

博多湾の貧酸素水塊とその生物 への影響ならびに改善について

NPO法人日本環境監視協会主催

第6回 博多湾再生市民フォーラム

2015年3月21日

NPO法人日本環境監視協会

山崎惟義

博多湾における貧酸素水塊

- 博多湾全域における貧酸素水塊と生物への影響
- 室見川沖窪地周辺における貧酸素水塊の挙動
- 和白海域における貧酸素水塊の挙動と生物死滅
- 海水淡水化排水・下水処理水の混合排出の影響

博多湾全域における貧酸素水塊 と生物への影響 (2002～2005)

- 博多湾全域における貧酸素水塊の広がり
- 貧酸素水塊形成のホトギス貝の生息への影響
- 博多湾貧酸素水塊対策の可能性

博多湾と測定地点(2002～2005)

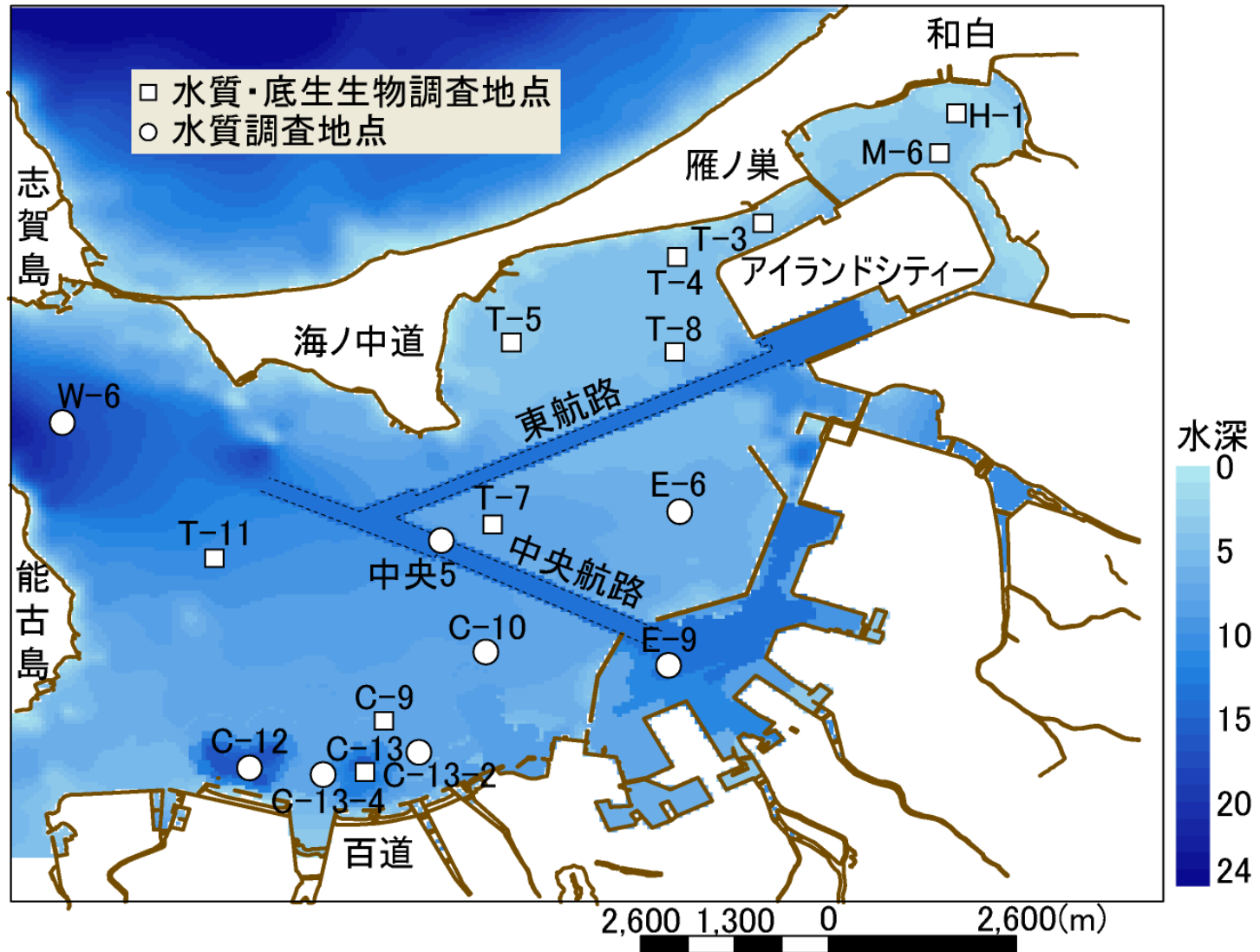
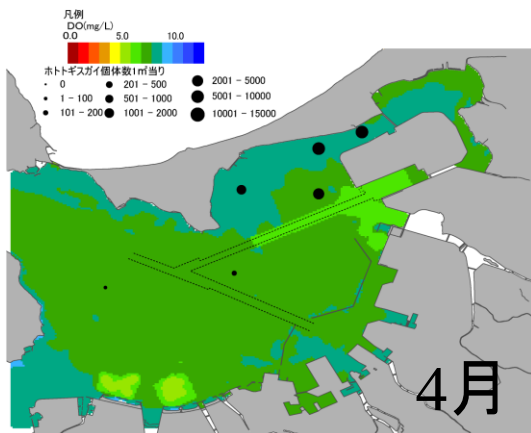
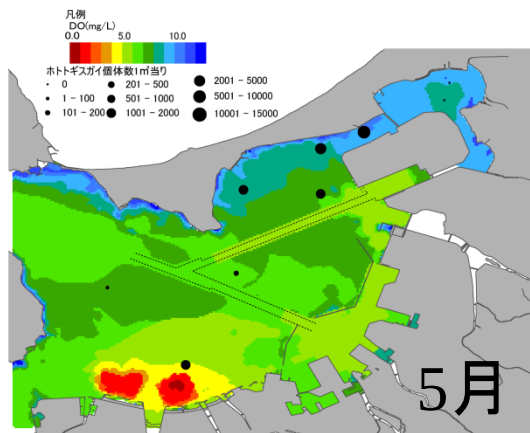


