

湖沼浄化の実証実験による検討

日大生産工（院）
道都大学○ 任 中華
大沢 吉範日大生産工
日大生産工大木 宜章
高橋 岩仁

1. 序文

近年、高度経済成長に伴う生活工業排水の水域への自然の浄化能力を超えた流入により水質汚濁が深刻な社会問題となっている。この排水に含まれる窒素、リンなどの栄養塩類は閉鎖性水域において、アオコの発生原因となり、魚類などを死滅させるため、水は悪臭を放ち、環境や人体に悪影響を与える、社会問題となっている。

現行における湖沼の浄化対策は他河川からの導水や蓄積された底泥の処理、直接ばっ気などの方法が取られている。しかし、費用対効果からは期待されない状況である。

このため本研究は、アオコ発生の要因である水中のCOD、窒素、リンなどの除去やアオコなどの単細胞生物の死滅・除去に効果のあるフッ素化合物電解法を用い、湖沼の水質浄化を目的とするものである。

また、電解処理により固液分離されたアオコ浮上汚泥は、ほとんど水分であるため脱水操作後、資源化を図った。これに有効菌株や酵母を添加し、アルコール化、さらに残渣をメタン化することにより廃棄物のエネルギー化を目的とした。

2. 実験概要

2. 1 アオコ水の性状

実証実験は霞か浦の坂井戸舟溜まりで行い、採水した湖水（以後、アオコ水と記す）を処理対象とした。写真1に平成25年9月22日の霞か浦の坂井戸舟溜まりで発生したアオコ水の状況を示す。写真で見られる様に水面を緑色の藍藻類が覆い異臭が立ち込めた状態である。表1にアオコ水の性状を示す。

2. 2 基礎実験条件および方法

写真2に基礎実験の装置を示す。実験の条件は、アオコ水試料 300mL と $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 450mg/L を添加、D.C600mA で処理を行った。



写真1 霞か浦の坂井戸舟溜まりで発生したアオコ水

表1 アオコ水の性状

検水	霞か浦のアオコ水
pH	7
水温(°C)	26
T-N(mg/L)	1.96
T-P(mg/L)	0.03
COD(mg/L)	32.76
クロロフィル(μg/L)	710.2
SS(mg/L)	8200
透視度(cm)	4.8

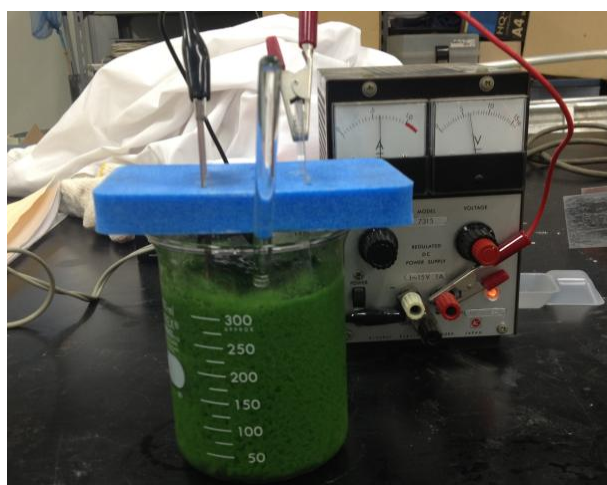


写真2 基礎実験の装置

Research of the demonstration experiment about the purification of limnetic zone.

