

電気分解による田沢湖の中性化がもたらす生態系への影響の調査



実施担当者 秋田県立大曲農業高等学校
教諭 大沼 克彦

1 はじめに

酸性化によって生物が死滅した田沢湖では、平成22年12月に山梨県西湖でクニマスが見つかった以来、秋田県と仙北市ではクニマス里帰りプロジェクトが行われており、田沢湖の環境再生は地域の大きな課題となっている。

この地域の課題を解決するために、これまで私たちは従来の中和方法に代わる新たな湖水の中性化方法を検討して実用的な科学研究を行ってきた。もとより我々が取り戻す必要があるのは、クニマスが棲息できる水環境ではあるが、その環境にはクニマス等魚のえさとなる微生物も生存する必要がある。したがって、電気分解等を用いた田沢湖の中性化方法を実用化するためには、水質のみならず、生態系を含めた環境改善を目指さなければならない。そのため、まったく解明されていない現在の田沢湖の水圏の生態系について明らかにする必要がある。

そこで本研究では、仙北市と信州大学の協力を得て田沢湖の微生物及び魚の生息状況を微生物の採取と魚の胃内容物の分析によって解析するとともに、電気分解によって得られた中性水の元素分析と微生物や魚類に与える影響について調査することを目的として昨年度から開始した。

昨年度の研究では、田沢湖に生息する可能性のある浮遊性の微生物を田沢湖水中から確認することはできなかったが、湖畔に生息するアシに付着していたと考えられた微生物は確認できた。また、電気分解した田沢湖水にはアルミニウムが増加していることが確認できた。本年度は、田沢湖水電気分解による中性化のメカニズムの解明と、田沢湖に生息するウグイから微生物の採取を試みた。

2 実験

2-1 電気分解による中性化のメカニズムの解明

電気分解後の田沢湖水に白色沈殿が生ずること、実験回数を重ねるとアルミニウム電極の変性が見られること、昨年度の研究から、電気分解後の田沢湖水にはアルミニウムが増加している可能性があることか

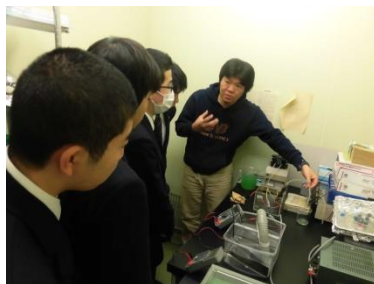


図1 信州大学での共同実験
信州大学で電気分解についての詳細な説明を受けた。

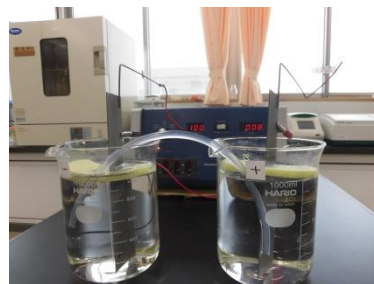


図2 電気分解槽の開発
信州大学との共同研究の結果、沈殿物の発生しない方法を開発した。

ら、電気分解によって生じる白色沈殿が水酸化アルミニウムであると考え、検証実験を試みた。塩化アルミニウム溶液に水酸化ナトリウムを加え水酸化アルミニウムの白色沈殿を作製して2つに分け、一方に水酸化アルミニウムを加え、他方には塩酸を加えてその反応を観察した。いずれも透明な溶液となった。電気分解後の田沢湖水を2つに分けて同様の実験を行った結果、いずれの溶液も白色沈殿は透明に変化した。以上のことから、電気分解によって生じる白色沈殿は水酸化アルミニウムであり、水生生物に対して急性毒性、慢性毒性はさほど高くないことが考えられた。

また、電気分解による中性化は、電気分解による酸性水中の水素の放出と、電極から溶出したアルミニウムイオンと水酸化ナトリウムの結合によっておこると考えられた。信州大学の Jeon Bong-Seok 博士によると、電気分解の際の電極溶解は、電力のロスに繋がるため、白金をコーティングしたチタン電極の提供を受けて実験した結果、白色沈殿の出ない電気分解を実施することに成功した。

