

宮崎大学工学部 学生員 守谷亮介

宮崎大学工学部 正会員 丸山俊朗

宮崎大学工学部 正会員 鈴木祥広

1. はじめに

鉱油、動植物油の排出源として石油精製業、食糧品製造業、車両整備業、飲食店、一般家庭など非常に多い¹⁾。鉱油や動植物油は、生物処理が容易でなく、さらに生物処理の処理効果を低下させ、環境に放出されると、河海の汚染問題を引き起こす。そのため下水道への排水基準と河海などの公共水域への放流基準は、鉱油類では 5 mg/l 、動植物性油脂類は 30 mg/l で同じとなっており、下水処理場での処理は期待できないことを示している。

現在行われている処理法は、重力分離方式のオイルセパレーターや空気溶解型凝集浮上法（加圧浮上法）などがあるが、油滴が小さい乳化油を含む廃水は、オイルセパレーターでは処理が困難である。また、加圧浮上法は装置が大規模で、維持管理が容易でないといった問題をかかえている。したがって、含油廃水の迅速で適切な処理方法の開発が望まれている。

そこで本研究では、海産魚介類の循環型畜養・畜産養殖システムにおいて水質維持に極めて効果的な泡沫分離法²⁾に着目した。この浄化機構は、魚から分泌される体表面粘質物（蛋白質）が、(1) 懸濁物を気泡に吸着させるバインダーの役割を果たし、(2) 気泡供給によって水面上で懸濁物を含む、粘性の高い安定泡沫を形成し、(3) 安定泡沫として回収されるというものである。

そこで本研究では、含油廃水について、凝集剤としてPACを、蛋白質としてカゼインを用いたときの回分式泡沫分離法による適切な処理条件を求めることを目的とした。

2. 実験方法

約 130 mg の潤滑油（エンジンオイル）に水道水を 200 ml 加え、ホモジェナイザー（KINEMATICA AG, PT10-35）でエマルジョン化した。エマルジョンのサイズは $0.28 \pm 0.02 \mu\text{m}$ ($n=200$) であった。この溶液に 800 ml の水道水を加え、 1 l の原水とした。原水油分濃度を約 90 mg/l とした。回分式実験装置を図-1に示す。作成した原水をジャーテスターで急速攪拌（ 150 rpm ）を行いながら、pH調整剤として 1 N-NaOH または 1 N-HCl を添加の後、PACとカゼインの所定量を順に添加した。攪拌終了後 pH を測定し、 850 ml を気液接触塔に移して泡沫分離処理を行った。水面に形成する懸濁物を吸着した安定泡沫を吸引管を通して泡沫トラップ瓶に回収した。泡沫分離条件として送気量 0.65 l/min （気液比 3.8）、泡沫分離時間を 5 分とした。泡沫分離処理後、ドレンより採取したものを処理水とし、pH と油分濃度を測定した。

3. 結果と考察

着実にフロックを形成して、 5 mg/l 以下まで除去するために必要なPAC添加量は、凝集沈殿処理の予備実験の結果、 20 mg Al/l で、処理時間は1時間であった。そこで、(1) 適切なカゼイン添加量とpHを求めるために、PAC添加量を20

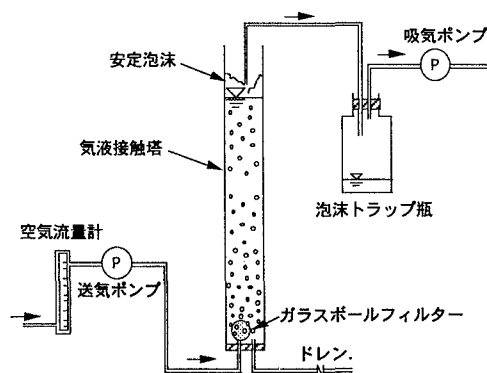


図-1 回分式泡沫分離装置

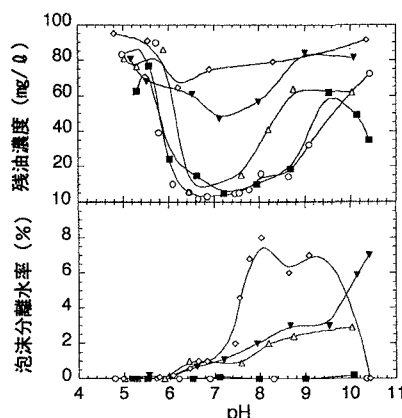


図-2 pHと残油濃度、泡沫分離率の関係

カゼイン添加量：○—, 0 mg/l ；■—, 10 mg/l ；
△—, 20 mg/l ；▼—, 30 mg/l ；
◇—, 50 mg/l

原水油分濃度： $86.2 \pm 10.3 \text{ mg/l}$ 。

キーワード：泡沫分離法、油水分離、PAC、カゼイン

〒889-21 宮崎市学園木花台西 1-1 TEL 0985-58-2811 FAX 0985-58-1673

mg Al/l として、カゼイン添加量を変化させたときの pH と残油濃度、泡沫分離水率の関係を図-2 に示す。カゼイン添加量が 0 mg/l では、残油濃度の低下は起こらず、カゼイン添加量の増加に伴って残油濃度が低下した。カゼイン添加量 50 mg/l 以上では pH 6.5~7.5 で残油濃度は 5 mg/l 以下まで除去された。このときの泡沫分離水率は約 1% (8.5 ml) となり、フロックは泡沫分離水として回収された。

