

河川基金助成事業

「模擬一時的水域における微小生物の出現・遷移の観察と 再現可能性の検証」 報告書

助成番号：2023 - 7211 - 012

大阪府立今宮工科高等学校

校長 氏名 阿部 政之

2023 年度

助成番号	助成事業名			学校名		
2023-07211-012	模擬一時的水域における微小生物の出現・遷移の観察と再現可能性の検証			大阪府立今宮工科高等学校		
所在地	大阪市西成区出城 1-1-6		対象河川名	淀川水系		
対象学年	3 学年 (10 人)		主たる教科	課題研究		
河川教育の目標	河川の一時的水域では、灌水すると藻類・原生動物・微小動物が発生し、この水域を産卵場とする魚類の初期飼料となる。この現象を学校の室内水槽や校庭に置いたタンクにおいて再現させ、希少魚の初期飼料として利用することまで試みる。小さな人為水域でさえ多数の生物が相互に関連しあいながら変遷する様子を観察することで、水環境での生物多様性を知り興味を深める。実際の河川でのもっと複雑な関係を、自分たちが学ぶ工学的方法で解明する手法も考えさせる。					
育成したい資質・能力	顕微鏡の操作やピペットの使い方など、水の微小生物を扱う方法の習得。水槽やタンク内で多様な微小生物が出現するか、出現に順番があるか、魚類が微小生物を初期飼料として利用するかなどを、生徒たちが正確に観察する力をつけ、そこから多様性・遷移・食物網などの考え方を理解する。					
学習活動の内容と成果						
<p>①担当者が事前に見学を行った河川・水路・水田生態系の様子を、担当者が撮影した画像や google - Earth を使って調べる。【成果】河川から水を引くため複雑な水路網が形成され整然と機能している技術に驚いていた。</p> <p>②実体顕微鏡の使用法・定量マイクロピペットを使った藻類培地の作成・マイクロピペットを使った微小動物の単離方法の習得。【成果】工科高校の生徒は手先が器用な者が多く、これらの操作はすぐに習得した。</p> <p>③室内水槽や野外タンクに水田土壌と水を入れ、翌日から現れる生物を簡単に（植物プランクトン・原生動物・微小動物程度の分類）で観察する。【成果】室内水槽に比べ野外タンクの方がはるかに多く生物が出現した。生徒たちは、この原因が太陽光の影響によると考察した。野外タンクでは原生動物→ホウネンエビ→ワムシ→ミジンコの順に出現することを生徒たちが観察。担当者が、出現する種数や密度は、灌水初期の水田などより低いことを教える。</p> <p>④希少魚の卵が付着した水草を「微小動物が発生している野外タンク」と「直前に水だけを入れたタンク」に移動させ、その後の仔稚魚の生残率や成長について観察する。【成果】微小動物が発生しているタンクでは仔稚魚が微小動物を食べていることを確認。微小動物が発生したタンクの方が仔稚魚の生残率が圧倒的に高いことを観察した。</p> <p>⑤現れる微小生物が（自然下に比べ）少ないため、濃縮生クロレラを購入しタンクに投入し、出現する生物を観察。【成果】クロレラを入れるとミジンコの密度とホウネンエビの体サイズは増したが、種数は変わらないことを観察。</p> <p>⑥野外タンク内の成長した幼魚を移動させ、タンクの水を放出し底泥を乾燥させ、再度注水する。【成果】最初の注水時に比べ、出現する生物は種数・密度とも低いことを観察。一回目と同じ種も現れたが、新たに現れる種を確認。</p> <p>⑦「藻類の培養」「タンクに現れた原生動物の単離・培養」【成果】藻類用培地調整を習得しユグレナ・クロレラの高密度培養に成功。簡易培地でもユグレナが培養可能なことを確認。原生動物の単離・培養を習得、単離に成功。</p>						
学びの創意工夫点	<ul style="list-style-type: none"> 水田のように多くの生物が出てこない理由を考えた（担当者も）。観察の結果、植物プランクトンが非常に少ないことに気づき、急遽生クロレラを購入して投入した。 クロレラとユグレナを自分たちで培養することに挑戦した。支援者からいただいた厳密な培地と入手と簡易培地を使い比較した。ユグレナは簡易培地でも培養できることがわかった。 原生動物単離の際のコツをお互いで教えあって、全員が容易にできるようになった。 					
河川教育を通じて見られた子どもの変容	多くの小さな生物が発生してきて、それを仔稚魚が旺盛に摂食する様子を見て感動していた。そこから、水環境の小さな生物の多様性や食物連鎖について理解できた。実際の河川ではもっと複雑な現象があるにもかかわらず安定していることへの疑問や多様な生物間の関係への興味が高まった。					
支援者等（複数記入可）						
保護者	外部小学校	外部中学校	外部高校	外部大学	市民団体	専門家等
河川管理者	行政機関	博物館、資料館等	関係団体（漁協、農協）等		企業	その他
支援の概要	・藻類培地の分譲・クロレラやユグレナ株の分譲・魚類仔稚魚の初期飼料についての助言					
成果発表	成果作品			発表方法		
	口頭発表			大阪府高等学校生物研究会生徒発表会		
今後の課題・展開						
<p>・野外タンクで発生する生物の種数や密度は灌水期の水田に比べたらはるかに小さい。日当たり、土壌の量、肥料の水温などで高められるかを実験で確かめたい。クロレラなどを培養し、微小動物を増やすことを生徒たちが行えるようになったので、様々な希少魚の繁殖に取組みたい。微小動物の単離技術をいかし、保存株の種数を増やしたい。</p>						

1.助成事業名	模擬一時的水域における微生物の出現・遷移の観察と再現可能性の検証	学校名	大阪府立今宮工科高等学校	助成番号	2023-7211-012
---------	----------------------------------	-----	--------------	------	---------------

