

# 中性子小角散乱計測による化学処理毛髪的水分分布測定

日華化学株式会社 天谷 美奈子

## 1. Introduction

化学的処理や日常生活環境の変化によって毛髪は様々なダメージを受け、物性や構造が変化し、それに伴い水分含有量が増加することが知られている。また、未処理の毛髪に比べてダメージした毛髪は、湿度の違いによって生じる物性値や手触りなどの官能評価の変化が大きいと言われている。これまでに毛髪の中性子小角散乱計測では、重水の湿潤によってマイクロフィブリル由来の散乱強度が増加し、その領域に重水が浸透することが確認されている。また毛髪内脂質が毛髪的水分分布状態に関与していることが報告されている。

しかしながら、化学的変化の大きい酸化力の異なるブリーチ剤処理毛髪や還元作用の異なるパーマ剤処理毛髪において、毛髪ダメージ状態と水分分布の違いは明確になっていない。そこで、本研究では中性子小角散乱計測により、化学的処理後の毛髪への水浸透性の違いを明らかにすることを目的とする。

一般的に美容院で行われるブリーチ施術（酸化力の異なる薬剤処理毛髪と比較）、パーマ施術（還元力の異なる薬剤処理毛髪と比較）によってもたらされる毛髪内への重水の浸透の違いが中性子小角散乱で計測できるか検証する。

## 2. Experiment

測定条件及び解析方法は下記条件で実施した。

<測定条件>

①試料作製：毛髪への化学的処理および乾燥…合計 18 サンプル

未処理毛髪 2 サンプル

2種の異なる還元処理毛髪（パーマ液 1、パーマ液 2） 2種×2 サンプル

2種の異なる還元処理後酸化処理毛髪（パーマ液 1、パーマ液 2） 2種×2 サンプル

4種の異なるブリーチ処理毛髪（ブリーチ 1～4） 4種×2 サンプル

②測定用治具への試料セット：毛髪 300 本/サンプル

③重水湿潤処理：各 2 サンプル作製のうちの 1 サンプルずつ

④中性子小角散乱計測：BL20 iMATERIA (出力：750kW)

<解析方法>

各サンプルの散乱中性子強度分布について、繊維軸に垂直方向（Transverse direction, TD）のセクター平均を計算することで、特徴的な中性子散乱プロファイルを得た（図 1～3）。ここから、乾燥状態と重水湿潤状態の水の分布を比較する。また、毛髪への化学的処理の違いと水の分布を比較する。それらの結果と水含有量について比較検討する。

## 3. Results

### 3.1 パーマ処理の違いによる比較

パーマ液 1 の還元処理のみをした毛髪において、中間径繊維由来の散乱 ( $q=0.05\sim 0.2\text{Å}^{-1}$  付近の 3 山)、が高強度化した（図 1）。また、パーマ液 1 の還元処理後に酸化処理を行った毛髪は未処理毛水準まで中間径繊維由来の散乱が低下した。パーマ液 1 よりも毛髪内部の S-S 結合切断能が弱いとされるパーマ液 2 において、還元処理のみをした毛髪は未処理毛及びパーマ液 2 の還元処理後に酸化処理を行った毛髪と中間径繊維由来の散乱の違いは見られなかった（図 2）。

これらのことから、還元処理によって毛髪内部への影響は異なり、パーマ液 2 に比べてパーマ液 1 は、

還元処理時点では毛髪内部（中間径繊維）に大きな構造変化をもたらすが、酸化処理することである程度構造変化が回復することが示唆された。パーマ液2においてはどの段階においても、毛髪内部の構造変化が確認されていないことから、毛髪へのダメージが少ない処理方法であると考えられる。

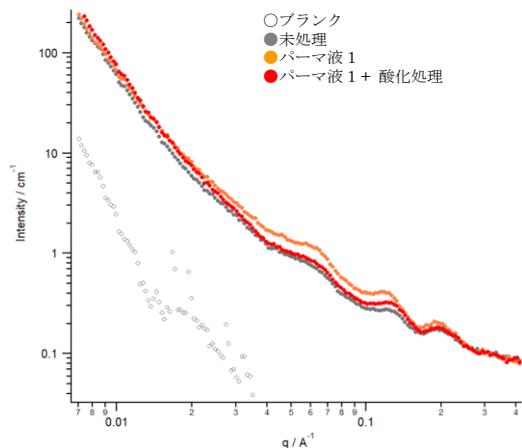


図1. パーマ液1処理の中性子散乱プロファイル(TD)

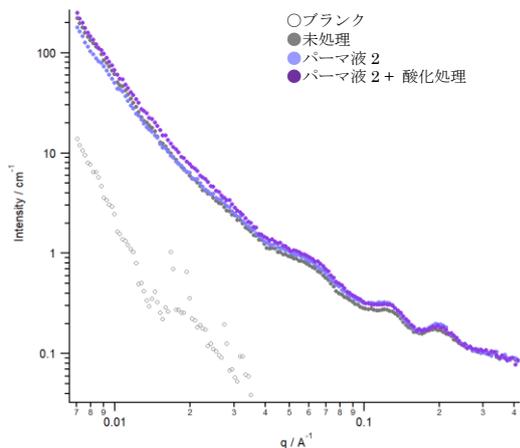


図2. パーマ液2処理の中性子散乱プロファイル(TD)

### 3.2 ブリーチ処理の違いによる比較

4種の異なるブリーチ処理毛髪において、どの条件においても未処理毛と比べ散乱中性子強度分布、中性子散乱プロファイルに違いは見られなかった（図3）。

このことから、本測定におけるブリーチ処理は毛髪内部に大きな構造変化をもたらさないことが示され、毛髪へのダメージが少ない処理方法であると考えられる。

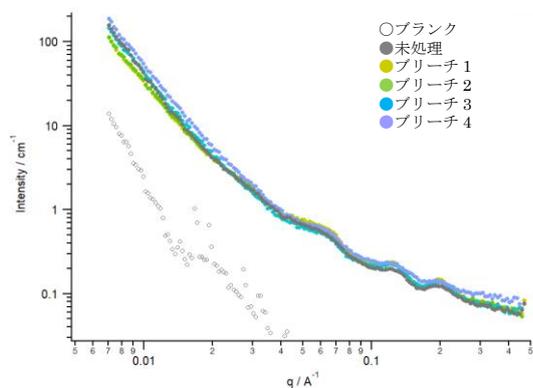


図3. ブリーチ処理の中性子散乱プロファイル(TD)

## 4. Conclusion

本実験により、パーマ剤処理での還元・酸化による毛髪内部の構造変化を中性子小角散乱で計測できることが明らかになった。このことから、小角散乱を用いることで、パーマ剤やブリーチ剤の違いによる毛髪へのダメージの違いを計測することができ、さらに繰り返し施術によるダメージの蓄積についても確認していくことで、毛髪ダメージのしにくい薬剤の開発に生かせる可能性がある。今後、動的核偏極法を採用することで、コントラスト変化から各マイクロドメイン内の組成情報を得ることができ、毛髪ダメージの定量評価に期待できる。