

再生に向けた ケーススタディ

(1) カキ礁の再生

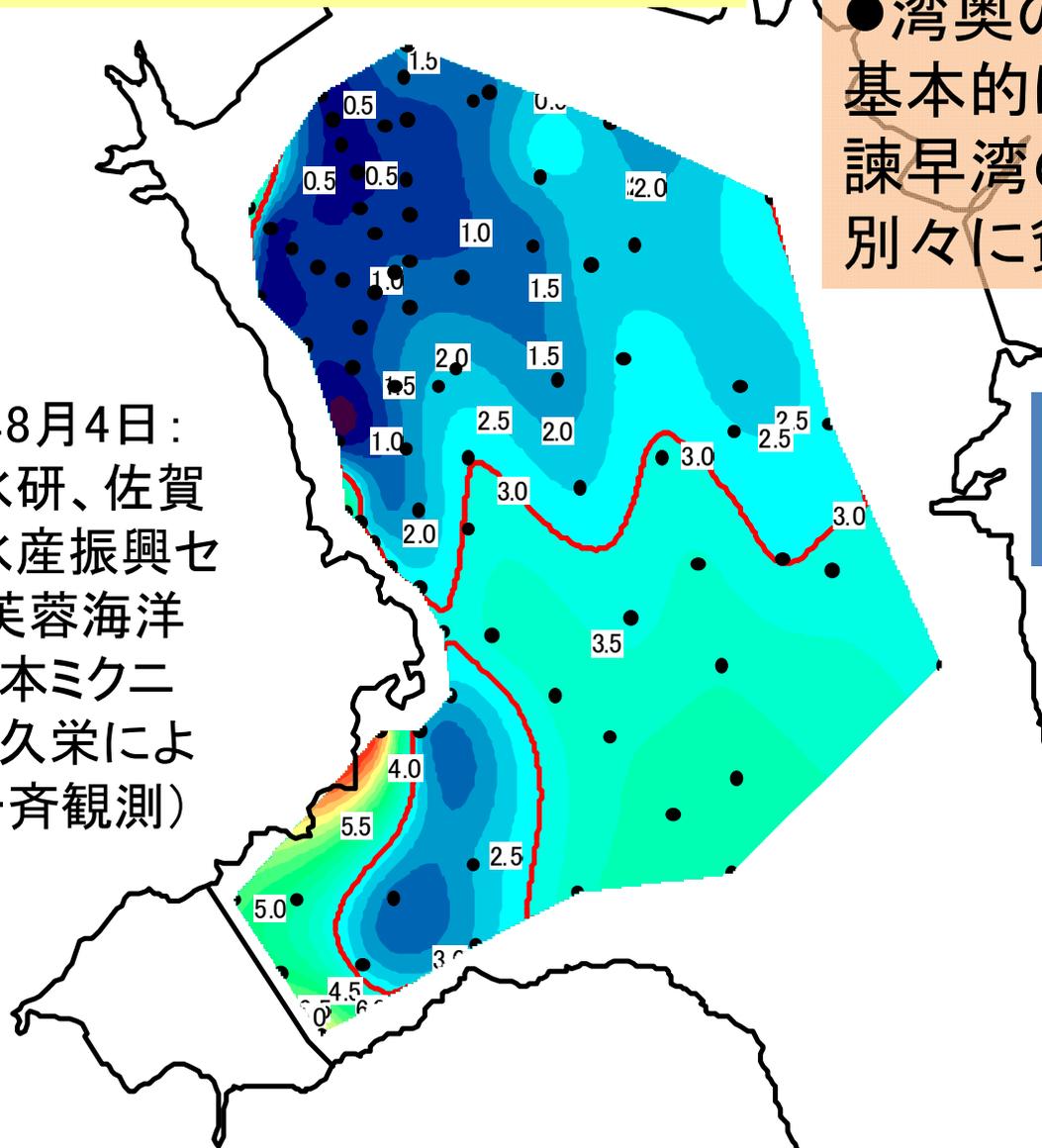


有明海における底層溶存酸素濃度の分布

底層溶存酸素 (mg/L)

● 湾奥の浅海域で貧酸素化
基本的に有明海湾奥西部と諫早湾の2か所で、同時期に別々に貧酸素水塊を形成.

(2010年8月4日:
西海区水研、佐賀県有明水産振興センター、芙蓉海洋開発、日本ミクニヤ、東京久栄による共同一斉観測)



二枚貝をはじめとする海洋生物に悪影響

貧酸素が生じる主要内湾の酸素消費速度比較

有明海: 0.28~1.39mg/L/day

志津川湾: 0.93mg/L/day

東京湾: 0.19~1.48mg/L/day

燧灘: 0.20mg/L/day

周防灘: 0.10~0.89mg/L/day

大村湾: 0.21~0.28mg/L/day

(柳, 2004)

有明海: 大きな酸素消費速度

⇒ 大規模な貧酸素化の原因の1つ

酸素消費: 懸濁物の寄与が大きい (阿部ら, 2003)

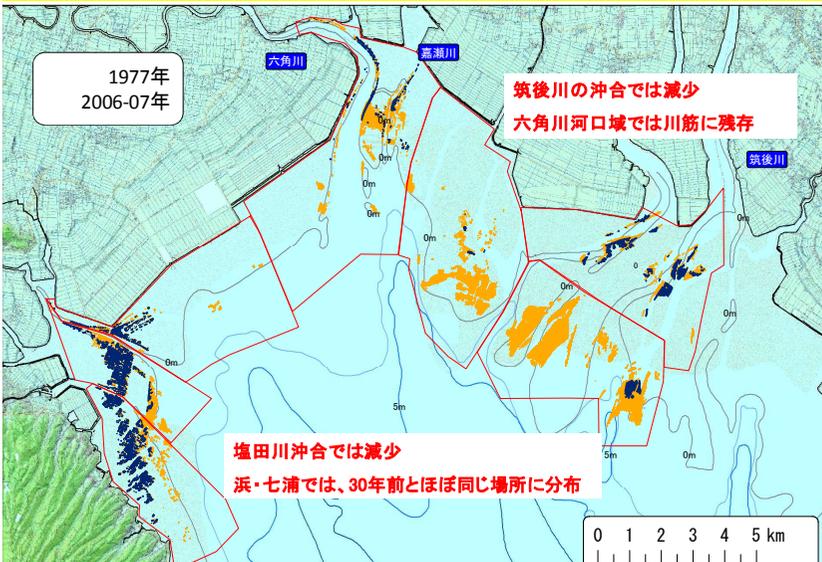
特に海域で生産された有機物 (児玉ら, 2009)