2.実際に行った単元構成
 注)活動の様子を記述し、写真を添付してください。

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	---

河川－水路－水田系がのつながりと、そこにできる一時的水域が生物多様性を育むことを理解し、模擬一時水域でも再現するか検証する。

模擬一時水域で希少魚の仔稚魚を育てる

模擬一時水域を乾燥させ再度注水する

- ・一時的水域とは何かを学びなぜそこが水生生物にとって重要であるかを深く考えた。
- ・室内水槽や野外タンクを利用して簡易一時水域をつくり、そこに現れる生き物を観察し、出現までの時間差があることや個体密度が変動することを観察できた。
- ・模擬一時水域の出現生物が、自然な一時水域に比べ種類・密度ともに低い原因を考察した。

- ・模擬一時水域での植物プランクトン量を増やすため、市販の生クロレラを投入してその後の変化を観察した。
- ・室内飼育の希少魚の行動を観察し、産卵期を予測した。
- ・希少魚の卵を模擬一時水域に移し替え、その後の発育過程を観察した。

- ・模擬一時水域で成長した幼魚を室内水槽に移動し、水を縫いいて乾燥させた後、再度注水してどのような生き物が出現するかを観察した。
- ・クロレラを自分たちの手で培養することを試みた。
- ・原生動物の単離・培養の練習をした。
- ・この一年の結果をまとめ、大阪府高校生発表会と学校で下級生に対してプレゼンをした。

関連教科:課題研究6時間 放課後の自主活動10時間程度

関連教科:課題研究(9時間) 放課後の自主活動(9時間)

関連教科:課題研究(9時間)

学習活動の結果

河川－水路－水田のつながりと、そこにできる一時的水域の特色の学習【課題研究】

・担当者が事前に訪れ撮った、河川－水路－水田のつながりがわかる画像を見て、先人が築きあげた巧みな導水技術を学んだ。

・google-earthで上記の地域の広域画像を見て、利水だけでなく治水についても様々な技術が施されていることを知った。

・一時的水域とはどのようなものか、なぜそこが生物にとって重要であるかを、担当者の説明・各種動画などを参考に学んだ。



室内水槽や野外タンクで模擬一時水域をつくり、そこに現れる生き物の観察【課題研究】【放課後のボランティア活動】

・水槽や野外のタンクに、水田土壌や水生植物を入れ注水して模擬一時水域を構成した。



・模擬一時水域に現れた植物プランクトン・原生動物・微小動物を顕微鏡で観察した。



模擬一時水域と自然界の一時水域の渚水初期の比較【課題研究】【放課後のボランティア活動】

・植物プランクトンと原生動物はほぼ同時に出現してきたが、ミジンコやホウネンエビは数日遅れて出現することがわかった。(自然界でもほぼこの順序で出現)

・担当者から、渚水初期の水田では、種類・量ともに(模擬一時水域より)遥かに多種多様で多くの生き物が現れることを聞いた。この原因を議論。

↓

・光の量、土壌の量ではないかと考察。(日当たりの悪い場所)光の量が植物プランクトンの発生を抑制したか、土壌中の休眠体が少なかったのではないかと考察。

市販の生クロレラを模擬一時水域に投入し、他生物の種数が密度に影響がどうかを観察【課題研究】

・模擬一時水域の植物プランクトンを人為的に増やすため市販の生クロレラを投入することを決め、どの商品が良いかを調べた。

・購入した生クロレラを模擬一時水域に投入し、その後の原生動物や微小動物の種数や密度を観察した。

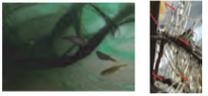


・原生動物は変化がなかったが、ワムシ・ミジンコは大增殖した。ホウネンエビは数は増えないが、急速に成長し卵を持つものが出てくることを観察した。

室内水槽で飼育中の希少魚の産卵を事前に予測した。【課題研究】【放課後の自主活動】

・昨年生物部員が、継代飼育を続けている希少魚の産卵前に起こる特異な行動を発見した。課題研究員が生物部員に指導を受けながら、産卵時期を予測した。

・特異な行動が起こり、翌日産卵を観察した。


希少魚の卵を模擬一時水域に移動させ、その後の様子を観察した。【課題研究】【放課後の自主活動】

・卵を、生クロレラを投入した模擬一時水槽に移動させた。

・ふ化仔魚は3日後くらいから、模擬一時水槽の何らかの微小動物を食べていることを観察した。ただ、水が濁っているのか、何を食べているかはわからなかった。

・仔魚が8mm程度に成長したら、ワムシはほとんどいなくなり。ミジンコが優先した。稚魚がミジンコを活発に食べることを観察した。



模擬一時水域を乾燥させ再度注水し、現れる生物を観察した。【課題研究】

植物プランクトン、原生動物、微小動物とも種類・個体数ともに非常に少なかった。

また、同じような種類はほとんど出ず、大部分が異なる種類だった。

この原因として、水温が低くなり日射時間も短くなったこと、(もとの土壌の)乾燥時間が短かったためではないかと考察した。

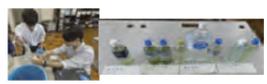


クロレラとユーグレナの継代培養技術を習得した。【課題研究】

クロレラとユーグレナを、自らの手で培養した。そのための培養液の調整も練習し、皆ができるようになった。(厳密培養液と簡易培養液の比較)

クロレラは厳密な培地でないと増えなかったが、ユーグレナは簡易培地でも増殖することがわかった。

また、培養したものを2か月間放置後、ごく一部を新しい培養液に入れたら、再度増殖したので学校で保存し、必要な時に濃度を高めることが可能であることがわかった。

模擬一時水域に現れた原生動物の単離・培養【課題研究】

模擬一時水域に現れた、原生動物を単離する練習を行い、全員ができるようになった。

今回は簡便な「葉煮出し」培地を利用したが、今後は最近話題となっている整腸剤を培地に使うことに挑戦する。




↓

色々混じったなかから一匹だけに



この一年のまとめと発表【課題研究】

この一年間取り組んできたことをまとめて、スライドを作成した。

また、その結果を大阪府の学生発表会や学校の下級生にプレゼンを行った。



3.得られた成果

・当初の予測では、模擬一時水域でも水田のように多様な微生物が現れると期待していたが、ごく少数の種しか現れなかった。しかし、生徒たちは、土と水から色々な生き物が短時間で現れてくることに、大変興味関心を持つことができた。また、なぜ自然が再現できなかったかを考えることができた。種数が貧弱でも、植物プランクトン⇄原生動物⇄微小動物の遷移があることは実感できた。

