

# 多方面からの水質浄化～PSI・マイエンザ・活性汚泥の併用実験

静岡県立浜松北高等学校  
地学部 2年 山口龍大 他6名

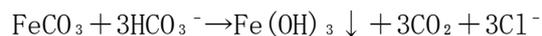
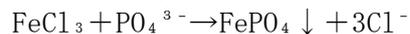
## 1 動機、目的

我々の学校の近くには、佐鳴湖という湖がある。昔の佐鳴湖は綺麗な湖であったが、2001年に湖沼の汚れの指標であるCODの値が日本一高くなり、事実上一番汚い湖沼となった。我々はこの佐鳴湖に興味を持ち、その水質がかつての様に改善されることを目的に研究を続けている。水質浄化の研究を始めるにあたって、私たちはまずこれまでの本校の水質浄化に関する研究内容の検証から始めた。その結果、これまでは「PSI」と「マイエンザ」を用いた浄化実験が長年行われており、いずれも水質浄化効果が証明されていた。しかし、その一方でそれぞれに課題もあり、未だ有効な改善策は無いように思われる。そこで、私たちはこれまでの課題を解決することが、佐鳴湖浄化及び新たな水質浄化方法の提案となると考え、研究を行った。

## 2 各製品の説明

### (1) P S I

ポリシリカ鉄と呼ばれる凝集剤で、塩化第2鉄(FeCl<sub>3</sub>)溶液とケイ酸ソーダ、硫酸の混合溶液である。実験で使用するのは無機系のP S Iで、凝集の仕組みは以下の通りである。



懸濁物・プランクトンの表面は負に帯電しているため、Fe<sup>3+</sup>と凝集しやすい。そしてそれが結合して大きな塊(フロック)となる。凝集沈殿物については農地などで還元作用が起こるため、Fe<sup>3+</sup>がFe<sup>2+</sup>となり、この時PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>を離し、植物に利用されやすく肥料になると予想される。

#### ア 使用方法

原水1LあたりPSIを1.6ml添加し、高速攪拌(1200回/分)を1分間、低速攪拌(200回/分)を10分間行い、フロックを沈殿する。この上澄み液を試水とする。

### (2) 活性汚泥

好気性微生物を含んだ有機汚泥。好気環境と嫌気環境を利用することで有機物質や無機物質を摂取して分解する能力を持つため、浄化センターで広く使用されている。

### (3) マイエンザ

別名は「えひめA I」。「原生生物の栄養ドリンク」と呼ばれている。自身が直接水を浄化するわけではなく、自身を栄養として取り入れた現生生物を活性化させ、活性化した原生生物が水中のリンなどの有機物等の汚染物質を通常以上に取り込むことにより水質浄化につながる。

#### イ 作り方(1L)

(ア) タッパーに水道水を1L加える。

(イ) 納豆2粒・ヨーグルト50g・ドライイースト4g・砂糖50gをタッパーの中に加え、よくかき混ぜる。

(ウ) 熱帯魚用のヒーターで約35℃に保ち、24時間培養する培養している間は、かき混ぜない。

### 3 昨年度までの実験

#### (1) PSI (ポリシリカ鉄)

リンの値を大きく減少させることができた。これは3価の陽イオンである鉄(III)イオンと3価陰イオンであるリン酸イオンが強く引きつけ合うからである。また、クロロフィルa、全CODも大きく減少させることができた。しかし、窒素に関しては大きな効果が見られなかった。減少したものもあったが、ほとんど変わらないものや増加してしまったものもあった。

それと同時に、肥料としての利用が期待されるフロックに含まれる窒素が不足している。

#### (2) マイエンザ (えひめAI)

原生物を活性化させることで、窒素栄養塩を盛んに吸収する。アンモニア態窒素の増加を抑制し、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素を減少させる。マイエンザ自身に含まれるリン物質によって、リン栄養塩は増加してしまった。

### 4 今年度の実験

以上の結果から、PSIは窒素除去、マイエンザはリン除去に問題を抱えていることが分かる。反対に、PSIはリン除去、マイエンザは窒素除去を得意としている。つまり、これらの二つを併用することで、窒素、リン両方の除去を可能にするのではないかと考えた。

