

江津湖の水温は一定か？ ～複数種類のデータによって江津湖の環境を探る～ 真和高校生物部データ班

はじめに

初めに、私たちの研究対象である江津湖について説明する。江津湖は熊本市最大の湖で、上江津湖と下江津湖に分かれている。全長5.1km、で面積は約50ha、1日の湧水量は訳58万tである。環境省に日本の重要湿地として選定されており、日本一の地下水都市である熊本の、シンボリックな存在として、熊本市民の憩いの場ともなっている場所である。このように多くの人が江津湖を利用しているが、未だ解っていないことも多くある。このわかっていないことの1つに水中の様子がいる。そこで、私たちは、このように身近な、江津湖の環境について詳しく調べ、江津湖のデジタルツインを作成したいと考えた。デジタルツインとは、現実世界の物体の様々なデータを収集し、それらを数値化することによって、データ上で現実世界をリアルタイムで再現する技術のことである。私たちは、このデジタルツインを使って、実際に江津湖で起きている、環境の動き、外来生物が在来種の数を減少させている問題などに対して生態系を回復させることや水防災に役立てたいと考えている。そして、水中のデジタルツインを作るためには、リアルタイムでの、水温や、溶存酸素濃度などの様々なデータが詳細かつ長期的に必要となる。ところが、私たち高校生の手で毎日、現地で様々なデータを取るとなると、日々の学校生活で忙しく、また台風などの悪天候による環境条件で実現するのは難しいのが現実だ。そのため、私たちは確実に毎日、かつ安全にデータが取れるデータロガーを用いて研究することにした。そこで、私たちはまず、水温データを収集することにした。これまで、一般に江津湖は、湧き水が多いことから、水温が年間を通して18℃前後で一定であるといわれていた。そこで、先行研究を調べてみると、約2年間、月に1度の調査において、水温が17℃から18℃で一定であると述べられていました。この先行研究では、月に1度しか水温データが得られていないため、本当に水温が一定かどうか分からない。また、昨年度の研究では、4ヶ月間毎日、2時と14時に水温を計測した。その結果、調査期間において水温は一定ではないことが分かった。この研究で、気温、降水量、日照時間との関係を調べたところ、それぞれの関係性とその有無も分かった。昨年度の研究は4か月間の研究でしたので、1年間を通して見ると、どういう結果が得られるのか疑問に思った。

