

IV-1. サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証

目 次

IV-1 サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証

| | |
|---------------------|---------|
| 1 はじめに | IV-1-1 |
| 2 技術開発手法 | IV-1-1 |
| 3 幼生収集タイプの放流試験の実施方法 | IV-1-3 |
| 4 放流試験結果 | IV-1-11 |
| 5 結果の考察 | IV-1-23 |
| 6 今後の課題 | IV-1-36 |
| 7 次年度の目的及び検証項目（案） | IV-1-40 |
| 8 次年度のアプローチ方法（案） | IV-1-40 |
| 9 次年度のスケジュール（案） | IV-1-44 |

IV-1 サンゴ幼生供給基盤及び幼生供給規模拡大技術の開発・実証

1 はじめに

漁場環境保全の観点から、大規模に衰退したサンゴの効率的・効果的な保全・回復を図るため、サンゴ礁の面的な保全・回復技術の開発・実証を行った。

本試験では、サンゴ礁域へサンゴ幼生を大量に供給できる手法として、幼生収集装置によって収集したサンゴ幼生を、着底能力を有する産卵4日後に放流し、その有効性について検討を行った。

令和3年4月～6月に石垣島浦底湾において、幼生収集タイプの幼生収集・拡散試験を実施した。

2 技術開発手法

(1) 実証海域の選定（令和3年度）

【実証試験精度に係る必要事項】

- ① 天然の幼生供給が少なく、実証試験に影響しない
- ② 波浪・流況が穏やかで、幼生の拡散・流出が小さい
- ③ 対象サンゴ種の成育適地である
- ④ 赤土流入等の実証試験への影響因子が小さい

【事業運営上の考慮事項】

- ⑤ 地元漁協の協力が得られる
- ⑥ 調査・試験の拠点施設がある
- ⑦ 実証に必要な親サンゴが確保できる



図-IV.1.1 実証試験の選定場所

上記より、条件に合致する石垣島北部（浦底湾）を実証海域とした

(2) サンゴ礁の幼生供給力を高める面的な保全・回復技術の実証方法について

サンゴの幼生供給力を高める技術の実証手法は、平成30年度に図-IV.1.2に示すとおり2つのタイプについて実証方法を計画した。

「直接放流タイプ」はサンゴ幼生供給基盤から、産卵直後に幼生を放出する技術であり、幼生が広範囲に拡散するため、幼生の着底密度は低くなるが、人力による幼生収集作業の手間が不要な技術である。

「幼生収集タイプ」はサンゴ幼生収集装置で幼生を保持し、幼生が着底期になるまで拡散移動を抑えたのち、装置周辺に幼生を放出する技術であり、幼生収集作業の手間がかかる一方、拡散範囲が狭いため幼生密度が高く、高確率での着底が期待される。

沖縄沿岸域における実証試験では5ヶ年計画のうち1年目～4年目までに、比較的確実にサンゴ幼生の着底が期待できる「幼生収集タイプ」の技術確立を行い、その間「直接放

流タイプ」での効果的な拡散のため、シミュレーションを用いた拡散範囲予測技術の開発及び直接放流の実現の可能性を検討している。

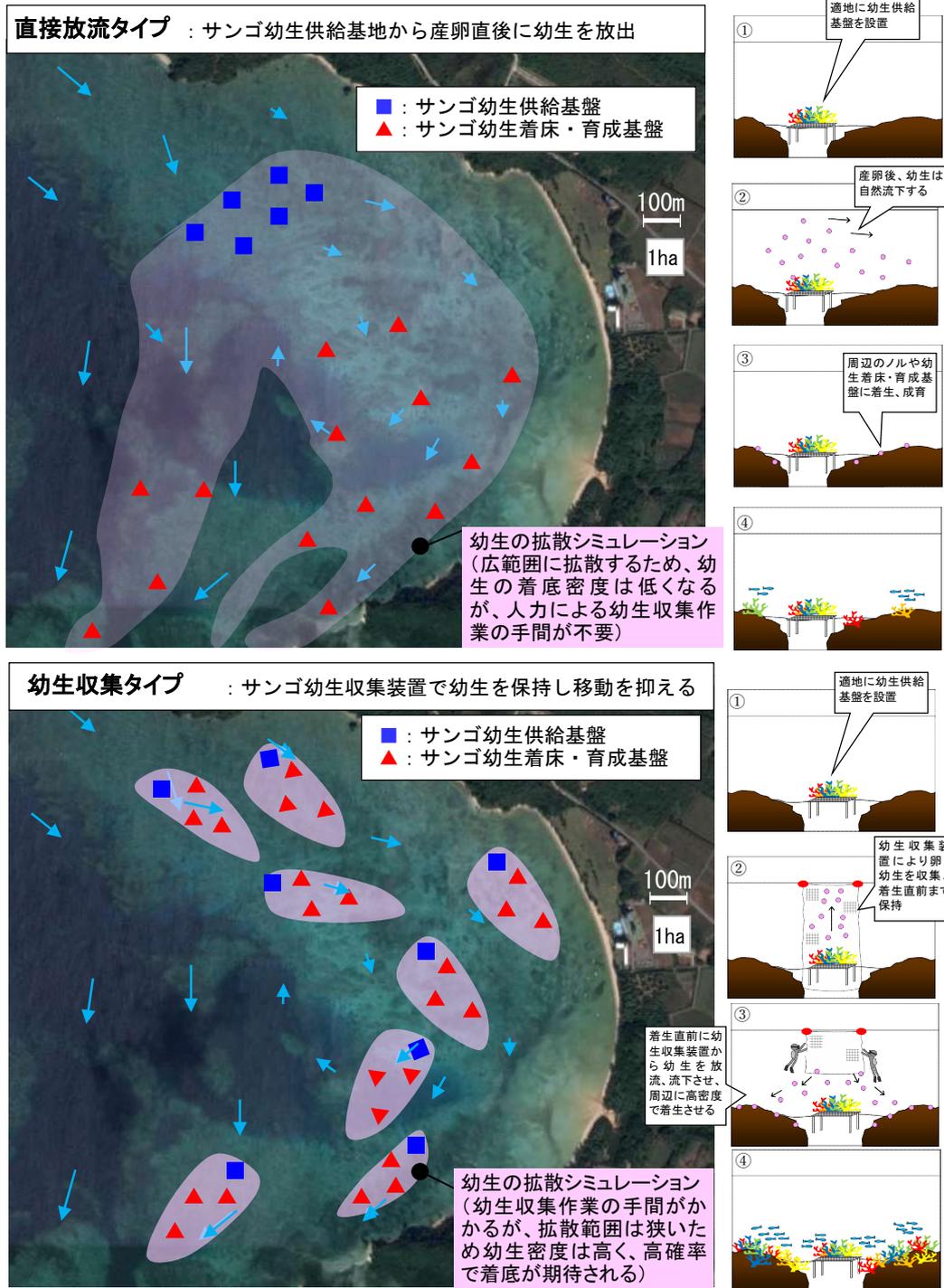


図-IV. 1. 2 サンゴの幼生供給力を高める技術の実証手法(2タイプ)

3 幼生収集タイプの放流試験の実施方法

大量のサンゴ幼生を効率的に供給できる手法を開発するため、実海域においてサンゴ幼生の放流実証試験を実施し、幼生の拡散効率等の実証から、その有効性の検討を行った。

(1) 既往実証試験の課題

2018年度、2019年度の実証試験では、幼生収集タイプの放流方法において、放流幼生収集装置を固定して放流を行った。実証試験の概要を表-IV.1.1に示す。

2018年度は、放流高さ1mで、固定式放流を行ったが、着底範囲を広げることが出来なかった。このため、拡散範囲を拡大させるよう、2019年度は放流高さを3mで固定式放流を行ったが、想定通りに着底範囲を広げることが出来ず、幼生着底量と放流条件との関係が十分に把握できなかった。

表-IV.1.1 既往実証試験の結果概要

| 年度 | 放流方法 | 放流量 | 放流高 | 拡散範囲 | 結果概要 |
|------|---------|-------------|-------|----------------------|---|
| 2018 | 固定放流 | 約 350 万個体 | 1m | 188 m ² | 放流直下で幼生着底が密集して確認され、 <u>広範囲への着底は確認できなかった。</u> |
| 2019 | 固定放流 | 約 200 万個体 | 3m | 135 m ² | 放流直下で幼生着底が密集して確認されることはなかったが、 <u>幼生の着底範囲は、前年度と大きな変化なく、幼生着底量と放流条件との関係が十分に把握できなかった。</u> |
| | | 約 19 万個体 | | 30 m ² | |
| 2020 | 断続移動式放流 | 約 960 万個体 | 1.3m | 1,129 m ² | 流速や放流高さについて、事前に対象海域の状況を把握し、数値シミュレーション等により、拡散範囲を試算することにより、最も効率的な値を選定する必要がある。比較的流れの緩やかなリーフ内において、断続的移動放流を行う際には、放流高さ 1.5m 程度が効率的であると考えられた。 |
| | | | 1.5m | 896 m ² | |
| 2020 | 連続移動式放流 | 約 1,000 万個体 | 0.25m | 2,000 m ² | 移動しながら固定式放流を繰り返し行うよりも、短時間で広範囲に放流することが可能であることを確認できた。ただし放流量の管理、事前準備(特に収集装置補強)が必要。また、着底した幼生について DNA 解析を行ったところ、実証試験による放流起因のもの割合は 3 割程度であったことから、天然サンゴの幼生がかなりの割合で加入していたと考えられ、天然加入量を適切に把握した上で、幼生放流による効果を算定する必要がある。 |

(2) 令和3年度放流実証試験の方針

令和3年度放流実証試験では、大量のサンゴ幼生を効率的に供給できるサンゴ幼生供給手法を開発するため、石垣島の実証海域においてサンゴの産卵期に合わせて幼生放流実証試験を実施し、幼生の拡散効率等を実証する。

- ・ 既往の実証試験により、「放流条件と幼生着底量の関係」、「広範囲に放流範囲を拡大するための放流方法」について検討を行い、概ね方向性について確認ができた。
- ・ 今年度は、これまでに確認できた事項を基に、事業化された際に利用可能な技術へとブラッシュアップすることを目標として、規模の拡大でも活用可能なものとする。



断続移動式放流、連続移動式放流の2手法ともに、令和2年度の実証試験により、放流範囲拡大には有効と考えられたため、これら2手法により、昨年度の課題解決を図りつつ1ha規模での実証試験を行う。

(3) 検証項目

ケース1：断続移動式放流試験

- ① 幼生放流量、条件（高さ・流況）と100個体/m²以上の着底範囲の検証
- ② 複数回の放流を実施することによる留意事項、試験精度の確認、事業化の際の課題等の抽出

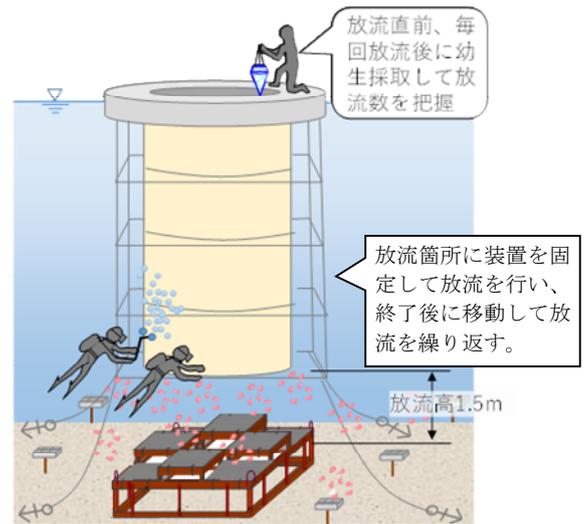


図-IV.1.3 断続移動式放流試験
イメージ

ケース2：連続移動式放流試験

- ① 幼生放流量、移動範囲・速度と100個体/m²以上の着底範囲の検証
- ② 移動距離が長くなることによる留意事項、試験精度の確認、事業化の際の課題等の抽出

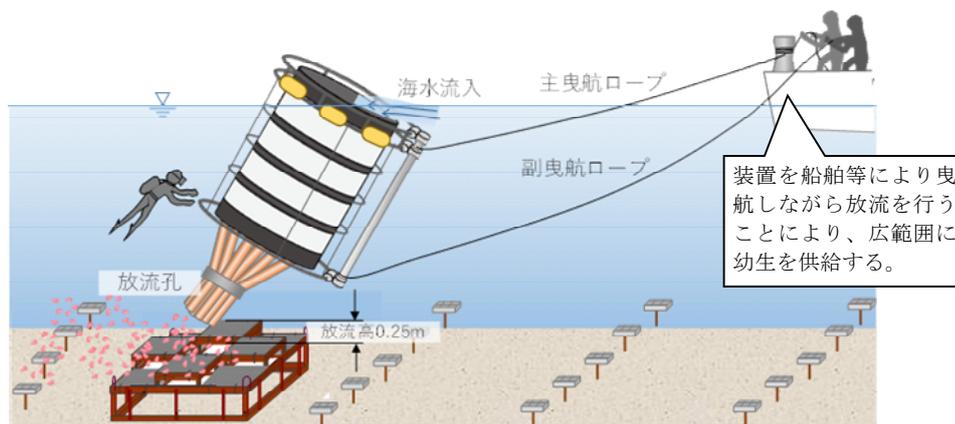


図-IV.1.4 連続移動式放流試験イメージ

(4) 放流試験の実施場所

試験場所は、波・流れ等の物理環境の穏やかな浦底湾の湾口エリアとした。

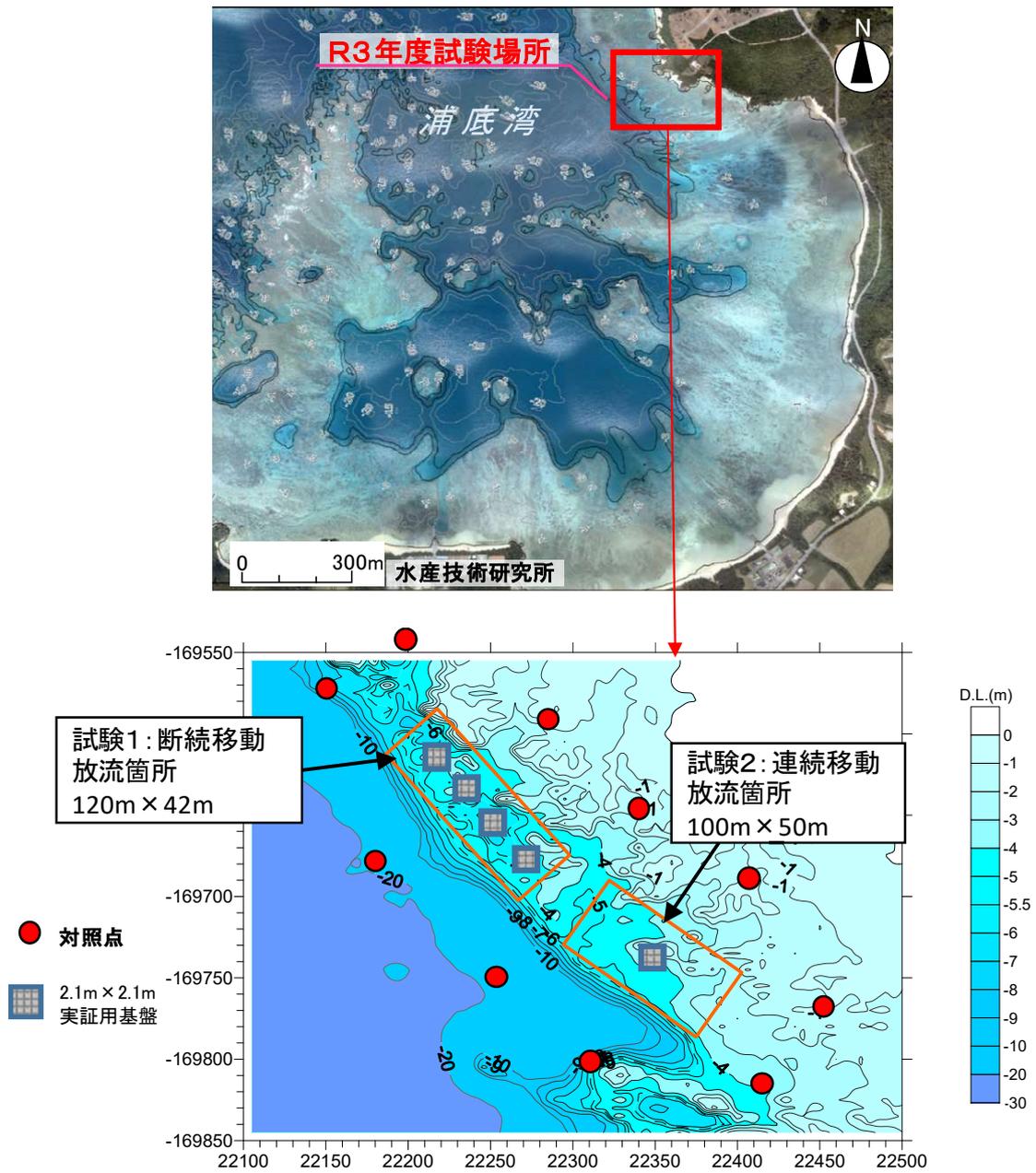


図-IV.1.5 浦底湾における幼生収集タイプによる放流試験箇所

(5) 放流試験内容

1) 放流試験計画

計画段階における放流試験計画は、表-IV.1.2 及び 3 に示すとおりであり、詳細は以下に示すとおりである。

表-IV.1.2 放流試験計画（断続移動式放流）

| 項目 | 内容 |
|----------|---|
| 放流数（計画） | 1,000 万個体 ※1 回当たり幼生放流量 250 万個体/回、放流回数 4 回 |
| 放流幼生の日齢 | 4 日令以降 |
| 放流高さ | 1.5m |
| 放流方法 | 放流地点に移動し、装置底部を 10～20 分開閉して放流、移動を繰り返す。 |
| 放流量の確認方法 | 放流前後に幼生数を計数し、1 回放流量を確認 |
| 幼生着底数の確認 | <ul style="list-style-type: none"> 着床具を図-IV.1.6 のように配置し、放流 3 日後の着底数を把握 (着床具 4cm×4cm×9 個に付着した幼生を単位面積当りに換算して表示) 対照点は 50m 以上離して周辺に 10 地点程度配置 |

