

凝集・泡沫分離法における原水懸濁物濃度と薬剤注入率の関係

宮崎大学工学部 学員 仲元寺 宣明
宮崎大学工学部 正員 丸山 俊朗
宮崎大学工学部 正員 鈴木 祥広

1.はじめに

カゼイン（タンパク質）は懸濁物と電氣的に吸着する親水基と、気液界面に強く吸着する性質を持つ疎水基を有している。丸山らはこの性質を利用し、PAC（ポリ塩化アルミニウム）を添加して懸濁物を凝集させ、カゼインを薬剤として添加する凝集・泡沫分離法を検討し、懸濁物の除去法として極めて効果的であることを明らかにした¹⁾。

著者らは、本法による懸濁物除去機構を図-1のように考えている。まず、懸濁物のフロックを形成させる。フロックにカゼインの親水基が吸着し、疎水基が水側に露出することによって全体としてフロックは疎水化される。疎水化されたフロックは、気液界面に強く吸着する性質を有しているため、気泡に吸着して気泡とともに水面上上昇する。またカゼインは界面活性物質であるから、水面上に壊れにくい泡（以下、安定泡沫）を形成する。ここでフロックは安定泡沫に移行し濃縮される。この泡沫を回収することによって懸濁物を除去できると考えている。また、本法による植物プランクトンの除去²⁾についても検討され、良好な結果が得られており、湖沼浄化法の一つとして期待される。

しかしながら、アルミニウムは動植物の成長・生育阻害を引き起こすことが懸念されてきている。汚泥の有効利用を考えると、生物の必須元素である鉄塩を凝集剤として用いることが望ましい。そこで本研究では懸濁物として粘土鉱物のカオリン、凝集剤として硫酸第二鉄（ $Fe(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ）を用い、原水懸濁物濃度と薬剤注入率の関係について調べ、鉄塩凝集剤を用いた場合の凝集・泡沫分離処理能を明らかにすることを目的とした。

2.実験方法

実験-1：至適 pH 領域の検討

実験用原水として、蒸留水ベースのカオリン懸濁液 200mg/ (500m³、NaHCO₃ 50mg/)を用いた。凝集剤添加量は 10mg-Fe/ の一定とし、カゼイン添加量およびpHを変化させた。実験方法は、試水をジャーテスターで急速攪拌をしながら、pH調整（1N-HCl、NaOH）を行った後、凝集剤を添加し、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（図-2）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、処理能は濁度除去率より評価した。

実験-2：原水濃度の違いによる薬剤至適注入率の変化

原水懸濁物濃度の違いによる処理性を比較するため、原水濃度を50、200、600mg/ と変化させ、凝集剤とカゼインの至適注入率について検討した。

3.結果と考察

実験-1：至適 pH 領域の検討

図-3は、pHと除去率の関係である。いずれのカゼイン注入率においても pH6 ~ 8 で最も高い除去率を示し、カゼインを 15 または 30mg/ 添加した場合、pH7.0 で除去率 99% 以上となり、処理水懸濁物濃度は 2mg/ 以下

