

# 二枚貝の減少要因と対策について

生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会  
(第7回)

提出資料

## ■小委員会で収集すべき項目（有用二枚貝）

- ① 生息域（漁場における分布）
- ② 生息状況（密度、生残率、サイズ、成熟度など）
- ③ 漁業種類、漁獲場所、漁獲量・サイズ
- ④ 底質状態等漁場環境
- ⑤ 生態・食性・餌料生物
- ⑥ 幼生発生量・着底状況
- ⑦ 食害（競合）生物の状況
- ⑧ 対策技術（漁場改善、増殖）
- ⑨ その他（採捕規制等）

赤字は第2回、第3回小委で収集できた資料を示し、アンダーラインは追加データを示す

青字は今回新たに収集できた資料を示す

# ■ 収集した資料の概要

- ① タイラギ殻長サイズの長期変動
- ② タイラギ浮遊幼生の調査結果
- ③ 海域毎のタイラギ減耗要因の構図
- ④ アサリ浮遊幼生や着底稚貝の動向と餌料関係との関係
- ⑤ アサリ漁場の底質評価
- ⑥ 湾奥西部での貧酸素水塊とサルボウへい死について

# ① タイラギ殻長サイズの長期変動

- 福岡水試研報、佐賀有明研報、水産関連の雑誌、全25タイトルから有明海のタイラギ殻長サイズを抽出
- タイラギのサイズデータを収集し、長期的変化は、ヒストグラムのサイズインターバルや縦軸等を統一して再解析した。

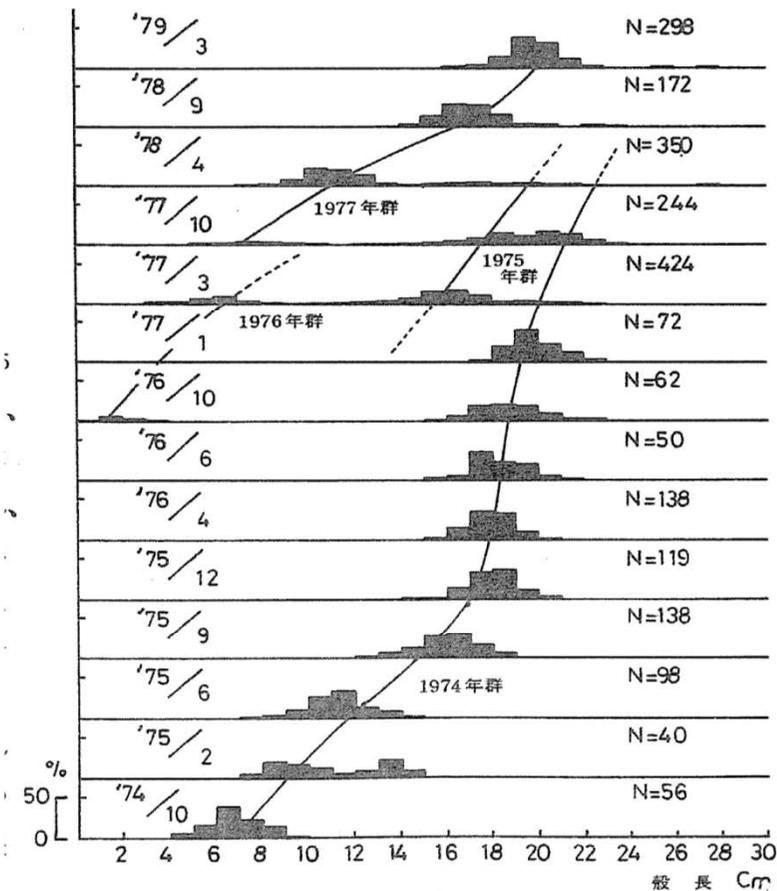


図-3 殻長組成の時期別変化

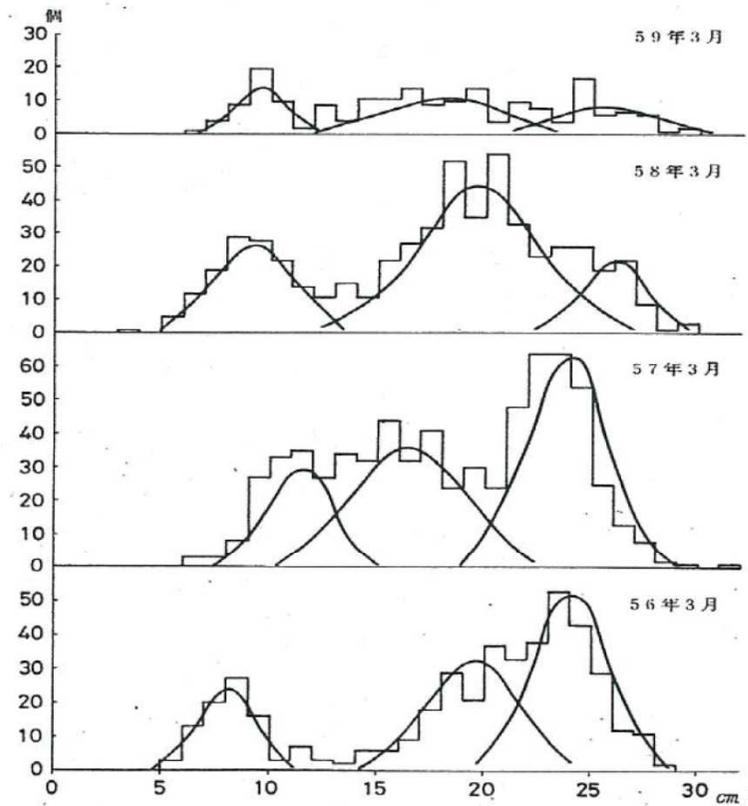
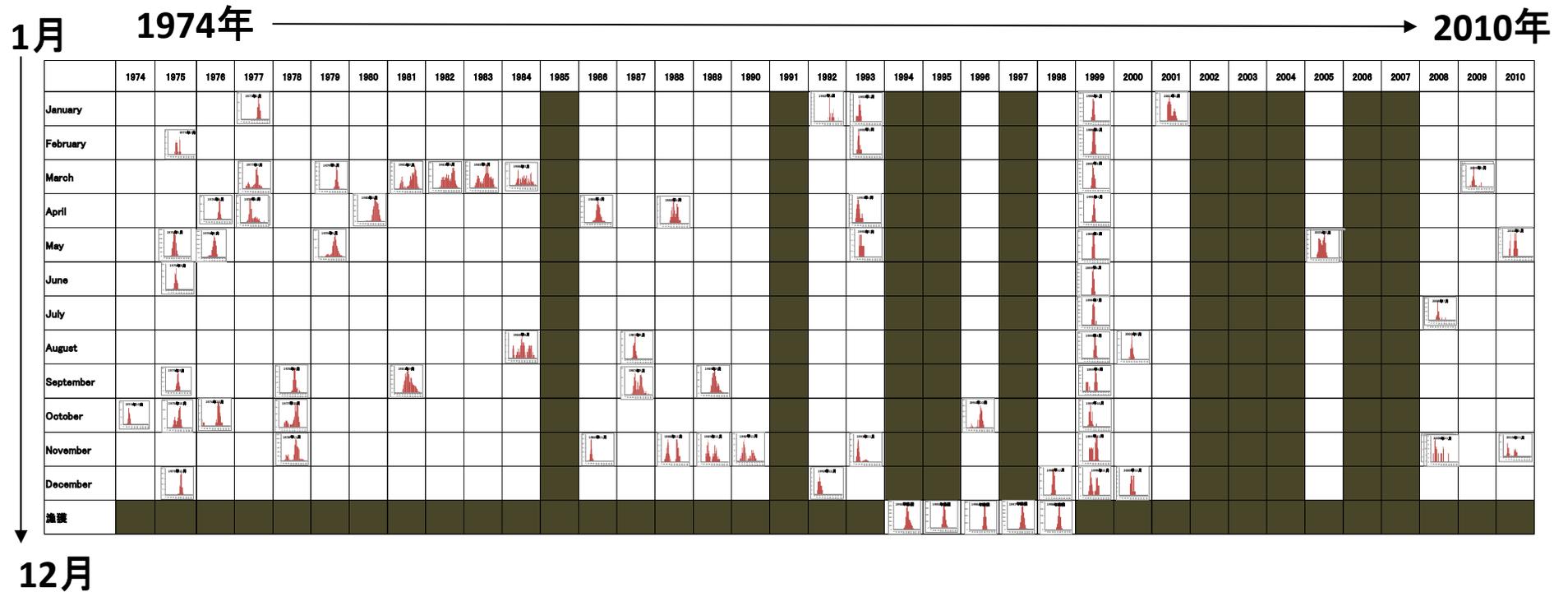


図-15 タイラギ殻長組成の年別変化

# 各年度、各月別のタイラギ殻長組成データの収集状況

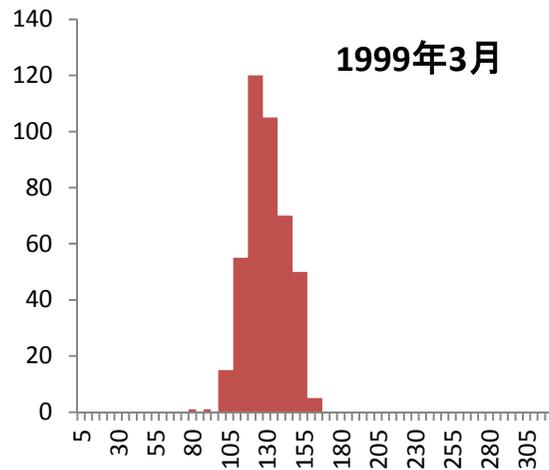
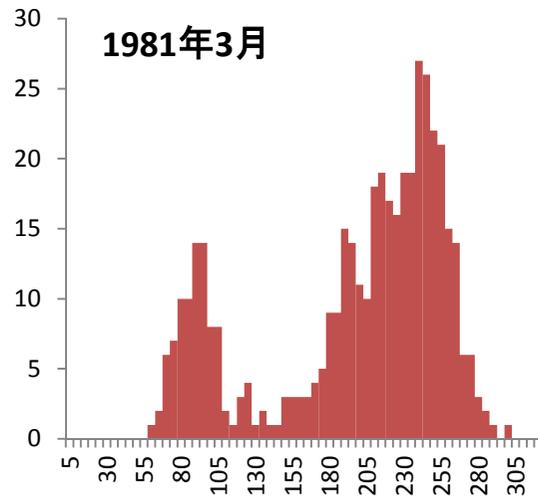


# 結果例①:コホートの小型化・単純化

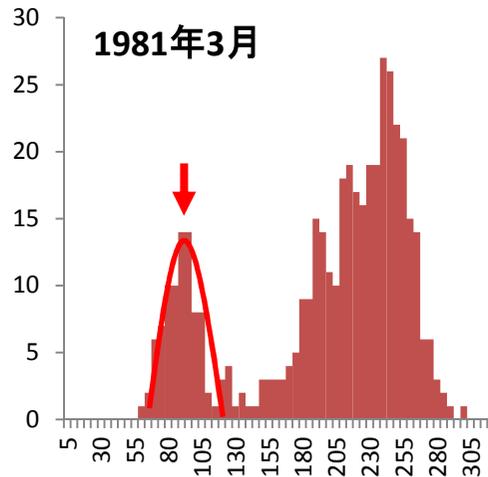
## 【小型化・単調化】

サイズが明らかに小型化  
1981年は2-3世代群が加入を担っていたが、1999年は1世代群だけが再生産を担っていた

⇒近年は1世代のみの群で構成されているため、もしも何らかの要因で一斉に大量死すると、再生産サイクルに重大な支障が出やすい

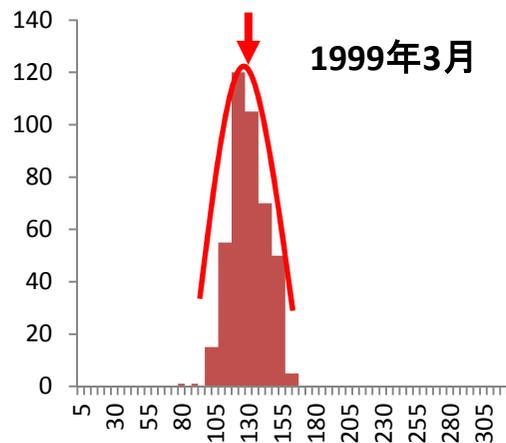


## 結果例②:コホート組成の年変動



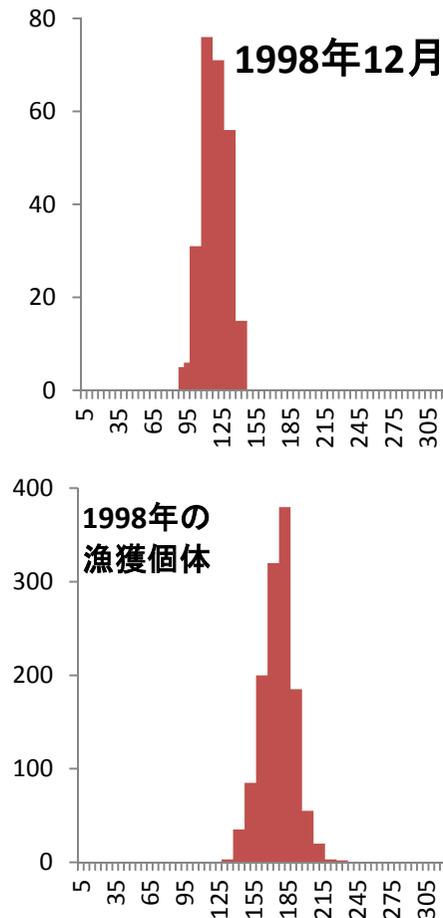
### 【同月でのサイズピークの年変化】

加入時期が年によって異なると推定された。年間水温上昇の可能性については検討が必要。



# 結果例③：漁獲圧

## 【漁獲サイズ制限の効果】



有明海におけるタイラギ潜水器漁業においては、漁獲サイズを殻長15cm以上と定めている。

1998年は殻長15cm以上の個体が極めて少ないにも拘わらず、15cm以下への漁獲は行われていない。従って、漁獲サイズ規制は十分に守られている。

# 36年間で類型化された3つの周期

## 【世代数推定】

1月 1974年 → 2010年

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
January	n.d.	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	n.d.	1	1	2	n.a.	n.a.	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	n.a.	2	n.d.	n.d.	n.d.	2?	n.d.	n.d.	n.a.	2	1	
February	n.d.	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	n.d.	1	1	2	n.a.	n.a.	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	n.a.	2	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.a.	2	2?	
March	n.d.	1	2	1	1	1	3	3	3	3	3	n.d.	1	1	2	n.a.	n.a.	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	n.a.	1	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.a.	2	2	
April	n.d.	1	2*	2	n.a.	2	3	3	2	2	3	n.d.	1	1	2	n.a.	n.a.	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.a.	2	1	
May	n.d.	1	2	2	n.a.	2	3	2	2	2	2	n.d.	1	1	1	n.a.	n.a.	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.a.	1	1	
June	n.d.	1	1	1	n.a.	1	2	2	2	2	2	n.d.	1	1	1	1	1	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.d.	n.d.	1	1	1	
July	n.d.	1	1	1	n.a.	1	2	2	2	2	3	n.d.	1	1	1	1	1	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.a.	1	1	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.d.	1	n.a.	1	
August	n.d.	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	n.d.	1	1	1	1	1	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	1	n.d.	1	1	1	1	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.d.	1	n.a.	1
September	1	2*	1	1	1	1	2	2	2	2	3	n.d.	2	1	1	1	1	n.d.	1	1	n.d.	n.d.	2	n.d.	1	2	1	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.a.	1
October	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	n.a.	n.d.	2	2	2	2	2	n.d.	1	2	n.d.	n.d.	2	n.d.	1	2	2	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.d.	2	n.a.	2	
November	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	n.a.	n.d.	1	2	2	2	2	n.d.	2	2	n.d.	n.d.	2	n.d.	1	2	2	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.d.	2	n.a.	2	
December	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	n.a.	n.d.	1	2	2	2	2	n.d.	1	2	n.d.	n.d.	1	n.d.	1	2	2	n.a.	n.d.	n.d.	n.d.	n.a.	n.d.	n.d.	2	n.a.	2	
漁獲	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Mid.	Mid.	Mid.	Low	Low	High	High	Low	Low	High	High	High	Mid.	Low	Low	High	High	Mid.	Low	Mid.	Mid.											

