

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」

2021 年度 研究活動報告書

農業排水の面から赤潮を抑える

洗足学園高等学校（赤潮研究会） 崎本彩夢 佐藤美鈴 中川理聡 中野結貴 西川眞由

1. 目的

農業排水に含まれるリン酸は、赤潮を引き起こす要因のひとつであることが知られている。赤潮の発生を抑え、海の生物多様性を守り続けるためには、昨年度の研究テーマであるリン酸の除去法を検討するだけでなく、私たちの環境への意識改革が必要不可欠である。本研究では、高度な計測器具等を用いないリン酸濃度の簡易測定の方法を検討した。それにより、農業従事者をはじめとした、多くの方々にとって扱いやすいようなリン酸測定方法を提案し、我々の環境に対する意識をも高めることに繋げる。

ゾウリムシは、一般に広く川に生息するプランクトンであるが、赤潮発生時には赤潮原因藻の有力な捕食者として働く。そのため、赤潮が発生した場合、発生場所において、赤潮を抑制する方向にゾウリムシが普段に比べ活発に活動すると考えられる。つまり、赤潮の主な発生原因の一つであるリン酸の水中での濃度とゾウリムシの活動量には正の相関が認められることが推定される。私たちはこのゾウリムシの活動量とリン酸濃度の相関を利用することで、ゾウリムシの活動量からリン酸濃度の推定が可能であるかを検証する。しかし、農業従事者をはじめとした私たち一般市民がリン酸濃度をゾウリムシの活動量からリン酸濃度を推定することを可能にするためには、ゾウリムシの変化量を可視化する必要がある。そこで、本研究では、ゾウリムシの活動量を可視化することによって、溶液のリン酸の濃度を推定することを目的に定めた。

2. 活動の内容

出前講義

日 時：2022 年 1 月 23 日（日）

15 時 00 分～16 時 30 分

場 所：オンライン開催（Zoom）

講義題目：「海の藻類が地球を冷やす」

講 師：古賀 聖治（産総研）

目 的：

今年度の研究のテーマの一つである、我々の環境への意識を高めるために、環境に影響を及ぼす微小粒子について学ぶ。

講義概要：

太陽光の一部を反射して地球の温度を適度に冷やす雲は、大気中に存在する微小粒子から成る。この微小粒子は海の藻類から生成される化合物が元となっているため、海の藻類は雲の形成に深く関わっている。南大洋や小笠原諸島父島などでの微小粒子の観測データから明らかになった藻類と微小粒子との関係を学ぶ。また、微小粒子が大気環境に与える様々な影響を理解することが、将来の地球環境の正確な予測につながることも学習する。

フィールドワーク

調査名称：滑川河口地点における水質調査

日 時：2021 年 9 月 29 日（水）

調査場所：神奈川県鎌倉市滑川橋付近

滑川河口

気象条件：気温 24℃ / 快晴 / 湿度 0~10%

目 的：目的は以下の 2 点である。

- ・海洋環境をテーマに研究を行うにあたって、水質調査並びに周辺環境を観察することにより現状を把握し、問題意識を高めること。

・赤潮はリン酸濃度の上昇に伴う微生物の大量発生に依存するため、微生物の量に注目することによって、赤潮の発生により近い原因から赤潮の防止をできる。このことから、川の環境を再現した水溶液に微生物を入れ、その微生物の量による水の栄養状態を調べようと考えた。その実験の前段階として、実際の赤潮の発生していない通常の川での微生物の量を知ること。

I. 調査方法・結果

滑川河口付近の微生物の量、リン酸態リン酸濃度（理化学研究所製低リン酸パックテスト使用・目視での計測）、周辺の様子（気象条件やごみの量などの赤潮の発生原因並びにリン酸濃度に影響を与えるものの有無）、川幅・水深について計測を行った。鎌倉にある滑川の河口にて4検体を（検体名を検体A～検体Dとする）採取し、その検体をプランクトンの増殖を防ぐために無水エタノール（濃度99.5%を70%に希釈して使用）で固定した。数日後に洗足学園中学高等学校生物実験室で光学顕微鏡を用いてゾウリムシの個体数を観察した。観察の結果は表1のようになった。