・生クロレラを投入するとワムシ・ミジンコの個体数が爆発的に増えた。このことは、光の不足で植物プランクトンが増えず、微小動物の密度が低くなったという生徒たちの予測を支持する結果となり、生徒たちは考察し検証することの重要性を実感したと思われる。

また、増えた微小動物を、希少魚仔稚魚がどんどん食べる様子に感動し、成長・生残率ともに高まることを確認できた。

・生クロレラは高価なため、ユーグレナとともに自分たちの手で培養を試みた。定量ピペットで微量元素を正確に混合することをすぐにマスターし、生徒たちが調整した培地で両種とも培養に成功した。学校で保存していつでも高密度化できるとの結果を得た。

・原生動物の単離は根気のいる作業であるが、手先の器用な工科高校の生徒なので、あっという間に全員が習得した。自分たちの手で、1個体の生物を単離し、継続してその子孫を培養することに、非常に感動していた。

4.河川、水を学習の題材・素材としたことによる効果

・河川環境に乏しい都会の学校でも、模擬一時的な水域という小さな水環境で生物の生育や関係を観察することができた。さらに、それは自然に比べたら貧弱なものであったことから、河川という大きな場所では、非常にダイナミックなことが起こっていることを想像するには十分であった。

・養魚において仔魚の初期飼料が重要なことは水産学の常識であるが、実際に仔稚魚が旺盛にワムシやミジンコを食べる様子を見ることで、そのことが一瞬で伝わった。

・クロレラやユーグレナの培養、原生動物の単離は、生徒たちに小さな生き物でも必死で生きていることを感じさせることができ、命の大切さを伝えることができた。自分で培養したり単離した生き物には愛着があるようで、自分たちから積極的に観察することができた。ここでも実際にやってみるものの重要性を確信できた。

・模擬一時水域の再現性など、予想通り行かなかったことが多くあった。しかし、その都度、生徒たち・担当者ともに、その原因を色々と考え話し合うことができた。基本概念を理解していなければ、未知の現象の原因の解明が難しい分野が多いが、河川環境や生物ならば感覚的なことから想像ができるメリットがあると思われる。

・河川教育は、様々な切り口があり非常に間口が広いことを実感した。教育的には、その広い間口のなかから生徒たちが関心を持ちやすい(生徒たちにとって敷居が低い)部分をうまく見つけることが重要であると思う。また、一つの切り口から様々な方向に広げることができ、知らぬ間に案外総合的かつ深くまで進めてしまうことも河川教育の魅力である。担当者が年老いてから水の生き物にのめりこんだように、年齢に関係なく入り込める部分が多くあり、河川を題材に学ぶことは多様であることを再認識した。



課題研究発表会

模擬一時水域と生物

河川の考え方

用語	よみ	解説
流域	りゅういき	一つの河川に降った雨が集まってくる範囲。
水系	すいけい	同じ流域内にある河川、湖沼、水路の総称。一級水系、二級水系、単独水系などがある。
本川	ほんせん	その水系を代表する河川。本川は一般的に水量、長さなどが同一水系の中で、最も大きい場合が多い。
支川	しせん	他の川に合流する河川。本川に合流しているもの、支川に合流しているものがある。
派川	はせん	ある川から分かれて流れる河川。派川には放水路など人工的に分岐させたものがある。
		
一級水系	いっきゅうすいけい	洪水被害や水利用などの観点から特に重要性の高い水系として、国が政令で指定した水系。利根川、淀川など現在全国で109水系が指定されている。
一級河川	いっきゅうかせん	一級水系にある河川、湖沼で、特に重要な区間は国土交通大臣が管理し、その他の区間は都道府県知事が管理している。
二級河川 二級水系	にきゅうかせん にきゅうすいけい	一級水系以外の水系の河川、湖沼のうち、都道府県知事が管理している河川を二級河川という。二級河川のある水系を二級水系という。

