

貯水池における藍藻類の発生指標と曝気循環施設の設置計画に関する研究

東北大学工学部 学生会員 古屋 哲志
 東北大学大学院 正会員 梅田 信
 東北大学大学院 フェロー 田中 仁

1. はじめに

ダム貯水池における富栄養化現象の一つであるアオコの発生は、上水道の浄水ろ過障害や景観障害といった利水および環境の面から問題視されている。その対策として、日本では曝気循環施設が多く設置されているが、その設置・運用に関しては課題が多い。これらは、一般住民への説明責任などの観点から効率のよい定量的な施設の設置計画手法の確立が必要となる。

設置・運用計画が確立されない原因のひとつとして、施設の効果指標の不確定さが挙げられている¹⁾。既往の研究において、アオコの原因となる藍藻類の増減は貯水池内の水温成層に影響を受けることが確認されている。この水温成層を表すパラメータとして、表層水温勾配が既往の検討で用いられている²⁾。そこで本論文では表層水温勾配を藍藻類の発生指標として曝気循環施設の効果の検討を行った。解析では、過去の実測データから藍藻類の細胞数の推定値を算定し、さらに本論文では対象ダムにおいて、施設の設置規模の評価を行った。

2. 検討対象フィールド

本研究では広島県内に位置する土師ダムを対象と

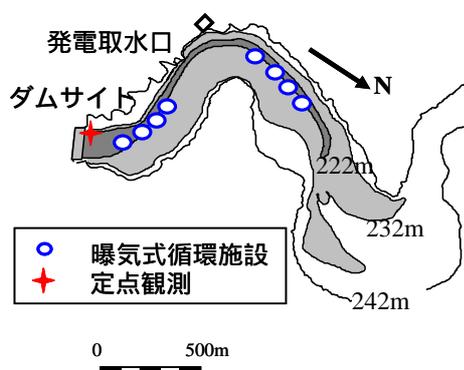


図1 貯水池平面形状および観測地点

した。貯水池及び湖底地形の概要図を図1に示す。総貯水量は $47.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ であり、湾曲しているという地形条件も含め、水質が悪化しやすいダム湖であると考えられる。2001年のダム放流量は $1.93 \text{ m}^3/\text{s} \sim 12.57 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、ダムサイトから約1km上流に発電用水として取水されており、ダム湖の流れに大きく影響している。2001年のダムサイトからの取水は $0 \sim 21.6 \text{ m}^3/\text{s}$ で推移した。

この地域は図2に示すように1988年ごろから藻類の異常増殖が見られ、夏季にはミクロキスティスを主とする藍藻類によるアオコが発生した。この対策として、1999年から2000年にかけて計8基の曝気循環装置を設置するなどの水質保全対策を図り、アオコの発生が抑制されている地域である。

3. 曝気循環施設の効果指標

3.1 表層水温勾配と藍藻類

アオコの発生の原因となる藍藻類の増殖は、貯水池内の水温成層と関連がみられることが指摘されており、本研究ではアオコの発生指標として表層水温勾配の検討を行う。表層水温勾配 K ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) は以下の式(1)で表される。

