

博多湾の貧酸素水塊の挙動 生物への影響 その改善

土木学会西部支部
講演会

2015年4月30日
福岡大学工学部
山崎惟義

講演のフレーム

- 博多湾全域における貧酸素水塊とその生物への影響
- ホトギス貝の生息状況調査
- 博多湾におけるホトギスガイコホートの加入過程に及ぼす影響因子の解析
- 室見川沖窪地周辺における貧酸素水塊の挙動
- 窪地の埋め戻しは有効か
- 和白海域の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 その生物への影響 (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)

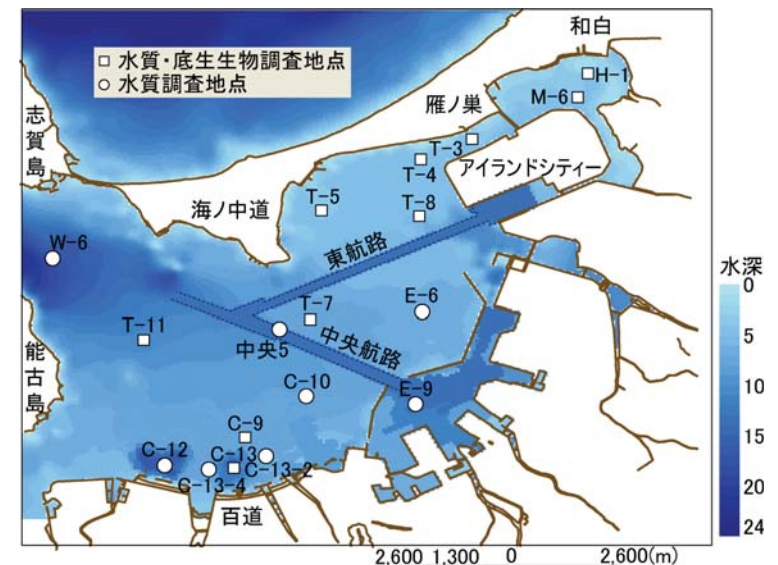


Fig.1.a 全調査地点

鉛直DO濃度分布の推定法検証

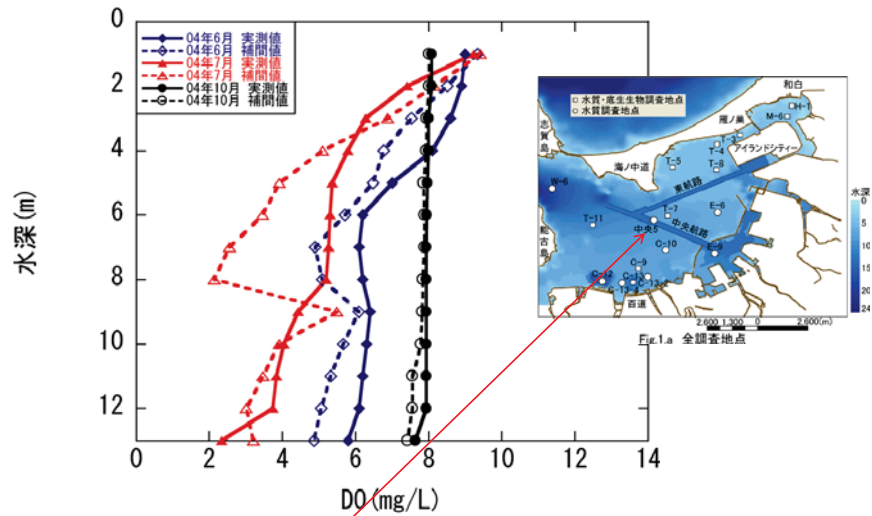
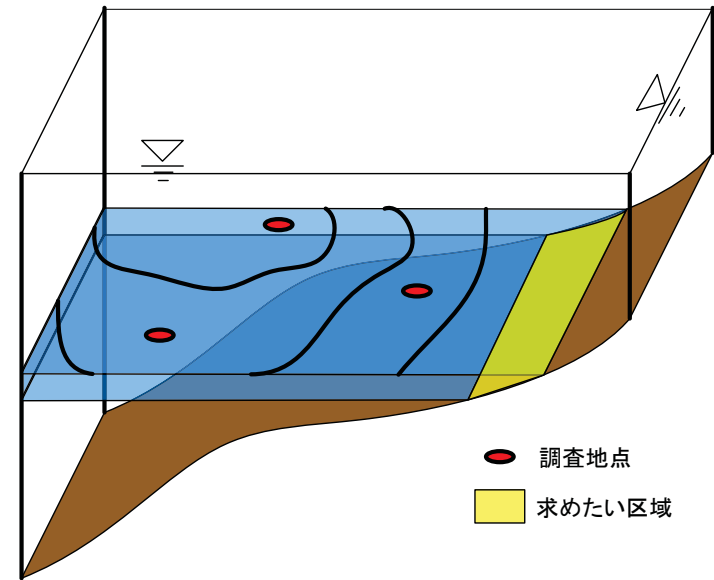
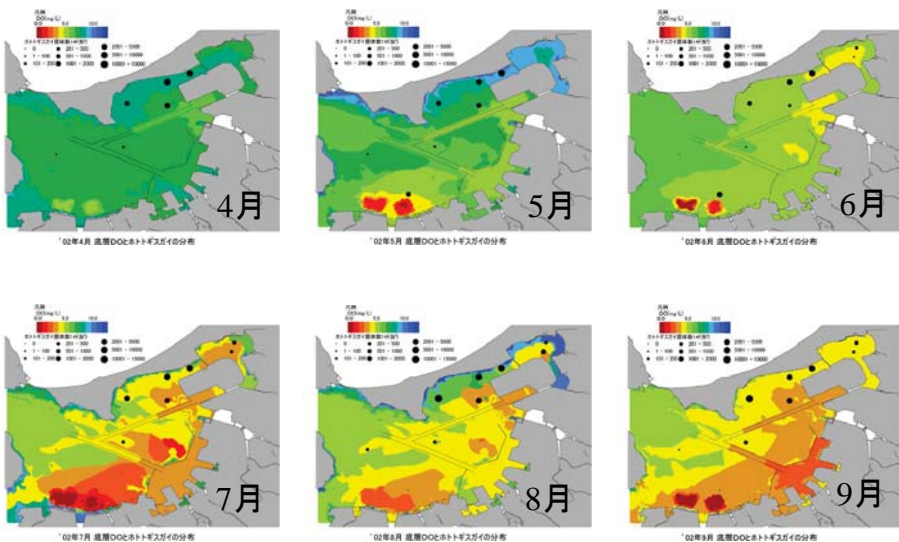


