

**有明海・八代海等総合調査評価委員会  
水産資源再生方策検討作業小委員会(第4回)  
令和元年11月29日(金)**

**各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業  
(平成25～29年度)**

水産庁委託事業

受託者:一般社団法人マリノフォーラム21他

(正式名称:各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業共同実施機関)

# 事業コンセプト

対象種 アサリ

ねらい 漁場の環境改善・維持のための技術開発

コンセプト

- ★ 漁業者が自ら実施できる技術の開発
- ★ 漁業者と共に行う技術開発（漁業者からの提案）

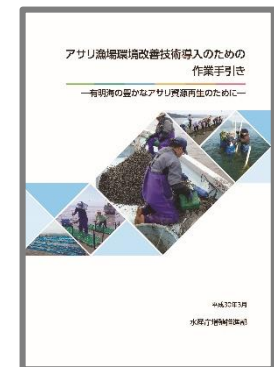


- 地区協議会の開催（3回/年）・・・福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県



- 技術検討・評価委員会でさらなる協議、検討

成果 作業手引きの作成



# 実施場所



※( )内は調査地点番号

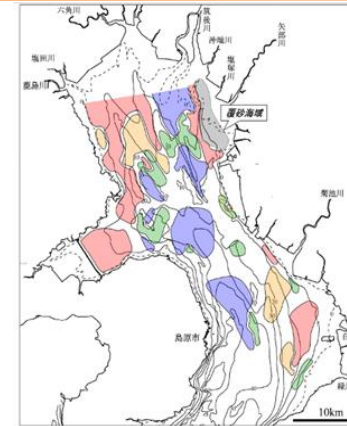
平成25年度以降、18地先25漁場の干潟域において実証実験を実施  
噴流式耕耘, 砂散布, 礫散布, 小規模作濡, 振り紐, 高地盤覆砂域造成など...

# 実施場所



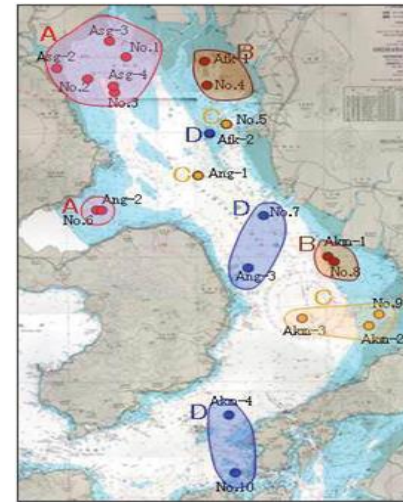
※( )内は調査地点番号

(参考)

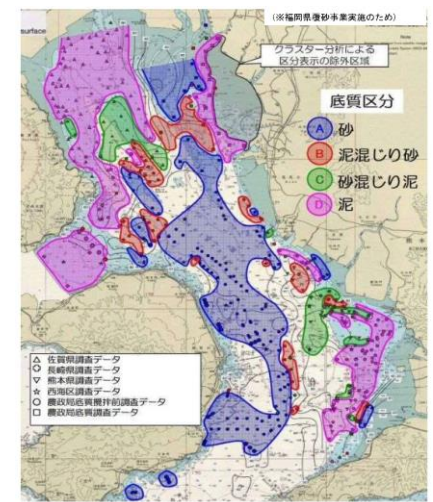


園田(2011)による底質区分結果

海域区分	含泥率 %	強熱減量 %	COD mg/g	全炭化物 mg/g
A	13.4	4.4	3.5	0.06
B	36.3	7.4	7.4	0.16
C	71.0	9.2	9.4	0.15
D	90.6	11.1	15.5	0.34



有明海・八代海等総合調査評価委員会(2011)による底質区分結果



九州農政局(2019): 有明海漁場環境改善連絡協議会(第27回), 会議資料 資料2-5

本事業では、25ヶ所のアサリ漁場で環境調査を実施  
(参考) 既往知見では、主に沖合域(潮下帯)の底質データが存在

# 調査項目

各実証実験場所の環境特性やアサリ生息状況を把握するために、各地先で設定した地点において調査を実施

	項目	備考
物理	流況, (一部地先で波高観測も実施)	連続観測
水質	水温, 塩分, クロロフィル <i>a</i> , 濁度	連続観測
底質	粒度組成, 強熱減量, COD, 硫化物, 中央粒径	表層3cmまでを採取し分析
生物	初期稚貝, アサリ生息状況	個体数, 殻長を調査



調査結果の整理・検討結果をデータベースとして整理

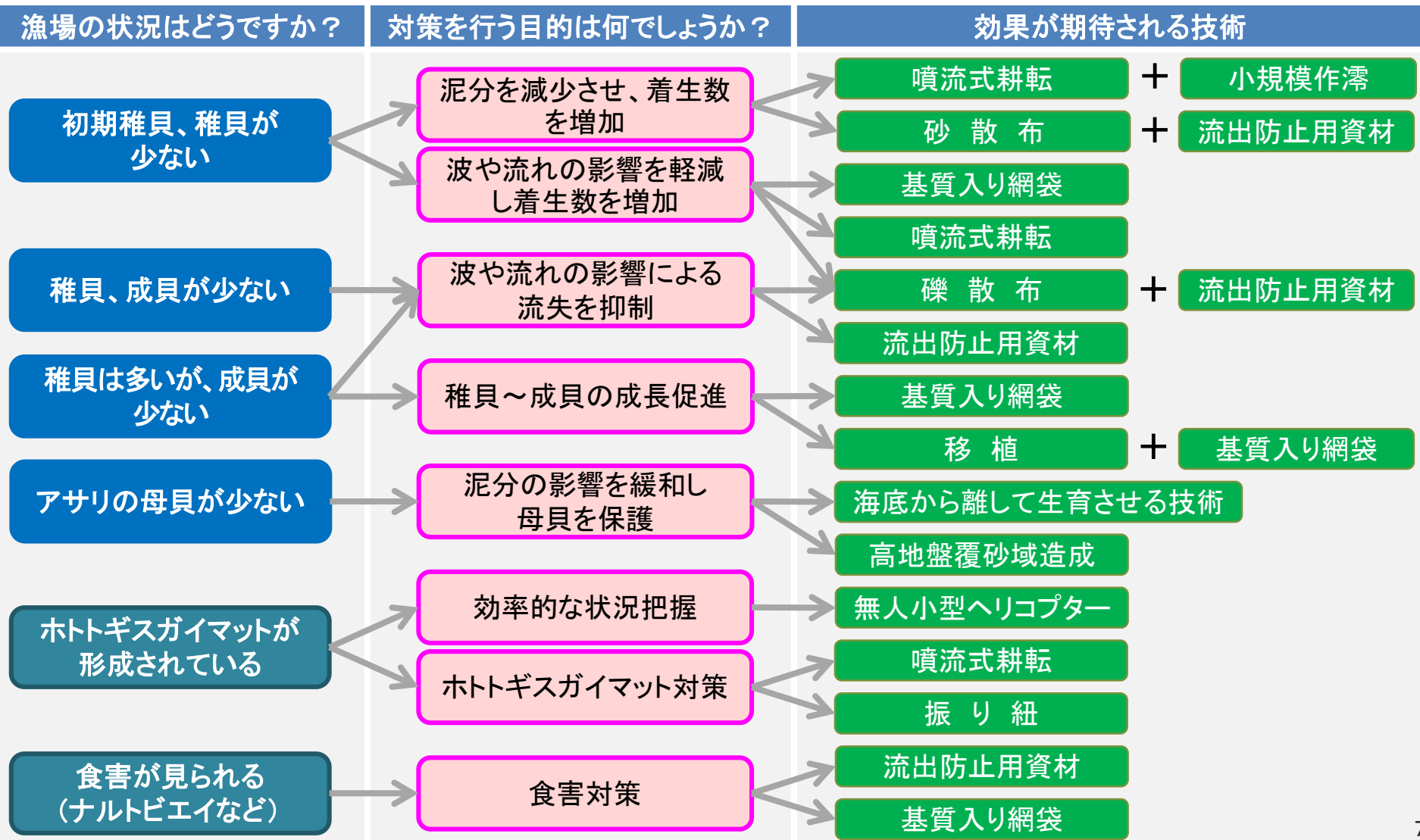
＝連続観測について＝

- ✓ 流況、および水温、塩分は海底面上10cmで観測
- ✓ クロロフィル *a*, 濁度は海底面上20cmで観測

# 各地先の漁場概況

地先		概況
福岡県	柳川, 大和高田, 大牟田	<ul style="list-style-type: none"><li>• 筑後川などの河川からの土砂流入の影響を受けやすく、泥または砂泥質の漁場が広がる</li><li>• 各地先の中でも、大和高田302号地区や大牟田観測塔近傍では、泥土が堆積し、漁場環境が悪化している</li></ul>
長崎県	小長井	<ul style="list-style-type: none"><li>• 泥干潟に覆砂による漁場整備が実施され、アサリ養殖が行われている砂泥質の漁場である</li><li>• ホトギスガイの除去など積極的な管理が行われている</li></ul>
熊本県	荒尾, 熊本北部	<ul style="list-style-type: none"><li>• 一部で泥土の堆積が見られるが、砂質の漁場が広がる</li></ul>
	岱明, 滑石, 大浜, 横島	<ul style="list-style-type: none"><li>• 菊池川の河口近くに位置しており、出水時の泥土堆積が心配される</li><li>• 横島地先では、秋季以降のアサリの減耗が問題とされている</li></ul>
	河内, 小島, 沖新	<ul style="list-style-type: none"><li>• 白川の河口近くに位置しており、出水時の泥土堆積が心配される</li></ul>
	畠口, 海路口, 川口, 住吉, 長浜	<ul style="list-style-type: none"><li>• 緑川の河口近くに位置しており、細砂分が多い漁場である</li><li>• 波や流れの影響も強く、底質が固くしまった漁場も存在する</li></ul>

# 技術の選定フロー



# 技術と効果①

## ①噴流式耕耘

- ✓ ホトギスガイマットの形成阻害、除去
- ✓ シルト・粘土分の堆積抑制、除去

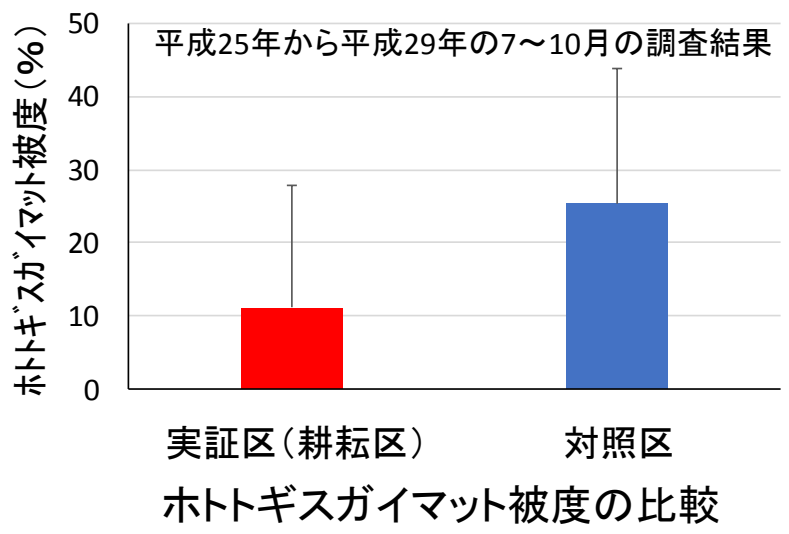


【効果を発揮する漁場】  
覆砂した漁場において、ホトギスガイマットが形成され、底質が泥質化した漁場

【実証実験の実施場所】  
小長井地先: 長里(N-3), 金崎(N-4), 小島(K-8), 長浜(K-14)



【効果例】  
耕耘区ではホトギスガイマットの被度が減少



出典: 一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018), 平成29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, p226



