

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集
葆 光

第 16 号

2005年3月

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 16 号

2005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

「自然主義」	1
--------------	---

論 文

セルロース難染性天然染料による木綿繊維染色の研究	9
第1報 茜を用いる浸染について	麓 泉
紅花染めにおける鉄属金属塩の媒染効果	21
	麓 泉
日光または紫外線照射による天然または合成インジゴ中の インジルビンの増大について	29
	曾根 健夫
絹繊維に関する研究（その7）	41
	高橋 重三

自然主義

創設者矢代仁兵衛翁は徹底した自然主義者であった。昭和40年いざなぎ景気で日本が沸き返っている時、当時、まだ社会問題として誰一人批判の対象にしなかった農業における化学肥料と農薬の大量使用を是とする国の政策に真っ向から切り込み異論を唱えられていたのは翁ただ一人であった。



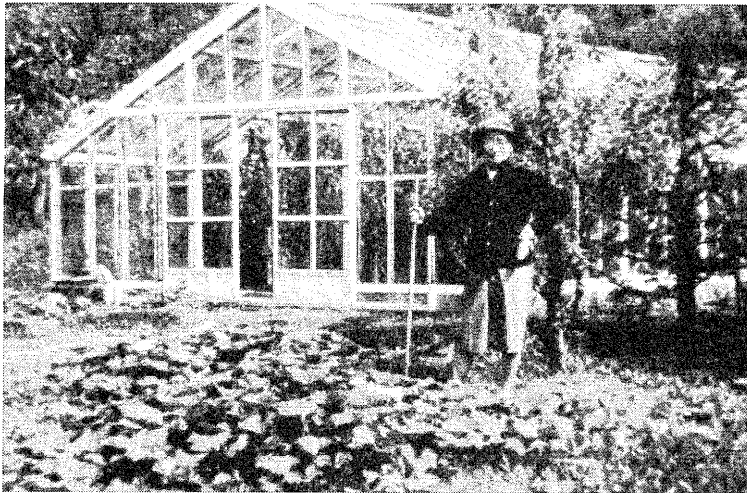
『鎌庵農園にて作務中の翁』

古稀を記念し、老後における楽独の道の一つとして土を相手とする農業を選択された。立派な農産物は肥沃な有機質土壌にのみ育つとの考えに立ち、根気よく地味な土作りに大半の時間を割かれていたのを記憶している。これは立派な社員を養成しておけば、会社は自然に発展するという訓えに通じるものがある。

土壌を大事にする自然農（無農薬による有機栽培）によって、漸く翁は昔のあの香り高く味の良いトマトやキュウリに再会され自然のすばらしい恵みに浴されたのである。後日これが骨子となって翁の国土滅亡論が生まれてくるのである。かねてから翁は野菜市場のトマト、キュウリ等の菜果の水分が著しく減少して、美味成分とも思われる粘着性を喪失しているのは今日の農法に原因しているものと深い疑念を抱いてお

られた。幸いにも、これが翁自らの自然農法によって完全に立証されることになったことは極めて大きな成果であった。この時の翁の感激は筆舌につくし難いものであったに違いない。省みると、日本の農業は戦後20年を経て随分近代化した。菜果の生産手段も著しく変貌した。然るに菜果の質の向上に対しては国も社会も消費者も全てが無関心のまま……。昭和40年に至っても依然として戦前の量産体制が持続されているのは驚かざるを得ないところである。どうして菜果の質の向上対策がとられないのであろうか、その原因は何れにあるのか、筆者はかねてよりこの点に深い関心を抱き続けてきた。偶然、農家出身者より耳寄りな参考情報を入手した。

最近の肥料には、既に農薬が混入され、害虫被害は一切起こらないという。その結果ナス等の菜果は収穫に脚立を要する程樹木が巨大に成長し、収穫量は飛躍的に増加するというのが情報の内容であった。ひょっとすると、この種の事情が質の向上対策の一つの大きな妨げ要因になっているのかも知れない。幸いにも主食の米穀市場においては菜果とは全く状況を異にして完全な質の時代に突入、激しい品種改良合戦が繰り広げられているのは、せめてもの慰みである。



『作務中の翁』

そこで筆者は、先ず野菜生産者の生産事情を認識するため京都府立桂高校農業科を訪れた。当時の社会事情として、日本経済はめざましい高度成長の波に乗って著しく発展した。農業もこれに遅れてはならず、是が非とも生産性を高めなくてはとの思いは、遂に土に頼らない水耕栽培へと伝統の農法を変貌せしめていったのである。詳しくは砂耕栽培、礫耕栽培、水耕栽培へと進行していった模様であるが、実はこれら三

種類の栽培方法が既に学校教育の中心を形成しているのには大きなショックを受けた。肥料の三要素、窒素、リン酸、加里の水溶液だけでは我々の健康を維持するに足る充分な力のある美味な菜果を生産することは絶対不可能であることが充分承知されている筈にも拘わらず採算性が先行して、形や大きさ、色などの外観にこだわり続ける偏重した農法がまかり通っている現実には言いしれない淋しさを覚えたものである。

筆者は思わず担当教頭に『窒素・リン酸・加里だけでは、質を求める時代の要請には応え切れないと思いますが、一体、菜果の質を形づくるうま味成分は何によって作りだされてるのでしょうか』と確認してみた。即座に教頭先生から『窒素・リン酸・加里は植物を成長せしめるのみで、人が食してうまいと感ずるうま味はこの三要素以外の微量元素によるものである』との回答を得た。

この現象は雨水が堆積した落葉層や地下の鉍石層を通過する間に人が口にしていまいと感じるミネラルウォーターに変化する現象と同一の類であろうか。要約すれば屋外の畑、温室の別を問わずうまい野菜は水耕栽培ではなく、やはり土壌と堆肥をベースに化学肥料と農薬を使用しない昔の栽培方法によって始めて達成され得るということなのであろう。かたくなに翁はこの有機栽培による自然農法を守り続け、多くの知友に市場では絶対に入手することの出来ない菜果『虫食いながら味は極上』を贈り続けられていた姿が懐かしく思い出されるのである。

また翁は土地に関しては、農業以外においても格別の思いを抱いておられたようである。一旦取得した土地は原則として手放さないことにされていた。それは、土地を単なる売買の対象物とは考えず、徳を得るための大切な媒体と考えておられたことに遠因しているのである。

昭和20年第2次世界大戦終結の残務処理の一つとして課税された財産税は想像を絶する巨額に上る金額で日本人の殆どが、その能力なく、土地で納税する所謂物納形式を取らざるを得なかったのである。

しかしながら、翁にとっては、土地はもはや不動産の範疇ではなく土地の活用を通じて自分の人間性を高める媒体としての存在であった。

いかにあるべきか。翁は課税額の余りの大きさに愕然とされていた。このような時たまたま翁の目に入った雄大な雲の流れが翁の心に自然尊重の精神を目覚めさせた。人間の力をもってしては絶対に創造することのできない土地を粗末にしてはならない。命にかかわる大問題ならとも角、納税程度の小さな問題で大切な土地を手放すような軽薄な行動をとってはならないと悟られたのである。雲の流れに教えられ翁は遂に銀行融資の道を選択されることになった。

幸いにも、このような翁の土地を大事にされる生き方が、実は翁を助け翁ご自身のご生涯を極めて意義あるものにせしめるところとなったのである。これは筆者が受けた切実な思いである。また翁は不動産に限らず有価証券の購入に当たっても投機を目的とせず経営に参加するという意味の投資を旨とされていた。従って株式相場には全く無関心で一攫千金を夢見るような投機などは論外であった。このように、翁は何事においても明治生まれの気骨と信念をもって利益を第一義とせず、優しい思いやりの心を大きな理念として行動されていたのである。

また翁が開設された自然農園は『鎌庵農園』と名付けられた。

昔、中国に百丈禅師という名僧がおられ、ある時若僧が老師の健康を気遣い老師が毎日の作務の庭掃除に使う鎌を隠したことがあった。老師は如何なる事情があろうとも作務しない日は食事を口にしなかったと言われている。当然その日も老師は食事を口にされなかった。『一日不作一日不食』の名句はここから生まれ出たといわれている。この名句から鎌の一字を借り更に以下の二つの鎌が加えられて鎌庵が誕生したのである。昭和41年頃京都の新聞『夕刊京都』が半頁に亘る大版で『鎌庵行状記』と題して鎌庵の由来を掲載されたことがある。その当時、翁は自然農に情熱を傾けておられ、肉体的疲労も相当なものであったと思う。

何か小さな休憩所でもあれば幸いという翁の要望に応え筆者が方ぼう駆けずり回り、



『現在の鎌庵（移設当時は茅葺き屋根）』

遂に某氏の協力を得、茶室風の小庵（和室4畳半二室）を譲り受け移築、この洒落た茅葺き小庵を休憩所として代用することにしたのが鎌庵の始まりである。

小庵の所有者は藤原鎌足の末孫でたいへん家系を大事にする村の尊者でもあった。由緒あるこの庵だけはお譲り出来ないとされているところ尊者の暖かい配慮によって当方へお譲り願うことになった次第である。

それは翁の生き方に深く感

激して頂いた上であることを付記しておきたい。建物は釘を一切使用しない組み立て式の格調高い構造体であったが、屋根の軒先や廻り縁を小振り化、更に一室を落間にして囲炉裏を設けるなど思い切った改造を行ったが、幸いにも昔の面影は十分とどめることが出来た。

このように百丈禅師の『鎌』に藤原鎌足の『鎌』と来訪者に対し、充分なおかまいが出来ませんの『かま』を加え合計三つの『鎌』をかけて鎌庵と名付けられたものであるが、実はこの鎌庵なくしては翁の人生を語ることが出来ないのである。

いつしか、この鎌庵の登場によって翁の人となりはいよいよ丸くまん丸く、磨き上げられ輝いていくのである。ときに茶をたて思索の場として、またある時は友人と一緒に自然農のキュウリをもぎ取り、互いに食しやすいように備え付けの小瓶で軽くたたく等、翁独特の方法によりご自慢のもろみで味わうなど、ときに青年に立ち返り互いに旧交を温め合っておられたのである。

客人の中にはクラスメートの末川博先生を始め、京都市長の高山義三先生や京都新聞社の白石古京社主など各界名士のお姿もあり、この鎌庵で翁と本音の歓談が交わされていたのであろう。

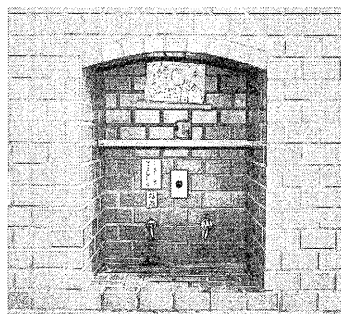
この鎌庵ほど、翁の魂がこもりにこもっているところは他に存在しないと、確信している。小さく質素な庵ながらも翁をしのぶ貴重な記念館として、また時には思索の場として有効に活用、保存する所存である。

この鎌庵農園の中に茶木の栽培がある。昭和48年翁が建設されたビルの一角を道行く人達の憩いの場に提供しこれに施茶ならぬ施行茶の設備をされた。街の小さなオアシスである。この小さなオアシスで提供するお茶は全て鎌庵農園産、翁自らが茶葉を摘み取りその生葉を大釜で蒸して手揉みをし、影干をして番茶ならぬオリジナルなカクテル茶を造り出された。

これが『オアシス施行茶』であった。またこの施行茶は通行人にお茶を施す単なる施茶ではなく、翁が仏よりお茶を施す行（修業）をさせて頂いているという意味での施行茶であり『施』と『茶』の間にどうしても行の一文字が必要不可欠であったのである。

翁の自然農法から生まれた産物の中に菜果ならぬいくつかの教訓がある。その一つは『深耕陰肥』である。

深耕は、文字通り土地を深く耕すことである。空気を地中深くまで送りとどけてバクテリアの働きを旺盛



『ビルの外壁に設けた
施行茶の設備』



にし、有機栽培に不可欠な肥沃なアルカリ性土壌の造成を目指すものである。

一方、陰肥は陽肥のような濃厚な肥料ではなく、ごく淡い肥料を一日数回に亘り施肥すれば、良質の菜果が得られるという訓である。と同時に、この『深耕陰肥』の訓は農だけではなく、社会全般に通ずる尊い訓でもある。深耕には、何事においても、真を極める意があり、また別に、見せかけ、ごまかしを戒める意もある。

陰肥は何事においても労を厭わず且つ困ったときの神頼みを否定。『常が大事である』と我々現代人の生き方に警鐘を鳴らしている教訓なのである。

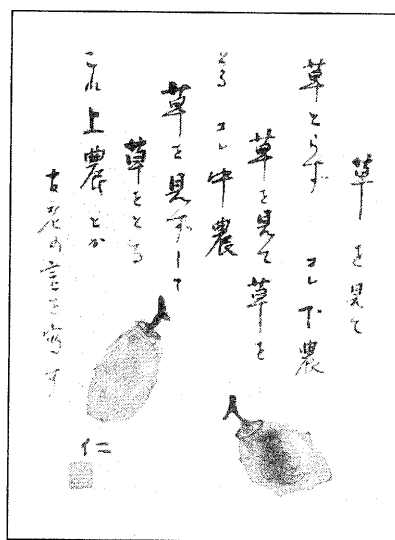
いま一つは、『草を見て草とらず これ下農 草を見ずして草をとる これ上農』である。これは古老の言を引用された教訓であるが、なかなか難解である。特に『草を見ずして草をとる』の項は哲学的であり含蓄に富む言葉である。

これらの二つの訓えと共に自然農から悟られた次のような一粒の種の訓えが筆者を始め多くの人達の心の支えになっていることは事実である。

あの有名な堂本印象画伯の告別式において、友人代表として述べられた翁の『草を見ずして草をとる』の弔辞が筆者の頭の中に人生の大きな教訓として、深く刻み付けられているのである。

ただの物体に過ぎない一粒の種から生命が誕生するには土を始めとする多くの恩恵によって始めて芽をふくことが出来るのであるが、ただ石の上に種を並べただけでは芽をふかない。土が必要である。水も必要になってくる。だからと言って水につけただけでは芽をふかない。種は腐ってしまう。光が必要になってくる。だが、光だけでは芽がでない。温度も空気もその他の様々な恩恵が必要になってくる。まことに不思議である。