Chuka NIN, Takaaki OHKI, Yoshinori OOSAWA and Iwahito TAKAHASHI

2. 3 アオコ水を電解処理における基礎実験

実験はSS濃度が8200mg/Lと高いため、下記の通り2段階処理を行った。

- 1) 1段階処理として、電解浮上により、SS分を除去する。
- 2) 1段階でのSS分を除去した液の富栄養物質除去を目的として電解処理する。

このため1段階では試量500mLとし、600mA、15分後浮上分離したアオコを分離し、2段階はこの分離水を先の実験条件で電解処理した。

3. 基礎実験結果および考察

3. 1 電解処理におけるクロロフィルの経時変化

図1にクロロフィルの経時変化を示す。結果より、クロロフィルの除去に優れている。最初の1時間でクロロフィルが710.2 μ g/Lから111.4 μ g/Lとなり、約85%の除去率となった。3時間後には36.8 μ g/Lとなり除去率が95%となった。この効果は、凝集剤添加による凝集効果が大きいといえる。

3. 2 電解処理におけるCODの経時変化

図2の結果よりCODは最初の2時間CODが減少するものの、その後ほぼ一定値19mg/Lとなった。

3. 3 電解処理におけるT-Nの経時変化

図3にT-Nの経時変化を示す。結果より、処理と共に直線的減少を示し、2.73mg/Lとなった。

3. 4 電解処理におけるT-Pの変化

図4にT-Pの経時変化を示す。もともと原水中リン濃度は0.03mg/Lと少ない。これは、アオコがリンを吸収されることと考えられるが、処理によりほぼ0mg/Lに近い値が得られた。

4. 実証実験

4. 1 実証実験の概要

実証実験は写真1で見られる茨城県土浦市坂井の霞か浦湖畔の舟溜まりで行った。図5に実証実験における陸上設置式浄化装置概略図を示す。電解槽は、有効容積950Lで槽内にAl、Cu板電極を100mm間隔で相互に設置した。処理電流は2.0Aとし、

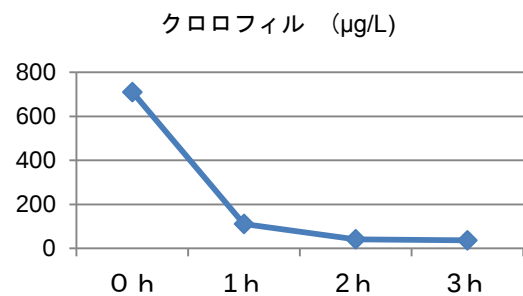


図1 基礎実験におけるクロロフィルの経時変化

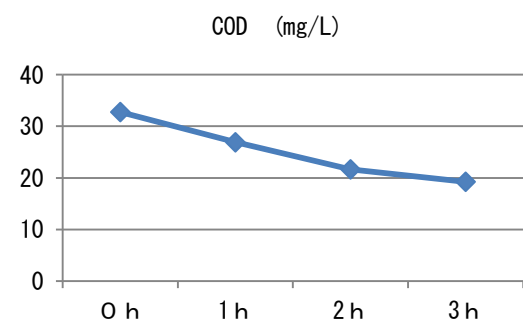


図2 分離水中のCODの経時変化

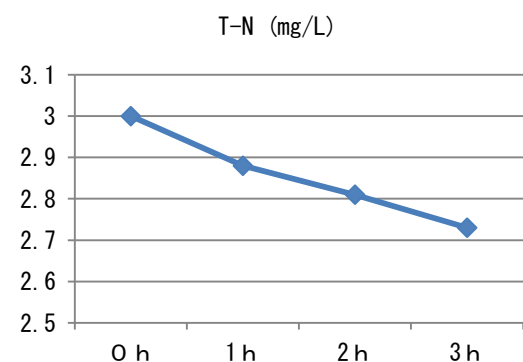


図3 基礎実験におけるT-Nの経時変化

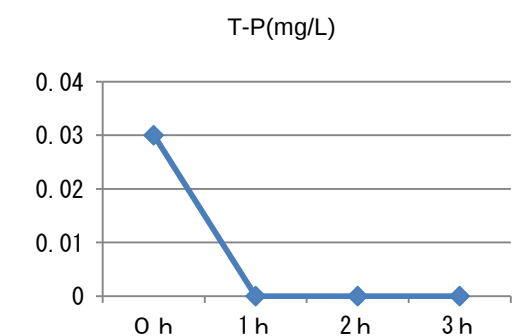


図4 基礎実験におけるT-Pの経時変化

水理学的滞留時間（HRT）180 分として、ダイヤフラムポンプを用いて池水を流入させた。

4. 2 実証実験方法

電解処理により生成され、電解槽水面に凝集したスカムは、電解槽上部に設けたスカム回収口に設置したスカム回収バルブを定期的に関くことにより回収した。スカムはスポンジ状で、非常に軽く壊れやすいため、電解槽上部に送風機を設置し、写真3の通りスカム回収口へ向け送風を行い回収した。

