

ドラゴンフルーツの果皮を用いた染色法の開発（４） タマネギ抽出物とアスコルビン酸の添加効果について

錦 織 寿*・ 藺 晶 美 香**・ 瀬 戸 房 子***

(2018年10月23日 受理)

A Developmental Study of the Dyeing Method using Pericarp of Dragonfruit: The Additive Effect of Onion Extract and Ascorbic Acid

NISHIKORI Hisashi, SONOBATA Mika, SETO Fusako

要約

ドラゴンフルーツに含まれる鮮やかな赤紫色の色素であるベタシアニンは、食用としての利用例は知られているが、実用的な繊維類への染料としての利用はほとんど行われていない。当研究室でもドラゴンフルーツの果皮から抽出した色素溶液を用いて羊毛布（ウール）や絹布（シルク）の染色の検討を行っており、固体の有機酸であるクエン酸を用いることで、ある程度退色を抑えることができることが分かった。

本研究では、日光堅牢度の向上に効果があるとされるタマネギ抽出液の添加を検討するとともに、固体の有機酸についても再検討を行った。その結果、タマネギ抽出液の添加は若干の堅牢度向上を示したが、アスコルビン酸の添加のみでも紫外線の照射に対して大きく堅牢度を向上させることがわかった。

キーワード：ドラゴンフルーツ，羊毛布，絹布，タマネギ抽出液，アスコルビン酸

* 鹿児島大学教育学系 准教授

** 鹿児島大学教育学研究科 院生

*** 鹿児島大学教育学系 教授

はじめに

当研究室では、ドラゴンフルーツの果皮から抽出して得られた色素溶液を用いて羊毛布や絹布等の繊維類の染色の検討を行ってきた。これまでの検討結果として、アセトンやメタノール、水などの比較的安価で取り扱いやすい溶媒を用いてドラゴンフルーツに含まれる色素であるベタレインを効率良く抽出できること、また添加剤として酢酸等の弱酸を用いることで日光堅牢度等に課題は残るものの繊維類を鮮やかな赤紫色（図1に示す赤紫色のベタシアニンを中心に含む抽出液を使用）に染めることができた。最近の検討では、クエン酸（図1）などの固体の有機酸を添加剤に用いることで、染色後の耐久性を向上させることができた。しかし、実用性としては、色合いの濃さや日光堅牢度の点で未だ不十分であり、紫外線対策など新たな工夫が求められていた。



染色された絹布（シルク）

今回、染色布の更なる耐久性の向上に向けて、タマネギ抽出液の利用と添加剤の再検討を行った。植物由来染料の利用（草木染め）において、タマネギ抽出液は含有するポリフェノール類の効果から紫外線に対して高い耐久性を示す。そのため、他の染料を用いる染色において添加剤として用いられる例が多数報告されている。特に、紫外線に当たると色素の構造が変化して退色する植物天然染料が多いなか、タマネギの外皮抽出液（主成分はポリフェノール類のケルセチン（図1））で染色された繊維は、徐々に色合いが濃くなっていくことが知られており、紫外線対策とあわせて高い効果が期待された。また、天然植物由来の成分を添加剤として用いることは、ドラゴンフルーツの抽出液を用いた染色の当初の目的である「地域特有の植物の理科・環境教育への利用」という観点も合致している。利用するタマネギは、市販されている一般的な品種のものを利用し、特に記述がない場合は国産品を利用している。

