

タマネギ外皮染色布の紫外線防止効果に関する研究

岡田睦美*・木村美智子**

(2013年11月26日受理)

The UV Protection Defense Effect of Onion Dyeing Fabrics

Mutsumi OKADA* and Michiko KIMURA*

(Received November 26, 2013)

はじめに

近年、環境問題に関する意識が高まり、染色においても環境に配慮した染色加工技術が求められている。天然染料を用いた染色もその一つと考えられ、伝統工芸的な天然染料とその染色法を見直し、天然染料の新たな工業的利用について関心が寄せられている。なかでも、タマネギの外皮は手に入れやすく、特に毛やナイロンのポリアミド系繊維に対して染色性が良いため、教材として使われることも多い。

タマネギ外皮の主色素はケルセチンである。ケルセチンはフラボノイドの一種であり、配糖体の形で野菜に含まれ、中でもタマネギ外皮はケルセチン配糖体を多く含有している。ケルセチンには抗酸化作用、抗アレルギー作用、抗変異原性、紫外線防止効果などが知られている。近年は、紫外線に対する意識が高まり、紫外線対策のための情報や製品が出回っていることも多い。こうしたUVカット製品には優れたUV吸収能に加えて、皮膚刺激性が低いこと、耐光性に優れていることが要求される。こうしたなかでタマネギ外皮を利用することの意義は大きい。しかし、タマネギ外皮をはじめとする身近な植物材料を実用的な染色に用いるには、染色性の確認が不十分であるという問題点がある。

そこで、本研究では、タマネギ外皮染色布の紫外線防止効果を明らかにするため、タマネギ外皮抽出液の主成分であるケルセチンおよびルチンに着目し、羊毛とナイロンに対する染色特性について検討した。

*茨城大学大学院教育学研究科（〒310-8512 水戸市文京 2-1-1；Graduate School of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）。

**茨城大学教育学部被服科学研究室（〒310-8512 水戸市文京 2-1-1；Laboratory of Apparel Science, College of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）。

研究方法

1. 研究の枠組み

本研究では、タマネギ外皮、ケルセチン、ルチンの染色布の吸光度測定を行い、紫外線防止効果を検討し、タマネギ外皮の主要素であるケルセチンとケルセチン配糖体の一種であるルチンと比較して紫外線防止効果について調べる。タマネギ外皮に含まれるケルセチンおよびケルセチン配糖体以外の成分が布の種類によっては吸着しにくいと結果が出ているため、布の種類によって差が見られると考えられる。また、ルチンは布への吸着率が少ないため、染色した布の紫外線防止効果はタマネギ外皮とケルセチンよりも小さいと推測される。

2. 染色方法

試験布は羊毛モスリン（株式会社 田中直染料店）とナイロンタフタ 66（中尾フィルター）を取り上げ、60℃の蒸留水の中で1時間処理し、蒸留水で2回すすいだ後、実験に供した。また試験布の大きさは、それぞれ10cm×10cm（羊毛：約1.00g，ナイロン：約0.63g）に裁断した。

1) タマネギ外皮染色

先行研究をもとに、染色条件を決め、タマネギの外皮は市販のタマネギの外皮をそのまま用いた。タマネギ外皮の重量は繊維の重量に対し同量を用いた。タマネギ外皮と蒸留水100ml程度をビーカーに入れ30分間攪拌しながら1番液を得た。この外皮をさらに30分間煮出し2番液を得たのち、1番液と2番液を合わせて50mlにメスアップして染色に用いた。染色条件は浴比1:120、温度100℃、時間20分で行った。

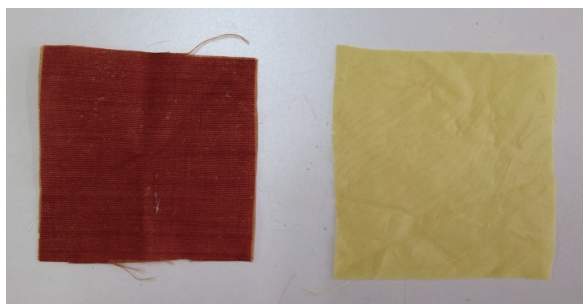


図1 タマネギ外皮染色布（左：羊毛，右：ナイロン）

2) ケルセチン染色

ケルセチン（ $C_{15}H_{10}O_7 \cdot 2H_2O$ ，分子量338，27，Cayman CHEMICAL）は市販の試薬をそのまま用いた。先行研究をもとに、羊毛およびナイロンの染色濃度を1mmol/lと定めた。浴比が1:120になるようにケルセチン溶液を作り試験布を投入し、60分かけて約100℃まで水温を上げたのちに20分間染色した。

