

中間取りまとめ(第2章)案 各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業

1. 小委員会資料番号・タイトル等

- ・小委員会資料番号：第4回水産資源再生方策作業小委員会 資料5
- ・タイトル：各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業
- ・発表者：水産庁
- ・実施年度：平成25～29年度

2. テーマ

各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業

3. 背景・目的

アサリを対象種に有明海沿岸各地の様々な特性に対応し、漁業者等が漁船や漁具等も活用して実施することのできる効率的な漁場環境の維持・改善のための技術開発・実証を行うものである。

4. 対象海域

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した。実証実験実施箇所は図1に示すとおりである。



図1 事業実施箇所

5. 内容・方法・結果

5.1 実証試験

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環境調査を実施した。調査項目は表 1 に、各地先の漁場の概要は表 2 に示すとおりである。また、環境特性やアサリの成育段階に応じ適した技術を選定し、実証実験を行った。技術の選定フローを図 2 に示す。

表 1 調査項目

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 a , 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

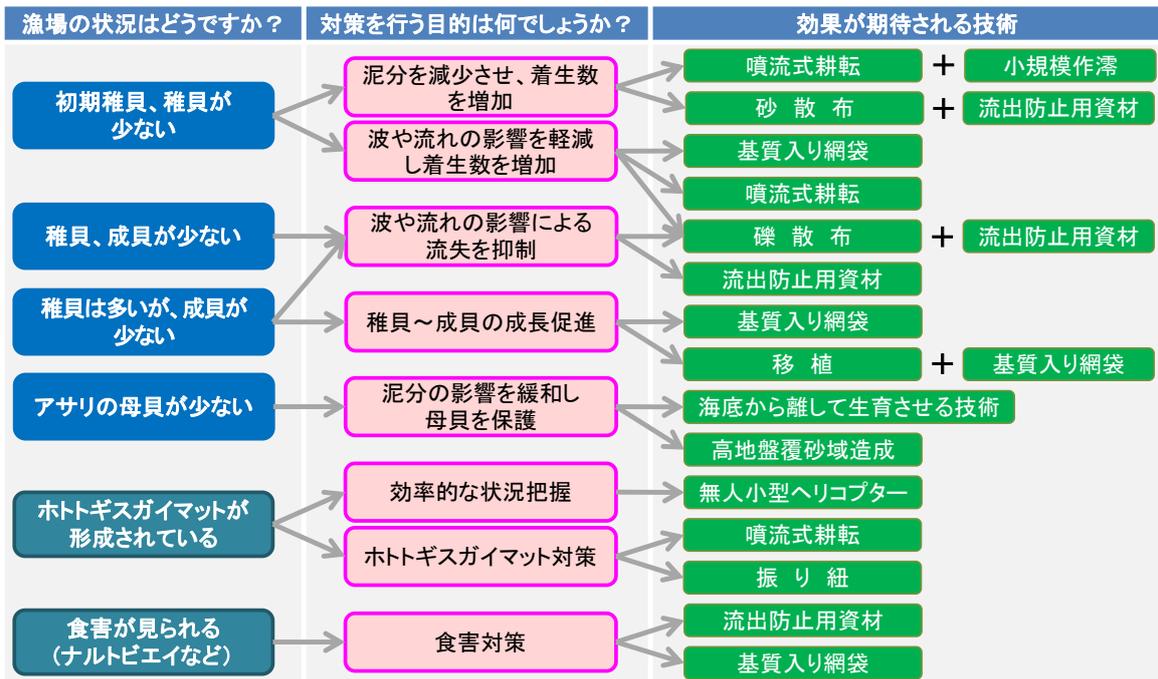
＝連続観測について＝

- ✓ 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

表 2 各地先の漁場概要

地先	概況
福岡県 柳川, 大和高田, 大牟田	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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
長崎県 小長井	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • ホトギスガイの除去など積極的な管理が行われている
熊本県 荒尾, 熊本北部 岱明, 滑石, 大浜, 横島 河内, 小島, 沖新 畠口, 海路口, 川口, 住吉, 長浜	<ul style="list-style-type: none"> • 一部で泥土の堆積が見られるが、砂質の漁場が広がる
	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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
	<ul style="list-style-type: none"> • 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
	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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

図 2 技術の選定フロー



1) 各技術の実証実験結果の概要

(a) 噴流式耕耘

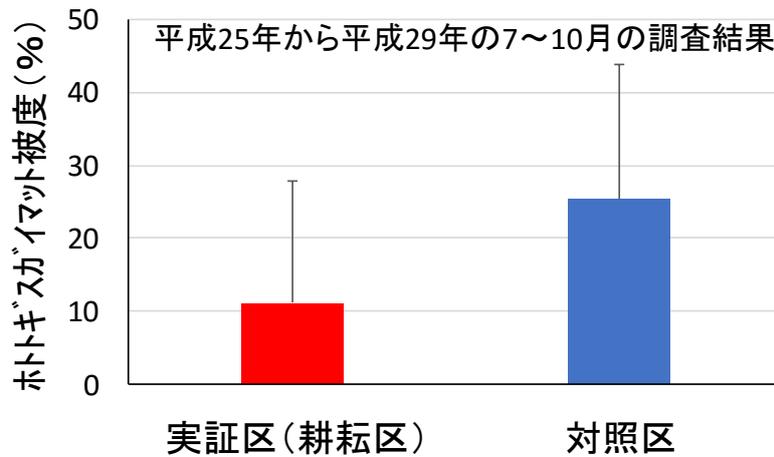
噴流式耕耘は、ホトトギスガイマットの形成阻害、除去、及びシルト・粘土分の堆積抑制、除去効果を期待するものであり、効果を発揮する漁場としては、覆砂した漁場において、ホトトギスガイマットが形成され、底質が泥質化した漁場が挙げられる。噴流式耕耘のイメージは図 3 に示すとおりである。

実証実験は小長井地先の長里(N-3)、金崎(N-4)、小島(K-8)、長浜(K-14) (地点番号は図 1 参照。以下同様)で実施した。

ホトトギスガイマット被度の比較は図 4 に示すとおりであり、耕耘区ではホトトギスガイマットの被度が減少した。



図 3 噴流式耕耘のイメージ



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

図 4 ホトトギスガイマット被度の比較

(b) 砂散布

砂散布は、アサリの生息に適した粒径の底質を増加させることで、アサリの初期稚貝の着底の促進を期待するものであり、砂散布による効果が発揮しやすい漁場としては、泥土の堆積やホト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が挙げられる。