Fig.1.a 全調査地点

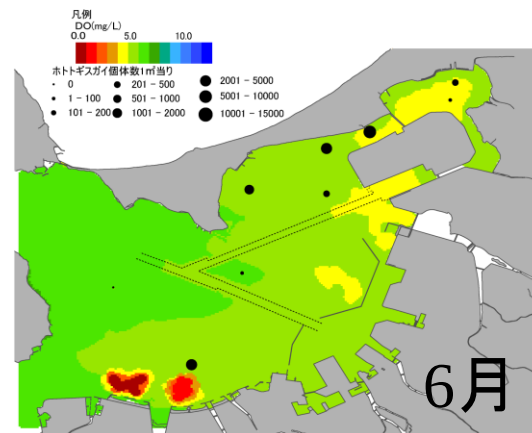
2002年 博多湾底層DOとホトギスガイの分布



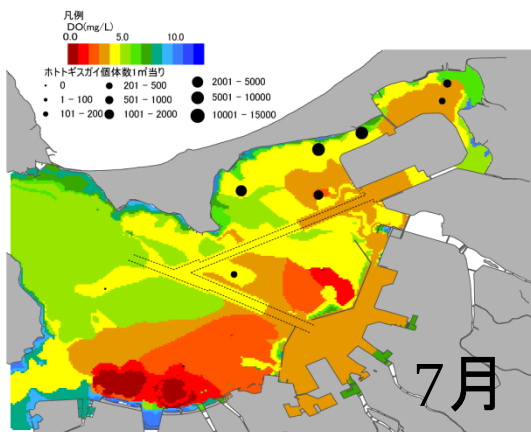
'02年4月 底層DOとホトギスガイの分布



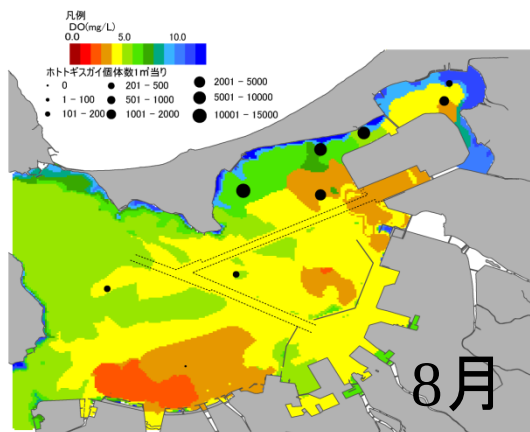
'02年5月 底層DOとホトギスガイの分布



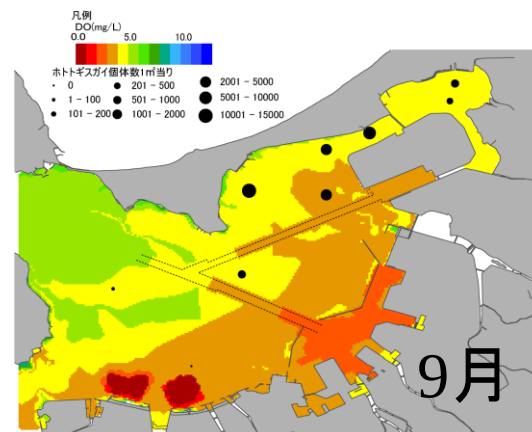
'02年6月 底層DOとホトギスガイの分布



'02年7月 底層DOとホトギスガイの分布

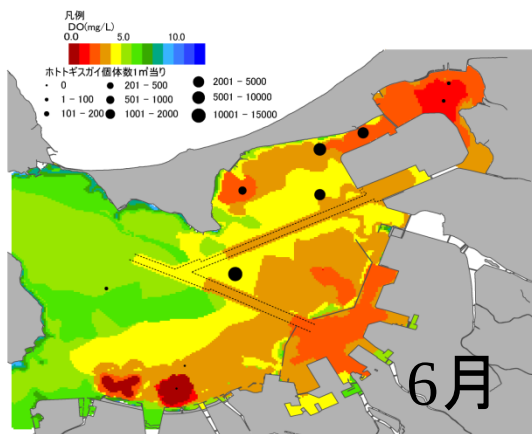


'02年8月 底層DOとホトギスガイの分布

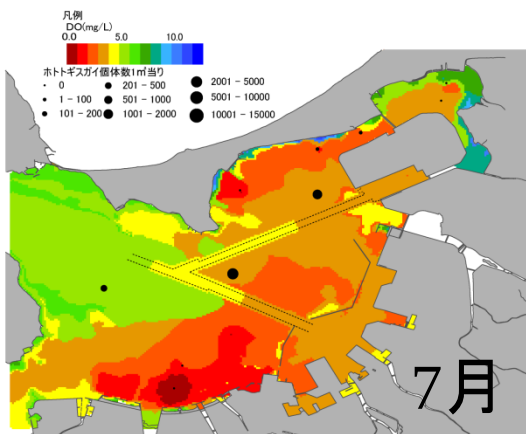


'02年9月 底層DOとホトギスガイの分布

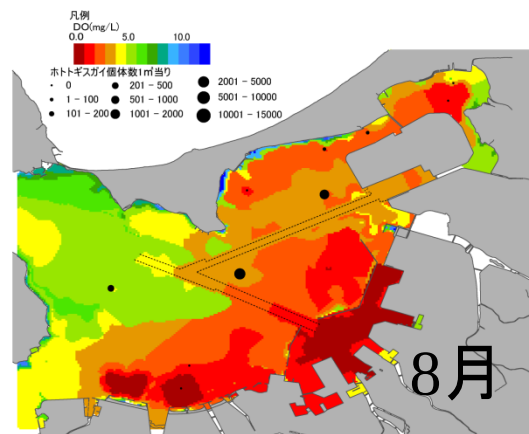
2003年 博多湾底層DOとホトギスガイの分布



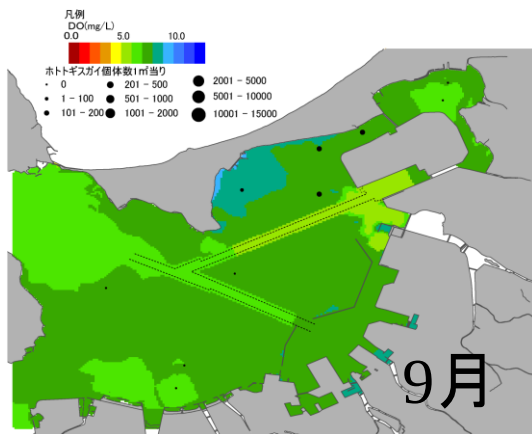
'03年6月 底層DOとホトギスガイの分布



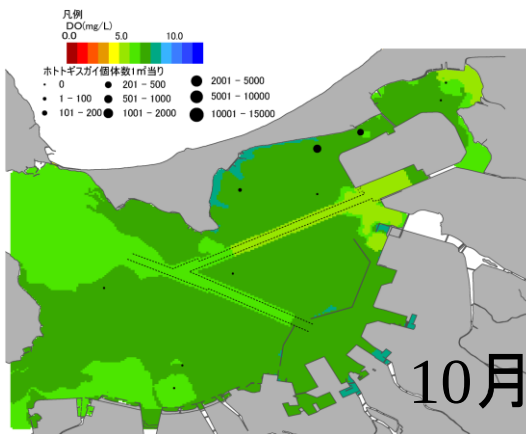
'03年7月 底層DOとホトギスガイの分布



'03年8月 底層DOとホトギスガイの分布

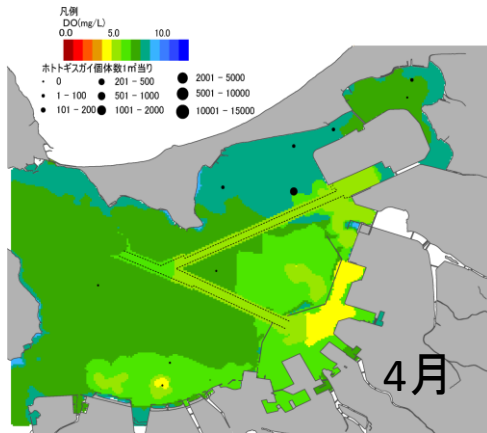


'03年9月 底層DOとホトギスガイの分布

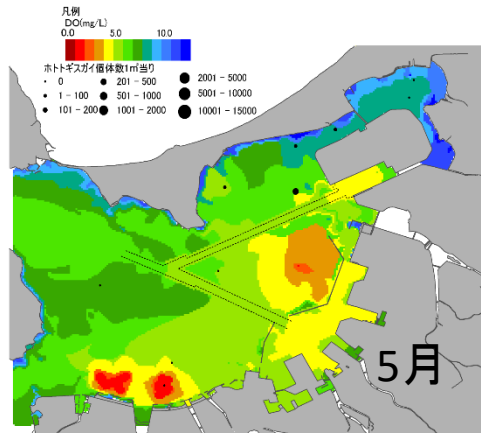


'03年10月 底層DOとホトギスガイの分布

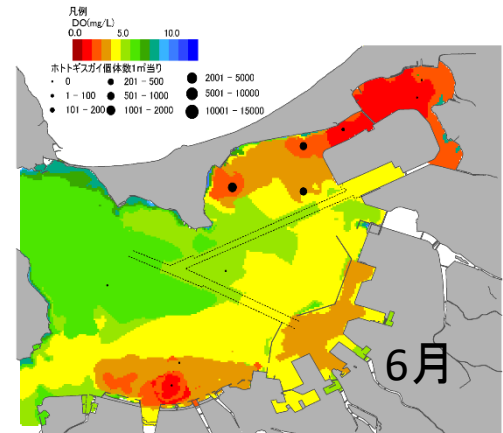
博多湾底層DOとホトトギスガイの分布 2004年



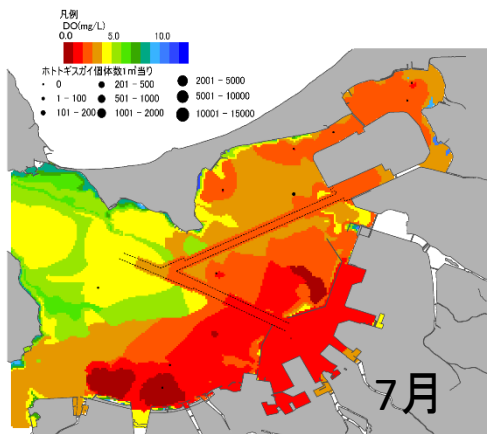
04年4月 底層DOとホトトギスガイの分布



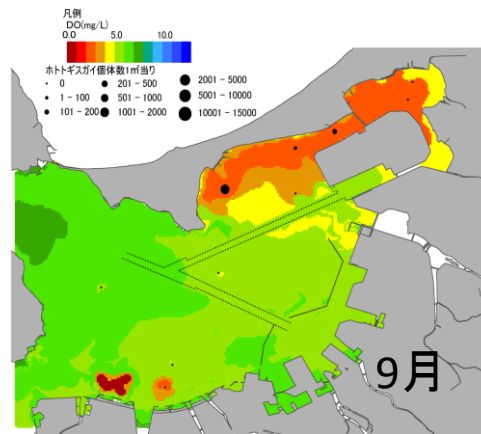
04年5月 底層DOとホトトギスガイの分布



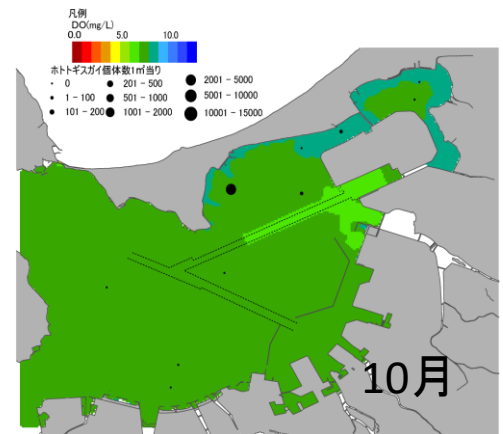
04年6月 底層DOとホトトギスガイの分布



04年7月 底層DOとホトトギスガイの分布

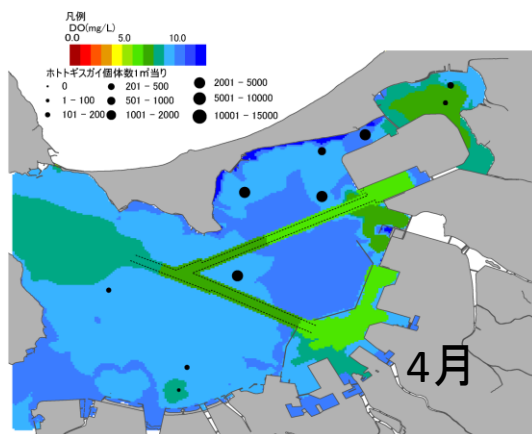


04年9月 底層DOとホトトギスガイの分布

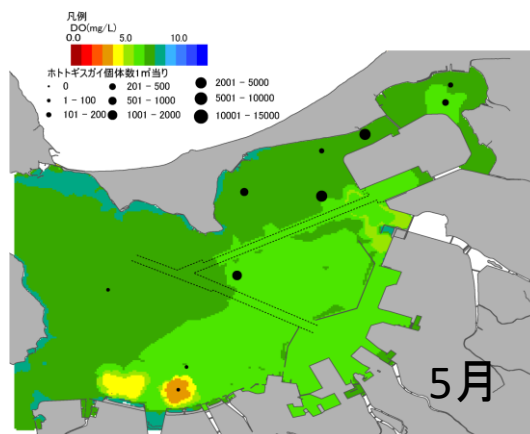


04年10月 底層DOとホトトギスガイの分布

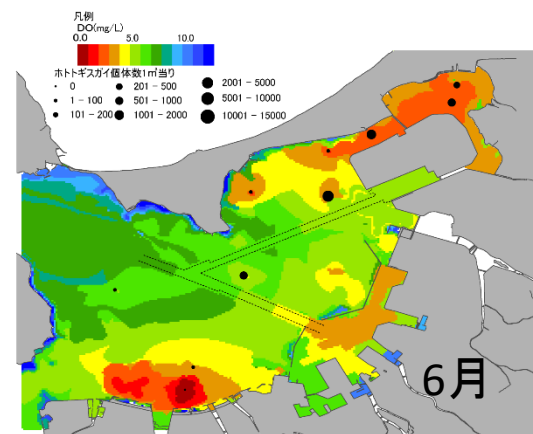
博多湾底層DOとホトトギスガイの分布 2005年



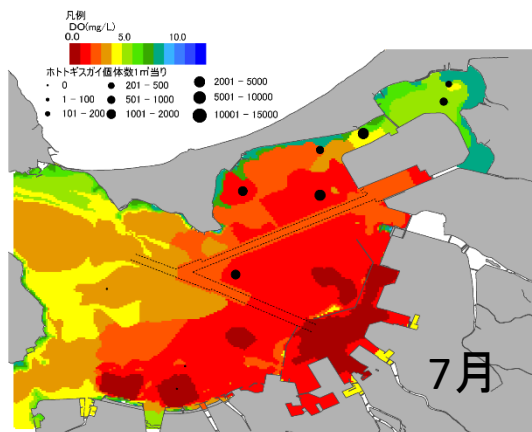
'05年4月 底層DOとホトトギスガイの分布



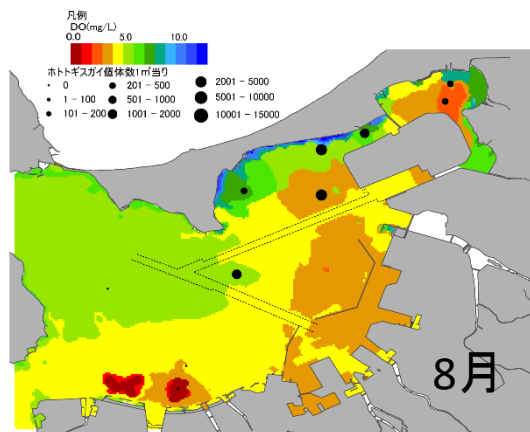
'05年5月 底層DOとホトトギスガイの分布



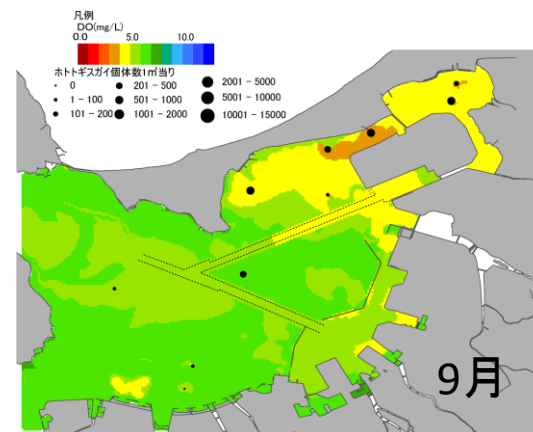
'05年6月 底層DOとホトトギスガイの分布



'05年7月 底層DOとホトトギスガイの分布



'05年8月 底層DOとホトトギスガイの分布



'05年9月 底層DOとホトトギスガイの分布

ホトトギスガイ



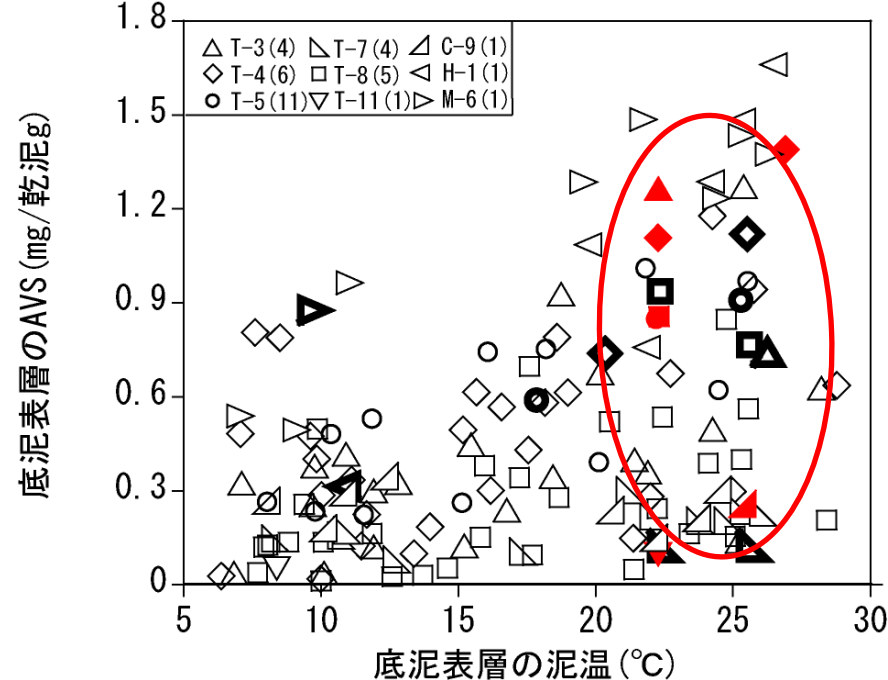
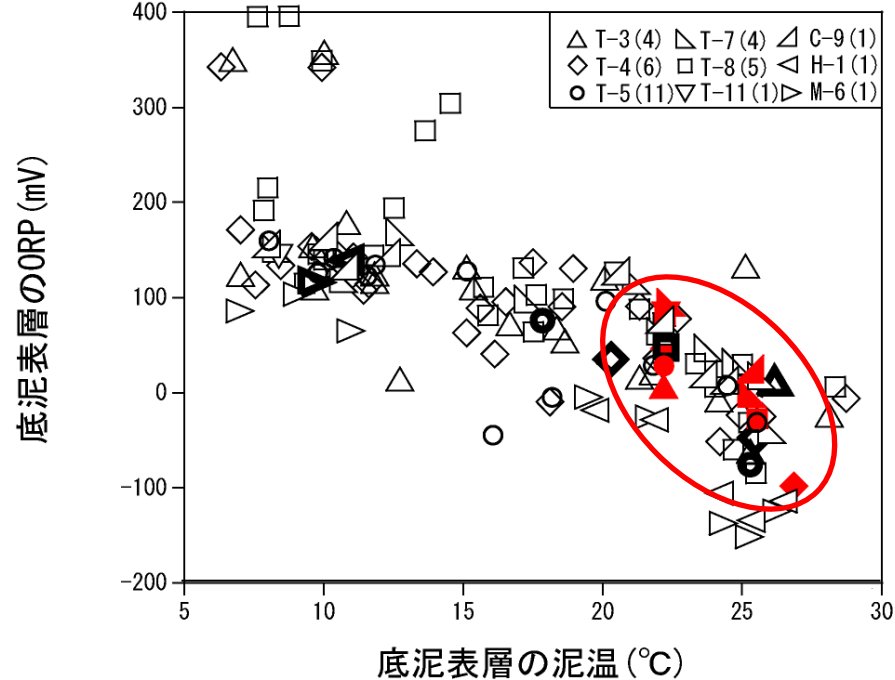
マット状のホトトギス貝



