

中課題 3－2 粒径が小さく底質が動きやすい砂干潟
における作業効率の高いアサリの保護育成技術開発
/熊本県宇土市・熊本市地先

中課題 3-2-1 粒径が小さく底質が動きやすい砂干潟
における作業効率の高いアサリの保護育成技術開発
/熊本県宇土市地先

目 次

1. 技術開発の概要.....	391
1.1. 背景と目的.....	391
1.2. 実施場所.....	391
1.3. 5 か年の目標	392
1.4. 技術開発ロードマップ.....	392
1.5. 今年度の目標.....	393
1.6. 技術開発工程.....	393
2. 共通調査結果.....	393
2.1. 流況、波高及び水質調査.....	393
2.1.1. 連続観測及び気象.....	393
2.1.2. 夏季及び冬季の 15 昼夜におけるせん断応力	396
2.2. 底質調査・生物調査.....	399
2.2.1. 底質調査	399
2.2.2. 初期稚貝調査	400
2.2.3. アサリ生息調査	401
3. 実証実験.....	402
3.1. 網袋式アサリ保護育成方法の効率化.....	402
3.1.1. 網袋育成の効率化	402
3.1.2. 網袋への初期加入アサリの確認実験.....	408
3.2. 立体型かぶせ網式アサリの保護育成方法の改良.....	410
3.2.1. かぶせ網内の空間の有無及び網目の大きさによる成育比較	410
3.2.2. 付着物への対応による成育比較	416
4. 総合考察.....	424
5. 中課題としての成果と課題.....	425
5.1. 目標の達成度について.....	425
5.1.1. 網袋式アサリ保護育成方法の効率化	425
5.1.2. 立体型かぶせ網式アサリの保護育成方法の改良	426
5.2. 実用性の検討（作業性、コスト）	426
5.3. 今年度の成果と課題.....	428
5.3.1. 網袋式アサリ保護育成方法の効率化	428
5.3.2. 立体型かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良	428

1. 技術開発の概要

1.1. 背景と目的

熊本県宇土市住吉地先は、有明海の湾口部に位置する砂干潟である。湾口部に位置するため、豪雨に伴う低塩分は比較的短時間で解消されるため¹⁾、塩分に対してのアサリの生残率の低下は起こりにくい場所である。当該地先は、流れや波浪の影響を受けて底質が動きやすいため、春先に稚貝が発生するが流れやすい。そのため、当該地先はアサリ漁場として使用されていない場所が多い。また、食害生物が多いため、夏季以降のアサリの生息密度が著しく低下する海域である。

当該海域において前事業（平成 30 年度～令和 4 年度）で、5 月に殻長 5 mm 程度のアサリ（稚貝）を現地盤から確保し、5～6 月に殻長 10 mm 程度（未成貝）まで角ざるで育成し、6～9 月に殻長 20 mm（初期成貝）まで網袋で育成したのち、10 月から翌年の 6 月に殻長 30 mm 以上（成貝）に育成する、という流れが立案された。しかしながら、密度調整のための移植を 3 回行う必要があり、漁業者が実際に行うには負担が大きい。そこで、本事業では、上記のやり方の効率化を図ると共に新しい手法での育成手法を開発することを大きな目標とした。

本事業の初年度にあたる昨年度（令和 5 年度）には、前事業で得られた漁獲までのプロセスを効率化するために①5 月に現地盤で稚貝採取し、6 月に網袋で成貝まで育成することが可能かどうかを検証した²⁾。加えて、本実験は、網袋に入れるアサリの個体数の密度を上げることが可能かどうかを検証した。②春先に現地盤に生息するアサリ稚貝が網袋を設置するだけで集積できるか検証した。対して、網袋以外の新しい保護育成手法を開発するために③立体型かぶせ網を用いて漁獲できるかを検証した。

しかしながら、昨年度は 7 月上旬に線状降水帯に伴うダムの急激な放流により実験場所周辺の大きな地盤変動と共に大量の泥が堆積した。地元漁業者にとってもこのような規模での変化は今まで体験したことが無いとの報もあった。そのため、各実験においても泥が堆積し、例年とは異なる結果になった。①の実験では、例年より成長が鈍化している状態であることに加えて、生残率も低い結果となった。昨年度の 3 月時点では、密度による成育の違いは確認できておらず、殻長がより大きくなった際に密度による成育の違いが出ることが予想される。そのため、今後も継続してモニタリングを行い漁獲時に最終判断する必要があることが示唆された。②の実験では、実験開始早々に網袋が埋もれて採集出来たアサリは居なかった。③の実験では、立体型かぶせ網に付着した生物を立体型かぶせ網内部に落とすようなメンテナンス方法を行ったため、付着物が発生する夏季以降に現地盤よりも個体数密度が低くなる結果となった。

そこで、本年度は昨年度の結果を踏まえた上で、漁獲までの実用的な工程への改良及び開発を目指す。

1.2. 実施場所

実施場所は、熊本県宇土市住吉地先に位置する St.A である。調査地点を図 1 に示す。St.A は緑川河口域に位置し、地盤高は基準面(C.D.L.)から約 40 cm である。また、対照区として、アサリ漁場付近の St.B を設定した。

当該地先は、緑川河口に位置する。緑川は、熊本県の中央部を水源とし、上流にはダムを有する滝の多い急勾配な河川である。加えて、実施場所は滞筋に近い場所に位置するため、ダムの急な放水などにより、地盤が変化しやすい可能性がある。

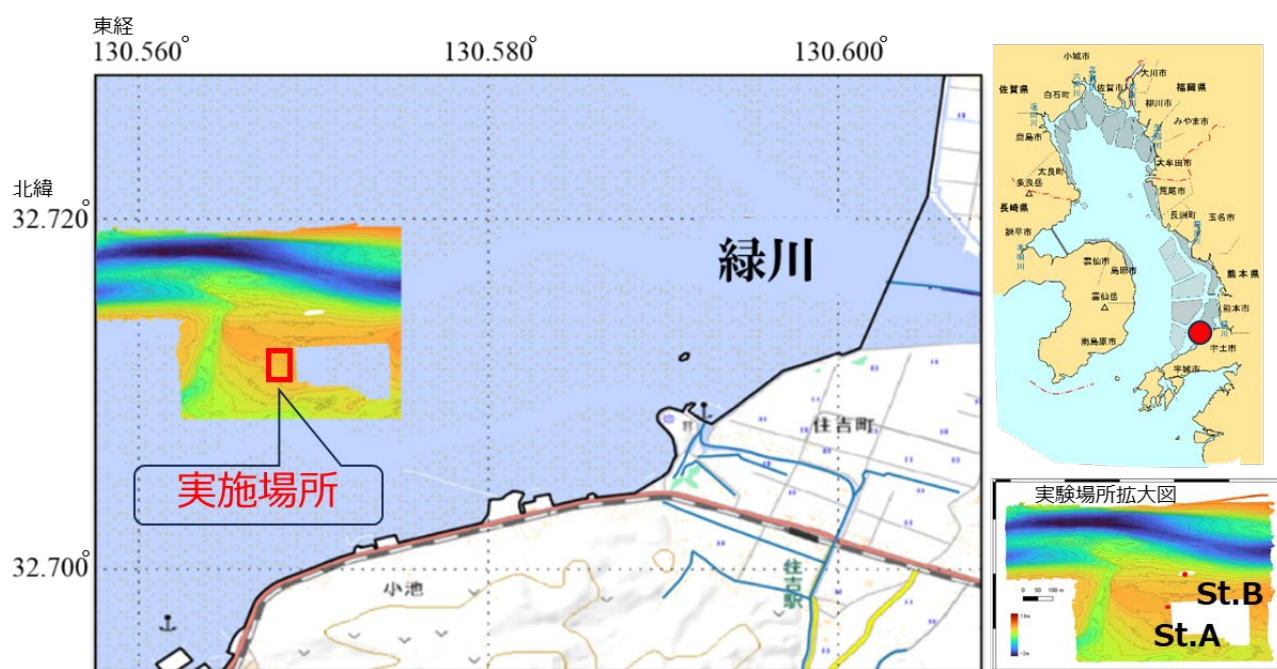


図 1 実施場所(熊本県宇土市住吉地先)

1.3. 5か年の目標

今事業（令和5年度～令和9年度）は、前事業（平成30年度～令和4年度）に構築した漁獲までのプロセスの更なる効率化と共に、網袋以外の保護育成方法の開発を目指す。

1.4. 技術開発ロードマップ

今事業（令和5年度～令和9年度）における技術開発ロードマップを図2に示す。

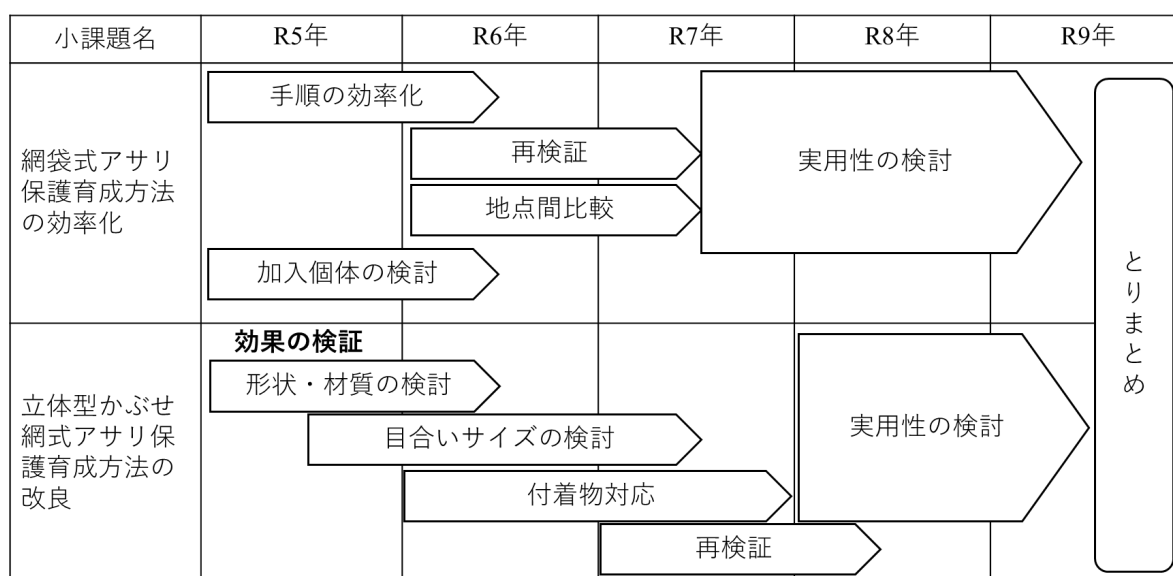


図 2 住吉地先における技術開発ロードマップ

1.5. 今年度の目標

今年度は、昨年度の実験を踏まえた実験を計画した。

網袋式アサリ保護育成方法の効率化は昨年度、例年には起こらなかった線状降水帯による成長の鈍化や生残率低下が起こってしまったため、再度検証を行った。加えて、現プロセスでは、夏季に漁獲する工程になっているが、夏季には生残率の低下が起こることから、滞筋近辺で干出時間が短いためクロロフィルフラックスが高いと思われる場所でも網袋育成の実験を行い、地点間比較を行った。

立体型かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良では、冬季波浪により立体型保護育成網でも流動環境がアサリの移動限界を超えることが明らかとなり、アサリが定位できない可能性が示唆された。また、昨年度のモニタリング時に立体型かぶせ網に付着した生物（カキやフジツボ）を内部に落として死滅させたことがアサリにとって悪影響を及ぼしている可能性が示唆された。そのため、今年度は空間の有無が必要であるかを検討するために、かぶせ網（被覆網）と立体型かぶせ網を比較検討した。メンテナンスに対しては、今年度は同じ機材をモニタリングしないようにし、付着物を機材に落とした場合と落とさない場合の違いを比較した。

1.6. 技術開発工程

今年度における中課題の技術開発工程を表1に示す。

表 1 今年度における中課題の技術開発工程

内容		令和6年(2024年)										令和7年(2025年)		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
共通調査項目														
水理環境	水温・塩分	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	蛍光強度(chl-a濃度)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	流向・流速	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	波高					●					●			
底質	粒度					●					●			
生物	アサリ初期稚貝	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	アサリ生息状況	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	ベントス生態相					●					●			
小課題														
網袋式アサリ保護育成方法の効率化	育成手順の効率化	稚貝採集		設置		●	●	●	●	●	●	●	●	
かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良	空間の有無及び目合による育成比較	設置		●						●				
	付着物対応による育成比較	設置		●		●	●	●	●	●	●	●	●	

2. 共通調査結果

2.1. 流況、波高及び水質調査

2.1.1. 連続観測及び気象

令和6年度の使用機器を表2に示す。

2024年4月から2024年3月にかけて、St.Aにおいて水温、塩分、Chl-a濃度、濁度、流向及び流速の連続観測（通年調査）を実施した。また、St.BにおいてChl-a濃度、濁度、流向及び流速の連続観測（通年調査）を実施した。連続観測の結果を図3に示す。また、調査期間中の日合計降水量（アメダス宇土観測所）及び測器塩分の推移を図4に示した。

水温は、4月1日の16.3℃から徐々に上昇し、8月3日に31.2℃の最高値を記録した。7月28日から8月19日にかけては30℃を超える日が観測された。9月以降は低下傾向を示し、11月中旬より20℃以下に低下した。令和5年度と比較すると概ね同様な傾向を示した。水温は30℃を超えるとアサリの生残に影響を及ぼすとされているが³⁾、30℃を大きく上回るほどではなかった。ア

サリの温度による影響は、干出時間により地温の上昇がアサリへの悪影響を及ぼす恐れがあるとされており、37℃では稚貝は2.5～5時間、成貝は37.5℃で4～16時間、40℃で2～8時間で死亡すると報告されており⁴⁾、生残に大きな影響を及ぼすほどではなかったと考えられる。

塩分は、令和5年度は線状降水帯に伴う緑川ダムからの放水によって7月に5日間連続で塩分10以下になる現象に見舞われたが、今年度は塩分15を下回る時期は確認されなかった。

Chl-a濃度は4月上旬から7月初頭まで5μg/L未満で推移していたが、7月初旬に20μg/L程度の一時的な上昇が見られた。また、7月中旬以降はまた低い水準で推移するものの、8月下旬から9月初頭に数百μg/Lレベルの上昇が見られた。9月中旬以降は高く上昇することはなかった。8月下旬に見られた高濃度のChl-aは有明海長洲局の自動海況ブイ（熊本県水産研究センター自動海況観測）においても同時期に同じような高濃度のChl-aの上昇が見られており（図5）、いわゆる赤潮傾向であったことも考えらえる。また、滞筋付近のSt.BではSt.Aに比べて顕著に高いChl-a濃度を示してはいないものの、後述する流速がSt.Aに比べて強いことから、クロロフィルフラックスは年間を通じてSt.Bで高い傾向を示した（図6）。

濁度は連続観測期間を通じて概ね50FTU以下であったが、8月下旬から9月初頭にかけてのChl-a濃度の上昇と同じくして、200FTUを上回る上昇が確認された。今年度8月下旬に通過した台風10号の影響と考えられる。

流速はSt.Aにおいては4月から5月にかけて15cm/s程度が確認されるが、夏季以降は10cm/s程度未満であった。一方、St.Bでは観測開始の6月からSt.Aの流速を上回っており、特に9月下旬以降から冬季にかけてSt.Aを大きく上回っていた。流速の変化は潮位変動によるものと、St.Bは緑川河口からの滞筋に相当することから、流れが速いことがこれら流速値からも確認された。

表 2 使用機器

測定項目	製造形式等	精度	設定条件
水温 塩分	Infinity CT (JFEアドバンテック社)	水温：±0.05℃ 電気伝導度：±0.05 mS/cm	設置高：B+0.1 m インターバル：1 sec サンプル個数：10 バースト：10 min
蛍光強度 濁度	Infinity CLW (JFEアドバンテック社)	蛍光強度：±1% 濁度：±2%	設置高：B+0.2 m インターバル：1 sec サンプル個数：30 バースト：10 min
流向 流速	Infinity EM (JFEアドバンテック社)	流向：±2° 流速：±1 cm/sec	設置高：B+0.1 m インターバル：0.5 sec サンプル個数：600 バースト：120 min

