

④地盤高

地盤高は、オープンソースの QGIS を用い DEM から求めた。アサリ稚貝が最も多く確認された 6 月 3 日の地盤高をアサリ稚貝数（6 月 4 日採取）と併せ、図 7.8 に示す。

アサリ稚貝は海床路の南東側覆砂の陸側斜面で多く確認された。一箇所、地盤高が最も高い箇所から沖側に向かう斜面で 6,500 個体/㎡ 確認された。基本的に覆砂の陸側斜面で多くのアサリ稚貝が確認されたものの、海象路の南西側覆砂の場所では、同じような環境であるものの個体数が少ない状況であった。

アサリの稚貝分布調査で、7 月の調査以降、アサリの個体数が激減している状況があった。この原因の 1 つとして、地形変化が挙げられる。地形変化の状況として、5 月 21 日の地盤高と、8 月 2 日の地盤高の標高差分を図 7.9 に示す。また、アサリが多く確認された地点を含む断面の変化を図 7.10 に示す。測線①で最大 10cm 程度、測線②で最大 80cm 程度、地盤の変化が見られた。特に測線②では水平距離（陸沖方向）で約 10m の大きな変化が見られた。この地盤高の変化（堆積・浸食）により、当該地区でのアサリの定着が損なわれている要因の一つと推察される。

