

マイクロビーム小角 X 線散乱法による毛髪老化ケア技術の 作用メカニズム解析

Mechanism analysis of hair-aging-care technology by Scanning Microbeam SAXS

梶浦 嘉夫^a, 伊藤 隆司^a, 篠原 佑也^b, 雨宮 慶幸^b
Yoshio Kajiuura^a, Takashi Itou^a, Yuya Shinohara^b, Yoshiyuki Amemiya^b

^a花王株式会社, ^b東京大学

^aKao corporation, ^bThe University of Tokyo

加齢とともに増加する髪の毛のうねりを緩和する剤(パラトルエンスルホン酸:PTS)の作用機構解明を目的として、マイクロビーム小角 X 線散乱法により PTS 処理前後での髪の毛の内部構造変化を解析した。その結果、毛髪内部の中間径フィラメント(IF)の配列が PTS 処理で変化していることを突き止めた。この配列の変化から、マクロな髪の毛のうねり緩和に結びつくコルテックス細胞の膨潤挙動が示唆された。

キーワード： 毛髪、加齢、中間径フィラメント

背景と研究目的：

我々は、形状の異なる様々な人種の毛髪やくせ毛の内部構造を放射光マイクロビーム X 線小角散乱法を用いて解析する手法を確立し、ミクロスコピックな毛髪内部構造の不均一性とカール半径の大きさを表現されるマクロスコピックな毛髪くせ形状との間には相関があることを見出した[1,2]。

また、最近我々は毛髪エイジング研究の一環として 10 代から 60 代の日本人女性約 230 名を対象に系統的な調査を行い、加齢により髪の毛のツヤが有意に低下すること、その原因が年齢と共に増加する毛髪の形状の「うねり」にあることを見出した[3]。さらに、幅広い年齢層からランダムにサンプリングした毛髪の内部構造を解析した結果、加齢によって毛髪内部の中間径フィラメント(IF)配列構造の不均一性が増加し、これによって毛髪形状が直毛からくせ毛に変化することがうねり毛増加の原因であると結論した。

髪の毛のうねりを緩和するヘアケア剤として、パラトルエンスルホン酸(PTS)が見出されている。PTS で処理された毛髪のカール半径は増大する。そこで、PTS の作用機構を解明することを目的として、PTS 処理前後での毛髪内部構造の変化を解析した。

実験：

予めダメージ処理を施した曲率の大きい 6 種類の毛髪(ku, un, W58, J76, J46, kuro)を用いた。A) ku, un, W58, J76 の 4 種類については、カール半径を測定した後、毛髪 1 本 1 本を 2 つに分割し、一方の断片はそのまま、他方の断片は PTS 処理を施してカール半径を再度測定してから、小角散乱(SAXS)測定用サンプルとした。B) J46, kuro の 2 種類についてはそれぞれ、カール半径を測定した毛髪の中からカール半径のほぼ等しいものを選び出してそれらを 2 グループに分け、一方のグループはそのまま、他方のグループは PTS 処理を施してカール半径を再度測定した後、SAXS 測定用サンプルとした。

さらに、毛髪エイジング研究において集められたパネリストから、毛髪の曲がりの大きい 7 人を選択し、そのサンプリング毛に上記 A と同様の処理を行なった。その中から、C) 比較的カール緩和率の高かったパネリストの髪(F13)を選び、SAXS 測定用サンプルとした。

これらのサンプル毛髪 A~C に対して、BL40XU にてマイクロビーム X 線小角散乱測定を行なった。即ち、カールの外側から内側にかけてマイクロビーム X 線を繊維軸に対して垂直に入射し、イメージインテンシファイヤ+CCD X 線検出器で散乱像を記録した。測定した小角散乱像から方位角方向、動径方向の一次元散乱強度プロファイルを切り出し、既報[1,2]に従って毛髪繊維軸に

対する IF 傾き角、IF-IF 間隔を求めた。ただし W58, J76, F13 の 3 種類では、IF 傾き角の変化を精度よく測定する目的でカメラ長を変更したことにより、IF 由来の 2 次ピーク、3 次ピークが測定レンジから外れ、動径方向の一次元散乱強度プロファイルから IF-IF 間隔を算出することは出来なかった。

