

桜（ソメイヨシノ）の染色性

西川重和*・小川彩乃**・小野あずさ***・鈴木美佐子****
田幡憲一*・岡 正明*・斉藤千映美*・棟方有宗*・溝田浩二*

Study on Dyeing Properties with Japanese Flowering Cherries

Shigekazu NISHIKAWA, Ayano OGAWA, Azusa ONO, Misako SUZUKI,
Kenichi TABATA, Masaaki OKA, Chiemi SAITO, Arimune MUNAKATA and Koji MIZOTA

要旨：環境教育の教材として桜（ソメイヨシノ）の枝や葉を材料に用いた草木染についての検討をおこなった。桜の染色を授業に取り入れるため、桜の花びらのような赤みのある色合いを布に染める方法について検討をおこなった結果、次のことが明らかになった。①染材の煮出し用溶液をアルカリに調整することで、濃い赤みのある抽出液が得られた。②アルカリ条件下で抽出した煮出し液を自然放置することで、さらに赤みのある濃い液に変化した。染色布の色調から、1～4日間程度自然放置することが最適である。

キーワード：桜、染色、pH、自然放置、吸光スペクトル

1. はじめに

環境教育の教材開発として、草木染めを取り上げ検討をおこなった。草木染の魅力は、植物の持つ隠れた色を見つけるといふ楽しみがある。この楽しみを子ども達に伝えるために身近にある天然の材料を用いることにした。今回、草木染の材料として、次の二つの観点から選択をおこなった。①材料の再利用の観点、物質の溢れる現在の時代において、子ども達に材料の再利用化を学習させる場を提供することは、環境教育において非常に重要なことである。②子ども達の無意識な知的好奇心や科学的思考能力を刺激する観点、子ども達にとって、材料の外観と異なる色合いを布に染色できれば、無意識のうちに知的好奇心を大いに刺激すると考えられる。今回、筆者らは春を象徴する花として古くから日本人に馴染みが深い、桜（ソメイヨシノ）を染色材料として取り上げた。桜の落ち葉を用いることで、普段は学校のゴミとして扱われる材料の有効性に気付き、物質の再利用の重要性を考える題材へと展開できる。また、落ち葉の茶色から赤みのある色合い

に布を染めることができれば、大いに子ども達の知的な好奇心を刺激すると考えられる。また、桜は学校など身近な場所に植栽され、材料の調達が容易である。

桜の染色性に関する研究では、丸山¹⁾は材料に山桜の枝を用いて、分光測色計(L*a*b*)から材料の採取時期の色調変化について検討をおこなっている。また、日景²⁾はソメイヨシノの葉を用いて、布の明度測定から煮出し溶液のpHについての検討をおこなっている。また、渡辺³⁾は一度染色した残存液が、次の日には黄色からオレンジに変化していることを目視で観察している。

本研究では、桜の染色性について日景や渡辺が用いなかった吸光度を用いて、煮出し用溶液のpH、煮出し後の溶液の自然放置が染色布の色調にどのような影響を及ぼすかについての検討をおこなった。特に、桜の花びらのような赤みのある色に染色するための染材の抽出条件について検討した。

*宮城教育大学教育学部、**流山市立南流山小学校、***東北大学大学院、****工房「おりをり」

2. 実験

2-1 試験布および染材

試験布には綿、毛、絹、ナイロン、レーヨン素材の平織物を用いた。ソメイヨシノ（大町西公園）の枝をチップ状に粉碎したものを染材として用いた。また、実験によっては桜の葉も用いた。

2-2 煮出し用溶液の調整方法

染材を煮出し後に放冷し、抽出液の不溶分（セルロース等）をろ過して抽出液とした。また、蒸留水で煮出したものを中性条件、酢酸溶液で煮出したものを酸性条件、炭酸カリウム水溶液で煮出したものをアルカリ性条件と呼ぶことにする。

抽出条件①：蒸留水に酢酸を加え、pH3の酸性溶液に調整し、鍋に酸性溶液4ℓを入れ、沸騰後にチップ状染材200gを投入し煮沸した。抽出時間ごとに蒸発分の水を加えた後に、抽出液を採取し抽出液とした。

抽出条件②：蒸留水に炭酸カリウムを加え、pH11.8のアルカリ性溶液に調整し、鍋にアルカリ性溶液4ℓを入れ、沸騰後にチップ染材100gを投入し煮沸した。抽出時間ごとに蒸発分の水を加えた後に染液を採取し抽出液とした。

