

7 生物の見地から考える水質浄化の方策 ～「えひめ AI」の検証～

1 動機

本校の近くには、佐鳴湖という日本で一番汚い湖がある。そこで、我々は佐鳴湖の浄化方法を捜し求めてきた。その過程において、原生動物の働きを活発にする「えひめ AI」なる存在を知り、それが佐鳴湖の水質浄化につながると思い研究を開始した。

2 目的

昨年度の実験で、「えひめ AI」を使用して培養した原生動物は、佐鳴湖に生息しているそのままの原生動物より、リンを多く吸収するようになることがわかった。「えひめ AI」が原生動物に対して具体的にどのような影響を与えているのかを検証することで、「えひめ AI」の有用性を明らかにすることを最終目的とする。今年度の研究では「えひめ AI」は原生動物を活性化させているか、個体数を増加させているか、リンを吸収させやすくしているかという事を明らかにすることを目標とした。

3 「えひめ AI」について

「えひめ AI」とは原生動物の“栄養ドリンク”とすることができる。それ自身は原生動物の栄養となり、それらを活性化させることで原生動物が有機物等の汚染物質を取り入れることを促し、その結果水質浄化に繋がる働きがあるといわれている。「えひめ AI」は納豆、ヨーグルト、ドライイースト、砂糖、水を混合し、約40℃で発酵することで作ることができる。

4 研究

(1) 「えひめ AI」の添加による原生生物の個体数の変化

実験目的：えひめ AI を加えることで起こる、原生動物の個体数の増加を観察する。

実験方法：2つのバケツ（容量6L）を以下の条件で用意する。

- i) 佐鳴湖水、原生生物、以後24時間ごとに「えひめ AI」を添加(以下えひめ AI)
- ii) 佐鳴湖水、原生生物(以下対照)

二つのサンプルは常にエアレーションを行う。

②バケツの中に網目スライドを1枚ずつ投入し（7月10日開始）、以後24時間ごとに顕微鏡で個体数を観察する。11日から13日にかけて、「えひめ AI」を添加したものは個体数が増加した。対照の原生動物が1日に1.9回分裂したのに対し、「えひめ AI」は1日に3.5回の分裂を行っていた。最も個体数の多い13日において対照は8個体/cm²「えひめ AI」は77個体/cm²であった。



	対照	えひめ AI
7月11日	8	7
12日	17	96
13日	80	773
14日	79	98
15日	34	173

(10 cm²あたりの個体数)

～分裂回数の計算式～

分裂回数/日＝

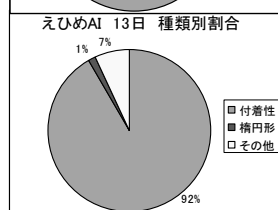
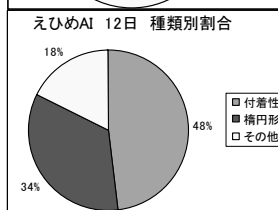
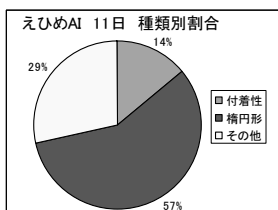
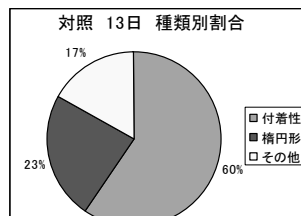
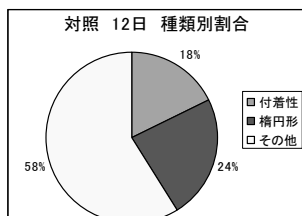
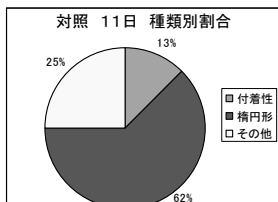
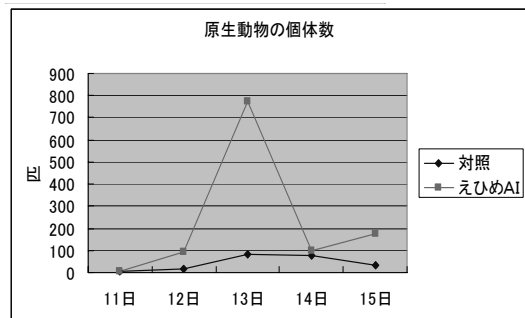
13日の個体数 11日の個体数

