

ヘドロの減少と有効活用

2年3組 齋藤 結菜

2年3組 清水 実海

2年3組 竹内 健太

2年3組 三瀬 舞彩

2年3組 吉見 蓮心

2年4組 清水 李桜

指導者 近藤 悠貴

1 課題設定の理由

プラスチックごみによる海底のヘドロ化に対して、国際的・全国的に重要な環境問題として注目されている。その被害は宇和島の海にも少なからず影響してくると考え、どのようにしてヘドロを浄化していくかを考えた。私たちはヘドロの分解ではなく、物理的にヘドロを回収するほうが環境への負担が少ないのではないかと考え、ヘドロ水のコロイド沈殿に着目し研究を行った。ヘドロは、海底に堆積した有機物や微細な土砂、プラスチック由来の粒子などが混ざり合ったものであり、その多くは非常に粒子が細かいため、自然沈降しにくい性質をもっている。このため、海水中に長期間浮遊し、海底環境の悪化や水質の低下、生物への悪影響を引き起こす原因となっている。また、ヘドロ中に含まれる有機物が分解される過程で酸素が消費され、貧酸素状態を引き起こすことも問題である。従来のヘドロ対策としては、微生物による分解促進や薬剤を用いた浄化方法が研究されてきた。しかし、これらの方法は効果が現れるまでに時間がかかることや、環境への影響、コスト面での課題がある。

そこで本研究では、化学薬品や大規模な設備を使用せず、比較的簡易な方法でヘドロを回収できる可能性のある「コロイド沈殿」に注目した。コロイドとは、非常に小さな粒子が液体中に分散している状態を指し、ヘドロ水もこのコロイド状態に近いと考えられる。コロイド粒子は通常、電気的な反発力によって沈殿しにくいですが、条件を変えることで粒子同士が凝集し、沈殿させることが可能である。この性質を利用すれば、ヘドロを効率的に回収し、海底環境の改善につなげることができるのではないかと考えた。本研究の課題は、「ヘドロ水においてコロイド沈殿を促進する条件を明らかにし、物理的にヘドロを回収する方法の有効性を検証すること」である。特に、沈殿が起こりやすくなる条件や、その際の回収量、回収後の水の状態に着目し、環境への負担が少ない浄化方法として実用性があるかを考察する。また、回収したヘドロについては、単に廃棄するのではなく、有効活用の可能性についても検討する。ヘドロを資源として再利用できれば、環境保全と資源循環の両立につながり、地域の環境問題解決に貢献できると考えられる。以上のことから、本研究は宇和島の海の環境改善に寄与するだけでなく、他地



図1 校内のビオトープの様子



図2 ビオトープ内のヘドロ

域におけるヘドロ問題への応用も期待できる。

2 仮説

- (1) ヘドロ水中の微粒子はコロイド状態で分散しており、そのままでは自然沈降しにくい、外部から条件を加えることで粒子同士が凝集し、沈殿が促進される。ヘドロ水は粒子径が非常に小さく、粒子同士が電氣的に反発し合うことで安定した分散状態を保っていると考えられる。そのため、通常の静置状態では沈殿が起こりにくい。しかし、コロイド粒子の性質を利用し、凝集を促す条件を与えることで、粒子同士が結合し、沈殿しやすくなるのではないかと仮定した。
- (2) 沈殿によって回収されたヘドロは、海底に拡散した状態のものとは比べ、成分がある程度集約された状態であると考えられる。このため、性質を調べることで、土壌改良材や資源として再利用できる可能性があるのではないかと考えた。単なる廃棄物として処理するのではなく、有効活用を前提とすることで、持続可能な環境保全につながるという仮説を設定した。

3 研究の方法

- (1) 凝析を発生させ、水を浄化する
ア ミョウバンを加えて沈殿を生じさせる

校内のビオトープからヘドロ水を取り、100 ml×4 をビーカーにとる。熱湯水 100 ml にミョウバン 0.5 g、1.0 g、2.0 g ずつ加えて溶かし、ヘドロ水にそれぞれ 3.0 ml ずつ加える。1 つは純水 3.0 ml を加える(対照実験)。その後、5 分放置する。

- イ 視覚的な汚れ具合を測定する

実験(1)ーアの各ビーカーの上澄みを 50 ml ずつろ過する。吸光度計で 380-780 nm の可視領域で吸光度を測定する。

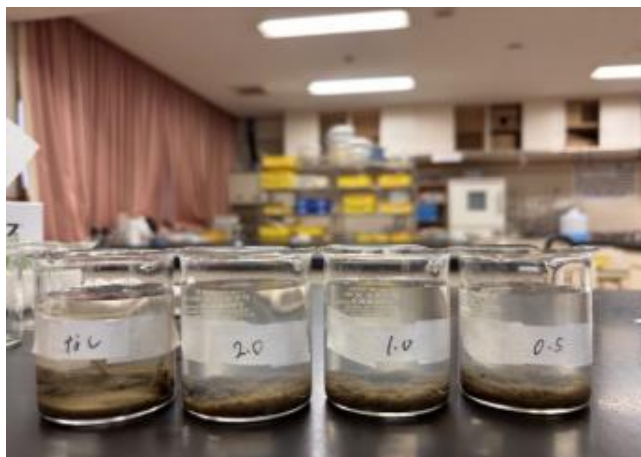


図3 ヘドロ水

- (2) COD 測定

- ア 有機物の酸化

試料水(実験(1)ーアのヘドロを沈殿させたもの) 40 mL に硝酸銀水溶液を少量加え、塩化物イオンを沈殿させる。沈殿をろ過し、ろ液に希硫酸を加え硫酸酸性条件にする。 1.0×10^{-2} mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液 20 mL 加えて 5 分間加熱する。

