

第 13 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会

海域生物の移植(サンゴ類)

令和2年2月10日

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局

<目次>

1. 有性生殖移植試験に係る経緯.....	1
1.1 評価書における記載内容（有性生殖移植に係る部分を抜粋）.....	1
1.2 委員会における検討内容.....	1
2. 有性生殖移植試験の概要.....	2
3. 試験結果と総括.....	3
3.1 構成と考え方.....	3
3.2 加入.....	4
3.3 中間育成.....	8
3.4 移植・モニタリング.....	10
3.5 まとめ.....	18

1. 有性生殖移植試験に係る経緯

1.1 評価書における記載内容（有性生殖移植に係る部分を抜粋）

改変区域に生息するサンゴ類の一部については、事業者の実行可能な範囲内で無性生殖移植法により移植・移築を行う他、有性生殖移植法を補完的に検討・実施する。

1.2 委員会における検討内容

<有性生殖移植試験の実施状況及び今後の実施計画>

- 環境影響評価時の実施方針としては、那覇空港周辺海域におけるサンゴ幼生の加入量を把握するために平成 26 年度に有性生殖移植試験を行い、その結果を踏まえて平成 27 年度以降の有性生殖移植を検討する予定であった。しかし、平成 26 年度の移植試験結果より、当該海域におけるサンゴ幼生の加入量は多くなく、大規模な有性生殖移植を行うには有効性が低いことが考察された。（第 4 回環境監視委員会）
- 平成 26 年度の第 5 回環境監視委員会においてサンゴ幼生の加入量には年変動があることが指摘されたため、当初の実施方針を変更し、有性生殖移植試験検討の実施期間を平成 26～29 年度の 4 ヶ年とした。（第 6 回環境監視委員会）
- 上記、計画した 4 年間においては、当該海域におけるサンゴ幼生の加入量を毎年把握するなど、一定の成果を収めている。有性生殖移植試験終了後に海域に移植した稚サンゴのモニタリングは、環境監視委員会において、令和元年度に終了することとなった。

表-1 当初計画（評価書抜粋）と委員会意見の反映

調査年次		H26				H27				H28				H29				H30			
		春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
移植検討	着床調査	—																			
	中間育成場所調査	—																			
	有性生殖移植の検討	—	—	—	—																
有性移植	海域採苗					—				—				—							
	中間育成						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	有性生殖の移植												H27分				H28分				H29分

2. 有性生殖移植試験の概要

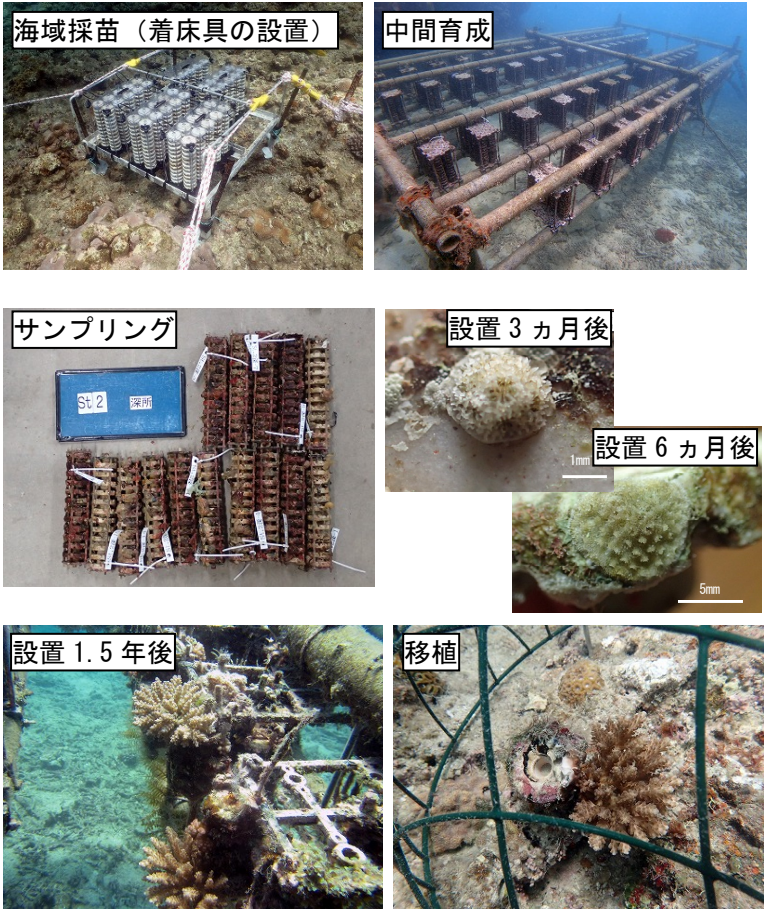
事業区域周辺における稚サンゴ加入量の年変動や中間育成、移植後のサンゴの生残・成長状況等について平成 26～令和元年度に実施した調査結果を整理し、とりまとめた（表-2）。

サンゴの産卵期前に着床具を海底に設置し、サンゴ幼生を着床させ、台風期前に静穏な中間育成場*に移設した。中間育成の期間中に 3 回サンプリング（設置 3、6 ヲ月、1.5 年後）を行い、移植及び移植後のモニタリング（移植直後、1、3、6 ヲ月後、その後年 2 回）を実施した。

表-2 有性生殖移植試験の概要

設置年度・項目		調査年次				H26				H27				H28				H29				H30				R1	
		春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
H26	海域採苗(着床具の設置)	■																									
	中間育成(中間育成場に移設)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
	サンプリング調査		■		■				■				■														
	サンゴ移植												■														
	移植後モニタリング												■	■	■			■		■		■		■		■	
H27	海域採苗(着床具の設置)					■	■	■	■	■	■	■	■														
	中間育成(中間育成場に移設)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
	サンプリング調査					■			■				■				■										
	サンゴ移植															■	■	■	■	■	■		■		■		
	移植後モニタリング															■	■	■	■	■	■		■		■		■
H28	海域採苗(着床具の設置)									■	■	■	■	■	■	■	■										
	中間育成(中間育成場に移設)									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	サンプリング調査									■			■				■										
	サンゴ移植																					■	■	■	■		
	移植後モニタリング																					■	■	■	■		■
H29	海域採苗(着床具の設置)																	■	■	■	■	■	■	■	■		
	中間育成(中間育成場に移設)																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	サンプリング調査																	■		■		■		■		■	
	サンゴ移植																									■	■
	移植後モニタリング																									■	■

※中間育成：採苗した稚サンゴを、移植に適した大きさまでに中間的に育成すること。



3. 試験結果と総括

3.1 構成と考え方

有性生殖移植試験について、図-1 に示す一連の段階を踏まえ、表-3 に示す指標、項目に着目・整理し、総括を行った。

表-3 有性生殖移植試験の指標、項目

試 験 段 階	指 標	項 目
●加入 十分な加入が見込めるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毎年安定したサンゴの加入があるか ・ 多様な種類の加入があるか ・ 他海域の結果と比較してどうか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地点別、年度別の着床群体数、採苗率、種類 ・ 親サンゴの分布状況、産卵期の気象海象 ・ 他海域との比較（石西礁湖、恩納村、慶良間諸島等）
●中間育成 適正な中間育成場があるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ サンゴが中間育成中に著しく減少していないか ・ サンゴが中間育成中に成長しているか ・ 中間育成施設や着床具の破損はなかったか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地点別、年度別の着床群体数、採苗率、種類、サイズ ・ 中間育成中のサンゴ及び着床具の破損・流出状況
●移植 移植したサンゴは順調に成長するか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 移植サンゴが著しく減少していないか ・ 移植サンゴが成長し、被度が増加しているか ・ 移植サンゴが再生産を行っているか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年度別の移植後のサンゴの生残、成長 ・ 気象海象、サンゴ類の白化現象の状況 ・ 移植サンゴの産卵状況の確認
●総括	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該海域での有性生殖移植は有効か 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「加入」「中間育成」「移植」を総合的に評価