人生そのものの姿も植物の発芽、成長、開花結実などと全く同様である。人間一人では生きてゆけないのである。両親を始め兄弟・友人・先生に



支えられ、企業にあっては、会社を中心として先輩後輩更に多くの取引先の方々、広く社会各方面の恩恵を知らず知らずに受けて自分が今生きているのである。翁は自然農の中で、ときに、この計り知ることのできない大きな数々の社会恩を大悟され、これが純粹な感謝の気持ちとなってビルの施行茶に表われたのである。

当財団としては翁が大悟された社会恩を念頭におき、この社会恩に報いるためには我々は何をなすべきかを常に問い続け財団の存在を意義あらしめるべく関係者一同、更に努力する所存である。

財団法人 覚 誉 会
事務局長 片 岡 健 夫

翁は絵画や書のペンネームとして本名の「仁」「仁兵衛」のほか『是夢』『是夢生』『鎌庵主人』等の雅号を用いておられた。

※翁が生涯に亘り『夢』とする理想郷の実現に命をかけられた、なみなみならぬ気概が、翁の雅号『是夢生』から伺い知ることができる。

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1報 茜を用いる浸染について

麓

泉

1. はじめに

天然染料による木綿の染色には、藍や紅花が適していることはよく知られているが、その他の大多数の多色性天然染料、すなわち、金属媒染剤によってマルチ発色が行える染料を用いた場合には染着効率がきわめて低い。

したがって綿織布の濃色染めでは、濃厚な煎液および媒染剤溶液を刷毛引きし、蒸し仕上げをする「引き染め」が行われることがあるが、編布および先染め糸の場合は引き染めが適さないため、浸染による濃色染めが必要となる。

そのため、豆汁や牛乳などの蛋白溶液を含浸後に乾かし、経日変化で変性させて不溶性蛋白皮膜を繊維上に形成させるか、またはタンニンなどによる有機媒染をほどこすなどの処理が行われる。

現在ではセルロース反応性の合成カチオン活性剤を使用する、いわゆる化学濃染剤を用いた木綿改質処理により、それら多色性染料の濃色染めが可能となっているが、合成化学物質が収着されるために天然加工品としての差別化の意義、特徴が喪失されるほか、カチオン剤に起因する異常発色が伴うことがある。

したがって、染料および加工剤のすべてを天然物とする濃色染色法を再検討することを一連の研究課題とし、本報では染料に茜を使用する場合の木綿の浸染について、とくに植物系油剤を用いる濃染化処理法を他の天然加工剤処理と比較する実験を行い、結果について報告することにした。

2. 茜色素の発色機構

茜染色の発色は通常、アルミニウム塩による先媒染が行われるため、表面改質処理に加えて金属媒染を組み合わせる処理方法をとる必要がある。

茜の発色は色素とアルミニウムイオンとのキレート結合による錯体形成効果によるが、西洋茜の主要色素であるアリザリンを用いた場合の、いわゆるトルコ赤について、1963年、Kirl¹⁾がX線回折およびIR測定などを駆使しておこなった分析によると、

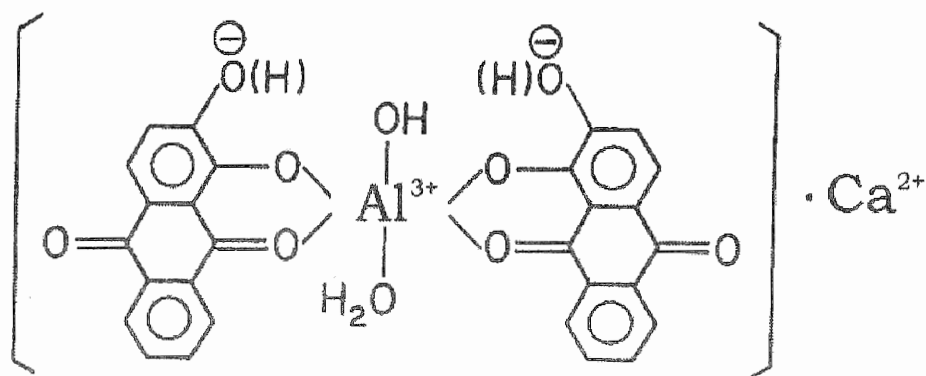


図1 トルコ赤の化学構造式¹⁾

生成したレーキ色素の基本構造は、図1に示すような $\text{CaAl}(\text{OH}) \cdot (\text{Alizarin})_2$ であることが山本²⁾ によって紹介されている。それによれば、アルミニウムイオンは2個のアリザリン分子の9-位のC=O基と、1-位のOH基、および水分子（分子状の H_2O 、およびOHイオン）との間でキレート結合し、カルシウムは錯基外でイオン結合していると述べられている。

本研究ではインド茜を用いることにしたので、その主要色素はアリザリンではないが³⁾、アカネ属植物のアントラキノン色素による錯体形成はアリザリンと同様機構で行われるために、アリザリンの場合に準じてカルシウム塩による処理も併用した。

3. 実験方法

3-1. 天然物による前処理方法の考え方

(1) タンパク質を固着して繊維表面に蛋白被膜を形成する

豆汁や牛乳蛋白を塗布し、経日による空気酸化によって蛋白質の変性をおこない水不溶性となした上で、染料吸着の増進を図る。さらに金属塩で処理すれば金属イオンが蛋白に吸着するので金属先媒染の効果も得られ、染料吸着と発色のダブル効果が期待できる。

(2) 天然のフェノール誘導体の金属化合物を繊維表面に生成させる

タンニンなどの無色のポリフェノールは木綿にもよく吸着し、金属イオンと結合して金属先媒染効果を得るので、従来でもこの方法は用いられていた。しかし、金属イオンの種類によってはタンニンとのキレート結合で強く発色する場合があるので、本

報ではその影響が少ないと予想される没食子酸を試みることにした。没食子酸はタンニンの加水分解で得られるのでタンニンの前駆体とみなすことができ、天然物質であることに変わりはない。

(3) 脂肪酸金属化合物を繊維表面に生成させる

水不溶性で天然の高級脂肪酸をアルカリによって石鹼としたもの、または硫酸処理で硫酸化してアルカリで中和し、モノポール油としたものは水によく溶けるので、適当な方法で本綿に吸着させれば、その後の金属塩処理で脂肪酸の金属化合物を生成し、金属先媒染した蛋白繊維と同様な染料の吸着促進と発色の効果を期待することができるが、アルカリ石鹼を吸着させて金属石鹼にすると撥水性が生じて染色の妨害因子になるために、本報では撥水性を回避する目的でモノポール油の代表とも言えるロート油を適用した。ただし、ロート油にも中和の際に用いたアルカリが脂肪酸と副反応するために、幾分か石鹼の混在は否定できない。

茜による染色は世界的に古く、なかでも西洋茜を用いるトルコ赤が有名であるが、これにはロート油、すなわち Turkish Red Oil を助剤とすることが知られている。しかし、技術的な詳細は明らかではなく、本邦で実際に応用、伝承されていることを記述した文献は見あたらなかった。

3-2. 前 処 理

(1) 豆乳による前処理法

豆汁を使って前処理する方法は、これまで主に刷毛引きによる表面塗布法で行われている。沖縄紅型など、型絵染めの地拵えにも使われるが、糊引きしたような手触りが残る欠点がある。浸漬処理で付着させる例は少ないが、東海地区では先染め制作の前処理に使っている工房もある。

実験には市販の豆乳を用いた。

生活協同組合（東海コープ）で販売されていた豆乳（岐阜弓削銘水堂製、未加熱の豆腐手作り用のもの）を10倍に希釈し、液量50～60倍として精錬済みの綿布（綿太綾、未晒93cm巾）を浸し、60℃で1時間処理して200%絞りとし、1昼夜自然乾燥した（注：200%絞りとは、被処理物の重量の200%の処理液を含む絞り率）。

次に、硫酸アルミニウム1%水溶液（液量、50～60倍）に室温で3時間浸漬し、200%絞りとし、1昼夜自然乾燥したのち、さらに、沈降炭酸カルシウム0.15%水懸濁液（液量、50～60倍）に40℃で1時間浸漬してから十分に水洗し、1昼夜自然乾燥

した。

(2) ミルクカゼインによる前処理法

牛乳蛋白のカゼインは、安定した蛋白材料としての入手が可能で、処理の再現性のよさが特徴づけられる。

精鍊済みの綿布を50～60倍のミルクカゼイン0.1%、炭酸カリ0.1%の水溶液に60℃で1時間処理し、1昼夜自然乾燥した。

硫酸アルミニウム水溶液、および炭酸カルシウム懸濁液による処理は前項と同様に行った。

(3) 没食子酸による前処理法

精鍊済みの綿布を50～60倍量の0.1%没食子酸水溶液に浸して80℃で30分間処理し200%絞りとし、1昼夜自然乾燥した。

硫酸アルミニウム水溶液、および炭酸カルシウム懸濁液による処理は前項(1)と同様に行った。

(4) ロート油による前処理法

ロート油は最初、地中海沿岸に多産するオリーブ油を原料として硫酸処理によるエステル化で水溶化し、その地域における西洋茜の染色を有利に導いたとされ、石鹼に続く人工的な陰イオン界面活性剤の元祖に相当する。

現在はヒマシ油を主原料とし一般染料の溶解助剤、精鍊助剤として、染色業界のポピュラーな油剤になっている。したがって容易に入手でき、値段も安い。

精鍊済みの綿布を50～60倍量のロート油10%溶液に浸し、50～60℃で1時間処理し、200%絞りとした。これを1昼夜自然乾燥の後、上記操作を繰り返し、再び1昼夜自然乾燥した。

その後に行う硫酸アルミニウム水溶液、および炭酸カルシウム懸濁液による処理は前項(1)と同様に行った。

3-3. 染 色

被染布重量の1/3量の市販インド茜（チップ状）を約50倍量の水とともに30分間の煮煎を3度行い、その都度、漉しとって煎液を合わせ、全煎液量が被染布の40～50倍となるように調整した。

この煮煎液を染浴とし、前項の(1)～(4)によって得た前処理布を用いて50℃から浸染を開始し10分後に85～90℃とし、その温度で20～30分間染めた後、50℃になるまで徐冷して水洗後、自然乾燥した。

4. 実験結果

4-1. 前処理に基づく染着効果

染色後の被染布は、その表面色をミノルタ分光測色計 CM-2600d で測色し、マンセル表色系、および CIE LAB 表色系で比較した。

染色布の色名およびマンセル値の結果は表1に示した。ロート油前処理が茜染めの極濃色である強烈な朱色を与えたことがわかる。

表1 染色布の色名とマンセル値

	マンセル表色値	色 名
未処理で染色・媒染・染色	5.4R 4.9/ 8.9	紅樺色
未処理で染色・媒染・染色・媒染・染色	5.4R 4.5/ 9.0	薄茜色
ロート油前処理・媒染・染色	7.5R 4.3/10.8	朱色（印肉色）
豆乳前処理と・媒染・染色	5.9R 4.1/ 9.7	ラッカーレッド
ミルクカゼイン前処理・媒染・染色	6.0R 4.1/ 9.9	茜色
没食子酸前処理・媒染・染色	6.5R 4.0/10.3	茜色

図2はマンセル表色系による色相環上の表色位置を示したものである。色相は中心からの方角で表され、彩度は中心からの距離で表される。

図2を見てわかるように、染色布の色相はいずれも5R～7.5Rの範囲にあるが、前処理をしなかった綿布（試料番号1～3）は彩度が低い。

前処理による彩度効果は、彩度の高い順から、ロート油、没食子酸、豆乳、ミルクカゼインであった。

この彩度効果は、図3のL*C*図によっても確認される。

図3は、CIE LAB表色系によるL*C*（明度・彩度）図である。

縦軸方向が明度相当のL*値を示し、横軸方向が彩度相当のC*値を示す。

なお、C*は、a*（+値が赤、-値が緑）と、b*（+値が黄、-値が青）によって、次の式から算出される。

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

図3で明度値L*をみると、未処理染色布の試料番号1はきわめて明度が高く、試

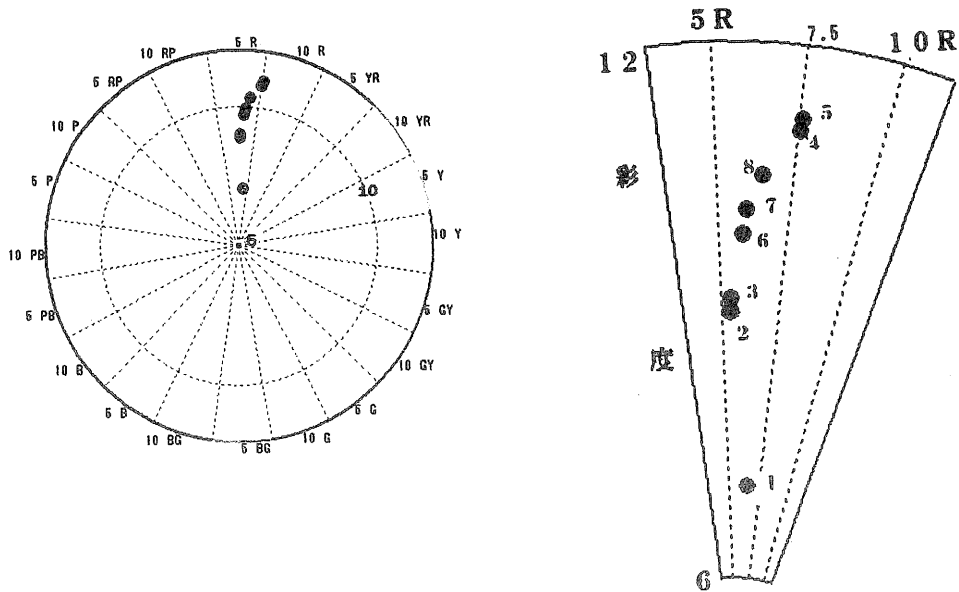


図2 マンセル色相環上における被染布の表面色（右図は部分拡大図）

図中の試料番号

1～3：未処理布を染色

- 1：1回染め……被染布の1／3量のインド茜チップを30分間煮煎し、煎液量を40倍として95℃で10分間染め、水洗、乾燥した染色布。
- 2：2回染め……1の染色布を40倍量の1.5%明礬水溶液で、室温にて1時間媒染し水洗、乾燥する。次に、煮煎残渣のインド茜を30分間再煮煎し、その煎液で前記同様に染めて、水洗、乾燥した染色布。
- 3：3回染め……2の染色布を明礬水溶液で前記同様に処理し、再煮煎した残渣のインド茜を30分間再々煮煎し、その煎液で前記同様に染めて、水洗、乾燥した染色布。
- 4：ロート油による前処理布を染色
- 5：ロート油による前処理布を染色、ただし、インド茜使用量は被染布重量の45%
- 6：ミルクカゼイン前処理布を染色
- 7：豆乳による前処理布を染色
- 8：没食子酸による前処理布を染色

