

タンパク・ポリアミド繊維における染色挙動への超音波照射の影響

著者	岡村 好美
雑誌名	宮崎大学教育文化学部紀要. 芸術・保健体育・家政・技術
巻	10
ページ	1-7
発行年	2004-02-27
URL	http://hdl.handle.net/10458/1316

タンパク・ポリアミド繊維における 染色挙動への超音波照射の影響

岡村 好美

Effects of Ultrasonication on Dyeing of Fabrics made of
Protein or Polyamide Fiber

Yoshimi OKAMURA

Abstract

The influences of the ultrasonication in the dyeing process was investigated using protein (wool and silk) and polyamide fiber with reactive dye and acid dye. Results obtained in this study demonstrate that 1) Ultrasonication is effective in the promotion of dyeing efficiency of the fibers with complex surface form and complete molecular structure; 2) Temperature rise by ultrasonication is partly involved in the improvement of dyeing; 3) Effect of ultrasonication on dyeing becomes evident in a short time, and its effect at 47 kHz is more prominent than that at 38kHz; and 4) improvement of dyeing is observed in a combination of fiber and dye, in which effective diffusion can be expected by ultrasonication.

1. 緒 言

一般に染色とは、染料分子が繊維の表面から繊維の内部に入り込み、繊維の内部に染料が蓄積される現象であると考えられており、通常行われる水溶液での染色では、水に浸すことによって生じる繊維の膨潤状態や染色座席数の影響が大きいことが知られている。したがって染料が繊維に吸着されるためには繊維の分子構造と、繊維分子の末端基の数が重要な要因であり、染料が繊維内に入り込みやすい環境を作って染色性を向上させるために、助剤の使用や加熱の他、高圧や超臨界状態での染色など様々な方法が用いられている。超音波も染色環境改善方法の一つとして、ナイロンフィルム¹⁾や羊毛²⁾染色への影響が報告され、また、絹の藍染め染色においては一部で工業化がなされている³⁾。藍染めにおける超音波の使用は拡散作用を意図したものであるが、超音波の効果としてはこのほかにも多数の作用が伝えられている⁴⁾。

本研究では染色挙動への上記以外の超音波照射の効果を明らかにすることを目的に、タンパク・ポリアミド繊維染色における超音波照射の影響を調べた。その結果得られたいくつかの知見を報告する。

2. 実 験

2.1 試料および染料

試料布は、タンパク繊維の絹と羊毛ならびにポリアミド繊維のナイロンを用いた。すべて関西生活研究会から入手した実験用平織り布である。

染料は、酸性染料 (Kayanol Milling Blue GW 日本化薬、デルクス ブルー F-4GL 田中直)、反応染料 (Mikacion Brill. Blue RS 日本化薬) を用いた。田中直製の酸性染料は浴比の影響実験で用いたが、2種類の酸性染料が同様の染色挙動を示すことは予備試験済みであり論旨に影響はない。

水は染色には精製水を、水洗には活性炭濾過後の水道水を用いた。

なお本染色は繊維-染料系への超音波の影響を調べることを目的としているために、助剤を使用せずに行った。

2.2 実験方法

染色は超音波照射染色、超音波未照射染色および超音波照射により液温の変化が予備実験において認められているため、超音波による温度変化に対応させた温度調節染色について行った。超音波照射染色は超音波洗浄機 (38kHz US-5 アズワン、47kHz 1210-MTH 4ヤマト科学) に水を入れた中に調整した染浴を浸して行った。温度調節染色は恒温槽 (CTR-210 IWAKI) に調整した染浴を浸して、超音波照射による染浴温度の変化に対応するように恒温槽温度を設定しながら行った。超音波未照射染色は常温で超音波照射染色と同一時間放置状態での染色である。

染料濃度は、染料分子への影響実験では0.001%と0.01%に、これ以外の染色試験では0.5%に調整した。

染色時間は、超音波照射染色、常温染色、温度調節染色それぞれ、240分まで行った。

染色性は、未染色布および水洗後の各染色布の L^* 、 a^* 、 b^* を色差計 (N-777、日本電色) により測定し、 ΔE^* を求めて染着量とした。水洗は2l/minの水流により5分間行った後、軽く押し絞りして風乾した。

