

VII-29 水流発生装置の連続運転による貯水池の水温躍層破壊実験

香川大学大学院 学生会員 ○秋山 達
香川大学工学部 正会員 角道 弘文
香川大学工学部 正会員 野々村敦子

1. はじめに

多くの湖沼や貯水地において、富栄養化問題が顕在化している。夏季の富栄養化が著しい貯水池の水質改善の1つに水流発生装置がある。水流発生装置は表層水を底層に送り込むことによって鉛直混合を引き起こし、水温躍層を破壊するとともに底層の溶存酸素濃度を改善し、底泥からの栄養塩類等の溶出抑制を目的とするものである。

2. 御殿貯水池と水流発生装置の概要

研究対象とした貯水池は、香川県高松市北部の山腹に位置する御殿貯水池(図-1)で、御殿浄水場の自己貯水池として利用されている。総貯容量 524,000m³、回転率 4 以下である。貯水池には現在、南西部(図-1 中の地点 6)と北部(地点 C)から香東川の伏流水が、南東部の地点 7 から御殿貯水池の南東に位置する奥の池付近で揚水された地下水が流入している。また、貯水容量を超える場合は、貯水池の北端から越流させている。また御殿貯水池の水質の変動特性については、森本ら(2003)によって春季から秋季にかけて水温躍層が発達し、同時期に底層において貧酸素水塊が形成されることが判明している。

水流発生装置は地点 P 及び地点 7 にある。地点 P では、水深 3m の位置にある吸水口から取水し、底から 2m、上向きに 20° の角度をつけて設置された放出口から 3,600 m³/日で南東方向に噴出している。地点 7 のポンプの性能は最大 1,400m³/日であるが、地下水の揚水量が変化するのに対応して噴出する流量も変化する。

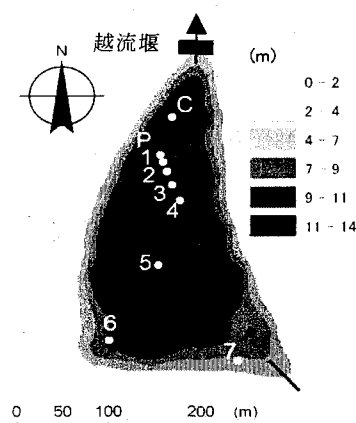


図-1 御殿貯水池

3. 本研究の目的

2004 年 8 月 26 日以降装置を連続稼働させ、水温躍層の破壊は稼働後 33 日で確認された。溶存酸素に関しては、水温躍層が完全に消失した時に無酸素・貧酸素水塊への酸素の供給を捉えることができた。本研究では、その後も装置を連続運転させることによる水温躍層をはじめとする水質の経年変化について期別の調査・分析をもとに検討する。

4. 調査位置と水質項目

本研究では毎月 1 回、8 地点(図-1 中の c 及び 1~7 地点)で水質観測を行った。主な調査項目は水温、D0、電気伝導度、クロロフィル a、pH、各種イオン、SS、T-P、T-N、T-OC、Fe、Mn である。

5. 調査・分析結果

ここでは装置の効果を検証するために、水温躍層が顕著に現れることが確認されている 8 月、9 月について、装置稼働前の 2003 年から稼働後の 2004 年、稼働から 1 年以上経過した 2005 年の比較を行った。

1 地点(装置に最も近い地点)での夏季における水温の経年変化を示した。2003 年 9 月では表層と底層の水温差が 10℃あったにもかかわらず、2004 年 9 月には 5℃、2005 年 9 月にはほぼ差異がなくなっている(図-2)。よって、経年

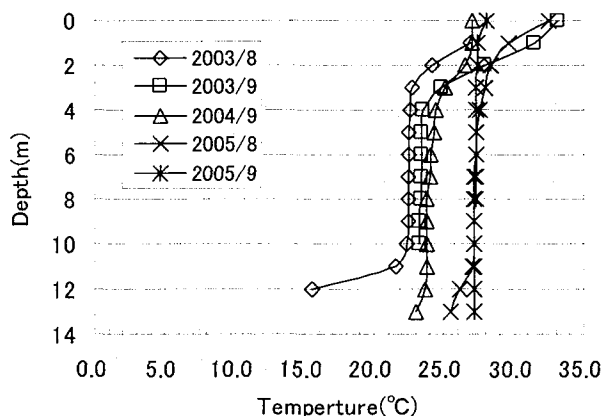


図-2 夏季の水温経年変化(1地点)

的に装置を連続運転させることにより、夏季の水温躍層破壊が持続していることが分かる。図-3 に 5 地点（装置から約 170m 離れた地点）についても同様の結果が得られた。

1 地点での夏季における溶存酸素の経年変化を図-4 に示す。2004 年 9 月は装置を稼動していたが、吸水口の位置が無酸素状態の水深に位置しており、十分に酸素供給が行われなかったことが、水深 3m 以深において無酸素状態となっている要因と考えられる。2005 年では 9 月のみ全層均一に溶存酸素が分布していることがわかる。8 月には貧酸素水塊が出現している。この原因としては、後述の渇水に伴う貯水池への流入量増加の影響が大きいと考えられる。