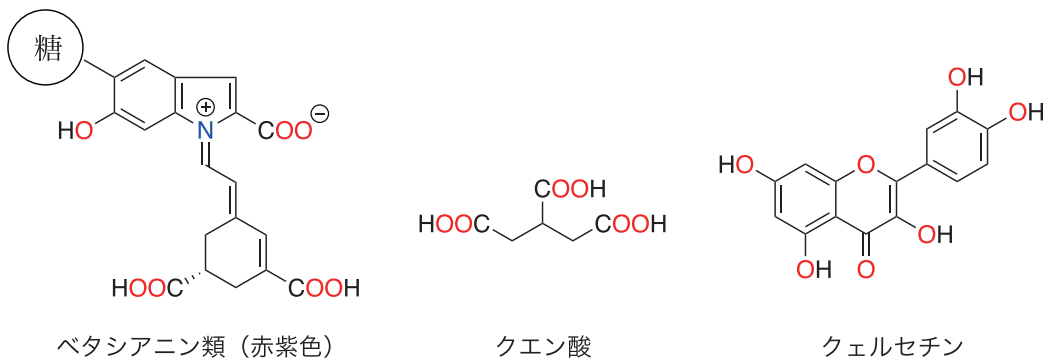


図1 赤紫色の色素であるベタシアニン類とクエン酸、タマネギに含まれるケルセチン

結果と考察

1. タマネギ抽出物の準備

一般的にタマネギ抽出物を用いた繊維類の染色(草木染め)では、茶色のタマネギの外皮部分を利用している。以前、タマネギ外皮抽出液をドラゴンフルーツ染色に用いた際、紫外線照射後の耐久性が若干向上したことから、ドラゴンフルーツ由来の色素と相性が良いのではないかと考えられた。一方、タマネギ外皮抽出液で染めた繊維は紫外線照射により色が濃くなるとの報告もあり、ドラゴンフルーツ由来の色素は紫外線の影響により退色するが、タマネギ由来の色が濃くなり見かけ上の耐久性が向上したように見えていることが推測された。また、タマネギ外皮の色はかなり濃いため、ドラゴンフルーツの赤紫色の色合いに影響を与える可能性もある。そこで、含有成分は今後確かめる必要があるが、通常は食用として用いられている白色のタマネギの果実部分の利用を検討することとした。



図2 タマネギの果実と外皮

はじめに、タマネギの果実と外皮から抽出液を作成した。それぞれの部位を蒸留水に加え、室温で静置した後でろ過したものと、約90℃まで加熱し30分経過してからろ過したものの準備した。果実部分を室温で浸したものは白色をしており、加熱して得たものは少し黄色がかった。外皮の抽出液については、室温で抽出した溶液と加熱したものとで差がほとんどなかったため、染色実験には加熱した溶液を用いることとした。



果実 (室温)

果実 (加熱)

外皮 (室温)

外皮 (加熱)

図3 タマネギ抽出液

2. タマネギ抽出液の繊維類への影響

タマネギ抽出液がどれだけ繊維類(絹布と羊毛布)に定着するか検討を行った。その結果を図4, 図5に示す。(タマネギの果実を加熱して抽出した液を用いた例を示す) タマネギ抽出液による繊維の処理の際に用いる媒染剤にはカリウムミョウバンを用い、媒染条件(先媒染・媒染なし・後媒染)を比較した。絹布(シルク)の染色では、後媒染の時に少し黄色に染まることが目視で確認できたが、その他の条件ではほとんど着色は確認できなかったため、ドラゴンフルーツの染色に用いても、バタシアンニン類に影響は与えないことが予想された。反射率を測定したところ、先媒染を行った繊維では高い反射率が観測され、タマネギ由来の成分の定着

度が低いことがわかった。また、後媒染を行った繊維の方が反射率は低くなっており、先媒染はタマネギ抽出成分の繊維への定着を妨げていること、また後媒染は定着後の色素との相互作用により光の吸収を促進していることが分かった。羊毛布(ウール)の検討では、絹布(シルク)の場合よりも差が顕著に現れ、先媒染の場合はほとんど反射率が低下しなかった。これらの結果から、タマネギ抽出液で繊維を処理する場合、後媒染を行うことが最も効果的であることが分かった。

