

界面の曲げ弾性を制御した新規クレンジング製剤の散乱法による 構造物性～両連続相と液晶相の共存による微細構造と機能～

((株) アルビオン) ○新聞優子¹、(信大・繊維) 佐藤高彰²
(フィレンツェ大) Piero Baglioni³、(日光ケミカルズ(株)) 小倉卓⁴

[緒言] マイクロエマルジョン(ME)とは、大量の水と油が相互に可溶化した熱力学的安定な系である。水中油型(o/w)と油中水型(w/o)の ME 形成は、それぞれ正と負の界面膜曲率に関連し、水/油界面を形成する界面活性剤がそれぞれ親水性、親油性の場合に形成される^[1]。これらの中に位置し、自発曲率がほぼゼロの両連続構造を特徴とする ME をバイコンティニユアスマイクロエマルジョン(BCME)と呼ぶ^[1]。化粧品分野において BCME は、高い洗浄力と洗い流し性からクレンジング製剤に広く応用される。しかし、多くは低粘度の液状であり、使用性に課題があった。BCME 由来の高洗浄力を維持し、優れた使用性を兼ね備えたクレンジング製剤の開発では、①両連続構造を変調せず界面膜のみを硬化させること、②界面張力が低い BCME 相を外相とした乳化が原理的に困難であることが課題となった。そこで我々は「界面膜の曲げ弾性」を制御する新規フォーミュレーション手法(BCLC 乳化)を構築し、液晶(LC)相との共存によって BCME 相を外相に維持したまま、一部油剤を乳化・増粘した新規乳化物を調製した。本研究では、これら製剤の階層構造と機能の関わりを解明を目指した。

[実験] ジイソステアリン酸ポリグリセリル-10(DGDIS)、ジカプリン酸ポリグリセリル-6(HGDC)を用い、界面活性剤中の HGDC 重量分率 w_{HGDC} を 0.3, 0.4, 0.5, 0.7 と変化させた BCME 試料と、リン酸セチル-アルギニン塩及びミリスチルアルコールを少量追加し BCLC 乳化した試料、BCLC 乳化した $w_{\text{HGDC}} = 0.4$ をベースに、DGDIS を疎水鎖の折れ曲がりを含むジオレイン酸ポリグリセリル-10(DGDO)に変更した試料、リン酸セチル-アルギニン塩をリン酸セチル-Na 塩に変更した試料をそれぞれ調製した。これらに対し、小角・広角 X 線散乱 (SWAXS)、凍結割断法透過型電子顕微鏡 (FF-TEM)、走査電子誘電率顕微鏡 (SE-ADM)を用いた構造解析を行った。さらに皮膚温を想定した 30°C で剪断耐性評価を行った。

[結果・考察] BCLC 乳化によって、散乱曲線 $I(q)$ に油滴界面に起因する Porod 散乱が出現し、Teubner-Stray^[2]モデルと Nallet^[3]モデルによってそれぞれ記述される BCME 構造と LC 構造の共存を確認した (Fig. 1)。 α -結晶ピーク ($q \approx 15.2 \text{ nm}^{-1}$) は観測されず、BCLC 乳化物は、既往の α -ゲル乳化物とは本質的に異なる。FF-TEM 像から、油滴周囲に LC 相に由来する筋状構造を確認した。BCME のドメインサイズ d と相関長 ξ の評価から界面膜の曲げ弾性率 κ ^[4] や秩序指標 γ ^[5] を算出した結果、 w_{HGDC} の増大に伴い κ は増大、 γ は BCME とラメラ液晶の境界の $\gamma = -1$ に向かって減少し、理論限界に近い長距離秩序性を持つ BCME 構造に近付いた。これらの事実は、 w_{HGDC} を制御パラメータとして、界面膜の曲げ弾性とエントロピーのバランス^[6]を変化させ、BCME の秩序性と LC の積層性を制御できることを示唆する。SE-ADM より、 $w_{\text{HGDC}} = 0.4, 0.5$ では水と油が μm スケールの特異な縞模様のパターンで混ざり、微細油滴の帯状パッキング構造が観察された。乳化物の増粘メカニズムとして、液体的 BCME と秩序的 LC の動的非対称による粘弾性相分離が推測された。当日は上記の一部成分変更の効果も議論する。

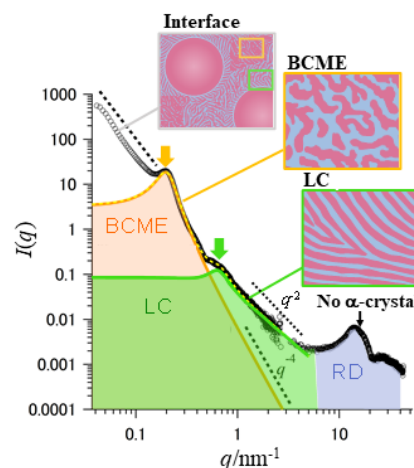


Fig.1 SWAXS intensity, $I(q)$, of the water/oil/DGDIS/HGDC based produced by the BCLC emulsification technique

[文献] [1] Shinoda, K.; Kunieda, H. *J. Colloid Interface Sci.* **42**, 381 (1973). [2] M. Teubner, R. Strey, *J. Chem. Phys.* **87**, 3195 (1987). [3] F. Nallet et al., *J. Phys. France* **51**, 2333 (1990). [4] Gompper et al., *Europhys. Lett.* **56**, 683-689 (2001). [5] T. L. Morkved, et al., *J. Chem. Phys.* **114**, 7247 (2001). [6] P. G. De Gennes and C. Taupin, *J. Phys. Chem.* **86**, 2294 (1982).

Structural Properties of New Cleansing Formulations with Controlling Membrane Bending Elasticity by scattering method: Microscopic Structure and Functions of Cleansing Formulation with Coexisting Bicontinuous and Liquid Crystalline Structures Yuko Shimma¹, Takaaki Sato², Piero Baglioni³, Taku Ogura⁴ (¹ALBION Co., Ltd., ²Shinshu Univ., ³Univ. of Florence, ⁴Nikko Chemicals Co., Ltd. ¹ALBION co., Ltd. 2-24-11 Higashi-Nihombashi, Chuo-ku, 103-0004 Tokyo, Japan, [Tel:03-5825-7815](tel:03-5825-7815), [Fax:03-5820-2132](tel:03-5820-2132), e-mail: y_shimma@albion.co.jp)