

マイクロバブル技術による無酸素ダム貯水池の水質浄化

中電技術コンサル(株) 正員 松尾克美 山原康嗣 前田邦男
徳山高専 正員 大成博文 九州工業大学 松本典子

1. はじめに

今日、ダム貯水池の水質汚濁は、表層の植物性プランクトンによる汚濁、中層の微細粘土粒子を含む濁水の滞留、下層部の無酸素化に大別される。

しかし、浅いダムでは、中層部がなくなり、表層部と下層部のみとなり、下層部の貧・無酸素化が、直接表層部に影響を与えるようになることから、従来のように大規模なエアレーションでダム全体をかき混ぜる方式が通用しない状況となっている。

そこで本研究では、水深約7mと非常に浅くて広いダムを対象とし、マイクロバブル技術¹⁾を用いて、ダム貯水池の無酸素水域の改善に関する実験を行った。



図 - 1 M2-M型マイクロバブル発生装置

2. ダム貯水池

実験を行ったダム貯水池はA県にあり、本体面積はおよそ80ha（東京ドームの62倍）の大ダムであるが、その最上流のBダム（幅130m、高さ20m）で実験が行われた。本ダム貯水池は、ヘドロが大量に堆積し、およそ水深2m以下は通常、無酸素状態となっている。そのため、大規模エアレーションでダム全体をかき混ぜることができず、マイクロバブルの供給で下層の無酸素水域のみを改善することが検討された。

Bダムの底に堆積したヘドロは、植物性プランクトンの死骸と粘土からなっており、ひどい腐敗臭を伴い、わずかな攪拌ですぐに浮いてきて透視度がなくなった。このヘドロの比重は2.62であった。



図 - 2 28機配備されたM2-M型装置

3. マイクロバブル発生装置実験方法

マイクロバブルとは、その発生時において10～40μm前後の直径を有する微細な気泡のことをいう。これは、空気と水という2相の流体を装置内で強力に旋回させることによって発生するが、これまでに、M1型からM4型の4種類が開発されている。これらは、対象とする水域に応じて設計が可能であり、本ダム貯水池用としてM2-M型(図-1)が使用された。1機あたりのマイクロバブルの発生量は1 l / 分程度とし、図-2に示すように、合計28機が配備された。また、水中ポンプは、流量0.5m³/min、揚程20mであり、出力3.7kWを用いた。

装置稼動期間内において、空気供給量を次のように変化させた。

空気量 30l/min（7月25日～8月16日）

空気量 50l/min（8月17日～8月29日）

純酸素量 30l/min（8月30日～10月10日）

また、装置の設置水深は次のように変化させた。

水深 3.0 m（7月25日～8月1日）

水深 3.5 m（8月2日～8月23日）

水深 4.5 m（8月24日～10月10日）

水質調査地点として、ダム貯水池内に設置した装置の直上と、その装置より上流10、20、40、100m、装置より下流10、20、40m、装置より左側20、40m、装置より右側20、40mの12箇所を選んだ。

Key word: ダム貯水池、水質浄化、無酸素水域、マイクロバブル

〒734-8510 広島市南区出汐2-30 中電技術コンサルタント株式会社 環境部 TEL:082-256-3356

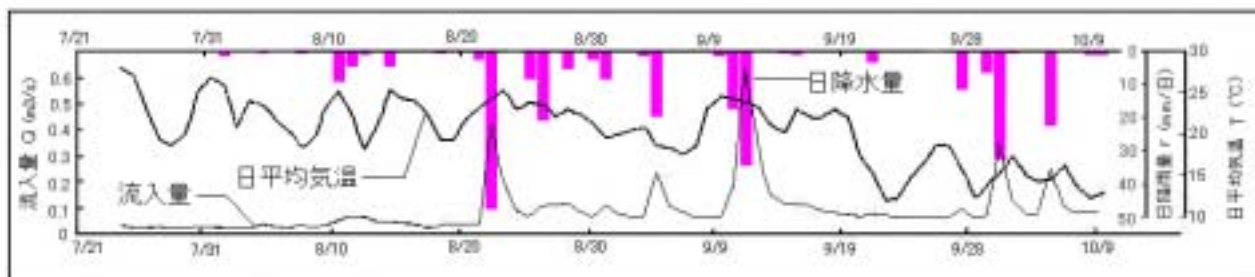


図-3 日降雨量，日平均気温，流入量の時間的変移

4. 実験結果

図-3に，日降雨量，日平均気温，流入量の時間的変化を示す．時期区分として，成層形成期（7月26日～8月9日），上層混合期（8月16日～8月30日），全層混合期（9月5日～10月9日）の3つに分けられる．