結果および考察：

PTS 処理による IF 傾き角の変化は毛髪の種類毎に異なっており、減少傾向を示すものから増加傾向を示すものまでであった(図 1)。またその変化の大きさは毛髪の個体差に由来する誤差と同程度以下であった。このことから、PTS の温和な効果を IF 傾き角の変化から調べることは困難であると結論するに至った。

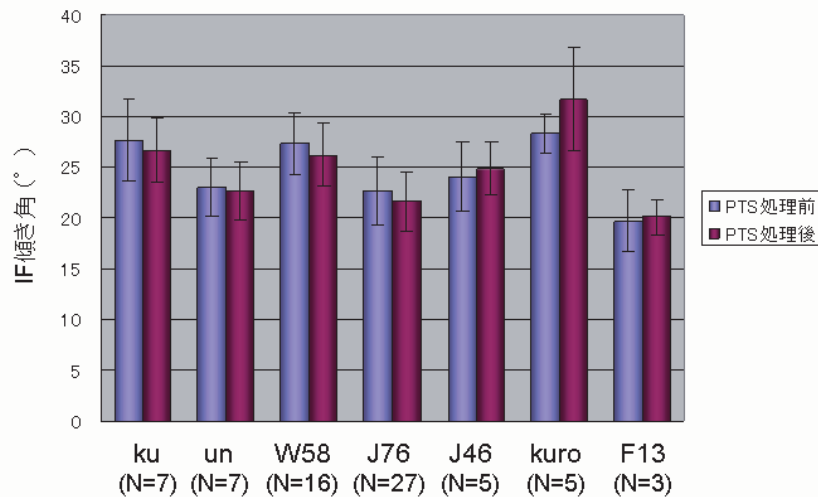


図1 PTS処理によるIF傾き角の変化

一方、IF-IF 間隔は解析した全てのサンプルで増加傾向が見られた(図 2)。この結果は、毛髪のうねりの緩和というマクロな形状変化に対応するミクロな内部構造の変化を示していると考えている。

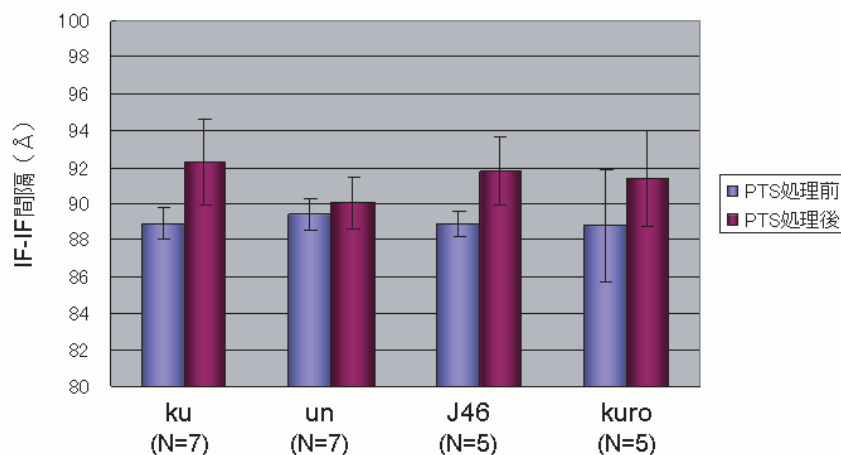


図2 PTS処理によるIF-IF間隔の変化

今後の課題：

うねり緩和のメカニズム解明のためには、IF-IF 間隔の増加とうねり緩和の相関をより定量的に示す必要がある。さらに、毛髪ダメージのうねり緩和挙動への影響を明らかにすることが重要である。

参考文献：

- [1] Y. Kajiura et al., J. Struct. Biol., **155**, 438-444 (2006).
- [2] 梶浦嘉夫ら、放射光 **19**、371-377 (2006).
- [3] S. Nagase et al., J. Cosmet. Sci., **59**, 317-332(2008).