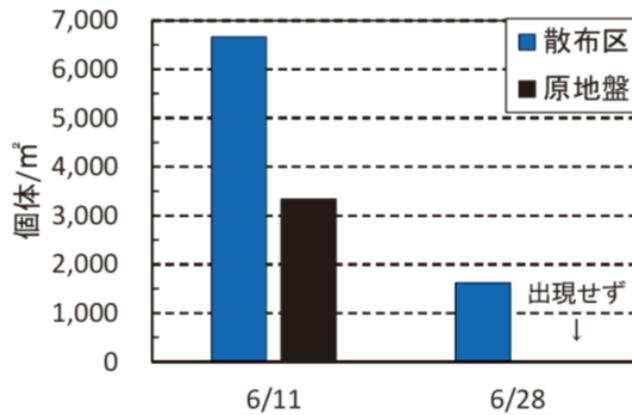
実証実験は小島(K-8)、及び岱明(K-3)において実施した。散布の状況は図 5 に示すとおりである。

実験の結果として、散布区と現地盤におけるアサリ初期稚貝^{*}の個体数の差は図 6 に示すとおりであり、初期稚貝の着底の促進が確認された。

^{*}殻長 1mm 未満の個体を初期稚貝とした。



図 5 砂散布の状況



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

図 6 アサリ初期稚貝の個体数(平成 29 年度)

(c) 礫(天然石の碎石)散布

礫(天然石の碎石)散布は、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を期待するものであり、効果を発揮する漁場としては、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が挙げられる。

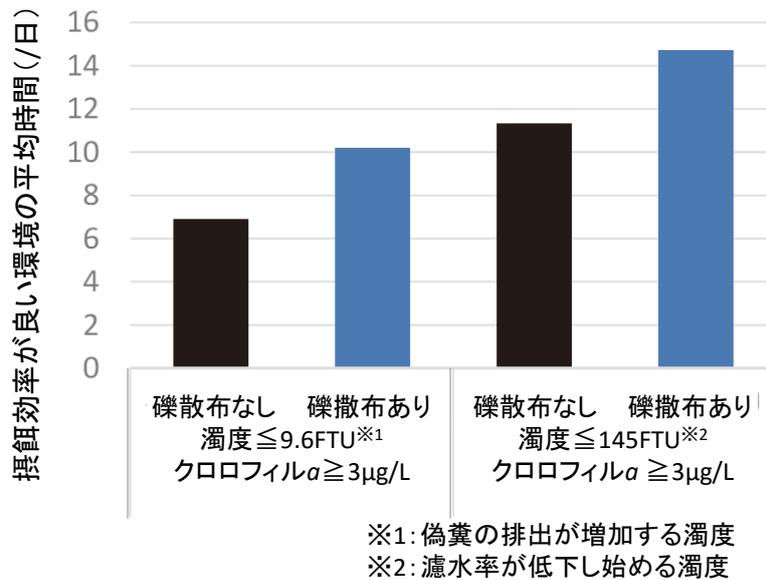
実証実験は、横島(K-6)において実施した。礫散布の状況と散布した礫は図 7 に示すとおりである。

実験の結果、アサリの摂餌効率の良い環境の平均時間の比較は図 8 に示すとおりであり、濁り抑制、藻類増加といったアサリの摂餌環境の改善がみられた。



(径は 10mm 前後)

図 7 礫散布の状況と散布した礫



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

図 8 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)

(d) 小規模作れい

作れいは、流速が速まることにより、シルト・粘土分の集積の減少を期待するものであり、効果を発揮する漁場として、覆砂実施後に底質が泥質化した漁場などが挙げられる。

実証実験は、小長井の長里(N-3)において実施した。作れいの状況は図 9 に示すとおりである。

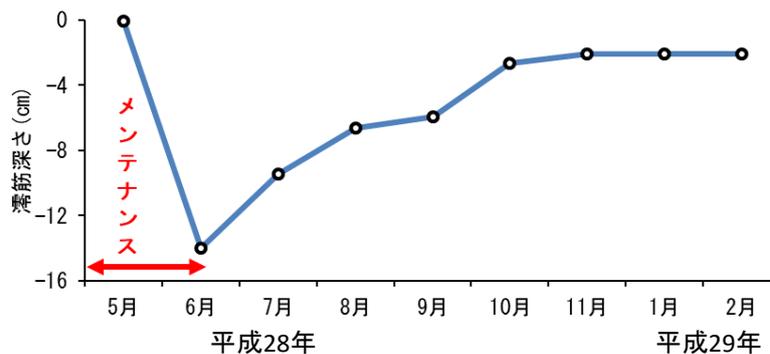
実験の結果として、濡筋内、対照区、実証区におけるシルト・粘土分の割合の比較は表 3 に、メンテナンス後のシルト・粘土分の堆積による深さの変化は図 10 に示すとおりである。実証区においては、対照区に比べてシルト・粘土分の減少がみられ、また、濡筋のメンテナンス作業を行うと効果維持が確認された。



図 9 作れいの状況

表 3 滞筋内、対照区、実証区におけるシルト・粘土分の割合

	滞筋内	対照区	実証区
シルト・粘土分(%)	88.4	15.2	4.1



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

図 10 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

(e) 振り紐

振り紐は、底質の粗粒化やホトトギスガイマットの形成防除を期待するものであり、効果を発揮する漁場としては、浮泥の堆積やホト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が挙げられる。

実証実験は、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) 以外の各地点において実施した。振り紐の実施状況と振り紐は図 11 に示すとおりである。

振り紐による実験区と対照区におけるホトトギスガイマットの形成状況は図 12 に示すとおりであり、波浪・流れがある場所では、振り紐によりホトトギスガイマットの形成防除、底質のシルト・粘土分の堆積軽減がみられた。



