

毛髪微小変形の粘弾性解析と構造因子の解明、 及び人種間の差異の検証

Analysis of viscoelasticity, structure factor and interracial difference on infinitesimal deformation of hair

萩原 基文^a, 八巻 悟史^a, 倉島 巧^a, 田中 啓太^a, 上谷 祐樹^a

Motofumi Hagihara^a, Satoshi Yamaki^a, Takumi Kurashima^a, Keita Tanaka^a, Yuki Uetani^a

^a (株) 資生堂

^aShiseido. Co. Ltd.

毛髪は毛皮質の α ヘリックスにより屈曲や伸張などの柔軟な物性変化を可能にしている。毛髪の物性変化を測定する方法として引っ張り強度測定法があるが、従来までの測定方法では変位を10%近くまで与えていたため、消費者が感じる物性と解離しているという問題があった。そこで、本研究では日常生活で起こると考えられる毛髪の微小伸張状態における物性や構造の解析を行った。さらにダメージ毛髪との比較や人種間の比較についても検討した。

キーワード： 微小変形、伸張、 α ヘリックス、人種間差異

背景と研究目的：

毛髪はケラチンを主成分とする強固な組織であるが、内部の毛皮質が α ヘリックス構造のIFタンパクの集合体であることから、屈曲・伸張などのフレキシブルな物性変位を可能としている。毛髪の物性を測定するために様々な装置や試験法が考案され、毛髪の研究や毛髪化粧品の開発・情報に活用されている。その中の代表的な手法に毛髪の引っ張り強度測定がある。毛髪を全長の数十%引っ張り、その時点の応力を測定するのが主な使われ方であるが、日常生活でそこまで大きな髪の変形を伴うことはなく、現実に消費者の感知する物性と解離しているという問題があった。そのため実際の髪で起こる変形領域で、毛髪の物性・構造を解析することが出来れば、より実効感の高い製品開発に結びつけることが出来ると考えられる。

毛髪の伸張と α ヘリックスの関係は川副らによって以前報告されている[1]。毛髪を2.5%伸張したときでもピッチ長は増加することが確認されており、毛髪の伸張には α ヘリックスが大きく関与していると考えられる。本課題では毛髪を2%または5%伸張させて、その伸張状態を保ったまま α ヘリックスのピッチ長の変化挙動を調べることで、毛髪の伸張における α ヘリックスの構造変化をより詳細に調査することを目的とした。また、同時にダメージによる変化・人種間の違いの検証も行った。

実験：

毛髪の伸張は独自で作製した器具を使用し、乾燥条件下で2%または5%の変位を与えた。X線の照射は伸張前、伸張直後、伸張後15分、伸張後30分、伸張後60分で行い、それぞれの点での α ヘリックスのピッチ長の値をWAXS測定より求め、伸張前のピッチ長を100%としたときの変

化率を計算した。

使用した毛髪：ダメージ前後の比較を行なうのにケミカル施術歴のない黒髪（健常毛髪）とブリーチを120分処理した毛髪（ブリーチ毛髪）を使用した。また、人種間の比較には日本人・中国人の黒髪とブロンド毛髪を使用した。

結果および考察：

図1に健常毛髪を2%伸張したときの結果を示す。この結果より、 α ヘリックスのピッチ長は毛髪の伸張後すぐに伸び、その後時間を置いても変化をしないことが確認された。図2には健常毛髪を5%伸張したときの結果を示した。2%伸張時に比べてピッチ長の伸びは大きくなっているが、ピッチ長の変化は図1同様、時間が経っても変化しないことが確認された。これらの結果より、毛髪の繊維軸方向に小さな変位をかけた場合、 α ヘリックスは弾性的な役割を示すことが示唆された。

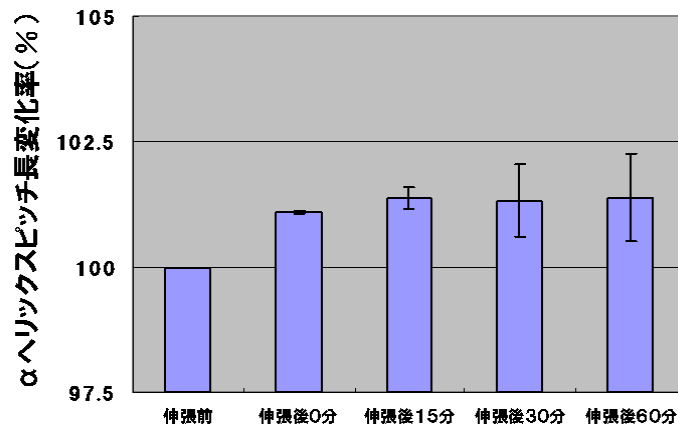


図1. 健常毛髪の2%伸張時のピッチ長変化

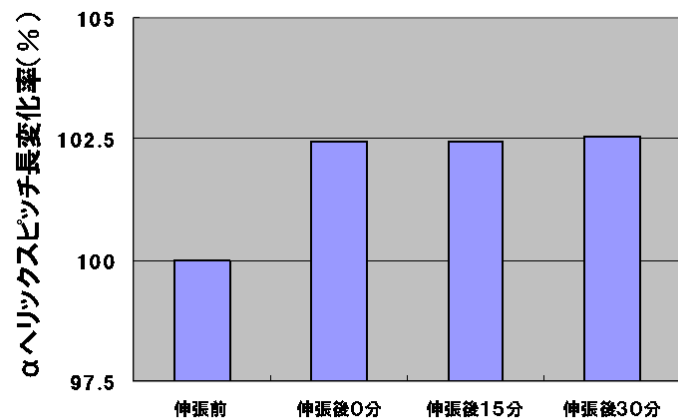


図2. 健常毛髪の5%伸張時のピッチ長変化

次に健常毛髪とダメージ毛髪と比較を行なった。図3と図4にはそれぞれ伸張率を2%と5%に維持したときの健常毛髪とブリーチ毛髪のピッチ長の変化を示してある。これらの結果より、健常毛髪とブリーチ毛髪の間にはピッチ長の変化に大きな違いはないことが確認された。