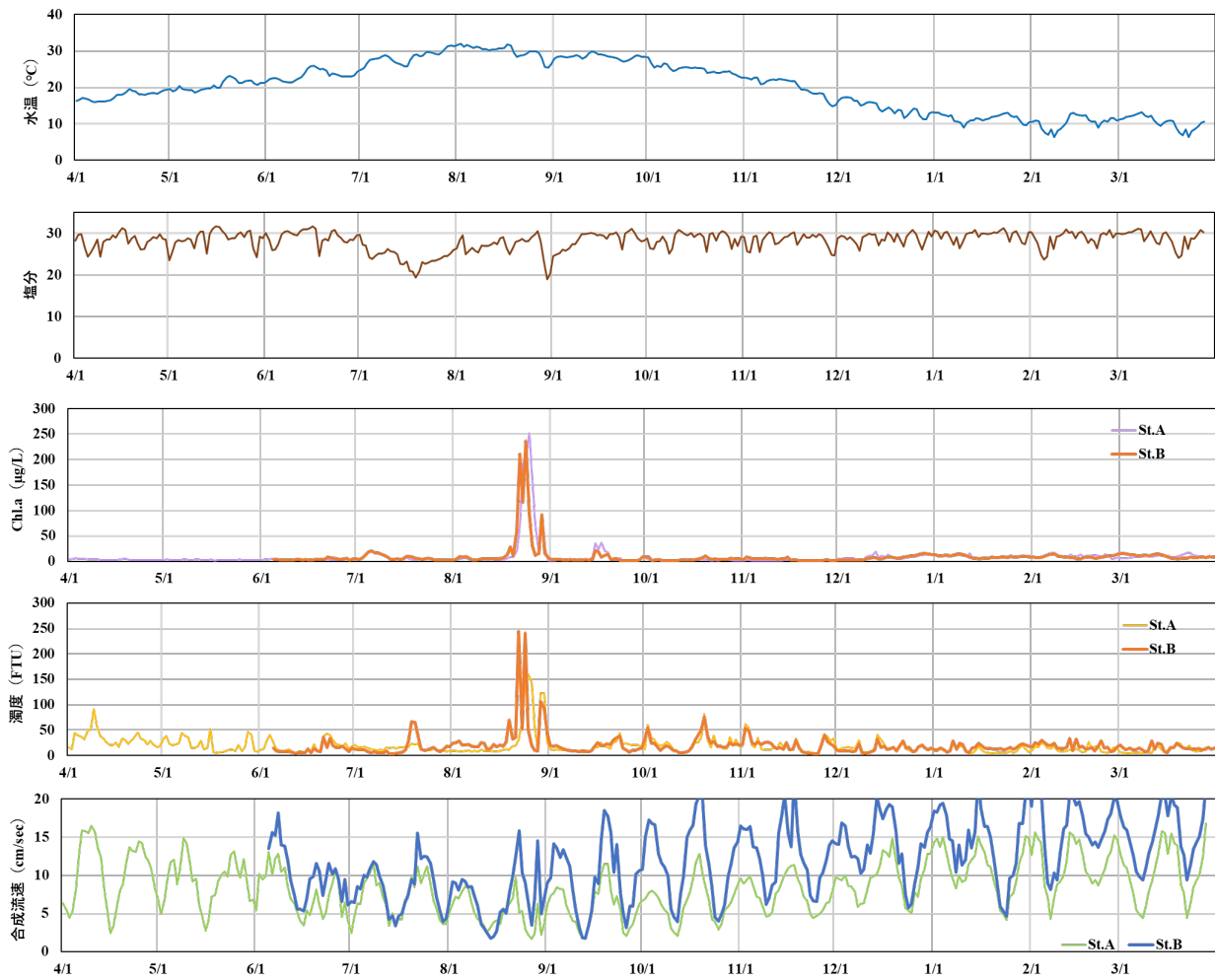


図 3 連続観測結果

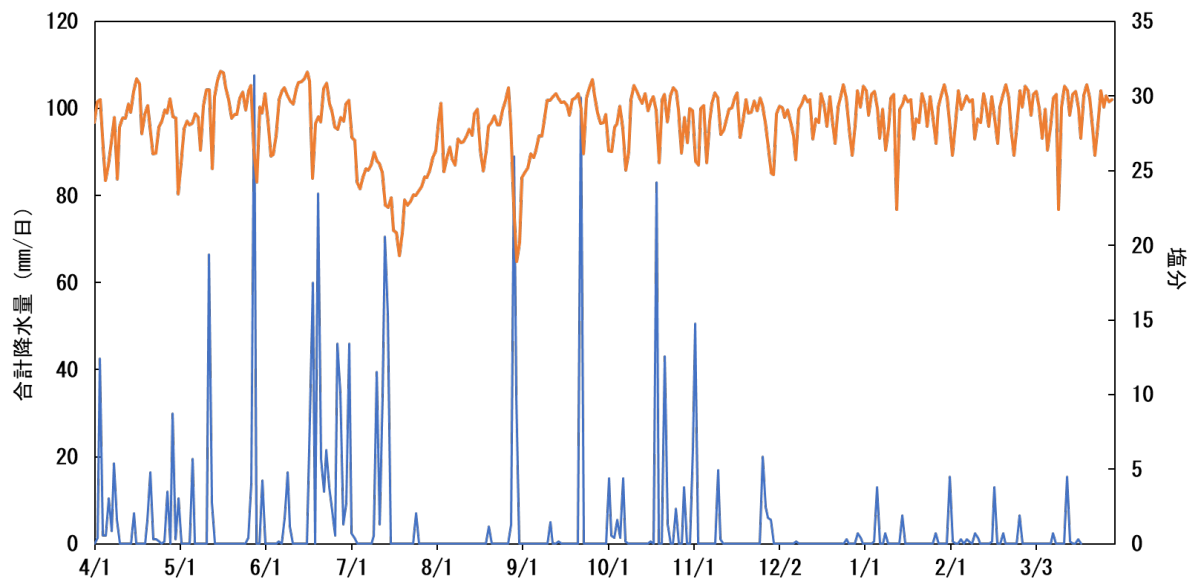
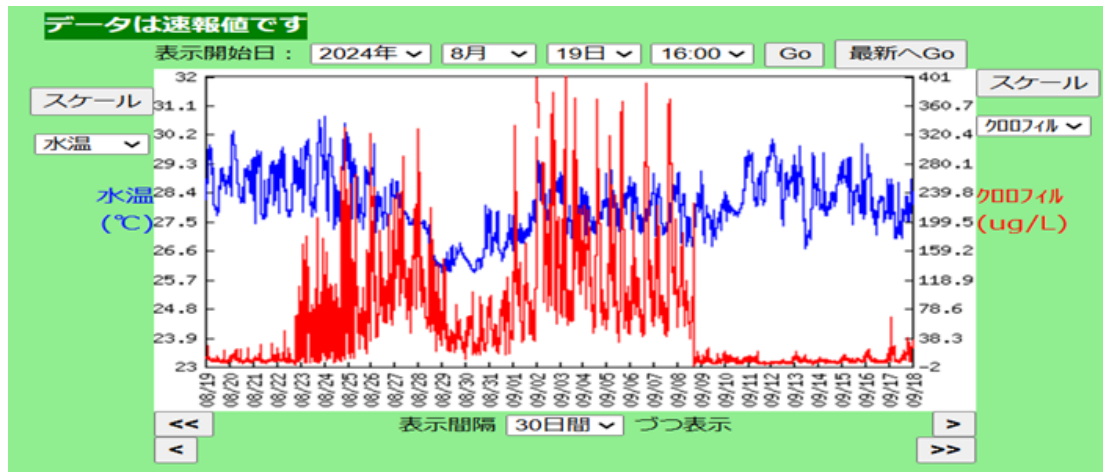


図 4 降水量（出典：アメダス宇土観測所）と 1 日平均塩分の推移



出典：熊本県水産研究センター自動海況観測より引用
<http://www.nanotech.co.jp/kumamotoAds/login.html>

図 5 有明海自動海況観測による Chl-a 濃度と水温の推移

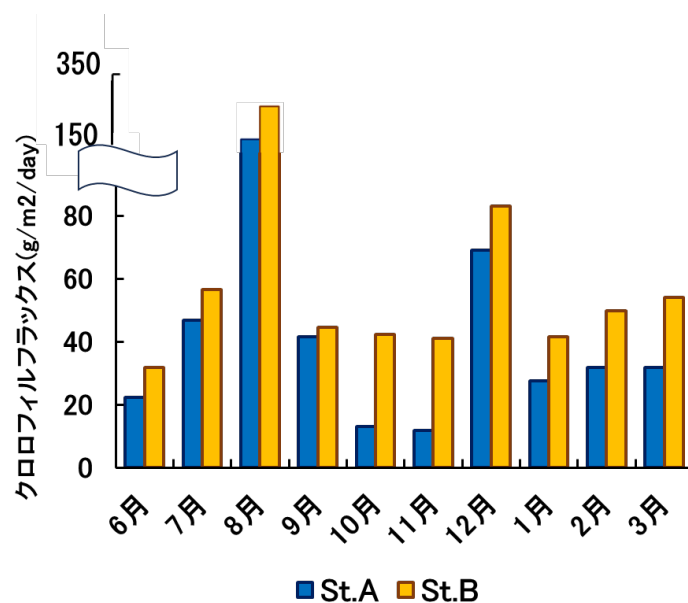


図 6 St.A 及び St.B におけるクロロフィルフラックスの推移

2.1.2. 夏季及び冬季の 15 昼夜におけるせん断応力

夏季及び冬季の底面せん断応力測定中の水位、1/3 有義波高及び流速等について図 7、図 8 に示す。

夏季の 1/3 有義波高は 8 月末の台風 10 号の通過時において 40cm～60cm の高い値を示した。当該期間の流速は実験区 St.A で約 20cm/s、滞筋付近の St.B で約 60cm/s と高い値を示した。

台風通過時の同時期においてせん断応力が高い値を示しており、夏季のせん断応力は、波動成分が高い値を示し、波によるアサリの定着に影響を及ぼしている可能性が示唆された。移動判定

でも一様流成分よりも波動成分のほうで移動限界を超える傾向が見られた（図 8 及び図 9）。一方、移動限界判定の冬季においては、波浪の影響によりしばしば堆積物の移動限界を超える期間が見られた（図 8 及び図 9）。

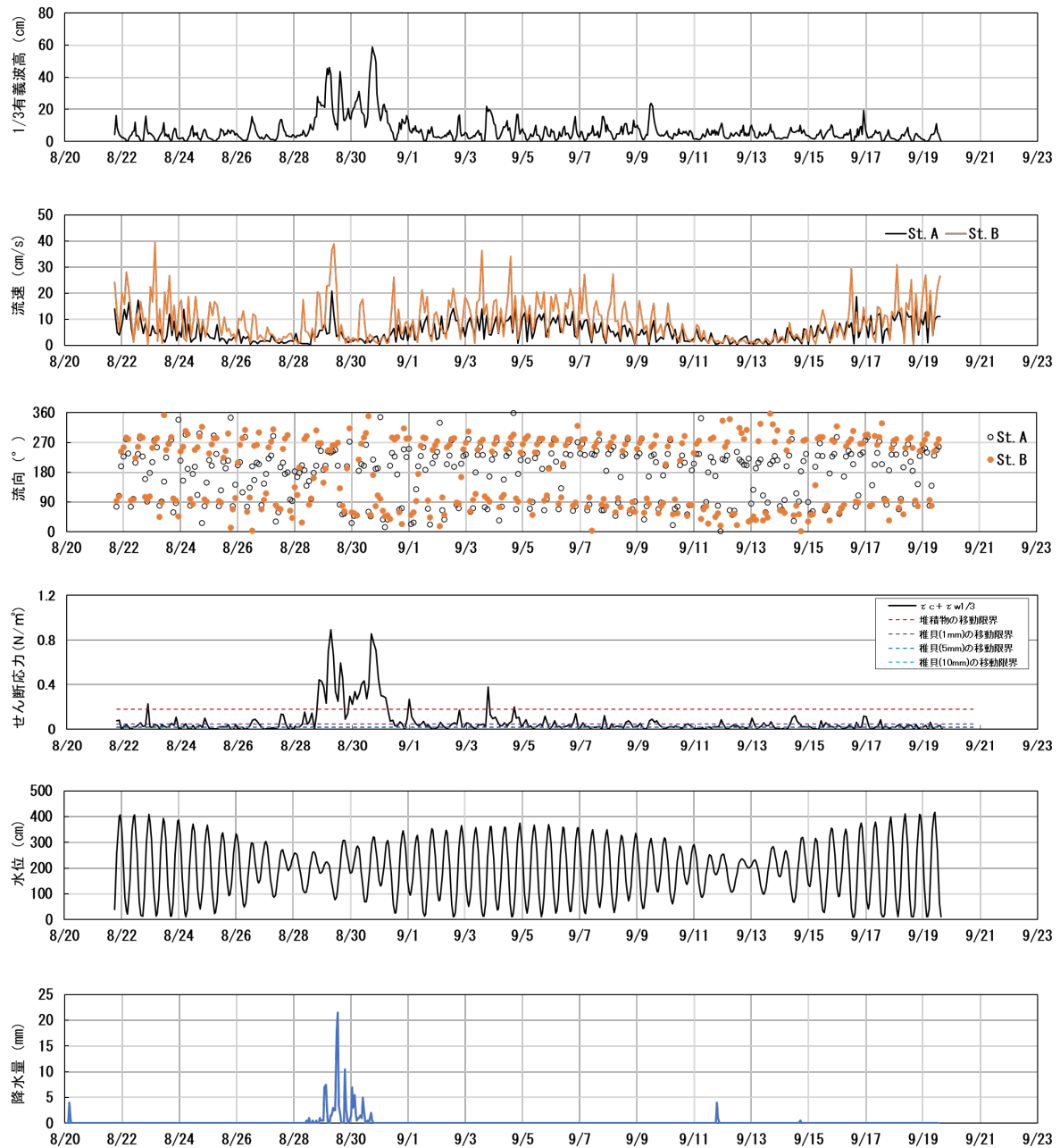


図 7 St. A における夏季の 1/3 有義波高、流速・流向、せん断応力、水位及び降水量（宇土）
（流速・流向は StA 及び StB）

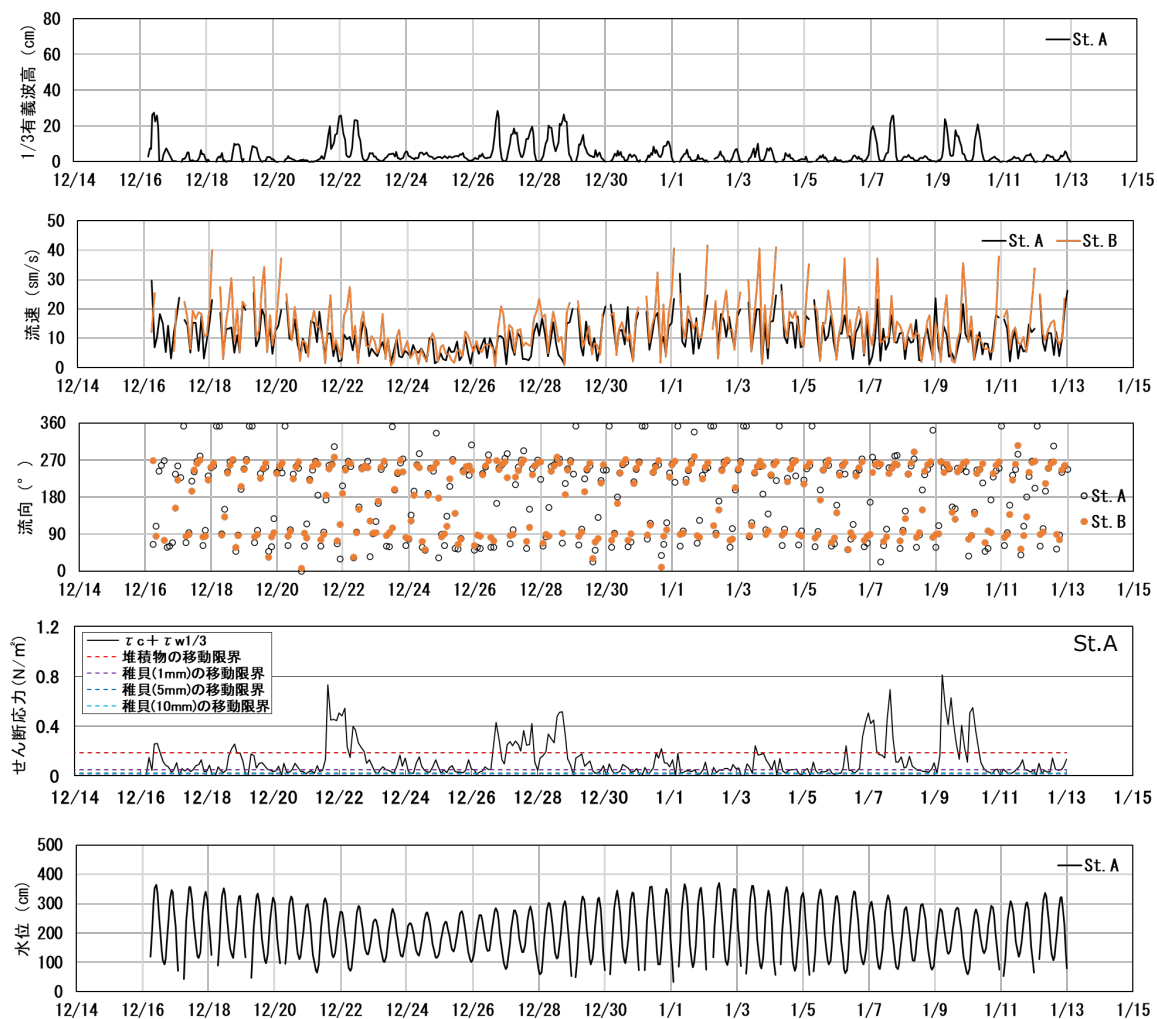


図 8 St. A における冬季の 1/3 有義波高、流速・流向、せん断応力、水位及び降水量（宇土）
（流速・流向は StA 及び StB）

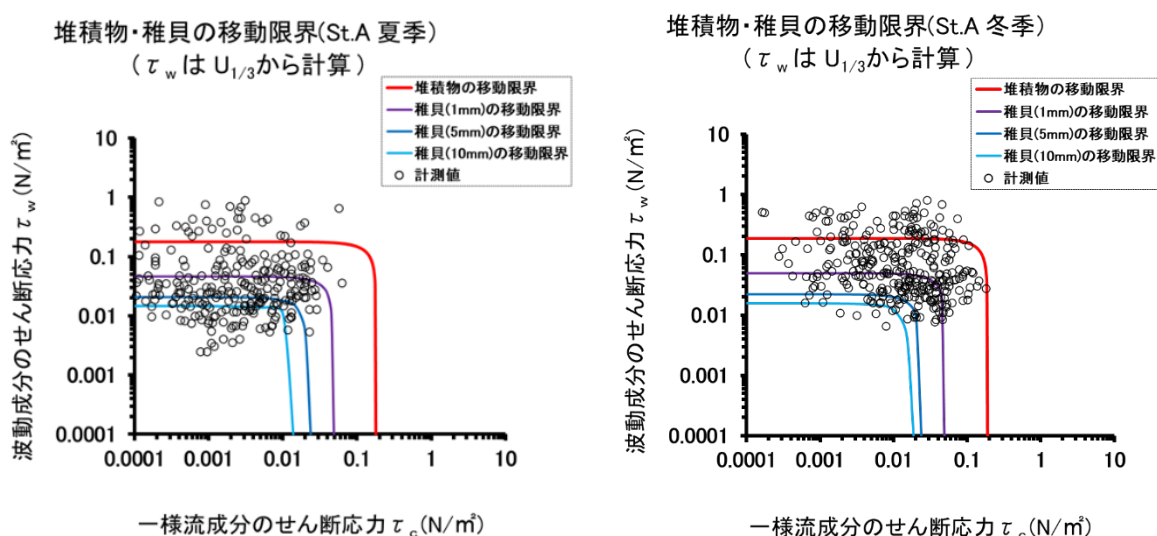


図 9 夏季及び冬季におけるせん断応力と移動限界判定

2.2. 底質調査・生物調査

2.2.1. 底質調査

底質調査の結果を表3に示す。夏季においてSt.Aの細粒分は6.0%(シルト分3.1%、粘土分2.9%)、St.Bの細粒分は9.5%(シルト分5.1%、粘土分4.4%)であり、滞り筋付近のSt.Bにおいて高い値であった。St.Bは緑川からの河川の影響を受ける滞り筋付近に位置することから、粒径の細かい泥分が堆積しやすいことが考えられる。昨年度は、7月に線状降水帯による豪雨の影響によってダムが放流があり細粒分が高く、9月になっても解消されていなかったことから(昨年度9月の細粒分: St.A; 13.8%、St.B; 17.7%)、St.Bは細粒分であるシルト・粘土分が常に多い環境にあると言える。

