

VIII. 総合検討および事業とりまとめ

VIII. 総合検討および事業とりまとめ.....	353
VIII-1 概要.....	353
1. 背景・目的.....	353
2. 5か年計画.....	353
VIII-2 総合検討および事業とりまとめ	354
1. 概要.....	354
1.1 目的.....	354
1.2 実施体系概要.....	354
1.3 昨年度成果と課題.....	356
1.4 今年度の目標.....	357
1.5 技術開発工程.....	357
2. 方法.....	358
2.1 実施場所.....	358
2.2 実施方法.....	359
2.3 各実証実験の成果・評価の取りまとめ.....	360
3. 結果.....	361
3.1 環境特性の検討.....	361
3.2 アサリの生息状況と環境の検討.....	378
3.3 増加が期待される漁獲量の推定手法の構築.....	389
3.4 GIS マップの改良.....	394
3.5 各実証実験の成果・評価の取りまとめ.....	398
3.6 電子格納データ.....	403
4. 考察.....	404
4.1 各実験場所の環境特性.....	404
4.2 増加が期待される漁獲量の推定手法について.....	412
5. 成果と今度の課題.....	413
5.1 成果.....	413
5.2 課題.....	413

参考文献

VIII. 総合検討および事業とりまとめ

VIII-1 概要

1. 背景・目的

有明海は我が国でも主要なアサリ漁場を有する海域であり、その漁場の大部分が福岡県と熊本県である。昭和50年代には、両県ともに6万トンを超えるアサリ漁獲量を記録したが、その後激減し、平成25年以降になると両県ともに約500トン以下で推移した。福岡県では、平成26年、平成27年で大きく減少し約100トン程度であった。福岡県や熊本県に比べて漁場規模の小さい長崎県では、諫早湾内の泥質干潟に覆砂を行い積極的な漁場管理が継続されている事から、平成25年以降も約150～300トンの漁獲量で推移している。

アサリ漁業は地域の基幹産業として位置づけられている事から、激減したアサリ資源を回復させることは大きな意味を持つ。そのため、漁業関係者による自主的な資源管理として、漁法や漁具、漁獲サイズ等の制限や、禁漁期や保護区の設定等が実施されている。この他、水産基盤整備事業等による漁場の整備、漁場環境の改善に向けた様々な事業が行われており、それぞれで成果が得られている。平成25年度から平成29年度にかけて実施された各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業においては、着底後の初期稚貝から母貝保護までの成育段階に応じた要素技術の開発が行われ、漁場環境の改善、アサリへの効果が実証された。さらに、効果が認められた要素技術ごとに、各地の漁業者が地域の特性やアサリの減耗要因を把握したうえで各々の海域特性に応じた技術を選定し、計画、実施する際の指針となる作業手引きが作成された。

また、上記事業では、漁場での貧酸素水塊対策の実証実験を行い、その効果も検証された。実施された実証実験は、一時的な底層の溶存酸素濃度の上昇を目的とした吹き流し技術や、赤潮を形成する藻類であるアステリオネラの休眠胞子の防除技術、そして漁場耕耘による堆積泥流出技術と、カキ礁による貧酸素水塊対策技術によるものである。このうち、カキ礁による貧酸素水塊対策技術は、現地において十分な効果が検証されなかったものの、既往知見で環境改善効果が報告されていることから、カキ礁のより効率的な造成手法など今後の技術開発に期待された。

本事業では、有明海におけるアサリ等の漁場の生産力向上を図るため、これまでの各地の特性に応じた技術開発において効果が認められた技術を用い、漁業関係者らが自ら実施できる実用規模での技術開発を目的としている。このため、各事業実施地域の地域特性や環境特性を把握し、各実証事業の成果と併せて整理することは、漁業関係者自らで技術を計画、実施する際の有益な情報になると考える。そのためにも、アサリ等の生産性向上のための技術の効果や、技術ごとの適用条件を整理し、漁業者が活用しやすい形で実証事業の成果を取りまとめることが求められる。

2. 5か年計画

総合検討として、単年度ごとに各実証実験の成果などを整理し、各技術の効果や適用地域の環境特性を検討する。この整理検討結果より、漁業関係者に視覚的に説明する資料を作成する。

事業取りまとめでは、単年度ごとに技術検討・評価委員会や、地区協議会を開催する。さらに、各実証実験の成果・評価の取りまとめとして、各実証実験成果を考察して評価を行うとともに課題を抽出し、各整理、検討結果とともに報告書に取りまとめる。なお、表1に5か年計画を整理した。

表 1 5か年計画

年	目標
1年目 (平成30年度)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 各実証実験の成果・評価の取りまとめ ✓ 各実証実験場所の環境特性の把握 ✓ 増加が期待される漁獲量推定手法の構築 ✓ 各種成果を表示するGISマップ(プロトタイプ)の構築
2年目 (平成31年度)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 各実証実験の成果・評価の取りまとめ ✓ 各実証実験場所の環境とアサリの生息状況の関係の考察 ✓ 増加が期待される漁獲量推定手法を改良し、GISマップに反映
3年目 (令和2年度)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 各実証実験の成果・評価の取りまとめ ✓ 増加が期待される漁獲量推定手法を検証し、GISマップへ反映
4年目 (令和3年度)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 各実証実験の成果・評価の取りまとめ、作業手引き(案)を作成 ✓ 各実証実験成果を用いた各解析・検討結果をGISマップへ反映
5年目 (令和4年度)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 各実証実験成果の総合的な考察および評価の取りまとめ ✓ 各実証技術の作業手引きを作成

VIII-2 総合検討および事業とりまとめ

1. 概要

1.1 目的

本課題の目的は、漁業関係者がアサリ等の生産性向上のための技術を、自らで計画、実施可能にするための基礎資料を作成することである。そのため、本事業で開発する各技術の成果を整理するとともに、各技術の効果および適用場所の環境条件についても総合的に検討し、得られた結果を取りまとめて今後の課題を抽出する。

なお、平成29年度までの関連事業において、アサリの生残や成長が地先により異なる事、そして餌料環境も影響している事が推測された。本事業では、平成29年度までの調査項目に加えて、餌料環境に関わる項目の調査も実施することから、これら各調査結果も用いて各地先の環境特性を考察する。

