計とは異なり、紫外部を含むD65光源が発する光を試料に照射して、360～740nmの範囲における10nm間隔の分光反射率を同時に測色する。

反射率を $R(\%)$ とすると、吸光度 A は、 $A(\lambda) = -\text{Log}[R(\lambda)/100]$ の関係にある。

ここで、 λ は波長、 Log は常用対数である。

反射率の出力はR232端子を用いてパソコンに導入し、コアサイエンス社の色彩分析ソフト「彩チェック Ver. 4」を用いて吸光度に換算した。

2-4. 光劣化試料の作成

いうまでもなく、発光体以外の物体色は光の照射によって発色し、鑑賞・識別することが可能となるため、色を見るために光は欠かせない存在である。

染色直後から暗所で保存されている染色布でさえ保存環境に伴う経年変化を受ける

が、色を見るためにその都度光に曝されると、たとえ短い時間であっても蓄積されれば色の劣化に対する影響を無視できなくなる。

古代裂のほとんどは大なり小なりそのような影響を受けているはずで、着用、ないしは展示を繰り返しながら保存されてきたものは、その度合いがかなり大きいと考えられる。

本報ではそのモデル試料として、染色した試料布に一定の光刺激を与えたものも測色に供することとし、ブラックライトによる蛍光発色が認められた染色布に対して、次のような条件で光劣化試料を作成した。

すなわち、北緯35度10分（名古屋市名東区）の冬季晴天下で、照射角が垂直となるように染色布を置き、直射日光による連続照射時間を30分、1時間、2時間の三段階とする光曝露試験をおこなった。

3. 結果と考察

3-1. ブラックライトによる照射実験結果

図1 aは染色した試料布を並べてブラックライトで照射し、暗室内で写真撮影した結果を示したもので、図1-bには同じ試料配列で昼光下における状態を示した。図1 aで判るように、強い蛍光（黄色）を発したものは③の黄連（おうれん）と、④の黄檗（きはだ）で染めた布であって、両者ともに主要色素はベルベリンである¹⁾。②の鬱金（うこん）染色布では黄緑色の蛍光がみられ、主要色素はクルクミンである¹⁾。⑥の槐樹（えんじゅ）染色布にも橙みを帯びた黄緑色の蛍光が見られ、主要色素はルチンである¹⁾。⑦の梔子（くちなし）染色布は、図1 aでは黒に見えているが、実際は濃青色であり、弱い青色の蛍光を帯びていると思われるが、本報では蛍光非励起試料として扱った。主要色素はクロシンである¹⁾。

また、図1 aで蛍光発色を認められなかった染色布では、染材の主要色素が、①の刈安（かりやす）はアルトラキシンとルテオリン¹⁾、⑤の桑はモリン²⁾で、⑧の紅黄（紅花黄）はカルサミン¹⁾、別名サフラー・イエローである。

3-2. 吸光度の測定結果

次に、ブラックライト照射によって蛍光を発した試料と、発しなかった試料の2グループに分けて、各試料の吸光度曲線を次の図2、図3に示した。

図2は蛍光を発した試料であるが、えんじゅは395nm付近に極大吸光があり、うこんは440nm付近に極大吸光があることが判る。きはだ、おうれんの双方について

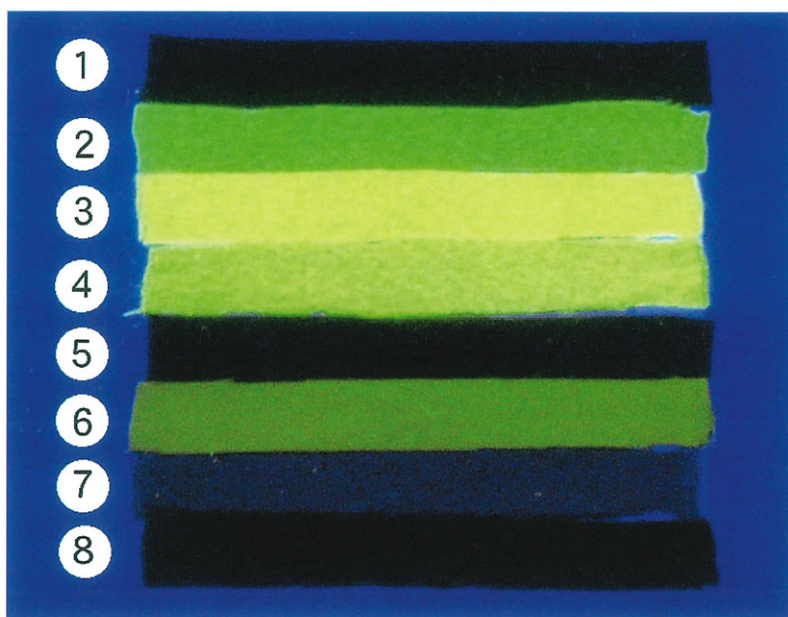


図1 a. ブラックライト照射による蛍光の励起状態

- | | | | |
|-----|-------|-------|------|
| ①刈安 | ②うこん | ③おうれん | ④きはだ |
| ⑤桑 | ⑥えんじゅ | ⑦くちなし | ⑧紅花黄 |

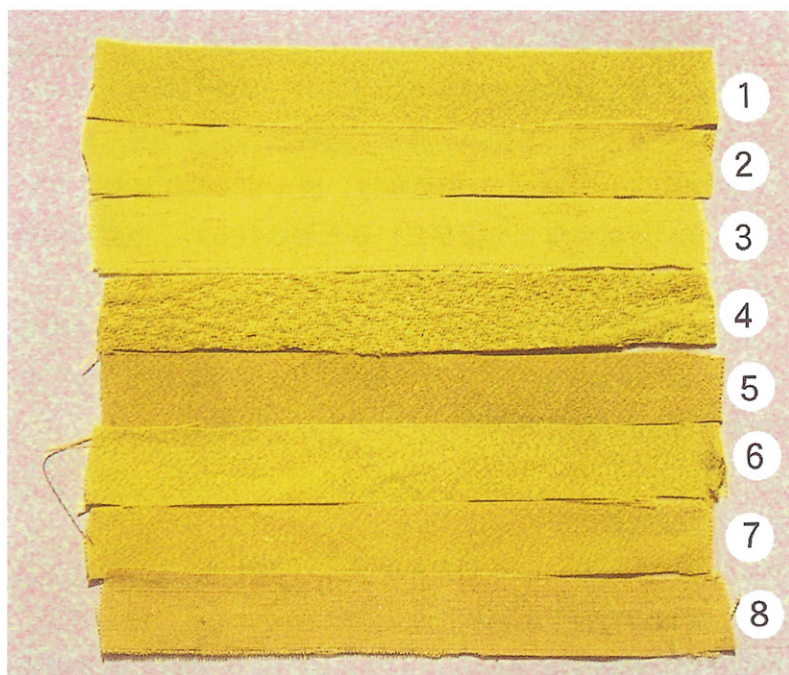


図1 b. ブラックライト照射試料の昼光照射

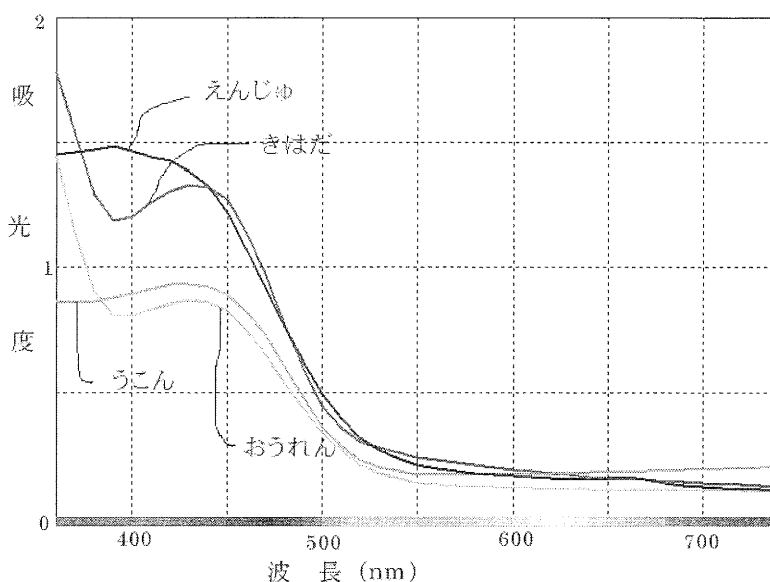


図 2. 蛍光を発した染色試料布の吸光度曲線

は、いずれも極大吸光が440nm 付近にあり、390nm 付近に極小吸光が存在しているのがわかる。両者の主要色素はいずれもベルベリンであるから同じ結果になったのは当然であろう。

したがって、えんじゅ、うこん、きはだ（もしくは、おうれん）、との間における色材の判別は可能であることが判った。

図 3 は蛍光を発しなかった試料であって、刈安は420nm 付近に極大吸光がある。桑もその波長付近に極大吸光があるが、660nm 付近にも二次的な極大吸光があるために、両者の区別が可能である。

くちなしの極大吸光は440nm 付近にあり、470nm 付近にもショルダー型の極大が認められる。

紅黄（紅花黄）の極大吸光波長域は図 2 には現れていないので、370nm 以下の短波長域にあるものと察せられる。

このような結果から、刈安、桑、くちなし、紅黄それぞれの染材による染色布には特有の波長における極大吸光があり、これら 4 種の判別が可能であることが判る。

3-3. 光劣化試験の結果

ブラックライトで蛍光を発した染色布のうち、きはだとおうれんの主要色素はベル

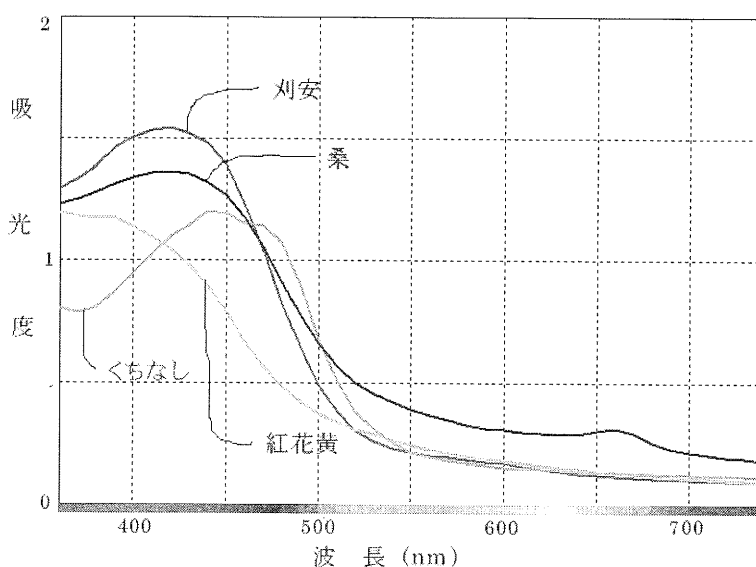


図3．蛍光を発しなかった染色試料布の吸光度曲線

ベリンで両者共に同じであるために、おうれん染め試料を省いて、きはだ、うこん、えんじゅ、のそれぞれで染めた染色布について、2－4で示した方法で光による劣化試験を行い、試験前後の吸光度曲線の結果を図4－1、2、3に示した。きはだ染色布の日光曝露による吸光度曲線の変化を図4－1で見ると、極大吸光波長における吸光度が露光時間に伴って逓減し、その一方、極小吸光度は逓増するのがわかり、420nm付近と、475nm付近の2点に等吸光波長がみられる。

えんじゅ染色布の場合を図4－2で見ると、吸光度曲線の短波長側で形成されていたショルダー型吸光は、露光時間に伴って逓減して勾配がなだらかとなり、490nm付近で等吸光波長に達し、それより長波長側では逆に露光時間に伴って逓増しているのが判る。

それらに対して、うこん染色布の吸光度曲線を図4－3でみると、短波長側のショルダー型吸光は露光時間に伴って急激に下降し、露光2時間では、ショルダー型が消失して斜線状になっているのが判る。そして510nmから580nmの範囲内に、等吸光波長が存在しているのが判る。

したがって、これら三者の露光による色の劣化をもたらす吸光度曲線の変化は、それぞれ特徴的であり、経年試料が大なり小なりの劣化作用を受けざるを得ない状況にあることを考慮に入れると、これらの結果は、染材鑑別の現場において重要な手がかりを与える役割を果たすものと期待される。