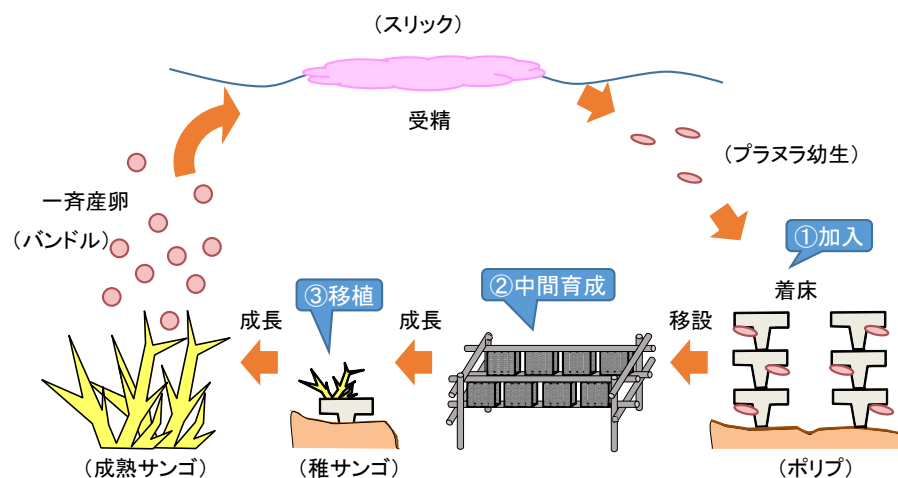


図-1 有性生殖移植試験の流れ（ミドリイシ属の例）

3.2 加入

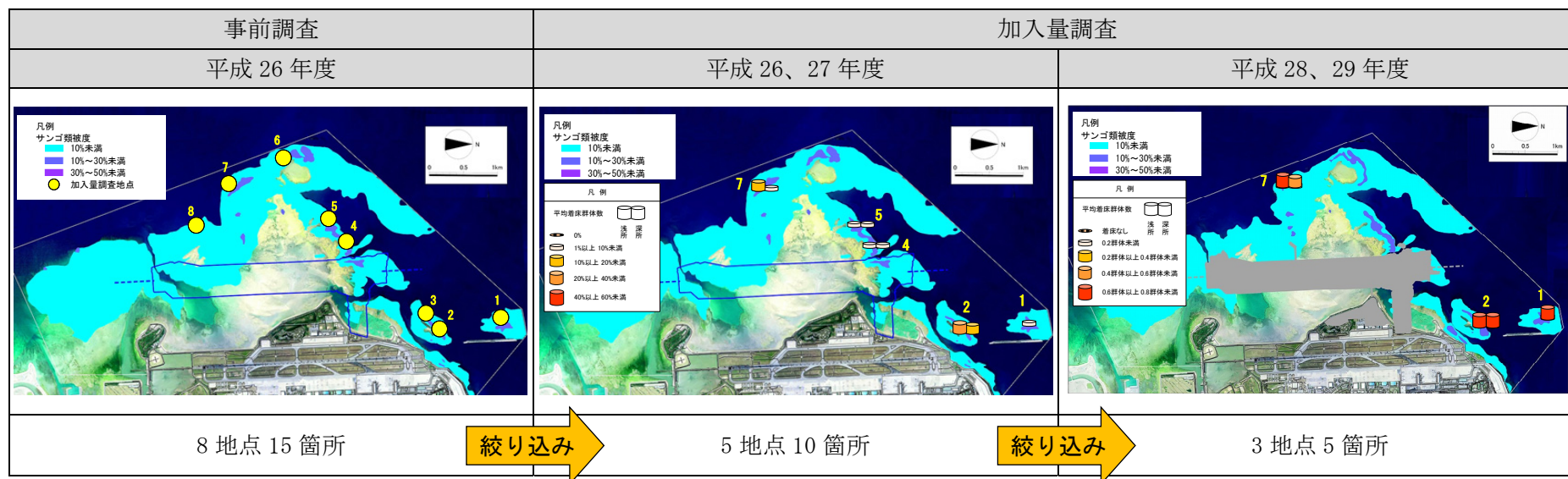
(1) 加入量調査地点の選定と絞り込み

● 事前調査

事前に供給源となる親サンゴ（特にミドリイシ属）の分布状況を踏まえ、比較的高被度のサンゴ群集が維持・形成されている場所の特性を整理した。その結果、潮通しが良く、波当たりの良いリーフ際の岩盤において、サンゴの卵や幼生が集まりやすいと予想された。これらの条件が当てはまる 8 地点の 2 層（水深 3m 以浅、5m 以深）で潜水調査を行い、稚サンゴが比較的多く確認された 5 地点を調査地点に選定した。

● 加入量調査

平成 26、27 年度の加入量調査結果を踏まえ、平成 28 年度以降では加入の多かった 3 地点に絞って調査を継続し、効率的、安定的な加入が見込める地点の検討を行った。



(2) 着床具設置後3ヵ月のサンプリング

採苗率は、過年度調査でサンゴの着床が多かった地点に絞ったことや、産卵期後半に産卵したミドリイシ属の幼生加入を対象として、着床具の採苗地点における設置期間を長くしたことによって、平成26年度から平成28年度にかけて増加した。ただし、種類別にみると、着床の多くを占めるミドリイシ属やハナヤサイサンゴ科の着床群体数は年によって増減した。

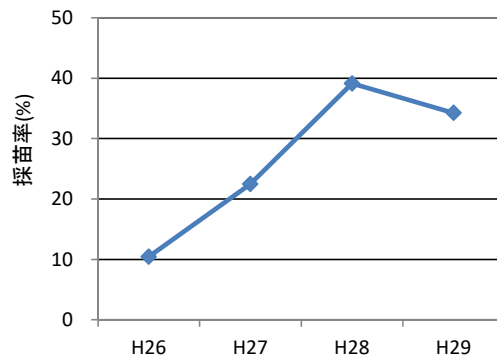
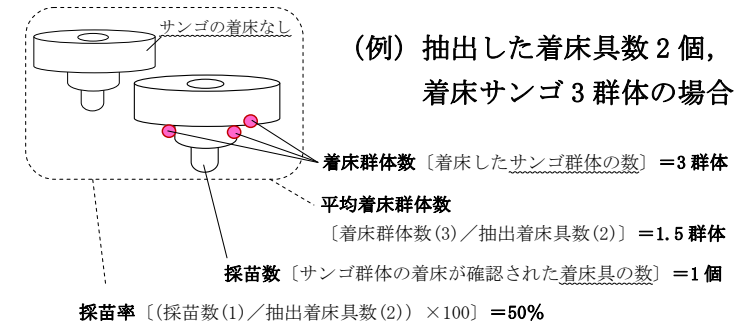


