

## IV-1. サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証

## 目 次

IV-1-1. サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証	IV-1-1-1
1. 幼生放流実証	IV-1-1-1
1.1. はじめに	IV-1-1-1
1.2. 技術開発手法	IV-1-1-1
1.3. 実証試験結果	IV-1-1-3
1.4. 結果の考察と今後の課題・対応策	IV-1-1-8
1.5. 令和7年度 沖ノ鳥島幼生放流実証試験の計画	IV-1-1-10
2. 沖ノ鳥島海域に適した幼生収集装置の開発	
2.1. はじめに	IV-1-2-1
2.2. 沖ノ鳥島での幼生収集装置の設置・撤去	IV-1-2-2
2.3. 船上での幼生収集・保持	IV-1-2-8
2.4 令和7年度の計画案	IV-1-2-15
3. 沖ノ鳥島での実証に必要となるサンゴの飼育	
3.1 はじめに	IV-1-3-1
3.2 稚サンゴ飼育	IV-1-3-1
(1) 対象種	IV-1-3-1
(2) 飼育施設	IV-1-3-1
(3) 飼育方法	IV-1-3-2
3.3 稚サンゴ飼育結果	IV-1-3-3
4. 親サンゴの沖ノ鳥島への長距離輸送	IV-1-4-1
4.1. 輸送船上への水槽配置	IV-1-4-2
4.2. 親サンゴの輸送船への導入	IV-1-4-4
4.3. 船上輸送中の親サンゴの生育状態	IV-1-4-5
4.4. 沖ノ鳥島礁池内への輸送	IV-1-4-13

## 1. 幼生放流実証

### 1.1. 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。

令和6年度の実証試験は、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。

### 1.2. 技術開発手法

#### 1.2.1. 実証試験時期

沖ノ鳥島現地調査期間（2024年5月20日～6月5日、回航期間除く）のうち、船上にて産卵が確認された日（5月26日～29日）の6日～8日後の2024年6月3日に実施した。

#### 1.2.2. 実証試験場所

過年度シミュレーションで求められた幼生が礁内にとどまる可能性が高い礁内中央部の候補地（No.3）周辺で実施した。（図-IV.1.1.1）。

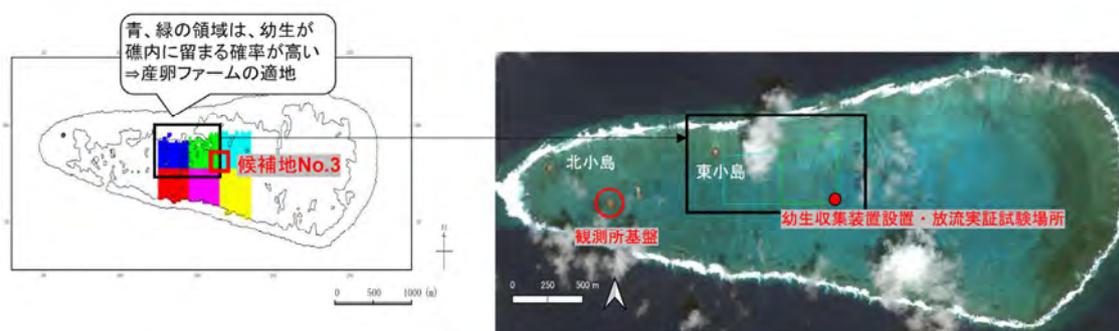


図-IV.1.1.1 実証試験場所

### 1.2.3. 実証試験・検証内容

沖ノ鳥島における幼生収集・放流の検証項目と内容は表-IV.1.1.1のとおりである。

表-IV.1.1.1 沖ノ鳥島における幼生放流試験検証項目

検証項目	検証内容	試験方法
1) 収集装置設置・撤去の作業性、耐久性の確認	・ 沖ノ鳥島用の収集装置を展開し作業性、耐久性の確認を行う。	収集装置の設置・撤去及び設置期間中の破損状況を確認 (現地試験)
2) 幼生の収集	・ 船上で幼生を収集できるか。	船上にて親サンゴの飼育、産卵を確認し、バンドルを収集
3) 幼生の保持	・ 船上飼育にて幼生を放流試験まで保持できるか。	船上水槽での飼育 (幼生数の計測で確認)
4) 幼生の放流・拡散	・ 産卵後に着底能力を有し、幼生放流できるか、拡散するか。	幼生放流試験、流況観測
	・ グレーチングに着床した幼生が成長するか。	幼生放流試験、令和7年度観察
5) 幼生収集（放流）装置の移動時の耐久性	・ これまで度々生じていた、装置曳航時の装置破損に対し、新たに改良した装置で移動時に破損しないか。	幼生放流後に改良した装置を曳航して破損しないかを確認 (現地試験)

### 1.3. 実証試験結果

#### 1.3.1. 実証試験スケジュール

令和6年度の幼生放流実証試験のスケジュールを表-IV.1.1.2に示す。

表-IV.1.1.2 実証試験スケジュール

実施日	実施内容	結果概要
5月20日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 礁内へ親サンゴ搬入</li> <li>・ 収集装置固定用アンカーの取り付け位置確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 親サンゴ150群体を収集装置設置場所近くに仮固定した。(後日コンクリート礁内に固定)</li> <li>・ 収集装置設置位置を確認し、周辺のアンカー固定可能場所を確認した。</li> </ul>
5月21日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固定用アンカー設置</li> <li>・ 鋼製基盤搬入、固定</li> <li>・ 親サンゴの一部を船上へ移動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集装置資材搬入予定であったが、以降の気象状況を鑑み中止とした。</li> <li>・ 収集装置固定用アンカーと鋼製基盤を収集装置設置位置に固定した。</li> <li>・ 気象状況を鑑み、親サンゴ24群体の船上飼育を開始した。</li> </ul>
5月22日	荒天待機	—
5月23日	・ モニタリング作業	・ 以降の気象状況を鑑み、モニタリング作業を前倒しで実施した。
5月24日	・ モニタリング作業	
5月25日～31日	荒天待機	・ 5月26日～29日にかけて、船上飼育中の親サンゴの産卵が確認された。沖ノ鳥島に固定した親サンゴも産卵していると考えられたため、放流試験のために、船上で産卵された幼生を船上飼育した。
6月1日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集装置資材搬入</li> <li>・ 収集装置組み立て</li> </ul>	・ 3班体制で収集装置の搬入、組み立てを実施した。
6月2日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 簡易基盤組み立て</li> <li>・ 着床具設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 残り作業日数を鑑み、過年度に固定した鋼製基盤の収集装置設置場所への移設は行わず、今年度搬入した鋼製基盤の周りに簡易基盤(単管パイプ製)を設置した。</li> <li>・ 飼育中の幼生数を鑑み、着床具の配置規模を半分として設置した。</li> </ul>
6月3日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放流試験</li> <li>・ 収集装置移動試験</li> <li>・ 収集装置撤去</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 船上飼育した幼生(産卵後8～11日経過)の放流試験を実施した。</li> <li>・ 飼育中の幼生数を鑑み、放流高さを20cmとして試験を行った。</li> <li>・ 収集装置を固定した船より人力で曳くことにより100m移動した。装置の変形は見られなかった。</li> <li>・ 収集装置の撤去を3班体制で実施した。</li> </ul>
6月4日	荒天待機	—
6月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鋼製基盤移設</li> <li>・ 着床具回収</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本年度搬入した鋼製基盤を、過年度搬入した基盤の固定場所に移設した。また、放流試験で設置したグレーチングを鋼製基盤に固定した。</li> <li>・ 着床具の回収を4班体制で行った。</li> </ul>

### 1.3.2. 幼生放流試験

#### (1) 幼生放流試験区の設置

- ・当初計画では 180 群体の親サンゴから 400 万個体の幼生を放流する予定であったため、60m×60m の範囲に 81 個の角筒型着床具を配置する計画であった。
- ・船内飼育により確保された幼生は、産卵後 3～5 日齢（5 月 31 日時点）では 18 万個体（放流時：6 万個体）であったため、試験区を 30m×30m に変更し、設置する着床具の数は変えずに、着床具間の距離を半分とした配置に変更した（図-IV.1.1.2）。
- ・幼生放流箇所は、幼生収集装置の設置地点の直上とした。

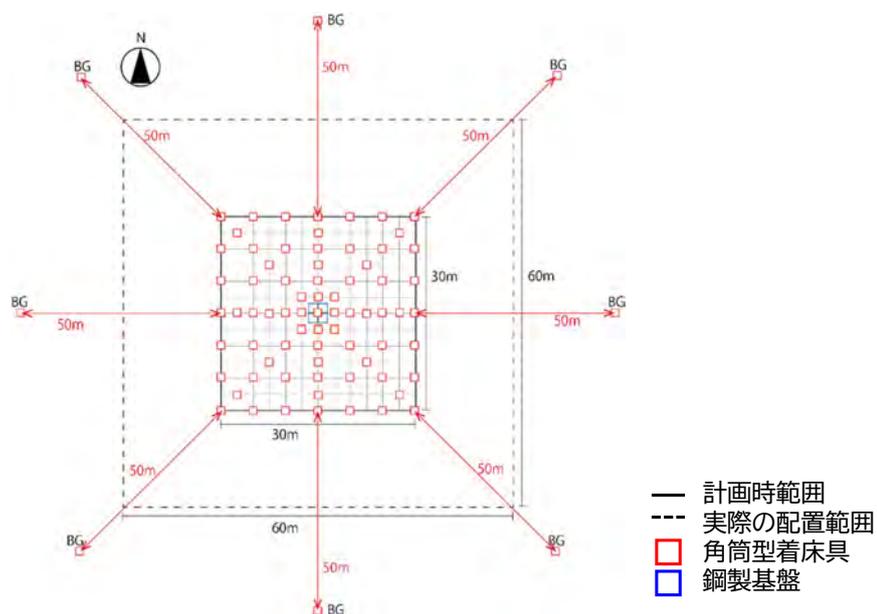


図-IV.1.1.2 放流試験区着床具の配置（直径 30m 円）

## (2) 幼生放流

- ・放流日：6月3日10時35分
- ・幼生放流量：約6万個体（計画時：400万個体）
- ・放流高さ：0.2m（計画時：0.5m）
- ・放流時間：すべての幼生が沈降できるよう、余裕を見て90分間静置
- ・当初計画では放流地点中心部に、過年度固定した鋼製基盤を移設し、今年度運搬した鋼製基盤と合わせて4セット（16基）を設置する予定であったが、工程短縮のため、過年度設置分の移設は行わず、今年度運搬したグレーチングに単管パイプを組んだ簡易基盤を設置し、放流を行った（図-IV.1.1.3）。



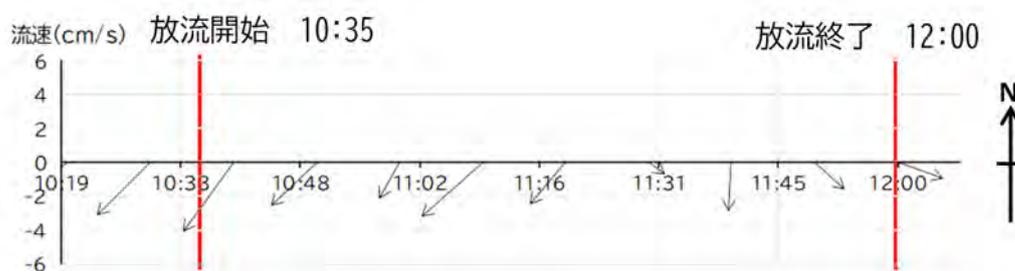
簡易基盤の設置状況

放流時の状況

図IV-1.1.3 幼生放流状況

### (3) 幼生着底結果

- ・放流翌々日の6月5日に着床具の回収を行い、着底数を確認した結果、放流地点から南方向距離12.5mの1箇所に1個体の着底を確認した。しかし、その後のDNA分析結果より、この個体はウスエダミドリイシではないことが確認された。
- ・放流～着床具回収までの流況観測結果は、放流開始から終了までは南西から南東の向きで流速は1.3～5.2cm/sec程度の流れであった。
- ・沈降量速度を過年度の試験結果から0.24cm/secとすると、放流高さ0.2mを沈降する時間は約83secであり、上記流況下においては一度着底するまでの間に約1.1～4.3m範囲に拡散すると考えられる。



図IV-1.1.4 放流時の流向・流速（ベクトル）経時変化

### 1.3.3. 断続放流のための装置耐久試験

- ・ 幼生放流後、装置を調査船で 100m 程度曳航し、装置が破損しないかどうか、確認を行った。
- ・ 耐久性の確認方法は、曳航と同時にダイバーが装置と並行して装置の各部の写真撮影を行い、装置への圧力のかかり具合（膨らみや変形具合、裂けそうな部分）や装置周辺を固定している部材と生地との接触、裂傷の可能性や有無を確認して検証した。
- ・ 曳航試験の結果、風の影響を受けず曳航可能な 0.5 ノットから 1 ノット以下で曳航すると、装置は損傷等の可能性もなく安全に曳航できた。

表-IV.1.1.3 装置の曳航試験の条件

項目	条件内容	備考
曳航距離	約 100m（直線で曳航）	半径 40m の放流試験区 2 箇所を中心を移動させるものとして 100m 程度移動とした
曳航速度	平均速度 0.9 ノット	距離 100m(0.1km) ÷ 曳航時間 4 分(0.06 時間) = 時速 1.6km = 0.9 ノット
曳航方法	調査員 2 名によるけん引	調査船を移動箇所に固定し、収集装置を調査員 2 名により引っ張った。



