

4) 砂利入り網袋による稚貝採取の評価

当該地先の特性を表 12 にまとめた。表 12 より、当該地先における砂利入り網袋を用いた稚貝採取は、妥当な方法であることが再確認できた。当該地先は、①のアサリの減耗リスクが低い漁場環境である点と②のアサリの着底場である点から、稚貝を採取するには適した場所であると考えられる。一方、②と③にあるように波浪により成長段階で減耗してしまうので、その対策として砂利入り網袋を用いる保護育成が効果的であると考えられる。

表 12 当該地先の特性まとめ

	特性
①漁場環境	・アサリ減耗リスクの低い漁場環境
②初期稚貝状況・アサリ生息状況	・アサリの着底場（稚貝の確保は容易） ・成長段階で減耗（移植用のアサリの確保は困難）
③底面せん断応力と移動限界	・成長段階の減耗は波浪によるもの

(2) 活用可能範囲の決定

活用可能範囲の判断基準である 0.4 kg/袋で令和 3 年度から令和 4 年度までの採取量について見直したところ、最終的な活用可能範囲は、C. D. L. +0.7～1.4m と決定された。見直した活用可能範囲は、図 27 に示すとおりである。

令和 3 年度の 10 月（令和 2 年 5 月に砂利入り網袋を設置）における移植用アサリ（殻長 25 mm 以上）の採取量を確認すると、C. D. L. +1.0～1.4m で 0.4 kg/袋を超過した。C. D. L. +1.4m 以上の地盤高では、基準である 0.4 kg/袋に達しなかったことに加えて、図 28 のように逸散や埋没がみられた。当該地盤高では令和 3 年度の 8～9 月に逸散や埋没が複数回にわたり確認されている。逸散については、砂利入り網袋の移動距離は 5m 程度であったものの、砂利入り網袋内の細かな砂利や砂が流出している状況であり、埋没については、砂利入り網袋の一部または全体が埋没している状況であった。これらは、特に岸壁に近い場所で確認されており、岸壁や消波ブロックの近傍であることから、底質が動きやすい場所であったことが伺える。これらを踏まえると、C. D. L. +1.4m 以上の地盤高に砂利入り網袋を設置しても、安定して充分量のアサリを採取できないと考えて活用可能範囲外とし、それらを除いた C. D. L. +1.0～1.4m が活用可能範囲候補の地盤高となった。

令和 3 年 5 月に設置した砂利入り網袋は、C. D. L. +1.0～1.4m に加えて、沖側の C. D. L. +0.7～1.0m にも拡大して設置した。令和 4 年度の 10 月における移植用アサリ（殻長 25 mm 以上）の採取量を確認すると C. D. L. +0.7～1.4m で 0.4 kg/袋を超過した。令和 3 年度と同様に C. D. L. +1.0～1.4m は 0.4 kg/袋以上を満たしており、拡大した C. D. L. +0.7～1.0m においても 0.4 kg/袋以上を満たしていた。

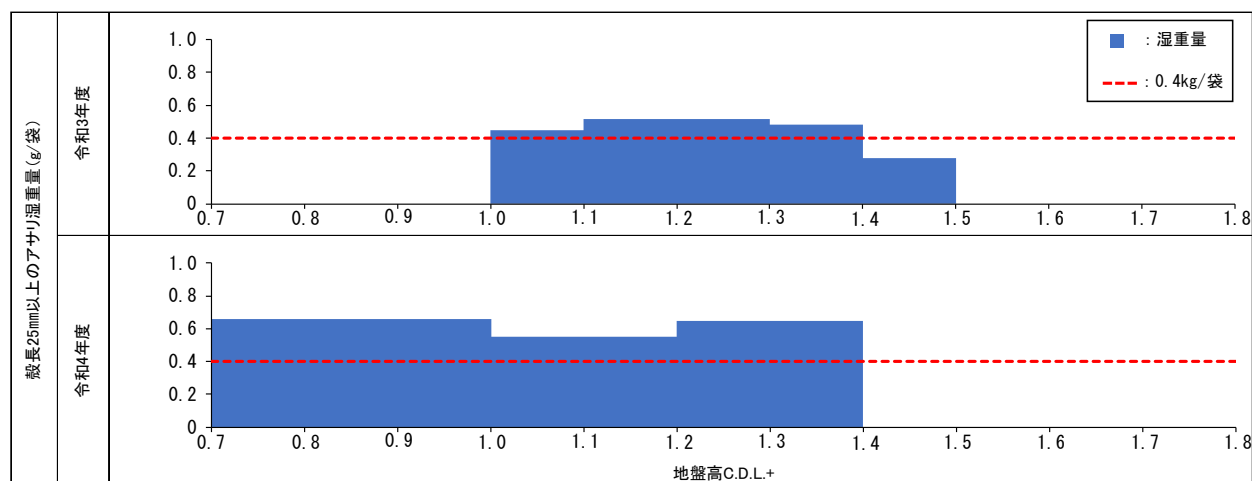


図 27 令和3年度と令和4年度における活用可能範囲の見直し



図 28 令和3年度における地盤高 C. D. L. +1.4m 以上の砂利入り網袋（左：逸散状況、中・右：埋没状況）

(3) 活用可能範囲の面積

前述において当該地先における活用可能範囲は、C. D. L. +0.7～1.4m と判断した。当該地先の活用可能範囲の面積算出結果は、表 13 のとおりであり、24,548m²（約 2.5ha）となった。地盤高ごとの面積算出は、令和 2 年度から令和 4 年度の地盤高測量の結果にオープンソースウェアの QGIS を用いて 1m×1m のグリッド線を設定して算出した。地盤高 C. D. L. +0.7～1.4m のコンター図（グリッド線入り）は、図 29 に示すとおりである。

表 13 当該地先における活用可能面積の算出結果

設置地盤高 (C. D. L. +)	面積 (m ²)	活用可能面積 (m ²)
0.7～1.0m	8,923	24,548
1.0～1.2m	6,740	
1.2～1.4m	8,885	

