

一 貧酸素水調査一

向井哲也・大北晋也・岩本宗平・後藤悦郎・藤川裕司・藤井智康*

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低減・解消することが重要な課題と考えられている。このため、内水面水産試験場では宍道湖・中海の湖底貧酸素化現象を監視し、またそのメカニズムを解明して湖底貧酸素化の低減につなげてゆくため平成10年度から調査を継続実施している。調査内容は、宍道湖・中海における貧酸素水塊の発生時期や広がりを把握するための毎月1回の定期調査と、大橋川での高塩分貧酸素水の挙動を知るための宍道湖流入・流出水調査の2つである。また、今年度は貧酸素水による魚介類のへい死があったため、これらについても調査を実施した。

調査概要

(1) 調査内容

本調査の内容を表1に示す。

表1 調査内容

調査名	調査工程	調査地点	調査内容
定期調査 (宍道湖・中海定期観測)	毎月	宍道湖：40地点 中海：32地点 本庄水域：7地点	毎月1回の定期調査。 調査項目：水温・塩分・溶存酸素濃度(DO) 測定水深：それぞれの地点において表層(水面下30cm)および底層(底上20cm)。ただし、その地点で湖底貧酸素化や塩分躍層が認められた場合は水深1m毎(宍道湖は0.5m毎)。
宍道湖流入・流出水調査 (大橋川水質連続観測)	平成14年4月 ～平成15年3月	大橋川 (松江大橋)	大橋川の松江大橋下に設置された水質自動システムより10分間隔で水質(水温・塩分・溶存酸素濃度)、流況(流向・流速)および気象(気温・気圧・風向・風速・日射)調査を行う。
貧酸素水による魚介類のへい死調査	随時	宍道湖・中海	宍道湖・中海において貧酸素水によると思われる魚介類のへい死があった場合、現場調査を行う。

(2) 調査方法

定期調査(宍道湖・中海定期観測)

本調査は平成14年4月から平成15年3月までの間、宍道湖・中海共に毎月1回、計12回実施した。調査地点は図1に示すとおり宍道湖40点、中海32点の計72点で実施した他、今年度7月より本庄水域での調査を開始した。

調査結果から各水域における塩分・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。また各水域で発生した貧酸素水塊の体積を毎月算出した。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。

- (1) 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。
- (2) 塩分・DOの水平・鉛直分布図の作成にはカイトプロット3.0（株式会社カイエンス）を用いた。グラフ描画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。
- (3) (2)の方法で水深別（宍道湖・本庄水域は水深0.5m毎、中海は水深1.0m毎）の溶存酸素の水平分布図を作成し、図から各水深の貧酸素水（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。

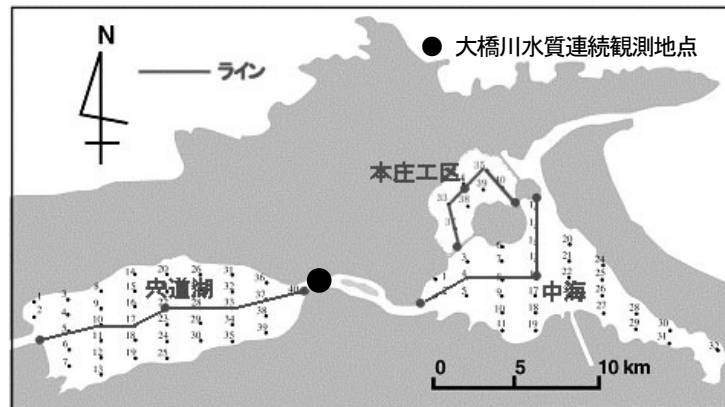


図1 宍道湖・中海貧酸素水定期調査地点

宍道湖流入・流出水調査（大橋川水質連続観測）

図1に示す大橋川に架かる松江大橋橋脚の水深1m、3.0m、水深4.5m部分にHydorolab社製多項目水質計DateSonde-4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、そして、松江大橋南詰めの公園内に気温、大気圧、日射量、風向・風速が測定できる各種センサーを設置し、10分毎に計測を行った。これらのセンサーにより収集されたデータは、図2に示すとおり電話回線を通じて内水面水産試験場内に送信され、内水面水産試験場に設置されたホストコンピューターに転送される。この水質データを用いて下記の分析を行った。

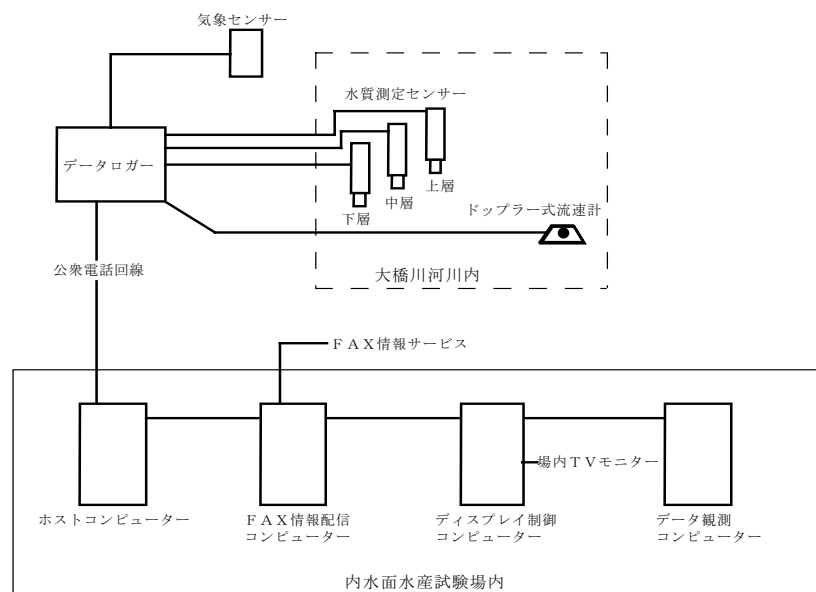


図2 システム概要

1) 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て視覚化した。

2) 高塩分水塊の出現規模の定量化

中海からの高塩分水の影響の強さを知るため、得られたデータから中海からの高塩分水塊出現頻度を数値化した。数値化には高塩分水出現指数 (HSI) と名付けた独自の指標値を用いた (森脇, 平成 13 年度内水面水産試験場事業報告書)。10psu 以上の海水は宍道湖内部で生成されることはないと考えられ、10psu 以上の海水は大橋川を通じて外海から宍道湖に入ったものとみなすことができる。これを「高塩分水塊」とよぶことにする。監視システムの水深約 4m 深 (下層) において、高塩分水塊が出現した時間 (継続時間) とその塩分値とから積算塩分値を求め、高塩分水出現指数 (以下 HSI とよぶ) を求めた (式 1)。

$$\text{高塩分水出現指数} : \text{HSI} = \sum \text{Sh} \cdot \Delta t \quad (\text{式 1})$$

ただし、Sh : 10psu 以上の塩分値, Δt : 単位時間 (10 分間)。

また HSI を月毎に積算 (式 2) して大橋川における高塩分水塊の季節的な変動を検討した。

$$\text{月間の高塩分指数} = \sum \text{HSI} \quad (\text{式 2})$$

ただし、d : 日 (1, 2, 3..., T (月末))

3) 大橋川における酸素欠乏量の定量化

大橋川で高塩分水は、高水温期には貧酸素化している傾向が強く、大橋川や宍道湖のヤマトシジミを初めとする底生生物の生存を脅かす。この貧酸素化の度合いを知るため、大橋川での酸素欠乏度を下記の指標を用いて数値化した。(平成 12 年度宍道湖・中海貧酸素業務調査報告書より改変)

①溶存酸素濃度偏差フラックス

中海・宍道湖に生息する底生生物 (アサリ、シジミなど) の生息条件を考慮し、溶存酸素濃度 (以下 DO と略記) 1.5mg/l をシジミの貧酸素耐性の境界と仮定する。そこで、DO 1.5mg/l を基準値とし、溶存酸素濃度偏差 ($\Delta \text{DO} = \text{測定値} - 1.5\text{mg/l}$) を求めた。

ΔDO : 溶存酸素偏差

$$\Delta \text{DO} = (\text{測定値} - 1.5) \quad (\text{mg/l})$$

また、大橋川断面を上層・中層・下層の 3 層に分け、各層の流量を、(各層部断面積: S) \times (各層部東方流速: V_n) として求め、各層の溶存酸素偏差フラックス $F_{\Delta \text{DO}}$ を ($F_{\Delta \text{DO}} = \sum (\Delta S) \times \text{各層部 } V_n \times (\Delta \text{DO})$) として算出し、最終的に各層の値を合計して溶存酸素偏差フラックスとした。

$$F_{\Delta \text{DO}} = \sum (\Delta S) \cdot v_n \cdot (\Delta \text{DO})$$

$F_{\Delta \text{DO}}$: 各層の溶存酸素偏差フラックス

ΔS : 各層部の断面積

ΔDO : 溶存酸素濃度偏差 = 測定値 - 1.5mg/l

v_n : 面積素片に垂直な流速成分 (東方流速)

②酸素欠損量の算定

下記の積分を行い、酸素欠損量 $M_{\Delta \text{DO}}$ を算出した。

$M_{\Delta \text{DO}}$: 酸素欠損量

$$M_{\Delta \text{DO}} = \int_a^b F_{\Delta \text{DO}} dt$$

a: DO が 1.5mg/l 以下に下り始めた時刻

b: DO が 1.5mg/l 以上に上り始めた時刻

$F_{\Delta DO}$: 溶存酸素濃度偏差フラックス

t : 観測時刻

理論的にはこの酸素欠損量にあたる量の酸素を大橋川水中に供給してやれば、大橋川でのヤマトシジミの生存に必要な溶存酸素濃度は確保できる計算になる。(大橋川での溶存酸素消費がないと仮定した場合)

調査結果

1. 定期調査(宍道湖・中海定期観測)(図9, 10)

(1) 宍道湖

図9に示すように、宍道湖水は概ね2~8PSUの塩分濃度であったが6~12月に底層に高塩分層が見られ、特に9月は15PSU程度で0.5~1mの厚みがある高塩分層が形成されていた。この高塩分層は大橋川を通じて中海から流入したものと考えられる。溶存酸素で見ると、宍道湖では6~10月に湖底が数10cmの厚みで貧酸素化しており、高塩分層の流入が湖底の貧酸素化に大きく関わっていることが伺える。ただし、宍道湖の貧酸素化の程度は中海に比較すると非常に小さく、宍道湖の貧酸素水塊の体積を計算した結果、9月に最大3.9%の容積が貧酸素化していた。(図3)

(2) 中海

中海では、上層の塩分は20PSU前後であったが、12月をのぞいて年中下層に25PSU以上の高塩分層の水塊が見られた。塩分躍層の水深は4~6mと月により差があり、特に6、10、2、3月に高塩分層の水塊の体積が増加している。この下層の高塩分層は冬季以外はほぼ全てが貧酸素化している。今年度の中海では、冬季でも2、3月にははっきりとした貧酸素層の形成が認められた。貧酸素水塊の体積では、4~10月にかけて湖容積の20~34%が貧酸素化しており、5月に最大値の33.9%を記録している。今年度は昨年と比較して特に春季の貧酸素化の程度が大きかった。(図3)

(3) 中海本庄工区

本庄水域では中海と異なり年間を通じて塩分躍層はほとんど認められず、上層から下層まで20PSU前後のほぼ均一な塩分濃度を示していた。これは、本庄工区が南西部の承水路のみで中海とつながっており、その部分の水深が浅いため、中海下層の高塩分層がほとんど流入しないためと考えられる。ただし、本庄工区では塩分躍層の発達が見られないにもかかわらず7、8、10、1月には底層が貧酸素化しており、底泥の酸素消費が増加する高水温期には塩分躍層がない場合でも表層から底層への酸素の供給が追いつかず、容易に湖底が貧酸素化することが伺える。特に8月には貧酸素層の厚みが1~2mになっており、貧酸素水の体積を計算すると本庄工区の容積の3.3%が貧酸素化していた。(図3)。なお、8月には貧酸素水域が北東部に偏っているが、これは後述するように調査当日の強い南東風のためであり、この貧酸素水の移動のために多数の魚類がへい死している。

2. 宍道湖流入・流出水調査(大橋川水質連続観測)(図11)

