

4.3 考察および総括

4.3.1 二重被覆網、被覆網内の減耗要因

被覆網にはアサリ稚貝の確保や保護育成に効果があると想定したが、令和3年～令和4年にかけて設置した結果、稚貝は漁獲サイズに至るまで成長せず減耗する結果となった。この要因として、底質が被覆網内に入ることによる被覆網の膨満による成長阻害及び夏季の高水温が考えられる。

単重被覆網、二重被覆網の膨満状況を図46に示す。単重被覆網、二重被覆網ともに、令和4年2月以降、被覆網が底質によって膨満する現象が確認された。また、令和4年度は令和3年度と同様に被覆網には付着生物が付着しており、これらによって被覆網内部から底質が抜けにくくなり、より膨満しやすくなっている可能性がある。

当地先のように底質が動きやすい環境では、被覆網が底質を捉えてしまい、被覆網が底質で膨満することでアサリの成長を抑制している可能性が考えられた。一方で、被覆網は底質とともに稚貝も捉えると考えられ、稚貝の確保には効果があると考えられる。

干潟陸側の令和4年度の水温の推移を図47に、夏季水温の過年度との比較を図48に示す。令和4年度は過年度と比較して夏季水温が高い傾向があり、高水温によりアサリが減耗した可能性が考えられた。



単重被覆網



二重被覆網



図46 二重被覆網、単重被覆網の膨満状況

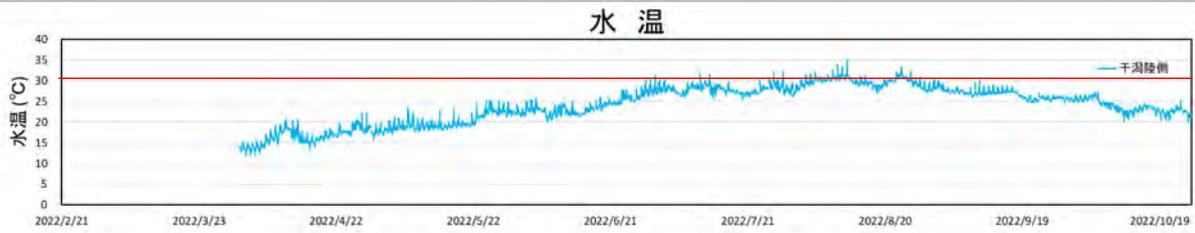


図 47 令和4年度の干潟陸側の水温の推移

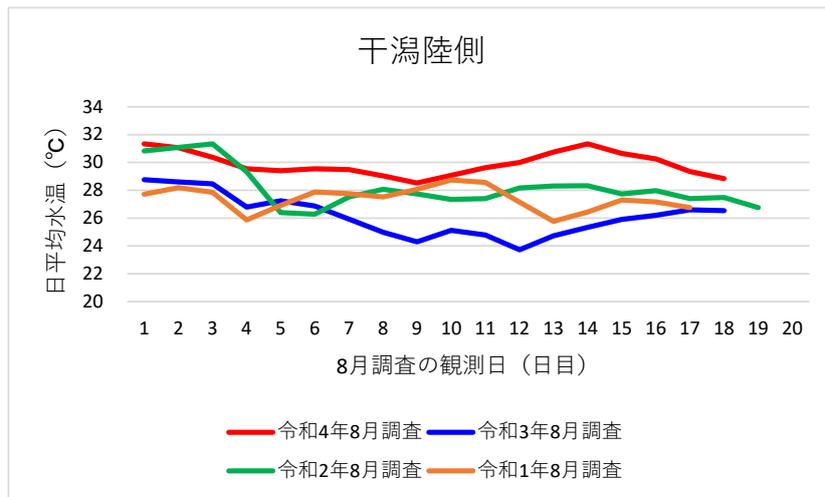


図 48 干潟陸側の夏季水温の過年度との比較

4.3.2 令和4年度のアサリ生息環境の整理

令和4年度の夏季と冬季のアサリの生息環境についての評価を令和2～3年度と比較した結果をそれぞれ図49と図50に示す。

令和4年度の夏季（8月調査時）は、令和3年度及び令和2年度と比較して、温度環境が悪条件であったことが確認された。令和4年度の8月は、平年に比べて気温が高い状況であったことから、夏季の温度環境が悪化したと考えられる。

