

中課題 1-3 波浪が強い砂干潟における
天然採苗技術を活用したアサリの育成・収穫技術開発
／熊本県玉名市

目次

1. 技術開発の概要	117
1.1 背景と目的	117
1.2 実施場所	117
1.3 5か年の目標	118
1.4 技術開発ロードマップ	118
1.4.1 前フェーズで得られた成果と課題	119
1.5 令和5年度の目標・実施計画	120
1.5.1 概要	120
1.5.2 令和5年度の目標	120
1.6 技術開発工程	121
1.7 使用機器	121
2. 環境調査結果	122
2.1 地盤高測量	122
2.2 流況、波高及び水質調査	123
2.2.1 連続観測結果	123
2.2.2 アサリの生息環境の比較	136
2.3 底質調査・生物調査	139
2.3.1 底質調査	139
2.3.2 生物調査	140
2.3.3 アサリ初期稚貝調査	144
3. 調査地点の検討	145
3.1 漁場把握調査	145
3.1.1 方法	145
3.1.2 結果	146
3.2 調査地点の選定	151
4. アサリ天然採苗技術の開発（小課題 1-3-1）	153
4.1 方法	153
4.1.1 調査時期	153
4.1.2 調査実施場所	153
4.1.3 調査内容	154
4.1.4 使用機器	154
4.1.5 調査方法	155
4.2 結果	155
4.3 考察および総括	156
4.3.1 初期稚貝の殻長	156
4.3.2 現地盤におけるアサリの平均殻長	156
5. アサリ種苗の保護育成技術の開発（小課題 1-3-2）	158
5.1 方法	158
5.1.1 調査時期	158
5.1.2 調査実施場所	158

5.1.3 調査内容	159
5.1.4 使用機器	159
5.1.1 調査方法	160
5.2 結果	161
5.3 考察および総括	163
5.3.1 令和5年度のアサリ生息環境の整理	163
6. 中課題としての成果と課題	167
6.1 目標の達成度について	167
6.2 実用性の検討（作業性、コスト）	167
6.3 今年度の成果と課題	168

1. 技術開発の概要

1.1 背景と目的

当該海域ではアサリ稚貝の生息密度は比較的高いものの、生息域が経年的に変化し、散在・縮小の傾向にあり、アサリの漁獲に繋がらない状況にいたっていた。これまで、環境条件が類似する他海域において、陸側で天然採苗を行い沖側に移植して生育を促進させるための移植技術の開発と陸側に出現する稚貝を被覆網等により保護育成する技術の開発に取り組み、沖への移植では網袋の膨満抑止に効果があること、陸側での保護育成では被覆網内も膨満の影響で漁獲サイズまで保持が困難な状況が確認された。このため、本課題では従前の天然採苗技術と組み合わせた育成技術のさらなる改良と天然発生した稚貝の保護・育成手法の高度化を目的に実証実験を行う。

採苗技術、保護育成技術、適地の考え方、方法、基質、時期と貝サイズ等の採苗や保護育成の作業工程などの要素技術について、従来多岐にわたる実験・開発がなされ、各技術単体での活用については整理がなされてきた。本課題においては、過年度事業で効果・実績が認められた技術を実施海域の条件を鑑みて選定し、それらの組み合わせ及び改良により相乗的な効果を得る体系の構築をめざす。

全体計画では、漁業者が実施可能な手法の開発、手法の組み合わせの検討などを進め、最終的には漁業者自身が利用できる手法の開発を行う。

1.2 実施場所

実施場所は熊本県玉名市滑石地先とした。実施場所位置図を図 1 に示す。

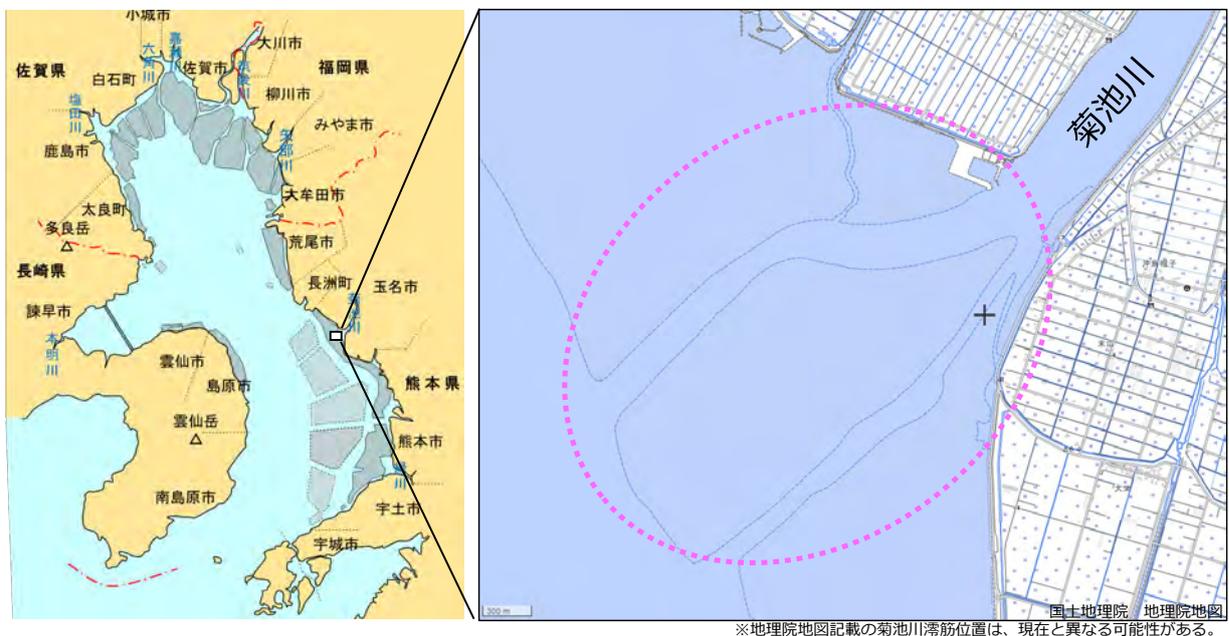


図 1 実施場所位置図

1.3 5か年の目標

これまでに効果がみられたアサリの天然採苗技術、すなわち基質入り網袋を用いた採苗技術を用いて、アサリ稚貝の定着や生残が不安定な、波浪が強いため底質が動きやすい砂干潟において、それぞれの環境条件に適した採苗技術を確立するとともに、アサリ種苗を保護育成することで、アサリの収穫に至る生産工程を開発する。

1.4 技術開発ロードマップ

技術開発のロードマップについて、図 2 に示す。

過年度事業で効果・実績が認められた技術を実施海域の条件を鑑みて選定し、それらの組み合わせ及び改良することで生産体系の高度化をはかり、相乗的な効果を得ることでより多くのアサリが漁獲可能な手法について選定を行う。

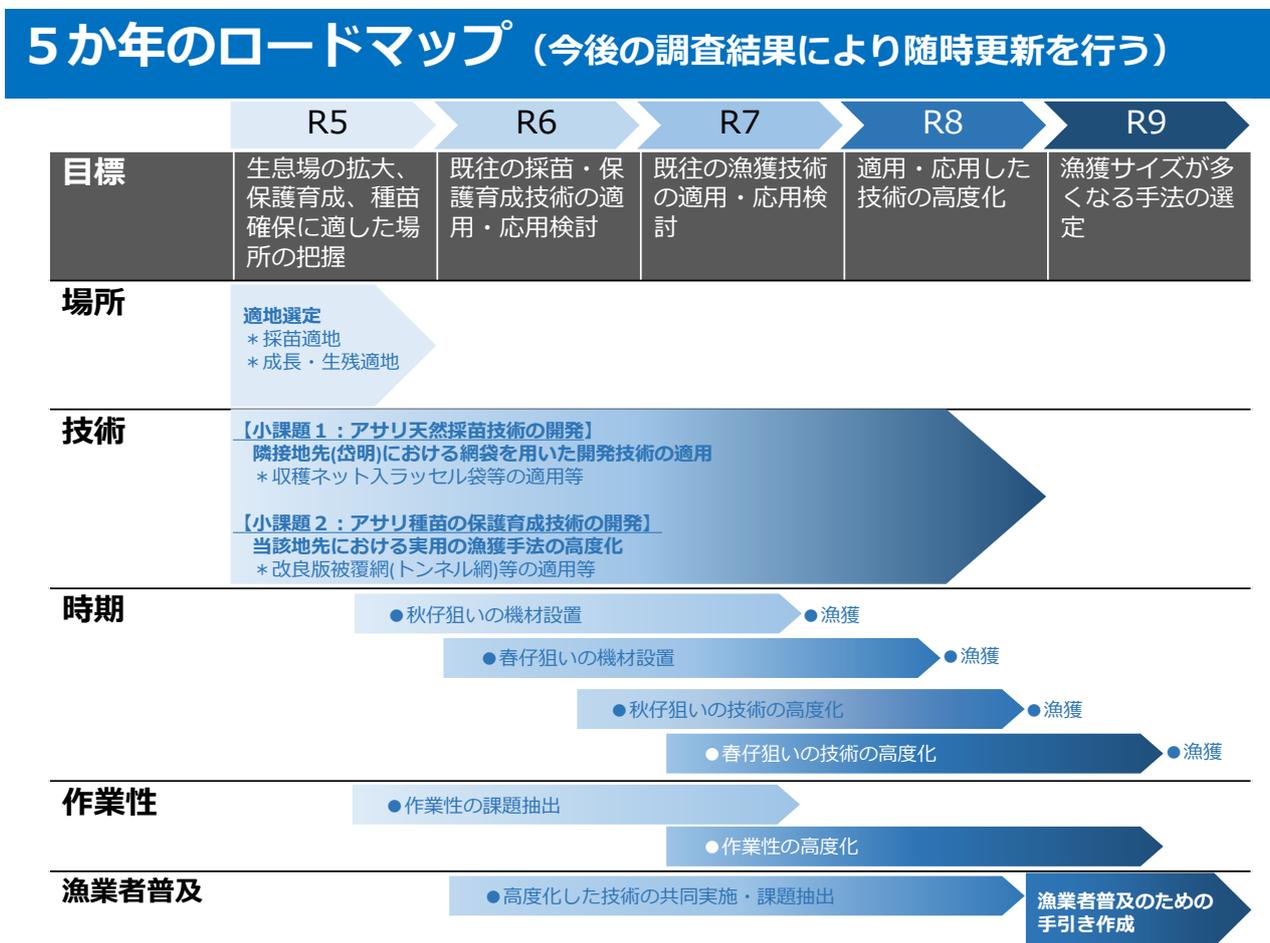


図 2 技術開発のロードマップ

1.4.1 前フェーズで得られた成果と課題

(1) 得られた成果

●採苗技術・保護育成技術・生産性向上のための移植技術の開発（小課題3-2-1）

稚貝の確保

干潟の陸側では、収穫ネット入ラッセル袋に軽石を入れたものを設置することで、最も効果的に稚貝を確保できることが確認された。網袋を二重とした構造である収穫ネット入ラッセル袋は、耐久性が高く、目合が細かいため、流入した底質が袋内に留まりやすく、効果的に稚貝確保が可能であることを確認した。

保護育成

干潟の陸側では、高水温・冬季波浪といった稚貝の減耗要因が多いことが確認された。また、網袋へ現地盤の底質が過剰に流入することで網袋が膨満し、膨満した袋網内では稚貝の生残率・成長率の低下が確認された。したがって、干潟の陸側で採苗した稚貝を膨満対策（収穫ネット入りラッセル袋の内側のネットを取り外し、一重構造としたもの）を施したのち、干潟の沖側へ移植することで、効果的な保護育成が可能であることを確認した。

漁獲

8月から9月の夏季にかけて、稚貝の新規加入個体の減耗が確認された。なお、網袋内のアサリ個体数による稚貝の成長率には有意差は確認されなかった。したがって、夏季減耗前の7月に、網袋を丸ごと回収し漁獲することで、最も効果的で漁獲量が多くなることを確認した。

(2) 残された課題

●採苗技術・保護育成技術・生産性向上のための移植技術の開発（小課題3-2-1）

岱明地先では、アサリ稚貝は底質へ高密度に着生するが減耗し漁獲に繋がらないことが課題であった。本業務において、アサリ稚貝を確保し、保護育成することで漁獲に繋げる技術を確立することができた。今後は漁業者への普及を見据え、作業をより簡便にしつつ、漁獲量を増加させるため、確立した技術の高度化が課題である。

●漁業者利用を見据えた技術導入の検討（小課題3-2-2）

岱明地先では、干潟の陸側においてアサリ稚貝が高密度に着生するため、干潟の陸側において網袋・被覆網の膨満や夏季減耗といった稚貝の成長阻害・減耗要因を回避できればさらなる漁獲量の増加が期待できる。また、干潟の陸側は沖側への移植が必要ないため、作業の簡易化・単純化に寄与し、より効率的・効果的な漁獲量の増加が可能であると考えられることから、干潟の陸側での保護育成技術の確立が課題である。

1.5 令和5年度の目標・実施計画

1.5.1 概要

環境条件が類似する他海域において、過年度までに、干潟陸側で稚貝を採取して沖側で育成する技術として、干潟陸側の高密度分布域で改良した網袋を用いて種苗を確保し、沖側に移植することで漁獲が可能となることを実証したが、作業性に依然として課題を残した。一方で、高密度域において、被覆網による保護育成を試みたが漁獲サイズまでの育成に至る前に大半が消失したことが確認された。今年度は、これらを踏まえ、実施海域の環境条件を把握するとともに、従前に開発した技術の適用・応用を念頭に、採苗適地の把握や保護・育成場所の選定を目標とした実験に着手する。

1.5.2 令和5年度の目標

令和5年度の目標を小課題ごとに下記に示す。

小課題名	解決すべき課題	今年度の目標
小課題1-3-1 アサリ天然採苗技術 の開発	波による流れによって底質が動きやすい砂干潟において前フェーズに開発した採苗技術が適用できる場所の把握	採苗適地の選定
小課題1-3-2 アサリ種苗の保護育 成技術の開発	当該地先で採用している被覆網を用いたアサリ保護・育成技術の適用できる場所の把握	保護・育成場所（被覆網等設置場所）の選定

1.6 技術開発工程

令和5年度の技術開発工程を表1に示す。

表1 令和5年度の技術開発工程

実施項目/年月		R5										R6				
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
漁場全域把握	地盤高測量		—													
	資料収集		—													
環境等調査	底質調査				—											
	アサリ生息状況調査		—													
	初期稚貝調査				—											
	流況・波高連続観測				—											
小課題	小課題1-3-1 アサリ天然採苗技術の開発				—											
	小課題1-3-2 アサリ種苗の保護育成技術の開発				—											

採苗適地・保護育成場所の選定

1.7 使用機器

使用機器の概要を表13に示す。

表2 使用機器の概要

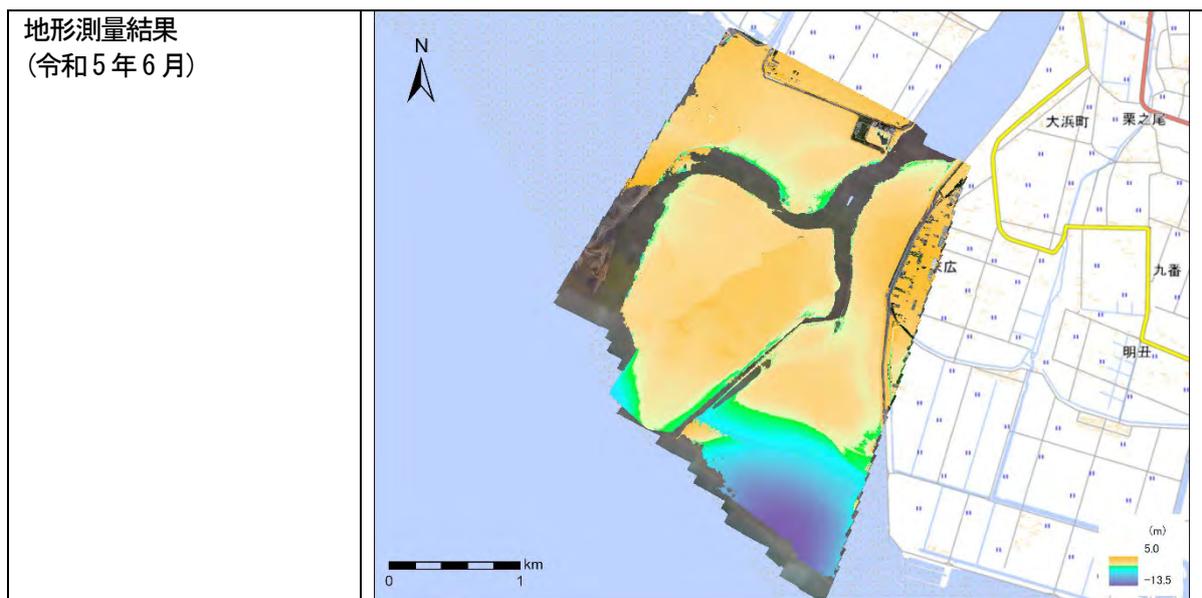
使用機器		収穫ネット入ラッセル袋 (ラッセル袋内に基質入り収穫ネットを入れたもの) 大きさ：38 cm×55 cm (目合 8mm (4mm角)) 材質：ポリエチレン 基質：6mm 軽石 (5kg)
		●収穫ネット入ラッセル袋 (佐々木商工製) 大きさ：30 cm×60 cm (目合 7mm (3.5mm角)) 材質：ポリエチレン 基質：6mm 軽石 (5kg)

		<p>●被覆網 大きさ：(2m×2m 目合い18mm (9mm角)) 材質：ナイロン 基質：－</p>
		<p>●トンネル網 大きさ：(2m×1m 目合い18mm (9mm角)) 材質：鉄、ポリエチレン 基質：－</p>

2. 環境調査結果

2.1 地盤高測量

地形測量の結果について図 3 に示す。



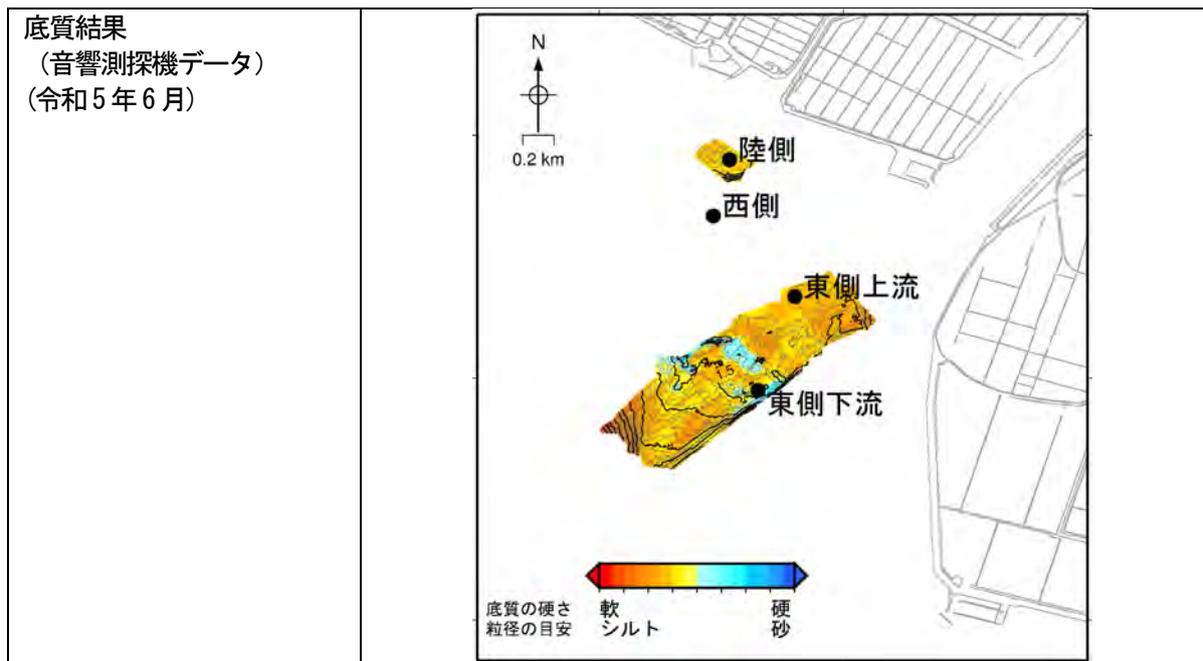


図3 地盤高測量及び底質探査結果 (令和5年6月)