図-2 の PAC 添加量は凝集沈殿処理において最適条件である 20 mg Al/l としたが、泡沫分離法において適切な添加量を求めることとした。そこで、(2) カゼイン添加量 50 mg/l、pH を約 7 として、最適な PAC 添加量を調べた。図-3 は PAC 添加量と残油濃度および泡沫分離水率との関係である。PAC 添加量が 0 mg Al/l のときには、残油濃度はほとんど除去されず、PAC 添加量がわずかに 3 mg Al/l で残油濃度は 5 mg/l 以下となった。PAC 添加量が 20 mg Al/l 以上になると残油濃度は増加した。これは生成するフロック量に対して、カゼインまたは気泡量が不足したためと考えられる。

図-3 から最適な PAC 添加量は 3 mg Al/l であった。発生する泡沫分離水量はできるだけ少ない方がよい。泡沫分離水量はカゼイン濃度に依存する。そこで、(3) 最適なカゼイン添加量を求めた。PAC 添加量を 3 mg Al/l、pH を約 7 とした場合のカゼイン添加量と処理水の残油濃度および泡沫分離水率の関係を図-4 に示す。カゼイン添加量 0 mg/l のとき残油濃度は低下しないが、カゼイン添加量の増加に伴って残油濃度は低下し、カゼイン添加量が 30 mg/l で残油濃度は 5 mg/l 以下となった。このとき、泡沫分離水率は約 2% であった。

以上の結果より、原水油分がエマルジョンとして約 90 mg/l のとき、泡沫分離法において PAC とカゼインの添加は不可欠であり、適切な注薬条件は、PAC 添加量 3 mg Al/l、カゼイン添加量 30 mg/l となった。

次に、本法を用いて、石油精製工場の実廃水の処理を行った。約 34,000 mg/l の実廃水を約 1,000 mg/l に蒸留水で希釈したものを原水とした。これをエマルジョン化して処理した。PAC 添加量 10 mg Al/l、カゼイン添加量 100 mg/l の条件で排水基準である 5 mg/l 以下まで処理することができた（図-5）。カゼイン添加量は 100 mg/l よりかなり低下させることができると観察された。

4. まとめ

回分式泡沫分離処理において、PAC 添加量 3 mg Al/l、カゼイン添加量 30 mg/l を添加することによって油分濃度約 90 mg/l を残油濃度約 5 mg/l 以下まで除去できた。このとき泡沫分離水率は約 2% と低く非常に効率的であるといえる。泡沫分離法の全処理時間約 10 分は、凝集沈殿法による処理（1 時間）と比べると、極めて短時間に処理できることが明らかになった。また、油をエマルジョン化させることで油分濃度 1,000 mg/l 程度の含油廃水も、泡沫分離法を用いることで、排水基準である 5 mg/l 以下まで処理できることが明らかになった。よって、泡沫分離法は含油廃水、とくに乳化油の迅速かつ適切な除去法であると考えられる。

参考文献

- 1) 公害防止の技術と法規編集委員会：公害防止の技術と法規 [水質編]，(社) 産業環境管理協会，pp. 21-53，1995。
- 2) 丸山俊朗ら：循環式泡沫分離・ろ過システムによるヒラメ畜養水の浄化，日本水産学会誌，62，(4)，pp. 578-585，1996。

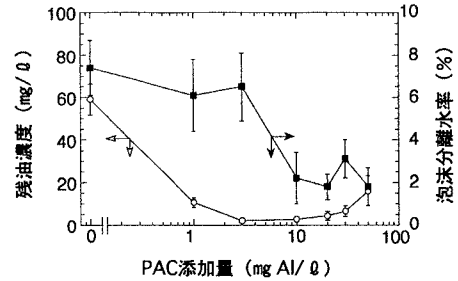


図-3 PAC 添加量と処理水の残油濃度、泡沫分離水率の関係
記号：○—，残油濃度 (mg/l)；■—，泡沫分離水率 (%)
原水油分濃度：83.1±6.9mg/l；
注薬条件：カゼイン添加量，50mg/l；pH，6.9±0.2；
実験回数：n=3。

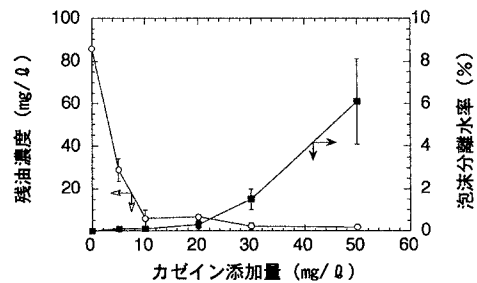


図-4 カゼイン添加量と処理水の残油濃度、泡沫分離水率の関係
記号：○—，残油濃度 (mg/l)；■—，泡沫分離水率 (%)
原水油分濃度：82.8±8.3mg/l；
注薬条件：PAC 添加量，3mg Al/l；pH，7.0±0.3；
実験回数：n=3。

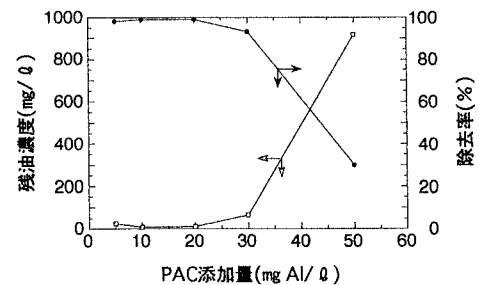


図-5 石油精製工場廃水の泡沫分離処理における PAC 添加量と残油濃度、除去率の関係
記号：○—，残油濃度 (mg/l)；■—，除去率 (%)
原水油分濃度：1110±62mg/l；
注薬条件：カゼイン添加量，100mg/l；
実験回数：n=1。