令和4年度の冬季は、過年度と比較して餌環境が良好であったことが確認された。

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351と図32に示す。底質及び稚貝の移動限界値は、保護区沖側が低い傾向がみられた。

【令和4年度】

		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a3 $\mu\text{g/L}$ 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(%)
6月～7月					
地 点	干潟陸側	0.0	43.3	29.0	1.0
	干潟沖側	0.1	68.7	9.0	0.5
調査日		2022/6/29～7/15	2022/6/29～7/15	2022/6/13	2022/6/29～7/15
データ個数/地点		1640	150	1	1879
統計日数		11.4	12.5	1	13.0
		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a3 $\mu\text{g/L}$ 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(%)
8月					
地 点	干潟陸側	19.7	38.6	29.0	39.6
	干潟沖側	0.1	52.7	9.0	34.9
調査日		2022/8/10～8/29	2022/8/10～8/29	2022/6/13	2022/8/10～8/29
データ個数/地点		1936	184	1	2221
統計日数		13.4	15.3	1	15.4

【参考：令和3年度】

		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a3 $\mu\text{g/L}$ 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(%)
8月					
地 点	鍋地区	0.0	47.2	23.3	0.6
	保護区沖側	0.8	74.1	6.9	0.3
調査日		2021/8/6～8/23	2021/8/6～8/23	2021/8/6	2021/8/6～8/23
データ個数/地点		1718	197	1	1939
統計日数		11.9	16.4	1	13.5

【参考：令和2年度】

		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a3 $\mu\text{g/L}$ 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 (%)	泥温30°C以上の 頻度(%)
8月～9月					
地 点	鍋地区	94.6	73.7	26.6	18.1
	高道地区	90.8	79.8	13.2	22.4
	保護区沖側	93.4	94.7	15.2	5.1
調査日		2020/8/14～9/4	2020/8/14～9/4	2020/8/13	2020/8/14～9/4
データ個数/地点		1967	247	1	2007
統計日数		13.7	20.6	1	13.9

※ ■:数値が高いほど好条件, ■:数値が高いほど悪条件

図 49 アサリの生息環境の評価結果（夏季：令和4年度と過年度の比較）

【令和4年度】

1月		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a $3\mu\text{g/L}$ 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(%)
地 点	干潟陸側	46.9	45.4	29.9	0.0
	干潟沖側	69.7	64.8	18.5	0.0
調査日		2023/1/6~1/31	2023/1/6~1/31	2023/1/31	2023/1/6~1/31
データ個数/地点		2377	216	1	2651
統計日数		16.5	18.0	1	18.4

【参考：令和3年度】

1月		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a $3\mu\text{g/L}$ 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(%)
地 点	鍋地区	0.0	51.7	26.8	0.0
	保護区沖側	0.0	49.3	16.7	0.0
調査日		2022/1/7~1/24	2022/1/7~1/24	2022/1/7	2022/1/7~1/24
データ個数/地点		1505	201	1	1819
統計日数		10.5	16.8	1	12.6

【参考：令和2年度】

1月		餌環境	底質の安定性	着底のし易さ	温度環境
		Chl-a $3\mu\text{g/L}$ 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 (%)	泥温 30°C 以上の 頻度(%)
地 点	鍋地区	1.2	38.7	30.2	0.0
	高道地区	0.0	27.0	21.7	0.0
	保護区沖側	19.9	93.7	3.6	0.0
調査日		2021/1/8~1/27	2021/1/8~1/27	2021/1/27	2021/1/8~1/27
データ個数/地点		1171	222	1	1479
統計日数		8.1	18.5	1	10.3

※ ■: 数値が高いほど好条件, ■: 数値が高いほど悪条件

図 501 アサリの生息環境の評価結果（冬季：令和4年度と過年度の比較）

表 8 入力した各年度及び季節のパラメータ

場所・季節	海水	底質		アサリ稚貝	
	密度 (g/cm ³)	中央粒径 (mm)	密度 (g/cm ³)	殻長 (mm)	密度 (g/cm ³)
干潟陸側・夏季 (6~7月)	1.016	0.68	2.616	1, 5, 10	1.500
干潟陸側・夏季 (8月)	1.015	0.62	2.650	1, 5, 10	1.500
干潟陸側・冬季 (1月)	1.024	0.74	2.666	1, 5, 10	1.500
干潟沖側・夏季 (6~7月)	1.017	0.37	2.654	1, 5, 10	1.500
干潟沖側・夏季 (8月)	1.016	0.38	2.663	1, 5, 10	1.500
干潟沖側・冬季 (1月)	1.024	0.56	2.715	1, 5, 10	1.500