さらに、得られた結果をわかりやすい形で確認できるよう、データベース(以下、GISマップと言う)として構築し、整理する。

1.2 実施体系概要

本課題の実施体系概を図1の概略図に示す。また、小課題ごとの今年度事業までの経緯を図2～図4に示す。

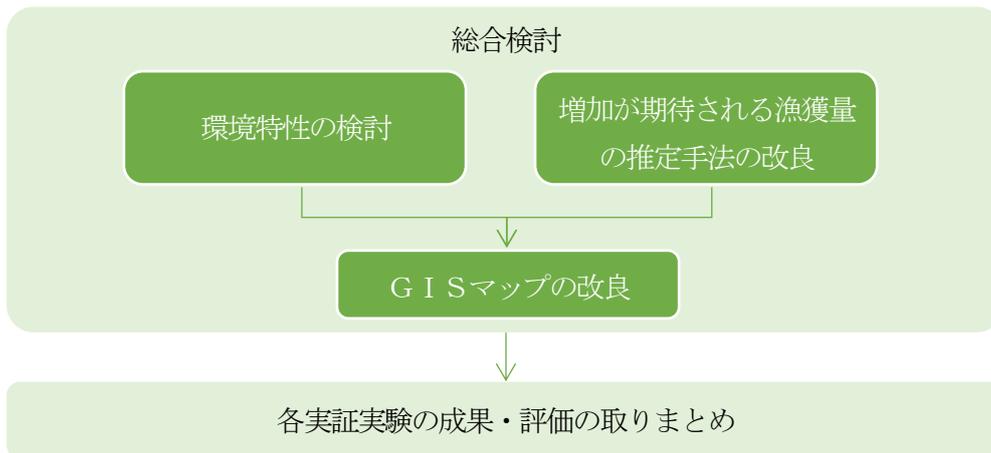


図 1 事業実施体系の概略図

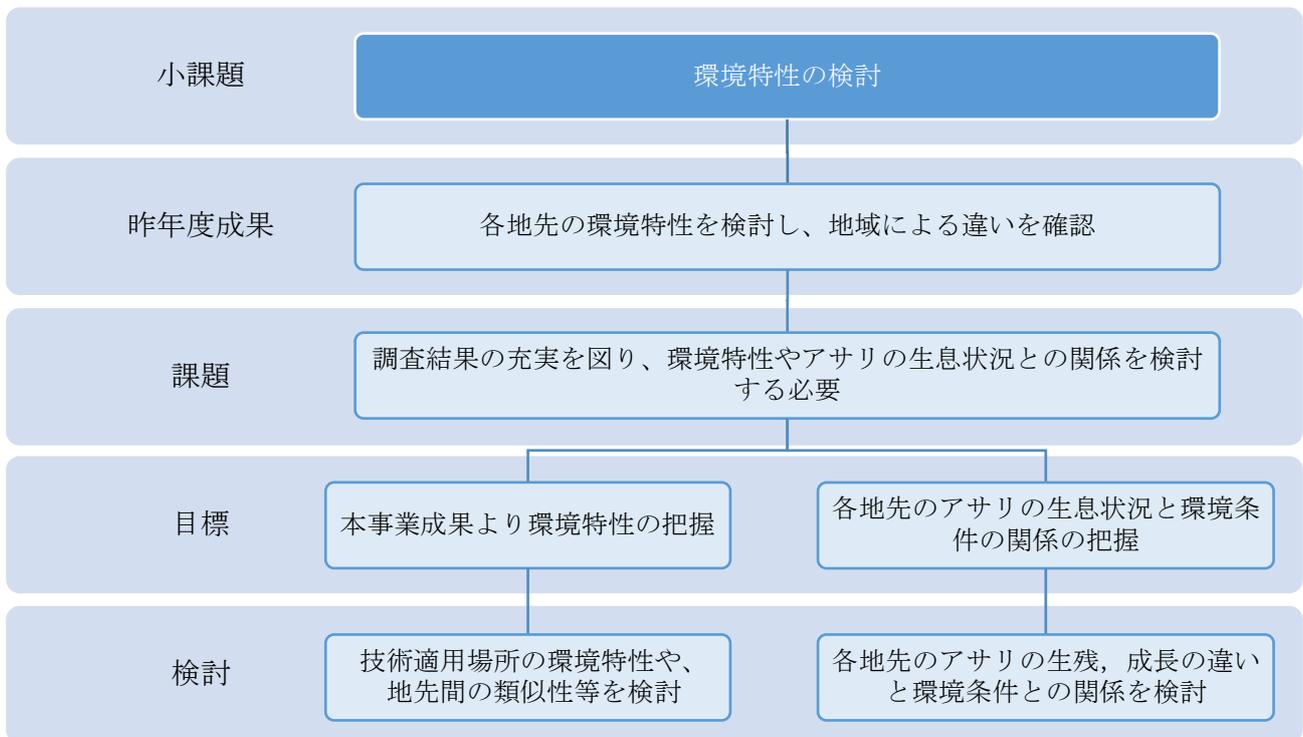


図 2 「小課題：環境特性の検討」フロー

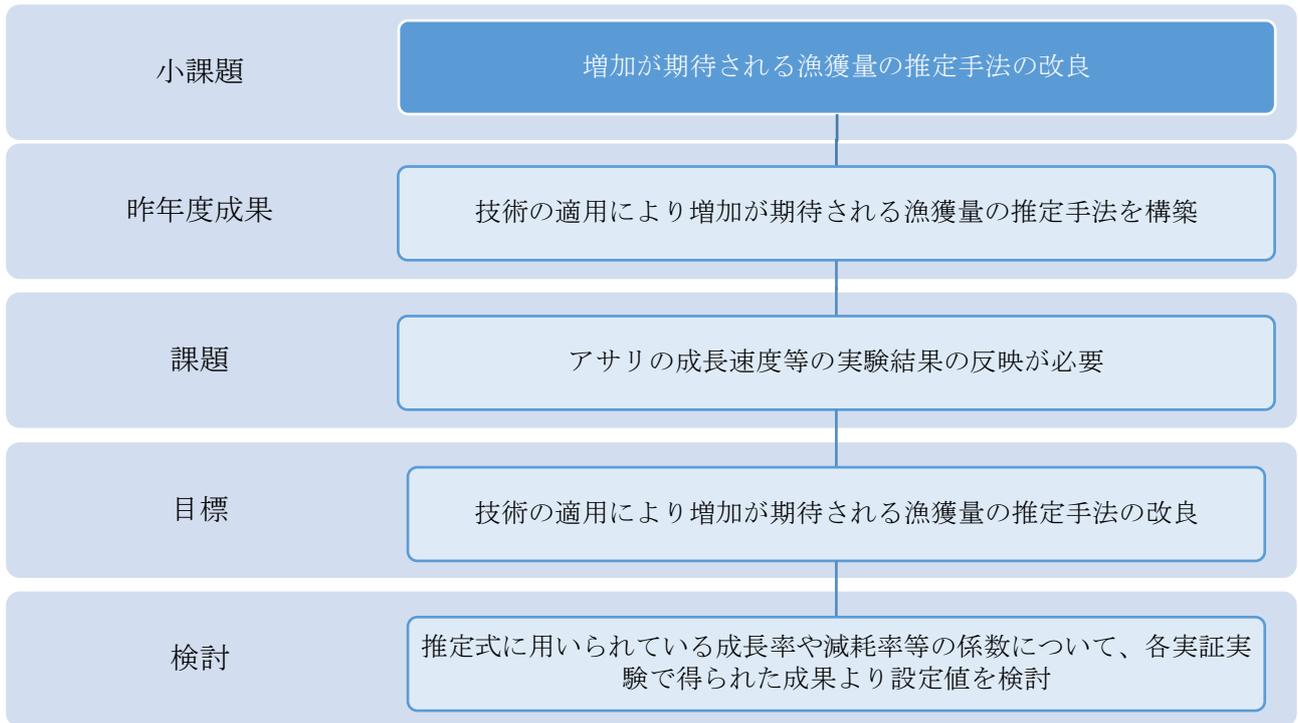


図 3 「小課題：増加が期待される漁獲量の推定手法の改良」フロー

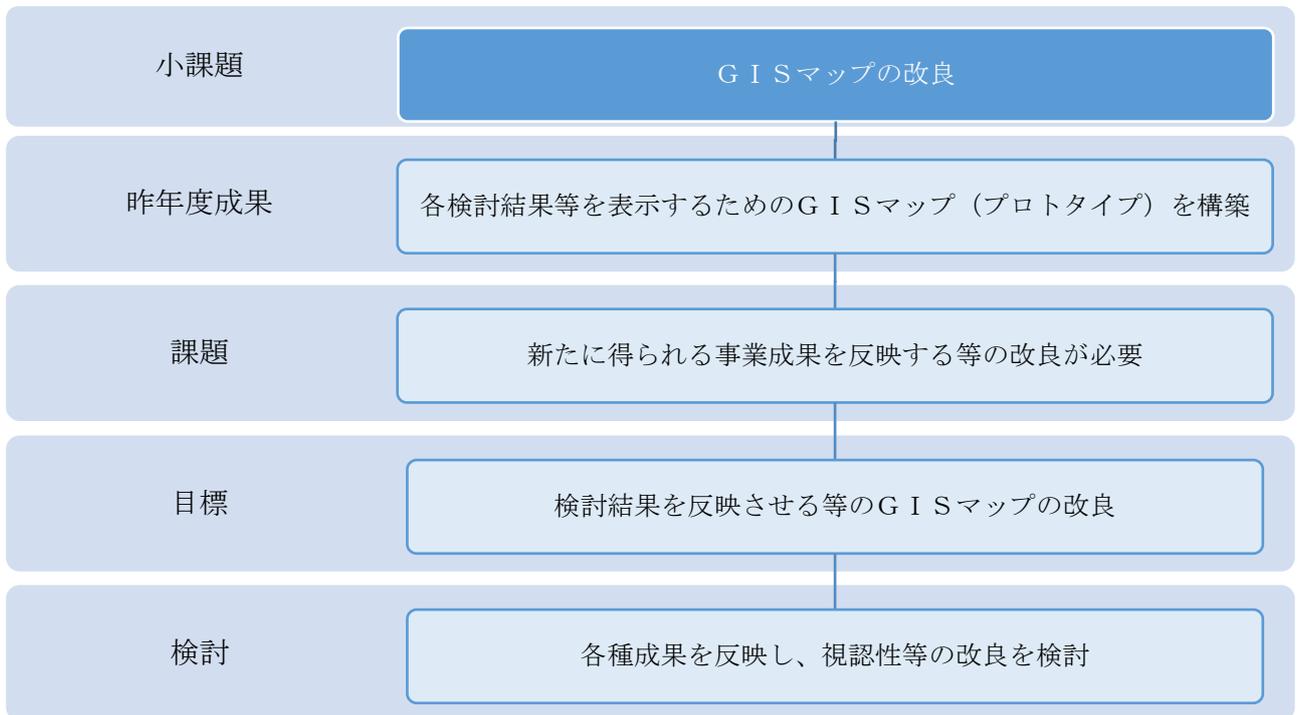


図 4 「小課題：GIS マップの改良」フロー

1.3 昨年度成果と課題

昨年度事業における小課題ごとの成果および課題を、以下の表 2 に示した。

表 2 昨年度事業における成果と課題

小課題	昨年度成果	課題
事業成果の整理および環境特性の検討	各地先の環境特性（物理、水質、底質）について検討し、地域による違いを確認	調査結果の充実を図り、環境特性やアサリ生息状況との関係を検討することが必要
増加が期待される漁獲量推定手法の検討	既往知見を収集整理し、技術の適用により増加が期待される漁獲量推定手法を構築	アサリの成長速度等の実験結果を、漁獲量の推定手法に反映させることが必要
GIS マップの構築	各検討結果等を表示するための GIS マップ（プロトタイプ）を構築	各実証実験成果や各検討結果を GIS マップに反映することが必要

1.4 今年度の目標

各実証実験の成果等より実証実験を実施した場所の環境特性を検討し、漁業関係者がアサリ等の生産性向上のための技術を計画、実施する際の基礎資料となるよう GIS マップを構築するほか、各成果を報告書として取りまとめる。ここでは、各実証実験で得られた成果をもとに、各地先のアサリの生息場としての影響要因を検討するとともに、漁業関係者によるアサリ等の生産性向上にむけた技術選定のためのシステムを構築する。さらに、技術の適用により増加が期待されるアサリ漁獲量（以下、増加漁獲量と言う）を推定するためのシステムを構築し、漁業関係者による技術の実施時に参考となる資料の提供を目標とする。

平成 31 年度は、昨年度までの環境特性の検討結果をもとに、各実証実験場所で得られた環境調査結果も統合して、環境特性の検討を行う。さらに、本事業で得られた成果より、各実証実験場所に適した増加が期待されるアサリ漁獲量の推定手法を構築し、本事業成果、各種検討結果と合わせて GIS マップへ反映させる等の改良を行う。また、各実証実験成果より、アサリ等の生産性向上のための総合検討を行う。

平成 31 年度の目標を以下のように設定する。

- 1) 各実証実験成果より、それぞれの場所の環境特性、特に餌料環境について検討するとともに、各地先のアサリの生息状況と環境条件の関係を検討し、アサリ生息場としての影響要因を考察する。
- 2) 増加が期待される漁獲量の推定手法について、各実証実験で得られた成果をもとに、各実験場所に適した推定手法の改良を検討する。
- 3) 平成 30 年度に構築した GIS マップ（プロトタイプ）については、今年度事業における各実証実験成果、各検討結果の反映のほか、増加が期待される漁獲量の推定システムの更新等の改良を行う。
- 4) アサリを対象とした各実証実験およびカキ礁造成による実証実験の各成果を考察し、評価を行うとともに今後の課題を抽出し、報告書に取りまとめる。