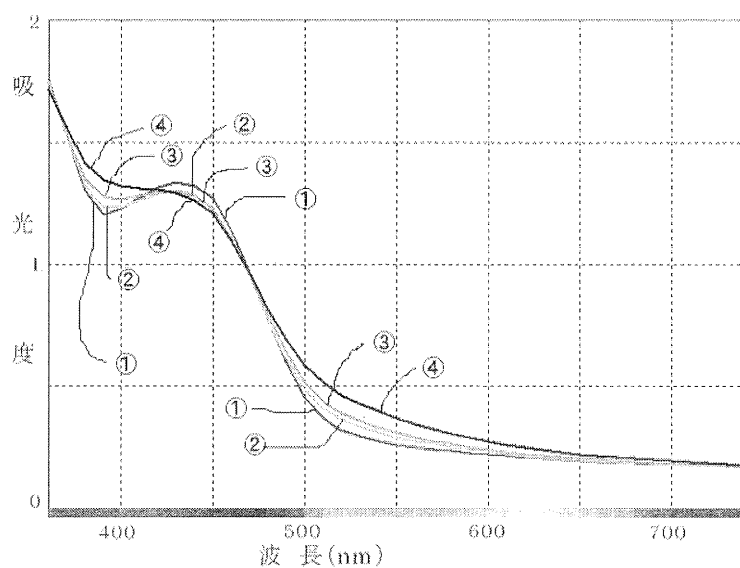


図 4 - 1. 黄檗（きはだ）染色布の日光曝露による吸光度曲線の変化
 ①未露光 ②30分露光 ③60分露光 ④120分露光

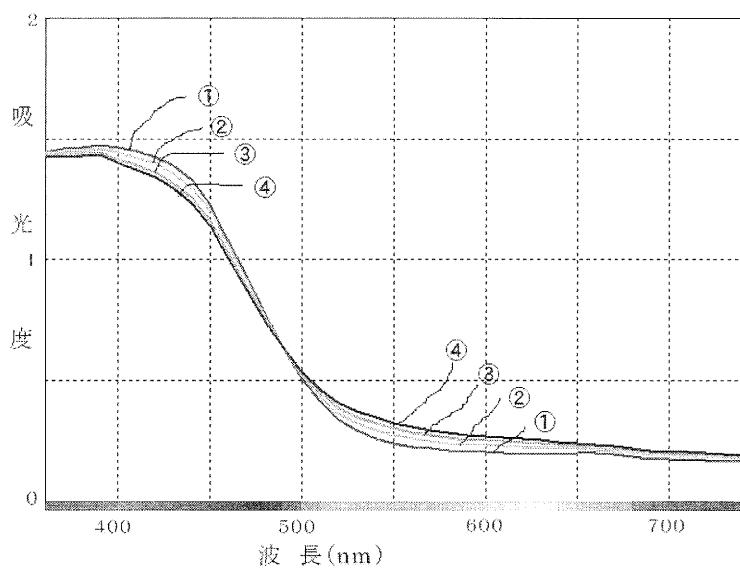


図 4 - 2. 槐樹（えんじゅ）染色布の日光曝露による吸光度曲線の変化

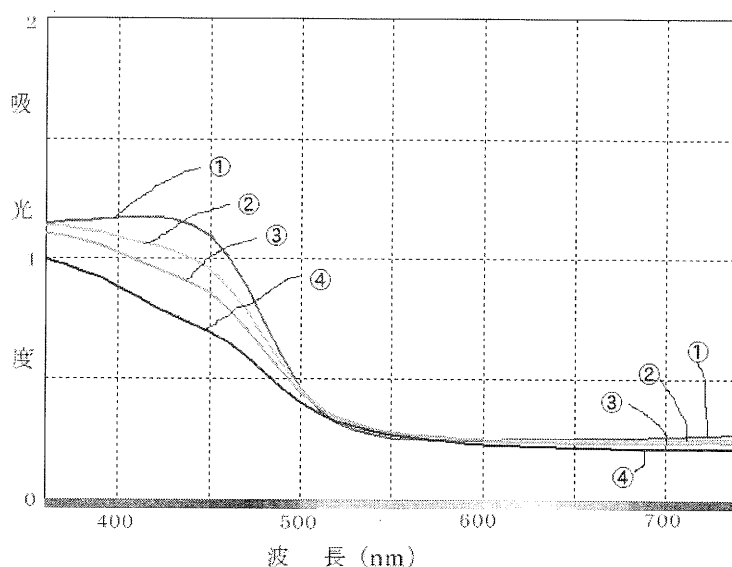


図 4－3．鬱金（うこん）染色布の日光曝露による吸光度曲線の変化

4. 黄色植物染料染色布の染材同定例

黄色染め時代裂（江戸時代）の一片を入手できたので、染材の同定を前述の結果に基づいておこなった。

ブラックライトによる照射テストをおこなうと黄緑色の蛍光を励起し、図 1 a の鬱金（うこん）に酷似した。

しかし、試料表面の吸光度曲線は、図 2 における鬱金の吸光度曲線でみられるようなショルダー型ではなく傾斜型であった。

そこで、図 4－3 に示した吸光度曲線の光照射劣化試験の結果と比べると、120分露光に伴う傾斜型の吸光度曲線とほぼ一致した。（図 5）

したがって、当該試料の黄色色素は、過去の展示や着用に伴う光作用や、経年変化を受けて劣化を蒙った鬱金の色素であると判断した。

5. む す び

目視による使用染材の鑑別が困難な黄色植物染め染色布に関し、各種染材による染色布の特性を非破壊的方法によって明らかにする目的で、光学的手法を用いて使用染材を特定づけた。すなわち、ブラックライト照射による蛍光の励起状況と、分光測色計による吸光度から得られる吸光度曲線を比較することにより、刈安、黄檗、鬱金、

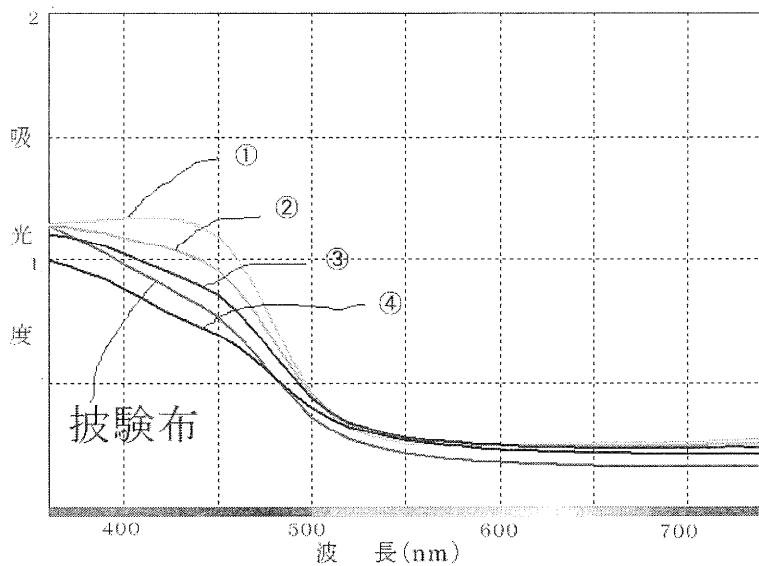


図5. 披験試料布（時代裂）と鬱金染色布の吸光度曲線
（鬱金染色布：①未露光 ②30分露光 ③60分露光 ④120分露光）

黄連、槐樹、紅黄、桑、梔子による各種黄色染めについて、それぞれの光学的特性を明確にした。黄檗と黄連は同じ色素で構成されているために両者の識別は困難であるが、他の6種類の染材が示す特性とはそれぞれ異なっているために判別が可能であることがわかり、それらの6種類相互間の判別も可能であることがわかった。また、着用・展示・経年等に伴う色素劣化の傾向を露光試験による吸光度曲線の変化によって把握し、黄色染め時代裂の染材同定が非破壊的方法によって可能となることを実例によって確かめた。

終わりに臨み、本研究実施の契機を与えて下さった有職文化研究所の仙石宗久所長、および、研究の遂行に当たって働覚誉会と指月林の職員諸氏にお世話になりましたことを心から感謝する次第です。

文 献

- 1) 林孝三編「増訂・植物色素」, p. 420～422, 養賢堂刊 (1988)
- 2) 林屋慶三; 葆光, No. 3, p. 55 (1991)

セルロース難染性天然染料による木綿繊維染色の研究

第2報 茜染めの媒染におけるアルミン酸塩の効果

麓

泉

1. はじめに

アルミニウム媒染で木綿を茜で染めようとする場合に、合成改質剤の使用を避ける目的で、天然物由来の油脂を原料としたロート油で前処理する方法を前報で提案した¹⁾。それによって綿布を濃い朱色に染めたが、本報では、水に溶けると強いアルカリ性を示すアルミン酸ナトリウムを用いる処理によって、木綿のアルミニウム媒染を効率化できれば、前処理を要せずに茜による綿布の濃色染色が可能になると考えて実験を行い、一定の成果を得たので報告する。

2. アルミン酸ナトリウムによる媒染処理で考えられる反応機作

茜染めにおける絹などの蛋白繊維では、明礬などのアルミニウム塩を用いる先媒染法が主流である。

しかし、同じ方法を木綿などのセルロース繊維に対しておこなうとアルミニウムイオンがセルロース繊維分子に結合しないため、あらかじめ繊維上に蛋白皮膜をつくる目的で豆汁処理、牛乳カゼイン処理などが行われている。前報¹⁾におけるロート油処理はそれら蛋白処理とは異なる方法で、ロート油の主成分である硫酸化油を吸着させてからアルミニウム塩水溶液で処理することにより、吸着された硫酸化油の硫酸基にアルミニウムイオンが導入されてアルミニウム媒染を可能にするものであった。

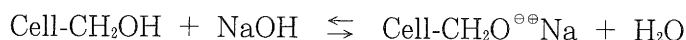
そこで、セルロースに対してアルミニウムイオンを直接的に結合させるために、従来用いられた明礬などのアルミニウム塩ではなく、本報の実験ではアルミン酸のナトリウム塩を熱水溶液中でセルロースに反応させる方法をとった。

因に、アルミニウム塩の水溶液に水酸化ナトリウムを少量加えると水酸化アルミニウムの白色沈殿が析出するが、過剰に加え続けると沈殿は消失し、透明になる。これはアルミニウムイオンがアルミン酸イオンとなり、そのナトリウム塩が形成されて溶解するためである。

この場合のアルミニウムはテトラヒドロキソアルミン酸 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^\ominus$ となって陰イ

オンの形成に組みしており、ナトリウムイオンと造塩すればアルミン酸ナトリウム $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ となって水中で強いアルカリ性を示す。水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ の場合は Al^{3+} が $\oplus$ イオンの役割を演じているが、それとは逆に、アルミン酸イオンは $\ominus$ イオン挙動を示す原子団を構成していることになる。したがって、アルミニウムは両性元素ともいわれている。

一方、木綿などのセルロース繊維は多数の OH 基をもっているために水中で膨潤しやすく、化学構造上、分子の最外側に突出している第二級アルコール- CH_2OH の OH は最も反応性に富んでおり、例えば水酸化ナトリウムの熱液中でイオン解離して $-\text{CH}_2\text{O}^{\ominus}\text{Na}$ となり、アルカリセルロースを形成する。この Na イオンは他のカチオンや反応基と置換することも可能で、セルロースの化学加工反応を進行させる足がかりに利用されている。

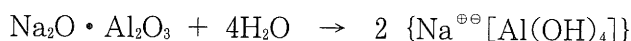


(Cell- はセルロース残基を示す)

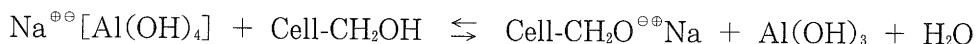
本研究の概念は、強いアルカリ浴中でセルロースと Na イオンを結合させ、次いで Na イオンが Al イオンに置換することを期待してアルミニウム媒染を可能にしようとする発想に基づくものである。

アルミン酸ナトリウム NaAlO_2 (または、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) は水に溶けて強いアルカリ性を示し、わずか 1 % の水溶液でも pH12 を示す。したがってこの熱水溶液中ではセルロースは膨潤するとともに、その第 2 級アルコール基の OH が活性化するので、次のような反応モデルを想定することができる。

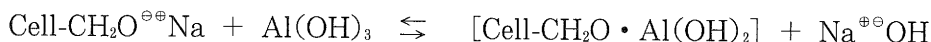
まず、アルミン酸ナトリウムが水に溶けると



次に、セルロースと反応して部分的にアルカリセルロース $\text{Cell-CH}_2\text{ONa}$ と水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ となる



