

マイクロバブル導入による調整池環境変動の観測

鹿島建設 正会員 ○林 文慶

小田切光典

飯田 清治

カジマアクアテック 正会員 堀内 治

1. はじめに

多くの農業用水源, 水道水源並びに憩いの場などとして利用されている溜池, 湖沼, ダム湖などの水域では, 富栄養化が進行した結果, 頻繁にアオコなどの藻類が大量発生し社会問題となっているが, 未だに有効な解決策が見出されていない. この問題対策の一つとして, ダム湖を中心にマイクロバブルの導入が検討されている. 多くの事例では, 水温成層を破壊しないまま, 深層に空気または酸素を送って貧酸素水塊の解消並びに底質からの栄養塩溶出抑制策として実施されている^{1, 2)}. 本研究では比較的浅い調整池を対象として, マイクロバブルによる溶存酸素の供給と水塊の鉛直混合を促進して水温成層を破壊した状態における水質, 底質及び植物プランクトンの変動を追跡調査し, 水環境の改善効果並びに装置の長期稼働の問題点について検討した.

2. 実験概要

本実験は, 埼玉県森林公園ゴルフ倶楽部内にある調整池を利用して, マイクロバブル装置を導入した池(常水量 2100m³, 最大水深 4.5 m)と比較対照区となる池(常水量 6200m³, 最大水深 4.5 m)の2つの実験区を設け, 2007 年から 2008 年にかけて実施した. 実験に用いたマイクロバブル装置(YJ 型-021S)(写真 1)のノズル口径は 21mm, 水中ポンプのモーター出力及び吐出量はそれぞれ, 2.2KW 及び 380L/min である. マイクロバブル装置を水深 4.5m 地点の水面下約 3.5m(ノズルの水深)に設置し, 連続運転状態として稼働させた. 空気吸い込み量は 15L/min に設定した. 調整池の観測は, 2007 年は装置稼働直前(7 月)と稼働開始後の 8 月, 9 月, 10 月と 12 月, 並びに 2008 年 4 月, 6 月, 8 月及び 10 月に実施した. 観測地点は, マイクロバブル装置導入池(以下 MB 池)では, 装置のノズル口正面から 10m の位置及び池の中心, 装置後方の 3 地点で, 対照池では池の排水塔付近の 1 地点とした. 各観測地点の水温, pH, DO, 電気伝導度及び濁度は, 水深方向に 0.5m 間隔で表層から池底までの各深度で測定した. 池水の栄養塩(溶存態窒素化合物及び溶存態リン酸), SS(浮遊懸濁物質), クロロフィル a, フェオ色素, 溶存 Fe と溶存 Mn については, 各観測地点において表層(水面直下), 中層(水深 2m 付近)と底層(池底から数センチ上)の深度で採水し, 分析に供した. また, 出現した植物プランクトンの種類の調査では, 2007 年 9 月と 2008 年 9 月に, MB 池及び対照池の表層水を採取し, 植物プランクトンの種類同定と細胞密度の計測を(株)日本海洋生物研究所に依頼した. さらに, 長期間の連続稼働時におけるマイクロバブル装置の問題を抽出するために, 約 15 ヶ月間連絡運転した後, 装置を水面に引き上げて内部の分解点検を行った. 写真 2 は水中に設置した装置から吐出したマイクロバブルが水面に浮上した状況である.

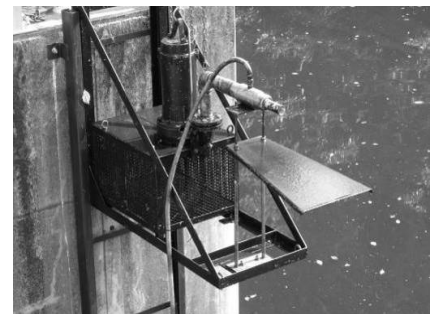


写真 1 マイクロバブル装置

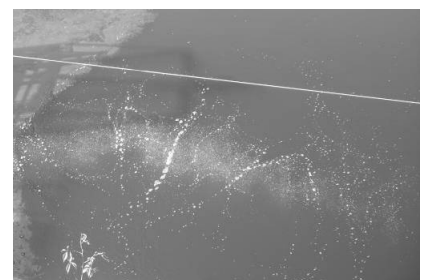


写真 2 マイクロバブルの水面浮上泡

キーワード マイクロバブル, 溶存酸素, 水質, アオコ, 植物プランクトン

連絡先 〒240-0111 神奈川県三浦郡葉山町一色 2400 鹿島建設(株) 葉山水域環境実験場 TEL 046-876-1018

3. 実験結果

2007年と2008年の現地観測で得られた主な結果を以下に示す。

水 質

図1に示すように、MB池では装置稼働前と対照池に観察された水温の成層が無くなり、装置導入1ヶ月後並びに1年後の観測においても、表層から底層まで水温は一定となった。また、溶存酸素濃度の分布にも水温と同様な傾向が見られ、底層の貧酸素状態の改善が見られた(図2)。水質改善効果は、池の水温成層が形成される4月から10月にかけて観測され、マイクロバブル吐出地点から最も遠い地点(MB装置後方)においても水質改善効果が確認された。