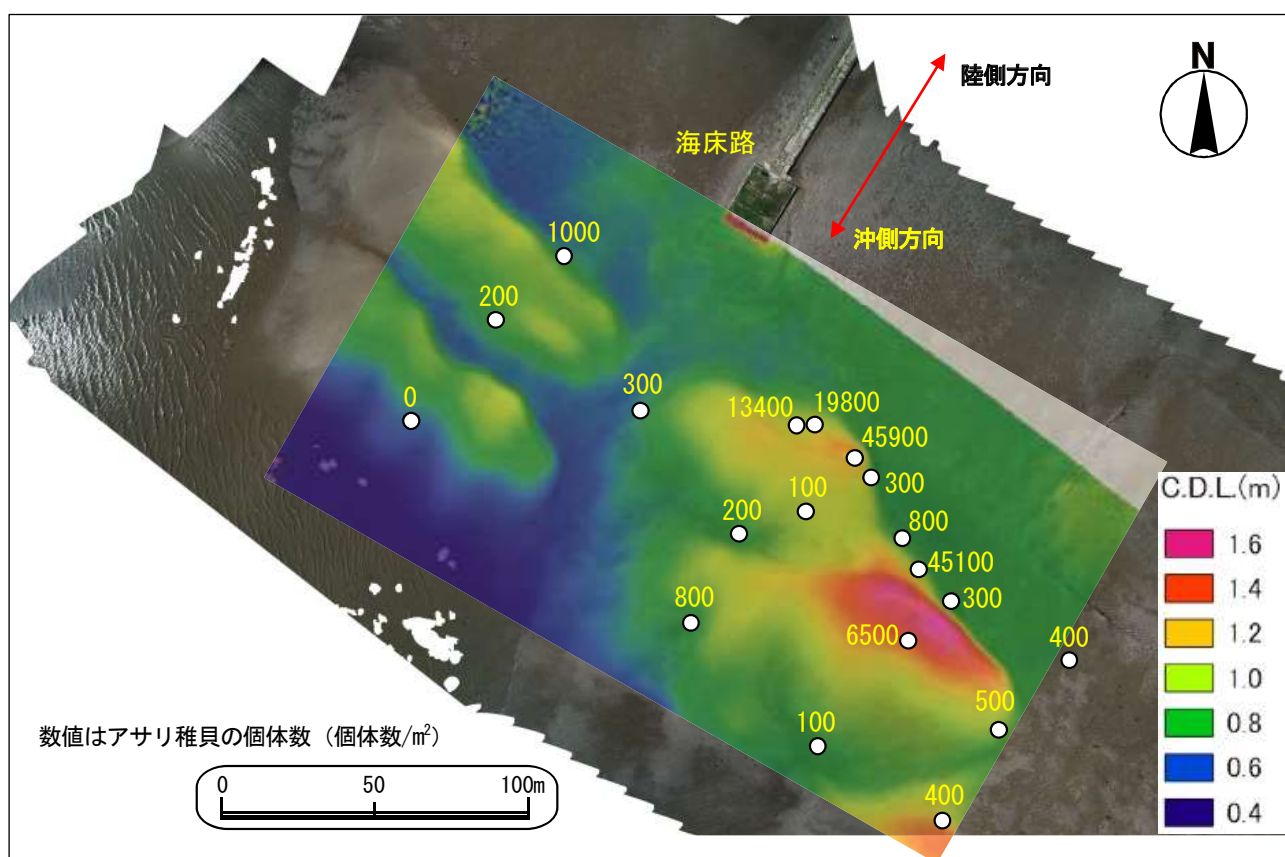


図 7.8 地盤高（地形）とアサリ稚貝の分布状況

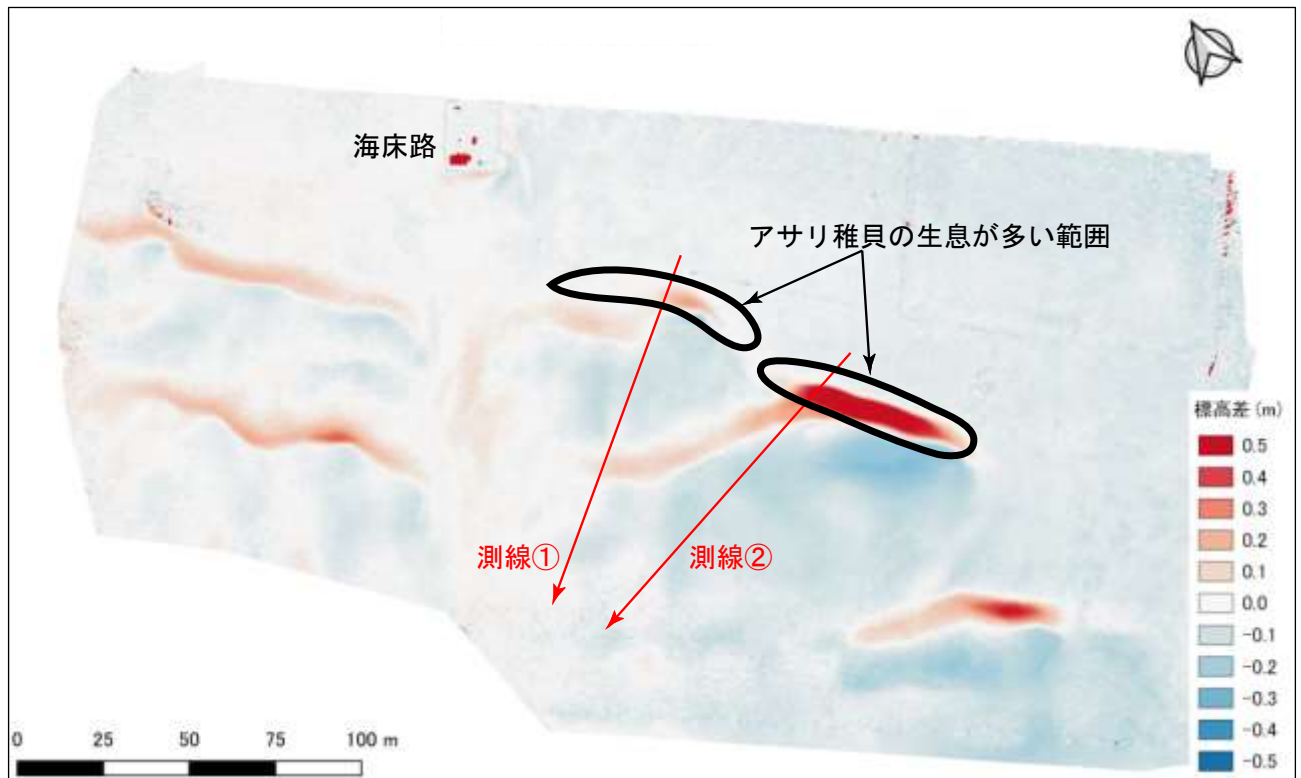


図 7.9 地形変化の状況

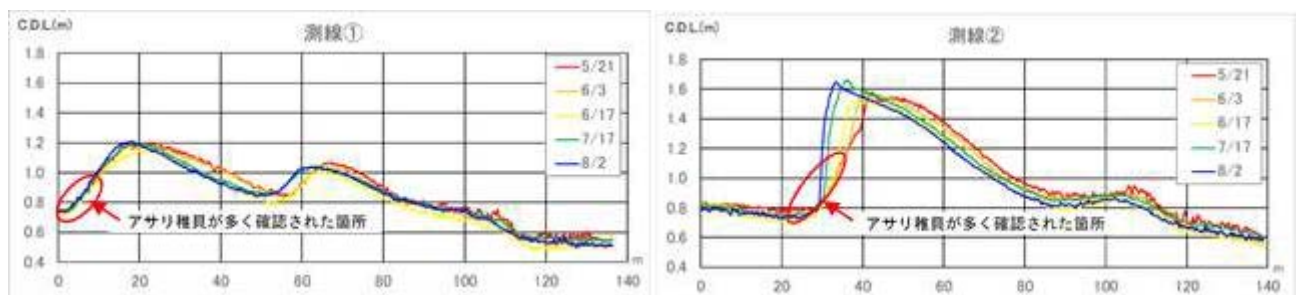


図 7.10 地盤高の変化（断面図）

⑤地盤傾斜方位と RGB

地盤傾斜方位は、QGIS を用い DEM から求めた。