1個のホトトギス貝

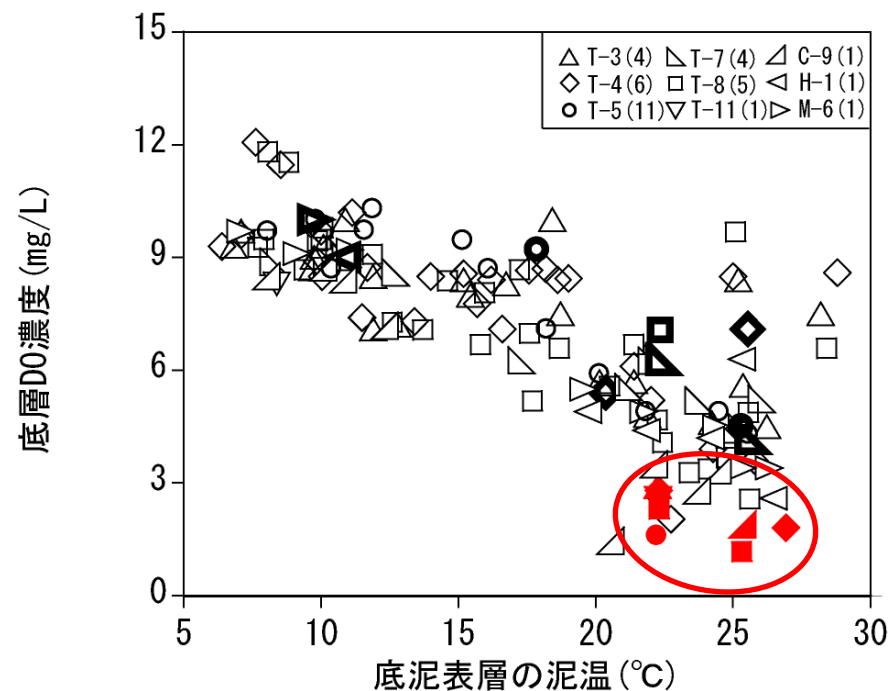


ホトトギス貝のサイズ調査



ホトギスガイ 各コホートの 環境履歴

赤マークは突然死



泥温-DO ホトトギス貝死滅領域

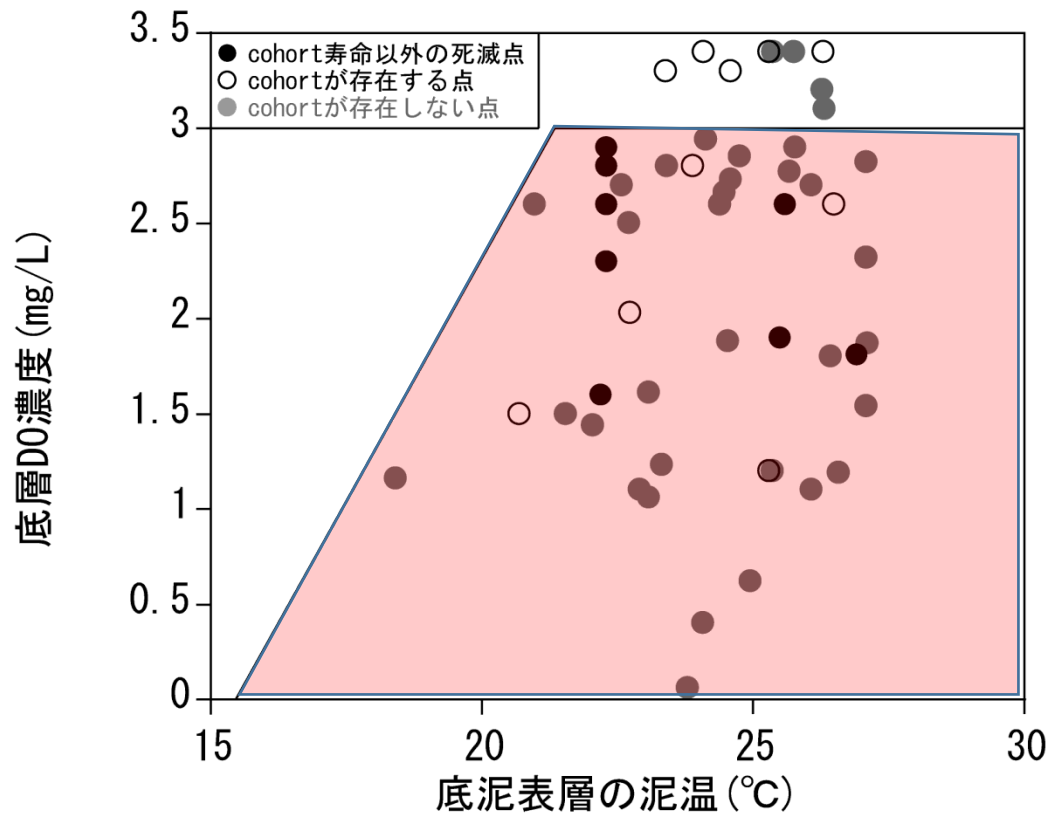
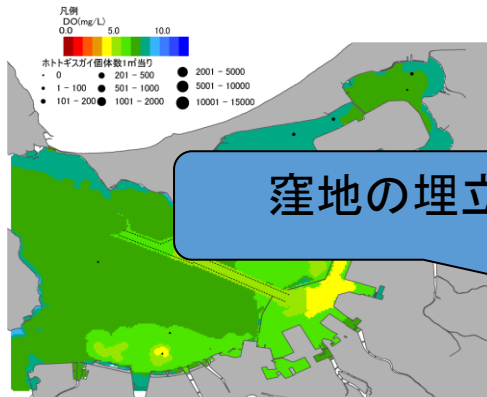
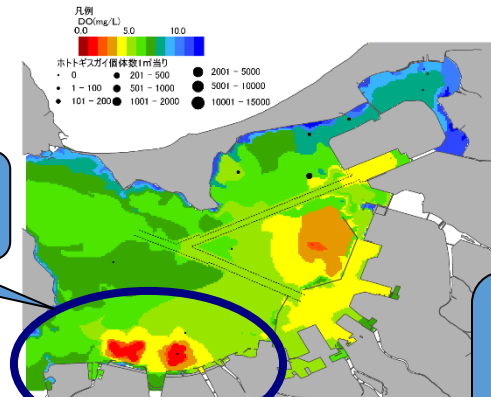


Fig. 17 ホトトギスガイ死滅ポテンシャルの高い領域

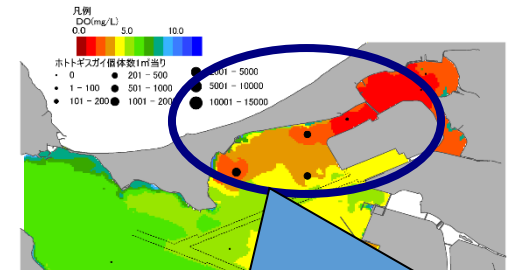
博多湾貧酸素水塊対策の可能性



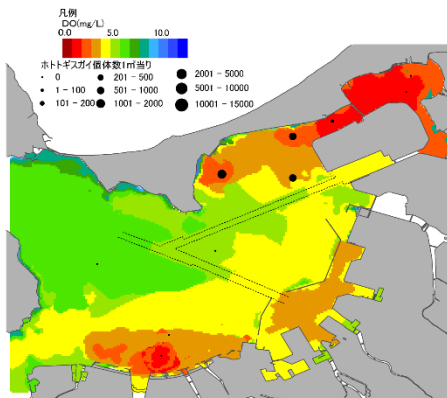
'04年4月 底層DOとホトギスガイの分布



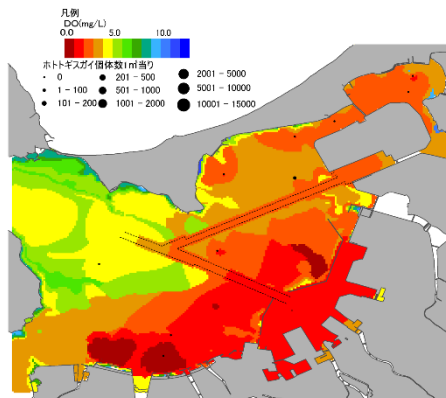
'04年5月 底層DOとホトギスガイの分布



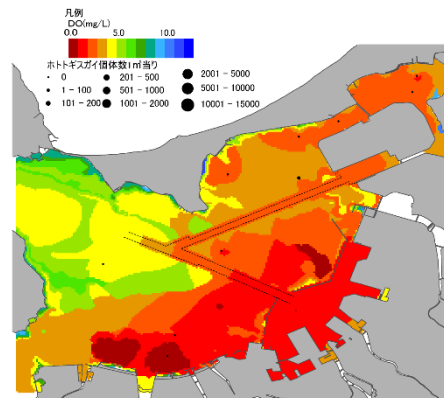
底層への酸素の供給
密度成層の解消



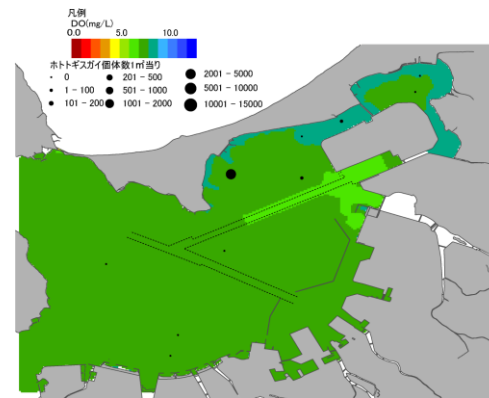
'04年8月 底層DOとホトギスガイの分布



'04年7月 底層DOとホトギスガイの分布



'04年7月 底層DOとホトギスガイの分布



'04年10月 底層DOとホトギスガイの分布

室見川沖窪地周辺における貧酸素水塊の挙動

窪地のDO分布

2003年

6月

7月

8月

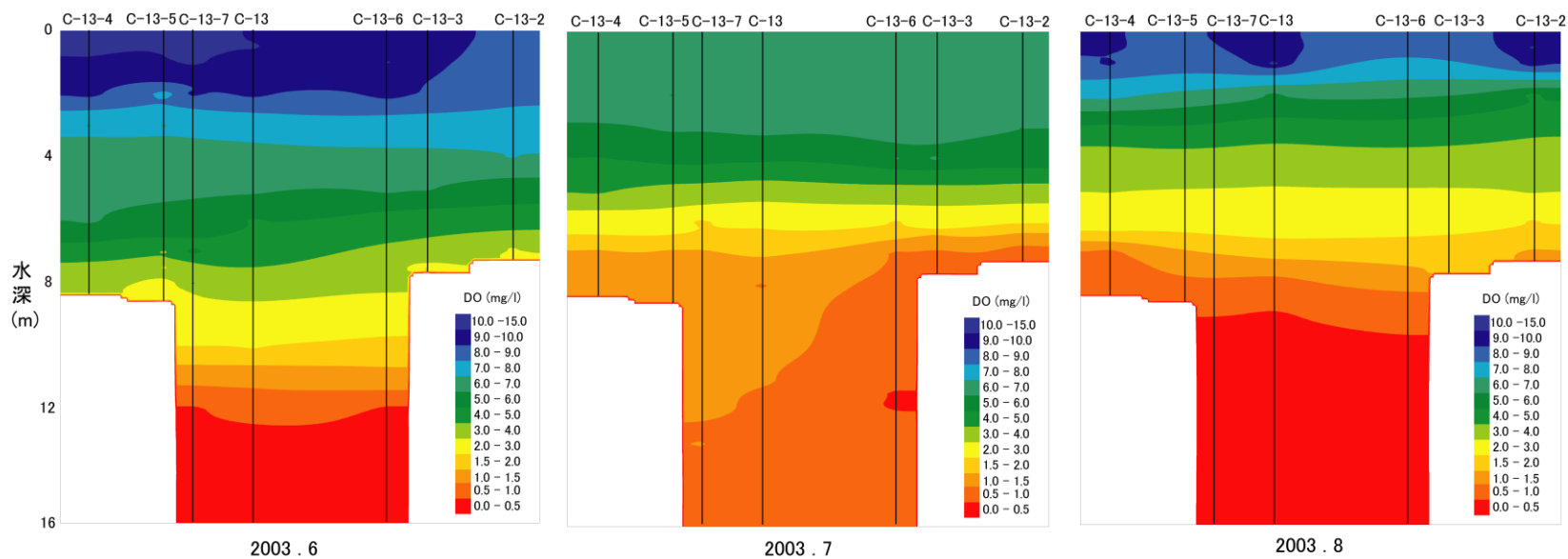


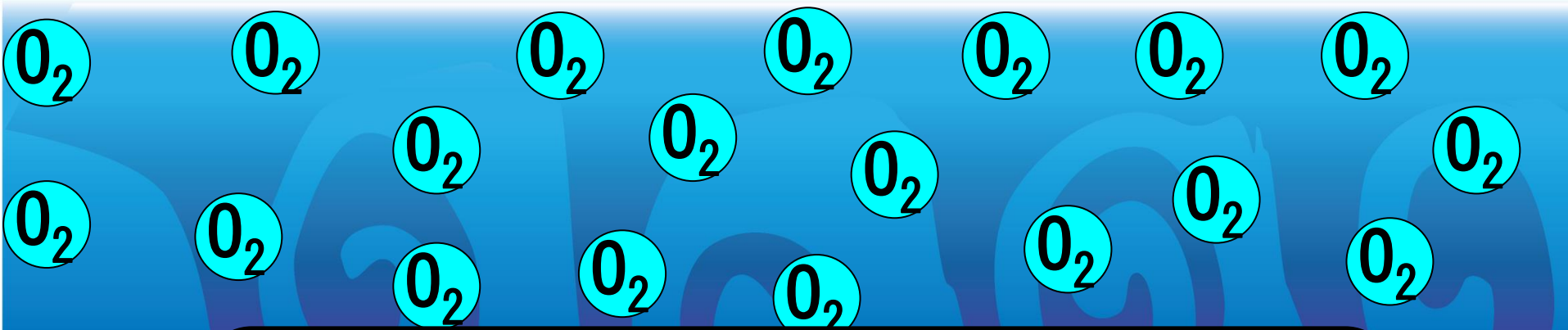
Fig.13 鉛直方向DO分布経月変化

窪地における貧酸素水塊発生 のメカニズム

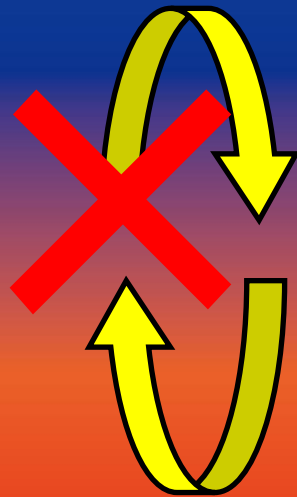
- 平坦な海域での底層への酸素の供給
 - 底層が貧酸素化したとしても
 - 海水の上下混合(風や波などによる)
 - 上層の酸素の底層への供給
 - 貧酸素水塊の解消
- 窪地における底層での貧酸素水塊の発生
 - 窪地では海水の上下混合が生じにくい
 - 秋季における貧酸素水塊の解消メカニズム