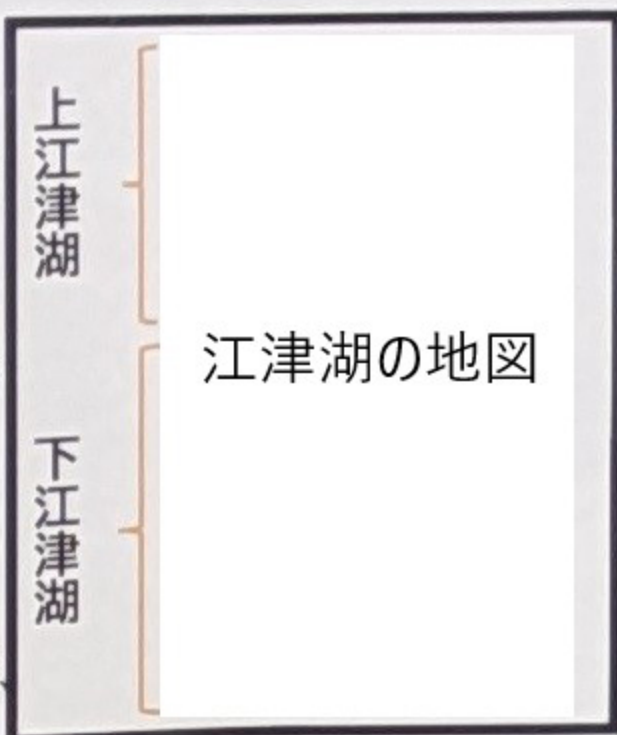


図1:江津湖

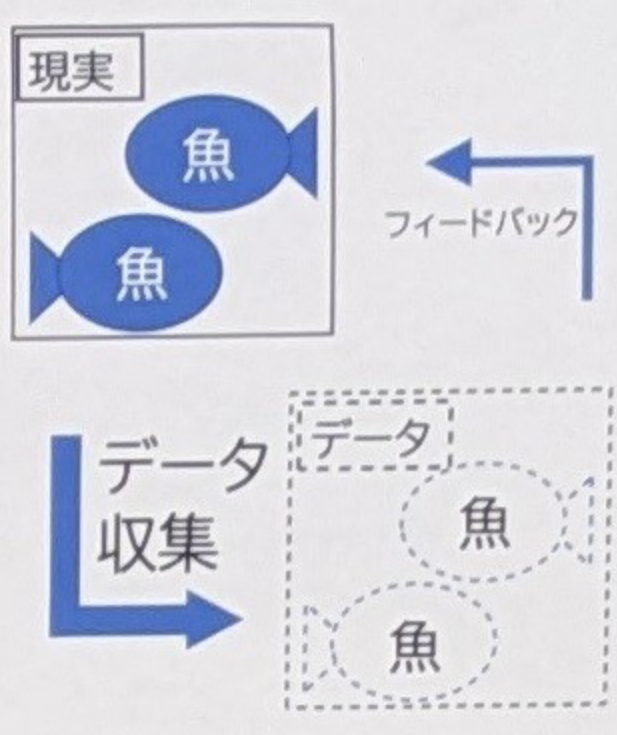


図2:デジタルツインのイメージ

目的

今回の研究の目的は2つある。1つ目は、1年を通して水温は一定なのか調べる。2つ目は1年を通して、水温と気温、降水量、日照時間の間にどのような関係性があるかを調べることである。

方法

図3の写真は本研究で用いたデータロガーである。筐体は株式会社Hシステム様より提供していただいた。データロガーは、上江津湖では江藤ポートハウス、下江津湖ではポート部合同艇庫の2箇所設置した。水温を計測するセンサーは、設置時、上江津湖では、水深30cmと80cmになるように、下江津湖では、水深30cmと90cmになるように長さを調節した。水温データの収集は、2時、14時の1日2回、計測し、直近3週間においては、2時、6時、10時、14時、18時、22時の1日6回、計測した。気温、降水量、日照時間の3つは気象庁のデータから引用した。調査期間は上江津湖では、2022年5月24日から2023年10月15日、下江津湖では、2022年6月11日から2023年10月15日の間に1日2回計測した。そして、上江津湖、下江津湖ともに、2023年9月26日から2023年10月15日の間に、1日6回計測した。



図3:データロガー本体



図4:データロガーの設置場所

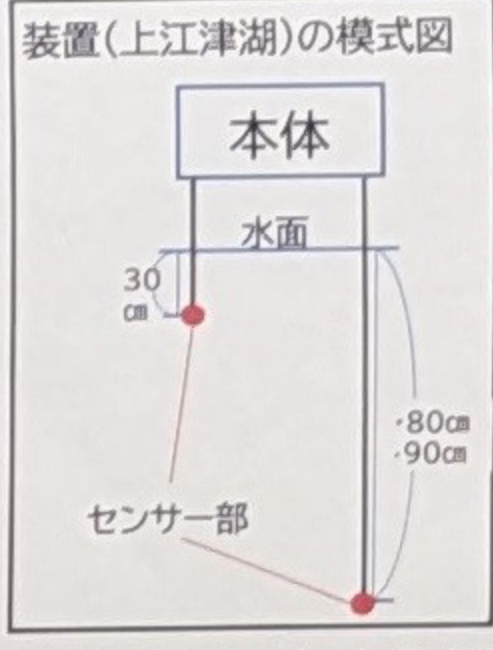


図5:データロガーの模式図

結果と考察

結果を説明する。図6は、上江津湖の1日の日照時間とその日の2時と14時の水温のグラフである。このグラフからは、関係性は見られなかった。図7は、下江津湖の1日の日照時間とその日の2時と14時の水温のグラフである。このグラフからも、上江津湖と同様に関係性は見られなかった。また、2023年6月29日から7月6日は電池交換のため水温データが取れなかった。図8は、上江津湖の1日の気温の平均値とその日の2時と14時の水温のグラフである。このグラフからは、平均気温と水温との関係が見られにくいと判断した。図9は、下江津湖の1日の気温の平均値とその日の2時と14時の水温のグラフである。このグラフからは、気温の変化に伴い、水温が上がったり、下がったりしていることがわかる。図10は、上江津湖の1日の合計降水量とその日の2時と14時の水温のグラフである。このグラフから、4月から9月の間は降水量が多いと水温が上がり、10月から3月の間は降水量が多いと水温が下がる。また、上江津湖では調査期間全体を通して水温はほぼ一定であることが分かる。しかし、その中で異常に水温が変化する点が14箇所見られた。私たちはこのような点を、特異点と呼ぶことにした。これらの特異点が見られた前にはたくさんの降水があった。また、降水があったにもかかわらず、特異点が見られない日もあった。図11は、下江津湖の1日の合計降水量とその日の2時と14時の水温のグラフである。このグラフから、上江津湖と同様に4月から9月の間は降水量が多いと水温が上がり、10月から3月の間は降水量が多いと水温が下がる。しかし、下江津湖においては、特異点が8箇所見られた。しかし、上江津湖と同様に降水があるにもかかわらず、特異点が見られない日もあった。また、2023年7月2日から7月4日の豪雨の後、水深90cmで水温が約20℃から22℃の間で一定となっており、これは2022年の同時期と比べても全く違うデータであると判断した。