(1) 水質概況

例年と同様、大橋川の流況は潮汐による往復流が卓越しており、それに加え雨量による宍道湖・中海の水位差、季節による海水位の高低、低気圧や台風の通過による気圧の変化が加わり、流況が変化しているものと考えられる。中海からの高塩分層の湖上は夏期に増えており、特に8月の初旬には連続した流入が

見られた。これは単に宍道湖・中海の水位差だけが原因ではなく、強風による中海底層水の這い上がりがあったことが大きな要因と考えられる。今年度の大橋川水質監視システムのデータから、高塩分水の流入の頻度と強度の指標である高塩分水指数 (HSI) を求めてみると例年になく高い値を示し、今年度は全般に塩分の流入が多かったことが分かる (図4)。また、大橋川の酸素欠乏の指標である溶存酸素欠損量を算出すると、7, 8, 10月に高い値を示し、この時期に大橋川は酸素欠乏になった頻度がかかなり高かったことが分かる (図5)。事実、8月初旬には大橋川で酸欠によると思われるヤマトシジミのへい死が起きている。

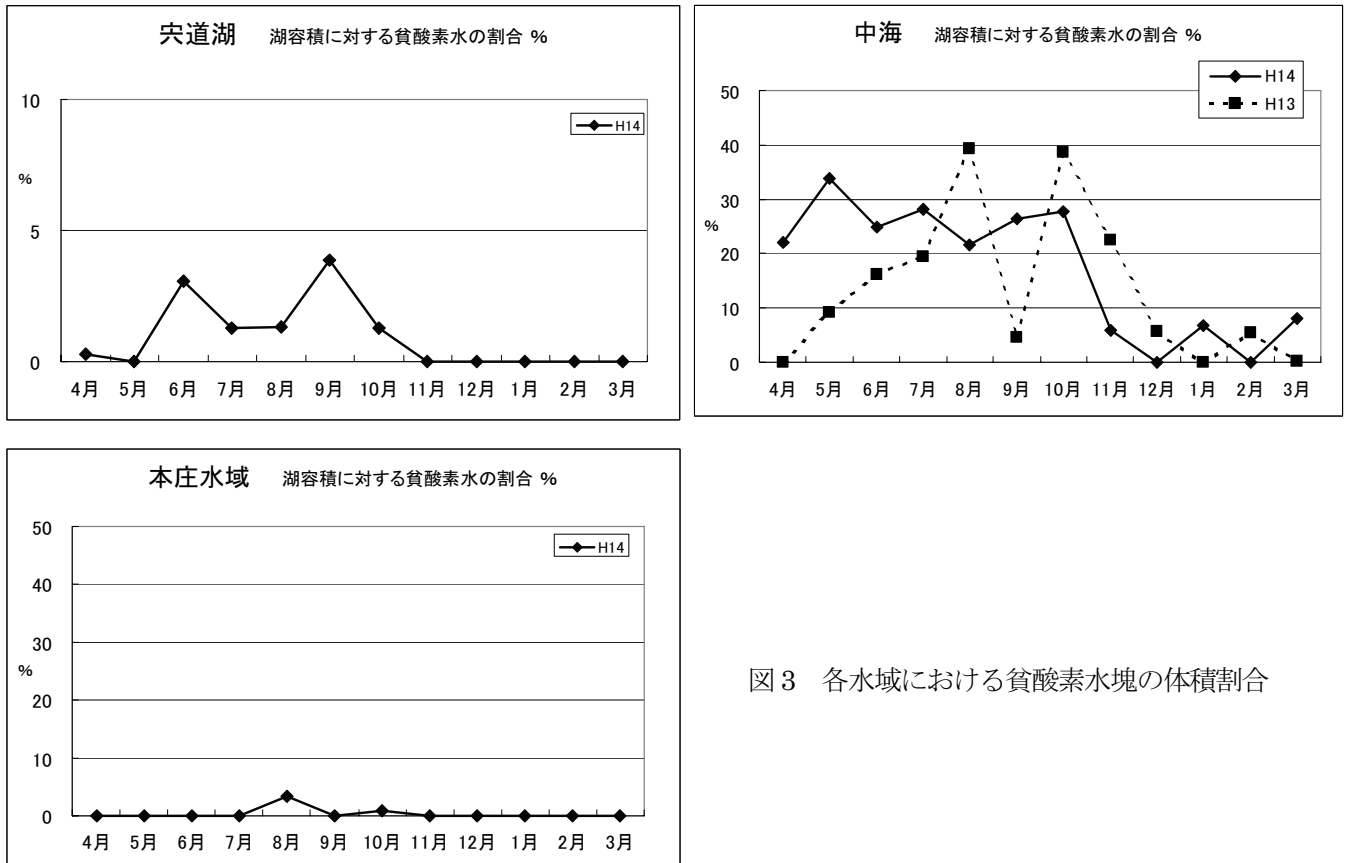


図3 各水域における貧酸素水塊の体積割合

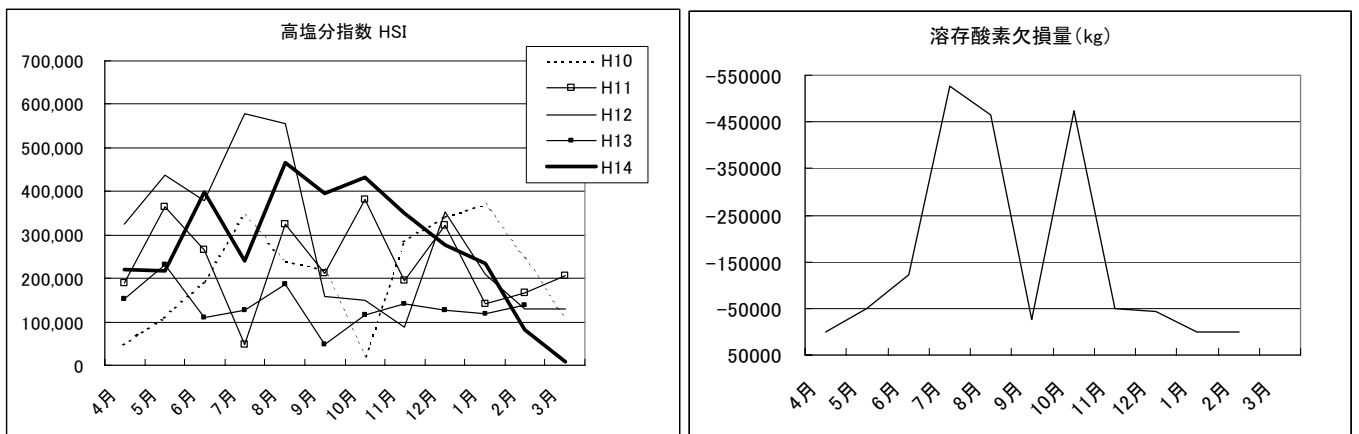


図4 大橋川の高塩分水出現指数の年度による比較

図5 平成14年度の大橋川の溶存酸素欠損量の推移

3. 貧酸素水による魚介類のへい死事例調査

平成 14 年度は貧酸素水によると思われる魚介類のへい死が 3 件あった。いずれの事例も、強い風によって湖下層の貧酸素水塊が浅所に「這い上がり」を起こしたことが原因と考えられる。

(1) 大橋川におけるヤマトシジミへい死 (図 6)

状況

平成 14 年 8 月 5 日に大橋川でヤマトシジミが死亡しているという漁業者からの情報があり、8 月 5 日の調査の結果へい死が確認された。へい死は大橋川の水深 10m 程に掘れて深くなっている窪地で特に多く、そこでは 98% のシジミが死亡していた。また、付近の水深 5m の水域でも 18% のシジミが死亡していた。(図 6-1)

原因

① 大橋川での溶存酸素欠乏

当時の大橋川水質情報システムのデータから、7/31~8/5 に大橋川に高塩分の貧酸素水が数日間にわたって連続的に流入し、大橋川の下層部が 3~4 日間連続して貧酸素状態になったことが分かった(図 6-2)。ヤマトシジミは酸素欠乏には強く、無酸素状態でも 4 日程度は生存できることが分かっているが、水深が深くなっている水域では比重の高い高塩分の貧酸素水がシジミの耐性を超える長期間滞留したため、シジミが酸素欠乏を起こして死亡したと考えられる。

② 大橋川への貧酸素水流入の原因

ヤマトシジミへい死の原因になった貧酸素水は、約 30PSU という高い塩分濃度から考えて中海の底層の高塩分水であると考えられる。中海から長期間継続して底層の高塩分水が流入した原因については、当時の気象庁の気象データから 7 月 31 日から 8 月 5 日にかけて、強い西風が連続して吹いたことが分かっている(図 6-3)。この強い西風により中海の上層水が東側に移動し、それを補うように中海下層の貧酸素水塊が中海西岸方面に移動して浅所に「這い上がり」を起こし、大橋川に連続して流入したものと考えられる(図 6-4)。

(2) 中海本庄工区における魚類へい死 (図 7)

状況

平成 14 年 8 月 20 日に中海本庄工区で魚類がへい死しているという漁業者からの情報があり、それに基づき調査を行ったところ本庄工区北東部の江島~森山堤防にかけての沿岸部で魚類が大量にへい死していた。へい死魚の多くはマハゼなどのハゼ類で、その他マゴチ、クロソイ、スズキ(セイゴ)、アカエイ、イシガレイ、エビ類等がへい死していた。(図 7-2)

現場の江島~森山堤防にかけては沿岸の水域が広範囲で茶褐色に変色しており、また本庄工区北部のつるべ湾の沿岸部では水の色がやや青みがかった白色に変色しているのが見られた。

原因

現場では岸に寄り集まるようにして鼻上げをするハゼ類も多く見られ、溶存酸素を測ったところ沿岸の水深 30cm ほどの浅場でも D01.0mg/l 未満の貧酸素状態にあり、魚類へい死の原因は明らかに酸素欠乏と考えられた。翌日 8 月 20 日に本庄水域全域で行った定期観測結果では、本庄工区で北東部に偏って下層部の貧酸素化が見られ、南部では深部でも溶存酸素があるにもかかわらず、北東部では沿岸近くの浅場でも溶存酸素が少なかった(図 7-3)。19 日当時は強い北東の風が吹いており、気象庁のデータからも 18 日から連続して強い北東風が吹いていたことが確認できる(図 7-4)。このことから、19 日から吹いた強い北東風により本庄水域の上層水が南西方向に吹き寄せられたため、底層の貧酸素水が北東

部沿岸に“這い上がり”を起こして岸まで襲来し、貧酸素水から逃避行動をとっていた魚類も岸に追いつめられて逃げ場を失い酸欠を起こし死亡したものと考えられる。現場で沿岸の水が赤褐色に変色したのは、湖底の貧酸素水に含まれていた鉄やマンガンが表層の酸素に触れて酸化して赤褐色に見える「苦潮」と呼ばれる現象と考えられる。またつるべ湾で生じた白濁水は、貧酸素状態で硫化水素等として存在していた水中の硫黄分が酸素に触れて析出して青白く見える「青潮」と考えられる。

(3) 中海島田干拓地、安来港における魚類への死

状況

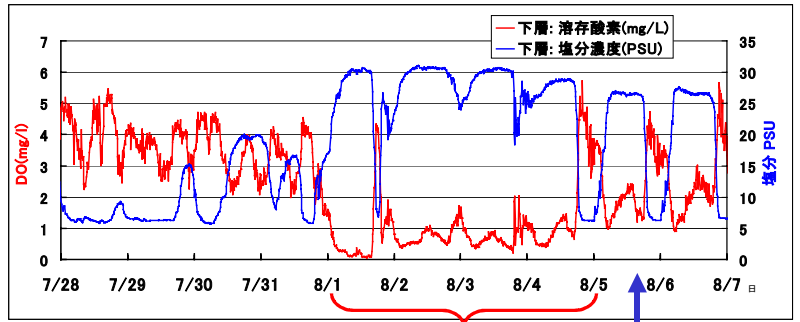
平成14年9月2日朝、漁業者よりハゼ類やセイゴのへい死が認められると連絡があった。聞き取りでは平成14年9月1日午前4時頃に、米子市のかも川河口から承水路入り口にかけて、へい死が認められた。同時に、本海域の水色は白く濁っていた。9月1日には安来港奥部でもへい死が認められており、9月2日朝には、承水路最奥部で、本来は底に分布しているはずのハゼ類が岸づたいに水面近くに分布していることが認められた。