Fig.6 中央5IにおけるDOの補間値と実測値

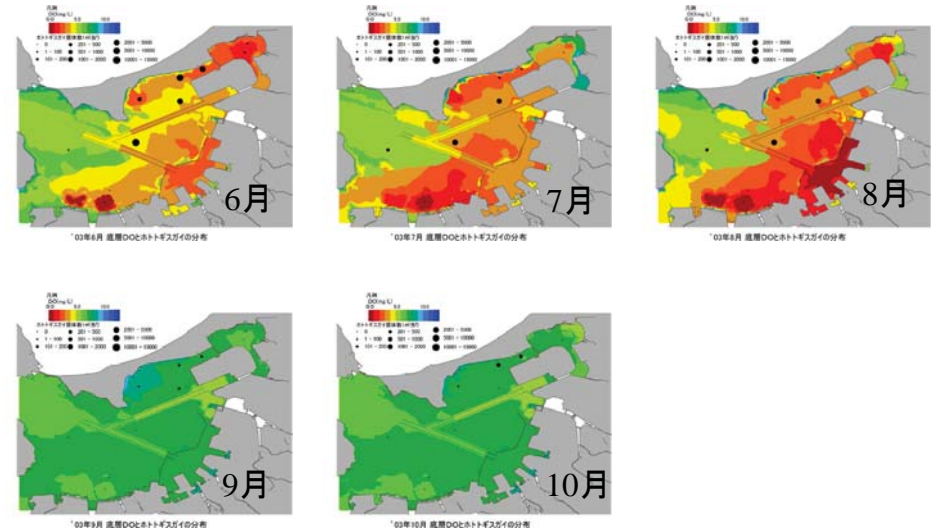
底層酸素濃度(DO)の補間推定法



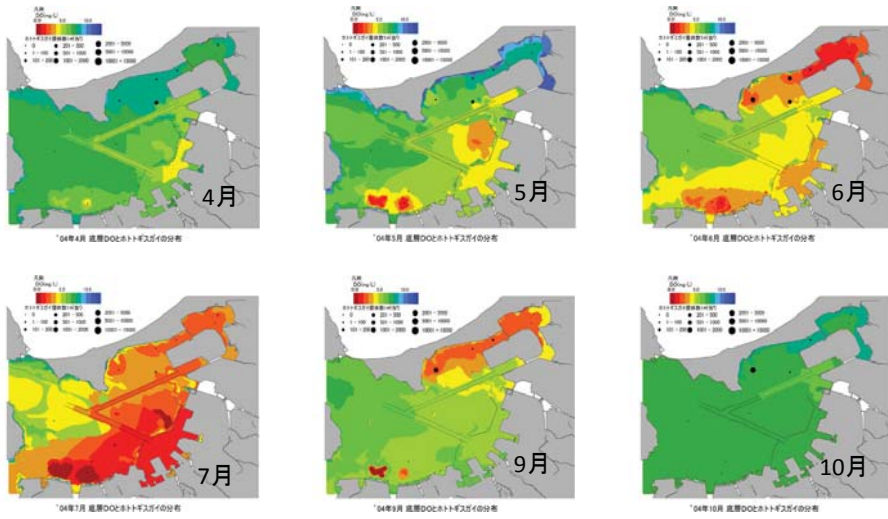
2002年 多湾底層DOとホトギスガイの分布



2003年 博多湾底層DOとホトギスガイの分布

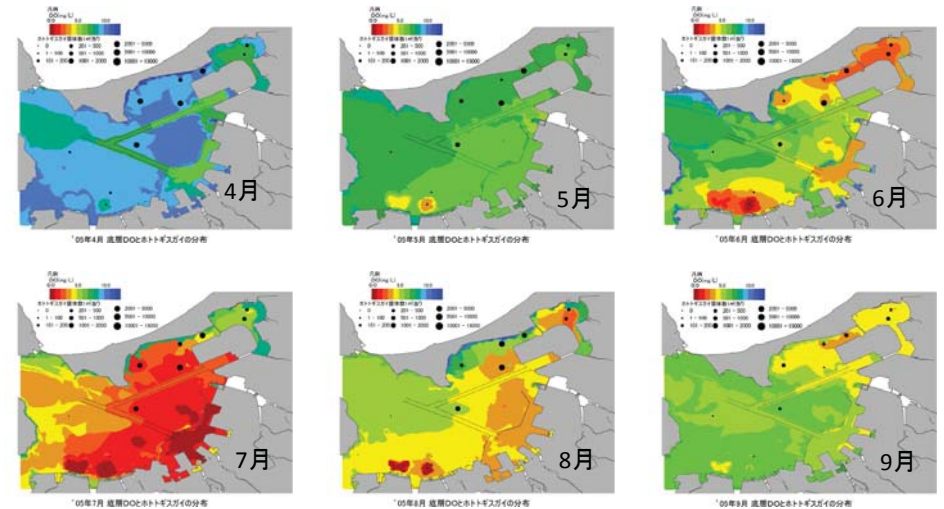


2004年博多湾底層DOとホトギスガイの分布



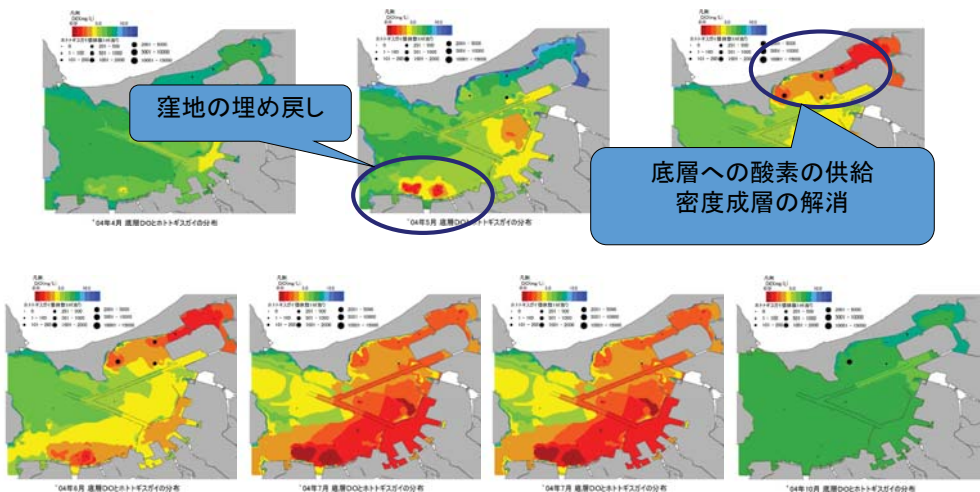
R

2005年博多湾底層DOとホトギスガイの分布



R

博多湾貧酸素水塊対策の可能性



ホトギス貝の生息状況調査

ホトギス貝はどんな貝か

指標生物としての意味

ホトギスガイコホートの例

ホトギス貝突然死の原因追求

そのコホートの環境履歴から

ホトギスガイコホートの履歴の例

ホトギスガイコホートの環境履歴のまとめ

各コホートの環境履歴と突然死の条件

泥温-DO ホトギス貝死滅領域

ホトギスガイとは



マット状のホトギス貝



1個のホトギス貝



ホトギス貝のサイズ調査

ホトギス貝突然死の原因追求

そのコホートの環境履歴から
何がどんな風に影響しているのか

- 底泥の酸化還元電位 泥の中の還元状態
- 底泥の硫化水素(AVS:酸揮発性硫化物)
- 底層の水中酸素濃度
- 底泥の温度

ホトギスガイコホートの例

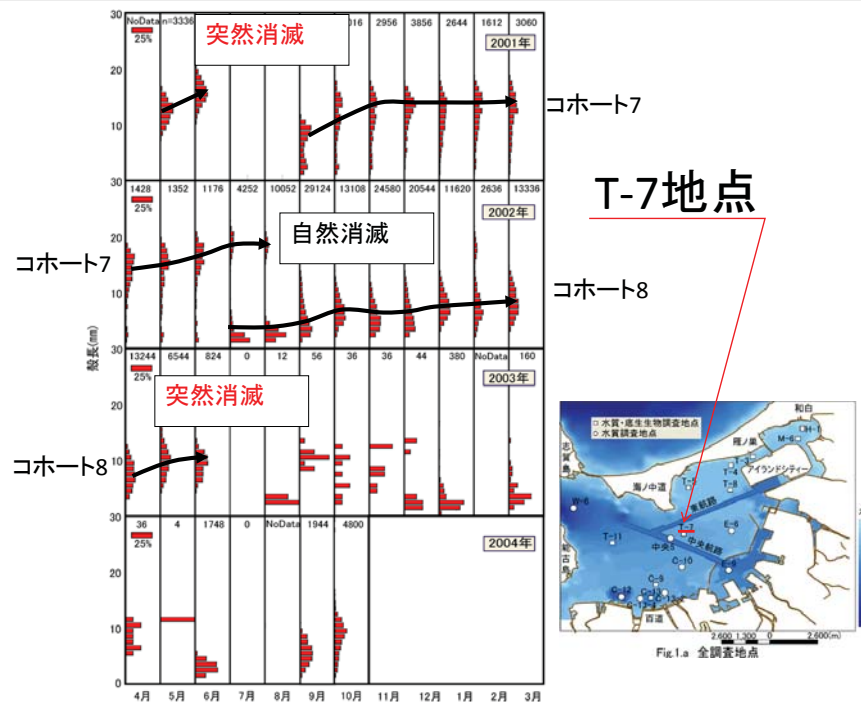


Fig. 2 ホトギスガイの総個体数に対する殻長ごとの比率の変動

