

走査型 X 線微分位相顕微鏡を用いた加熱処理毛髪 of 構造解析 Structural Analysis of Heated Hair using Differential Phase Scanning X-ray Microscopy

井上 敬文^a, 竹原 孝二^a, 木澤 謙司^a, 藤森 健^a, 竹内 晃久^b, 上杉 健太朗^b, 鈴木 芳生^b
Takafumi Inoue^a, Kouji Takehara^a, Kenji Kizawa^a, Takeshi Fujimori^a, Akihisa Takeuchi^b, Kentaro Uesugi^b,
Yoshio Suzuki^b

^a (株) カネボウ化粧品, ^b (財) 高輝度光科学研究センター
^aKANEBO COSMETICS INC., ^bJASRI

走査型 X 線微分位相顕微鏡では、毛髪など主にソフトマテリアルで構成される構造体の内部構造を高い空間分解能と高い密度分解能で測定することができる。本研究ではヘアアイロンを用いた加熱処理が毛髪内部構造に及ぼす影響について観察を試みた。今回の実験では CT 測定で試料を回転させる際、回転軸に微小なブレが生じており、正確な CT 像を得ることができなかったが、加熱処理で毛髪キューティクル部位の層状構造が不明瞭となる傾向があった。

キーワード： 走査型 X 線微分位相顕微鏡、毛髪、アイロン加熱処理

背景と研究目的：

走査型 X 線微分位相顕微鏡では、毛髪など主にソフトマテリアルで構成される構造体の内部構造を高い空間分解能と高い密度分解能で測定することができる。パーマ処理が毛髪内部構造に及ぼす影響を調べたところ、毛髪コルテックス部位に円柱状の空隙構造が形成されること、コルテックスとキューティクルの間、あるいはキューティクル層とキューティクル層の間に板状の空隙が生じている様子が見取れた[1]。また、ブリーチ処理毛髪では、毛髪コルテックス部位で認められるメラニン顆粒のシグナルはブリーチ処理により弱くなり、ブリーチ処理によるメラニンの分解を裏付ける結果を得た。キューティクル部位では、未処理毛髪ではキューティクル細胞が重なり合った層状の構造が明確に認められたのに対し、ブリーチ処理の回数が増えるにつれ層状の構造が不明瞭となった。これらの変化は、主に還元処理により損傷を生じるパーマ処理による毛髪の構造変化とは異なるものであった[2]。

本研究ではヘアアイロンを用いた加熱処理が毛髪内部構造に及ぼす影響について観察を試みた。近年、パーマ処理・ブリーチ処理などの化学的な施術に加え、ヘアアイロンを用いた巻き髪を実施する消費者が増え、加熱処理への対応がヘアケア製品開発の上で重要なターゲットとなっている。

実験：

走査型 X 線微分位相顕微鏡は微小 X 線プローブで試料上を走査し、試料を透過したことによる位相変化量を測定する手法である。通常の X 線 CT で用いられている吸収コントラスト法が試料を透過したプローブの強度をプロットするのに対し、この手法では透過したプローブの位置変化をプロットする。毛髪を 180 度回転させながら、毛軸に対して赤道方向に繰り返し走査を行い、走査した断面の密度分布 CT 像を再構成した。試料として用いた毛髪は、パーマやブリーチなどの化学処理を経験していない東洋人女性から採取したものを、市販の毛髪用コテを用い、120℃、3 分間の処理を 60 回繰り返した。

結果および考察：

今回の実験では CT 測定で試料を回転させる際、回転軸に微小なブレが生じていた。通常の方法で再構成した画像では毛髪構造に異常な形態が見られ、軸ブレの補正を行うとこれまでの結果と類似した画像が得られた (図 1)。軸ブレ補正を行うと一般的に画像全体が不明瞭となるが、毛髪においては特に辺縁に存在するキューティクルの構造が不明瞭となった。

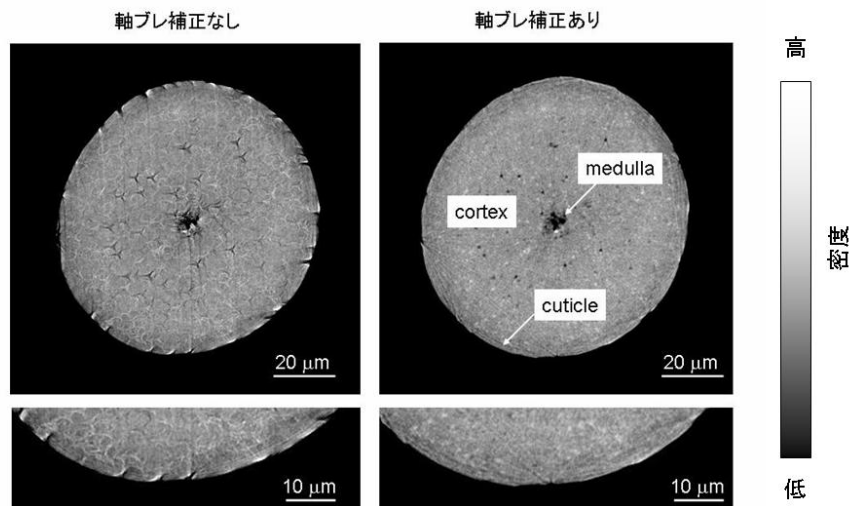
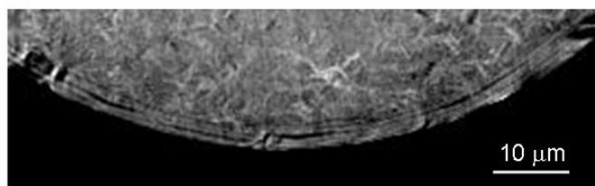


図 1. 走査型 X 線微分位相顕微鏡で得た CT 像

通常法ならびに軸ブレ補正を加えた方法で CT 像を再構成し、加熱処理毛髪と未処理毛髪を比較した。通常法での再構成画像において、キューティクルの層状構造が加熱処理で不明瞭となる傾向が観察された (図 2)。これは、ブリーチ処理で見られた構造変化[2]と同様の変化である。

未処理



加熱処理

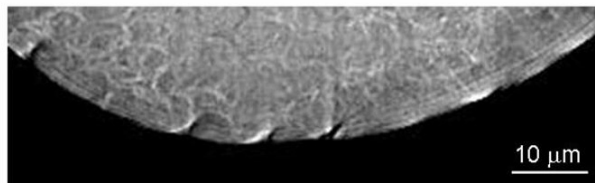


図 2. アイロン加熱処理の影響

今後の課題：

今回の実験では軸ブレが生じたため明瞭な再構成画像が得られず、走査型 X 線微分位相顕微鏡が本来有しているポテンシャルを引き出すことができなかった。産業利用の観点から、ヘアアイロンによるダメージ対応は重要なターゲットであるため、良好なコンディションでの CT 観察を再度実施したいと考えている。

参考文献：

- [1] 井上敬文ら、利用報告書 2009A1807、走査型 X 線微分位相顕微鏡を用いたトリートメント毛髪の構造解析
- [2] 井上敬文ら、利用報告書 2009B1853、走査型 X 線微分位相顕微鏡を用いたブリーチ処理毛髪の構造解析