ドローンで撮影したオルソ画像から砂れんの向きを 235 度(真北から)と判読し波向きを推定し、235 度±90 度を波向き方向として明るいグレーで表示、325 度から 55 度までを波影方向として黒で表示した（図 7.11 参照）。

図 7.11 に 7 月 17 日の地盤傾斜方位とアサリ稚貝個体数を示す。波向き方向にもアサリ稚貝が観られるが、波影方向に多くの個体数が見られる。図 7.12 から同様に、波影方向でアサリ稚貝の出現が多いことがわかる。

民生カメラ(ドローン搭載カメラ)で得られる RGB および近赤外線カメラで得られる RGNIR は QGIS を用いオルソ画像から求めた。RGB は雲量太陽照度によって変化するため補正を行う必要がある。そこで、地上にホワイト版と 18% グレーの反射板を置き、その RGB により補正した。RGB とアサリ稚貝の個体数との関係を図 7.13 に示す。R、G および B とアサリ稚貝の個体数には相関は見られなかった。

図 7.11 調査時の地盤傾斜方位とアサリ稚貝個体数

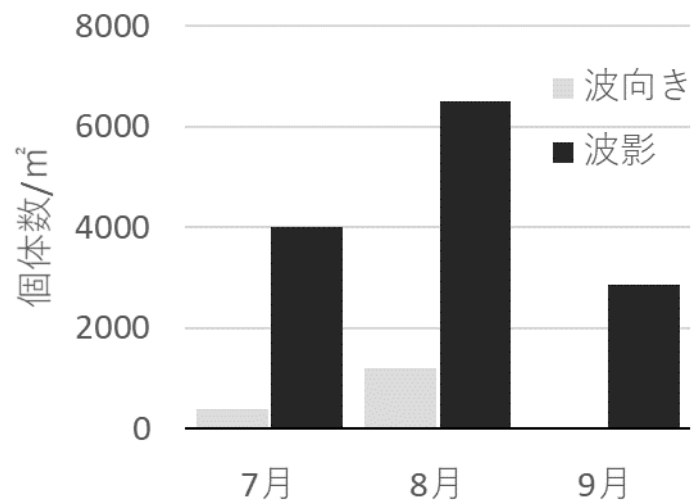
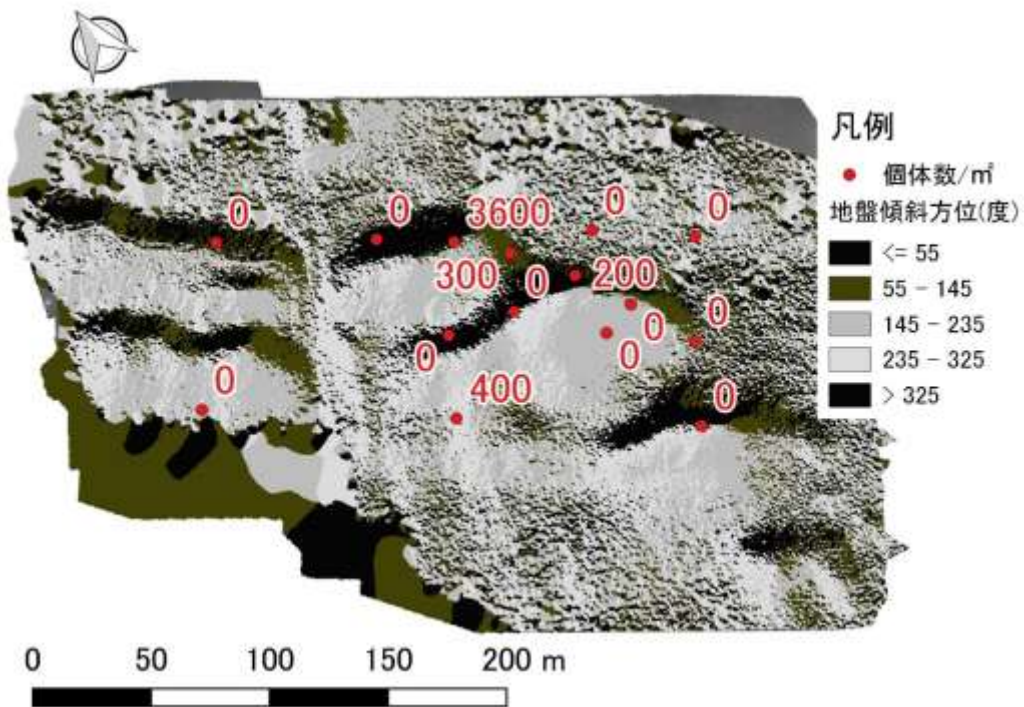


