

# ダム湖水のカビ臭発生メカニズム解明に向けた水質・流動調査

呉工業高等専門学校 正会員 ○黒川 岳司 広島県庁 正会員 牛尾 幸航  
東海旅客鉄道(株) 非会員 浅野 快慧

## 1. 序論

カビ臭の発生はわが国のダム湖が抱える問題のひとつであるが、土師ダム八千代湖でもここを水源とした浄水場で 2-メチルイソボルネオール (以下、2-MIB) がしばしば検出されている。中田<sup>1)</sup>は、土師ダムでの 2-MIB は、底泥に存在する放線菌に由来するものと推定している。そこで、本研究では土師ダム八千代湖でのカビ臭発生メカニズムの解明に一助となるように、ダム湖内の懸濁物質など水質の分布や、懸濁物質を含んだ水塊の流れを把握するとともに、効率的な水質および流動の調査方法を検討することとした。

## 2. 対象ダム湖の概要

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 2.8km<sup>2</sup>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分水取水している。年交換率は 10 回/年程度で、堤体からの放流の他に発電取水もあり、年平均の分水率は 60% を超える。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。

## 3. 現地観測および濁度分布の推定の概要

### 3.1 現地観測の概要

2017/11/15 および 12/13 に水質分布観測および流動観測を行った。図 1 に主な測点及び測線を示す。水質分布観測では、11/15 に測点①～④について、12/13 に測点 a～e について、各測点で水温、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 または HORIBAU-50) を垂下させていった。流動観測については、12/13 に縦断流速分布(測線①)と横断流速分布(測線②, ③)の観測を行った。観測には 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。観測方法は、ADCP 本体を浮体に取り付け、観測船により曳航した。

### 3.2 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  $SSC(mg/l)$  は次式で表現できる<sup>2)</sup>。

$$A \cdot \log SSC = I - B + K \cdot \log D + \alpha \cdot D \quad (1)$$

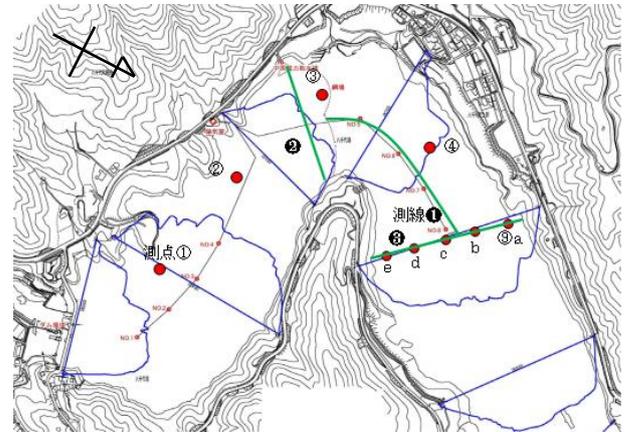


図 1 現地観測の観測線と測定点

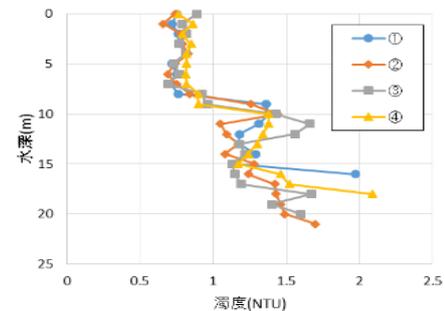
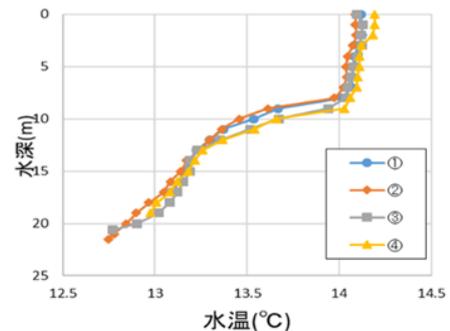


図 2 測点①～④の水温分布、濁度分布

ここで、 $A$ 、 $B$ 、 $K$  は定数であり、 $\alpha$  は減衰定数である。既往の研究<sup>2)</sup>より  $A=40$ 、発散損失の理論に基づき  $K=46.6$  である。また、測線③測点 d での実測値(図 3)を用いてキャリブレーションを行った結果  $\alpha=1.3$ 、 $B=102.2$  となった。以下では、この式を用いて濁度の推定を行う。

## 4. 結果と考察

### 4.1 縦断方向の水温分布

図 2 に、11/15 に観測した測点①～④(図 1)での水温および濁度の鉛直分布を示す。上層約 14°C、下層約 13°C

で水温成層を形成している。これは、平常時堤体から 1km 地点にある発電取水口から表層水が放水されていることが影響していると推察される。濁度は水温成層に応じた鉛直分布を形成しており、下層の方がやや高く、特に躍層部分と湖底付近で高くなっている。また、測点毎に比較して明確な違いが見られなかったことから、堤体から発電取水口周辺までは水平分布としては安定した水塊が形成されていると考えられる。