図 11 振り紐の実施状況と振り紐



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

図 12 ホトトギスガイマットの形成状況（平成 25 年 9 月，沖新地先）

(f) 高地盤覆砂域造成

高地盤覆砂域造成は、シルト・粘土分の堆積抑制や、被覆網との併用でアサリの生残向上を期待するものであり、効果を発揮する漁場としては、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である。

実証実験は柳川 304 号地区(F-1)において実施した。高地盤覆砂域造成の状況は図 13 に示すとおりである。

実験の結果として、高地盤覆砂域の被覆網設置 5 か月後の生残個体数は図 14 に示すとおりであり、被覆網との併用によりアサリの生残が多かった。

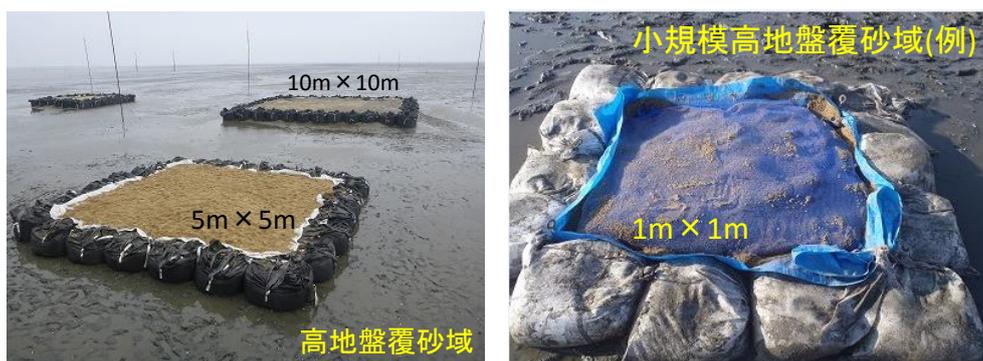
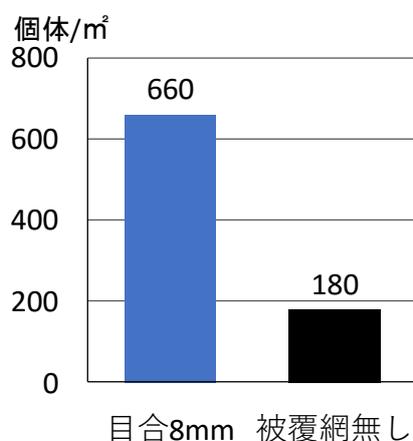


図 13 高地盤覆砂域造成の状況



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

図 14 高地盤覆砂域の被覆網設置 5 か月後の生残個体数(平成 28 年度)

(g) 海底から離して育成する技術

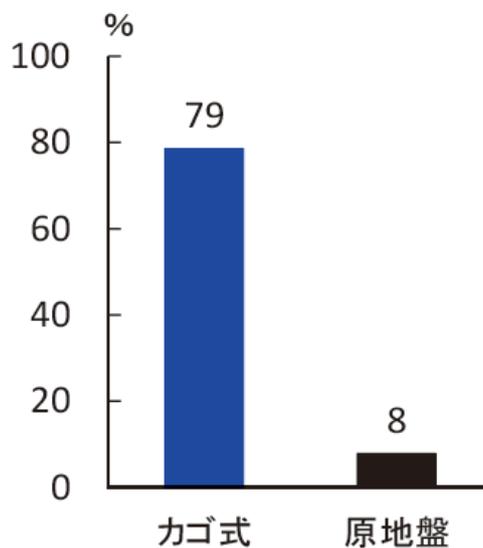
海底から離して育成する技術（カゴ式）は、泥土への埋没回避、濁りの影響の軽減、食害防止の効果を期待するものであり、効果を発揮する漁場としては、適度な波浪や流れがあり、地盤を高くすることで、シルト・粘土分の堆積抑制が期待される漁場が挙げられる。

実証実験は、大和高田 302 号(F-4)，大牟田 303 号泥地(F-7)で実施した。実施の状況は図 15 に示すとおりである。

実験の結果として、設置 5 か月後のカゴ式と現地盤のアサリ生存率は図 16 に示すとおりである。カゴ式では原地盤よりも生存率が高い結果が得られた。



図 15 海底から離して育成する技術



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
 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

図 16 設置 5 か月後のアサリ生存率(平成 29 年度)

(h) 被覆網

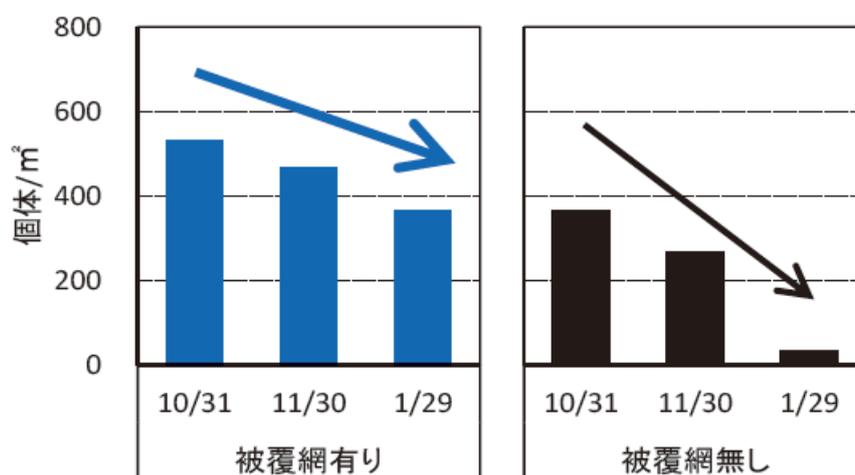
被覆網は、波、流れの影響の緩和、稚貝の流失抑制、食害防止を期待するものであり、効果を発揮する漁場としては、初期稚貝～稚貝の着生は多くても、波や流れにより流失してしまう漁場が挙げられる。

実証実験は、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)において実施した。被覆網設置の状況は図 17 に示すとおりである。

実験の結果として、被覆網の有無によるアサリ生存個体数変化は図 18 に示すとおりであり、被覆網の設置により生残の向上がみられた。



図 17 被覆網設置の状況



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

図 18 被覆網の有無によるアサリ生存個体数変化（平成 28 年度）

(i) 網袋(基質入り)

