

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

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
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. 幼生収集装置の概要	IV-1-2-1
2.3. 2025 年度の作業実施内容	IV-1-2-2
2.4. 沖ノ鳥島での幼生収集装置の設置・運用	IV-1-2-3
2.5. 親サンゴの選定及び収集装置下への配置	IV-1-2-15
2.6. 親サンゴの産卵状況	IV-1-2-18
2.7. 幼生の生残状況	IV-1-2-28
2.8. 収集幼生に関する考察	IV-1-2-31
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
(4) 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	
4.1. 輸送準備	IV-1-4-2
4.2. 調査船への積み込み	IV-1-4-3
4.3. 船上飼育	IV-1-4-4
4.4. 船上輸送中の親サンゴの生育状況	IV-1-4-4
4.5. 沖ノ鳥島礁池内への輸送	IV-1-4-16
4.6. 試験終了後の固定	IV-1-4-16
4.7. 2024 年に輸送した親サンゴの生残率	IV-1-4-25
4.8. 今後の方針	IV-1-4-32

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7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、着生能力を有する産卵4～5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（2025年5月9日～5月26日、回航期間除く）のうち、産卵が確認された日（5月17日～18日）の4日～5日後の2025年5月22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）。

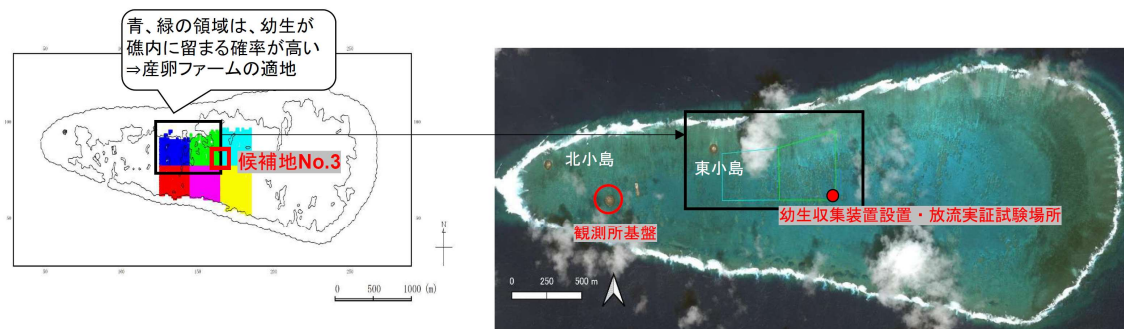


図-IV.1.1.1 実証試験場所

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	・ 収集装置により幼生収集ができるか。	幼生収集装置にてバンドルを収集する。（現地試験）
3) 幼生の保持	・ 沖ノ鳥島の海域にて幼生を放流試験まで保持できるか。	幼生収集装置での幼生保持（幼生数の計測で確認）
4) 幼生の放流・拡散	・ 産卵4日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

1.3. 実証試験結果

1.3.1. 実証試験スケジュール

令和7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 (2025 年)	実施内容	結果概要
5 月 9 日	・ 礁内へ 192 群体の親サンゴ搬入	・ 親サンゴ 192 群体を収集装置設置場所に仮固定した。
5 月 10 日	・ 中間育成施設に生残・成育している親サンゴの成熟卵確認及び運搬 ・ 固定用アンカー設置 ・ 収集装置組立資材の搬入	・ 中間育成施設に生残・成育しているサンゴのうち成熟卵を持つ群体を確認した。成熟卵を持つ 8 群体を収集装置設置地点まで運搬し、仮固定した。 ・ 幼生収集必要資材を装置設置地点近傍に搬入。 ・ 収集装置固定用アンカーを収集装置設置位置に固定した。
5 月 11 日～ 12 日	・ 収集装置を組立て ・ 簡易基盤の設置	・ 装置は水面、水中の 2 班体制で組立てを実施した。 ・ 簡易基盤を装置直下に設置した。
5 月 13 日 (満月)	・ 点検 ・ 基盤モニタリング調査 ・ 収集装置破損により再設置	・ 以降、装置の点検及び R7 年度放流基盤のモニタリング調査を実施した。 ・ 基盤のモニタリング調査では、3 種各 1 個体の着生を確認した。 ・ 点検時にバンドル収容部の一部が破損したため、予備を再設置した。
5 月 14 日	・ 荒天待機	—
5 月 15 日	・ 装置点検	・ バンドル収容部の破損を確認した。再設置不可のため、改善可能なパイプ枠の調整作業を実施した。
5 月 16 日	・ 荒天待機	・ 5 月 13 日に破損した装置を補修した。
5 月 17 日	・ 装置再設置	・ 補修したバンドル収容部を設置した。
5 月 18 日～ 19 日	・ 装置内にサンゴ幼生を確認 ・ 親サンゴの抱卵状況を確認	・ 一部のサンゴが産卵しており全体で半数以上の群体が卵を持っている可能性があったことから幼生の収集を継続した。
5 月 19 日	・ 幼生収集を終了	・ サンゴの抱卵状況を確認し、ほとんどのサンゴに成熟卵がないことから幼生収集を終了した。
5 月 20 日～ 21 日	・ 装置スカート部、親サンゴを撤去 ・ 着床具設置	・ スカート部を撤去し、親サンゴは全て中間育成施設へ固定した。 ・ 幼生数を鑑み、着床具の配置規模を拡大、32 方位に設置した。簡易基盤にグレーチングを追加配置した。
5 月 22 日	・ 放流試験	・ 収集装置の底部を開放し、1 日間静置した。
5 月 23 日	・ 簡易基盤固定 ・ 装置撤去	・ 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。 ・ 装置の撤去を 3 班体制で実施した。
5 月 24 日	・ 着床具回収	・ 着床具を 3 班体制で回収した。

1.3.2. 幼生放流試験

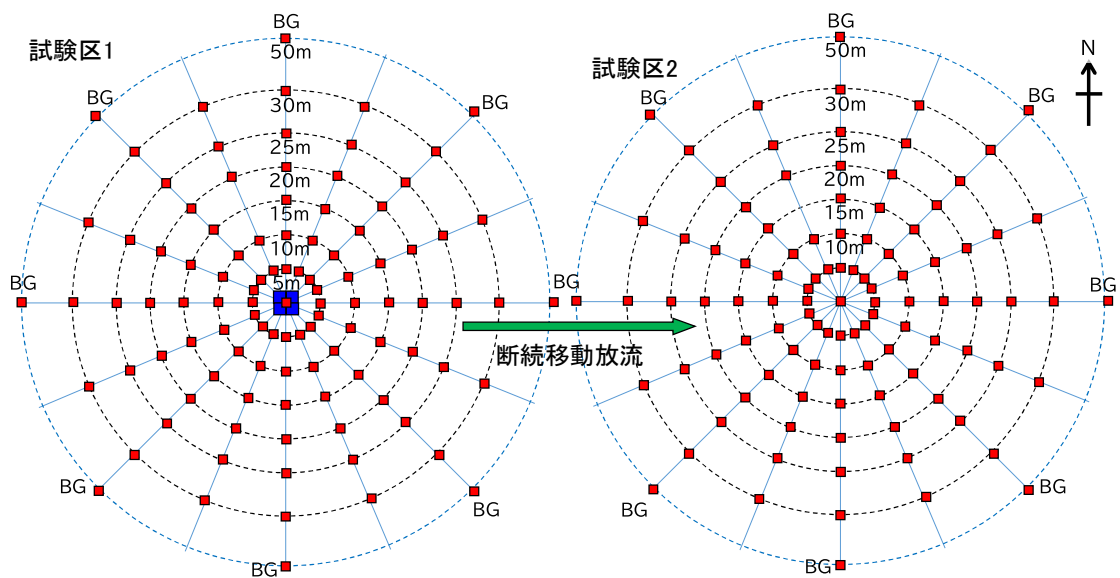
(1) 放流試験の方法

- ・収集装置内に確保された幼生は、幼生の収集、保持時（4・5 日齢）では 6.8 万個体であったこと、現地調査条件として幼生収集装置の設置が可能であることを踏まえ、幼生放流試験を実施することとした。
- ・試験規模について、幼生放流時に確保できた幼生数が当初計画（650 万個）よりも大幅に少なく、放流方法の判断基準である 280 万個体に満たなかったことから、断続式移動放流は実施せず、試験区 1 の 1 か所での固定式放流試験（1 回）を行った（図・IV.1.1.2 を参照）。ただし、放流個体数が少なく、計画時の着床具・簡易基盤（グレーチング）配置では幼生の拡散範囲が把握しづらいと考えられたため、着床具・簡易基盤配置・設置個数を表・IV.1.1.3 に示すとおり変更した。
- ・試験区の規模は、計画時において半径 30m の円形範囲内（約 0.28ha）であったが、半径 40m の円形範囲内（約 0.50ha）とした。また放流高さは簡易基盤上（着床具上）0.5m とした。

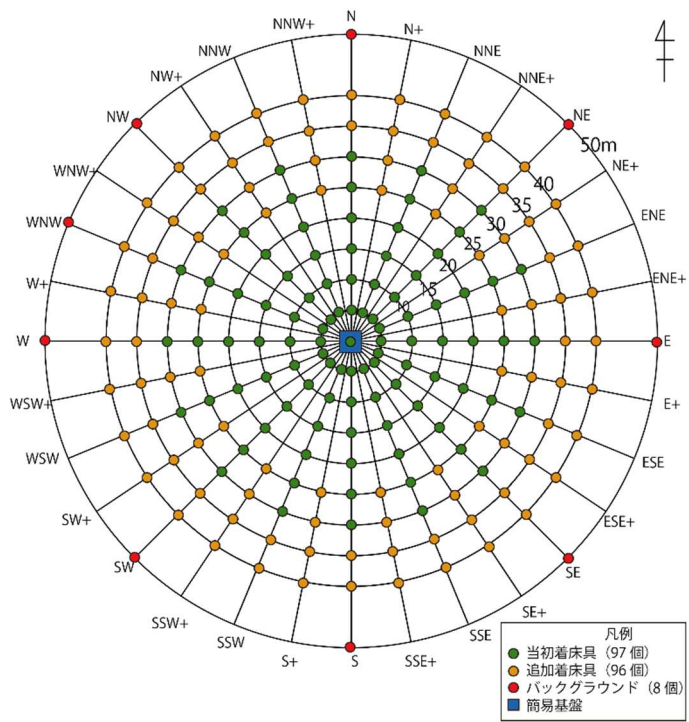
表-IV.1.1.3 着床具・簡易基盤（グレーチング）配置の変更（赤字は変更点）

項目	変更前（計画時）	変更後（放流実施時）
着床具	①放流原点（収集装置設置場所）に設置（1 個） ②放流原点から 16 方位の 5, 10, 15, 20, 25, 30m 位置に設置（96 個） ③放流原点から 8 方位の 50m 位置に設置（8 個） 全着床具配置数（105 個）	①放流原点（収集装置設置場所）に設置（1 個） ②放流原点から 16 方位の 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40m 位置に設置（ 128 個 ） ③放流原点から 8 方位の 50m 位置に設置（8 個） ④上記②の 16 方位間を埋める様に新たに 16 方位を設定し、その 25, 30, 35, 40m の位置に設置（64 個） 全着床具配置数（ 201 個 ）
簡易基盤（グレーチング）	①放流原点に設置した簡易基盤上に 16 枚（縦 4 枚×横 4 枚）を設置	①放流原点に設置した簡易基盤上に 16 枚（縦 4 枚×横 4 基）を設置 ②昨年度設置グレーチングのうち、目視観察によりウスエダミドリイシが着生していなかったグレーチング 13 枚を①の周囲に設置

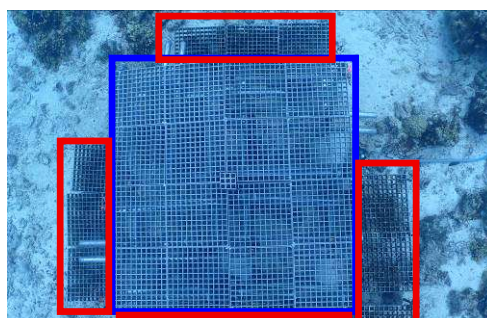
○計画時



○放流実施時



角筒型着床具



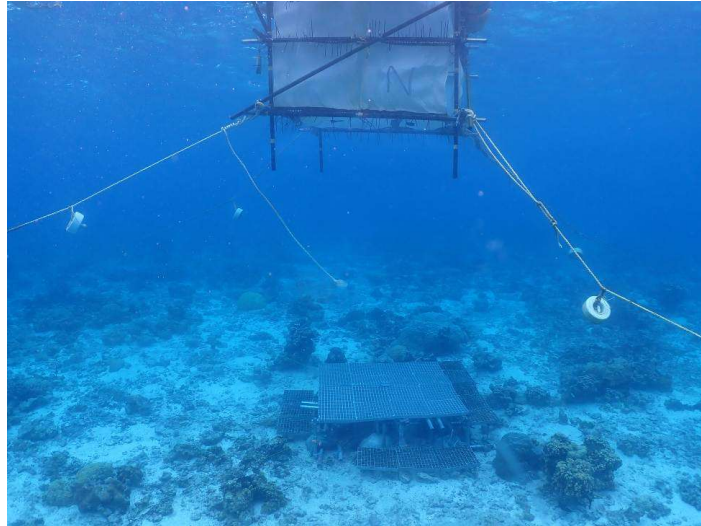
簡易基盤のグレーチング配置

- 新規搬入したグレーチング(16 枚)
- 追加設置したグレーチング(13 枚)

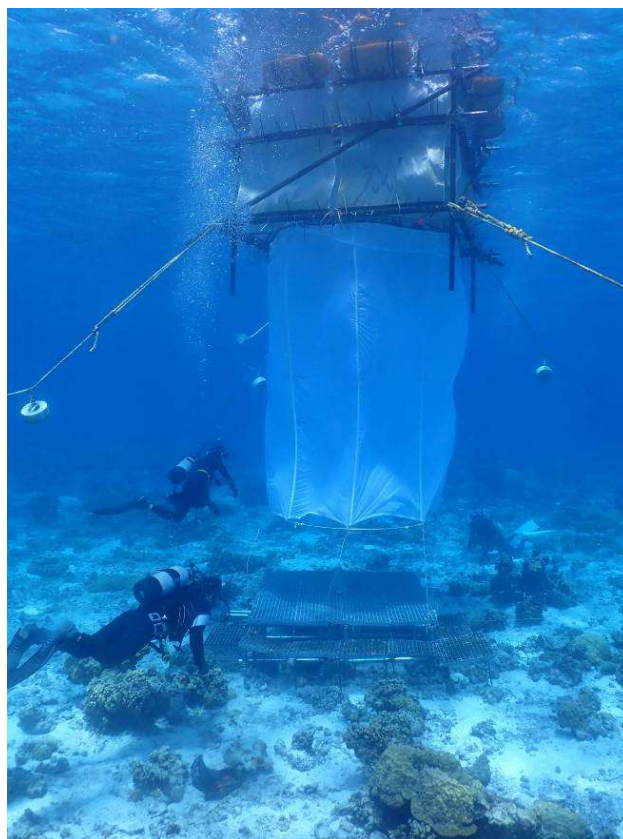
図-IV.1.1.2 放流試験区の着床具及びグレーチングの配置

(2) 幼生放流

- ・放流日：令和 7 年 5 月 22 日 13 時 40 分（干潮時）
- ・幼生放流量：約 6.8 万個体（計画時：650 万個体）
- ・放流高さ：簡易基盤上（着床具上）
- ・放流時間：すべての幼生が沈降できるよう、5 月 23 日 13:00 まで 1 日間静置



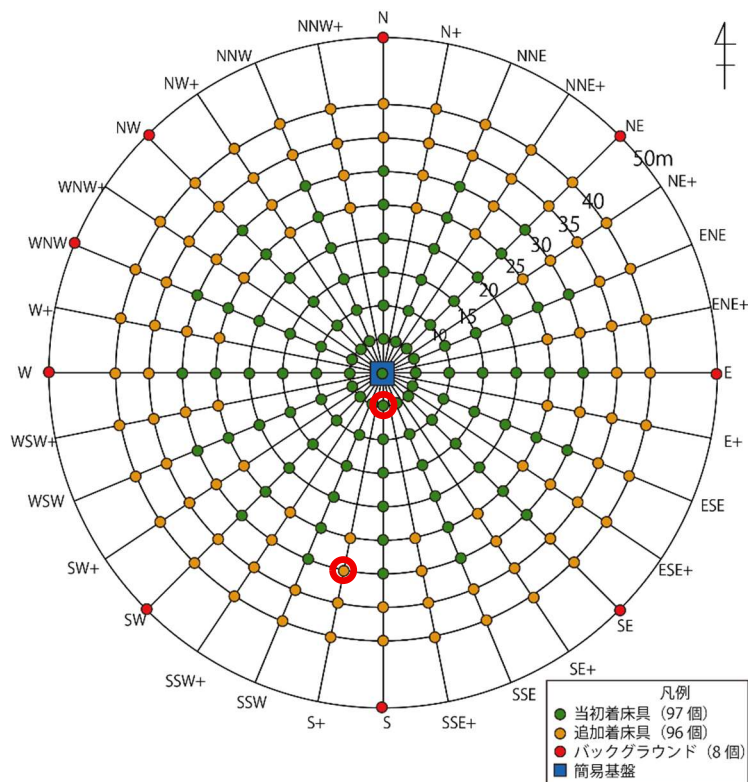
図Ⅳ-1.1.3 放流試験区の設置状況



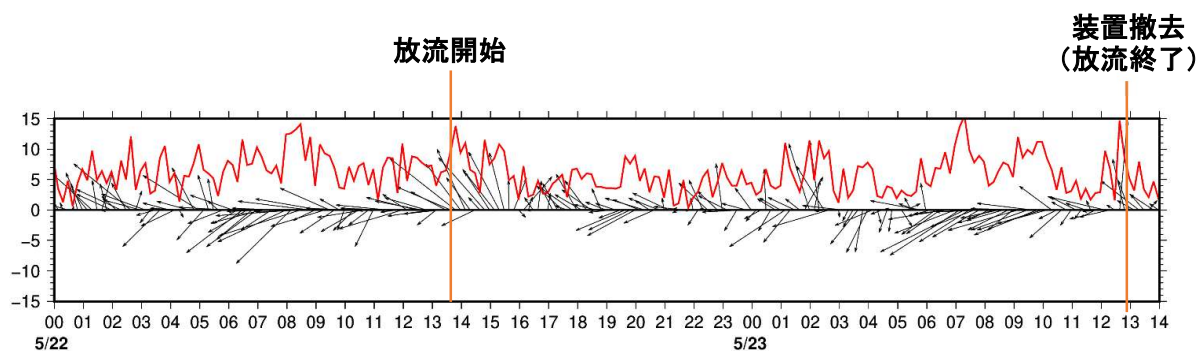
図Ⅳ-1.1.4 幼生放流時の状況（放流用スカート装着時）

1.3.3. 幼生放流試験結果

- ・放流 2 日後の 5 月 24 日に角筒型着床具を回収し、着底幼生数を顕鏡にて計数した結果、幼生の着底は赤丸で示す 2 か所（S5m と S+30m 各 1 個体）で確認された。
- ※着生を確認した幼生は、DNA 分析の結果、ウスエダミドリイシであることを確認。
- ・流況ベクトル図をみると、放流開始から 5 時間後まで、一時南寄りの流れが発生しているが、北寄りの流れが卓越しており、5 時間後以降は南西向きの流れが卓越していた。
- ・スカラー流速は放流開始から、装置撤去まで 0.4～15.5cm/s(平均流速は約 10cm/s)で変動していた。



図IV-1.1.5 サンゴの着生が確認された位置（図中赤白抜き丸）



図IV-1.1.6 放流時の流向・流速（ベクトル）経時変化（赤線はスカラー流速）

1.4. 結果の考察と今後の課題・対応策

1.4.1. 幼生放流試験結果の考察

- ・放流試験区は放流後に基質にたどり着いた幼生はその場に着生する、として設定した。
この場合、幼生の沈降速度は 0.24cm/s 程度であるので、放流高さが 0.5m の場合は流れにより水平方向に約 31m (水平流速 15cm/s として計算) 移動することになる。そのため、本年度の試験区範囲は半径 40m の円形とした。
- ・幼生が着生していたのは、南側の 5m と 30m の地点の 2 箇所であった。一方、流況観測による流況ベクトルをみると、放流直後の放流開始から 5 時間後まで、平均 10cm/s 前後の北西向きの流れであった。
- ・着床具を昨年度の倍以上にして密に設置し、試験区の範囲を広くしたもの、放流する幼生個体数が少なく、放流から着生までの拡散する様子が明確にならなかった。
- ・過年度の計算方法で試験区内への着生率を算出すると、

$$\text{着生率} = \text{着生数} \times (\text{放流対象面積} \div \text{着床具配置面積}) \div \text{放流数}$$

$$= 2 \times \{40\text{m} \times 40\text{m} \times \pi \div (0.12\text{m} \times 0.12\text{m} \times 193 \text{ 個})\} \div 68,000 \text{ 個体} = 5.3\%$$

となるが、今年度の着生状況は、局所的で少なく、着生分布の把握が困難なため、着生率としては評価しない。

1.4.2. 幼生の着生率に係る考察

これまでの幼生放流に関する試験条件と結果の一覧を表-IV.1.1.4 に示す。

- 固定式、断続移動式放流の幼生放流量は約 19 万～960 万個体、それに伴い放流密度^{注1)}も 67～3,822 個体/m²と大きく変動している。
- 着生率^{注2)}についても 3.5～18.9%と変動している。

注1) 放流密度 : 幼生放流量 ÷ 放流面積 (実証試験面積)

注2) 着生率 : 幼生が着生した数 ÷ 幼生放流量

< 着生率変動する要因 (想定) >

① 幼生着生範囲内に設置した着床具の設置面積が小規模
(代表的な着生率を取得できていない)

