

平成 21 年 6 月 12 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18500584  
 研究課題名（和文） 藍植物を用いた紫色染色  
 研究課題名（英文） Dyeing in Purple Shade with Indigo Plants

## 研究代表者

牛田 智 (USHIDA SATOSHI)  
 武庫川女子大学・生活環境学部・教授  
 研究者番号：40176657

研究成果の概要：藍の色素であるインジゴは、藍植物に含まれているインジゴの前駆体であるインジカンから生じるが、その際、副生成物として、インジゴの異性体であるインジルビンという赤色色素が生成し、紫色に染色できることがある。藍植物から、インジルビンを多く生成させるための詳細を明らかにすることを目的とし、主にインドアイ乾燥葉によって検討したところ、絹や綿を紫色に染める条件を見いだすことができた。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	600,000	0	600,000
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,600,000	300,000	1,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：インジゴ、藍、インジルビン、インジカン、インドキシル、インドアイ、リュウキュウアイ

## 1. 研究開始当初の背景

既にこの研究の開始時まで、藍植物の生葉に含まれる藍の色素の前駆体であるインジカンが加水分解して生じるインドキシルから生成するインジルビンの生成に有効な条件や、タデ科の藍植物であるタデアイの生葉染めにおいて、絹繊維中にインジルビンを生成させて紫色に染色する方法などは、筆者らにより報告されてきた。さらに、沖縄や台湾で使われている、リュウキュウアイというキツネノマゴ科の藍植物では、生葉染めの過程で熱をかけること、つまり生葉の煮染めを

することで紫色が染色される要因についても検討し、pH、温度といった条件が重要であることを見出し、タデアイの生葉では難しかった紫色染めを、条件を制御することで実現してきた。しかしながら、条件設定の難しさから、再現性が低かったり、濃い紫色を染色できなかったり、木綿への染色ができなかったり、まだまだ解決すべき課題は多かった。藍植物による紫色染色に関する要因を明らかにし、実際の染色への応用をめざす必要性があった。

## 2. 研究の目的

藍は、建て染め染料として、古くから世界各地で使われている。藍の色素であるインジゴを生じる植物には、タデアイ、リュウキュウアイ、インドアイなどいろいろな種類があるが、いずれも、インジゴの前駆体としてのインジカンを含んでいる。藍の色素であるインジゴは、このインジカンという無色の配糖体から糖分子がはずれることで生じたインドキシルの空気酸化によって生じるが、その際、副生成物として、インジゴの異性体であるインジルビンという赤色色素が生成することがある。このインジルビンは、合成藍、天然藍を問わず、藍染料に不純物として含まれている色素であるが、その量は微量である。もし、藍植物から藍の色素を製造する際に、インジルビンを比較的多量に生成させることができれば、インジゴとインジルビンの混合された色である青紫から赤紫の色相を、最も身近で大量栽培が可能な染料植物である含藍植物から得られることになり、藍の天然染料としての可能性を大きく広げることができる。既にわかっていることを踏まえた上で、そのインジルビン生成の条件や、生成メカニズムなど、詳細を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) タデアイの生葉染めやリュウキュウアイの煮染め（徐々に温度を上げながら染色する手法）、赤色色素インジルビンを豊富に含む沈殿藍による分散染め（沈殿藍として、一旦色素を生成させたものを水中に分散させ、その中に繊維を入れて温度を上げて染める方法）などの手法で、絹、羊毛、ナイロンなどに対しインジゴとインジルビンが混ざった色である赤紫色が染色できる。まずこれらの各種方法の特徴と実用性の比較を行った。

(2) このような紫色染めは、新鮮な藍植物の生葉を用いたものであり、タデアイの場合、乾燥葉では乾燥した時点で、インジカンからインジゴが生成してしまうため、このような技法は利用できない。一方、毛染め剤として市販されているインドアイ乾燥葉には、インジゴになる前の状態であるインジカンが保持されており、それを使えば生葉染め同様の染色が行えると考えられるが、実際に検討はされていない。なおインドアイは、南アジア、中央アジア、中南米やアフリカなどで行われている藍染めに一般的に使われるマメ科の藍植物で、そこから沈殿法で「インド藍」、すなわち「インジゴ」を生み出してきた藍植物である。

そこで、染毛用として、中央アジアや南アジアから輸入されているインドアイ乾燥葉

の粉末を使って生葉染めの手法で赤紫色染色についての検討を行った。なお、タデアイでは乾燥する前の生の葉によってしかできない技法を、インドアイでは乾燥葉でもできるという利点を生かしたということである。

