

VII-183

泡沫分離法による鉄塩凝集剤を用いた下水の処理能に関する研究

宮崎大学工学部 学生員 手金浩嗣 正 員 丸山俊朗
正 員 鈴木祥広

1. はじめに

下水処理は生物処理を主体として行われており、安定した処理水を得るためには、流入下水の水質変動を小さくして、①生物処理にかかる負荷を削減する方法と②生物処理反応槽からの流出浮遊物を処理する方法とが考えられる。いずれの方法にしても、流入負荷の変化に左右されない処理方法が必要である。1960年代、米国EPAは無注薬の泡沫分離法による都市下水と産業排水の可能性を検討した。その結果、生物毒性物質の除去は期待できるが、安定したBOD、COD、SSの除去は期待できない¹⁾との結論であった。

我々は泡沫分離法が海産魚類の循環型畜養および養殖における水質浄化に極めて効果的であること²⁾に着目した。この方法が極めて有効であるのは魚の体表面から分泌されるタンパク質の一種である体表面粘質物が気泡に懸濁物質を吸着させ、安定泡沫を形成させる役割を果たすためであると考えられる。これまで凝集剤としてPACを用いた泡沫分離法による下水処理はpH調整を必要とせず、処理能も極めて有効であることが明らかとなっている。しかし、発生した汚泥の処理を考慮した場合、生物への影響が指摘されているアルミニウム塩凝集剤を用いるよりも生物必須元素である鉄を含む鉄塩凝集剤のほうが好ましいと考えられる。そこで、本研究では下水処理に鉄塩凝集剤を、タンパク質としてカゼインを用いる回分式泡沫分離法を適用し、適切な運転又は注薬条件を求め、得られた適切な条件における処理能を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

図-1に回分式泡沫分離装置を示した。原水は宮崎県内のA処理場の最初沈殿池越流水を用いた。ジャーテスターを用いて、急速攪拌(150rpm)下で、pH調整剤として1N HClもしくは1N NaOHを添加し、所定量の凝集剤を添加した後、急速攪拌を3分行い、続いてカゼインを所定量添加後、急速攪拌を1分間継続した。攪拌終了後、ただちに試料水(850ml)を気液接触筒に移して泡沫分離操作を所定時間行い、水面上に次々と生成するフロックを吸着した安定泡沫を吸引ポンプを用いて泡沫捕集瓶に回収する。送気量0.5 l/min、泡沫分離操作時間5.6minのときの気液比は3.2であ留実験では、pH、凝集剤添加量、カゼイン添加量、泡沫分離操作時間を変量とし、このうち一つの変量を変化させ、それ以外の変量は一定として、最適条件を求めた。処理能は濁度で評価した。また、最適条件において、濁度、TOC、DOC、SS、T-P、PO₄-P、NH₄-Nを測定した。

3. 結果と考察

FeCl₃とFe₂(SO₄)₃をそれぞれ10mg Fe/lと18mg Fe/l、またカゼイン3.2mg/l添加したときのpHと濁度除去率の関係を図-2に示した。添加量10mg Fe/l、18mg Fe/lのいずれにおいても、添加量は増加に伴って最適pHは若干広がるものの、同様の傾向を示した。硫酸イオンを含むFe₂(SO₄)₃よりもFeCl₃を用いた方が好ましいと考えられるのでこれ以降の実験はFeCl₃を用いることと

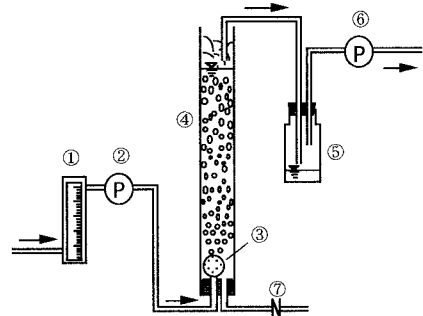


図-1 回分式泡沫分離装置

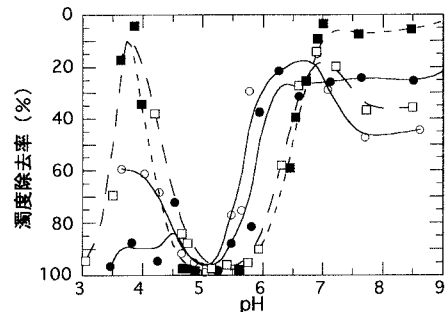
①空気流量計 ②送気ポンプ ③ガラスボールフィルタ
④気液接触筒 ⑤泡沫捕集ビン ⑥吸引ポンプ ⑦ドレン

図-2 下水pHと濁度除去率の関係

塩化第二鉄添加量：
○—○, 10mg Fe/l; —□—□, 18mg Fe/l
硫酸第二鉄添加量：
●—●, 10mg Fe/l; —■—■, 18mg Fe/l
カゼイン添加量3.2mg/l
急速攪拌時間: FeCl₃, 3分; カゼイン, 1分
泡沫分離操作時間, 5.6分; 気液比, 3.2

