

(2) 沖出し方法の実用性（作業性、コスト）の検討

採苗器の沖出し方法について、今年度は、採苗器ごと沖側へ移動させる方法と、採苗器内のアサリを回収し、予め沖側へ設置したカゴにアサリを移動させる2通りの方法を実施した。

2通りの沖出し方法におけるメリット、デメリットを整理し、実用性（作業性、コスト）の観点から考察を行った。

1) 採苗器ごと沖出しする方法

採苗器ごと沖出しする方法におけるメリット、デメリットは表 18 のとおりであり、採苗器 1a 分（600 袋）の沖出しにかかる想定コストは表 19 のとおりである。

採苗器ごと沖出しする方法の最大のメリットは、部材費が掛からず、コストは沖出し作業に掛かる人件費のみの点である。作業工程も単純であり、事前準備等も必要ないことから、低コストで移植用アサリの採取量を増加できる方法であると考えられる。デメリットは、砂利が入った採苗器を移動させることから、沖出し時の作業負荷が大きい点にある。採苗器は1袋当たり7kg充填した砂利に加え、加入したアサリと原地盤の砂によって10kg/袋程度となる。また、当該地先は大型の礫が多く、重機の搬入は現実的では無いため、人力による作業が前提となる。人力による運搬を行う場合、背負子等の使用が効率的であり、当該地先の沖側（C.D.L.+0.7～+0.8m）と岸側（C.D.L.+1.2～+1.3m）の距離は30m程度と比較的近いことから、作業負荷は大きいものの、十分実施可能な方法であると考えらる。

採苗器 1a 分（600 袋）の沖出しにかかる想定コストは、6名2時間の作業で実施可能と想定した場合、23千円となった。

表 18 採苗器ごと沖出しする方法のメリット、デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> ・部材費が掛からない（低コスト） ・作業工程が単純 	<ul style="list-style-type: none"> ・沖出し時の作業負荷が大きい

表 19 採苗器ごと沖出しする方法の想定コスト

内容			採苗器 600 袋（1a 分）の沖出しコスト					
			人数 （人）	時間 （h）	日数 ^{※1} （日）	人工 ^{※2} （人日）	単価 ^{※3} （円）	費用 （円）
部材費	普通 作業員	採苗器の移動	6	2.0	0.25	1.5	15,500	23,250
合計								23,250

※1：1日の作業可能時間を8時間として、実際の作業時間/8時間で日数を算出

※2：人数×日数で算出

※3：普通作業員¥15,500、普通船員¥18,600、船舶員¥30,000（平成28年2月から適用する公共工事設計労務単価を参照）

2) カゴを用いて沖出しする方法

カゴを用いて沖出しする方法におけるメリット、デメリットは表 20 のとおりであり、採苗器 1a 分 (600 袋) の沖出しにかかる想定コストは表 21 のとおりである。

カゴを用いて沖出しする方法の最大のメリットは、採苗器内のアサリを回収し、アサリのみ沖側へ移動させることから、沖出し作業時の作業負荷が小さい点にある。また、採苗器内のアサリを回収する際、砂利とアサリを篩掛けすることから、移植時期に移植サイズまで成長する見込みのない個体を分離でき、移植サイズまで成長できる個体のみを効率的に保護育成することができる。最大のデメリットは、カゴの部材費が掛かることから、コストが嵩む点にある。また、当該地先のような礫浜環境ではカゴを埋設できる砂地は限られており、埋設数量に制限が発生する点や、埋設後は波浪等の影響によってカゴが逸散する可能性も考えられる。カゴの逸散防止策として、ペグ等でカゴを固定する方法が挙げられるが、部材費や作業工数の増加によってさらにコストが増加することになる。

採苗器 1a 分 (600 袋) の沖出しにかかる想定コストは、カゴの部材費が 108 千円、カゴの埋設を 12 名 2 時間アサリの回収・収容を 6 名 1 時間の作業で実施可能と想定した場合、166 千円であった。

表 20 カゴを用いて沖出しする方法のメリット、デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> ・作業負荷が小さい ・移植時期のアサリ回収作業が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・カゴの部材費が掛かる ・カゴを埋設できる範囲に制限がある ・波浪によるカゴの逸散、埋没リスクがある ・作業工程が増える

表 21 カゴを用いた沖出しにかかる想定コスト (人件費のみ)

内容			採苗器 600 袋 (1a 分) の沖出しコスト					費用 (円)
			人数 (人)	時間 (h)	日数 ^{※1} (日)	人工 ^{※2} (人日)	単価 ^{※3} (円)	
部材費	カゴ	-	-	-	-	-	180	108,800
人件費	普通 作業員	カゴの埋設	12	2	0.25	3	15,500	46,500
		アサリ回収 アサリ収容	6	1	0.125	0.75	15,500	11,625
合計								166,125

※1: 1 日の作業可能時間を 8 時間として、実際の作業時間/8 時間で日数を算出

※2: 人数×日数で算出

※3: 普通作業員¥15,500、普通船員¥18,600、船艀員¥30,000 (平成 28 年 2 月から適用する公共工事設計労務単価を参照)



図 32 カゴを用いた沖出しの実施状況 (左: アサリ収容状況、右: カゴ設置状況)

3.3 稚貝採取・保護育成技術の開発の考察

3.3.1 当該地先の活用可能範囲について

今年度の稚貝採取実験（活用可能範囲の推定）では、移植用アサリの推定個体数から当該地先の地盤高 C. D. L. +1.2~+1.4m が活用可能範囲と推定され、その面積は約 5,800 m²であることが把握できた。当該地先の活用可能範囲を最終的に決定するためには、今年度結果のみならず、過年度を含めた複数年度の結果で評価を行う必要がある。

今年度までに把握できた移植用アサリの採取量について、平成 31 年度および令和 2 年度に当該地先の沖側 (C. D. L. +0.7~0.8m)、岸側 (C. D. L. +1.2~+1.3m) の採苗器の移植用アサリの採取量を比較した。設置 1.5 年後の移植用アサリの採取量結果は図 33 のとおりである。平成 31 年度では、平成 30 年 5 月に採苗器を設置し、1.5 年後となる令和元年 10 月の移植用アサリの採取量は沖側が 2.3 kg/m²、岸側が 5.7 kg/m²となり、岸側の採取量が多かった。令和 2 年度では、令和元年 5 月に採苗器を設置し、1.5 年後となる令和 2 年 10 月の移植用アサリの採取量は沖側が 4.7 kg/m²、岸側が 1.4 kg/m²となり、沖側の採取量が多かった。なお、平成 30 年 5 月設置と令和元年 5 月設置ともに、採苗器内での目立ったへい死や死殻等は確認されなかった。

