

I . サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証

目 次

I. サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証	
1 海域実証による面的拡散特性の把握	I-1-1
1.1 目的	I-1-1
1.2 方法	I-1-1
1.3 結果と考察	I-1-3
1.4 今後の課題	I-1-8
1.5 次年度の計画（案）	I-1-9
2. 幼生収集装置の高度化	I-2-1
2.1 目的	I-2-1
2.2 方法	I-2-1
2.3 結果と考察	I-2-3
2.4 課題と対応策	I-2-8
2.5 これまでの成果	I-2-9

I. サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証

1 海域実証による面的拡散特性の把握

1.1 目的

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

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

令和2年4月～5月に石垣島浦底湾において、幼生保持タイプの幼生収集・拡散試験を実施した。

1.2 方法

(1) 実証海域の選定

【実証試験精度に係る必要事項】

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

【事業運営上の考慮事項】

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



図-I.1.1 実証試験の選定場所

上記より、条件に合致する石垣島北部（浦底湾）を実証海域とした

(3) 幼生保持タイプの放流試験の方法

令和2年度放流実証試験では、既往実証試験の課題を踏まえ、以下の事項を解決することを目標とした。

- ① 幼生放流数、放流条件と幼生着底量の関係を把握
- ② 広範囲に放流範囲を拡大するための放流方法の検討

幼生放流数等の放流条件と着底量の関係を明確にするためには、これまでと同様の固定放流が有効と考えられる一方、広範囲に幼生を拡散させるためには、移動して放流する方法（移動放流）が挙げられる。したがって、放流時には装置を固定して放流し、放流後に移動して、再び装置を固定後に放流を行う手法（断続移動式放流）を実施

することとした。また、効率的に幼生を広範囲に供給することを考えた場合、断続移動式放流では作業時間が長期に及ぶ可能性があることに加え、幼生の拡散範囲が放流高さや流れの影響を強く受けやすいことから、移動しながら幼生を放流し続ける手法（連続移動式放流）についても併せて実施することとした。

以上の通り、今年度は2種類の試験方法（断続移動式放流、連続移動式放流）を用いて実証試験を行うこととした。

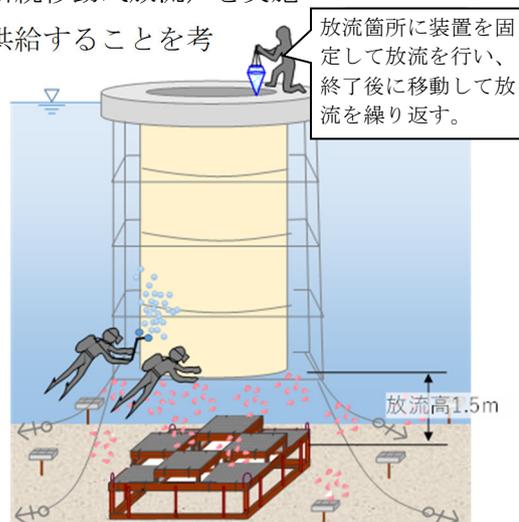


図-I.1.2 断続移動式放流試験イメージ

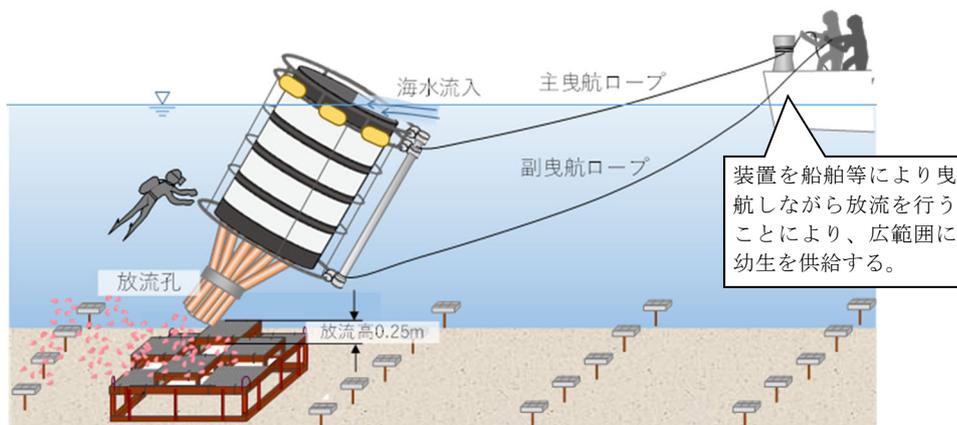


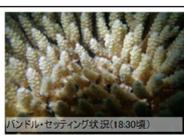
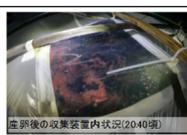
図-I.1.3 連続移動式放流試験イメージ

1.3 結果と考察

(1) 放流試験結果概要

幼生収集保持タイプの幼生収集・放流試験は表-I.1.1 のとおり実施した。

表-I.1.1 幼生収集・放流試験の実施結果

項目	断続移動式放流	連続移動式放流
親サンゴの移動・設置	【4月16日、17日】 2015年に幼生収集装置より種苗生産した5才令の親サンゴ 固定式放流:134群体使用 移動式放流:243群体使用	
幼生収集装置の設置	【5月5日】 【5月12日】 19:30～21:00頃にかけて産卵	  
幼生放流	【5月17日】 5日令幼生 約950万+40万個体※1 1回目:約240万個体 2回目:約720万個体	【5月16日】 4日令幼生 約1,000万個体
着床具の回収・着底数計数	【5月19日】 ・着床具の回収 【5月19日～22日】 ・着床具への着底数の顕鏡・計数	【5月18日】 ・着床具の回収 【5月19日～22日】 ・着床具への着底数の顕鏡・計数

※1 断続移動式放流の約40万個体は、連続移動式放流の残りの幼生を追加放流している。

1) 断続移動式放流

調査結果を表-I.1.2 及び図-I.1.4 に示す。試験区(半径20m)への平均着底数は、352～529 個体/m²、試験区内への想定着底数は約44万～66万個体、着底率は9.2～18.4%と試算された。目標密度(100 個体/m²)と水深の関係については、1回目試験では明確な傾向は認められなかったものの、2回目試験では、浅い箇所に着底数が多く、深い箇所では少ない傾向が見られた。

