

江津湖の環境が生物に及ぼす影響について ～水温の長期連続観測で分かったこと～

島崎遥、石田結大、藤井航貴、湯治尚紀、河野蒼依、末永知久、杉本青優、松村唯斗、塚本葵月(真和高校生物部)

【はじめに】

江津湖は熊本市東部に位置する全長2.5km、周囲6km、水面面積約50haの湖である。1日約54万トンの地下水が湧き出ている全国有数の湿地であり、環境省から「日本の重要湿地500」に選定されているだけでなく、その豊かな自然環境は熊本市民の憩いの場となっている。浅川ら(1995)の研究では、1年を通して水温を2か月ごとに計測したところ、江津湖の水温は、18℃前後で一定であると述べられていた。



図1 江津湖の地図

しかし、水温を12時間ごとに計測した前年度までの研究により、江津湖の水温は一定ではないことが示された。加えて、水温と気温、日照時間、降水量なども同様に調べ、気象要因との関係を探った。しかし、水温変動や、昨年度から見られた急激な水温の変化が発生した点である特異点などの詳細な発生原因を突き止めることはできなかった。今回は、データ観測の間隔をより細かくすることで、水温と他の要因との関係性をより詳細に調べるとともに、それらのデータを用いて江津湖の生物との関係についても調べることとした。

【今回の目的】

- ① 水温と他の要因との関係性を調べる
- ② 水温と生物との関係について調べる

【方法】

上江津湖の江藤ポートハウス(32.780,130.738)下江津湖のポート部合同艇庫(32.772,130.751)の2か所にデータロガーを設置した。(図1中の赤丸で示した部分)上江津では水深30cmと80cm、下江津湖では水深30cmと90cmで計測した。データロガーはH・Iシステム様より提供いただいた。計測したデータはデータロガー本体から携帯会社の回線を利用して収集した。気温、降水量、日照時間、日射量のデータは気象庁のデータから引用した。



