

曝気による貯水池水質の変化と逆転水温成層の形成要因

神戸大学大学院	学生員	○松尾昌和
神戸大学工学部	フェロー会員	神田徹
神戸大学工学部	正会員	道奥康治
吹田市	非会員	白澤静敏
徳山工業高専	正会員	大成博文

1. はじめに

富栄養貯水池においては底層が貧酸素化し、有機物が分解されないまま多量に堆積するため様々な水質障害が発現する。本研究で対象とした S 貯水池は最大水深 32m、水平延長約 1000m の V 字溪谷であり、交換率が低く、成層化しやすいため、深層に無酸素水塊が 9～11 月に最も拡大する。また底層では溶存物質が高濃度に集積しているため底層水の高塩分が比重を増大させ、冬季においても成層が消失しない。また、下層水が直上水より高温である逆転水温成層の特徴を有する。この逆転水温成層の形成においては、無酸素領域と高塩分層の挙動が密接に関連していると考えられる。S 貯水池において、深層曝気にともなう水質の変化を調査した。また S 貯水池と類似の水質特性を有する A 貯水池との比較から底層水質構成の形成要因を考察する。

2. 曝気による水質変化

S 貯水池において、マイクロバブル・エアレータを用いて 1999 年 3 月から深層曝気を開始した。溶存酸素濃度 DO、電気伝導度 EC、水温の季節変化をそれぞれ図-3, 4, 5 に示す。これらによると、例年よりも無酸素層の拡大が抑制され、2000 年 1 月には無酸素層が消滅した。さらに EC についても、底層の高濃度層の発達が抑制され 2000 年 1 月には消滅した。水温分布からは、曝気により成層が消失していることが確認される。以上のことから曝気による鉛直混合で 2000 年 1 月に本貯水池は全層循環に至ったことを表している。その後、マイクロバブル発生効率の改善のため 2000 年 7 月にフードを除去した。その結果、成層破壊は行なわれなくなったが、無酸素層の拡大が再び見られた。しかし、9 月においては有酸素状態を維持していることから、曝気効率の改善効果がうかがえる。

3. 送気量の決定

2001 年に無酸素層が拡大した要因として、曝気量の不足が考えられる。そこで酸素量の季節変化から酸素消費量を求め、必要な送気量の算定を水深 13m 以深について、以下の式に基づいて行なった。

$$(\text{必要送気量}) \times (\text{溶解効率}) = (\text{酸素減少量} = \text{酸素要求量}) \quad (1)$$

$$(\text{溶解効率}) = (\text{酸素増加量} = \text{曝気後の酸素量} - \text{曝気前の酸素量}) / (\text{全送気量}) \quad (2)$$

キーワード：曝気循環、貯水池、

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 Phone (078) 803-6056, FAX (078) 803-6069

