

赤外顕微鏡による毛髪内部へ浸透する化粧品原料の可視化 Visualization of Cosmetic Ingredients Penetrating Into Hair by Using an Infrared Microscopic Mapping Method

鈴田 和之, 渡邊 紘介, 前田 貴章, 伊藤 廉
Kazuyuki Suzuta, Kosuke Watanabe, Takaaki Maeda, Len Ito

(株)ミルボン 中央研究所
Central Research Institute, MILBON Co., Ltd.

これまで頭髪化粧品にて汎用的に配合されてきた油溶性成分は、一般的に毛髪内部まで浸透するとされてきたが、その報告例は少ないのが現状である。このような現状の中、我々は SPring-8 の高輝度な光を用いることで、短時間に高精度で成分分布を捉えることができる手法構築が可能と考え、実験に着手した。本研究では赤外顕微鏡(BL43IR)を用いて、汎用的に化粧品原料として使用されている油の一つであるスクワランの毛髪内部浸透の可視化を目的に研究に着手した。実験の結果、スクワランは毛髪内部に浸透していることが確認でき可視化情報の取得にも成功した。

この結果は、毛髪内部への浸透を高精度で簡便に可視化する測定が可能であることを示唆した。

キーワード： 毛髪、炭化水素、スクワラン、赤外顕微鏡

背景と研究目的：

毛髪にハリ・コシ、うるおい、ツヤ感などの風合いを与えることは、消費者に要望される作用であり、頭髪化粧品にはそれらが機能として含まれることが重要である。従って、これらの機能を頭髪化粧品に取り込むために、製品開発における指標構築として科学的なパラメーターでこれらを忠実に表現するための様々な研究がなされている。

これまで頭髪化粧品中にて汎用的に配合されてきた油は、毛髪の水分蒸散を抑えてうるおいを保ち、柔軟性を与える効果(エモリエント効果)を持ちダメージなどによって引き起こされる乾燥を抑えることができると考えられている[1]。このように汎用的に用いられてきた油が毛髪内部へ浸透するかどうかを検討する際には主に蛍光顕微鏡観察によって行われた報告例がある[2]。しかし、これらの報告例が少ないのが現状にある。また、この従来法による色素染色の操作が煩雑で分析時間が多くかかるといったデメリットが挙げられる。このような現状の中、我々は SPring-8 の高輝度な光を用いることで、短時間に高精度で毛髪内部での成分分布を捉えることができる手法構築が可能と考え、実験に着手した。

本実験では油の内部浸透の典型的な例としてスクワランを用いて検討を行った。スクワランは保湿性に優れた油性成分であることから、エモリエント剤として化粧品に親しまれている。特に、シュガースクワランは、再生可能な植物資源であるサトウキビから得られ、地球環境に優しい化粧品原料であると考えられている。

実験：

本実験ではインフォームドコンセントを得た化学処理を受けていない日本人女性の毛髪を用いた。この毛髪を NIKKOL シュガースクワラン(日光ケミカル製)に浸漬し、精製水で十分に水洗し乾燥するという工程を 28 回繰り返す、スクワラン処理毛髪を調製した。

毛髪横断切片は、純水中で凍結した毛髪をクライオマイクロトームにて厚さ 10 μm に切断することで調製した。毛髪切片を BL43IR の赤外顕微鏡のステージにあるフッ化バリウム板上に置き、透過測定を行った。測定はマッピングステージを使用して 5 μm ×5 μm 単位で行い、各測定点に対して 4,000–600 cm^{-1} の範囲で波数分解能 4 cm^{-1} にて赤外吸収スペクトルを得た。この時のアパーチャーサイズは 6 μm ×6 μm とし、積算回数は 64 とした。毛髪中のスクワラン(図 1)は 2930 cm^{-1} に付近に現われる C-H の伸縮振動から検出することができるので[3]、2950–2900 cm^{-1} おける吸収ピークの面積値を算出し、毛髪の厚みの影響を除くためにアミド II(N-H)結合吸収[4]を基準として

C-H の強度面積を補正し、毛髪内部のスクワラン濃度分布のマッピングを行った。

結果および考察：

図2に未処理毛髪とスクワラン処理毛髪から得られたアミドⅡ結合吸収を基準としてC-Hの強度面積を補正したC-H結合吸収ピーク面積値の全測定点における平均強度の比較を行った。この結果より、未処理毛髪のC-H結合吸収ピーク面積値の平均強度に比べてスクワラン処理を行った毛髪からのC-H結合吸収ピーク面積値の平均強度は高いことがわかり、このことからスクワランが毛髪内部に浸透しているということが示唆された。