結果を図12にまとめる。水温と日照時間については、今年も上江津湖、下江津湖ともに関係性は見られなかった。水温と気温については、上江津湖、下江津湖ともに強い相関が見られた。水温と降水量については、上江津湖、下江津湖ともに特異点が見られた。

続いて、考察に入る。上江津湖の水温と気温のグラフからは関係性が見づらく、下江津湖ではグラフから関係性が見られるにもかかわらず、上江津湖、下江津湖ともに水温と気温の間に強い相関が見られた理由について考えた。上江津湖と下江津湖のデータロガーを設置した場所を改めて調べたところ、上江津湖は湧水群の近くに設置しており、下江津湖は湧水群から離れた地点に設置していたことが分かった(図13)。図中の白丸は湧水群の場所を示しており、黄色い丸で示した場所は本研究でデータロガーを設置した場所である。このことから、湧水によって上江津湖では全体を通して水温が一定になっており、気温との関係性が見づらくなっていると考えた。

さらに、水温が全体を通して一定にもかかわらず、上江津湖は下江津湖より特異点の数が多いことから、上江津湖の水温は、下江津湖よりも降水量から受ける影響が強いと考えた。また、上江津湖、下江津湖ともに降水量があったにもかかわらず、特異点が見られない日もあった。調べてみると、特異点が見られた時は直前1時間から3時間に降水があったことがわかった。このことから、特異点が見られなかった時は3時間より前に降水があったため、特異点が計測できなかったと考えられる。直前1時間から3時間に降水があったことがわかった。特異点が見られなかった時は3時間より前に降水があったため、特異点が計測できなかったと考えられる。

下江津湖において、2023年7月13日から9月30日の期間で、水深90cmの水温データが約20℃から22℃で一定であった。これは、昨年の同時期とは異なる結果となった。そのため、私たちは約1週間前の7月2日から4日の豪雨によって、流出した泥が、図15のようにセンサーに覆い被さり、正確に水温データが収集できなかったのではないかと考えた。

私たちは、この現象の原因を、図14のような簡単な装置を使った実験で江津湖の水底を再現することにより、解明しようと考えた。まず、片栗粉を泥と見立て、1Lのビーカーに片栗粉300グラム、50℃の水を50グラム入れた。そして、全体をかき混ぜて、水温を27℃と一定にした。その後、70℃のお湯を追加し、水温と片栗粉の温度変化を見た。片栗粉の中の温度の変化は緩やかであった。

また、小林正雄らの研究によると、上江津湖は滞留日数が約0.8日と短く、河川に近い性質を持ち、下江津湖は滞留日数が約1～2日と長く、湖沼に近い性質を持つと述べられている。このことから、私たちは、下江津湖に長く水が滞留し、センサーに加勢川水系や上江津湖から流出した土砂が堆積したと考えられる。

