

参考資料

水産庁事業における平成30年度～
令和7年度の取組概要

1. 幼生放流技術の開発

| 【目標】 | 主な成果と課題 | |
|---|---------|--|
| <p>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、実海域において、サンゴの産卵期に合わせて幼生放流実証試験を実施し、サンゴ幼生の拡散効率等を実証する。</p> | H30 | <ul style="list-style-type: none"> 幼生放流手法の検討を行い、「直接放流タイプ」及び「幼生収集タイプ」による実証を計画した。 幼生収集タイプの固定式放流による放流実証試験を沖縄沿岸海域の崎枝湾で実施し、幼生放流手法を検証した。 0.01haの規模で、放流高さ1mとして約350万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は8.4%であった。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <p>①幼生放流手法の検討、計画</p> <p>②固定式放流の実海域における実証試験の実施</p> <p>③移動式放流の実海域における実証試験の実施</p> | R1 | <ul style="list-style-type: none"> 固定式放流の実証試験を沖縄沿岸海域の崎枝湾及び浦底湾で実施した。 約0.3haの規模で、放流高さを3mとして、崎枝湾で約200万個体、浦底湾で約19万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は崎枝湾で3.5%、浦底湾で9.2%であった。 広範囲に幼生放流、着生させるため、断続移動式放流及び連続移動式放流方式を検討、計画した。 |
| <p>【調査方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 幼生放流方法の検討 (H30～R1) 実海域において固定式放流の実証試験を実施 (H30～R1, R5～R7) 実海域において断続移動式放流の実証試験を実施 (R2～R3) 実海域において連続移動式放流の実証試験を実施 (R2～R4) | R2 | <ul style="list-style-type: none"> 断続移動式放流及び連続移動式放流の実証試験を沖縄沿岸海域の浦底湾で実施した。 断続移動式放流は約0.25ha規模で、放流高さ1.3～1.5mとして約960万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は11.5%であった。 連続移動式放流は0.2ha規模で、放流高さは海底直上とし、約1,000万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は7.7%であった。 |
| | R3 | <ul style="list-style-type: none"> 断続移動式放流及び連続移動式放流の実証試験を沖縄沿岸海域の浦底湾で実施した。 断続移動式放流は約0.5ha規模で、放流高さ1.2～2.1mとして約257万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は18.9%であった。 連続移動式放流は0.5ha規模で、放流高さは海底直上とし、約14万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は0.1%であったが、着生が局所的で放流数が少なかったため未評価とした。 |
| | R4 | <ul style="list-style-type: none"> 連続移動式放流の実証試験を沖縄沿岸海域の浦底湾で実施した。 連続移動式放流は1.0ha規模で、放流高さは1m以内とし、約26万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は3.9%であったが、着生が局所的で放流数が少なかったため未評価とした。 |
| | R5 | <ul style="list-style-type: none"> 沖ノ鳥島における放流実証が悪天候により中止となったため、ヤッコミドリイシを対象とした固定式放流を沖縄沿岸海域の浦底湾で実施した。 約0.07ha規模で、放流高さは1.1mとし、約13万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は2.3%であったが、着生が局所的で放流数が少なかったため未評価とした。 |
| | R6 | <ul style="list-style-type: none"> 固定式放流の実証試験を沖ノ鳥島で実施した。 0.09ha規模で、放流高さは0.2mとし、約6万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は1.4%であったが、着生が局所的で放流数が少なかったため、未評価とした。 |
| | R7 | <p>(実施事項と成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> 固定式放流の実証試験を沖ノ鳥島で実施した。 0.5ha規模で、放流高さは0.5mとし、約6.8万個体のサンゴ幼生を放流した結果、着生率は5.3%であったが、着生が局所的で放流数が少なかったため、未評価とした。 放流実証試験の条件と結果を整理した。 <ul style="list-style-type: none"> (1) 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67～3,822個体/m²と大きく変動した。 (2) 着生率についても3.5～18.9%と変動した。 実証試験に基づき、放流方法の使い分け、メリット・デメリットを整理した。 <p>(課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> 幼生放流手法は確立したが、数百万個体以上の大量のサンゴ幼生が確保できない場合は、着生率が低くなると考えられた。特に沖ノ鳥島では、滞在時間が短いため、サンゴ産卵のタイミングのずれや海象条件により、大量のサンゴ幼生の確保が難しいと考えられた。 |

2. 幼生収集装置の高度化

| 【目標】 | 主な成果 | |
|---|--|--|
| 幼生収集装置を高度化し広範囲から大量のサンゴ幼生を収集できる手法の確立 | H30 (2018) | <ul style="list-style-type: none"> ・浮体型装置（浮体部）と幼生供給基盤を覆う囲い網（スカート部）の分離式幼生収集装置を開発。 ・直径 3m のスカート部（親サンゴ収容面積：4m²）から約 200 万個体のサンゴ幼生を集めることに成功。 |
| 【検討項目と概要】 <ul style="list-style-type: none"> ・複数基盤からの集約的な幼生収集 ・サンゴ幼生の最大収容密度 ・沖ノ鳥島海域に適する装置開発 | H31 (2019) | <ul style="list-style-type: none"> ・実証された分離方式を高度化し、複数のスカート部からの集約的なバンドル収集方法を確立。 ・装置直下から各基盤（スカート部）の中心距離が異なるケース（0m、4m、8m）で実験し、バンドル収集の状況より収集ホース角度が 50° 以上かつ距離 4m 以内が最適と確認。 ・従来サイズよりも小さいサイズの装置（1/23 スケール）で実験した結果、サンゴ幼生の生残率が減少。装置の小型化は実証試験には適さないことを確認。 |
| 【調査方法】 対象種： ウスエダミドリイシ 実証海域： 石垣島（H30～R5） 沖ノ鳥島（R6～R7） (1) 幼生収集装置の高度化 <ul style="list-style-type: none"> ・複数基盤による幼生収集装置を開発し、大量のバンドルを収集する。 (2) サンゴ幼生の生残率低下及び流出への対策 <ul style="list-style-type: none"> ・幼生が着底能力をもつ 4 日齢まで装置内で保持し、その生残状況や装置の構造に課題がみられた場合は改良を行う。 (3) 沖ノ鳥島実験 <ul style="list-style-type: none"> ・沖ノ鳥島海域（D.L. 水深-4.5m 以浅、波浪）に適する幼生収集装置の開発を行う。開発装置を現地海域にて耐久性を確認。 | R2 (2020) | <ul style="list-style-type: none"> ・本事業第 2 フェーズの 2015 年に種苗生産した親サンゴ計 387 群体を幼生収集実験に使用し、再生産を確認。 ・親サンゴ収容面積（親サンゴの架台数）が段階的に異なる 2 ケース（約 36m²、約 24m²）で比較実験を実施。2 ケースとも約 1,000 万個体のサンゴ幼生を保持。 |
| | R3 (2021) | <ul style="list-style-type: none"> ・装置移動時にバンドル収容部底面がホース挿入孔を塞ぐ蓋により破損したため、蓋をプラスチック製からゴム製に、底面を強度のある生地に改良。 ・降雨による塩分の低下及び荒天によるバンドル収容部側面へのサンゴ幼生の衝突等で、幼生の生残率が著しく低下。 |
| | R4 (2022) | <ul style="list-style-type: none"> ・降雨対策、バンドル収容部側面への衝突等による斃死対策を実施し、対策が有効であることを確認。 ・沖ノ鳥島海域で設置予定箇所の水深にあわせ、バンドル収容部の高さを 4.25m から 2.4m に、直径を φ1.7m から φ2.2m に変更し、実証試験を実施。 ・荒天による幼生生残率の低下、ゴム蓋の外れや一方向からの水圧による装置の破損によりサンゴ幼生の流出を確認。生残率低下及び幼生流出の課題を改良し、沖ノ鳥島で想定される海況と近似した環境で、再実証を実施。課題を解消。 |
| | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> ・台風の接近により沖ノ鳥島への航海が中止となり、前年に開発した幼生収集装置の実証を石垣島海域で秋季（ヤッコミドリイシを対象）に実施。 ・産卵誘発の影響を受け、生残率が低下。産卵誘発による影響は、種によって異なることを確認。 |
| | R6 (2024) | <ul style="list-style-type: none"> ・沖ノ鳥島海域にて幼生収集装置設置の作業性を確認。3 日間の設置期間中、破損がないことを確認。 ・船上水槽にてバンドルの収集、サンゴ幼生の飼育を実施。航行中の船上において、自由水面をもつ船上水槽よりも密閉容器での飼育で生残率が高いことを確認。 |
| R7 (2025) | <ul style="list-style-type: none"> ・沖ノ鳥島海域にて、幼生収集装置を計 13 日間設置し、種苗生産した親サンゴを計 200 群体配置した。海域にてバンドルを収集し、4 日齢までサンゴ幼生を保持。 ・幼生収集装置の破損、収集ホースの離脱など風浪などがある環境での課題を確認し対策を検討。 | |

