

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4報)

加藤 賢二・銚碕 有紀・塚崎 嘉彦*¹

Algal Bloom Removal and Multiplication Control Using Ultrasonic and Ozone (4)

Kenji KATO, Yuki HOKOZAKI, Yoshihiko TSUKASAKI

1 はじめに

福井県の代表的な観光拠点である三方五湖では、例年大量のアオコが発生し、漁業への影響や景観の悪化等を招いている。

そこで、平成11年度から13年度においてアオコ発生時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。

しかし、調査を開始した平成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効果につながる良好な結果を得ることができなかった^{1) 2) 3)}。

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年度は *Microcystis* 属に加えて、*Planktothrix* 属に対する同装置の除去や増殖抑制効果について試験を行った。

調査にあたっては、除去や増殖抑制効果の判定が明確になるよう、3年間用いた超音波・オゾン発生装置の仕様 (処理能力) 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た (図2、3)。

また、室内実験では、*Planktothrix* 属に対する超音波の周波数や出力に対する最適処理条件の検討⁵⁾ および培養試験による増殖特性について検討した。

ここでは、現場での実証試験について報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点および調査時期

図2および図3に従来実施してきた実験区の状況と新たに区画した状況を示した。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。ただし、参考値として調査した地点 (図2の①地点) は、常時監視を実施している地点 (図1三方湖東部および図3①) に変更した。調査期間は、平成14年6月から平成15年1月まで9回実施した。

2.2 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調査項目および方法等は、前報と同一方法である。

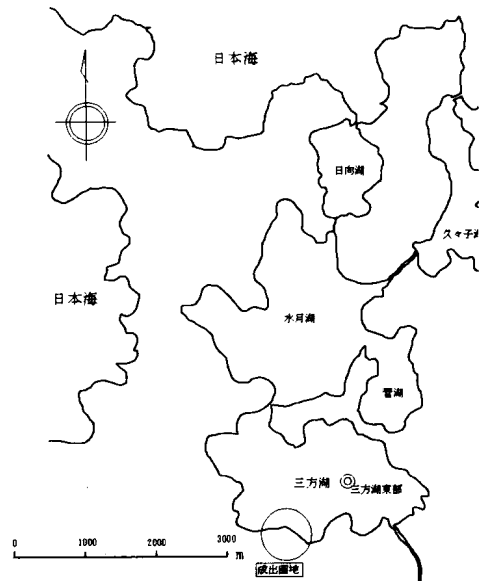


図1 三方湖

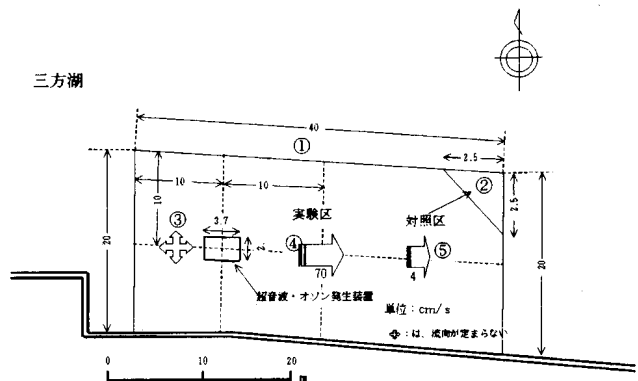


図2 超音波・オゾン発生装置設置地点および測定地点の状況 (平成11年度～13年度)

*¹ 環境政策課

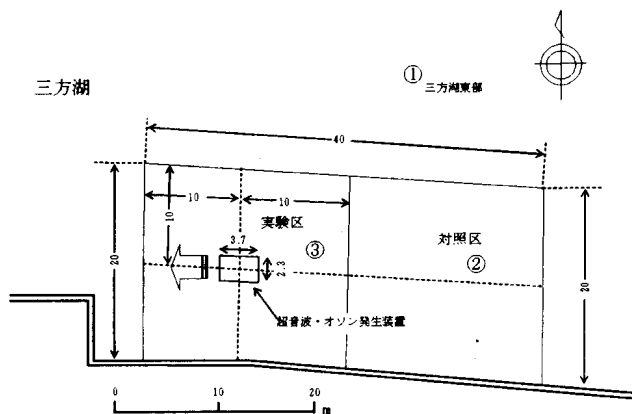


図3 超音波・オゾン発生装置設置地点
および測定地点の状況 (平成14年度～)