図IV-1.1.5 収集装置曳航状況

#### 1.4. 結果の考察と今後の課題・対応策

##### 1.4.1. 幼生の放流・拡散（放流後の着底率）について

- ・今年度の放流試験による幼生の着底は少なく幼生の着床・拡散状況が確認できなかった。幼生の放流までの生存率を向上する必要がある。生存率の向上方法については、「2. 沖ノ鳥島海域に適した幼生収集装置の開発」の令和7年度の計画案に記載した。
- ・参考に、平成30年度～令和6年度における放流試験の概要を下表に示す。

表-IV.1.1.4（参考）これまでの放流試験結果の概要

年度	放流方法	幼生放流量 (親サンゴ群体数)	放流高	放流試験計画 規模、試験場所	着底率 (幼生着底量)	放流幼生に関して発生した イベント等
平成30年	固定式放流	約350万個体 (約20群体)	1m	10m×10m (0.01ha) 崎枝湾	8.5% (約30万個体)	特になし
令和元年	固定式放流	約200万個体 (約20群体)	3m	直径60m円 (約0.3ha) 崎枝湾	2.0% (約4万個体)	放流前に装置内の幼生の攪拌を行わなかったため、幼生が塊状になっていた
		約19万個体 (研究所水槽より幼生確保)		直径60m (約0.3ha) 浦底湾	3.7% (約0.7万個体)	小型の収集装置内で幼生が減少
令和2年	断続移動式放流	約960万個体 (134群体)	1.3～1.5m	直径40m×2 (0.25ha) 浦底湾	11.5% (約110万個体)	特になし
	連続移動放流	約1,000万個体 (243群体)	0.25m	10m×200m (0.2ha) 浦底湾	5.9% (約59万個体)	特になし
令和3年	断続移動式放流	約270万個体 (335群体)	1.2～2.1m	42m×120m (0.5ha) 浦底湾	18.9% (約48.5万個体)	特になし
	連続移動放流	約14万個体 (203群体)	0.25m	50m×100m (0.5ha) 浦底湾	0.5% (653個体)	幼生保持時に大量斃死が発生。
令和4年	連続移動放流	約26万個体 (約60群体産卵分を使用)	1m以内	20m×500m (1.0ha) 浦底湾	3.8% (約1万個体)	放流装置の破損により幼生数が減少
令和5年	固定式放流	約13万個体 (ヤッコミドリイシ)	1.1m	15m×15m (0.022ha) 浦底湾	着底が局所的で少ないため、未評価	幼生保持時に大量斃死が発生。
令和6年	固定式放流	約6万個体	0.2m	30m×30m (0.09ha) 沖ノ鳥島	0%	船上産卵・飼育により幼生の確保数が少ない

上表より、幼生放流量が 20 万個程度以下のとき着底率が低い傾向があり、270 万個以上放流した場合は着底率が高くなっている。

これは、放流する幼生が少ないと、着底を確認するための角筒型着床具に、浮遊する幼生が着底する確率が小さくなり、幼生の着底を確認しづらくなっているためであり、数百万個体の単位で放流した場合と比べて着底率が過小評価となっている可能性があり、少ない幼生数での放流の効果を評価する上での課題である。

従って、次年度以降は着底率だけによる評価ではなく、幼生の保持状況や、幼生放流量、放流時の海象条件など、他の要素も含めて、幼生放流実証の成果の評価を検討、整理する必要がある。

#### 1.4.2. 断続式移動放流に向けた曳航時の耐久性について

- ・ 沖ノ鳥島用の幼生収集放流装置は、調査船とロープで固定し 1 ノット以下（舵が効く程度のゆっくりとした速度）で曳航すれば、枠組みや装置の生地が破損することなく問題なく曳航できることが確認できた。

## 1.5. 令和7年度 沖ノ鳥島幼生放流実証試験の計画

本技術開発事業（第3フェーズ）の年度計画により、令和7年度は沖ノ鳥島において幼生拡散放流技術の実証試験を実施する。

ここでは、沖縄沿岸海域における幼生放流実証試験結果の知見及び、過年度の沖ノ鳥島ハビタットマップ(サンゴ生息条件)、シミュレーションによる幼生拡散予測結果に基づき、実施計画を立案する。

### 1.5.1. 次年度スケジュール案

令和7年度の沖ノ鳥島のサンゴ産卵時期を踏まえた、幼生放流実証試験のスケジュールを以下に示す。

沖ノ鳥島のサンゴの産卵時期は5月中旬と予測され、5月下旬に放流失験を実施する計画とする。

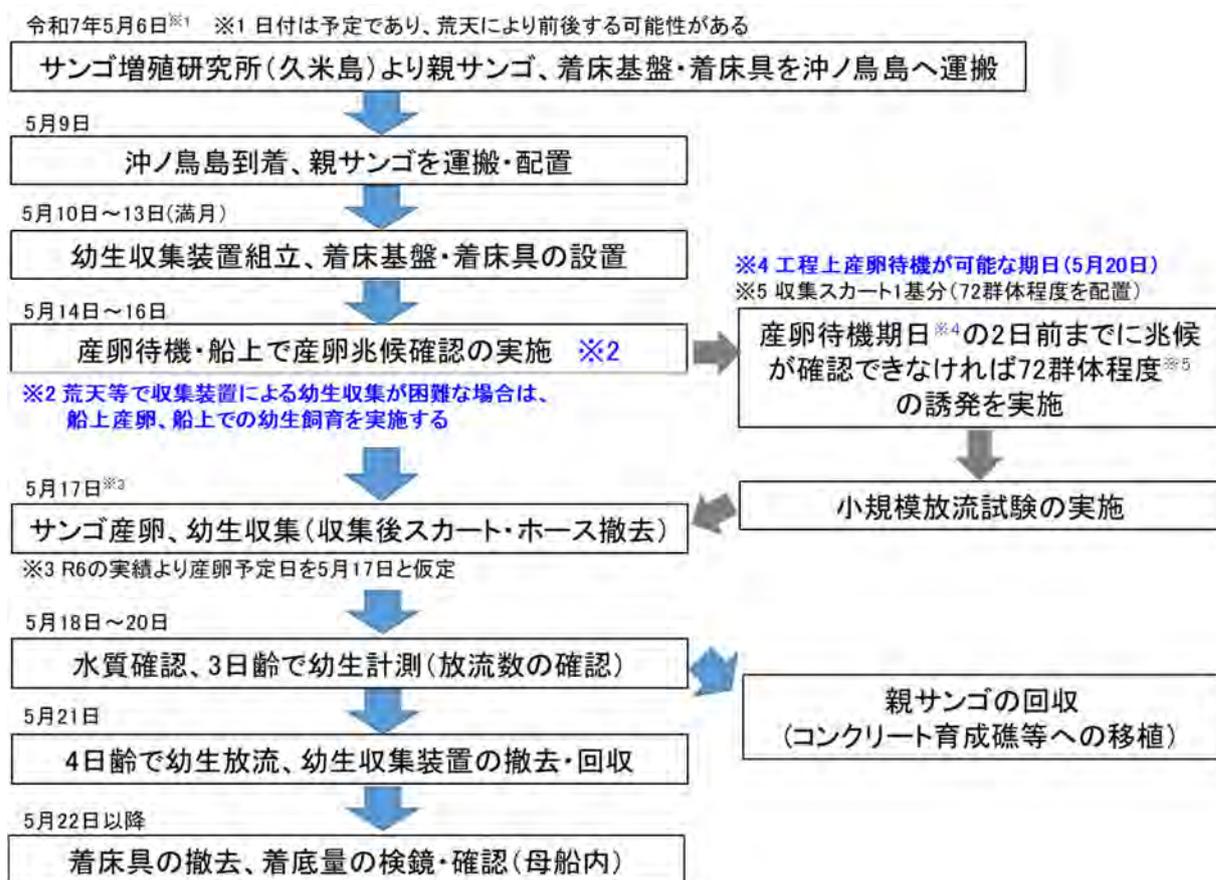


図-IV.1.1.6 令和7年度幼生放流実証試験のスケジュール

### 1.5.2. 放流実証試験 現地調査行程

R7年度の計画幼生数は約650万個体とする。事業目標である100個体/m<sup>2</sup>を目指し、着床具に幼生のうち10%が着生すると仮定すると、試験区規模は0.5～0.65haとなる。

$$650 \text{ 万個体} \times 10\% \div 100 = 6500 \text{ m}^2$$

試験規模が大きいため、0.28ha程度の試験区2か所（合計0.56ha）に対して断続移動放流を実施する。ただし、放流に用いる幼生数に応じて、以下の条件で放流方法を変更する。

- I) 放流個体数が280万個体<sup>\*</sup>以上の場合は試験区2か所に対して断続移動放流を行う。
- II) 280万個体未満であった場合は、断続式放流は行わず、試験区1か所に対して固定式放流を行う。

※事業目標100個体/m<sup>2</sup>、着底率10%として算出

$$0.28 \text{ ha} \times 100 \div 10\% = 280 \text{ 万個体}$$

### 1.5.3. 放流実証試験場所

令和7年度の試験箇所を下図に示す。令和6年度と同様に、礁内中央部の候補地 No. 3 とする。

候補地の水深は D.L. -4.2m~-4.6m とおおむね平坦な地形である。

サンゴ産卵期の予測計算では、平均流速は 15cm/sec 程度、最大流速は 70cm/sec 程度と沖縄沿岸海域の内湾の流速よりも速いことに留意する必要がある。

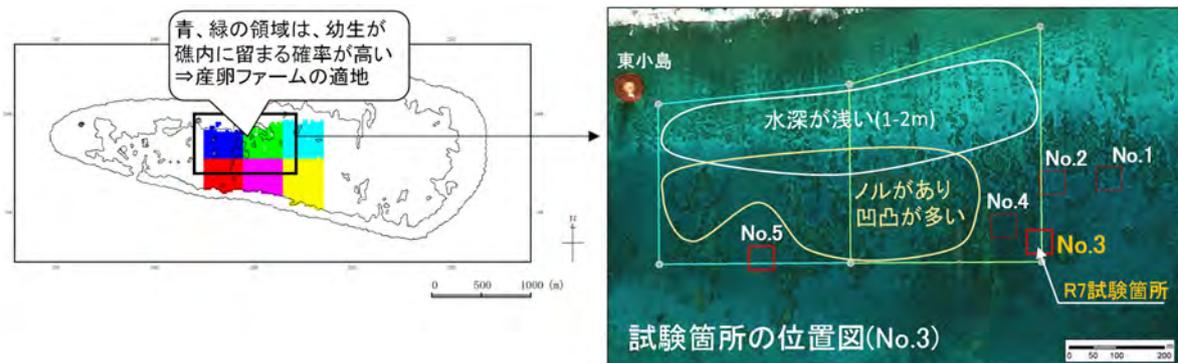


図-IV.1.1.7 令和7年度幼生放流実証試験箇所の位置図

#### 1.5.4. 放流タイプ及び放流高さ

試験区 2 か所に対して放流をする場合は、断続式移動放流で行う。放流幼生数が少なく、試験区 1 か所で放流を行う場合は、固定式放流を行う。

放流高さは、沖ノ鳥島は沖縄海域より流れが速く、幼生拡散シミュレーション結果より、1m では拡散が大きくなるため 0.5m 程度とする。

放流高さ 1m では放流点から 50m 以上遠くへ拡散してしまう可能性がある。

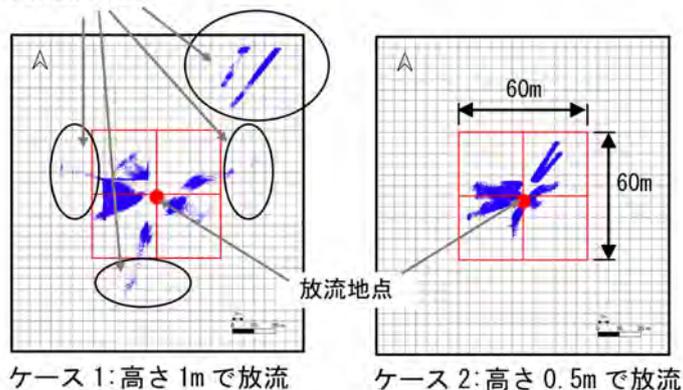


図-IV. 1. 1. 8 放流高さの違いによる幼生拡散予測範囲

(過去 20 年間の産卵 4 日後の流れを用いて予測：沈降速度は 0.2cm/sec)

幼生収集時の地形条件から、装置の高さは 2m であるが、放流時は逆に放流高さが 3m 程度と高くなるため、放流時に 0.5m 程度にするため、下図に示す通り、約 2.5m のスカートを着用して放流する。

