延伸染色毛髪毛束のねじり特性

和洋女子大学家政学群服飾造形学類　S.S

〈研究背景および目的〉

ヘアカラー、パーマなどのヘアケアに対する関心は時代の需要に応じて高くなり、現在では若年層だけでなく中年層、高齢層まで幅広い年代で好みのヘアケアを楽しむライフスタイルへと変化させている。また、日常のヘアケアではシャンプー・トリートメント、タオルドライやブラッシングなど物理作用が毛髪にはかかっており、これらの作用により毛髪の損傷が日常的に蓄積する。本研究では、毛束を構成する毛髪一本毎のねじり物性を測定し、毛束のねじり特性について検討する。未処理毛髪を延伸処理した毛髪毛束のねじり特性、またその延伸毛髪を染色処理した毛髪のねじり試験を行い、ねじり特性における延伸・染色処理の影響について検討した。

〈実験方法〉

実験試料：白髪毛髪毛束（株式会社ビューラックス社製）

延伸処理：毛髪1本を延伸機に一端から15cmで固定し、16.5cmまで引き伸ばした毛髪を毛束に揃え実験試料に供した。

物性の測定：毛束を構成する毛髪一本毎のねじり物性を測定し、毛束としてのねじり物性変化について検討する。実験には白髪毛束から任意に毛髪を採取し、その1本毎のねじりトルクを計測する。1条件（1毛束）を50本とし、各条件（未延伸毛束－酸性染料染色、延伸毛束－酸性染料染色）での毛束物性変化について検討した。

毛径の測定：ねじりトルクを測定した試料毛髪の長径および短径を計測した（マイクロメーターMDQ-30MX ミツトヨ株式会社）。

〈結果：未処理毛髪毛束〉

図1に未処理毛束（50本）の1本毎のねじりトルク値（T）を示した。任意に採取した50本のねじりトルク値は小さい値から大きい値まで様々であることがわかる。この結果は各毛髪の断面形状因子が個体によりばらばらであることが示唆されたため、毛髪の長径および短径を計測し断面形状因子を考慮したねじり弾性率を求め、断面形状因子（$I\rho$）とねじりトルク値（T）との関係について検討した（図2）。得られた相関係数（R^2）は0.24を示しており50本から構成する毛束としての相関は低く、不均一な材料集合体であった。そこでねじり弾性率を5GPa毎の3グループの剛性率の毛髪群に分けて検討したところ（図3）、各剛性率群においてR^2が0.85以上の強い相関が認められた。毛径はそれぞれ異なる毛束であるが毛髪構成分子より発現する複合ひずみ応力は同じであることを示している。つまり剛性率群に分けて毛髪を評価すると均一な素材であり、その集合体が毛束であるということができた。

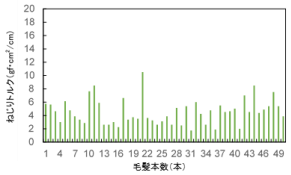

図1. 毛髪のねじりトルク値

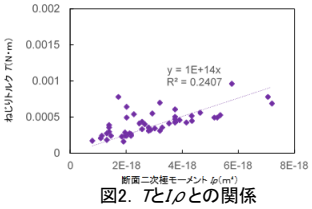

図2. Tと$I\rho$との関係

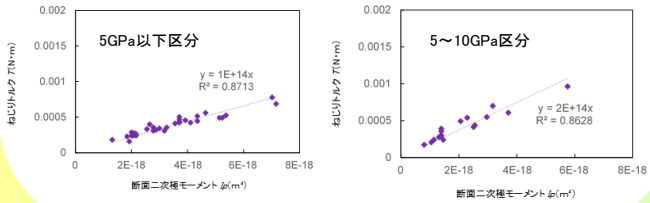

図3. 剛性率群におけるTと$I\rho$との関係

〈結果：延伸処理の影響〉

次に、未処理毛束を延伸機を用いて10%および15%引張り、延伸処理した毛髪1本毎のねじりトルクを測定した（図4）。得られた50本のねじりトルク値は様々であり、図1の未処理毛束と大きく変わらないことがわかる。延伸毛束においても断面形状因子を考慮し、ねじり弾性率を求め、断面形状因子（$I\rho$）とねじりトルク値（T）との関係について検討した（図5）。得られた相関係数（R^2）は0.46を示しており50本から構成する毛束としての相関は低く、不均一な材料集合体である。そこでねじり弾性率を3グループの剛性率の毛髪群に分けて検討したところ（図6）、各剛性率群においてR^2が0.67以上の相関が認められた。毛径はそれぞれ異なる毛束であるが毛髪構成分子より発現する複合ひずみ応力は同じであることを示している。未処理毛束との分布を比較したところ、いずれの区分の本数にもほとんど違いが見られなかったものの、相関は未処理毛束と比べて小さくなっており、延伸作用による影響を受けていることが示唆された。

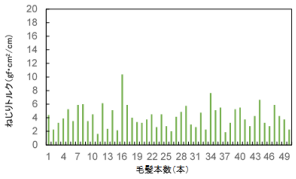

図4. 毛髪のねじりトルク値

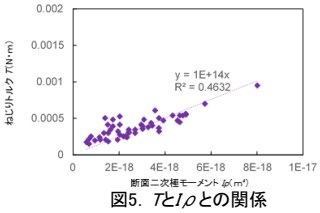

図5. Tと$I\rho$との関係

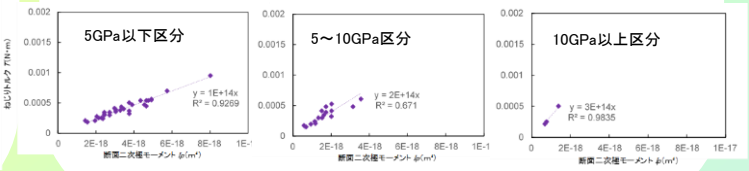

図6. 剛性率群におけるTと$I\rho$との関係

〈結果：染色処理の影響〉

分子量の異なる3種の酸性染料を用いて未処理、および延伸処理毛束を染色し、同様の検討を行った。いずれの毛束も染料分子および水分子が毛髪内部に拡散し、その収着状態がねじり物性に作用することがわかった。特に延伸毛束の染色で、未染色毛束と比べて低剛性率群の毛髪本数が低下し、毛髪分布が高剛性率の区分にシフトすることが確認できた。

〈まとめ〉

毛髪を延伸させると構成分子鎖が繊維軸方向に引き延ばされて分子配向が変化し、ひずみ応力が変化した。しかし染色等で毛髪内部に水分子や染料分子等低分子化合物が吸着すると構成分子間との結合状態が変化し、毛髪分布が高剛性率にシフトする、あるいは可塑剤として作用するなどねじり物性に影響することが明らかとなった。

の断面形状因子が個体によりばらばらであることが示唆されたため、毛髪の長径および短径を計測し