基質入りの網袋の設置は、稚貝の着生促進、波や流れによる逸散の抑制、食害防止を期待するものであり、基質は、砂利、軽石等である。効果を発揮する漁場は、波や流れによって、着生したアサリが逸散する漁場が挙げられる。

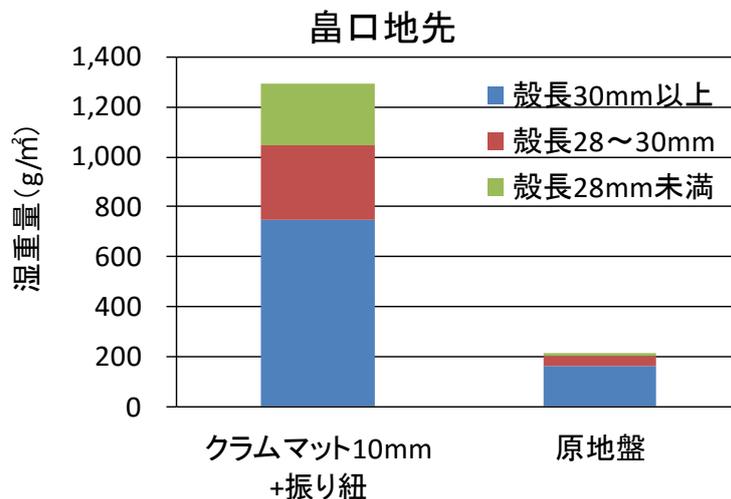
実証実験は、小長井(N-1～N-4)、滑石(K-4)、大浜(K-5)、横島(K-6)、住吉(K-13)、長浜(K-14)以外の各地点で実施した。基質入り網袋設置の状況は図 19 に示すとおりである。

実験の結果として、クラムマット 10mm の網袋設置(+振り紐)と原地盤におけるアサリ現存量の比較は図 20 に示すとおりである。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、網袋設置により稚貝から成貝までの回収効率の向上がみられた。



図 19 基質入り網袋設置の状況



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

図 20 アサリ現存量比較（平成 29 年度）

2) 実証実験のとりまとめ

アサリ母貝の保護育成技術としては、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した。

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）を施すことやアサリを間引きしながら漁獲することで、漁獲量の向上が確認した。

初期稚貝の着底と減耗としては、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した。また、基質入り袋網の基質の種類や、設置場所によって、着底量に差が生じることを確認した。

5.2 生物調査結果と環境調査結果の検討

1) 検討の内容

「5.1 実証試験」における各実験場の対照区の調査結果（平成 25～29 年度、18 地先 25 ヶ所）を用いて、検討した。

(a) 底質調査結果の検討

各実験の実験場所の対照区における底質調査結果の平均値を用いてクラスター分析を行った結果は図 21 に示すとおりである。

シルト・粘土分や強熱減量の違いにより、底質を 6 グループに区分した。

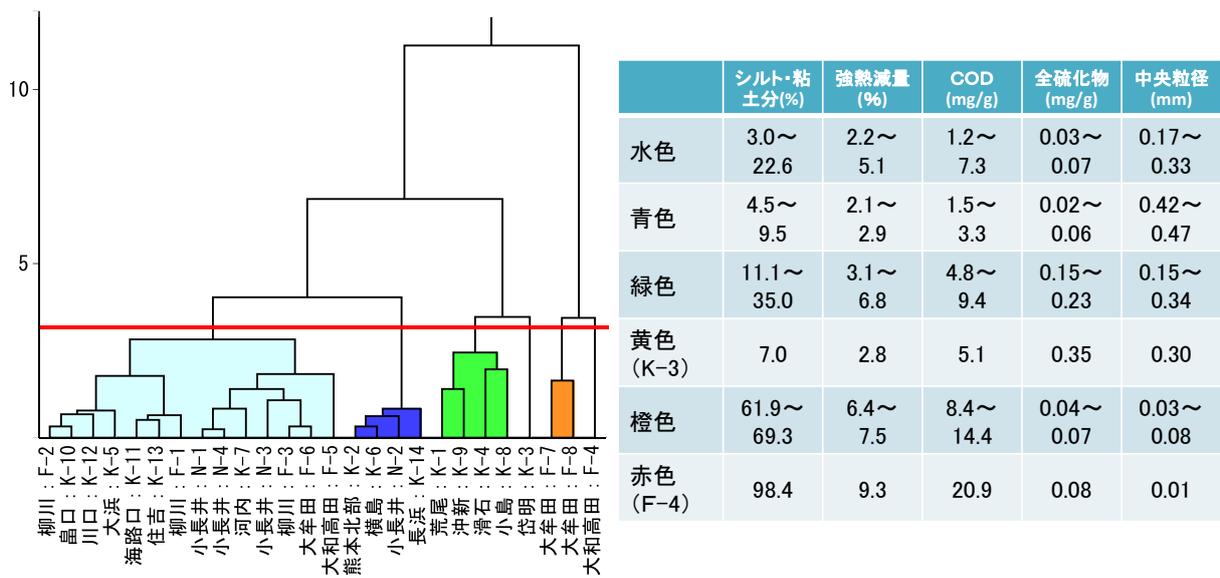


図 21 底質調査結果の平均値を用いたクラスター分析結果

クラスター区分ごとのアサリの成貝個体数は図 22 に示すとおりであり、シルト・粘土分の多い場所で個体数が少なくなる傾向がみられた。

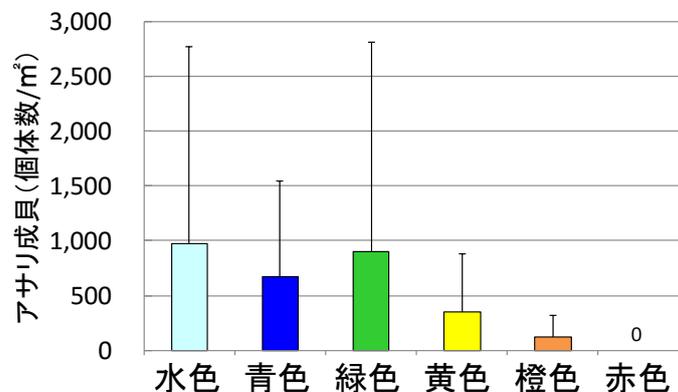


図 22 クラスター区分ごとのアサリの成貝個体数

また、アサリの成貝、稚貝の HSI (Habitat Suitability Index) を各実験場に当てはめた結果は図 23 に示すとおりである。なお、HSI は以下の式より求めた。