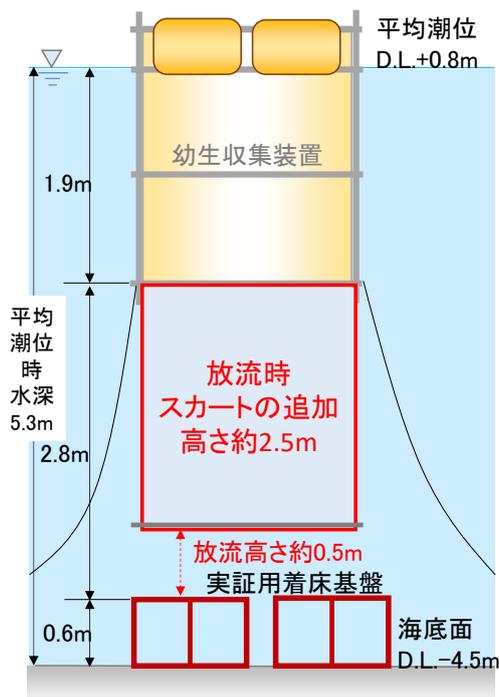


図-IV. 1. 1. 9 放流時における装置等のイメージ図

### 1.5.5. 試験区の配置計画

断続式移動放流を 0.28ha の試験区 2 か所について行う。試験区 1 には簡易基盤（1m×1m，4 基）を中央部に設置する。簡易基盤には 16 枚のグレーチングを設置する。

着床具は放流中心から 16 方位に 5m 間隔で 30m まで配置する。（総着床具数：89 個/試験区）

天然の幼生加入把握のため、対照地点（BG）を各試験区の 8 方向に配置する（中心から 50m 地点）。

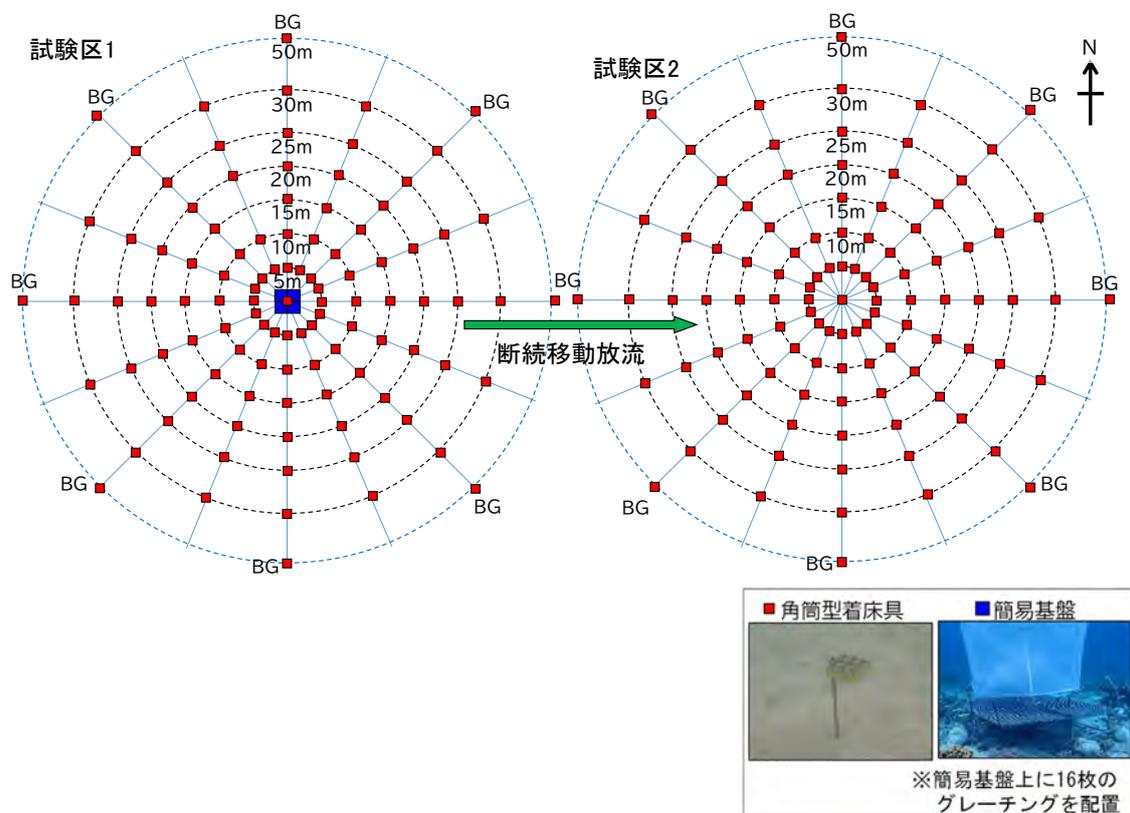


図-IV.1.1.10 放流試験区の着床具及び基盤、対照地点の配置計画図イメージ

### 1.5.6. 放流試験後の結果の整理、実証試験結果の検証

幼生放流試験終了後は、現地における放流方法、放流高さ、着底量についての検証を行い、課題と対応方針を検討する。

## 2. 沖ノ鳥島海域に適した幼生収集装置の開発

### 2.1. はじめに

サンゴ幼生が着底能力をもつまでの著しい自然減耗を低減し、90%以上の高い生残率で保持できる技術として、「幼生収集装置」を平成29年度までの前事業で開発した。その後、平成30年度から令和3年度まで1,000万単位の幼生を収集するために、サンゴ幼生を大量かつ効率的に収集する装置の高度化を行った。令和4年度から令和5年度にかけて沖ノ鳥島での運用を見据え、沖ノ鳥島海域に適した耐久性のある装置の開発及び沖ノ鳥島海域のシミュレーション結果を元に耐久性計算を実施した。

令和6年度は沖ノ鳥島へ渡航したものの荒天により船上での幼生収集となった。天候回復後、幼生放流実証のため幼生収集装置の一部を設置し、設置から撤去までの作業性や耐久性を確認した。

#### 2.1.1. 令和6年度の作業実施内容

沖ノ鳥島現地作業の実施内容を表-IV.1.2.1に示す。

表-IV.1.2.1 現地作業の実施内容

実施日 (令和6年)	実施内容 (概略)
5月20日	・ 沖ノ鳥島礁内へ親サンゴ150群体を搬入 ・ 幼生収集装置固定用アンカーの取り付け位置を確認
5月21日	・ 固定用アンカー設置 ・ 気象状況を鑑み、親サンゴ24群体を船上へ移動。飼育開始。
5月22日	荒天待機
5月23日～24日	・ 気象状況を鑑み、モニタリング作業(IV-4章)を前倒しで実施
5月25日～31日	荒天待機 ・ 5月26日～29日かけて船上飼育中の親サンゴが産卵 ・ 幼生を船上にて飼育
6月1日	・ 幼生収集装置の資材搬入 ・ 幼生収集装置の組み立て、設置
6月2日	・ 船上飼育幼生を幼生収集装置装置に投入
6月3日	・ 幼生収集装置の撤去

## 2.2. 沖ノ鳥島での幼生収集装置の設置・撤去

### 2.2.1. 幼生収集装置の概要

令和4年度に開発した沖ノ鳥島用の装置を図-IV.1.2.1に示す。沖ノ鳥島での設置海域の水深に合わせて、高さ2.4m、直径2.2mのバンドル収容部（円筒形）を軸に、バンドルを収集するための収集ホース、収集スカートから構成されている。また、風浪によるねじれや装置上部への幼生の付着・絡まりによる斃死を防止するため、パイプ枠と耐波膜を設置している。バンドル収容部及びパイプ枠、耐波膜の浮体部分を「浮体部」、収集ホース、収集スカートの部分を「スカート部」とする。

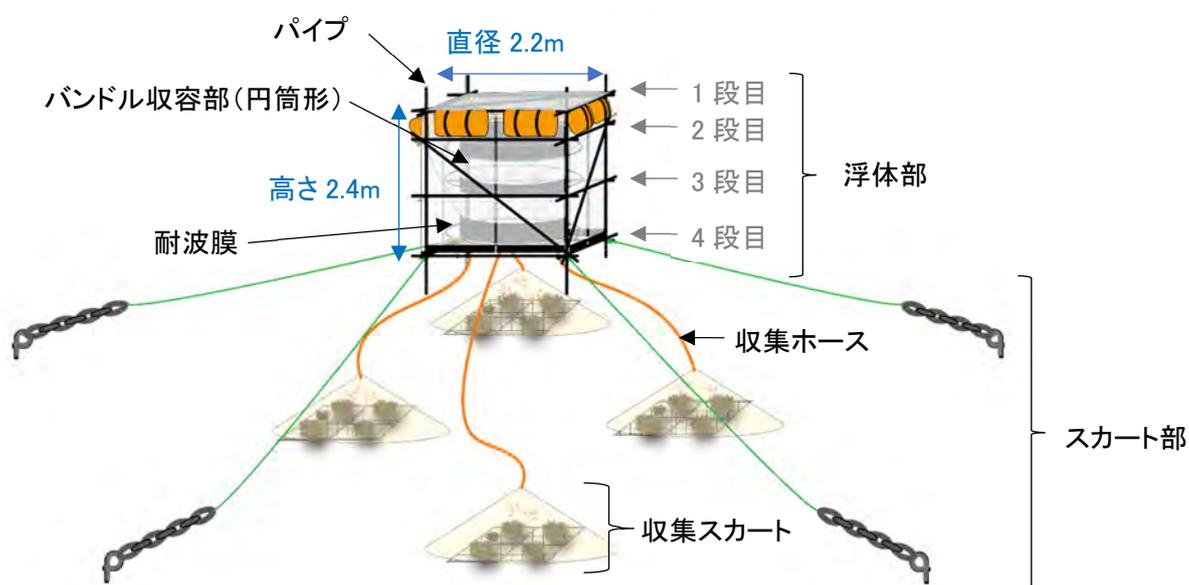


図-IV.1.2.1 沖ノ鳥島用幼生収集装置のイメージ

## 2.2.2. 作業性確認

沖ノ鳥島での幼生収集装置の設置・撤去の作業計画と実績を表-IV.1.2.2 に、作業状況を図-IV.1.2.2 に示す。当初計画では、現地滞在 1 日目より幼生収集装置（以下、装置）の設置に係る作業を実施予定であり、位置確認から設置までに 4 日間、撤去に 2 日間の計 6 日間を見込んでいた。人員は令和 5 年度の実績を踏襲し、各工程で必要人数を配置した。

### <装置設置>

現地滞在 2・3 日目に装置の設置位置を確認し、固定用アンカーを設置した。その後、予報にて荒天が確認された（図-IV.1.2.3 参考）ため、装置による幼生収集が厳しいと判断し設置日を延期した。荒天が回復した現地滞在 14 日目に、装置の資材運搬及び設置作業（観測基盤・水中での装置組立）を実施した。荒天期間中に船上で幼生を収集したことから、幼生を保持する浮体部のみを設置した。資材量が当初よりも軽減したため、資材運搬と装置設置の作業を同時に実施することできた。浮体部のみを設置であれば、1 日で作業可能なことが確認できた。

### <装置撤去>

幼生放流実証試験後に装置（浮体部）を撤去した。撤去は 1 日で完了し、予定通りであった。

表-IV.1.2.2 幼生収集装置の設置・撤去の作業計画と実績

調査項目	令和6年																	
	5月													6月				
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水
現地滞在	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
装置設置	位置 確認	資材 運搬	設置 ①	設置 ②														
装置撤去																		