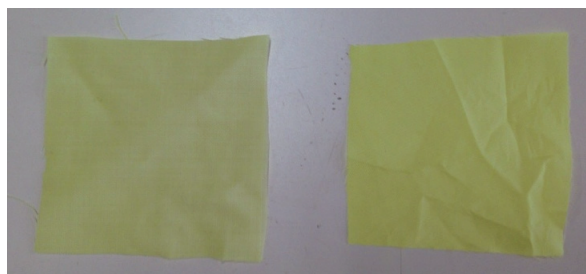


図2 ケルセチン染色布（左：羊毛，右：ナイロン）

3) ルチン染色

ルチン ($C_{27}H_{30}O_{16}$, 分子量 610, 52, 和光純薬工業株式会社) は市販の試薬をそのまま用いた。先行研究からルチンはケルセチンに比べて試験布への吸着が少ないことが分かったため、ケルセチンよりも濃い 10mmol/l で染色を行った。染色の方法はケルセチンと同様に浴比が 1:120 になるようにルチン溶液を作り試験布を投入し、60 分かけて約 100℃ まで水温を上げたのちに 20 分間染色した。

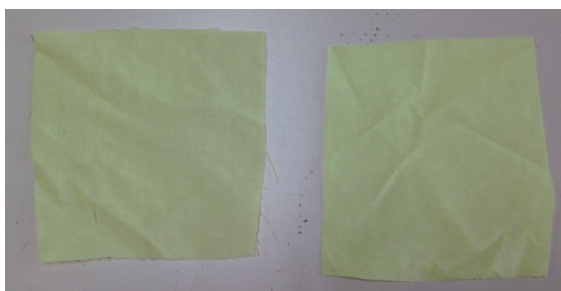


図3 ルチン染色布（左：羊毛，右：ナイロン）

3. 測定方法

染色布および染色液の測定には分光光度計（島津製作所，UV-2450）を用いた。染色布は 10cm×10cm の染色布を 6cm×6cm に裁断し，4つ折りにして反射率を求め，この反射率（R%）から Kubelka-Munk の式を用いて K/S 値を求めた。ここで，K は光吸収係数，S は光散乱係数である。

$$K/S=(1-R)^2/2R$$

図4 Kubelka-Munk の式

K/S 値は色素の布への吸着量と比例し，光吸収特性とも関連している。したがって，紫外領域（400nm 未満）における K/S 値を算出することによって，色素の紫外線吸収特性がわかると考えられる。

結果および考察

1. 染色布の反射率と K/S 値

1) 羊毛染色布の反射率と K/S 値

羊毛染色布の反射率を図5に示す。図5に示した波長ごとの反射率を用いて Kubelka-Munk 式から K/S 値を算出し、波長ごとに図示したのが図6である。ケルセチンおよびルチンで染色した場合の K/S スペクトルは 380, 280nm 付近に極大吸収を持ち、類似したスペクトルを示した。一方、タマネギ外皮で染色した場合のスペクトルは 400, 500nm 付近に極大吸収を持ち、ケルセチン、ルチンと全く違うスペクトルになった。このことから、羊毛での染色の場合、タマネギの外皮抽出液で染色するとケルセチン、ルチン以外の物質が羊毛の K/S 値に大きく関わってくると考えられる。

