

宍道湖・中海貧酸素水調査

(宍道湖・中海水産資源維持再生事業)

向井哲也・山根恭道

1. 研究目的

宍道湖・中海においては湖底の貧酸素化現象が底生生物の生存に大きな影響を与えており、同水域の水産振興のためにはこの湖底貧酸素化を軽減・解消することが重要な課題と考えられている。このため、宍道湖・中海の湖底貧酸素化現象の監視とメカニズムを解明して、湖底貧酸素化の軽減につなげるため、平成10年度から同水域の貧酸素水のモニタリング調査を継続実施している。内容は、宍道湖・中海における①貧酸素水塊の発生時期・広がり・規模を把握するための定点調査、②高塩分貧酸素水の移動を知るために大橋川に設置した連続観測水質計による宍道湖流入・流出水調査、③貧酸素水による魚介類のへい死事例についての調査である。

2. 研究方法

(1) 貧酸素水塊発生状況調査（宍道湖・中海定期観測）

宍道湖・中海の貧酸素水の発生時期・発生規模を平面的・空間的かつ量的に把握するため、毎月1回、調査船「ごず：8.5トン」を使用して図1に示す宍道湖32地点、中海29地点、本庄水域10地点において水質を調査した。

調査項目は各地点における水深毎の水温・塩分・溶存酸素（DO）である。調査水深につい

ては、宍道湖・本庄水域については0.5m間隔、中海については1m間隔で測定を行った。

調査結果から各水域の塩分・溶存酸素（DO）の分布図を作成した。分布図は水平分布図と図1に示したラインに沿った鉛直分布図を作成した。同時に各水域で発生した貧酸素水塊の体積を算出した。分布図作成と貧酸素水塊の体積計算方法の概要は下記のとおりである。

A. 塩分・溶存酸素（DO）の水平・鉛直分布図の作成

観測データから表層・底層の塩分・DOの水平・鉛直分布図を作成した（各地点において、測定を行っていない水深のデータについては前後の水深の測定値から線形補間により値を推測した）。図の作成にはカイプロット4.0（株式会社カイエンス）を用い、図の描画手法にはスプライン補間（薄板平滑化スプライン回帰）を用いた。

B. 貧酸素水塊の体積計算

先述したA（塩分など）と同様の方法で水深別の溶存酸素の水平分布図を作成した。作成した水深毎の水平分布図から各水域の貧酸素水（3mg/l未満）の分布面積を求め、貧酸素水塊の体積を計算した。

(2) 宍道湖流入・流出水調査（大橋川水質連続観測）

図2に示すように、松江市内大橋川に架かる松江大橋橋脚の水深1.0m、3.0m、4.3m部分にHydrolab社製多項目水質計を、松江大橋直下の河川中央部の河床（水深6.5m）にはRD Instruments社製ドップラー式流向・流速計を設置し、年間を通じて20分毎の連続観測を行った。収集されたデータは、水産技術センター内水面浅海部に設置された水質情報サーバーに転送され、この水質データを用いて下記の分析を行った。なお、平成22年度は7月に上層の水質計部分、8月に流速計がそれぞれ故障したた