なお、放流の影響がないと考えられる対照点でも139 個体/m²確認され、今年度は天然サンゴの幼生加入が非常に多かったことが示唆される。

表-I.1.2 断続移動放流試験結果

【断続移動式放流 1 回目 幼生放流数：約 240 万個体 放流高さ：1.3m】

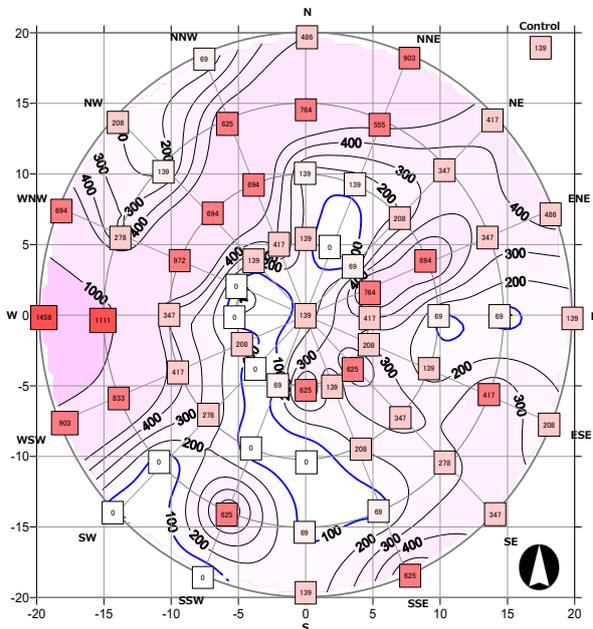
試験内容	結果
着床具（65 箇所）への合計着底数	330 個
着床具への平均着底数	352 個/m ²
着床具に幼生が 100 個体/m ² 以上着底した箇所数	49/65 箇所
試験区当たりの幼生着底数(推定：348 個/m ² ×試験区)	約 44 万個体
幼生放流数（約 240 万個体）に対する着底率	18.4%

【断続移動式放流 2 回目 幼生放流数：約 720 万個体 放流高さ：1.5m】

試験内容	結果
着床具（65 箇所）への合計着底数	495 個
着床具への平均着底数	529 個/m ²
着床具に幼生が 100 個体/m ² 以上着底した箇所数	44/65 箇所
試験区当たりの幼生着底数(推定：529 個/m ² ×試験区)	約 66 万個体
幼生放流数（約 720 万個体）に対する着底率	9.2%

注) 上記結果は対照点での調査結果（139 個体/m²）を除いたものである。

【断続移動式放流 1 回目】



【断続移動式放流 2 回目】

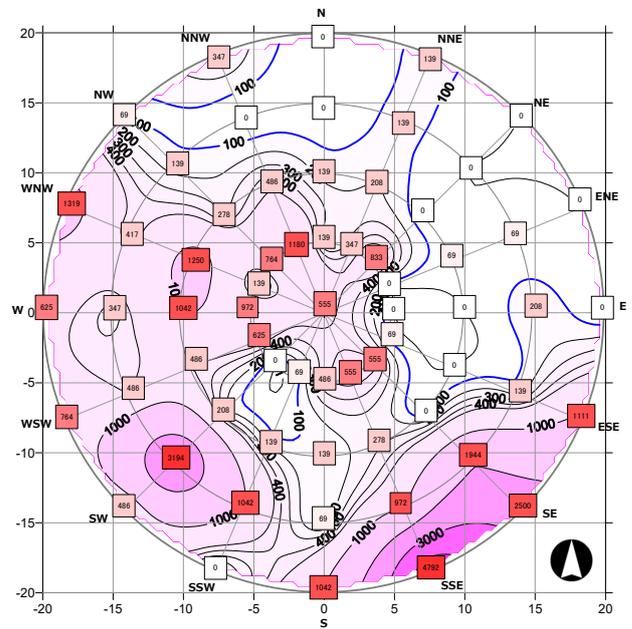


図-I.1.4 断続移動式放流試験結果

注1) 着床具は 1 つ当たり 4cm マスの 9 個ユニットで、上からの投影面積 0.12m×0.12m=0.0144m²であるため、9 個ユニット着底数に 1m²換算で着底数を 69 倍している。

注2) 上記結果は対照点での調査結果（139 個体/m²）を除いたものである。

2) 連続移動式放流

調査結果を表-I.1.3及び図-I.1.5に示す。試験区(10m×200m)への平均着底数は、294個体/m²、試験区内への想定着底数は約59万個体、着底率は5.9%と試算された。

幼生着底数は、往路(0m~200m)で多く、復路(300m~400m)で少ない傾向にあり、幼生放流量の差によるものと考えられる。また、幼生着底数は、往路・復路ともに岸側で幼生着底が多く、放流時は岸寄りの流れが卓越していたこと、岸側の地点が全体的に浅く、沖側地点では着底までに要する時間が長くなることが影響していると推測される。

表-I.1.3 断続移動放流試験結果
【連続移動式放流 幼生放流数：約1,000万個体 放流高さ：0.25m】

試験内容	結果
着床具(66箇所)への合計着底数	279個
着床具への平均着底数	294個/m ²
着床具に幼生が100個体/m ² 以上着底した箇所数	29/66箇所
試験区当たりの幼生着底数(推定：294個/m ² ×試験区)	約59万個体
幼生放流数(約1,000万個体)に対する着底率	5.9%

注) 上記結果は対照点での調査結果(139個体/m²)を除いたものである。

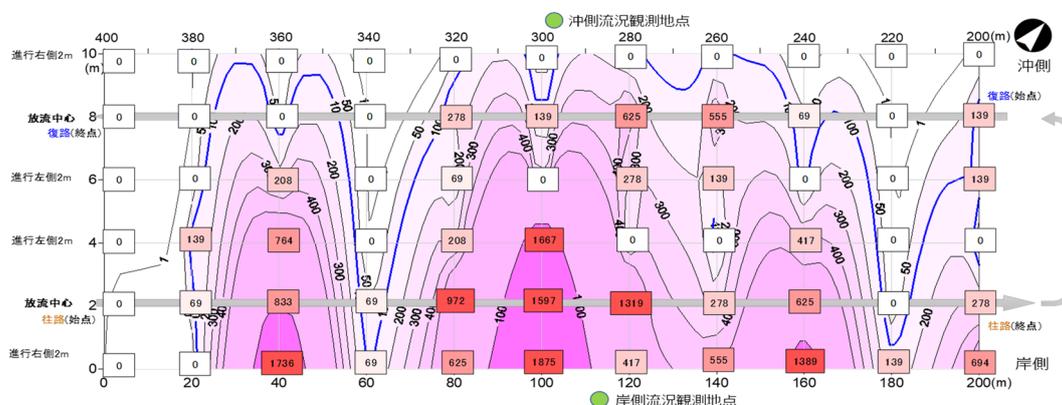


図-I.1.5 連続移動式放流試験結果

注1) 着床具は1つ当たり4cmマスの9個ユニットで、上からの投影面積0.12m×0.12m=0.0144m²であるため、9個ユニット着底数に1m²換算で着底数を69倍している。