図1：フィールドワークの様子



図2：パックテストを用いて計測する様子

表1：検体A～Dにおいて観察された微生物量と PO_4^{3-} 濃度

検体名	A	B	C	D	平均
微生物量(個)	0	0	0	0	0
PO_4^{3-} 濃度(ppm)	0. 20	0. 09	0. 10	0. 13	0. 13

表1の通り、微生物はすべての検体において検出されなかった。しかしながら、神奈川県が発表した2021年9月の滑川のBOD値において、滑川河口に位置する滑川橋から観測されたBOD値は0.9 mg/Lであり、当該河川には微生物が存在することが確認されている。よって、微生物が観察されなかった私たちの測定には何らかの課題があることが推察され、その理由として下記の2つの要因が指摘された。

第一の要因として、高濃度エタノールでの固定によって微生物の体内の水分が受動輸送により体外へ排出され、微生物が収縮し観察できなかった点が指摘される。

第二の要因として、水中に存在する微生物の量が微小であることが指摘された。一般に微生物量調査においてはプランクトンネットを用いて収集するが、私たちは使用せずに観察を試みたことから、採集液に含まれる微生物量が少なく観察が出来なかったことが考えられる。

II. 展望

今回の方法と結果に対する改善方法として以下の点を挙げる。

無水エタノールの代わりに塩化ニッケル溶液を固定液として使用する。ゾウリムシの繊毛の有効打の方向によって進行方向が決定される。ゾウリムシは、環境の温度、pH、化学組成、照度などに対して、繊毛運動を変化させることが知られている。ニッケルイオン Ni^{+} はゾウリムシの繊毛に対して抑制を促進することから、固定液に使用できる。

採集にはプランクトンネットを用いて微生物を凝縮し、体積当たりのゾウリムシ量を増加させて観察しやすくする。また、検体には静置沈着法を施し溶液を濃縮する。

施設見学

日 時：2022年1月7日（金）

場 所：神奈川県立総合教育センター6階

生物実験室（微小生物培養室）深川先生

見学の目的：

神奈川県立総合教育センターでは県内の学校に向けて微小生物の提供を行っている。現在、私達は実験に使用しているゾウリムシを提供して頂いており、微生物の生育環境や観察方法などについて詳細な情報を得るために培養施設を尋ねた。施設では実際に培養・観察を行っている場所を見学させていただいた。

見学で学んだこと：

ゾウリムシの生育環境

ゾウリムシには負の走光性が認められることから、暗所が適している。また、室温 25℃前後での培養が適しており、温度が低くなると動きは鈍くなる。また、30℃以上の環境では死滅してしまうことがある。学校で培養する場合には、ダンボールで覆うことで暗所にし、ダンボール内に白熱灯またはヒーターを入れて内部を暖かく保つことが必要である。

また、自然界においてゾウリムシの餌となるのは植物プランクトンである。しかしながら培養に使用すると培養液の水質が悪化しゾウリムシが生育しない状況を招くことから、培養には酵母を用いる。神奈川県立総合教育センターの培養室では無農薬栽培の稲わらを使用していた。エビオス錠（アサヒグループ食品会社製）・強力わかもと（わかもと製薬製）に含まれるビール酵母で代用することも可能である。

3. 研究の成果

ゾウリムシによる溶液中リン酸濃度比較の検証

I 実験の目的・詳細

1-1 目的

赤潮が発生する過程に、水中のリン酸などの有機成分の増加による動物プランクトンの増加がある。これより、動物プランクトンの個体数の変化を見ることによって、水中のリン酸濃度の変化をおおよそに計測できるのではないかと考えた。これを検証す

