

## 界面活性剤のヒト皮膚角層構造への影響解析に基づく 皮膚洗浄用化粧品開発

### Development of Cosmetic Cleanser Based upon Analysis of Structural Alternation of Human Stratum Corneum on Applying Surfactants

築瀬 香織<sup>a</sup>, 藤崎 裕子<sup>a</sup>, 八田 一郎<sup>b</sup>  
Kaori Yanase<sup>a</sup>, Yuko Fujisaki<sup>a</sup>, Ichiro Hatta<sup>b</sup>

<sup>a</sup>クラシエホームプロダクツ(株), <sup>b</sup>(公財)名古屋産業科学研究所  
<sup>a</sup>Kracie Home Products, Ltd., <sup>b</sup>Nagoya Industrial Science Research Institute

キーワード： ヒト角層、角層細胞間脂質、皮膚洗浄

#### 背景と研究目的：

清潔で健康な肌を保つために入浴し、石けんやボディソープで皮膚を洗浄する。皮膚洗浄料は主に陰イオン性界面活性剤からなるが、界面活性剤は汚れを洗浄する一方で、皮膚角層に浸透し、天然保湿因子(Natural Moisturizing Factor: NMF)と呼ばれている角質細胞内にあるアミノ酸などの水溶性成分や、細胞間脂質の一部を除去し、皮膚の状態を悪化させることが知られている[1]。そこで、洗浄後の皮膚の乾燥、かゆみ、肌荒れ等のトラブルを抑制するには、NMFや脂質を残しつつ、皮膚上に分泌された汗や不要となった皮膚代謝物、外界から付着した汚れを除去することが洗浄料に求められる。洗浄により除去される成分には pH の違いにより差異があることが報告されていることから[2]、本課題では洗浄料の pH の違いによる角層への影響を検討することを目的とした。

#### 実験：

皮膚組織からトリプシン処理で剥離した角層(Biopredic Co., Ltd, France)を洗浄・乾燥後、予め25%の水分量に調節したものを溶液セルに充填して試料ステージにセットし[2]、界面活性剤溶液をセル内に注入して SAXS プロファイルの時間変化を追跡した。

実験は BL19B2 で実施した。入射 X 線は光学ハッチ内の X 線ミラーにより検出器位置で断面形状が 0.2×0.2 mm になるように集光し、試料の上流側にはガードスリットとして 1 mmφ のアパーチャをセットした。測定するレンジは  $S=0.07\text{--}2.86\text{ nm}^{-1}$  の領域とし、露光時間は 1 回 30 秒とし、3 分毎に 2 時間測定した。そのため、X 線のエネルギーは 28 keV、カメラ長は 700 mm とする。(ダイレクトビームストッパー径は 3 mmφ、2 次元検出器の有効検出面積 200 mmφ) 検出器には PILATUS 2M を用いた。カメラ長はベヘン酸銀の回折ピークを用いて較正した。

測定に用いる界面活性剤は、これまでの測定結果から比較的構造変化が強く現れた SDS を適用材料とした。溶液の液性は酸性(pH3)、中性(pH7)、アルカリ性(pH11)の3水準について測定した。

#### 結果および考察：

角質細胞を構成するケラチンに起因する回折ピーク ( $S=1\text{ nm}^{-1}$  付近)と角層細胞間脂質の炭化水素鎖の充填構造に起因する回折ピーク ( $S=2.4, 2.7\text{ nm}^{-1}$  付近)を解析した。

ケラチンに起因するピークのプロファイルを図1に示す。位置変化は、pH3, 7ではSDS溶液添加後から急激に距離は広がり続け、pH11ではごく僅かな広がりを示した。

次に炭化水素鎖充填構造に起因する  $S=2.7$  付近のピーク位置変化を解析した結果を図2に示す。pH3, 7では、SDS溶液添加直後からおよそ30分後までは距離が短くなり、その後広がっているのに対し、pH11ではほぼ一定であったが、2時間後にはいずれのpHも同じ距離に収束した。

角層から抽出した脂質のpHを変えたときに、ラメラ周期がpH6で12.1 nm、pH8.5で13.3 nmに変化することが先行研究で報告されているが[3]、今回の測定結果から酸性側で脂質の充填構造がタイトになっていることから、溶液が入り難くなるのではないかと考えられる。細胞間脂質構造が乱れることでバリア機能が低い肌の場合には、皮膚洗浄料の液性が酸性であると洗浄液が細胞間

脂質に入りにくくなり、細胞間脂質に影響なく乾燥やかゆみをもたらすことのない洗浄料開発ができるかもしれない。

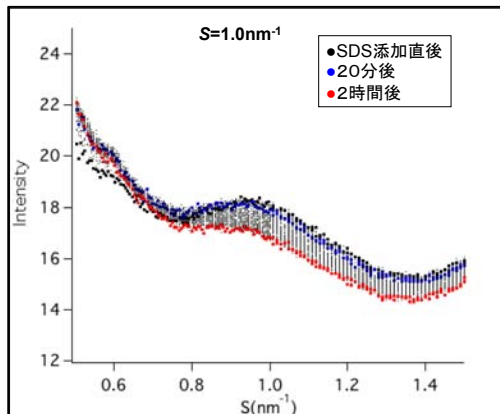


図 1. ケラチンに起因する回折プロファイル

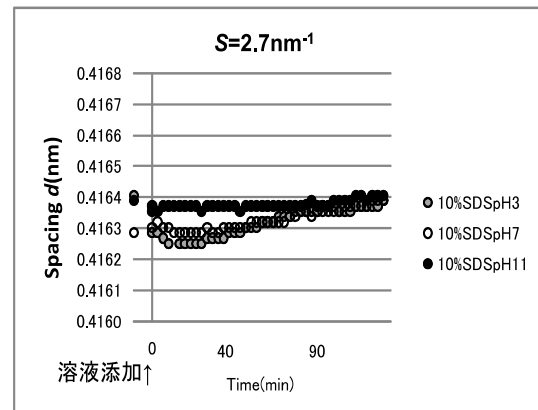


図 2. 炭化水素鎖充填構造の解析結果

#### 今後の課題：

界面活性剤が形成するミセルによる妨害ピークの出現しない低濃度設定で、時間を長く必要とする測定を計画し、角層細胞間脂質が形成するラメラ構造の周期変化を測定することを課題申請していたが、シフト数が短くなったので断念したため、今回は高濃度で時間設定を短くしても観察できる充填構造に着目することとした。界面活性剤溶液は臨界ミセル濃度を超えると自己組織化し球状ミセルを形成するが、今後界面活性剤溶液のミセル状態についても検討することで、界面活性剤溶液を添加した時のラメラ構造の周期変化への影響を理解したい。

#### 参考文献：

- [1] M. Kawai, et al., *J. Soc. Cosmet. Chem.* **35**, 147-156 (1984).
- [2] I. Hatta, et al., *Chem.Phys.Lipids.* **163**, 381-389 (2010).
- [3] J. Thomas, et al., *Biophys.J.* **85**, 1675-1681 (2003).