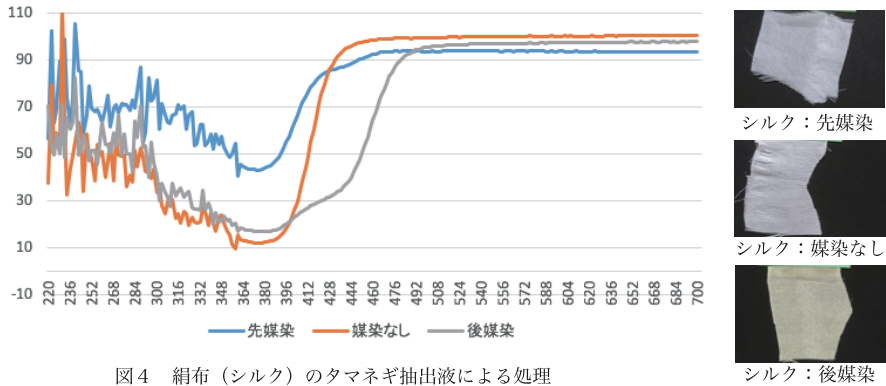


図4 絹布(シルク)のタマネギ抽出液による処理

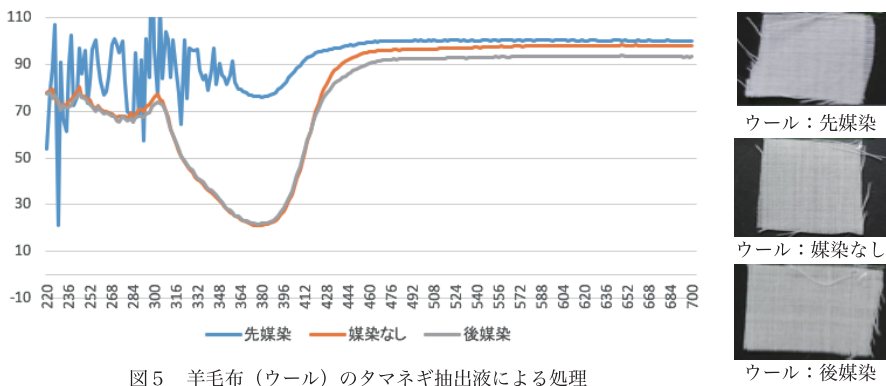


図5 羊毛布(ウール)のタマネギ抽出液による処理

3. ドラゴンフルーツによる染色とタマネギ処理

タマネギ抽出液を用いた繊維類の処理方法を決定したので、ドラゴンフルーツを用いた染色との組み合わせについて検討を行った。ドラゴンフルーツの果皮から染色液を調整する方法は、基本的にこれまで報告してきた手順に沿って行った。蒸留水のみを用いた場合は、ドラゴンフルーツの果皮を浸した溶液の粘性がかなり高いため吸引ろ過が困難であり、手絞りろ過により抽出液を得た。

絹布(シルク)を用いてタマネギ抽出液の効果を検討した。その結果を図6と図7に示す。実験では、タマネギ抽出液とドラゴンフルーツから得た色素溶液の染色する順序による違いを

検討するとともに、紫外線(254nm)の照射実験も合わせて行った。紫外線の照射実験の方法は、染色された繊維の右側に紫外線を通さない覆いをして、左側のみを14cmの距離から暗室内でUVライト用いて照射した。タマネギ抽出液は左から果実部分の室温抽出液、果実部分の加熱抽出液、外皮の加熱抽出液を用いている。タマネギ抽出液による処理が先でドラゴンフルーツ染色が後の絹布(図6)は、染色後は全てドラゴンフルーツの赤紫色に染まっている。しかし、紫外線を照射すると果実部分を用いた繊維はほとんどが退色し、外皮を用いた繊維はドラゴンフルーツの赤紫色が弱まり赤茶色に変化していた。次に、ドラゴンフルーツ染色を行なった後にタマネギ抽出液で処理したところ、写真(図7)の様に全ての条件でタマネギ抽出液由来の色に変化していた。これらのことから、絹布(シルク)の染色では、ドラゴンフルーツ由来の色素とタマネギ由来の色素が定着に際して競合し、繊維上に同時に存在することが難しいことが分かった。紫外線の照射による日光堅牢度についての評価は、図6の様にタマネギ抽出液(果実の室温抽出)を加えた方が多少ではあるが退色を抑える効果があることが分かった。



果実(室温) 果実(加熱) 外皮(加熱)

図6 絹布(シルク)の染色結果

タマネギ抽出液による処理の後、ドラゴンフルーツにより染色を行なった。タマネギ抽出液の種類を写真の下に示す。



果実(室温) 果実(加熱) 外皮(加熱)

図7 絹布(シルク)の染色結果

ドラゴンフルーツにより染色した後、タマネギ抽出液による処理を行なった。タマネギ抽出液の種類を写真の下に示す。

次に、羊毛布(ウール)を用いてタマネギ抽出液の効果を検討した。その結果を図8と図9に示す。絹布と同様に二つの抽出液による染色の順序入れ替えて比較したところ、絹布の時とは大きく異なり、ドラゴンフルーツで染色した後にタマネギ抽出液で処理した方が濃く染まること分かった。また、紫外線の照射実験では、いずれの順序においても絹布(シルク)の時より堅牢度の向上が見られた。これは、二つの繊維の構成成分の違いから生じるものだと思うが、繊維上にドラゴンフルーツ由来の色素とタマネギ由来の色素が共存しており、タマネギから抽出されたケルセチン等のポリフェノール類の効果で紫外線への耐性が向上したと考えられる。特に図9に示すようにタマネギ抽出液を後で加えた場合、これまでで最も良い結果が得られた。



