

VII. 総合検討および事業とりまとめ

目次

1. 技術開発の概要	547
1.1. 背景と目的	547
1.2. 実施場所	547
1.3. 実施方法	547
1.4. 取りまとめロードマップ	547
1.5. 実施フロー	549
1.6. 今年度の目標	549
1.7. 実施工程	550
2. 結果	551
2.1. 環境特性の検討	551
2.1.1. 各地先の物理環境	552
2.1.2. 各地先の水質環境	562
2.1.3. 各地先の底質環境	573
2.2. アサリの生息状況と環境の検討	577
2.2.1. アサリの生息状況	577
2.2.2. 大雨による影響の検討	582
2.2.3. アサリの個体数と環境の検討	584
2.3. データベースの構築	590
2.4. 各実証実験の成果・評価の取りまとめ	593
3. 成果と課題	597

1. 技術開発の概要

1.1. 背景と目的

平成30年度から令和4年度に実施された「有明海のアサリ等の生産性向上実証事業」¹⁾では、それまでに効果が確認された稚貝採取技術および保護育成技術、そしてパームを用いた新たな稚貝採取技術が開発され、アサリの生産性向上が実証された。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技術を選定し、実施する際の指針となる作業マニュアルが作成された。

また、上記事業では、カキ礁の造成による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。カキ礁の造成については、より効率的な着生材の開発を行い、今後、カキ礁として形成されるまでの技術開発に期待された。

本事業では、上記の開発された技術をもとに、漁業者自らが実施・運用が可能であり、簡便でありながら実用性・耐久性の高い技術へと高度化するための技術開発を目的としている。このため、各実証実験による成果を、各実験条件（環境等）と併せて検討し、整理することは、漁業関係者自らが技術を計画、実施する際の有益な情報になると考える。そのためにも、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。

そこで、本課題では、漁業関係者が高度化されたアサリ等の育成技術を適用する際の基礎資料となるよう、本事業で開発する各技術およびその効果について、わかりやすい形で確認できるように整理することを目的とする。

1.2. 実施場所

本事業及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る対象とするため、各実証実験が実施された各地先を対象とする。

1.3. 実施方法

本課題では、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、各実験場所の環境特性について検討し、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。また、各実証実験成果や環境調査結果等を漁業関係者に分かりやすい形で確認できるようデータベースとして整理する。なお、データベースは、漁業関係者による確認結果を反映した改良を行う。

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、課題を整理するとともに、事業成果の普及用資料を作成する。

1.4. 取りまとめロードマップ

本課題の令和5年度から令和9年度までの取りまとめロードマップを図1に示す。

取りまとめでは、各実証実験で得られた成果をもとに、各実験場所の環境特性をアサリの生息状況とともに検討を行う。

また、各技術開発成果の概要、そして各種調査結果等について整理し、得られた結果を分かりやすい形で確認できるようデータベースにとりまとめる。また、データベースは、スマートフォン等の携帯端末での確認も行えるように表示内容を検討し、表示システムを構築する。さらに、各実証実験で検討した漁獲量およびコストが確認できるように設定し、技術の適用面積を拡大した時の採算性も試算できるように構築し、漁業関係者による技術実施時に参考となる資料の提供を目標とする。

各実証実験の「成果・評価の取りまとめ」では、各実証実験成果を整理し取りまとめを行うとともに、生

産性向上に向けた課題を抽出する。また、各実証実験の成果より各技術の普及資料を作成し、各整理・検討結果とともに報告書に取りまとめる。

年度			R5	R6	R7	R8	R9
項目 \ 目標			各実証実験 場所の環境 特性の把握	各実証実験 場所の環境 特性の把握	適用環境の 違いによる 技術の効果 の把握	技術の採算 性推定手法 の構築	最終取りま とめと普及 用資料の作 成
総合 検討	環境特性の検討		各年度に得られた調査結果に過年度調査結果を加えて検討 ⇒物理、水質環境等の各環境条件の違いを把握				
	アサリ生息状況と環境の検討		環境とアサリ生息状況や実証実験成果との関係の検討 ⇒アサリ生息場としての制限要因を検討				
	データベー スの構築	携帯端末用の表示 システムの構築	携帯端末表示 システムのプロト タイプ構築				
		操作性・視認性の改良		操作性・視認性の改良			
		採算性の推定手法の構築				採算性の推定手法の構築	
		事業成果反映	事業成果の反映				
	成果普及用資料の作成					普及用資料の 構成等の検討	普及用資料の 作成
各実証実験の成果・評価の取りまとめ		各実証実験成果・評価の取りまとめ					

図1 ロードマップ

1.5. 実施フロー

本課題の実施フローを図2の概略図に示す。■は今年度検証予定を示す。

	年度	R5	R6	R7	R8	R9
小課題	各年度の目標 各年度の検証項目	データベースの プロトタイプを構 築	各実証実験場所 の環境特性の把 握	適用環境の違い による技術の効 果の把握	技術の採算性推 定手法の構築	最終取りまとめ
環境特性の 検討	本事業成果を整理し、実証技術実施場所の環境特性を検討する。	環境特性を検討	新たな調査結果 を追加して検討	新たな調査結果 を追加して検討	新たな調査結果 を追加して検討	新たな調査結果 を追加して検討
アサリ生息状 況と環境の検 討	実証実験場所の環境とアサリの生息状況の関係について検討する。	多変量解析によ る検討	多変量解析によ る検討	多変量解析によ る検討	多変量解析によ る検討	多変量解析によ る検討
データベー スの構築	実証実験成果や環境調査結果を確認でき、技術の採算性 推定システムを組み込んだデータベースを構築する。	プロトタイプを構 築	データベースの 改良	データベースの 改良		
	データベースの携帯端末表示システムを構築する。	プロトタイプを構 築	表示システムの 改良	表示システムの 改良		
	各実証実験成果や上記の検証結果等をデータベースへ 反映させる。	事業成果を反映	事業成果を反映	事業成果を反映	事業成果を反映	事業成果を反映
	技術適用に要するコスト等の情報を追加し、技術の採算性 を推定する手法を構築する				技術の採算性の 推定手法の構築	実証実験成果を 用いた更新等に よる推定手法の 改良
	漁業関係者による利用を想定したデータベースの分かり やすさ、操作性等の改良を行う。		漁業関係者の意 見を受けて操作 性等の改良	漁業関係者の意 見を受けて操作 性等の改良		開発技術の普及 用資料の表示
各実証実験 の成果・評価 の取りまとめ	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、報告書に取りまとめる。	成果を取りまとめ 課題を抽出	成果を取りまとめ 課題を抽出	成果を取りまとめ 課題を抽出	成果を取りまとめ 課題を抽出	成果を取りまとめ 普及用資料を作 成
	各実証実験の成果より、開発した各技術の効果等を検討す る			適用環境の違い による技術の効 果等を検討	適用環境の違い による技術の効 果を検討	適用環境の違い による技術の効 果を検討

図2 実施フロー

1.6. 今年度の目標

本課題の目標は、各実証実験の成果および既往データ等より、技術開発が実施された場所の環境特性を検討する。また、過年度事業で構築したデータベースについて、今年度事業で得られた各成果を更新するとともに、表示内容等の改良を行う。さらに本検討で得られた各成果を報告書として取りまとめることである。

小課題ごとの今年度の目標、および検討内容を表1に示す。

表1 今年度の目標

小課題	今年度の目標	検討内容
環境特性の検討	大雨や台風などの環境変動が発生した場合の場所による影響の違いを把握	本事業で取得された各環境調査結果を整理し、各実証実験場所の環境特性の違いについて検討する。
アサリ生息状況と環境の検討	地先の環境条件に適した技術選定のための基礎情報の把握	各実証実験場所における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。
データベースの構築	過年度事業で構築したデータベースを基に、本事業の各成果を新たに反映するほか、操作性等を改良	各実証実験で得られた調査結果や実証実験成果をデータベースに反映する。 漁業関係者からの意見を受けて表示内容や操作性等の改良を実施する。
各実証実験の成果・評価の取りまとめ	各実証実験の成果・評価を取りまとめ、各育成技術の高度化に向けた課題の抽出	各要素技術の実験環境及び成果を整理し取りまとめを行うとともに、各技術の効果を考察する。

1.7. 実施工程

本年度の実施工程を以下の表2に示す。

表2 実施工程

内容	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												
総合検討および事業取りまとめ												
環境特性の検討												
アサリ生息状況と環境の検討												
データベースの構築												
各実証試験の成果・評価の取りまとめ												
報告書の作成												
報告書作成												

2. 結果

2.1. 環境特性の検討

本年度は、表3および図3に示す各場所にて取得された環境調査結果を整理した。

表3 実証実験実施場所

福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県
柳川市地先 4号地区	佐賀市地先 諸富	諫早市地先 小長井釜	玉名市地先 滑石
〃 10号地区	鹿島市地先 浜川河口域	〃 小長井長里	熊本市地先 小島
大牟田市地先 305号地区		島原市地先 猛島	宇土市地先 住吉
〃 46号地区			

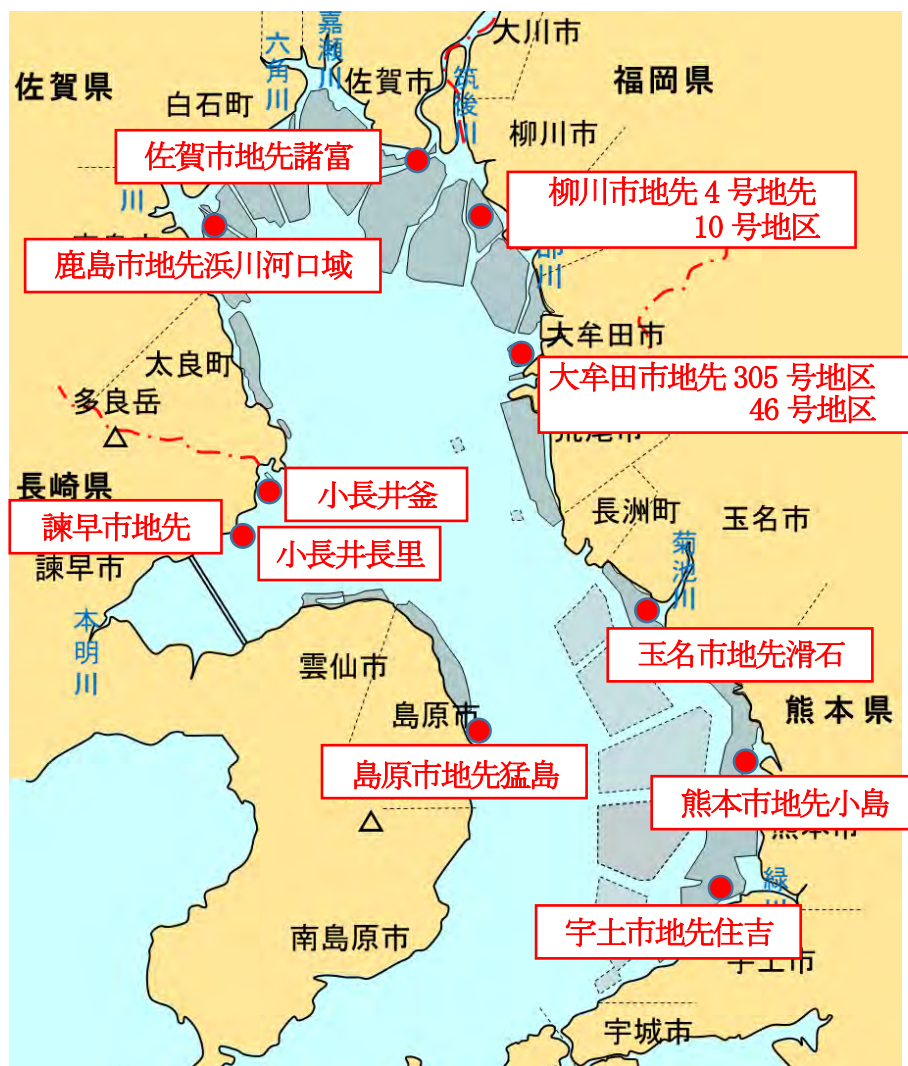


図3 実証実験実施場所位置図

2.1.1. 各地先の物理環境

物理環境の調査は、流況、波高の連続観測を実施した。表4に示す様に流況の連続観測期間は実証実験により異なるが、長期連続観測が主に実施され、鹿島市地先、諫早市地先、島原市地先、玉名市地先の一部実験区では、夏季調査として7～8月の間、冬季調査として12～1月の間に、30昼夜の観測が実施された。波高観測は大牟田市地先305号地区および玉名市地先滑石東側下流の実験区を除いて、主に夏季と冬季に連続観測が実施された。各実験場所における観測機器設置地点の地盤高は、C.D.L. $\pm 0.3 \sim +2.1$ mの範囲であり、大牟田市地先46号地区で低く、玉名市地先滑石陸側が最も高い場所である。

流況、波高の測定間隔は実験場所により異なっており、表5に整理した。

以下に各調査結果を整理し、各実験場所の物理環境について検討した。

なお、長期連続観測結果については、気象庁による四季の分類より4月～5月を春季、6月～8月を夏季、9月～11月を秋季、12月～2月を冬季として整理した。

表4 各地先の連続観測結果実施期間（物理環境）

調査場所		地盤高 (C.D.L.m)	流況		波高	
			(春季、夏季)	(秋季、冬季)	(春季、夏季)	(秋季、冬季)
柳川市地先	4 号地区	0.7	4/26～2/		7/23～9/5	～
大牟田市地先	305 号地区	0.4	4/29～1/23		4/29～1/27	
	46 号地区	0.3	5/18～6/13, 8/10～9/8, 11/7～12/5			
佐賀市地先	諸富 1022 号	0.6	4/27～2/2		7/28～8/26	12/22～1/20
諫早市地先	小長井釜	0.6	7/11～8/12	12/4～1/7	7/11～8/11	12/4～1/7
島原市地先	猛島	1.0	7/13～8/12	12/3～1/6	7/13～8/12	12/3～1/6
玉名市地先	滑石 東側下流	1.5	4/1～2/2		4/1～2/2	
	陸側	2.1	7/30～8/29	12/24～1/21	7/30～8/29	12/24～1/21
熊本市地先	小島	0.75	4/28～2/5		7/26～9/26	12/25～1/23
宇土市地先	住吉	0.4	4/29～2/4		7/26～9/26	12/25～1/23

表 5 各地先の流況および波高の測定間隔

調査場所		測定間隔	
		流況	波高
柳川市地先	4 号地区	60 分	60 分
大牟田市地先	305 号地区	120 分	60 分
	46 号地区	120 分	60 分
佐賀市地先	諸富 1022 号	60 分	60 分
諫早市地先	小長井釜	90 分	60 分
島原市地先	猛島	90 分	60 分
玉名市地先	滑石 東側下流	120 分	60 分
	陸側	120 分	60 分
熊本市地先	小島	60 分	60 分
宇土市地先	住吉	60 分	60 分

各連続観測で得られる流速については、絶対値の平均および最大を、波高観測については、有義波高の平均と最大を表 6 から表 9 に示した。また、流向別の流速帯分布を図 4 から図 7 に示した。

また、連続観測結果より既往知見²⁾を参考にして底面せん断応力を推算しており、各推算結果より場所ごとの堆積物の移動限界値を超える発生割合を表 10 および表 11、そして図 8 に整理した。

(1) 春季調査結果

春季は流況観測が 6 地先 7 実験場所で行われた。各実験場所の中でも湾奥に流入する筑後川等の大河川の河口近くに位置する柳川市地先 4 号地区および佐賀市地先諸富 1022 号、そして熊本県の菊池川河口に位置する玉名市地先滑石東側下流で流れが速く、柳川市地先では平均流速で 11.9 cm/s、佐賀市地先では 12.3 cm/s、玉名市地先では 11.7 cm/s が観測された。これら各実験場所と同様に一級河川である白川および緑川の河口近くに位置する熊本市地先小島と宇土市地先住吉においては、それぞれ平均流速で 7.1 cm/s、8.4 cm/s が観測されており、白川河口部の熊本市地先の実験場所が比較的緩やかな流況であった。最も緩やかな流況となった実験場所は、湾奥に位置するものの大河川の河口から離れた大牟田市地先 305 号地区、次いで近隣の同地先 46 号地区であり、それぞれの平均流速は 4.9 cm/s、5.0 cm/s であった。

流向は、柳川市地先 4 号地区で北－南方向の往復流が卓越し、大牟田市地先 305 号地区で上げ潮時に東北東から東方向、下げ潮時に南東から南南東および西から西北西の流れが卓越した。佐賀市地先諸富 1022 号の上げ潮は筑後川河口に向かう北東方向が卓越し、下げ潮で南から西南西方向に比較的速い流速が卓越した。玉名市地先滑石東側下流は北北東－南南西方向の往復流が卓越したが、熊本市地先小島では、上げ潮は南東から南南東方向、下げ潮で西南西から南南西方向への流れが多く、顕著な往復流の傾向が見られなかった。宇土市地先住吉は、上げ潮が東北東方向、下げ潮が西から西南西方向の流れが多く見られた。

波高は、大牟田市地先 305 号地区および 46 号地区、そして玉名市地先滑石東側下流で観測を実施し、それぞれの有義波高の平均は、5.1 cm、4.4 cm そして 6.2 cm であった。各実験場所では、底面せん断応力も求めており、波動成分による底面せん断応力では、大牟田市地先 305 号で 24.4 %、玉名市地先滑石で 27.1 % が堆積物の移動限界値を超える環境であった。一様流成分による底面せん断応力は小さくなり、堆積物の移動

限界値を超える値は玉名市地先滑石東側下流で見られたが、全体の 0.3 %程度であった。そのため、両地先ともに春季は波浪による地形変化が起こりやすい環境であると推測された。

(2) 夏季調査結果

夏季は流況観測が 8 地先 10 実験場所で行われた。春季と同様に、大河川の河口近くに位置する柳川市地先 4 号地区、佐賀市地先諸富、玉名市地先滑石東側下流の各実験場所では流れが速くなる傾向であり、柳川市地先 4 号地区では平均流速で 10.3 cm/s、佐賀市地先諸富 1022 号で 10.7 cm/s、玉名市地先で 7.7~11.3 cm/s が観測された。これら地先と同様に、実験場所が一級河川の河口近くに位置する熊本市地先小島の平均流速は 6.6 cm/s、宇土市地先住吉が 8.3 cm/s となり、上記の各実験場所より僅かに低い流速環境であった。最も緩やかな流況環境となる実験場所は、諫早市地先小長井釜の 2.3 cm/s であった。次いで緩やかな流況環境が、大牟田市地先 305 号地区の 4.6 cm/s と同地先 46 号地区の 5.1 cm/s、島原市地先猛島 5.3 cm/s であった。

流向は、柳川市地先 4 号地区および佐賀市地先諸富は、それぞれ春季に比べて北流や北東流の出現頻度は減少するものの北もしくは北北東-南方向の往復流が卓越する傾向であった。大牟田市地先 305 号地区および 46 号地区、玉名市地先滑石東側下流、熊本市地先小島、宇土市地先住吉は春季と同様であった。春季調査が実施されていない諫早市地先小長井釜は西北西もしくは西、島原市地先猛島は岸に沿って南下する南南東への流れの出現頻度が多くなる傾向であった。菊池川河口に近い玉名市地先滑石陸側では南東方向の流れが卓越した。

波高は、佐賀市地先諸富 1022 号が最も高くなり、有義波高の平均で 17.1 cm であった。次いで高い有義波高の平均値が観測されたのは宇土市地先住吉の 11.3 cm、そして柳川市地先 4 号地区および島原市地先猛島のそれぞれ 10.1 cm、10.0 cm である。他地先の有義波高の平均は 3.0~7.6 cm であり、大牟田市地先で低くなることが確認された。

底面せん断応力では、流れが速い傾向にあった柳川市地先 4 号地区、佐賀市地先諸富 1022 号、玉名市地先滑石東側下流で、堆積物の移動限界値を超える一様流成分の底面せん断応力が出現しており、それぞれの頻度割合は 1.5 %、1.7 %、0.4 %であった。他の場所では、一様流成分による堆積物の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ていない。一方、波動成分による堆積物の移動限界値を超える底面せん断応力は、各実験場所で行われており、5.7~26.9 %であり、特に玉名市地先滑石の実験区で堆積物が移動しやすく、稚貝の逸散や地形変化が起こりやすい環境であると推測された。

(3) 秋季調査結果

秋季は流況観測が 6 地先 7 実験場所で行われた。春季、夏季と同様、筑後川や菊池川、緑川などの大河川の河口近くに位置する柳川市地先、佐賀市地先、玉名市地先、宇土市地先の各実験場所では流れが速くなる傾向であった。平均流速で特に速い値が観測されたのは、玉名市地先滑石東側下流の 14.1 cm/s であり、次いで佐賀市地先諸富 1022 号と柳川市地先 4 号地区が同程度となり、それぞれ 11.7 cm/s および 11.1 cm/s であった。最も緩やかな流況環境は、大牟田市地先 305 号地区であり、平均流速は 4.2 cm/s であった。

流向は、柳川市地先 4 号地区で北-南方向の特に南下する流れが夏季に比べて多く見られ、佐賀市地先諸富 1022 号においても夏季に比べては北東方向への流れの出現頻度が増加する傾向が見られた。他の大牟田市地先、玉名市地先、宇土市地先の各実験場所では夏季と同様の傾向であった。

波高は、大牟田市地先 305 号地区および 46 号地区と玉名市地先滑石東側下流、熊本市地先小島、宇土市地先住吉で観測を実施し、大牟田市地先の有義波高が最も低く平均で 3.3～3.4 cm であった。最も高い有義波高は宇土市地先住吉であり平均で 12.4 cm であった。熊本市地先小島および玉名市地先滑石東側下流の有義波高の平均はそれぞれ 7.2 cm および 5.5 cm であった。