	夏季 (6月～7月)	夏季 (8月)
干潟陸側	<p>堆積物の移動限界値： 0.336 (N/m²) 稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.151 (N/m²) 稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.067 (N/m²) 稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.048 (N/m²)</p>	<p>堆積物の移動限界値： 0.308 (N/m²) 稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.131 (N/m²) 稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.059 (N/m²) 稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.042 (N/m²)</p>
干潟沖側	<p>堆積物の移動限界値： 0.202 (N/m²) 稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.067 (N/m²) 稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.030 (N/m²) 稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.021 (N/m²)</p>	<p>堆積物の移動限界値： 0.204 (N/m²) 稚貝 (1mm) の移動限界値： 0.069 (N/m²) 稚貝 (5mm) の移動限界値： 0.031 (N/m²) 稚貝 (10mm) の移動限界値： 0.022 (N/m²)</p>

図 51 底面せん断応力と底質及び稚貝の移動限界値 (令和4年度 夏季)

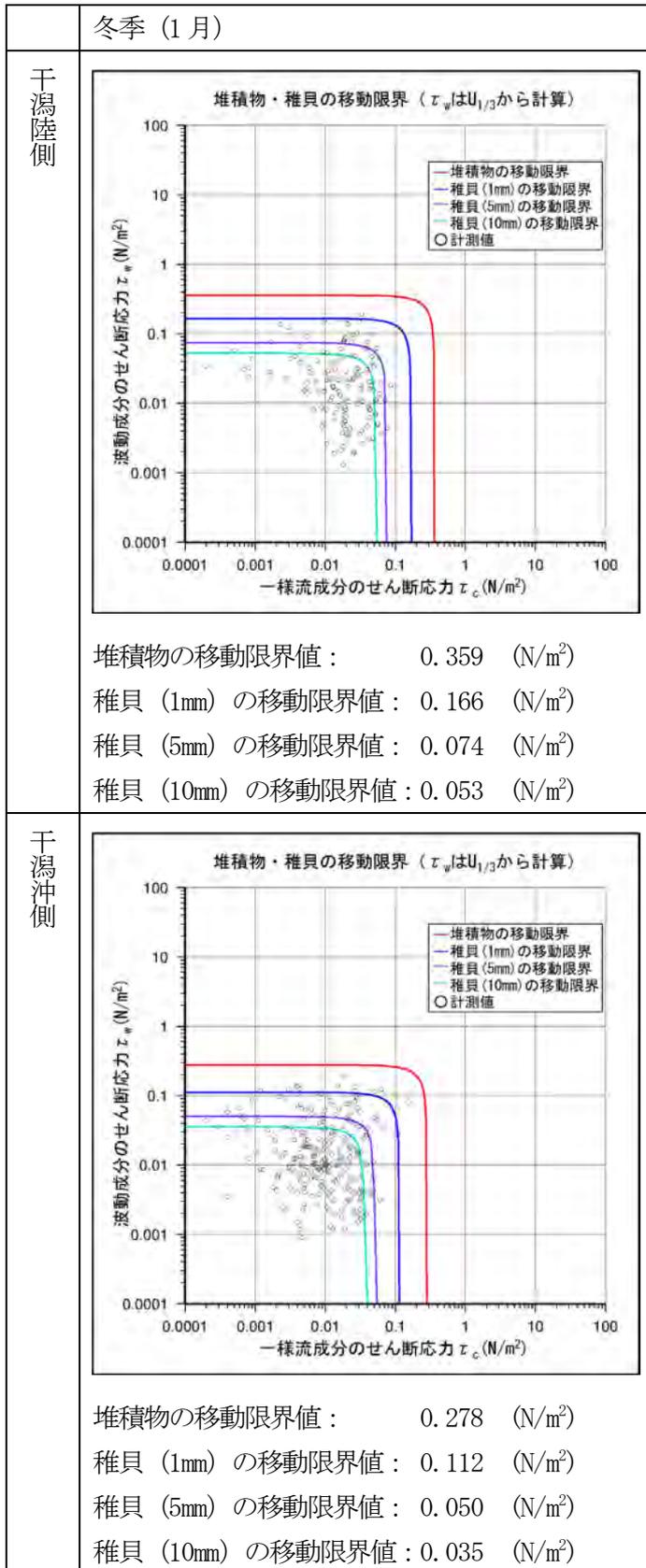


図 52 底面せん断応力と底質及び稚貝の移動限界値 (令和4年度 冬季)