底 質

MB池の底層付近の貧溶存酸素状態が改善されたため、図3に示すように夏季の底層溶存態磷酸濃度は、装置導入前の1600ppbから導入後に200ppb以下まで減少し、底質からの溶存態磷酸の溶出抑制効果が確認された。また、底質からの溶存Fe、Mnおよびアンモニア態窒素の溶出が抑制されることも観察された。

植物プランクトンの出現種類

MB池および対照池の表層水中に出現した植物プランクトンの種類を図4に示す。2年間の観測結果より、MB池では主に緑藻類、珪藻類とクリプト藻類が観察されたが、対照池ではこの3種類以外に藍藻類(アオコ)と渦鞭毛藻類の出現も多く検鏡された。上述したとおり、底質からの栄養塩溶出の抑制効果並びにマイクロバブルによる鉛直混合効果により水中における照度条件が変わったため、アオコの大量増殖が抑制されたと考えられる。

装置の点検

15ヵ月間連絡運転後の装置を点検したところ、マイクロバブル発生ノズルには異物の詰まりはなかったが、水中ポンプ吸口は泥、枝並びに底質生物の死骸等で閉塞した状態であった。そのため、実験期間の後半ではマイクロバブルの吐出量が低下していたと考えられるが、底層まで溶存酸素が供給されていたことは確認されている。

4. おわりに

マイクロバブルの導入によって池水の水質、底質ならびに出現植物プランクトンの種類に明らかな変化が観測された。2ヵ年の観測期間中に、アオコの大量発生がなかったことから、マイクロバブルによる水環境の改善効果が見られたと考えられる。今後、改善のメカニズム解明のためのデータ収集並びに装置の長期間稼働性能評価のために、引き続き現地観測を実施する予定である。

参考文献

- 1) 道奥康治ら(2000); マイクロバブルによる貯水池の水質浄化実験, 水工論文集, 第44巻, 1119-1124.
- 2) 河原能久ら(2006); マイクロバブルによる富栄養貯水池の深層水の水質改善に関する現地試験, 水工論文集, 第50巻, 1351-1356.

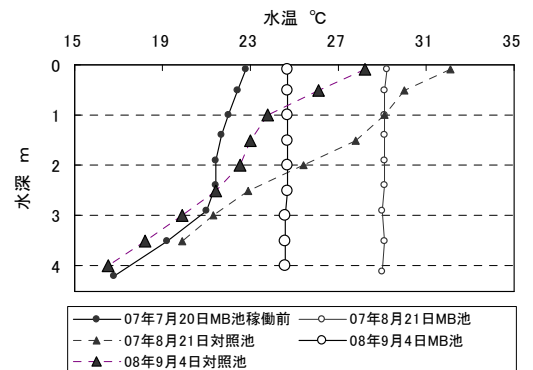


図1 MB池及び対照池の水温変動

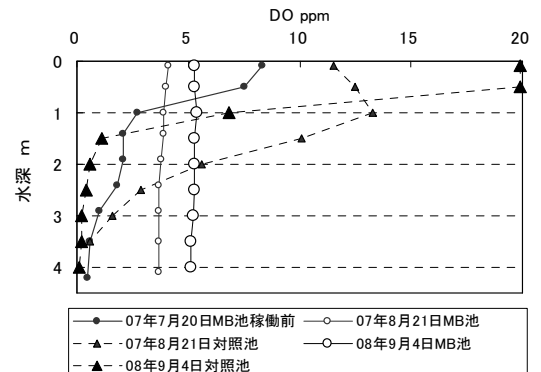


図2 MB池及び対照池の溶存酸素濃度の変動

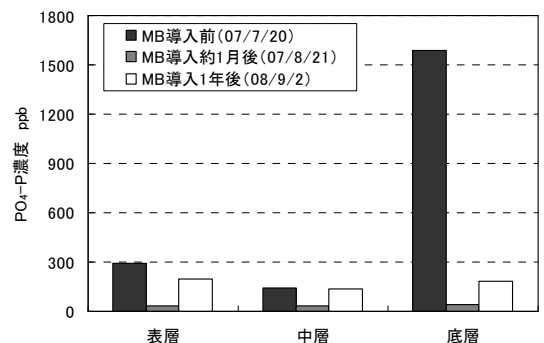


図3 MB装置導入前と後の全層の溶存態磷酸総濃度の変動

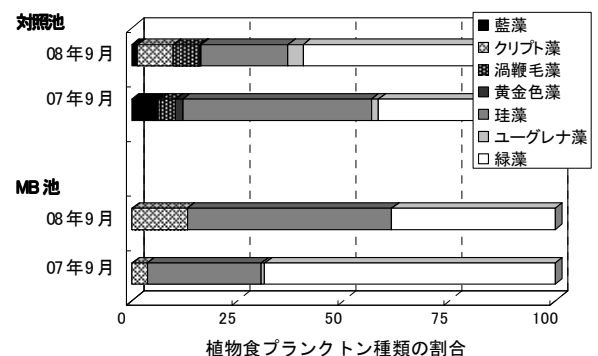


図4 MB池と対照池の植物プランクトン出現種類の総細胞密度の割合