

II - 524

泡沫分離法の下水の処理能に関する研究

宮崎大学工学部 学生員 後藤 崇 正 員 丸山俊朗

正 員 鈴木祥広 正 員 土手 裕

1. はじめに

現在下水処理は生物処理を主体として行われているが、安定した処理水を保つには下水の水質の変動が小さい方が望ましい。合流式下水道においては降雨時に未処理のまま雨水と下水の混合水が河川や海に放流されている。また降雨時の都市市街地排水においてもその環境負荷が注目されるようになってきた。このような状況に対処するために、新しい処理法の開発が必要と考えられる。その方法は、処理時間が短く、少なくとも有機、無機の懸濁物を除去でき、既存の処理設備を補強する程度で使い得る方法が望ましい。そこで海産魚介類の蓄養槽の水質維持に極めて効果的であった泡沫分離法^{1), 2)}に着目した。海産魚介類の蓄養システムに泡沫分離法が有効な理由は、(1) 塩分による気泡径の減少に伴う気液界面の増加、(2) 魚から排泄される蛋白質の一種である体表面粘質物が塩効果により切断されることなく分散し気泡に懸濁物を吸着させるバインダーの役割を果たすこと、などが挙げられる。図-1は蛋白質自体が形成する泡と凝集剤添加により形成されたフロックを吸着した蛋白質が気液界面に濃縮し、次々に供給される気泡で新しい蛋白質の膜が形成され、壊れ難い泡(安定泡沫)が形成される様子を示した概念図である。

そこで本研究では下水に海水を加え、蛋白質としてカゼイン、また懸濁質およびリンを高効率に除去する目的でポリ硫酸第二鉄(以下、ポリ鉄)を添加し泡沫分離法を適用した場合に、どの程度の処理効果があるかを明らかにすることを目的とした。

2. 実験装置および実験方法

図-2に実験装置を示した。ガラスボールフィルタは孔径 5~10 μ m (木下式, G4)を使用した。下水は宮崎市木花処理場の最初沈澱池越流水を用いた。下水に所定量の海水を加え急速攪拌を20分行い、10分後に所定量のポリ鉄、15分後に所定量のカゼインを添加した。攪拌終了後試水(850mL)を気液接触塔に入れ、泡沫分離操作を所定時間行い、水面上に発生する懸濁物を吸着した安定泡沫を吸引ポンプを用いて泡沫トラップ瓶にトラップした。実験では、海水添加量、ポリ鉄添加量、カゼイン添加量、泡沫分離水量、気液比、処理時間のうちひとつだけ変量とし、その他を一定とし泡沫分離操作を行った。測定項目は濁度、TOC、DOCとした。TOCは1分間のホモジナイズを行ったものを、DOCは 0.45 μ m のメンブランフィルターでろ過したものを燃焼酸化-赤外吸収法で測定した。除去率は下水に海水を加えたものと処理水より求めた。また、本実験を通じて高い除去が得られた条件において、BOD、T-P、PO₄-P、有機性窒素、アンモニア性窒素およびSSの除去能を調べた。ただしSSはガラス繊維濾紙(Whatman GF/C filter)を用いた。

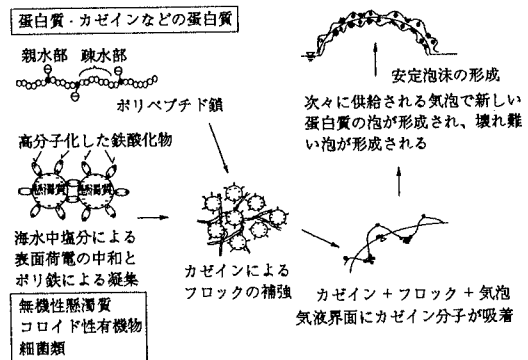


図-1 蛋白質による安定泡沫形成の図

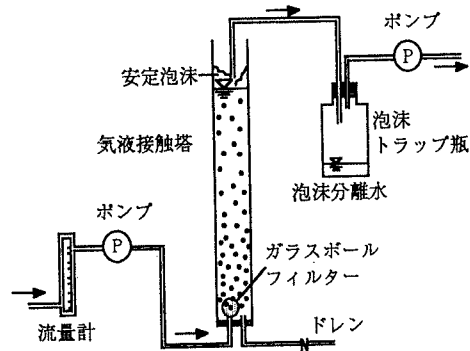


図-2 回分式泡沫分離装置

3. 実験の結果と考察

海水添加量と濁度, TOC, DOC除去率の関係を図-3に示した。海水添加量の増加に伴って濁度除去率とTOC除去率は増加し, 海水添加量30%で濁度除去率は80%に達し, TOC除去率は50%に達する。DOC除去率は10~30%と低いことから溶解性の有機物の除去は期待できないことがわかった。海水無添加あるいは添加量が少なきときは, 気泡径も大きく, 水面上に蛋白質の泡は形成されなかったが, 海水添加量の増加に伴って気泡径が減少し, 水面上に懸濁物を吸着した定泡沫が形成され, 懸濁物は速やかに水中から除去された。図-4はポリ鉄添加量と濁度, TOC, DOC除去率の関係である。ポリ鉄を少量添加するだけで濁度除去率は急激に増加した。TOC, DOC除去率も緩やかに増加していることが分かる。しかしポリ鉄添加量が50mg/Lを越えるあたりから濁度とTOC除去率とも減少している。これはポリ鉄添加量が多いため生成するフロック量が増し, フロックが気液界面に吸着しきれないために水面まで浮上できないためと考えられる。カゼイン添加量を変化させたときの濁度, TOC, DOC除去率の関係を図-5に示した。カゼインは3mg/L添加すればよいことがわかる。カゼイン無添加で濁度除去率の変動が大きい理由は, 下水中に含まれる蛋白質量の変動が大きいためと考えられる。図-6に処理時間と濁度, TOC, DOC除去率の関係を示した。処理時間が3分を越えるといずれの除去率もほぼ一定となり, 処理時間は3~5分程度で十分であることがわかった。