# 技術と効果②

## ②砂散布

- ・アサリに適した粒径の増加
- ・初期稚貝の着生促進

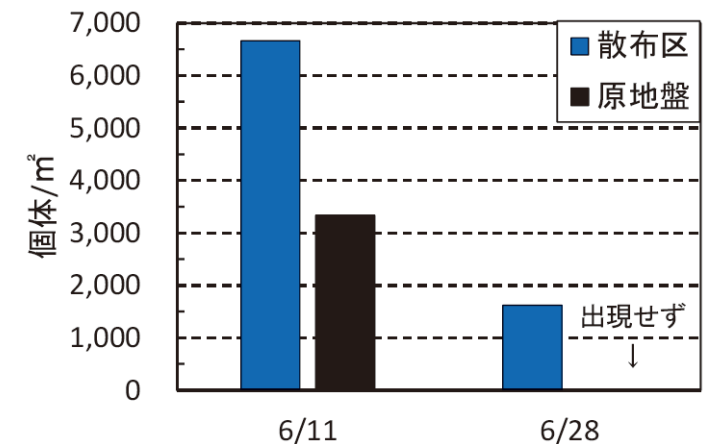


【効果を発揮する漁場】  
泥土の堆積やホトギスガイ  
マットなどにより、アサリに好  
適な底質が減少した漁場

【実証実験の実施場所】  
小島(K-8), 岱明(K-3)

## 【効果例】

初期稚貝の着生が促進さ  
れた



アサリ初期稚貝の個体数(平成29年度)

出典:一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018),  
平成29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,p330

※殻長1mm未満の個体を初期稚貝とした。

# 技術と効果③

## ③礫(天然石の碎石)散布

- ・底質の安定化
- ・波や潮流等によるアサリの逸散抑制
- ・餌となる付着藻類の増加
- ・浮遊幼生の着底促進

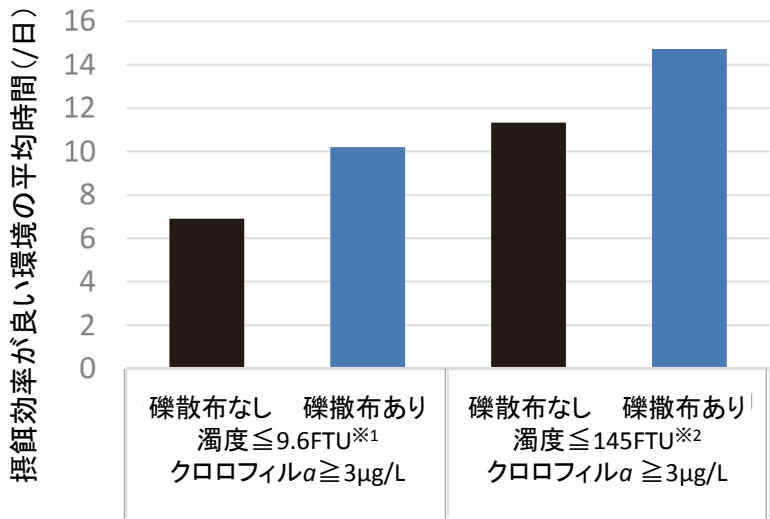


径は10mm前後

【効果を発揮する漁場】  
波浪や潮流等によってアサリの逸散や餌環境の悪化が懸念される漁場

【実証実験の実施場所】  
横島(K-6)

【効果例】  
摂餌環境の改善  
(濁り抑制、藻類増加)



※1: 偽糞の排出が増加する濁度  
※2: 濾水率が低下し始める濁度

礫散布に伴う濁り抑制効果がアサリの摂餌効率に与える影響(平成28年度)

出典: 一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2017), 平成28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,p516

# 技術と効果④

## ④小規模作滯

- ・シルト・粘土分の集積、減少
- ・流速が速まる



【効果を発揮する漁場】  
覆砂した漁場において、底質が泥質化した漁場

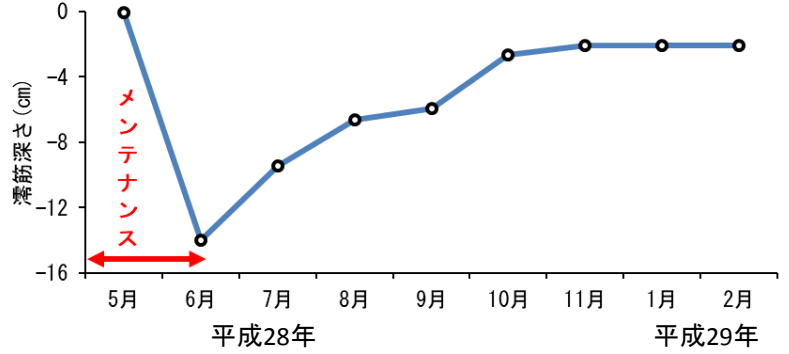
【実証実験の実施場所】  
小長井:長里(N-3)

### 【効果例】

シルト・粘土分の減少  
メンテナンス作業を行うと維持

	滞筋内	対照区	実証区
シルト・粘土分(%)	88.4	15.2	4.1

※実証区:小規模作滯による滞筋に囲まれた区画



メンテナンス後のシルト粘土分の堆積による深さの変化

出典:一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018),  
平成29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,p230

# 技術と効果⑤

## ⑤振り紐

- ・底質の粗粒化
- ・ホトギスガイマットの形成防除

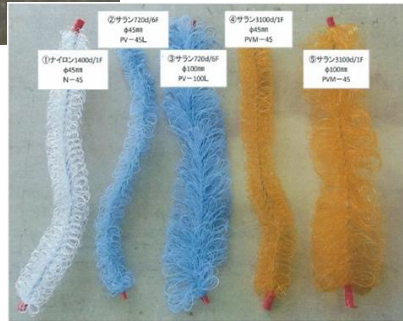


### 【効果を発揮する漁場】

浮泥の堆積やホトギスガイマットの形成により、漁場機能が劣化した漁場

### 【実証実験の実施場所】

小長井(N-1～N-4), 滑石(K-4), 大浜(K-5), 横島(K-6), 川口(K-12), 住吉(K-13), 長浜(K-14) 以外の各地点



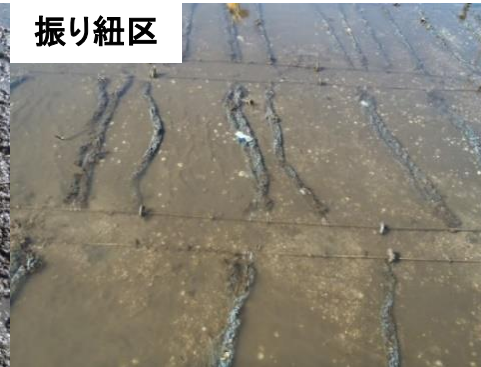
### 【効果例】

波浪・流れがある場所では、ホトギスガイマットの形成防除、底質のシルト・粘土分の堆積軽減

対照区



振り紐区



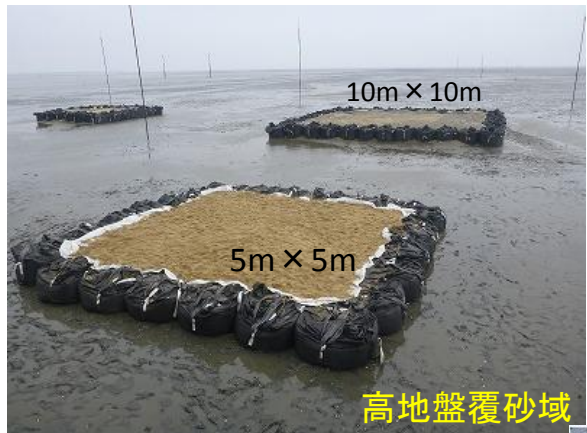
ホトギスガイマットの形成状況  
(平成25年9月, 沖新地先)

出典:一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018), 平成29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,p263

# 技術と効果⑥

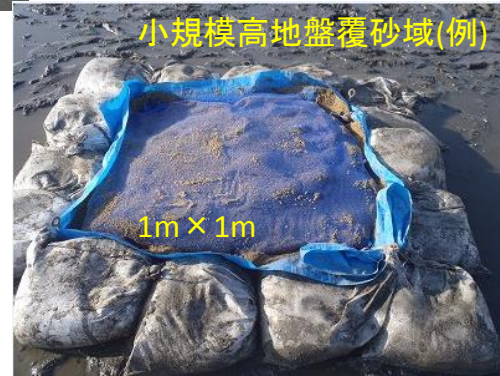
## ⑥高地盤覆砂域造成

- ・シルト・粘土分の堆積抑制
- ・被覆網との併用でアサリの生残向上

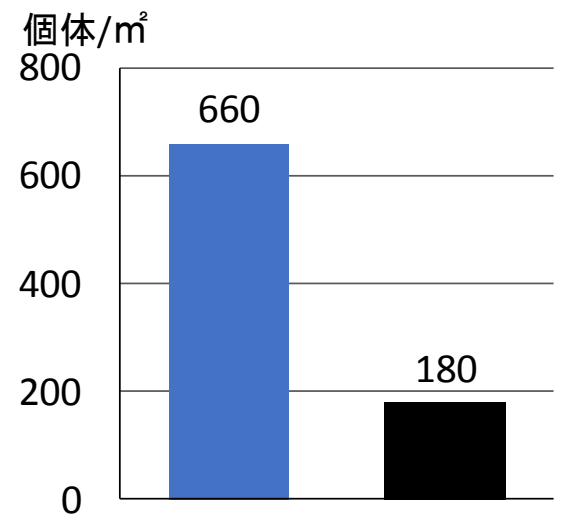


【効果を発揮する漁場】  
適度な波浪や流れがあり、地盤を高くすることで、シルト・粘土分の堆積抑制が期待される漁場

【実証実験の実施場所】  
柳川304号地区(F-1)



【効果例】  
被覆網との併用により生残が多くなる



目合8mm 被覆網無し  
被覆網設置5か月後の生残個体数  
(平成29年度)

出典：一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018), 平成29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,p106

# 技術と効果⑦

## ⑦海底から離して育成する技術 (カゴ式)

- ・泥土への埋没回避
- ・濁りの影響の軽減
- ・食害防止



### 【効果を発揮する漁場】

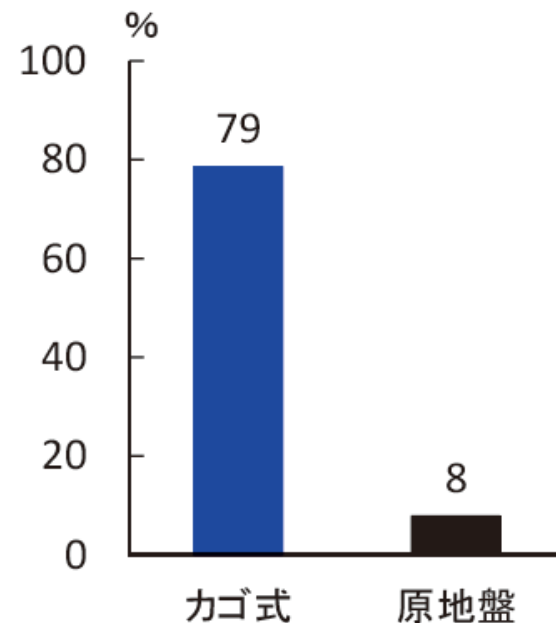
適度な波浪や流れがあり、地盤を高くすることで、シルト・粘土分の堆積抑制が期待される漁場

### 【実証実験の実施場所】

大和高田302号(F-4), 大牟田303号泥地(F-7)

### 【効果例】

カゴ式では原地盤よりも生存率が高い



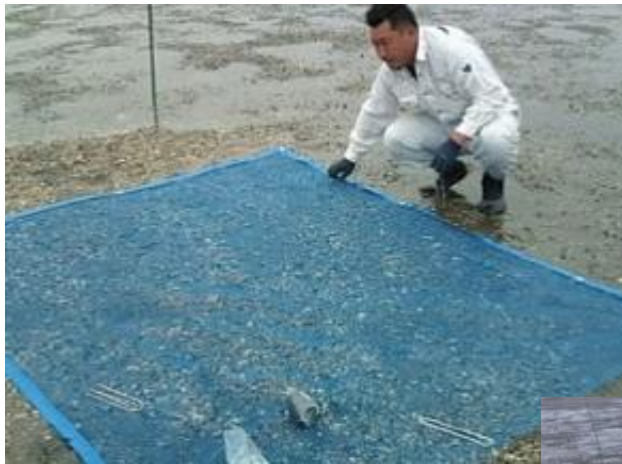
設置5か月後の生存率(平成29年度)