置換反応がおこれば



水中でイオン化する傾向はアルミニウムよりもナトリウムの方が大きいから、この置換反応は十分に起こり得る可能性がある。

ここで、留意しなければならない点は、Al イオンが三価であるために、 $\text{Cell-CH}_2\text{O-}$ と Al イオンとの結合には水酸基を伴うことであって、実際には $\text{Cell-CH}_2\text{OH}$ の OH と水分子の OH とが関与し、複雑な錯体を形成されることになると思われる。

3. 染色実験

1) 媒染処理

精錬済みの綾織り綿布（葛城）を浴比50倍のアルミン酸ナトリウム1%水溶液（pH12）に入れ、80～90℃で30分間処理した。

処理後は室温まで放冷して水洗し、乾燥した。

〔水和処理〕前項2でも述べたように、セルロースとアルミニウムイオンとの錯体形成反応の完結には水分子の介入が不可欠と考えられることから、アルミン酸ナトリウム溶液による処理後に軽く水洗の後、浴比を100倍とした水浴中にて一週間浸漬して水和処理をおこなった（水和浴はおおむねpH9を示し、アルカリセルロースに結合していたナトリウムイオンがアルミニウムイオンと置換して水和浴中で水酸化していることを示唆した）。

水和処理を終えると処理綿布はよく水洗して乾燥した。

〔簡易水和処理〕上記の水和処理時間を短縮して3時間とした処理。

〔エイジング〕処理後は乾燥状態で染色までになるべく長期間保存するエイジング（枯らし）を行い、アルミニウム錯体の定着をはかる必要があると考え、本実験では染色までに少なくとも一昼夜以上の期間を置いた。

〔再処理〕アルミン酸ナトリウム溶液により処理を再度おこなう。処理時間は10分間とした。

以上の処理を組み合わせた媒染方法として、アルミン酸ナトリウム溶液で処理したあとに、次のような処理方法を設定した。

T 0	簡易水和処理	→	エイジング 1 日			
T 1	水和処理をせずに、	エイジング 16日間				
T 2	水 和 処 理	→	エイジング 15日間			
T 3		→	再 処 理	→	エイジング 15日間	
T 4		→		水和処理	→	エイジング 14日間
T 5		→	エイジング 13日間			
T 6		→	エイジング 2 日間後に再処理	→	水和処理	→

2) 染 色

披染布の1／3重量の市販インド茜を45倍量の水と共に10分間煮煎し、液を漉し取る作業を3回繰り返す、漉し液を合わせて、披染布の40倍となるよう水を加えて液量を調整し、この液を染浴とした。

染色は染浴を50℃に昇温して媒染処理を終えた布を入れ、約15分加熱しながら染色して80℃とし、80～85℃で15分間染色を続け、その後放冷して60℃付近で水洗し自然乾燥した。染色中は披染布を動かしてむら染めにならないよう注意し、放冷中もときおり布を動かした。

3) 重ね染め

A法：T 2 処理後の染色布を用い、80倍量のアルミン酸ナトリウム1％水溶液中で室温2時間の再媒染処理を行って水洗し、2)と同じ新しい染液を80倍量用いて同じ方法で染色する。…T 2 A

B法：T 4 処理後の染色布を用い、80倍量の硫酸アルミニウム1％水溶液中で室温3時間の再媒染処理を行い、絞り率100％（布と同量の液を保持した絞り率）でマンゲル絞り（または、しごき絞り）を行い、水洗せずに一週間自然乾燥したのち、ごく少量の非イオン性湿潤剤を滴下した水で水洗した後、A法の場合と同じ方法で染色する。…T 4 B

4. 結果と考察

染色布の表面色をミノルタ分光測色計2600dで測色し、染着濃度を吸光度曲線によって比較した。

まず図1は、前報¹⁾でおこなった前処理法によるもので、ロート油や蛋白質、タンニン質などを用いて前処理し、明礬で媒染処理してから染めた染色布の表面色を吸光度曲線で比較したもので、それぞれの前処理によって吸光度が著しく増加し、すぐれた濃染効果を示していることが示される。

未処理未媒染の綿布を染めた「コントロール」は吸光度がきわめて低いのに対し、明礬媒染と染色をセットとする染色工程を3回繰り返した「明礬媒染・染色 繰り返す3回」の場合でも、極大吸光波長（500nm付近）の吸光度レベルは「コントロール」の2倍程度にとどまっていることが示されている。

なお、明礬媒染の前におこなう「ロート油前処理」は、この図において極大吸収波長の吸光度が最大レベルに達しており、「豆乳前処理」とともに染着濃度が最高であ

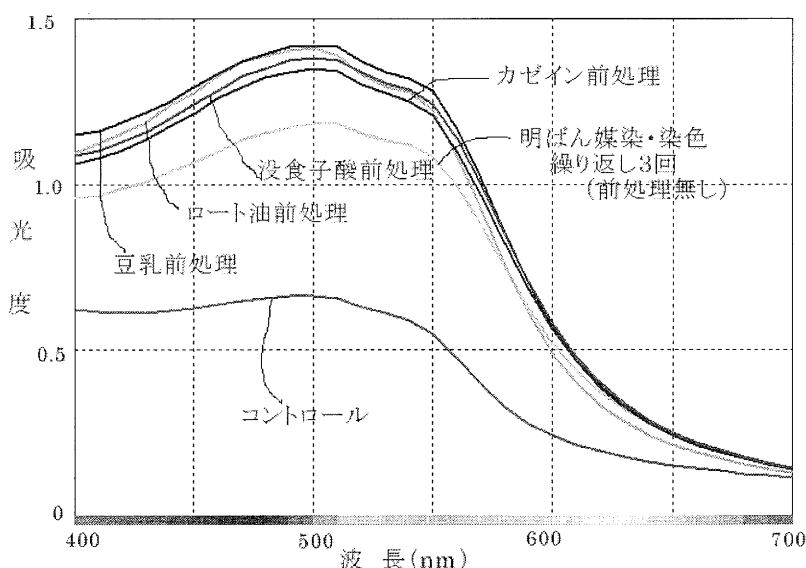


図1 前処理後に明礬媒染して染めた木綿茜染めの染色効果

ることがわかるが、曲線の立ち上がり比べると傾斜が最も急であることから、他の前処理の場合に比べて彩度が最も高いものであったことが示される。

図2、図3は、本実験における媒染処理T1、T2、T3、T4の染色後の吸光レベルを、図1の主な試料の吸光レベルと比較したものである。

図2を見ると、T2はT1に比べて吸光度のレベルが高く、水和処理による濃色効果が顕れている。

図3におけるT3とT4は、T2と同じ水和処理をした後に、再度アルミン酸ナトリウムで媒染処理し、T4はさらに水和処理を加えているのであるが、図3におけるT3は、図2におけるT1のレベルと同じであり、T4は図2のT2のレベルと同じであることから、再媒染の処理効果はないといえる。

それらに対し、図4に示しているT5、T6は、水和処理後に2日間のエイジングをおこなってから再度媒染処理をしたものであって、図2のT1、T2よりも吸光レベルが上昇していることがわかる。

したがって媒染処理のあと、ある期間のエイジングを経てから再媒染処理を行って染めれば、再媒染の効果を期待できることがわかった。

しかしなお、その濃色効果は、図4の吸光レベルが示すように「明礬媒染重ね染め(3回)」とほぼ同程度か、若干上回る程度にどどまっている。

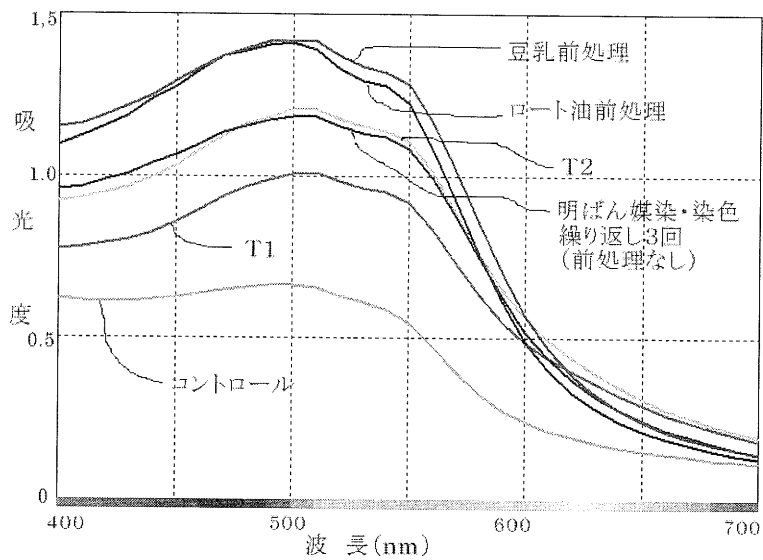


図2 T1、T2処理による茜色素の木綿染着効果

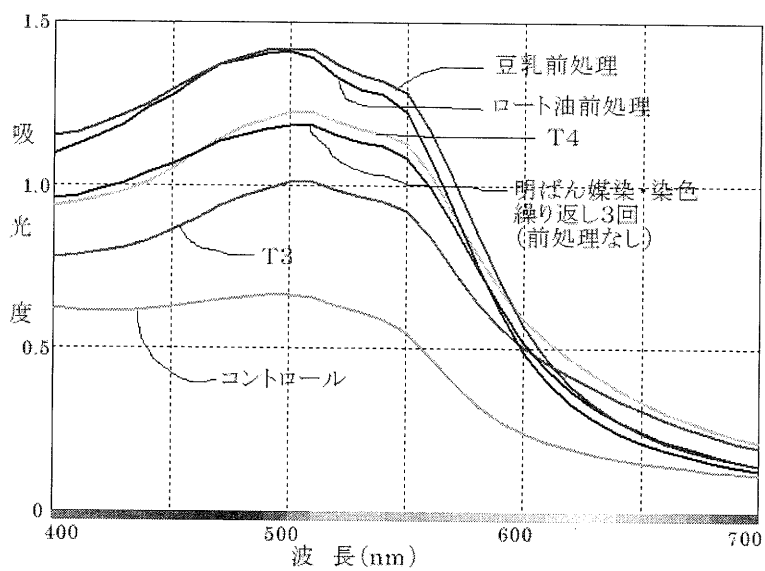


図3 T3、T4処理による茜色素の木綿染着効果

そこで、アルミン酸ナトリウム媒染処理染色後に重ね染めを行ってみた結果が図5である。

T2処理後の染色布をさらにアルミン酸ナトリウムで媒染処理し、染色したT2A、および、T4処理後の染色布をさらに硫酸アルミニウムで媒染処理し、染色したT4

Bのそれぞれを図5で見ると、明らかに吸光度のレベルアップが認められる。とくにT4Bの場合は極大吸光波長におけるレベルが「ロート油前処理」と同程度にまでアップした。

ただし、その吸光度曲線の裾野は「ロート油前処理」の場合よりも広がっているか

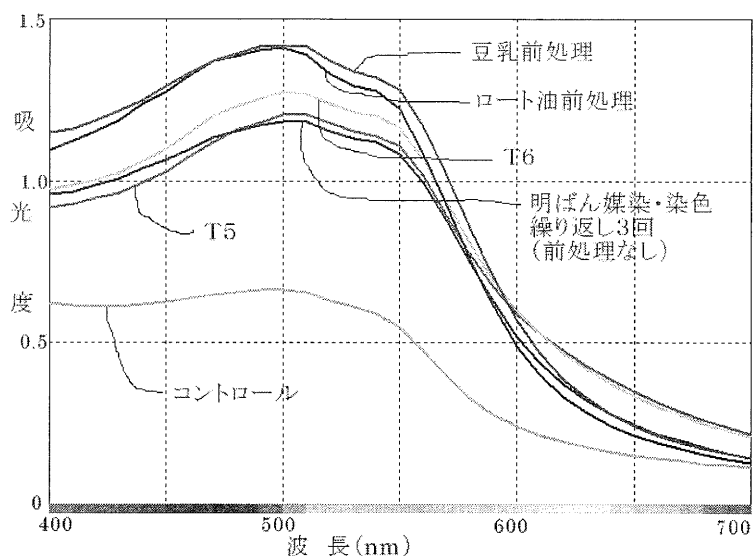


図4 T5、T6処理による茜色素の木綿染色効果

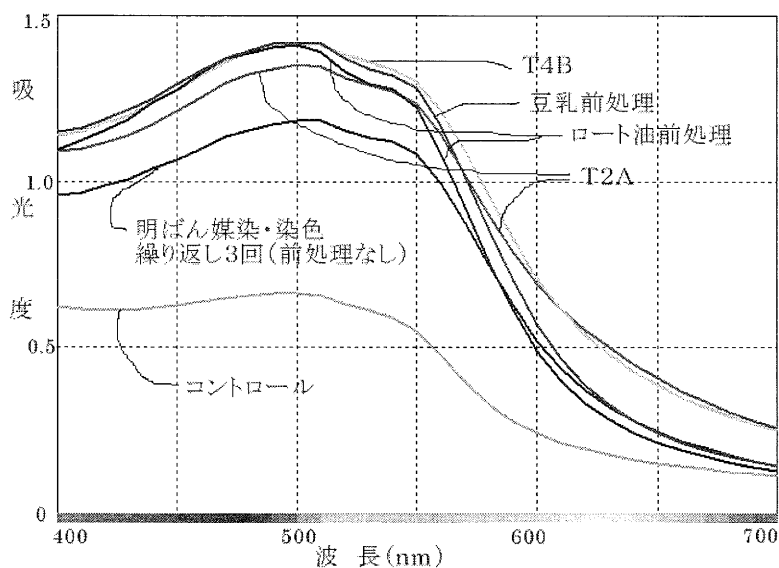


図5 T2、T4処理後の重ね染めによる茜色素の木綿染色効果

ら、少し暗色になっていると判断される。

これらT 2 A、T 4 Bは染め重ね回数が2回であるが、一方の「明礬媒染・染色、繰り返し染め」は重ね染め回数が3回でありながらT 2 A、T 4 Bより吸光度が低レベルであることから、本報におけるアルミン酸ナトリウム媒染処理は、明礬媒染よりも濃色化に対して著しく効果的であったことがわかる。