超音波による染料分子への影響は、分光光度計 (160-A、SHIMADZU) を用いて、染色と同一時間超音波を照射した染料液の吸光度を調べることにより行った。

液温測定にはデジタル温度計 (NT220 アズワン) を用い、測定時に各染液を軽く攪拌して液温を測定した。

3. 結果および考察

3.1 超音波照射染色の条件

超音波照射による染料分子への影響を図1に示す。反応染料・酸性染料ともに超音波照射による吸光度の変化は認められず、本実験で用いた周波数では萩原の結果⁵⁾に見られるような染料分子の破碎は生じないことが確認された。

浴比が異なることによる超音波照射染浴の温度変化を酸性染料について調べた結果をポリアミド繊維のナイロンについては図2に、タンパク繊維の絹については図3に示す。超音波の周波数は38 kHzである。ナイロン繊維、絹繊維のいずれも浴比が小さいほど昇温が大きく、浴比の昇温への影響は絹繊維よりナイロン繊維の場合に大きいことが明らかであった。浴比によるナイロン繊維・絹繊維の染色性への影響を図4、5に示す。ナイロン繊維・絹繊維のいずれも短時間の染色では浴比が小さい場合には良好な染色性を示したが、時間の経過によって浴比が大きい場合の染色性と逆転する傾向が認められた。これは、低浴比の場合には昇温効果大きいことが染色性の増大の一因⁶⁾になっているためと考えられる。浴比による染色性への影響はナイロン繊維より絹繊維で大きく、1:80では長時間の染色で染色効果が低下する傾向であるのに対して1:128では低下が見られなかったことより、浴比は1:80~130の間で1:130に近い浴比が適していると思われる。このことから染色実験は1:110の浴比で行うことにした。

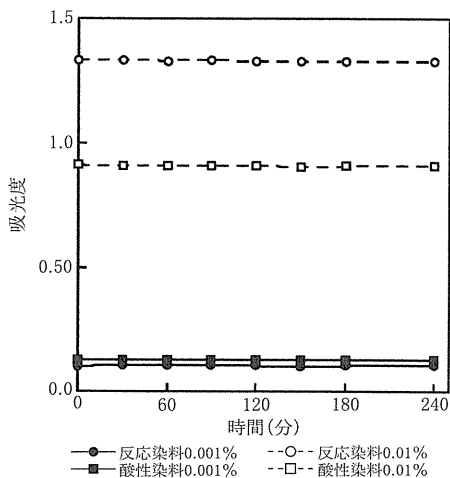


図1 染料への超音波 (38kHz) の影響

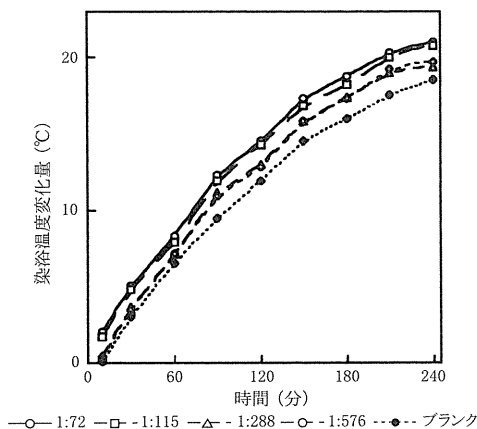


図2 浴比による染浴温度の変化量 (ナイロン)

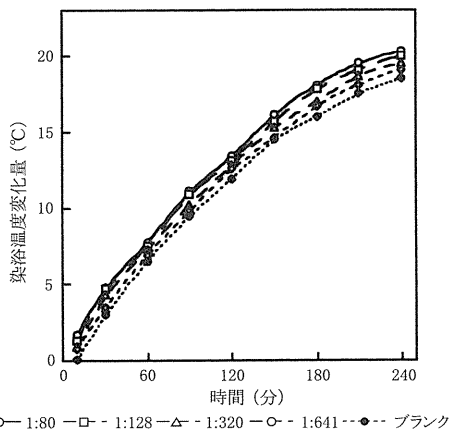


図3 浴比による染浴温度の変化量 (絹)

