

藍染めの学校教育への導入に関する基礎的研究 第1報 —生葉染めした絹布の色彩に及ぼす染色時間と酸化時間の影響—

瀬戸 房子*・馬場園 佳奈**・池田 充***・龍野 巳代****

(2014年10月28日 受理)

Fundamental Study for Introducing Dyeing with Indigo into School Curriculum Part 1

—Effects of Dyeing Time and Oxidation Time to Color of Silk Fabrics

Dyed with Indigo Green Leaves—

SETO Fusako, BABAZONO Kana, IKEDA Mitsuru, RYUNO Miyo

要約

藍は栽培が容易で、その色素は生活を豊かにしてきた身近な自然の恵みであり、人間と自然との関わりを体験できる教材としての応用が考えられる。そこで、本研究では、小学校において蓼藍を栽培することを想定して、児童生徒が自然についての理解や興味を引く活動や教材として、藍の栽培と染色を取り上げた。藍による染色方法の中で安全で簡便な方法である生葉染めを行い、染色物の色彩を測定した。また、クロロホルムを溶媒として藍葉の色素を抽出し、吸光度を測定した。染色物の色彩と染色方法および藍の収穫時期との関連について検討を行なった。生葉染めの染色布では、青から緑色に染色された。染色時間10分と酸化反応時間5分で染色を行なった場合、染色布はより青く染色された。収穫時期については9月より10月に収穫した葉を用いた方が青く染色された。クロロホルムを溶媒とした藍葉の色素抽出液の吸光度曲線においてインジゴとクロロフィルのピークが確認され、10月中旬に収穫した葉は7月下旬に収穫したものと比較するとクロロフィルの含有量は少なく、インジゴの含有量は多かった。

キーワード：藍、生葉染め、絹布、染色時間、酸化時間、小学校、クロロホルム、吸光度

* 鹿児島大学教育学部 教授

** 在マレーシア日本国大使館付属・クアラルンプール日本人会日本人学校 教諭

*** 鹿児島大学教育学部 技術専門職員

**** 鹿児島大学教育学部 技術職員

1. 諸言

藍は、生活を豊かにしてきた身近な自然の恵みであり、人間と自然との関わり、生活文化、人間による化学の進歩等を体験できる教材としての応用が考えられる。藍染めは、古くから行なわれ、日本全国に紺屋が存在しており、藍染めされた糸や布は衣服としてはもちろんのこと、人々の暮らしの中で使われてきた。藍に関する染色方法や発色、堅牢性についての研究も多く見られる¹⁻⁶⁾。一般的に、日本で行われてきた藍染めは、細胞中にインジカンを有する植物を用い、発酵させてすくもとして使用し、それを還元して染める建て染めである。藍草は葉中に色素とその色素を発色させるための酵素を含有しており、生葉を用いて青緑色に染色することができる。藍は栽培が容易で、生葉を用いた染色は常温で行い、その工程も簡便である。通常の草木染めでは、加熱染色した後、色素の定着、発色のために金属媒染剤を使用することが多いが、藍の生葉染めは、加熱することもなく、色素の定着は空気中での酸化反応によるため、染色には藍以外の物質を使用せず、安全で環境に影響を及ぼすこともが利点として挙げられる。

これまで、学校教育において植物を教材とする活動も多く、小学校では生活科で朝顔等の花やトマト等の野菜を育て、その成長を観察する活動や中学校では技術科の栽培領域で果物等を育てる活動が行われている。その他にも、校庭や学校外の畑で作物を育て、その一部を家庭科の食物領域の授業に活用している場合もある。これまで生葉染めを教育の場で行うことについて提案した研究はあるが、幼稚園や小学校においては作品を製作し、製作の過程や作品を使用することを楽しむことに重きがおかれ、高等学校においては色素抽出や合成を目的として藍が用いられるものの、学習者にとって低年齢時代からのなじみが薄く、学習者の意欲を高める教材として十分な効果が得られていない場合も多いと思われる^{7,8)}。