一方、冬季においては、St.A及びSt.B共に細粒分は4.9%(シルト分3.2%、粘土分1.7%)となり、夏季に比べ両測点共に細粒分が低下した。滞り筋付近のSt.Bの細粒分は約5割の低下がみられた。

表 3(1) 底質調査結果(1)

区分		St.A	
		8 月	1 月
粗粒分	礫分(2～75mm)%	3.3	3.4
	砂分(0.075～2mm)%	90.7	91.6
細粒分	シルト分(0.005～0.075mm)%	3.1	3.2
	粘土分(0.005 未満)%	2.9	1.7
中央粒径 mm		0.24	0.26

表 3(2) 底質調査結果(2)

区分		St.B	
		8 月	1 月
粗粒分	礫分(2～75mm)%	7.4	5.9
	砂分(0.075～2mm)%	83.1	89.2
細粒分	シルト分(0.005～0.075mm)%	5.1	3.2
	粘土分(0.005 未満)%	4.4	1.7
中央粒径 mm		0.26	0.30

表 3(3) 底質調査結果(3)

項目	調査地点	8 月	1 月
細粒分	St.A	6.0	4.9
	St.B	9.5	4.9
中央粒径	St.A	0.24	0.26
	St.B	0.26	0.30

2.2.2. 初期稚貝調査

当該地先における令和 6 年（2024 年）5 月から令和 7 年（2025 年）3 月における初期稚貝の個体数密度の季節変動を図 10 に示す。

4 月当初時点では、St. A で $2,018.6 \pm 1,090.2$ 個体/m²、St. B で $7,401.6 \pm 5,152.0$ 個体/m²であった初期稚貝は 5 月に減耗するが 6 月から再び増加し始め、7 月に St. A で $7,906.2 \pm 1,903.2$ 個体/m²、St. B で $4,205.4 \pm 2,379.0$ 個体/m²とピークとなった。その後、9 月～10 月はほぼ見られず、11 月に St. A で $6,392.3 \pm 7,657.1$ 個体/m²、St. B で $13,121.0 \pm 6,882.5$ 個体/m²と突発的な増加がみられた。さらに 12 月から増加し、1 月には St. A で $102,444.6 \pm 13,396.3$ 個体/m²、St. B で $234,663.6 \pm 49,287.5$ 個体/m²のピークに達した。

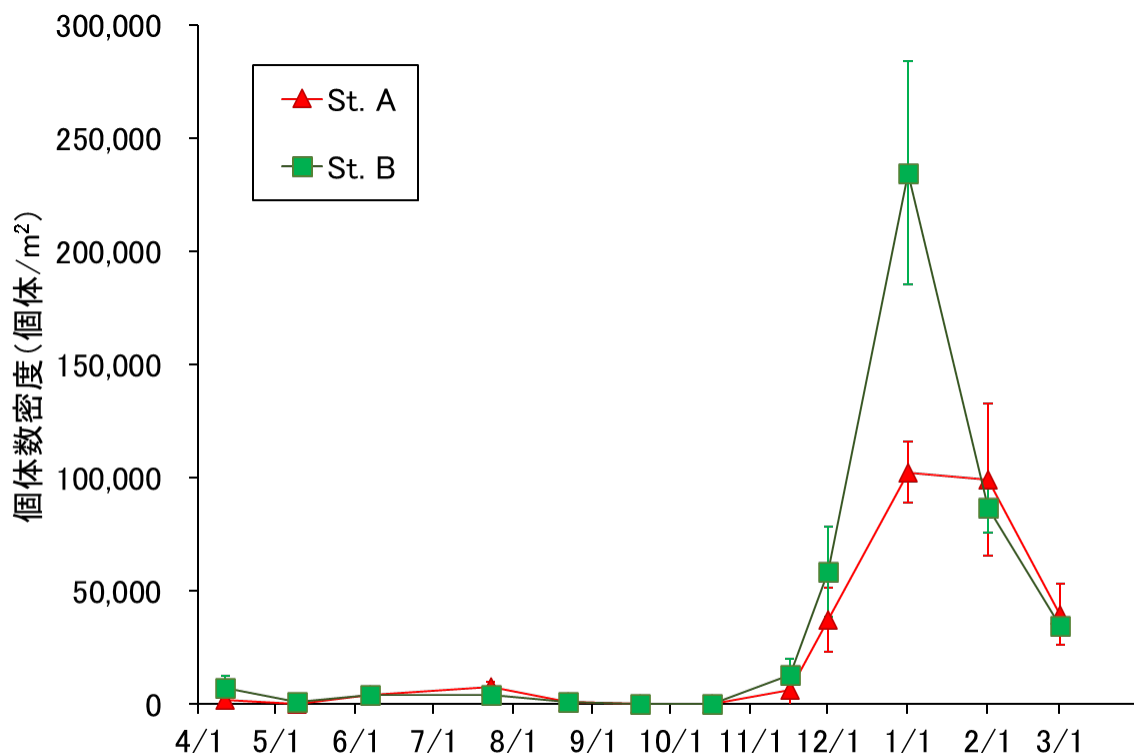


図 10 住吉地先におけるアサリ初期稚貝個体数密度の季節変動

2.2.3. アサリ生息調査

St. A 及び St. B における殻長 1mm 以上のアサリ生息状況の調査結果を表 4 に示し、各月のアサリの殻長ヒストグラムを図 11 に示した。

アサリの個体数密度は、4 月当初において St. A で 2,175 個体/m²、St. B で 10,188 個体/m² と St. B では St. A の 5 倍程度の高密度での生息が確認され、5 月から 6 月にかけてさらに両地点とも生息密度が増加した。St. A では 6 月にみられる 6,433 個体/m² をピークに減耗していくが、約 2,000 個体/m² の高密度の維持が 11 月まで続き、12 月には約 1,000 個体/m² と減じた。一方、St. B では 6 月から 7 月にかけてさらに増加し、7 月には 18,867 個体/m² の高密度のピークに達した。St. B でもその後は減耗は見られるものの、11 月にかけて約 10,000 個体/m² の高密度を維持し、12 月には約 5,000 個体/m² となった。12 月に両地点とも減耗するといえど、St. B では St. A の約 5 倍もの生息状況が見られた。

殻長においては、4 月当初に両地点ともに 4mm～5mm を中心とした個体群で形成されており、その後、成長度合いが上がり、7 月から 8 月にかけて、平均殻長において St. A で約 8mm～10mm、St. B で約 10mm～12mm の成長が見られた。しかしながら、9 月以降、両地点共に成長が鈍くなり、St. A では 9 月に約 12mm であったものが 12 月にかけて 13mm 程度、St. B では 9 月の約 13mm が 12 月においても約 13mm と生息アサリ個体群の平均殻長としての成長は鈍化している。

滞筋付近の St. B は St. A に比べクロロフィルフラックスが高く、餌料環境が良いとされていることから高い成長が期待され、実際 8 月までは St. A より高い成長であることがヒストグラムから

も見て取れるが、9月以降はSt.Aと同様に成長が鈍化している。このことは、St.Bにおける過剰に高密度の生息状況が影響しているのではないかと考えられる。

また、St.Aにおいては7月時に3mm～4mm程度の稚貝の個体群が新たに加わっており、その後8月から11月にかけても新たな稚貝の個体群がヒストグラムから見て取れる。このことは、実験区のSt.Aにおいてこの間常に新規加入があることを示唆していると言える。

昨年度は線状降水帯に伴う豪雨によりSt.A及びSt.B共に個体数密度が7月以降減少したが、一方で平均殻長では7月に18mm程度のアサリ個体が9月には21mm～25mm程度まで成長し、12月にはSt.Aで平均殻長26mm、St.Bで21mmであった。

これらのことから、天然アサリの状況として、昨年度は生残率に起因する減耗があり個体数密度が低下したものの成長は確保されていたが、今年度は個体数密度が高く、新規加入が多いことから全体として成長が鈍いことが推察される。

表 4 アサリ生息調査結果

項目	調査地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
個体数密度 (個体数/m ²)	St.A	2,175	4,733	6,433	4,867	2,950	1,933	2,917	2,842	1,058	292	45	21
	St.B	10,188	16,225	18,342	18,867	11,350	8,633	13,133	9,950	5,192	2,442	159	89
平均殻長 (mm)	St.A	5.98±8.84	4.05±8.79	8.98±3.59	8.66±4.15	10.69±5.32	11.48±4.28	12.37±4.58	13.02±4.69	13.00±4.29	17.34±4.27	19.45±2.34	21.28±2.98
	St.B	4.27±6.50	5.84±5.30	9.91±3.75	10.45±3.94	12.45±4.02	13.49±4.58	12.76±3.82	13.10±3.77	13.68±3.93	15.94±4.74	17.56±3.45	19.68±3.65

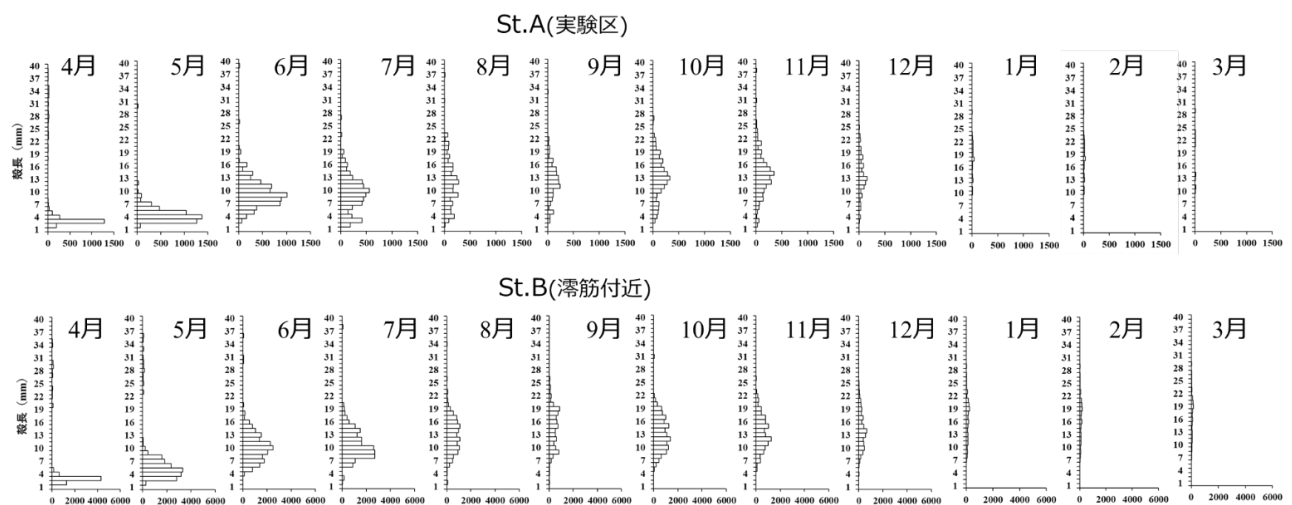


図 11 アサリ生息調査におけるアサリの殻長組成の推移

3. 実証実験

3.1. 網袋式アサリ保護育成方法の効率化

3.1.1. 網袋育成の効率化

(1) 背景

当該地先において網袋を用いての保護育成方法として、現地盤での稚貝採取から未成貝育成を経て、初期成貝育成後に成貝育成へと至る一連の育成手順が前事業（平成30年度～令和4年度）で立案された（図12）。しかしながら、本工程は移植及び密度調整作業が3回必要であり、実用化には不向きであったことや成貝育成の密度が100個体/袋以上でも同様に成長すればさらに収穫量が期待されることが課題として残された。そこで、昨年度（令和5年度）は図12の未成貝育成と

初期成貝育成の作業を削減することと、漁獲までの成育密度を従来の 100 個体/袋以上での成長生残の比較を目的として実験を行った。

しかしながら、昨年度は 7 月の線状降水帯に伴うダムの急激な放流により泥が堆積したため、前事業の成育と比較して全ての個体数密度で成長が鈍化しており、生残も低い値であり、密度による有意な差は昨年度 3 月時点では確認されていない。

そこで、本年度は、更なる高密度での検証として 500 個体/袋での育成を行った。加えて、前事業で立案されたプロセスは漁獲まで 1 年 3 ヶ月を要し、漁獲サイズに到達する前に生残率が低下する現象が確認されていた。そのため、本実験では従来の実験場所よりも地盤高が低く、滞り付近で流れも速いと考えられる場所でも比較検討を実施した。



図 12 前事業（平成 30 年度～令和 4 年度）で立案された漁獲までのプロセス

(2) 材料と方法

砕石入り網袋の実験概要イメージを図 13 に、砕石入り網袋の設置状況を図 14 に、St. A 及び St. B におけるアサリ収容密度及び機材設置数を表 5 に示した。令和 6 年 4 月～5 月にかけて現地盤に生息する数 mm のアサリを 1 mm 篩で採集し実験に用いた。実験開始時の 6 月の収容密度は 100 個体/袋、500 個体/袋とした。なお、新規加入のアサリが極度に増加して当初の密度設定を大幅に上回り成長阻害の要因となるため、10 月時点で開始時よりも収容密度が増えている袋は、開始時と同じ密度になるように殻長の小さいアサリを間引き、実験開始時の密度になるように調整した。

また、網袋育成の実験は、St. A(実験区)に加え、St. B として滞り付近でも網袋を設置し、地点間による成育の違いも検討した。モニタリングは、実験開始時から月 1 回の頻度で行い、生物量の観点から当該地先における網袋育成に適した密度を判断することとした。

【使用する機材】

- ・ラッセル網袋（大きさ：300×600 mm、目合い 4 mm、設置面積：約 0.1 m²）
- ・砕石小（3L/袋）
- ・網袋；100 個体、500 個体、両地点各 5 袋

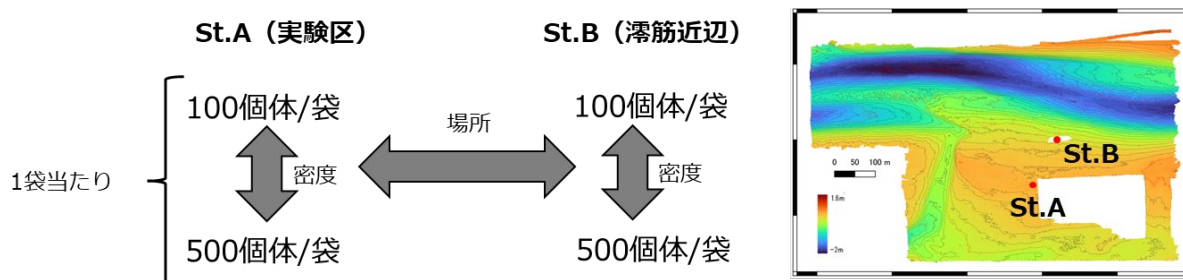


図 13 砕石入り網袋の実験概要イメージ



図 14 砕石入り網袋の設置状況

表 5 アサリ收容密度及び機材設置数

区分	收容密度 (6 月)	基質	設置数
St. A (実験区)	100 個体/袋	砕石小 (3L/袋)	5 袋
	500 個体/袋	砕石小 (3L/袋)	5 袋
St. B (滞筋付近)	100 個体/袋	砕石小 (3L/袋)	5 袋
	500 個体/袋	砕石小 (3L/袋)	5 袋