② 幼生の健全度が調査年度により差異がある
(保持期間中に幼生が死滅した年度等)

表-IV. 1. 1. 4 幼生放流の試験条件と結果の一覧表

①固定式・断続移動式放流

試験 年度	放流 方法	幼生放流量	放流 高さ	試験規模、 試験場所	試験 面積	放流密度	着床具への 着生数	試験区内 幼生着生数	着生率	放流時の 平均流速	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	1m	10m×10m 崎枝湾	100m ²	35,000 個体/m ²	469個体	293,125個体	8.4%	1cm/s	着床具の大きさが他年度と異なり、放流密度が極端に高い
令和 元年	固定式 放流	約200万個体	3m	直径60m円 崎枝湾	2,826m ²	708個体/m ²	16個体	69,778個体	3.5%	1cm/s	放流前に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		直径60m円 浦底湾	2,826m ²	67個体/m ²	4個体	17,444個体	9.2%	2cm/s	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	1.3～ 1.5m	直径40m円×2 浦底湾	2,512m ²	3,822個体/m ²	825個体	1,107,051個体	11.5%	1.5cm/s	特になし
令和 3年	断続移動式 放流	約257万個体	1.2～ 2.1m	直径40m円×4 浦底湾	5,040m ²	510個体/m ²	360個体	484,615個体	18.9%	2.5cm/s	特になし
令和 5年	固定式 放流	約13万個体 (ヤッコモドリイシ)	1.1m	直径30m円 浦底湾	707m ²	184個体/m ²	2個体	2,975個体 (未評価)	2.3% (未評価)	1.1cm/s	幼生保持時に大量死が発生
令和 6年	固定式 放流	約6万個体	0.2m	30m×30m 沖ノ島島	900m ²	67個体/m ²	1個体	856個体 (未評価)	1.4% (未評価)	5.2cm/s	船上産卵・飼育により幼生の確保数が少ない
令和 7年	固定式 放流	約6.8万個体	0.5m	直径80m 沖ノ島島	5,024m ²	14個体/m ²	2個体	3,615個体 (未評価)	5.3% (未評価)	10cm/s	収集できた幼生数が少ない
	合計	1,436万個体					合計	1,678,889個体	平均11.7%		

※1:H30年度放流ケースは試験面積が小さく放流密度が極端に高くなっており、同等の評価ができないため着生に係る合計及び平均から除外している。

※2:令和5年、令和6年、令和7年度は着生が局所的で着生数が少なく、着生分布の把握が困難であるため、試験区内着生数及び着生率として評価せず、合計、平均から除外している。

②断続移動式放流

試験 年度	放流 方法	幼生 放流量	放流高 さ	試験規模、 試験場所	試験 面積	放流 密度	着床具への 着生数	試験区内 幼生着生数	着生率	放流時の 平均流速	放流幼生に関して 発生したイベント等
令和 2年	連続移動式 放流	約1,000万 個体	0.25m	10m×200m 浦底湾	2,000m ²	5,000個体/m ²	279個体	587,121個体	5.9%	2.5cm/s	特になし
令和 3年	連続移動式 放流	約14万個体	0.25m	50m×100m 浦底湾	5,000m ²	28個体/m ²	0.09個体	196個体 (未評価)	0.1% (未評価)	1cm/s	幼生保持時に大量死が発生
令和 4年	連続移動式 放流	約26万個体	1m以内	20m×500m 浦底湾	10,000m ²	26個体/m ²	2.75個体	10,104個体 (未評価)	3.9% (未評価)	3cm/s	高波浪による装置破損で幼生数が減少
	合計	1,000万個体					合計	587,121個体	平均5.9%		

※3:令和3年及び令和4年度は着生が局所的で着生数が少なく、着生分布の把握が困難であるため、試験区内着生数及び着生率として評価せず、合計、平均から除外している。

1.4.3. 各放流方式による検証結果と事業実施への対応

(1) 固定式、断続移動式放流

固定式及び断続移動式放流実証試験の結果から得られた、検証結果と事業実施への対応のまとめを表-IV.1.1.5に示し、放流方法の使い分け、メリット・デメリットを表-IV.1.1.6に示す。

表-IV.1.1.5 固定式、断続移動式放流実証試験の検証結果と事業実施への対応

検証項目	検証結果	事業実施への対応
①放流手法	・令和2年、3年度の実証試験で小型船1隻、ダイバー4人、船上作業2名で、幼生収集～放流まで延べ4日の作業で実施できることを確認。	・スポット的かつ確実に、比較的少ない幼生数で高密度に着生させたい場合には有効な手法。
②放流高さ、放流水深	・平均流速が2.5cm/s程度の静穏な海域では、40m四方程度のエリアで幼生を拡散させる場合、放流高さを基盤から1～1.5mにすると着生率が高かった。 ・放流水深に特に条件はないが、水深約10m以上になると、放流装置の規模が大きくなる。	・流速と放流高さの関係は、流速が小さく、放流高さ低ければ拡散範囲は狭くなり、流速が大きく、放流高さが高ければ拡散範囲は広がる。 ・水深が深い場所では放流高さを調整するため、スカート取り付けて放流する必要がある。
③計画放流量	・令和2年、3年度の現地実証、令和4年度の室内試験結果によると、幼生の装置から放流される時間当たり沈降量、放流後の幼生個々の平均沈降速度ともに0.2～0.3cm/sと幅をもった値であった。	・放流量を計画するための幼生の沈降速度について、放流時間の設定は、ウスエダミドリイシの場合、沈降速度0.2及び0.3cm/sの2ケースで検討し、放流量に幅を持たせた計画を行う。
④目標規模 100 個体/m ² の着生	・R3年度の沖縄沿岸海域の静穏な海域での断続移動放流試験では、幼生257万個体の放流で100 個体/m ² が0.18haの規模で着生した。	・1ha規模で100 個体/m ² の幼生着生を計画する場合、4日令で1,500万程度の幼生を確保するための親サンゴ、幼生収集装置を準備する必要がある。

表-IV.1.1.6 放流方法の使い分け、メリット・デメリット

放流方法の 使い分け	・固定式放流：スポット的に限定した場所に放流する場合に適している。 ・断続式移動放流：水深が一定で広範囲に放流する場合に適している。 多くの幼生を放流する場合に適している。
放流方式の メリット	・固定式放流：放流する行為が他の放流方法に比べて容易にできる。 ・断続移動式放流：幼生の放流数を管理しやすいため、多量の幼生を複数回に分けて放流できる。
放流方式の デメリット	・固定式放流：放流範囲が限られ、広範囲に放流できない。 ・断続移動式放流：複数回の放流ごとに装置を移動させるために、他の放流方法よりも手間がかかる。

(2) 連続移動式放流

連続移動式放流実証試験の結果から得られた、検証結果と事業実施への対応を表-IV.1.1.7に示し、放流方法の使い分け、メリット・デメリットを表-IV.1.1.8に示す。

表-IV.1.1.7 連続移動式放流実証試験の検証結果と事業実施への対応

検証項目	検証結果	事業実施への対応
①放流手法、手順	・令和2年、3年度の実証試験で小型船2隻、ダイバー4人、船上作業2名で幼生収集～放流までの延べ4日の作業で実施できることを確認。	・短時間で広範囲に放流、着生させたい場合には効率的な方法である。
②放流高さ、放流水深	・放流高さは基盤から25cm程度とする。 ・放流水深は、特に条件ないが、水深5～7m以上は厳しい。	・着生基盤の直上に、放流ホースを這わせるように移動放流させる。 ・放流水深が途中で変化する場合、移動途中で、放流高さ（放流ホースの長さ等）を調節する作業が生じる。
③計画放流量	・令和4年度の実証試験により、収集装置内の幼生量、曳航（移動）速度と放流孔面積による計算式より、計画誤差20%以内で放流できることを確認。	・幼生収集装置の大きさや素材、放流孔の面積により、均等に幼生を放流する量が異なるため、予め幼生放流量、曳航（移動）速度、放流孔の流量の関係の確認を行う必要がある。
④目標規模 100 個体/m ² の着生	・令和2年度に1,000万個体の幼生を0.2ha放流し100個体/m ² の着生が確認され、計画面積の約半分（0.1ha）に着生した。	・左記の試験結果によれば、1haに100個体/m ² の幼生着生を計画する場合、10,000万個体程度の幼生が必要と推測される。

表-IV.1.1.8 放流方法の使い分け、メリット・デメリット

放流方法の使い分け	・帯状に放流するため、地形が複雑でも一定水深に放流する場合（リーフエッジに沿った放流等）に適している。 ・比較的小さい労力で広範囲に放流する場合に適している。
放流方式のメリット	・幼生放流量と放流移動速度の関係が明確であれば、短時間で広範囲に幼生放流が可能。
放流方式のデメリット	・実証試験によれば、着生率が固定式、断続移動式放流より低い。 ・幼生放流量のコントロールは、経験によるところが大きい。 ・他の方式と比べて、放流用のホース、装置の曳航用の資材の追加が必要であり、その分費用がかかる。
留意事項	・実証試験では流速5cm/s以下の条件で、放流移動速度は1ノット程度で実施した。それ以上の流れを受ける場合、装置の耐久性（装置の破損の有無）を検討する必要がある

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2017年度までの前事業で開発した。その後、2018年度から2021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。2022年度から2023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。2024年度は、装置の一部を沖ノ鳥島にて設置・撤去を行い、作業性・耐久性を確認した。ただし、サンゴ産卵期に荒天により装置による幼生収集は実施できなかった。

2025年度は装置をサンゴ産卵期に合わせて沖ノ鳥島海域に設置し、作業性や耐久性、幼生収集・保持機能を確認した。

2.2. 幼生収集装置の概要

2022年度に開発した沖ノ鳥島用の幼生収集装置（以下、装置）を図-IV.1.2.1に示す。本装置は、沖ノ鳥島での設置海域の水深に合わせ、高さ2.4m、直径2.2mのバンドル収容部（円筒形）を中心に、バンドルを収集するための収集ホース及び収集スカートから構成されている。また、逆潮による装置の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」、収集ホース及び収集スカートの部分を「スカート部」とする。

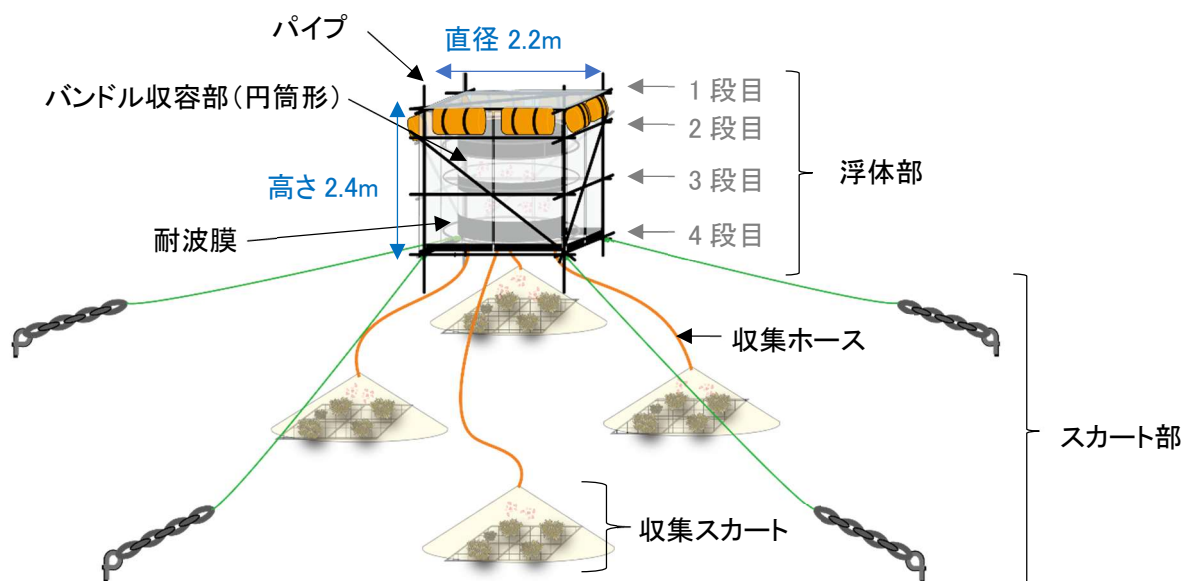


図-IV.1.2.1 沖ノ鳥島用幼生収集装置のイメージ

2.3. 2025 年度の作業実施内容

2025 年度は、サンゴ産卵期に合わせて沖ノ鳥島海域に幼生収集装置を設置し、作業性、耐久性及び幼生収集・保持機能の確認を行った。現地作業の実施内容を表-IV.1.2.1 に示す。

表-IV.1.2.1 幼生収集装置の設置から撤去までの現地作業

実施日 (2025 年)	実施内容 (概略)
5 月 9～10 日	・ 親サンゴ 200 群体を装置設置地点に配置 ・ 装置固定用アンカーを設置 ・ 収集用スカート の位置決め
5 月 11 日	・ 幼生収集装置の浮体部を設置
5 月 12 日	・ 幼生収集装置のスカート部を設置
5 月 13 日 (満月)	・ 点検 → 浮体部の破損を確認 (破損①) → 予備の浮体部を再設置
5 月 14 日	荒天待機
5 月 15 日	・ 点検 → 浮体部の破損を確認 (破損②) ※ 浮体部の再設置はなし
5 月 16 日	荒天待機
5 月 17 日	・ 補修した浮体部を再設置
5 月 18 日	・ 点検
5 月 19 日	・ 点検、サンプリング ・ 親サンゴの成熟卵の抱卵を確認後、収集ホースを撤去し幼生を保持
5 月 20 日	・ 点検、サンプリング ・ 収集スカートを撤去
5 月 24 日	・ 放流試験後に幼生収集装置撤去

2. 4. 沖ノ鳥島海域での幼生収集装置の設置・運用

2.4.1. 幼生収集装置設置・撤去の作業性確認

沖ノ鳥島での装置の設置・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。人員は 2024 年度の実績を踏襲し、各工程で必要人数を配置した。

幼生収集装置の設置結果

当初の予定通りの日程で作業を実施し、満月前日の 5 月 12 日に設置が完了した。海中作業は昨年に続き予定通りに実施できたものの、波浪により観測基盤へ接近できなかったため観測基盤で組み立て予定のパーツを海上で組み立てた。海上組み立てへの切り替えによる作業遅延はなかった。

今年度初めて設置した収集スカート装置の設置も予定通りであり、親サンゴの量に合わせて計 4 基のスカートを配置した。

2.4.1.1 幼生収集装置の撤去結果

親サンゴの成熟卵の抱卵状況を確認し、産卵の可能性がないことから 5 月 19 日に収集ホースを引き抜き、ホース挿入部から幼生が漏れ出ないように蓋をした。翌 5 月 20 日にスカート部（収集スカート及び収集ホース）を撤去し、5 月 24 日の幼生放流実証試験後に浮体部を撤去した。スカート部及び浮体部の撤去は各 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

作業項目		2025年5月															
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
現地滞在		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
作業実績						満月				産卵	産卵				放流試験		
装置設置	設置位置確認																
	資材運搬																
	アンカー設置																
	浮体部設置																
	スカート部設置																
装置撤去	スカート部撤去																
	浮体部・アンカー撤去																

:計画 :実績

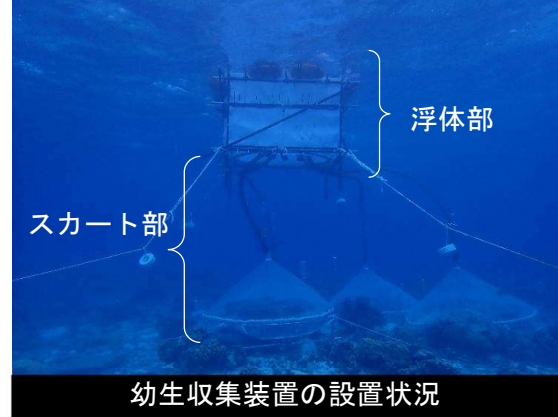


図-Ⅳ. 1. 2. 2 作業状況（装置の設置から撤去まで）

2.4.2. 設置期間中における装置の耐久性確認

波浪・流況観測結果

設置期間中の波高及び流速を記録するため、水圧式メモリー波高計及び超音波流速計を装置近傍の海底に設置した。設置期間は、装置の設置期間と同じ5月12日から5月24日の計13日間である。

設置期間中の最大有義波高は29.8cm、最大流速は21.7cm/sであった。流向別にみると、北から北西にかけて流れていた。



図-IV.1.2.3 波高計・流速計の設置状況

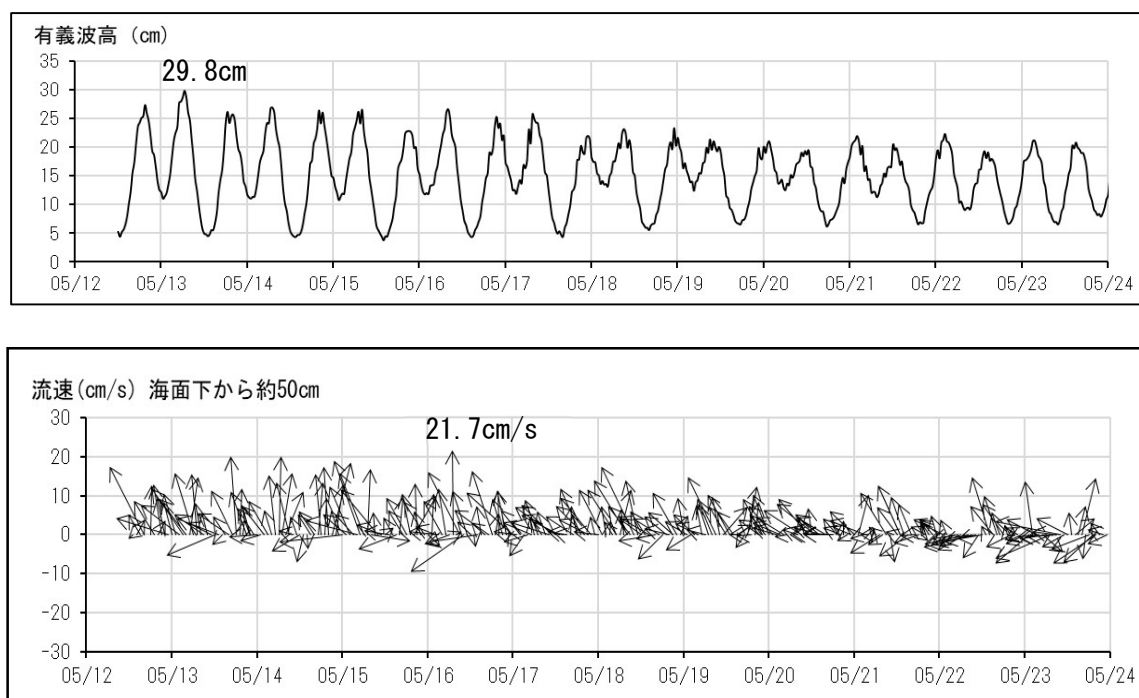


図-IV.1.2.4 装置設置期間中の有義波高、流速（ベクトル）の経時変化

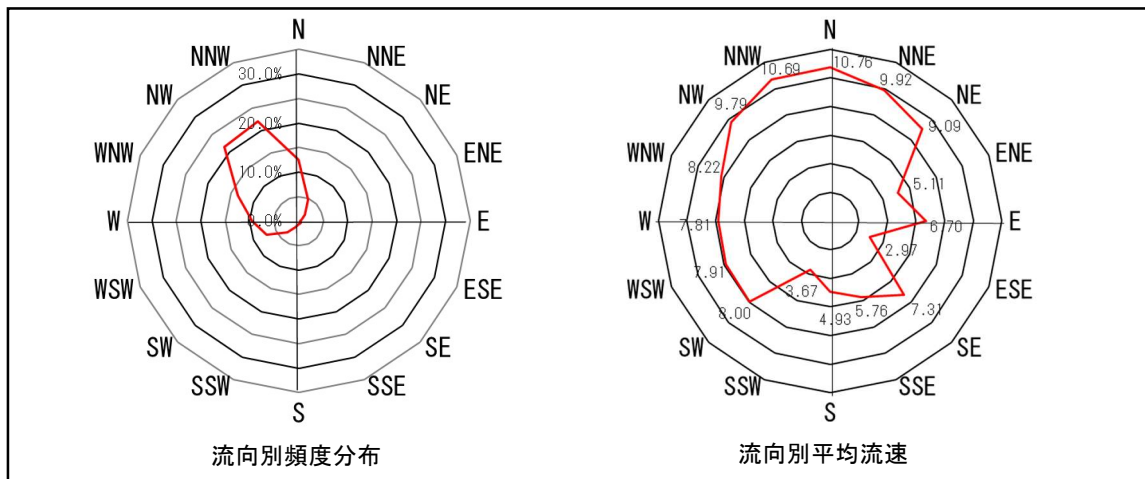


図-IV.1.2.5 装置設置期間中の流向別頻度分布及び平均流速

2.4.2.1 点検結果

装置設置後の翌日（5月13日）から撤去（5月24日）するまで、海上作業の実施日に装置の点検を実施した。なお、5月19日点検後に収集ホース、収集スカートを撤去した。

点検の際は、バンドル収容部、耐波膜・パイプ枠、収集ホース・スカート、アンカーの4項目について破損や固定具の緩み、外れを目視確認した。

設置期間中（5月13日～24日）の点検結果を表-IV.1.2.3に示す。

表-IV.1.2.3 設置期間中（5月13日～24日）の点検結果

点検日	浮体部		スカート部		備考
	バンドル収容部	耐波膜・パイプ枠	収集ホース・スカート	アンカー	
5月13日	× 上面破損 (①)	×	×	○	破損確認後、予備のバンドル収容部を再設置
5月14日	荒天待機				
5月15日	× 上面・側面破損 (②)	×	×	○	破損確認のみ
5月16日	荒天待機				
5月17日	○	○	○	○	補修したバンドル収容部を再設置、収集ホースの位置を一部移動
5月18日	○	×	○	○	
5月19日	○	×	○	○	点検後、収集ホース・収集スカートを撤去
5月20日	○	×	—	○	
5月21日	○	×	—	○	
5月22日	○	×	—	○	
5月23日	○	×	—	○	
5月24日	○	×	—	○	点検後に撤去