抽出条件③：鍋に蒸留水6ℓ入れ、沸騰後にチップ状染材400gを投入し、40分間煮沸後に95時間自然放置した。

抽出条件④：蒸留水に炭酸カリウムを加え、pH11.1に調整し、鍋にアルカリ性溶液6ℓを入れ、沸騰後に2cm角に切った葉250gを投入し60分間煮沸後に31日間自然放置した。

抽出条件⑤：蒸留水に炭酸カリウムを加え、pH11.8のアルカリ性溶液に調整し、鍋にアルカリ性溶液12ℓを入れ、沸騰後にチップ状染材300gを投入し50分間煮沸後に62時間自然放置した。

2-3 抽出液での染料濃度の測定

抽出液を一定時間後に一定量取り出して所定量に希釈した後、ダブルビーム分光光度計U-2000（日立製作所）により吸光度を測定した。

2-4 染色方法

染色方法①：抽出条件④によって得られた染液を放置時間経過ごとにビーカーへ200mlを採り、沸騰させてから、前もって湿潤させた布を投入し（浴比1：

50）、沸騰条件下で10分間染色を行った。その後、水洗し常温乾燥した。

染色方法②：抽出条件⑤の抽出液を試料布に対して浴比が1：50になるように鍋に入れ、80～90℃で12時間染色をおこなった。布を取り出した後は、水洗し常温で自然乾燥した。

2-5 染色布の測定方法

分光測色計CM-2002（ミノルタ）を用い、CIEL*a*b*表色系により染色布の表面色を測定した。また、試料表面色の反射率から、Kubelka-Munk関数によりK/S値を求めた。

3. 結果と考察

3-1 染液抽出時におけるpHの影響

中性条件下での桜の抽出液には、吸収スペクトルにピークが存在しない（図5参照、吸収スペクトル曲線は380nm付近でへこみ部分が見られる。これは測定用の光源ランプの切り換えにより生じたものである）。抽出液の色変化を分かりやすくするために、特に波長を3点に決め吸光度の測定を実施した。その波長は、400nm（場合によっては350nmで測定した）、500nm、600nmとした。波長400nm付近は紫色を吸収し、その補色である黄緑色が見える。波長500nm付近は青緑を吸収し、その補色である赤色が見える。600nm付近は黄色を吸収し、その補色である青色が見える。桜色に染めるためには、赤みがかった抽出液が必要であり、特に波長500nm付近に注目して考察を行った。

酸性条件である抽出条件①の抽出結果を図1にアルカリ性条件である抽出条件②の抽出結果を図2に示す。結果から浴槽のpHが抽出液の色に大きく影響することが判明した。酸性条件では、薄黄色の抽出液が得られ、アルカリ性溶液では、赤みをおびた濃い抽出液を得ることができた。目視から、アルカリ性条件では染材投入時から濃色素が得られた。図3に酸性条件とアルカリ性条件下での煮沸時間と吸光度の関係を示す。酸性条件では350nmの波長における吸光度は、煮出し30分以降ではほぼ平衡状態に達した。500nm、600nmにおける吸光度は、煮出し5分以降で平衡に達した。つまり、これ以降煮出しを続けても赤みを増す可能性は低い。

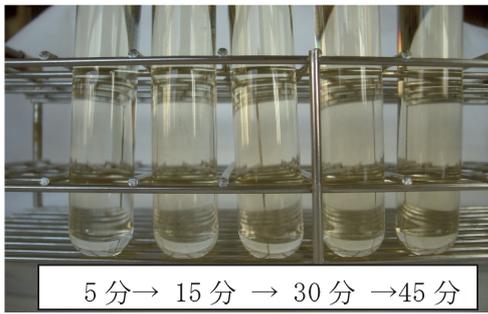


図1. 酸性条件下での抽出液の色変化 (pH=3.0)

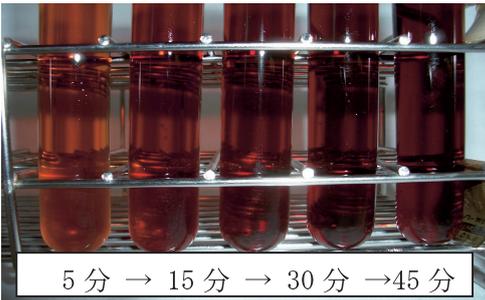


図2. アルカリ条件下での抽出液の色変化 (pH=11.8)