図-2 採苗率の経年変化

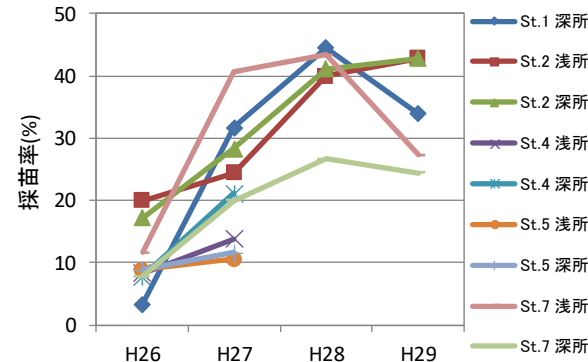


図-3 地点別の採苗率の経年変化

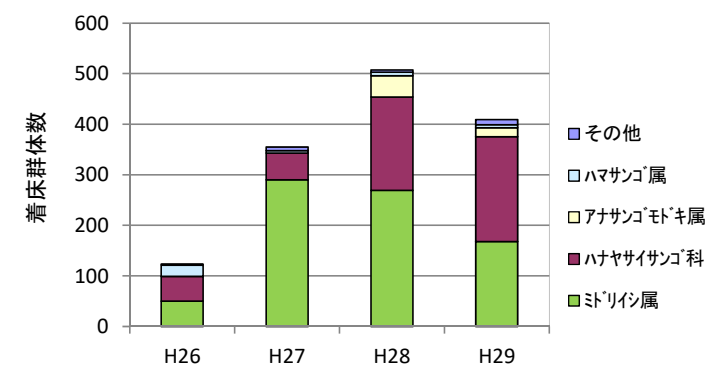


図-4 種類別の着床群体数

当該海域における着床量の変動の主な要因については、以下のことが考えられる。

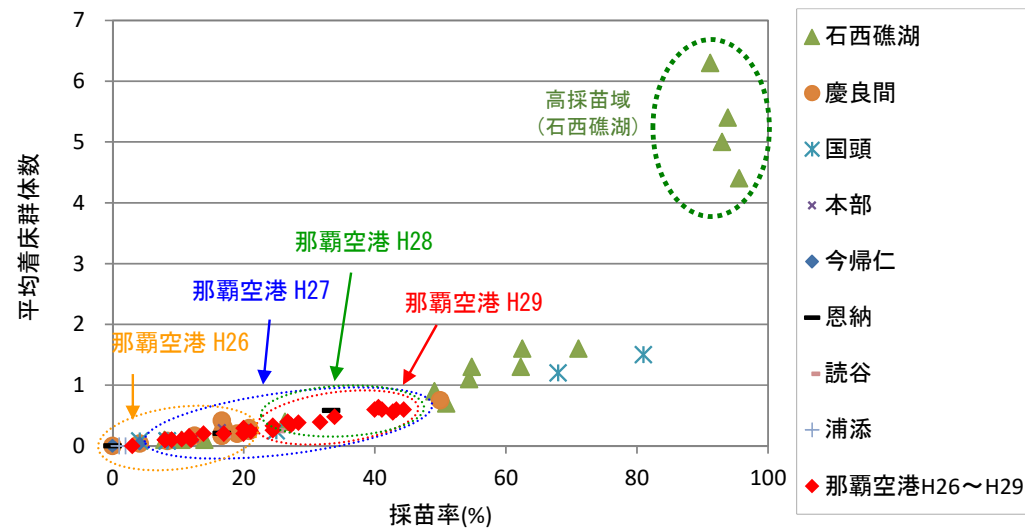
- ①ミドリイシ属の産卵期における気象海象（平成26年度の産卵期には強風や大雨が記録された）
- ②平成28、29年の白化現象
- ③採苗地点への設置期間が長くしたことによるハナヤサイサンゴ科の着床増加。

なお、主な供給源となるサンゴ類被度10%以上の比較的高被度の分布面積については、本試験期間中に大きな変化はみられなかった。

(3) 他海域との比較

沖縄県や環境省でこれまで実施されてきた結果を整理し、沖縄周辺海域における着床具設置後 1～3 ヶ月後の稚サンゴの着床状況を海域別に比較した（図-5）。

平成 26～29 年度の 4 年間に於いて、対象海域の広範囲で加入量調査を実施し、地点の絞り込みや採苗地点の設置期間を長くしたこと等の工夫によって、着床量が増加した。石西礁湖等の一部の海域と比べ低く、著しく加入が増加した年は確認されなかったものの、慶良間諸島等の沖縄周辺の他海域と比べ同程度以上であった。



- 出典1) 沖縄県環境生活部自然保護課，2012．平成 23 年度サンゴ礁保全再生事業報告書
 2) 沖縄県環境生活部自然保護課，2013．平成 24 年度サンゴ礁保全再生事業報告書
 3) 沖縄県環境生活部自然保護課，2014．平成 25 年度サンゴ礁保全再生事業報告書
 4) 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所，2013．平成 24 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事監理等業務
 5) 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所，2014．平成 24 年度（繰越）石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事（着床具設置・移設）監理等業務

図-5 沖縄周辺海域における着床具設置後 1～3 か月の採苗率と平均着床群数の散布図

(4) 着床した種類

これまでの試験において、移植後のモニタリングの際に同定が可能になったサンゴを含めると、計8科16種類のサンゴ類の着床が確認された。

表-4 着床が確認されたサンゴ類

科	属	種
ハナヤサイサンゴ科	ハナヤサイサンゴ属	ハナヤサイサンゴ
ミドリイシ科	ミドリイシ属	ウスエダミドリイシ
		クシハダミドリイシ
		コユビミドリイシ
		ハナバチミドリイシ
		タチハナガサミドリイシ
		ホソエダミドリイシ
		オヤユビミドリイシ
		トゲホソエダミドリイシ
		トゲスギミドリイシ
ハマサンゴ科	ハマサンゴ属	－
ヒラフキサンゴ科	－	－
ビワガライシ科	アザミサンゴ属	アザミサンゴ
キクメイシ科	トゲキクメイシ属	－
サザナミサンゴ科	サザナミサンゴ属	－
アナサンゴモドキ科	アナサンゴモドキ属	－

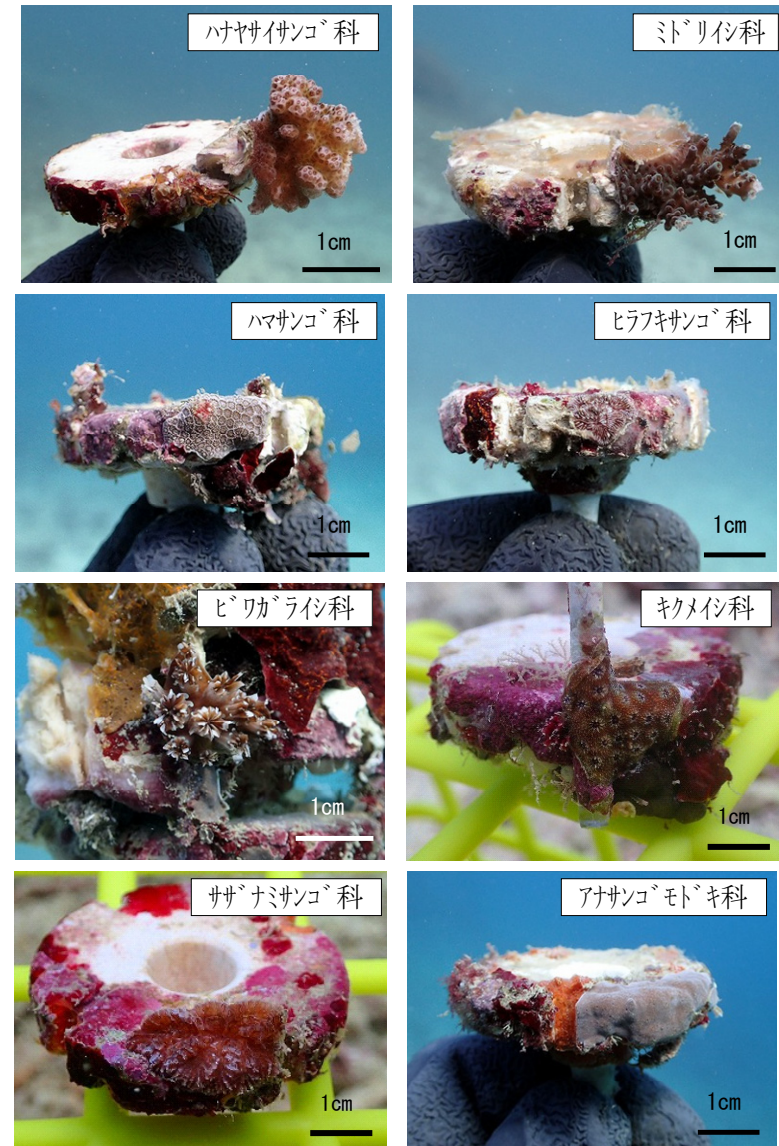


図-6 着床が確認されたサンゴ類

3.3 中間育成

(1) 中間育成場の選定

航空写真や波高シミュレーションの結果から、防波堤やリーフの背後域で地理的に波浪の影響を受けにくいと想定される場所を判読した。その後、潜水調査によって波浪や水深、底質、水質、サンゴの生息状況、サンゴ食生物の有無などを観察し、中間育成場を選定した。