有明海におけるカキ礁の特徴

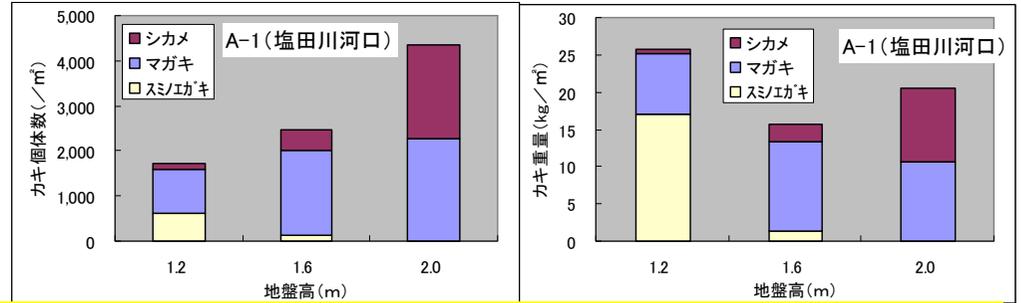


スミノエガキ *C. ariakensis* マガキ *C. gigas* シカメ *C. shikamea*

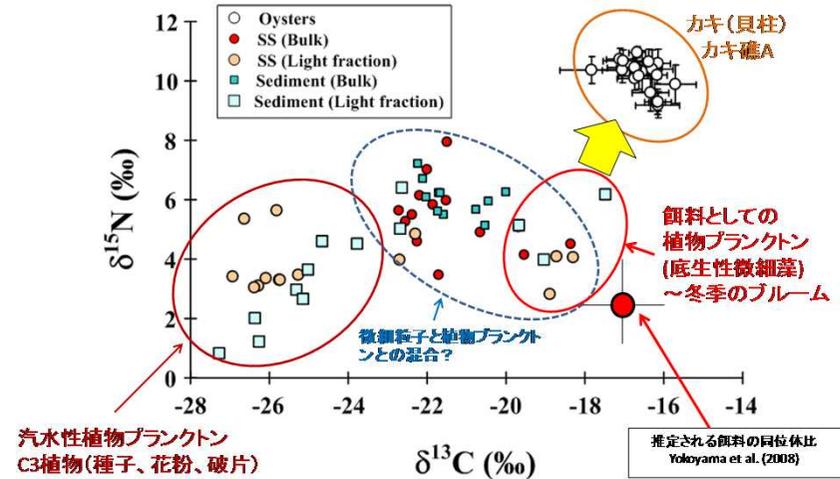
明治時代より養殖漁業として造成



有明海の特徴: 3種のカキ(マガキ、シカメ、スミノエガキ)でカキ礁を構成。



地盤高低: スミノエガキが多い。カキ礁頂部: シカメが多い



主な餌料: 浮遊および底生珪藻

カキ礁面積

1977年 : 546ha

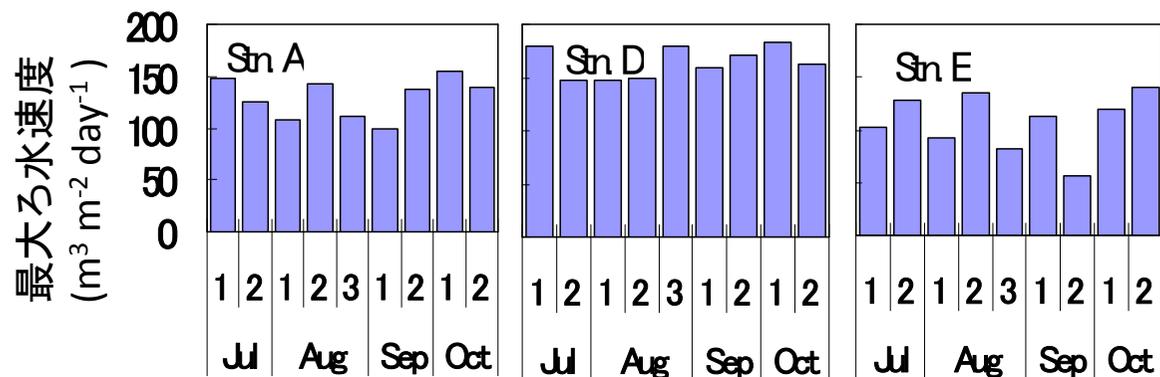
2006-2007年 : 161ha

漁場整備のために減少

有明海生態系におけるカキ礁の役割

(1) 環境浄化機能

カキ礁によるろ水量を試算

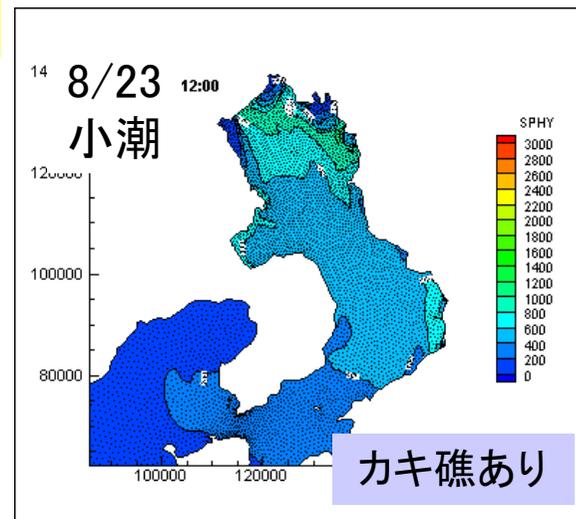
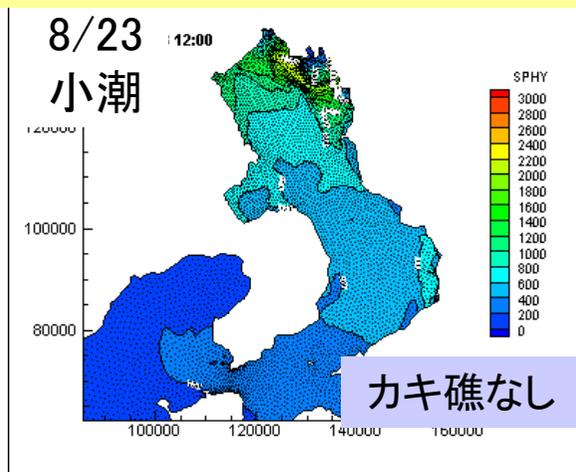
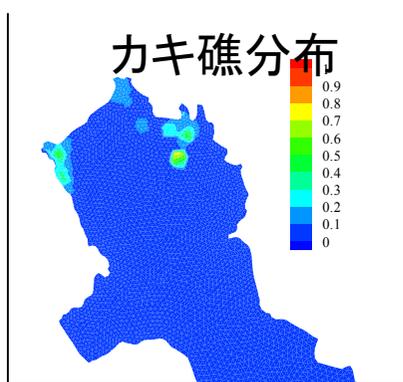


個体数、乾重量、現場水温・塩分、懸濁物濃度、開殻時間を考慮した最大ろ水速度: $57 \sim 184 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$

カキによる大量の有機物除去の可能性 (ポテンシャルとして試算)

数値シミュレーション

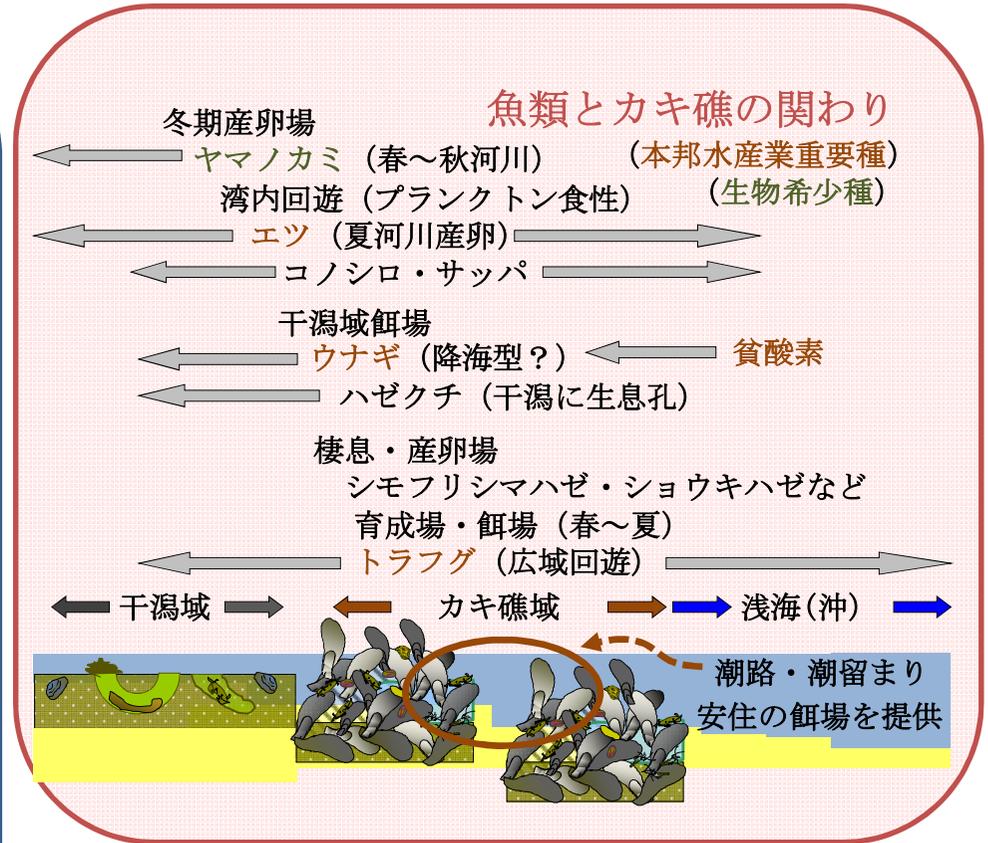
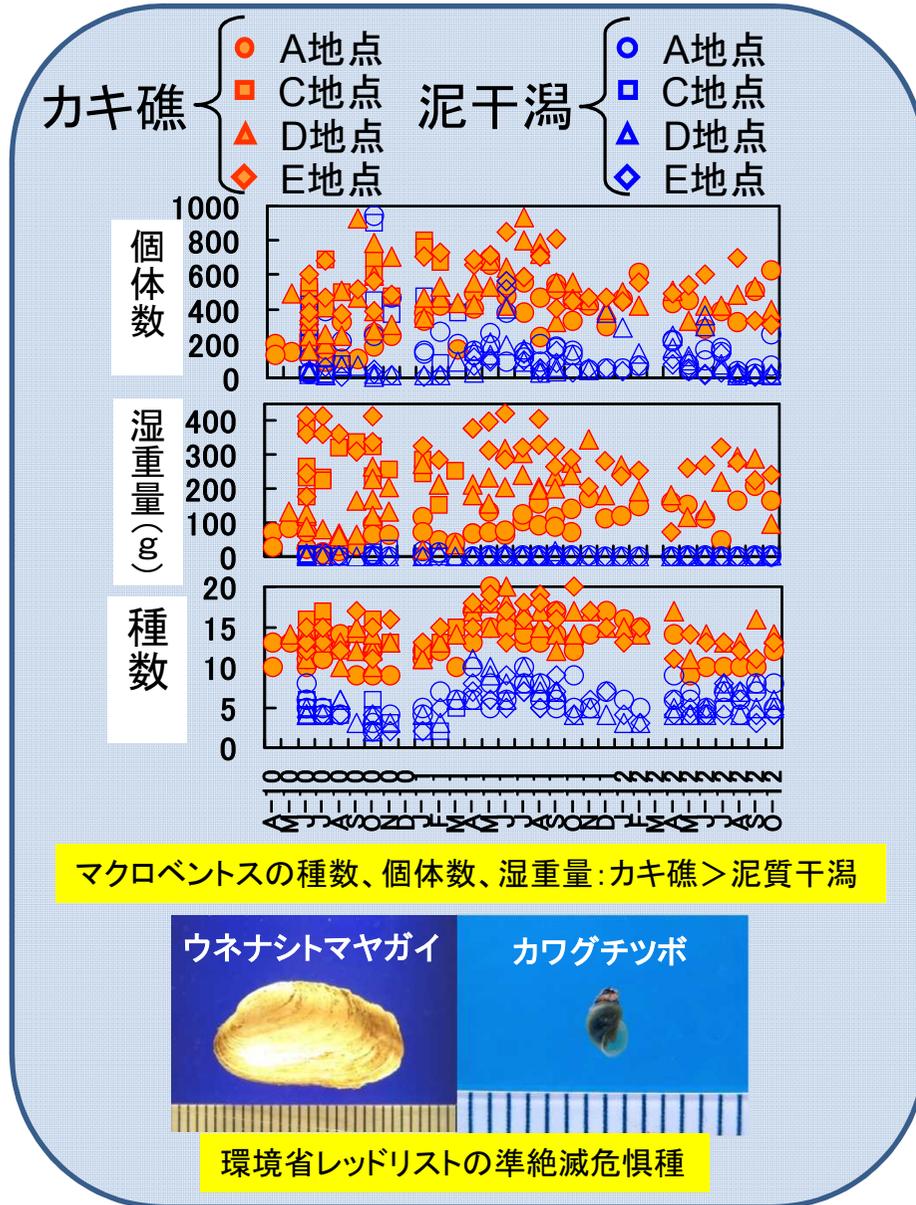
表層植物pl密度 (mgC/m³)



カキ礁のカキにより植物プランクトンの捕食による赤潮抑制効果。

有明海生態系におけるカキ礁の役割

(2) 生物多様性の保全機能



カキ礁は魚類に生息場所・摂餌場・産卵場等を提供

カキ礁は多様なベントス種の保全機能を有する

カキ礁による有明海貧酸素水塊の抑制効果

平成24年度環境省請負業務結果報告書 有明海
再生方策検討調査(二枚貝類の環境浄化機能解明
調査), 山口ら(2015)

目的

数値シミュレーションにより、有明海奥部におけるカキ礁の貧酸素抑制効果を評価し、さらにカキ礁を増加させた場合の貧酸素軽減効果を推定する。

方法

使用モデル FVCOM (Finite Volume Coastal Ocean Model)

(Chen et al., 2006)

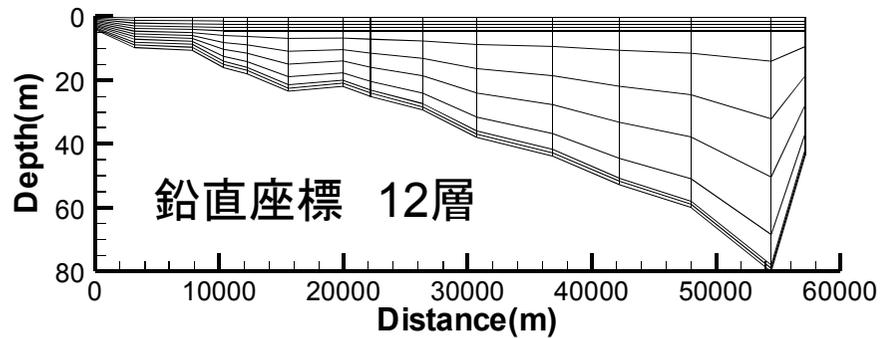
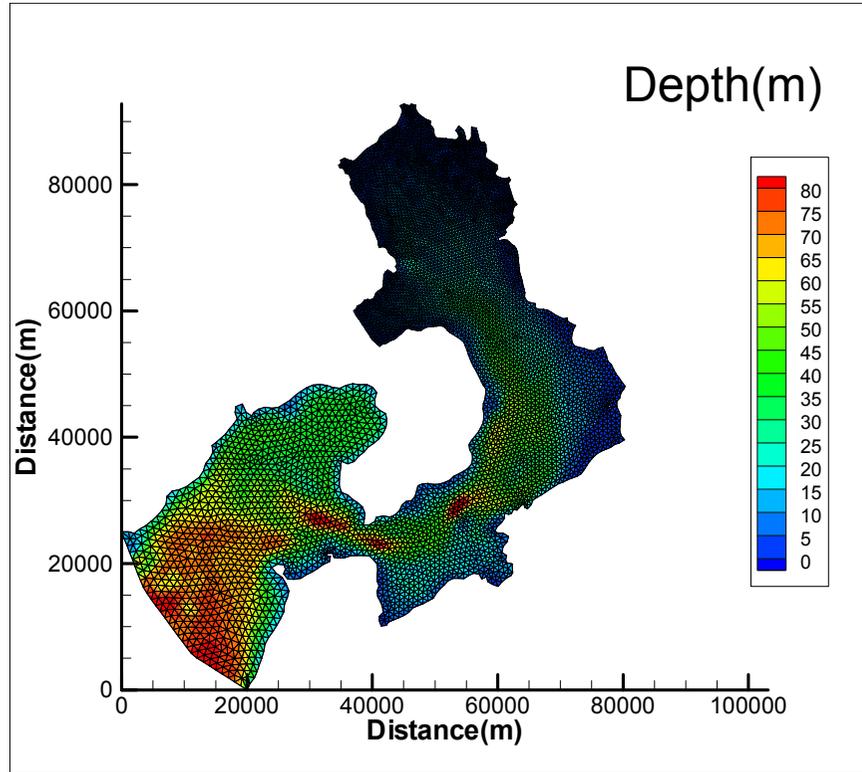
- ◎鉛直方向は静水圧近似を用いた3次元流体モデル.
- ◎水平方向に三角形の非構造格子を用いた有限体積法モデル
- ◎鉛直方向には σ 座標
- ◎それに低次生態系モデルを組み込み

