

湖沼浄化を目的とした電解システムの実用化検討

日大生産工(院) ○四ツ柳 卓也 日大生産工 大木 宜章
日大生産工 保坂 成司 道都大学 大沢 吉範

1. 序文

生活環境の向上に伴い、生活排水等に多く含まれる窒素(N)やリン(P)などの栄養塩類の河川、港湾、湖沼への流入が増加し、閉鎖性水域では富栄養化状態となり、赤潮やアオコといった深刻な環境問題を引き起こしてきた。この問題に対し、『水質汚濁防止法』や『湖沼水質保全特別措置法』等が制定され水質向上を図るべく対策が講じられてきた。しかし依然として生活排水からの栄養塩類の流入は多く、しかも一度閉鎖性水域に流れ込んだ N、P 等は物質循環サイクルに取り込まれ自然浄化が困難な状態となっている。

本研究は富栄養化湖沼等で多く見られるアオコ、これら汚濁の原因であり富栄養化を引き起こす N、P 等の除去に効果のあるフッ素化合物電解法による浄化システムの実用化の検討を行った。

2. 実験条件及び方法

2.1 フッ素化合物電解法

フッ素化合物電解法には以下の4つの大きな特徴がある。

- 1) F⁻は電解の過程で HF となり細菌、微生物等の代謝不全を引き起こし単細胞生物は死滅する。
- 2) 有機化合物中の H が F に置換し、有機フッ化化合物という極めて安定な物質となる。
- 3) 重金属の電気陰性度は F に比べ小さく、

このため Paulring の法則により F との結合により非常に安定した物質となる。

4) 電解時に、フッ素が存在する場合は+極側に通常できる酸化物(酸化アルミニウム)の生成を抑制する。

また、Ca²⁺、F⁻が存在する場合、電解処理により P が除去されることが知られている。

なお、本実験では最も安価で入手しやすいフッ化カルシウム(CaF₂)をフッ化物として添加している。

2.2 電解法による基礎実験

本実験に先立ち実験場所とした本学図書館脇の池の水を用い基礎実験を行った。実験は室内にて行い、池の水約 43ℓを水槽に入れ CaF₂を適量添加し、4時間電解処理を行った。

実験結果を表-1に示す

クロロフィル a、COD、T-N、T-P、pH ともに低下傾向にあることがわかる。特にクロロフィル a、T-P においては除去率が 50%を超え、比較的良好な除去効果が得られた。

表-1 基礎実験結果

	電解前	電解後	除去率(%)
クロロフィルa(μg/l)	169.32	69.76	58.80
COD(mg/l)	5.97	4.71	21.05
T-N(mg/l)	1.304	0.813	37.68
T-P(mg/l)	0.206	0.091	56.01
pH	9.17	8.59	-

Study on Practical Application of Fluoride Electrolysis System for Lake Purification

Takuya YOTSUYANAGI, Takaaki OHKI, Seiji HOSAKA and Yoshinori OHSAWA

さらに処理時間を延長することにより COD、T-N においても除去率の向上が期待できる。また、比重が大きい底泥は浮上することはない。しかし、攪拌により極板付近に巻き上げられた一部の底泥は処理が行われ浮上することが判明した。

以上の結果を踏まえ、本実験にて使用する装置の検討を行った。

2.3 電解システム概要

図-1に電解システム概略図、写真-1に示す。

電解部分は電極板(1.0×0.5m)5枚1セットで間隔は10cmとした。電源は蓄電池(電圧約14V、電流4.5A)とし、蓄電池は24時間ごとに交換した。また、底泥の除去を目的とし、極板底部に循環装置を取り付け、強制的に極板間の水を循環させた。なお、CaF₂は水溶液にして、極板上部より滴下している。

その他、電解処理により生ずるフロクの拡散を防止するためのフロク拡散防止罫、それらをかき集めるためのスカムかき寄せ機、かき集めたスカムを固液分離するためのろ過装置でシステムを構成した。

なお、電極板表面の酸化皮膜の生成を抑制すべく24時間ごとに極板の+-の入れ替えを行い、スカムかき寄せ機、循環装置、スカムをろ過装置へと運ぶポンプは15分ごとに動作・停止を行うように設定した。