注2) 上記結果は対照点での調査結果(139個体/m²)を除いたものである。

(2) 結果の考察

1) 幼生放流量、放流条件と幼生着底量の関係（断続移動式放流）

今回試験結果及び既往試験結果の概要を併せて表-I.1.4に示す。

試験結果を比較すると、放流高さを1m程度とした際に着底率は上昇する傾向にある。3mの際には、着底までに試験範囲外に移流・拡散により流されてしまう幼生数が相当数いるものと推測される。

放流高さが比較的似通った、2018年度（崎枝湾）と2020年度（浦底湾）を比較すると、着底量（着底率）に大きな差異は認められなかったものの、100個体/m²以上着底範囲や最大着底量には比較的大きな差が認められた。

放流高さが浦底湾での試験時に幾分か高かったこと、浦底湾が幾分流速が速いことにより、広範囲に拡散しやすい状況にあったものと推測される。

以上の結果より、固定式放流（断続移動式放流含む）においても、放流高さや対象海域の流況を考慮して放流を行えば、効率的に広範囲に幼生を供給することが可能であると考えられる。

表-I.1.4 これまでの試験結果の概要

年度	幼生放流量	放流高さ	推定着底量 (着底率)	100個体/m ² 以上 着底範囲	最大着底数	備考
2018 (崎枝湾)	約350万 個体	1m	約30万個体 (8.6%)	188 m ²	28,750 個体/m ²	4日令
2019 (崎枝湾)	約200万 個体	3m	約4万個体 (2.0%)	135 m ²	414 個体/m ²	3,4,6日令
	約19万 個体	3m	約0.7万個体 (3.6%)	30 m ²	207 個体/m ²	3,4日令、小型幼 生収集装置使用
2020 (浦底湾)	約240万 個体	1.3m	約44万個体 (18.0%)	1,129 m ²	1,458 個体/m ²	5日令
	約720万 個体	1.5m	約66万個体 (9.2%)	896 m ²	4,792 個体/m ²	5日令

2) 幼生放流量について（連続移動式放流）

連続移動式放流において、幼生を適切に放流することが出来たかを検証するため、計画放流量と実際の放流量との対比結果を表-I.1.5に示す。

実際の放流量を計画放流量と比較すると、300-400m区間を除いて計画値を上回る放流（計画放流量の1.2~2.0倍）となっている。また、収集装置内幼生量に対する放流割合についても、計画値に比べて実測値は1.9~2.4倍となっている。このことより、計画に対して、収集装置内に2倍近い海水流入、放流があったことが示唆される。一方、300-400m区間では、収集装置内の幼生数が減少したため、計画を下回る幼生放流量となっている。

以上のとおり、今回の手法において、一定量を概ね均等に放流することが可能であると判断され、海水流入量を見直す（今回計画値の半分程度）ことで、計画放流量を適正に算出することも可能と考える。

表-I.1.5 計画放流量と実際の放流量との対比結果

項目		0-100m	100-200m	200-300m	300-400m
計画	スタート時点の装置内幼生量(個体)	1,040万	840万	690万	490万
	区間放流量(個体)	190万	160万	190万	140万
	収集装置内幼生に対する放流割合(%)	19	19	28	28
実測	スタート時点の装置内幼生量(個体)	1,040万	660万	360万	120万
	区間放流量(個体)	380万	300万	230万	80万
	収集装置内幼生に対する放流割合(%)	36	46	66	66

注1) 計画値は実際の放流量をもとに再計算した値を示す。

注2) 実測値の装置内幼生数は、100m 移動前に計測した値、区間放流量は移動前後の値の差より算出している。

3) 幼生着底量について(連続移動式放流)

連続移動式放流において、幼生を適切に着底させることが出来たかを検証するため、計画着底量と実際の着底量との対比結果を表-I.1.6に示す。

区間別にみると、100-200m 区間までは、放流数、着底数ともに実測値が多くなっているものの、以降の着底数は計画値を下回る傾向にある。また、着底率についても、100-200m 区間までは、計画値と概ね同程度となっているが、以降の着底率は急激に低下している。

試験区では調査実施時に岸寄りの流れが卓越していたため、200-300m 区間以降で着底数、着底率が低下したものと推測される。また、試験区では沖側の水深が深いため、放流孔と着底基盤までの距離が広がった可能性が挙げられる。このため、幼生の着底までに要する時間がかかり、200-300m 区間以降で着底数、着底率が大きく低下したものと想定される。

以上を踏まえると、流れを考慮した上で、適正に幼生放流量を管理し、放流高さを管理することが出来れば、効率的に幼生を供給することは可能な手法であると考えられる。

表-I.1.6 幼生着底計画値と実測値の比較(区間別)

項目	計画値			実測値		
	放流数(個体)	着底数(個体/m ²)	着底率(%)	放流数(個体)	着底数(個体/m ²)	着底率(%)
0-100m 区間	約 194 万	311	8.2	約 379 万	590	7.8
100-200m 区間	約 158 万	253		約 304 万	407	7.0
200-300m 区間	約 194 万	310		約 234 万	130	2.8
300-400m 区間	約 138 万	221		約 80 万	39	2.4

1.4 今後の課題

<課題 1>

既往実証試験時には、収集装置内で幼生が塊状となってしまう、塊状の幼生と単体の幼生が混在し、それぞれで沈降、拡散の挙動が異なる状況が確認された。今年度は塊状の幼生を極力減らすため、放流前にはエアレーションによる攪拌を実施した。これにより、塊状の幼生はほとんど確認されなかった。対策として攪拌を行った後に放流を行う必要がある。

<課題 2>

幼生放流に大きな影響を及ぼす物理的な要因として、流速と放流高さが挙げられる。流速が速い場合は、計画する地点に幼生を供給することが難しくなる。一方、放流高さは、高すぎると着底までに時間を要するため、流速の場合と同様に、計画する地点に幼生を供給することが難しくなる。また、放流高さが低すぎると、拡散が十分ではなく、広範囲への供給が困難となる。流速や放流高さについては、事前に対象海域の状況を把握し、数値シミュレーション等により、拡散範囲を試算することにより、最も効率的な値を選定する必要がある。崎枝湾や浦底湾等の比較的流れの緩やかなリーフ内において、固定式放流（又は断続的移動放流）を行う際には、放流高さ 1.5m 程度が効率的であると考えられる。

