

カゼインと数種類の界面活性剤を用いた場合の凝集・泡沫分離法の処理性比較

宮崎大学工学部 正会員 鈴木祥広
正会員 丸山俊朗

1. はじめに

カゼインは、泡沫生成能が高いタンパク質の一つである。しかも懸濁粒子や鉄やアルミニウムの水酸化物フロックへのカゼインの吸着性は極めて高く、かつ疎水性も強い¹⁾。このような界面化学的性質を有するカゼインは、凝集・泡沫分離法による懸濁物除去において、凝集フロック界面を疎水化する捕集剤、および泡沫を発生させる起泡剤として優れた機能を発揮する^{2),3)}。一方、溶解成分である重金属イオンやヒ素、あるいは染料の除去を目的としたコロイド浮選法においては、目的物質を吸着あるいは共沈させた鉄などの金属コロイドの回収・除去するための捕集剤としてドデシル硫酸ナトリウムやオレイン酸ナトリウムなどの界面活性剤が利用されている⁴⁾。また、現在においては、性質や種類の異なる非常に多くの界面活性剤が開発され、様々な分野で利用されている。そこで、凝集・泡沫分離法において、カゼインと数種類の界面活性剤を用いた場合の処理性について比較し、界面活性剤の利用の可能性を検討した。

2. 材料と方法

2.1 カゼインと界面活性剤

乳製カゼイン（化学用、和光純薬製）の原液（10,000mg/L）は、0.01Nの水酸化ナトリウム水溶液に溶解して作成した。本実験で検討した界面活性剤は表-1に示した。界面活性剤原液（10,000mg/L）は、蒸留水に溶解して作成した。

2.2 捕集剤と起泡剤を兼ねた利用法

カオリン濁水（蒸留水、NaHCO₃ 50mg/L、カオリン 200mg/L）を実験用原水とした。原水500mLを500mLビーカーに取り、急速攪拌を行いながらpH調整剤（0.1N水酸化ナトリウム溶液）で凝集pHの7となるように調整し、所定量の凝集剤（塩化第二鉄、FeCl₃；10、20mg-Fe/L）となるように加えて3分間急速攪拌した。続いて、カゼインまたは各種の界面活性剤を所定濃度となるように加え、さらに1分間急速攪拌した。この懸濁液200mLを分取し、回分式泡沫分離装置の気液接触塔に移して、泡沫分離処理を行った。泡沫分離の操作条件は、送気流量を0.3L/min、泡沫分離処理時間は3分間とした。

2.3 起泡剤としての界面活性剤の利用法

上記の同様の操作でフロックを形成させ、続いて、カゼインの添加濃度が10mg/Lとなるように加えて30分間攪拌してカゼインを完全にフロックに吸着させた。次に、各種界面活性剤を所定量添加し、30秒間急速攪拌して、十分に混合させた後に、泡沫分離処理を行った。

表-1 実験に用いた界面活性剤

分類	名称	略称	製造元
陰イオン性	liner-Dodecylbenzensulfonic Acid Sodium Salt	LAS	Kao Co.
	Sodium Dodecyl Sulphate	SDS	Nakarai tesque
	Oleic Acid Sodium Salt	Oleic	Nakarai tesque
陽イオン性	Benzalkonium Chloride	Benz-Cl	Nakarai tesque
	Stearyltrimethylammonium Chloride	Stea-Cl	Nakarai tesque
	Lauryltrimethylammonium Chloride	Laur-Cl	Nakarai tesque
両イオン性	CHAPS	CHAPS	SIGMA Co.
	Lauryl Betaine	24B	Kao. Co.
非イオン性	Polyoxyethylene Lauryl Ether	PLE	Nakarai tesque
	Alkyl-aryl Polyether Alcohol (Triton X-100)	X-100	Nakarai tesque
	Saponin	Saponin	Nakarai tesque

キーワード：凝集・泡沫分離法，懸濁物除去，カゼイン，界面活性剤，処理性比較

（連絡先）〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1宮崎大学工学部土木環境工学科

Tel: 0985-58-7339, Fax: 0985-58-7344

3. 結果と考察

3.1 捕集剤兼起泡剤としてのカゼインとその他の界面活性剤の機能比較

図-1には、カオリン濁水におけるカゼイン添加濃度と濁度除去率の関係を示した。カゼイン15mg/L以上の濃度区ではフロックを濃縮した泡沫が生成され、濁質が除去された。カゼインを用いた場合には、添加濃度20mg/Lにおいて、濁度除去率 $99.2 \pm 0.2\%$ ($n=3$)の極めて高い除去率が得られた。図-2には、陰イオン性界面活性剤の添加濃度、除去率および泡沫分離水量の関係を示した。オレイン酸は、泡沫生成能はLASやSDSよりも低いものの、フロック界面を疎水化する捕集剤としての機能は高く、15mg/L以上の添加濃度区において、除去率は98%、処理水濁度3.0~4.1TUの範囲で一定となった。また、LASとSDSでは、捕集剤としての機能は低いことがわかった。