■ :計画 ■ :実績



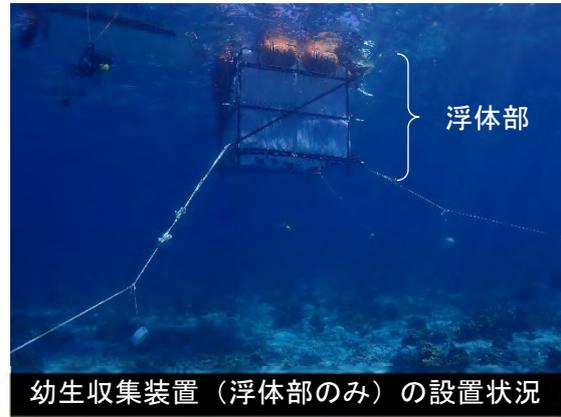
観測基盤での作業状況



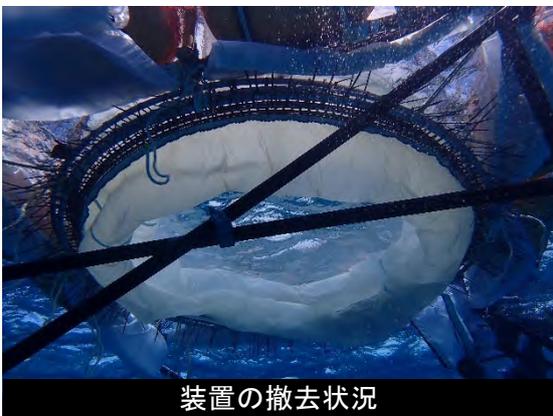
曳航状況



水中での作業状況



幼生収集装置（浮体部のみ）の設置状況



装置の撤去状況



船上への引き上げ状況

図-IV.1.2.2 作業状況（装置の設置から撤去まで）

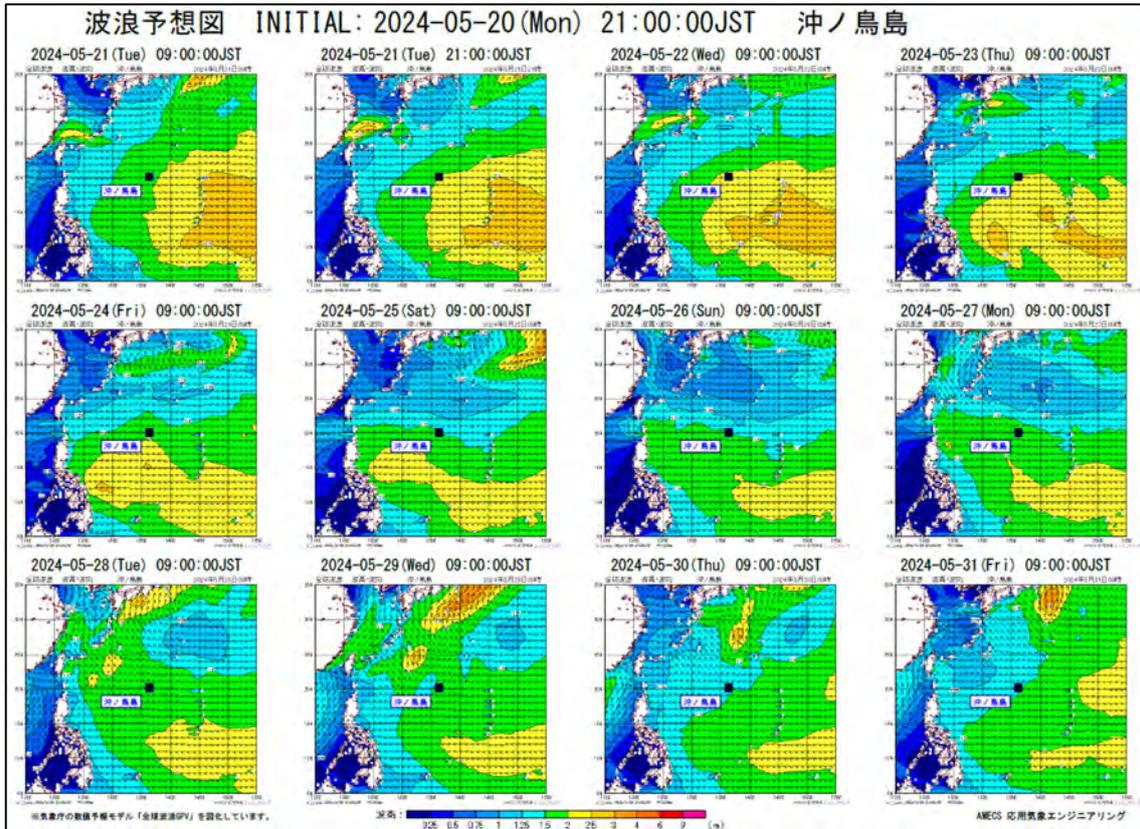


図-IV.1.2.3 参考資料：5月20日時点での沖ノ鳥島近海の波浪予想

## 2.2.3. 耐久性確認

### 2.2.3.1 点検結果

装置設置後の翌日から撤去するまでの計 2 回、装置の点検を実施した。点検の際は、バンドル収容部や耐波膜の破損、パイプ接続部の緩み・外れ等がないかを目視確認した。その結果、破損等は確認されなかった。

### 2.2.3.2 波浪観測による結果

装置の耐久性を確認するべく、波高計及び流速計を設置した。波高計は装置近傍の海底に設置し、流速計は令和 4 年度の設置時に破損が確認された範囲にくるよう海面下から 50cm の位置に取り付けた。設置期間は、装置の設置期間と同じ 6 月 1 日から 6 月 3 日の計 3 日間である。

設置期間中の最大有義波高は 28.3cm、最大流速は 8.6cm/s であった。令和 5 年度に実施した耐久性計算では、有義波高 96.0cm、流速 33.0cm/s の条件で計算している。設置期間中の最大有義波高及び最大流速は計算条件の範囲内であったことから、破損しなかったと考えられる。

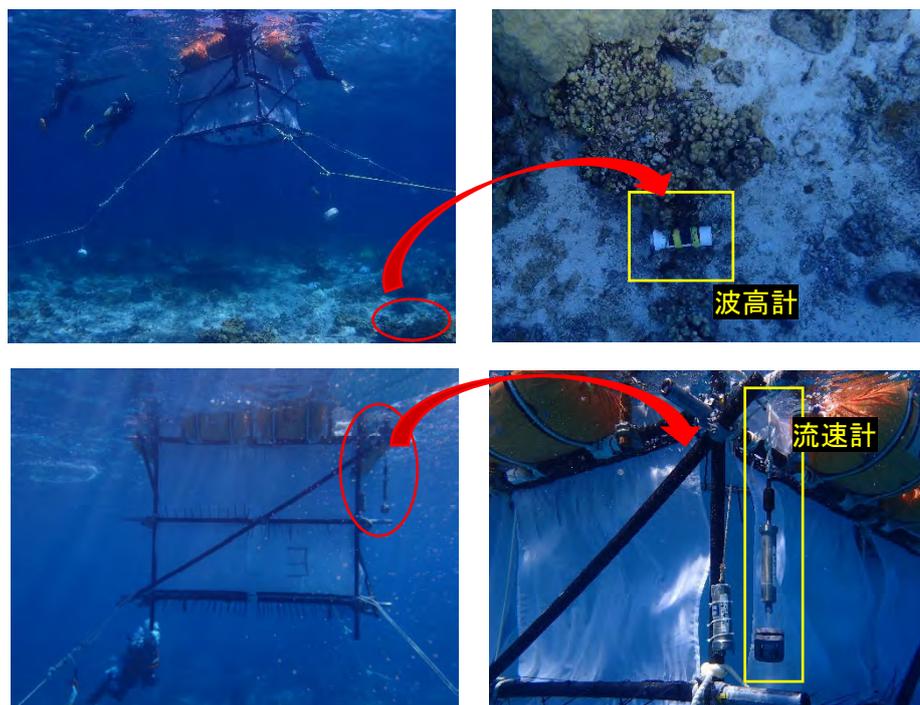


図-IV.1.2.4 波高計・流速計の設置状況

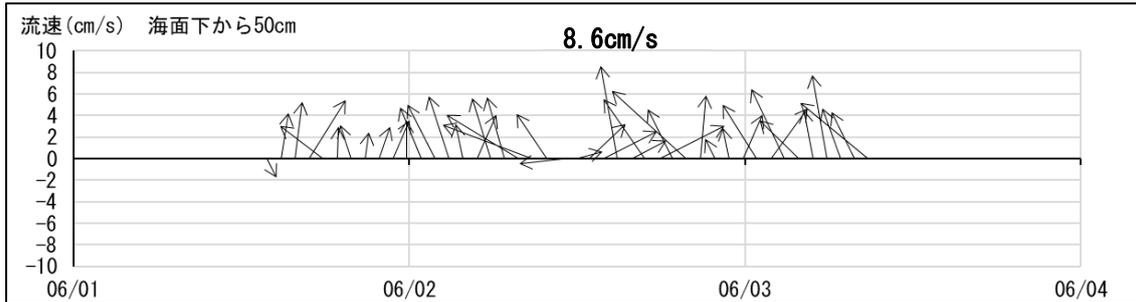
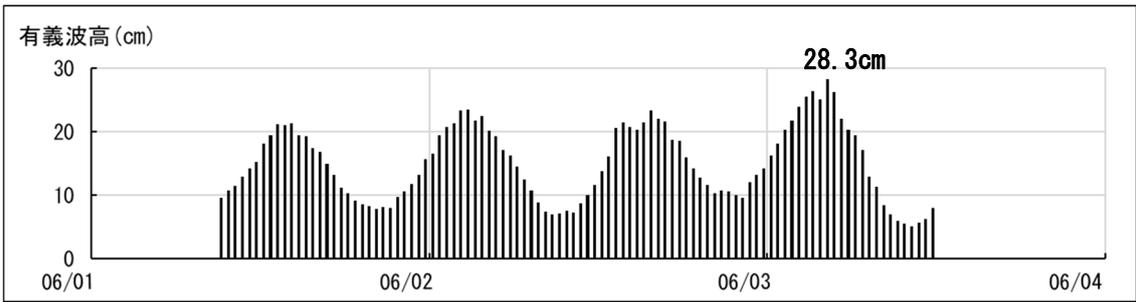


図-IV.1.2.5 装置設置期間中の有義波高、流速（ベクトル）の経時変化

## 2.3. 船上での幼生収集・保持

予報にて荒天が確認された（図-IV.1.2.3 参考）ため、5月29日の産卵予定日までに装置による幼生収集が厳しいと判断した。そのため、5月21日から船上水槽にて久米島から輸送した親サンゴ24群体の飼育を開始し、幼生の確保に努めた。

### 2.3.1. 採卵

ウスエダミドリイシは一般的に満月付近で産卵するため、満月（5月23日）から産卵が確認されなくなる5月30日まで産卵確認を実施した。毎日19時に全ての親サンゴ群体を目視確認し、バンドルセットが確認されたものは水槽内の水質悪化を防ぐため、別水槽へ移してバンドルを収集した。

産卵は、5月26日～5月29日の4日間にかけて確認された。そのうち、産卵量が多く確認された5月26日～5月28日の3日間にて採卵し、5月29日は1群体あたりで1～2割と産卵が少量であったため採卵しなかった。最も多く産卵が確認されたのは、5月27日であり、当初の産卵予定日より2日ほど早い結果となった。

採卵後は、手引き<sup>[1]</sup>に沿って受精作業を実施し、受精後はトスロンバケツにて静置した。採卵作業に目立った課題はなく、令和7年度も船上産卵となった場合は同様の方法で実施する。

[1]改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き（平成31年3月），水産庁漁港漁場整備課

表-IV.1.2.3 船上水槽での産卵実績

日程	項目
5月21日	親サンゴ24群体の船上飼育を開始
5月23日（満月）	産卵確認を開始
5月26日	2群体産卵※、採卵
5月27日	14群体産卵※、採卵
5月28日	9群体産卵※、採卵
5月29日 （当初の産卵予定日）	3群体産卵※ 産卵数が少量のため未採卵
5月30日	産卵確認を終了

※いくつかの群体が数日に分けて産卵したため、総計が24群体より多くなっている



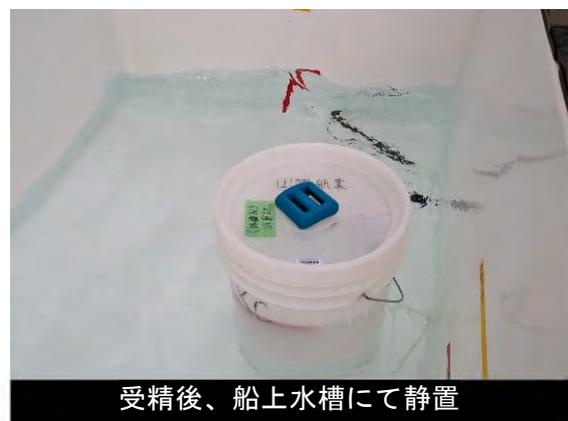
親サンゴの飼育状況



産卵状況



バンドルの収集



受精後、船上水槽にて静置

図-IV.1.2.6 船上でのバンドルの収集状況

## 2.3.2. 幼生の保持

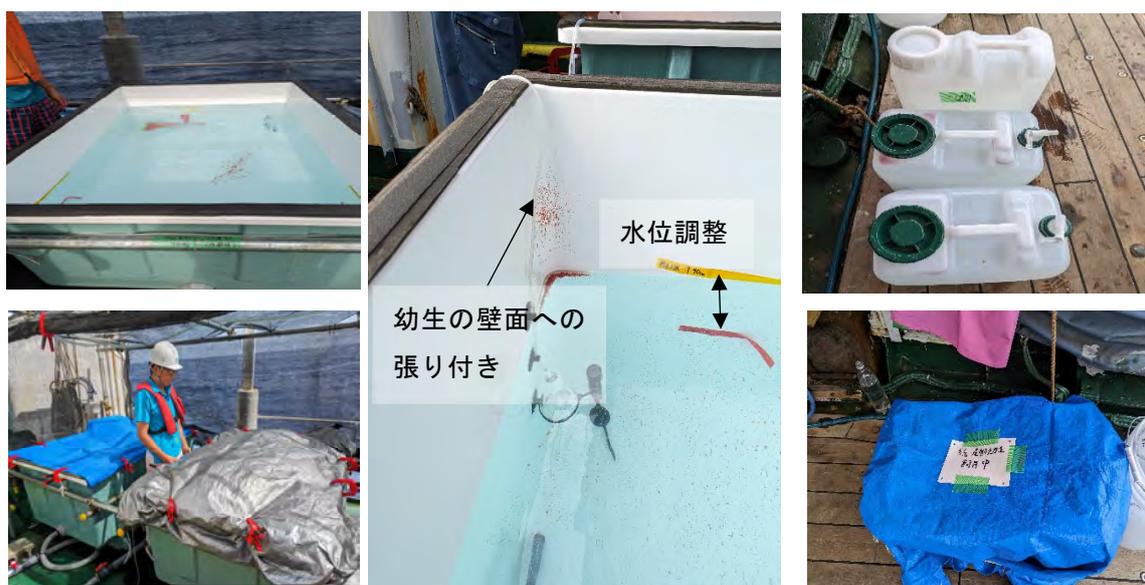
### 2.3.2.1 幼生の飼育方法

採卵翌日に、産卵数量に応じてトスロンバケツから船上水槽やポリタンク等に移動し、幼生を飼育した。

船上水槽での飼育の場合、船舶の揺動が課題であり幼生の流出と水槽壁面への付着による斃死が懸念された。そのため、船上水槽では幼生の流出対策及び水槽壁面へ付着した幼生が揺動により水中へ戻ることを期待し、水槽の水位を調整して飼育を行った。しかしながら、水槽壁面への幼生の張り付きが確認された。