3. サンゴ幼生着生・育成基盤の開発

| 【目標】 | 主な成果と課題（H30年度～R5年度） | |
|--|---------------------|--|
| <p>放出されたサンゴ幼生が着生、育成して親サンゴとなり、再生産に寄与できるまで、安定して生残可能な基盤を開発・製作するとともに、その機能を検証することを目的とする。</p> | H30 (2018) | <ul style="list-style-type: none"> 「漁港・漁場の施設的设计参考図書」（公益社団法人 全国漁港漁場協会）に準拠し、沖縄沿岸海域（石垣島崎枝湾）に設置するサンゴ着生・育成基盤的设计を行った。 设计に基づき、2基の基盤を石垣市内で製作した。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <p>① サンゴ幼生着生・育成基盤的设计</p> <p>② サンゴ着生・育成基盤の機能確認（機能性、安定性）</p> <p>③ サンゴ幼生着生・育成基盤開発・製作における課題の整理</p> | H31 (2019) | <ul style="list-style-type: none"> 前年度に製作した基盤を崎枝湾に設置し、幼生放流試験を実施した。 幼生放流試験後、基盤の安定性、機能性のモニタリング調査を実施。 次年度の設置を予定している浦底湾における実証試験用の基盤4基を设计・製作した。 基盤周辺への砂礫の堆積等により、天端部の高さが50cmに満たないことがあるため、余裕をみて天端部50cm以上を採用。 基盤上部の幼生着生部の構造について、平型形状のほかに、サンゴの着床面積を広く確保でき、海水流動が基盤上に行きわたり易く、育成条件が改善されると期待される凸凹型の試作、実証を提案。 沖ノ鳥島実証試験用基盤の検討・设计を行った。 |
| | R2 (2020) | <ul style="list-style-type: none"> 前年度に製作した基盤を浦底湾に設置し、幼生放流試験を実施した。 幼生放流試験後、基盤の安定性、機能性のモニタリング調査を実施。 次年度の設置を予定している浦底湾における実証試験用の基盤5基を设计・製作した。 设计の際、十分な重量を確保できない場合には、基盤底部に鉄板等貼り付け、重量を確保する工法を採用。 製作した実証試験用基盤 1基 を沖ノ鳥島に運搬・設置した。 |
| <p>【調査方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 「漁港・漁場の施設的设计参考図書」（公益社団法人 全国漁港漁場協会）に準拠して基盤的设计・製作を行う。 製作した基盤を実際の海域に設置し、基盤の安定性、機能性についてモニタリング調査を行う。 | R3 (2021) | <ul style="list-style-type: none"> 前年度に製作した基盤を浦底湾に設置し、幼生放流試験を実施した。 幼生放流試験後、基盤の安定性、機能性のモニタリング調査を実施。 次年度の設置を予定している浦底湾における実証試験用の基盤2基を设计・製作した。 モニタリングにおいて、基盤の安定性について、安定した状況を示しており、设计方針に問題点等は見られない。機能性についても、生残率がほとんど低下せず、稚サンゴが生残していることを確認。 製作した実証試験用基盤 1基 を沖ノ鳥島に運搬・設置した。 |
| | R4 (2022) | <ul style="list-style-type: none"> 前年度に製作した基盤を浦底湾に設置し、幼生放流試験を実施した。 幼生放流試験後、基盤の安定性、機能性のモニタリング調査を実施。 次年度に予定されている沖ノ鳥島での実証試験用基盤を设计・製作した。 モニタリングにおいて、基盤の安定性について、安定した状況を示しており、设计方針に問題点等は見られない。機能性についても、生残率がほとんど低下せず、稚サンゴが生残していることを確認。 製作した実証試験用基盤 1基 を沖ノ鳥島に運搬・設置した。 |
| | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> 昨年度まで石垣島で実施した幼生放流試験における、基盤の安定性、機能性のモニタリング調査を実施。 次年度に予定されている沖ノ鳥島での実証試験用基盤を设计・製作した。 モニタリングにおいて、基盤の安定性について、安定した状況を示しており、设计方針に問題点等は見られない。機能性についても、R4年度設置基盤以外は生残率がほとんど低下せず、稚サンゴが生残していることを確認。 R4年度設置基盤は生残率が大きく低下し、以下の可能性が示唆された。 <ul style="list-style-type: none"> ◎稚サンゴ生息環境が他地点に比べて悪い（他基盤は水深5mまで、当該地点は7m程度）。 ◎崖下に基盤は設置されており、沖側に土砂が堆積しているため、陸側への強い流れにより掃流砂の影響を受けた。 |