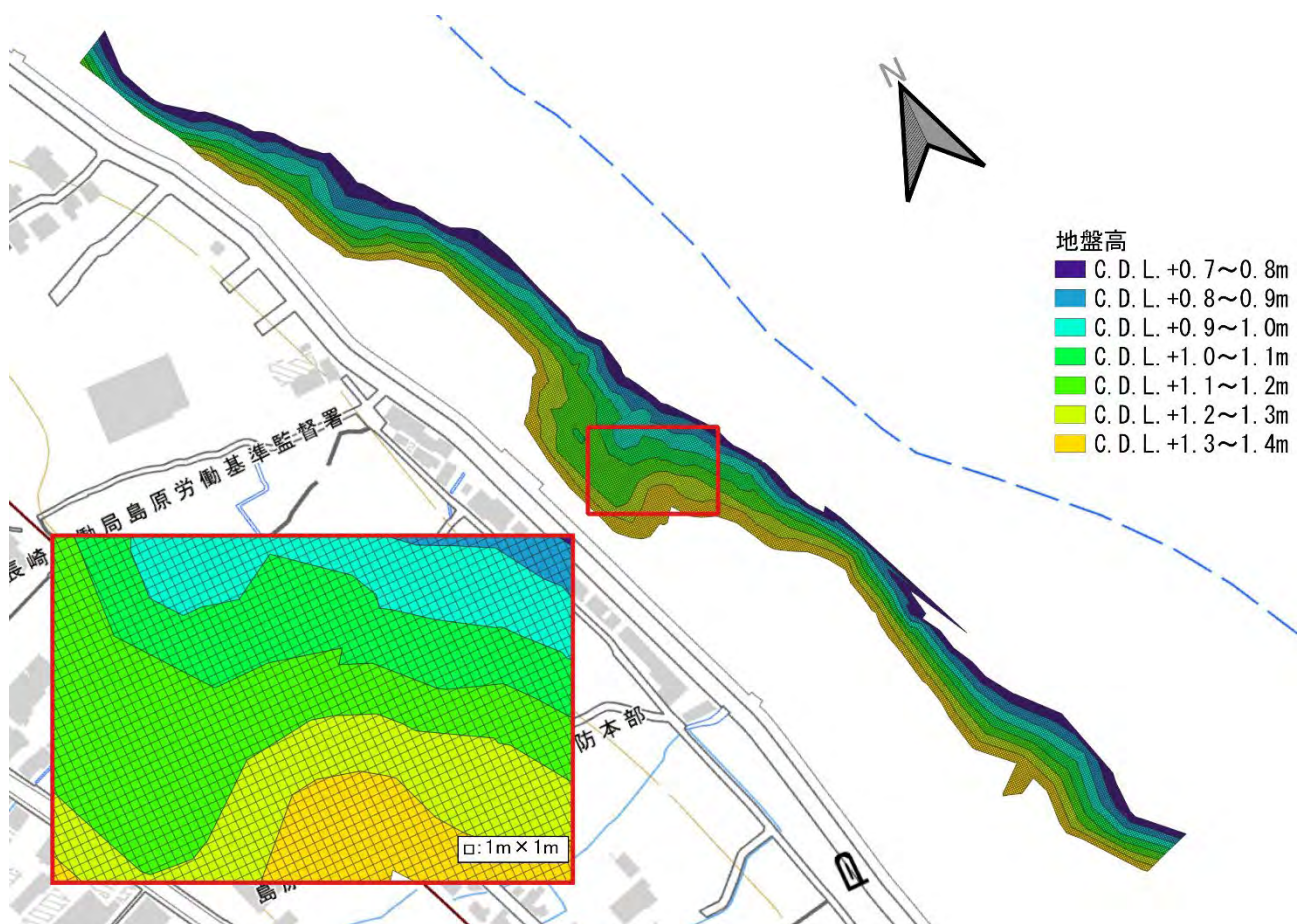


図 29 地盤高 C. D. L. +0.7~1.4m のコンター図（グリッド線入り）

(4) 活用可能範囲への砂利入り網袋の並べ方の検討

砂利入り網袋を 1m^2 あたりに 6 袋になるように間を空けて活用可能範囲内へ配置する場合、図 30 に示すとおり 2 ケースの配置（案）が考えられる。一つは採取量が多い地盤高を中心に並べる方法（以降、横方向）、もう一つは活用可能範囲の各地盤高に満遍なく並べる方法（以降、縦方向）である。この 2 ケースの配置（案）について、年変動と採取量の観点でメリット・デメリットを整理する。

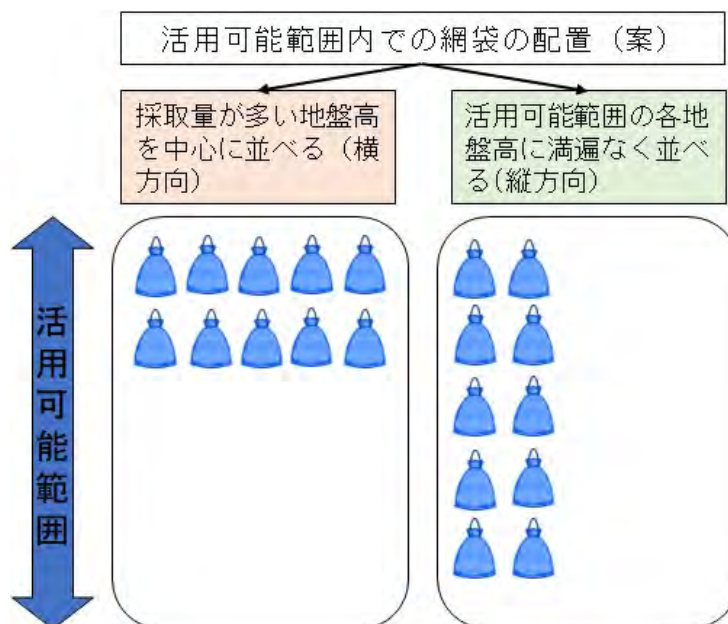


図 30 砂利入り網袋の配置（案）

1) 年変動

平成 31 年度と令和 2 年度の 10 月における殻長 25 mm 以上のアサリ採取量結果は、図 31 に示すとおりである。図 31 より、平成 31 年度と令和 2 年度の砂利入り網袋は同じ地盤高に 1.5 年設置しているにもかかわらず、地盤高と採取量の関係が逆転する結果となっていた。このことから、当該地先では採取量の多い地盤高が年度によって変動することが分かった。このような年変動は、地盤高と砂利入り網袋への加入量の対応関係が年により異なっていることや場所と密度によってアサリの成長が異なっているなど複合的な要因で生じている可能性が考えられた。