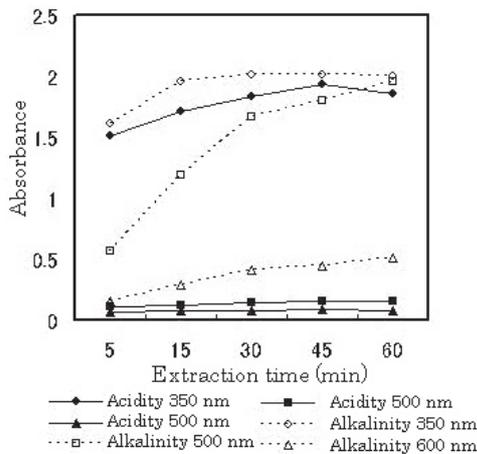


図3. 酸性条件とアルカリ性条件下での煮沸時間と各波長での吸光度の関係

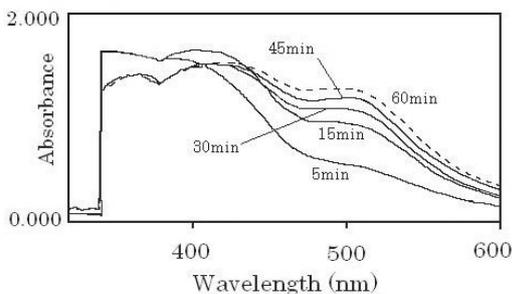


図4. アルカリ条件下での煮沸時間と吸収スペクトル (この図の全ての吸収スペクトル曲線は380nm付近でへこみ部分が見られる。これは測定用の光源ランプの切り換えにより生じたものと考えられる。そのため、波長400nmにおけるスペクトルの山はピークと考えない)

アルカリ性条件での350nmにおける吸光度は、酸性条件抽出と同じように煮出し30分以降は平衡状態になった。しかし、500nm、600nmにおける吸光度は増加傾向を示し、さらに赤みを増す可能性があることが示唆された。また、アルカリ性条件で抽出した吸収スペクトルを図4に示す。これまで、中性や酸性条件ではピークが見られなかった桜の抽出液の波長に500nm付近にピークを確認することができた。また、抽出時間が長くなるにつれ、500nm付近の吸光度が増加する傾向が見られた。このことから、アルカリ性条件下での抽出液は、煮出し時間により赤みがかった色合いに変化したことを示す。

3-2 自然放置時間による染液の色調変化

蒸留水での抽出液(抽出条件③)の吸光度と自然放置時間の関係を図5に示す。蒸留水での抽出液は、どの波長においても放置時間による吸光度の変化は小さくピークが存在しないことが確認できた。丸山¹⁾は、水道水で抽出した染液を1~2日間放置することによって、赤みが強くなると述べている。それはヤマザクラにおいてであり、今回のソメイヨシノの蒸留水による抽出液では、4日間放置しても赤みを増す傾向は見られなかった。

アルカリ性条件下での抽出液(抽出条件④)の吸光度と放置日数の関係を図6に示す。400nmでの抽出液の吸光度変化は、放置しても抽出直後とほとんど同じで変化は小さい。500nmでは、放置開始後に急激な数値の増加を示したが、2日目以降は平衡状態に達し変化が小さい結果となった。これは、放置開始後に抽出液の色が赤みを増すことを意味し、渡辺³⁾はアルカリ性で染色した残存液が、次の日には黄色からオレンジに変化したことを目視で観察している。この実験は渡辺の目視の結果をデータの裏付ける形となった。

抽出液を放置するに従い、吸光度のピークの波長も変化する。図7に波長のピークの変化を示す。抽出直後は420nmのピークが、1日放置後では506nmに変化した。これは、抽出液が赤みのある色へ変化したこと示す。その後4日目までは増加傾向を示したが、4日目以降は減少に転じ500nmに近づく結果を示した。