4. 面的拡散シミュレーションの開発 ～沖ノ鳥島モデル～

| 【目標】 | 主な成果 | |
|---|---------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションによりサンゴ産卵ファームの適地を選定する。 ・目標である着生数 100 個/m²×10ha を達成するための産卵ファームの規模（面積や親サンゴ数）を評価する。 | H30 (2018) | — |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流動・面的シミュレーションモデルの構築 ・サンゴ産卵ファームの適地選定 ・サンゴ産卵ファームの規模の評価 | H31 (2019) | <ul style="list-style-type: none"> ・R2 以降の沖ノ鳥島シミュレーションの実施に向け、過去の現地データを再分析した。 |
| <p>【調査方法】 ※年度によって特別な調査をした場合には、年度がわかるように記入。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流速・波浪観測データにより流動モデルの再現性を検証し、漂流ブイ追跡調査結果により面的拡散シミュレーションの再現性を検証する。 ・サンゴ幼生の鉛直移動や着底のプロセスは沖縄海域の実証結果を反映する。 ・過去複数年のサンゴ産卵時期のシミュレーションを実施し、サンゴ産卵ファームの適地選定および規模の評価を行う。 | R2 (2020) | <ul style="list-style-type: none"> ・沖ノ鳥島海域を対象とする流動・面的拡散シミュレーションモデルを構築した。 ・過去の流速・波浪観測データを対象に流動モデルの再現性を検証し、モデルの妥当性を確認した。 ・面的拡散シミュレーションでは、沖縄海域の実証から得られたサンゴ幼生の鉛直移動の条件（自律移動、沈降速度、着底条件）を反映した。 ・過去の流速・波浪観測データから代表的な複数の流動場を設定し、幼生収集放流および直接放流を想定した面的拡散シミュレーションを実施した。 ・幼生収集放流は直ちに着底するのに対し、直接放流は流動場の条件によって礁外に流出する場合と礁内に着底する場合がある結果となった。 |
| | R3 (2021) | <ul style="list-style-type: none"> ・過去の気象・海象データを収集・整理し、沖ノ鳥島の波浪や流況の状況を把握した。 ・代表的な流況パターンを対象に、流動モデルの再現性を検証し、モデルの妥当性を確認した。 ・サンゴの産卵時期を対象にした面的拡散シミュレーションを実施し、サンゴ産卵ファームの適地を検討した。 |
| | R4 (2022) | <ul style="list-style-type: none"> ・R3 までに構築したシミュレーションモデルに対し、とくに波浪モデルによる礁内波浪の再現性に着目し、海底摩擦等のパラメータを変えた感度計算を実施して精度向上を図った。 ・精度向上および改良後のモデルを用いて、面的拡散シミュレーションを実施し、サンゴ産卵ファームの造成範囲を検討した。地形やサンゴの生息環境等も考慮し、礁内中央部の No. 3 を適地とした。 ・No. 3 から発生するサンゴ幼生を想定した面的拡散シミュレーションを実施し、目標達成に必要な幼生発生数を試算した。 |
| | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> ・R4 までに構築したシミュレーションモデルに対し、波浪の打ち込みによる礁内水位の上昇に着目して精度向上を図った。 ・面的拡散シミュレーションでは、沈降速度にばらつきがある場合の計算結果への影響を確認した。沈降速度に確率分布を考慮して複数の感度計算を実施した。その結果、計算結果に大きな違いはみられない結果となったためこれまで通り沈降速度は一定値で設定することとした。 ・2000 年～2021 年の面的拡散シミュレーションを実施し、目標達成に必要なサンゴ産卵ファームの規模を評価した。 |
| | R6 (2024) | <ul style="list-style-type: none"> ・面的拡散シミュレーションへのスマゴリンスキーモデルの導入、濃度による面的拡散計算との比較、初期粒子の連続投入の導入を行った。 ・2000 年～2024 年の面的拡散シミュレーションを実施し、目標達成に必要なサンゴ産卵ファームの規模を評価した。 |
| | R7 (2025) | <ul style="list-style-type: none"> ・流速調査結果、漂流ブイ追跡調査結果を用いて、これまでに構築してきたシミュレーションモデルにより計算される流動場や粒子浮遊の再現性を検証した。 ・再現性を検証したシミュレーションを用いて、着生率や生残率等を見直した上で 2000 年～2024 年の面的拡散シミュレーションを実施し、目標達成に必要なサンゴ産卵ファームの規模を評価・決定した。 |

5. 面的拡散シミュレーションの開発 ～沖縄沿岸モデル～

| 【目標】 | 主な成果と課題 | |
|---|---------|---|
| <p>実証海域において、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、幼生放流、拡散範囲を予測して、効率的・効果的な実証試験計画を立案する。</p> | H30 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）流動モデルと浮遊幼生移動モデルを構築した。また、流動モデルの再現性検証と浮遊幼生移動モデルの計算条件の検証を行った。 ・（課題）幼生放流調査結果の再現性が低く、モデルの再構築が必要 |
| | R1 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）流動モデルに海浜流、海流、外洋性うねりを考慮し、流動場の再現性が向上した。また、水平拡散係数など浮遊幼生移動モデルの計算条件を再検討し再現性が向上した。 ・（課題）吹送流・海浜流の再現性向上が必要。また浮遊幼生移動モデルの再現性検証データを取得する必要がある。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① モデルの開発 ② 計算条件の検討 ③ 幼生放流試験の再現計算 ④ 直接放流実験の可能性検討 | R2 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）DELFT-3D波浪モデルを組み込み流動モデルの再現性が向上した。また、R2年度放流実験結果について、再現性を評価し、適合率98%、再現率88.9%、F値0.93を得た。 ・（課題）モデルを用いた直接放流実験の可能性検討が必要である。 |
| | R3 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）石垣島浦底湾および崎枝湾における2011年～2020年の流況再現計算を行った。また、両湾における10年間の平均的な幼生着底率水平分図を作成した。また、直接放流実験の可能性について検討し、1ha規模に100個体/m²のサンゴ幼生を供給するには必要な親サンゴ数が多すぎ、実施は困難と判断した。 ・（課題）モデル内において、海底環境から着底を判定する必要がある。 |
| <p>【検討方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションモデルの構築 ・モデルの再現性検証 | R4 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）幼生着底において、流れの強弱により着底判定する計算条件を組み込んだ。またR3断続移動放流について再現計算を行い、適合率99.5%、再現率85.0%、F値0.92を得た。 ・（課題）開発した沖縄沿岸モデルを沖ノ島島に適応させる。 |