<課題 3>

連続移動式放流の際、水深が深くなると着底量が減少する傾向が見られた。計画では、基盤上 0.25m から放流を行っているため、水深による差は生じない計画であったが、実際には海底地形の凹凸に放流時の装置の上下動が追従出来なかったためと考えられる。放流時には装置下部に放流用のホースを取り付け、ホースを上下することにより放流高さを調整している。水深差による着底量を極力抑えるためには、以下の対策が必要となる。

- ・ 放流を行う対象海域は、極力水深差の少ない海域を選定
- ・ 放流時のホースの上下動をスムーズに行えるよう、装置の改良、オペレーションの見直し

<課題 4>

これまでの実証試験では、比較的小規模な範囲での試験であり、事業実施を想定した大規模な実証試験はこれまで行っていない。今回試験では、断続移動式放流、連続移動式放流の 2 手法ともに、広範囲に幼生供給する手法として一定の効果があると考えられた。次年度以降、事業化を踏まえた大規模な試験を行った場合に生じる課題や留意事項の有無について把握する必要がある。

<課題 5>

今回の実証試験では多くの天然加入と想定される幼生の着底が確認された。浦底湾、崎枝湾では、以前にサンゴ白化現象により多くのミドリイシ属サンゴが死滅し、その後の幼生加入により加入した未成熟個体が成育するのみであった。これらの個体が産卵可能なま

で成長し、今年度一斉に産卵を行った。また、今年度の産卵直後には、北風が卓越する期間が数日続いたことにより、浦底湾内で発生した幼生が湾奥部と吹き寄せられた。このため、ミドリイシ属幼生の天然加入が多かったものと推測される。次年度以降も天然加入の幼生が相当する存在する可能性があるため、実証試験に際しては、天然加入量を適切に把握した上で、幼生放流による効果を算定する必要がある。

今年度は、対照点を1箇所選定しただけであったが、天然加入量を適切に把握するため、実証試験海域を取り囲むように地点を配点する必要がある。

1.5 次年度の計画（案）

今年度までの実証試験により、「放流条件と幼生着底量の関係」、「広範囲に放流範囲を拡大するための放流方法」について検討を行い、方向性について概ね確認ができた。次年度については、これまでに確認できた事項を基に、事業化された際に利用可能な技術へとブラッシュアップすることを目標として、規模を拡大した際にも活用可能な手法となるよう検証を行う。

断続移動式放流、連続移動式放流の2手法ともに、放流範囲の拡大には一定の効果があると考えられるため、これら2手法により1ha規模での実証試験を行う。

ケース1：断続式移動放流実験の検証項目

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

ケース2：移動方式放流実験の検証項目

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

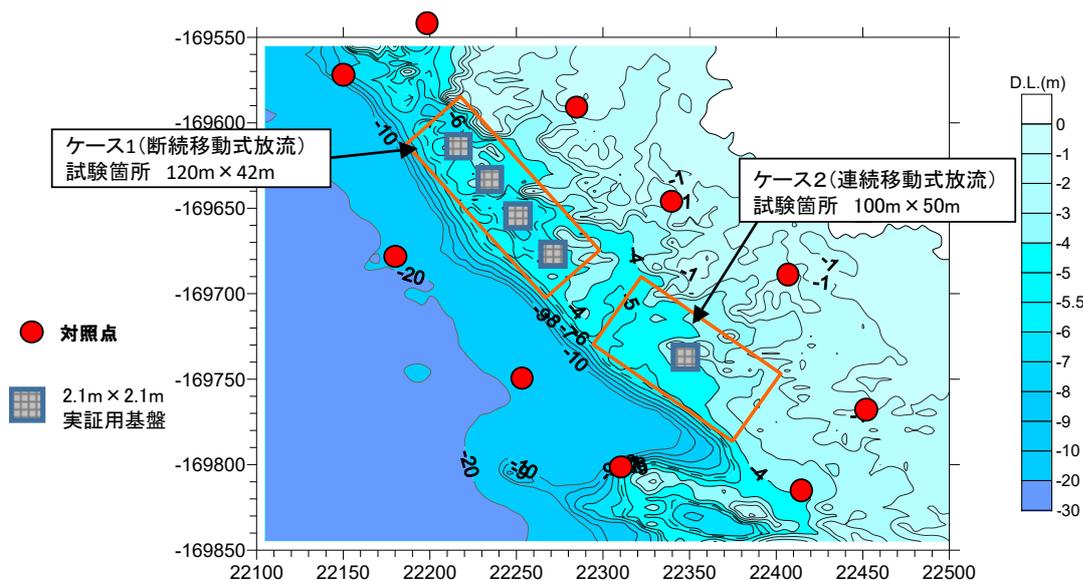


図-I.1.6 実証試験海域配置図（案）

2. 幼生収集装置の高度化

2.1 目的

本事業の前フェーズにおいて開発されたサンゴ幼生収集装置（以下、装置）では、次の成果が得られている（岡田ら，2019）。

- 幼生供給基盤を覆う囲い網(スカート部)と、浮体型装置(バンドル収容部)の分離方式を開発し、直径 3m(約 7m²)の範囲から約 200 万の幼生を集めることに成功した。
- 1,000 万以上の幼生を集めるためには、30m²以上の範囲から収集する必要がある。作業性を考慮するとスカート部は直径 3m 程度が限度と考えられることから、大型化するよりも基数を増やし、複数箇所から収集する方が効率的であると推察した。

本検討では装置を高度化し、2018～2020 年に石垣島北部の崎枝湾および浦底湾において、次の 2 項目を検討した。なお、今年度は浦底湾において実証試験を行った。実験位置は、図-I.1.1 に示す。

- ・ 複数基盤からの集約的なバンドル収集方法の確立
- ・ サンゴ幼生の最大収容密度の検証

2.2 方法

2.2.1 複数基盤からの集約的なバンドル収集方法の確立

2 基の浮体装置を用いて、親サンゴ収容面積(親サンゴの架台数)が異なる 2 ケースの実験を行った。ケース 1 では約 36m²(36 架台)、ケース 2 では約 24m²(24 架台)とし、従来通りスカート部 1 基につき親サンゴ架台を 4 架台(4m²)設置した。スカート部の配置については、1 基(4 架台)は装置直下に、残り 5～8 基(20～32 架台)は、2019 年度実験の成果より、問題なくバンドル収集が可能な距離 4m に等間隔に配置した。なお、親サンゴとして、2015 年に本事業の前フェーズで生産された 5 歳令の有性生殖種苗を用いた。

