

ノート

超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験 (第5報)

加藤 賢二・青木 啓子・銚碕 有紀・前田 和代・塚崎 嘉彦*¹

Algal Bloom Removal and Multiplication Control Using Ultrasonic and Ozone (5)

Kenji KATO, Keiko AOKI, Yuki HOKOZAKI, Kazuyo MAEDA, Yoshihiko TSUKASAKI

1 はじめに

平成11年度から13年度にアオコが集積しやすい三方湖の成出園地(図1)の湖岸に、超音波・オゾン発生装置を設置し、アオコの除去や増殖抑制効果等について調査を実施してきた。

平成11年度以降、アオコの発生が少なくなり、それまで主な植物プランクトン相であった*Microcystis*属から*Planktothrix*属や非アオコ形成種である*Phormidium*属等に変遷したため、同装置によるアオコの除去や増殖抑制試験については良好な結果を得ることができなかった^{1) 2) 3)}。

一方、平成12年度の冬季に水月湖で*Planktothrix*属による膜状アオコが形成⁴⁾されたことから、平成14年度以降は*Microcystis*属に加えて、*Planktothrix*属に対する同装置のアオコ除去や増殖抑制効果について試験を行った。

平成14年度の調査にあたっては、アオコ除去や増殖抑制効果の判定が明確になるよう、超音波・オゾン発生装置の仕様(200kHz、3kw)を変えずに、実験区の容積を半分に縮小することによって処理効率の向上を図るとともに、実験区と対照区を同一容積とし、試験を行った(図2、3)。その結果、従来の超音波・オゾン発生装置の仕様では*Planktothrix*属に対して除去や抑制効果が見られなかった⁵⁾。

平成15年度には、室内実験結果に基づき超音波の効果を得られる可能性の高い周波数⁶⁾に変更して試験を行うとともに、超音波・オゾン発生装置の実験区近傍に浮島を併設した。遮光効果および水中への酸素供給、植物プランクトンを捕食する動物プランクトン等の生息場所の提供など、浮島の設置によるアオコへの相乗効果を期待して、実験区外に筏を設置し、クウシンサイを植栽して予備試験を行った。

2 調査方法

2.1 調査地点および調査時期

図2に従来実施してきた実験区の状況、図3に新たに

設定した実験区の状況を示した。調査地点および実験装置等の記述方法は前報と同じである。調査期間は、平成15年4月から平成15年11月まで7回実施した。

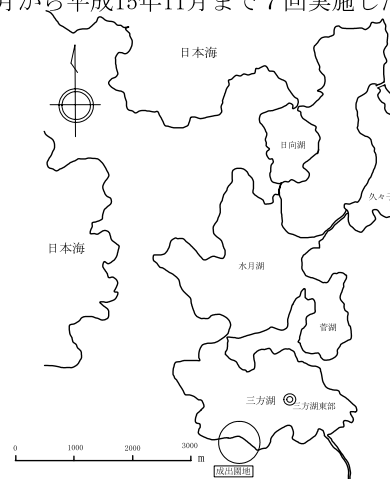


図1 三方湖

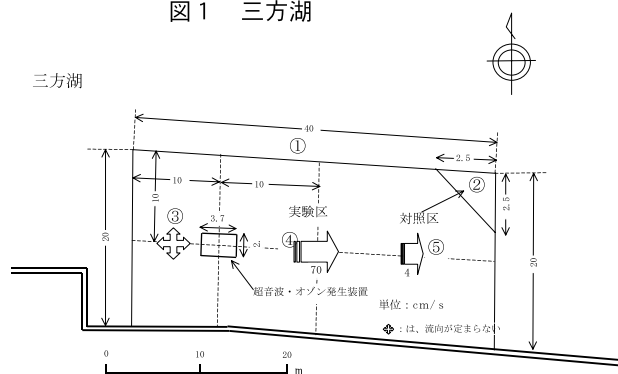


図2 超音波・オゾン発生装置設置地点と測定地点 (平成11年度～13年度)