1.5 技術開発工程

平成 31 年度の技術開発工程を表 3 に示す。

表 3 平成 31 年度 技術開発工程

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
計画・準備等												
技術検討・評価委員会				○							○	
地区協議会		○					○			○		
実施計画	■	■										
環境特性の検討			■	■	■	■	■	■	■	■		
アサリ生息状況と環境の検討							■	■	■	■	■	
増加が期待される漁獲量の推定手法の改良			■	■	■	■	■	■	■	■		
GISマップの改良			■	■	■	■	■	■	■	■		
各実証試験の成果・評価の取りまとめ									■	■	■	
報告書作成							■	■	■	■	■	■

2. 方法

事業全体の計画を図 5 に示す。本課題では、このうち総合検討および事業取りまとめを行うものである。

事業概要
実証実験の成果
<p>総合検討および事業取りまとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 本事業で新たに得られる各実証実験成果を追加し、各技術の効果評価や各実験区の環境特性を検討する ➤ 昨年度に構築したGISマップへ検討結果等を反映させるなどの改良を行う ➤ 各実証実験の成果・評価を取りまとめる

図 5 全体計画

事業概要は、実証実験の概要、実地場所、地区協議会および技術検討・評価委員会の開催状況等を記す。実証実験の成果については、各実証技術別に取りまとめる。

総合検討および事業取りまとめでは、各実証実験で得られた環境調査結果や既往データなどより、各実証実験が行われた場所の環境特性について検討する。さらに、アサリの生息状況と環境条件の関係よりアサリ生息場としての影響要因を考察する。

この他、本事業成果より、各実証実験場所に技術を適用する事で増加が期待されるアサリ漁獲量の推定システムを構築し、各種成果とともにGISマップへ反映させるなどの改良を行う。

さらに、各実証実験の成果・評価の取りまとめとして、各実証実験成果の評価を行い、課題を整理する。なお、総合検討および事業取りまとめの詳細は、2.2 に示す。

2.1 実施場所

本事業および関連事業の成果や、それぞれで得られた調査結果等を取りまとめの対象とするため、各事業

が実施された各地先を対象とした。

2.2 実施方法

2.2.1 環境特性の検討

本事業において取得された物理、水質、底質の各環境調査結果を整理し、各地先の環境特性を検討した。

① 物理環境

各地先で取得された潮流、波高などの調査結果を地先ごとに整理し、地先間の違いも含めて環境特性を検討した。

② 水質環境

各地先で取得された水質調査結果より、季節による違いや、淡水負荷の影響の違い、クロロフィル a や濁度の調査結果よりアサリの餌料環境について検討した。平成 30 年度の検討では、いくつかの地先でアサリの生息に影響する値を超える高水温や低塩分が観測されたものの頻度は少なく、アサリの生息に強く影響していないと推察される結果であった。しかしながら、例えば住吉地先の St. 2 と St. 4 のように、数百メートル程度の距離であっても、塩分環境に差が生じるなど、水質においても同一地先でアサリの生息環境が場所によって異なる事が確認された。

この住吉地先の St. 2 と St. 4 はアサリの生息状況も大きく異なっており、この両地点でアサリの餌料環境の差の有無を検討するため、夏季と冬季の水質や物理環境の連続観測時に合わせてセジメントトラップ調査を実施した。この結果より、捕集物の有機物量や懸濁物のサイズ分布の違い等と、生息状況との関係について考察した。

また、時空間的に広域同時性を持つデータである衛星画像を用いて、アサリの成長に影響する濁り²⁰⁾の分布に関しても考察した。

③ 底質環境

本事業における各実証実験実施場所の環境特性を検討するため、平成 30 年度に得られた調査結果のほか、平成 25 年度から平成 29 年度に実施された関連事業での調査結果も用いて、各事業実施場所の原地盤における底質環境の類似性を検討した。また、各グループの底質環境の特性について主成分分析等により検討したほか、アサリの生息場適性指数 (SI) より、アサリ生息場としての適性について考察した。

2.2.2 アサリの生息状況と環境の検討

各実証実験結果やアサリ生息状況調査結果、そして環境調査結果より、アサリの生息状況等と環境条件の関係について検討した。

今年度は、本事業で取得された調査結果のほか、既往知見等も利用して検討し、結果を整理した。

2.2.3 増加が期待される漁獲量の推定手法の構築

平成 30 年度に検討した推定式に用いられている成長率や減耗率等の係数について、各実証実験で得られた成果より設定値を検討し、各実証実験場所に応じた推定手法を設定した。なお、構築に際しては、推定式の改良に関しても検討するとともに、関連する事業成果の推定手法への反映についても検討した。

2.2.4 GIS マップの改良

上記の各検討結果を漁業関係者にわかりやすい形で確認できるように整理し、GIS マップへ反映させる等の改良を行った。

昨年度に構築したGIS マップのプロトタイプをもとに、本年度事業における実証実験成果を整理して反映、上記1.2.3で検討した増加が期待される漁獲量の推定手法をGIS マップ上のシステムに反映させる等の改良を行った。この他にも、GIS マップの見た目の分かりやすさ、操作性の向上に係る改良を検討した。この改良の際には、GIS マップの利用に際しての課題などを漁業関係者に聞き取り、その結果を踏まえて改良を行った。

さらに、アサリを対象とした実証実験成果のほか、カキ礁の造成による貧酸素水塊軽減の実証実験成果もGIS マップに反映させた。

2.3 各実証実験の成果・評価の取りまとめ

各実証実験の成果・評価の取りまとめにおいて、各実証実験の成果を考察して、評価を行うとともに課題を抽出し、各整理、検討結果とともに報告書に取りまとめた。

上記の各実施項目を表4に整理した。

表4 実施項目

実施項目	実施方法	実施期間	解析内容
環境特性の検討	本事業で取得されたデータ、及び既往データより検討	6～1月	本事業で取得された物理、水質、底質の各環境調査結果を整理し、実証実験を実施した場所の環境特性について検討した。
アサリ生息状況と環境の検討	本事業で取得されたデータ、及び既往データより検討	10～2月	環境特性の検討結果およびアサリ生息状況調査結果をもとに、アサリ生息場としての適性を検討し取りまとめる。
増加が期待される漁獲量の推定手法の改良	本事業で取得されたデータ、及び既往知見より検討	6～1月	平成30年度に検討した推定式に用いられている係数等について、各実証実験で得られた成果より設定値を検討し、各実験場所に応じた推定手法に改良する。
GIS マップの改良	本事業での各成果をGIS マップのプロトタイプを改良し表示	6～1月	各実証実験の成果や環境特性の検討結果等を漁業関係者がわかりやすいように整理しGIS マップに表示する。
各実証実験の成果・評価の取りまとめ	本事業での各実証実験の成果・評価を整理	12～2月	各実証実験成果より、技術によるアサリ生産性向上の効果と今後の課題を整理する。

3. 結果

3.1 環境特性の検討

3.1.1 本事業成果の整理

本年度は、表 5 および図 6 に示す各場所で取得された環境調査結果を整理した。

表 5 実証実験実施場所

福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県
大和高田地先 302 号地区 柳川地先 3 号地区	東部地先諸富地区 鹿島市地先	小長井地先長里漁場 釜漁場 島原市地先猛島地区	岱明地先鍋地区 住吉地先



図 6 実証実験実施場所位置図

(1) 各地先の物理環境

物理環境の調査は、夏季および冬季に流速、波高の連続観測（岱明地先のみ6月も連続観測を実施）を実施した。

なお、連続観測の期間は実証実験により異なるが、夏季調査は7月から9月の間、冬季調査は12月から2月の間に、それぞれ15昼夜から45昼夜の観測が実施された。

以下に各調査結果を整理し、各実証実験場所の環境特性について検討した。

1) 連続観測結果（流速および波高）

夏季および冬季（岱明地先鍋地区は6月も調査を実施）に実施された流速、波高の連続観測結果の平均値および最高値を表6から表8に示した。

なお、実証実験により異なるが、夏季調査は7月～9月の間、冬季調査は12月から2月の間に、それぞれ15昼夜から45昼夜の観測が実施された。

また、流速の連続観測結果より底面せん断応力が推算されている実証実験もあり、各推算結果より場所ごとの底質移動限界値を超える発生割合を表9に整理した。

① 6月調査結果

岱明地先鍋地区における6月調査結果を見ると、各地点の流速の平均値は6.0～9.9 cm/s で、岸側の地点で流速が速くなる傾向であった。

波高は平均値で6.4～7.0 cm（最大57.3～62.7 cm）であった。

底面せん断応力を見ると、底質移動限界値を超える流れは観測されていないが、波浪成分において底質の移動限界値を超える底面せん断応力が観測された。従って、波の影響によって底質の移動が起こり、アサリが流出する可能性が推察された。

② 夏季調査結果

夏季の調査結果は、柳川地先3号地区の平均流速が約13.9 cm/s と速く、昨年度の結果と同様の傾向であった。同程度の流速が、近隣に位置する東部地先諸富地区で観測されており、湾奥部に流入する大河川の河口に近い事が影響しているものと推察された。

湾奥部の各地点に次いで、平均流速の速い地先は岱明地先の保護区陸側であり、約11.0 cm/s であった。

最も緩やかな地先は、小長井地先長里漁場の約3.9 cm/s であり、同地先の釜漁場は約4.2 cm/s、島原市地先猛島地区は約4.6 cm/s、岱明地先鍋地区の保護区沖側は約6.4 cm/s であった。

波高は岱明地先鍋地区の保護区陸側が最も高くなり、平均で6.7 cm（最大60.3 cm）であった。次いで、岱明地先鍋地区の保護区沖側が平均6.2 cm（最大51.0 cm）となった。その他の地先は平均で2.6～4.6 cm であった。

底面せん断応力を見ると、流速が速い傾向にあった東部地先諸富地区の砂場および泥混じり砂場で、底質の移動限界値を超える底面せん断応力の頻度割合は28.5～29.6%であった。岱明地先鍋地区では、流れ成分による底質移動限界値を超える底面せん断応力はほとんど確認されなかったが、波浪成分では保護区陸側で25%を超える割合となっており、波浪がアサリの移動に影響することが推察された。

③ 冬季調査結果

冬季の調査結果では、平均流速で柳川地先3号地区が15.8cm/s、東部地先諸富地区が14.9cm/sであり、夏季の調査結果と同様、湾奥部の各地点で速い傾向であった。