(3) さらに、粉末を多量に使用することでインジカン濃度を高めることができるという特性を活かし、ペースト状にしたものを使い、濃色に染められないか検討を行った。

(4) 藍染めに用いられてきた藍植物は、藍の色素であるインジゴに変化する前の物質であるインジカンが含まれている。通常の藍染めは、インジカンから不溶性のインジゴを生成させて染料とし、これをアルカリ性下で還元して水溶性にして繊維内に侵入させたあと、空気酸化により元のインジゴに戻して綿や絹などを染色する。インジカンが溶解している藍の生葉のジュースに絹布を浸すと、インジカンの分解と酸化が起これ、インジゴが繊維内に生成して染色が可能であるが、この「生葉染め」と呼ばれる染色方法では、綿にはほとんど染まらない。このような生葉染めを行う際、条件によってはインジゴの異性体のインジルビンという紫色の色素が生成して、藍植物によって青ではなく紫を染めることができる。インジルビンの場合は、生葉によるインジゴ染色と異なり、綿が染まることがある。インジルビンも水に不溶であるが、微粒子状に分散している状態がインジゴとは異なり、繊維内に侵入しやすい性質を有していると考えられる。そこで、この方法による綿のインジルビン染色を試みた。

## 4. 研究成果

(1) タデアイの生葉染めでインジルビンを多く生成させるには、pH10~11の弱アルカリ性か、pH1.4以下の酸性で、20%エタノール存在下で行うのがよい。酸性法は、塩酸を用いるが、一般の人が安全に行うには、弱アルカリ性で行う方がよい。

煮染めは、薬品を用いることなく行うことができる点は長所であるが、再現性に欠ける短所を持つ。

分散染色は、水に分散させたインジゴは、染色されないが、インジルビンは70°C程度でも染色される性質を利用したものである。インジルビンに比べてインジゴが多く含まれる沈殿藍でも赤紫色の染色が可能である。染液の液性は中性であり、使用後の沈殿藍は、インジルビンが存在する限りは再利用が可能であるので、インジルビンを染色するには効率的・経済的な方法である。

(2) タデアイの生葉による紫色染色は、染色

時に弱アルカリ性にする、温度を上げる、エタノールを添加するということが、紫色染色に良好な結果をもたらすことが既にわかっているため、これらのことをもとにして、インドアイ乾燥葉での赤紫色染色を試みた。インドアイ乾燥粉末を蒸留水に入れてよく溶き、エタノールを加えて 500ml とし、標準的には 1 時間放置し、その後炭酸ナトリウムによって pH10.5 にし、絹を入れ 1 時間染色した。図 1 にエタノール濃度を 0%~30% にして染めた染色布(絹)の色を、図 2 に液の放置時間を 1 時間ではなく 0~120 分とした場合の色を、図 3 に染色温度を 5℃ から 70℃ にした場合の色を、Lab 色度図で示した。

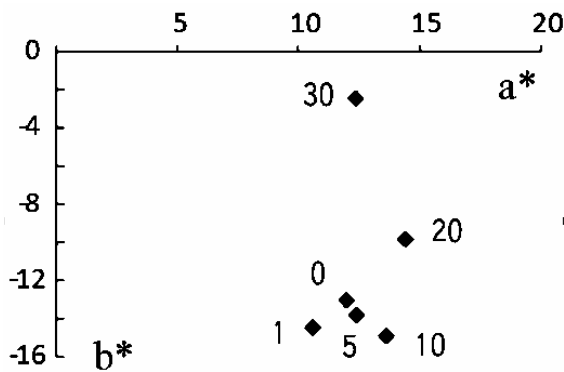


図 1 エタノール濃度を 0%~30% に変えた場合の染色布の色

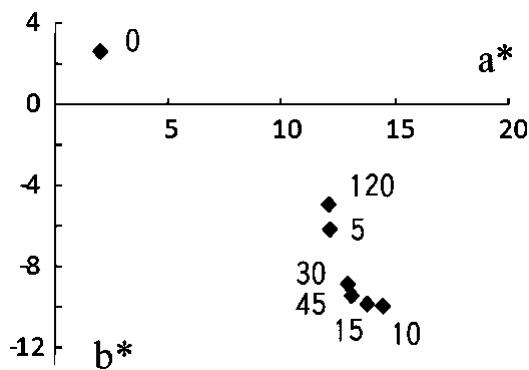


図 2 液の放置時間を 0 分~120 分に変えた場合の染色布の色

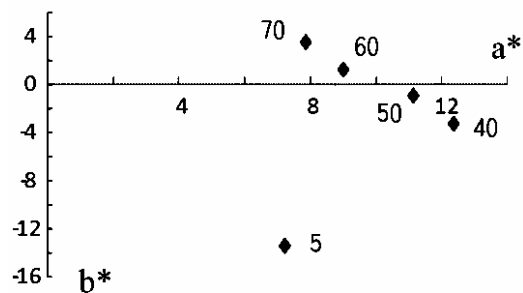


図 3 染色温度を 5℃~70℃ に変えた場合の染色布の色

これらの結果から、500ml 規模では、染色温度、エタノール濃度が高いと色がくすむが、エタノール 20% までは濃度が高くなるほど赤みが強くなった。

その傾向は、タデアイの生葉染めとほぼ同じで、インドアイ粉末を 10~20% エタノール水溶液に入れ、10~60 分間放置後、炭酸ナトリウムを加え、常温で 1 時間染色する方法が最も良く染まった。