12月

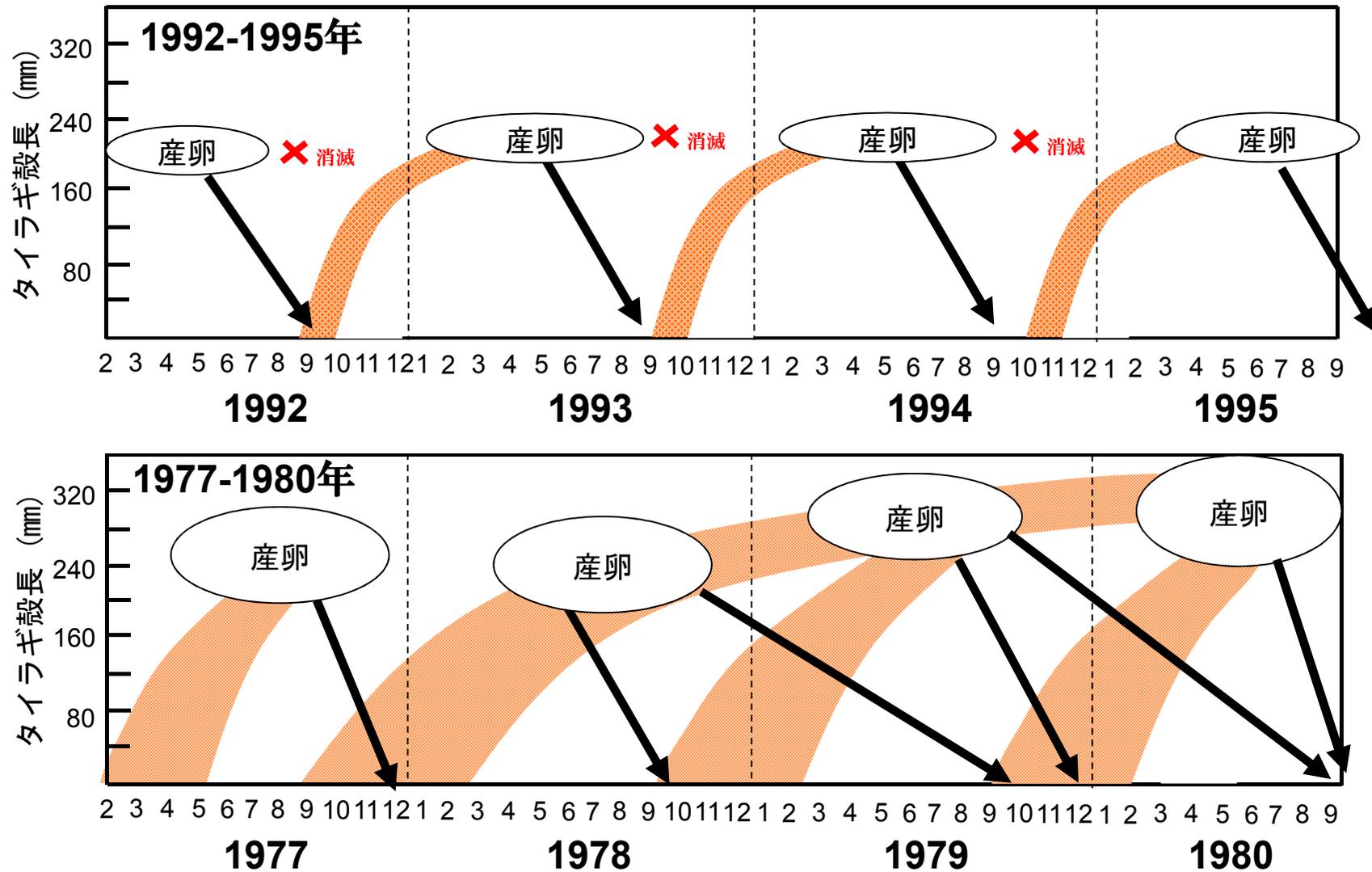


個体群最盛期

個体群漸減期

個体群停滞・衰退期

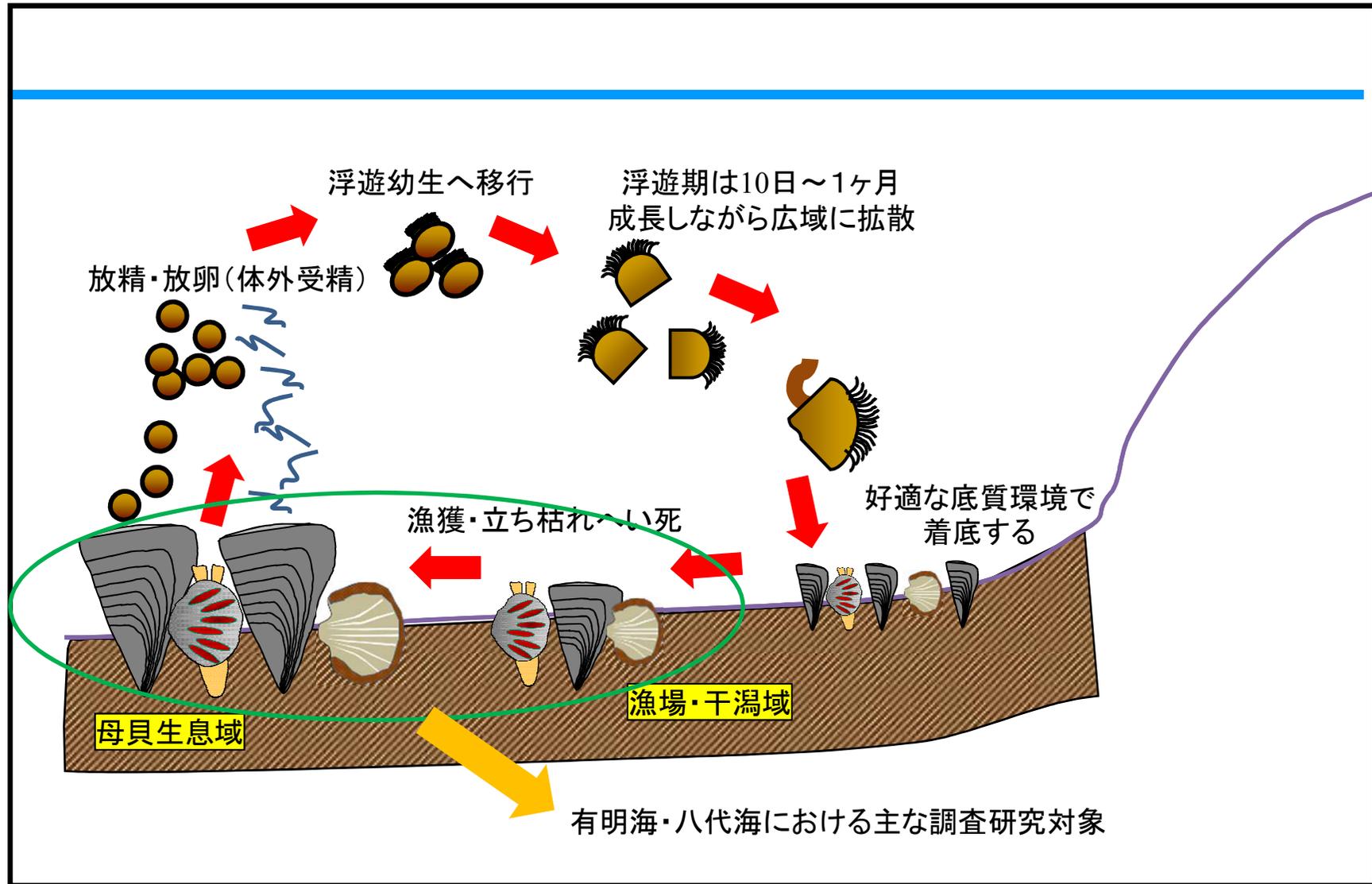
# タイラギ個体群の漸減期(上段)と最盛期(下段)の再生産サイクル模式図



上段: 稚貝の加入期間が短く、小型の親貝が1度だけ産卵する  
 下段: 稚貝の加入期間が長く、大型の親貝が何度も産卵する

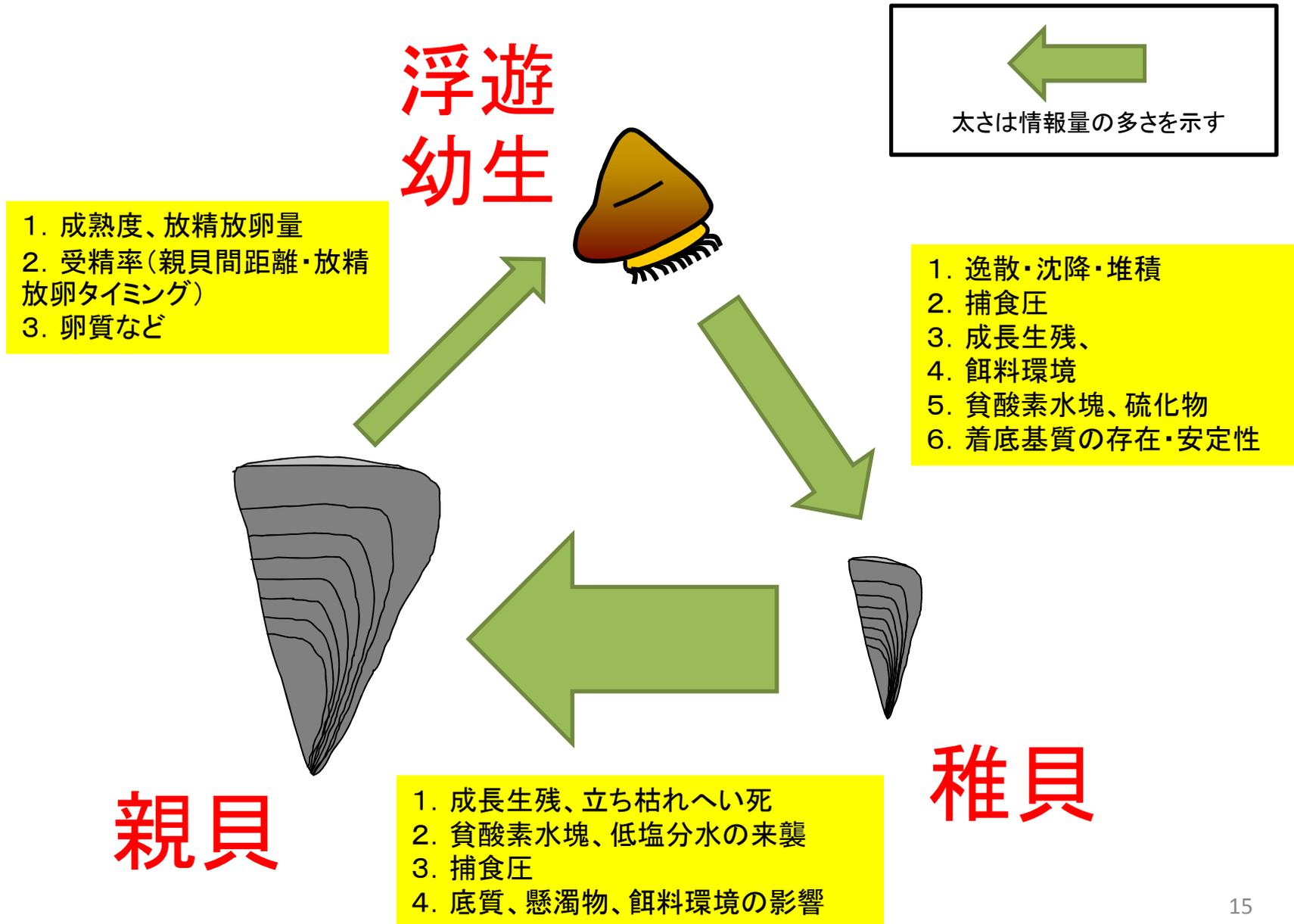
## ② タイラギ浮遊幼生の調査結果

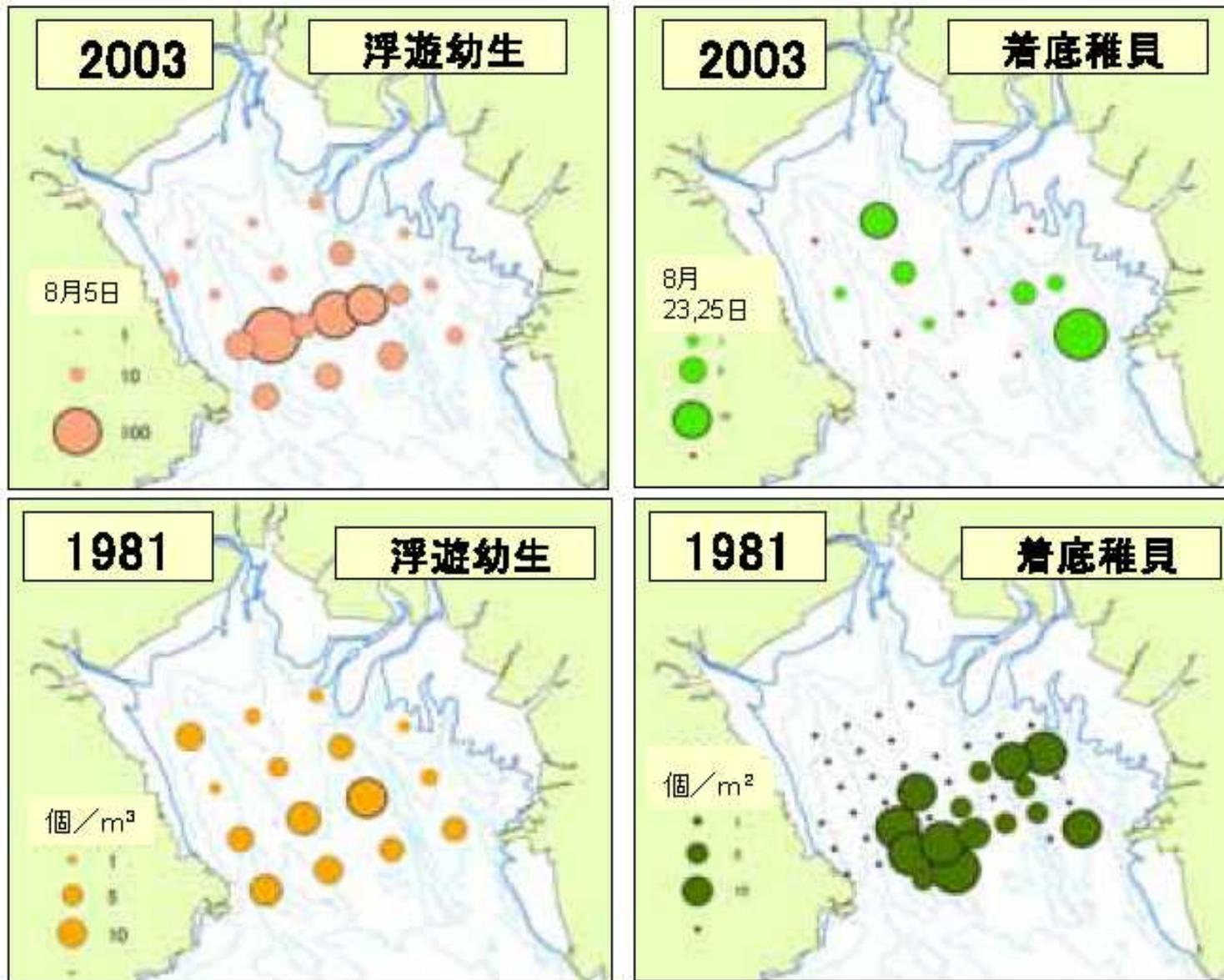
# 二枚貝の生活史





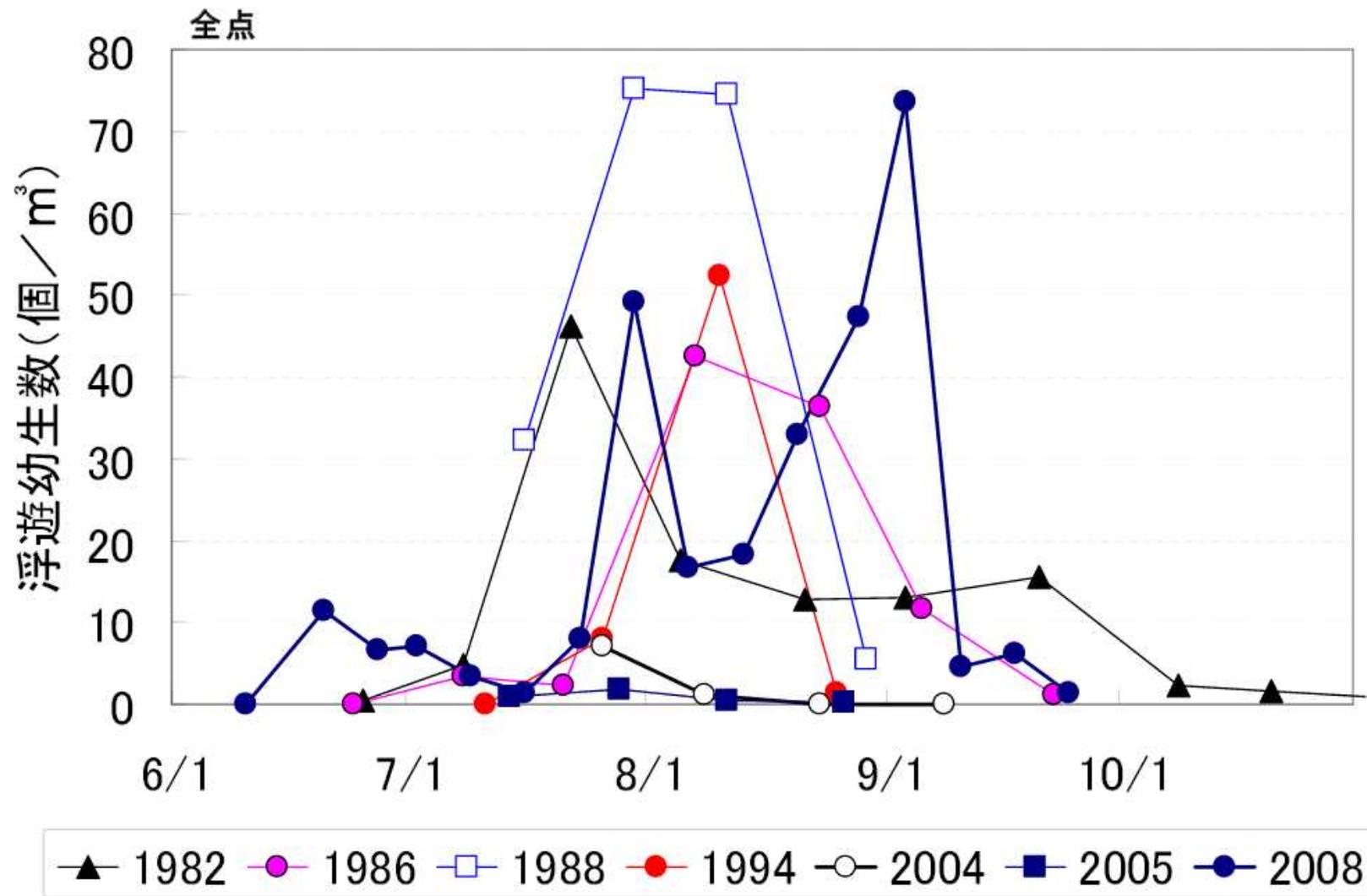
# 各成長段階での減耗要因



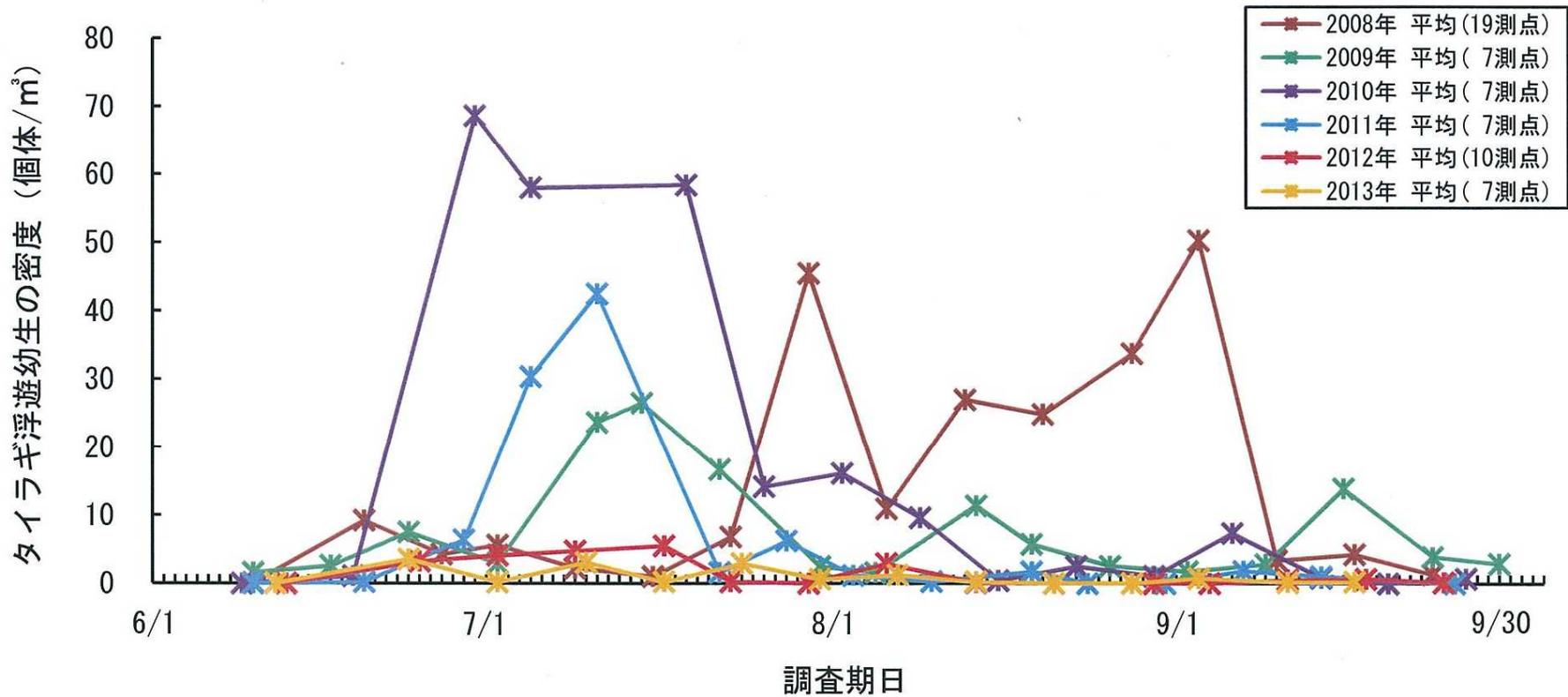


平成18年委員会報告より

# 過去の有明海におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況

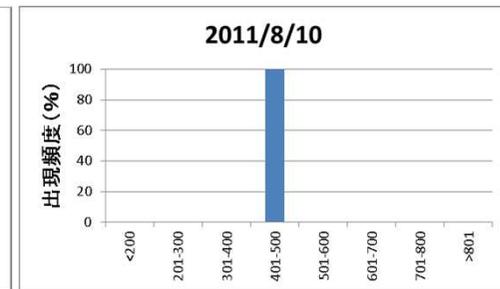
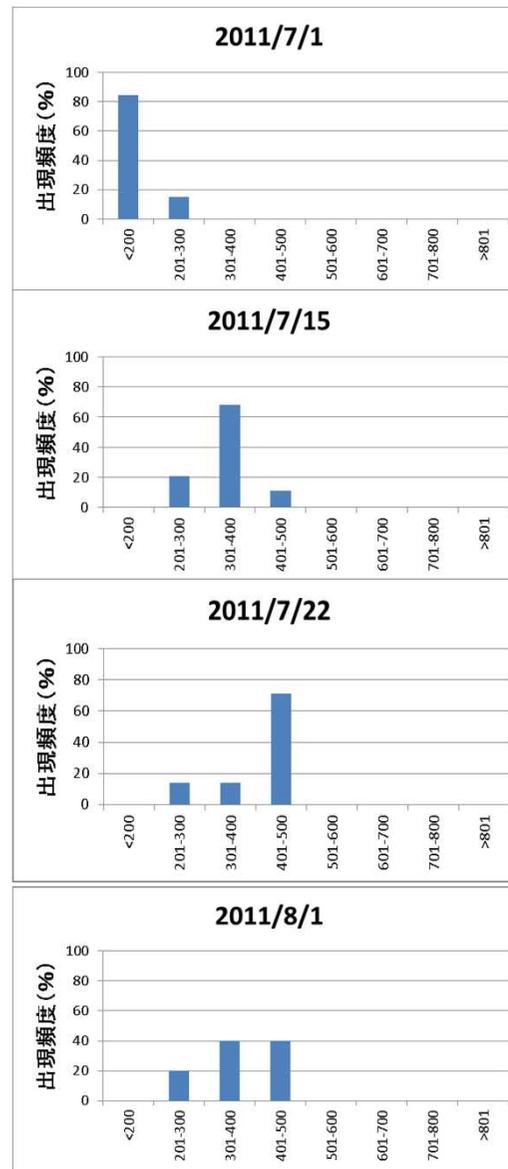
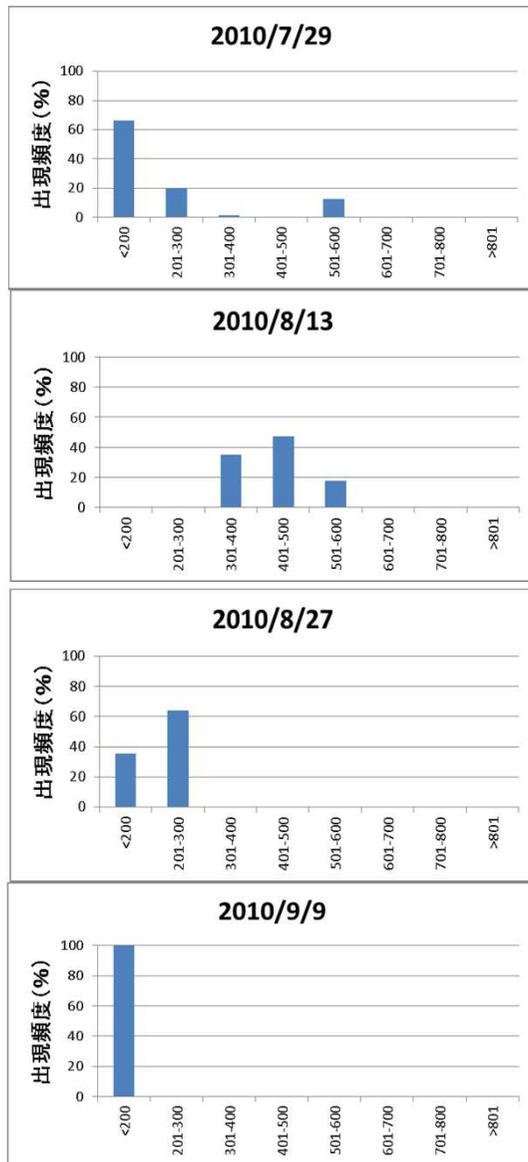