湾奥部の各地点に次いで、平均流速の速い地先は住吉地先のSt.2であり、約14.6 cm/sであった。

最も緩やかな地先は、小長井地先長里漁場の約2.6 cm/sであり、同地先の釜漁場は約3.2 cm/s、島原市地先猛島地区は約5.5 cm/s、岱明地先鍋地区の保護区沖側は約6.3 cm/sであった。

波高は岱明地先鍋地区の保護区陸側と住吉地先St.2が最も高くなり、平均で4.9cm（最大27.8 cm(岱明地先鍋地区)、34.7 cm(住吉地先St.2))であった。次いで、岱明地先鍋地区の保護区沖側が平均4.3 cm（最大41.0 cm）となり、夏季よりも低くなる傾向であった。その他の地先は平均で1.3~3.8 cmであった。

底面せん断応力を見ると、東部地先諸富地区の泥混じり砂場で流速が速い傾向にあったものの、移動限界値を超える底面せん断応力の頻度割合は2.6%であり、夏季に比べて波浪影響が小さくなることが推察された。岱明地先鍋地区では、流れ成分による底質移動限界値を超える底面せん断応力はほとんど確認されなかったが、波浪成分では保護区陸側で30%を超える割合が確認された。

表 6 岱明地先鍋地区の流況および波高観測結果（6月調査）

調査場所	流速 (cm/s)		波高 (cm)	
	平均	最大	平均	最大
保護区陸側	9.9	24.8	7.0	57.3
保護区沖側	6.0	19.4	6.4	62.7

表 7 流況および波高観測結果（夏季調査）

調査場所		流速 (cm/s)		波高 (cm)	
		平均	最大	平均	最大
柳川地先3号地区	高密度着生域(砂地)	13.9	43.2	2.6	43.1
大和高田地先302号地区		7.5	23.5	4.3	47.5
東部地先 諸富地区	砂場	13.2	44.9	—	—
	泥混じり砂場	12.5	52.5	3.7	24.9
	高密度着生域	13.4	46.4	—	—
	泥場	11.9	34.8	—	—
小長井地先	釜漁場	4.2	23.2	—	—
	長里漁場	3.9	23.1	3.2	26.7
島原市地先 猛島地区		4.6	19.8	5.5	62.2
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	11.0	33.2	6.7	60.3
	保護区沖側	6.4	18.9	6.2	51.0
住吉地先	St.2	9.7	41.9	3.1	15.1
	St.4	8.1	25.1	3.5	15.4

表 8 流況および波高観測結果（冬季調査）

調査場所		流速 (cm/s)		波高 (cm)	
		平均	最大	平均	最大
柳川地先 3 号地区	高密度着生域 (砂地)	15.8	34.3	1.3	6.2
大和高田地先 302 号地区		8.8	25.1	3.1	14.3
東部地先 諸富地区	砂場	—	—	—	—
	泥混じり砂場	14.9	47.4	3.8	10.0
	高密度着生域	—	—	—	—
	泥場	—	—	—	—
小長井地先	釜漁場	3.2	15.8	—	—
	長里漁場	2.6	15.4	2.4	22.2
島原市地先 猛島地区		5.5	21.0	2.2	4.2
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	12.3	28.5	4.9	27.8
	保護区沖側	6.3	14.7	4.3	41.0
住吉地先	St. 2	14.6	45.5	4.9	34.7
	St. 4	10.3	27.7	2.4	25.4

表 9 流れおよび波浪による底面せん断応力が底質移動限界値を超える発生割合

調査場所		6 月調査		夏季調査		冬季調査	
		流れ成分 (%)	波浪成分 (%)	流れ成分 (%)	波浪成分 (%)	流れ成分 (%)	波浪成分 (%)
東部地先 諸富地区	砂場	—	—	28.5	22.1	—	—
	泥混じり砂場	—	—	29.6	24.0	2.6	2.6
	高密度着生域	—	—	3.9	23.1	—	—
	泥場	—	—	2.5	17.5	—	—
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	0.0	22.7	0.5	29.6	0.6	34.3
	保護区沖側	0.0	19.0	0.0	14.7	0.0	9.9

(2) 各地先の水質環境

水質環境の調査は、夏季および冬季に実施された水温、塩分そしてクロロフィル a、濁度の連続観測（小長井地先、島原市地先猛島地区、岱明地先鍋地区は 6 月も連続観測を実施）、SS、VSS の採水分析を実施した。また、住吉地先についてはセジメントトラップ調査を行った。

なお、連続観測の期間は、実証実験により異なるが、6 月および夏季調査は 6 月から 9 月の間、冬季調査は 12 月から 2 月の間に、それぞれ 15 昼夜から 92 昼夜の観測が実施された。

以下に各調査結果を整理し、各実証実験場所の環境特性について検討した。

1) 連続観測結果（水温および塩分）

6 月および夏季、そして冬季に実施された水温、塩分の連続観測結果の平均および水温は最高値、塩分は最低値を表 10 から表 12 に示した。

① 6 月調査結果

小長井地先の 2 漁場、島原市地先猛島地区、岱明地先鍋地区の各地点の調査結果の平均は、水温が 22.0

～24.2℃、塩分が29.7～31.9であり、アサリ稚貝の成育上限とされている水温30℃以下⁴⁷⁾であった。また、アサリは塩分20以下になると閉殻防御反応を示す事が報告されている²⁸⁾が、この塩分よりも高い環境であった。

② 夏季調査結果

夏季の水温調査結果の平均値は、25.7～28.2℃であり、地盤高の高い大和高田地先302号地区で最も高く、アサリ稚貝の成育上限とされる30℃⁴⁷⁾に近い結果となった。

塩分は、1級河川の河口に近い柳川地先3号地区、東部地先諸富地区、そして住吉地先で、淡水流入の影響を受けていると考えられ、10以下の低い値が観測された。

この水温、塩分の傾向は図7に示した散布図にも現れており、柳川地先3号地区、大和高田地先302号地区、東部地先諸富地区、住吉地先の特にSt.2で、淡水影響による塩分低下が見られた。しかし、高温や低塩分は干潮前後に見られており継続時間は短く、また温度に関してはアサリが生息する底泥中は水温と同程度、もしくは低温となる傾向が過年度調査結果で確認されている事から、底泥中に生息するアサリに顕著な影響を及ぼしていないものと考えられた。

③ 冬季調査結果

冬季の水温調査結果の平均値は、11.4～16.5℃であり、地先間で違いはあるが、同一地先内では殆ど差のない事が確認された。

塩分は、夏季調査結果と同様に、1級河川の河口に近い柳川地先3号地区、大和高田地先302号地区、東部地先諸富地区、そして住吉地先で、淡水流入の影響を受けていると考えられる約10以下の低い値が観測された。

塩分調査結果の傾向は図7に示した散布図にも現れており、柳川地先3号地区、大和高田地先302号地区、東部地先諸富地区、住吉地先で、淡水影響による塩分低下が見られた。このうち、住吉地先で特徴的な分布が見られており、St.2に比べてSt.4で低水温-低塩分に多く分布した。特に、St.4では、熊本県内で降雨が確認された後(12/2以降)で塩分低下する傾向であり、降雨による増加したと考えられる河川水の影響を受け易い場所である事が考えられた。

表10 水温および塩分調査結果(6月調査)

調査場所		地盤高 (C. D. L m)	水温(℃)		塩分()	
			平均	最高	平均	最低
小長井地先	釜漁場	+0.7	23.9	25.4	30.6	29.6
	長里漁場	+0.8	24.2	28.0	31.4	18.4
島原市地先	猛島地区	+0.8	24.2	28.0	31.4	20.9
岱明地先	保護区陸側	+1.0	22.1	26.0	31.9	22.4
鍋地区	保護区沖側	-0.1	22.0	28.5	29.7	18.2