原因

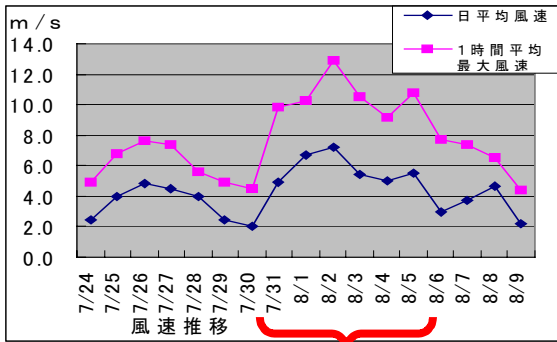
内水面水試が9月2日朝に行った現地調査では現場沿岸では水深0.5mの底で溶存酸素が12%と非常に低く、魚類への死の原因は酸素欠乏と考えられる。へい死が生じた前日の8月31日には、風速10m/sec位の南東の風が吹いていた。このことから8月31日の南東の風により、本水域表面水が北西方向へ押し出され、それに引きずられるように、底の貧酸素水塊が湧き昇り、沿岸部から承水路内部が貧酸素状態となったために、これら水域のハゼ等の魚類が窒息死したと考えられる。



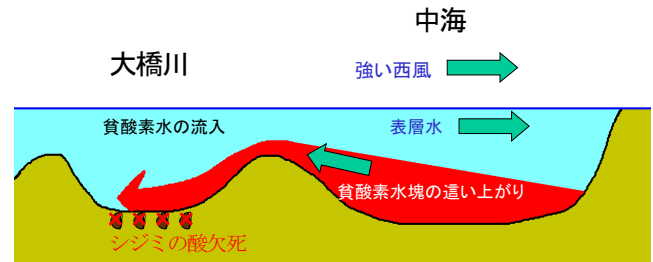
6-1 へい死したヤマトシジミ (右側)



6-2 へい死前後の大橋川の塩分・DO (水深4.5m)



・7/31~8/5にかけて強い西風が吹いた。
6-3 へい死前後の松江気象台の風速



6-4 中海における貧酸素水塊の這い上がり
と大橋川への流入の模式図

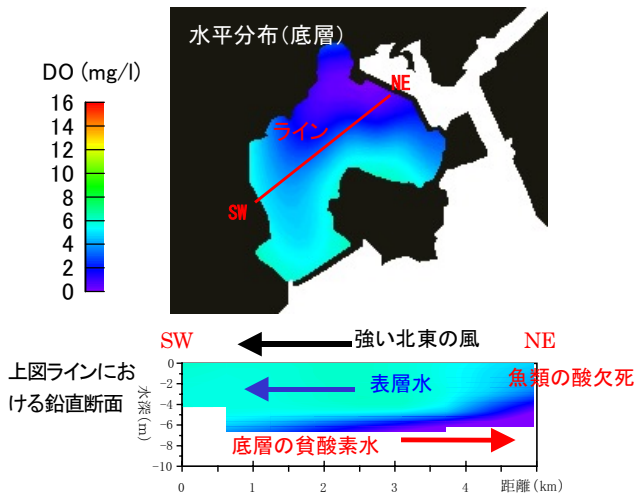
図6 大橋川におけるヤマトシジミへい死(H14年8月初旬)



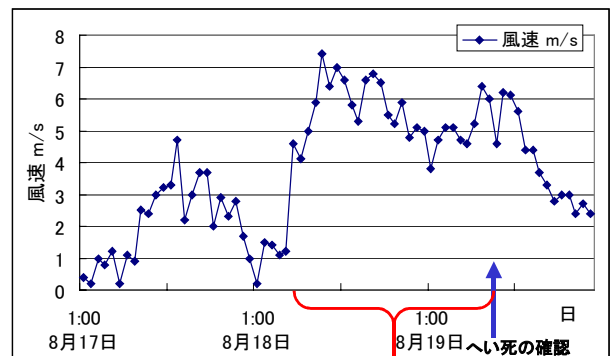
7-1 へい死が認められた水域



7-2 へい死した魚類



7-3 へい死翌日のDO分布と貧酸素水の這い上がり



8/18~19日に強い北東の風が吹いた

7-4 へい死当日の松江気象台の風速データ

図7 本庄水域における魚類へい死 (H14.8.20)

4. その他の業務

(1) 大橋川水質情報システムの改良

大橋川水質情報システムは、これまで電話回線によりデータを内水面水産試験場に転送し、FAXにより情報提供を行うシステムを採用していた。今年度はこのシステムの改良を行い、データの転送にインターネットメールを使用する方法に改め、またFAXに加えインターネットホームページとi-mode（携帯電話対応）による水質情報も提供を開始した。新システムは平成15年4月より運営を開始した。

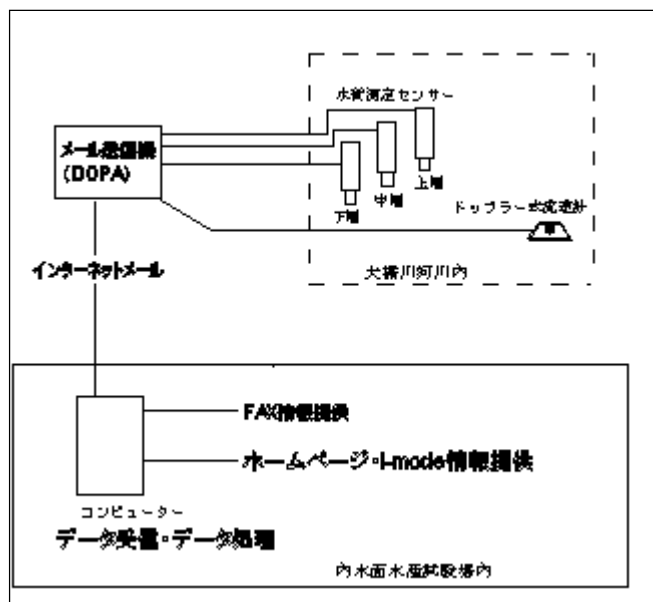


図8 新しい大橋川水質情報システムの概要

(2) 貧酸素水分布図作成システムの見直し

本年度より分布図作成の仕組みを見直し、定期観測調査における塩分・DOのコンター図の作成を専用設計のソフトウェア（平成10年作成）を使用した方法から市販ソフトを使用した方法に変更した。このことで、本庄水域など調査水域や調査定点の追加・変更など調査の自由度が増し、また水深別の鉛直データを併せて取ることにより、鉛直分布図の作成や貧酸素水塊の体積の計算が可能になった。方法の概要は調査方法に示したとおりである。

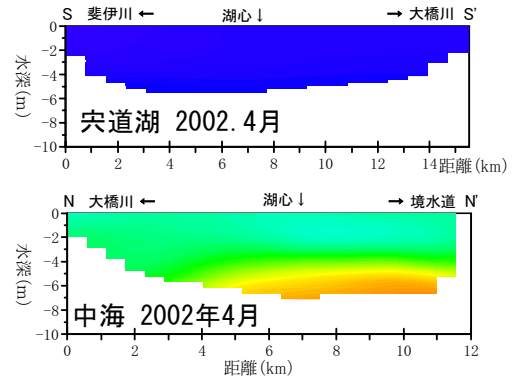
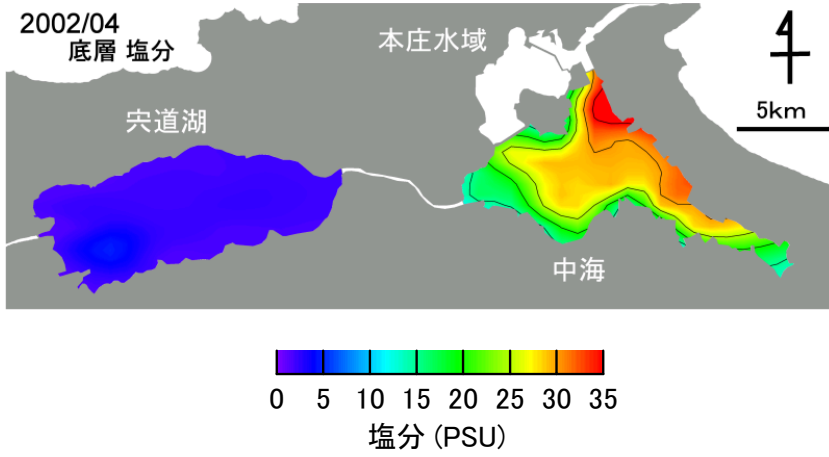
(3) これまでの宍道湖・中海貧酸素水関連調査の結果総括

本事業では平成10年度から継続して宍道湖・中海の湖底貧酸素化について様々な調査を行い、これまでに宍道湖・中海の湖底貧酸素化の現状や貧酸素水塊の挙動などについて多くの知見が集まっている。今年度はそれらの結果をまとめ、冊子にした。（平成14年度宍道湖・中海貧酸素水調査業務報告書）

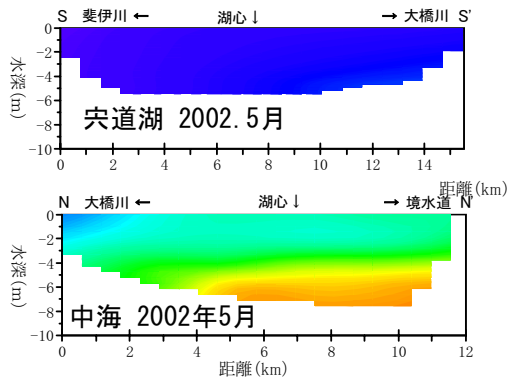
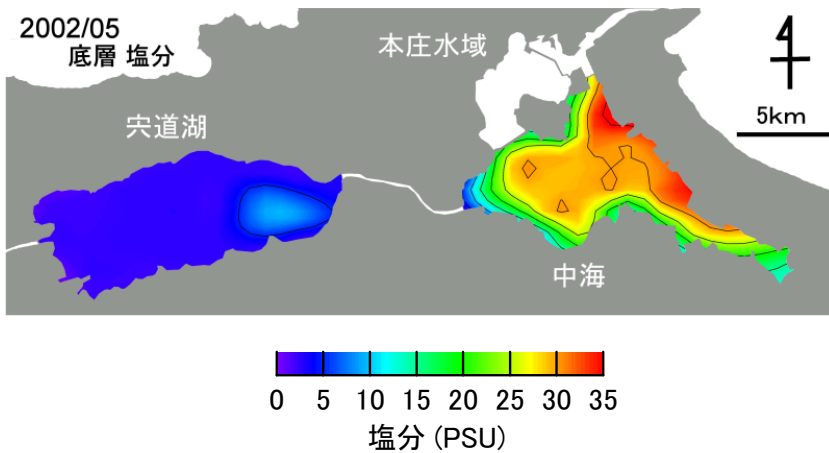
图 9-1 宍道湖・中海 塩分（底層・鉛直断面） 2002年4月～6月