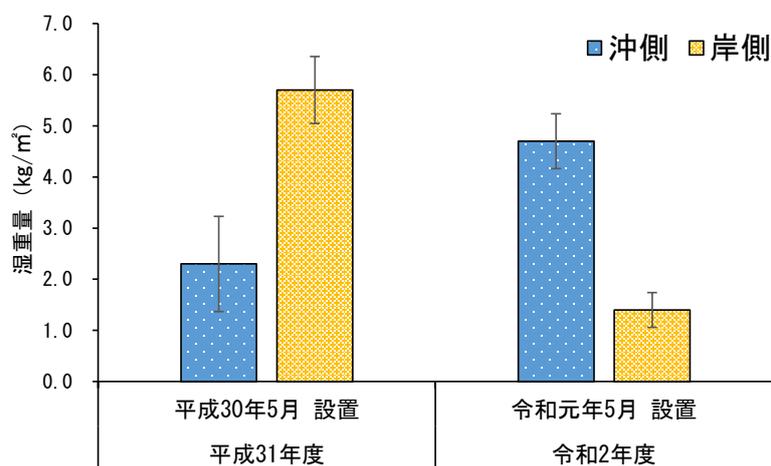


図 33 移植用アサリの採取量結果（平成 31 年度、令和 2 年度）

平成 31 年度（平成 30 年 5 月設置）では、移植用アサリの採取量は岸側設置の採苗器が多く、採苗器の設置に適した地盤高は概ね C. D. L. +1.2~+1.3m 周辺と想定していた。一方で、令和 2 年度（令和元年 5 月設置）では、移植用アサリの採取量は沖側設置の採苗器が多く、平成 31 年度で想定した採苗器の適した設置場所と異なる結果が得られた。これらより、当該地先では、移植用アサリが多く採取出来る採苗器の設置場所は年度によって異なる可能性が考えられる。また、本課題では、採苗器の設置期間を 1.5 年間と想定していることから、事業 3 年目にあたる令和 2 年度時点では、2 ヶ年度分の採取量データしか把握出来ておらず、②平成 31 年度、令和 2 年度のうち、いずれかが特異的な年度であった可能性も考えられる。したがって、当該地先の活用可能範囲を決定するためには、今年度設置した稚貝採取実験（活用可能範囲の推定）の採苗器を含め、移植用アサリの採取量を複数年度で検証し、当該地先の傾向を把握する必要がある。

なお、今年度の稚貝採取実験（活用可能範囲の推定）から推定した活用可能範囲 (C. D. L. +1.2~+1.4m) については、今年度の浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等における「条件付き」とした。

3.3.2 稚貝採取から運搬までの一連の方法（案）について

「3.3.1 当該地先の活用可能範囲について」にて記載したとおり、平成31年度および令和2年度で移植用アサリが多く採取出来る採苗器の設置場所が異なり、今年度時点で当該地先の活用可能範囲を決定することは困難であると考えた。したがって、平成31年度に立案した稚貝採取から運搬までの一連の方法（案）についても見直しが必要であり、図34のとおり稚貝採取から運搬までの一連の方法（案）A、Bを修正した。

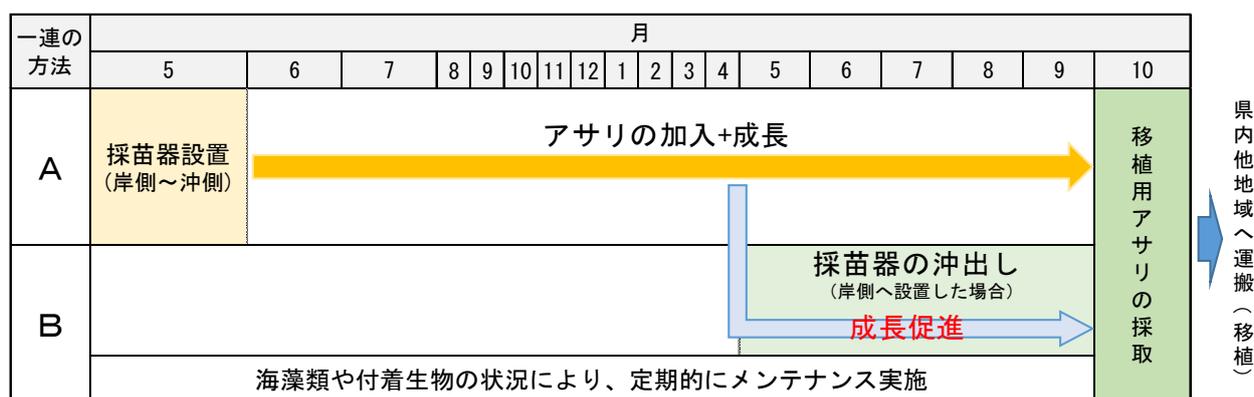


図34 令和2年度 稚貝採取から運搬までの一連の方法（案）

(1) 一連の方法（案）Aについて

一連の方法（案）Aについて、平成31年度までの検証結果より、採苗器を春季に岸側へ設置し、1.5年後に移植用アサリを採取する方法を立案した。一方で、今年度の稚貝採取実験では、春季に沖側へ設置した採苗器の移植用アサリの採取量が最も多い結果となり、一連の方法（案）Aにおける採苗器の設置場所は、岸側から沖側の範囲へと修正した。今後は、採苗器の設置場所ごとの移植用アサリの採取量を引き続き検証するとともに、干出時間による作業性の観点からも一連の方法（案）Aにおける活用可能範囲を決定する必要がある。

(2) 一連の方法（案）Bについて

一連の方法（案）Bについて、平成31年度では、春季に岸側へ設置した採苗器を1.0年後に成長量の多い沖側へ移動させ、0.5年後に移植用アサリを採取する方法を立案した。今年度では、一連の方法（案）Aの修正に伴い、採苗器を岸側へ設置した場合のみ、沖側へ移動させる方法へと修正した。