×：異常あり ○：異常なし —：撤去済み

浮体部

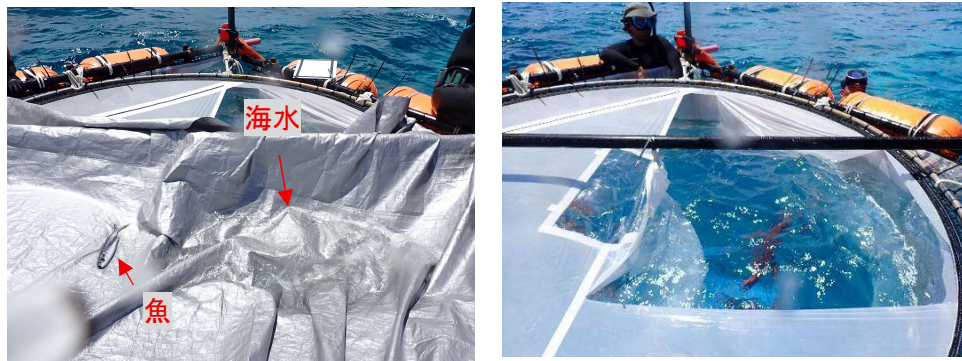
バンドル収容部

バンドル収容部は計2回破損した。1回目（5月13日）は装置上面、2回目（5月15日）は装置全体に破損が生じた。いずれも補修を行い、2回目の補修完了（5月17日）以降は新たな破損は確認されなかった。各破損時の状況及び補修は次のように実施した。

<1回目の破損（表-Ⅳ.1.2.3 ①）>

装置上面のみが破損していたことから、装置上面の張りが強く、波浪により雨除けシートに海水が滞留したこと、または魚類（トビウオ）の衝突などが破損要因として考えられた。

補修は、破損したバンドル収容部のみを取り外し、過年度に使用した予備のバンドル収容部を設置した。また、海水や魚類の衝撃が集中しないよう装置上面の張りを弱めて再設置した。



破損状況



補修後（予備の浮体部を設置）

図-Ⅳ.1.2.6 バンドル収容部の破損及び補修状況

＜2回目の破損（表-Ⅳ.1.2.3 ②）＞

設置時にホースの接触がみられていたことから、ホース先端の切り口によりバンドル収容部が裂けた可能性が考えられた。

予備のバンドル収容部がないことから1回目に破損したバンドル収容部を補修のうえ再使用した。補修は、プランクトンネットと同等の生地及び裁縫用接着剤を用いて実施した。また、補修部分への負荷軽減及び幼生の流出防止のため、バンドル収容部の上面が当初より40cm高くなるようパイプ枠を再構築した。さらに、破損原因として想定されたホース先端の接触を防止するため、ホース先端にロープとビニールテープを巻く対策を講じた。これらの補修及び対策実施後は、バンドル収容部の破損はなく、接着剤で補修した上面にも異常は確認されなかった。

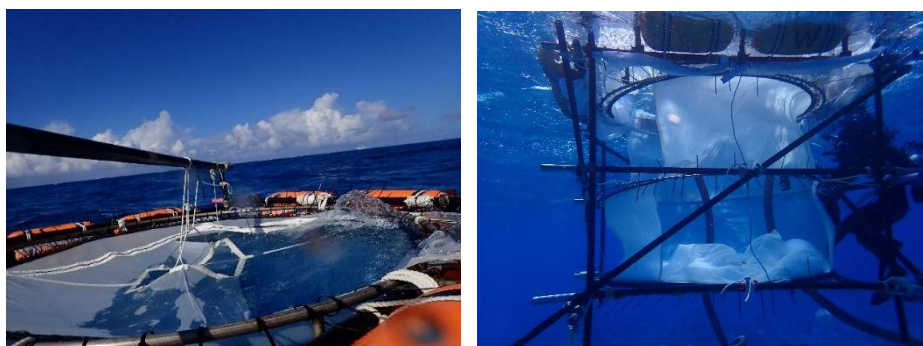


図-Ⅳ.1.2.7 バンドル収容部の破損状況

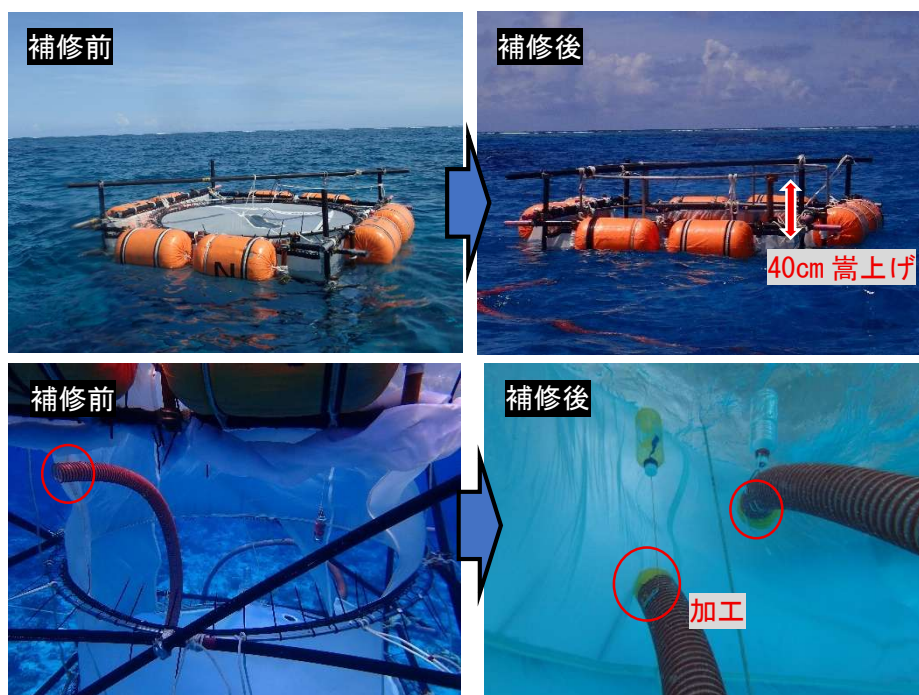


図-Ⅳ.1.2.8 バンドル収容部の補修状況

耐波膜・パイプ枠

<耐波膜>

北側の耐波膜生地で多くの破損が確認された。破損は穴状のものが多く、クランプとの接触により生じたものと考えられた。耐波膜生地の破損は装置の幼生収集機能に影響を及ぼさないことから、補修は行わず使用を継続した。

また、耐波膜の固定部分（アイメッシュ加工部）にも破断が確認された。固定部分の破断は四方位全てで確認され、とくに南側及び北側に集中していた。これは、耐波膜に加わる外力が固定部分に集中し、留め具（結束バンド）とパイプ枠が擦れることで生じたものと考えられた。点検時には、破断箇所周辺を結束バンドで再固定するとともに、固定箇所を増やすことで1箇所あたりにかかる外力を分散させた。

再設置後以降はバンドル収容部の破損が確認されなかったことから、耐波膜はバンドル収容の保護に一定の効果があつたと推察される。

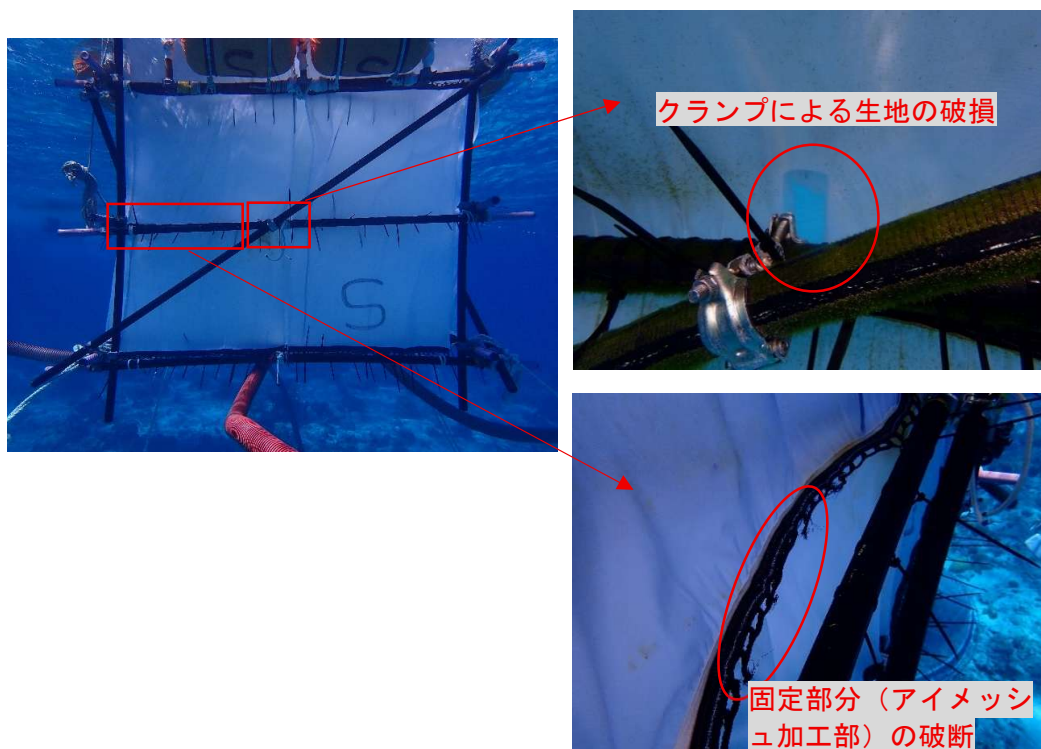


図-IV.1.2.9 耐波膜の破損状況

<パイプ枠>

パイプ枠ではクランプの緩みが確認された。緩みは主に2段目の接続部で多く確認された。これは、海上での組立作業の不安定さにより十分な締結が行われなかったことが原因と考えられた。緩みによる装置構造の不安定化を防ぐため、点検時にクランプの締め直しを適宜実施した。

スカート部

収集ホース・スカート

5月13日に北側の収集ホースの離脱と西側の収集スカートの移動を、15日に北側及び西側の収集ホースの離脱と西側の収集スカートの移動を確認した。収集スカートを固定していたロープには破断は確認されなかったものの一部がほどけていた。

収集ホースの離脱は、装置本体が移動したことが原因と考えられた。また、離脱して海面に浮いた収集ホース先端付近が風で流され、それに引きずられて収集スカートが移動したと考えられた。

南側や東側ではホースの離脱が確認されなかったことから、5月17日の浮体部再設置時に、北側及び西側のスカート部（収集ホース＋スカート）の位置を装置直下及び南東方向へ移動した。移動後は、収集ホースの離脱は確認されず、全ての収集スカートにおいて移動、ロープの緩み及び破断は確認されなかった。

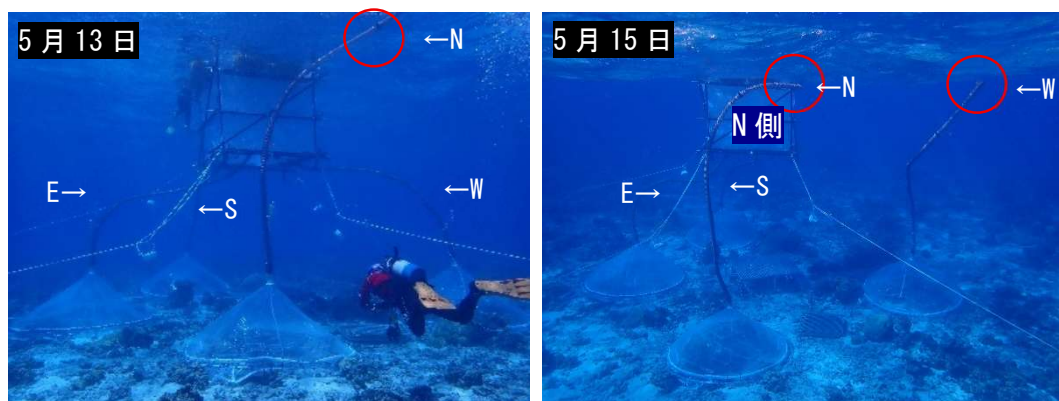


図-IV. 1. 2. 10 ホースの離脱状況

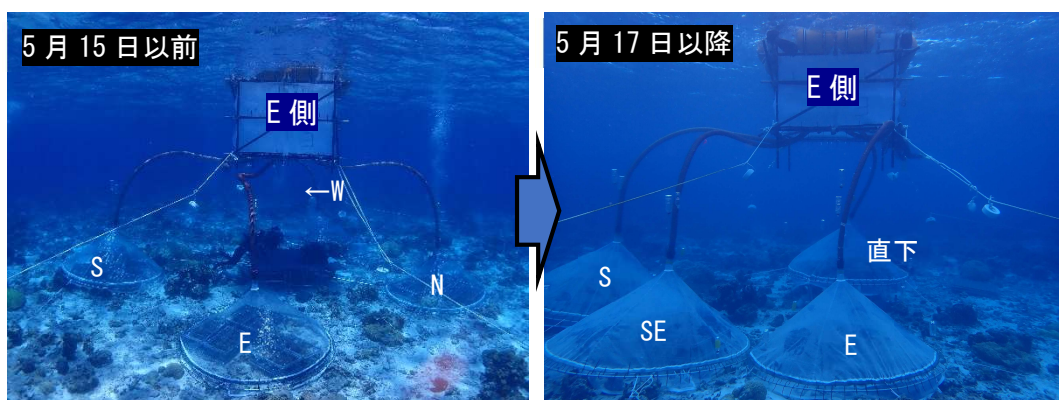


図-IV. 1. 2. 11 スカート部の配置換え

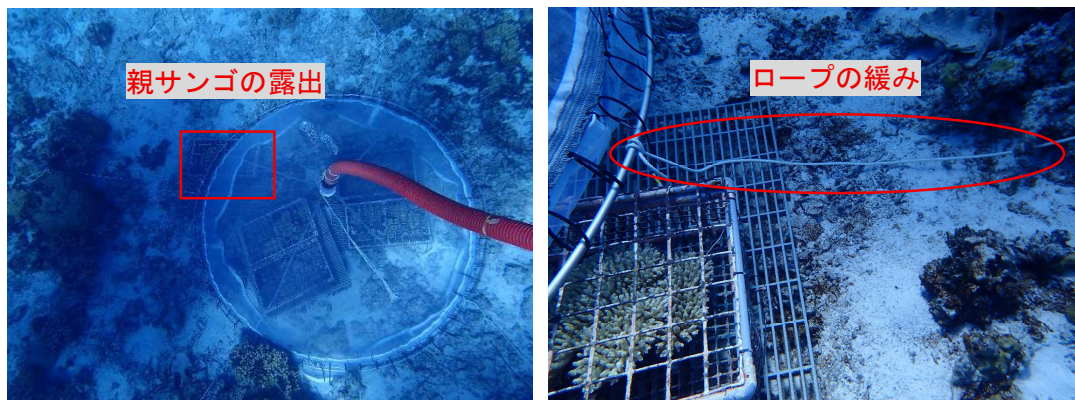


図-IV. 1. 2. 12 収集スカートの点検結果

アンカー

全日程でアンカーロープの外れや緩み、破断は確認されなかった。

2.4.2.2 耐久性計算との比較

2023 年度に実施した耐久性計算では、バンドル収容部及び耐波膜の生地を対象として、生地に対して面的に波・流れを受けた場合を計算している。その際的设计条件は、最大有義波高 96.0cm、最大流速 33.0cm/s であった。今年度の設置期間中の最大有義波高は 29.8cm、最大流速は 21.7cm/s であり、设计条件の範囲内であった。バンドル収容部や耐波膜生地の破損は、波や流れによる直接的な破損ではなく、波や流れによりホース切り口やクランプなどの突起に接触したことが要因であるから、耐久性計算の妥当性が確認された。

2.4.3. 沖ノ島島海域に適した幼生収集装置の改良案

バンドル収容部

上面破損への対応：雨除けの改良

現行の雨除けは、風の抵抗を最小限にするために、バンドル収容部上面にビニールシートを張っており雨除けとの隙間がほとんどない。そのため、雨除けシート上に海水がたまった際に雨除けと上面が接触し、破損したと考えられる。

このため、バンドル収容部上面と接触が生じない構造に改良する。暴風を伴うスコールでも雨水が入りにくいボックス状構造を推奨する。

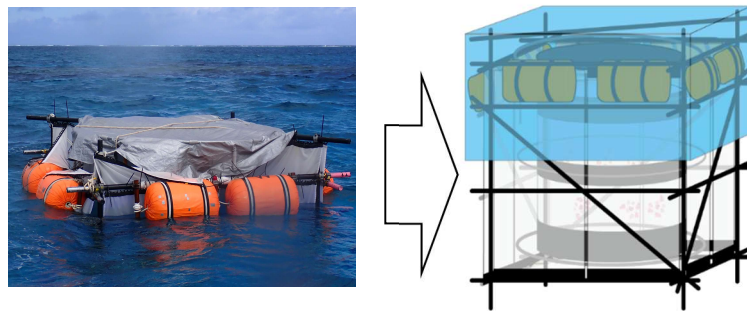


図-IV.1.2.13 雨除けシートの改良案

バンドル収容部・耐波膜生地への対応：突起への対策

バンドル収容部及び耐波膜生地の破損を招いた、収集ホースの切り口及びクランプの突起に対して突起が生地に接触しないよう接触防止措置を講じる。ホースの切り口には、ビニールテープやロープを巻くあるいはサンディングを施し、鋭利な切断面が生地に接触が生じない構造とする。クランプの突起はクランプカバーを用いて突起部分を保護する。

耐波膜固定部の破断への対応：固定の強化

耐波膜の固定は結束バンドを用いており、耐波膜に加わる外力が集中したことで破断したと考えられる。固定部分の1箇所あたりに加わる外力を分散させるため、結束間隔を短縮し破断を軽減する。

2.4.3.1 収集ホース

離脱への対応：収集ホース長の改良

収集ホース長は、大潮を基準とし、干潮時に水面から干出せず、満潮かつ高波浪時に装置内へ40cm程度残存する条件で設計していた。今年度調査で確認された収集ホースの離脱は、潮位の高い時間帯に浮体部が強風等の影響でホース挿入長を超える距離を移動したために発生したと考えられた。

以上を踏まえ、流下方向への移動を考慮し、大潮の高波浪時でも装置内へ90cm程度挿入される設計へ改良する。ただし、収集ホース長を延長した場合、干潮時にホースがバンドル収容部を突き破る確率が高まるため、水面から収集ホースが干出しない位置にストッパーを取りつける。

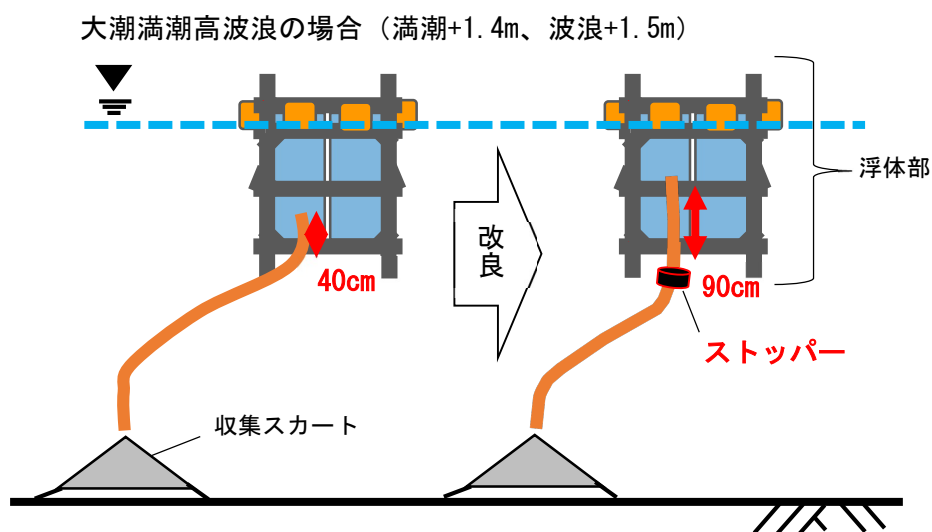


図-IV.1.2.14 収集ホース長の改良案

2.5. 親サンゴの選定及び収集装置下への配置

装置下には、第2フェーズ時に中間育成施設へ移植したサンゴ（以下、第2期サンゴ）、2024年度及び2025年度に久米島から輸送したサンゴ（以下、2024サンゴ、2025サンゴ）を配置する計画であった。第2期サンゴ及び2024サンゴは、過年度に中間育成施設に固定・成育していたことから、成熟状況が不明であったため、成熟卵の抱卵状況を確認し、成熟卵を持つ群体のみを装置下に配置した。

過年度に輸送した親サンゴの生残・抱卵状況

第2期サンゴは、第2フェーズ時に中間育成施設（コンクリート型・じゃかご型）へ移植され、2025年度時点で産卵可能なサイズ（直径10cm以上）のサンゴは約30群体生残していた。

2024サンゴは2024年度の調査終了時に中間育成施設（コンクリート型・じゃかご型）に固定し、2025年度時点で62群体が生残していた（生残の詳細は、4章に記載）。