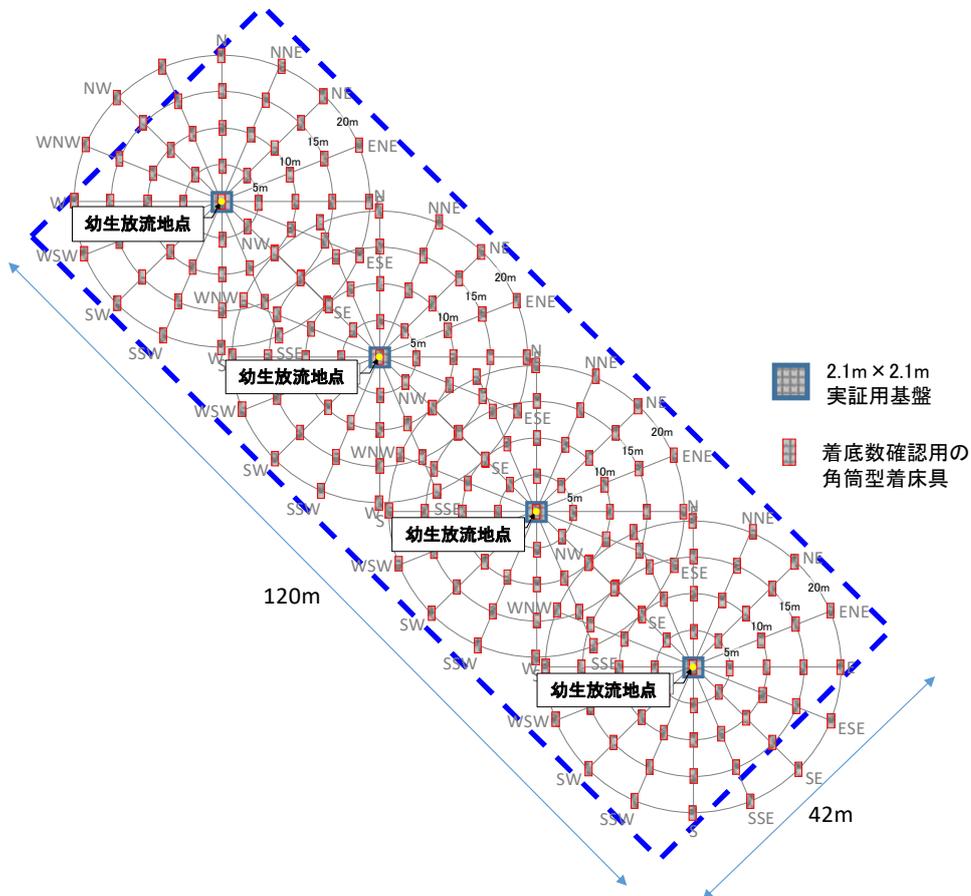


図-IV.1.6 断続移動放流試験海域における幼生放流地点模式図

連続移動放流は図-IV. 1. 7 に示すように、50m×100m の範囲を 1 往復で 10m 幅をカバーするよう測線を配置し、5 往復（1 往復で 200m）することにより全域に放流を行うこととした。

表-IV. 1. 3 放流試験内容（連続移動式放流）

| 項目 | 内容 |
|----------|---|
| 放流数（計画） | 約 1,000 万個体 1 往復：0-200m 区間：約 250 万（放流口数 2 口） 2 往復：200-400m 区間：約 190 万（放流口数 2 口） 3 往復：400-600m 区間：約 230 万（放流口数 3 口） 4 往復：600-800m 区間：約 160 万（放流口数 4 口） 5 往復：800-1,000m 区間：約 160 万（放流口数 4 口） |
| 放流幼生の日齢 | 4 日令以降 |
| 放流高さ | 基盤直近(約 0.25m) |
| 放流方法 | 収集装置は船のウィンチ等により、400m 曳航し、曳航時に収集装置の上部の開放口より海水を流入させ、収集装置の下部の放流口より幼生を放流(放流口は、往路で 6 箇所、復路で 9 箇所) |
| 放流量の確認方法 | 放流前、1 往復ごと、終了時に装置内の幼生数を計数することにより、放流距離ごとに放流した量を確認 |
| 幼生着底数の確認 | 移動放流経路方向に 20m 間隔、直交方向に 2m 間隔で着床具を配置し、放流 3 日後の着底数を把握 |

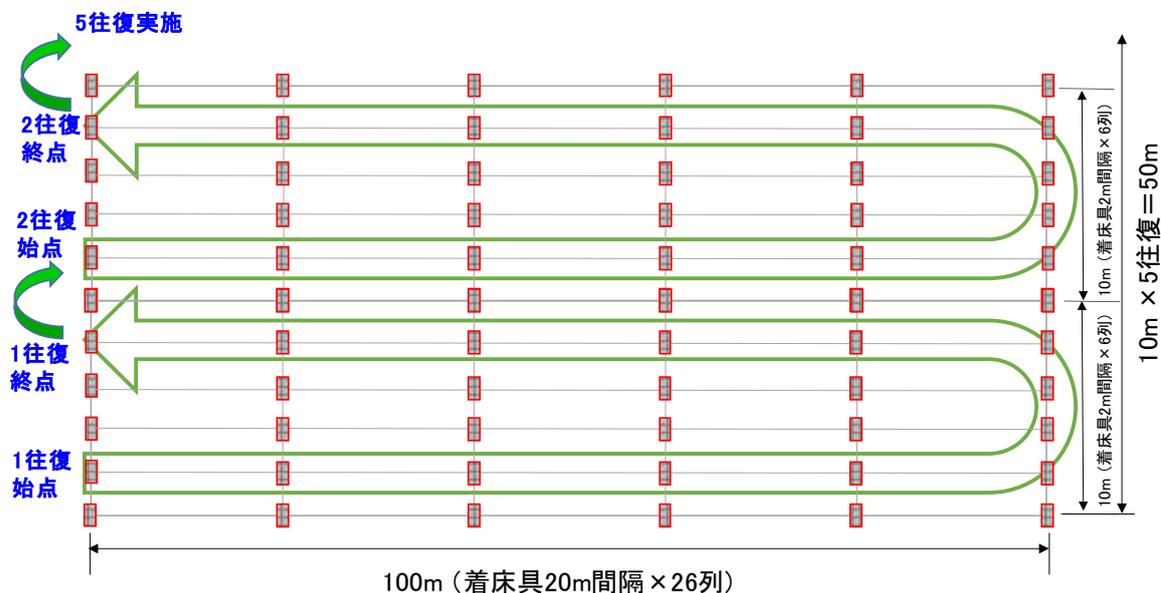


図-IV. 1. 7 連続式移動試験海域における幼生放流地点模式図

2) 試験に用いた幼生収集放流装置

放流試験に用いる装置は、これまで幼生収集の実証実績がある、図-IV.1.8 に示す浮体型を用いた。親サンゴからの幼生収集イメージ図を図-IV.1.9 に示す。

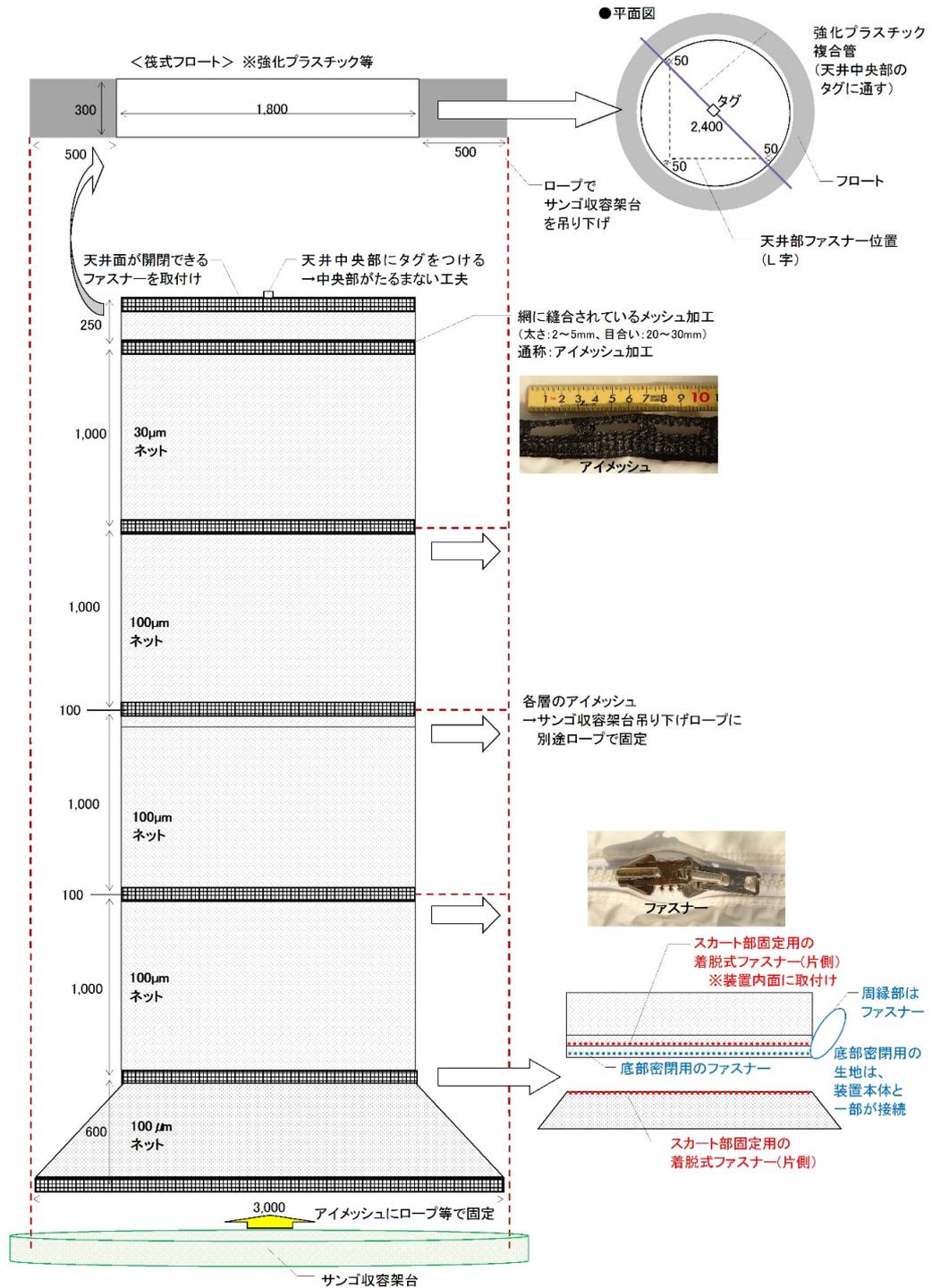


図-IV.1.8 幼生収集放流装置

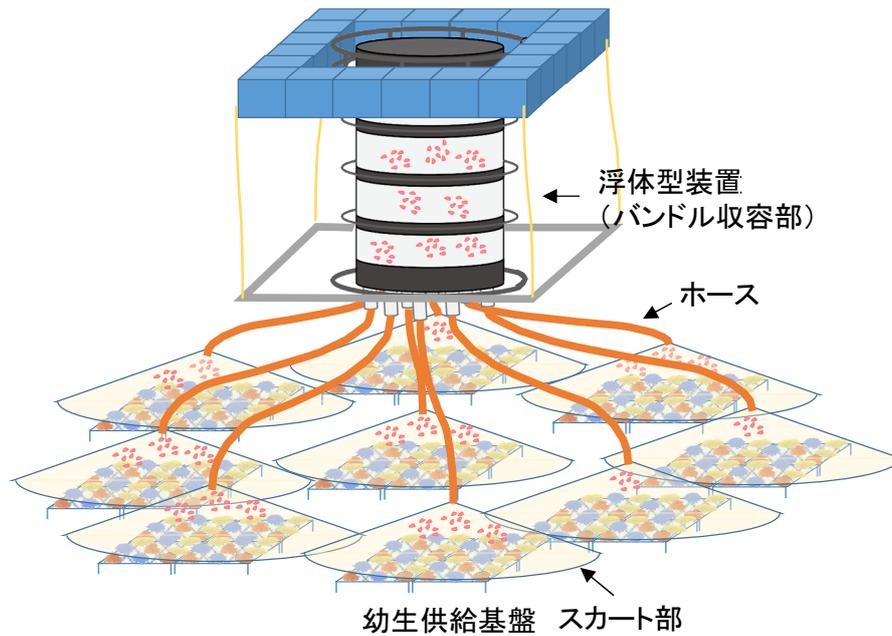
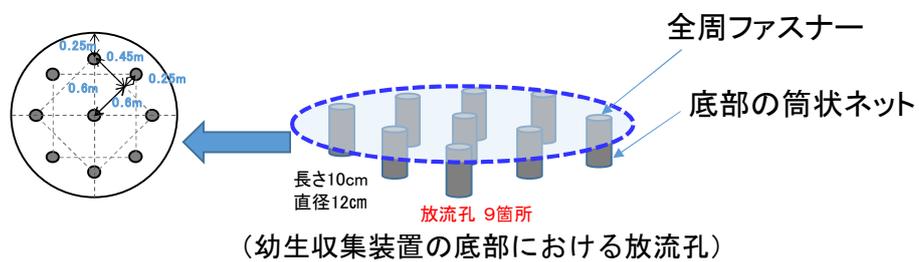
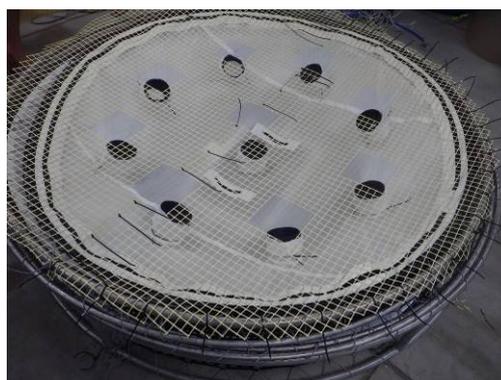


図-IV.1.9 親サンゴからの幼生収集のイメージ

なお、連続移動式放流では、装置下部に放流孔を取り付けることにより放流量の管理を行った。



(幼生収集装置の底部における放流孔)



(幼生収集装置の底部側から見た放流孔の状況写真)

図-IV.1.10 幼生収集放流装置に取りつけた放流孔

4 放流試験結果

(1) 幼生収集・放流試験実施結果概要

放流試験は、表-IV.1.4 に示す手順で実施した。

実証試験は、産卵が2回に分かれたこと、1回目の連続移動式放流試験について再検証を行う必要が生じたため、5月上旬と5月下旬の2回の産卵時期に併せて実施した。

表-IV.1.4 幼生収集・放流試験の実施結果概要

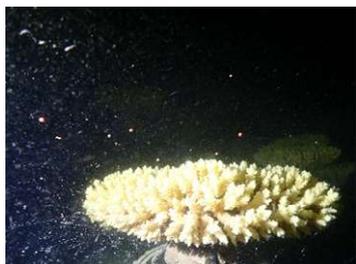
| 項目 | 第1回目 | 第2回目 |
|--------------|---|--|
| 準備・産卵状況確認 | 【4月16日～5月2日】 ・親サンゴの成熟度を確認し、5月上旬に産卵可能性が高いと判断、継続して準備を実施。 | 【5月20日～24日】 ・5月上旬に未産卵の親サンゴを収集して準備。 |
| 親サンゴの産卵・収集 | 【5月2日～3日】 ・2日間にかけて、親サンゴの約5割が産卵 | 【5月25日～26日】 ・25日は1～2割、26日にほとんどが産卵。 |
| 幼生放流 | 【5月7日：連続移動式放流】 ・装置の破損により幼生数減少、1往復のみ放流実施。 【5月8日：断続移動式放流】 ・2つの装置を用いて2箇所ずつ、計4箇所に放流実施。 | 【5月30日：連続移動式放流】 ・採取卵1,000万以上（推定）が、2～3日令で38万、3～4日令で5.5万と急激に減少。 ・水槽飼育幼生8.5万を併せて、14万により放流実施。 |
| 着床具の回収・着底数計数 | 【5月10～13日】 ・断続移動式放流試験箇所の着床具のみ回収・計測 | 【6月1～4日】 ・連続移動式放流試験箇所及び対照点の着床具を回収・計測 |