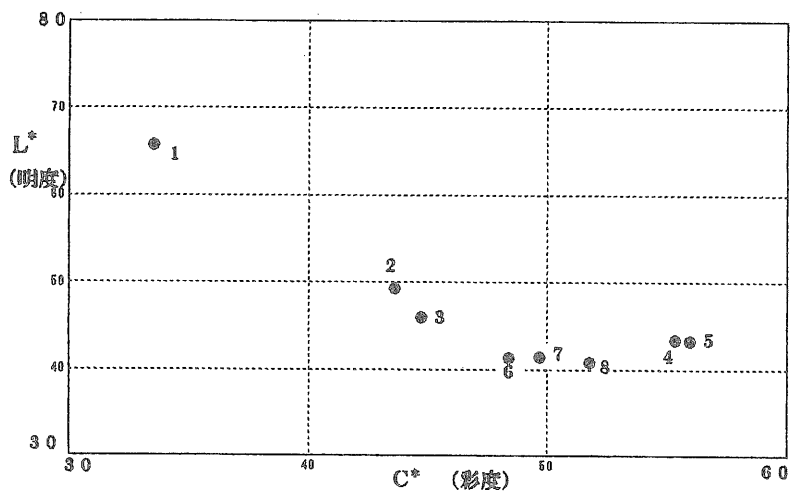


図3 CIE LAB 表色系によるLC（明度／彩度）図

料番号 2 も前処理染色布に比べて明度高、彩度低であることがわかる。試料番号 3 は染め回数が 3 回で、色濃度がかなり増し、前処理染色布のレベルに近づいているが、彩度を示す C^* 値は、前処理染色布に到底及ばないことを示しており、前処理の有効性が証明されている。

また、前処理染色布については、高彩度値の順から、5, 4, 8, 7, 6 となっており、ロート油前処理の 5, 4 が最も彩度が高く、少し離れて低値となったものに没食子酸前処理、続いて豆乳前処理、次にカゼイン前処理となった。

4-2. 染色堅牢度

4-2-1. 耐光堅牢度試験とその結果

(1) 試験方法

JIS ブルースケールとともに直射日光を垂直にあてて暴露した後、露光前後の表面色を分光測色計（ミノルタ CM-2600d）で測色し、色差について詳細に検討した。

今回行った露光は、冬期快晴条件下、am 10:00~pm 3:00における 2 日間の太陽直射光下、約10時間露光の場合を第一露光段階、引き続き数日間繰り返して露光した時間の合計を約30時間とした場合を第二露光段階とした。

色差は、CIE LAB に基づく $L^*a^*b^*$ 値の差から求められる色差値の ΔE_{ab} であらわした。露光前後の二つの色、 $L^*_1a^*_1b^*_1$ と、 $L^*_2a^*_2b^*_2$ の色差 ΔE_{ab} は次の式で示される。

$$\Delta E_{ab} = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$$

以下、簡略化のため ΔE_{ab} を、単に ΔE と記述する。

この ΔE が大であるほど露光に伴う変退色が大で堅牢度が低いことを示すことになる。

(2) 試験結果

露光前後の染色布の色差 ΔE を、JIS ブルースケールの露光前後の色差と比較し、図 4 に示した。

図 4 によれば、試料番号 3 は前処理無しの 3 回染めで、JIS 4 級と判定される。それ以外の試料についてみると、3 級よりも堅牢度が高く 4 級より低いことがわかるので 3~4 級と判定される。このグレードは茜染めとして通例の耐光堅牢度であって、前処理が耐光性に悪影響を与えたというのではない。試料番号 3 が 4 級を与えたのは、媒染と染色の繰り返し染めが若干の堅牢度向上につながる結果になったと判断される。

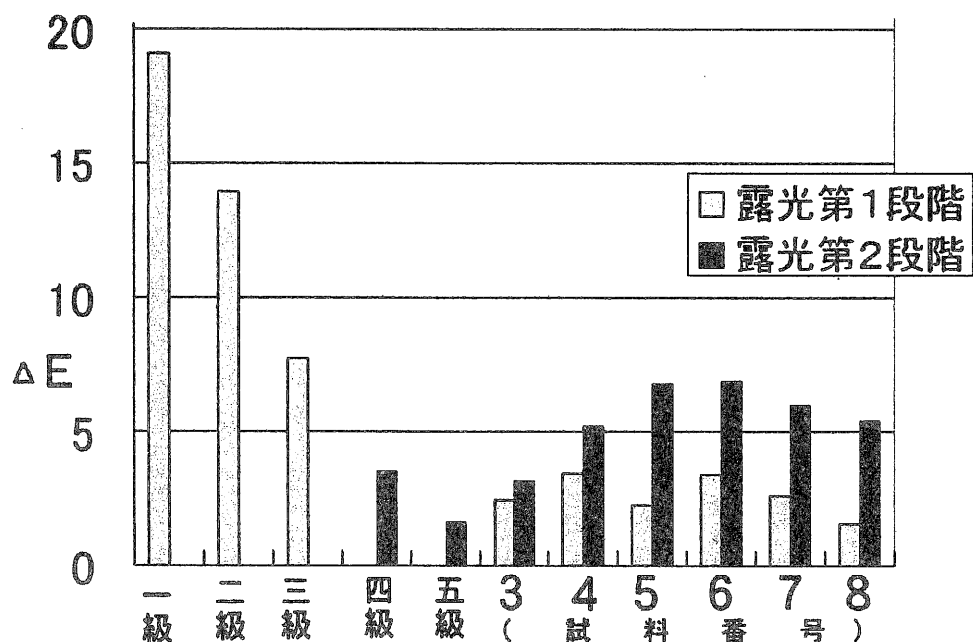


図4 耐光試験結果

(ΔE は露光前後の色差である。一級～五級が示す ΔE はJISブルースケールの露光による色差で、一級～三級の露光は第一段階までとし、四級と五級は露光第一段階における測定を省略した。試料番号は図2の番号と同じである。)

4-2-2. 石鹼による洗濯試験とその結果

アルミニウム塩などで金属媒染された植物染はナトリウム石鹼溶液の処理に対して一般に堅牢度が低い。それは石鹼による界面化学的な洗浄作用によるのみでなく、脂肪酸のナトリウム塩である石鹼分子が水に溶解、ナトリウムよりイオン化しにくい(イオン化傾向の低い)アルミニウムイオンが、未解離のナトリウムイオンと入れ替わって石鹼の脂肪酸基に結合する傾向が生じるため、繊維上で染料分子とキレート結合していた金属イオンが石鹼浴に取り込まれることとなり、媒染効果が逡減するためであろうと推察される。

本報ではその点に注目し、あえてマルセル石鹼を用いる洗濯試験をおこなうこととし、60℃の中温度で処理する場合と、より低い40℃で高速噴流作用を受ける処理との2種の石鹼処理試験を試みた。

(1) 40℃の高速噴流による石鹼液処理

試験片の作製：

5 cm × 10 cmの染色布を切り取り、JIS L0803(1998) で規定されている汚染用白布の綿、およびレーヨン、各5 × 5 cmを隣り合わせに並べ、添付白布を内側にして5 cm × 5 cmの二つ折とし、折り目以外の3辺を白綿縫糸で粗く縫いつけて複合試験片とした。

試験方法；

用いた試験器はガラス容器底部に高速回転する攪拌羽根がとりつけられた装置（ミキサー）で、底部の攪拌羽根に接しないようステンレス製網籠を挿入し、網籠内に複合試験片を入れ、液面が網籠の上部付近に達するまで石鹼液を入れて攪拌すると、攪拌羽根の高速回転により、泡だった石鹼液が網籠上部から内部に向けて激しく噴流し、網籠外に抜け出るため、高速噴流をする回転浴となるので、試験片は石鹼液内で攪乱したり、網籠壁に押しつけられたりして強洗浄が行われる。

石鹼液は固形のゲンブ純マルセル石鹼（石鹼分97%）を溶かした3.5 g / ℓ濃度とし、その900mlに複合試験片1個を室温で1時間浸した後、上記試験装置に移して40℃、10分間操作した。試験後は複合試験片を取り出して水洗し、乾燥した白タオルに挟んで手で押し絞り、室内に吊して自然乾燥した。

(2) 60℃の石鹼処理

前記と同じマルセル石鹼を用い、2 g / ℓ水溶液として60℃に保ち、浴比1：100で染色布を入れて10分間の手攪拌処理をおこなった。処理後は水洗して室内に吊して乾燥した。

(3) 試験結果

試験前後の染色布の表面色を分光測色計（ミノルタ CM-2600d）で測色し、変退色を色差で表した。また、試験後の汚染用白布は JIS 汚染用カラースケール（R）を用いて、汚染堅牢度を判定した。

それらの結果を表2、表3に示す。

表2のΔEの数値から、未処理3回染めに比べて、豆乳処理、続いてロート油前処理（染材定量）の変退色の度合いが若干小さいことがわかるが、全般的にみて変退色堅牢度は木綿茜染めの場合に予想される低値を示し、堅牢度の改善は見られていない。因に、JIS変退色用グレースケールに規定されているΔEは、1－2号色票が9.6

表 2 洗濯試験後の変退色に伴う色差 (ΔE)

染 色 布	40℃高速噴流	60℃処理
3. 未処理 3 回染め	9.6	8.7
4. ロート油処理後染色	6.1	6.4
5. 同上、染材量45%	9.4	7.8
6. カゼイン処理後染色	9.6	7.3
7. 豆乳処理後染色	5.6	5.4
8. 没食子酸処理後染色	13.1	8.4

表 3 40℃高速噴流洗濯試験後の汚染堅牢度

染 色 布	綿白布	レーヨン白布
3. 未処理 3 回染め	3 - 4 級	4 - 5 級
4. ロート油処理後染色	4 - 5	5
5. 同上、染材量45%	4	5
6. カゼイン処理後染色	3 - 4	5
7. 豆乳処理後染色	3 - 4	4 - 5
8. 没食子酸処理後染色	3 - 4	4 - 5

で、2 号色票が6.8であり、2 - 3 号色票は4.8である。

表 3 の結果をみると、汚染堅牢度は全般に実用域に達し、とくにロート油前処理による汚染防止効果がみられるようであるが、試験浴の浴比が大であるため実効を示すものではなく、相対的な比較値としてみるべきであろう。

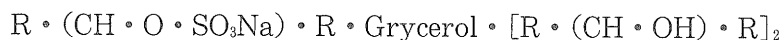
5. 考 察

以上の結果を総合すると、綿製品の茜染め濃染処理として有効な前処理は、ロート油処理が最も適当で、次に没食子酸、豆乳、ミルクカゼインの順であることがわかった。

しかし、堅牢度についてみると、耐光性には問題がないが、対洗濯性についてはほとんど効果がなく、今後課題が残された。

1) ロート油前処理による濃染効果については次のように推察する。

部分硫酸化ヒマシ油分子（以下、ロート油分子と称する）は、その炭化水素鎖を R と略記すると、示性式を次のように書くことが出来る。



このロート油分子が水溶液中で木綿繊維の表面あるいは内部非晶領域で単分子状やミセル状で吸着する場合、その炭化水素鎖Rは親油的な作用で繊維内方向に向けて配向吸着すると考えるのが妥当であり、その一方で、 $(-O \cdot SO_3 \cdot Na)$ 基や、Glycerol基、OH基などの親水基は、逆の水溶液側を向く配向状態になると考えられる。

したがって、吸着された後に媒染溶液に入ると、Naよりもイオン化傾向の低いアルミニウムイオン Al^{3+} は、繊維上ロート油分子の $(-O \cdot SO_3 \cdot Na)$ 基からNaを排除して、 $(-O \cdot SO_3^-)$ と選択的に配位することが容易になると考えられる。

このような経緯で木綿繊維へ多量に吸着されたアルミニウムイオンが、染浴に入ると多くの茜色素分子を取り込んでキレート結合するため、濃染効果をもたらしたものと考えられる。

- 2) 没食子酸の効果について推察すると、没食子酸はキレート結合し易い可水酸基3基と、エステル結合しやすいカルボン酸基1基を備えており、木綿繊維のOH基との間の水素結合によって吸着したと考えられる。

また、それらの水酸基やカルボン酸基は、媒染した際にアルミニウムイオンとの間のキレート結合に寄与し、染色した際には茜色素分子、アルミニウムイオンとの間で三者間の相互的なキレート結合にも寄与したことで濃染が可能になったと考えられる。しかし、没食子酸は低分子で水に溶けやすいために耐対洗濯性がとくに低くなったと考えられる。

- 3) 豆乳、およびミルクカゼインは、それらの蛋白分子が木綿繊維表面に吸着し、その一部は非晶領域にまで侵入し、空気酸化によって蛋白が変性して不溶性となり固着すると考えられているが、それらの変性蛋白のカルボキシル残基 $(-COO^-)$ が媒染によってアルミニウムイオンと結合し、絹蛋白の媒染の場合と同様に、結合アルミニウムイオンがさらに茜色素とキレート結合して、色素吸着と発色が行われると考えられている。

