

あのすばらしい湖をもう一度

～田沢湖から水環境の大切さを学ぶ～

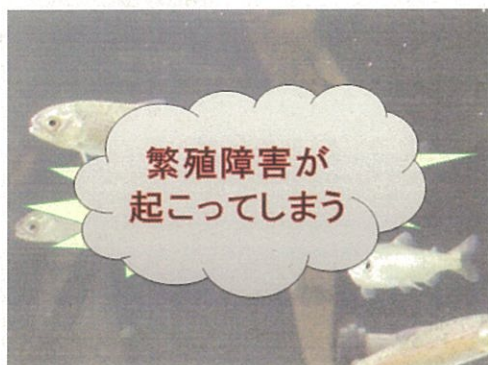
佐々木 克・菅原 瑠祥・須田 涼平・佐々木 大渡・松塚 祐伍・
荒川 海斗・永井 天智 (秋田県立大曲農業高等学校)

イントロダクション

秋田県には、田沢湖の酸性化や八郎潟の富栄養化など、水環境に関していくつかの問題があります。昭和 14 年頃の田沢湖は、pH6.5 で、クニマスやウグイなど多くの生物が住む環境でした。しかし水力発電事業と農地開発という国の政策として、強酸性の玉川の水を田沢湖に入れたため酸性となり、ほとんどの生物が死滅しました。



酸性水の影響



私たちは酸性水が植物に与える影響を調べるため、植物を酸性水で育てました。その結果、pH1 では植物が 1 日で枯れました。この原因を探るため、根の細胞の内部構造を調べました。これは細胞内部の写真で、矢印はそれぞれの細胞の核を示しています。実験開始日を 0 日目として、2 日目以降では核が無くなっていったため、細胞は死んだと判断しました。これが、植物が枯れた原因だったのです。このことから、強酸性の水は植物の細胞を壊すことが分かりました。pH5 では植物の生育に大きな影響は見られませんでした。魚類では繁殖障害が起こることが知られているため、田沢湖を中性にする必要があります。

研究動機



現在は、酸性化した田沢湖を中性に戻すため、石灰石による中和が行われていますが、田沢湖の pH はここ 10 年の間大きな変化はなく、pH5.2 前後で中性には至っていません。このことから、石灰石による中和には限界があると考えました。

田沢湖の酸性化によって、私たちの生活は便利かつ豊かになりました。しかし、そのために田沢湖に暮らしていた生物の住む環境を破壊したのです。私たちは、かつて人が破壊した水環境を改善するため、クニマスの里帰りを計画している仙北市と

協力し田沢湖を中性にする方法を探しました。

実験内容

(1) 電気分解による方法

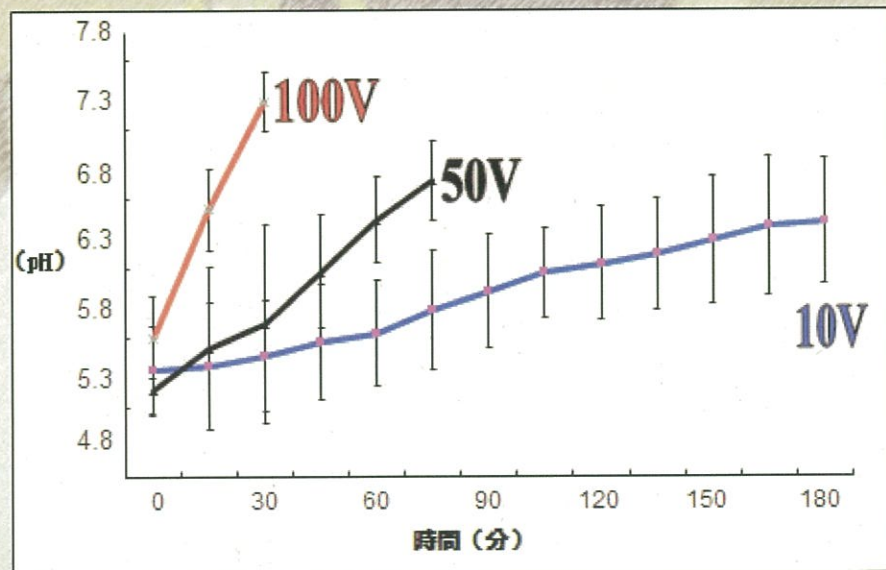
塩酸が主成分の田沢湖では、多量の水素イオンと塩化物イオンに電離し、酸性の原因はこの水素イオ

ンです。水素イオンの濃度が高ければ酸性に、低ければ中性に近くなります。この水素イオンは電氣的に正の性質があり、田沢湖水を電気分解すると陰極に引きつけられ、水素分子になって大氣中に放出されます。このため、水素イオン濃度が低下して中性になると考えました。