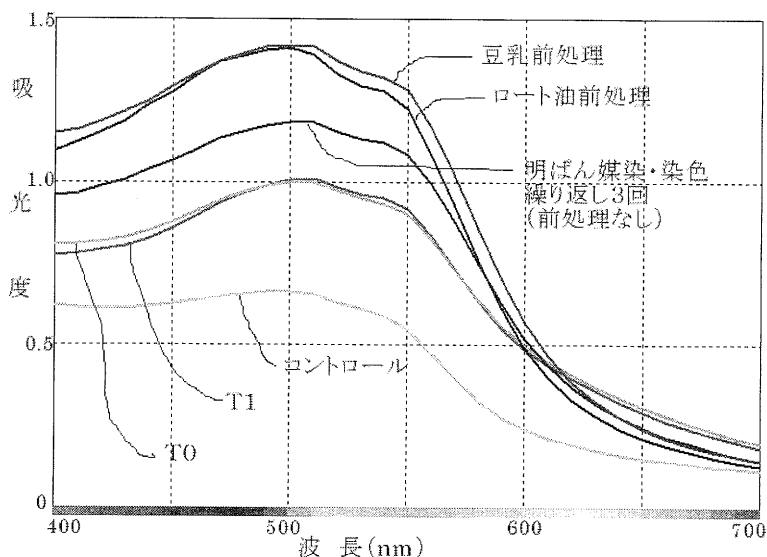


図6 T 0 処理による茜色素の木綿染着効果

なお、アルミン酸ナトリウム処理後の水和処理時間が短いT 0 の場合はどうなのか。図6は水和処理せずにエイジングしているT 1 と比べたものであるが、T 1 とT 0 の吸光度は同レベルとなっていて、3時間という短時間の水和処理は、濃色効果がT 1 と同程度にしかならないことがわかった。

5. まとめと謝辞

以上の結果をまとめると、アルミン酸ナトリウムの熱水溶液処理による媒染は、処理後の水和処理とエイジングを適当に組み合わせるおこなうことにより、木綿に対する効果的なアルミニウム媒染を可能とし、茜の染色、発色を有利に導くことがわかった。その後、同じ処理を重ねる再媒染処理は、エイジング期間をおいてから行えば効果のあることがわかった。

アルミン酸ナトリウムによる媒染と染色を終えた後におこなう重ね染め（再媒染を

含む)は、明礬媒染と染色を3回繰り返しておこなった場合よりもはるかに効果的であり、ロート油、豆乳などで前処理し、明礬媒染して染めた場合と同程度の濃色効果を得ることが判った。

堅牢度の比較については、引き続き実験を行い、次報で報告したい。

本報の実験実施に当たっては、(財) 覚誉会の諸氏にお世話になりましたことを茲に深く感謝する次第です。

文 献

- 1) 麓 泉; 葆光, No.16, p.9 (2005)

インド藍から合成物を反応に使用しない インジルビンの取得法について

曾 根 健 夫

1. はじめに

インジルビンの大きい存在価値は植物性赤紫色系色素としての希少性にある。我々を取り巻く現代の生活環境全般で合成物忌避、天然物志向の強い傾向が永年続いている。

インジルビンの用途として、現実に使用されたものに中国での抗腫瘍性薬剤があり^{1,2)}、外に考えられるものとして各種着色剤や衣料用染料等があると思われる。これらの中で最も量的にも使用価値の高いのが衣料用染料であろうと思われる。

衣料用染料にしても、取り分け天然物志向の強い人々では染色時は言うに及ばず、染料の生成時においても反応などに合成化学薬品を使用した染料は好ましくないとされている。

インド藍や蓼藍などの天然藍からインジルビンを生成する論文は多く見かけるが、殆どの論文は紫色ないし赤紫色色素の生成条件について述べられているのであって、生成色素の諸性質についてまで記述された論文は殆ど見られない。

インド藍など主に沈澱藍から溶剤抽出により得られる赤色ないし赤紫色色素や、蓼藍による生葉染めの際に、染色条件によって生成することがある上記赤紫色色素を、手芸染色領域では一般にインジルビンと呼んでいる。しかしその色素が化学的に純正な分子構造のインジルビンを指すものでないことは言うまでもないことであろう。しかし、それらの一般にインジルビンと呼ばれる色素についてのある解説は、純粋なインジルビンは鮮明な赤色であるとか、またはどきつい赤色であるというような表現もなされている。

このことは恐らく、インド藍など天然藍から褐藍と呼ばれる褐色色素のインジゴブラウンや黄藍と呼ばれる黄色色素のインジゴイエロー等を除去した残余の紅藍を、純粋のインジルビンと呼んでいるものと思われる。

筆者の実験結果では、普通一般にインジルビンと呼ばれている染料で染色された絹染色物の日光堅牢度は極めて弱く、ブルースケールの1級にも及ばない位であった。

例え手芸品であっても、衣料用として実用に耐えるには、日光堅牢度は3級か、それ以上が要求されるものと思われる。

一般にインジルビンと呼ばれている染料には種々の色素が少量混入しており、そのインジルビンによる染色物の日光堅牢度の改善に対し、混入している黄色、褐色、青色（インジゴ）色素の日光堅牢度の、インジルビンによる染色物の日光堅牢度に及ぼす影響について検討した。

しかし上記のような一般にインジルビンと呼ばれる色素による染色物の場合と異なり、合成された純正と思われるインジルビンによる染色物の日光堅牢度が3級以上の日光堅牢度を示すことが確認されている。このことからすれば、例え手芸品用としても実用に耐える赤紫色衣料用染料であるからには、化学的に純正であるか或いはそれに近い純度のインジルビンであることが要求されるものと思われる。

化学的に純正なインジルビンを合成することは比較的容易であるが^{3,4)}、冒頭で指摘したように、合成物忌避の社会情勢からすれば、天然藍を原料として純正或いはそれに近い純度のインジルビンを、反応などに合成薬品を全く用いないで取得することが要求されるものと思われる。

近時天然藍として琉球藍を原料として、純正インジルビンと思われる染料を取得した論文が発表されているが⁵⁾、イサチンや酢酸など各種合成物が反応に用いられており、合成薬品を用いていない論文は未だ目にしていない。

筆者は近時インド藍から沸騰エタノールによるインジルビンの抽出実験において、抽出溶液中にエタノールに難溶性とされるインジルビン以外にエタノールに極めて溶解し易い赤紫色の色素が存在することを見出した。この実験結果を基に、合成薬品を反応に用いないで、天然藍から純正に近いと思われる純度の高いインジルビンを採用することが可能であるものと判断した。現在のところ採取法に種々改善の余地が残っているが一応実験結果を発表する。

2. 実 験

2. 1 原料インド藍および使用薬品

インド藍は1998年9月18日に榊田中直染料店より購入したもので、濃藍色の微粉末であり、実験室の薬品棚に直射日光を避けて置かれていたものであった。

使用薬品として特定なものは無く、Widmer 精留塔を付して蒸留した結果、エタノールの沸点とほぼ一致したことから、市販の変性アルコール（以下アルコール）をそのままインジルビン等の抽出溶剤として使用した。

インジゴブラウンを特に強く抽出・除去する場合にはナカライテスク(株)製の試薬特級の1.4-ジオキサンを用いた。室温にて約1時間時々攪拌しながら浸した。その後吸引濾過してインジゴブラウン除去した。

2. 2 染色用布

染色用布は JIS 染色堅ろう度試験用 (JIS. L 0803 準拠) 14 匁付絹であった。

精練は第一工業製薬(株)製非イオン系界面活性剤 (イノゲン ET140 の 0.2%) にて、70~74℃において40分間行った。

2. 3 測定用機器および移動相

使用機器は従来と同様、高速液体クロマトグラフ (HPLC) とペーパークロマトグラフ (P P C) であった。

HPLC は前報と同様(株)日立製作所製 L-7000 シリーズであった。

カラムは日立: GH-C18 (4.0mm I. D×150) であった。

移動相は水: アセトニトリル=45:55 の容積比の混合溶媒を用いた。混合にはポンプ付属の機器によった。水およびアセトニトリルは HPLC 用の試薬であった。測定用サンプルは TOYO 濾紙(株)製の孔径 0.45 μ m のメンブレンフィルター (DISMIC-25 HP045AN) で濾過してバイアルに注入した。

P P C 法は TOYO 濾紙(株)製 NO. 50 または 51A を用いた。展開はマスペーパークロマトグラフィー法⁶⁾によった。展開の溶媒はアルコールであった。

2. 4 インド藍から特定色素の分取法

市販のインド藍粉末 60gr にアルコール 100ml を添加、還流冷却器を付して、静かな沸騰のもと 60 分間加熱してインジルビンや他の含有色素を抽出した。次いで液温の低下によるインジルビンの析出を少なくするために、加熱終了後即座に吸引濾過し、次いで約 20ml の 70℃ 以上の高温アルコールで沈澱を洗浄し、濾過液に洗浄液を流込んだ。その溶液から成分色素を P P C 法により採取するため、約半分の容積になるように 73~75℃ においてロータリーエバポレーターを用いて濃縮した。

濃縮された黒赤紫色溶液から、前報⁷⁾と同様マスペーパークロマトグラフィー法により含有色素を分別した。得られた濾紙を風乾後、平面状に伸ばした。最上部の黄色層、次いで薄青緑層があり、その層の下に赤黒紫色の太い横線の層があった。その層の下に褐色の層が展開していた。

最上部の黄色層、薄青緑層、赤黒紫層、褐色層それぞれの層を鋏で切り取って、アルコールにより各色素を抽出した。なお、それらの色素層のうち太い赤黒紫層をインジルビン含有切片とした。

2. 4. 1 粗製インジルビンの採取および精製

上記のインジルビン含有切片約0.2 gを15～20mm位の長さに切断して試験管に投入、それに20℃位のやや低い室温のアルコールを5～8 ml注入する。この場合即座に切片から濃厚な赤紫色溶液が生成した。3回位アルコールを取り替えると、ほぼ赤紫色溶液の生成は止まり、次いで4回目のアルコール注入後、1～2分経過後から、今までの溶液の色相と大きく異なった紫色の強い赤紫色の溶液が生成した。

以後何回かエタノールを取り替え、集められた紫色の強い赤紫色溶液が、粗製インジルビンと思われる色素を高い濃度で含有する溶液とした。

粗製インジルビンと思われる色素を精製するには、その色素の溶液をP P C法に適当な濃度に濃縮し、再度濾紙上に展開し、アルコールに急速に溶解する微量の残存赤紫色色素や黄色色素を除去することにより、より純度の高いインジルビンと思われる色素を得ることが出来た。

2. 4. 2 展開濾紙から抽出された黄色、青色、赤黒紫色、褐色による絹の染色

インド藍から抽出された一般にインジルビンと呼ばれる赤紫色素のP P C分析で得られた各色素の飽和アルコール溶液に、それと同量の水を添加して72～73℃において60分間染色した。浴比は1：50であった。