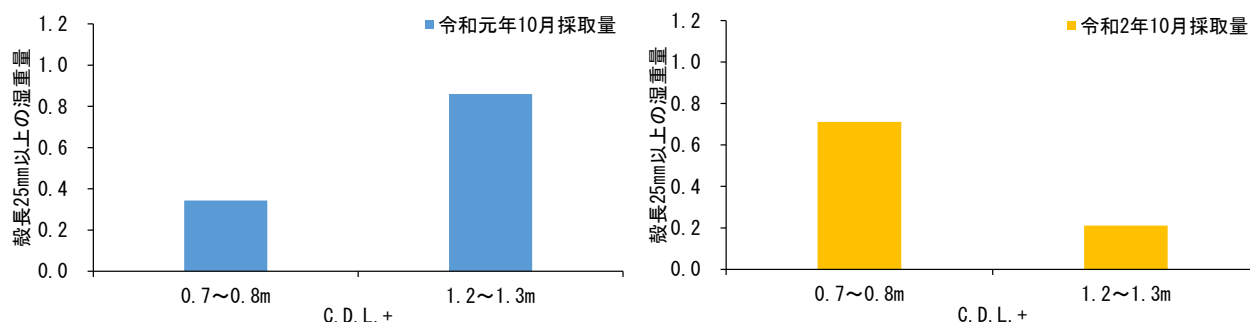


図 31 平成 31 年度と令和 2 年度の 10 月におけるアサリ採取量
（左：平成 31 年度、右：令和 2 年度）

2) 採取量と設置方法

平成 31 年度から令和 4 年度までの 10 月における殻長 25 mm 以上のアサリ採取量は、表 14 のとおりである。表 14 を踏まえて、横方向と縦方向のメリット・デメリットを表 15 に示す。横方向では、採取量が多い地盤高に砂利入り網袋を設置することができれば最大の採取量が得られる。一方、年変動により採取量が少ない地盤高に砂利入り網袋を設置してしまうと最低の採取量となってしまう可能性が考えられる。縦方向では、横方向よりも採取量が減ってしまう可能性があるものの平均的な採取量が得られ、地盤高ごとの年変動を考えずに配置できる。このことから、平均で 0.4 kg/袋以上の採取量が得られて、地盤高ごとの年変動を考える必要がない、活用可能範囲内に縦方向に満遍なく網袋を配置するのが最も良いと考えた。

表 14 平成 31 年度から令和 4 年度までの 10 月における殻長 25 mm 以上のアサリ採取量

年度	地盤高 (C. D. L. +)	採取量 (kg/袋)	平均採取量 (kg/袋)
平成 31 年度	0.7～0.8m	0.34	0.60
	1.2～1.3m	0.86	
令和 2 年度	0.7～0.8m	0.71	0.46
	1.2～1.3m	0.21	
令和 3 年度	1.0～1.1m	0.45	0.49
	1.1～1.2m	0.52	
	1.2～1.3m	0.52	
	1.3～1.4m	0.48	
令和 4 年度	0.7～1.0m	0.66	0.62
	1.0～1.2m	0.55	
	1.2～1.4m	0.65	

表 15 配置（案）のメリット・デメリット

配置（案）	メリット	デメリット
横方向	・ 年変動に合致すれば最大採取量が得られる	・ 年変動によっては最低採取量となる
縦方向	・ 平均的な採取量が得られる ・ 地盤高ごとの年変動を考えずに配置できる	・ 横方向の最大採取量よりは低い採取量となる

3.2 保護育成実験（沖出し条件と活用条件の整理）

令和3年度の成果より、沖出しが効果的となる網袋内のアサリ密度は、0.1 kg/袋以下であることを把握した。その成果を踏まえて、沖出し実施の可否を設置から1.0年後の採取量から判断することとした。一方、採取量の確認は現地において漁業者が実施可能な方法で行う必要があるため、漁業者の意見を取り入れながら沖出し条件と活用条件について整理した。

3.2.1 方法

保護育成実験（沖出し条件と活用条件の整理）の概要は、図32に示すとおりである。令和3年5月にC.D.L. +1.2～1.4mに設置した砂利入り網袋の一部を令和4年5月に漁業者とともに回収した。回収した網袋内のアサリ重量（9mm篩に残留する未成貝以上のアサリ）を漁業者が干潟で簡易的に確認できる方法を提案・実施し、漁業者と意見交換した。

また、沖出し効果の再現実験として、令和4年5月にアサリを0.1 kg/袋に調整し、C.D.L. +0.7～0.8mに沖出した（対照区をC.D.L. +1.2～1.4mに設定）。令和4年10月に回収し、個体数、殻長、湿重量を計測して、採取量（湿重量）を比較した。

