

赤外顕微マッピング法による毛髪内タンパク質の充填構造の解析と毛髪質感への影響

Evaluation of protein accumulation distribution in hair cortex using infrared microspectroscopy and its effect on the hair texture.

菅原 達郎, 鈴田 和之, 小林 和樹, 安富 諒, 馬場 淳史, 伊藤 廉
Tatsuro Sugawara, Kazuyuki Suzuta, Kazuki Kobayashi, Ryo Adomi, Atsushi Baba, Len Ito

(株)ミルボン
Milbon Co. Ltd.

我々はこれまで、髪総合的な美しさの定量的な尺度として「美髪レベル」を定義してきた。本研究では、美髪レベルと毛髪内部の化学組成との関係を明らかにするため、美髪レベルの異なる毛髪に対して顕微 IR マッピング測定を行った。その結果、毛髪内タンパク質の充填構造が毛髪部位や美髪レベルごとに異なることが示唆されたが、有意な差を認めるに至らなかった。

キーワード： 毛髪、赤外分光法

背景と研究目的：

毛髪を美しく保ちたいという欲求は、世界共通に存在している。しかし、毛髪は美容施術であるパーマやヘアカラーのダメージや、紫外線やドライヤーなど日々受けるダメージ、さらに加齢に伴う変化によって、毛髪的美しさが損なわれてしまう実感を消費者は有している。そのため、このような毛髪ダメージや加齢変化を改善し、髪的美しさを保つ製品開発ニーズに対応するため、様々な科学的手法を用いた毛髪研究が進められている。しかし、毛髪のもつ物性的な性質や科学的な特性が、毛髪の外観や質感に対してどのように影響するのかについての知見は未だ十分とは言えず、このような観点のさらなる研究が求められている。

そのような状況の中、我々はこれまで、人が感じる髪的美しさに関する解析に基づいて、髪総合的な美しさの定量的な尺度として 8 段階に区別された「美髪レベル」を新たに定義した[1]。また、美髪レベルと高い相関のある外観的特徴として、毛髪ツヤと集毛性であることを明らかにしてきた[1]。さらに美髪レベルと毛髪内部の化学組成との関係を明らかにするため、我々は非侵襲的に化学組成を調べることのできる赤外分光法 (IR) に注目した。我々は以前、毛髪内部においてタンパク質の集積度合いの差を可視化する実験手法を確立してきており (2014A1563, 2014B1591)、年齢に伴う毛髪内タンパク質の集積構造の変化を明らかにしてきた[2]。本研究では、BL43IR を用いた顕微 IR マッピング測定によって、美髪レベルと毛髪内部の化学組成との関係を明らかにすることを目的とした。

実験：

事前に、モニター調査を通じて取得した大量の後ろ姿の画像を 13 名の評価者によってグレーディングを行い、美髪レベルごとに振り分けた。そのうち、美髪レベルが最も低いと評価された人の毛髪と、最も高いと評価された人の毛髪を抽出し実験に使用した。

まず、各毛髪繊維をマイクロトームを用いて 3 μm の厚さに切片化し、その断面に対して 5 \times 5 μm^2 のアパーチャーサイズでマッピング測定を行った。さらに、測定した切片に対し 3D 顕微鏡を用いて、切片の厚さを測定した。得られたスペクトルに対してベースライン処理を行った後、アミド I バンド (1600–1700 cm^{-1}) の面積を計算した。最後に、アミド I バンドの面積を、3D 顕微鏡で測定された厚さで規格化することで、毛髪内タンパク質密度を推測した。

結果および考察：

結果の一例として、美髪レベルの最も低い髪について、同一毛髪の根元部分と毛先部分それぞれについて毛髪内タンパク質密度を計算したマッピング画像を図 1 に示す。この図から、根元と

比較して毛先の方がタンパク質密度が低下しており、毛髪部位によってタンパク質密度が異なることが示唆された。そこで、美髪レベルが最も低い毛髪と最も高い毛髪の根元と毛先のタンパク質密度を測定し算出した結果を図 2 に示す。この結果から、美髪レベルに関わらず根元に比べて毛先の方がタンパク質密度が低い傾向、および美髪レベルの高い毛髪の方がタンパク質密度が高い傾向が見受けられた。しかし、いずれの傾向も有意差を認めるに至らなかったため、今後さらに検体数を増やしてタンパク質密度の違いの有無を明らかにしていきたい。

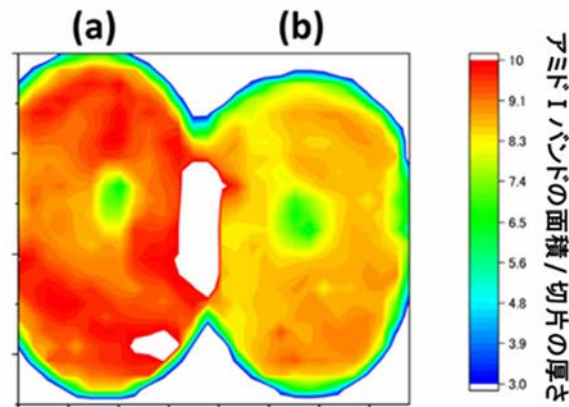


図 1. アミド I バンドを切片厚さで規格化して得られたタンパク質密度をマッピングした図。
(a)美髪レベルの最も低い毛髪の根元、(b)美髪レベルの最も低い毛髪の毛先。

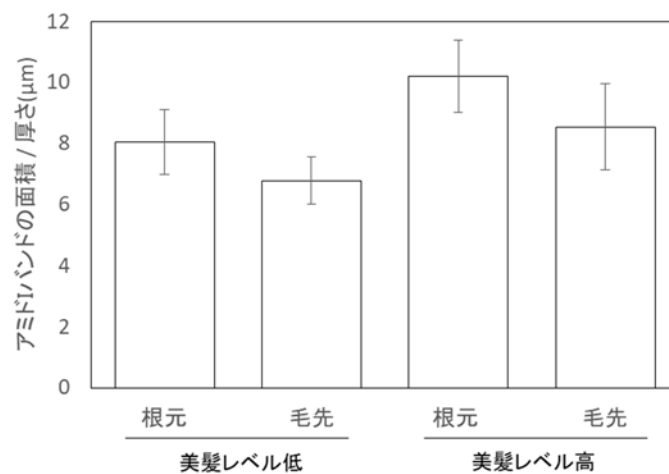


図 2. アミド I バンドを切片厚さで規格化して得られたタンパク質密度の美髪レベルによる違い。
(N=2, エラーバーは標準誤差)

今後の課題：

本測定では、人が感じる髪的美しさである美髪レベルと、毛髪内部のタンパク質充填構造の分布との関係を調べた。本測定において、根元と毛先の間や美髪レベルによるタンパク質密度の違いが示唆されたが、有意差としては認められなかったため、さらに検体数を増やして検証を続けていきたいと考えている。

参考文献：

[1] M. Furuta *et al.*, The 31th IFSCC Congress 2020, Poster-310 (2020).
[2] K Watanabe *et al.*, PEPTIDE SCIENCE 2020, 163–166 (2021).