2.2 流況、波高及び水質調査

2.2.1 連続観測結果

流況、波高及び水質調査結果を図4～図7に示す。データは正常に取得できており、長期間の欠測や異常値は確認されなかった。

- 各地点間の比較

東側上流及び下流における流れは北東－南西方向の潮流がみられ、大潮期と小潮期でそれぞれ約25cm/sと約10cm/sであった。一方、陸側においては他地点より岸近くに位置しており、北側に陸が存在するため南向きの流れが多く出現していた。流速以外の項目では、各地点とも概ね同じように変動していた。

- 各項目間の比較

7～8月の調査時は、8月9日から10日にかけて台風第6号が九州の西海上を北上したため、台風周辺の雨雲が流れ込んだ九州山地沿いを中心に大雨となった。12～1月の調査時は、冬季の季節風である強い北西風に起因した、有義波高や底面せん断応力の増加傾向がみられた。上述の気象状況により、今回の観測では、強風時における有義波高や流速の上昇、出水時における低塩分・高濁度化等のアサリの成長・生残に関わる物理環境データが取得された。

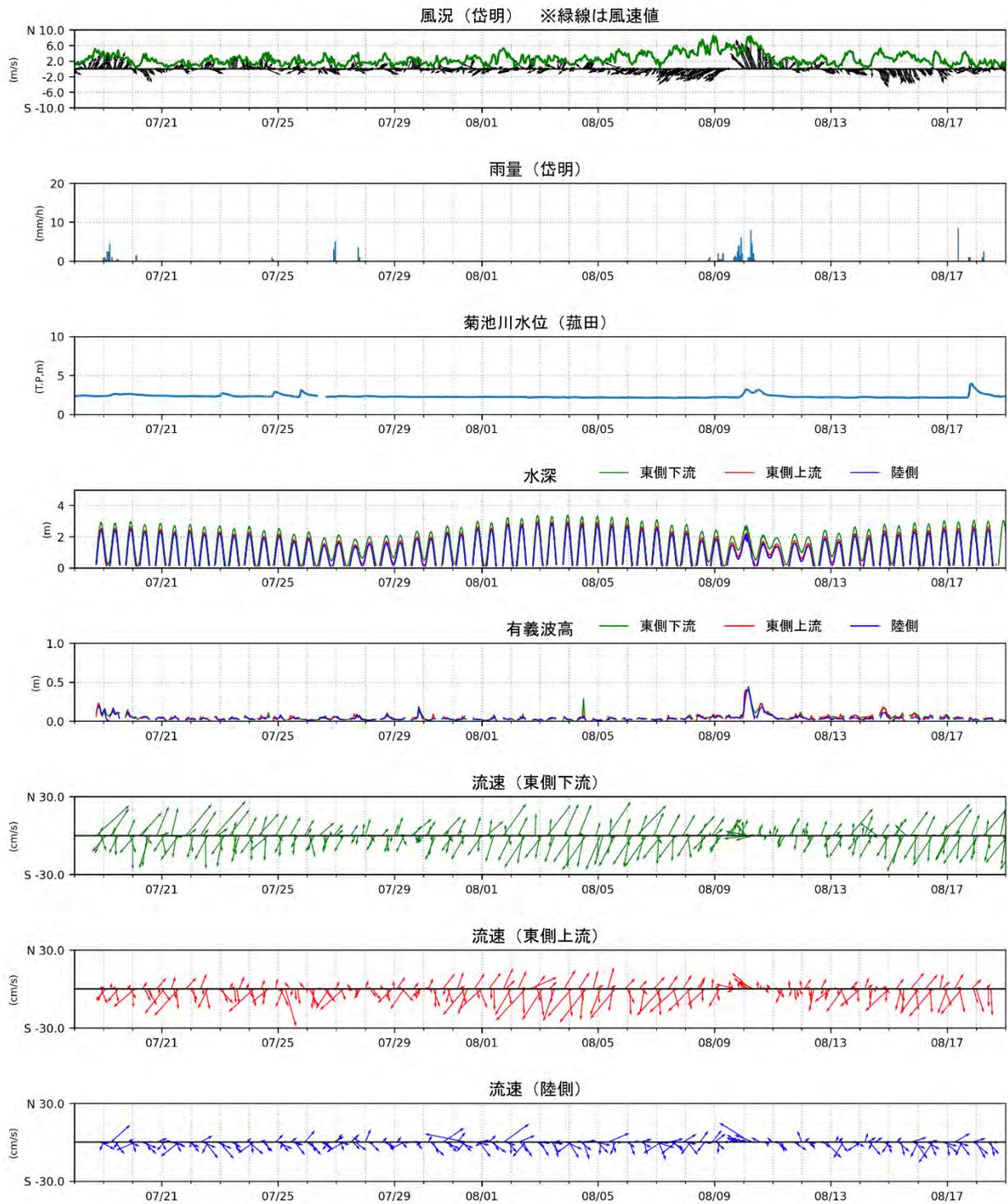


図 4 (1) 各地点における流況・波浪の時系列図 (7~8 月調査)

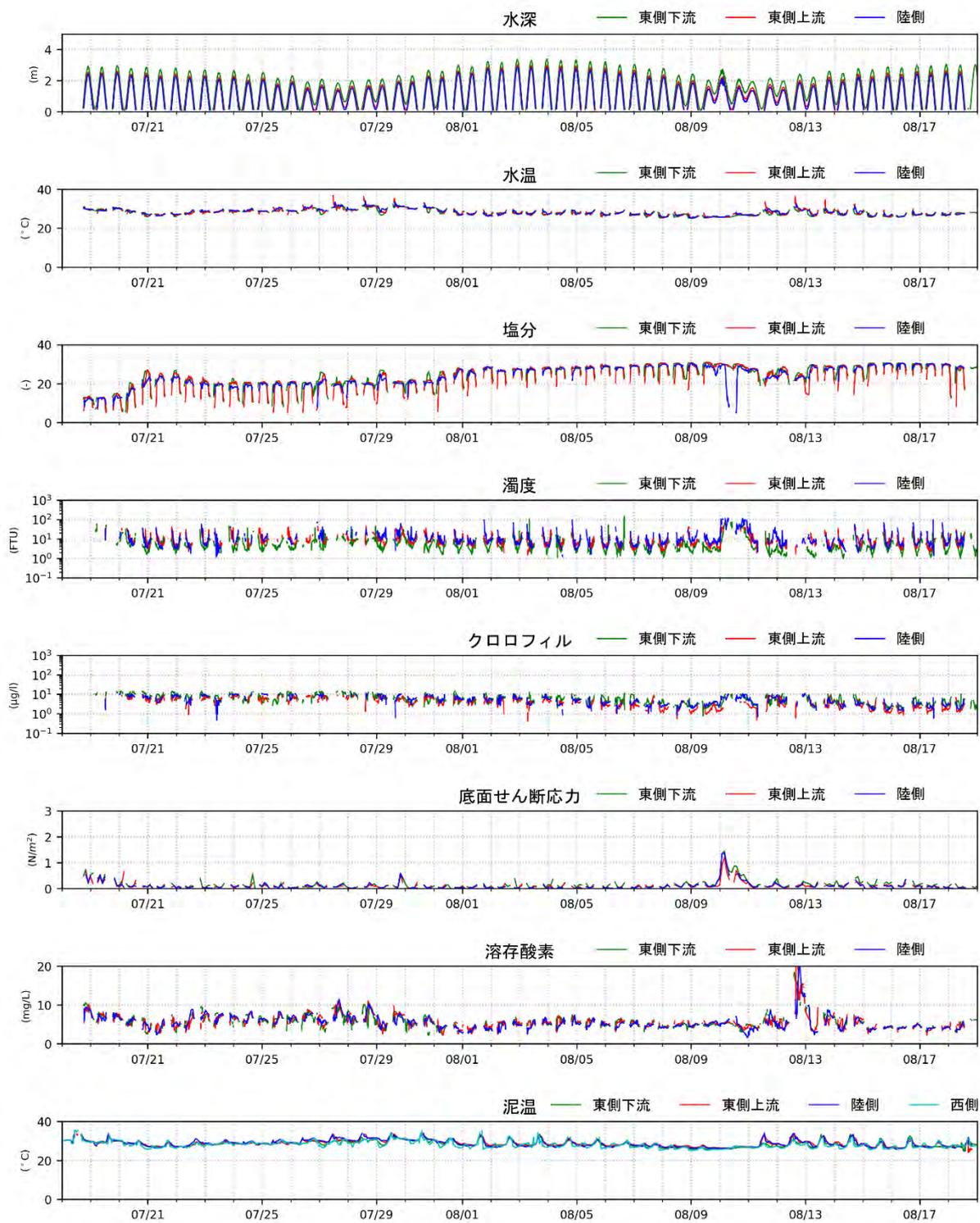


図 4 (2) 各地点における水質の時系列図 (7~8月調査)

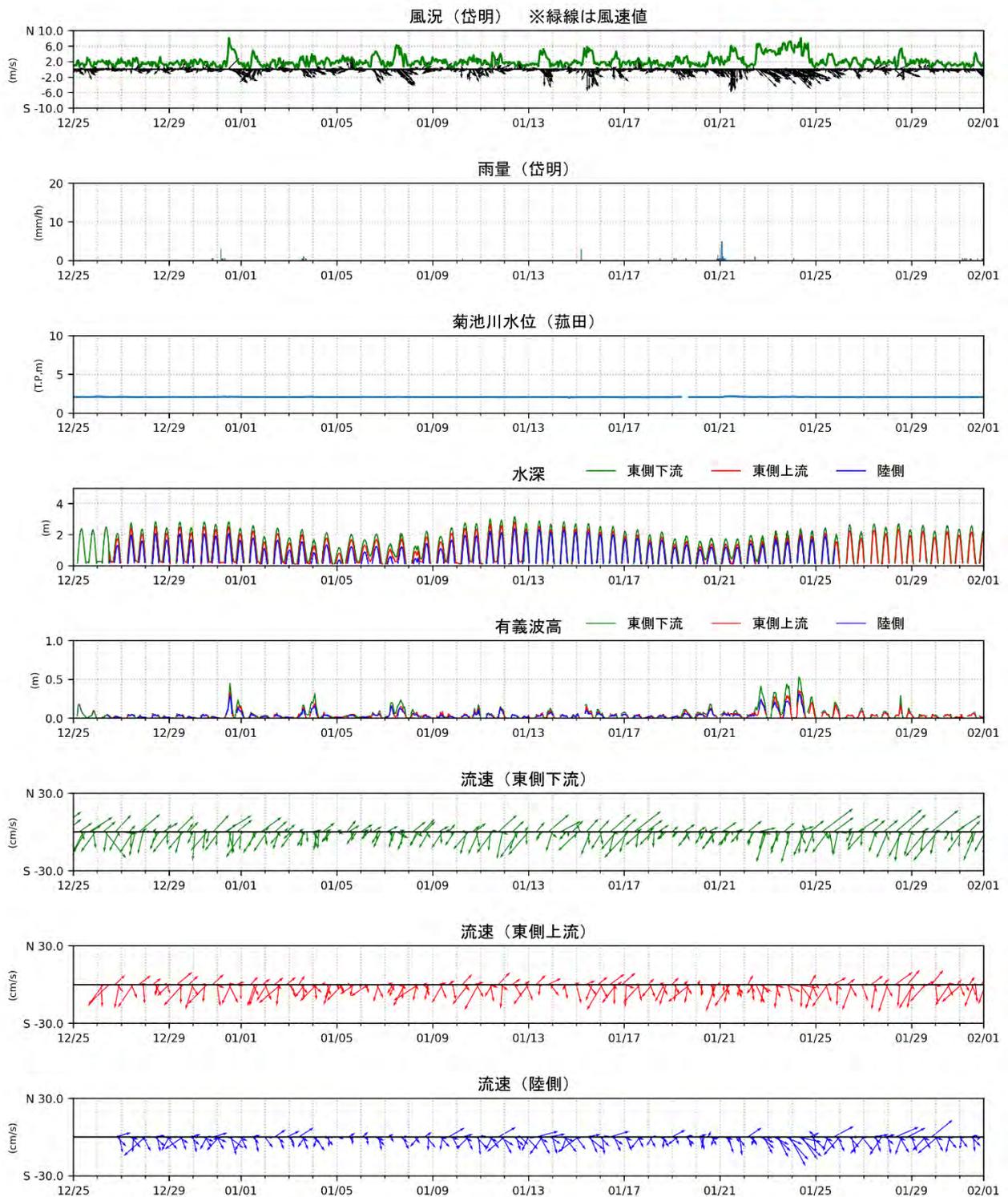


図 5(1) 各地点における流況・波浪の時系列図 (12~1 月調査)

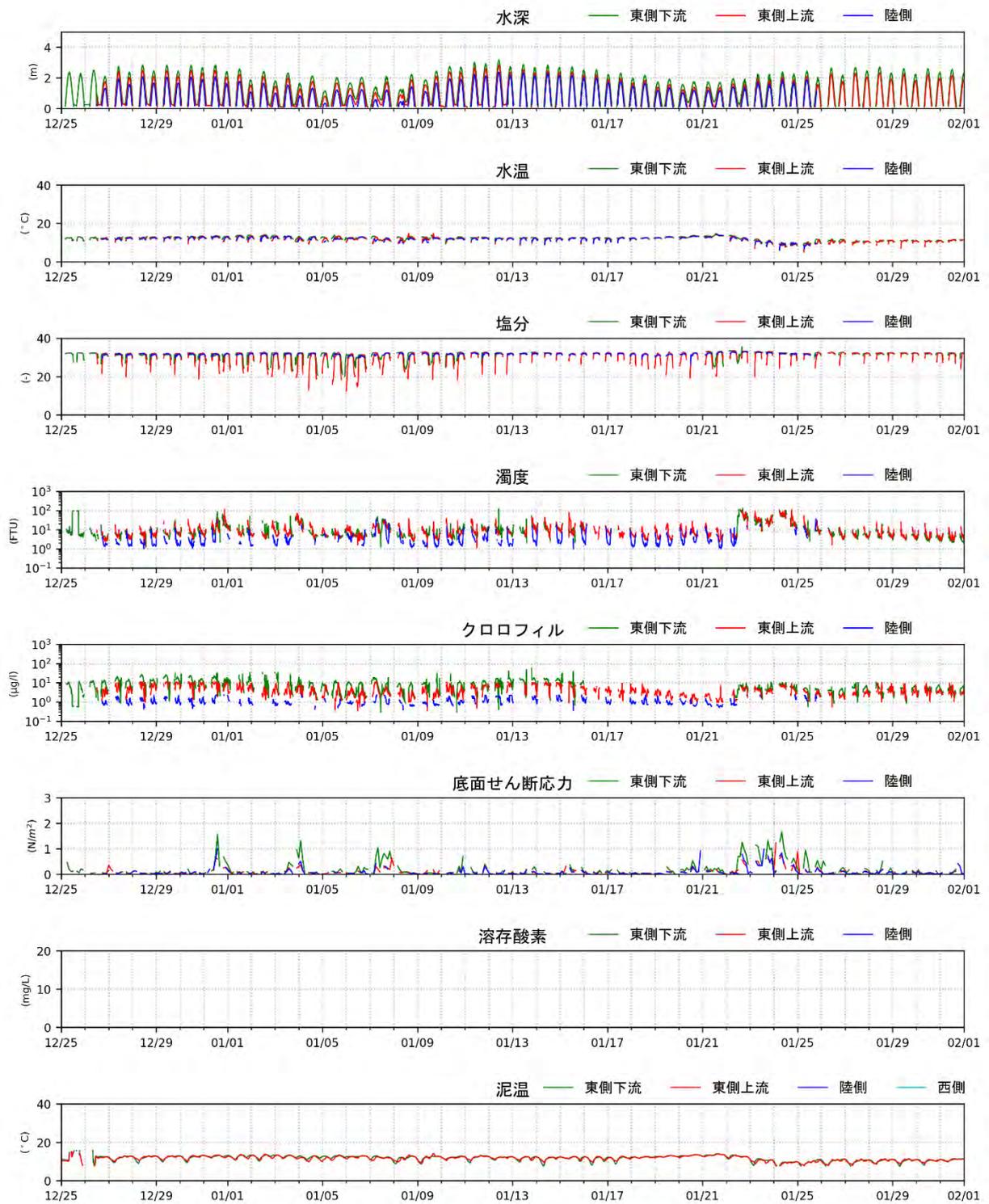


図 5(2) 各地点における水質の時系列図 (12~1月調査)

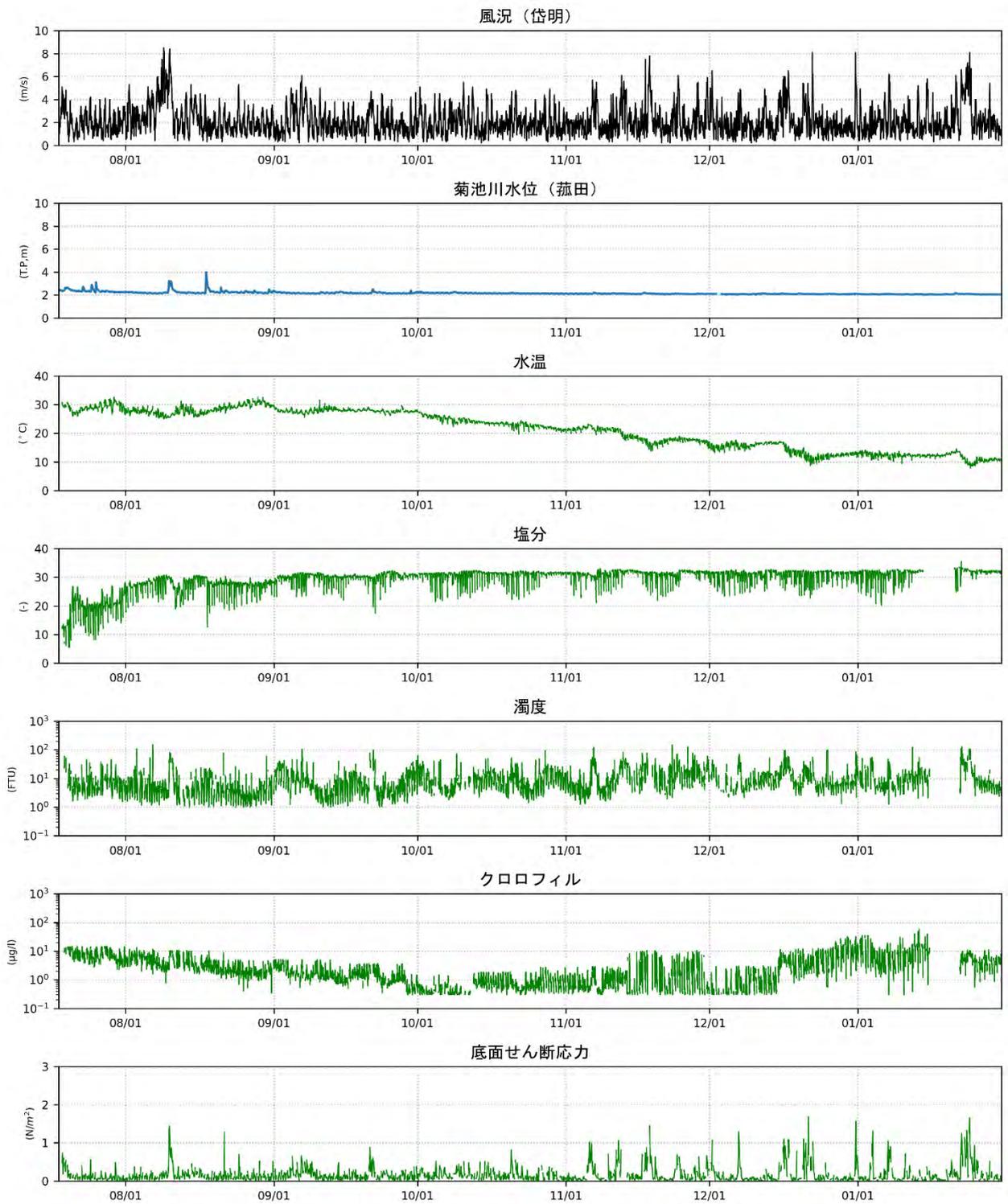


図 6 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 5 年 7 月～令和 6 年 1 月)

