

VII-103

空気分散型凝集 - 泡沫分離法による油水分離に関する研究

日水コン 正会員 坂口 正一
 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、精油工場、ガソリンスタンド、食品工場、一般家庭など多くの排出源が考えられ、そのまま環境へ放出されると、1) 生物処理の処理効率の低下、2) 水中の溶存酸素濃度の低下、3) 魚介類への多大な影響などの害を及ぼす。下水道への排出基準は、河海などの公共水域への放流水の基準と同じであり、鉱油類では 5 mg/l 、動植物性油脂類では 30 mg/l となっている。つまり、下水処理場での処理は期待できないことを示している。今日採用されている主な除去法は空気溶解型凝集浮上法（加圧浮上法）である。この方法は、1) 装置が大きく、2) 維持管理が容易でなく、3) 処理水の濃度をかならずしもクリアできない、といった問題があるとされている。すなわち、小規模排出源対策として、適切かつ確実な処理法が望まれている。

本研究では、海産魚の循環型蓄養・養殖技術として開発された泡沫分離法^{1), 2)}に着目し、適切な注薬条件を求め、油水分離の可能性を明かにすることを目的とした。

2 原理

超音波により破碎された細かい油粒子（エマルジョン）は凝集剤でブロックを形成し、ブロックとカゼインが吸着し、その合体した物質は気泡に強く吸着して水面に集積し、続いて安定泡沫を形成する。図-1は泡沫分離の原理を記した丸山の概念図である。このような処理法を油水分離に応用するのは、はじめてのことである。

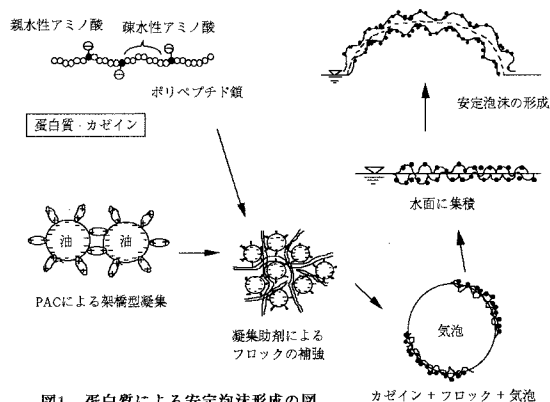


図1 蛋白質による安定泡沫形成の図

3 原水、処理剤、及び材料について

原水は200 mlのピーカーに油（エンジンオイル、三菱石油社製）を添加し、水道水を200 ml加え、60℃まで熱し、ホモジェナイザーで油を破碎して乳化（エマルジョン化）した。この溶液に水道水800 mlを混合して1 lの原水とした。なお、原水の初期油分濃度は、（ピーカー＋油の重さ）－（乾燥後のピーカーの重さ）とした。処理剤として、凝集剤にPAC、蛋白質にカゼイン、乳化剤に陰イオン性界面活性剤のオレイン酸ナトリウムを用いた。

4 実験方法

実験装置を図-2に示す。原水にオレイン酸ナトリウムを添加し、ジャーテスターにかけ、急速攪拌（150rpm）をしながら、PAC、pH調整剤（NaOH、HCl）、カゼインの順に添加した。この段階までの所要時間は12分とした。急速攪拌終了後、pHを測定した。原水を850 ml採り、泡沫分離処理を5分間行った。処理時間は合わせて17分とした。発生する安定泡沫は吸引ポンプでトラップ瓶に捕集した。泡沫分離処理終了後、処理した原水の全量を取り、油分濃度（堀製作所製、油分濃度計、OCMA-300型）、pH（東亜電波工業株式会社製、pHメーター、HM-300型）、及び濁度（東京電色製、T-2600型）を測定した。また、実験は、適切なPAC添加量とカゼイン添加量の最適条件を見いだすために、PAC添加量、カゼイン添加量、界面活性剤添加量、処理前のpHのうち一つだけを変量とし、その他は一定として行った。

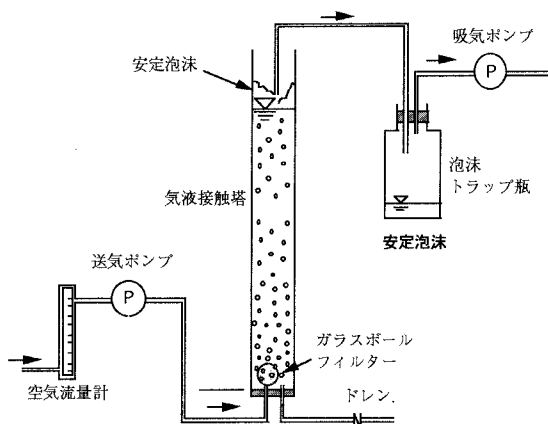


図-2 空気分散型回分式泡沫分離実験装置

5 結果と考察

図-3にはPAC添加量と処理水の残油濃度の関係

を示した。PACが $7.8 \sim 18 \text{ mg/l}$ で、処理水中の残油濃度は 5 mg/l 以下となった。PAC添加量が低い範囲で除去できないのは、PAC添加量が少ないため、PACが界面活性剤に消費される割合が多いためと考えられる。また、添加量が $32 \sim 100 \text{ mg/l}$ でも処理水の残油濃度は高くなった。これは、着実にフロックは生成するが、フロックの量が多すぎ、カゼインが不足したために気泡に吸着して浮上できないためと考えられる。

図-4にはカゼイン添加量と処理水の残油濃度の関係を示した。カゼイン添加量が 18 mg/l 以上で、処理水の残油濃度が 5 mg/l 以下となった。カゼイン添加量が $0 \sim 14 \text{ mg/l}$ では、フロックのバインダーであるカゼインが不足し、微細フロックが残留したためと考えられる。

