宍道湖西岸十四間川における青潮発生時の水質変化

増木新吾^{*,†} 戸島邦哲^{**} 別所大^{**}
和田洋一^{**} 菅原庄吾^{***}

Changes in Water Quality During Blue Tide Formation in Jyushiken River on the West Side Lake Shinji

Shingo MASUKI^{*,†}, Kuniaki TOSHIMA^{**}, Hiroshi BESSYO^{**},
Yoichi WADA^{**} and Shogo SUGAHARA^{***}

* The United Graduate School of Agricultural Science, Tottori University, 4-101 Koyama-cho minami, Tottorishi, Tottori 680-8553, Japan

** Environment Division, Matsue Doken Co., Ltd., 340 Nogifukutomi, Matsue, Shimane 690-0046, Japan

*** Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University, 1060 Nisikawatsu, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

Abstract

This paper is intended as a report on the blue tide situation in Jyushiken River on the west side of Lake Shinji. In addition, we consider the factors leading to blue tide formation using a cross-sectional figure of water quality changes. The result shows that wind-driven current due to a strong west wind is one of the possible causes of blue tide. The other possible cause is not necessarily the high-salinity (8~10‰) bottom layer of Lake Shinji, but rather, the relatively low-salinity water (5~7‰) near the surface. The cause of anoxia of the relatively low-salinity water is long-term stagnation.

Keywords: Blue tide; Shinjiko; Hypolimnion; Oxygen; Hydrogen sulfide

1. はじめに

宍道湖および中海は島根県東部に位置する汽水湖である。汽水湖の有する特徴として、強固な塩分躍層を有することは良く知られており、中海では、夏季に外海から流入する海水が底泥の酸素消費を伴いながら湖底を這うように流入する。この海水が中海南東部に位置する米子湾に到達するころには無酸素状態になることや¹⁾、時には表層まで湧昇することで青潮状態を呈することもある²⁾。本報告の対象とした宍道湖においても塩分躍層が観測されており、海水が大橋川を遡上して宍道湖へ流入することや³⁾、ときおり貧酸素状態となった海水が遡上することも報告されている⁴⁾。また宍道湖内の塩分躍層以深における貧酸素状態もたびたび観測されている⁵⁾。

一方、青潮の発生メカニズムについては、無酸素状態となった湖水が湖底に滞留している間に、海水由来の硫酸イオンが硫酸還元細菌の働きにより硫化水素に還元され、風波や潮汐の影響により周辺の浅海域に押し上げられることによって発生すると言われている⁶⁾。この時、無酸素環境下で溶存していた硫化水素が酸素に触れるこ

とで白色のコロイド物質となり、海水面が青白く変色する。青潮が発生した浅海域では、生息する生物の大量斃死を引き起こし、また、その生息地を奪うなど環境に対して悪影響を与えていると言われている⁷⁻¹⁰⁾。青潮発生は東京湾などの内湾部において報告されているが、湖沼、汽水域における青潮現象の報告は少ない。

宍道湖では、1997年にヤマトシジミの大量斃死¹¹⁾、1996年～2006年にはコノシロの大量斃死¹²⁾が発生しており、その原因については、シジミの場合は密度の異常増加、夏場の高水温、エラ詰まりによる体力低下等と貧酸素水塊の複合的な要因¹¹⁾、コノシロの場合についても貧酸素水塊の関与が示唆されている^{12,13)}。近年、宍道湖底層の一部で貧酸素状態になっていることが知られてきたが^{11,12)}、底層水中の硫化水素の分布に状況について詳細に調査された例はない。また、宍道湖沿岸域における青潮発生の学術的な報告例もない。本報告では、2012年9月19日に宍道湖西岸十四間川付近での現地調査中に遭遇した青潮発生時の水質変化を報告するのと併せて、青潮発生の要因について検討した。

* 鳥取大学大学院連合農学研究科 〒680-8553 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101