平坦な海底地形の海域では





底層の嫌気的狀態は解消されず
底生生物に多大な影響を及ぼす



混合されない

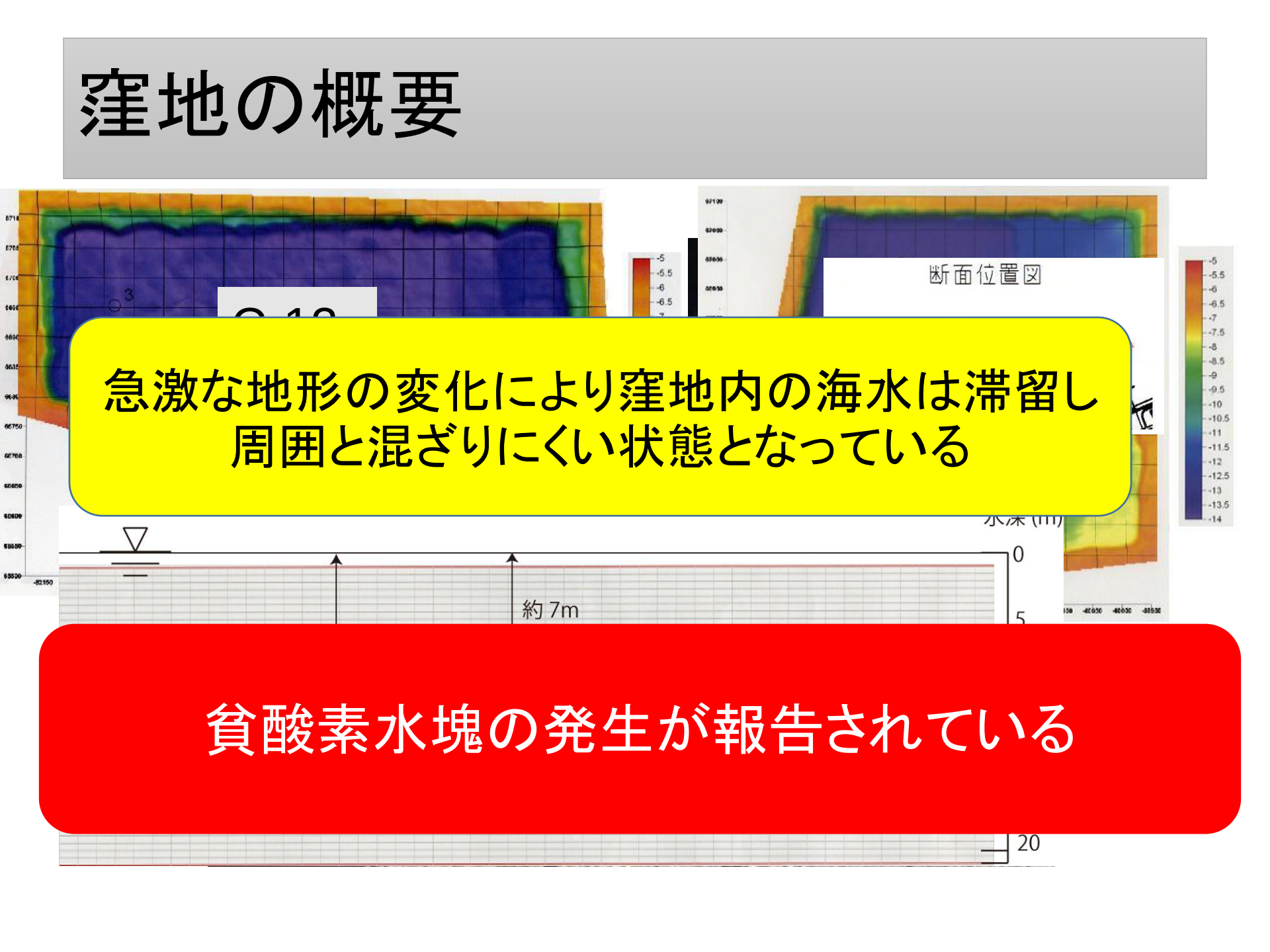


研究目的

室見川河口沖の窪地の貧酸素化の解消について

- ・ 発達と長期間にわたる窪地内貧酸素水塊の継続とその解消過程を明らかにすること

窪地の概要



急激な地形の変化により窪地内の海水は滞留し
周囲と混ざりにくい状態となっている

貧酸素水塊の発生が報告されている

窪地周辺の調査地点

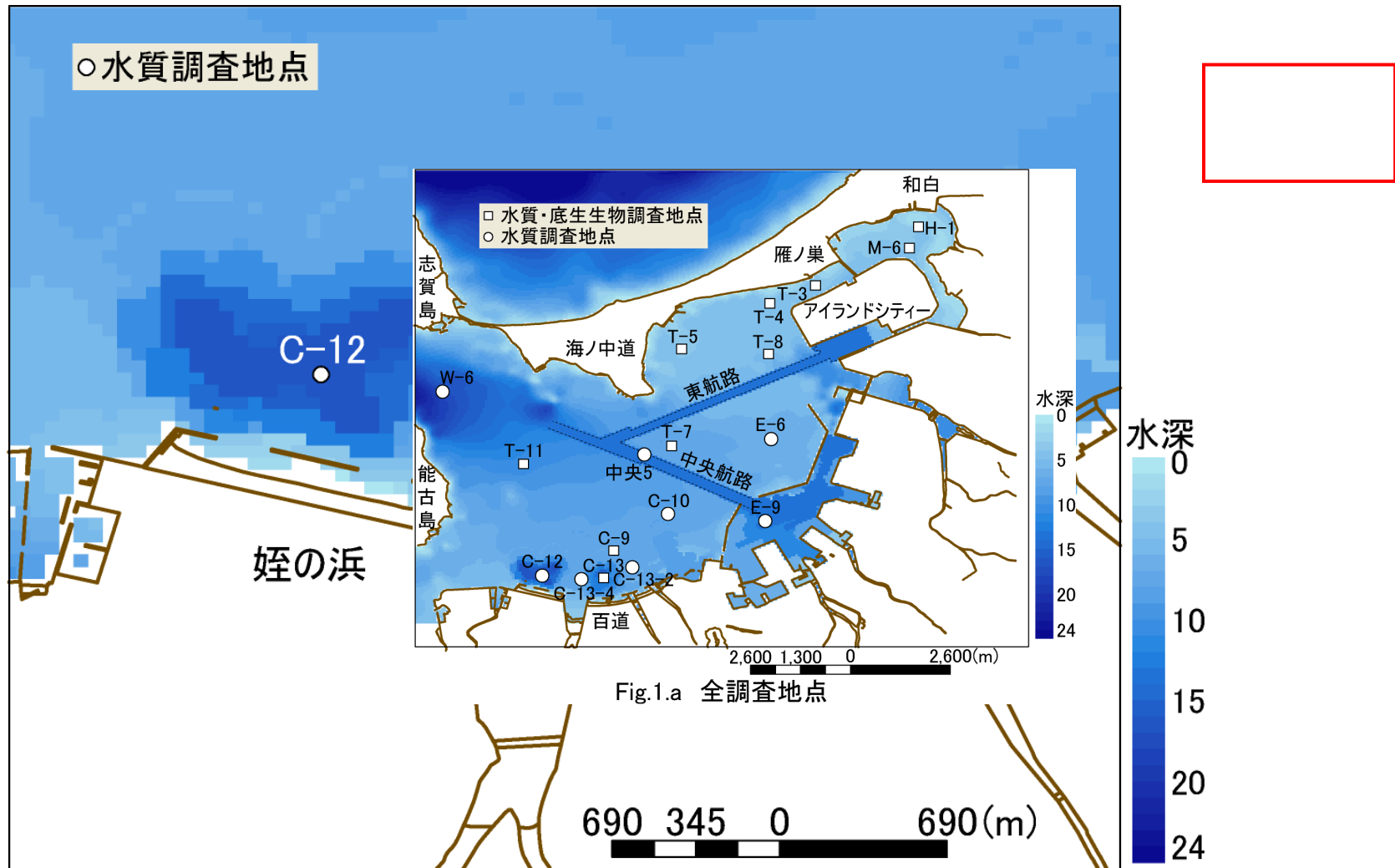
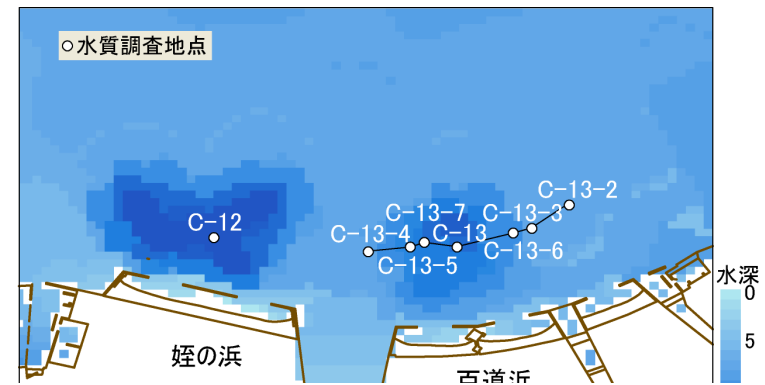


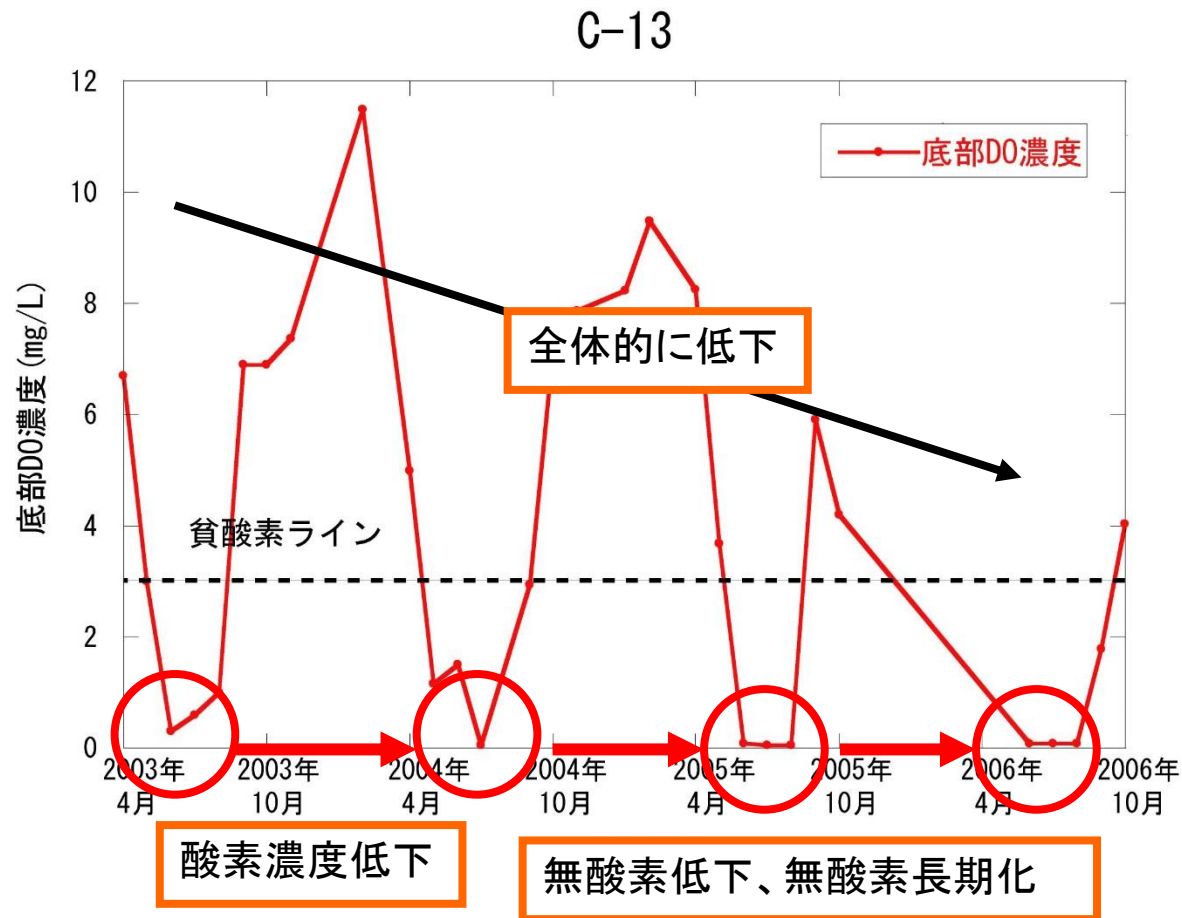
Fig.1.b 窪地周辺の調査地点

調査方法



- C12,13窪地各1地点では2003年より
- 1～10地点では2006年4月より2006年10月まで
- ほぼ月に1回
- DO,水温, 塩分濃度を鉛直 1m間隔で測定
- 調査地点①→⑩の順に投錨し表面測定
- 所要時間は約2時間
- 多項目水質測定器 HydroLab Instrumental DS5.

C-13地点底層DO経年変化



C-13地点底層DO経年変化

- 2003年より底層酸素濃度の全体的な低下傾向
- 貧酸素状態から無酸素状態へ
- 無酸素状態の長期化
- 窪地形成(1986)より17年後も底層酸素濃度の低下が継続

DO鉛直分布

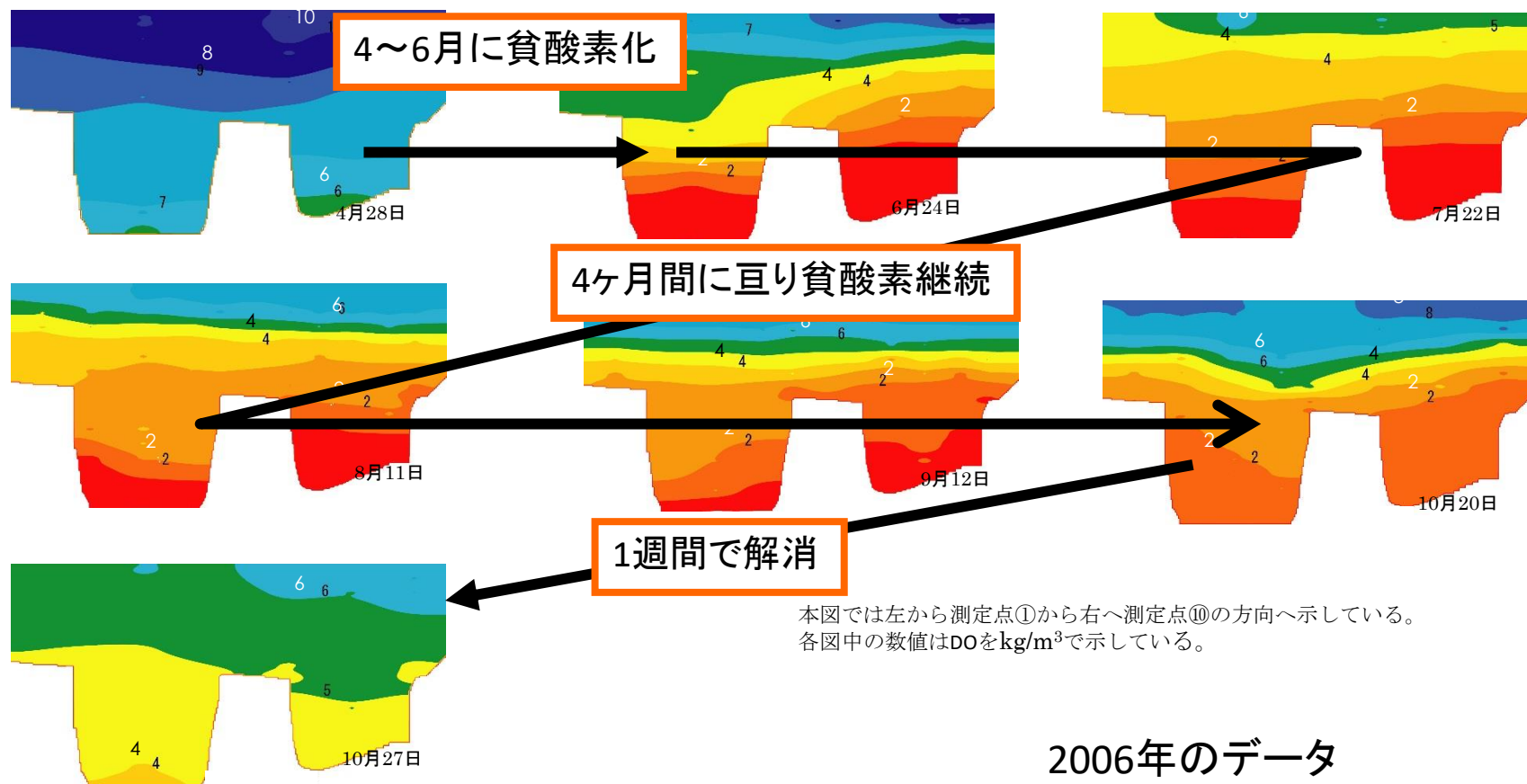


図-4 博多湾室見川河口沖窪地におけるDO鉛直分布

窪地のDO鉛直分布

- 4～6月に底層で貧酸素化
 - 例年は4～5月に貧酸素化
 - 昨年5月は欠測⇒ 4～5月に貧酸素化の可能性
- 6～10月に亘り4ヶ月間に渡り貧酸素継続
- 1週間で解消