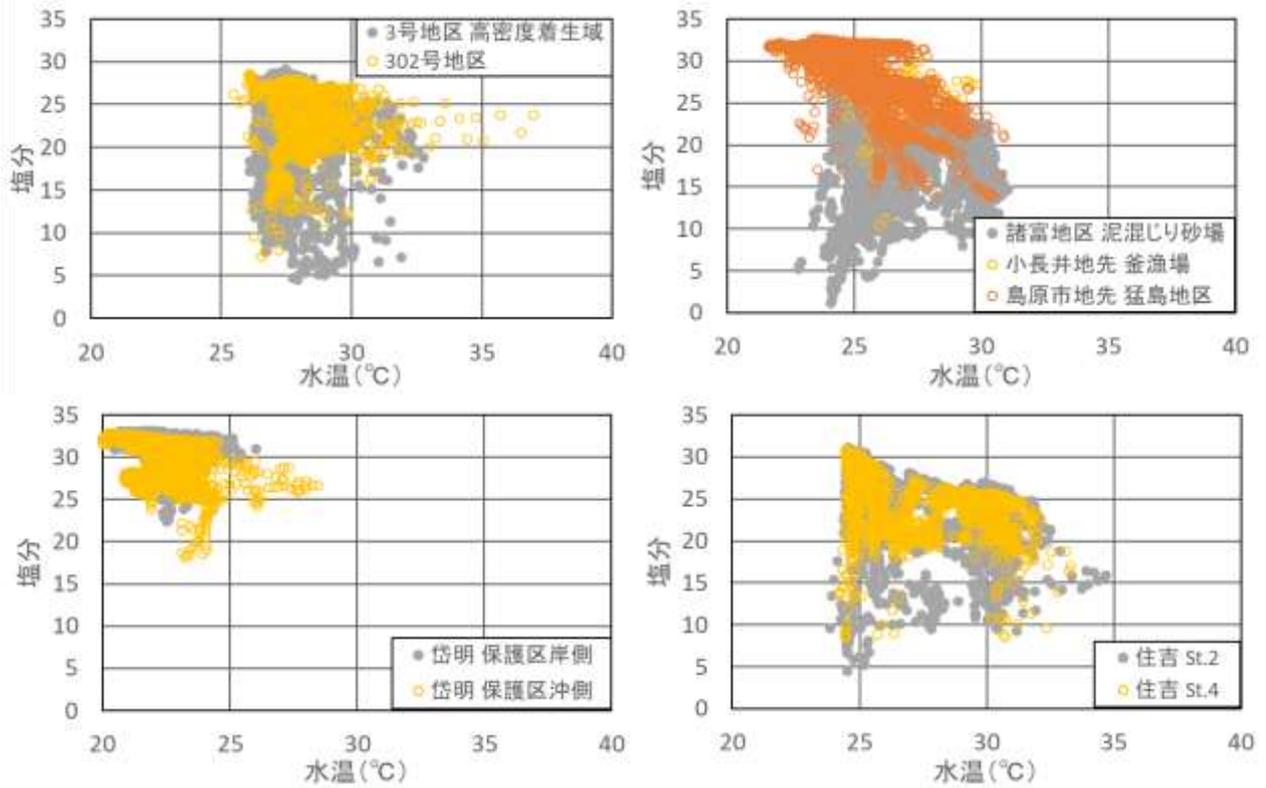
表 11 水温および塩分調査結果（夏季調査）

調査場所		地盤高 (C. D. L m)	水温 (°C)		塩分 ()	
			平均	最高	平均	最低
柳川地先 3号地区	高密度着生域(砂地)	+1.1	27.8	32.8	21.9	4.5
大和高田地先	302号地区	+1.7	28.2	37.0	23.1	7.3
東部地先 諸富地区	砂場	+1.2	—	—	—	—
	泥混じり砂場	+1.1	26.5	31.1	20.0	1.2
	高密度着生域	+1.0	—	—	—	—
	泥場	+0.9	—	—	—	—
小長井地先	釜漁場	+0.7	26.5	29.8	25.7	10.5
	長里漁場	+0.8	26.8	34.0	26.7	0.1
島原市地先	猛島地区	+0.8	25.7	30.9	27.5	13.9
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	+1.0	27.4	32.5	28.6	13.4
	保護区沖側	-0.1	27.1	32.4	28.1	15.8
住吉地先	St. 2	+0.4	27.1	34.7	23.1	4.5
	St. 4	+0.5	27.1	33.3	24.7	8.5

表 12 水温および塩分調査結果（冬季調査）

調査場所		地盤高 (C. D. L m)	水温 (°C)		塩分 ()	
			平均	最高	平均	最低
柳川地先 3号地区	高密度着生域(砂地)	+1.1	12.4	14.2	25.9	4.5
大和高田地先	302号地区	+1.7	12.4	16.2	27.3	17.2
東部地先 諸富地区	砂場	+1.2	—	—	—	—
	泥混じり砂場	+1.1	11.8	14.2	26.3	11.9
	高密度着生域	+1.0	—	—	—	—
	泥場	+0.9	—	—	—	—
小長井地先	釜漁場	+0.7	—	—	—	—
	長里漁場	+0.8	11.4	13.6	30.0	24.2
島原市地先	猛島地区	+0.8	13.8	23.2	31.7	28.8
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	+1.0	12.8	15.5	31.6	24.8
	保護区沖側	-0.1	13.0	14.3	31.6	29.7
住吉地先	St. 2	+0.4	16.3	19.3	28.5	5.7
	St. 4	+0.5	16.5	19.7	20.8	6.2

●夏季調査結果



●冬季調査結果

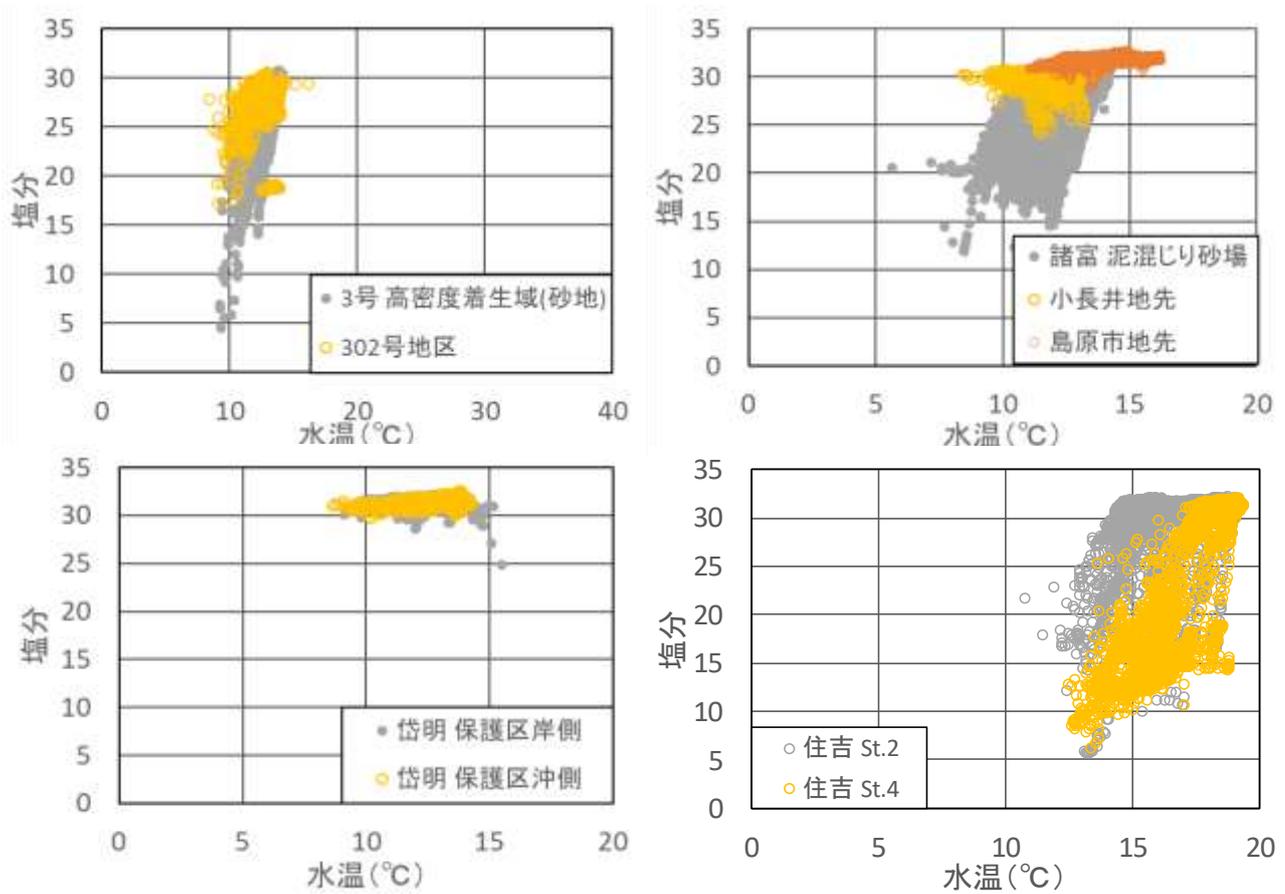


図 7 水温と塩分の散布図

2) 連続観測結果（クロロフィル a および濁度）および採水分析結果

クロロフィル a および濁度も上記の水温・塩分と共に連続観測が実施され、表 13 から表 15 に示した結果が得られた。

なお、各観測結果を比較するにあたり、現地海水を採水分析した値と、観測機器により測定した値を比較して、各地先で観測に利用した機器の機差について検証した。

① 6月調査結果

6月に調査が実施された小長井地先では、諫早湾の湾奥に近い長里漁場においてクロロフィル a が高い傾向であった。しかし、小長井地先のクロロフィル a は例年低濃度である。今年度は観測期間直後（7月）に赤潮が確認されており、赤潮発生前の高濃度な状態が観測結果に影響したものと考えられた。岱明地先鍋地区では、クロロフィル a では平均値で 3.3~6.6 $\mu\text{g/L}$ であったが、濁度では平均値で 34.0~38.4 FTU と、小長井地先よりも高い傾向であった。

② 夏季調査結果

夏季に各実証実験場所で実施された調査結果のうち、湾奥の地先ほどクロロフィル a や濁度が高くなる傾向であった。

クロロフィル a では、いずれの地点においても、アサリの生息に適する 3.0 $\mu\text{g/L}$ 以上⁴⁷⁾の環境にある事が確認された。各実験場所の中で、小長井地先は昨年度および平成 29 年度までの関連事業による調査結果において、他の地先に比べてクロロフィル a が低濃度になる傾向であったが、今年度は上記 6 月調査結果でも記した様に、赤潮の発生が確認されており、この影響で高濃度になったものと考えられた。

濁度では、岱明地先鍋地区の特に保護区沖側で湾奥の地先とほぼ同程度の高い濁度が観測された。岱明地先では、観測期間中の降雨により濁度が急上昇しており、この影響が観測結果に現れたものと考えられた。

なお、アサリの濾水率に影響する濁度は 300 ppm 以上⁴⁷⁾とされている。単位 ppm は、観測された単位 (FTU) と異なるが、1 FTU が精製水 1 L にホルマジン 1 mg を含む濁りに相当する事から、便宜上 FTU と ppm を同等と見なすと、各地点ともに濾水率に影響しない環境であると推測された。

表 16 に示す SS と VSS の分析結果も概ね上記連続観測結果と同様の傾向を示し、濁度の高い湾奥の地先で SS が高く、SS に含まれる有機物量となる VSS も高い結果となった。この湾奥の大和高田地先 302 号と同様の結果が、湾口に位置する住吉地先の St. 2 でも確認されており、隣接する St. 4 の結果と比べても SS, VSS ともに 3 倍近い濃度が確認された。

なお、小長井地先は、連続観測期間中の発生した赤潮の影響のない時期に試料採取（採水）を実施した事で、他地先に比べてアサリの餌料となる浮遊懸濁物（SS, VSS）が少ない環境である事が確認された。

③ 冬季調査結果

冬季の調査結果は、各項目ともに夏季の調査結果に比べて濃度低下する傾向であった。特に Chl-a では、柳川地先 3 号地区、小長井地先、島原市地先猛島地区を除いて、アサリの生息に適する濃度 (3.0 $\mu\text{g/L}$)⁴⁷⁾ 以下になる事が確認された。濁度も、夏季の調査結果と同様に、湾奥の調査場所と岱明地先で高濁度となる傾向が確認された。

