



部会だより

コロイドおよび界面化学部会

溶液物性と界面科学

### はじめに

20世紀半ばに、流動液中に高分子化合物を添加すると流動抵抗が下がることが発見され、Toms効果あるいは流動抵抗低減(Drag Reduction: DR)効果と呼ばれています。シカゴ消防局による公開実験では、DR剤なしの水とDR剤を含んだ水を同じ馬力のポンプで放水したところ、DR剤を含んだ水がDR剤なしの水のほぼ2倍の距離に到達しました。そこで、流体力学の研究者たちは、DR剤を含んだ水は、半分の動力でDR剤なしの水の到達距離まで放水できると考えました。さらに一歩進んで、ビルあるいは地域冷暖房の循環水の中にDR剤を添加すれば、循環ポンプの動力を大幅に削減できると推測しました。

しかしながら、添加剤の高分子化合物は、循環ポンプにより裁断され、次第にDR効果がなくなっていました。そこで注目されたのが、高分子化合物類似のひも状ミセルを生成する界面活性剤です。ひも状ミセルは、循環ポンプで裁断されても自己組織化能により、元のひも状ミセルに再生します。

### 臨界充填パラメータと集合体構造

ご存知のように、界面活性剤を水に溶解させていくと、一般に球状ミセル、ひも状ミセル、ベシクル、ラメラといった集合体を生成することが知られていま

す。この集合体構造を決定する因子として、臨界充填パラメータ(CPP)がIsraelachviliにより提案されました。CPPは疎水基の体積( $V$ )、疎水鎖の臨界鎖長( $l_c$ )および親水基の頭部面積( $a_0$ )を用いて、 $CPP = V/a_0 l_c$ と定義されています。さらに、集合体構造とCPPの間には、例えば $CPP < 1/3$ は球状ミセル、 $CPP = 1/3 \sim 1/2$ はひも状ミセルという関係があると提案されました。

しかしながら、CPPを定量的に求めることはほぼ不可能です。というのは、 $a_0$ は対イオンがある場合とフリーの場合で大きさが異なり、また温度変化あるいは濃度変化により値が変わるためです。界面活性剤の濃度変化における球状-ひも状ミセル転移もそれに起因しています。

ひも状ミセルを生成する典型的な界面活性剤は、臭化セチルトリメチルアンモニウムとサリチル酸ナトリウムの混合物です。この希薄混合水溶液をスターラーで攪拌すると、通常の水では渦が発生しますが、この混合水溶液では渦が発生しない渦抑制現象が観測されます。また、渦抑制のある状態で攪拌を停止すると、水溶液がゆっくりと停止し、停止後、逆に回転する跳ね戻り現象が観察されます。これら2つの現象は水溶液に粘弾性が発現していることを示しており、DR剤のスクリーニングに利用されています。

ただ、水溶液中のひも状ミセルを生成

する界面活性剤は、多くはカチオン性であり、殺菌作用を有するために環境への漏出による小動物への影響を考慮して、欧州では使用禁止となっています。そのため環境低負荷型の界面活性剤の開発が求められています。

### 界面活性剤と溶液物性

化粧品業界においては、 $CPP = 1/2 \sim 1$ のベシクルや、 $CPP \approx 1$ のラメラが多く利用されていますが、最近 $\alpha$ ゲルが注目されています。第68回コロイドおよび界面化学討論会で、「固体なのにゲル状態?— $\alpha$ ゲルの謎に迫る研究最前線」というシンポジウムが開かれました。

また、油溶液中の逆ひも状ミセルも新たに注目されていて、オイルゲル化剤あるいは増粘剤としての研究が始まっています。逆ひも状ミセルには、 $CPP = 2 \sim 3$ といった疎水基部分が大きいレシチンについての報告があります。レシチンが二本鎖の両親媒性分子であることから、ジェミニ型界面活性剤が新たな逆ひも状ミセルの候補として挙がってきています。

このように、界面活性剤は、疎水基の構造や親水基の構造、水溶液あるいは油溶液中の濃度変化、さらには添加剤や温度変化等で、溶液物性がいろいろ変わる非常に魅力的な化合物です。界面科学分野の今後更なる発展が期待されます。

〔多賀圭次郎 (名古屋工業大学)〕

© 2018 The Chemical Society of Japan