<https://www.cbr.mlit.go.jp/kisojyo/explanation/index.html>

国土交通省中部地方整備局より



兵庫県産

オス

メス



九州産

オス

メス



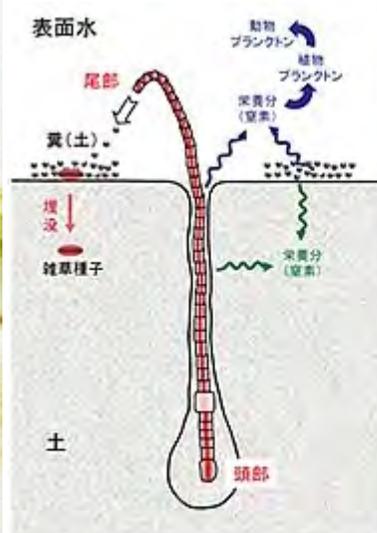




四日市大学
生物学研究所



<http://protist.i.hosei.ac.jp/index-J.html>



菊地永祐 (学会出版センター, 1982) の図を改変・修正

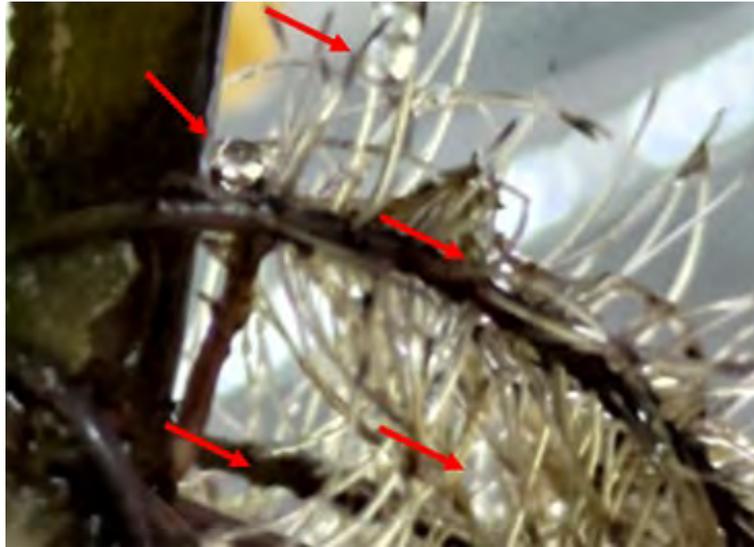


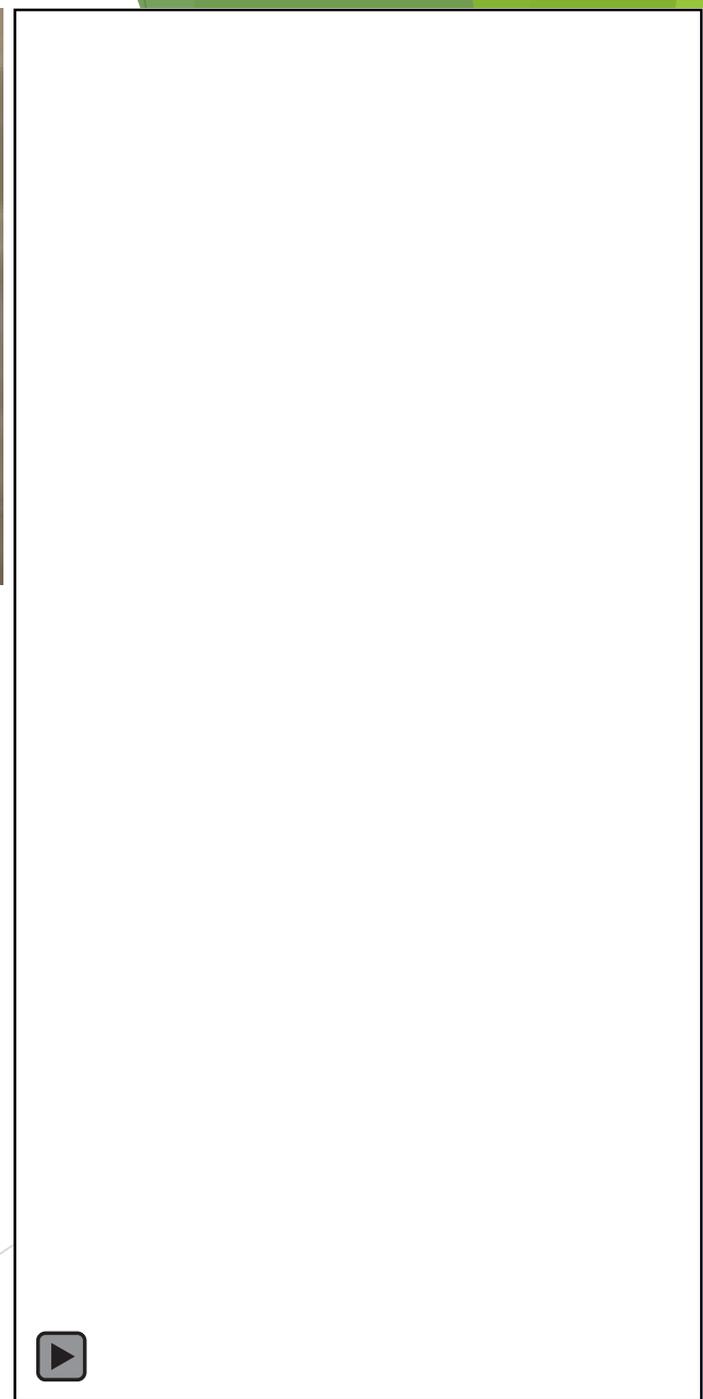
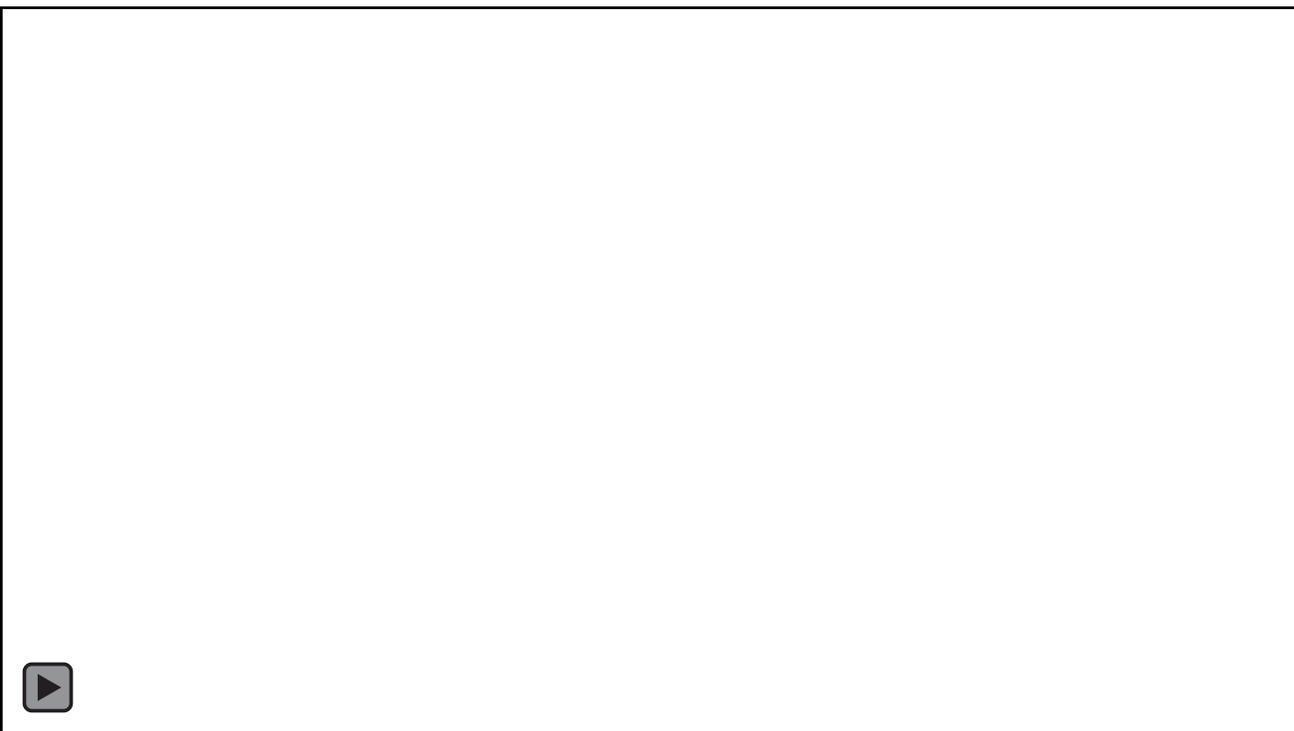
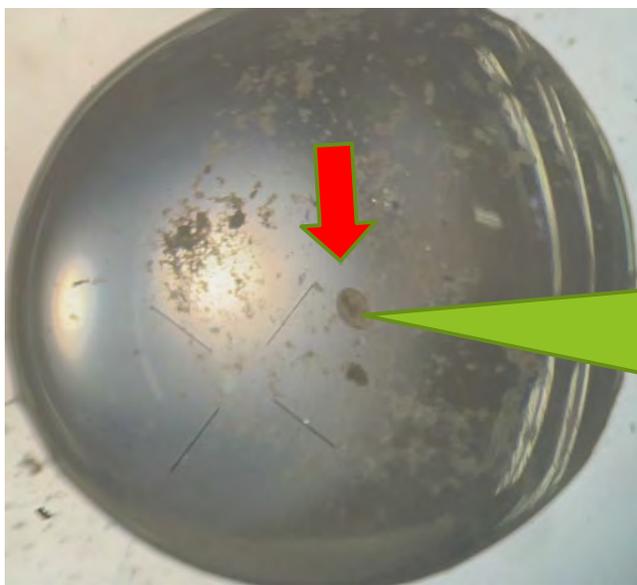
10mm

