貯水池の水質浄化効率と曝気循環型式の関係について

神戸大学工学部	正会員	道奥康治
尼崎市役所	正会員	松尾昌和
㈱栗本鐵工所	正会員	田中裕紀

1. はじめに

貯水池への栄養塩負荷が過大になると有機物の内部生産によって深水層が 貧酸素化し,様々な水質障害が発生する.そのための水質浄化としては,表層 の藻類活動を抑制する方式と深水層の貧酸素化を抑制する方式に二分される. 本研究では,後者の深層曝気による水質浄化を対象として,各種曝気形式と浄 化効率との関係を考察する.対象貯水池は,図-1のようにマイクロバブルに よる深層曝気を実施しているSダム貯水池¹⁾(満水位容量4.1×10⁵m³,最大水 深 31m)と,図-2のような二種類の曝気方式を採用している二つの貯水池と する.

2.S ダム貯水池における深層曝気の効果

曝気開始前を第 期,1999年3月11日~2000年8 月の間,大気泡が発生し全層循環に近い状態で曝気が 行われた期間を第 期,その後,マイクロバブルが効 率よく発生して現在に至るまでの深層曝気に成功し た期間を第 期とする.基準点で観測された水温,電 気伝導度 EC,溶存酸素濃度 DO の季節変化をそれぞ れ図-3,4,5 に示す.第 期には鉛直混合を誘起しなが ら深水層へ溶存酸素が供給されているが,第 期にお いては,曝気開始以前と同様の成層状態を維持したま ま水質が浄化され,底層付近の高塩分(電気伝導度) 層が消失している.



図-1 マイクロバブル方式



3. 酸素消費速度を考慮に入れた必要送気量の算定

図-2 他の曝気循環方式

Sダムにおいては,貧酸素水塊の縮小や貧酸素層の存在期間の短縮によって底質からの嫌気的溶出が抑制されたため,深層水の栄養塩や金属濃度が大幅に減少し,明らかな水質浄化が行われた.しかし,図-5 に見られるように,短期間ではあるが秋期に無酸素水塊があらわれており,溶存酸素の飽和状態を水質浄化の目標とする場合には,酸素供給量が十分ではないことがわかる.このように,水質浄化システムを設計するためには,



キーワード:水質浄化,富栄養化対策,貯水池環境 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学工学部建設学科 TEL:078-803-6056

表-2 貯水池(水深 13m 以深)の酸素減少速度 (g/m³/月)

	2~3月	3~4月	4~5月	5~6月	6~7月	7~8月	8~9月	9~10月	10~11月
'95~'980 平均	1.256	1.016	1.401	1.318	1.338	1.290	1.417	1.442	1.832

貯水池の酸素消費速度などから施設容量を事前に知る必要がある.そ こで,貯水池の酸素要求量から必要送気量の概算を試みる.酸素消費 速度を DO の時間減少率から算出すると,既に無酸素化している層の 酸素消費速度は見かけ上0と評価されるため,貯水池が潜在的に持つ 酸素要求量を過小評価することになる.そこで,有機物の分解による 酸素消費が式(1)で近似されると仮定して,観測データから同式中のk,

0を回帰分析し,COD(化学的酸素要求量)(mg/l)と水温() から酸素消費速度を推定した.算定においては,光合成にともなう酸素収支の影響がない水深 13m 以深の無光層を対象とする.酸素消費速度の推算値を表-2に示す.また,発生気泡のうち水面まで浮上する量を測定し,マイクロバブルの水中溶解率が約70%であることを確認した.上に推算された酸素消費速度(=酸素要求量)と水中溶解率から式(2)を用いて,季節毎の必要送気量が表-3のように算定された.)

$$\frac{d(DO)}{dt} = k \cdot COD \cdot \theta^{T-20}$$
(1)

(必要送気量)×(溶解効率)=(酸素要求量) (2)4. 他の深層曝気方式との比較

他の型式の深層曝気システムを設置しているA,Bダム貯水池との比較からSダム貯水池における水質浄化効率を評価する.図-6,7にA,Bダム貯水池の深水層におけるDOの季節変化を示す.両貯水池とも曝気により深水層のDOが回復しており,Sダム貯水池と同様に水質が浄化されていることがわかる.Sダム貯水池の水質浄化施設は従来のシステムに比べ設備費用が格段に低い.一方,水質浄化に消費される単位電力あたり浄化容量を比較すると表-4のようになる.ここで,A,Bダムについては正確

表-3 必要送気量

適正送 気量(l/h)	2~4月	5~7月	8~10月
1995年	1530	1610	1460
1996年	1110	1610	1460
1997年	1460	1120	1960
1998年	1450	1630	2210
平均	1390	1490	1770



図-6 A ダム貯水池(底層水循環方式)の 深水層における DO の季節変化



図-7 B ダム貯水池(エアリノト方式)の 深水層における DO の季節変化

表-4 単位電力あたりの浄化容量

		シス テム の	出力(kW)	対象水塊容量(m³)	(m ³)/(kW)
S∮	ム貯水池		4.2	144×10 ³	34.6×10 ³
АЯ́	ム貯水池		11	1 ,515×10 ³	138×10 ³
В∮	ム貯水池		37	4 ,300×10 ³	116×10 ³

格出力から電力を推算した.Sダムの消費電力は直接計量されている.また,水質浄化対象となる水塊容量に 関して,A,Bダムでは常時放流口より下方を深層とみなして概算されている.表-4を見るとマイクロバブルを 用いた Sダムの浄化システムにおける単位電力あたりの水質浄化容量は他の浄化システムより小さく効率が 低いことがわかる.これは,他の浄化システムでは電力消費がコンプレッサのみによるが,Sダムにおいては, コンプレッサに加えて水中ポンプの駆動にも電力が消費されるためであると考えられる.しかし,貯水池によ って酸素回復量がまちまちであるので,正確な相互比較をするためには何らかの形で深水層への酸素供給量を 算出し浄化効率を評価する必要がある.また,水塊容量や電力量推算も概算に基づいているため,今後,設備 の減価償却も考慮した正確な費用便益評価を行う必要がある.

参考文献

1) 道奥他: 曝気形態と貯水池深層水質との関係について,水工学論文集,第46巻,pp.1091-1096,2002.

-284-