上記の実験より、毛髪内部へスクワランが浸透していることがわかった。しかし、この結果だけでは、スクワランが毛髪表面から毛髪内部へ浸透していることを示したわけではない。毛髪横断面方向の各測定点におけるC-H結合吸収ピーク面積値の平均強度を未処理毛髪とスクワラン処理毛髪を用いて比較検討した(図3)。検討の結果、スクワラン処理毛髪のC-H結合吸収ピーク面積値の各測定点における平均強度は、その未処理毛髪の結果と比べどの測定点においても高い値であることを確認した。以上より、スクワランは毛髪表面から毛髪内部に浸透していることがわかった。

このようにスクワランが浸透していると考えられるスクワラン処理毛髪の典型例をマッピングデータとして算出した(図4)。マッピングデータは、スクワランが内部に浸透していることを視覚的に示した。この結果により、油の毛髪内部への浸透を高精度で簡便に可視化する測定が可能であることが示された。

また、本実験で得られたスクワランの分布を基にした商品開発が現在のところ進んでおり、来年度の製品発売に向けて鋭意検討中である。

今後の課題：

現在我々は、様々な油の毛髪内部への浸透特性の解明を行っており、分子量の増加と共に毛髪内部に浸透しにくくなるといった傾向も捉えている。今後更なる検討を進めることで、毛髪内部へ浸透する油のキャラクター化などができる可能性があると考えている。また、油だけでなく、その他の成分での検討を行っていく予定である。

本実験で得られた情報を基に新たな課題設定をすることで、学術的な情報のみならず、製品開発への応用、より国民・一般消費者に視覚的に科学を理解していけるような情報の活用をしていきたいと考えている。

参考文献：

- [1] Wiechers JW. et al., *Fragrance J.*, **33**, 26-34 (2005).
- [2] 山本宜之ら、日本化粧品技術者会誌, **42**, 7-15 (2008).
- [3] Inamasu S. et al., *Fragrance J.*, **40**, 39-43 (2012).
- [4] Dubief C., *Cosmetics & Toiletries*, **107**, 95-102 (1992).