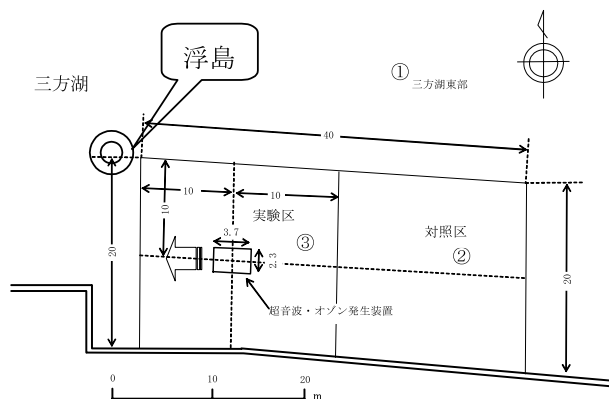


図3 超音波・オゾン発生装置設置地点と測定地点 (平成14年度～)

*¹ 環境政策課

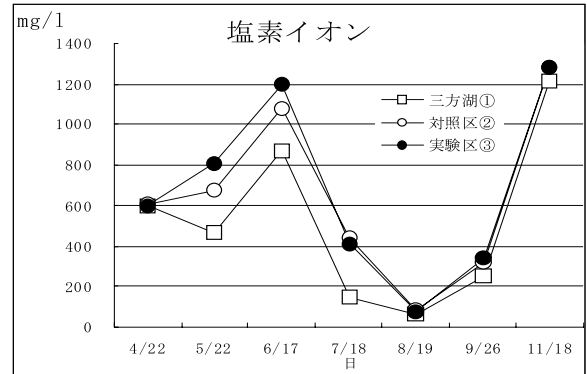
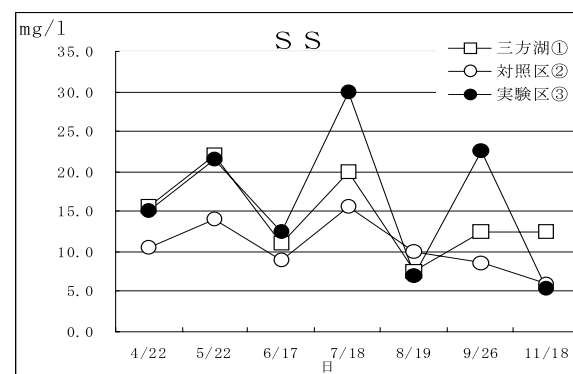
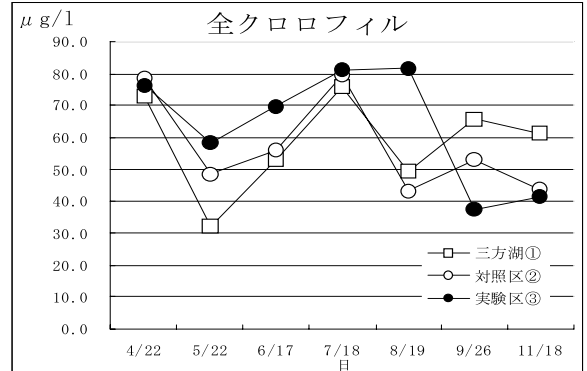
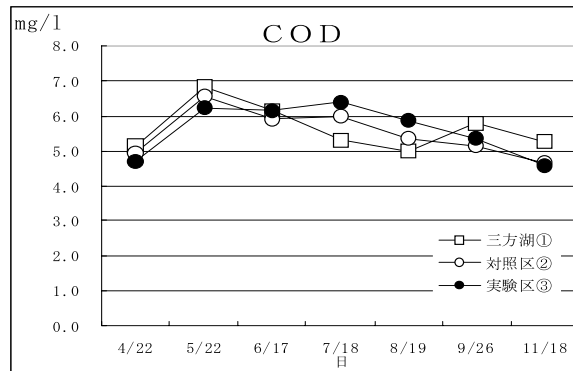
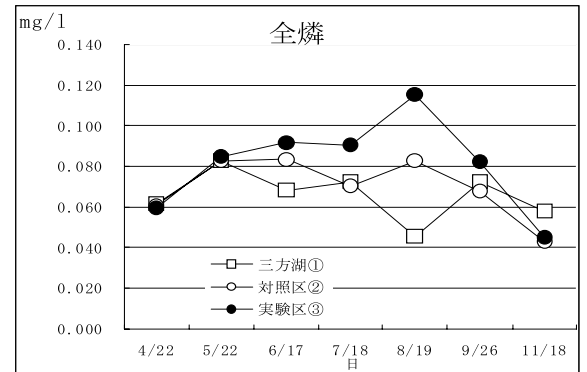
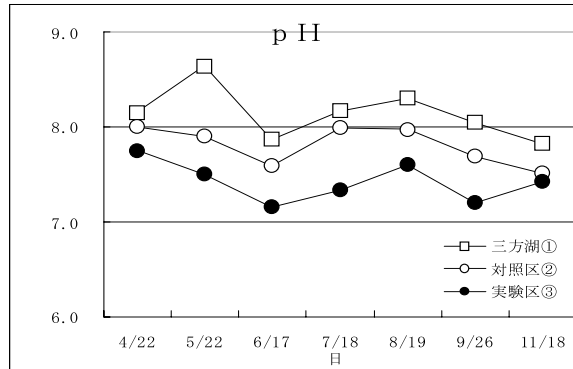
