

第Ⅱ部門

二つのマイクロバブル発生方式による貯水池の深層曝気実験

神戸大学工学部	学 生 員	○大川 奈津子
神戸大学工学部	フェロー会員	道奥 康治
神戸大学大学院	学 生 員	青木 千夏
神戸大学大学院	学 生 員	小林 憂三
滋賀県立大学	非 会 員	南川 久人

1. はじめに

貯水池においては受熱期に有機物の分解にともなう酸素消費が進み、成層化により表層との水質交換が抑制され深水層が貧酸素化する。そのため、底泥から鉄・マンガン等の重金属塩類が溶出し、取水障害などの水質トラブルを引き起こす。本研究では、2種類のマイクロバブル方式を用いて深層曝気を実施し、深水層の酸素回復と重金属塩類溶出の抑制などの水質改善効果を検証した。

2. 水質浄化システム (図-1)

試験Ⅰは水中ポンプとエアレータが一体となったエアレータユニットで、高濃度酸素を底層まで送りポンプで汲み上げた底層水にその場で溶解させ、マイクロバブルを深水層に供給する。試験Ⅱは水中ポンプで底層水を水面近くまで汲み上げて表層付近の管内で酸素を圧入・溶解させ、底層に還元する曝気方式である。溶存酸素 (DO) の目標濃度の上下限値をそれぞれ 10mg/L, 5mg/L と設定し、深水層の DO 濃度に応じて曝気装置を稼働/停止を繰り返す間欠運転を試験Ⅰ、試験Ⅱで各3回ずつ実施した。試験Ⅰでは期間③の前に送気量を調整して気泡径が小さくなるように設定し、試験Ⅱでは期間⑤前にエアレータ直後の管拡幅部を改良して(写真-1)、気泡を小さくして曝気効率の向上を図った。送気量は期間④においてのみ 0.4m³/h であり、その他の期間においては 0.6m³/h であった。

3. 水温, 溶存酸素濃度(DO)

水温の経時変化を図-2に示す。観測を開始した2007年の5月中旬にはすでにEL.172m付近に躍層が形成されており、11月末に自然対流によって消失した。曝気装置稼働期間(図中の色塗り部)で躍層以深の水温が上昇傾向にある。特に試験Ⅰ、試