豆乳処理後の染色布はその耐洗濯性が比較的良好であったことから、蛋白変性を行うための経日処理、いわゆる「枯らし」の期間を充分に取るか、または乾熱処理を施すことで、なお好結果が得られるであろうと思われる。

6. あとがき

木綿に対して濃色染めが困難とされている茜染めの問題点を、天然物由来による物質を用いた前処理法によって解決しようとする研究を行った。その結果、ロート油や没食子酸を用いる前処理は十分な着色濃度を与え、茜本来の色を演色する有効な手段であることを明らかにした。ただし、石鹼を用いた洗濯堅牢度については改善が見られず、とくに没食子酸処理でその点に関する問題を残した。

ロート油前処理において10%濃度を使用することは、量的に多すぎるという印象を与え、コスト高と廃液管理に対する関心を抱かせるが、残液の継続使用が可能であるためにコスト高への影響は少なく、継続使用の末に少量が廃棄される場合でも生分解性の高い油剤であることから環境汚染の問題は少ないと言える。

したがって残された問題は耐洗濯性を高めることと、綿糸への適用実験によれば絞り乾燥の不均一性がロート油の不均一吸着につながる傾向があったため、これらの点に関してなお研究の余地が残されている。

おわりにのぞみ、本研究に関してご理解とご支援を賜った財団法人覚悟会の各位に、深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) E. G. Kiel, P. M. Heertjes; *J. Soc. Dyers Colourists*, **79**, 21, 61, 186, 363 (1963); 81, 98 (1965)
- 2) 山本晃久; 染色工業, **24**, 179 (1976)
- 3) 麓 泉, 菅 忠三; 染色工業, **41**, 328 (1993)

紅花染めにおける鉄属金属塩の媒染効果

麓

泉

1. はじめに

紅花染めは古代から実用されてきた植物染で、その色の醸し出す艶麗な感情効果は平安時代の王朝衣装を優雅に彩り、上流階級から庶民に至るまで幅広く重宝され羨望されてきたなじみの深い染色である。しかし、紅花染めの唯一、且つ重大な欠陥はその低い染色堅牢度であって、堅牢度の低いことで知られているアントシアニン色素を用いた染色と比べても、より低い堅牢度を示す場合のあることが前報¹⁾によって明らかになっている。

紅花の赤色色素はカルタミンであるが、本報ではアントシアニンによる染色に適用して効果のあった鉄属金属塩を紅花染めの媒染に用い、染色堅牢度の向上を試みた実験の結果について報告する。

2. 紅花の色素

紅花 (*Carthamus tinctorius* L.) は紅海周辺が原産とされるキク科の2年草で、本邦へは飛鳥時代に大陸を経て朝鮮半島から渡来したといわれており、紅色の語源となったほか、「末摘花 (すえつむはな、うれつむはな)」「呉藍 (くれない)」「韓紅 (からくれない)」など、文化史的に興味のある多数の愛称を生みながら万葉時代より親しまれてきた。

花卉には多量の黄色色素カルタミン Carthamin (別称: カルタミンイエロー、サフラワーイエロー) と、少量の紅色色素カルタモン Carthamone を含んでいる。これらはフラボノイド系のカルコン色素であるが、紅色を演じる主要色素はカルタモンで、近縁構造のカルタミンから酵素作用を受けて変成すると考えられており²⁾、咲き始めの黄色の花が時を経て紅色に変わってくるのはその過程の顕れと思われる。また、産地では摘花した紅花花卉を圧搾して「黄水取り」をした後に筵にひろげ、適当な頃合いに包み込んで蒸らしたり、さらに水と練って団子状となし、掌で圧して煎餅状の「紅餅」に仕上げるなど、一連の発酵促進処理をおこなうことでカルタモンの色素含有量を増加させている。

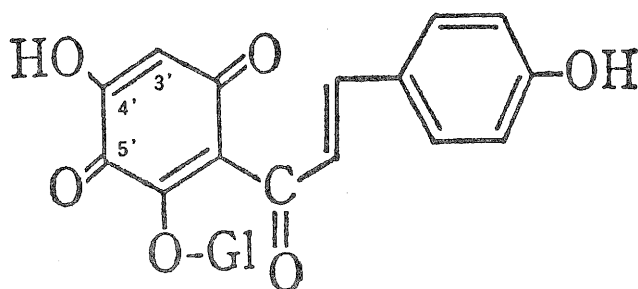


図1. 紅花色素カルタモンの化学構造（G 1 はグルコースの略）

これまでの紅花染色では金属媒染を必要としていない。しかし次に示すカルタモンの化学構造³⁾において、A環の4'位のOH基と5'位にあるカルボニル基($>C=O$)が、金属イオンとのキレート結合に与る有利な位置関係をとっていることに注目し、本報の研究を行うきっかけに繋がった。

3. 実 験

3-1. 染 材

紅花は2001年末に米沢市の紅花研究所を主宰する鈴木孝男氏から頂いた最上（もがみ）紅花の種を用い、2002年に京都市右京区の指月林で栽培され、採花して保存されていた散花（さんか）を使用した。

3-2. 染液の準備

紅花には多量の水溶性黄色色素であるサフラワーイエローが含まれているので、二日間の水抽出によって除去した。すなわち、紅花散花の水洗いを二度繰り返した後、一晩水に浸漬し、翌日、ステンレス製の網籠で漉して浸漬水を廃棄し、再び水洗いを二度繰り返してさらに一晩水に浸漬し、翌日、ステンレス製網籠で漉し、押し絞った搾汁にサフラワーイエローの存在を示す黄色の着色が認められなくなったことを確認した。

次に、紅花の50倍量の水を加え、炭酸カリ2.6 g/lを添加してpH10とし、ときおり攪拌してカルタモン色素を溶出する処理を紅花の赤色が消失するまでおこなってからステンレス製の網籠で漉して押し絞り、カルタモンの抽出液を得た。抽出液には直ちにクエン酸を添加してpH7.5とし、染色をおこなうまで暫時保存した。

3-3. 染色

実験では、前項3-2の染液1ℓにつき12gの絹布（一越）を染めた。浴比は約80倍で、絹布に対する紅花は重量比で約1.6倍となった。

染液はクエン酸でpH4.8に調整し、あらかじめ80℃で湯洗した絹布を浸して30分間、室温で染め、さらにクエン酸でpH4.0に調整して20分間、室温で染めて水洗した。

3-4. 鉄属金属塩媒染と再染

鉄属のニッケル、コバルト、マンガンのイオンは下水道法に基づく有害物質には入らない。したがって安心して媒染剤に用いることが出来る。

前項3-3の染色を終えた絹布は、酢酸ニッケル、硫酸コバルト、酢酸マンガン、クエン酸鉄アンモンの各0.2%水溶液にて、浴比100倍、室温で1時間の媒染処理を行って水洗し、室内で自然乾燥した。

次に、前項3-3と同じ方法で再染し、さらに、前記同様の再媒染処理を行って水洗し、室内で乾燥した。

比較のための未媒染染色布には、前項3-3の染色を二回繰り返したものを用意した。

3-5. キハダ色素による上掛け

紅花染めの堅牢度を上げる方法（色落ちを止める）としてキハダ染料による上掛けが行われている⁴⁾。本報では比較のため、指月林で採取したキハダ樹皮（黄色の内皮部）の乾燥品3%owfを煮煎して得た煎液に対し、前項3-3の染色を二度行った未媒染染色布を浴比100倍で室温で1時間浸漬処理して軽く水洗し、室温で自然乾燥してキハダ上掛け紅花染布とした。

4. 結果と考察

4-1. 染色布の表面色

染色布はミノルタ分光測色計2600dを用いて表面色を測色し、図1においてそれらの色を比較した。

また、図2には、図1の部分拡大図を示した。

図1における色相環の彩度スケールは、中心を彩度10、円周を12とした。

最も彩度が高いのは、6のマンガン媒染で、次が3のニッケル媒染、その次が5のコバルト媒染で、1の未媒染と、2のキハダ上掛けはその次となっている。4の鉄媒

染は最も彩度が低い。そして、媒染した布のすべては未媒染染色布よりも明度が高めで、やや明るい色になったことが示される。

図2は、彩度スケールを圧縮することによって色相差を強調した図になっているが、この図によると、3のニッケル媒染は1の未媒染よりも5Rに寄っていて赤味がさら

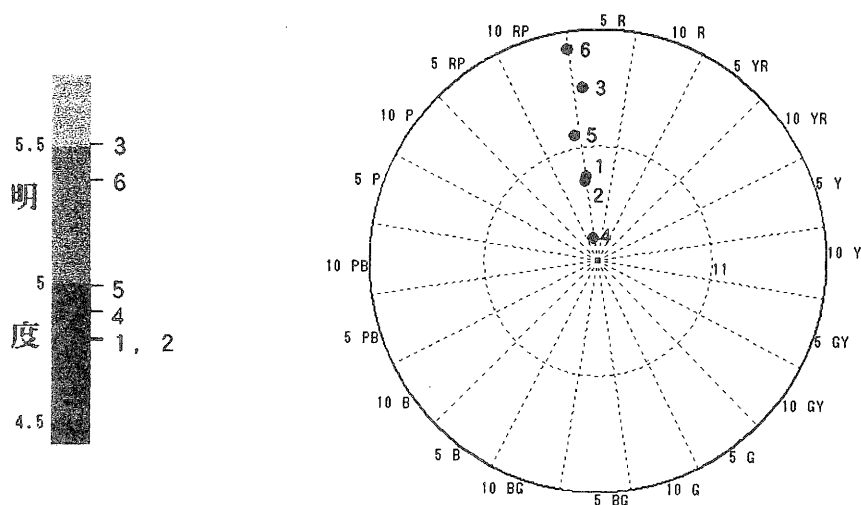


図1. マンセル表色による紅花染色布の表面色

(色相環の中心は彩度10、円周の彩度は12とする)

図中の1～6の番号は 1：未媒染 2：キハダ上掛け 3：ニッケル媒染
4：鉄媒染 5：コバルト媒染 6：マンガン媒染

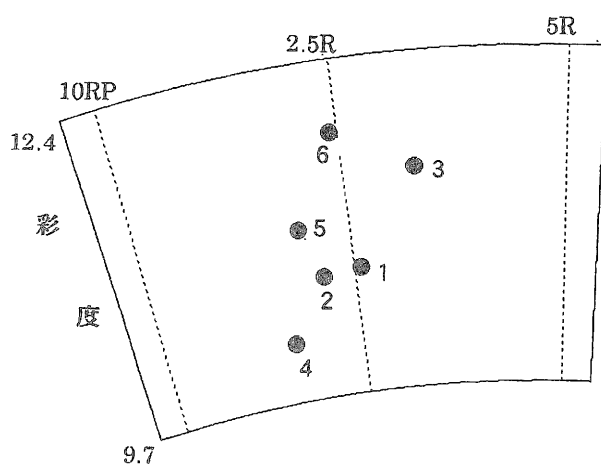


図2. 彩度範囲を9.7～12.4とした部分拡大図

に増し、4の鉄媒染は10R Pに寄っていて、やや紫みが増していることがわかる。6のマンガン媒染は未媒染と色相がほぼ同じながら彩度が高くなっている。

また、2.のキハダによる上掛けは、予想に反して全く黄みを帯びなかったことがこの図によって明らかである（黄みを増した場合は時計方向に移動しなければならない）。

4-2. 染色堅牢度

(1) 耐光堅牢度

JIS 0841 (1998)「日光に対する堅牢度試験方法」にしたがい、JIS ブルースケールと共に、冬季晴天時に染色布を露光して結果を図3に示した。なお、第一露光段階を太陽直射約5時間、第二露光段階は同約10時間とした。

図3における縦軸の ΔE は、ミノルタ分光測色計2600dによって露光前後の色を測色してCIE LAB系に基づく $L^*a^*b^*$ 値を求め、その差から次の式で計算された色差値 ΔE^*_{ab} を示している。

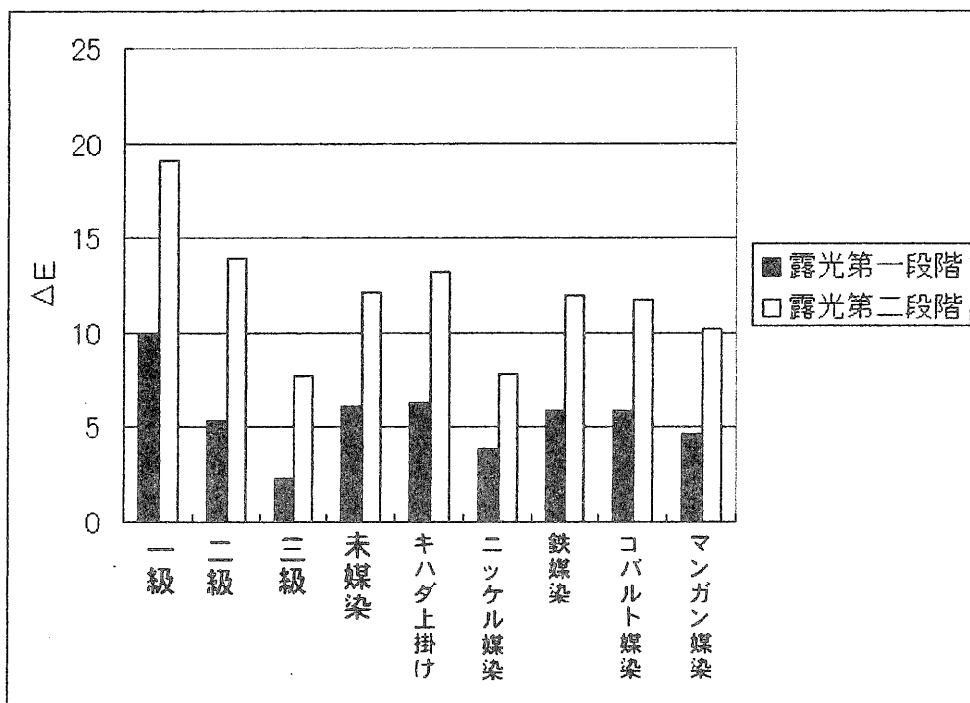


図3. 耐日光堅牢試験における露光前後の色差 ΔE

(図中の一級、二級、三級は、JIS ブルースケールの変退色による色差を示す)

$$\Delta E_{ab}^* = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$$

(接尾数字の1および2は、露光前と露光後)

