

## 赤外光を用いた加齢と共に変化する毛髪内および毛髪表面に存在する水の可視化

### Imaging of water distribution change with aging in hair and hair surface using infrared microscope

渡邊 紘介, 鈴木 和之, 前田 貴章, 小林 翔, 山中 良介, 古田 桃子, 伊藤 廉  
Kosuke Watanabe, Kazuyuki Suzuta, Takaaki Maeda, Sho Kobayashi, Ryosuke Yamanaka, Momoko Furuta, Len Ito

株式会社ミルボン 中央研究所  
Central Institute, Milbon. Co. Ltd.

毛髪は、特に加齢によるうねり毛髪において湿度変化による形状変化が起こると知られているが、湿度変化によって毛髪内部でどのような変化が起こっているのかについて、可視的に捉えられた例は少ない。本実験では、湿度コントロールを行いながら顕微赤外 (IR) 分光法で測定することで、湿度変化による毛髪内部の水分吸着挙動の変化の可視化を試みた。その結果、直毛髪とうねり毛髪では水分の吸着挙動が異なり、それらは湿度変化が起こっても保たれていることが確認された。

キーワード： 顕微 IR、毛髪、湿度コントロール

#### 背景と研究目的：

我が国の人口動態における少子高齢化の傾向は、美容業界においても重要な影響を与えている。頭髪においても、脱毛や薄毛などの加齢に伴う毛周期の変化だけでなく、毛髪自体の加齢による変化にも着目した研究が進められている。顕著な変化としては毛髪の白髪化が知られており、そのメカニズムや対処に関する研究が多数の成書に纏められている[1]。毛髪外観上の変化として、加齢に伴う「うねり毛」の発生とそれに伴う毛髪のツヤの低下[2]、毛髪の細毛化[3]などがあり、内部組成については脂質組成の変化[4]など多くの報告がある。

我々は毛髪に含まれる水に着目し研究を進めてきた結果、加齢と共に保水能が減少する傾向を見出してきた。一般消費者によるアンケート調査の結果から、毛髪が化学処理によってダメージを受けることによってパサつき、それは加齢と共にさらに加速していくという感覚表現を抽出することができ、上記の実験結果との関連性があることは予想することができる。更に、我が国における年平均湿度がこの百年余りで 20%も低下しており[5]、より一層乾燥した厳しい環境下に置かれている。我々は予備実験として湿度を変化させることで、加齢と共に減少する保水能の影響がより大きくなることを確認している。しかし、総量として確認はできているが、毛髪内の情報として水がどのように分布しているのか定かではなく、学術的にも十分な情報を得られていないため、SPring-8 を用いることで可視的に捉えることを試みた。

#### 実験：

測定試料：

日本人 40 代女性毛髪を使用。同一人物内の直毛髪とうねり毛髪を比較。

測定条件：

湿度コントロール顕微 IR 測定の実験は、BL43IR に設置された、Bruker 社製モデル Vertex70 に同社製赤外顕微鏡 Hyperion2000 を組み合わせた装置を用い、湿度コントロール装置としてリガク社製水蒸気発生装置 HUM-1 を用いた。毛髪を蒸留水中で凍結させ、クライオミクロトームを用いて厚さ 5  $\mu\text{m}$  の毛髪横断切片を調製した。切片はフッ化バリウム板上に置き、湿度コントロールを行いながら赤外顕微鏡のマッピングステージに設置し、毛髪内部の水分が十分に变化したことを確認した後、透過測定を行った。アパーチャーサイズを 5  $\mu\text{m}$   $\times$  5  $\mu\text{m}$  とし、毛髪横断切片内における任意の箇所についてスキャン回数 64 回、分解能 4  $\text{cm}^{-1}$  の条件下で測定を行った。測定におい

ては、Amide I のピーク領域である  $1490\text{--}1805\text{ cm}^{-1}$  における面積値と OH のピーク領域である  $3400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$  における面積値を積分し、マッピングの値として使用した。温度は  $25\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度は 20 %RH、50 %RH、80 %RH で、各々誤差範囲  $\pm 2\%$  で行った。