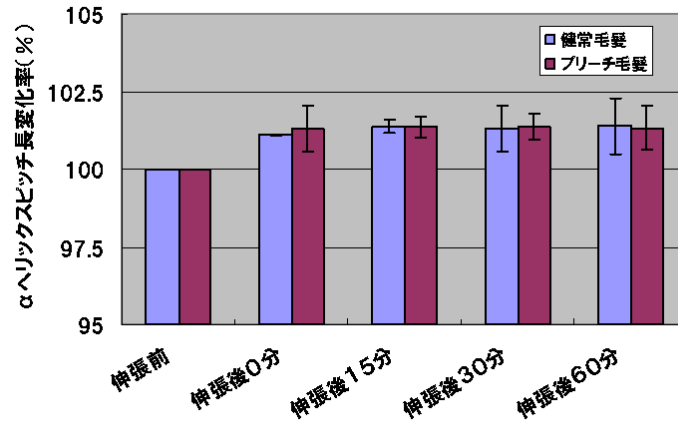


図3. 健常毛髪とブリーチ毛髪のピッチ長変化の比較 (2%伸張時)

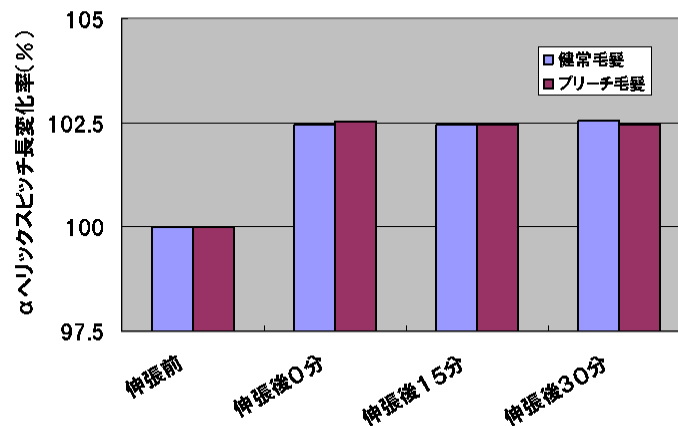


図4. 健常毛髪とブリーチ毛髪のピッチ長変化の比較 (5%伸張時)

最後に人種間の比較を行なった結果を図5に示す。毛髪の伸張によるピッチ長の変化は先ほどまでの結果と同様、どの人種においても伸張後時間を置いても大きな変化は見られなかった。しかし、伸張したときのピッチ長の変化率は中国人毛髪、日本人毛髪、ブロンド毛髪の順にピッチ長の変化率が大きくなるという結果が得られた。さらに N 数を増やして検討する必要があるが、人種の違いにより毛髪内の微細構造は変化している可能性が示唆された。

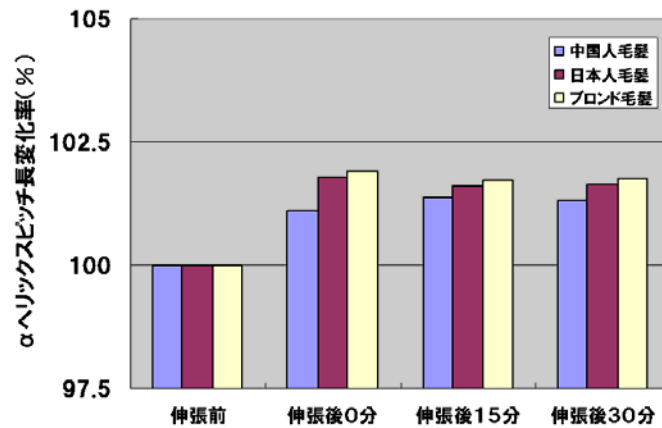


図 5. 人種の違いによるピッチ長変化の比較 (2%伸張時)

今後の課題：

今回の測定により毛髪が乾燥しているとき繊維軸方向に小さな変位をかけると α ヘリックスは弾性的な役割を示すことが示唆された。毛髪は乾燥状態と湿潤状態では内部の物性が変化すると考えられるので、今後は湿潤状態でも同様な実験を行い α ヘリックスの変化について研究を進めていきたいと考えている。また、今回健常毛髪とダメージ毛髪を比較して差が確認されなかったが、毛髪が濡れた状態で比較をすることで今回の結果とは違った結果が得られるのではないかと考えている。人種間の比較についてはさらにN数を増やし検討をする必要がある。

参考文献：

- [1] SPring-8 戦略活用プログラム課題：課題番号 2006A0112、課題名「風合いを引き起こす毛髪の物理的変形の内部構造に基づく解析とその改善への応用」、実験責任者 川副智行。