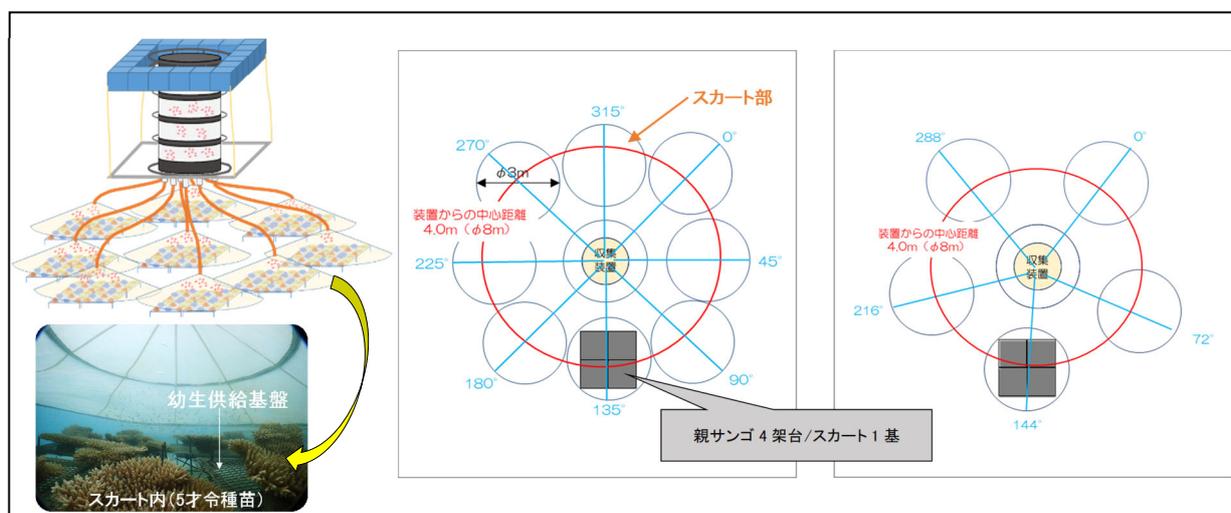


図-I.2.1 実験イメージ（複数基盤からの集約的なバンドル収集方法の確立）

2.2.2 サンゴ幼生の最大収容密度の検証

2019年度の課題を踏まえ、従来サイズを用いて装置1基あたりの最大幼生収容量を検証するため、2ケースの幼生収集実験を行った。幼生供給基地となる親サンゴは、2015年に幼生収集装置にて生産した5歳令の有性生殖種苗377群体を用いた。ケース1では243群体、ケース2では134群体を架台上に配置した。

- ▶ 従来サイズ(直径1.7m、高さ4m)の装置を用いて、装置1基あたりの幼生の最大収容量を検証した。
- ▶ ケース1では最大1,500万個体、ケース2では最大1,000万個体の幼生を目標値に設定し、各ケースにおいて着底能力を有する3~4日令時幼生の収集量を把握した。

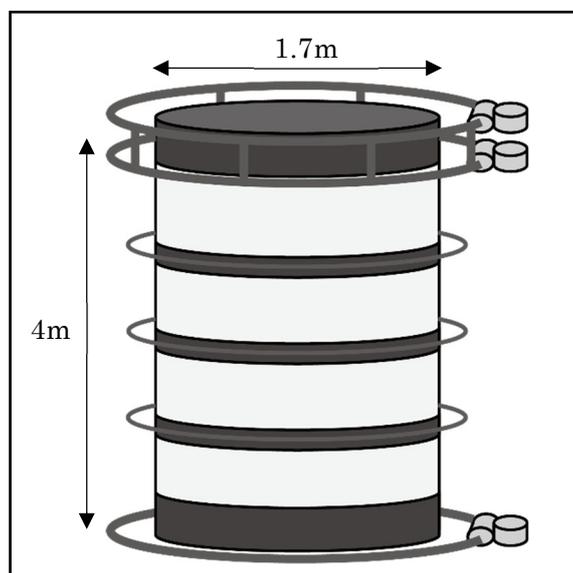


図- I . 2 . 2 幼生収集装置(バンドル収集部)イメージ

表- I . 2 . 1 目標とする産卵数の目安(最大数)

計画数量	ケース1	ケース2
サンゴ群体数[群体] ※()内は実績	300 (243)	200 (134)
想定産卵数[個] ※全体の半数が産卵 成熟度5割: 100,000 個/群体 ^注	15,000,000	10,000,000

注) 直径40cmの成熟群体の産卵数を最大300,000個体と想定

2.3 結果と考察

2.3.1 複数基盤からの集約的なバンドル収集方法の確立

装置本体となるバンドル収容部と幼生供給基盤を覆うスカート部を分離し、給排水ポンプ等に使用される硬質な樹脂製ホースで接続した。最大 2m 程度の潮位変動に対応するため、バンドル収容部とホースの接続部は固定せずに可動式とし、満潮時に装置内へ挿入したホースが装置から抜け出ないように考慮した長さとした。昨年の成果を踏まえ、装置と幼生供給基盤(親サンゴ架台)の中心距離は、それぞれ 0m(装置直下)と 4m とし、ホース角度が 50 度以上になるように調整した。

- スカート部とホース、ホースと装置の接続状況に破損等の問題はなく、バンドルが一カ所に滞留し続ける状況もみられず、全てのホースから収集できた
- ケース 1、2 とともに帯状にバンドルの集合体を確認され、目視レベルでは両者に顕著な違いはみられなかった。



図-I.2.3 試験実施状況

【バンドルのホース通過状況】

装置内のホース出口付近に取り付けたビデオカメラにより動画を撮影した。動揺による画像のブレが大きいことから、1分ごとに静止画変換を行った。静止画に映り込んだバンドル数を計数し、ホースを通過したバンドル量の経時的な変化を捉えられるか試行した。

- 撮影開始 40 分後以降(20:23)、バンドル数の増加がみられた。
- ホースを通過したバンドル数のピークは産卵開始 48 分後頃と推定された。解析対象とした容積あたりのバンドル数は 139 個/333cm³と試算された。

