

① 実施課題番号：

2005B0875

② 実施課題名：

「マイクロビーム X 線小角散乱を用いた毛髪劣化の解析」

③ 実験責任者所属機関及び氏名：

花王株式会社 ヘアケア研究所

伊藤 隆司

④ 使用ビームライン：

BL40XU

⑤ 実験結果：

消費者の“傷んだ髪”に対する意識が非常に向上した今日、日々のヘアケア行動に伴って蓄積される毛髪劣化が大きな問題となってきた。長さ数 10cm の毛髪では、その毛先部分は数ヶ月から数年にわたる様々なヘアケア行動による劣化を蓄積しており、例えばヘアカラーと日常のヘアケア行動（洗髪、ブラッシング、ドライヤー乾燥等）を繰り返すと毛髪内部に空洞が発生し光が乱反射してツヤが低下することがわかっている。また傷んだ毛先ははねやすく、まとまりが悪くなることが知られている。こうした傷みから髪を保護し、また補修する技術の開発は、ヘアケア業界の主要課題のひとつである。

毛髪はキューティクル、コルテックス、メデュラからなる複雑な階層構造を有する。劣化した毛髪の内部構造を知るためには、毛髪全体の平均値ではなく、それぞれの組織を別々に解析することが必要である。最近、我々はマイクロビーム X 線小角散乱法を用いた羊毛・人毛単繊維のナノ構造解析手法を開発し、毛髪の構成要素であるインターミディエートフィラメント (IF) と呼ばれる微細繊維の直径や配向性を定量的に解析することが出来るようになった。

今回の課題の目的は、日常のヘアケア行動等による劣化の蓄積により毛先の傷んだ毛髪の内部構造をナノ構造のレベルから明らかにすることで、その修復技術の開発に結びつく知見を獲得することである。

化学処理履歴のない同一人物の頭髪から長さ約 40cm 程度の毛髪を採取し、そのうち最も劣化が蓄積されていると思われる毛先部分（先端から約 2cm）とほとんど劣化の蓄積がないと考えられる根元部分（頭皮から約 2cm）を測定に供した。小角散乱の測定は、マイクロビーム X 線を毛髪軸に対して垂直方向から入射して行なった。また毛髪が X 線ビームを横切るようにわずかつ走査させながら、毛髪表面付近から中心部にいたる複数箇所測定を繰り返した。

図 1 に根元部分で測定した小角散乱像の典型例を示す。散乱像の赤道軸上、面間隔 $d=90\text{Å}$ 付近には IF の配列に由来する散乱ピークが観測される。毛髪劣化の蓄積が IF 配列構造に及ぼす影響を調べるため、小角散乱像から切り出した赤道軸方向の散乱強度プロファイルを根元と毛先で比較した。

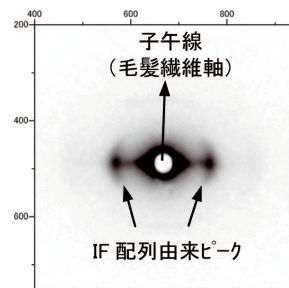


図 1 X 線小角散乱像

図2は、根元と毛先から得られた散乱強度プロファイルの一部である。図には毛髪4本（毛髪一本につき根元2箇所、毛先2箇所）のデータを示した。ただし、散乱強度プロファイルの比較をやすくするため、各々の散乱強度に適切な係数をかけ、図2中で垂直方向に平行移動してある。横軸は散乱ベクトル S ($=2\sin\theta/\lambda$ 、 2θ : 散乱角、 λ : X線波長) で、 $S=0.011\text{Å}^{-1}$ 付近に IF 配列由来ピークが見られる。この IF ピークの面積は、総じて根元の方が毛先よりも大きい。また根元では2点を除いて残りのピーク面積はほぼ一致したのに対して、毛先では測定箇所ごとに変化した。IF ピーク面積の変化は IF 配列構造の乱れに起因すると考えられる。

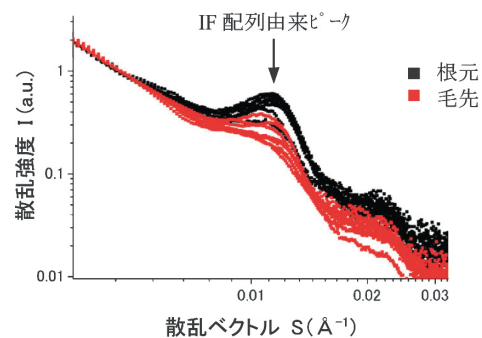


図2 赤道軸方向の散乱強度プロファイル

以上の結果から、日常のヘアケア行動等の繰り返しにより IF 配列構造の乱れが生じ、その蓄積によって毛先がはねやすくまとまりが悪くなると推察された。