** 松江土建株式会社環境部 〒690-0046 島根県松江市乃木福富町 340

*** 島根大学大学院総合理工学研究科 〒690-8504 島根県松江市西川津町 1060

† 連絡先: shingo_2002@yahoo.co.jp

2. 宍道湖十四間川概要

宍道湖は島根県東部(北緯 $35^{\circ}10'19''$, 東経 $132^{\circ}33'31''$)に位置し、斐伊川が主とした流入河川である。湖面の面積は 79.1 km^2 , 平均水深は 4.5 m , 最大水深は 6.0 m である¹⁴⁾。湖面の形状は, 東西方向に長く, 水面の距離は東西方向で約 15 km , 南北方向で約 6 km である (Fig. 1)。宍道湖に流入する水は主に大橋川を通じて中海へ, 中海からは境水道を通じて日本海にそそいでいる。このうち, 中海と宍道湖については, 淡水と海水が混じり合う汽水域であり, 湖水の塩分はそれぞれ 15% と 3% 程度である。今回, 調査を行ったのは, 宍道湖の西岸に位置する十四間川であり, その川幅は約 170 m , 奥行は約 1.5 km である (Fig. 2)。十四間川の水深は最大で約 4 m であるが, 一部に農地造成の為に浚渫された深掘れ部分が存在している。十四間川では, 環境修復を目的として, 地元松江市やNPO法人等が覆砂や底層での酸素供給実験を行っている。これまで, 十四間川において青潮発生 of 学術的な報告はないが, 我々が2012年9月19日に水質調査を行った際, $14:00 \sim 15:00$ の時間帯に行った水質観測時には湖水面が青白く変化し, 調査船上では硫化水素臭が感じられた。また湖水面から湖底までの範囲で溶存酸素濃度が $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下まで低下し, 魚類が水面に漂う状況になったことから青潮が発生したと判断した。また9月20日には, 魚類の斃死や湖面が青白く変色した様子が報道等により伝えられた¹⁵⁾。

3. 方法

3.1 調査日時および地点

水質調査は2012年9月19日に行った。時間帯は $8:00 \sim 9:00$, $11:00 \sim 12:00$, $14:00 \sim 15:00$ の計3回とした。調査範囲は宍道湖西岸に位置する十四間川の河口部から上流方向 550 m までの範囲とした。調査地点は河口部を 0 m とし, 河口部から上流方向へ 250 m 地点, 350 m 地点, 450 m 地点, 550 m 地点の計5地点とした (Fig. 2)。観測した地点についてはD-GPS (Lowrance: HDS-5)を用いて座標を取得し, 後のGIS処理に用いた。

3.2 水温, 塩分, pH, 溶存酸素の測定方法, および風向・風速データの取得

各地点における水質の鉛直測定には多項目水質計 (Hydrolab社: DS-5X) を用い, 測定項目は水温, 塩分,

pH, 溶存酸素濃度 (DO) とした。測定は多項目水質計を1秒ごとに記録する状態とした後に, 水面から毎秒 5 cm 程度の速度で垂下しながら着底するまで計測した。各調査地点間の移動は船外機付き小型船舶を使用した。1地点での測定時間は移動時間も含めて10分程度とし, 極力, 短時間内で得られた結果から縦断面の分布図を作成するよう努めた。得られたデータは移動平均法により水面から 0.25 m 刻みに整理し, 各調査地点の座標と併せてGIS処理 (環境システム株式会社: ハイドログラフ) を行い, 解析に用いた。風向・風速データは調査地点から数百メートルの位置にある松江地方気象台斐川観測所のデータを用い, 気象庁ホームページ気象統計情報から取得した¹⁶⁾。

4. 結果

4.1 青潮発生時にかけての水質の断面構造変化

4.1.1 水温

$8:00 \sim 9:00$ の時間帯では, 表層から水深 1.0 m の範囲で水温が 26.5°C であり, 水深 $1.5 \sim 3.0\text{ m}$ では $26.8 \sim 27.0^{\circ}\text{C}$, 水深 $3.1 \sim 5.5\text{ m}$ では $27.0 \sim 27.3^{\circ}\text{C}$ であり, 水深が深いほど水温が高い傾向であった (Fig. 3)。この時, 河口部から上流方向にかけての水平的な大きな水質変化は見られず成層構造を有していることがわかった。 $11:00 \sim 12:00$ の時間帯では, 表層のほぼ全域で表層水温が 27.1°C まで上昇した。河口部から上流 350 m の範囲における水深 $3 \sim 4\text{ m}$ 付近では $26.8 \sim 27.0^{\circ}\text{C}$ の水塊が存在しており, 宍道湖側から差し込んでいる状況であったと考えられた。川底付近の水温は 27.3°C で変化は見ら

Fig. 2 Monitoring site in Jyushiken River.

Fig. 1 Location of Lake Shinji. Observation was conducted at Jyushiken River (□).

