

生体膜モデルとしての脂質展開単分子膜に対する 界面活性剤の吸着挙動

(宇都宮大院工¹, 花王(株)²)

○高橋 雄也¹, 志村 僚¹, 飯村 兼一¹, 山田 真爾², 高橋 豊²

【緒言】生体膜モデルに対する界面活性剤の吸着挙動の理解は、実際の生体膜で起こっている複雑な界面現象や、生体膜と界面活性剤の相互作用の解明にもつながる重要な課題である。本研究では、脂質展開単分子膜に対する界面活性剤の吸着挙動を、下層水中に界面活性剤を注入してからの表面圧の経時変化の測定やブリュースター角顕微鏡観察等によって評価した。分子構造が系統的に異なる界面活性剤と脂質の組み合わせに対し実験を行い、分子構造と吸着挙動の関連性について検討した。

【実験】界面活性剤としては、ドデシル鎖を持ち親水基構造が異なるドデシル硫酸ナトリウム (SDS) とドデシルトリメチルアンモニウムブロミド (DTAB)、および SDS の親水基とドデシル鎖の間にポリオキシエチレン鎖が挿入された分子構造を持つ ES2 を用いた。膜物質としては、細胞膜に多く含まれることが報告されている親水性頭部基を持つジパルミトイルホスファチジルエタノールアミン (DPPE) とホスファチジルコリン (DPPC) を用いた。下層水としては Tris 緩衝液(pH 7.4)を用いた。脂質単分子膜を展開し、目的表面圧まで圧縮した後、シリンジを用いて下層水中に界面活性剤水溶液を注入し、表面圧の経時変化を測定した。

【結果と考察】Fig. 1 に、30 mN/m まで圧縮した DPPE 単分子膜の下層水中に、下層水中での濃度が 0.1 mM になるように界面活性剤水溶液を注入した際の表面圧の経時変化を示す。いずれの場合でも、注入操作による急激な表面圧の変化 ($t = 0 \sim 2$ min) の後、数分から数十分にわたって表面圧が徐々に増加し、減少するという現象が見られた。後者の過程における表面圧の最大値 ($\pi_{\max}$) を比較すると、DTAB では約 31 mN/m、ES2 では約 34 mN/m であったのに対し、SDS では 40 mN/m 付近にまで達した。また、界面活性剤を注入してから表面圧が最大値に達するまでの時間は、大きな $\pi_{\max}$ を示す場合ほど短くなった。また、これらの変化の傾向は、DPPC 単分子膜に対しても同様であった。

上述の表面圧の増加と減少は、それぞれ、界面活性剤の脂質膜への吸着・挿入と脱着によるものであると考えられる。従って、Fig. 1 の結果は、SDS が、ES2 や DTAB に比べて、より大きく膜の状態を変化させること、およびより短時間のうちに脂質膜に吸脱着することを示唆しているものと解釈できる。また、いずれの場合でも、表面圧は界面活性剤水溶液の注入前の値まで減少していないことから、ある程度の量の界面活性剤分子が膜に吸着したままであると思われる。

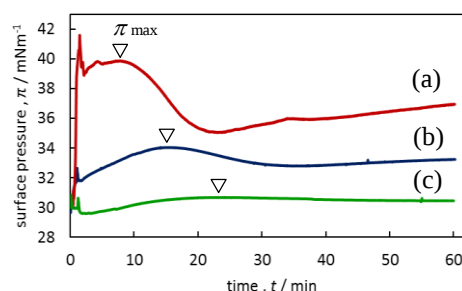


Fig.1 Time course of surface pressure for the DPPE monolayers after injection of (a) SDS, (b) ES2, and (c) DTAB aqueous solutions.

Adsorption Behavior of Surfactants to Lipid Spread Monolayer as Biomembrane Model

Yuya TAKAHASHI¹, Tsukasa SHIMURA¹, Ken-ichi IIMURA¹, Shinji YAMADA², Yutaka TAKAHASHI²
(Utsunomiya Univ.¹, Kao Corporation², emlak@cc.ustunomiya-u.ac.jp)

Surfactant adsorption to Langmuir monolayers of lipids such as DPPE and DPPC at the air/water interface was investigated by film balance experiments and Brewster angle microscopy. The change in surface pressure of the monolayers was measured as a function of time after injection of a surfactant solution into the water subphase. As shown in Fig. 1, the injection of sodium dodecyl sulfate (SDS) solution induced relatively rapid, large increase and successive decrease of the surface pressure in comparison to the cases of other surfactants such as dodecyltrimethylammonium bromide (DTAB) and sodium laureth-2 sulfate (ES2), suggesting an instant adsorption-desorption characteristic and a larger monolayer-destabilization effect of SDS.