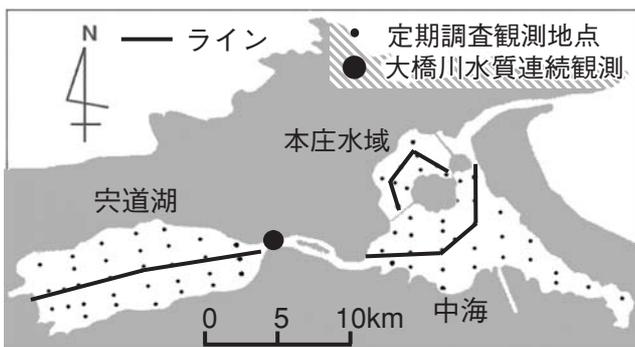


図1 宍道湖・中海貧酸素水調査地点

め、それ以降の該当データが欠測となっており、十分な分析が行えなかった。

られる魚介類のへい死が発生した場合は、現場に赴きへい死状況・水質などを調査した。

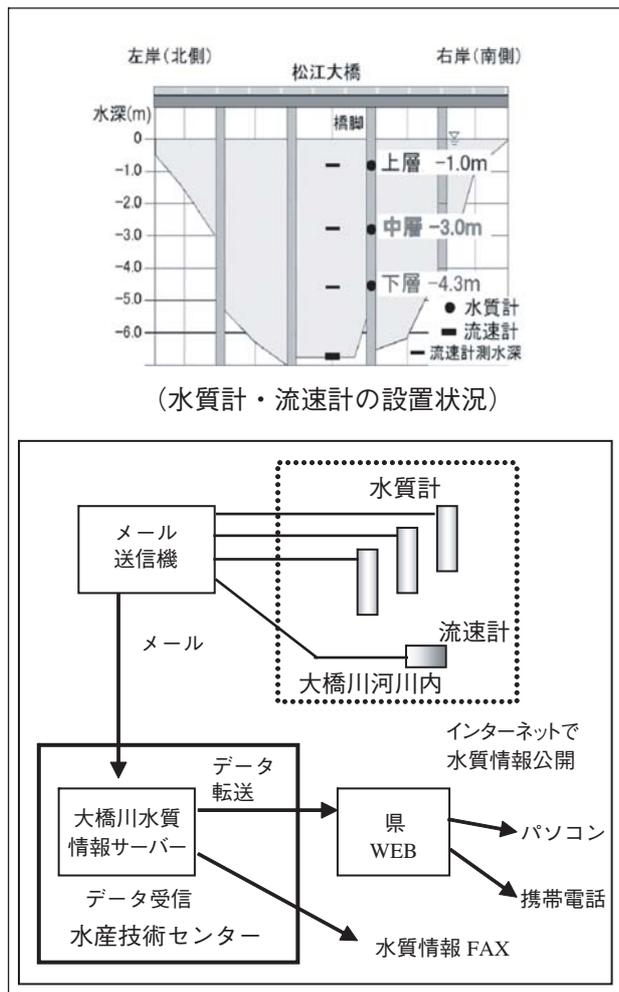


図2 大橋川水質情報システムの概要

A. データのグラフ化

大橋川水質情報システムで得られたデータを元に毎月、水温・塩分・溶存酸素・流速についてグラフを作成した。

B. 高塩分水塊の出現規模の定量化および酸素欠乏量の定量化

これまで毎年、中海からの高塩分水の影響の強さを数値化した高塩分水出現指数 (HSI)、および大橋川での酸素欠乏度を数値化した酸素欠損量 (森脇ら^{1,2)}による) を算出していたが、平成22年度は機器故障により多くの水質データが欠測となったため、算出することができなかった。

(3) 貧酸素水による魚介類のへい死調査

宍道湖・中海において貧酸素水が原因と考え

3. 研究結果

(1) 宍道湖・中海定期観測

調査船による毎月1回の観測結果から各水域の特徴についてまとめた。水温、塩分に関しては全調査点における平均値の月変化、溶存酸素濃度に関しては、各水域の湖容積に占める貧酸素水 (3mg/l以下の溶存酸素濃度) の体積割合の月変化を示した。溶存酸素濃度偏差フラックスでは、DO 1.5mg/lをシジミの貧酸素耐性の境界と仮定したが、ここでは底生生物以外の魚類等にも影響がある3mg/l (酸素濃度約50%)以下の溶存酸素濃度を「貧酸素水」とした。なお、各水域の実際のデータは添付資料を参照されたい。

①全般

いずれの水域も、夏季の猛暑が長期間継続したため、9月には水温が平年よりかなり高めとなったことが特徴的であった。

貧酸素化の指標値である貧酸素水体積割合は、中海はほぼ平年並であったが、宍道湖・本庄水域については夏期に平年よりかなり高めとなった。

②各水域の状況

各水域の貧酸素化の状況を図にしたものを添付資料に示した。また、各水域の毎月の水温・塩分・溶存酸素を平年値と比較したグラフを図3に示した。

A. 宍道湖

宍道湖では、夏期に貧酸素化の度合いが平年を大きく上回り、9月には貧酸素水塊の体積が湖容積の約5%に達した。宍道湖は7月の多雨により塩分が低くなっていたが、8月は小雨と高潮位のため中海からかなり多量の高塩分水が流入した。流入した塩水は底層の広い範囲に滞留し、上層との塩分差が大きいため強い塩分躍層を形成したと考えられ、これが貧酸素水塊の発達の原因と考えられる。また、例年にない猛暑で高水温が長期間続いたことや、8月中旬からアオコが大量発生して枯死した藻体が湖底に