# 大牟田沖覆砂域におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況

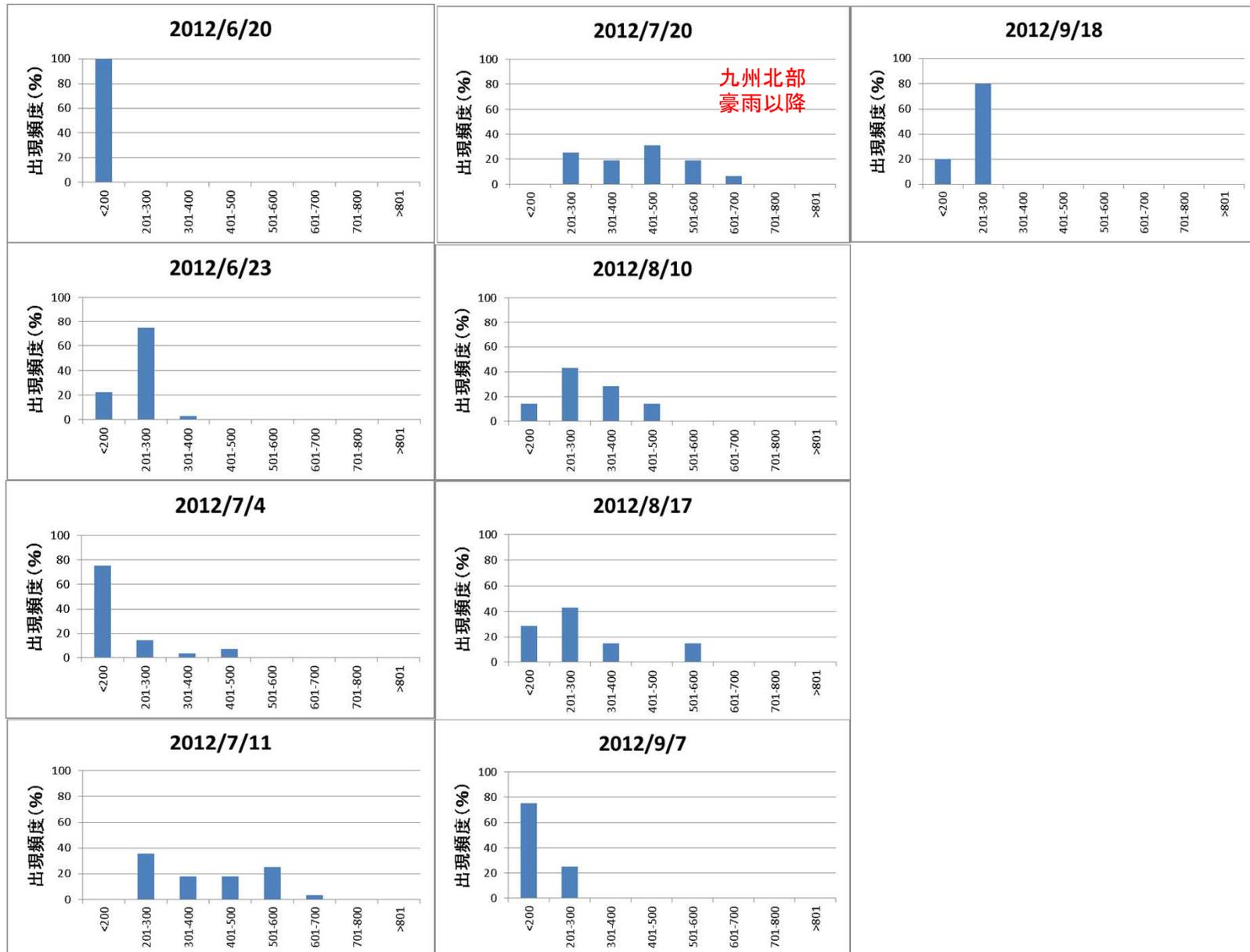


資料提供： 全国水産技術者協会

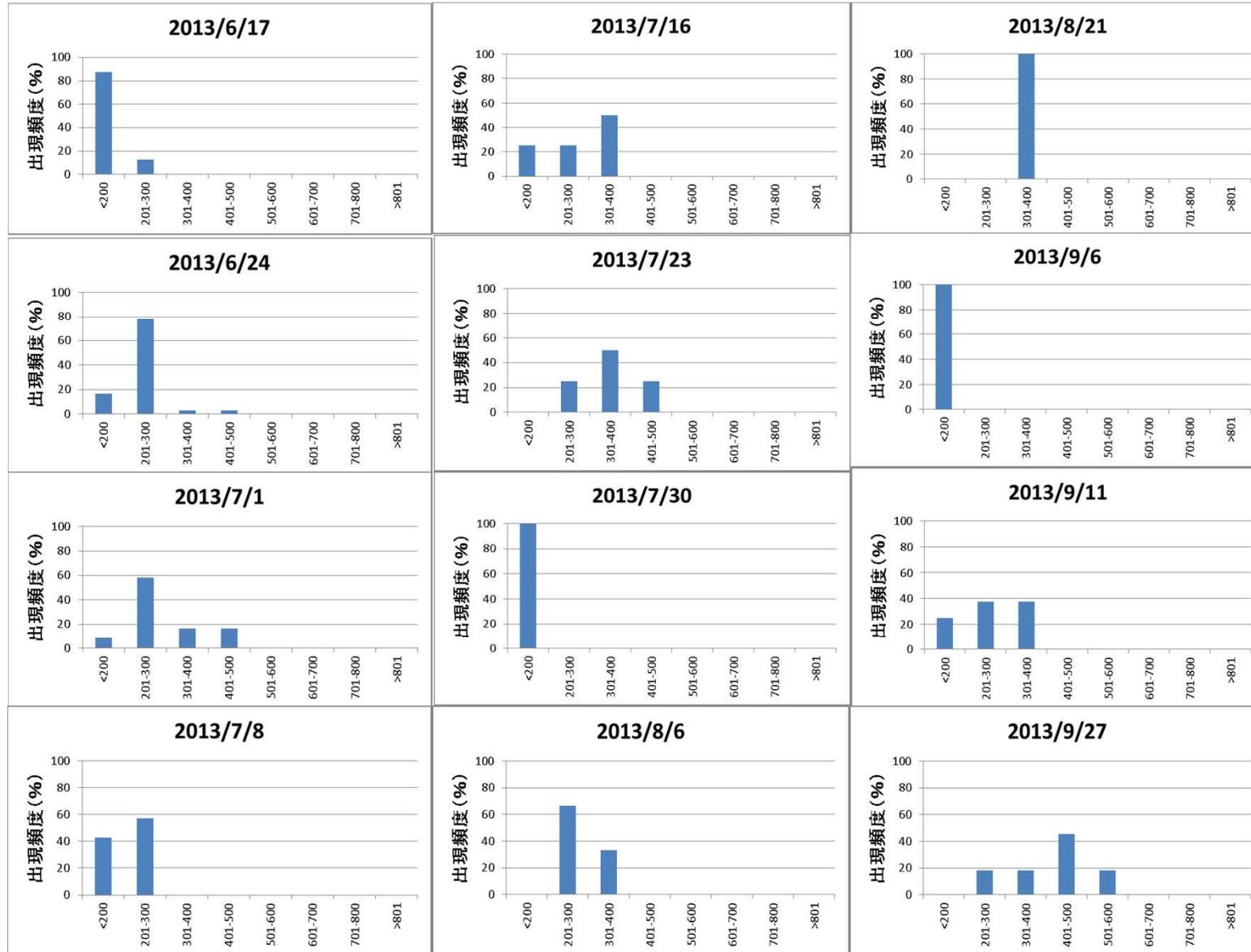
佐賀県有明水産振興センター提供資料より



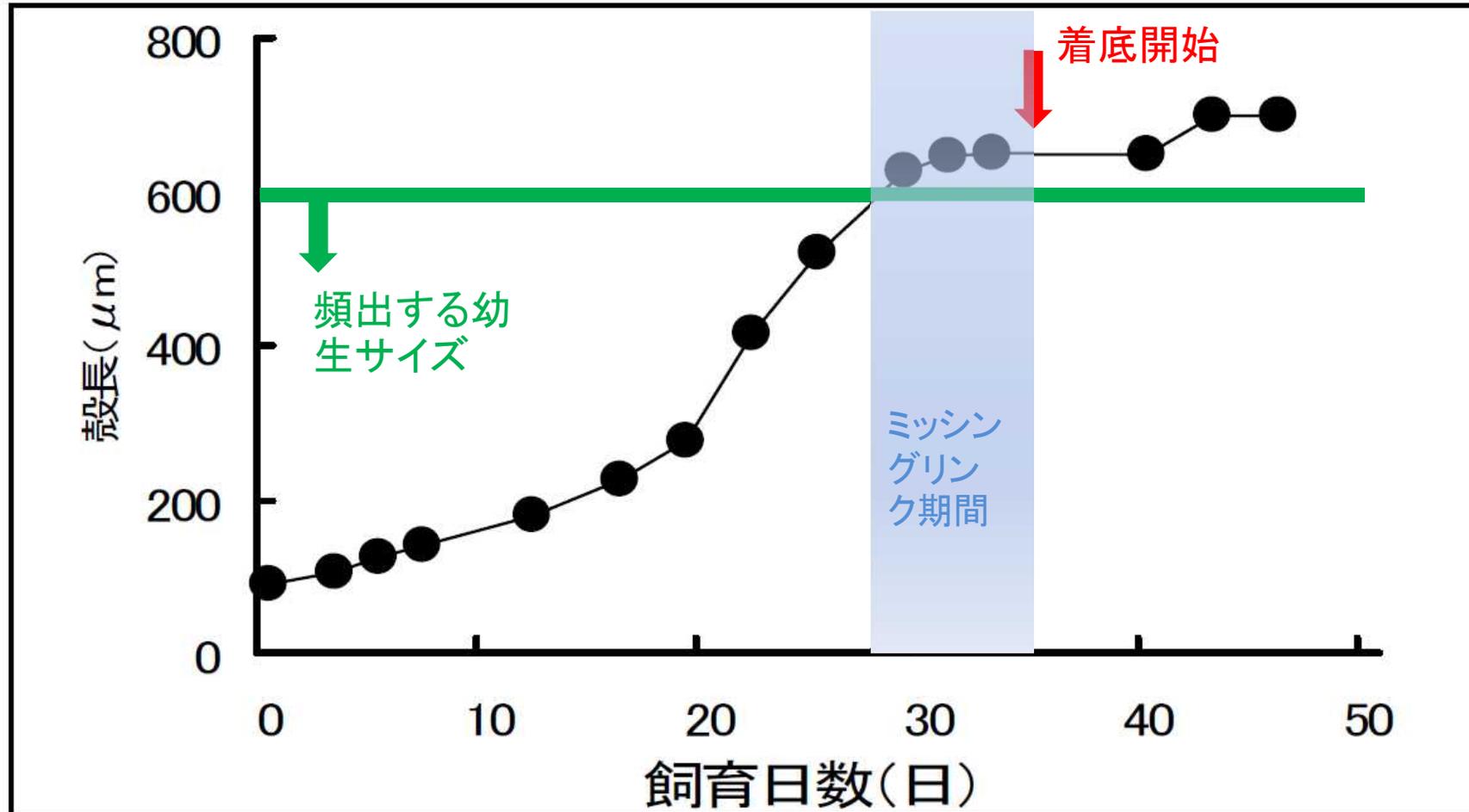
2010・2011年のタイラギ浮遊幼生サイズの時期的変化



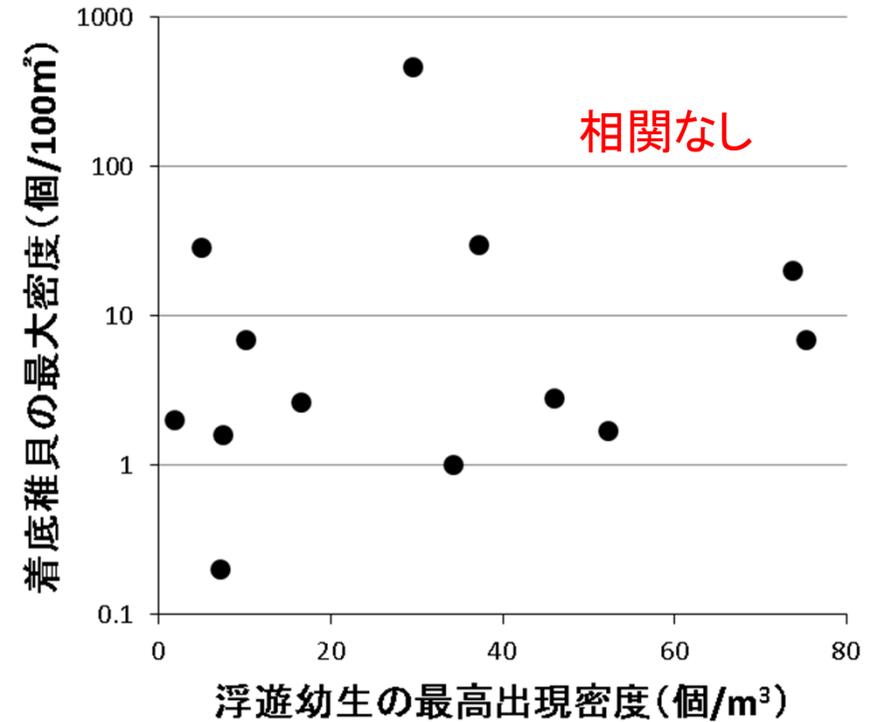
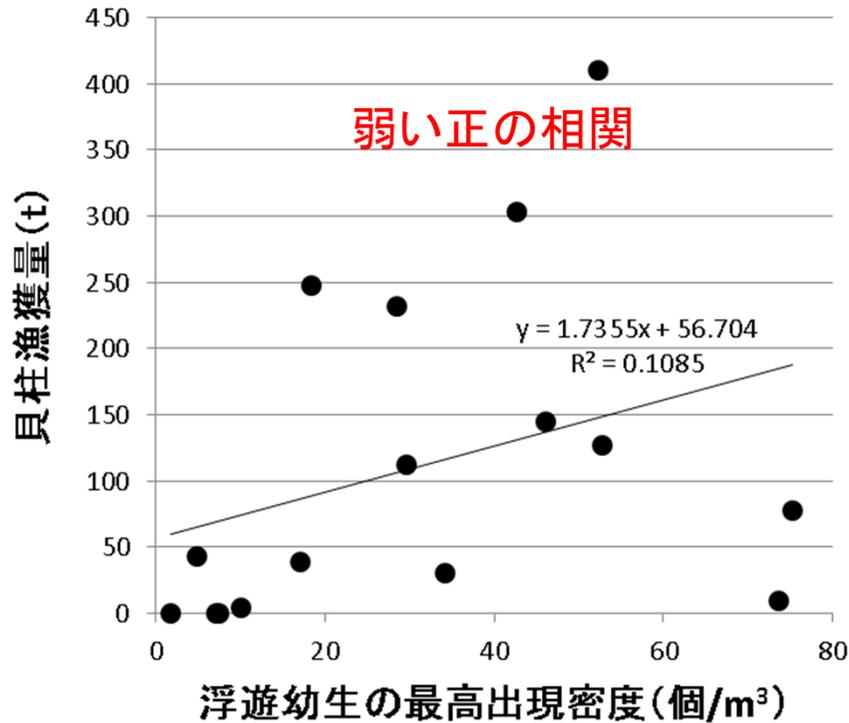
2012年のタイラギ浮遊幼生サイズの時期的変化



2013年のタイラギ浮遊幼生サイズの経時的変化



タイラギ幼生の成長曲線(長崎総合水試の資料より)



## タイラギ浮遊幼生出現密度と漁獲量及び着底稚貝量との関係

- 浮遊幼生の発生量が多い年とその年の漁獲量(=親貝資源量)の間には弱い正の相関関係があり、親貝資源量は浮遊幼生発生量に影響を与えている
- 一方、発生浮遊幼生量と着底稚貝との間には相関関係が認められない  
→浮遊幼生から着底稚貝までの期間に何らかのボトルネックが存在する可能性があり、平成18年委員会報告で指摘された着底場所の底質あるいは水質が関連している可能性を支持する結果となっている。

