

光合成細菌

～より良い浄化を目指して～

宮城県宮城第一高等学校・生物部

大宮優莉奈 尾形崇仁

齋藤朱莉 千葉あまね 村木那奈美



アルギンボールに封入した光合成細菌

(No.3 栗原市の池から採取)

1. 目的

私たちは、水の浄化に光合成細菌が役立てられるのではないかと考え研究を続けてきた。環境条件の異なる地点を選び、採取した水や泥から光合成細菌を分離・培養して、その特徴を調べ、比較を行っている。光合成細菌が、各地の水の浄化に果たす役割を調べるとともに、他の生物の生育に与える影響など、光合成細菌を通して身近な生態系の保全について考えてきた。

これまでの、光合成細菌に関する私たちの取り組みについてその要点をまとめた。

2. 背景

私たちの学校の近くを流れる広瀬川は、多くの市民が散歩や鮎釣り等で集うきれいな水環境が保たれている。一方、宮城県には伊豆沼のように水質汚濁が深刻な湖沼がある。伊豆沼の水質浄化のためにさまざまな取り組みがなされているが、COD（溶存有機物量）が全国ワーストの湖沼として報告（平成30年度）され、深刻な状況が続いている。

一般に、生物による水の浄化は、好気性細菌が水中の有機物を分解し、さらに原生動物などによる食物連鎖や生じた無機塩類は、植物プランクトンによる吸収の過程を経て水質が改善がされる。しかし、大量の有機物が流入または生産される湖沼等では、その有機物を分解するには、それに応じた大量の酸素が呼吸のために必要とされるため、水中の酸素の急激な減少をまねき、湖底に低酸素の環境が現れるなど魚などの生物に悪い影響をもたらす。

光合成細菌は、光合成を行う嫌気性の細菌である。光合成のために光エネルギーと二酸化炭素を、さらに緑色植物のような水ではなく硫化水素を材料に有機物を生産する微生物である。光合成細菌の中には、紅色非硫黄細菌などのように有機物を分解するものなど、多様な種が知られている。CODの高い湖沼などで、酸素を用いずに硫化水素を処理し、有機物の分解等を行う光合成性細菌は、重要な役割を担っていることが推定される。

私たちは、昨年度より身近なところから水と泥のサンプルを採取し、光合成細菌の培養を行ってきた。その結果、広瀬川、公園の池、酸性沼、伊豆沼等のさまざまな場所から光合成細菌の紅色硫黄細菌が検出され、光合成細菌が身近なところに広く存在していることが確かめた。なお、八木山動物公園から好意でいただいた活性汚泥による汚水処理用の池の水からは検出されなかった。散水・攪拌を常に行って酸素が多く溶存している環境に光合成細菌はいないと考えられる。また、タンパク質を含む有機物を光合成細菌に与えた実験により水質の浄化に関わっていることを示すデータが得られた。

これまでの1年間の取り組みから、

- ① 各地のサンプルから光合成細菌の紅色硫黄細菌を分離し、嫌氣的に培養することが安定的にできるようになった。
- ② 光合成細菌を濃縮し、アルギン酸ナトリウムに封入して小さいなボール状にすることで光合成細菌を保護し、実験を行うことが可能になった。さらに、高濃度の光合成細菌を用いることで、私たちの用いる機材の分析精度でも定量的に測ることができるようになった。

3. 研究方法

(1) 研究の流れ

- ① 環境の異なるいくつかの地点を選び、サンプルを採取する。
- ② 採取地の水や泥から光合成細菌を培養し、浄化能力や種組成のちがいを明らかにする。

(2) サンプルの採取

宮城県内の計4か所からサンプルを採取した。No.3は、CODが50ppmを超えておりNo.1の10倍程度である。No.1～3は淡水、No.4は、海水。

表1 採取地点

No.	地点	特徴
1	広瀬川（宮沢橋）付近	流れのあるきれいな川
2	川崎町の水田	水を張った水田
3	栗原市の私有地の池	匂いがあるよどんだ沼の水
4	女川港 付近	防波堤の外のきれいな海水



図1 採取地点



写真1 左 栗原市の池 (No.3)
右 広瀬川 (No.1)