密度の鉛直分布

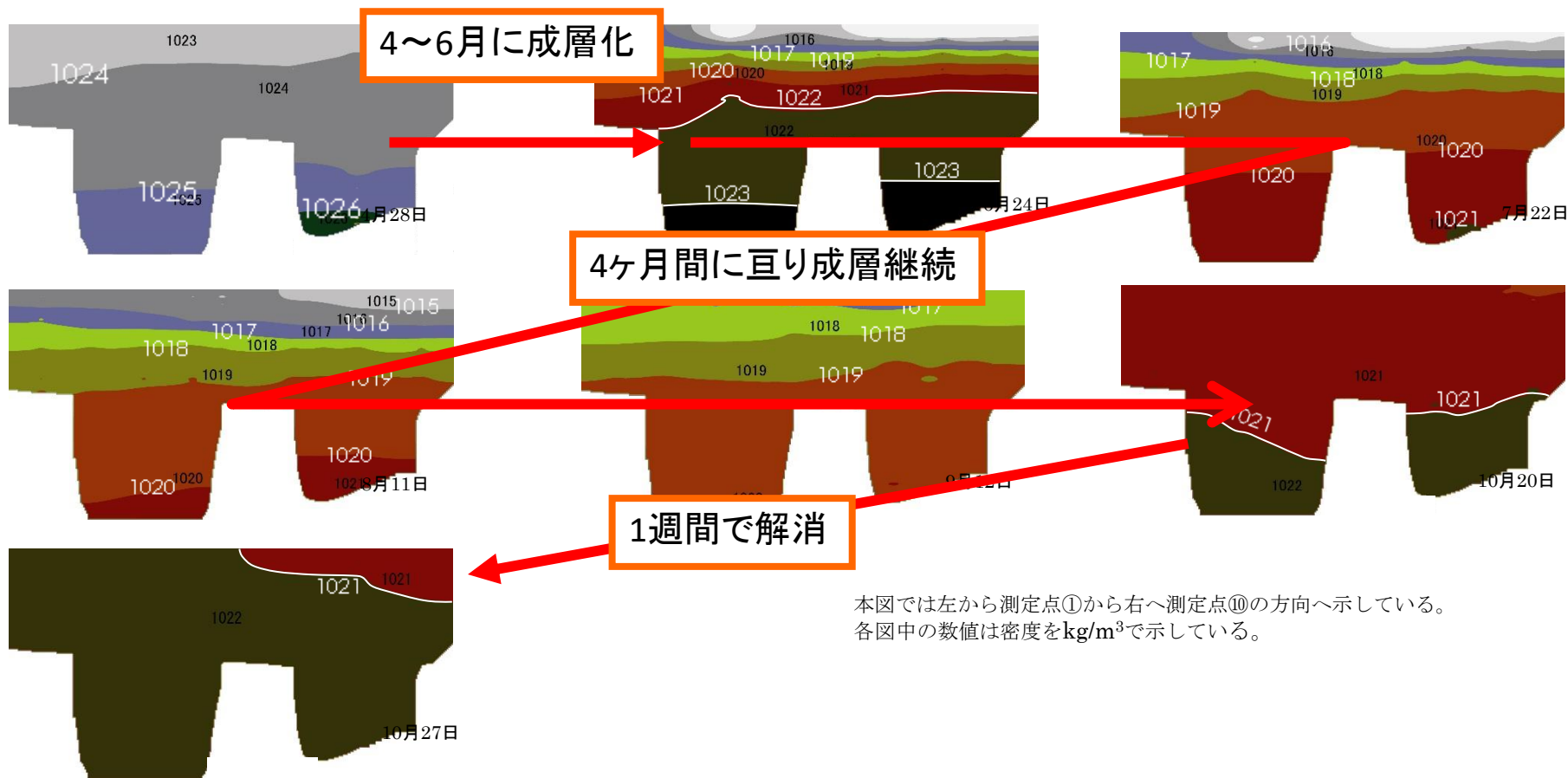


図-5 博多湾室見川河口沖窪地における密度の鉛直分布

密度の鉛直分布

- 4～6月に底層で成層化
- 6～10月に亘り4ヶ月間に渡り成層継続
- 1週間で解消
- DO分布と非常によく類似している

10月20日, 27日の表層・底層のDO、塩分, 温度, 密度

①この間, 底層では密度が上昇し, かつ酸素濃度も上昇

⇒ 高密度で高酸素濃度の海水が窪地へ流入

②この間, 底層では温度, 塩分ともに低下

③ 27日表層より底層が高温

⇒ 底層では温度低下が遅れ

④この間, 低温, 低塩分, 高密度, 高DOの海水が窪地底層に流入

貧酸素解消のメカニズム

- 外部底層からの酸素の移流
- 窪地付近における海水の上下混合による酸素の移流あるいは拡散
 - ⇒ 表層温度の低下による混合
 - ⇒ 連行による輸送
- 上記の両方が同時に生じた可能性

結論

- 博多湾の室見川河口沖には姪浜・百道，両地区埋立のための土砂を採取した窪地が2つあるが，この窪地の貧酸素水塊の挙動に関し本研究により得られた結論は以下の通りである.
- これらの窪地は窪地形成(1986)より17年を経過しても底層酸素濃度の低下が継続している可能性がある.
- この貧酸素化については，1ヶ月以内に生成され，1週間以内消滅しており，かなり急激に発生，消滅していると考えられる.
- 貧酸素化は窪地の海域において，密度成層が生じ，これによって底層への酸素の輸送が減少することによると考えられる.
- 消滅のメカニズムとしては，窪地外からの高密度・高酸素海水の流入によると考えられるが，それは外海からの流入，窪地海域での上下混合による表層からの酸素の輸送，ならびにその両方が考えられる.

窪地貧酸素水塊解明の背景

H20.03.31 西日本新聞（朝刊）

る。の必、漁するた土砂授テ福し低海たの福

窪地の貧酸素が、周辺海域に広がっているか
周辺も同時に貧酸素化している
不明

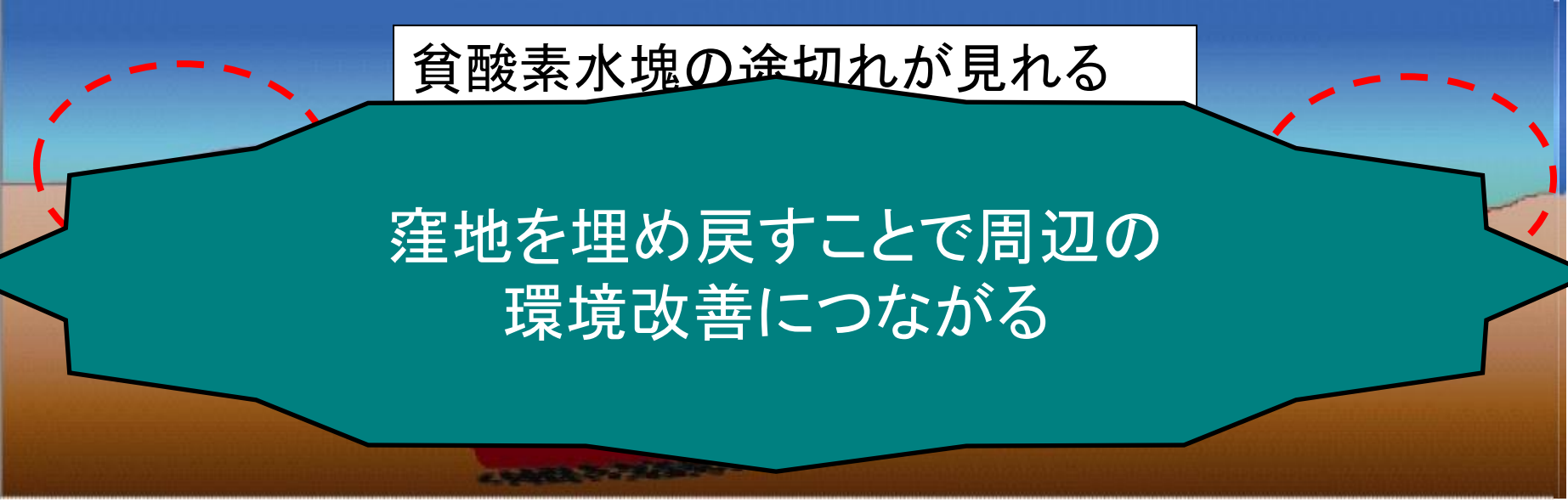


埋め戻しの有効性？

とみられる。とり
手は、海水の低層
層部の温度差が大
り、海水の循環が
ると同時にバクテ
活動が活発化す
影響で、くぼ地周
に生息するホト
カイが死滅。山崎
「将来的には魚介
量死を引き起こ
性がある青潮の
心配される。埋
しか解決策はな
指摘。同市東区
の航路整備時に採
土砂の活用を提案
大しにはかなりの
必要とみられる。
は「埋め戻しは是
めて、現状のさら
とや対応の検討が
る」（環境局）
は姿勢だ。