Fig. 3 Vertical and longitudinal patterns in water temperature (W.T.) of the Jyushiken River. Observed time is $8:00 \sim 9:00$ (upper), $11:00 \sim 12:00$ (middle) and $14:00 \sim 15:00$ (lower).

Fig. 4 Vertical and longitudinal patterns in salinity of the Jyushiken River. Observed time is 8:00~9:00 (upper), 11:00~12:00(middle) and 14:00~15:00(lower).

れなかった。青潮発生時間に当たる 14:00 ~ 15:00 の時間帯では、川底に張り付く水温 27.3℃の水塊の厚みが大きくなった。この時、11:00 ~ 12:00 の時間帯に水深 3 ~ 4 m 付近に差し込んでいた水塊は川奥へ押し込まれながら表層へ押し上げられ、その結果、河口から上流方向 350 ~ 500 m の地点の表層水温は約 26.8 ~ 26.9℃まで低下した。

4.1.2 塩分

8:00 ~ 9:00 の時間帯では、表層から水深 2.5 m の範囲で塩分が 4‰であり、水深 2.5 ~ 4.0 m では比較的低塩分 (5 ~ 7‰)、水深 4 m より深い部分では川底に近づくほど塩分が増加し、水深 4.5 ~ 5.5 m の範囲では 8‰程度の比較的高塩分 (8 ~ 10‰) の水が滞留していた (**Fig. 4**)。水平的な塩分の大きな変化は見られず、成層構造を有していた。11:00 ~ 12:00 の時間帯では、表層水の大部分では 4‰程度であったが、局所的に 5‰まで上昇した。8:00 ~ 9:00 の時間帯では 5‰程度の塩分を有する層は水深 2.5 m 以深のみに観測されていたものの、11:00 ~ 12:00 の時間帯には厚みを増し、水深 1.0 ~ 3.0 m の範囲で 4 ~ 5‰になった。8:00 ~ 9:00 の時間帯に、川底に 1 m 程度の厚さを有した 8‰前後の水塊の層厚も厚くなり、水深 4.0 ~ 5.5 m の範囲で 7‰前後となったことから 11:00 ~ 12:00 の時間帯に宍道湖から 5 ~ 8‰程度の湖水が十四間川に流れ込んだと考えられた。青潮発生時間に当たる 14:00 ~ 15:00 の時間帯では、これまで表層で観測されていた 4‰の水塊は、ほぼ消失し、表層から水深 2 m までの範囲で塩分濃度が 6 ~ 7‰まで増加した。水深 2 ~ 3 m の範囲では 7 ~ 8‰になり、水深 4.0 ~ 5.5 m の範囲では 10‰まで上昇した。この時、川底に 10‰の比較的高塩分な水塊が塩水くさび状に流れ込み、11:00 ~ 12:00 の時間帯に水深 4.0 ~ 5.5 m の範囲に存在していた 7‰程度の比較的低塩分の水塊を持ち上げるようになった。この時、10‰の比較的高塩分の湖水は深掘れ部に流れ込む状況となったが、表層まで湧昇することはなかった。塩分の水平的な分布については、川奥上がりの勾配を有する成層構造となった。

4.1.3 溶存酸素

8:00 ~ 9:00 の時間帯では、表層から水深 3.0 m の範囲で溶存酸素濃度 (DO) が 6 ~ 10 mg·L⁻¹であり、水深 4.0 m 以深では無酸素状態であった (**Fig. 5**)。この時、水平

Fig. 5 Vertical and longitudinal patterns in dissolved oxygen (DO) of the Jyushiken River. Observed time is 8:00~9:00 (upper), 11:00~12:00(middle) and 14:00~15:00(lower).

Fig. 6 Vertical and longitudinal patterns in pH of the Jyushiken River. Observed time is 8:00~9:00 (upper), 11:00~12:00(middle) and 14:00~15:00(lower).

