多分岐鎖型アミノ酸－糖ハイブリッド界面活性剤の泡沫の構造と安定性

木村 菜津樹[1], 橋本 吾郎[2], 中根 千果[3], 寺本 健太郎[3], 大森 隆司[3], 河合 里紗[1], 吉村 倫一[1]

[1] 奈良女子大学大学院（奈良県奈良市北魚屋西町）
[2] 東邦化学工業株式会社（千葉県袖ケ浦市北袖 10 番地）
[3] 株式会社マツモト交商（東京都中央区日本橋室町 2-3-1）

Key words: 多分岐鎖、アミノ酸－糖ハイブリッド、泡沫、X 線小角散乱、中性子小角散乱、レオロジー

1. Introduction

近年我々は、直鎖疎水基型のアミノ酸－糖ハイブリッド界面活性剤の泡沫特性について検討し、アミノ酸および糖の構造が泡沫の構造や安定性に及ぼす影響を明らかにしてきた。一方、疎水基構造がこれらの特性に及ぼす影響については十分に検討されていない。そこで本研究では、天然由来のファルネソールを疎水基に用いた多分岐構造の新規アミノ酸－糖ハイブリッド界面活性剤を用い、泡沫の構造と安定性について検討した。

2. Experimental procedures

2.1 Materials

疎水基にファルネソール由来の多分岐鎖、親水基にグリシンとマルトースを有する多分岐鎖型アミノ酸－糖ハイブリッド界面活性剤（*b*C_{15}GlyMal）を用いた。比較として、同一の多分岐疎水基をもつ糖型界面活性剤（*b*C_{15}Mal）および同一の親水基構造をもつ直鎖疎水基型アミノ酸－糖ハイブリッド界面活性剤（C_{12}GlyMal）を用いた。

2.2 Measurements

泡沫の構造および安定性は、SPring-8 の BL19B2 に設置された X 線小角散乱（SAXS）および JRR-3 の SANS-U に設置された中性子小角散乱（SANS）を用いて評価した。セル内で送気法により起泡した泡に対し、セル下部から 25 cm の位置に X 線または中性子線を照射し、散乱プロファイルを得た。泡レオロジーでは、溶液体積（10、15、20 mL）、溶液濃度（0.5、1、5、10 mmol dm^{-3}）、せん断速度（400、600、800、1000 s^{-1}）の条件で、セル内で撹拌法により起泡した泡粘度を測定するとともに、一定のせん断速度（1000 s^{-1}）における泡粘度の経時変化を調べた。

3. Results and discussion

bC_{15}GlyMal（1 mmol dm^{-3}）の泡沫の SANS プロファイル（q は散乱ベクトルの大きさ、$I(q)$は散乱強度）を Fig. 1 に示す。低 q 領域で $I(q)$は q^{-2}、高 q 領域で q^{-4} に従う減衰が認められ、板状構造を有する比較的平滑な泡膜が形成されていることが示唆された。両領域における直線の交点から見積もった泡膜厚は、起泡後 1 時間にわたり約 35 nm を維持した。1 時間経過後も散乱プロファイルはほぼ維持されたことから、安定な泡膜構造が保持されていることが確認された。さらに、低濃度（0.5、1 mmol dm^{-3}）の方が高濃度（5.0、10.0 mmol dm^{-3}）より高い泡沫安定性を示したことから、泡膜中の排液挙動が泡沫安定性に関与している可能性が示唆された。溶液体積 15 mL、一定せん断速度（1000 s^{-1}）における泡粘度の経時変化を Fig. 2 に示す。時間の経過とともに起泡が進行し、泡粘度は増加した。その後、溶液がすべて泡に転換した時点で、泡粘度はほぼ一定となった。濃度および初期の溶液体積により、起泡に要する時間や平衡時の泡粘度は異なった。これらの結果より、濃度および初期溶液体積は、起泡挙動と泡沫安定性に影響を及ぼすことが示唆された。*b*C_{15}GlyMal は、*b*C_{15}Mal および C_{12}GlyMal よりも良好な起泡力と高い泡沫安定性を示した。これは、多分岐疎水鎖の導入により、気／液界面における分子が密に吸着・配向し、泡膜構造が安定化されたためと考えられる。

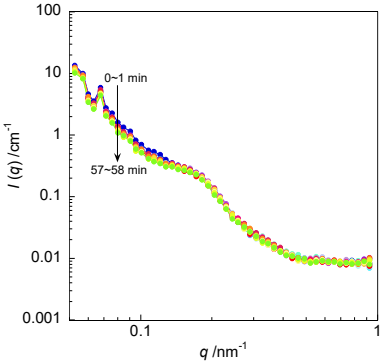

Fig. 1 Time-dependent SANS profiles of *b*C_{15}GlyMal foam (1.0 mmol dm^{-3}).

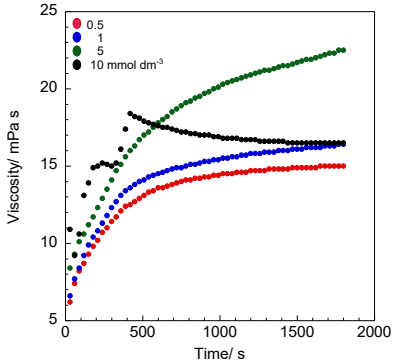

Fig. 2 Time-dependent changes in foam viscosity at different concentrations of *b*C_{15}GlyMal.

4. Conclusion

bC_{15}GlyMal は良好な起泡力と高い泡沫安定性を示すことが明らかとなった。SANS 解析から、起泡後に比較的均一で平滑な泡膜が形成されることが示唆され、泡レオロジーより、泡粘度が泡沫安定性を支配する重要な因子であることが示された。これらの結果から、多分岐疎水鎖とアミノ酸－糖親水基を組み合わせた分子設計は、安定な泡膜の形成に有効であると考えられる。