

マイクロビーム小角 X 線散乱による水中の毛髪膨潤挙動解析 Analysis of Swelling Behavior of Human Hair by Microbeam SAXS

梶浦 嘉夫^a, 伊藤 隆司^a, 篠原 佑也^b, 雨宮 慶幸^b
Yoshio Kajiu^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

マイクロビーム X 線で水中に浸漬した毛髪の小角 X 線散乱を測定し、水中での膨潤率に違いの見られた毛髪の内部構造にどのような差異があるのかを調べた。その結果、水中における毛髪外径の膨潤率と毛髪内部の中間径フィラメント (IF; 直径およそ 10nm) の間隔の変化に相関が認められ、毛髪を構成するケラチンタンパク或いはマトリックスタンパク (KAP) の性質に生来的な差異が存在することが示唆された。

キーワード： 毛髪、膨潤、中間径フィラメント

背景と研究目的：

毛髪研究におけるこれまでの知見として、水による毛髪膨潤挙動には個人差が見られることがわかっており、その差がヘアケア剤の効き目や、髪の硬さ・柔らかさなどの物性に大きく関わっていると考えられる。そこで今回の実験では、異なる膨潤挙動を示した毛髪を用いて空気中および水中でのマイクロビーム小角散乱を測定し、その内部構造変化を比較して膨潤特性に影響を及ぼす因子を明確にすることを目的とした。

実験：

日本人女性 4 人の頭皮ぎわから化学処理履歴の無い毛髪を各々 3 本ずつ採取し、空気中および水中でそれぞれの毛髪外径計測と小角散乱測定を行った。小角散乱測定と散乱像の解析は、これまで行ってきた課題と同様にして行った (測定条件、解析方法の詳細は課題 No.2009A1768 の利用報告書に記載)。

外径計測より求めた膨潤率の値によって、12 本の毛髪サンプルを膨潤率の低いグループ (A) と高いグループ (B) の 2 つに分け、毛髪 1 本ごとの小角散乱測定によって求めた IF-IF 間隔、IF 直径、および KAP 厚み (=IF-IF 間隔-IF 直径) の変化率を、グループ A と B のそれぞれで平均した。ただし、ここで言う膨潤率や変化率とは、以下の式で示すように空気中と水中で測定した値の差を空気中で測定した値で規格化したものを指す。

$$\text{膨潤率 or 変化率} = (\text{水中での測定値} - \text{空気中での測定値}) \div \text{空気中での測定値} \times 100(\%)$$

結果および考察：

得られた結果を図 1~5 に示す。毛髪膨潤率および IF-IF 間隔の変化率 (図 1、図 2) は、A と B の間に統計的な有意差が認められ、また A、B それぞれの毛髪膨潤率と IF-IF 間隔の変化率の大きさはほぼ一致した。また、個々の毛髪膨潤率と IF-IF 間隔の変化率との間にも相関が認められた (図 3)。

一方、IF 直径の変化率に関しては、A と B の間の大小関係は膨潤率と一致したものの、両者の間に統計的な有意差は見られなかった (図 4)。KAP 厚みの変化率は値のバラつきが大きく、A と B の間の大小関係を判断することが出来なかった (図 5)。従って、今回の測定で IF 直径や KAP 厚みの変化率と毛髪膨潤率との間に明らかな相関を見出すことは出来なかった。

以上の結果から、毛髪膨潤率の個体差が主として IF-IF 間隔の変化率の違いに起因していることが明らかとなった。これは、毛髪を構成する IF タンパク、或いは KAP タンパクに生来的な差異が存在することを示唆している。

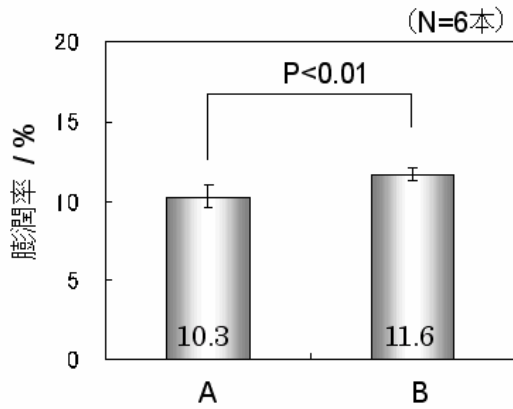


図 1. 毛髪外径の膨張率

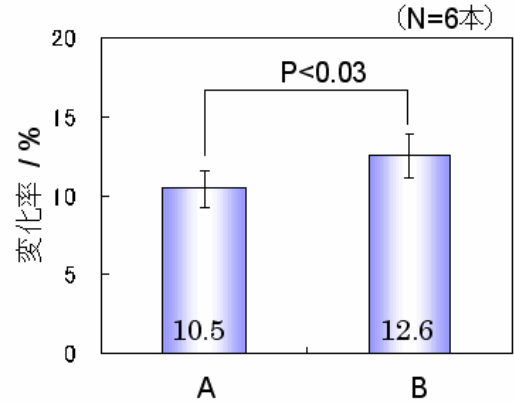


図 2. 膨潤に伴う IF-IF 間隔の変化

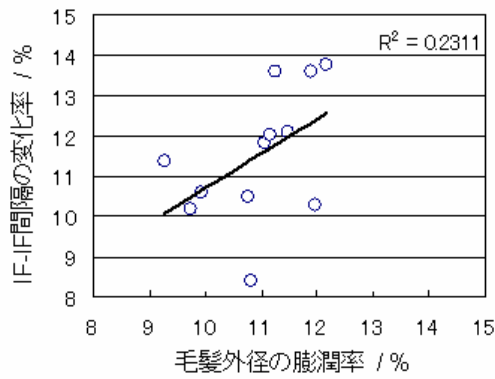


図 3. 毛髪外径変化と内部構造変化の関係

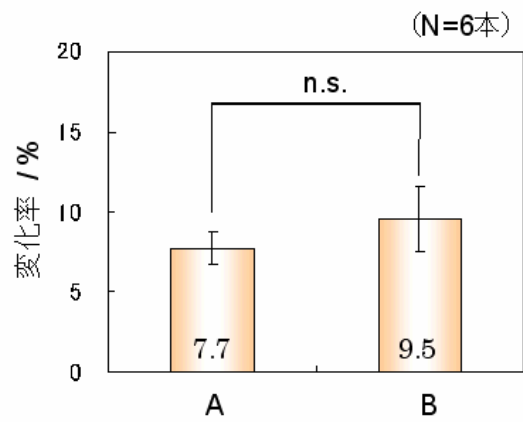


図 4. 膨潤に伴う IF 直径の変化

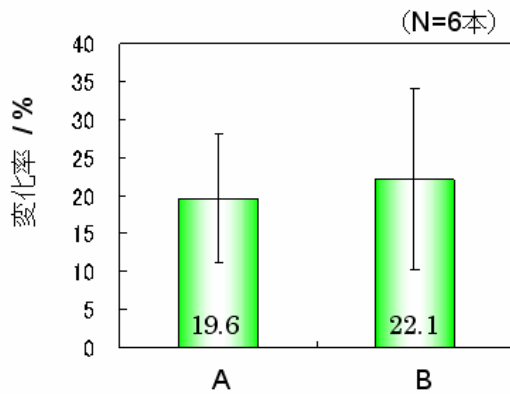


図 5. 膨潤に伴う KAP 厚みの変化

今後の課題：

今後、毛髪膨潤率に個体差が生じる原因を解明するためには、まず IF と KAP のどちらに膨潤率との相関があるのかを明確にすることが課題である。