



スキンケア用バイオサーファクタント MEL の構造と 塗り心地に関する研究

Study of biosurfactant MEL structure in skincare products
and the effects on the application feelings.

船城 健一，小松 陽子，山本 周平，北澤 宏明
Kenichi Funaki, Yoko Komatsu, Shuhei, Yamamoto, Hiroaki Kitazawa
東洋紡株式会社
TOYOBO Co., LTD.

八田 一郎
Ichiro Hatta
あいちシンクロトン光センター
Aichi Synchrotron Radiation Center
名古屋産業科学研究所
Nagoya Industrial Science Research Institute

1. 測定実施日

2015 年 3 月 13 日 10 時 – 18 時 30 分 (2 シフト) , BL8S3
2015 年 3 月 17 日 10 時 – 18 時 30 分 (2 シフト) , BL8S3

2. 概要

バイオサーファクタント，マンノシルエリスリトールリピッド(MEL)の各種化粧品原料共存下での人の皮膚構造への影響を調べるため，BL8S3において溶液セルを用いてヒト皮膚角層対する各種溶液の浸透実験を実施した。溶液浸透後に角層中のラメラ構造が変化する様子が観察され，溶液の種類で変化率に差がみられた。

3. 背景と研究目的

近年，有限な石油資源から再生可能なバイオマス資源への原材料転換が求められており，化粧品においてもヒトだけでなく地球にも優しい化粧品 Sustainable Cosmetics が注目されつつある。化粧品には界面活性剤が必要不可欠な成分であるが，我々は環境に調和した界面活性剤として微生物によってバイオマス資源から量産されるバイオサーファクタント(BS)に着目した。バイオサーファクタントの合成はすべて酵素反応によって位置選択的・立体選択的

に行われるため分子の向き・形がそろっているため界面で効率的な分子集合や配向が可能になるため既存の合成界面活性剤に比べてより低濃度で機能を発揮できる。

現在バイオサーファクタントは数十種類が知られているが，中でもある種の酵母によって生産される糖型 BS の一種であるマンノシルエリスリトールリピッド(MEL) に注目した。MEL には生産酵母により構造的な多様性(MEL-A, B, C)が存在するが，その中でも筑波山の花から単離され

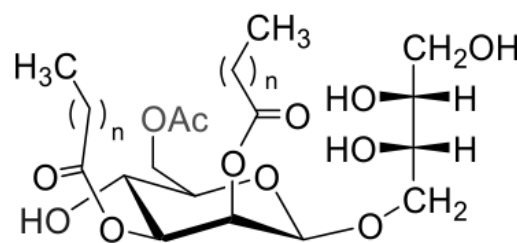


Figure1. MEL-B の分子構造。Ac はアセチル基, $n=8\sim 12$

た酵母 *P. tsukubaensis* が産出する MEL-B (図 1) の優れた界面活性能，ラメラ形成能を生かした製品開発を行っている。

MEL-B は代表的な角層細胞間脂質である天然セラミドに類似した構造を持っており，セラミド同様の保湿効果を有することが知られている。また肌に塗布した場合優れた肌荒れ改善効果を持つことがヒト 3 次元培養皮膚細胞を用いたモデル実験から明らかになった。こうした効果は MEL-B が有する界面活性だけでなく，優れたラメラ形成能を有することから角層の細胞間に浸透し，ラメラ層を形成することで皮膚からの水分蒸散を防ぐことによるものと考えられている¹⁾。

こうした MEL の化粧品原料としての効能を研究する中で，官能評価により，化粧品に MEL を少量添加すると，塗布後の「べたつき感」を改善する効果があることが確認された。「べたつき感」の大きな化粧品は消費者に嫌われる傾向があるため，「べたつき感」の改善に関する研究²⁾が報告されている。そのため，MEL 添加による「べたつき感」改善効果のメカニズムの検証は，重要な研究開発テーマであると考えている。さらに素材の構造と皮膚に対する塗り心地のメカニズムを明らかにすることでスキンケア用途のみならず他化粧品素材・塗り薬などへの展開も期待でき，生活の質 (QOL) の向上に寄与できると期待している。

こうした背景のもと本研究では，MEL の皮膚に対する塗り心地のメカニズムを解明することを目的とし，各種化粧品原料共存下での人皮膚への影響を調べるために溶液セルを用いた浸透実験を実施した。