6. 面的拡散シミュレーションの開発

～親サンゴの群体間距離を考慮した受精シミュレーション～

| 【目標】 | 主な成果と課題 | |
|---|---------|---|
| <p>サンゴ産卵ファームの設置計画において、受精可能なサンゴ間距離を把握し、異なる基盤・親サンゴ間での受精機会が適切な割合となるように基盤間距離を設定することで、効率的にサンゴ幼生を広域に供給させることが可能となる。そのため、着床基盤の配置条件検討に資するために、親サンゴ間の群体間距離を考慮したモデルを構築する。</p> | R6 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）親サンゴ群体間距離を考慮した受精シミュレーションモデルを構築した。 ・（課題）バンドル崩壊時間等の計算条件が考慮できるように開発を進める必要がある。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① モデルの開発 ② 計算条件の検討 ③ 親サンゴ間距離と受精率の関係 | R7 | <ul style="list-style-type: none"> ・（成果）親サンゴ群体間距離を考慮した受精シミュレーションモデルを再構築し、親サンゴ間距離と受精率の関係を考察した。 ・（課題）既往知見が少なく、モデルの検証が十分にできていない。 |
| <p>【検討方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションモデルの構築 ・沖ノ鳥島観測結果や既往知見から計算条件を設定 ・計算条件についての感度解析を実施 ・親サンゴ間距離を変えた計算を行い、距離と受精率の関係を考察 | | |

7. サンゴの成育阻害要因の解明

| 【目標】 | 主な成果 | |
|---|----------------------------|---|
| サンゴの成育阻害要因の解明 | H30 (2018) | (1)-①遮光（シェーディング）効果の評価試験 ＜水槽試験＞ |
| 【検討項目と概要】 (1) 白化対策 (2) 食害生物（オニヒトデ）への対策 | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 白化を防ぐ最適な遮光率を把握することを目的に水槽試験を実施。 ・ 31℃・50%遮光区以外の試験区で白化指数は有意な低下を確認。28℃では50%遮光区で、31℃では25%遮光区と50%遮光区で対照区と有意差あり。 ・ 遮光によりサンゴの白化を軽減あるいは抑制される効果を確認。 |
| 【調査方法】 (1)-①遮光（シェーディング）効果の評価試験 <ul style="list-style-type: none"> ・ 水槽試験：稚サンゴを対象に、水温2条件及び遮光3条件で実験。サンゴの白化具合を確認。 ・ 海域試験：棚型中間育成施設を対象に、遮光ネットを取り付け、光量子及び付着物状況の経過を記録。 (1)-②水深移動による白化防止効果の検証試験 <ul style="list-style-type: none"> ・ 棚型架台を異なる水深（D.L. -4m、-12m）に設置し、白化の有無、光量子量を記録。 (2) オニヒトデの管状部材による這い上がり抑制実験 <ul style="list-style-type: none"> ・ 異なる径の棒状部材を脚部とした架台にサンゴ片を配置し、オニヒトデの這い上がりの有無を確認。 | | ＜海域試験＞ <ul style="list-style-type: none"> ・ 海域における遮光ネット等の遮光率の経時変化と、付着海藻等の関係性を把握することを目的に海域試験を実施。 ・ 遮光ネットに海藻類の付着や浮泥に堆積がみられ、14日間で1.4～1.7倍に遮光率が増加。 ・ 水槽試験結果より白化抑制効果が期待される遮光率を25～50%とすると、海域では12～25mm程度の目合いが同等の遮光率となることを確認。 (1)-②水深移動による白化防止効果の検証試験 <ul style="list-style-type: none"> ・ サンゴの白化現象が生じた際に水深移動による白化防止効果を検証すること（水深移動手法の効果検証）を目的に実施。 ・ 水深D.L. -4m からD.L. -12m への移動による光量子の減衰率は36%であり、6～7割の遮光効果と同程度の効果があることを確認。 ※白化対策の技術開発は、基礎的知見を得られたため終了。 |
| H31 (2019) | (2) オニヒトデの管状部材による這い上がり抑制実験 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 脚部の径が異なる架台（φ20～40mm）を用いて試験を行い、φ30mm程度以下でオニヒトデの這い上がりが1ヶ月以上確認されなかった。オニヒトデの這い上がり防止が期待される管状部材の径を確認。 ※食害生物（オニヒトデ）への対策は基礎的知見を得られたため終了。 |

8. サンゴ被度計測技術の高度化

| 【目標】 | 主な成果と課題 | |
|---|---------|---|
| <p>広範囲のサンゴ分布を把握するため、ドローンや船上水中カメラ・リモコンボートを活用した効率的観測手法と、人工知能（AI）を活用した効率的な解析手法の技術開発を行う。具体的には、分類作業の労力を50%以上削減し、分類精度80%以上を目指す。</p> | H30 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）ドローン撮影が潜水士の6倍、船舶カメラが3.5倍効率的であることを確認。AI分類手法の検討を開始。 （課題）波によるサンゴ輪郭の不明瞭化、オルソ化が困難なエリアの存在。 |
| | R1 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）ドローン（高度100m）により10ha/3日間の撮影目標を達成。統計的分類手法（オブジェクトベース分類）を用いた解析により、観察データに対する誤差率5%未満を達成。 （課題）AI学習モデルの試行錯誤により解析に時間を要した（オブジェクトベースの1.5倍）。 |
| | R2 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）リモコンボートを導入し、沖ノ鳥島で4.2日/10haの撮影効率を達成（目標5日以内）。画像合成を「モザイク処理」へ変更し鮮明化。 （課題）複数年の教師データを混ぜると、画像精度の違いから特定の種で精度が低下。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① サンゴ計測技術の開発 ② サンゴ分類技術の開発 ③ 技術の汎用化と提供 | R3 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）沖ノ鳥島での撮影を重複のない2測線方式へ改善。AI学習用の教師データを蓄積（コリンボース状、塊状など）。 （課題）分類精度の低いサンゴ種（被覆状など）の教師データが依然不足。 |
| | R4 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）画像の前処理（標準化）と「死サンゴ」教師データの追加により、沖縄海域で2分類精度82%、コリンボース状85%を達成。 （課題）沖ノ鳥島では船の揺れの影響等により目標精度（80%）に未達。 |
| <p>【調査方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現地撮影：ドローン（高度50～100m）や、水中カメラを装着した船舶・リモコンボートによる動画・静止画撮影 ・ 画像処理：撮影画像からのオルソ画像作成、またはモザイク処理による合成図の作成 ・ 分類解析：Mask R-CNN等の深層学習モデルを用いたサンゴの自動抽出と、目視観察結果との比較検証 | R5 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）沖ノ鳥島において教師エリアの拡大と画像標準化を実施。複数年モデルによりコリンボース状で精度84%を達成し目標達成。 （課題）台風の影響で新規の現地調査が実施できず。 |
| | R6 | <ul style="list-style-type: none"> （成果）開発技術を体系化。自治体等のユーザー向けに教師データの提供方法（クラウド活用）を策定し、データセット（沖縄分：約1.3GB）を作成。 |