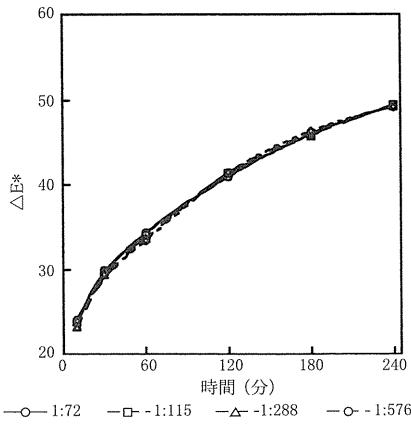


図4 浴比による染着量の変化 (ナイロン)

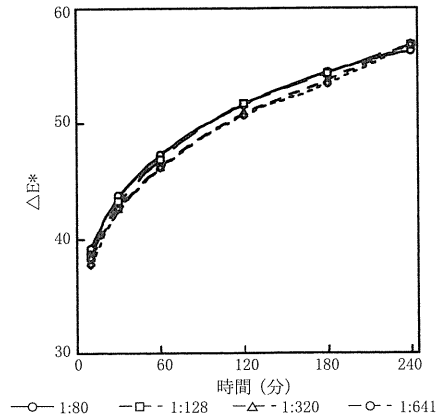


図5 浴比による染着量の変化 (絹)

3.2 超音波照射による染色性への影響

絹・羊毛・ナイロン繊維の染色結果を図6、図7に示す。染色開始温度が一定でないため図は超音波照射染色、温度調節染色それぞれについて常温染色結果との差として示したが、常温染色との差で示すことは染色性への時間の影響を除くことにもなり、超音波の影響に限定することができる。反応染料染色・酸性染料染色のいずれの場合もタンパク・ポリアミド繊維は超音波を照射することによって温度調節染色の場合より染色性は増加した。また、染色性への影響は絹<ナイロン<羊毛の順に大きくなったことから、超音波照射は表面形態や結晶構造などの理由から通常染色されにくいと考えられている繊維—染料系において有効であると思われる。

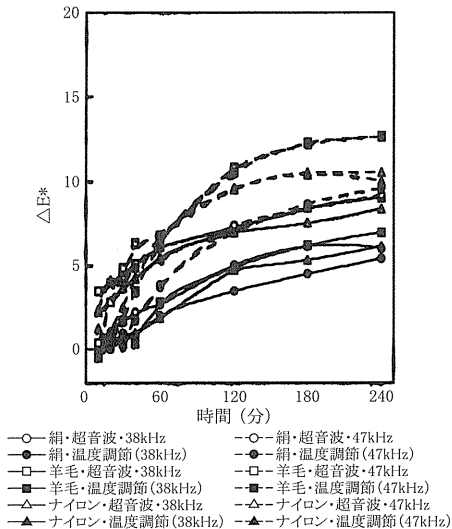


図6 超音波染色における時間以外の条件による染色性への影響 (反応染料)

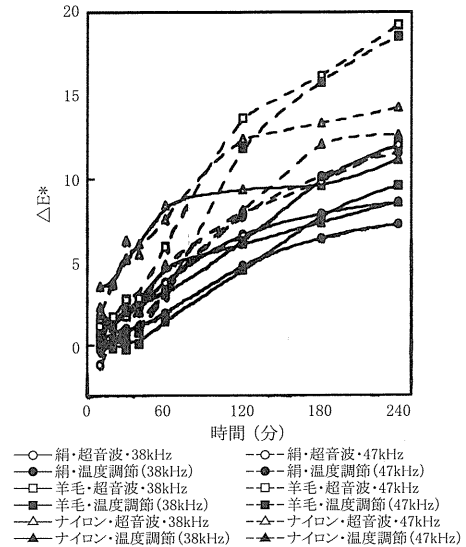


図7 超音波染色における時間以外の条件による染色性への影響 (酸性染料)