また波高観測を実施した各実験場所では、底面せん断応力も得られており、玉名市地先滑石東側下流で堆積物の移動限界値を超える値の出現率が最も大きく波動成分で 25.5% となり、地形変化の発生しやすい環境であることが推測された。次いで、熊本市地先小島で堆積物の移動限界値を超える発生割合が大きくなり波動成分で 17.5% が見られた。

(4) 冬季調査結果

冬季は流況観測が 8 地先 10 実験場所で行われた。他季節と同様に、柳川市地先、佐賀市地先、玉名市地先、宇土市地先の各実験場所では流れが速くなる傾向であり、柳川市地先 4 号地区では平均流速で 12.8 cm/s、佐賀市地先諸富 1022 号で 12.4 cm/s、玉名市地先東側下流で 14.4 cm/s、宇土市地先住吉で 11.2 cm/s が観測された。これら地先と同様に、実験場所が一級河川の河口近くに位置する熊本市地先小島の平均流速は、他季節と同様に比較的緩やかであり 7.8 cm/s であった。最も緩やかな流況環境となる実験場所は、諫早市地先小長井釜であり、平均流速は 2.5 cm/s であった。次いで緩やかな実験場所は大牟田市地先 305 号地区の 4.7 cm/s となった。

流向は、流れの緩やかな諫早市地先小長井釜を除いて夏季と同様の傾向を示した。諫早市地先小長井釜では、夏季に西よりの流れが多く見られたが、北北西－南南東の往復流が多くなる傾向となった。

波高は、宇土市地先住吉が最も高くなり、有義波高の平均で 16.1 cm であった。次いで高い有義波高の平均値が観測されたのは熊本市地先小島の 12.1 cm、そして島原市地先猛島および佐賀市地先諸富 1022 号となり、それぞれ 11.5 cm および 10.5 cm である。他地先の有義波高の平均は 3.1～7.4 cm であり、夏季調査時に高い有義波高が観測された柳川市地先 4 号地区が最も低くなり、季節による違いが確認された。

底面せん断応力は、玉名市地先滑石東側下流で堆積物の移動限界値を超える値の出現率が最も高く、一様流成分で 4.6 %、波動成分では 27.9 % であった。次いで、熊本市地先小島、島原市地先猛島、玉名市地先滑石陸側の順で堆積物の移動限界値を超える出現率が高くなり、それぞれ 27.8 %、26.0 %、24.8 % の値が波動成分で確認された。他の実験場所においても堆積物の移動限界値を超える底面せん断応力の出現は、他季節同様に波動成分で多く 1.1～18.2 % の出現率で確認されており、宇土市地先住吉、大牟田市地先 305 号地区で高い傾向であった。

表 6 流況および波高観測結果（春季調査：4～5 月）

調査場所		流速 (cm/s)		有義波高 (cm)	
		平均	最大	平均	最大
柳川市地先	4 号地区	11.9	41.4	—	—
大牟田市地先	305 号地区	4.9	13.1	5.1	37.7
	46 号地区	5.0	11.1	4.4	29.6
佐賀市地先	諸富 1022 号	12.3	31.8	—	—
玉名市地先	滑石東側下流	11.7	40.0	6.2	53.2
熊本市地先	小島	7.1	18.5	—	—
宇土市地先	住吉	8.4	29.1	—	—

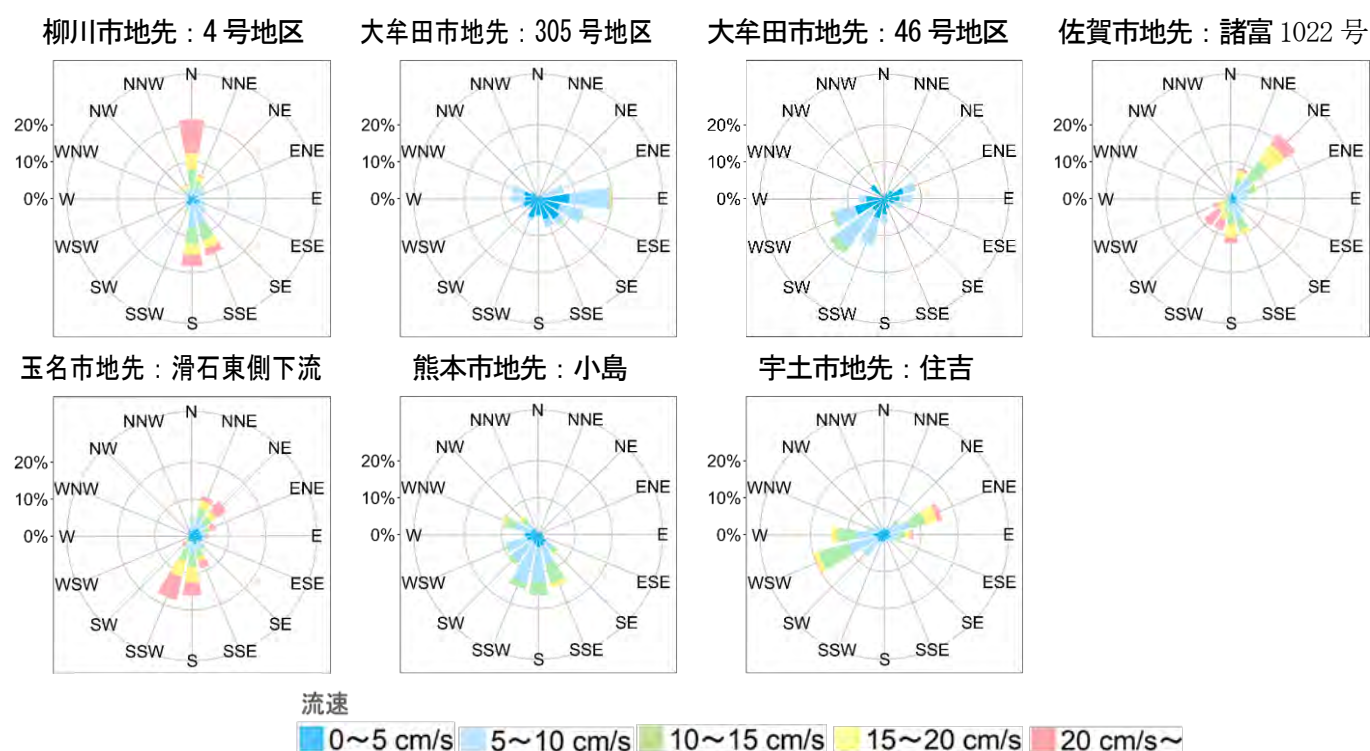


図 4 各実験場所の流向流速調査結果（春季）

表 7 流況および波高観測結果（夏季調査：6～8 月）

調査場所		流速 (cm/s)		有義波高 (cm)	
		平均	最大	平均	最大
柳川市地先	4 号地区	10.3	38.6	10.1	87.8
大牟田市地先	305 号地区	4.6	14.9	4.3	64.3
	46 号地区	5.1	18.3	3.0	38.3
佐賀市地先	諸富 1022 号	10.7	51.9	17.1	63.2
諫早市地先	小長井釜	2.3	8.1	7.6	37.5
島原市地先	猛島	5.3	18.0	10.0	55.4
玉名市地先	滑石東側下流	11.3	37.5	5.2	43.6
	滑石陸側	7.7	19.6	6.8	36.3
熊本市地先	小島	6.6	22.1	7.4	53.5
宇土市地先	住吉	8.3	26.1	11.3	64.4

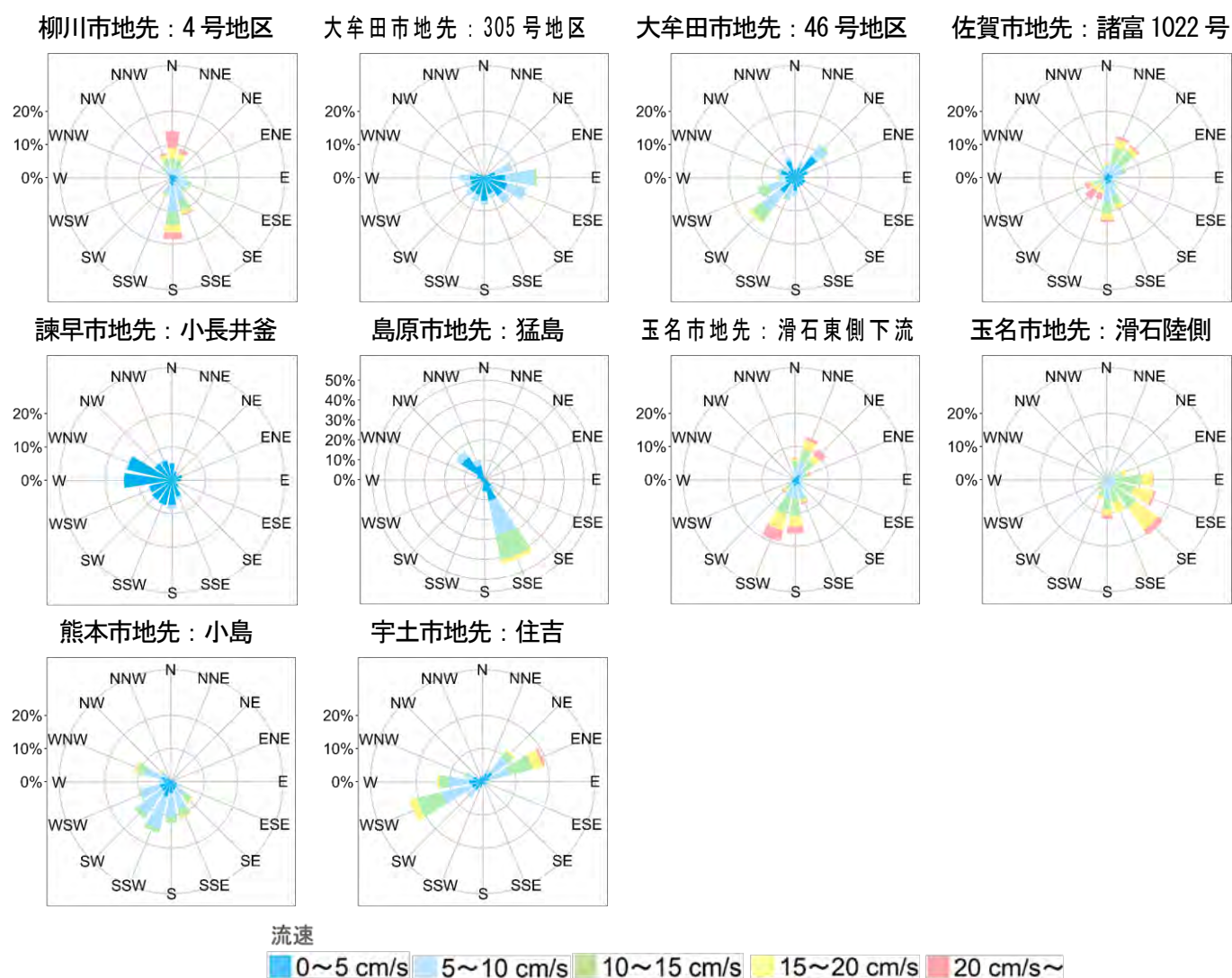


図 5 各実験場所の流向流速調査結果（夏季）

表 8 流況および波高観測結果（秋季調査：9～11 月）

調査場所		流速 (cm/s)		有義波高 (cm)	
		平均	最大	平均	最大
柳川市地先	4 号地区	11.1	38.8	—	—
大牟田市地先	305 号地区	4.2	14.3	3.4	22.1
	46 号地区	5.8	16.8	3.3	22.9
佐賀市地先	諸富 1022 号	11.7	42.6	—	—
玉名市地先	滑石東側下流	14.1	39.4	5.5	18.7
熊本市地先	小島	6.7	33.3	7.2	32.1
宇土市地先	住吉	9.8	36.6	12.4	46.9

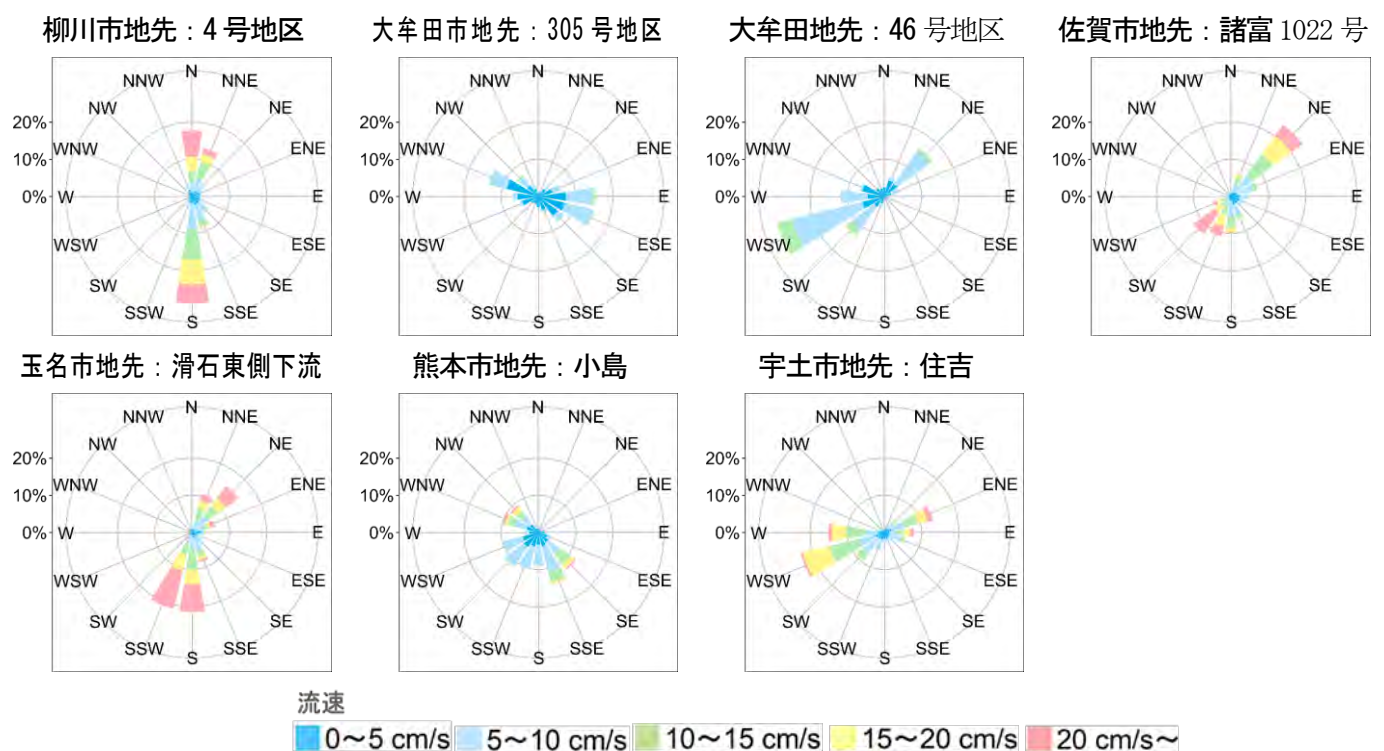


図 6 各実験場所の流向流速調査結果（秋季）

表 9 流況および波高観測結果（冬季調査：12～2 月）

調査場所		流速 (cm/s)		有義波高 (cm)	
		平均	最大	平均	最大
柳川市地先	4 号地区	12.8	42.0	5.2	28.3
大牟田市地先	305 号地区	4.7	15.1	4.5	32.6
	46 号地区	—	—	5.1	38.5
佐賀市地先	諸富 1022 号	12.4	42.4	10.5	35.9
諫早市地先	小長井釜	2.5	8.6	3.2	13.8
島原市地先	猛島	6.6	20.4	11.5	50.2
玉名市地先	滑石東側下流	14.4	52.9	7.4	54.7
	滑石陸側	8.4	23.2	6.3	33.8
熊本市地先	小島	7.8	25.8	12.1	67.4
宇土市地先	住吉	11.2	39.7	16.1	85.4

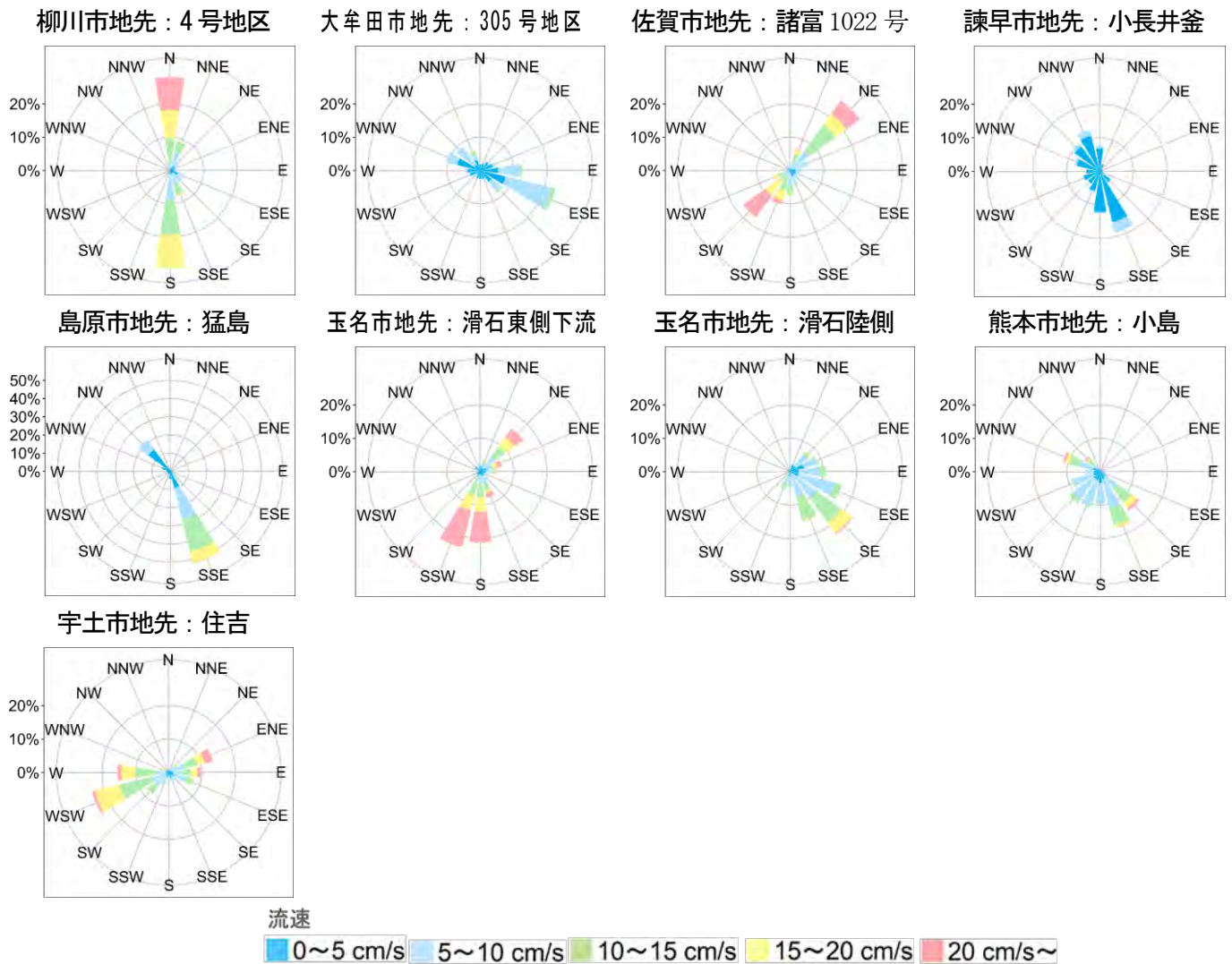


図 7 各実験場所の流向流速調査結果（冬季）

表 10 底面せん断応力が堆積物の移動限界値を超える発生割合（春季、夏季）

調査場所		春季調査		夏季調査	
		一様流成分 (%)	波動成分 (%)	一様流成分 (%)	波動成分 (%)
柳川市地先	4 号地区	—	—	1.5	23.8
大牟田市地先	305 号地区	0.0	24.4	0.0	14.7
	46 号地区	—	—	0.0	6.2
佐賀市地先	諸富 1022 号	—	—	1.7	21.9
諫早市地先	小長井釜	—	—	0.0	5.7
島原市地先	猛島	—	—	0.0	7.7
玉名市地先	滑石東側下流	0.3	25.5	0.4	23.9
	滑石陸側	—	—	0.0	26.9
熊本市地先	小島	—	—	0.0	24.1
宇土市地先	住吉	—	—	0.0	18.7

表 11 底面せん断応力が堆積物の移動限界値を超える発生割合（秋季、冬季）

調査場所		秋季調査		冬季調査	
		一様流成分 (%)	波動成分 (%)	一様流成分 (%)	波動成分 (%)
柳川市地先	4 号地区	—	—	2.8	4.2
大牟田市地先	305 号地区	0.0	8.9	0.0	16.7
	46 号地区	0.0	8.7	—	—
佐賀市地先	諸富 1022 号	—	—	2.2	2.3
諫早市地先	小長井釜	—	—	0.0	1.1
島原市地先	猛島	—	—	0.0	26.0
玉名市地先	滑石東側下流	3.3	21.9	4.6	27.9
	滑石陸側	—	—	0.9	24.8
熊本市地先	小島	0.0	17.5	0.0	27.8
宇土市地先	住吉	0.0	9.9	0.5	18.2