の対数表示 の対数表示

所要日数×log 2

うち、11日から13日の微生物の種類をおおまかに判別（付着性、楕円形、その他）すると、上のようなグラフが得られた。

これらのグラフから、「えひめ AI」を加えたサンプルでは、付着性の原生動物（主にツリガネムシ、ラップムシ）の割合が増加していることがわかる。



写真：付着性

付着性

楕円形

左の写真は我々が観察した、付着性と楕円形の写真である。（いずれも150倍）

考察：個体数変化の表を見ると「えひめ AI」の12日から13日にかけて個体数の著しい増加が見られる。原生動物の分裂の回数を見ると「えひめ AI」の効果は劇的であったといえる。

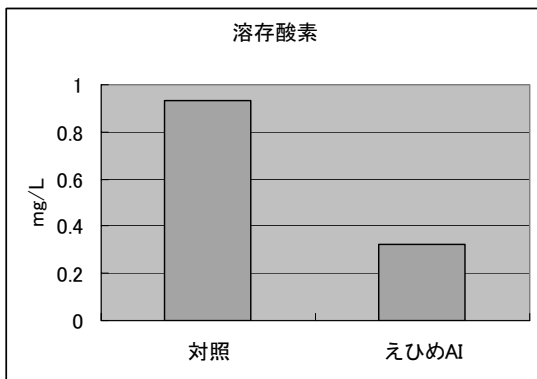
(2) 「えひめ AI」の添加による呼吸量の変化の観察 その1

実験目的：「えひめ AI」を加えることで起こる原生動物の呼吸量の増加を観察する。

実験方法：①溶存酸素量を同量にした佐鳴湖水を2本の酸素ビンにいれる。②2つの酸素ビンを次の条件で分ける。i) 湖水に原生動物のみを加える（以後「対照」と呼ぶ）。ii) 湖水に原生動物と「えひめ AI」を加える（以後「えひめ AI」と呼ぶ）③植物性プランクトンの光合成を防ぐために酸素ビンを2つともアルミホイルで包む。④24時間放置する。⑤ウィンクラー法で溶存酸素の量を調べる。

結果：溶存酸素 対照と比べ「えひめ AI」のサンプルは、酸素量が少なくなった。





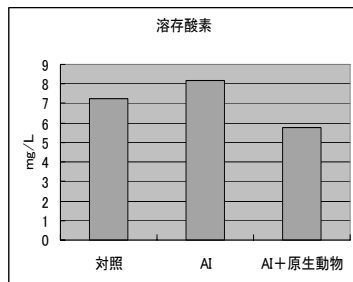
考察：対照に比べて「えひめ AI」の方が酸素の消費量が多かった。しかしその差は0.6mg/ℓだった。これでは大きな差があるとは言えない。実験の時間を短くして再度同じ内容を行う必要がある。また、今回の実験では「えひめ AI」自体が酸素量に影響を及ぼした可能性がある。「えひめ AI」のみの対照も用意する必要がある。

(3) 「えひめ AI」添加による呼吸量の変化の観察 その2

実験目的：「えひめ AI」が原生動物の呼吸量を増加させることを確かめる。

実験方法：①溶存酸素量を一定にした湖水を3本の酸素ビンにそれぞれ入れる。②3つの酸素ビンを次の条件で分ける。i) 湖水に原生動物を加える（以後「対照」と呼ぶ）。ii) 湖水に原生動物と「えひめ AI」を加える（以後「AI+原生」と呼ぶ）。iii) 湖水に「えひめ AI」のみを加える（以後「AI」と呼ぶ）③植物性プランクトンの光合成を防ぐために酸素ビンを3つともアルミホイルで包む。④6時間放置する。⑤ウィンクラー法で溶存酸素の量を調べ、結果をまとめて考察する。

結果：「AI」を基準とすると1時間あたり原生動物の呼吸量は0.41mg/L・hとなった。



考察：実験時間の短縮により数値の差がより大きくなった。さらに「AI」のサンプルから、「えひめ AI」が湖水の溶存酸素に影響を及ぼさないことがわかった。実験時間が短かったため、第2章の実験から、個体数の増加はほとんど無かったと言える。この結果から、「えひめ AI」は原生動物の呼吸量を増加させることが分かった。