出典:一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018),平成29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,p83

# 技術と効果⑧

## ⑧被覆網

- ・波、流れの影響の緩和
- ・稚貝の流失抑制
- ・食害防止



### 【効果を発揮する漁場】

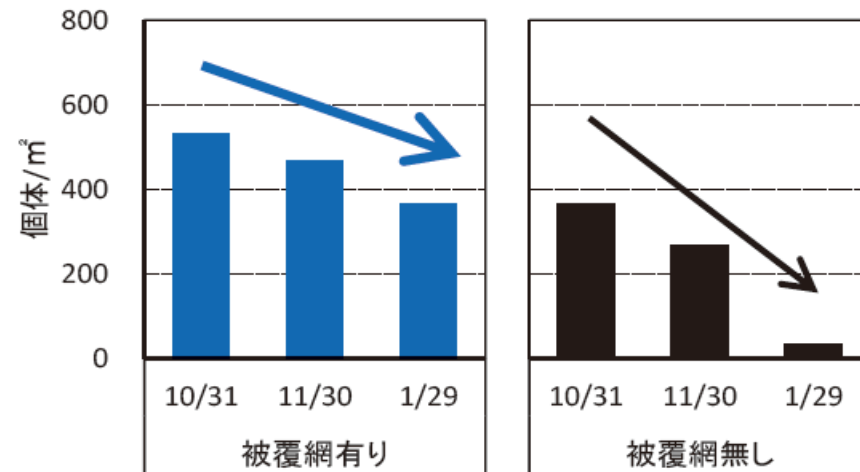
初期稚貝～稚貝の着生は多くても、波や流れにより流失してしまう漁場

### 【実証実験の実施場所】

柳川304号地区(F-1), 滑石(K-4), 岱明(K-3), 大浜(K-5), 横島(K-6), 住吉(K-13), 長浜(K-14)

### 【効果例】

被覆網により生残が向上する



被覆網の有無による生存個体数変化  
(平成28年度)

出典：一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2017),  
平成28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,p397

# 技術と効果⑨

## ⑨網袋(基質入り)

- ・稚貝の着生促進
- ・波や流れによる逸散の抑制
- ・食害防止
- ・基質は、砂利、軽石等

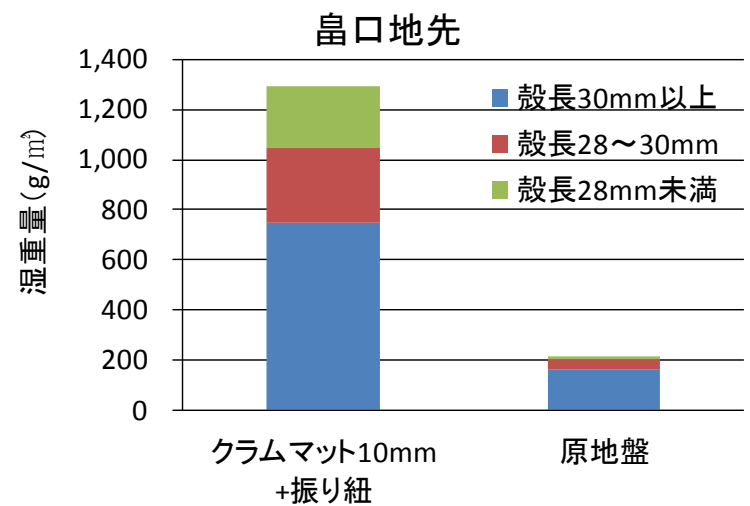


【効果を発揮する漁場】  
波や流れによって、着生したアサリが逸散する漁場

【実証実験の実施場所】  
小長井(N-1～N-4), 滑石(K-4), 大浜(K-5), 横島(K-6), 住吉(K-13), 長浜(K-14)以外の各地点

## 【効果例】

海域の条件(初期稚貝の加入、逸散の原因)が合致する漁場へ適用すると、稚貝から成貝までの回収効率が向上する。



アサリ現存量比較(平成29年度)

出典: 一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2018), 平成29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,p280



# 実証実験のとりまとめ

## (1) 母貝の保護育成

- シルト・粘土分が70%以上の場所でも、離底型カゴ飼育により、母貝の保護育成効果を確認

## (2) 移植と漁獲形態

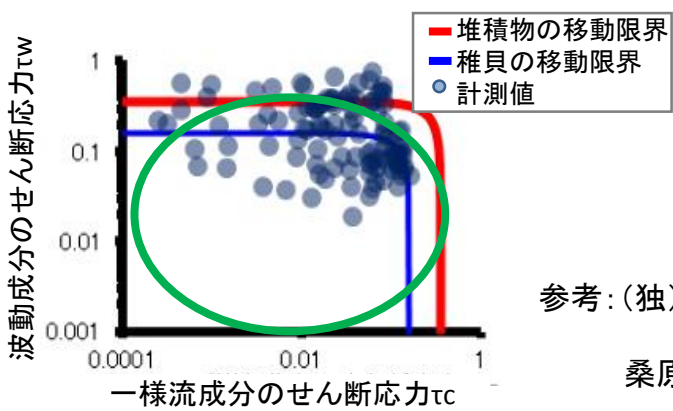
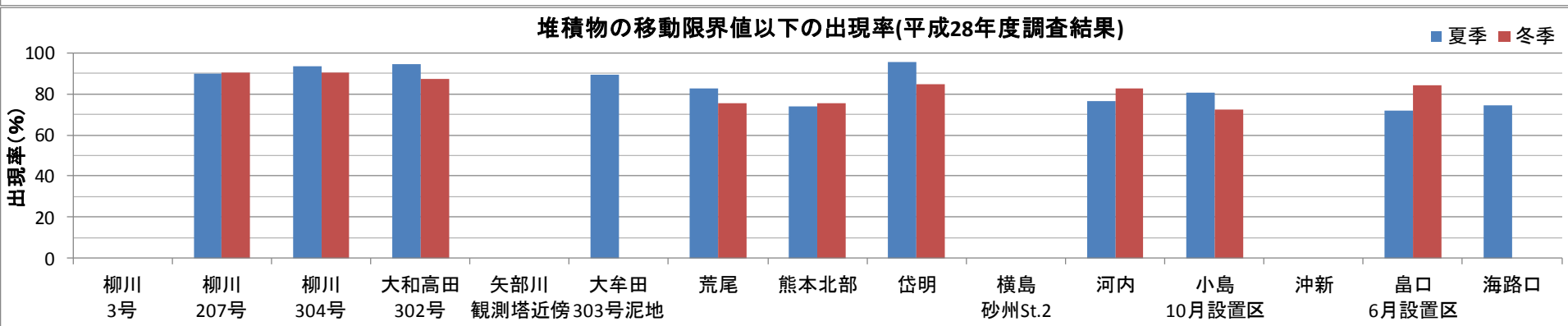
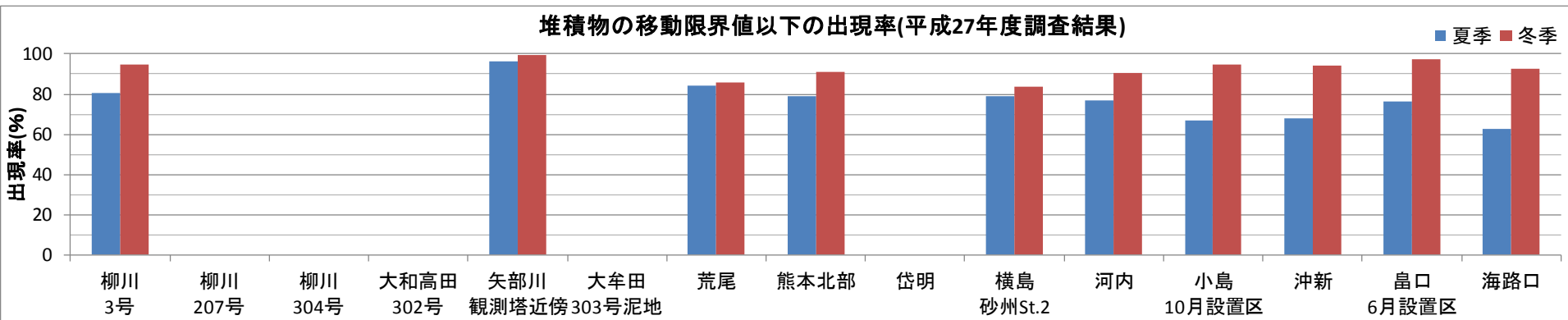
- 高密度着生域から生残率の高い場所へ移植し、流出対策(被覆網等)を施すことで、漁獲量の向上を確認
- アサリを間引きしながら漁獲することで、漁獲量の向上を確認

## (3) 初期稚貝の着底と減耗

- 覆砂や砂散布により、初期稚貝の着底個体数の増加を確認
- 基質入り袋網の基質の種類や、設置場所によって、着生量に差のある事を確認



# 流況調査結果の検討



- ・ 流況調査結果より、各実証実験場所の地盤の安定度を、底面せん断応力より検討
- ・ 平成27年度に調査を実施した場所では、夏季に比べて冬季の安定度が高い傾向

参考: (独)水産総合研究センター 水産工学研究所ほか(2008),アサリ稚貝の定着を促進する海底境界層の物理環境の解明, 水産基盤整備調査委託事業報告書  
 桑原ほか(2008),一様流下において底質特性がアサリ稚貝の安定性に与える影響, 日本水産工学会学術講演会講演論文集pp.101-104

# 水質調査結果の検討

## クロロフィルaの平均濃度(単位:μg/L)

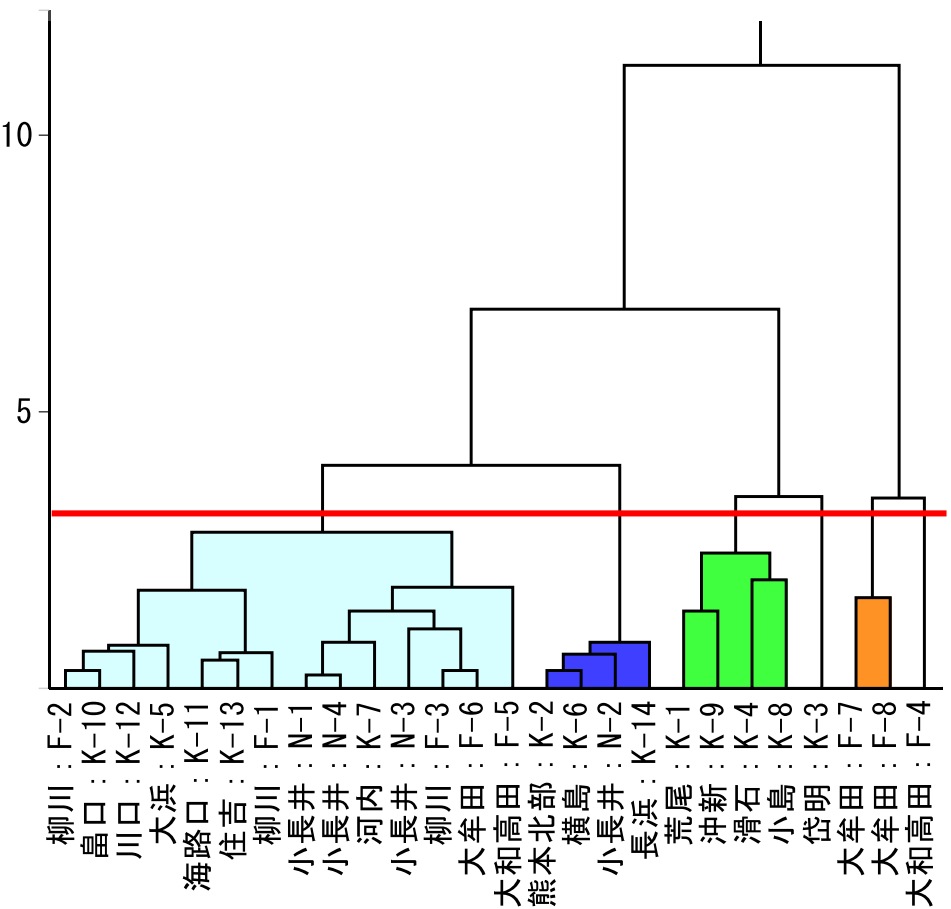
※下表は、調査点を抜粋

	平成25年度		平成26年度		平成27年度		平成28年度		平成29年度	
	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
柳川(F-3)				10.7	9.4	12.7	3.1	3.5	7.0	
小長井(N-1)	(5.3)	(4.8)	2.9	2.1	5.0	2.5	3.6	4.3	5.5	4.6
荒尾(K-1)			15.2	8.0	13.8	5.7	6.0	15.9		
岱明(K-3)			2.4	1.2			4.6	2.7		
河内(K-7)			16.5	45.0	18.0	6.0	19.4	13.7		
小島(K-8)	2.5	2.7	6.6	34.3	15.8	7.9	20.0	6.1	12.2	
畠口(K-10)			15.6	22.5	14.6	18.3	21.3	11.3	3.4	