3. 電解システムによる浄化実験

実験場所は本学図書館脇の池(100t、215m²)とし、8/30~9/28の30日間電解を行った。

この結果を図-2にクロロフィルa、図-3にT-N、図-4にT-P、図-5に透視度、図-6にpHを示す。ここで、処理水1は電解システム設置場所より約10m離れた場

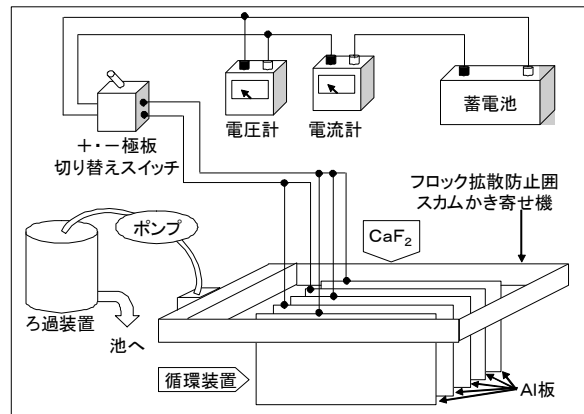


図-1 電解システム概略図



写真-1 電解システム

所より採水、処理水2は電解システム脇より採水した。なお、処理水1は池全体の浄化効果を調べるために、処理水2は電解システム自体の浄化効果を調べるために測定した。

各結果ともに電解開始13日目までは、ほぼ横ばい状態であるが、13日目以降は浄化傾向を示している。ここで、水温に着目すると13日目までは平均水温が25℃以上であり、13日目以降は25℃以下である。すなわち25℃を境に藻類や微生物の活動が変化するといえる。なお、結果から考察すると13日目までは水温が25℃以上となり、藻類や微生物の活動が活発化し増殖する。しかし電解システムにより藻類や微生物の除去が行われているため、グラ