表-IV.1.2.4 各産卵日での飼育容器

産卵日	飼育容器
5月26日	20L ポリタンク
5月27日	船上水槽
5月28日	トスロンバケツ



船上水槽での幼生飼育状況

ポリタンクでの幼生飼育状況

図-IV.1.2.7 各容器（船上水槽、ポリタンク）での飼育状況

飼育海水の交換は1~2回/日実施し、水温や光量、溶存酸素量（DO）に留意して幼生を飼育した。海水は、船舶のエンジンを停止後に2m以深より汲み上げた外洋水を使用し、ビニールシートにより光量を遮断した。水温は5月27日から6月2日まで船上水槽はロガー式水温計にて観測し、ポリタンクは5月29日から5月31日にかけて海水交換前に多

項目水質計で観測した。DOは5月28日から6月2日まで海水交換前に多項目水質計を用いて観測した。

水温は、船舶の移動に伴い変化している様子が確認された。5月27日から5月29日にかけて沖ノ鳥島から那覇への北上及び台風の通過により水温が低下している。5月29日以降は、那覇から沖ノ鳥島へ向けて再出港したため徐々に水温が上昇している。DOは、外洋水で6.0mg/L程度であった。船上水槽では、外洋水と同様6.0mg/Lであり飼育期間を通して概ね一定であった。ポリタンクでは、5月30日は外洋水、船上水槽と同様の数値であったものの、5月31日に6.0mg/Lを下回っていた。ポリタンクの幼生は船上水槽より1日早く産卵しているため、DOの消費は活動によるものと推察する。

令和5年度に課題となった、DOの低下や幼生の大量斃死は確認されなかった。

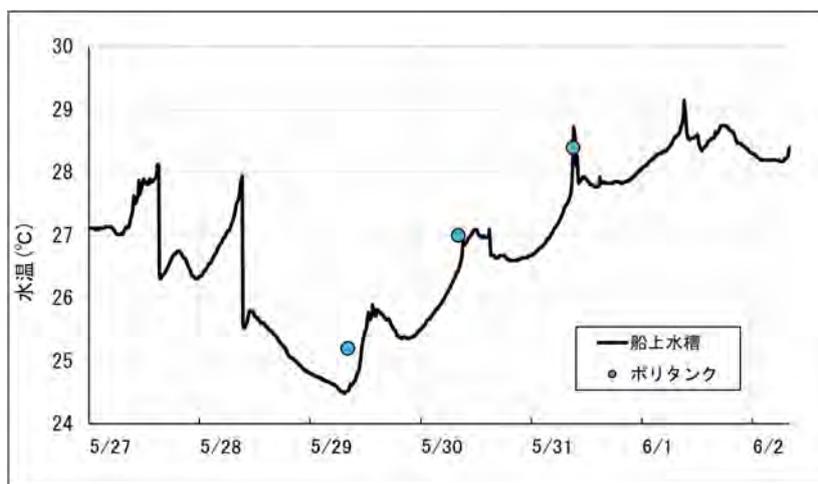


図-IV.1.2.8 飼育海水温の経時変化

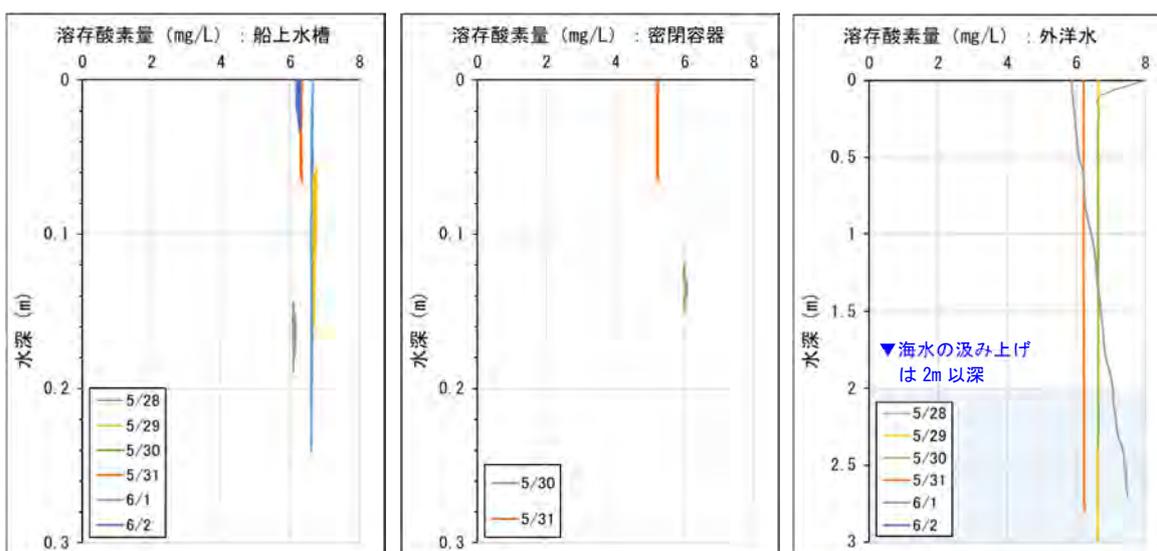


図-IV.1.2.9 飼育海水及び外洋水の溶存酸素量の鉛直分布

### 2.3.2.2 幼生の生残数

5月31日まで各産卵日の幼生数を計測するため、それぞれの容器にて飼育した。幼生数計測後（5月31日）から船上水槽にて一括飼育し、6月2日に装置へ幼生を投入した。幼生を装置内で1日間保持し、6月3日に放流した。

幼生数は、3日齢より計測した。各産卵日の幼生数は、表-IV.1.2.5に示した通りである。5月26日産卵の幼生が5月31日（5日齢）に幼生数が増加した理由は、測定誤差の可能性がある。ただし、サンプリング直後に船上水槽の幼生と混合してしまったため、再計測が不可であったことから誤差の数値を踏襲し幼生数の総計とした。5月31日（3～5日齢）で18.3万個体、6月2日（5～7日齢）で8.9万個体、6月3日で6.2万個体であった。生残率は、5月31日から6月2日にかけて半減した。

6月2日から6月3日にかけては、装置内で幼生を保持し8.9万個体から6.2万個体となった。装置内外に連続観測可能な溶存酸素計を設置し水質観測をした結果、水温、溶存酸素量ともに差は見られなかった。また、鉛直観測についても同様の傾向であった。装置内の水質環境の悪化は確認されていないことから、幼生数の減少は自然減耗と考えられる。

表-IV.1.2.5 幼生数計測の結果

計測日 産卵日	幼生数（個体）						飼育容器
	5月			6月			
	29日	30日	31日	1日	2日	3日	
5月26日	50,000 (3日齢)	48,867 (4日齢)	65,333 (5日齢)	—	89,545 (5～7日齢)	62,458	ポリタンク
5月27日	—	194,667 (3日齢)	92,800 (4日齢)	—			船上水槽
5月28日	—	—	25,333 (3日齢)	—			トスロン バケツ
幼生数 合計	50,000	243,534	183,466	—	89,545	62,458	X
生残率	—	—	100%	—	49%	34%	
備考			船上水槽 にて一括 飼育開始		装置へ 投入	放流試験	

※「—」は、幼生数計測を実施していないことを示す。

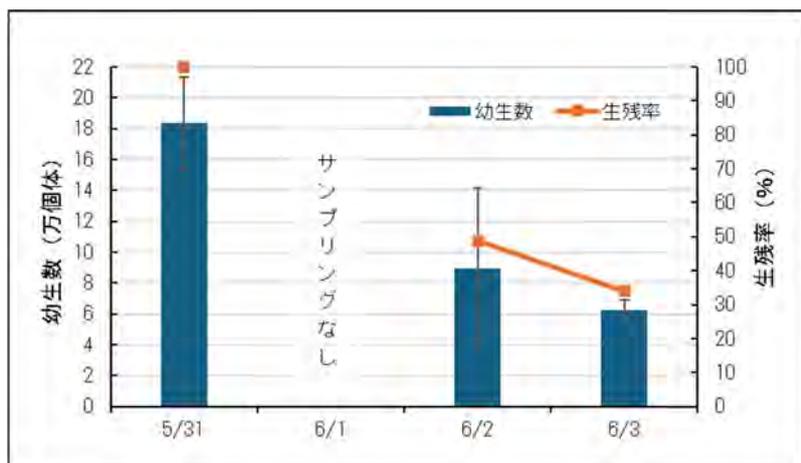
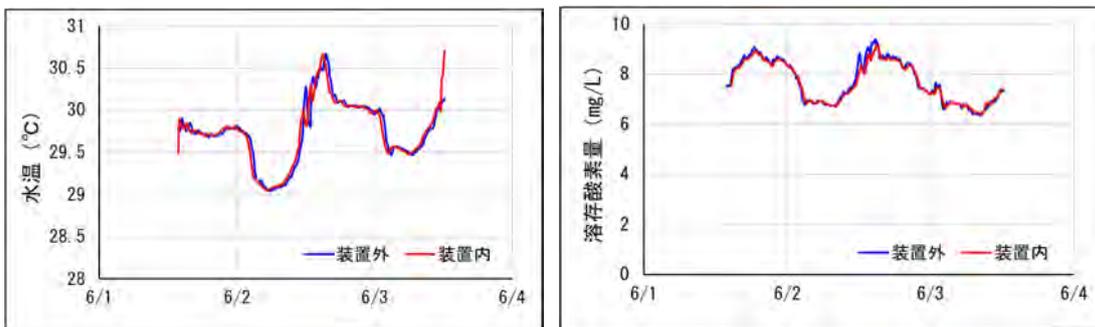
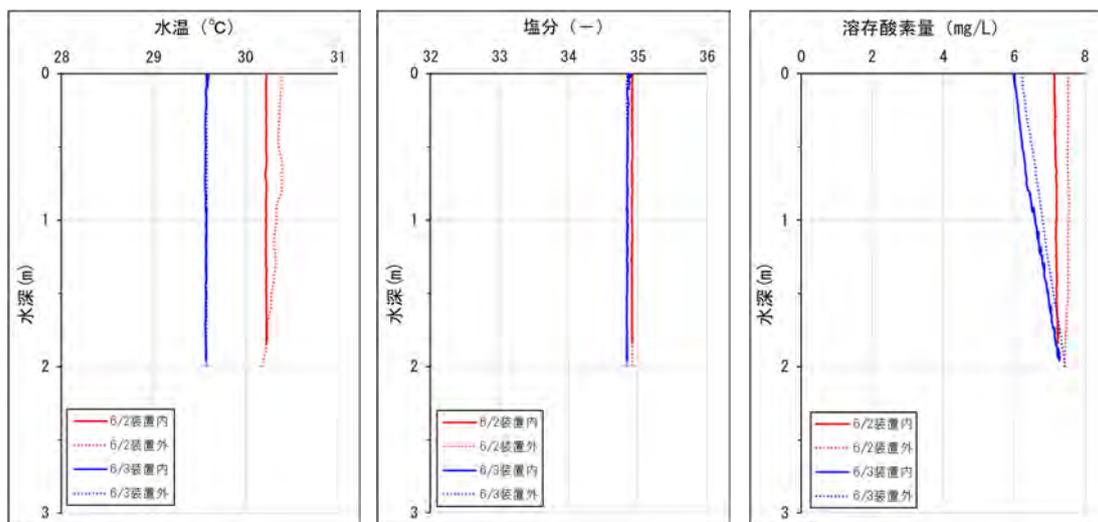


図-IV. 1. 2. 10 幼生数及び生残率



装置内外の連続観測結果



装置内外の鉛直観測結果

図-IV. 1. 2. 11 装置内外の水質観測結果

### 2.3.2.3 幼生の生残率低下要因

今回の船上飼育では、いくつかの異なる容器で飼育をした。船上水槽で一括飼育した際に幼生数が半減したことから、飼育容器による影響だと考えられる。3日齢と4日齢の幼生数の計測結果があるポリタンク及び船上水槽の生残率を比較すると、ポリタンクでは98%に対し、船上水槽では48%となっていた。

ポリタンクと船上水槽の水質条件はほぼ同じであり、船上水槽ではDOが概ね一定であったことから生残率の低下は、水質悪化ではないと考えられる。一方で、船上水槽では水槽壁面への幼生の付着が確認されているもののポリタンクでは確認されていない。そのため、生残率の低下は船舶の揺動により、幼生が水槽壁面へ付着し長時間干出したことにより斃死した可能性が考えられる。構造上、船上水槽は水槽からの幼生流出の懸念から露出している壁面がある一方で、ポリタンクは密閉容器のため幼生流出の懸念がないことから壁面の露出がない。この違いから、幼生が付着できる壁面がなく干出しない方法での飼育であれば、船上での幼生飼育の生残率を向上できる可能性がある。

表-IV.1.2.6 飼育容器の幼生生残率

飼育容器	幼生数		3～4日齢にかけての生残率
	3日齢	4日齢	
ポリタンク (5/26産卵幼生)	50,000 個体	48,867 個体	98%
船上水槽 (5/27産卵幼生)	194,667 個体	92,800 個体	48%

## 2.4. 令和7年度の計画案

令和7年度での沖ノ鳥島における装置の設置から回収までの流れは、図-IV.1.2.12のとおりである。親サンゴ（ウスエダミドリイシ）は、久米島のサンゴ増殖研究所にて飼育している沖ノ鳥島産種苗（以下、種苗サンゴ）及び過年度と令和6年度に中間育成施設に固定したサンゴ（以下、沖鳥サンゴ）を使用する。親サンゴは250群体配置し、幼生を約400万個体収集する計画である。

