

戦略活用プログラム課題利用報告書

課題番号: 2005B0778

課題名: マイクロビーム X 線回折法を用いたヒト毛髪の水溶液中での構造の解析

実験責任者所属機関及び氏名: カネボウ(株)ビューティケア研究所 岩本佳倫

使用ビームライン: BL40XU

実験結果:

・利用目的および利用成果の概要

毛髪キューティクル部に存在する細胞膜複合体(CMC)は、物質が毛髪内部へ浸透する重要な経路である。我々は、ヘルスケアの観点から毛髪美容剤の処方を設計する上で、また実際の浸透経路の役割を考察する上でも、溶液中での CMC 構造変化を解析することが重要であると考えている。これまで、マイクロビーム X 線を用いた small-angle X-ray scattering(SAXS)実験により CMC 構造を推定してきたが、そのほとんどが大気中で毛髪構造を観察したものであって、物質浸透との関わりで重要な溶液中での構造は不明である。本研究では、CMC 構造と浸透現象の関連を把握することを目的とし、毛髪をさまざまな溶液に浸漬した状態で SAXS 実験を実施した。その結果、浸透促進剤添加の有無により、溶液中での CMC の厚さが変化することを見出した。

・利用方法および利用の結果、得られた主なデータ

試料の準備・SAXS 実験は以下のように実施した。パーマ・ブリーチなどの処理を施されていない毛髪を日本人女性 6 名から採取して毛髪試料とした。これらの毛髪を引っ張った状態で固定する毛髪ホルダーにセットし、さらに毛髪ホルダーを溶液に浸漬するためのセルに入れ、溶液に毛髪を浸漬した状態で、BL40XU においてマイクロビーム X 線を照射して SAXS パターンを得た。得られた 2 次元画像データの解析は、データを 1 次元化した後、すでに開発した数理モデル[1]に当てはめて CMC の厚さ(脂質層[β 層]、タンパク質層[δ 層]それぞれの厚さの和)を推定した。実験に用いた試験溶液は、染毛料などに使われている浸透促進効果を有する Benzyl alcohol など 5 種の有機溶剤を蒸留水に対して 2%(w/w)となるように加えた水溶液を使用した。尚、浸透の指標としては、酸性染料(Acid Orange 7)によるヒト白髪の染毛度を用いた。

種々の溶液に浸漬した状態で測定した CMC の厚さを図 1 に示す。調べた 5 種の有機溶剤(2%含有水溶液)の中で、benzyl alcohol(BA)と 2-benzyloxyethanol は、統計解析で有意な CMC の厚さの上昇が観察された。また、これらの CMC の厚さは染毛性との間に高い相関性が観察された(図 2)。

・結論、考察、引用(参照)文献等

TEM などによる電子顕微鏡観察は、毛髪の微細構造を調べる最も一般的な方法である。しかしながら、電子顕微鏡を用いた毛髪内部構造の観察では、毛髪組織の固定化や金属を用いた染色、さらに検体を薄くスライスするなど、前処理を必要とし、また観察は真空条件下で実施するのが一般的であるため、溶液中での生の状態の毛髪内部構造を測定することができなかった。今回実施した SAXS 実験は、CMC の厚さとして溶液中での毛髪構造を前処理なしで測定したものであって、毛髪構造に関する新たな知見となる。

BA などの浸透促進剤を添加することで染毛性が向上することは良く知られた現象で、ヘアマニキュアなどの処方に利用されているが、促進剤が染毛性を向上させるメカニズムの解明は不十分である。今回の実験では、浸透促進剤が溶液に浸した状態の毛髪で CMC の厚さに関してどのように影響するかを調べた。その結果、CMC の厚さは、浸透促進剤を加えると大きくなること、また染毛性との間に正の相関性があることを見出した。CMC は毛髪内部への物質の重要な浸透経路である。この経路が広がると染料が通過しやすくなり、結果として染毛性が高まるという染毛のメカニズムが考えられる。

一方、浸透促進剤の添加で毛髪直径が大きくなる膨潤現象が知られている。今回観察された CMC の厚さの変化と膨潤現象はパラレルな関係にあって(データは提示せず)、CMC 以外の部分も変化していることが考えられる。これら CMC 以外の部分の変化と染毛性の関連、また酸性染料以外の物質の浸透性と CMC 構造の関わりなどが今後の課題として残されている。

引用文献

1) N. Ohta, T. Oka, K. Inoue, N. Yagi, K. Kato, I. Hatta, *J. Appl. Cryst.* **38**, 274 (2005)

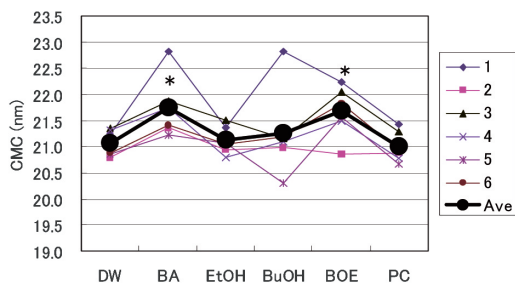


図1. CMCの厚さ(毛髪各提供者のデータと平均値)
DW: 蒸留水, BA: benzy lalcohol, EtOH: ethanol, BuOH: n-butanol,
BOE: 2-benzyloxyethanol, PC: propylene carbonate
*: $p < 0.05$ (DWに対する対応のあるt検定)

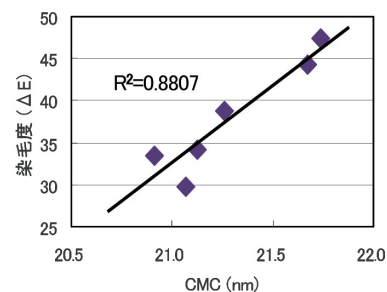


図2. CMCの厚さと染毛度との相関