今年度の保護育成実験の結果から、採苗器の沖出し効果は採苗器内のアサリ密度が関係していること、また、稚貝採取実験の結果から、岸側へ設置した採苗器の移植用アサリの採取量（採苗器内のアサリ密度）は年度によって異なることが把握できている。したがって、今後は、沖出し時の採苗器内の密度を複数設定し、密度ごとの沖出し効果を検証する必要があると考えられる。また、カゴを用いた沖出しについても、単年度のみを検証ではなく、複数年度で検証し、移植用アサリの採取量を把握する必要がある。さらに、当該地先のような礫浜環境においては、カゴを埋設可能な範囲は限られており、今後は、実用化に向けてカゴを埋設可能な範囲についても検討を行う必要があると考えられた。

3.3.3 仮説の検証

(1) 稚貝採取実験（活用可能範囲の推定）

稚貝採取実験（活用可能範囲の推定）における仮説検証結果は表 22 のとおりである。過年度までに把握した採苗器の適した設置場所（C. D. L. +1. 2～+1. 3m）と同程度（8割以上）に移植用アサリが採取できる地盤高を当該地先の活用可能範囲として、令和2年12月時点のアサリ採取量から移植用アサリの推定個体数を算出した。その結果、地盤高C. D. L. +1. 3～+1. 4mの推定個体数が地盤高C. D. L. +1. 2～+1. 3mの推定個体数に対し8割以上となり、今年度の条件（浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等）では、活用可能範囲と推定された。これにより、本実験の仮説は検証された。

表 22 仮説検証結果（稚貝採取実験）

仮説	検証項目	検証結果	
採苗器の適した設置場所（C. D. L. +1. 2～+1. 3m）と同程度（8割以上）採取出来る採苗器の設置場所はC. D. L. +1. 0～+1. 5mにある。	推定個体数（移植サイズ）	○	地盤高C. D. L. +1. 3～+1. 4mに設置した採苗器は、地盤高+1. 2～+1. 3mに設置した採苗器に対し、移植用アサリが8割以上採取できた。

(2) 保護育成実験（採苗器の沖出し効果の把握）

保護育成実験（採苗器の沖出し効果の把握）における仮説検証結果は表 23 のとおり、統計解析結果は表 24 のとおりである。本実験では、移植前年の春季に岸側へ設置した採苗器を移植年の春季に沖側へ移動させ、移動の有無による移植用アサリの採取量を検証した。その結果、移植年の春季に沖側へ移動させた採苗器は、移動を行わなかった採苗器に対し、移植用アサリの採取量が上回り、採取した移植用アサリの湿重量では有意な差を確認した。これにより、本実験の仮説は検証された。

表 23 仮説検証結果（保護育成実験）

仮説	検証項目	検証結果	
移植前年の春季に岸側へ設置した採苗器を移植年の春季に沖側へ移動させると、移植用のアサリが多く採取できる。	湿重量（移植サイズ）	○	移植前年の春季に岸側へ設置した採苗器を移植年の春季に沖側へ移動させると、移植用のアサリが多く採取できた。

表 24 統計解析結果（保護育成実験）

調査月	項目	条件	t検定	
			P値（両側）	検定結果
10月	殻長25mm以上アサリの湿重量	沖出しの有無（有り）	0.006	** 沖出し有り
	殻長25mm以上アサリの湿重量	沖出しの有無（無し）		

4. 稚貝採取から運搬までの一連の方法の構築(小課題 2-2-3)

4.1 採苗器の設置にかかる実用性(作業性、コスト)の把握

4.1.1 方法

本課題は、平成 31 年度までに立案した稚貝採取から運搬までの一連の方法(案)のうち、採苗器の作成から設置にかかる実用性(作業性、コスト)を明らかにすることを目的に検証を行った。

検証は、長崎県島原漁業協同組合北部支所の漁業者(計 12 名)に協力を依頼し、令和 2 年 6 月に採苗器 1,200 袋を作成し、当該地先の地盤高 C. D. L. +1.1~+1.4m の範囲に設置した。設置作業については、満潮時に船舶を用いて採苗器を海上から投入し、干潮時の干潟が干出した際に整列を行った。

平成 31 年度に立案した稚貝採取から運搬までの一連の方法(案)は、図 35 に示すとおりである。図 35 のとおり、採苗器を 1.5 年間設置し続ける A 案と、採苗器の設置 1.0 年後に成長量の多い場所へ採苗器を移動させる B 案の 2 案を立案しており、本課題で検証した採苗器の設置に掛かる実用性については、A 案、B 案共通となる。

一連の方法	月																
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	採苗器設置	アサリの加入+成長															県内 + 地域 へ 運搬
	海藻類や付着生物の状況により、定期的にメンテナンス実施																
B	採苗器設置	アサリの加入+成長										採苗器を沖側へ移動 成長促進					県内 + 地域 へ 運搬
	海藻類や付着生物の状況により、定期的にメンテナンス実施																

図 35 平成 31 年度に立案した稚貝採取から運搬までの一連の方法(案)

4.1.2 結果

採苗器 1,200 袋の設置にかかるコスト(部材費+人件費)は表 25 のとおりである。令和 2 年 6 月に採苗器 1,200 袋を設置した結果、部材費、人件費込みの総コストは 220 千円であった。

採苗器の作成は、令和 2 年 6 月 20 日に普通作業員 12 名 1.5 時間、採苗器の投入は、令和 2 年 6 月 21 日に普通作業員 6 名、普通船員 5 名、船舶 5 隻で 1 時間、採苗器の整列は、令和 2 年 6 月 21 日の普通作業員 12 名 1 時間で実施した。

人件費について、1 日の作業可能時間を 8 時間として、実際の作業時間/8 時間で作業日数を算出し、作業人数×作業日数で作業人工を算出した。その後、平成 28 年 2 月から適用する公共工事設計労務単価に基づき、作業員単価を掛け、費用を算出した。

部材費については、採苗器の作成に必要な網袋と砂利の費用を計上した。網袋は複数年の使用を想定しており、¥150/袋の購入価格を耐用年数 5 年で割り、年単価を ¥30/袋と設定した。砂利は、単年(1.5 年間)のみの使用を想定しており、¥10/kg の単価で 7 kg/袋を充填することから、年単価を ¥70/袋と設定した。作業状況写真を図 36 に示す。

表 25 採苗器 1,200 袋の設置にかかるコスト (部材費+人件費)