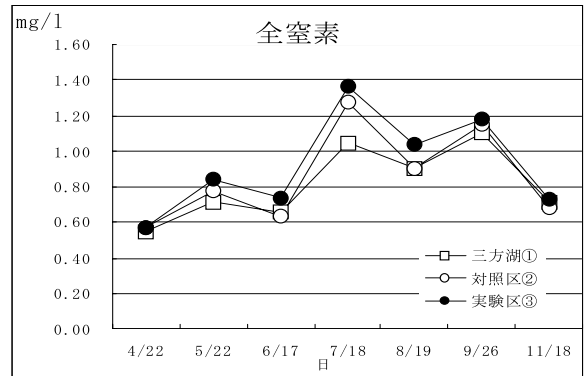
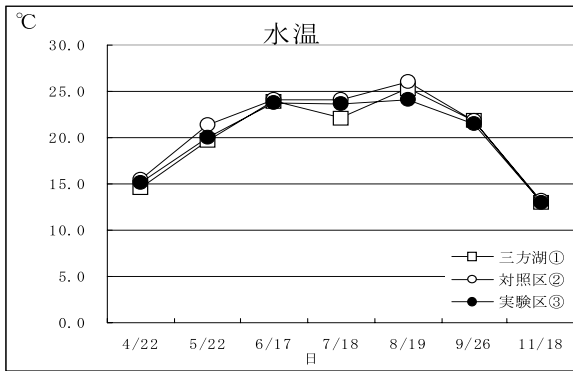
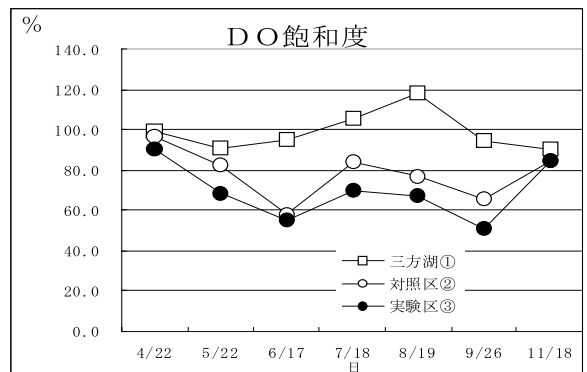


図4 水質測定結果の経時変化



2. 2 超音波発生装置の周波数と出力

超音波発生装置の周波数と出力変更の状況を表1に示した。平成11年度から14年度の間は、周波数200kHz、出力3.0kwで実施した。

平成15年度は、4月から周波数100kHz、出力5.0kwで実験を開始したが、6月までの理化学的結果において、あまり差が認められなかったので、6月以降は全周波数(28、50、100、200kHz、5.0kw)を稼動して実施した。