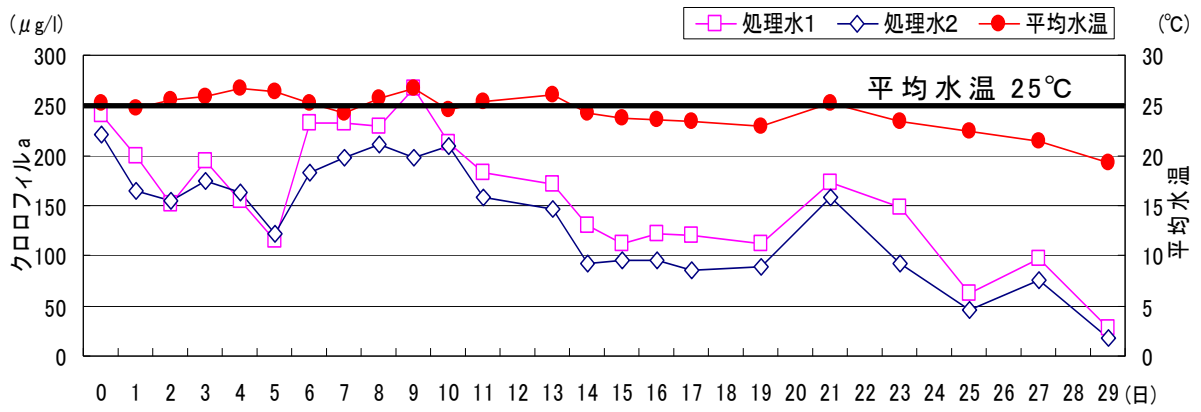


図-2 クロロフィル a・平均水温経日変化

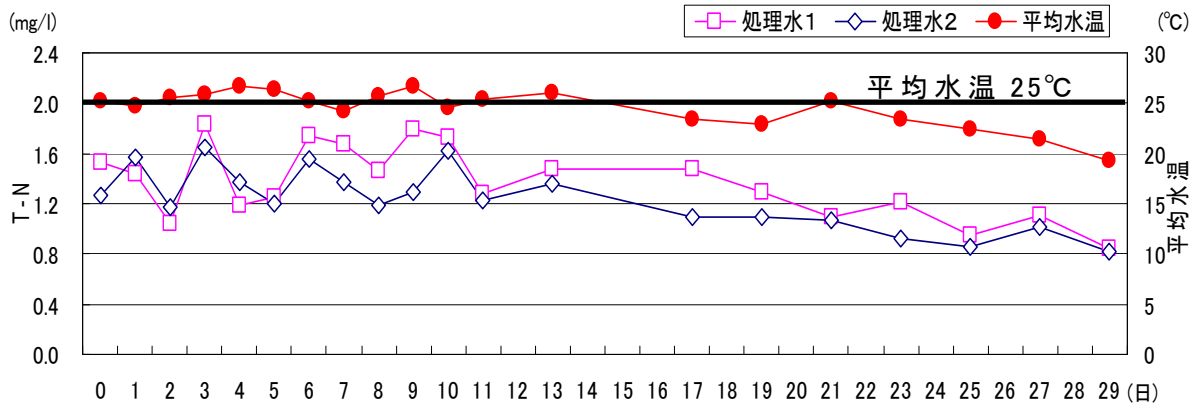


図-3 T-N・平均水温経日変化

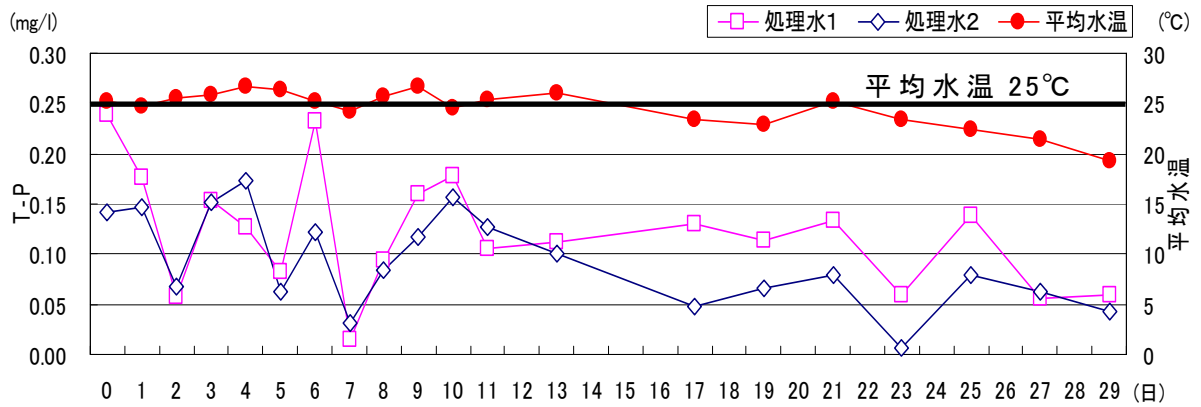


図-4 T-P・平均水温経日変化

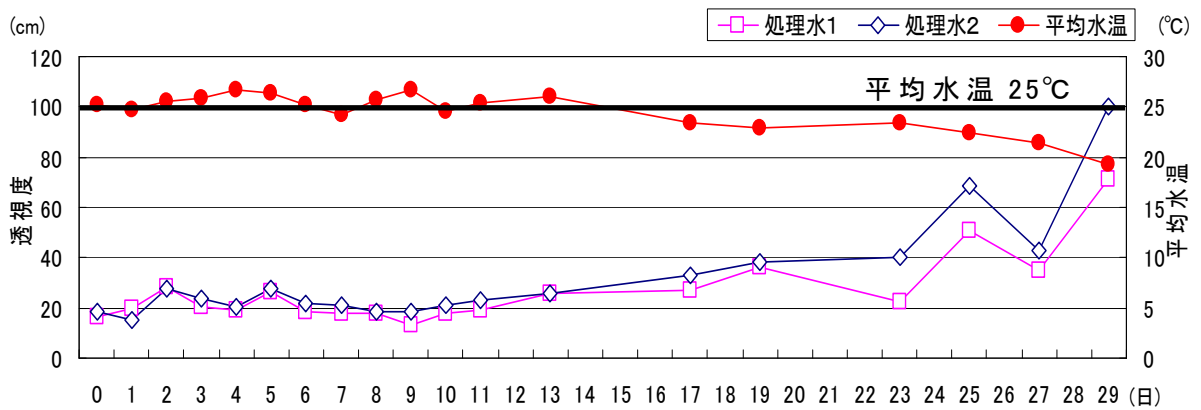
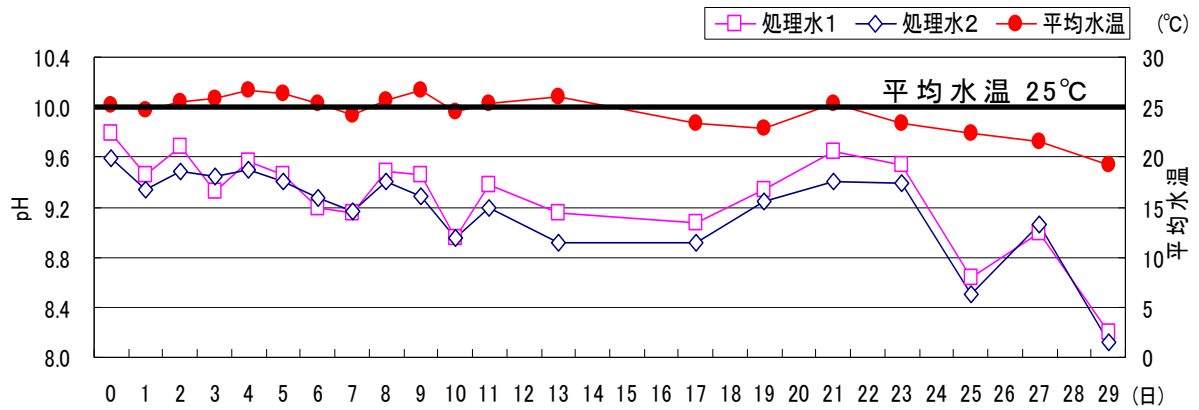