【春季・夏季】



【秋季・冬季】

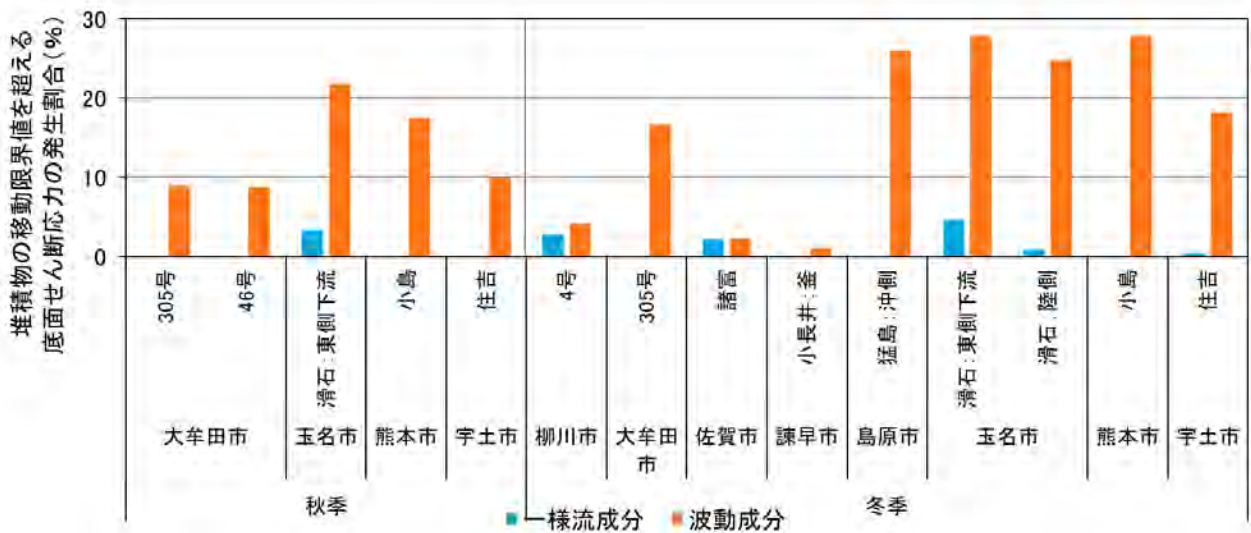


図8 流れおよび波浪による底面せん断応力が堆積物の移動限界値を超える発生割合

2.1.2. 各地先の水質環境

水質環境の調査は、各実験場所で水温、塩分の連続観測を実施した。また、柳川市地先 10 号地区、大牟田市地先 46 号地区、佐賀市地先諸富 1047 号そして鹿島市地先を除く各実験場所でクロロフィル *a*、濁度の連続観測を実施した。観測期間は、実証実験により異なるが、アサリを対象とした各実証実験では主に 4 月から翌年 3 月にかけて実施された。鹿島市地先では 6 月～10 月にかけて水温、塩分の連続観測が実施された。各実験場所の観測期間を、表 12 に整理した。

以下に各調査結果を整理し、各実験場所の水質環境について検討した。観測結果は、4 月～5 月を春季、6 月～8 月を夏季、9 月～11 月を秋季、12 月～2 月を冬季として整理した。

表 12 各地先の連続観測結果実施期間（水質環境）

調査場所		水温・塩分	クロロフィル <i>a</i> ・濁度
柳川市地先	4 号地区	4/26～2/20	
	10 号地区	4/27～2/20	—
大牟田市地先	305 号地区	4/29～1/23	
	46 号地区	5/18～6/13, 8/10～9/8, 11/7～12/5	
佐賀市地先	諸富 1022 号	4/27～2/2	
	諸富 1047 号	4/27～2/3	—
鹿島市地先	浜川河口域	6/17～10/10	—
諫早市地先	小長井釜	4/3～2/2	4/1～2/2
	小長井長里	6/10～10/5	4/1～2/3
島原市地先	猛島	4/1～2/5	
玉名市地先	滑石東側下流	4/1～2/2	
	滑石陸側	7/30～8/29	12/24～1/21
熊本市地先	小島	4/28～2/5	
宇土市地先	住吉	4/29～2/4	

(1) 連続観測結果（水温および塩分）

水温・塩分の連続観測結果の平均値および最高値もしくは最低値を表 13 から表 16 に示した。

1) 春季調査結果

水温および塩分の平均値は、それぞれ 17.0℃～20.9℃と 23.7～31.7 であり、顕著な高水温や低塩分などの環境は確認されていない。ただし、塩分の傾向として、大河川が流入する湾奥の調査場所で低くなる傾向が見られた。

2) 夏季調査結果

水温の平均値は、26.2℃～29.7℃であり、玉名市地先滑石陸側で最も高水温となり、次いで鹿島市地先で高水温となった。ただし、玉名市地先滑石陸側は、他地先と異なり、観測期間が 7 月下旬以降の 30 昼夜であるため、平均水温が高くなっている。また、鹿島市地先は地盤高が C. D. L. +2.0 m であり、各実験場所の中で

も比較的に地盤高が高い地点であることが影響していると推測された。

塩分の平均値は21.3～28.8 となり、河口に近く地盤高の高い鹿島市地先で比較的低い値となった。

3) 秋季調査結果

水温平均値は、10 月上旬までの観測結果である鹿島市地先浜川河口域および諫早市地先小長井長里を除き、22.7℃～24.5℃であった。最も低い22.7℃は柳川市地先10号地区の観測結果であるが、同場所では比較的水温の高い9月中旬は観測されておらず、近隣の同地先4号地区に比べても約1℃低い水温となった。

塩分の平均値は、21.4～30.9 であり、湾奥の河口に近い調査場所で低くなる傾向が見られた。

4) 冬季調査結果

水温の平均値は10.7～13.8℃となり、柳川市地先4号地区と佐賀市地先諸富1022号で僅かに低くなる傾向であった。塩分の平均値は、27.0～31.7 であり、秋季調査時と同様に湾奥の河口に近い調査場所で低くなることが確認された。

表 13 水温および塩分調査結果（春季調査：4～5 月）

調査場所		水温（℃）		塩分（ ）	
		平均	最高	平均	最低
柳川市地先	4号地区	19.2	25.2	23.7	3.4
	10号地区	19.2	24.3	25.3	3.4
大牟田市地先	305号地区	20.9	28.6	30.5	14.0
	46号地区	19.8	23.2	30.6	26.9
佐賀市地先	諸富1022号	19.5	27.6	27.2	6.4
	諸富1047号	19.2	22.9	29.1	12.5
諫早市地先	小長井 釜	18.1	26.0	30.4	25.8
島原市地先	猛島	17.0	23.1	31.7	14.4
玉名市地先	滑石東側下流	17.8	24.4	30.2	8.6
熊本市地先	小島	19.9	28.2	28.8	6.2
宇土市地先	住吉	19.7	23.3	29.5	6.6

表 14 水温および塩分調査結果（夏季調査：6～8 月）

調査場所		水温 (°C)		塩分 ()	
		平均	最高	平均	最低
柳川市地先	4 号地区	27.3	34.4	23.3	1.7
	10 号地区	27.0	34.3	25.1	4.2
大牟田市地先	305 号地区	27.1	33.1	27.8	13.3
	46 号地区	26.3	32.6	27.8	19.6
佐賀市地先	諸富 1022 号	27.4	36.0	24.5	0.2
	諸富 1047 号	26.9	33.5	26.9	2.2
鹿島市地先	浜川河口域	29.5	35.3	21.3	2.4
諫早市地先	小長井 釜	26.9	35.9	27.2	7.9
	小長井 長里	27.4	34.6	27.3	11.3
島原市地先	猛島	26.2	33.0	28.8	13.8
玉名市地先	滑石東側下流	27.7	33.2	25.6	5.1
	滑石陸側	29.7	38.6	24.2	5.3
熊本市地先	小島	27.6	34.8	27.4	0.2
宇土市地先	住吉	27.4	34.7	26.7	0.3

表 15 水温および塩分調査結果（秋季調査：9～11 月）

調査場所		水温 (°C)		塩分 ()	
		平均	最高	平均	最低
柳川市地先	4 号地区	23.6	33.7	27.3	1.0
	10 号地区	22.7	32.1	28.5	6.0
大牟田市地先	305 号地区	23.7	32.0	30.6	20.4
	46 号地区	20.3	31.9	29.8	20.5
佐賀市地先	諸富 1022 号	23.3	33.5	26.5	2.3
	諸富 1047 号	23.5	31.6	28.8	19.1
鹿島市地先	浜川河口域	28.7	24.4	21.4	12.1
諫早市地先	小長井 釜	23.5	33.4	29.6	20.5
	小長井 長里	28.2	33.3	28.8	12.7
島原市地先	猛島	24.2	32.0	30.9	24.4
玉名市地先	滑石東側下流	24.2	33.0	30.1	14.9
熊本市地先	小島	24.5	34.2	28.6	15.9
宇土市地先	住吉	24.3	33.8	28.5	13.5

表 16 水温および塩分調査結果（冬季調査：12～2 月）

調査場所		水温（℃）		塩分（ ）	
		平均	最低	平均	最低
柳川市地先	4 号地区	10.7	3.8	27.4	3.2
	10 号地区	11.1	4.2	28.8	10.6
大牟田市地先	305 号地区	12.1	6.1	30.5	18.3
佐賀市地先	諸富 1022 号	10.7	4.7	27.0	11.3
	諸富 1047 号	11.4	3.7	29.3	14.2
諫早市地先	小長井 釜	11.2	6.2	30.4	28.3
島原市地先	猛島	13.8	8.1	31.7	24.6
玉名市地先	滑石東側下流	12.4	5.1	30.3	19.0
	滑石陸側	11.3	6.4	30.8	16.2
熊本市地先	小島	12.2	3.8	29.6	6.2
宇土市地先	住吉	12.7	5.2	29.4	7.4

(2) 水温と塩分から見た水塊特性の検討

水温と塩分の連続観測結果（B+0.1m 層）より、各実験場所の水塊特性を検討した。ここでは、水産研究・教育機構 東北区水産研究所により開発された水塊クラスター解析ソフト³⁾を利用し、同時期に観測が実施された全地点の観測結果をまとめて解析した。解析期間は、降雨による影響を検討するために、長期連続観測期間のうち梅雨期から大雨が観測された期間である 6 月～8 月とした。

対象期間における水温・塩分の連続観測結果を図 9、図 10 に示す。図には、既往知見で考察されているアサリ浮遊幼生が正常に発生する上限水温の 30℃⁴⁾、アサリが 96 時間生存可能な塩分下限値が 15 付近⁵⁾と報告されていることより、水温 30℃と塩分 15 を赤線で示した。

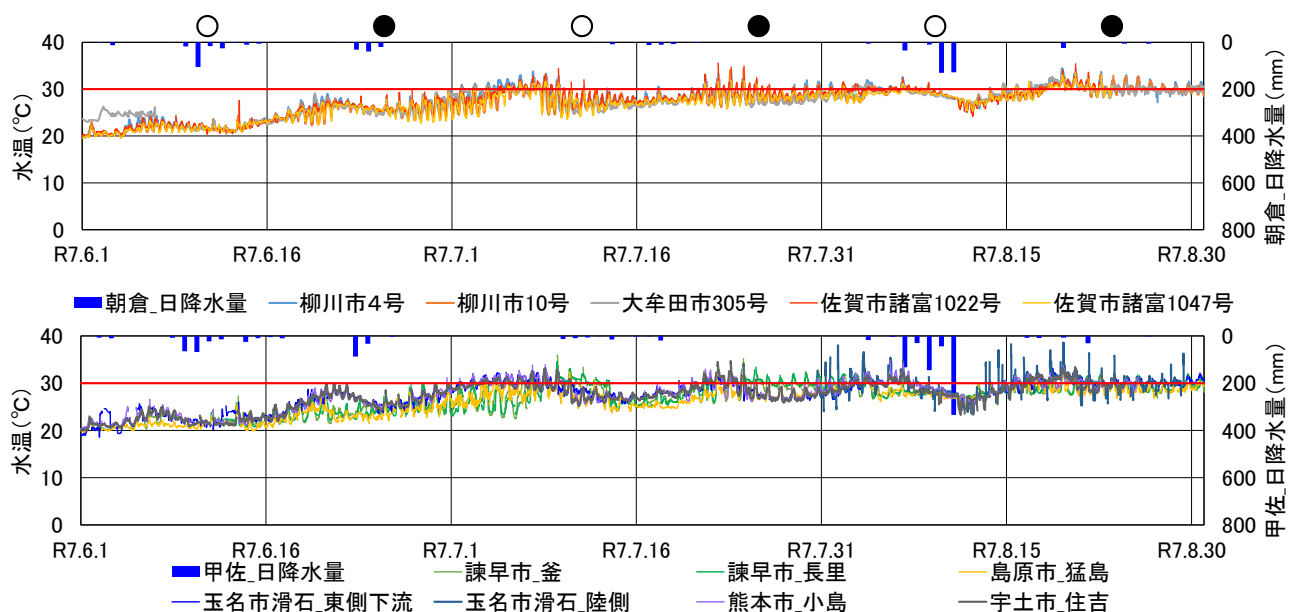


図 9 水温の連続観測結果（夏季）

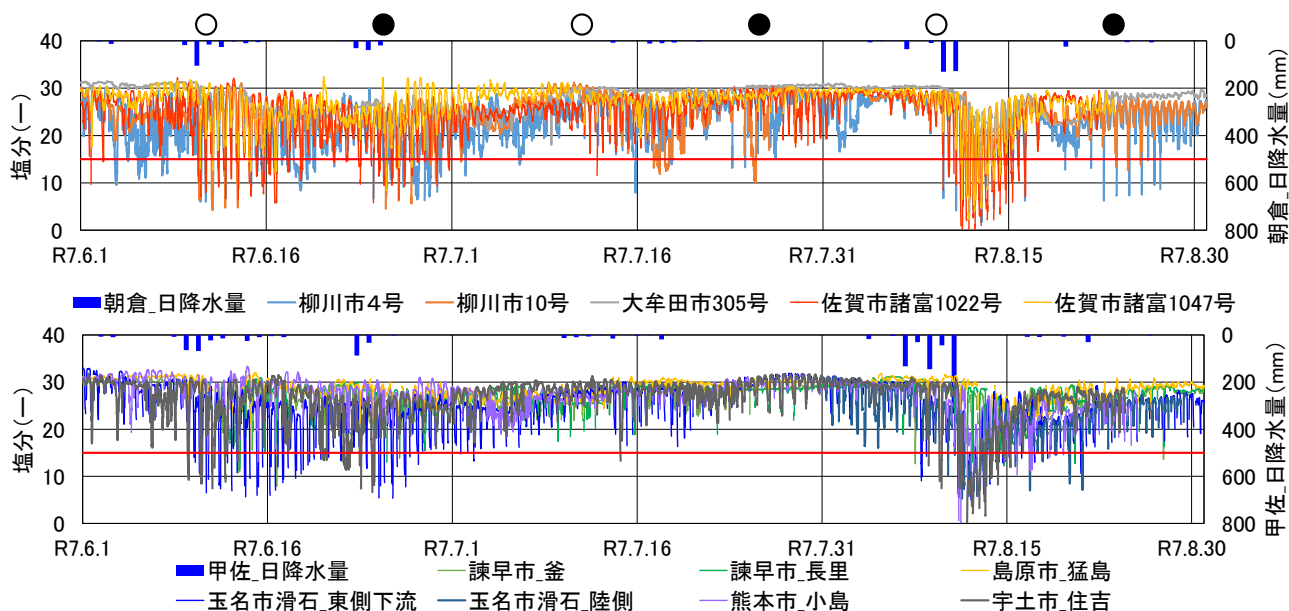


図 10 塩分の連続観測結果（夏季）

1) 6月調査結果の検討

【観測期間：6月1日～6月30日】

クラスター解析は、アサリの生息に影響する塩分 15 以下もしくは水温 30℃以上の観測結果が多く含まれるクラスターが形成されることを考慮し、6 区分として実施した。得られた解析結果を図 11 および表 17 に示す。なお、図 11 中のコンタ線は等密度線である。

水塊分析の結果、クラスター4 およびクラスター6 にアサリの生息に影響する塩分 15 以下の観測値が含まれており、両クラスターともに塩分最大値はそれぞれ 16.3 および 16.7 の比較的低塩分な観測結果で形成された。そこで、各実験場所の観測結果にクラスター4 およびクラスター6 に含まれる観測値の割合を出現率として整理し、図 12 に示した。最も出現率の高い場所は、湾奥の大河川の河口に近い柳川市地先 4 号地区の

17.7 %であり、次いで筑後川河口近くに位置する佐賀市地先諸富 1022 号の 8.4 %であった。しかし、これら各実験場所に近い柳川市地先 10 号地区では 3.1 %、佐賀市地先諸富 1047 号では 1.3 %であり、柳川市地先 4 号地区や 1022 号と差が見られた。

また、他の実験場所では、大河川の河口に近い玉名市地先滑石の東側下流で 5.0%、宇土市地先住吉で 3.9 %の出現率となり、諫早市地先、島原市地先、熊本市地先の各実験場所は、1%未満の出現率であった。

当月の結果より、柳川市地先 4 号地区と 10 号地区、佐賀市地先諸富 1022 号と 1047 号のように、比較的近い場所同士であっても、淡水流入の影響の受けやすさに違いが見られた。影響を受けにくいと見られる実験場所は、他方に比べて河口から離れた場所に位置しており、大雨時の淡水影響の軽減や回避のためには、大河川の河口との距離の検討の必要性を確認できた。

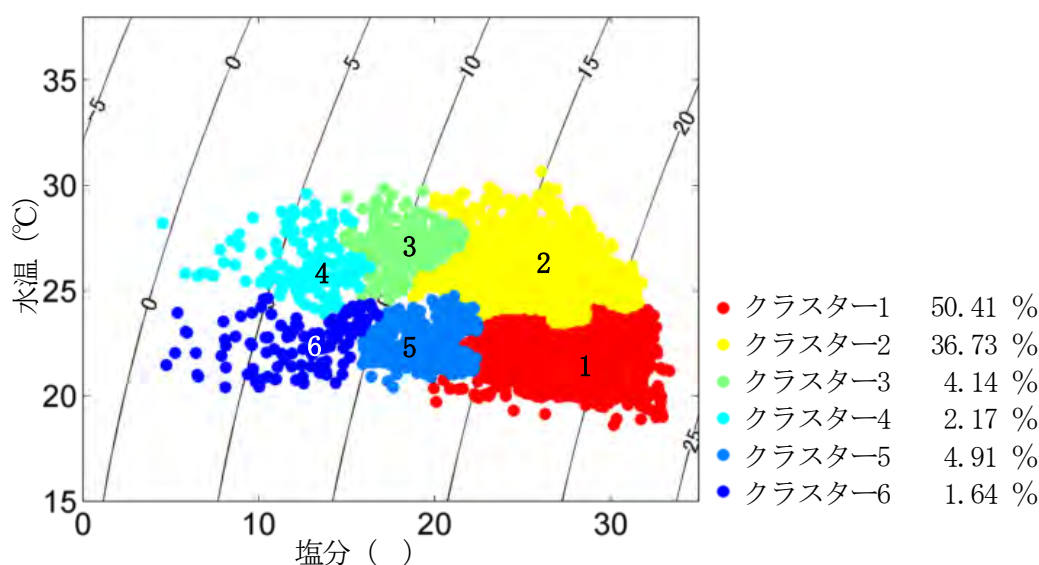


図 11 クラスタ解析結果（期間：6 月 1 日～6 月 30 日）

表 17 クラスタ解析結果による水質の分類（期間：6 月 1 日～6 月 30 日）

クラスタ区分	水温 (°C)	塩分 (‰)
クラスタ1	18.6～24.4	19.9～33.3
クラスタ2	23.5～30.7	18.8～31.8
クラスタ3	24.6～29.9	14.9～21.7
クラスタ4	23.9～29.6	4.5～16.3
クラスタ5	20.4～24.8	15.9～22.4
クラスタ6	20.4～24.7	4.7～16.7

※解析に用いた全観測結果の平均値は、水温 23.7°C、塩分 25.9 であった。

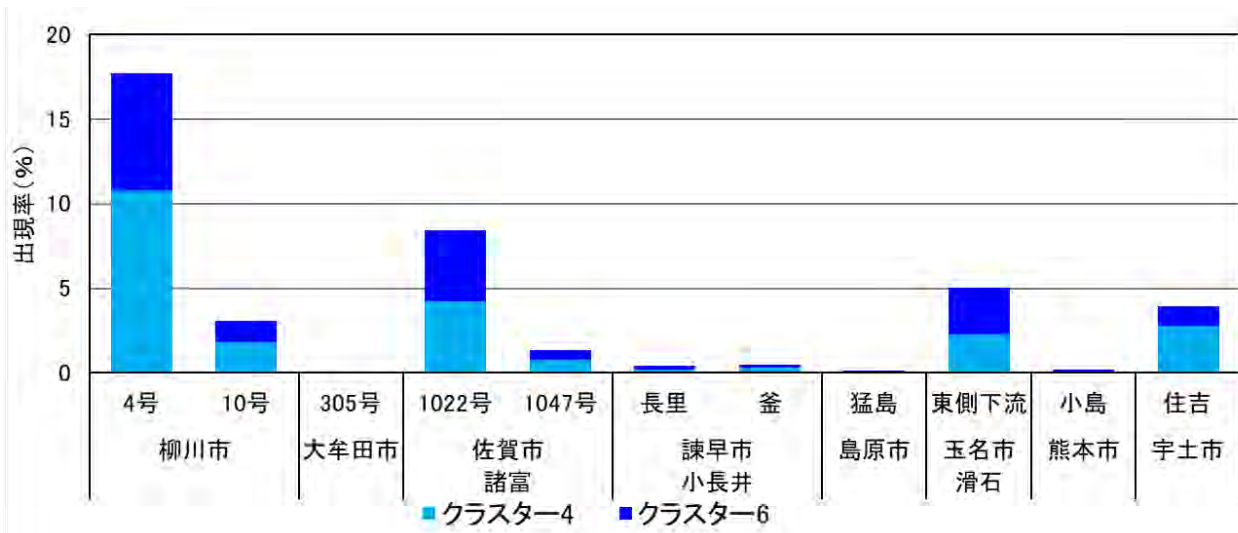


図12 各地先のクラスター4 およびクラスター6に含まれる観測値の出現率 (期間：6月1日～6月30日)