果実(室温) 果実(加熱) 外皮(加熱)

図8 羊毛布(ウール)の染色結果

タマネギ抽出液による処理の後、ドラゴンフルーツにより染色を行なった。タマネギ抽出液の種類を写真の下に示す。



果実(室温) 果実(加熱) 外皮(加熱)

図9 羊毛布(ウール)の染色結果

ドラゴンフルーツにより染色した後、タマネギ抽出液による処理を行なった。タマネギ抽出液の種類を写真の下に示す。

4. アスコルビン酸の添加効果

これまでドラゴンフルーツの抽出液を用いて染色する際、添加剤として加えていたクエン酸について再検討を行なった。タマネギ抽出液の処理と組み合わせると、図10の右の写真の様に、さらに濃く染まることが分かった。更に、紫外線の影響について検討を行ったところ、これまでの染色例よりも3倍の時間である72時間照射を行っても退色がほとんど見られなかった。興味深いことに、タマネギ抽出液を用いた方は若干色合いに変化が見られるが、ドラゴンフルーツのみで染色した繊維は色合いに変化が見られなかったことから、アスコルビン酸のみでも紫外線の影響をかなり軽減させる効果があることが示唆された。

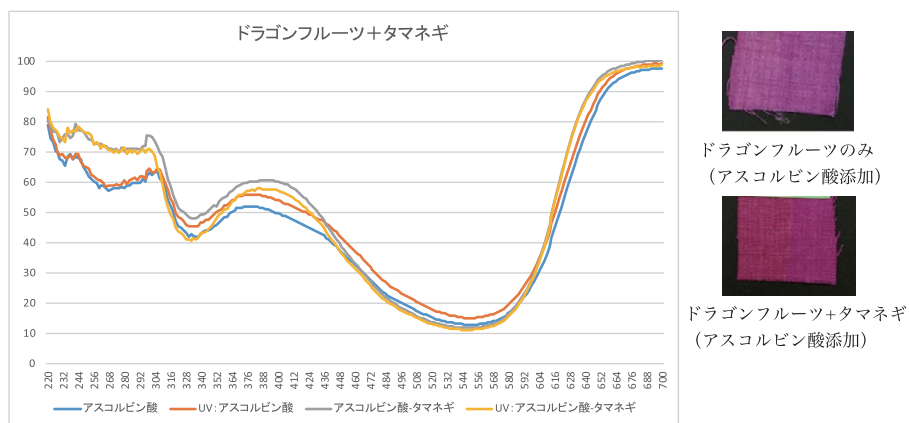


図10 アスコルビン酸を用いた時の羊毛布の染色と紫外線の影響
アスコルビン酸を用いて羊毛布をドラゴンフルーツで染色した後、
タマネギ処理の有無の影響を比較した。

固体の有機酸として添加したアスコルビン酸の影響を確かめるため、羊毛布（ウール）を用いてアスコルビン酸処理を行った後の変化を記録した結果を図11に示す。アスコルビン酸の水溶液は無色であり、羊毛布（ウール）も処理直後は色に変化は見られなかった。しかし、日数を経るごとに少しずつ色がつき始め、15日経過した時点でははっきりと変化が確認できた。50日後には、図11の写真に示すように、暗いベージュ色を経て暗い橙色に変化していた。反射率を測定したところ、220nmから300nm付近の紫外領域では変化は見られなかったが、330nmから400nm付近と500nm付近で大きく変化しており、アスコルビン酸が紫外線や空気（酸素）などの外的要因により変化していることが示唆された。ケルセチン等のポリフェノール類は、紫外線の影響でポリマー化が進むことが示唆されているが、同じく抗酸化作用を示すアスコルビン酸も酸化条件におかれた結果、構造の変化が進み発色したと考えられる。アスコルビン酸やケルセチンなどの効果が、それらの化合物が酸化される過程でドラゴンフルーツ由来の色素であるバタシアニン類の退色を防いでいるのか、または酸化等により変化した後の