内容			採苗器 1,200 袋 (2a 分) の設置コスト					
			人数 (人)	時間 (h)	日数 ^{※1} (日)	人工 ^{※2} (人日)	単価 ^{※3} (円)	費用 (円)
作成	部材費	網袋	-	-	-	-	30	36,000
		砂利	-	-	-	-	70	84,000
	人件費	普通作業員	12	1.5	0.1875	2.25	15,500	34,875
投入	人件費	普通作業員	6	1	0.125	0.75	15,500	11,625
		普通船員	5	1	0.125	0.625	18,600	11,625
	用船費	船舶	5	1	0.125	0.625	30,000	18,750
整列	人件費	普通作業員	12	1	0.125	1.5	15,500	23,250
合計								220,125

※1 : 1 日の作業可能時間を 8 時間として、実際の作業時間/8 時間で日数を算出

※2 : 人数×日数で算出

※3 : 網袋 : 1 袋 ¥150/耐用年数 5 年×1200 袋 (財務省 : 減価償却資産の耐用年数表参照)、砂利 : ¥10/kg×7 kg/袋×1200 袋
普通作業員 ¥15,500、普通船員 ¥18,600、船舶 ¥30,000 (平成 28 年 2 月から適用する公共工事設計労務単価を参照)



図 36 実施状況写真

4.2 稚貝採取から運搬までの一連の方法の構築の考察

採苗器 1a 分の設置にかかるコストについて、平成 31 年度に算出した想定コストと今年度の検証により把握できたコストは表 26 のとおりである。

本課題で立案した稚貝採取から運搬までの一連の方法では、1a 当たりの採苗器の設置数を 600 袋と想定している。平成 31 年度では、採苗器を 300 袋程度設置し、設置にかかった人数および時間から 600 袋の設置にかかるコストを想定で算出した。その結果、部材費と人件費を含む総コストは 130 千円となった。

今年度の検証では、採苗器 2a 分 (1200 袋) を実際に設置し、設置にかかった人数および時間から 1200 袋の設置にかかるコストを算出した。その結果、部材費と人件費を含む総コストは 220 千円となり、1a あたりに換算すると 110 千円となった。

今年度の検証により、採苗器 1a 分 (600 袋) の設置にかかる総コストは、平成 31 年度に算出した想定コストに対し 1.5 割減となることが把握できた。

表 26 採苗器 1a 分 (600 袋) の設置コスト (平成 31 年度の想定と令和 2 年度の検証結果)

内容		平成 31 年度の想定	令和 2 年度の検証結果
部材費	網袋	18,000	18,000
	砂利	42,000	42,000
人件費	作成	15,500	17,437
	投入	24,800	15,187
	整列	15,500	11,625
用船費		15,000	5,812
合計		130,800	110,061

※網袋：1 袋¥150/耐用年数 5 年×600 袋 (財務省：減価償却資産の耐用年数表参照)、砂利：¥10/kg×7 kg/袋×600 袋

※普通作業員¥15,500、普通船員¥18,600、船艀員¥30,000 (平成 28 年 2 月から適用する公共工事設計労務単価を参照)

今年度の検証により、稚貝採取から運搬までの一連の方法のうち、採苗器の設置にかかる実用性 (作業性、コスト) が把握できた。今後は、一連の方法 B における採苗器の沖出し作業および一連の方法 A、B に共通する移植用アサリの回収作業を 1a 程度の規模で実施し、実用性 (作業性、コスト) を検証する必要がある。また、技術の導入に向けては、当該地先の漁業実態 (海藻類養殖業) に合わせて検討を行う必要があり、漁業者導入試験等を通じて漁業者の意見や要望を収集するとともに、一連の方法における作業の改善点や効率化について意見交換し、生産性を向上させる必要がある。

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

各小課題における目標の達成度を以下に示す。

小課題 2-2-1 稚貝採取・保護育成技術の開発（活用可能範囲の推定）

本小課題では、当該地先の活用可能範囲を推定し、推定した活用可能範囲の面積の算出を目標とした。目標達成の判定結果は表 27 のとおりである。今年度の検証により、当該地先の活用可能範囲は地盤高 C. D. L. +1.2~+1.4m の範囲と推定し、その面積は 5,832 m²であることが把握できた。したがって、判定結果を「○」とした。

当該地先の活用可能範囲について、平成 31 年度と令和 2 年度の移植用アサリの採取量から、移植用アサリを多く採取できる採苗器の設置場所は年度によって異なることが示唆された。そのため、表 27 に記載した判定結果については、今年度の浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等における「条件付き」の活用可能範囲とした。最終的な活用可能範囲については、今後も地盤高ごとの移植用アサリの採取量を検証し、当該地先の傾向を把握するとともに、作業性の観点からも評価検討する必要があると考えられた。

表 27 稚貝採取実験（活用可能範囲の推定） 目標達成の判定結果

検証項目	数値目標	目標達成の判定基準	判定結果
活用可能面積	-	活用可能面積の算出達成 (○) 活用可能面積の算出未達成 (×)	○※ 今年度の条件（浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等）における当該地先の活用可能面積が算出できた

※今年度の条件（浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等）における活用可能範囲

小課題 2-2-2 稚貝採取・保護育成技術の開発（採苗器の沖出し効果の把握）

本小課題では、採苗器の沖出しにより移植用アサリの採取量を増加させることを目標とした。数値目標は、沖出しを行った採苗器の移植用アサリの増加率を 110%とし、漁獲増加量/コストの観点から 1 袋当たりの採取量を 0.9 kg/袋以上とした。漁獲増加量/コストの観点から設定した 1 袋当たりの採取量目標値について、平成 31 年度の岸側設置の採苗器の移植用アサリの採取量は 0.86 kg/袋であった。これに対し、平成 31 年度に算出した想定コストは 170 千円であり、漁獲増加量/コスト=1.0 以上となるためには、1 袋当たりの採取量は 1.15 kg/袋程度が必要となる。今年度では、「1.3 技術開発ロードマップ」に示したとおり、漁獲増加量/コスト=0.8 以上を目標としたことから、1 袋当たりの採取量目標値を 0.9 kg/袋以上と設定した。

目標達成の判定結果は表 28 のとおりである。沖出しを行った 5 月移動区における採取量は 0.44 kg/袋、沖出しを行わなかった対照区（岸側）における採取量は 0.21 kg/袋となり、移植用アサリの採取量の増加率は 209%となった。一方で、漁獲増加量/コストの観点から設定した 1 袋当たりの採取量の目標値については、沖出しを行った 5 月移動区の採取量が 0.44 kg/袋であったことから目標値を下回る結果となった。したがって、判定結果は条件付きの「○」とした。