図8に染液の自然放置日数とpHの関係を示す。pH11.1に調整した鍋に染材を投入し、60分間加熱し

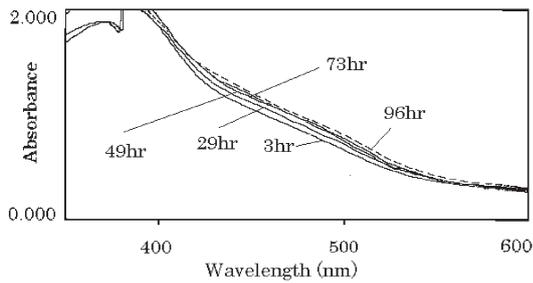


図5. 染液の自然放置による吸光度の変化（中性）

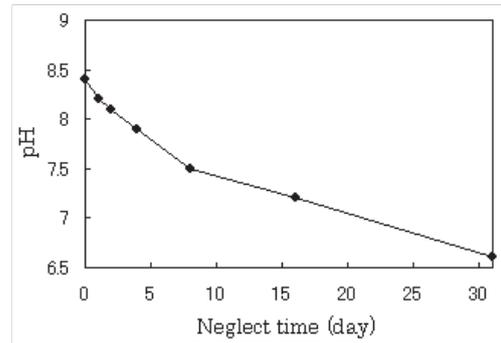


図8. 染液の自然放置による pH の変化

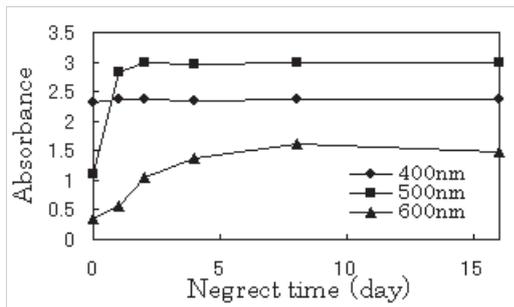


図6. 自然放置による吸光度の変化（アルカリ）

た抽出液の pH は 8.4 へと大きく変化した。さらに、抽出液を放置することによって pH は減少傾向を示し中性へと近づいた。中性に近い抽出液を用いることで、動物繊維（絹、羊毛）の損傷を防ぐことや染色後の残存液を廃棄する場合には、pH 調整が不必要となり環境に優しい染色方法と考えられる。しかし、31 日間放置後の pH6.6 の抽出液を用いて染色をおこなった場合、染色布への色素染着が非常に悪かった。原因として、色素の分解や中性に近い pH に問題があると考えられる。

3-3 染液の自然放置時間が染色へ及ぼす影響

染色方法①によって染色した布（絹、毛、綿）を

分光測色計により測定した結果を図9と図10に示す。どの布においても、抽出液放置後初期の段階では、染色した布の L^* は減少を示した。言い換えると布は濃く染色されていることを示す。毛と絹は4日放置後、綿は2日放置後の抽出液が一番濃く染まった。布の色調の面から見ると、赤みが強く染色されるのは、綿は2日放置後、毛は1日放置後、絹は4日放置後の抽出液を用いたときである。この結果から抽出直後や4日目以降の放置した抽出液では、赤みのある色には染めがたいことを示している。授業で、桜の花びらのように赤みのある色に染めるためには、あらかじめ抽出した液を1～4日間ほど自然放置する必要がある。

3-4 染色時間と布表面染料濃度の関係

桜の花びらのように赤みのある染色をおこなうには、pH 実験からアルカリ性条件で染液を煮出すること、抽出液の放置実験から1～4日間放置することが必要であることが判明した。それらの条件をもとに染色方法②を用いて、染色時間と染色濃度の関係について検討をおこなった。この実験は、実際に授業で染色を実施する際にどれだけの染色時間が必要であるか

