

X線マイクロCTによる毛髪損傷構造の可視化

－毛髪損傷の修復効果について－

課題番号:2006B0111

実験責任者:(株)カネボウ化粧品 製剤開発研究所 竹原孝二

共同研究者:(株)カネボウ化粧品 基盤技術研究所 井上敬文

(株)カネボウ化粧品 製剤開発研究所 村田武司、藤森健

(財)高輝度光科学研究センター 上杉健太郎、竹内晃久、鈴木芳生

使用ビームライン:BL47XU

1. はじめに

ヒト毛髪の3次元微細構造を、前処理やスライスを行わない毛髪そのままの状態で把握し、ダメージケアとして施す毛髪補修処理の効果を検討することを本研究の目的とする。

ヘアケア市場は、国内で年間約 2,000 億円の上のある大きい市場である。その中でダメージケアは、パーマ、ブリーチ、ヘアカラーなどの化粧処理を実施する消費者が増加したことから、大きなニーズが生まれている。毛髪損傷は、引っ張り強度や曲げ剛性など毛髪全体での変化や、アミノ酸など毛髪を構成する成分の変化として把握されているが、毛髪のどこがどのように変化したといった構造面での情報が不十分であった。

そこで、本研究は、良好なダメージケア手法を開発することを意図し、ダメージケアを施した毛髪の構造情報獲得にチャレンジするものである。

検討の結果、X線マイクロCTを用いることで、パーマやブリーチなどの化学処理により生じた毛髪損傷を、高精度な毛髪の構造変化の画像として取得することが可能となった。しかしながら、毛髪損傷箇所にダメージケアを施した毛髪においては、損傷の改善傾向が認められたが、構造変化としては、有意な差を持つ画像を得ることができなかった。

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た。X線CTは、SPring-8のBL47XUで開発された高分解能の結像型のマイクロCT [1]を用い、毛髪試料に対して9.8 keVのX線を1投影あたり0.8秒間露光した。また、硬X線の吸収が毛髪では少ないことから、焦点より多少ピントをずらして撮影する屈折コントラスト法を採用した。さらに、ゼルニケ型位相板を用い、エッジを強調させて物体界面のエッジがより鮮明になるように試みた。

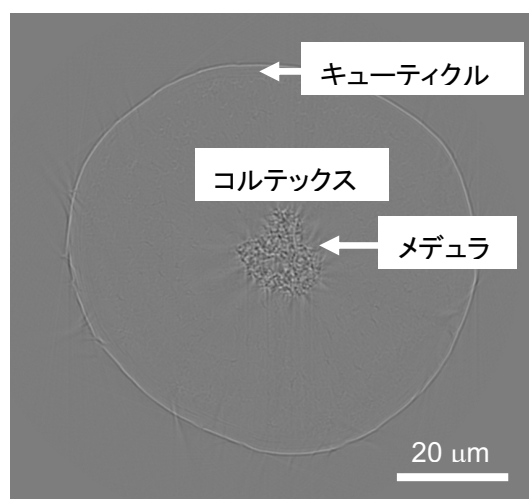


図1. 再構成した毛髪の切断面

3. 結果

顕微X線画像データから再構成した毛髪の切断面(CT像)を図1に示す。毛髪は外側より、キューティクル、コルテックス、メデュラの3つの部位で構成されているが、X線の透過像には、毛髪の中心部に存在するメデュラの構造および外側に存在するキューティクルの構造を明確に捉えることができた。

健常な毛髪の CT 画像を2値化して重ね合わせた立体像を図2に示す。毛髪最外層のキューティクル、並びにメデュラの構造だけでなく、キューティクルとメデュラの中に位置するコルテックス部位にも数ミクロンからサブミクロンサイズの構造体が毛髪の長さ方向に並んで存在していることが観察された。また、この構造体は、図3に示すように、化学処理による毛髪損傷により、構造体が顕著に存在することも確認された。また、構造体の量に関しては、毛髪損傷に比例して増加する傾向があることが示唆された。

また、化学処理した損傷毛髪に、油剤によるダメージケアを施したところ、ダメージケアにより構造体が減少している傾向を認めた。

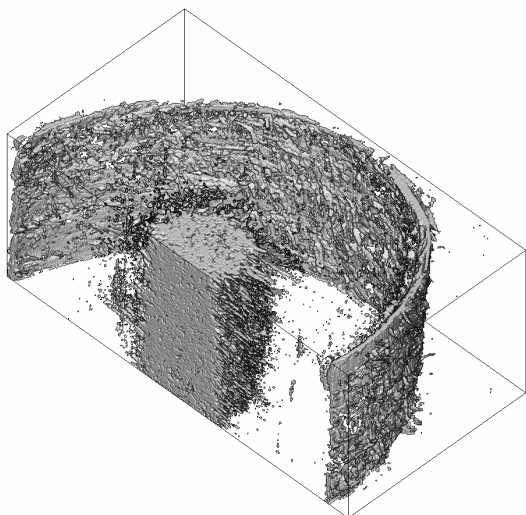


図2. 健常な毛髪の 3 次元構造

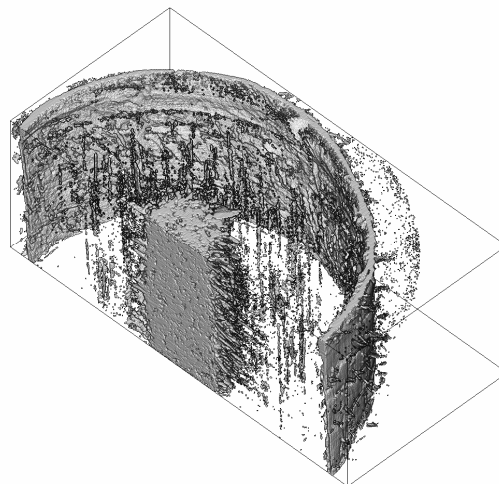


図3. 化学処理した毛髪の 3 次元構造

4. 考察

本研究にて、SPring-8 の BL47XU で開発された結像型の X 線マイクロ CT を用いて、パーマやブリーチなどの化学処理により生じた毛髪損傷を、毛髪内部の構造変化として高精度な画像で確認できることが判明した。

また、化学処理によって生じる毛髪内部構造変化は、コルテックス部の構造体として顕著に現れ、ダメージに比例して増加する傾向があることも示唆された。また、毛髪損傷の修復効果について、損傷毛髪に存在する構造体の減少として確認することができた。しかしながら、生体サンプルということもあり、有意差を持つ結果を得ることはできなかった。

検討結果を考察するに当たり、測定法に関して先に考察する。測定法として、屈折コントラスト法を用いていることから、物体界面や物体同士の境界のコントラストが得られるため、本測定法では健常毛髪においてコルテックス部の組織を捉える事は困難である。そのために、十分な有意差を持つ画像を得ることができなかったのではないかと考える。

よって、今後は、毛髪内部構造を十分なコントラストで得るために、屈折コントラスト法のようなエッジ強調する手法ではなく、例えばタルボ干渉計を用いた位相X線CTのような定量的な位相情報が期待出来る手法を利用する事を検討したい。

引用文献

[1] A. Takeuchi, K. Uesugi, Y. Suzuki S. Tamura, and N. Kamijo, “High resolution X-ray imaging micro tomography with Fresnel zone plate optics at SPring-8”, Proc. 8th Int. Conf. X-ray Microscopy, pp. 360 – 362 (2006).