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

底質調査結果からみた HSI は、成貝、稚貝ともに、シルト・粘土分の高い地点 (F-4, F-7, F-8) で低い結果であった。

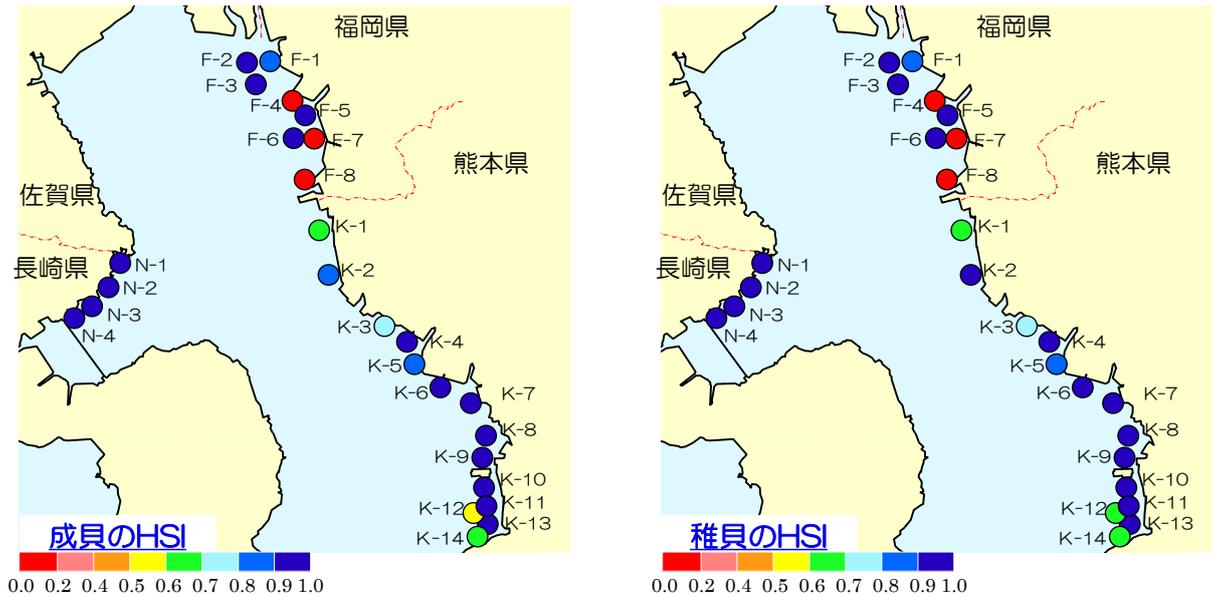
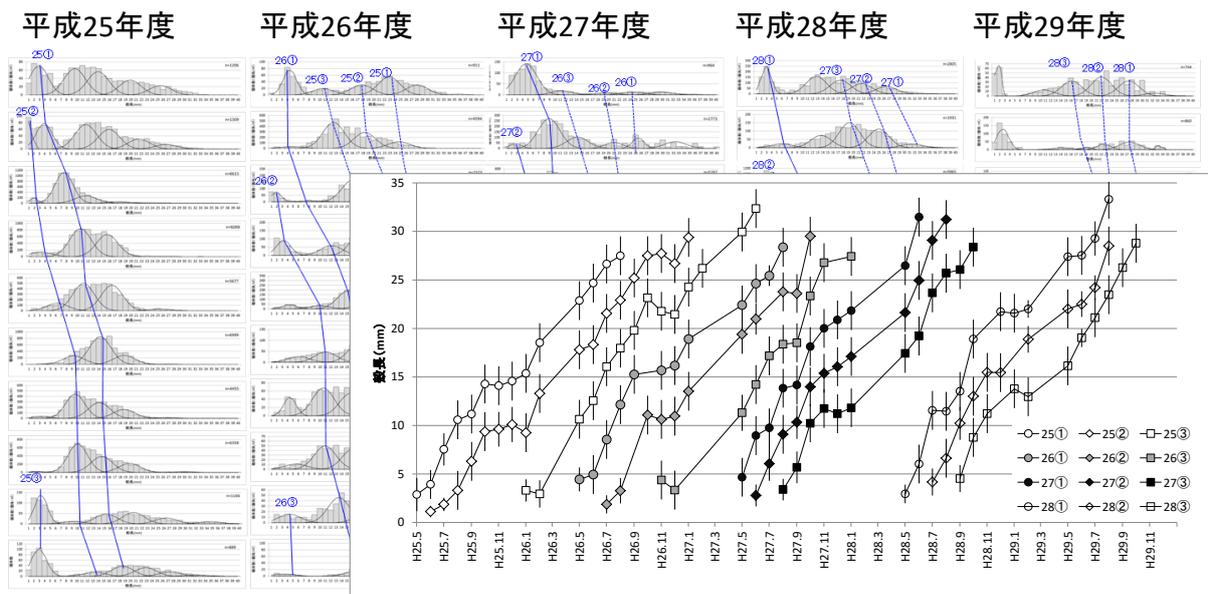


図 23 アサリの成貝、稚貝の HSI

(b) アサリの成長量の検討(全調査点の殻長組成の平均値による検討)

