

マイクロビーム X 線小角散乱法による毛髪老化の研究
—キューティクルの変化—
Study on Hair Aging by Scanning Microbeam SAXS
—Change in Hair Cuticle—

梶浦 嘉夫^a, 伊藤 隆司^a, 篠原 佑也^b, 雨宮 慶幸^b

Yoshio Kajiura^a, Takashi Ito^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

最近我々は、幅広い年齢層からランダムにサンプリングした毛髪の小角散乱を測定して毛髪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を明らかにした。そこで、毛髪表面を覆っているキューティクルにも加齢変化が起きているのではないかと考え、本課題ではキューティクルの小角散乱を解析した結果、キューティクルの構造にも加齢変化が起きていることを突き止めた。

キーワード： 毛髪、キューティクル、加齢

【背景と研究目的】

最近我々は、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¹⁾。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小角散乱をマイクロビーム X 線を用いて測定し毛髪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された²⁾。

一方、マイクロビーム X 線の毛髪への応用例としては、我々の研究の他にキューティクル CMC の構造研究³⁻⁵⁾が知られている。そこで、加齢に伴う毛髪の内部構造変化が明らかとなったことから毛髪表面を覆っているキューティクルにも加齢変化が起きているのではないかと考え、本課題ではマイクロビーム X 線を用いた解析によりキューティクル部の細胞膜複合体 (CMC) 構造を調べることにした。

中間径フィラメント (IF) 配列構造の解析と同様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小角散乱を測定し、CMC を構成する脂質層 (β 層)、細胞間結着タンパク質層 (δ 層) の厚みと年齢との相関を調べた。

【実験】

4-70歳の(いずれも、最近1ヶ月はパーマやヘアカラーをしていない)日本人女性の頭皮間際からカットされた毛髪の根元部分を測定に供した。1個体につき、2~7本の毛髪を測定した。測定・解析は、Ohtaら^{3,4)}、及び井上らの方法⁵⁾に従った。即ち、毛髪のキューティクル部にビーム径約 $5\mu\text{m}$ のX線を毛軸に対して垂直方向に $1\mu\text{m}$ 間隔で照射した。キューティクル層の中央と思われる最も強度の強い回折画像を選び、小角散乱パターンの解析から β 層、 δ 層の厚みを算出した。

【結果および考察】

得られた β 層、 δ 層の厚みは平均して約 3.3nm 、約 15.8nm であった。これらの値は太田や井上

らの結果³⁻⁵⁾に近く、妥当な結果が得られているといえる。一方、従来の毛髪科学の知見⁶⁾においてもβ層が5nm、δ層が15nmと示されており、大きく異なってはいない。β層がやや小さくδ層がやや大きいのは、過去知見がTEMなどにより得られたものであるのに対し、X線では電子密度差から生じる散乱を解析するものであるため、観測される周期構造が異なっていることが原因であると思われる。

測定した各個体のβ層、δ層の厚みを、年齢に対してプロットした結果を図1、2に示す。β層、δ層とも値のバラつきが大きいものの、β層の厚みは僅かではあるが年齢とともに低下傾向が見られ、統計的にもその傾きに有意差(P=0.035)が見られた。一方、δ層の厚みは年齢と無関係であった(P=0.58)。加齢によりβ層の厚みが減少していることから、β層を構成する脂質の組成が年齢とともに変化している可能性が示唆された。

キューティクルCMCは物質が毛髪内部へ浸透する重要な経路であると言われており、Inoueら⁷⁾は各種溶媒中でのβ層、δ層の厚みと酸性染料の染毛度とに明瞭な正の相関があることを示している。今回の結果は空气中で得られたものであるが、β層の厚み変化は脂質の組成変化によるものであると考えられることから、溶媒中での膨潤挙動にも影響があると思われる。即ち、加齢により毛髪中への物質の浸透性にも変化があるかもしれない。

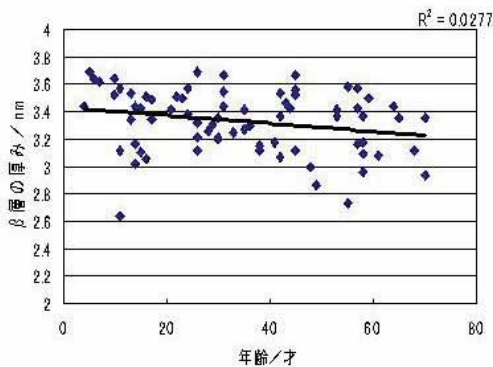


図1 加齢に伴うβ層の厚み変化

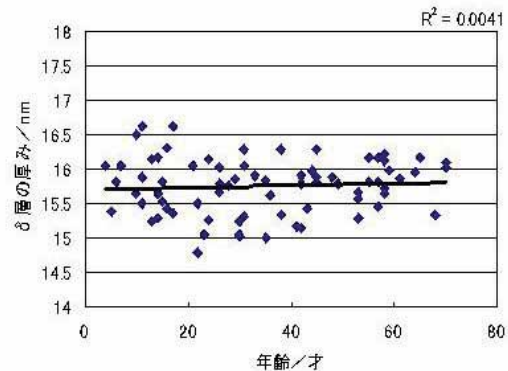


図2 加齢に伴うδ層の厚み変化

【今後の課題】

β層の厚み変化が毛髪物性にどのような影響を及ぼしているかを明らかにすることが今後の課題である。そのためにはβ層を構成する脂質の組成変化や溶媒中での膨潤挙動を知ることが重要である。

謝辞

測定データの解析に当たってはカネボウ化粧品の井上敬文氏にご助力いただきました。ここに感謝申し上げます。

【参考文献】

- [1] S. Nagase, A. Mamada, Y. Kajiura, Y. Ezawa and T. Itou, Y. Shinihara and Y. Amemiya: *Proc. Asian Soc. Cosmet. Scientists-8th Conference*, 86-BBC-A0132 (2007).
- [2] Y. Kajiura, T. Itou, Y. Shinohara, N. Yagi and Y. Amemiya: *SPring-8 User Experiment Report*, 2007A1886 (2007).
- [3] N. Ohta, T. Oka, K. Inoue, N. Yagi, S. Kato and I. Hatta: *J. Appl. Cryst.*, 38, 274-279 (2005).
- [4] 太田昇、八木直人、八田一郎：放射光、19, 364-370 (2006).
- [5] 井上敬文、岩本佳倫、太田昇、井上勝晶、八木直人：第57回 SCCJ 研究討論会講演要旨集、5-8 (2005).
- [6] クラーレンス・R・ロビンス：毛髪の科学 第4版 (山口真主訳、フレグランスジャーナル社、2006年)、第1章、pp. 35.
- [7] T. Inoue, O. Ohta, T. Iida, K. Inoue and N. Yagi: *SPring-8 User Experiment Report*, 2007A1337 (2007).