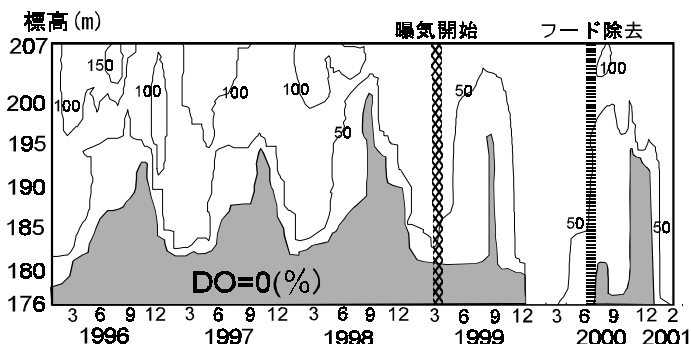


図-3 溶存酸素 (DO) の季節変化

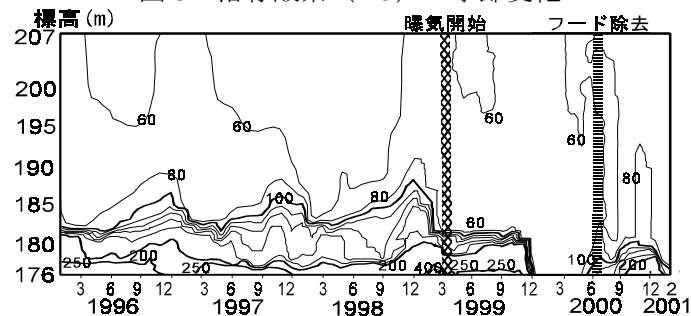


図-4 電気伝導度 (EC) の季節変化

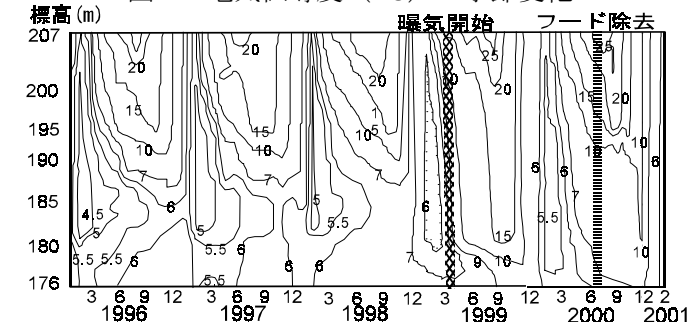


図-5 水温の季節変化

式-(2)より溶解効率を計算した結果、フード有りでは0.0822, フード無しでは0.128となった。式-(1)より必要な送気量を求めると、フード有りでは2500(l/h), フード無しでは1600(l/h)となった。この結果からフード有りの場合よりもフード無しの場合の方が曝気効率がよいことが分かる。しかし、送気量をエアレータ1基あたり60(l/h)以上にすると副次的に発生する大気泡も増えることから、現在ではエアレータの数を20基にして1基あたりの送気量を60(l/h), 合計1200(l/h)の空気を供給している。

4. 底層水質の相関

A・S 両貯水池における無酸素領域の体積(以後 V_O)・電気伝導度(以後 EC_B)・逆転水温成層内の熱容量(以後 I_B)の時系列を図-6 に示す。両貯水池とも曝気開始以前では、 V_O と EC_B の変動は毎年類似の挙動を示している。曝気後、底層の嫌気的な溶出が抑えられ、 EC_B の低下がみられる。また曝気によって V_O も減少の傾向を示し、同時に I_B も0になった。底層の V_O , EC_B , I_B は、相互に何らかの関係があると考えられる。

5. 各水質の相互相関性の検証

そこで、 V_O, EC_B, I_B の時系列について相関係数を算定し、変動の時間差を求める。図-7 に三つの特性量間の相互相関係数を示す。A 貯水池においては1997年のデータ、S 貯水池は1994年のデータを基準にしている。A・S 両貯水池とも EC_B と V_O の関係(図-7(a))では、2ヶ月前の V_O と EC_B との相関係数がピークをとる。つまり高 EC 層の形成が約2ヶ月前の無酸素領域の拡大に起因し、底泥からの塩分溶出により底層が高塩分化したと考えられる。 I_B と V_O の関係(図-7(b))では、両貯水池とも相関係数が-0.1~0.5の間をとり、顕著なピークは見られず、逆転水温成層の形成と無酸素領域の拡大との直接的な因果関係は小さいと思われる。 I_B と EC_B の相関性(図-7(c))には時間差がなく、高塩分層と同時に逆転水温層が形成されている。

参考文献

- 1) 神田, 大成, 道奥, 白澤, 松尾: 富栄養貯水池における水質浄化実験, 関支部年講, 2000.
- 2) 道奥他: マイクロバブル・エアレータによる貯水池の水質浄化実験, 水工学論文集, 第44巻, 2000.