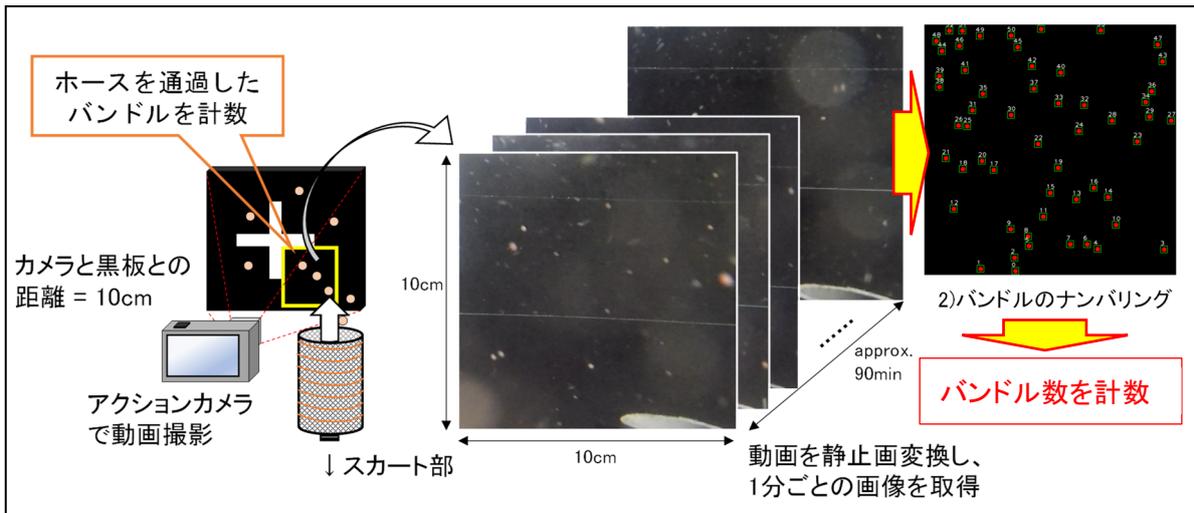
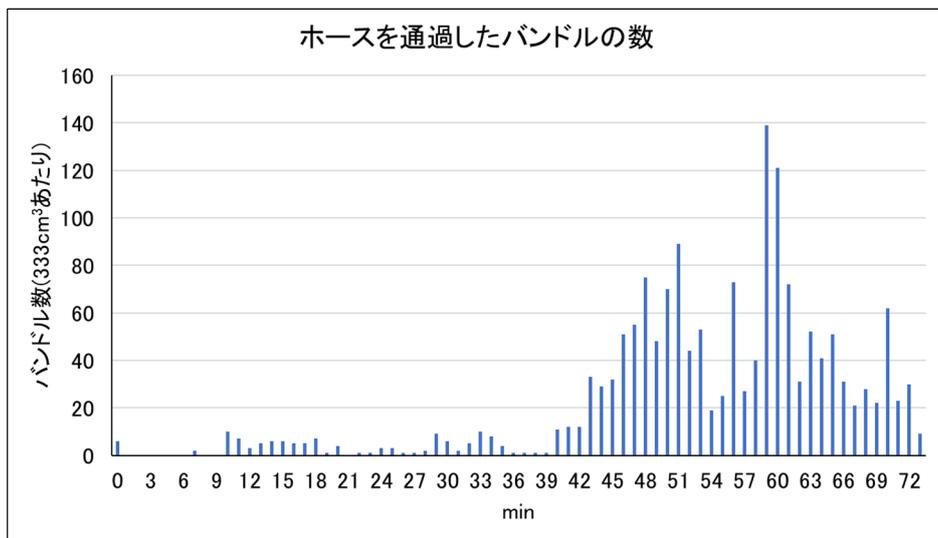


図-I.2.4 バンドル通過状況の解析イメージ



- ・2020年5月12日 19:43より撮影を開始。
- ・19:51よりスカート部内で産卵が開始したことをダイバーにより確認(撮影開始8分後)。
- ・撮影開始73分後(20:56)、ダイバーによりサンゴの産卵が終了したことを確認したため、撮影を終了。

図-I.2.5 バンドル通過状況の経時変化

【バンドル収集効率および作業効率の改善策の検証】

今年度結果より、ホース内でのバンドル逆流は確認されなかったことから、装置底部に設けた筒状部の改良による効果がみられた。また、平成 31 年度より 30%軽量化された軽量タイプのホースを用いることで浮力調整はほとんど不要となり、作業効率が向上した。

●バンドル逆流を防止する筒状部の改良

【収集装置底部の改良】

○2019年試験

長さ100cm
φ10cm
筒状部
→密閉性高

バンドル収集部
30μmメッシュ
→通水性低

挿入

最も広い開口部
:ホース先端
φ7.5cm

スカート部

バンドルの逆流を確認
→ホース内に装置から
流出する向きの流れ
が発生

・長さ100cmの筒状部がホースに絡まり、
バンドル収集部の密閉性が高まった
⇒ホース内に流入・流出する流れが発生
⇒流出する流れ発生時に、浮力によるバ
ンドル浮上速度よりも流速が大き
くなった可能性がある

○2020年試験

樹脂製パイプφ12cmと
ホースφ7.5cmの間に空隙あり
→密閉性が緩和

樹脂製パイプ
長さ
φ12cm
10cm

筒状部を短く・太くし、硬質な
樹脂製パイプに変えることで
ホースへの絡まりを防止
⇒装置底部に空隙を設けたこ
とで密閉性が緩和され、
ホース内に流れが発生しに
くくなり、バンドル逆流防止
につながる可能性がある

●ホース設置作業の効率化

・2019年試験使用の重量タイプは、浮力調整作業に要する労力が大きく、作業効率向上の課題があった。

・2020年試験導入の軽量タイプは、浮力調整作業がほとんど必要なく、作業効率向上に寄与した。

重量タイプ
→ホースが長いほど
PETボトルによる
現場合わせの浮力
調整作業が必要

重量タイプ

重量タイプ
→ホース途中で
浮力調整が必要

軽量タイプ
→装置内ホース先端
の浮力調整のみ

7

図-I.2.6 バンドル収集効率およびホース設置作業効率の改善策の検証状況

2.3.2 サング幼生の最大収容密度の検証

北原式プランクトンネットを用いて、3～5日令時の幼生をサンプリングした。ケース1、2ともに3日令時にサンプリングを行った。その後、ケース1では放流直前の4日令時に、ケース2では放流直前の5日令にサンプリングを行った。