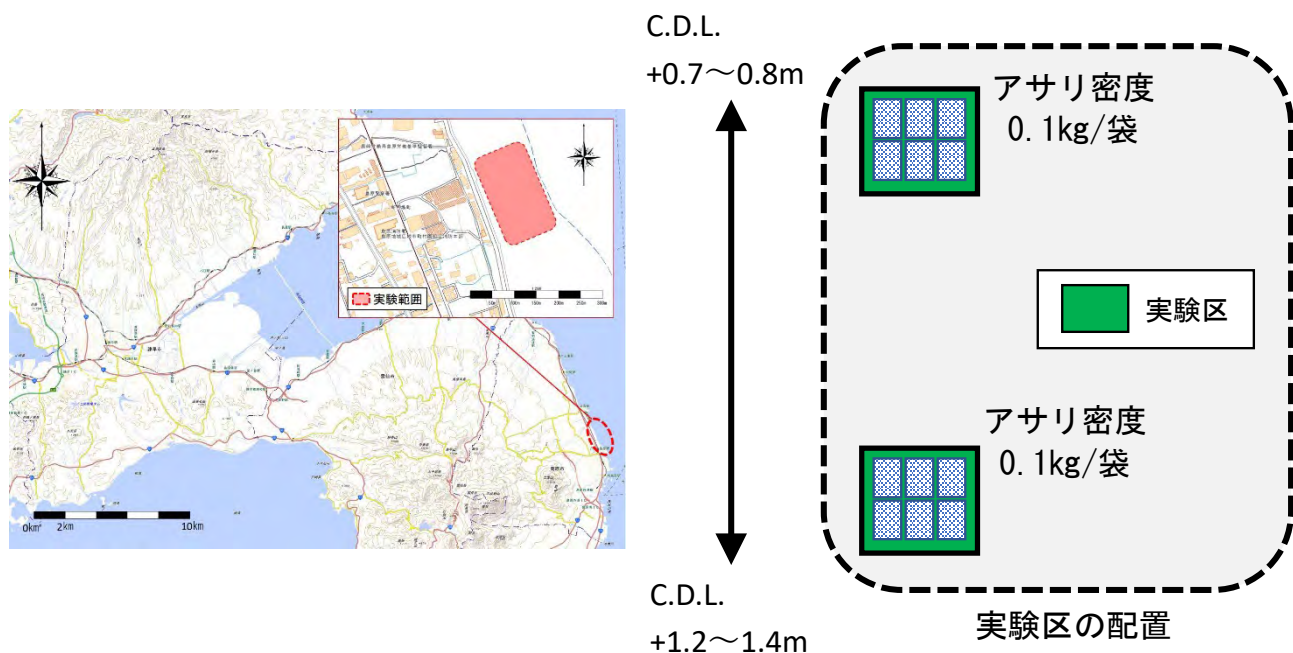


図32 保護育成実験（沖出し条件と活用条件の整理）の概要

3.2.2 結果

(1) 漁業者からの意見収集

漁業者との意見交換結果は、表 16 のとおりである。漁業者の意見をまとめると、砂利入り網袋内のアサリを取り上げる方法として砂利が通過する目合いの篩を用いて砂利とアサリを分離する方法は実用性の高い方法である。一方、干潟でアサリの個体数の計数や、はかりを用いての重量計測は大変で、実施可能であっても実用性が低い方法とのことであった。このことを踏まえて、漁業者が実施可能な簡易的な判断方法として、9 mm 目合いの篩でアサリを採取し、そのアサリを計量カップにいれて目分量（容積）で測ることによって採取量を確認する方法が良いのではないかと考えた。

表 16 漁業者との意見交換結果

漁業者の意見
・ 篩を用いて、砂利入り網袋からアサリのみを採取するやり方は実施可能である。 ・ 砂利入り網袋内のアサリについて干潟で個体数の計数や重量の計測をするのは大変である。 ・ 砂利入り網袋内のアサリ計量・計測方法については、干潟で簡易的に確認する方法があると良い。

(2) 計量カップを用いたアサリ重量計測

計量カップを用いたアサリ重量計測を漁業者とともに実施した。実施状況については、図 33 に示すとおりである。方法としては、9 mm 目合いの篩で砂利入り網袋内のアサリと砂利を分離してアサリのみを取り出し、はかりにのせた 200mL の計量カップに入れた。重さを確認しながら計量カップの目分量（容積）を確認したところ、0.1 kg となる目分量は 200mL の計量カップの 8～10 分目であることが確認された。このことから、沖出しの判断方法については、図 34 に示すフローで行うこととした。なお、沖出しの判断を行うには網袋を 10 袋程度確認し、半数以上が 10 分目未満であった場合に沖出しが必要と判断するのがよいと考えた。確定した沖出し方法と判断方法については、作業手引きへ反映した。



図 33 実施状況（左：200mL 計量カップ、中：9 mm 篩によるアサリ採取、右：計量カップ目分量の確認）

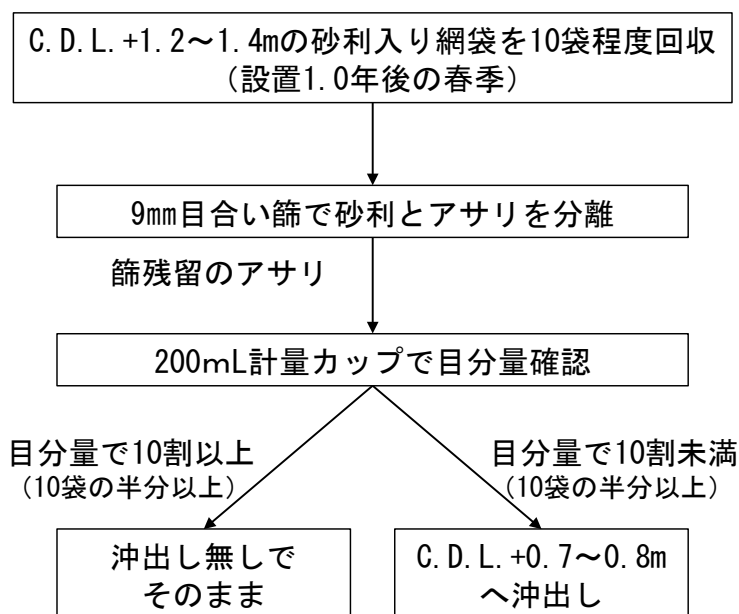


図34 沖出し判断方法フロー

(3) 沖出しの再検証実験

令和4年10月における殻長25mm以上のアサリ採取量の結果は、図35に示すとおりである。対照区で0.4kg/袋、沖出し区で0.5kg/袋となり、沖出し区の方が約1.2倍高い値を示した。

対照区と沖出し区の統計解析結果（t検定）は表17のとおりである。統計解析の結果では $p>0.05$ で有意差はみられなかった。

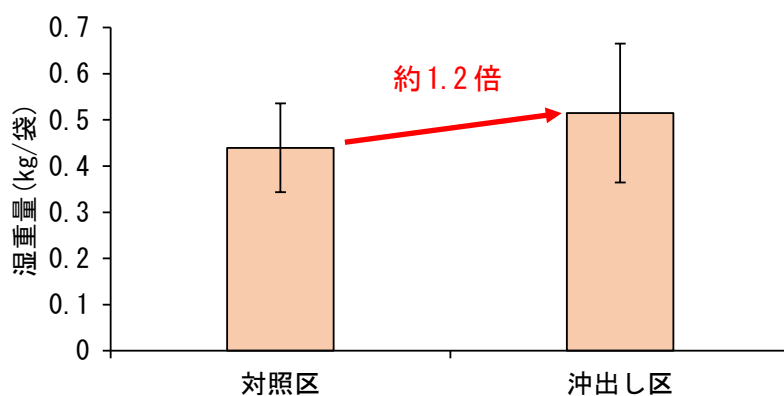


図35 令和4年10月における殻長25mm以上のアサリ採取量

表17 統計解析結果（t検定）

調査月	項目	条件	検定 ($p<0.05$)			
			F値	P値	検定結果	使用した検定
令和4年10月	殻長25mm以上 湿重量 (kg/袋)	①対照区	2.776	0.507	有意差無し	T検定
		②沖出し区				