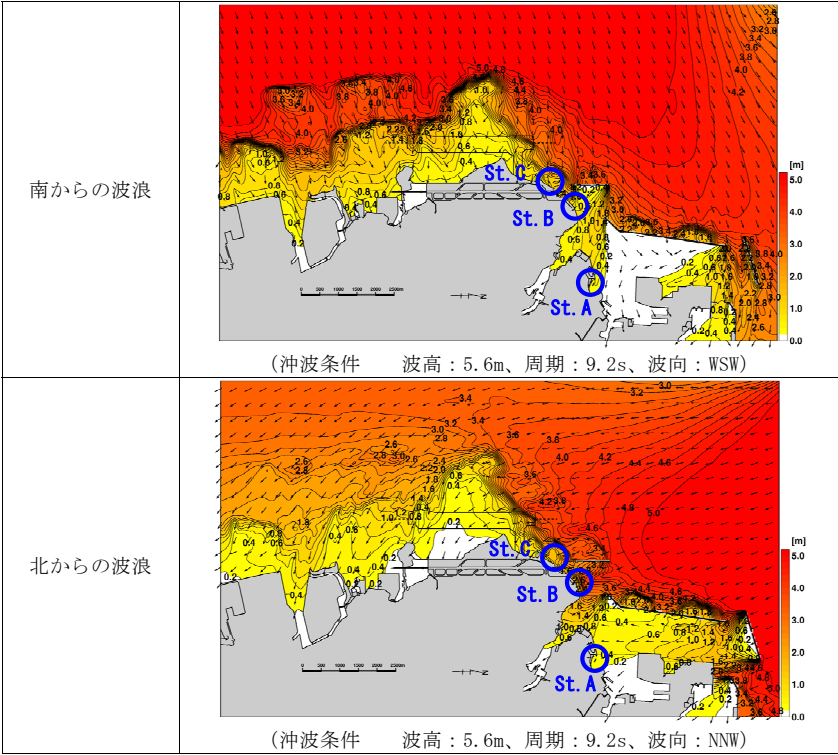


図-8 波高分布（台風時、平均大潮潮、平均高潮位（HWL））

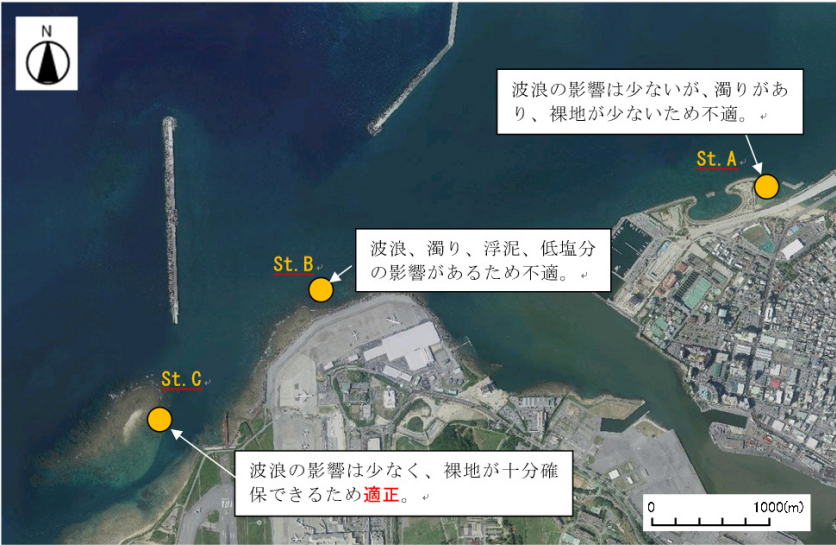


図-7 中間育成場の検討結果

表-5 中間育成場の検討結果

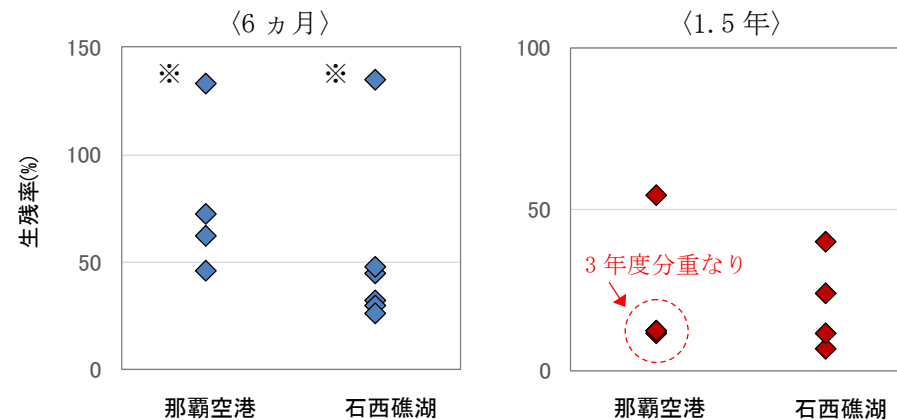
項目		地点		
		St. A	St. B	St. C
①波浪	海底に起伏の大きな砂紋が確認されず、波浪の影響を受け難い場所である。	○	×	○
②水深	着床具を設置しても干出しない水深帯（5～10m）である。	○	△	○
③底質	中間育成枠を設置できる裸地がある。	×	○	○
④水質	河口付近で濁りや浮泥の影響を受けにくい場所である。	△	△	○
⑤サンゴの生息状況	採苗地点に分布するサンゴと同種又は類似種が生育している。	○	○	○
⑥サンゴ食生物の有無	オニヒトデやシロレイシガイダマシ等のサンゴ食生物の食痕が目立たず、サンゴ食生物が少ない。	○	○	○
総合評価		×	×	○

注) ○：適正、△：やや不適、×：不適

(2) 中間育成中の稚サンゴの生息状況

●稚サンゴの生残率・成長

- ・ミドリイシ属の生残率は設置後 6 ヶ月で概ね 5～7 割、1.5 年後で 1～5 割であり、石西礁湖における同時期のサンプリング結果（6 ヶ月：概ね 3～5 割、1.5 年：1～4 割、環境省 2011～2016）と比較しても、大きな差異はなく、本試験におけるサンゴの顕著な減耗は確認されなかった。
- ・中間育成場に移設後の加入と考えられるハナヤサイサンゴ科の着床が確認された。
- ・設置後 3 ヶ月から 6 ヶ月にかけて、ミドリイシ属は 2～4 倍程度、ハナヤサイサンゴ科は 1.5～2 倍程度の成長が確認された。



※無作為抽出したデータのため、サンゴ着床の偏りによって生残率が 100%を超えた。

図-9 設置後 3 ヶ月からの生残率の比較（左：設置後 6 ヶ月、右：設置後 1.5 年）

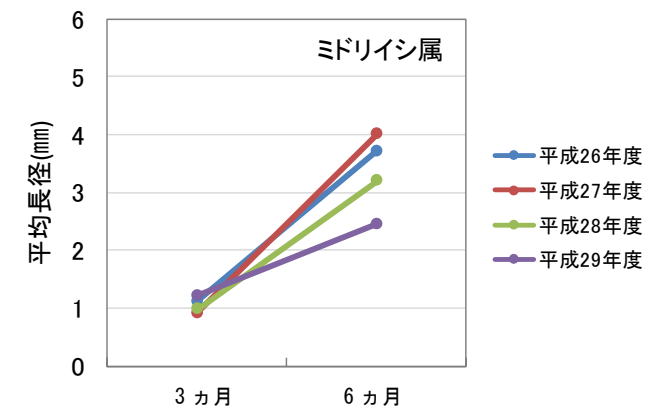


図-10 平均長径の変化

●台風・大雨の影響

- ・台風の接近による中間育成施設や着床具の破壊や流出、稚サンゴの破損等の影響は確認されなかった。中間育成場は、リーフの背後域に位置しており、沖合には防波堤もあることから、高波浪の影響が軽減されたと考えられる。
- ・一方、大雨後は、浮泥の堆積が一部で確認された。