本実験では、計画段階において、移植用アサリの採取量が多い岸側の採苗器を成長量の多い沖側へ移動させることで、移植用アサリの採取量がより増加するものと想定した。「3.3.1 当該地先の活用可能範囲について

て」に記載したとおり、今年度に岸側へ設置した採苗器は、沖側に設置した採苗器に比べ移植用アサリの採取量が少なく、計画段階での想定と異なる結果となった。一方で、岸側の採苗器の採取量が少ない年度においても、採苗器の沖出し効果が確認されたことから、平成31年度のように岸側の採苗器の採取量が多い年度においても沖出しの効果が期待できる。今後は、採苗器内のアサリ密度が高い状態を想定した検証を行い、岸側の採苗器内の密度が高い場合における採苗器の沖出し効果を確認する必要があると考えられた。

表 28 保護育成実験（採苗器の沖出し効果の把握） 目標達成の判定結果

検証項目	数値目標	目標達成の判定基準	判定結果	
移植用アサリの増加率（採取量）	110%以上 (0.90 kg /袋以上)	100%達成 (0.9 kg/袋以上) : ○ 80%達成 (0.7 kg/袋以上) : △ 未達成 (0.7 kg/袋未満) : ×	○※	沖出しを行った採苗器の移植用アサリの増加率は200%以上であった。採苗器1袋当たりの移植用アサリの採取量は0.44 kg/袋であった。

※採移植用アサリの増加率のみ達成

小課題2-2-3 稚貝採取から運搬までの一連の方法の構築

本小課題では、稚貝採取から運搬までの一連の方法のうち、採苗器の設置にかかる作業性（コスト）の把握を目標とした。目標達成の判定結果は表29のとおりである。採苗器2a分（1,200袋）の設置を計12名2日間で行った場合の作業性を確認し、コストは220千円であることが把握できた。したがって、判定結果を「○」とした。

表 29 稚貝採取から運搬までの一連の方法の構築 目標達成の判定結果

検証項目	数値目標	目標達成の判定基準	結果	
採苗器の設置にかかる作業性（コスト）	-	作業性の把握達成 (○) 作業性の把握未達成 (×)	○	採苗器の設置にかかる作業性（コスト）を把握できた

5.2 実用性の検討（作業性、コスト）

過年度に立案した稚貝採取から運搬までの一連の方法（案）について、今年度の検証により当該地先の採苗器の適した設置範囲および採苗器の沖出し効果を確認できたことから、図 37 のとおり、一連の方法（案）を更新した。一連の方法（案）A、Bにおける実用性の検討として、1a あたりに必要な作業数量を整理し、漁業者が実施可能であるか評価を行った。また、一連の方法A、Bについて、採苗器の設置から移植用アサリの採取までの一連の作業におけるコストを算出し、漁獲増加量/コストを検証した。

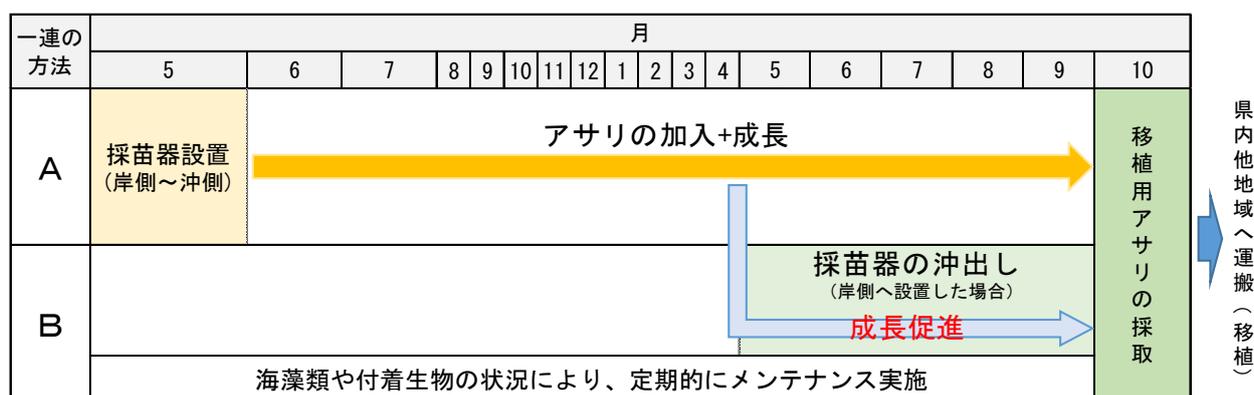


図 37 稚貝採取から運搬までの一連の方法（案）

5.2.1 作業性

一連の方法A、Bにおける作業性について、1a あたりに必要な作業量は表 30 のとおりである。一連の方法Bについては、採苗器の沖出し作業が含まれることから、表 30 中では括弧で示した。

本方法を漁業者が導入した場合、全ての作業工程で実施可能と評価した。

表 30 一連の方法A、Bにおける作業性（1a あたりの作業量）

要素技術	工程	使用船舶	必要人数	日数	漁業者による作業の実施
一連の方法 A、(B)	採苗器の作成	-	6	0.5 日以下	可能
	採苗器の投入	2~3	5~6	0.5 日以下	可能
	採苗器の整列	-	6	0.5 日以下	可能
	(採苗器の沖出し)	-	6	0.5 日以下	可能
	アサリの回収	-	5	0.5 日以下	可能

※採苗器の作成、投入、整列における作業量は令和2年度の実績から算出

※採苗器の沖出し、アサリの回収における作業量は想定で算出

5.2.2 漁獲増加量/コスト

(1) 漁獲増加量

移植用アサリの漁獲増加量は、当該地先周辺の海域に来遊する浮遊幼生や初期稚貝の資源量の影響を受け、年度によって大きく異なることが把握できている。単年度の漁獲増加量で評価を行った場合、年度ごとに評価結果が異なるため、過年度までに把握できた漁獲増加量を考慮して評価を行った。

一連の方法 A における漁獲増加量は、平成 31 年度、令和 2 年度の移植用アサリの採取量からそれぞれ算出した。一連の方法 B については、今年度から新たに検証を行った要素技術であるため、評価に用いる漁獲増加量は令和 2 年度に沖出しを行った採苗器の移植用アサリの採取量から算出した。