2007年 4/1~8/31の期間について計算

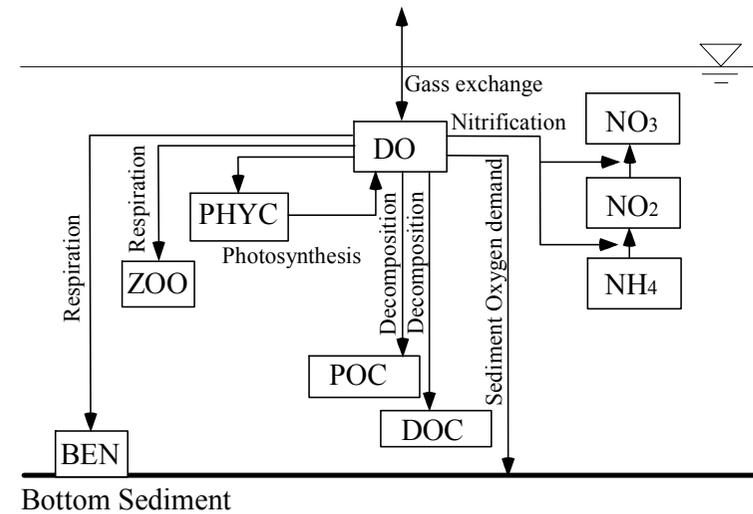
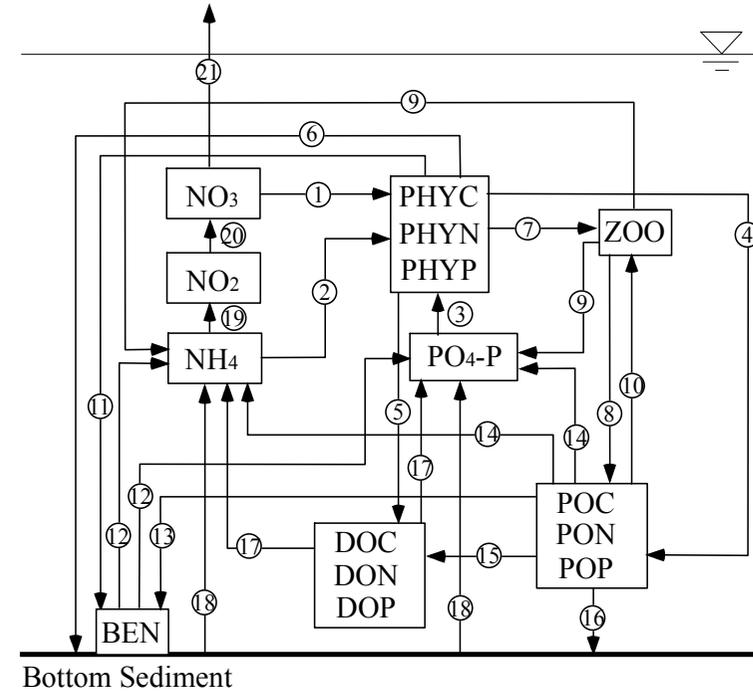
(定常計算として2・3月の平均場×1ヶ月後, 4/1から本計算)

モデル概要

海底地形と計算領域・メッシュ



生態系モデル



モデルにおけるカキ礁の扱い方

カキ礁の被覆度分布

カキ礁の与え方

メッシュ毎のカキ礁被覆度
× カキの密度

カキ密度

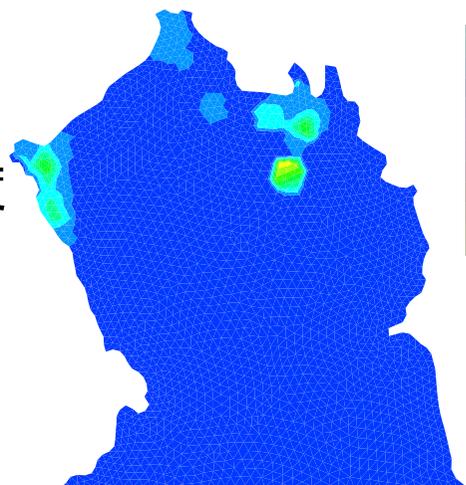
むき身乾重量/殻付湿重量
=0.016、

乾燥重量のうち50%が炭素
として炭素換算 226.6 gC m^{-2}

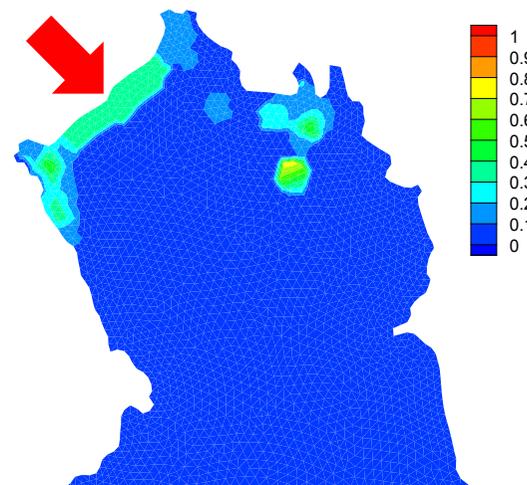
シカメガキ: マガキ: スミノエ
ガキ = 4:3:3

Case b~d:

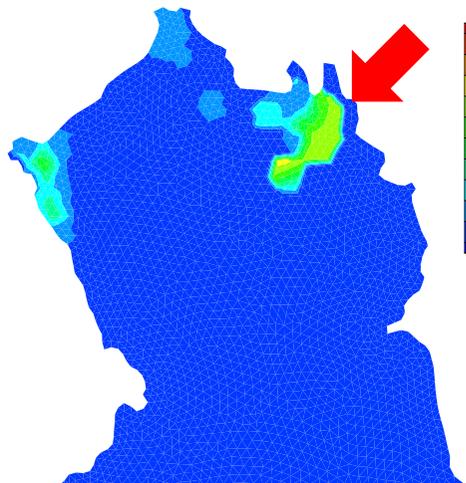
**カキのバイオマスを
現況の2倍に**



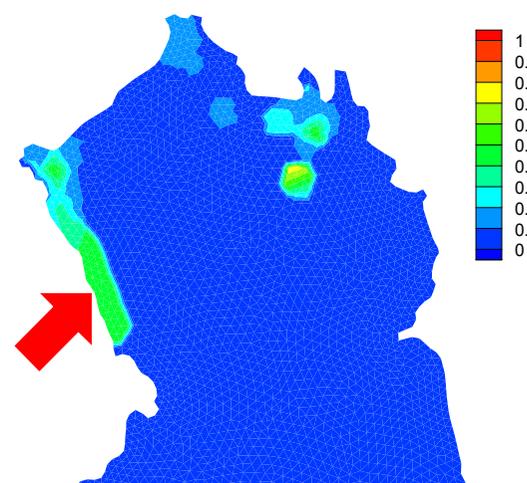
Case a) 現況



Case c) 北部に造成

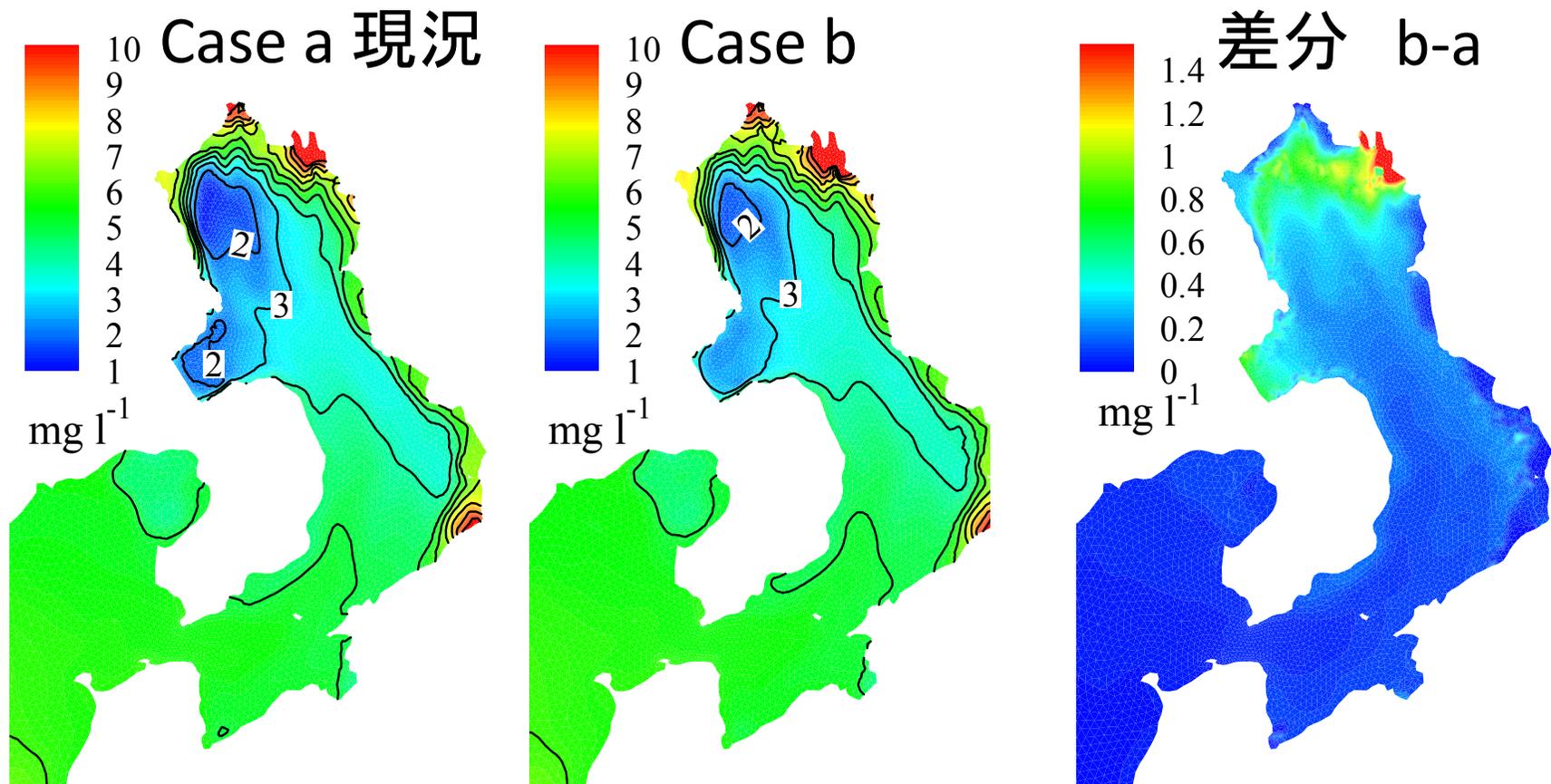


Case b) 東部に造成



Case d) 西部に造成

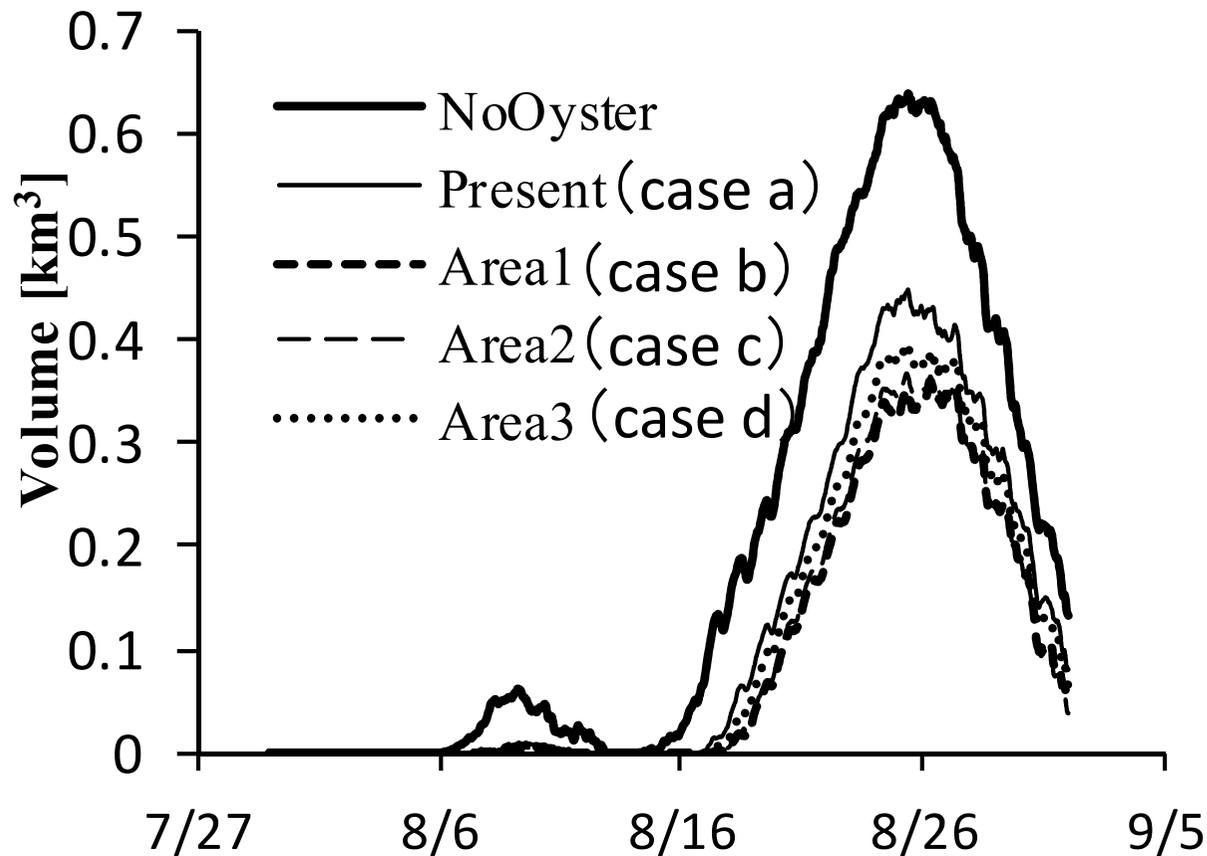
カキ礁分布の違いによる底層DO分布の変化



2007年8月21日における海底直上DO濃度分布(25時間移動平均)

