

ナイロン繊維の天然染料染色におよぼす塩添加の影響

和洋女子大学家政学郡服飾造形学類 山崎愛実

研究目的

ナイロンは繊維の構成分子鎖がアミド結合によるポリペプチド繊維に分類され、染色には酸性染料が一般的に使用される。アミド結合を有するポリペプチド繊維と染料間に働く主たる結合はイオン結合で、その他水素結合、ファンデルワールス力が作用し、繊維に染着する。

近年、海洋プラスチック問題や地球環境にやさしいモノづくりなどサステナビリティの観点から染色分野でも天然染料が見直されるプロジェクトがある。

本研究では、天然染料を用いてナイロン繊維の染色性についての染色挙動を明らかにすることを目的とし、染色温度や中性塩の添加条件、および染料溶液pHの影響によって染色挙動におよぼす影響について検討した。

実験試料および試薬

試料：ナイロン白布（株式会社色染社）を使用し、染色試料布用に1gに調整した大きさ（10×16cm）に採取する。

染料：RKカラー7AK-HPGアカネ染料（洛東化成工業株式会社）

媒染剤：酢酸アルミ（田中直染料店）、硫酸銅(II)五水和物（市販試薬特級）、浸染用錫液（田中直染料店）

中性塩：酢酸ナトリウム（市販試薬特級）、硫酸ナトリウム（市販試薬特級）

結果(1) 染色温度の影響

図1に染料濃度0.5%w/w、浴比1:100で40°C、80°Cで30分染色後、各種媒染剤0.5%w/w水溶液で媒染処理したナイロン布のK/S-波長曲線を示す。得られたK/S値は、40°Cより80°C染色で高い値であり、高温での染色でよく染まること分かる。ナイロン繊維の非結晶領域には細孔(水による膨潤)と自由体積(熱による膨潤)ができ、染色温度とともに細孔が多くなり、その細孔にアカネ色素が拡散することが示唆された。

また、得られた曲線形状に着目すると、未媒染布で440nmに最大吸収波長を、530nmに第二吸収波長を持つ曲線形状であった。アルミ媒染布では未媒染布とほぼ同様の曲線が得られ、未媒染布に染着した同じ構造の染料が染着している。一方、銅媒染布では未媒染布の第二吸収波長の染着量が最大吸収波長とほぼ同程度の染着量であり、錫媒染布では未媒染布の第二吸収波長が低波長にシフトする曲線形状を示した。アルミ媒染では未媒染の染着状態に影響しないが、銅や錫媒染のように金属の性質により金属と染料との錯結合状態が変化し、色の変化を確認することができた。

また、最大吸収波長の染着量で比較すると未媒染布のK/S値が最も高く、次いで錫媒染布であり、銅媒染布やアルミ媒染布のK/S値は未媒染布のそれより低い値であった。その程度は、40°Cよりも80°C染色で差が大きかった。この結果は、媒染処理時に低温（40°C）では染着した染料の脱着が小さかったのに対し、高温（80°C）では染着した染料の脱着が大きかったものと推測でき、染料は水や熱によりできた細孔に染着しているものと示唆される。80°C染色では熱がかかることによって繊維内部の細孔が開き、拡散し染着すると同時に、媒染処理時にも同温度がかかることで細孔が開き、脱着するものと考えられた。

以上のことから、ナイロン繊維にはアカネ色素は染着可能であるが、細孔部分に染料分子が収着しているということが出来る。

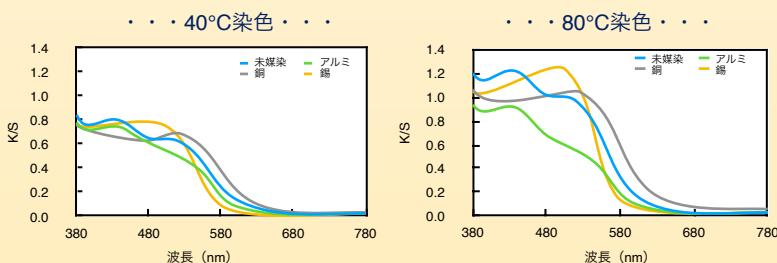


図1. 塩無添加系での染色試料布のK/S-波長曲線

・・・染料溶液の調製・・・

300mlコニカルビーカーにアカネ色素をピペッターで5ml入れ、100mlの蒸留水を加えて染料溶液（構成因子：染料・水）とする。また所定濃度の中性塩を染料溶液に添加した染料溶液についても検討する（構成因子：染料・中性塩・水）。染料溶液と同様に各媒染剤をコニカルビーカーに5mg測り入れ100mlの蒸留水を加えて媒染溶液とする（構成因子：媒染剤・水）。