構造が紫外線への耐久性の向上に寄与しているかは今のところ不明であるため、今後詳細な検討を行い、実用的な染色法へ発展させたい。

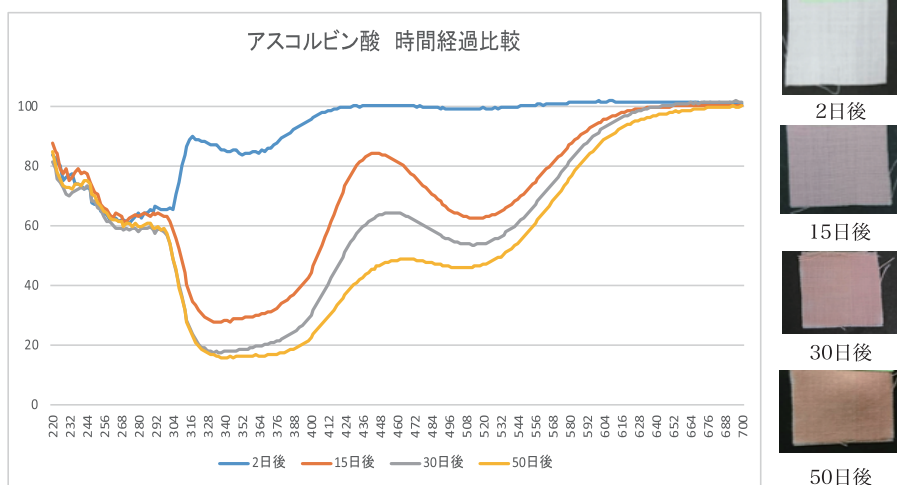


図 1 1 アスコルビン酸のみで処理した羊毛布（ウール）の変化

まとめ

今回の検討では、羊毛布（ウール）の染色においてタマネギの果実部分を用いた抽出液を添加し、固体の有機酸としてアスコルビン酸を用いると、これまでで最も濃く染まるとともに、紫外線に対しても大きく耐久性を向上させることができた。また、アスコルビン酸の添加のみでも以前と比較して良好な結果が得られており、再現性と実用性の向上に大きく貢献できると考えられる。絹布（シルク）の染色については良い結果は得られなかったが、タマネギ由来成分を用いた染色順の検討において、同じ動物性繊維の羊毛布（ウール）と明らかな差異が見られており、繊維の構成成分と色素の相互作用について興味深い結果が得られた。

今後は、タマネギの果実抽出液の性質の再現性について確認を行うとともに、アスコルビン酸で見られた紫外線への耐久性向上の作用機構について検討を行い、他の繊維や染料を用いた染色について応用可能か検証を行う。

謝辞

本研究において使用したドラゴンフルーツ（レッドピタヤ）の果皮は藤絹織物株式会社から提供していただきました。藤絹織物株式会社に謝意を表します。

参考文献

- 1) 大船泰史, 香月昴, 西郷和彦, 富岡清 監訳 プルース有機化学概説第2版 化学同人 2012.
- 2) 広瀬直人, 前田剛希 九州沖縄農業研究成果情報 2006, 21号 505-506.
- 3) Hor S. Y.; Ahmad M.; Farsi E. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2012, 63(1), 106-114.
- 4) 中島伸佳, 難波久美子 酵素的合成により化学構造が決定している単一の天然植物色素による絹布への個別染色と, その耐光性などに関する研究 岡山県立大学保健福祉学部紀要 2014, 21(1), 79-85.
- 5) 大城あゆみ, 安田みどり, 中多啓子, 尊田民喜, 柘植圭介 日本農芸化学会大会講演要旨集 2011 195.
- 6) 橋爪佐依, 米本仁巳, 田之上大, 水野雅史, 角田万里子 園芸学研究別冊 2008, 7(1), 435.
- 7) 木村光雄, 道明美保子 自然を染める 一植物染色の基礎と応用一 木魂社 2007.
- 8) 作田正明, 足立泰二, 野田尚信, 寺本進 植物色素研究法 大阪公立大学共同出版会 (OMUP) 2004, 85-104.
- 9) 錦織寿, 田中健一, 佛淵のぞみ, 瀬戸房子 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編) 2013, 64, 17-23.
- 10) 錦織寿, 中馬裕香, 中野聖子, 瀬戸房子 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編) 2014, 65, 1-8.
- 11) 錦織寿, 川畑結花, 瀬口公美, 瀬戸房子 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編) 2015, 66, 41-49.
- 12) 錦織寿, 瀬口公美, 瀬戸房子 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編) 2017, 68, 13-22.