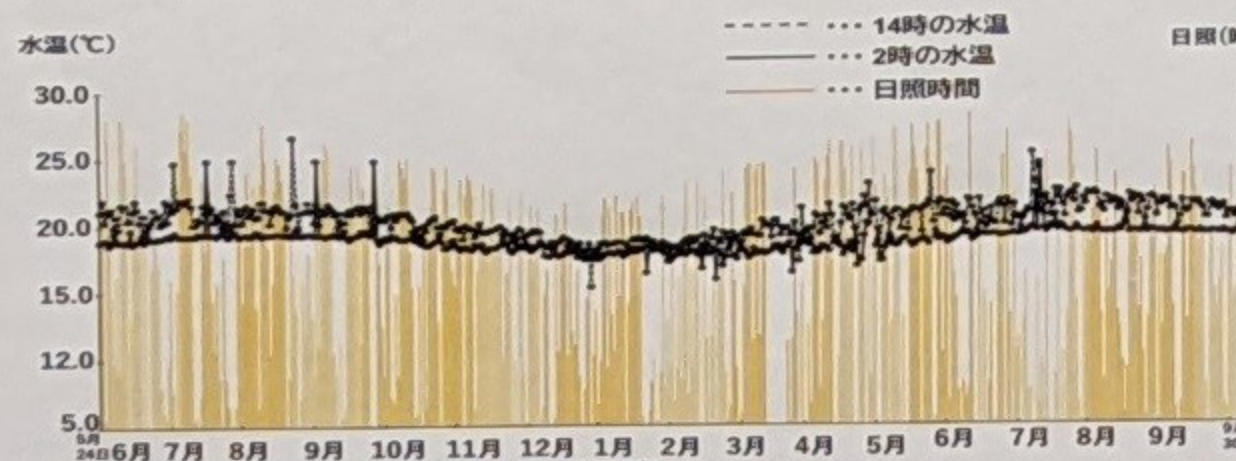


図6:上江津湖 日照時間と水温(日別)

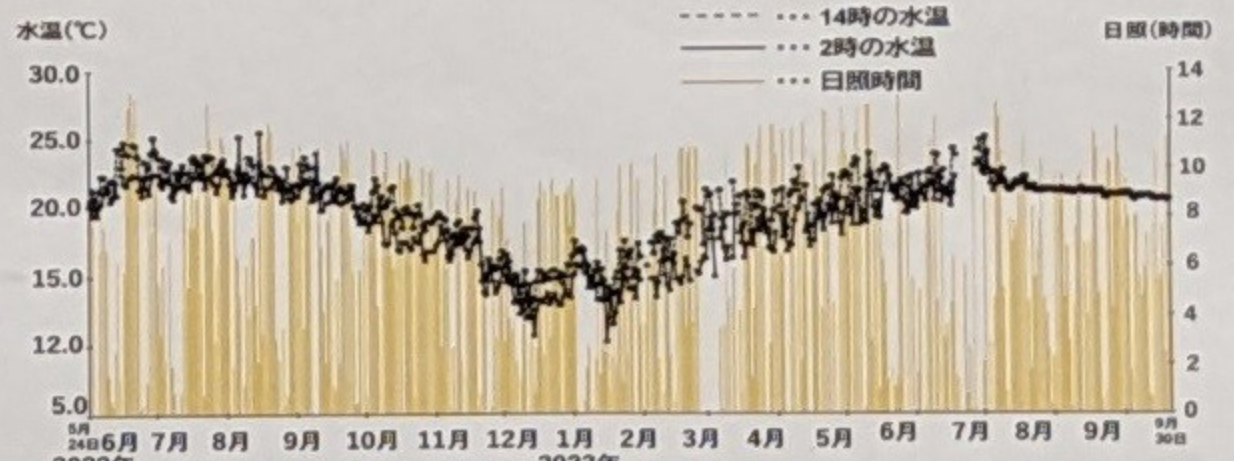


図7:下江津湖 日照時間と水温(日別)

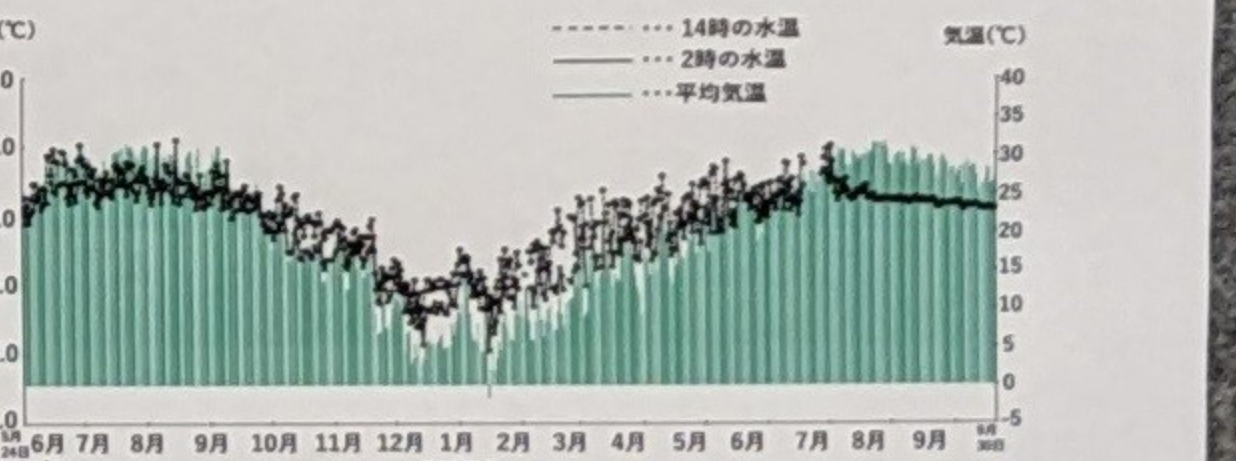


図8:上江津湖 平均気温と水温(日別)