2回の親サンゴの産卵状況を図-IV.1.11に示す。

第1回目では、試験に用いた親サンゴ472群体のうち約6割の産卵が確認された。

第2回目では、第1回目に未産卵の群体に天然サンゴ9群体(浦底湾産、石西礁湖産)、計203群体により実験を行い、ほとんどの群体で産卵を確認した。

第1回目 産卵状況



産卵状況(5月2日)



装置内のバンドルの浮遊状況(5月3日)

第2回目 産卵状況



産卵状況(5月26日)



幼生収集状況(5月26日)



装置内のバンドルの浮遊状況(5月26日)

図-IV.1.11 R3 年度実証試験の親サンゴの産卵状況

2) バンドルの収集状況

バンドルの収集状況を把握することを目的として、第2回目実験の5月26日に、装置内のホース出口付近に取り付けたアクションカメラにより、ホース内を通過するバンドルを撮影した。

昨年度に実施したバンドル収集状況の撮影では、装置内のホース出口にアクションカメラを固定したため、装置内に加入した直後のバンドルに加え、既に装置内に収集され滞留していたバンドルも混在して評価した可能性があった。この改善策として、図-IV.1.12に示すように、ホース出口に透明な塩ビ管を取り付け、塩ビ管内を通過するバンドルのみをアクションカメラで撮影した。撮影した動画よりダブルカウントを避ける間隔を1分と判断し、1分毎に静止画変換を行った画像に映り込んだバンドルを計数し、ホース内を通過したバンドル数の推移およびバンドル放出のピークを把握した。

ホース内を通過したバンドルを1分間隔で計数した結果を図-IV.1.13に示す。バンドル放出のピークは3~4回(①19:57-20:01、②20:05-20:10、③20:12-20:17、④20:19-20:24)あったと推察された。

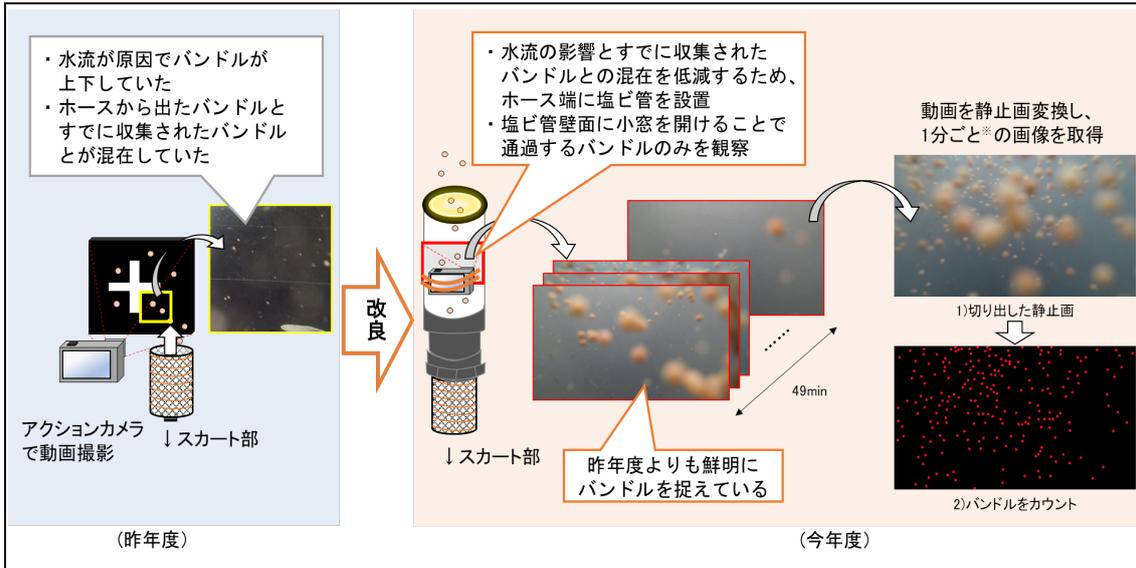
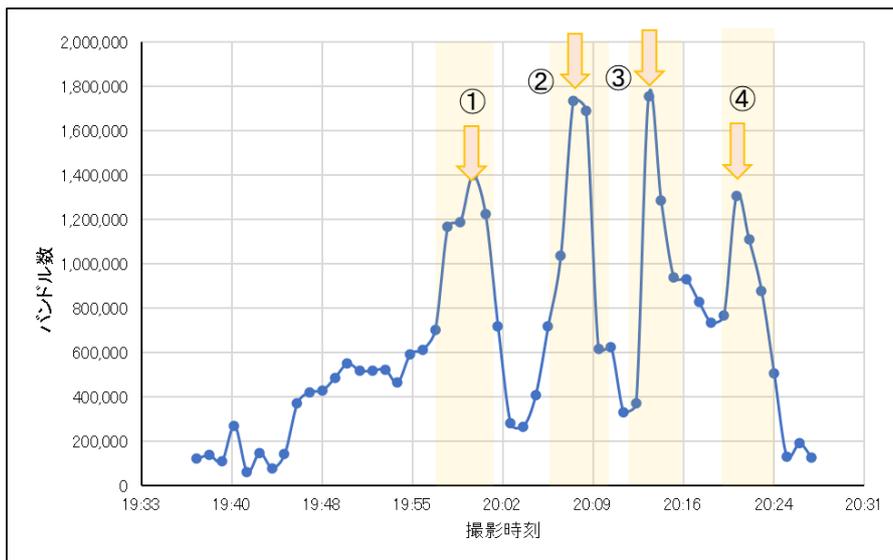


図-IV. 1.12 バンドル撮影の改良および解析イメージ



- ・ 2021年5月26日 19:38より撮影を開始
- ・ バンドルの通過が一区切りついた20:27までを計測範囲とした

図-IV. 1.13 幼生収集装置に収集されたバンドル数の経時変化

(2) サンゴ幼生収集状況

放流試験用のサンゴ幼生の収集状況を表-IV.1.5に示す。

第1回目は、放流直前までに幼生数が約1/3に減少するとともに、放流直前の装置移動時に装置底部の破損により幼生を大きく減少した。

第2回目は、採取卵1,000万以上(推定)が、2~3日令で38万、3~4日令で5.5万と急激に減少した。

第1回、2回目の幼生収集・保持段階で多くの幼生が減少する課題が発生した。(詳細は後述する。)

表-IV.1.5 放流試験用のサンゴ幼生収集状況

第1回目 幼生数の計測結果

| 収集装置 | 幼生数 | | 親サンゴ(群体数) |
|----------|---------|--------------------|----------------|
| | 2,3日令計測 | 放流直前 | |
| 連続移動式放流 | 約700万 | 約36万 ※底部破損による減少 | 浦底湾種苗生産(138群体) |
| 断続移動式放流1 | 約550万 | 約170万 | 浦底湾種苗生産(235群体) |
| 断続移動式放流2 | 約300万 | 約100万 | 崎枝湾種苗生産(100群体) |
| 合計 | 約1,550万 | 約270万 | |

第2回目 幼生数の計測結果

| 収集装置 | 幼生数 | | 親サンゴ(群体数) |
|---------|---------|----------------------------------|--|
| | 2,3日令計測 | 放流直前 | |
| 連続移動式放流 | 約38万 | 約14万 ※5.5万+水槽飼育 幼生8.5万=14万 | 浦底湾(種苗生産、天然)、 崎枝湾(種苗生産)、 石西礁湖(天然):計203群体 |

注)産卵日には、採取卵1,000万以上(推定)を確認

(3) 天然加入の状況

図-IV.1.14 に示すように、実証試験区から 50m 程度離れた周辺 10 か所に着床具を設置し、バックグラウンド地点とし、天然加入の状況について、放流実証試験後に着床具を撤去し、室内で着床具に着底した稚サンゴを検鏡、計数して把握した。

として骨格を形成しているものを 5 月上旬（第 1 回目実証試験時期）着底とし、幼生から稚サンゴへ変態し骨格を形成し始めているものを 5 月下旬（第 2 回目実証試験時期）着底の 2 時期着底として区分した。

天然加入状況を表-IV.1.6 に示す。5 月上旬が下旬に比べて 8 倍程度天然加入量は多く、地点別にみると、沖側（BG7 及び BG10）で顕著に多くなっている。

幼生サンプルの DNA 分析を行い、ウスエダミドリイシの加入量を調査結果は考察に示す。

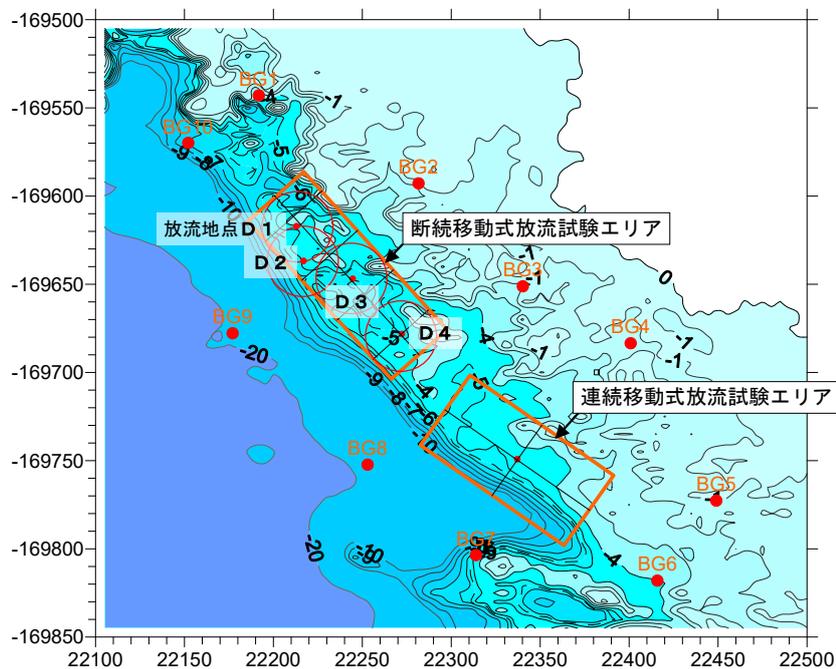


図-IV.1.14 対照地点 (BG1~BG10) の位置図

表-IV.1.6 放流試験用のサンゴ幼生収集状況

| バックグラウンド地点 | 5月上旬着底 | | 5月下旬着底 | |
|------------|--------|--------------------|--------|--------------------|
| | 着底数 | 1m ² 換算 | 着底数 | 1m ² 換算 |
| BG 1 | 7 | 486 | 1 | 69 |
| BG 2 | 12 | 833 | 0 | 0 |
| BG 3 | 22 | 1,528 | 4 | 278 |
| BG 4 | 1 | 69 | 0 | 0 |
| BG 5 | 11 | 764 | 1 | 69 |
| BG 6 | 20 | 1,389 | 9 | 625 |
| BG 7 | 433 | 30,069 | 53 | 3,681 |
| BG 8 | 11 | 764 | 0 | 0 |
| BG 9 | 15 | 1,042 | 0 | 0 |
| BG 10 | 149 | 10,347 | 13 | 903 |
| 平均 | 68 | 4,729 | 8 | 563 |

バックグラウンドの沖側の地点周辺の流況は図-IV.1.15 に示すとおり、湾奥からの北寄りの流れと、湾外からの南寄りの流れがぶつかるような環境にあり、比較的滞留しやすい環境にあると推測される（特に BG7 及び BG10 地点）。

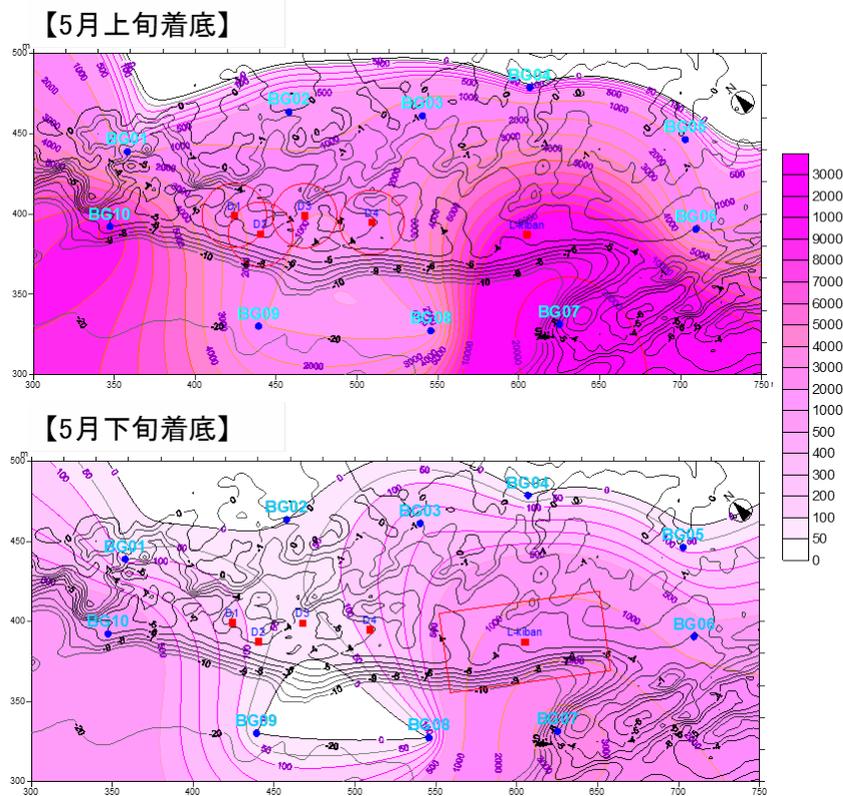


図-IV.1.15 天然加入の着底分布図（単位：着底個体数/m²）

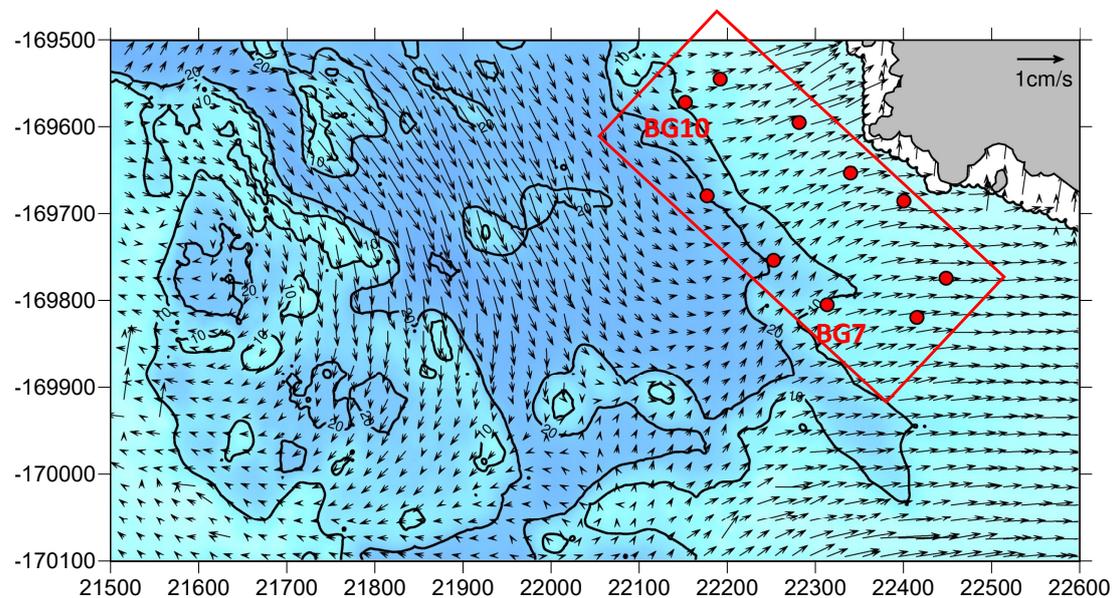


図-IV.1.16 産卵時期の25時間平均流ベクトル平面図（赤枠内が上図の分布図範囲）

(4) 断続移動式放流結果

1) 幼生放流量

収集装置の状況、幼生収集箇所から放流試験箇所までの移動経路を図・IV.1.17 に示す。断続移動式放流では、図中の装置 1 及び 3 の 2 基の収集装置を用いて、放流を行う計画であったが、表・IV.1.7 の計画放流と実際放流量に示すとおり装置 3 では放流量に計画と大きな乖離が発生した。