9. サンゴの水産増殖効果の把握

| 【目標】 | 主な成果 | |
|--|-----------------------|---|
| <p>サンゴ増殖によって、貨幣価値化が可能な効果（便益額）を選定・計測し、費用対効果を分析する。</p> | <p>H30 (2018)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・サンゴ場を中心に水産生物の増殖機能として、「漁場機能」「産卵場機能」「育成場機能」「餌場機能」の4つを整理した。 ・増殖機能のうち定量評価が可能な機能として、「育成場機能」「餌場機能」を選定した。 ・「育成場機能」として「サンゴ付着生物」を、「餌場機能」として「サンゴ卵」「サンゴ粘液」「サンゴ蛸集小魚」を便益算定項目に設定した。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サンゴ保全・回復による便益算定項目の選定と原単位の設定 ・仮想プロジェクトにおける費用対効果の算定 | <p>H31 (2019)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・前年度に決定した便益算定項目を計算する際に必要となる各種原単位を文献調査と現地調査結果から設定した。 ・文献調査結果から、「サンゴ放出量=250g/m²」「サンゴ粘液放出量=113g/m²」「サンゴ蛸集魚類現存量=470g/m²」と設定した。 ・現地調査結果から、「サンゴ付着生物量=216g/m²」と設定した。 |
| <p>【調査方法】 ※年度によって特別な調査をした場合には、年度がわかるように記入。</p> <p>①文献調査 (H30-31) ②現地調査 (H31) ③費用便益積上げ法による費用対効果算定 (R3)</p> | <p>R3 (2021)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県内にてサンゴ礁の保全・回復を目指す仮想のプロジェクトを設定し、その費用対効果を算定した。算定においては、前年度までに設定した各種原単位やサンゴの水産増殖機能を元としている。 ・便益効果を「水産物の生産性向上」に絞った費用対効果は1.3であった（費用便益積上げ法）。 ・便益効果を「水産物の生産性向上」に「地域産業の活性化」「その他」を加えた費用対効果は2.1であった（費用便益積上げ法）。 |

10. リスキニング技術の検討

| 【目標】 | 主な成果 | |
|--|------------------------|---|
| <p>リスキニング技術による増殖技術の実用化</p> <p>【検討項目と概要】</p> <p>沖縄海域 沖ノ鳥島海域</p> <ul style="list-style-type: none"> リスキニング技術の検証 属、種ごとの生残・成長特性の検証 海域での実用化の検証 <p>繰り返し移植</p> <ul style="list-style-type: none"> 繰り返し移植を実施できるかの検証 繰り返し移植した小片サイズの違いに成長差があるかの検証 | <p>H30 (2018年)</p> | <p>【沖縄海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 海域と水槽でハマサンゴ属、トゲキクメイシ属を用いて小片サイズ別のリスキニング実験を開始した。 <p>【沖ノ鳥島海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 中間育成施設内のグレーチング基盤（垂直面）にハマサンゴ属、トゲキクメイシ属の小片を結束バンドで固定し、リスキニング実験を開始した。 |
| | <p>R1 (2019年)</p> | <p>【沖縄海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 海域でハマサンゴ属、トゲキクメイシ属を用いて切断厚、貼付間隔の条件についてリスキニング実験を開始した。 <p>【沖ノ鳥島海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ハマサンゴ属、トゲキクメイシ属、ハリエダミドリイシを用いて、貼付方向の条件についてリスキニング実験を開始した。（ハマサンゴ属、トゲキクメイシ属を垂直面と水平面にハリエダミドリイシを水平面に移植） |
| <p>【調査方法】※年度によって特別な調査をした場合には、年度がわかるように記入。</p> <p>沖縄海域</p> <p>H30（2018年）から小片のサイズ（1～5cm角）による生残率・成長状況を把握した。</p> <p>R1（2019年）から小片の切断厚（0～1.5cm）及び貼付間隔（3～5cm）による生残率・成長状況を把握した。</p> <p>R2（2020年）から</p> | <p>R2 (2020年)</p> | <p>【沖縄海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ハマサンゴ属、トゲキクメイシ属を用いて貼付方向、付着物除去の有無の条件についてリスキニング実験を開始した。 小片サイズについて約5cm³の成長が良いことを確認した。 <p>【沖ノ鳥島海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ベニハマサンゴ、トゲキクメイシを用いて、貼付間隔の条件についてリスキニング実験を開始した。 |
| | <p>R3 (2021年)</p> | <p>【沖縄海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 切断厚について0cmが効率的に成長することを確認した。 貼付間隔について、移植2年後には間隔3～5cmで融合が確認された。 <p>【沖ノ鳥島海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 結束バンドで固定した小片が生残率、成長率とも良好なため、結束バンドでの固定が有効であると確認した。 |
| | <p>R4 (2022年)</p> | <p>【沖縄海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 5cm³程度の小片サイズ、切断厚0cm、貼付間隔3cm、垂直に貼り付ける方法がリスキニング実施における最適条件であると確認した。 <p>【沖ノ鳥島海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> サンゴ幼生着生・育成基盤にハマサンゴ属、トゲキクメイシ属の小片を結束バンドで固定し、リスキニング実験を開始した。 |

| | | |
|--|-----------------------|---|
| <p>小片の貼付方向（垂直、水平）及び付着物除去の有無による生残率・成長状況を把握した。</p> | <p>R5 (2023年)</p> | <p>【繰り返し移植】</p> <ul style="list-style-type: none"> 水槽内でコブハマサンゴの繰り返し移植実験を開始した。 |
| <p>沖ノ鳥島海域</p> <p>H30（2018年）から中間育成施設内のグレーチング基盤（垂直面）に結束バンドで固定し、生残率・成長状況を把握した。</p> <p>R1（2019年）から貼付方向（水平・垂直）による生残率・成長状況を把握した。</p> <p>R2（2020年）から貼付間隔（3～5cm）による生残率・成長状況を把握した。</p> <p>繰り返し移植</p> <ul style="list-style-type: none"> 繰り返し移植を実施できるかどうか検証した。 繰り返し移植した小片サイズの違いに成長差があるか検証した。 | <p>R6 (2024年)</p> | <p>【繰り返し移植】</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験開始から1年に繰り返し移植を実施できることを確認した。 <p>【沖ノ鳥島海域】</p> <ul style="list-style-type: none"> 貼付方向について、垂直に移植する条件が小片の成長率が良いことを確認した。 貼付間隔について、間隔の違いによる成長率の差はみられないことを確認した。間隔5cmの条件で、移植から2年後には融合することを確認した。 |
| <p>R7 (2025年)</p> | | <p>【繰り返し移植】</p> <ul style="list-style-type: none"> 最初に移植した小片と繰り返し移植した小片は両条件とも面積が1年間で約2.5倍であり、成長差がみられないことがわかった。 繰り返し移植を安定して実施するには、2年おきが望ましいと推察された。 |

