

マイクロビーム X 線を用いたヒト毛髪の水溶液中での構造の解析

課題番号：2006B0118

実験責任者：(株) カネボウ化粧品 基盤技術研究所 井上敬文

共同研究者：(財) 高輝度光科学研究センター 太田昇、飯田陶子、井上勝晶、八木直人

使用ビームライン：BL40XU

1. はじめに

本研究では、溶液に浸した状態で毛髪の小角散乱 (SAXS) 実験を実施し、溶液中での毛髪の内部構造を把握することを目的とする。ヘアダイやパーマなどの毛髪美容処理、シャンプーやリンスなどの日常のトリートメントなど、ヘアケア製品は毛髪を処理液に浸漬する形で利用するものがほとんどである。従って、ヘアケア製品を開発する上で毛髪の構造を調べる場合、毛髪を溶液に浸漬した状態での構造解析が重要となる。しかしながら、電子顕微鏡など従来の方法では溶液中での毛髪微細構造の測定には不向きであった。

これまで、マイクロビーム X 線を用いた小角散乱法を用いて、毛髪内部への重要な浸透経路であるキューティクルの細胞膜複合体を検討し、染料の浸透促進効果を持つベンジルアルコールが、毛髪キューティクルの細胞膜複合体を押し広げる効果を持つことを見出している (1)。さらに回折画像の解析法を検討して細胞膜複合体を構成する脂質層 (β 層) とタンパク質層 (δ 層) 各々の厚さを把握することができるようになった (2)。本研究では、浸透促進効果の弱い直鎖アルコールの細胞膜複合体構造に及ぼす効果を、ベンジルアルコールと比較した。

2. 材料と方法

ヘアカラーやパーマなどの化学処理を施されていない日本人女性の毛髪を試料とし、水溶液中に毛髪を浸漬して小角散乱実験を実施した。X 線は SPring-8 の BL40XU を用い、直径 $5\mu\text{m}$ 、 15keV の X 線を 1 スキャンあたり 0.1 秒間照射した。X 線照射による損傷を抑制するため、1 部位に対して重なって X 線を照射しないよう毛髪軸に対して垂直方向に $1\mu\text{m}$ 、水平方向に $5\mu\text{m}$ ずらして連続的にスキャンする照射法を用い、小角散乱パターンの解析から細胞膜複合体を構成する β 層と δ 層の厚さを推定した (2, 3)。

3. 結果と考察

ベンジルアルコール、エタノール、ブタノールを希釈した水溶液中に毛髪を浸漬し、細胞膜複合体の構造を測定した。図 1 に細胞膜複合体の厚さを示した。4%ベンジルアルコールでは細胞膜複合体が厚くなったのに対して、同濃度のエタノールあるいはブタノールでは、有意な変化は認められなかった。4%ベンジルアルコール水溶液と蒸留水中での β 層、 δ 層の厚さを比較したが、 β 層、 δ 層いずれもベンジルアルコールにより拡張された (図 2)。ベンジルアルコールは、 β 層と δ 層いずれも拡張する働きがあることは、前回の実験で示されたが (2)、今回も一致する結果を得た。実験結果の再現性が得られたことで、ベンジルアルコールは物質浸透の経路である細胞膜複合体を押し広げる効果のある

ことが確認できた。

一方、直鎖のアルコールでは、濃度を上げててもベンジルアルコールで見られたような細胞膜複合体全体への厚さには、大きな影響は見られなかった。しかしながら、 β 層を拡張する傾向が認められ、細胞膜複合体に対して影響を及ぼしている可能性が示唆された。

我々は、浸透経路の構造を変えることが浸透促進に重要であるとの仮説に基づき、研究を進めて

いる。今回の結果は、浸透促進効果の大きなベンジルアルコールが細胞膜複合体の構造を大きく変えるもので、上記の仮説を支持するものであった。浸透促進のメカニズムを明らかにするには、細胞膜複合体を構成する脂質層 (β 層)、タンパク質層 (δ 層) それぞれの変化と浸透促進効果との関連をより詳細に調べる必要があると思われる。

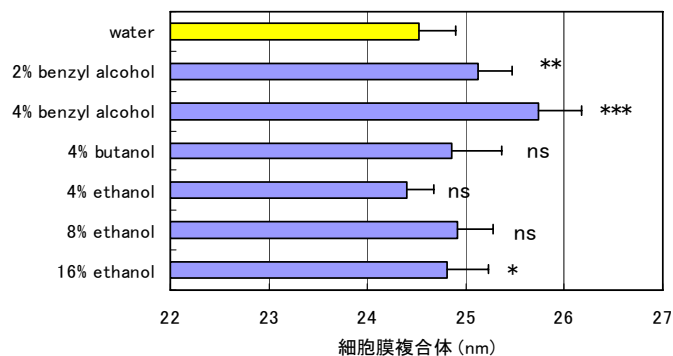


図1. 細胞膜複合体の厚さ
 平均値±標準偏差 (n=9)、***:p<0.001、**:p<0.01、*:p<0.05、ns:p>0.05 対応のあるt検定。

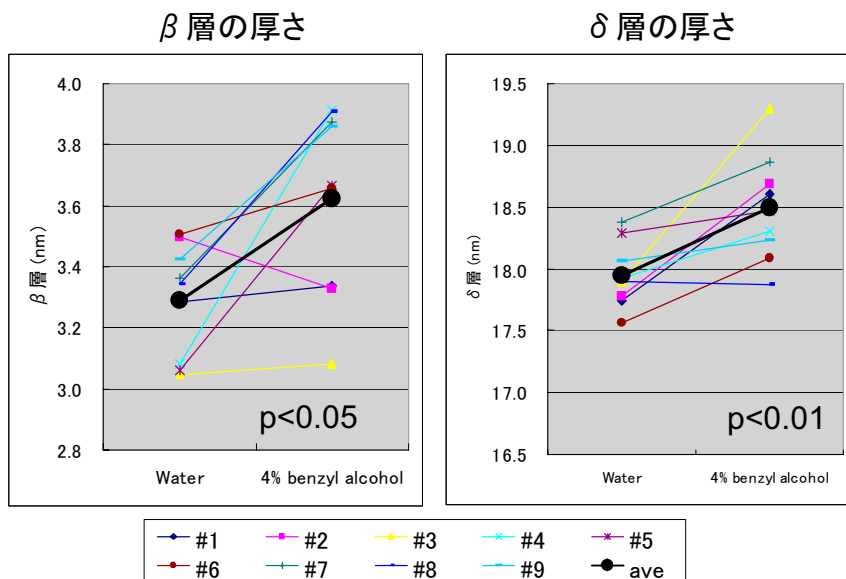


図2. β 層、 δ 層へのベンジルアルコールの影響

5. 引用文献

- 1) 2005B 利用報告書 (課題番号 2005B0778)
- 2) 2006A 利用報告書 (課題番号 2006A0105)
- 3) Ohta N. et al, *J. Appl. Cryst.*, **38**, 274 (2005)