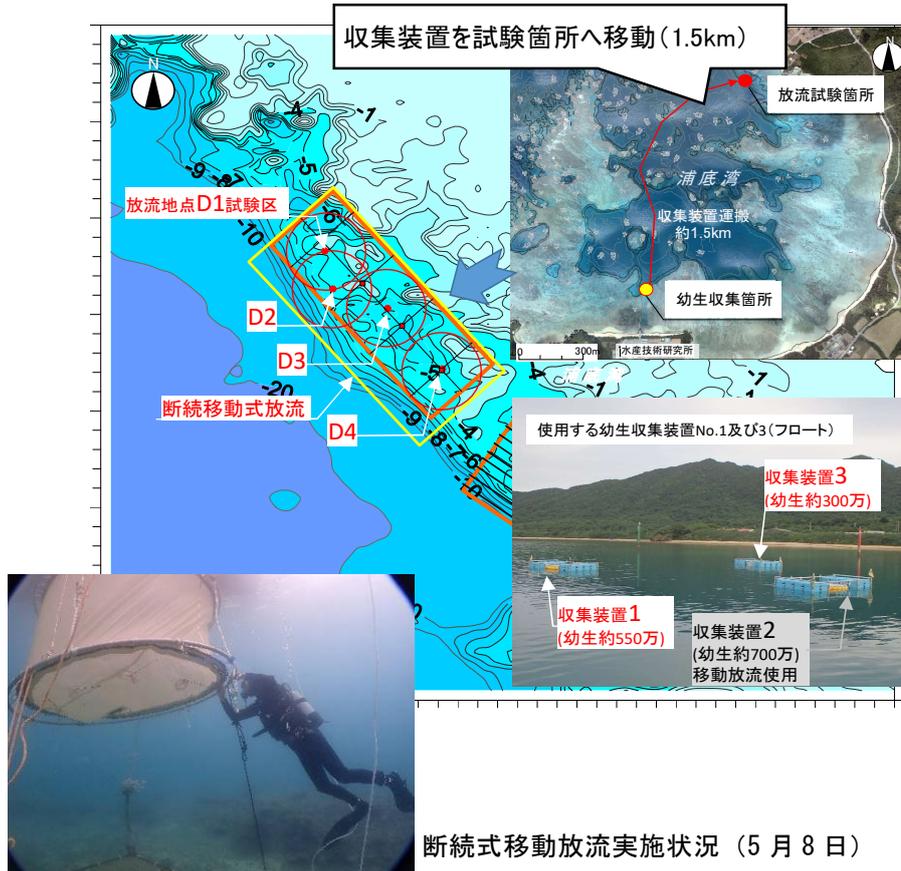


図-IV.1.17 断続移動式放流実施状況図

表-IV.1.7 試験前の幼生数確認結果に基づく計画放流量と実際放流量

| 収集装置 | 試験区 | 計画放流量 | 実際放流量 | 備考 |
|------|-----|--------------|---------------|--|
| 装置1 | D1 | 約33万(全体の33%) | 約37万(全体の38%) | ・幼生合計98万、D1の放流時間10分 ・ <u>実際の沈降速度(0.25cm/s)</u> |
| | D2 | 約65万(全体の67%) | 約61万(全体の62%) | |
| 装置3 | D3 | 約72万(全体の45%) | 約111万(全体の70%) | ・幼生合計159万、D3の放流時間15分 ・ <u>実際の沈降速度(0.29cm/s)</u> |
| | D4 | 約87万(全体の55%) | 約48万(全体の30%) | |

注) 令和元年度放流試験の再現結果より沈降速度 0.22cm/s と設定し、計画放流量に対する放流時間を設定している。なお、令和2年度の実証試験では沈降速度 0.17cm/s であった。

2) 着底状況

放流試験後に着床具を回収し、着底した幼生を検鏡、計数し着底数をまとめたものを表-IV.1.8に示す。なお、着底数は着床具へのミドリイシ属の幼生着底数分布図から、対照地点における幼生の着底数分布を差し引いた着底分布図（図-IV.1.18）から求めたものを示している。

断続式移動放流箇所 の 4 地区で 37 万～111 万個体の幼生放流を行い、着床具平均着底数（天然加入除く）は 83～155 個体/m²であった。

天然加入が多く、分布にばらつきが大きいいため、放流による着底数を明確に判断することは困難であるが、最も放流量の少ない D2 周辺への着底が多くなっている。放流高さが最も低かったことが影響している可能性がある。

地形（水深）との明確な傾向は認められないが、水深の浅い箇所に局所的に着底量が多くなる傾向が認められる。

DNA 分析結果を考慮した天然加入、放流個体の着底結果の考察を後述する。

表-IV.1.8 幼生の着底状況概要

| 項 目 | | D1 | D2 | D3 | D4 | 試験区全体 |
|--------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 放 流 | 幼生放流数(個体) | 61万 | 37万 | 111万 | 48万 | 257万 |
| | 放流高さ(m) | 2.1m | 1.2m | 2.1m | 1.8m | — |
| 着 底 | 着床具への合計着底数(個体) 注1) | 1,360 | 1,103 | 475 | 841 | 3,779 |
| | 着床具への平均着底数(個体/m ²) 注2) | 1,453 | 1,178 | 507 | 899 | 1,014 |
| | (天然加入除く) | 83 | 113 | 121 | 155 | 173 |
| | 試験区当たりの幼生着底数(個体) 注3) | 183万 | 148万 | 64万 | 113万 | 725万 |
| | (天然加入除く) | 10.4万 | 14.3万 | 15.2万 | 19.5万 | 123.4万 |
| | 着底率(天然加入除く) 注4) | 17.0% | 38.5% | 13.7% | 40.6% | 48.0% |

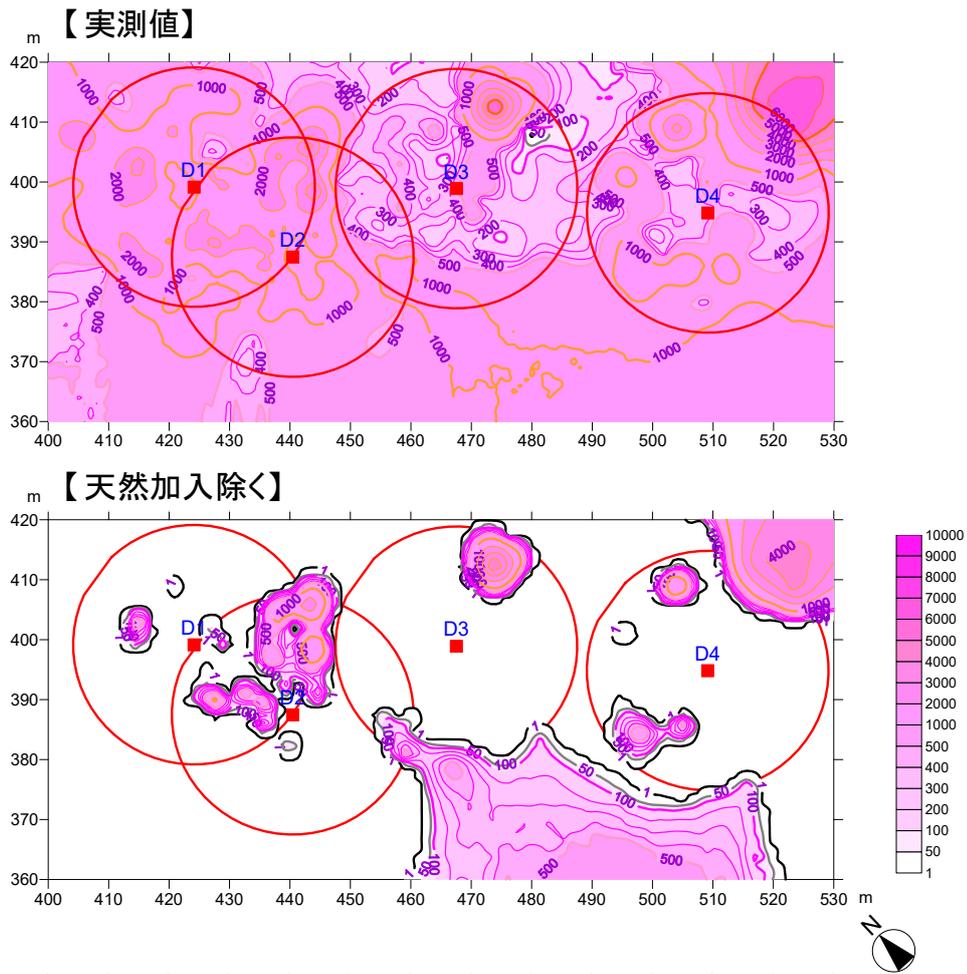
注 1) D1～D4 に設置した各 65 箇所の着床具に着底した合計幼生数

注 2) D1～D4 に設置した各 65 箇所の着床具に着底した平均幼生数（単位面積換算）

注 3) 着床具への平均着底数×試験区面積（D1～D4 は半径 20m の円、試験区全体は 130m×60m の長方形）

注 4) 試験区当たりの幼生着底数/幼生放流数

注 5) 天然加入を除く幼生着底数は、全ての着床具への着底数データをもとに、1m メッシュの平面分布図を作成するとともに、別途対照点（BG1～BG10）への着底数から 1m メッシュの平面分布図（前述図-IV.1.15 参照）を作成して減じた。



※「実測値」の図：D1～D4 に設置した各 65 箇所の着床具に着底した幼生数より 1m メッシュの平面分布図を作成し、単位面積換算したもの。

※「天然加入除く」の図：別途対照点 (BG1～BG10) への着底数から 1m メッシュの平面分布図を作成し、実測値より減じたもの。

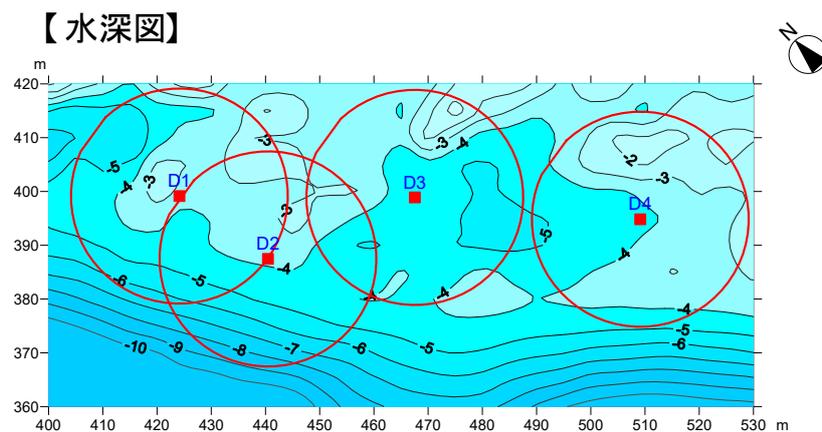


図-IV. 1. 18 着床具設置位置における1m²当たりの幼生着底分布及び水深(D. L.)

(5) 連続移動式放流結果

1) 幼生放流状況

連続式移動式放流実施状況を図-IV.1.19 に、試験前の幼生数確認結果に基づく計画放流量と実際放流量を表-IV.1.9 に示す。計画に比べて1~2往復目で極端に多くの放流がなされる結果となった。

装置を曳航する速度が既往試験より速く、装置側面メッシュ地から海水が流出しにくくなり、放流孔に海水流出が集中したため、放流口から想定以上の海水が流出したためと考えられた。(考察と課題に詳述)

5月上旬の移動時に確認された収集装置底部の破損については、一部改良を行ったことにより、今回試験では損傷等見られなかった。

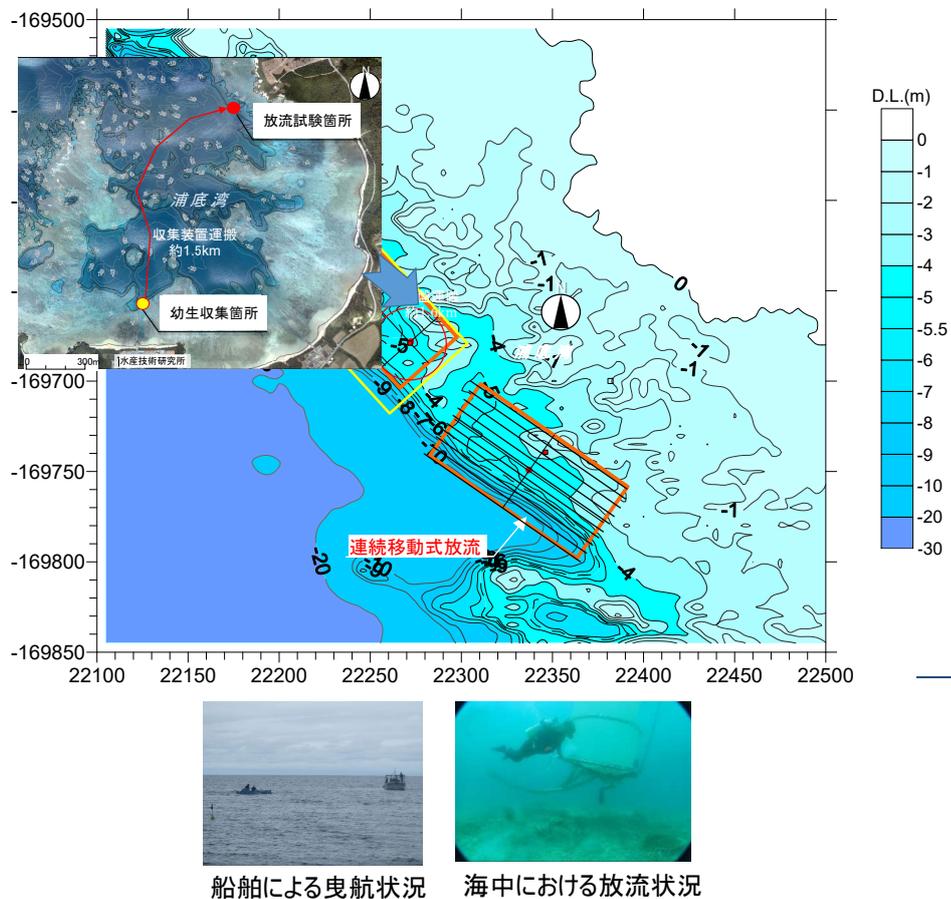


図-IV.1.19 連続移動式放流実施状況図

表-IV.1.9 試験前の幼生数確認結果に基づく計画放流量と実際放流量

| 試験区 | 計画放流量 | 実際放流量 | 備考 |
|--------------------|-------|-------|-----------------------|
| 0-80m区間(1往復目) | 1.4万 | 9.7万 | 放流口2箇所 |
| 80-280m区間(2往復目) | 3.1万 | 3.9万 | 放流口2箇所 |
| 280-480m区間(3往復目) | 3.5万 | 0.5万 | 放流口3箇所 |
| 480-880m区間(4,5往復目) | 5.9万 | 0.1万 | 放流口(4往復目:4箇所、5往復目8箇所) |

2) 着底状況

連続移動式放流の幼生着底状況概要を表-IV.1.10 に示す。14 万個体の幼生放流を行い着床具平均着底数（天然加入除く）は 0.01 個体/m²と、ほとんど着底が確認できなかった。

DNA 分析結果を考慮した天然加入、放流個体の着底結果の考察は後述する。

表-IV.1.10 幼生の着底状況概要

| 項 目 | | 試験区全体 |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 放流 | 幼生放流数(個体) | 14万個体 |
| | 放流高さ(m) | 0.25m |
| 着底 | 着床具への合計着底数(個体) 注1) | 563個体 |
| | 着床具への平均着底数(個体/m ²) 注2) | 251個体/m ² |
| | (天然加入除く) | 0.01個体/m ² |
| | 試験区当たりの幼生着底数(個体) 注3) | 126万個体 |
| | (天然加入除く) | 653個体 |
| | 着底率(天然加入除く) 注4) | 0.5% |

注 1) 試験区に設置した 156 箇所の着床具に着底した合計幼生数

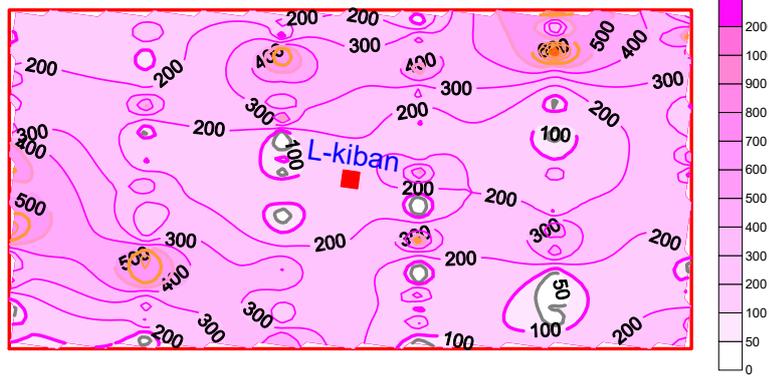
注 2) 試験区に設置した 156 箇所の着床具に着底した平均幼生数（単位面積換算）

注 3) 着床具への平均着底数×試験区面積（100m×50m）

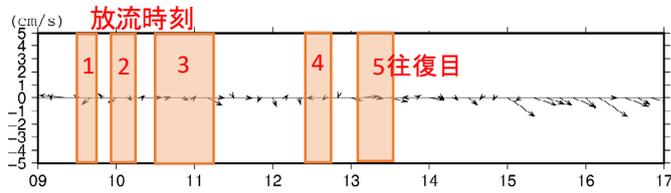
注 4) 試験区当たりの幼生着底数/幼生放流数

注 5) 天然加入を除く幼生着底数は、全ての着床具への着底数データをもとに、1m メッシュの平面分布図を作成するとともに、別途対照点（BG1～BG10）への着底数から 1m メッシュの平面分布図（図-IV.1.13 参照）を作成して減じた。

【実測値】



- ※ 天然加入を除くと、ほとんど着底数は見られなかったため、【天然加入を除く】図は未掲載。
- ※ 「実測値」の図：試験区内に設置した 156 箇所の着床具に着底した幼生数より 1m メッシュの平面分布図を作成し、単位面積換算したもの。



幼生放流期間の流速ベクトルの経時変化

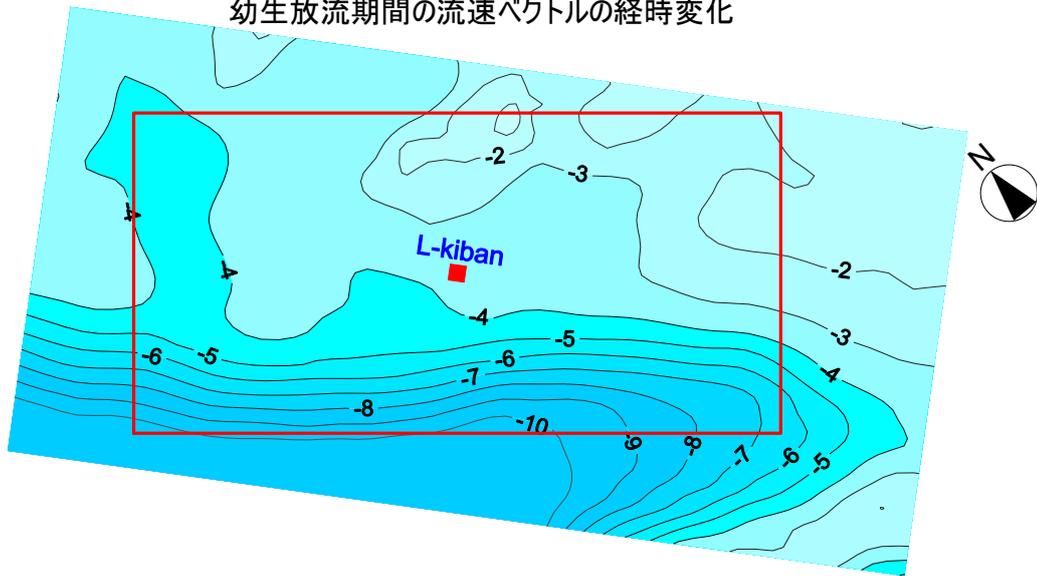


図-IV.1.20 着床具設置位置における1㎡当たりの幼生着底数及び水深(D.L.)