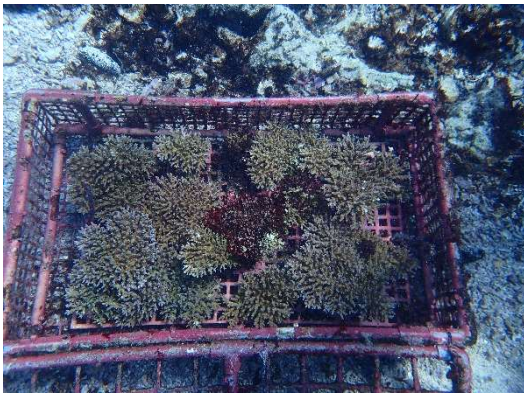
	コンクリート型上の生残状況	じゃかご型上の生残状況
第2期サンゴ		
2024サンゴ		

図-Ⅳ.1.2.15 過年度に移植・固定したサンゴ群体の生残状況例

調査期間中に産卵する可能性がある群体として、成熟卵の有無を確認した。第2期サンゴでは、約30群体のうち8群体で成熟卵が確認され、2024 サンゴでは、62群体全てで成熟卵が確認されなかった。

表-IV. 1. 2. 4 抱卵確認した群体数

親サンゴ	成熟卵の有無を確認した群体数	成熟卵が確認された群体数
第2期サンゴ	約30群体	8群体
2024 サンゴ	62群体	0群体

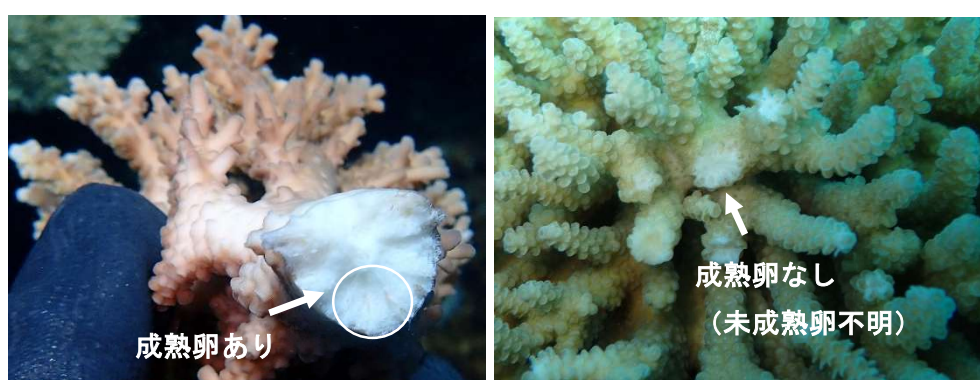


図-IV. 1. 2. 16 抱卵状況の確認

2.5.1. 幼生収集装置下への親サンゴの配置状況

当初計画では、第2期サンゴ、2024 サンゴ、2025 サンゴを親サンゴとして装置下へ配置予定であった。しかし、2024 サンゴの成熟卵が確認されなかったことから、成熟卵をもつ第2期サンゴ8群体及び2025 サンゴ192群体※の計200群体を配置した。なお、2025 サンゴは久米島から輸送する時点で抱卵（成熟卵及び未成熟卵の両方）を確認しているため、沖ノ鳥島到着後に改めて成熟卵の抱卵確認は実施していない。そのため、装置下へ配置した192群体の群体別の成熟卵の保持状況は不明である。

親サンゴの数に応じて装置下へ配置し、収集スカートへは第2期サンゴのみで1基（直下）、2025 サンゴのみで3基（S、SE、E）の計4基に割り振り配置した。

※ 2025 サンゴは計200群体輸送している。そのうち8群体を幼生船上飼育の知見を得ることを目的に沖ノ鳥島到着後も船上にて飼育したため、装置下への配置は192群体の配置となっている。

表-Ⅳ. 1. 2. 5 装置下への各親サンゴの配置数

親サンゴ	装置下への配置	船上飼育	備考
第 2 期サンゴ	8 群体	0 群体	成熟卵あり (未成熟卵未確認)
2024 サンゴ	0 群体	0 群体	成熟卵なし (未成熟卵未確認)
2025 サンゴ	192 群体※	8 群体※	成熟卵・未成熟卵両方 あり
計	200 群体	8 群体	

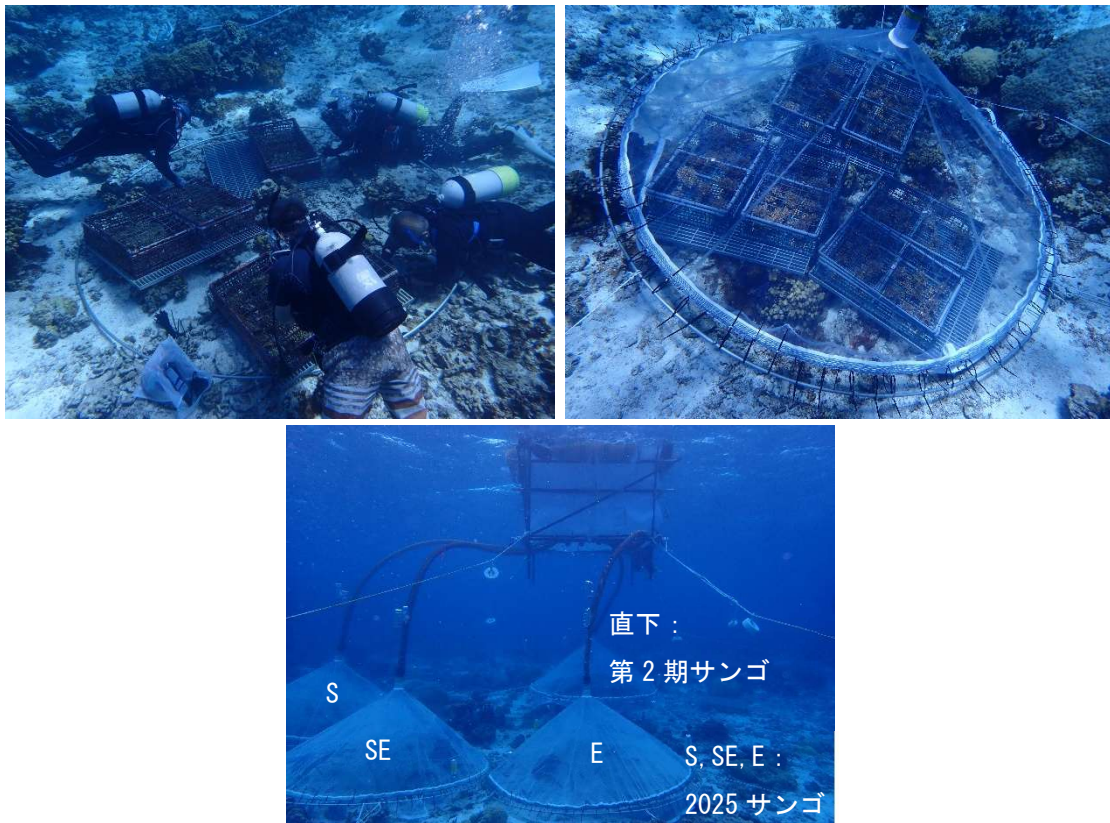


図-Ⅳ. 1. 2. 17 装置下への親サンゴの配置状況

2. 6. 親サンゴの産卵状況

産卵の有無及び確度を確認するため、装置下及び船上水槽のそれぞれで親サンゴの産卵状況を確認した。

幼生収集装置下での産卵状況

沖ノ鳥島では夜間作業の安全が確保できないため、石垣島での実証実験のように装置下に配置した親サンゴの産卵有無を直接確認することができない。そこで、沖ノ鳥島では、親サンゴ群体の成熟卵の抱卵状況や、バンドル収容部への幼生収集状況、インターバルカメラによる産卵状況の確認を行った。

成熟卵の抱卵状況

日中に第2期サンゴ、2025 サンゴそれぞれで成熟卵の抱卵状況を確認した。
確認した群体に占める成熟卵をもつ群体の割合は、第2期サンゴでは5月10日が100%、18日が33%、19日が0%であった。2025 サンゴでは5月15日が50%、18日が50%、19日が2%（表-Ⅳ. 1. 2. 6 参照：3群体のみ成熟卵を抱卵）であった。以上の結果より、第2期サンゴは5月17日及び18日の夜間に産卵し、2025 サンゴは5月18日夜間に産卵したと考えられた。19日時点で成熟卵をもつ群体がほとんどないことから、19日以降に産卵は起こらないと考え、装置による幼生収集は19日に終了した。ただし、成熟卵の抱卵が確認された3群体については産卵する可能性があることから、海中で産卵誘発を実施した後、幼生を得るために船上水槽へ運搬した。（産卵誘発については2. 6. 3 章で記述する）

表-Ⅳ. 1. 2. 6 成熟卵の抱卵群体の割合

親サンゴ	5月					
	10日	15日	16日	17日	18日	19日
第2期サンゴ	100% (8群体抱卵)			割合不明 (5群体)	33% (3群体中1群体)	0% (8群体中0群体)
2025サンゴ		50% (6群体中3群体)		割合不明 (3群体)	50% (4群体中2群体)	2% (192群体中3群体)

2.6.1.1 インターバルカメラによる産卵確認

第2期サンゴに1台、2025 サンゴに1台、インターバルカメラを設置した。産卵前に光刺激を与えないよう18時30分以降に撮影が始まるように設定し、撮影間隔は10分間隔とした。なお、カメラの不具合や流れによりカメラの画角が移動したために、産卵状況を捉えていない日もあった。

第2期サンゴでは5月17日18時50分から、2025 サンゴでは5月18日18時50分からバンドルが放出する様子が確認された。

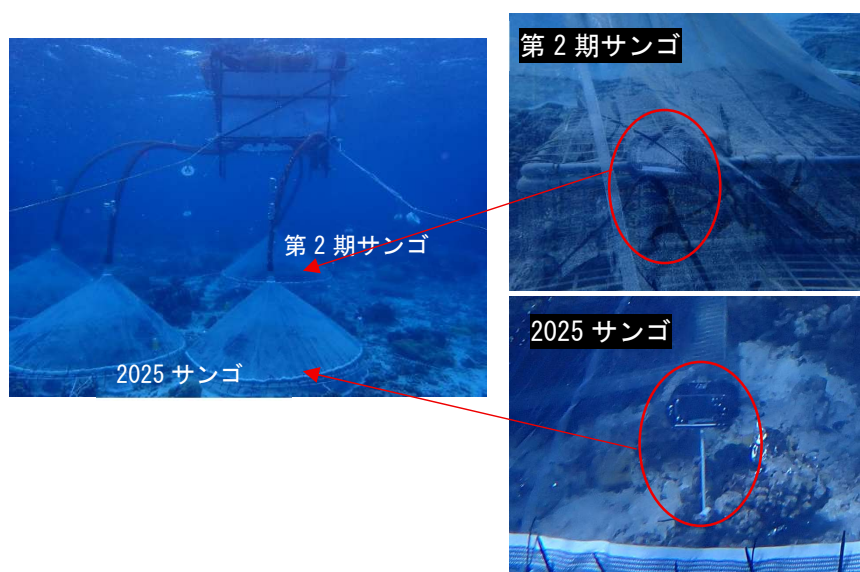


図-IV.1.2.18 インターバルカメラの設置状況

表-IV.1.2.7 インターバルカメラの設置日及び産卵確認結果

撮影日	装置設置・ 幼生収集作業	第2期サンゴ		2025 サンゴ	
		設置	産卵	設置	産卵
5月12日夜	装置設置完了	×	—	○	×
5月13日夜(満月)	破損による再設置	○	×	×	—
5月14日夜	荒天待機	○	×	×	—
5月15日夜	破損	○	×	×	—
5月16日夜	荒天待機	○	×	×	—
5月17日夜	再設置	○	○	○	不明
5月18日夜	—	○	不明	○	○
5月19日夜	幼生収集終了	○	×	○	×
5月20日夜	収集スカート撤去	×	—	○	×

設置 ×：設置なし、○：設置あり

産卵 ×：産卵なし、○：産卵あり、不明：カメラ不具合や画角移動により確認不可



図-IV. 1. 2. 19 インターバルカメラの撮影結果（バンドル放出のみ）

2.6.1.2 バンドル収容部への幼生収集状況の確認

バンドル収容部への幼生収集状況の確認は、装置の点検時に実施した。5月18日に幼生が確認できたことから、5月17日に産卵が起こったと推察される。なお、幼生は水面上では確認されず、装置内の底面や側面で確認された。



図-IV. 1. 2. 20 装置内部の幼生収集状況

2.6.2. 船上水槽での産卵状況

船上水槽では、装置下に配置した第 2 期サンゴ及び 2025 サンゴそれぞれの枝片を飼育し、産卵確認（バンドルセットの割合確認）及び産卵誘発による産卵日の推定を実施した。

船上水槽のサンゴ飼育状況

枝片・群体の飼育は、5 月 9 日から 21 日まで実施した。飼育は、親サンゴを飼育した船上水槽と輸送カゴを用いて行い、枝片は輸送カゴに 1 枝ずつ固定した。親サンゴの飼育と同様、飼育期間中は毎日 9:00、15:00、20:00 の 3 回海水交換を実施し、散水や遮光幕により水温が上昇しないよう留意した。水温は海水交換や日射の関係で多少の上下はあるものの、概ね 30℃程度であった。

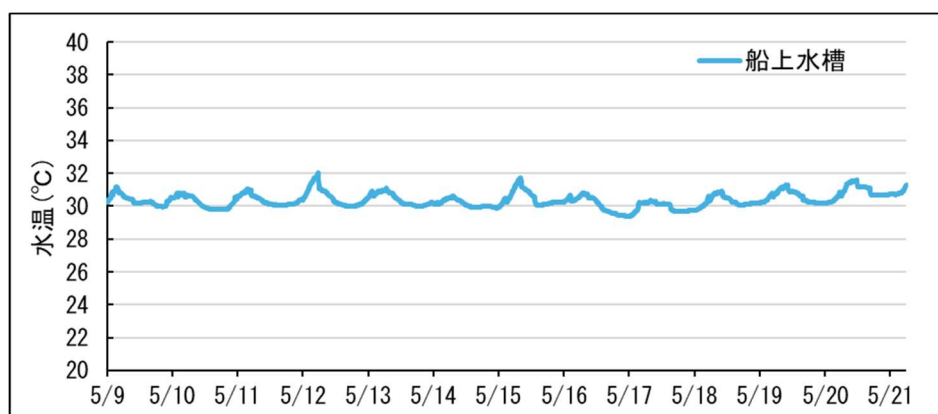


図-IV. 1. 2. 21 飼育水槽の水温の経時変化

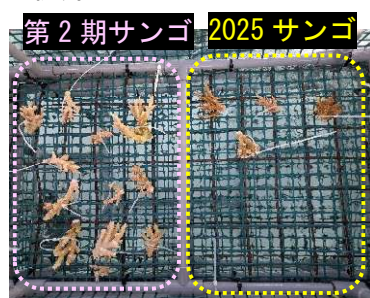
第 2 期サンゴは、5 月 10 日の抱卵状況確認の際に、成熟卵を持つ枝片を 11 本採取し船上水槽にて飼育した。加えて、5 月 17 日に追加で成熟卵をもつ 5 群体より枝片を 1 枝ずつ採取し船上水槽へ運搬した。

2025 サンゴは、5 月 9 日に船上飼育していた親サンゴを沖ノ鳥島礁内へ運搬している。久米島から輸送した 200 群体のうち 8 群体を船上での受精・幼生飼育に関する課題や生残状況の知見を得ることを目的に、沖ノ鳥島礁池内へは運搬せず船上にて飼育した。また、同日に沖ノ鳥島礁内へ運搬した親サンゴのうち 4 群体から枝片を 1 本ずつ採取した。5 月 15 日に産卵誘発を実施するため、船上飼育していた親サンゴ 8 群体より枝片を 4 本採取した。なお、このときは成熟卵の確認は実施していない。5 月 17 日に成熟卵を確認した 3 枝を追加で採取し、船上水槽にて飼育した。また、5 月 19 日に海中にて産卵誘発した成熟卵をもつ 3 群体も合わせて飼育した。

表-Ⅳ. 1. 2. 8 船上飼育した枝片・群体数

実施日	第2期サンゴ	2025 サンゴ		船上作業
	枝片	枝片	親サンゴ	
5月9日		4枝	8群体	
5月10日	11枝 (成熟卵あり)			
5月15日		4枝追加		産卵誘発
5月17日	5枝追加 (成熟卵あり)	3枝追加 (成熟卵あり)		産卵誘発
5月19日			3群体追加 (成熟卵あり・19日に海中で誘発済)	
計	16枝	11枝	11群体	

<枝片>



5月10日時点



5月15日時点



5月17日時点

<群体>



5月9日時点



5月19日時点 (追加分)

図-Ⅳ. 1. 2. 22 船上飼育の状況

2.6.2.1 バンドルセットの割合確認

満月である5月13日から21日まで、毎夜18時30分から19時にかけてバンドルセットの割合確認を実施した。バンドルセットとは、産卵直前にサンゴのポリプにバンドル（卵と精子の集合体）が確認される現象である。なお、表-IV.1.2.9に示すバンドルセットの割合は、産卵誘発処理により産卵したものも含まれる。

第2期サンゴの枝片は、5月17日と18日にバンドルセットが確認された。バンドルセットが確認された枝片は両日とも16枝中2枝であり、17日の日中に装置下より新しく採取した枝片であった。枝片あたりのバンドルセットの割合は、17日で20～50％程度、18日で10％程度であった。

2025 サンゴの枝片は、5月16日にバンドルセットが確認された。バンドルセットが確認された枝片は8枝中1枝であり、装置下に配置されている親サンゴの1つから採取した枝片であった。枝片あたりのバンドルセットの割合※1は、70％程度であった。

2025 サンゴの群体は、5月19日に装置下にて成熟卵が確認され船上水槽に輸送した3群体のうち2群体で同日にバンドルセットが確認された。群体あたりのバンドルセットの割合は、50％程度であった。沖ノ鳥島到着後から飼育していた8群体ではバンドルセットは確認されなかった。

バンドルセットは18時30分頃にはすでに確認され、18時40分頃よりバンドルの放出がみられた。

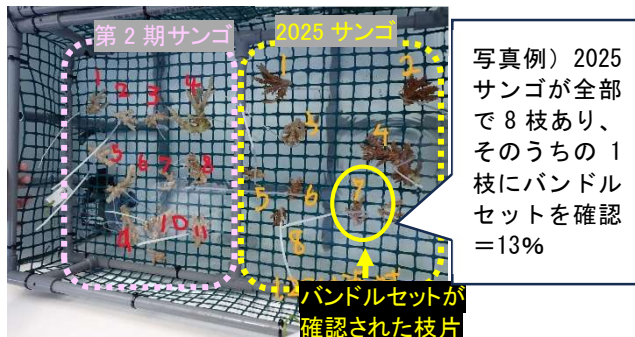
表-IV.1.2.9 船上飼育した枝片・群体のバンドルセット割合

親サンゴ		バンドルセットの割合	5月				
			15日	16日	17日	18日	19日
			船上産卵誘発		船上産卵誘発		海中・船上産卵誘発
第2期 サンゴ	枝片	全体の割合※1	0%	0%	13% (16枝中2枝)	13% (16枝中2枝)	0%
		1枝あたりの割合※2	—	—	20～50％程度	10％程度	—
2025 サンゴ	枝片	全体の割合※1	0%	13% (8枝中1枝)	0%	0%	0%
		1枝あたりの割合※2	—	70％程度	—	—	—
	船上飼育 群体	全体の割合※3	0%	0%	0%	0%	0%
		1群体あたりの割合※4	—	—	—	—	—
	装置下から船上へ 移動した 群体	全体の割合※3					67% (3群体中2群体)※
		1群体あたりの割合※4					50％程度

※成熟卵をもつ群体であることを確認済み

※19日に海中で産卵誘発を実施

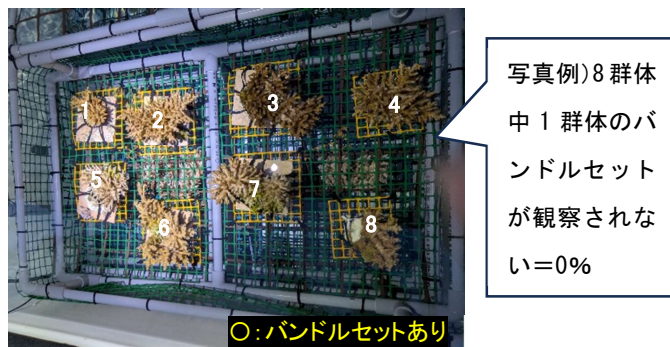
※1 (枝片)全体の割合
: 観察した枝片の総数に対してのバンドルセットの割合



※2 1 枝あたりの割合
: 1 枝のうちバンドルセットがみられた面積比率



※3 (群体)全体の割合
: 観察した群体の総数に対してのバンドルセットの割合



※4 1 群体あたりの割合
: 1 群体のうちバンドルセットがみられた面積比率



2.6.2.2 産卵誘発による産卵日の推定

調査工程より産卵待機できる日程を逆算し、5月20日夜に装置下の親サンゴが未産卵の場合、放流実証試験が実施できないことから、それまでに産卵が起こらないと判断した場合は前日の19日に産卵誘発を実施する必要があった。そこで、装置下で産卵誘発を実施する前日の18日夜までに自然産卵の有無の推定を目的に、船上水槽では5月15日と17日の計2回、産卵誘発を実施した。対象は第2期サンゴ、2025サンゴの枝片とし、誘発実施日の当日に産卵がみられた枝片については対象外とした。

産卵誘発は、飼育水槽とは別に誘発用に水量を調整した水槽（以降、誘発水槽とする）にて実施した。誘発水槽に誘発対象の枝を移動し、そこへ30%過酸化水素を濃度0.5mMになるように注入した。2時間静置後、飼育水槽へ移動し、誘発翌日にバンドルセットの割合を確認した。

1回目（5月15日）は、第2期サンゴ11枝、2025サンゴ8枝を産卵誘発させた。そのうち、2025サンゴ1枝でバンドルセットが確認され、その割合は1枝あたり70%程度であった。