## ■ タイラギ浮遊幼生に関する概要

- ① 2011年まで、タイラギ浮遊幼生の最高出現密度は資源が高位で推移していた1980年代と大きな違いはない。
- ② 親貝資源量は幼生発生量に影響すると推定されるが、幼生の出現密度と着底稚貝量とは必ずしも相関しない。
- ③ 2010年以降、タイラギ浮遊幼生の高密度出現期間が短くなる傾向が認められた。
- ④ 2012・2013年と連続して浮遊幼生の出現がほとんどなく、着底稚貝減少による資源の凋落減少が急速に顕在化している。

### ③ 海域毎のタイラギ減耗要因の構図

# 平成18年評価委報告書での指摘

- ①タイラギ長期的減少の要因：中西部漁場での底質環境の悪化（泥化、有機物・硫化物の増加、貧酸素化）による着底期以降の生息場の縮小
- ②タイラギ短期的減少の要因：北東部漁場での立ち枯れへい死とナルトビエイによる食害
- ③解明を要すること：長崎県海域での減少要因、タイラギ幼生の輸送状況に及ぼす潮流変化の影響、大量へい死発生メカニズム

# 平成18年評価委報告書での指摘

## ②-1.北東部漁場での立ち枯れ斃死

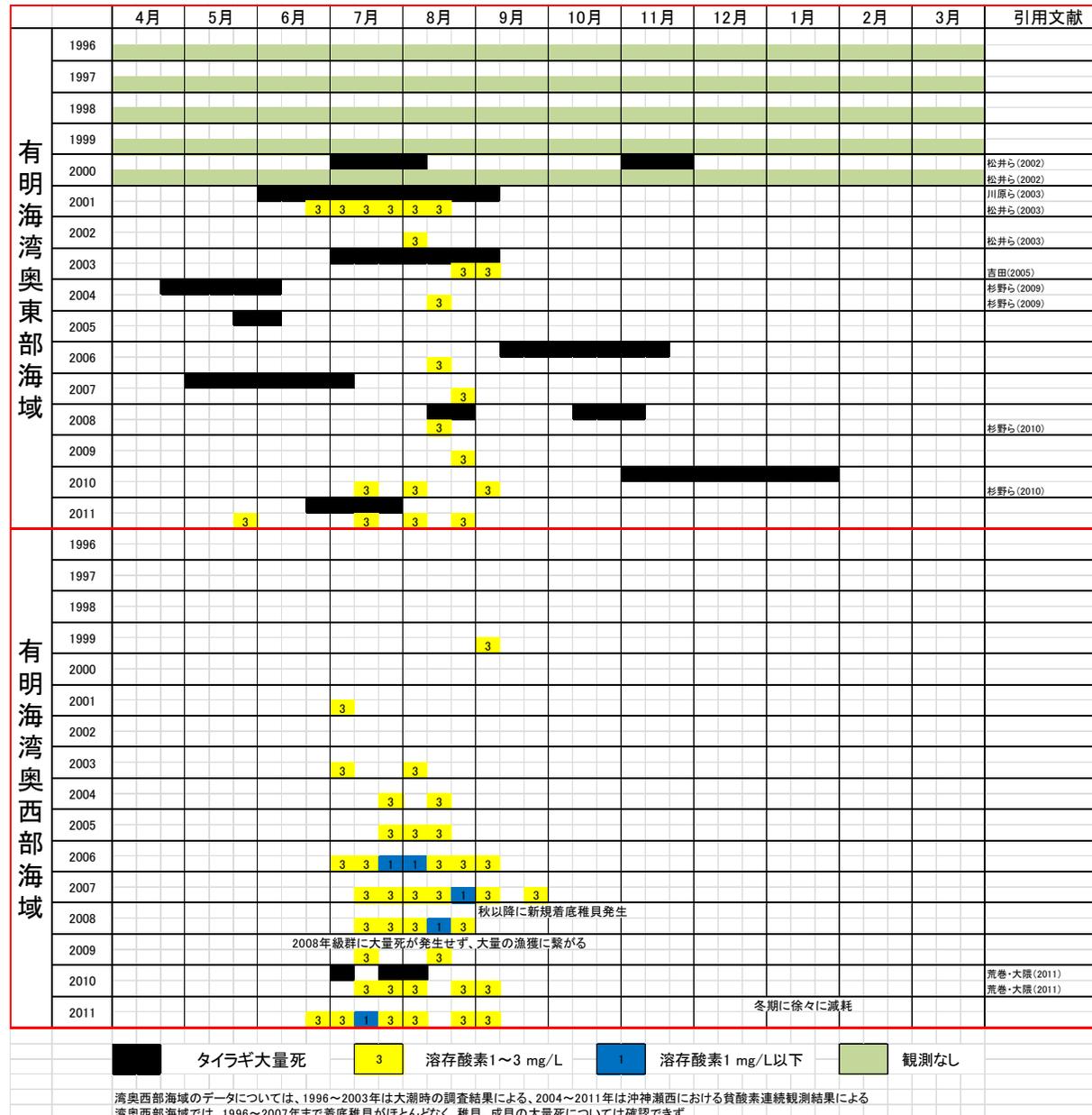


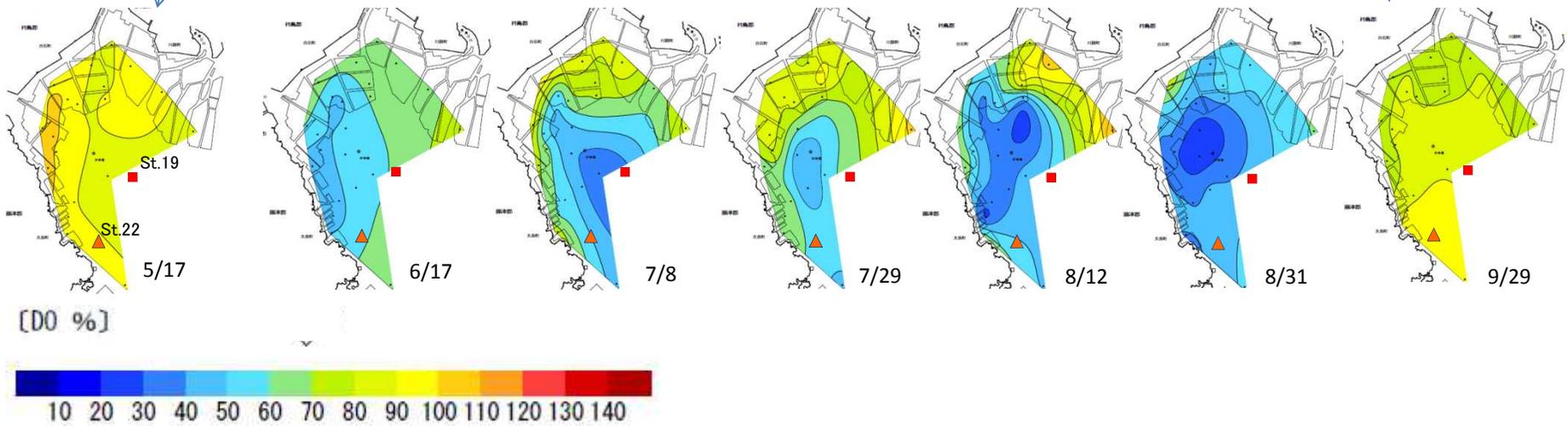
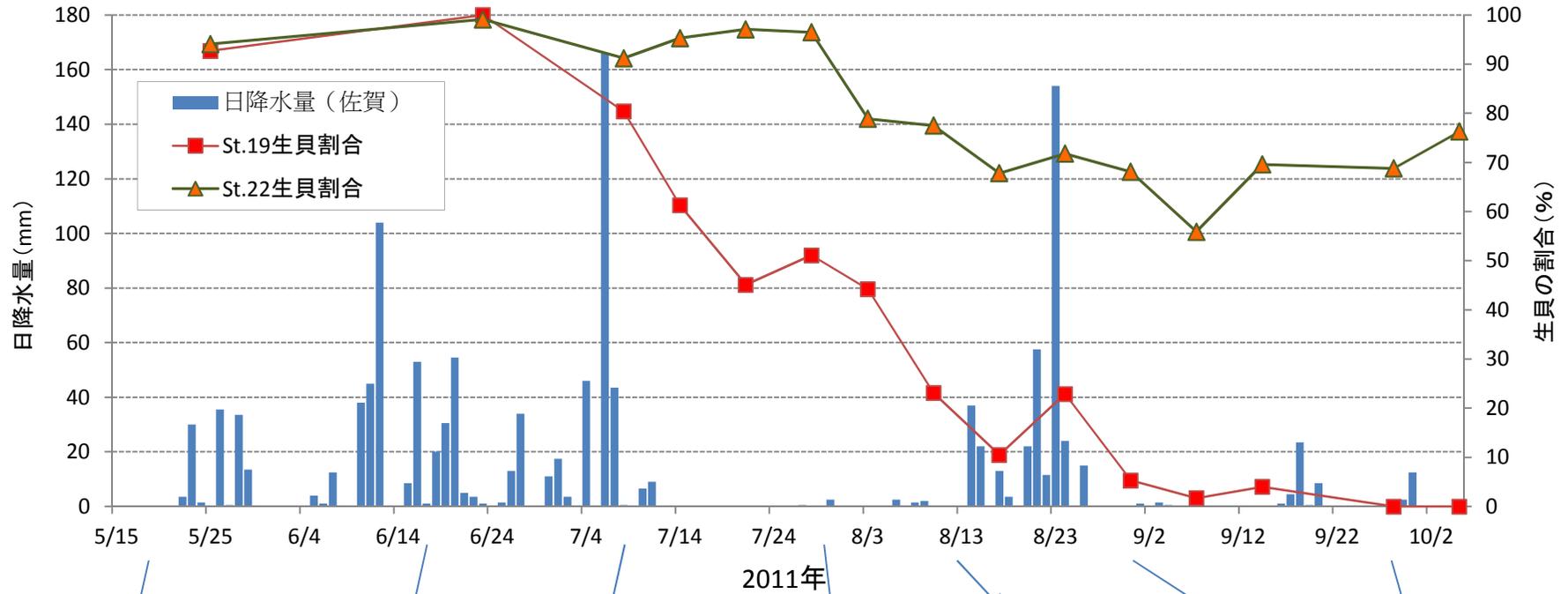
正常個体の軟体部



衰弱個体の軟体部

# 有明海奥部におけるタイラギ大量死と溶存酸素との関係





2010年有明海奥部西部海域におけるタイラギ生残率と降水量、溶存酸素等の推移



図3. 2010年沖神瀬西観測点(底層)の酸素飽和度※と佐賀県のタイラギモニタリングSt.3の生残率の推移

※溶存酸素飽和度は西海区水産研究所データによる

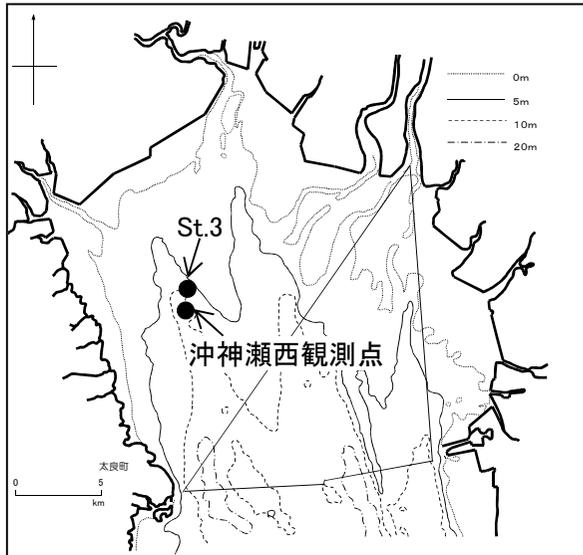


図4. タイラギモニタリングおよび底層DO調査地点図

2010年7月6日の調査時点で生残率100%であったSt.3のタイラギは、7月8日以降、酸素飽和度20%を下回る貧酸素の影響を数日間受け、まず、1割程度がへい死した。

7月13日の調査から7月21日までは、溶存酸素濃度の上昇に伴い、一旦へい死が収まっていたが、その数日後、酸素飽和度が10%という著しい貧酸素状態となり、それが1週間近く続いたために、生残していたタイラギもほぼ全滅した。

タイラギ成貝は、酸素飽和度20%以下でのDO変動に曝された場合、へい死リスクが急激に高まる？ 30

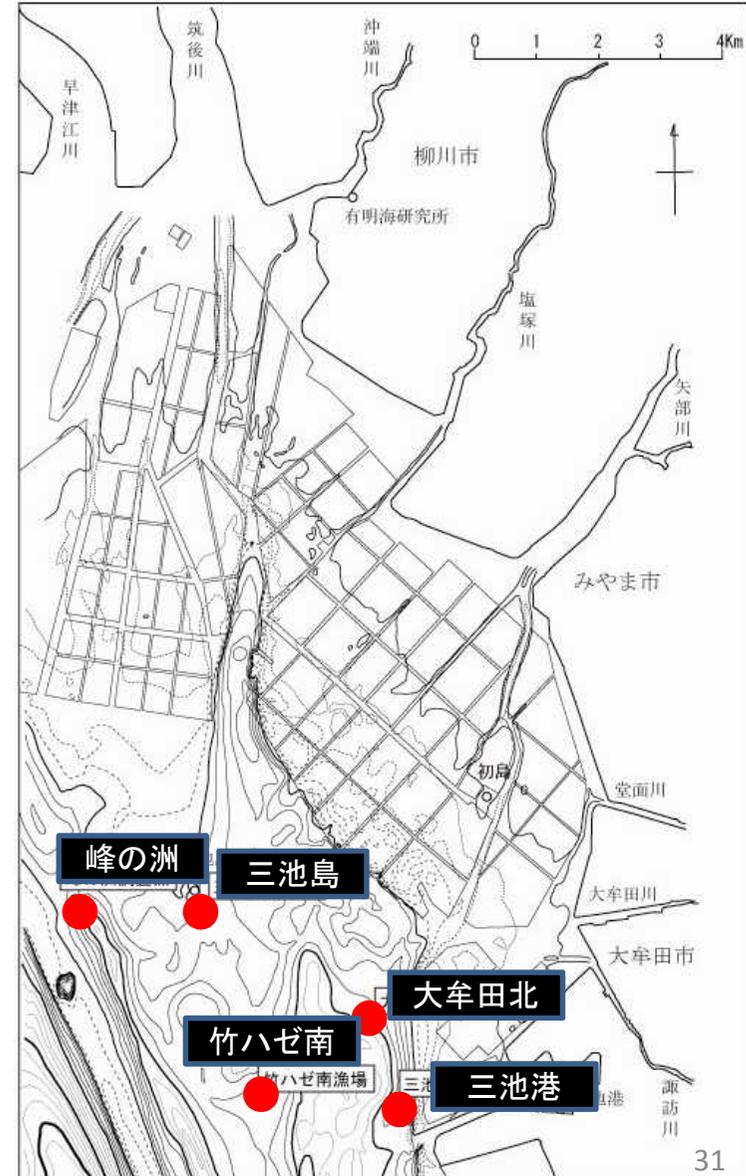
## 有明海奥部東部海域でのタイラギ調査結果

### 〔調査点〕

- ①三池港
- ②大牟田北
- ③三池島
- ④峰の洲
- ⑤竹ハゼ南漁場

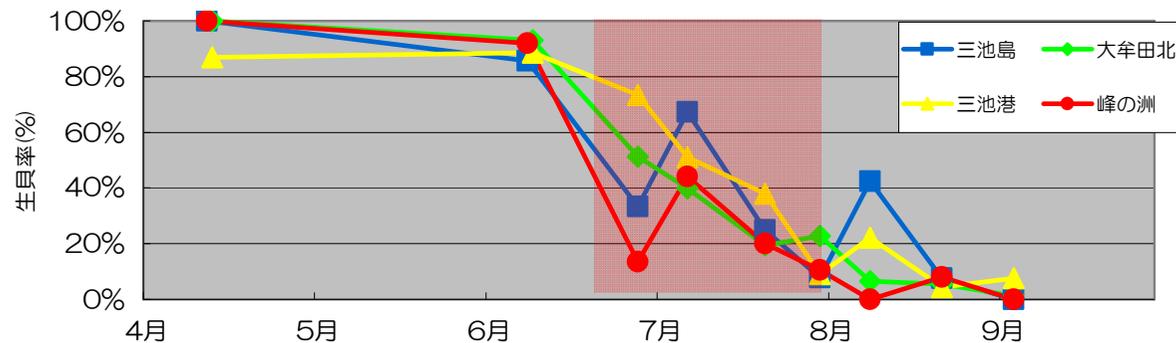
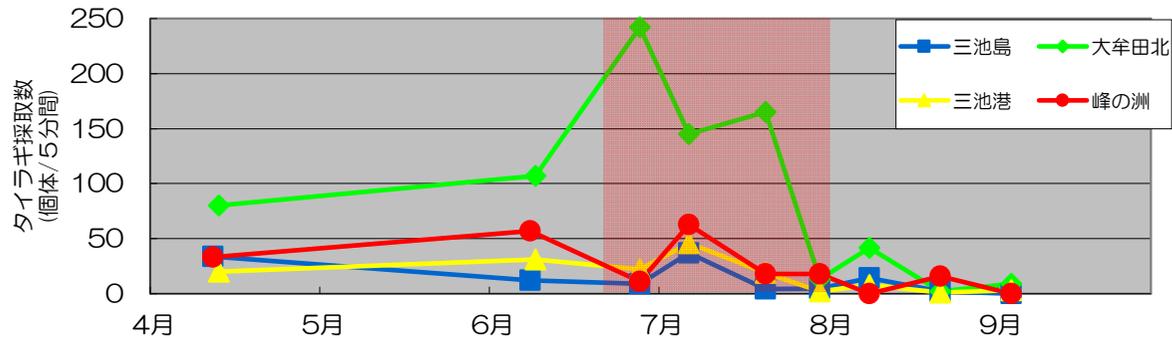
### 〔調査内容〕

- タイラギの生息状況
- 水質(DO, クロロフィル・濁度, 潮流, 水温)
- 底質(浮泥堆積厚、全硫化物量、強熱減量、泥分率、中央粒径)



# 2010年級群生息状況及び生貝率の変動

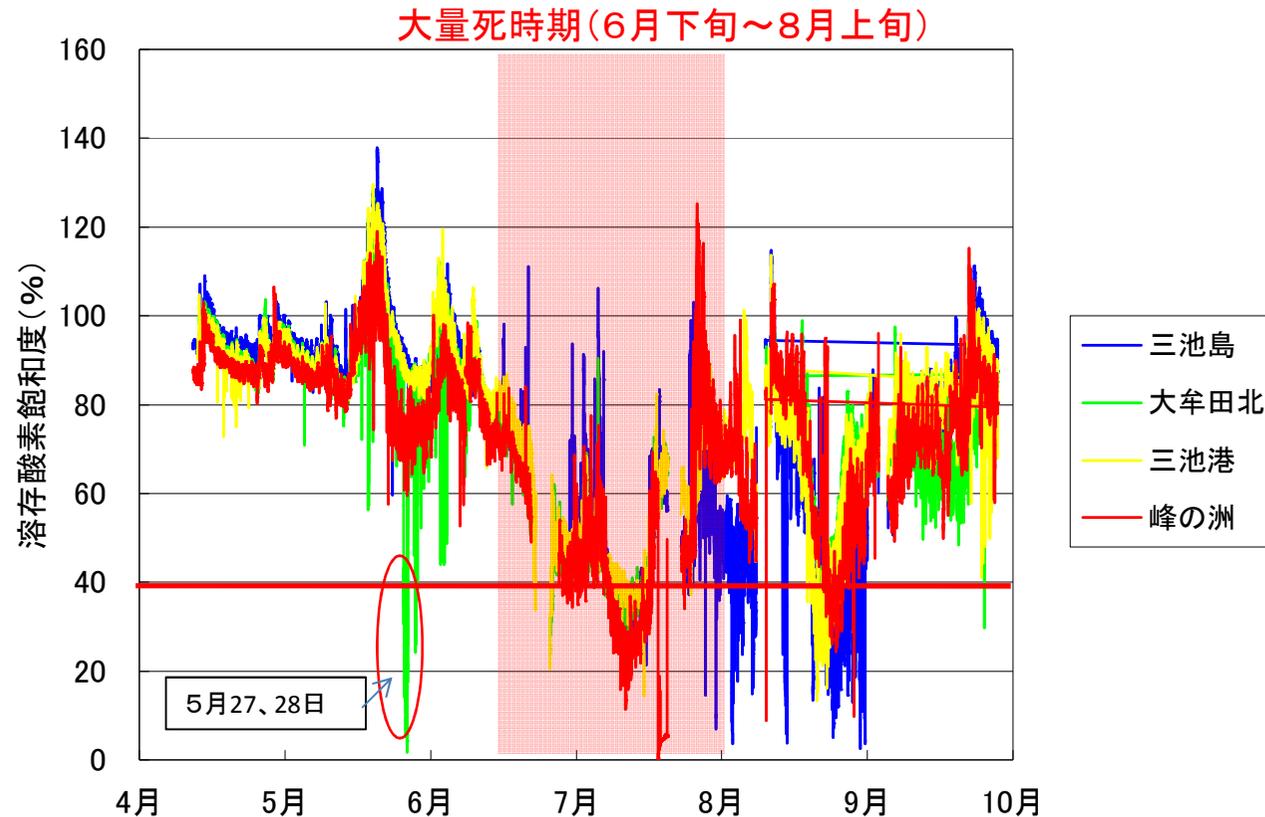
## 大量死時期(6月下旬～8月上旬)



