

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

2024年度 研究活動報告書

「青陵の森の環境調査」 仙台市立仙台青陵中等教育学校_科学部

1. 背景（研究の動機、前年度までの成果）

学校敷地内に「青陵の森」と呼ばれる学校林が広がっている。梅田川が流れており、その一部に鉄バクテリアの発生がみられた。また、少し離れたところの水面に泡が発生していた。

2. 目的

鉄バクテリアの発生量はどのように変化するのか、水質に影響を与えているのか気になったため調査を行うこととした。また、泡がなぜ発生したのか調べることにした。

3. 活動の内容

3.1 出前講義

日時：2024年7月13日（土）9時30分～12時30分

場所：仙台市立仙台青陵中等教育学校

講義題目：「吸光光度計を使った分析」

講師：猿渡英之 教授（宮城教育大学）

3.2 見学

該当なし

3.3 その他の活動

共同研究者の中学生が、2024年12月14日（土）に開催された「みやぎこども未来博」にて、題目「青陵の森の水質調査」（ポスター発表）で参加。

4. 研究の成果

I. 水質調査

- ①川の水を採取する当日及び前日の天気・降水量を気象庁HPで調べた。
- ②Eranear製デジタル水質測定器を使用し、水温とORP(酸化還元電位)を測定した。
- ③共立理化学研究所「パックテスト」を使用し、COD(化学的酸素要求量)、 NO_2^- (亜硝酸態窒素)、 NO_3^- (硝酸態窒素)、 Cl^- (残留塩素)を測定した。
- ④HORIBA製コンパクトpHメーターを使用し、pHを測定した。これを3回行い、平均値を求めた。

II. 鉄バクテリア調査

- ①被膜がある地点の水をシリンジで採取した。
 - ②①の水をメンブレンフィルター(AS045AN ADVANTEC)を使用し、ろ過した。
 - ③共立化学研究所「パックテスト」を使用し、 Fe^{2+} (二価鉄)を測定した。
- さらに、JIS（日本産業規格）の「工業用水中の鉄細菌試験方法」を行った。

