

ダム湖のカビ臭物質 2-MIB の生成過程における湖内流動の影響

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

東北大学大学院工学研究科 学生会員 大室 ひな

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装置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のが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、2019/11/6, 12/11 に現地にて水質および流動観測を行った。なお、上流からの流入量は、11/6 が 5.30×10⁶m³, 12/11 が 3.71×10⁶m³であった。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, ③, ⑤, ⑥, ⑨, ⑩について、12/11 に測点④~⑪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 EX01) を垂下させていった。

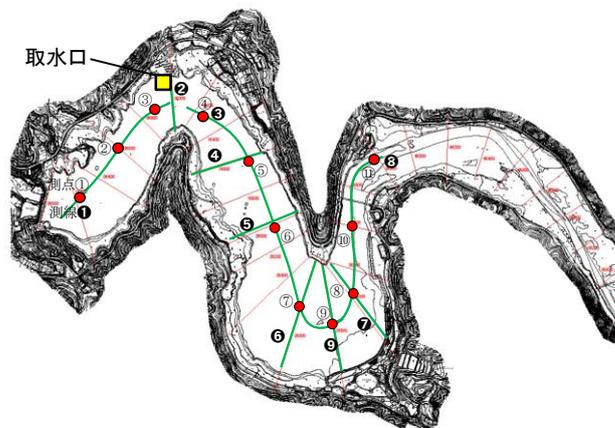


図 1 現地観測の観測線 (①~⑨) と測定点 (①~⑪)

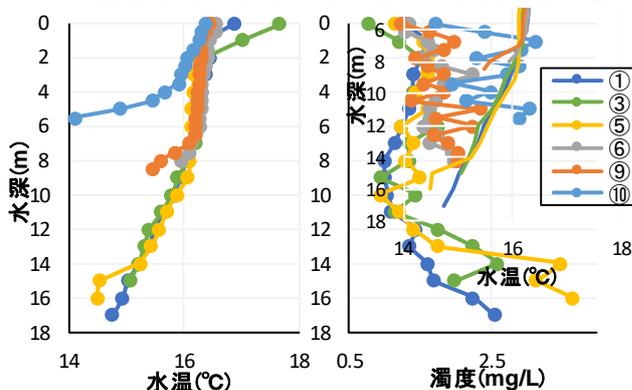


図 2 各測点の水温及び濁度分布 (11/6)

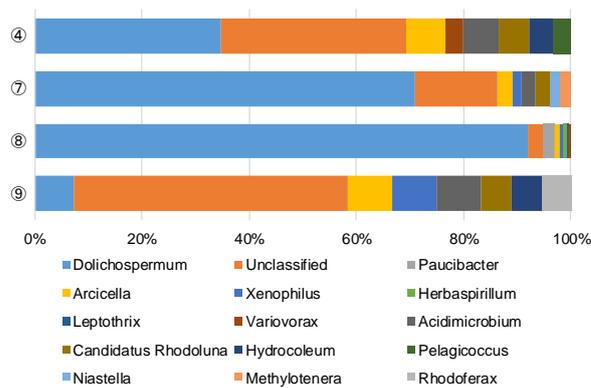


図 3 各測点の DNA シーケンサー解析結果 (12/11)

流動観測については、11/6 に測線①, ③, ⑨について、12/11 に測線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。

また、湖水中に生息する微生物を把握するために、12/11 に測点④, ⑦, ⑧, ⑨の水面付近の水を採取し、DNA シーケンサー (Miseq) を用いて解析を行った。

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 縦断方向の水質分布

図2に測点①, ③, ⑤, ⑥, ⑨, ⑩の水温及び濁度分布を示す。水温分布を見ると、各測点の湖底付近と水面付近を除いてほぼ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7m前後に躍層をもつ水温成層を形成している。

4.2 湖水中に生息する微生物

図3に各測点の水面付近で採取した湖水をDNAシーケンサーで解析した結果を示す。どの測点も広義のアナバナの一種²⁾である *Dolichospermum* (ドリコスペルマム) 属が割合の多くを占めていた。なお、これはジェオスミンとアオコの原因として知られている。しかし、放線菌 (*Actinomycetes*) の存在は確認できず、水面付近以外に生息していると考えられる。