染色後中性洗剤を用いて温水洗浄した。

2. 4. 3 精製インジルビンによる絹の染色

P P C法分析に使用する程度の、やや濃厚な先に述べた純度の高いインジルビンと思われる色素のアルコール溶液に、ほぼそれと同量の水を添加し、20ml容量の試験管を染色容器として染色した。浴比は1：50であった。

染色温度および染色時間は室温（22～23℃）において一夜放置した。

染色後中性洗剤を用いて温水洗浄した。

2. 4. 4 アルコールに極めて溶解し易い赤紫色色素による絹の染色

濃縮された赤紫色染色溶液に、それと同量のアルコールと約4倍量の水を添加した。

白濁した薄赤紫色の染色液にて、75℃において50分染色した。浴比は1：50であった。

染色後中性洗剤を用いて温水洗浄した。

2. 5 染色布の日光堅牢度の測定

日光試験（JIS L 0841-1974）直射日光法に準拠した。

3. 結果と考察

3. 1 インド藍から熱アルコールによるインジルビンの抽出およびそれによる染色物の日光堅牢度

インド藍の熱アルコールによる抽出液には黄色色素やインジルビンおよび褐色色素並びに極微量の青色色素のインジゴ等が含有され、それらがP P C分析のクロマトグラムに展開されている。展開されたクロマトグラムは前報⁷⁾に発表しているが、ほぼ中央部の太い濃赤紫色横線を残し、他の部分を切り捨てることによって黄色色素やインジゴや褐色色素の殆どを除去することが可能であった。

上記の濃赤紫色色素による染色物の日光堅牢度が極端に弱いことを先に述べたが、その改善策として、P P C法により得られた赤紫色のインジルビン、更に混入している微量の黄色、褐色、青色色素の日光堅牢度を測定して、赤紫色より日光堅牢度の弱い色素を除去することにより、インジルビンと考えている赤紫色色素による染色物の日光堅牢度の上昇を試みた。次ぎに測定した各種色素の日光堅牢度を表1に示す。

表1. インド藍中の成分色素とそれによる染色物の日光堅牢度

成分色素名	堅牢度（級）
インジルビン	1
インジゴブラウン	1
インジゴイエロー	3
インジゴ	3

上の表が示すようにインジルビンと考えられ、そのように呼ばれてきた色素から、赤紫色以外の色素を除去した色素の日光堅牢度が極めて弱いこと、インジゴブラウンも同程度弱いこと、インジゴイエローおよびインジゴは3級以上の日光堅牢度を示すことが明らかであった。

以上の測定結果から、インジゴブラウンを可能な限り除去することにより、インジルビンと呼ばれる色素による染色物の日光堅牢度が改善されるものと予想していたが、インジゴブラウンを1,4ジオキサンにより良好に除去した後も、期待した改善が得られなかった。このことから、一般にインジルビンと呼ばれる赤紫色色素自体に日光堅牢度の弱い原因が存在するものと思われた。

3. 2 インド藍から熱アルコールによるインジルビンの抽出およびその分別

先にも述べたことであるが、熱アルコールにより抽出された赤黒紫色色素はP P C法により種々の色相に分別され、濾紙中央部の太い横線の部分の色素を、普通は一般にインジルビンと呼んでいるが、従来はその部分の切片からアルコールなどの溶剤で色素を抽出して染色に用いていたのであった。

今回は上記のアルコールによる切片からの色素の抽出にあたり、アルコールに投入した場合、即座に溶解して濃厚な赤紫色溶液を生成する色素の外に、暫くの時間経過後に紫色の強い赤紫色の色素が溶解・生成することが見出されていたが、更に濾紙に黒赤紫色の斑点として固着している色素が存在していることが見出されたのであった。

純正インジルビンは種々の文献^{2,8,9)}でも、アルコールに難溶性とされていることから、温アルコールによる数分の時間を掛けての上記黒赤紫色斑点から、更なる色素の抽出を行った。この操作により得られた溶液は紫色の強い赤紫色を呈し、先に急速に溶出した赤紫色溶液の色相と大きく異なっていた。

3. 3 上記アルコールに即溶性の赤紫色色素溶液と難溶性の紫色の強い赤紫色色素溶液のHPLCクロマトグラム

従来は赤紫色系色素については、P P C用濾紙に固着している黒赤紫色斑点には着目せずに、アルコールに即溶性の赤紫色色素に主眼が置かれ、難溶性の紫色の強い赤紫色色素の極一部を含めた混合色素を普通一般にインジルビンと呼んでいたことになるものと思われる。

上記の一般にインジルビンと呼ばれる色素による絹の染色物の日光堅牢度が極端に弱いことと、純正と思われる合成インジルビンまたは精製されたP P C用濾紙に固着した色素による染色物の日光堅牢度が3級以上を示すことを先に述べたが、これらの色素間の日光堅牢度の相違は、当然それぞれの色素の構成分子の相違を示すものと思われる。このことから、日光堅牢度とそれぞれの分子構造との関係を幾らかでも明らかにする目的で、アルコールに即溶性の赤紫色色素溶液と精製された、P P C用濾紙に

固着した色素の溶液および純正に近いと思われる合成インジルビン溶液のそれぞれについて HPLC 分析を行って成分色素分子を比較検討した。

3. 3. 1 精製された、P P C 用濾紙に固着した色素および合成インジルビンの HPLC 分析

P P C 用濾紙に固着した色素の P P C クロマトグラムを図 1. に、その図でインジルビン層と思われる茶紫色中間色素層からアルコールにより抽出された色素の HPLC クロマトグラムを図 2. に示す。図 3. に、ほぼ純正と思われる針状結晶を呈する合成インジルビンの HPLC クロマトグラムを示す。図 2. の HPLC クロマトグラムと図 3. のそれとを比べると、保持時間 3.74 分のインジゴの信号強度 (mV) の、

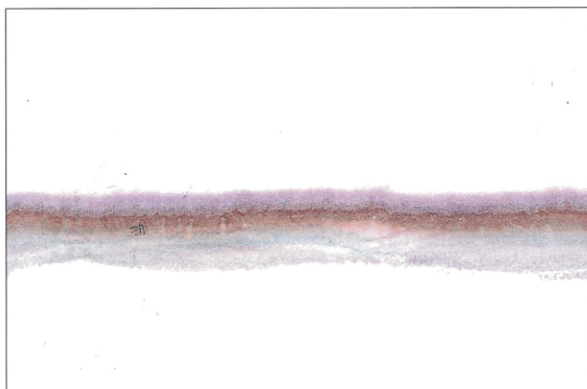


図 1. 精製における P P C 用濾紙固着色素のクロマトグラム

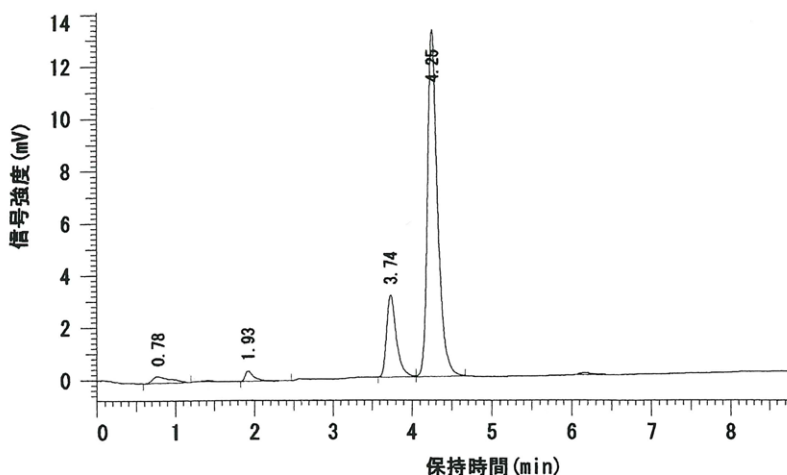


図 2. P P C 用濾紙の中間色素層の茶紫色色素のクロマトグラム

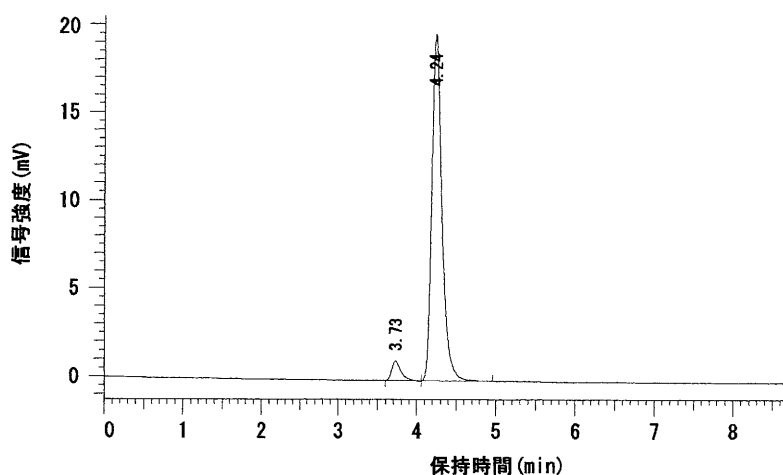


図 3. 合成インジビンのクロマトグラム

保持時間4.25分のインジビンの信号強度（mV）に対する比率が大きい事と、保持時間0.78分と1.93分の微小なピークが見られること以外の相違は見られないことが分かった。

以上の測定結果は、P P C用濾紙に固着した精製色素が、ほぼ純粋と思われるインジビンに、純度の上では大きい相違が無いことを示すものと思われる。

3. 3. 2 アルコールに即溶性の赤紫色素の HPLC 分析

室温のアルコールに即刻急速に溶解する赤紫色素のクロマトグラムを図 4. に示す。

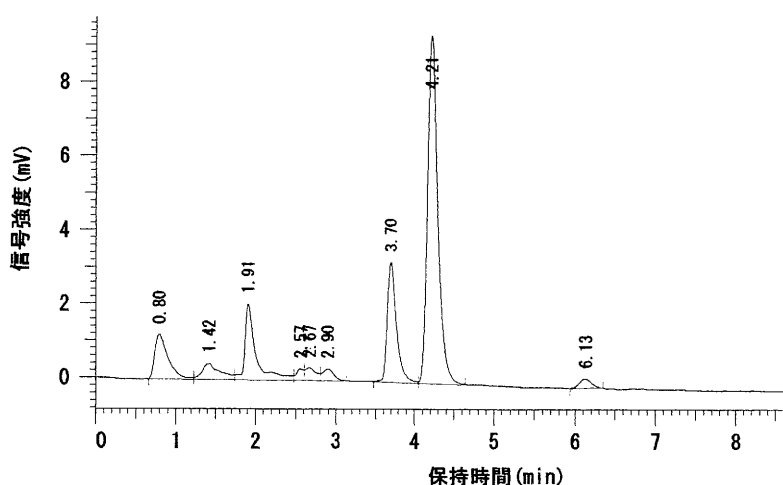


図 4. アルコールに即溶性の赤紫色素のクロマトグラム

この図から明確になったことは、保持時間0.80～2.90分の短い時間内に多くのピークが存在することと、1.91分のピークが大きいことであった。これらのピークが如何なる物質を示すのかは明らかではないが、赤紫色色素の生成に大きく関与する色素がインジルビンとは異なった種々の色素であることを示唆するものと思われる。

なお、これらの色素のインジルビンに対する含有率について、単純には求められないものと思われるが、インジルビンと同じ検波波長で求めた赤紫色色素であるとすれば、HPLC のクロマトグラムのピーク高さ及び濃度数値それぞれから求めてみると大略50%のように思われる。

3. 4 インド藍から抽出・分離されたアルコールに即溶性の赤紫色色素と、濾紙に固着した強い紫色の赤紫色色素による染色とそれら染色物の日光堅牢度

アルコールに即溶性の赤紫色色素では、実験の項で述べた方法により濃厚に染色された。この染色物の日光堅牢度は一般にインジルビンと呼ばれている色素による染色物の場合と同様1級程度の極めて弱い値であった。

濾紙に固着した色素による染色も実験の項で説明した条件により染色したが、この色素がアルコールに溶解し難いこともあって、添加する水の量を少なくしなければならなかった。70℃で染色した場合よりも、室温で染色した場合の方が濃厚に染色された。染色が発熱反応であることからすれば、低温の方が有利のように考えられるが、室温では染着平衡に到達するには染色時間が短か過ぎるように思われる。寧ろ、高い温度での染色より低温の方が染着染料の脱着が少ないことによるものと思われた。