2) 7月調査結果の検討)

【観測期間：7月1日～7月31日】

7月は、6月に見られた塩分15以下の低塩分な調査結果の出現は少なく、反面、水温30℃を超える調査結果の出現が多くなる傾向であった。この傾向を確認するために、クラスター区分数を5として実施した解析結果を図13および表18に示す。なお、図13中のコンタ線は等密度線である。

水塊分析により水温30℃以上を多く含む水塊(クラスター2およびクラスター5)に含まれる調査結果は、全体の約31%存在した。そこで、各実験場所の観測結果にクラスター2およびクラスター5に含まれる観測値の割合を出現率として整理し、図14に示した。各クラスターの出現率は、諫早市地先小長井の両漁場で高く、特に長里で約50%の割合で存在した。また、釜においても約40%と高く、同程度の割合がそして玉名市滑石東下流の観測でも確認された。

特にクラスター2 およびクラスター5 の出現割合の大きかった諫早市地先小長井長里では、夏季の高水温によるアサリへの影響が懸念された。

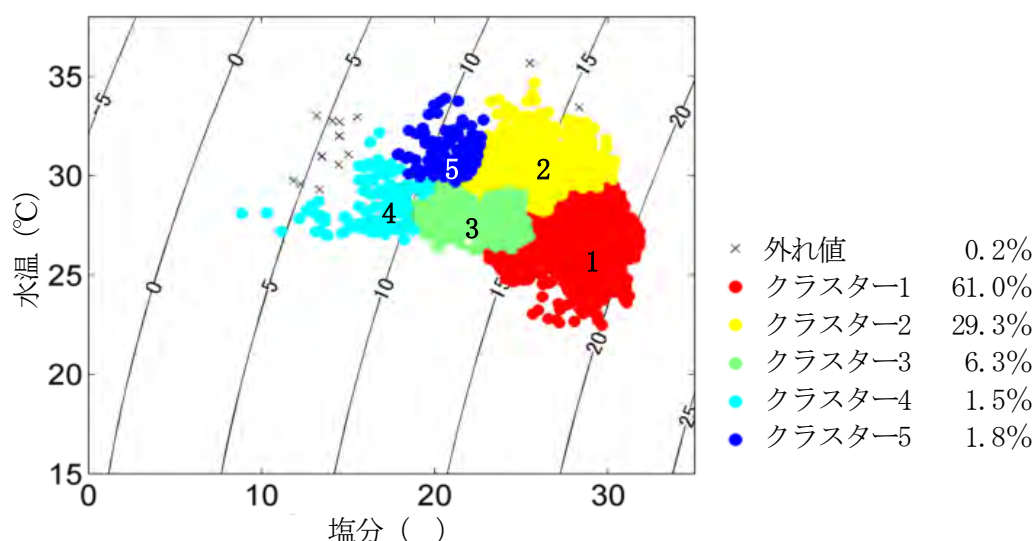


図13 クラスター解析結果 (期間：7月1日～7月31日)

表 18 クラスタ解析結果による水質の分類（期間：7月1日～7月31日）

クラスター区分	水温（℃）	塩分（ ）
クラスター1	22.5～29.7	23.1～31.8
クラスター2	28.2～34.7	21.6～30.4
クラスター3	26.3～29.5	18.7～25.5
クラスター4	26.8～32.2	8.9～19.7
クラスター5	29.7～33.9	17.9～22.8

※解析に用いた全解析結果の平均値は、水温 28.2℃、塩分 27.4 であった。

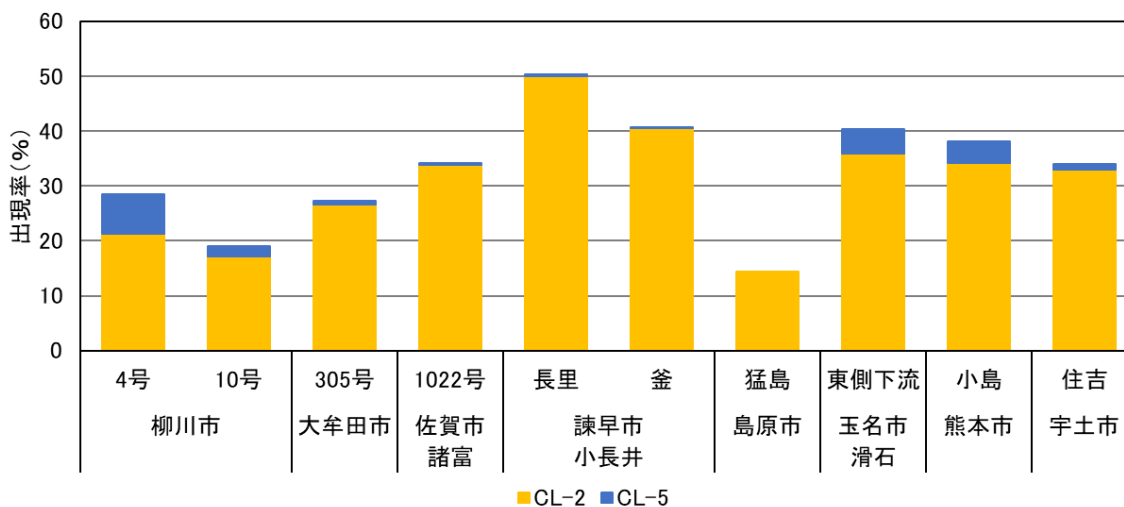


図 14 各地先のクラスター2 およびクラスター5 に含まれる観測値の出現率（期間：7月1日～7月31日）

3) 8月調査結果の検討

【観測期間：8月1日～8月31日】

解析は、アサリの生息に影響する塩分 15 以下もしくは水温 30℃以上の観測結果が多く含まれる様に区分されることを考慮し、6 区分として実施した。得られた解析結果を図 15 および表 19 に示す。なお、図 15 中のコンタ線は等密度線である。

8 月は上旬に九州北部で大雨が発生しており、有明海沿岸では特に熊本県で大きな被害を受けた。この大雨期間を含む観測結果を解析した結果、塩分 15 以下を含む水塊はクラスター6 として形成されたが、全体の約 1.1%のデータ数となった。一方、水温 30℃以上を多く含む水塊（クラスター3 およびクラスター5）に含まれる調査結果は、全体の約 14.6 %存在しており、両クラスターに含まれる観測値の割合を出現率として図 16 に整理した。最も出現率の高い場所は、柳川市地先 4 号地区の 16.6 %であり、次いで 11.8%の出現率が宇土市地先住吉で見られた。なお、7 月に 30℃以上が含まれる水塊の出現率が比較的高くなった玉名市地先滑石東側下流では出現率が低下し、更に各実験場所の中でも最も地盤高の高い同地先陸側も低い出現率となった。両実験場所ともに周辺に淡水の流入場所が存在していたことから、上旬に発生した大雨の影響が水温環境に現れたものと考えられた。

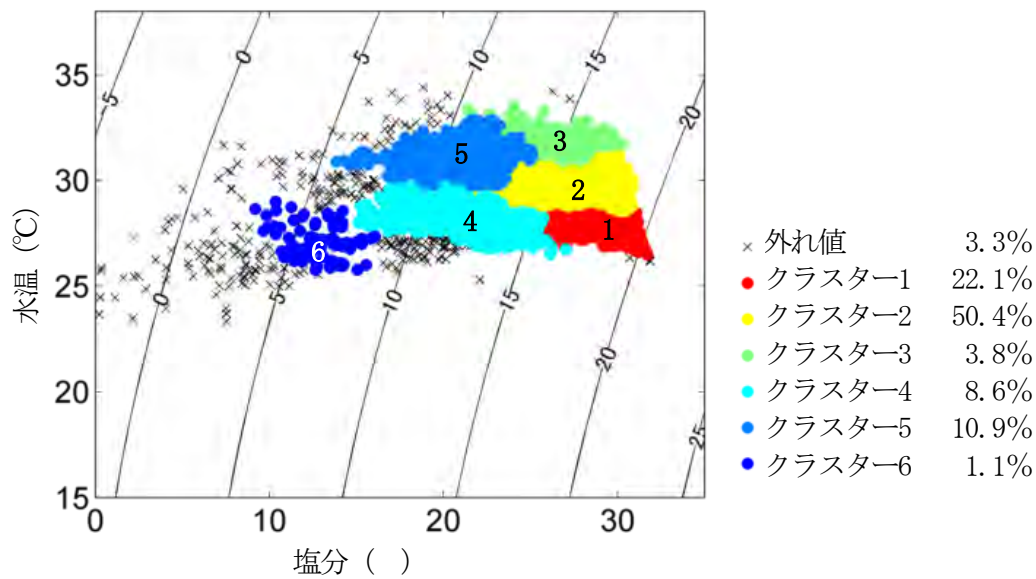


図 15 クラスター解析結果（期間：8 月 1 日～8 月 31 日）

表 19 クラスター解析結果による水質の分類（期間：8 月 1 日～8 月 31 日）

クラスター区分	水温 (°C)	塩分 (‰)
クラスター1	26.5～29.0	25.2～31.7
クラスター2	28.5～31.6	21.5～30.9
クラスター3	30.9～33.5	21.4～30.3
クラスター4	26.5～30.0	15.1～27.0
クラスター5	29.8～32.9	13.9～25.1
クラスター6	25.8～29.0	9.2～16.0

※解析に用いた全解析結果の平均値は、水温 29.4℃、塩分 25.8 であった。

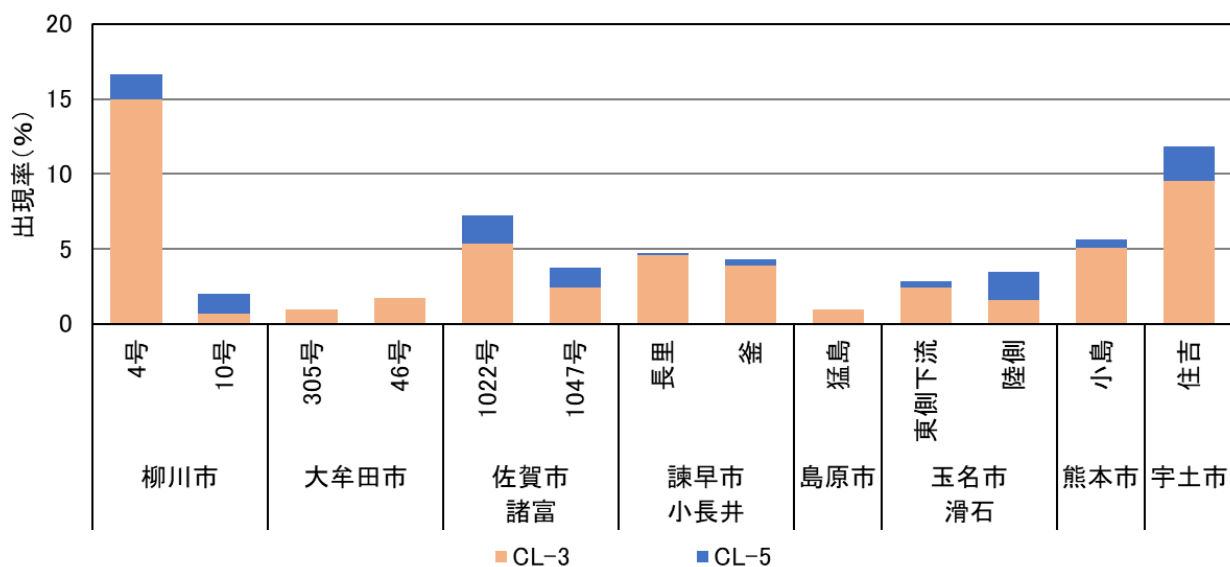


図 16 各地先のクラスター3 および5 に含まれる観測値の出現率（期間：8 月 1 日～8 月 31 日）

(3) 連続観測結果（クロロフィル *a* 及び濁度）

クロロフィル *a* および濁度の連続観測結果を表 20 から表 23 に示した。

1) 春季調査結果（4～5 月）

クロロフィル *a* の平均値は、大牟田市地先 305 号地区で最も高く 18.1 $\mu\text{g/L}$ であった。次いで、佐賀市地先諸富 1022 号の 7.3 $\mu\text{g/L}$ 、玉名市地先滑石東側下流の 6.9 $\mu\text{g/L}$ 、大牟田市地先 46 号地区の 6.6 $\mu\text{g/L}$ と続いた。残る他の実験区は 2.0 $\mu\text{g/L}$ ～5.9 $\mu\text{g/L}$ であり、島原市地先猛島、宇土市地先住吉が低濃度であった。最も高い大牟田市地先 305 号地区と同地先 46 号地区で濃度差が見られており、隣接する場所での濃度差が確認された。

濁度の平均値は柳川市地先 4 号地区と大牟田市地先 305 号地区で同程度に高く、それぞれ 62.9 FTU および 61.7 FTU であった。次いで、佐賀市地先諸富 1022 号と大牟田市地先 46 号地区で高く、それぞれ 35.0 FTU と 32.0 FTU となった。残る他の調査場所は、9.4 FTU～23.2 FTU であり、熊本市地先小島や島原市地先猛島で低濁度となった。なお、アサリの濾水率に影響する濁度は 300 ppm 以上⁴⁾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ことから、便宜上 FTU と ppm を同等と見なすと、濾水率に影響する高濁度な環境は確認されなかった。

2) 夏季調査結果（6～8 月）

クロロフィル *a* の平均値は、佐賀市地先諸富 1022 号で最も高く 17.3 $\mu\text{g/L}$ であった。次いで大牟田市地先 305 号地区の 15.1 $\mu\text{g/L}$ 、同地先 46 号地区の 13.0 $\mu\text{g/L}$ 、柳川市地先 4 号地区の 7.3 $\mu\text{g/L}$ となり、湾奥の各地先が続いた。他の調査場所は、3.0 $\mu\text{g/L}$ ～6.3 $\mu\text{g/L}$ であり、それぞれがアサリの生息場として望ましい 3.0 $\mu\text{g/L}$ 以上⁶⁾の環境であった事が確認された。

濁度の平均値は最大で玉名市地先滑石陸側の 60.1 FTU であった。次いで高くなる場所は、柳川市地先 4 号の 51.0 FTU となった。この他の調査場所は 8.4 FTU～32.4 FTU で、熊本市地先小島が最も低濃度であった。各実験場所ともにアサリの濾水率に影響する環境でないことが確認された。

3) 秋季調査結果（9～11 月）

クロロフィル *a* の平均値は、玉名市地先滑石東側下流を除いて、各調査場所で夏季に比べて低下しており、特に諫早市地先小長井釜で 1.8 $\mu\text{g/L}$ の最も低濃度な環境となった。他の調査場所においても同地先小長井釜と島原市地先猛島が共に 2.1 $\mu\text{g/L}$ 、熊本市地先小島が 2.2 $\mu\text{g/L}$ 、宇土市地先住吉で 2.4 $\mu\text{g/L}$ となり、3.0 $\mu\text{g/L}$ を下回る環境であった。この他の調査場所では大牟田市 305 号地区が春季同様に他調査場所に比べて高く 13.6 $\mu\text{g/L}$ であった。

濁度の平均値は 7.7 FTU～33.9 FTU であり、各実証実験場所ともに春季および夏季の調査時と同程度もしくは低い値になることが確認された。

4) 冬季調査結果（12～2 月）

クロロフィル *a* の平均値は、1.7～7.8 $\mu\text{g/L}$ であり、熊本市地先小島と佐賀市地先諸富 1022 号で高い環境であった。各実験場所の中でも諫早市地先小長井釜が 1.7 $\mu\text{g/L}$ の最低濃度となり、次いで大河川の河口に近いものの宇土市地先住吉で 1.9 $\mu\text{g/L}$ と低濃度な環境であったことが確認された。

濁度は、顕著に高い値は見られず 5.3～22.6 FTU であった。

表 20 クロロフィル *a* および濁度の調査結果平均値（春季調査：4～5 月）

調査場所		クロロフィル <i>a</i> 平均値 (μg/L)	濁度平均値 (FTU)
柳川市地先	4 号地区	4.9	62.9
大牟田市地先	305 号地区	18.1	61.7
	46 号地区	6.6	32.0
佐賀市地先	諸富 1022 号	7.3	35.0
諫早市地先	小長井 釜	4.3	14.6
	小長井 長里	3.2	21.0
島原市地先	猛島	2.0	9.7
玉名市地先	滑石東側下流	6.9	23.2
熊本市地先	小島	5.9	9.4
宇土市地先	住吉	2.6	11.7

表 21 クロロフィル *a* および濁度の調査結果平均値（夏季調査：6～8 月）

調査場所		クロロフィル <i>a</i> 平均値 (μg/L)	濁度平均値 (FTU)
柳川市地先	4 号地区	7.3	51.0
大牟田市地先	305 号地区	15.1	32.4
	46 号地区	13.0	22.7
佐賀市地先	諸富 1022 号	17.3	31.6
諫早市地先	小長井 釜	5.8	16.3
	小長井 長里	4.2	15.4
島原市地先	猛島	3.0	12.0
玉名市地先	滑石東側下流	4.0	16.9
	滑石陸側	6.3	60.1
熊本市地先	小島	4.2	8.4
宇土市地先	住吉	3.3	17.7

表 22 クロロフィル *a* および濁度の調査結果平均値（秋季調査：9～11 月）

調査場所		クロロフィル <i>a</i> 平均値 (μg/L)	濁度平均値 (FTU)
柳川市地先	4 号地区	3.5	19.7
大牟田市地先	305 号地区	13.6	10.8
	46 号地区	6.7	10.4
佐賀市地先	諸富 1022 号	8.5	24.0
諫早市地先	小長井 釜	1.8	7.7
	小長井 長里	2.1	8.0
島原市地先	猛島	2.1	10.7
玉名市地先	滑石東側下流	4.1	7.7
熊本市地先	小島	2.2	9.9
宇土市地先	住吉	2.4	33.9

表 23 クロロフィル *a* および濁度の調査結果平均値（冬季調査：12～2 月）

調査場所		クロロフィル <i>a</i> 平均値 (μg/L)	濁度平均値 (FTU)
柳川市地先	4 号地区	3.5	22.6
大牟田市地先	305 号地区	3.2	20.4
佐賀市地先	諸富 1022 号	6.4	22.4
諫早市地先	小長井 釜	1.7	6.2
	小長井 長里	2.4	5.3
島原市地先	猛島	2.4	8.1
玉名市地先	滑石東側下流	2.6	10.9
熊本市地先	小島	7.8	15.8
宇土市地先	住吉	1.9	14.3

2.1.3. 各地先の底質環境

各実験場所の調査地点における底質（粒度組成）調査結果を整理し、図 17、図 18 に示した。

各実験場所では、夏季（7 月もしくは 8 月）と冬季（12 月もしくは 1 月）に調査を実施した。福岡県の柳川市地先の各実験場所は、夏季と冬季で粒度組成に大きな変化はなく、中央粒径が 4 号地区で 0.17 mm～0.24 mm、10 号地区で 0.26 mm～0.34 mm となり、10 号地区でシルト、粘土分が僅かに少ない環境であった。大牟田市地先 305 号地区では、特に実験区の岸側と中央部の調査点で夏季に比べて冬季のシルト、粘土分の含有率の低下が見られた。46 号地区は夏季と冬季で粒度組成に大きな変化はなく、中央粒径は 0.17 mm～0.20 mm であった。

佐賀県の佐賀市地先諸富は、夏季と冬季の粒度組成は同様であり、中央粒径も 0.16 mm～0.26 mm の範囲に留まっていたことが確認された。

長崎県の諫早市地先では、小長井釜①の冬季に礫分が多く含まれており、中央粒径も夏季の 0.24 mm に比

べて 0.49 mm と大きくなったが、釜の残る 2 地点そして小長井長里の各地点の採取結果では 粒度組成に顕著な違いは確認されなかった。島原市地先では、各地点ともに冬季にシルト、粘土分が減少、礫分の増加が見られ、中央粒径が冬季に大きくなる傾向であった。

熊本県では、玉名市地先滑石で 8 月と 1 月、熊本市地先小島および宇土市地先住吉で 7 月と 12 月に調査を実施している。玉名市地先滑石の東側下流の実験区では、夏季にシルト粘土分が 31.4%であったが、冬季は 0.2%になっており、中央粒径も冬季に大きくなった。同地先陸側の実験区では、夏季と冬季ともにシルト粘土分が 3.3%~3.5%となり、粒度組成に顕著な違いは見られず、過年度調査結果と同様の環境であった。なお、夏季調査日の直前には、大雨が発生しており、東側下流が陸側に比べて大雨に伴う土砂流入の影響を受けている可能性が推測された。

熊本市地先小島は、夏季と冬季で粒度組成に顕著な変化は見られず、中央粒径も 0.20 mm~0.23 mm と同程度の範囲にあった。宇土市地先住吉は、夏季に比べて冬季に細砂の含有率が小さくなり、シルト、粘土分そして中砂以上の含有率が増える傾向にあった。この粒度組成の変化のため、中央粒径には顕著な変化は見おられず、0.16 mm~0.23 mm の範囲であった。

