

## 天然色素による染色の簡便化

氏名：有賀薫

学籍番号：0633002

指導教員：道明美保子

## 1. 研究の目的・意義

近年、資源の枯渇化などにより環境と安全に対する意識が高まる中で、天然染料を用いた染色は商品へ付加価値を高める方法として強い関心が持たれている。天然染料による染色は環境や人体への影響が少なく、また植物特有の複雑な色味が表せるなどの特長がある。しかしながら、合成染料と比較すると次のような難点があり、一定以上の普及を困難にしている。

その一つが抽出である。天然染料は植物そのものを色材として利用するため、煮出しや手もみで色素を抽出する必要があるが、いずれも多くの時間と手間を要する。また混色する場合、合成染料は一度の染色で可能なのに対し、天然染料では抽出～染色のプロセスを何回か繰り返さなければならない。そして色素の利用効率という点でも、色素のみである合成染料と比べ、天然染料は色材の量に対し色素量が少ないという難点がある。

そこで本研究では、これらの難点を改善し、天然色素による染色を合成染料と同様なシステムで行うための基礎を確立することを目的とし、天然色素による染色の簡便化について検討した。具体的には、まず天然染料を微粉末化することによって抽出の簡略化を可能にすること。また天然染料の中でも、赤・青・黄の3原色に近い色を選び出し、これを実験に用いることで、混色の際も一度の染色で可能になることを目指した。

## 2. 研究の内容と方法

## 2.1 染料

赤色色素としてインド茜、黄色色素としてエンジュ、青色色素には天然植物着色料である<sup>くちなし</sup>梔子酵素処理色素Gardenian Blue (略称GB)を用いた。GBは梔子(アカネ科)の果実に含まれるgenipinの酵素処理によって得られる青色食用色素である。インド茜とエンジュは田中直染料店より、GBは保土谷化学工業から購入した。

## 2.2 試験布

試験布にはセルロース系繊維として木綿平織白布(中尾フィルター製染色試験布)、タンパク質繊維として絹羽二重(色染社製染色試験布)を用いた。試験布は非イオン界面活性剤ノイゲンHC(第一工業株式会社製)1g/lを用いて、浴比1:100、80℃で30分間洗浄後、イオン交換蒸留水でふり洗い1分間を4回繰り返した。

## 2.2.1 木綿布のカチオン化処理

カチオン化剤としてジアルキルジメチルアンモニウム系カチオン性高分子(分子量約20万,里田化工製,以下M11と略称)を用いた。

木綿布はM11(10g/l)とNaOH(2.0g/l)を用い、浴比1:50、80℃、30分間処理後、水洗し、カチオン化処理を行った。

## 2.3 媒染剤

媒染剤には、可溶性酢酸アルミニウム $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ (ナカライテスク株式会社製)0.2%水溶液を用いた。

### 3. 実験方法

#### 3.1 天然染料の粉碎

天然染料を粉碎器（Panasonic 製ファイバーミキサーMX-X58-SW 型）と乳鉢を用いて粉碎し、ステンレスふるい（アスワン製）を通した。ふるいの目開きは 45, 75, 125, 250, 500, 1000  $\mu\text{m}$  (=1mm) の 6 種類を用いた。

#### 3.2 吸収スペクトル曲線の測定

各染料の染浴濃度を 1g/l にし、80°C で 60 分間抽出した。得られた染料溶液をインド茜は希釈せず、エンジュと GB はイオン交換後蒸留した水で 10 倍に希釈し、紫外可視分光光度計（日本分光株式会社製 V-550 型）を用いて 200~900nm における吸収スペクトルを測定した。測定結果から染料の最大吸収波長を検出した。

#### 3.3 最適抽出時間の検討

粉碎したインド茜色素 1 g/l を 80°C で振盪させながら 15, 30, 60, 120 分抽出し、抽出溶液を遠心分離機（サクマ製マルサン式遠心機 SL-IV 型）で 1 分間遠心分離し、得られた上澄み液の吸光度を測定した。得られた結果から最適抽出時間を決定した。

#### 3.4 染料の粉碎化が色素の抽出に及ぼす影響の検討

各種粉碎した色素を 3.3 で得られた時間抽出し、抽出液の吸光度から染料の粉碎化が色素の抽出に及ぼす影響を検討した。

#### 3.5 染色

##### 3.5.1 染料の粉碎化が絹布の染着性に与える影響の検討

粉碎した各種染料を用い、染浴濃度をインド茜は 20%, 100% o.w.f、エンジュは 20% o.w.f とし、それぞれ浴比 1:300、80°C、60 分間染色した。媒染は中媒染の方法をとった。

