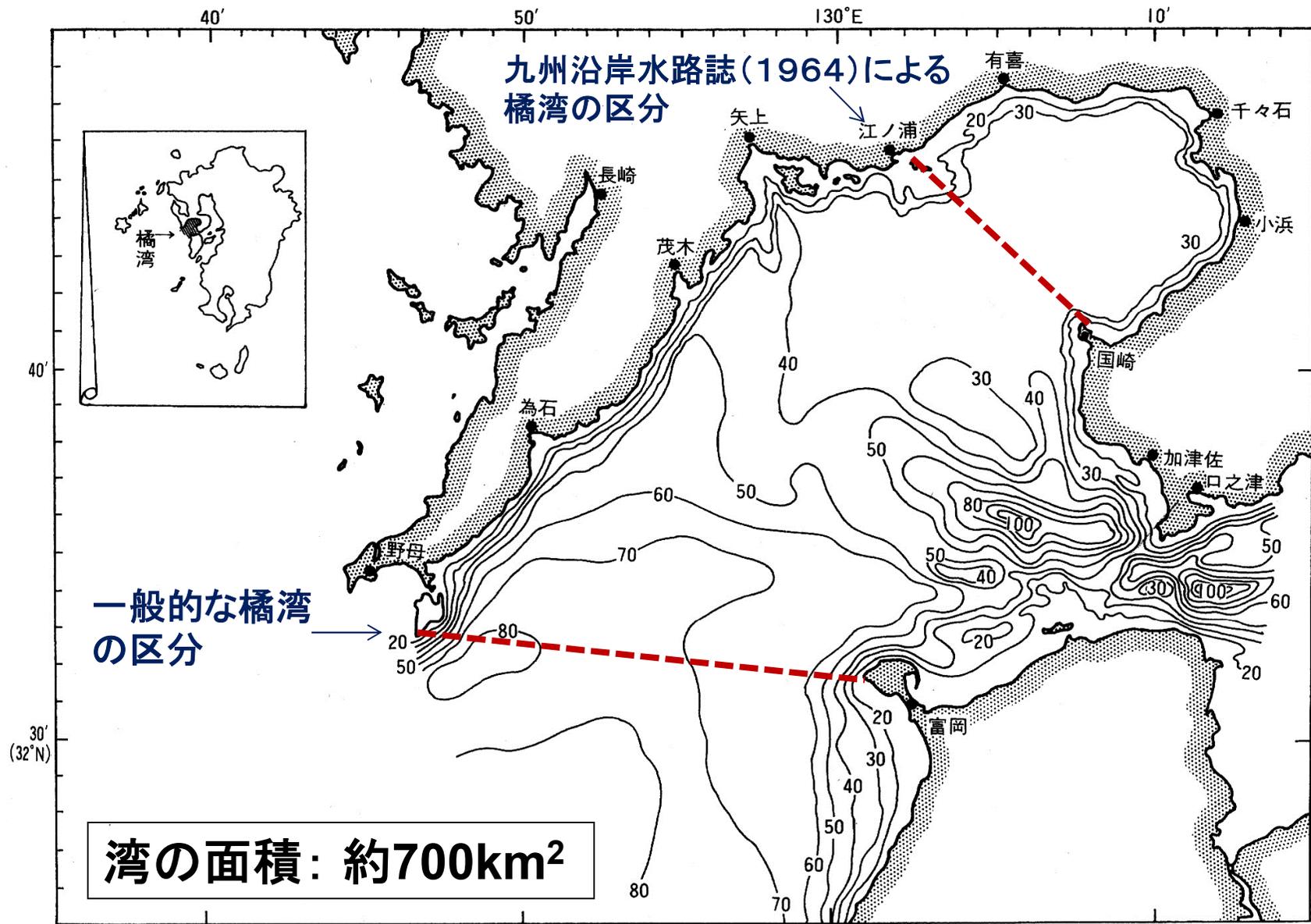


# 橘湾の海洋特性について

中田英昭(長崎大学)

1. 橘湾の概要
  - ・位置・海底地形・底質
  - ・海洋調査等の経緯と現状
  - ・海況・水塊分布・流れの概況
2. 最近の調査・研究課題から
  - ・湾奥部の低酸素化
  - ・シャットネラ赤潮による漁業(養殖)被害
3. 漁獲量の推移(水産資源の特性)
4. まとめ



橘湾の海底地形図(井上,1970)

早崎瀬戸付近を除けば, 水深変化は小さい. 湾奥部は30m台の平坦面

## 橘湾における海洋調査等の経緯と現状

### ●海況および魚群分布調査(西海区水産研究所, 1970)

- ・1966～1968年の各年7月上旬を中心とした時期に集中的な調査
- ・海底地形・堆積物, 海況・流況, カタクチイワシ魚群分布等の総合調査、並びに漁業実態の聞き取り調査, 卵稚仔データ解析

### ●カタクチイワシ共同調査(西海区水産研究所・長崎県水産試験場等, 1979)

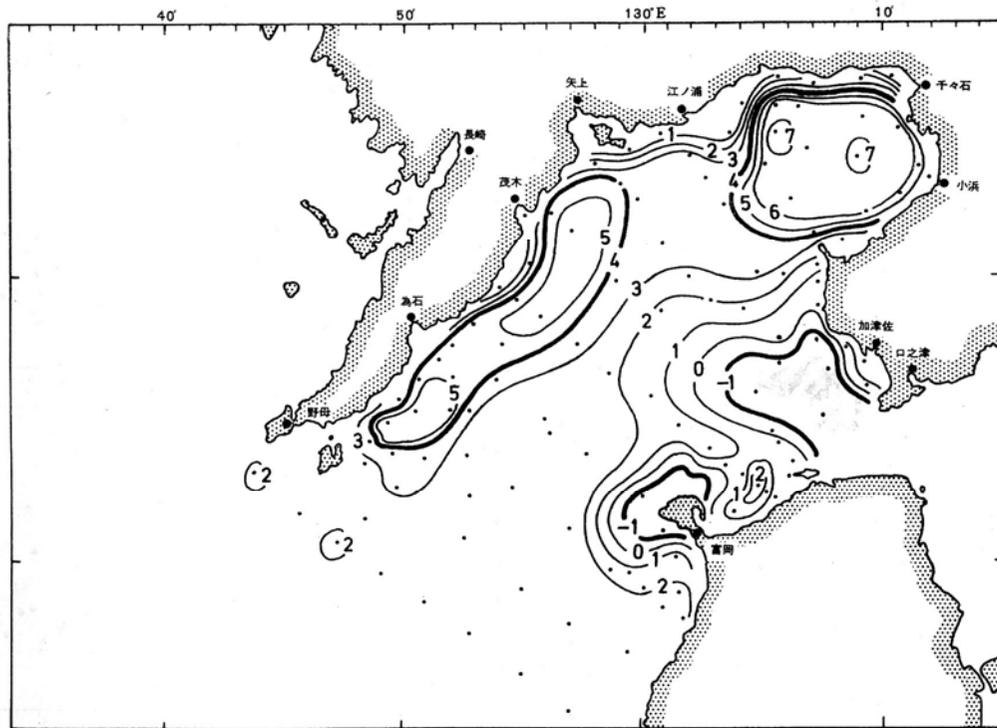
- ・1972～1974年度, カタクチイワシの魚群分布と環境要因の関係を調査
- ・周年にわたる海況変化の調査・解析, プランクトン採集, クロロフィル・栄養塩類・溶存酸素の測定, カタクチイワシの魚群分布と漁場形成に関する調査

### ●赤潮モニタリング(夏季, 主に湾奥部, 1991～2003年に長崎県総合水産試験場で実施) シャットネラ等の細胞密度, 水温, 塩分, 栄養塩類等の測定

### ●ハルマンスナモグリ幼生の(富岡干潟からの)分散・回帰に関する水塊分布や流れの調査研究(数値シミュレーションを含む). 主に夏季(5月～8月).

(Matsuno et al. 1999; 藤家ほか, 2004; Fujiie et al. 2006; 玉置ほか, 2009)

現在も, 長崎県総合水産試験場により, カタクチイワシのシラス分布(4～5月と10月)や、シャットネラ赤潮(主に夏季)に関するモニタリング調査が行われているが、有明海や八代海に比べてデータ・情報が不足している。

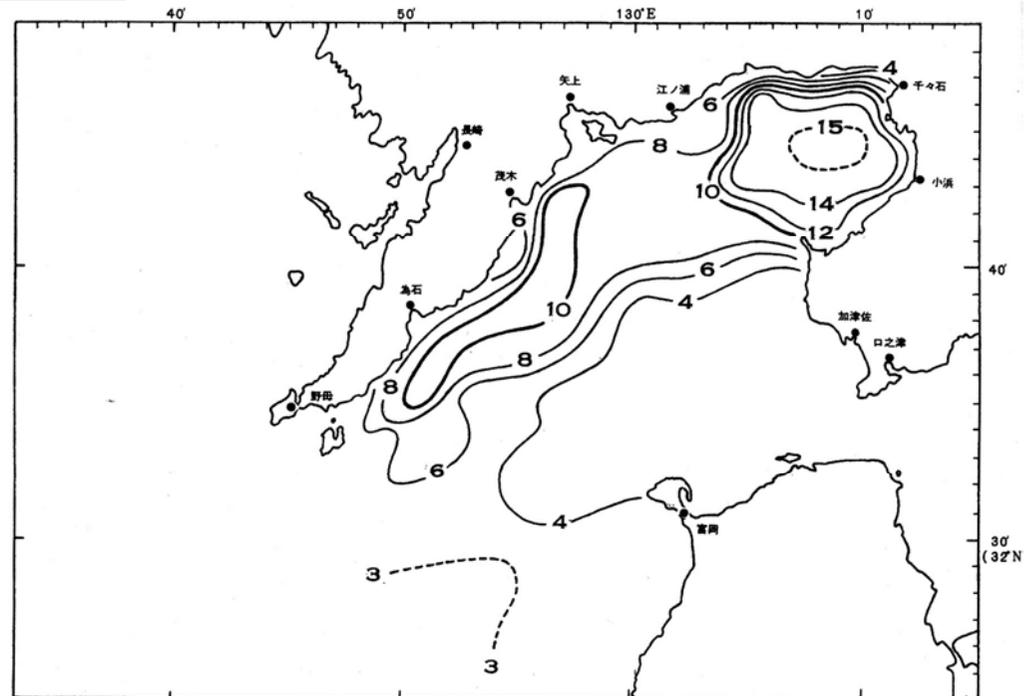


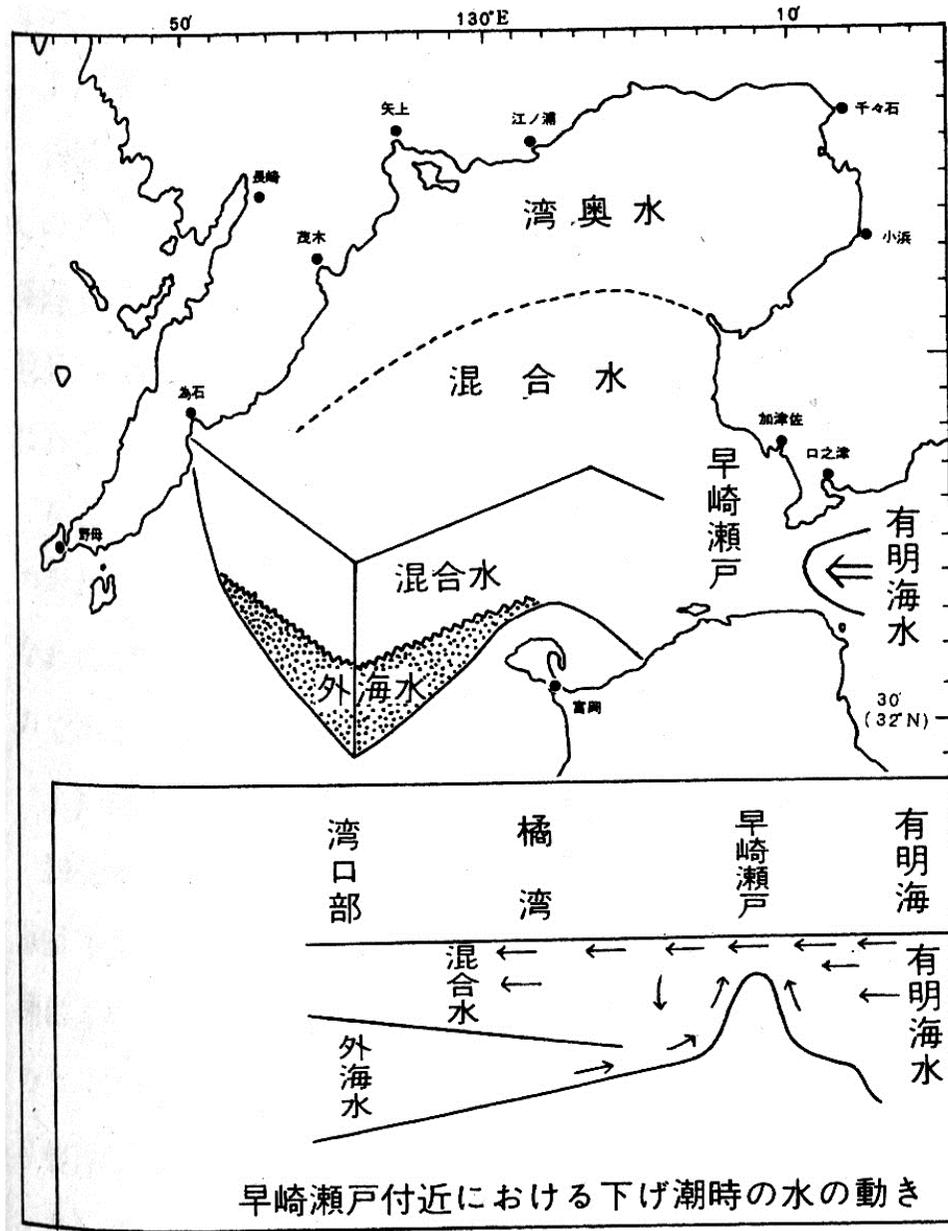
←中央粒径値(MdΦ)の分布図  
(井上, 1970)

- ・微粒堆積物(シルト)は湾奥部から湾西部に分布. 粗粒堆積物(砂)は湾中央東部に分布.
- ・早崎瀬戸の潮流の影響範囲など潮流の運動様式に良く対応.
- ・微粒子の供給源は有明海. 潮流速が減少する場所や湾奥部の弱い環流(左回り)域で沈下堆積.

