

ダム湖水のカビ臭 2-MIB 発生メカニズム解明に向けた流動・水質動態調査

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○堂野 克人
 呉工業高等専門学校 正会員 黒川 岳司

西日本高速道路メンテナンス中国 非会員 塩田 洋斗

1. はじめに

わが国のダム湖における水質問題のひとつにカビ臭の発生がある。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。対策として曝気装置を導入し、アオコ発生抑制等では効果を上げたものの、逆にカビ臭の発生は増加した。カビ臭原因物質は 2-メチルイソボルネオール (2-MIB) 及びジェオスミンとされている。中田¹⁾は、土師ダムでの 2-MIB は、底泥や濁質中に存在する放線菌由来であると推定しており、アオコ対策として導入された曝気により底層水の水温と溶存酸素濃度 (DO) が上昇し、水中の放線菌の活性が高まることひとつの要因と推定している。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、ここでの 2-MIB が濁質中に存在する放線菌由来であることに着目し、懸濁物質を含んだ水塊の動きを観測し、ダム湖内の懸濁物質の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。

3. 現地観測の概要

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、2018/11/6, 11/21, 12/12 に現地にて水質および流動観測を行った。図 1 に主な測定点及び観測線を示す。

水質観測では、11/6 に測点①, ②, ③, ⑥, ⑧について、11/21 に測点⑥, ⑨, ⑩について、12/12 に測点⑦ (r, c, l), ⑧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 (11/6; YSI EXO1 及び 11/21, 12/1; HORIBA U-50) を

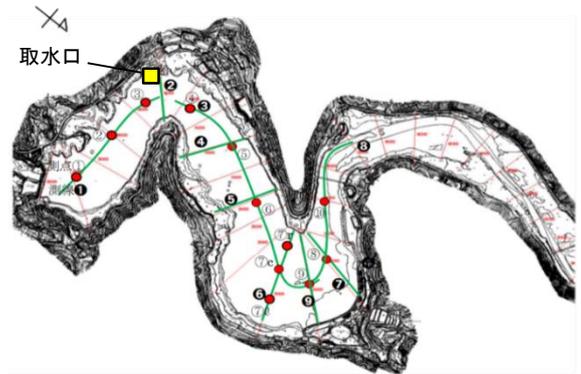


図 1 現地観測の観測線 (①~⑨) と測定点 (①~⑩)

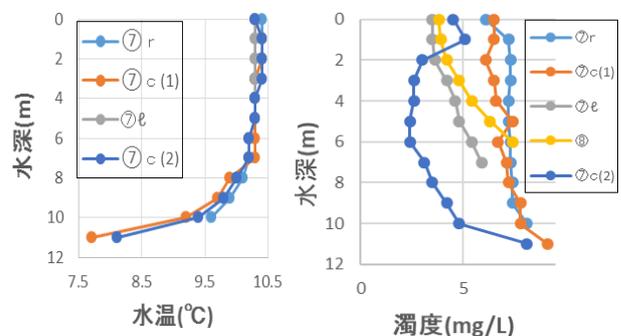


図 2 測点⑦ (r, c, l), ⑧の水温及び濁度分布 (12/12)

垂下させていった。流動観測については、11/6 に測線①, ②, ③, ⑤, ⑥, ⑦について、12/12 に測線②, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨を ADCP (超音波ドップラープロファイラー; Teledyne RD Instruments 社 Work Horse) を用いて行った。なお、11/6 の水位は EL242.3m, 12/12 の水位は EL241.9m である。

4. ADCP を用いた濁度分布の推定

ADCP で測定される反射強度は、濁度と相関があるという性質²⁾を利用する。センサーからの距離 D (m), 反射強度 I (count) のときの濁度 C (mg/l) は式 (1) で表現できる。

$$40 \log C = I - B + K \log D + 2\alpha D \quad (1)$$

ここで、 B, K は定数であり、 α は吸収係数である。既往の研究より $\alpha = 1.68$, B と K については、実測濁度に近い値になるようにキャリブレーションした結果、 $B = 78.8$, $K = 72.93$ となった。以下では、この式を用いて濁度の推定を行う。

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

5. 結果と考察

5.1 縦断方向の水質分布

図2に測点⑦(r, 5.0, 1), ⑧の水温及び濁度分布を示す。水温分布を見ると、すべての地点で同様な鉛直分布となっており、場所によって水質は大きく変わらないといえる。また、冬季にも関わらず、水深10m前後に躍層をもつ水温成層を形成している。

5.2 水質観測による濁度分布と推定濁度分布

図3及び図4に測線③の推定濁度分布を示す。図3は取水口からの分水開始前(13:32~14:12)、図4は分水開始後(15:44~16:12)の推定濁度分布を示している。どちらも全体的に水深の違いにより濁度が一定に変化しており、水深5~11mの範囲が濁度が高い成層ができています。これは、水温成層と対応した分布になっていると考えられる。測線③の観測出発点(上流側)から800mあたりの水深が5m以内の範囲では、比較的湖底付近の濁度が高くなる分布となった。距離1800mより下流側では分水開始後の方が濁度の高い範囲が少なかった。これは、分水によって水の流れが生じ、懸濁物質を含む湖水が取水口に向けて吸い寄せられていったためと考えられる。