るため、動物プランクトンの一種であるゾウリムシの個体数の変化を見ることによって、溶液中のリン酸濃度の変化を調べる実験を行った。そこで、ゾウリムシの培養に米の研ぎ汁が一般的に使われていること、米の研ぎ汁の主成分のひとつがリン酸であること、下水道に家庭排水として米の研ぎ汁が多く廃棄されていることから、リン酸を含む溶液として米の研ぎ汁を利用することにした。なお、米の研ぎ汁とは、精米時に排除しきれなかった米糠が、洗米時に水に溶出した溶液のことを指す。

1-2 実施環境

実施期間：11月13日（月）～11月15日（金）

実施場所：洗足学園中学高等学校化学実験室

1-3 材料・準備物

米の研ぎ汁に対してゾウリムシを滴下した。

II 実験手順

以下の表のように、米の研ぎ汁とイオン交換水を混合させた溶液種類を調製した。なお、米の研ぎ汁は攪拌し、リン酸濃度を均一にしたものを使用した。

表2：各溶液の米の研ぎ汁とイオン交換水の量

検体名	米の研ぎ汁 (ml)	イオン 交換水(ml)	合計(ml)
1	400	0	400
2	300	100	400
3	200	200	400
4	100	300	400
5	50	350	400
6	0	400	400

1. ゾウリムシの培養液を駒込ピペットで 5mL ずつはかりとり、各々のタッパーに滴下した（ゾウリムシは神奈川県立総合教育センターに提供していただいたものを使用）。
2. 1 で作成したものを直射日光が当たらない場所に置き、蓋をして放置した。実験実施（11月13日）から 2 日後（11月15日）のタッパー内の様子を観察した。
3. 6 つのタッパーから、各々駒込ピペットで少量の

溶液を採取し、顕微鏡を使用して生存が確認されるゾウリムシの個体数を数え上げ、写真と共に記録した。なお、溶液の採取は、溶液内をよく混ぜ単位面積あたりのゾウリムシの個体数を均等にした後に行うものとする。

4. 3で得られた実験結果をもとに、米の研ぎ汁の量に対するゾウリムシの個体数の変化に関して、以下のように考察を行った。

III 実験結果・考察

表 3 に、溶液から観察されたゾウリムシの個体数を示した。また、図 3 から図 5 は暴露 2 日後の各米の研ぎ汁の濃度の溶液の様子である。

表 3：2 日後の米の研ぎ汁中に観察されたゾウリムシの数

検体名	ゾウリムシの数 (個)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0



図 3：検体 1 の 2 日後の様子



図 4：検体 3 の 2 日後の様子



図 5：検体 6 の 2 日後の様子

表 3 から分かる通り、全ての濃度にてゾウリムシは観察できなかった、または動かず生存が確認されなかった。すなわち、溶液の米の研ぎ汁の相対濃度とゾウリムシの個体数に相関は見られなかったといえる。また、観察したいくつかの米の研ぎ汁の濃度の溶液から図 4、図 5 のような気泡が確認された。図 3 から図 5 より、米の研ぎ汁の濃度が高くなるほど発生した気泡の数は多く観察された。

生存するゾウリムシが確認されなかった理由として下記の 4 点が指摘された。

- ・第一の要因として、溶液を明るい場所に置いていた点が指摘された。直射日光には当たっていなかったものの、日中は室内の照明が当たる場所に溶液を置いた。負の走光性によりゾウリムシは暗い場所を好むため、光によってゾウリムシが死滅したことや活動量が大幅に減少したと考えられる。
- ・第二の要因として、実験を実施した場所の室温を管理していなかった点が指摘された。ゾウリムシは 25 度前後で増殖しやすいことより、25 度から大きく異なる温度下では増殖しにくかったと考えられる。
- ・第三の要因として、溶液を入れたタッパーの蓋を隙間なく閉めた点が指摘された。容器内に空気が入りにくく、溶液と空気が触れる部分が少ない状態だったことから、ゾウリムシが呼吸するために必要な空気が不十分だったと考えられる。
- ・第四の要因として、米の研ぎ汁のみではゾウリムシの増殖を促進する分子または元素が揃っていない可能性が指摘された。ゾウリムシは主に酵母、細菌、植物プランクトンを捕食し、これらの核にリン酸が存在する。しかし、リン酸はゾウリムシ