カキ礁バイオマスをも2倍にすると(東部海域)
現況に比べてA3およびA6海域で貧酸素緩和

カキ礁分布の違いによる底層溶存酸素の変化



カキ礁のカキバイオマスを2倍にした場合には底層溶存酸素が3mg/lを下回る水塊の容積が現況よりも最大で約2割小さくなった

まとめ

○有明海のカキ礁は1977年から現在までの間に1／3以下に減少。

○カキ礁のカキにより植物プランクトンの捕食による赤潮抑制効果。

○カキ礁は魚類に生息場所・摂餌場・産卵場等を提供するとともに、多様なベントス種の保全効果をもたらす。

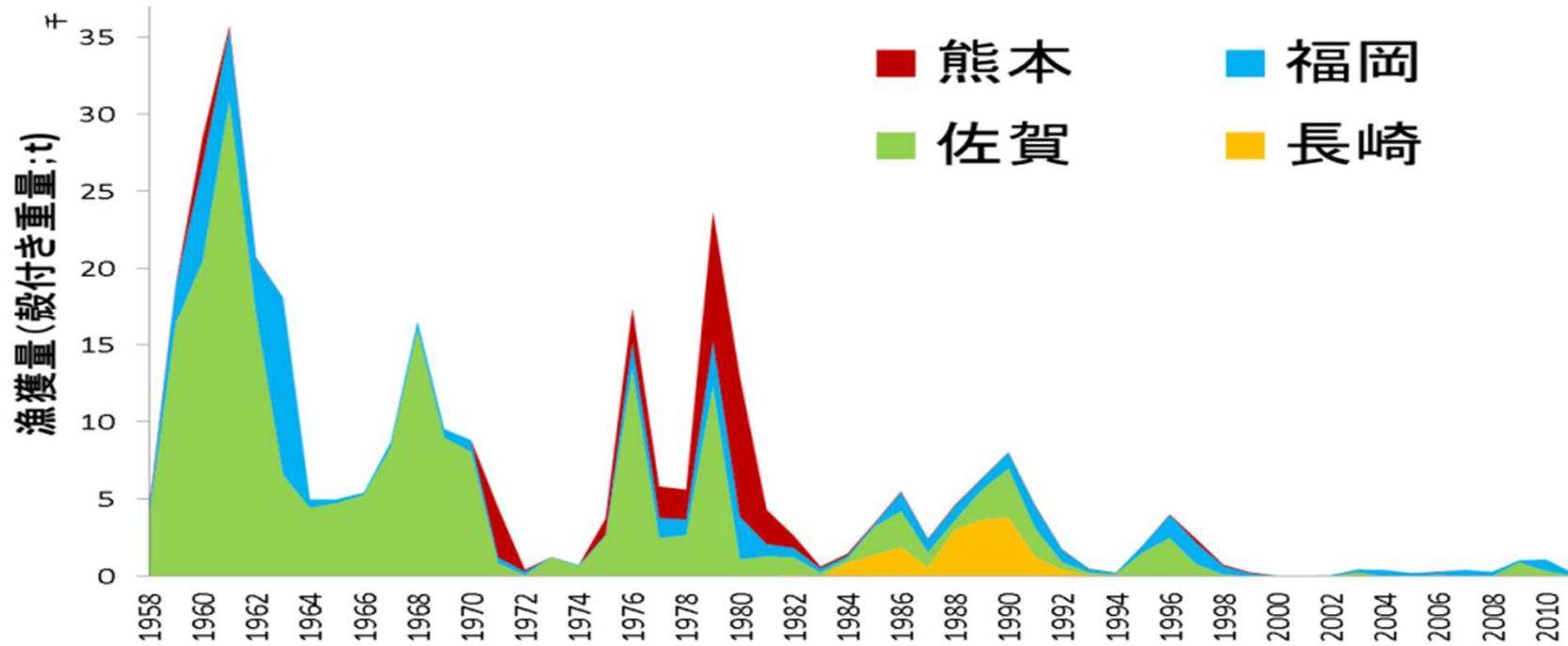
○カキ礁は貧酸素水塊の抑制効果を有している。

カキ礁のカキバイオマスが現況の2倍になると、有明海の底層溶存酸素が3mg/lを下回る水塊の容積は最大で2割小さくなると推定された。

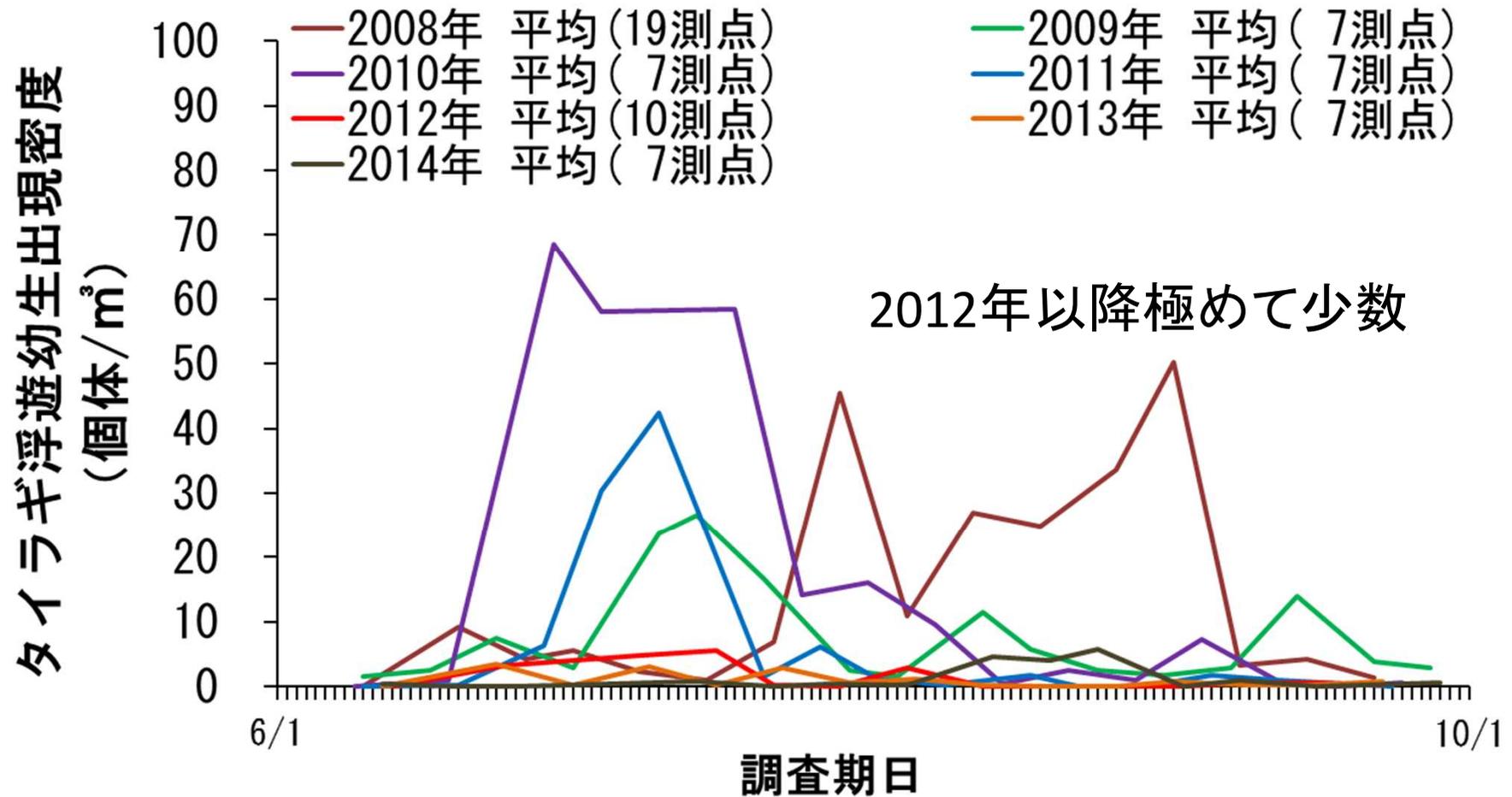
(2) タイラギ母貝集団の保全・育成



有明海におけるタイラギ漁獲量

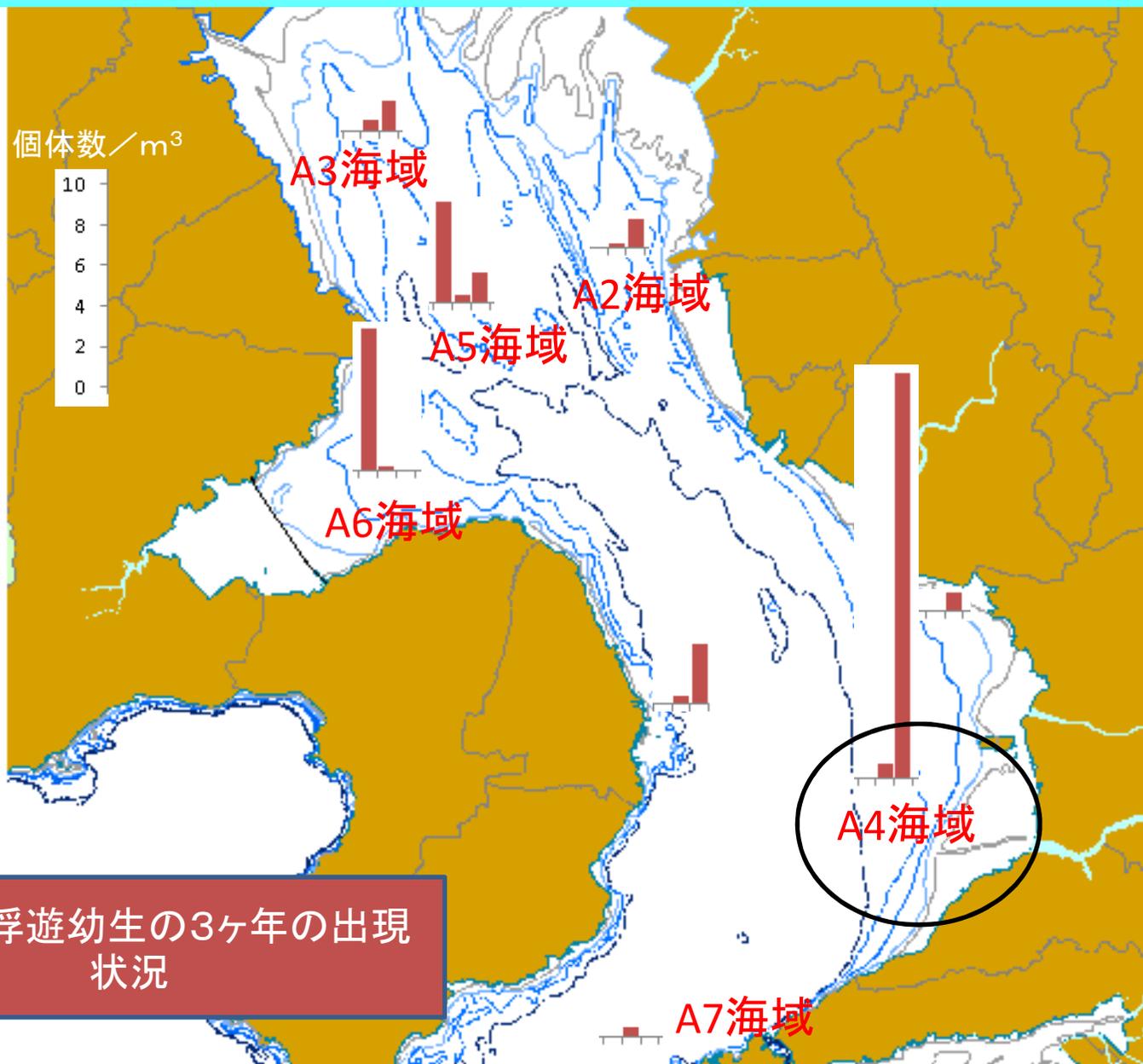


有明海奥部におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況

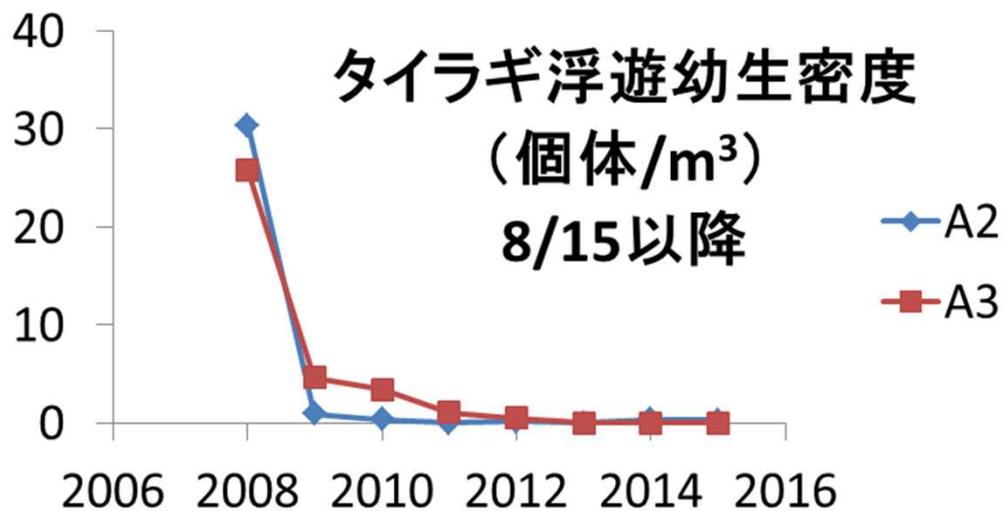
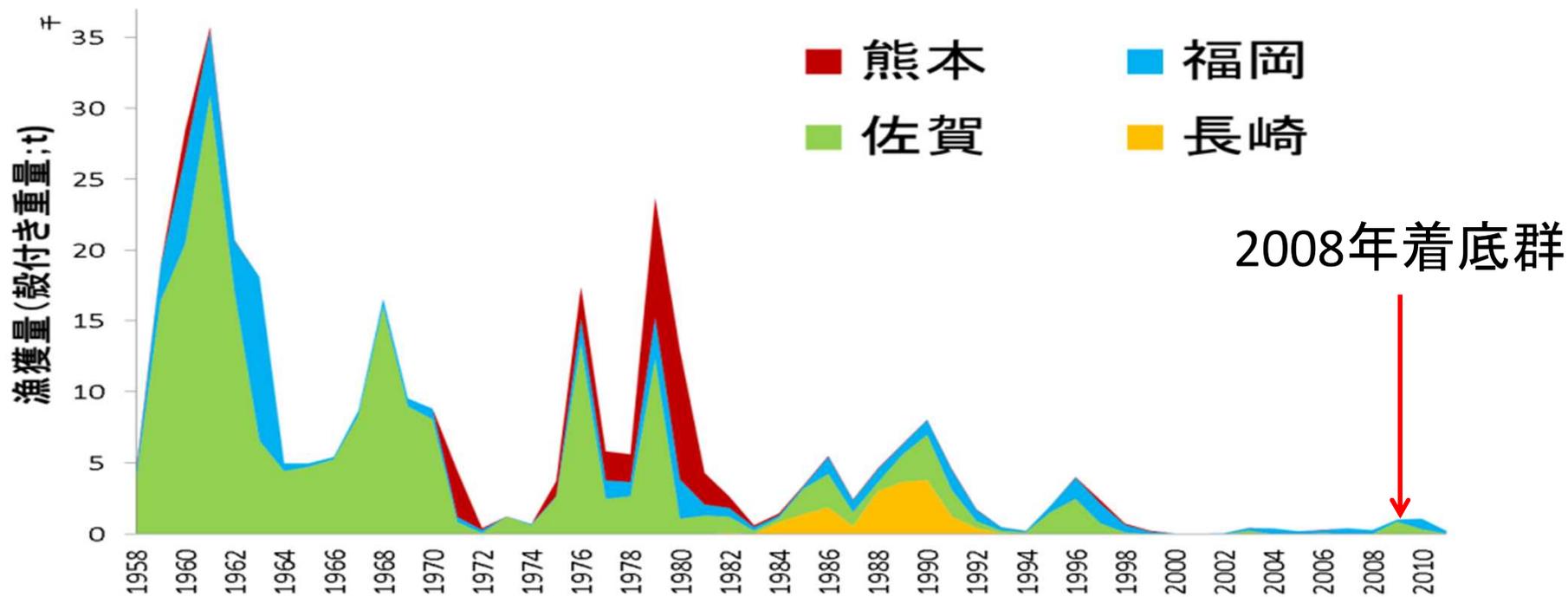


平成20～27年有明海水産基盤整備実証調査および平成25～27年有明海・八代海等再生評価支援事業より

平成25～27年度有明海・八代海等再生評価支援 (有明海二枚貝類の減少要因解明等調査)事業より



タイラギ浮遊幼生の3ヶ年の出現
状況



仮説

1) 2008年は南部海域から湾奥に浮遊幼生が供給されやすかった。

2) 2008年は浮遊幼生への貧酸素の影響が小さかった。

目的

タイラギ浮遊幼生の輸送過程を推定し、さらに浮遊幼生が安定的に漁場に供給される上で障害となる環境要因を整理する。
その結果に基づいて、主たる母貝集団適地を選定する。

方法

粒子追跡法を用いた数値シミュレーション

さらに、各粒子について経験する水質パラメータを記憶させ、輸送中に受ける水質変化(環境履歴)の影響を評価する。

使用モデル FVCOM (Chen et al., 2006)