(3) 光合成細菌の培養

器具・培養液を滅菌し、培養を始める。

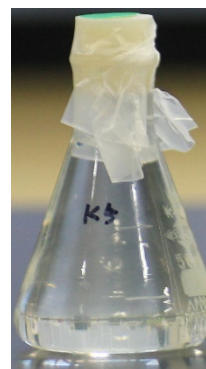
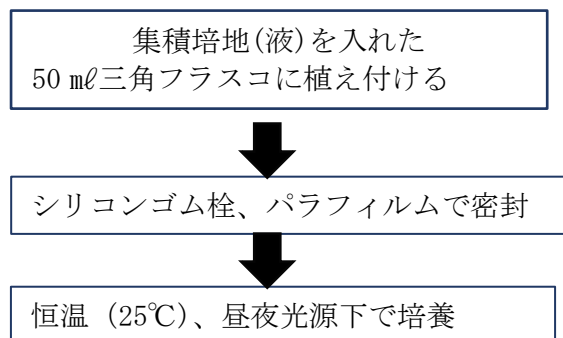


写真2 空気が入らないように密閉した三角フラスコで培養した

【集積培地】 紅色硫黄細菌のみが増殖するように調整した培養液の例
 二酸化炭素を炭酸水素ナトリウムで、硫化水素を硫化ナトリウムで加える。

〔紅色硫黄細菌用培地〕			
<input type="checkbox"/>	<u>塩化アンモニウム</u>	NH_4Cl	1.0 g
<input type="checkbox"/>	<u>リン酸水素カリウム</u>	KH_2PO_4	0.5g
<input type="checkbox"/>	<u>塩化マグネシウム</u>	MgCl_2	0.5g
<input type="checkbox"/>	硫化ナトリウム	$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	0.1g
<input type="checkbox"/>	<u>炭酸水素ナトリウム</u>	NaHCO_3	2.0g
<input type="checkbox"/>	酵母抽出物		0.2g
<input type="checkbox"/>	酢酸ナトリウム	CH_3COONa	2.0g
<input type="checkbox"/>	純水		1000ml



写真3 恒温（25℃）で培養
 タングステンランプを使用



写真4 早いものは2週間程度
 で色が付く



写真5 4地点の培養した三角フラスコ

(4) アルギンボール作成

光合成細菌と水のアルギンボールを作成する。
嫌気性の光合成細菌を膜で保護、
光合成細菌を高濃度に保つことで高い
浄化能力が期待できる。

光合成細菌を遠心分離機で濃縮



アルギン酸ナトリウム溶液に混合し、直径 5 mm 程のアルギンボールを作成する。

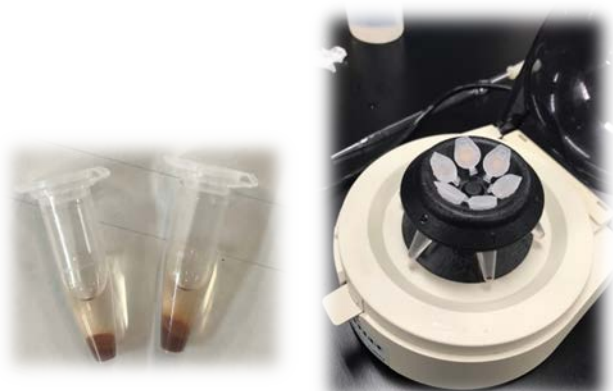


写真 6 遠心分離を繰り返して 100 倍ほどに濃縮する。



写真 7 スターラーで攪拌しながら塩化カルシウム水溶液に注射器で滴下する。

(5) 人工下水を作成し、アルギンボールを投入する

純粋にペプトンなどの有機物を溶かし人工下水をつくる。これにアルギンボール 50 個を入れ、以下の項目をバックテスト (COD, アンモニウムイオン, 硝酸イオン等) と pH メーターを用いて毎日測定する。対照実験として、純粋入りのアルギンボールを用いる。

アルギンボールを人工下水に入れる



水質分析
(COD, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , pH)

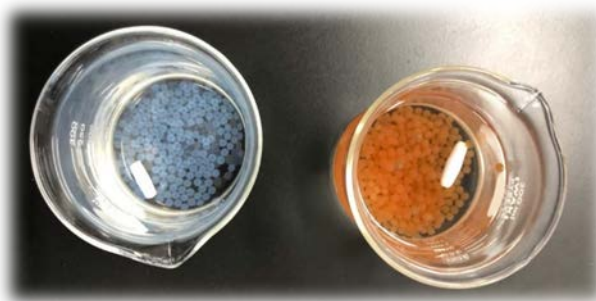


写真 8 左 純水入りのアルギンボール
右 光合成細菌入りのアルギンボール

4. 結果

No.1~4 のすべての地点で、光合成細菌が出現した。

COD (化学的酸素要求量)