3.2.3 考察

(1) 沖出しの活用条件を整理

令和3年度の沖出し実験結果は、図36に示すとおりであり、殻長組成の結果は図37のとおりである。また、令和4年度の沖出し再検証結果は図38に示すとおりであり、殻長組成の結果は図39に示すとおりである。

令和3年度の沖出し実験では、アサリの収容密度を0.1 kg/袋、0.25 kg/袋、0.5 kg/袋の3ケース用意し、沖出し区と対照区で比較を行った。結果として、開始時収容密度0.1 kg/袋で沖出し区の方が約1.5倍有意に多く採取量が得られることを確認した。対照区に比べると3ケース全てで殻長20～25 mmのアサリ個体数が多い傾向が見られたものの、開始時の密度が多い場合、対照区でも殻長25 mm以上に達するアサリ個体数は増えていた。その結果、殻長25 mm以上の湿重量差は低密度になる程顕著であった。このことから、令和3年度の結論として、0.1 kg/袋以下で沖出しすると効果（殻長25 mm以上のアサリ採取量の増量）が高いことが実証された。

令和4年度の開始収容密度0.1 kg/袋においては、統計的な差は見られなかったものの、対照区に対して約1.2倍多い採取量を示した。殻長25～30 mmまでの個体数は、対照区と沖出し区ともに同じ割合であった。殻長35 mm以上となると沖出し区の方が対照区よりも多い結果となり、対照区との湿重量の差になっていることが分かった。これらのことは、0.1 kg/袋で沖出しすると沖出しが有効であることと矛盾せず、沖出しを行う判断基準は0.1 kg/袋とするのが妥当であると考えた。

