

界面活性剤の中性子小角散乱測定

日産化学株式会社 大野正司、奈良女子大学 矢田 詩歩、吉村倫一

1. Introduction

2 疎水鎖 1 親水基構造の 2 鎖型界面活性剤は、水溶液中で 2 分子膜構造のベシクルや有機溶媒中で逆ミセルを形成し、対応する単鎖型界面活性剤と比べて低い表面張力を示すことが知られている。また、エチルヘキシル鎖や 1~4 個の分岐メチル基を含むアルキル鎖を有する界面活性剤は、アルキル基の総炭素数が同じ直鎖型界面活性剤よりも低いクラフト温度、低い表面張力、高い浸透力を示すことが報告されている。

我々はこれまでに、多分岐 2 鎖型構造の高級アルコールまたは脂肪酸（日産化学株式会社製ファインオキシコール）を用いて、親水基にポリオキシエチレン（EO）鎖をもつエーテル型およびエステル型の多分岐 2 鎖型非イオン界面活性剤を新規に分子設計・合成し、水溶液物性と会合体特性を明らかにした。最近では、多分岐 2 鎖型非イオン界面活性剤の水溶液を用いて起泡力と泡沫安定性について調べ、これらが対応する直鎖 2 鎖型非イオン界面活性剤や直鎖単鎖型非イオン界面活性剤と比べて高い泡特性を有することを明らかにした。しかし、これらの評価は泡の目視観察や光学顕微鏡観察にとどまっており、詳細な評価は行うことができていない。泡の構造を詳細に調べることができれば、泡の安定性などのメカニズムの解明に繋がると考えられる。

そこで本課題では、多分岐 2 鎖型非イオン界面活性剤が作る泡の詳細な構造（泡の膜厚、排液の速度、プラトーボーダーなど）や破泡に至るまでのプロセスを明らかにするために、中性子小角散乱（SANS）を用いて検討を行った。比較として、対応する直鎖対称 2 鎖、直鎖非対称 2 鎖、直鎖単鎖型界面活性剤についても同様に調べ、泡特性に及ぼす界面活性剤の疎水基構造の影響について明らかにした。

2. Experiment

① 試料：

4 種類の非イオン界面活性剤（（1）多分岐 2 鎖、（2）直鎖対称 2 鎖、（3）直鎖非対称 2 鎖、（4）直鎖単鎖）を用い、重水に溶解させて任意の濃度に調製した。

② 泡沫の評価装置：

日本油化学会第 57 回年会の矢田らの発表を参考とし、プラスチック、アルミニウム板を用いて作成した。底部にエアストーンを設置した。

③ 泡生成方法・測定方法：

エアストーンを底部に入れた試料セルに界面活性剤溶液を任意の量を注ぎ、電動エアポンプで一定流速の空気を流して起泡させた。試料セルが泡沫で満たされたことを確認した後、中性子を照射して中性子小角散乱の測定を行った。得られたデータは任意の時間ごとに一次元化した。

④ 測定装置：

iMATERIA（出力：500kW）

3. Results

多分岐2鎖型非イオン界面活性剤および比較として直鎖対称2鎖、直鎖非対称2鎖、直鎖単鎖型非イオン界面活性剤の重水溶液を起泡し、起泡直後から約30分間、高さ180 mmの位置の泡に中性子を照射することで、泡膜の散乱プロファイルを得た。起泡直後から30分後までの多分岐2鎖型および直鎖単鎖型非イオン界面活性剤の1分毎の散乱プロファイルを図1に示す。散乱プロファイルより、 $q = 0.15 \text{ \AA}^{-1}$ 以下では干渉性散乱が支配的であるのに対し、 $q = 0.15 \text{ \AA}^{-1}$ 以上ではフラットな散乱が得られ、非干渉性散乱が支配的であることがわかった。干渉性散乱が支配的な領域は、2つに分けて考えることができる。低い q 領域では、散乱曲線の傾きが q^{-2} と q^{-4} に従い、一般に q^{-2} は泡膜の板状構造、 q^{-4} は明確な界面に相当することから、膜の構造に関する情報が得られることがわかった。起泡直後から8分後までは、多分岐2鎖型および直鎖単鎖型非イオン界面活性剤はほぼ同様の散乱プロファイルを示した。しかし、8分後以降では両者のプロファイルは異なった。多分岐2鎖型では、8分後から30分後まで散乱プロファイルは変化しないのに対し、直鎖単鎖型では、8分後に散乱プロファイルの強度は急激に減少し、バックグラウンドとほぼ同じ散乱を示した。すなわち、直鎖単鎖型界面活性剤は8分後以降で泡が崩壊していることがわかった。

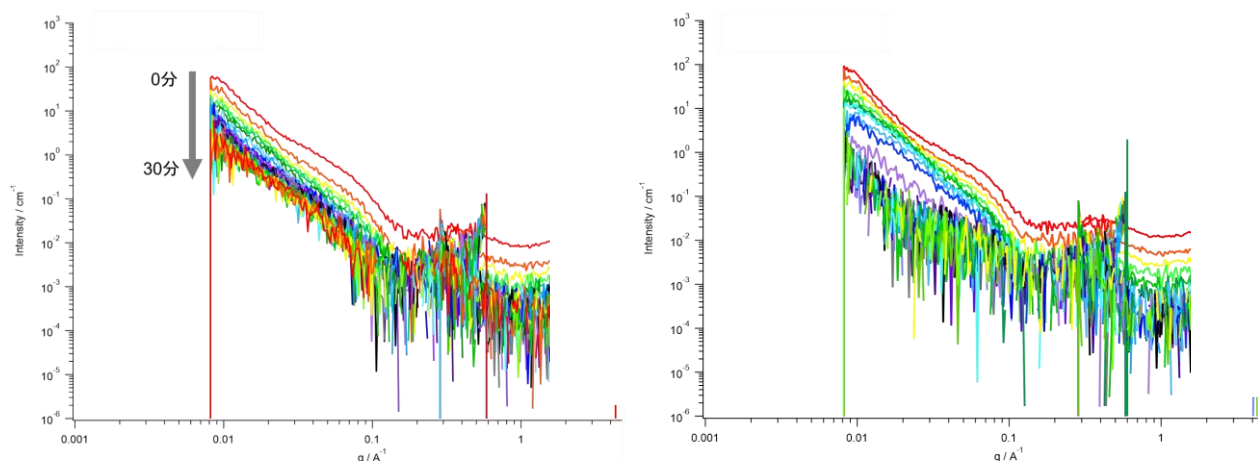


図1. 多分岐2鎖型（左）および直鎖単鎖型（右）非イオン界面活性剤重水溶液が形成する泡沫の散乱プロファイル

4. Conclusion

本課題のSANSの測定結果は、目視や顕微鏡観察によって調べた結果と一致することがわかった。これより、泡のSANS測定は有用な実験手法であることが明らかにできた。SANSの散乱プロファイルを用いた詳細な解析は今後進めていき、泡沫のミクロな構造について詳細に明らかにしたい。泡沫の構造をSANSによって調べた例は少なく、得られた結果はトイレット分野のみならず泡を扱うさまざまな産業分野に新たな知見を与えると考えられる。