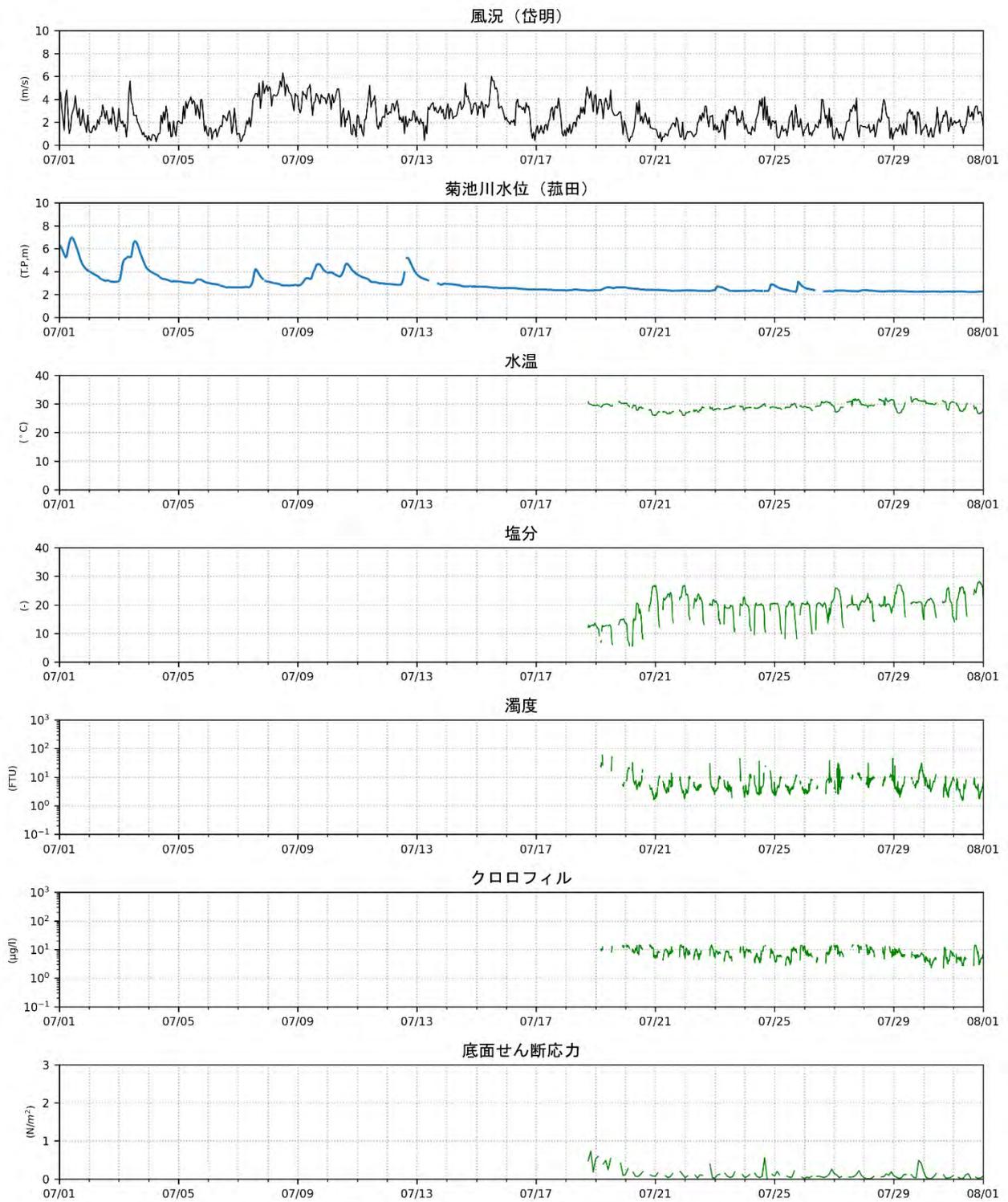


図 7(1) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 5 年 7 月)

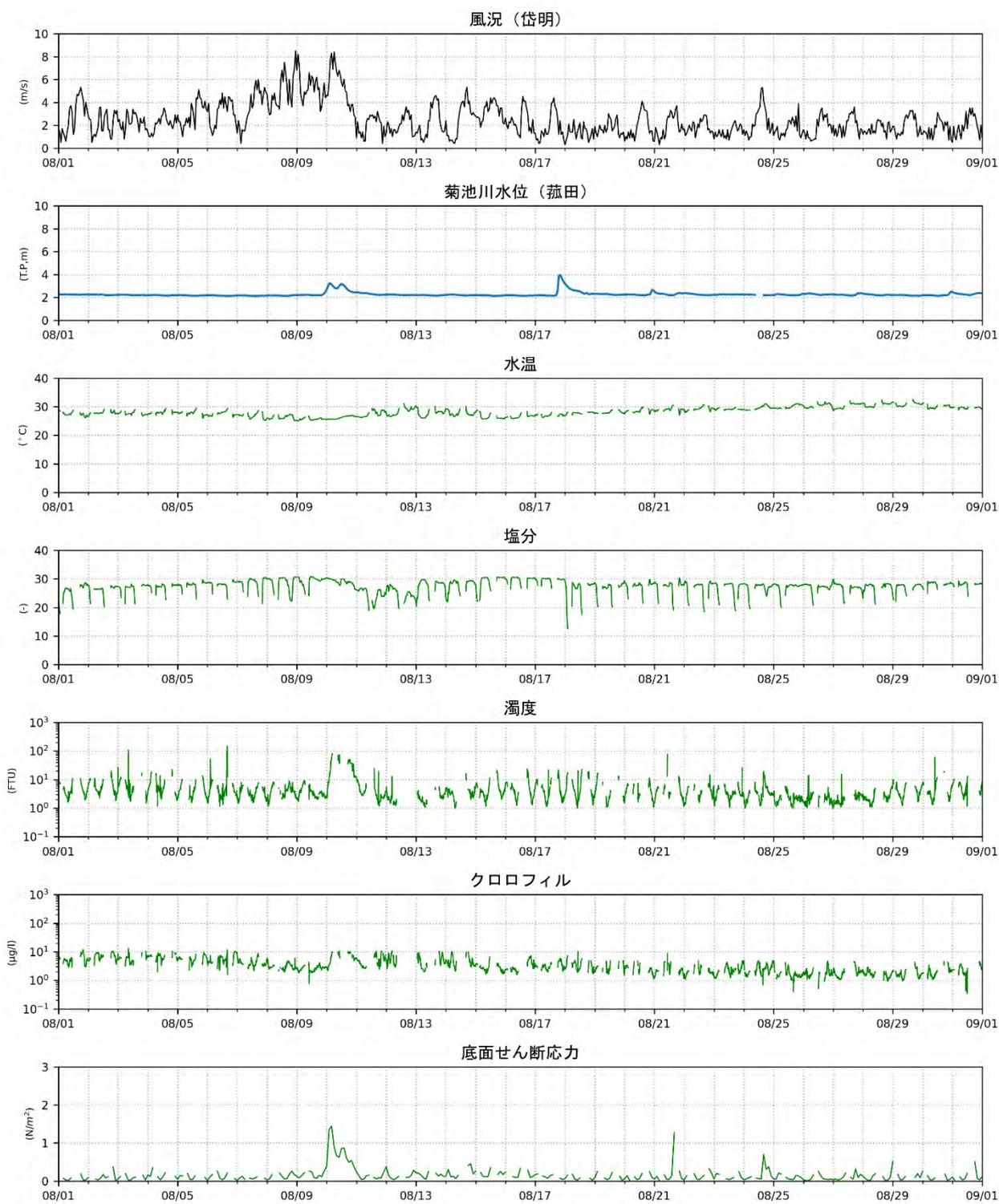


図 7 (2) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 4 年 8 月)

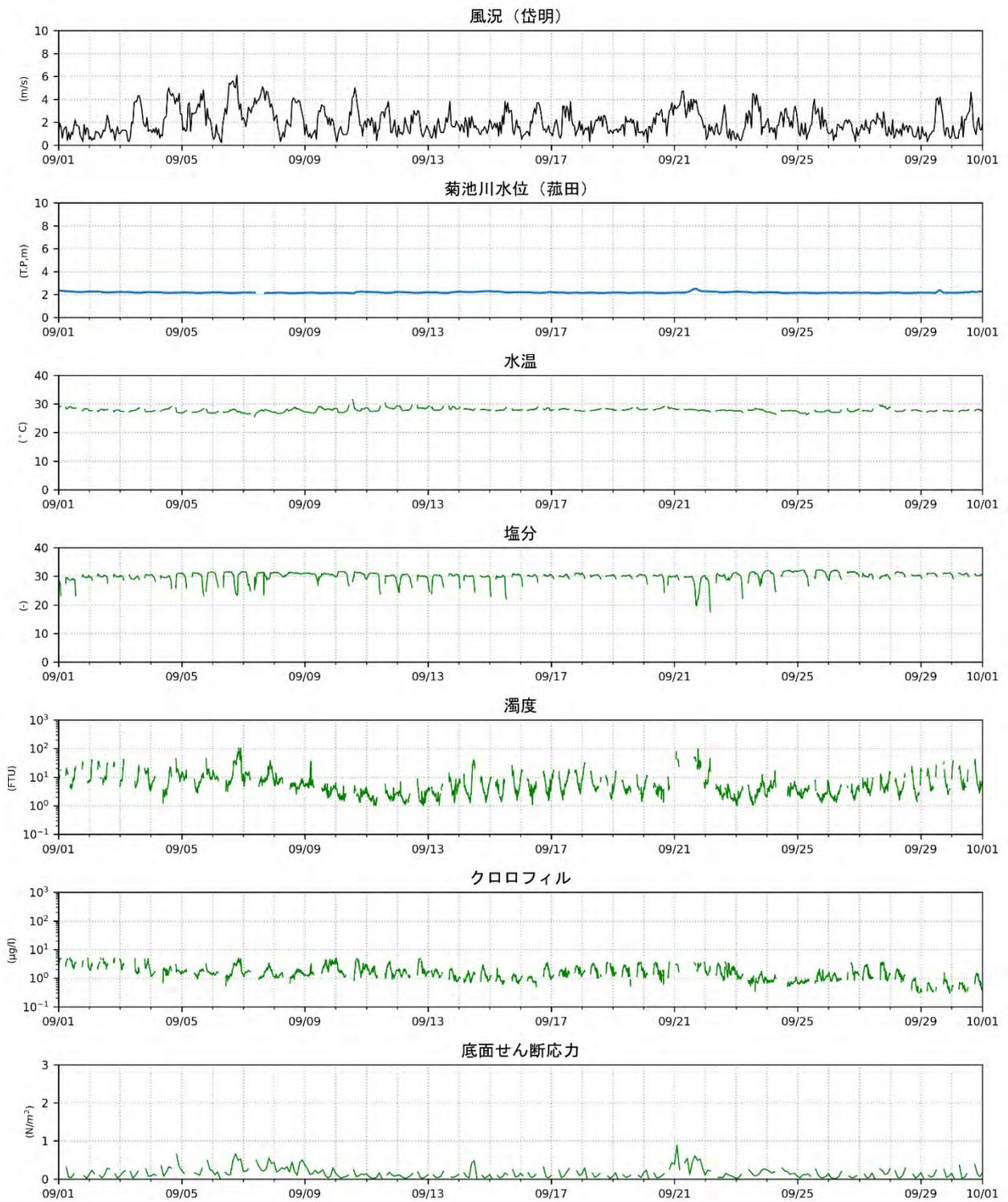


図 7(3) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 4 年 9 月)

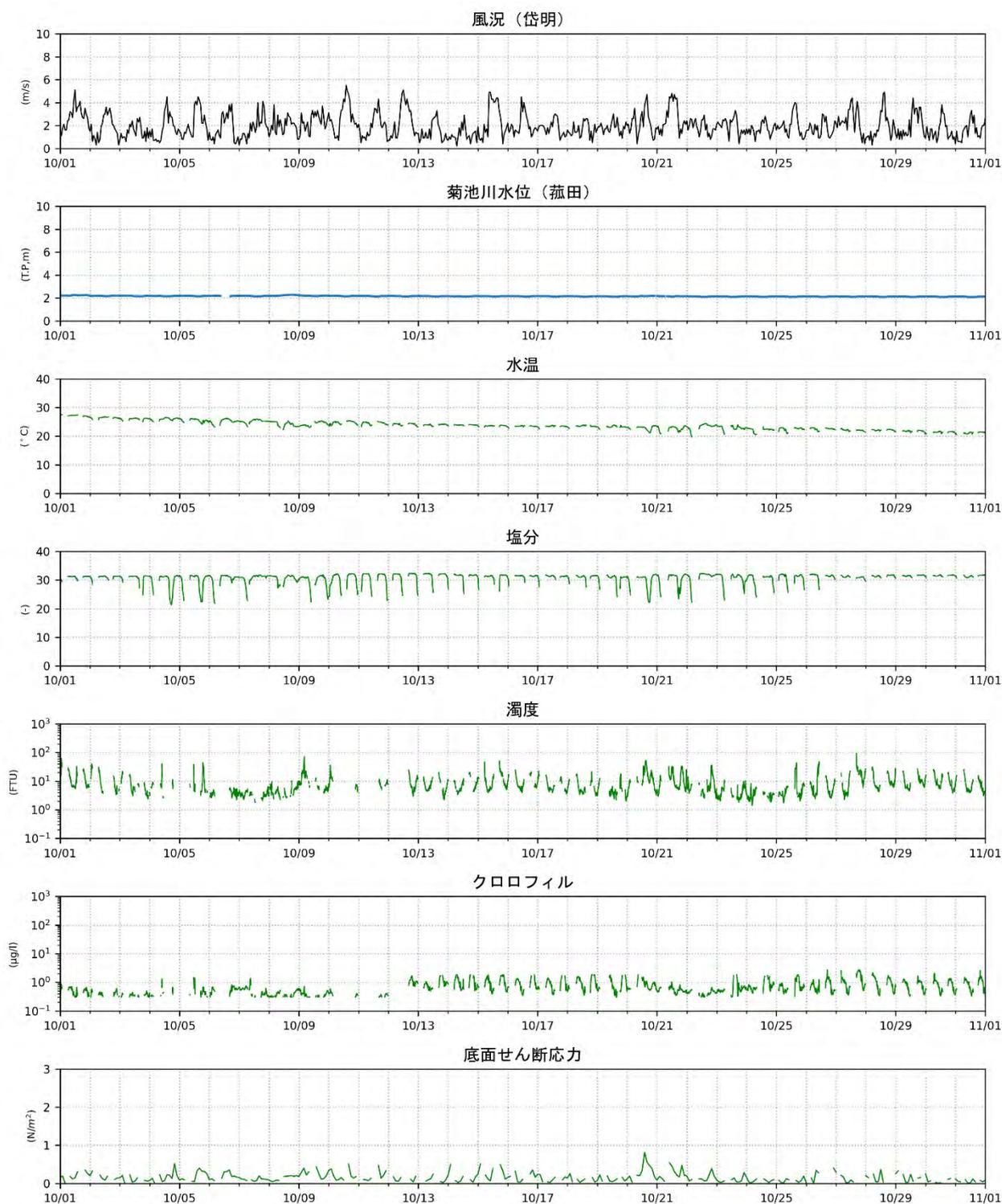


図 7 (4) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 4 年 10 月)

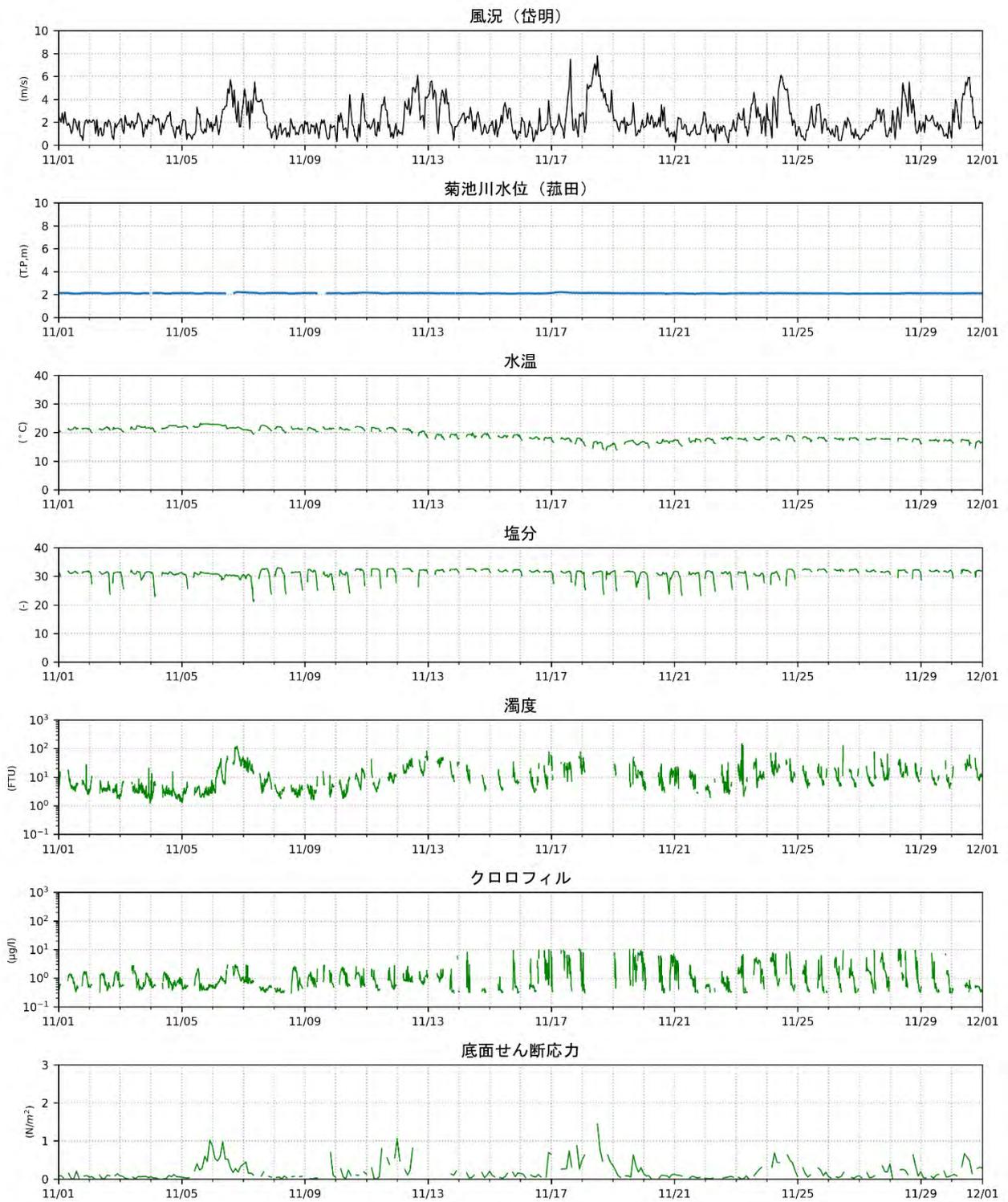


図 7 (5) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 4 年 11 月)