令和6年度は、船上での幼生飼育による生残率向上が課題となった。また、放流試験では幼生量が試験の成功を左右するため、可能な限り大量の幼生を保持する必要がある。さらに、令和6年度の産卵は産卵予定日より2日ほど早く、連続的に産卵がみられた。工程上、産卵日が非常に重要であることから、来年度も産卵兆候の確認を実施し必要に応じて産卵誘発を実施する。次項に、令和7年度の沖ノ鳥島調査の実施にあたり、対策を講じる必要がある2項目（船上で幼生飼育、産卵兆候の確認）について示す。

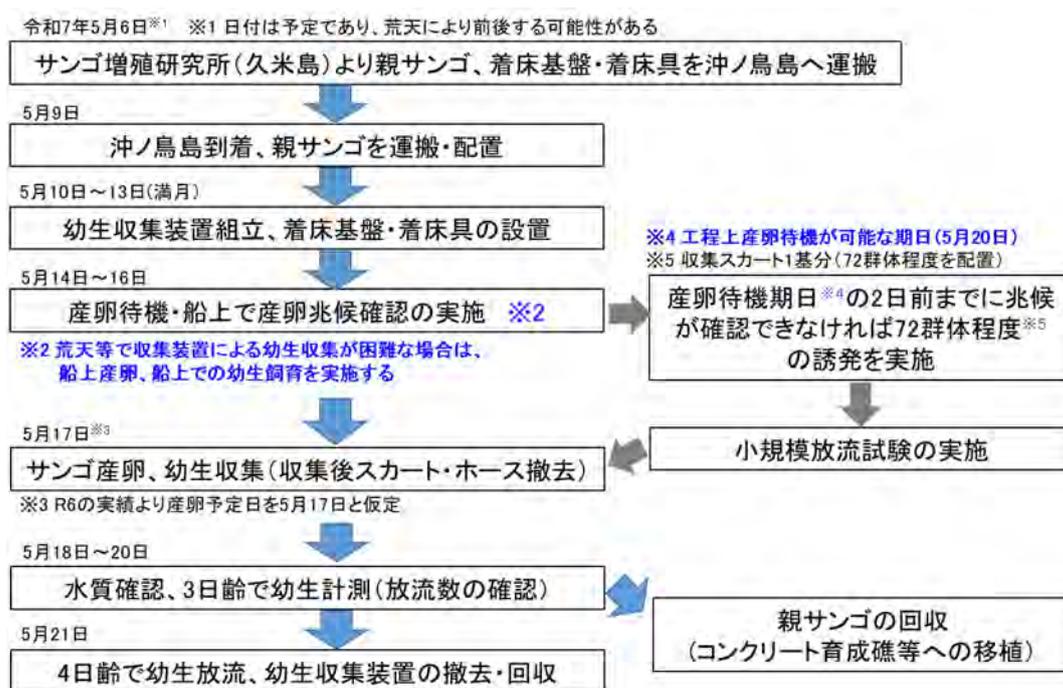


図-IV.1.2.12 沖ノ鳥島幼生放流実証試験の手順と現地調査行程案

## 2.4.1. 船上飼育

船舶の揺動による幼生流失のリスクを排除したうえで、幼生が水槽壁面に付着し干出しないような飼育をすることで、船上飼育の生残率の向上が期待できる。そのため、ポリタンクのような密閉容器が望ましい。一方で、密閉容器の飼育は海水交換の作業コストが大きく、冷暗所での保管が必要であることから保管場所が限られる。船上ではポリタンクの保管スペースの確保が十分でないため、大量の幼生を飼育するには船上水槽の活用が必要となる。そこで、令和7年度では2パターンの飼育方法を検討する。

なお、いずれのパターンとも荒天時の場合に実施するため、装置による幼生収集が可能な場合は、幼生確保の目的では実施せず知見蓄積のために最小限の幼生数で実施する。

### 2.4.1.1 密閉容器による飼育

令和6年度に高い生残率が確認された、ポリタンクを用いて飼育を行う。ただし、上述したとおり海水交換の作業コストが大きいことから、海水交換の頻度が異なる飼育を行い、作業コストの削減が可能か確認する。

パターンA：毎日海水交換を実施

パターンB：産卵2日目以降、海水交換の頻度を1日置きに実施

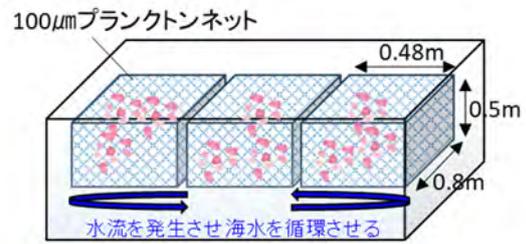
1Lにつき約500個体の飼育が望ましいため、20Lのポリタンクを使用した場合、約1万個体の飼育が可能である。パターンA・Bを合わせて20Lポリタンクを24個使用し、約24万個体の飼育を実施する。

### 2.4.1.2 船上水槽とプランクトンネットを用いた飼育

大量に幼生を飼育し、作業コストの削減及び保管場所の観点から、船上水槽を活用する。ただし、船上水槽のみでの使用は生残率の低下が確認されているため、図-IV.1.2.13(2)のように箱型のプランクトンネット（以下、箱ネット）を併用して飼育する方法を提案する。箱ネットを完全浸漬することで、水槽壁面への付着による幼生の干出を防ぎ斃死リスクを低減させる。また、幼生がネット内に生息しているため流出の懸念がなく、容易に海水交換を実施できるため海水交換の作業コストを低減することができる。仮に図-IV.1.2.13(2)のように、1つの水槽につき箱ネットを3つ使用した場合、1つあたりの箱ネットの容積は192L、幼生収容数は約9.6万個体であり、船上水槽1つで約29万個体の飼育が可能となる。箱ネットの大きさにより飼育個体数が異なるため、装置へ幼生を投入する作業性を加味したうえで大きさを決定する。なお、受精時はプランクトンネットへの衝突や絡まりにより斃死する可能性があるため、この方法での飼育は産卵2日目からとする。



(1) ポリタンクによる飼育イメージ



(2) 船上水槽と箱ネットを用いた飼育イメージ

図-IV. 1. 2. 13 船上水槽での飼育方法

#### 2.4.1.3 船上での幼生飼育を実施する判断時期について

本事業での対象種であるウスエダミドリイシは、満月付近で産卵する。荒天等により満月までに装置の設置が不完全な場合、親サンゴの一部を船上飼育する。船上飼育期間中は、2.4.2章に示すとおり産卵兆候を確認し、船上での幼生飼育を行う。ただし、装置が完全に設置（浮体部＋スカート部）できた当日の夜に船上飼育している親サンゴの産卵が確認されなければ、その翌日に親サンゴを収集スカート内に配置し幼生を確保するための船上飼育は終了する。

## 2.4.2. 産卵兆候の確認

ウスエダミドリイシの産卵は、満月前後の7日間であることが多い。令和6年度では、満月より4日後に最も多く産卵が確認されている。ただし、産卵日は地域や海域によっても異なり、陸上や海域でも一致しないこともあるため知見があっても産卵日を特定することは難しい。また、沖ノ鳥島では夜間の作業が安全上の理由により実施できないことから、産卵兆候の確認を船上及び海上で実施する。

### 2.4.2.1 船上での産卵兆候の確認

種苗サンゴ及び沖鳥サンゴは、生育環境が異なることから、産卵日が同調しない可能性がある。そのため、種苗サンゴと沖鳥サンゴから各4～5群体より枝片を採取（計8～10本）し、船上の水槽で飼育する。産卵兆候の確認は2つの段階で実施する。

- ①枝片のバンドルチェック
- ②産卵誘発による産卵日の推定

#### ①枝片のバンドルチェック

満月から産卵が確認されなくなるまで、各枝片を毎日19時にバンドルの保持状況を目視確認する。

#### ②産卵誘発による産卵日の推定

令和7年度の産卵予定日は令和6年度を踏襲し、満月の4日後である令和7年5月17日と仮定する。一方で、予定日に産卵しない可能性もあるため、工程上産卵が待機できる期日（以下、産卵待機期日とする）を設定する。令和7年度の産卵待機期日は令和7年5月20日であり、期日までに自然産卵が起こるかどうかの推定を産卵誘発により行う。産卵待機期日の5日前と3日前に船上飼育している枝片を産卵誘発し、誘発翌日にバンドルセットの割合を確認する（図・IV.1.2.14参照）。バンドルセットが枝片に対し7～8割みられた場合は、2～3日以内に自然産卵が起こると判断する。一方、バンドルセットが7割以下であった場合は、産卵待機期日の前日（5月19日）に親サンゴ72群体を産卵誘発する。なお、バンドルセットの割合等に応じて誘発する群体数は現地にて変更する可能性がある。

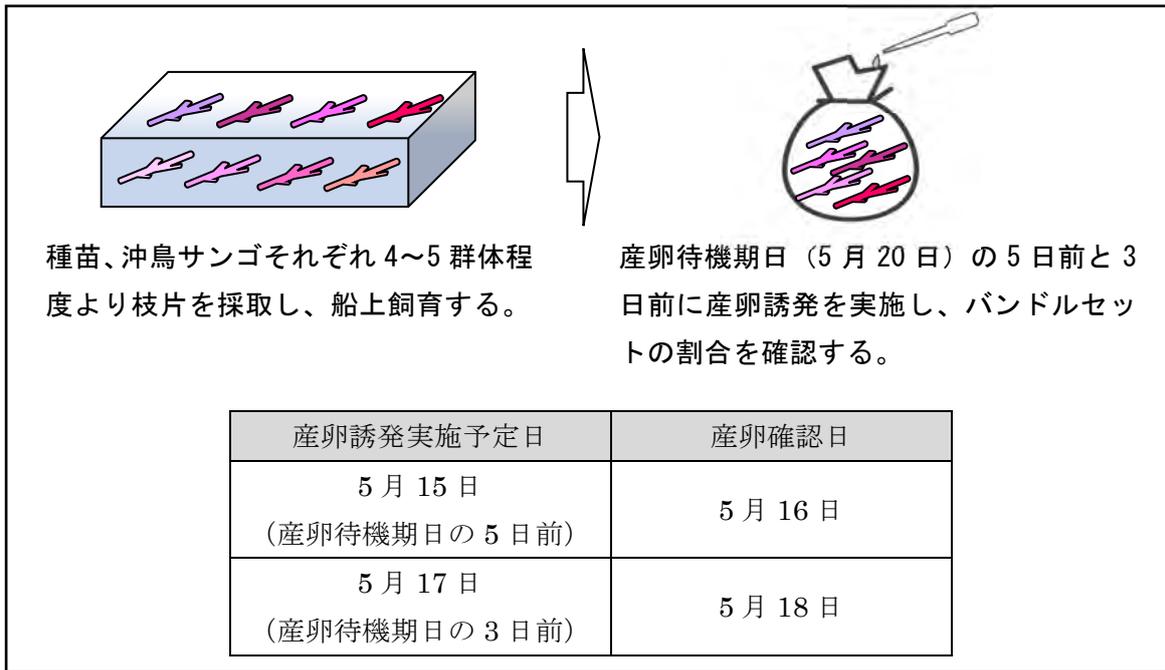


図-IV.1.2.14 船上での産卵兆候の確認方法及び実施予定日

#### 2.4.2.2 海上での産卵確認

船上と並行して、海上でも産卵確認を実施する。夜間作業が実施できないため、装置設置後から毎調査時の朝に幼生が収集されているかを確認する。幼生が確認された場合は、産卵状況に応じて収集ホースの回収等を実施する。

### 3. 沖ノ鳥島での実証に必要となるサンゴの飼育

#### 3.1 はじめに

本事業では、サンゴ幼生を適切かつ効率的に放流する方法を開発するとともに、幼生供給基盤を適正な位置に配置するためのツールとして、サンゴ浮遊幼生の面的拡散シミュレーションモデルの構築を進めている。令和4年度までに、沖縄県石垣島の崎枝湾および浦底湾において、幼生供給基盤に設置した親サンゴより得られた幼生を放流するとともに、幼生拡散のシミュレーションモデルの改良を行ってきた。

令和5年度からは、沖縄沿岸海域で開発した幼生放流手法を沖ノ鳥島にて応用することと、幼生の拡散シミュレーション結果の適正さを実証するために、沖ノ鳥島において幼生放流実証試験の実施が予定されている。本技術開発では、この試験に必要な親サンゴを供給するために、久米島のサンゴ増殖研究所にて有性生殖法により種苗生産したサンゴを飼育した。

#### 3.2 稚サンゴ飼育

##### (1) 対象種

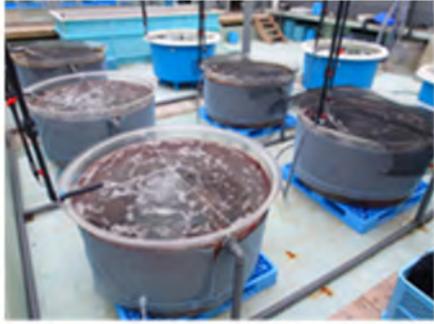
飼育の対象種は、幼生放流試験に用いた種と同じである、沖ノ鳥島海域に生息するウスエダミドリイシ (*Acropora tenuis*) であった。