2008年3月31日西日本新聞より抜粋

埋め戻しは有効か

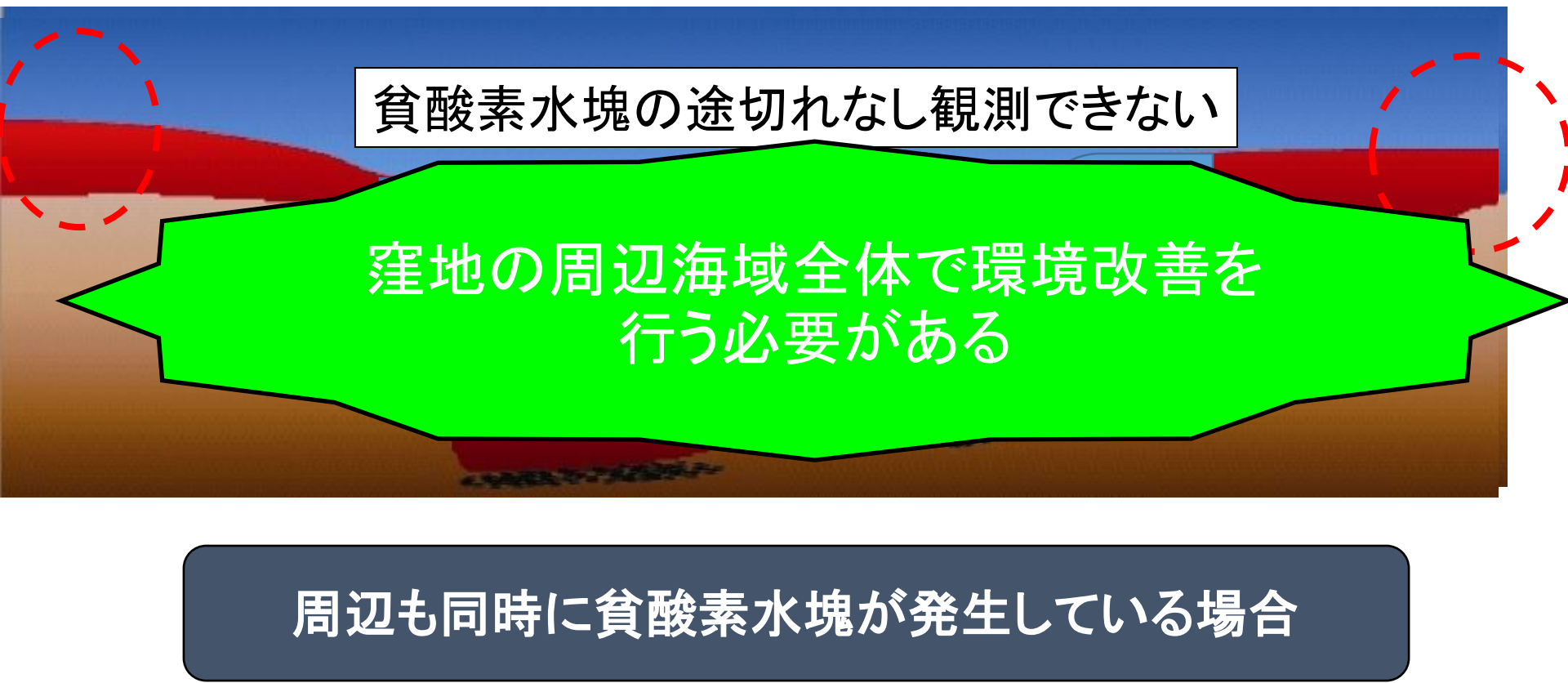


貧酸素水塊の途切れが見れる

窪地を埋め戻すことで周辺の
環境改善につながる

周辺へ広がっている場合

埋め戻しは有効か

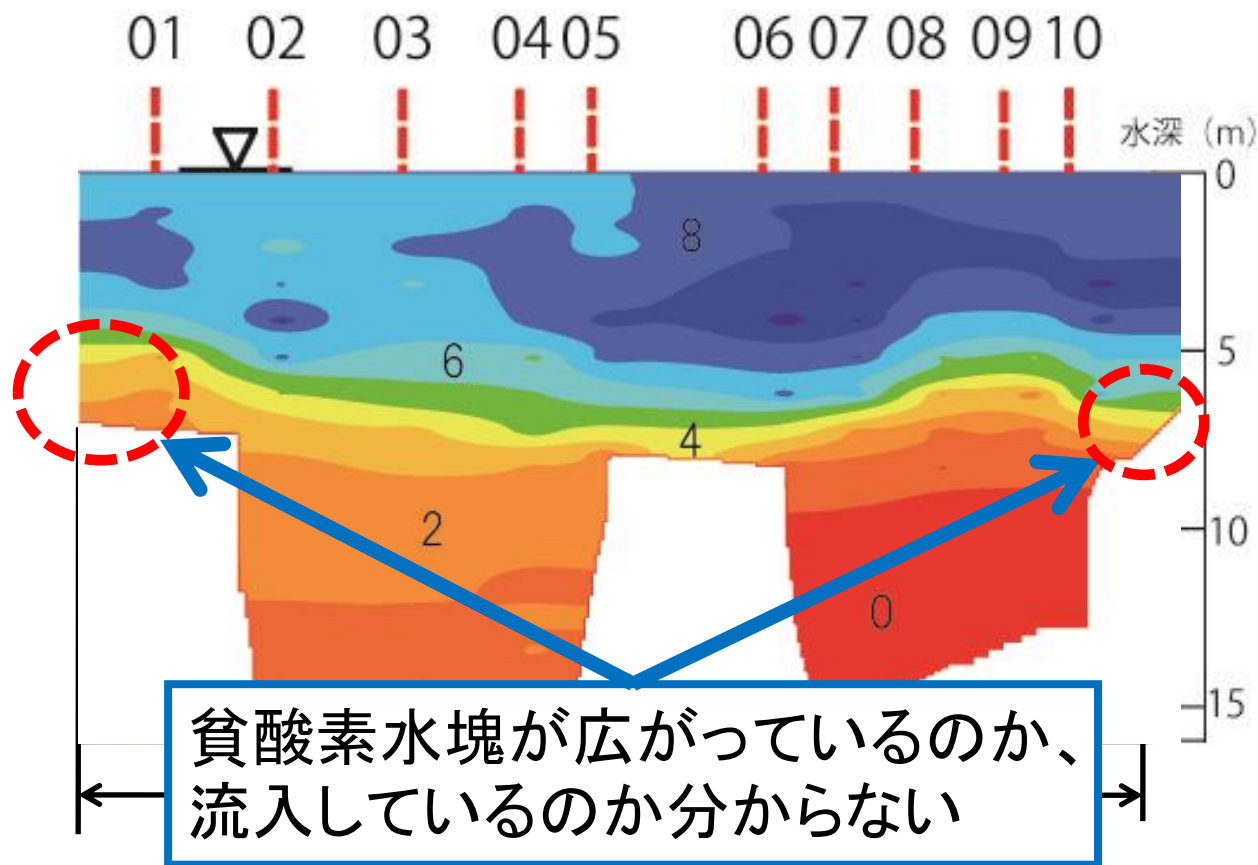


貧酸素水塊の途切れなし観測できない

窪地の周辺海域全体で環境改善を
行う必要がある

周辺も同時に貧酸素水塊が発生している場合

過去の研究結果



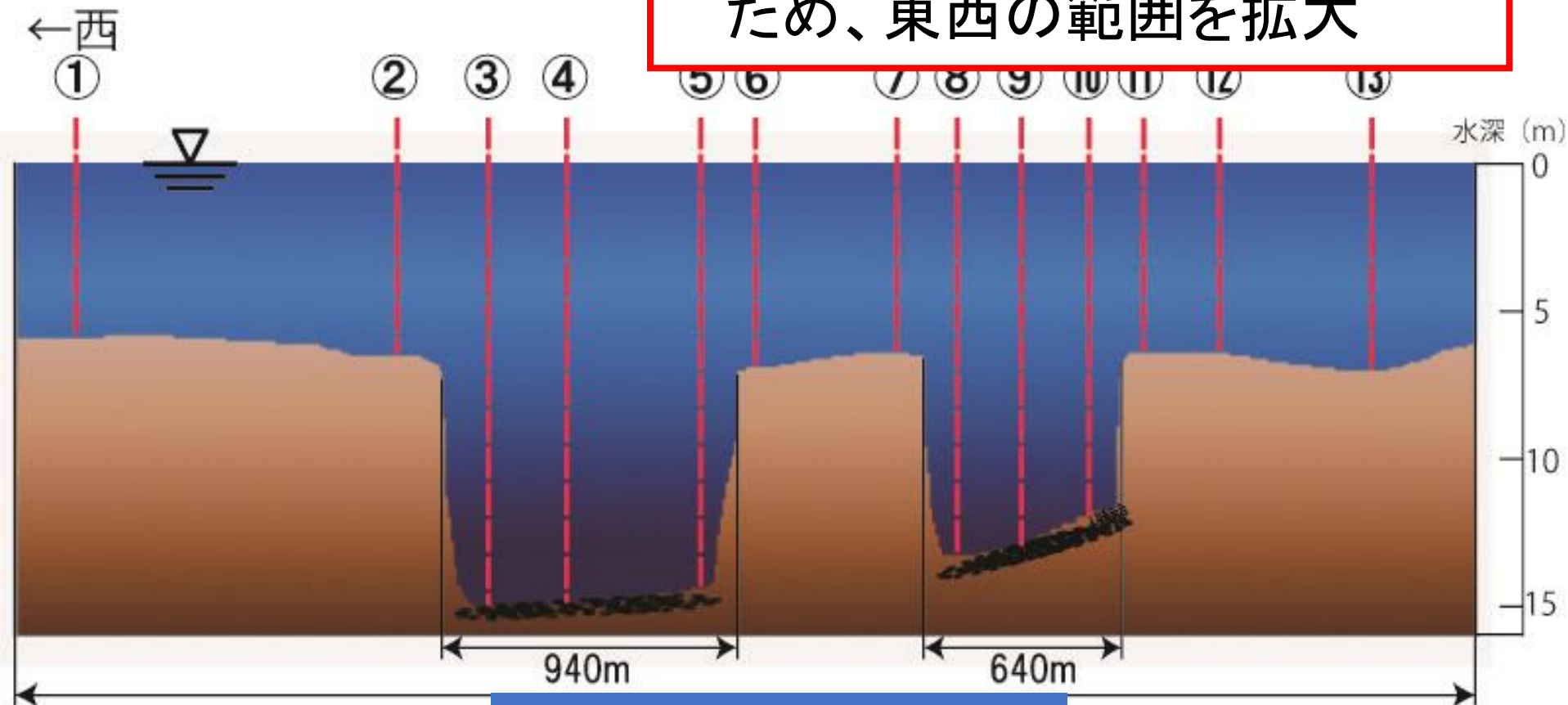
旧観測地点 鉛直断面図

そこでここでは

- 調査範囲を広げ貧酸素水塊の広がりを捉える。
- データより、窪地周辺に発生する貧酸素水塊の原因が窪地の内部、外部のどちらにあるのか確証を得る。

測定地点の追加 鉛直断面

- 貧酸素水塊の広がりをつめるため、東西の範囲を拡大



新地点 鉛直断面図

測定地点の追加 水平断面

- 貧酸素水塊の広がりを捉えるため、**東西の範囲**を拡大。



- 窪地北部の貧酸素水塊の広がりを捉えるため、**窪地北部に6地点**を新たに追加。

調査手法

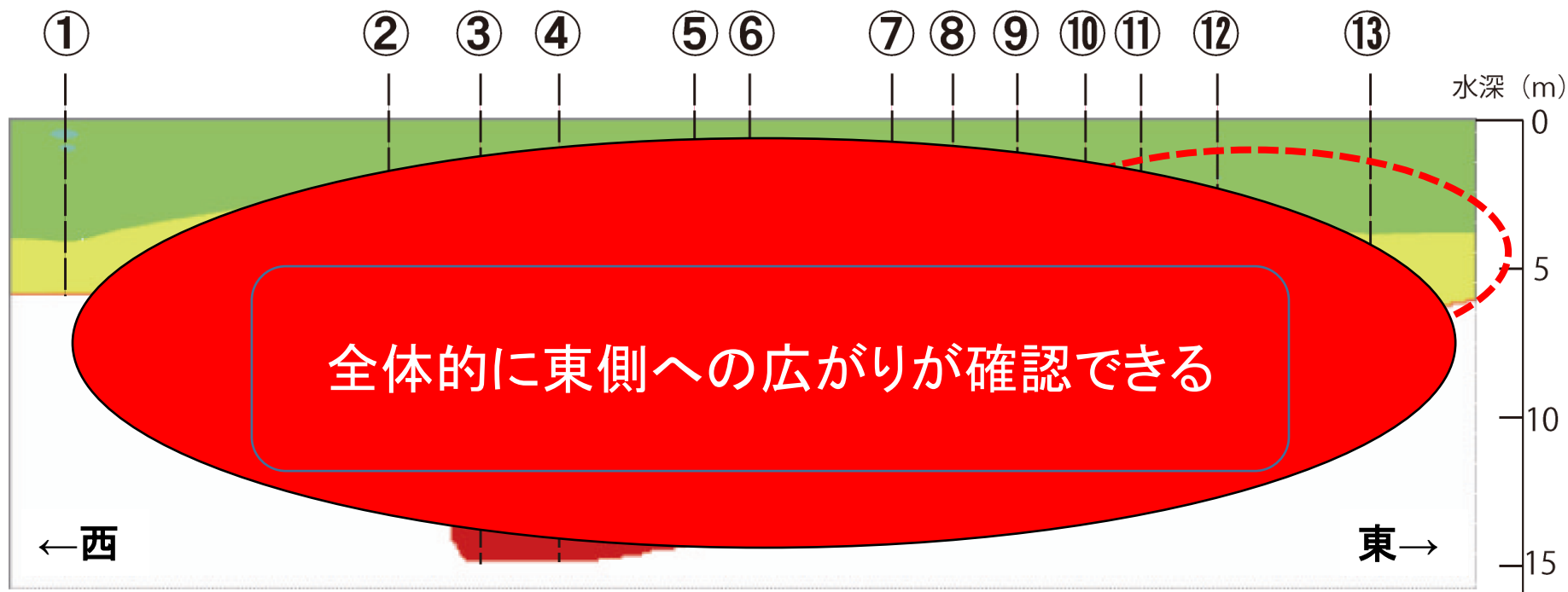
- 水質測定に、HYDROLAB社製水質チェッカーDS5を使用
- 水表面0.5m、底部から0.1m上と毎深1.0m間隔で測定