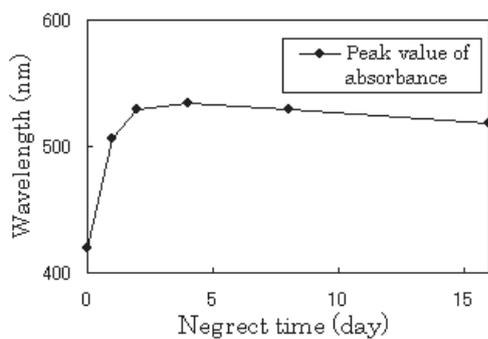


図7. 自然放置による吸光度ピーク値の変化

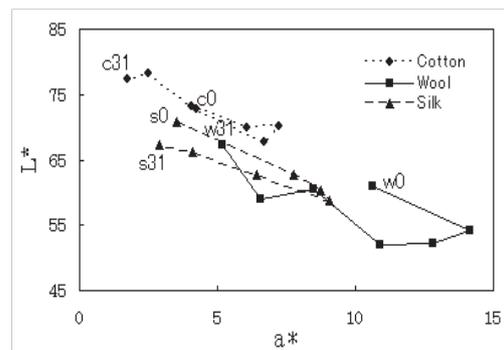


図9. 染織布の $L^* a^*$ の関係

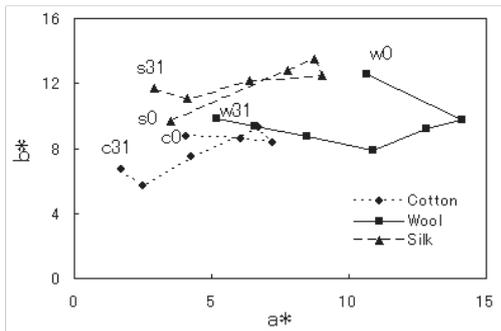


図 10. 染織布の a^* b^* の関係

を判断するためである。目視から判断すると染色時間とともに染色布が濃色に変化した。そこで、染色布の波長 500nm に着目し、反射率から各染色布の K/S 値を求めた。図 11 にその結果を示す。

羊毛は、波長における K/S 値の変化が大きく、染色 12 時間でも増加傾向を示している。すなわち染色濃度が平衡に達するまでには 12 時間以上の染色時間が必要だと考えられる。また、染色初期では他の染色布よりも、K/S 値の傾きが大きく染着速度が大きいことが確認できた。綿や麻は、染色時間による K/S 値の変化は小さく、授業においては 30 ～ 60 分の染色時間で十分と考えられる。レーヨンは染色時間による K/S 値の変化が小さく、染色 6 時間以降は、ほぼ平衡状態に達した。ナイロンは綿や麻と同様、染色時間による K/S 値の変化は小さいが、染色 12 時間でもわずかながら増加傾向を示していた。また、染色時間による染色濃度の変化は布素材によって異なることが確認できた。

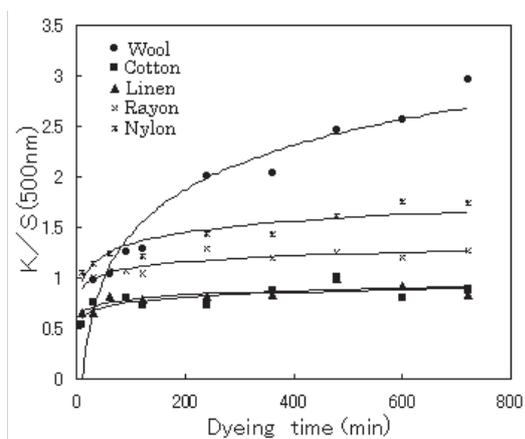


図 11. 染色時間と染色濃度の関係 (波長 500nm)

4. おわりに

桜の花びらのような赤みのある色合いに染めるための条件を明らかにすることを目的として、本報では、抽出前の浴槽の pH、抽出液の放置時間が染色布にどのような影響を及ぼすかについて検討をおこなった結果、次のことが明らかになった。

中性・酸性条件下で染材を抽出すると薄黄色の抽出液であった。一方、アルカリ条件下の抽出では、濃い赤みのある抽出液が得られ、500nm の波長における吸光度が増加し、赤みのある色に染色されることが明らかになった。

蒸留水での抽出液は、4 日間放置しても各波長における吸光度の変化は小さく、赤みを増す可能性はなかった。しかし、アルカリ条件下で抽出した液を放置することで、赤みのある濃い液に変化した。染色布の色調から判断し、抽出液を 1 ～ 4 日程度を放置することが最適である。

本研究は、赤みのある布に染色するための最適染色条件の検討を中心に進めてきたが、今後は抽出液の色変化の原理を明らかにすることと、実際に学校現場での授業実践を図り、より良い環境教育に適した教材化を目指していく必要がある。

本研究は平成 19 年度文部科学研究費補助金の助成金基盤研究 C を受けて行ったことを付し、謝意を表す。実験に協力頂いた宮城県産業技術総合センターの笠松博氏に感謝する。

引用文献

- 1) 丸山博子；櫻の科学，11, p31 (2004)
- 2) 日景弥生，三國咲子；弘前大学教育学部紀要，80, p71 (1998)
- 3) 渡辺久子；葆光，10, p43

