

目的別テーマ：高次機能創出加工

研究テーマ

16-3-27：ケブラー®の染色機構解明と最適染色加工法の構築

ABSTRACT

*Kevlar® is one of polyaramide, and has been widely used as engineering plastics. However, it can not be easily modified because of its high cristallinity. Recently Kevlar® fiber prepared by means of special spinning is found to be dyed using disperse dye etc. In this study, bolaform electrolytes were used as dyeing auxiliaries for acid dyeing of Kevlar® fiber. Some of the bolaform electrolytes enhanced the dye uptake significantly. This is first time that Kevlar® fiber was dyed with an acid dye successfully.*

研究目的

ケブラー®はポリアラミドの一種であり、エンジニアリングプラスチックとして広く使用されている。また、防弾チョッキや手袋など繊維としての応用も広く行われている。しかし、これまでその染色や加工は容易ではなかった。近年、特殊な紡糸により作成されたケブラー®繊維は分散染料等で容易に染色できることが明らかとなっている。そこで、本研究では、その染色機構を明らかにするとともに、ナイロン等のポリアミド繊維の染色で用いられる酸性染料による染色を試みた。酸性染料による染色を可能にすることにより、ナイロンとケブラー®を混紡した場合の染織模様冴となり、さらに使用用途の拡大を目指すことが可能となる。このために、染色助剤としてさまざまな構造を有するボラ型電解質を助剤として使用し、酸性染料の染着量に及ぼす効果を検討した。

5年間の研究内容と成果

東レ・デュポン社より開発されたオープン構造型ケブラー繊維は、これまで分散染料やカチオン染料等で染色されていたが、ボラ型電解質を助剤として用いることにより酸性染料でも染色できることが明らかとなった。図1にオープン構造型ケブラー繊維の模式図を示す。繊維結晶の間に空隙が存在し、その中に水が含有された構造をとっている。この空隙に染料が入るものと思われる。通常型ケブラーではこのような空隙はなく、そのため、染色加工や機能加工が難しいと言われている。この空隙は、染色加工や機能加工の後、熱処理することにより無くなり、通常型ケブラーと同様の構造になる。このように、通常型ケブラーの物性を有しながら色や機能のついたケブラー繊維を作ることが可能となった。

モデル酸性染料としては、Orange II を使用し、染料濃度を  $5 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$  とし、80℃で1日間染色した。染色した糸の反射スペクトルを日本分光顕微紫外可視近赤外分光光度計 MSV-370 により測定した。両末端にピリジニウムカチオン基を有するボラ型電解質 DCPyn を助剤として使用したときの反射スペクトルを図2に示す。連結鎖長の短い DCPyn では、ほとんど吸収が無く、連結鎖の炭素数が10の時に際だった吸収が見られる。連結鎖の炭素数が8以上の場合にはアルキル鎖が屈曲する可能性がある

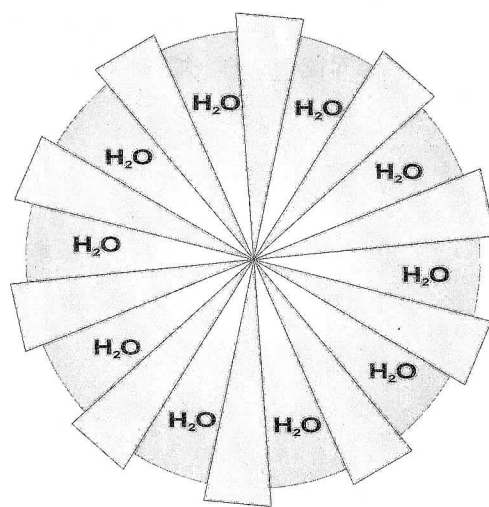


図1 オープン構造型ケブラー繊維の模式図

ことよりこの屈曲による荷電基間距離がこの結果に何らかの影響を及ぼしていると思われる。また、Orange IIの水溶液中における吸収スペクトルでは、最大吸収波長が 480 nm 付近に見られるが、この反射スペクトルでは 530 nm 付近に移動していることより染料周りの環境が変化していることが分かる。この変化は、染料自身の会合、ボラ型電解質との相互作用、あるいは、ケブラーとの相互作用のいずれかまたは複合により起こされたと思われる。

このような連結鎖長による変化は、他のボラ型電解質に関しても見られたが、

末端基の影響も見られた。このように、ボラ型電解質の分子構造と酸性染料の収着量には密接な関係があり、オープン構造型ケブラー繊維の空隙の大きさが影響していると思われる。今後、空隙の大きさや形を何らかの方法により決定することにより、ケブラー繊維の染色をナノレベルで制御できると思われる。

また、様々な構造を有するボラ型電解質を使用し、染料についても酸性染料だけでなく、反応染料も使用して実験を行った。その結果、ボラ型電解質の連結鎖長だけでなく、末端基構造によっても染料収着を著しく変化した。また、染料構造も収着に大きく影響することが明らかとなった。この結果は、図 1 に示すオープン構造型ケブラー繊維の空隙サイズと密接に関係していると思われる。

さらに、ボラ型電解質の使用は、酸性染料による染色を可能にするだけでなく、ケブラー繊維の物性にも影響を与えることがわかった。例えば、両末端にヒドロキシピリジニウム基含有ボラ型電解質を使用した場合、染色後の繊維が堅い感じとなり、毛羽立ちがなくなったように見えた。詳細な物性検討の必要はあるが、このような変化も適当なボラ型電解質構造の選択により起こさせることが可能である。

今後、さらに多くの種類のボラ型電解質について検討することにより、異なる効果を生み出すことも可能であると期待される。

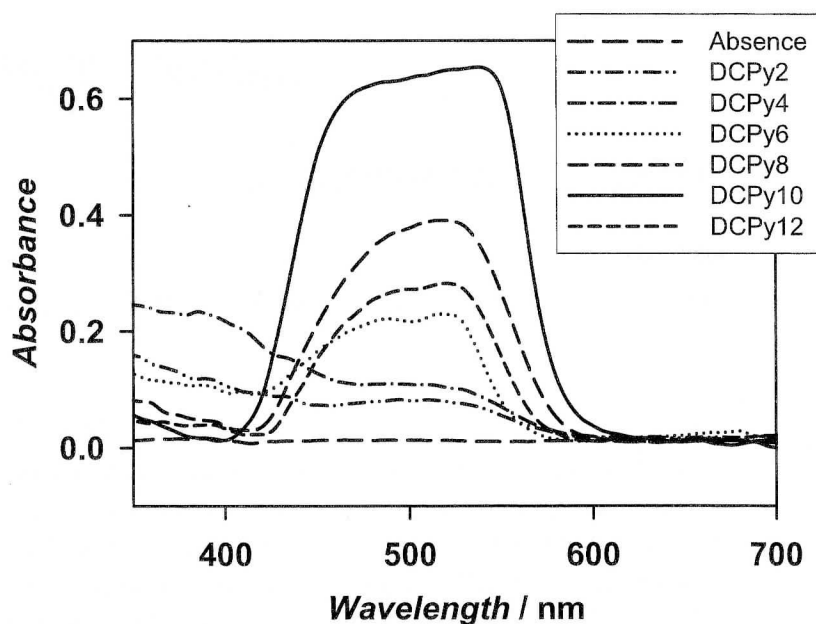


図2 DCPyn を助剤として用いた酸性染色ケブラー糸の反射スペクトル