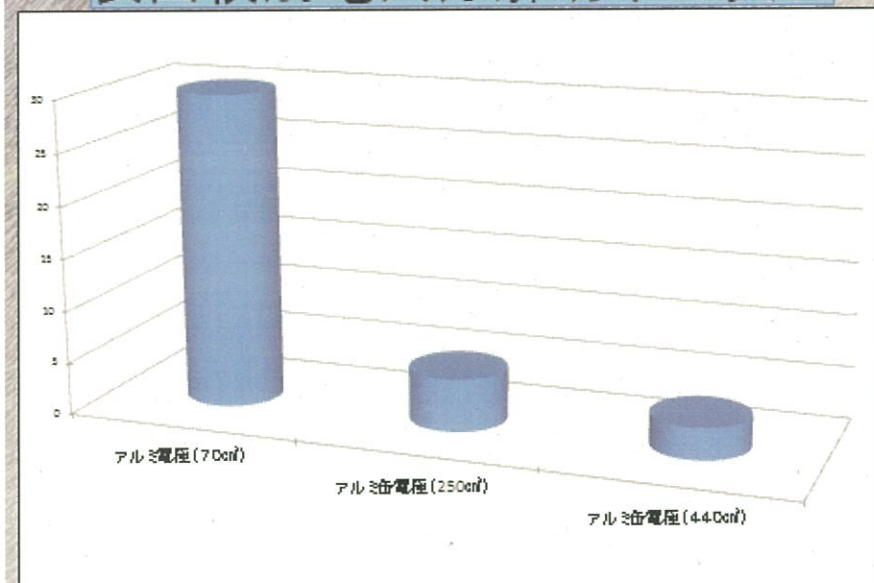
田沢湖水 1L をビーカーに用意し、電気分解を

行いました。10V の電圧では、180 分で中性になりました。中性化効率を上げるため、電圧を上げた結果、100V では 30 分で中性になりました。

電圧別電気分解効率の変化



表面積別電気分解効率の変化



しかし、約 90 億 m³ の田沢湖を中性にするには、気の遠くなる時間がかかるため、効率化を図る必要があります。しかし、高い電圧は危険であり、電圧を変えずに大きな電流を流すには、電極板の表面積を増加させればよいと考えました。

そこでアルミ缶を加工して 250 cm² と 440 cm² の 2 種類の電極を用意しました。大きな 440 cm² の電極を使って 100V で電気分解した結果 3 分で中性に

できました。これはアルミ板電極で中性にしたときの 10 倍の効率でした。

さらに効率を向上させるため、電極に使う金属の種類や組み合わせを変えました。

これが使用した電極板 9 種類です。このうち 2 つを選び、1L の田沢湖水を 100v で 10 分間電気分解しました。結果、陽極に銅板、陰極に銀板の組み合わせで pH の変動が大きくなりました。また、陽極に炭素板、陰極に銀板の組み合わせでは、沈殿物は発生せず、pH も中性になりました。電極板の種類を変えて 10 分で中性にできました。さらに、電気分解によって中性にした田沢湖水の成分を秋田大学と共同で調べました。その結果、水道水に含まれる元素の安全基準値と比較したところ、アルミや銅の含量が

電極板別 電気分解効率の変化

－\＋	アルミ	ニッケル	銅	鉄	銀	亜鉛	ステンレス	真鍮	炭素
アルミ	7.4	7.8	9.2	7.6	10.7	9.4	6.6	8.7	4.9
ニッケル	6.6	9.6	10.1	6.8	10.8	8.4	6.7	9.7	5.7
銅	7.1	9.3	9.5	6.5	10.7	7.2	3.9	8.8	4.2
鉄	7.9	9.2	10.0	6.3	10.8	8.5	5.0	9.5	5.3
銀	8.0	9.4	11.0	10.6	10.7	10.9	10.3	10.8	7.6
亜鉛	6.4	8.6	9.3	7.8	10.7	8.6	4.0	10.0	5.6
ステンレス	6.5	10.0	9.8	9.4	10.9	9.7	6.9	9.8	5.0
真鍮	7.2	9.4	10.0	6.7	10.9	8.8	5.1	9.4	4.5
炭素	6.4	8.7	10.0	6.9	10.9	10.9	6.2	10.8	4.1