図 7.12 地盤傾斜別アサリ稚貝総個体数

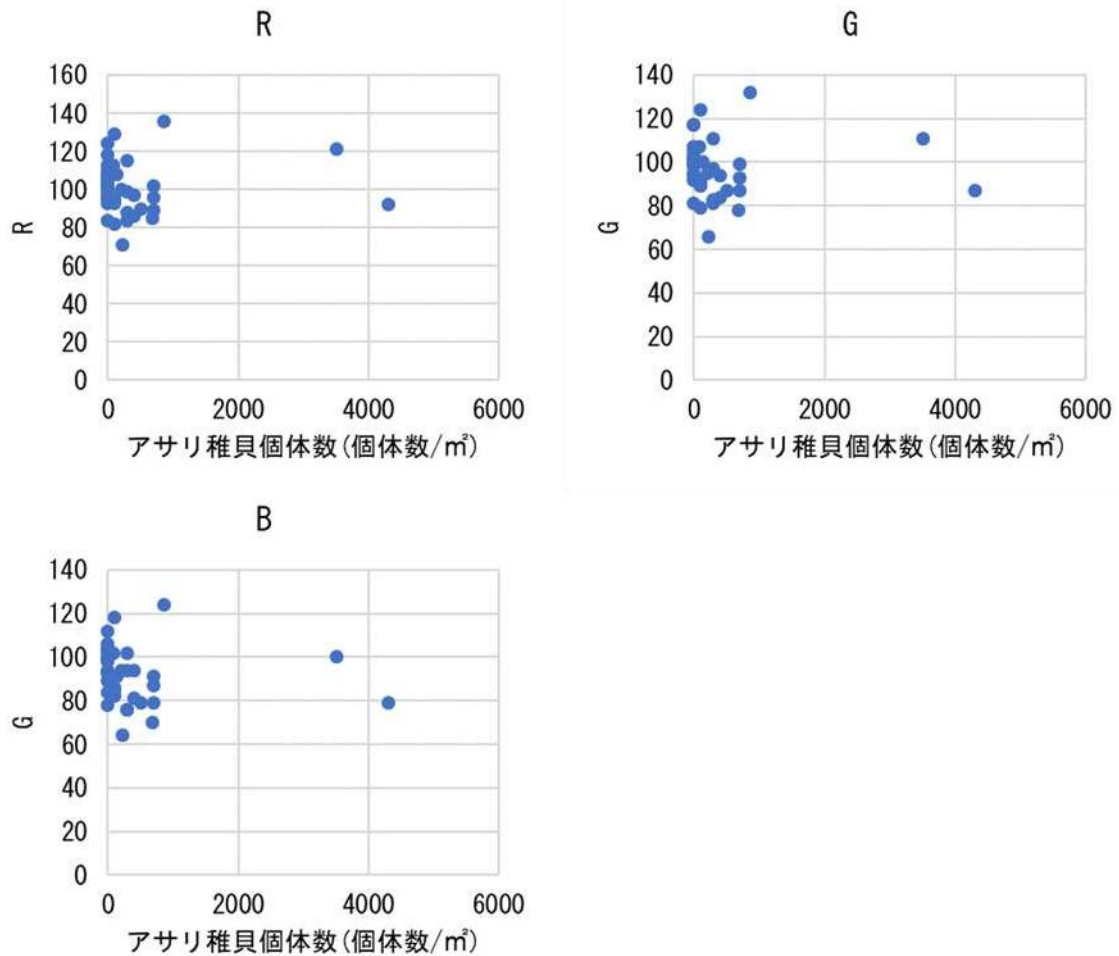


図 7.13 アサリ稚貝個体数と RGB の関係

(2) 解析結果

①RGB・RGNIR と底質との相関

RGB、およびRGNIR と底質の相関を検討するため、表 7.3 に示すようなパターンで計算した。その結果、中央粒径(表 7.4)、およびシルト粘土(表 7.5)で RGB と相関係数 0.6 以上となった。また、クロロフィル a(表 7.6)と RGNIR との相関係数も 0.6 以上となった。表 7.4～表 7.6 に各変数との相関を示す。表 7.4～表 7.6 に示すように計算パターンによっては RGB から算出された値は、相関が得られるため空撮で得られる画像情報から底質を推察できる可能性があるものと考えられる。

表 7.3 計算パターン

変数1	x/y	変数2	$x/y + z$
変数3	$(x + y) / z$	変数4	$(x - y) / z$
変数5	$(x - y) / (x + y)$	変数6	$(x + y) / z$
変数7	$(x - y) / z$	x, y, z は R, G, B のいずれかの値	

※近赤外線カメラの場合 R・G・B が R・G・NIR に変わる

表 7.4 中央粒径と RGB の相関

	R/B	G/B	B/R	(R+B)/R	(B+R)/B	(B+G)/B
中央粒径	0.65	0.60	-0.64	-0.64	0.65	0.60
	(R-B)/R	(B-R)/B	(B-G)/B	(R-B)/(R+B)	(R+G)/B	(R-B)/G
中央粒径	0.64	-0.65	-0.60	0.65	0.64	0.64

表 7.5 シルト粘土分と RGB の相関

	(G-B)/R
シルト粘土分	-0.60

表 7.6 クロロフィル a と RGNIR との相関

	G/NIR	NIR/G	(G+NIR)/G	(NIR-G)/NIR	(R+NIR)/G	(G-NIR)/R
Chl. a	-0.62	0.61	0.61	0.62	0.63	-0.70

②重回帰分析

重回帰分析は、エクセルのプラグインソフトのエクセル統計を用い目的変数をアサリ稚貝個体数(個体数/㎡)とし、説明変数を地盤高(m)、地盤傾斜方位(度)、中央粒径(mm)および RGB とし切片 0 の一次式を推定し解析を行った。ただし、地盤傾斜方位は、235 度±90 度を波向き方向、他の角度を波影方向とし数値化し計算を行った。

アサリ稚貝個体数は、データから外れ値を除くために、スミルノフ=グラブス検定を行い、平均値からのずれを標準偏差で割った値を元に、外れが大きいものから順に外れ値を除き、外れ値がなくなるまで検定を繰り返した。その結果、4300 個体数/㎡と 3500 個体数/㎡を外れ値とし、重回帰分析には用いなかった。

重回帰分析は、底質の元素間には相関係数が高い項目があるため、相関の高い項目を両方とも入れて計算を行うと、その影響を 2 重に評価する多重共線性が起こる。そこで、全説明変数を使って解析し、多重共線性のあるもの、すなわち P 値の絶対値の大きいものを外して再計算を繰り返し分析した。

重回帰分析の結果、説明変数は、地盤傾斜方位と RGB が抽出された。相関係数は 0.72 で、修正相関係数※1 は 0.67 であった。結果は比較的高い相関と言える。RGB は底質の変数であることから、ドローンにより得られた直接的情報の地盤情報と間接的情報の底質情報からアサリ稚貝の好適生息場の推定の可能性が見出された。