4.3.3 仮説の検証

設定した以下の仮説について検証した。

＜仮説と検証項目＞

仮説の設定	検証項目	仮説検定方法	指標	達成される目標
陸から近い干潟の陸側に着底したアサリを保護する技術について検討し、適した技術を確立することで、沖側移植と比較するとやや劣るものの、アサリの漁獲量は増加し、漁業者の作業負担が小さい技術として選択の幅を広げることができる。	ラッセル袋、単重被覆網、二重被覆網、現地盤のアサリ成貝の個体数（ラッセル袋はランダムサンプリングした3袋、単重被覆網および二重被覆網は無作為に3か所で採取したサンプル×3つの設置区）	①アサリ成貝の個体数について検定（t検定、U検定、 χ^2 検定等） ②コスト・作業性を金額換算し比較	①p値（有意水準 5%未満） ②金額の多少	①有意差から生残・成長、漁獲量に関わる効果的な手法を選定する ②金額の多少から効果的な手法を選定する 上記を比較・検討し、実用的な手法を検討する

(1) アサリの個体数

各実験の結果を集計し、令和4年5月から9月の計4回のモニタリング時における1mm篩に残るアサリの個体数について、各月における現地盤と被覆網の実験結果について有意差検定を実施し、仮説の検証を行った。採用した検定手法や考え方の詳細については、備考に記載した。

検定の結果、9月モニタリング時における二重被覆網と現地盤のアサリの個体数には有意差が確認された（図53）。なお、確認された有意差の要因は前述した通り新規加入個体の個体数の差によるものである。

表9 1mm篩に残るアサリの採集数の検定結果

使用機器	検定結果	備考
二重被覆網と現地盤	9月に有意差有：○	干潟陸側の活用を目的とし、現地盤に生息するアサリの保護効果の違いを検証すべく、1mm篩に残るアサリの個体数について、各月における現地盤と被覆網の実験結果についてt検定を実施した。
単重被覆網と現地盤	有意差無し	

※ ◎：有意水準1%で有意に良，○：有意水準5%で有意に良

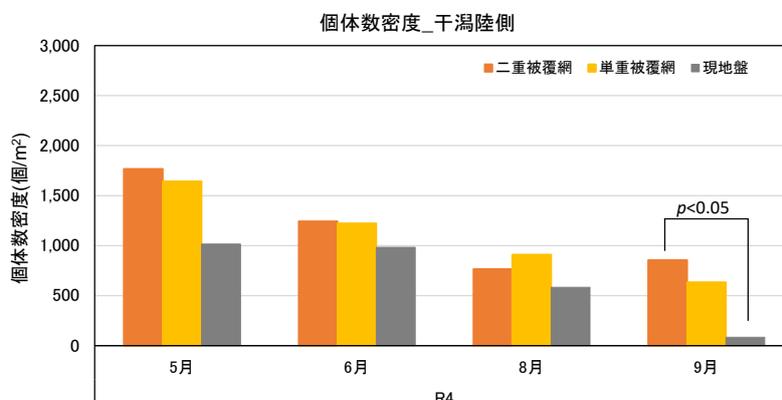


図53 1mm篩に残るアサリの採集数の検定結果

5. 参考情報

5.1 自然素材の活用

令和3年度及び令和4年度の調査結果より、収穫ネット入ラッセル袋を干潟陸側に設置し、膨満対策として沖側に移植する際に内側の収穫ネットを外し、外側のラッセル袋のみとすることで漁獲サイズのアサリが多く確認された。また、膨満対策を施さない網袋と比較して、膨満対策として収穫ネットを外した網袋は、網袋の重量（基質等を含む）が軽く、膨満を回避できていたことから、アサリの成長および生残を阻害すると考えられる膨満に対策することで、アサリをより多く漁獲できる可能性が示唆された。一方で、収穫ネット入ラッセル袋の内側の収穫ネットを外すことで作業コストがかかるため、作業コストを抑えたネット外しの方法を検討した。

