

# 糖系界面活性剤のクラフト転移に伴うゲル状膜構造に対する フィタニル基の効果

## Effects of phytanyl chains on the gel-like bilayers in a sugar surfactant solutions below the Krafft temperature

川端庸平\*, 山内陽介, 永井翔, 林賢利, 加藤直  
首都大学東京, 〒192-0397 八王子市南大沢 1-1

### 1 はじめに

我々の研究グループでは、ポリオキシエチレン系界面活性剤  $C_{16}E_6$  と  $C_{16}E_7$  ( $C_{16}H_{33}(OC_2H_4)_mOH$ ,  $m = 6$  or  $7$ ) 水溶液系において、クラフト温度以下で  $C_{16}E_6$  系ではラメラ相の巨大なネットワーク構造を、 $C_{16}E_7$  系ではベシクル構造が形成されることを見出している。このような構造形態は親水基のオキシエチレン鎖の柔軟かつ嵩高い構造によるものであると考えており、疎水基の結晶化・ゲル化が親水基によって阻害された結果であると推察している。また、これら 2 つの構造の違いは親水基の付加モル数によるものであり、ラメラ膜の成長を促進するか阻害するかによって構造形態が決まると考えている。この考えに基づくと、 $\mu\text{m}$  スケールの特徴的な構造形態は、他の界面活性剤水溶液系でも形成される可能性が大いにある。

このような経緯の元、同じ非イオン界面活性剤でも親水基に糖骨格を有する糖系界面活性剤水溶液におけるクラフト転移について注目し研究を行ってきた。特に、結晶化を阻害する効果があるフィタニル鎖などのイソプレノイド型の疎水基を有する糖系界面活性剤との混合系について SAXS 測定による構造観察を行ってきた。

本研究では、フィタニル鎖を有する糖脂質 1-O-(3,7,11,15-tetramethyl hexadecyl)- $\beta$ -D-xyloside ( $\beta$ XP) の添加効果について小角・広角 X 線散乱(SAXS)を用いてラメラ膜構造の変化を調べることとした。

### 2 実験

糖系界面活性剤 hexadecyl- $\beta$ -maltoside ( $C_{16}G_2$ ) (Anatrace Inc.) と糖脂質 1-O-(3,7,11,15-tetramethyl hexadecyl)- $\beta$ -D-xyloside ( $\beta$ XP)(理研横浜研究所羽藤正勝博士から譲渡)を水に溶解させ、全界面活性剤濃度( $C_{16}G_2 + \beta$ XP)を 10wt%および 5wt%に調整した。 $\beta$ XP 濃度は全界面活性剤濃度に対して 1-10 mol%で混ぜた。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 Instec 社の mk1000-TS62 により制御し、それぞれの試料のクラフト温度以下にクエンチ幅を 2°C 程度変化させながら時分割測定を行った。SAXS/WAXS 測定はビー

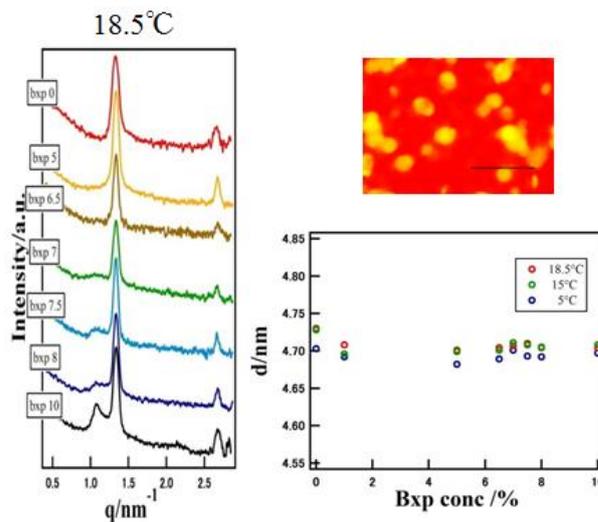


図1 温度 18.5 °C (クラフト温度 25 °C) 一定で $\beta$ XP 濃度を変化させた際の SAXS プロファイル (左図) と、主ピークの繰り返し距離の $\beta$ XP 濃度依存性。右上図は蛍光顕微鏡画像 (スケールバー10  $\mu\text{m}$ ) 。

ムライン 6A で行った。検出器は PILATUS を用いた。測定波数レンジは  $0.3 < q < 3 \text{ nm}^{-1}$  (SAXS)、 $10 < q < 30 \text{ nm}^{-1}$  (WAXS) である ( $q = 4\pi\sin\theta/\lambda$ ,  $2\theta$ : 散乱角)。

### 3 結果および考察

図1は温度 18.5 °C (クラフト温度 25 °C) 一定で $\beta$ XP 濃度を変化させた際の SAXS プロファイルである。 $\beta$ XP 0 – 6.5 mol%では  $L_{\beta}$ 相 (ゲル状ラメラ相) 由来のブラッグピークが  $q \sim 1.34 \text{ nm}^{-1}$  付近に出現し、繰り返し距離 4.7 nm のラメラ構造であることがわかった。一方、 $\beta$ XP 7 mol%以上で  $q \sim 1.13 \text{ nm}^{-1}$  に小さなピークが現れ、このピークに対応すると思われる 2 次ピークが  $q \sim 2.3 \text{ nm}^{-1}$  付近に出現していた。この濃度領域では 2 つの周期構造を持つラメラ構造の共存状態であることを意味し、主ピークに対応する繰り返し距離は $\beta$ XP 濃度に依存せずほぼ一定であることと併せて考えると、 $C_{16}G_2$  を主成分とする 2 分子膜ラメラ構造と  $C_{16}G_2 \cdot \beta$ XP が混在するラメラ構造が形成されていることが推測される。

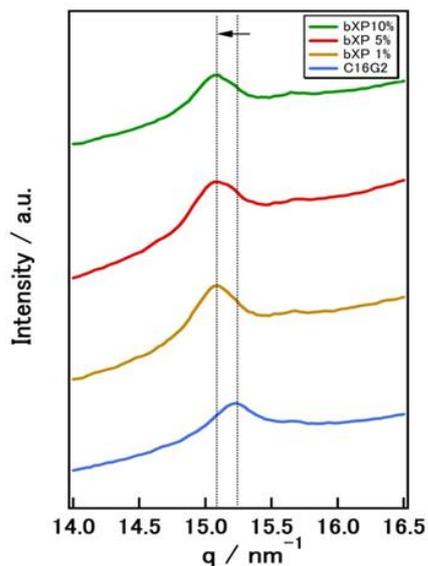


図2 温度 5 °C一定で $\beta$ XP濃度を変化させた際の WAXS プロファイル。

図2は温度 5 °C一定で測定した WAXS プロファイルの $\beta$ XP濃度依存性である。 $\beta$ XP添加により膜面内秩序由来のブラッグピーク位置が僅かに low-q へシフトし、繰り返し距離として、0.417 nm から 0.412 nm へと広がったことがわかった。メチル基長が 0.15 nm であるので、側鎖の分だけ分子間距離が広がるわけではないが、 $\beta$ XPの添加によって膜面内構造が僅かに緩くなったことが明らかとなった。

#### 参考文献

- [1] Y. Nagai *et al.*, *J. Phys. Chem. B*, **116**, 12558 (2012).  
 [2] Y. Kawabata *et al.*, *J. Phys. Chem. B*, **116**, 1593 (2012).

\* youheik@tmu.ac.jp