3.4 移植・モニタリング

(1) 移植地点の選定

- 無性生殖移植法でミドリイシ属を移植した場所の中で、台風やサンゴ食生物の影響を受けず、移植後の生息状況が良好である場所。

⇒図-12 エリア④周辺

- 近傍に天然のミドリイシ属の高被度域がある場所。

⇒図-12 ピンク丸内

- 高台で高波浪時における転石や礫の影響を受けにくい場所。

⇒パッチリーフの高台

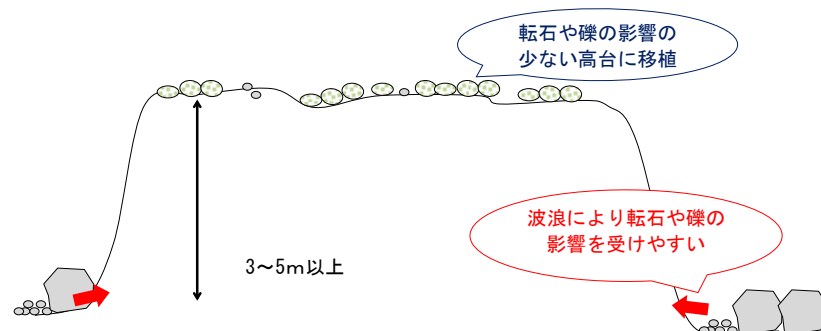


図-11 転石や礫の影響を受けにくい高台イメージ

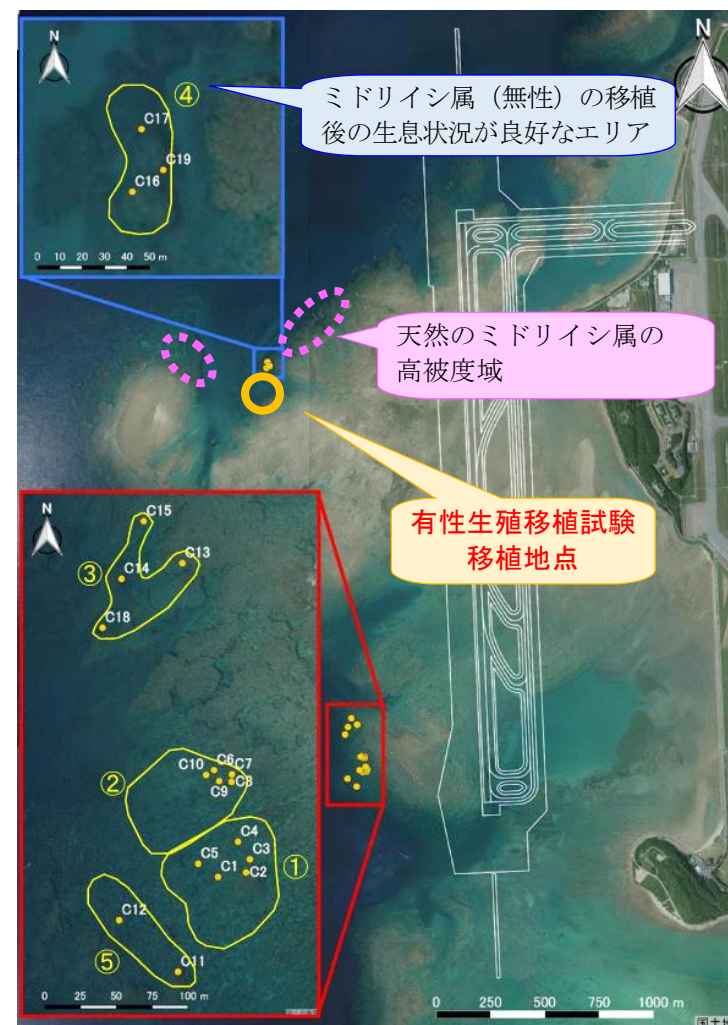
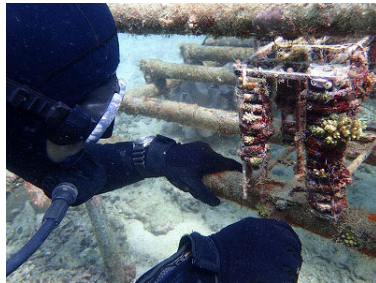


図-12 移植地点

(2) 移植方法

- ・ 中間育成場のサンゴを取り外し、船上水槽に収容し、移植先に運搬した。
- ・ 着床サンゴの種類及び種量を確認後、エアドリルで固定用の穴を穿孔し、岩盤清掃後、水中ボンドで着床具を固定した。
- ・ 同科同属のサンゴが密になるよう寄せ植えし、移植サンゴには魚類による食害防止策として、カゴを設置した。



①中間育成場から着床具の
取り外し



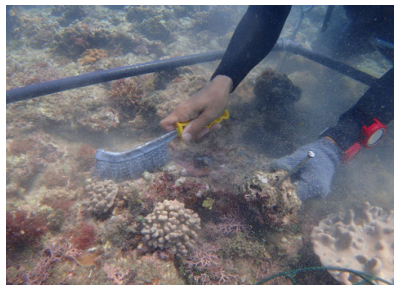
②着床具ケースの船上引き上
げ及び移植先への運搬



③着床サンゴの種類及び数量
の確認



④エアドリルによる穿孔



⑤ブラシによる岩盤清掃



⑥水中ボンドによる着床具の固定



⑦食害防止カゴの設置



⑧移植したサンゴ

(3) 移植実績

平成 26～29 年度試験において、計 763 群体のサンゴを移植した。令和元年度には、中間育成場のパイプ枠に着床したサンゴ（150 群体）も併せて移植した。

試験年度	移植群体数
平成 28 年度移植（平成 26 年度試験）	150 群体
平成 29 年度移植（平成 27 年度試験）	70 群体
平成 30 年度移植（平成 28 年度試験）	182 群体
令和 元年度移植（平成 29 年度試験）	361 群体
計	763 群体



パイプ枠に着床したサンゴ

(4) 移植の工夫

● 食害防止カゴ

移植直後のサンゴは、魚類による食害被害を多く受ける事例が報告されており、その対策として食害防止カゴが設置されてきた（水産庁 2009, 岩尾 2010, 比嘉 2016, 山里 2016）。

当該試験においても移植サンゴを食害防止カゴで保護した。カゴ設置の有無でその後の生残率を比較したところ、カゴを設置した移植サンゴの方が生残率は高く、当該海域においても一定の効果があると考えられる。

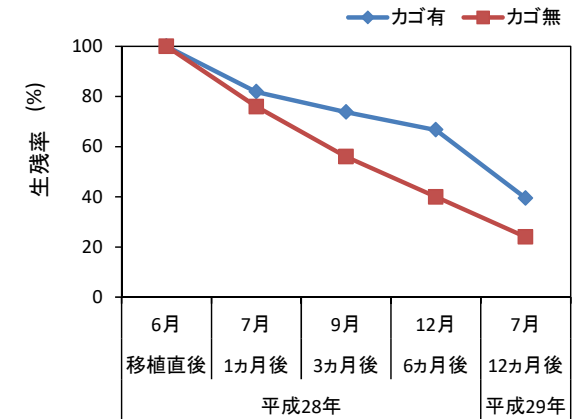


図-13 食害防止カゴの設置

● 寄せ植え

有性生殖によって生産した枝状ミドリイシ属（ヤングミドリイシ）を用いた調査では、遺伝的に多様性のある同種のサンゴを人為的に密に配置した群集は、天然のサンゴ群集よりも受精率が向上するため、幼生供給能力が飛躍的に向上するという報告がある（Zayas et al. 2019）。