2回目（5月17日）は、誘発実施日であったものの、誘発実施前に第2期サンゴで2枝の産卵が確認された。そのため、第2期サンゴでは該当の2枝を除いた14枝で、2025サンゴでは11枝で産卵誘発を行った。そのうち、第2期サンゴの1枝でバンドルセットが確認され、その割合は1枝あたり10%程度であった。

これまでの経験則より、産卵誘発後にみられる1枝あたりのバンドルセットの割合と産卵推定日は表-IV.1.2.11の通りである。第2期サンゴは自然産卵、産卵誘発の結果を含め5月17日、18日の2日間連続で産卵が確認され、装置下においても同日に産卵している。2025サンゴは、5月16日に70%程度の産卵が確認され、装置下では5月18日に産卵している。このことから、産卵誘発による産卵日の推定は、2日程度の時期の差はあるものの有用であることが示された。



図-IV.1.2.23 船上での産卵誘発状況

表-Ⅳ. 1. 2. 10 産卵誘発により確認されたバンドルセットの割合結果

誘発回数	誘発日	産卵確認日	親サンゴ	誘発した枝数	バンドルセットした枝数	1枝あたりのバンドルセットの割合
1回目	5月 15日	5月 16日	第2期サンゴ	11枝	0枝	—
			2025サンゴ	8枝	1枝	70%程度
2回目	5月 17日	5月 18日	第2期サンゴ	14枝	1枝	10%程度
			2025サンゴ	11枝	0枝	—

※5月18日の産卵確認日には、第2期サンゴでは合計2枝の産卵が確認されている（表-Ⅳ. 1. 2. 9 参照）。表-Ⅳ. 1. 2. 10 では、産卵誘発をおこなった枝片に対してバンドルセットが確認された枝数を集計しているため、総計が異なる。

表-Ⅳ. 1. 2. 11 バンドルセットの割合と産卵推定日

バンドルセットの割合	親サンゴの産卵推定日数
70%～80%以上の場合	1～2日後
50%～60%の場合	3日後以降
30%～40%の場合	4日後以降
30%以下の場合	1週間程度または次回の満月での産卵

2.6.3. 親サンゴの産卵誘発による産卵状況

産卵誘発の対象群体及び方法

装置下の親サンゴは5月19日の日中に成熟卵が確認された群体（3群体）を対象に、船上水槽では同日の19時までにはバンドルセットが確認されなかった群体を対象に産卵誘発を実施した。

産卵誘発を行う時間によってバンドルを放出する割合が変わり、午前中（6時～12時）に産卵誘発を行うと産卵が2日に分散する可能性が高まることがわかっている（林原ら2004^[1]）。海域の作業時間に限りがあることから海域では13時以降、船上水槽ではバンドルチェック後の19時以降に産卵誘発を実施した。

海域では、成熟卵をもつ3群体を厚手のビニール袋にいれ、30%過酸化水素を0.5mMになるように調整した量をビニール袋内に注入し、密閉した。密閉したビニール袋内の海水温が上昇しないよう遮光幕をかけ岩陰に静置した。2時間の静置予定であったが、袋内に白濁がみられたため1.5時間で誘発を終了した。誘発終了後、船上へ移送した。

船上水槽では、誘発水槽へ誘発対象である群体（5月9日から船上飼育していた2025サンゴ8群体）を移動し、30%過酸化水素を0.5mMになるように調整した量を注入後、2時間静置した。誘発後は、清浄な海水が満たされた水槽にて飼育を継続した。



図-IV. 1. 2. 24 海域での産卵誘発実施状況

2.6.3.1 産卵誘発後の産卵結果

礁内で産卵誘発を実施した 3 群体は、誘発当日の夜に 3 群体中 2 群体が産卵した。1 群体あたりのバンドルセットの割合が 50%程度であったことから、少量であっても幼生数を確保できる可能性があると考え、バンドルを収集した。バンドル収集後は、手引き^[2]に沿って受精作業を行い、トスロンバケツにて室温が概ね一定に保たれている部屋に静置した。

船上水槽で産卵誘発した群体は、産卵が確認されなかった。

[1] Takeshi Hayashibara, Kenji Iwao, Makoto Omori (2004) Induction and control of spawning in Okinawan staghorn corals. Coral Reefs, 23, 406-409

[2] 水産庁漁港漁場整備部 (2018) 改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き

2.6.4. 産卵状況まとめ

幼生収集装置下では、5 月 17 日、18 日の 2 日間で親サンゴが産卵した。成熟卵の確認結果より 5 月 19 日以降は産卵する群体がほとんどないことから、バンドルの収集は終了した。なお、装置下で成熟卵が確認された 3 群体のみ産卵誘発を実施し、そのうち 2 群体の産卵を確認した。

船上水槽での産卵日の推定は、海域での産卵と誤差 2 日程度であり、産卵日の推定に有用であることが示された。

2.7. 幼生の生残状況

幼生収集装置内の幼生生残状況

幼生収集装置にて5月19日から5月22日まで幼生を保持した。

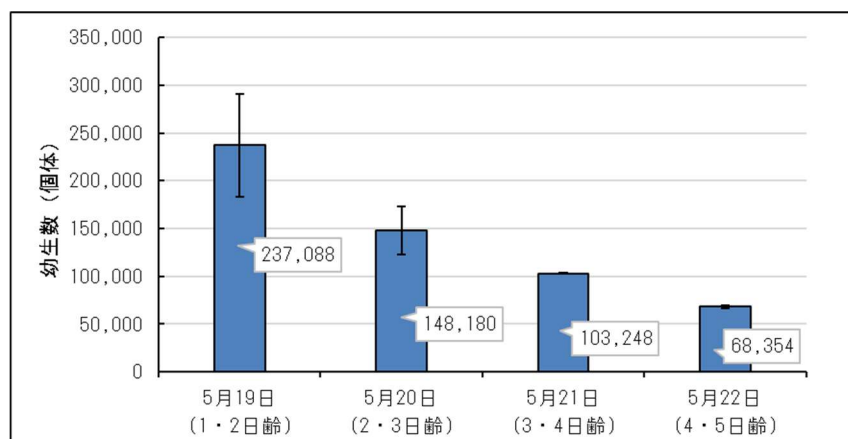
5月19日より1日1回の頻度で幼生サンプリング※を実施し、幼生収集装置内の幼生数を推算した。5月19日（1・2日齢）では約23.7万個体、5月22日（4・5日齢）では約6.8万個体であった（図-IV.1.2.26参照）。なお、サンプリング時に幼生収集装置内外の水質を多項目水質計にて測定した結果、高水温、低塩分、貧酸素といった水質悪化は確認されなかった。

※幼生サンプリングの方法

幼生収集装置内の海水を攪拌した後、北原式プランクトンネットを用いて幼生を採取した。採取した幼生を10Lの海水に入れて攪拌した後、1L測り取りサンプル瓶に封入した。この作業を3回繰り返し行い、3サンプルを得た。1L中の幼生数を計測し、3サンプルの平均値と幼生収集装置の容積より幼生数を推算した。



図-IV.1.2.25 サンプリング・水質観測状況



※エラーバーは標準偏差を示す

※第2期サングが2日にわたって産卵したため、幼生収集装置内には齢の異なる幼生が混在している

図-IV.1.2.26 幼生収集装置内の幼生数

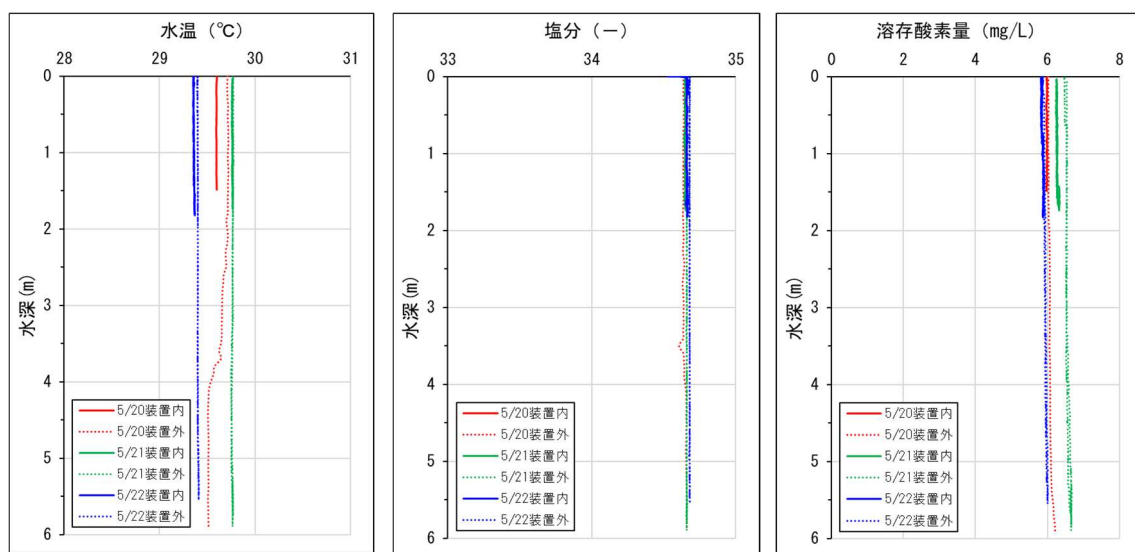


図-IV. 1. 2. 27 装置内外の水質観測結果

2.7.1. 船上水槽での幼生生残状況

収集した幼生は2日齢以降、ポリタンクを用いて船上水槽内で飼育し、ポリタンクは海水を張った船上水槽に固定した。水温が上昇しないよう、水槽は開放した状態で遮光幕を設置し、1日3回海水交換を実施した。ポリタンク内の飼育海水は、1日1回交換し、交換前に水温及び溶存酸素量を測定した。

測定の結果、水温は概ね30℃程度であり、溶存酸素は確認されなかった。

幼生数は、1日齢から2日齢にかけて大きく減少した(図-IV. 1. 2. 29)。幼生数が大きく減少した要因は、産卵が2群体と少なく受精率が低かったことにより、発生が進まなかった卵が死亡した可能性が考えられる。生残数が少なく、幼生放流実証試験時(5月22日)には着底可能な齢に達していないことから、放流試験には用いなかった。しかし、沖ノ島でのサンゴ幼生着床・育成基盤での生残率の知見蓄積を目的に、飼育した幼生を船上水槽にてグレーチングに着生させた。なお、生残状況は、来年度の渡航時に観察予定である。

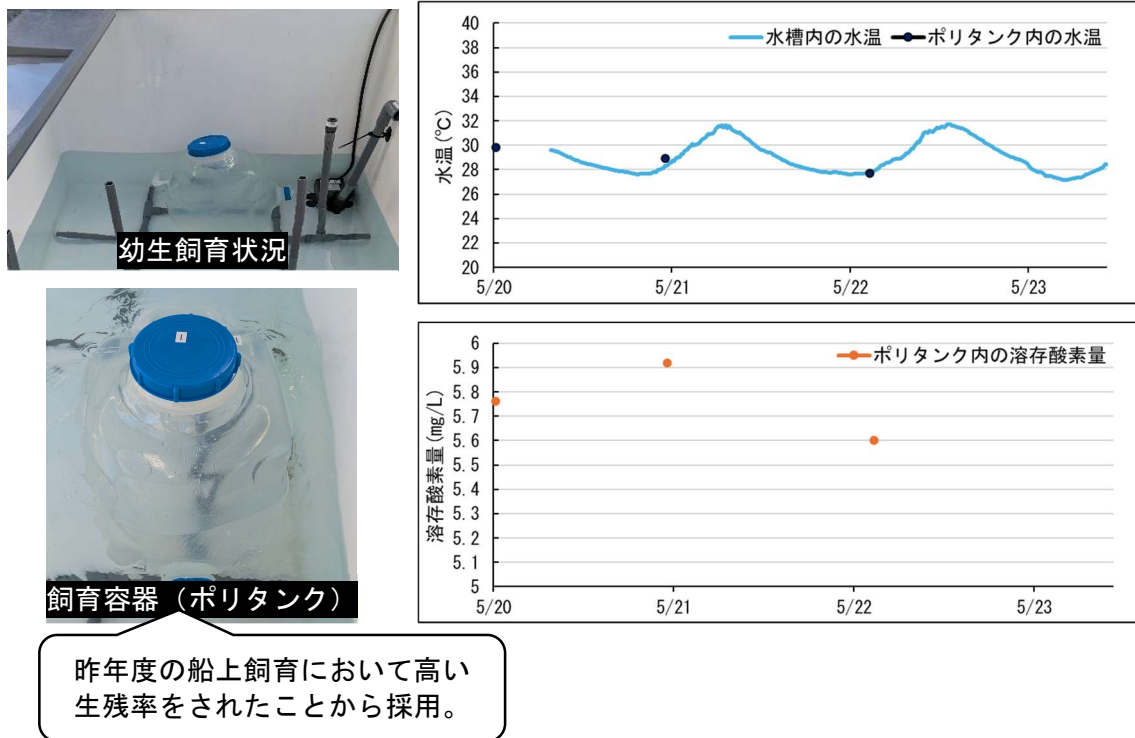


図-IV. 1. 2. 28 船上水槽での幼生飼育状況及び水質観測結果

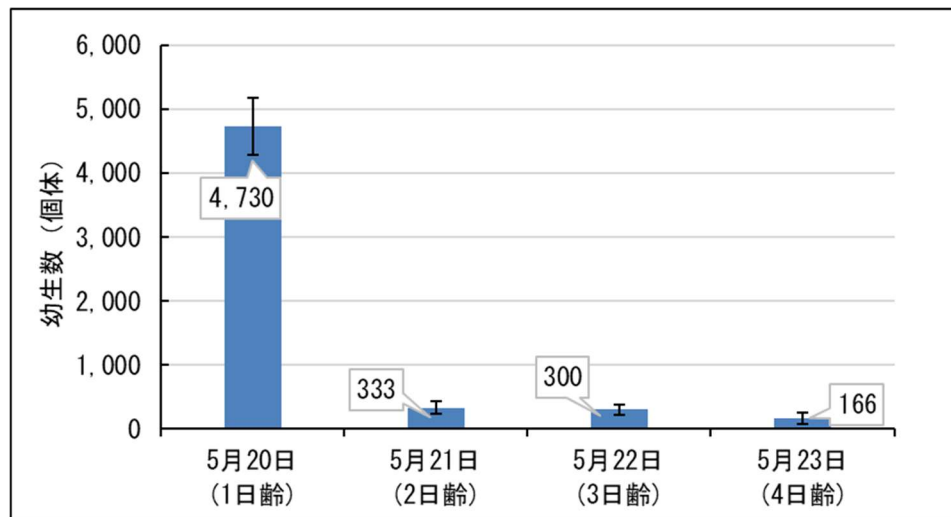


図-IV. 1. 2. 29 幼生サンプリング結果（船上飼育）

2.8. 収集幼生に関する考察

2.7 章の結果より、幼生数は1日齢で約23.7万個体、4日齢で約6.8万個体となった。本実験では計画時の想定より収集幼生数が少なかったことから、産卵量と生残率の2つの視点から考察する。

産卵量について

ウスエダミドリイシは満月周辺に産卵する種であり、産卵時期によっては産卵が二月にわたることも確認されている。沖ノ鳥島における今年度の産卵対象となる満月は5月13日と6月11日であり、いずれか、あるいは両月において産卵する可能性があった。

沖ノ鳥島調査は約半年前から準備を行う必要があることから、これまでに得られたサンゴの産卵時期に関する知見及び現地の稼働率が確保できる可能性が高い時期を考慮し、5月の産卵期に合わせて実験を計画した。

渡航2カ月前の3月頃に、久米島の施設で飼育していた2025サンゴの抱卵状況を確認したところ、卵をほとんどもっていない状態であった。2～3月頃の低水温の影響によるものと推察し、飼育水温を加温して飼育を継続した。その結果、沖ノ鳥島への渡航直前に抱卵（成熟卵及び未成熟卵の両方を含む）が確認された。以上より、低水温が卵成熟に影響を及ぼしていたと考えられた。

なお、沖ノ鳥島で成育していた親サンゴの抱卵確認では、第2期サンゴの8群体しか成熟卵をもっていなかった。礁内に設置している水温計を回収し解析したところ、2025年は3月～4月の水温が過去5年と比べて低いことが確認された。そのため、沖ノ鳥島に成育していた親サンゴについても2025サンゴと同様に低水温の影響により、成熟が遅れていたと考えられる。

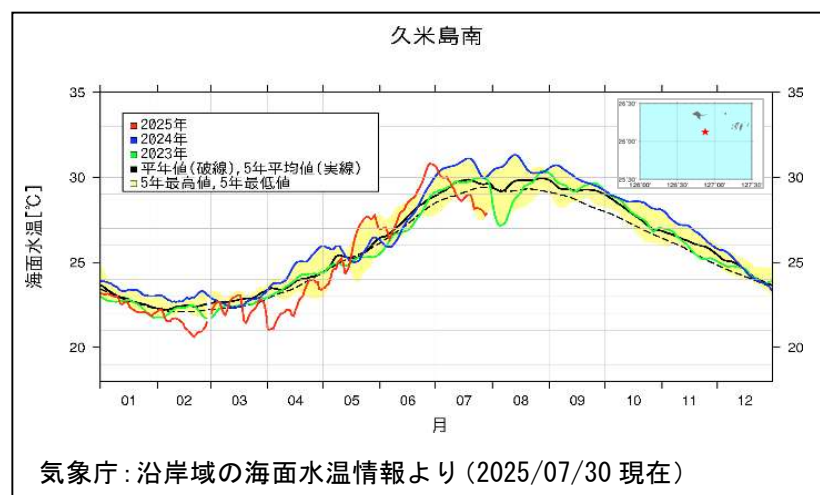


図-IV. 1. 2. 30 久米島南の海面水温

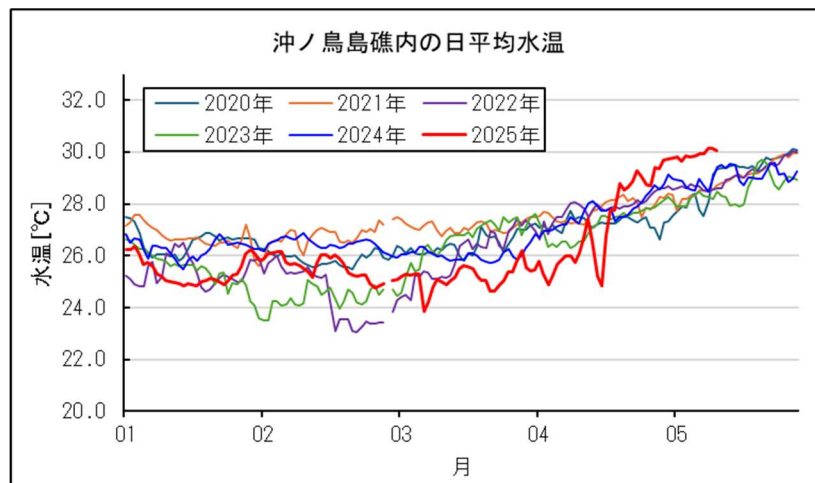


図-IV. 1. 2. 31 沖ノ鳥島礁内の日平均水温（2020 年～2025 年）

沖ノ鳥島実験期間中で確認した成熟卵の保持状況より、産卵群体数を推定した。

【第 2 期サンゴ】

成熟卵をもつ群体割合は、採取時点で 100%、5 月 18 日が 33%、5 月 19 日が 0%であった。このことから、5 月 17 日、18 日の 2 日にわたって全ての群体（8 群体）が産卵したと考えられる。

【2025 サンゴ】

成熟卵をもつ群体の割合は、5 月 15 日、18 日ともに 50%であり、5 月 19 日は 2%であった。5 月 18 日に一斉産卵したものの、配置した 192 群体のうち、96 群体（50%程度）の産卵となった可能性がある。

以上より、産卵群体数は第 2 期サンゴ 8 群体、2025 サンゴ約 96 群体の合計約 104 群体と推定される。

表-IV. 1. 2. 12 確認した群体に占める成熟卵をもつ群体の割合
(装置下の親サンゴが対象)

確認日	第 2 期サンゴ	2025 サンゴ
採取時	100% (8 群体全て抱卵)	—
5 月 15 日	—	50% (6 群体中 3 群体抱卵)
5 月 18 日	33% (3 群体中 1 群体抱卵)	50% (4 群体中 2 群体抱卵)
5 月 19 日	0% (8 群体中 0 群体抱卵)	2% (192 群体中 3 群体抱卵)

表-Ⅳ. 1. 2. 13 幼生収集装置下の産卵群体数

親サンゴ	幼生収集装置下に 配置した群体数	産卵した群体
第 2 期サンゴ	8 群体	8 群体 (配置群体数全体の 100%)
2025 サンゴ	192 群体	96 群体程度 (配置群体数全体の 50%程度)
合計	200 群体	104 群体

船上飼育していた枝片・群体あたりのバンドルセットの割合より、装置下の親サンゴ 1 群体あたりの産卵量を推定する。

【第 2 期サンゴ】

5 月 17 日、18 日に産卵が確認され、枝片あたりのバンドルセットの割合は 5 月 17 日が 20～50%、5 月 18 日が 10%であった。産卵日は、装置下の親サンゴと一致していることから、装置下の 1 群体あたりの産卵量は、船上水槽で確認された割合と同程度であったと考えられる。

【2025 サンゴ】

5 月 16 日に産卵が確認され、枝片あたりのバンドルセットの割合は 70%であった。5 月 19 日に海域から船上へ輸送した群体の一部が産卵し、群体あたりのバンドルセットの割合は 50%であった。装置下の産卵は 5 月 18 日に起こっていることから、装置下の 1 群体あたりの産卵量は 50～70%程度であったと考えられる。

以上より、産卵した 104 群体のうち 1 群体あたりの産卵量は、第 2 期サンゴでは 10～50%、2025 サンゴでは 50～70%程度であり、全体として 50%程度であったと推定される。