※()内の数値は、蛍光強度の観測結果であるため参考値として記載。

- 水質調査(連続観測)は夏季(6~9月)、冬季(12~2月)の期間に主に15~30昼夜の調査を実施
- 小長井地先と岱明地先の調査地点が、他の地点に比べて、夏季および冬季ともにクロロフィルaが低くなる傾向
- 平成26年度冬季(1月下旬~2月)に調査を実施した場所で、高いクロロフィルa濃度を観測

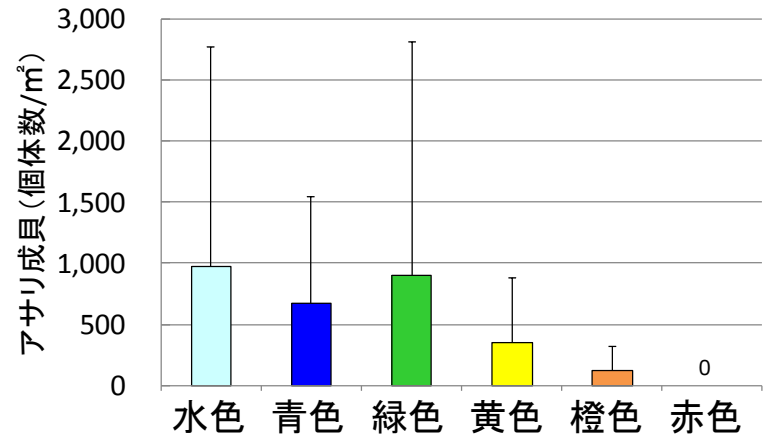
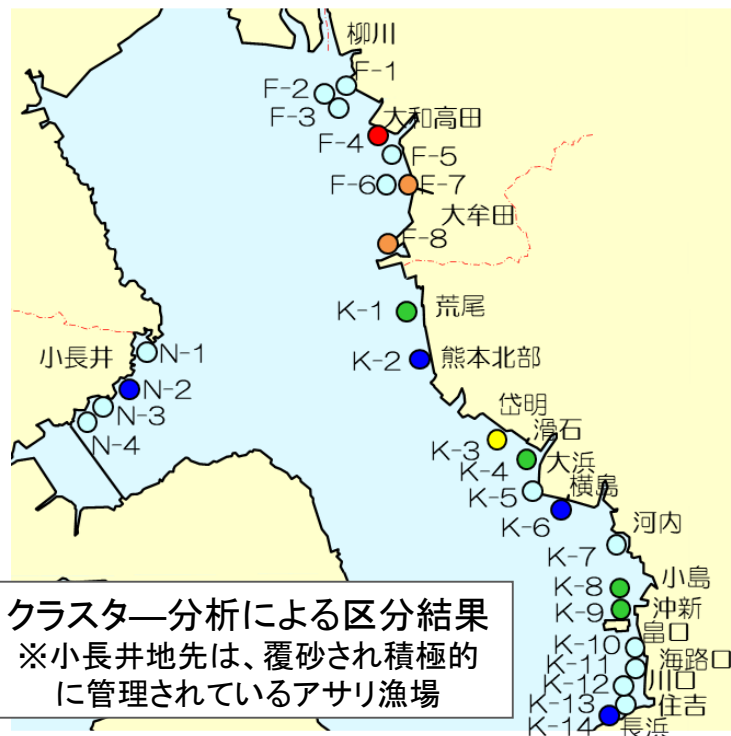
# 底質調査結果の検討①



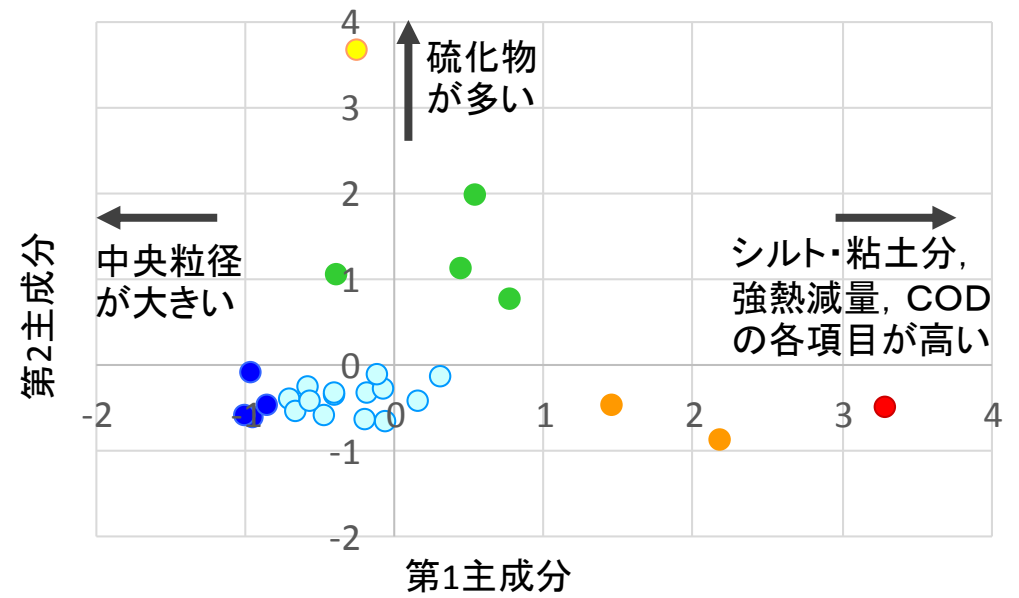
	シルト・粘土分(%)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	全硫化物 (mg/g)	中央粒径 (mm)
水色	3.0～ 22.6	2.2～ 5.1	1.2～ 7.3	0.03～ 0.07	0.17～ 0.33
青色	4.5～ 9.5	2.1～ 2.9	1.5～ 3.3	0.02～ 0.06	0.42～ 0.47
緑色	11.1～ 35.0	3.1～ 6.8	4.8～ 9.4	0.15～ 0.23	0.15～ 0.34
黄色 (K-3)	7.0	2.8	5.1	0.35	0.30
橙色	61.9～ 69.3	6.4～ 7.5	8.4～ 14.4	0.04～ 0.07	0.03～ 0.08
赤色 (F-4)	98.4	9.3	20.9	0.08	0.01

- 各実証実験場所の対照区の調査結果の平均値を用いてクラスター分析を実施した結果、シルト・粘土分や強熱減量等の違いにより6グループに区分
- 大和高田地先の調査点F-4は、シルト粘土分や有機物量が、他地点に比べて、突出して高い場所

# 底質調査結果の検討②



※殻長15mmをアサリ成貝とした

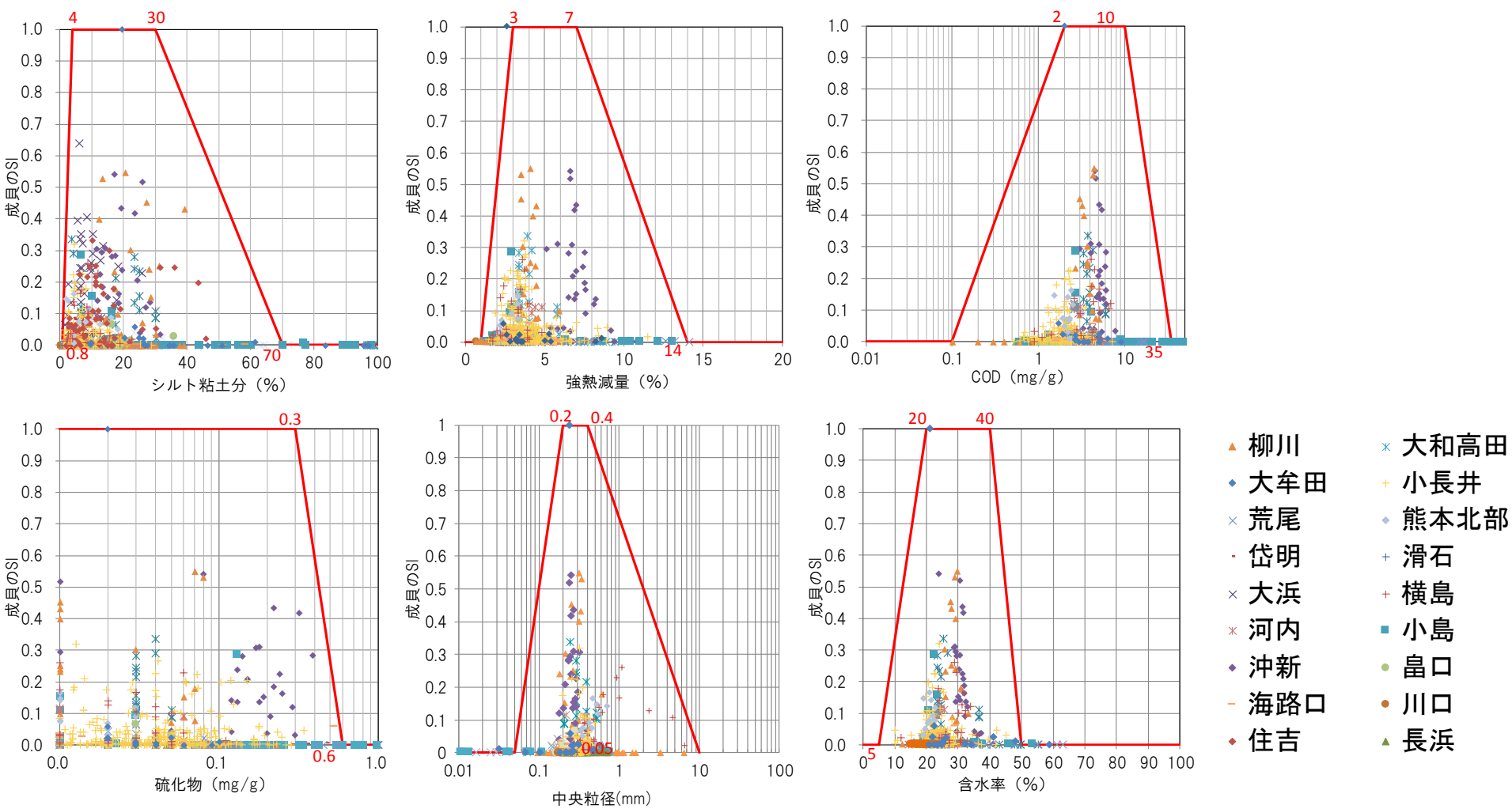


上図: 主成分分析結果(主成分得点分布)  
 第1主成分がシルト・粘土分等の多さと中央粒径の大きさ、第2主成分が硫化物の多さ

左図: クラスタ分析で区分した各グループの成貝個体数の整理結果(シルト・粘土分等が多い場所で、個体数が少ない傾向)