収穫ネット入ラッセル袋の内側の収穫ネットの代替品として、自然分解する自然素材ネット（目合い約2mmの綿袋）を用いた補足実験を行った。自然素材ネット入ラッセル袋の設置状況を図54に示す。自然素材ネット入ラッセル袋が収穫ネット入ラッセル袋と同様にアサリを採集する効果を有する場合、内側のネットは外さずとも自然分解されて外側のラッセル袋のみとなり、膨満対策に関わる作業コストを抑えた漁獲に繋がる可能性がある。そのため、令和4年5月に自然素材ネット入収穫ネット、及び比較対象として二重収穫ネット及び収穫ネット入ラッセル袋を陸側に設置し、アサリの採集数をモニタリングするとともに、自然素材ネットの自然分解の状況をモニタリングした。



図 54 補足実験での網袋設置状況

補足実験の結果を図 55 に示す。令和 4 年 5 月に設置した自然素材ネット入ラッセル袋は、6 月のモニタリング時点で内側の自然素材ネットが分解されており、外側のラッセル袋のみとなっていた。6 月以降、自然素材ネットは消失している状態であり、二重収穫ネットや収穫ネット入ラッセル袋と比較して、アサリの確認数が少なかった。このことから二重の網袋の方が多くの稚貝を採集できる可能性があると考えられ、自然素材ネットを用いて作業コストを抑えるには、移植時期に合わせて分解消失する素材の探索が必要と考えられた。