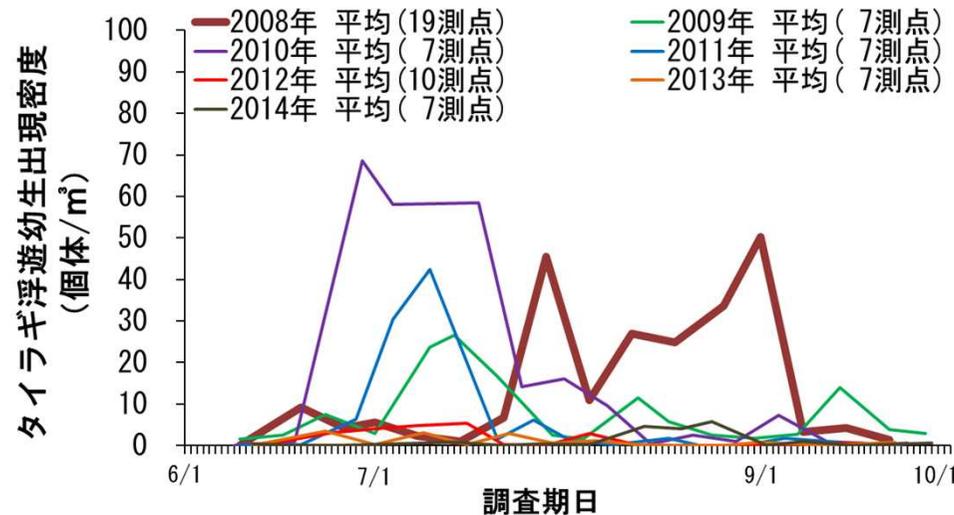
水平格子: 三角形の非構造格子

鉛直: 多重 σ 層(Pietrzak et al., 2002)の3次元モデル

それに低次生態系モデルを組み込み(山口ら, 2015)

数値実験

○浮遊幼生調査結果



平成20～27年有明海水産基盤整備実証調査
および平成25～27年有明海・八代海等再生
評価支援事業より

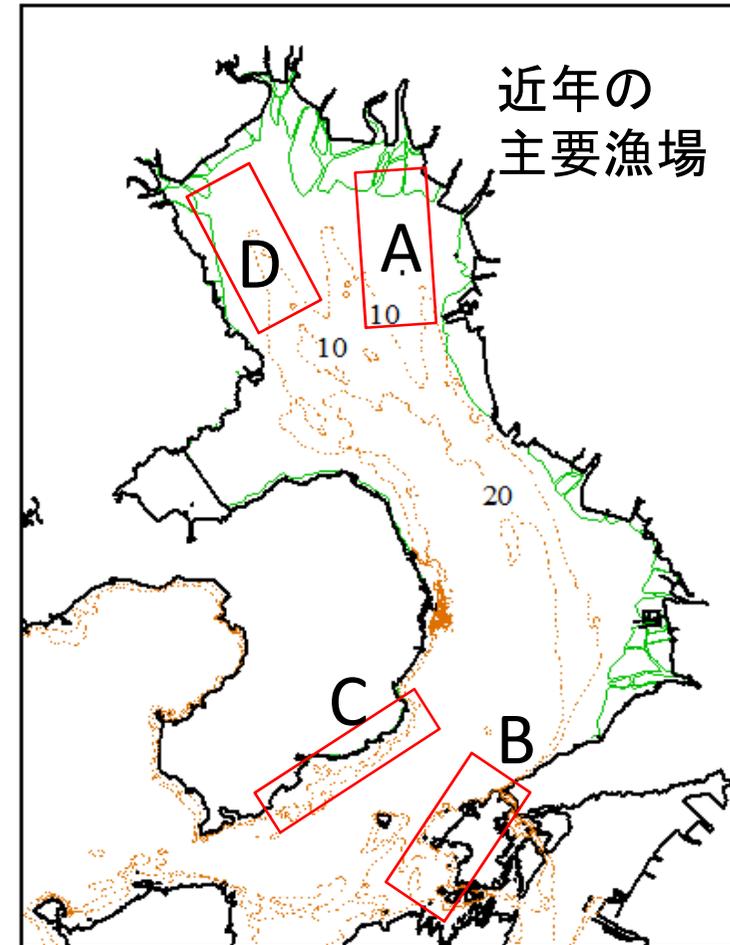
○2008年は7月と9月に湾奥で浮遊幼生量ピーク

【実験】

9月の幼生量ピークをターゲットする

→ 8月10日よりA・B・C海域から粒子放出(毎時100粒子)

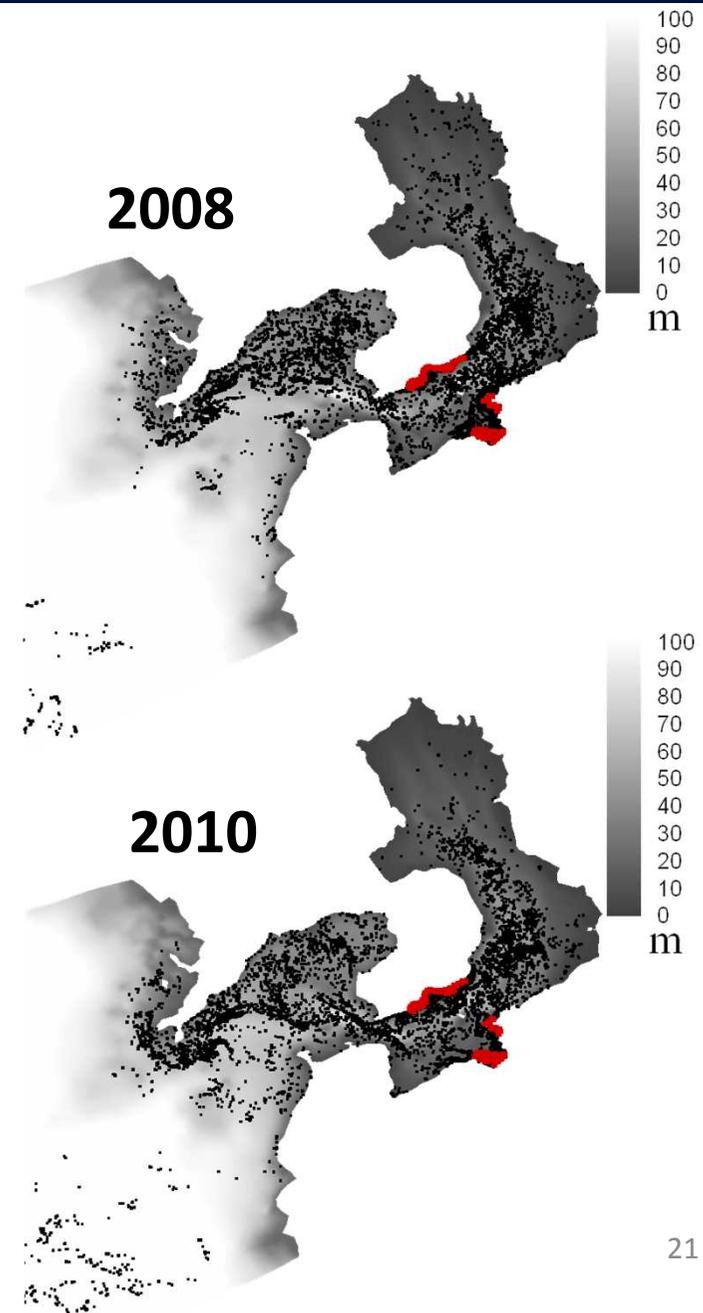
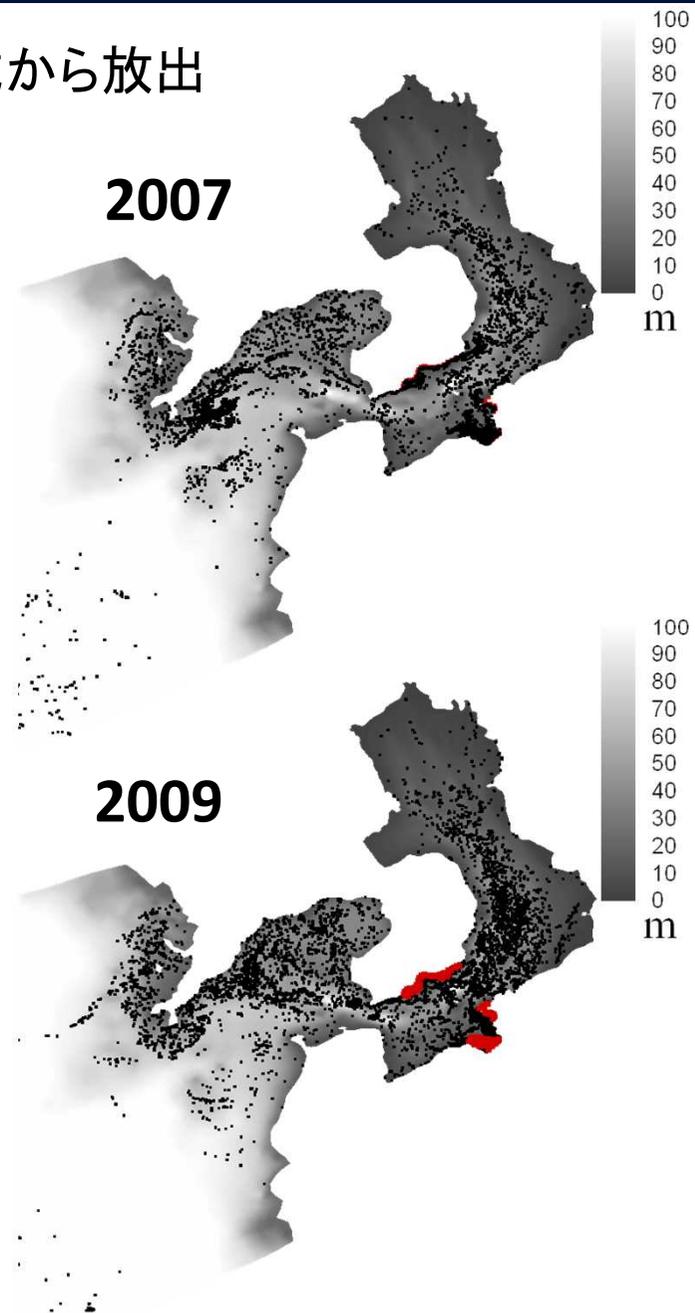
粒子の輸送について2007～2011年の各年の比較を行う



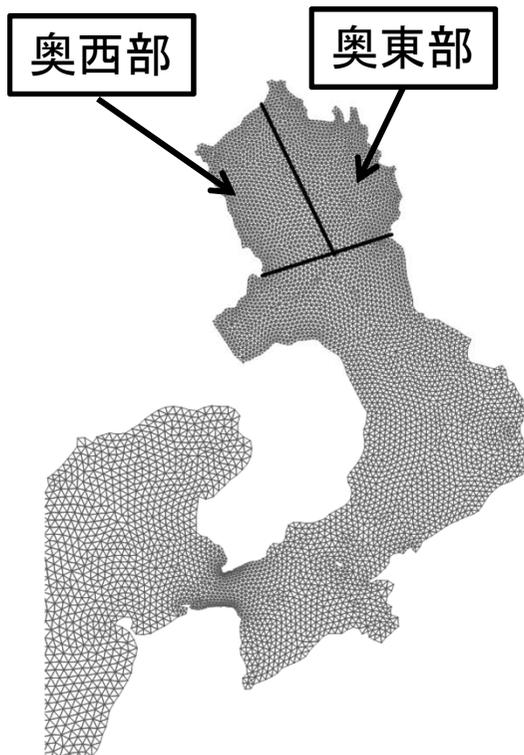
タイラギの徒捕り
採捕の情報あり

放出開始3週間後の粒子分布

BC海域から放出



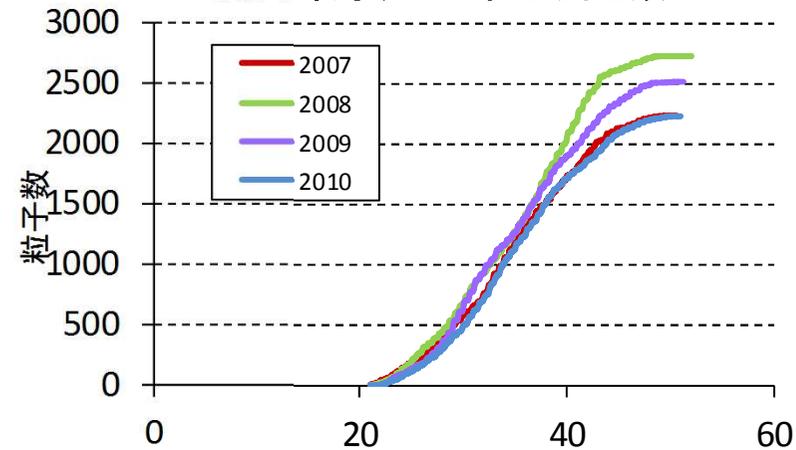
着底可能期間(3週~4週)における 奥部への到達粒子数(B,C海域からの放出)



