

人毛内部に局在する水の影響に着目した人毛の構造変化の解析 Analysis of the Hair Structure Change by Water

八巻 悟史, 柿澤 みのり, 藤山 泰三, 山下 貴弘, 萩原 基文, 豊田 智規, 田中 啓太
Satoshi Yamaki, Minori Kakizawa, Taizou Fujiyama, Takahiro Yamashita, Motofumi Hagihara,
Tomonori Toyoda, Keita Tanaka

株式会社 資生堂
Shiseido Co.,LTD

毛髪は非常に吸水性・保水性の高い素材であり、水分子と毛髪の構造について研究することは毛髪におけるヘアセットやダメージ等の現象を解明する上で重要なだけでなく、新しい知見と価値を発見できる可能性がある。そこで本研究では水分子を直接見ることが出来る中性子小角散乱と、毛髪の構造解析法として広く活用されている X 線小核散乱の相補的な活用により、毛髪の構造と水の存在の関係性を解明すべく実験を実施した。中性子小角散乱は今後実施の予定であるが、マイクロビーム X 線による小角散乱解析の結果から毛髪ダメージによるマイクロフィブリル間距離の変化、また保湿成分の影響について知見を得ることが出来た。

キーワード： 水、毛髪、中性子、マイクロフィブリル、CMC

背景と研究目的：

ヘアケア製品の各機能、すなわち「毛髪をなめらかにする」、「ツヤを出す」などはそれぞれ毛髪動摩擦係数測定や反射率測定による機器測定が発達しているが、「しっとりさ」については毛髪の電気伝導度や重量変化を測定する手法しかなかった。毛髪は非常に吸水性・保水性の高い素材であり、水分子と毛髪の構造について研究することは毛髪におけるヘアセットやダメージ等の現象を解明する上で重要なだけでなく、新しい知見と価値を発見できる可能性がある。本課題では水分子をより直接的に見ることが出来る中性子ビームを使った中性子小角散乱と SPring-8 による X 線小角散乱の結果を合わせ、毛髪の構造に対する水の存在の影響について検証し、水という側面から見た新しい切り口のヘアダメージ理論、効果成分の探索を行い、感性的な「しっとりさ」や保湿性の指標化、市場で訴求力のある製品の開発に結びつけることを目的としている。

実験：

①水分量による毛髪構造変化の小角散乱解析

毛髪処理条件：ブリーチ処理(市販ハイブリーチ剤使用)30°C60 分処理及び未処理

測定条件：湿度 20%、90%RH での比較

毛髪一本に対して側面からマイクロビーム X 線を照射し、得られた回折像について毛髪繊維構造の単位であるマイクロフィブリル間の距離を解析した。

またキューティクル部位の X 線回折像を比較した。

②ケミカル処理毛髪の保湿成分、高機能インバス製品による毛髪構造変化の小角散乱解析

毛髪処理条件：ブリーチ処理(市販ハイブリーチ剤使用)30°C60 分処理

保湿成分処理：上記処理毛髪を保湿成分水溶液に浸漬し、流水ですすいだ後乾燥した。

測定条件：湿度 20%、90% RH での比較

毛髪一本に対して側面からマイクロビーム X 線を照射し、得られた回折像について毛髪繊維構造の単位であるマイクロフィブリル間の距離を解析した。

結果および考察：

水分量による毛髪構造の変化を Fig.1 に示す。健常毛でもブリーチ毛でもマイクロフィブリル間の距離が増加することから、毛髪の吸水による膨潤というマクロな現象がマイクロフィブリルやマトリックスという微細構造の膨潤に起因することが示唆された。またブリーチ処理の影響は高湿度

条件下に顕著に現れ、ダメージによってより毛髪が膨潤しやすくなっていることが分かる。

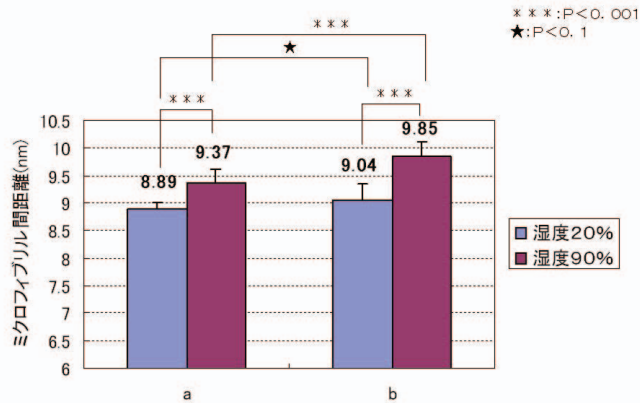


Fig.1. 水分量におけるマイクロフィブリル間距離の変化
湿度 20%RH、90%RH それぞれの条件に順化させた
2 種類の毛髪マイクロフィブリル間距離。
a: 健常毛髪、b: ブリーチ剤 30°C60 分処理毛髪