エラミズ(イトミズの一種)

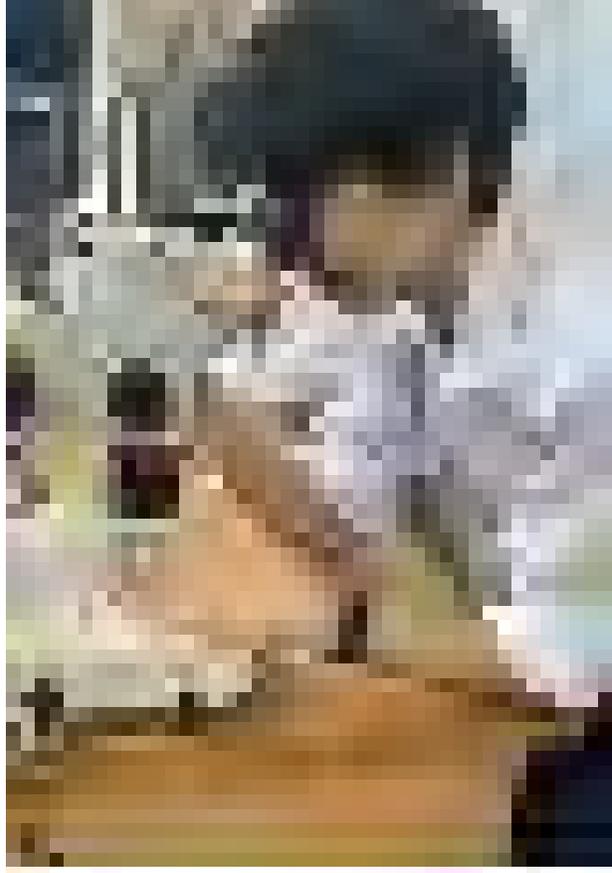
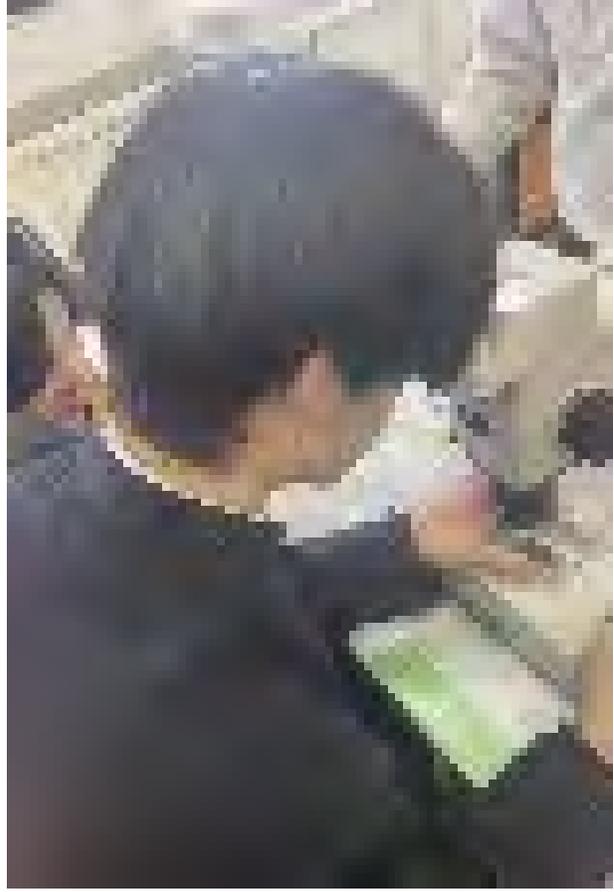
水中に出ているのが尾部。
頭は土の中にもぐっている。