したがって、図3の ΔE が大であるほど露光に伴う変退色が大で堅牢度が低いことを示している。

図3において、各染色布の ΔE をブルースケールの ΔE と比較しながら見ると、ニッケル媒染をのぞき、おおむねブルースケール2級と同程度であることがわかる。そしてニッケル媒染による紅花染めは、露光第一段階では ΔE がブルースケールの2級と3級の中間にあるが、第2段階になると3級とほぼ同値を示している。すなわち、明らかに耐光性が未媒染に対して倍増している（因に、JISブルースケールの耐光堅牢度は等比級数的に倍増する）。

(2) 耐洗濯堅牢度

2005年現在におけるJIS洗濯堅牢度試験方法は、絹染色布洗濯に対する堅牢度試験方法としては受け入れられ難い欠点がある。すなわち、JIS L 0844のA-1, A-2, A-3法は、試験瓶にステンレス鋼球を入れずに行える弱洗濯となっているが、A-1, A-2法では石鹼5 g/ℓ溶液を用いて40、および50℃で30分間の回転洗濯を行うことになっている。A-3法ではこの上に2 g/ℓの炭酸ナトリウムを添加し、60℃、30分間の回転洗濯をおこなうことになっており、いずれの条件も着尺用絹布の染色堅牢度試験としては酷しすぎる設定と思われる。とくにアルカリ剤に溶ける性質を持つ紅花色素で染めた染色布は、アルカリ性洗剤を使用しないようとの注意が使用者に対して取り扱い表示などの手段により伝達されると思われる。

したがって、現行JISよりも着尺用染色絹布の洗濯堅牢度試験に対して適切であると思われる旧JIS L 0844 (1986) のB法を準用した。ただし、石鹼を用いず、実情において多用されている絹・毛洗い用の高級アルコール系を主剤とする中性洗剤（実験では、モノゲンユニ：P & G社製、主要界面活性剤はアルキル硫酸エステル塩とLASから成る）を用いた。

試験染色布の大きさは4 cm × 5 cmとし、JIS L 0801 (1995) で規定されている汚染用添付白布の絹、綿を、それぞれ2 cm × 5 cmの大きさに切り取って試験染色布の上に並べ、汚染用白布を内側に二つ折りにして縫いつけて複合試験片とした。洗剤濃度はメーカーが勧める手洗い濃度2.5 g/ℓとした。

試験は内径25mmの共栓試験管中で複合試験片と洗剤液との浴比を1 : 50、温度は45 ± 2℃としておこない、10分間処理して水洗した後、複合試験片を掌で押し絞ってそ

のまま室内で自然乾燥した。

堅牢度の判定については、変退色は試験前後の表面色をミノルタ分光測色計2600dを用いて CIE LAB 表色系の $L^*a^*b^*$ 値を測色し、両者間の色差 ΔE^*_{ab} を求めて表 1 で比較した。

汚染堅牢度は JIS L 0805 (1998) で規定されている汚染用グレースケールと汚染用カラスケール (R) を用いて判定し、表 2 に示した。

表 1 からは洗濯に伴う変退色に対する鉄属金属塩の媒染効果はあまりみられていないが、ニッケル媒染の場合は堅牢度数として約 0.5 級程度の向上がみられていることが ΔE^*_{ab} の比較から推定される。

表 2 の結果をみると、絹白布に対する耐汚染性は、ニッケル、鉄、マンガン媒染で 3 級以上となっていて若干の媒染効果が見られる。しかし綿白布に対する耐汚染性には効果のないことがわかる。なお、表 2 の結果は複合試験片の白布を試験布と共に洗濯試験後に押し絞り密着状態で乾燥して得たものであり、汚染堅牢度には不利な条件

表 1 洗濯試験前後の表面色の色差 ΔE^*_{ab} と、変退色堅牢度

	ΔE^*_{ab}	変退色堅牢度
未媒染紅花染色絹布	5.9	< (2 - 3)
同上、キハダ上掛け	5.9	< (2 - 3)
紅花染色ニッケル媒染絹布	4.7	2 - 3
同、鉄媒染絹布	5.7	< (2 - 3)
同、コバルト媒染絹布	5.3	2 - 3
同、マンガン媒染絹布	5.3	2 - 3

なお、因に JIS 変退色グレースケールの ΔE^*_{ab} は、2 - 3 号： 4.8 ± 0.5 、2 号： 6.8 ± 0.6 、1 - 2 号： 9.6 ± 0.7 である。

表 2 洗濯試験による汚染堅牢度

	絹白布	綿白布
未媒染紅花染色絹布	2	2 - 3
同上、キハダ上掛け	2 - 3	2 - 3
紅花染色ニッケル媒染絹布	3	2 - 3
同、鉄媒染絹布	3 - 4	2
同、コバルト媒染絹布	2 - 3	2
同、マンガン媒染絹布	3 - 4	2

が与えられたことを付記しておきたい。JIS 試験法では両者の縫い合わせをほどき、離してから乾燥する規定になっている。

5. おわりに

伝統染色の紅花染めは、堅牢度の低さが継承の妨げになっている。本研究は紅花染め本来の染め色を極力損なわずに堅牢度の向上を目的としておこなったもので、ニッケル塩による媒染を染色後におこなってから再染する、いわゆる「中媒染」をほどこし、最終処理にもニッケル媒染仕上げをおこなうことで日光堅牢度が倍増することを明らかにした。また、この媒染に伴う染め色の色相移動は僅少で、彩度はむしろ高くなる傾向があり、紅花染めの華麗な色の特色が保持されて当初の目的に対する一定の成果を得ることができた。中媒染を繰り返すとさらに高い堅牢度が期待できるものとおもわれる。

おわりにのぞみ、本研究の実験材料に用いた紅花の栽培については紅花研究所（米沢市）の鈴木孝男氏から最上紅花の種を送与いただき、栽培・摘花の作業ではキャンピング指月林職員の諸氏にご協力をいただきましたこと、また、研究の遂行に際し財団法人覚誉会からは、終始絶大なご支援を賜りましたことなどに対しまして、茲に深甚の謝意を表する次第です。

文 献

- 1) 麓泉；葆光，14号，p. 9 (2003)
- 2) Seshadri, T. R. & Thakur, ar. R. S.; *Current Sci.* (India), 29, 57 (1960)
- 3) 林 孝三；増訂「植物色素」養賢堂刊，p. 18 (1988)
- 4) 吉岡常雄；別冊太陽「源氏物語の色」平凡社刊，p. 146 (1988)

日光または紫外線照射による天然または合成インジゴ中の インジルビンの増大について

曾 根 健 夫

1. はじめに

近時我々の生活環境全般で合成物忌避、天然物志向の強い傾向が続いている。取り分け人体に取り込まれる漢方などの医薬や、医薬や食品の着色料や身体にまとう衣料の染料などはその例として挙げられる。

以上のような社会的風潮に沿おうとするならば、希少価値のある植物性赤紫色色素である藍の副成分色素のインジルビンの取得に、前報¹⁾に発表したようなインド藍と合成イサチンとの反応により得ようとすることは許容されないものと思われる。

筆者は数年も以前から、インジルビンを殆ど含んでいない薬品棚上のインド藍が、年月を経過するに従い、インジルビンを自然に多量含有することを認めていた。この現象の主たる理由は、恐らく研究室中の間接太陽光或いは蛍光灯からの紫外線の影響か、または容器中に出入りする空気中の酸素による作用によるものと思われた。そして現実にインジルビンを殆ど含んでいないインド藍に、日光または殺菌灯紫外線を照射することにより、インジルビン含有量が増大することを染色実験上から確認している。

今般は日光または殺菌灯紫外線、さらに近紫外線領域波長の紫外線照射によるインジルビン増大成果を、先に行ったような単に染色濃度の比較というレベルではなく、より系統的に、具体的な数値のもと、より効果的なインジルビン含有量の増大法として検討した。

なお本研究の対象物質はインド藍であるが、主成分色素のインジゴ以外に多くの副成分を含むので、系統的かつ定量的に検討するには不適當な面も考えられることから、合成インジゴに対する実験も合わせて行った。

なお上記のインド藍または合成インジゴからインジルビンが生成されると思われる反応は、恐らくインジゴに対する日光または紫外線による何らかの光酸化および光還元が進行し、生成したイサチンとインドキシルからインジルビンが生成したものと考えられるが、正確なことは現段階では不明である。今後検討しなければならないもの

と思っており、取り敢えず得られた実験結果を発表する。

2. 実 験

2. 1 原料インド藍およびインジゴ

インド藍は1998年9月16日に(株)田中直染料店より購入したものであり、インジゴは試薬特級品として、ナカライテスク(株)より2004年6月24日購入し、当日開封したものであった。

2. 2 インド藍およびインジゴに対する日光または紫外線の照射

2. 2. 1 日光照射方法

インド藍の粉末を、食品販売用に容器として用いられているポリスチレン製トレーに、数mmの厚さに拡げて散布した。そのトレーを防塵、防風雨の目的で東レ製透明テフロンフィルムでカバーした。その容器を直射日光が良く当たる自宅の適当な場所を選んで設置した。なお散布粉末を1日に1回攪拌した。

2. 2. 2 日光照射日数の勘定

- 1) 白雲の全くないか、微かに白雲の伴う晴天を快晴とし、全測定時間保たれた場合に、快晴1日とした。
- 2) 白雲がやや多いが、晴天と思われる場合は快晴0.5日とした。
- 3) 薄い白雲を伴う晴天でありながら、時々曇るような日も0.5日とした。
- 4) 終日曇天または雨天は0日とした。

天候と露光日数の関係は上に記した通りであるが、露光時間とすると全期間を通じて大体が1日の露光時間は約7時間であったので、露光日数×7の値を全露光時間とした。

なお照射日数を、幾らかでも客観的に把握する意味でブルースケールを併用した。

2. 3. 1 紫外線照射方法

紫外線照射装置は適当な箱を利用し、上部に紫外線放射管の付いた器具を取り付け、その下に若干の距離をおいて放射管の長さ方向に平行して、日光照射の場合と同じ要領でインド藍が散布されたトレーを設置した。

2. 3. 2 照射用紫外線放射管

紫外線放射管は殺菌灯と呼ばれる波長253.7 nm のNECライティング(株)製のGL-15と、僅かの可視光波長を含む近紫外線波長300~400 nm の同社製のFL-15BLの2種であった。

2. 4. 1 日光または紫外線照射試料からインジルビンの抽出

日光または紫外線照射済み試料1.63 gを100ml容量フラスコに投入し、エタノール80mlを加え、還流冷却器を付して穏やかな沸騰状態で60分間加熱後、液温が $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に低下した時点でブフナーオートにて吸引濾過し、濾液を100mlメスフラスコに注入、沈澱を熱エタノールで洗浄して、その洗浄液も先のメスフラスコに注入合体させ、全量を100mlとした。

2. 5 高速液体クロマトグラフ (HPLC) によるインジルビン濃度測定

2. 5. 1 測定機器

HPLCは前報²⁾に記した通り、(株)日立製作所製L-7000シリーズであった。但しカラムについては、照射物によって下記のものが使用された。

(1) 日光照射物：日立 GH-C18 (4.6mm I.D×150) (カラム1とする)

(2) 紫外線照射物：日立 GH-C18 (4.0mm I.D×150) (カラム2とする)

試料の溶解には試薬特級のエタノールを用いた。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HPLC本体のポンプ付属の機器によった。なお水、アセトニトリルはHPLC用の試薬であった。

また測定試料溶液作成には、エタノールに非溶解のインジゴなどを、濾紙を用いて濾別していることから、カラム防護の意味から、微少の粉塵除去の目的で東洋濾紙(株)製、孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルター (DISMIC-25HP045AN) で濾過した。

2. 5. 2 生成インジルビン濃度の決定

日光照射試料のインジルビン含有量測定後、カラムの圧が種々の処置後も大きく増大したため、予備のカラムと交換した。

インジルビン含有量測定に当たって、両カラムについての検量線を作製した。両検量線とも純正インジルビンとして、酢酸インドキシルとイサチンから別途合成した針状結晶^{3,4)}を用い、100ml当たり5.0mg、4.0mg、2.5mg、1.0mgの濃度について作製した。なお2.5mgと1.0mgは直接秤量したのではなく、5.0mg/100ml溶液を2倍および5倍に

希釈して求めた。

なお5.0mgのインジルビンを100mlのエタノールに溶解する場合、室温では連続攪拌しても完全に溶解しないので、一旦50℃位に攪拌下加温して、完全溶解を確認後一夜放置した後に用いた。

検量線の横軸には100ml当たりのインジルビンの濃度を取り、縦軸にはHPLCのクロマトグラムの信号強度(mV)をとった。なお数値をより細かく正確に読みとるために、単位を μV とし、1000倍した数値で濃度を読みとった。そのために、縦軸に8500~11000 μV 、横軸には2.3~3.0mg/100mlの間を拡大した検量線をも作製した。