- 着底能力を有するとされる3日令では、ケース1で約1,300万個体、ケース2で約900万個体が確保できた。計画では、ケース1が最大で1,500万個、ケース2が最大1,000万個の収集を計画していることから、概ね計画通りの幼生数を収集できた。
- 4日令の生残数はケース1で1,037万であった。3日令に比べて19%低下した。ただし、幼生数の違いにはサンプリング時の計測誤差も含まれている。

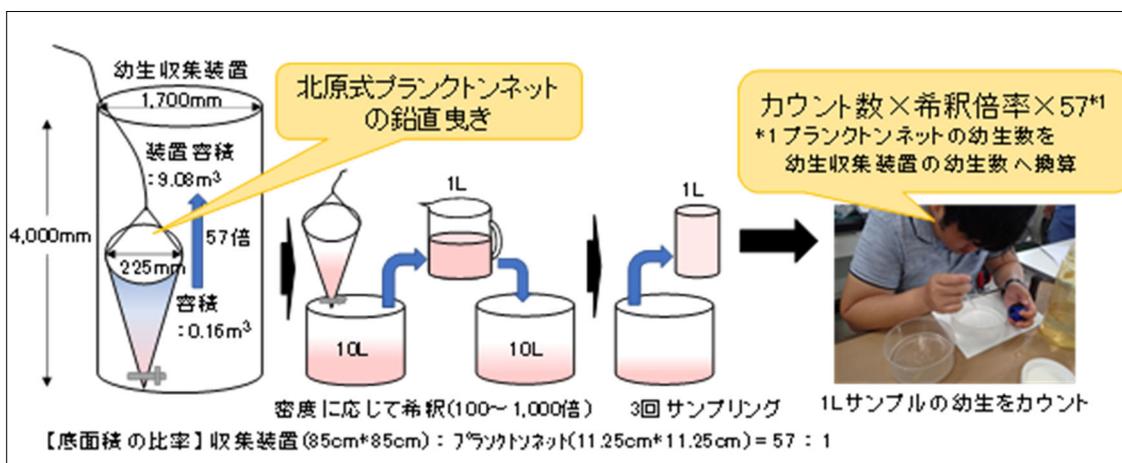


図-I.2.7 幼生サンプリングの流れおよび実施状況

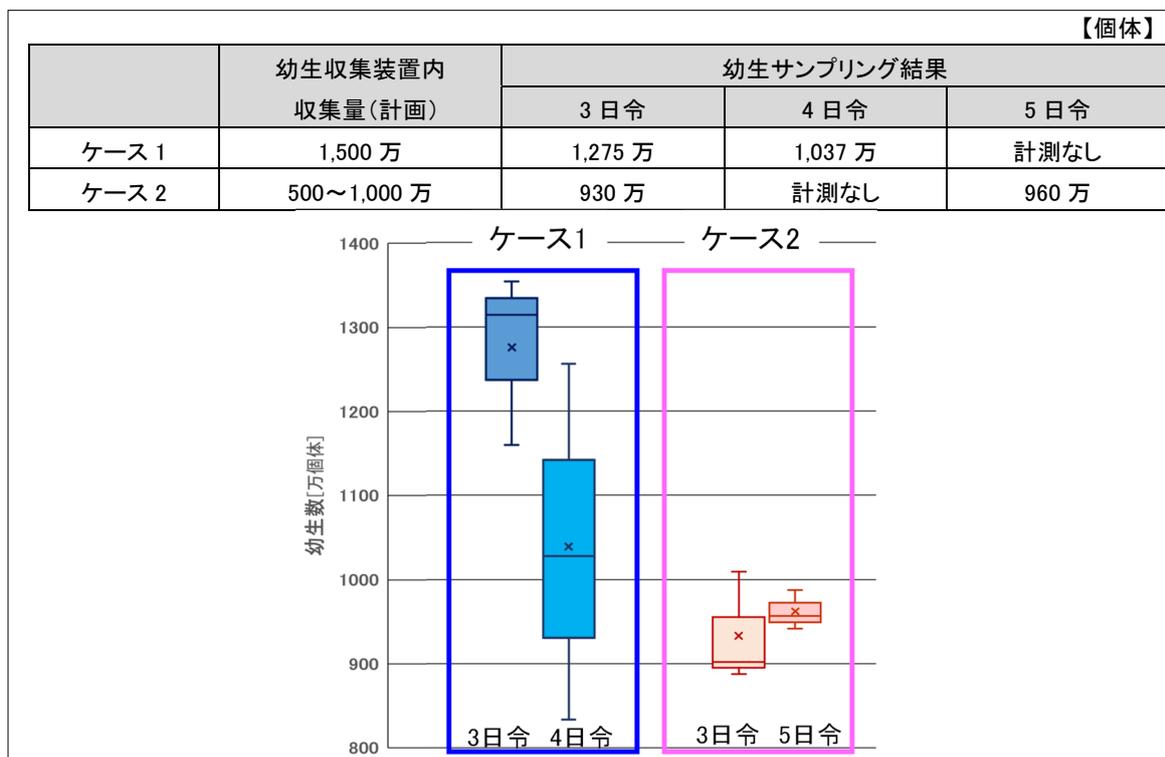


図-I.2.8 ケース別の3・4日令幼生数およびボックスプロット

【親サンゴ面積と幼生数の関係】

3日令幼生数と親サンゴ群体数に明瞭な比例関係はみられていない要因として、親サンゴの群体によってサイズや成熟度が異なることが影響している可能性がある。そこで、親サンゴ面積を計測し、親サンゴ面積と幼生数の関係を解析した。また、産卵直前のバンドルセット割合を観察した概略調査結果を用いて、親サンゴ面積のうちバンドルセットして産卵したと推察される面積を試算した。さらに、試算したバンドルセット面積当りの幼生数を求めた。これは、親サンゴの成熟部から最終的に得られる3日令幼生数を表している。

- 架台上の親サンゴの総面積を画像解析で求めた結果、ケース1で約40万cm²、ケース2で約32万cm²で、ほとんどが成熟サイズの直径20cm以上の群体であった
- 次に、産卵直前のバンドルセットの割合について、概略調査した結果を考慮した。例えば、群体ほぼ全ての部分がバンドルセットしたものは群体面積の9割が産卵と仮定し、直径20cm以上の合計面積について、それらの観察結果を加味することで、バンドルセット(産卵したと推察)合計面積を算出した。その結果、ケース1と2の差は1.5倍となり、幼生数の差と概ね比例する結果が試算された。
- バンドルセットした面積あたりの3日令幼生数を算出すると、42~46個体とケース1と2で同程度となった。つまり、ケース1と2で用いた親サンゴの成熟度には大きな違いはなく、単位面積あたりで同程度の産卵量であったと推察される。