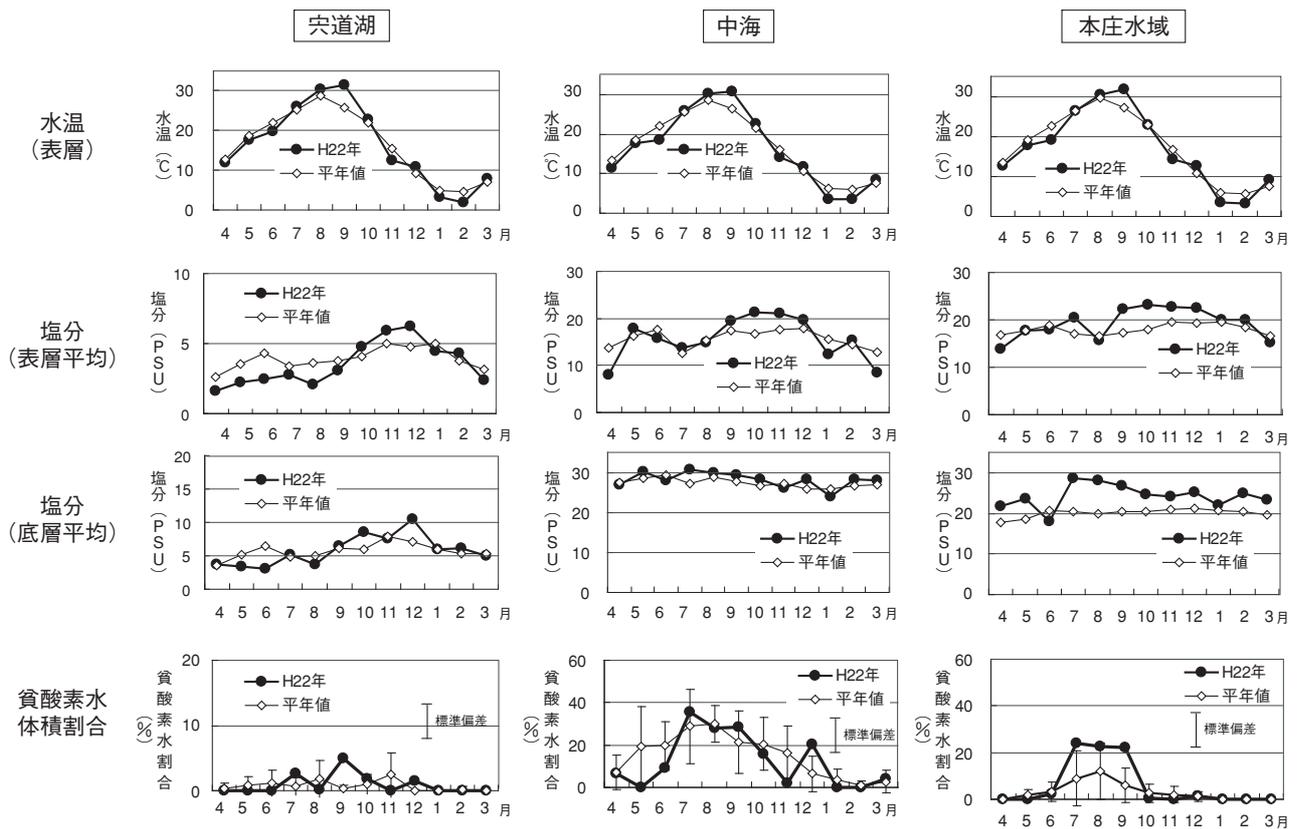


図3 宍道湖・中海・本庄水域における表面水温、塩分（表層・底層）、湖容積に占める貧酸素水の体積割合の変化

堆積したことも貧酸素化を促進したと思われる。9月中旬には貧酸素水塊の発達が原因と見られるヤマトシジミのへい死が起こった。（「(3) 魚介類のへい死など」を参照）。