3. 結果と考察

3. 1 インジルビンの検量線

3. 1. 1 日光照射の場合のインジルビンの定量における検量線

インド藍または合成インジゴに、日光照射により新に増大したインジルビンの定量においては、先に述べたように2種のカラムの内、上段の径が太い方の(カラム1)を用いた。

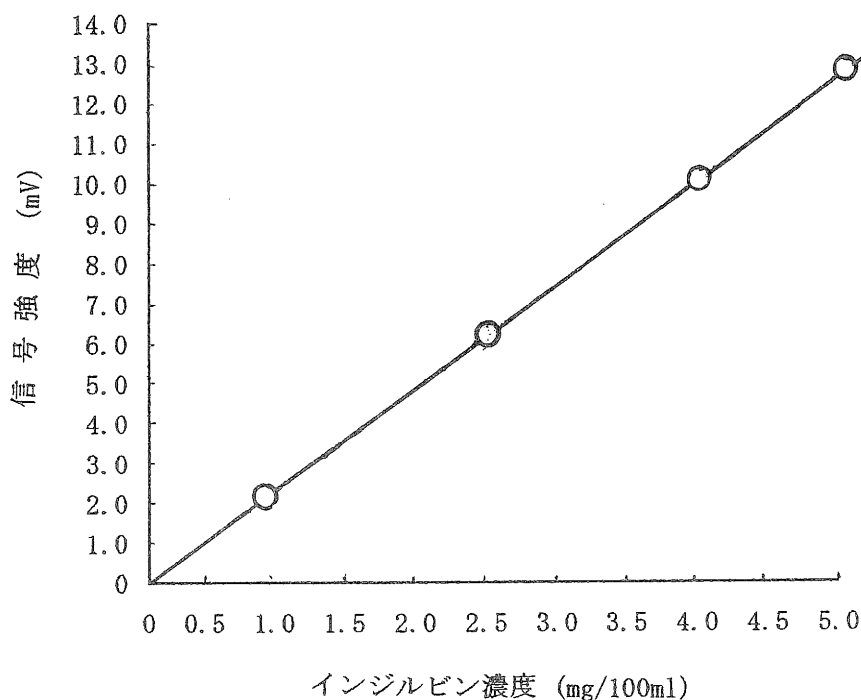


図1. カラム1を用いたインジルビン定量の検量線

HPLC によって得られるクロマトグラム上には、成分に相応するピークが特定の位置 (R T) に現れ、そのピーク面積または高さ (信号強度) は成分の相対量に比例するとされている。このことから、種々の試料中のインジルビンの量を、純粋インジルビンの濃度を横軸に、HPLC のクロマトグラムの高さ (信号強度) を縦軸にとった検量線を作製しておき、それを基準として測定試料中のインジルビンの量を、クロマトグラムの高さから、溶液100ml中の量として求めた。

作製した検量線を図 1. に示す。得られた検量線は原点を通る直線で示された。

3. 2 インド藍への日光照射日数と含有インジルビン量との関係

インド藍に直射日光を照射した場合の、照射日数とインジルビン増大量との関係を明らかにする目的で実験を行った。従ってその目的からすれば、用いるインド藍はインジルビンを全く含んでいないか、あるいは極僅かしか含んでいないインド藍を用いるのが、目的達成には成果が明確になり都合が良いと思われるが、そのようなインド藍は普通の市販品では容易に入手出来なかった。

以上のことから、この研究に用いたインド藍は染料店より約 6 ケ年以前に購入した物であった。そのインド藍は購入当時ではエタノールによる加熱抽出によっても殆どインジルビン特有の赤紫色色素の抽出が見られなかったが、現在ではやや濃厚な色素が認められていた。

しかし、若干のインジルビン含有インド藍を実験材料に用いても、そのものが均一に混合されているものであれば、各試料毎に照射日数だけ変化させ、その他のインジルビンの抽出や HPLC での分析条件が同一であれば、日光照射により生成したインジルビンの絶対量を比較しなくても、各試料毎の生成量を相対評価することは可能であり、初期の目的は達成できるものと考えた。

快晴照射日数と各試料の含有インジルビンとの関係を図 2. に示す。

図が示すように全般的な傾向として、照射日数の増大に応じてインジルビン含有量は増大し、10~16日位を頂点とし、それ以後は減少傾向にあることがわかる。このことは恐らく日光照射を続けることにより、元から存在していたインジルビンと増大したインジルビンが日光の紫外線を受け、光分解したものと思われる。

なお、6 月~7 月の快晴照射日数12日~14日間の光量はブルースケールの 7 級が、グレースケールの変退色 4 級に相当する程度の退色と同じであった。

インジルビンの増大量は、照射前の約 6 年間の自然増により2.40mg/100mlであったものが、約 2 週間の快晴日光照射により2.90mg/100mlとなり、20.8%増大したこ

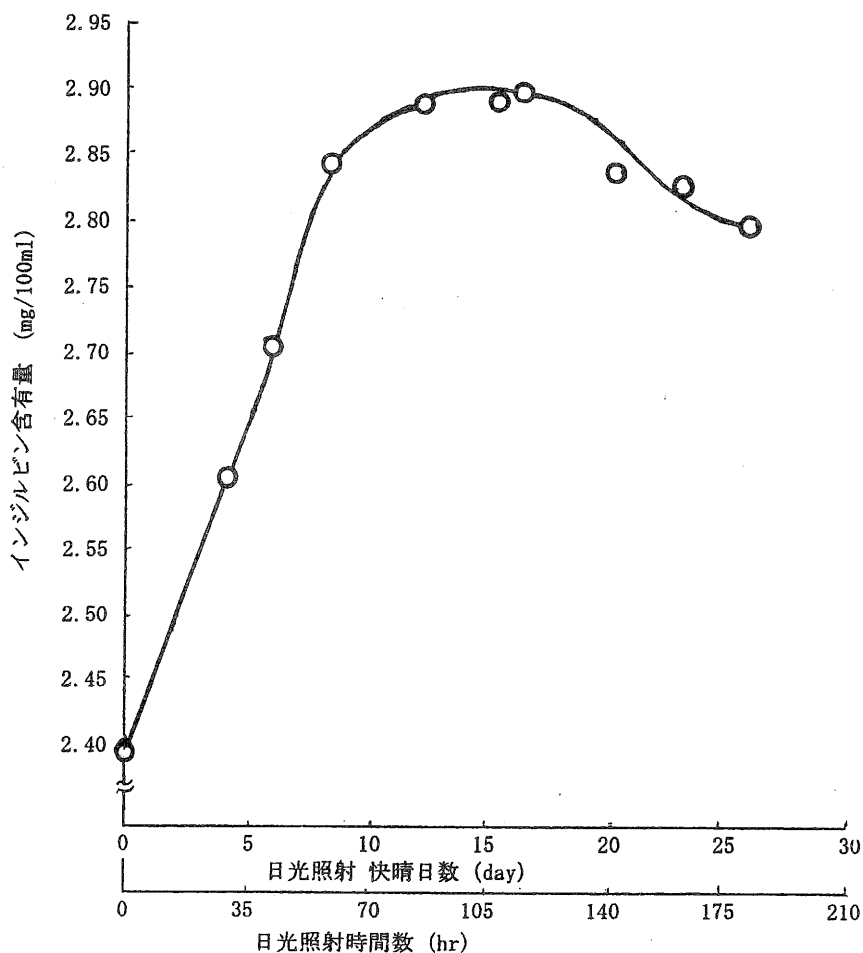


図2. インド藍に対する日光照射の快晴日数と増大インジルビン量との関係

とが分かった。

3. 3 合成インジゴへの日光照射と含有インジルビン量との関係

合成インジゴの場合は購入、そして開封後の日数がインド藍に比べて少なく、自然変化によるインジルビンの増大量も少なかったので、インジルビンの増大に及ぼす日光照射の効果を比較的明確に把握することができたものと思われる。

快晴日光照射日数と合成インジゴ含有インジルビン量との関係を図3.に示す。

図2.のインド藍の場合の図形と似ており、ともに快晴の日光照射日数が10日位まで徐々にインジルビンの含有量が増大し、ほぼ最高となり、それ以後減少する傾向が見られる。なお照射前の含有量 $1.20\text{mg}/100\text{ml}$ に対し、照射後の $2.20\text{mg}/100\text{ml}$ は83.3

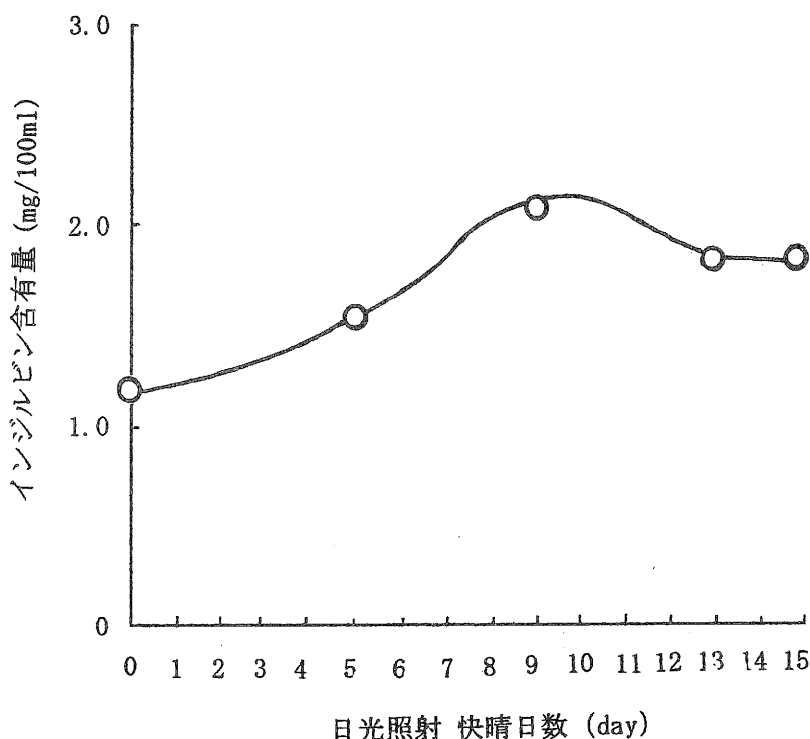


図 3. インジゴに対する日光照射の快晴日数と増大インジルビン量との関係

%増大したことになり、日光照射が含有量増大に大きい効果を示すことが明確であった。

3. 4 インド藍への紫外線照射によるインジルビン含有量の増大

3. 4. 1 紫外線照射の場合のインジルビンの定量における検量線

紫外線照射の場合では、検量線作製に当たって、機器の都合上、先の実験方法の項で述べた日光照射の場合の（カラム 1）と異なった径の小さい方の（カラム 2）を用いた。カラムが異なれば同一物質、同一濃度、同一溶剤を用いていても HPLC のクロマトグラムの保持時間（R T）と信号強度も異なることから、新規に検量線を作製した。得られた検量線を図 4. に示す。検量線は原点を通る直線で示された。

HPLC による分析から読みとった信号強度（高さ）から横軸のインジルビンの濃度を読みとるのであるが、図 4. のままでは信号強度およびインジルビン濃度ともに細かく正確に読みとり難いので、図 4. の縦軸の信号強度 9 ～11mV と横軸の 2.45 ～3.0mg/100ml の間を拡大した図を図 5. に示した。

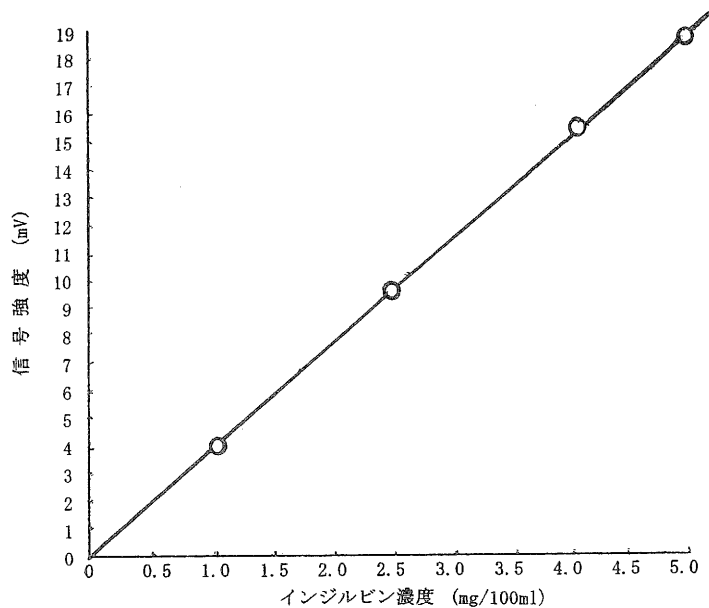


図 4. カラム 2 を用いたインジルビン定量の検量線

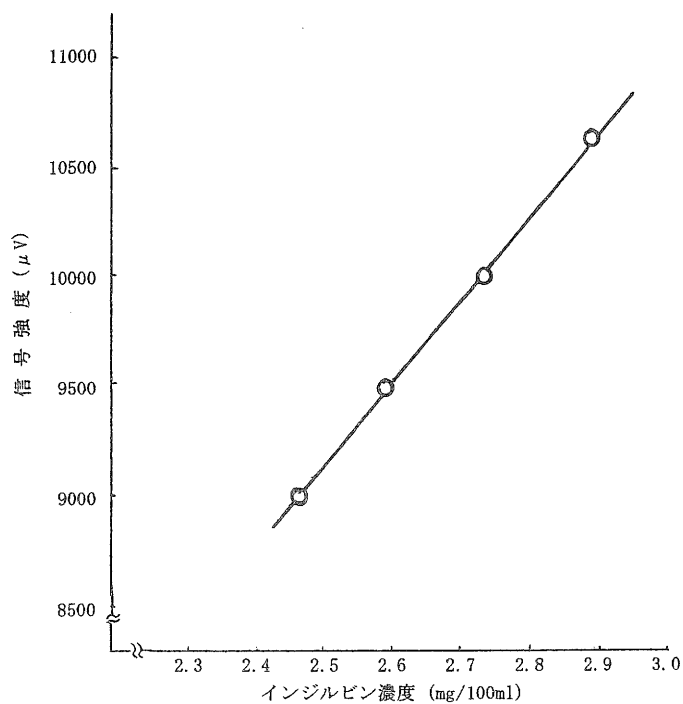


図 5. 信号強度 9 ~ 11mV 間の拡大検量線

3. 4. 2 近紫外線の照射条件と生成インジルビン量との関係

化学工業関係における光化学反応では、一般にこの領域波長の紫外線が用いられている⁵⁾とされているが、インド藍またはインジゴに対する紫外線照射に関する先行文献は容易に見当たらず、全く予備実験的に紫外線放射管とインド藍間の間隔66mmで照射した。この場合の照射日数とインジルビン増大量との関係を図6. に—△—で示す。この図から照射日4日でインジルビン含有量が最大値を示すことが明らかになったが、その増大量は元の含有量の8%に過ぎなかった。

光に関する法則では、光が当たる面が受ける光の量は、光源からの距離の二乗に反比例するとされている。紫外線の場合でも、この法則が適用されるものとして、間隔を約半分の34mmに短縮して照射してみた。その結果を図6. に—○—で示した。