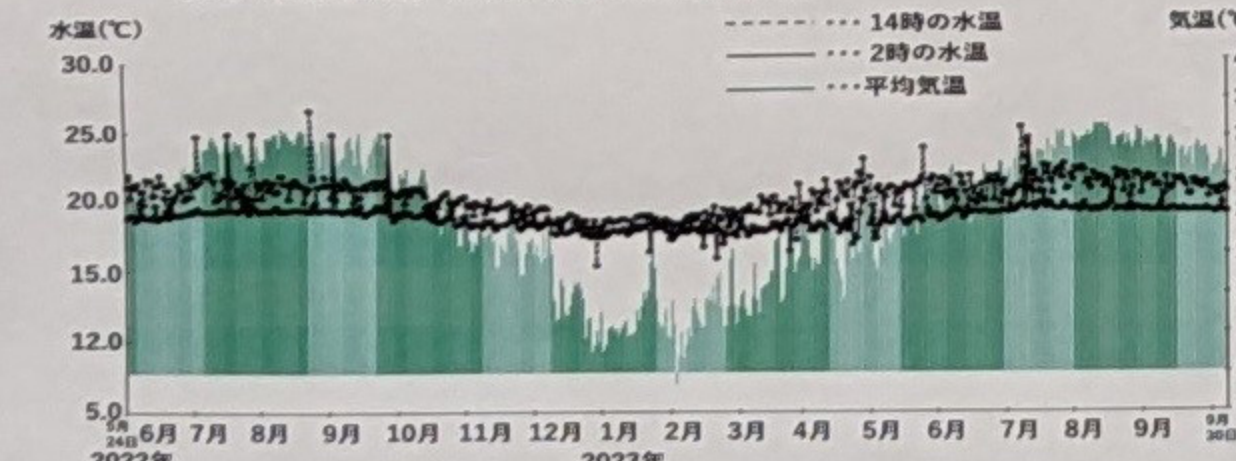


図9:下江津湖 平均気温と水温(日別)

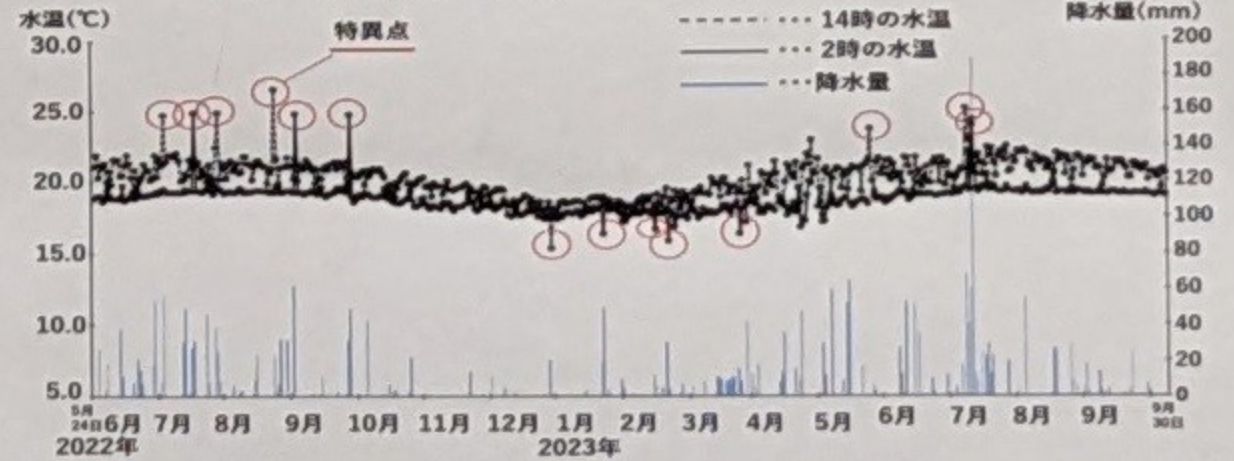


図10:上江津湖 合計降水量と水温(日別)