\* 生貝率 = {生貝数 / (生貝数 + 死殻数)} × 100

- ・ 6月下旬に、大牟田北以外の調査点において、採取数が減少し、生貝率も減少した。
- ・ 大牟田北においても、同時期に死殻が増え、生貝率が減少した。
- ・ また、8月1日の調査では、大牟田北の採取数が激減した。
- ・ 8月23日以降の調査では、タイラギの生貝がほとんど採取できなかった。

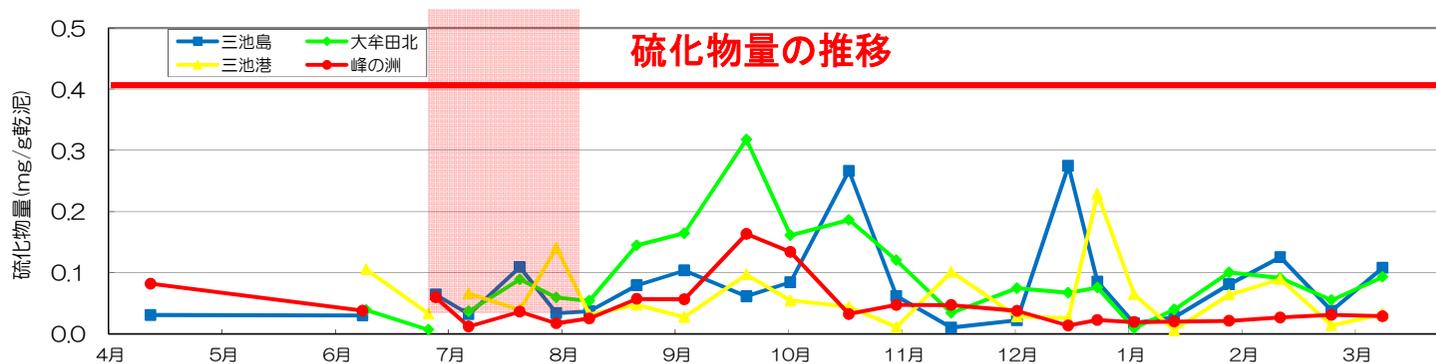
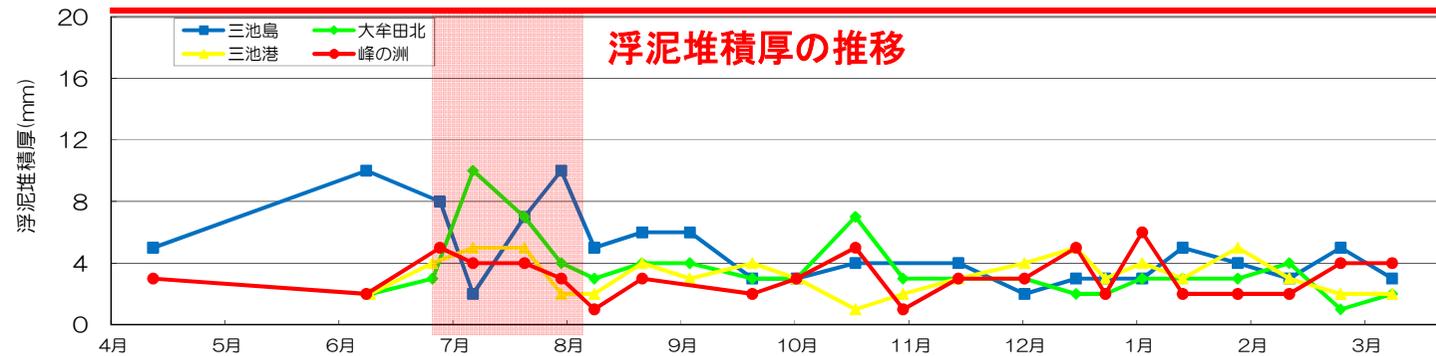
## 溶存酸素飽和度の推移(2011年)



- ・ へい死前の貧酸素は大牟田北において、5月27日から28日にかけて、溶存酸素飽和度が一時的に40%を下回る貧酸素状態が観測されたのみ。
- ・ へい死後の7月中旬以降は、全調査点において、溶存酸素飽和度が40%以下の貧酸素状態(29時間継続)が確認された。

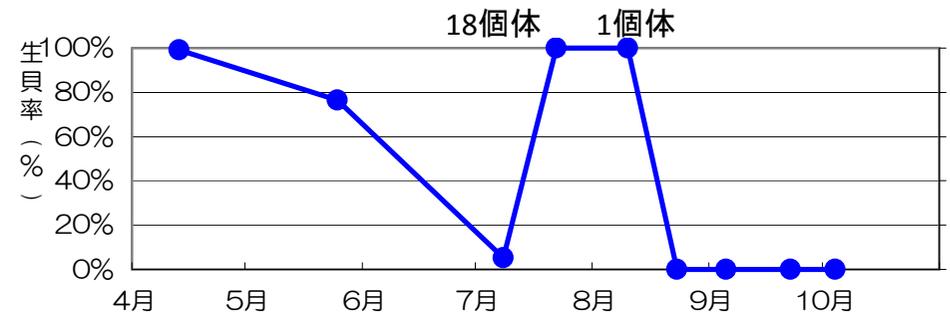
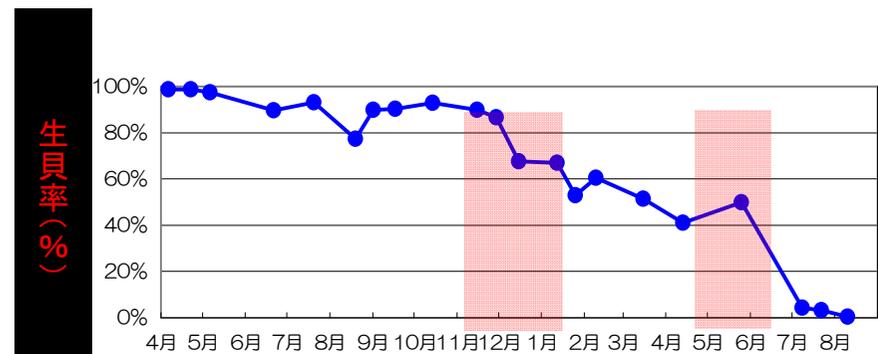
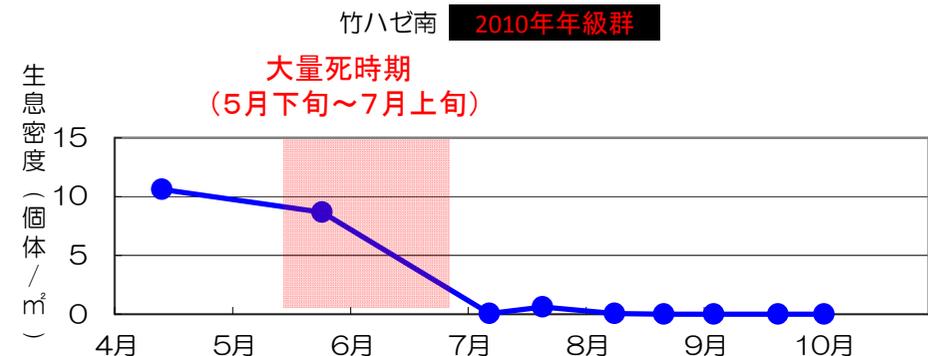
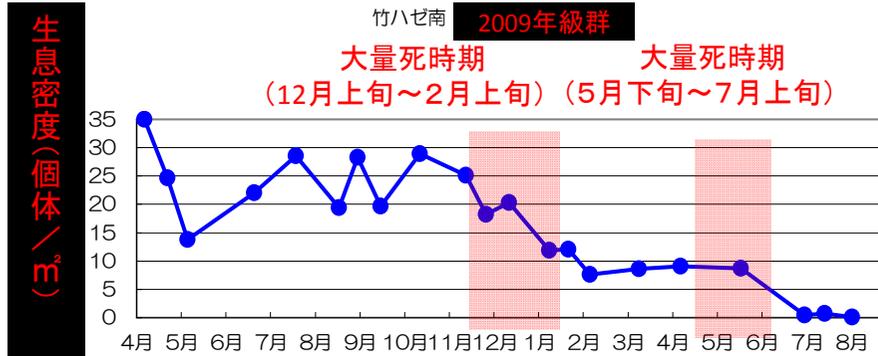
## 4定点の表層(0~5 cm)の底質について

大量死時期(6月下旬~8月上旬)



- ・ 浮泥堆積厚は、全調査点において20 mm以下で推移。
- ・ 硫化物量は、大量死前および斃死期間中、全調査点において0.4 mg/g 乾泥以下で推移。  
→底質に関してタイラギ生息に影響を与える数字は出ていない

## 2009年、2010年級群の生息状況と生貝率の変動(竹ハゼ南)



- ・ 2009年級群の生息密度は、漁期初めの12月上旬から2月上旬にかけて徐々に減少し、その後5月下旬までは安定して推移したが、7月上旬に激減した。
- ・ 2010年級群については、5月下旬までは、目立った大量死は確認できなかったが、7月上旬には、生息数が激減した。

# 湾奥東部海域における大量死の概要

## ●4定点

- ・2010年級群は、6月下旬～8月上旬の期間中に大量死
- ・大量死前の水質(DO)や底質からは、タイラギのへい死要因を特定できず。

## ●竹ハゼ南

### 【大量死状況】

- ・2009年級群は、当歳貝の期間中、ほとんどへい死せず。
- ・2010年級群は、5月下旬から大量死。

### 【軟体部肥満度(参考)】

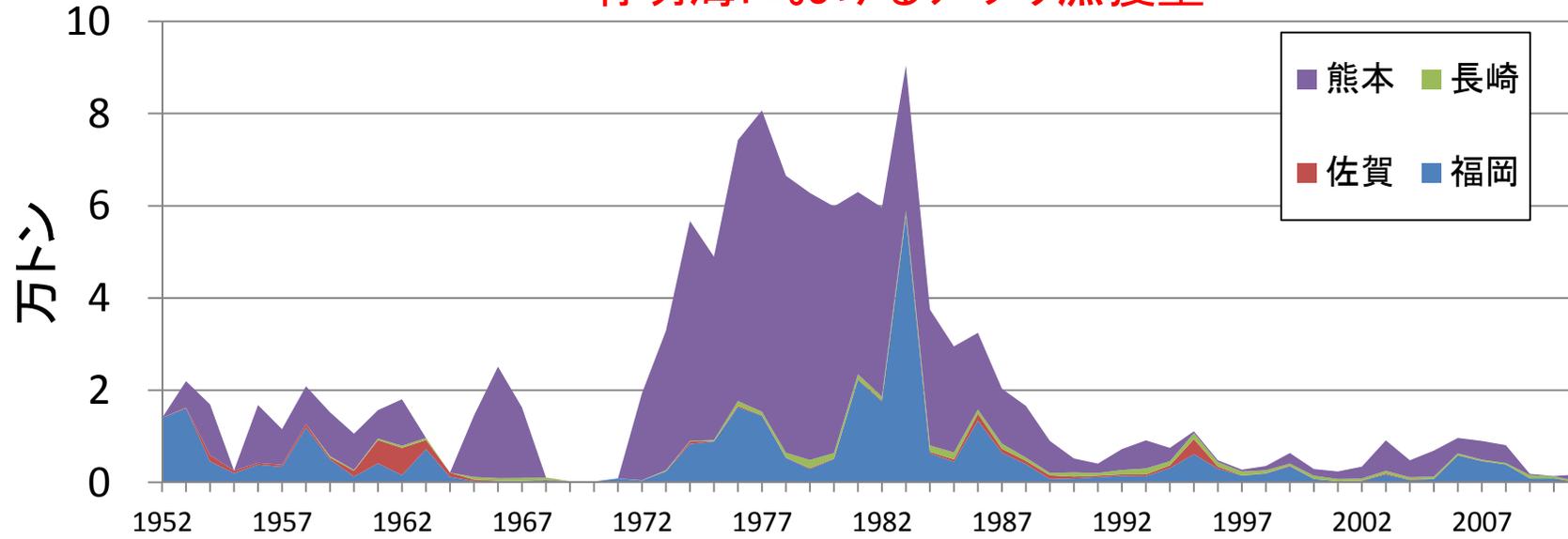
- ・軟体部肥満度は、へい死がほとんどなかった2009年級群が大量死した2010年年級群より高い値で推移。  
→成熟度、肥満度、年令が大量死と関係か

## ■ タイラギ大量死に関する概要

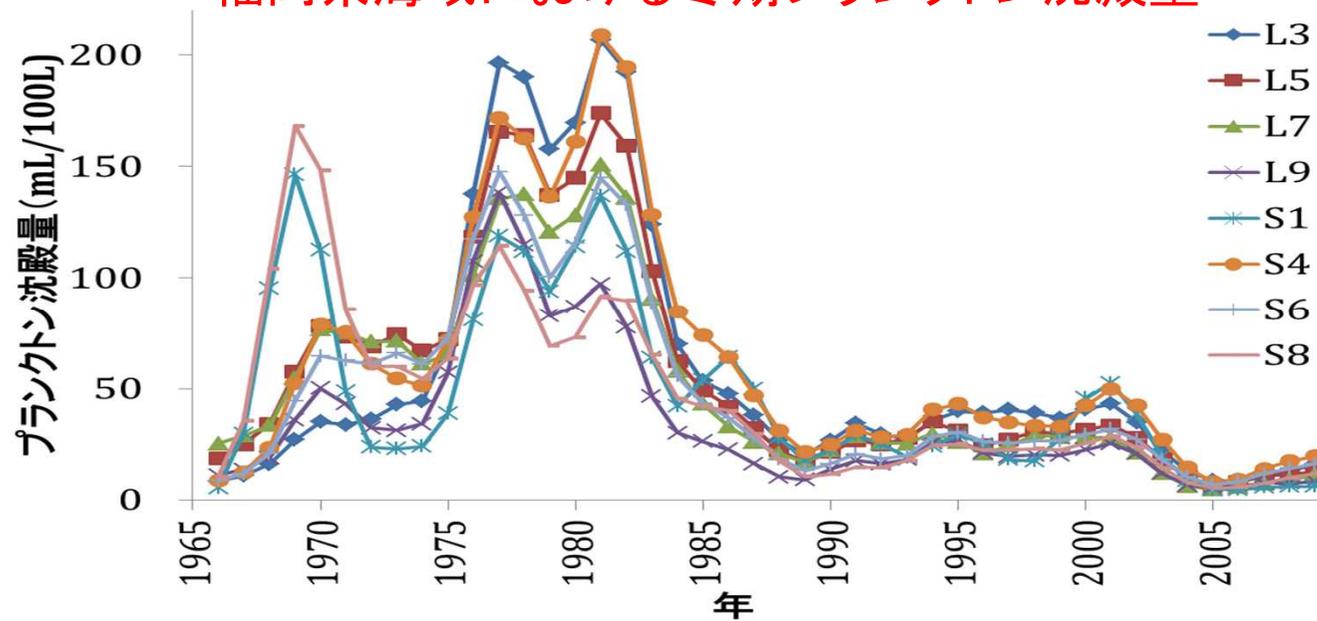
- ① 湾奥西部海域においては、貧酸素水塊の発達や低塩分によって、ほとんどの資源が消滅する現象が繰り返されている。
- ② 湾奥西部でのタイラギ大量死を引き起こす溶存酸素濃度は飽和度で20%以下である。
- ③ 湾奥東部海域に関して大量死が頻発しているが、貧酸素の発生は西部海域よりも軽微であり、因果関係は不明である。
- ④ 産卵期を中心とした立ち枯れへい死が最大の減耗要因であり、引き続き原因究明が必要である。

## ④ アサリ浮遊幼生や着底稚貝の動向と 餌料関係との関係

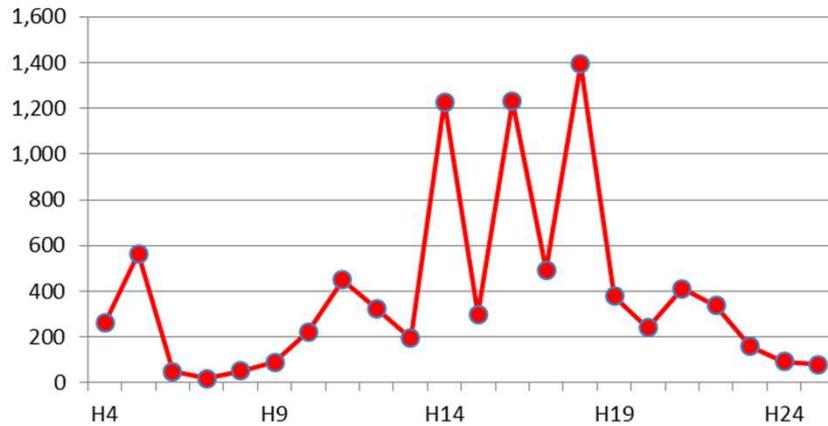
## 有明海におけるアサリ漁獲量



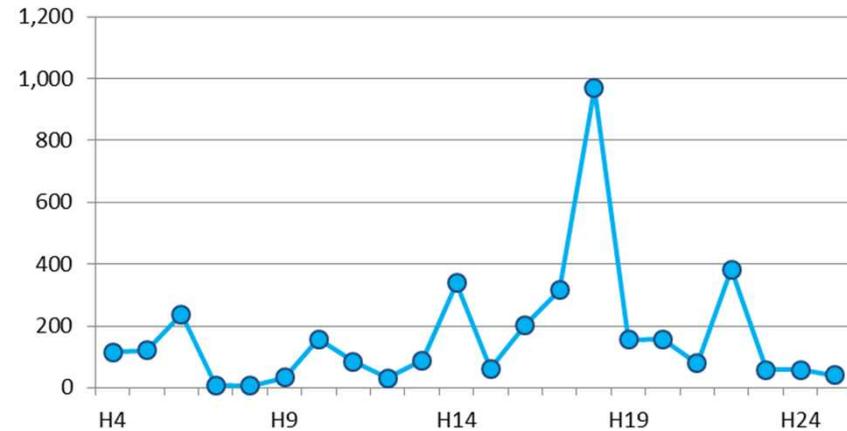
## 福岡県海域における冬期プランクトン沈殿量



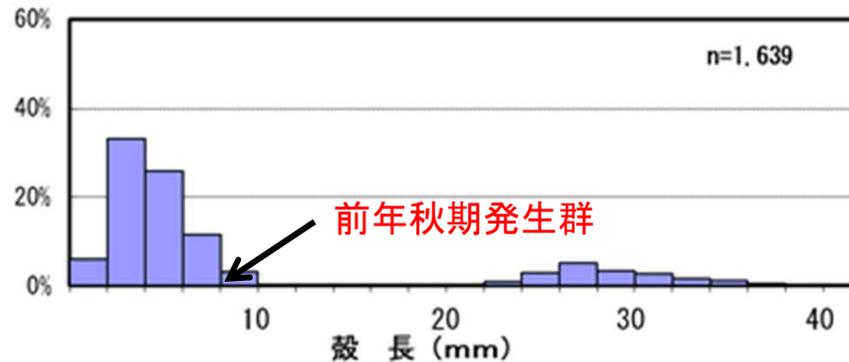
# 1. アサリの調査概要(緑川河口域)