的な DO の大きな変化は見られなかった。11:00 ~ 12:00 の時間帯では、表層水の全域で DO が 6 mg·L⁻¹まで低下した。8:00 ~ 9:00 の時間帯に水深 4 m 以深で観測された無酸素水塊は厚みを増し、水深 3.0 ~ 5.5 m の範囲で無酸素状態であった。青潮発生時間に当たる 14:00 ~ 15:00 の時間帯では、表層から水深 2.0 m までの範囲で DO が 1 ~ 2 mg·L⁻¹になり、水深 2.5 m 以深のほとんどの部分で無酸素状態になった。

4.1.4 pH

8:00 ~ 9:00 の時間帯では、河口から上流 550 m 地点を除き、ほぼ全域で表層から水深 3.0 m の範囲で pH 9.0 以上であった (**Fig. 6**)。水深 3.0 m 以深では pH が低下し、川底上では pH 7.8 程度であった。水平的な pH の大きな変化はなかった。11:00 ~ 12:00 の時間帯では、前観測時間と同様に表層から水深 3.0 m の範囲で pH 9.0 であったが、水深が 3.5 m 以深の部分で pH 7.8 ~ 8.0 の水塊の厚みが増加した。この時、水平的な pH の変化は見られなかった。青潮発生時間に当たる 14:00 ~ 15:00 の時間帯では、表層から水深 2.0 m の範囲で pH 8.7 程度まで低下し、水深 2.0 m より深い部分では pH 7.8 程度の水塊の厚みが増加した。この時、川奥ほど pH が高い傾向であり、川奥上がりの勾配を有する成層構造となった。

4.2 風向・風速

Fig. 7 に 2012 年 9 月の宍道湖湖心における日平均風

向と最大風速を示す。2012年9月の宍道湖における風向は北寄り(270~90°の範囲)が多く、最大風速については、 $6\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ 前後が多かった。9月16日には最大風速が $9\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ まで増加し、その後、青潮の発生が認められた9月19日までの期間は最大風速の大きい状態が継続した。この時の風向は9月16日は東北東(70°)、9月17日は南(180°)、9月18日には西(270°)その後、9月19日には西南西(250°)になり、青潮発生日の前日から西寄りの風が強く吹いていたことがわかる。

Fig. 8 に青潮発生日にあたる2012年9月19日の0:00~24:00までの1時間ごとの風向と風速を示す。8:00~9:00の時間帯における風向は南西(225°)、風速は $2\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ から $6.9\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ まで増加した。11:00~12:00の時間帯における風向は西南西(247°)、風速は $6.9\sim 7.8\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ であった。14:00~15:00の時間帯における風向は西(270°)、風速は $11.0\sim 11.1\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ まで増加した。18:00での風向は西南西(247°)と大きな変化は見られなかったが、風速は $4.8\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ まで減少した。

5. 青潮発生の要因に関する考察

宍道湖湖心における9月16日~9月19日の風向は、北寄りから南寄りへ変化した後に西寄りに変化し、また、この期間は連続して $9.0\sim 11.1\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ の比較的強い風が吹いていたことがわかる。青潮発生日にあたる9月19日の1時間ごとの風向の変化をみると0:00~8:00の間に南寄りであったのが、次第に西寄りに変化し、青潮発生時刻前の正午ごろには西風となり、風速についても9:00以降は比較的強い風となっていた。今回の宍道湖における青潮発生時の風況は、中海西岸での青潮発生時の

風況と良く似ている。平成21年の7月に中海で風速 $10\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ 前後の強い西風が連吹した際、中海西岸で魚類の斃死が発生したことが報告されている。この時、下層水が風向と逆向して流れた結果、中海西岸の浅所に「這い上がり」を起こして魚類を酸欠死させたと推測されている¹³⁾。福岡らは中海における気象変化に伴う流れと貧酸素水塊の挙動について広範囲かつ詳細に検討しており、風速 $9\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ 程度で明瞭な吹送密度流が生じ、中海においては吹送流が流動を支配する重要な要素であると述べている¹⁶⁾。その中で、成層化した中海における吹送流れの安定度について、成層度の指標であるリチャードソン数と湖沼の形状を示すアスペクト比をパラメータとして流動形態を区分している¹⁷⁾。その結果として、 $9\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ 程度の強風であっても成層は維持され、なおかつ風により上層と下層で反対方向の流れることを示し、風速 $16\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ の場合でも上下層の密度差が大きいことから上下層の混合が起こりにくいと報告している¹⁶⁾。本調査は宍道湖のごく一部で実施したものであったので、同様の手法を用いた比較は困難であったが青潮発生日の5日後の宍道湖湖心における水温と塩分濃度の鉛直分布(**Fig. 9**)をみると水深4.2 m付近に明確な躍層が見られている。すなわち、9月19日の強風が吹いた後も成層構造が維持されていたものと推測され、成層界面が維持された状態で、表層水は宍道湖東岸側へ、底層水は宍道湖西岸側へ水平に流動した可能性が高い。これまで、宍道湖における学術的な青潮発生の報告は無く、その発生の要因についても明確ではない。しかしながら、過去に報告された中海での青潮や苦潮発生時の風況の特徴と類似していたことから、宍道湖においても強い西風による吹送流が青潮発生の要因となった可能性がある。吹送流は湖面の吹送距離に比例して大きくなることは知られているが¹⁸⁾、宍道湖および中海の東西軸上の吹送距離はそれぞれ、約14 kmと約12 kmという類似点もある。