1 1. 高温耐性型サンゴの種苗生産技術の開発

1 1. 1 サンゴ自体の遺伝的な高温耐性の活用

| 【目標】 | 主な成果 | |
|---|---------------|---|
| ウスエダミドリイシを対象とした、高温耐性を持つサンゴの種苗生産技術の開発 | H30 (2018) | [DAN マーカー育種] ・高水温暴露により、21 群体の親サンゴの高水温耐性を表現型で判定するとともに、各群体から DNA 抽出 |
| 【検討項目と概要】 [選抜育種] ・従来の選抜法による種苗生産手法の開発 [DNA マーカー育種] ・サンゴ自体の遺伝的な高温耐性を活用した高水温耐性サンゴの種苗生産技術の開発 | H31 (2019) | [DAN マーカー育種] ①稚サンゴの高水温暴露実験 ・表現型が高耐性の親由来の精子を用いて交配した組み合わせグループにおいて生残率が高い結果あり ②DNA 解析 ・高水温耐性 DNA マーカー探索のため、高水温に対して高耐性および低耐性の群体間で全ゲノムを比較する研究に着手（全ゲノム SNP 解析） |
| 【調査方法】 [選抜育種] ・0 歳齢で高水温暴露により選抜した高耐性種苗を継続飼育し、高耐性の維持を確認 | R2 (2020) | [選抜育種] ・高水温選抜群体は 1 歳齢でも高水温耐性維持を確認 [DNA マーカー育種] ①稚サンゴの高水温暴露実験 ・親の耐性の特徴を引き継ぐような明確な結果は得られず ②DNA 解析 ・マーカー候補を発見（高耐性・低耐性間で全ゲノム上の特定の 4 か所において DNA の塩基が異なり、高耐性では塩基が T, T, A, T ホモ接合となる） |
| [DNA マーカー育種] ・高水温暴露により、複数の親群体の耐性を判定 ・高耐性・低耐性の親由来の卵と精子を様々な組み合わせで交配して生産した稚サンゴを高水温暴露し、耐性の遺伝を確認 | R3 (2021) | [選抜育種] ・高水温選抜群体は 2 歳齢においても高水温耐性維持、ならびに海域環境への適応を確認 [DNA マーカー育種] ①稚サンゴの高水温暴露実験 ・親の産卵が同調せず十分な稚サンゴ数を確保できなかったため、適切な実験が実施できず。十分な数の親サンゴの確保が課題 ②DNA 解析 ・マーカー候補が存在する DNA 領域を PCR で増幅するためのプライマーを開発 |
| ・高耐性および低耐性の群体の DNA 比較により、高水温耐性 DNA マーカーの探索 ・DAN マーカーを活用した種苗生産技術開発の検討 | R4 (2022) | [選抜育種] ・高水温選抜群体は 3 歳齢においても高水温耐性維持、ならびに海域環境への適応を確認 [DNA マーカー育種] ①稚サンゴの高水温暴露実験 ・新たに海域から採取した 21 群体の親サンゴについて、高水温暴露により高水温耐性を表現型で判定するとともに、各群体から DNA 抽出 ・稚サンゴの高水温暴露では、親の耐性の特徴を引き継ぐような明確な結果は得られず。実験に用いた稚サンゴの組み合わせ数（19 通り）が十分でなかったことが課題 ②DNA 解析 ・過年度の稚サンゴ高水温暴露実験のサンプル解析から、暴露後にマーカー（TTAT ホモ）を持つ群体の比率が増 |

| | | |
|--------------|--|--|
| | | <p>えていないことを確認。サンプル数の少なさが課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 一方、久米島で飼育中の親サンゴについては、表現型が高耐性の群体は低耐性の群体よりマーカー保持率が有意に高い結果あり |
| R5 (2023) | <p>[選抜育種]</p> <ul style="list-style-type: none"> 高水温選抜群体は4歳齢においても高水温耐性維持、ならびに海域環境への適応を確認 サンゴが成熟サイズ（直径15cm以上）に達したことから、今後、高水温耐性を含む生態的特徴は変化しないと判断し技術開発を完了 <p>[DNAマーカー育種]</p> <p>①稚サンゴの高水温暴露実験</p> <ul style="list-style-type: none"> 新たに海域から採取した50群体の親サンゴについて、高水温暴露により高水温耐性を表現型で判定するとともに、各群体からDNA抽出 親サンゴ確保に専念し、稚サンゴ高水温暴露は実施せず <p>②DNA解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 開発したPCR手法では目的のDNA領域を正しく増幅できていないことが判明。PCRプライマーの改善が課題 | |
| R6 (2024) | <p>[DNAマーカー育種]</p> <p>①稚サンゴの高水温暴露実験</p> <ul style="list-style-type: none"> 卵と精子の108通りの組み合わせで種苗生産を試みたが、着生稚サンゴ数が少なく、十分な実験ができず。着生基盤上に十分な着生誘引バクテリアを付着させる技術が課題 <p>②DNA解析</p> <ul style="list-style-type: none"> DNA領域を正しく増幅できるNested PCRのプライマーを開発 | |
| R7 (2025) | <p>【DNAマーカー育種】</p> <p>①稚サンゴの高水温暴露実験</p> <ul style="list-style-type: none"> 適正な海域および期間で基盤を海域浸漬することで、昨年度の着生誘引バクテリアに関する課題は解決 33°Cで1か月半の高水温暴露により、稚サンゴがほぼ全滅し十分なデータを得られず 実験としての適正な水温および期間はそれぞれ33°C・1か月と推定 今後もデータ蓄積のため、実験の継続が必要 <p>②DNA解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 過年度の親サンゴおよび稚サンゴ高水温暴露実験から得られたサンプルの再解析および統計解析から、マーカー（TTATホモ）が高水温耐性に関与しているケースとそうではないケースの両方が見られ、マーカーの信憑性について結論が出せず マーカーと高水温耐性の間に明確な関係性が見られなかった要因として、サンプル数不足の可能性あり マーカーの有効性を確認するために、親および稚サンゴの実験サンプル数を増やして解析を行う必要あり | |

1 1. 2 沖ノ鳥島海域における多様性を考慮したサンゴ増殖の検討

| 【目標】 | 主な成果 | |
|--|--------------|--|
| <p>沖ノ鳥島海域に生息するウスエダミドリイシ以外の造礁サンゴについて、増殖手法の可能性の検討</p> | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> 沖ノ鳥島に分布するグロービセプス、ハリエダミドリイシ、イボハダハナヤサイサンゴの3種について生殖生態を把握 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> 産卵時期等の生殖生態の把握 有性生殖法による種苗生産が可能か確認 高水温選抜群体の耐性維持の確認 | R6 (2024) | <ul style="list-style-type: none"> グロービセプスを対象として、225個体を種苗生産 高水温暴露により、25群体を選抜（生残率11%） 適切な高水温選抜法（32～33℃、1か月間）を把握 |
| <p>【調査方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 沖ノ鳥島に分布する造礁サンゴの中から数種を選定して、生殖生態等の情報を論文等から収集 選定した種の種苗生産を行うとともに、高水温暴露で稚サンゴを選抜 高水温暴露で選抜した群体の再度の高水温暴露によって高水温耐性の維持を検証する実験を実施 | R7 (2025) | <ul style="list-style-type: none"> 高水温暴露実験で「過去に高水温で選抜した群体」と「高水温に未暴露の群体」のグループ間において、健康状態に有意な差を確認 このことから、高水温暴露は高水温耐性群体の選抜に有効な手段であることと、高水温選抜群体が経年後も高耐性を維持していたことを確認 以下の理由から、ウスエダミドリイシに続き、沖ノ鳥島での増殖の対象種として本種を提案 <ul style="list-style-type: none"> 同種の重要性と希少性 有性生殖法による種苗生産および高水温選抜、高水温型種苗生産が可能であること |