(3) 結果

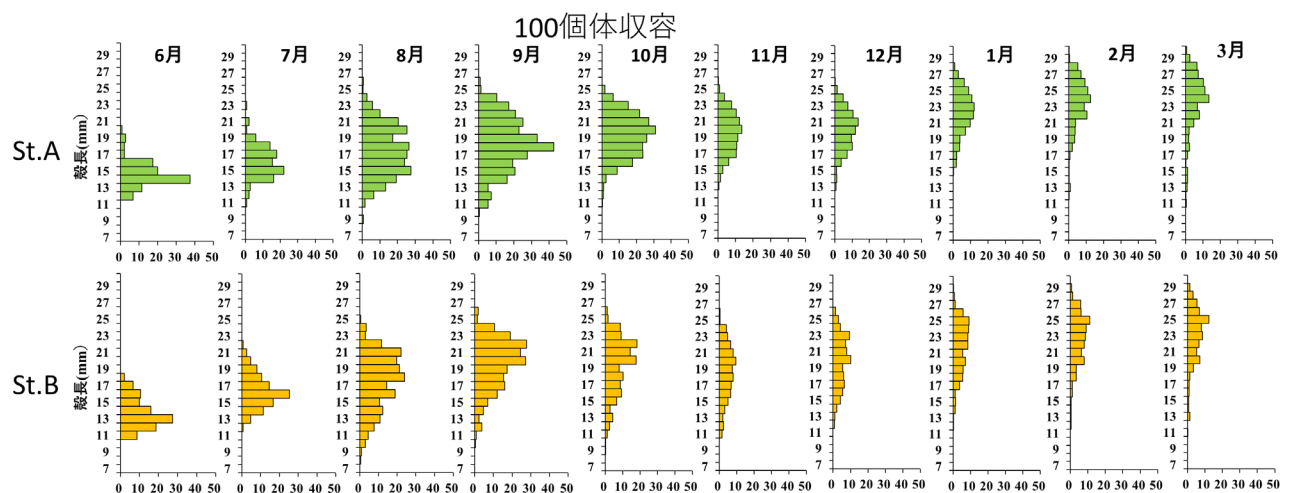
初めに、St. A 及び St. B における各月ごとの 100 個体、500 個体收容密度別のアサリのサイズヒストグラム (図 15) を示す。ヒストグラムの推移から両地点とも網袋内への新規加入があることがみられ、特に St. A の 100 個体收容の 8 月では殻長組成の広がりが見受けられる。このことから、個体数密度及び殻長の変化は、網袋内に新規加入アサリが常に入ってくるため、次の様に新規加入分を除いて評価した。すなわち、計測月において前月の最小殻長サイズ以下のアサリを新規加入分と見做し、それらのアサリを除外した。これらの処理を実施した月ごとの網袋内のアサリの個体数密度及び殻長の変動を図 16 及び図 17 に示す。殻長の変動に示す現地盤においても上記と同様の処理を施した。

St. A（実験区）では、平均個体数は設置後 8 月までは大きな減耗は見られず、8 月 20 日時点では 100 個体収容で 214.2 個体、500 個体収容で 805.6 個体であり収容密度より高い個体数を示した。8 月から 9 月にかけて 500 個体収容でやや個体数が減少したものの、9 月から 10 月にかけて 100 個体収容で 214.2～259.8 個体、500 個体収容で 656.5～730.8 個体と高水準を維持した。収容密度調整後の 11 月から 12 月にかけては 100 個体収容で 81.4～90.2 個体、500 個体収容で 389.5～433.2 個体であった。

滞筋付近の St. B も同様に 8 月まで大きな減耗は見られず、8 月 20 日時点では 100 個体収容で 164.3 個体、500 個体収容で 846.1 個体と収容密度を上回る個体数を示した。St. A 同様、8 月から 9 月にかけて 500 個体収容での減少が見られたが、9 月から 10 月にかけて 100 個体収容で 114.8～186.9 個体、500 個体収容で 689.7～722.4 個体となった。収容密度調整後の 11 月から 12 月にかけては 100 個体収容で 68.5～71.5 個体、500 個体収容で 433.2～524.3 個体となった（図 16）。

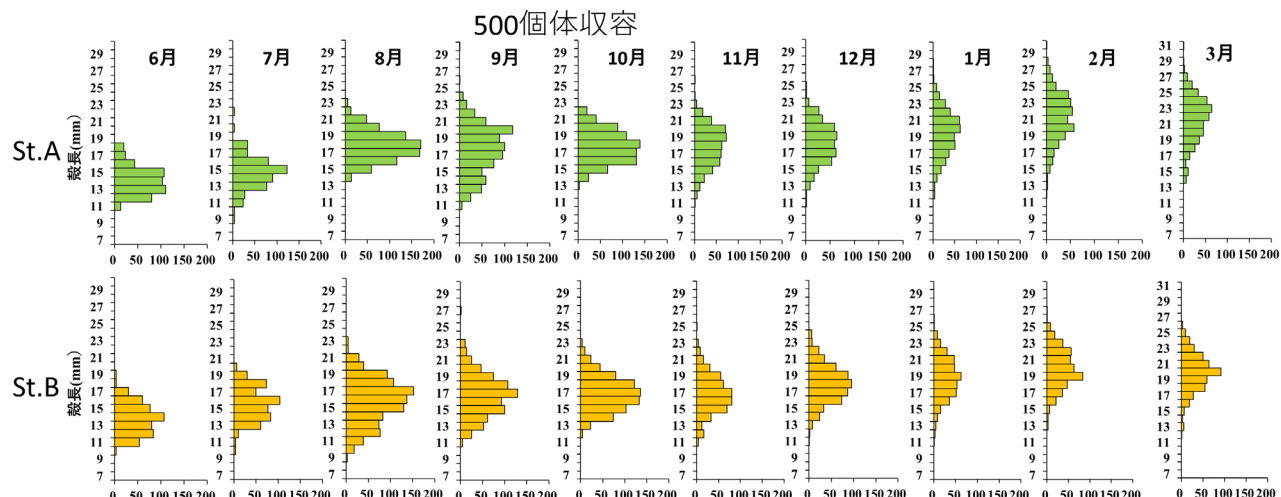
殻長に関しては St. A（実験区）及び St. B 共に実験開始時から 8 月 20 日までは 100 個体収容で 17.3～17.9mm、500 個体収容でも 16.1～17.3mm まで成長していた。9 月 18 日時点でも、100 個体収容は St. A 及び St. B 共に 18.3～19.4mm、500 個体収容も St. A で 18.0mm と引き続いて増加したのに対し、St. B は 16.6mm と増加傾向が低下した。10 月から 12 月にかけての収容密度は、St. A の 100 個体収容は 18.9～19.7mm、500 個体収容は 17.3～18.0mm、St. B の 100 個体収容は 19.2～19.6mm、500 個体収容は 16.5～17.5mm であった（図 17）。St. A 及び St. B の 500 個体収容の殻長の差はばらつきの範囲内ではあるものの、St. B での成長が St. A に比べて劣る傾向にあった。

また、1 月に入ると殻長の増加傾向が見られ始めた。St. A、St. B 共に 100 個体収容は 21.5mm 程度に成長し、500 個体収容は 18.5～19mm 程度への成長が見られた。但し、500 個体収容が 100 個体収容よりも劣っている傾向は同じであった。



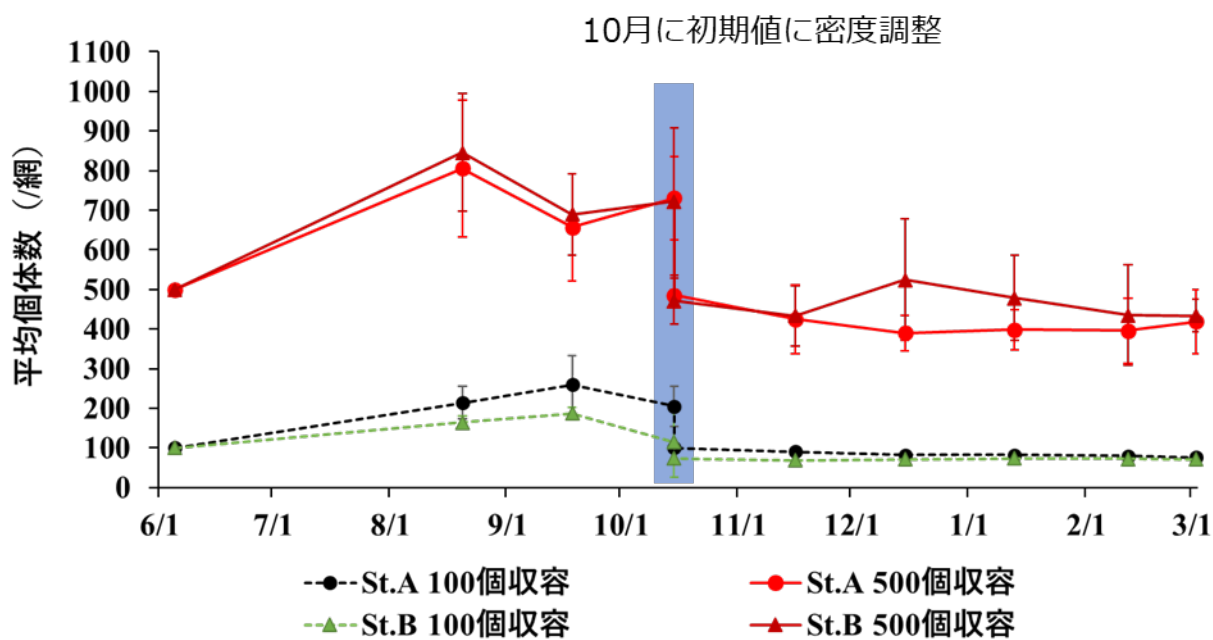
注) 10 月計測終了後、100 個体以上の網袋は初期値に密度調整を実施した。

図 15(1) 各月ごとの収容密度別のアサリのサイズヒストグラム



注) 10 月計測終了後、500 個体以上の網袋は初期値に密度調整を実施した。

図 15(2) 各月ごとの収容密度別のアサリのサイズヒストグラム



注 1 : 個体数は新規加入分を除いての評価とした。

注 2 : 6 月 (設置後) 及び 7 月時は 100 個体、500 個体を取り出し計測したため、網内の全個体数を把握していない。

図 16 収容密度別の平均個体数の変動

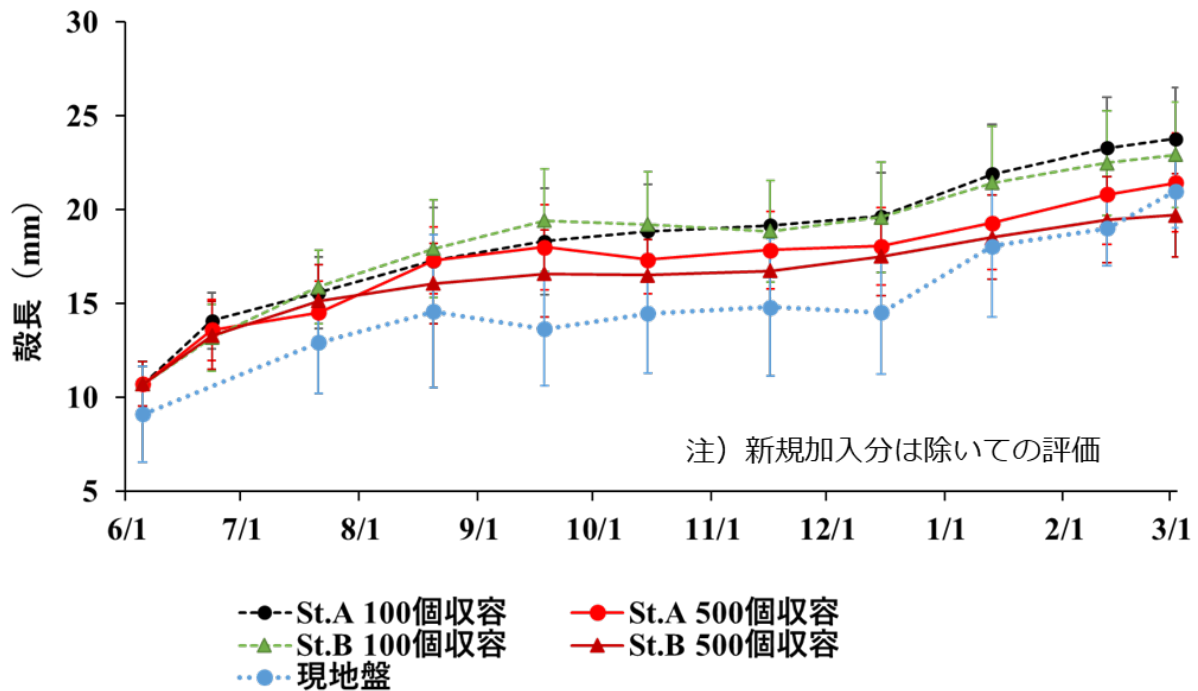


図 17 収容密度別のアサリ殻長の変動

(4) 考察

今年度の本実験では、網袋内へのアサリの新規加入量が多く、網内の密度が過剰に高くなるという昨年度にない特徴があった。収容密度別の殻長の推移では、ばらつきの範囲内ではあるものの、低密度に比べ高密度において成長が劣っている傾向があった。また、流れが速くクロロフィルフラックスが高いとされた滞筋近辺の St.B におけるアサリの成長が良いという結果に至らなかった。

現地盤での天然稚貝の生息状況調査では、滞筋付近の St.B のアサリ稚貝の発生は実験区の St.A の 3~4 倍の個体数密度を記録している。St.B における高密度の稚貝の網袋への新規加入が同地点での成長が優れなかった要因の一つとして挙げられ、St.B の 500 個体収容の高密度は、網内がさらに高密度になり、成長を阻害したものと考えられる。

また、網袋の設置状況が埋没の程度や稚貝加入量の差を通じて成長へ影響していることも考えられる。実験区 St.A においては現地盤の底面に直に平たく設置していたため、網袋が地盤を洗掘することにより沈降し網袋表面に泥が堆積しやすい環境であった可能性がある。

一方、滞筋近辺の St.B においては、底面利用の場合の埋没対策として、地盤から浮かせた状態の筏型の離底器上に網袋を設置していたため、沈下しにくくなり網袋の埋没が軽減されていたと考えられる。さらに、設置当初は両地点共に網袋の表面が底面上に露出しておりアサリの稚貝が転がり込みやすい状況であったと思われるが、St.A (実験区) は時間の経過とともに埋没し網表面が底面下に埋もれて、転がり込みが起きにくくなる。対して滞筋近辺の St.B は離底していたことにより露出している期間が長かったため、よりアサリの稚貝が転がり込みやすい。このように、設置状況の違いがアサリの新規加入の程度に影響し、St.B における網袋内が高密度になったこと

で成長が劣っていた要因であると推察される。

さらに、今年度の網袋内のアサリの成長が鈍化している要因として、個体数密度に加え、泥の堆積等、物理的要因も考えらえる。網袋や被覆網を多く設置する大規模での実験がこれまで実施されてきているが^{5,6,7)}、埋没や膨満によって成長の鈍化や生残率の低下が確認されている。

また、過年度と今年度における収容密度別網袋育成におけるアサリの殻長の変動を図 18 に示した。過年度に比べると、本実験では低密度の収容密度においても成長が劣っていた。しかしながら、6 月開始時点の殻長が過年度より小さいサイズからスタートしていること、また、1 月からの成長が見られ始めていることから、ばらつきの範囲内を考慮すると今後の成長が期待される。また、500 個体/袋の高密度では、10 月頃から成長に差が現れ始めている。今後、春季からの成長により低密度と高密度の成長差が顕著となることが予想され、アサリの殻長変化と収容密度の変化から成貝まで育成を可能とする限界の収容密度を推定することが可能になると考えられる。それによって推定した収容密度での成育状況を再検証すれば、稚貝から未成貝育成への密度調整、未成貝から成貝育成への密度調整といった密度調整作業の効率化が可能となる（図 18 の作業効率化①②）。

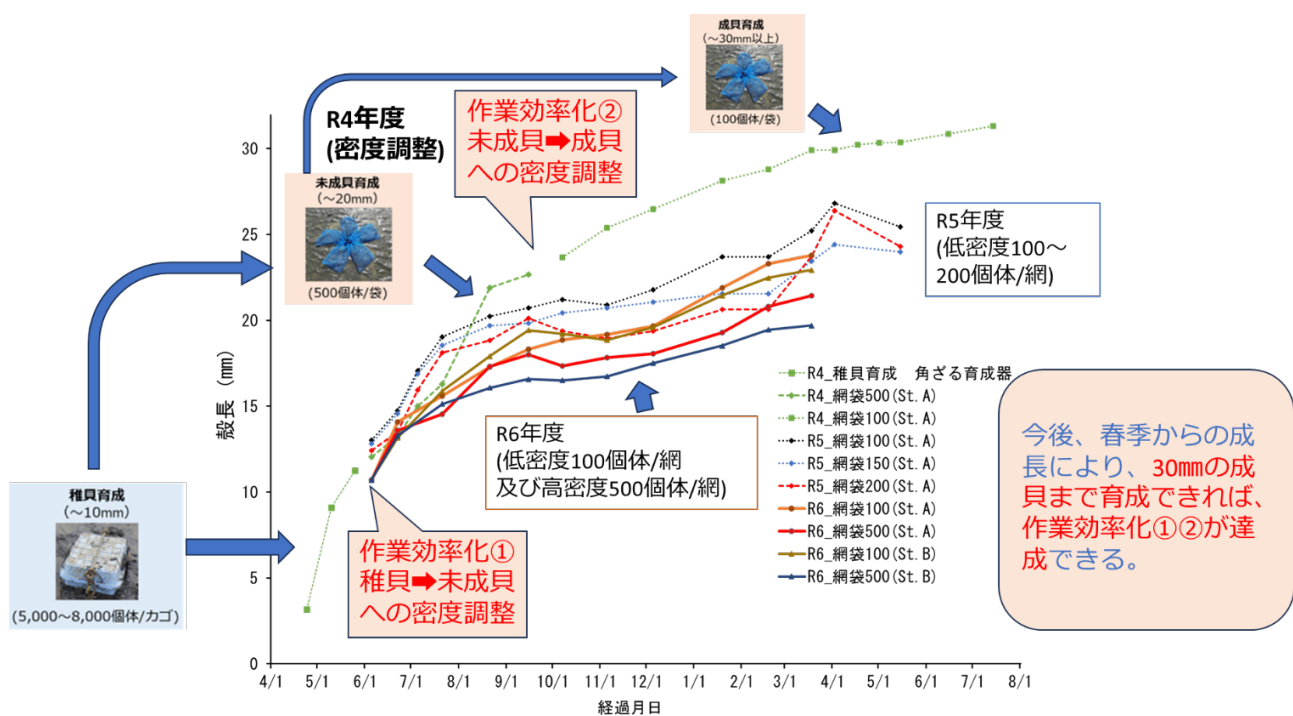


図 18 過年度と今年度の収容密度別網袋育成におけるアサリの殻長の変動

3.1.2. 網袋への初期加入アサリの確認実験

(1) 背景

これまで当該地先の実験場所において、底質が動きやすく、稚貝が現地盤に生息するが激しい流況により定着しない状況において、碎石入り網袋を置くことによって、稚貝がその中に入り込み、網袋内で成育して流出せずに残り続ける可能性があることが令和 3 年度までに明らかとなった^{8,9)}。また、過年度までの網袋式アサリ保護育成工程では、現地盤から稚貝を大量に採取し、密