周波数が異なることによる染色性への影響は、周波数が47kHzでは38kHzの場合より高い染色性が得られる傾向であった。超音波照射による染液の温度変化を図8に示す。38kHz・47kHzの両者とも超音波の照射時間とともに水温は上昇し、周波数が高い47kHzの場合に38kHzの場合より大きな上昇を示した。このことおよび図2～図5の結果より、周波数によって染色性に差が認められた(図6、7)のは、周波数による昇温効果の差の影響によるものと推察される。また、反応・酸性どちらの染料を用いた場合も長時間の経過による超音波染色と温度調節染色の染色性の差は47kHzの場合に38kHzの場合より小さくなる傾向が見られた。基本的に染色性が優れている絹以外の繊維について、超音波照射染色の ΔE^* と温度調節染色の ΔE^* の比率を図9、10に示す。反応染料・酸性染料の両染色において、38kHz・47kHzの照射いずれの場合も60分以内での比率が高く、染色への超音波の影響は比較的短い時間で有効であり、特に47kHzの高周波数の場合にはより短時間で効果があることが明らかであった。

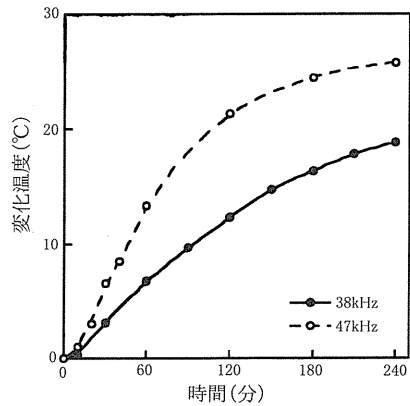


図8 超音波照射による染液温度への影響

一般に染料と繊維の相関性を明らかにする方法として、繊維中の染料の拡散速度を求める方法が採用されており、McBainの式が繊維内拡散係数を決定するための最良の方法とされている。そしてこの式に基づいた下記の近似式⁷⁾から、染料の拡散係数を求めることができる。

$$C_t/C_\infty = 2(Dt/\pi)^2$$

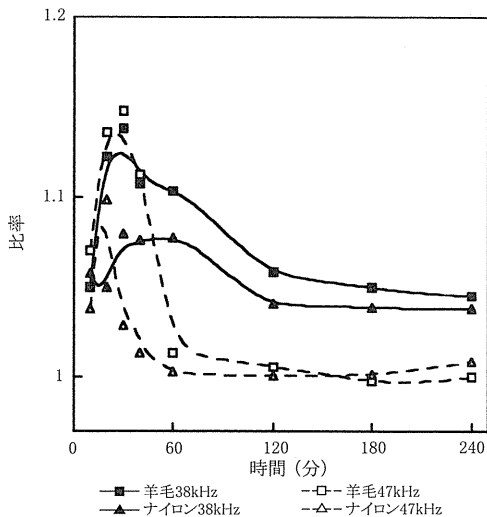


図9 超音波照射の効果(反応染料)

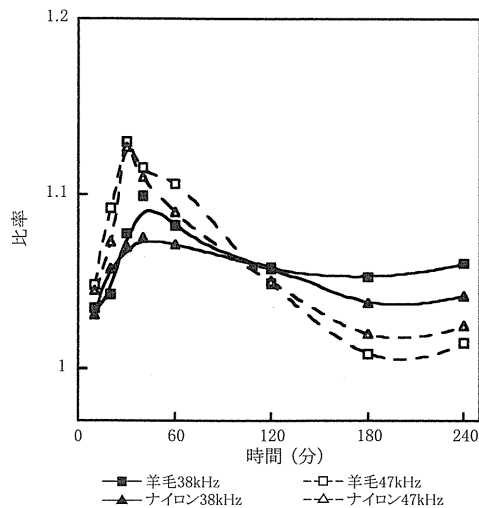


図10 超音波照射の効果(酸性染料)