SS と VSS の分析結果は、夏季調査時に比較的高濃度であった大和高田地先 302 号地区で濃度低下が見られた。また、小長井地先、島原市地先猛島地区、岱明地先鍋地区が、他の地先に比べて低濃度となった。特に岱明地先鍋地区では、クロロフィル a 濃度の結果でも、低濃度な傾向が確認された事より、調査時期に、植物プランクトンや有機物量が少ない環境であった事が確認された。

表 13 クロロフィル a および濁度の調査結果平均値 (6 月調査)

項目		クロロフィル a ($\mu\text{g/L}$)			濁度 (FTU)		
		B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m	B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m
観測層		B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m	B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m
小長井地先	釜漁場	—	15. 5	—	—	11. 6	—
	長里漁場	—	21. 8	—	—	13. 0	—
島原市地先 猛島地区		—	8. 6	—	—	12. 2	—
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	4. 0	3. 3	6. 7	37. 0	34. 0	26. 5
	保護区沖側	4. 2	6. 6	3. 6	47. 3	38. 4	35. 7

表 14 クロロフィル a および濁度調査結果平均値 (夏季調査)

項目		クロロフィル a ($\mu\text{g/L}$)			濁度 (FTU)		
		B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m	B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m
観測層		B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m	B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m
柳川地先 3 号地区	高密度着生域(砂地)	—	9. 4	—	—	76. 7	—
大和高田地先 302 号地区		—	13. 1	—	—	70. 2	—
東部地先 諸富地区	砂場	—	16. 8	—	—	34. 3	—
	泥混じり砂場	—	17. 0	—	—	31. 9	—
	高密度着生域	—	15. 8	—	—	39. 6	—
	泥場	—	14. 9	—	—	40. 6	—
小長井地先	釜漁場	—	16. 7	—	—	22. 7	—
	長里漁場	—	16. 6	—	—	11. 3	—
島原市地先 猛島地区		—	12. 6	—	—	4. 6	—
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	12. 5	15. 6	9. 2	45. 9	36. 9	48. 2
	保護区沖側	18. 9	16. 3	17. 5	88. 5	80. 5	51. 6
住吉地先	St. 2	—	4. 1	—	—	20. 3	—
	St. 4	—	5. 1	—	—	10. 1	—

表 15 クロロフィル a および濁度調査結果平均値 (冬季調査)

項目		クロロフィル a ($\mu\text{g/L}$)			濁度 (FTU)		
		B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m	B+0. 1m	B+0. 2m	B+0. 3m
柳川地先 3号地区	高密度着生域(砂地)	—	3.2	—	—	45.9	—
大和高田地先 302号地区		—	2.0	—	—	25.3	—
東部地先 諸富地区	砂場	—	—	—	—	—	—
	泥混じり砂場	—	2.1	—	—	31.1	—
	高密度着生域	—	—	—	—	—	—
	泥場	—	—	—	—	—	—
小長井地先	釜漁場	—	8.4	—	—	7.2	—
	長里漁場	—	9.6	—	—	6.4	—
島原市地先 猛島地区		—	3.9	—	—	5.9	—
岱明地先 鍋地区	保護区陸側	1.6	1.6	1.5	13.8	12.5	11.9
	保護区沖側	2.0	1.9	1.9	22.9	19.7	17.4
住吉地先	St. 2	—	2.7	—	—	12.0	—
	St. 4	—	1.9	—	—	9.3	—

表 16 採水分析結果

地先		夏季調査		冬季調査	
		SS(mg/L)	VSS(mg/L)	SS(mg/L)	VSS(mg/L)
柳川地先 3号地区	泥地	1300	220	—	—
	砂地	1200	170	440	45
大和高田地先 302号地区		200	35	44	5.5
東部地先 諸富地区	砂場	620	71	140	16
	泥混じり砂場	620	72	150	16
	高密度着生域	1300	130	150	17
	泥場	1300	130	320	29
小長井地先 長里漁場		7	3	6	1
島原市地先 猛島地区		15	3	22	3
岱明地先鍋地区保護区陸側		16	1	15	1
住吉地先	St. 2	210	34	120	15
	St. 4	70	13	86	9

(3) セジメントトラップ調査

平成30年度事業において、アサリを対象とした各実証実験場所で1昼夜のセジメントトラップ調査が夏季と冬季に実施され、堆積物の粒子分析および顕微鏡観察の結果、アサリの餌料となる微細藻類は場所そして時期により大きく異なるものと推察された。

本年度は、アサリの生息個体数に大きな違いが確認されている熊本県住吉地先のSt. 2とSt. 4の2地点を対象に、アサリの餌となる沈降粒子の違いを検討するために、セジメントトラップ調査を表17に示す夏季と冬季に実施した。

表 17 セジメントトラップ調査の調査日

地先		設置期間	
		夏季調査	冬季調査
住吉地先	St. 2	1 昼夜：令和1年7月16日～7月17日	1 昼夜：令和1年11月26日～11月27日
	St. 4	15 昼夜：令和1年7月16日～7月31日	17 昼夜：令和1年11月26日～12月13日

① 堆積物量

各地先で回収された堆積物量を比較した結果は、図8および表18に示す通りであり、夏季調査時では、1昼夜調査、15昼夜調査ともにSt. 2で多くなり、アサリが多く生息し、漁場として活用されているSt. 2で堆積物が多く見られた。冬季調査時では、1昼夜調査でSt. 2とSt. 4の堆積物量は同程度であったが、17昼夜調査で夏季と同じくSt. 2の堆積物量が多くなる傾向を示した。

両地点の堆積物量の傾向は、平成30年度でも同様に確認されており、原地盤にアサリが生息していないSt. 4に比べて、アサリが多く生息するSt. 2で多くなる事が確認された。



A: St. 2 (1 昼夜)、B: St. 2 (15 昼夜)、C: St. 4 (1 昼夜)、D: St. 4 (15 昼夜)

図 8 堆積物の比較

表 18 堆積物の乾燥重量

調査点	夏季調査		冬季調査	
	1 昼夜	15 昼夜	1 昼夜	17 昼夜
St. 2	7 g 乾重/L	93 g 乾重/L	9 g 乾重/L	75 g 乾重/L
St. 4	3 g 乾重/L	26 g 乾重/L	10 g 乾重/L	57 g 乾重/L

② 粒子分析

a. 夏季調査

夏季調査で得られた堆積物の粒子分析において、全粒子密度は、1 昼夜調査および 15 昼夜調査の堆積物ともに St. 2 で多くなり、上記①の目視観察の結果と同様の傾向を示した (図 9 左図)。餌料環境と関係が深いクロロフィル蛍光を持つ粒子密度は、1 昼夜の調査結果では、St. 2 で全粒子密度の約 9 %、St. 4 で約 11 %存在した。しかし、15 昼夜では、全粒子密度の約 2~3 %であり、さらに St. 2 の 1 昼夜の調査結果が、St. 4 の 15 昼夜の調査結果を上回る結果となった (図 9 右図)。なお、各調査結果ともに、全粒子の約 95 %が 20 μm 以下の微細粒子であった。

上記粒子分析結果の検証のため、顕微鏡観察 (明視野および暗視野 (青色励起光) での観察を実施) および計数も実施した結果、微細藻類細胞密度では、St. 2 の 1 昼夜の調査結果より、St. 4 の 15 昼夜の調査結果が多くなった。しかしながら、15 昼夜の調査結果は、両地点ともに多くの珪藻類が殻のみの状態の死滅個体であった。そのため、殻の薄い微細藻類や殻の無い微細藻類は、検出されていない可能性も推察され、夏季の 15 昼夜の調査結果は、参考値として整理した (図 10 左図)。

なお、1 昼夜の調査結果で確認された微細藻類のうち、浮遊性が占める割合は、St. 2 で約 94%、St. 4 で 100%となり、殆どが浮遊性の微細藻類である事が確認された (図 10 右図)。

b. 冬季調査

冬季調査で得られた堆積物の粒子分析において、全粒子密度は、1 昼夜調査および 17 昼夜調査の堆積物ともに St. 2 で多くなり、夏季調査結果と同様の傾向を示した (図 11 左図)。クロロフィル蛍光を持つ粒子密度は、1 昼夜の調査結果では、St. 2 で全粒子密度の約 12 %、St. 4 で約 16 %存在した。しかし、17 昼夜の調査結果では、St. 2 で全粒子密度の約 5 %、St. 4 で約 3 %であり、さらに St. 4 では、1 昼夜の調査結果が、17 昼夜の調査結果を上回る結果となった (図 11 右図)。なお、各調査結果ともに、全粒子の約 95 %が 20 μm 以下の微細粒子であった。

上記粒子分析結果の検証のため、夏季調査と同様に顕微鏡観察および計数を実施した結果、微細藻類細胞密度では、St. 2 より St. 4 で多くなる結果となった (図 12 左図)。上記のクロロフィル蛍光粒子密度の計数は、微細藻類の他、クロロフィル蛍光を持つデトリタスも含めて計測していることから、冬季調査時には微細藻類が少なく、デトリタスが多い事が影響していると考えられた。しかしながら、デトリタスもアサリの餌料となることから、冬季調査時においても St. 2 が St. 4 に比べて餌料の多い環境であった。

なお、微細藻類に占める浮遊性の割合は、St. 2 で約 95%、St. 4 で約 85~90%となり、夏季調査時と同様に、殆どが浮遊性の微細藻類である事が確認された (図 12 右図)。