図に示されるように、最初の3日間は、66mm間隔の時に比べ、大体同じ速度の立ち上がりを示し、それ以後も引き続いて増大し、6日目位いにピークに達し、以後増大の時と同じ位いの速度で減少するが8日目位いから減少が低下し、10日目位から平行線を辿ることが分かった。なおピークの値は照射前の含有量より15%増大した。

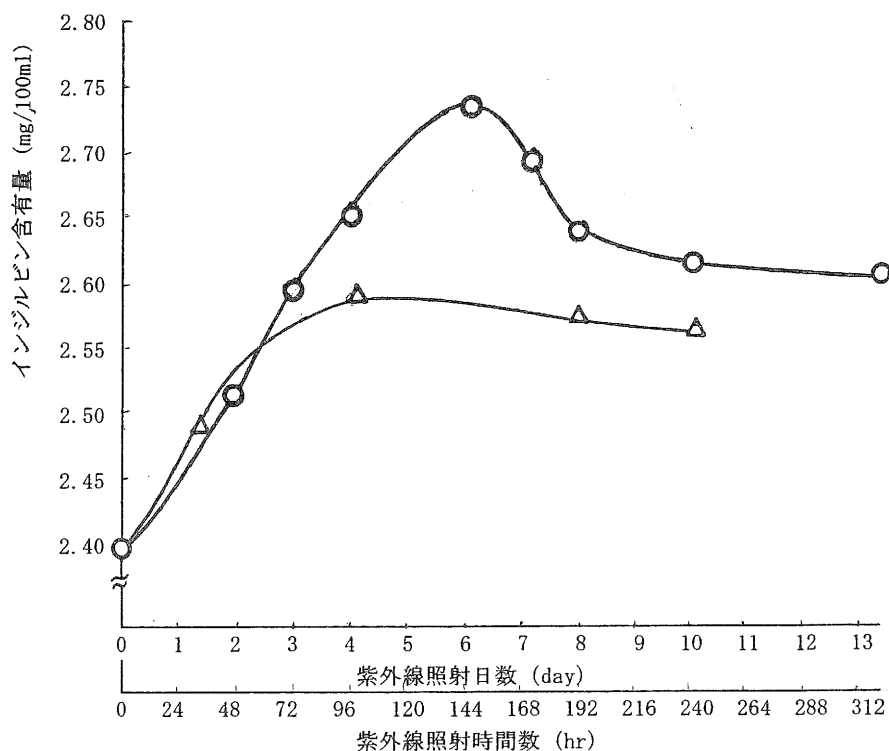


図6. インド藍に対する近紫外線照射日数または時間と増大インジルビン量との関係

3. 4. 3 殺菌灯紫外線照射条件と含有インジルビン増大量との関係

近紫外線照射では、光源との距離を短縮することで、比較的大きい成果を得ることができたが、253.7nmの短い波長の紫外線を放射する殺菌灯による照射についても、照射日数を変えて66mmと34mm間隔の2つの場合について測定してみた。得られた結果を図7.に示した。66mmの場合は $\triangle$ で、34mmの場合は $\circ$ で示した。

その図から34mmの場合では、照射日数1.5日から急激にインジルビンが増大し、2～3日位いで最高に達し、それ以後は順次減少することが分かった。このことは先の日光照射や近紫外線照射の場合と同様、一旦増大したインジルビンが照射紫外線により光分解されることによるものと思われる。

この場合の紫外線照射による最高増大量は、近紫外線の場合と同じ、照射前含有量の15%であった。なお、66mmの場合は紫外線照射により、34mmの場合より緩やかに増大し、ピークに到達以後は平行線に近い形で減少するようであった。

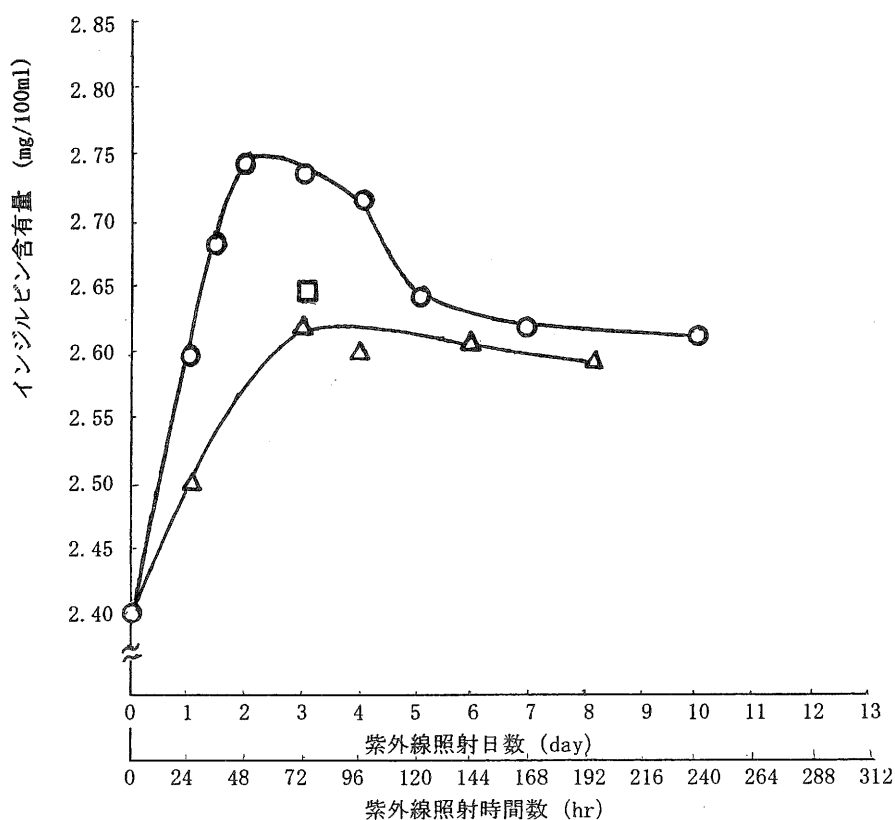


図7. インド藍に対する殺菌灯の紫外線照射日数または時間と増大インジルビン量との関係

なお、照射距離を34mmの半分の17mmに減少させると、結果は□で示すように34mmの場合より逆に減少した。

3. 4. 4 日光照射と紫外線照射それぞれのインド藍中のインジルビン増大に及ぼす効果

紫外線照射は波長の長短、強さ、光源と被照射物質間距離、照射時間は規定通り一定に保ち得るが、日光の場合は距離は区別が無く、波長は長短各種が混在し、強さも

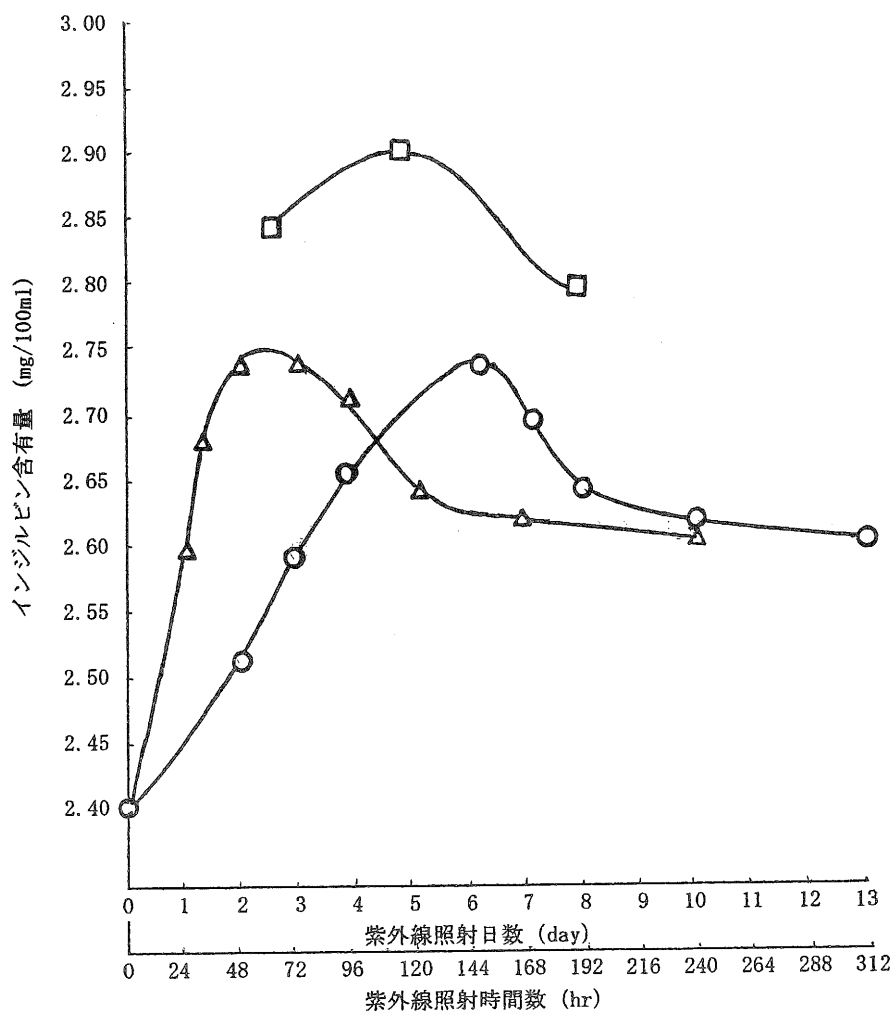


図 8. インド藍に対する快晴日日光、近紫外線および殺菌灯紫外線それぞれの照射日数または照射時間数とインジルビン増大量との関係

常時変動し、照射時間も規定通り規制することは困難で、不可能に近い。

従って両者のインジルビン生成効果を比較することは、本来無謀といえるものであるが、先の実験方法の項で説明したように、日光照射日数の勘定の要領で、大略照射日数を照射時間数に換算し、紫外線照射の場合と比較してみた。結果を図 8. に示す。この図から日光照射の場合は紫外線照射の場合に比べ、格段のインジルビン増大効果が大きいことが分かった。このことについての理由などは、今後の検討課題である。

4. おわりに

天然物志向の取り分け強い現代社会の風潮からみて、インジルビンを化学合成薬品を全く用いずに、日光や紫外線などの照射による物理的処理によって、普通の市販インド藍中のインジルビン含有量を15～20%増大させる成果を得ることが出来た。

紫外線による照射では、殺菌灯による場合と近紫外線による場合とでは、ピーク値は殆ど変わらず、その値に到達する迄の時間に相違があったが、日光照射ではピーク値が紫外線照射に比べ、格段に大きい値を示すことが明らかであった。

今後より大きい増大効果が得られるように、日光や紫外線の照射など、物理的処理について検討を進める予定である。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、多大のご援助を頂きました財団法人 覚譽会の各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 曾根健夫；葆光 13号 p. 13 (2002)
- 2) 曾根健夫；葆光 14号 p. 21 (2003)
- 3) 牛田 智、谷上由香、太田真祈、原島由紀；第37回染色化学討論会講演要旨集 p. 1 (1997)
- 4) 曾根健夫；葆光 10号 p. 19 (1998)
- 5) NEC ランプ. 安定器型録 p. 39 (2003)

絹繊維に関する研究（その 7）

高 橋 重 三

1. はじめに

絹繊維産業の構造改革は、色々試みられている。例えば横割りの分業ではなく、縦の連携による製品作りの例として、製糸工場において製糸から撚糸織物まで行っている所がある。このようにして、消費者の要望が生産者まで速應できるように連携することが必要であると言われている。

本研究は、繭生産から織物まで含め一貫した計画のもとに、独自のブランド商品の開発を目的として進めてきた。絹繊維は独特な光沢を持ち¹⁾、和装の特長とされているが、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。撚りと繊維集合体の性質との関係は、一般的には、繊維間のからみ合いを強め、糸の強度、伸縮性および弾性を向上する効果がある。さらに糸に丸味を与えとか、太さの均一化などの構造変化および表面構造の変化と共に触感、光沢、染色物の色調などに関係するものと考えられている。

本報では、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 0～2000 T/m）による光の反射特性の変化について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（ありあけ、太糸系）と日 1・2×中 1・3（しんあけぼの、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。繭糸長および繊度は 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 撚り掛け生糸および撚糸の作製²⁾

生糸の撚り掛けは、生糸をボビンに巻取り、3480rpmの回転軸に固定して回転し（イタリー式撚糸機に準じた）、巻取り速度を変化させることにより撚り数（ T/m ）を変化させた。生糸の撚り数は、2本諸撚り糸の巻取速度と撚り数との関係図から求めた。1500 T/m 以上の撚り掛けは、京都市産業技術研究所繊維技術センターに依頼した。95℃蒸気中20分処理し撚り止めをした。

3本片撚り又は3本諸撚りの場合には、生糸3本引き揃えたものをボビンに巻取り、また、2本諸撚りでは、3本片撚り糸又は3本諸撚り糸を2本引揃えボビンに巻取り、それぞれ前記と同様の方法で撚り掛けを行った。下撚り数は300 T/m 、上撚り数は150 T/m とした。撚り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。この場合3本撚りが下撚り、2本撚りが上撚りである。