1) 一連の方法 A

一連の方法 A における移植用アサリの漁獲増加量は表 31 のとおりである。

平成 31 年度（地盤高 C. D. L. +1. 2～+1. 3m）の採苗器では、移植用アサリの採取量は 0. 86 kg/袋、令和 2 年度（地盤高 C. D. L. +0. 7～+0. 8m）の採苗器では、移植用アサリの採取量は 0. 71 kg/袋であった。移植用アサリの販売単価を¥245/kg として漁獲増加量を算出すると、1a（採苗器 600 袋）あたりの漁獲増加量はそれぞれ 126 千円、104 千円となった。

以上より、一連の方法 A における漁獲増加量は概ね 104 千円/a～126 千円/a の範囲にあると考え、以降の漁獲増加量/コストの評価に用いた。

表 31 移植用アサリの漁獲増加量（一連の方法 A）

年度	回収時の採取量 (kg/袋)	漁獲増加量※ (¥/a)	採苗器の設置地盤高
平成 31 年度	0. 86	125, 685	C. D. L. +1. 2～+1. 3m
令和 2 年度	0. 71	103, 635	C. D. L. +0. 7～+0. 8m

※移植用アサリの販売単価を¥245/kgとして算出

※1a あたり採苗器を 600 袋設置するものとして算出

2) 一連の方法 B

一連の方法 B における移植用アサリの漁獲増加量は表 32 のとおりである。

令和 2 年度の採苗器（地盤高 C. D. L. +1. 2～+1. 3m から C. D. L. +0. 7～+0. 8m へ沖出し）では、移植用アサリの採取量は 0. 45 kgであった。移植用アサリの販売単価を¥245/kgとして漁獲増加量を算出すると、1a（採苗器 600 袋）あたりの漁獲増加量は 66 千円となった。

以上より、一連の方法 B における漁獲増加量は 66 千円/a として、以降の漁獲増加量/コストの評価に用いた。

表 32 移植用アサリの漁獲増加量（一連の方法 B）

年度	回収時の採取量 (kg/袋)	漁獲増加量※ (¥/a)	採苗器の設置地盤高
令和 2 年度	0. 45	66, 150	C. D. L. +1. 2～+1. 3 から C. D. L. +0. 7～+0. 8m へ移動

※移植用アサリの販売単価を¥245/kgとして算出

※1a あたり採苗器を 600 袋設置するものとして算出

(2) コスト

一連の方法A、Bにおけるコストの算出結果は表 33 のとおりである。

採苗器の設置から移植用アサリの回収までの一連の作業における部材費、人件費を含む総コストは、一連の方法Aで129千円/a、一連の方法Bで153千円/aとなった。

一連の方法A、Bにおけるコストの差は、採苗器の沖出しにかかる人件費23千円である。沖出し方法については、採苗器の沖出しとカゴを用いた沖出しの2通りの方法を想定しているものの、カゴを用いた沖出し方法ではコストが高く、実用化に向けては現時点で課題が多いことから、一連の方法Bにおけるコストは採苗器を沖出しする方法を選択した。

表 33 一連の方法A、Bにかかるコスト

内容			コスト(¥/a)	
			一連の方法A	一連の方法B
部材費	網袋		18,000	18,000
	砂利		42,000	42,000
人件費	採苗器作成	普通作業員	17,438	17,438
		採苗器投入		
	普通作業員	9,375	9,375	
	普通船員	5,813	5,813	
	船舶	5,813	5,813	
	採苗器整列	普通作業員	11,625	11,625
	採苗器の沖出し	普通作業員	-	23,250
	アサリ採取	普通作業員	19,375	19,375
合計			129,439	152,689

※網袋：1袋¥150/耐用年数5年×600袋（財務省：減価償却資産の耐用年数表参照）、砂利：¥10/kg×7kg/袋×600袋

※普通作業員¥15,500、普通船員¥18,600、船舶¥30,000（平成28年2月から適用する公共工事設計労務単価を参照）

(3) 漁獲増加量/コスト

1) 一連の方法 A

一連の方法 A における漁獲増加量とコストから漁獲増加量/コストを算出した。一連の方法 A における漁獲増加量/コストの算出結果は表 34、図 38 のとおりである。

平成 31 年度の採苗器の漁獲増加量 (126 千円/a) では、人件費抜き漁獲増加量/コストは 2.10 となり、人件費込みの漁獲増加量/コストは 0.98 であった。令和 2 年度の採苗器の漁獲増加量 (104 千円/a) では、人件費抜き漁獲増加量/コストは 1.73 となり、人件費込みの漁獲増加量/コストは 0.81 であった。

技術開発の最終目標である「漁獲増加量/コスト=1.0 以上となる一連の方法の構築」について、平成 31 年度の漁獲増加量では、人件費抜きでは既に 2 倍以上の数値を達成しており、人件費込みでは 0.02 の向上により達成となる状況である。

今後は、アサリの回収作業にかかるコストを把握するとともに、一連の方法における作業の効率化によるコストダウンを図り、生産性を向上に向けた検討を行う必要がある。

表 34 一連の方法 A における漁獲増加量/コスト

①漁獲増加量 (千円/a)	②コスト (千円/a)	③漁獲増加量/コスト (①/②)		備考
		人件費抜き	人件費込み	
126	129	2.10	0.98	平成 31 年度の漁獲増加量
104		1.73	0.81	令和 2 年度の漁獲増加量