表-Ⅳ. 1. 2. 14 枝片・群体あたりのバンドルセットの割合

確認日	第 2 期サンゴ	2025 サンゴ
5 月 16 日	—	70%程度 ^{※1}
5 月 17 日	20～50%程度	—
5 月 18 日	10%	—
5 月 19 日	—	50%程度 ^{※2}

※1 5 月 15 日に産卵誘発を実施した枝片が翌日の 5 月 16 に産卵

※2 5 月 19 日に産卵誘発を実施し、当日夜に産卵

これらの結果から、収集幼生が少量であったのは、春季の低水温により卵の成熟が遅れ、5月の産卵量が少なかったことによるものと考えられる。

計画時には幼生数 650 万個体を想定していたが、実際の収集数は約 6.8 万個体であり、計画値を大きく下回る結果となった。これは、春季の低水温により成熟が遅れ、産卵量が少なくなったことが主な要因と考えられる。そのほかの要因として、産卵日が複数日に分散したことによる受精率の低下や、成熟卵の抱卵確認におけるサンプルチェックの評価誤差などがあげられる。

表-IV.1.2.15 今年度計画及び実績

親サンゴ		第2期サンゴ	2024 サンゴ	2025 サンゴ	総計
親サンゴの 配置数	計画時	20 群体	50 群体	200 群体	270 群体
	実績	8 群体	0 群体	192 群体	200 群体
産卵群体	計画時	20 群体	50 群体	200 群体	270 群体
	実績 (推定)	8 群体	—	96 群体	104 群体
幼生数	計画時	200 万個体	250 万個体		650 万個体
	実績	不明	—		6.8 万個体

2.8.1. 幼生の生残率について

沖ノ鳥島実験における幼生の生残状況について考察するため、石垣島実験と比較を行った。ただし、表-Ⅳ. 1. 2. 16 に示すように、沖ノ鳥島実験と石垣島実験ではサンプリングの実施日が異なるため、同一条件での比較はできない。そのため、本章では3日齢を基準に幼生生残数から生残率を算出し、比較した。

＜沖ノ鳥島実験と石垣島実験の違い＞

【石垣島実験】

- ・収集幼生を水面で確認できるため、生残状況の目視判定が可能。
- ・目視により生残状況を把握できることから、測定誤差の大きい1・2日齢はサンプリングを行わず、3日齢以降に実施。

【沖ノ鳥島調査】

- ・収集幼生を水面で確認できず、生残状況の目視判定は不可。
- ・生残状況を事前に判定できないため、測定誤差が大きい1日齢からサンプリングを実施。

表-Ⅳ. 1. 2. 16 幼生の収集・保持時の石垣島実験と沖ノ鳥島実験の確認状況の比較

時期		確認内容	石垣島実験 (沖ノ鳥島調査を想定した実験時)	沖ノ鳥島実験
幼生の収集	産卵前	・装置下に設置した親サングのバンドルセットを産卵する日まで確認	○ 満月の4-5日前より産卵するまで装置下の親サングのバンドルセットを毎夜確認	× 夜間作業不可のため、代替案として船上でバンドルセットを確認
	産卵時	・夜間に産卵確認後、装置内への収集状況を確認	○	× 夜間作業不可のため、翌日調査の際に目視確認
幼生の保持	産卵1日後 (1日齢)	・産卵翌日に装置表層に幼生を確認し、産卵量を目算	○ 表層に幼生の滞留状況の確認が可能 	× 幼生の滞留なし、産卵状況が不明なため、成熟卵の抱卵状況を確認 
		・ホースを回収し、ホース挿入部を閉口	○ 産卵・幼生の確認ができているため、ホースは速やかに回収	○ 成熟卵の抱卵状況確認後にホースを回収
		・サンプリング	× 産卵量の目算が可能であり、サンプリングは測定誤差が大きいことから非実施	○ 産卵量の目算が不可なためサンプリングを実施
	産卵2日後 (2日齢)	・生残状況を目視確認	○ 幼生が表層に滞留しているため目視にて生残状況の確認が可能 	× 幼生が表層に滞留していないため生残状況の確認不可 
		・サンプリング	× 測定誤差が大きいことから非実施	○ 生残状況が不明のためサンプリングを実施
	産卵3日後 (3日齢)	・サンプリング	○	○
	産卵4日後 (4日齢) (幼生放流試験前)	・サンプリング	○	○

○：実施、×：非実施

上述のとおり 3 日齢を基準に算出した生残率を用いて過年度結果と比較した（図-IV.1.2.32、表-IV.1.2.17）。石垣島調査において、装置の破損などの異常がなく、対象種が同じ（ウスエダミドリイシ）で生残率が低い年度は、2021 年度②である。この年度では、胚が装置側面に衝突して斃死し、その結果、バクテリアが増殖して水質悪化が生じ大量斃死が発生した。一方、今年度の沖ノ鳥島実験では、水質悪化はみられず大量斃死も確認されていないものの、生残率は石垣島調査と比べてやや低い。これは、石垣島での試験は内湾で実施しており静穏な海況となることが多いのに対し、沖ノ鳥島では潮位の高い時間帯には有義波で周期 4 秒程度、波高 20 cm 程度の波が発生していた。これらの環境の違いにより、大量斃死が確認されていない 2020 年の石垣島実験と比べて生残率がやや低いと考えられる。

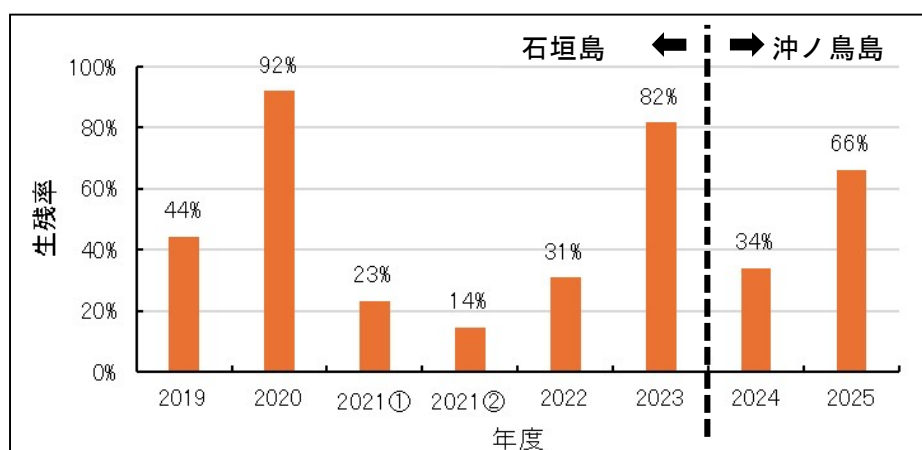


図-IV.1.2.32 過年度から今年度実験の 3 日齢以降の生残率

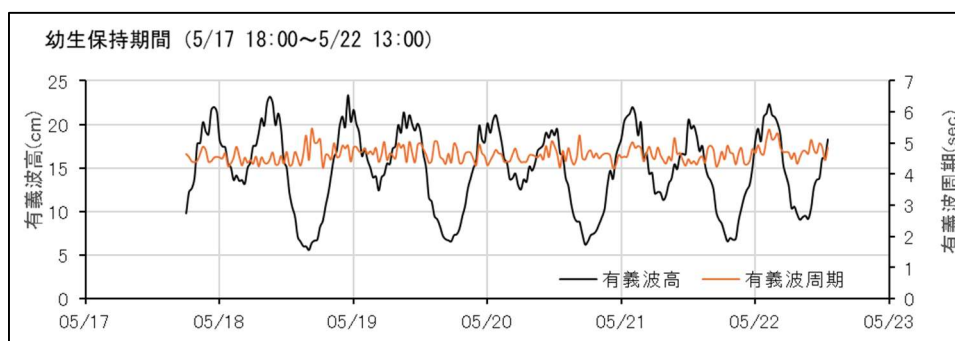


図-IV.1.2.33 幼生保持期間中の有義波高（2025 年度実験）

表-Ⅳ. 1. 2. 17 過年度実験における生残率と生残率が低い原因のまとめ

年度	対象 海域	3日齢から放 流前までの 生残率	幼生保持期間中の環境条件		生残率が低い原因	
			最大有義 波高cm]	周期(sec)	自然的影響 (装置の異常以外の原因)	装置の異常による影響
2019 (R1)	石垣島	—※1	—※3	—※3		—
		平均44%※2	—※3	—※3	受精卵の投入に時間を要し静穏環境が保てず不完全な胚発生により斃死を確認。	装置小型化に伴う高密度による斃死を確認。
2020 (R2)	石垣島	平均92%※2	—※3	—※3	—	—
2021 (R3)	石垣島	① 平均23%※2	—※3	—※3	淡水流入による低塩分により3日齢から4日齢にかけて1/3斃死。	曳航時の破損による流出。
		② 14%	—※3	—※3	高波浪により装置側面への、胚や幼生の付着等によって水質が悪化(溶存酸素の低下)。	—
2022 (R4)	石垣島	平均31%※2	—※3	—※3	荒天予報を鑑みて、多くの幼生を陸上水槽へ避難。荒天により水槽内が低水温となり斃死。	揺動によりホース挿入部の蓋が外れ幼生が流出。
2023 (R5)	石垣島 ※ヤッコミドリイシ	82%	—※3	—※3	主に産卵誘発により胚発生が不完全となり1日齢から2日齢にかけて斃死し、水質が悪化(溶存酸素の低下)。	—
2024 (R6)	沖ノ鳥島	34%	28.3	4.7～6.3	船上水槽での飼育の際、船舶の揺動によって水槽壁面へ張り付き斃死。	—
2025 (R7)	沖ノ鳥島	66%	23.3	4.2～5.5	有義波周期・波高が異なるため生残率が石垣島と比較してやや低い。	—

※1 陸上水槽で飼育した個体が追加投入されているため正確な生残率が不明。

※2 年度により複数の装置を設置し幼生を収集している。複数基を設置した年度の生残率については、各装置の生残率の平均を示す。

※3 観測データ未取得。

2.8.2. 収集幼生が少量であった要因のまとめ

以上の結果から、装置下に配置した親サンゴの成熟が十分でなく、バンドル放出量が少なかったことが、収集幼生が少量となった主な要因であると考えられる。また、収集後の生残率は、沖ノ鳥島の実験海域が石垣島の実験海域よりも波浪条件が厳しいために、やや低くなったと考えられる。このことから、沖ノ鳥島のような外海に面している海域では、内湾よりも生残率が低くなることが示唆された。

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を構築した。2022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た。

2023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を実施した。

本技術開発では、2025年の幼生放流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

過年度に引き続き、2016 年～2021 年に種苗生産したサンゴを水槽内で飼育した。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 : 飼育には通常の表層水を用い、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：水槽内でプラスチック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

(4) 飼育結果

飼育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および搬出作業の写真を
図-IV.1.3.4 を示す。飼育サンゴの生残率は高く、順調に飼育することができた。今年度の
飼育目標数は 200 群体であったが、沖ノ鳥島への輸送前には 318 群体を飼育していた。
2025 年 5 月 6 日に、放卵している 200 群体のサンゴを沖ノ鳥島に向けて搬出した。

表-IV.1.3.1 飼育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	暴露後	2022年4月	2023年4月	2024年5月	沖鳥搬出	2024年7月	2025年3月	沖鳥搬出	2026年1月
2016	未実施	-	-	23	22	20	(10)	10	10	(7)	3
2017	2021(4歳齢)	17	4	4	3	3	(0)	3	3	(0)	3
2018	未実施	-	-	94	83	79	(39)	40	40	(26)	14
2019	2019(0歳齢)	672	154	63	51	49	(28)	21	21	(21)	0
2019	2021(2歳齢)	457	284	157	150	141	(52)	89	89	(65)	24
2020	2020(0歳齢)	2,095	235	152	140	128	(19)	109	105	(60)	45
2021	2021(0歳齢)	1,359	132	80	67	52	(2)	50	50	(21)	29
合計		4,600	809	573	516	472	(150)	322	318	(200)	118



図-IV.1.3.4 沖ノ鳥島産ウスエダミドリイシの飼育状況
 A：2018 年産群体の飼育状況、B：2020 年産群体の飼育状況、
 C：サンゴの輸送カゴへの収容作業、D：輸送カゴに収容したサンゴ

4. 親サンゴの沖ノ鳥島への長距離輸送

幼生放流実証試験のため、久米島の施設で飼育していた親サンゴを約 1,200km 離れた沖ノ鳥島まで輸送した。

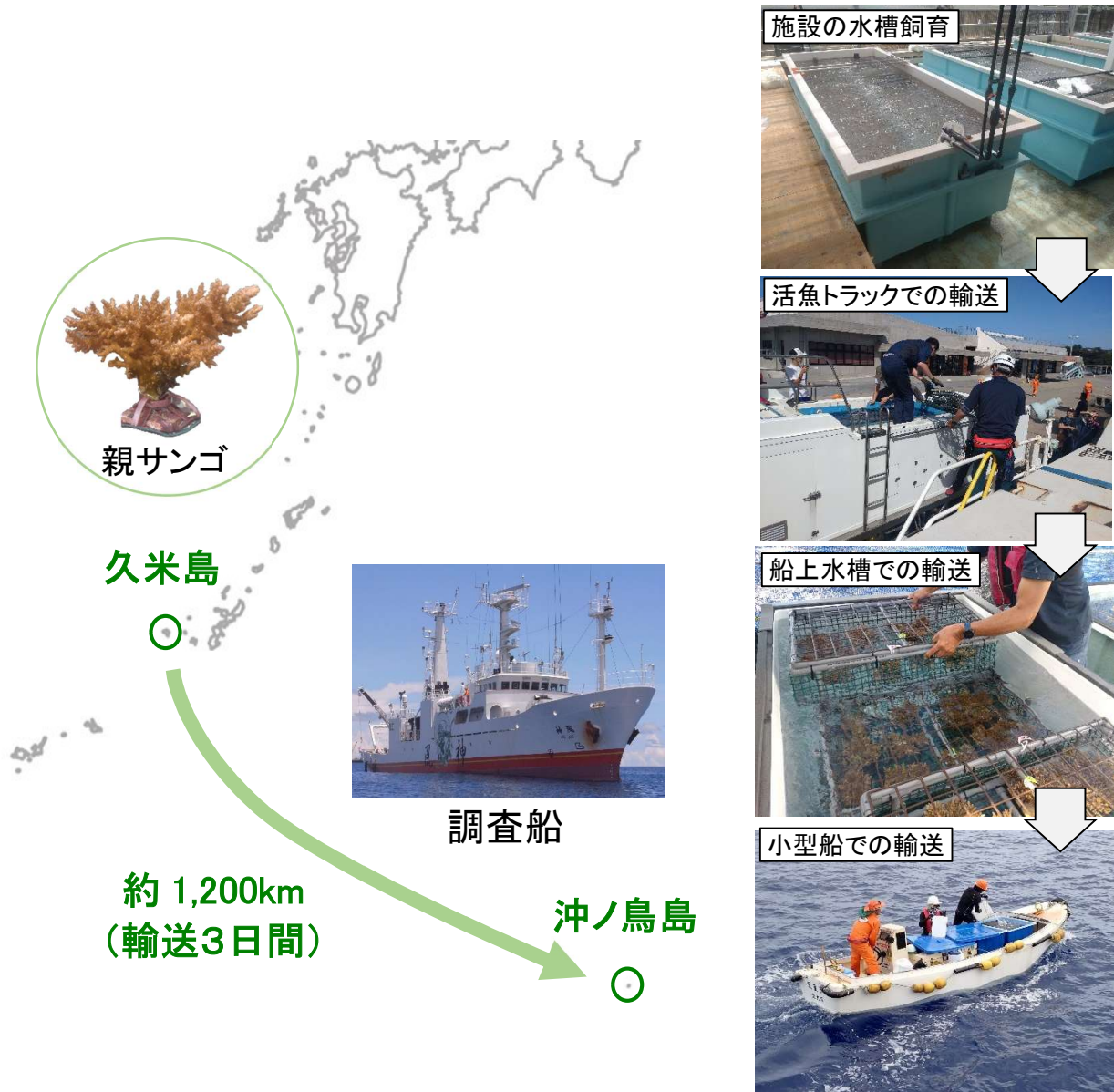


図-IV.1.4.1 沖ノ鳥島へのサンゴの長距離輸送

4.1. 輸送準備

大量な親サンゴの輸送数を確保できるように調査船上に水槽を配置した。

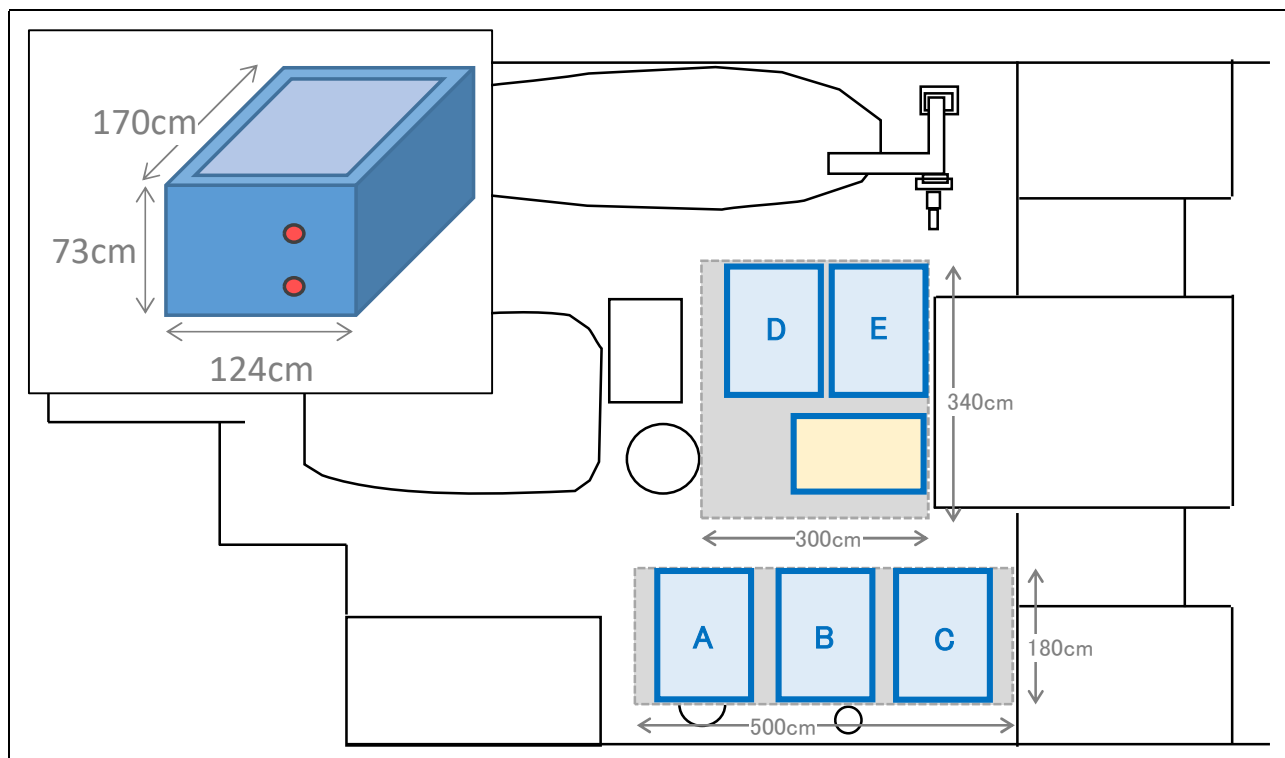


図-IV. 1. 4. 2 (1) 輸送船上の水槽配置

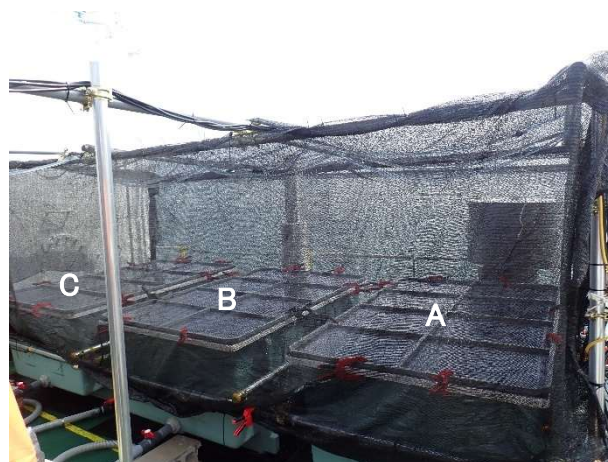


図-IV. 1. 4. 2 (2) 水槽の配置状況

4.2. 調査船への積み込み

久米島のサンゴ増殖研究所で飼育した 200 群体のウスエダミドリイシを、塩ビパイプと樹脂製ネットで作成した計 19 個の輸送カゴに固定し、調査船の着岸にあわせて岸壁まで活魚トラックで輸送した。活魚トラックの水槽から船上水槽への搬入には、サンゴを極力空気中に曝さないように手渡しで速やかに行った。

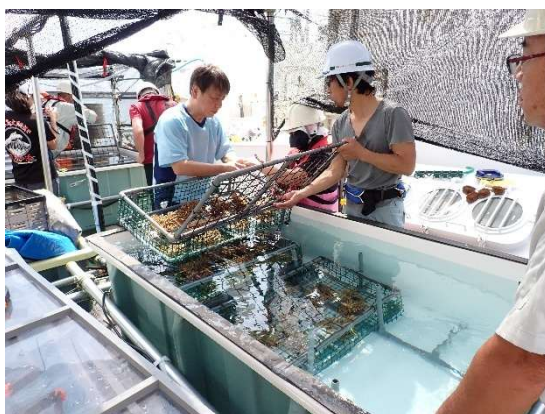


図-IV.1.4.3 活魚トラックから調査船へのサンゴの積み込み

4.3. 船上飼育

船上輸送中は、水循環、遮光、散水、海水交換を実施した。

水循環は、水槽 1 基あたり 2 個の水陸両用ポンプ（流量 40L/分）を設置して常時実施した。

遮光は、調査船移動時の揺れによる水槽の移動防止を兼ねて設置した単管パイプに遮光ネット（遮光率約 75%）を取り付けて行った。

散水は、水槽上部に設置した単管パイプに散水ホースを設置し、水槽に蓋をした状態で日中に実施した。

海水交換は、外海水を汲み上げる揚水ポンプ（揚程 10m）を使用し、9 時頃、15 時頃、20 時頃の計 3 回/日行った。海水交換量は水槽の 1/3～1/2 とした。9 時の海水交換にあわせて、輸送カゴの上下交換、サンゴの生育状態について観察を行った。