5 結果の考察

(1) 着底幼生の DNA 分析結果を考慮した放流着底結果

1) 着底幼生の DNA 分析結果

今年度の放流試験結果の着床具に着底した幼生は、検鏡時点ではミドリイシ属であることは判別できるが、試験対象種のウスエダミドリイシであるかどうか不明である。特に本年度はバックグラウンド地点における着底量が多かったことから、試験区にも天然のウスエダミドリイシが混在して着底している可能性が大きい。

そこで、各試験区及びバックグラウンド地点から回収、検鏡し、ミドリイシ属と判別されたサンゴ着底幼生をサンプリングし、DNA 分析を行い、ウスエダミドリイシの割合を算出、検鏡・計数した着底数に乘じ、さらに、バックグラウンド地点の天然加入のウスエダミドリイシ着底数を差し引いて、より実態に近い放流試験による着底数を推定した。

DNA 分析結果により、着底サンゴがウスエダミドリイシの DNA と解読された数と割合と試験区の割合からバックグラウンドを差し引いた割合を表-IV.1.11 に示す。

断続試験放流の D1～D4 試験区のウスエダミドリイシの割合は 7.4%～23.4%、試験を行ったバックグラウンド地点で 5 月期に着底したと推定されるウスエダミドリイシの割合は 6.3%であった。

連続移動放流の試験区ではウスエダミドリイシの割合が 29.3%、バックグラウンド地点で 6 月期に着底したと推定されるウスエダミドリイシが 30.4%と、バックグラウンド地点とほぼ同じ数となり、連続移動放流の試験区に着底したウスエダミドリイシは、ほぼ天然加入のものと推定された。

表-IV.1.11 放流試験区及びバックグラウンド地点の着底サンゴのDNA分析結果

| DNA解読 | 5月実施・断続移動式 | | | | 6月実施 | バックグラウンド (BG) | | 合計 |
|--------------------|------------|-------|-------|------|-------|---------------|-------|-----|
| | D1 | D2 | D3 | D4 | 連続移動式 | 天然5月 | 天然6月 | |
| 解読検体総数 | 47 | 25 | 15 | 27 | 133 | 48 | 46 | 341 |
| 解読総数のうちウスエダミドリイシの数 | 11 | 3 | 3 | 2 | 39 | 3 | 14 | 75 |
| ウスエダミドリイシの割合 | 23.4% | 12.0% | 20.0% | 7.4% | 29.3% | 6.3% | 30.4% | |
| 解読失敗 | 1 | 5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| 試験区幼生放流量 | 61万 | 37万 | 111万 | 48万 | 38万 | | | |

2) DNA分析結果に基づく断続式移動放流試験区の幼生着底量の推定

DNA分析結果より、放流した幼生の着底が認められた断続式移動放流について、着底数と着底率を推定したものを表-IV.1.12に示す。

1m²当りの着底数が最も多いのはD1の161個体/m²、最も少なかったのはD4の15個体/m²であった。試験区全体でみると96個体/m²となり、ほぼ目標値の100個体/m²に近い着底結果であった。

放流個体数に対する着底率をみると、D1及びD2試験区で30%前後と高く、D3及びD4試験区でそれぞれ6.1%、3.8%と試験区の西側で着底率が低い結果であった。

表-IV.1.12 DNA分析結果を踏まえた断続式移動放流試験区の着底数、着底率

| 項目 | | D1 | D2 | D3 | D4 | 試験区全体 |
|-------------------|--|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 放流 | ①幼生放流数(個体) | 61万 | 37万 | 111万 | 48万 | 257万 |
| | 放流高さ(m) | 2.1m | 1.2m | 2.1m | 1.8m | — |
| 着底 | 着床具への合計着底数(個体) 注1) | 1,360 | 1,103 | 475 | 841 | 3,779 |
| | 着床具への平均着底数(個体/m ²) 注2) | 1,453 | 1,178 | 507 | 899 | 1,014 |
| | DNA分析結果のウエダミドリイシの割合 | 23.4% | 12.0% | 20.0% | 7.4% | (平均)15.7% |
| | ②DNA分析結果、BG着底量を考慮した試験区当たりの幼生着底数(個体) 注3) | 20.2万 | 11.9万 | 6.8万 | 1.8万 | 48.5万 |
| | ③DNA分析結果、BG着底量を考慮した各試験区への平均着底数(個体/m ²) 注4) | 161 | 95 | 54 | 15 | 96 |
| ④(②÷①)着底率(天然加入除く) | 33.1% | 32.2% | 6.1% | 3.8% | 18.9% | |

注1) D1～D4に設置した各65箇所の着床具に着底した合計幼生数

注2) D1～D4に設置した各65箇所の着床具に着底した平均幼生数(単位面積換算)

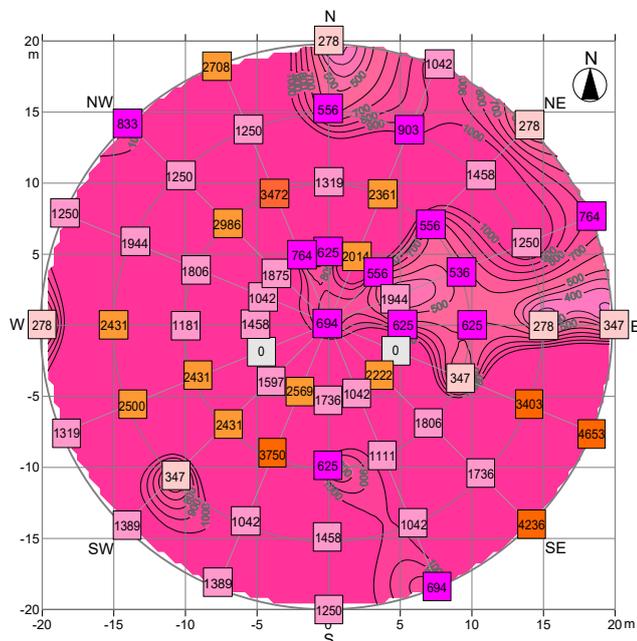
注3) 着床具の着底数にDNA分析結果のウエダミドリイシ割合を乗じたウエダミドリイシ着底分布図を作成、対照点のウエダミドリイシ着底分布図(天然加入分布図)を作成し、着底分布図から天然加入分布図を減じて着底数を計算した。

注4) 試験区内の着底数÷試験区面積(D1～D4は半径20mの円、試験区全体は120m×42mの長方形)

着底状況の分布図は図-IV.1.21(1)～(5)に示す。試験区の浅いエリアに着底の多い傾向がみられる。

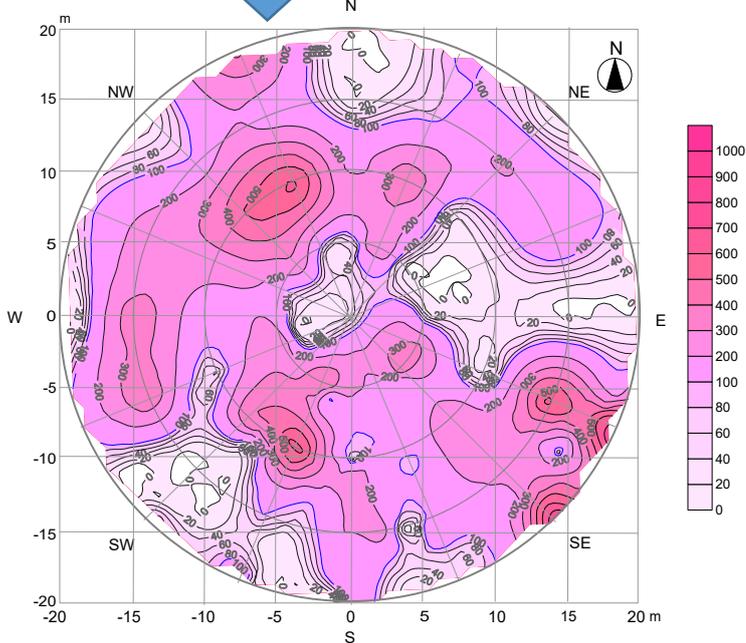
幼生着底分布
(補正前)

試験区内着底数
1, 825, 894 個体

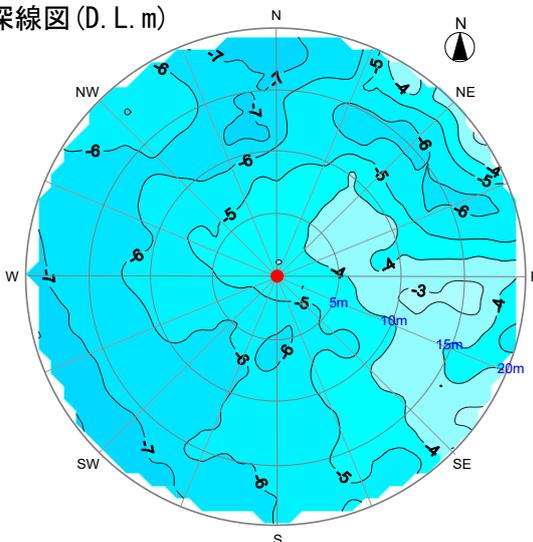


幼生着底分布
(DNA 分析補正)

試験区内着底数
202, 038 個体



D1 試験区の地形
等深線図 (D. L. m)



放流時の流況 (St.1)

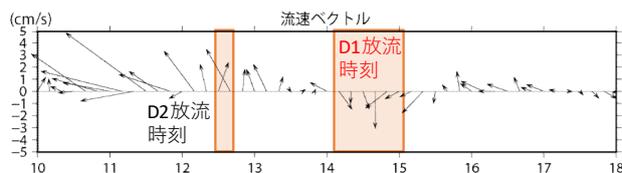
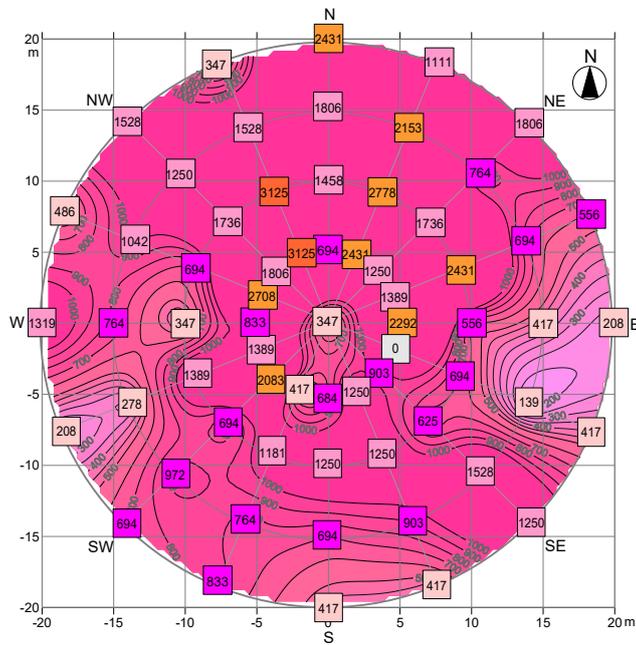


図-IV. 1. 21 (1) 断続式移動放流試験区の着底分布図、地形、放流時の流況 (D 1)

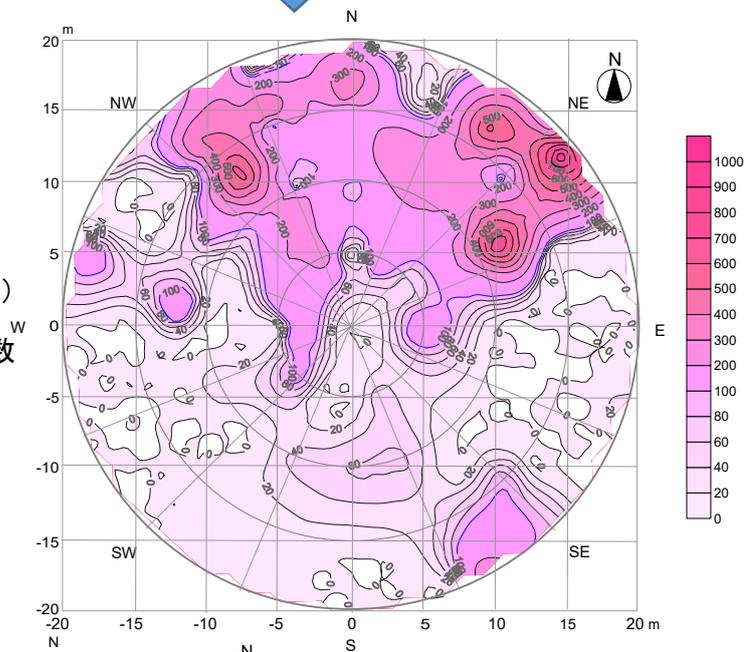
幼生着底分布
(補正前)

試験区内着底数
1,480,318 個体

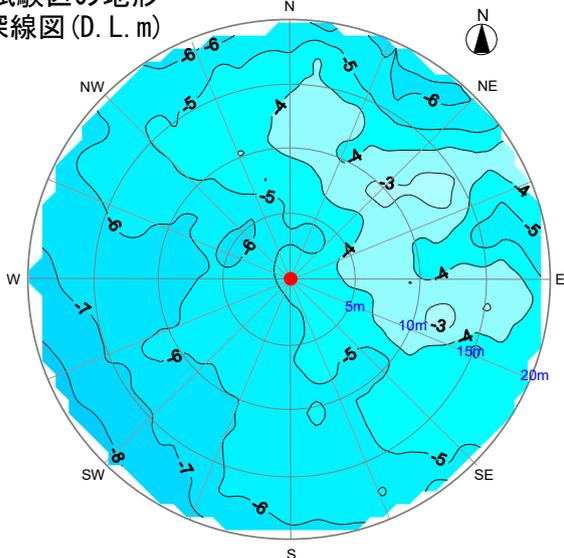


幼生着底分布
(DNA 分析補正)

試験区内着底数
119,002 個体



D2 試験区の地形
等深線図 (D. L. m)



放流時の流況 (St.1)

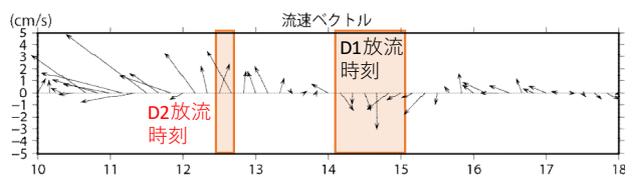
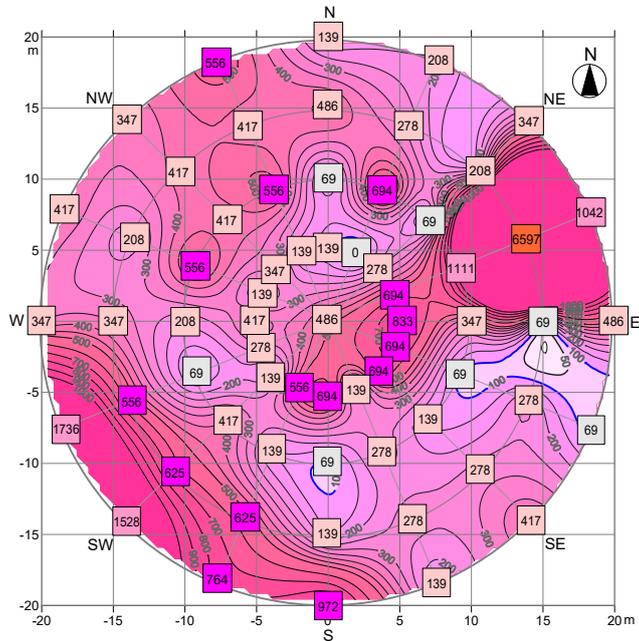


図-IV. 1. 21 (2) 断続式移動放流試験区の着底分布図、地形、放流時の流況 (D 2)

