

VII-177

カオリンと淡水赤潮プランクトン *Peridinium bipes* の泡沫分離法による除去に関する研究 —前処理としてのUV処理の効果—

宮崎大学工学部 学員 仲元寺宣明 正員 丸山俊朗
正員 鈴木祥広

1. はじめに

渦鞭毛藻 *Peridinium bipes*（以下、*Peridinium* と略す。）による淡水赤潮は1970年代から30年近くの問題であり、日本で発生する淡水赤潮の大部分を占めている¹⁾。しかしながら、その発生抑制、または除去法に関する知見は極めて少なく、具対策は確立されていない。これまでの研究により、*Heterosigma akashiwo* をはじめとする6種類の海産赤潮プランクトンを直接的に回収する方法として、鉄塩とカゼインを併用する泡沫分離法が極めて有効であることが明らかとなっている²⁾。

現在、浄水処理では一般的に凝集剤としてポリ塩化アルミニウム(PAC)が用いられている。また、水の華として知られる *Microcystis aeruginosa*、*Selenastrum capricornutum*、および *Chlorella pyrenoidosa* の除去法としても、PACとカゼインを併用した泡沫分離法が検討され、良好な実験結果が得られている³⁾。しかしながら、アルミニウム化合物が動植物へ及ぼす影響を考えれば、すべての生物にとって必須の元素であり、コンポスト化も可能である鉄塩を凝集剤として用いることが望ましい。そこで本研究では、粘土鉱物のカオリン用い、凝集剤として硫酸第二鉄を用いた場合の泡沫分離処理能を明らかにし、その処理条件をもとに *Peridinium* の適切な処理条件を求めることを目的とした。

2. 実験方法

実験に用いたカオリン懸濁液は、初期のカオリン濃度が200mg/lとなるようにカオリンとNaHCO₃ 50mg/lを蒸留水に加えたものを使用した。また、*Peridinium* 懸濁液は赤潮発生現場で採取し、実験室に持ち帰ったものを使用した。回分式泡沫分離装置を図-1に示した。実験方法は、試水500mlをジャーテスターで急速攪拌(150rpm)を行いながら、pH調整剤として1NのHCl、あるいはNaOHを添加した後、凝集剤として硫酸第二鉄を所定量添加し、攪拌を3分間継続した。続いて所定量のカゼインを添加し、30秒間の急速攪拌の後、回分式泡沫分離装置の気液接触塔にガラスボールフィルターから所定量の空気を送気しつつ移し、間もなく水面上に形成される安定泡沫を泡沫トラップ瓶に吸引回収した。泡沫分離処理5分間を行った後、ドレンより全量を取りだし処理水とした。また、処理能は処理後の濁度除去率より評価した。

3. 結果と考察

3.1 カオリン懸濁液(200mg/l)の泡沫分離処理特性

すでに、カオリン懸濁液200mg/lを、鉄塩を凝集剤として用いて泡沫分離処理する際の至適pHは、6.0～8.5であることを得ている。そこで、pHを7.0±0.2の一定とし、適切な凝集剤添加量およびカゼイン添加量について検討した。実験結果を図-2に示す。Fe₂(SO₄)₃ 10mg-Fe/l以上、お

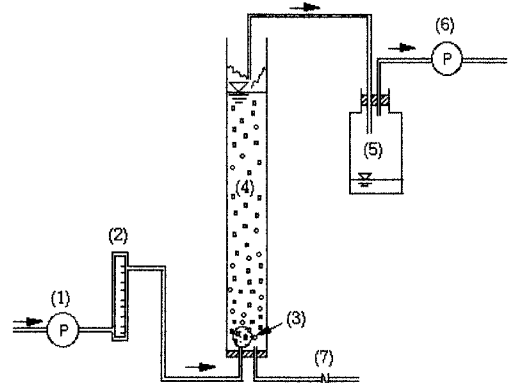


図-1 回分式泡沫分離装置。

(1)送気ポンプ、(2)空気流量計、(3)ガラスボールフィルター、(4)気液接触塔、(5)泡沫トラップ瓶、(6)吸気ポンプ、(7)ドレン。

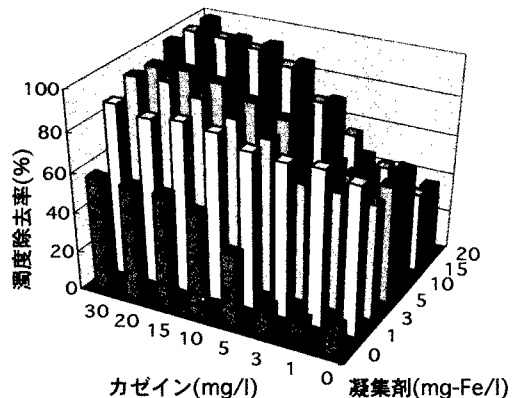


図-2 凝集剤添加量およびカゼイン添加量を变量としたときの濁度除去率。(pH 7.0±0.2)

キーワード：泡沫分離法、*Peridinium bipes*、硫酸第二鉄、難凝集性、UV処理

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

よびカゼイン 15mg/l 以上においては、総じて 95% 以上の濁度除去率が得られた。よって、適切な薬剤添加量は $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 10mg-Fe/l、カゼイン添加量 15mg/l と決定した。

