

分子集合体

荒牧賢治*†

*横浜国立大学大学院環境情報研究院 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-7 (〒240-8501)

† Corresponding Author, E-mail: aramakik@ynu.ac.jp

(2015年8月20日受付, 2015年9月29日受理)

要 旨

界面活性剤の機能性は表界面への吸着と分子集合体形成による。界面活性剤の水中の濃度上昇とともにミセルやリोटロピック液晶が形成され、相平衡図中であらわすことが一般的である。界面活性剤濃厚系で形成されるリोटロピック液晶の構造はおもに界面活性剤の集合体中での充填形態によって決まる。非イオン界面活性剤であるポリ(オキシエチレン)アルキルエーテルではポリ(オキシエチレン)鎖の重合度を変化させると親水基間の反発力が変化しリोटロピック構造の変化が生じ、その構造変化は臨界充填パラメーターによって説明できる。リोटロピック液晶はメソ多孔体合成やDDSキャリアなどに用いることができる。また、希薄系で形成されるミセルの形状も親水基間の反発力に応じて変化する。とくにひも状ミセルと呼ばれる高分子鎖のように伸びたミセルは系の増粘をもたらす、DR剤や泡沫安定化剤などに利用される。

キーワード：界面活性剤, 分子集合体, ミセル, リोटロピック液晶

1. はじめに

界面活性剤の機能は表界面への吸着と分子集合体形成という二つの現象によっておもにもたらされる。分子集合体の形成と構造は界面活性剤の分子構造や熱力学変数のみだけでは決まらず、溶媒の種類、添加物、界面活性剤の組み合わせなどの多様な因子が相互にかかわりながら決定される。これを統一的に理解し、予測する理論はなく、個別の因子の作用原理の理解を通じて最終的には実験的に確かめる必要がある。その理解の一助となるように、本稿では分子集合体の形成と構造変換の原理の基礎について述べる。

2. 分子集合体の構造と界面活性剤溶液系の相挙動

界面活性剤は溶媒(おもに水)中で組成、温度などの変数に応じてさまざまな分子集合体を形成する。その様子をあらわすために相平衡図がよく用いられる。Fig. 1は水/界面活性剤系の模式的な相平衡図である。多くのイオン性界面活性剤や一部の非イオン界面活性剤系では、低温において水分子とともに分子結晶(水和結晶)を形成する。水和結晶はクラフト点以上の温度で融解し、ミセルやリोटロピック液晶などのさまざまな構造の分子集合体を形成するようになる。一方、クラフト点以上の温度では界面活性剤は臨界ミセル濃度(cmc)以上の濃度

でミセルを形成し、さらに界面活性剤が高濃度になるとリोटロピック液晶を形成する。そのため、一般にcmc以上の濃度において表面張力低下能や可溶化能といった機能が発揮され、とくに洗剤などの界面活性剤希薄系において用いる場合にはcmcの低い界面活性剤を用いることが肝心である。一般的な傾向としては、界面活性剤の疎水鎖を長くすることやイオン性界面活性剤に対して電解質を添加することでcmcは低くなるが、逆にクラフト温度が高くなるというトレードオフの関係がある。また、同疎水鎖長で比較すると、非イオン界面活性剤はイオン性界面活性剤よりcmcがかなり低い場合が多い。

界面活性剤濃度が増すと、ミセルが配向し、ヘキサゴナル液晶(H_1)やラメラ液晶(L_α)などのリोटロピック液晶が形

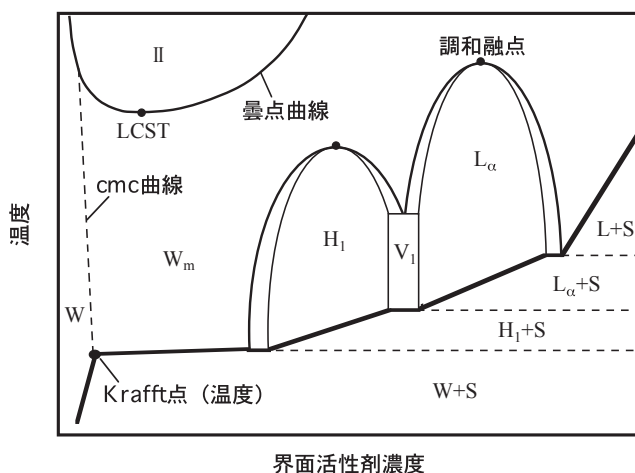


Fig. 1 Schematic phase diagram in a water/surfactant system is shown. W, W_m , H_1 , V_1 , L_α and S indicate, water, micellar, hexagonal, bicontinuous cubic, lamellar and solid phase, respectively.



〔氏名〕 あらまき けんじ
 〔現職〕 横浜国立大学大学院環境情報研究院 准教授
 〔趣味〕 旅行, 絵画鑑賞
 〔経歴〕 1999年横浜国立大学工学研究科博士課程後期中退。同年横浜国立大学工学部物質工学科助手。2003年博士(工学)取得。2005年横浜国立大学大学院環境情報研究院助教授。2007年から現職。