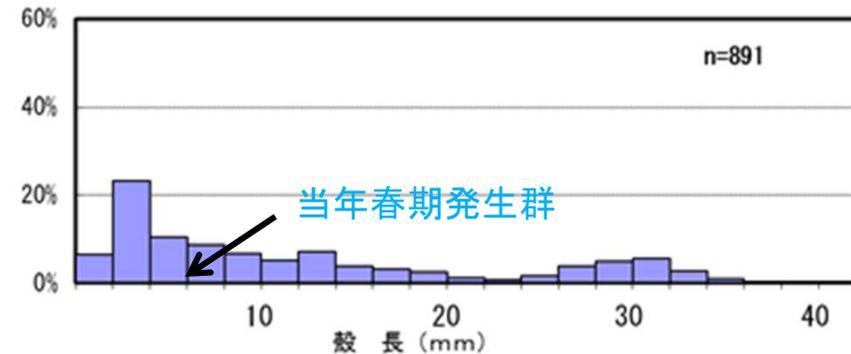
第1回調査アサリ平均生息密度の推移 (個/m<sup>2</sup>)



第2回調査アサリ平均生息密度の推移 (個/m<sup>2</sup>)



平成25年緑川河口域一斉調査第1回調査殻長組成

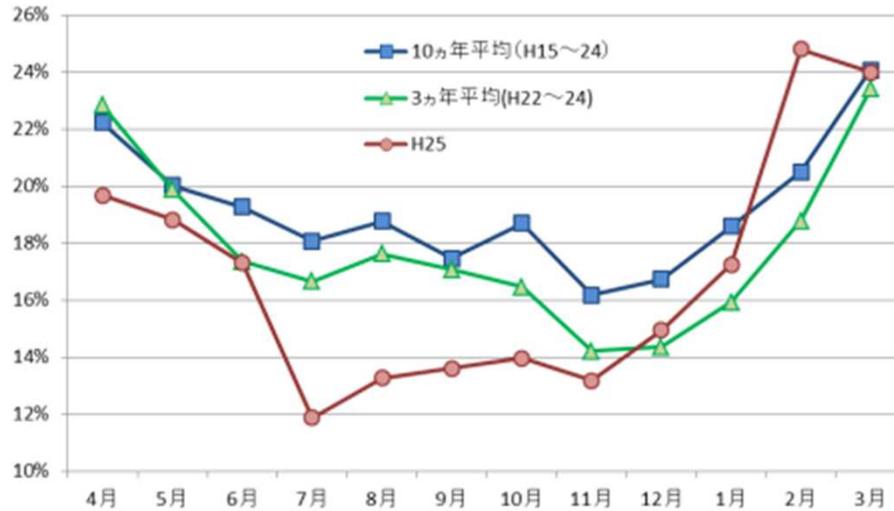


平成25年緑川河口域一斉調査第2回調査殻長組成

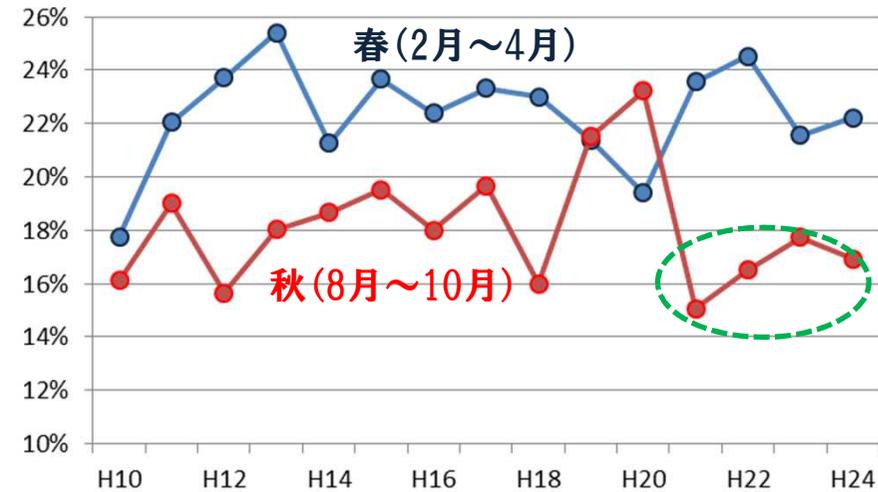
- 平成14年以降資源の回復傾向が見れたが、この時期は秋期発生群が資源増大に貢献していた。
- 近年は秋期発生群のみならず、春期発生群も低密度で、再生産サイクルの低下が顕在化している。

## 2. アサリの調査概要(肥満度)

サンプル採取場所: 緑川河口域



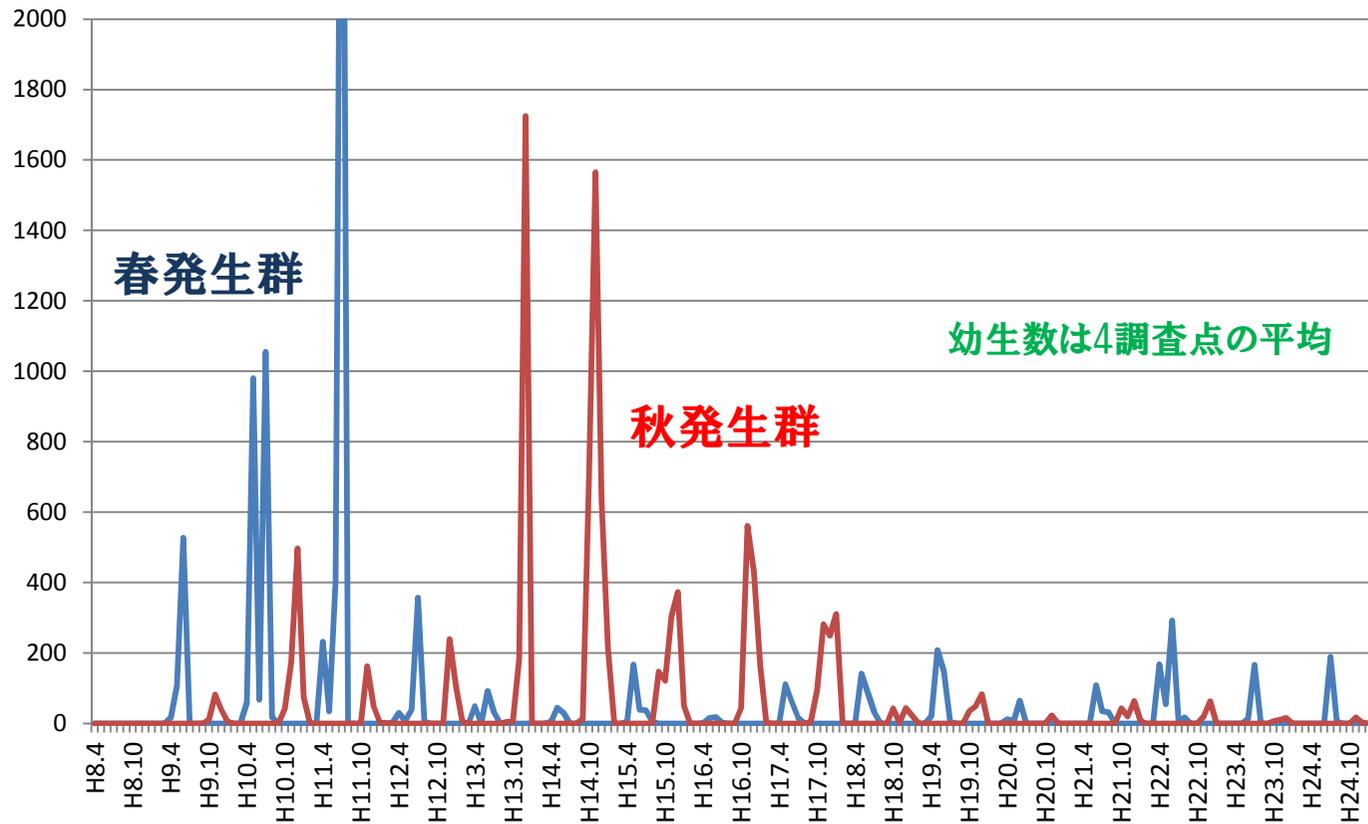
月ごとの肥満度の推移



産卵期ごとの肥満度の推移

- H25年の月ごとの肥満度の推移を、10年平均と比較すると7月から11月にかけて平年、直近3カ年と比較して、低い傾向にあった。
- 産卵期ごとの肥満度の平均値の推移において、秋の平均値が低い傾向が継続している。

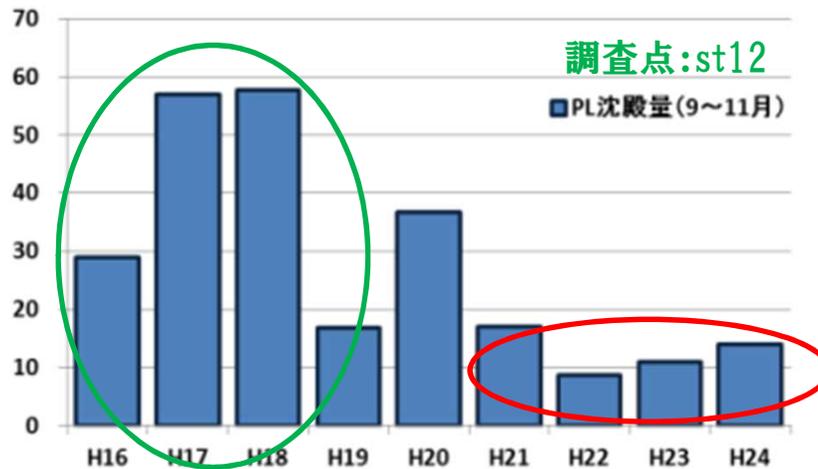
## 2. アサリの調査概要(浮遊幼生)



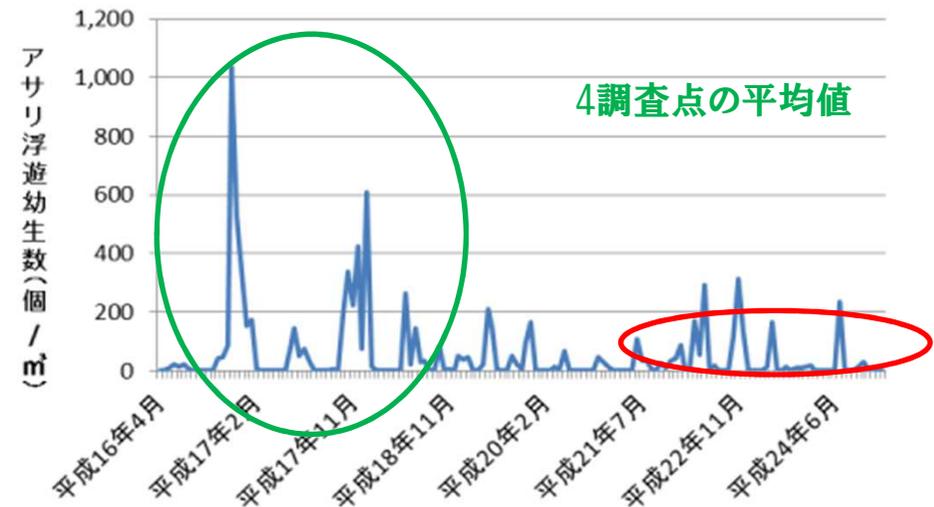
### 緑川河口域におけるアサリ浮遊幼生 (H8.4~H25.3)

- H24年のアサリの浮遊幼生の発生状況は、春期・秋期ともに依然低い状況。
- 特にアサリ資源増大に貢献する秋期の浮遊幼生発生量が非常に少ない。

## 2. アサリの調査概要(プランクトン沈殿量と浮遊幼生数)



緑川河口域におけるプランクトン(PL)沈殿量の推移(H16~H24)



緑川河口域における浮遊幼生数の推移(H16~H24)

- 比較的アサリ資源回復が見られた平成14~20年にかけてはプランクトン沈殿量が多く推移していた。
- 平成21年以降、プランクトン沈殿量の平均値が、低い傾向が続いている。
- 熊本県におけるアサリ資源量のカギを握る秋期の浮遊幼生発生量が、近年少ない。

## ■ アサリ浮遊幼生、着底稚貝に関する概要

- ① 有明海中部東部海域のアサリ資源は平成21年(2009年)以降に激減している。
- ② 資源の減少は稚貝の発生状況(特に秋期発生群)が低迷していることが主原因である。
- ③ 平成21年以降は、秋期発生群に影響すると思われる夏期のプランクトン沈殿量の低下とアサリ肥満度低下が顕著である。このことが、親貝の成熟度を低下させ、結果的に浮遊幼生の発生量、稚貝の発生量が低位で推移する原因となっていることが推定された。

有明海湾奥西部、東部、中部東部海域で餌環境の低下が示唆された。引き続きこれらが二枚貝資源変動に与える影響について検討が必要

## ⑤ アサリ漁場の底質評価

# 1. 平成18年評価委報告書での指摘

アサリ減少の要因として以下の項目が指摘された

- ・過剰な漁獲圧
- ・底質環境の変化(細粒化) →今回追加資料
- ・ナルトビエイによる食害
- ・~~有害赤潮(*Chattonella*等)~~
- ・~~マンガン~~

# 1. 平成18年委員会指摘:底質環境の変化

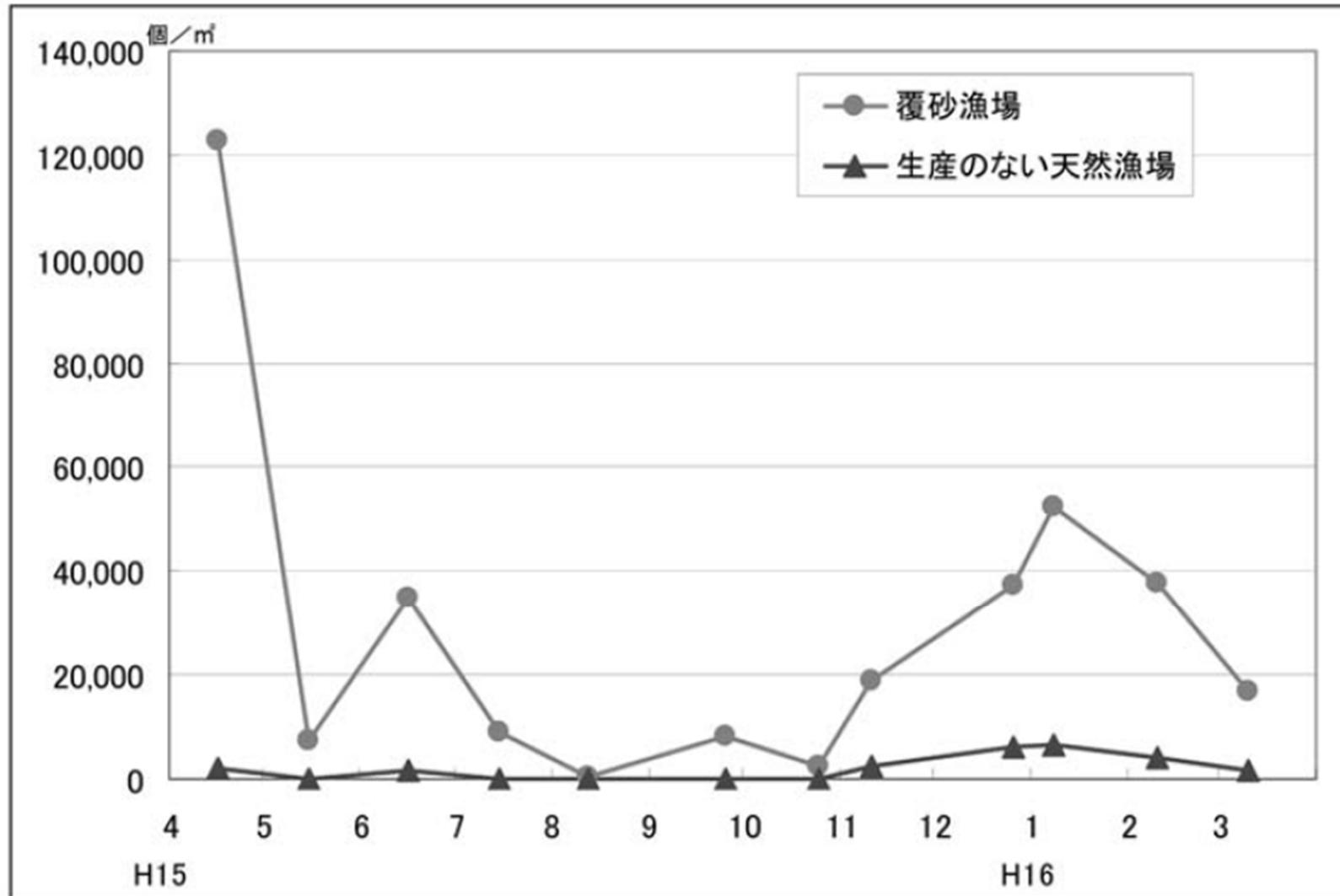


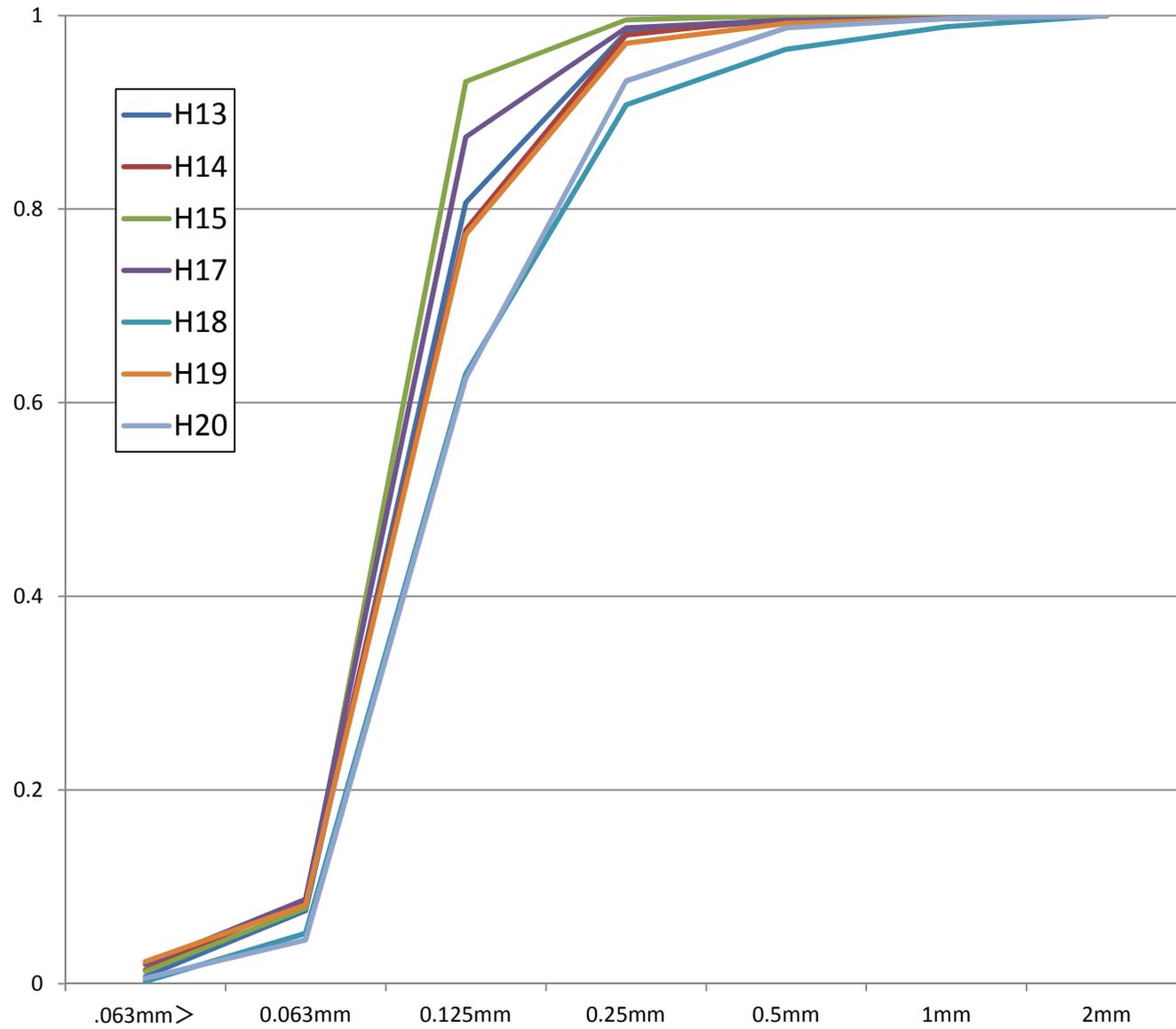
図4.3.10 緑川河口域のアサリ分布密度の推移(着底稚貝)

