

ダム湖水におけるカビ臭物質ジェオスミンおよび 2-MIB の発生状況とその要因

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○牛尾 幸航

呉工業高等専門学校 正会員 黒川 岳司

広島市役所 正会員 垣内 美月

1. 序論

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。土師ダム八千代湖においても、富栄養化が進んだ結果、アオコ発生等の問題が生じるようになった。対策として曝気装置が導入され、アオコ発生の抑制には効果を上げたものの、逆にカビ臭の発生は増加した。これは、曝気装置導入により底層の水温や溶存酸素(DO)が導入前より上昇しやすくなったことが一因であると考えられている¹⁾。しかし、カビ臭発生は底層水温、DOだけでは必ずしも説明できず、さらにカビ臭物質にはジェオスミンと 2-MIB の二種類あり、発生条件は異なると考えられる。そこで本研究では、土師ダム八千代湖におけるジェオスミンと 2-MIB に着目し、発生状況について気象・水質状況や貯水池内の流動に関わるイベントと関連付けて整理し、発生要因を分析する。

2. 対象ダム湖の概要

図 1 に土師ダム八千代湖とその周辺の概要を示す。広島県安芸高田市にあり、一級河川である江の川水系に属する。堤高は 50m で、総貯水容量は 47,300 千 m³ である。年交換率(=年間総流入量/総貯水容量)は 10 回/年程度あり、流入および流入水質の影響を受けやすい。さらに、堤体からの放流の他に発電取水もあるため、水位も変動しやすい。夏季(洪水期)では、最深の堤体付近でも水深 30m に満たず、発電取水口や湖心観測所がある堤体から上流約 1.0km あたりの水深は 15m 前後である。

曝気循環装置の設置位置を図 1 中に示す。1999 年に堤体から湖心の間に 4 基が設置され、2001 年に湖心より上流側に 4 基追加されている。図 2 に曝気装置の各散気口の鉛直位置を示す。それぞれ 4 つの散気口があり、最深部の第 4 散気口の鉛直位置は下流側(堤体側)4 基が E.L.223m、上流側 4 基が E.L.225.5m で、湖底にほど近い。

3. 分析方法

2002 年から 2015 年の次のデータを用いて解析した。

- ・可部発電所カビ臭濃度(ジェオスミン, 2-MIB)
- ・土師ダム管理月報(川井; 流入量)
- ・気象データ(湖心; 降水量)
- ・定点観測データ(湖心; 水温, 濁度, DO, Chl-a)

図 2 中に洪水貯留準備水位と湖心の各層の測定位置を示す。湖心の測定点は水面を基準に 1 層目は水面下 0.5m で、2 層目以降 2.5m 間隔となっているため、夏季では、



図 1 土師ダム八千代湖

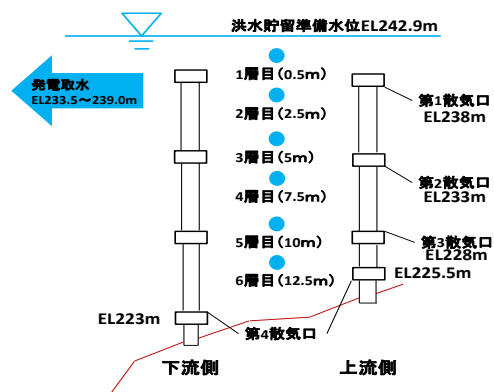


図 2 曝気循環装置と水位・取水口・湖心測定点

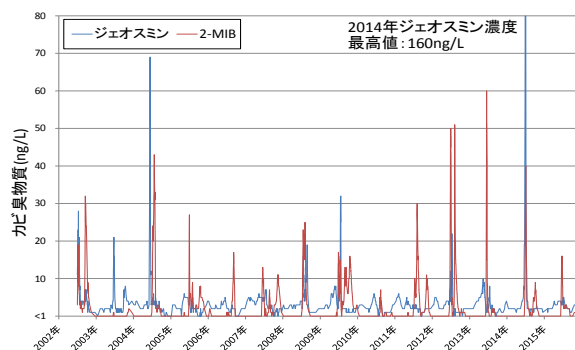


図 3 可部発電放流水のカビ臭物質濃度の推移

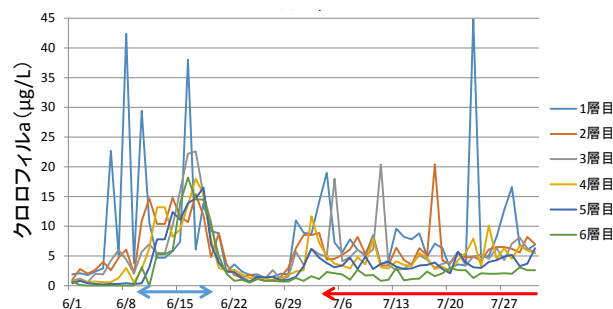


図 4 湖心各層 Chl-a 濃度の推移 (2004 年 6~7 月)

キーワード ダム湖, カビ臭, ジェオスミン, 2-MIB, 放線菌

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

6層目または7層目での測定となっている²⁾。なお、本研究では、2層目を上層、6層目を下層の代表点とした。また、広島市水道局の管理基準に従って、ジェオスミンは8ng/L、2-MIBは4ng/Lをそれぞれの発生の基準とした。