ブリーチ処理した毛髪に対する保湿成分の影響を Fig.2 に示す。Fig.1 と同様に高湿度条件下でマイクロフィブリル間距離が増加しているが、ソルビトール処理はほとんど影響せず、ジプロピレングリコールの処理によってマイクロフィブリル間の距離が広がる結果となった。

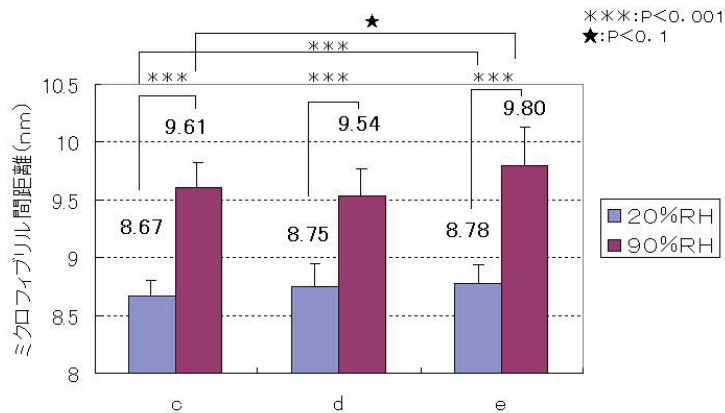


Fig.2. 保湿成分によるマイクロフィブリル間距離への影響
湿度 20%RH、90%RH それぞれの条件に順化させた 3 種類の毛髪
のマイクロフィブリル間距離。
c: 市販ブリーチ剤 30°C60 分処理毛髪
d: ソルビトール 20%水溶液処理毛髪
e: ジプロピレングリコール 20%水溶液処理毛髪

健常毛髪とブリーチ処理した毛髪、低/高湿度条件下における回折像を Fig.3 に示す。低湿度下の健常毛髪では明確なピークが確認されるが、高湿度下、もしくはダメージ毛髪ではピークが不明瞭になっていることが確認された。この結果よりキューティクルの細胞膜複合体(CMC)の構造に何らかの変化が起きていることが示唆された。今後より詳細に解析を進め、また中性子小角散乱の結果と対比して水の構造への影響を解明していく。

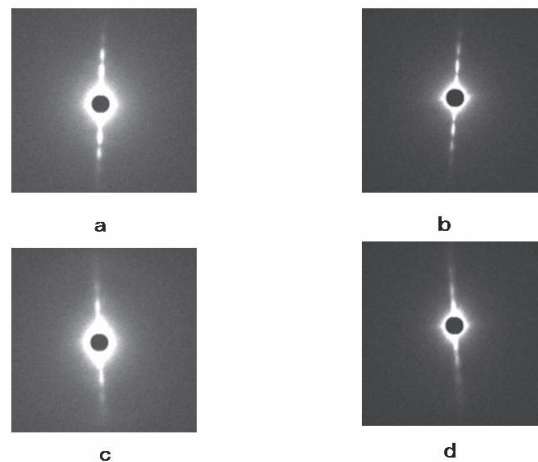


Fig.3. 高/低湿度化におけるキューティクルの回折像
 湿度 20%RH、70%RH それぞれの条件に順化させた2種類の
 キューティクル回折像。
 ・健全毛髪 a : 20%RH、b : 90%RH
 ・市販ブリーチ剤 30°C60 分処理毛髪 c : 20%RH、d : 90%RH

今後の課題：

今回のマイクロフィブリル間距離の解析により、毛髪構造から見た保湿剤の保湿機能に関する知見が得られた。すなわち毛髪はマイクロフィブリル自体かマトリックスを膨潤させ吸水・保水性を示し、ジプロピレングリコールのような保湿剤はこれらの膨潤を助長して保湿性を向上して、しっとりした感触に寄与する可能性が示唆された。

ケラチン繊維のマイクロフィブリル間距離が湿潤によって増加することは知られている[1]。ダメージ毛髪は親水性になり水に対する吸水性は向上するが、保水性は減少して髪のパサつきといった感触低下の要因となってくる。今回の解析ではダメージによる親水化を構造的な変化で示した結果となった。今後は水の通り道であるキューティクルの CMC(細胞膜複合体)構造解析の手法[2]も活かしてさらに解析を進め、ダメージと保湿成分、毛髪微細構造との関係性を解明する必要がある。また安田ら NMR、NIR を用いて毛髪中の水について解析しており、運動性の異なる水が存在することを示している [3]。2009 年 10 月以降に実施予定の中性子小角散乱と本研究の解析結果を比較・検証することにより、毛髪構造と水の存在状態を新たな切り口から解明していくつもりである。

参考文献：

- [1]Spei M.,Zahn H.,Melliand Textilber.,60,523(1979)
- [2]藤山泰三ら「毛髪損傷によるキューティクル CMC の変化」生物物理学会第 43 回年会(2005)
- [3]安田正明ら Fragrance J. Vol.30 No.8 Page.42-48 (2002)