

環境改善型池水浄化手法及び装置の開発

エコトライ(株) 正会員 明田川 康
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

自然の水系は、複雑な生態系であり、様々な生物相の食物連鎖による自浄能力を有しており、この能力が正常に作用することなどによって水系の清澄性が保たれている。

近年都市化が進み多くの湖沼や池では、有機汚濁や富栄養化によるアオコの大発生が起こっている。また、アオコを形成する *Microcystis* 属の多くがミクロキスチンという毒性物質を生産しそれによって家畜の被害はもとより、人間生活のなかにも浄水障害や発症被害が発生している。

池の水質汚濁対策としては、プランクトンの濾過回収や底泥の浚渫などの回収方式、曝気による改善方式、薬剤を用いた殺藻方式など多くの対策が試みられていが、いずれも早期大量浄化手法であるため膨大なコスト負担、一過性の処置、生態系の無視などの面から抜本的な対策に至っていない。本研究では、自然の時間軸に即応して浄化していくため持続性のある浄化が望める自然還元型対策に着目し、本来池が保持している自浄能力を活性化させる補助手法の検討開発を行うものであり、環境に負荷を与えないことを条件とした。

生物親和性の高い炭素材料を用いた炭素繊維を接触濾材として利用する生物学的手法と、池内のアオコを低エネルギーで運転可能な微量オゾンを用いた泡沫浮上分離によって系外に排出する物理的手法の開発および装置化を行った。

2. 浄化手法の開発

(1)炭素繊維製接触濾材と循環水オゾン溶解を併用した浄化実験

炭素繊維のストランドを活性汚泥中に浸けたところ、活性汚泥が迅速かつ大量に固着する現象が現れた。さらに汚泥の固着した炭素繊維を池水、河川水、都市下水中に設置したところ、透視度の向上、COD および BOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の低下がみられた。

オゾンは自然界でフッ素に次ぐ高い酸化力を有しており、脱色、脱臭、殺菌の効果を持っている。この効果を利用した循環水オゾン溶解実験装置を製作し、池水、食品排水、染色排水の酸化処理実験を行ったところ透視度

の向上、CODの低下およびT-N、T-Pの低下が観られた。また池水においては、chl-aの低下も数値的に観ることができた。以上基礎実験結果より、この複合手法を用いて水量 600m^3 の公園閉鎖池の浄化実験を実施した。

炭素繊維製接触濾材の総量 60kg をフロートに接続して池内2ヶ所に設置した。また循環水オゾン溶解装置はオゾン発生量 15g/h 、オゾン濃度 70g/Nm^3 (気相)、循環加圧ポンプ 0.75kW 、 3.7kW を2基使用し、 4hr/日 の運転とした(図-1)。

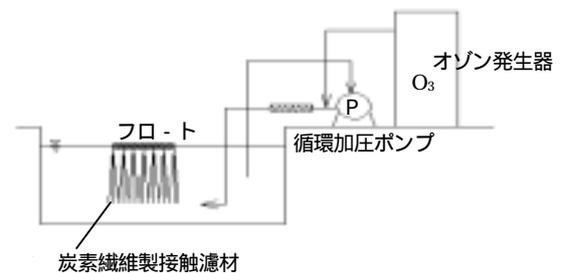


図-1 実験フロート図

池の水質については、実験開始前の BOD は 12mg/L 、COD は 32mg/L 、chl-a $310\ \mu\text{g/L}$ 、透視度 9.8cm であった。実験装置運転後は BOD は $1\sim 5\text{mg/L}$ で推移し、COD は 8mg/L で推移した。chl-a は季節変動が観られた。循環流オゾン溶解装置の運転を 2hr/日 に変更したところ水質の変化が大きくなり、アオコの発生も季節によって目視で確認できる状態になった。実験結果から、池内に発生したアオコはオゾンで酸化分解処理されているのではなく、一時的に不活性化して接触濾材に付着したり底部に沈殿しているだけで、水温の上昇や底泥からの栄養塩類の溶出によって再び活性化して水面に浮遊してくることが判明した。

(2)微量オゾンを用いた泡沫浮上分離によるアオコ系外排出実験

前述の実験より、アオコを池内で分解処理することは非常に困難であり、系外にアオコを排出処理することが池水浄化には有効であると考えた。

)オゾンによる泡沫浮上分離の確認実験

アオコの泡沫浮上現象を確認するため、 2L のメスシリンダに chl-a $540\ \mu\text{g/L}$ 、透視度 5cm の池水を試料

キ - ワ - ド : 炭素繊維、オゾン曝気、泡沫浮上分離、
連絡先 : 〒371-0823 群馬県前橋市川曲町 111-1

系外排出、人工藻場、環境改善システム
エコトライ株式会社 TEL027-255-5011

として入れ、環境大気曝気とオゾン曝気の比較観察実験を行った。オゾン発生量 0.1mg/L、送気量は 6L/min とした。

オゾン曝気を行ったケ-スでは、図-2 のように水面上部に発生する泡に粘度を帯び、8 分後にはアオコを含む緑色のスカムが泡に付着する状態になり、泡の破裂によって容器外に排出される現象が観察できた。環境大気曝気のケ-スでは、水面上部に泡は発生するが、粘度を帯びた泡にはならなかった。