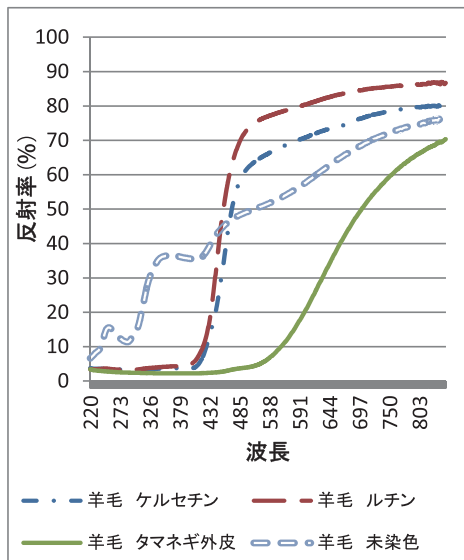


図5 羊毛染色布の反射スペクトル

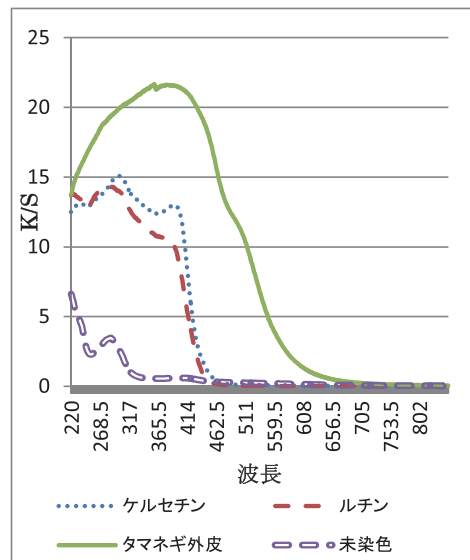


図6 羊毛染色布の K/S

2) ナイロン染色布の反射率と K/S 値

ナイロン染色布の反射率を図7に示す。図7に示した波長ごとの反射率を用いて Kubelka-Munk 式から K/S 値を算出し、波長ごとに図示したのが図8である。ナイロンは羊毛に比べて布への吸着率が低く、全体的に K/S 値が低いことがわかる。ケルセチンおよびタマネギ外皮のスペクトルは 400, 300nm 付近に極大吸収を持ち、類似したスペクトルを示した。一方、ルチンのスペクトルは 370, 300, 260, 230nm 付近に極大吸収を持ち、ケルセチンとタマネギ外皮とは違うスペクトルになった。先行研究において、ルチン染色液の吸収スペクトルは 370, 260, 200nm に極大吸収を持つことから、ルチンにおけるナイロン染色では染色液の吸収スペクトルがそのまま染色布の吸収スペクトルとして表れたことが考えられる。