底泥の強熱減量(有機物含量の指標, 貝殻片は除く)の分布 →  
(浜田, 1970)

- ・有機物含量の多い場所は, 微粒堆積物の分布に良く対応. 湾奥部で有機物含量が最も多い.
- ・有機炭素や全窒素の分布も類似した傾向を示す.



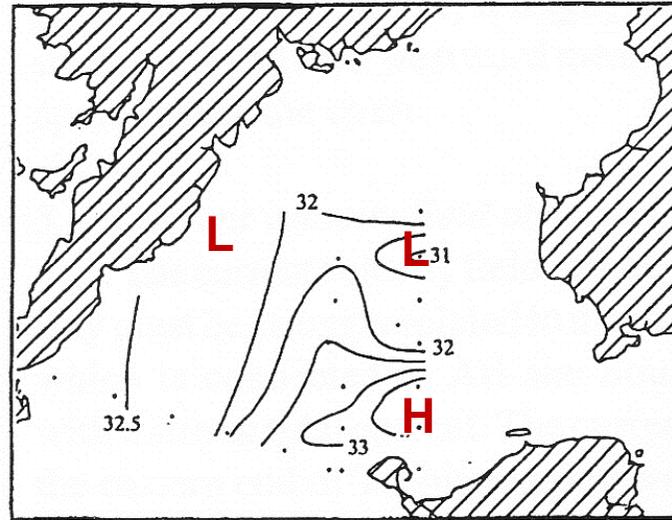
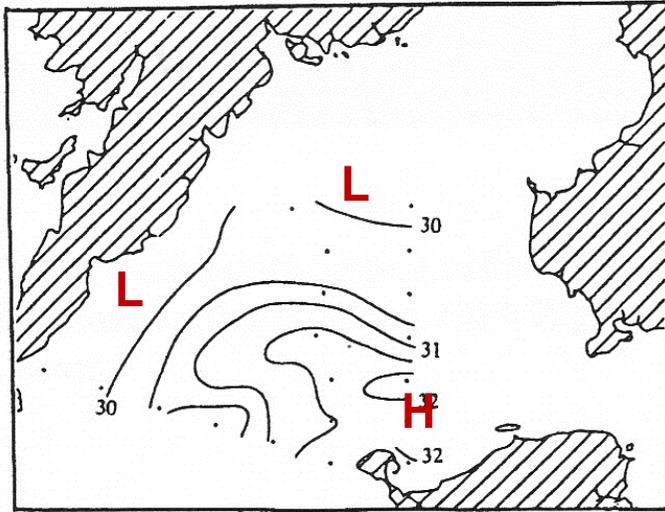


橘湾の水塊分布模式図(近藤ほか, 1970)

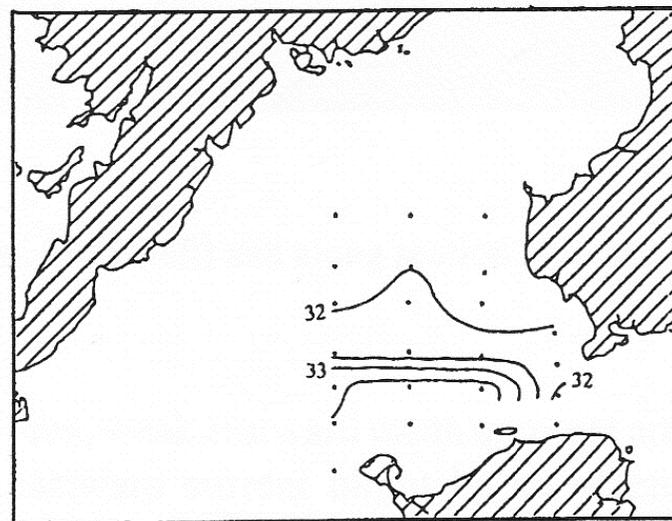
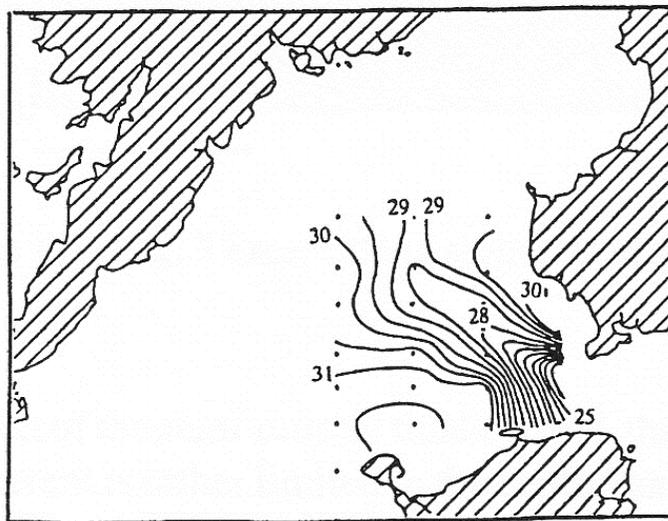
## 橘湾: 河口域(有明海)と外海域を連結する海域

(Matsuno et al. 1999)

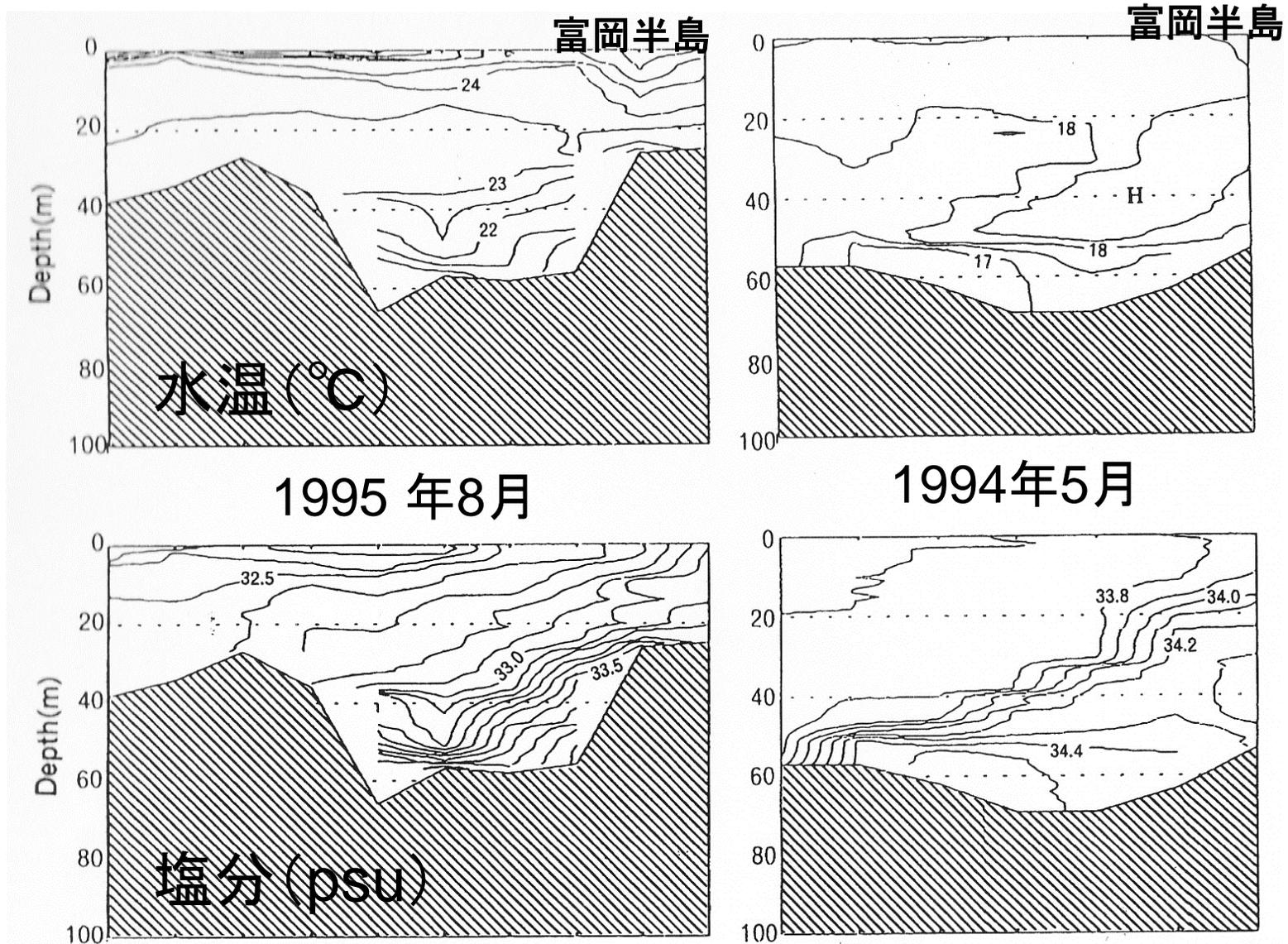
- ・湾内には大きな流入河川はない.
- ・湾奥部から西側の長崎県沿岸部に, 有明海水の影響を受けた低塩分水, 湾口部の天草下島側に外海系の高塩分水が分布.
- ・早崎瀬戸から北西方向に有明海水が流出する傾向を示す. 流出水の塩分や流出状況は, 有明海への河川水流入量(降水量に対応)によって大きく変動.
- ・湾中央部の低塩分水と高塩分水の境界の位置や塩分の空間勾配も降水量の変化に対応して変化.



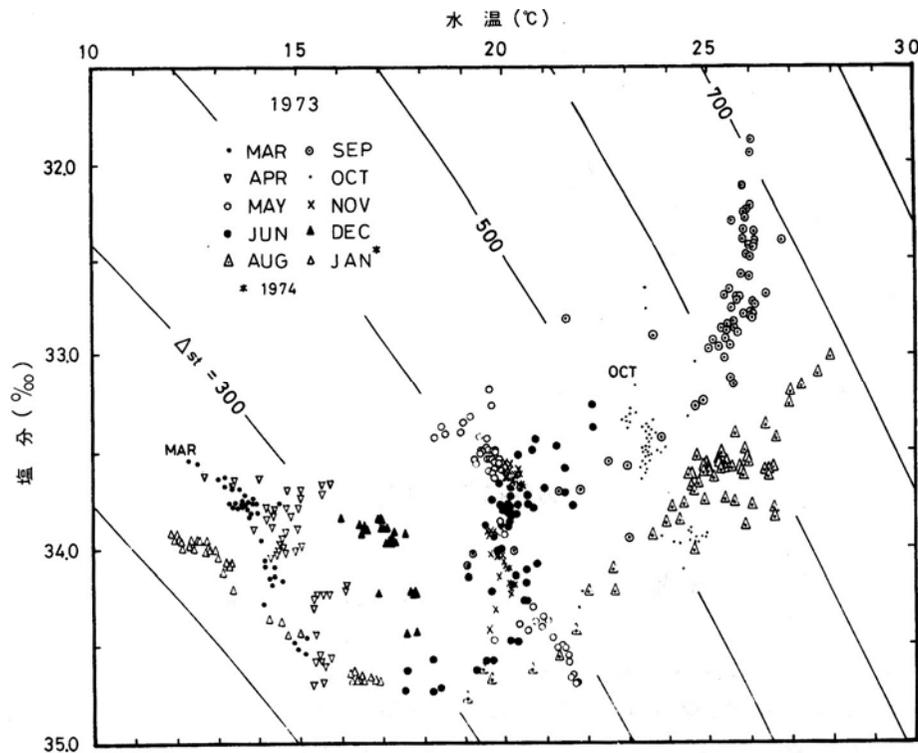
塩分分布の観測例(1993年8月30日) 左:1 m 深, 右:30 m 深  
 外海系の高塩分水(高密度水)は, 天草下島側に分布する. (Matsuno et al. 1999)



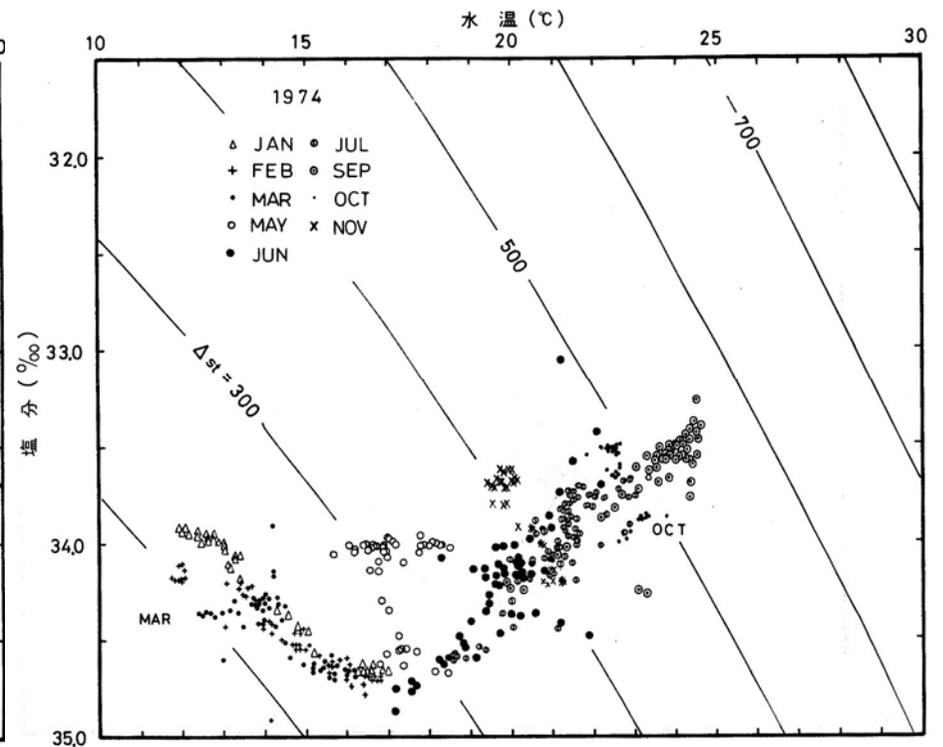
塩分分布の観測例(1993年8月26日) 左:1 m 深, 右:30 m 深  
 有明海から流出する低塩分水が, 表層を北西方向に伸び出す.