当該試験の移植時における稚サンゴは、種レベルでの同定は困難であるが、可能な限り同じ種が密になるよう、同科同属の稚サンゴを寄せて移植した。

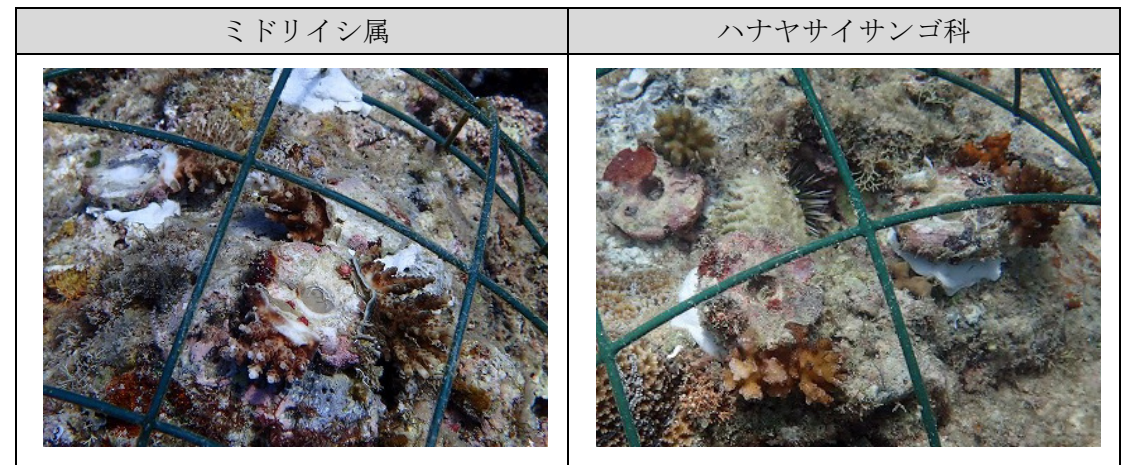


図-14 同科同属サンゴの寄せ植え

(5) モニタリング方法

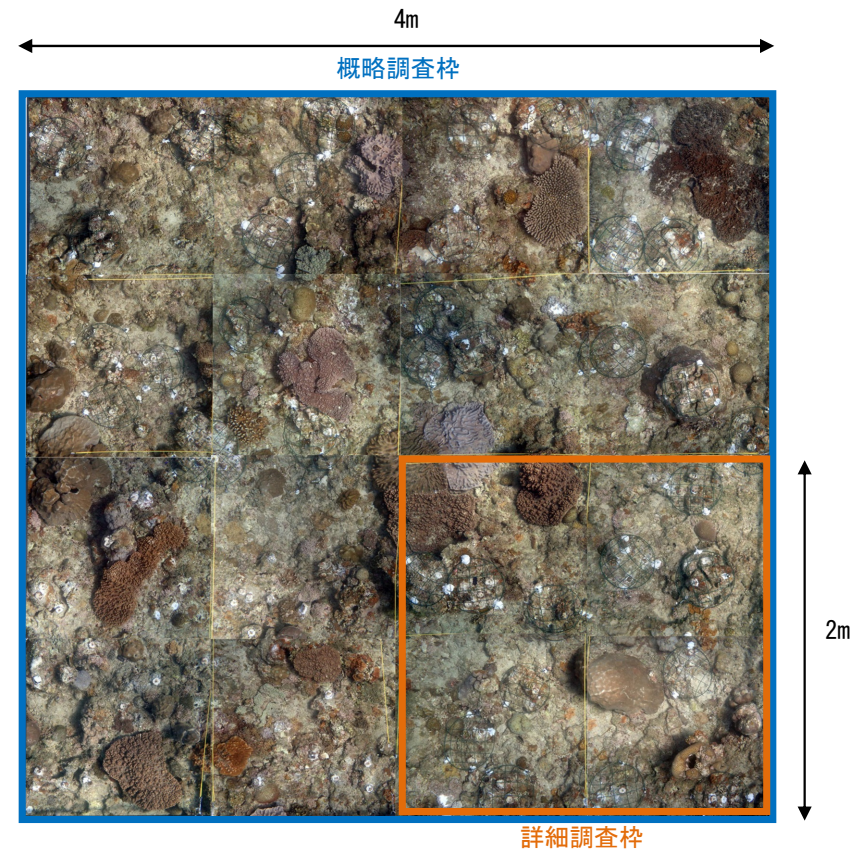
移植サンゴについて、以下に示すモニタリング調査を実施した。

表-6 調査内容（概略調査）

項目	方法
種別被度	総被度、上位 3 種の種類名を記録
地形・底質	水深、底質の概観を記録
白化の状況	サンゴ群体の白化状況を記録
破損の状況	サンゴ群体の破損状況（推定される破損原因）を記録
病気の状況	病気に罹患しているサンゴの概略的な割合（%）及び病名を記録
食害の状況	・オニヒトデの個体数および食害の規模を概略的に記録 ・サンゴ食巻貝類による影響を記録
海藻類の繁茂状況	海藻類の付着状況を記録（流れ藻を含む）
浮泥の堆積状況	浮泥の堆積状況を記録
備考、特記事項	・アンカーなどによる人的被害、台風被害等 ・濁りの状況

表-7 調査内容（詳細調査）

項目	方法
種別被度	総被度、種類別被度、マッピング（移植サンゴ、自然サンゴ、加入サンゴの 3 区分で分布図を作成）
群体	種類別群体数、群体形、群体毎の長径



(6) モニタリング結果

● 生残率

移植サンゴの生残率は、平成 26 年度試験で 23%、平成 27 年度試験で 46%、平成 28 年度試験で 54%、平成 29 年度試験で 99%であった。
主な死亡要因は、オニヒトデやサンゴ食巻貝類による食害や台風による損壊、流出、白化等であった。

表-8 移植サンゴの生残率

試験年度 \ 項目	全体	ミドリイシ属	ハナヤサイ サンゴ科
H26 (移植後 3 年)	23% (n=124)	28% (n=74)	13% (n=40)
H27 (移植後 2 年)	46% (n=70)	51% (n=53)	29% (n=13)
H28 (移植後 1 年)	54% (n=182)	60% (n=129)	36% (n=44)
H29 (移植後 1 ヶ月)	99% (n=211)	99% (n=154)	100% (n=50)

n: モニタリング数



オニヒトデによる食害



白化 (ハナヤサイサンゴ科)

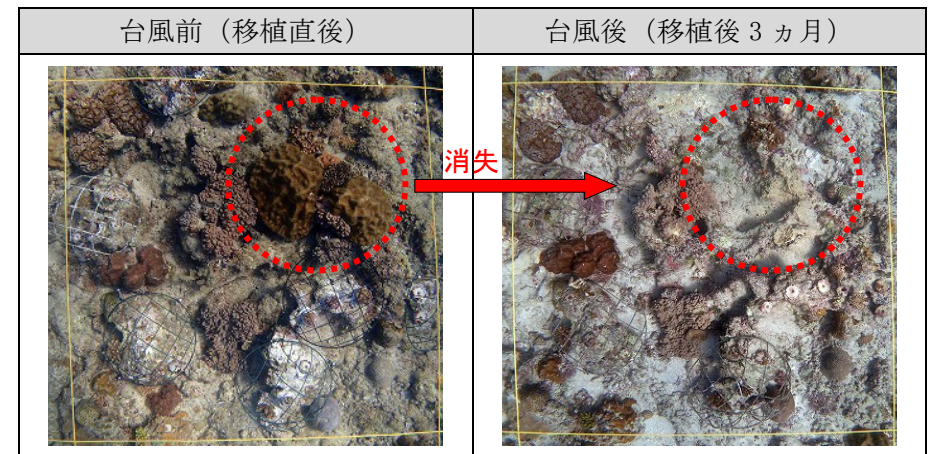


図-15 台風接近時の高波浪によって損壊・消失した岩盤

●成長

移植後1ヵ月～3年を経過したサンゴの平均長径は、ミドリイシ属で54～200mmとなり、移植直後から1.1～4.2倍に成長した。

ヒメサンゴガニ属やコバンハゼ属などが移植サンゴ群体の枝の隙間に確認され、移植サンゴがこれらの生物の生息環境となっていると考えられる。

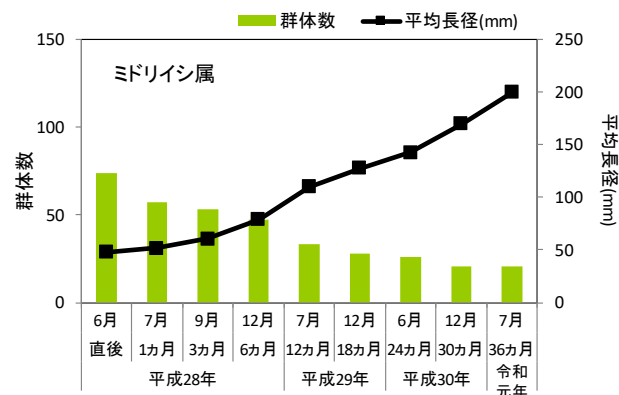


図-16 移植ミドリイシ属の成長（平成26年度試験）

表-9 ミドリイシ属の平均長径と成長量

試験年度 \ 項目	平均長径		成長量
	移植直後	令和元年6-7月	
H26（移植後3年）	48mm	200mm	4.2倍
H27（移植後2年）	38mm	150mm	3.9倍
H28（移植後1年）	34mm	81mm	2.4倍
H29（移植後1ヵ月）	51mm	54mm	1.1倍