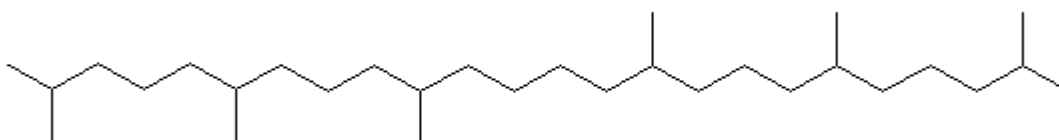


図1. シュガースクワラン構造式

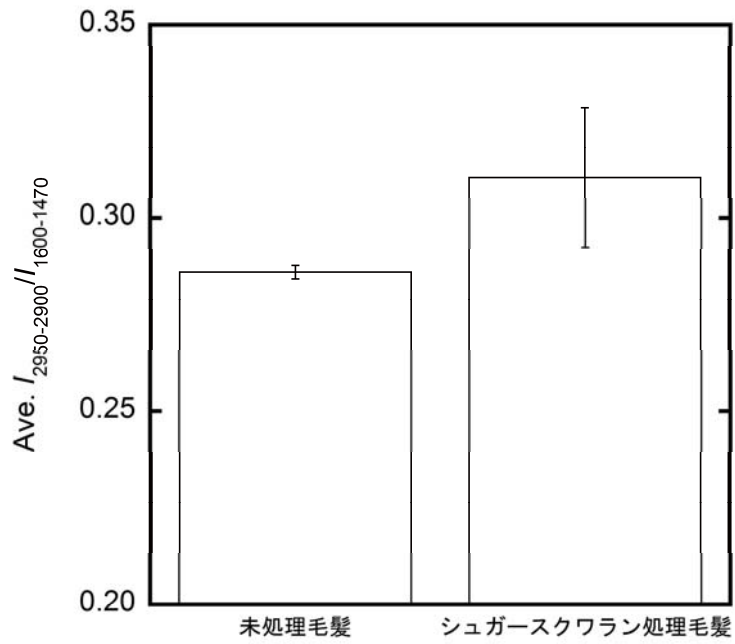


図 2. 毛髪内部への浸透評価
毛髪内全測定点のアルキルピーク面積の平均値

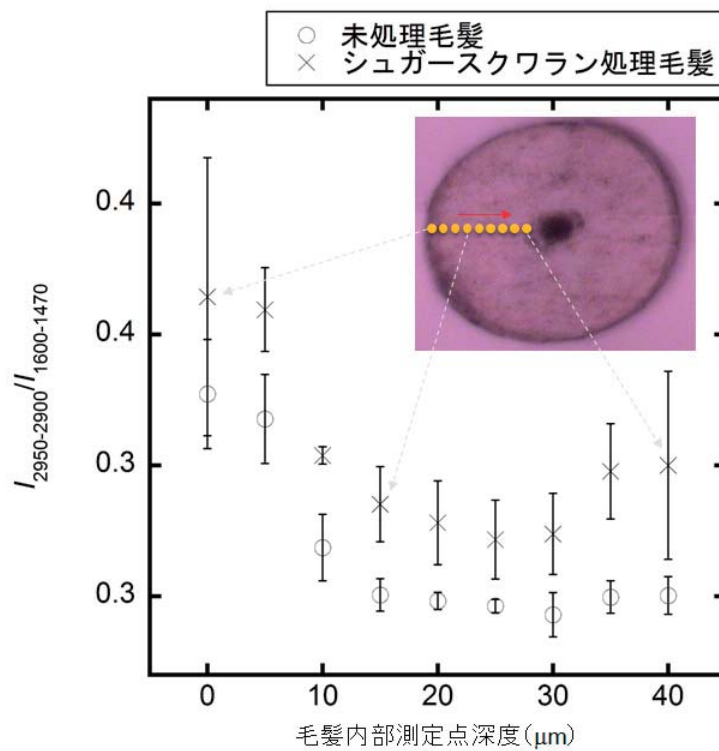


図 3. 毛髪内部への浸透評価
毛髪表面付近から毛髪内部の各測定点のアルキルピーク面積の平均値

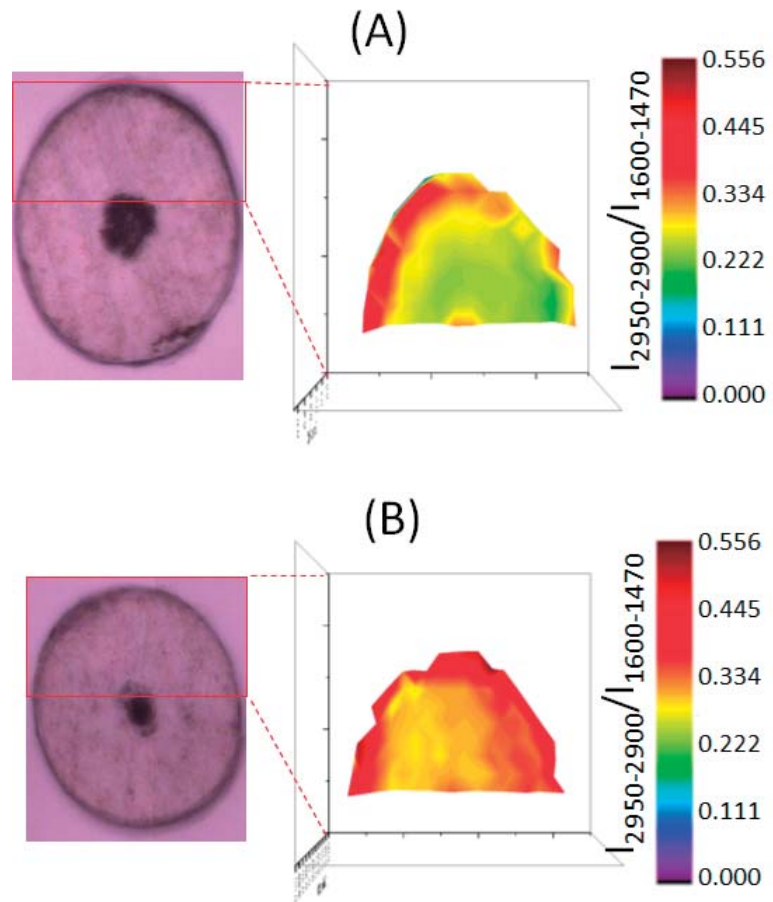


図4. 赤外顕微鏡による吸収強度マッピングデータ比較(典型例)
 (A), 未処理毛髪; (B), シュガースクワラン処理毛髪