一方で、青潮発生の要因は、吹送流等により、水深が深いところから移動してきた底層水が浅場域に湧昇し、溶存する硫化水素と大気が接触することと言われている。また、中海でも同様に、底層水全体が浅所に「這い上がる」ことが青潮や苦潮の発生要因と言われ、魚

Fig. 7 Wind speed (○) and wind direction (■) at the Hikawa observatory in Sep. 2012.

Fig. 8 Wind speed (○) and wind direction (■) at the Hikawa observatory during 0:00~24:00 in 19-Sep. 2012.

Fig. 9 Vertical profiles of water temperature (W.T. ▲), salinity (SAL+ ○) and pH (○) at the center of Lake Shinji in 24-Aug. 2012.

Fig. 10 Schematic illustration of the water flow pattern that showing the low-salinity water (■) and high-salinity water (■) flow into the Jyushiken River from Lake Shinji. Each illustration shows 8:00~9:00 (upper), 11:00~12:00 (middle) and 14:00~15:00 (lower).

類の斃死も併せて報告されている。本調査時の青潮発生前にあたる9月19日11:00には、風速が $7\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ から $9\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ まで上昇し、この時、塩分6~7%程度の比較的低塩分の湖水が宍道湖から十四間川の川底に流れ込んだ(Fig. 4)。その後、2時間程度後には、風速は $10\text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ 以上になり、塩分10%程度の比較的高塩分の湖水が宍道湖から十四間川の川底に流れ込んだことがわかった。この時、十四間川の川底に流れ込んだ10%程度の塩水は、先に流れ込んだ7%前後の塩水の下側に潜り込むように流れ込み、その結果、7%前後の比較的低塩分の湖水を水面付近まで押し上げ、硫化水素と大気から供給される酸素が反応して青潮の発生となった可能性がある。すなわち、宍道湖から移動してきた10%程度の比較的高塩分の湖水の湧昇によって青潮が発生したというよりも、先に十四間川に流れ込んだ6~7%程度の比較的低塩分の湖水が表層へ持ち上げられた結果、青潮が発生した可能性がある(Fig. 10)。成層期間が長ければ底層から徐々に表層方向へ貧酸素水塊が広がっていき、比較的低塩分の中層でも貧酸素状態となり硫化水素が蓄積されるものと推測される。宍道湖においては底層水の硫化水素の分布についての情報もほとんどないため青潮発生の原因は明確にすることは困難であるが、宍道湖の場合、湖心の底層に滞留しているような10%程度の比較的高塩分な湖水が必ずしも青潮の発生源では無い可能性が示唆された。宍道湖沿岸域における青潮発生はシジミなどの漁業資源を減少させるだけでなく、生態系への影響も大きく、その対策は喫緊の課題といえる。今後、対策を行うのに先行し、湖心部よりも広く分布すると思われる6~7%程度の比較的低塩分の湖水について、その分布状況、貧酸素化の度合および硫化水素の溶存の有無等を調べ、青潮発生の要因と併せてさらなる調査を行う必要がある。

6. まとめ

本稿では、宍道湖西岸に位置する十四間川での青潮発生について報告した。また青潮発生前から水質変化を示し、青潮発生の要因について検討を行った。その結

果、強い西風に伴う吹送流により青潮が発生したものと推測された。また、宍道湖のような汽水湖の場合、必ずしも底層に滞留する高塩分水が表層まで湧昇して青潮を発生させるのではなく、長期的に成層化したことによって貧酸素状態になった比較的低塩分の湖水の下層に高塩分水が潜り込み、比較的低塩分の湖水が持ち上げられることによって青潮が発生する可能性があることがわかった。

謝 辞

本調査は、宍道湖漁業協同組合の高橋氏、大福工業(株)小村氏に現地での水質調査船の手配や安全管理に協力して頂きました。NPO法人自然再生センターの徳岡氏には、本論文を作成するのにあたり有益な助言を頂きました。ここに記して厚くお礼申し上げます。