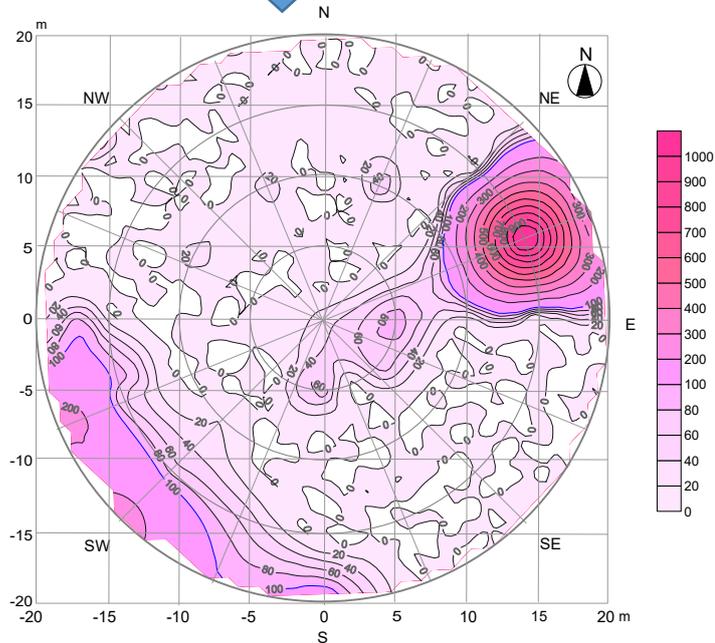
幼生着底分布
(補正前)

試験区内着底数
637, 115 個体

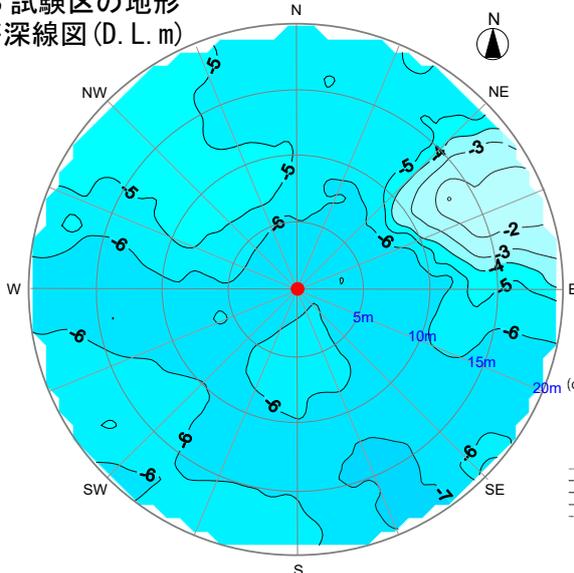


幼生着底分布
(DNA 分析補正)

試験区内着底数
68, 112 個体



D3 試験区の地形
等深線図 (D. L. m)



放流時の流況 (St.2)

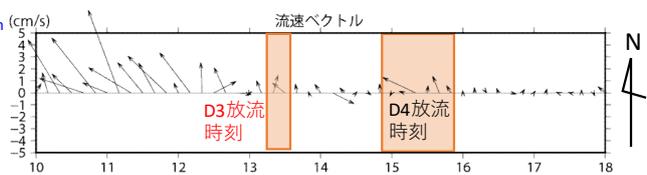
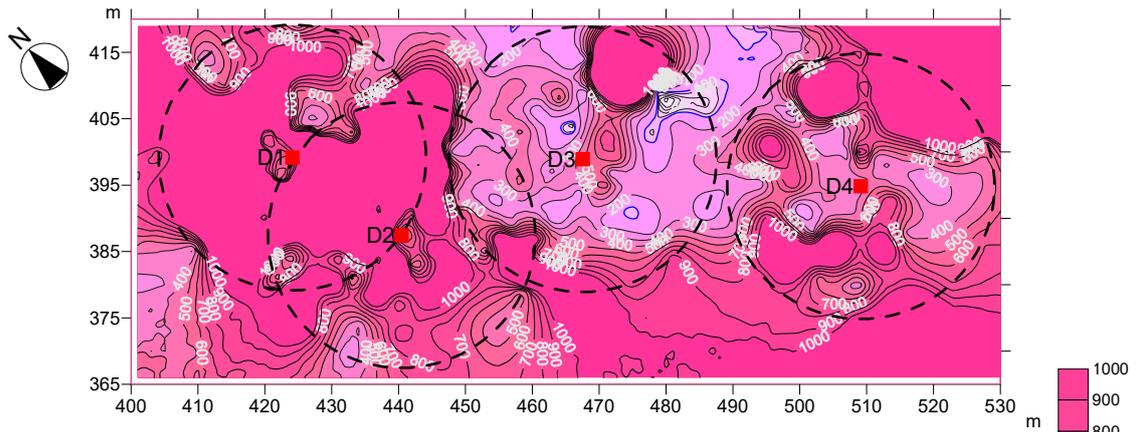
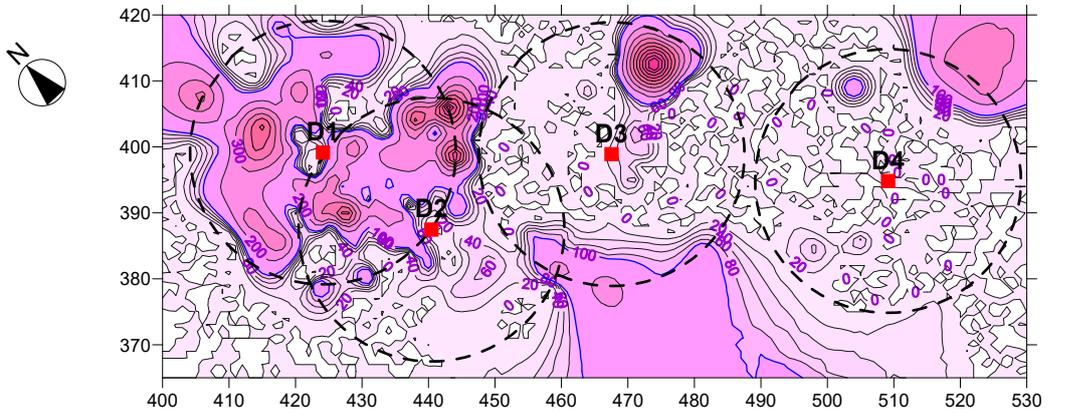


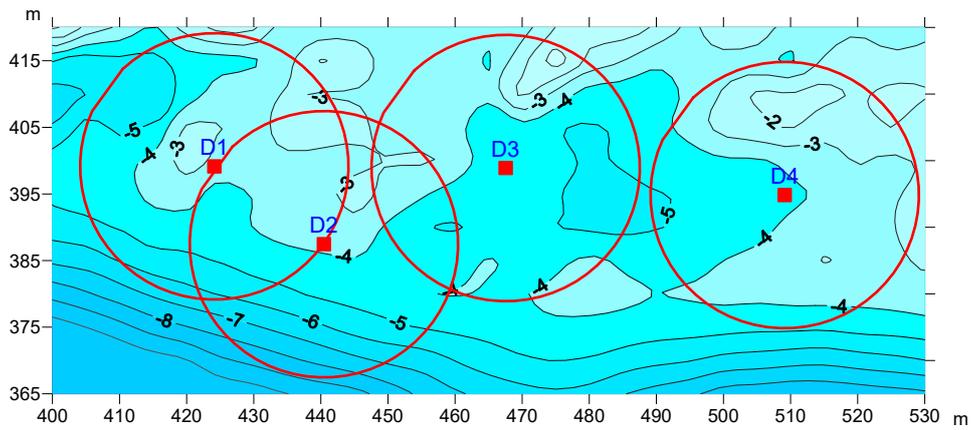
図-IV. 1. 21 (3) 断続式移動放流試験区に着底分布図、地形、放流時の流況 (D 3)



幼生着底分布（補正前） 試験区内着底数：7,246,927 個体



幼生着底分布（DNA 分析結果補正） 試験区内着底数：485,239 個体



D4 試験区の等深線図 (D. L. m)

図-IV. 1. 21 (5) 断続式移動放流試験区の着底分布図、地形（全体）

(2) 連続式移動放流の放流量に関する追加試験と考察

1) 追加試験の実施目的

令和3年5月末に実施した移動式放流実験では、計画と実際の幼生放流量が異なっていたため、幼生放流量の計算方法等の検証・見直しを行うため、装置の曳航速度と放流量（放流孔の流速）の関係把握するため実験を令和3年10月に行った。

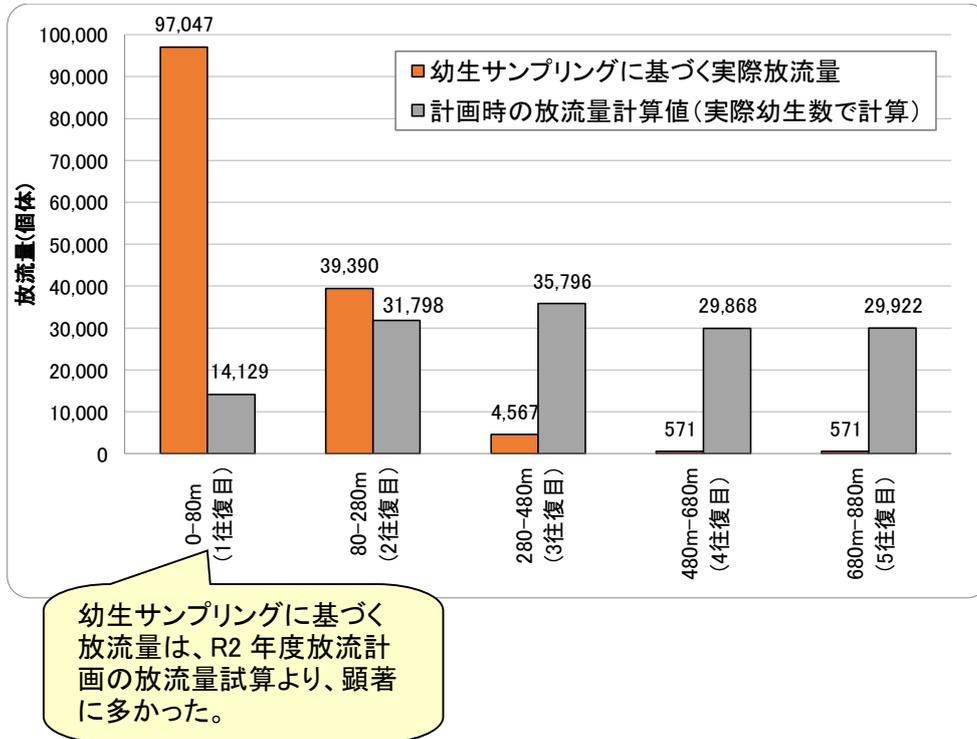


図-IV.1.22 令和3年度連続移動放流試験における計画放流量と実際放流量の比較

2) 追加試験の方法

追加試験は以下の手順により行った。

- ① R3 年度試験と同じ幼生収集装置を、調査船で装置を曳航。
- ② GPS により曳航速度（放流移動速度）を計測
- ③ 装置の放流孔に流速計を取り付け、曳航時の放流孔の流速を計測（下表の 10 ケース）
- ④ 曳航速度と放流孔からの流速（流量）の関係を把握

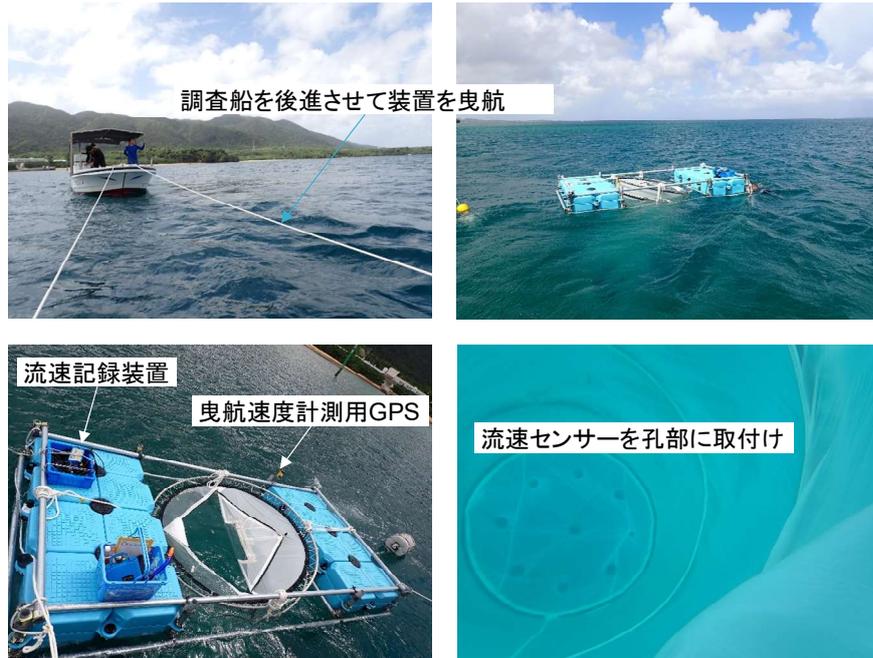


図-IV. 1. 23 追加試験の実施状況（令和3年10月）

表-IV. 1. 13 連続式移動放流の追加実験ケース

| パターン | ホース | 開口数 | 備考 |
|------|-----|-----|----------------------|
| 1 | 無 | 9 | 曳航速度が他ケースより遅い |
| 2 | 無 | 9 | 以下、曳航速度はR3年5月試験時と同程度 |
| 3 | 無 | 6 | |
| 4 | 無 | 3 | |
| 5 | 有 | 9 | 収集装置底部に流速計設置 |
| 6 | 有 | 9 | ホース後尾部に流速計設置 |
| 7 | 有 | 6 | 収集装置底部に流速計設置 |
| 8 | 有 | 6 | ホース後尾部に流速計設置 |
| 9 | 有 | 3 | 収集装置底部に流速計設置 |
| 10 | 有 | 3 | ホース後尾部に流速計設置 |

3) 実験結果

① 曳航速度と放流孔内流速の時系列変化

装置の曳航速度と放流孔内の時系列変化を下図に示す。放流孔内の流速（赤い線）は、曳航速度より幾分低い結果であった。

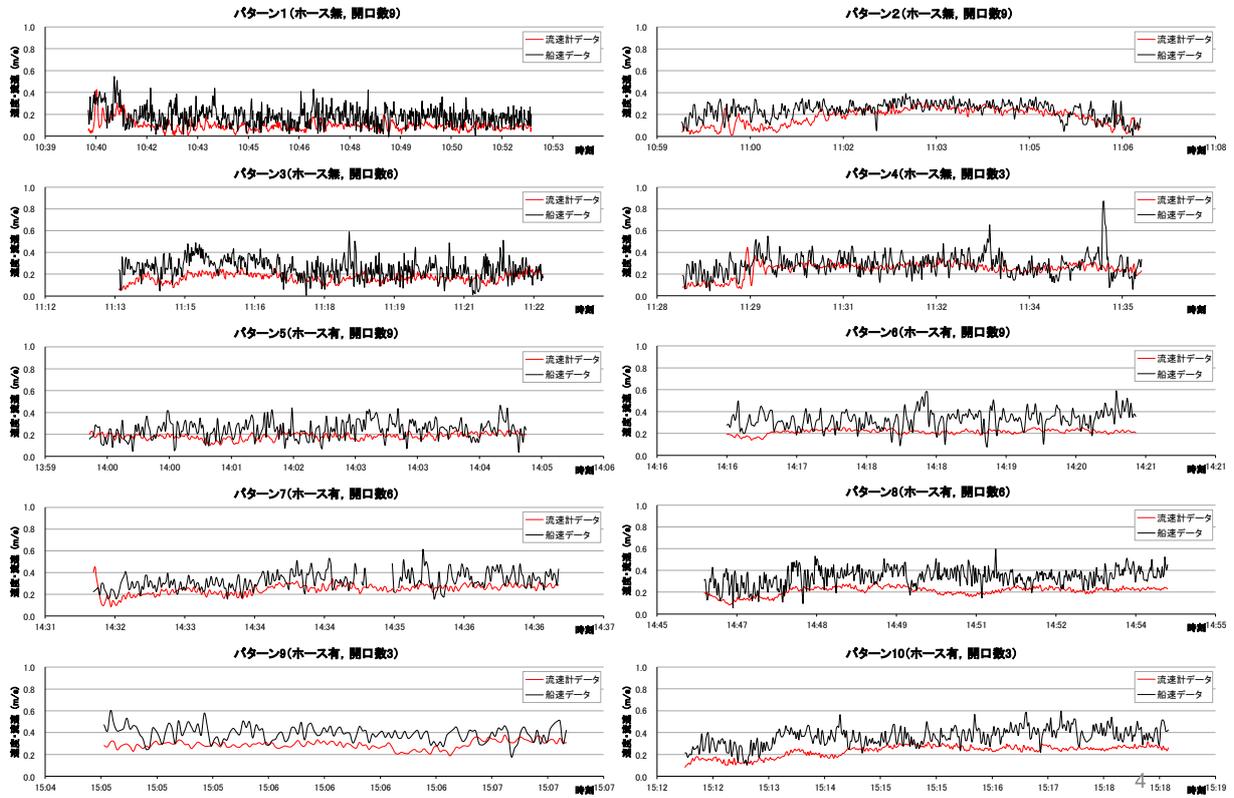


図-IV. 1.24 曳航速度と放流孔内流速の時系列変化

② 曳航速度と放流孔内流速の関係

各実験ケースの曳航速度(横軸)と同時刻の放流孔内流速(縦軸)の関係を下図に示す。関係性は低いながらも、曳航速度が大きくなると放流孔内の流速が上がる傾向がみられる。