図-4に，成層形成期の装置直上における水温分布を示す．この時期の天候は安定しており，顕著な降雨や出水はなく，河川流入量も安定して少なかった．7月26，27日にはその前後に降雨がなく，水深1～3mと3～4.5mの2つの領域に水温成層が形成されている．全体的にこの時期の水温成層の形成が顕著で安定していたが，ダムが浅いので，少しの流入で上層部が混合し，水温が一様になり2つ目の成層が除々に下がり，次の上層混合期へと移行する傾向が認められる．

図-5に，マイクロバブル供給前の溶存酸素濃度とマイクロバブル発生装置稼動1日後の溶存酸素濃度の比較を示す．供給前では水深3m以下で無酸素状態であった．また，この時期の表層水温は高く（図-3），安定した水温成層が形成され，降雨や出水の影響もないことから，自然の流入による表層からの溶存酸素濃度供給は考えられない．この状況下で，マイクロバブル発生装置を水深3mに設置し稼動させ，1日後の変化を調べた．これより水深2～3mの溶存酸素濃度が増加し，マイクロバブル供給の効果が明らかに現れている．

8月28日までは空気を供給し，8月29日からは酸素（濃度95%）を30l/mほど供給した．その効果を調べるために，図-6に溶存酸素濃度の収支を示す．すなわち，装置直上から上流40mで測定した8月30日の溶存酸素濃度から8月28日の溶存酸素濃度を差し引いて，それぞれの水深での溶存酸素濃度増加量を求めた．

これより，ダム貯水池の表層を除いて，全層にわたって，溶存酸素濃度の増加が認められる．また，装置設置地点よりも上流においては，装置直上の地点から上流に向かって，溶存酸素濃度の減少はあるものの，その分布形状の相似性から上流40mまで，純酸素マイクロバブルの供給による有酸素水域が拡散している様子が明らかである．この大規模な拡散は，下流においても同様であり，その溶存分布の相似性から最下流の40m地点までマイクロバブルが拡散し，溶存酸素濃度の向上が実現されている．

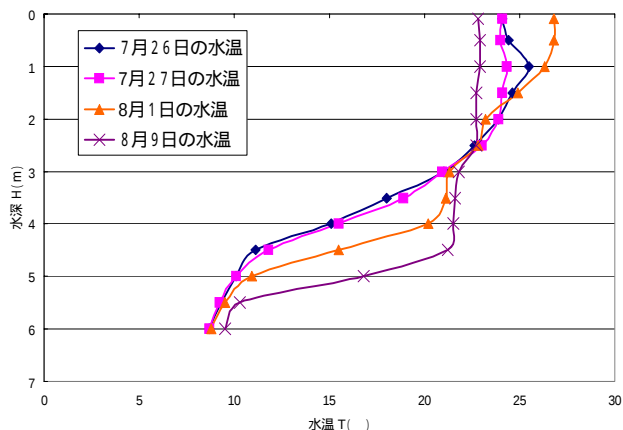


図-4 装置直上における水温（7月26日～8月9日）

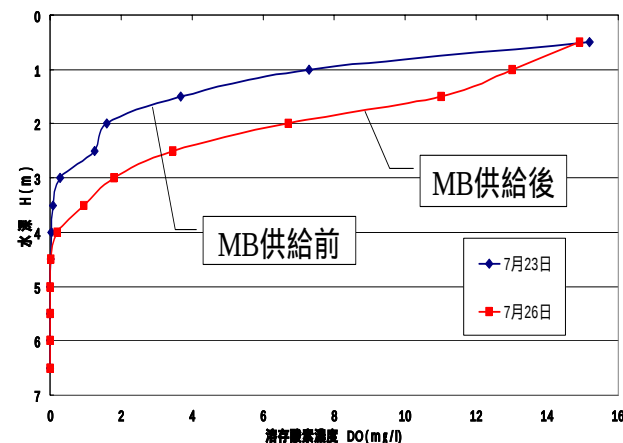


図-5 装置直上における水温（7月26日～8月9日）

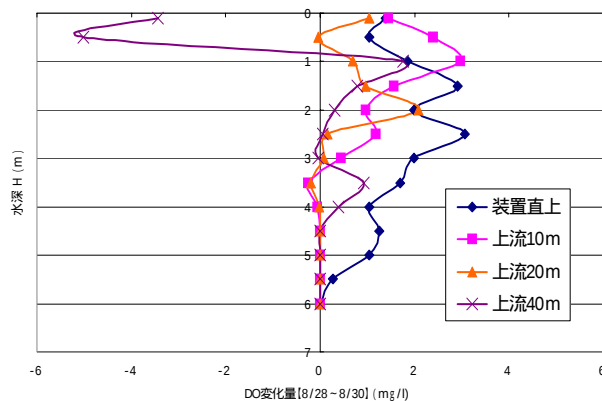


図-6 装置直上における水温（7月26日～8月9日）

参考文献

- 1) 大成博文: マイクロバブル発生技術による閉鎖水域の水質浄化と水環境蘇生に関する研究，平成10年度～平成11年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）研究成果報告書，2000．