2-2 田沢湖水中に生息する微生物の探索と季節変動について



図 3 サンプル採取

信州大学の学生と田沢湖の湖岸に沈む岩からサンプルを採取した。このサンプル中には珪藻の仲間が回収された。

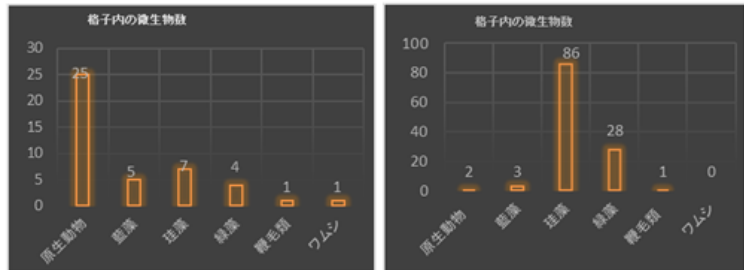


図 4 田沢湖に流入する沢水に含まれる微生物の季節変動

田沢湖に流入する沢、大沢に生息する微生物を調査した。左は8月を示し、右は10月の調査結果を示している。8月には原生動物が多かったが、10月には珪藻類が多くを占めた。季節によって主要な微生物群が変化する可能性が考えられた。

昨年度の研究では、田沢湖水中に浮遊微生物を確認することができなかった。そこで、信州大学の朴教授の研究チームとともに、再度田沢湖の微生物の探索を試みた。私たちのグループは、田沢湖に流入する沢水に生息する浮遊微生物の調査を実施した。一方信州大学のチームは私たちと共同で湖岸の石の付着物を採取して、顕微鏡で観察した。その結果、田沢湖水に浮遊している微生物は非常に少ないものの、湖岸の石に付着する形で微生物が存在することが明らかになった。一方、田沢湖に流入する沢水の中にも原生動物やケイソウなどの微生物が存在することが明らかになった。微生物の田沢湖水中には多くの微生物の存在が確認できた。8月、10月に調査を実施した結果、夏には比較的原生動物が多くみられるが、秋になると珪藻類が増加し、田沢湖水中の微生物は季節によってその主要グループが変動することが考えられた。

2-3 ウグイの食性について

ウグイは雑食性の魚であることから、田沢湖内に生息する固体は、植物プランクトンや昆虫類を採食していることが考えられた。このため、田沢湖のウグイを採取して、どのような餌を採食しているのかを検討した。その結果、大多数のウグイの胃の内部

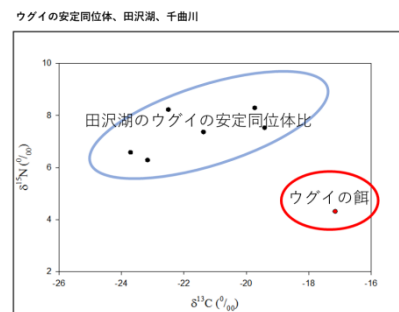


図 5 ウグイの食性調査の結果

田沢湖に生息するウグイは人工飼料以外の餌も食餌していることが明らかになった。

から藻のようなものが確認されたが、採取した時期や場所で、消化された昆虫が確認されることもあり、雑食性であることが確認された。信州大学でのウグイの筋肉組織と観光客が与える人工飼料との同位体分析の結果、ウグイを構成している同位体比は、人工飼料の同位体比とは異なることが分かったため、観光客がウグイに与える人工飼料以外にも他の餌を採食していることが考えられた。

2-4 西湖の水質調査とヒメマスについての調査

国内で唯一生息が確認されている西湖の水質を調査するため、現地調査を実施した。その結果、西湖の水質は、pH 7.7 でほぼ中性であった。ヒメマスとクニマスはほぼ同じ水深に生息していると考えられたため、釣りによる魚サンプルの捕獲を実施した。結果、4匹の魚が、水深 25~30 m 付近で採取された。実験室に冷蔵で持ち帰り、鰓耙の数と幽門垂の数を計測して、採取した個体についての調査を実施したが、いずれもヒメマスと考えられた。



図 6 西湖でのサンプル採取

ヒメマス群に混入すると考えられるクニマスサンプルの採取を試みた。



図 7 サンプルから得られた鰓耙

クニマスを判定するために重要な手掛かりとなる鰓耙の数を測定したが、ヒメマスと判定された。

2-5 その他

今年度は多くの場所でこれらの取り組みを発表する機会が得られ、私たちの活動が取り上げられたので、ここで紹介したい。

4月1日から30日まで、JR 東日本管内の新幹線におかれている冊子、「トランヴェール」において、私たちの取り組みが紹介され、北海道、東北、秋田、山形、上越、長野、北陸新幹線の乗客に対して情報が提供された。