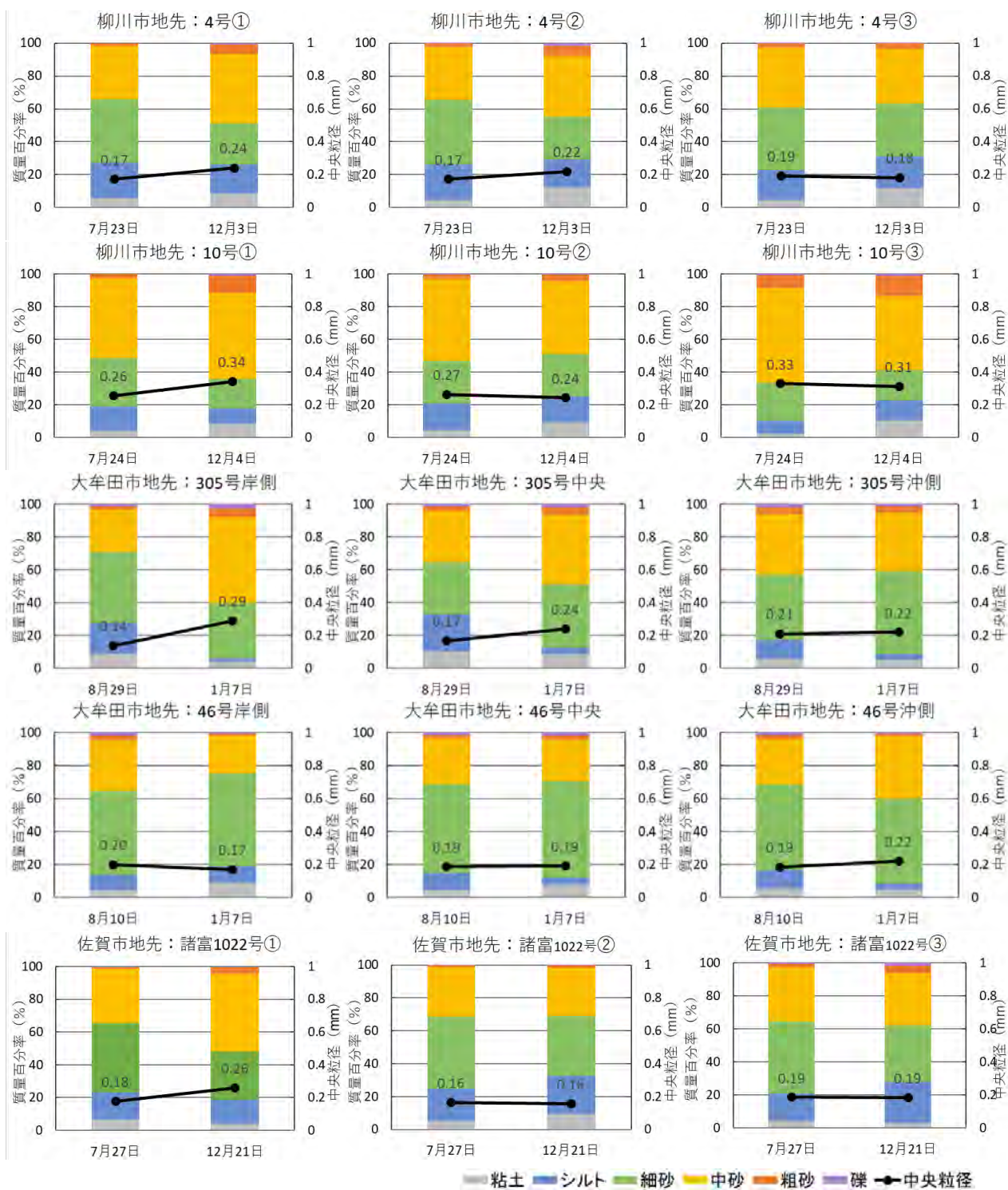


図 17 福岡県、佐賀県の各実験場所の底質調査結果

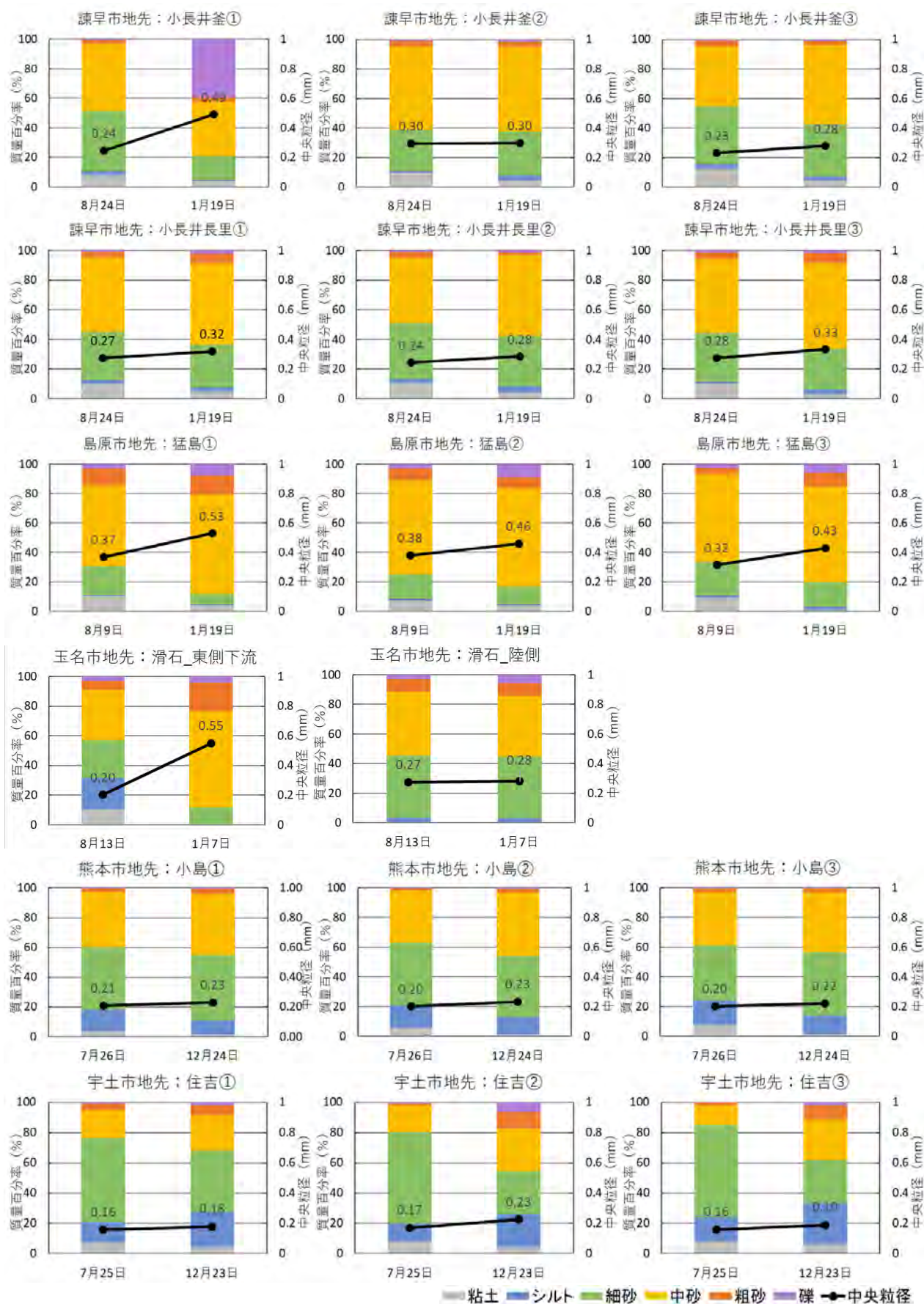


図 18 熊本県の各実験場所の底質調査結果

2.2. アサリの生息状況と環境の検討

2.2.1. アサリの生息状況

(1) アサリ生息密度調査結果

各実証実験場所の対照区（現地盤）におけるアサリ生息状況を整理し、図 19 から図 22 に示した。

以下に成貝、初期成貝、稚貝、初期稚貝の確認状況を示した。

1) 成貝（殻長 25mm 以上）

今年度の生息状況調査結果より、春季から夏季にかけては柳川市地先 4 号地区で 6 月に 67 個体/m²、柳川市地先 10 号地区で 5 月に 50 個体/m²、大牟田市地先 305 号地区では 6 月、宇土市地先住吉では 5 月～7 月に 8 個体/m² の生息密度が確認された。夏季から秋季にかけては、諫早市地先小長井長里の漁場中央部で 10 月に 6 個体/m²、玉名市地先滑石東側下流で 10 月と 11 月に 50 個体/m² および 67 個体/m²、熊本市地先小島では 8 月～11 月にかけて最大 67 個体/m²、宇土市地先住吉では 10 月の 11 個体/m² の後、11 月に 133 個体/m² が確認された。冬季になると、諫早市地先小長井釜の岸側で 12 月に 6 個体/m²、同地先長里の沖側と中央で 1 月にそれぞれ 31 個体/m² と 6 個体/m² が確認された。

2) 初期成貝（殻長 15～25mm）

諫早市地先長里の中央と岸側の調査地点で夏季にかけて個体数が増加し、中央では 8 月に 875 個体/m²、岸側では 9 月に 461 個体/m² の生息密度が確認され、その後冬季にかけて減少した。同地先釜の中央では 8 月以降に個体数が増加し、11 月に 482 個体/m² が確認された。また、玉名市地先滑石の東側下流においても 6 月以降、1,133 個体/m² に確認された 9 月にかけて増加する傾向が確認された。同地先と同様に熊本市地先小島と宇土市地先住吉の岸側で 9 月にかけて生息密度の増加が確認されており、それぞれ 533 個体/m² と 3,000 個体/m² であった。両実験場所ともに、その後は減少しており、11 月の調査結果では、熊本市地先小島が 167 個体/m²、宇土市地先住吉が 1,634 個体/m² となった。ただし、上記の成貝の調査結果より、初期成貝の減少量が成貝へ加入した明瞭な変化は確認されていない。

3) 稚貝（殻長 1～15mm）

福岡県と佐賀県の各実験場所で稚貝が多く確認されたのは、大牟田市地先 305 号地区であり、8 月に 667 個体/m² の生息密度が見られた。諫早市地先の釜の中央においても 9 月に 3,685 個体/m²、同地先長里の中央では 6 月に 6,272 個体/m² の生息密度が確認された。長里の中央では、その後も 10 月まで最大 3,920 個体/m² の生息密度で推移する変化が見られた。

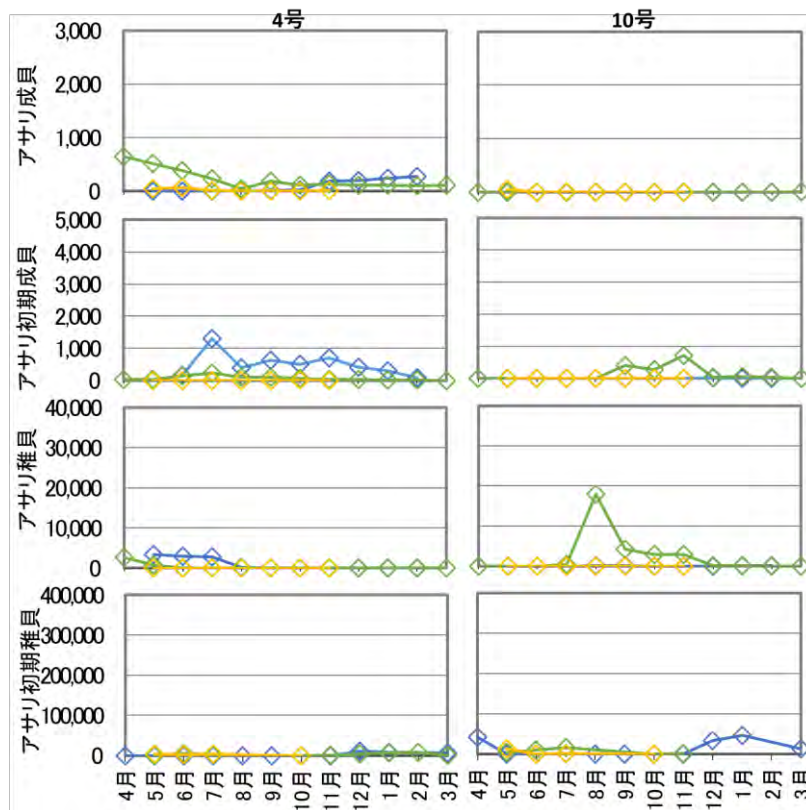
各実験場所の中で最も多い稚貝の生息密度が確認されたのは、玉名市地先滑石の東側下流であり、7 月に 38,267 個体/m² が確認され、その後は夏季から秋季にかけて減少した。また、宇土市地先住吉の岸側では 5 月に 10,992 個体/m² が確認され、その後 8 月の 250 個体/m² まで減少したが、9 月に増加して 5,792 個体/m² の生息密度が確認された。

以上の比較的に高い生息密度が確認された各実験場所では、最大生息密度から減少した時期に初期成貝の増加も確認された。宇土市地先住吉の 8 月の減少は同月上旬に発生した大雨時の泥土堆積の影響と考えられた。なお、実験区内の泥土堆積は周辺に比べて顕著であったが、その後は調査毎に堆積泥の厚さの減少が見られ、周辺に生息していたアサリが実験区内へ加入したことが、9 月に増加した生息密度に現れたと考えられた。

4) 初期稚貝（殻長 1mm 未満）

初期稚貝は、長崎県の各実施場所で高い生息密度が確認された。諫早市地先小長井釜では6月に沖側で 532,814 個体/m²そして岸側で 328,401 個体/m²、小長井長里においても沖側で6月に 452,389 個体/m²そして7月には岸側で 271,434 個体/m²が確認された。島原市地先猛島では、岸側で7月に 100,531 個体/m²確認された。

柳川市地先



大牟田市地先

佐賀市地先

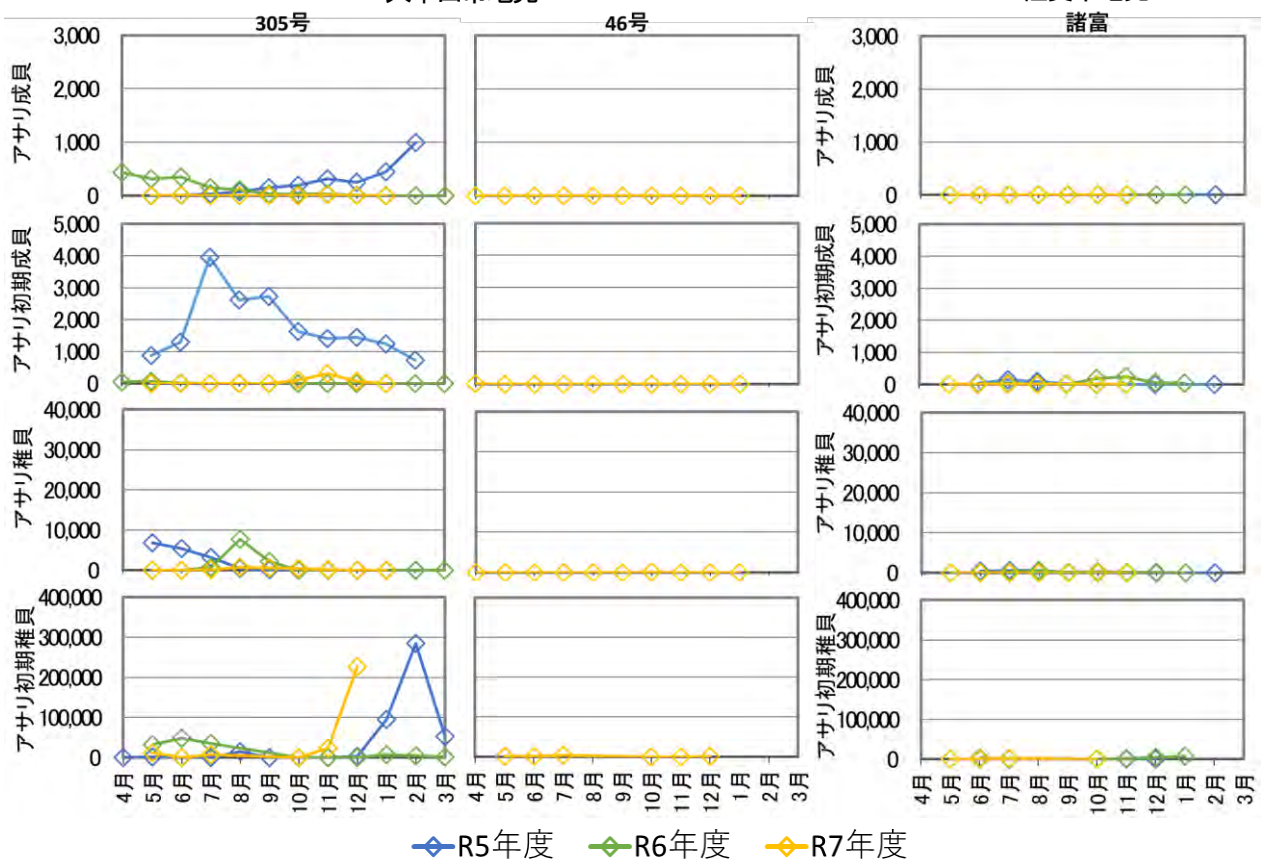


図 19 福岡県、佐賀県の各実験場所のアサリ生息密度調査結果（個体/m²）

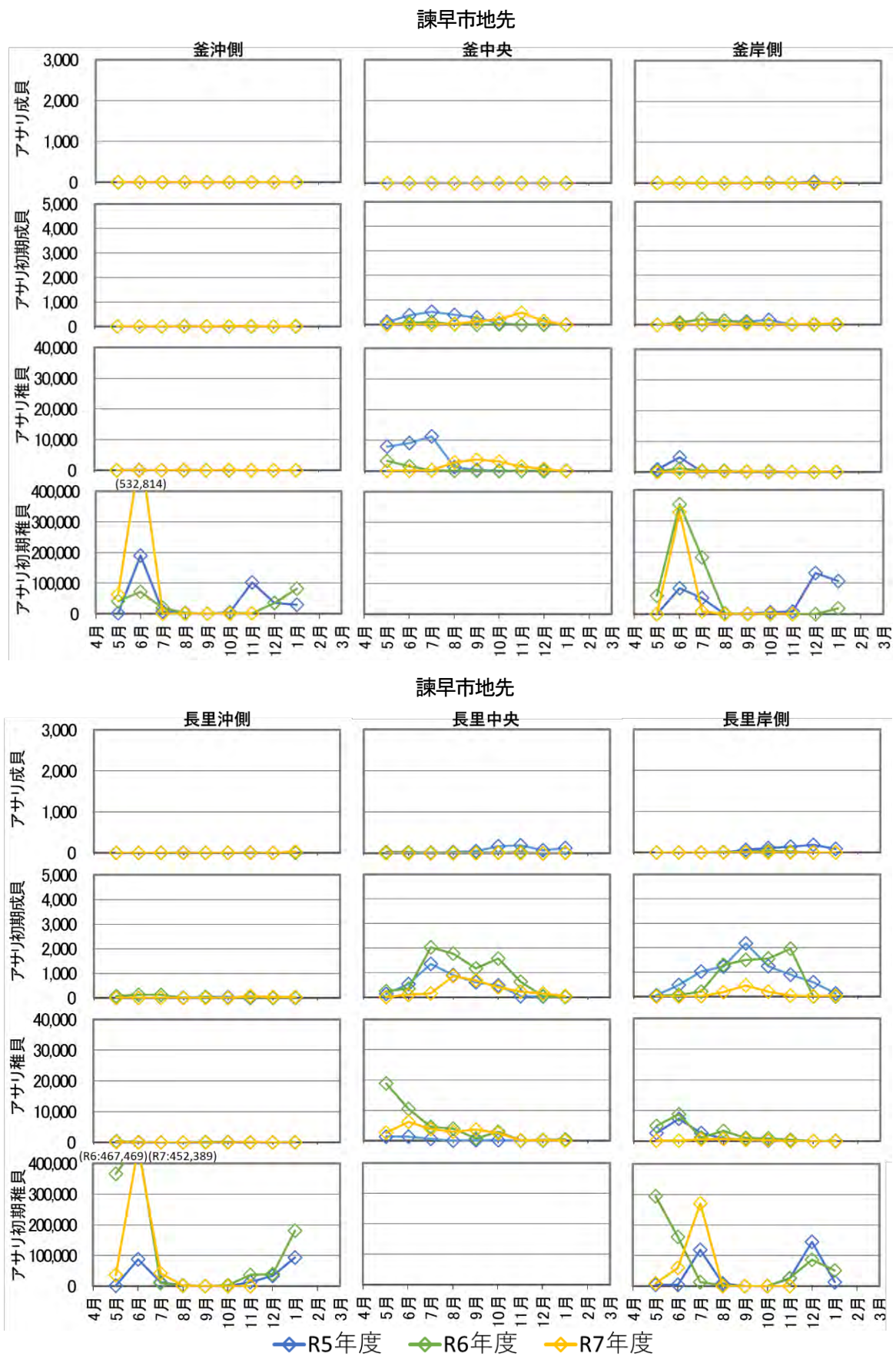
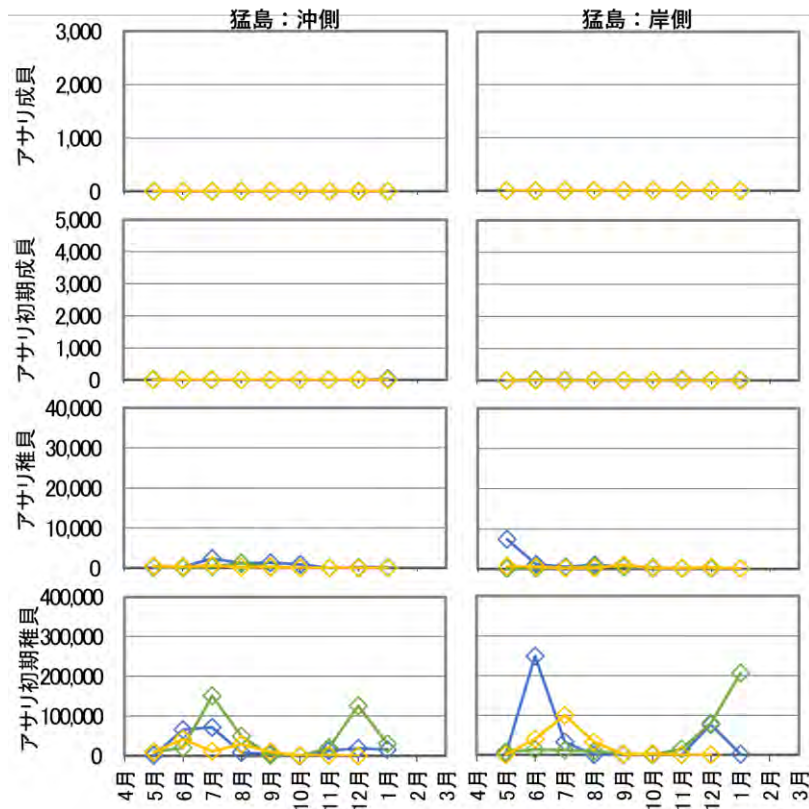