また、これに加えて活性汚泥を投入することで、水中の窒素を固定することができる現生物を利用し、窒素をPSIによって凝集可能な溶存窒素へと変換することでフロックの窒素不足を解消することができると考え、今年度は、PSI、マイエンザ、活性汚泥の併用実験を行った。

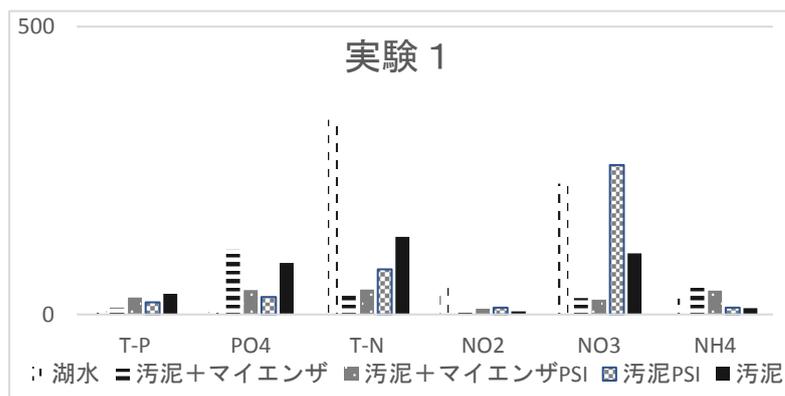
#### (1) 実験I～PSI、マイエンザ、活性汚泥の併用実験～

##### ア 実験方法

二つの場合に分けて対照実験を行う

A: 佐鳴湖水 28L + 活性汚泥 3.5L + マイエンザ 140ml B: 佐鳴湖水 28L + 活性汚泥 3.5L AとBに対して3日に分けて嫌気処理、好気処理、PSI処理を行う。

処理① ラップを張り、一日放置(嫌気処理) 処理② ラップを取り、エアレーションを一日行う。(好気処理) 処理③ PSIを投入して上澄みを測定、投入せずにもろ過をして上澄みを



測定

##### イ 結果

汚泥+マイエンザ+PSIの値が湖水を含む5つの処理の中で概ね結果が良かった。しかし、リン、NH4の値が湖水より増加した。

##### ウ 考察

PSIを滴下したものは滴下していないものよりリンの値が小さい。しかし、PSI有の処理水も湖水より値が高くなってしまったことから、汚泥中に含まれるリンが溶出し、それをPSIで凝集しきれなかったと考えられる。NH4の増加は、NO2がNH4に還元される過程が、NH4が窒素ガスに変化する過程より速いため引き起こされたと考えた。

#### (2) 実験2～嫌気処理、好気処理の適正值の測定～

前回の実験は嫌気処理、好気処理が煩雑であった。いずれの処理も水質浄化の現場において厳格に制御されているように、過度な嫌気、好気処理は水質悪化を招いてしまう。

私達は前回のリン、NH<sub>4</sub> の増加の一因がここにあると仮定し、処理を適正に行うことで値の改善を目指した。

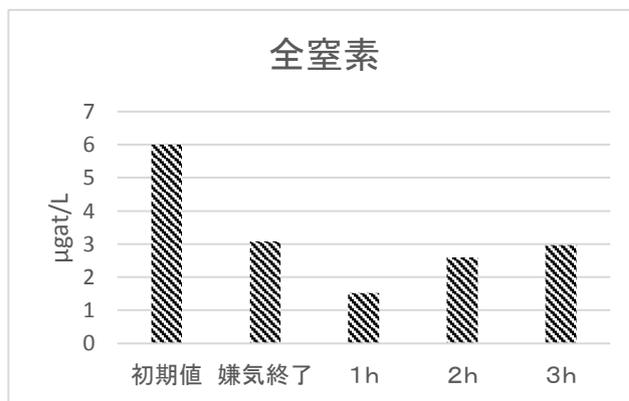
#### ア 実験方法

佐鳴湖水 28L、活性汚泥 3.5L、マイエンザ 150ml を投入した水槽にラップを張り、一時間ごとに酸素量とリン、窒素の値を測定したところ、酸素量がおよそ0の時に最もリン、窒素の値が低かったため、嫌気処理の酸素量の適正值を0と定めた。次に、適正值で嫌気処理をした水にエアレーションを行い一時間ごとに酸素量とリン、窒素の値を調べた。