藍草の栽培を低学年から取り入れることによって、学習者の理解力や安全性を考慮し、小学校低学年の生活科での自然との触れ合いから始めて小学校家庭科で生葉染め、中学校技術家庭科で煮染め、建て染めを行い、多くの体験的学習を通して、藍をきっかけに歴史における身分制度、地理における各地の生活文化や環境、化学における化学反応による発色の仕組み等、多方面の観点から学習を促すことができると考えられる。藍草は、発達段階に応じた利用方法が可能であり、物事に対する意欲、関心を高め、生徒自身が自分を取り巻く生活環境や社会と自然や科学がどのようにつながっているかを考え、それを踏まえて今後どのように生きていくかを継続的に学習できる教材として効果的であると考えられる。

本研究では、まず、小学校において藍の栽培と生葉染めを行うことを想定し、実際に藍を栽培し、布の染色を行うこととした。緑色の葉で染めた被染色物の色彩が酸化により黄緑から藍の持つ青色に発色することを体験させることによって、自然に対して学習者の興味が高まると考える。その現象を生徒に効果的に体験学習させるための条件を決定する目的で、被染色物の色彩について藍葉の収穫時期および染色方法との関連を検討した。

2. 実験方法

2-1 藍葉の栽培と収穫時期

藍は、蓼科のタデアイ（学名：*Polygonum tinctorium Lour.*）を用いた。市販の種を購入し、教育学部実習地内に平成25年5月24日に播種した。肥料として、堆肥、油粕、化学肥料8-8-8を使用した。さらに土を落ち葉で覆い自然に成長させた。中林らは3月に播種し、約4ヶ月後に一番刈りを行い、約5ヶ月後に2番刈を行っていたが¹⁾、収穫は、9月12日に一番狩りを行い、10月17日の2回目の収穫を行った。それぞれの日に一番狩りしたものを試料A、試料Bとした。9月12日に試料Aを収穫した株から1ヶ月間に再度成長した葉を収穫したものを試料Cとした。さらに、8月6日に葉を狩り取り2ヶ月間に再度成長した茎葉を収穫して試料Dとした。収穫時期と成長過程期間の異なる4種の藍葉を染料として使用した。さらに、鹿児島県の南部では琉球藍の栽培も可能な気候であることから、指宿市で栽培され、10月17日に収穫された琉球藍を試料Eとした。収穫した藍葉は収穫当日に染色に用いた。

表1 藍の収穫日

| | 収穫日 | | 再成長期間（日） |
|-----|-------|--------|----------|
| | 1回目 | 2回目 | |
| 試料A | 9日12月 | | 0 |
| 試料B | | 10月17日 | 0 |
| 試料C | 9月12日 | 10月17日 | 35 |
| 試料D | 8月6日 | 10月17日 | 72 |
| 試料E | | 10月17日 | 0 |

2-2 生葉による絹布の染色

洗液の作成に当たり、葉50g、水500mlをミキサーに入れ、攪拌を30s行なって混合液とした。その混合液を晒で濾して葉の繊維を取り除き染液とした。被染色布として、絹布（8匁フラット、芦城）を用いた。絹布を試験片（20cm×56cm）になるように裁断し、染色前に水洗を行った。染色工程は、染液への浸漬、酸化風乾、水洗、乾燥とした。作成した染液10Lに試験片18枚を浸漬し、むら染めにならないように手で揉み広げながら染色を行った。試料Aを用いた生葉染めでは、染色時間は5、10、20、30minとした。染色後、空気に触れる面積を大きくするために試験片を広げて、吊るし干しによる酸化風乾を行った。酸化時間は5、10、20minとした。風乾による酸化後、ためすすぎを2回行い、乾燥させた。試料Aの染色では、染色条件の異なる計12種類の染色布を作成した。試料B、C、D、Eの染色では、染色工程は試料Aで行なった工程と同様としたが、浸漬時間は5、10min、風乾時間は5、10minの計4種類の染色条件により染色を行った。染色布の色彩の測定を色彩色差計（CR-200、ミノルタ）で行い、JIS L8729に準じてL*a*b*表色系で数値化した。