4. 結果と考察

図3に可部発電放流水のジェオスミンおよび2-MIB濃度の推移を示す。両者はいずれも夏季に発生しやすいが、その時期は微妙なずれがある。また、いずれも高濃度で検出される年とそうでない年の差が大きく、大まかな傾向としては両者の発生濃度には相関があるものの、2003年や2005年のようにいずれか一方のみが高い場合もあり、発生原因や増加機構の違いが読み取れる。なお、2-MIBは一年間で発生する回数が2回の年があるのに対して、ジェオスミンは必ず1回以下である。1回の期間としてはいずれもおよそ1~2週間となっている。

図4に2004年6~7月のChl-a濃度の推移を示す。青線はジェオスミンが、赤線は2-MIBが発生した時期を示す。どちらも発生時にはChl-aが増殖しているが、ジェオスミン上昇期は水面付近(1層目)の増殖が目立つのに対して、2-MIBは水面付近のChl-aが高なくても上昇している。したがって、ジェオスミンは浮上性がある藍藻類(アナベナ)由来であり、2-MIBは藍藻類由来ではなく底質からの放線菌に起因すること¹⁾が示唆される。

図5および図6に、2014年および2010年の6月から8月における2-MIBの濃度と水の実質の交換回数を示す。水の実質交換回数とは日流入量をその日の有効貯水量で除したものを、6月1日を基準に累積したものである。2014年は、6月から7月にかけて水交換数が少なく、その滞留的な状態が継続した際に2-MIB濃度の上昇が見られた。その後は上昇が見られなかったが、これは8月に入り降水量が増えて水の入れ替えが頻繁に行われたためと考えられる。2010年は、6月中からまとまった降水があり水交換が頻繁に行われたため2-MIBが発生しなかったと推測される。このように、湖水の流動・滞留状況がカビ臭物質の発生や抑制に関係しており、河川流入や放流の影響が大きいと考えられる。

図7に、2004年6~8月の降水量・流入量、上層・下層の水温、下層濁度、下層DOおよび2-MIB濃度の推移を示す。まとまった降水による流入に伴い濁度が上昇していることが分かるが、流入に伴う濁度上昇とカビ臭物質との直接的な関係性は見られなかった。DOに着目すると、2004年の場合、6月上旬から曝気を実施され底層へ酸素が送られることで、DOが上昇し貧酸素状態が解消されている。それ以降の運転期間中には藍藻類や放線菌が活発化しやすい好気状態が維持されている。ただし、7月末にDOが一時的に減少している。これは、このとき上・下層で水温差も生じていることから、堤体側の低水

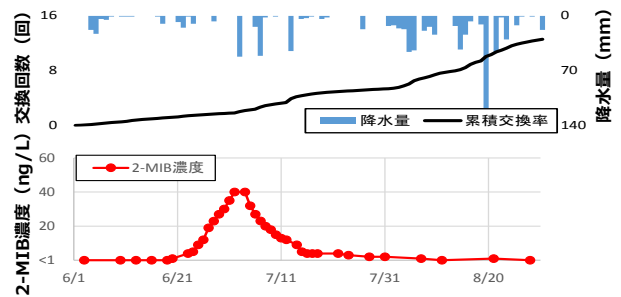


図5 2-MIB濃度および交換回数と降水量(2014年)

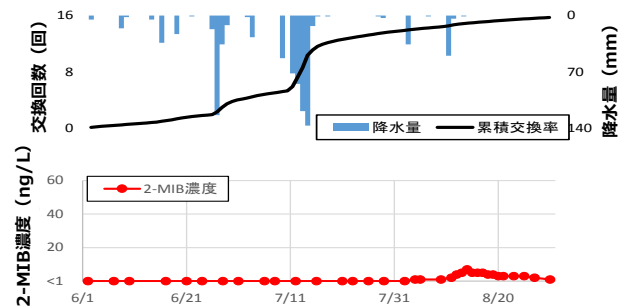


図6 2-MIB濃度および交換回数と降水量(2010年)

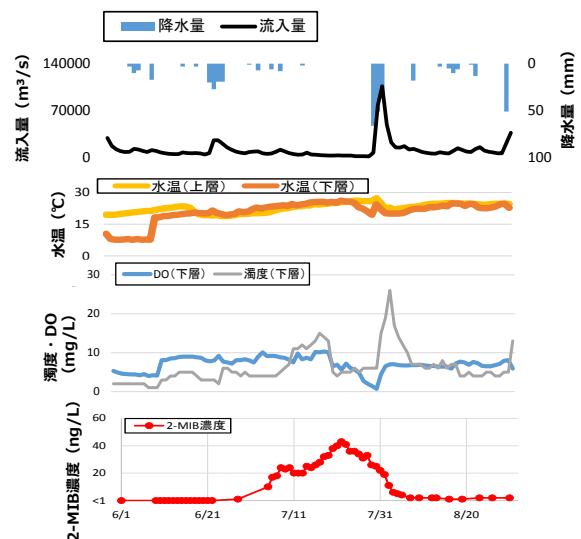


図7 2-MIB濃度および水温・濁度・DO(2004年)

温・低DOの底層水が流れ込んできたものと考えられる。今後は縦断および鉛直の水塊移動を分析する必要がある。

5. 結論

- (1) 2種類のカビ臭物質はともに6~7月に水の交換が少ない場合に発生しやすいが、発生機構は異なる。
- (2) カビ臭生成と流入による濁度上昇は直接的な関係はなく、曝気装置運転期間中は、藍藻類および放線菌が活発化しやすい好気的な状態が維持される。

謝辞:本研究を行うにあたり貴重な資料を提供して頂いた国土交通省土師ダム管理所ならびに広島市水道局に感謝の意を表します。

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.22-30,2007.
- 2) 平成26年度中国地方ダム等管理フォローアップ委員会:土師ダム報告書概要版,2014.