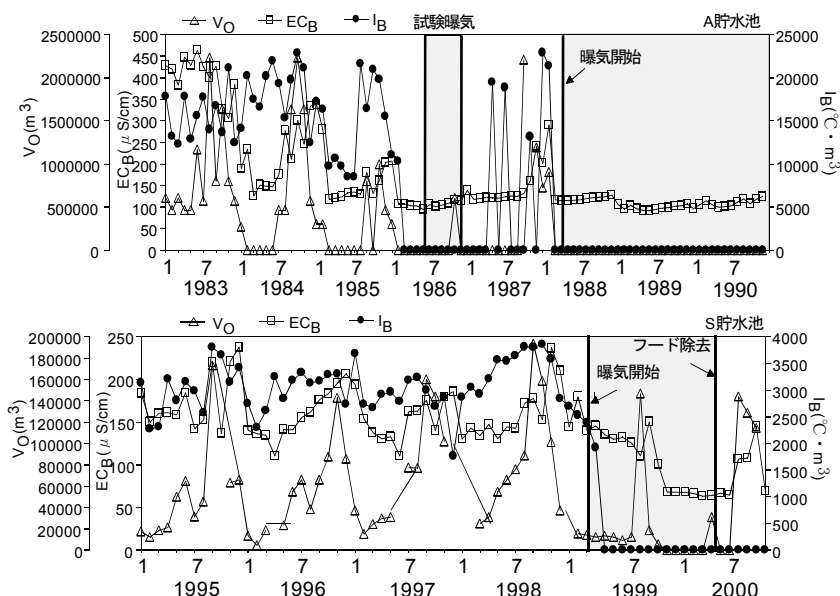


図-6 A,S 貯水池の底層水質の時系列

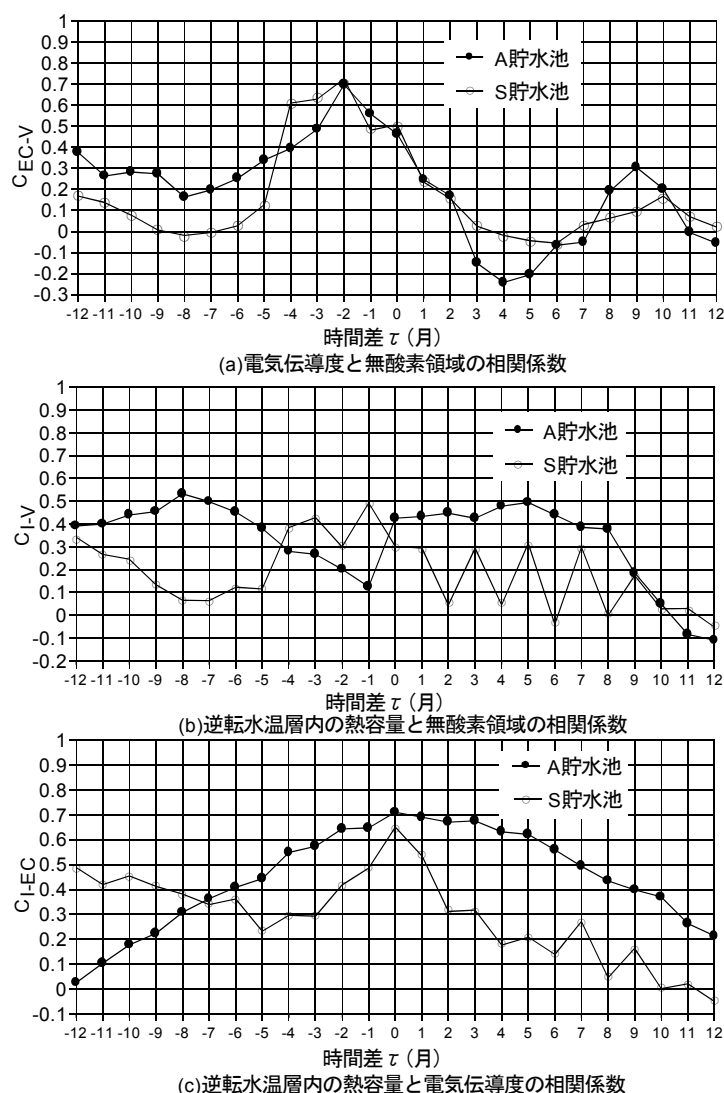


図-7 相互相関係数