

多分岐鎖型アミノ酸-糖ハイブリッド界面活性剤の 会合体および泡沫のレオロジー挙動

奈良女大院 ○木村菜津樹, 河合里紗, 吉村倫一
東邦化学工業 (株) 橋本吾郎
(株) マツモト交商 中根千果, 寺本健太郎, 大森隆司
総合科学研究機構 (CROSS) 岩瀬裕希

Rheological Behavior of Aggregates and Foams of Multi-branched Amino Acid-Sugar Hybrid Surfactants

○N. Kimura, G. Hashimoto*, C. Nakane**, K. Teramoto**, T. Ohmori**,
R. Kawai, Y. Iwase***, and T. Yoshimura

Nara Women's University, *Toho Chemical Industry Co., Ltd, **Matsumoto Trading Co., Ltd,
and ***Comprehensive Research Organization for Science and Society (CROSS)

ABSTRACT: We investigated the rheological behavior of aqueous solutions and foams of a multi-branched amino acid-sugar hybrid surfactant, *bC₁₅GlyMal*, containing a farnesol-derived hydrophobic group, glycine, and maltose. The aqueous solutions exhibited characteristic shear-thickening and shear-thinning behavior depending on concentration, which was associated with the concentration-dependent aggregate structures determined by SAXS. During foam formation, the foam viscosity increased with time. The formation and rheological properties of the foams depended on surfactant concentration, shear rate, and shear history.

1. 緒言

現在、環境負荷低減の観点から、バイオ由来の界面活性剤の開発が注目されている。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会合挙動および泡沫特性について検討し、アミノ酸と糖の構造がこれらの特性に及ぼす影響を明らかにしてきた。一方、疎水基の分岐構造が会合挙動や泡沫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鎖型アミノ酸-糖ハイブリッド界面活性剤の会合体および泡沫のレオロジー挙動について検討した。

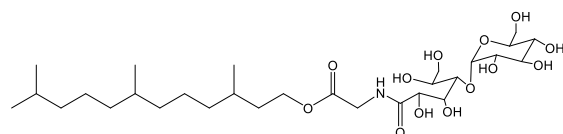


Fig. 1 Structure of *bC₁₅GlyMal*.

2. 実験

3つの分岐メチル基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*bC₁₅GlyMal*の水溶液および泡沫のレオロジー測定には、レオメーター (MCR 302e, Anton Paar) を用いた。治具は、水溶液ではコーンプレート、泡沫では二重らせん型治具 (ST39) を使用した。

3. 結果と考察

多分岐疎水鎖型*bC₁₅GlyMal*水溶液 (0.5~900 mmol dm⁻³) の25 °Cにおける粘度のせん断速度依存性をFig. 2に示す。0.5~10 mmol dm⁻³では、せん断速度の増加に伴い、粘度が一旦増加した後には低下し、シェアシックニングに続いてシェアシンニングを示す特徴的な非ニュートン流動が見られた。この濃度領域では、X線小角散乱 (SAXS) によりベシクルの形成が確認されており、これらの流動挙動はベシクルの構造と関

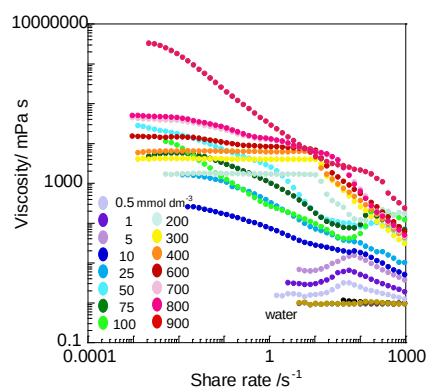


Fig. 2 Shear rate dependence of viscosity of *bC₁₅GlyMal* aqueous solutions at 25 °C.

