

界面活性剤と脂肪酸の相互作用による アルキル鎖配向変化の SFG 解析

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

界面活性剤は、1分子内に親水基と疎水基を有し、洗浄、乳化、分散、可溶化、起泡、消泡などの作用を示す。この性質を利用して、家庭用洗剤などの幅広い産業分野に用いられている。一方で、脂肪酸は、炭化水素鎖を持つ1価カルボン酸で、油脂や脂質の構成成分である。油脂は油汚れの主成分であるため、界面活性剤と脂肪酸の相互作用の評価は、洗浄メカニズムの解明において重要である。

そこで本研究では、代表的なカチオン界面活性剤である hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) の水溶液表面の吸着単分子膜および鎖長の異なる2つの長鎖脂肪酸 (pentadecanoic acid (C15)、behenic acid (C22)) の水面上展開体分子膜に対して、和周波発生 (SFG) スペクトルを測定し、界面活性剤と脂肪酸の相互作用によるアルキル鎖の配向変化を評価した。

■ 実験結果

1. CTAB吸着単分子膜

Fig. 1(a)に、0.9 mMのCTAB水溶液表面に形成された吸着単分子膜に対するSFGスペクトルを示す。CH₂対称伸縮振動ピークの強度(①)が、CH₃対称伸縮振動ピーク(②)のそれと比較して大きいことが分かった。このことから、CTABのアルキル鎖は乱れた配向をとっていることが示唆される。また、3450 cm⁻¹には、水素結合したOH基の対称伸縮振動のピーク(③)が観察された。これは、CTABにより気水界面がプラスに帯電したことで形成された電気二重層の間に、水分子が規則的に配列したことで生じたものであると考えられる。

2. 脂肪酸展開単分子膜

Fig. 1(b)にC15単分子膜(分子占有面積:35 Å²/molec.)のSFGスペクトルを示す。他の物質と比較して、SFGの強度が小さかった。これは、C15が膨張膜を形成しており、気水界面における分子密度が低いためであると考えられる。Fig. 1(c)には、C22単分子膜(分子占有面積:35Å²/molec.)のSFGスペクトルを示す。ここでは、CH₂伸縮振動ピーク(②)が強く観察された。C22は凝縮膜を形成するため、アルキル鎖がall-trans構造に近い状態で水面に対して垂直配向しているためであると考えられる。

3. CTAB注入後の脂肪酸単分子膜

Fig. 1(d)にC15単分子膜の下相水中にCTAB水溶液を注入した後(下相水濃度:0.9 mM)のSFGスペクトルを示す。C15単分子膜では、注入前と比較してCH₂伸縮振動ピーク(②)が強くなった。これは、CTAB分子が単分子膜に

吸着・挿入したことで膜の分子密度が増加し、アルキル鎖が垂直に配向したことを示唆している。一方、C22単分子膜の場合(Fig. 1(e))には、注入前と比較してCH₂伸縮振動ピーク(①)の強度が大きくなった。これは、吸着したCTAB分子のアルキル鎖がgauche構造をとっているか、CTAB吸着によってC22のアルキル鎖の配向が乱されたためであると考えられる。また、C15とC22のどちらにおいても、OH伸縮振動のピーク(③)が観測された。

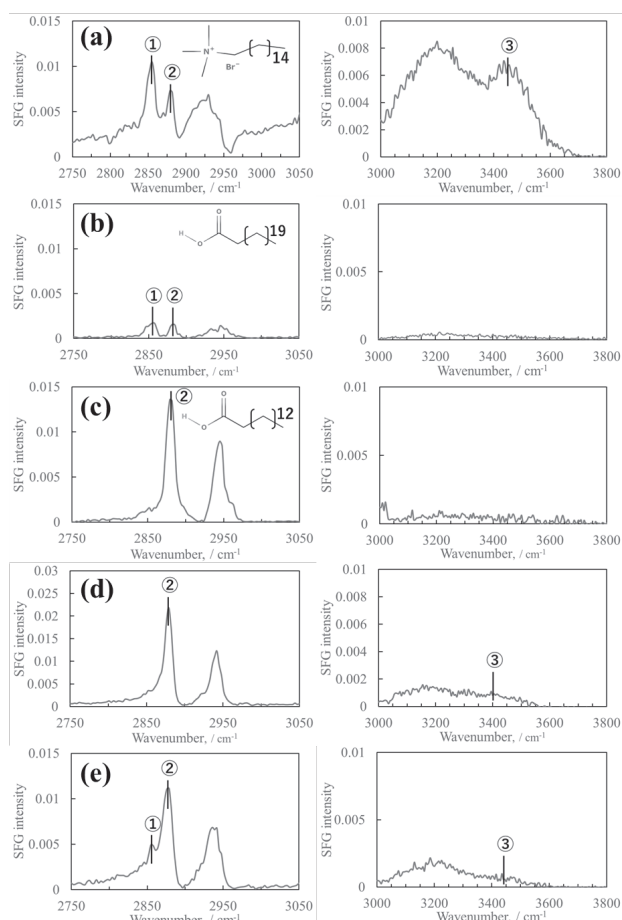


Fig. 1 水面上単分子膜のSFGスペクトル(ssp): (a) CTAB吸着単分子膜、(b) C15および(c) C22展開単分子膜、(d) C15および(e) C22展開単分子膜の下相水にCTAB水溶液注入後。

代表発表者 齋藤 万安沙(さいとう まあさ)
所 属 宇都宮大学大学院 地域創生科学研究科
工農総合科学専攻 界面化学研究室
問合せ先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2
TEL: 028-689-6158
E-mail: mc196617@cc.utsunomiya-u.ac.jp

■キーワード: (1) 界面活性剤
(2) SFG 分光法
(3) 単分子膜
■共同研究者: 飯村 兼一 (宇都宮大学)
宮前 孝行 (産業総合技術研究所)