6. 水質変動特性と渇水

クロロフィル a の夏季における経年変化を図-5 に示す。2003 年は 8 月にクロロフィル a 濃度が平均 $300 \mu\text{g/L}$ 以上の高い値で検出されている。このことが上述の表層で高濃度の溶存酸素が検出されていることと深い関係があると推察される。また 2004 年 9 月に表層のクロロフィル a 濃度は $30 \mu\text{g/L}$ 程度の低い値となっている。これは台風による増水により、越流量が一時的に増加したためと考えられる。

しかし、2005 年 8 月ではクロロフィル a 濃度が増加している。この原因として、渇水による貯水池への供給量増加の影響が考えられる。2005 年は渇水により、多量の水の供給が 7 月初旬に行われている。特に南西部、北部からの流入量が 2004 年に比べ 2 倍程度増加しており、さらに近年ではほとんど行なわれていない本津川からの供給も 7 月初旬に行なわれている。このことに装置による鉛直混合の影響が加わった結果、多量の栄養塩類が貯水池に供給されたと考えられる。全鉄、全有機炭素、全窒素は 2004 年と 2005 年の結果を比較すると、いずれの濃度も 2005 年の方が高い値を示していることも判明した。また栄養塩類の増加により酸素消費速度が上昇し、装置の酸素供給が追いつかず底層で無酸素状態になったと推察される。

5. 今後の課題

今後は、ポンプ稼動に伴うコストを踏まえた適切な装置の運転開始時期の検討を行なうために、一度装置を停止させ、水温躍層を形成し始めた時期から装置を再稼動させる予定である。また本貯水池への流入水の水質も明らかにすることで、水質悪化の原因を解明するとともに、水質管理の観点より水供給のあり方についても検討を行なう予定である。調査にご協力頂いた高松市水道局に謝意を表します。

参考文献

- 1) 森本茂昭, 野々村敦子, 河原能久: 御殿貯水池における水質の変動特性, 土木学会四国支部 第 10 回技術研究発表会講演概要集, pp. 418~419, 2004. 5

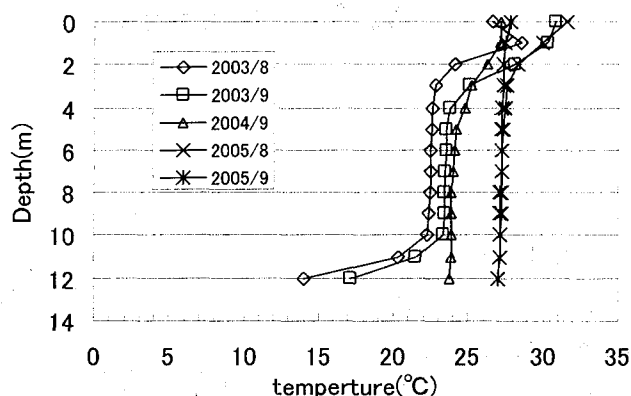


図-3 夏季の水温経年変化 (5 地点)

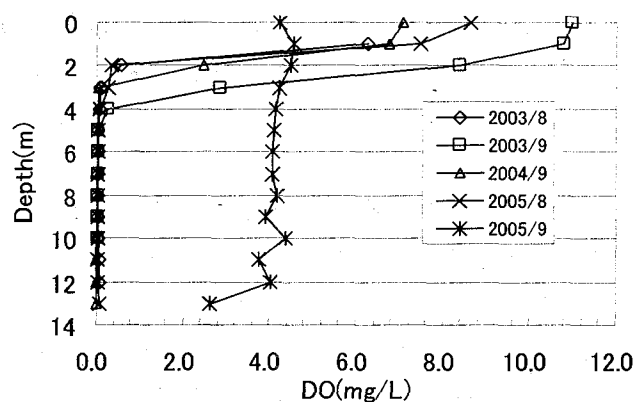


図-4 夏季の溶存酸素経年変化 (1 地点)

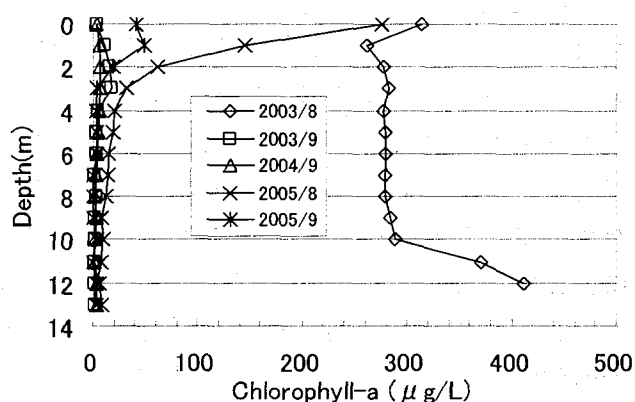


図-5 夏季のクロロフィル a 経年変化 (1 地点)