鉛直断面図

2002年4月



2002年5月



2002年6月

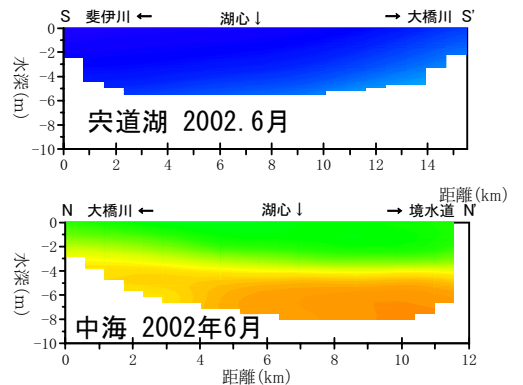
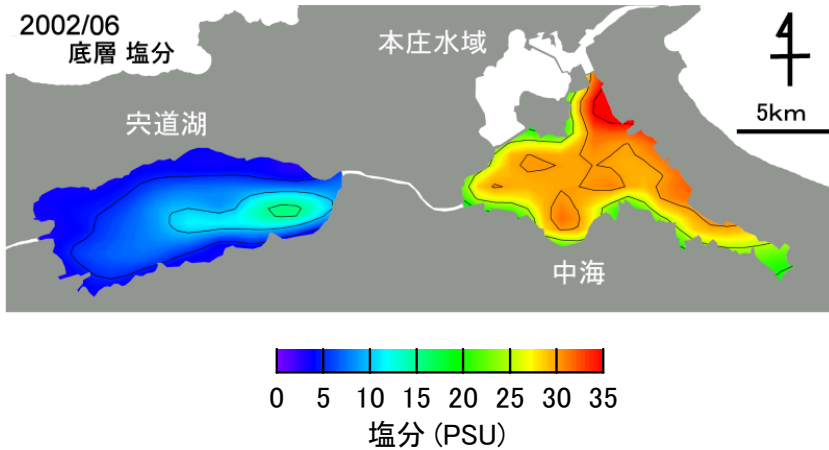
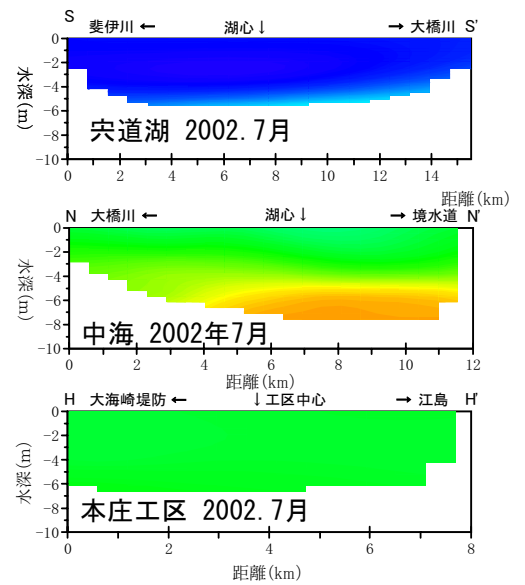
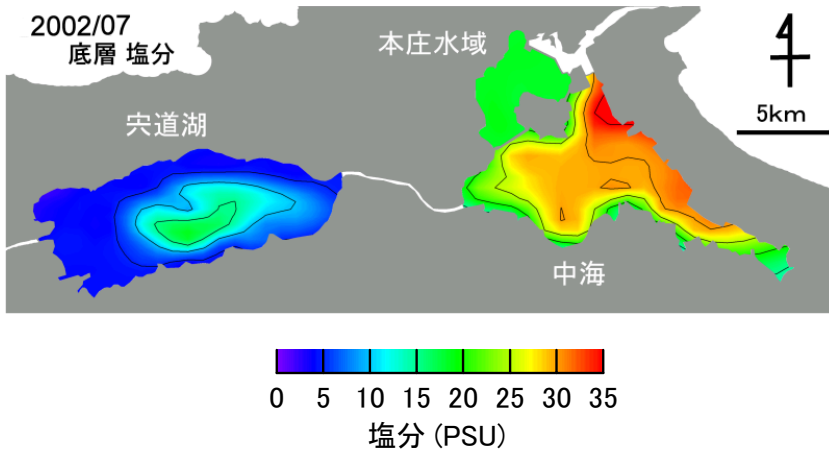


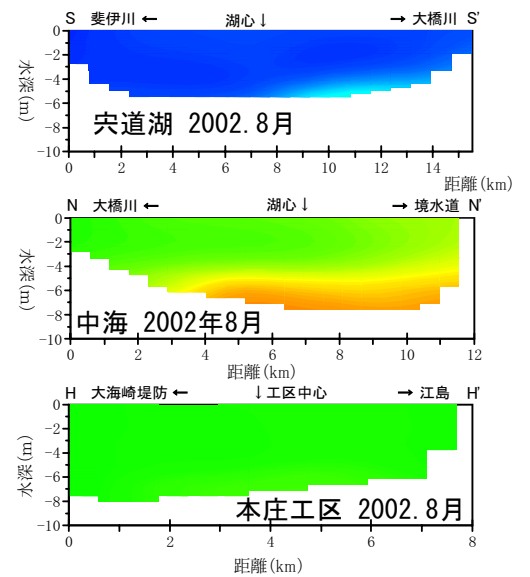
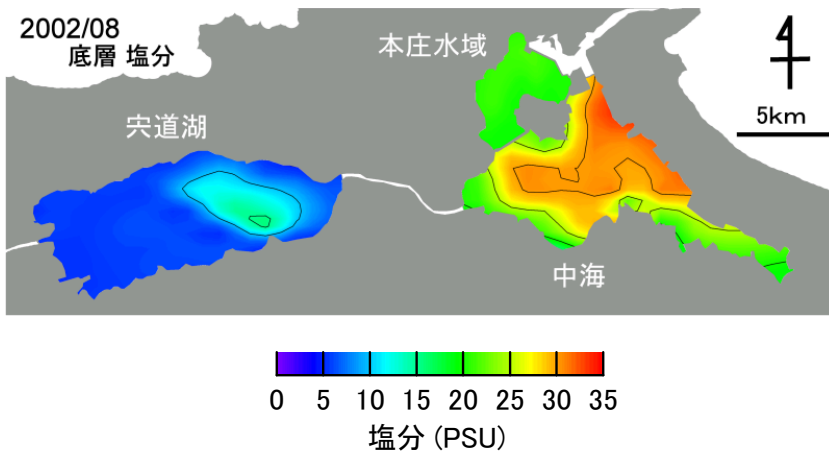
图 9-2 宍道湖・中海 塩分（底層・鉛直断面） 2002年7月～9月

鉛直断面図

2002年7月



2002年8月



2002年9月

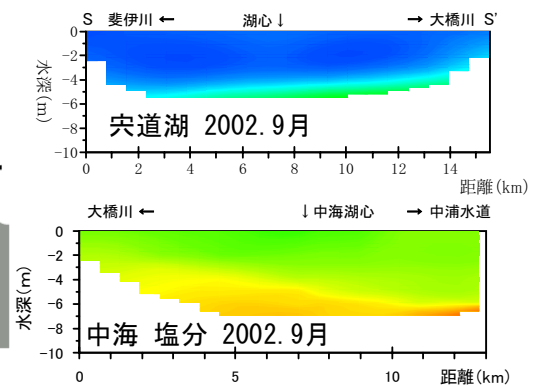
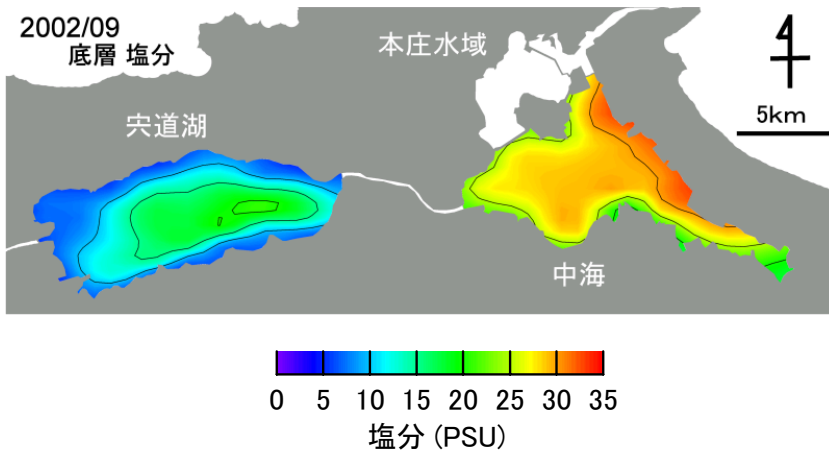
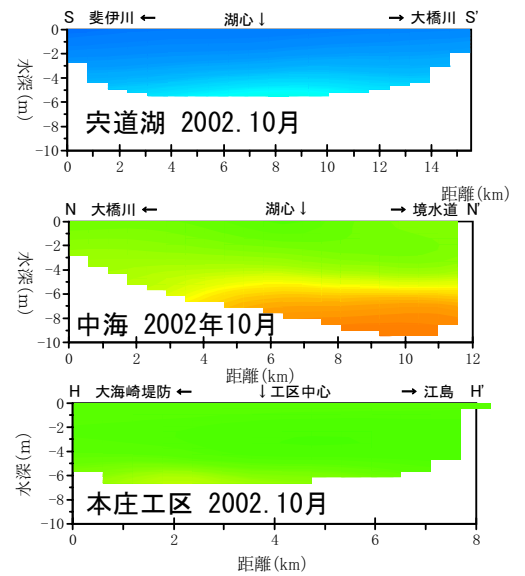
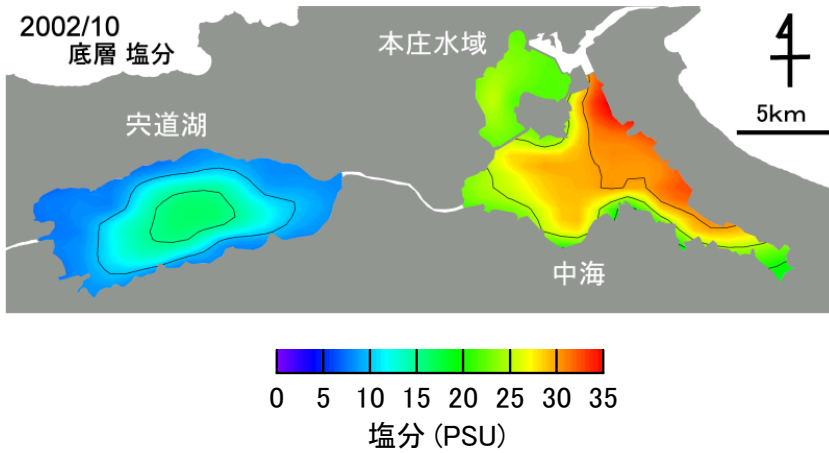
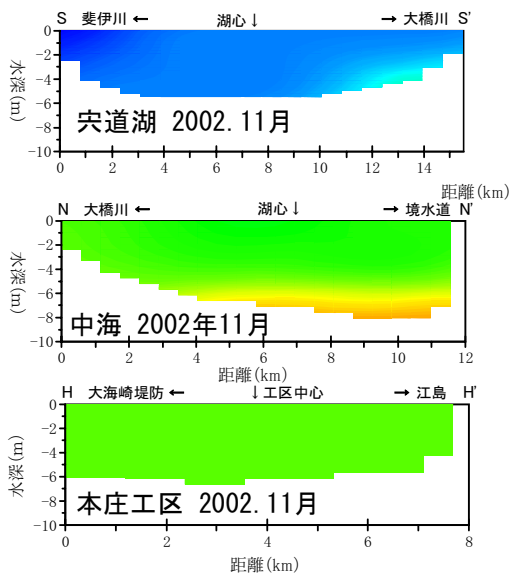
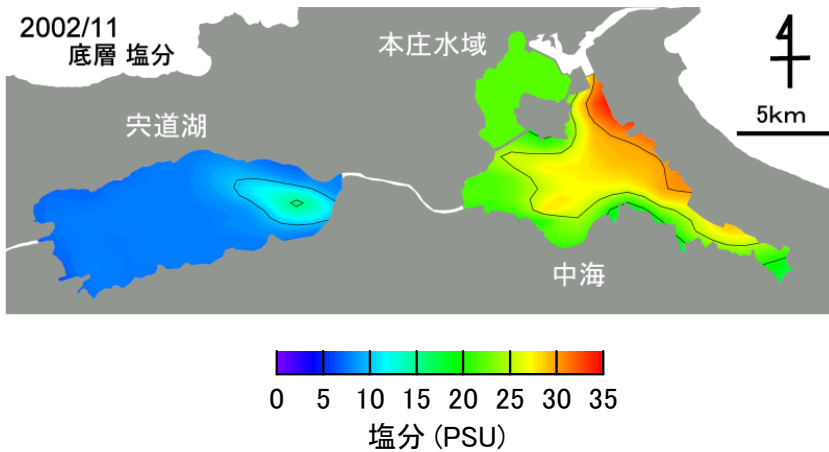