染色物の分光反射率を分光測色計（型式 MCS-IS-2DH, スガ試験機株式会社製）で測定し、その値から K/S 値を算出した。

##### 3.5.2 媒染方法の検討

媒染方法は、一般的に用いられる後媒染の他に、先媒染、中媒染などがある。この中で比較的色彩濃く染まると考えられる中媒染と先媒染とを比較した。染色条件はインド茜、エンジュ、GB とともに、染浴濃度 200% o.w.f、浴比 1:300、80°C とした。また抽出時間は、3.3 の最適抽出時間の検討結果から 60 分間とした。媒染は酢酸アルミニウム 0.2% 水溶液を浴比 1:300 で用いた。中媒染は染色後 10 分間媒染し、再び染液に戻し 80°C で 5 分間染色した。先媒染は染色前に 10 分間媒染した後、染色し、再び 10 分間媒染した。

#### 3.6 カラートライアングルの作成

##### 3.6.1 染浴濃度の検討

各染料についてカラートライアングル作成に用いる赤・青・黄の 3 原色の濃度を検討した。

##### 3.6.2 カラートライアングルの作成

3.6.1 で得られた各染料の濃度をもとに、カラートライアングルを作成した。各色の色番号と染料の配合比率を図 1、表 1 に示した。

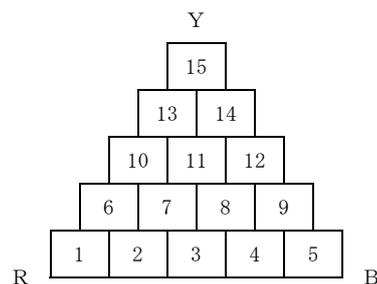


図 1 カラートライアングルにおける色番号

表 1 染料配合比率

染料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R	4	3	2	1	0	3	2	1	0	2	1	0	1	0	0
B	0	1	2	3	4	0	1	2	3	0	1	2	0	1	0
Y	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4

## 4. 結果と考察

### 4.1. 吸収スペクトル曲線

各染料の吸収スペクトル曲線から最大吸収波長を検出した結果、インド茜は 460nm, エンジュは 360nm, GB は 600nm であった。

### 4.2. 最適抽出時間の検討

インド茜の染色では最も吸光度が高く色素量が多いと考えられる 60 分を最適抽出時間に決定した。抽出時間は統一するため、エンジュと GB にも 60 分を適用した。

### 4.3. 粉碎化が色素の抽出に及ぼす影響

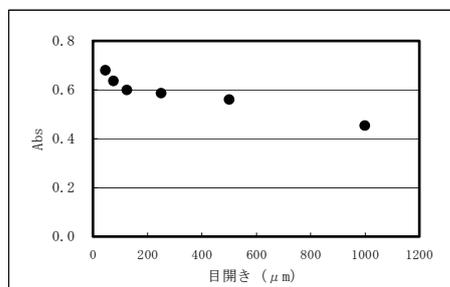


図 2 粉碎化が色素の抽出に及ぼす影響

図 2 は、ふるいの目開き、つまり粒子の大きさが大きくなるにつれて吸光度が低下することを示している。このことから、粉碎化には明らかに色素の抽出効率を高める効果があると考えられる。

### 4.4. 粉碎化が絹布の染着性に及ぼす影響

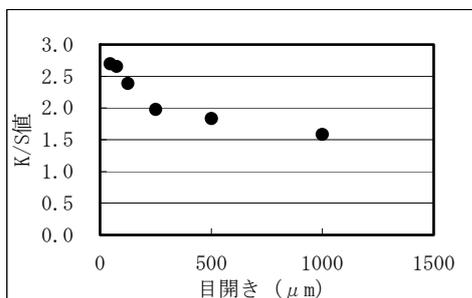


図 3 粉碎化が絹布の染着性に与える影響  
(エンジュ 20% o.w.f)

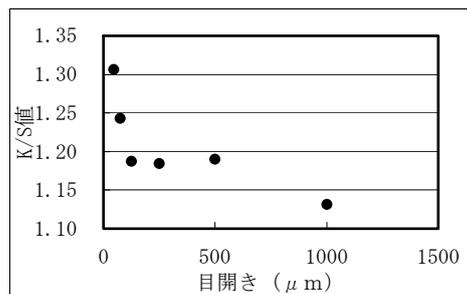


図 4 粉碎化が絹布の染着性に与える影響  
(インド茜 100% o.w.f)

染色物の濃度を表す K/S 値は、エンジュ・インド茜ともに、目開きが大きくなるにつれて低下している。このことから染料の大きさが細かいほど色濃く染まると考えられる。