##### (2) 飼育施設

昨年度と同様に、沖縄県久米島に所在する水産土木建設技術センター・サンゴ増殖研究所にて稚サンゴの飼育を行った(図-IV.1.3.1、IV.1.3.2)。同施設は、サンゴの飼育には不可欠である清浄な海水を大量に使用することが可能である。また、同研究所では、水温の調節が可能であり、実海域において高水温が発生した場合でも適切な水温でサンゴを飼育することが可能である。



図-IV.1.3.1 サンゴ増殖研究所位置図



親サンゴ飼育水槽群



稚サンゴ飼育水槽群

図-IV.1.3.2 サンゴ増殖研究所内部

### (3) 飼育方法

飼育水槽内の飼育状況および飼育サンゴの写真を図-IV.1.3.3に示す。稚サンゴの飼育は、基本的に「改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き. 水産庁漁港漁場整備部. 平成31年3月」に示された方法に従って実施した。飼育方法の詳細は以下のとおりであった。

- ・水槽容量 : 大型水槽（5トン水槽）を用いて水温および水質の安定化を図った。
- ・換水率 : 0.5回転/時とした。
- ・水流 : エアレーションにより3～5cm/秒程度の水流を発生させた。
- ・光量 : 水槽内の光量子量を空中の30～40%とした。
- ・水温 : 飼育には通常の上層水を用い、海水温は23～28℃であった。  
(夏期に水槽内へ注水する水温が28℃を超える場合は、冷却海水を用いて水槽内の水温を28℃以下に保った)

稚サンゴ飼育水槽には、藻類の繁茂を防ぐために藻食性の貝類、魚類、シラヒゲウニ、タツナミガイを収容した。これらの生物の収容個体数は、適宜藻類の生育状況により調整した。また1週間に1回程度の頻度で、水槽の底に堆積したシルトや生物の糞を海水とともに汲み上げて除去した。

2019年度までは、角柱型着床具をプラスチック製ネット（縦横30cm、目合10mm）に突き刺す形で固定し、ネットごと5トン水槽に垂下する形でサンゴを飼育していた。しかし、サンゴが成長するに従い、水槽の上方のサンゴの陰により底に近い部分のサンゴに光が当たりにくくなっており、下方のサンゴの成長の鈍化が見られた。このため、2020年5月～8月にかけて、角柱型着床具に5cm角平板タイルを接着して土台を作り、稚サンゴを平面上に並べられるようにし、5トン水槽の水深約20cmの棚の上に稚サンゴを配置した。本年度もこれと同様な状態で稚サンゴ飼育を継続した。



図-IV.1.3.3 過年度の稚サンゴ飼育状況

- A : 5 トン FRP 製稚サンゴ飼育水槽、B : プラスチックネットに収容した稚サンゴ、  
 C : 水槽内でプロジェクトネット製稚サンゴホルダーを吊り下げて収容、  
 D : 平板タイルの土台に柱型着床具を固定した状態でのサンゴ飼育

### 3.3 稚サンゴ飼育結果

2016 年～2021 年に種苗生産したサンゴの生残群体数を表-IV.1.3.1 に、また飼育中のサンゴの写真を図-IV.1.3.4 を示す。

久米島のサンゴ増殖研究所にて飼育中のサンゴは、生残率が高く順調に飼育できている。今年度の飼育目標数は 400 群体であったが、沖ノ鳥島への輸送前には 472 群体を飼育していた。2024 年 5 月 16 日に、放卵している 150 群体のサンゴを沖ノ鳥島に向けて搬出した。来年度に沖ノ鳥島へ輸送するサンゴ数は 200 群体であるが、2024 年 12 月時点で 318 群体を飼育できていることから、輸送数のノルマは達成できる見込みである。

表-IV. 1. 3. 1 稚サンゴの生残群体数

生産年	高水温暴露年 (年齢)	高水温暴露選抜群体数		生残群体数					
		暴露前	暴露直後生残	2022年4月	2023年4月	2024年5月	沖鳥搬出	2024年7月	2024年12月
ウスエダミドリシ									
2016	未実施	-	-	23	22	20	(10)	10	10
2017	2021 (4歳齢)	17	4	4	3	3	(0)	3	3
2018	未実施	-	-	94	83	79	(39)	40	40
2019	2019 (0歳齢)	672	154	63	51	49	(28)	21	21
2019	2021 (2歳齢)	457	284	157	150	141	(52)	89	89
2020	2020 (0歳齢)	2,095	235	152	140	128	(19)	109	105
2021	2021 (0歳齢)	1,359	132	80	67	52	(2)	50	50
合計		4,600	809	573	516	472	(150)	322	318

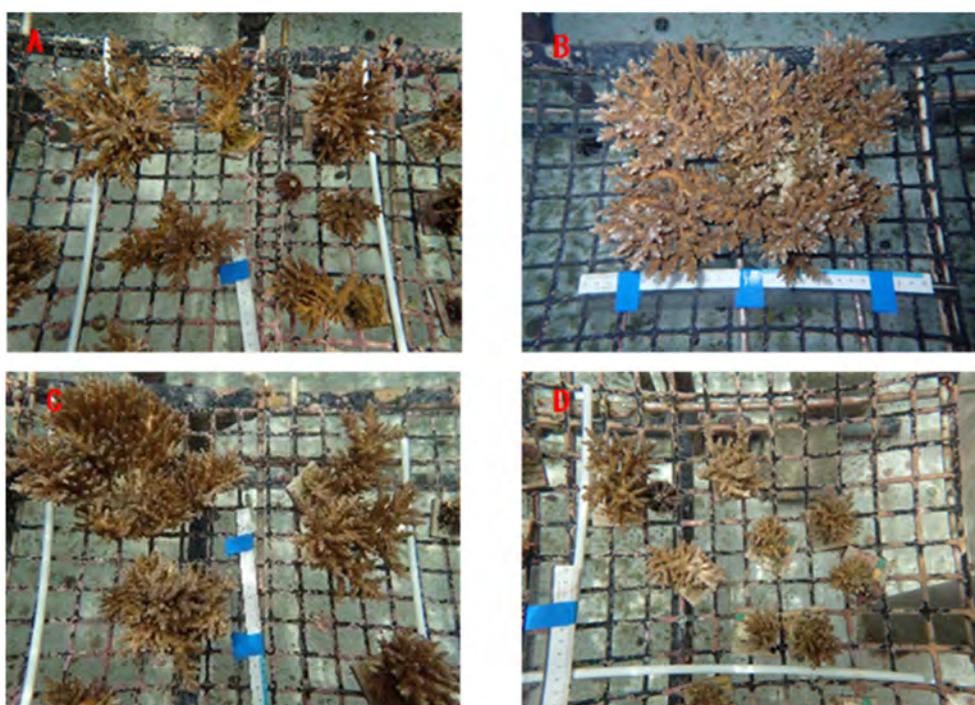


図-IV. 1. 3. 3 沖ノ鳥島産ウスエダミドリシの飼育状況

A : 2018 年産 (直径 10~20cm ; 本年度に大型群体を沖ノ鳥島へ輸送したため、現在は小型群体が多い)、B : 2019 年産 (直径約 30cm)、C : 2020 年産 (直径 15~20cm)、D : 2021 年産 (直径 8~13 cm)