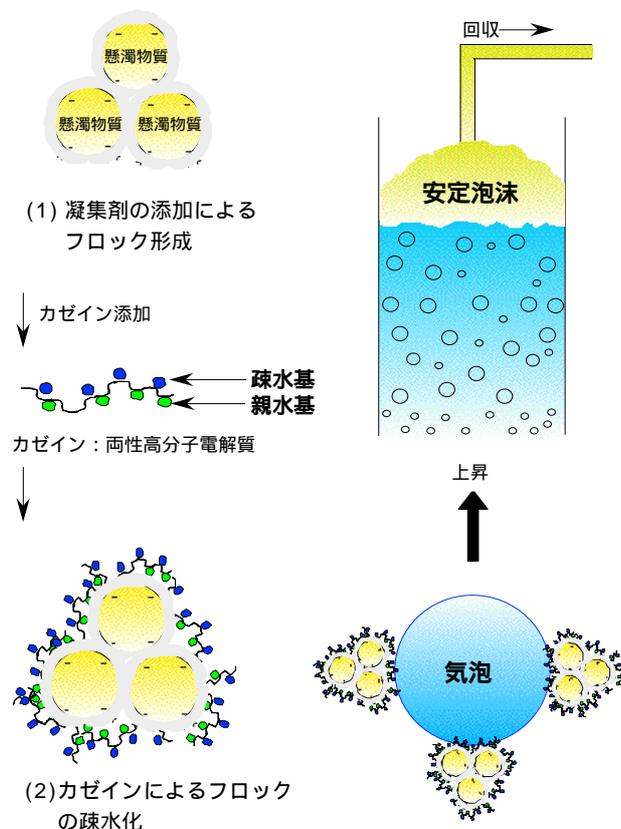


図-1 凝集・泡沫分離法による懸濁物質の除去機構

であった。したがって、実験 -2 では至適pH を 7.0 に設定した。

実験 -2 : 原水濃度の違いによる薬剤至適注入率の変化

図 -4 は、原水懸濁物濃度 200mg/ における凝集剤とカゼイン注入率および除去率の関係である。この結果、95%以上の除去率を得るためのカゼインの必要量は、凝集剤添加量の増加とともに増加した。この原因は次のように考えられる。カゼインは、フロックに吸着しフロックを疎水化する捕集剤としての役割と、水面上に安定泡沫を形成する起泡剤としての役割を担っている。フロックに吸着したカゼインは、起泡剤として働かない³⁾ため、液側にカゼインが存在していない場合には泡沫が生成されず、フロックは回収されない。すなわち、凝集剤添加量の増大に伴って水酸化鉄フロックが多量に生成され、疎水化に要するカゼインの必要量が増加し、液側に残留して泡沫を生成するカゼインが不足したためであると考えられる。

以上の結果から凝集剤の過剰な添加はカゼイン必要量を増加させることが明らかとなった。

同様にして、原水懸濁物濃度50、および600mg/ における硫酸第二鉄およびカゼイン注入率について検討した。表-1には至適注入率を示す。至適注入率は、懸濁物濃度50mg/ のとき、凝集剤1mg-Fe/ とカゼイン15mg/ 、600mg/ のとき20mg-Fe/ と100mg/ であった。懸濁物濃度が高い原水でも、適切に凝集処理を行えば95%以上の除去が可能であることが明らかとなった。

4. 結論

懸濁物の効率的な回収法として、硫酸第二鉄とカゼインを併用した凝集・泡沫分離法について検討した。その結果、以下の知見を得た。

至適 pH は6.0 ~ 8.0 であった。

凝集剤の過剰添加は、カゼイン必要量を増加させる。

凝集剤およびカゼインの適切な注入率を設定すれば、原水懸濁物濃度に関係なく極めて短時間（10分以内）で95%以上除去可能である。

参考文献

- 1)丸山ら：泡沫分離法によるカオリンの除去に関する研究、第48回全国水道研究発表会講演集、pp.78 ~ 79(1997).
- 2)河添ら：泡沫分離法による Microcystis aeruginosa の除去に関する研究、第 48 回全国水道研究発表会講演集、pp.80 ~ 81(1997).
- 3)鈴木ら：鉄塩凝集剤と乳製カゼインを併用した凝集-泡沫分離法に関する基礎的研究、土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第7部、pp.370 ~ 371(1999).

表-1 除去率95%以上を得るために必要な薬剤注入率の違い

原水濃度 (mg/)	硫酸第二鉄 (mg-Fe/)	カゼイン(mg/)
50	1	15
200	10	15
600	20	100

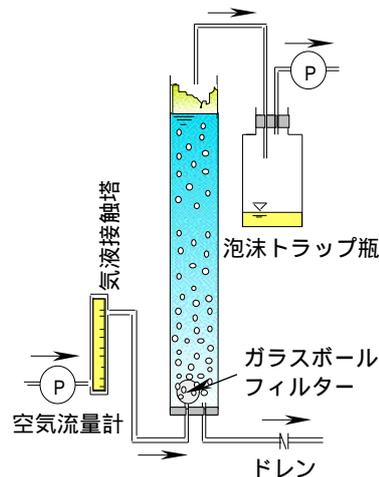


図-2 回分式泡沫分離装置

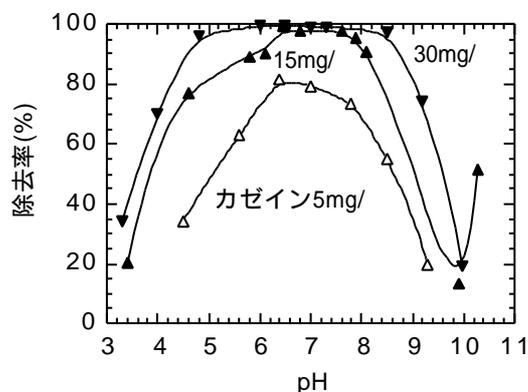


図-3 pHと除去率の関係
凝集剤添加量10mg-Fe/
泡沫分離処理時間5分

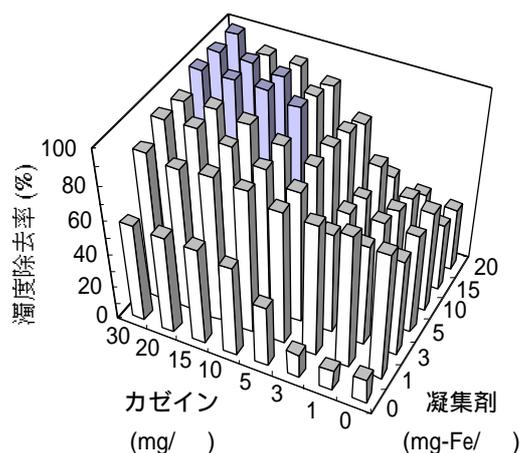


図-4 凝集剤とカゼイン注入率および除去率の関係
(pH7.0±0.3、■は95%以上の除去率が得られる条件)