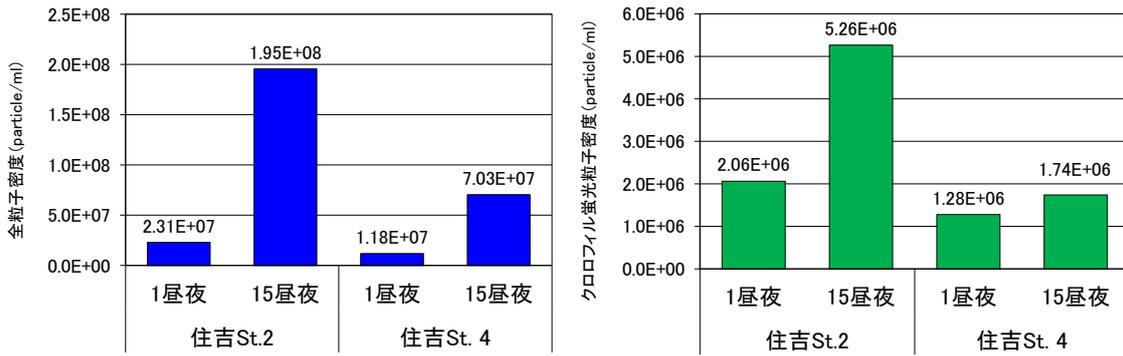


図 9 粒子分析結果(夏季)

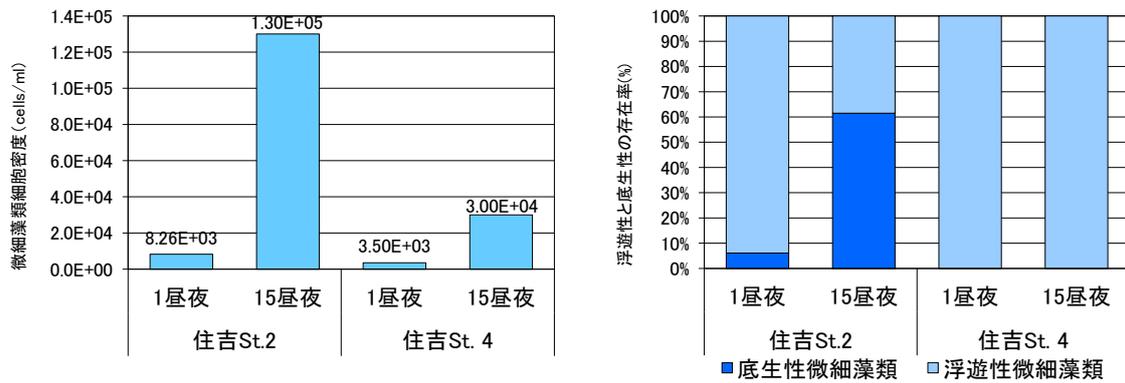


図 10 顕微鏡観察結果(夏季)

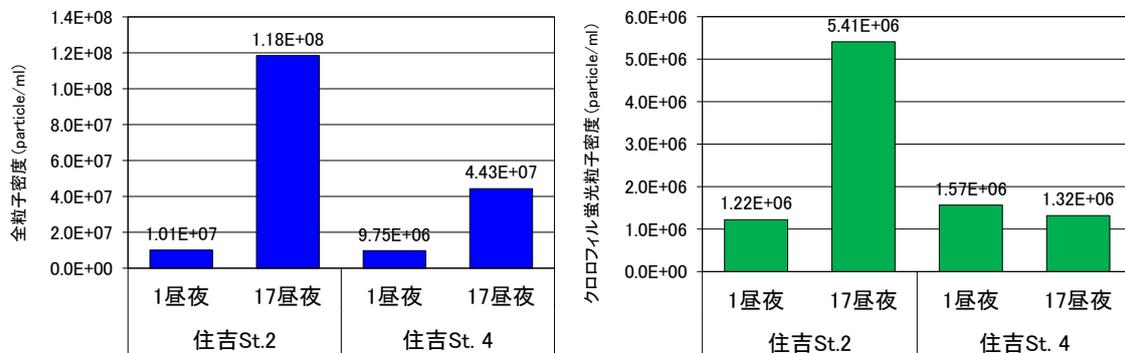


図 11 粒子分析結果(冬季)

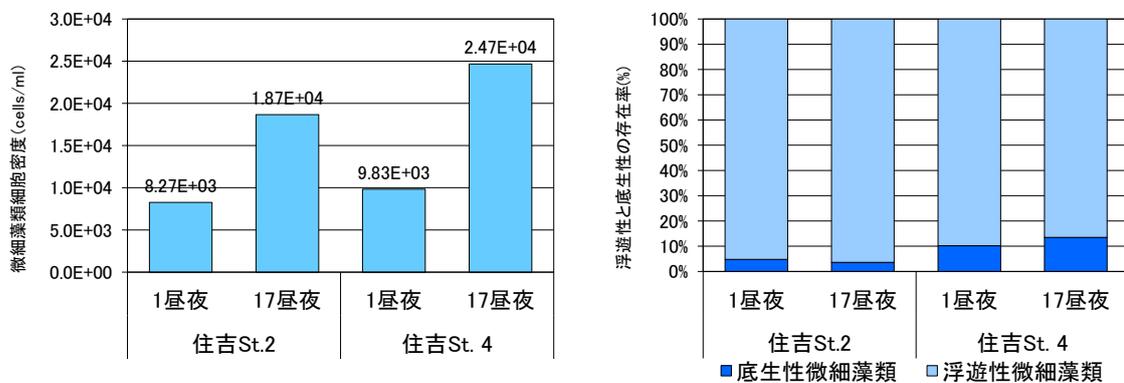


図 12 顕微鏡観察結果(冬季)

(4) 各地先の底質環境

① 底質調査結果の概況

各地先の調査点における底質調査結果を昨年度の調査結果も含めて整理し、図 13 に示した。図中の背景色は、図 14 に示したアサリの生息場としての適性指数に基づいて配色しており、白色が生息に最適な環境、黄色が適した環境、赤色が不適な環境である。なお、大和高田地先 302 号地区、小長井地先の長里漁場および釜漁場、住吉地先では、平成 29 年度までに関連事業¹³⁾で整理された底質調査結果も含めてグラフ化した。

各地先のシルト・粘土分を見ると、大和高田地先 302 号地区が最も高く、次いで柳川地先 3 号地区の泥地、東部地先諸富地区の順となり、アサリの生息に厳しい底質環境であった。

今年度、新たに追加された東部地先諸富地区の実験区および岱明地先の保護区陸側は、いずれもアサリの生息に適した環境の範囲内にある事が確認された。

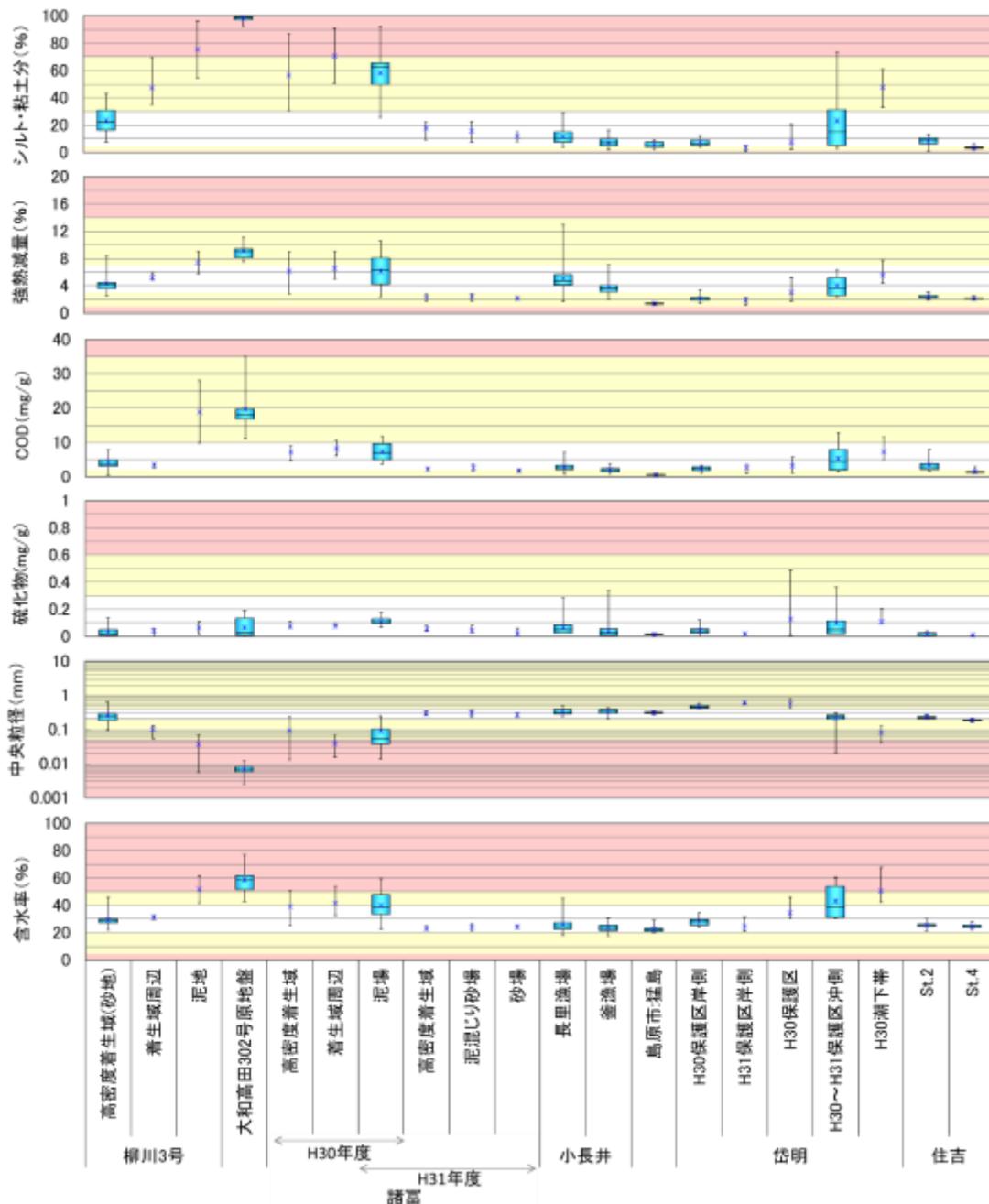
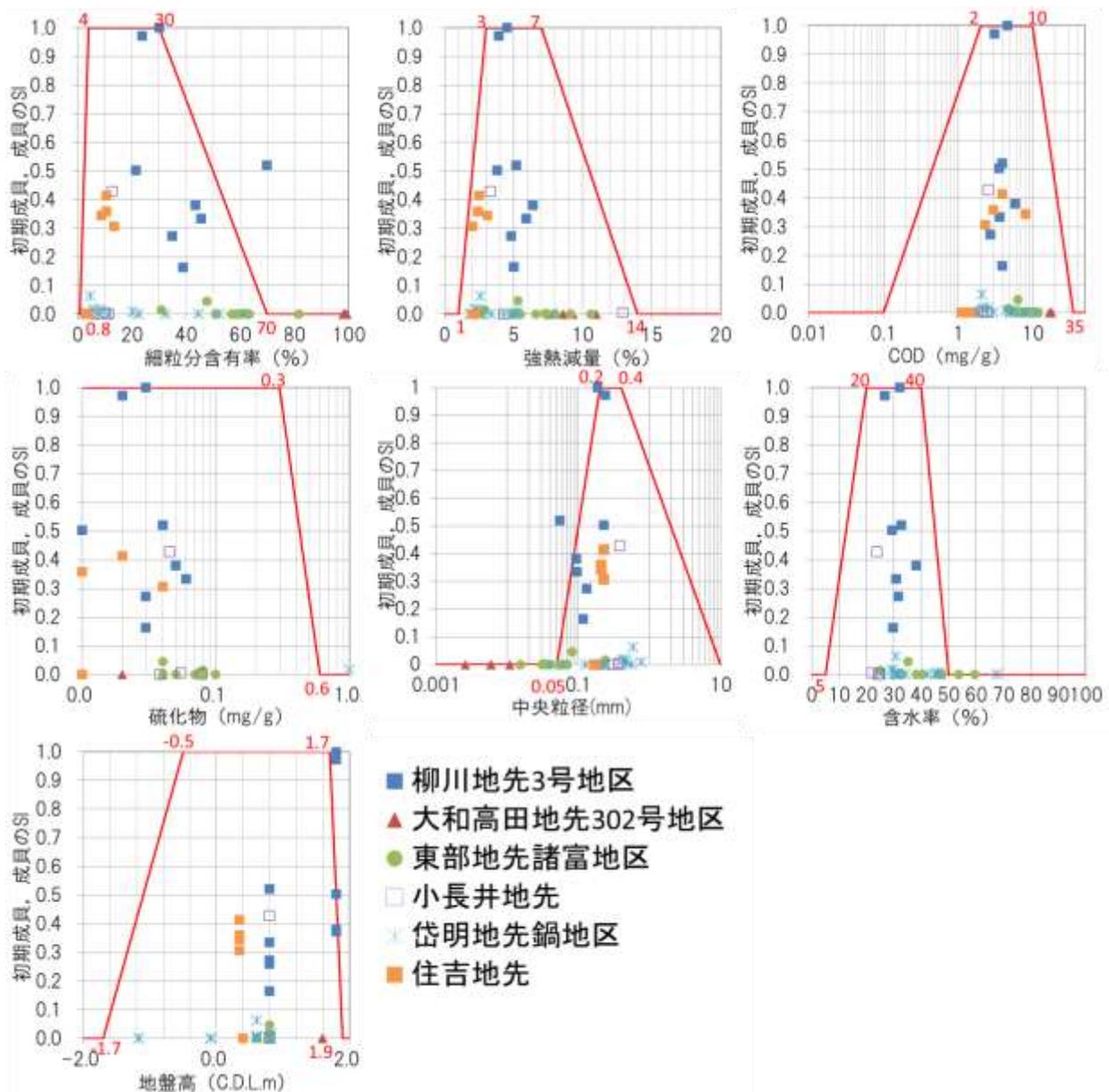