が捕食する物質の必要な分子のひとつにすぎない。米の研ぎ汁はリン酸を含むが、ゾウリムシに必要な他の分子または元素を含んでいなかったと考えられる。

ここで、私たちは実験結果の図4・図5に見られる暴露によって発生した気泡に注目した。それぞれの溶液において観察された気泡の数を表4に示す。気泡はA（直径2mm程度）とB（直径1mm程度）C（直径0.5mm程度）の3つの種類に分けて計測した。

表4：溶液1～6において観察された気泡数

検体名	気泡A	気泡B	気泡C
1	11	44	93
2	3	4	130
3	1	1	22
4	0	2	0
5	0	0	0
6	0	0	0

表4に見られる通り、米のとぎ汁の濃度の上昇に従って気泡A、気泡B、気泡Cのそれぞれの個数は上昇傾向にあることが分かる。

下の図6はこの気泡数を気泡量に換算して得られた米のとぎ汁の相対濃度と気泡量の関係を示したグラフである。横軸に米の研ぎ汁の相対濃度を、縦軸に気泡の量を示した。気泡量はA、B、Cの直径比4:2:1を体積比にした64:8:1とした。換算式を以下に示す。

気泡数・気泡量換算式

$$(気泡量) = (Aの気泡数) \times 64 + (Bの気泡数) \times 8 + (Cの気泡数) \times 1$$

換算式によって得られた各検体の気泡量は表5の通りになった。

表5：各検体の気泡量

検体名	気泡量
1	1,149
2	354
3	94
4	16
5	0
6	0

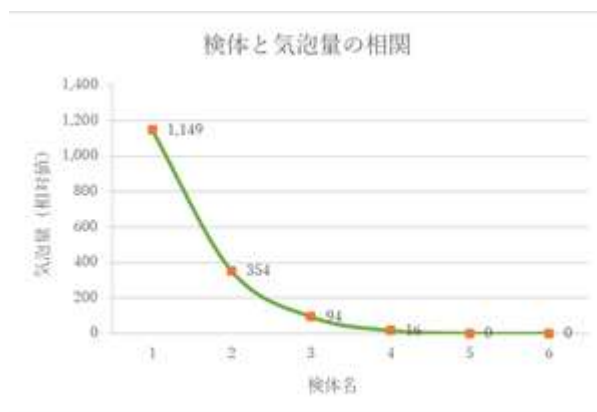


図6：気泡量と米の研ぎ汁の濃度（相対濃度）の関係

このグラフから、米の研ぎ汁の濃度の上昇にしたがって観察された気泡の量が増加していることが分かる。よって、米の研ぎ汁の濃度と気泡量には正の相関がみられることが推察された。

ここで、この気泡が何によるものであるかを明らかにするため、私たちは気泡の発生原因を仮定し、それぞれ検証を行い発生原因の検討を行った。

観察された気泡が米の研ぎ汁に含有される有機物が原因であるか否かの検討

米の研ぎ汁には有機物が含まれている。有機物は呼吸を行うことから、実験において観察された気泡が米の研ぎ汁に含有される有機物による呼吸によって発生した可能性が指摘された。

私たちは、これらの有機物が気泡に影響しているかを同定するために、図7のように米の研ぎ汁のみを容器に入れた5つの検体を4日間に渡って直射日光が当たらない冷所で気泡の有無を観察した。