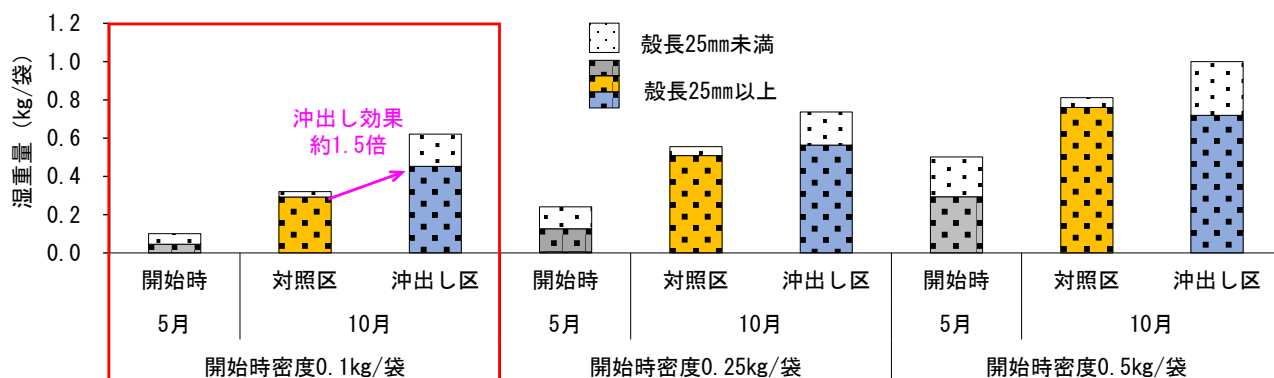


図36 令和3年度沖出し実験結果

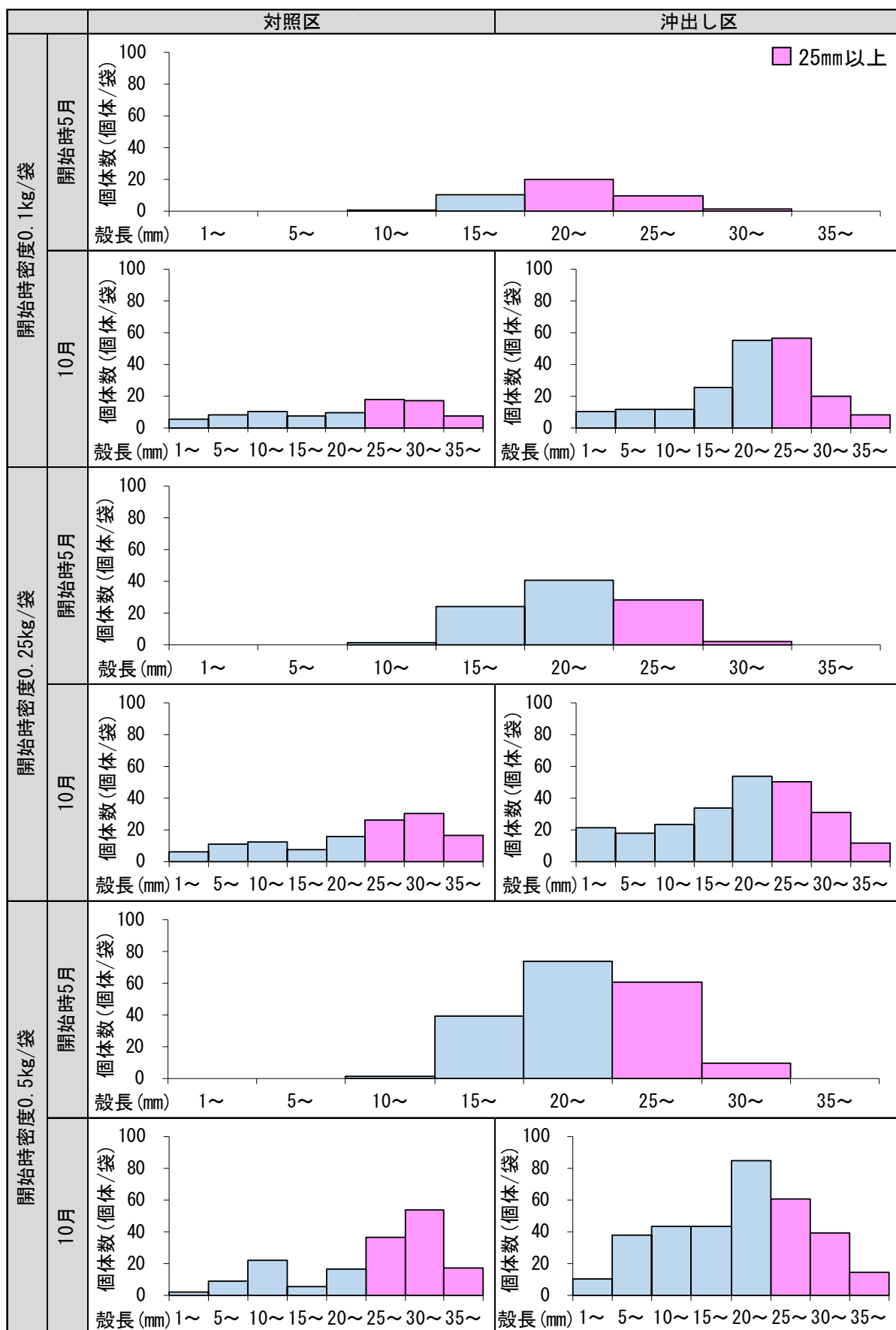


図 37 令和3年度沖出し実験殻長組成結果

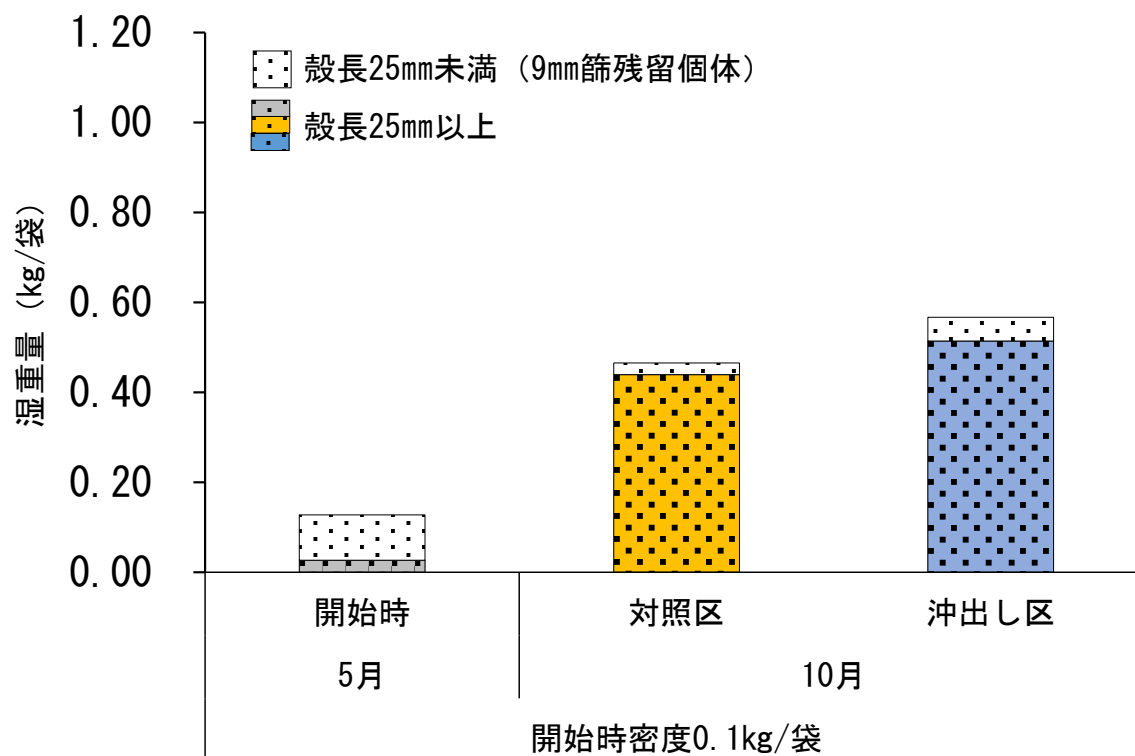


図 38 令和4年度沖出し再検証結果

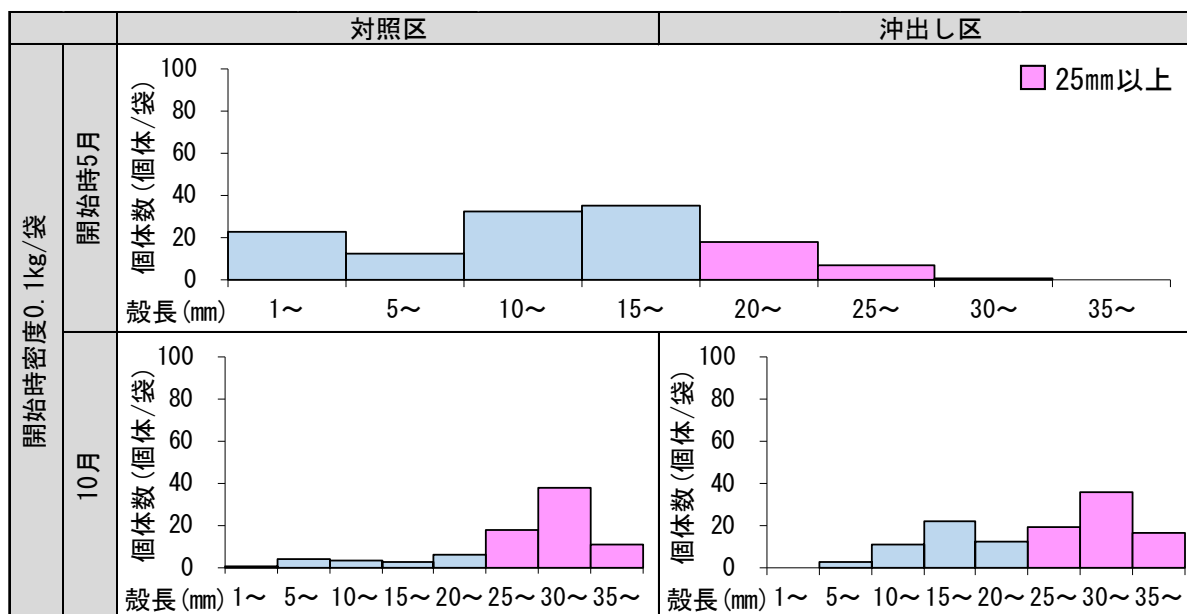


図 39 令和4年度沖出し再検証殻長組成結果

4. 稚貝採取から運搬までの一連の方法の構築

稚貝採取から運搬までの一連の方法の構築における令和3年度の課題として、「作業性やコストの見直し、漁獲額/コストの向上」、「作業手引き（案）に基づいた一連の方法の作業手引きの完成」が挙げられた。この課題について、4.1 漁獲作業の効率化検討、4.2 現地実証実験、および4.3 作業手引き（案）の作成を実施した。