得られた計算式は数式 1 に示す。また、アサリ稚貝個体数の調査値と予測値を図 7.14 に示す。さらに、重回帰分析の結果を表 7.7 に示す。

$$y = 188.81a - 32.40b + 55.55c - 24.17d \cdots \cdots \cdots \text{(数式 1)}$$

ここで、

a:地盤傾斜方位(度)、b : R(0~255)、c : G(0~255)、d : B(0~255)

である。

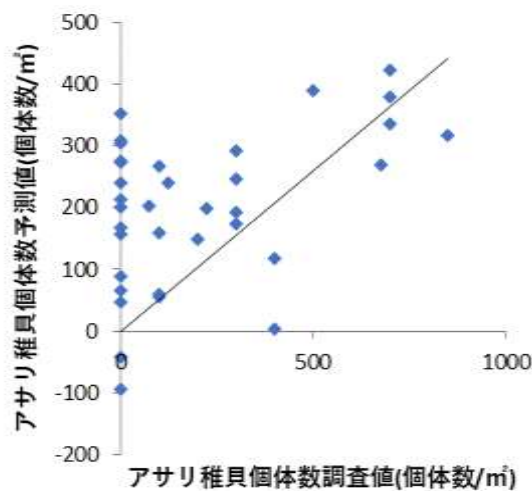


図 7.14 アサリ稚貝個体数の観測値と予測値

表 7.7 重回帰分析の結果

変 数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01	目的変数との相関	
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値		単相関	偏相関
傾斜方位	186.816	85.461	0.958	12.518	361.115	4.779	2.186	0.036	*	0.289	0.269
R	-32.408	22.055	-10.065	-77.390	12.574	2.159	-1.469	0.152		-0.103	-0.251
G	55.658	28.280	16.659	-2.020	113.336	3.873	1.968	0.058		-0.109	0.331
B	-24.166	11.940	-6.898	-48.518	0.187	4.096	-2.024	0.052		-0.210	-0.361

7.8 評価結果

- ドローンによる空撮で得られた情報の地盤傾斜方位と RGB のみで、アサリ稚貝の個体数を相関係数 0.72 で推察できた。RGB は雲量や太陽照度によって変化するため、白板やグレー板により補正を掛けたことにより相関係数 0.72 という良い結果がでたと考えられる。以上のことにより漁業者が利用できる技術開発になったといえる。
- これまで得られなかった詳細な地形情報はドローンで得ることができ、地盤傾斜方位は生息に影響を及ぼしているものと考えられる。

7.9 成果と今後の課題

成果として、以下のような事項が挙げられる。

- 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、空撮で得られた情報の地盤傾斜方位と RGB によりアサリ稚貝個体数を相関係数 0.72 で推察できた。
- 空撮で得られた面的な情報でアサリ稚貝の好適生息場を推察できるが、さらに3つ以上の画像のスペクトル情報を得ることにより精度が向上すると考えられる。

課題としては、以下のような事項が挙げられる。

- Phantom4 は、1 回の飛行時間が 15～20 分のため、撮影範囲が 20,000 m²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。この機体を使用すると 1 度の撮影範囲は格段に広がるものの、機体の操作の難易度が未知数であり、新たな課題である。
- 重回分析で得られた予測式は、昨年度の住吉と異なっており、海域別に解析が必要であり、一般式にはなっていない。
- 解析には、重回帰分析を用いており、今後 AI を用いることでより精度や汎用性を高める可能性もある一方、数多くのデータを必要とする。本年度も AI による解析を一部行ったものの、データ量が少ないため、これらの検証は不十分である。

7.10 自己評価

- ドローンにより漁場環境情報を把握する手法は、面的な情報を短時間で取得できるため効果的である。
- ドローンの活用は、アサリ稚貝の好適生息場の推定を面的に把握にできる手法であり、地盤情報のみで概ねの精度で取得可能である。また、これらの地盤情報に、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、精度向上が期待される。

VI－6. 大課題まとめ

生産性を向上させるために、着生稚貝の消失を減らし有効に活用する方策として、着生箇所での消失要因に応じて適した場へ移植する技術について、「稚貝採取」、「保護育成」（移植用貝サイズまでの育成）、「移植」（漁獲サイズまでの育成を含む）の段階について検討した。各段階において適した場所、時期、要素技術（基質、密度等）、作業性、コストを明確にするとともに、効率的な移植技術は、それらを組み合わせ一連の流れとする（ここではこの流れを「移植サイクル」と言う。）ことにより組み立てる。