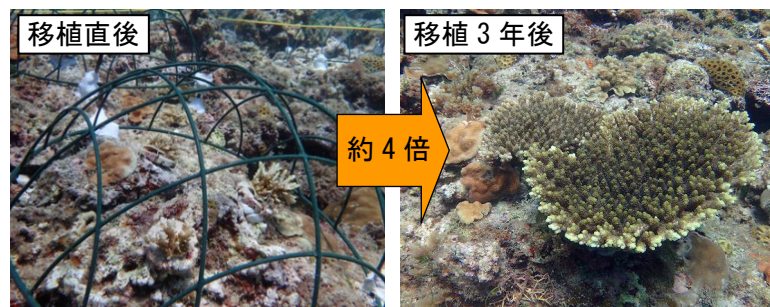


図-17 移植サンゴの成長

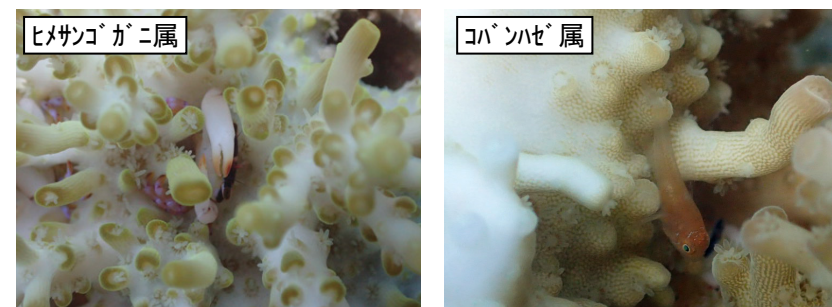


図-18 移植サンゴの枝の隙間にみられた生物

●被度

移植サンゴの被度は、いずれの年度においても移植直後と比べて増加した。

オニヒトデの食害や白化、台風等による生残率や被度の低下は、移植サンゴおよび天然サンゴで同様に確認された。

移植後 24 ヶ月には、移植した小型のサンゴが成長に伴い種レベルでの同定が可能となったことにより、出現種類数が増加した。

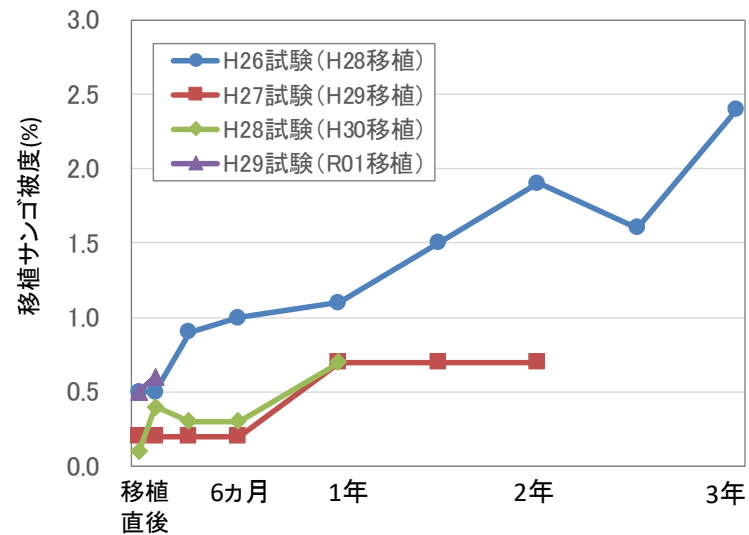


図-19 移植サンゴ被度の変化

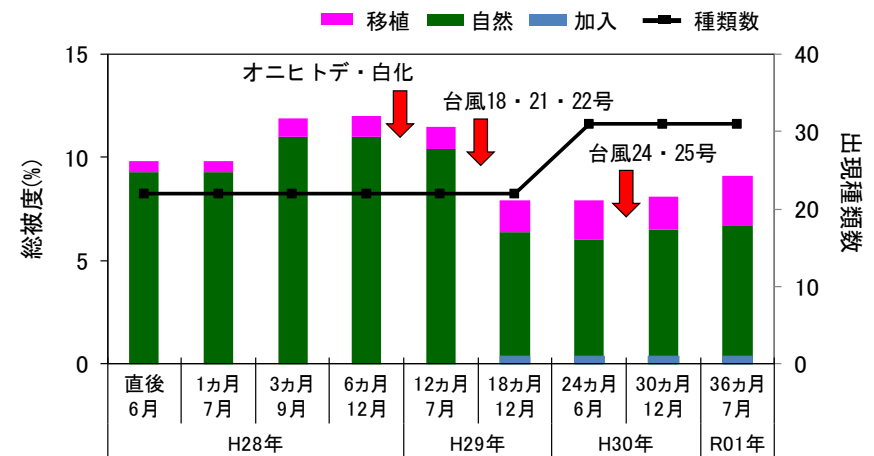


図-20 サンゴ類の被度と出現種類数の変化 (平成 26 年度試験)

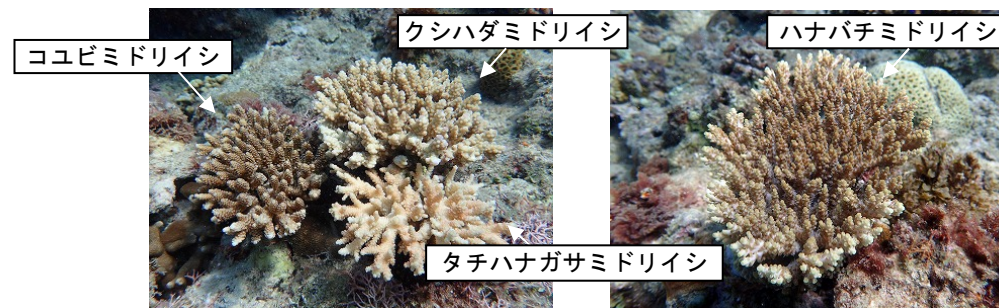


図-21 種レベルでの同定が可能となるサイズまで成長した移植サンゴ

(7)再生産

令和元年5月17日～6月28日に、ミドリイシ属の産卵（複数の卵と精子が詰まったカプセルであるバンドルの放出）が自動撮影カメラを設置した10群体のうち7群体で確認された。産卵が確認された移植サンゴは、平成26、27年度試験で採苗したサンゴであり、それぞれ5歳齢と4歳齢に相当した。また、周辺の天然サンゴ3群体にも設置し、2群体で産卵が確認された。

移植したミドリイシ属の産卵は、近傍の天然のミドリイシ属の産卵と同日であった群体が確認され、また沖縄島周辺海域における産卵期とも概ね同じであり、同調性が確認された。有性生殖移植法による再生産の確認は国内で数例しかなく（大森ら 2014，環境省 2012b，林ら 2010，御前 2017）、本結果は貴重かつ有用な事例であると考えられる。

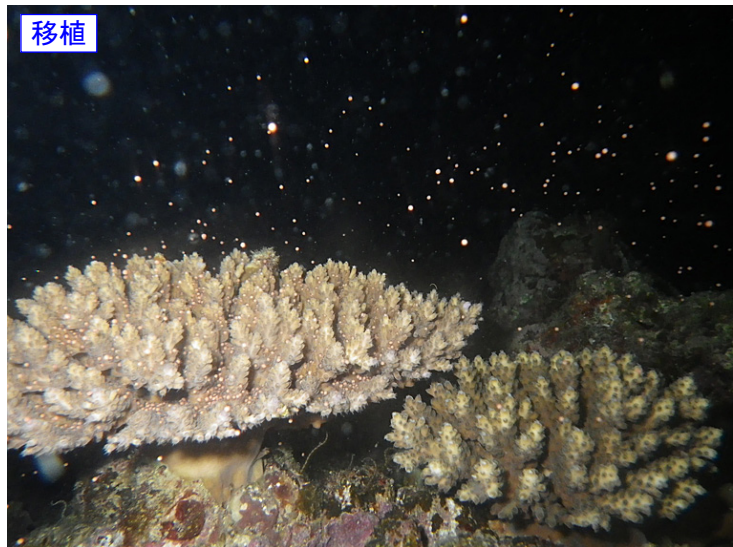


表-10 沖縄周辺海域におけるサンゴの産卵情報（令和元年）

地域	場所	確認日		確認項目(種類)	情報源
		新暦	旧暦		
沖縄島	那覇空港前面海域	5/17,25,6/10	4/13, 21, 5/8	産卵(ミドリイシ属 移植)	本業務で確認
		5/25, 6/28	4/21, 5/26	産卵(ミドリイシ属 天然)	本業務で確認
	喜屋武	5/25	4/21	産卵(ミドリイシ属等)	ダイビングサービスホームページ
	真栄田岬	6/1	4/28	産卵(ミドリイシ属等)	ダイビングサービスホームページ
	恩納村	5/19, 20	4/15, 16	産卵(ミドリイシ属等)	QAB琉球朝日放送 RBC琉球放送
慶良間諸島	渡嘉敷島	5/22	4/18	産卵(ミドリイシ属等)	琉球新報
	座間味島	6/15, 16	5/13, 14	産卵(ミドリイシ属等)	ダイビングサービスホームページ
	嘉比島	5/23	4/19	産卵(ミドリイシ属等)	沖縄タイムス
	阿嘉島	5/23, 24	4/19, 20	産卵(ミドリイシ属等)	聞き取り
伊是名諸島	屋那覇島	5/25	4/21	スリック(不明)	沖縄タイムス

