

柔軟剤モデル溶液の希釈による平板ラメラ→ベシクル転移における 転移点近傍の構造観察

Structure observation of planar lamellar to vesicle transformation in diluted fabric softener model liquids

川端庸平*, 林賢利, 山内陽介, 永井翔, 加藤直
首都大学東京、〒192-0364 八王子市南大沢 1-1

1 はじめに

ジアルキル型カチオン界面活性剤であるエステルアミド塩酸塩(以下 EA)はポリオキシエチレン系界面活性剤である $C_{12}E_{21}$ ($C_nH_{2n+1}(OC_2H_4)_mOH$, m =平均21) との複合水溶液にて非常に安定な平板ラメラ構造を形成する。この安定性の高さと繊維への吸着能が高いことから柔軟剤としての応用がなされているが、柔軟機能発現には未解明な部分が多い。特に、洗濯槽中での高希釈状態の構造形態は未知である。我々の研究グループではこの希釈構造を偏光・蛍光顕微鏡、動的光散乱(DLS)、小角/広角 X 線散乱(SAXS/WAXS)、低温透過型電子顕微鏡(cryo-TEM)を用いて明らかにすることをこれまでの研究の目的としてきた。最近のこれらの研究で、1 wt%以下の希薄領域において球状分散体が存在することが明らかとなっており、平板ラメラ相からベシクルへの転移であると考えている。

本研究課題では、SAXS プロファイルの解析から希釈構造を特定することと同時に、転移点近傍での構造変化を明らかにすることを目的とした。

2 実験

実験試料として EA (17wt%) / $C_{12}E_{21}$ (2.5wt%) 混合水溶液を作成し、混合比率を変えずに希釈し、その構造を観察した。試料は厚さ 1mm の銅板に穴を開け、カプトンで挟み込む形で保持した。試料温度は室温 (25°C) とした。SAXS 測定はビームライン 6A で行った。検出器は PILATUS を用い、測定波数レンジは $0.07 < q < 2 \text{ nm}^{-1}$ である ($q=4\pi\sin\theta/\lambda$, 2θ : 散乱角)。

3 結果および考察

図 1 は EA 溶液の希釈による SAXS プロファイル形状の変化を示したものである。ベース溶液 (EA17%) における SAXS プロファイルではラメラ構造由来のブラッグピークが 4 次の回折まで確認された。希釈によりブラッグピーク強度が減少すると共にピーク位置が低 q 側 ($q=2\pi/d$, d : 繰り返し距離) にシフトし、ラメラ繰り返し距離は 30 nm 程度まで膨潤した。図 2 は繰り返し距離の EA 濃度依存性で、濃度と共に指数関数的に繰り返し距離が増大していることがわかった。

同時に測定した WAXS プロファイルでは二分子膜の存在を示すピークが認められたことから、ブラッグピークが観測されない 5 wt%以下では二分子膜が一枚膜として存在していることが分かった。また、ブラッグピークが消滅した EA 5 wt%以下の濃度領域において散乱プロファイルの 2 分子膜の形状因子を用いた解析では、疎水基の長さが 2.15 nm、親水基長が 0.46 nm で膜厚 5.22 nm の 2 分子膜を形成していることがわかった。

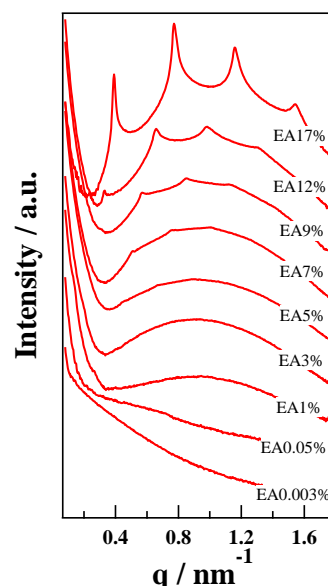


図 1. 希釈による SAXS プロファイル形状の変化

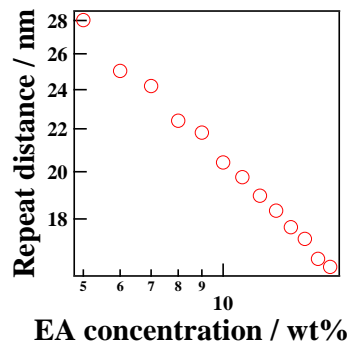


図 2. 繰り返し距離の EA 濃度依存性

* youheik@tmu.ac.jp