2-3 生葉の色素抽出

色素抽出に使用した生葉は平成25年7月26日、10月16日に収穫したものをを用いた。河野らが行っ

た藍葉の有機溶媒による色素の抽出方法を参考に、溶媒として、メタノール、エタノール、クロロホルムを用いた⁷⁾。収穫当日に生葉を5枚ずつ細かくきざみ、それぞれ溶媒50mlに浸漬した。2週間後、浸漬した液をろ過し、分光光度計 (UV-2450 SHIMADZU) を用いて溶液の吸収スペクトルを測定した⁶⁾。

3. 結果と考察

3-1 生葉染め染色布の色彩

藍葉の試料 A を用いて染色を行い、染色布の色彩を L^* a^* b^* 表色系で表して表2に示す。 a^* 、 b^* は色相と彩度を示しており、 a^* 値は負の値が大きく、 b^* 値が0に近いほど鮮やかな緑であることを示すが、試料 A で染色した絹布の色彩は緑味の強い青緑色であり、いずれの条件においても同様であった。酸化時間20分において、若干ではあるが、さらに緑味が強くなっていた。 b^* 値は負の値が大きいほど青みが強くなることを示すが、酸化時間が短いほど青みが大きくなっていた。明度を表す L^* 値を染色時間別に図2に示す。 L^* 値は55から64あり絹布は十分染色されおり、染色時間20分で L^* 値が最も低く、濃く染まっていた。

3-2 染色時間と酸化時間の検討

生葉染めで濃色に染色する

ことを目的とする場合、3-1 で述べたように染色時間20分、酸化時間20分で染色することが望ましいと思われるが、インジゴによる青色を発色させることを目的とする場合、表2より染色時間、酸化時間が短いほど b^* 値の負の値が大きく青味が強い傾向があることがわかった。そこで、収穫日または成長過程の異なる蓼藍4種 (試料 A-D) と琉球藍1種 (試料 E) について染色時間、酸化時間を共に5、10分として染色を行った結果を表3に示す。琉球藍は蓼藍と比較して、 a^* 値、 b^* 値共に負の値が小さく、染色布の色は濃いだが、青味がほとんどなく、彩度が低く、鮮やかさに欠ける緑色であった。蓼藍で生葉染めを行った場合、染色時間10分、酸化時間5分という条件で染色した絹布の b^* 値は、表3に下線で示している通り、試料の違いに関わらず低くなっていた。

表2 試料Aで染色した絹布の色彩

| 染色時間(分) | 酸化時間(分) | L^* | a^* | b^* |
|---------|---------|-------|-------|-------|
| 5 | 5 | 63.4 | -10.2 | -4.7 |
| | 10 | 62.0 | -10.1 | -3.5 |
| | 20 | 59.6 | -10.8 | -2.7 |
| 10 | 6 | 60.4 | -10.5 | -5.4 |
| | 10 | 58.1 | -10.8 | -3.7 |
| | 20 | 57.0 | -10.7 | -3.9 |
| 20 | 5 | 58.8 | -10.7 | -5.3 |
| | 10 | 55.8 | -10.8 | -3.4 |
| | 20 | 56.7 | -11.1 | -3.8 |
| 30 | 5 | 58.5 | -10.1 | -4.6 |
| | 10 | 56.9 | -10.5 | -2.8 |
| | 20 | 56.1 | -10.7 | -2.3 |