7月1日には仙北市に「クニマス未来館」が開館し、私たち

の取り組みが DVD 映像とパネル展示で常設されている。この様子は、7月2日の秋田魁新聞、朝日新聞秋田県版、毎日新聞秋田県版、読売新聞秋田県版、7月19日の公明新聞に掲載された。

8月9、10日には、高校生ボランティアアワード 2017に参加し、これまでの研究活動を全国の高校生とともに、発表した。

10月1日には、日本陸水学会の公開シンポジウム



図 9 日本陸水学会で発表する生徒

10月に仙北市で実施された日本陸水学会の公開シンポジウムで活動成果を発表した。

これまでの研究活動について発表し、10月2日の秋田魁新聞に掲載された。

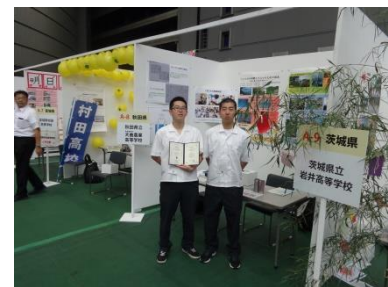


図 8 高校生ボランティアアワード 2017に参加

8月に埼玉で開催された発表会に参加し、多くの高校生や一般の来場者に分たちの活動を発表した。



図 10 富士河口湖町長と記念撮影

富士河口湖町で町長と面会し、自然保護について意見交換をした。

10月16、17日には山梨県西湖で調査を実施したが、この様子は、NHK 山梨放送局、秋田放送局で放映され、17日に日本経済新聞、山梨日日新聞、読売新聞山梨県版、毎日新聞山梨県版、秋田魁新聞に、21日に毎日新聞秋田県版に掲載された。

12月17日には、サイエンスキャッスル2017東北大会に参加し、秋田県立大学フロンティア21賞を獲得した。

12月26日には中谷財団成果報告会に参加してポスター発表を、2月25日には、あきたサイエンスカンファレンス2018に参加して口頭発表を行った。

また、11月16日に汐文社から出版された「クニマスは生きていた!」という書籍において、本校の取り組みが紹介されている。



図 11 サイエンスキャッスル2017に参加

12月に行われたサイエンスキャッスル2017東北大会において秋田県立大学フロンティア21賞を受賞した。

3 まとめ

本研究により、田沢湖の水は電気分解によって毒性の少ない水に改善することができることが明らかになった。田沢湖には湖水に浮遊している微生物は非常に少ないが、湖岸の石に付着する形で微生物が棲息していることが明らかになった。この微生物は湖に注ぎ込んでいる沢から流入してきたものである可能性がある。湖のpHが中性に戻れば、これらの微生物が増殖し、水中の生態系が回復するものと考えられた。クニマスは原生動物や昆虫、あるいは魚の稚魚などを食べていたと考えられていることから、田沢湖の環境が回復すれば、クニマスが再び田沢湖に生息することが可能になることが明らかになった。

謝 辞

本研究は、中谷医工計測技術振興財団プログラム助成により実施された。また、本研究には信州大学 Park Ho-Dong 博士、Jeon Bong-Seok 博士、及び Ha Jin-Yong 博士、仙北市、富士河口湖町、クニマス未来館、仙北市立生保内小学校、仙北市立桧木内小学校の協力をいただいた。この場を借りてお礼を申し上げたい。

参考文献

- 1) 田沢湖 まぼろしの魚 クニマス百科(平成12年) 杉山秀樹 秋田魁新報社
- 2) 新課程 フォトサイエンス化学図録(平成15年) 数研出版
- 3) サケ学入門(2009年) 阿部周一 北海道大学出版会
- 4) 淡水魚保全の挑戦 水辺のにぎわいを取り戻す理念と実践(2016年) 日本魚類学会自然保護委員会編 東海大学出版部
- 5) 日本湖沼誌 ―プランクトンから見た富栄養化の現状― (2000年) 田中正明 名古屋大学出版会
- 6) 電解水の基礎と利用技術 (2000年) 松尾昌樹 技報堂出版
- 7) クニマス ―過去は未来への扉― (2017年) 秋田県仙北市編 秋田魁新報社
- 8) 日本淡水産動植物プランクトン図鑑 (2008年) 田中正明 名古屋大学出版会