橘湾の水温(上)・塩分(下)の鉛直断面観測例 左:富岡半島から北方向の断面分布, 右:富岡半島から北西方向の断面分布 (Matsuno et al. 1999)  
**富岡半島側(図の右側)の下層に高塩分水が分布し, 低塩分水との間に躍層が発達.**



1973年3月～1974年1月

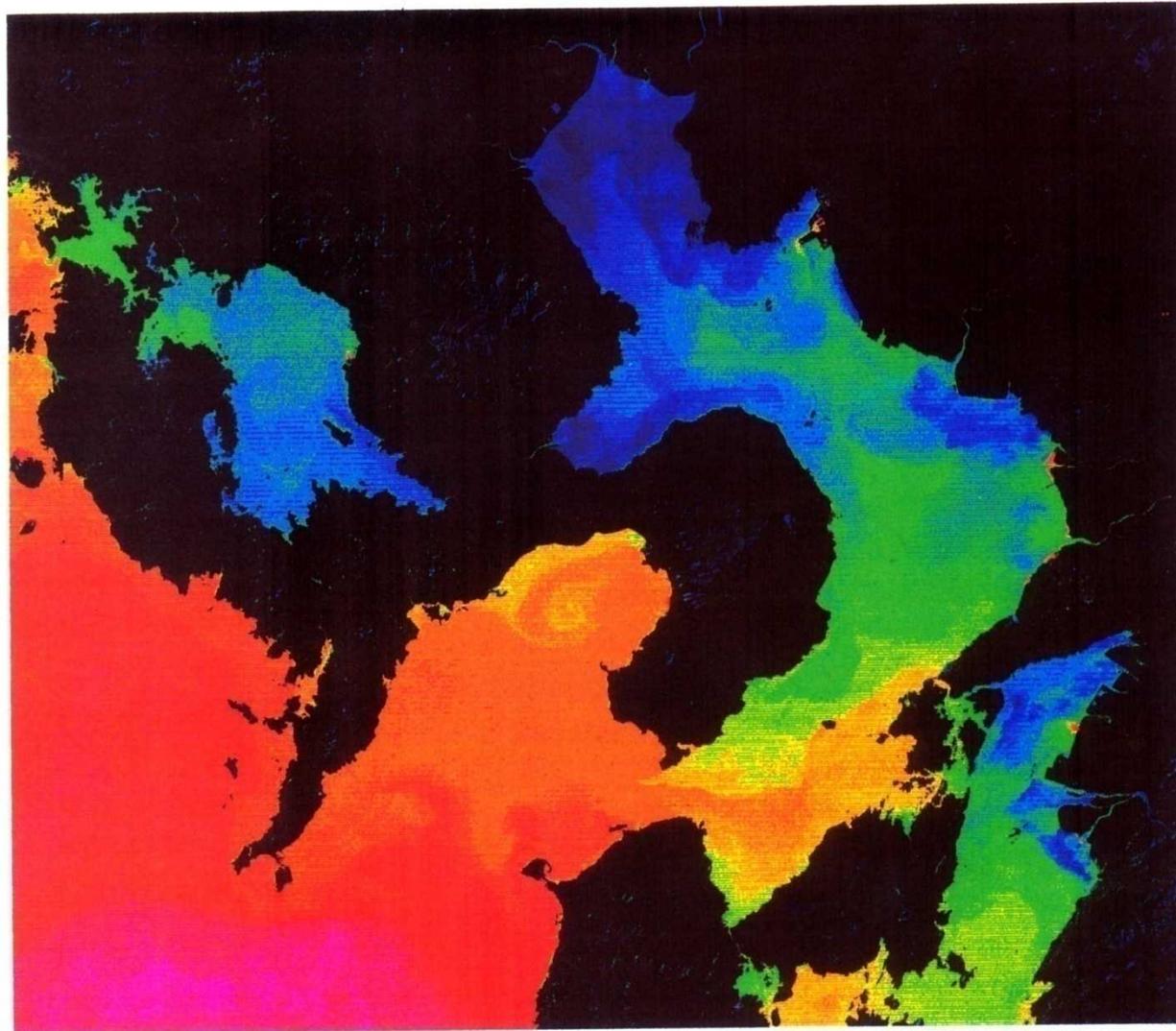


1974年1月～1974年11月

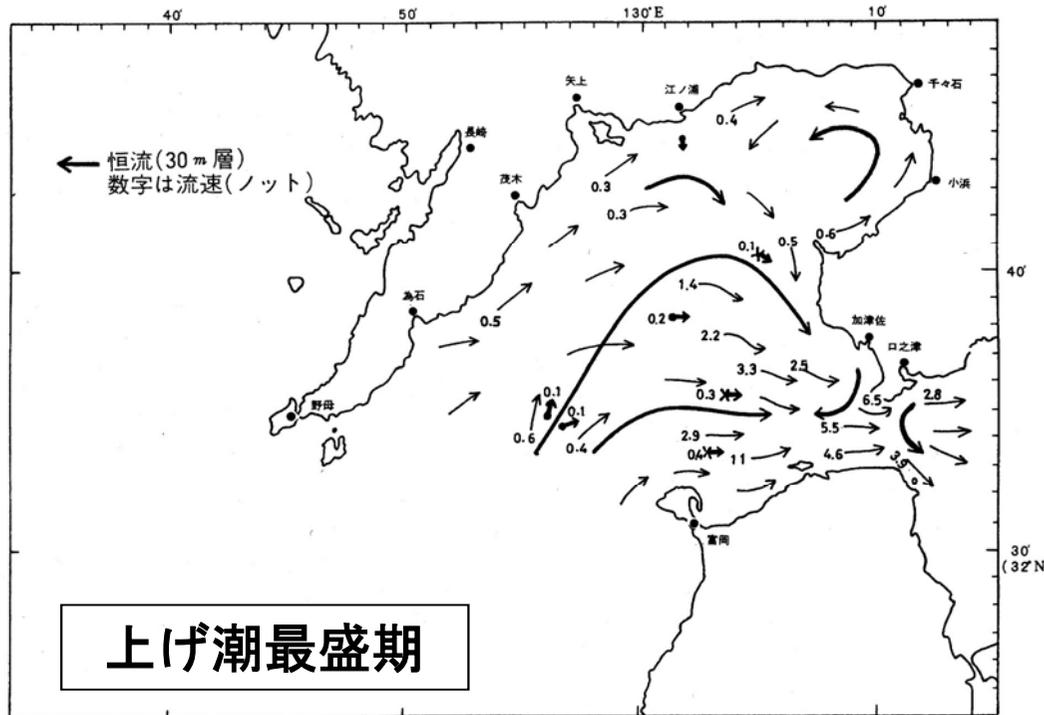
## 橘湾におけるT-Sダイアグラム（長谷川, 1979）

- ・水温・塩分の周年にわたる変動のおおよその範囲が分かる。
- ・1974年は全体に高塩分(すべて33以上)で、1973年8月と9月に観測された高温・低塩分水は出現していない(降水量等の気象条件によって年々の変動が大きい)

# 橘湾および周辺海域における冬季の表面水温分布 (1987年2月8日の人工衛星画像)



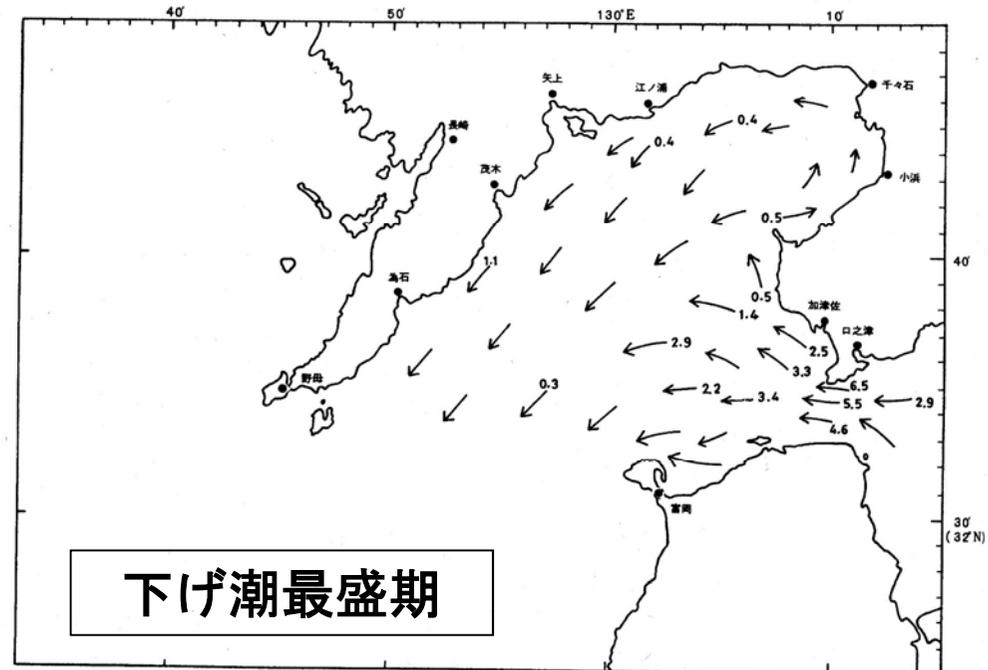
<8 9 10 11 12 13 14 15 >15°C

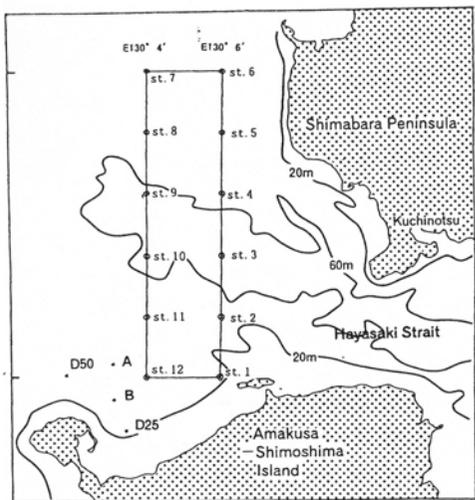


左図の太い矢印は、恒流(主に30m深における1昼夜の測流結果にもとづく)の向きを表しているが、流速は全体に小さい。

湾奥部には、上げ潮・下げ潮ともに左回りの環流(0.4~0.5ノット)が存在。

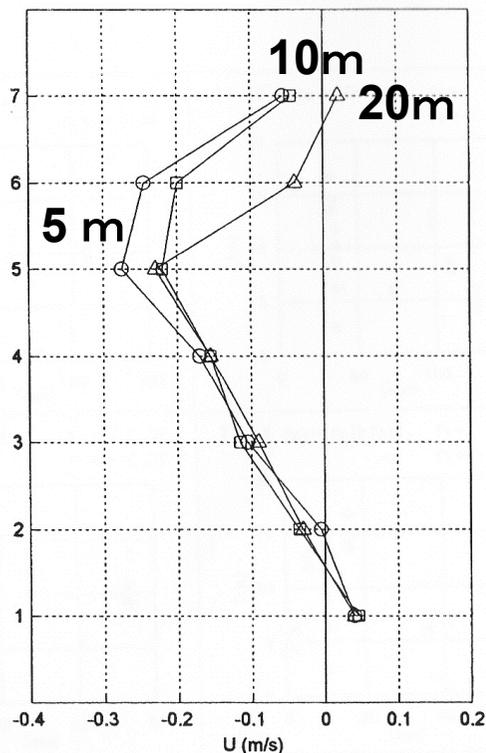
橘湾における潮流と恒流(30m層)の概況図  
(玉井ほか, 1970)



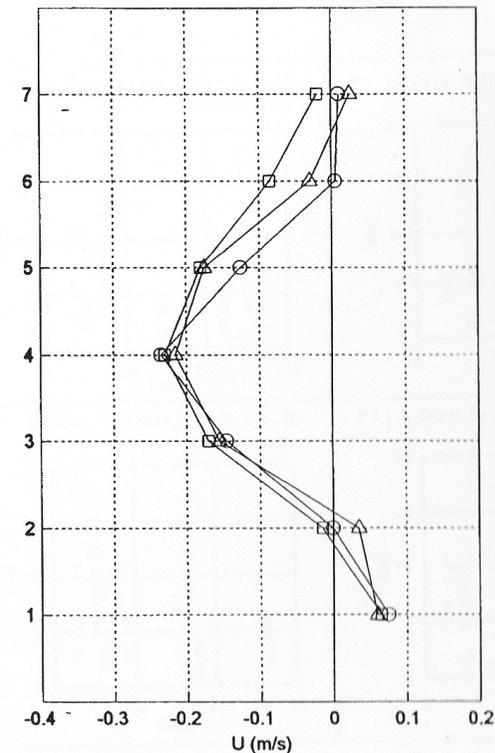


早崎瀬戸西方(上図の2測線)におけるADCPによる測流結果(1997年6月12-13日および7月15-16日に実施)から推定された残差流(東西成分, 東向きがプラス)(Matsuno et al. 1999)

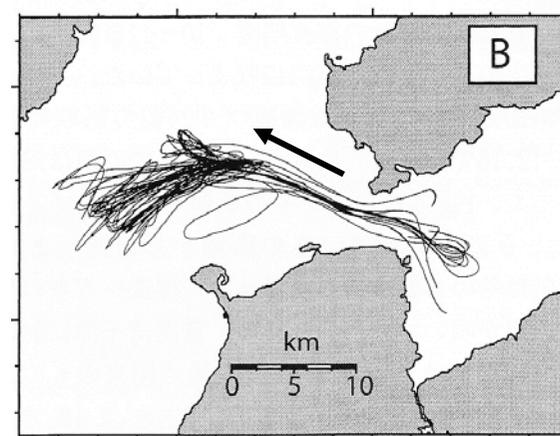
早崎瀬戸から西方に流出する有明海水は, 深みに沿って北側に向かう. 上層の低塩分水の流出に伴う密度流の効果がそれに加わる.