図2 データロガーの模式図



図3 データロガー本体

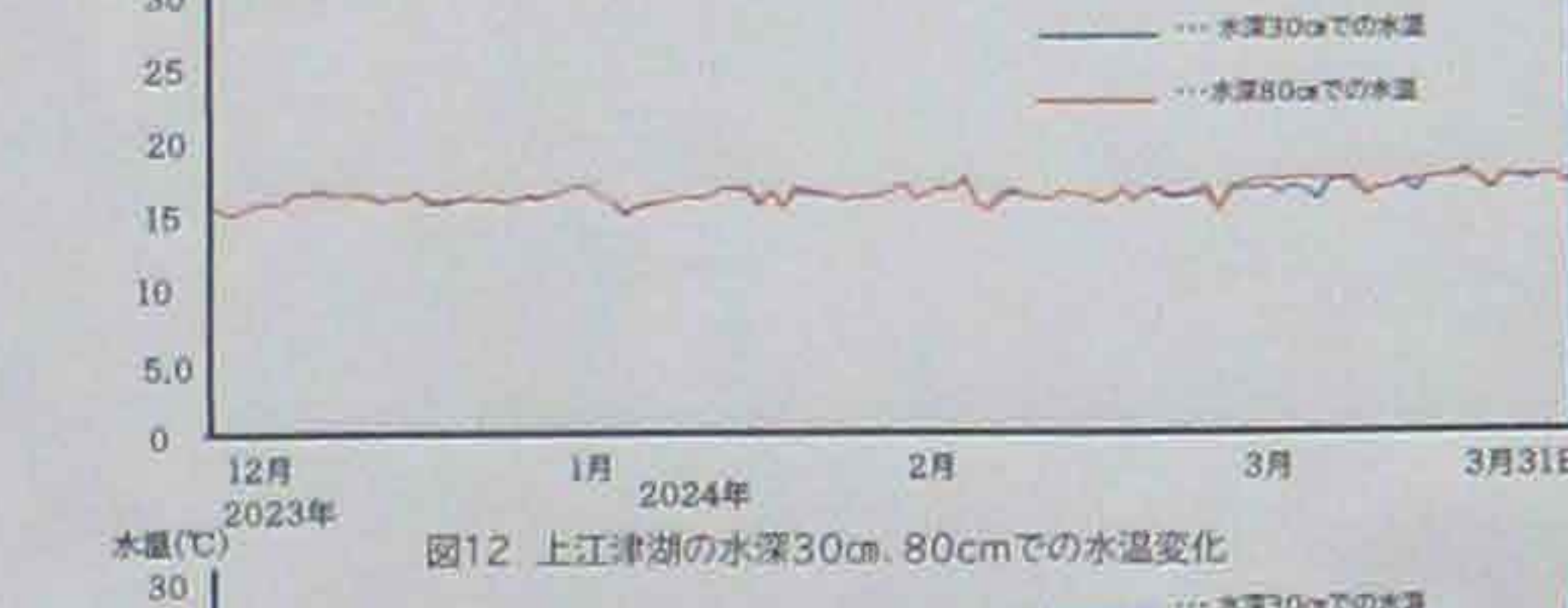