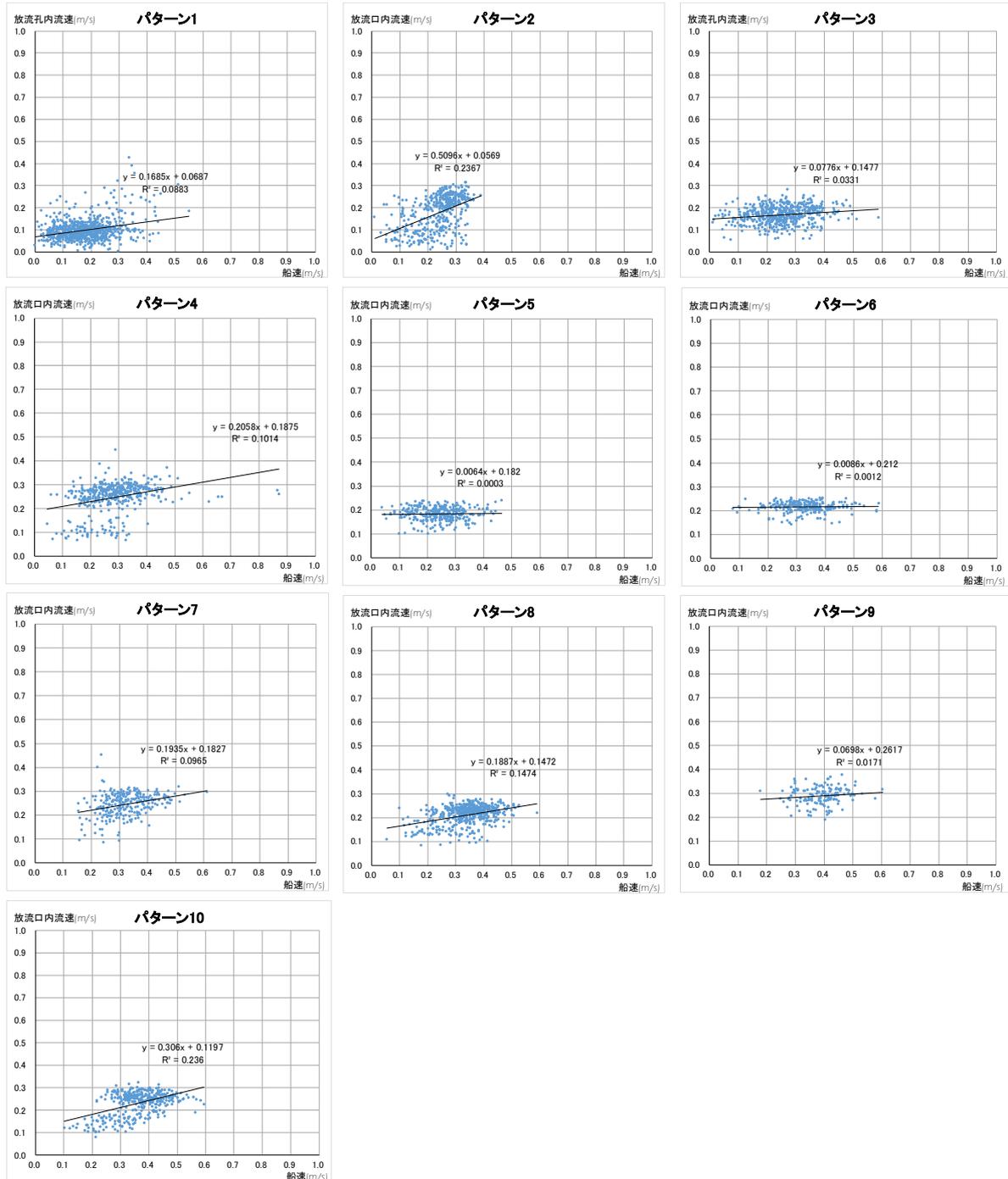


図-IV. 1.25 曳航速度と放流孔内流速の関係

③ 実験結果のまとめ

実験結果のまとめとして、各実験ケースの流出孔流速と曳航速度の関係を下表に示す。

放流口の開口数やホースの有無に関係なく、流出孔の流速はほとんど変化しない。

全パターンで平均すると、流出孔の流速は曳航速度（移動放流速度）の7割の流速であった。

表-IV.1.14 各実験ケースの流出孔流速と曳航速度の関係

| パターン | ホース | 開口数 | 流出孔流速 (A) (m/s) | | 曳航速度 (B) (m/s) | | A/B | |
|------|-----|-----|--------------------|------|-------------------|------|-------------|-------------|
| | | | 平均値 | 中央値 | 平均値 | 中央値 | 平均値より 算出 | 中央値より 算出 |
| 1 | 無 | 9 | 0.10 | 0.09 | 0.18 | 0.18 | 0.54 | 0.52 |
| 2 | 無 | 9 | 0.18 | 0.20 | 0.24 | 0.25 | 0.75 | 0.79 |
| 3 | 無 | 6 | 0.17 | 0.17 | 0.25 | 0.25 | 0.66 | 0.67 |
| 4 | 無 | 3 | 0.25 | 0.26 | 0.29 | 0.29 | 0.86 | 0.92 |
| 5 | 有 | 9 | 0.18 | 0.19 | 0.24 | 0.25 | 0.76 | 0.75 |
| 6 | 有 | 9 | 0.21 | 0.22 | 0.33 | 0.33 | 0.65 | 0.65 |
| 7 | 有 | 6 | 0.25 | 0.26 | 0.32 | 0.31 | 0.76 | 0.83 |
| 8 | 有 | 6 | 0.21 | 0.22 | 0.34 | 0.34 | 0.62 | 0.65 |
| 9 | 有 | 3 | 0.29 | 0.29 | 0.39 | 0.40 | 0.74 | 0.73 |
| 10 | 有 | 3 | 0.23 | 0.25 | 0.36 | 0.37 | 0.64 | 0.68 |
| 平均値 | | | 0.21 | 0.21 | 0.29 | 0.30 | 0.70 | 0.72 |

4) 実験結果にもとづく過去の放流量の検証 (R2、R3 年度分)

放流孔の計測流速が正しい (曳航速度の 7 割) として、令和 2 年度及び今年度の放流試験の曳航速度より放流孔からの幼生放流個体数を推定したところ (下表の青字を参照)、実測値が多く出ている結果となった。

装置の曳航 (移動放流) 速度の速い R3 年度のほうが、実測の区間放流量に対する差の割合が 50%以上と大きい。

この結果は図-IV.1.26 に示すように、装置内に流入する水量に対して、放流孔から出ていく水量が少なく装置側面からも一定量以上は流出しないため、流入口より幼生 (装置内の水) が曳航時にあふれ出ていることを示していると推察される。

表-IV. 1. 15 実験結果にもとづく過去の放流量の推定と実測値との比較

| R2年度試験 | 実測値 | | | 検証値 | | | 誤差 | |
|------------|--------------------------|--------------------|------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| | 区間放流量 (個体) ※ヤブリングに基づく | 曳航 (移動放流) 速度 (m/s) | 放流孔数 | 放流孔内流速 (m/s) ※曳航速度7割 | 放流孔全流量 (m ³ /s) | 放流孔流量から区間放流量 (推定放流個体) | 区間幼生放流量の差 (実測値 - 検証値) | 差の放流量の割合 (%) |
| 0-100m区間 | 3,786,733 | 0.11 | 6 | 0.08 | 0.003629 | 3,086,983 | 699,750 | 18 |
| 100-200m区間 | 3,044,609 | 0.11 | 6 | 0.08 | 0.003629 | 1,845,967 | 1,198,642 | 39 |
| 200-300m区間 | 2,340,543 | 0.10 | 9 | 0.07 | 0.004948 | 1,301,511 | 1,039,033 | 44 |
| 300-400m区間 | 803,016 | 0.11 | 9 | 0.08 | 0.005443 | 444,899 | 358,117 | 45 |

| R3年度試験 | 実測値 | | | 検証値 | | | 誤差 | |
|----------|--------------------------|--------------------|------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| | 区間放流量 (個体) ※ヤブリングに基づく | 曳航 (移動放流) 速度 (m/s) | 放流孔数 | 放流孔内流速 (m/s) ※曳航速度7割 | 放流孔全流量 (m ³ /s) | 放流孔流量から区間放流量 (推定放流個体) | 区間幼生放流量の差 (実測値 - 検証値) | 差の放流量の割合 (%) |
| 0-80m | 97,047 | 0.35 | 2 | 0.25 | 0.003848 | 9,126 | 87,921 | 91 |
| 80-280m | 39,390 | 0.38 | 2 | 0.26 | 0.004123 | 6,291 | 33,098 | 84 |
| 280-480m | 4,567 | 0.42 | 3 | 0.29 | 0.006873 | 1,452 | 3,115 | 68 |

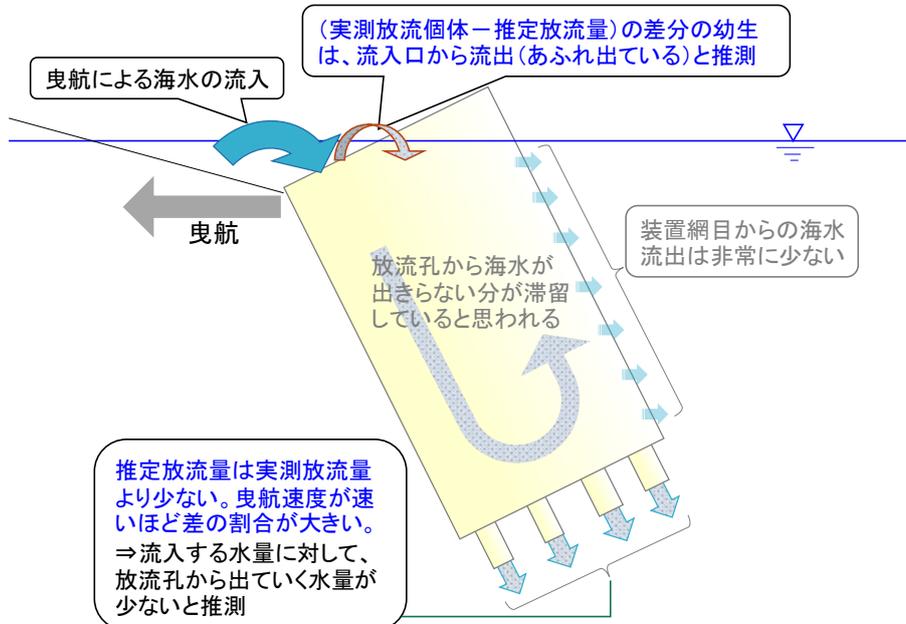


図-IV. 1. 26 移動放流時の幼生あふれ出しのイメージ

6 今後の課題

課題1：収集装置の移動に係る事項

- ・今年度の実証試験は、幼生収集場所と放流試験箇所約 1.5km の距離があるため、約 1 時間かけて収集装置の移動を行った。
- ・移動後、収集装置下部に破損がみられ、破損部よりほとんどの幼生の流出が確認された。

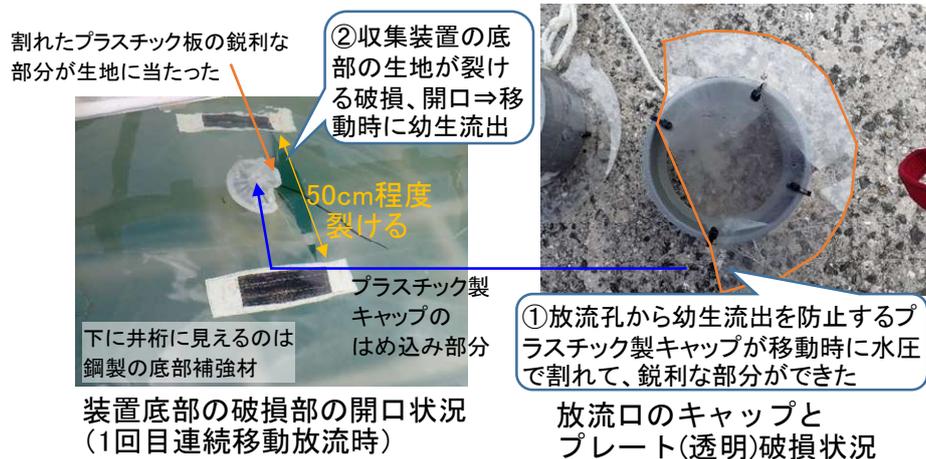


図-IV. 1. 27 収集装置移動時の装置底部破損状況

- ・2 回目の放流時には放流孔キャップをプラスチック板からゴム製にし、加えて底部補強材を鋼製からトリカルネットとし、底部の生地が破損しないよう対応し、底部が破損することはなかった。

①収集装置底部の破損の課題

⇒収集装置底部の生地の補強改良

②装置の遠距離運搬時の可搬性の向上、水圧による破損の可能性の課題

⇒装置部材の補強、装置を伸縮可能にして運搬できるよう改良

課題2：産卵後の収集装置内幼生の減少に係る事項

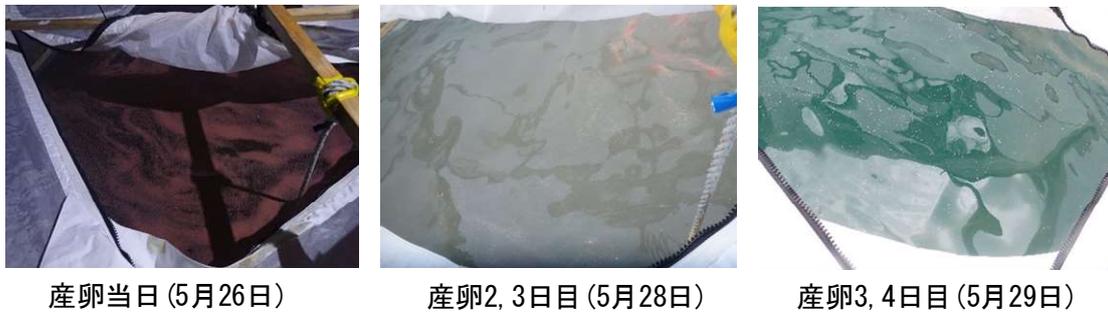
①淡水流入による斃死

- ・収集保持期間の降雨により淡水流入（2日目幼生計測の直後に約18mm/hの降雨）により幼生が1/3に減少
- ・昨年度も崎枝湾で漁協実施の幼生収集装置に被害あり

⇒降雨時には、海水交換（下層の水を上層へ）、雨水の流入抑制対策として、収集装置上部に単管パイプを組み上げ、ビニールシート展開し雨水が装置内への入らないようにする。

②荒天時の波浪による上部側面の網目への幼生の絡まりによる斃死

- ・産卵翌日に高波浪により装置の水面側面への体表面の弱い胚、幼生の付着・絡まりによる斃死が引き金となり、バクテリアが増殖、酸素消費量の増大と貧酸素により大量斃死につながった可能性が高いと考えられた。



産卵当日 (5月26日)

産卵2, 3日目 (5月28日)

産卵3, 4日目 (5月29日)

図-IV. 1. 28 産卵当日から4日目までに幼生が大量斃死した装置内の状況

⇒多くの胚・幼生を保持していたことも要因の一つと考えられ、現在の直径φ1.7mの装置では幼生保持は1,000万前後が限界と考えられるため、「装置の大型化（φ2.2m）」及び「装置に収集する幼生数（親サンゴ数）の調整」を図る。

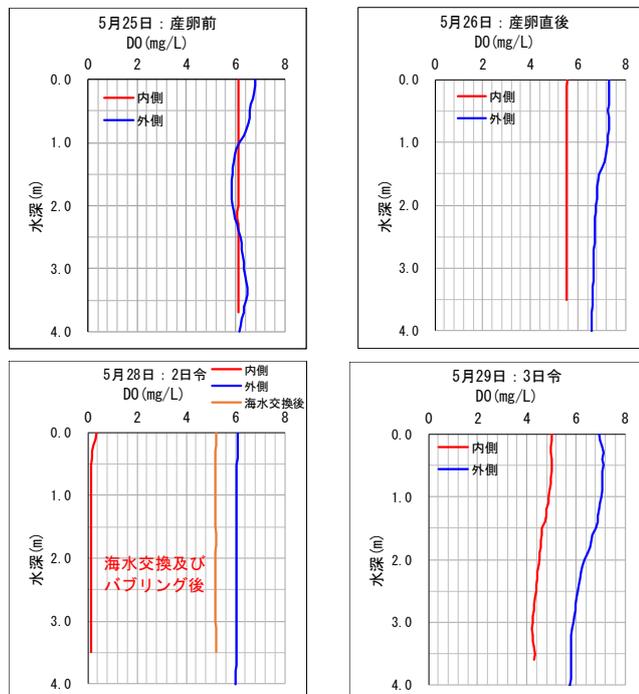


図-IV. 1. 29 産卵前後から3日令までの

装置内・外の 溶存酸素量 (DO) の計測結果

⇒風浪によるさざ波防止対策として、板（木版）等で装置（フロート）を囲う対策をとる（図-IV.1.30 参照）。



図-IV.1.30 風浪によるさざ波侵入防止対策のイメージ

課題3：計画放流量と実際放流量の誤差（断続移動式放流）

断続移動式放流では、2基の収集装置を用いて、D1とD2に33%と67%の放流、D3とD4に45%と55%の放流を行う計画であった。

既往試験より幼生の沈降速度（0.22cm/s）を用いて計画、装置1のD1、D2は概ね計画通りの放流が出来たものの、D3とD4の実際放流量は計画と大きな乖離がみられた。