2. 3 浮島の設置状況

7月10日から11月18日の間、図3の◎に浮島を設置(2m×2mの筏)し、クウシンサイを植栽して三方湖の塩分阻害による生育状況を観察した。

2. 4 水質調査および動植物プランクトン調査

水質調査および動植物プランクトン調査の項目および方法等は、前報⁵⁾と同じである。

3 結果と考察

3. 1 水質分析結果

図4に三方湖①、試験水域(対照区②、実験区③)における水温、pH、COD、SS、全窒素、全リン、全クロロフィル、塩素イオン、D0飽和度の経時変化を示した(値は、表層および1.5m層の平均値)。

調査期間中、三方湖①、対照区②、実験区③において、水温とCODは、同一挙動を示した。pHとD0飽和度は、三方湖①と対照区②において実験区③に比べ高めに推移した。これは、実験区の容積を2分の1にしたことで実験区の水の循環・混合が促進され分解・生成したプランクトンの沈降が阻害されたことによる遮光効果によると推察された。このことは、実験区のSSが高めに推移していることから推察できる。

全窒素および全リン、全クロロフィルは、pHやD0飽和度ほどの明確な違いは無いものの、三方湖①と対照区②は実験区③に比べ低めに推移した。

塩素イオンについては、6月17日と11月18日に1200mg/lを示したが、例年10月ごろから3000mg/l程度と高くなる傾向があるので、むしろ15年度は冷夏による影響が低めに推移したことによる。

*Planktothrix*属に対する抑制効果を対照区②および実験区③における各項目のデータから評価した。その結果、実験区は全項目とも多少の差はあるもののSS分の沈降阻害による影響を含め、むしろ水質が悪くなる傾向があり、理化学的データからは*Planktothrix*属に対する抑制効果は認められないと考えられる。

3. 2 植物プランクトン調査結果

超音波・オゾン発生装置によるアオコ抑制効果については、過去4年間の結果では良好な結果が得られなかったが、超音波の周波数を変更することによって、植物プランクトンの分解などが促進されていることを見出したので別報⁷⁾に詳細を報告した。

3. 3 動物プランクトン調査結果

図5に動物プランクトンの個体数の変動を示した。

図から、三方湖①、対照区②、実験区③を見ると、4月22日は繊毛虫の*Epistilis*(ヒゲナガケンミジンコに大量に付着)が、9月26日は肉質鞭毛虫の*Diffulugia*が優占したが、それ以外は従来どおり袋型動物と節足動物が優占した。また、14年度には1,000個体/lを超える日が、9回の調査中6回あったが、15年度は少なかった。

4月22日を除いて、対照区と実験区の動物プランクトン相は同様な変動パターンを示し、超音波・オゾン処理を行うことで、実験区の動物プランクトン相が対照区とは違うものに変化させるほど影響はなかった。

また、今回の調査期間外ではあるが、平成16年2月17日の三方湖東部(三方①地点)の試料において、*Planktothrix*属を捕食する動物プランクトン(袋型動物:シオミズカメノコワムシ)を確認した。

3. 4 浮き草の影響

今年度の調査において、実験区で、ヒメウキクサが一面に繁茂した。

原因については窒素・リンの濃度が対照区と比較して若干高いこと、循環・混合により、より多くの栄養塩類が供給された、ことなどが考えられるが、詳細については不明である。また、浮き草の繁茂による遮光効果や窒素・リンの除去効果については、理化学調査の結果からは明確な差は認められなかった。