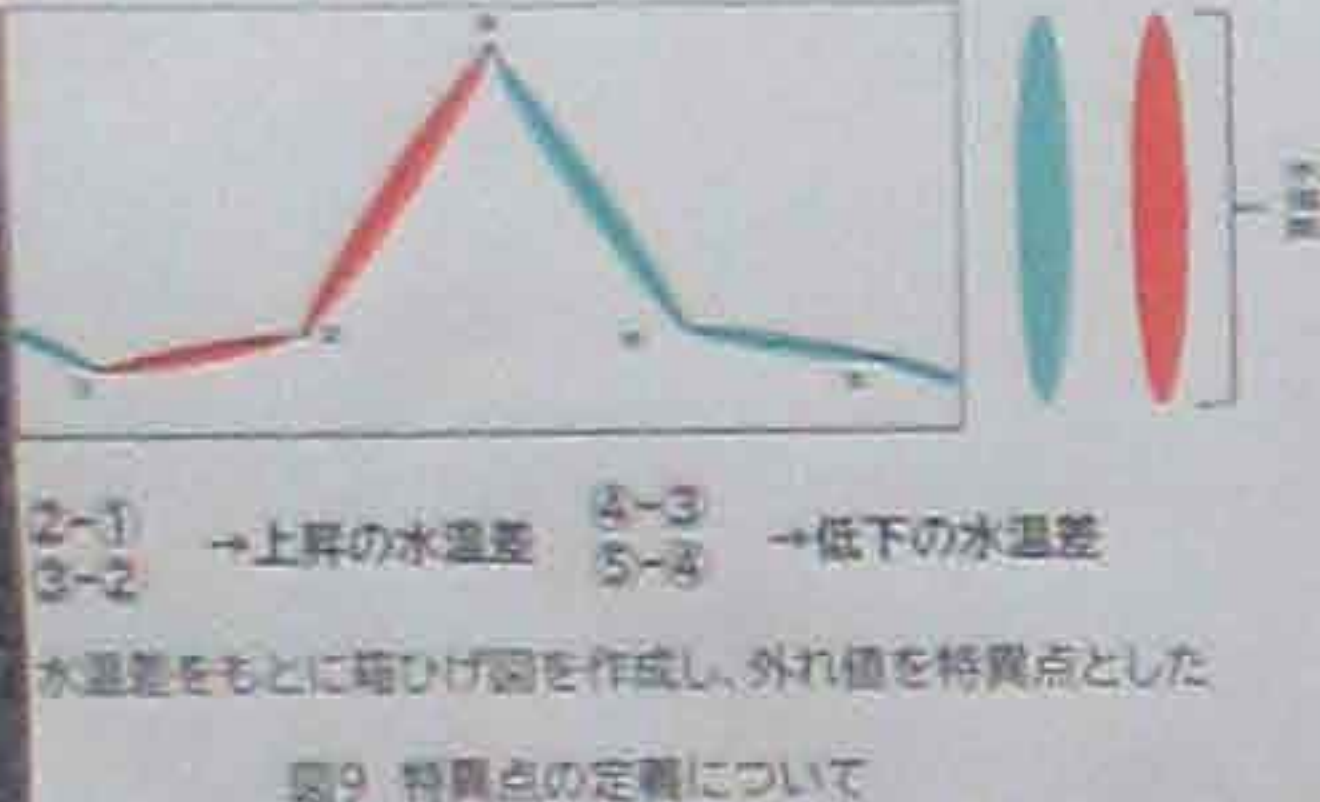
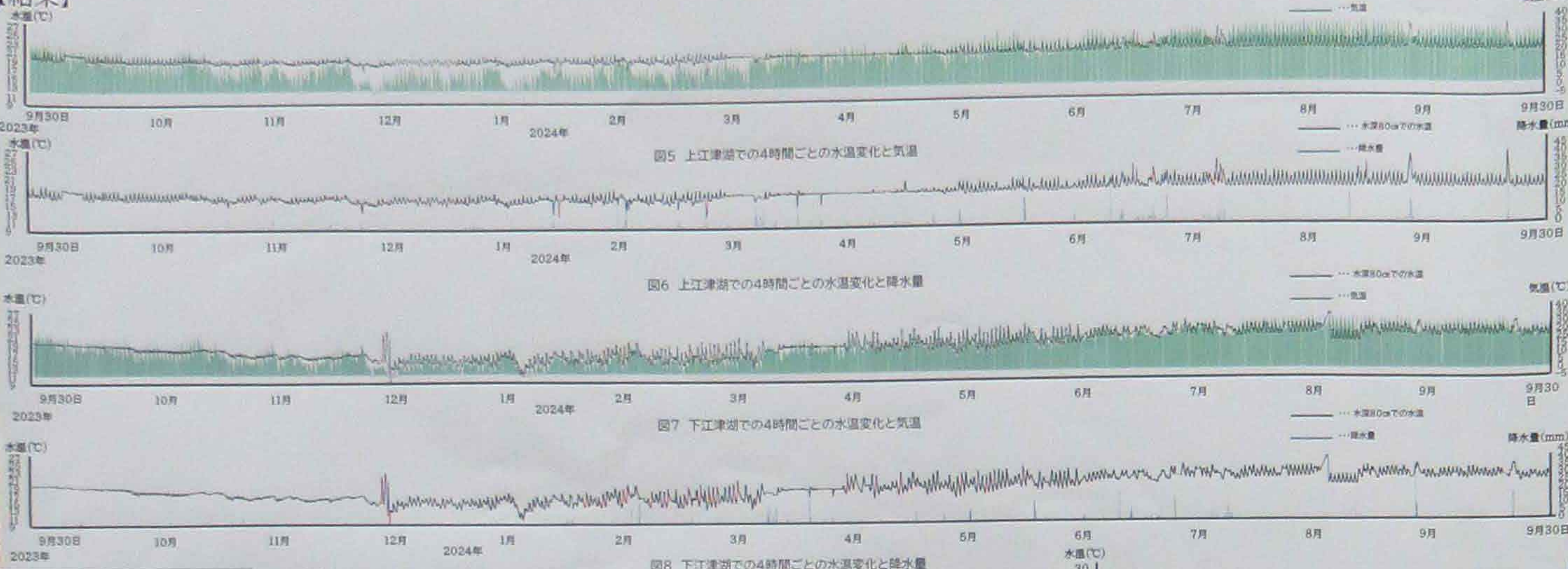