1 2. 親サンゴの飼育と効率的な長距離輸送手法の検討

1 2. 1 種苗生産および親サンゴ飼育

| | | |
|---|--|---|
| <p>【目標】</p> <p>種苗生産および水槽内での育成により、幼生放流実証試験に必要なウスエダミドリイシの親サンゴの確保</p> <p>●飼育目標数(石垣産)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2018年度 2,400 群体 ・2019年度 1,200 群体 ・2020年度 600 群体 ・2021年度 300 群体 <p>●飼育目標数(沖ノ鳥島産)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2022年度 500 群体 ・2023年度 400 群体 ・2024年度 400 群体 ・2025年度 200 群体 <p>【検討項目と概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有性生殖法による種苗生産 ・親サンゴまでの水槽内での飼育 <p>【調査方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前事業にて開発された手法にて種苗生産を実施 ・前事業で明らかとなった適正な飼育環境下でサンゴを飼育 | <p>主な成果</p> | |
| | H30 (2018) | <ul style="list-style-type: none"> ・2022年の石垣での実証試験に向けて、石垣島において天然サンゴ用いて水槽での産卵誘発により採卵し、受精卵を確保 ・石垣島から久米島までサンゴ幼生の輸送に成功 ・久米島にてプラスラ幼生まで発生させた後、基盤へ着生させ、約 17,000 個体の種苗生産に成功 ・着生後の稚サンゴを 5 トンで飼育し、6 か月齢の稚サンゴ約 2,700 群体を確保 |
| | H31 (2019) | <ul style="list-style-type: none"> ・水槽内において適正環境での稚サンゴ飼育の継続により、1 歳齢の稚サンゴ約 2,300 群体を確保 ・昨年度と同様な手法で石垣から久米島に輸送されたサンゴ幼生を用いて種苗生産を実施し、6 か月齢の稚サンゴ約 720 群体を確保 |
| | R2 (2020) | <ul style="list-style-type: none"> ・飼育継続により、2 歳令および 1 歳齢の稚サンゴについてそれぞれ約 1,300 群体および約 660 群体を確保 |
| | R3 (2021) | <ul style="list-style-type: none"> ・飼育継続により、3 歳令および 2 歳齢の稚サンゴについてそれぞれ約 290 群体および約 320 群体を確保 ・飼育海水の質の低下により斃死が発生し個体数が減少 ・石垣へ 5 月に輸送し、海域にて 2018 年産 41 群体、2019 年産 204 群体の飼育を継続 |
| | R4 (2022) | <ul style="list-style-type: none"> ・2023 年～2025 年の沖ノ鳥島での実証試験に向けて、2016 年～2021 年に種苗生産した稚サンゴを継続飼育し、約 550 群体を確保 |
| | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> ・2016 年～2021 年に種苗生産した稚サンゴを継続飼育し、約 480 群体を確保 |
| | R6 (2024) | <ul style="list-style-type: none"> ・2016 年～2021 年に種苗生産した稚サンゴを継続飼育し、約 470 群体を確保 ・このうち抱卵している 150 群体を沖ノ鳥島に向けて搬出 |
| R7 (2025) | <ul style="list-style-type: none"> ・2016 年～2021 年に種苗生産した稚サンゴを継続飼育し、約 320 群体を確保 ・このうち抱卵している 200 群体を沖ノ鳥島に向けて搬出 | |

12.2 長距離輸送手法

| 【目標】 | 主な成果 | |
|--|--|--|
| <p>沖ノ鳥島での幼生放流実証実験に使用する親サンゴを久米島の施設から沖ノ鳥島へ輸送する手法の確立</p> | R4 (2022) | <ul style="list-style-type: none"> 親サンゴ輸送を試行し、輸送手法や輸送による産卵への影響を検討した。 久米島のサンゴ増殖研究所で飼育されている直径10cm程度の20群体のサンゴを沖ノ鳥島へ長距離輸送し、沖ノ鳥島海域のサンゴ増殖礁へ移植した。 直径15～20cmの抱卵している5群体を沖ノ鳥島へ輸送したあと久米島に持ち帰り水槽内で産卵の有無を確認した結果、2群体の産卵を確認した。 |
| <p>【検討項目と概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> 親サンゴ輸送による産卵への影響の検討 大量輸送可能な長距離輸送手法の検討 | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> 過年度に実施した輸送手法では、令和6年度以降に輸送する数量の親サンゴを運搬できないため、大量輸送手法を検討した。 150～200群体のサンゴを運搬する水槽、サンゴ配置と作業効率化を図るための輸送カゴを検討した。検討結果をもとに水槽および付帯設備を試作し、サンゴの成育状況の確認試験を行い、大量輸送が実施可能であることを確認した。 |
| <p>【調査方法】 ※年度によって特別な調査をした場合には、年度がわかるように記入。</p> <p>①親サンゴ輸送の施行、輸送したサンゴの産卵確認(R4)</p> <p>②大量輸送手法の検討(R5)</p> <p>③大量輸送の実施(R6～R7)</p> | R6 (2024) | <ul style="list-style-type: none"> R5に検討した水槽および付帯設備5式を輸送船(調査船)に配置し、150群体の親サンゴを輸送した。 親サンゴは久米島の施設で5～11群体を18の輸送カゴに固定し、活魚トラック→輸送船配置の水槽→礁内への運搬用容器→礁内への設置を行うことで、親サンゴの固定・取り外しの工程を省略して効率的に一連の作業が実施できた。 調査期間中の荒天により礁内での幼生収集が実施できず、輸送した親サンゴのうち24群体を船上水槽で飼育して産卵させ、採卵を行うことができた。 |
| R7 (2025) | <ul style="list-style-type: none"> R6に使用した水槽および付帯設備5式を輸送船(調査船)に配置し、200群体の親サンゴを輸送した。 親サンゴは久米島の施設で8～15群体を21の輸送カゴに固定し、活魚トラック→輸送船配置の水槽→礁内への運搬用容器→礁内への設置を行うことで、親サンゴの固定・取り外しの工程を省略して効率的に一連の作業が実施できた。 礁内で幼生収集を行ったが、産卵数は少なかった。その原因は久米島海域の2～3月頃の低水温の影響によるものと推察された。 | |