#### イ 実験結果

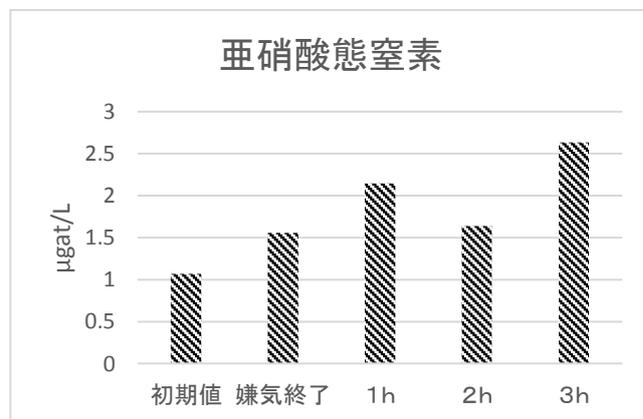
##### (ア) 全窒素

嫌気終了からも順調に値は下がり、好気処理1時間後が最小値となっている。



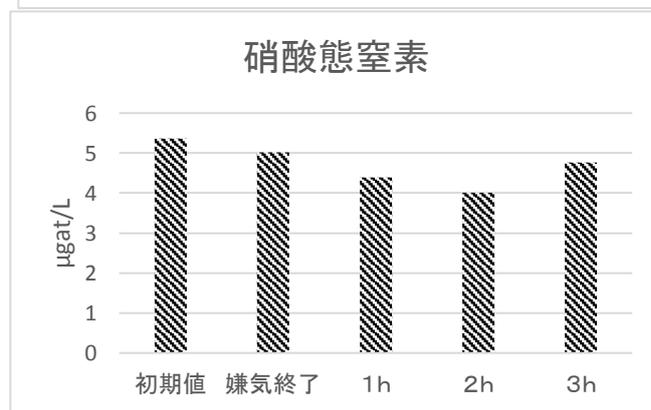
##### (イ) 亜硝酸態窒素

こちらは初期値を下回る結果を得られなかった。



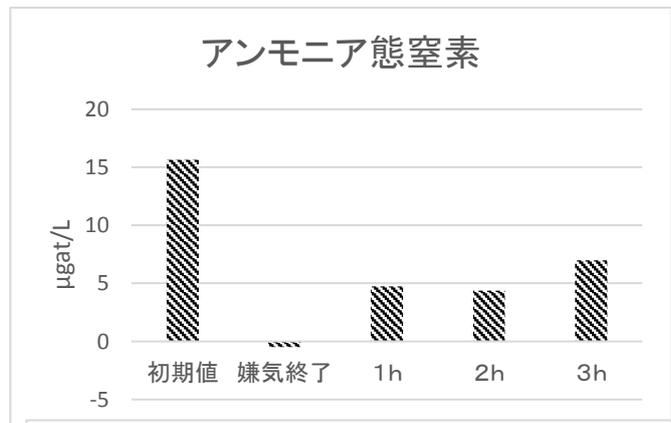
##### (ウ) 硝酸態窒素

僅かながら初期値を下回ることができた。



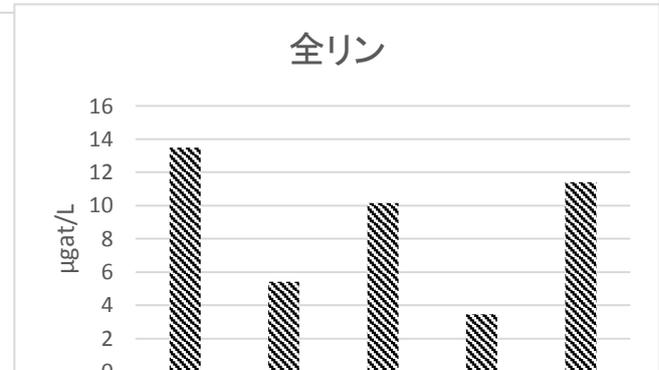
(エ) アンモニア態窒素

嫌気終了時に大きく減少し、好気処理を始めると増加する傾向にあった。



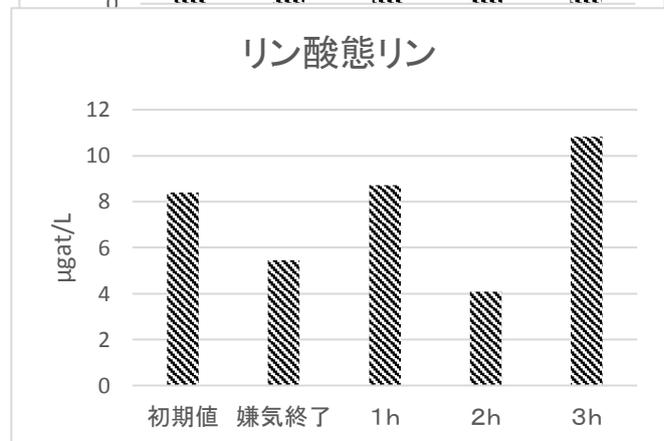
(オ) 全リン

嫌気終了後から初期値の値は下回っているものの、減少と増加を繰り返す不安定な結果になった。



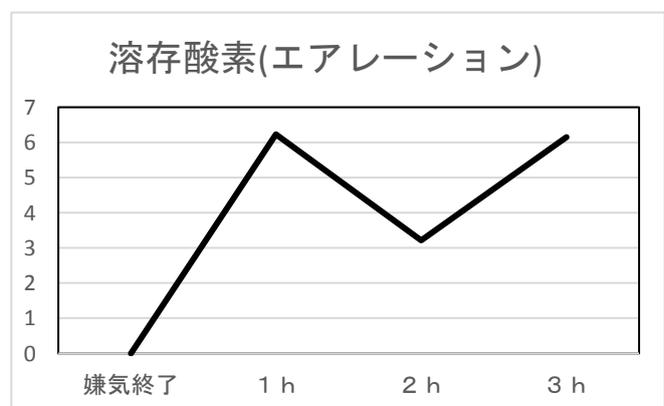
(カ) リン酸態リン

全リン同様、減少と増加を繰り返し、一時間と三時間で初期値を上回った。減少、増加のタイミングは全リンと同じであった。



ウ 結果

全体を通して2時間後の値が最も低かった。NO<sub>2</sub> 以外の項目で初期値より減少している。溶存酸素の値と比べてみると、2時間後に酸素量が減少しているため、この時間に原生生物が活発に活動したと考えられる。