・・・染色操作・・・

膨潤させた試料布を、各条件に調整し所定温度に温めたアカネ色素の水溶液に入れ、30分染色処理後、1分間水洗する。その後、調整をした各金属塩水溶液を染色と同じ条件で20分媒染処理し、1分間水洗した染色試料布を自然乾燥させる。

・・・染色試料布の表面染料濃度評価・・・

分光色差計SA-5500（日本電色工業株式会社）を用いて、染色試料布表面の反射率を測定し、その反射率から表面染料濃度を表す表面染料濃度を表すK/Sを用いて評価をする。

結果(2) 添加塩の影響

図2に染料濃度0.5%w/w、硫酸ナトリウム0.5mol/L、浴比1:100で40°C、80°Cで30分染色後、各種媒染剤0.5%w/w水溶液で媒染処理したナイロン布のK/S-波長曲線を示す。

硫酸ナトリウムの添加系のK/S-波長曲線は、媒染剤の種類にかかわらず、無添加系の曲線と同一形状を示している。またK/S値は塩無添加系と比べ、0.01mol/Lと0.1mol/LのK/S値は若干低く、0.5mol/Lでは無添加系とほぼ同等の結果が得られた。

さらに染色温度を40°Cで検討したところ、無添加系のK/S値と比べて、0.01mol/Lでは若干下がり、0.1mol/Lで同等の結果が得られ、0.5mol/Lで若干低下した。

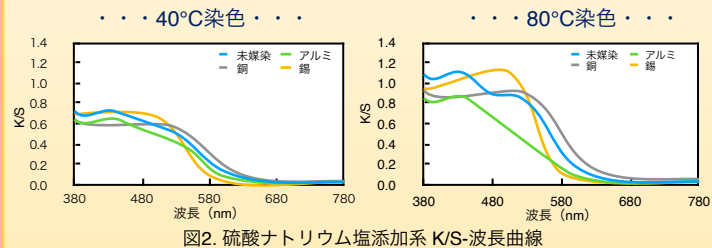


図2. 硫酸ナトリウム塩添加系 K/S-波長曲線

結果(3) 染浴pHの影響

染浴pHを変化させて染色挙動を検討した。図3にpH9.0、およびpH12.0に水酸化ナトリウム水溶液でpHを調整した染料濃度0.5%w/w、硫酸ナトリウム0.5mol/L、浴比1:100で80°Cで30分染色後、各種媒染剤0.5%w/w水溶液で媒染処理したナイロン布のK/S-波長曲線を示す。

その結果、染浴pH4.0で塩無添加系と同程度のK/S値が得られた。染浴pH7.0以上の場合、K/S値はpHが高くなるほど徐々に低下し、特に染浴pH12.0では明確な吸収波長がない曲線形状であり、ほとんど染着しないことがわかった。

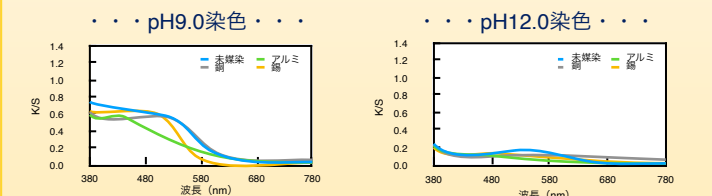


図3. 染浴pHの影響（80°C塩添加系）

まとめ

アカネ色素を用いたナイロン繊維の染着が可能であることが確認できた。その染着は、繊維の非晶領域の細孔部分に収着しているということができた。また、中性塩を添加した染色系では塩添加の影響は小さく、染浴pHによって染着量が大きく変化した。特にアルカリ浴での染色では染着量が低下し、中性～酸性による染着性がよいことが確認できた。