全地先の殻長組成平均値から求めた成長曲線を図 24 に示す。

各年度の殻長 5mm 以下の発生群を追跡調査した結果、1 年間で約 20mm (17.2~24.4mm) の成長が確認された。



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, p567-569

図 24 全地先の殻長組成平均値から求めた成長曲線

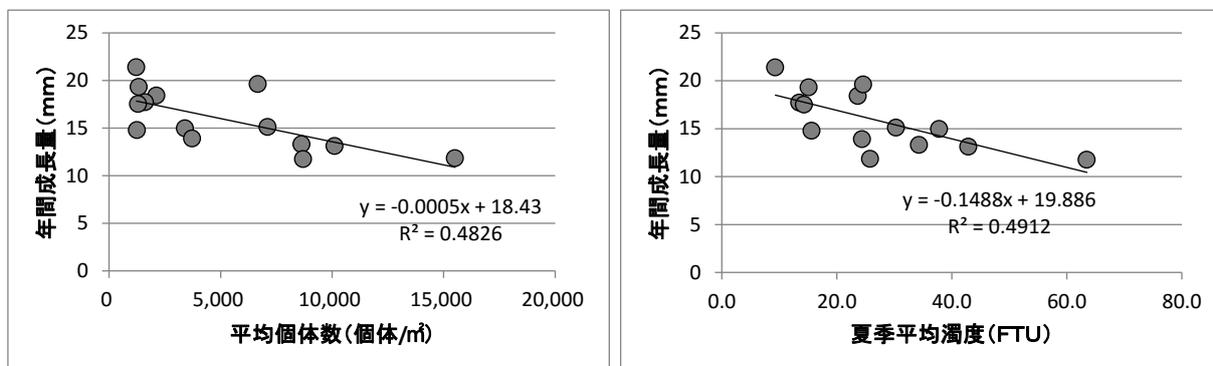
(c) 各地先のアサリ成長量と環境因子との関係

アサリ成長量と環境因子との関係は表 4 に示すとおりである。また、成長量と平均個体数及び夏季平均濁度との関係は図 25 に示すとおりである。

平均個体数の多い地先では成長が遅い傾向にあり、また、濁度の高い地先でも成長が遅い傾向がみられた。

表 4 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



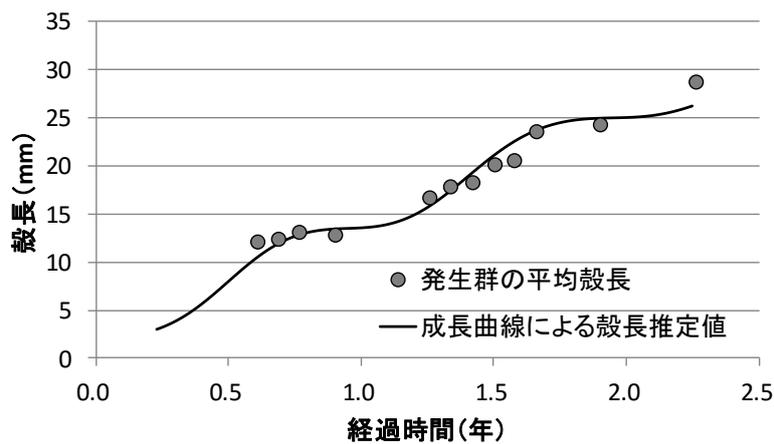
出典：一般社団法人マリノフォーラム 21 ほか (2018)，平成 29 年度 各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業 報告書, p573

図 25 成長量と平均個体数及び夏季平均濁度の関係

(d) アサリ成長量の検討（住吉地先着生区での回帰例）

アサリが高密度に着底している漁場である住吉地先着生区におけるアサリ成長量は図 26 に示すとおりである。

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 に成長している。この結果からアサリが高密度に着生している漁場では、アサリの成長が遅れていることを考察した。



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, pp571-572

図 26 住吉地先着生区におけるアサリ成長量

(e) 間引き移植の効果の検討

4 月下旬に殻幅 13mm 以下のアサリを 2,000 個体/m² となるように移植し、その後、6 月、7 月に間引きを行った試験区と間引きを行わなかった試験区、8 月に 13mm 以上のアサリ全てを漁獲し、結果を比較した。

試験区の配置は図 27 に、試験結果は図 28 に示すとおりである。

間引きを行った場合(地撒き、囲い網)は、間引かなかった場合に比べて約 1.8~1.9 倍の漁獲量の増加が確認できた。

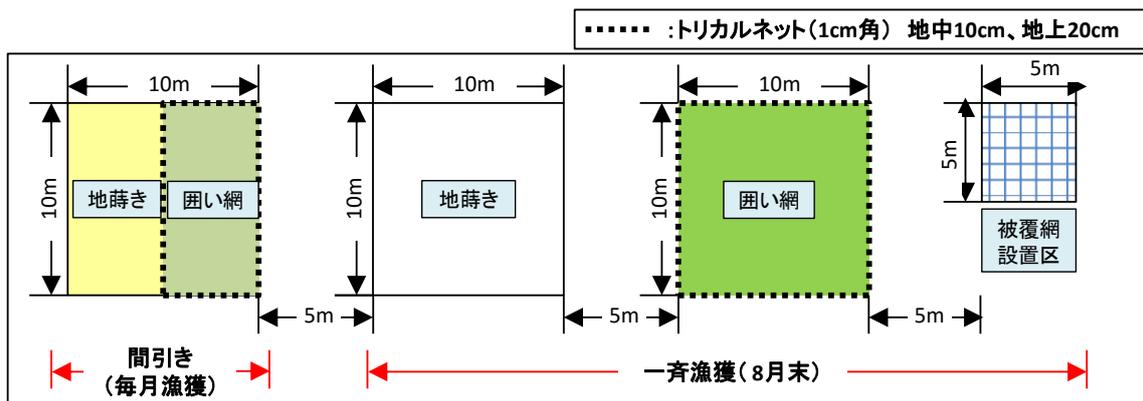
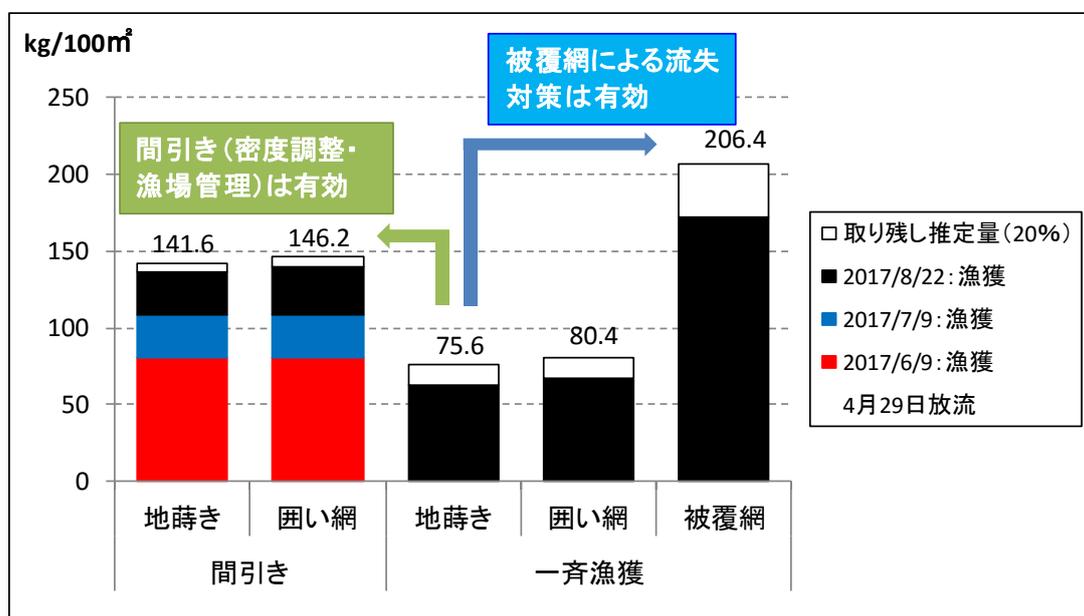