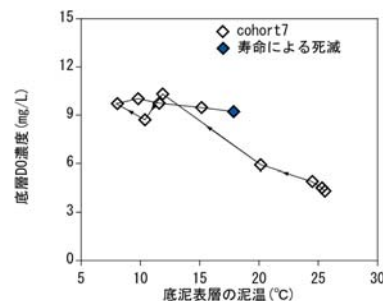


Fig. 5 T-5のcohort7の泥温とDO濃度の履歴

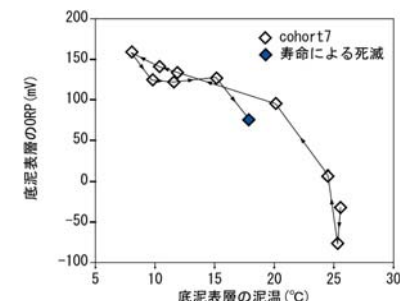


Fig. 4 T-5のcohort7, 10泥温とORPの履歴

ホトギスガイコホートの履歴の例

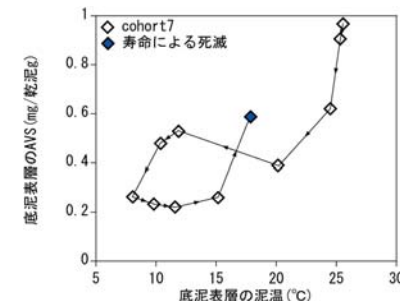


Fig. 3 T-5のcohort7の泥温とAVSの履歴

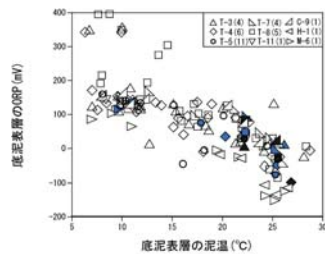


Fig. 14 全cohortの泥温-ORP履歴

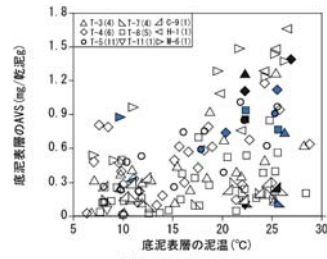


Fig. 15 全cohortの泥温-AVS履歴

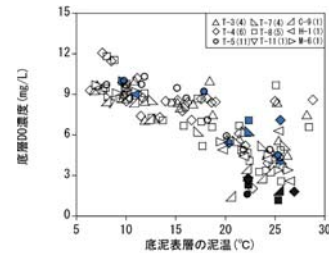
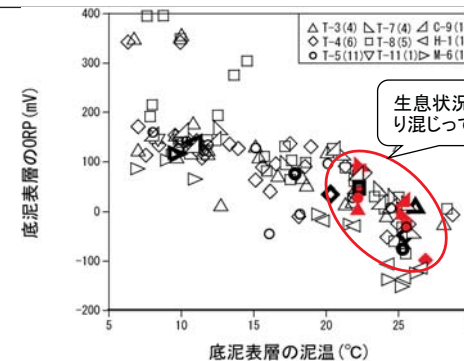


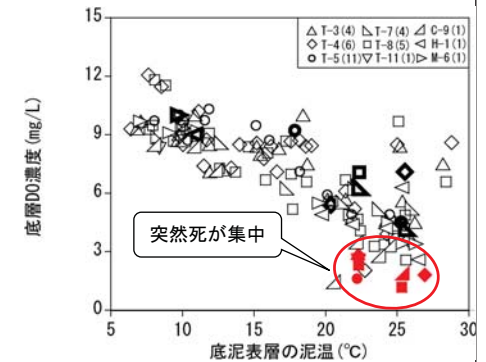
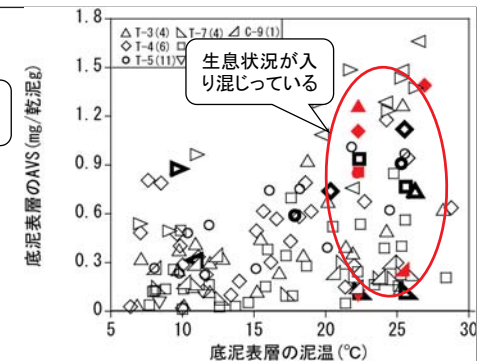
Fig. 16 全cohortの泥温-DO履歴

ホトギスガイコホートの環境履歴のまとめ



ホトギスガイ各コホートの環境履歴と突然死の条件

赤マークは突然死



泥温-DO ホトギス貝死滅領域

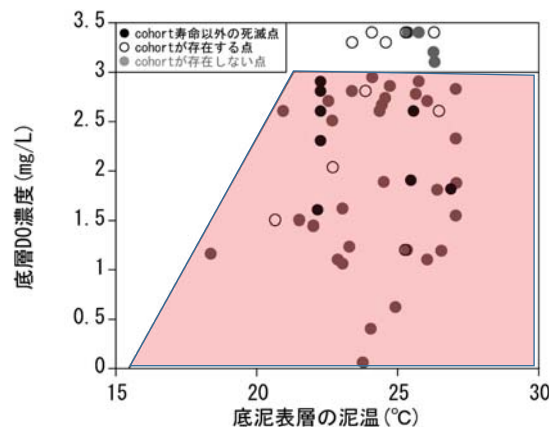
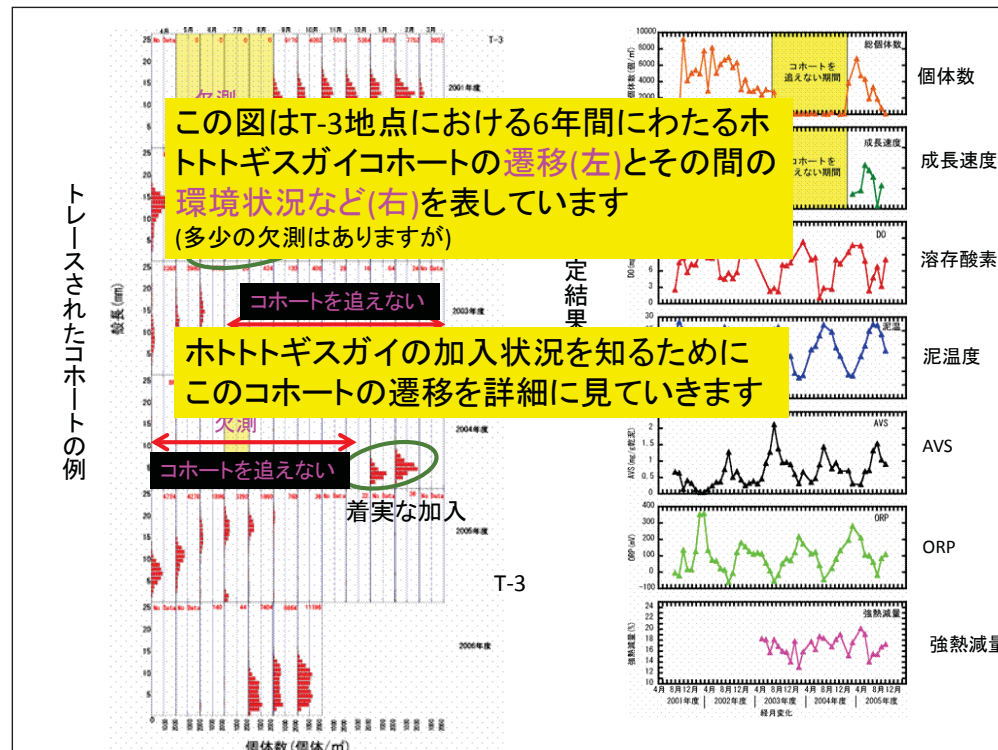