2. 3 試料の精練方法

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。総糸の状態で行う。

2. 4 試料糸の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

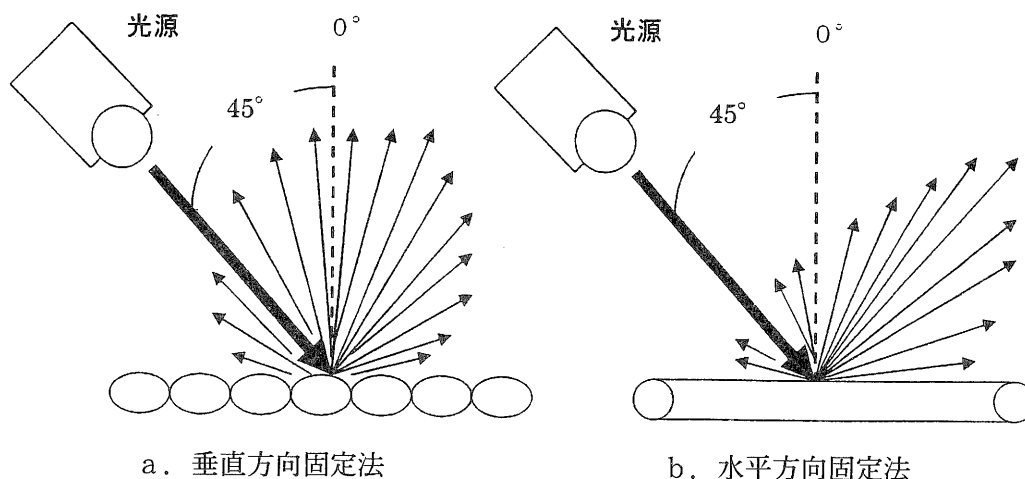


図1 試料の固定方向および試料への入射と受光角の関係

した。プラスチック製枠（スライド用マウント）に平行に密に巻き付けたもの（83～160本/cm）を測定用試料とした。各測定サンプル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、サンプル糸の長軸が試料固定台に垂直方向になるように固定した（たて方向）（図1-a）と水平方向に固定した（よこ方向）（図1-b）の2方向からの入射条件で測定した。

3. 結果および考察

3. 1 平成16年産繭の性質

表1 平成16年産繭の性質

蚕品種	本研究			文献値 ⁴⁾		
		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)	16. 春	1094	3.77	961	4.28	H 2. 春
	16. 秋	1149	4.10			
日1・2×中1・3 (しんあけぼの)	16. 春	1323	2.40	1536	2.02	H 2. 秋
	16. 秋	1690	2.50			

春繭は内層に至ると切れやすく繭層の残留量が多かった。従って繭糸長は短く現れたものと考えられる。原因としては上簇時に台風が来たので、高湿度が続いたためと考えられる。天然物では、素材の履歴が非常に重要なことがわかった。

3. 2 生糸および絹糸・撚糸の光の反射特性

表2 試料の記号と内容

記号	撚り数(T/m)	生糸	絹糸 (生糸精練)	撚糸 [*]	
				精練前	精練後
E	0	E-1	E'-1	E-2	E'-2
F	500	F-1	F'-1	F-2	F'-2
G	1000	G-1	G'-1	G-2	G'-2
H	1500	H-1	H'-1	H-2	H'-2
I	2000	I-1	I'-1	I-2	I'-2

※撚糸：3本片撚又は3本諸撚×2本諸撚

本研究には平成15年春繭、日9・0×中9・0（太糸系）を使用、1202m、織度4.15d 7粒付け、生糸の実測織度29.6dを使用した。

3. 2. 1 生糸の光の反射特性

図2は生糸の撚り数とその反射強度との関係を現わしたものである。たて方向では、受光角度0°の拡散反射光の強度の差がよく現れ、よこ方向では、受光角度45°の正反射光強度の差がよく現れる。物体表面の光沢（Luster）は、拡散反射光強度に対する正反射光強度の比、すなわち $Luster = R_{max}/R_o$ で定義される。撚り数500 T/mでは、撚り数0（無撚り）の糸と大きな差は見られないが、撚り数1000 T/m以上では、撚り数の増大と共に、拡散反射光ならびに正反射光強度とも低下する。

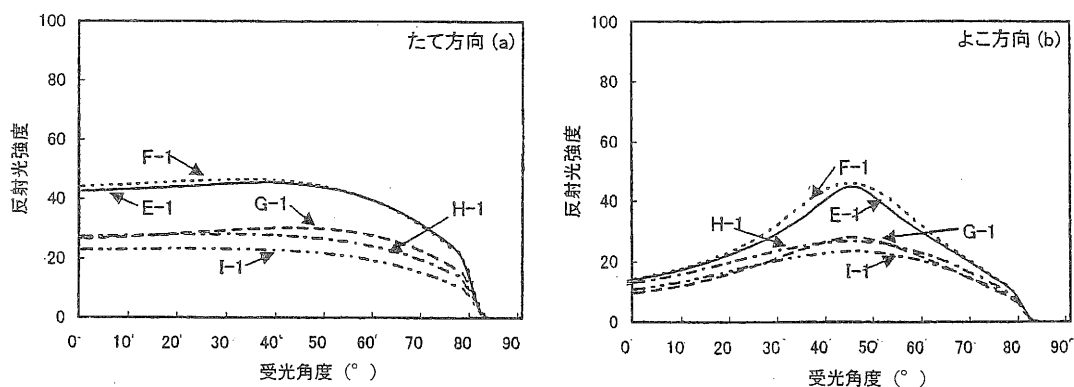


図2 生糸の撚り数と光の反射光強度との関係

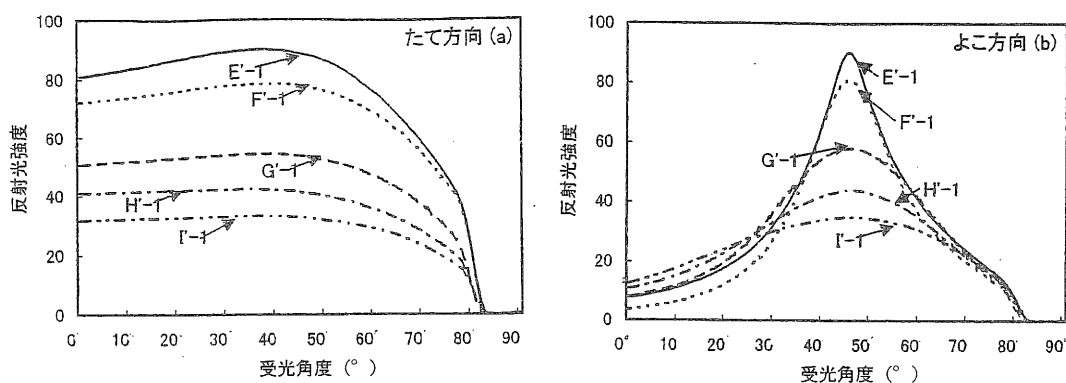


図3 絹糸の撚り数と光の反射光強度との関係

3. 2. 2 絹糸（練糸）の光の反射特性

図2と図3は同じ条件（同じ電圧）で測定しているため、比較することができる。撚り数0の糸について、よこ方向の正反射光強度を比較すると、約40%増大する。たて方向の拡散反射光強度では約2倍の強度になる。生糸への撚り数0に対し、絹糸では正反射光強度は、500T/mで9.1%の低下、1000T/mでは36.4%、1500T/mでは51.0%、2000T/mでは61%低下することを示している。

3. 2. 3 精練前撚糸の光の反射特性

図4は精練前の撚糸（下撚り300T/m、上撚り150T/m）の光の反射強度との関係を示したものである。図2と同様たて方向では拡散反射光の強度の差を、よこ方向では正反射光強度の差をよく現わしている。生糸への撚り掛けによる反射光強度の低下が、撚糸においても現れている。図2と同じ条件で測定しているためこれらは比

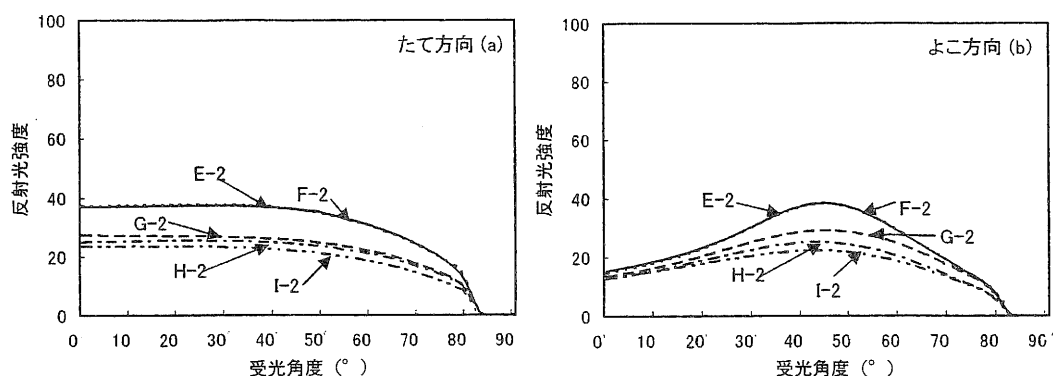


図4 生糸の撚り数と撚糸の光の反射強度との関係（精練前）

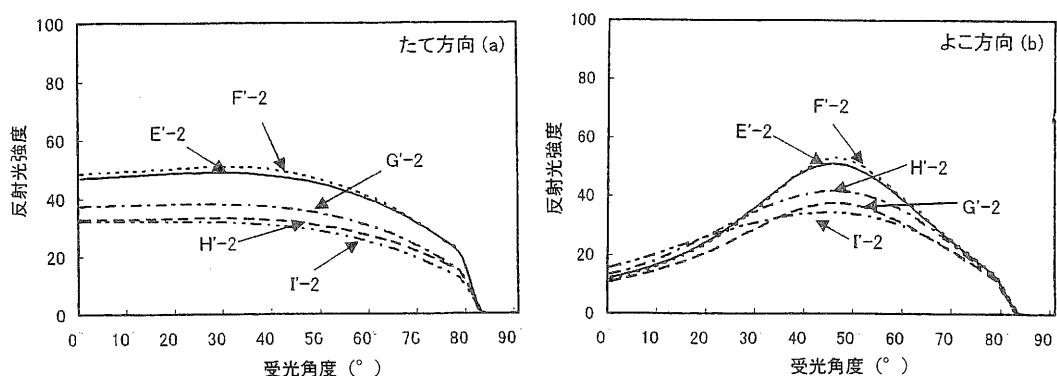


図5 生糸の撚り数と撚糸の光の反射強度との関係（精練後）

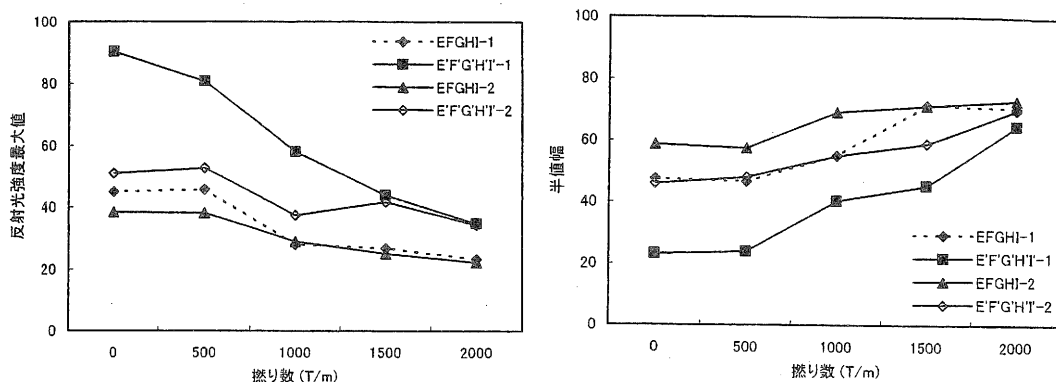


図6 生糸の撚り数と各糸の反射光強度の最大値および半値幅との関係

較できる。

3. 2. 4 精練後撚糸の光の反射特性

撚糸においても、精練により拡散光強度、正反射光強度共に若干増大するが、生糸から絹糸への変化ほど大きくはない。その理由は、撚糸では絹糸6本を含み、さらに下撚り、上撚りが掛っているため複雑な反射与動をするためと考えられる。

3. 2. 5 生糸の撚り数と最大反射強度および半値幅

図2から5まで同じ条件で測定しているのので、これらからよこ方向での各糸の最大反射強度および半値幅（反射光強度の二分の一での曲線の幅）を求め、生糸の撚り数との関係を図6に示した。

撚り数500 T/mでは無撚り（撚り数0 T/m）の糸との差は殆んど見られないが撚り数1000 T/m以上になると、反射光強度の最大値は明らかに低下し、半値幅は増大する。絹糸では、1000 T/mで反射光強度の最大値は36.4%低下し、1500 T/mでは51.0%低下している。反射光強度の最大値は小さくなっても、低角度から高角度まで光の反射が測定され半値幅が大きくなっている。絹の特長ある光沢は残っているものと考えられる。

4. むすび

絹繊維の新たな用途開発を目的として、蚕品種日9・0×中9・0（ありあけ、太糸系）の蚕を飼育し、それから得た生糸に撚り掛け（撚り数0～2000 T/m）を行い、その後の糸の光の反射特性を測定し、次のような結果を得た。

- 1) 拡散反射光および正反射光強度は、500 T/m では 0 T/m と殆んど差は見られないが、1000 T/m 以上では明らかに低下する。特に絹糸（練糸）では明瞭で、正反射光強度の低下の割り合いは、0 T/m に対し 500 T/m では 9.1%、1000 T/m では 36.4%、1500 T/m では 51.0%、2000 T/m では 61% 低下することがわかった。
- 2) 撚糸（3 本片撚りおよび 3 本諸撚り×2 本諸撚り）においても、拡散光および正反射光強度の低下が見られる。また精練により、差は明瞭になるが、生糸から絹糸への変化ほどの差は見られない。
- 3) よこ方向の反射光強度曲線の半値幅は、撚り数 1000 T/m 以上において増大する。撚り掛けにより正反射光強度は明らかに低下するが、低角度から高角度まで反射光が観測される。物理的反射特性と視覚評価による光沢との関係を明らかにする必要がある。

尚、蚕品種（太糸系・細糸系）および生糸の織度、撚糸の構成、糸および織物の染色物の色調や物理的性質などを検討し、対称とする物に適した撚り数などを検討すれば、初期の目的に近づくことが出来るであろう。

文 献

- 1) 篠原 昭：「続絹糸の構造」北條舒正編、信州大学繊維学部 1980
- 2) 荻原清治：「絹撚糸論」信州大学繊維学部 1977
- 3) 佐藤昌子、李 沅貞：日本色彩学会誌，23，No. 3，131，（1999）ほか
- 4) 山本俊雄：蚕糸科学と技術，30，No. 6，（1991）

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。また撚糸および織物の試験および色々御教示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厚く御礼申し上げます。

《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

2005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