表-IV.1.16 断続式移動放流試験の計画放流量と実際放流量、沈降速度

| 収集装置 | 試験区 | 計画放流量 | 実際放流量 | 備考 |
|------|-----|------------------|-------------------|--|
| 装置1 | D1 | 約33万 (全体の33%) | 約37万 (全体の38%) | ・幼生合計98万、D1の放流時間10分 ・ 実際の沈降速度(0.25cm/s) |
| | D2 | 約65万 (全体の67%) | 約61万 (全体の62%) | |
| 装置3 | D3 | 約72万 (全体の45%) | 約111万 (全体の70%) | ・幼生合計159万、D3の放流時間15分 ・ 実際の沈降速度(0.29cm/s) |
| | D4 | 約87万 (全体の55%) | 約48万 (全体の30%) | |

注) 令和元年度放流試験の再現結果より沈降速度 0.22cm/s と設定し、計画放流量に対する放流時間を設定している。
なお、令和2年度の実証試験では沈降速度 0.17cm/s であった。

放流方法（放流手順、放流時間）の精査したものの、差異が出るような事項は確認されない。

⇒幼生の沈降速度の再確認、見直しが必要（7章に詳述）。

課題4：計画放流量と実際放流量の誤差（連続移動式放流）

放流量の試算は、放流口での流速測定結果をもとに、簡易な計算式（流入量=装置側面からの放流+放流口からの放流）により試算。

昨年度は、概ね一致したことより、昨年度結果をもとに一部計算式を改良して今年度も試算を行ったが、大きく差異が生じた。

表-IV. 1. 17 連続式移動放流試験の計画放流量と実際放流量の違い

| 試験区 | 計画放流量 | 実際放流量 | 備考 |
|--------------------|-------|-------|-----------------------|
| 0-80m区間(1往復目) | 1.4万 | 9.7万 | 放流口2箇所 |
| 80-280m区間(2往復目) | 3.1万 | 3.9万 | 放流口2箇所 |
| 280-480m区間(3往復目) | 3.5万 | 0.5万 | 放流口3箇所 |
| 480-880m区間(4,5往復目) | 5.9万 | 0.1万 | 放流口(4往復目:4箇所、5往復目8箇所) |

⇒今年度10月に、曳航速度、曳航時の流入口面積などを変化させ、複数パターンで模擬実験を行い、装置の曳航速度と放流量（放流孔流速）の関係把握を行った。

⇒模擬実験結果の考察を行ったところ、移動放流の装置曳航時の幼生（海水）のあふれ出しが発生していると考えられた。

⇒あふれ出しは、これまでの移動放流のときに、装置の前面を海面下に下げるように傾けて流入口から海水を流入させるようにしているが、これまでは装置前面が海面より下がり過ぎており（下図）、多量の海水が流入するためにあふれ出しが発生しているものと考えられた。

そこで、装置内からのあふれ出しが無いようにするため、装置前面の下げ高さを適正な高さにする事で対応する。

適正な装置下げ高さは、次年度の産卵時期の前に事前実験を行い設定することとする。

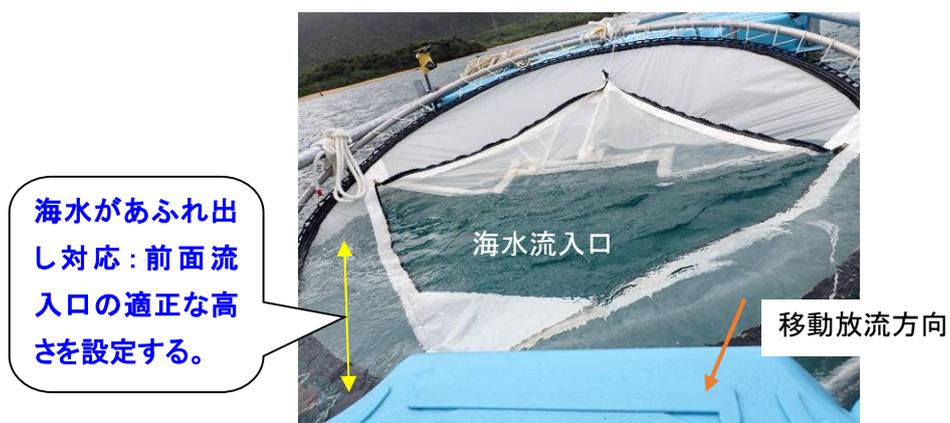


図-IV. 1. 31 移動放流時の幼生あふれ出しのイメージ

7 次年度の目的及び検証項目（案）

次年度は、限られた幼生数を最大限有効に活用すること、事業化された際に漁業者等が効率的に実施可能な方法を確立することに主眼を置き、「連続式移動放流」を中心に試験を実施する。また、断続式移動放流については、幼生（4日令以降）の沈降速度を計測することにより、高精度の放流計画が立案できるようにする。

【これまでの実証試験による確認事項】

①断続移動式放流

- ・ 放流量は、誤差はあるものが可能
- ・ 幼生の着底範囲は、海域の流動に大きく左右されるが、比較的少量の幼生により多くの着底を確認

②連続移動式放流

- ・ 放流量は、放流孔数、曳航速度、流出量との関係が十分に把握できておらず、さらなる検証が必要。
- ・ 幼生の着底は、断続式移動放流に比べて着底率は低い。移動に伴うリスク（外力による装置の損傷等）も存在する。

【次年度の実証試験方針】

①断続移動式放流

- 放流量の誤差を極力小さくするため、幼生（4日令以降）の沈降速度を計測（室内計測）
- 着底範囲は、規模（幼生放流範囲）の拡大により、影響は小さくなると考えられる

②連続移動式放流

- 放流量をコントロールするための放流方法の確立が必須
- 断続式移動放流に比べて広範囲に放流するため、多数の幼生が必要と考えられ、次年度以降の幼生数増加により検証

8 次年度のアプローチ方法（案）

次年度のアプローチ方法は以下に示すとおりである。

(1) 幼生確保可能量

既往実績より、崎枝湾産、浦底湾産併せて2,000万個体以上を確保する計画とする。

(2) 実証試験海域

崎枝湾、浦底湾共に、昨年度より天然サンゴの産卵加入が多く、試験海域として適さないものの、他の地域では幼生確保が困難である。したがって、最も要請を確保しやすい浦底湾で実施する。



図-IV. 1. 32 実証試験海域

(3) 実証試験規模、概要

試験規模は、連続移動放流にて 1ha 実証試験を行うことを前提に、事業化された際に最も可能性のある放流箇所を想定し、試験箇所を選定した（図-IV.1.32 参照）。

(4) R4 年度実証試験箇所と基盤設置箇所

試験箇所及び基盤設置箇所を図-IV. 1. 33 に示す。

試験箇所は、リーフエッジ（勾配 30～45°）、水深 5～10m 程度、底質は岩盤とサンゴ砂礫環境にあり、延長 500m×幅 20m=1ha を確保する。流速は水深 10m で平均 1.1cm/s、最大 7.7cm/s、水深 5m で平均 1.6cm/s、最大 6.3cm/s となっている（R2 年度観測結果による）。

なお、基盤設置箇所は、水深 6.1（平型）～8.7m（凸凹型）の平坦地となっている。

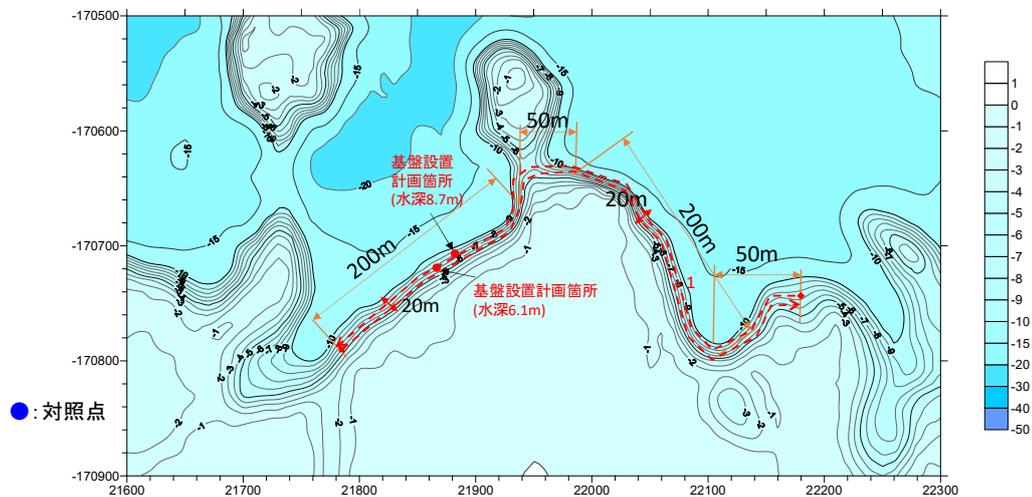


図-IV. 1. 33 R4 年度実証試験箇所と基盤設置箇所



①放流試験区：平型基盤設置計画箇所



②放流試験区：凸凹型基盤設置計画箇所



③放流試験区

(5) 連続移動式放流の試験概要

連続移動式放流は、500m×20m の範囲を1往復でカバーするよう測線を配置し、全域に放流を行う。放流高さは、1m の範囲内で放流を行う。幼生の放流数確認は、250m、500m、750m、1,000m の4箇所で行う。

モニタリングは、図-IV.1.34 に示す通り、移動放流経路方法に20m 間隔、直交方向に5m 間隔で着床具を配置し、放流3日後に回収、計測を行う。

表-IV.1.18 連続移動式放流試験概

| | | |
|-------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 幼生放流量 | 2,000万個体/回 | |
| 連続移動距離 | 1,000m (500mの往復) | |
| 区間別放流量 【幼生着底数】 | 0~250m区間 (放流口数:2口) | 約250万個体 【200個体/m ² 】 |
| | 250~500m区間 (放流口数:2口) | 約190万個体 【150個体/m ² 】 |
| | 500~750m区間 (放流口数:3口) | 約230万個体 【186個体/m ² 】 |
| | 750~1,000m区間 (放流口数:4口) | 約160万個体 【132個体/m ² 】 |

注) 幼生放流量2,000万と仮定して試算

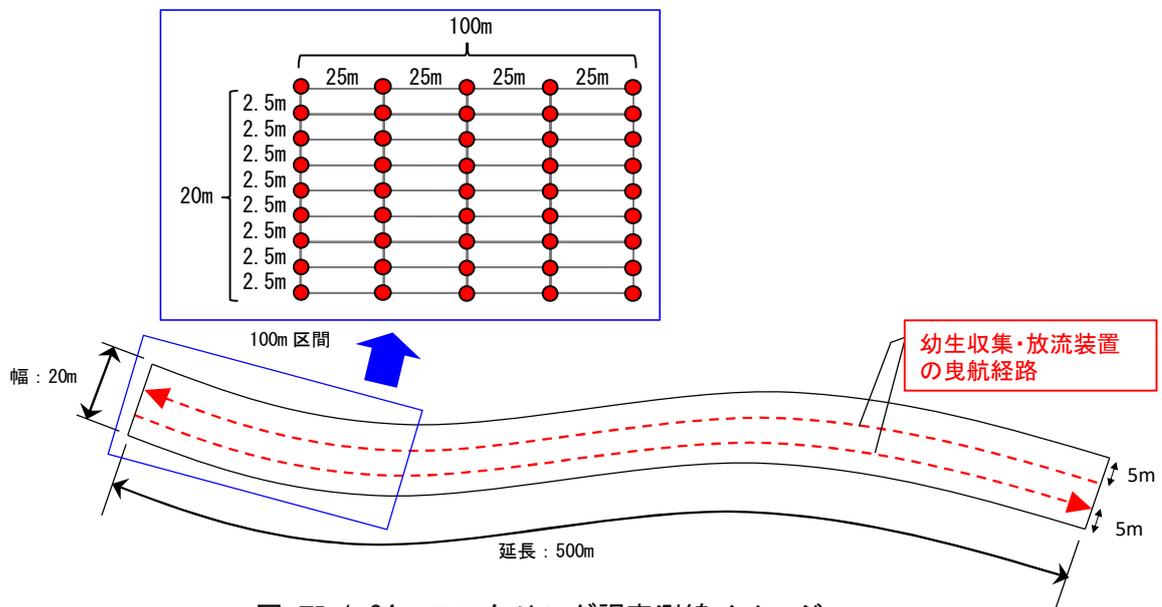


図-IV.1.34 モニタリング調査測線イメージ

(6) 幼生沈降速度試験（室内試験）

今年度調査により、幼生の沈降速度について計画値と差異が認められたため、産卵 4 日目に室内で水槽に幼生を放流し、

①時間当たりの放流割合の確認

②放流後の幼生沈降状況のビデオ撮影を行い映像解析により速度を計測

の 2 つの方法で沈降速度の計測を実施する。計測イメージを以下に示す。

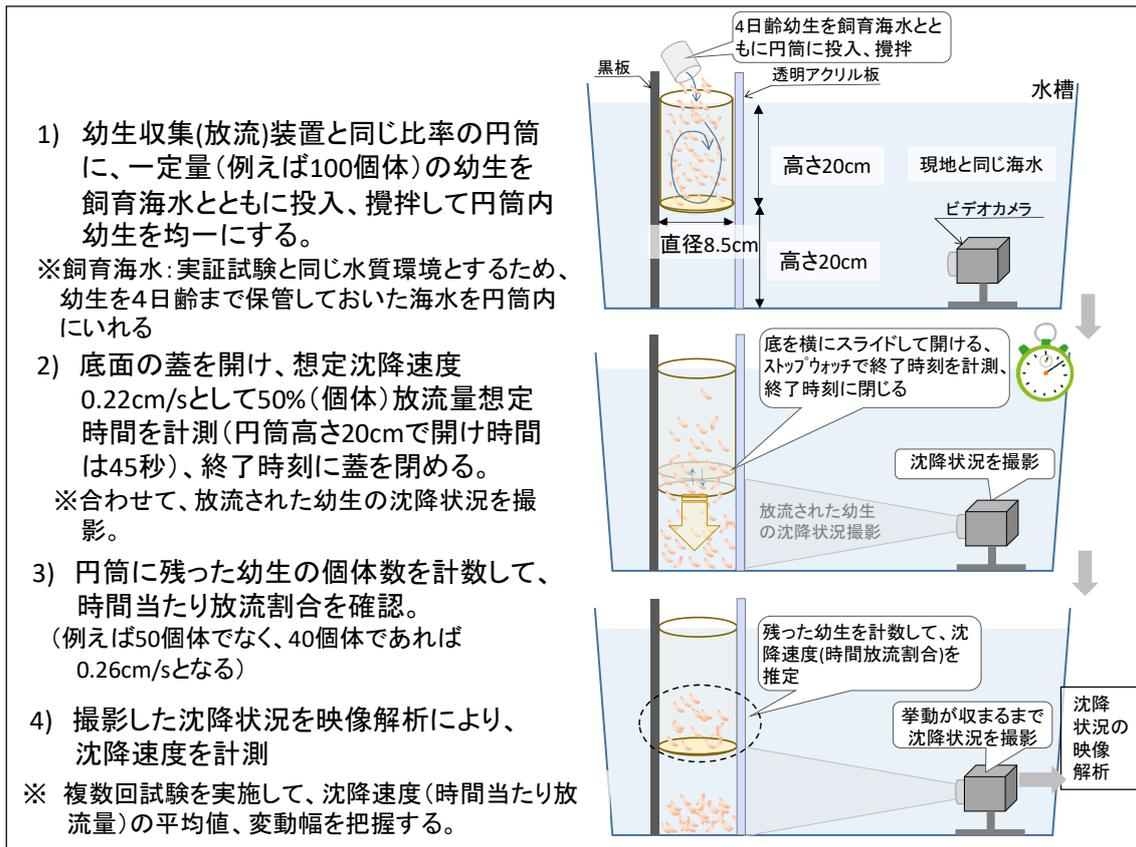


図-IV. 1. 35 幼生沈降速度試験（室内試験）

9 次年度のスケジュール（案）

次年度スケジュールは以下に示すとおりであり、産卵時期を5月中旬と想定して計画している。

4月上旬:①着底確認用の着床具、育成基盤の着床基盤の浸漬

:②種苗生産親サンゴ(架台)の実験箇所への移動

:③親サンゴの成熟確認調査、着床・育成基盤の設置工事、流速計設置

:④幼生収集装置、着床具の設置

5月中旬:⑤親サンゴ産卵予定⇒幼生収集

(産卵から4日後以降):⑥幼生放流試験

⇒放流3日後に着底量の計数

注)想定される産卵時期
・5月中旬

6月～10月:放流試験結果のとりまとめ、検証・考察

12月:着床・育成基盤の稚サンゴ生残、生育状況の確認

11月～R4年1月:R4年度(沖ノ鳥島海域)の放流実験計画検討