No.1~4 のすべての地点から得られた光合成細菌は、水中の有機物を分解する作用があることが確かめられた。特に、No.2 の川崎町水田が最も減少が速い。No.3 の2~3日目にかけての減少(グラフの傾き)が最大である。

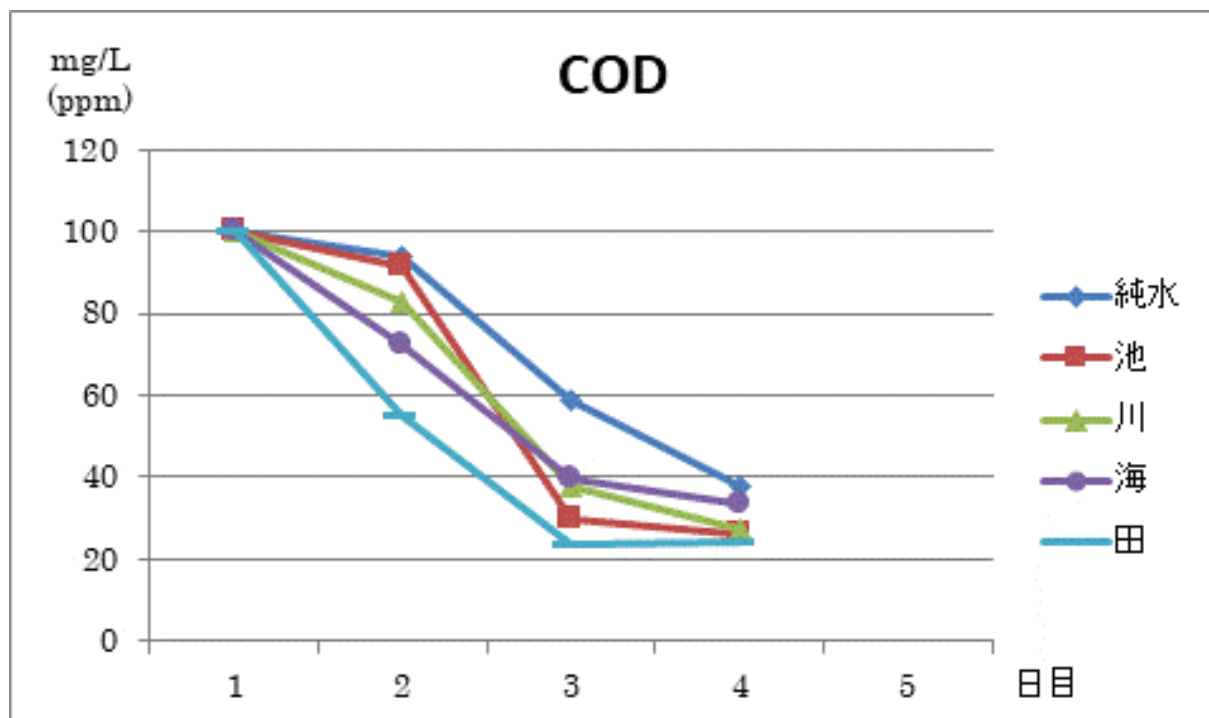


図2 各アルギンボールと人工下水のCODの時間的変化

各地点は、No.1 (緑), 2 (淡い青), 3 (茶), 4 (紫), 対照実験 (濃い青) で表す。

5. 考察

今回の実験では、一級河川、田、汚れた沼、海水など環境が異なる4地点からサンプルを採取し培養を行った。そのすべてから光合成細菌を見出すことができた。今回の実験により、すべての地点で、光合成細菌による浄化作用があることが確かめられた。それぞれの環境で光合成細菌が水質の浄化に関わっていると考えられる。また、培養液の色調が各地点ごと違いが見られることから、種の組成が異なることも考えられる。

今後も、光合成細菌の研究を継続し、水環境の保全に活かす取り組みに発展させたい。

参考文献

- 1) 「光合成細菌 採る・増やすとことん使う」 佐々木健・佐々木慧 著 農文協
- 2) 「フォトサイエンス生物図録」 数研出版