

ダム湖におけるカビ臭物質 2-MIB の発生と水質動態の関係

広島県庁 正会員○堂野 克人

広島市役所 非会員 大島 麗美

呉工業高等専門学校 正会員 黒川 岳司

1. はじめに

ダム湖に代表される閉鎖的水域は富栄養化しやすく、アオコ発生や底層水の貧酸素化等の水質問題が生じやすい。本研究で対象とする土師ダム八千代湖においても、富栄養化が進んだ結果、藻類の異常増殖が頻発し、アオコが発生するようになった。対策として1999年以降曝気式循環施設が段階的に導入され、アオコ発生の抑制などでは一定の効果を上げているが、一方で2-メチルイソボルネオール(以下、2-MIB)等のカビ臭が発生するようになった。土師ダム八千代湖での2-MIBは底泥や濁質中に存在する放線菌に由来し¹⁾、至適な条件下(水温20~25℃、好気状態)で、滞留時間が数週以上の滞留的な状態が継続した場合に発生することも明らかにされている²⁾。つまり、放線菌を有する懸濁物質のダム湖内での流下中の動態が2-MIB発生に大きく関わっていると考えられている。一方、河川、湖沼等水域での断面流速分布などを測定できるADCP(超音波ドップラー流速プロファイラー)は、その測定原理の特徴を利用して濁度分布も推定可能である³⁾。そこで本研究では、土師ダムでの2-MIBの発生機構の解明に資することを目的として、ADCPによるダム湖内の懸濁物質を含んだ水塊の動きを観測し、濁度分布やその変化の特徴を把握することとした。

2. 対象ダム湖について

土師ダムは江の川水系にあり、堤体高さは50mで、湛水面積は2.8km²である。堤体からの放流の他に、堤体から1.0km上流の右岸側から発電用水として太田川水系に1日平均約62万m³を分水している。通常は14:00から分水(取水)を開始し、15:00の段階で最大分水量に達し、約8時間かけて分水を行っている。なお、分水取水口はEL233.5~239.0mに位置し、分水取水口付近の流路中央部に湖心(観測所)があり、その上流側、下流側にそれぞれ4基ずつ曝気循環装置が設置されている(図1)。

3. 現地観測の概要

ダム湖内における縦断方向と横断方向による水質や流況の分布や変化を把握するために、夏季の2020/8/19と冬季の11/06に水質・流動観測を行った。図1に主な測定点及び観測線を示す。

水質観測では、8/19に測点①、③、⑤、⑥、⑨、

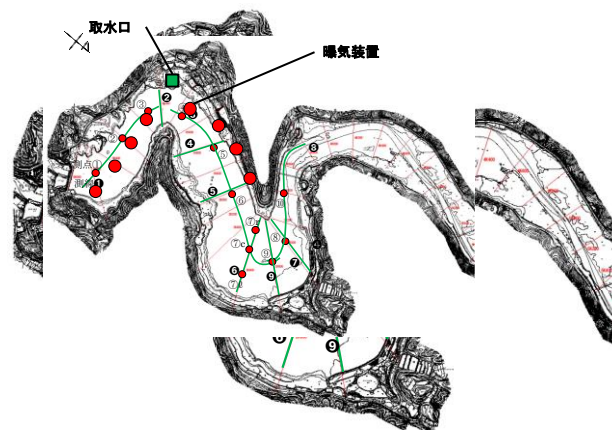


図1 現地観測の観測線(①~⑨)と測定点(①~⑪)