度調整して各網袋へ入れるという手間がかかる。生産者にとっては手間のかからない一気通貫した工程が望ましい。そこで、本実験では、前年度の秋季に碎石入りの網袋を現地盤上に直置きしておいて、その後の加入アサリの状況を確認した。将来的に加入アサリを漁獲サイズ（30mm）まで育成することができれば密度調整の手間が省け、効率化が達成できることに繋がることを狙ったものである。

(2) 材料と方法

令和 5 年 10 月 30 日に現地盤へ碎石入り網袋を 3 基設置し、それぞれの網袋のアサリをモニタリングした。モニタリングは、1 ヶ月後の 11 月 29 日と、8 ヶ月後の令和 6 年 6 月 5 日に実施した。

【使用する機材】

- ・ラッセル網袋（大きさ：300×600 mm、目合い 4 mm、設置面積：約 0.1 m²）
- ・碎石小（3L/袋）

(3) 結果

網袋設置後 1 ヶ月後の 11 月時では、3 基の網袋の内、1 基のみにアサリ 1 個体（殻長 12.9mm）を確認したのみであった。令和 6 年 6 月 5 日の確認では十数ミリのアサリ稚貝が全ての網袋において確認された。加入アサリの確認個体結果を表 6 に示す。網袋への加入アサリの個体数は網袋平均で 21.0 ± 12.7 個体/網、平均殻長は網袋平均で 14.35 ± 2.74 mm であった。

表 6 加入アサリの個体数及び平均殻長（令和 6 年 6 月）

区分	網袋_1	網袋_2	網袋_3	全網袋平均
個体数 (ind./網)	3	30	30	21.0 ± 12.7
平均殻長(mm)	13.36 ± 0.90	14.61 ± 2.93	14.19 ± 2.62	14.35 ± 2.74

(4) 考察

令和 4 年度までの実験結果から、碎石入り網袋を現地盤に設置することでアサリが捕集されることが分かっていた¹⁾。しかしながら昨年度（令和 5 年度）は、7 月に発生した線状降水帯に伴う大量のダム放流水による泥の堆積が大きく影響したと考えられ、網袋への捕集が見られなかった。さらには、昨年度は例年春先に大量の稚貝の定着が見られている当該地先において、ほとんど稚貝が見られていないという特異的な状況であったことも大きく影響している。

今年度の実験区の現地盤におけるアサリ生息状況は、6 月時点において個体数密度で 6,433 個体/m²、平均殻長で 8.98 ± 3.59 mm であった。現地盤での生息密度を考慮すると網袋の値は 1 オーダー少ない値であると言えるが、両者間で泥の堆積状況等が異なるなど、単純には比較は出来ないと考えられる。今回の実験では、直置き網袋への加入個体を確認され、殻長サイズから秋季発生群からの加入アサリであると考えられ¹⁰⁾、網袋式の育成方法において、今後の検討材料に資するこ

とが期待される。

3.2. 立体型かぶせ網式アサリの保護育成方法の改良

3.2.1. かぶせ網内の空間の有無及び網目の大きさによる育成比較

(1) 背景

これまで全国各地で被覆網や網袋設置による大規模な実験が実施されているが、埋没や膨満によって成長の鈍化や生残率の低下が確認されている^{5,6,7)}。これらを踏まえ、当該地先では昨年度から被覆網を立体的な構造に改良した新しい機材（保護育成網）を用いたアサリの育成実験を実施してきた。しかしながら、昨年度（令和5年度）のかぶせ網方式の育成実験においては、秋以降の網内のアサリの生残が現地盤より劣ることが確認された（図19）。その要因として、立体型かぶせ網をモニタリングする際に毎回網から落としていた付着物が、底面上でへい死したことによりアサリに悪影響を及ぼしていた可能性がある。さらに、毎月のサンプリングによって網内を攪乱することでアサリの生息状況に悪影響を与えた可能性もある。

これらのことを踏まえ、今年度の育成実験ではモニタリングの際に網から付着物を落とすことをやめ、また、モニタリング回数も大幅に減らして実施した。かぶせ網の下に空間を持たせた場合（立体型かぶせ網）と底面に直張りした場合（被覆網）及び網の目を換えた場合での成長や生残などの差異を確認する育成実験を実施し、保護育成効果の比較を行った。

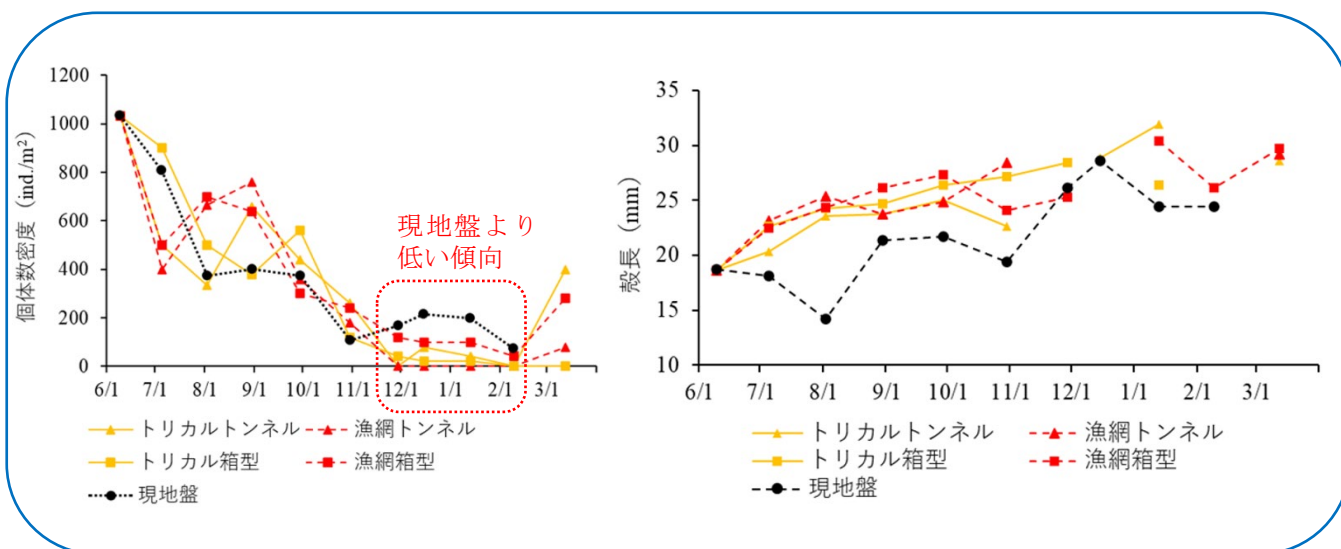


図 19 令和5年度における保護育成網での実験結果

(2) 材料と方法

縦 1m×幅 1m の大きさの立体型かぶせ網及びかぶせ網（被覆網）を令和6年5月9日に設置した。立体型かぶせ網は、鉄筋フレームを用い高さ 50cm として製作し、下半分の 25cm は干潟中に埋め込んで、内部に高さ約 25cm の空間を持たせた。そのうえで、金属製ロープ止めやロープ等を用いて干潟上に固定した。被覆網はチェーン錘を用いて縁辺部を干潟中に埋め込み、全体をロープ止めで固定した。使用する機材の概要を図 20 に、立体型かぶせ網及び被覆網の実験概要を図 21 に、また、実験工程を表 7 に示した。

機材内のアサリのサンプリングは、縦 10cm×横 10cm×高さ 10cm の方形枠を用いて、網内 3 カ

所～5カ所においてサンプリングし、篩によりアサリを分別後、個体数密度、殻長を計測した。網内のモニタリングは6月及び12月に実施した。6月モニタリングにおいては、計測後のアサリは機材内に戻し、引き続き育成した。モニタリング時には機材の埋没・洗堀状況についても確認した。

使用する機材の概要を以下に示す。

【使用する機材】

- ・鉄筋フレーム：異形鉄筋 $\phi 10$ mm
- ・漁網（目合い 15 mm、8 mm、5 mm）、マイカ線
- ・かぶせ網（被覆網）：漁網（目合い？ 15 mm、8 mm、5 mm）、チェーン錘

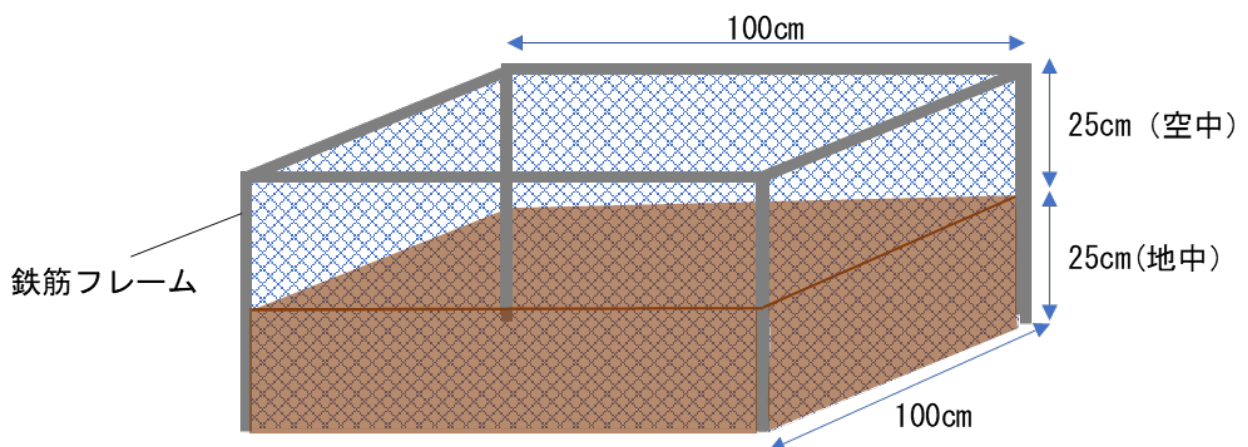


図 20 立体型かぶせ網の設計イメージ

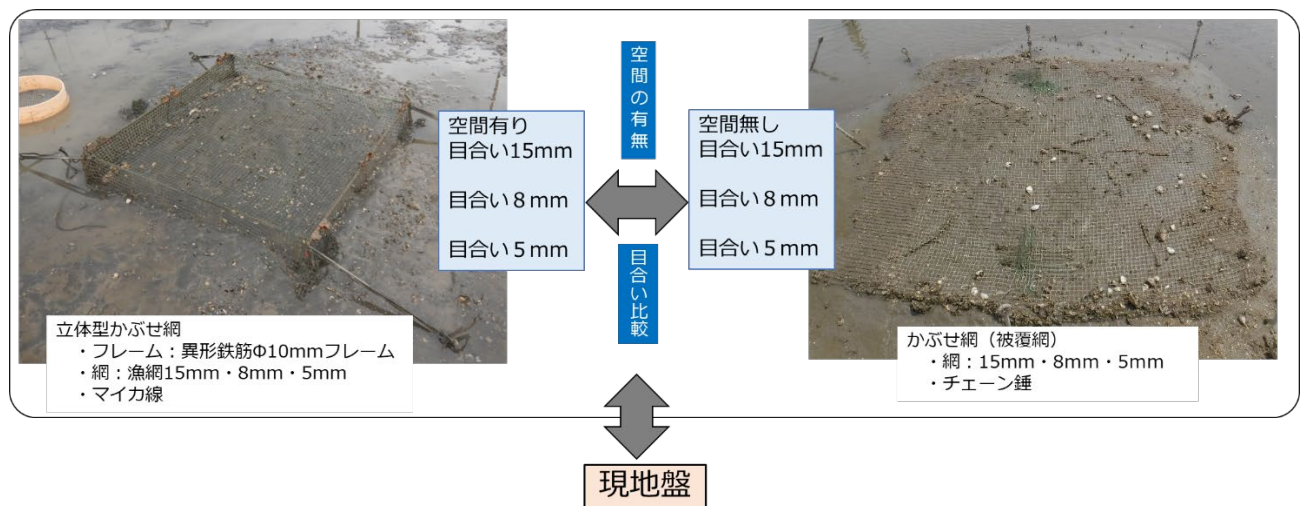


図 21 立体型かぶせ網及び被覆網の実験概要

表 7 立体型かぶせ網及び被覆網の実験工程

	5月	6月		12月	R7・6月～7月
立体かぶせ・被覆網	設置	◎		◎	漁獲

注 1) ◎ : モニタリング

注 2) 6 月は網内 3 カ所、12 月は網内 5 カ所にてサンプリングを実施。

注 3) 5 月設置 : 2024 年 5 月 9 日、モニタリング : 6 月 25 日、12 月 17 日

注 4) 現地盤共通調査 : 5 月 9 日、6 月 25 日、12 月 16 日

(3) 結果

立体型かぶせ網及び被覆網におけるアサリの個体数密度及び殻長の変動を現地盤と共に図 22、図 23 にそれぞれ示した。

個体数密度は、立体型かぶせ網では、網目別 15mm、8mm、5mm において 6 月時でそれぞれ $1,900.0 \pm 1,019.8$ 個体/m²、 900.0 ± 509.9 個体/m²、 900.0 ± 81.6 個体/m²であり、12 月時には 15mm、8mm、5mm でそれぞれ $1,580.0 \pm 1,161.7$ 個体/m²、 200.0 ± 89.4 個体/m²、 $1,060.0 \pm 467.3$ 個体/m²であった。被覆網では、網目別 15 mm、8mm、5mm において 6 月時でそれぞれ $7,466.7 \pm 2,641.1$ 個体/m²、 $3,566.7 \pm 492.2$ 個体/m²、 $4,633.3 \pm 2,819.4$ 個体/m²、12 月時には網目別 15mm、8mm、5mm で $3,540.0 \pm 833.3$ 個体/m²、 $2,840.0 \pm 162.5$ 個体/m²、 $2,360.0 \pm 557.1$ 個体/m²であった。現地盤におけるアサリ個体数密度は 5 月時で $2,003.7 \pm 892.0$ 個体/m²、6 月時で $5,772.8 \pm 1,403.1$ 個体/m²、12 月時で 843.8 ± 767.7 個体/m²であった。

個体数密度では、6 月時の立体型かぶせ網では 5 月の現地盤と同程度或いは現地盤未満であり、6 月時の現地盤の個体数密度よりも大幅に低い様子が見られた。一方、6 月時の被覆網では現地盤と同等或いは現地盤以上の個体数が見られた。また、12 月時には、現地盤で大きく減耗するが、被覆網では減耗が小さく、現地盤の 3～4 倍程度の個体数密度の維持が見られた。

平均殻長は、立体型かぶせ網では、網目別 15 mm、8mm、5mm において 6 月時でそれぞれ 10.4 ± 5.0 mm、 14.3 ± 9.3 mm、 9.9 ± 3.5 mm であり、12 月時には 15mm、8mm、5mm でそれぞれ 16.4 ± 3.4 mm、 19.4 ± 8.1 mm、 20.0 ± 4.0 mm であった。被覆網では、網目別 15 mm、8mm、5mm において 6 月時でそれぞれ 14.0 ± 5.7 mm、 11.2 ± 3.8 mm、 12.5 ± 3.0 mm であり、12 月時には 15mm、8mm、5mm でそれぞれ 19.6 ± 4.1 mm、 20.5 ± 2.9 mm、 21.7 ± 4.0 mm であった。現地盤におけるアサリ平均殻長は、5 月時で 5.3 ± 2.5 mm、6 月時に 9.1 ± 2.5 mm、12 月時に 14.5 ± 3.3 mm であった。

平均殻長では、立体型かぶせ網及び被覆網共に 6 月時、12 月時において現地盤と有意な差はみられないものの、12 月時においては立体型かぶせ網の 15mm 目合い以外では現地盤よりも平均殻長が大きい傾向にあった。

また、立体型かぶせ網及び被覆網の殻長ヒストグラムの変化を図 24 に示した。立体型かぶせ網及び被覆網共に 6 月の殻長 10mm～15mm 程度のコホートが 12 月には 19mm～24mm 程度のコホート群への成長が見られている。但し、立体型かぶせ網においては明確ではなく、立体型かぶせ網の 8mm では 12 月時に個体数が少なくほとんど確認できない。