3 結果と考察

3.1 水質分析結果

図4に三方湖①、隔離水界(対照区②、実験区③)における主な項目である水温およびpH、COD、SS、全窒素、全リン、塩素イオン、DO飽和度、全クロロフィルの経時変化を示した。また、図では各測定地点の結果に加えて流動促進装置(吐出口)から出る水質結果も示した。

調査期間中の経時変化は、三方湖①および対照区②、実験区③において、水温およびCOD、塩素イオンは、ほとんど差異が無く連動し、水温は夏季の30℃から冬季の5℃まで変化した。また、CODは8月27日に、塩素イオンは10月18日にピークを示した。pHおよびDO飽和度は、三方湖①および対照区②は実験区③に比べて高めに推移した。平成11年～13年度の結果ではこれほど差が無かったことから実験区の容積を半分にしたことにより実験区での水の混合が促進され底質の巻き上げが生じ、プランクトンの光合成が阻害されたことによるpHの減少とDO飽和度の低下が推察された。このことは、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、三方湖①および対照区②は実験区③に比べて若干の差異があるものの低めに推移した。このことは、実験区において底質の巻き上げによる窒素およびリンの底質からの回帰が促進され、これに伴い植物プランクトンの増加蓄積(図5)が認められたことによるが、pHやSS等に見られるほど大きな違いは無かった。また、流動促進装置(吐出口)から出る水質は、実験区③の水質とほとんど差が無かった。

本実験の目的である*Planktothrix*属に対する拡散や発生抑制の効果を対照区②および実験区③における各項目の差で評価した。その結果、実験区は全項目とも多少の差異はあるものの底質の巻き上げによる影響を含めて若干マイナス(悪くなる)の傾向があると推察された。すなわち、本

装置による*Planktothrix*属に対する除去や増殖抑制効果は無いと考えられた。

3.2 植物プランクトン調査結果

図5に植物プランクトンの細胞数の変動を示した。

図から、三方湖①および対照区②、実験区③の全体的な傾向を見ると調査開始以降、9月上旬にかけて*Planktothrix*属の増加に伴う総細胞数の増加が見られた。しかしながら、10月18日の調査日には*Planktothrix*属は、急激に消滅し、それに並行して総細胞数も激減した。その後は、その他の網に分類された珪藻網が優占した。平成12年度には、アオコを形成した*Planktothrix*属は、秋口にかけても増加傾向にあり、冬季においても膜状アオコが形成されたが、平成14年度においては、そうした現象は認められず、この原因についてはよく分かっていない。

細胞数の変動を対照区と実験区で比較した、優占率の変化は、全調査区とも*Planktothrix*属を中心に推移しており、ほぼ同様な傾向を示した。総細胞数に関しては8月27日の調査日には実験区③の方が対照区②の1.7倍の値をとるなど、実験区③の方が対照区②に比べほぼ同等かそれ以上の細胞数で推移していた。アオコ形成藻類の細胞数についても総細胞数同様、実験区③の方が対照区②に比べほぼ同等かそれ以上の細胞数で推移していた。この原因としては、水質分析結果で述べたように底質からの窒素やリンの回帰が植物プランクトンの増殖に寄与したものと推察された。また、流動促進装置(吐出口)から出る水について、植物プランクトンの生死判別を調査ごとに行った結果、死細胞はほとんど観察されなかった。

本実験の目的である*Planktothrix*属に対する拡散や発生抑制の効果を対照区②および実験区③における*Planktothrix*属の細胞数の変化で評価した。その結果、多少の差異はあるものの底質の巻き上げによる影響を含めて若干マイナス(悪くなる)の傾向があると推察された。すなわち、本装置による*Planktothrix*属に対する除去や増殖抑制効果は処理効率を2倍にしても無いと考えられた。