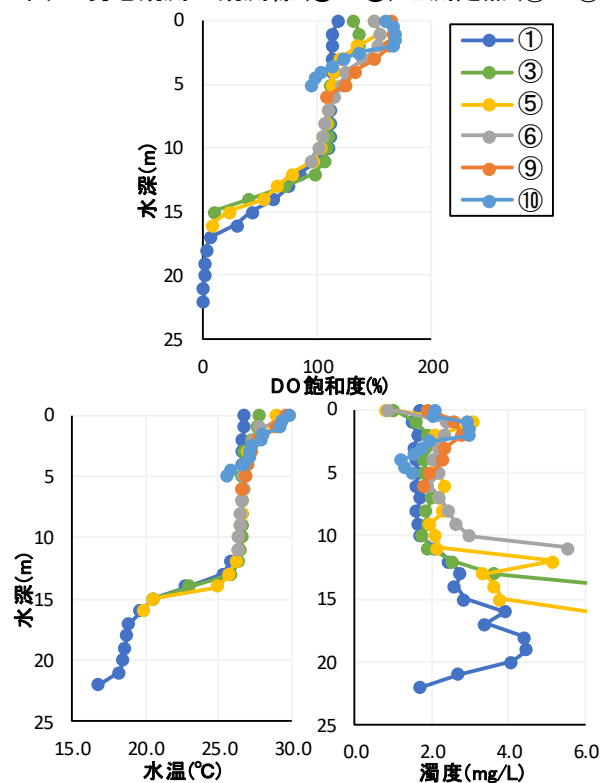


図2 各測点のDO飽和度・水温・濁度分布(2020/8/19)

⑩について、11/6に測点①、③、⑤、⑩について、水温、DO、pH、濁度の鉛直分布を測定した。測定は、観測船から、水面0mから湖底部まで1m毎に多項目水質センサー(YSI EXO1)を垂下させていった。流動観測については、8/19に測線①、⑧、⑨について、11/6に測線③をADCP(Teledyne RD Instruments社 Work Horse)を用いて行った。

キーワード ダム湖、カビ臭、2-MIB、放線菌、濁度、ADCP

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11 呉工業高等専門学校 TEL.0823-73-8481

4. 結果と考察

4.1 各測点における鉛直水質分布

図2に2020/8/19における測点①, ③, ⑤, ⑥, ⑨, ⑩の溶存酸素(DO)飽和度, 水温及び濁度分布を示す。水温分布を見ると, 水面から水深12m付近までは $26^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ と高く, 水深15m以深では 18°C 前後でほぼ一定となっており, 水深12m~15mで水温が急変する水温躍層を有する明瞭な水温成層が形成されていることがわかる。また, DO飽和度分布を見ると, 水質の鉛直分布が水温成層によって特徴付けられている上, 下層はほぼ無酸素の状態であることから強固な水温成層によって鉛直混合が制限されている様子がうかがえる。これらの鉛直分布は上流側から下流側までどの地点でもほとんど違いがなく, 土師ダムでの水質の水平分布はほぼ一様であると言える。ただし, 測点⑩など上流側ほど水温が高いことから, 比較的温かい河川水が流入していることがわかる。なお, 曝気装置が稼働しているにもかかわらず曝気装置に近い測点①, ③, ⑤も他の測点とほとんど違いがないことから, 曝気装置による酸素供給や成層破壊効果は空間的には限定的で, 周辺にあまりその影響を及ぼさないことが確認された。濁度分布を見ると, 全体的には下層ほど濁度が高くなる傾向にあるが, 水面付近や水温躍層付近でスポット的に濁度が高くなることもあるなど, その分布はDO飽和度ほど水温成層に依存していないことがわかる。

4.2 縦断方向における流速分布と濁度分布

図3及び図4に2020/8/19に観測した際の測線③の断面流速分布と推定濁度分布を示す。なお, 図3中の白い領域は観測時におけるADCPの不具合により, 流速が表示されなかった箇所である。