立体型かぶせ網及び被覆網における埋没状況を図 25 に示す。空間のある箱型は洗堀されやすい

傾向が見られ、逆に、被覆網は埋没しやすい傾向が見られた。

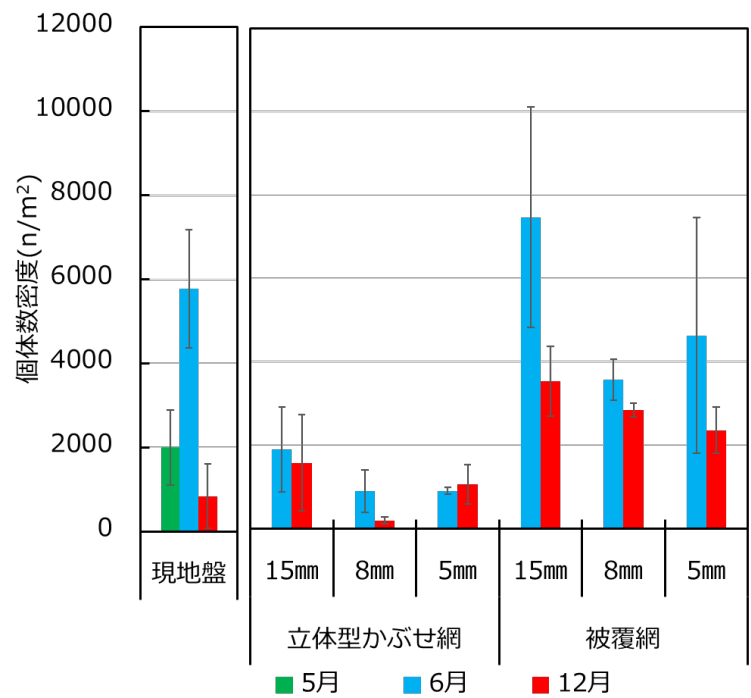


図 22 立体型かぶせ網、被覆網及び現地盤のアサリの個体数密度の変動

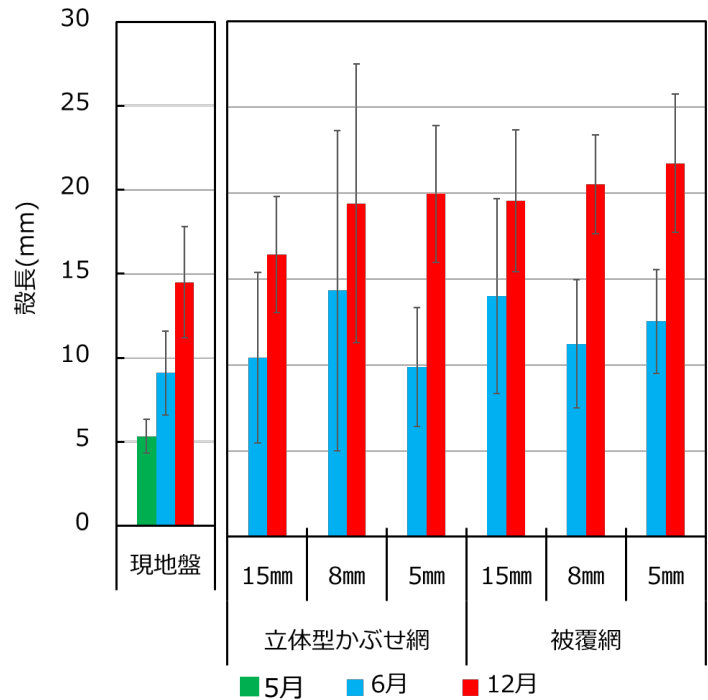
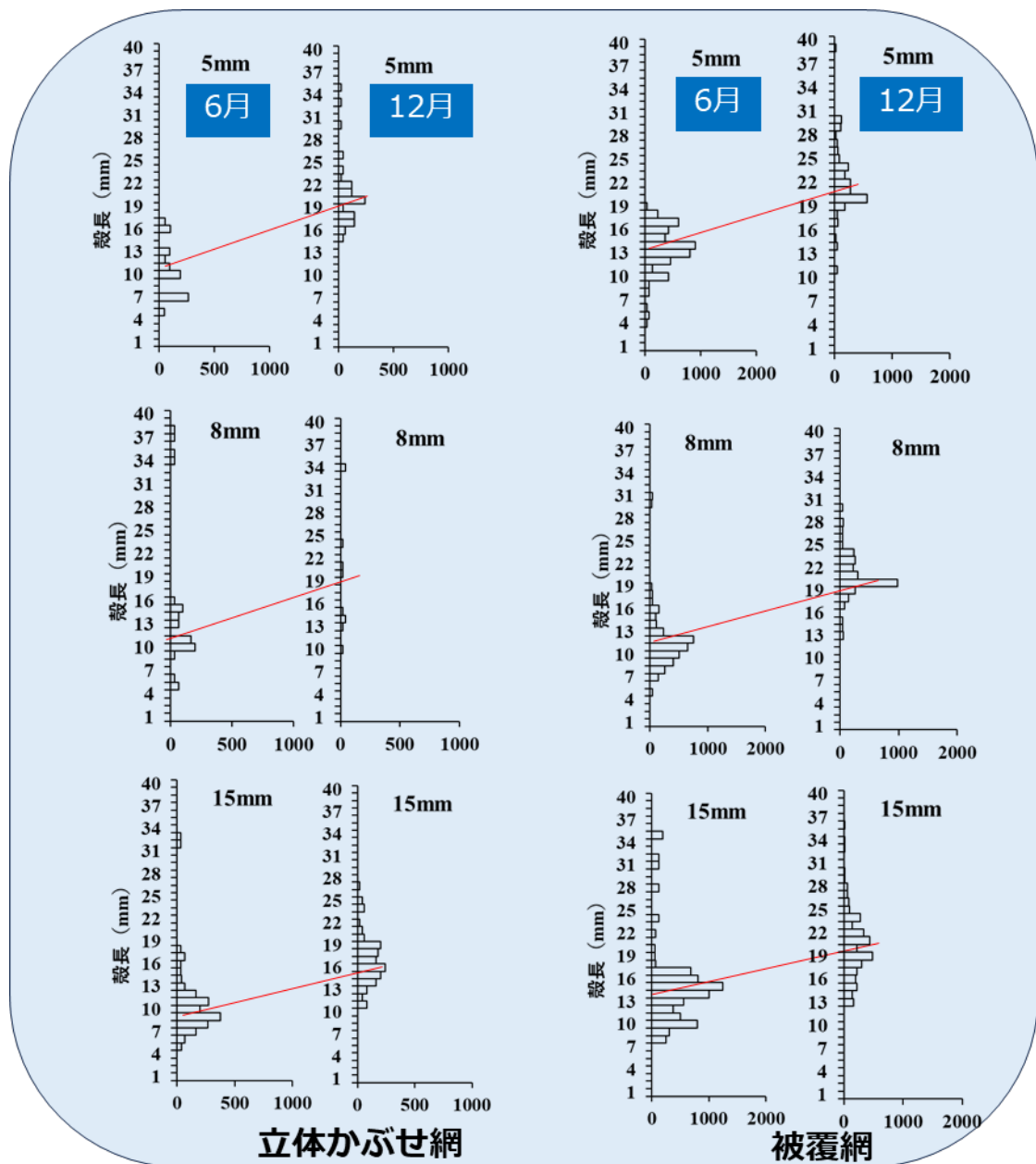


図 23 立体型かぶせ網、被覆網及び現地盤のアサリの平均殻長の変動



注) 図中の赤線は平均値から推定

図 24 立体型かぶせ網及び被覆網におけるアサリの殻長ヒストグラムの変化

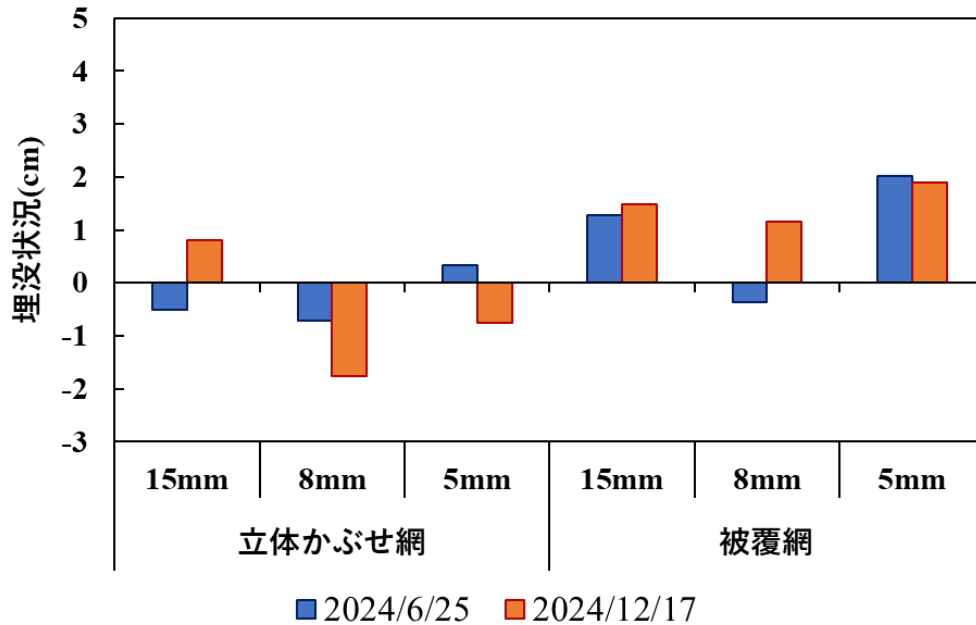


図 25 立体型かぶせ網及び被覆網における埋没状況の季節変動

(4) 考察

立体型かぶせ網のアサリ個体数密度は、5 月設置から 1 ヶ月後の 6 月において設置時の現地盤でのアサリ個体数密度と同等、或いは下回る状況を呈し、一方、被覆網のアサリ個体数密度は設置時から増加し、6 月の現地盤でのアサリ個体数密度と同等、或いは上回る状況であった。以降 12 月にかけて立体型かぶせ網及び被覆網共に減耗傾向がみられたものの、立体型かぶせ網では 12 月の現地盤のアサリ個体数密度と同等であり、被覆網では現地盤の 3 倍程度のアサリ個体数密度を確保していた。5 月から 6 月にかけての実験区で強い波浪等の物理的イベントは見られていないが、立体型かぶせ網の中は洗堀傾向がみられていることから、アサリが網内から逸脱していき、密度が低下したのではないかと推察される。一方、被覆網では泥が堆積する傾向が顕著に現れており、減耗が抑えられているものと推察される。

また、網内のアサリの殻長は立体型かぶせ網及び被覆網共に 6 月から 12 月にかけて大きくなり、ばらつきの範囲内ではあるものの、現地盤のアサリに比べ平均殻長で 5mm 程度大きいアサリの存在が確認できる。現地盤におけるアサリの殻長組成は様々な角度からの新規加入があり、網内においても同様の作用が考えられるものの、特に被覆網ではある程度の泥の堆積状態が保護に寄与していることで成貝へと成長する個体を維持しているものと推察される。

一方で、立体型かぶせ網の 15mm 目合いにおいても 1,000 個体/m²以上の個体数を維持しており、生産性の観点からは十分な育成効果を発揮できていると考えられる。今後は漁獲サイズの 30mm 程度までのモニタリングにより、12 月時における被覆網での 2,000~3,000 個体/m²程度の密度維持が持続するかどうか確認する必要がある。殻長のヒストグラムを見ると立体型かぶせ網及び被覆網共に特に 15mm 目合いにおいて漁獲サイズへの成長が期待できる。

昨年度の実験では網の付着生物を機材内に落とし、12 月以降に網内個体数密度が低下するとい

う現象がみられた²⁾。本実験ではこのようなメンテナンスを実施することなく、またサンプリング回数も大幅に減らし網内の攪乱を最小限にとどめてモニタリングした。その結果、アサリ個体数密度は現地盤よりも低下することはない、適切に保護育成されていることが明らかとなった。このことから、網袋に代わるかぶせ網式の保護育成の実用化へ向けては、手間のかからないメンテナンス無しでの方法で推進できることが示唆された。

3.2.2. 付着物への対応による育成比較

(1) 背景

昨年度（令和 5 年度）の実験では、夏季に立体型かぶせ網に付着するフジツボや牡蠣をモニタリング時に立体型かぶせ網内に落として実験を行っていた。付着物が固着基質を失い、腐敗してアサリにも悪影響を及ぼした結果、夏季以降に立体型かぶせ網内の個体数密度が現地盤よりも低密度になってしまった可能性がある。そこで、今年度は付着生物を脱落させかぶせ網内に堆積させた場合と付着物を脱落させない場合との比較でアサリに対する影響を明らかとすることを目的として実験を行った。

(2) 材料と方法

実験は、春から夏にかけての時期である 5 月 23 日に同時に設置した小型の立体型かぶせ網を用いて行った。小型立体型かぶせ網の設計イメージ及び設置イメージを図 26、図 27 にそれぞれ示す。設置にあたっては、現地盤の大型のアサリを鋤簾等で採取した後設置した（図 28）。各かぶせ網は相互に 40cm 以上離して現地盤上にかぶせる形で設置したうえ、上面中央から長さ 90cm の杭を底面に打ち込んで固定した。さらに、台風等の波浪時に備え、網の両端を長さ 90cm の杭 2 本を打ち込んで補強した。

小型の立体型かぶせ網の半数では夏季以降に付着する生物を金属ブラシ等を用いて脱落・堆積させ（メンテナンス有）、残りの半数では付着生物の除去を行わないものとして（メンテナンス無）、アサリの個体数密度と殻長を比較した。

小型立体型かぶせ網は、毎月のモニタリングにおいて、メンテナンス有を 3 セット、メンテナンス無を 3 セット用意した（図 29）。網内の底質を深さ 10cm 程度で採取し、1mm 篩でふるって篩上に残ったアサリを計数・計測した。アサリが育成過程においてモニタリング時の攪乱の影響を受けないよう、一度モニタリングした機材は撤去し、毎回異なる機材からサンプリングを行った。

網の観察にあたっては、網への付着物の付着状況を目視にて観察して付着物の被度を求めた。アサリを採取する前に網内の底質をサンプリングし、有機物量含量（強熱減量：IL）を分析した。有機物含量の分析は現地盤においても実施した。

【使用する機材】

- ・ 枠：プラスチック製（素材）プランタースタンド
- ・ 樹脂ネット（目合い 15 mm）
- ・ 現地盤のアサリを採取した後、付着物対応の有無でそれぞれ 36 基ずつ、計 72 基設置。

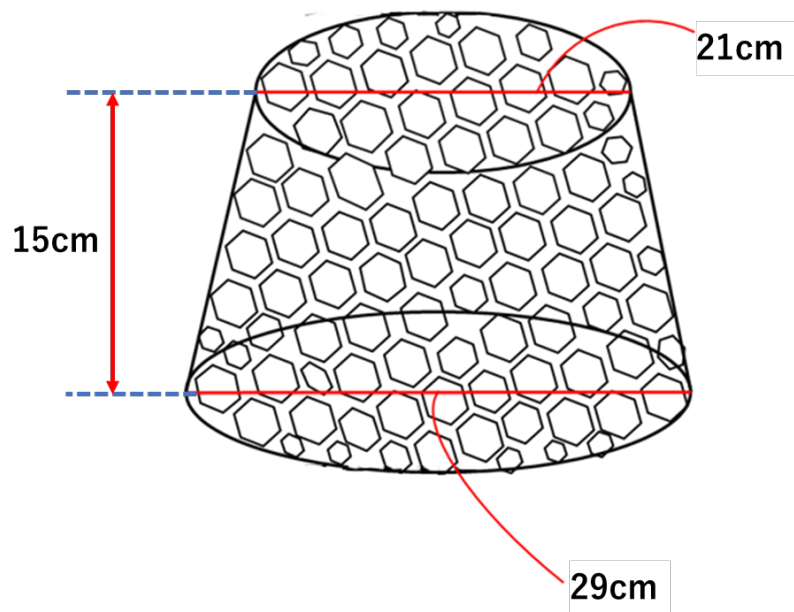


図 26 小型立体型かぶせ網の設計イメージ

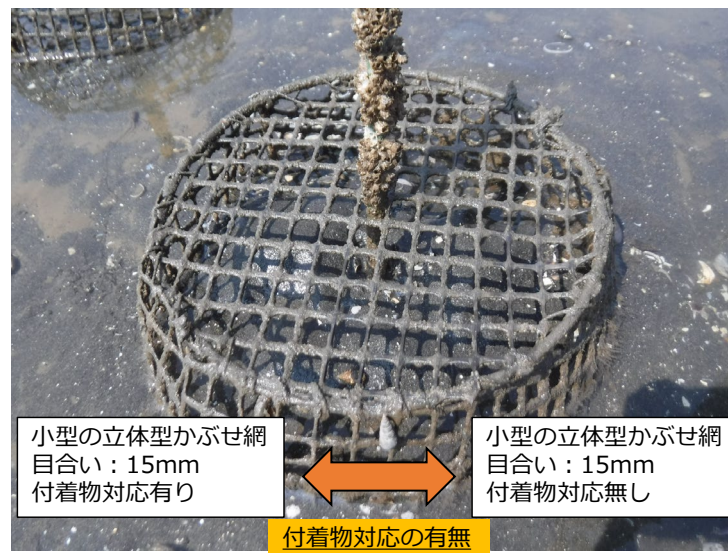


図 27 小型立体型かぶせ網の設置イメージ



図 28 小型立体型かぶせ網設置前の現地盤のアサリ採取状況

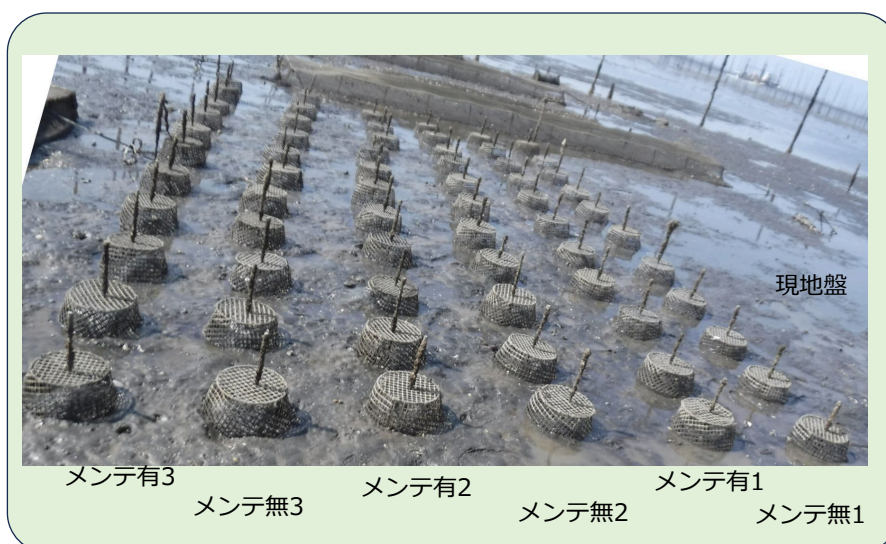


図 29 小型立体型かぶせ網の配置状況

(3) 結果

小型立体型かぶせ網の付着物の状況について、メンテナンス無では、設置開始の 5 月から 7 月までにかけて大きい付着物はみられず、8 月時にはシオグサが表面に少量付着した。8 月末から 9 月初旬にかけての台風通過後にはシオグサも見られなくなり、その後、11 月に牡蠣の付着が若干見られたものの、1 月までに付着物が多い状況は見られていない（表 8）。目視による付着物の被度は全期間を通して概ね 5%未満であった。