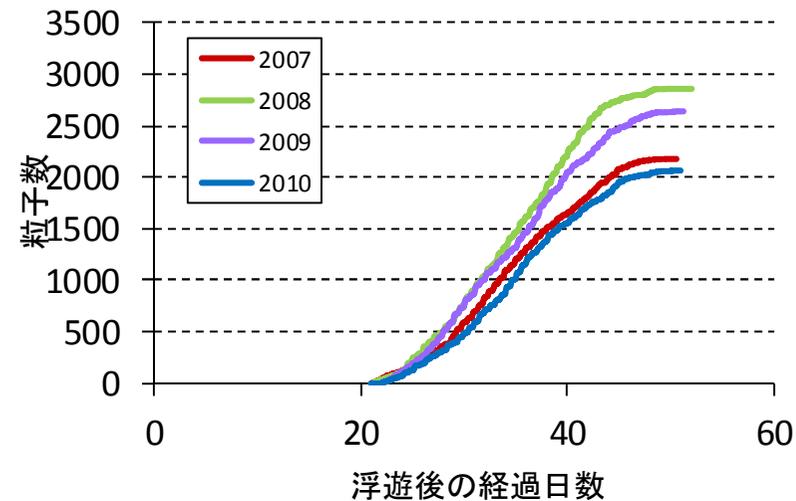
粒子のカウント条件

- ・奥西部および奥東部海域に位置
- ・浮遊期間が3週間~4週間
- ・全層に位置

奥西部海域への粒子到達数

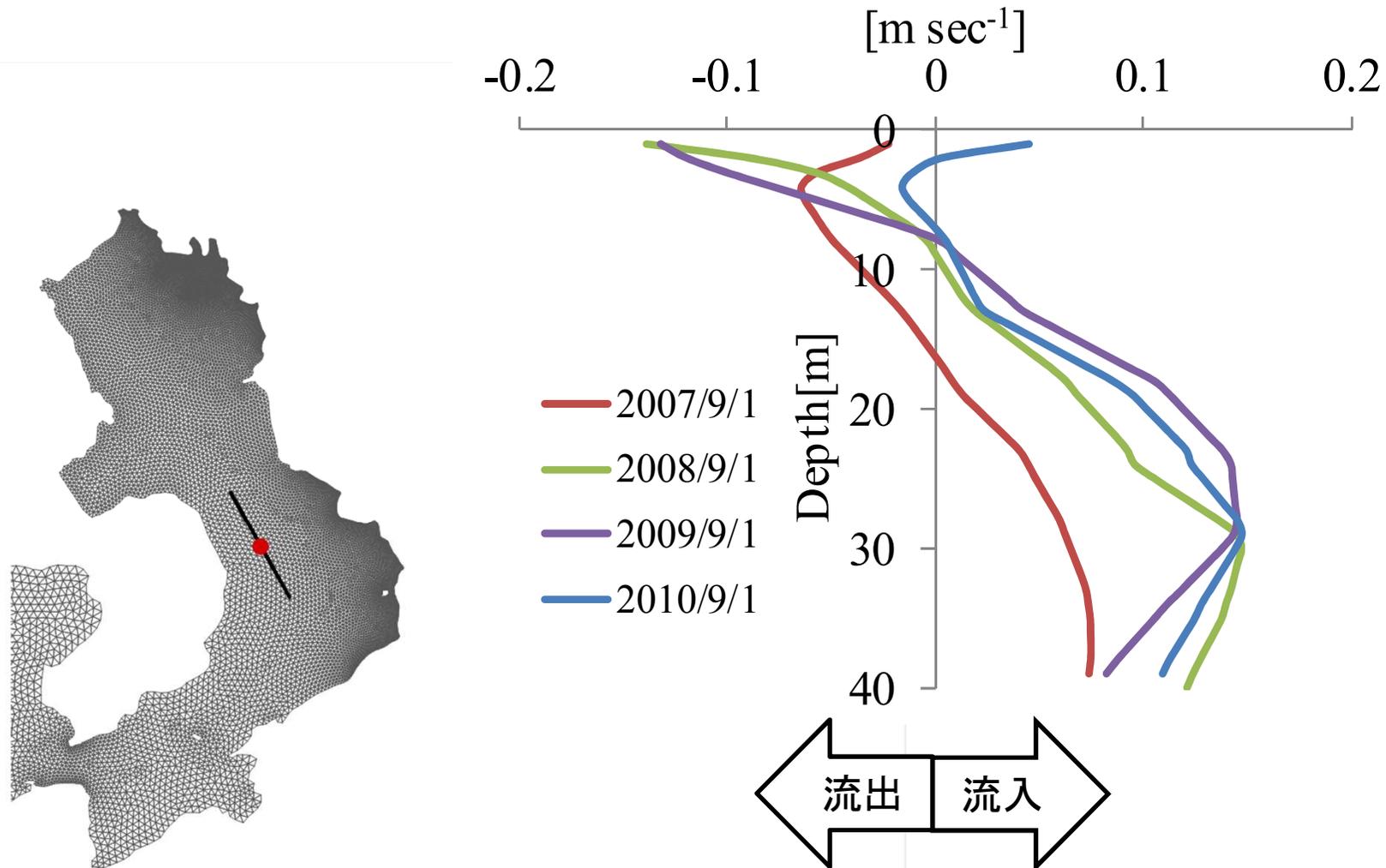


奥東部海域への粒子到達数



到達数は2008年が最も多い

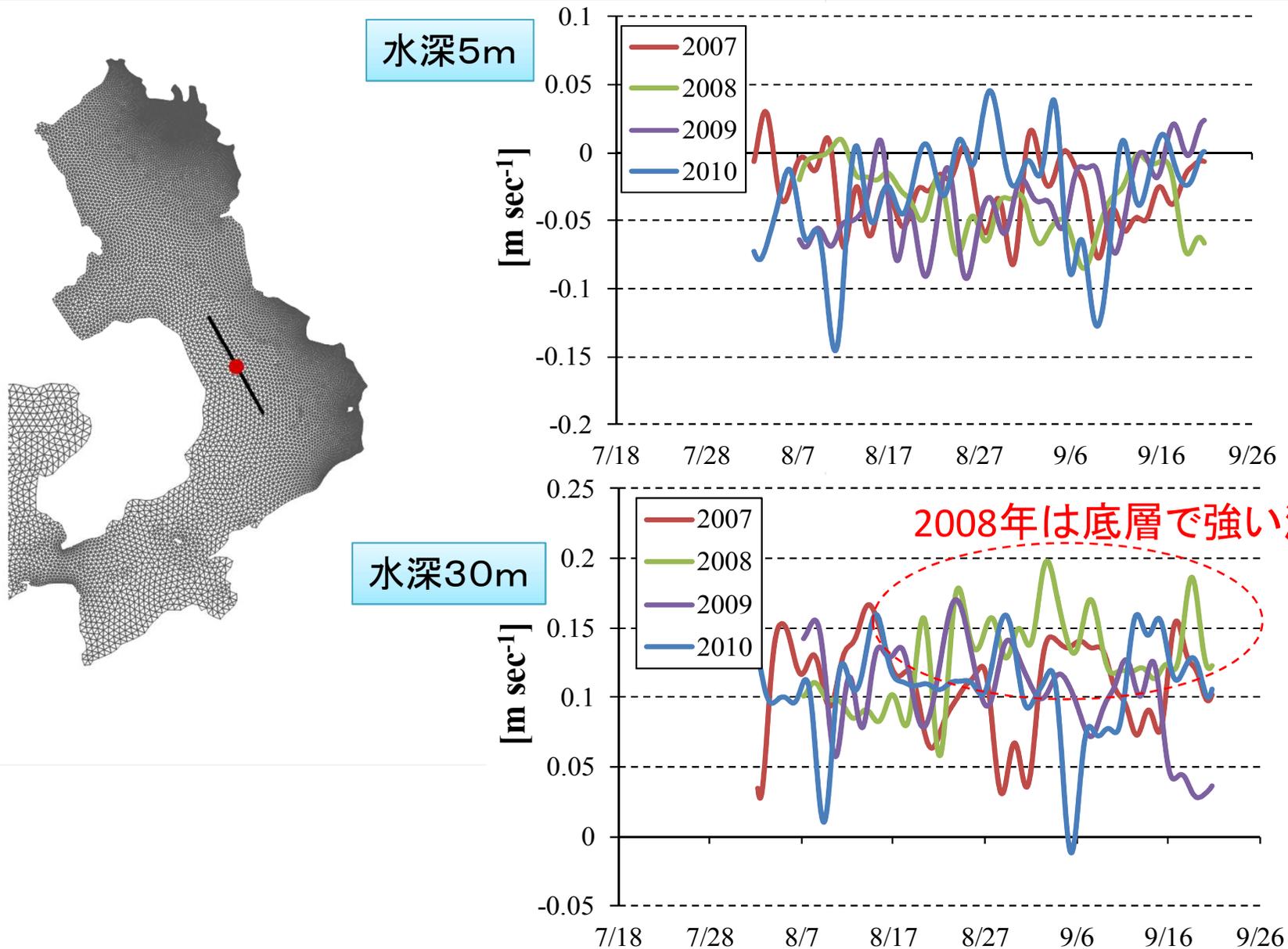
奥部への輸送の違いについて



有明海中央部における湾軸方向平均流の鉛直分布

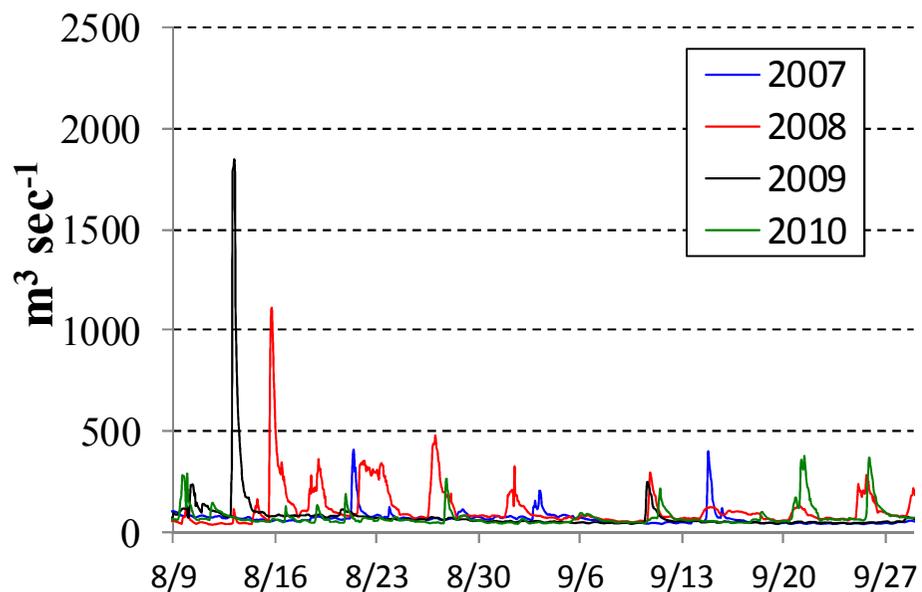
エスチュアリー循環が卓越

奥部への輸送の違いについて

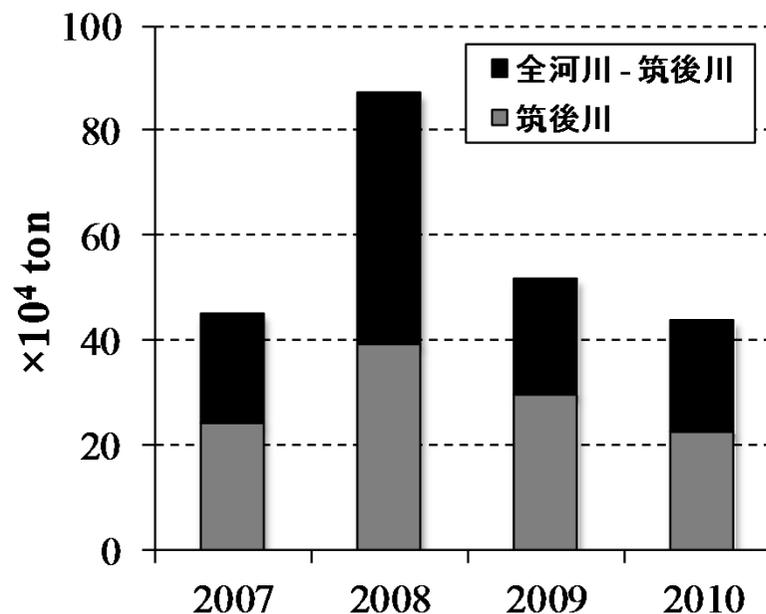


湾軸方向平均流の時間変動

奥部への輸送の違いについて(淡水流入)



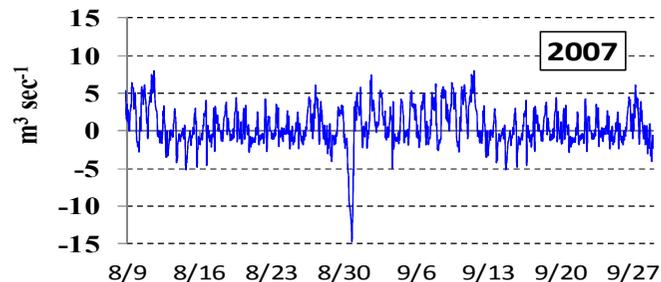
筑後川流量



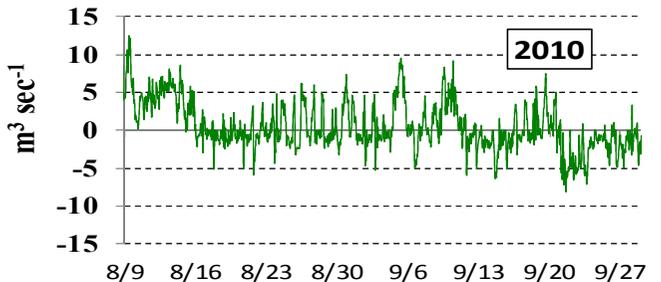
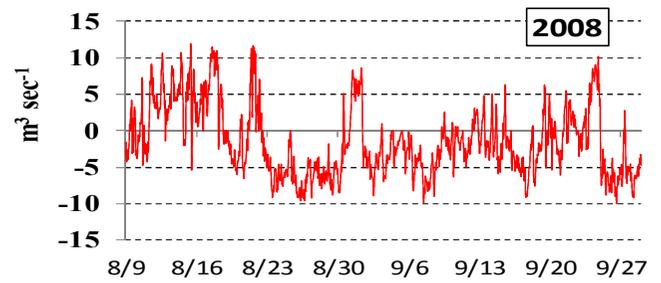
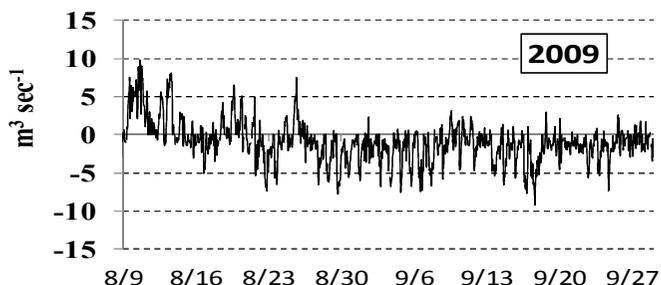
一級河川積算流量