(4) 「えひめ AI」の分析

実験目的：「えひめ AI」を構成する主成分のリン酸態リンの値の変化を見る

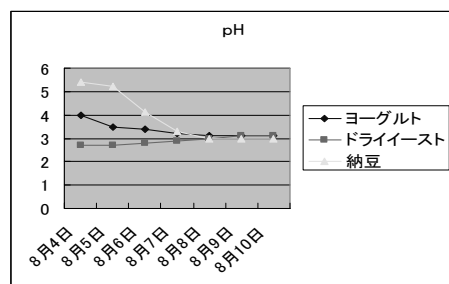
実験方法：ヨーグルト、ドライイースト、納豆を個別にして、「えひめ AI」を製作するときと同様に培養する。その培養後、さらに培養後12日後、リン酸態リンを測定する。i) 10L 容器に水 8 L ヨーグルト 400 g 砂糖 400 g を入れる。ii) 10L 容器に水 8 L ドライイースト 32 g 砂糖 400 g を入れる。iii) 10L 容器に水 8 L 納豆 16 粒程度 砂糖 400 g を入れる。i) ii) iii) を大型容器に入れ熱帯魚用ヒーターで34度前後にし、1週間培養する。その間1日ごとに pH を測定。培養期間終了時にリン酸態リンを測定し、その12日後に再びリン酸態リンを測定した。

実験期間：平成20年 8 月 4 日～ 8 月 23 日

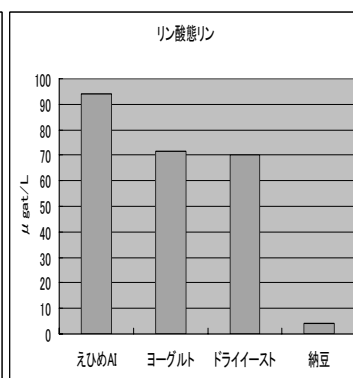
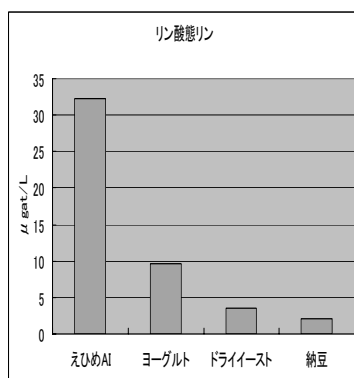
結果： pH

8月11日 リン酸態リン

8月23日 リン酸態リン



ちなみに「えひめ AI」の pH は 3～4 である。



考察：上記2つのグラフは培養開始より1週間後（上）とさらに12日後（下）のリン酸態リンのグラフである。8月23日のサンプルは8月11日のサンプルに比べヨーグルトは7倍、ドライイーストは12倍となっている。しかし、「えひめ AI」のサンプルは3倍ほどの伸びに留まった。

(5) 「えひめ AI」の成分を用いての原生動物の活性化

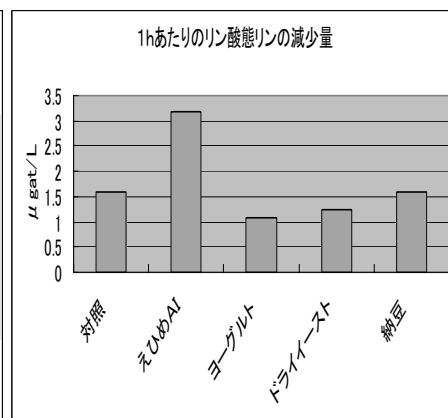
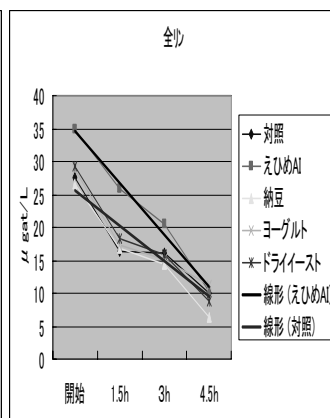
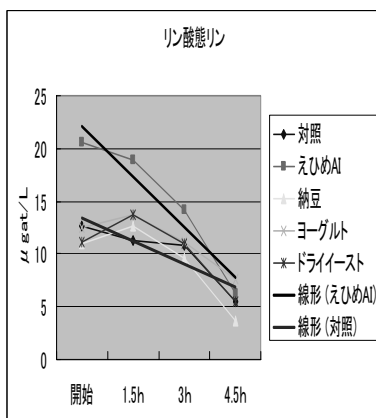
実験目的：「えひめ AI」の成分の何が原生生物に影響を及ぼすか調べる。