網内の有機物含量としての IL の経時変化を図 30 に示した。7 月時の IL はメンテナンス無で 2.9%、メンテナンス有で 2.8%、現地盤で 2.8%であった。8 月から 9 月にかけて若干の増加がみられ、8 月時のメンテナンス無で 3.6%、メンテナンス有で 3.5%であったが、同時に現地盤においても 4.0%と増加がみられた。9 月時のメンテナンス有が 3.9%と小型立体かぶせ網の中では最大値を示し、その後減少し、1 月においてメンテナンス無で 2.6%、メンテナンス有で 2.7%、現地盤で

2.9%であった。

本実験において網の設置は現地盤上に被せる形で設置したものであり、網内の最初の調査は7月時であったことから、6月時の共通調査における現地盤のアサリ個体数密度及び殻長を初期値としてプロットした。さらに、網の目合いは15mmであることから、周辺の現地盤からの新規加入個体が常に出入りする。そのため、小型立体型かぶせ網の本来の目的である稚貝からの保護育成過程をモニタリングしていくためには、新規加入個体を除いたうえでの評価が必要である。そこで本解析では、6月時点のアサリの殻長をスタートとして、当該月の「全個体」から、前月の最小殻長以下の値を示す個体を除外したものを「大型個体」とし、全個体とは別に評価した。

このように区分にしたアサリの個体数密度及び殻長の季節変化について、全個体を図31に、大型個体を図32にそれぞれ示した。

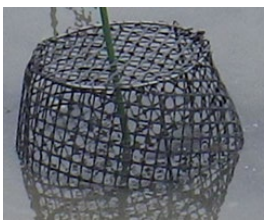
小型立体かぶせ網内の全個体の個体数密度は6月から8月にかけて大きく増加し、8月時のメンテナンス無で $7,666 \pm 2,491$ 個体/m²、メンテナンス有で $7,070 \pm 1,374$ 個体/m² と最大値がみられた。しかしながら、その後、急激に減耗し、9月時のメンテナンス無で $1,272 \pm 688$ 個体/m²、メンテナンス有で $1,055 \pm 896$ 個体/m² となり、その後緩やかな減耗傾向が続き、1月にはメンテナンス無で 126 ± 93 個体/m²、メンテナンス有で 232 ± 122 個体/m² となった。現地盤の個体数密度は6月から減耗し続け、9月に $1,933 \pm 237$ 個体/m² となり、11月まで $1,000$ 個体/m² 以上を維持していたが12月にかけて減耗し、1月には 292 ± 224 個体/m² となり小型立体型かぶせ網内と同等となった。

全個体の殻長は、6月から8月にかけてメンテナンス無、メンテナンス有及び現地盤共に8mm～9mm程度で推移し、現地盤はその後も同程度で推移していたが、小型立体型かぶせ網内は10月から11月にかけてメンテナンス有、メンテナンス無共に20mm程度の殻長個体が見られた。個体数密度は低いものの、小型立体型かぶせ網では現地盤と同等或いはそれ以上の殻長のアサリが1月にかけても見られている。網内の殻長ヒストグラムでは網の場所によるばらつきがみられるものの、概ねどの網においても同様な傾向を示した（図33）。

一方、新規加入個体を除いた大型個体の個体数密度では、7月観測時から9月にかけて減耗がみられ、9月時のメンテナンス無で 575 ± 500 個体/m²、メンテナンス有で 650 ± 685 個体/m² であった。その後10月から11月にかけてメンテナンス無で700～800個体/m²程度、メンテナンス有で150～200個体/m²程度を維持し、メンテナンス無において高い個体数密度であった。この間、10月～11月の現地盤での個体数密度は2,000個体/m²程度であったものの、1月にかけて減耗した。

大型個体の殻長は、メンテナンス無、メンテナンス有共に、7月時の15mm程度から18mm程度になり、9月にかけて20mm程度となり、その後1月にかけては同程度で推移し、1月のメンテナンス無で 18.1 ± 2.6 mm、メンテナンス有で 23.5 ± 4.9 mm であった。現地盤のアサリ殻長は全期間を通して網内よりも小さい傾向が見られた。

表 8 立体型かぶせ網（メンテナンス無）の付着物の経時変化状況

網の外観状況				
月日	5月23日	6月5日	7月22日	8月21日
被度(%)	—	0	0	<5
網の外観状況				
月日	9月18日	10月17日	11月15日	12月15日
被度(%)	<5	<5	<5	<5
網の外観状況				/
月日	1月13日	2月12日	3月3日	
被度(%)	<5	10	<5	

注) 被度区分：なし (0%)、痕跡程度 (5%未満)、点生 (5~25%)、疎性 (25~50%)、密生 (50~75%)、濃生 (75%以上) を参考とし目視での外観状況より判定した (海洋調査技術マニュアル-海洋生物編-1998 より改変, 社団法人海洋調査協会)

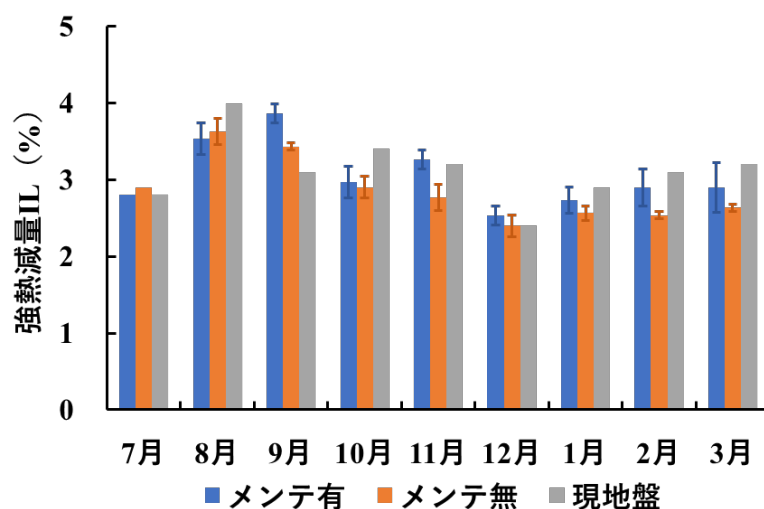


図 30 メンテナンス有、メンテナンス無及び現地盤の IL の経時変化

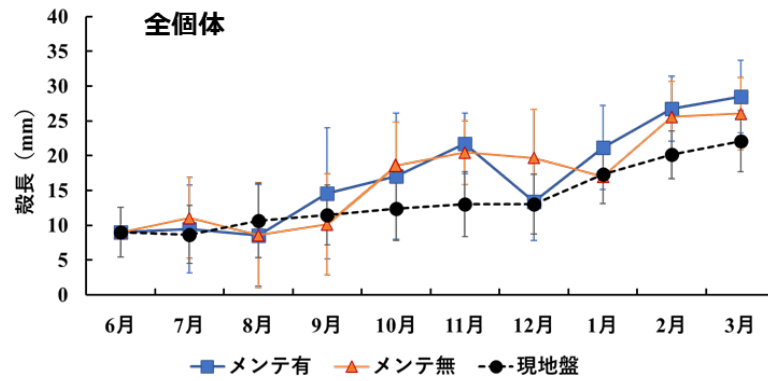
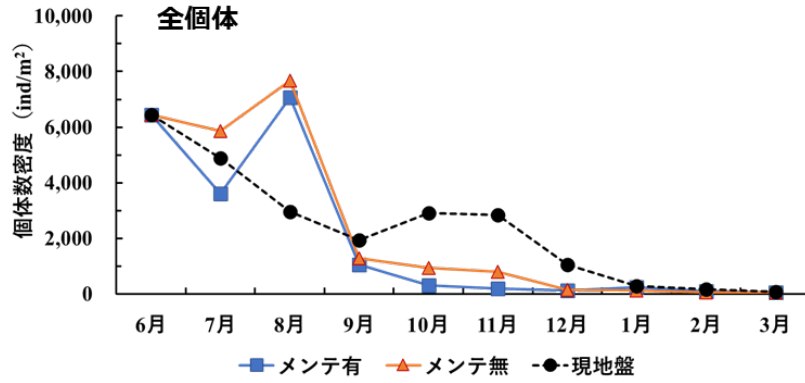
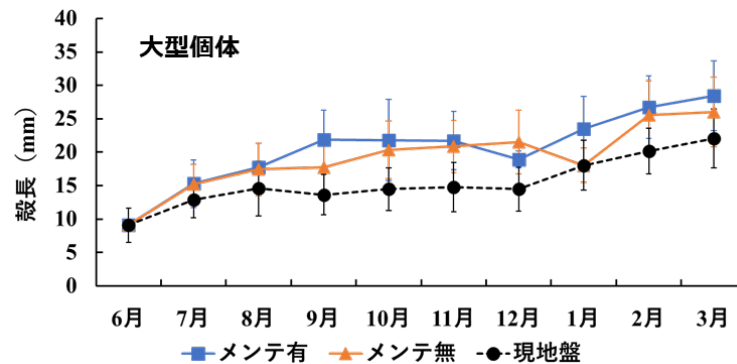
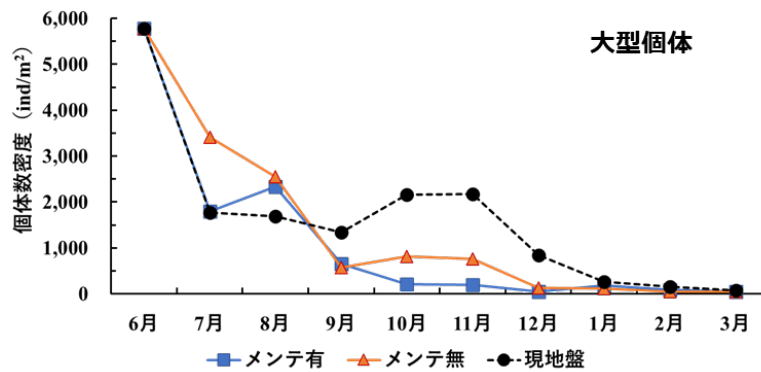


図 31 メンテナンス有、メンテナンス無及び現地盤におけるアサリの個体数密度及び殻長の変化（全個体）



注) 大型個体は新規加入分を除いての評価

図 32 メンテナンス有、メンテナンス無及び現地盤におけるアサリの個体数密度及び殻長の変化（大型個体）

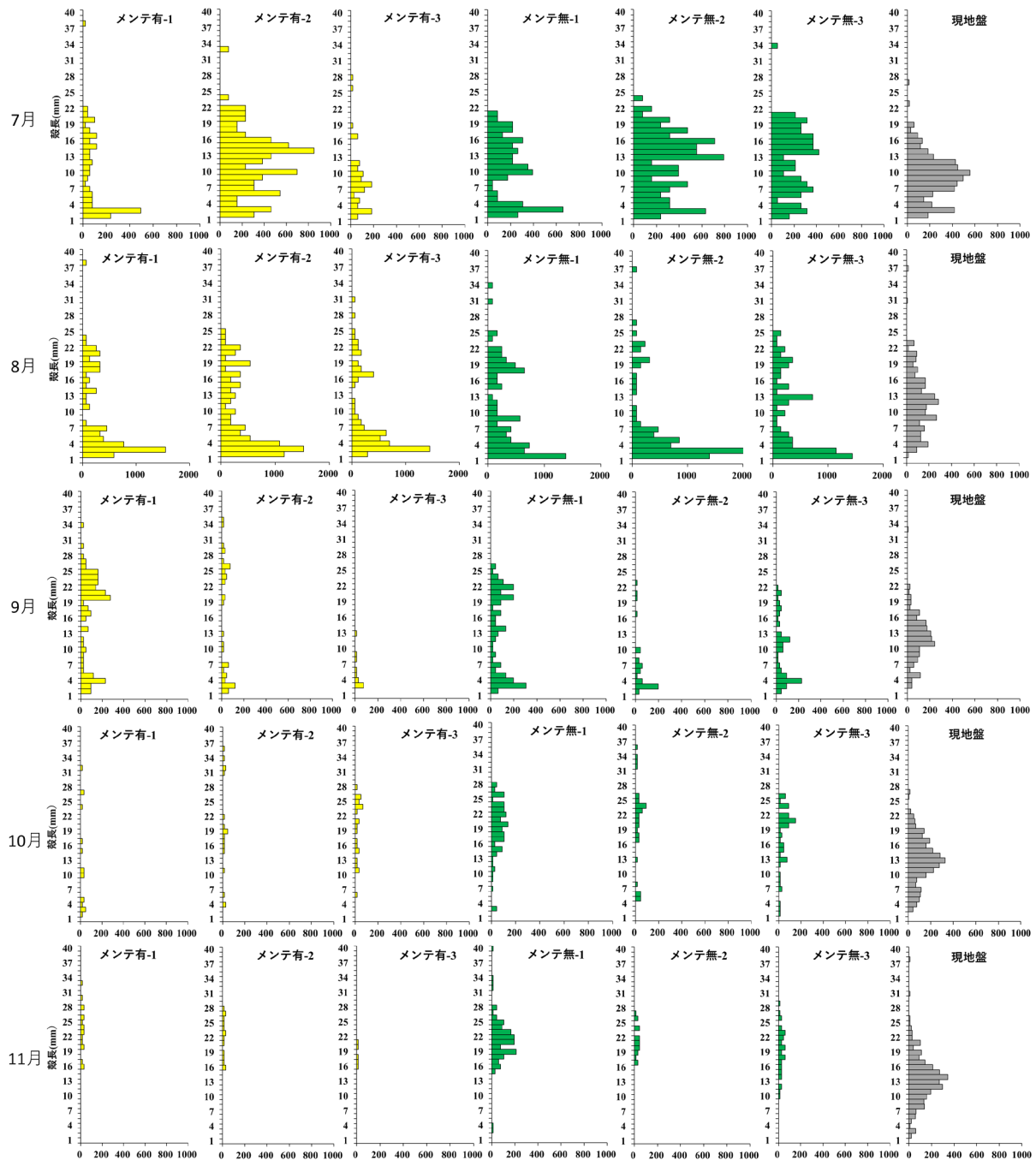


図 33 メンテナンス有、メンテナンス無及び現地盤におけるアサリ（全個体）の殻長ヒストグラムの変化

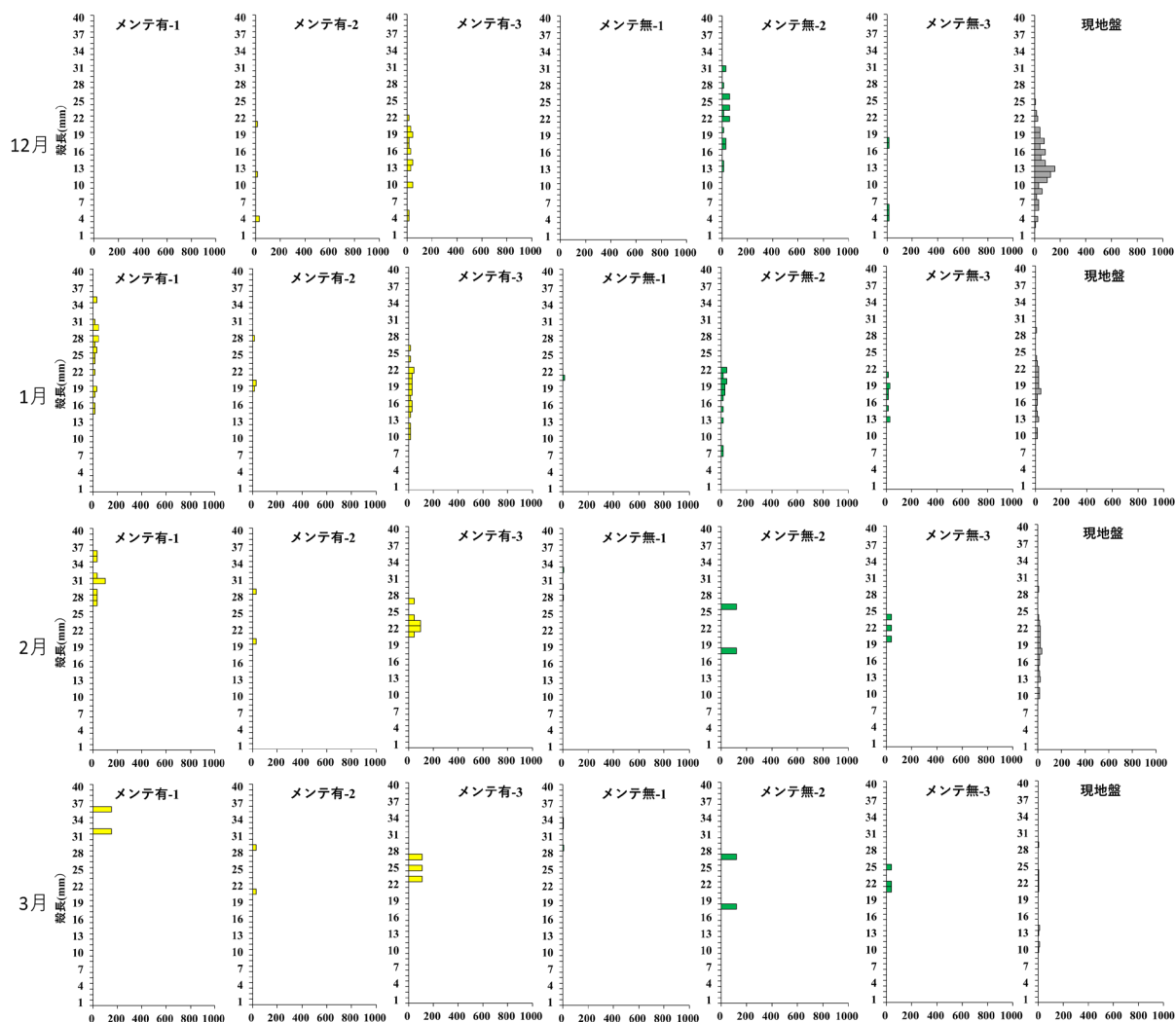


図 33(2) メンテナンス有、メンテナンス無及び現地盤における
アサリ（全個体）の殻長ヒストグラムの変化

(4) 考察

全個体の殻長ヒストグラムの 7 月から 8 月の状況から、網内へのアサリ稚貝の新規加入個体が高密度に入り込む様子が確認された。この現象は現地盤においては軽微であり、網が確実な捕捉効果を持つことが示されたものと言える。8 月のヒストグラムにみられる殻長 2mm～4mm 程度の高密度群は春季産卵由来群である可能性が高い¹⁰⁾が、実験海域内での定位が不安定な稚貝群を捕捉したものと言える。これら稚貝のコホート群は 9 月のヒストグラムでは急激に減少しており、8 月末の台風通過に伴う底面の攪乱を一因とした流出とも考えられるものの、現地盤においても全てが流出しているものではなく、底質が動きやすいという本実験場の地域特性によるものと推察される¹¹⁾。また、殻長ヒストグラムでは、7 月時点において殻長 15mm 程度をピークとしたコホート群が見られ、これらは昨年の秋季産卵由来群が成長したアサリであると考えられ¹⁰⁾、8 月から 9 月にかけては現地盤のアサリより大きな殻長組成群が残っていることが明らかであり、立体網による稚貝捕捉、保護育成への過程としての効果であると言える。