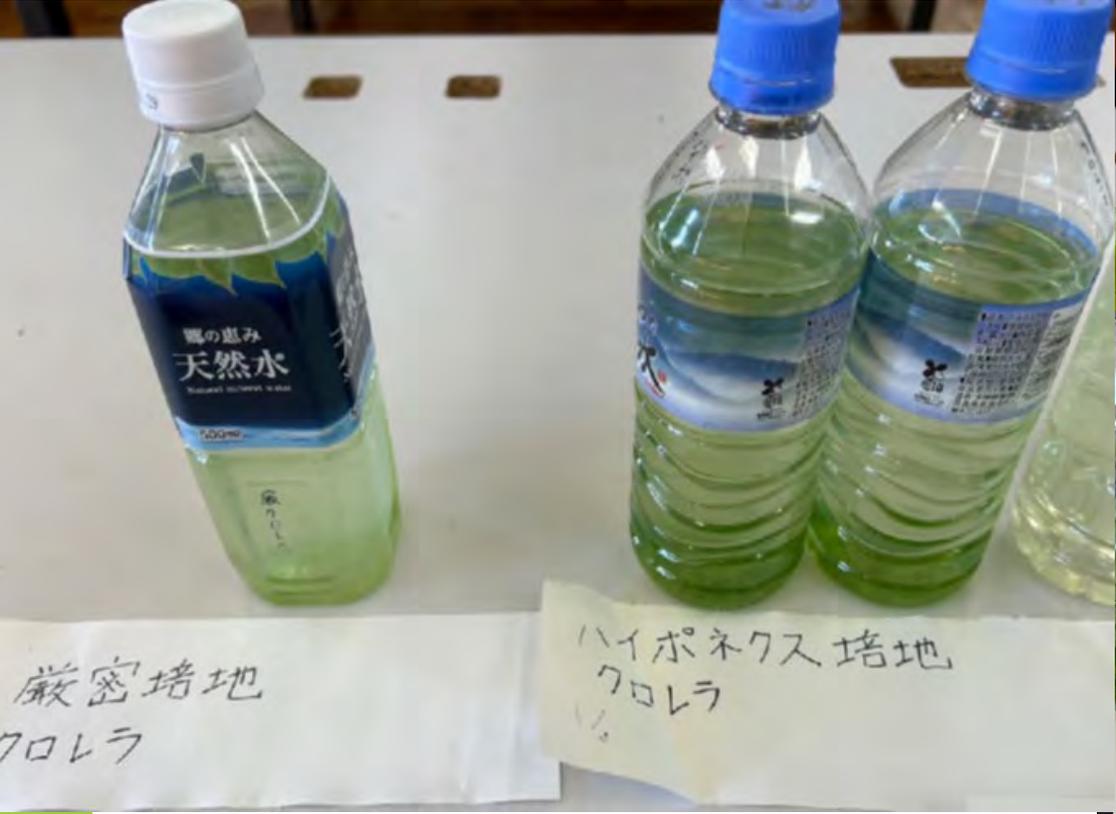


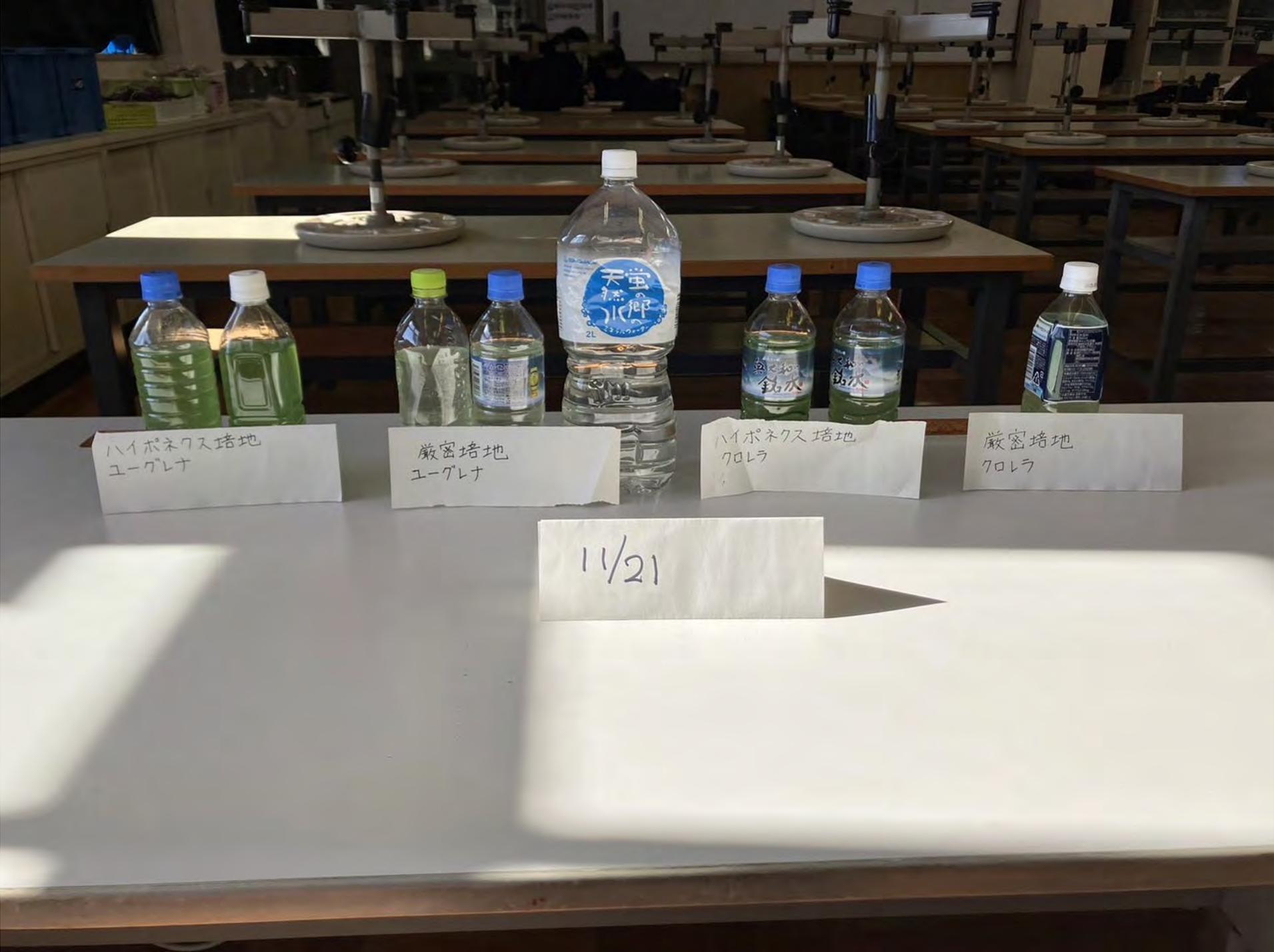


これが細いピペット