#### 4. 親サンゴの沖ノ鳥島への長距離輸送

幼生放流実証のため、久米島の施設で飼育している親サンゴを約 1,200km 離れた沖ノ鳥島まで輸送船等を用いた条件下で長距離輸送を行った。

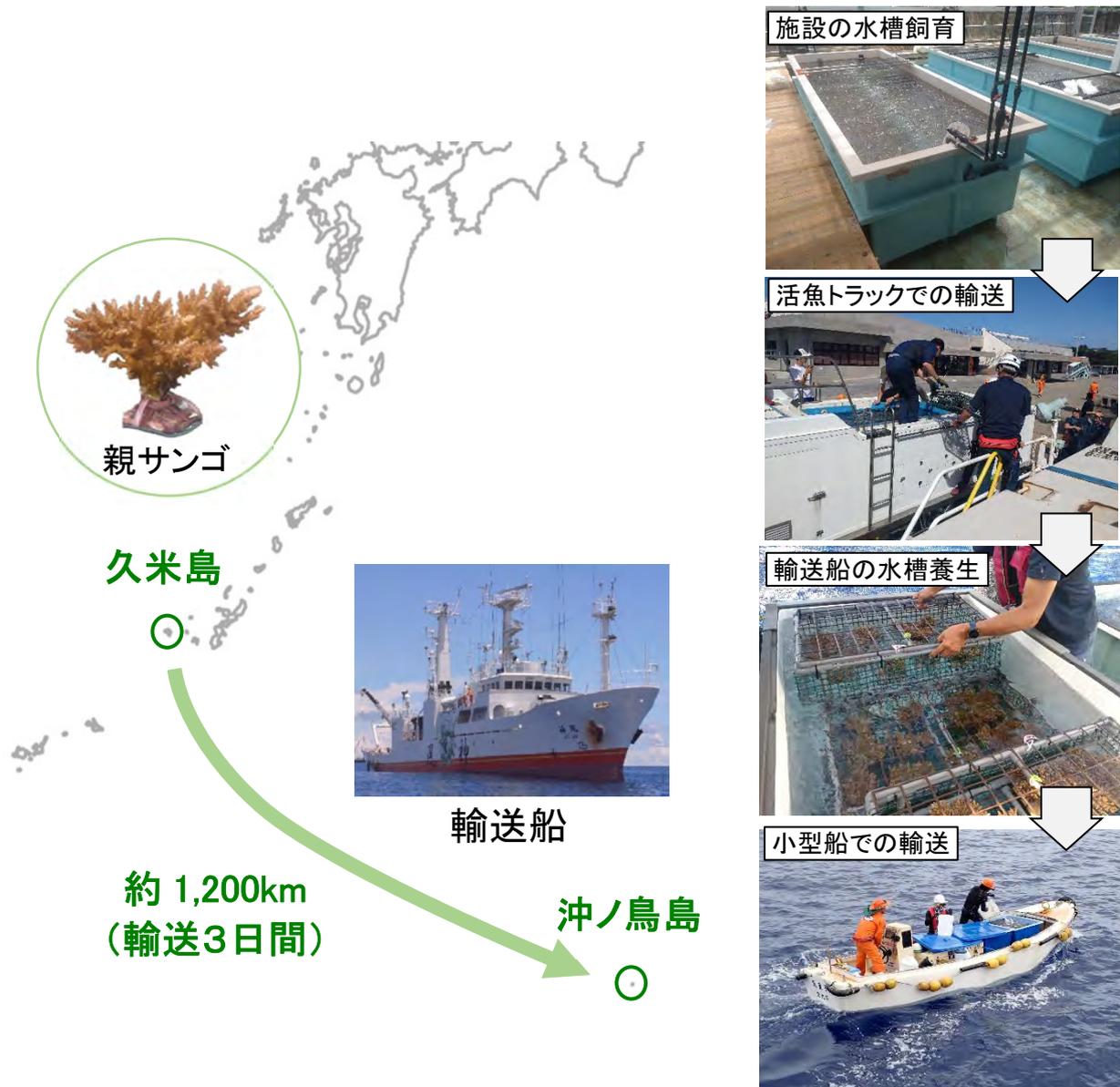


図-IV.1.4.1 沖ノ鳥島への親サンゴの長距離輸送

#### 4.1. 輸送船上への水槽配置

大量な親サンゴの輸送数を確保できるように、輸送船上に水槽を配置した。

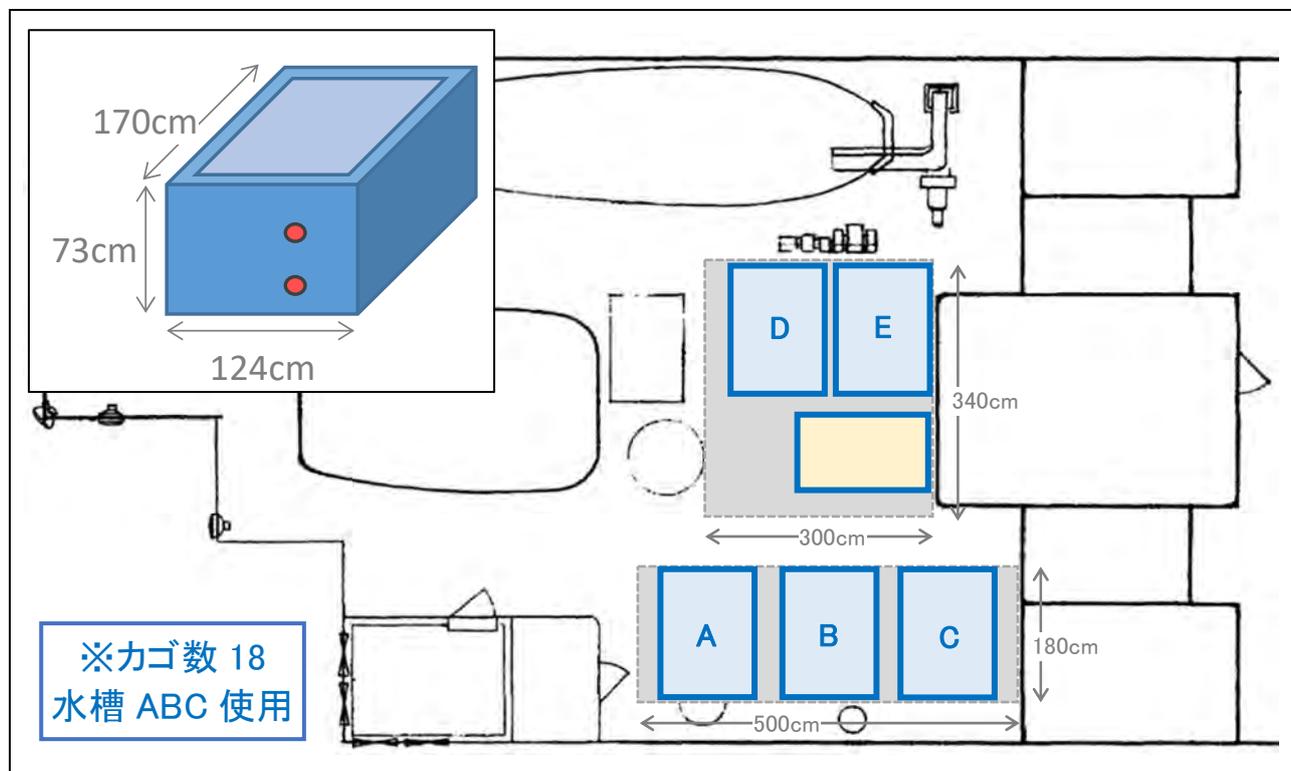


図-IV. 1. 4. 2(1) 輸送船上の水槽配置

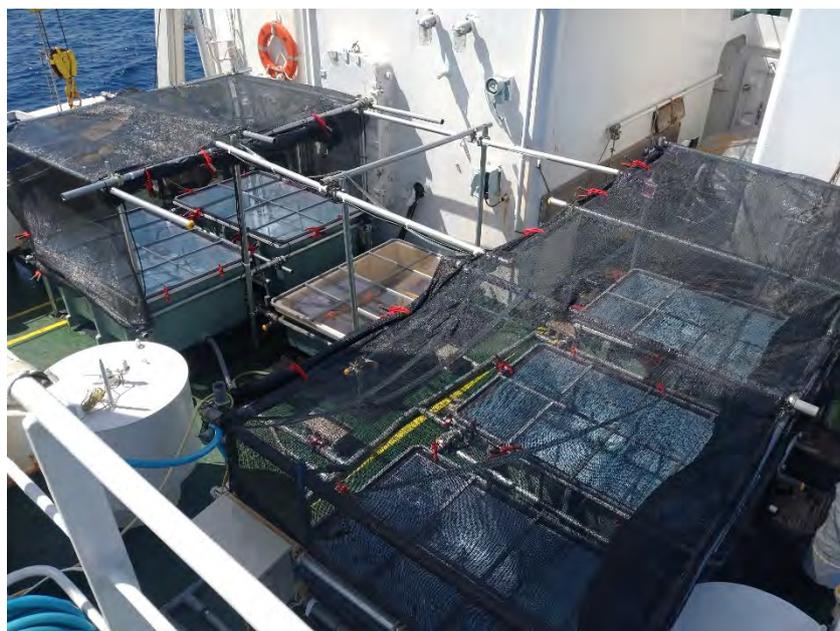
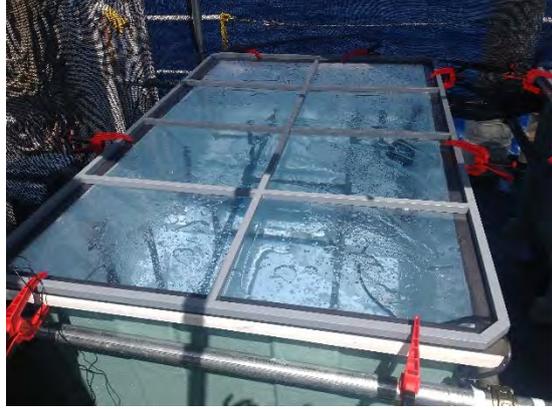


図-IV. 1. 4. 2(2) 水槽の配置状況



ポンプとカゴ固定枠



透明フタの固定



遮光幕と散水ホース



配电箱



給排水配管



水温計

図-IV.1.4.3 水槽付帯設備の設置状況

## 4.2. 親サンゴの輸送船への搬入

久米島で飼育したウスエダミドリイシを 18 個の輸送カゴにセットし、活魚トラックにて運搬、輸送船へ搬入した。搬入は、5月16日15:35~15:45にかけて行い、受渡しは手渡しで10分程度であった。

表-IV.1.4.1 輸送したカゴ数とサンゴの群体数

カゴ番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
群体数	7	9	8	7	7	10	10	9	11	9
カゴ番号	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18		
群体数	8	5	8	9	9	9	10	5	計 150	



図-IV.1.4.4 活魚トラックから輸送船への受渡し

船上輸送中は、水循環・遮光・散水を常時（24時間）、換水を9時頃、15時頃、20時頃の計3回/日行った。換水量は水槽の1/3とした。輸送カゴの上下交換は、当初20時頃を予定していたが、安全上の理由により夜間は中止とし9時頃に行い、合わせてサンゴの生育状態について観察を行った。

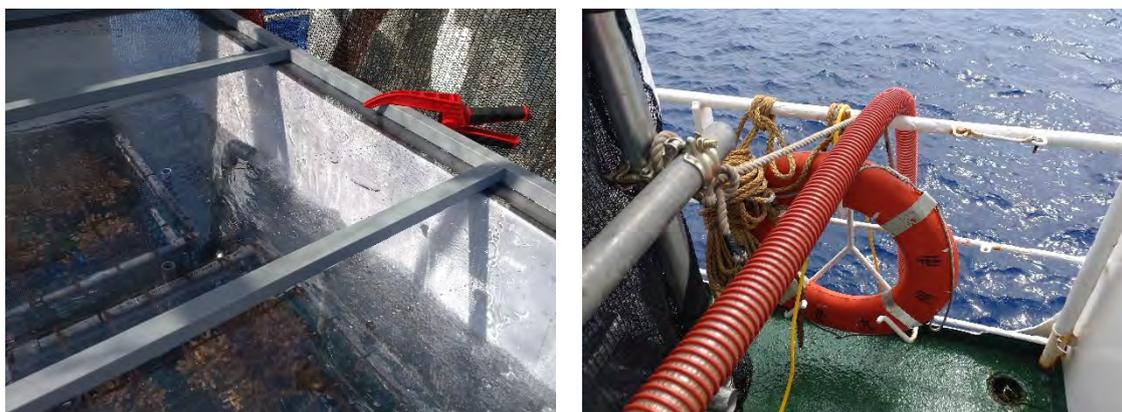


図-IV. 1. 4. 5 換水作業



図-IV. 1. 4. 6 輸送カゴの上下交換と経過観察

#### 4. 3. 船上輸送中の親サンゴの生育状態

船上輸送中の親サンゴの生育状態は、次頁以降に示すとおりであった。結果は、4日間通して親サンゴの生育状態は良好であった。

表-IV. 1. 4. 2(1) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

No. 1	No. 2	No. 3
5/16 16:30 	5/16 16:30 	5/16 16:30 
5/17 9:00 	5/17 9:00 	5/17 9:00 
5/18 9:00 	5/18 9:00 	5/18 9:00 
5/19 9:00 	5/19 9:00 	5/19 9:00 
5/20 8:00 	5/20 8:00 	5/20 8:00 

表-IV. 1. 4. 2 (2) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

No. 4	No. 5	No. 6
5/16 16:30 	5/16 16:30 	5/16 16:30 
5/17 9:00 	5/17 9:00 	5/17 9:00 
5/18 9:00 	5/18 9:00 	5/18 9:00 
5/19 9:00 	5/19 9:00 	5/19 9:00 
5/20 8:00 	5/20 8:00 	5/20 8:00 

表-IV. 1. 4. 2 (3) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

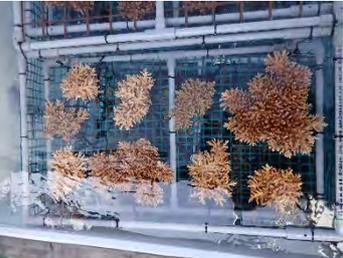
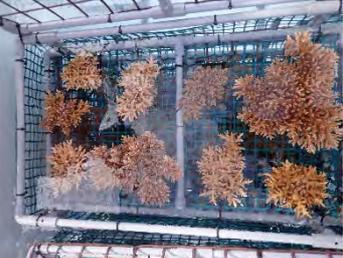
No. 7	No. 8	No. 9
5/16 16:30 	5/16 16:30 	5/16 16:30 
5/17 9:00 	5/17 9:00 	5/17 9:00 
5/18 9:00 	5/18 9:00 	5/18 9:00 
5/19 9:00 	5/19 9:00 	5/19 9:00 
5/20 8:00 	5/20 8:00 	5/20 8:00 

表-IV. 1. 4. 2(4) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

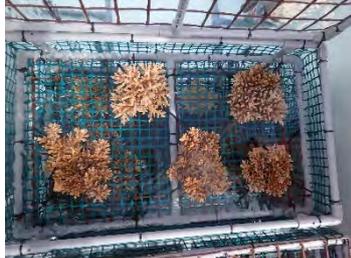
No. 10	No. 11	No. 12
5/16 16:30 	5/16 16:30 	5/16 16:30 
5/17 9:00 	5/17 9:00 	5/17 9:00 
5/18 9:00 	5/18 9:00 	5/18 9:00 
5/19 9:00 	5/19 9:00 	5/19 9:00 
5/20 8:00 	5/20 8:00 	5/20 8:00 

表-IV. 1. 4. 2(5) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

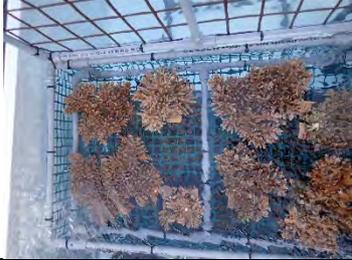
No. 13	No. 14	No. 15
5/16 16:30 	5/16 16:30 	5/16 16:30 
5/17 9:00 	5/17 9:00 	5/17 9:00 
5/18 9:00 	5/18 9:00 	5/18 9:00 
5/19 9:00 	5/19 9:00 	5/19 9:00 
5/20 8:00 	5/20 8:00 	5/20 8:00 

表-IV. 1. 4. 2 (6) 船上輸送中のサンゴ生育状況

No. 16	No. 17	No. 18
5/16 16:30 	5/16 16:30 	5/16 16:30 
5/17 9:00 	5/17 9:00 	5/17 9:00 
5/18 9:00 	5/18 9:00 	5/18 9:00 
5/19 9:00 	5/19 9:00 	5/19 9:00 
5/20 8:00 	5/20 8:00 	5/20 8:00 

水槽内の水温は、久米島での搬入時は 25℃程度であり、沖ノ鳥島へ近づくにつれて徐々に 30℃まで上昇した。換水によって一時的に水温の低下が若干みられた。

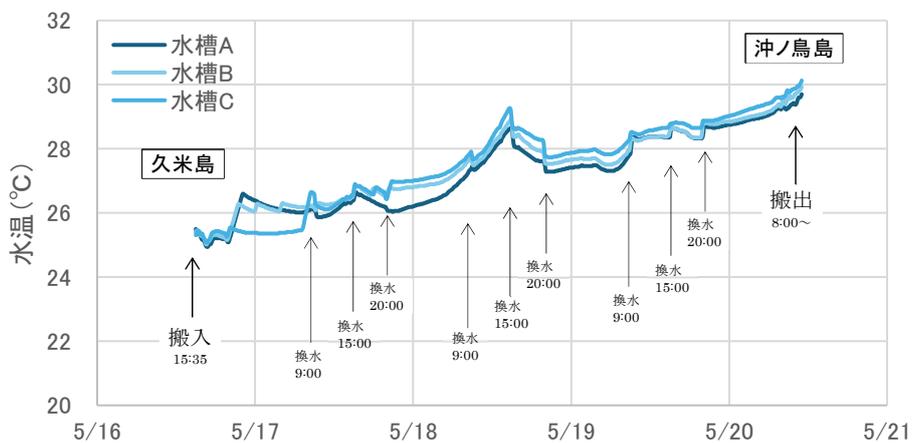


図-IV. 1. 4. 7 水槽の水温変化

#### 4.4. 沖ノ鳥島礁地内への輸送

沖ノ鳥島礁地内への輸送にあたり、光強度を抑えるため輸送カゴを遮光ネットで覆った。各ボートへは輸送カゴを手渡しして、小型ボートに設置した水槽へセットした。



図-IV.1.4.8 礁地内への輸送状況

表-IV.1.4.3 小型ボートによる礁地内への輸送実績

船種	輸送状況	輸送数
FRP 船	4 カゴ×2 往復	8 カゴ
ゴムボート①	2 カゴ	2 カゴ
ゴムボート②	2 カゴ×2 往復	4 カゴ
ゴムボート③	2 カゴ×2 往復	4 カゴ
		計 18 カゴ

小型ボートで輸送した輸送カゴは、潜水士により海底へ仮置きを行った。



図-IV.1.4.9 海底への仮置き状況

なお、試験終了後は、親サンゴをグレーチングにボンドや結束バンドにて固定して輸送カゴに戻し、輸送カゴごと試験基盤に結束バンドで固定した。



図-IV.1.4.10 試験基盤への固定状況