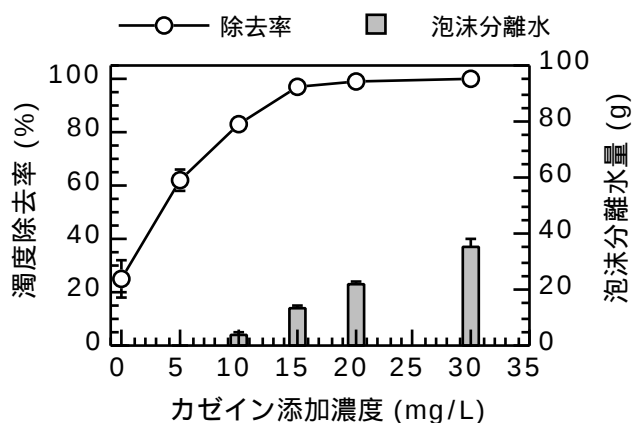


図-1 カゼインを起泡剤兼捕集剤として用いた凝集泡沫分離処理. ($n=3$, 平均 $\pm$ SD)

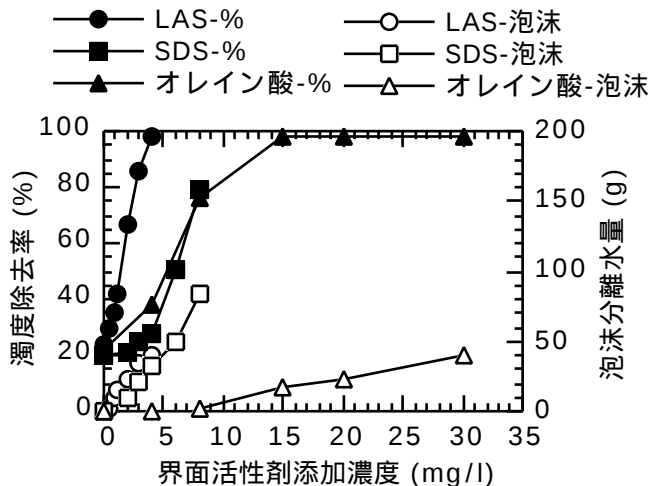


図-2 陰イオン界面活性剤を起泡剤兼捕集剤として用いた凝集泡沫分離処理. ($n=3$, プロットは平均値)

一方、陽イオン、両性イオン、および非イオン性界面活性剤の計8種類のすべての界面活性剤において、泡沫を大量に発生させた条件においても、泡沫にフロックが回収される様子はみられず、これらの界面活性剤には、全く捕集性がなかった。

3.2 界面活性剤の起泡剤としての利用

カゼインを用いて疎水化したフロックについて、界面活性剤による泡沫生成によって、分離・回収できるか否か、について検討した。陰イオンのLAS、陽イオンのBenz-Cl、両性イオンのCHAPS、および非イオンのPLEを起泡剤として用いた場合の濁度除去率を図-3に示した。いずれも、泡沫を生成するに十分な添加濃度において、フロックが泡沫に濃縮され、フロックは極めて良好に溶液側から回収された。濁度除去率は、99%に達した。これらと同一の結果が表-1に示した全ての界面活性剤において得られた。

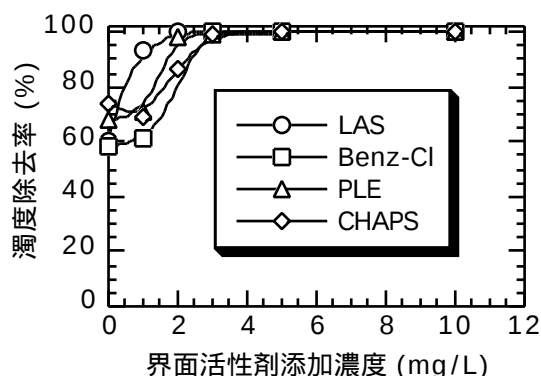


図-3 カゼインを捕集剤、界面活性剤を捕集剤として用いた凝集泡沫分離処理. ($n=3$, プロットは平均値)

4. まとめ

- (1) 陰イオン性界面活性剤のオレイン酸は、捕集剤として機能したが、カゼインと比較すると懸濁物除去能は劣る。陽イオン性、両イオン性、および非イオン性界面活性剤の界面活性剤は、捕集剤としての機能を全く持たない。
- (2) カゼインによって疎水化されたフロックを、泡沫で回収するための起泡剤としては、いずれの界面活性剤でも利用可能である。
- (3) 排水に含まれる洗剤等の界面活性剤を起泡剤として利用できることが示唆された。

引用文献

- 1) 鈴木祥広, 丸山俊朗: タンパク質溶液の泡沫生成に及ぼすpHと共存物質の影響. 水環境学会誌, 23, 108-115 (2000).
- 2) 丸山俊朗, 鈴木祥広, 河添智, 仲元寺宣明, 土手裕: PACと乳製カゼインを用いた凝集・泡沫分離法によるカオリン懸濁粒子の除去. 水環境学会誌, 24, 159-167 (2001).
- 3) 鈴木祥広, 丸山俊朗: 鉄塩凝集剤と乳製カゼインを用いた凝集・泡沫分離法による懸濁物除去に関する基礎的研究 -カゼインの役割-. 水環境学会誌, 印刷中(2001).
- 4) Huang, S. D., H. Ho, Y. Li and C. Lin: Adsorbing colloid flotation of heavy metal ions from aqueous solutions at large ionic strength, Environ. Sci. Technol., 29, 1802-1807 (1995).