5. 実証実験結果

5. 1 濁度と透視度の経時変化

図6にアオコ水の透視度の経時変化を示す。結果より、透視度は0時間の4.8 cmから最終的に29.9 cmとなった。写真4ではアオコ水処理経時変化を示す。最終的に無色透明な処理水が得られた。

5. 2 SSの経時変化

図7にSSの経時変化を示す。結果より、最初の1時間で大きな減少が見られ、その後の3時間にはSSが緩やかな減少を示した。原水のSSは8200mg/Lであり最終的に56mg/Lとなり減少率は99.3%となった。

5. 3 クロロフィルの経時変化

図8に実証実験におけるクロロフィルの経時変化を示す。結果より、クロロフィルは時間当たりほぼ $200\mu\text{g/L}$ で減少し、最終的に $73.7\mu\text{g/L}$ となりクロロフィルは約90%の除去率を示した。

5. 4 CODの経時変化

図9にCODの経時変化を示す。結果より、電解開始1時間で大量なCODが速やかに減少が見られ、 4.62mg/L となり、86%除去を示したが、その後はかんまんな減少であった。

5. 5 T-Nの経時変化

図10にT-Nの経時変化を示す。結果より、最初の1時間T-Nが大部減少していると考えられる。その後の3時間大きな変化が見られずほぼ0.1と一定値を減少している。

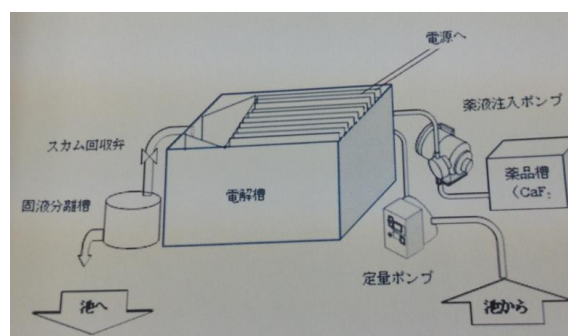


図5 実証実験における浄化装置フローシート図



写真3 電解槽水面のスカムの回収

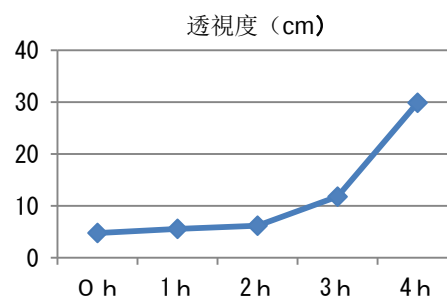


図6 実証実験における透視度の経時変化



写真4 処理水の経時変化

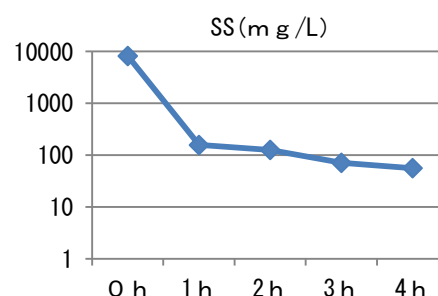


図7 実証実験におけるSSの経時変化

5. 6 T-Pの経時変化

図 11 に実証実験における T-P の経時変化を示す。結果より、0 時間のアオコ水の中に総リンの量が非常に少ない。これは、アオコはリンを吸収されることと考えられる。1 時間でほぼ処理した結果が見られた。