実験方法：第4章で培養した（11日に測定したもの）、ヨーグルト、ドライイースト、納豆を原生動物付きのヨシをいれたバケツに「えひめ AI」同様、湖水に対し0.5%添加し、リン酸態リン、全リンを測定する。

結果： リン酸態リン

全リン

1hあたりのリン酸態リンの減少量



どのサンプルもリンの値に減少が見られる。「えひめ AI」の値が開始時において他のサンプルと比べ群を抜いて高い。だが、4.5h においては他の値と同程度の値となっている。近似曲線のグラフから全リンより、リン酸態リンの方が「えひめ AI」による影響で吸収量が多くなっていると分かる。1時間あたりのリン酸態リンの減少量は、「えひめ AI」が対照の2倍近い結果をだした。納豆、ヨーグルト、ドライイーストは対照とほとんど変わらない結果となった。

考察：リン酸態リン、全リンのグラフ、それぞれの減少量を比べると、「えひめ AI」の減少量は他の2倍程度を示した。対照と比べて、ヨーグルト、ドライイースト、納豆の減少量にほとんど差がなかったのに対し、「えひめ AI」のサンプルがこれだけの減少量を示したのは、「えひめ AI」に含まれるそれぞれの成分の複合要因によるものなのであろう。

5 全体の考察

以上の実験により、我々は「えひめ AI」に佐鳴湖の汚れの一つであるリン酸態リンを減らす効果が

あることが分かった。また、溶存酸素においては佐鳴湖の原生動物と比べて「えひめ AI」で培養したものが低い値に抑えていた。微生物の呼吸は有機物の吸収・分解と密接に関わっていることから、原生動物の呼吸を増加させる「えひめ AI」は原生動物の活動を活発にすることがわかる。原生動物の個体数は「えひめ AI」添加により増加することが分かった。適当な量を添加することによって、原生動物の分裂は促進される。これらのことから、増加した原生動物の働きが活発になることで、リン酸態リンを原生動物が吸収し、リン酸態リンの値が減少したのだとわかる。また、「えひめ AI」を科学的に解明するために行った「えひめ AI」の成分を分析した実験においては、納豆のサンプルが全リン、リン酸態リン共に最小値であった。1時間あたりのリン酸態リンの減少量は「えひめ AI」が最も多く、対照を含めたその他の4つのサンプルの2倍程度のリン酸態リンを減少させた。ここから「えひめ AI」には、やはり3種類のものを1度に発酵させることで効果があるのだと考えられる。

6 要約

①「えひめ AI」は原生動物の分裂を活発にし、個体数を増加させる。その中で特に付着性の原生動物の割合を増加させる。②「えひめ AI」は原生動物の呼吸量を増加させる。③「えひめ AI」はその材料である納豆、ヨーグルト、イースト菌を混合し、培養することにより効果を発揮する。④「えひめ AI」は原生動物の活動を活発化しリン酸態リンの吸収を促す。

7 今後の課題

①「えひめ AI」がなぜ原生動物を活性化するのかを明らかにする。②「えひめ AI」の構成成分を混合発酵させることによって何が起きているのかを調べる。③「えひめ AI」の水質浄化への実用化をする。

8 参考文献

①合同出版 日本の淡水プランクトン図解ハンドブック監修 滋賀県立衛生環境センター・一瀬諭・若林徹哉 ②佐鳴湖の浄化について～微生物の観点から～静岡県立浜松北高等学校地学部谷下班チーム MEC

9 謝辞

この研究を行うにあたり、多くの方々に御協力、御指導を頂きました。ここで改めてお礼を申し上げます。（敬称略）①財団法人 えひめ産業振興財団 中小企業振興部長曾我部 義明 ②静岡県立浜松北高等学校教諭 辻野 兼範