以上の結果から, 本実験で得られた最適条件, 海水添加量50%, ポリ鉄添加量10mg/L, カゼイン添加量3.2mg/L, 処理時間5.6分, 気液比3.2において, 処理水質のBODは15.3~18.0mg/L ($n=2$, 原水BOD 74.2~80.0mg/L)であった。またT-Pは92.0~95.5% ($n=3$), PO_4 -Pは94.7~100% ($n=3$), 有機性窒素は42.9~72.9% ($n=3$), SSは95.8~98.2% ($n=3$)の除去率が得られた。なお NH_4 -Nの除去は期待できない。

4. まとめ

下水に海水, ポリ鉄, カゼインを添加することで泡沫分離法は下水中の懸濁物質とリンを高率で除去できることが明らかとなった。またその処理時間は極めて短く3~5分で十分であった。よって泡沫分離法は, 海水入手の容易な沿岸域に立地する下水処理場において生物処理の前処理に利用可能であると考えられる。また合流式下水道の雨天時の雨水と下水の混合水および降雨時市街地排水の簡易処理にも有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 丸山俊朗ほか(1991) 活魚輸送・蓄養における泡沫分離法の飼育海水浄化能, 日本水産学会誌, 57, 219~225.
- 2) 丸山俊朗ほか(1994) 泡沫分離法による海水性濁水の処理, 北大第2回衛生工学シンポジウム論文集, 215~220.

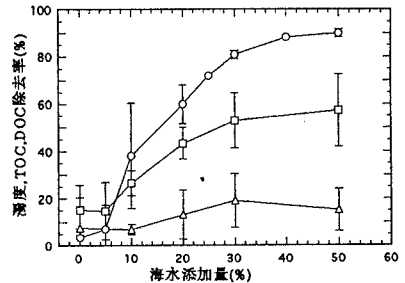


図-3 海水添加量と濁度, TOC, DOC除去率の関係
○—, 濁度除去率; □—, TOC除去率; △—, DOC除去率。
ポリ鉄添加量, 10mg/L; カゼイン添加量, 3.2mg/L;
処理時間, 5.6分; 気液比, 3.2; 泡沫分離水量, 3.2%; $n=3$.

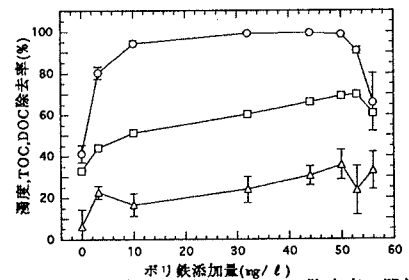


図-4 ポリ鉄添加量と濁度, TOC, DOC除去率の関係
○—, 濁度除去率; □—, TOC除去率; △—, DOC除去率。
海水添加量, 50%; カゼイン添加量, 3.2mg/L;
処理時間, 5.6分; 気液比, 3.2; 泡沫分離水量, 3.2%; $n=3$.

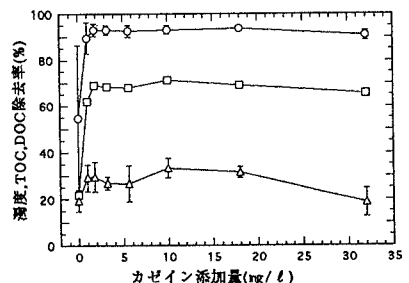


図-5 カゼイン添加量と濁度, TOC, DOC除去率の関係
○—, 濁度除去率; □—, TOC除去率; △—, DOC除去率。
海水添加量, 50%; ポリ鉄添加量, 10mg/L;
処理時間, 5.6分; 気液比, 3.2; 泡沫分離水量, 3.2%; $n=3$.

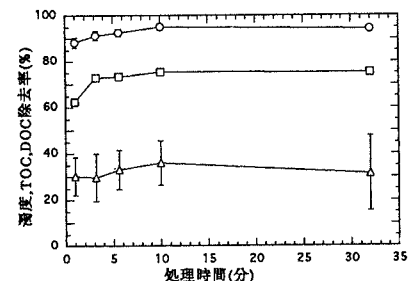


図-6 処理時間と濁度, TOC, DOC除去率の関係
○—, 濁度除去率; □—, TOC除去率; △—, DOC除去率。
海水添加量, 50%; ポリ鉄添加量, 10mg/L; 気液比, 3.2;
カゼイン添加量, 3.2mg/L; 泡沫分離水量, 3.2%; $n=3$.