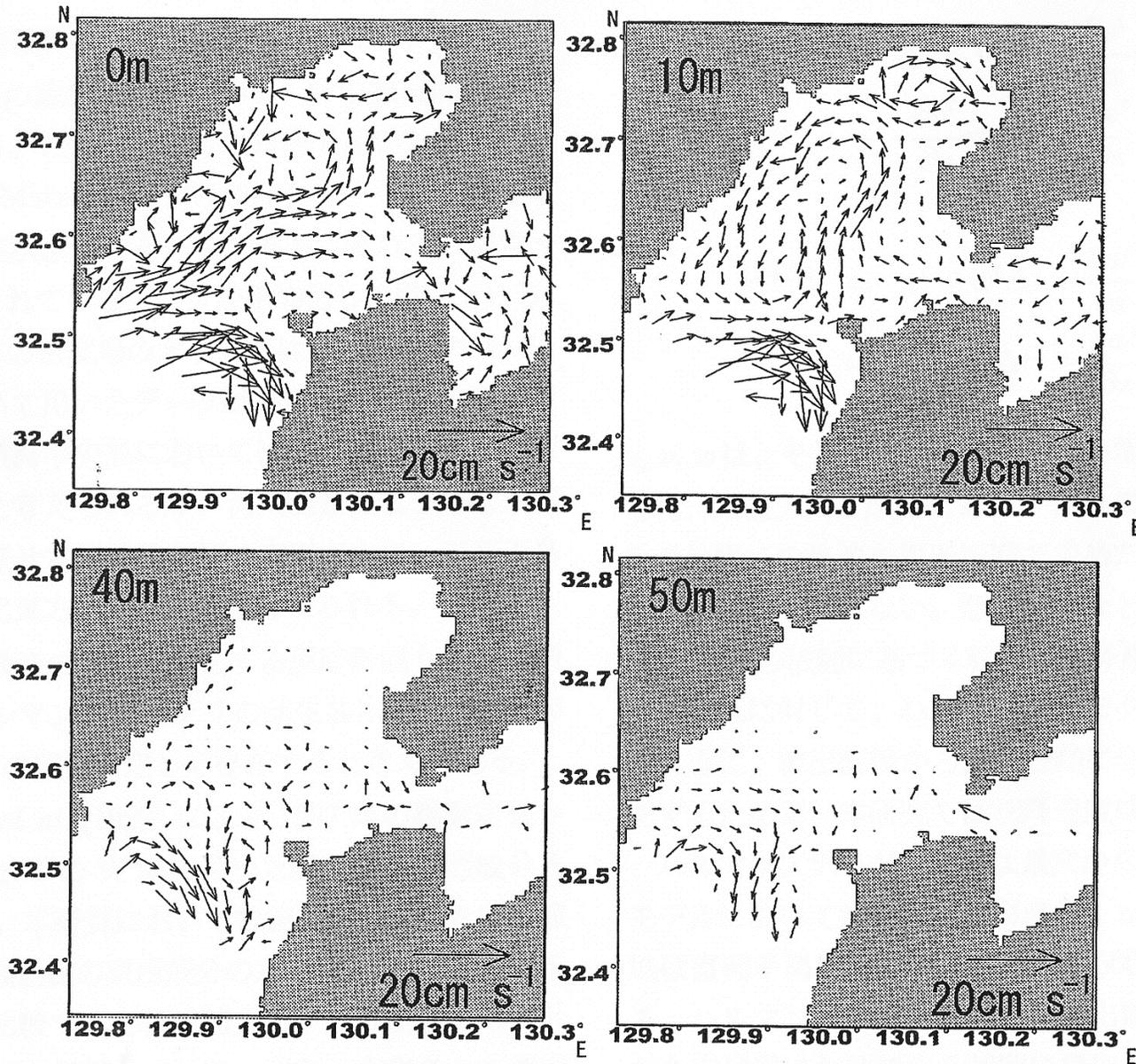
西側の断面



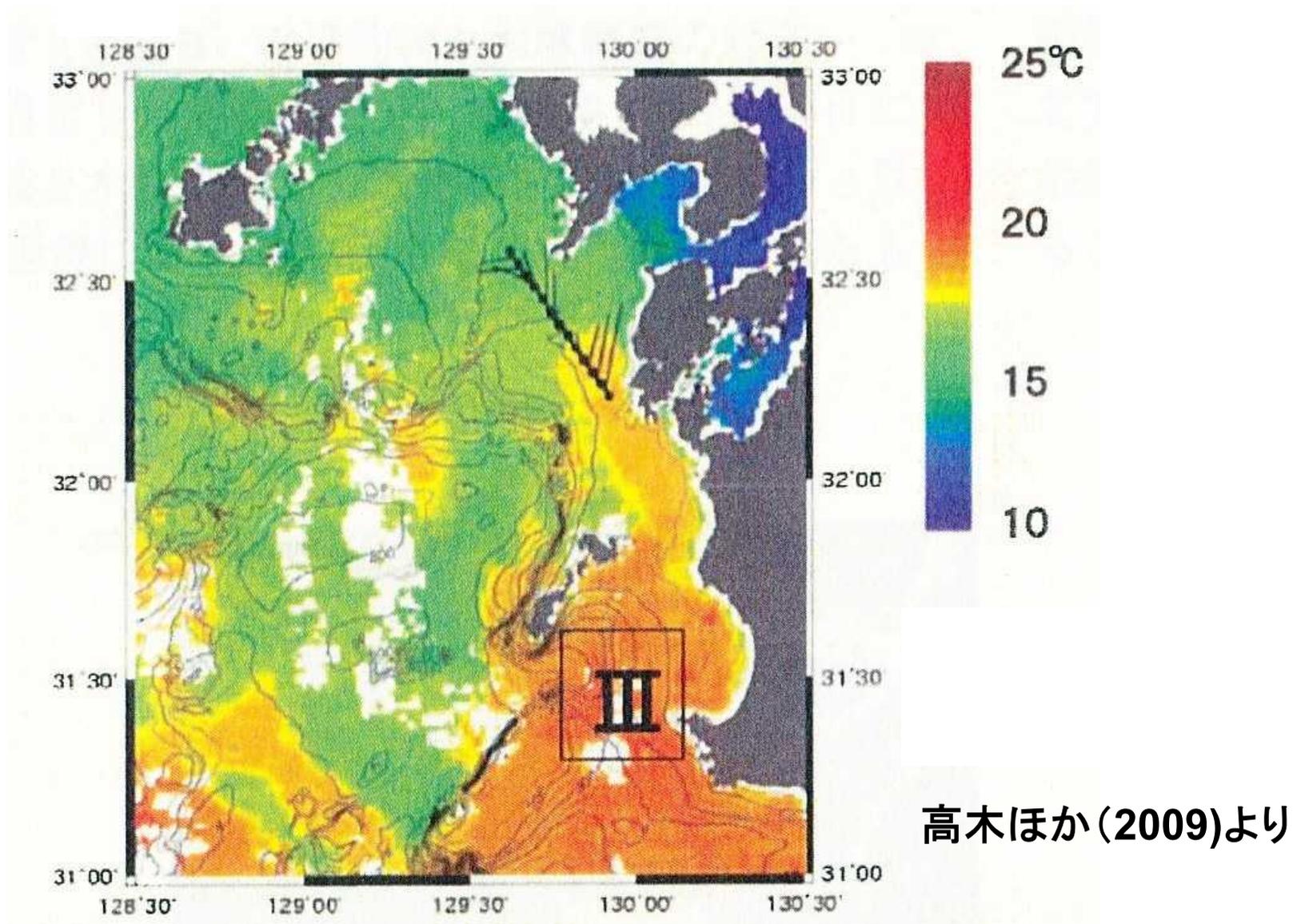
東側の断面



表層漂流ブイ追跡実験の結果(2007年10月23-25日) 玉置ほか(2009)



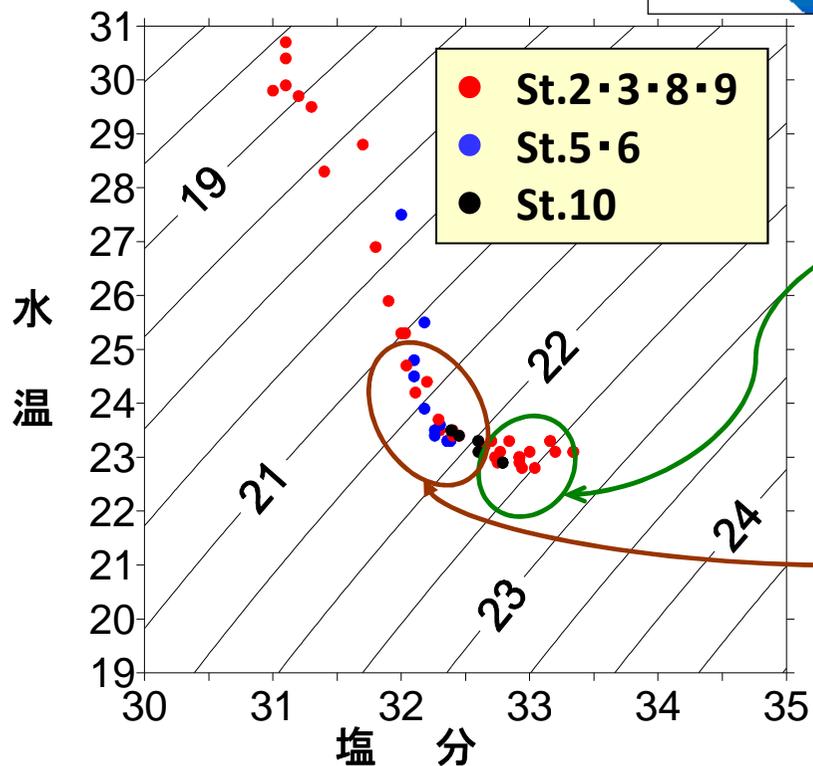
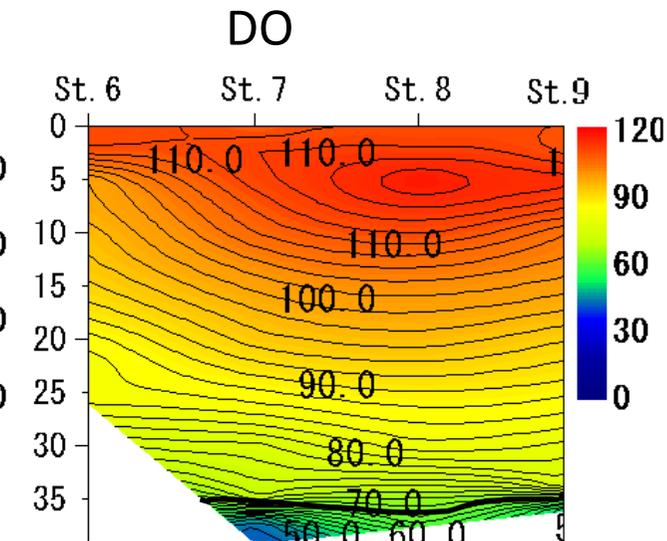
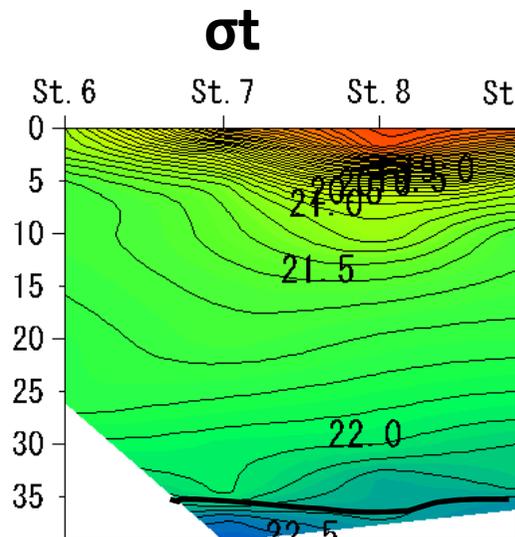
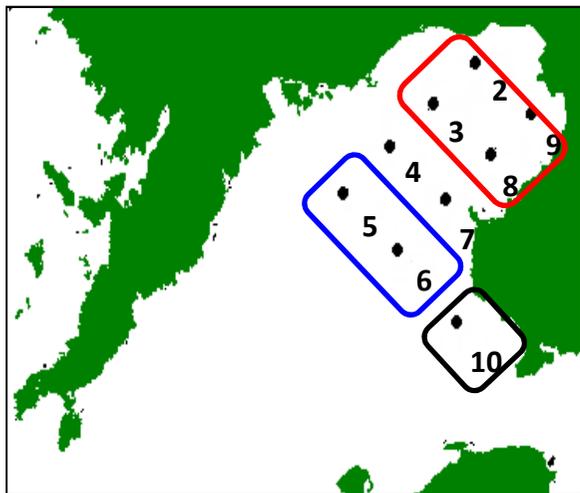
橋湾における平均的な8月の残差流場の計算結果(藤家ほか, 2004)  
 湾中央部に左回りの残差循環流が存在(40m, 50mでは見られない)