6. まとめ

本実験の結果により、以下の知見が得られた。

1) 結果より、基礎実験では卓越したクロロフィルの除去が得られ、したがって、処理水の透視度は非常に良くなることが確認できた。しかし、実証実験では処理時間が長くなければ除去されなかった。この相異は凝集剤の硫酸アルミニウムの添加の有無により、速やかに凝集されることといえる。

2) 実証実験の COD 値は電解開始 1 時間 4.62mg/L となり、大きな減少が見られた。この除去率 86% となった。しかし、基礎実験では凝集剤硫酸アルミニウムの添加により処理水の pH が低くなったため。適切な凝集 pH とはならず、このため pH 調整をしなければならなかった。このため COD 値はあまり低下しない結果を示した。

3) T-N の結果により、実証実験の T-N は 1.96mg/L から 0.08mg/L となり、除去率は 96% となった。しかし、基礎実験 T-N の除去率はただ 9% しかいなかった。これはビーカー実験を行う際原水の pH を 9.5 に調整したためと考えられる。参考文献より pH が 10 以上になると T-N の除去率は急激に低下しているといえる。また、最適な電流を流れたと考えられる。

4) T-P の結果により、実証実験と基礎実験の処理水の総リン量が非常に少ない。これは、アオコはリンを吸収されることと考えられる。1 時間でほとんど処理した結果が見られた。

ここでは水処理結果だけ示したがアオコの利用化については発表時に示す。

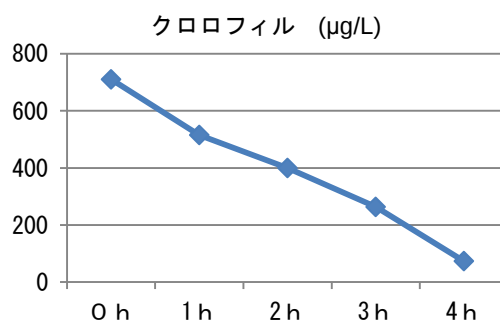


図 8 実証実験におけるクロロフィルの経時変化

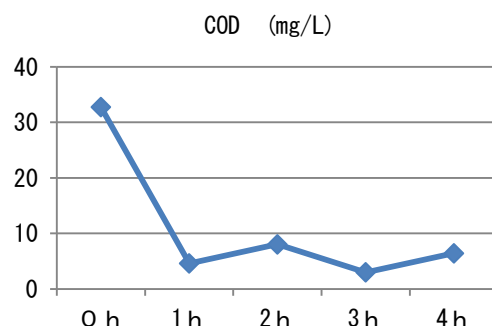


図 9 実証実験における COD の経時変化

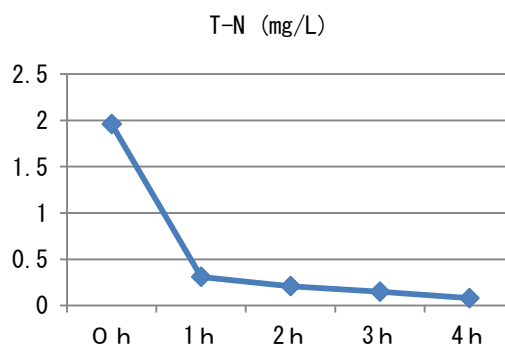


図 10 実証実験における T-N の経時変化

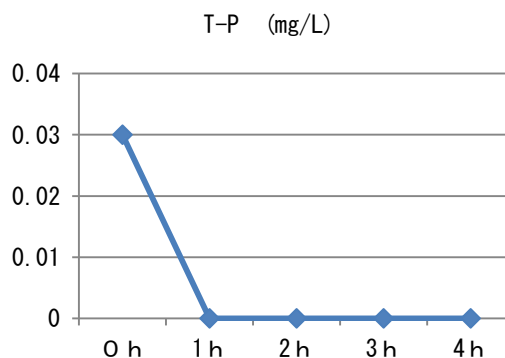


図 11 実証実験における T-P の経時変化