# 底質調査結果の検討③ 成員のSIモデル

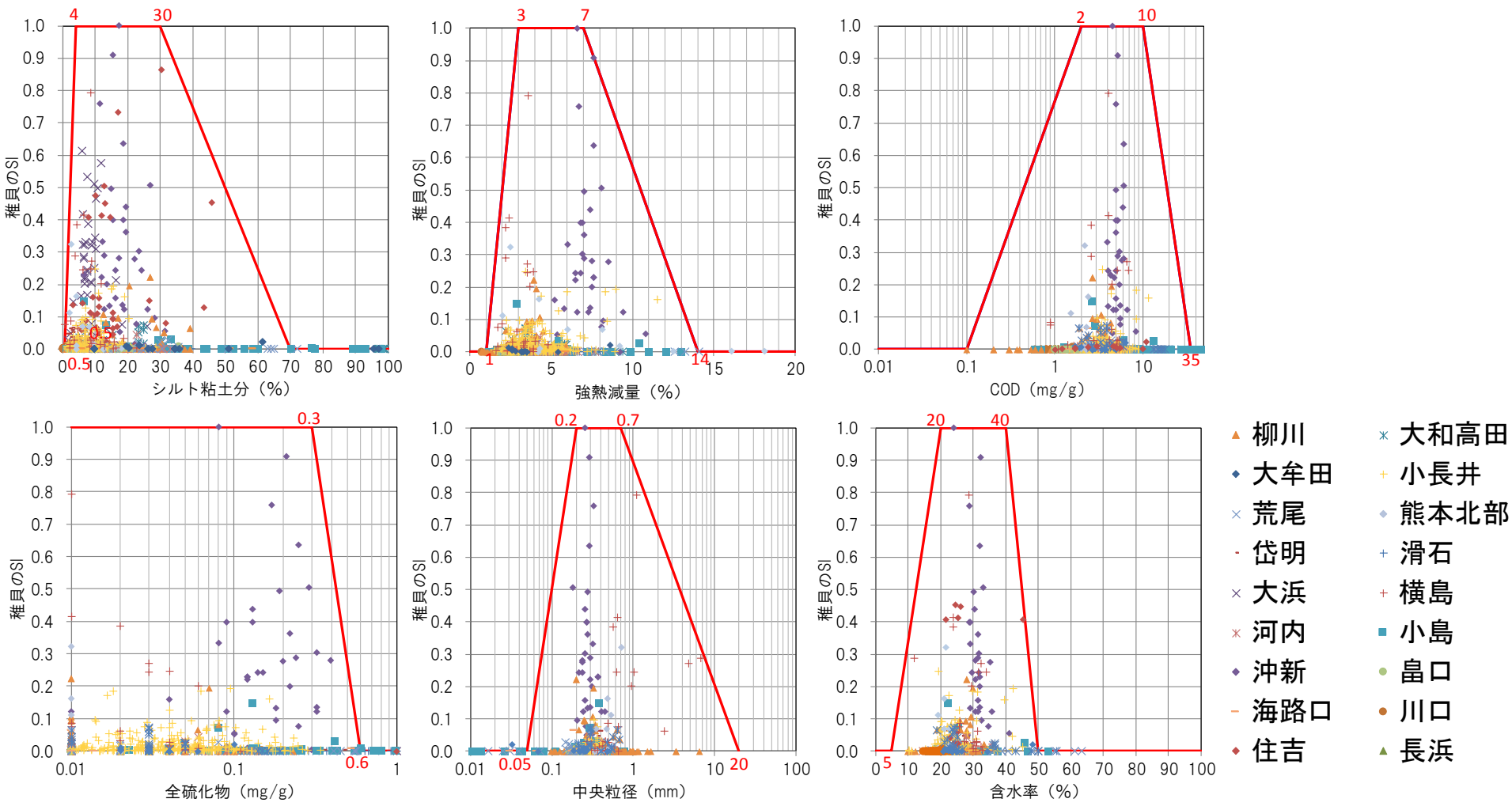
既往知見を参考に、本事業の調査結果を用いて、アサリ成員のSIモデルを検討



出典: 一般社団法人マリノフォーラム21ほか(2017), 平成28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,p592-594