**天草灘における日平均流の観測結果(2006年1月25日)**  
**黒潮系の暖水の北上に対応して橘湾口に北向きの流れが発生**

長崎県総合水産試験場の赤潮モニタリングデータを利用

2001年7月24日 (St.6-St.9) の鉛直断面図

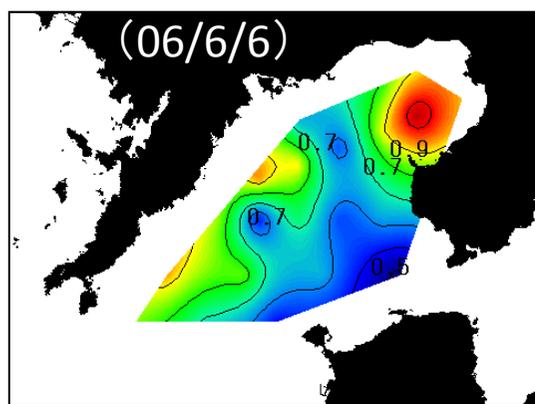


橘湾の湾奥部底層に  
低酸素水塊が出現

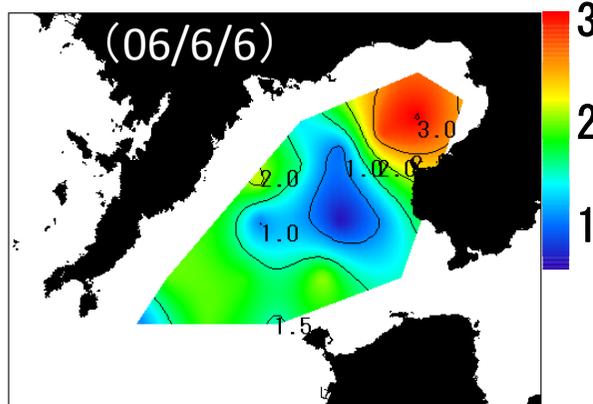
混合水が中下層に流入し、  
底層で低酸素化が進行？

# 夏季の橘湾の海洋構造と流動特性

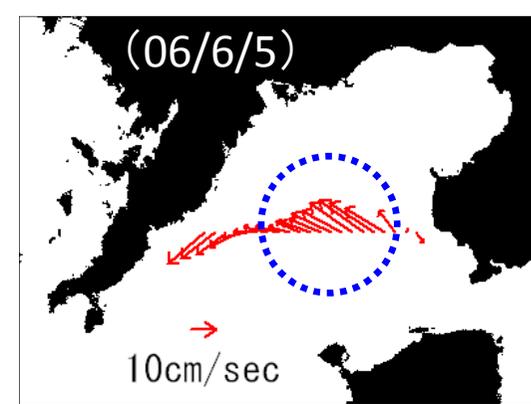
長崎大学中田研究室による2006年6月の観測例(岡山, 2008)



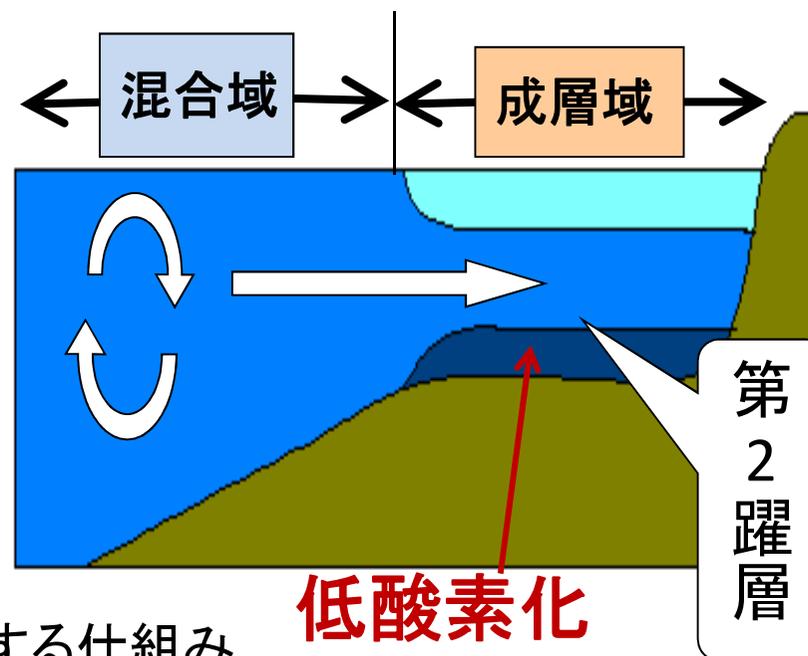
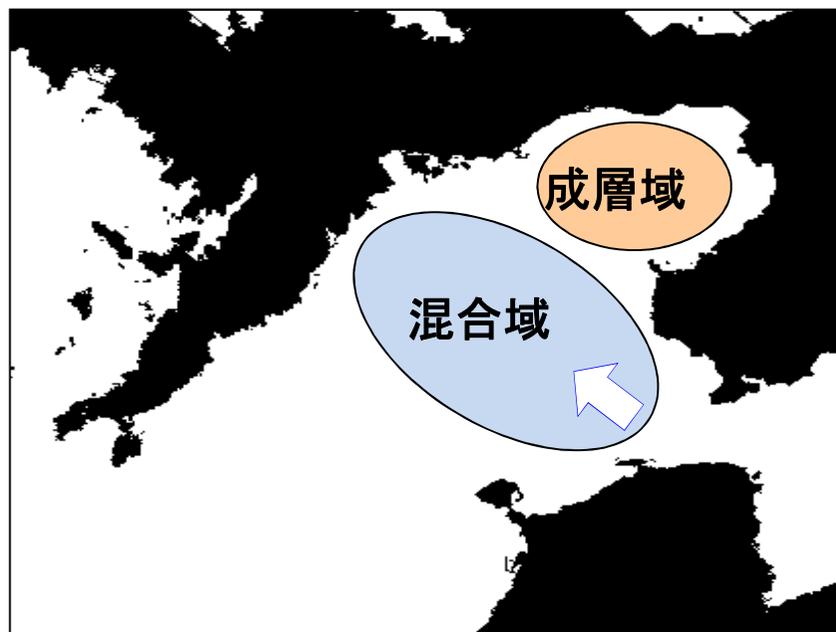
密度の鉛直差  
(3m~28m)



水温の鉛直差(°C)  
(3m~28m)

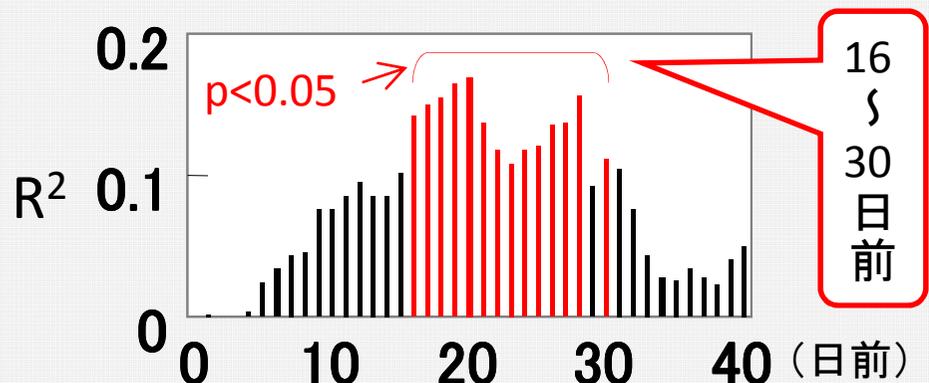


残差流ベクトル  
(鉛直平均値)