图 9-3 宍道湖·中海 塩分（底層・鉛直断面） 2002年10月～12月 鉛直断面図

2002年10月



2002年11月



2002年12月

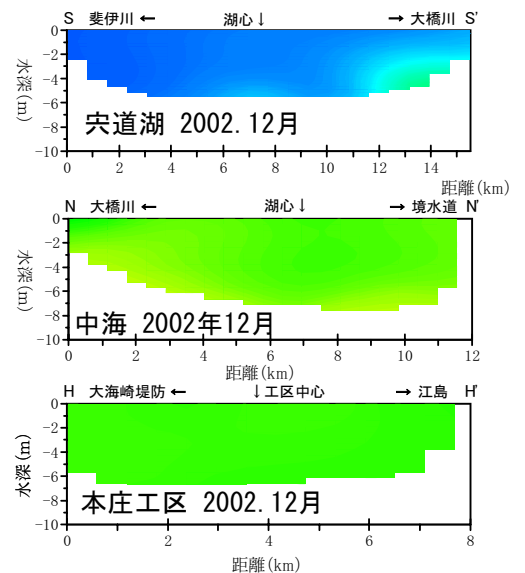
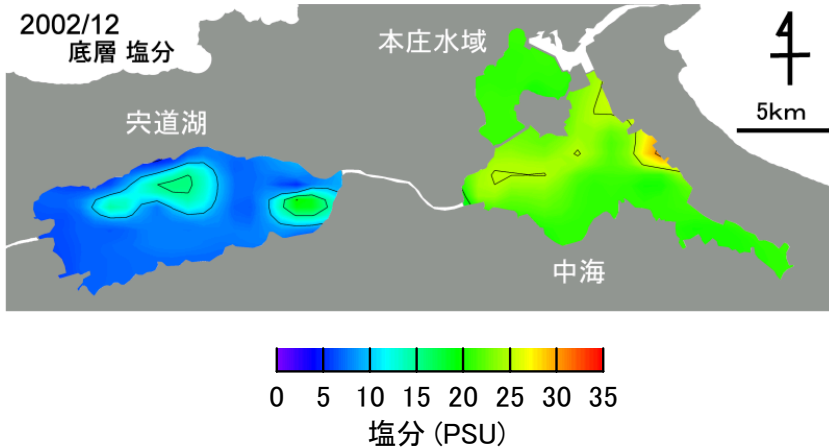
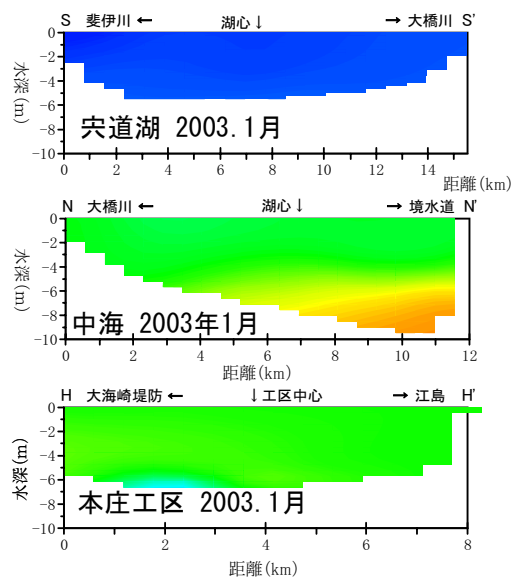
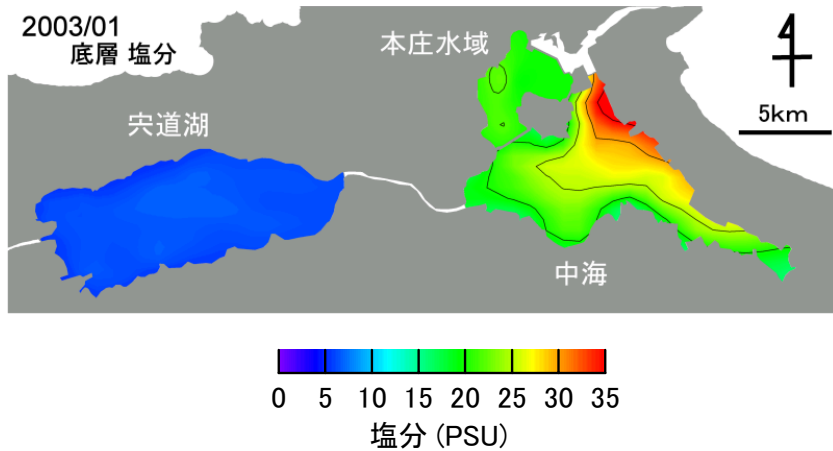


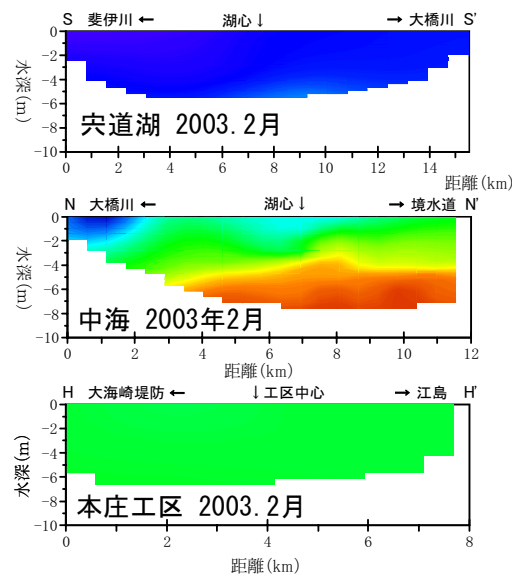
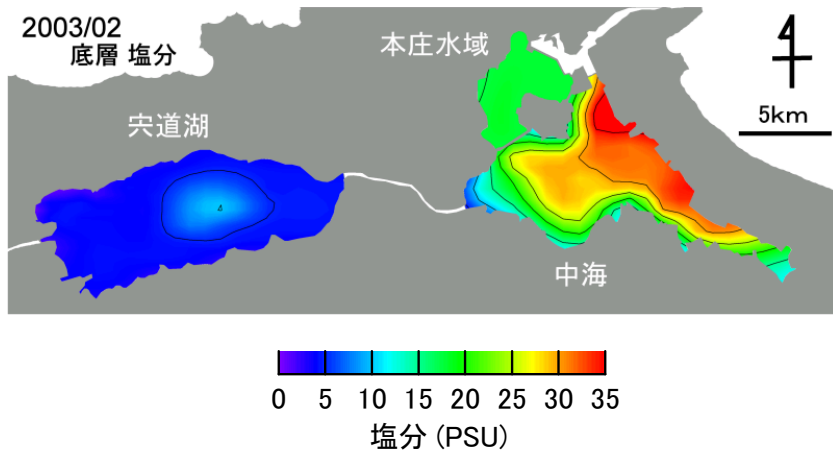
图 9-3 宍道湖·中海 塩分（底層・鉛直断面） 2003年1月～3月

鉛直断面图

2003年1月



2003年2月



2003年3月

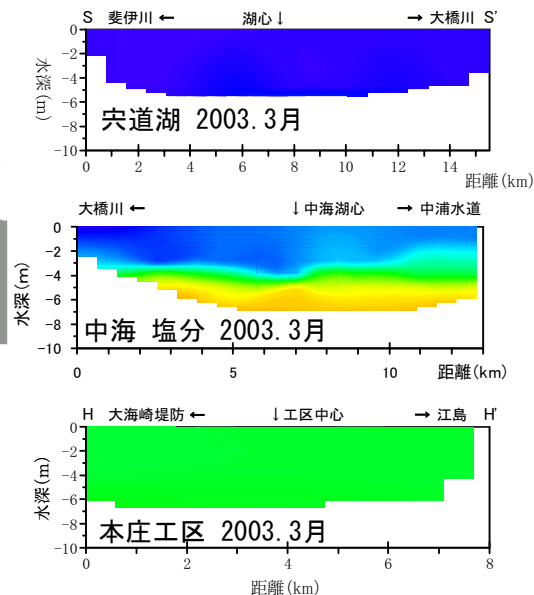
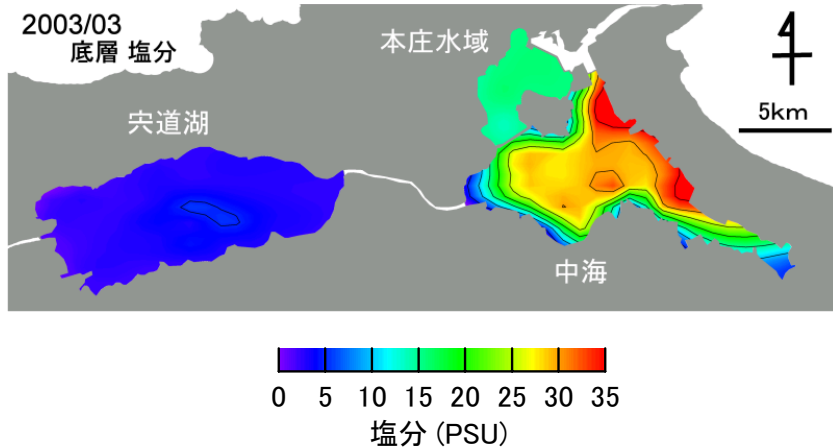
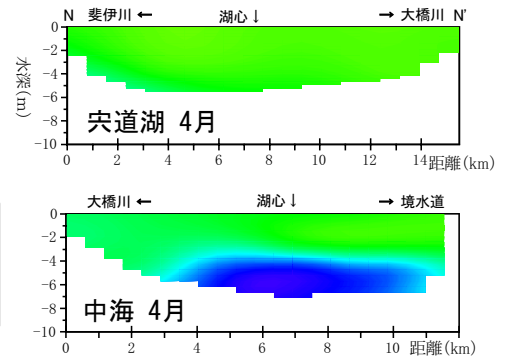
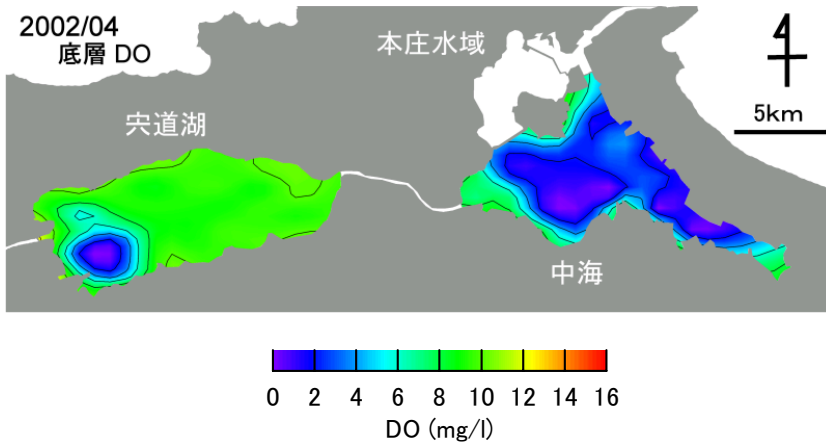


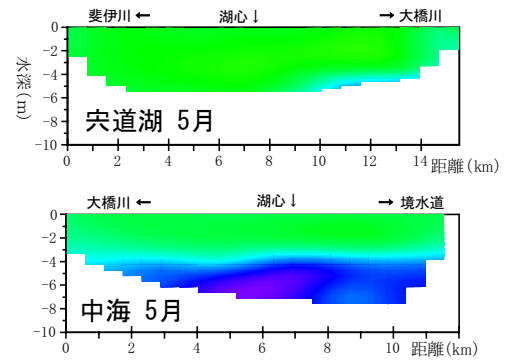
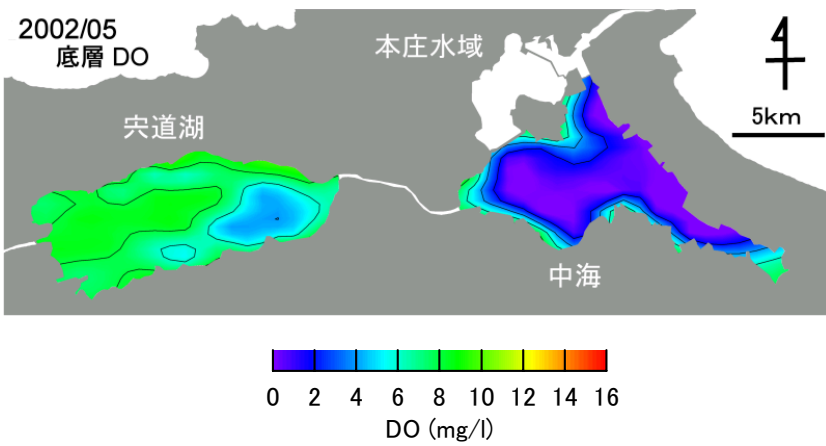
图 10-1 宍道湖・中海 溶存酸素(底層・鉛直) 2002年4月～6月