4.1 漁獲作業の効率化検討

令和3年度の成果より、実用性の検討結果をもとに砂利入り網袋の設置から成貝の運搬までの作業カレンダーを策定し、作業性やコストを検証した。実用化に向けて作業性やコストを見直すなかで、人力で行っていた漁獲作業を効率化することで、作業性やコストを軽減することができる見込みがたった。そこで、エンジンポンプを用いた漁獲方法について、効率化の検討を行った。

4.1.1 方法

漁獲作業の効率化検討の概要は、図40に示すとおりである。令和3年5月に地盤高C.D.L. +0.7~+1.4mに設置した砂利入り網袋を令和4年9月に回収した。回収は、エンジンポンプを用いて海水を篩にかけ流しながら行い、1時間に回収できる砂利入り網袋の回収数を確認した。なお、エンジンポンプは作業船に搭載し、最干潮時に干出しない地点で係留して、作業場所まで消防ホースを伸ばして海水を引いた。

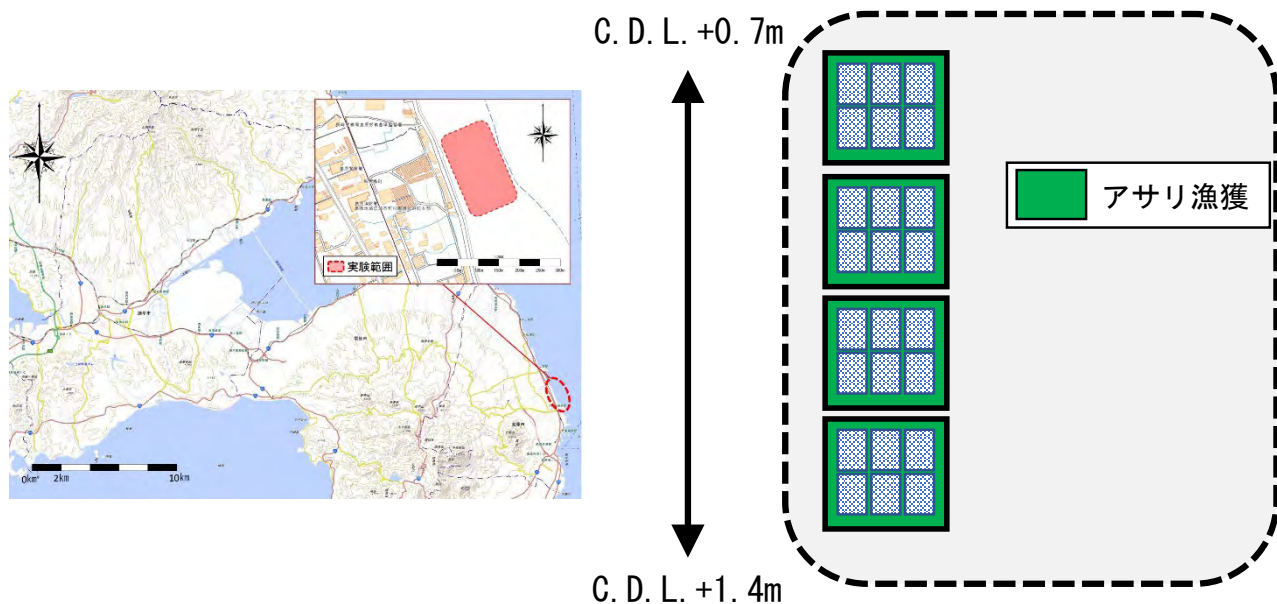


図40 漁獲作業の効率化検討の概要

4.1.2 結果

(1) 漁獲作業の効率化検討

令和4年9月に実施したエンジンポンプを用いた砂利入り網袋の回収実績は、表18のとおりである。また、エンジンポンプの比較対象として、令和3年度に実施した砂利入り網袋の回収実績を表19に示す。表エンジンポンプを用いない令和3年度の砂利入り網袋の回収では、1時間あたり砂利入り網袋を200袋回収できた(表19)。それに対し、エンジンポンプを用いた令和4年の砂利入り網袋の回収では、1時間あたり砂利入り網袋を402袋回収でき(表18)、エンジンポンプを用いることで1時間あたりの回収数が約2倍となった。このことから、エンジンポンプを用いることで、砂利入り網袋を効率的に回収できることが実証された。

表18 エンジンポンプを用いた砂利入り網袋の回収実績

項目	実績
実施日	令和4年9月9日
場所	島原市猛島地先
作業員	10人
作業船	1隻
作業時間	1時間
網袋の回収数	402袋

表19 令和3年度に実施した砂利入り網袋の回収実績

項目	実績
実施日	令和3年10月6日、7日、8日
場所	島原市猛島地先
作業員	10人
作業船	-
作業時間	1時間
網袋の回収数	200袋

4.2 現地実証実験

令和3年度の成果より、策定した作業カレンダーをもとに、実用規模（100m²以上）で漁業者とともに現地実証を行い、その結果を反映した作業手引き（案）を作成した。また、これまでの実験結果をもとに、砂利入り網袋の設置から成員の漁獲までの一連の方法における漁獲額/コストを算出した。今年度は、作業手引き（案）に基づいた一連の方法の作業を実施し、漁業者から意見を収集して、作業性やコストを見直した作業手引きを作成した。

4.2.1 方法

現地実証実験の概要は、図41に示すとおりである。令和3年度に作成した作業カレンダーと作業手引き（案）をもとに漁業者と実証実験を行い、漁業者から収集した意見や要望を踏まえて、作業手引きを作成する。

