

# 釜房湖における *Phormidium tenue* の消長と 2-MIB の変動について

東北大学工学部 学生員 ○鈴木淳士

東北大学大学院工学研究科 正会員 梅田 信

国土交通省釜房ダム管理所 松川正彦

## 1. はじめに

2-MIB (2-メチルイソボルネオール) は飲料水におけるカビ臭原因物質の一つである。無毒性であるが、微量であってもカビ臭が発生する特徴がある。この物質は貯水池の富栄養化に伴って増加する傾向が高い藍藻類の一種である

*Phormidium tenue* などが産出することが知られている<sup>1)</sup>。

2-MIB 濃度増加時の対策として浄水場における活性炭の投入をすることにより、水中から 2-MIB を除去させる方法がとられている。また、ダム湖内の藍藻類の増殖を抑制するための対策として、曝気循環施設の運用により湖水を循環させ、植物プランクトンを表層から無光層へ送ることによって増殖を抑える方法などがなされている。これらの対策をより効果的に実施するためには、2-MIB の発生、増加要因について把握することが重要である。

## 2. 研究対象の概要

本研究の対象領域は宮城県柴田郡川崎町に位置する釜房湖である。1970 年の釜房ダム竣工によってできたダム湖であり、流域面積 195.25km<sup>2</sup>、総貯水容量 4.53×10<sup>7</sup>m<sup>3</sup> を持つ、洪水調節、灌漑、発電、水道用水、工業用水のために建設された多目的ダムである。ダム湖の平面図を図-1 として示す。仙台市の水道水供給量の約 36 パーセントを占め、仙台市の最大の水がめと呼ぶことができる。その一方、釜房ダムの供用を開始した 1971 年に仙台市上水道にカビ臭が発生した。湖水の循環を強化して植物プランクトンの増殖を抑制する対策として、間欠式空気揚水筒を導入した。この対策により、いったんはカビ臭の発生が抑制されたものの、1996 年からカビ臭が再発生している。そのため、湖水の循環効率がより大きい散気式の曝気循環装置へと対策の改良を図った。しかし、依然として 2-MIB の発生が確認される。

## 3. データの概要

本研究では、釜房ダム管理所及び仙台市水道局によって

測定されたデータを用いた。測定地点は湖内に多数設定されているが、そのうち図-1 に示したダムサイト付近の表層で実施されたデータに注目した。また項目は、*Phormidium* 属細胞数、クロロフィル a 濃度(Chl-a)、BOD、COD、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)、総窒素(T-N)、総リン(T-P)、2-MIB 濃度について本研究では整理を行った。測定頻度は、ダム管理所が月 1 回、水道局ではカビ臭の発生状況に応じて月 1 回から週 2 回程度までの間隔で不定期に実施された。本論文では、1997 年 1 月から 2008 年 12 月までの 12 年間のデータを対象として解析を行った。図-2 に各水質項目の時系列を示す。

2-MIB 濃度は 98 年、99 年において大きく上昇しており、01 年、03 年、05 年においてもわずかに上昇している。この 2-MIB 濃度と比較して増減の傾向が一致しているものとしてクロロフィル a 濃度が挙げられる。98 年、01 年、03 年、05 年において増加している点が一致している。また、BOD、COD についても 2-MIB 濃度と増加時の傾向が一致している。他の要因については 2-MIB 濃度と増減の相関が低く、2-MIB の直接の増加要因と考えにくい。

## 4. 解析方法

2-MIB の増加は、*Phormidium tenue* が生産すると考えられる生物学的な現象であり、単純な相関では関係性が見えにくい。しかし、図-2 で概略的に確認されたようにいくつかの水質項目と増減する時期が対応しているようである。そこで本研究