この濾紙に固着した色素による染色物の日光堅牢度は、数少ない実験であったが2～3級を示した。

以上の実験結果から、現段階では未だ不完全であるが、合成インジルビンによる染色物の日光堅牢度に近い強度を示す赤紫色色素がインド藍から採取できることが明らかになった。

なおインド藍から抽出され、普通一般にインジルビンと呼ばれる色素による染色物の極めて弱い日光堅牢度の主な原因は、その色素中のアルコールに即溶性の赤紫色色素の存在によるものと思われる。

4. 結 論

天然藍としてのインド藍を原料として、化学合成薬品を製造過程での反応等に一切用いないで、ほぼインジルビンと思われる色素を取得することが可能であった。

天然藍から特別の分離処理などを行わずに得られる赤紫色系色素を、手芸染色領域では普通一般にインジルビンと呼んでいるようであるが、その色素中の純正なインジルビンの量はさほど多いとは思われないが、そのインジルビンの半分位はアルコールに易溶性の構造不明の赤紫色素と思われる。

普通一般にインジルビンと呼ばれる色素による絹染色物の、実用の域に達しない極めて弱い日光堅牢度は、主に上記の構造不明の赤紫色素の存在によるものと思われる。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、多くの有益な助言と材料を賜りました(株)田中直染料店の高橋誠一郎研究部長に厚く御礼申し上げます。なお財団法人覚醒会の各位からも多くのご支援を頂きました。併せて厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Wu Guanyun, Liu Jingzhong, Fang Fude and Zuo Jin; *SCIENTIA SINICA* (Series B), Vol. XXV No. 10, 1071 (1982)
- 2) Ma Mingzhu, Yao Bangyuan; *Institute of Traditional Chinese Medicine*, 3, 245~248 (1983)
- 3) 牛田 智、谷上由香、太田真祈、原島由紀；第37回染色化学討論会要旨集、p. 1 (1996)
- 4) 曾根健夫；「葆光」、13号 p. 31 (2002)
- 5) 村田博司・向吉郁朗・古川郁子・神野好孝・馮 西寧・早川勝光；繊維学会誌、61、No. 3 p. 73 (2005)
- 6) 安田 斉；「花の生理、生化学」、内田老鶴圃刊、p. 28 (1993)
- 7) 曾根健夫；「葆光」、9号、p. 13 (1997)
- 8) NORBERT ADOLPH RANGE; [HANDBOOK OF CHEMISTRY], HANDBOOK PUBLISHERS, INC. SANDUSKY, OHIO. p. 402 (1939)
- 9) 大木道則 他；「化学事典」、東京化学同人刊、p. 134 (1996)

絹繊維に関する研究（その 8）

光の反射特性について

高 橋 重 三

1. はじめに

絹繊維産業は和装品を主体として成立っていたが、新たな用途拡大が求められている。絹繊維を洋装品および男性用品に利用しようとするれば、少し光沢を抑えたいということも考えられる。化合繊では酸化チタンを混入しセミダル糸、ダル糸を作り、光沢を調節している。絹ではかかる加工は不可能であるから、生糸への撚り掛けを行い、乱反射を多くすることにより調節を試みた。

前報（葆光第16号2005. 3）では、太糸系蚕品種日 9・0×中 9・0（ありあけ）からの生糸について、生糸への撚り掛け（撚り数 0～2000T/m）を行ない、その後の各段階での光の反射特性について検討した結果を報告した。本報では、細糸系蚕品種日 1・2×中 1・3（しんあけぼの）からの生糸について、先の太糸系と比較検討した結果を報告する。

2. 実 験

2. 1 原料生糸の作製

蚕品種日 9・0×中 9・0（Ariake、太糸系）と日 1・2×中 1・3（Shinakebono、細糸系）の 2 種の蚕種を、独立行政法人農業生物資源研究所から分譲してもらい、全令桑飼育により繭を得た。繭糸長および織度は 1 粒繰りにより測定した。生糸は試作繰糸機を用い、ケンネル撚り掛けを経て、27 d を目標に定粒付け法で作製した。

2. 2 撚り掛け生糸の作製

京都市産業技術研究所繊維技術センターに依頼した。撚り数 0、500、1000、1500、2000T/m の撚り掛け生糸を作製した。撚り止めは 100℃蒸気中 30～40 分処理した。撚り数は実測が難かしく計算値を用いた。

2. 3 撚糸の作製²⁾

撚り数 0（元の生糸）および撚り掛け生糸各 3 本引揃えボビンに巻取り、3480r/m の回転軸に固定し回転し、巻取り速度を変化して撚り数を変えた。2 本諸撚り糸の巻き取り速度と撚り数との関係図から、所定の巻取速度を決めた。下撚りは300T/m を目標に巻取った。3 本撚り糸をさらに 2 本引揃えボビンに巻取り上撚りを掛けた。上撚りは150T/m を目標とした。撚りの方向は下撚りと上撚りでは逆方向にした。撚り数（T/m）は島津製撚器を用いて測定した。

2. 4 精練方法

試料糸は総状態にする。0.5%炭酸ナトリウム水溶液、試料の50倍以上を用い、85℃～90℃20分間緩やかにかくはんして行う。温水で洗った後流水で洗い、さらに0.5%酢酸水溶液につけ、最後に十分流水で洗う。遠心脱水風乾する。

2. 5 光の反射特性の測定³⁾

反射特性は、自動変角光度計（村上色彩技術研究所製 GP-200型）を用いて測定した。試料は、糸をプラスチック製枠（スライド用マウント）に平行に密に（83～160 本/cm）を巻き付けたものを測定用試料とした。試料への光の入射角度を45°と一定にして、受光角度0°～90°の範囲を測定した。測定は電圧制御によってなされるため、反射光強度は比較試料間の相対値として計測される。

測定は糸の長軸が試料固定台に垂直方向（たて方向図1－a）と水平方向（よこ方向図1－b）の2方向からの入射条件で測定した。

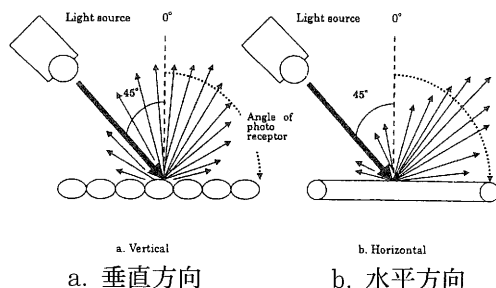


図1. 試料の固定方向および試料への入射と受光角の関係

3. 結果および考察

3. 1 繭の性質

表 1 平成15年産繭の性質

		本研究		文献値 ¹⁾		
		繭糸長(m)	繊度(d)	繭糸長(m)	繊度(d)	備 考
日 9・0×中 9・0 (ありあけ)	15春	1202	4.15	961	4.28	H 2. 春
	15秋	926	3.90			
日 1・2×中 1・3 (しんあけぼの)	15春	1750	2.55	1792	2.16	H 2. 春
	15秋	1381	2.20	1536	2.02	H 2. 秋

春繭の方が秋繭より繭糸長・繊度共に大である。この事は従来一般的と言われている。

3. 2 生糸の繊度

ありあけは7粒付けで繰糸し、生糸の実測繊度は29.6 dであった。しんあけぼのは13粒付けで繰糸し実測繊度は30.7 dであった。ほぼ同じ太さと見なされる。

3. 3 撚糸の撚り数

表 2 Ariake の精練撚糸の撚り数

生糸への撚り掛け数	下撚り数	上撚り数
0 T/m	278	136
500	217	148
1000	246	153
1500	228	147
2000	250	154

目標値として下撚り300T/m、上撚り150T/mを仮定したが、かなりバラツキがあった。巻取り方法を改善する必要がある。

3. 4 絹糸（精練後）の光反射特性

Ariake と Shin-akebono 繭から、ほぼ30 dの生糸を作り、これに撚り掛けを行なった後、撚り止め精練した絹糸のたて、よこ方向の光の反射光強度を測定した結果を図2、3、4に示した。

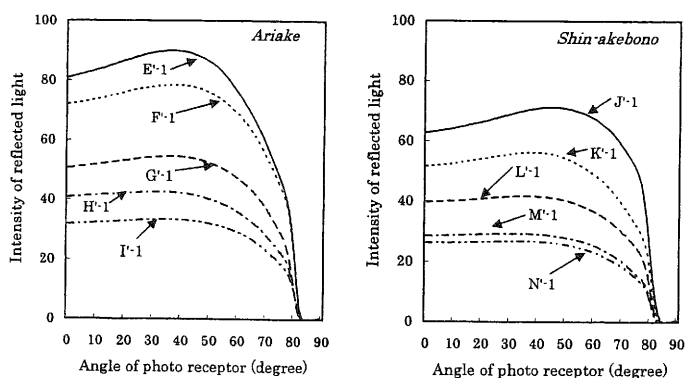


図 2. 生糸への撚り掛け数と垂直方向での光の反射光強度との関係

表 3 生糸への撚り掛け数と記号

生糸への撚り掛け数	Ariake	Shin-akebono
0 (T/m)	E'	J'
500	F'	K'
1000	G'	L'
1500	H'	M'
2000	I'	N'

いずれの糸においても、撚り数が増すと反射光強度が低下する傾向が見られ、また太織度の Ariake の方がやゝ高い反射光強度を示した。

同様によこ方向での結果を図 3 に示した。

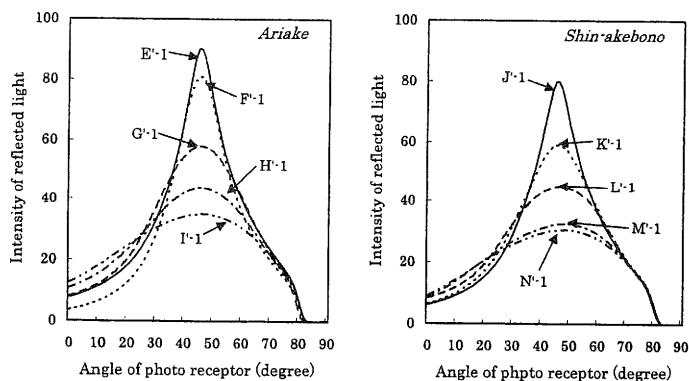


図 3. 生糸への撚り掛け数とよこ方向での光の反射光強度との関係

反射光強度は受光角度の影響が大きく、 45° において最大値を示す。最大値は撚り数の増大と共に低下する。最大値はたて方向と同様 Ariake の方が大である。

図 2、3 の結果から、生糸への撚り掛け数と最大反射光強度 (R_{max}) との関係を図 4 に示した。

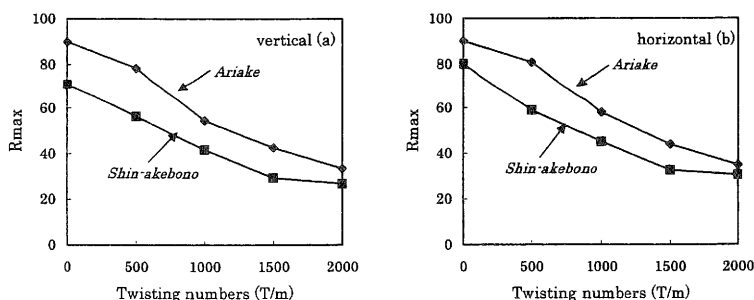
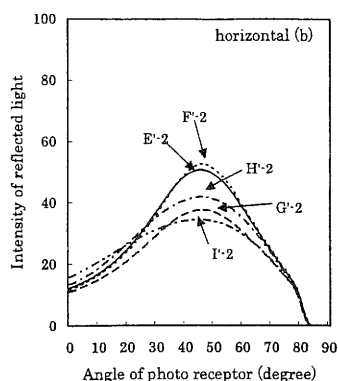


図 4. 生糸への撚り掛け数と最大反射光強度との関係

いずれの方向での測定においても、太糸系の Ariake の方が細糸系の Shin-akebono よりも最大反射光強度は大である。両糸とも生糸への撚り掛けにより反射光強度は低下する。1000T/m の撚りを掛けたものを比較すると、0 T/m に比べ、Ariake では約36.4%、Shin-akebono では44%の反射光強度が低下する。2000T/m まで撚り掛けすると、50~60%までの反射光強度の制御が可能であることが明らかになった。

3. 5 撚糸（精練後）の光反射特性

精練後の撚糸すなわち織物用原糸のよこ方向での光の反射光強度と生糸への撚り掛け数との関係を図 5 に示した。



下撚り、上撚り数のバラツキを考慮しても生糸への撚り掛けの影響が撚糸においても現れていることがわかる。

図 5. Ariake 撚糸の光反射光強度と生糸への撚り掛けとの関係

3. 6 絹糸およびポリエステル繊維の反射特性

三角断面ポリエステル（75 d、36 f、2.05 d）および円形断面ポリエステル（75 d、36 f、2.05 d、セミダル）と絹糸の光反射光強度を図 6 に示した。