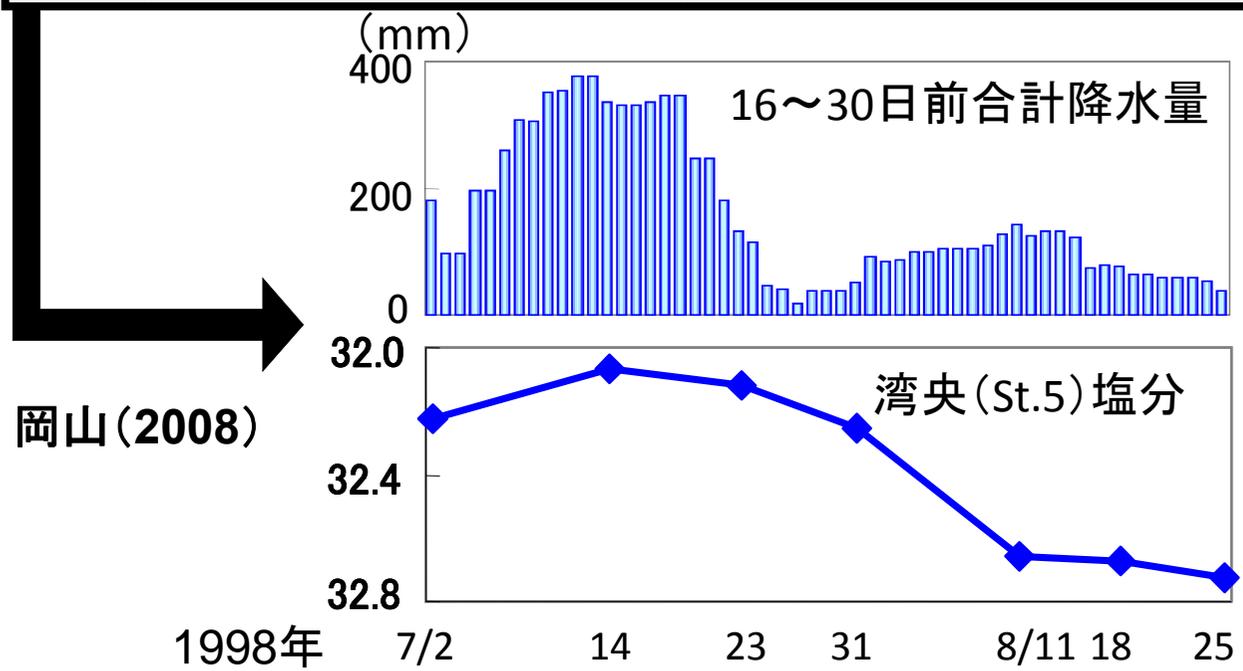
橘湾の湾奥部底層で低酸素化が進行する仕組み

# 降雨から湾央低塩分化までのタイムラグは？



〔湾央水塩分と久留米降水量  
(1週間合計値)の交差相関解析〕

**湾央水の塩分は約半月～1ヶ月前の降水量を反映**

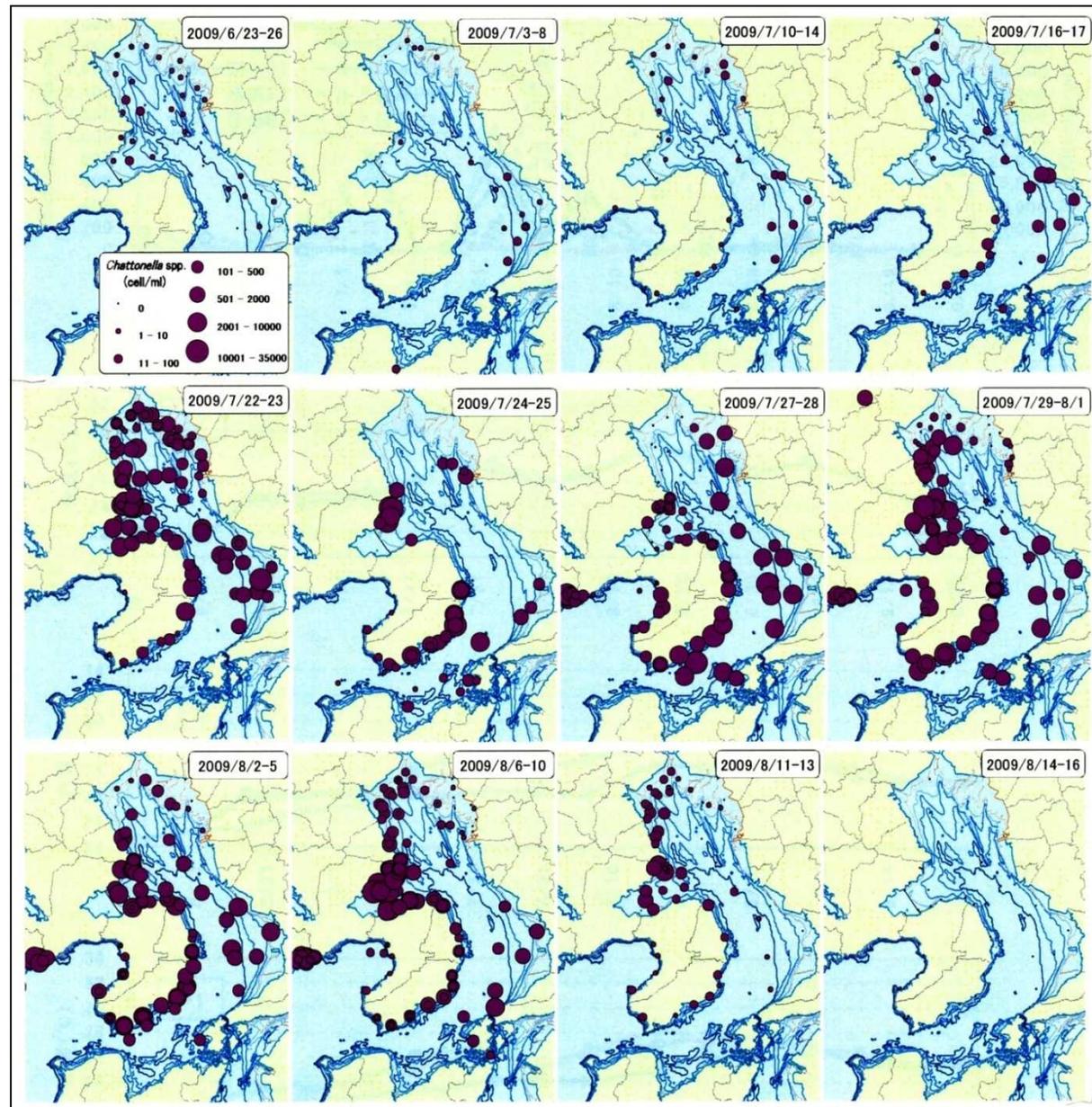


# シャットネラ赤潮による橘湾の養殖被害

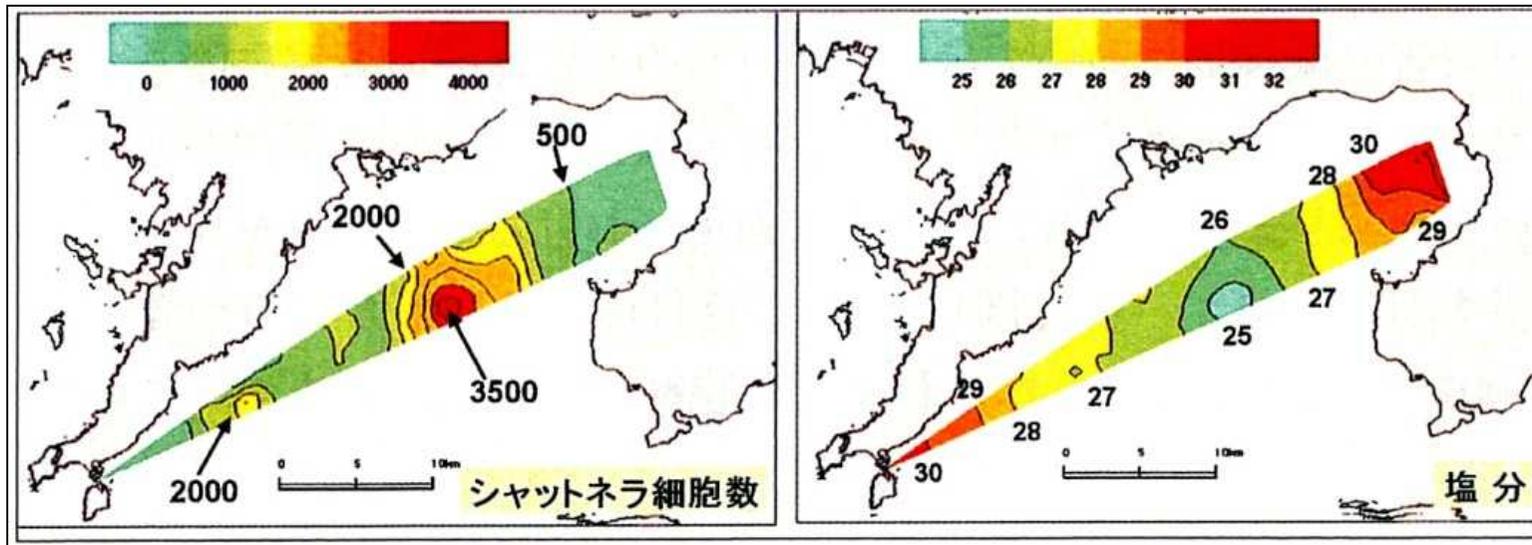
2009年度：4億3千万円  
2010年度：8千万円

平野(2011)より

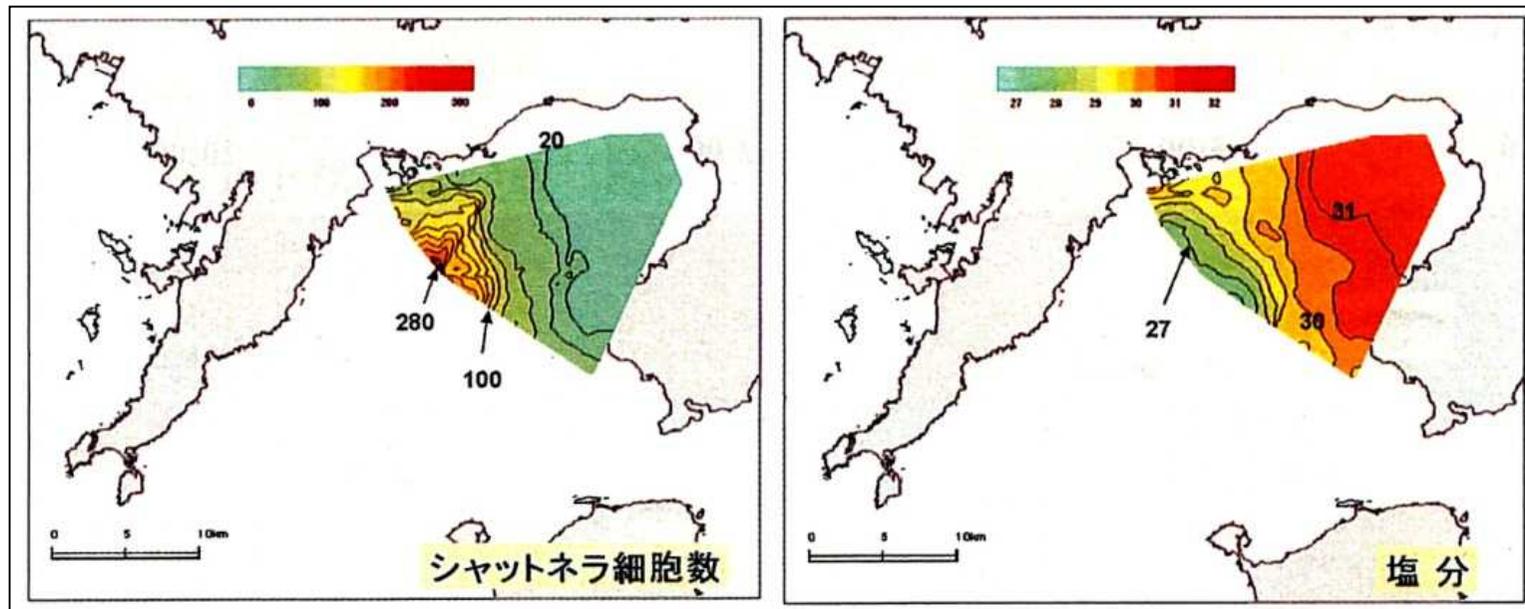
2011年度から、『有明海・八代海のシャットネラ等有害赤潮プランクトン分布情報』(水産総合研究センターで開発, 有明海・八代海沿岸の5県等で共同運用)として, 広域調査等で得られたプランクトン数に関する情報を提供



シャットネラ細胞密度の水平分布の推移(2009年6月23日～8月16日)  
(平成21年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業 結果の概要より抜粋)



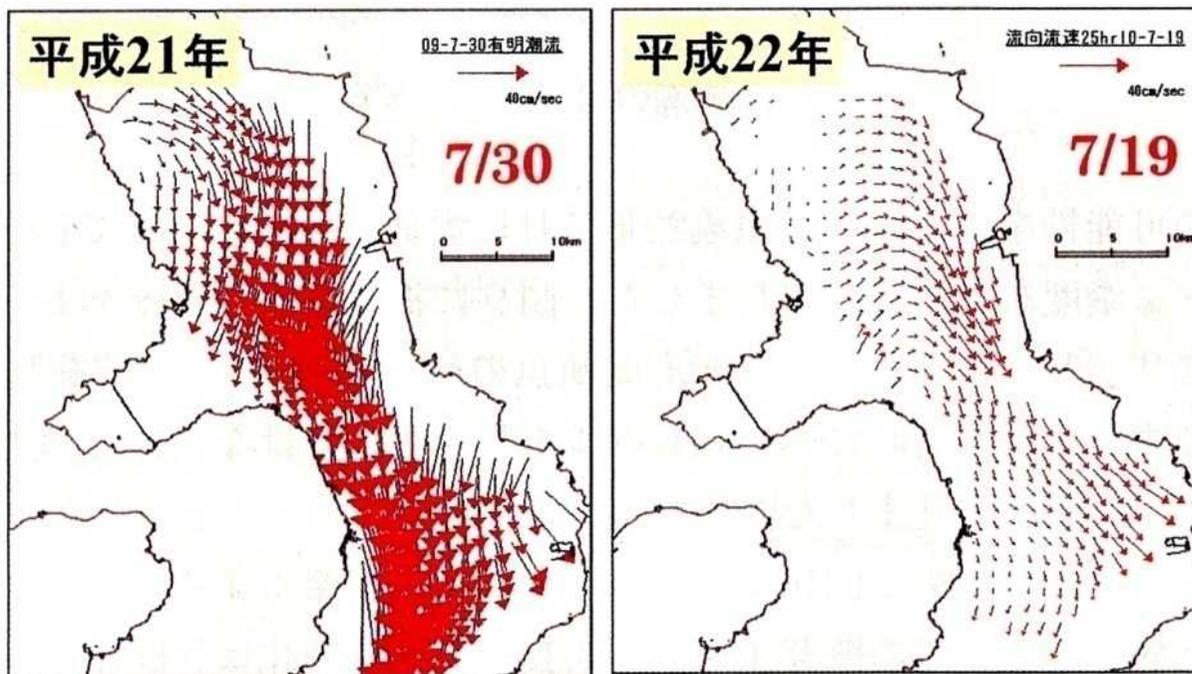
シャットネラ細胞数と塩分の水平分布(2009年7月31日)



シャットネラ細胞数と塩分の水平分布(2010年7月20日) 平野(2011)より

| 被害  | 元号  | 西暦   | 7月  |                       |                       | 8月 |     |    | 9月 |  |
|-----|-----|------|-----|-----------------------|-----------------------|----|-----|----|----|--|
|     |     |      | 上旬  | 中旬                    | 下旬                    | 上旬 | 中旬  | 下旬 | 上旬 |  |
| 発生  | H2  | 1990 | 333 | 62 <sup>い</sup><br>死  | 10                    | 6  | 49  | 9  | 20 |  |
|     | H21 | 2009 | 104 | 39                    | 396 <sup>い</sup><br>死 | 1  | 81  | 32 | 1  |  |
|     | H22 | 2010 | 86  | 287 <sup>い</sup><br>死 | 52                    | 9  | 22  | 63 | 28 |  |
| 非発生 | H10 | 1998 | 5   | 64                    | 82                    | 7  | 70  | 23 | 0  |  |
|     | H20 | 2008 | 30  | 14                    | 1                     | 41 | 160 | 95 | 4  |  |

シャットネラ赤潮  
によって橘湾で  
養殖魚の斃死  
等の被害が出  
た時期と旬別降  
水量(佐賀)との  
対応

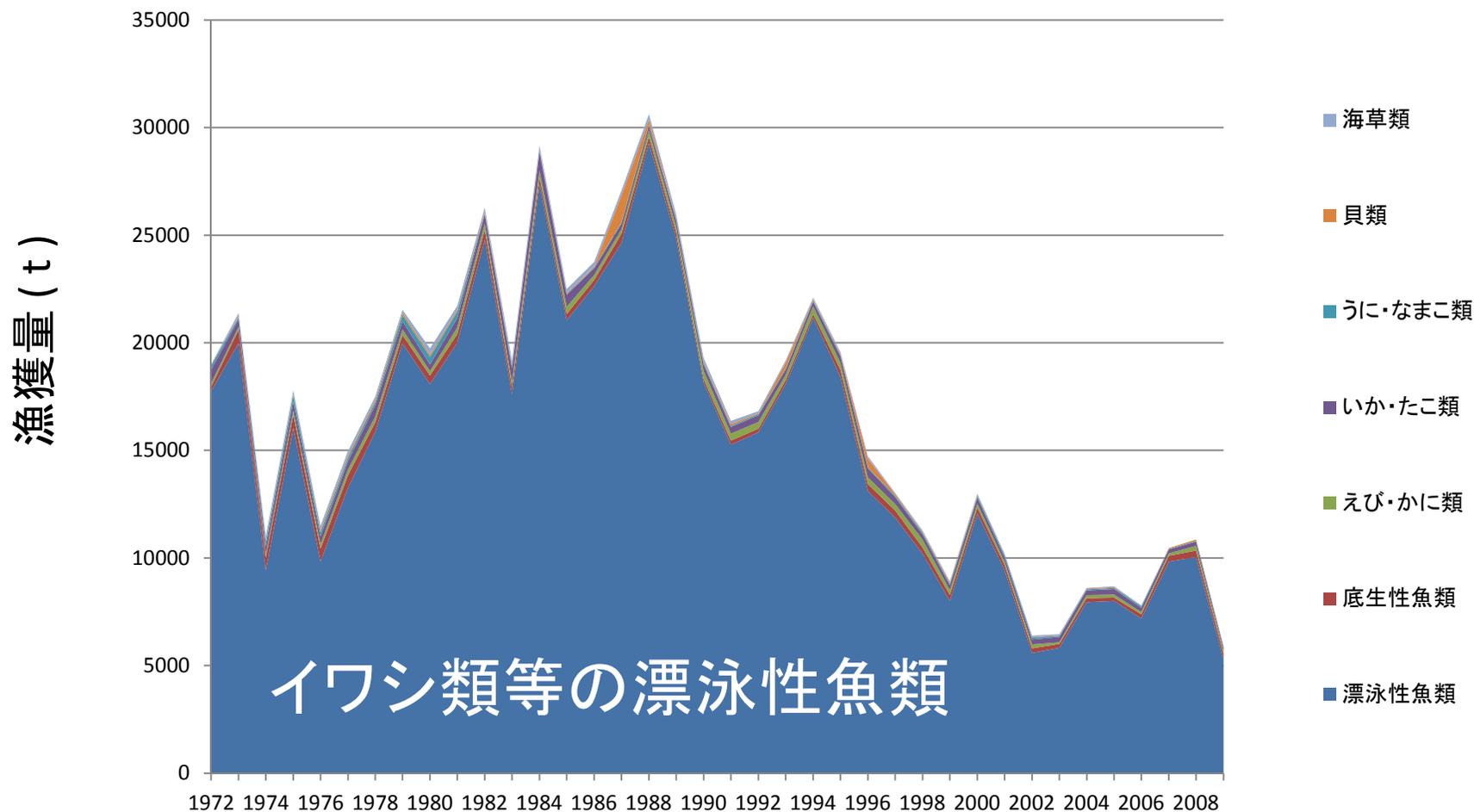


平野(2011)より

橘湾で高密度のシャットネラ細胞が確認された日の前日に海洋短波レーダーで測定された有明海表層の平均流の分布. 有明海から流出する南下流が卓越(とくに2009年)

