

非イオン界面活性剤水溶液にイオン性界面活性剤を添加することによるパフォーマンスアップ

横浜国立大学 大学院環境情報研究院 荒牧賢治

はじめに

界面活性剤濃度を増すことにより界面活性剤水溶液系の種々のパフォーマンスが向上するケースが多いが、コスト面、環境・安全面から界面活性剤の配合量は少ない方が良い場合が多く、トレードオフの関係にある。その問題の解決の一助として、ここでは非イオン界面活性剤水溶液にイオン性界面活性剤を混合させることによるひも状ミセル水溶液の増粘作用、キュービック相形成組成変化に関する研究例を紹介する。基本的な理屈としては図1のようにイオン性界面活性剤の導入によりミセル表面に電気二重層を形成させ、ミセルの有効体積分率を増加させることによるものである。

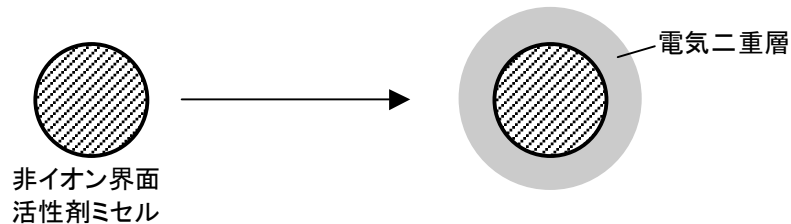


図1 イオン性界面活性剤の導入によるミセル有効体積の増加

ひも状ミセル水溶液の増粘効果

非イオン界面活性剤であるシヨ糖オレイン酸エステル(C_{18:1}SE)の形成するひも状ミセル水溶液にイオン性界面活性剤を添加し、それによる増粘効果を検討した。全界面活性剤の重量分率は0.1に固定し、イオン性界面活性剤のモル分率 X を増加させたときのゼロ剪断粘度(η_0)の変化を図2に示す。C_{18:1}SE水溶液の η_0 は100Pa·s程度であるが、アニオン性界面活性剤であるSDSの添加により、 X の低い領域において、SDSの増加に伴う溶液のゼロ剪断粘度の増加がみられ、1500Pa·s程度の極大値に達した後、

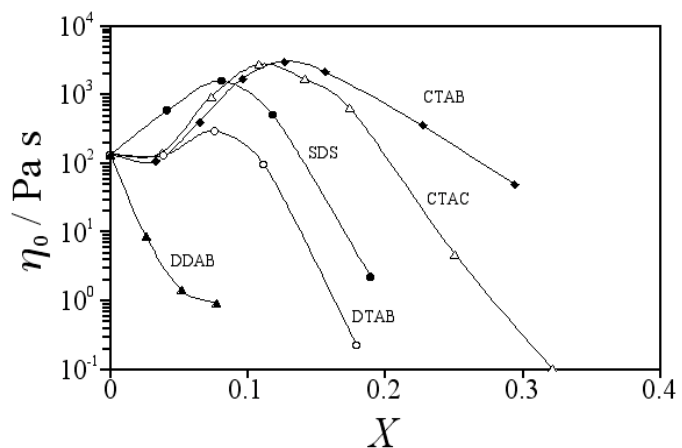


図2 シヨ糖オレイン酸エステル(C_{18:1}SE)の形成するひも状ミセル水溶液にイオン性界面活性剤を添加したときのゼロ剪断粘度の変化

Xの増加と共に減少した。カチオン性界面活性剤のCTAB, CTAC, DTABの添加においては、ゼロ剪断粘度は一旦わずかに下がったものの、その後は増加し、CTAB, CTACの添加においてはSDS添加の場合よりも高い約3000Pa・sを示した。また動的粘弾性測定では、ひも状ミセル水溶液に見られるMaxwellモデルに従う結果が得られ、ひも状ミセルの拡散係数を反映する緩和時間も粘度の増加に伴って増加した。これらの親水性イオン性界面活性剤は球状ミセルあるいはそれに近いミセルを形成することから臨界充填パラメータの小さな界面活性剤である。したがって、ひも状ミセルを形成する $C_{18:1}$ SEにイオン性界面活性剤を添加すると本来はミセルは短くなり、溶液は粘度低下を起こすはずである。この挙動は図2のXの大きい領域で粘度低下が起こっている部分にあらわれている。Xの小さい領域における増粘はミセル長が縮んでいるにもかかわらず電気二重層による有効体積の増加による効果が大いことを意味している。同様の増粘効果は水/ショ糖モノパルミチン酸エステル(C_{16} SE)/脂肪酸系において脂肪酸の一部を脂肪酸塩に置き換えた場合にも観察された。

キュービック相の形成に要する界面活性剤量の低減化

球状ミセルが立方晶系に配列したキュービック(I_1)相は3次元の規則性を有するため、リオトロピック液晶の中でも最も高粘度である。その特性を活かして、キュービック相を媒体とした高粘性のゲルエマルジョン(O/ I_1 型エマルジョン)が得られる。しかし、キュービック相はミセル相より高界面活性剤濃度で形成されるため、O/ I_1 型エマルジョンの形成にはO/W型エマルジョンよりも界面活性剤を多く必要とする。その問題点への対処として、イオン性界面活性剤の導入によりキュービック相の形成領域を低界面活性剤濃度へシフトさせることを試みた。図3は水/ヘキサエチレングリコールドデシルエーテル($C_{12}EO_6$)/オクタン系において $C_{12}EO_6$ の一部をSDSで置き換えたときの I_1 相の形成領域の変化を示したものである。 $C_{12}EO_6$ /SDS=7/3にすると I_1 相は全界面活性剤濃度として20%程度まで低減化できることがわかった。SDSが過剰になると I_1 相領域は再び高界面活性剤濃度側へ戻り、非イオン/イオン性界面活性剤比が適切になると機能が極大化されることが分かった。

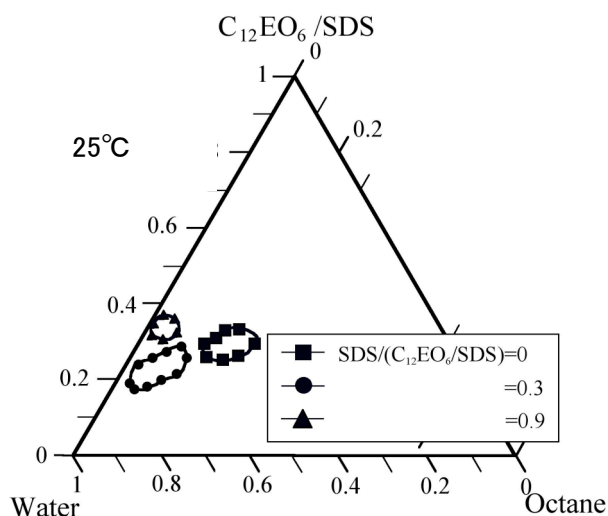


図3 水/ $C_{12}EO_6$ /SDS/オクタン系において界面活性剤混合割合を変化させたときの I_1 相形成領域の変化