基準値を上回っていました。このため、電気分解時に発生する沈殿物を除去する必要があります。

(2) 他の方法の探索

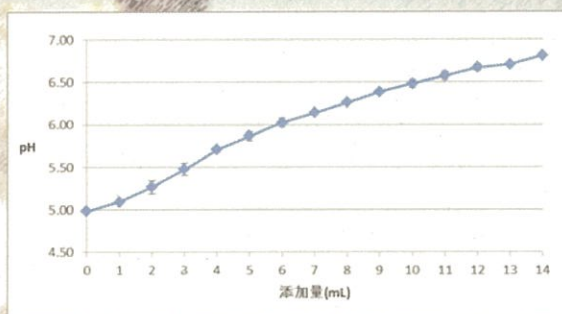
田沢湖水を中性にする電気分解以外の方法を探して石灰石を用いた方法と比較しました。

①石灰石を用いた方法

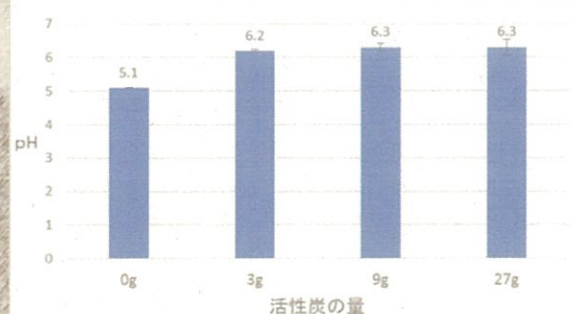
塩酸水に炭酸カルシウム水を入れスターラーで攪拌しました。pHを測定し、中性になるまで繰り返しました。実験

の結果、0.5g/Lの炭酸カルシウム水を14 mL加えた時に中性になりました。

石灰石を用いた方法によるpH変化



活性炭を用いた方法によるpH変化



②活性炭を用いた方法

pH5の塩酸水を200mL作り、3g、9g、27gの活性炭を用意し、それぞれ塩酸水に入れて3分間スターラーで攪拌、ろ過をしてpHを測定しました。その結果、pHは中性に近づきました。活性炭を3g入れるとpHは6を示し、活性炭の量を多くしてもpHに大きな変動は見られませんでした。

植物を用いた方法によるpH変化

実験の日数	ペットボトル内の水量 (mL)	蒸散した水量 (mL)	pH
0	1200	0	5.5
13	1020	180	6.4

③植物を用いた方法

ペットボトルを加工し田沢湖水を1.20入れ、仙北市の協力のもと田沢湖のアシを入れました。葉がすべて入るようにビニール袋を被せ、袋の口を縛りました。毎日ペットボトル内の田沢湖水の残量を計測し、これを2週間行い、蒸散した水の量を求めました。蒸散した水は溜めて保存し、最終日にpHを計測しました。蒸散した水の総量は2週間で180 mL、pHは中性側に1変化しました。これは植物が水素

イオンを吸収したためと考えています。

まとめ

これまでの実験結果をまとめると、田沢湖水を中性にするまでの効率が最も良いのは、石灰石を用いた方法でした。経済性でも効率が良く、労力もかかりません。しかし、石灰石を用いた方法では二酸化炭素が発生します。二酸化炭素は温室効果ガスの一つであるため、環境に影響を与えます。また、現在も中和処理を行っていますが中性には至っていません。

一方、電気分解、活性炭、植物を用いた方法では時間と労力がかかり、石灰石の中和と比較すると効率は良くありません。

この結果から、田沢湖をどれか1つの方法で中性にすることは不可能だと思い、落胆しました。



しかし、ここである方法を思いつきました。それは、一つの方法だけに固執せず、複数の方法を組み合わせることです。はじめに玉川の源泉の強酸性水を電気分解で中性化し、その後中和処理により中性に近づけます。さらに活性炭ろ過フィルターを通し、電気分解や中和処理で発生した沈殿物を除去するとともにほぼ中性にします。この水をアシによる水質浄化能力を利用し完全に中性にします。はじめの電気分解の過程で水素ガスが発生するため、それを再生可能エネルギーとして使用します。中和処理の段階で生じる二酸化炭素は、アシに吸収させます。この一連のシステムによって安全な中性の水を田沢湖に導入でき、かつての環境に戻せると考えています。



これまでの活動報告

私達の活動は、地域の問題を解決するかもしれないと、県内で新聞に何度も取り上げられています。また、仙北市の方々の協力を得て一昨年の種苗交換会で発表させていただきました。全国的な発表会では、若武者育成塾の活動報告会で、独創的な活動であることが評価され、「オリジナリティ賞」、全国高校生エコアクションプロジェクトでは「優秀賞」をいただきました。



この研究を通して私たちは、一度破壊した環境は簡単には元に戻らないことを実感し、水環境の大切さを改めて知りました。しかし、私たちは、自分たちが田沢湖の環境を改善できると信じています。そして自分たちを応援してくださっている地元の方々のために、これからも研究を続けていきます。