3. 5 浮島によるクウシンサイ生育の予備試験

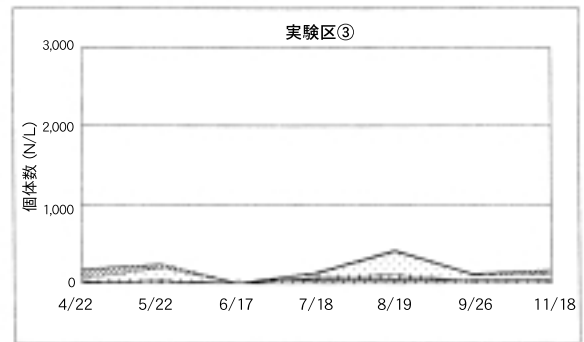
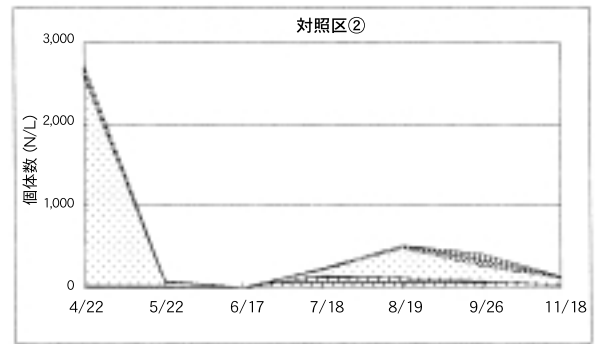
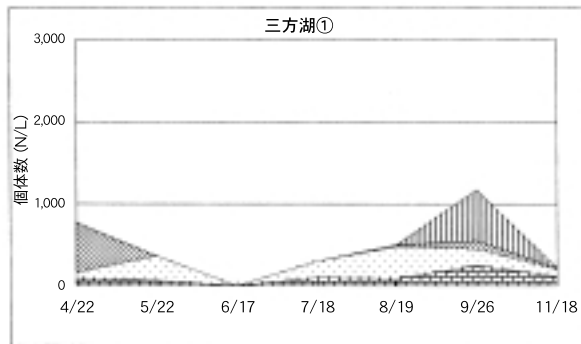
浮島によるクウシンサイ生育状況を図7に示した。今年度の調査時期は、冷夏による低温と、降雨による塩素イオン濃度の低下といったクウシンサイの生育にとって、あい反する条件が整ってしまったが、図のように十分生育したため、超音波・オゾン発生装置と併用して今後の調査に使用できることが示唆された。ちなみに、可食部分の窒素およびリンの含有量を測定したところ、クウシンサイ1株(15~20g)は、窒素で20mg、リンで5mgである。

3. 6 ミクロシスチン分析結果

平成14年度と同様、ミクロシスチンの分析を実施したがミクロシスチンの測定値は、ミクロシスチン-RR、YR、LRとも検出されなかった(検出限界値:0.01μg/l)。

表1 超音波発生装置の周波数および出力変更の状況

	平成11年～14年度	平成15年度	
		4～6月	7月以降
出力	3.0 kW	5.0 kW	5.0 kW
周波数	200 kHz	100 kHz	200 kHz 100 kHz 55 kHz 28 kHz



■ 節足動物 □ 袋形動物 ■ 繊毛虫 ■ 肉質鞭毛虫 ■ 不明種

図5 動物プランクトンの個体数の変動



図6 植物プランクトンを捕食するシオミズカメノコワムシ



図7 浮島によるクウシンサイ生育状況

4 ま と め

今年度の調査は、超音波の周波数を変更して調査を実施した。

その結果、水質調査項目では超音波・オゾン発生装置による除去や発生抑制の効果を示す顕著な結果を得ることは出来なかったが、植物プランクトン調査結果からはアオコの分解や発生抑制につながる知見が得られ、動物プランクトンの調査結果からは*Planktothrix*属を捕食する動物プランクトン（袋型動物：シオミズカメノコワムシ）を確認し、今後の動物プランクトンの捕食調査の有用性が示唆された。

参 考 文 献

- 1) 加藤賢二他：超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験（第1報），福井県環境科学センター年報，29，pp. 52－59，1999
- 2) 加藤賢二他：超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験（第2報），福井県環境科学センター年報，30，pp. 45－52，2000
- 3) 加藤賢二他：超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験（第3報），福井県環境科学センター年報，31，pp. 86－93，2001
- 4) 塚崎嘉彦：三方五湖における糸状性藍藻の異常増殖について，福井県環境科学センター年報，30，pp. 85－87，2000
- 5) 加藤賢二他：超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験（第4報），福井県衛生環境研究センター年報，1，pp. 118－122，2002
- 6) 塚崎嘉彦他：超音波照射による *Microcystis aeruginosa* の抑制の検討，福井県衛生環境研究センター年報，1，pp. 123－125，2002
- 7) 青木啓子他：超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験（第6報）—植物プランクトン増殖抑制の検討—，福井県衛生環境研究センター年報，2，pp. 129－134，2003