Fig. 17 ホトギスガイ死滅ポテンシャルの高い領域

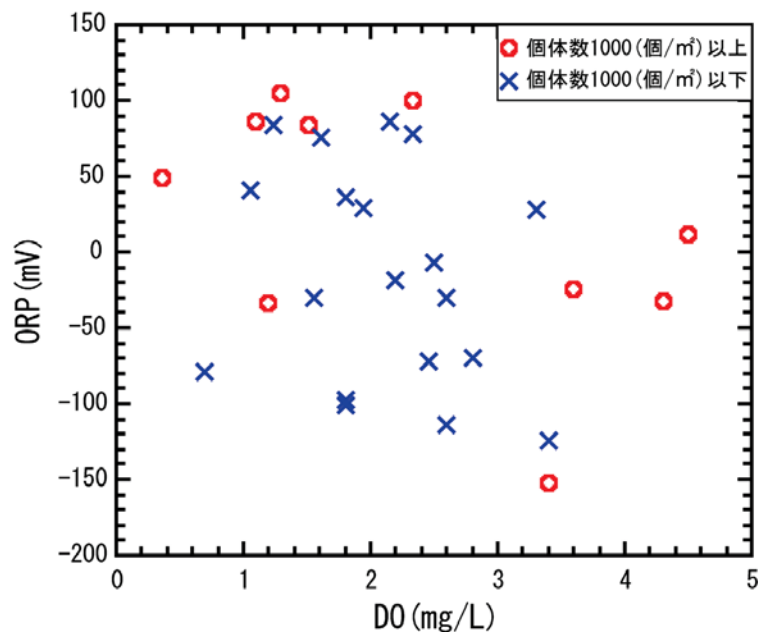
よ博多湾におけるホトギスガイコホートの加入過程に及ぼす影響因子の解析

研究の目的

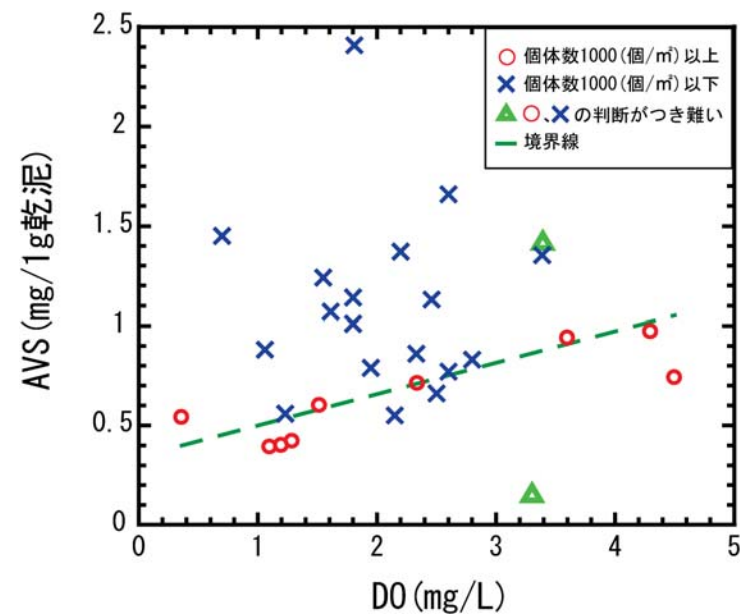
- MS コホートの加入数とその変動要因
 - 季節変動や突発的に変動する(短期間に変動する)因子 ⇒ **環境変動因子**
 - VS(酸揮発性硫化物量), DO, ORP, 温度