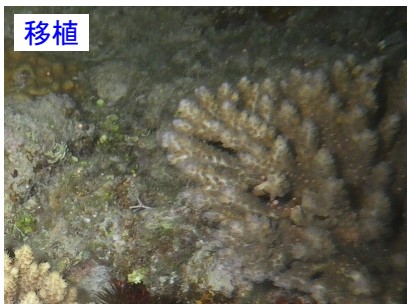
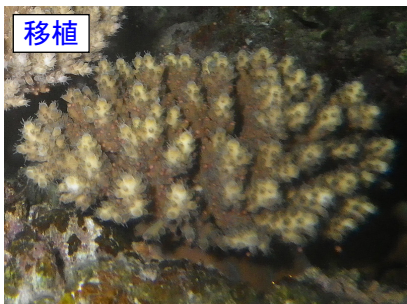
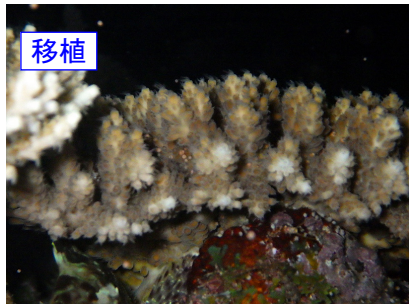


図-22 ミドリイシ属のバンドル放出状況

3.5 まとめ

本試験のまとめを以下に示す。

試験段階	指標	評価
●加入 十分な稚サンゴの加入が見込めるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毎年安定したサンゴの加入があるか ・ 多様な種類の加入があるか ・ 他海域の結果と比較してどうか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 26～29 年度の 4 年間に於いて、対象海域の広範囲で加入量調査を実施し、地点の絞り込みや採苗地点の設置期間を長くしたこと等の工夫によって、着床量が増加した。石西礁湖等の一部の海域と比べ低く、著しく加入が増加した年は確認されなかったものの、慶良間諸島等の沖縄周辺の他海域と比べ同程度であった。 ・ 調査期間を通して 8 科 16 種類のサンゴの着床が確認された。 <p>➤多様なサンゴの着床が確認され、慶良間諸島等の沖縄周辺の他海域と比べ同程度の稚サンゴの加入であった。</p>
●中間育成 適正な中間育成場があるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ サンゴが中間育成中に著しく減少していないか ・ サンゴが中間育成中に成長しているか ・ 中間育成施設や着床具の破損はなかったか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 航空写真やシミュレーション、潜水調査結果から中間育成場の位置を検討、選定した。 ・ ミドリイシ属の顕著な減耗は確認されず、中間育成中にハナヤサイサンゴ科等の着床が確認された。 ・ 中間育成中のサンゴの成長が確認された。 ・ 台風による中間育成施設や着床具の破壊、流出、稚サンゴの破損等の影響は確認されなかった。 <p>➤当該海域に設定した地点は、中間育成場として良好であったと考えられる。</p>
●移植 移植したサンゴは順調に成長するか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 移植サンゴが著しく減少していないか ・ 移植サンゴが成長し、被度が増加しているか ・ 移植サンゴが再生産を行っているか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過年度実施の無性生殖移植のモニタリング結果や近傍の天然サンゴの生息状況から移植先の位置を検討、選定した。 ・ 移植サンゴは、周辺の天然サンゴと同様にオニヒトデやサンゴ食巻貝類による食害、台風による損壊、流出、白化等によって生残率の低下がみられているものの、移植 3 年後には移植直後と比べて 4.2 倍の成長や被度の増加が確認された。 ・ 食害防止カゴを設置したことによる効果がみられ、寄せ植えによる幼生供給能力の向上を図った。 ・ 国内で数例しかない、有性生殖移植法によって移植したサンゴの産卵（バンドル放出）が確認され、さらに天然サンゴとの同調性も確認された。 <p>➤移植地点や移植方法は適正であり、サンゴは概ね順調に成長している。</p>
●総括	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該海域での有性生殖移植は有効か 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中間育成や移植は比較的良好な環境が整っていると考えられる。加入においては、著しく加入が増加した年は確認されず、大規模生産には向かないと考えられるものの、採苗の工夫によって慶良間諸島と同程度の加入量が見込めると判断された。 ・ 移植したサンゴは、食害や台風、白化等の外的要因の影響により自然変動する中で、成長や再生産が確認されるなど一定の成果を得るとともに、サンゴ礁の復元に寄与していると考えられる。 ・ 本試験は工事中にも実施できる保全措置として、一定の役割を担ったと考えられる。

●引用文献

- ・ 岩尾研二, 2010. サンゴをかじる魚. みどりいし, 21, 34-37.
- ・ 大森信ら, 2014. 有性生殖を利用したサンゴ種苗生産と植え付けによるさんご礁修復のための技術手法: 付, 積極的なさんご礁修復再生事業のために役立つ参考文献集. 63pp. (株)国際文献社, 東京.
- ・ 沖縄県環境生活部自然保護課, 2012. 平成 23 年度サンゴ礁保全再生事業報告書
- ・ 沖縄県環境生活部自然保護課, 2013. 平成 24 年度サンゴ礁保全再生事業報告書
- ・ 沖縄県環境生活部自然保護課, 2014. 平成 25 年度サンゴ礁保全再生事業報告書
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2011. 平成 22 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事監理業務報告書
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2012a. 平成 23 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事監理等業務報告書
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2012b. サンゴ幼生着床具を用いたサンゴ群集修復マニュアルVI. 109pp.
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2013. 平成 24 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事監理等業務報告書
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2014. 平成 24 年度(繰越)石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事(着床具設置・移設)監理等業務報告書
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2015. 平成 26 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事(着床具設置・移設)監理等業務報告書
- ・ 環境省九州地方環境事務所那覇自然環境事務所, 2016. 平成 27 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事(着床具設置・移設)監理等業務報告書
- ・ 林徹ら, 2010. 四国における人工繁殖によるクシハダミドリイシの成長と成熟について, Kuroshio Biosphere, 6:15-26.
- ・ 水産庁漁港魚場整備部, 2009. 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き-生育環境が厳しい沖ノ鳥島におけるサンゴ増殖-. pp. II 74-II 80.
- ・ 比嘉義視, 2016. 恩納村におけるサンゴ移植の新たな段階について. 沖縄美ら海財団総合研究センター サンゴシンポジウム サンゴの移植⑪-サンゴ移植の成功へ向けて-要旨集.
- ・ 御前洋, 2017. 串本におけるイシサンゴ類の産卵. 南紀生物, 59(1):55-60.
- ・ 山里祥二, 2016. サンゴ植付け・10 年間の試行錯誤. 沖縄美ら海財団総合研究センター サンゴシンポジウム サンゴの移植⑪-サンゴ移植の成功へ向けて-要旨集.
- ・ Zayasu Y, Suzuki G, 2019. Comparisons of population density and genetic diversity in artificial and wild populations of an arborescent coral, *Acropora yongei*: implications for the efficacy of “artificial spawning hotspots” Restoration Ecology. Restoration Ecology 27:440-446.