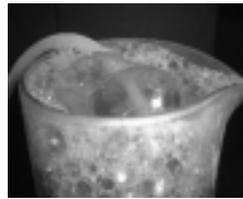


図-2 粘度を帯びた泡

アオコの系外排出実験

泡沫浮上確認実験の知見より浮上アオコの排出口付きの実験装置を製作し、池水を試料としてアオコの排出実験を行った。

装置は図-3 に示すように、オゾンガス散気管、試料とオゾンが接触する反応槽、泡沫浮上槽、浮上アオコ出口、オゾン発生装置で構成する。オゾン発生量は 0.1g/h、送気量 6L/min、オゾン濃度は 0.036g/Nm³(気相)と計上される。

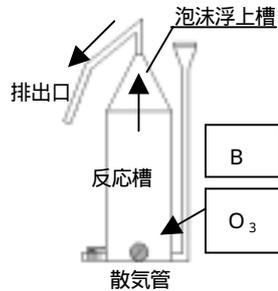


図-3 装置図

試料 4L を装置内に入れオゾン曝気をかけ、時間経過毎のアオコ排出量、透視度の変化を確認し、試料と装置運転終了後の処理水、排出アオコの chl-a、T-N、T-P を比較した。オゾン曝気を開始すると 12 分後に粘度を帯びた泡が発生し、泡表面にアオコ付着が確認できた。アオコを付着した泡は、泡沫浮上槽から排出口に流れ泡の破裂とともにアオコは外部に排出されている。

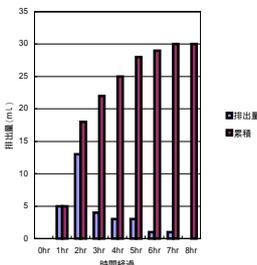


図-4 アオコ排出

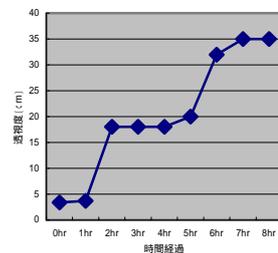


図-5 透視度の変化

実験結果では、アオコは 2 時間をピークとして排出されている(図-4)。それとともに透視度も段階的に向上している(図-5)。

表-1 に示すとおり排出アオコ量は試料に対して chl-a の数値みると 97 倍に濃縮されて排出されていることが

わかる。また排出アオコの T-N、T-P のデ-タよりアオコが栄養塩類を体内集積しているものと考えられる。

表-1 水質変化

	試料	排出アオコ	処理水
chl-a	0.9	87.9	0.01
T-N	11.0	910	10.0
T-P	3.7	230	1.0

(mg/L)

小型装置による実証実験

前述実験の知見から実用化を指向した間欠運転型の装置を製作し、水量 350L の実験池に設置した。

オゾン発生量 0.2g/h、送気量 25L/min とし、流入時間 3 分、接触反応時間 50 分、処理水排出時間 7 分の間欠運転を繰り返し、1 バッチ当たりの処理量は 10L とした。結果としては、chl-a は 99.5%、T-N は 63%、T-P は 93.5% の除去率を得た。

以上の実験からアオコとともに栄養塩類が系外に排出されると、確実に透視度は向上してくる。流入する栄養塩類と排出される栄養塩類の比率を極力排出側に大きくしていくシステムといえるものである。

3. まとめ

本研究で得られた知見と、炭素繊維の持つ生物親和性を利用した人工藻場と複合させることで、池水環境改善システムが提案できるものである。それは炭素繊維を用いて作成する人工水中陸地を池内に設置することで水際を創造し、微生物から魚介類の生息場とする。泡沫浮上システムによって池内の栄養塩類を系外排出し自浄作用で浄化できる状態まで汚濁成分の自然希釈を行う。この 2 つの手法が組み合わされることによって生態系を復活させ、自浄能力を活性化できる。本システムは生物の発生発育度合いと同様に緩やかな浄化手法が確立できるものであり、自然環境に負荷を与えるものではない。

また、泡沫浮上分離によって排出されたアオコの利用も今後の検討課題である。

参考文献

- 1) 明田川康 梅津剛：第 29 回土木学会関東支部技術発表会講演概要集 低濃度オゾンによるアオコの濃縮系外排出手法の開発 PP980-981
- 2) 明田川康 梅津剛：第 57 回土木学会年次学術講演会講演概要集 低濃度オゾン泡沫浮上分離による池内栄養塩類の系外排出手法の開発 PP315 - 316
- 3) 明田川康 梅津剛：第 30 回土木学会関東支部技術発表会講演概要集 微量オゾンを用いた泡沫浮上分離によるアオコ系外排出手法の解析