鉛直断面図

2002年4月



2002年5月



2002年6月

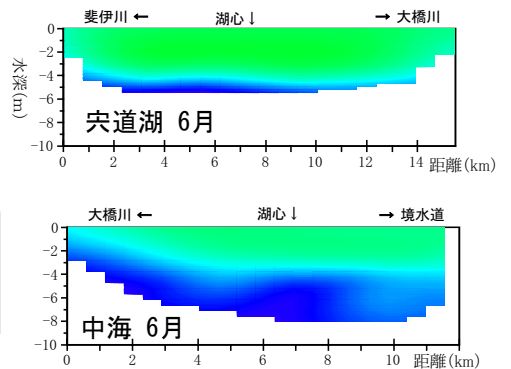
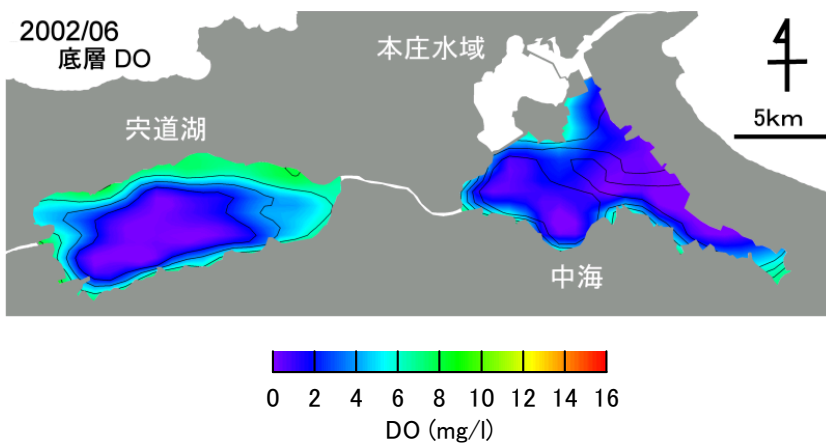
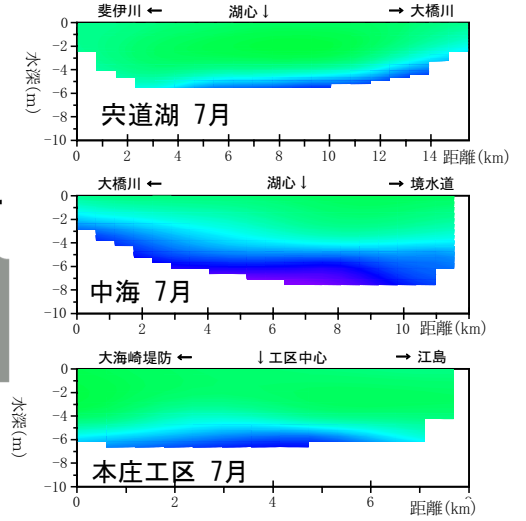
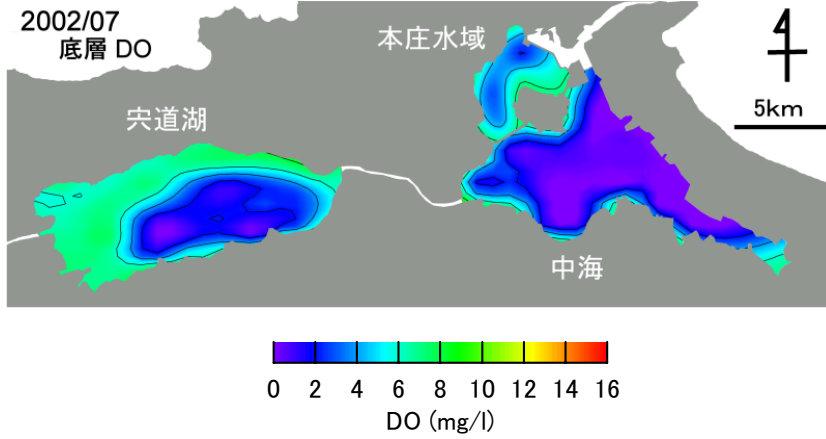


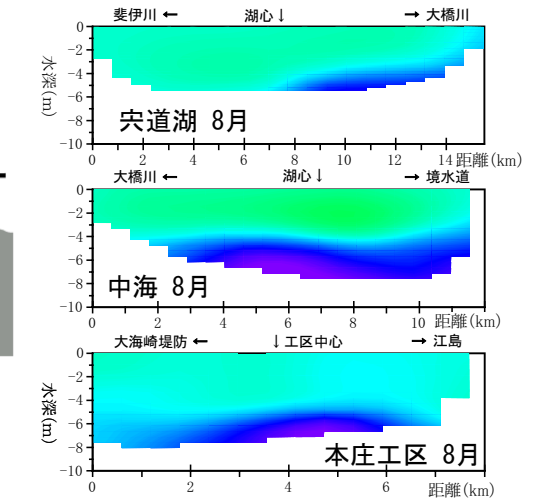
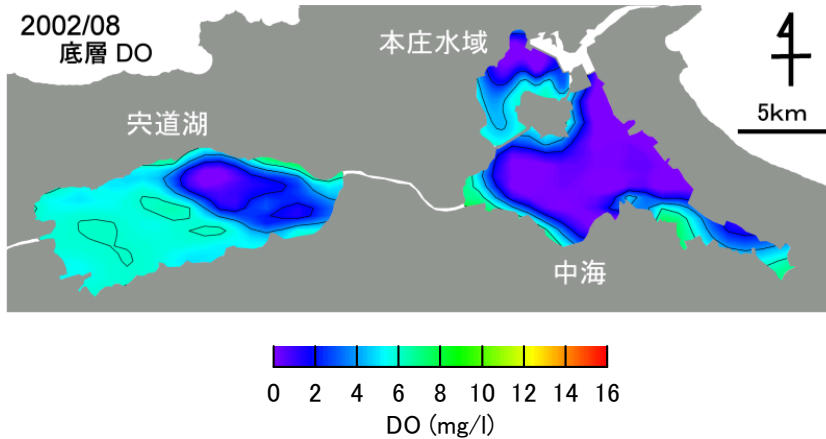
图 10-1 宍道湖·中海 溶存酸素(底層·鉛直) 2002年6月~9月

鉛直断面図

2002年7月



2002年8月



2002年9月

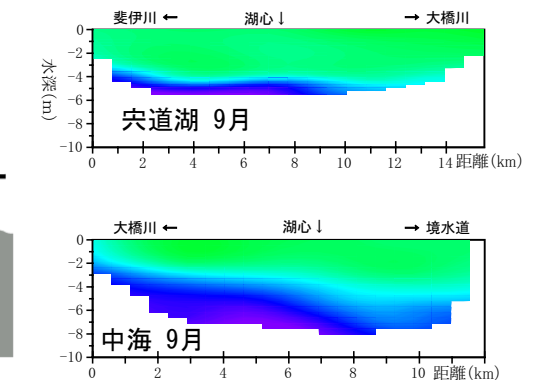
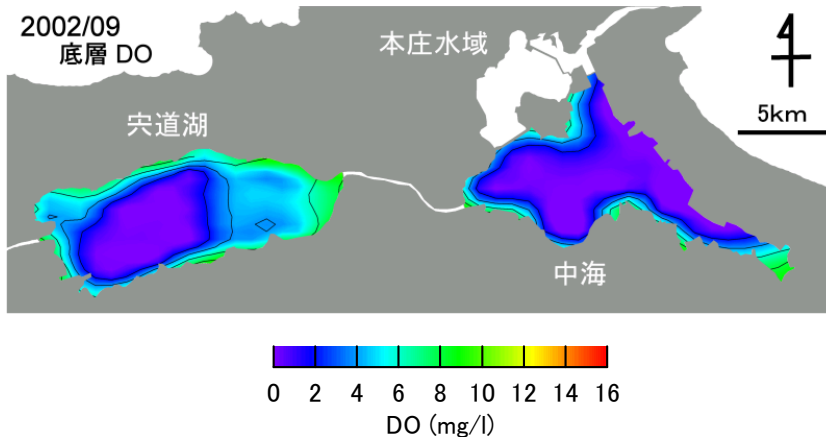
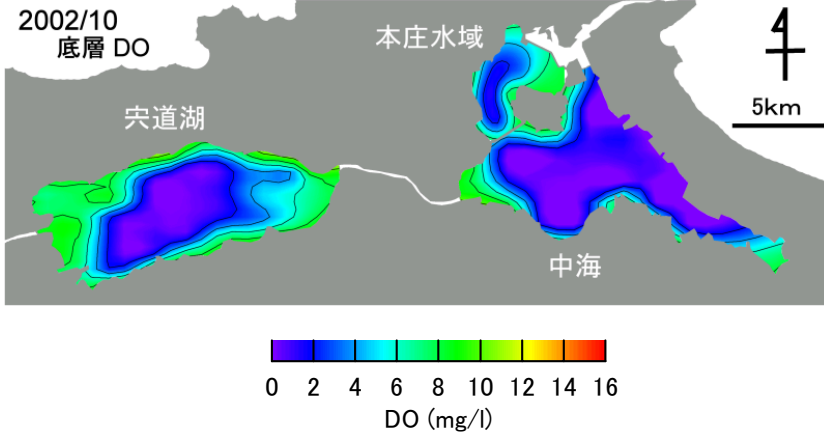
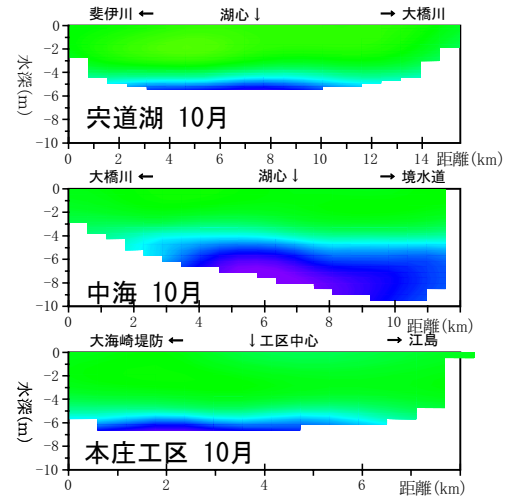


図 10-3 宍道湖・中海 溶存酸素(底層・鉛直) 2002 年 10 月～12 月

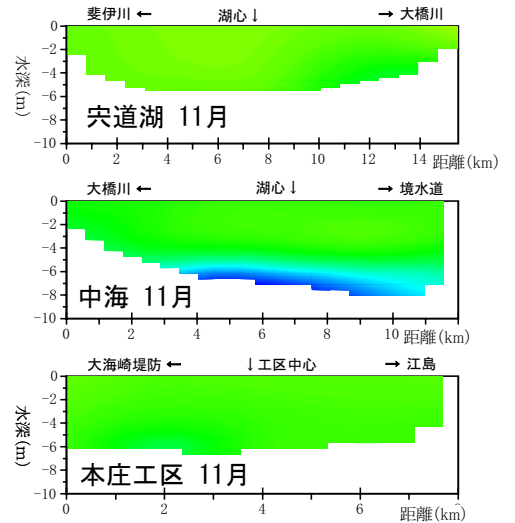
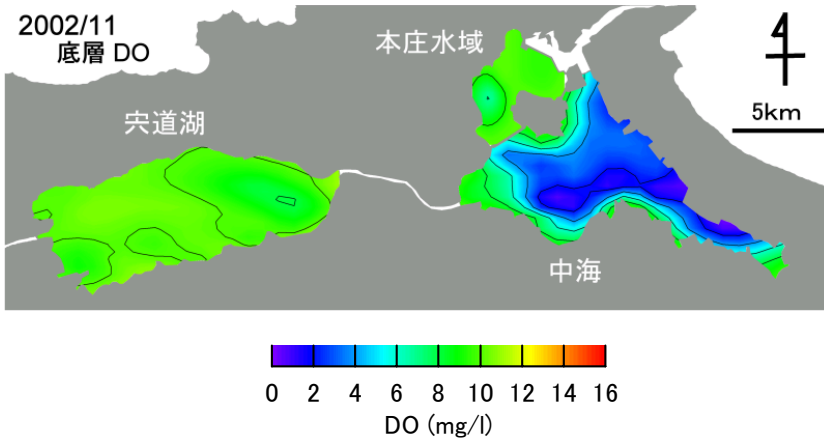
2002年10月