キーワード: 泡沫分離法, FeCl₃, カゼイン

〒889-2192 宮崎市学園木花台1-1 TEL 0985-58-2811 FAX 0985-58-1673

した。図-3は、 FeCl_3 添加量を変化させたときの、pHと濁度除去率の関係である。凝集剤の添加量の増加に伴って最適pHがアルカリ側に移動し、またその範囲も少しずつ広がっている。凝集剤の添加量を増加させれば最適pH範囲が広がり処理が行いやすいと考えられる。しかし、添加量を増加させれば、その分発生する汚泥の量も増加する。そこで、次に同じ日に採水した下水について FeCl_3 添加量を変化させたときのそれぞれの最適pHにおける泡沫分離水率および、 SV_{30} の関係を調べた。それが図-4である。 SV_{30} は泡沫分離水を30分静置沈殿させたときの汚泥量である。凝集剤の添加量の増加に伴い泡沫分離水量と、汚泥量とともに増加し、 FeCl_3 添加量18mg Fe/ℓから32mg Fe/ℓに増加させると汚泥量は約2倍に増加することがわかる。このことから FeCl_3 の最適添加量は18mg Fe/ℓ、最適pH範囲は5～6であった。図-5はカゼイン添加量と濁度除去率の関係を示したものである。カゼイン添加量は1mg/ℓで濁度除去率90%に達し、カゼイン添加量を10mg/ℓまで増加させてもほとんど除去率は変化しなかった。このことから、多少の安全性を見込んで最適カゼイン添加量は3.2mg/ℓとした。以上の結果から、 FeCl_3 を用いたときの最適条件は、 FeCl_3 添加量18mg Fe/ℓ、カゼイン添加量3.2mg/ℓ、泡沫分離操作時間5.6分、急速攪拌時間は FeCl_3 を添加してから3分、カゼインを添加してから1分であった。このときの処理能を表-1に示す。表-1より濁度、リン及びSSなどの懸濁物質はほぼ100%近い除去率が得られたが、DOCや $\text{NH}_4\text{-N}$ といった溶解性成分は除去されにくいことが分かった。

4. まとめ

- ① 最適条件は FeCl_3 添加量18mg Fe/ℓ、カゼイン添加量3.2mg/ℓ、泡沫分離操作時間5.6分、急速攪拌時間は FeCl_3 を添加後3分、カゼインを添加後1分であった。
- ② 濁度、SS、リン等の懸濁物質の除去に極めて有効であった

表-1 最適条件における処理能

測定項目	下水	処理水	除去率 (%)
濁度	70.3 ± 7.4	1.07 ± 0.71	98.4 ± 1.3
SS	66.6 ± 8.3	1.14 ± 0.27	98.4 ± 0.3
TOC	52.1 ± 7.0	20.8 ± 1.5	59.7 ± 4.7
DOC	29.6 ± 5.8	21.0 ± 3.1	28.8 ± 4.5
$\text{PO}_4\text{-P}$	3.25 ± 0.11	0.05 ± 0.01	98.4 ± 0.3
T-P	8.98 ± 1.04	0.17 ± 0.05	98.1 ± 0.4
$\text{NH}_4\text{-N}$	22.0 ± 4.1	21.5 ± 4.0	2.7 ± 0.7

参考文献

- 1) U.S.Department of Health, Education, and welfare:
Contaminant removal from sewage plant effluents by foaming,
pp.1-41 (1963)
- 2) 丸山俊朗ほか: 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, pp.219-225 (1991).

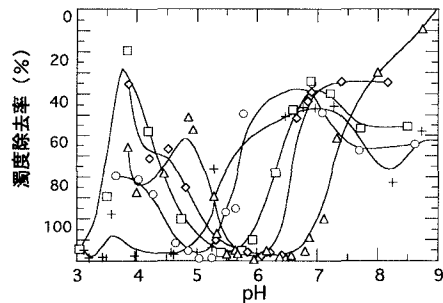


図-3 塩化第二鉄添加量を变量としたときのpHと濁度除去率の関係

塩化第二鉄添加量 (mg Fe/ℓ) :

—+—, 5.6; —○—, 10; —□—, 18;
—◇—, 32; —△—, 56;

カゼイン添加量 3.2 mg/ℓ

急速攪拌時間; FeCl_3 , 3分; カゼイン, 1分

泡沫分離操作時間, 5.6分; 気液比, 3.2

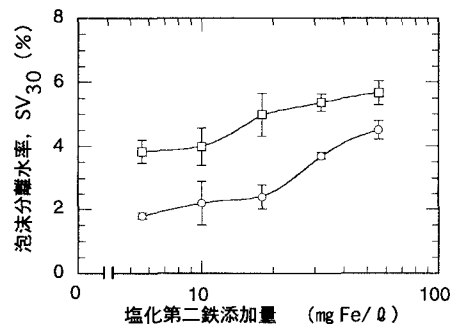


図-4 塩化第二鉄添加量と泡沫分離水率, SV_{30} の関係

—□— 泡沫分離水率; —○— SV_{30}

カゼイン添加量 3.2 mg/ℓ

急速攪拌時間; FeCl_3 , 3分; カゼイン, 1分

泡沫分離操作時間, 5.6分; 気液比, 3.2; n=3

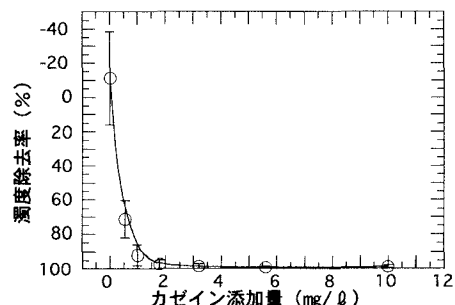


図-5 カゼイン添加量と濁度除去率の関係

FeCl_3 添加量 18 mg Fe/ℓ

急速攪拌時間; FeCl_3 , 3分; カゼイン, 1分

泡沫分離操作時間, 5.6分; 気液比, 3.2; n=3