含油排水には界面活性剤が含まれる場合と含まれない場合がある。図-5は界面活性剤添加量と処理水の残油濃度の関係を示した。添加量が $0 \sim 100 \text{ mg/l}$ では処理水の残油濃度が 5 mg/l 以下となった。しかし、界面活性剤添加量が 100 mg/l を越え、処理水の残油濃度は高くなった。これは、界面活性剤がPACを消費し、凝集が十分におこなえないためと考えられる。

図-6にはpHと処理水の残油濃度（界面活性剤添加量： 0 と 56 mg/l の場合）の関係を示した。図-6より、界面活性剤添加量が 0 mg/l の場合には、 $\text{pH} 7 \sim 10.5$ で非常に広い範囲で安定して処理水の残油濃度が 5 mg/l 以下となった。しかし、界面活性剤添加量が 56 mg/l の場合には、処理水の残油濃度が 5 mg/l 以下となるのは、 $\text{pH} 7 \sim 9$ の狭い範囲と狭くなった。界面活性剤の凝集阻害のためと考えられる。

以上の結果より、PAC添加量、カゼイン添加量の適切な注薬条件は、それぞれ、 10 mg/l 、 18 mg/l が得られた。また、界面活性剤は至適pHを狭くすることが明らかになった。

5 まとめ

泡沫分離法は、PAC、カゼインを添加することにより、 17 分程度で含油排水を下水道排出基準である 5 mg/l 以下に処理でき、界面活性剤の存在にあまり影響をうけずに含油排水の処理に有効であることがあることが明らかになった。処理時間は短縮できると考えられる。

今後の課題として、石油精製工場などは海に隣接しており、海水の入手が容易であるから、海水の効果あるいは影響についても調べる必要がある。また、1) 油滴の粒径、原水の水温が処理へ及ぼす影響、2) カゼイン、PACなどの残留性、3) 汚泥の処理法（油の回収）4) 処理時間などの操作条件、5) ポリ鉄の有効性、及び 6) 原水の油分濃度の変動に対する許容性、などについて調べる必要があると考えられる。

参考文献

- 丸山俊朗ら（1991）：活魚輸送・蓄養、養殖における泡沫分離法の飼育海水浄化能、水産学会誌、57、（2）、219-225。
- 丸山俊朗ら（1996）循環式泡沫分離・ろ過システムによるヒラメ蓄養水の浄化、水産学会誌、印刷中。
- 大佐々邦久ら（1992）：O/Wエマルジョンの電解浮上分離特性、化学工学論文集、第18巻、第4号、P.433～439。

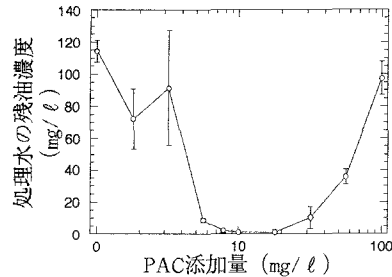


図-3 PAC添加量と処理水の残油濃度の関係

（条件）原水の鉱油含有量： $119.6 \pm 8.1 \text{ mg/l}$
 pH ： 8.66 ± 0.31 、カゼイン添加量： 18 mg/l
 界面活性剤添加量： 56 mg/l 実験回数：3回

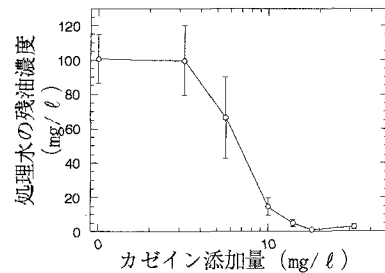


図-4 カゼイン添加量と処理水の残油濃度の関係

（条件）原水の鉱油含有量： $109.5 \pm 13.9 \text{ mg/l}$
 pH ： 8.60 ± 0.21 、PAC添加量： 10 mg/l
 界面活性剤添加量： 56 mg/l 、実験回数：3回

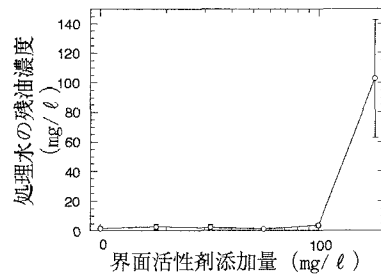


図-5 界面活性剤添加量と処理水の残油濃度の関係

（条件）原水の鉱油含有量： $108.0 \pm 14.1 \text{ mg/l}$
 pH ： 8.63 ± 0.20 、PAC添加量： 10 mg/l
 カゼイン添加量： 18 mg/l 、実験回数：3回

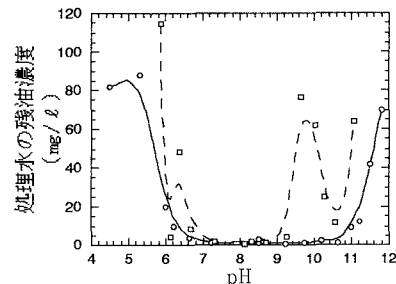


図-6 pHと処理水の残油濃度の関係

○—○ 処理水の残油濃度 (mg/l) : 界面活性剤添加量 0 mg/l
 □-□ 処理水の残油濃度 (mg/l) : 界面活性剤添加量 56 mg/l のとき
 （条件）原水の鉱油含有量： $121.7 \pm 10.6 \text{ mg/l}$ (0 mg/l のとき)
 $114.8 \pm 11.1 \text{ mg/l}$ (56 mg/l のとき)
 原水：水濁水+鉱油（エンジンオイル）
 PAC添加量： 10 mg/l 、カゼイン添加量： 18 mg/l