図 20 長崎県の各実験場所のアサリ生息密度調査結果 (個体/m²)

島原市地先



玉名市地先

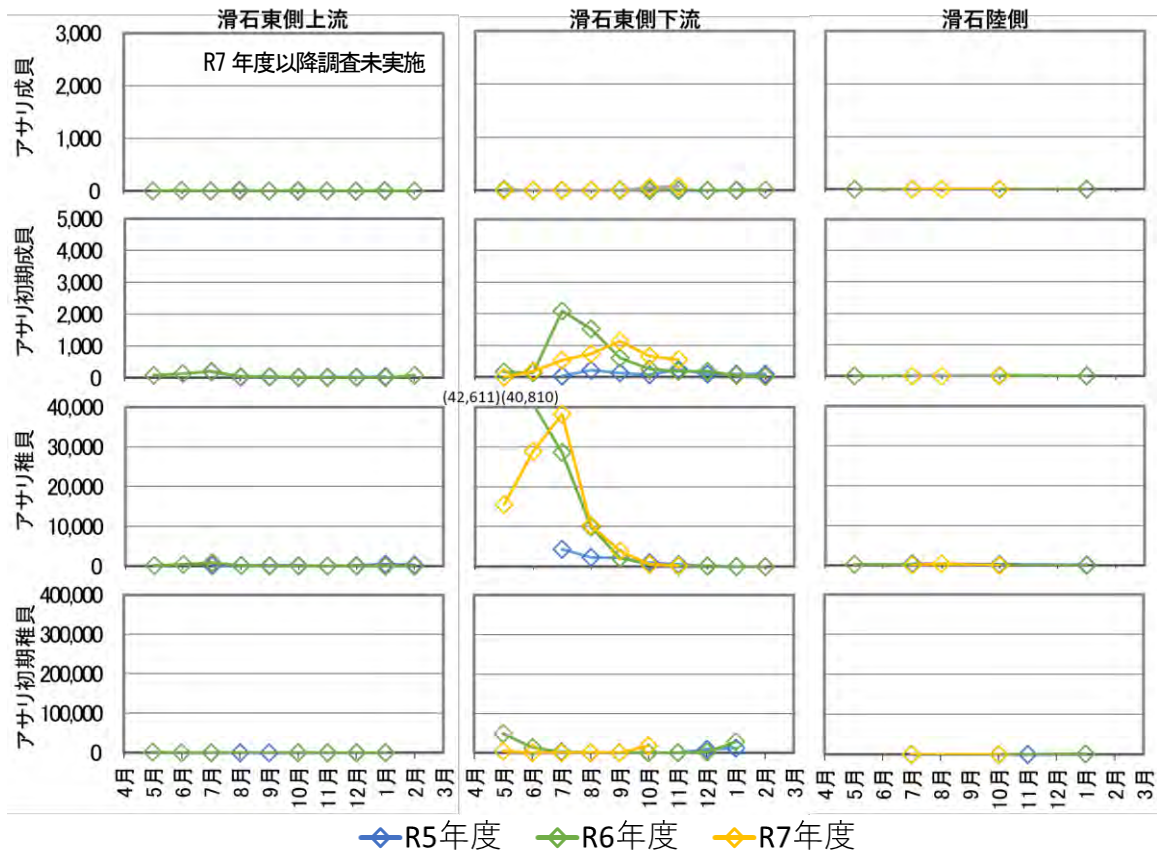


図 21 長崎県、熊本県の各実験場所のアサリ生息密度調査結果 (個体/m²)

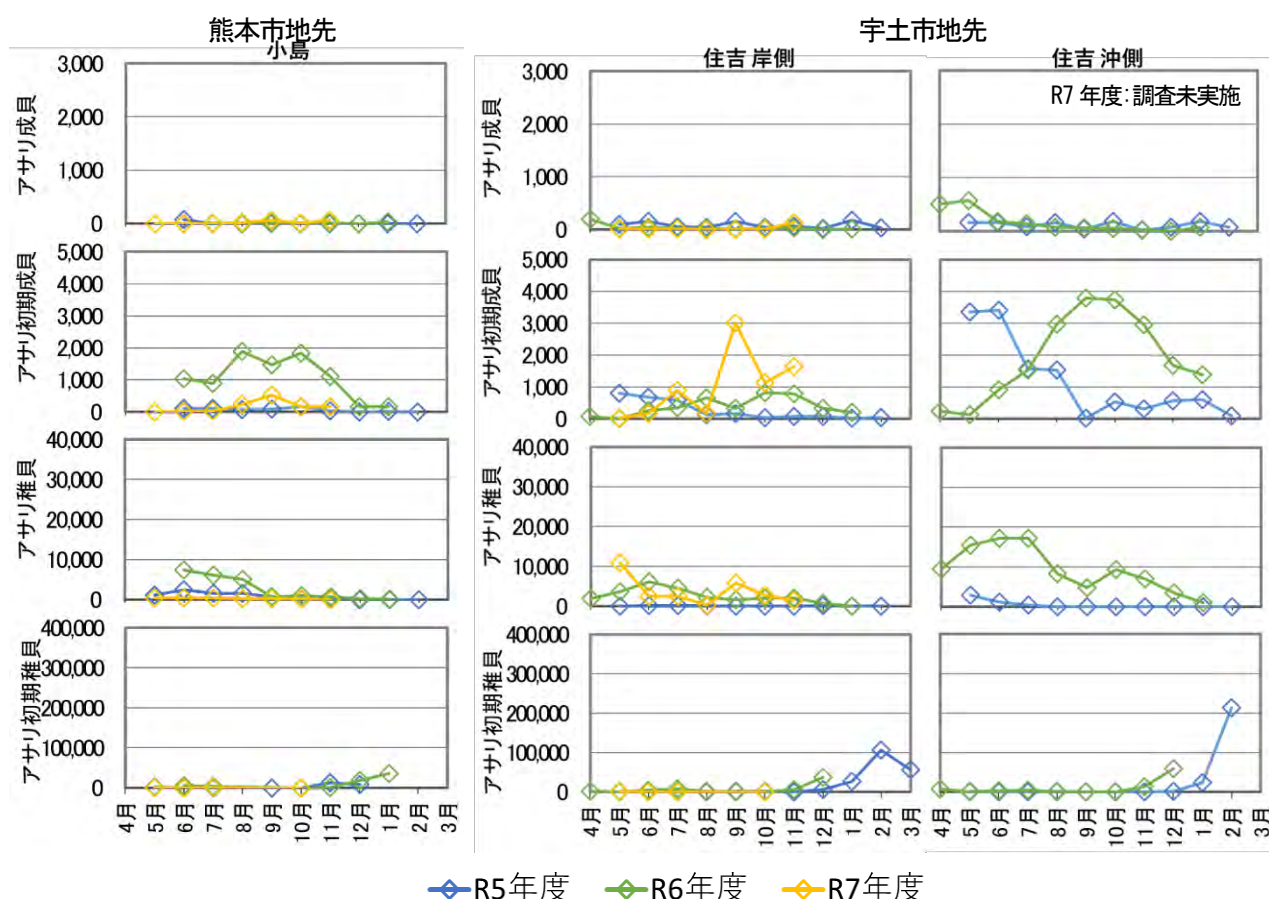


図 22 熊本県の各実験場所のアサリ生息密度調査結果（個体/㎡）

2.2.2. 大雨による影響の検討

近年、記録的な大雨の発生による河川からの淡水流入の増加や土砂堆積により、アサリが大量へい死する被害が報告されている。今年度は8月に九州北部で大雨が発生し、有明海沿岸では熊本県で10～11日に猛烈な雨や激しい雨が観測された。この大雨により、実験場所近傍の玉名市岱明や菊池市菊池では、日最大1時間降水量の観測史上1位が記録された⁷⁾。各地先で取得された塩分の長期連続観測より、図23に示す結果が得られた。なお、図中にはアサリ生残への影響が考察されている塩分15⁵⁾に赤線を付した。8月に発生した大雨により塩分15未満の低塩分環境の最大継続日数を整理した結果、図24に示したように宇土市地先住吉の実験区で最長となったが1.5日程度であった。熊本県では浸水被害や土砂流出が発生した大雨であり、宇土市地先住吉の実験場所においても土砂堆積の影響が確認されたが、塩分環境では、大雨が潮汐の干満差の大きい大潮期に発生したことにより、有明海に流入した淡水滞留時間が軽減されたと考えられた。

大雨時の塩分観測結果が存在する過年度までの調査結果を用いて、大雨発生時におけるアサリ生残への影響を検討するため、大雨時の塩分15未満の最大継続日数と、大雨前後に実施された各地先の実験結果より求めた生残率との関係を図25に示した。

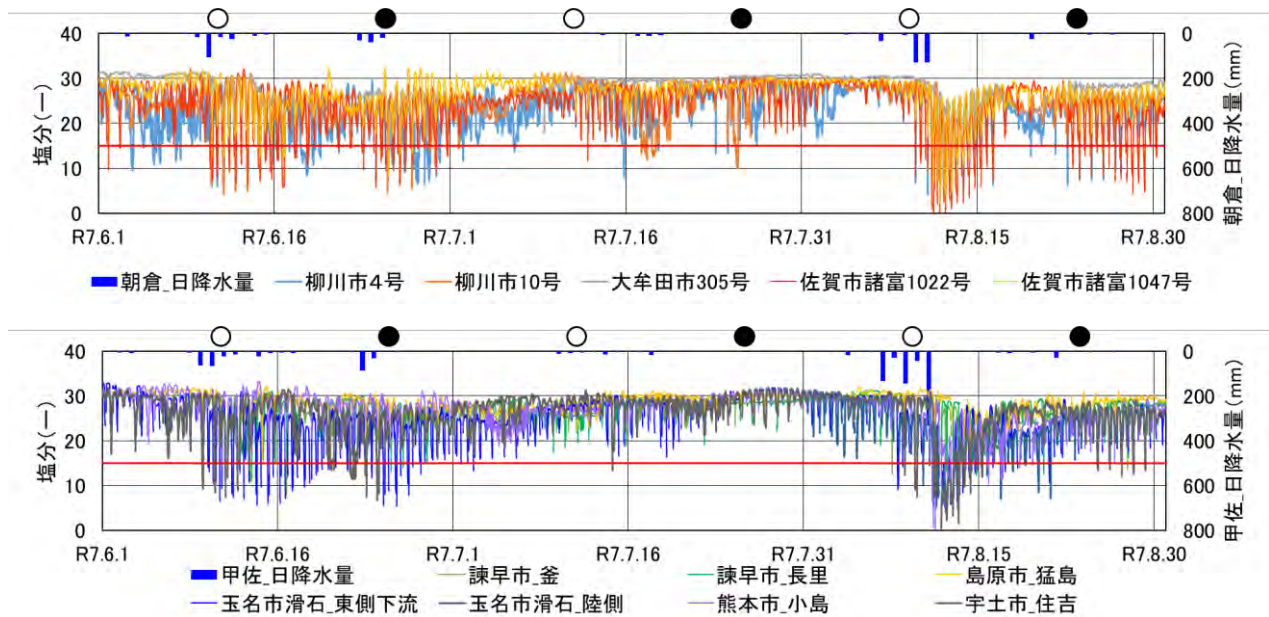
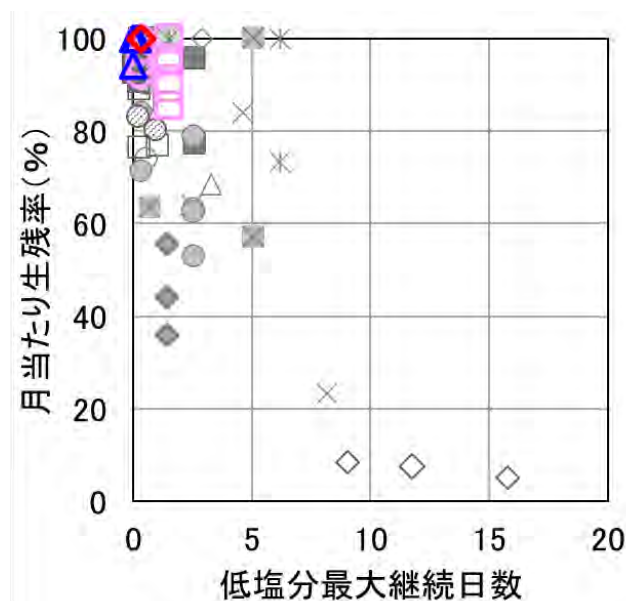


図 23 各地先の塩分連続観測結果と日降水量（6～8月）



図 24 各地先で確認された低塩分（15 以下）の最大継続日数

過年度までの各実験場所における低塩分の最大継続時間、そして低塩分の継続が確認された期間を挟んだ網袋等の実験結果から求めた生残率の比較では、低塩分の継続時間が長くなると生残率が低下する傾向が見られていた。今年度も大雨が上記のように発生したが、実験結果より得られた生残率は80%以上であり、大雨による各実験場所のアサリへの大きな影響は確認されなかった。しかし、有明海沿岸では、近年、豪雨災害が頻発しており、大規模な淡水流入に伴うアサリ生息環境への影響が懸念される。このような低塩分の継続時間のアサリ生息への影響は、1997年7月6日から13日に熊本県で発生した大雨によるアサリなどの大量死の被害報告でも検討されている。中原・鳥羽瀬⁸⁾は、アサリ的大量死が確認された菊池川河口近く滑石干潟と、大量死が確認されなかった緑川河口近くの川口干潟の調査結果より、大量死は極端な低塩分水が長期間滞留したことが原因であると考察している。この時の塩分環境は、大量死が確認された滑石干潟では塩分15以下が185時間（7.7日）継続したのに対し、川口干潟では100時間（3.9日）であり、アサリへの被害の差が、低塩分水の滞留時間の差によるものと推定している。



【R7 年度実験結果】

◇ 佐賀市:諸富_移殖実験	△ 諫早市:小長井_間引き実験
○ 熊本市:小島_離底育成	□ 宇土市:住吉_離底育成

【過年度実験結果】

× 過年度_柳川市4号	■ 過年度_柳川市10号
△ 過年度_大和高田302号	※ 過年度_大牟田市305号
◇ 過年度_佐賀市諸富	□ 過年度_諫早市小長井
※ 過年度_諫早市長里	■ 過年度_島原市猛島
○ 過年度_玉名市岱明	● 過年度_玉名市滑石
◆ 過年度_熊本市小島	● 過年度_宇土市住吉

図 25 大雨前後の調査結果より求めた生存率と低塩分最大継続日数の関係

2.2.3. アサリの個体数と環境の検討

(1) 利用データ及び検討方法

1) 利用データ

アサリの生息状況と環境因子との関係を検討するために、令和5年度までの関連事業^{1), 9), 10), 11)}の調査結果も含めて、各調査時のアサリ個体数及び物理、水質、底質の各調査結果を用いた。なお、アサリの個体数は、殻長 25 mm 以上を成貝、15～25 mm を初期成貝、1～15 mm を稚貝として解析に用いた。

また、検討に用いた環境要因は表 24 に示す通りであり、過年度の解析結果を参考に、生物環境として、成貝解析時には前回調査時の初期成貝の、初期成貝解析時には前回調査時の稚貝の個体数を利用した。物理環境としては、地盤高と流況調査結果より算定された底面摩擦速度を利用した。水質環境には、先に検討した塩分 15 未満の最大継続時間を低塩分の最大継続時間として利用し、水温 30℃以上の最大継続時間を高水温の最大継続時間として利用した。底質環境には、過年度までの検討結果より、シルト・粘土分と粒径 0.5mm 以上の割合を用いた。なお、稚貝解析時には殻長 1mm 未満の初期稚貝の利用が考えられるが、主に春

季と冬季の調査であり、稚貝以上のアサリ生息状況調査の様に毎月実施されていない。そのため、物理、水質、底質の環境要因のみを利用した解析とした。

表 24 アサリ個体数との関係の検討に用いた項目

生物	前回調査時の初期成貝および稚貝の個体数
物理	地盤高、底面摩擦速度
水質	低塩分の最大継続時間、高水温の最大継続時間
底質	シルト・粘土分、粒径 0.5mm 以上の割合

過年度までの関連事業も含めた調査結果では、アサリ生息状況や底質調査は年 4 回以上実施されているが、水質調査や流況調査は多くが夏季および冬季の年 2 回の実施である。本節では統計解析による検討を実施するため、データセット数が多いことが望まれる。そこで、取得された調査結果を出来るだけ多く活用することを検討した。水質項目として利用する塩分 15 未満の最大継続時間（以下、「低塩分の最大継続時間」と言う）と水温 30℃以上の最大継続時間については、夏季調査時に確認されることが多い。また、アサリが経験した低塩分環境あるいは高水温環境は、その後の生息個体数に影響することが考えられる。そのため、春季調査時の低塩分の最大継続時間等は 0 時間とし、夏季調査から同じ年度の冬季調査までは、夏季調査で観測された値を利用するなど、最大値を示した調査時の値を以降の同じ年度内の調査時の値として利用することにより履歴を反映させた。

底面摩擦速度については、長期の連続観測結果が得られている地点では、前回のアサリ生息状況調査日から今回調査日までの最大値を利用し、夏季や冬季の 15 昼夜等での連続観測の地点では、夏季の最大値を春季および夏季に利用し、冬季の最大値を秋季および冬季に利用した。また、夏季のみの調査の場合は、得られた最大値を当該年の値として設定した。地点によっては、底面摩擦速度が算出されていない年も存在する。その場合は、前年等の直近の調査年度に算定された最大値を、当該年の値として利用した。

底質調査で粒度分析が実施されていない場合には、同一年の他調査回の平均値を当該調査時の値として利用し、年間を通して分析が実施されていない場合は、前年等の直近の調査結果の平均値を利用した。

2) 検討方法

表 24 の各項目とアサリ（成貝（殻長 25mm 以上）および初期成貝（殻長 15～25 mm）、そして稚貝（殻長 1～15 mm））の生息状況の検討として、各調査時の個体数との関係を検討する。これら関係の予備検討として、アサリ個体数と各項目間の相関を求めた。得られた相関係数は、表 25 に整理した通りであり、各環境項目との間に明瞭な関係は確認されなかった。

アサリの生息には、様々な環境項目が複合して影響していると考えられることから、多変量解析による検討を実施した。多変量解析を実施する場合、独立変数（説明変数）同士で高い相関を持つと、回帰係数が推定出来なくなるなど不安定な解析となる。このような現象を多重共線性と言うが、これを回避するために、村松ら¹²⁾を参考として、分散拡大要因(Variance Inflation Factor VIF)を求めて確認した。分散拡大要因は、 $VIF=1/(1-R^2)$ で求められるが、VIF が 10 以上（相関係数で約 0.95 以上）となると多重共線性の発生が疑われるが、本解析に用いた環境要因には、VIF が 10 以上となるようなものは見られなかった。

ここで取り扱う関連事業成果を含めた各実験場所のアサリ生息状況は、場所によって大きく異なり、さらに同一場所でも調査年によって発生状況に変化が見られている。場所による違いや、調査年による違いは、例えば浮遊幼生の来遊量など、本事業で調査が実施されていない要素が影響していることが考えられる。過年度に実施された多変量解析手法の一つである一般化線形混合モデルによる解析結果においても、場所や調査年度をランダム要因として用いたモデルが選択され、低塩分の継続が負に寄与するなどが考察された。さらに、機械学習の一種であり、複数の決定木を組み合わせた手法であり、分類問題や回帰問題に利用されるランダムフォレストによる解析¹³⁾を行い、成貝、初期成貝、そして稚貝の各個体数に影響する環境因子の重要度が考察された。

以下の解析では、アサリ個体数に影響する環境要因を検討するため、過年度と同様にランダムフォレストを用いた。解析には、統計ソフト R version 4.3.1 のパッケージである randomForest version 4.7.1.1 を用いた。

表 25 アサリ個体数との各環境項目の相関係数

環境因子	相関係数 (n=1340)		
	成貝	初期成貝	稚貝
前回調査時の初期成貝	0.24		
前回調査時の稚貝		0.14	
地盤高	-0.01	-0.08	0.07
底面摩擦速度	-0.05	-0.10	0.10
低塩分の最大継続時間	-0.03	-0.05	-0.11
高水温の最大継続時間	-0.11	0.04	-0.07
シルト・粘土分	-0.02	-0.06	-0.05
粒径 0.5 mm 以上の割合	0.03	0.07	0.07