コホート形成の有無とDO-ORPの関係



コホート形成の有無とDO-AVSの関係



結論

①地点特有の要因として

- 底質平均の AVS が大きくなると加入ポテンシャルは小さくなる傾向にある

②季節的変動や突発的な要因として

- 各地点, 各時期のコホートの加入は加入時の底質表層の AVS と底層 DO によって決定される

室見川沖窪地における貧酸素水塊の挙動

• 博多湾いくつかの局所的に劣悪環境

- 東部湾奥部
- 博多港内
- 室見川沖浚渫窪地

窪地のDO分布 2003年



Fig.1.a 全調査地点

6月

7月

8月

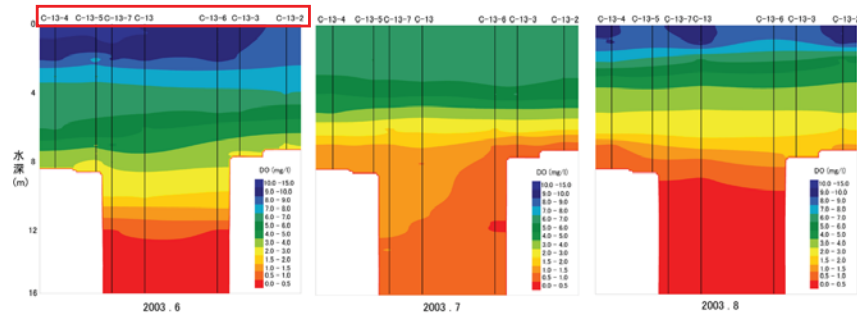


Fig.13 鉛直方向DO分布経月変化

窪地における貧酸素水塊発生メカニズム

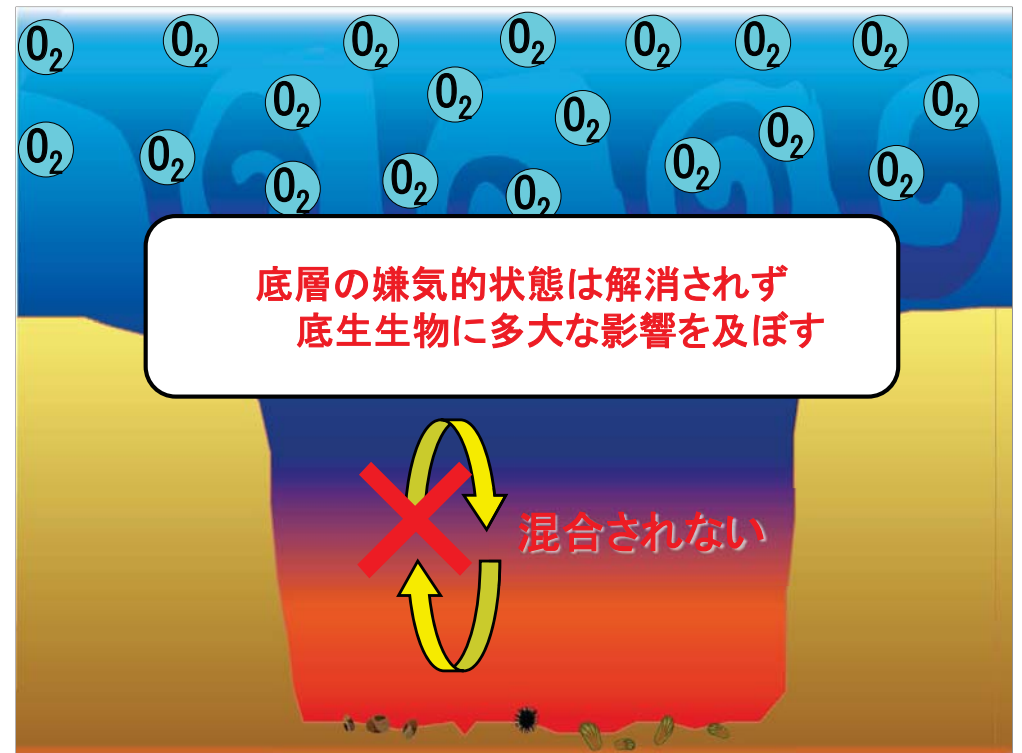
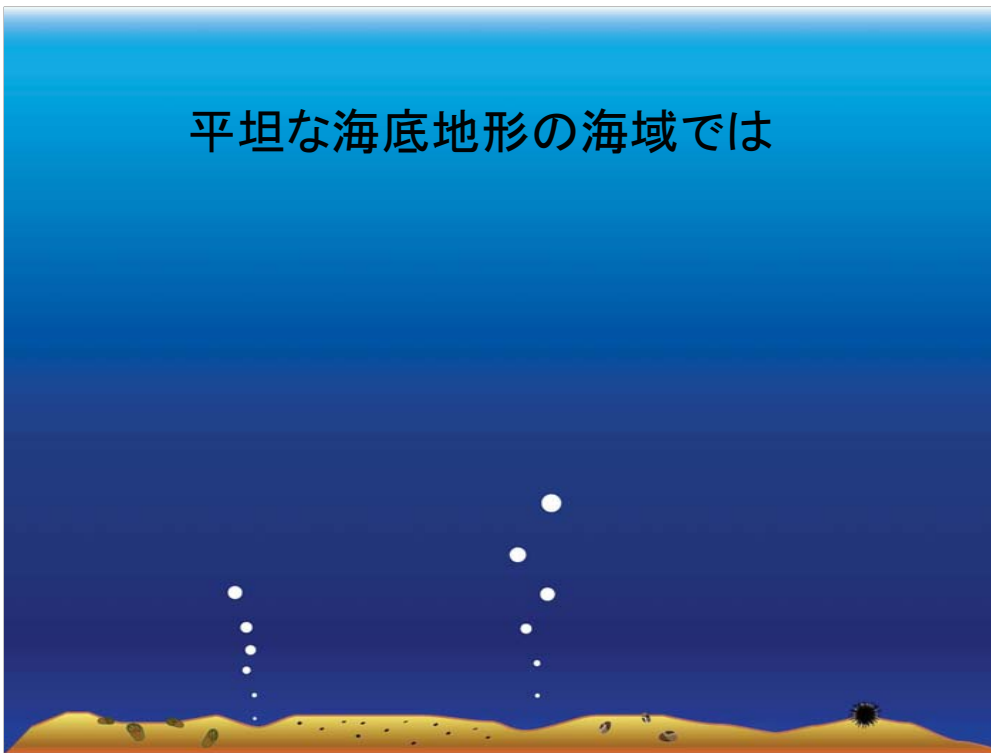
• 平坦な海域での底層への酸素の供給

- 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

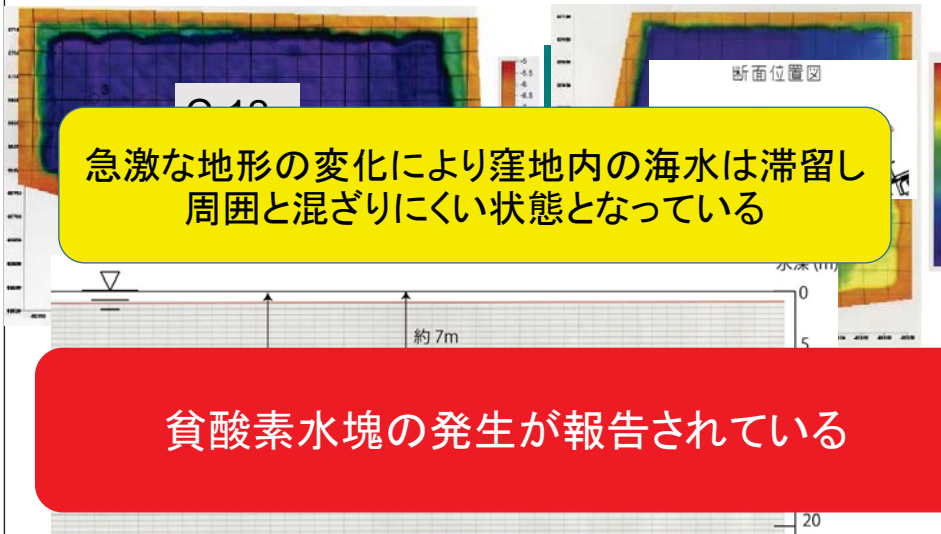
• 窪地における底層での貧酸素水塊の発生

- 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



窪地の概要



窪地周辺の調査地点

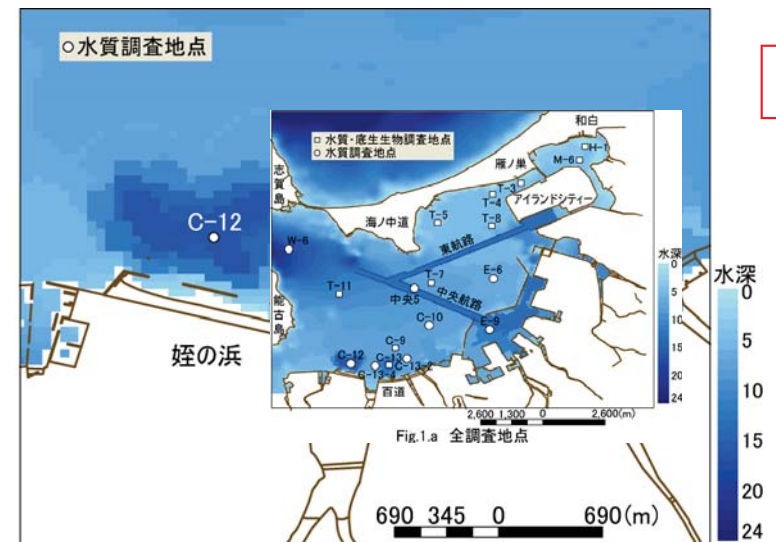
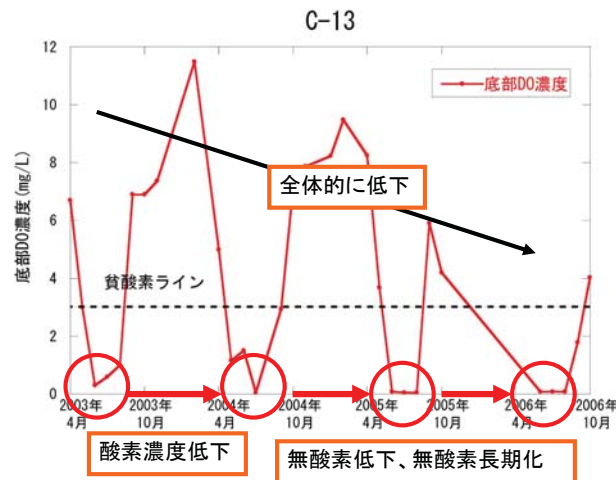