連していると考えられる。シアシッキングはベシクル間の相互作用やせん断による構造形成に、シアシニングはその構造の破壊やベシクルの変形・配向に起因すると考えられる。

25~100 mmol dm⁻³では、せん断速の増加に伴い、粘度のプラトーに続いてシアシニング、シアシッキングが見られた。この濃度領域ではSAXSによりベシクルとラメラドメインの共存が確認されており、これらの流動挙動には、両会合体の共存やせん断による構造変化が関係していると考えられる。200 mmol dm⁻³以上では、低せん断速度域で粘度のプラトーを示した後、せん断速の増加に伴いシアシニングが見られた。この濃度領域ではSAXSによりラメラドメインの形成が確認されており、これらの流動挙動には、ラメラドメインの配向やせん断による構造変化が関係していると考えられる。

bC₁₅GlyMal水溶液 (15 mL) の25 °Cにおける泡粘度の経時変化について、1.0 mmol dm⁻³でせん断速度を400~1000 s⁻¹とした結果をFig. 3 (a)に、1000 s⁻¹で濃度を0.50~10 mmol dm⁻³とした結果をFig. 3 (b)に示す。

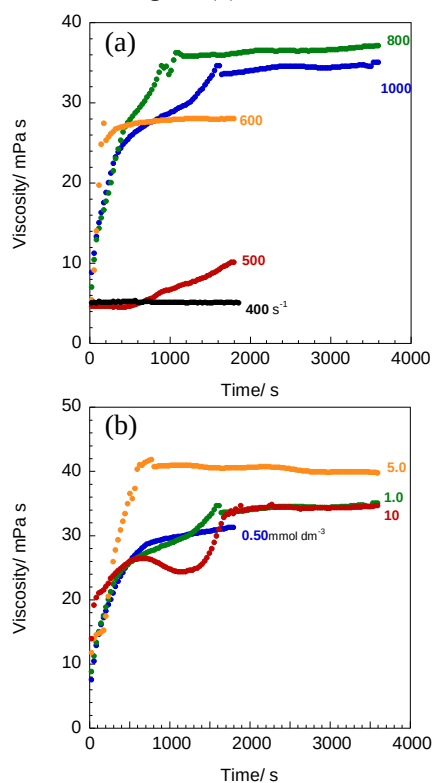


Fig. 3 Time-dependent changes in foam viscosity of bC₁₅GlyMal aqueous solutions at (a) different shear rates and (b) different concentrations.

時間の経過とともに泡粘度は増加し、起泡の進行が確認された。さらに、溶液全体が泡沫化すると、泡粘度は定常値に達した。せん断速度が高いほど泡粘度は短時間で増加する傾向を示したが、定常時の泡粘度はせん断速度の増加に対して単調には増加しなかった。また、泡粘度の経時変化は界面活性剤の濃度によっても異なった。泡粘度が定常値に達するまでの挙動は泡沫の形成過程を、定常時の泡粘度は形成された泡沫の流動特性を反映していると考えられる。これらの結果より、せん断速度や界面活性剤の濃度が、泡沫の形成過程および形成された泡沫のレオロジー特性に影響を及ぼすことが明らかとなった。

同水溶液について、せん断速度を500、600、800、1000 s⁻¹と段階的に増加させ、各せん断速度で1800 s測定したときの泡粘度の経時変化をFig. 4に示す。せん断速度の増加とともに泡粘度が増加し、起泡が進行した。いずれの濃度においても1000 s⁻¹では微細な泡がセル上部まで形成され、泡粘度は濃度の増加とともに高くなる傾向を示した。一方、1000 s⁻¹の一定せん断速度で起泡した場合、定常時の泡粘度には、濃度の増加に伴う明瞭な増加傾向は見られなかった (Fig. 3 (b))。これは、せん断速度を段階的に増加させた場合とは異なる傾向であった。

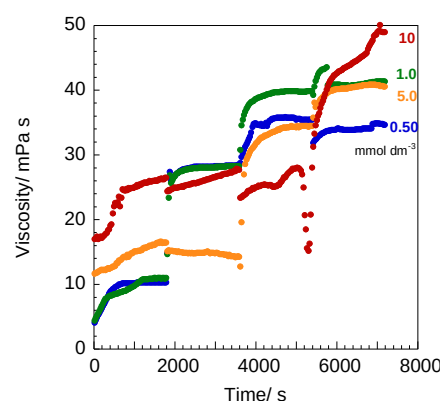


Fig. 4 Time-dependent changes in foam viscosity of bC₁₅GlyMal aqueous solutions under stepwise increases in shear rate.

以上の結果より、泡沫の形成およびそのレオロジー特性は、界面活性剤の濃度やせん断速度だけでなく、泡沫形成時のせん断履歴にも依存することが明らかとなった。