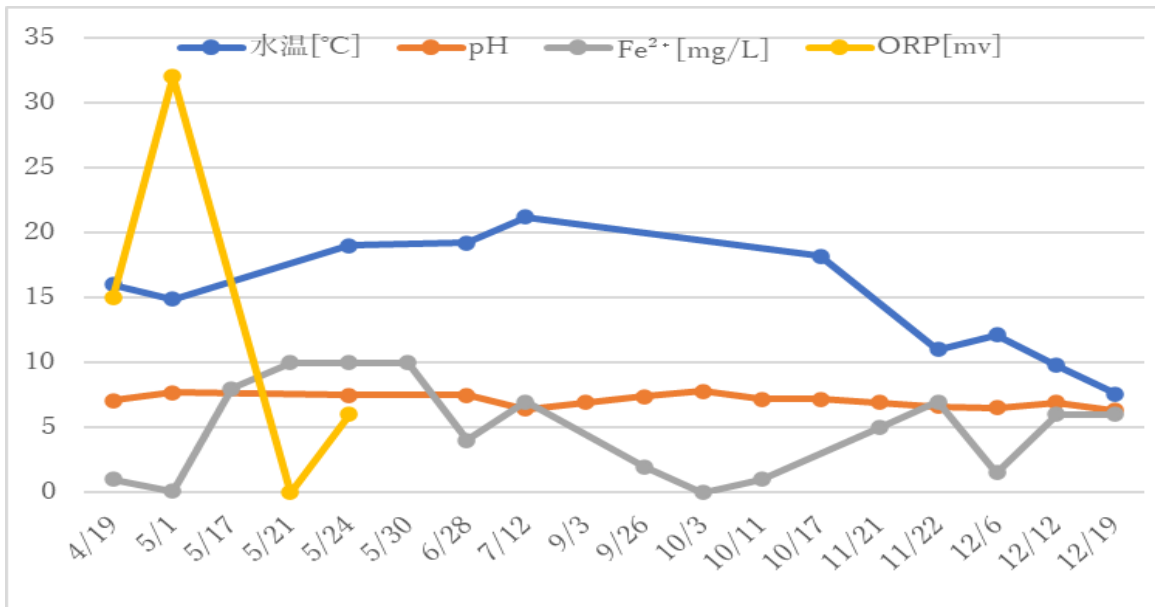


図1 水質・鉄バクテリアの発生量の変化

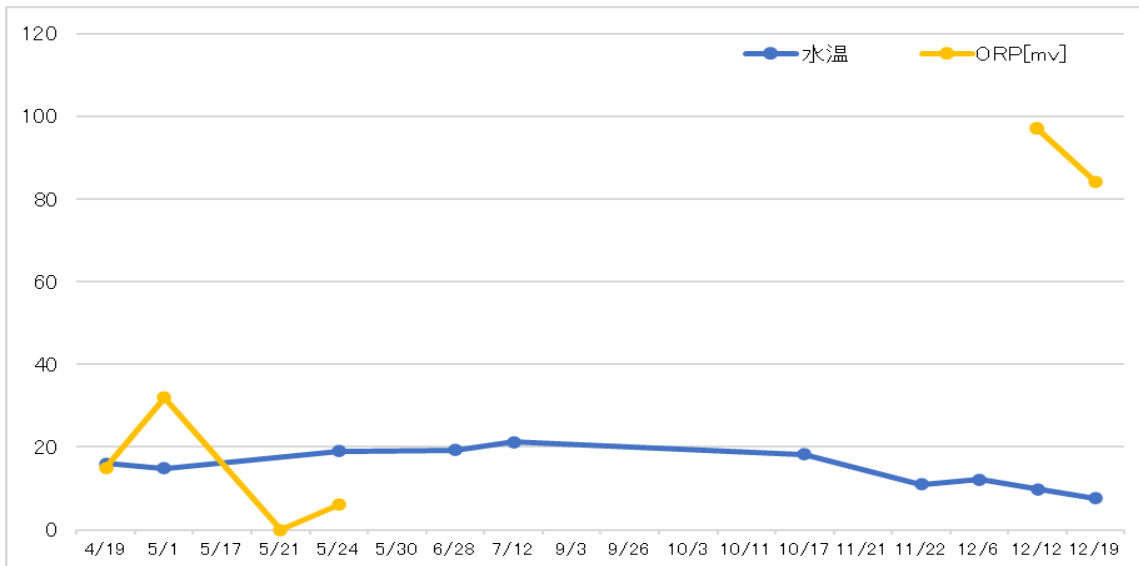


図2 OPRと水温の変化

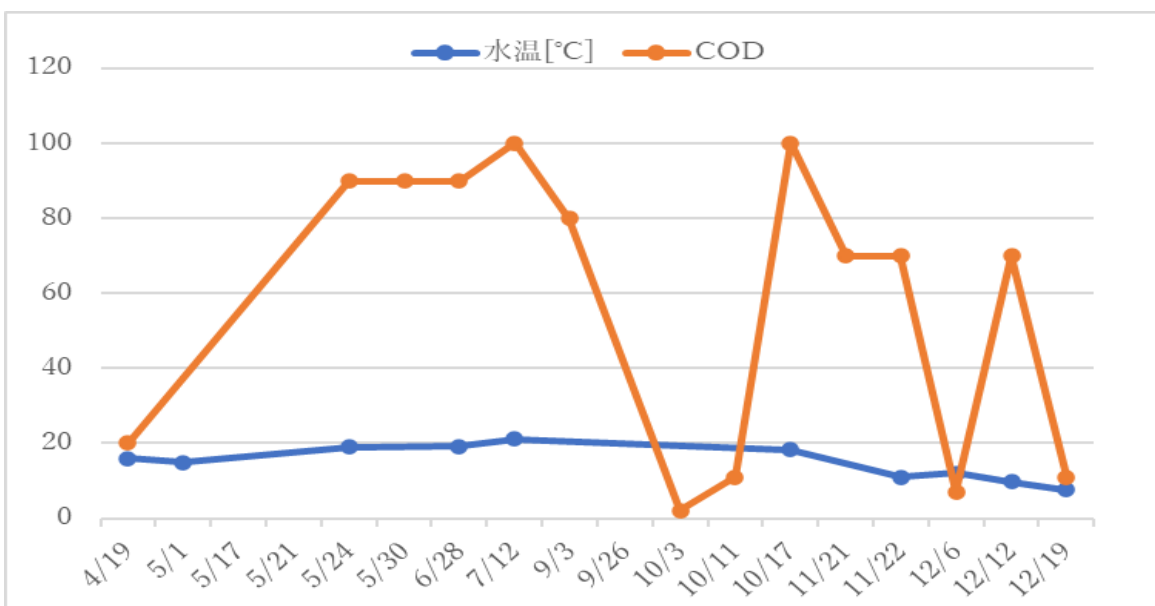


図3 CODと水温の変化

図1より、採取地点のpHは6.3~7.8の範囲で、平均値は7.1だった。水温は12月に7.6℃、7月に22[℃]と、生息最適温度である35~40[℃]よりも低温だった。