3.3 動物プランクトン調査結果

図6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および対照区②、実験区③の全体的な傾向を見ると、8月13日の三方湖①を除き、同様な傾向を示し、袋形動物と節足動物が優占した。8月13日は三方湖で、10月18日と11月15日は全試験区で爆発的な増殖がみられ、特に三方湖①で多い傾向を示した。平成13年度までは隔離した実験区と対照区の方が個体数は多い傾向を示し、隔離によって魚類等による捕食の影響がほとんどなくなったことによる影響ではないかと示唆した。

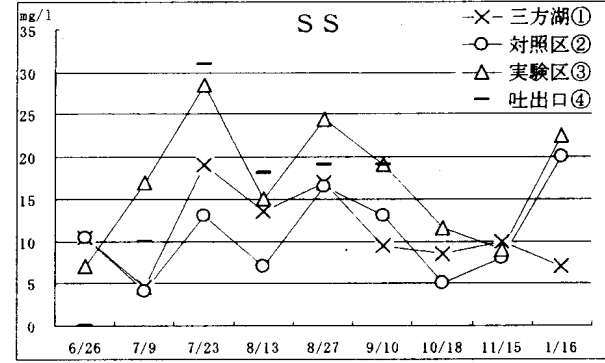
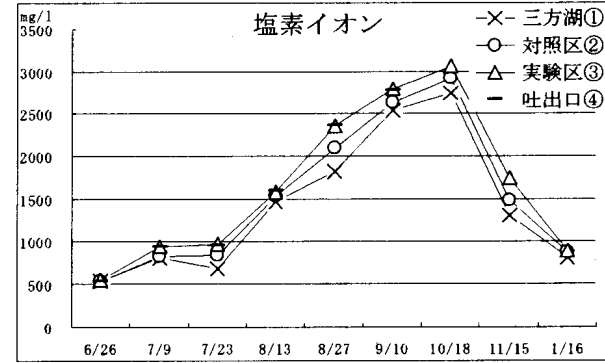
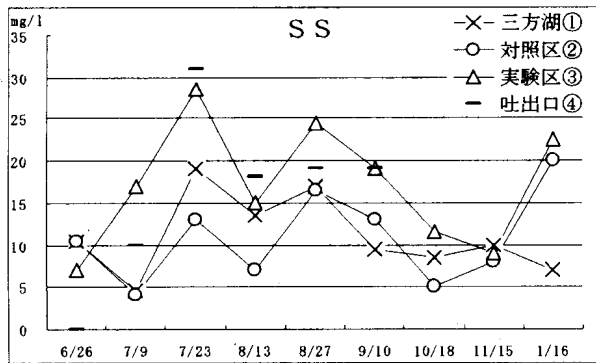
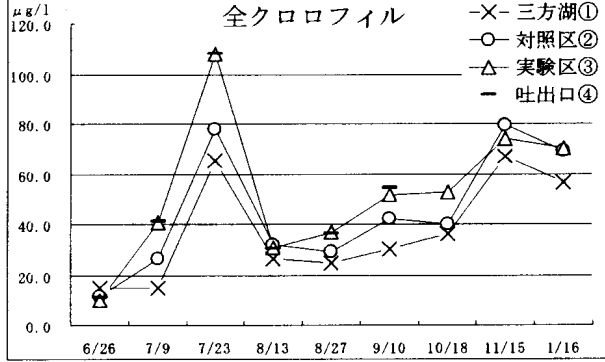
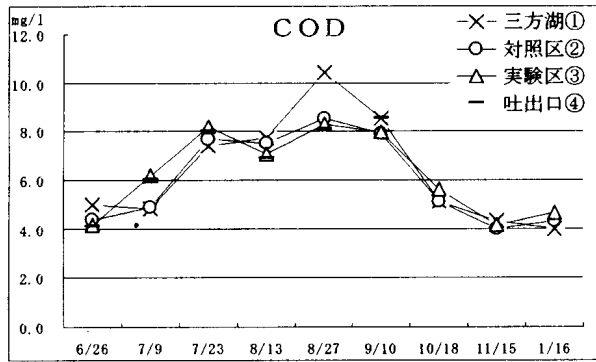
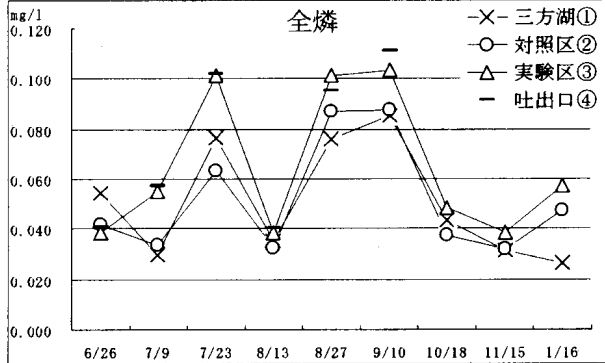
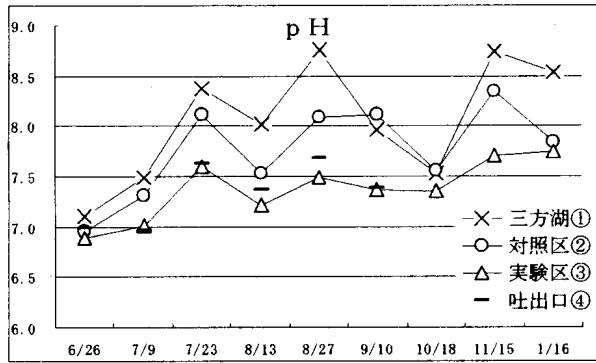
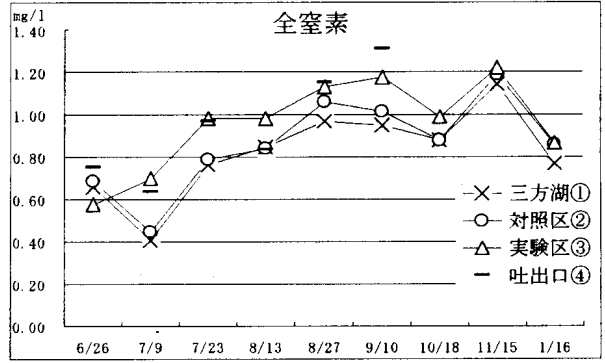
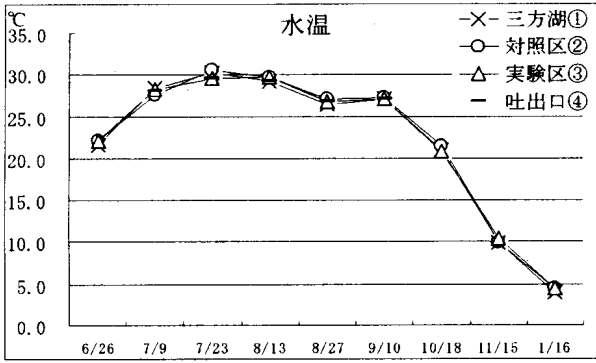