なお、沖縄本島周辺の海水温が低かったため、各水槽に水中ヒーター（1000W）を設置し、水温が低下する場合に加温できる体制とした。

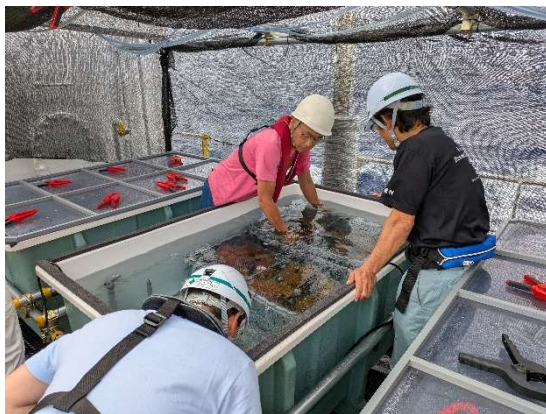


図-IV. 1. 4. 4 輸送カゴの上下交換と経過観察

4.4. 船上輸送中の親サンゴの生育状況

船上輸送中の親サンゴの生育状況の写真を表-IV. 1. 4. 1 に示す。

5 月 6 日の積み込み時には、A～D の 4 水槽に輸送カゴをそれぞれ 4～5 カゴを配置した。

5 月 7 日 9 時の海水交換時に A, B, D の水槽で海水の濁りが確認されたため、当該水槽について水槽の約 1/2 の海水交換を 2 回実施した。同日 15 時の海水交換時にも A, B, D の水槽で海水の濁りがみられたため、9 時と同様の海水交換を実施するとともに、各水槽から 1～2 カゴの計 5 カゴを水槽 E へ移動して各水槽に 3～5 カゴの配置とした。同日 20 時の海水交換時には濁りがみられなかった。

5 月 8 日 9 時の海水交換時には水槽 E で濁りがみられたものの、同日 15 時以降の海水交換時には濁りはみられなくなり、以後の海水交換は水槽の約 1/3～1/2 とした。

親サンゴの生育状況は 4 日間通して良好であった。

表-Ⅳ. 1. 4. 1(1) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

No. 1	No. 2
5/6 15:00 	5/6 15:00 
5/7 9:20 	5/7 9:20 
5/8 9:00 	5/8 9:00 
5/9 9:00 	5/9 9:00 

表-Ⅳ. 1. 4. 1 (2) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

No. 3	No. 4
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ. 1. 4. 1 (3) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

No. 5	No. 6
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ.1.4.1(4) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

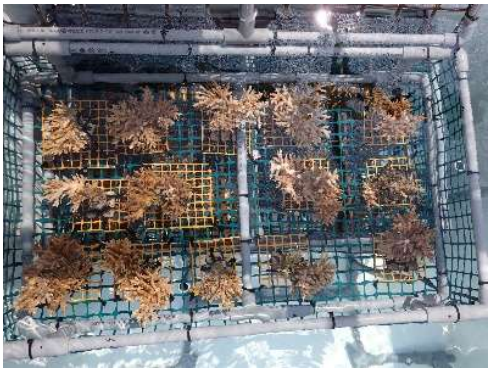
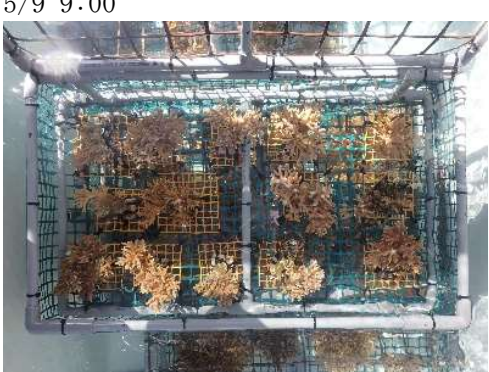
No. 7	No. 8
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ. 1. 4. 1 (5) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

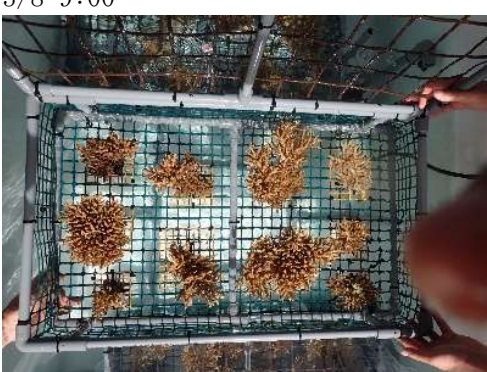
No. 9	No. 10
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ. 1. 4. 1 (6) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

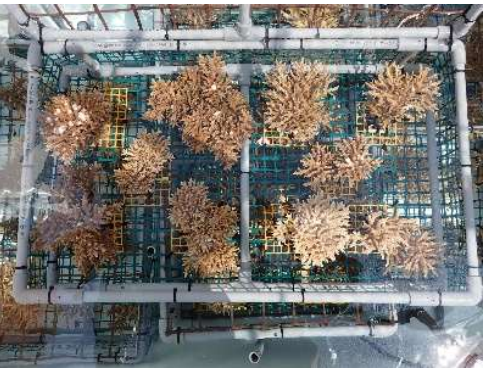
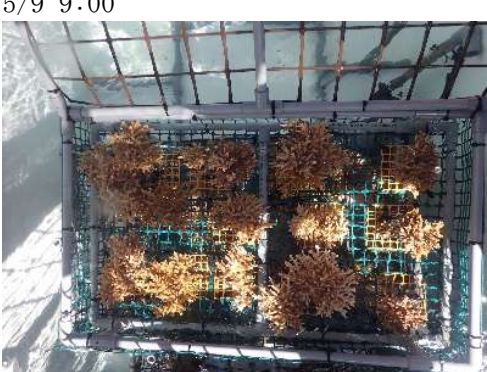
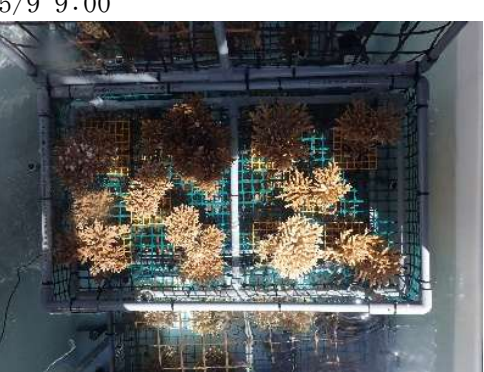
No. 11	No. 12
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ.1.4.1(7) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

No. 13	No. 14
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ. 1. 4. 1 (8) 船上輸送中の親サンゴ生育状況

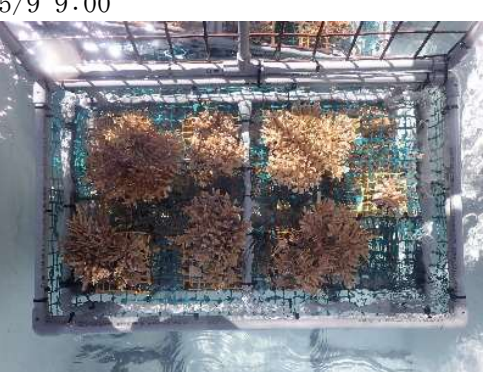
No. 15	No. 16
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-IV. 1. 4. 1 (9) 船上輸送中のサンゴ生育状況

No. 17	No. 18
5/6 15:00	5/6 15:00
	
5/7 9:20	5/7 9:20
	
5/8 9:00	5/8 9:00
	
5/9 9:00	5/9 9:00
	

表-Ⅳ. 1. 4. 1 (10) 船上輸送中のサンゴ生育状況

No. 19
5/6 15:00

5/7 9:20

5/8 9:00

5/9 9:00


水槽内の水温は、久米島での搬入時は 26℃程度であり、沖ノ鳥島へ近付くにつれて徐々に 30℃程度まで上昇した。

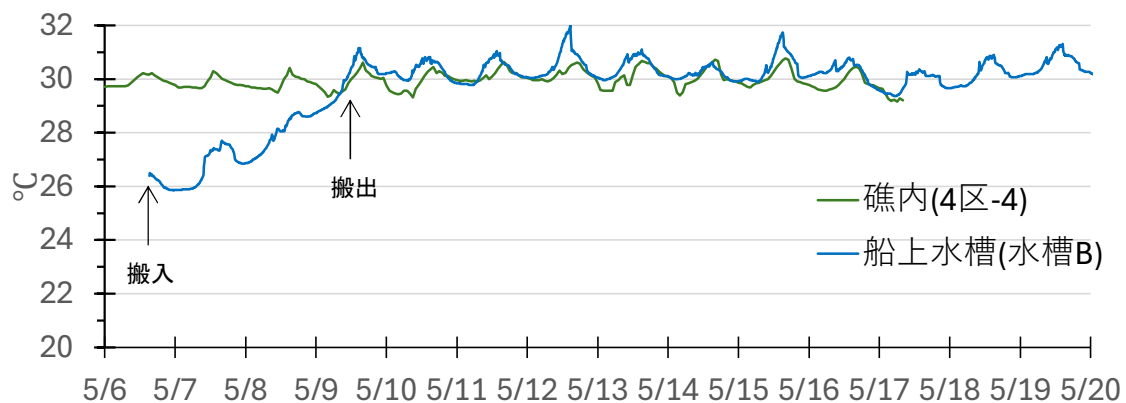


図-IV.1.4.5 船上水槽および沖ノ鳥島礁内の水温変化

4.5. 沖ノ鳥島礁池内への輸送

沖ノ鳥島礁池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うえで、小型ボートに設置した水槽へ入れて輸送し、潜水士により海底へ仮置きを行った。



輸送カゴへの遮光ネットの取り付け



輸送カゴの仮置き

図-IV.1.4.6 礁池内への輸送状況

4.6. 実証試験終了後の固定

実証試験終了後は、親サンゴを水中ボンドでグレーチングに固定して輸送カゴに戻し、輸送カゴごと中間育成施設（コンクリート型）に結束バンドで固定した。グレーチングへの固定の際に分割した親サンゴがあり、輸送時の群体数よりも14群体多くなった。

なお、過年度に輸送した親サンゴは、中間育成施設（じゃかご型）に水中ボンドで各群体を固定した。



図-IV.1.4.7 中間育成施設への固定状況

中間育成施設（コンクリート型）に固定した親サンゴ（2025 年に運搬した親サンゴ）の
 群体数を表-Ⅳ. 1. 4. 2 に、固定状況を表-Ⅳ. 1. 4. 3 に示す。

表-Ⅳ. 1. 4. 2 中間育成施設（コンクリート型）に固定した親サンゴの群体数

固定場所	コンクリート型																					合計
	北北			北南			中北			中南			南北			東東			東西			
カゴNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	214
群体数	8	10	10	11	8	9	11	10	9	9	11	8	8	9	15	10	10	10	11	15	12	

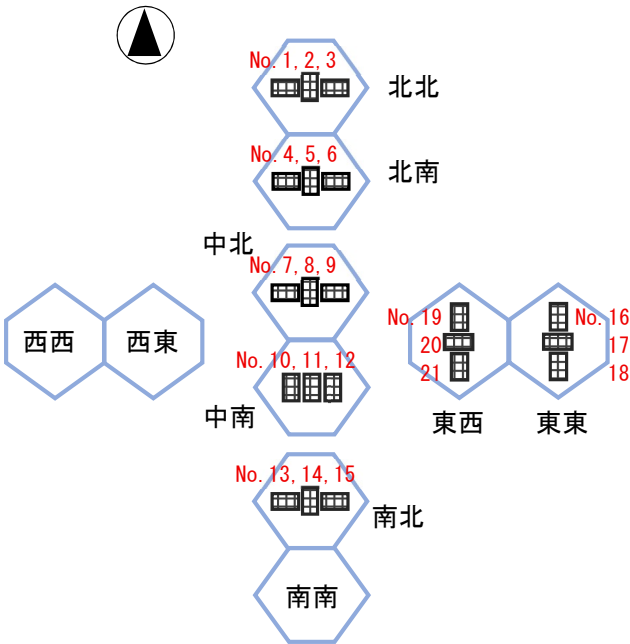


表-Ⅳ. 1. 4. 3(1) 親サンゴの固定状況（コンクリート型：北北・北南）

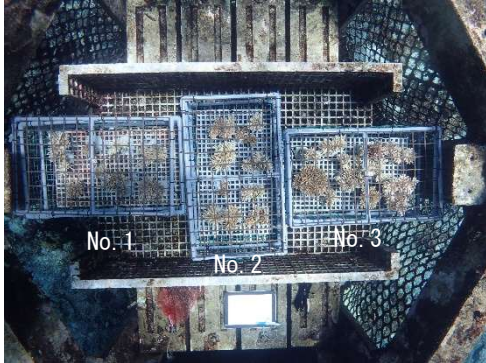
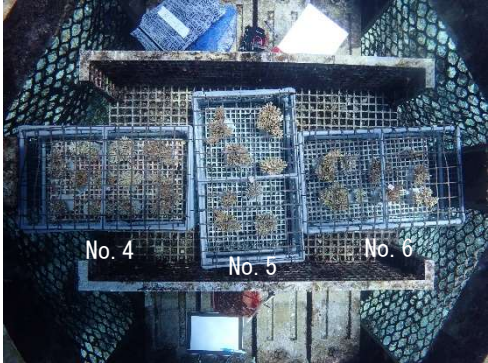
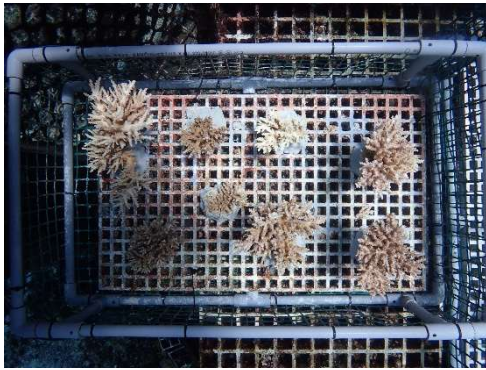
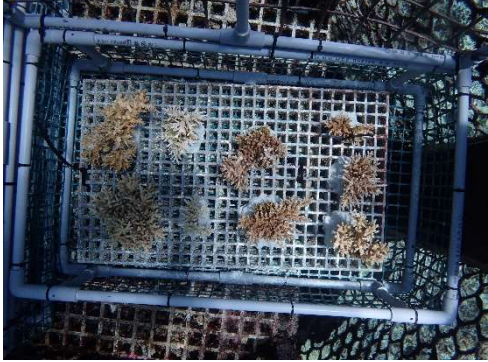
北北 全景	北南 全景
	
カゴ No. 1 	カゴ No. 4 
カゴ No. 2 	カゴ No. 5 
カゴ No. 3 	カゴ No. 6 

表-Ⅳ. 1. 4. 3 (2) 親サンゴの固定状況（コンクリート型：中北・中南）

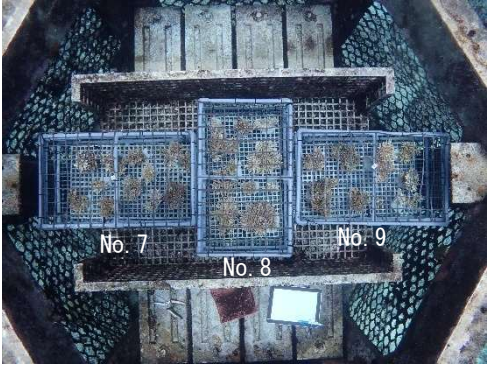
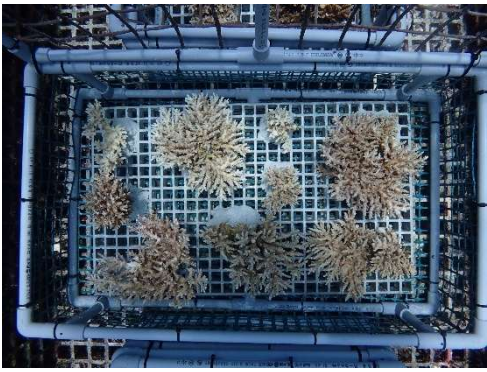
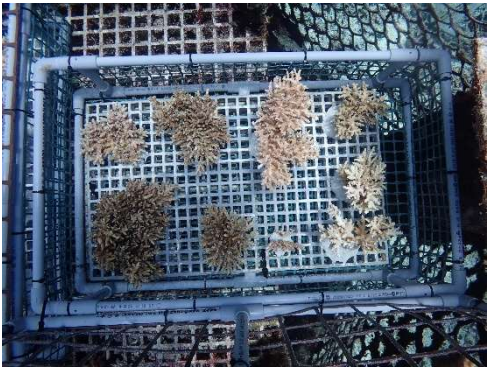
中北	中南
全景 	全景 
カゴ No. 7 	カゴ No. 10 
カゴ No. 8 	カゴ No. 11 
カゴ No. 9 	カゴ No. 12 

表-Ⅳ. 1. 4. 3(3) 親サンゴの固定状況（コンクリート型：南北・東東）

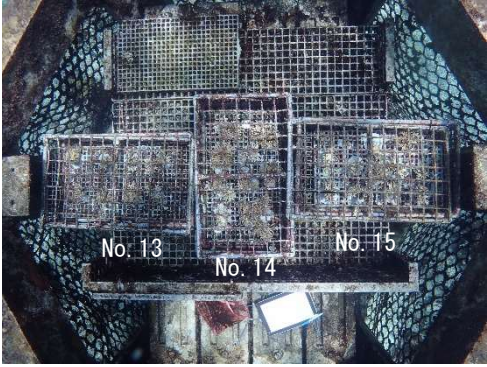
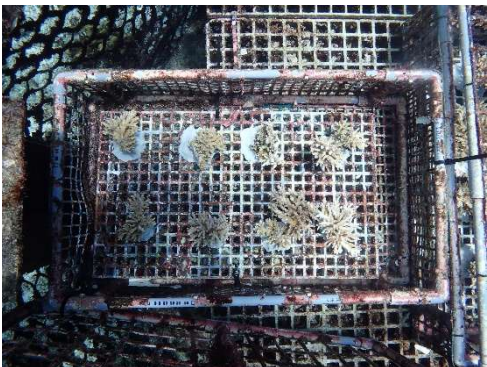
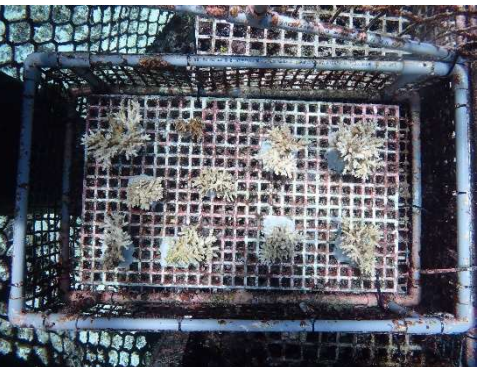
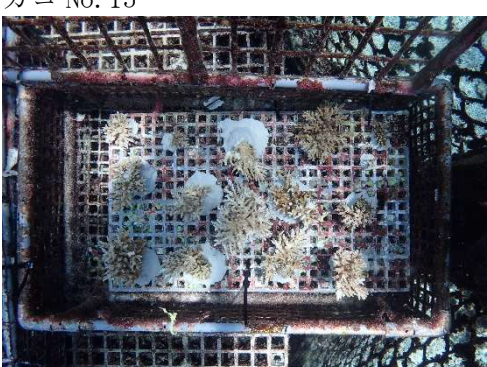
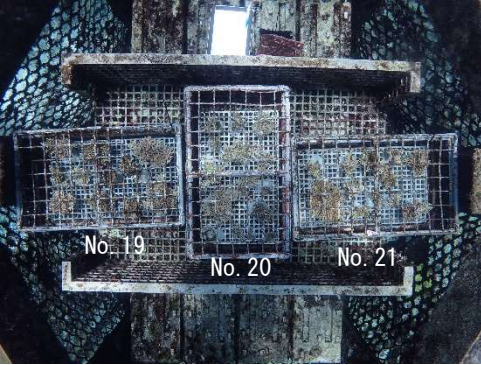
南北	東東
全景 	全景 
カゴ No. 13 	カゴ No. 16 
カゴ No. 14 	カゴ No. 17 
カゴ No. 15 	カゴ No. 18 

表-IV.1.4.3(4) 親サンゴの固定状況（コンクリート型：東西）

東西 全景

カゴ No. 19

カゴ No. 20

カゴ No. 21


中間育成施設（じゃかこ型）に固定した親サンゴ（2024 年に運搬した親サンゴ、2017 年以前に移植して成長したサンゴ）の群体数を表-IV. 1. 4. 4 に、固定状況を表-IV. 1. 4. 5 に示す。