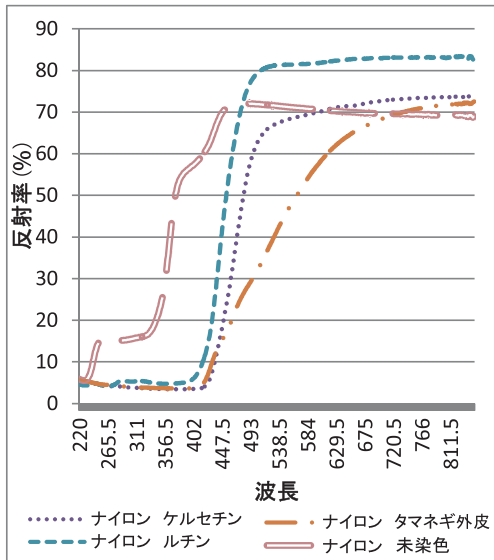


図7 ナイロン染色布の反射率

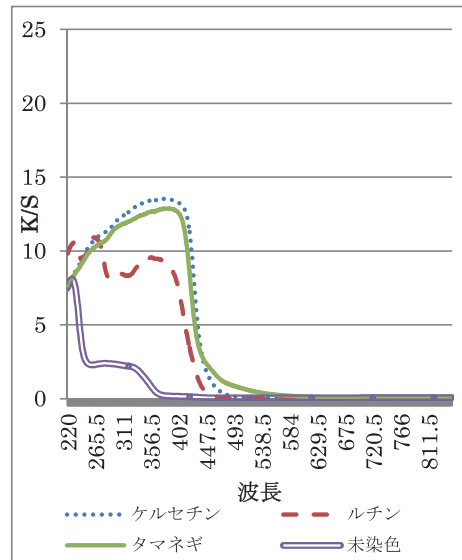


図8 ナイロン染色布のK/S値

2. 各染色布のK/S値の比較

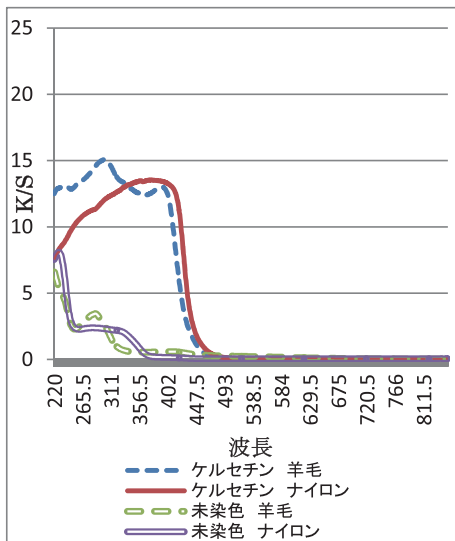


図9 ケルセチン染色布のK/S値

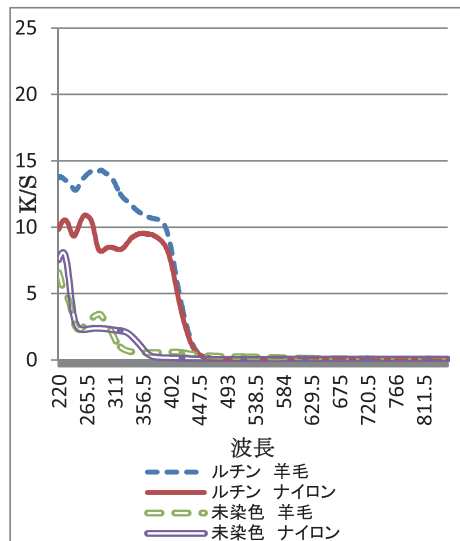


図10 ルチン染色布のK/S値

図9はケルセチン染色布のK/S値、図10はルチン染色布のK/S値、図11はタマネギ外皮染色布のK/S値である。比較のために未染色の羊毛とナイロンのK/S値も示した。図9、10からルチンは羊毛とナイロンで同じ波長に極大吸収を持つが、ケルセチンによる羊毛の染色ではナイ

ロンにない波長で極大吸収を持つことがわかる。図11を見ると、タマネギの外皮抽出液で染めた羊毛染色布はケルセチン染色、ルチン染色にはない波長で極大吸収を示すことが分かる。羊毛とナイロンで比べると、羊毛はナイロンよりも全般的に吸着率が高く、ナイロンでの染色よりも高いK/S値を示した。ルチンは羊毛とナイロンのどちらも低波長側で極大吸収が見られ、ルチンは低波長側で高い紫外線吸収効果を示すと考えられる。ルチンは羊毛とナイロンで同じ波長に極大吸収を持つが、ケルセチンとタマネギ外皮は羊毛ではナイロンにない波長で極大吸収を持った。このことから、ルチンは布の種類によってK/S値の大きさに差は見られるものの、極大吸収波長は同じになると考えられる。また、タマネギ外皮による染色は、ケルセチンおよびルチンによる染色に比べて、羊毛とナイロンにおけるK/S値の差が顕著であることがわかった。

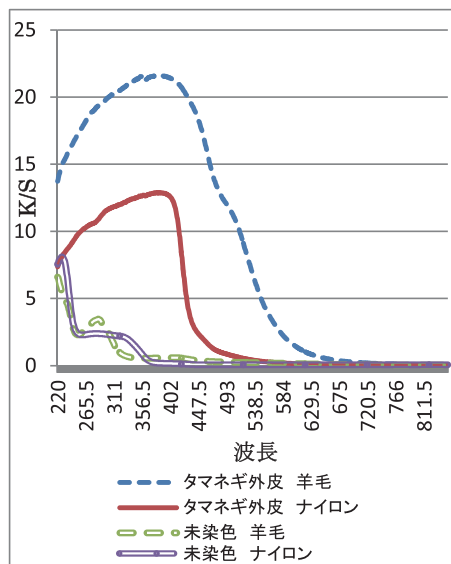


図11 タマネギ外皮染色布のK/S値

今回の実験ではケルセチン 1mmol/l, ルチン 10mmol/l で染色を行い、ルチンはケルセチンよりも高濃度で染色を行ったが、ケルセチンのほうがK/S値が高く、ルチンは布への吸着率が少ないことが分かった。また、タマネギは特に羊毛において高いK/S値を示し、高い紫外線防止効果が期待できる。今後は、タマネギ外皮抽出液の成分分析を行い、正確なケルセチンおよびルチンの含有量を確認するとともに、ケルセチン分解物や酸化物の染色への影響についても検討を行う必要がある。

まとめ

本研究では、タマネギ外皮染色布の紫外線防止効果を明らかにするため、タマネギ外皮抽出液の主成分であるケルセチンおよびルチンに着目し、羊毛とナイロンに対する染色特性について検討した。すべての染色布において、紫外領域における吸収特性が認められ、紫外線防止効果を確認できた。羊毛染色ではケルセチンおよびルチンは類似の染色性を示し、ナイロン染色ではタマネギ外皮とケルセチンが類似の染色性を示した。以上のことから、タマネギ外皮染色では、羊毛の場合、ケルセチンおよびルチンのほかに影響を与える成分が存在すると推測される。ナイロンの場合には、ケルセチンの影響が大きいと考えられる。

引用文献

清枝希帆・前川昌子, 2011, 「タマネギ外皮を用いた染色の紫外線防御効果」『日本家政学会誌』62, 3, 165-171,