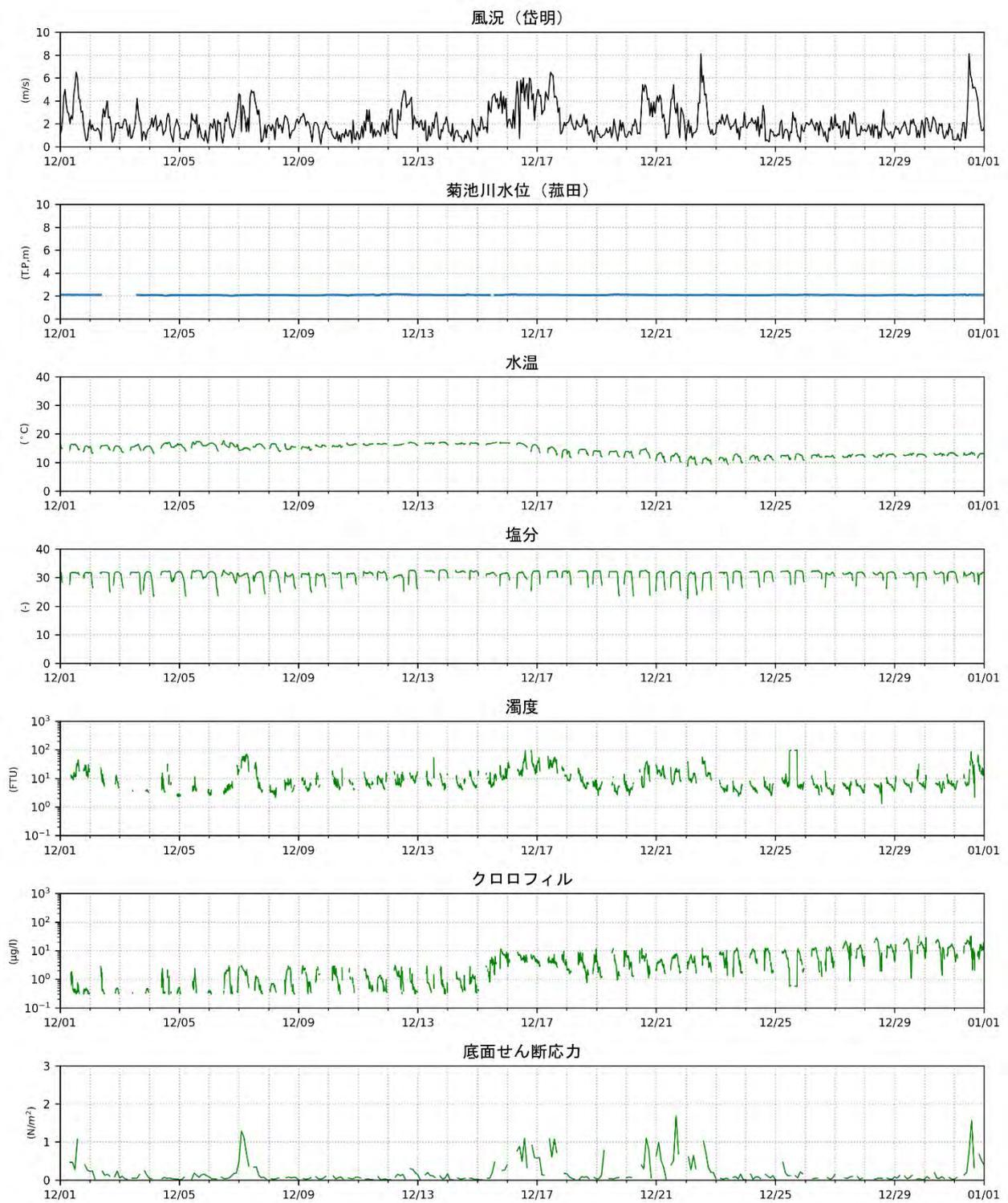


図 7 (6) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 5 年 12 月)

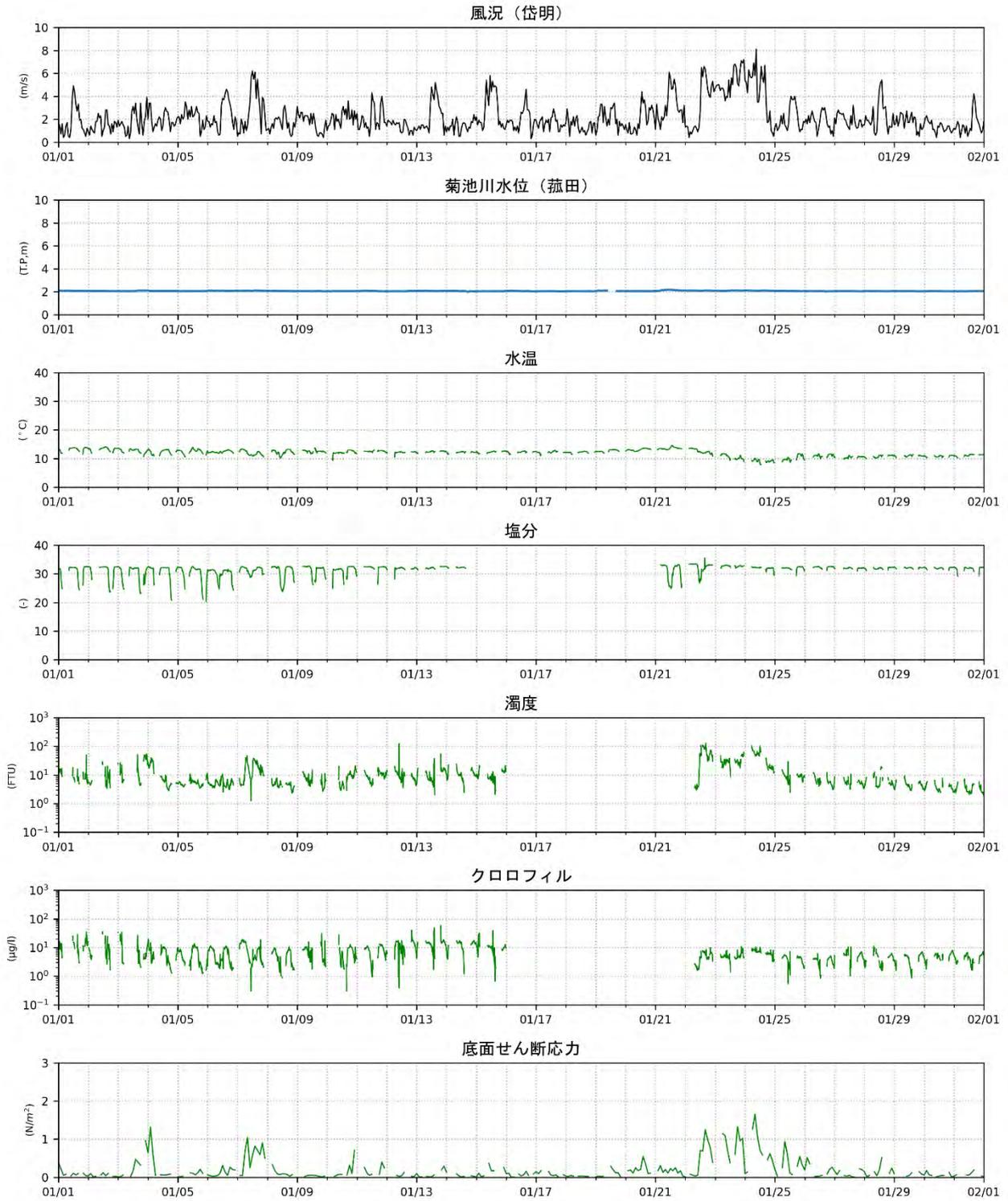


図 7 (7) 東側下流における連続観測結果の時系列図 (令和 6 年 1 月)

2.2.2 アサリの生息環境の比較

計測されたデータから、アサリの成長・生残に重要と考えられる環境因子として、①濁りの発生状況（日平均濁度）、②餌環境（日平均クロロフィル a）、③温度環境（日平均水温及び日平均泥温）及び④底質の安定性（底面せん断応力）の状況を整理した。整理結果を図 8 に示す。

a) 夏季

濁りの発生状況は、東側下流の濁度が陸側及び東側上流と比べて小さい傾向があることが確認された。また 8 月 9 日から 10 日にかけて接近した台風 6 号の影響で、いずれの地点においても約 80 (FTU) の濁度がみられた。

餌環境は、調査期間の前半（7 月下旬）は、東側下流及び陸側において東側上流と比較してクロロフィル a 濃度が若干高い傾向がみられ、調査期間の後半（8 月上旬）は、東側下流、陸側、東側上流の順にクロロフィル a 濃度が高くなる傾向がみられた。

温度環境については、水温は 3 地点とも同様な傾向であった。泥温は東側上流及び陸側に比べて東側下流及び西側の温度が 1°C 程度低くなる傾向がみられた。

底質の安定性は、底質が安定する $0 \sim 0.1$ [N/m²] の出現頻度分布から陸側、東側上流、東側下流の順に底質の安定性が高くなっていることが確認された。

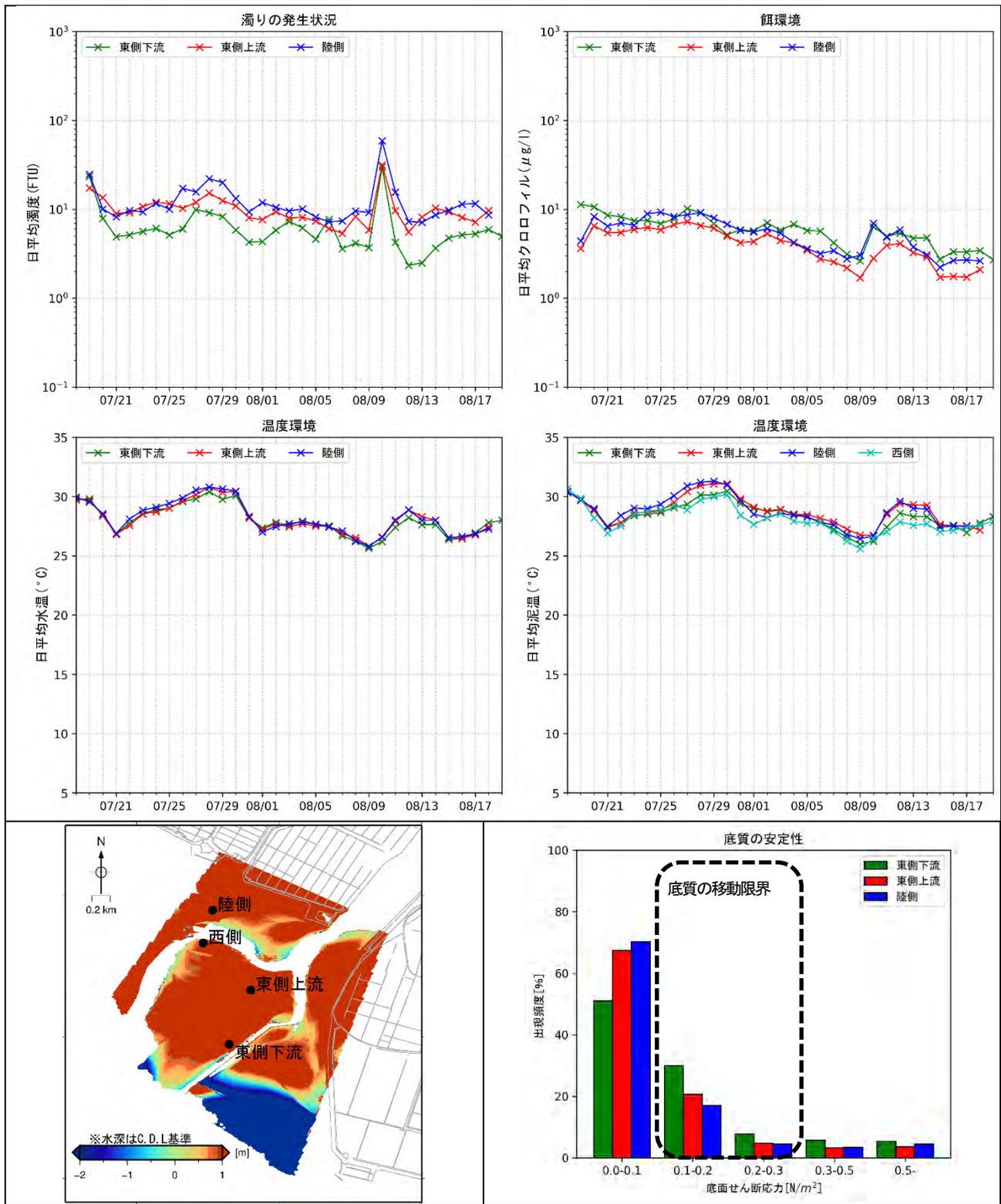
b) 冬季

濁りの発生状況は、東側下流及び東側上流の濁度が陸側と比べて大きい傾向があることが確認された。また 1 月 22 日から 26 日にかけて冬季季節風である北西風の影響で、いずれの地点においても濁度の上昇があった。

餌環境は、東側下流、東側上流、陸側の順にクロロフィル a 濃度が高くなる傾向がみられた。また調査期間の後半（1 月 16 日～22 日）に異常値がみられたため欠測とした。これは 1 月から観測機器に非常に多くのオゴノリがまとわりつく状況が散見されており、その影響であると考えられる。

温度環境については、3 地点とも同様な傾向であった。

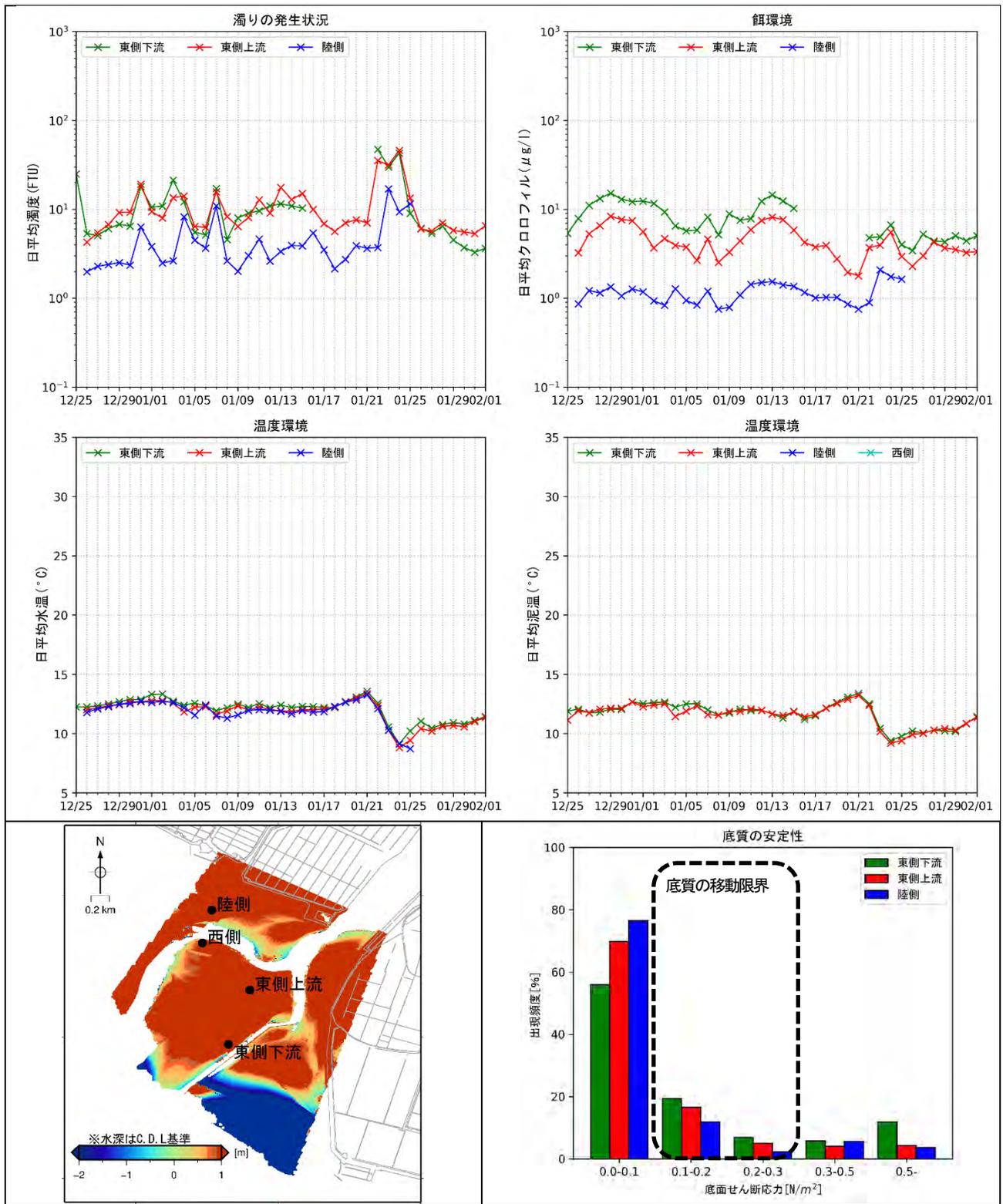
底質の安定性は、底質が安定する $0 \sim 0.1$ [N/m²] の出現頻度分布から陸側、東側上流、東側下流の順に底質の安定性が高くなっていることが確認された。また夏季と比較して冬季季節風による影響と考えられる 0.5 [N/m²] 以上の底面せん断応力の出現頻度が増加していた。



※1 全地点が干出していない時間帯のみについて集計

※2 底質の移動限界は各地点の底質粒径や密度に応じて変化するため、図中では幅を持たせて表現している。

図 8(1) 各地点におけるアサリの生息環境の比較 (7~8月調査)



※1 全地点が干出していない時間帯のみについて集計

※2 底質の移動限界は各地点の底質粒径や密度に応じて変化するため、図中では幅を持たせて表現している。

図 8(2) 各地点におけるアサリの生息環境の比較 (12~1月調査)