本実験は 15mm 目合の網目サイズを採用しており、加入アサリを極力遮断するような細かい網目

ではなく、天然アサリの利用も視野に入れた保護育成へとつなげる実用的な手法となっている。このことから、網内への数ミリ単位のアサリの新規加入が常に起こっており、高密度化による成長阻害の懸念もある。しかし、大型個体の個体数密度と殻長の解析からは、高密度による減耗の中でも相対的に成長するという様子が見て取れており、初期の天然アサリが網内で成長するという保護育成による効果と言える。

本実験結果から、メンテナンス有及びメンテナンス無での個体数密度及び殻長組成における顕著な違いは見られなかった。網に付着する牡蠣等の付着生物が少ないなかで、付着物を網内に落とし込むことによる（メンテナンス有）網内環境では、8月に有機物量（IL）が増加しているものの、メンテナンス無及び現地盤においても同様に増加していた。これは夏季における海域の栄養分増加の結果としての環境特性による有機物量の増加であり、メンテナンスの有無との関連は認められなかった。付着生物が剥がれて腐敗することにより、水質悪化を起こすことが報告されており¹²⁾、このことが原因で機材内のアサリへ悪影響を及ぼし、成育並びに生残に影響を与えることが懸念されたが、本実験では有機物量の変化からも顕著な水質悪化は起こらなかったものと推察される。

今回の実験から、小型立体型かぶせ網は稚貝に対して高い保護効果を持つことが確認された。夏季に6,000個体/m²を超える高密度（現地盤では2,000個体/m²程度）が確認され、天然のアサリ稚貝の捕捉から保護育成へと直接つなげることができるもとの考えられる。しかしながら、秋季以降には大きく減耗しており、その原因として高密度に起因する悪影響の他、一般的にも言及されている、アサリ自らの、あるいは波浪による移動も考えられる^{13, 14, 15)}。アサリ幼貝（殻長18～22mm）が水平に移動する最大距離は、30日で砂質で4.8m、砂礫では1.4mという報告¹⁶⁾があり、小型立体型かぶせ網の設置面積がおおよそ35m²（約5m×約7m）程度であることを考慮すると、小型立体かぶせ網から網貝へ移動の可能性も認識しておく必要がある。

4. 総合考察

網袋式アサリ保護育成の効率化では、昨年度までに構築されていた現地盤からの稚貝採取から角ざるによる未成貝育成、網袋へ移しての高密度での初期成貝育成、さらには秋季頃に網袋を低密度に調整するといった4段階での育成プロセスについて、今年度は当初から高密度の網袋での育成を達成するという効率化を狙った。そのため比較対照として低密度においても実験し高密度での成長と比較してきた。実験海域におけるアサリが漁獲サイズである殻長30mmまでに成長するに要する期間は、これまでの成果から約1年3ヶ月程度を有することが分かってきており²⁾、年による変動も考慮する必要がある。今年度の本実験では、開始7ヶ月程度で低密度において殻長21mm～22mm程度、高密度で殻長19mm程度まで成長しており、低密度に比べ高密度においての成長が劣っているように見受けられるものの、ばらつきの範囲内であった。

アサリの成長は個体数密度の影響を受けるところが大きく、個体数密度が高い場合には成長が遅く、肥満度にも影響するとされている^{17, 18)}。昨年度は実験場所に春先からの稚貝が見られず、新規加入アサリがいない状況であり、また、線状降水帯を伴う豪雨によるダム放流に伴う濁水の増加から個体数密度の低下が顕著であったが、少ない個体数の中でも殻長の成長は見られた。一方、今年度は春先からアサリ稚貝が高密度で生息し、網袋内への新規加入が多く、網内の

個体数密度が非常に高くなる現象が起きていた。この現象を考慮すると、今年度の網内は昨年度に比べて明らかに高密度であり、このことによりアサリの成長が昨年度に比べて鈍化する傾向にあることも認識できる。

これらを通して、網袋育成では、今後の春先からの成長を期待でき、漁獲サイズまで到達することで、専用資材での稚貝採取やその後の密度調整といった工程が省略でき、一気通貫した育成工程を構築できると考えられる。

立体型かぶせ網式のアサリの保護育成方法の改良では、従来から実施されている平面型の被覆網に加えて、内部に空間を持たせた立体型かぶせ網を底面に直接設置し、天然稚貝の保護育成を確立すべく実施した。昨年度において、様々な空間タイプ（トンネル型、箱型）を用いて実験した結果、空間がある場合に現地盤よりも個体数が減少した。その原因として、冬季波浪による影響や、メンテナンスに伴う付着生物の網内への堆積、頻繁なモニタリングによる網内の攪乱が及ぼす悪影響が原因として推察された。本実験ではこれらの事象のうちメンテナンスの影響を排除し、モニタリングの影響を最小限として実施した。その結果、網内のアサリにおいて冬季に現地盤の天然アサリより劣ったような傾向は見られず、網内の個体数減少の原因の一つが冬季波浪であることは確認されなかった。

また、付着物の除去の有無に関する成育比較では、付着物を除去した場合（メンテナンス有）としなかった場合（メンテナンス無）の間で網内のアサリ生息状況に明確な違いは見られなかったことに加え、網内のアサリの成長は現地盤に比べ高い傾向が確認された。このことから、先の立体型かぶせ網方式でも言及したようにメンテナンスの有無による影響はないものと考えられた。これらのことから、かぶせ網方式での保護育成を展開する場合において、より手間のかからないメンテナンス無とすることで、実用化への展開が期待できる。

一方、新しい保護技術としての箱型タイプよりも被覆網の方が個体数密度の維持では勝っていた。しかしながら、箱型においても現地盤よりも保護効果が確認できており、被覆網は箱型に比べ膨満等による減耗も考えられることから、漁獲サイズまで確認のうえ考察する必要があると考えられる。

5. 中課題としての成果と課題

5.1. 目標の達成度について

令和6年度の目標とその達成状況について、以下に示す。各小課題の達成度は、○：達成、△：ほぼ達成も一部で課題が残る、×未達成とした。

5.1.1. 網袋式アサリ保護育成方法の効率化

目標	達成度	成果
(1) 網袋育成の効率化 稚貝から成貝への育成の手順を簡略化することを目的に、低密度及び高密度における違いを明らかにする。	○	低密度及び高密度において成長差は見られるもののばらつきの範囲内であり、密度調整の工程を簡略化できることが確認され、効率化につながることが示唆された。

5.1.2. 立体型かぶせ網式アサリの保護育成方法の改良

目標	達成度	成果
(1) かぶせ網内の空間の有無及び網目の大きさによる成育比較 かぶせ網方式における空間の有無及び網目の違いを比較し、網袋等に代わる新たな保護育成の手段を確立する。	○	立体型かぶせ網に比べ被覆網において高い保護効果を確認した。メンテナンスをしないことによるかぶせ網方式における保護効果を確認できた。 空間ありの立体型かぶせ網においても相当の稚貝保護を確認した。また、目合別では15mm目合で高い個体数保護を確認し、細かい目合の場合の目詰まりを回避できることの確認に至った。
(2) 付着物への対応による成育比較 付着物を脱落させる場合（メンテナンス有）と脱落させない場合（メンテナンス無）においてアサリの成育に与える影響の違いを明らかにする。	○	付着物への対応（メンテナンス）の有無による顕著な違いはみられないことを確認した。かぶせ網方式を採用する場合において、より手間のかからないメンテナンス無での実用化へつながることの確認に至った。

5.2. 実用性の検討（作業性、コスト）

実用性の検討を以下に示す。網袋式、立体型かぶせ網及び被覆網における各実験の材料費を表9、各実験時の人件費及び傭船費を表10に示す。また、漁獲増加額から試算されたケースごとの費用便益効果（B/C）を表11に示した。

10年間の漁獲増加量（B）/10年間のコスト（C）の試算の結果、費用便益は被覆網、立体型かぶせ網、網袋式の順となった。立体型かぶせ網及び被覆網は設置材料において網袋よりもコストがかかるが、1基当たりの漁獲サイズのアサリ個体数が網袋式に比べて多いことから、費用対効果の面で優位である。

表 9 各実験における材料費

		単価(¥)	数量	耐用年数	小計(¥)	合計/年(¥)	合計/10年(¥)
網袋式	網袋	300	875	2	131,250	150,500	1,505,000
	固定具	1,100	175	10	19,250		
立体型かぶせ網	かぶせ網	1,600	490	10	78,400	200,900	2,009,000
	固定具	2,500	490	10	122,500		
被覆網	被覆網	1,600	490	10	78,400	176,400	1,764,000
	固定具	2,000	490	10	98,000		

※1：漁場面積は20m×35mとして試算した。

※2：耐用年数は、網袋は漁獲毎に更新で2年、立体型かぶせ網、被覆網は10年と想定した。

※3：設置基数は、網袋は5網/4m²、立体型かぶせ網及び被覆網は全面積の7割として試算した。固定具は、網袋式は1本(900円)/5網、立体型かぶせ網は杭4本、枠2個、被覆網は杭4本(単価：杭500円、枠250円)とした。

※4：立体型かぶせ網及び被覆網の単価は1基当たり(1m×1m)とした。

表 10 各実験時における人件費及び傭船費

		単価(¥)	員数	回数	小計(¥)	合計(¥)	合計/10年(¥)
網袋式	作業員人件費	20,300	3	14	852,600	1,412,600	14,126,000
	傭船費	40,000	1	14	560,000		
立体型かぶせ網	作業員人件費	20,300	4	12	974,400	1,454,400	14,544,000
	傭船費	40,000	1	12	480,000		
被覆網	作業員人件費	20,300	4	12	974,400	1,454,400	14,544,000
	傭船費	40,000	1	12	480,000		

※1：作業員人件費は熊本県令和6年度公共工事設計労務単価の普通作業員とした。

※2：傭船費は操縦士人件費を含むため、同上資料の測量船操縦士+αとした。

※3：員数及び回数は1年間当たりの設置、メンテナンス及び漁獲を想定した。

表 11 10年間の漁獲増加量(B)/10年間のコスト(C)

網種類	材料費(¥)	人件費および傭船費(¥)	漁獲増加金額(¥)	B/C
網袋式	1,505,000	14,126,000	15,750,000	1.01
立体型かぶせ網	2,009,000	14,544,000	17,640,000	1.07
被覆網	1,764,000	14,544,000	17,640,000	1.08

※1：漁獲増加金額は令和2年度及び令和4報告書を参考とした。

※2：漁獲増加量は、機材1基当たりのアサリ漁獲個体数とアサリ単価を設定し算出した。漁獲個体数は、網袋1基当たり400個体、立体型かぶせ網(1m×1m)及び被覆網(1m×1m)共に1基当たり800個体とした。漁獲サイズアサリは、0.006kg/個体、アサリ単価は750円/kgと想定した。

5.3. 今年度の成果と課題

5.3.1. 網袋式アサリ保護育成方法の効率化

【成果】

- ・低密度（100 個体収容）及び高密度（500 個体収容）において成長差は見られるもののばらつきの範囲内であり、高密度での育成が可能であることが示唆された。

【課題】

- ・漁獲サイズである 30mm までの成長を年度内には確認することができないことから、過年度と比べた比較を完了させるための継続及び実用化への検討。

5.3.2. 立体型かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良

【成果】

- ・かぶせ網方式（立体型かぶせ網、被覆網）でのアサリ保護効果を確認した。
- ・付着物の除去の有無による顕著な違いは認められなかった。

【課題】

- ・被覆網において立体型かぶせ網式よりも高い保護効果がみられたが、漁獲サイズまでの保護育成において、被覆網の膨満等による減耗も考えられることから、空間のある場合との比較としての実用化へ向けた総合的な検証が必要。

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, いであ株式会社. 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. 2023.
- 2) 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, いであ株式会社, 株式会社水圏科学コンサルタント. 令和5年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2024.
- 3) 倉茂英次郎. アサリの生態研究, 特に環境について. 「水産学集成」東京大学出版会, 東京. 1957; 611-655.
- 4) 池末弥, 松本直. アサリの生態学的研究-1 沈着期アサリの低比重並びに高温に対する抵抗力. 有明海研究報告 3, 1956; 16-23.
- 5) 神崎博幸, 佃政則, 津城啓子. 多良川及び河川干潟における被覆網の敷設によるアサリの生残率の向上. 佐賀有明水振センター研究報告 28, 2017; 117-118.
- 6) 長本篤, 的場達人, 篠原直哉. 有明海福岡地先における砂利網袋を用いたアサリの天然採苗の埋没対策とその効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 27, 2017; 1-8.
- 7) 山田京平, 合戸賢利, 佐野二郎. 有明海福岡地先に適したアサリの天然採苗技術の開発. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 31, 2021; 9-19.
- 8) 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, いであ株式会社. 令和2年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2021.
- 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, いであ株式会社. 令和3年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2022.
- 10) 林宗徳. 有明海におけるアサリの成長. 福岡水産海洋技術センター研究報告, 福岡県水産海洋技術センター, 福岡県. 1993; 151-154.
- 11) 水産庁増殖推進部研究指導課海洋技術室, 一般社団法人マリノフォーラム 21 開発部. 有明海におけるアサリ等生産性向上マニュアル, 東京. 2023.
- 12) 北澤大輔, 藤野正隆, 多部田茂. 超大型浮体構造物の海洋生態系への影響に関する研究. 日本造船学会論文集 2002; **192**: 277-287.
- 13) 林宗徳, 浜崎稔洋, 秋元恒基, 山下輝昌. アサリ種苗初期減耗原因の究明に関する研究. 福岡有明水産試験場研究報告, 平成2年度, 1992; 85-104.
- 14) 辻秀二, 宗清正廣, 井谷匡志, 道家章生. 舞鶴湾のアサリ稚貝の沈着, 成長, 減耗. 水産増殖 1996; **44(1)**: 25-30.
- 15) 柿野純, 鳥羽光晴. 千葉北部地区貝類漁場におけるアサリ資源の特性について. 千葉県水産試験場研究報告, 1990; **48**: 59-71.
- 16) 崔相. アサリの移動について. 水産増殖 1963; **11(1)**: 13-24.

- 17) 服部宏勇，松村貴晴，長谷川拓也，鈴木智博，黒田拓男，和久光靖，田中健太郎，岩田靖宏，日比野学．愛知県内アサリ漁場における秋冬季のアサリ肥満度の変動と減耗．愛知県水産試験場研究報告，2021；**26**： 1-16.
- 18) 柿野純．「東京湾の環境とアサリ漁業 40 年」青娥書房，東京．2021； pp195, p108.

電子格納データ

本事業で取得した1次データ及び総合考察に使用したデータはCDに格納し、納品した。CDに格納されているデータ一覧を表12に示す。

表 12 電子格納データ一覧

項目（小課題）	実験（調査）名	データ
環境調査結果	設置計測器による連続観測	波高、流況、水質の連続観測データ (Excel ファイル)
網袋式アサリ保護育成方法の効率化	育成手順の効率化	殻長と個体数密度 (Excel ファイル)
立体型かぶせ網式アサリ保護育成方法の改良	かぶせ網内の空間有無及び網目の大きさによる成育比較	殻長と個体数密度 (Excel ファイル)
	付着物への対応による成育比較	殻長と個体数密度 (Excel ファイル)

