

① 実施課題番号：

2005B0874

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美容処理による毛髪ナノ構造変化の解析」

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

梶浦 嘉夫

④ 使用ビームライン：

BL40XU

⑤ 実験結果：

主に美容院で行われる毛髪美容処理には、毛髪の形を永久的に変えるパーマントウェーブ、髪色を永久的に変えるヘアカラー、黒人毛などの強いくせ毛をまっすぐに伸ばすヘアリラクサーなどがある。それらはいずれも化学反応を伴うもので、過剰に処理すると髪に与えるダメージが大きく、場合によっては毛髪が過収縮を起こして縮れが発生するなど、毛髪形状に異常をもたらすことがある。その作用機構を知ること、低ダメージで高い効果を有する美容処理剤・方法の開発に不可欠である。

すでに知られている毛髪内部構造の模式図を図 1 に示す。1本の毛髪は直径約 $100\mu\text{m}$ で、その内部のほとんどは直径 $5\mu\text{m}$ 程度のコルテックス細胞で占められている。さらに各々のコルテックス細胞は、主として直径約 100\AA の結晶性ケラチン繊維（インターメディエイトフィラメント：IF）とそれを取り巻くマトリックス（非晶質球状タンパク）から成っている。我々はこれまでの課題を通じて、毛髪の形状が IF 配列構造に強く依存していること、また IF の配列構造を解析する手段としてマイクロビーム X 線小角散乱法が有効であることを見出してきた。

今回の課題においては、過剰化学処理により毛髪形状異常が発生するメカニズムを IF 配列構造のレベルから明らかにし、それを起こさない剤開発へとつなげることを目的とした。

本実験で用いた過剰化学処理毛髪は、化学処理履歴のない毛髪にブリーチ処理、次いでパーマ処理を施すことにより作成した。シャンプー洗浄した試料毛髪を過酸化水素水溶液中に所定時間（0～150 分）浸漬後、イオン交換水で濯いで自然乾燥した。さらにチオグリコール酸水溶液中に所定時間（5～60 分）浸漬後、過酸化水素水溶液に一定時間（20 分）浸漬し、イオン交換水で濯いで自然乾燥した。化学処理前後の毛髪表面を顕微鏡で観察したところ、パーマ処理時間 40 分以上の全てのサンプルで表面の平滑性が失われる形状異常の発生が確認された（図 2）。またブリーチ処理後にパーマ処理するとパーマ処理単独の場合よりも形状異常に至る処理時間が短

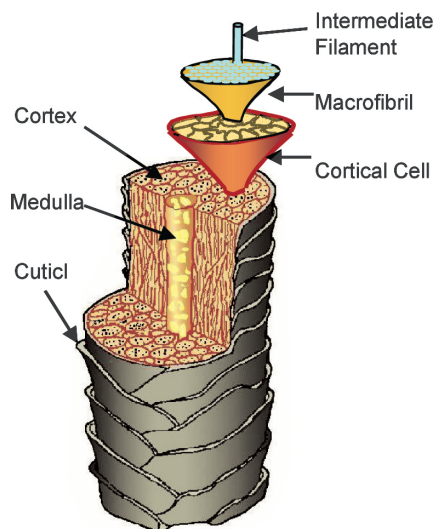


図 1 毛髪内部構造

くなる傾向が見られた。

このようにして得られた毛髪サンプルの繊維軸に対してマイクロビーム X 線（直径約 $5\mu\text{m}$ ）を垂直に入射し、2次元の小角散乱像を測定した。図3に典型的な健常毛（未処理）の2次元小角散乱像を示す。赤道軸上、面間隔 $d=90\text{\AA}$ に相当する位置付近に IF の配列に由来する散乱ピークが観測される。IF 配列構造が過剰な化学処理によってどのように変化したかを調べるため、小角散乱像から赤道軸方向の散乱強度プロファイルを切り出し、種々の条件で化学処理した毛髪の散乱強度プロファイルと比較した。

図4に、未処理（B0P0）、ブリーチ処理 150 分（B150P0）、パーマ処理 10 分（B0P10）ブリーチ処理 150 分+パーマ処理 10 分（B150P10）の散乱強度プロファイルを示す。これらのサンプルのうちブリーチ処理 150 分+パーマ処理 10 分で毛髪表面の形状異常が認められた。

図4の横軸は散乱ベクトル $S(=2\sin\theta/\lambda, 2\theta$: 散乱角、 λ : X 線波長) で、 $S=0.011\text{\AA}^{-1}$ 付近に見られるピークが図1の IF 配列由来ピークに相当する。パーマ処理 10 分では未処理とよく似た散乱強度プロファイルを示していることから、パーマ処理 10 分では IF 配列構造はほとんど変化していないと考えられる。一方、ブリーチ処理 150 分では、極小角領域 ($S \leq 0.008\text{\AA}^{-1}$) での散乱強度の上昇が見られるが、IF 配列由来ピークの散乱強度、およびピークトップ位置は未処理とほぼ一致する。ところがブリーチ処理 150 分+パーマ処理 10 分では IF 配列由来ピークの顕著な強度低下と小角側へのシフトが見られる。

これらの結果は、パーマ処理に先立ってブリーチ処理を行なうことにより、その後のパーマ処理過程において毛髪内部で著しい構造変化が起きることを示している。この著しい内部構造変化が形状異常を引き起こす毛髪ダメージに関連していると思われる。

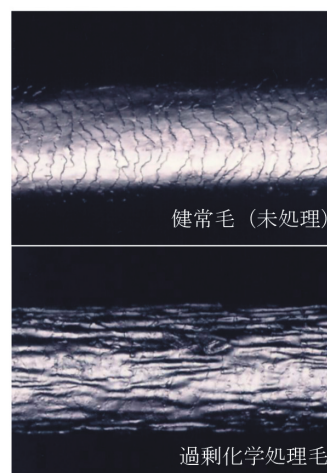


図2 過剰化学処理による表面形状異常

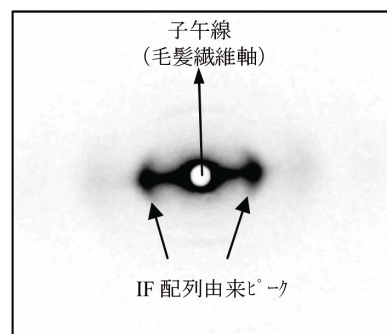


図3 X線小角散乱像

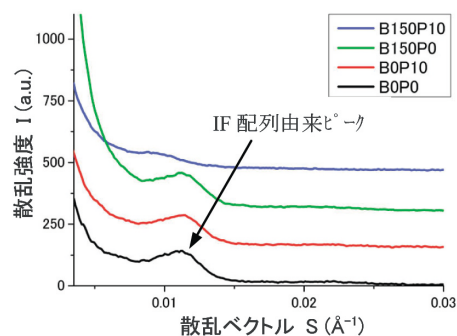


図4 赤道軸方向の散乱強度プロファイル