[8/10-9/30]

2008年は8月後半から9月にかけて淡水流入が多い

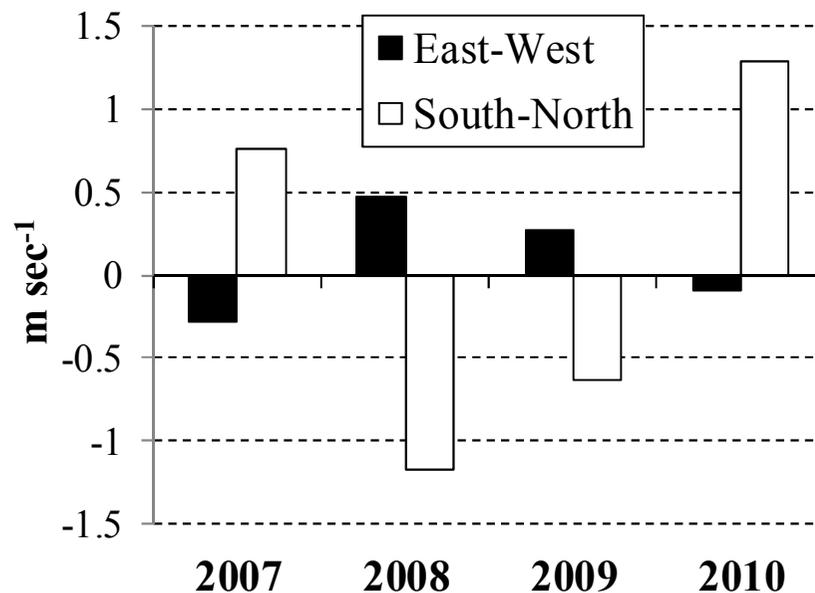
奥部への輸送の違いについて(風)



* 北風が負値



佐賀における南北風時系列



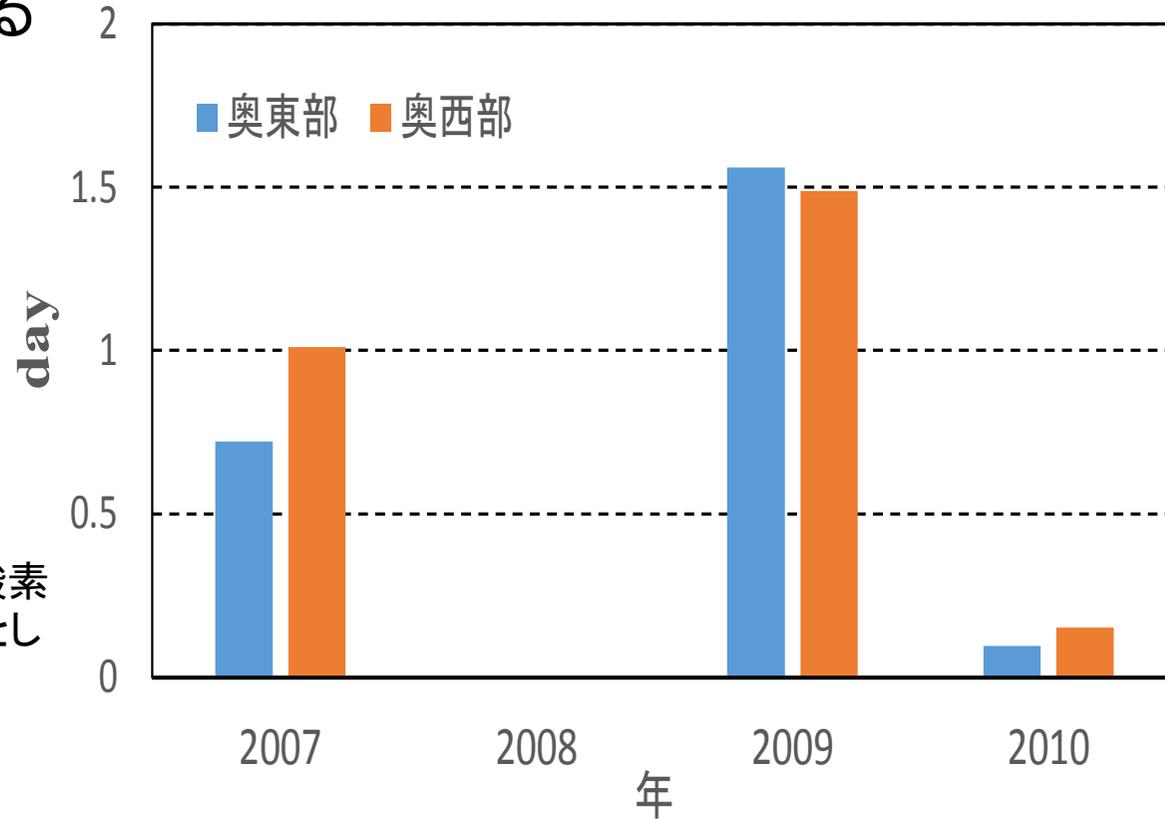
東西・南北平均風速

2008年は北西風(湾軸方向)が強い

BC海域から放出後に有明海奥東部・奥西部に到達する粒子の貧酸素暴露平均日数

着底可能期間(3週～4週)における

平均貧酸素暴露日数



この解析においては、貧酸素を3mg/L以下の溶存酸素として算出した。

2008年は貧酸素の影響が小さかったと推定される

まとめ

シミュレーション計算によれば、

○B・C海域(南部海域)からの粒子はいずれの年も湾奥に輸送された。

○2008年はエスチュアリー循環の強化により、他の年に比べて湾奥に到達する粒子の数が多かった。

○2008年に南部海域から湾奥に輸送された粒子は貧酸素の影響が小さかったと推定される。

 湾奥部における2008年の大量着底のメカニズムを説明

有明海南部の母貝集団は湾奥部への浮遊幼生供給源としての働きを有すると思われる。

○今後、他の海域から粒子放出した場合についても数値計算を実施する等、引き続き検討を進める予定