5.3 横断方向による流速分布と濁度分布

図5に測線②の南北方向の断面流速分布、図6に推定濁度分布を示す。図6からは、湖底付近の濁度が低く、図3、図4と同様に水深6~10mの濁度が高いように見られる。これは、懸濁物質と湖水の密度の大きさによって影響しており、密度が大きい湖底付近の湖水と水面付近の密度が小さい湖水との間が懸濁物質と同じ密度となり、懸濁物質が停滞したためこのような分布になったと考えられる。二つの図を比較すると、右岸側にある取水口付近の濁度分布が変化していることが分かる。これは、躍層に停滞した懸濁物質が取水口からの取水により吸い寄せられて右岸側の濁度が変化したと考えられる。

6. おわりに

ダム湖全体に成層が見られ、取水口からの分水による流速の変化がわずかに見られた。それに伴う濁度の変化もわずかにあることから、この取水口からの分水が濁質の移動に影響を与えていると考えられる。また、ADCPを用いた濁度分布の推定をすることが可能になった。これにより、ADCPのみで流向流速、濁度分布が求められるようになる。しかし、濁度分布の真値を求めるには、今回作成した推定式の精査を行う必要がある。今後の研究では、さらに広範囲で測定することでダム湖内全体の濁度分布を把握することができる。特に、曝気循環装置が稼働している期間の流動・濁度分布を調べることが重要になってくるだろう。

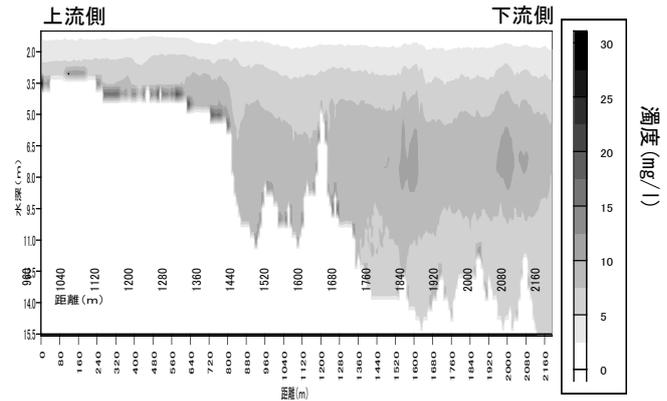


図3 測線③での推定濁度分布(12/12 分水開始前)

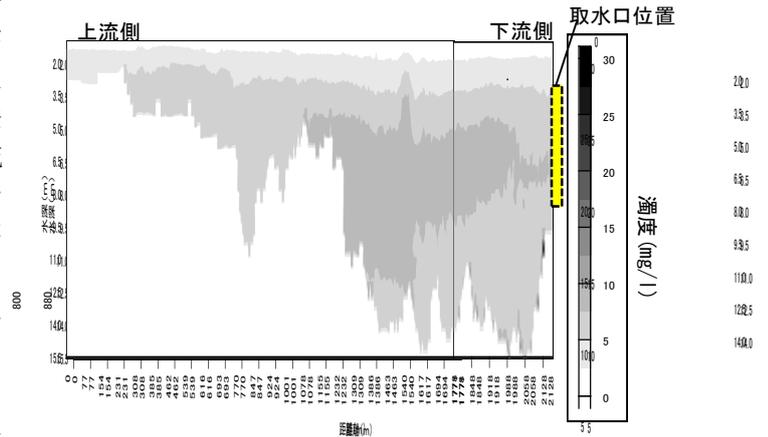


図4 測線③での推定濁度分布(12/12 分水開始後)

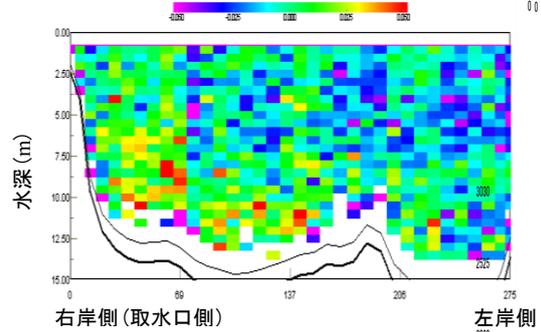


図5 測線②の南北方向の断面流速分布(12/12)

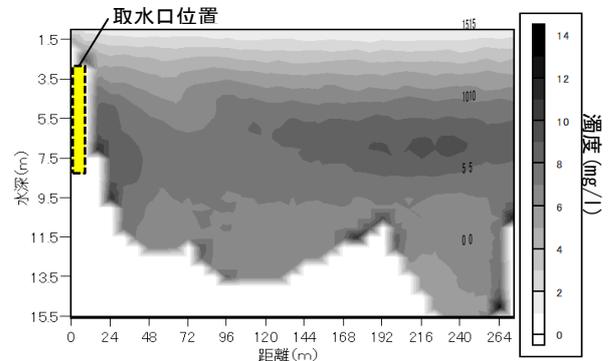


図6 測線②での推定濁度分布(12/12)

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) 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.