1 3. 沖ノ鳥島海域のモニタリング

| 【目標】 | 主な成果 | |
|--|---|--|
| 礁内のサンゴ生息環境の把握 | H30 (2018) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 荒天のため調査未実施。 |
| 【検討項目と概要】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 礁内に生息するサンゴの状況把握 ・ サンゴの生残・成長に影響を与える環境（海水温等）の把握 | H31 (2019) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査を3地点で実施した。ミドリイシ属の被度は礁内中央の地点で高く、最大21.3%であった。 ・ H30年は台風の通過が多く、台風通過時に礁内水温が低下する現象を確認した。水温は低く、週積算高水温（DHW）は0であった。H29は水温が高く、DHWは4.8であった。 ・ H29の高水温、H30の台風による影響があったと考えられたが、サンゴの被度の減少はほとんど無かった。 |
| | R2 (2020) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査を3地点で実施した。ミドリイシ属の被度は礁内中央の地点で高く、最大40.0%であった。 ・ H31年には台風が殆ど通過しなかった。8月上旬に台風通過時に礁内水温が低下する現象を確認した。日平均水温が30℃以上の日は6月上旬～8月上旬に観測されDHWは2.3であった。 ・ サンゴ被度が増加し、高水温や台風の影響は無かったと考えられる。 |
| | R3 (2021) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査を10地点で実施した。ミドリイシ属の被度は礁内中央の地点で高く、最大38.5%であった。 ・ R2年は6月～9月に日平均水温が30℃を超える期間が継続し、DHWは7.6であった。R2年の台風の通過は少なく、9月上旬まで台風通過による水温低下はみられなかった。 ・ R2年の高水温の影響があったと考えられるが、サンゴの被度の減少はほとんど無かった。 |
| 【調査方法】 ※年度によって特別な調査をした場合には、年度がわかるように記入。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査：礁内3定点以上で目視観察および写真撮影を実施し、撮影画像より被度を解析 ・ 水温連続観測：礁内30地点に自記録式水温計を設置し、礁内の水温変動を記録 | R4 (2022) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査を7地点で実施した。ミドリイシ属の被度は礁内中央の地点で高く、最大70.7%であった。 ・ R3年は台風の通過は少なく、9月下旬まで台風通過による水温低下はみられなかったものの、日平均水温が30℃を超える期間が少なく、DHWは0であった。 ・ R3は台風や高水温の影響は無かったと考えられ、サンゴの被度も増加した。 |
| | R5 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 荒天のため調査未実施。 |
| | R6 (2024) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査を3地点で実施した。ミドリイシ属の被度は礁内中央の地点で高く、最大95.6%であった。 ・ R5年は7月下旬、8月下旬に台風通過による水温低下がみられた。DHWは0であった。R4年は台風通過がほとんど無く、DHWは2.1であった。 ・ 台風や高水温の影響は無かったと考えられ、サンゴの被度も増加した。 |
| R7 (2025) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 定点調査を10地点で実施した。ミドリイシ属の被度は礁内中央の地点で高く、最大97.3%であった。 ・ R6年は台風通過による水温低下はみられなかった。DHWは4.7であった。 ・ 高水温であったが、サンゴの被度が増加した。 | |

14. ハビタットマップの高度化

| 【目標】 | 主な成果と課題 | |
|--|---------|--|
| <p>実証海域において、サンゴが成育する箇所の適地条件との関係进行分析し、ハビタットマップを作成し、サンゴ産卵ファームの適地の検討資料とする。</p> | H30 | <ul style="list-style-type: none"> ・ハビタットマップの作成計画を立案 ・崎枝湾においてサンゴ被度（生息分布）調査、流況調査を実施 ・崎枝湾において稚サンゴの生残維持率を調査 ・崎枝湾において地形、風況データを取得 ・崎枝湾の衛星画像からサンゴの生息分布（被度分布）をマッピング |
| <p>【検討項目と概要】</p> <p>①実証海域において、サンゴの生息分布をマッピング（A）</p> <p>②同海域において、サンゴの生息域を代表する複数の地点において、サンゴ生息状況、水温、光量、流況等を調査、風況データを取得</p> <p>③観測結果から、サンゴ成育と水温・光量・流況等の関係（B）を考察</p> <p>④（A）と（B）より、ハビタットマップを作成</p> | R1 | <ul style="list-style-type: none"> ・崎枝湾において稚サンゴの生残維持率を調査 ・崎枝湾及び浦底湾において水温、光量子の調査を実施 ・浦底湾においてサンゴ被度（生息分布）、流況調査を実施 ・浦底湾において地形データを取得 ・浦底湾の衛星画像からサンゴの生息分布（被度分布）をマッピング ・崎枝湾及び浦底湾の流況分布図を作成 |
| <p>【調査方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・衛星画像からサンゴの生息分布をマッピング（H30～R2） ・サンゴ生息状況、水温、光量、流況等を調査、風況データを取得（H30～R3） ・サンゴ成育と水温・光量・流況等の関係を考察（R2～R3） ・崎枝湾及び浦底湾のハビタットマップを作成（R2～R3） | R2 | <ul style="list-style-type: none"> ・崎枝湾において流況、濁り（沈降物堆積量）、付着藻類被度の調査を実施 ・崎枝湾において、サンゴの成育（稚サンゴの生残維持率）と水温、光量子、流速等の環境因子との関係を考察 ・浦底湾においてサンゴのスポット観察（被度調査）を行い、サンゴの生息分布（被度分布）マップを修正 ・崎枝湾、浦底湾のハビタットマップを検討、課題を抽出 |
| | R3 | <p>（実施事項と成果）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浦底湾においてサンゴ被度、底質、水温、光量子、濁度、藻類被度および水深の調査を実施 ・浦底湾において、サンゴの成育（サンゴの被度）と水温、光量子、藻類被度、濁りの環境因子との関係を考察 ・沖縄沿岸海域（崎枝湾、浦底湾）を対象としたハビタットマップを作成 <p>（課題）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サンゴ産卵ファームの適地を選定する際には、本事業で示したハビタットマップ作成方法によるサンゴの成育適地の抽出と、面的拡散シミュレーションによるサンゴ幼生の供給場所の適地の検討結果を合わせて選定する必要がある。 ・本事業では、天然礁の微地形が広がる湾内を対象としたことから、サンゴの成育状況と環境要因の調査は代表的な地点に絞り関係性の考察を行い、湾口、湾央、湾奥というエリア分けて成育適地を示したが、微地形を反映した詳細な区分でハビタットマップを作成する場合、面的な環境データの取得する調査・解析手法の技術開発が必要である。 |