4.3 縦断方向における流速分布と濁度分布

図4, 図5に測線③における上流からの流入量が比較的少ない12/11の断面流速分布と推定濁度分布, 図6, 図7に流入量が多い11/6の断面流速分布と推定濁度分布を示す。図4を見ると、上流側の水深の浅い範囲では湖底部付近のみ、下流側の水深の深い範囲では水深7~10mで流速が観測された。つまり、上流から流入してきた水は、浅い上流側では湖底部を流れ、深い下流側では水深9mあたりを水平に流れている。この流速が発生している位置は、ダム湖全体に形成されている水温成層において寒冷な湖底付近または下層内であることから、上流からの流入水は比較的冷たく、湖底付近または下層内を流れ、図2に示すような水温分布の形成に寄与していることがわかる。図5を見ると、水深の浅い上流側、水深の深い下流側とも上層に位置するあたりと湖底部の濁度が高い分布となった。図4と図5を比較すると、流れが発生している深さの濁度が低いことから、上流からの流入水は濁質成分の少ない水といえる。図6を見ると、図4とほぼ同様な分布になったが、図7は湖底部と水深5~8mの図5より低い位置の濁度が高い分布となった。これは、観測日である11/6より13日前の10/24に降水量80.8mmの多量の降雨があり、上流から $58.75 \times 10^6 \text{ m}^3$ もの出水があった。その際に懸濁物質(最高濁度15.3mg/L)も多く流入し、13日間かけて湖底部と水温躍層内に集中したため、このような分布になったと考えられる。

5. おわりに

ダム湖全体に成層が見られ、流速分布を観測した結果、浅い上流側では湖底部を流れ、深い下流側では水温成層において寒冷な水深9mあたりを水平に流れていた。そして、上流からの流入水は比較的濁質成分が少なく、濁度分布は流入量や過去に発生した多量の降雨の有無により濁度の高い深さが変化することが確認された。今後の研究では冬季だけでなく、夏季、特に、実際にカビ臭が発生している期間や曝気循環装置が稼働している期間の水温・流入量・流速分布・濁度分布はどのような違いが出てくるのかを調査し、ダム湖内で2-MIBが発生するメカニズムの解明を行っていく予定である。

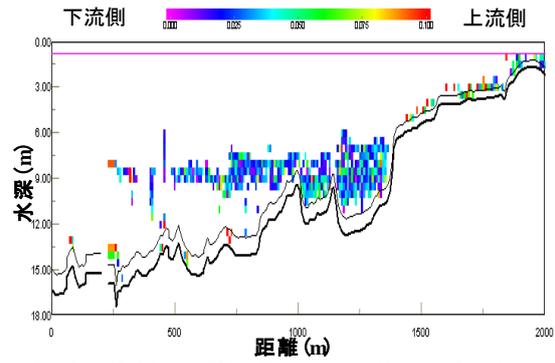


図4 縦断面(測線③)の流速分布(12/11 流入少)

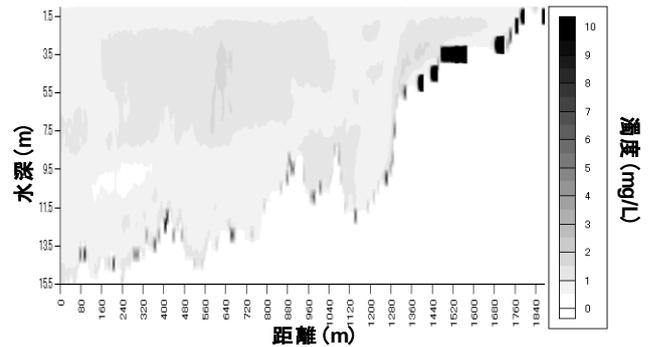


図5 測線③の推定濁度分布(12/11 流入少)

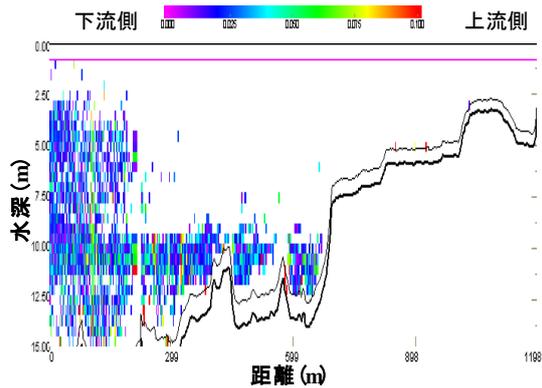


図6 縦断面(測線③)の流速分布(11/6 流入多)

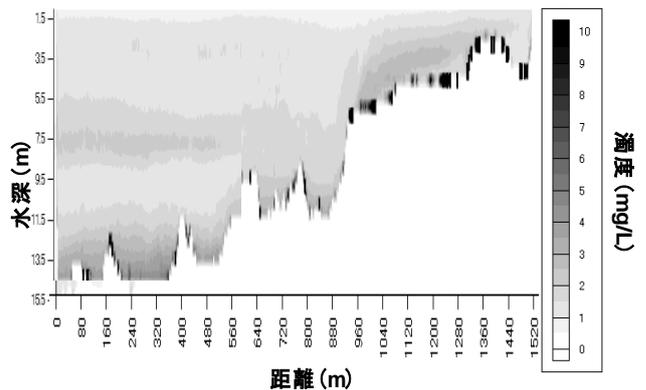


図7 測線③の推定濁度分布(11/6 流入多)

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) 中山剛ほか: 2018. プランクトンハンドブック 淡水編, 文一総合出版, pp144, 2018