表-I.2.2 ケース別の親サンゴ面積(バンドルセット面積)と3日令幼生の関係

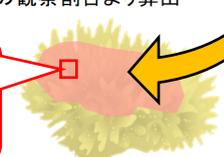
架台の総面積 [cm ²]	ケース1	ケース2	合計
架台の総面積 [cm ²]	397,959	317,557	715,516
Φ20cm以上の群体の合計面積[cm ²]	397,623	317,557	715,180
総面積に占める割合	99.9%	1.8倍 100.0%	
群体数	243	134	377
群体あたりの面積[cm ²]	1,636	2,370	4,006
幼生数(3日令)	12,756,912	1.4倍 9,329,824	22,086,736

注) 成熟サイズに達するサイズの下限値は直径20cmと定義した(北田,2002を参考)

	ケース1	ケース2
Φ20cm以上の合計面積	397,623	317,557
バンドルセット(産卵したと推察)合計面積※ [cm ²]	303,430	1.5倍 201,833
バンドルセット(産卵したと推察)面積比率: 総面積あたり [%]	76	64
幼生数/バンドルセット(産卵したと推察)面積あたり [個体/cm ²]	42.0	0.9倍 46.2

注) バンドルセット(産卵の1~2時間前にポリプの口でバンドルが出かかった状態)の観察割合より算出

バンドルセット(産卵したと推察)単位面積から得られる幼生数を試算



6~7割の面積が成熟し産卵

2.4 課題と対応策

2.4.1 バンドル収集効率の向上（スカート部の改良）

スカート部の素材は30 μ mメッシュのプランクトンネットであるため、表面にたわみが生じやすく、素材内面を伝ってバンドルが鉛直移動する際、一時的にたわみに滞留しやすく収集効率を低下させる一因となっている。架台の外側にはみ出して成長しているサンゴは、スカート部と接触することによって傷ついたり、スカート部の破損を招いている。

- スカート表面にたわみが生じにくいように、硬質で滑らかなビニル地等に変更することを検討する。ただし、ビニル地等の硬質な素材では、海中での抵抗が大きくなり、設置作業時の効率が低下する恐れもあるため、補足的に試行することが望ましい。
- スカート外周部に鉛直下方向にビニル地等の透明な膜を取付け、スカート部を従来の設置高さより30cm程度高い位置に設置する。それにより、架台外縁部のサンゴのスカート部への接触を防ぐとともに、バンドルのスカート外への流出も防止する。

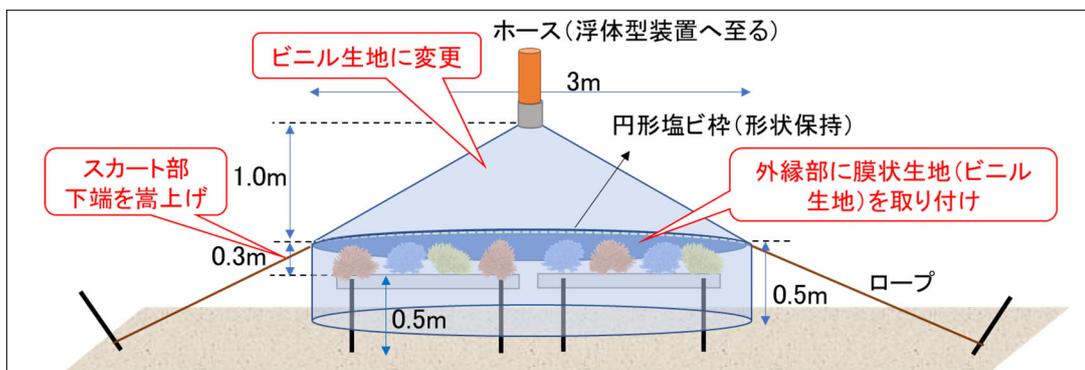


図-I.2.9 スカート部の改良イメージ

2.4.2 親サンゴの年齢と産卵数の関係

既往知見より、直径30cmのウスエダミドリイシ1群体が産卵する総卵数は、約24万個である（北田, 2002）。しかし、今年度結果の3日令幼生数は5~7万個体であり、産卵数から3日令幼生になるまでの減耗が、既往実績で1割程度である（改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き, 2019）ことを考慮しても、既往知見(24万個)との乖離が大きい。

- 産卵数(幼生数)と親サンゴの年齢の関係については、今後の幼生放流試験に合わせて、群体数および面積、バンドルセット割合、幼生数といったデータを蓄積し、解析を行うことが望ましい。これらの知見は、装置1基あたりの幼生数を計画する際、何歳齢の親サンゴがどの程度の量必要か、精度の高い計画立案に寄与できる。

表-I.2.3 ケース別の1群体あたりから得られる幼生数

	ケース1	ケース2
Φ20cm以上の平均面積 [cm ² /群体]	1,636	2,370
群体あたりの幼生数 [×10 ⁴ 個体/群体]	5.25	6.96

既往知見) Φ30cmのウスエダミドリイシ1群体から
放出される総卵数 23.76 × 10⁴ 個程度(北田, 2002)

2.5 これまでの成果

令和2年度の結果より、スカート部の構造などバンドル収集効率をさらに高めるための改善策を講じる必要はあるものの、2つの検討項目（複数基盤からの集約的なバンドル収集手法の確立、サンゴ幼生の最大収容密度(量)の検証）については概ね知見を得られたと考えられる。したがって、5ヵ年計画に基づき今年度で本項目は終了とする。

表-I.2.3 ケース別の1群体あたりから得られる幼生数

検討項目	主な成果	主な成果の詳細
複数基盤からの集約的なバンドル収集手法の確立	幼生供給基盤および幼生収集装置の設置条件	各基盤(スカート部)の中心距離を装置直下から4m以内、ホース角度を50°以上(水平方向0°)とする設置条件であれば、バンドルが滞留することなく、装置内へ収集が可能であった。
	幼生供給基盤(親サンゴ)の最大収容面積	36m ² 程度(スカート部×9基)に配置した親サンゴより、バンドル収集が可能であった。
サンゴ幼生の最大収容密度(量)の検証	装置1基で収集可能な幼生の最大量	着生能力を有する3日令幼生を最大1,300万個体、収容可能であった。