図-5 透視度・水温経日変化



図－6 pH・平均水温経日変化

表－2 処理水1の結果および除去率

	0日目	13日目	29日目
クロロフィルa(μg/l) (除去率(%))	240	172 (28)	28 (88)
T-N(mg/l) (除去率(%))	1.53	1.48 (3)	0.844 (45)
T-P(mg/l) (除去率(%))	0.248	0.112 (53)	0.059 (75)
透視度(cm)	16.5	56.0	71.5
pH	9.79	9.16	8.20

表－3 処理水2の結果および除去率

	0日目	13日目	29日目
クロロフィルa(μg/l) (除去率(%))	220	147 (33)	18 (92)
T-N(mg/l) (除去率(%))	1.27	1.35 -	0.811 (36)
T-P(mg/l) (除去率(%))	0.141	0.101 (28)	0.043 (70)
透視度(cm)	18.5	26.0	100.0以上
pH	9.59	8.91	8.12

フ上では、増加も減少も見られず平衡状態となっている。しかし、13日目以降は平均水温が25℃以下となり、藻類や微生物の活動が低下、増殖が抑制され、さらに電解システムによりこれらが除去されたため減少傾向を示したと考えられる。

各結果の0日目、13日目、29日目の結果と除去率を表－1および表－2に示す。この結果から13日目以降に急激な低下傾向を示しているのがわかる。特にクロロフィルaは9割近く、T-Pにおいても7割近く除去されている。さらに透視度においても測定限界である100cm以上まで浄化されている。

以上の結果より、電解システムより約10m離れた処理水2においても浄化効果が確認されたことから、電解システムによる効果は池全体に及んでいると言える。

4. まとめ

基礎実験及び電解システムによる浄化実験を行った結果、電解システムの浄化効果は池全体に及んでいるといえ、さらに、以下のことが判明した。

- 1) 富栄養化水域における藻類や微生物の活動は水温が25℃以上の場合活発化し、25℃以下の場合活動が低下する。
 - 2) 通常の電解処理では底泥の除去は困難である。しかし、攪拌により巻き上げられた底泥は極板付近ではブロック化し浮上することから、電解処理により底泥の除去も可能であるといえる。しかし、現在の電解システムは、極板付近の底泥にしか効果が取得できないため、今後、極板から離れた場所の底泥の処理を検討する必要がある。
 - 3) 一度、ブロック化し浮上した物質が沈殿した場合、再度電解処理を行っても浮上することが困難である。よってブロック化し浮上した物質を沈殿する前にすべて除去する必要がある。
- 今後、これらのことを考慮しさらに浄化能力の高い電解システムへの改良を試みる。