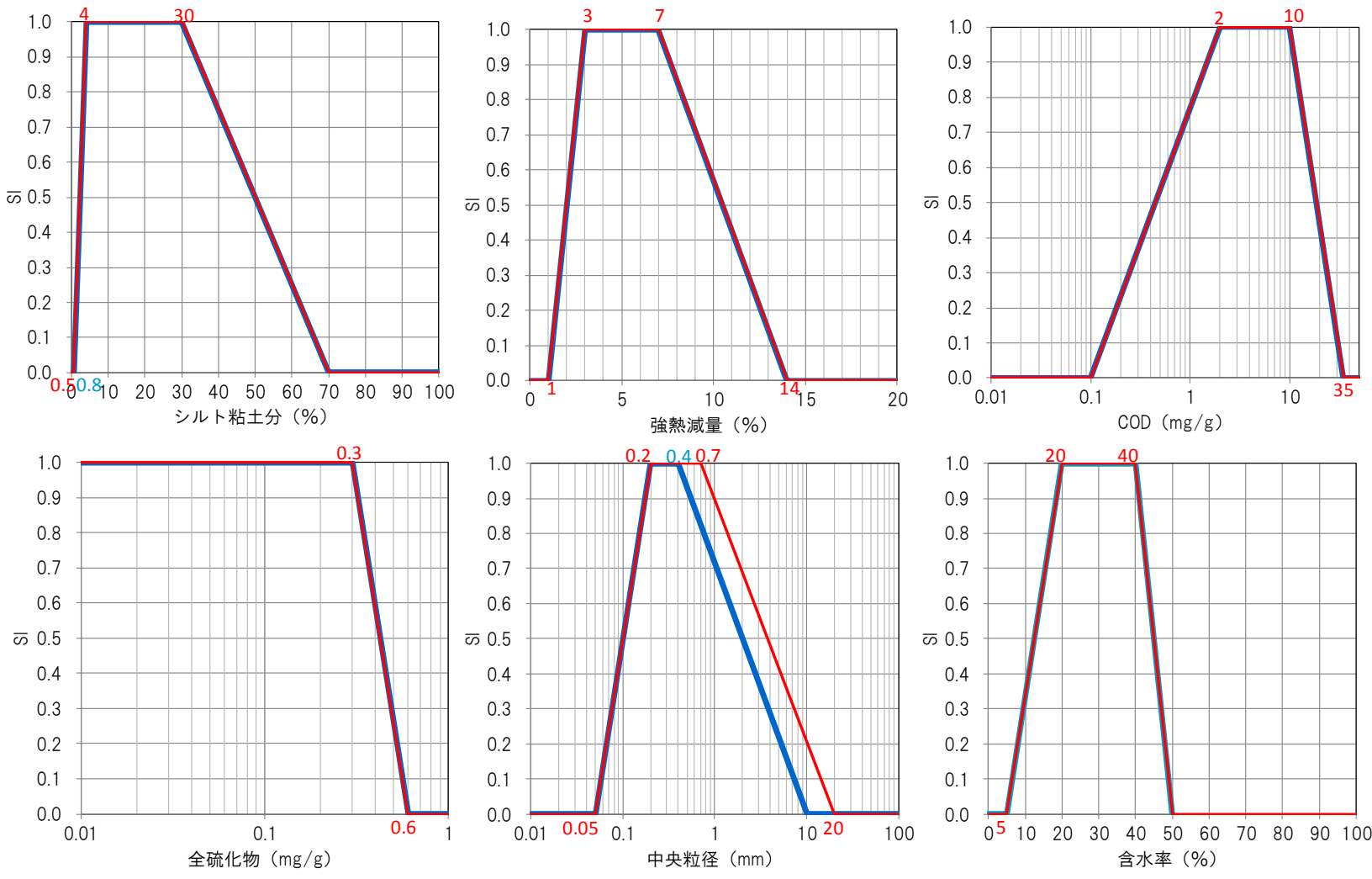
# 底質調査結果の検討④ 稚貝のSIモデル

既往知見を参考に、本事業の調査結果を用いて、アサリ稚貝のSIモデルを検討



# 底質調査結果の検討⑤ 成貝と稚貝のSIモデルの比較

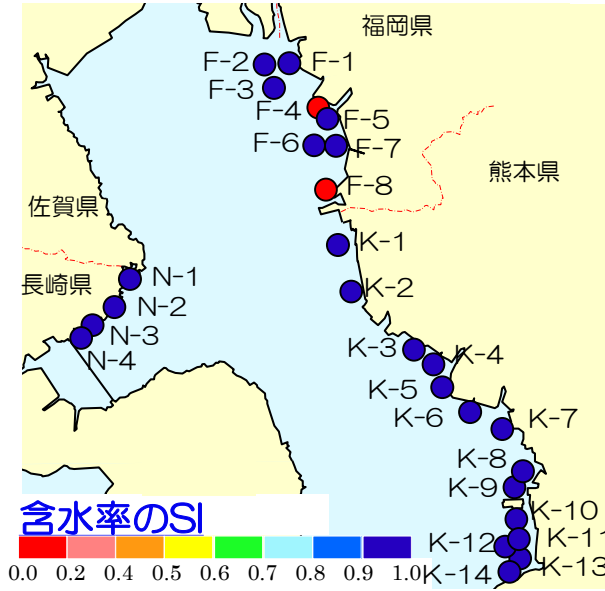
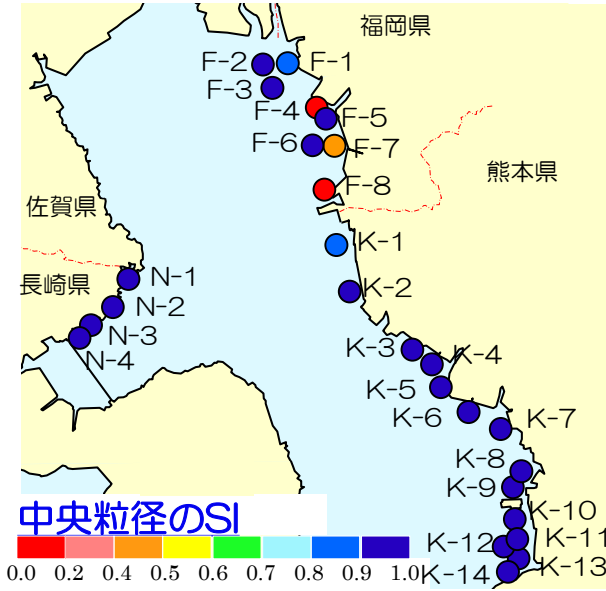
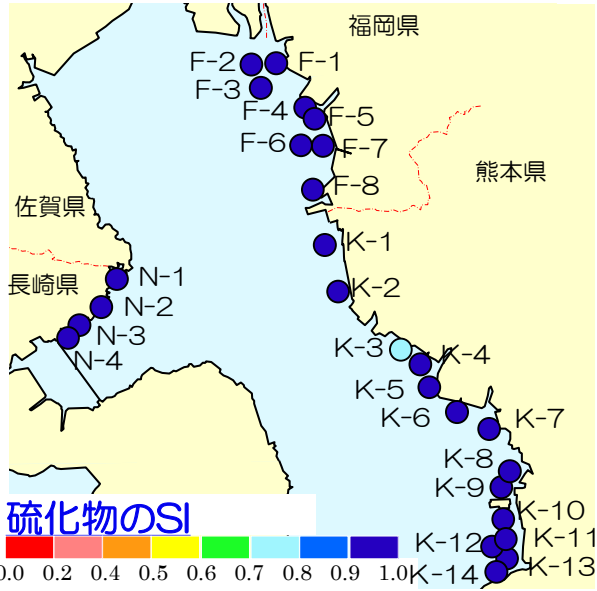
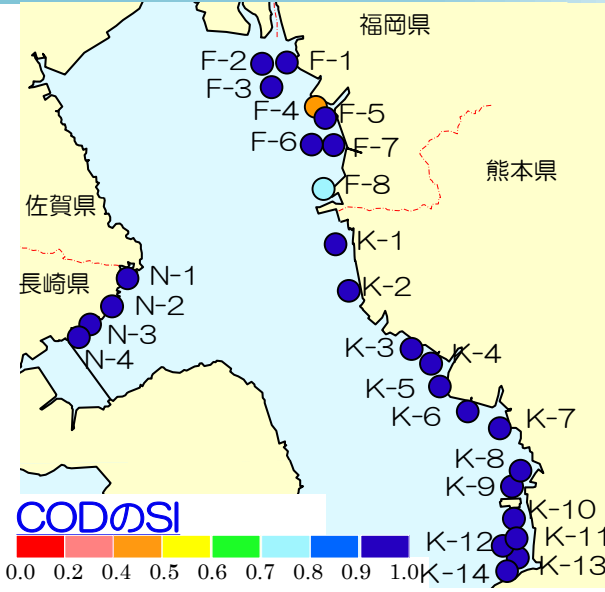
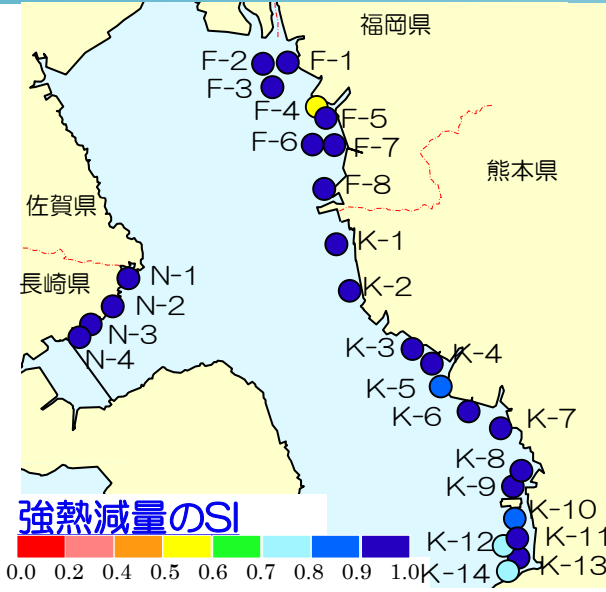
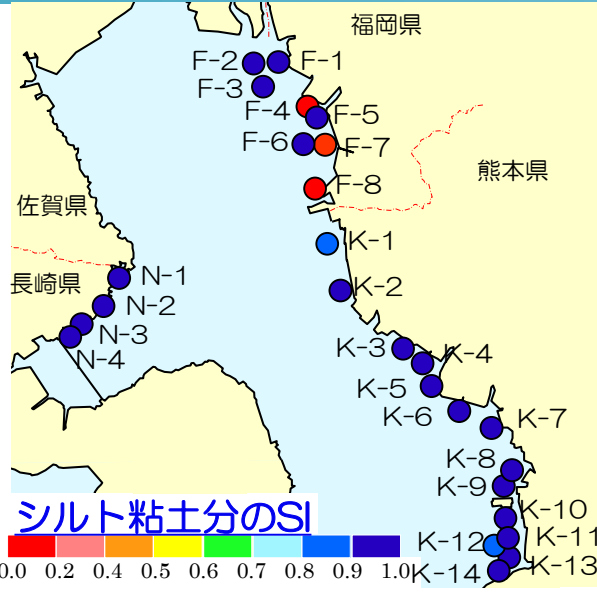
成貝と稚貝では、シルト・粘土分、中央粒径のSIモデルに差が見られた



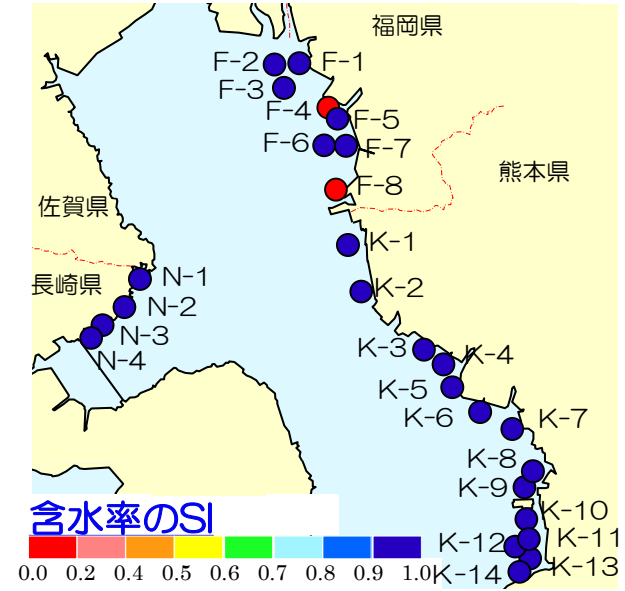
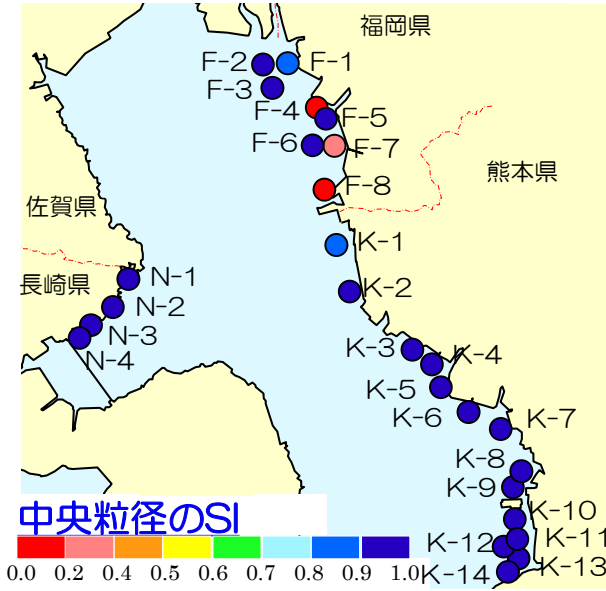
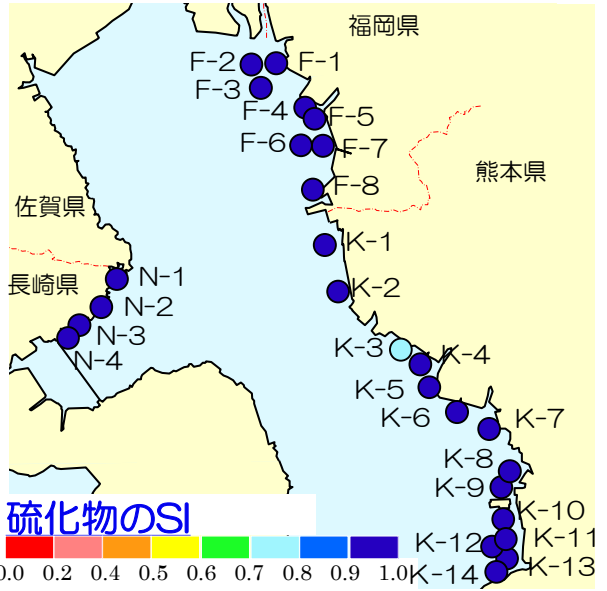
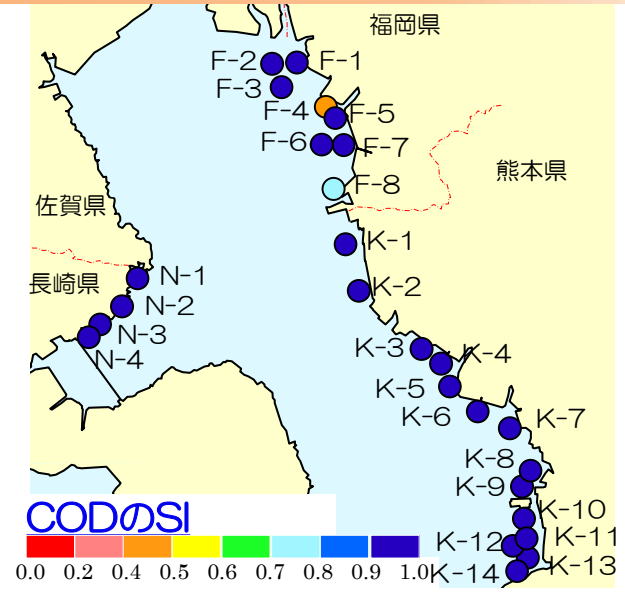
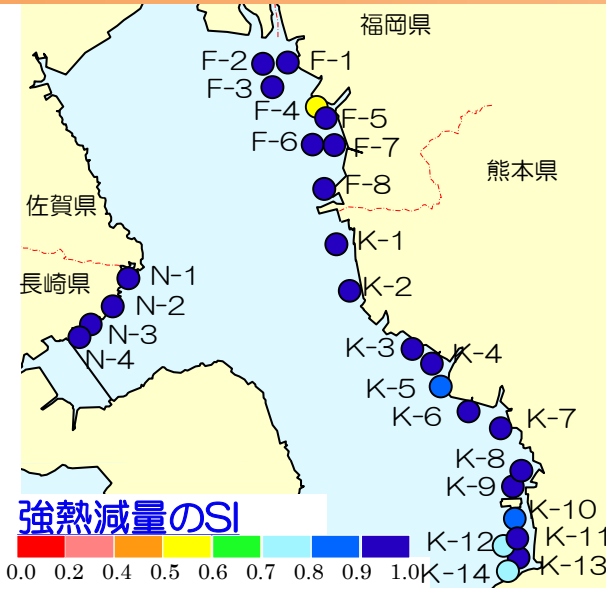
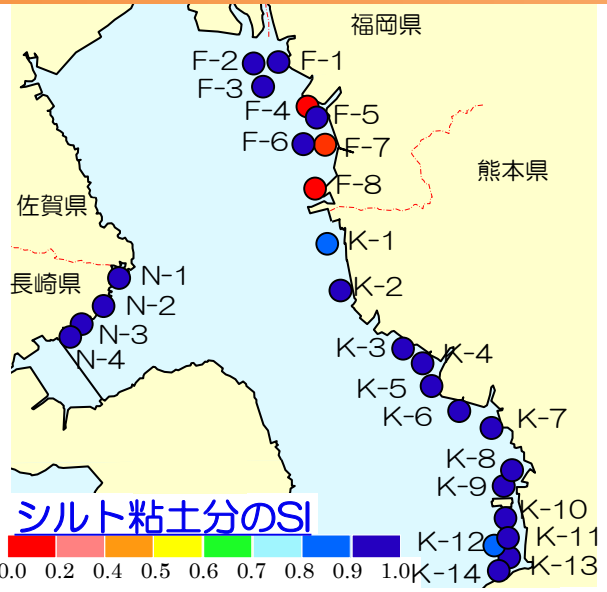
— 成貝のSI  
— 稚貝のSI