図2の結果から、ORPは還元領域を示し、NO₂-濃度は0.005[mg/L]、Cl⁻濃度は0.1[mg/L]を示した(データは示していない)。このことから、生活排水によるCl⁻濃度の上昇は確認されなかった。

図3のCODは、時期によって大きな変動が見られた。Cl⁻の測定結果から生活排水の影響は少ないと考えられるため、水温の上昇や、水中での花びらや落ち葉の増加による有機物の流入が主な原因であると推測される。また、11月下旬から12月にかけての降雪や霜は、水流の変化や水量の増加をもたらし、調査地点の水が希釈され、COD値の低下に繋がったと考えられる。さらに、前日の降水量が多い日には、鉄バクテリアの濃度が低下する傾向が見られた。このことから、降雨による水流の変化が鉄バクテリアの分布に影響を与えた可能性が考えられる。

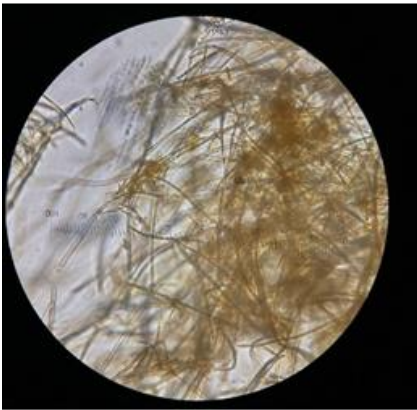


写真1 10/17 600倍
採取した鉄バクテリア



写真2 10/17 600倍
採取した鉄バクテリアに薬品滴下



写真3 10/18 600倍
採取した鉄バクテリアに薬品滴下

代表的な鉄バクテリアは *Leptothrix ochracea* および *Gallionella ferruginea* であり、*Leptothrix ochracea* はサヤ状の形態をしており、*Gallionella ferruginea* はねじれたような形態であるため、採取した試料は *Leptothrix ochracea* だと推測。

Ⅲ. 泡の調査

- ①同じ場所での水面泡を撮影する。
- ②水面泡をビーカーで採取し、光学顕微鏡で観察する。

また、珪藻や藍藻などの植物プランクトンや付着糸状藻類が放出する糖類を主成分とする細胞外分泌物による泡発生が考えられるため、河底にある石などの付着物を採取し確認した。

- ①水中にある石の付着物を採取する。
- ②付着物を光学顕微鏡で観察する。

写真5に示されるように、梅田川の泡は上流からの流入ではなく、段差下部の窪みを起点として発生し、数日間持続的に観測された。このことから、窪み内に滞留した水が何らかの要因で泡を発生させている可能性が考えられる。一方、写真6では、泡が水路から流れ出る様子が確認できることから、この泡は水路内の何らかの物質が原因で発生していると考えられる。

泡が色は白から茶色まで様々で、時間経過による色変化や周辺の付着物の違いが考えられる。Cl⁻濃度が低いことから、界面活性剤による汚染は考えにくい。現在、付着糸状藻類の細胞外分泌物が原因である可能性を調査している。