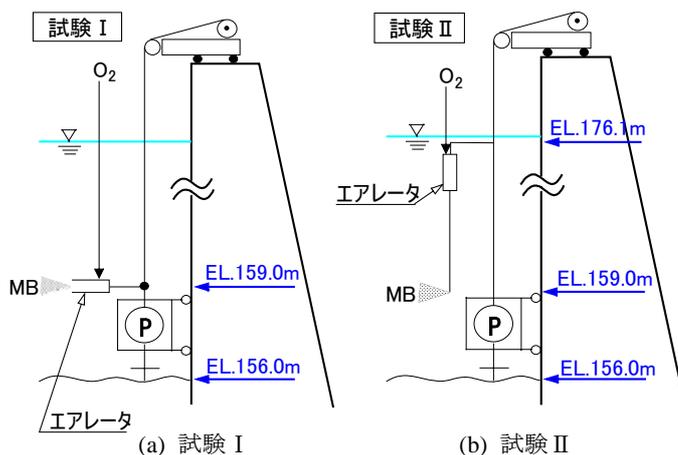


図-1 曝気試験装置



写真-1 試験Ⅱ 改良部

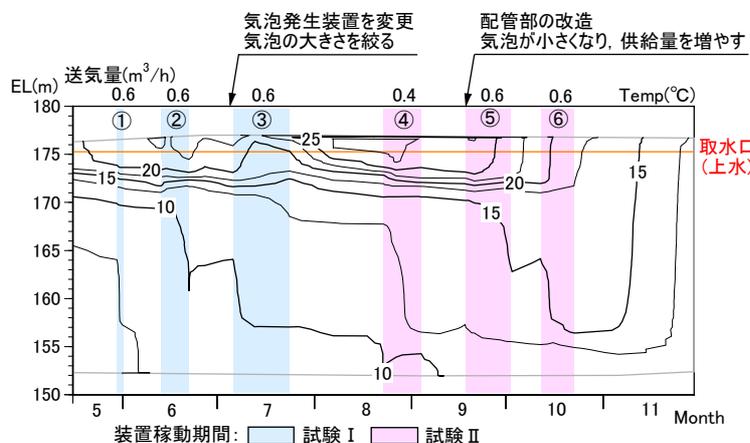


図-2 水温分布(°C)の経時変化

験Ⅱそれぞれの装置調整前である期間①, ②, ④では, 曝気による深水層内の水温の一樣化と上昇が認められるが, 水温躍層は維持され取水口位置に深水層が到達することはない. 溶存酸素濃度の経時変化を図-3に示す. 曝気開始前の5月においては深水層が貧酸素状態になっていた. 5月30日に曝気を開始して速やかにDOは回復したが, 曝気装置の設置水深であるEL.156m以深では無酸素水塊が存在していた. 8月から9月にかけての表層では水温躍層が形成されている深度よりも少し下まで過飽和状態に至った. 曝気装置稼働期間では, EL.156m~EL.169mの範囲でDOの回復が顕著である. およそEL.169m以浅の表層では植物プランクトンの炭酸同化作用により酸素生産が行われている. 期間③は他の期間に比べて曝気装置の稼働期間が長い. そのため, 期間③の後半においてDOが飽和濃度近くまで増加して溶解効率が低下し, DOの回復速度は他の期間に比べるとやや低い. 試験ⅠではEL.156m~EL.169mの範囲のDO回復がほぼ一様であったのに比べ, 試験Ⅱの期間④, ⑤, ⑥ではEL.163m付近を境に中層と下層で回復速度が異なり, バブル吐出口近傍のEL.159mを中心にDOの回復が顕著である. 試験Ⅱは下層で局所的に高い酸素溶解率が特徴である.

4. 成層安定度と散逸率

EL.156m~EL.169mの層を対象に酸素収支を算出した. 力学的な水温成層安定度と曝気対象範囲外への

DOの散逸率の経時変化を図-4に示す. 試験装置や送気量に違いがあるため明確ではないが, 成層安定度が低い期間で散逸率が高く, 成層安定度が高い期間で散逸率が低い傾向が見られる. 唯一, 曝気条件が同じである期間⑤, 期間⑥を比較すると, 成層安定度が減少し続けているのに対し, 散逸率は期間⑤の方が低く, 曝気効率が低い. 水温成層の力学的安定性が高いと, 深水層からの気泡の浮上, 散逸を阻み, 酸素溶解率が上がる結果となることが顕著である.

5. まとめ

各層で検出された全マンガン T-Mn の挙動を図-5に示す. 曝気によって溶存態マンガンの不溶化・沈殿が促進され濃度が減少している傾向が見られる. 写真-2のように曝気終了後, 水中ポンプには水中の鉄・マンガンなどの酸化物が付着している様子がわかる. 実験Ⅰ, Ⅱとも水温成層を大きく破壊することなく貧酸素化した深水層に同程度の酸素回復をもたらすこと, 溶存態金属の酸化と濃度低減効果などが確認された,

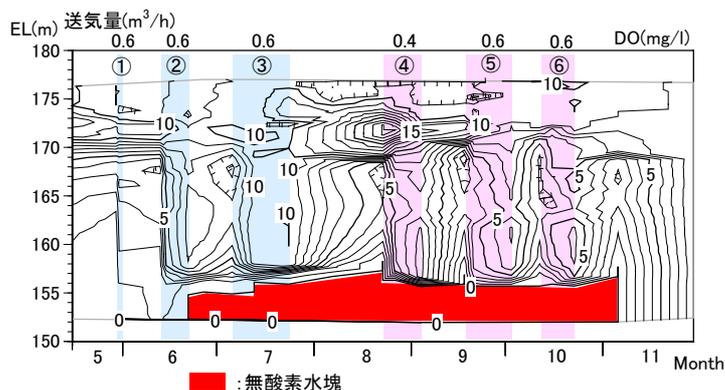


図-3 溶存酸素濃度 DO(mg/l)の経時変化

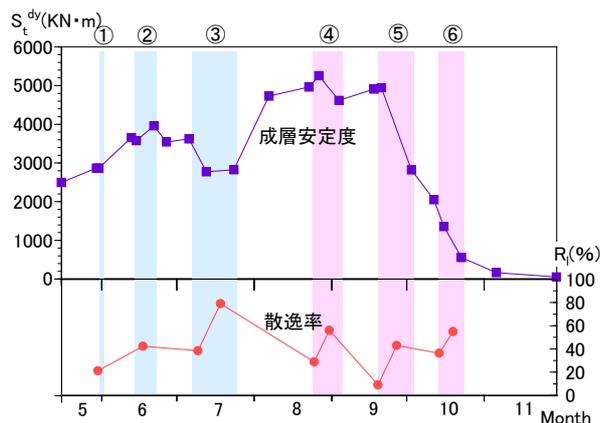


図-4 成層安定度と散逸率

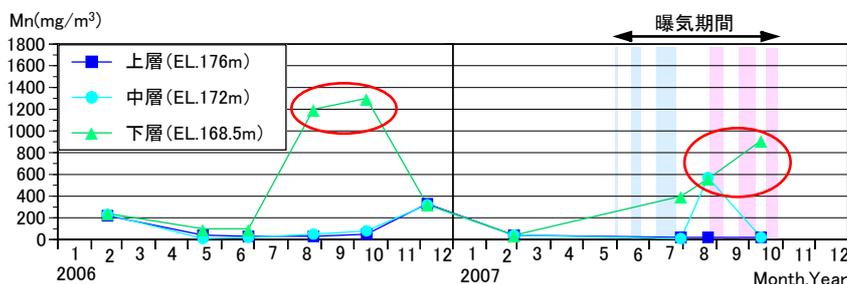


図-5 全マンガン T-Mn の挙動



(a) 試験Ⅰ (b) 試験Ⅱ
写真-2 実験終了時における水中ポンプの様子