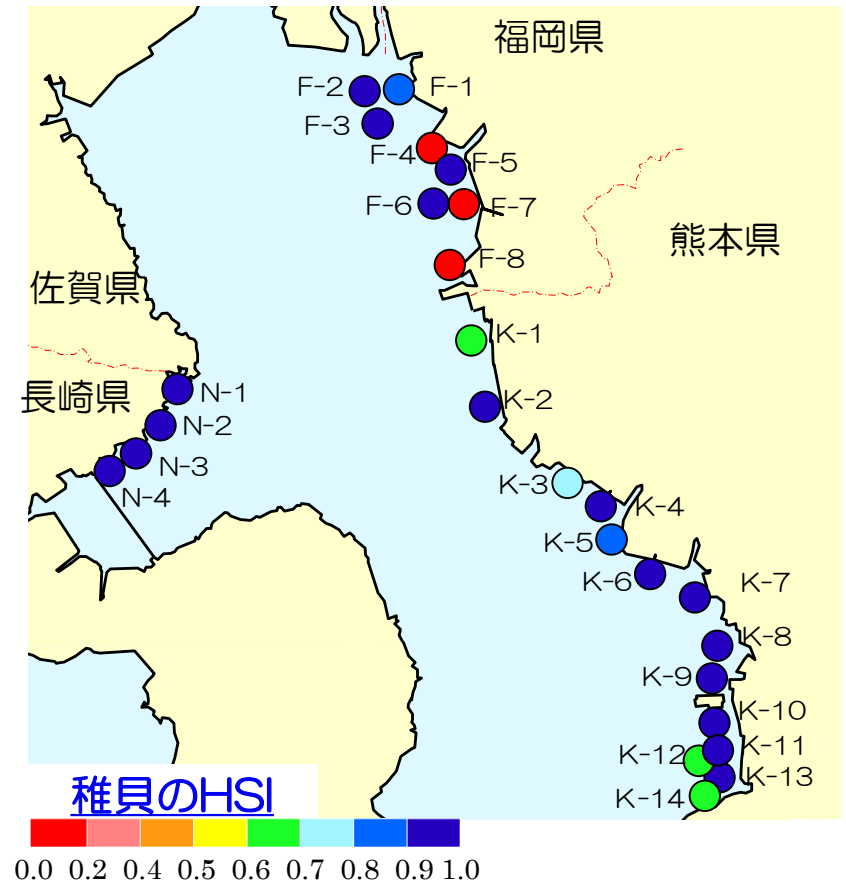
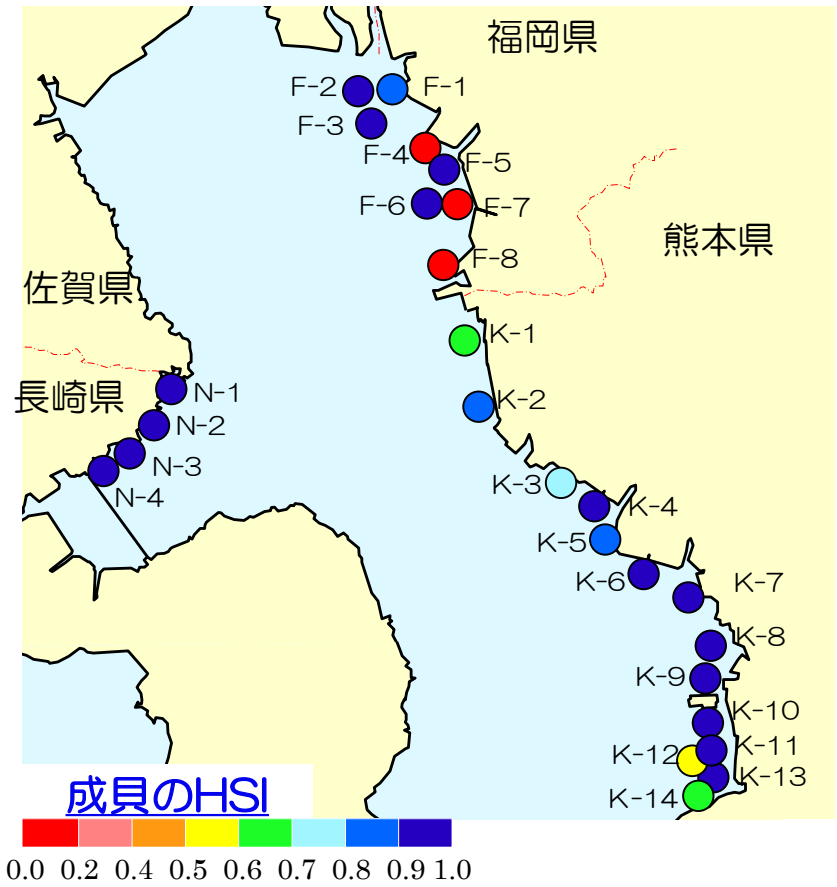
# 底質調査結果の検討⑥ 成員のSIモデル



# 底質調査結果の検討⑦ 稚貝のSIモデル



# 底質調査結果の検討⑧



※( )内は調査地点番号

底質調査結果からみたHSI (Habitat Suitability Index) は、成員、稚貝ともに、シルト・粘土分の高い地点 (F-4, F-7, F-8) で低い

※ $HSI = SI_{\text{シルト粘土分}} \times SI_{\text{強熱減量}} \times SI_{\text{COD}} \times SI_{\text{硫化物}} \times SI_{\text{中央粒径}} \times SI_{\text{含水率}}$

# 生物調査結果の検討

## ○アサリ成長量の検討(全調査点の殻長組成の平均値による検討)

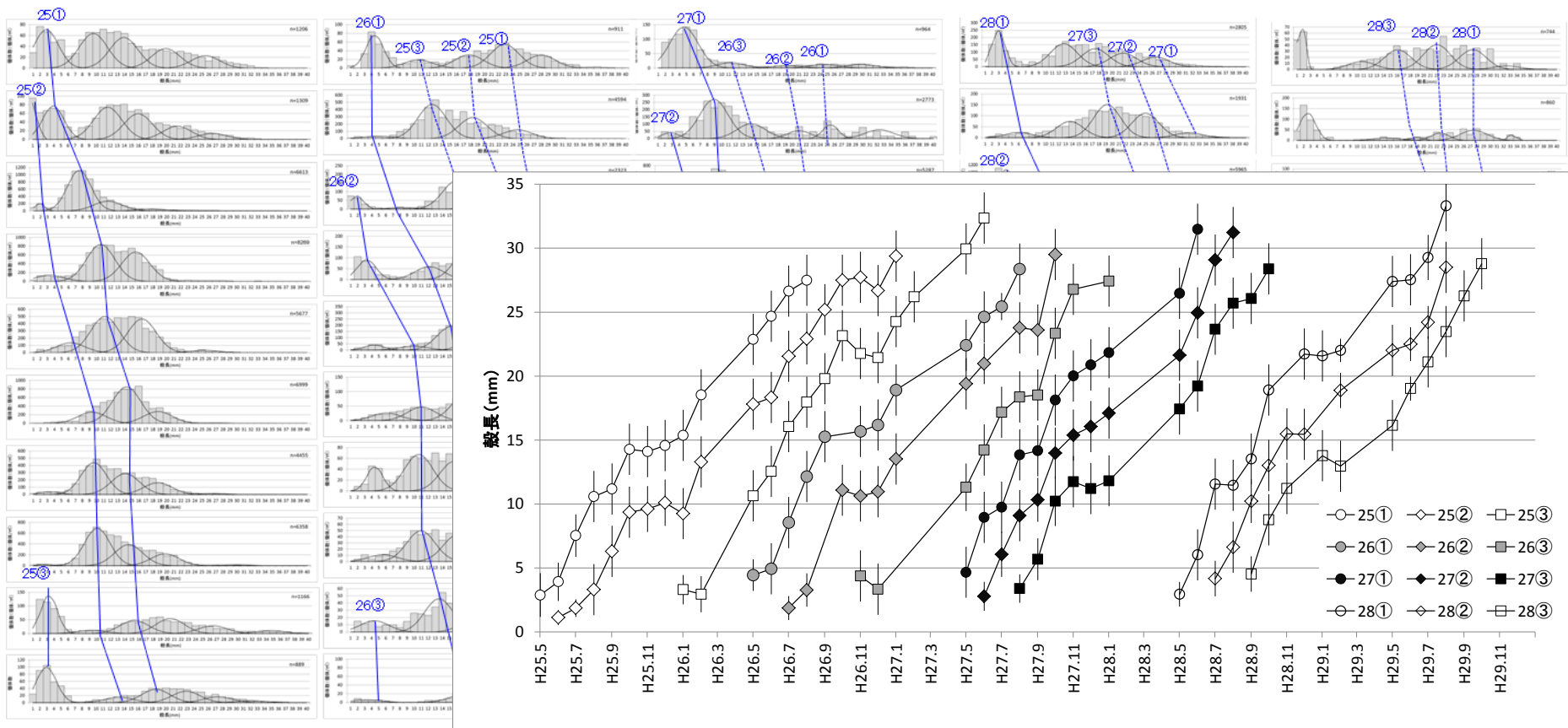
平成25年度

平成26年度

平成27年度

平成28年度

平成29年度

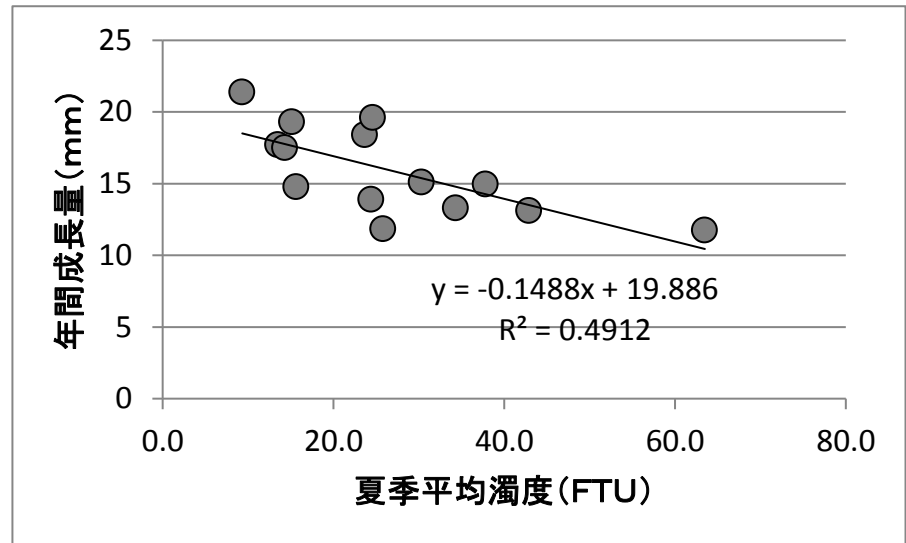
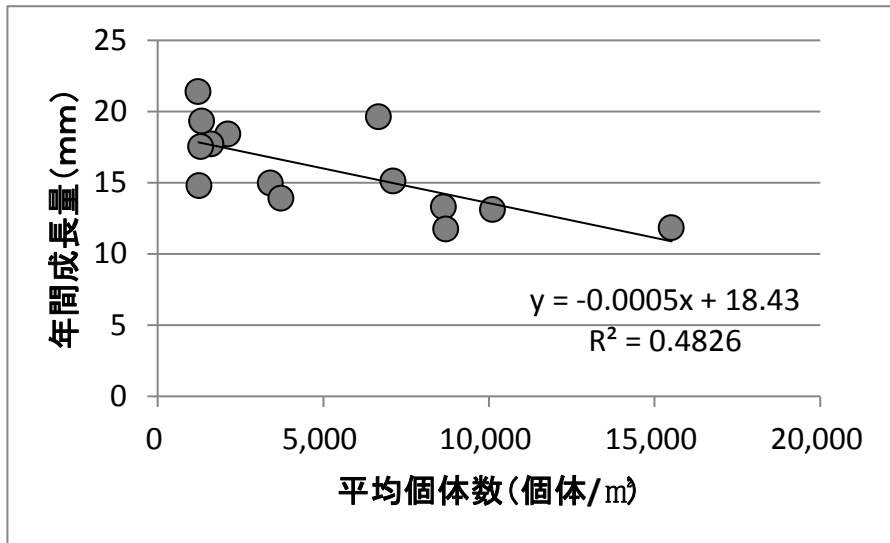