2.3 底質調査・生物調査

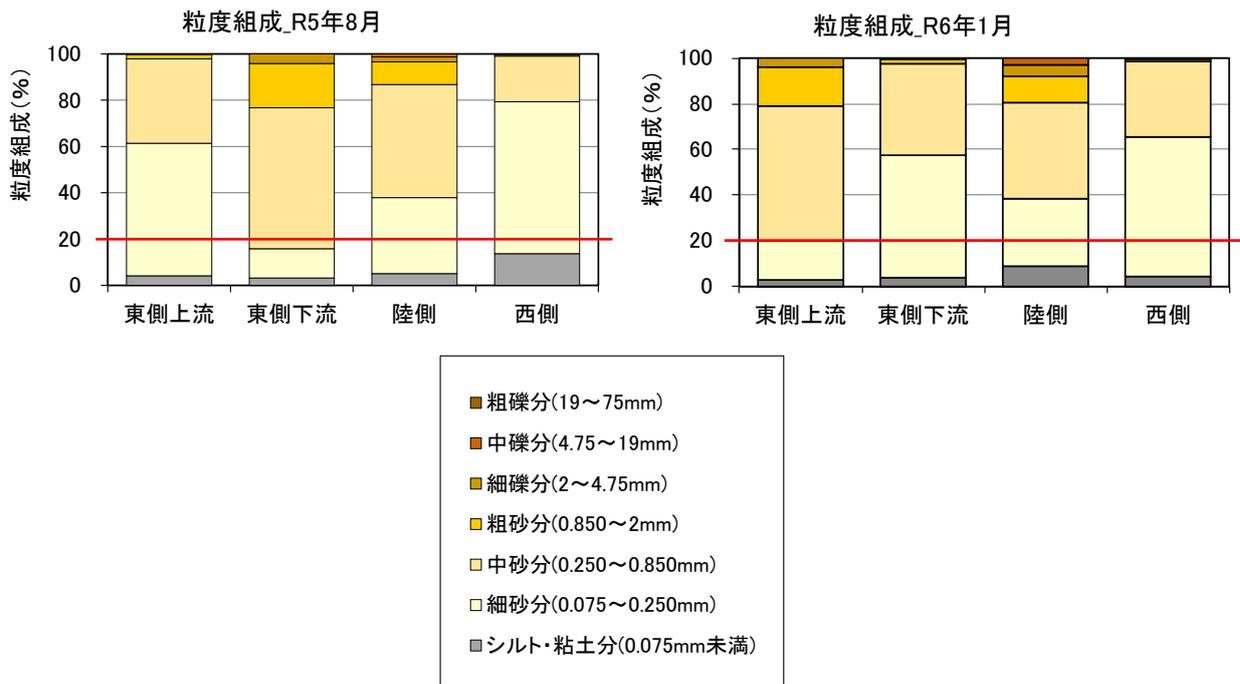
2.3.1 底質調査

底質の調査結果を図 9 に示す。

8 月調査は、東側上流と陸側では細砂分と中砂分が、東側下流では中砂分と粗砂分が、西側では細砂分が比較的多くを占めていた。全ての調査地点においてアサリの好適範囲外であるシルト・粘土分 20%以上の値は確認されなかったが、西側地点は 13.7%とその他地点と比較してやや高かった。

1 月調査は、東側上流と陸側では細砂分、中砂分、粗砂分が、東側下流と西側では細砂分と中砂分が比較的多くを占めていた。1 月調査においても全ての調査地点においてアサリの好適範囲外であるシルト・粘土分 20%以上の値は確認されなかった。

8 月調査から 1 月調査の変化についてみると、東側上流で細砂分の割合が減少し、中砂分と粗砂分が増加した。東側下流では中砂分の割合が減少し、細砂分の割合が増加した。陸側は 8 月調査からの変化は概ね見られなかったが、やや細礫分と中礫分の加入が見られた。西側はシルト粘土分の割合が減少し、中砂分がやや増加した。



—アサリの好適範囲：シルト・粘土分 20%以下

図 9 底質調査結果 (粒度組成)

2.3.2 生物調査

(1) アサリ生息状況調査

アサリ（1mm以上）の生息状況調査の結果を図 10 に、殻長組成を図 11 に示す。

アサリ生息状況調査は、概ね全ての地点において、調査を開始した7月から翌1月にかけてアサリ個体数の減少が確認された。地点別にみると、東側上流では7月に約300個体/㎡確認されたが、10月に約100個体/㎡に減少した。10月から12月にかけては個体数に大きな変化はみられなかったが、1月は458個体/㎡と増加した。東側下流では、7月に約4,400個体/㎡確認されたが、12月には約170個体/㎡に減少した。この地点は、全ての調査地点のうち最もアサリの生息密度が大きい地点であった。陸側と西側でも同様に7月から翌1月にかけてそれぞれ375個体/㎡から約60個体/㎡、約170個体/㎡から約30個体/㎡に減少した。

殻長組成について地点別にみると、東側上流では、7月に殻長14～22mmのやや成長の進んだ個体が他地点と比較して多く確認された。その後、8月には減耗はみられるものの殻長18～28mmの個体が確認されたが、9月には消失していた。9月から11月にかけて再度殻長20mm以上の個体が確認されたが、12月には再び消失した。翌1月には殻長8～14mmの個体が多く確認された。東側下流では、7月に殻長6～10mm程度の個体を中心に約3,500個体/㎡確認された。8月から9月にかけて、減耗はみられるものの殻長10～12mmが個体数のピークとなり、成長が確認されたが、10月にかけて再度減耗し、成長したアサリは確認されなかった。11月には殻長14～16mmが個体数のピークとなり、殻長20mm以上の個体の出現が確認されたが、12月から翌1月には全体的に大きく消失した。陸側では、7月に殻長2～8mmであったが、10月には殻長10mm以上のアサリが確認された。西側では、7月に殻長20mm以上のアサリがわずかに確認されていたが10月には消失していた。陸側、西側においても翌1月にはやや成長はみられるものの多くは消失していた。

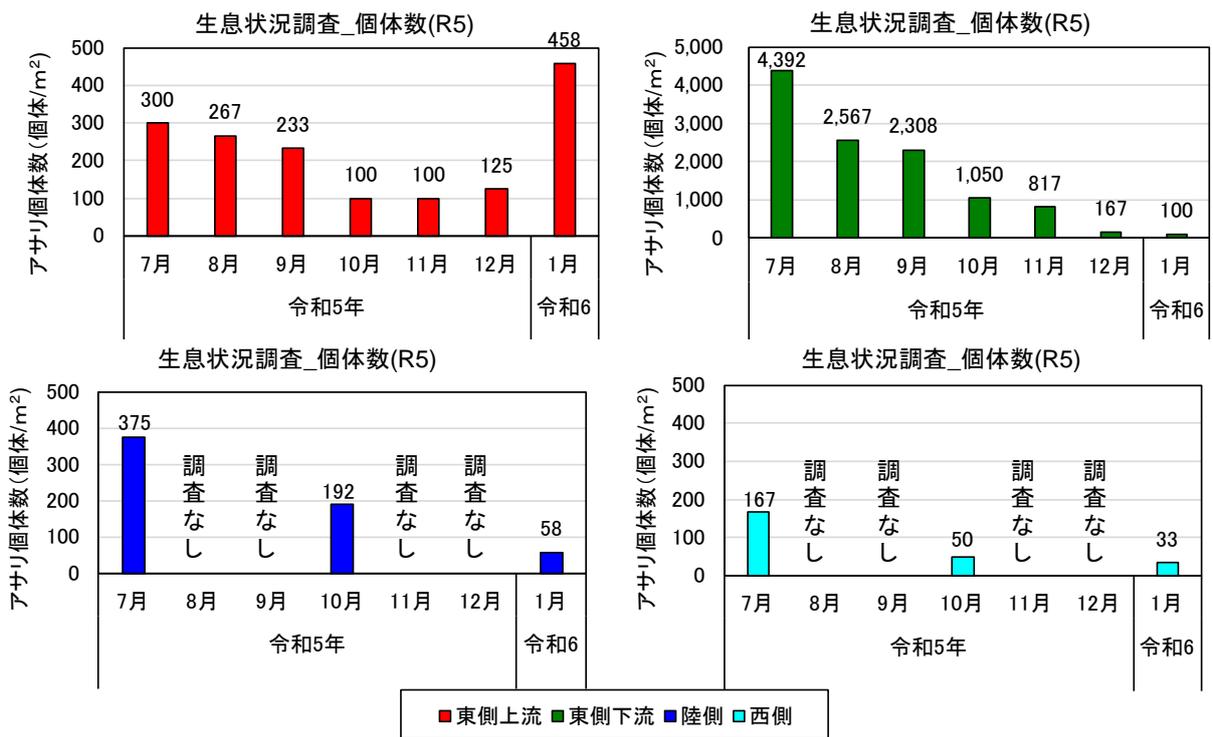
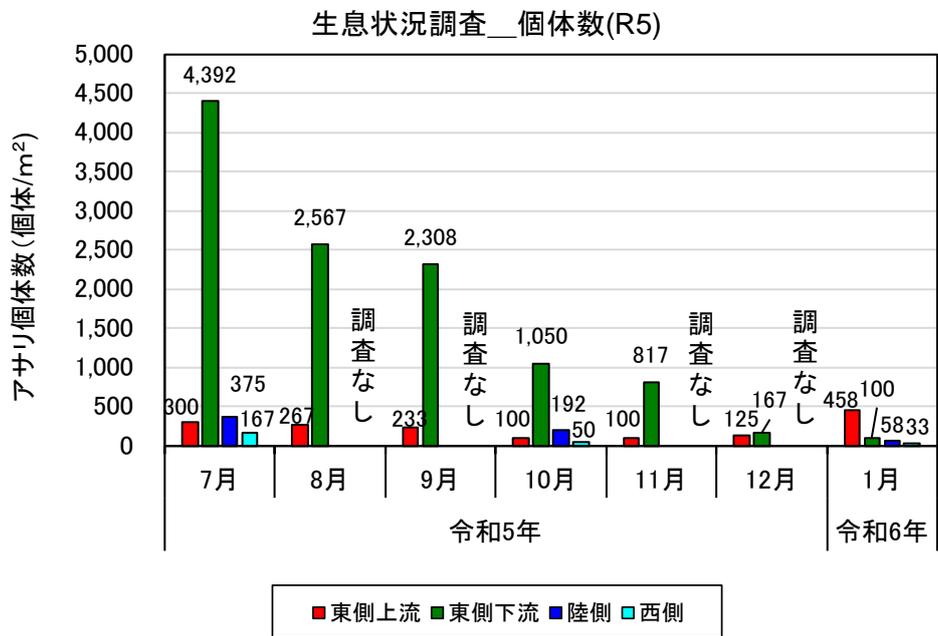


図 10 アサリ生息状況調査結果 (月別個体数)



参考図 アサリ生息状況調査 (全調査地点の月別個体数)

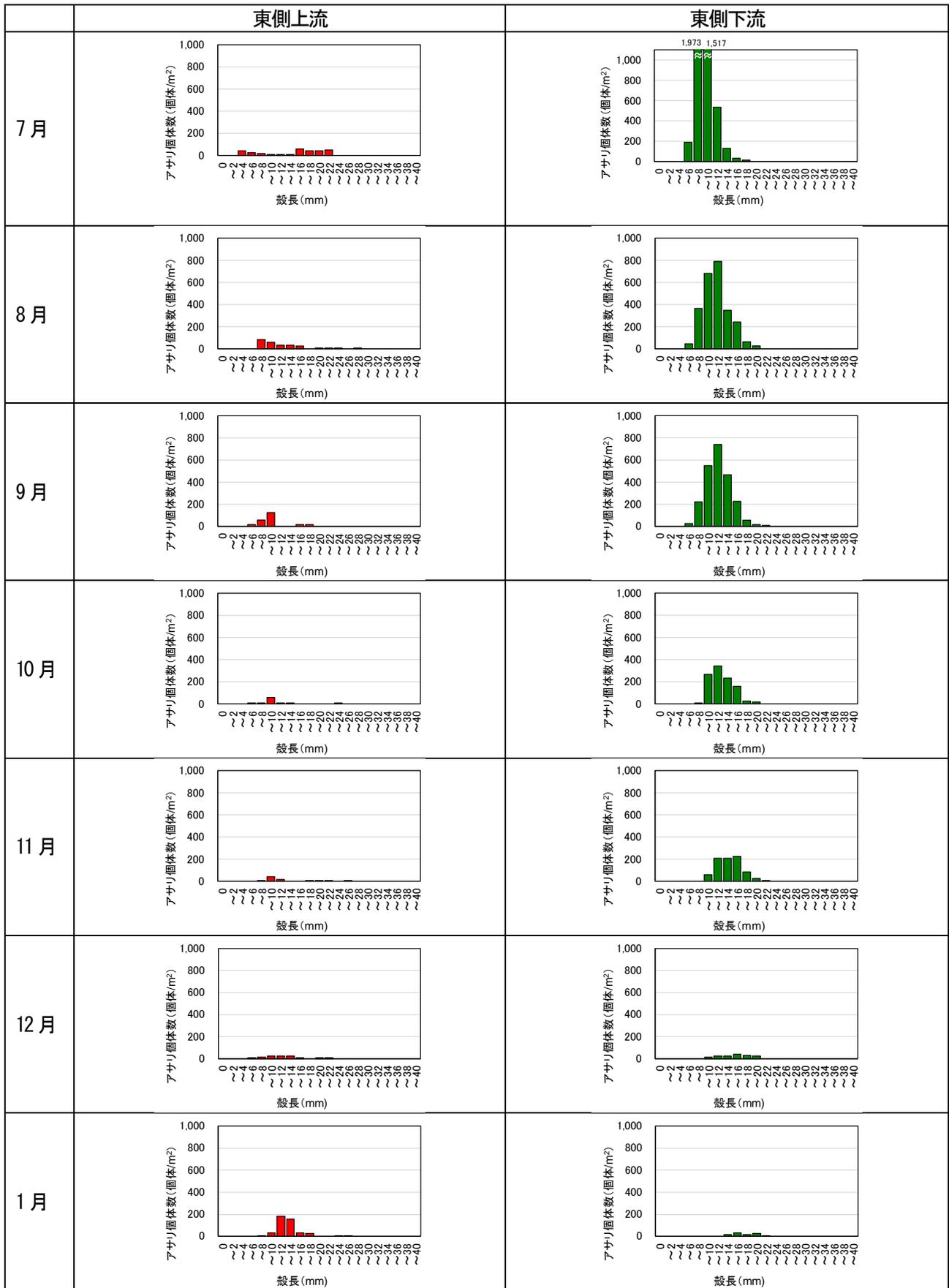


図 11(1) アサリ生息状況調査結果 (月別殻長組成)

	陸側	西側
7月		
8月	調査なし	調査なし
9月	調査なし	調査なし
10月		
11月	調査なし	調査なし
12月	調査なし	調査なし
1月		

図 11(2) アサリ生息状況調査結果 (月別殻長組成)

2.3.3 アサリ初期稚貝調査

アサリの初期稚貝（殻長 0.1～1mm）の調査結果を図 12 に示す。全ての調査月をとおして、東側下流において初期稚貝の個体数が多い傾向が確認された。また、全ての地点で 1 月に最も初期稚貝の個体数が多かった。地点別にみると、東側下流では、7 月は 15,000 個体/m² が確認され、春仔の集積と考えられ、11 月には 93,000 個体/m²、12 月は 337,000 個体/m²、翌 1 月には 434,500 個体/m² が確認され、秋仔の集積と考えられた。東側上流では、7 月から 10 月は 0～500 個体/m² と少なかったが、11 月は 6,500 個体/m²、12 月は 10,000 個体/m² が、翌 1 月は 38,500 個体/m² が確認され、秋仔の集積が考えられた。陸側では、調査期間をとおして初期稚貝が確認されていなかったが、1 月に 15,000 個体/m² が確認された。西側では、7 月に 1,000 個体/m² が、翌 1 月に 106,000 個体/m² が確認された。

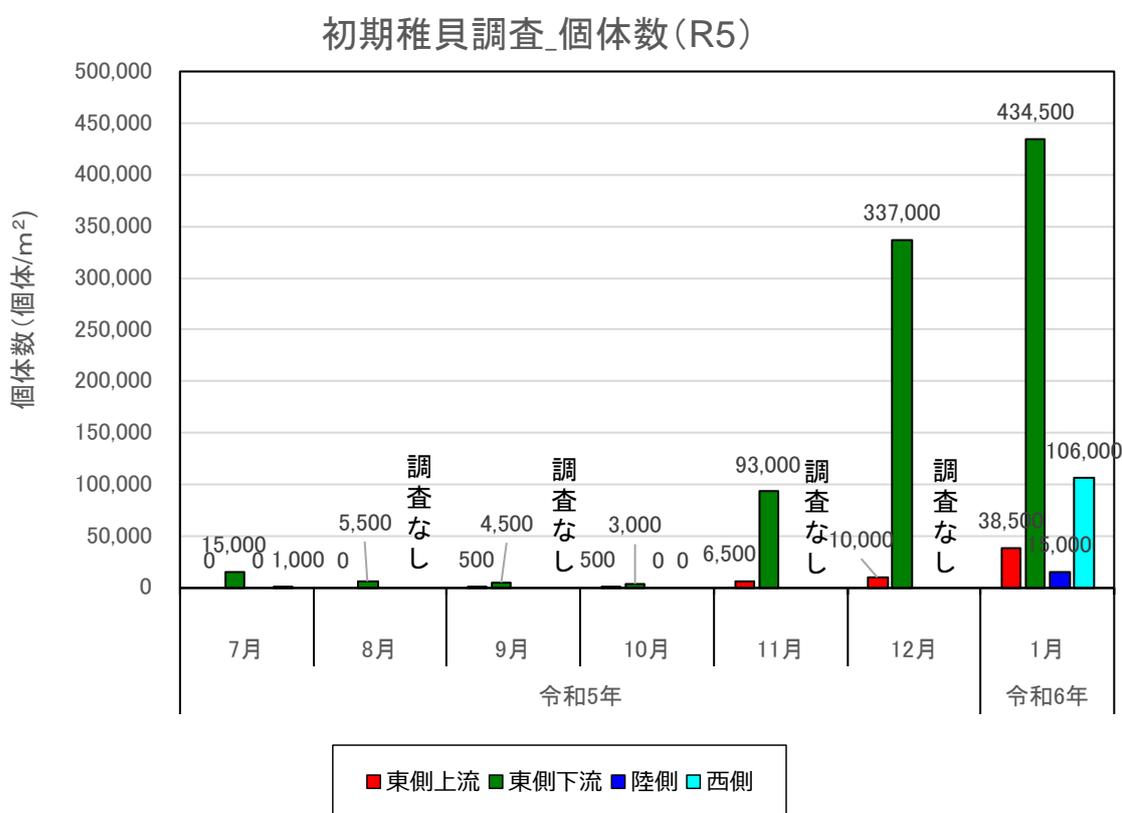


図 12 初期稚貝調査結果（月別個体数）

3. 調査地点の検討

R5 年度は調査地を前フェーズの岱明地先から変更し、滑石地先とした。調査地点の選定から実施した。調査地点は、(1) 地盤高測量結果の整理、(2) 過去のアサリ生息状況調査結果の整理、(3) 当該漁業協同組合及び関係者等へのヒアリング・現地踏査の結果を整理し、選定した。

3.1 漁場把握調査

3.1.1 方法

(1) 地盤高測量結果の整理

滑石地先の漁場について、2023 年 6 月に実施した地盤高測量結果を整理した。地盤高測量は、EITE-Ti2 (LOWRANCE 社製) を用いて実施し、地盤高測量結果は ArcGIS Pro (Esri 社製) で整理・図示を行った。

(2) 過去のアサリ生息状況調査結果の整理

熊本県水産研究センターが取りまとめている「菊名川河口域アサリ・ハマグリ生息量一斉調査」の結果より、2021 年 7 月、9 月および 2022 年 7 月、9 月の滑石地先におけるアサリの生息状況を整理した。使用したデータは、熊本県水産研究センターより提供いただいた。