$$K = -\frac{T_1 - T_2}{D_1 - D_2} \quad (1)$$

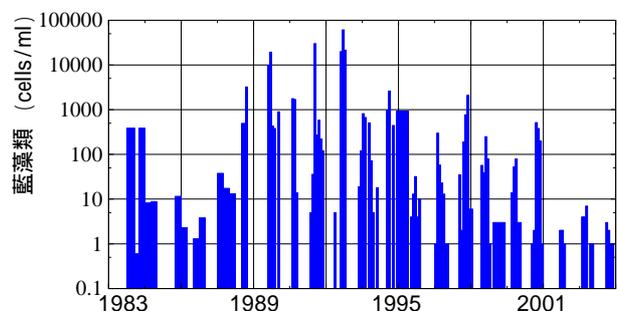


図2 土師ダムにおける藍藻類の経年的変化

キーワード 藍藻類, 表層水温勾配, 施設の設置計画

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 022-795-7453

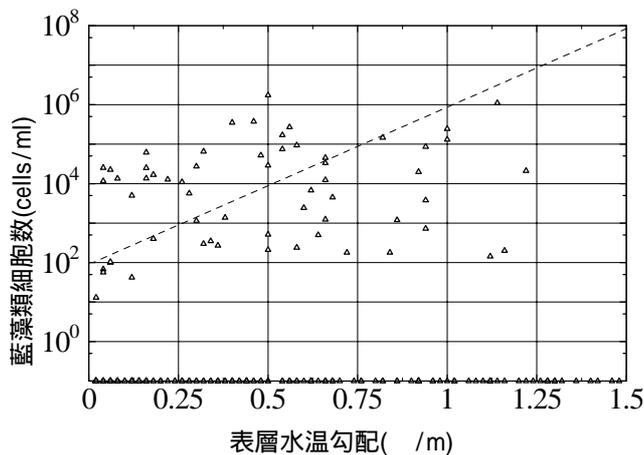


図3 藍藻類細胞数と表層水温勾配

ここに, T_1 : 表層(水面付近)の水温(), T_2 : 水深 5mの水温(), D_1 : 表層水温 T_1 の測定水深(m), D_2 : T_2 の測定水深 5m(m)である。既往研究では, 表層水温勾配 K が 0.5(/m)を超過すると, 藍藻類の細胞数が高くなり, アオコ発生の可能性が高いことが, 国内のいくつかのダム貯水池を対象として確認されている。

3.2 藍藻類の発生状況と表層水温勾配

図3に既往検討のデータ³⁾を参照して, 全国の4ダムにおける表層水温勾配と藍藻類(microcystis)の細胞数の関係を示す。これらのダムは東北, 近畿, 九州に位置し, 主に1980年代から90年代にかけて計測されたデータを用いている。本検討で用いたデータ数は437個である。

藍藻類は表層部に水温成層が形成した条件において増殖しやすいことが指摘されている²⁾³⁾。そこで, 実測値について表層水温勾配に対する藍藻類の細胞数のおおよその増殖量を図のように平均的な関係式を描くことで決定する。得られた式は次のとおりである。

$$y = 10^{4K+2} \quad (2)$$

ここに, y : 藍藻類細胞数(cells/ml), K : 表層水温勾配(/m)である。

3.3 曝気循環施設の設置に関する評価

施設の設置規模についての評価は次のように検討した。まず対象ダムである土師ダムにおいて貯水池内流動を数値シミュレーション⁴⁾により再現し, 表層水温勾配を算出する。その値を用いて, 式(2)で得られた推定

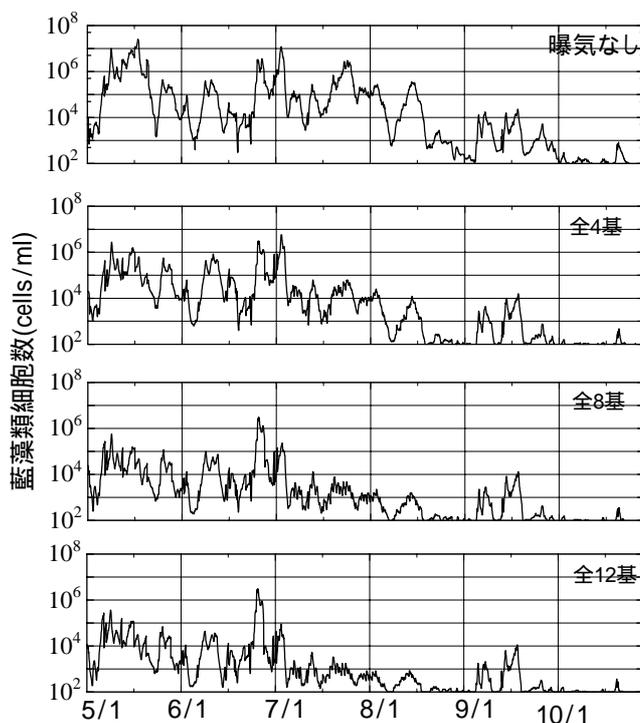


図4 推定値による藍藻類細胞数の時系列データ

値から藍藻類増殖しうる細胞数を算出することで評価を行う。本論文の対象期間は2001年の1年間とし, 検討した稼働条件は全4基, 全8基(現在の稼働条件), 全12基である。

それぞれの稼働条件において, 推定値から得られる藍藻類の細胞数の比較を図4に示す。その結果, 全4基のみ藍藻類がやや高い値となったが, 全8基及び全12基はあまり大差が見られなかった。そのため, 施設の設置, 運転の規模と効果の関係から全8基が最適であるといえる。

4. おわりに

本論文では曝気循環施設の効果指標として提案されている表層水温勾配と藍藻類の細胞数の実測値を用いて藍藻類が発生しうる細胞数の推定値を算定した。また, その推定値から対象ダムにおいて曝気循環施設の設置計画手法の検討を行った。

参考文献:

- 1) 関根, 吉田, 梅田, 浅枝: ダム工学 13(1), 5-18, 2003.
- 2) 永由, 梅田, 和泉, 岡野: ICOLD, Q.85-18
- 3) 梅田, 古里, 朝枝: ダム工学 16(4), 269-281, 2006
- 4) 梅田: 水工学論文集, 第49巻, 2005年2月