図 13 各地先の底質調査結果



引用：(一社) マリノフォーラム 21ほか (2019)：平成30年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業，p. 461，図19

図14 アサリ(初期成貝，成貝) 生息状況調査結果と底質および地盤高の適性指数(SI)

② 底質から見た各実証実験場所の特性

本事業で得られた調査結果のうち、平成29年度までの関連事業が実施された各地先も含めて、全地先で調査結果が得られているシルト・粘土分、強熱減量、COD、硫化物、中央粒径の5項目の結果を用いてクラスター解析(ウォード法)を実施した。

クラスター解析の結果は図15および表19に示す通り、6グループに区分する事ができた。本事業で実証実験が実施された場所で見ると、シルト・粘土分や強熱減量等が高かった大和高田地先302地区が赤色で示したグループに区分された。次いでシルト・粘土分が高い橙色のグループには、東部地先諸富地区の泥場と、平成30年度に実証実験を行った各実験区(高密度着生域、着生域周辺区)、岱明地先潮下帯、柳川地先3号地区(平成30年度着生域周辺区)が区分された。

図 15 より、この橙色のグループと、隣接する岱明（高道）からなるグループを含む左側のグループ（水色、青色、緑色）で大きく区分されており、左側の各グループはシルト・粘土分の少ない環境となった。

上記クラスター解析の結果を地図上の平面分布に示すと図 16 の通りとなり、同じグループに属する各調査地点の底質が類似する環境となった。なお、図 16 の岱明地先鍋地区の保護区陸側は、平成 30 年度に設定された場所と、今年度新たに設定された場所が同じグループになったため、保護区陸側として一つの印で示した。

水色グループ：川口地先、住吉地先、島原市地先、小長井地先（金崎、長里、釜）、大浜地先、東部地先諸富地区（平成 31 年度高密度着生域、泥混じり砂場、砂場）、畠口地先、柳川地先 207 号地区、河内地先、海路口地先、岱明地先鍋地区（平成 30 年度～31 年度保護区沖側）、柳川地先 304 号地区、柳川地先 3 号地区（高密度着生域（砂地））、大牟田 303 号地区（砂地）、矢部川観測塔近傍

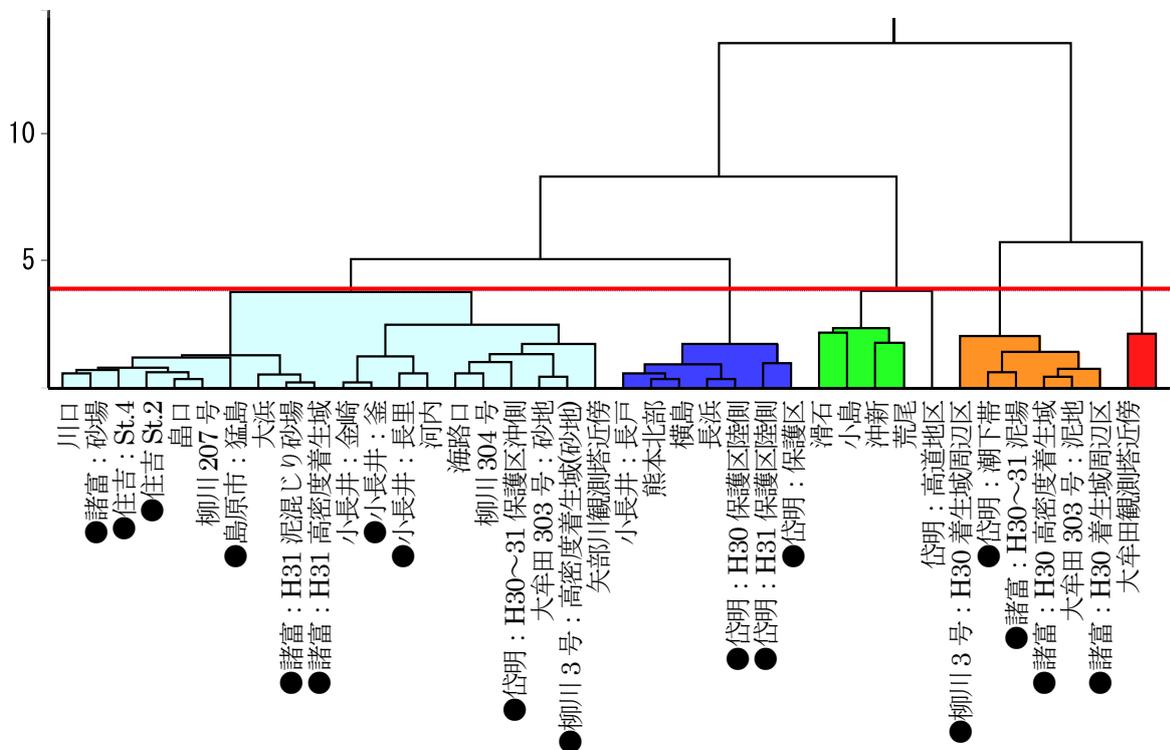
青色グループ：小長井地先（長戸）、熊本北部地先、横島地先、長浜地先、岱明地先鍋地区（平成 30 年度保護区陸側、平成 30 年度保護区、平成 31 年度保護区陸側）

緑色グループ：滑石地先、小島地先、沖新地先、荒尾地先

黄色グループ：岱明地先高道地区

橙色グループ：柳川地先 3 号地区（平成 30 年度着生域周辺）、岱明地先鍋地区（平成 30 年度潮下帯）、東部地先諸富地区（平成 30 年度高密度着生域、平成 30 年度着生域周辺、平成 30 年度～31 年度泥場）、大牟田 303 号地区（泥地）

赤色グループ：大牟田観測塔近傍、大和高田地先 302 号地区



※本事業の実証実験の実施地先には●を付記した

図 15 クラスタ解析結果

表 19 クラスタ解析結果による底質の分類

グループ	シルト粘土分 (%)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	硫化物 (mg/g)	中央粒径 (mm)
水色	3.0~26.7	1.4~5.3	0.6~7.3	0.01~0.10	0.17~0.37
青色	3.7~9.5	1.9~3.0	1.5~3.3	0.02~0.06	0.42~0.62
緑色	7.0~35	3.1~6.8	4.8~9.4	0.15~0.23	0.24~0.47
黄色	7.0	2.8	5.1	0.35	0.30
橙色	47.3~70.5	5.2~6.6	3.5~8.4	0.04~0.13	0.04~0.10
赤色	69.3~98.2	7.5~9.1	14.4~19.7	0.04~0.06	0.01~0.03



図 16 クラスタ解析結果による分類