(3) 当該漁業協同組合及び関係者等へのヒアリング・現地踏査

滑石地先の漁業協同組合及び関係者へヒアリングを実施した。ヒアリングの詳細を表 3 に示す。また、現地状況の確認のため、現地踏査を実施した。

表 3 ヒアリングの詳細

実施日	聞き取り対象者	聞き取り内容
2023 年 5 月 9 日	熊本県水産研究センター	滑石地先の漁場の利用状況等の確認
2023 年 5 月 9 日	滑石漁業協同組合	
2023 年 5 月 18 日	滑石漁業協同組合	滑石地先の漁場で実験を推奨する場所や利用できない場所の確認
2023 年 5 月 21 日	熊本県水産研究センター	滑石地先の実験候補地や実験内容の確認

3.1.2 結果

(1) 地盤高測量結果の整理

地盤高測量結果の整理より作成した、滑石地先の漁場の地盤高を図 13 に示す。滑石地先では、滞筋を囲むように広範囲にわたり浅い干潟が広がっていることが確認された。



図 13 滑石地先の漁場の地盤高

(2) 過去のアサリ生息状況調査結果の整理

1) 地盤高とアサリの生息状況

熊本県水産研究センターから受領したアサリの生息状況を整理した。整理対象としたのは、2021年7月、9月および2022年7月、9月の調査とした。

(1) 地盤高測量結果の整理に、アサリの生息状況の整理結果を重ね合わせた図を、図 14 および図 15 に示す。2021年の調査では、漁場全域のうち、東側下流では殻長 0~10mm のアサリが多い傾向が、東側上流では殻長 20~30mm のアサリが多い傾向がそれぞれ確認された。2022年の調査では、漁場全域において殻長 0~10mm のアサリが確認され、西側の下流寄りでは殻長 20~30mm のアサリが多い傾向が確認された。



殻長 0~10mm

殻長 10~20mm

殻長 20~30mm

図 14 地盤高とアサリの生息状況 (2021年調査)



殻長 0~10mm

殻長 10~20mm

殻長 20~30mm

図 15 地盤高とアサリの生息状況 (2022年調査)

2) アサリ生息ポテンシャルの高い場所の整理

熊本県水産研究センターから受領したアサリの生息状況結果を踏まえ、地盤高からアサリの生息ポテンシャルの高いと考えられる漁場を整理した。

殻長別のアサリの個体数と地盤高の関係を図 16 に示す。2021 年・2022 年いずれの調査においても、アサリは殻長に依らずいずれも地盤高 0.9~2.2m 程度の範囲に多くの個体数が確認された。このことから、漁場のうち、アサリ生息ポテンシャルの高いと考えられる地盤高 0.9~2.2m の範囲を抽出した。

滑石地先においてアサリ生息ポテンシャルの高いと考えられる場所を図 17 に、アサリ生息ポテンシャルの高いと考えられる地盤高 0.9~2.2m における地盤高 0.1m 毎の面積分布を図 18 に示す。

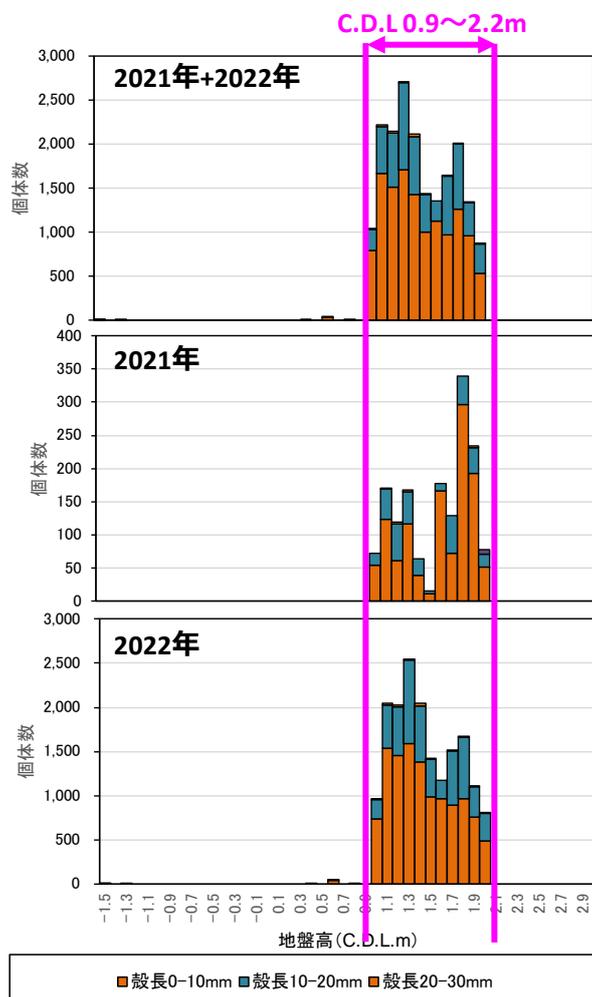


図 16 殻長別のアサリの個体数と地盤高の関係



図 17 滑石地先においてアサリ生息ポテンシャルの高いと考えられる場所
 (着色箇所は、過去の調査でアサリが多く確認された地盤高の範囲：C. D. L 0.9～2.2m を示す)

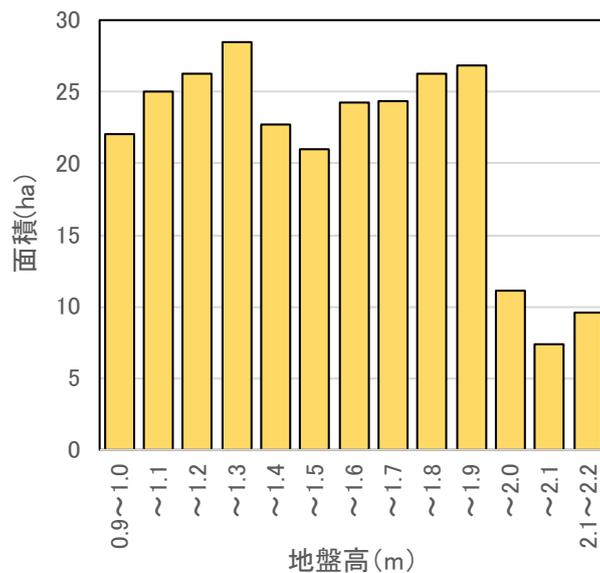
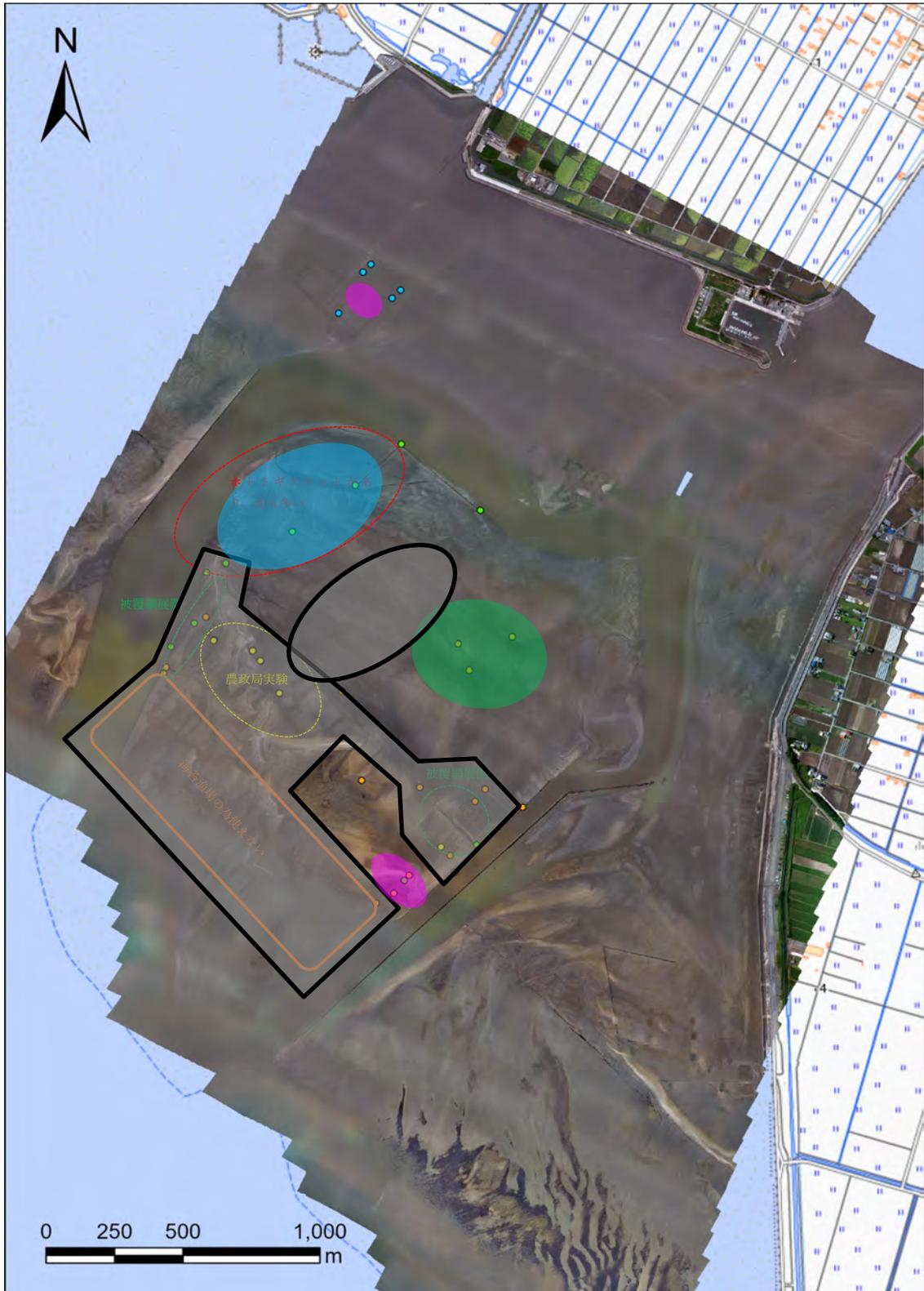


図 18 アサリ生息ポテンシャルの高いと考えられる地盤高 0.9～2.2m における
 地盤高 0.1m 毎の面積分布

(1) 当該漁業協同組合及び関係者等へのヒアリング・現地踏査

当該漁業協同組合及び関係者等へのヒアリングと現地踏査の結果から、漁場の状況を図 19 に整理した。当該漁場では、海苔漁場で使用されている箇所、ホトトギスマットが確認された箇所、アサリ成貝が確認された箇所が見られた。また、漁業協同組合より、調査箇所として未用地の利用が推奨された。



- (黒い枠線) : 海苔漁場や他事業等で既に利用されている場所
- (青い着色) : 現地踏査時にホトギスマット等が確認された場所
- (緑の着色) : 現地踏査時に成員の生息が確認された場所
- (桃色の着色) : 漁業協同組合より推奨された未利用地

図 19 当該漁業協同組合及び関係者等へのヒアリング・現地踏査結果

3.2 調査地点の選定

3.1 漁場把握調査を踏まえ、小課題を実施する調査地点を選定した。選定した調査地点は4地点とし、それぞれ北側から「陸側」、「西側」、「東側上流」、「東側下流」とした。調査地点の選定結果を図 20 に、調査地点の特徴を表 4 に、各調査地点における調査項目を表 5 に示す。

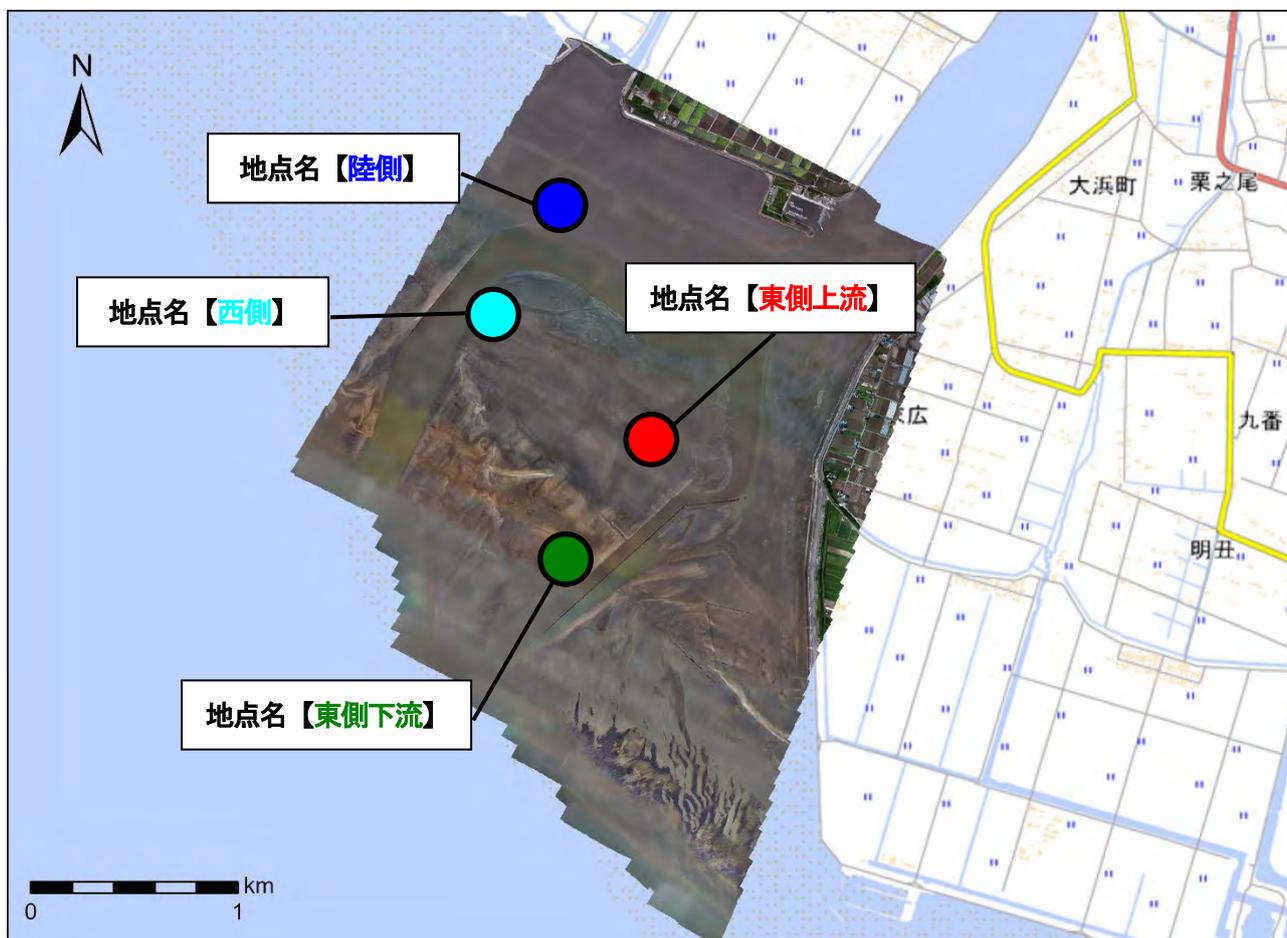


図 20 調査地点の選定結果

表 4 調査地点の特徴

	地盤高 (C. D. L) (m)	特徴
陸側	2.1	生息状況調査時に殻長 10mm 以下のアサリが確認された。船が不要でアクセスが容易。アサリの採苗や保護育成ができれば、効率的な作業を可能にするポテンシャルがある可能性がある。
西側	0.9	生息状況調査時に初期稚貝が確認された。現地踏査時にホトトギスマットが確認されたため、アサリの生息環境として良好ではない可能性がある。他の3地点と比較するためのコントロール地点とした
東側上流	1.7	生息状況調査時に殻長 4~18mm のやや成長したアサリが確認された。採苗および保護育成場所としてポテンシャルがある可能性がある。
東側下流	1.5	生息状況調査時に殻長10mm以下のアサリおよび初期稚貝が多く確認された。採苗場所としてポテンシャルがある可能性がある。

表 5 各調査地点における調査項目

		東側上流	東側下流	陸側	西側
小課題 1-3-1 アサリ天然採苗技術の開発	収穫ネット入りラッセル袋	●	●	●	●
	佐々木商工	●	●	●	●
小課題 1-3-2 アサリ種苗の保護育成技術の開発	トンネル網	●	●	●	
	被覆網	●	●	●	
共通調査	流況・波高連続観測調査	●	●	●	
	水質連続観測調査	●	●	●	
	底質調査	●	●	●	●
	アサリ生息状況調査 初期稚貝調査	●	●	●	●

4. アサリ天然採苗技術の開発（小課題 1-3-1）

4.1 方法

4.1.1 調査時期

調査時期は、下記のとおりとした。

<令和5年度>

令和5年9月：調査機材の設置（東側上流、東側下流、陸側、西側）

令和6年1月：モニタリング調査（東側上流、東側下流、陸側、西側）

4.1.2 調査実施場所

調査実施場所を図 21 に示す。調査実施場所は熊本県玉名市滑石地先とし、調査地点は①東側上流、②東側下流、③陸側、④西側の4地点とした

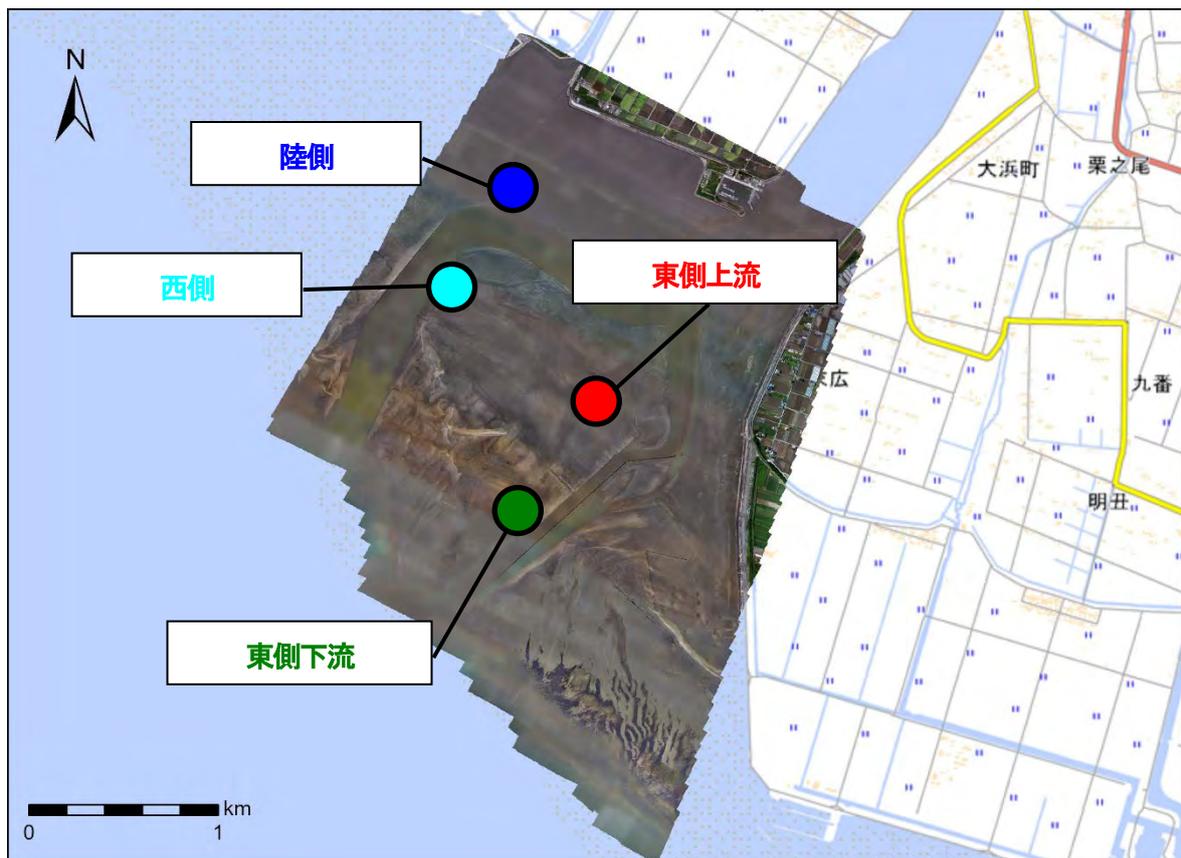


図 21 小課題 1-3-1 調査実施場所

4.1.3 調査内容

前フェーズでは、収穫ネット入りラッセル袋に基質（軽石）を入れたものを設置することで、稚貝を確保できることが確認された。しかし、基質の重みにより収穫ネット類が海底に固定され、収穫ネット類を長期間設置することで、流入した底質によって膨満を引き起こすことが確認された。特に目合いの細かい収穫ネットほど膨満しやすい傾向が確認された。収穫ネット類の膨満は、採苗されたアサリの成長を阻害している可能性が考えられたため、膨満を回避することで、アサリの生残・成長率が向上し、漁獲量の増加に繋がると考えられる。