Fig.1.b 窪地周辺の調査地点

それまでの窪地内の底層DO経年変化



それまでの窪地内DO経年変化まとめ

- 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

研究の目的

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

窪地周辺DO鉛直分布調査結果

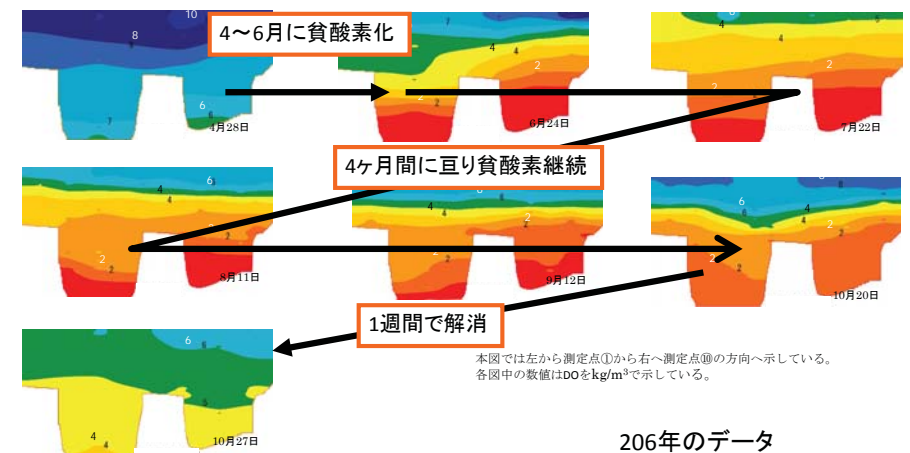


図-4 多湾室見川河口沖窪地におけるDO鉛直分布

窪地のDO鉛直分布の挙動まとめ

- 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素継続
- 1週間で解消

窪地周辺塩分鉛直分布調査結果

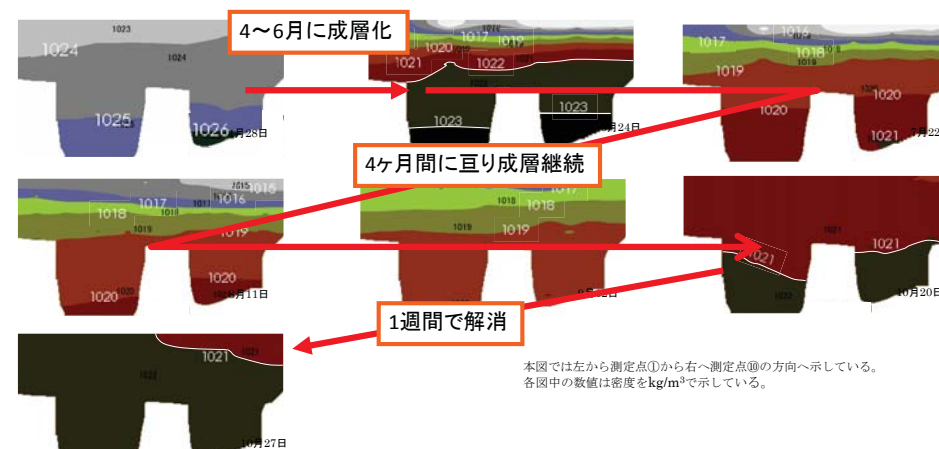


図-5 博多湾室見川河口沖窪地における密度の鉛直分布

密度の鉛直分布の挙動まとめ

- 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

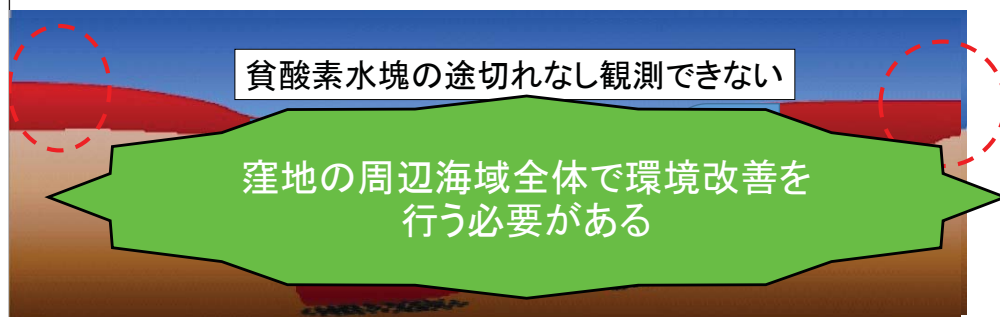
貧酸素解消のメカニズム

- 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

窪地の埋め戻しは有効か

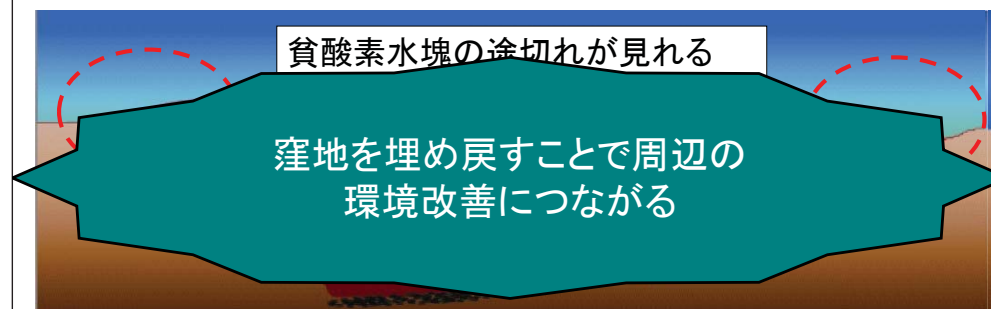
- 室見川沖浚渫窪地における貧酸素
 - 発生メカニズム
 - 解消のメカニズム
- ↓
- どのような対策が可能か
 - 酸素の供給
 - 埋め戻し
- ↓
- 埋め戻しの有効性推定