# 1. 平成18年委員会指摘：底質環境の変化

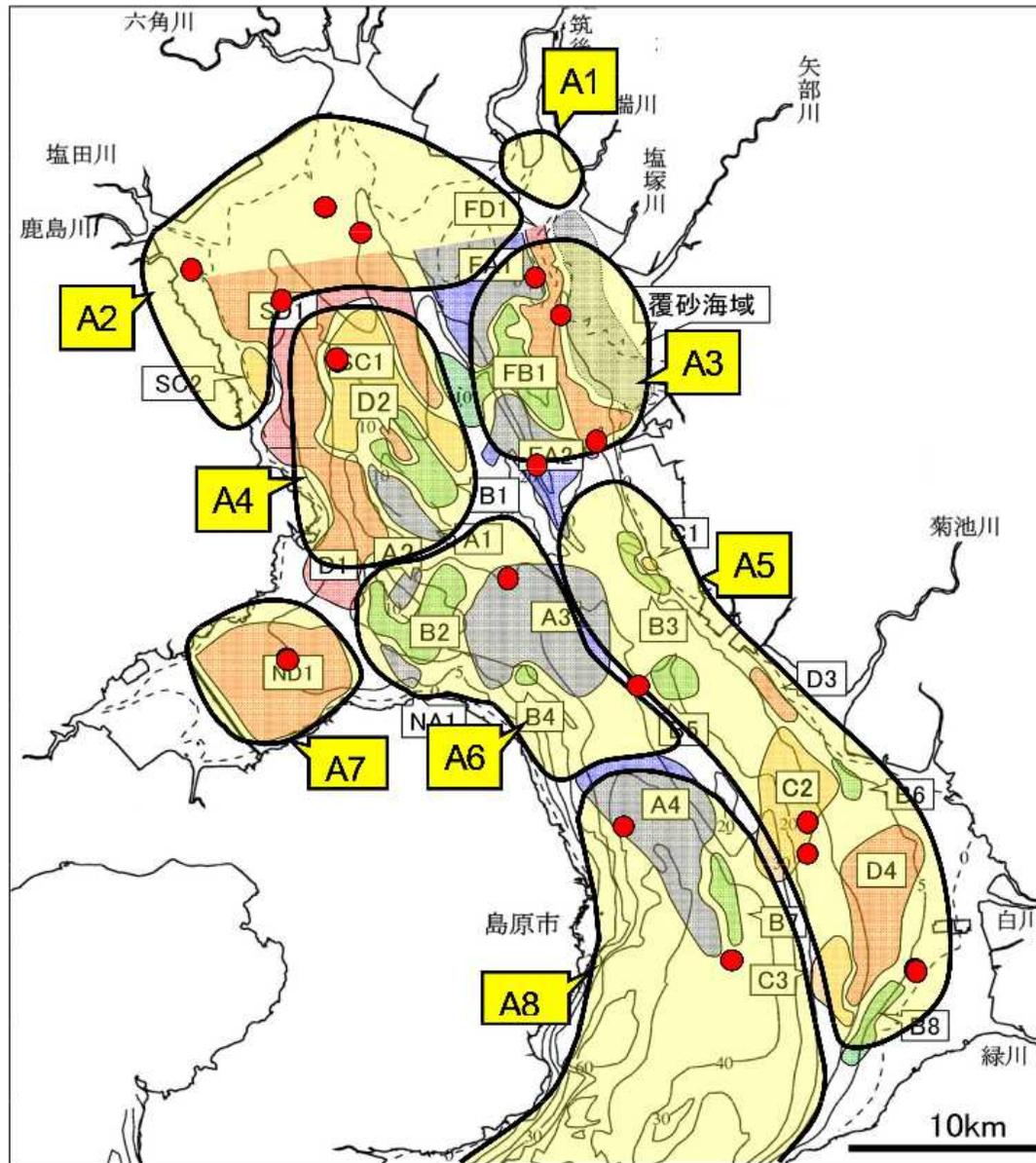
表 4.3.2 熊本県緑川河口のアサリの漁獲量と干潟の中央粒径値

西暦	年号	アサリの漁獲量		中央粒径	
		漁獲量 (ton)	変化率 (%)	中央粒径値 (mm)	変化率 (%)
1972	昭和47年	7.152	31.2		
1973	昭和48年				
1974	昭和49年	27.327	119.2		
1975	昭和50年	25.125	109.6		
1976	昭和51年	37.821	165.0		
1977	昭和52年	42.010	183.2		
1978	昭和53年	39.117	170.6		
1979	昭和54年	38.633	168.5		
1980	昭和55年	36.994	161.4		
1981	昭和56年	22.926	100.0	0.212	100.0
1982	昭和57年	21.274	92.8		
1983	昭和58年	19.485	85.0		
1984	昭和59年	20.175	88.0		
1985	昭和60年	12.825	55.9		
1986	昭和61年	11.567	50.5		
1987	昭和62年	10.182	44.4		
1988	昭和63年	8.799	38.4		
1989	平成元年	3.753	16.4		
1990	平成2年	1.513	6.6		
1991	平成3年	1.633	7.1		
1992	平成4年	411	1.8		
1993	平成5年	338	1.5		
1994	平成6年	43	0.2	0.203	95.7
1995	平成7年	20	0.1		
1996	平成8年	22	0.1	0.182	85.8
1997	平成9年	4	0.0	0.191	89.9
1998	平成10年	509	2.2	0.194	91.7
1999	平成11年	1,418	6.2	0.194	91.7
2000	平成12年	1,119	4.9	0.204	96.1
2001	平成13年	840	3.7	0.197	93.0
2002	平成14年	1,532	6.7	0.194	91.7
2003	平成15年	5,038	22.0	0.191	90.3

# 熊本県・緑川河口(天然漁場)の粒度組成



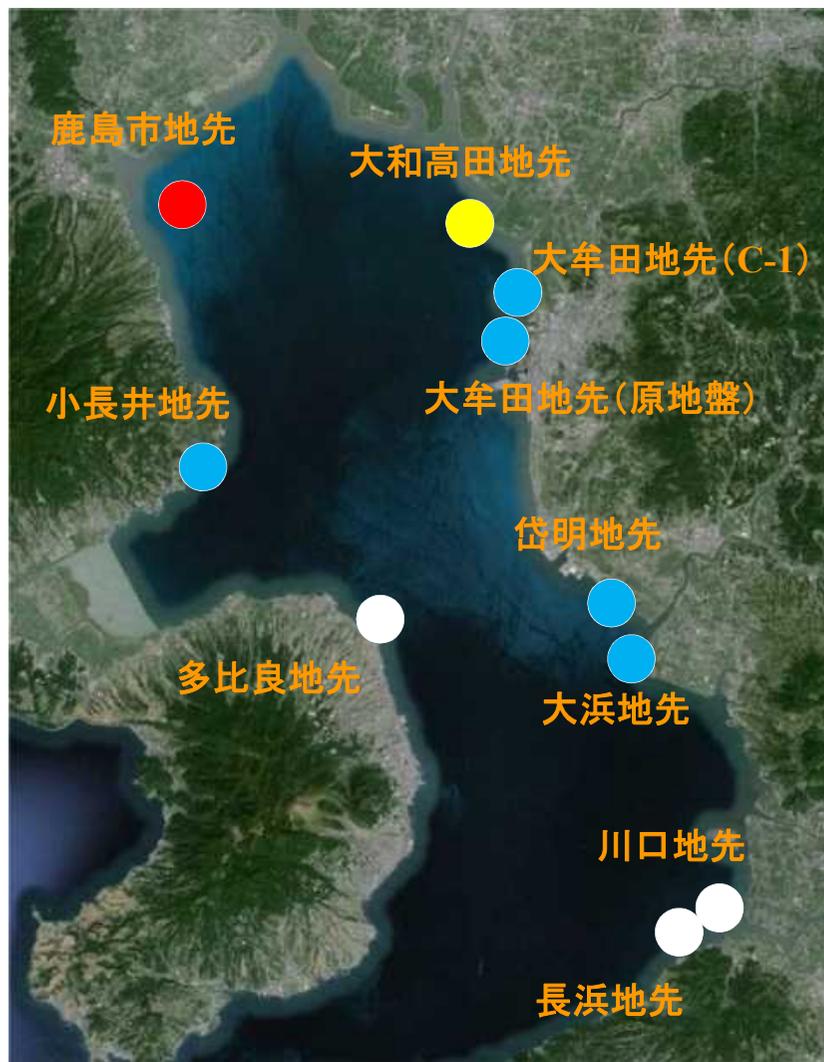
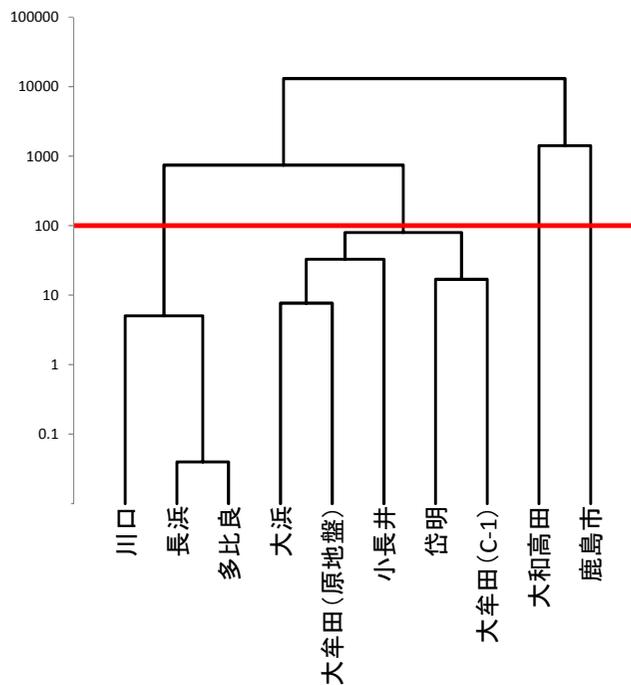
有明海・八代海等総合調査評価委員会  
生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会(第2回)提出資料



有明海・八代海等総合調査評価委員会  
 海域再生対策検討作業小委員会(第6回)提出資料

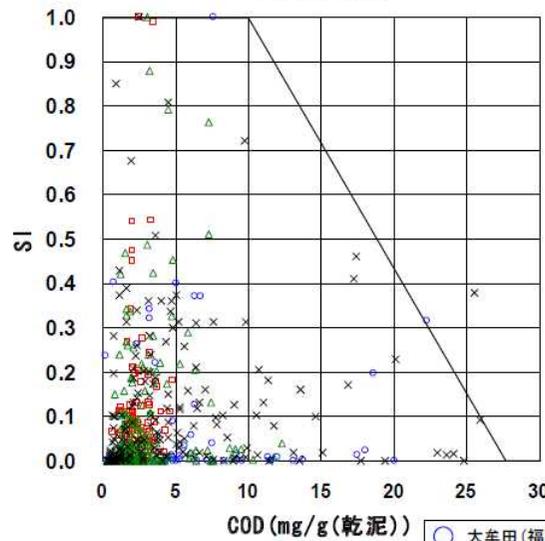
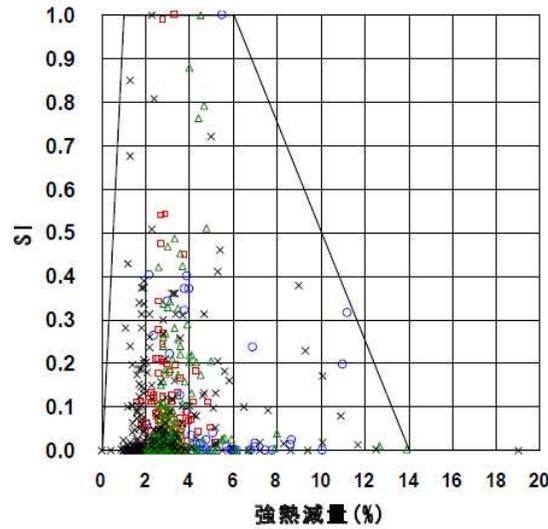
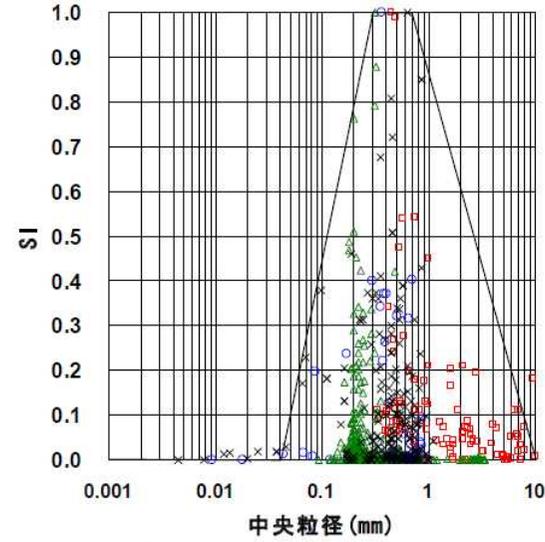
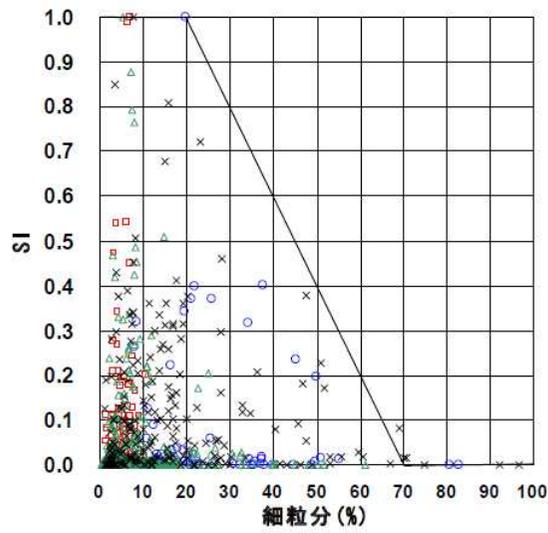
## アサリ漁場の底質環境について

- アサリについては有明海全域に生息する有用二枚貝であるが、沖合の底質区分と分布には必ずしも相関がない。
- 実際のアサリ漁場で蓄積された底質データを収集、整理、検討する必要がある。
- H17年以降のアサリ漁場において水産庁が実施した漁場改善事業から底質調査データを収集した。



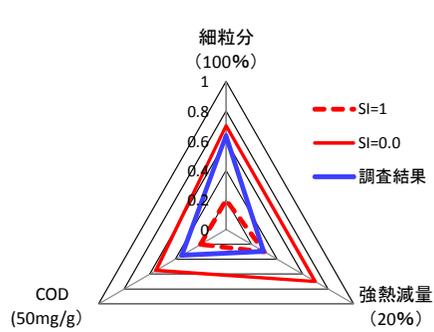
## クラスター分析によるアサリ漁場の底質区分

以下、平成25年度 各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業報告書より

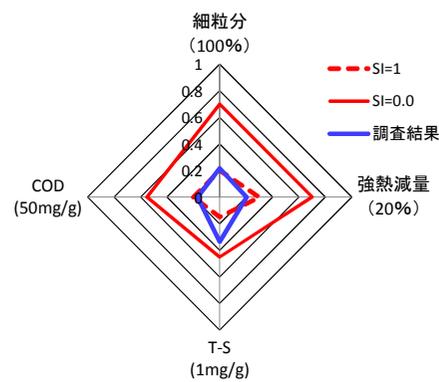


- 大牟田(福岡)
- 多比良(長崎)
- △ 長浜(熊本)
- × 大浜(熊本)

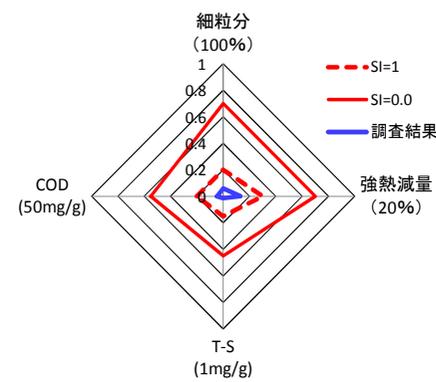
## 底質とアサリの適性指数 (SI) の関係



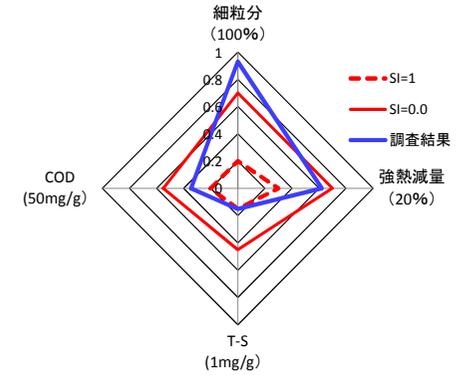
大和高田 (福岡県)



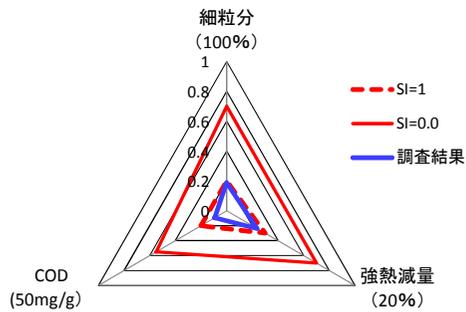
岱明 (熊本県)



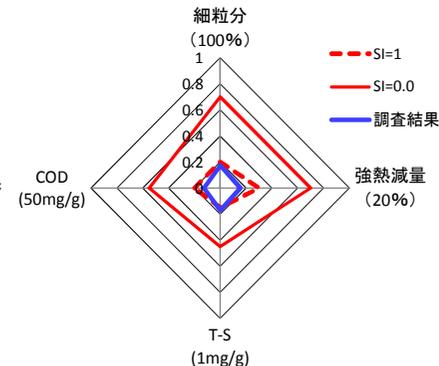
長浜 (熊本県)



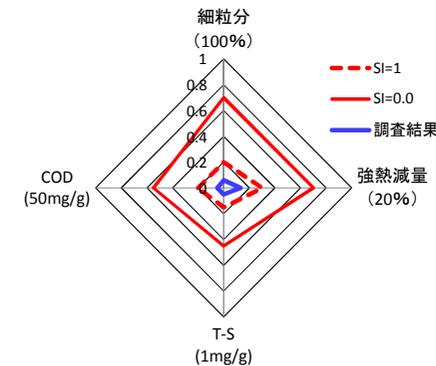
鹿島市 (佐賀県)