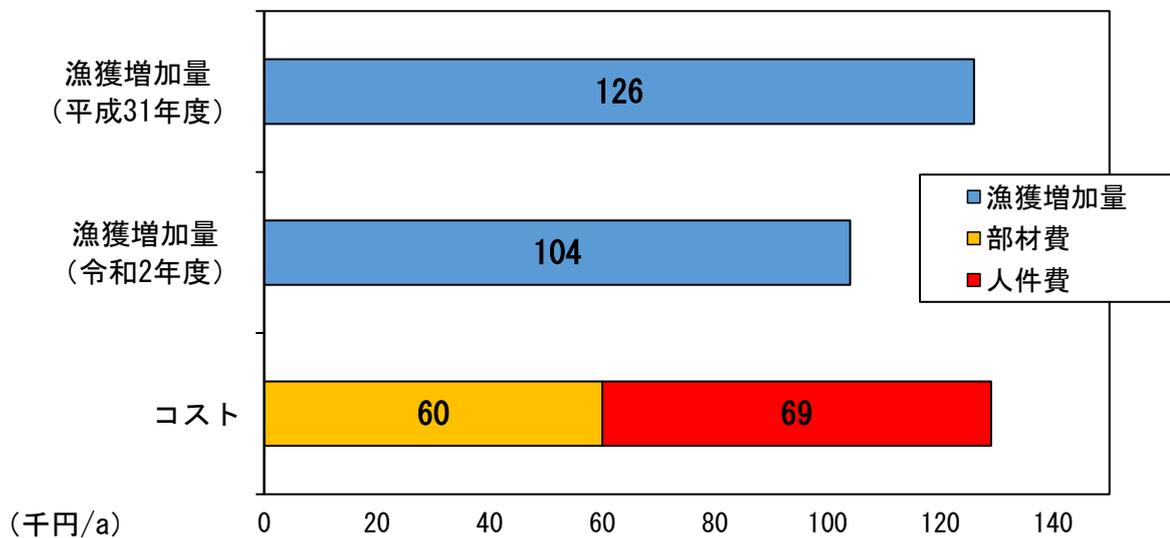


図 38 一連の方法 A における漁獲増加量とコスト

2) 一連の方法 B

一連の方法 B における漁獲増加量とコストから漁獲増加量/コストを算出した。一連の方法 B における漁獲増加量/コストの算出結果は表 35、図 39 のとおりである。

令和 2 年度の採苗器の漁獲増加量 (66 千円/a) では、人件費抜きの漁獲増加量/コストは 1.10 となり、人件費込みの漁獲増加量/コストは 0.43 であった。

技術開発の最終目標である「漁獲増加量/コスト=1.0 以上となる一連の方法の構築」について、人件費抜きでは既に目標の数値を達成しており、人件費込みでは 0.57 の向上により達成となる状況である。

今後は、採苗器の沖出しとアサリの回収作業にかかるコストを把握するとともに、一連の方法における作業の効率化によるコストダウンを図り、生産性を向上に向けた検討を行う必要がある。

表 35 一連の方法 B における漁獲増加量/コスト

①漁獲増加量 (千円/a)	②コスト (千円/a)	③漁獲増加量/コスト (①/②)		備考
		人件費抜き	人件費込み	
66	153	1.10	0.43	令和 2 年度の漁獲増加量

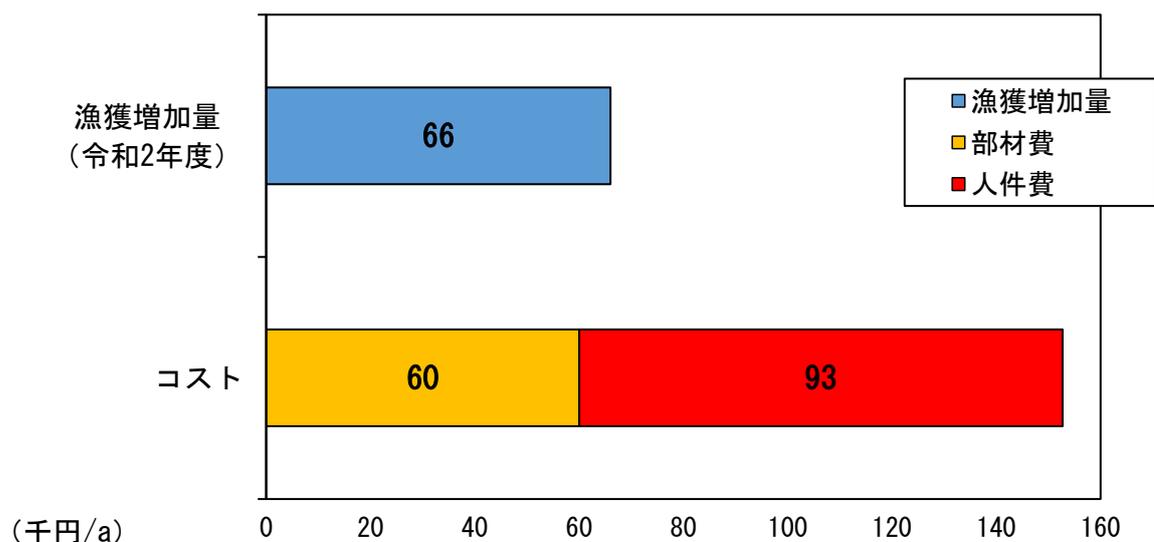


図 39 一連の方法 B における漁獲増加量とコスト

3) 漁獲増加量/コスト=1.0 以上となるために必要な移植用アサリの採取量

人件費込みの漁獲増加量/コストが 1.0 以上となるために必要な移植用アサリの採取量を算出し、現時点での移植用アサリの採取量の目標値を整理した。今年度までの移植用アサリの採取量は、一連の方法 A で 0.86 kg/袋、一連の方法 B で 0.45 kg/袋である。漁獲増加量/コスト=1.0 以上となるためには、一連の方法 A で 0.89 kg/袋、一連の方法 B で 1.05 kg/袋の採取量が必要となり、一連の方法 A では 0.03 kg/袋、一連の方法 B では 0.60 kg/袋が採取量増加の目標値となった。移植用アサリ 1 個体あたりの湿重量を 3.5g と仮定すると、一連の方法 A では 8.6 個体/袋、一連の方法 B では 171 個体/袋となった。