図4 データロガーのセンサー部分

【期間】

上江津湖では2022年5月24日から、下江津湖では2022年6月11日から毎日2時と14時に水温を計測した。また、2023年9月27日からは計測時間に6時、10時、18時、22時を加え、1日6回の計測を行った。

【結果】



	上江津湖	下江津湖
気温	0.833	0.889
降水量	0.142	0.178
日照時間	0.324	0.063

表1 上江津湖と下江津湖の水温と気温、降水量、日照時間との相関

上江津湖	特異点の個数	4時間目の降水があった割合
上振れ	10個	72%
下振れ	28個	65%

表2 上江津湖の特異点について

下江津湖	特異点の個数	4時間目の降水があった割合
上振れ	27個	0%
下振れ	38個	5%

表3 下江津湖の特異点について

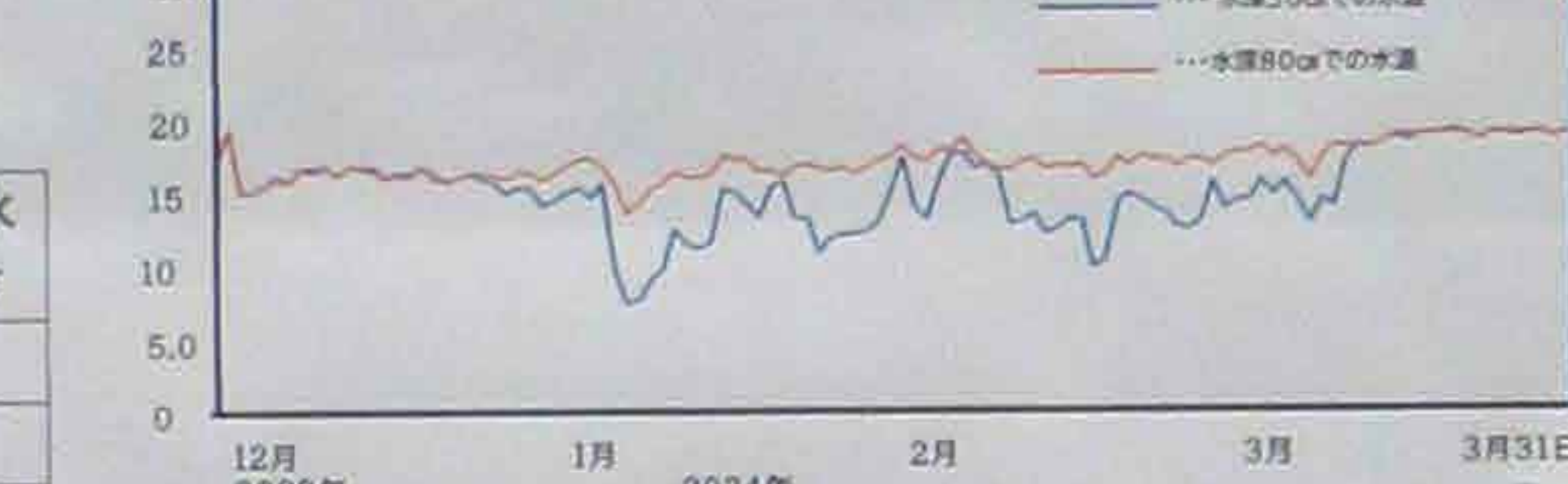


図13 下江津湖の水深30cm、80cmでの水温変化

【特異点の再定義】

前年度までの研究では特異点の定義は目視による曖昧なものだったため、今回、特異点を再定義した。図9は水温変化を表した模式図である。①から②、②から③のように水温が上昇しているところを赤く、③から④、④から⑤のように水温が低下しているところを青く示した。今回の再定義では水温の変化量に焦点を当てた。③の水温-②の水温、②の水温-①の水温のような差を、水温が上昇した時の変化量として上振れと呼び、⑤の水温-④の水温、④の水温-③の水温のような差を、水温が低下した時の変化量として下振れと呼ぶことにした。上昇・低下の水温差それぞれで箱ひげ図を作成した(図10,11)。そして、この箱ひげ図の外れ値をそれぞれ上振れの特異点、下振れの特異点と再定義した。

表1は、上江津湖、下江津湖それぞれでの水温と気象要因との相関を示したものである。昨年までの研究では、水温と降水量の間には関係があると考察した。

しかし、実際に相関をとると関係はあまり見られなかった。一方で、気温との間には上江津湖、下江津湖ともに強い相関がみられた。

図10は上江津湖の特異点を示した箱ひげ図である。この図では、上振れの特異点が10個、下振れの特異点が28個見られた。また、上江津湖の全特異点のうち特異点を観測した直前4時間までに降水が見られた割合について、上振れ特異点では72%あり、下振れ特異点は、65%であった。(表2)

図11は下江津湖の特異点を示した箱ひげ図である。この図では、上振れの特異点が27個、下振れの特異点が38個見られた。また、上江津湖の全特異点のうち特異点を観測した直前4時間までに降水が見られた割合について上振れ特異点では0%であり、下振れ特異点は、5%であった。(表3)

図5,6は、上江津湖での水温変化を表したグラフである。上振れの特異点は、2024年の6月中旬から7月中旬に多く見られ、下振れの特異点は、2024年2月から3月中旬、5月下旬から7月中旬に多く見られた。

図7,8は、下江津湖での水温変化を表したグラフである。上振れの特異点は、2023年12月下旬、2024年2月中旬から3月末、4月中旬から5月末に多く見られた。下振れの特異点は上振れの時期と同様の期間に多く見られた。

図12,13は、上江津湖、下江津湖それぞれの水深の違いによる水温の変化を表したグラフである。このグラフから、上江津湖では水深による水温の変化はほとんど見られず、下江津湖では1月から3月末にかけて水深30cmでの水温が80cmでの水温を下回っていることが分かる。

表4,5は江津湖に生息する外来魚、外来植物のうち、生育環境についてよく調べられている物を表している。これらの生育水温と4時間ごとに計測した江津湖の水温を比較するとその温度に乖離がみられるものがあつた。