そこで、R5年度調査では、稚貝の確保と作業性の比較のため2種類の収穫ネットを作成・使用し、採苗個体数および作業性の検討を行うこととした。

4.1.4 使用機器

使用機器を表6に示す。使用機器は①収穫ネット入りラッセル袋および②ラッセル袋の2種類とした。

表6 使用機器（小課題1-3-1）

使用機材		<p>■収穫ネット入りラッセル袋 （ラッセル袋内に基質入り収穫ネットを入れたもの） 大きさ：38 cm×55 cm（目合 8mm（4mm角）） 材質：ポリエチレン 基質：6mm 軽石（5kg）</p>
		<p>■ラッセル袋 （佐々木商工製） 大きさ：30 cm×60 cm（目合 7mm（3.5mm角）） 材質：ポリエチレン 基質：6mm 軽石（5kg）</p>
方法	<p>■収穫ネット入りラッセル袋 前フェーズにて、最も多くの稚貝を採苗できることが確認されたため、R5年度調査において、収穫ネットとして採用することとした。しかし、内側の収穫ネットは目合いが細かいため、底質も同時にトラップし、そのまま放置すると膨満してアサリの成長を阻害することが考えられる。したがって、収穫ネット内のアサリを漁獲サイズまで育成するためには、膨満対策として内側のネットを取り外し、再設置することが有効であると考えられ、作業性がやや低いことが懸念される。</p> <p>■ラッセル袋 収穫ネット入りラッセル袋は、採苗後、内側の収穫ネットを取り外し再設置する必要があるため、作業性が低いことが懸念される。そこで、適度に採苗しつつ、膨満を起こしにくい収穫ネットの目合いを検討するため、目合い 7mm（3.5mm角）の佐々木商工製のラッセル袋を使用し、採苗ポテンシャルを検討することとした。</p>	

4.1.5 調査方法

使用機器（収穫ネット入りラッセル袋・ラッセル袋）は、令和5年9月に各調査地点（東側上流・東側下流・陸側・西側）へ設置した。使用機器の設置状況を図22に示す。

その後、アサリの生残・成長を確認するため、モニタリング調査を実施した。モニタリング調査は、令和6年1月に実施した。以下、モニタリング調査の詳細を示す。

■モニタリング方法

各調査地点において、それぞれ3袋をランダムサンプリングし、各袋について1mm篩で篩い、篩上に残ったアサリの個体数・殻長を記録した。各袋の回収時に臍満状況の指標として袋の重量を計測した。

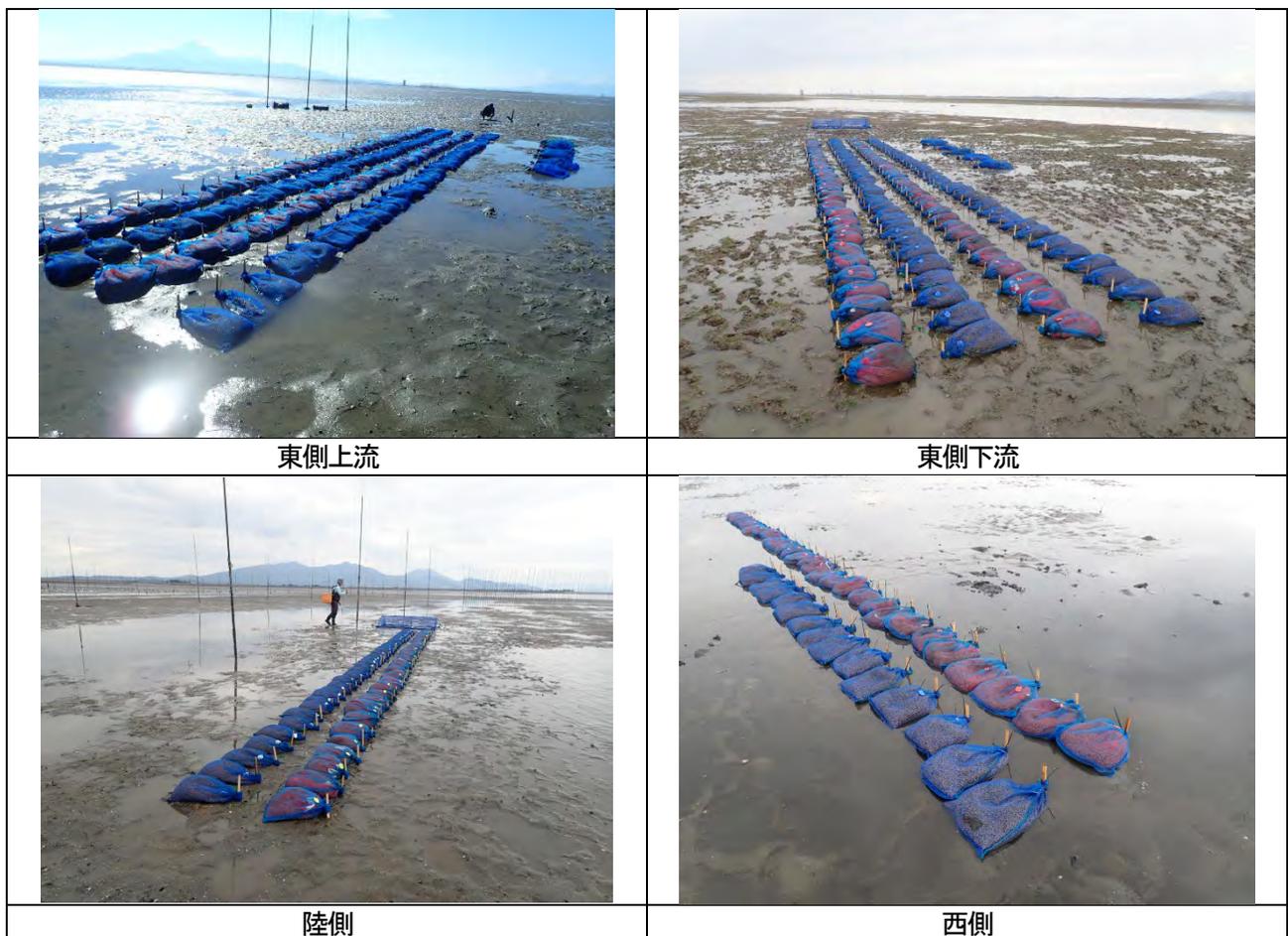


図22 使用機器の設置状況

4.2 結果

令和5年1月22～26日にモニタリングを行った結果、1mm篩にかかると成長したアサリは確認されなかった。

4.3 考察および総括

令和5年1月22～26日のモニタリングの結果、1mm篩にかかる程に成長したアサリが確認されなかった要因として以下の2つが考えられた。

- ・初期稚貝（秋仔）の殻長が1mm以下であった
- ・現地盤におけるアサリの平均殻長が網袋の目合いを超える大きさに成長していた

4.3.1 初期稚貝の殻長

現地盤におけるアサリ初期稚貝調査では、令和5年11月調査以降に秋仔が東側上流と東側下流で確認され始め、翌令和6年1月調査までその個体数に増加がみられた（図12）。令和5年11月から令和6年1月調査で確認されたアサリ初期稚貝の殻長組成の推移についてみると（図23）、確認されたほとんどの初期稚貝の殻長は0.1～0.3mmであった。また、やや大きい初期稚貝においても殻長1mmに満たない個体であった。

今回のモニタリングでは、採取したサンプルは1mm篩によって分析を行ったため、令和6年1月時点では設置した網袋内に1mm篩に残る程成長したアサリ稚貝は確認できなかったと考えられる。

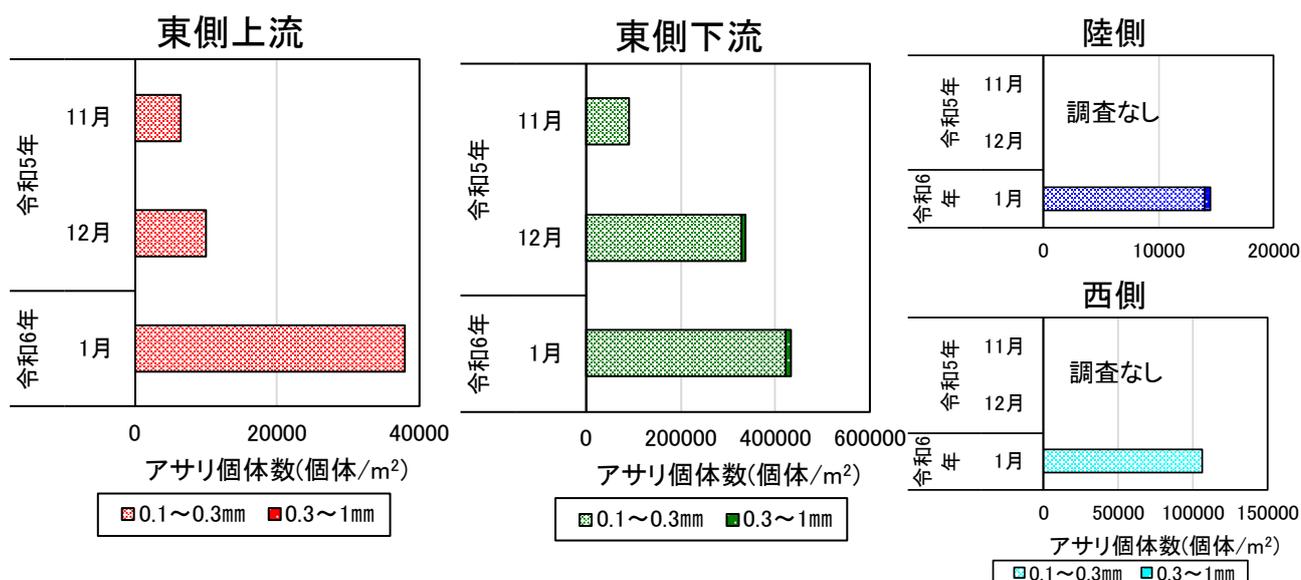


図 23 アサリ初期稚貝調査における殻長組成の推移（令和5年11月～令和6年1月）

4.3.2 現地盤におけるアサリの平均殻長

網袋を設置した令和5年9月末以降のアサリ生息状況調査では、各調査地点の平均殻長の推移を図24に、確認された個体のうち網袋への転がり込みが期待できる殻長8mm以下の個体数の推移を図25に示す。

その結果、網袋の設置が完了した令和5年9月末の時点で現地盤におけるアサリの平均殻長は、東側上流で8.95mm、東側下流で11.14mmであった。また、10月時点では、東側上流で

11.10 mm、東側下流で 11.75 mm、陸側で 10.04 mm、西側で 11.89 mm であり、網袋への転がり込みが期待できる殻長 8mm 以下よりも大きく成長が進んでいた。また、現地盤からの転がり込みが期待できる殻長 8mm 以下の個体数は、網袋を設置した令和 5 年 9 月末の時点で全個体のうちの半数以下となっており、10 月以降はほとんど確認されず、現地盤からの転がり込み個体も確認されなかったと考えられる。

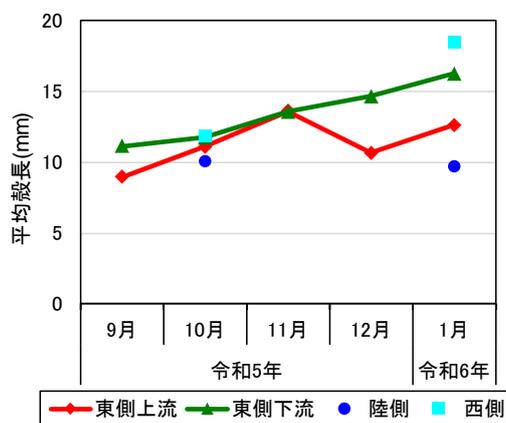
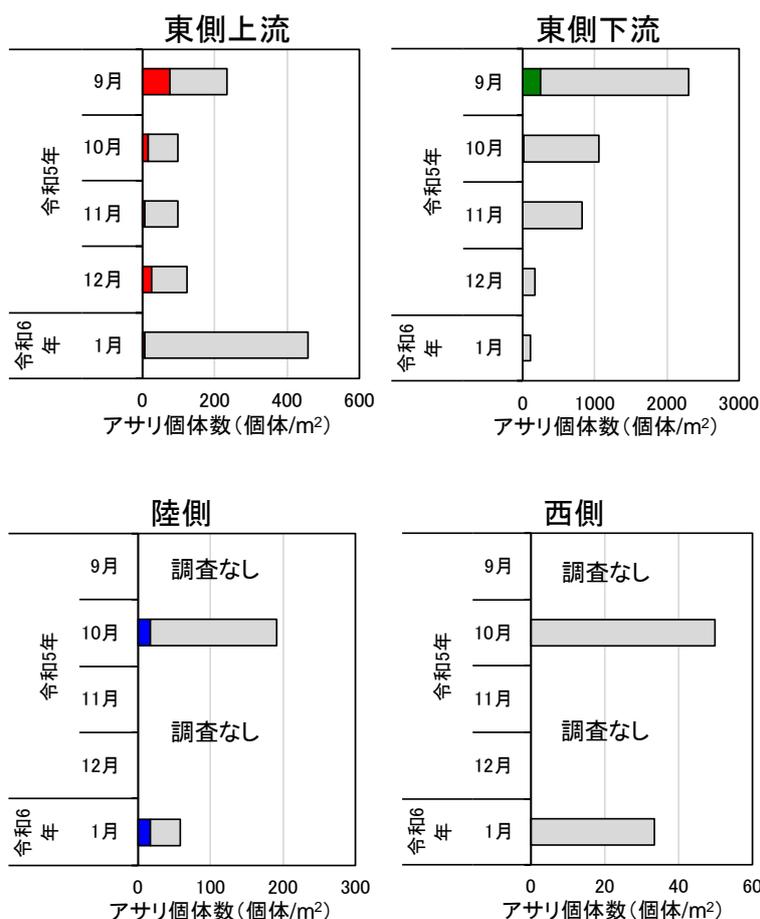


図 24 網袋を設置した令和 5 年 9 月末以降の平均殻長の推移



注：灰色が確認された全個体数を示し、色付がそのうち殻長 8mm 以下の個体数を示す。

図 25 確認された個体のうち殻長 8mm 以下の個体数の推移

5. アサリ種苗の保護育成技術の開発（小課題 1-3-2）

5.1 方法

5.1.1 調査時期

調査時期は、下記のとおりとした。

<令和5年度>

令和5年9月：調査機材の設置（東側上流、東側下流、陸側）

令和6年1月：モニタリング調査（東側上流、東側下流、陸側）

5.1.2 調査実施場所

調査実施場所を図 26 に示す。調査場所は熊本県玉名市滑石地先とし、調査地点は①東側上流、②東側下流、③陸側の3地点とした

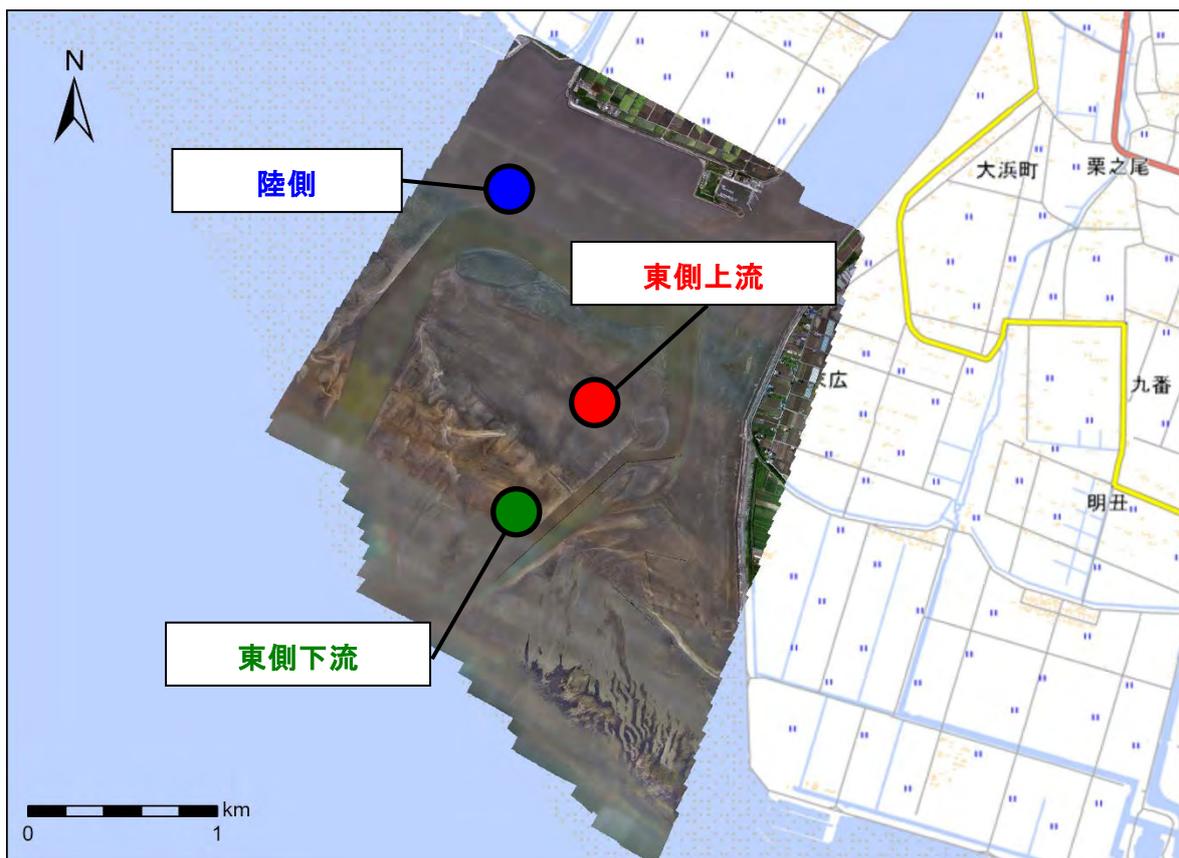


図 26 小課題 1-3-2 調査実施場所

5.1.3 調査内容

前フェーズでは、被覆網を設置することで、稚貝の保護育成が可能であることが確認された。しかし、被覆網内に現地盤の底質が流入することで被覆網が膨満することが確認された。被覆網の膨満は、採苗されたアサリの成長を阻害している可能性が考えられたため、膨満を回避することで、アサリの生残・成長率が向上し、漁獲量の増加に繋がると考えられる。