窪地の埋め戻しが無効な場合



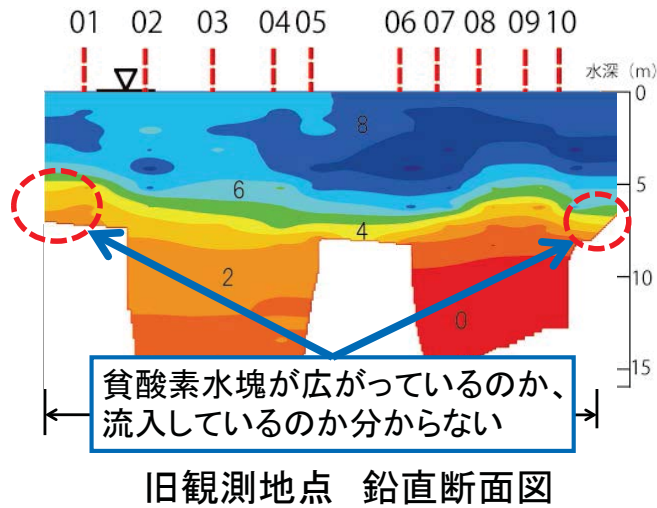
周辺も同時に貧酸素水塊が発生している場合

窪地の埋め戻しが有効な場合



周辺へ広がっている場合

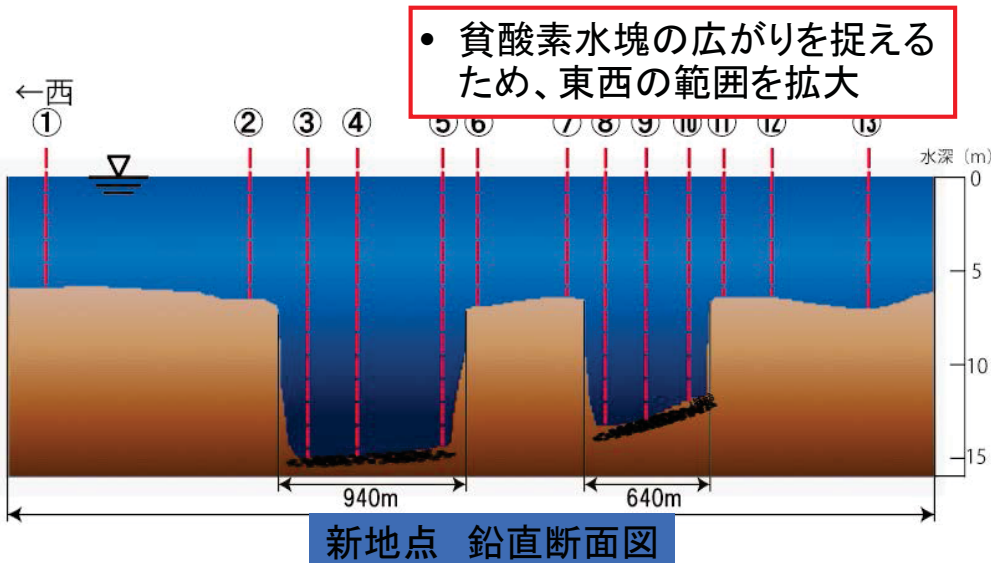
従前の研究結果



調査地点の再検討

- 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



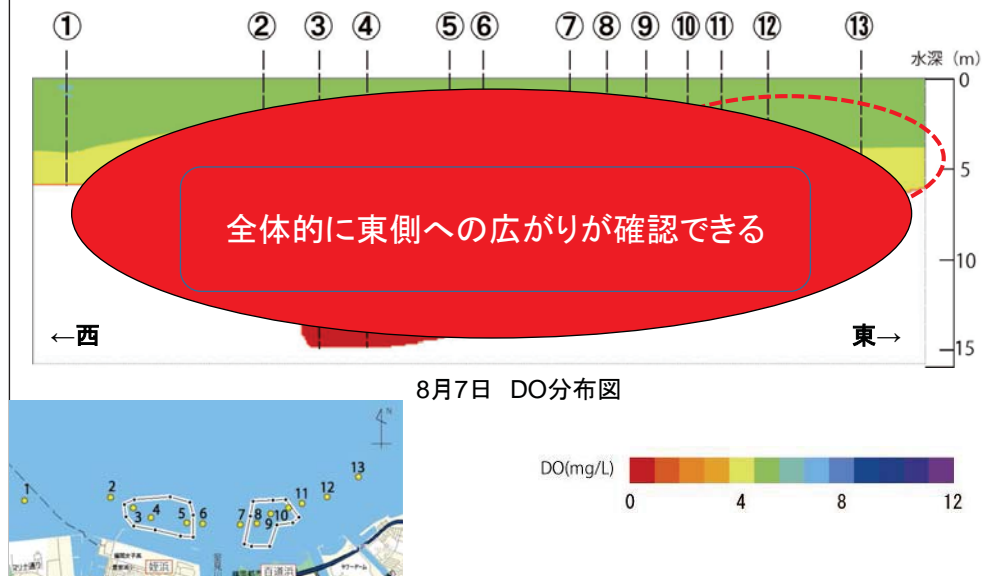
測定地点の追加 水平断面

- 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。

東西方向調査結果



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

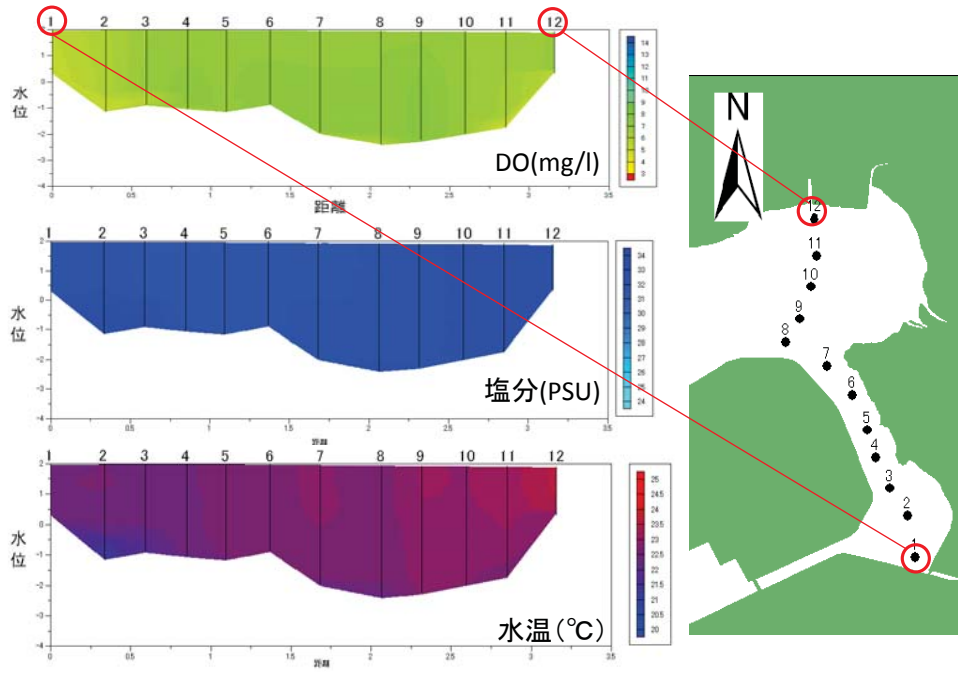
和白海域の貧酸素水塊の挙動と生物死滅

- 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

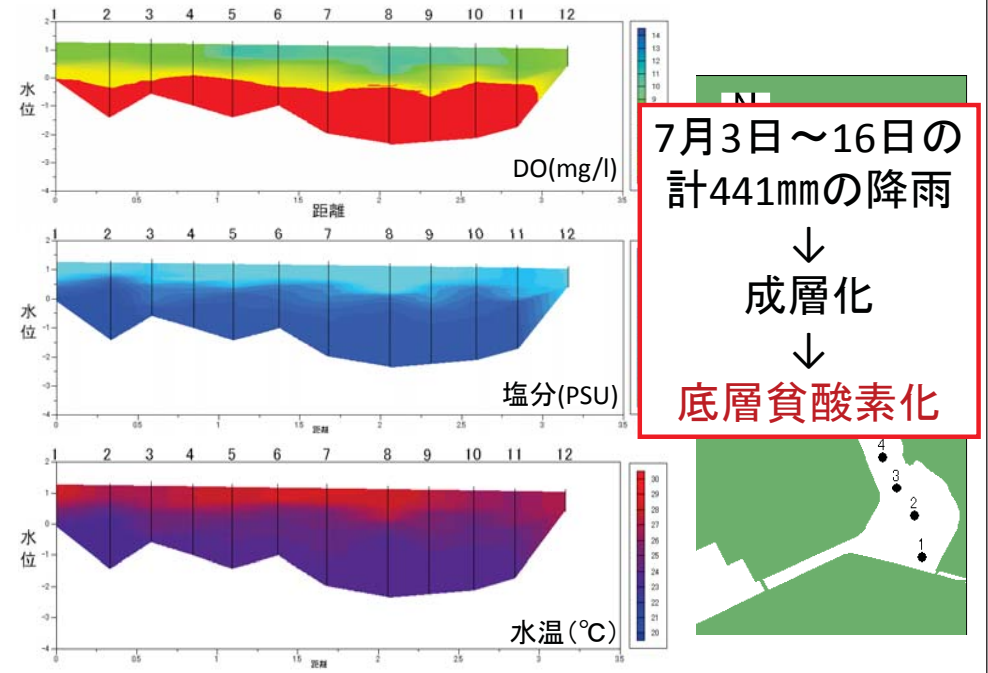
和白海域周辺における酸素濃度調査の目的

- 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

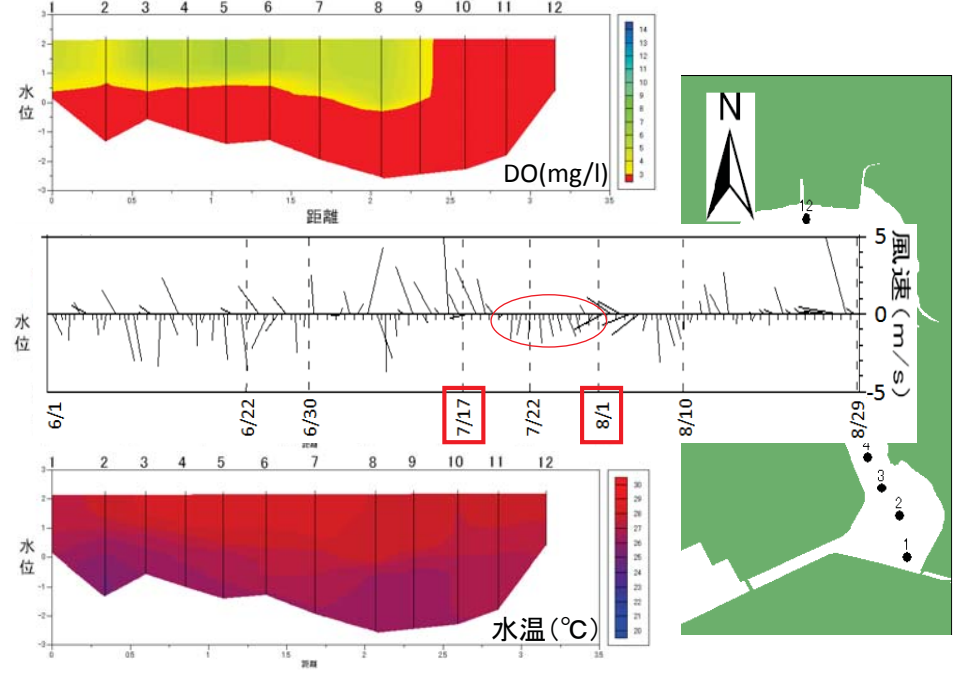
平成24年 6月22日 和白海域 各濃度の鉛直分布



