

## モノメリック型およびジェミニ型カチオン界面活性剤の相挙動に及ぼす重合性基の影響

酒井健一<sup>\*,\*\*†</sup>・西山広徳<sup>\*</sup>・小椋孝介<sup>\*</sup>・黒木悠平<sup>\*</sup>・遠藤健司<sup>\*</sup>・  
土屋好司<sup>\*\*\*</sup>・酒井秀樹<sup>\*\*\*</sup>・阿部正彦<sup>\*\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>東京理科大学工学部工業化学科 千葉県野田市山崎 2641 (〒278-8510)

<sup>\*\*</sup>東京理科大学総合研究機構 千葉県野田市山崎 2641 (〒278-8510)

<sup>\*\*\*</sup>東京理科大学理学部第一部応用化学科 東京都新宿区神楽坂 1-3 (〒162-8601)

<sup>†</sup> Corresponding Authors, E-mail: k-sakai@rs.noda.tus.ac.jp, abemasa@rs.noda.tus.ac.jp

(2012年3月12日受付; 2012年6月14日受理)

### 要 旨

モノメリック型(一鎖一親水基型)界面活性剤およびジェミニ型(二鎖二親水基型)界面活性剤の水における分子集合体形成に及ぼす重合性基の影響を検討した。その結果、非重合性のモノメリック型(UTAB)、重合性のモノメリック型(PC11)および非重合性のジェミニ型(11-6-11)の相状態は、低濃度側からミセル溶液( $W_m$ )相—二相共存領域(II)—ヘキサゴナル液晶( $H_1$ )相—ラメラゲル( $L_\beta$ )相と変化した。一方、重合性のジェミニ型(PC11-6-11)の相状態は、 $H_1$ 相と $L_\beta$ 相との間にラメラ液晶( $L_\alpha$ )相が出現し、低濃度側から $W_m$ -II- $H_1$ - $L_\alpha$ - $L_\beta$ 相となった。モノメリック型とジェミニ型界面活性剤のどちらの場合も、それらの疎水基末端に重合性基が存在することにより $H_1$ 相の形成濃度が上昇した。また、ジェミニ型構造を有する界面活性剤は、モノメリック型の界面活性剤の場合よりも $H_1$ 相を形成する濃度(物質間で規格化)が低くなった。

キーワード: ジェミニ型界面活性剤, 重合性界面活性剤, 相挙動

### 1. 緒 言

炭化水素系の界面活性剤は、食品や洗剤、各種パーソナルケア商品に至るまで種々さまざまな化成品中、あるいはそれらの製造過程で多用されている<sup>1)</sup>。界面活性剤をその化学構造で分類すると、炭化水素系のほかにもフッ化炭素系(撥水性、潤滑浸透性や防食性に優れており、表面改質剤や金属表面処理剤として用いられている)やシリコン系(消泡性や離型性に優れており、化粧品や繊維用として利用されている)も挙げられるが、炭化水素系の界面活性剤がこれらの中で最も多用されている。

通常モノメリック型(一鎖一親水基型)界面活性剤の親水基もしくはその近傍を、スパーサーと呼ばれる連結基で結合した界面活性剤をジェミニ型(二鎖二親水基型)界面活性剤と呼ぶ<sup>2)</sup>。ジェミニ型界面活性剤は対応するモノメリック型の界面活性剤と比較して、ミセル形成能や表面張力低下能がフッ化炭素系の界面活性剤並みに優れているながらも、クラフト温度が格段に低いという特徴を有している。すなわち、モノメリック型の界面活性剤に代わってジェミニ型界面活性剤を使用すれば、化成品中における界面活性剤の総用量を削減できることとなるため、ジェミニ型界面活性剤は環境調和型の有機材料として注目されている。しかし、世界中で市販されているジェミニ型界面活性剤はほんの数種類に過ぎない<sup>\*1</sup>。これはジェミニ型界面活性剤の分子量はモノメリック型界面活性剤の2倍程度であるが、合成と精製の過程が複雑になるために製造コストが格段に高騰するためである。われわれはこの点について、低コスト

でも製造できるジェミニ型界面活性剤を開発してきた<sup>3-6)</sup>。

ジェミニ型界面活性剤の開発に関する最近の一つの流れは、ジェミニ型の優れた界面化学的特性を活かしつつ、そこにさらなる機能性を付与することにある。この一端としてわれわれは、重合性基を疎水鎖末端に有するジェミニ型界面活性剤を開発してきた<sup>7-9)</sup>。重合性のジェミニ型界面活性剤は一分子内に二つの重合性基を有することから、効率的な分子間重合が可能となる<sup>10)</sup>。これまでにわれわれは、重合性ジェミニ型界面活性剤を希薄な水溶液中で重合させると、もともと存在していた球状ミセルの構造を維持できること<sup>7-9)</sup>、あるいは固体/水溶液界面に形成された吸着膜を重合させることでその構造を維持できること<sup>11)</sup>などを報告してきた。しかし、重合性ジェミニ型界面活性剤の濃厚水溶液物性、および形成された相構造の重合については包括的な検討を行っていない。界面活性剤はさまざまな形態の分子集合体をその濃度に応じて形成するが、これらの構造を重合により固定化できれば、新たな機能性材料の創製につながる事が期待される。

本研究では、モノメリック型カチオン界面活性剤およびジェミニ型カチオン界面活性剤の分子集合体形成に及ぼす重合性基の影響を、目視および偏光顕微鏡観察、小角X線散乱(SAXS)

\*1 中京油脂(株): 二本鎖ビスカルボン酸塩型の両親媒性化合物(商品名ジェミサーフ)、旭化成ケミカルズ(株): ジラウロイルグルタミン酸リシンナトリウム塩(商品名ベリセア)、タマ化学工業(株): ビスピリジニウム四級アンモニウム塩型の両親媒性物質(商品名ハイジェニア)、日油(株): ホスホリルコリン類似基を有する両性の両親媒性物質(商品名ヴィノパール)。