図7：観察1日目の米の研ぎ汁の様子



図8：観察4日目の米の研ぎ汁の様子

5つの検体（A～E）において米の研ぎ汁は全て均一にして使用した。観察結果を以下に示した。

表6：4日間の米の研ぎ汁の中の気泡数

検体名	1日目	2日目	3日目	4日目
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0
E	0	0	0	0

表6と図8から分かる通り、全ての検体A～Eにおいて気泡は観察されなかった。このことから、米の研ぎ汁にゾウリムシを暴露した際に観察された気泡は、米の研ぎ汁によるものではないと推察された。

観察されたエビオス錠に含有されるビール酵母が原因であるか否かの検討

ゾウリムシの培養にはエビオス錠または強力わか

もとに含まれるビール酵母をゾウリムシの餌として使用している。米の研ぎ汁とゾウリムシを供した際に、ゾウリムシを培養瓶から数滴垂らして実験を行ったことから、検体にゾウリムシのみならず培養液が混入していた。

ビール酵母は生物であることから、活動に伴い呼吸をしている。このことから、混入した培養液に含まれるビール酵母の活動によって気泡が発生した可能性が指摘された。

私たちはゾウリムシの培養時にゾウリムシの餌として使用したエビオス錠が気泡の有無に影響しているかを同定するため、米の研ぎ汁にエビオス錠を供した。エビオス錠に含まれているビール酵母の呼吸が気泡の発生に起因していることが指摘されたからである。

ここで、米の研ぎ汁に対してエビオス錠を入れた理由について触れたい。一般に酵母は糖분을餌として成長・分裂をする。強力わかもと・エビオス錠に含まれるビール酵母も糖분을餌として成長・分裂をしている。強力わかもと・エビオス錠にはビール酵母の成長を促す成分が含まれているが、米の研ぎ汁に対して暴露をした際には強力わかもと・エビオス錠の溶液中の濃度が希釈されているため、強力わかもと・エビオス錠中の成長に必要な成分が不足していると考えられる。しかしながら実験時においては、米の研ぎ汁によって成長に必要な糖分が十分に供給されていたことから、ビール酵母が生育するには十分な環境が整っていたと推察された。

よって、米の研ぎ汁を溶媒、エビオス錠を溶質として溶液を作成し、その気泡の発生量を観察することによって、この気泡がビール酵母に起因するものであるかが推察可能であると言えよう。

以下に米の研ぎ汁を溶媒、エビオス錠を溶質として作成した溶液の気泡量の4日間の観察結果を示した。検体作成に当たり、エビオス錠はゾウリムシの餌であることから、培養液中のエビオス錠の濃度は徐々に減少していくことを考慮した。エビオス錠を2錠（0.475g）入れた際直後の培養液（400ml）のビール酵母の濃度は、1.18g/L。本観察においては、一検体当たりの米の研ぎ汁量を40mlとして、エビオス錠がすべて消費された培養液に対して新たにエビオス錠2錠を入れた直後の培養液の濃度（0.25g/L）

を再現し、エビオス錠粉末を 0.01g 混ぜたもの (A-1 から A-4)、エビオス錠 2 錠を入れる前の培養液にエビオス錠が残っているままエビオス錠が 2 錠追加された場合を考慮して、濃度を (1.25g/L) と高く設定し、エビオス錠粉末を 0.05g 混ぜたもの (B-1 から B-4)、培養液中のエビオス錠が消費されている途中の場合を考慮して、濃度 (2.50g/L) と高く設定し、エビオス錠粉末を 0.10g 混ぜたもの (C-1 から C-4) の 3 種類のエビオス錠の濃度の検体をそれぞれ 4 つずつ用意して気泡量を計測した。なお、米の研ぎ汁はそれぞれの検体に配分する前に十分に攪拌したものを使用しており、それぞれの検体において同じ米の研ぎ汁を使用したとみなしている。