5.3 実用性の検討を踏まえた成果と今後の課題

今年度における一連の方法ごとの成果と今後の課題は表 36 のとおりである。

表 36 今年度の成果と今後の課題

一連の方法	成果	課題
A	<ul style="list-style-type: none"> ●移植用アサリの推定個体数から、今年度の条件（浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等）における当該地先の活用可能範囲は地盤高 C. D. L. +1. 2～+1. 4m であることが把握できた。また、その面積は約 5, 800 m²であることが把握できた。 ●移植用アサリが多く採取出来る採苗器の設置場所（地盤高）は、年度によって異なることが把握できた。 ●採苗器 1a（600 袋）の設置にかかるコストは 11 千円であることが明らかとなり、一連の方法 A における総コストは 129 千円であることが把握できた。 ●漁獲増加量/コストは、人件費抜きで 2. 10、人件費込みで 0. 98 を達成できた。 	<ul style="list-style-type: none"> ●採苗器の設置 1. 5 年後の移植時期となる秋季の採取量から、今年度の条件（浮遊幼生や初期稚貝の着生量および環境条件等）における活用可能範囲を再検証し、その面積を算出する必要がある。 ●移植用アサリが多く採取出来る採苗器の設置場所（地盤高）を複数年度で検証し、当該地先の傾向を把握する必要がある。 ●アサリの回収作業を 1a 程度の規模で行い、作業性、コストを明らかにする必要がある。 ●作業手引き（案）の作成に向けて、漁業者導入試験を行い、一連の方法における意見や要望を漁業者から収集し、当該地先の漁業実態（海藻類養殖業）に合わせて検討を行う必要がある。
B	<ul style="list-style-type: none"> ●設置 1. 0 年後の採苗器を沖出しすることにより、移植用アサリの採取量は約 2 倍増加することが把握できた。 ●採苗器の沖出し、カゴを用いた沖出しによる移植用アサリの採取量が把握でき、それぞれの作業性、コストが検証できた。 ●採苗器 1a（600 袋）の設置にかかるコストは 11 千円であることが明らかとなり、1a 分の沖出しにかかるコストは 23 千円であることが把握できた。一連の方法 B における総コストは 152 千円であることが把握できた。 ●漁獲増加量/コストは、人件費抜きで 1. 10、人件費込みで 0. 43 を達成できた。 	<ul style="list-style-type: none"> ●移動元となる採苗器内のアサリ密度を複数ケース設定し、密度ごとの沖出し効果を検証する必要がある。また、干出時間による作業性の観点から、採苗器の沖出し先についても検討する必要がある。 ●春季にカゴを用いた沖出しを行い、移植用アサリの採取量を検証するとともに、カゴの設置可能範囲を推定し、実用化に向けた検討を行う必要がある。 ●採苗器の沖出し、アサリの回収作業を 1a 程度の規模で行い、作業性、コストを明らかにする必要がある。 ●作業手引き（案）の作成に向けて、一連の方法における意見や要望を収集し、当該地先の漁業実態（海藻類養殖業）に合わせて検討を行う必要がある。

6. ドローンによるアサリ稚貝好適生息場推定手法の開発

6.1 目的

本技術開発は、ドローンを用いた空撮による画像から、漁場環境情報（地形、底質などの情報）を取得し、アサリ稚貝の好適生息場を推定する手法を開発することを目的とした。

本手法により短時間でかつ多面的に好適生息場の推定が可能になれば、地元漁協関係者を含む漁業者（以下、漁業者等という。）が効率的にアサリ稚貝を採取できるようになることが期待される。

6.2 本技術開発の3ヶ年計画

本技術開発の3ヶ年計画を以下に示す。

年度	ドローンによるアサリ稚貝の好適生息場の推定手法の開発
平成 30年	【事業実施場所：熊本県宇土市住吉地先】 <ul style="list-style-type: none">・アサリ稚貝の生息に適した漁場環境情報を把握した（アサリ稚貝が多い場と少ない場の地盤や底質条件比較）。・ドローンによるアサリ漁場の画像から地盤や底質の状況を抽出し、アサリ稚貝が多い場を推定可能であることを確認した。
平成 31年	【事業実施場所：熊本県玉名市岱明地先】 <ul style="list-style-type: none">・H30年度結果を踏まえ、別漁場でのアサリ稚貝生息と、地盤・底質条件を比較した。・漁業者等が対応可能な方法を検討した（地盤高、傾斜角・方位、色調等）。その他、詳細な技術等についての情報を参考資料としてまとめた。
令和 2年	【事業実施場所：長崎県島原市猛島地先】 <ul style="list-style-type: none">・既存知見およびH30, 31年度の結果を踏まえ、漁業者等が実施可能なドローン画像によるアサリ稚貝の生息場所推定方法の手順や留意事項をまとめた測量手順書（案）を作成し、実際に、実施可能かを検証する。なお、生息場所を推定する解析は、漁業者等でも対応が可能と考えられる「地盤傾斜方位」のみとする。

6.3 過年度の成果と課題および評価委員による意見等

過年度の成果と課題および評価委員による意見とその対応を以下に示す。

平成 30 年度（熊本県宇土市住吉地先）

成果	課題
<ul style="list-style-type: none"> アサリ稚貝の個体数と、ドローンで得られた地盤高、地盤傾斜角度などの地盤情報、および蛍光 X 線分析による底質情報などから、ドローン画像によるアサリ稚貝好適生息場の推定の可能性が確認された。 	<ul style="list-style-type: none"> 調査実施場所（熊本県住吉地先）に限定された結果である可能性もあるため、異なる漁場における検証が必要である。 検討に使用したドローン画像は、民生カメラによる 3 波長 (RGB) であった。さらに、多くの波長を有するカメラを用い、アサリの好適生息場の推定手法の選択肢を増やし、漁業者等が簡便にアサリ稚貝の好適生息場を推定できる手法を構築する必要がある。
意見・評価	対応
<ul style="list-style-type: none"> 技術開発としては、有益であるものの、含有元素 X 線強度等、安価で簡便でない技術開発が実施されている。ドローンを使用し、漁業者等が利用できる技術開発を再検討してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> アサリ稚貝の生息環境と関係が深く、かつ漁業者等にもわかりやすい底質表面の地盤高、傾斜方位、泥温、色調等の画像解析手法を検討する。

平成 31 度（熊本県玉名市岱明地先）

成果	課題
<ul style="list-style-type: none"> 空撮で得られた RGB より求めた式は底質との相関があることがわかった。 ドローンによるアサリ稚貝好適生息場推定は、空撮で得られた地盤傾斜方位のみでも、概ねの精度で可能であった。また、地盤傾斜方位に、画像の RGB を加えることで、底質情報も間接的に含めるができ、さらに精度が向上すると推察された（相関係数 0.72）。 	<ul style="list-style-type: none"> 本事業で用いた Phantom4 などの一般的な機種は、1 回の飛行時間が 15～20 分のため、撮影範囲が 20,000m² 程度に限定される。近年、広域撮影ができる機体も販売され始めたが、機体の操作の難易度や、カメラの精度が未知数な状況にある。 重回帰分析で得られた予測式は、平成 30 年度（熊本県宇土市住吉地先）と異なっており、海域別に解析が必要であると推察された。
意見・評価	対応
-	-