鉛直断面図



2002年11月



2002年12月

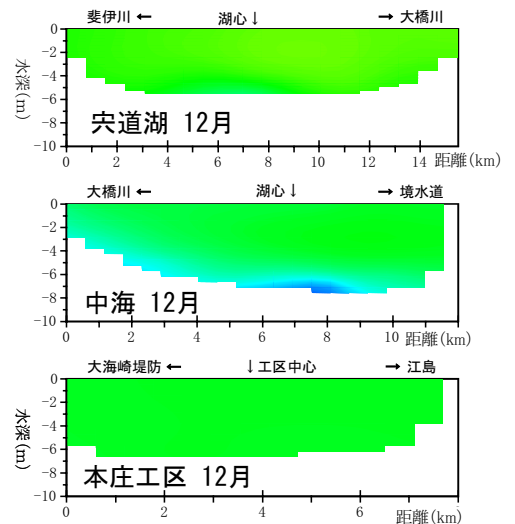
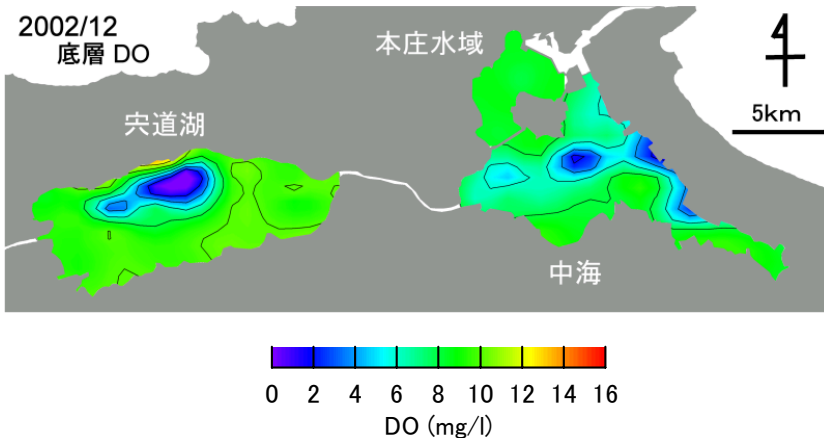
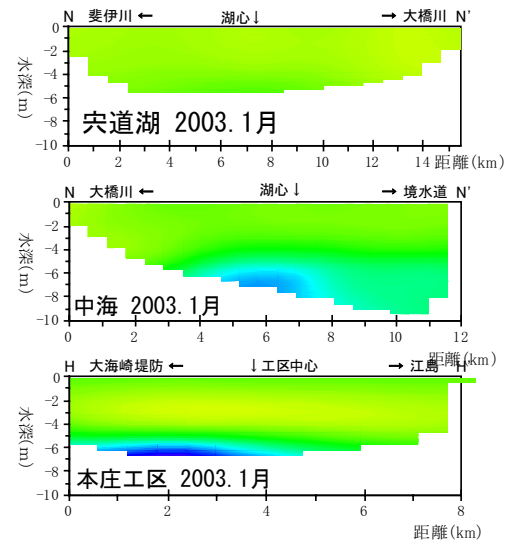
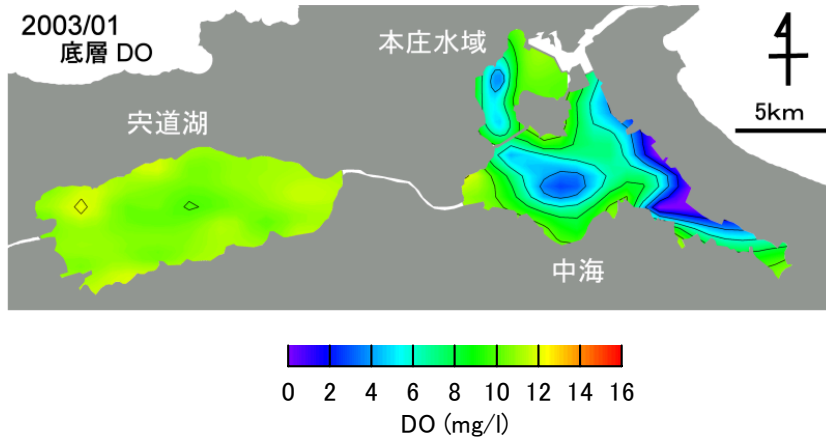


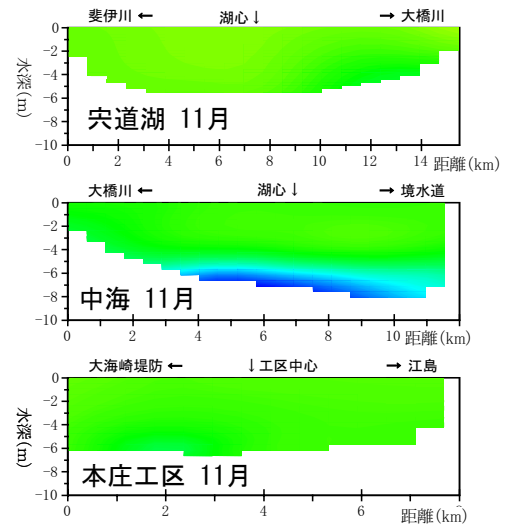
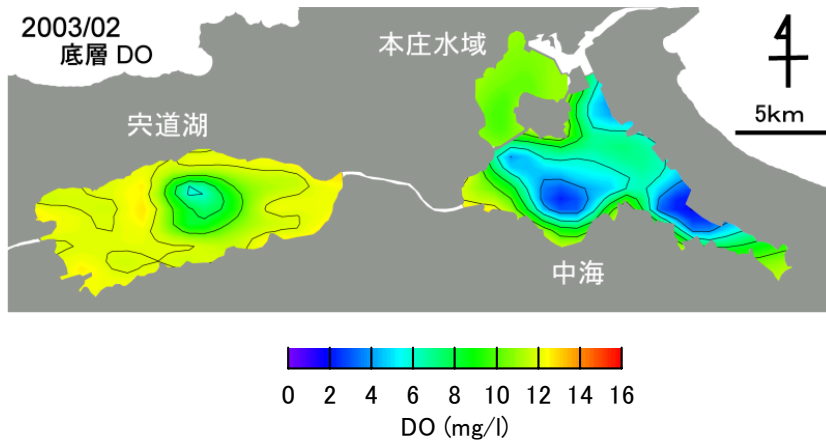
图 10-4 宍道湖·中海 溶存酸素(底層·鉛直) 2003年1月~3月

鉛直断面图

2003年1月



2003年2月



2003年3月

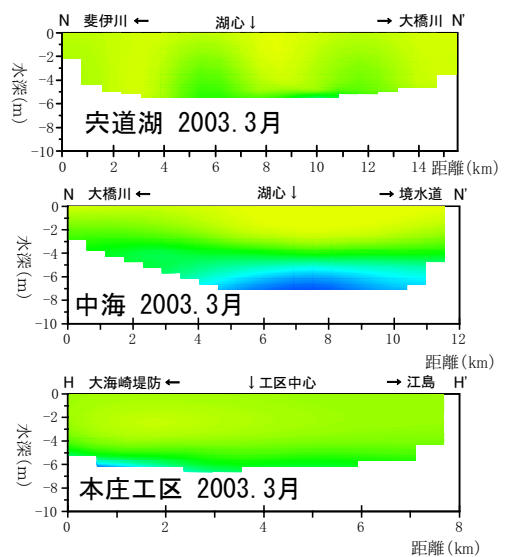
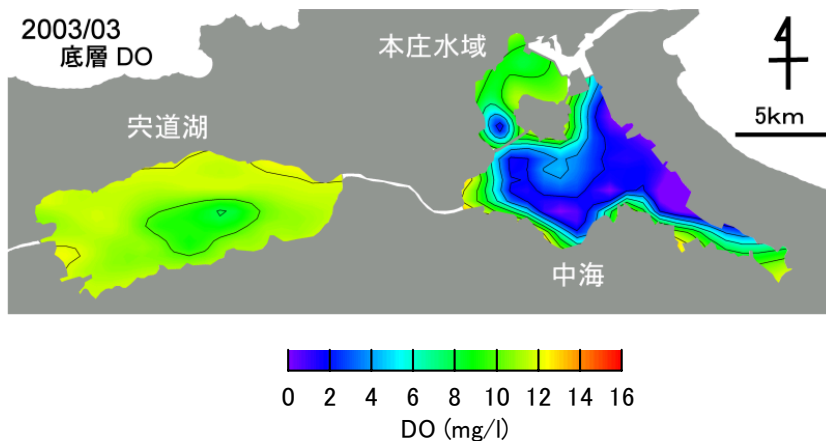
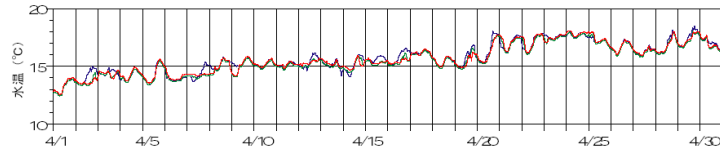


図 11-1 大橋川水質連続観測結果 2002 年 4 月～6 月

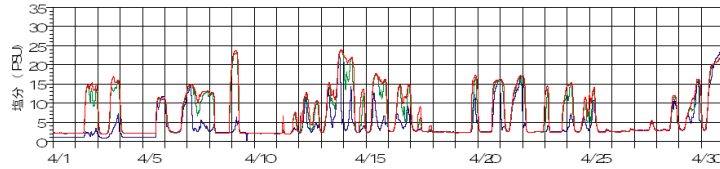
2002 年 4 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

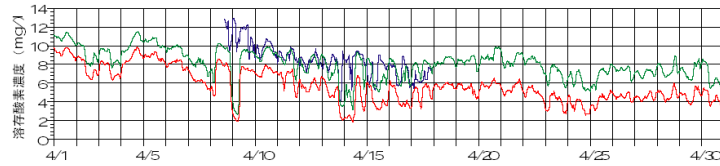
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



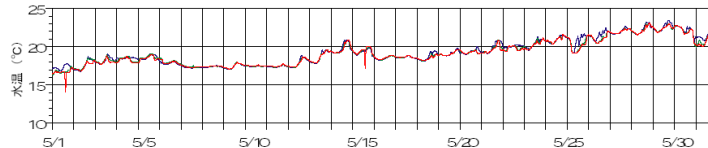
○ 溶存酸素 (mg/l)



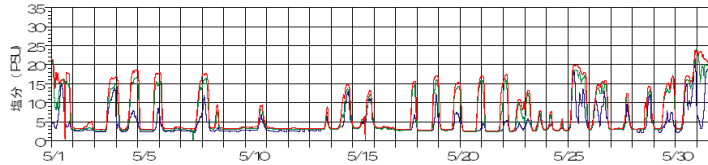
2002 年 5 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

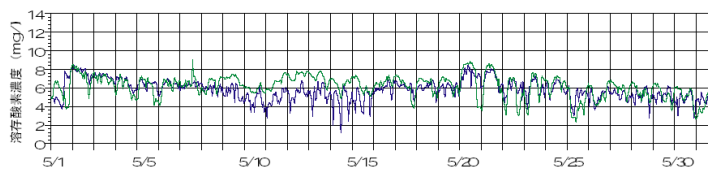
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



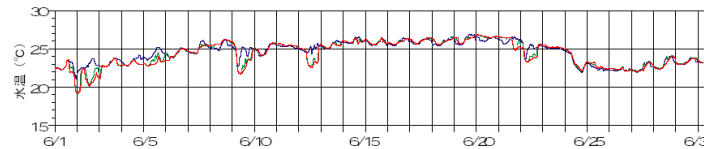
○ 溶存酸素 (mg/l)



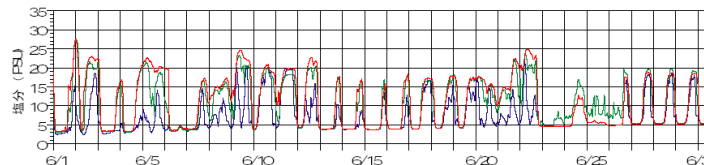
2002 年 6 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