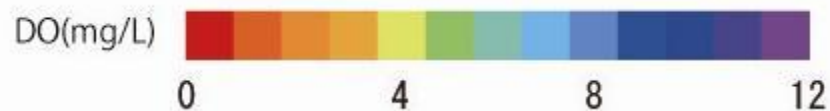
測定項目

- 水温
- 塩分濃度
- 溶存酸素(DO)濃度

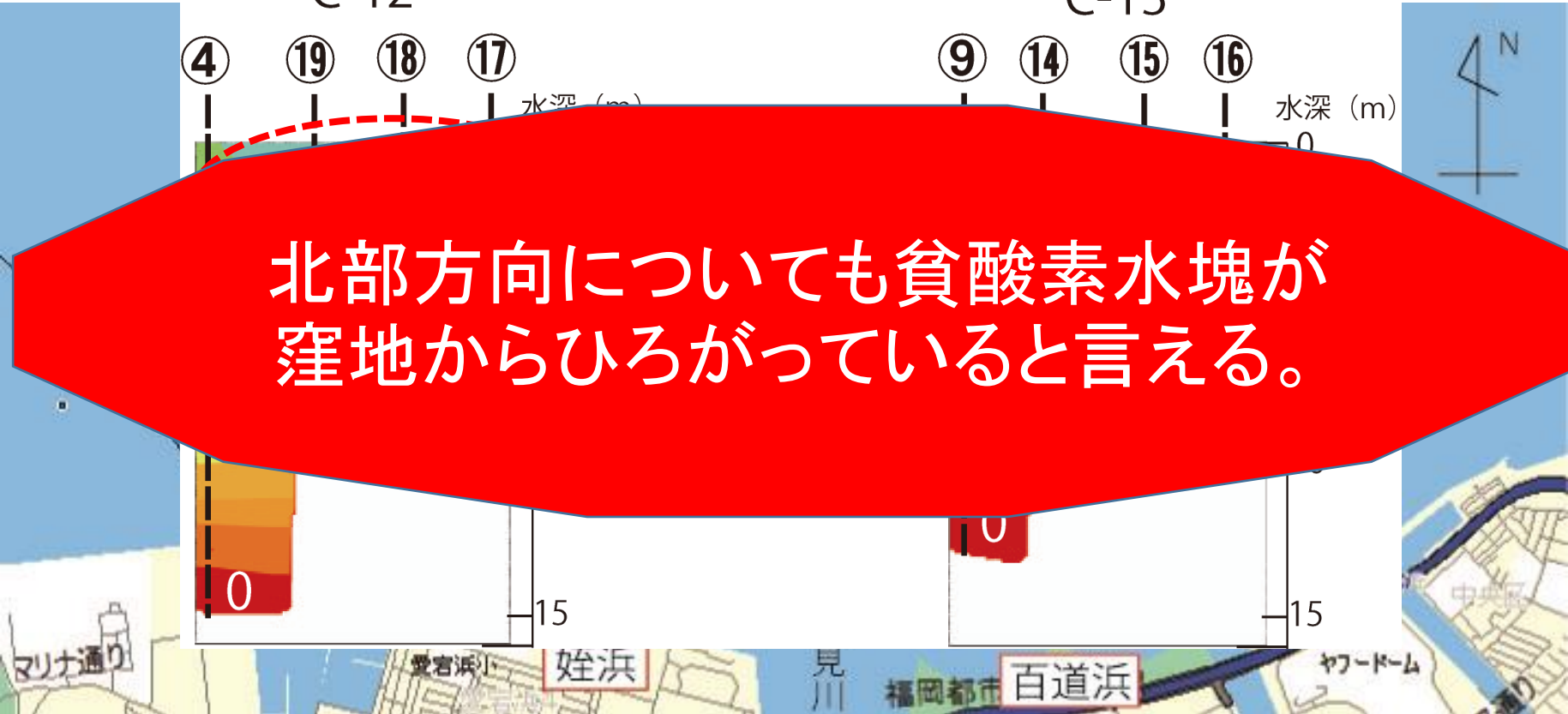
東西方向調査結果



8月7日 DO分布図



南北方向調査結果



8月7日 DO分布図

まとめ

- 夏季の...発生する

窪地を埋め戻すことで
周辺環境も改善される

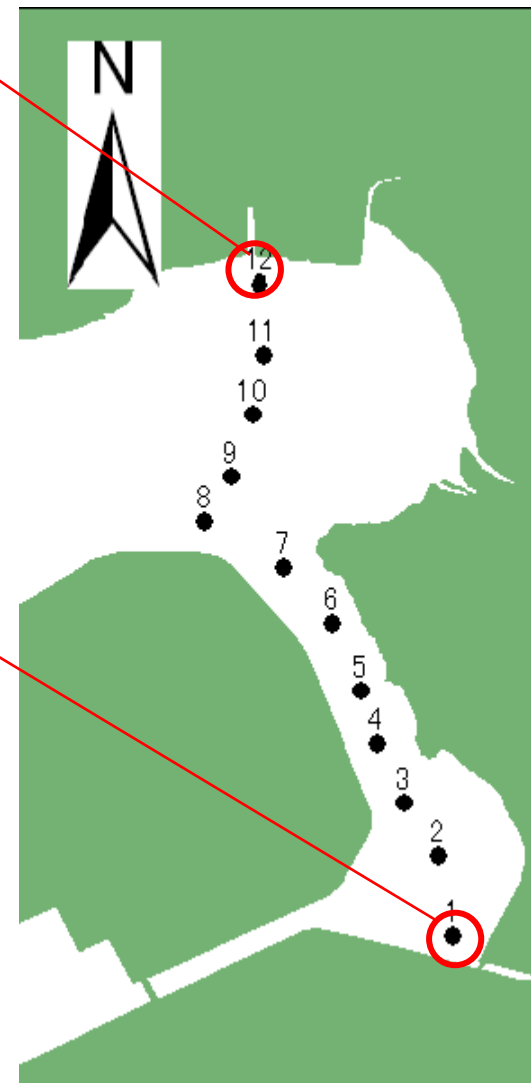
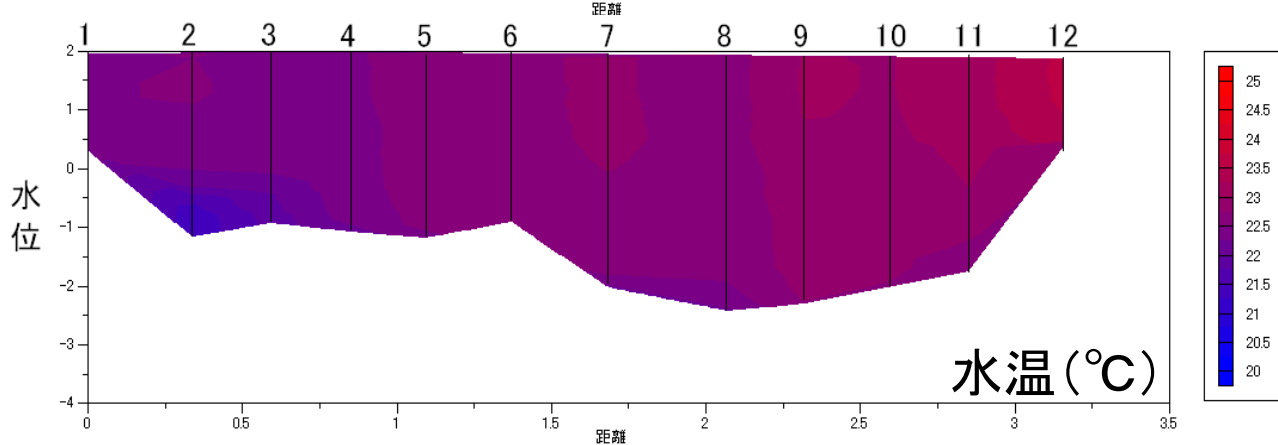
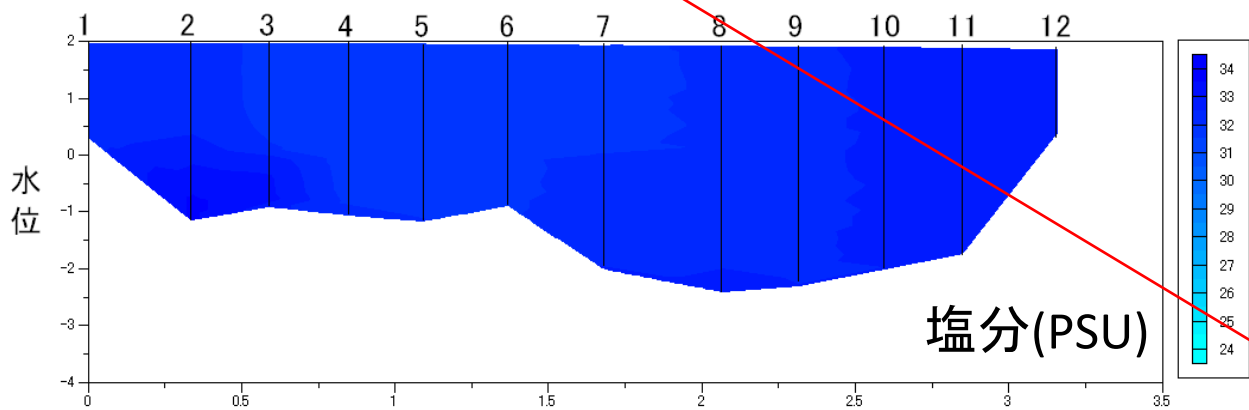
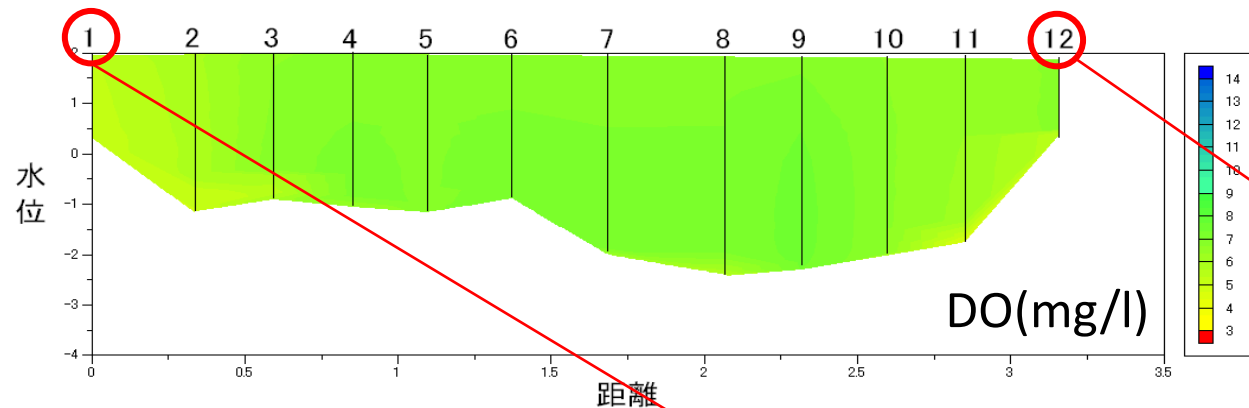
和白海域の貧酸素水塊の挙動と生物死滅

- 例年夏季に博多湾の中部から東部にかけて底層に貧酸素の状態が見られる
- 例年秋には貧酸素状態が解消されている
- 和白海域は底層の貧酸素状態は博多湾全体としてみると顕著である
- 野鳥公園を生物多様性の観点から形成していくには、和白海域での貧酸素水塊の形成過程とその挙動の解明が必要

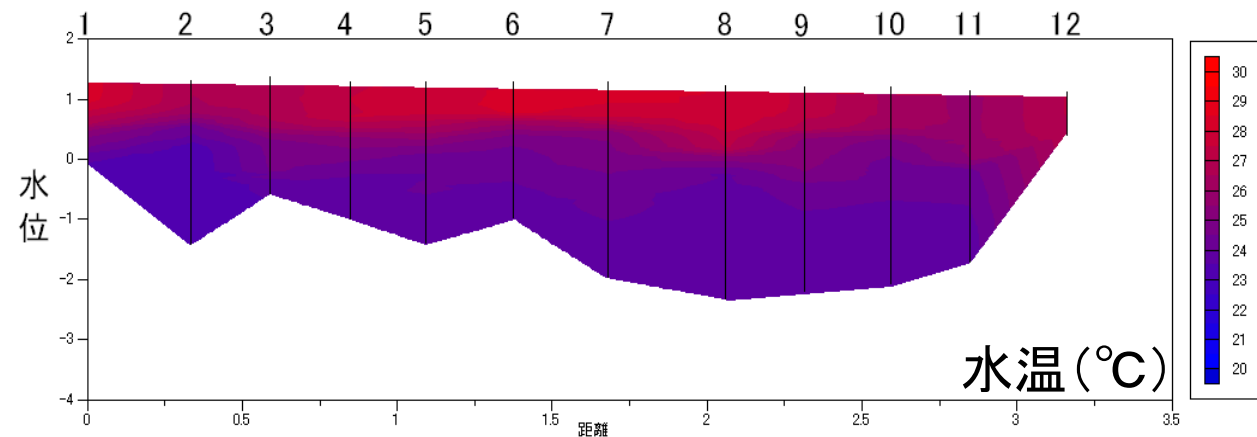
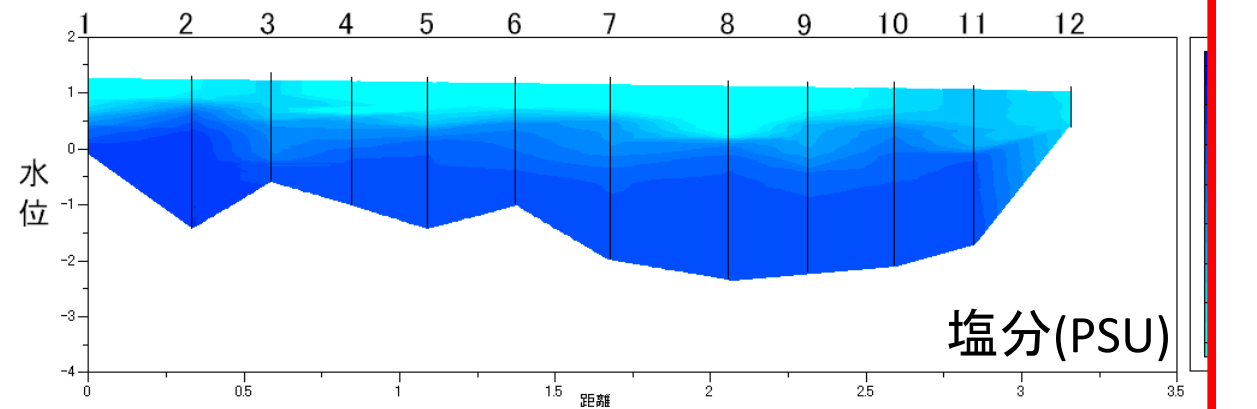
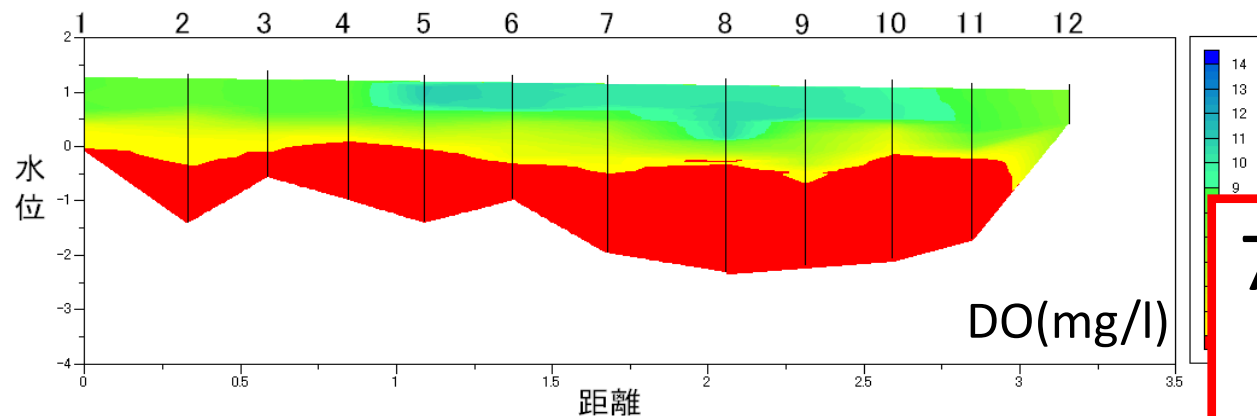
和白海域周辺における酸素濃度 調査の目的

- 当海域における酸素濃度がどのような分布となるか
- その分布が季節的にどのように変化するか
- 貧酸素水塊の形成にはどのようなメカニズムが関与しているか
- 貧酸素水塊が生態系にどのような影響を及ぼすか
- 貧酸素水塊解消と生物多様性を回復するための対策は