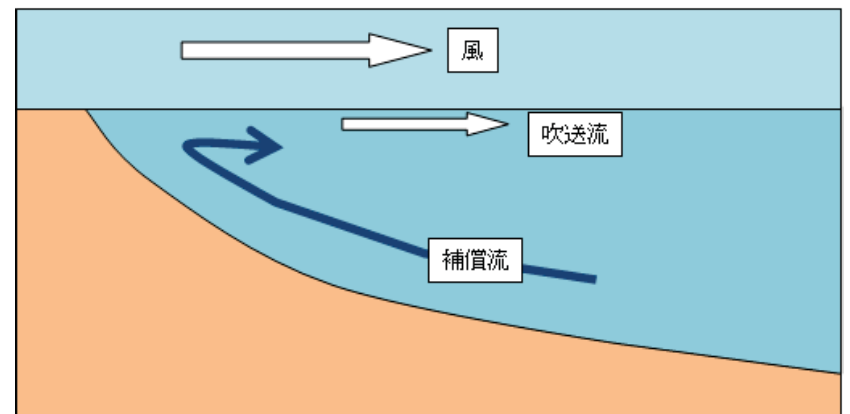
平成24年 7月17日 和白海域 各濃度の鉛直分布



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

和白海域における以上のような環境状況で
生物は?

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



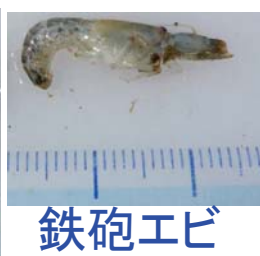
アサリ



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

下水処理水

海水淡水化施設

濃縮海水

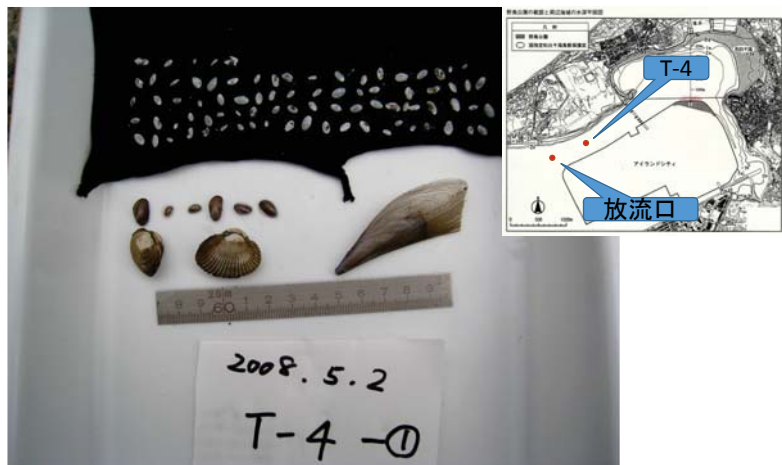
淡水

混合放流水

博多湾

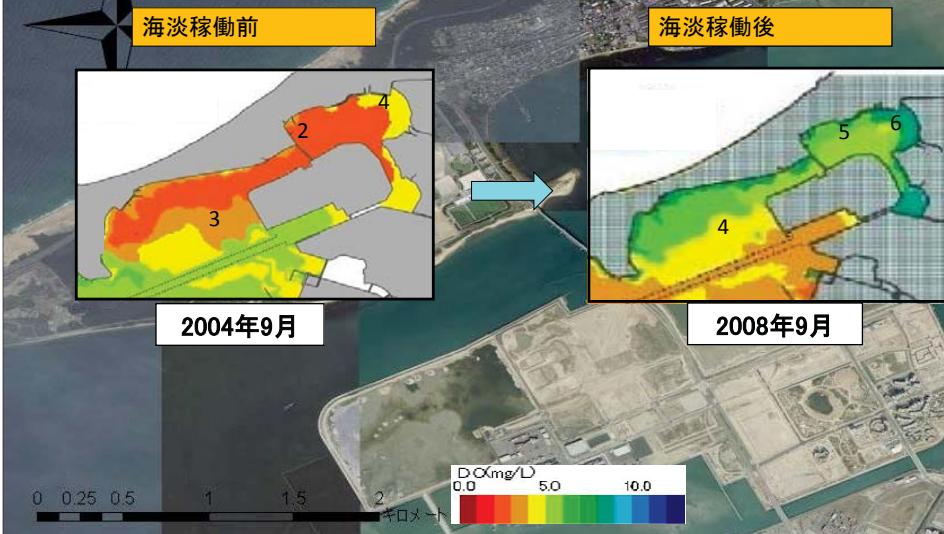
逆浸透方式	建築面積	16,000 (㎡)
最大生産能力	濃縮海水	40,000 (㎡/日)
最大取水量	下水処理水	30,000 (㎡/日)
敷地面積	混合放流水	70,000 (㎡/日)

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

博多湾 湾奥部の貧酸素水塊の変化



示唆された貧酸素化対策の可能性

- 滞留しやすい海水の交換
 - 室見川沖浚渫地の埋め戻し
 - 和白海域の浅海化(湾盆形状の改善)
 - 雁ノ巣・アイランドシティー狭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

ご静聴有難うございました