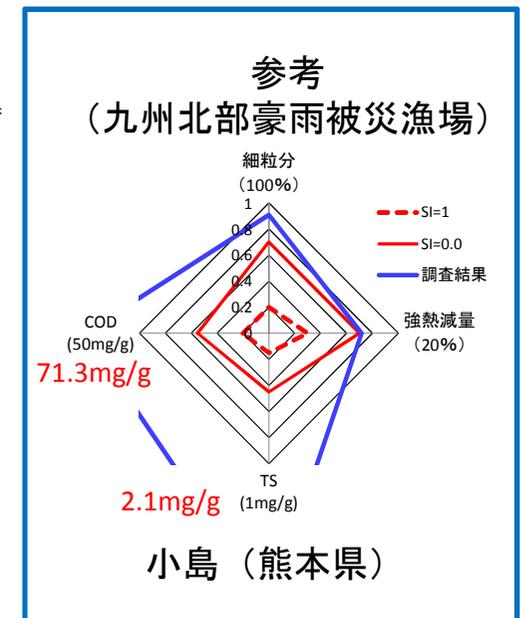
大牟田：原地盤 (福岡県)



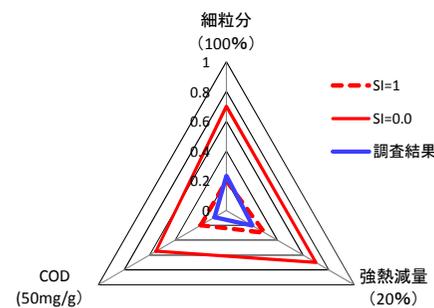
大浜 (熊本県)



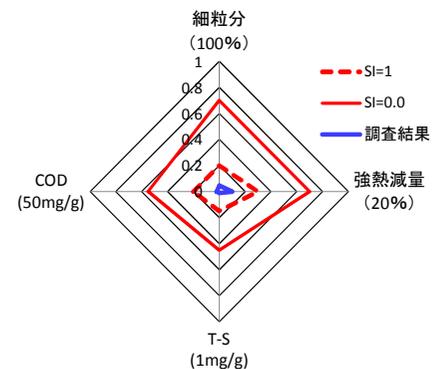
多比良 (長崎県)



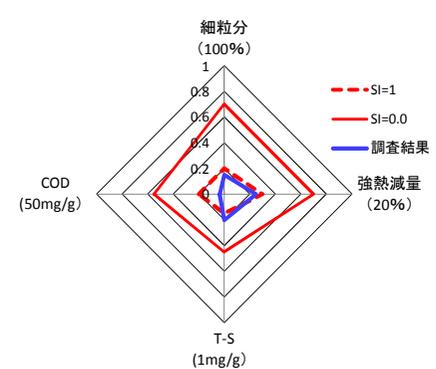
小島 (熊本県)



大牟田：C-1 (福岡県)



川口 (熊本県)



小長井 (長崎県)

## 定点毎の底質とアサリの適性指数 (SI) の関係



漁場名(県名)	HSI
大和高田(福岡県)	0.38
大牟田(C-1)	0.94
大牟田(原地盤)	0.86
岱明(熊本県)	0.94
大浜(熊本県)	0.94
川口(熊本県)	1.00
長浜(熊本県)	1.00
多比良(長崎県)	1.00
小長井(長崎県)	0.98
鹿島(佐賀県)	0.00

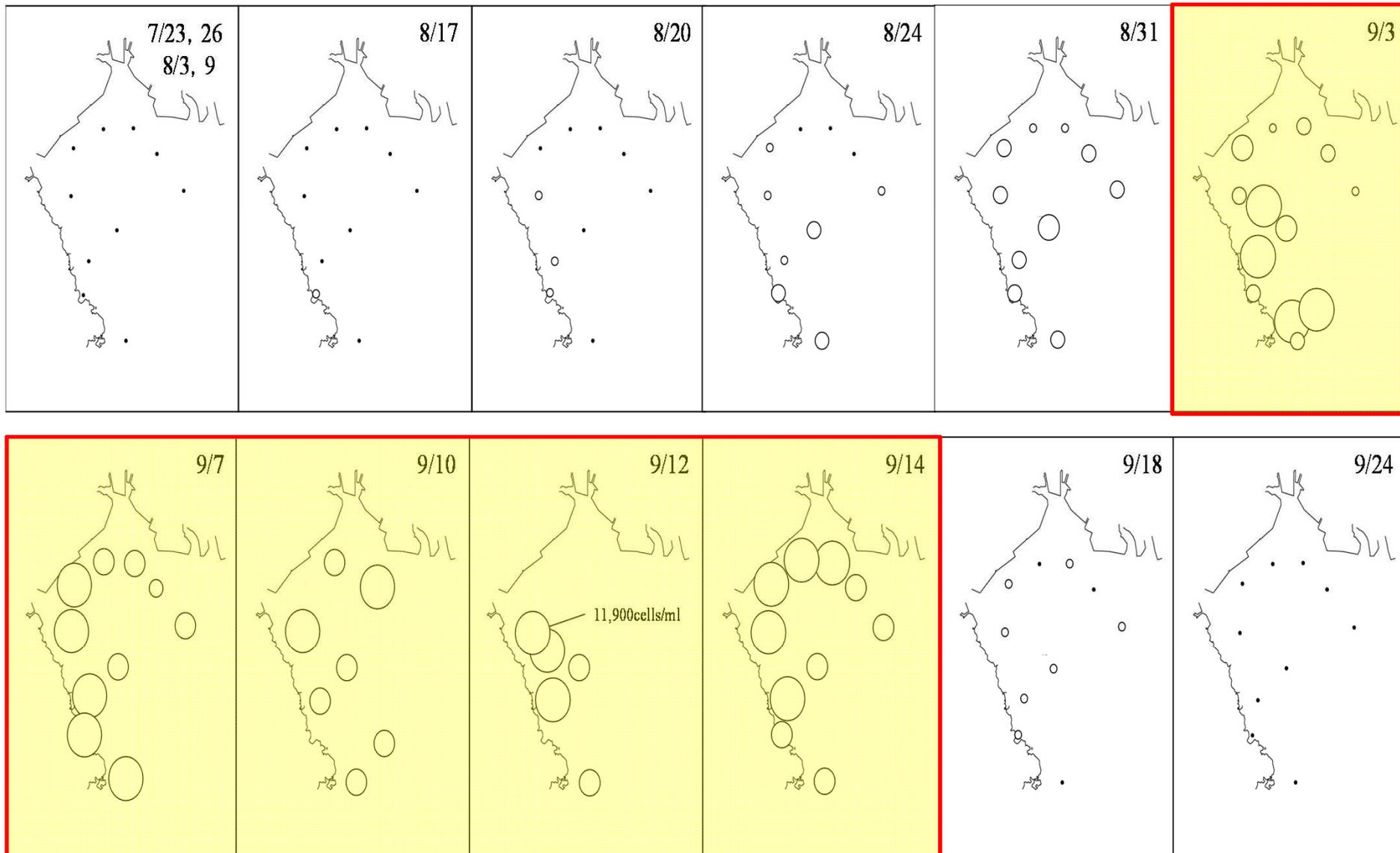
各アサリ漁場における生物生息環境適正指数(HSI)

# アサリ漁場底質の現状について

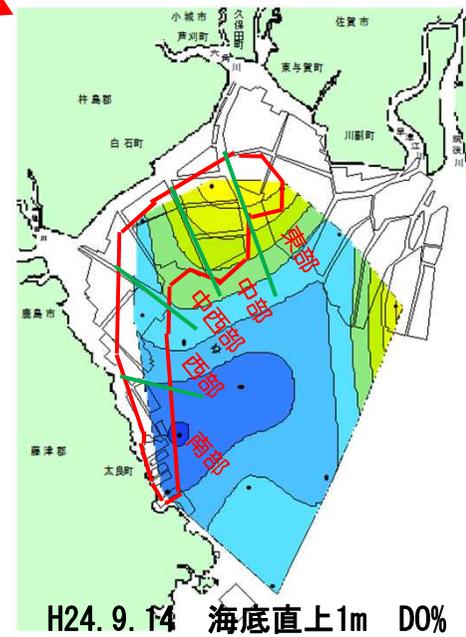
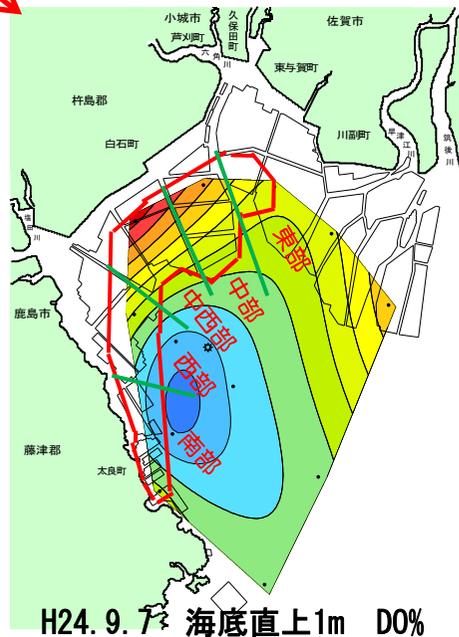
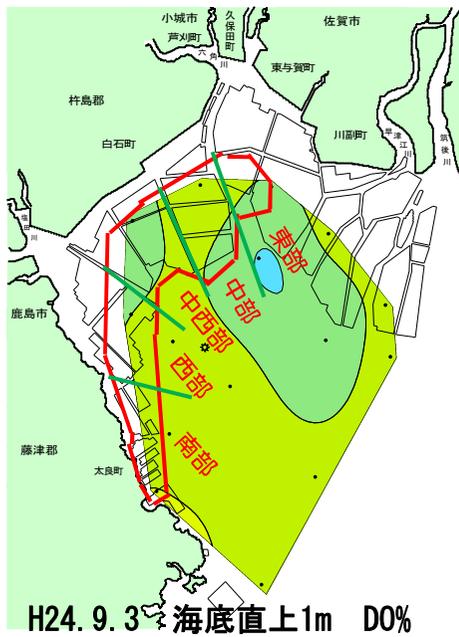
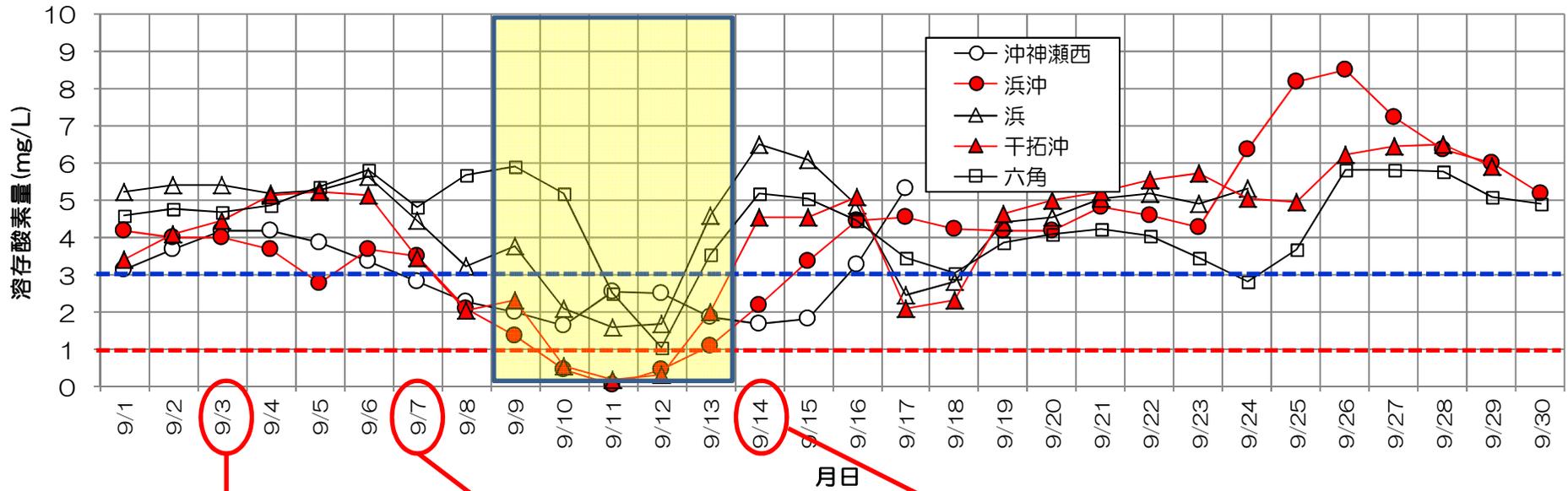
- 有明海中南部のアサリ漁場については、漁業者の漁場保全などの努力もあり、高いHSIが保たれている。2008年以降のアサリ資源の急減については、底質悪化が原因とは必ずしも断定できない。
- 一部ではあるが、平成24年九州北部豪雨の影響で底質がアサリの生息に適さない漁場が見られる
- 近年はHSIが保たれたアサリ漁場でも着底稚貝の減少や成長不良が顕在化している。
- 餌料環境や幼生ネットワークの縮小などの視点を踏まえた関連図の改訂が必要。

⑥ 湾奥西部での貧酸素水塊とサルボ  
ウへい死について

# 2012年7月から9月におけるシャットネラ属の水平分布の経時変化 (各定点で確認された最高細胞密度)

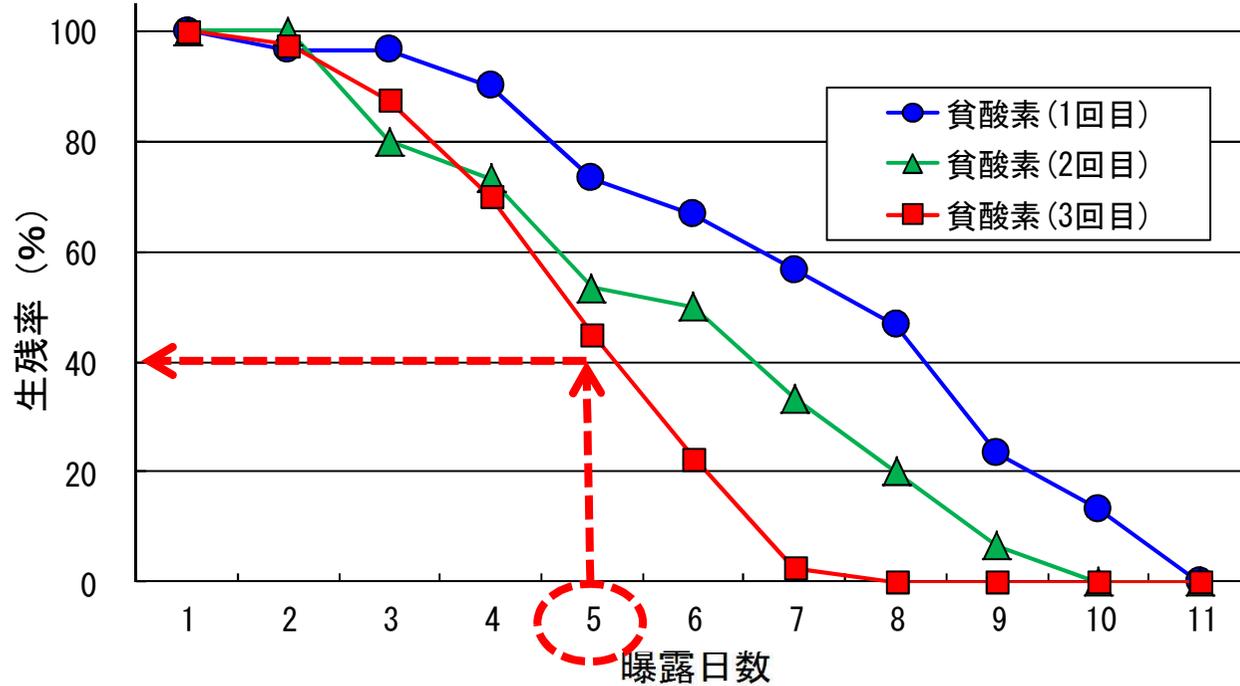


# 2012年9月に有明海奥部西部海域で発生した貧酸素水塊

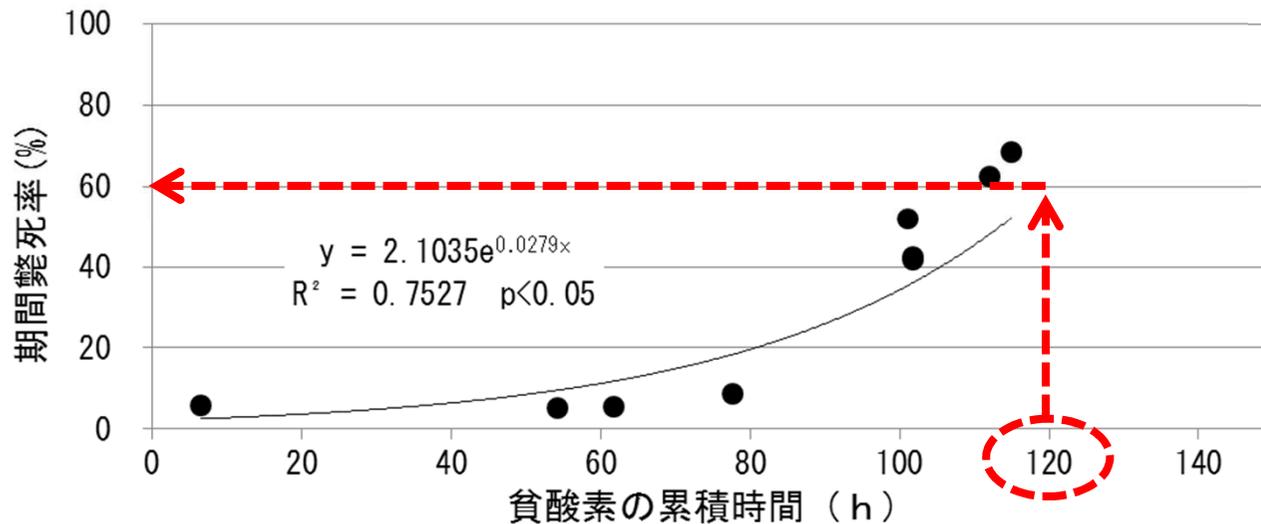


# ○サルボウ斃死と貧酸素との関係

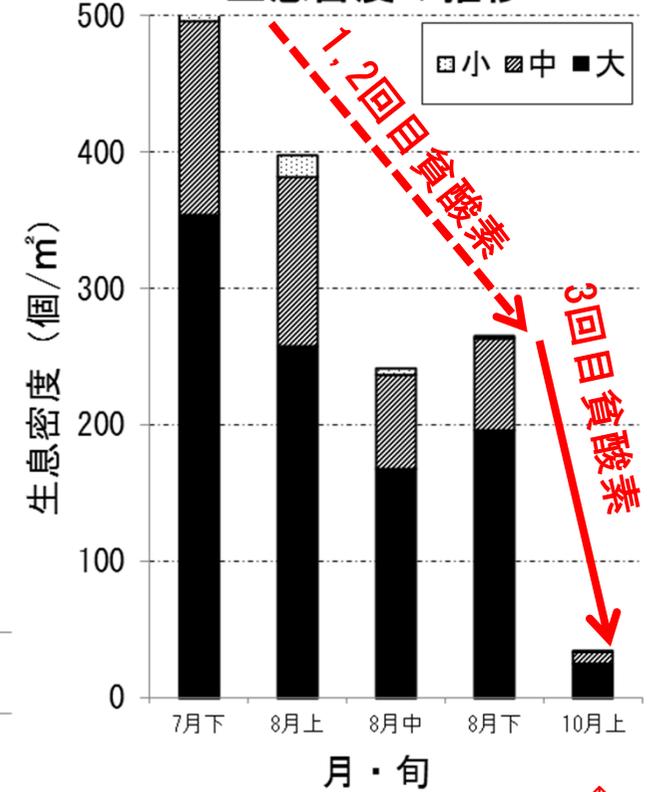
水温27℃、塩分25条件下における貧酸素暴露試験(室内試験)



サルボウ期間斃死率と貧酸素(D01mg/L以下)累積時間との関係



里地先漁場のサイズ別生息密度の推移



↑ シャットネラ赤潮に起因する貧酸素

## サルボウ漁場での貧酸素水塊

- 7～8月の小潮期に成層強度の増加に伴う貧酸素が毎年発生。
- シャットネラ赤潮発生は、急速かつ一時的な貧酸素発生を助長。
- 貧酸素によるサルボウへい死については、水温、塩分、成熟度、底質中の硫化物等の影響を受けて変動する。