【考察】

上江津湖の特異点について

上江津湖では、特異点が観測される前に降水があることが多かった。このことから、上江津湖の特異点の発生には降水量が最も関係していると考えられる。

上江津湖において上振れと下振れの特異点の発生時期や個数に偏りが見られた理由の考察

雨の温度は外気温に左右され、季節によって温度が変化するため、上振れ・下振れの特異点の発生時期に偏りが生まれると考えた。また、その上振れと下振れの個数の差には、湧水の存在が影響していると考えた。

夏は外気に温められた雨により上江津湖の水が温められるが、湧水の温度は一年を通して18℃～19℃で一定であり、上昇した水温よりも低いため、水温の上昇を緩和する動きをし、上振れの特異点が少なくなったと考えられる。

一方で、冬は外気に冷やされた雨により上江津湖の水が冷やされることに加え、湧水の温度が冷やされた水温と近いいため、水温変化を緩和する役割を持つ湧水の影響が小さくなり、下振れの特異点がよく見られたと考えられる。

これらを踏まえると、もし夏場、上江津湖に湧水がなければ、上振れと下振れの特異点の個数はほぼ同数になると考えられる。これは、次に述べる、湧水のほとんどない下江津湖での特異点の上振れと下振れの特異点の個数の関係と同様のものだと考えられる。

下江津湖の特異点について

石川(1989)らや伊藤(2010)らの研究によると、一般的な湖では日射量が水温の変化に関係していると述べられていた。そのため、下江津湖の特異点の発生には日射量が関係すると考えた。また、下江津湖は上江津湖に比べて水の容積が大きいので、降水の温度の影響を受けにくいと考えられる。

下江津湖において上振れと下振れの特異点の発生時期や個数に偏りが見られなかった理由の考察

下江津湖で上振れと下振れがほぼ同数見られた理由は、上江津湖と違い、下江津湖には湧水群がほとんどないために、日射の影響が直接的に表れるからだと考えた。日射量は夏場に増え、冬場に減少する。そのため、夏場は平均的に日射量が多くなるが、その中で通常よりも極度に日射量が少ない時間帯があれば日射量が急激に減少し下振れの特異点が見られ、反対に、冬では平均的に日射量が少なくなるが、その中で通常よりも極度に日射量が多い時間帯があれば日射量が急激に増加し、上振れの特異点が見られると考えられる。

つまり、下江津湖の特異点は日射量の変化に依存するため、上振れと下振れの発生に偏りが見られなかったと考えた。

上江津湖と下江津湖の水深による温度変化の違いについての考察

上江津湖では、調査期間全体を通して水深による温度変化の違いは見られなかったものの、下江津湖において、1月から3月に水深30cmの方が90cmより水温が低くなった。その理由として、日射による影響を考えた。

湖水は、一年中、深さに関係なく日射により温められ、さらに夏は水深30cmの部分においても温かい外気の影響を受けることで、水温差がほとんどなくなったと考えられる。反対に、冬では冷たい外気の影響を強く受け、水温が下がり、水温差が生まれたと考えた。

江津湖と生物との関係

水温は江津湖内で常に変化している。もしも計測地点周辺の水温が生物の活動に適した温度の範囲内になった場合、生物は生息に最適な温度を求めて、計測地点周辺に移動し、生物の個体数は増加すると考えた。

反対に、生息温度範囲外になった場合、計測地点周辺では、生物の個体数は減少すると考えた。表6は、生物の生息温度を外れた水温データの個数である。該当個数の多かった生物は活動しやすい温度を探するため、移動頻度が高く、その場所での生息数は少ないと考えられる。

また、個数の少なかった生物はその場所が生息に適した環境であったと考えられる。急激な水温変化があった場合、それが生息温度を超えているかどうかに関わらず、生物にとって過酷なものとなる。上記までの考察で述べたような状態が発生した際に現れる、特異点が見られるほどの水温差は、生物にとって大きなストレスとなり、個体数が減少する可能性があると考えた。

【参考文献】

- 機材提供 株式会社H・Iシステム 様
- 機材設置協力 江藤ポートハウス 様
- 熊本市江津湖周辺における地下水湧水量の再調査 日本水文学会誌 第50巻 2020年 一柳純平・井出洋・嶋田純・市川勉
- 「江津湖の水質の現状と経年変化について」竹原照美・坂口美鈴・吉田美美香
- 「熊本市江津湖における湧水の変動とそのメカニズムについて」東海大学紀要産業工学 2008年 今辻製二・市川勉・荒牧昭二郎

表6 表4,5で示した生物の生息温度を外れた水温データの個数