3.2 *Peridinium* 懸濁液の泡沫分離処理特性

Peridinium 懸濁液については安全をみて、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 20mg-Fe/l、カゼイン 30mg/l の添加とした。また、pH は凝集沈殿実験において得られた、最適な pH 6.5 ± 0.1 の一定とした。その結果、適切であると考えられる薬剤添加量としたにもかかわらず、除去率は 30 ~ 50% (n=5) と低い値であった。凝集操作時のフロックの状態は綿状のフロックであり、良好なフロック形成が行われていないことから難凝集性のプランクトンであると考えた。泡沫分離法では、凝集剤の添加による懸濁物のフロック形成、カゼインの添加によるフロックの疎水化を主な除去機構としている。カゼインは親水基と疎水基の両方を有する高分子化合物である。また、親水部位は正負両方の電荷を持ち、フロック形成によって生じた正、負電荷に負、または正電荷の親水性アミノ酸が吸着することによってフロックを疎水化する、と考えられる。フロック形成が良好であればフロックの疎水化は容易に行われ、泡沫分離処理できると考えられる。以上のことより、除去率の低かった原因は良好なフロック形成が行われていなかったためであると考えられる。

フロック形成が行われなかった原因を、*Peridinium* の特殊であると推定される界面状態にあると考え、細胞界面を改変する方法として、UV による前処理を検討した。実験には 750ml 容の円筒管の中央に 8 W の UV ランプを設置し、 $400\text{mW} \cdot \text{min} \cdot \text{cm}^2$ の照射量で、所定時間照射した。図-3 は UV 照射時間を変量とした *Peridinium* の生残率と泡沫分離法における濁度除去率の関係である。この結果、UV 照射時間の増加に伴って、生残率は低下し、濁度除去率は上昇した。また、照射時間を 10 分以上とした場合、生残率は 0% となり、このときの濁度除去率は 95% 以上となった。この結果から、適切な UV 照射時間を 10 分間とした。図-4 は UV 照射時間を 10 分間とした場合の、pH の変化と濁度除去率の関係である。この結果、中性付近 (pH 6.0 ~ 7.3) で 95% 以上の濁度除去率が得られた。

4. まとめ

カオリン懸濁液および淡水赤潮プランクトン *Peridinium bipes* を直接的に回収する方法として、鉄塩とカゼインを併用した空気分散型凝集・泡沫分離法を検討した。本研究で得られた知見をまとめると以下のとおりである。

- ① カオリン懸濁液 200mg/l を泡沫分離処理する際の適切な薬剤添加量は、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 10mg-Fe/l、カゼイン添加量 15mg/l である。
- ② UV による前処理は、*Peridinium* 懸濁液の泡沫分離法による除去率を大幅に向上させる。
- ③ UV 処理を 10 分、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 添加量 20mg-Fe/l、カゼイン添加量 30mg/l で泡沫分離処理を 5 分間行うことによって、中性付近 (pH 6.0 ~ 7.3) で 95% 以上の濁度除去率が得られる。

参考文献

- 1) 小島貞男ら：環境微生物図鑑、pp.353 ~ 354、1995。
- 2) 丸山俊朗ら：水環境学会誌、第 21 巻、第 5 号、pp.310 ~ 317 (1998)。
- 3) 河添智ら：土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集 第 7 部、pp.520 ~ 521 (1997)。

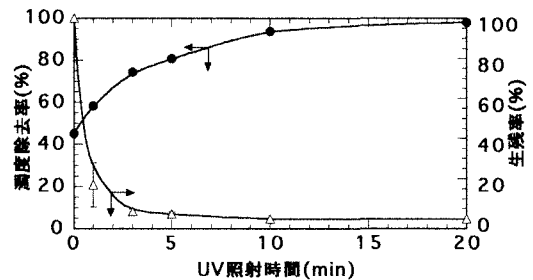


図-3 UV 照射時間を変量とした *Peridinium* の生残率と泡沫分離法における濁度除去率の関係。(●：除去率、△：生残率)

注薬条件：pH 調整剤 1N-HCl、NaOH pH 6.5 ± 0.1
 凝集剤 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 20mg-Fe/l
 カゼイン 30mg/l
 操作条件：急速攪拌 3min
 カゼイン添加後急速攪拌 30sec
 泡沫分離処理 5min

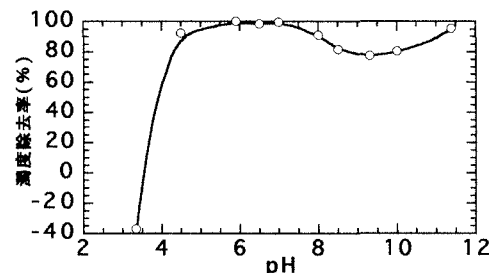


図-4 UV 処理時間 10min、および凝集・泡沫分離法による pH と濁度除去率の関係。

注薬条件：pH 調整剤 1N-HCl、NaOH
 凝集剤 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 20mg-Fe/l
 カゼイン 30mg/l
 操作条件：急速攪拌 3min
 カゼイン添加後急速攪拌 30sec
 泡沫分離処理 5min