表-IV. 1. 4. 4 中間育成施設（じゃかこ型）に固定した親サンゴの群体数

固定場所	じゃかご型						合計
	東南				西南		
格子No.	1	2	3	4	1	2	
群体数	37	24	15	9	9	19	113

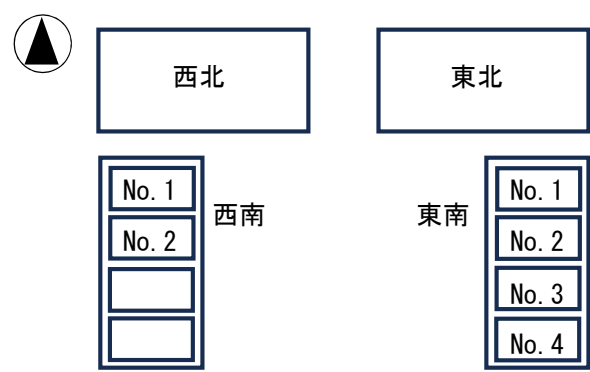
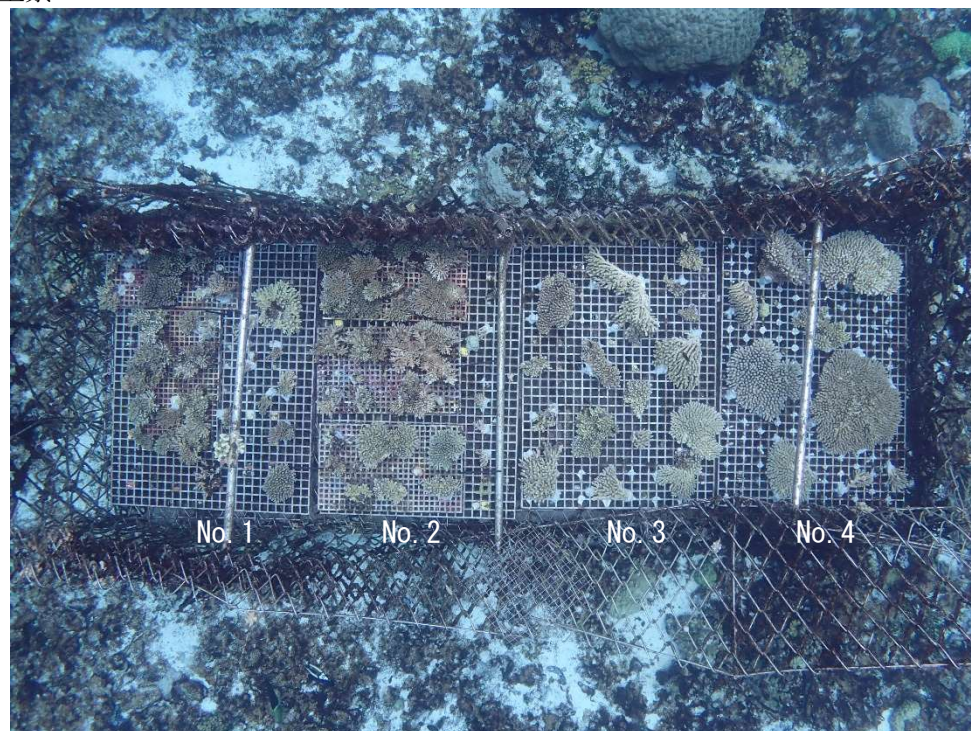


表-Ⅳ.1.4.5(1) 親サンゴの固定状況（じゃかご型：東南）

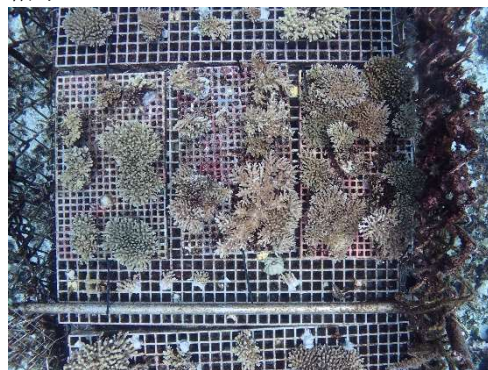
全景



格子 No. 1



格子 No. 2



格子 No. 3

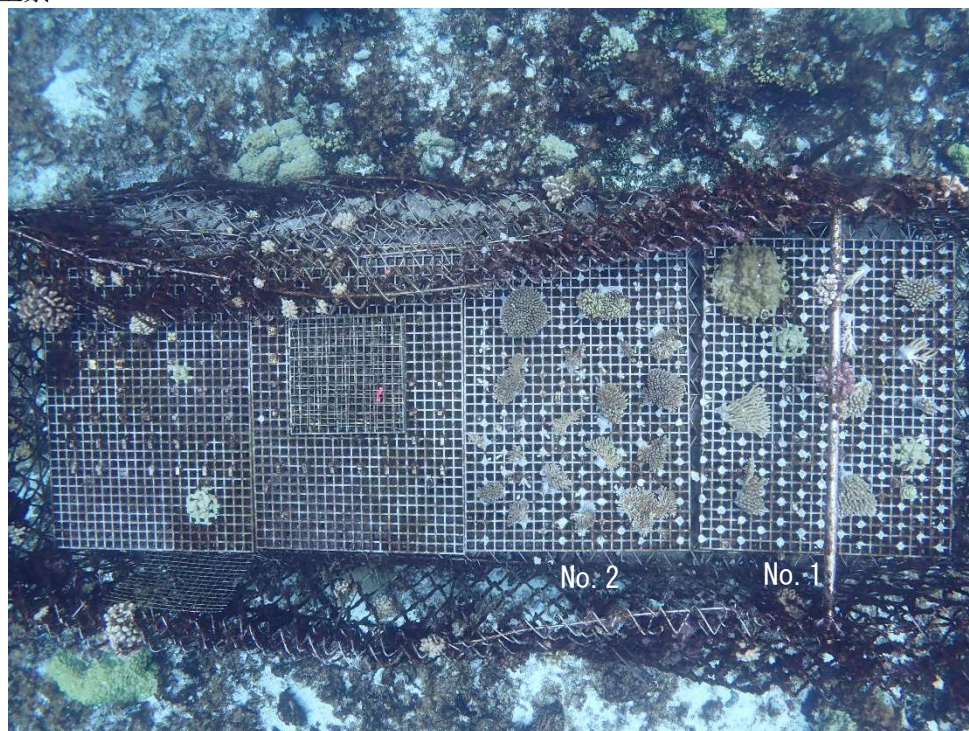


格子 No. 4

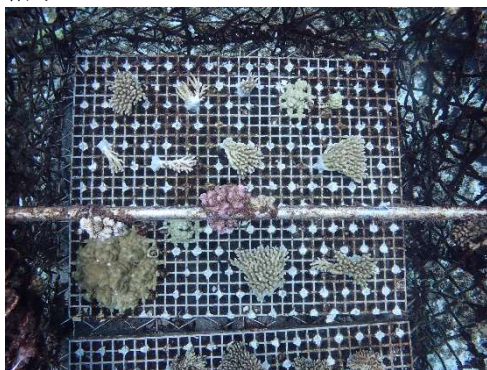


表-Ⅳ.1.4.5(2) 親サンゴの固定状況（じゃかご型：西南）

全景



格子 No. 1



格子 No. 2



4.7. 2024 年に輸送した親サンゴの生残率

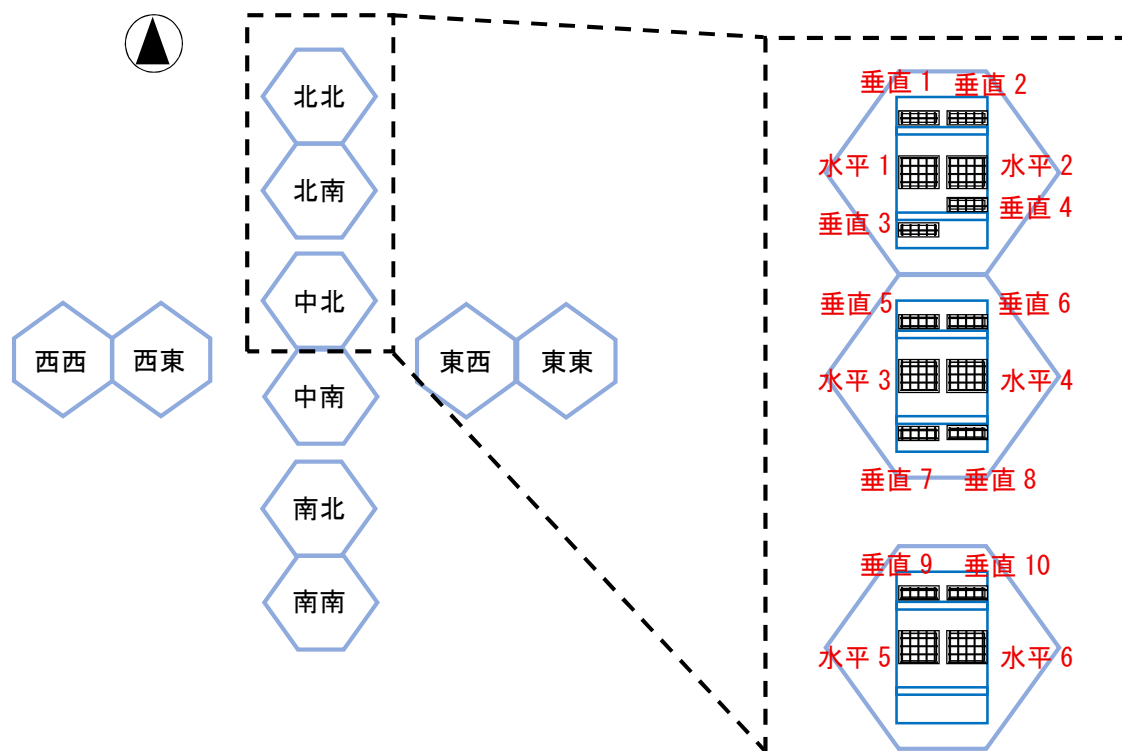
2024 年に輸送カゴに固定して中間育成施設に設置した親サンゴについて、2025 年に確認した生存状況を表-IV. 1. 4. 6 に、輸送カゴの配置位置を図-IV. 1. 4. 8 に、設置時および 1 年後の状況を表-IV. 1. 4. 7 に示す。

なお、2024 年に中間育成施設に親サンゴを固定した輸送カゴを設置するにあたり、輸送カゴから親サンゴを取り出して水中ボンドでグレーチングに固定した後、親サンゴを固定したグレーチングを輸送カゴ内に結束バンドで取り付けた。2024 年に輸送した親サンゴの総数 150 群体と、2025 年に確認した合計が一致していない理由は、固定作業中に分割された群体が生じたこと等によるものと考えられる。

表-IV. 1. 4. 6 2024 年に輸送した親サンゴの輸送カゴ別の生存状況

設置場所		垂直・水平	カゴNo.	群体数			
				生存	死亡	合計	生残率
コンクリート型	北北	水平	水平01	3	3	6	50%
			水平02	11	4	15	73%
		垂直	垂直01	5	4	9	56%
			垂直02	0	8	8	0%
			垂直03	1	5	6	17%
			垂直04	4	4	8	50%
	北南	水平	水平03	3	6	9	33%
			水平04	2	6	8	25%
		垂直	垂直05	1	8	9	11%
			垂直06	1	7	8	13%
			垂直07	0	8	8	0%
			垂直08	1	9	10	10%
	中北	水平	水平05	9	3	12	75%
			水平06	10	2	12	83%
		垂直	垂直09	0	5	5	0%
			垂直10	0	8	8	0%
じゃかご型	東南	水平	水平07	5	4	9	56%
			水平08	6	4	10	60%
合 計				62	98	160	39%

コンクリート型



じゃかご型

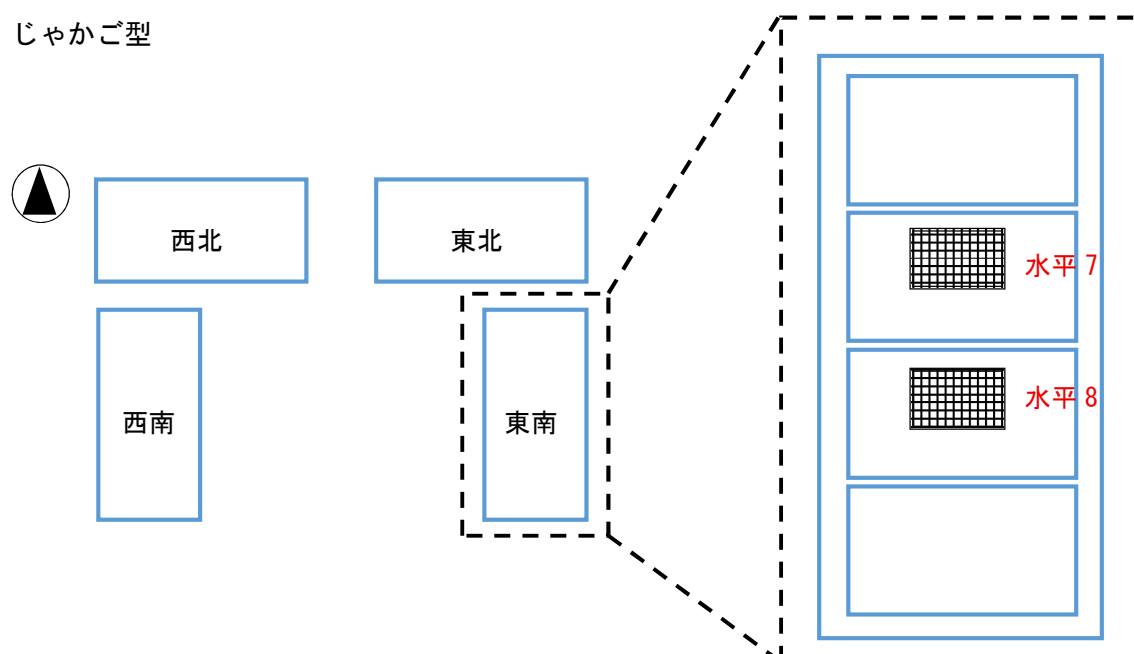


図-IV.1.4.8 2024年に輸送した親サングの輸送カゴ設置位置

表-Ⅳ. 1. 4. 7(1) 2024 年に輸送した親サンゴの設置時および 1 年後の状況

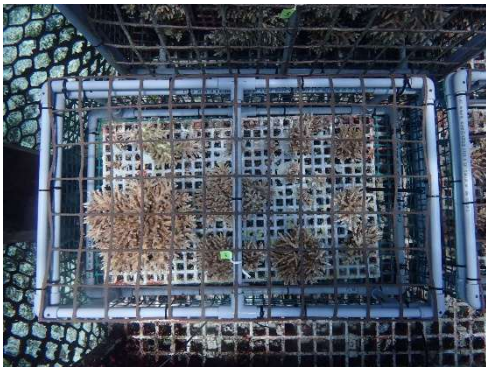
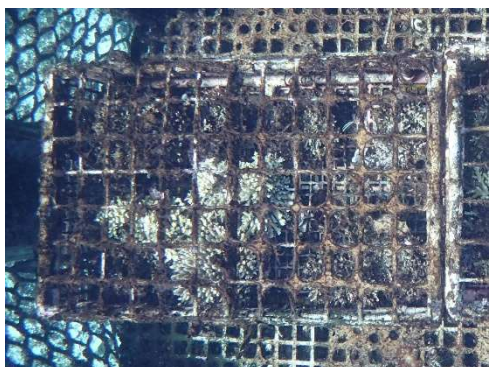
	設置時 (2024 年 5 月)	1 年後 (2025 年 5 月)
水平 1		
水平 2		
水平 3		
水平 4		

表-Ⅳ. 1. 4. 7(2) 2024 年に輸送した親サンゴの設置時および 1 年後の状況

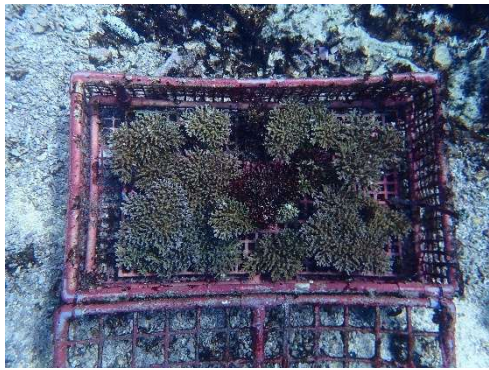
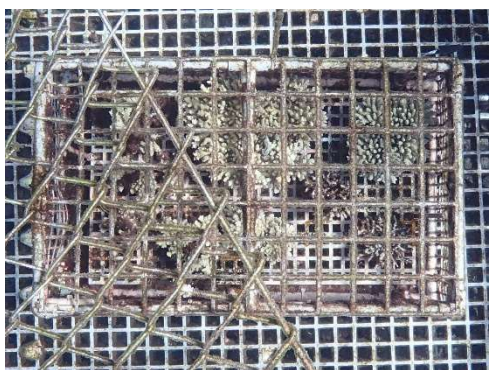
	設置時 (2024 年 5 月)	1 年後 (2025 年 5 月)
水平 5		
水平 6		
水平 7		
水平 8		

表-Ⅳ. 1. 4. 7(3) 2024 年に輸送した親サンゴの設置時および 1 年後の状況

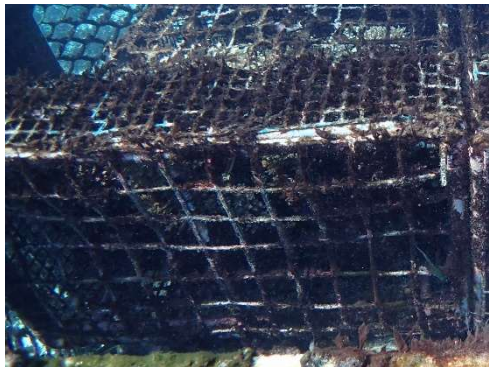
	設置時 (2024 年 5 月)	1 年後 (2025 年 5 月)
垂直 1		
垂直 2		
垂直 3		
垂直 4		

表-Ⅳ.1.4.7(4) 2024 年に輸送した親サンゴの設置時および 1 年後の状況

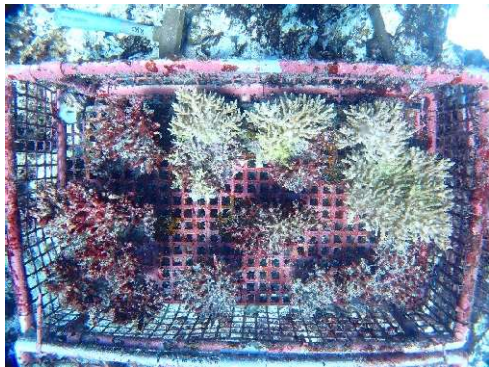
	設置時 (2024 年 5 月)	1 年後 (2025 年 5 月)
垂直 5		
垂直 6		
垂直 7		
垂直 8		

表-Ⅳ. 1. 4. 7 (5) 2024 年に輸送した親サンゴの設置時および 1 年後の状況

	設置時 (2024 年 5 月)	1 年後 (2025 年 5 月)
垂直 9		
垂直 10		

輸送カゴを水平に固定した親サンゴは 81 群体のうち 49 群体が生残し、垂直に固定した親サンゴは 79 群体のうち 13 群体が生残した。生残率は水平固定で 60%、垂直固定で 16% であり、垂直固定は水平固定に比べて生残率が低かった。

垂直固定の移植カゴをみると、設置した際の下部の親サンゴが死亡し、上部が生残する傾向がみられたことから、下部の群体は上部の群体の陰になって光不足となったことで死亡したと考えられる（図・IV.1.4.10 参照）。

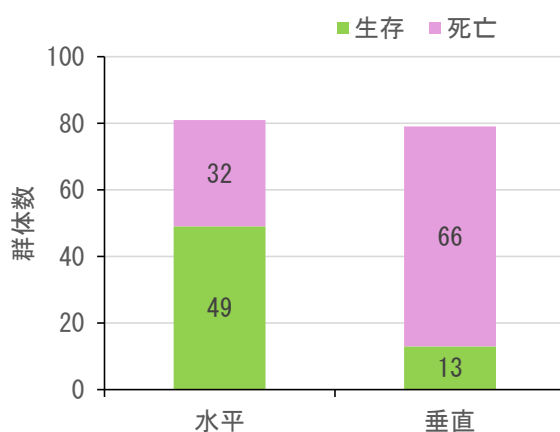


図-IV.1.4.9 2024 年に輸送した親サンゴの垂直・水平別の生存状況

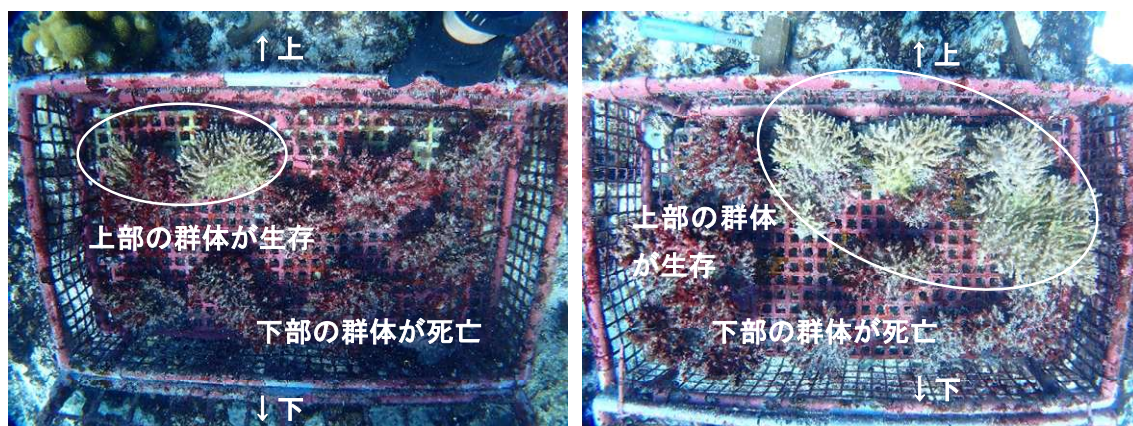


図-IV.1.4.10 垂直固定した移植力ゴの例

4.8. 今後の方針

2025 年に試験基盤へ固定した親サンゴ等の生育状況をモニタリングするとともに、死亡した群体の除去、成長した群体の再配置等のメンテナンスを行う。