#### 結果および考察：

本実験にて得られたスペクトルの解析では、毛髪の OH の積分値を Amide I の積分値で規格化したものを毛髪内部の水分として半定量的に数値化を行った。その結果、直毛髪では毛髪横断面において水分量が比較的均一であるのに対して、うねり毛髪の横断面では水分量の分布が不均一であることが確認された (Fig. 1)。また、湿度が変化すると内部の水分量は変化するが、水分分布は比較的保たれていることも確認された。今回の毛髪横断切片ではコルテックスなどの内部組織が外気に晒された環境下で調湿されるため、毛髪横断切片と毛髪繊維では内部組織に対する調湿環境が異なる。従って本マッピングイメージは、毛髪繊維における水分量の局所分布を直接的に示しているのではなく、毛髪タンパク質の局所的な水吸着能もしくは水和能を反映していると解釈できる。以上から、うねり毛髪で見られる不均一な水分の吸着能が、毛髪の膨潤の不均一さに繋がり、うねり毛髪の形状変化に影響を与えているのではないかと考えられた。

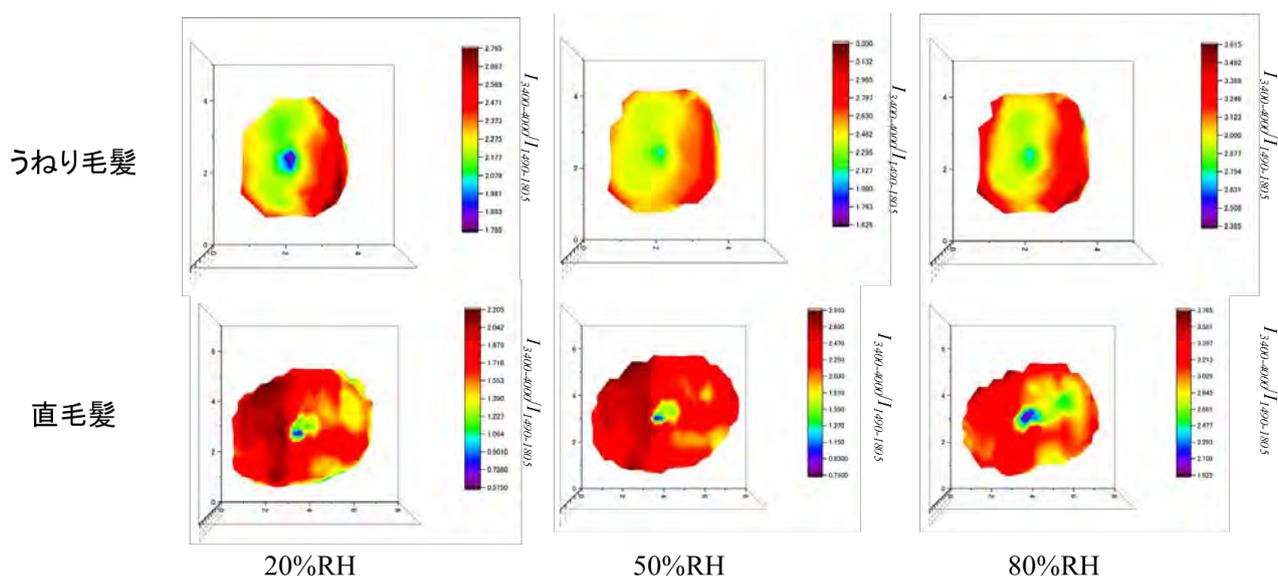


Fig. 1 湿度変化に伴う典型的なうねり毛髪と直毛髪の毛髪内部の水分分布マッピング図

#### 今後の課題：

今回確認されたうねり毛髪での変化を、さらに定量的に調べるため、N数の確保が必要である。また、水分分布と毛髪内部の構造の関係性やダメージなどでどのように水分分布が変化するのかを確かめることで、ケア製品への応用も可能になると考えられる。

#### 参考文献：

- [1] 出田立郎, アンチエイジングシリーズ 1 白髪・脱毛・育毛の実際, NTS, p. 49-61 (2005).
- [2] S. Nagase et al., J. Cosmet. Sci., 60, 637. (2009).
- [3] 荻野正春ら, 皮膚と美容, 40, 33. (2008).
- [4] Y. Masukawa et al., J. Cosmet. Sci., 56, 1. (2005).
- [5] 理科年表