図4 水質測定結果の経時変化
 ー 吐出口の値は、流動促進装置から出た直後の水質

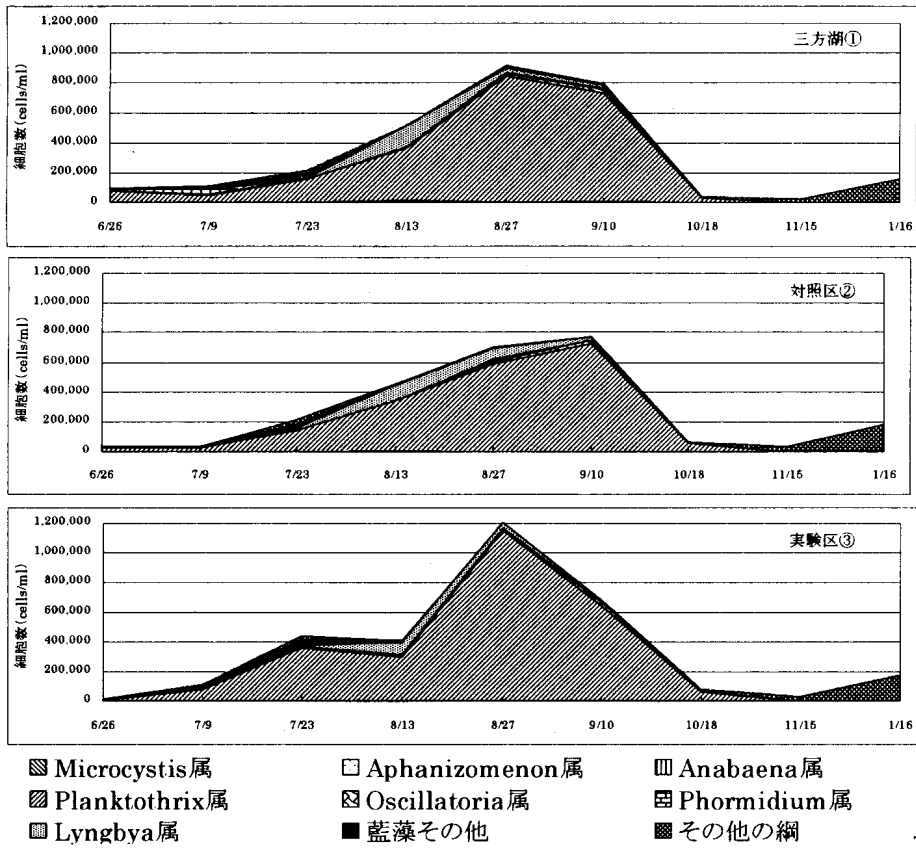


図5 植物プランクトンの細胞数の変動

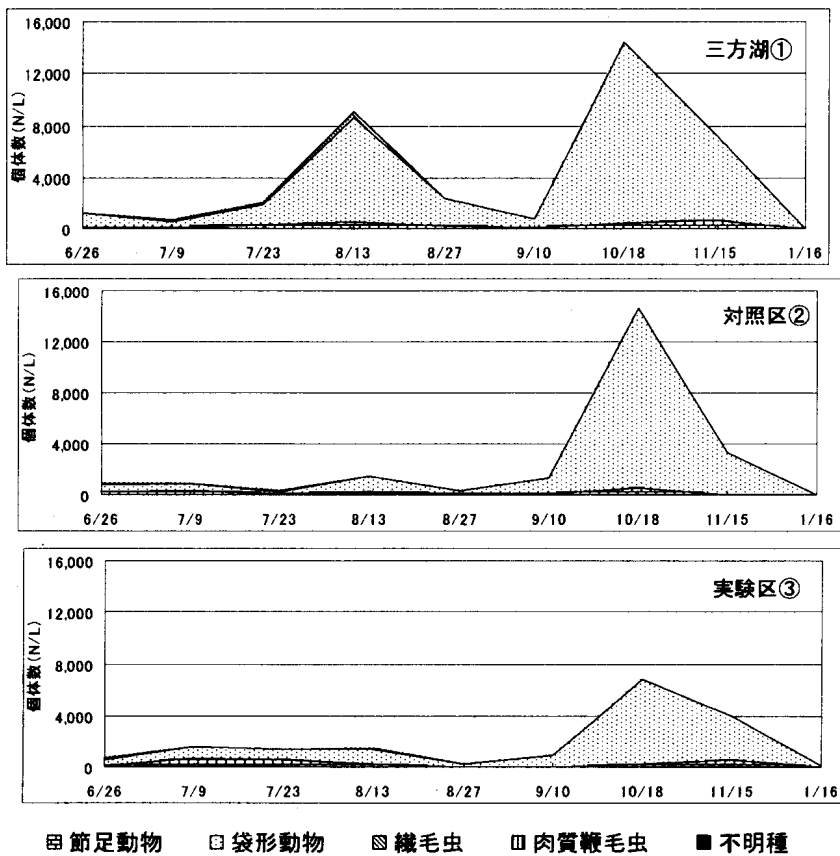


図6 動物プランクトンの個体数の変動

3. 4 ミクロシスチン分析結果

平成13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：0.02 μ g/l）。

4 ま と め

今年度の調査は、対照区と実験区を同一容積としたこと、また、実験区の容積を半分にするることによって効率を2倍に上げ実験を実施した。

その結果、水質調査項目のおよび植物プランクトン調査結果から、底質の巻き上げによる影響を含めて若干マイナス（悪くなる）の傾向があると推察された。また、動物プランクトンの結果からも同装置による差異が無かったことから*Planktothrix*属に対する除去や増殖抑制効果は見られなかった。

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) 塚崎嘉彦他：超音波照射による*Planktothrix agardhii*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