そこで、現地盤の底質に着底したアサリ種苗を保護育成するため、機材の作成・設置を行った。作成した機材は、前フェーズで使用した被覆網と、新たにトンネル網を作成した。トンネル網は、網部と底質部の間に空間を確保できることから、膨満防止の効果が期待され、トンネル網と袋網との比較から、アサリ種苗の保護育成に適した技術を検討することとした。

5.1.4 使用機器

使用機器を表 7 に示す。使用機器は①収穫ネット入りラッセル袋および②ラッセル袋の 2 種類とした。

表 7 使用機器（小課題 1-3-2）

使用機材		<p>■被覆網</p> <p>大きさ：2m × 2m（目合 18mm（9mm 角））</p> <p>材質：ナイロン</p>
		<p>■トンネル網</p> <p>大きさ：2m × 1m（目合 18mm（9mm 角））</p> <p>材質：鉄・ポリエチレン</p>
方法	<p>■被覆網</p> <p>方形に加工したナイロンネットを、杭を打ち込んで現地盤の底質に固定した。網部と底質部の間は、ほとんど空間がないため、膨満する可能性があるが、トンネル網と比較して作業性は高い。</p> <p>■トンネル網</p> <p>鉄製の半円状の支柱を 4 本現地盤の底質に打ち込み、その上に被せるように網をかけ、網の端部を底質に固定した。網部と底質部に空間があるため、膨満防止の効果が期待されるが、被覆網と比較して作業性が低い。</p>	

5.1.1 調査方法

使用機器（被覆網・トンネル網）は、令和 5 年 9 月に各調査地点（東側上流・東側下流・陸側）へ設置した。使用機器の設置状況を図 27 に示す。

その後、アサリの生残・成長を確認するため、モニタリング調査を実施した。モニタリング調査は、令和 6 年 1 月に実施した。以下、モニタリング調査の詳細を示す。

■モニタリング方法

各網内で無作為に 3 箇所 10 cm×10cm の方形枠により深さ 10 cm の底質を採取し、1mm 篩で篩い、それらを混合して 1 サンプルとして、アサリの個体数の計数および殻長の計測を行った。なお、ラッセル袋は 1 袋当たり 0.125m² として生息密度を算出した。

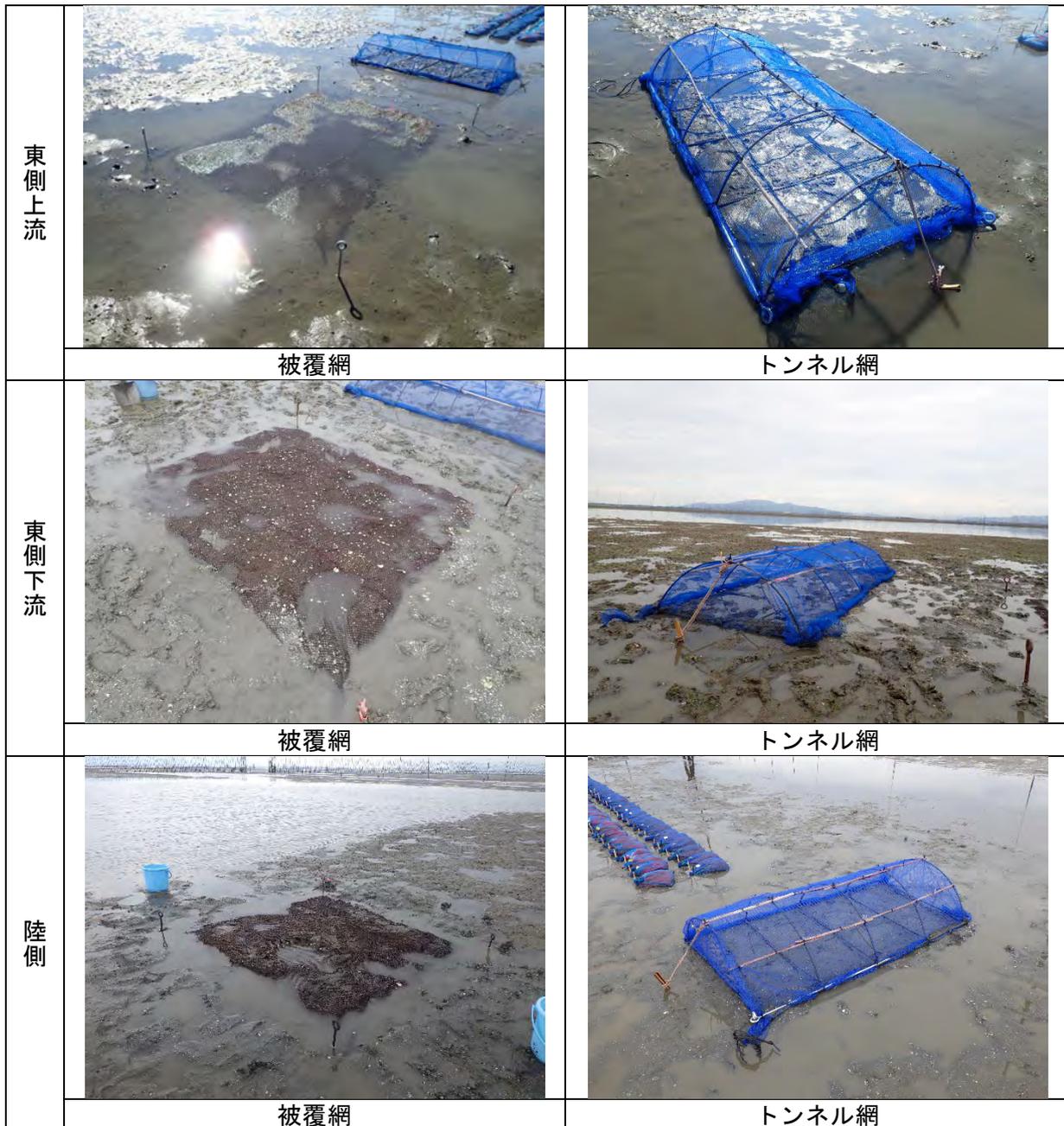


図 27 使用機器の設置状況

5.2 結果

令和6年1月のモニタリングにおけるアサリ個体数を図28に示す。

全ての地点で被覆網もしくはトンネル網の方が現地盤と比較してアサリの個体数が多かった。

調査地点別にみると、東側上流では、被覆網、現地盤、トンネル網の順で個体数が多く、特に被覆網では現地盤と比較して2倍程度のアサリが確認され、保護育成技術の有効性がうかがえた。

東側上流では、トンネル網、被覆網、現地盤の順で個体数が多く確認された。この地点は、11月以降のアサリ個体の減耗が特に著しい地点であり、保護育成技術により現地盤よりもトンネル網、被覆網でのアサリの減耗が抑えられていた。

陸側では、被覆網、現地盤、トンネル網の順で個体数が多く、特に被覆網の有効性がうかがえた。

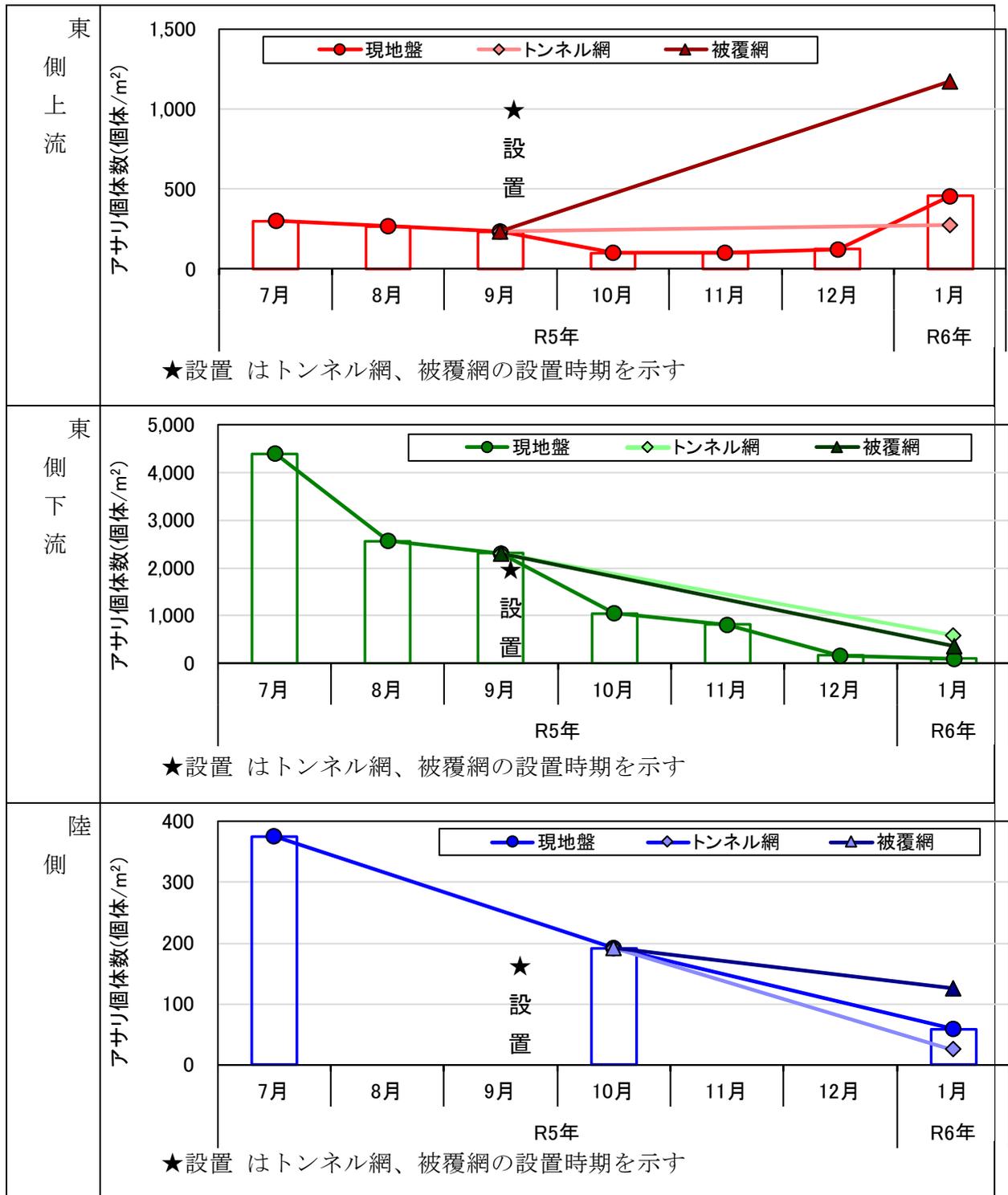


図 28 令和 6 年 1 月のモニタリングにおけるアサリ個体数 (使用機材別)

5.3 考察および総括

5.3.1 令和5年度のアサリ生息環境の整理

令和5年度のアサリの生息環境についての評価を図29に示す。

令和5年度の夏季（7～8月調査時）と令和5年度の冬季（12～1月調査時）は、餌環境と着底のし易さに着目すると、東側下流が最も好条件であるが、一方で、底質の安定性に着目すると、東側上流及び陸側が好条件であった。温度環境や生息への影響はいずれの地点でも同様な環境であった。

底質の安定性について、底面せん断応力と底質及び稚貝の移動限界値の比較結果を図30に示す。底質及び稚貝の移動限界値は、東側上流及び陸側で低い傾向がみられた。

【令和5年度】

7-8月		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境	生息への影響
		Chl-a3 μ g/L以上かつ濁度9FTU以下の頻度(%)	底面せん断応力0.1N/m ² 以下の頻度(%)	粗砂の含有率(%)	水温30°C以上の頻度(%)	シルト・粘土の含有率(%)
地点	東側上流	36.5	67.7	1.9	13.5	4.1
	東側下流	67.7	48.8	19.1	11.6	3.2
	陸側	36.4	70.9	9.9	14.0	5.1
調査日		2023/7/18~8/19	2023/7/18~8/19	2023/8/31	2023/7/18~8/19	2023/8/31
データ個数/地点		2244	274	1	3037	1
統計日数		15.6	22.8	1	21.1	1

12-1月		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境	生息への影響
		Chl-a3 μ g/L以上かつ濁度9FTU以下の頻度(%)	底面せん断応力0.1N/m ² 以下の頻度(%)	粗砂の含有率(%)	水温30°C以上の頻度(%)	シルト・粘土の含有率(%)
地点	東側上流	35.7	69.8	1.9	0.0	3.9
	東側下流	53.2	55.9	17.1	0.0	2.9
	陸側	0.0	76.5	11.8	0.0	8.9
調査日		2023/12/25~2/1	2023/12/25~2/1	2024/1/22	2023/12/25~2/1	2024/1/22
データ個数/地点		2169	314	1	2864	1
統計日数		15.1	26.2	1	19.9	1

※ ■ : 数値が高いほど好条件, ■ : 数値が高いほど悪条件

図 29 アサリの生息環境の評価結果

表 8 入力した各年度及び季節のパラメータ

場所・季節	底質		アサリ稚貝	
	中央粒径(mm)	密度(g/cm ³)	殻長(mm)	密度(g/cm ³)
東側下流 夏季(7~8月)	0.47	2.703	1, 5, 10	1.500
東側上流 夏季(7~8月)	0.22	2.691	1, 5, 10	1.500
陸側 夏季(7~8月)	0.32	2.707	1, 5, 10	1.500
東側下流 冬季(12~1月)	0.43	2.731	1, 5, 10	1.500
東側上流 冬季(12~1月)	0.23	2.717	1, 5, 10	1.500
陸側 冬季(12~1月)	0.33	2.736	1, 5, 10	1.500

夏季 (7~8月)	
東側下流	<p>堆積物・稚貝の移動限界 (τ_wは$U_{1/3}$から計算)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界 稚貝 (5mm) の移動限界 稚貝 (10mm) の移動限界 堆積物の移動限界 計算値</p> <p>堆積物の移動限界値 : 0. 245 (N/m²)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界値 : 0. 090 (N/m²)</p> <p>稚貝 (5mm) の移動限界値 : 0. 041 (N/m²)</p> <p>稚貝 (10mm) の移動限界値 : 0. 029 (N/m²)</p>
東側上流	<p>堆積物・稚貝の移動限界 (τ_wは$U_{1/3}$から計算)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界 稚貝 (5mm) の移動限界 稚貝 (10mm) の移動限界 堆積物の移動限界 計算値</p> <p>堆積物の移動限界値 : 0. 168 (N/m²)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界値 : 0. 042 (N/m²)</p> <p>稚貝 (5mm) の移動限界値 : 0. 019 (N/m²)</p> <p>稚貝 (10mm) の移動限界値 : 0. 013 (N/m²)</p>
陸側	<p>堆積物・稚貝の移動限界 (τ_wは$U_{1/3}$から計算)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界 稚貝 (5mm) の移動限界 稚貝 (10mm) の移動限界 堆積物の移動限界 計算値</p> <p>堆積物の移動限界値 : 0. 196 (N/m²)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界値 : 0. 059 (N/m²)</p> <p>稚貝 (5mm) の移動限界値 : 0. 027 (N/m²)</p> <p>稚貝 (10mm) の移動限界値 : 0. 019 (N/m²)</p>

図 30(1) 底面せん断応力と底質及び稚貝の移動限界値 (令和 5 年度 夏季)

冬季 (12~1月)	
東側下流	<p>堆積物の移動限界値： 0.227 (N/m²)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.079 (N/m²)</p> <p>稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.035 (N/m²)</p> <p>稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.025 (N/m²)</p>
東側上流	<p>堆積物の移動限界値： 0.173 (N/m²)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.044 (N/m²)</p> <p>稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.019 (N/m²)</p> <p>稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.014 (N/m²)</p>
陸側	<p>堆積物の移動限界値： 0.199 (N/m²)</p> <p>稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.061 (N/m²)</p> <p>稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.027 (N/m²)</p> <p>稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.019 (N/m²)</p>

図 30(2) 底面せん断応力と底質及び稚貝の移動限界値 (令和5年度 冬季)

6. 中課題としての成果と課題

6.1 目標の達成度について

令和5年度の目標とその達成状況について、以下に示す。

表 9 令和5年度の目標と達成状況

令和5年度の目標		達成状況
小課題1	採苗適地の選定	4地点の候補地点を選定し、前フェーズの成果を踏まえ、2種類の網袋を設置した。環境等調査結果（初期稚貝調査）より、各地点の初期稚貝の着底状況を把握し、東側下流地点が採苗に適する可能性を示した。引き続きモニタリングを継続し検証を行う。
小課題2	保護・育成場所（被覆網等設置場所）の選定	3地点の候補地点を選定し、前フェーズの成果を踏まえ、トンネル網と被覆網を設置した。環境等調査結果（生息状況調査）より、各地点のアサリの生息状況や成長状況を把握し、東側上流や下流が保護育成に適する可能性を示した。引き続きモニタリングを継続し検証を行う。

6.2 実用性の検討（作業性、コスト）

実用性の検討を表10に示す。前フェーズの成果を踏まえ、B/Cが1以上となるアサリの漁獲量の検討を行った結果、1袋あたり678g以上の漁獲でB/C=1以上になると考えられた。なお、本検討は想定であり、引き続きモニタリングを継続し、検証を行う。

表 10 実用性の検討

コスト	B/C=1となるアサリの漁獲量
材料費：収穫ネット+ラッセル袋+軽石＝145（千円/1000セット） 人件費：網袋加工+網袋設置+メンテナンス+漁獲）＝262（千円） （網袋加工（2人1日）、網袋設置（3人/0.4日）、メンテナンス（3人/1.4日）、漁獲（3人/1日）で熊本県普通作業員単価で算出 1000セット設置の想定コスト：145千円＋262千円＝407千円	1セット＝407円 アサリ単価＝600円（/kg）※を採用した場合 407円＝アサリ678g B/C=1以上となるためには、678g以上のアサリの漁獲が必要
	<small>※第1回熊本県産アサリブランド再生協議会資料「近年は600円前後で推移」より引用（https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/169519.pdf）</small>

注：収穫ネット入りラッセル袋（ラッセル袋より高額）を1000セット設置した場合を仮定し、人件費は前フェーズ成果を参考とした想定で試算

6.3 今年度の成果と課題

【成果】

●小課題 1-3-1 アサリ天然採苗技術の開発

- ・4地点の候補地点を選定し、前フェーズの成果を踏まえ、2種類の網袋を設置した。
- ・環境等調査結果（初期稚貝調査）より、各地点の初期稚貝の着底状況を把握し、東側下流地点が採苗に適する可能性を示した。

●小課題 1-3-2 アサリ種苗の保護育成技術の開発

- ・3地点の候補地点を選定し、前フェーズの成果を踏まえ、トンネル網と被覆網を設置した。
- ・環境等調査結果（生息状況調査）より、各地点のアサリの生息状況や成長状況を把握し、東側上流や下流が保護育成に適する可能性を示した。

【課題】

●小課題 1-3-1 アサリ天然採苗技術の開発

- ・物理環境データによる地点の特性と稚貝集積の関係を把握する。
- ・モニタリングの継続により、網袋の効果検証を行う。

●小課題 1-3-2 アサリ種苗の保護育成技術の開発

- ・物理環境データによる地点の特性とアサリの消失・集積の関係を把握
- ・モニタリングの継続により、トンネル網等の保護育成の効果検証を行う。