・漁業者との実証実験①

令和4年5～6月に砂利入り網袋を地盤高C.D.L. +0.7～+1.4mに600個以上の規模で設置する。

・漁業者との実証実験②

令和3年5月に地盤高C.D.L. +0.7～+1.4mに設置した砂利入り網袋を令和4年10月に回収し、成員を漁獲する。漁獲にはエンジンポンプを用いる。

・漁業者との実証実験③

令和4年10月に漁獲した成員を県内他地域へ運搬する（陸路）。運搬時の留意点や、運搬後の保管方法を整理する。

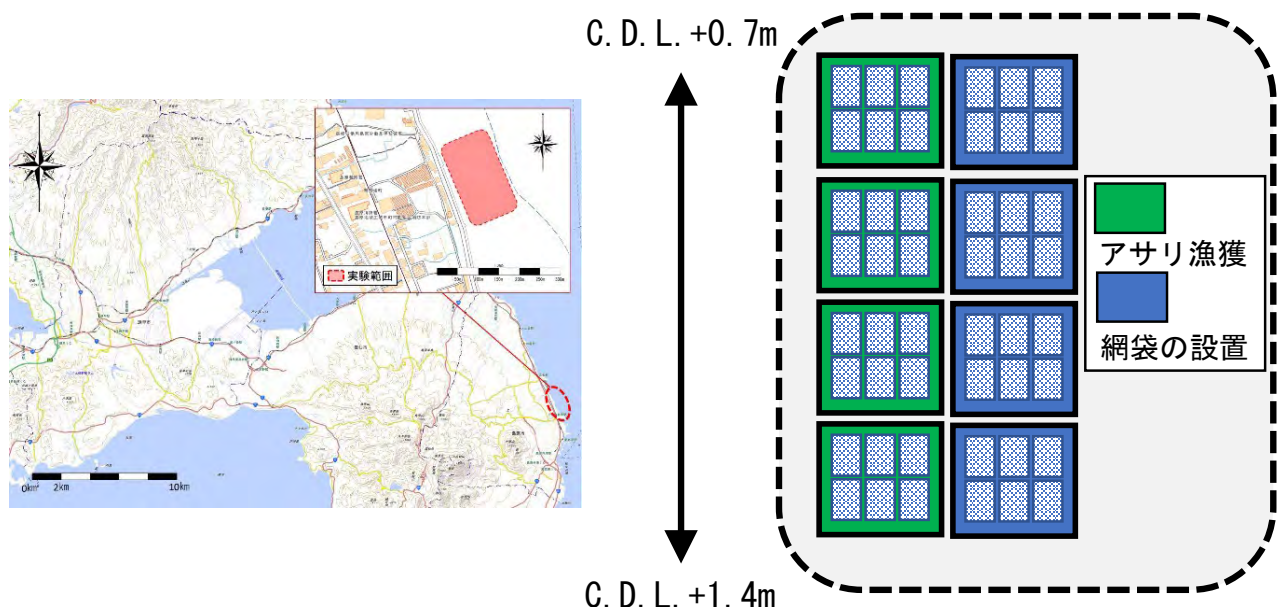


図41 現地実証実験の概要

4.2.2 結果

(1) 漁業者との実証実験①

令和4年5～6月に実施した砂利入り網袋の作成・設置で収集した漁業者からの意見は、表20のとおりである。漁業者の意見としては、砂利入り網袋を作成した後の運搬や船への積み込みについての具体的な案や砂利入り網袋の口の閉じ方案、砂利入り網袋を船から投入する際の留意点などがあった。砂利入り網袋の運搬や船への積み込みについては、当該地先の漁港に設備が揃っていたため、図42のように実際に行い実用性が高いことを確認した。また、砂利入り網袋を船から投入する際に、予め目印ブイを沖側、中央、岸側の3地点に設置し、図43のように船を並べてから網袋を投入することで岸沖方向に均等に投入できることを確認した。均等に投入すると網袋同士の積み重なりが少なくなり並べるときの労力を軽減できることも確認した。

表20 実証実験①における漁業者からの意見

漁業者からの意見	対応
砂利を封入した網袋の運搬は、台車等を使用するとよい。	実施して実用性を確認→作業手引きへ反映
砂利入り網袋の船舶への積み込みは、クレーンを使用するとよい。	実施して実用性を確認→作業手引きへ反映
網袋の口紐は、設置から時間が経過すると開けづらくなる。結束バンドで口を閉じるのはどうか。網袋内のアサリ盗難防止につながるかもしれない。	逆に口が開けづらくなる→口の閉じ方は従来通り口紐で縛る
砂利入り網袋を岸沖方向に縦長に均等に配置するのであれば、設置する目印ブイは1点ではなく3点がよい。	実施して実用性を確認→作業手引きへ反映

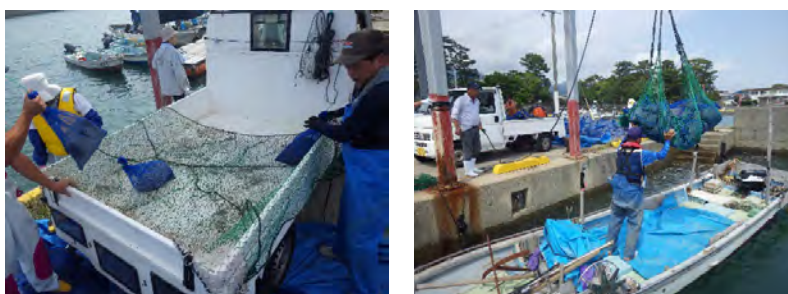


図42 実証実験①実施状況（左：網袋の運搬、右：クレーンでの積み込み）



図43 実証実験①網袋の投入（左：船の配置、右：均等に落とした網袋）

(2) 実証実験②

令和4年10月に実施したエンジンポンプによる漁獲について収集した漁業者からの意見は、表21のとおりである。また、実証実験②の実施状況を図44と図45に示す。漁業者からは、令和3年度のエンジンポンプを使用しない方法よりも労力が軽減できたという意見やうまく役割分担できて効率よく行えたという意見が得られた。

表21 実証実験②における漁業者からの意見

漁業者からの意見	対応
潮を追いかけなくて良いので昨年度（エンジンポンプ無し）よりも楽に作業できた。	エンジンポンプ無しよりも効率よく実施できた。
消防ホースを2本に分岐させて、2班体制で行ったので効率よく行えた。	→エンジンポンプを用いた漁獲方法を作業手引きに反映
作業分担（網袋の口開け、ポンプでの採取、アサリ選別）して実施したので効率よく行えた。	



図44 実証実験②実施状況

（左：エンジンポンプ積み込み、中：エンジンポンプ設置、右：消防ホースの設置）



図45 実証実験②実施状況（左：網袋の口開け、中：アサリ回収、右：アサリ選別）