#### 4.2 水質観測による濁度分布と推定濁度分布

測線③での水質観測(12/13)による濁度分布を図3に、推定濁度分布を図4に示す。なお、図3では右岸側(測点 a, b)が左岸側(測点 d, e)より約 10NTU 小さくなっているが測定機器の不具合を考えられる。

図3と図4を比較すると、測点 d, e の左岸側では分布、値ともに相関が高いが、測点 a, b の右岸側では分布の相関は高いものの値は大きな誤差がある。また、中央部(測点 c)では水深 5m 以深で値に誤差が大きい。これは、推定濁度分布を導く変換式(1)の係数決定に測点 d (左岸側)の測定値を用いたのに対して、実測値として右岸側の絶対値および中央部の分布形が左岸側と大きく異なったためである。したがって、右岸側の実測値が真値よりも小さかったことを考慮に入れると、ADCP による濁度の推定が可能といえる。ただし、ADCP ではその特性上、湖底付近の濁度は求めることができないことと、局所的な変化は捉えられないことに注意が必要である。

#### 4.3 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。全体的に流れが遅い。中央で北方向、両端で逆の南方向への遅い流れになっていることから緩やかな還流になっていることが読み取れる。また、取水口に近づくと、取水口がある南西方向に流れている。しかし、中央から対岸側の流速分布に影響は無く、取水による流速分布に与える影響は小さいと言える。

濁度分布を見てみると上層と底層で濁度が高くなっている。上層に着目すると両岸側でより高くなっている。また、取水口付近でも濁度が高くなっており、底層や上層の濁質が取水されているのが分かる。

### 5. 結論

ダム湖全体に成層ができており、流動性は取水口付近でやや上がるものの全体的には緩やかであり、わずかな還流も見られた。それに伴う濁度変化も見受けられたことから、流動が濁質分布に影響を与えていると考えられる。また、ADCP を用いて濁度分布を推定することを可能にした。これにより、ADCP のみで流向流速、濁度分布が求められるため、今後は、広範囲での観測を実施することで湖内全体での濁質の時空間分布の把握が期待できる。

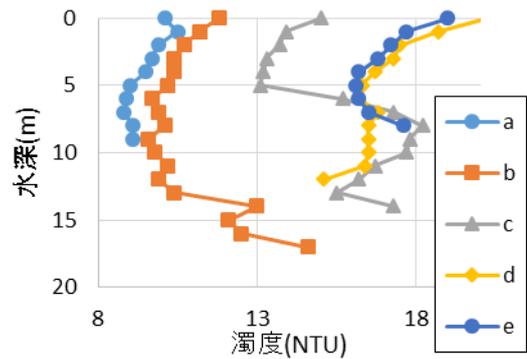


図3 測線③での鉛直濁度分布

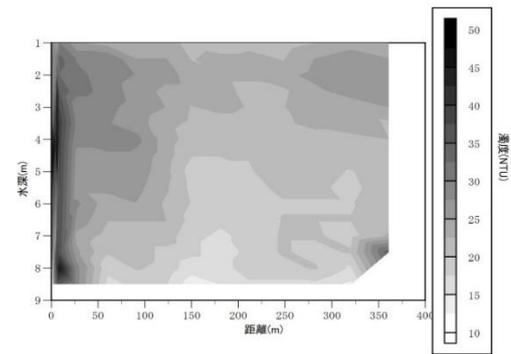


図4 測線③での推定濁度分布

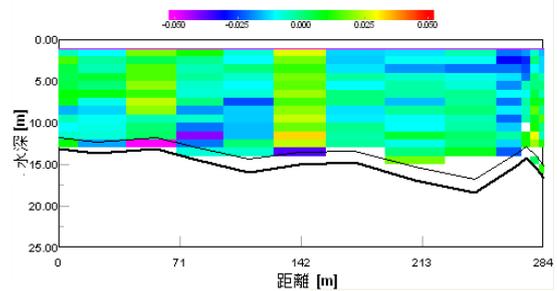


図5 測線②の南北方向の断面流速分布

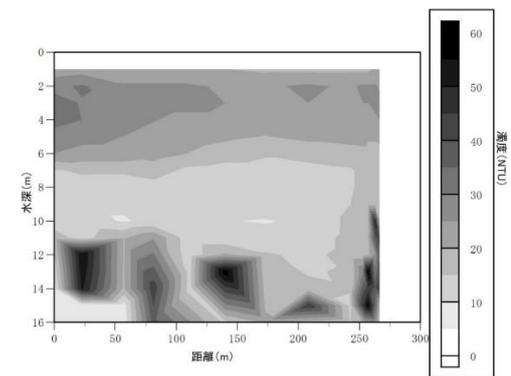


図6 測線②での推定濁度分布

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) 豊田政史, 宮原一道, 疋田真: 超音波ドップラー流速計を用いた湖内懸濁物質濃度分布の推定, 応用測量論文集, 第19巻, pp.55-60, 2008.