平成24年 6月22日 和白海域 各濃度の鉛直分布



平成24年 7月17日 和白海域 各濃度の鉛直分布



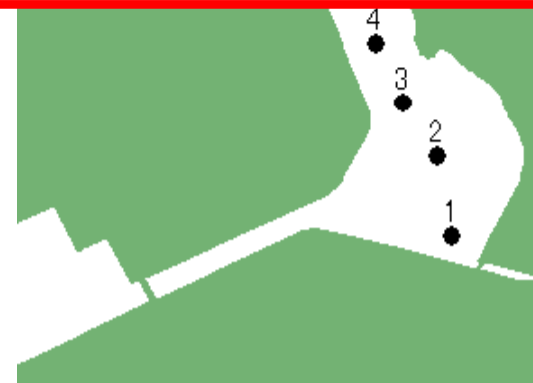
7月3日～16日の
計441mmの降雨



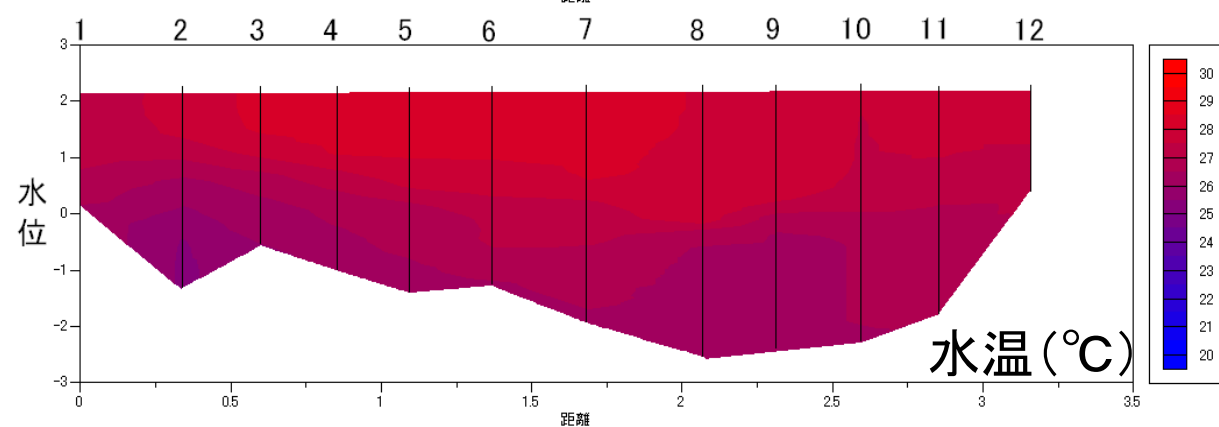
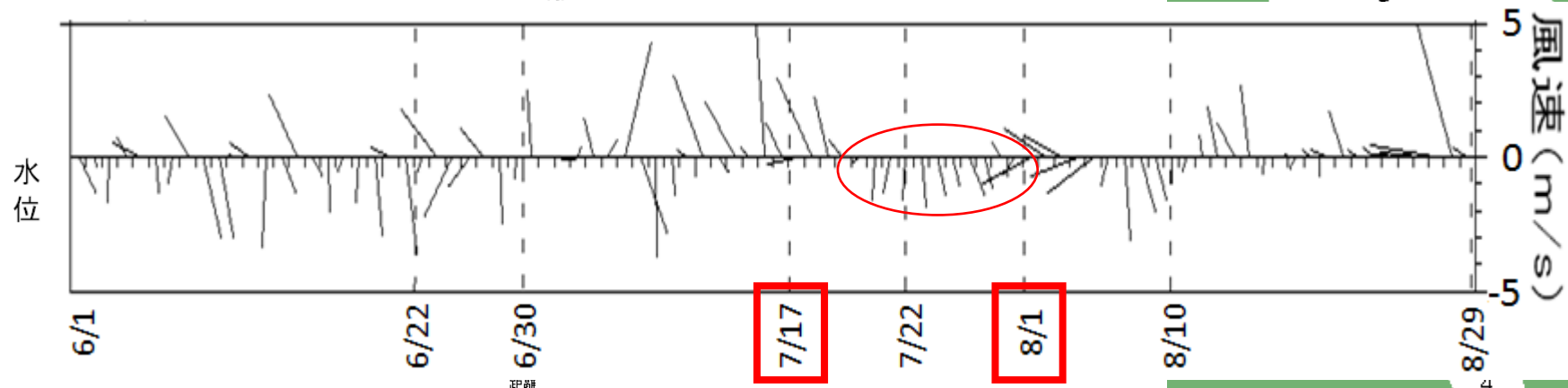
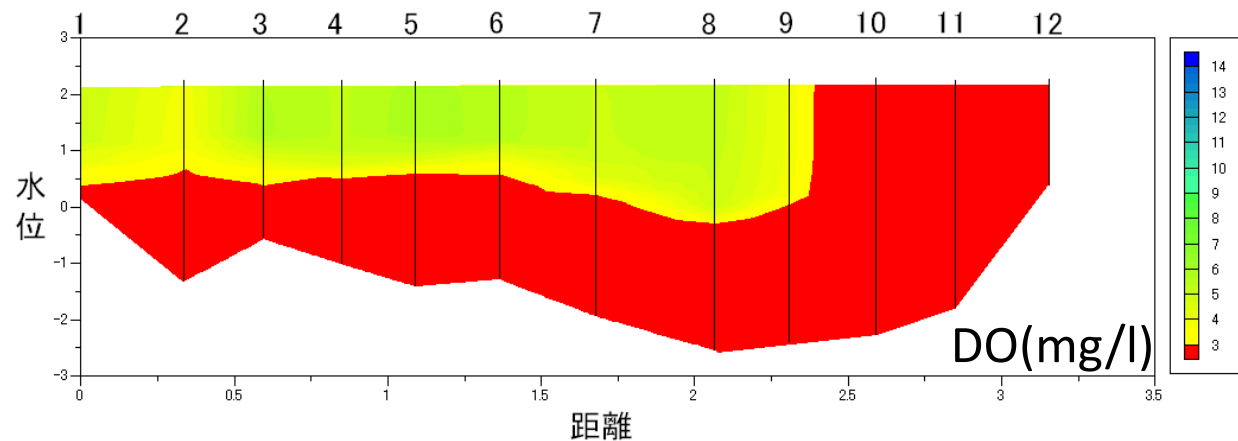
成層化



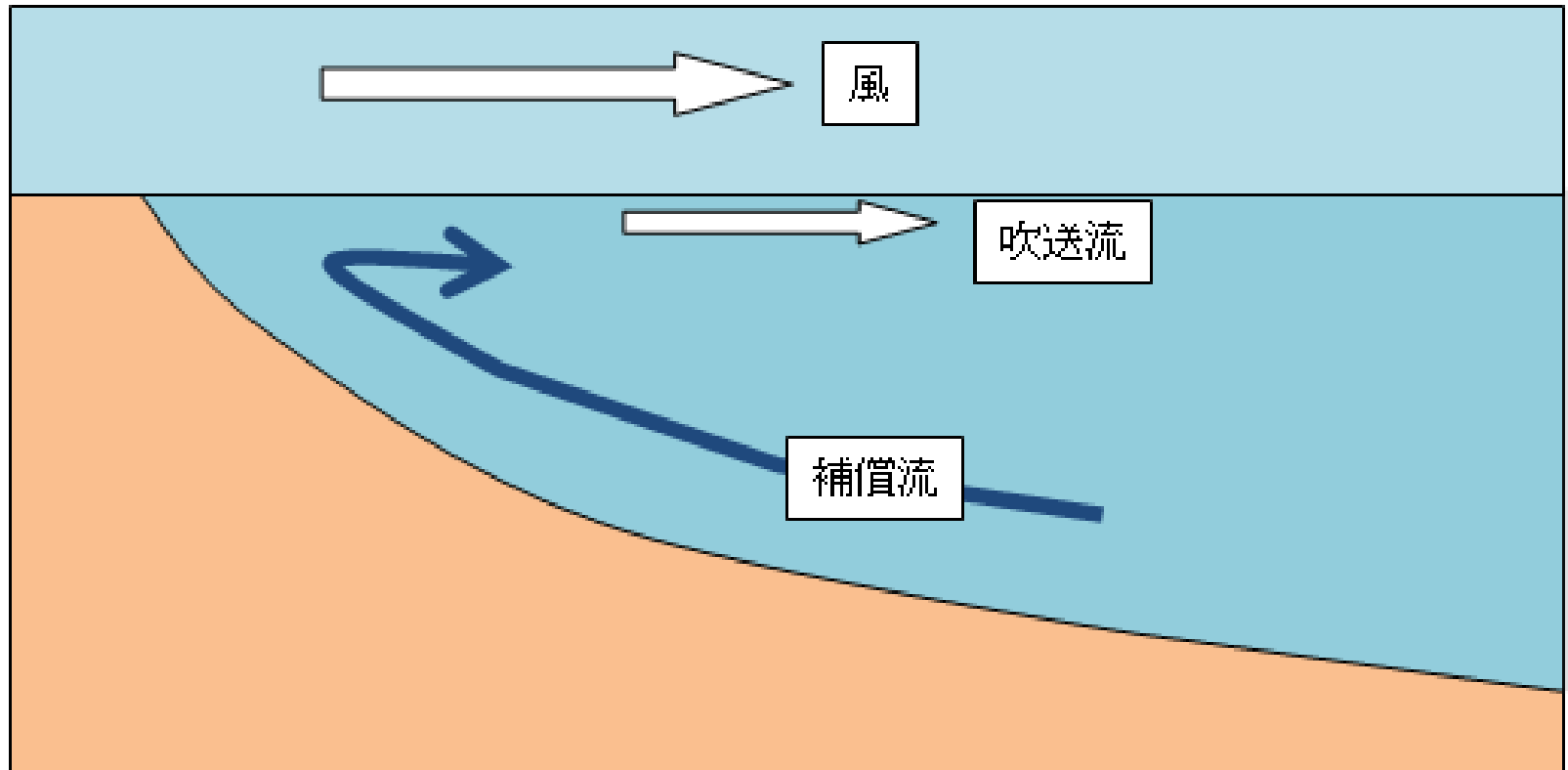
底層貧酸素化



平成24年 8月1日 和白海域 各濃度の鉛直分布



吹送流(風によって生じる流れ)と 補償流による海水の循環



平成24年8月1日における 和白干潟生物の死滅 の状況

和白干潟で認められた魚類の遺体

福岡女子大学 山田真知子先生提供

2012年8月1日



マアナゴ



クサフグ



アカエイ



ツバクロエイ

和白干潟に生息する動物たちの遺体

福岡女子大学 山田真知子先生提供

2012年8月1日



アサリ



マテガイ



ヤドカリ？



鉄砲エビ



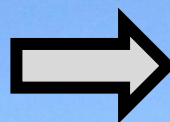
クルマエビ

海水淡水化排水・下水処理水の 混合排出の影響

- 建設当初混合排水が環境に悪影響を及ぼすと考えられていた
- 実際に調査してみると・・・

海の中道奈多海水淡水化センター

福岡都市圏の
渇水の歴史



水不足の解消

和白水処理センター

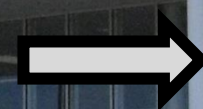
海水



海水淡水化施設



淡水



濃縮海水

下水処理水



混合放流水



博多湾

逆浸透方式

最大生産能力

50,000(m^3 /日)

最大取水量

103,000(m^3 /日)

敷地面積

46,000(m^2)

建築面積

濃縮海水

下水処理水

混合放流水

16,000(m^2)

40,000(m^3 /日)

30,000(m^3 /日)

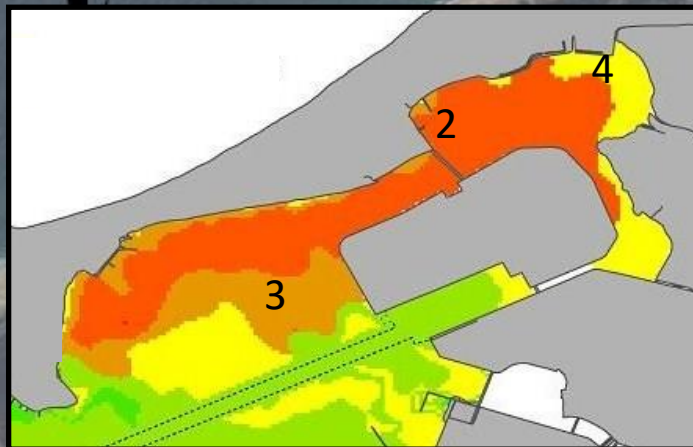
70,000(m^3 /日)

N

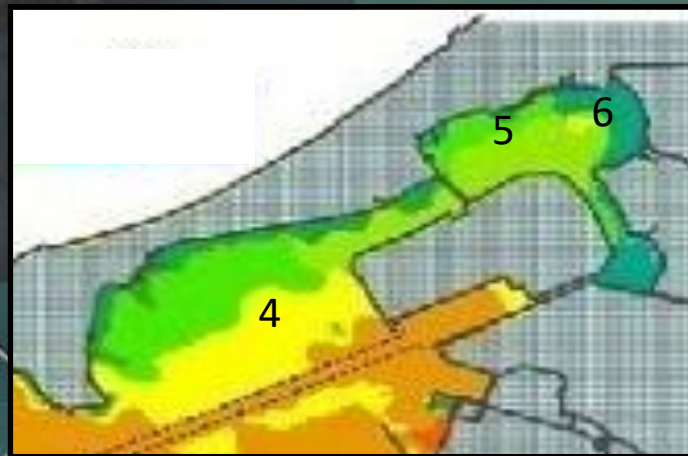
博多湾湾奥部の貧酸素水塊

海淡水稼働前

海淡水稼働後



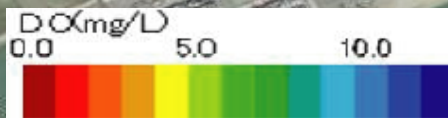
2004年9月



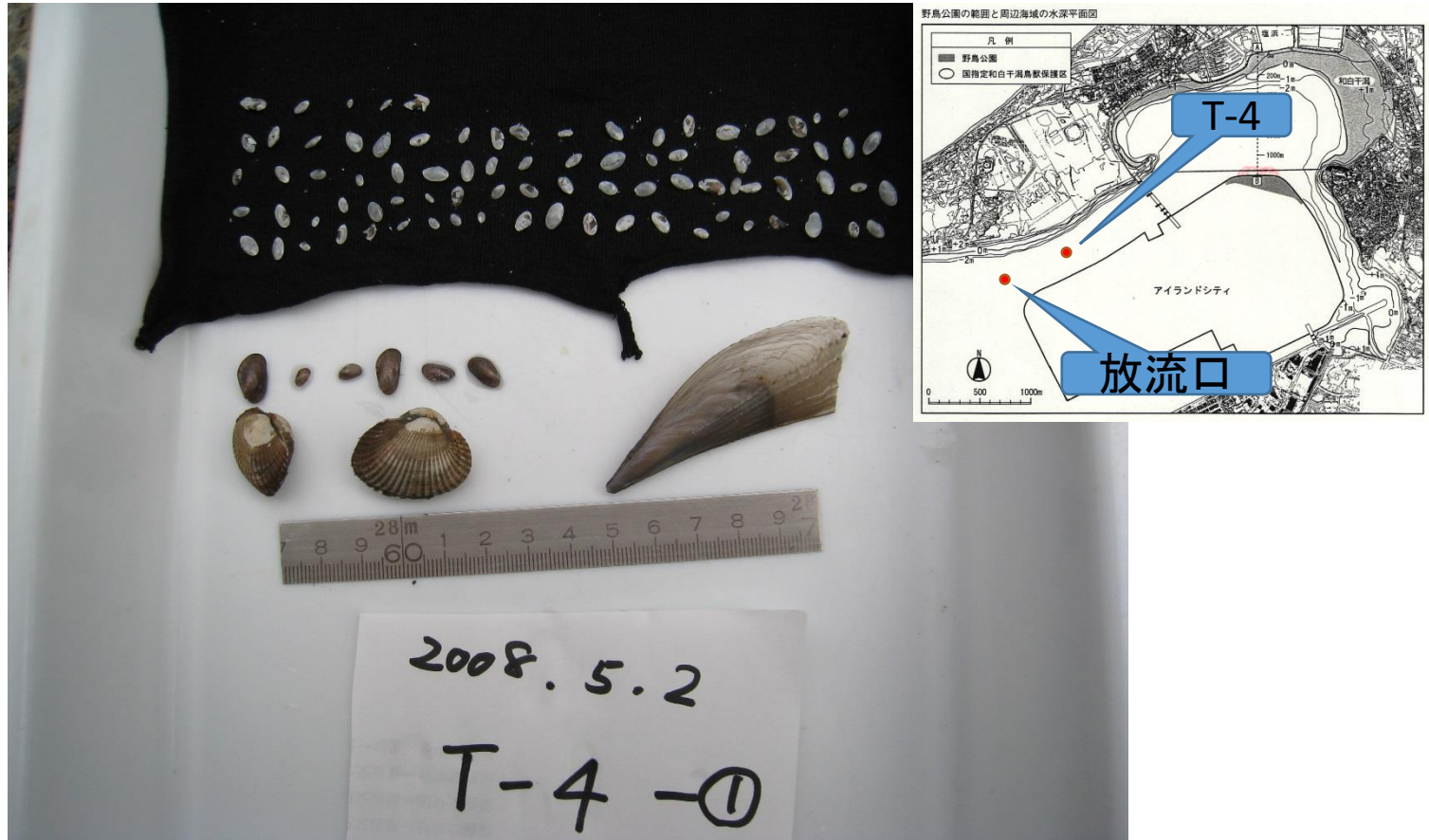
2008年9月

0 0.25 0.5 1 1.5 2

キロメートル



海水淡水化混合放流により タイラギも加入してきた



平成17年(2005)6月放流開始

貧酸素化対策の可能性が示唆された

- 滞留しやすい海水の交換
 - 室見川沖浚渫窪地の埋め戻し
 - 和白海域の浅海化(湾盆形状の改善)
 - 雁ノ巣・アイランドシティ狭さく海域における混合
- 高酸素・度高密度海水の導入
 - 外海水の導入
 - 淡水化施設混合排水の放流