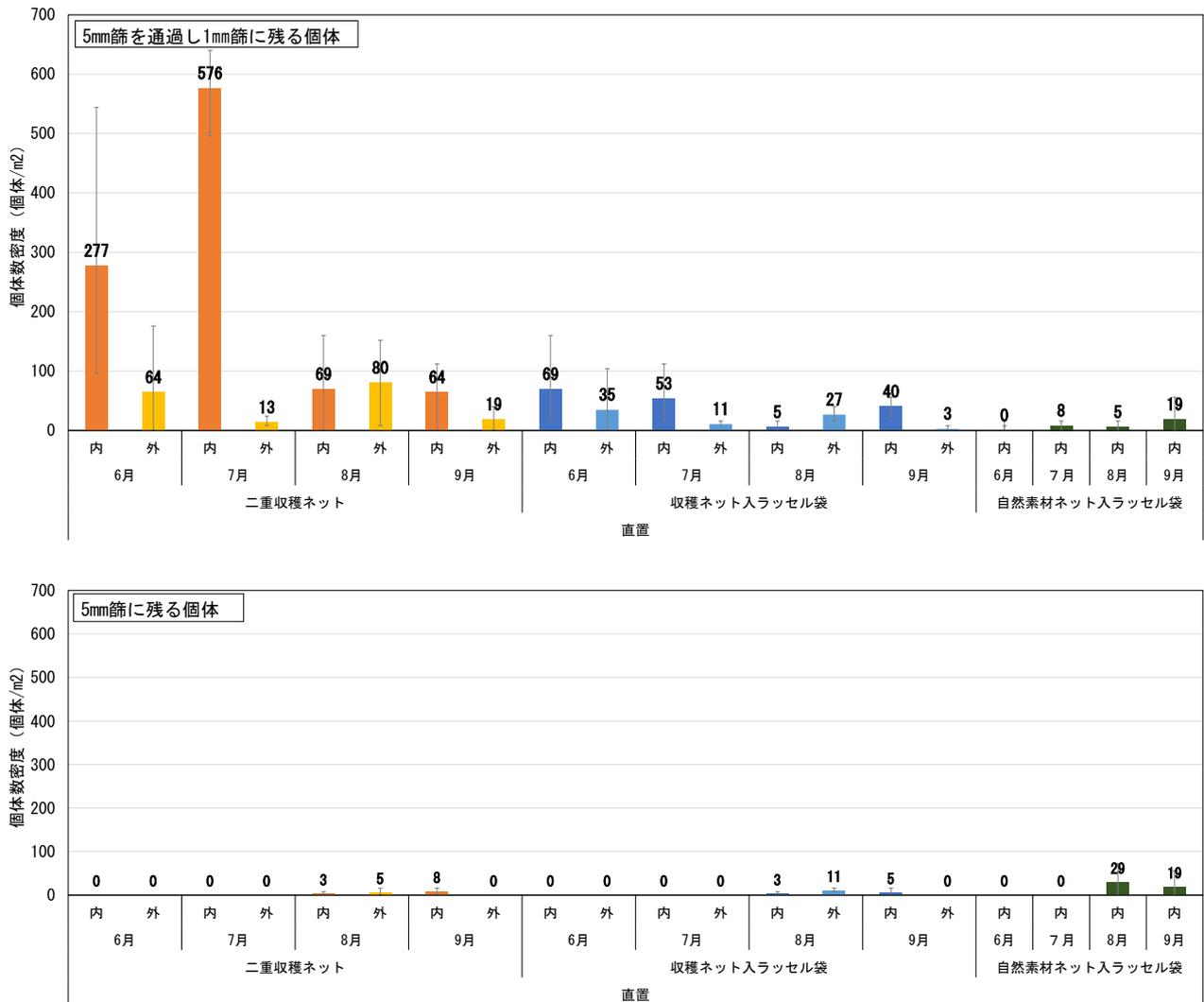


図 55 補足実験結果

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4年度の目標とその達成度について、以下に示す。

表 10 令和4年度の目標と達成状況

令和4年度の目標		達成状況
小課題1	干潟沖側に膨満対策を施して移植した網袋について、漁獲サイズのアサリのみ順次回収し漁獲サイズ以下のアサリは再収容・再設置する技術と1回で網袋を丸ごと回収し漁獲サイズのアサリを漁獲する技術を比較し、適した技術を確立する。	膨満対策として、収穫ネット入ラッセル袋（ネット外し）を用いて、7月に1回で丸ごと袋を回収し、漁獲することで、効率的かつ、最も漁獲量が多くなり効果的に漁獲が可能となった。
小課題2	陸から近い干潟の陸側に着底したアサリを保護する技術（着底した底質をラッセル袋に入れる、被覆網を設置する等）について検討し、漁業者が実践できる技術の選択肢を広げる。	単重被覆網、二重被覆網を用いることで、現地盤と比較して多くアサリが漁獲でき、稚貝を確保し保護することも確認された。一方で、成貝の減耗が確認され漁獲量は約150g/4m ² 程度であり、稚貝の成長も確認されなかった。この一因として、成長阻害は被覆網の膨満、減耗は夏季の高水温が考えられた。

6.2 実用性の検討（作業性、コスト）

漁獲増加額とコスト（材料費及び人件費）とを比較し、経済性について推定した。経済性の推定は、本事業において最適な手法として選定された収穫ネット入ラッセル袋（ネット外し）を対象とし、1aに収穫ネット入ラッセル袋1,000袋を設置し、内側のネットを外して沖側に移植（収穫ネット入ラッセル袋（ネット外し））した場合を想定した。漁獲増加額は7月モニタリング時点において実際にゆり目を使い漁獲された1袋あたりのアサリの重量を用いて求めた。なお、漁獲増加額の算出には、「3袋の平均重量：平均値」及び「3袋の最大重量：最大値」、「3袋の最小重量：最低値」のデータを用いた。また、B/Cの算出については、コストに人件費と材料費を含むケースと材料費のみを含むケースの2ケースで算出した。

B/C（コスト：材料費+人件費）の算出結果を図556に、B/C（コスト：材料費のみ）の算出結果を図57に示す。コストが材料費及び人件費の場合は、漁獲増加額が最大値でB/C=1.3、平均値でB/C=1.1、最低値でB/C=0.9となり、最小値のみ1を下回ることが確認された。コストが材料費のみの場合は、漁獲増加額が最大値でB/C=3.5、平均値でB/C=3.1、最低値でB/C=2.6となり、いずれも1を上回ることが確認された。