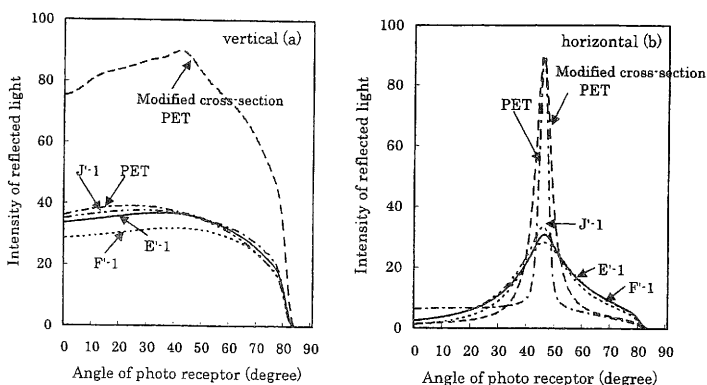


図 6. ポリエステル繊維と絹糸の光反射光強度曲線

三角断面ポリエステルは反射光強度が最も大きいので、その強度を100未満になるように電圧条件を設定したので、絹糸の強度は非常に小さく表わされている。三角断面ポリエステルは絹糸の断面に似せて作られたものであるが、光の反射特性は大きく異なっている。又酸化チタンによりセミダル化した円形断面のポリエステルは、たて方向では絹糸に近い反射特性を示すが、よこ方向では酸化チタンの効果は現れていない。理由は繊維自体の微細構造の差によるものと思われる。

4. む す び

絹繊維の新たな用途拡大を目指して、太糸系（日 9・0 × 中 9・0、Ariake）および細糸系（日 1・2 × 中 1・3、Shin-akebono）の蚕を飼育し、これらから得た生糸に撚り掛け（0～2000T/m）を行い、絹糸および撚糸の光の反射特性について検討した。次の結果を得た。

1. ほぼ同じ繊維度の生糸を作り、これに撚り掛け（0～2000T/m）を行い、精練した絹糸の光の反射特性を測定した結果、両絹糸とも生糸への撚り掛け数の増大とともに光の反射光強度は低下する。2000T/m まで撚りを掛けると、無撚りの50～60%の正反射光強度の低下が認められた。太糸系の方が細糸系に比べ若干反射光強度は大であることがわかった。
2. 撚糸（精練後）においても、生糸への撚り掛けの影響が認められた。

3. ポリエステル繊維（三角断面と円形断面セミダル）と絹糸の光の反射特性を比較した結果、2種のポリエステル繊維ともに、よこ方向では非常に強い反射光強度を示すが、たて方向では円形断面セミダル糸は絹糸に近い反射特性を示す。絹との差が明確である。

文 献

- 1) 山本俊雄：蚕糸科学と技術、30、No. 6（1991）
- 2) 荻原清治：「絹撚糸論」信州大学繊維学部 1997
- 3) 佐藤昌子、李沅貞：日本色彩学会誌23 No. 3 131（1999）ほか

謝 辞

この研究に当り、多大の御協力御教示を賜りました畿央大学佐藤昌子教授並に李沅貞先生、大阪樟蔭女子大学前川輝彦教授に厚く御礼申し上げます。また撚り掛け糸の作製にあたり便宜をはかって頂いた京都市産業技術研究所繊維技術センターの皆様にも深く感謝致します。また、ポリエステル試料を頂いた東レ株式会社に厚く御礼申し上げます。

「竹」あれこれ

稲 野 光 正

はじめに

「竹」類はイネ科の亜科として分類されている。

日本の園芸界では便宜上、タケ類、ササ類、バンブー類に分けられている。

「竹類」はアジア東部の暖帯から熱帯にかけて植生され、古代美術にも多くとりあげられている。日本でも古代文化の栄えた近畿地方の温暖地帯で、「マダケ」と「ハチク」があったが、これが中国から伝来したのか、もとから日本にあった野生のものか、未だはっきりしていないようだ。

日本人は古くから「竹」に親しみ、利用してきた民族といえる。

先日2月初旬に京都洛西の竹林公園に行ってきた。「竹」や「笹」を主体とした回遊式庭園は以前と変わらないが、寒い日であったためか、数人の職員の方と、数人の見学者のみで、ほとんど無人状態であった。しかし何か静かな中に、もうすぐ「タケノコ」が出てくる様なわずかな息ぶきを感じたものである。

タケ、ササの種類は、世界で1200種位で、日本ではその約半分の650種類程度がみられる。

ここの「竹林公園」には約110種類の「竹類」「笹類」が植栽されていて、みごとな庭園公園となっている。

木でもなく、草でもなく、地下茎に生命をもつ不思議な植物の「竹」。

その「竹」は永年生で、寿命は最高でも20年、しかし土中の地下茎は生きのび、その芽が生長して若竹となり、子孫を殖やしていく。

今回「竹 あれこれ」としてまとめた。

「その1」「その2」は以前私のクラス会誌に掲載したもので、今回「その3」を追加したものである。

「竹」あれこれ（その1）

日本中どこにでもあった「竹」が宅地開発や乱伐のために年々減ってきたと言われ

て久しい。「日本の竹を守る会」「大原野の竹林を守る会」など「守る会」ができるのは、「竹」がいま虐げられている何よりの証拠かも知れない。それでも、私の住んでいる洛西大原野には未だ多くの竹林が残っている。

よく「竹は木か草か」と問われるが、植物分類学上は「竹」は「稲」と同じ禾本（カホン）科（イネ科）に属す多年生植物であるとのこと。私は「竹の先祖は稲であった」と竹博士の上田弘一郎先生が話されていたのを聞いてから竹に何か奇妙な親近感をもち続けている。

竹の花はいねの花に良く似ているが、竹の花が咲くのはきわめて稀なことで、10年に1回とか、60年に1回とか言われている。国内では、1935年に伊豆と箱根で多くの花が咲いたという記録があるそうだ。数年前に京都植物園で、一部の竹が花をつけたと話題になったこともある。しかし、竹は地下茎で竹林全体がつながって一つの個になっていることが多く、開花後に全体が一度に枯死することも稀ではないようである。花を咲かせて死んでいくのは、武士道にも似てけなげである。

竹は気温に左右されやすく、寒すぎると硬くなり割れやすく、気温が高いと生長すぎて、節と節との間が長くなり柔軟になりすぎると言われている。それにしても、竹は冬の寒さに耐えて生き抜き、春がやってくると、竹の子がまっすぐに大地を貫いてでてくる。竹が正月のめでたい植物の一つにされるのも、「竹を割ったような」の通り、竹の直情性が日本人に好まれるからだろう。

竹はタケノコとして地上に出てから、2、3ヶ月で親竹に生長してしまい、以後もう大きくなることはない。木が一人前になるには何十年もかかるが、竹なら2～3ヶ月、さらに1本植えたら2～3年で10本に増えるというのもエコマテリアル素材としても有望である。

洛西のタケノコは風味が良く、癖がなく、白く柔らかいことで、長岡京市、向日市のタケノコとともに、全国的にも有名である。これは土質と気象のせいもあるが、シーズン後から直ちに「さばえ」という小さな竹を切り、夏には7年目になる親竹は切り、その後、十分な施肥、ワラ敷き、客土と、多くの工夫と丹精を込めてつくられていることを忘れてはならない。

洛西のタケノコはほとんどが孟宗竹であり、病床の母のために寒中にタケノコを掘って食べさせたという、中国の「二十四孝」の中の孟宗に由来するという話は有名である。

地面に顔を出す前のタケノコを採る朝掘りは、3月中旬から始まるが、春先に芽を出したタケノコは親竹よりも生長が早く、すくすくと伸びるので、「タケノコの親ま

さり」といい、隣の地面にでも所かまわず伸びていくので「タケノコの隣遊び」という言葉もある。また5月初めからほとんどの植物が青葉若葉という頃に、竹だけは一時的に古い葉が色あせて黄色になり、枯れ葉となって降るように散り始める。これを、「竹の秋」と言うが、土の中のタケノコに養分をとられてしまうためだそうだ。

時々近くの竹林を歩くことがあるが、真っすぐに伸びきった竹、竹、竹と、さわさわと鳴る枝のみどりと、そして、わずかに漂ってくる芳香とで心地良い気分になる。また竹林で仕事をしている人から面白い話を聞くことも多い。

「4月の下旬に頭を出したタケノコしか親竹にはなれないんだ」

「10アールに30本の親竹が育つ様に管理している」

「タケノコの大敵はカラスで、一回やられると数年は駄目になる」

「タケノコはいつも自分の親竹の方を向いて出てくるんですよ。時々ヒネクレ者もいますけどね」と言っていた話が、特に強く耳に残っています。

『かたき地面に竹が生え
地上にすどく竹が生え
まっしぐらに竹が生え
凍れる節節りんりと
青空のもとに竹が生え
竹、竹、竹が生え』

萩原朔太郎の詩の一節を思いだしながら今日もまた冷たい洛西の竹林の中を歩いてきた。

「竹」あれこれ（その2）

「竹」の歴史は古く、我が国では数千年前の縄文時代の土器にすでに「竹」が画かれている。弥生時代（約二千年前）から古墳時代にも「竹玉」が祭祀具として用いられていたとの資料がある。

「竹」はイネ科の仲間とされ、竹の花はイネの花によく似ていると記述したが、花の形以外は、「竹」は木でも草でもない独特なものとして存在している。

「竹」の材質は他の植物に比して特異な構造をもっている。「柔軟あわせもつ材料」「成長する複合材料」と云っている学者もいる。

維管束という繊維が、表皮の近くでは密に、内側では粗になっている。これが集まって一つの強力な複合材料を形成し、縦方向には切れやすいが、横方向には強い構造になっている「竹」のもつ割裂性である。この繊維の配列によって、「竹」は最少の材料で曲げ荷重に対して最大の強度を発揮できるようだ。

さらに「竹」には節があり、節と節の間は空洞になっていて空気が満たされている。しかも「竹」は環境や自分の成長に応じて構造や形態を変化させることが可能であると云われている。

「竹」は茶せん、竹籠、うちわ、すだれ、尺八、竹刀、弓、竿、生垣や物差し、計算尺など、日本人の生活に密着して使われてきた。多くのものは、先人達の知恵と技、いずれも磨き上げられた職人的技能と技術の結晶であり、伝統工芸品として、永く伝わってきたものが多い。

「茶せん」は「竹」の手作りの代表的なもので、「竹」のハダを大事に大事に作られた、キメ細かさのみが、温かみを感じさせると云われている。木ではなく「竹」に目をつけた先人のすぐれた知恵と感覚であろう。

「竹」は人間と同じで、雨が続きたり、日照りが続きたりすると、気分が悪くなる。雨が多ければ曲げた所がすぐに伸び、晴れた日が続けば折れやすくなる。「竹」の気持ちかわかなければ、いい製品などできるはずがないとは茶せん作りの職人さんの話である。

「竹」の繊維も開発されている。「竹」を使った繊維には細長い空洞があり、水分を素早く吸い取って、はきだす性質をもっている。この「竹繊維」をウールやポリエステルに混紡して、通気性の優れたスーツやジャケット、靴下などに使われ始めている。

「竹」製の食品用トレーや建材、床材も開発されている。「竹」にアシやケナフなどを混ぜ高温、高圧で射出成型して容器にする。表面にコーティングは一切しなくて良い。それでも電子レンジで加熱したり、熱湯に入れたりすることができるそう。燃やしても有毒ガスがほとんど出ないうえ、土に埋めれば自然に腐食していくという。

「竹」は伸縮性が極めて少ないことから、計算尺や物差しとして利用されてきたが、大量生産時代の経済性に合わなくなったことで、ほとんど作られなくなっている。残念なことである。

また、和紙を漉く時に使う簾桁（スゲタ）は、「竹」を細く削ったヒゴが組み合わされていて、和紙の良否はそのヒゴの緻密さにかかっていると云われている。その「竹ヒゴ」を作る職人さんがいなくなり、さらに「竹ヒゴ」を削る特殊なカンナを作

る職人さんもいなくなってきたとの話を聞くと、伝統工芸の将来も大変な時代になってきたと思われる。

最近、環境に優しい素材として「竹炭」が注目され、多くの効能をもったことが検討され、市販されている。「備長炭」は今では誰でも知っているが、「竹炭」はそれよりも約2倍の表面積をもち、吸着力も数倍から10倍大きい。空気や水の浄化と消臭に大きな特徴をもつようだ。さらに防かび効果、防菌作用も有し、最近では、マイナスイオン効果や、静電気防除、電磁波緩和などの効果も検討されている。