図 27 試験区の配置



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, pp385-386

図 28 間引き移植試験の結果

2) 検討結果のまとめ

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にあった。

また、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にあった。

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した。

6. 成果(再生方策に対して分かったこと、新たな知見等)

実証実験では、シルト・粘土分の多い場所での離底型カゴ飼育によるアサリの母貝保護育成や稚貝移植時の被覆網、基質入り網袋等の併用により生残率向上等の有効性を確認した。

環境調査結果の解析では、HSI (Habitat Suitability Index) 等により実証漁場でのアサリの生息環境が評価できた。また、シルト・粘土分の多い場所でアサリの稚貝・成貝ともに個体数が少なくなること、平均個体数が多い漁場や濁度の高い漁場では成長が遅くなる傾向にあること等が確認された。

7. その他(課題、今後の方針・計画等)

実証事業については、有明海におけるこれまでの実証事業のうち、特に効果が認められた技術を用い、漁場の生産力向上を図ることを目的として(1)から(4)の課題に取り組んでいるところ(有明海のアサリ等の生産性向上実証事業)。具体的な実証事例として、未利用の泥干潟を母貝場として利用するためのメンテナンスをより簡易にし、低コスト化を図るための離底飼育器具による育成法の開発やパーム(椰子の実の繊維)入り網袋を使用したアサリ稚貝育成技術の開発(図29)等を実施している。

- (1) 高地盤覆砂域の造成等による母貝生育適地の造成
- (2) 基質入り網袋、カゴを用いた稚貝育成
- (3) アサリ稚貝の高密度着生・集積域からの移植
- (4) カキ礁の造成による貧酸素水塊の軽減



図29 低コスト型離底飼育器具、パームを用いた稚貝育成

[補足説明]

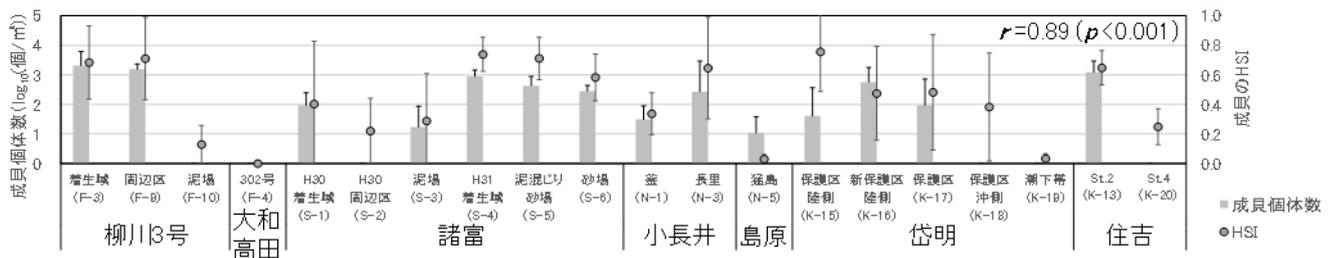
本事業では、各実験場所のアサリの生息場所としての適性については、図25に示すとおり、生息環境適性指数(HSI: Habitat Suitability Index)(以下、HSI)を用いてその評価を行った。このHSIは、シルト粘土分、強熱減量、COD、硫化物、中央粒径、含水率を評価項目とするSIモデルにより算出されている。

今般、このHSIの精度向上を図るため、HSIの算出に利用した評価項目である中央粒径のSIを変更(0.5mm以上)するとともに、水温及び低塩分が出現した時間のSI、地盤高や面摩

擦速度の SI を追加した。さらに、それぞれの SI について、様々なモデルを検討し、HSI が最適値となるようモデル式の検討を行った。

$$HSI = \min(SI_{\text{強熱減量}}^{1/4}, SI_{\text{COD}}, SI_{\text{硫化物}}^2, SI_{\text{粗砂以上割合}}^{1/3}, SI_{\text{含水率}}^2) \times \min(SI_{\text{水温}}, SI_{\text{低塩分率}}) \\ \times \min(SI_{\text{地盤高}}, SI_{\text{底面摩擦速度}}^{1/2})$$

この新たなモデル式による実証実験場所でのアサリ個体数と HSI の関係を図 30 に示す。このモデル式を利用した結果、平均個体数と HSI の間に高い相関 ($r=0.89$) が得られた。なお、各項目の SI モデルを、図 31 及び図 32 に示している。