○ 溶存酸素 (mg/l)

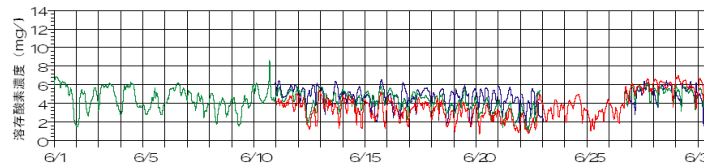
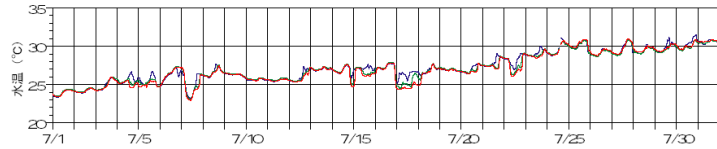


図 11-2 大橋川水質連続観測結果 2002 年 7 月～9 月

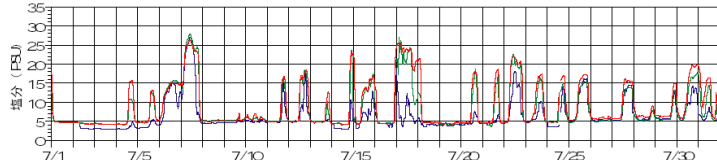
2002 年 7 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

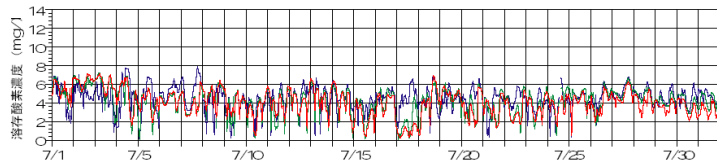
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



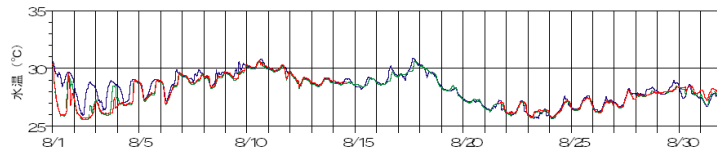
○ 溶存酸素 (mg/l)



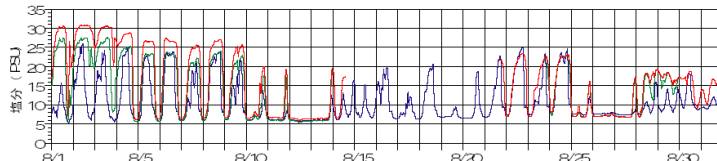
2002 年 8 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

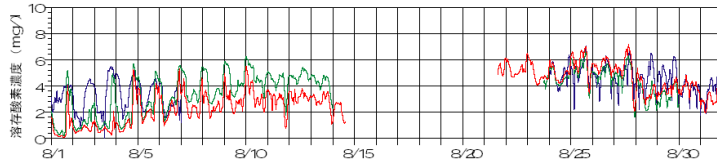
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



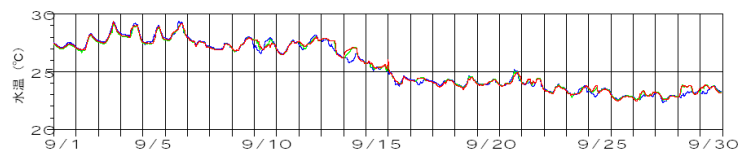
○ 溶存酸素 (mg/l)



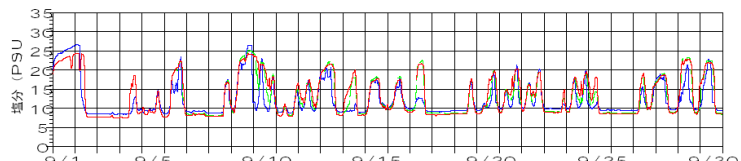
2002 年 9 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



○ 溶存酸素 (mg/l)

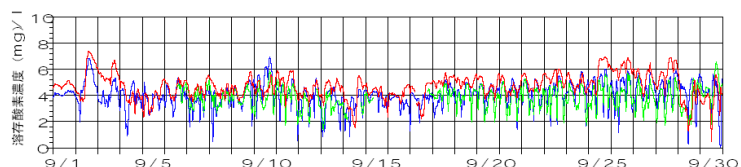
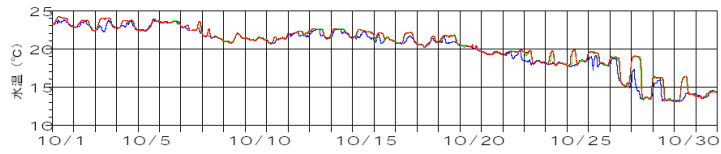


図 11-3 大橋川水質連続観測結果 2002 年 10 月～12 月

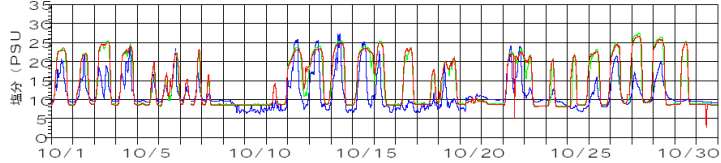
2002 年 10 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

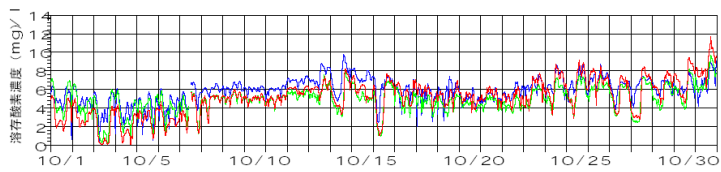
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



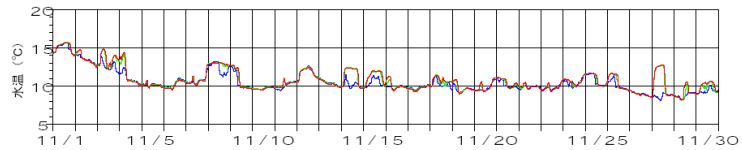
○ 溶存酸素 (mg/l)



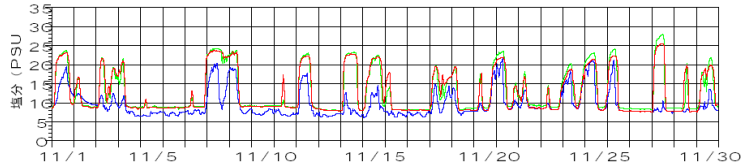
2002 年 11 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

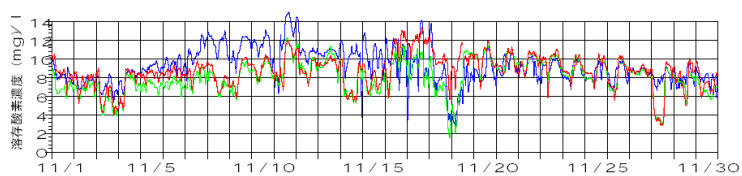
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



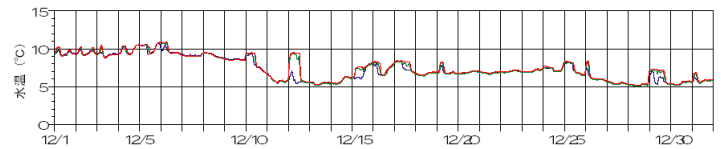
○ 溶存酸素 (mg/l)



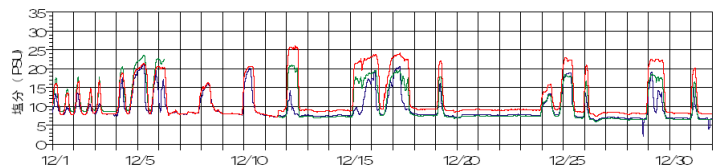
2002 年 12 月

上層:水深 1.0m (blue line) 中層:水深 3.0m (green line) 下層:水深 4.5m (red line)

○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



○ 溶存酸素 (mg/l)

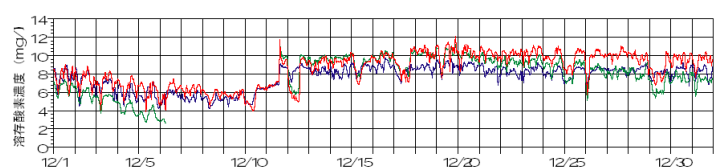
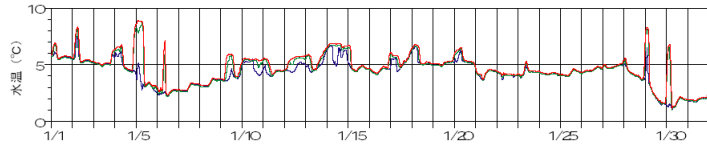


図 11-4 大橋川水質連続観測結果 2003 年 1 月～3 月

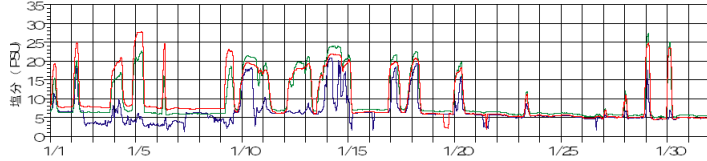
2003 年 1 月

上層:水深 1.0m ——— 中層:水深 3.0m ——— 下層:水深 4.5m ———

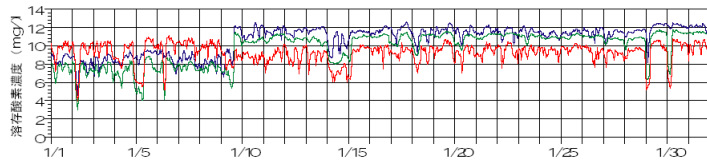
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



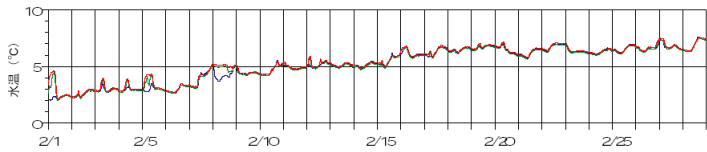
○ 溶存酸素 (mg/l)



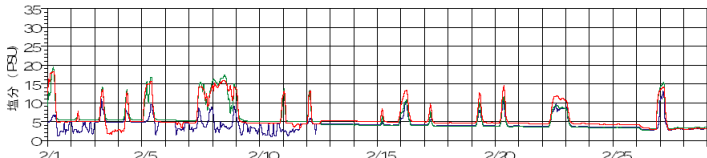
2003 年 2 月

上層:水深 1.0m ——— 中層:水深 3.0m ——— 下層:水深 4.5m ———

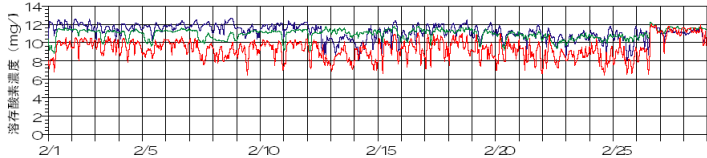
○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



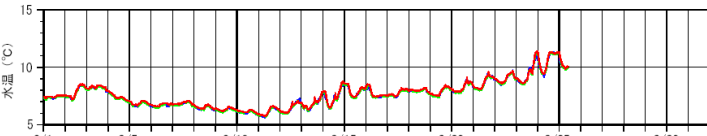
○ 溶存酸素 (mg/l)



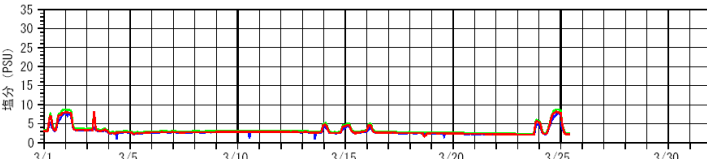
2003 年 3 月

上層:水深 1.0m ——— 中層:水深 3.0m ——— 下層:水深 4.5m ———

○ 水温 (°C)



○ 塩分 (PSU)



○ 溶存酸素 (mg/l)