写真4 梅田川上流



写真5 水面泡の発生地点1



写真6 水面泡の発生地点2

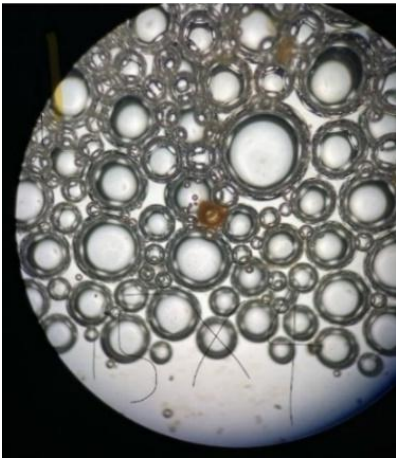


写真7 5/17 60倍
採取した水面泡

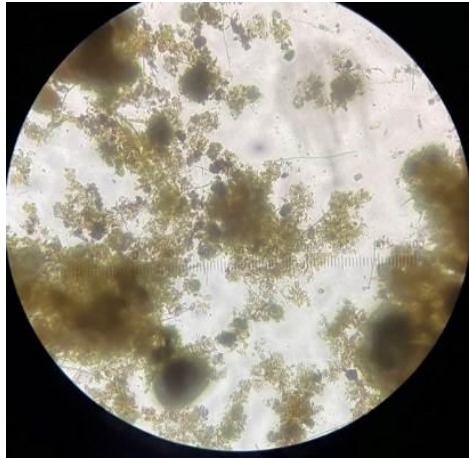


写真8 10/17 150倍
水面泡が発生している地点にある石の付着物



写真9 20240419 撮影



写真10 2024501 撮影



写真11 20240502 撮影



写真12 20240508 撮影



写真 13 20240510 撮影



写真 14 20240517 撮影



写真 15 20240524 撮影



写真 16 20240530 撮影



写真 17 20240628 撮影



写真 18 20240718 撮影(タイムラプスでの撮影)



写真 19 20240718 撮影



写真 20 20240903 撮影



写真 21 20241003 撮影



写真 22 20241011 撮影



写真 23 20241017 撮影



写真 24 20241121 撮影



写真 25 20241122 撮影



写真 26 20241206 撮影



写真 27 20241212 撮影



写真 28 20241224 撮影



写真 29 梅田川上流にある水路 1
20241224 撮影



写真 30 梅田川上流にある水路 2
20241224 撮影



写真 31 梅田川上流にある水路の水中
(川底に付着物が確認できる)
20241224 撮影



写真 32 梅田川上流にある水路の水中
(川底に付着物が確認できる)
20241224 撮影



写真 33 梅田川上流の全体図
20241122 撮影

5. 研究成果の発表

2024年11月6日(水)に開催された「宮城県高等学校生徒理科研究発表会」にて、題目「青陵の森の環境調査」(ポスター発表)に参加。

6. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

今回の研究では、初めて使用する器具が多く、操作に戸惑い実験時間が長引く場面も多々あった。この経験から、実験前の十分な準備と操作確認の重要性を痛感した。また、大学教授との連絡では、連絡方法や適切な文章作成について学ぶことができた。

実験を繰り返すうちに、作業効率が向上し、新たな発見に繋がるなど、実験は回数を重ねることで深まることを実感した。

泡の原因が生活排水ではなく、藻類の細胞外分泌物である可能性があるという知見を得られた。さらに、このような泡が全国的に発生していることを知り、自然環境問題の複雑さを改めて認識した。鉄バクテリアや水質に関する様々な指標についても知識を深めることができ、今回の実験は有意義なものとなった。

7. 今後の課題

パックテストによる調査では、色の判定が主観的になりがちで、より客観的なデータが必要だと感じた。そこで、吸光度計を用いて、より正確なデータを取得したい。

また、泡の原因をさらに解明するため、アンスリン法による糖の定量分析を検討している。この方法を用いることで、泡の発生が糖と関連しているかどうかをより詳細に調べることができると考えている。

8. まとめ

・鉄バクテリア調査について

鉄バクテリア調査では、当初はペットボトルを用いて試料を採取していたが、調査地点の川底が浅いという課題に直面し、シリンジへの変更をした。現地調査を通じて、この変更が適切な解決策であったことを確認できた。

・泡の調査について

泡の発生原因をより深く理解するため、川の水源や上流域の状況を調査した。近隣の公園にある貯水池や、川が続いている水路を観察した結果、本川が貯水池を經由していること、水路の表面に大量の藻が生息していること、そして別の水源と合流していることが明らかになった。

9. 参考文献

- 1) 「仙台高校周辺にある油膜状物質と赤褐色沈殿物の調査」 仙台市立仙台高等学校、第 76 回宮城県高等学校生徒理科研究発表 2023 年
- 2) サビの発生は季節（温度）によって違いがありますか？公益社団法人日本地下水学会 <https://jagh.jp/activities/faq/archive/83/> (2024/6/26 参照)
- 3) 「工業用水中の鉄細菌試験方法」 JIS（日本産業規格）JISK0350-80-10:2005 工業用水中の鉄細菌試験方法(2024/9/10 参照)