4. 実験内容

測定は BL8S3 ビームラインで実施した。試料検出器間距離は約 1.1 m , X 線波長は 0.92 Å とし , 検出器には RIGAKU 製イメージングプレート R-AXISIV++を用いた。測定皮膚試料として BIOPREDIC International (仏)社より購入したヒト角質層(58 歳女性腹部)を使用した。前処理として室温で窒素雰囲気下のシリカゲル入りデシケータで 18 時間乾燥後 , 34 ± 70 %RH で 18 時間調湿した。調湿前後の重量より角層に含まれる水分量は約 20 wt%となり正常な皮膚に含まれる水分量とほぼ等しい状態となった。調湿皮膚 0.4 mg を放射光用溶液セル⁴⁾に入れ BL8S3 の架台上に設置し (図 2) , 表 1 の溶液を注入後露光時間 60 秒で約 5 分ごとに同一部位からの散乱を連続記録した。

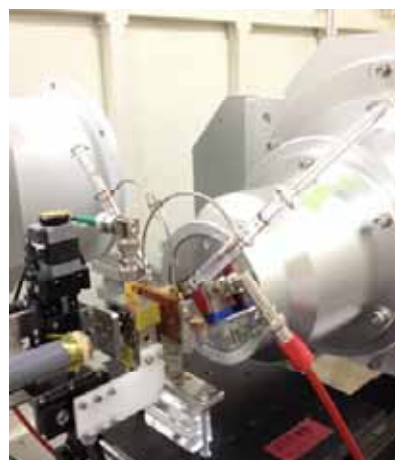


Figure 2. BL8S3 架台上に設置した溶液セル

Table 1. 測定に用いた溶液

溶液	組成
1	MEL0.2wt%/BG20wt%/水
2	BG20wt%/水
3	MEL0.2wt%/GLY20wt%/水

BG:1,3-ブチレングリコール
GLY: グリセロール

5. 結果および考察

得られたイメージングプレート像を円環平均し 1 次元化したプロファイルの時間変化を図 3 に示した。ここで横軸はすべて散乱ベクトル $s = (2 / \lambda) \sin \theta$: λ は X 線波長, 2θ は散乱角)であり , 縦軸はログスケールで表示した強度である。

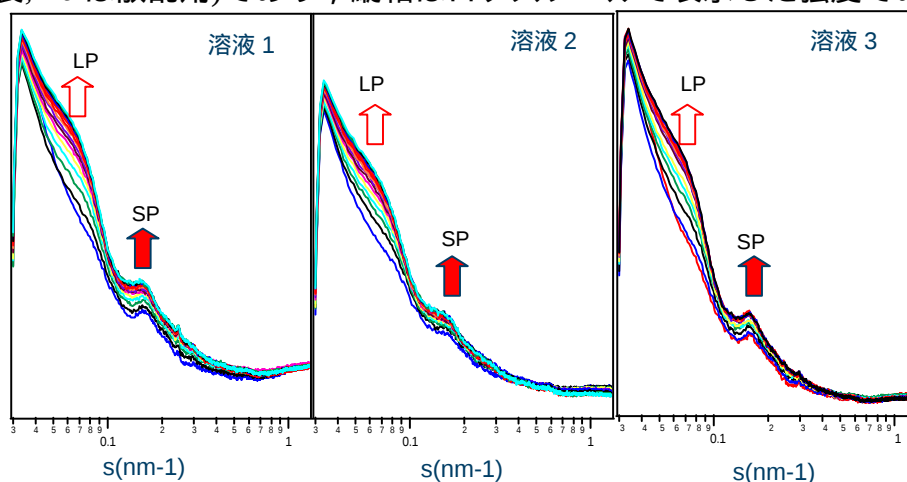


Figure. 3 溶液注入後のプロファイル変化(両対数表示)

一般に皮膚各層は角層細胞の周りを細胞間脂質が取り囲んだレンガ/モルタルモデルと呼ばれる構造からなり細胞間脂質は皮膚のバリア機能において重要な役割を果たしている。その細胞間脂質はラメラ構造を形成し、13 nm 程度の長周期ラメラ構造、および 6 nm 程度の短周期ラメラ構造が存在することが知られている。溶液注入後それぞれのラメラ間隔に相当する位置の強度が上昇することがわかった(図3においてLPが長周期ラメラ、SPが短周期ラメラに相当する)。定量的な解析を行うために短周期ラメラピークに着目しピーク位置から求めたラメラ長およびピーク強度を溶液注入後の時間に対してプロットした結果を図4に示した。溶液3のグリセロール系ではラメラ長がほとんど変化しないのに対し、溶液1、2の1,3-ブチレングリコール系ではラメラ長が長くなり膨潤していることがわかる。さらにMELの添加により膨張率が大きくなった。MELの持つ自己ラメラ形成能が寄与している可能性がある。