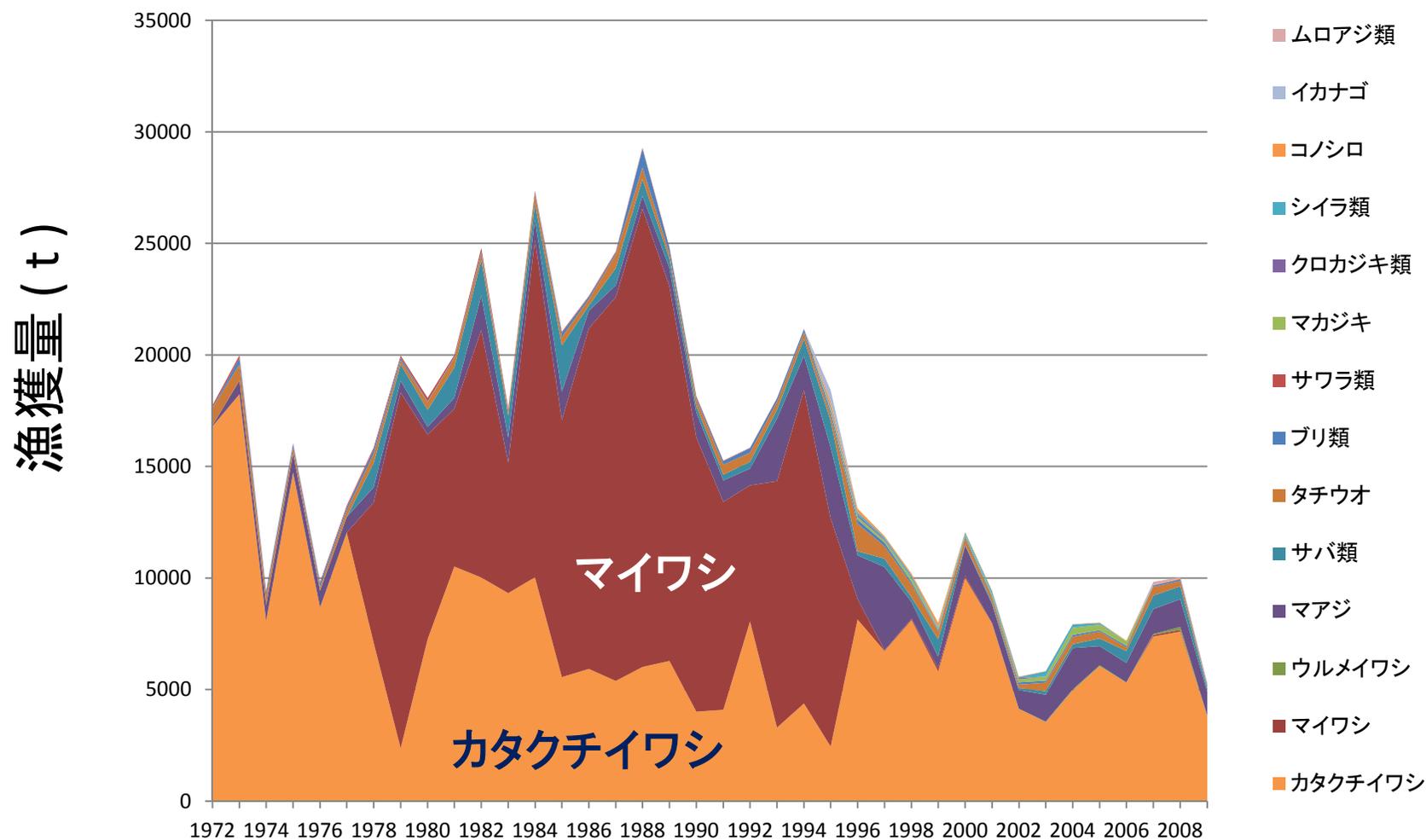
# 橘湾における漁獲量の推移(1972~2009年)

長崎農林水産統計年報にもとづく



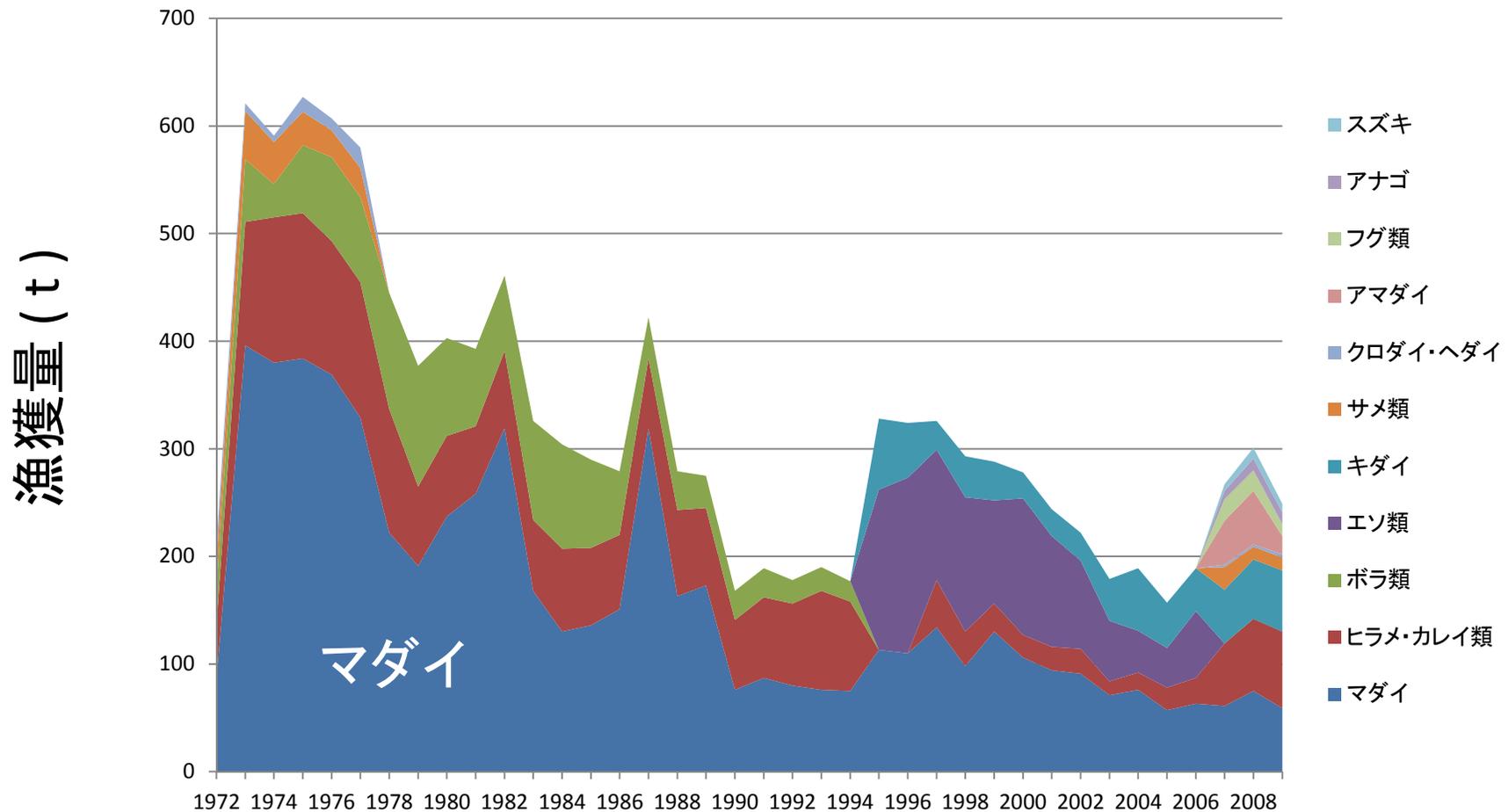
漁獲量の大部分はイワシ類等の漂泳性魚類. 減少傾向が顕著

# 漂泳性魚類の魚種別漁獲量(1972～2009年)

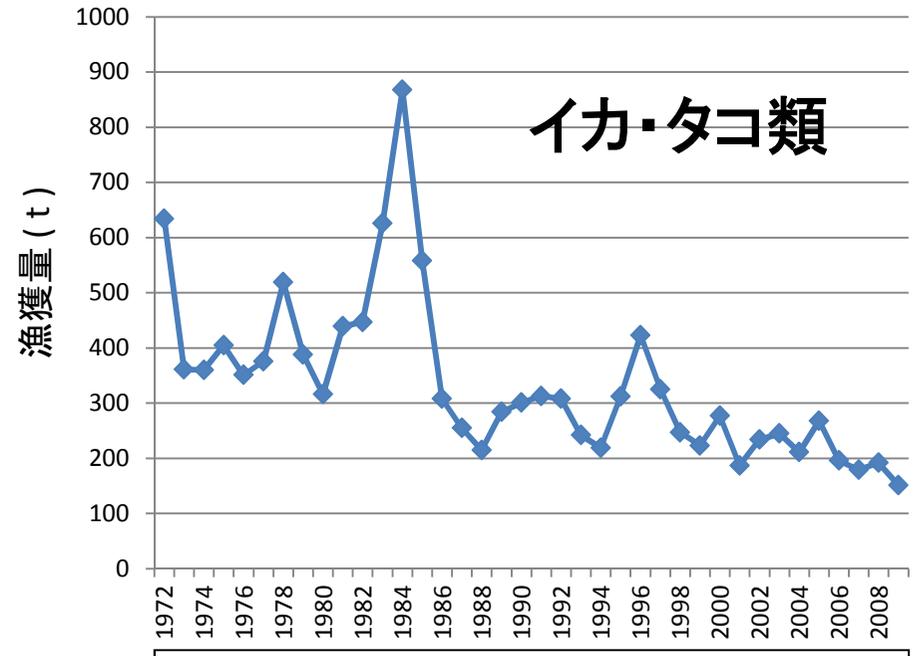
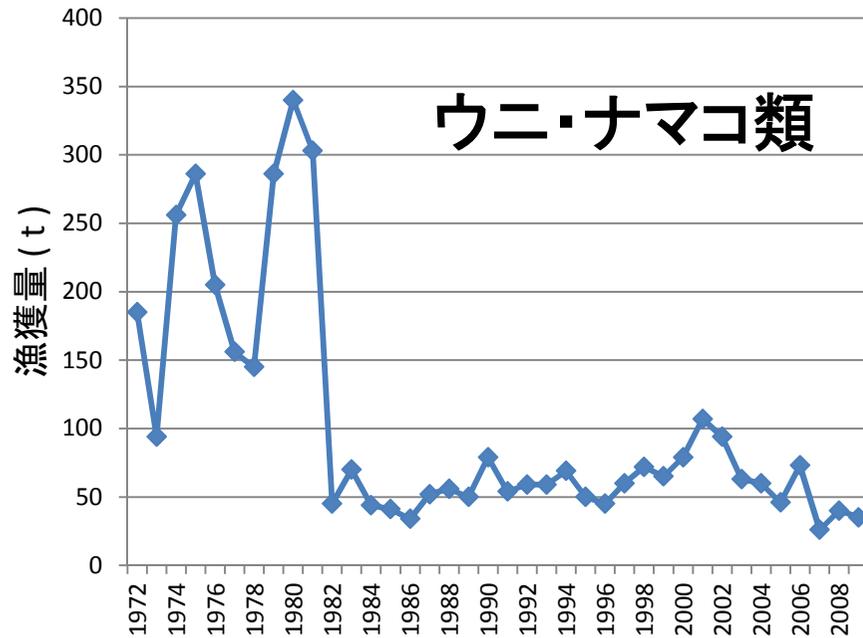
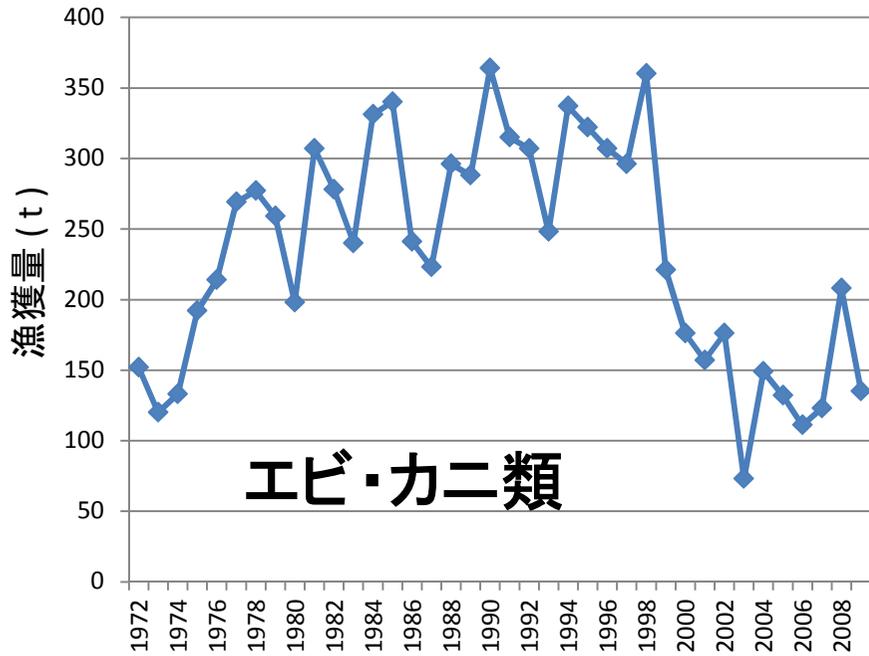


1990年代後半から減少ないし横ばいの傾向が続いている

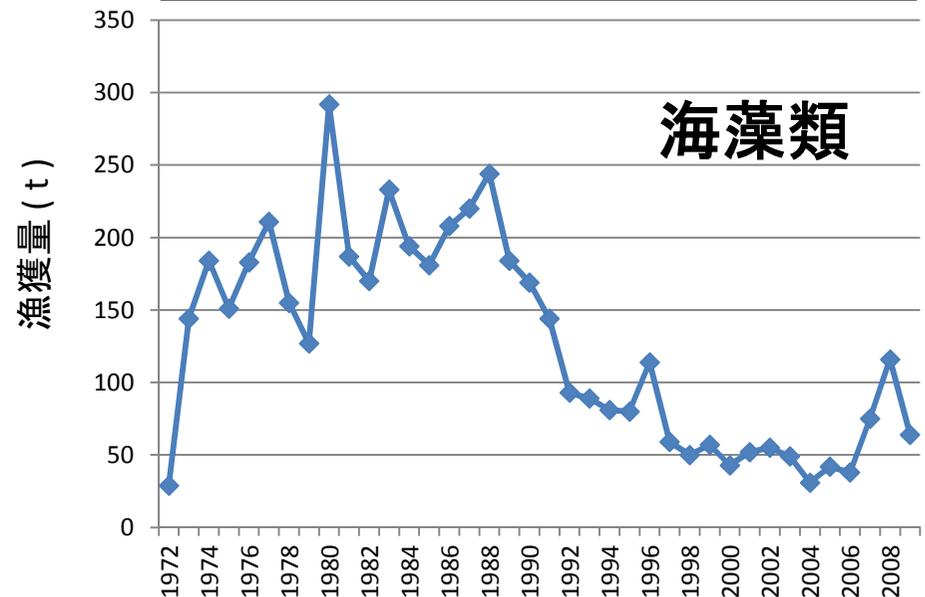
# 底棲性魚類の魚種別漁獲量(1972～2009年)