各年度の殻長5mm以下の発生群を追跡した結果、1年間で約20mm  
(17.2~24.4mm)の成長。

# 生物調査結果と環境調査結果の検討

## ○各地先のアサリ成長量と環境因子との関係

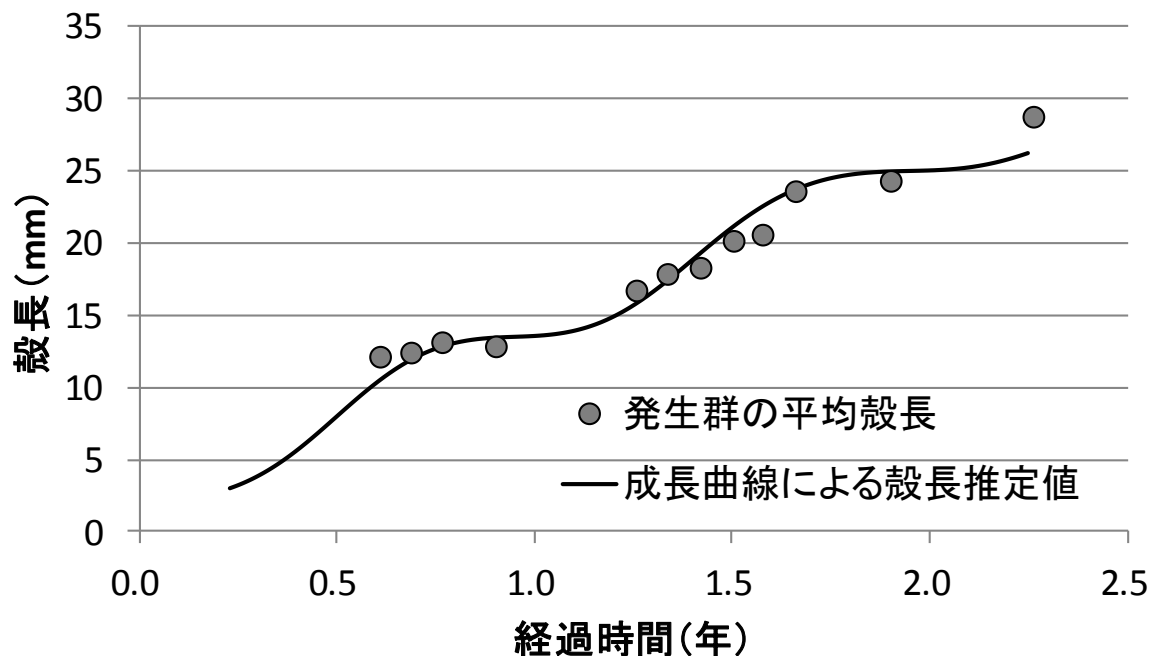
項目	平均 個体数	クロロフィルa		濁度		水温		塩分		平均流速	
		夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
相関係数	-0.69	0.27	0.32	-0.70	0.16	0.47	0.04	0.22	0.07	0.13	0.10



- ✓ 平均個体数の多い地先で成長が遅い傾向
- ✓ 濁度の高い地先で成長が遅い傾向

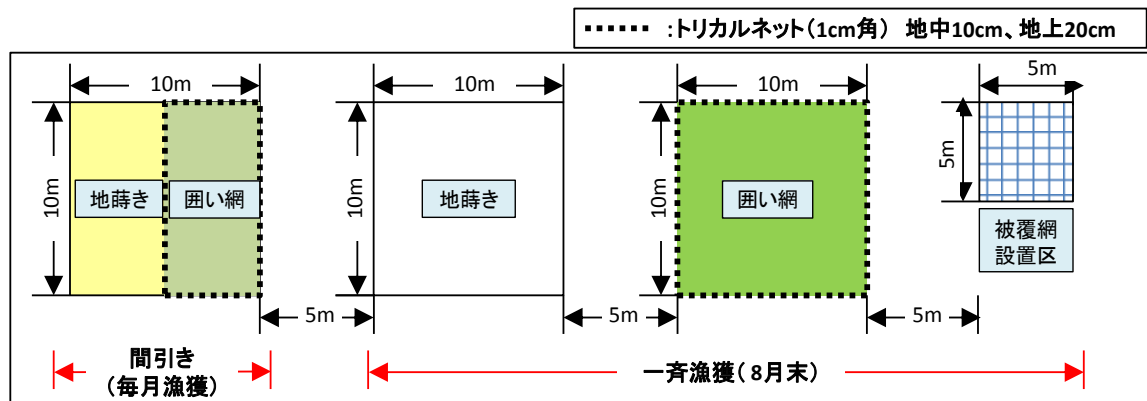
# 生物調査結果の検討

## ○アサリ成長量の検討(住吉地先 着生区での回帰例)

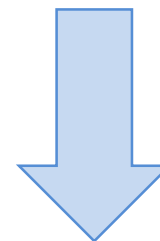
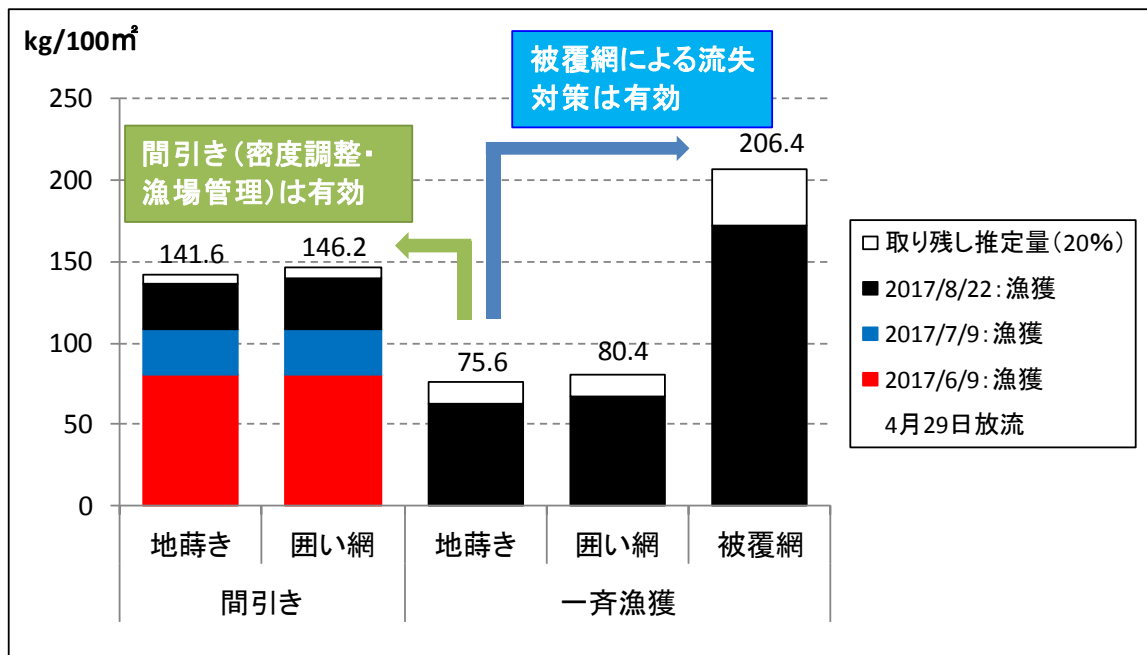


住吉地先(着生区)では、約1年半で殻長20mm、約2年半で漁獲サイズの30mmに成長

# 間引き移殖の効果の検討



各試験区へ4月29日に  
殻幅13mm以下(平均殻  
長25.6mm)のアサリを  
2,000個体/m<sup>2</sup>放流

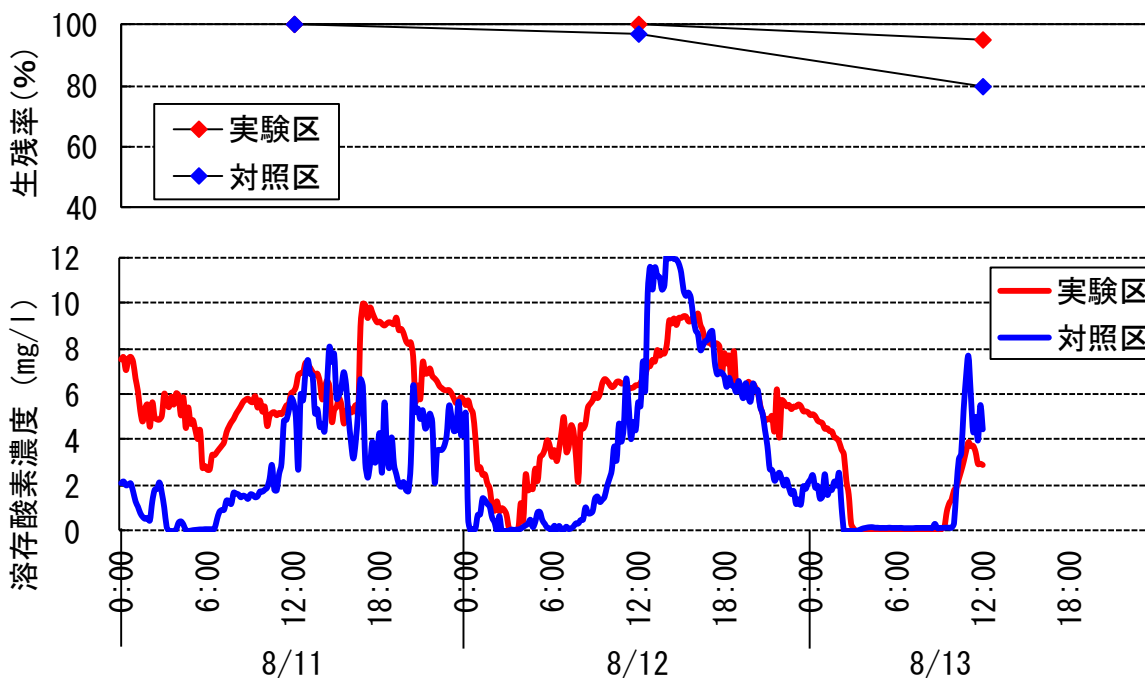


殻幅13mm以上を漁獲

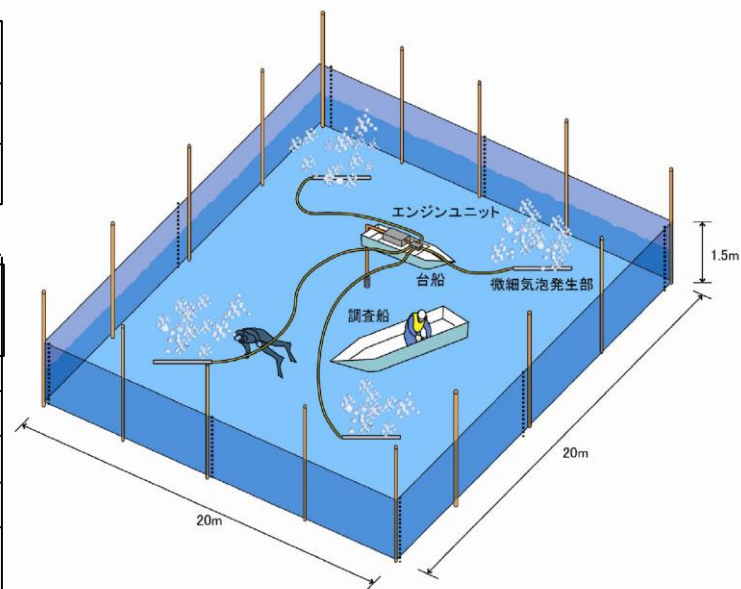
間引きにより約1.8~1.9倍  
に漁獲量増加

# 生物調査結果と環境調査結果の検討

## ○アサリの生残率とDOとの関係



8月(11日～13日)調査(生残率と溶存酸素濃度(底層))



- ✓ 貧酸素化による被害を受ける小長井地先ではDOの連続観測を実施
- ✓ 酸素供給を実施した実験区でアサリ生残率が高まる



# まとめ

- 底質調査結果の平均値より、シルト・粘土分や有機物量、中央粒径により、6グループに区分し、シルト・粘土分の多いグループでアサリ個体数が少なくなる傾向
- 各実験場所の中でもシルト・粘土分の多い、大和高田302号地先(F-4)、そして大牟田303号泥地(F-7)や大牟田観測塔近傍(F-8)を除いて、アサリの成育に適した環境であり、成貝の平均個体数も多くなる傾向
- 各実証実験場所でのアサリの成長には、個体数密度や濁度が影響している可能性を考察