移植による生産性向上技術を確立するまでの流れをエラー！参照元が見つかりません。に示す。

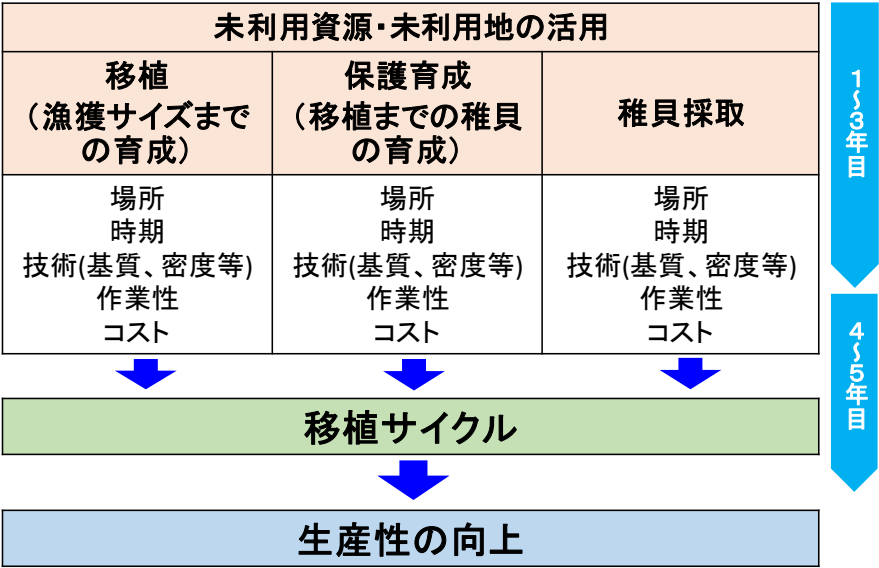
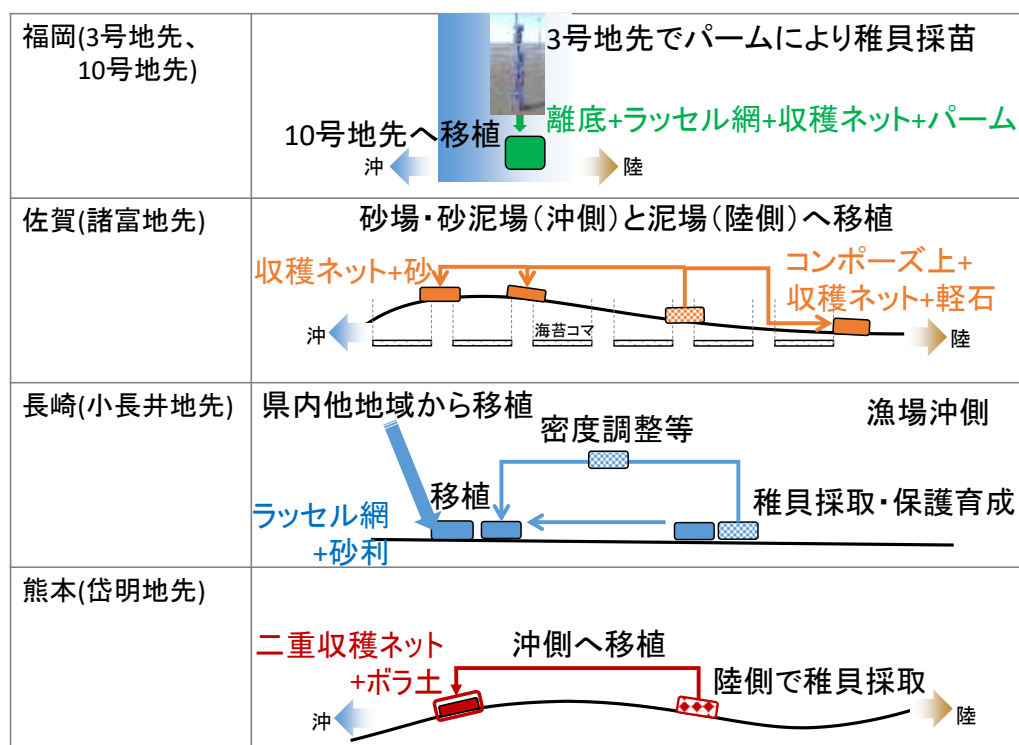