(2) アサリ個体数と環境因子の関係

ランダムフォレストによる解析では、全データセットのうち 80% を教師データとし、残りを検証データに分けて利用した。

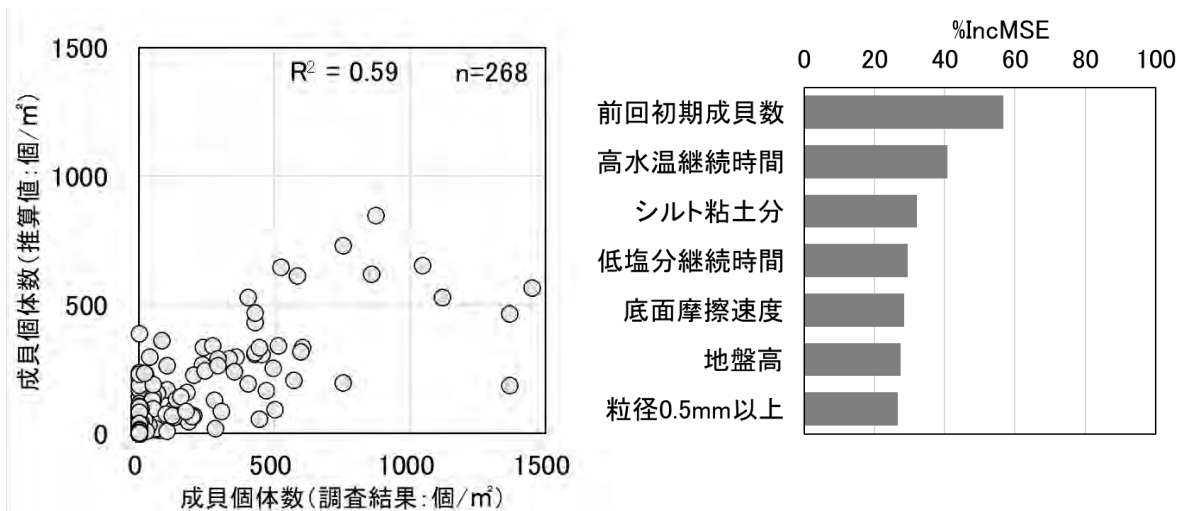
教師データで構築した回帰モデルによる推定値と調査結果の散布図を図 26 に示した。また、図には各変数の重要度 (%IncMSE : 平均二乗誤差の増加率) も示した。

成貝、初期成貝、稚貝ともに推定値と調査結果の比較では、個体数が多くなるほど、推定値の精度が低下する傾向が見られた。各解析による環境要因の重要度は、成貝と初期成貝は、それぞれ前回調査時の初期成貝および稚貝の影響が最も強く、次いで成貝では高水温継続時間が影響し、初期成貝では低塩分継続時間と底面摩擦速度、地盤高が同程度に影響すると解析された。稚貝は、地盤高の影響度が最も強く、次いで底面摩擦速度とシルト粘土分が同程度に影響する結果となった。なお、ランダムフォレスト等の機械学習では、教師データの変動幅を超えるデータで推定する場合は精度が低下することが確認されている¹⁴⁾。しかし、本解析では成貝、初期成貝、稚貝ともに、教師データに最大個体数が含まれていたにもかかわらず、個体数が多いときの個体数推算に精度の低下が見られた。この精度の低下には、個体数が多い時のデータ数が少ないこと、即ち学習量が少なくなることが影響したものと考えられた。

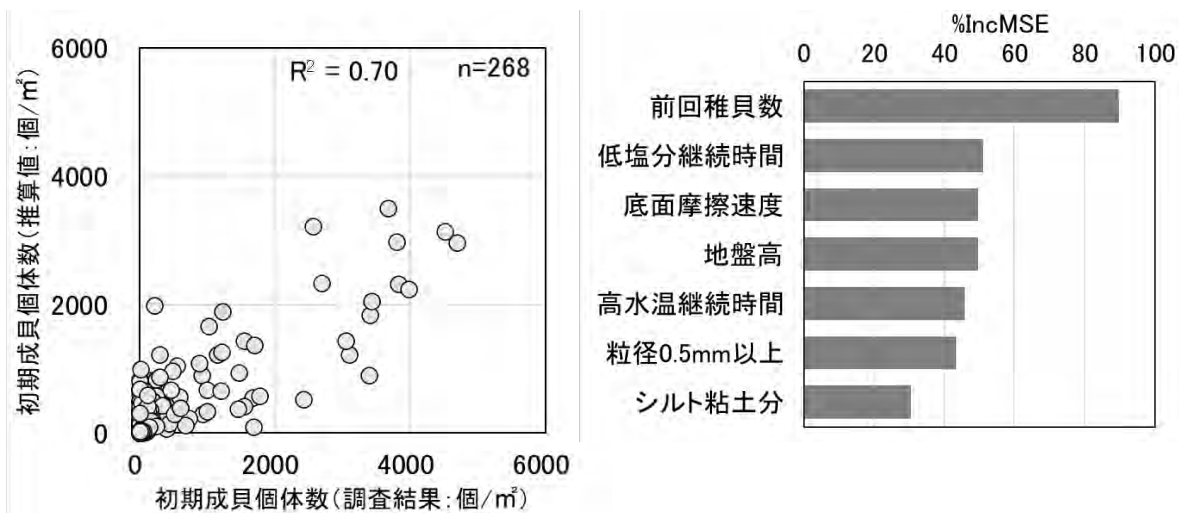
次に、教師データと検証データに分けず、全データによる回帰を実施し、構築されたモデルの再現性と個体数に影響する変数の重要度を確認した。回帰モデルによる推定値と調査結果の散布図および変数重要度を図 27 に示した。

成員、初期成員、稚貝ともに推定値と調査結果の比較では、決定係数が 0.87 以上の高い精度の結果が得られた。この解析による変数の重要度は、教師データと検証データに分けての解析と同様になった。

○成員



○初期成員



○稚貝

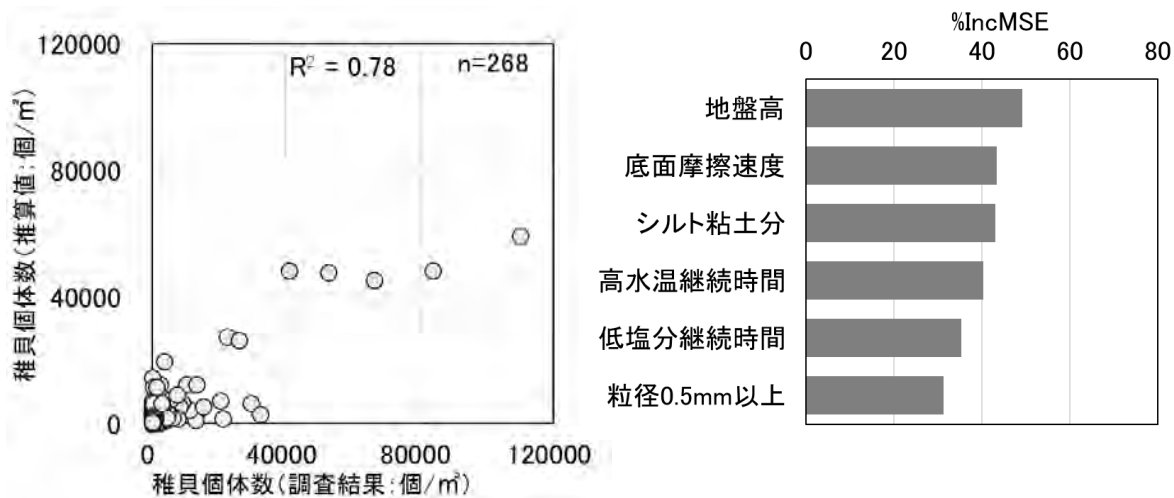
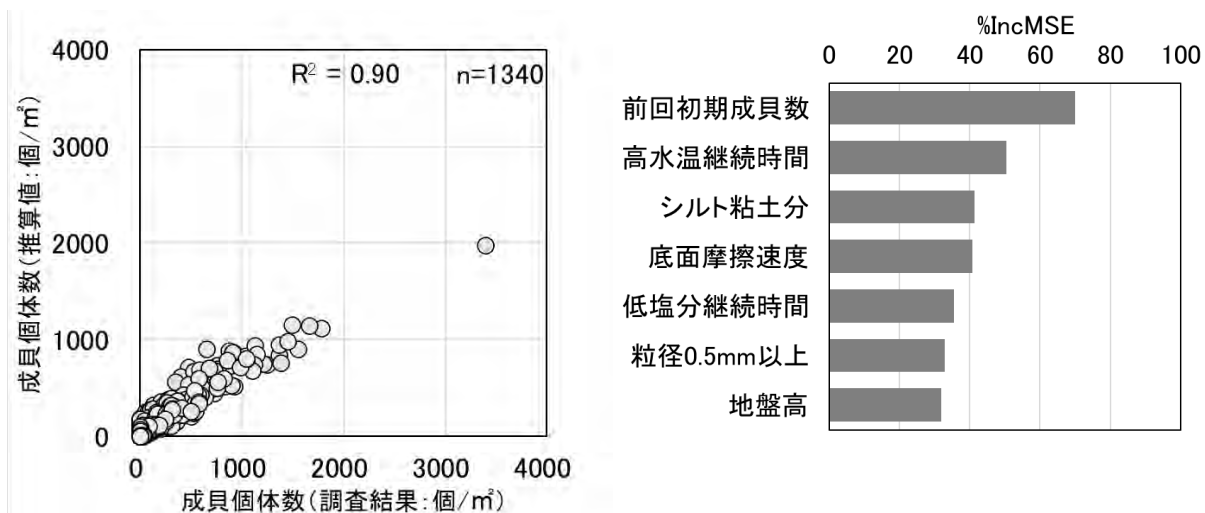
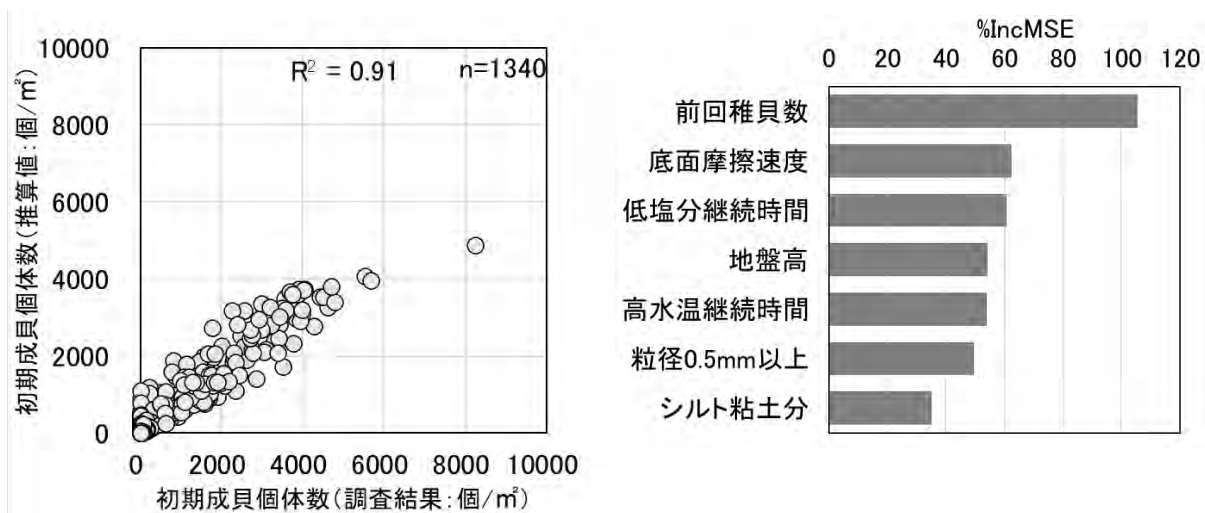


図 26 ランダムフォレストによる推算値と調査結果の比較および説明変数の重要度（全データの 80%を教師データ、20%を検証データとして解析）

○成員



○初期成員



○稚貝

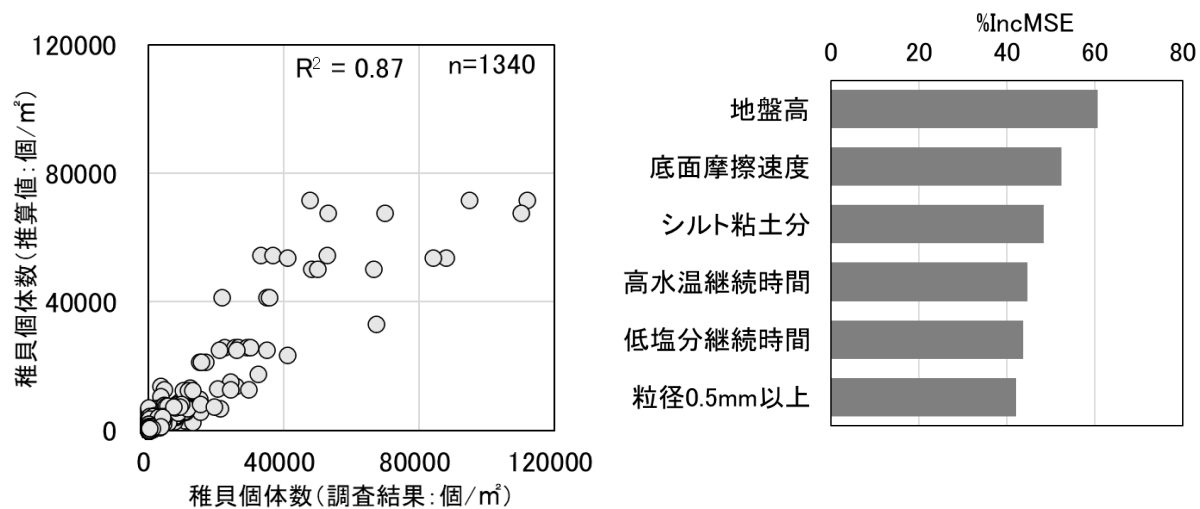


図 27 ランダムフォレストによる推算値と調査結果の比較および説明変数の重要度（全データによる回帰）

2.3. データベースの構築

過年度までに構築したデータベースを改良するために、有明海沿岸の各県の実証実験場所の漁業協同組合等の漁業関係者に表示内容や操作感等の確認を依頼し、確認結果についてのヒアリングを実施した。ヒアリングにより得られた改良に関わる主な意見は表 26 に示した通りであり、これらの意見に対応する改良を実施した。

また、今年度事業で得られた調査結果や実証実験成果を反映する改良を実施した。

表 26 ヒアリングにより得られた主な意見

実施日	ヒアリング場所	改良に関わる主な意見
7 月 22 日	AM:熊本県漁業協同組合連合会	① 携帯端末版（以下、スマホ版）の TOP ページもパソコン版と同様に、地図が表示されていることが望まれる。 ② スマホ版は現場作業時に確認することを想定し、技術マニュアルの確認が少しでも早くできた方がよい。 ③ スマホ版の各地先のページでは、環境データ等よりも技術マニュアルが先に確認できるようにボタン配置することが望まれる。 ④ 開発された技術を選択する時に、環境条件の違いからも選択できる様にすることが望まれる。 ⑤ 実験場所名が地先名のみで地点が存在するが、実験地区名までの記載が望まれる。
7 月 23 日	AM:長崎県漁業協同組合連合会 PM:島原漁業協同組合 諫早湾漁業協同組合	
7 月 24 日	AM:佐賀県有明海漁業協同組合 PM:佐賀県有明海漁業協同組合 鹿島市支所 佐賀県有明海漁業協同組合 諸富町支所	
7 月 25 日	AM:福岡有明海漁業協同組合連合会	
8 月 5 日	PM:福岡有明海漁業協同組合連合会	
8 月 6 日	PM:滑石漁業協同組合	
8 月 12 日	AM:小島漁業協同組合	

上表に示した改良に関わる主な意見で①のスマホ版の TOP ページへの地図表示については、昨年度に実施した水産研究機関へのヒアリングにおいても漁業関係者の意見を受けて改良する事が望まれる課題として挙げられていた。今年度のヒアリングにおいても、昨年度の水産研究機関からの意見に同意が得られた他、さらに地図上に実証実験場所へリンクされたボタン配置を望む意見も出され、改良を実施した。

改良した表示画面は図 28 の右図に示した通りであり、地図上に実験場所を示す数字を配置した。この数字をタップすることで、該当地先で開発された技術マニュアルや実験成果、環境データを選択するページを表示するように設定した。



図 28 スマホ版の TOP ページの改良前と改良後

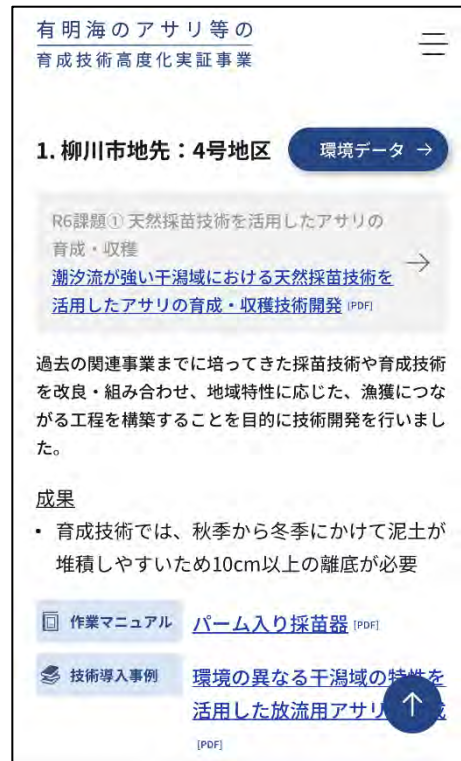
今年度ヒアリングで得られた技術マニュアルを確認するまでの手順の簡略化に関わる意見(表 26 中の②, ③の意見)を踏まえ、次の改良を実施した。

図 29 に示した改良前後の画面に示したように、TOP ページの地図上の数字をタップすることで表示した各実証実験場所のページにおいて、各地で開発された技術マニュアルを選択できる様に改良を実施した。また、タップ数を減少させるため、図 30 に示した様にメニュー画面の「技術を選ぶ」ボタンのみ表示を図中の青色枠部の様に「アサリの生息状況から選ぶ」等の選択肢ボタンを配置した。さらに、ヒアリング時に前掲の表 26 に示した主な意見の他、公開されている有明海のリアルタイム調査データへのリンクを望む意見も出されており、調査データを公開している各県に確認し、図中の赤色枠部の様にリンク設定も行った。

上記したヒアリング結果を受けての改良の他、各実証実験で得られた環境調査結果を表示するためのページについても、過年度調査結果を表示するためのアーカイブページの追加等を実施するとともに、今年度調査結果の追加反映等も含めた改良を実施した。

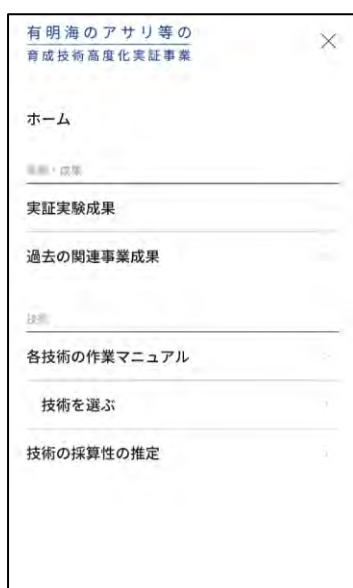


改良前



改良後

図 29 スマホ版の実証実験ページの改良前と改良後



改良前



改良後

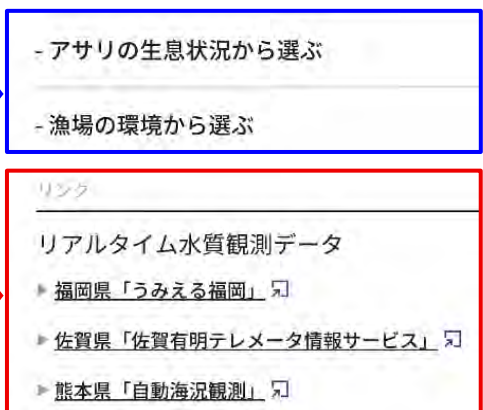


図 30 スマホ版のホーム表示の改良前と改良後

2.4. 各実証実験の成果・評価の取りまとめ

本事業では、天然採苗のための技術開発、および採苗したアサリの作業効率の高い保護育成技術の開発を実施している。このうち天然採苗については、採苗器（ネトロンパイプ+基質）に用いる基質の効果検討や設置高さの検討試験が実施され、昨年度の秋発生群のアサリの採苗結果が得られた。また、保護育成技術においては、網袋やかぶせ網等を用いた技術の実証実験が実施されており、それぞれで成果が得られた。

採苗結果については、柳川地先で実施された大課題1の天然採苗技術を活用したアサリの育成・収穫において、設置高さによる稚貝採取数の違いが検討された。そこで、過年度までに実施されたネトロンパイプによる採苗結果も利用して、設置高さとの比較を図31に示した。

稚貝採取数は設置場所、そして設置年により異なるが、実証実験場所の中でも大牟田市地先305号で多く、柳川市地先4号地区で少なる傾向が見られた。なお、図示していないが柳川市地先4号地区は、現地盤の初期稚貝確認数も他実験場所に比べて少ない場所であった。

場所や調査年により大きく異なる稚貝採取結果より、採苗器の設置高さによる違いを検討するために、図31に示した各実証実験場所のうち、複数の採苗器の設置高（最低値から最高値）に50 cm以上の幅を持たせた実験場所を対象に、稚貝採取数を0～1の値に正規化し図32に示した。これにより、各実験場所ともに、設置高がC.D.L.+100 cm前後で稚貝採取数の最大値を示しており、採苗効率の高くなる設置高であることが推測された。

また、大牟田市地先305号地区では、内部に15 cm間隔で仕切りを設けた採苗器による採苗実験を昨年度秋季から今年度春季にかけて実施した。この結果、干潟面から60～90 cm高さに採苗数が特に多くなる結果が得られた。採苗器設置場所の地盤高がC.D.L.+40 cmであることから、C.D.L.+100 cm～130 cmの高さで採苗数が多くなり、図32と同様の結果が得られた。

さらに今年度秋季には、福岡県、佐賀県、熊本県の実験場所で採苗器を設置している。これらの採苗結果は来春に得られる見込みであるため、この結果を踏まえて、浮遊幼生の採取に適した設定高さの検討をさらに進めることができるものと考えている。