## 5 まとめ

### (1) 併用の利点

ここでは、まず私たちが考えた浄化方法の利点を挙げていく

#### ア 浄化能力の向上

PSI と活性汚泥とマイエンザを組み合わせることによって、PSI だけではあまり除去できなかった窒素をマイエンザで活性化した活性汚泥の中の原生動物の嫌気性呼吸によって大幅に減らすことに成功し、それにより増えるリンを PSI で凝集することでリンと窒素をお互いに減らすことに成功した。

#### イ 活性汚泥の肥料化

第三項でも述べたように、PSI で凝集したフロックを肥料として利用できるのではと期待されている。そのため、活性汚泥と混ざった湖水に PSI を滴下することで、リンと窒素がよく含まれている肥料を作ることができ、余剰汚泥をなくすことができると考えられる。

### (2) 今後の展望・課題

今後は、PSI で作成したフロックを利用した植物実験や、プラントの作成を行うなど、実用的な浄化方法であることを根拠づける研究を行っていきたい。また、佐鳴湖水より水質の悪い生活排水等で通用するのか検証していきたい。今後の水質浄化研究においてこの研究が意義のあるものになれば幸いである。

### (3) 参考文献

浜松北高等学校研究紀要平成 21、22、23、24、25、27 年度

PSI 環境フォーラム④<PSI と歩む持続可能な社会へ>