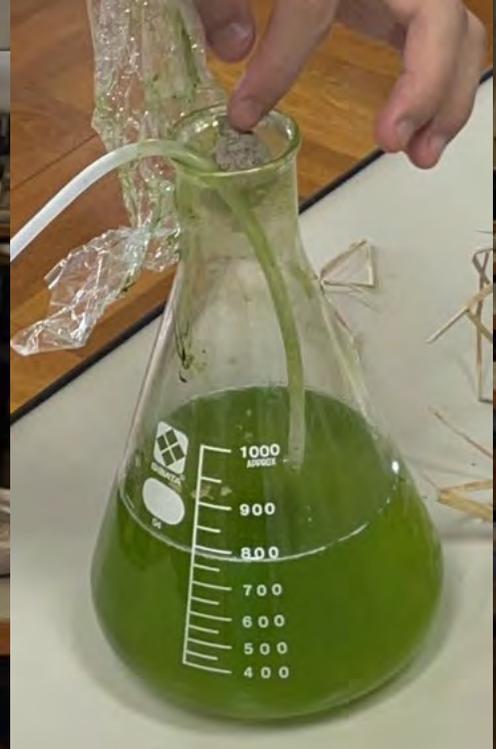
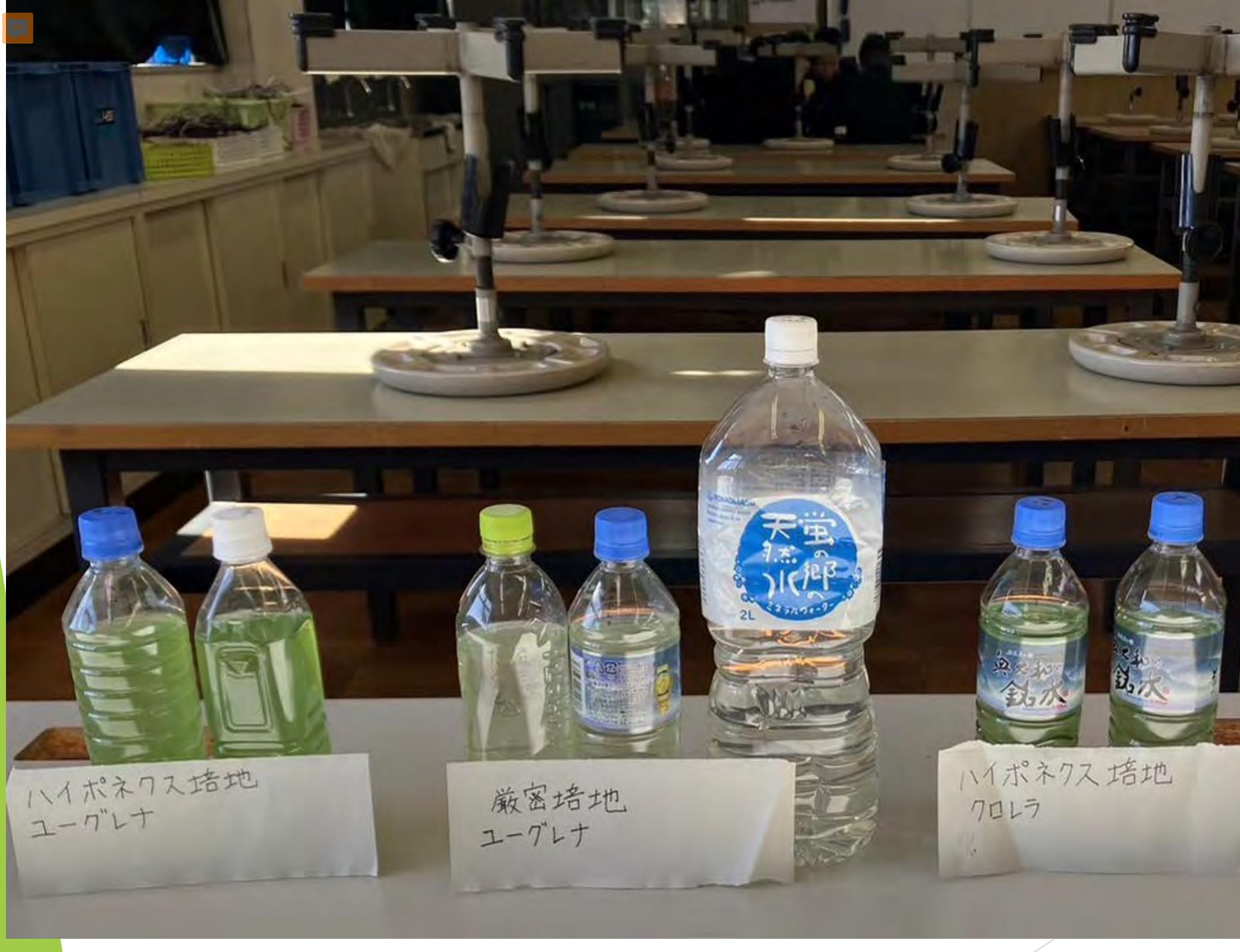
ハイポネクス培地
ユーグレナ