表 7：4 日間の米の研ぎ汁とエビオス錠の混合液中の気泡数

検体名	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
A-1	0	0	0	0
A-2	0	0	0	0
A-3	0	0	0	0
A-4	0	0	0	0
B-1	0	0	0	0
B-2	0	0	0	0
B-3	0	0	0	0
B-4	0	0	0	0
C-1	0	0	0	0
C-2	0	0	0	0
C-3	0	0	0	0
C-4	0	0	0	0

表 7 より、すべての検体において気泡の発生は確認されなかった。このことから、エビオス錠に含まれているビール酵母の呼吸は、気泡の発生に起因しないと見える。

以上、米のとぎ汁に含まれている有機物とエビオス錠に含まれているビール酵母が気泡の原因であるか否かの検証により、どちらも気泡の発生との関連性は確認されなかったことから、実験で発生した気泡はゾウリムシの活動量によるものであると結論づけられた。

V 結論

以上の実験及び考察から、実験で発生した気泡はゾウリムシの活動量によるものであると推察された。よって、ゾウリムシの呼吸による気泡の発生量により、水中におけるリン酸の量を推定することができると結論付けられた。

4. 研究成果の発表

(1) 日 時：2020 年 9 月 26 日 (土)

11 時 30 分～12 時 50 分

発表の場：洗足学園中学高等学校第 74 回彩羽祭

発表題目：「赤潮研究会 研究成果発表」

発表形態：動画発表

発表者名：中川理聡 (2 年)、西川眞由 (2 年)、
崎本彩夢 (2 年)、中野結貴 (2 年)、
佐藤美鈴 (2 年)

発表内容：

昨年度の最終報告に用いたプレゼンテーションに加え、最終報告で発表しきれなかった実験の詳細、校内の課外活動報告にて赤潮研究会が製作・放映した赤潮に関する動画の一部や、発表の準備と研究の様子を動画にまとめ発表した。赤潮について知ってもらい、環境に対する意識改革を実現するため、動画の冒頭は赤潮研究会がどのような団体でどのような研究活動を行っているのかを、映画の予告編のような編集によって伝えた。

(2) 日 時：2020 年 10 月 21 日 (木)

14 時 00 分～14 時 30 分

発表の場：本校高校 1 年生

発表題目：「赤潮研究会 研究成果発表」

発表形態：口頭発表

発表者名：中川理聡 (2 年)、西川眞由 (2 年)、
崎本彩夢 (2 年)、中野結貴 (2 年)、
佐藤美鈴 (2 年)

発表内容：

昨年度行った葉面散布を用いたリン酸除去法や、今年度の鎌倉での環境調査等の活動内容だけでなく、研究から得たこと及び学んだことに関して発表を行った。今年度の研究の目的の一つである、環境に対する意識改革の実現に向け以下のことを工夫した。第一に、環境改善を最終

目的とする研究に少しでも興味関心を持ってもらうために、専門的且つ学術的な用語を使用せずに言葉を噛み砕いて説明し、分かりやすさを追求した。第二に、あらゆる実験において大切なことや研究の仕方など自身の研究に活かせるような内容を加えることで、環境問題改善のための研究への親しみや重要性に気づけるような工夫を凝らした。

5. 今後の課題

今年度の行った水質調査及び実験の反省点をふまえ、今後の課題として以下のような点を挙げる。

- ・川の水質現状把握のために行った、河川の水質調査で挙げられた改善点（前述したもの）をもとに、再度水質調査を行い、海洋汚染の現状把握に努める。
- ・微生物を用いた実験を行う際に、個々の微生物の生存条件を満たした実験環境を整える必要がある。
- ・本実験より得られた、ゾウリムシの活動量とリン酸濃度に正の相関があることを用いて、リン酸濃度を推定する方法は、生態系へ影響を及ぼす可能性があるのかを検討しなければならない。
- ・米の研ぎ汁には、リン酸以外の他の多くの元素及び栄養分が含まれており、必ずしもゾウリムシの活動量とリン酸濃度が相関関係にあるとは言い切れない。よって、その他の成分とゾウリムシの活動量に相関関係がないことを示すことで、より確固たる方法を確立する事ができる。
- ・現場での応用を展望するにあたり、リン酸濃度測定を行いたい試料の採取量や、指標として用いる微生物の適量を模索する必要がある。