(原稿受付 2013年3月21日)

(原稿受理 2013年6月24日)

参 考 文 献

- Seike, Y., Murakami, M., Fukumori, R., Senga, Y., Ayukawa, K., Mitamura, O., Terai, H., Kondo, K., Ueda, S. and Okumura, M. (1996) Behavior of hydroxylamine and nitrous oxide in the stratified brackish Lake Nakauimi, Japan, *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **30**, 1073-1076.
- 石飛裕 (2001) 汽水湖の物理特性 - 水塊の動き -, 「汽水湖の科学」(高安克己), pp.10-18, たたら書房, 米子.
- 森脇新平, 藤井智康, 福井克也 (2003) 大橋川における高塩分水塊の遡上現象, *LAGUNA*, **10**, 35-45.
- 津田良平 (1995) 宍道湖内における環境諸要素の分布とその変動, 宍道湖湖底貧酸素化調査業務成果報告書, 9-13.
- 藤井智康, 森脇新平, 奥田節夫 (2006) 大橋川を遡上する貧酸素水塊の実状と宍道湖に及ぼす影響, *LAGUNA*, **13**, 1-7.
- 渡辺正孝, 木幡邦男 (1995) 内湾の保全 赤潮の発生機構と青潮の生成環境, *環境科学会誌*, **8** (4), 449-460.
- Rozan, T. F., Taillefer, M., Trouwborst, R. E., Glazer, B. T., Ma, S., Herszage, J., Valdes, L. M., Price, K. S. and Luther III, G. W. (2002) Iron-sulfur-phosphorus cycling in the sediments of a shallow coastal bay: Implications for sediment nutrient release and benthic macroalgal blooms, *Limnol. Oceanogr.*, **47**, 1346-1354.
- Mikami, H., Hino, S., Sakata, K. and Arisue, J. (2002) Variations in environmental factors and their effects on biological characteristics of meromictic Lake Abashiri, *Limnology*, **3**, 97-105.
- 松川康夫, 張成年, 片山知史, 神尾光一郎 (2008) 我が国のアサリ漁獲量激減の要因について, *日本水産学会誌*, **74** (2), 137-143.
- 佐々木克之 (2007) 伊勢湾・三河湾をめぐるいくつかの環境問題, *海の研究*, **16** (2), 151-154.
- 鳥根県水産試験場三刀屋水面分場 (1998) 宍道湖におけるシジミ大量へい死対策緊急調査報告書, 75pp.
- 美見照光 (2007) 宍道湖におけるコノシロの大量斃死と貧酸素水塊との関連性について, *LAGUNA*, **14**, 77-82.
- 鳥根県水産技術センター (2008) 中海の貧酸素化と生物に対する影響～魚類のへい死はなぜ起きたか?～, トビウオ通信号外とびくす, **45**, 1-4.
- 鳥根県県庁環境政策課宍道湖・中海対策推進室, 宍道湖・中海の概要, http://www.pref.shimane.lg.jp/shinjiko_nakaumi/gaiyou.html (2013年3月時点).
- 国土交通省出雲河川事務所, 記者発表資料, 平成24年9月20日.
- 気象庁, 気象統計情報, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2013年3月時点).
- 福岡捷二, 黒川岳司, 日比野忠史, 鈴木篤, 中村剛, 上原浩 (1999) 中海における気象変化に伴う流れと貧酸素水塊の挙動, *土木学会論文集*, **636**, VII-13, 61-79.
- 平野道夫, 山田正, 井出康郎 (1991) 網走湖における流動と成層界面の挙動に関する観測, *土木学会, 水工学論文集*, **35**, 609-614.

[論文要旨]

本報告では、これまで報告が無かった宍道湖西岸に位置する十四間川での青潮発生報告と併せ、青潮発生時における水質の縦断面的な変化を観察し、青潮発生の要因について検討した。その結果、強い西風に伴う吹送流が一つの要因であったと推測された。また、宍道湖湖心の深場に滞留する比較的高塩分（8～10‰）の湖水が必ずしも青潮発生の直接の原因ではなく、長期的に滞留したことによって貧酸素化した比較的低塩分（5～7‰）の湖水が青潮発生の一因となる可能性が示された。

キーワード：青潮；宍道湖；底層水；貧酸素；硫化水素