(3) インドアイ粉末を少量の水とともに練ったペースト状にして低浴比で染色すると、濃い紫色を染色できるのではないかと考えて染色を行った。

まず、ペーストの中に布を入れ、染色してみたが、長時間染色しても、若干赤みの色に染まった程度で好ましい結果は得られなかった。そこで、アルカリを加えたペーストで行ったが、アルカリとして炭酸ナトリウムを用いると、アルカリが強すぎてインジカンの加水分解酵素が作用しなかったのか、ほとんど染まらなかったため、炭酸水素ナトリウムを用いた。炭酸水素ナトリウム 5%、エタノール 5% で、赤みに染めることができた (図 4)。次に、インキュベータに入れることで高温 (50℃) 染色を行ったところ、赤く染めるのに常温では 24 時間かかったものが、わずか 1 時間で染まった。しかし、常温と比べると色はくすみ、鮮やかさは低下していた。エタノールを 20% 使ったものの方が、5% 使ったものよりも赤みに染まった (図 5)。

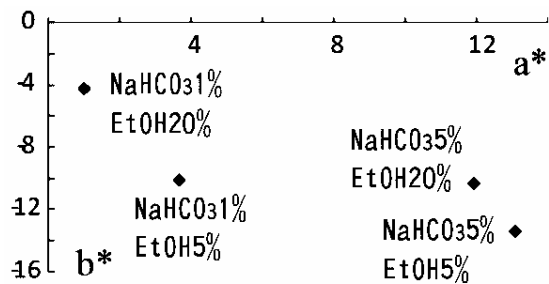


図 4 インドアイペーストにより染色した染色布の色 (炭酸水素ナトリウム濃度とエタノール濃度を変えた場合)

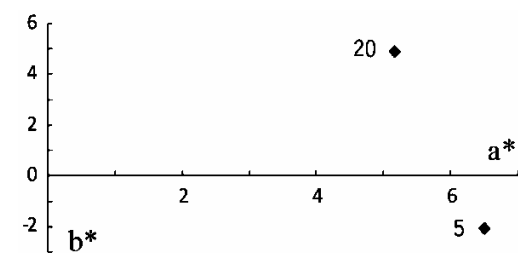


図 5 インドアイペーストにより染色した染色布の色 (50℃で、エタノール濃度を 5% と 20% で行った場合)

(3) 連携研究者

以上をまとめると、ペースト染色では、500ml で染色を行ったものに比べて、多少は濃く染まったが、色ムラが生じた。水の多い条件で行う場合よりもアルカリを弱くすることが良く、エタノール 5%、炭酸水素ナトリウム 5% の水溶液を使用し、ラップフィルムで密閉し、1 時間染色する方法が最も良かった。

(4) インドアイ粉末を用いて、液性、濃度(インドアイの使用量)、浸漬・酸化のタイミング、添加物の効果、温度などの条件を変えた綿布の染色を試みた。その結果、あまり濃い色ではないものの、綿布を薄紫色に染色することができた。ただし、再現性が十分でないので、今後、より詳細な検討を行う予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 4 件)

① Satoshi USHIDA and Yuki KOHAMA、Methods to Dye Silk in Purple Shade with Fresh Leaves of Indigo Plants、International Symposium and Exhibition on Natural Dyes 2008 年 9 月 25 日・26 日、大韓民国・大邱市 EXCO

② 牛田智、古濱裕樹、池宮千明、インドアイ乾燥葉による絹布の赤紫色染色、日本家政学会第 60 回大会、2008 年 5 月 31 日、日本女子大学

③ Yuki KOHAMA and Satoshi USHIDA、Dyeing of Indirubin obtained from acidic conditions、2006 年 11 月 8 日、International Symposium -Workshop on Natural Dyes、Hyderabad(India)

④ 古濱裕樹、牛田智、藍の生葉による赤紫色染め各種手法の特徴と実用性、日本繊維製品消費科学会 2006 年年次大会、2006 年 6 月 10 日、神戸女子大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

牛田 智 (USHIDA SATOSHI)  
武庫川女子大学・生活環境学部・教授  
研究者番号：40176657

(2) 研究分担者