焼結温度により特性が異なり、1000℃以上で2昼夜連続で燃焼させたものは、水質浄化の効果も大きく、電磁波対策にも使えるようだ。500～700℃で焼いたものは、調湿や脱臭用として使われる。また、「竹炭」を焼く時に出る煙からとる「竹酢液」は、入浴剤として血圧を下げたり、植物につく害虫の防御財としての効果も認められている。

「竹」のさらなる活用を求めて「竹」を見直し、大切にしたいと思っている。

中国に「胸有成竹」（胸に成竹あり）という言葉がある。「事前にはっきりした考えをまとめておく」という意味で使われ、すぐれた画家が、筆を下ろす前に描こうとする「竹」の姿がすでに胸に描かれているというのである。

「竹」あれこれ（その3）

1. 「竹」に学ぶ（物理的強度）

「竹」の物理的強度は「強靱性」と「反発力」と「しなやかさ」に集約される。そして「竹」の構造上の特徴として「円柱」ではなく「円筒」構造をしていることが第一である。円筒は円柱よりはるかに強い構造である。同一外力に対して、はりに生ずる内力が小さく、それだけ壊れにくい。さらに「竹」には節部があること。そして節部の間隔は、地面に近い所は密で、上に行くほど長くなっていること。これらが「竹」の強さの大きい特徴である。

また、「竹」の繊維の特殊な配列と、外側に厚く、内側ほど疎ら^{まば}になっている繊維の分布状態も強さに影響している。

「竹」が軽量であるにかかわらず、その剛性が強く、強靱な特性をもつ理由がわかる。

また「竹」は、水分を非常に多く含んでいることが、風などの外力に対して自由に変形し易い理由の一つである。

「空気」「水」「竹」は日本人がありがたさを感じないベスト3といわれている。

「水」と「竹」「たけのこ」の関係や影響は今後検討したい一つであるが、「竹」の組織中の水は0℃でも凍らないと云われている。

最近高層建築物の耐震性が問題になっている。「竹」や「木」の外力に対する見掛けの形状変化（たとえば、しなることにより風に逆らわない）構造、形状は、自然界の条件（豪雨や台風、積雪など）から逃げられない植物の有する知恵には驚くべきものがある。

「竹」の圧縮強度はコンクリートの2倍あるとの研究もある。

また竹の茎は、真っすぐに直立し、根本ほど太く、ほぼ完全な円管構造をしている。これは構造力学的にみると、自然外力を受け、根本を支点とする真っすぐな「片持ちばり」とみることができる。円管ばりは、それと同一断面積の中身の詰った円柱ばりより、外力に対しはるかに曲がりにくい」と、金沢大学 尾田十八教授が材料学的見地から指摘されています。

竹の外観の写真

竹の太さは地面に近い所と離れた上の方であまり大きな変化はない。

ただ、竹の節の間隔は地面に近い所で密である。



指月林



竹林公園（キッコウチク）



指月林



植物園 (クロチク)

2. 「竹」の化学的成分

大阪大学名誉教授 竹本喜一先生は、植物の中で「竹」と「イネ」の中のシリカ SiO_2 が他の植物より異常に多いことを指摘されている。

珪素 (Si) は周期律表で炭素 (C) と同属の元素である。炭素化合物は有機物であり、珪素化合物は無機物に属す。全く異なる反応性を有し、光物性、電気物性もそれぞれ独特の性状を示す。—Si—の特殊な性質を利用した化学材料が種々検討されているが、自然界から得られる「竹」が—Si—含有材料としても興味深い。「竹」を薄切りにし、加熱加圧した材料から生れた「竹のふすま」は、ふすまの縁の組材に竹を用いたことで、「滑り」が持続するそうだ。これは「竹」に豊富に含まれるシリカ成分によるものである。

「竹」は木よりも熱伝導が優れている。明治12年にエジソンが京都八幡の竹を白熱電球のフィラメントに使ったのは有名な話だが、熱伝導的性質のためと思われる。

珪素含有植物の「竹」が、自然界での常温反応物質として研究される日もくるかも知れない。

「竹細工の職人さんは水虫にならない」

「キズには竹の葉を貼れば良い」

「カブレには竹の油をつけるとよい」

「笹を主食にするパンダの糞は臭わない」

「竹」の一般的な効能が云われている。

アスパラギンやビタミンKなどの活性物質を含んだ一種のミネラルウォーターの影響との説もあるが、はっきりしない。しかし「タケノコ」が急速に伸びるのは、ジベレリンやカイネチンなどの植物ホルモンの作用によるところが大きい。「孟宗竹」の伸長は一日に100cm以上の時もあるそうだ。

洛西大原野は「孟宗竹」が大部分で、掘りとったばかりのタケノコは生で食べられ軟らかくてうまい。

ウマ味成分の一つであるチロシン（アミノ酸）は脳の老化防止に役立つものである。しかし時間がたつにつれて、えぐみがでてくるのは、このチロシンが分解してホモゲンチジン酸と蓚酸塩類になるからである。この時は米のとき汁で皮ごと茹でて、いわゆるアク抜きをすれば良い。

因みに、イノシシはタケノコを好んで食すが、パンダは肉食動物の腸をもつのに、笹類に近いヤダケなどを1日に約30kgも食べるそうだ。手の指が6本あるのはタケを食べるために進化してきたと考えられている。

また、あまり知られていないが、マダガスカルのジェントルキツネザル（バンブーリーマー）は人間と同じ霊長類界に属するが「竹」を主食にしているそうだ。青々とした竹を、実においしそうにバリバリと食べるとの事。

3. 「竹紙」について

「竹紙」と言えば作家の水上勉氏が有名です。ある時期から「竹」にとりつかれた様に「文楽人形」を「竹」でつくられた様です。小説「越前竹人形」を発表後、「動く文楽人形ができないものか」と竹人形芝居を思いつき、軽井沢の山荘に「竹人形」の面をつくる工房を開かれたようです。

煤竹^{スス}の固いものを選んで人形の胴体にし、手足も布でつないで男女の骨格とし、頭は「タケザル」、髪も「竹の皮」を煮て繊維状にし、面は「竹の皮」を煮たのと、幹の一部をまぜて、白で餅状にしたものでかためた。何もかもすべて「竹」だったようです。まるごと竹で作られた人形の芝居は世界にも例がない。水上勉氏の竹と共に生きる執念が感じられる話である。

その後、軽井沢から「竹林」の多い生れ故郷の若狭へ移転したという話は有名です。その若狭の山村に「竹人形芝居」のできる劇場、製作工場、図書館を建設されたのが昭和60年頃。

その後、面づくりの時に作った「竹」の煮て白でついた餅状のやわらかいものを使って「竹紙」づくりを始めたことが記述されています。後でこの「竹紙づくり」の方法が中国の古い伝統をもつ紙漚き法に近いものであることがわかったそうです。

この「竹」の繊維の混じった紙は、独特の味がでて、顔彩絵具で絵を画いても、ざっくりした紙面に層ができ「ニジミ」も深くて不思議な仕上がりになった様で、多くの知人の画家がみな「この竹紙はおもしろいと云ってくださった」と、水上勉氏は語られています。

「何もかも「竹」でつくった人形が欲しかった。やっている中に物も云わぬ「竹」だが、何やかやと教わるが多かった。」

「竹ほど節操のある植物はない。竹ほどふえる植物はない。さらに、生れて一年で親の背丈に成長して、皮をぬぐようなげなげな植物はほかにない。またぼくら日本人は、この竹に、ずいぶん世話になってきた」

また「竹紙は、筍の皮や親竹も新旧混ぜて漚かねばいいのができないよ、頑固な個性がある様な気がする」^{うんちく} 瀟蓄のある言葉です。

（私の恩師）和紙の研究家の京都工芸繊維大学 町田 誠之 名誉教授は「和紙の道しるべ」—— その歴史と化学 —— に次の様に「竹簡」と紙との関係を示しておられます。

「五世紀初期の范曄^{はんよう}（398-445）が著した『後漢書』（432年頃成立）巻七十八^{かんじや}臣者列伝の記事によると、後漢の蔡倫^{さいりん}が紙を発明したのは元興元年（105）であり、「古より書契^{かきもの}は多く編するに竹簡^{しりぞめ}をもってす。その縑帛^{しんぱく}を用いしものはこれを紙という。縑^{かとりきぬ}は貴くして簡^{かきふだ}は重く、並びに人に便ならず。倫、すなわち造意して、樹膚^{きのかわ}、麻頭^{あさの}、敝布^{はし}、魚網^{ぼろざれ}を用いてもって紙となす。云々」とあります。これによると、当時、絹を用いた紙は高く、竹簡は重くて不便なので、植物性の安価な材料を使って、書写用に便利な紙に改良したと考えられる。いわゆる「蔡侯紙^{さいこうし}」の開発であると記されています。又、光武帝（25～57在位）が洛陽に遷都したとき、素^そ（帛）、簡、紙の経書を2000台の車に載せて運んだ話も記されています。

その後、楮^{こうぞ}、桑^{くわ}、藁^{わら}、竹などが紙に利用された様で、木簡や竹簡が便利な紙になっていった様子も伺いすることができます。

竹を削って細長い札をつくり、墨で文字を書く様にした竹簡が、紙が発明される前の春秋戦国時代から漢代にかけて広く使われ、考古学では貴重な文字資料になっていた様です。

町田先生は、同書の中で「古代の人の知恵や技術はほとんど経験^{かん}と勘（直感）とに

よるものであるが、元来、人の生活はその根底において、現代に言う化学反応とその応用に基礎を置いたものと考えられる。すなわち衣食住のすべては、無意識のうちに化学の原理や知識を実際的な事柄に当てはめて利用していると見てよい。

人間がより良い暮らしを求めるとき、自覚するとしないとにかかわることなしに、物質を改造し、エネルギーを利用し、つまり化学の考えを応用してきた歴史がみられる」と記されています。

いつまでも教えられることばかりです。

それにしてもなぜ今も「名刺」の刺は紙では無いのでしょうか。

4. 「竹染め」について

「竹染め」という言葉を始めて知った。

京都生まれのキルト作家 秦泉寺由子^{しんせんじよしこ}さんだ。現在バリ島に住んでいる。伐りたての青竹を薪の強火で2～3時間煮出した後、煮汁を濾^{さら}して不純物を除く、染液に布を入れて約2時間気を込めながら絶えず布を動かして染め上げるそうだ。

そして究極の目的は「白の染色」という命題にチャレンジされている様だ。「白」に染まる天然染料を探し求めてあらゆるものを染めてみたが、すべて色があったとのこと。さらに彼女いわく「竹染めの白い色は、目には見えない白かもしれないけれど、人の魂を揺さぶる白だと思うんです」と。何か哲学的な話である。(私も検討してみたい研究材料と考えています)

おわりに

「竹に竹の心がある」

「自分の側の都合だけで曲げたり広げたりすると不自然なものができる」

「竹の気持ちをくんで自分の気持ちを合わせてこそ、本当にいいものができるんです」

竹工芸家 人間国宝 早川 尚古齋 氏 の言葉です。

謝 辞

今後の研究実験の場を与えて下さった覚誉会、指月林、繊維染色研究所の皆様様に厚く感謝の意を表します。

参考資料

1. 町田 誠之「和紙の道しるべ——その歴史と化学——」淡交社 2000年初版発行

2. 竹本 喜一「生物をまねた新素材」講談社 1995年初版発行
3. 上田弘一郎「竹と日本人」日本放送協会 1979年
4. 上田弘一郎「竹のはなし」PHP研究所 1985年
5. 尾田 十八「柔剛あわせもつ竹にヒントを得る」科学朝日 1987年 Jun.
6. 池上 皓三「複合材料学会誌」11, 108 (1985)

《執筆者紹介》



(所長)

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



(研究員)

氏名	曾 根 健 夫
職歴	鳥取大学教授
称号	工学博士
専攻	繊維改質学 染色学
趣味	美術鑑賞 ハイキング



(研究員)

氏名	高 橋 重 三
職歴	京都工芸繊維大学 神戸学院女子短期大学教授
称号	工学博士
専攻	繊維化学
趣味	園芸



(研究員)

氏名	稲 野 光 正
職歴	株式会社 村田製作所
称号	工学博士
専攻	繊維化学 高分子材料
趣味	囲碁 散歩

2006年3月31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