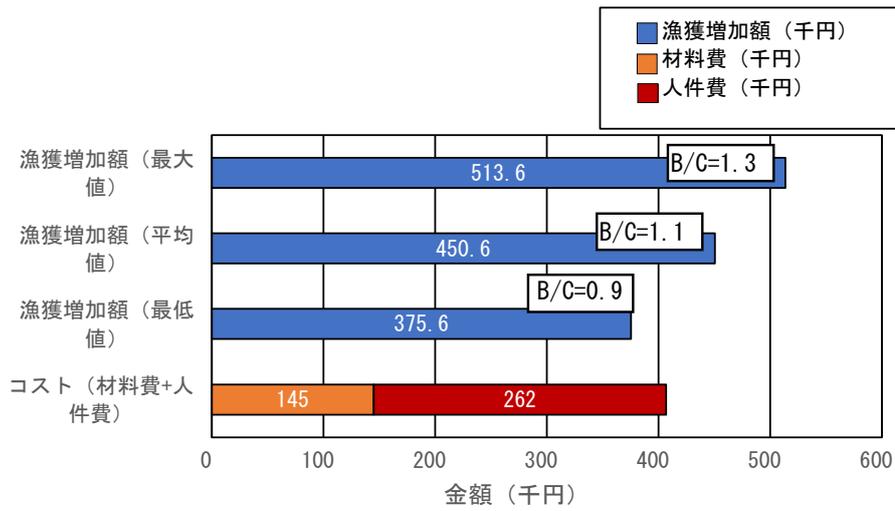


図 56 B/C (コスト : 材料費+人件費) の算出結果

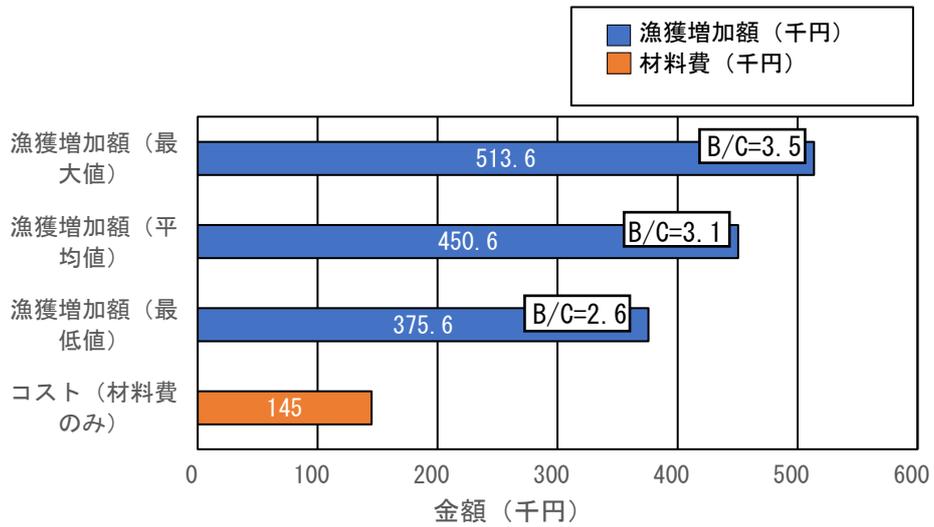


図 57 B/C (コスト : 材料費のみ) の算出結果

算出条件：

1. 漁獲増加額（千円）＝ χ （kg/袋）^{※1}×1,000（袋/a）×アサリ単価0.6（千円/kg）^{※2}

※1:7月モニタリング時点のゆり目に残るアサリの重量。

χ ＝平均値：3袋の平均（0.71）、最大値：3袋の最大（0.86）、最低値：3袋の最小（0.63）

※2:単価は第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>)

2. コスト（千円）＝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、移植、漁獲）^{※3}＝262（千円）

※3：網袋加工（2人1日）、網袋設置（3人/0.4日）、移植（3人/1.4日）、漁獲（3人/1日）で
熊本県普通作業員単価（令和4年3月から適用する公共工事設計労務単価（18,400円））にて
算出。

3. 漁獲増加額/コストを算出

6.3 5か年の成果と課題

6.3.15か年の成果と課題

【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：干潟の陸側に二重構造の収穫ネット入ラッセル袋に軽石を入れて設置することで耐久性を確保し、かつ細かい目合いで底質が袋内に留まることで、効果的に稚貝確保が可能
- ・保護育成：干潟陸側では高水温、冬季波浪等減耗要因が大きく、また袋が膨満すると生残・成長が阻害されるため、環境条件の良い沖側に膨満対策を施し移植することで効果的に保護育成が可能
- ・漁獲：夏季減耗前の7月に袋を丸ごと回収し、漁獲することで、効率的かつ、最も漁獲量が多くなり効果的に漁獲が可能

●漁業者利用を見据えた技術導入の検討（小課題3-2-2）

- ・被覆網等の活用により、稚貝を確保し保護する効果は確認された。
- ・被覆網の膨満による生残・成長の阻害や、夏季の高水温による減耗が確認され、干潟陸側の活用の課題が明確になった。

【課題・対応策】

●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）

- ・高密度着生するが減耗し漁獲に繋がらないアサリを活用し、漁獲に繋げる技術は確立したが、今後は漁業者への普及を見据えて、それぞれの要素技術について、より作業を簡便にし、かつ漁獲量を増加させるよう高度化する必要がある

●漁業者利用を見据えた技術導入の検討（小課題3-2-2）