図3を見ると, 上流側の水深の浅い範囲は湖底部付近で約 $10\text{cm}/\text{sec}$ の速い流速が観測された。このことから, 上流から流入してきた水は, 水深5m程度の浅い範囲までは湖底部を中心に流れていることが分かる。また, 下流側にかけての水深が10m以上の深い範囲では全体的に流速約 $2\sim 5\text{cm}/\text{sec}$ の少し速い流れが発生していた。図4を見ると, 全体的には下層ほど濁度が高くなる傾向にあり, 湖の底に懸濁物質が沈殿した分布となっているが, 下流側の水深が15m以上である範囲の一部に濁度が上昇している箇所が確認された。この範囲は, 図1の測点④と⑤の中間付近と重なっており, また, 曝気装置が稼働していたこともあり, 懸濁物質が巻き上げられたと考えられる。このことから, 曝気装置による懸濁物質を巻き上げる状態にはなっていたが, ダム湖全体の水質を変化させるほどの影響力はないことが確認された。

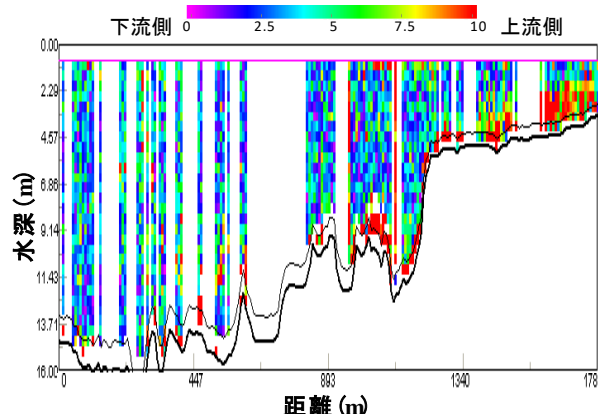


図3 測線③の断面流速分布(2020/8/19)

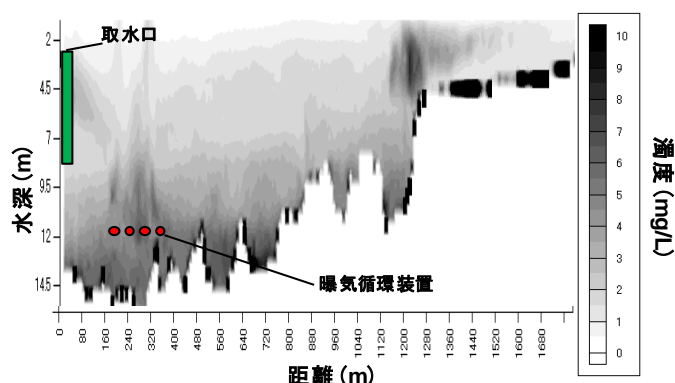


図4 測線③の推定濁度分布(2020/8/19)

5. おわりに

本研究では, 土師ダム八千代湖におけるカビ臭発生の原因が濁質に含まれる放線菌由来の2-MIBと推定されていることに着目し, 湖内流動や水質動態についての現地観測及びデータ解析を行ってきた。

水温が 20°C 以上となる夏季において, 水温躍層が水深15m前後にあり, 取水口より上流側のほぼ全域は好気状態であることを踏まえると, 上流からの流入水とともに流入した懸濁物質は, 湖底部を2週間以上2-MIBを生成しながら下流側へ流下し, その一部が曝気装置によって巻き上げられ取水口まで到達し, 2-MIBを含んだ水が太田川まで運ばれカビ臭が発生しているという経緯が推察され, 土師ダム八千代湖における放線菌が2-MIBを発生させる条件である至適温度($20\sim 25^{\circ}\text{C}$), 好気状態, 滞留的な状態の継続と一致していることが示唆された。

参考文献

- 1) 中田浩三: 土師ダム貯水池で近年発生したカビ臭に関する考察, 水道協会雑誌, 第76巻, 12号, pp.22-30, 2005.
- 2) 大室ひなほか: ダム湖におけるカビ臭物質 2-MIB 発生機構の検討, 第25回高専シンポジウム, CB-11, 2020.
- 3) 横山勝英ほか: 超音波流速計による浮遊土砂移動量の推定方法, 海岸工学論文集, pp.1486-1490, 2002.