厳密培地
ユーグレナ

ハイポネクス培地
クロレラ

厳密培地
クロレラ

11/21



ハイポネクス培地
ユーグレナ

厳密培地
ユーグレナ

ハイポネクス培地
クロレラ

厳密培地
クロレラ

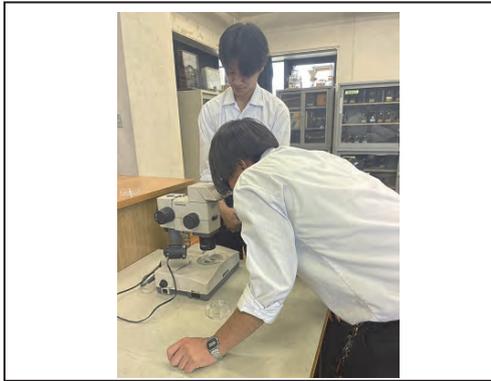


小さな点はほととぎすのミジンコ

まとめ

- ・ 模擬水田ではミドリムシは出現しなかった
- ・ 原生動物やミジンコ、水生ミミズは少し出現した（春先の田圃のように湧出ない）
- ・ 「原生動物」の単離は案外簡単にできたが、培養はうまく行ったのは3種だけだった
- ・ クロレラもミドリムシも培養できた。クロレラは培養液の方が良く繁殖したが、ミドリムシはハイポネクスでも増えた。
- ・ ミドリムシを入れたらミジンコやホウネンエビが出たが爆発的ではなかった

助成番号	助成事業名	学校名
2023-7211-012	模擬一時的水域における微小生物の出現・遷移の観察と再現可能性の検証	大阪府立今宮工科高等学校



学習活動名：模擬一時水域に現れた原生動物や微小動物の顕微鏡観察

日付：令和5年7月11日

見られた子どもの姿：

小さな模擬一時的水域に現れた原生動物や微小動物を、実体顕微鏡で観察している生徒たち。
 生徒たちは、初等教育でミジンコやゾウリムシについて習っているので名前は知っていた。しかし、実際に顕微鏡を通して観察するのは初めてで、わずかな水田土壌から短時間で多くの原生動物や微小動物が現れ、それぞれが特徴的な動きをしている様子に驚き感動していた。



学習活動名：乾燥後の模擬一時水槽への再注水準備

日付：令和5年10月17日

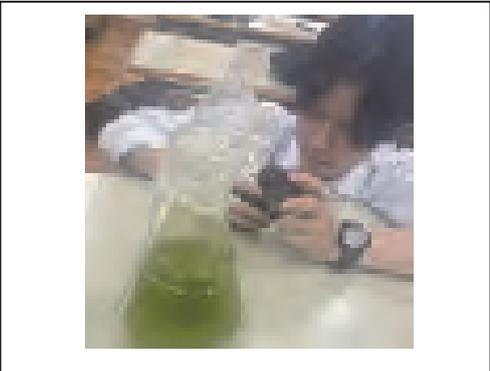
見られた子どもの姿：

模擬一時的水域のタンクをいったん乾燥させ、再注水する前に有機肥料を混ぜている様子。

一回目の注水で現れる生物が少なかった理由として、水田のように肥料を入れていなかったからでは??とのアイデアが生徒たちから出たため、再注水時には肥料を入れることになった。

発酵済みの骨粉や鶏糞であるが、やはり臭いがあるため、実施担当者が混ぜることに。

生徒たちは、液体肥料や化学肥料しか知らないため、鶏糞が肥料になることに驚いていた。



学習活動名：クロレラやユーグレナ用培地の調整

日付：令和5年10月24日

見られた子どもの姿：

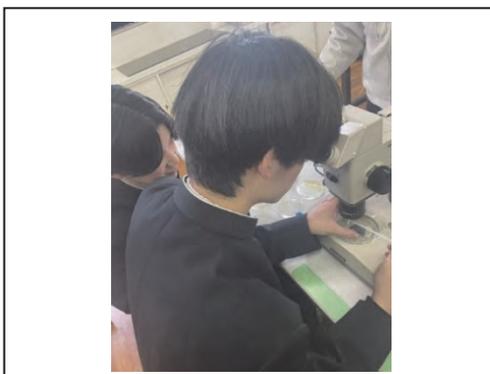
購入した生クロレラを模擬一時水域に投入したところワムシやミジンコの密度が急激に高まった。

ただ市販の生クロレラは高価でしかも3週間程度しか保存できないため、学校で少量を継代保存し好きな時に大量培養できる態勢を構築することにした。

画像は、上から培地を調整しているところ。様々な薬品を少しずつ投入するため、マイクロピペットを利用している。

ごく少量を正確に吸引できるマイクロピペットに驚いていた。生徒たちはすぐに確実に使えるようになった。

わずか一週間で、クロレラが高密度になったことに驚いていた。特別に、スマホでの撮影を許可した。



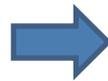
学習活動名：模擬一時水域に現れた原生動物や微小動物の単離の練習

日付：令和5年11月24日

見られた子どもの姿

模擬一時的な水域に現れた原生動物や微小動物の単離練習を行った。

顕微鏡を見ながら、土壌や葉片他の生物など様々なものが混ざった一滴のなかから、狙った原生動物や微小動物をピペットで吸い取り、それを綺麗な水を一滴垂らした所へ移す。



それでもまだ土壌や他の生物が残るので、この作業を何度も繰り返し、目的の原生動物や微小動物が一匹しかない状態にまで何度も繰り返す。大変根気のいる作業であるが、若く手先な器用な生徒たちは、すぐに習得し、単離に成功した。また、生き物をよく見ながら作業するので、その生物の特異的な運動に興味を持っていた。

模擬一時的水域からピペットで一滴吸いだしたものを顕微鏡で観察したもの。ごみや他の生物が多数混じっている。赤丸が狙った生物。

何度か洗浄を繰り返し、目的の生物が一匹になった状態。

助成番号	助成事業名	学校名
2023-7211-012	模擬一時的水域における微小生物の出現・遷移の観察と再現可能性の検証	大阪府立今宮工科高等学校

主な実施箇所

※環境学習を数カ所で行っている場合は、代表的な箇所を2カ所程度記載してください。
 ※ダム等の施設を見学した場合は、当該施設の位置図を記入して下さい。
 (縮尺は1/50万～1/100万程度)
 ※活動場所が「子どもの水辺」、「水辺の楽校」に指定されている場合には、指定場所と名称を記載してください。

白地図はクラフトマップ

<http://www.craftmap.box-i.net/ken.php>

より

助成事業の主な実施箇所