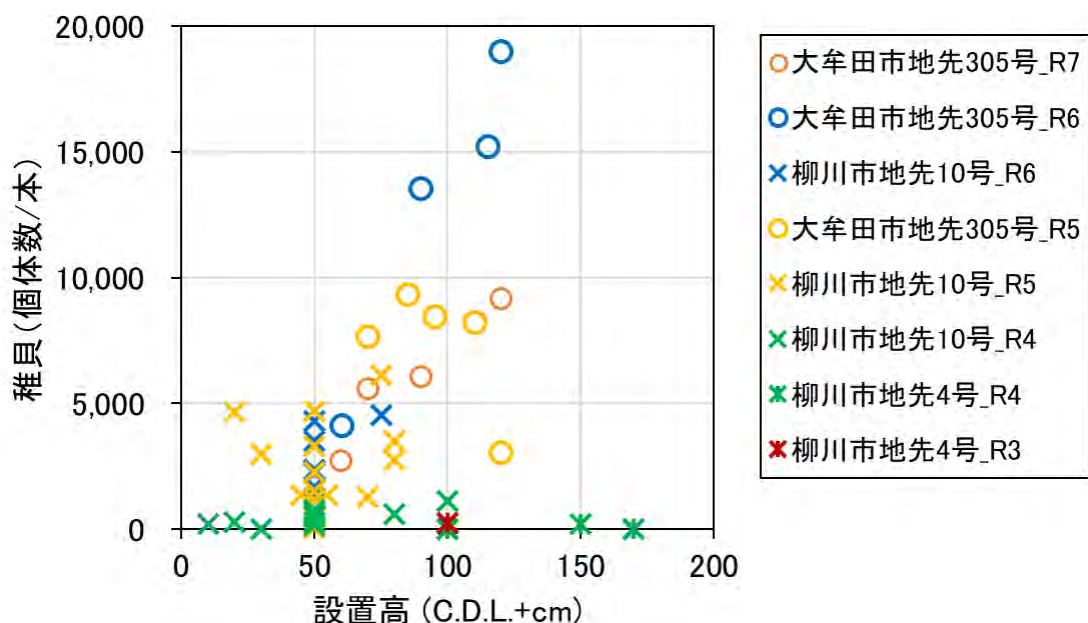


図31 稚貝採取数と設置高の関係

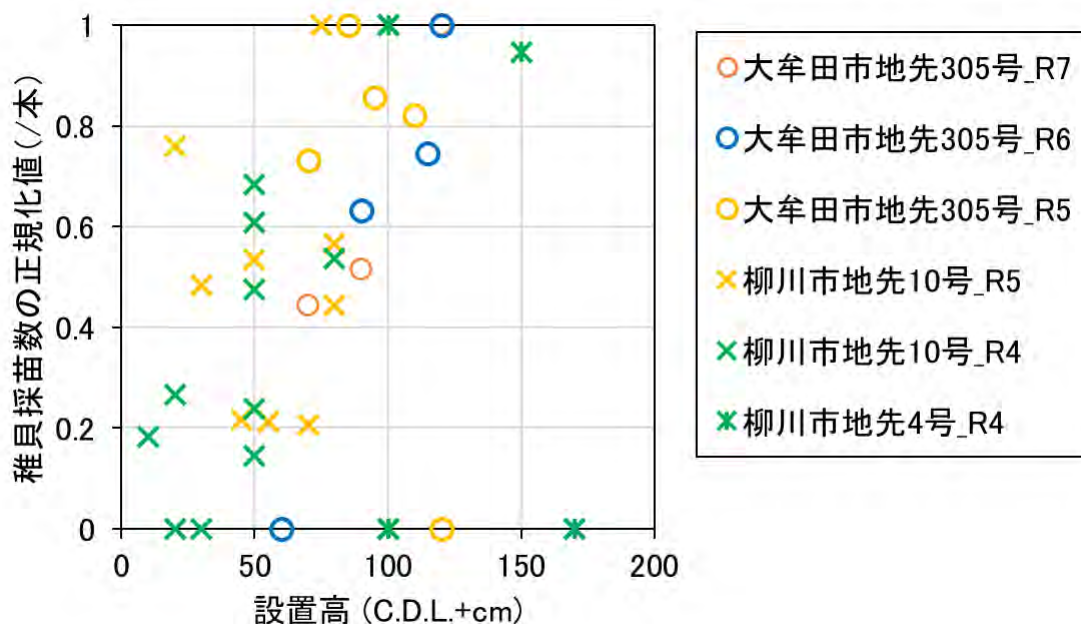


図 32 稚貝採取数の正規化値と設置高の関係

次に、保護育成技術として、軽石または砂利を基質とした粒状物入り網袋や粒状物入りネトロンパイプにアサリを収容する技術の実証実験が実施された。これら技術によるアサリへの効果として、アサリの減耗抑制効果と、収容アサリの成長を促進する効果が期待されている。

過年度までの関連事業^{10),11)}においても、成長に影響する環境要因について検討し、地盤高が低い場所ほど冠水時間が長く摂餌時間も長くなることから、成長が速くなる傾向にあることが考察された。このほか、アサリの成長とその期間中の餌料環境としてクロロフィル *a* よりもクロロフィルフラックスが成長に影響していることも考察された。今年度事業においても、粒状物入り網袋等を利用した保護育成実験が実施されたことから、過年度までの検討に、今年度に得られた調査結果も追加して、同様の傾向が得られるかを確認した。

検討に利用した成長量は、育成器の設置期間や、実験に用いたアサリの殻長によっても異なるため、過年度までに検討された成長速度基準値を用い、実験結果より算定した成長速度をこの基準値で除して、成長速度基準値に対する比率を求めた。

なお、成長速度基準値は、関連事業で検討された全実験場所の殻長組成結果⁹⁾の月別平均値によるコホート解析結果を用いて回帰した図 33 に示す関数である。

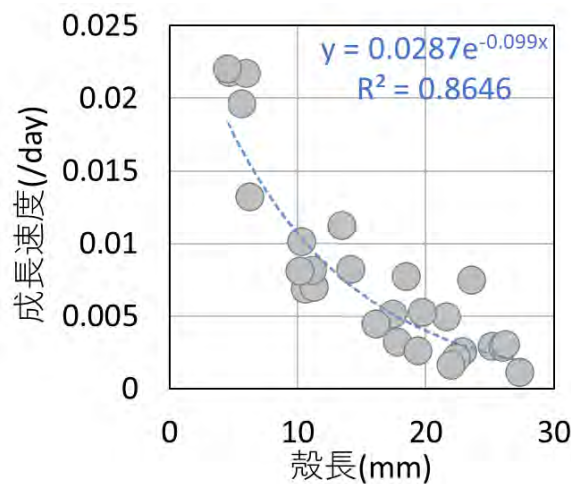


図 33 殻長別の成長速度

上記で求めた成長速度基準値に対する比率（以下、「成長速度の比率」と言う）との関係の検討に用いた各実験場所のクロロフィル *a* は、成長速度の比率を求めた期間の平均値を用いた。また、クロロフィルフラックスは、羽生ら¹⁵⁾を参考に、各実験場所で 10 分毎にクロロフィル *a* 値が観測され、なおかつ流況の連続観測が同期間に実施されている場合は、クロロフィル *a* に毎時の絶対流速を掛け合わせて求めた。流況調査が 15 昼夜もしくは 30 昼夜で実施されている場合は、その期間の絶対流速の平均値を 10 分毎に連続観測されたクロロフィル *a* にかけて求めて、成長速度の比率を求めた期間で積算して日単位に換算した。この際、干出時は 0 を積算するため、各実験場所の冠水時間の違いも考慮した結果となる。

今年度の調査結果より算出した各実験場所のクロロフィルフラックスは、図 34 に示した通りであり、湾奥の大河川河口に近い佐賀市地先諸富 1022 号が 5 月から 11 月にかけて高い環境であった。この他、柳川市地先 4 号地区および大牟田市地先 305 号地区が春季から夏季にかけて高く、玉名市地先滑石東側下流で 4 月および 8 月～10 月で柳川市地先 4 号地区と同程度の環境にあった。これらクロロフィルフラックスが比較的高い実験場所のうち、大牟田市地先 305 号地区は大河川の河口から離れて位置しているが、実験区の東側と南側が陸に近接した環境である。この地形影響を受けて、流況調査で確認された様に流れが緩やかとなり、植物プランクトンが増殖しやすい環境になっていると推測された。大牟田市地先 46 号地区は、近隣の同地先 305 号地区と 8 月のみ同程度の環境であったが、その他の観測月は低い環境となった。両実験場所の違いとして、東側に近接する陸の有無が考えられた。大牟田市地先 46 号地区は、実験区の南側のみ陸に近接しており、この南側に位置する陸に沿った往復流が卓越する流況であった。そのため、同地先 305 号地区に比べて実験区内の海水交換が活発であると考えられ、クロロフィル *a* 値に差が現れたと推測された。長崎県の諫早市地先小長井釜と島原市地先猛島のクロロフィルフラックスは比較的低い環境となり、熊本市地先小島も夏季以降に同程度の低い環境となった。諫早市地先小長井釜と熊本市地先小島は流れが比較的緩やかであること、島原市地先猛島はクロロフィル *a* が低濃度であることが影響していると考えられた。宇土市地先住吉は、大雨が観測された 8 月は福岡県の地先と同程度に高い環境となったが、その他の月はクロロフィル *a* 値が低く、長崎県の各地先と同程度のクロロフィルフラックス環境であった。

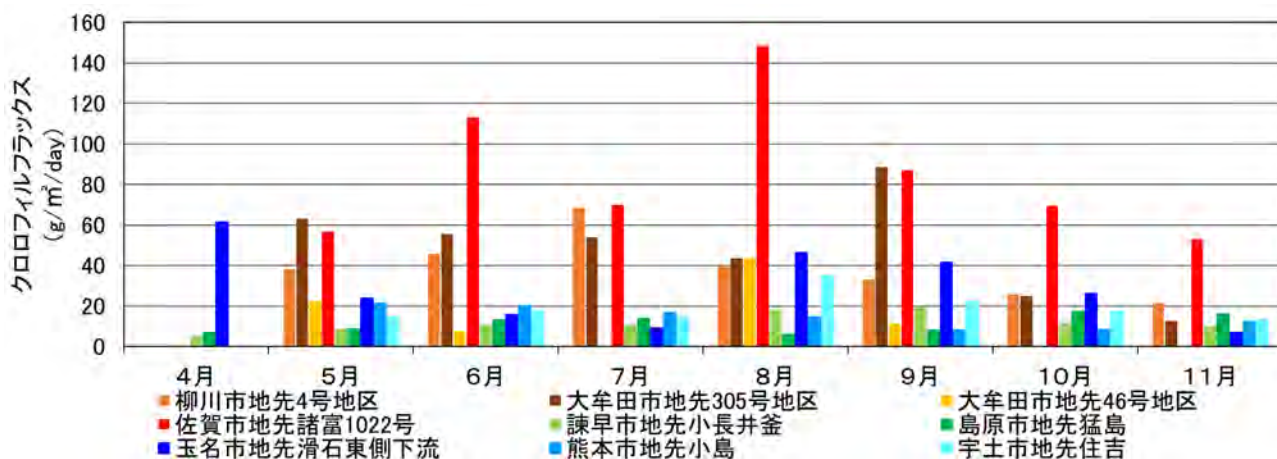


図 34 日当たりクロロフィルフラックス

上記のような餌料環境にある中、図 35 に成長速度の比率とクロロフィルフラックスの関係を示した。今年度の実証実験場所は、過年度事業と同じ実験区であるため、図には過年度の整理結果に今年度の結果を追加した。また、参考として成長速度の比率を求めた期間のクロロフィル *a* の平均濃度との関係も示した。

過年度までの成果において、クロロフィルフラックスの高い場合に成長速度の比率が向上する傾向が見られており、今年度成果を加えてもこの傾向に変化がないことが確認された。なお、本検討で利用した粒状物入り網袋等に収容されたアサリ個体数は、各実験で異なっており、収容密度の差による成長速度への影響が考えられた。しかし、収容密度を過密にしなければ、餌料環境の向上に伴い、成長が促進されるものと考えられることから、同一漁場では出来るだけ冠水時間の長い場所や、滞りに近く流れが速くなるような場所が、育成場所として適していると考えられた。なお、成長速度の比率とクロロフィル *a* との関係は、クロロフィルフラックスとの関係よりも決定係数が低くなった。ただし、平均濃度の高い場合に成長が良くなる傾向も見られた。したがって、クロロフィル *a* の観測が実施可能ならば、育成場所の選定には濃度環境も考慮に含めることが望まれた。

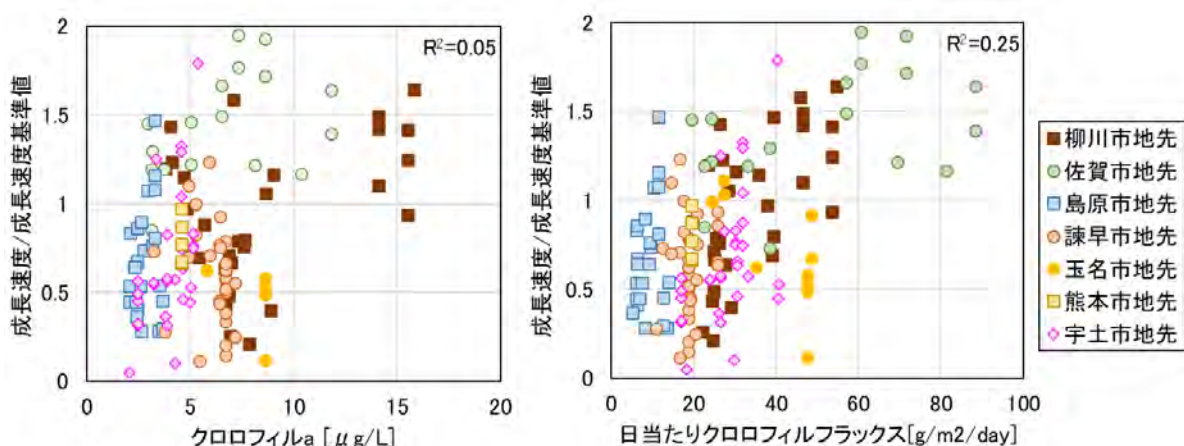


図 35 成長速度の比率とクロロフィルフラックス、クロロフィル *a* 濃度の関係

3. 成果と課題

本中課題の成果と課題を表 27 にまとめた。

表 27 成果と今後の課題

小課題	成果	課題
環境特性の検討	- 各実験場所の中でも、特に筑後川河口に近い柳川市地先や佐賀市地先、そして菊池川河口部の滑石地先の潮流の流れの速いことが確認された。 - 底面せん断応力の検討より、玉名市地先滑石が、春季、夏季ともに波動成分による堆積物の移動限界値を超える割合が高く、地形変化や稚貝の逸散が懸念される環境であることが確認された。 - 水塊分析の結果、柳川市地先 4 号地区と 10 号地区、佐賀市地先諸富 1022 号と 1047 号の様に、同じ地先であってもアサリ生息に影響する低塩分（塩分 15 未満）を含む水塊の出現率の異なることが確認された。	- 波や流れの影響も場所により異なることが確認されたが、経年的に同様の傾向になるのか、引き続きの検討が必要である。 - 今年度も大雨は発生したが、アサリの生息に大きな影響を及ぼす低塩分環境の継続は確認されなかった。しかし、近年の大雨の発生状況から、継続しての観測は必要であり、得られた結果も用いての検討が望まれる。 - 場所による低塩分な水塊の出現状況の違いは、育成場所を検討する上で有益な情報となるため、継続しての環境把握が望まれる。
アサリ生息状況と環境の検討	- 低塩分最大継続日数とアサリの生残率の比較では、今年度は低塩分の継続が短く、高い生残率を維持できていた。 - 個体数密度に影響する環境要因について、機械学習を用いて検討した結果、成貝および初期成貝には、それぞれ前回調査時の初期成貝および稚貝の重要度が高くなる結果が得られた。次いで重要度が高い要因は、成貝では高水温継続時間、初期成貝では同程度で低塩分継続時間と底面摩擦速度となった。 - 稚貝は地盤高の重要度が最も高く、次いで底面摩擦速度となった。	- 低塩分最大継続日数とアサリ生残率の関係では、過年度までに約 1 週間の低塩分環境の継続がアサリの生残に大きく影響する可能性が考察された。しかし、低塩分環境の 1 週間程度の継続は 1 度の発生のみである。そのため、引き続き取得される調査結果も用いた解析が必要である。 - 機械学習による解析では、解析に用いる調査結果が増えることで精度向上が期待される。そのため、引き続き得られる調査結果も用いた検討が望まれる。
データベースの構築	過年度に構築したデータベースについて、本事業の地区協議会の委員である漁業関係者に確認を受け、得られた意見をもとに改良を実施した。	本事業で得られる調査結果や最終年度に作成予定の普及用資料を反映すると共に、より確認しやすいシステムへの改良が必要である。

電子格納データ

本事業で取得された調査データの整理結果、および総合考察に使用したデータはCDに格納し、納品した。CDに格納しているデータ一覧を表29に示した。

表29 電子格納データ

項目（小課題）	検討項目名	データ（Excel ファイル）
環境特性の検討	各地先の物理環境	流況、波高の連続観測結果
		底面せん断応力が堆積物の移動限界値を超える割合の整理結果、 堆積物の移動限界値を超えた時の底面せん断応力の整理結果
	各地先の水質環境 ：連続観測結果（水温および塩分）	水温、塩分の連続観測結果
	各地先の水質環境 ：水温と塩分からみた水塊特性の検討	水塊分析結果
	各地先の水質環境 ：連続観測結果（クロロフィル <i>a</i> および濁度）	クロロフィル <i>a</i> 、濁度の連続観測結果
	各地先の底質環境	底質調査結果
アサリの生息状況 と環境の検討	アサリの生息状況	アサリ生息密度調査結果
	大雨による検討	6月～8月における水温、塩分の連続観測結果
		低塩分の最大継続日数
		大雨前後の調査結果より求めた生残率と低塩分最大継続日数との関係
	アサリ個体数と環境の検討 ：ランダムフォレストによる検討	ランダムフォレストによる解析結果 環境要因の重要度
各実証実験の成果・評価の取りまとめ	育成技術の適応環境の検討	殻長別の成長速度
		日当たりクロロフィルフラックス
		成長速度の比率とクロロフィル <i>a</i> 、クロロフィルフラックスの関係

引用文献

- 1) 一般社団法人マリノフォーラム 21, 海洋エンジニアリング株式会社, 日本ミクニヤ株式会社, 株式会社東京久栄, 株式会社水圏科学コンサルタント. 平成 30 年度～令和 4 年度 有明海のアサリ等の生産性向上実証事業 報告書. 東京. 2018-2022.
- 2) 桑原久実. 底質の安定性からみた好適アサリ生息場環境. 「アサリと流域圏環境—伊勢湾・三河湾での事例を中心として」(生田和正・日向野純也・桑原久実・辻本哲朗編). 恒星社厚生閣, 東京. 2009; 61-70
- 3) 田中雄大, 今村豊, 児玉琢哉, 及川利幸, 矢倉浅黄, 佐伯光広, 真壁昂平, 鈴木裕也, 大畑聡, 金子仁, 岡崎雄二, 黒田寛, 和川拓, 長谷川大介, 筧茂穂, 奥西武. 水塊クラスター解析ソフトの開発と東北近海域の水塊変動解析への適用—漁況変動解析への応用に向けた事例解析—. 水産海洋研究 2019 ; 83 : 151-163.
- 4) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. アサリの生態と漁業. 沿岸漁業整備開発事業増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 平成 8 年度版 (増殖場造成計画指針編集委員会編). 日本印刷. 東京. 1997 ; 136-138.
- 5) 松田正彦, 品川明, 日向野純也, 藤井明彦, 平野慶二, 石松淳. 低塩分がアサリの生残, 血リンパ浸透圧および軟体部水分含量に与える影響. 水産増殖 2008 ; 56 : 127-136.
- 6) 三重県アサリ資源管理マニュアル 伊勢湾のアサリを守り育て活かす. 三重県. 2010.
- 7) 熊本地方気象台. 災害時気象資料—令和 7 年 8 月 6 日から 8 月 11 日にかけての熊本県の大雨について—. https://www.data.jma.go.jp/kumamoto/shosai/kakusyusiryoyou/20250806-0811_kumamoto.pdf (2026 年 1 月 21 日閲覧)
- 8) 中原康智, 鳥羽瀬憲久. 菊池川河口域において 1997 年 7 月に発生したアサリ *Ruditapes philippinarum* の大量死について. 熊本県水産研究センター報告 2008; 8: 81-88.
- 9) 一般社団法人マリノフォーラム 21, 海洋エンジニアリング株式会社, 日本ミクニヤ株式会社, 株式会社東京久栄, 株式会社水圏科学コンサルタント. 平成 25 年度～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. 東京. 2013-2017.
- 10) 一般社団法人マリノフォーラム 21, 海洋エンジニアリング株式会社, 日本ミクニヤ株式会社, 株式会社東京久栄, 株式会社水圏科学コンサルタント. 令和 5 年度～令和 6 年度 有明海のアサリ等の高度化育成技術実証事業 報告書. 東京. 2023-2024.
- 11) 一般社団法人マリノフォーラム 21, 海洋エンジニアリング株式会社, 日本ミクニヤ株式会社, 株式会社東京久栄. 令和 7 年度 有明海のアサリ等の高度化育成技術実証事業 報告書. 東京. 2025.
- 12) 松村広貴, 河名利幸, 赤山喜一郎, 大谷徹, 植松清次, 斎藤昌幸, 百瀬浩. 防護柵の延伸がイノシシによる水稻被害軽減に直結しない理由. 野生生物と社会 2019 ; 7 : 23-31.
- 13) Breiman, L., Random forests. Machine learning 2001; 45: 5-32.
- 14) 浅本晋吾, 岡崎百合子, 岡崎慎一郎, 全邦釘. コンクリートの収縮・クリープの実験データを活用した機械学習による回帰分析. AI・データサイエンス論文. 2020; 1(J1): 122-131.
- 15) 羽生和弘, 水野知己, 国分秀樹. 漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成および新規創出技術開発. 三重県水産試験場事業報告, 三重県. 2014 ; 86-87.