図1 移植による生産性向上までのフロー



26

図2 中課題ごとの実施内容

有明海内の干潟漁場は、流入河川の影響を強く受ける地先、泥分が多い環境、波浪等の影響が強く砂分や礫分を主体とする環境などアサリ生産の場としての条件が多様であり、稚貝の着生・消失・生産性向上に係る課題も漁場環境の特性により異なる。本検討では、漁場環境の課題（中課題）に応じた技術を検討した。

中課題ごとの実施内容を図2に、今年度見通しを得た要素と今後目標とする要素の一覧を表1、表2に示す。

本年度は、各地先において未利用稚貝の効率的な確保技術の見通しを立て、また、移植後の生産までの技術的見通しを得た。今後、稚貝採取から漁獲までを一連とする技術とするため、「稚貝採取」、「保護育成」、「移植」の各段階の間をスムーズにつなげるための技術的開発が課題である。また現実的な操業規模への拡大に向けて、生残率向上に係る技術の開発や作業性改善が課題である。

1 課題ごとに見通しを得た要素と今後明らかにする要素

中課題	地域	未利用資源・未利用地の活用		
		移植(漁獲サイズまでの育成)	保護育成(移植までの稚貝の育成)	稚貝採取
3-1:湾奥域での高密度着生・集積域の拡大手法の開発	福岡県 柳川市地先 3号地区	泥分が多い周辺域での網袋利用可能の見通し、コストの低廉化 移植先の選定	コストの低廉化 高密度域での着生・保護育成技術による生残率の向上	
天然採苗から移植サイズ(殻長約20mm)までの一連のサイクル				
3-2:泥分が多い場所での移植技術の開発	佐賀県 東部地先 諸富地区	泥分影響緩和による生残・成長の見通し 冬季細粒分堆積への適応技術	網袋による採苗の見通し 泥分が多い場所での、稚貝確保・保護育成技術の向上	
天然採苗から漁獲までの一連のサイクル、規模拡大				
3-3:県内他地域からの搬入稚貝と現地での採取稚貝を併用した移植技術の開発	長崎県 小長井地先	干潟の比較的沖側の利用、基質・適正密度の見通し、時期、他地域アサリの利用 規模拡大	干潟の比較的沖側の利用、基質・適正密度の見通し、時期 技術による保護育成効果の向上	干潟の比較的沖側の利用、基質・適正密度の見通し、採苗器の設置時期 規模拡大
天然採苗から漁獲までの一連のサイクル、サイクルの実証				
3-4:高密度着生・集積域での移植手法の開発	熊本県 岱明地先 鍋地区	潮間帯下部への移植手法の効率化		潮間帯中部での採取手法の効率化 潮間帯下部での採取
天然採苗から漁獲までの一連のサイクル、規模拡大				

青: 令和元年度までの成果、茶: 今後の課題

表2 課題ごとに見通しを得た要素と今後の課題

中課題	地域	未利用資源・未利用地の活用		
		移植（漁獲サイズまでの育成）	保護育成（移植までの稚貝の育成）	稚貝採取
3-1:湾奥域での高密度着生・集積域の拡大手法の開発	福岡県 柳川市地先3号地区	場所、時期、技術、作業性、コスト		場所、時期、技術、作業性、コスト
				移植サイクル
3-2:泥分が多い場所での移植技術の開発	佐賀県 東部地先諸富地区	場所、時期、技術、作業性、コスト		場所、時期、技術、作業性、コスト
				移植サイクル
3-3:県内他地域からの搬入稚貝と現地での採取稚貝を併用した移植技術の開発	長崎県 小長井地先	場所、時期、技術、作業性、コスト	場所、時期、技術、作業性、コスト	場所、時期、技術、作業性、コスト
		移植サイクル		
3-4:高密度着生・集積域での移植手法の開発	熊本県 岱明地先鍋地区	場所、時期、技術、作業性、コスト		場所、時期、技術、作業性、コスト
				移植サイクル

青: 令和元年度までの成果、茶: 今後の課題