B. 中海

中海では、貧酸素化の度合いはほぼ平年並であった。概ね水深4m付近に塩分躍層が形成され、5～12月にかけては躍層より下の部分が貧酸素化していた。貧酸素水の体積は7～9月の平均値で湖容積の約30%であった。

C. 本庄水域

本庄水域では平成21年5月から森山堤防が幅60mにわたり開削され通水が開始された。そのため平成21年6月以降は境水道から海水が底層に流入し、概ね水深5m以深は高塩分の状態となった。平成22年の状況も平成21年とほぼ同じで、堤防開削前に比較して明瞭な塩分躍層が形成されていた（添付資料参照）。

平成21年と同様、下層の高塩分水の層は夏季の高水温時には極度に貧酸素化し、貧酸素水の体積割合は7～9月平均で湖容積の23%とな

り、平年を大きく上回る値となった（図3,4）。本庄水域においては、平成21年と同様、堤防開削部からの海水流入により塩分躍層が形成されたことで、下層の貧酸素化が促進されたと考えられる。ただし、夏期以外は貧酸素化の度合いは平年並か平年を下回った。今後本庄水域の水質がどのような状態で推移するかはさらに長期的に見て判断する必要がある。

(2) 大橋川水質連続観測

月平均値の季節変化

図5に大橋川に設置した連続水質計で観測された中層（水面下約3m）の水温、塩分、溶存

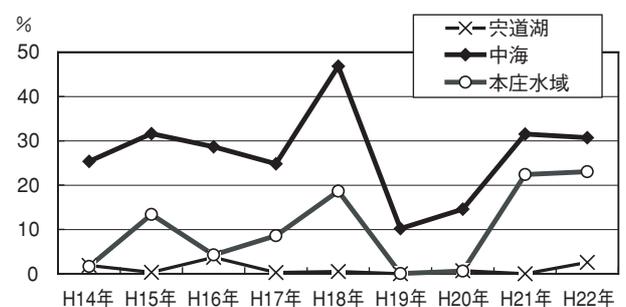


図4 各水域の貧酸素水容積割合の推移（7～9月の平均値）

酸素の月平均値を示す。

水温 平成22年度は月別平均値は3.2～30.6℃の範囲で変動し、今年度は猛暑の影響で8月の平均水温が平年より高かったことと、厳冬の影響で12～2月の平均水温が平年をかなり下回ったことが特徴的であった。

塩分 平成22年度は春季には平年よりも塩分濃度が低めに推移した。この時期降雨が多めであったためと考えられる。8月以降は平年並となったが、1月以降は再び平年を下回った。冬季の降雪が比較的多かったためと思われる。