- イ 滴定を行う

実験(2)ーアの加熱した溶液に 1.0×10^{-2} mol/L シュウ酸水溶液を 20 mL 加え、さらに純水を加え全量 40 mL にする。

1.0×10^{-2} mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液を用いて、滴定を行う。

4 結果と考察

- (1) 凝析を発生させ、水を浄化する
ア ミョウバンを加えて沈殿を生じさせる

図4のように、沈殿を発生させることができた。また、ろ過すると図5のように、見た目は透明に近づいた。なお、ミョウバンを加えなかったものが最も濁っていた。

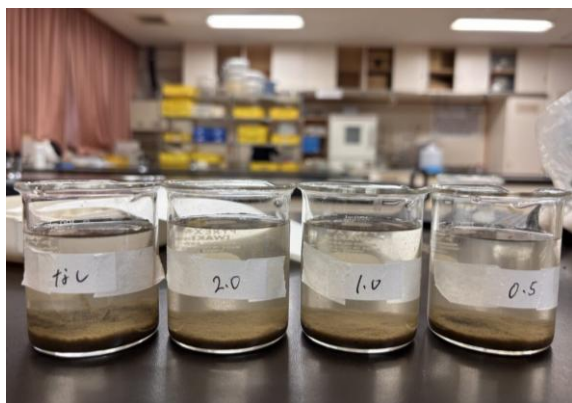


図4 ミョウバンでヘドロを沈殿させた様子

イ 視覚的な汚れ具合を測定する

図6のような結果となった。吸光度が高いほど光の透過率が低いため、ミョウバンを加えないものの透過率が最も高かった。

(2) COD 測定

図7のような結果となった。ミョウバンを加えなかった状態より、0.5%ミョウバン水溶液を加えたもののほうが、必要な過マンガン酸カリウム水溶液が多くなったものの、ミョウバンの濃度が大きくなるほど必要な過マンガン酸カリウム水溶液は少なくなった。

実験結果から、ミョウバン添加量が増加するにつれて滴定に要した体積が減少した。

5 まとめと今後の課題

本実験では、過マンガン酸カリウム法により試料水中の有機物量を測定したが、より正確な結果を得るためにはいくつかの課題がある。

まず、過マンガン酸カリウム水溶液は濃度変化が起こりやすいため、実験ごとに標定を行うなど、濃度管理を徹底する必要がある。

また、終点の判断は観察者の主観に左右されやすいため、複数回測定して平均値を求めるなどの工夫が必要である。

さらに、加熱時間や反応条件によって有機物の酸化の程度が変化する可能性があるため、条件を変えた比較実験を行うことが今後の課題である。今後は、コロイド沈殿前後でCODを測定し、ヘドロ回収による水質改善効果を定量的に評価していきたい。また、本実験では凝集剤としてミョウバンを用いたが、今後はミョウバン以外の2価以上、特に3価の金属イオンを含む凝集剤を用いた比較実験を行うことも課題である。例えば、硫酸鉄(III)や塩化鉄(III)などは強い凝集作用を示すこと



図5 図4の上澄みをろ過したもの

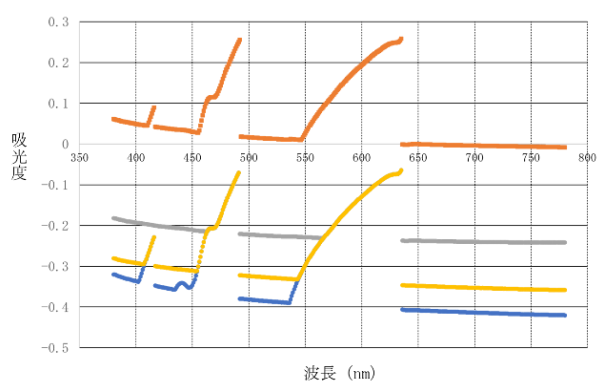


図6 吸光度測定の結果

(青 : 0 g、オレンジ : 0.5 g、灰色 : 1.0 g、黄色 : 2.0 g)

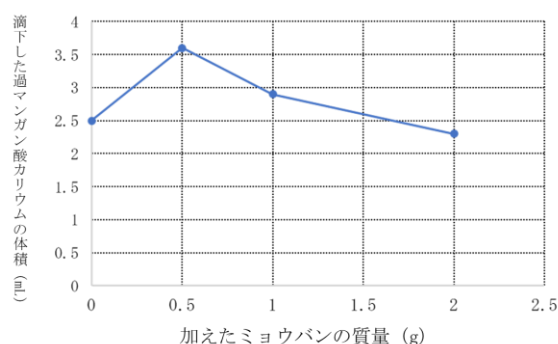


図7 滴定結果

が知られており、これらを用いることで有機物の除去効率がどのように変化するかを検討する必要がある。

異なる凝集剤による COD 低減効果を比較することで、ヘドロ水中の有機物除去に最も適した処理方法を明らかにし、より効果的な水質改善手法の確立につなげたい。また、凝集処理後の水の pH や金属イオン残留量を測定し、水質への影響を評価することも今後の課題である。水質改善を目的とする場合、有機物の除去効率だけでなく、生態系への影響や安全性も考慮する必要がある。これらを踏まえ、複数の凝集剤を比較し、最も効果的かつ環境負荷の少ない処理方法を検討していきたい。

参考文献

愛知県総合教育センター：過マンガン酸カリウムを用いた COD 測定

<https://apec.aichi-c.ed.jp/kyouka/rika/kagaku/2018/riron/cod/cod.html>