ここで C_t は t 時間内に取得された染料の量、 C_∞ は平衡時に取得された量、 Dt は時間 t における拡散係数である。繊維に吸着された染料の量を染色時間の平方根に対してプロットした結果が直線を示せば、得られた直線の勾配の絶対値から拡散係数に相当する量が求められる。

本実験で超音波照射の影響が認められた時間について、染着量を ΔE^* として染色時間の平方根に対してプロットした直線の勾配から得られた染料の見かけの拡散係数を表 1 に示す。絹・羊毛・ナイロン繊維は反応染料・酸性染料のいずれを用いた染色の場合についても超音波を照射した場合には温度調節した場合より繊維内の拡散係数は増加した。超音波の周波数

表 1 超音波照射による染料の見かけの拡散係数

条件	素材	絹	羊毛	ナイロン
反応染料	38kHz	2.816	3.732	3.417
	温度調節 (38kHz)	2.512	3.384	2.909
	47kHz	2.782	4.746	3.843
	温度調節 (47kHz)	2.780	4.136	3.174
酸性染料	38kHz	1.816	1.316	2.741
	温度調節 (38kHz)	1.404	0.783	2.006
	47kHz	1.978	1.862	2.950
	温度調節 (47kHz)	1.412	0.872	2.084

による影響は、周波数が高い場合に拡散係数は高い値を示し、これは周波数の高い方が染料拡散への影響が大きいことを示唆している。また、表 1 は一様に反応染料の場合に酸性染料の場合より高い値であるが、これは染料本来の拡散性の良さを示したものである。それぞれの染色系について超音波照射染色と温度調節した未照射染色の拡散係数の比率を比較すると、反応染料の場合には比率は1.001~1.211、酸性染料では比率は1.294~2.211となり、酸性染料を用いた場合に超音波の影響が大きいという結果となった。染料-繊維系への超音波の影響について山本ら¹⁾ はポリアミド繊維に対しては反応染料より酸性染料の場合に有効であることを報告しており、本実験ではポリアミド繊維とともにタンパク繊維に対しても酸性染料を用いた場合には反応染料の場合より効果があるという結果が得られた。通常タンパク・ポリアミド繊維-酸性染料系の染着力はイオン結合、反応染料の場合には共有結合であると考えられている。本実験で超音波照射は染着機構が簡単な結合力による場合に大きな効果が認められたことより、染色への超音波照射の影響は、拡散作用が期待される繊維-染料系でより有効であることが推察される。

4. 結 論

良好な染色布を得るため染色過程で様々な取り組みがなされており、一部では超音波の利用も工業化されている。本研究では染色における超音波の影響を明らかにする目的で、タンパク・ポリアミド繊維-染料系における超音波照射の影響を調べ、以下の結果を得た。

- 1) 超音波の照射は、一般に染色しにくいと考えられている表面形態が複雑な繊維や分子構造が密な繊維の染色性の向上に効果がある。
- 2) 超音波照射によって染色性が向上する要因の一つは、加熱作用である。
- 3) 超音波照射の染色性への影響は比較的短時間で現れ、その効果は38kHzより47kHzの超音波を用いた場合に大きい。
- 4) 超音波照射の染色への影響は、拡散作用の効果が期待される繊維-染料系で大きい。

引用文献

- 1) 山本良子、清水義雄；ナイロン6の超音波照射による染色挙動の影響、東京家政大紀要、297-300 (1987)
- 2) 新藤伊三；羊毛染色における超音波の利用、織学誌、12、778 (1956)
- 3) 加藤弘；やさしい超音波の話、洗濯の科学、47、2-7 (2002)
- 4) 本多敬介；超音波の世界、日本放送協会、174 (1994)
- 5) 萩原滋子、久保田利秋；染料水溶液に対する超音波の作用、京都府立大学学術報告（理学・生活科学・福祉学）、33-40 (1968)
- 6) 染色の科学；近藤一夫ほか、建帛社、89 (1977)
- 7) 前掲、85-86