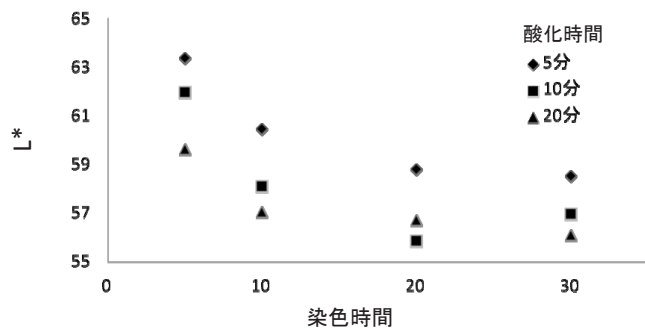


図1 生葉Aによる染色布 L^* 値

この条件で染色することによって青味の強い染色布を得ることができることを明らかにした。

3-3 収穫時期が及ぼす染色布の色彩への影響

表3より収穫日の異なる試料Aと試料Bでは10月中旬に収穫した試料Bの方がL*, a*, b* 全ての値が低く、濃く鮮やかに染まっていた。

試料B, C, Dの収穫は同日に行ったが、初めて収穫した葉B、収穫後約1か月間再成長した葉C、約2か月間再成長した葉Dを比較してみると、L*の値はほとんどかわらなかった。10月に収穫した葉で染色した絹布は全てa*, b*の値が小さかった。表3のa*値、b*値を用いた色度を図2に示す。10月に収穫された試料B, C, D 3種は色度図上でほぼ近い範囲にあり、9月に収穫された試料Aよりも彩度が高く、青味が強いことが分かった。特に、試料Cでは葉の大きさは若干小さいものの、b*値が小さく、染色布は濃く鮮やかに染まり、青味も一番強かった。生葉染めした染色布の色彩は、一番刈り、二番刈りということよりも収穫の時期に依存すると考えられる。さらに、より青系に染色する場合、9月より10月の収穫葉を用いることが適当であると思われる。

3-4 収穫時期による含有色素および染色布の色彩の違い

季節による含有色素の違いについて調べるために色素の抽出を行った。藍葉を2週間浸漬した溶媒の色は、メタノール、エタノールでは緑色となり、クロロフィルが溶出したが、クロロホルムは青緑となり、クロロフィルと共にインジゴが溶出していることが目視によって確認できた。藍葉を浸漬したクロロホルム溶液の吸収スペクトルを図3に示す。図中の収穫時期の異なる2本の吸収スペクトルのいずれにおいても、506, 537, 606, 667nmにピークが見られた。この結果は、

表3 5種類の藍葉で染色した絹布の色彩

| | 浸漬時間(分) | 酸化時間(分) | L* | a* | b* |
|-----|---------|---------|------|-------|-------|
| 試料A | 5 | 5 | 63.4 | -10.2 | -4.7 |
| | 5 | 10 | 62.0 | -10.1 | -3.5 |
| | 10 | 5 | 60.4 | -10.5 | -5.4 |
| | 10 | 10 | 58.1 | -10.8 | -3.7 |
| 試料B | 5 | 5 | 61.8 | -11.9 | -9.1 |
| | 5 | 10 | 59.8 | -12.2 | -8.3 |
| | 10 | 5 | 57.1 | -12.5 | -11.6 |
| | 10 | 10 | 56.7 | -12.5 | -10.5 |
| 試料C | 5 | 5 | 60.2 | -12.3 | -11.6 |
| | 5 | 10 | 60.9 | -12.3 | -11.4 |
| | 10 | 5 | 53.4 | -12.3 | -13.8 |
| | 10 | 10 | 53.1 | -12.8 | -11.5 |
| 試料D | 5 | 5 | 59.4 | -12.0 | -10.5 |
| | 5 | 10 | 60.0 | -11.6 | -9.8 |
| | 10 | 5 | 54.9 | -12.0 | -11.2 |
| | 10 | 10 | 54.7 | -11.8 | -10.1 |
| 試料E | 5 | 5 | 56.3 | -8.5 | -1.6 |
| | 5 | 10 | 55.3 | -8.1 | -0.3 |
| | 10 | 5 | 54.7 | -8.3 | 0.8 |
| | 10 | 10 | 53.9 | -8.3 | 0.9 |

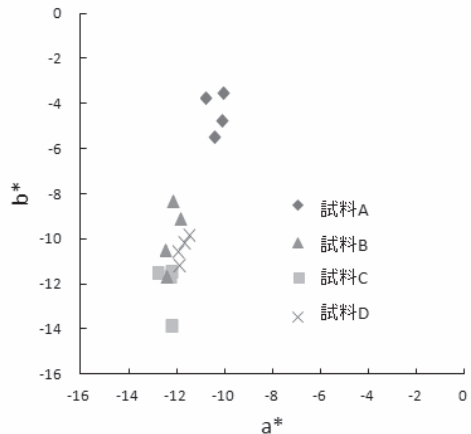


図2 染色布のa*, b*値による色度図

河野の報告と合致しており⁷⁾、537, 667nmのピークはクロロフィルが含有されていることを示し、606nmのピークは、インジゴが含有されていることを示している。それらの吸収スペクトルのピークの高さを7月26日と10月16日とを比較すると、506, 537, 667nmでは7月の方がピークは高く、606nmでは、10月の方が高かった。クロロフィルの含有量は7月に多く、10月中旬にはクロロフィルは少なくなっているもののインジゴは若干ではあるが増加していた。インジゴよりクロロフィルの方がその含有量が日照時間に影響されると思われる。