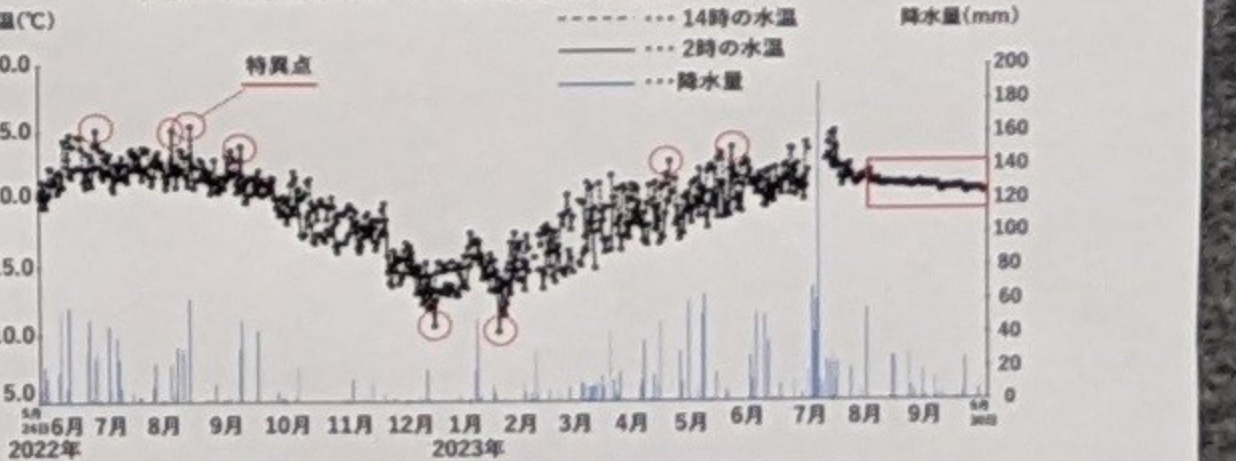


図11:下江津湖 合計降水量と水温(日別)

	上江津湖	下江津湖
日照時間	関係性は見られない	
気温	強い相関が見られた	
降水量	特異点が見られた	

図12:結果のまとめ

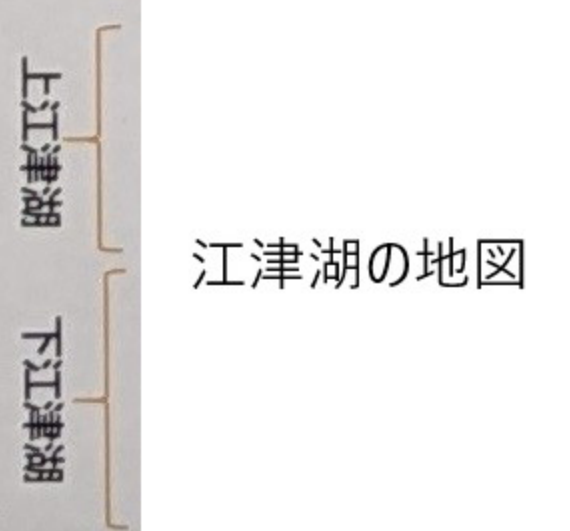


図13:データロガーの設置場所と湧水地点

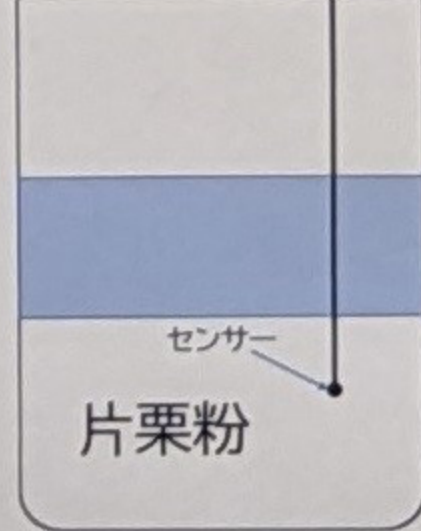


図14:小実験を用いた簡単な実験の様子



図15:豪雨の際に撮影された写真

展望

今後は、湧水群がある場所とない場所の両方で計測したいと考えています。また、データの計測項目を増やして、詳しい変化を調べたいと思います。

参考文献と謝辞

「江津湖・加勢川水系におけるAeromonas 属細菌の分布」1995年12月15日 浅川牧夫・開田 耕
株式会社 Hシステム 様
江藤ポートハウス 様
熊本大学ポート部・熊本大学医学部ポート部合同艇庫 様
熊本市公園管理課 様 ご協力いただき、誠にありがとうございました。