6. まとめ

環境問題の一つである赤潮に着目し、海の環境改善及び海の多様性保全を目指した研究活動を行ってきた。昨年度は、排水からリンを取り除くという観点から問題に対してのアプローチを行ったが、環境問題を解決する上で重要なのは我々の環境に対する意識であると気づき、今年度は、我々の環境に対する意識改革を目指すという新たな観点を取り入れた。

昨年度の研究から、葉面散布の原理を応用するこ

とで、レタス、ハクサイ、キャベツの葉が水中に溶存するリンを吸収することが可能であり、また、吸収量は、日照量やもとのリン含有量に依存することが結論付けられた。

今年度の研究では、呼吸によって発生する気泡量と水溶液中のリン酸濃度に正の相関が見られることから、赤潮原因藻の有力な捕食者であるゾウリムシを用いることで、リン酸濃度の推測が可能であることが示唆された。

よって、直接的に赤潮を防ぐ手段として、昨年度の研究結果を、根本的な環境問題解決のために、現環境をより身近に感じてもらうための簡易リン酸濃度測定法として、今年度の研究結果を用いることで、環境問題解決へと寄与することが可能である。

7. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

生物の多様性は崩れやすいものであり、昨年度の研究に引き続き、この研究においても生態系バランスを維持することに特に注意を払って研究を進めた。赤潮と聞くと、赤潮が微生物の増殖により発生することから、微生物は害であり取り除く必要があると捉えられがちであるが、ゾウリムシは赤潮原因微生物の有力な捕食者であるという面を持つ微生物である。このことから私たちはゾウリムシに着眼して海洋汚染量を可視化することを目指した。当初の研究予定から何度も修正を繰り返し、より確かな証拠のある研究にするために何を示すことが必要かを考え試行錯誤を繰り返した。

一方で、本研究をする際に研究班の5人全員で心掛けていたことがある。それは、赤潮のような海洋汚染の解決に必要なことは、ただ研究をするだけではなく、多くの人が海洋汚染に対する問題意識を持つことであるということだ。海洋汚染を一般の人により身近に感じてもらえるよう、微生物を用いて海洋中の汚染度を可視化することを目指して研究を行った。環境をテーマに研究を行った私たちにできることは、他者への発信である。その目的を達成するために研究発表を行った。興味を持ってもらうためにはどう工夫をしたら良いか試行錯誤をし、伝えるべき内容を詳細に精査した。研究発表を聞いた参加者からは、赤潮を紹介した動画で赤潮の問題について興味を湧いた、赤潮の被害の現状に驚いた、といった声

を聴くことができたのは成果であった。

2年間の研究を通じて得られた、海洋問題に対する未熟ながらも多少の科学的知見、環境問題の解決へ向けた研究の難しさ、それと同時に感じられる意義深さは、これから先の研究においても必ず役に立つと感じている。

8. 謝辞

REHSE に研究助成を賜ったことで、このような研究活動を進めることができました。研究費を助成

していただいた NPO 法人 研究実験施設・環境安全教育研究会に拝謝の意を表します。また、研究を進めるにあたってご助言を賜ったメンターの加藤博子様のご高配に感謝申し上げます。研究におよび、科学的知見の御指南を賜り、また微生物を無償で提供いただいた神奈川県総合教育センターの深川伸一様に心からの感謝を申し上げます。また、報告書や発表の作成にあたり、惜しみない激励と熱意あるご指導をいただいた洗足学園の伊藤裕克先生にこの場を借りて御礼を申し上げます。