### 4.5. 媒染方法の検討

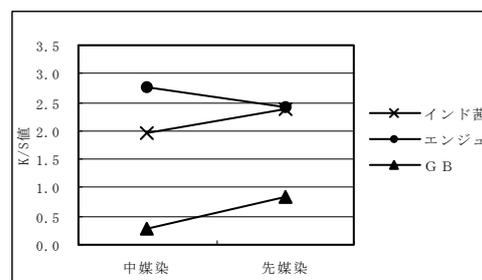


図 5 媒染方法の検討

インド茜と GB には先媒染が適しており、エンジュのみ中媒染が適していた。本研究では媒染方法を統一する必要があるため、3 色をより平均的な濃度に染めることのできる先媒染の方法をとった。

### 4.6. カラートライアングルの作成

#### 4.6.1. 染色濃度の検討

各染料において、カラートライアングルにおける単色の濃度を検討した結果、対繊維重量がインド茜は 240%, エンジュは 150%, GB は 200% が最も原色に近いと判断した。

#### 4.6.2. カラートライアングルの作成

実験の結果、全 15 色をむらなく染めることができ、微粉碎化した 3 色の染料によって多様な色を得られることが明らかとなった。

しかし、綿と絹では色相に違いがみられた。この原因には綿に行ったカチオン化処理の影響があると考えられる。天然色素を用いて綿を染める際、カチオン化処理などの前処理が必須であるため、これが色素の本来の色相にどのような影響を与えるかさらに検討した。



図 6 絹の染色



図 7 綿の染色

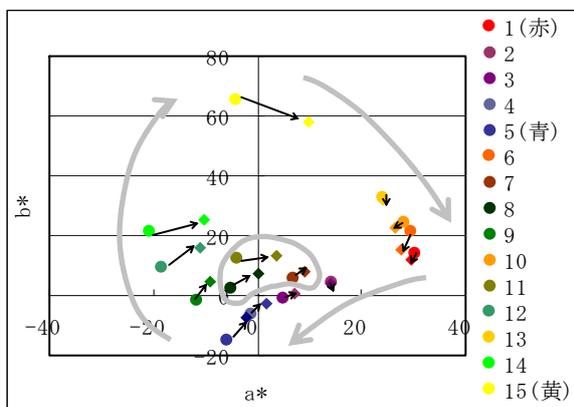


図 8 カラートライアングルにおける a\*b\*値  
(●:絹、◆:綿)

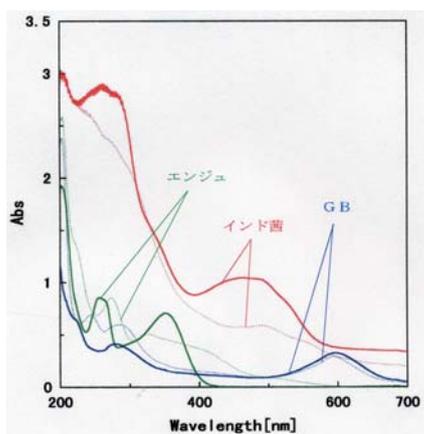


図 9 吸収スペクトル曲線

(—:蒸留水, …:カチオン化剤溶液)

図 8 より a\*b\*値から比較すると、全体が a\*= 20, b\*= 10 付近の地点に向かって移動し

ている。この座標は赤色を示すことから、カチオン化処理は色相を赤色方向へ移動させると考えられる。また、図 9 より吸収スペクトル曲線から比較すると、インド茜・エンジュはスペクトルの山が低くなだらかになるとともに、全体的に長波長側へ移動していた。これは彩度が低下したことと、色相が変化したことを示す。

以上よりカチオン化処理は染料の本来の色相や彩度を変化させることが明らかになった。しかし、染色物の実際の色については、各色の印象を変えてしまうほどの影響はみられなかったため、濃色染めが可能になることで得られるものの方が大きいと考える。

## 5. 総括

染料を微細化することにより、抽出効率を向上させることが明らかになった。これは抽出時間の短縮が可能になったことを意味する。またカラートライアングルの結果より、3色の組み合わせによって多様な色が一度の染色で染めることが可能になった。抽出時間、媒染などの染色方法が統一されているため、混色の場合でも単色と同様の方法で染色することができる。今回は原色に近い色を使用した。それぞれ他の染料に換えることによって、異なるトーンのカラートライアングルを作成することも可能である。

以上より、粉砕化は天然染料の利便性を向上させることが明らかとなった。本研究により、工業や商業など合理性が必要とされる分野でも天然染料の利用が広まることを期待する。

## 5. 主要文献

- 1) 山崎青樹：「草木染 染料植物図鑑」，美術出版社，(2000)
- 2) 横山早見・道明美保子・木村光雄・浦川宏：木綿の染色における濃染固着剤の効果に関する研究(第1報)，日本繊維製品消費学会，(2008)
- 3) 木村光雄：「伝統工芸染色技法の解説」，色染社，(1990)