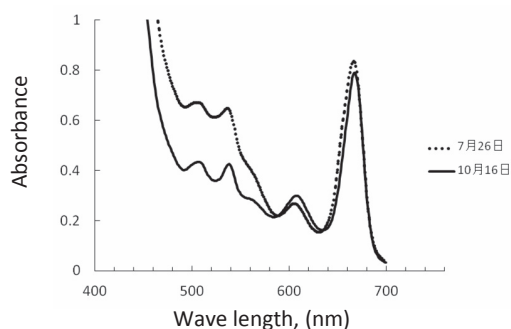


図3 藍葉中の含有色素の吸収スペクトル

4. 結語

古くから日本人の暮らしの中で使われ、他の植物とは異なる性質を有する藍草に着目し、学校教育の中で小学校低学年から中学校、さらには高等学校まで長期的に教材として藍草を扱うことは、発達段階に応じて化学的、歴史的等の多面的なアプローチをしながら自然、環境、文化、科学技術等に対して学習者の興味や関心を引き出すきっかけとなることを期待している。

そこで、本報では、まず、校庭で藍草を栽培し、小学校低学年の生徒が安全で環境にやさしい自然を利用した学習のひとつとして生葉染めを行うことを想定した。学習者が染色によって驚きや興味を持ち、学習意欲を高める基礎的資料となるよう染色に使用する葉の色彩と染色物の色彩が異なる条件を検討することとした。

蓼藍を栽培し、生葉染めを行った。染色工程における染色時間と酸化時間の検討を行った結果、クロロフィルの吸着を押さえ、インジゴを定着させて青色を発色させるためには染色10分、酸化5分程度の短時間で行うことが望ましいことが分かった。これは、時間の限られた授業においても教材化が可能であると考えられる。また、酸化風乾を20分程度おこなうことによって青緑色に発色させることができる。日照時間が短くなって成長した葉を用いることによって青味の強い染色布を得ることができる。以上の様な知見を参考にすることによって、簡便な染色についても学習者の驚きや発見を体験させることができると考える。その先には、藍葉に含まれる色素の化学的構造や気候環境との関連、布の色彩と歴史上の身分制度等、様々な分野に対して学習者の興味を広がっていくことが期待できる。そのきっかけになるような藍の生葉染めの授業内容と展開を今後構築し、さらに、小学校高学年、中学校、高等学校の授業に関して、連続性を踏まえた授業の組み立てを検討することを予定している。

参考文献

- 1) 中林正子, 村岡雍一郎, 藍葉中のインジゴの定量と染色, 平安女学院短期大学紀要, 9, 67-72 (1978)
- 2) 牛田智, 松尾美恵, グルコースによるインジゴの還元, 家政学会誌, 42, 61-65 (1991)
- 3) 牛田智, 谷上由香, 太田真祈, 藍の生葉染めの過程におけるインジルピン生成の条件, 家政学会誌, 49, 389-395 (1998)
- 4) 牛田智, 藍の生葉染めの活用, 繊維工学56, 1, 30-35 (2003)
- 5) 牛田智, 藍, 繊維と工学58, 12, 27-30 (2005)
- 6) 村田博司, 向吉郁朗, 古川郁子, 神野好孝, 藍の葉による赤紫染色, 繊維学会誌61, 3, 73-80 (2005)
- 7) 河野毅, 古賀信吉, 白根福榮, 植物色素インジゴの分離とその合成の教材化, 化学と教育41, 11, 722-725 (2001)
- 8) 北原晴男, 熊沢健一, 青森県における藍の教材開発, 弘前大学教育学部研究紀要8, 55-62 (2004)