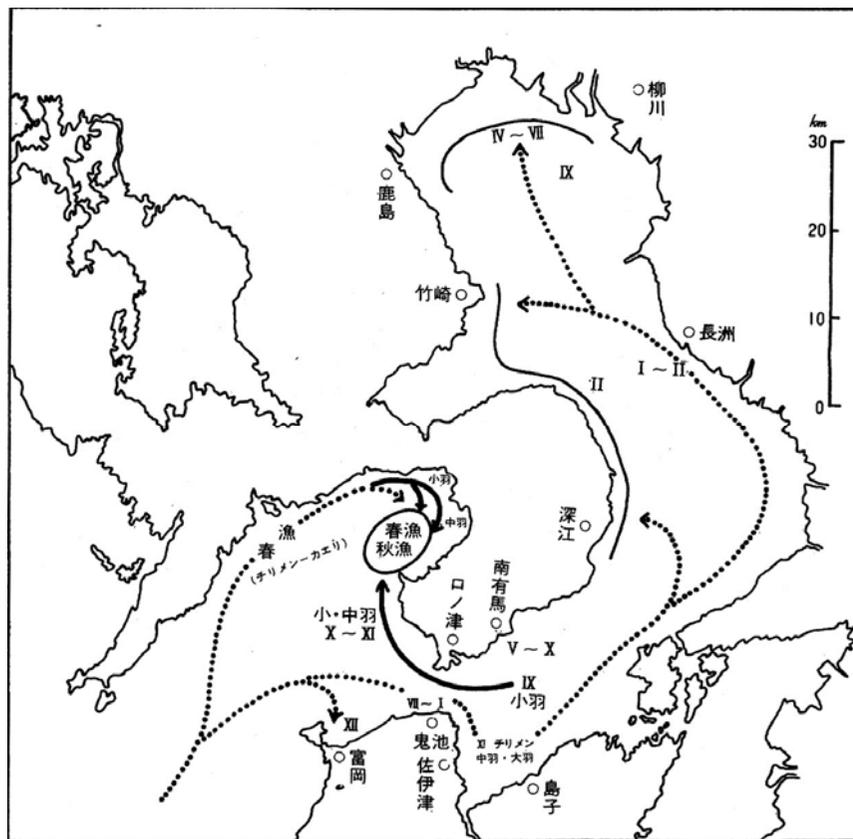


漂泳性魚類に比べて漁獲量は少ないが、1970年代の半分程度



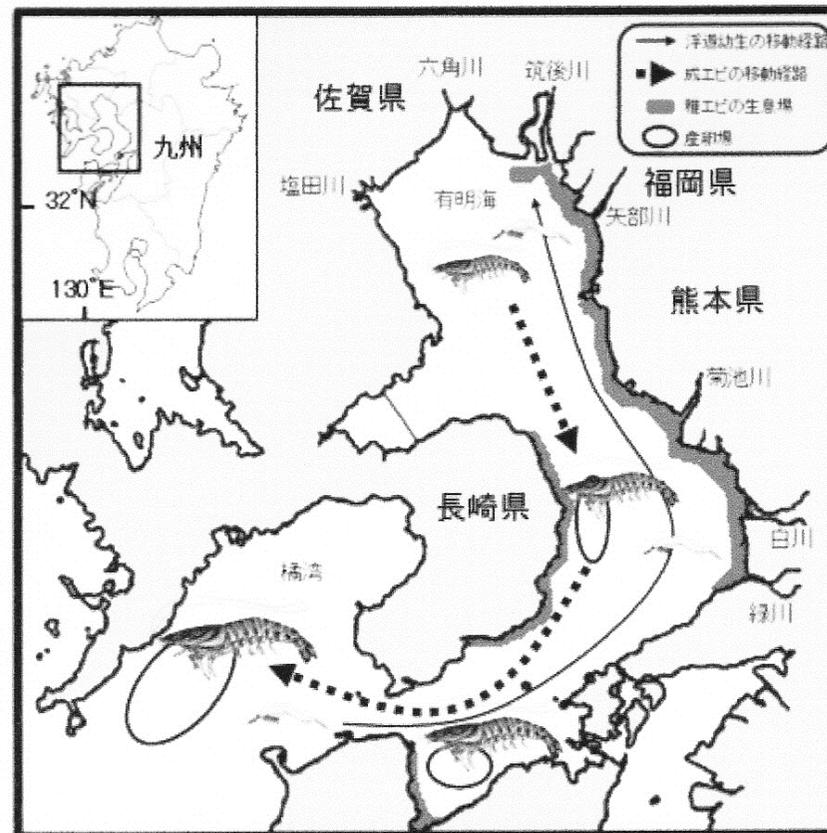
**その他の水産物の漁獲量の推移 (1972~2009年)**





### 橘湾で漁獲対象となるカタクチイワシの回遊想定図(下村ほか, 1970)

- 外海からの補給群の一部は橘湾で春漁の対象となる。
- 天草側から早崎瀬戸を通過して有明海を北上したシラスは、4月頃に奥部に達し、初夏から秋を有明海で過ごした後、10～11月にその大部分は橘湾に移動し、秋漁の対象となる。



### クルマエビの産卵場と移動模式図(伊藤, 2006)

- 産卵場は、有明海中央部、湾口部、橘湾、天草海。産卵期は5月～10月下旬
- 浮遊幼生は有明海奥部および中央部の干潟域に着底。体長10cmほどに成長したものは干潟から離れ、成長・成熟しながら産卵場へ移動  
(有明海沿岸4県によるクルマエビ共同調査結果)

# トラフグの回遊と産卵場・成育場

主な産卵場は、橘湾～有明海の湾口にかけての海域

有明海は、日本海・東シナ海・瀬戸内海系群のトラフグ資源を支える重要な産卵場



トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の分布域と産卵場

資料:「平成21年度我が国周辺水域の漁業資源評価」水産庁増殖推進部、独立行政法人水産総合研究センター作成



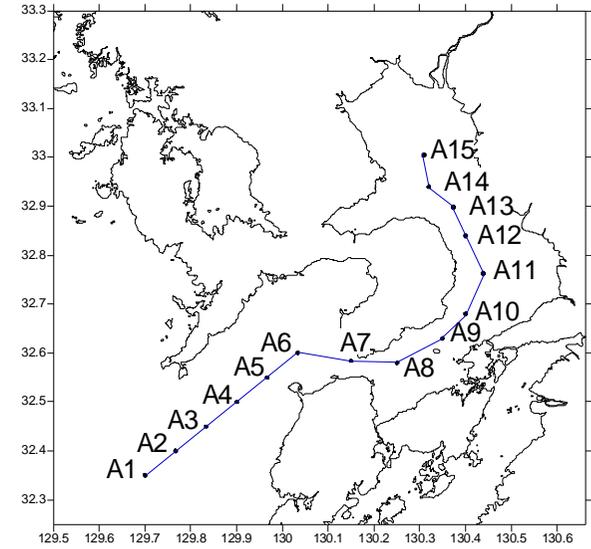
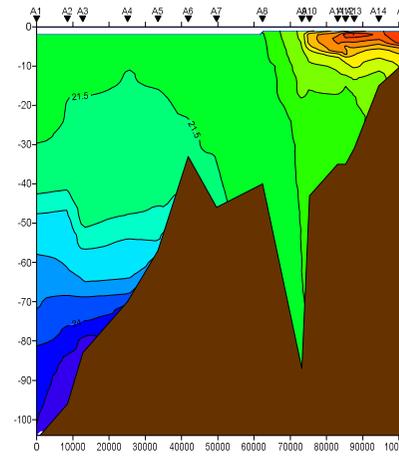
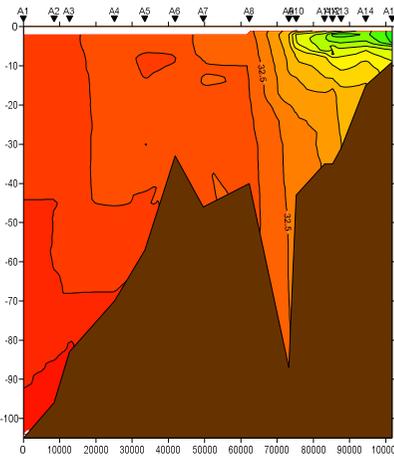
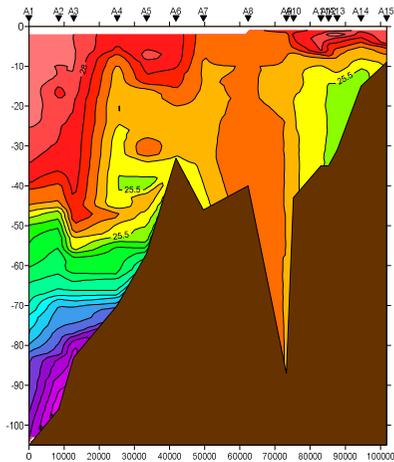
シログチ資源も橘湾と有明海とは同一の系群 (Yamaguchi et al.2006; 山口ほか, 2008)

2007年8月20日(有明海のみで赤潮発生)

水温

塩分

密度

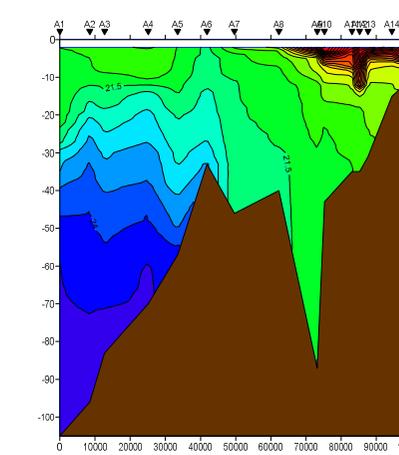
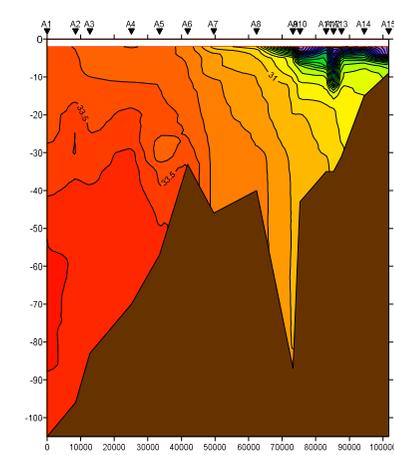
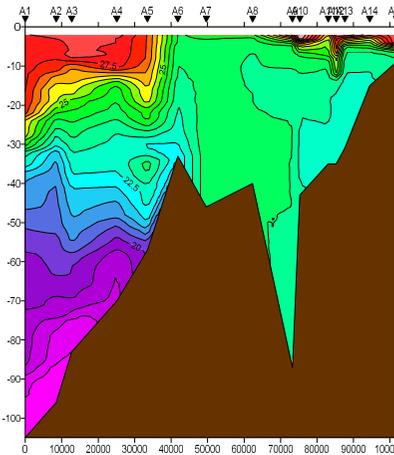


2010年7月26日(有明海の赤潮が橘湾まで拡大)

水温

塩分

密度



天草灘～有明海を縦断する観測線  
(長崎大学中田研究室)  
2008年から夏季を中心に毎月1回観測を続けている

有明海と橘湾を一体のものとしてとらえ、モニタリング調査等に取り組むことが重要

## まとめ

### 1. 橘湾は、「河口域(有明海)と外海水とを連結する海域」

その意味で、有明海から流出する河川系水の変動の影響を大きく受ける。

- 低塩分水(シャットネラ赤潮)の橘湾への移動実態を把握することが必要。
- 黒潮系の外海水の影響については、まだ情報が限られている。
- 漁業資源の中には、橘湾で産卵し有明海奥部で成育するなど、海域間を移動する生態を持つものが多いが、橘湾における生活実態には不明の点が多い。

### 2. 橘湾内の漁業は、イワシ類等の漂泳性魚類の資源動向に大きく左右される。 その他の様々な魚介類を含めて、漁獲量は全体的に減少傾向を示している。

#### ● 漁獲量の減少要因の解明が急務

- ・ 湾奥部の低酸素化等の環境変化
- ・ シャットネラ赤潮等の影響
- ・ 有明海等の周辺海域(成育場など)の環境変化
- ・ 温暖化等のグローバルな環境変化
- ・ 漁獲対象資源の移動回遊状況や資源動向との対応(とくにイワシ類)
- ・ 漁業(操業実態など)の変化との関連

**基本的なデータ・情報の収集と整理・解析、現状認識の共有が必要**

## 橘湾における今後の取り組みについて

◎できれば周年にわたるモニタリング体制の構築が必要  
(有明海と連携する形で計画することが望ましい)

●水温・塩分等から見た水塊分布とその変動の実態把握

とくに、・有明海から流出する低塩分水の動態

・外海から流入する高塩分水の影響

・温暖化等のグローバルな環境変化の影響

→橘湾内の海洋構造(水塊構造)の現況把握と変動実態の解明へ

●水質(栄養塩類・溶存酸素など)・底質(有機物量など)の監視

とくに、湾奥部底層の低酸素化に注意が必要

底質についても現況の把握が必要

●シャットネラ等の赤潮の監視(細胞数やクロロフィル色素等の測定)

とくに、有明海のモニタリングと連携した取り組みが必要

●資源生物の生態(産卵、成長、移動回遊など)に関する調査

とくに、橘湾で産卵し、有明海を成育場として利用する資源生物

については、橘湾と有明海を統合した取り組みが必要