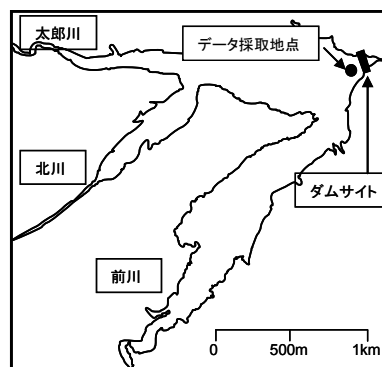


図-1 釜房湖の平面形状とデータ採取地点

キーワード：2-MIB, *Phormidium*, ニューラルネットワーク,

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-7453 Fax 022-795-7453

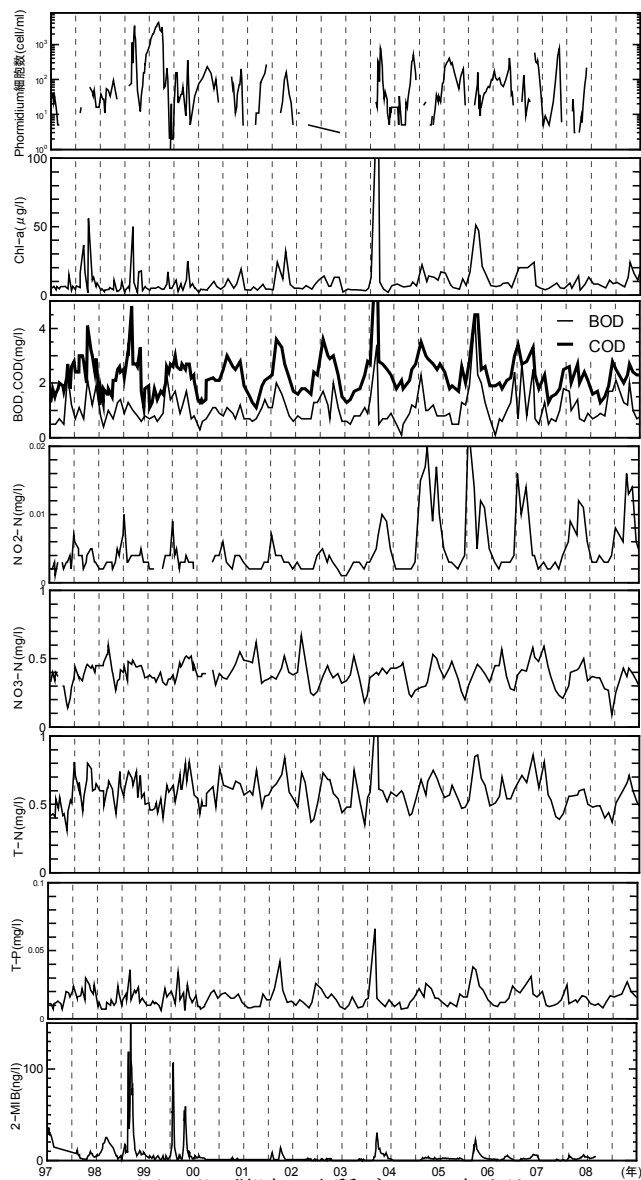


図2 釜房湖内の水質データの時系列

では2-MIB 濃度よりも、増加する時期をより重視した解析を試みる。

まず図2より2-MIBの増加と時期的な対応が比較的良好に見られる項目は、クロロフィルa、COD、BODなどが挙げられる。このことから、2-MIBは植物プランクトンの増殖に同期している可能性が高いと推測できる。一方、別途でダム管理所が測定している植物プランクトンの種別細胞数のデータと照らし合わせると、クロロフィルaおよび2-MIB濃度の上昇時には、藍藻類（特に*Phormidium*属）が優占している場合が多いことが分かった。そこで、クロロフィルa濃度と*Phormidium*属細胞数を説明変数として解析に用いる。

次に、これらのデータはそれぞれ測定の頻度や日にちが異なる場合が多いため、若干の前処理を行ったうえで解析を行うことにした。第3章で記載したように、クロロフィルaは概ね月1回の分析であるのに対して、2-MIBと*Phormidium*属

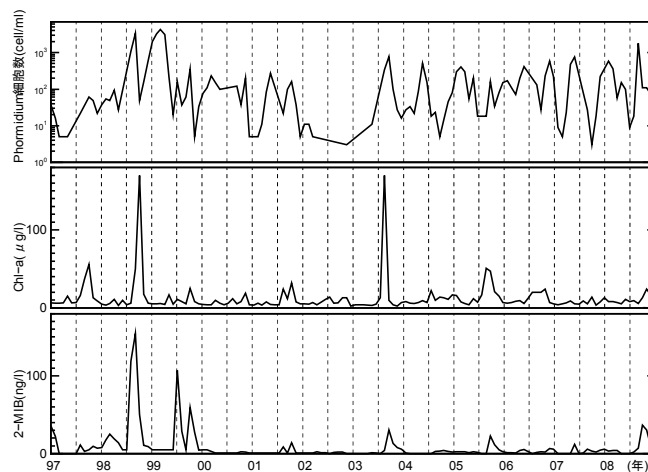


図3 月別の値（月最大値の抽出）の時系列

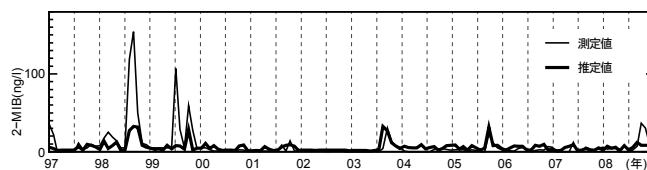


図4 2-MIB 濃度の実測値と推定値の時系列

細胞数は、時期によってさらに頻度が高い場合もある。そこで、本研究では月ごとの最大値を抽出する処理を行った。その結果を図3示す。このような処理を施したデータに対して、ニューラルネットワークを用いた解析を行った。入力はいは*Phormidium*属細胞数とクロロフィルa濃度、中間層は4ノード、出力は2-MIB濃度とする回路を構築した。

## 5. 結果

図4に2-MIB濃度の測定値と推定値を示す。98年、99年秋期、03年における2-MIBの増加イベントには推定値においても増加している。一方で99年の夏期における2-MIBの増加に対して推定値は推測できていないという点もあるものの、概ね2-MIBの増加時の推定はできたと考えられる。

## 6. まとめ

2-MIB濃度との相関として*Phormidium*属細胞数よりもクロロフィルa濃度の方が高いことが推測された。そして、*Phormidium*属細胞数とクロロフィルa濃度を利用して、2-MIBの増加時期を概ね推定できることが確認された。

## 謝辞

本研究は科研費(21760380)の助成を受けたものである。

## 参考文献

- 1) 横山 洋, 山下 彰司: ダム貯水池におけるカビ臭発生要因の検討, 河川技術論文集, 第13巻, pp23-28, 2007