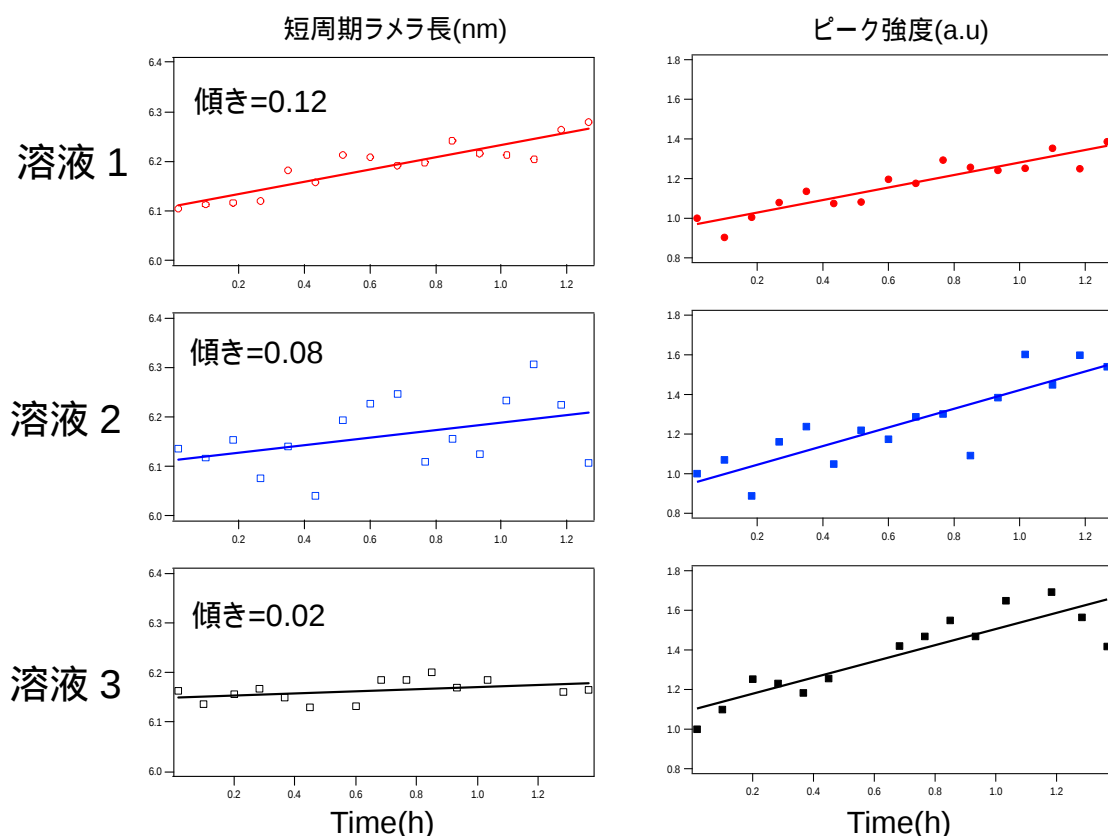


Figure. 4 短周期ラメラ周期およびピーク強度の時間変化

6. 今後の課題

今回の実施により溶液セルを用いた皮膚構造の評価があいちシンクロトロン光センターBL8S3でも十分に実施可能であることがわかった。皮膚構造の研究にはより広い q レンジでの測定が有効であるため広角・小角同時測定も今後検討したい。

今回 MEL 添加による皮膚構造への影響が確認できたが MEL 添加によるべたつき感改善との相関についてはまだ明らかにするまでには至っていない。また皮膚には固体差があることが知られており他の皮膚でも同様の傾向にあるのか確かめる必要がある。

7. 参考文献

- 1) 山本 周平, 柳谷 周作, 森田 友岳 他, 表面 50(10), 351-362, (2012)
- 2) 工藤大樹, 井柳宏一, 吉沢賢一, 大倉さゆり, 中前勝彦, *J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn.*, 40(3), 195-200, (2006)
- 3) Tomohiro Imura *et al.* *Chem. Eur. J.* 12, 2434–2440, (2006)
- 4) I. Hatta, H. Nakazawa, Y. Obata, N. Ohta, K. Inoue, N. Yagi, *Chem. Phys. Lipids* 163, 381 (2010)
- 5) あいち SR センター2014 年度上期 成果公開無償利用事業 成果報告書

謝辞

あいちシンクロトロン光センターの 2014 年度後期成果公開無償利用事業を実施するにあたり公益財団法人科学技術交流財団加藤一徳博士, 山本健一郎氏には溶液セルの設置検討から測定ならびに解析に関してもアドバイスをいただきました。また皮膚試料の輸入が予定より遅れたため当初の実験予定日を急遽変更いただき無事に実験を行うことができました。調整を行って下さいましたあいちシンクロトロン光センターコーディネーターの野崎氏他関係者の方々に深く感謝いたします。