溶存酸素 (DO) 平成22年度は溶存酸素量は平年よりやや高めで推移した。

(3) 魚介類のへい死など

平成22年度は、9月に宍道湖においてヤマトシジミおよび魚類のへい死が報告された。

①へい死の状況

平成22年9月24日くらいから古江～玉湯の中間地点付近（水深約4.5m）のシジミ漁場で

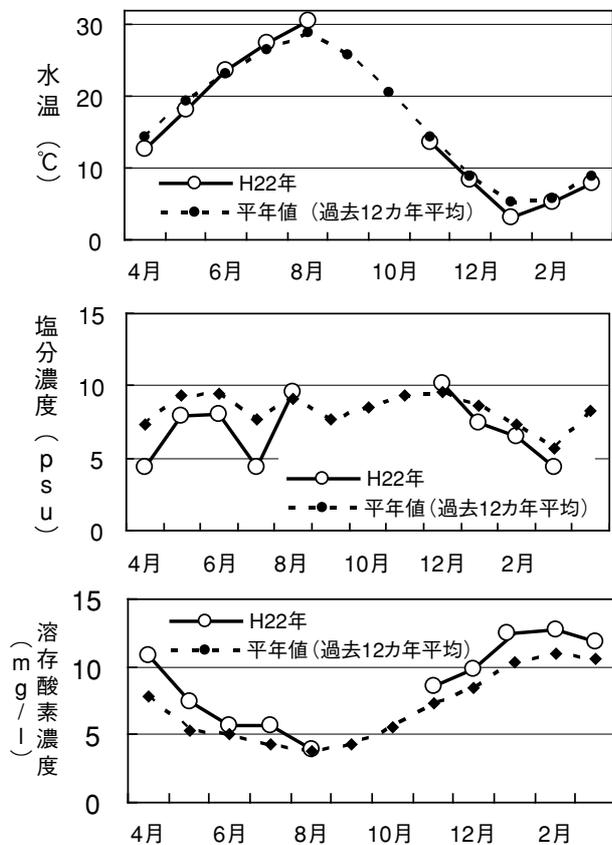


図5 大橋川（中層）における水温、塩分濃度、溶存酸素濃度の月平均値

死貝が目立つようになり、9月27日には漁獲したシジミの多くが死んでいる状態であった（漁業者からの聞き取りによる）。（図6）

また9月25日に湖北東部の松江温泉付近のます網（水深2～3m）の魚類（スズキ幼魚）が全滅したとの報告があった。

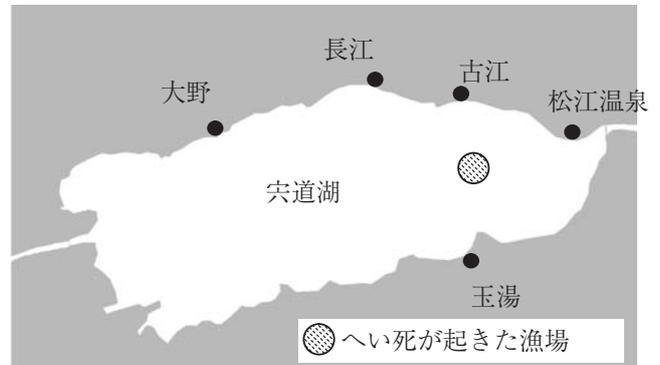


図6 ヤマトシジミのへい死が確認された地点

②へい死の原因

シジミおよびます網の魚のへい死原因は湖底の貧酸素化と推定される。根拠は下記のとおりである。

- ・9月4日の調査では宍道湖は湖底の広い範囲で貧酸素化が進行していた。ほぼ全域で水深4.5～5m以深が貧酸素化し、貧酸素水の体積は湖容積の4.9%と宍道湖にしてはかなり大きい値となっていた。
- ・国交省の湖心の底層の連続観測データを見ると9月には継続的に貧酸素状態になっており、これから考えて9月始めの貧酸素水塊が発達した状態はその後も続いたと考えられる。
- ・9月23日～25日には北東の風が連続して強く吹いた。この時北東方向に貧酸素水塊の這い上がりがあり、この数日間貧酸素水塊は北東部に片寄って存在したと推定される。
- ・このため、宍道湖北部・東部の水深4～4.5mの水域は数日間貧酸素水に覆われ、シジミが酸欠死したものと推定される。9月24日に松江温泉付近のます網の魚が死亡したことも、貧酸素水が沿岸近くまで這い上がってきたことが原因と考えられる。

4. 研究成果

- 調査で得られた結果は、宍道湖・中海水産資源維持再生事業検討会等を利用し、内水面漁業関係者等に報告した。
- この調査を今後も継続して行うことにより、宍道湖・中海の長期的な環境変化を量的に把握することが可能になる。
- 調査結果は島根県水産技術センターのホームページ* や FAX、i-mode 等で紹介し、広く一般への情報提供を行った。

*島根県水産技術センターホームページ

<http://www.pref.shimane.lg.jp/suigi/naisuimen/>

5. 文献

- 1) 森脇晋平、大北晋也、藤井智康：島根県内水面水産試験場事業報告書（平成13年度），9-73（2001）
- 2) 島根県内水面水産試験場：日本ミクニヤ株式会社 平成12年度宍道湖・中海貧酸素水調査業務報告書，39-44（2000）