※小長井と島原の各地点では底面摩擦速度を算出していないため、SI 底面摩擦速度=1.0 と仮定している。

図 30 HSI とアサリ成員分布密度との関係

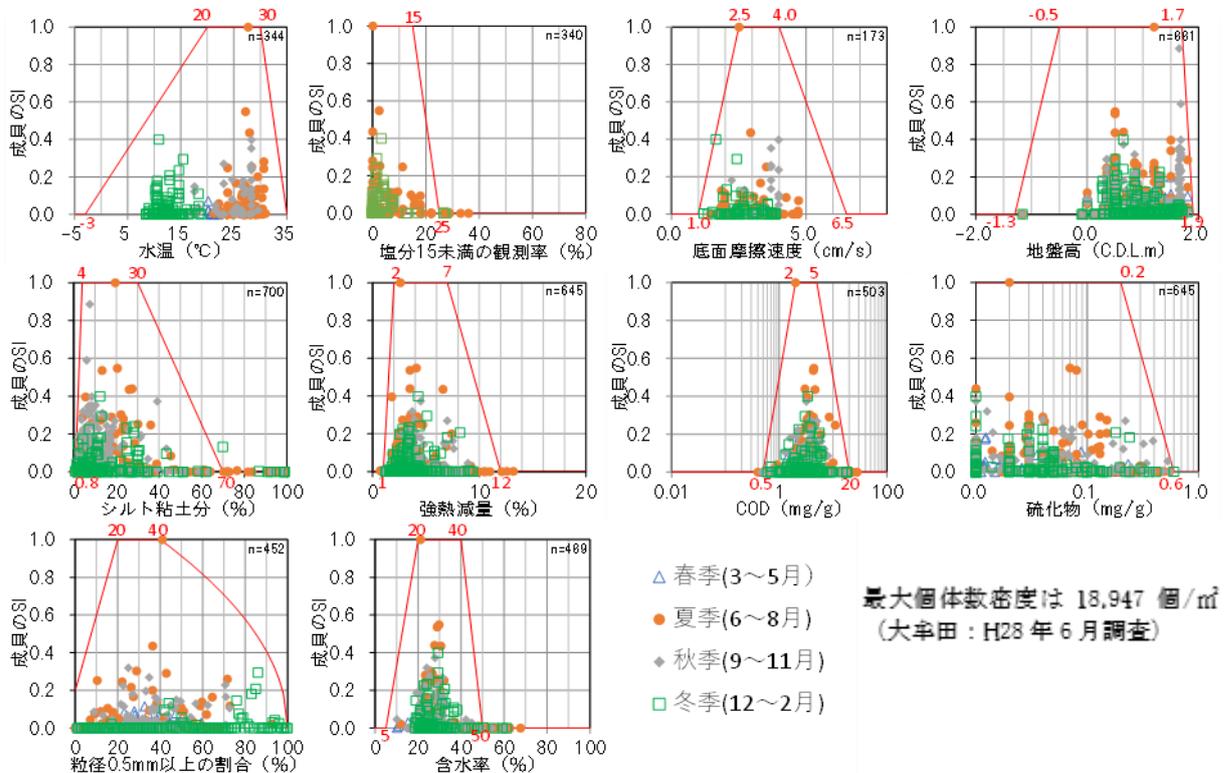


図 31 H25～29年度の18地先(25か所)にH30～31年度の7地先(20か所)を加えた環境計測結果とアサリ成貝(殻長15mm以上)の分布密度から得られた各項目のSIモデル(図中のnは解析に用いたデータ数を示す)

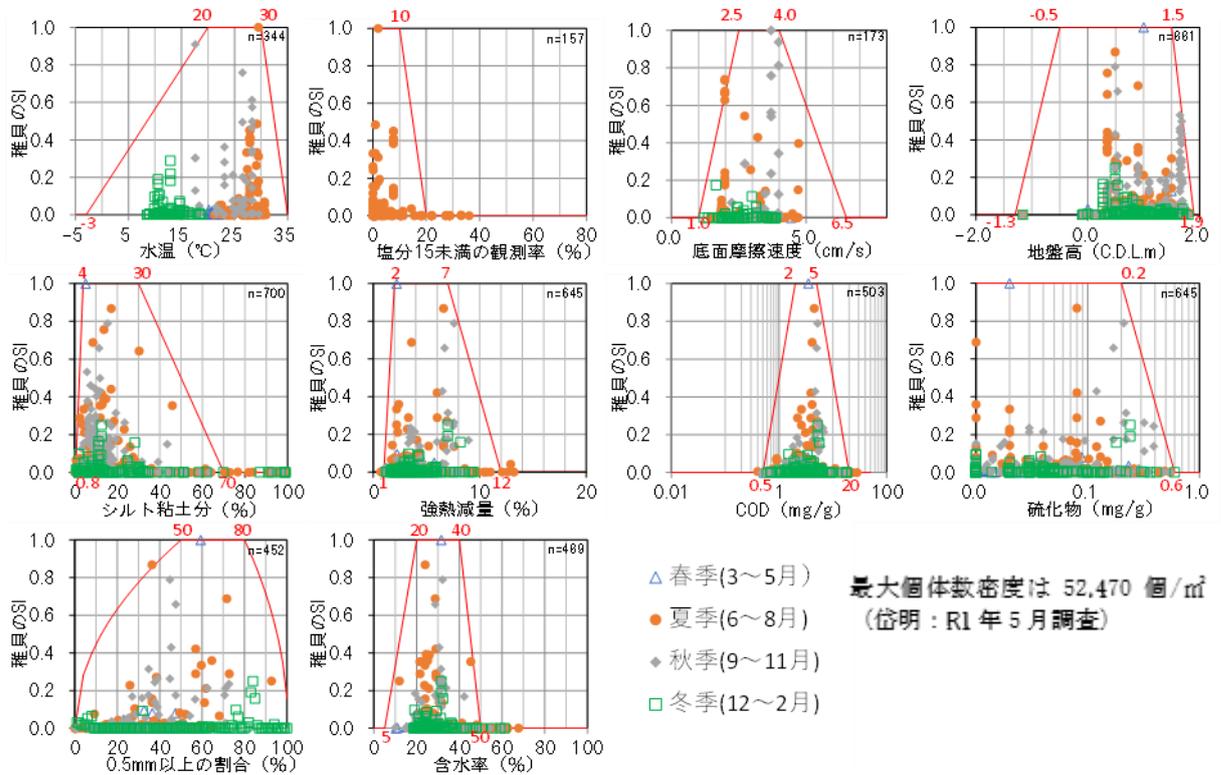


図 32 H25～29年度の18地先(25か所)にH30～31年度の7地先(20か所)を加えた環境計測結果とアサリ稚貝(殻長1~15mm)の分布密度から得られた各項目のSIモデル(図中のnは解析に用いたデータ数を示す)