

第 4 章 対象事業の実施の状況

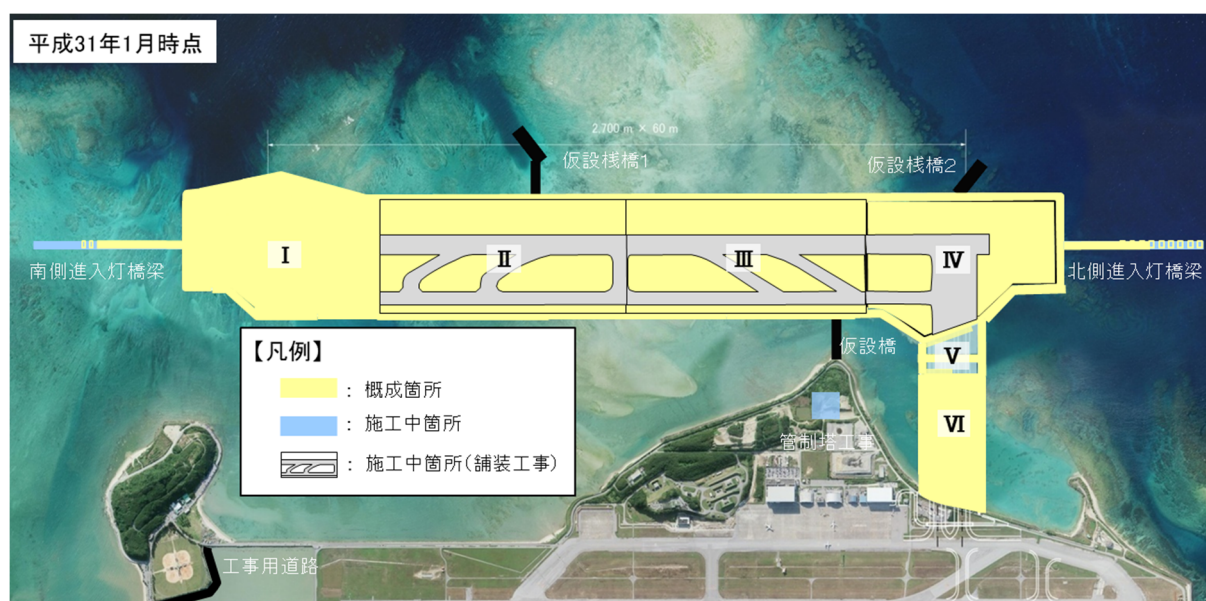
第 4 章 対象事業の実施の状況

4.1 対象事業の実施状況

4.1.1 対象事業の実施概要

本事業は、平成 26 年 2 月 25 日に工事に着手、浚渫工事、仮設工事として仮設栈橋及び仮設橋等の設置を行った。平成 30 年度は、図－ 4.1.1 及び表－ 4.1.1 に示すとおり、I、IV～VI工区の埋立工事、I～VI工区の舗装工事、その他空港施設工事をを行った。

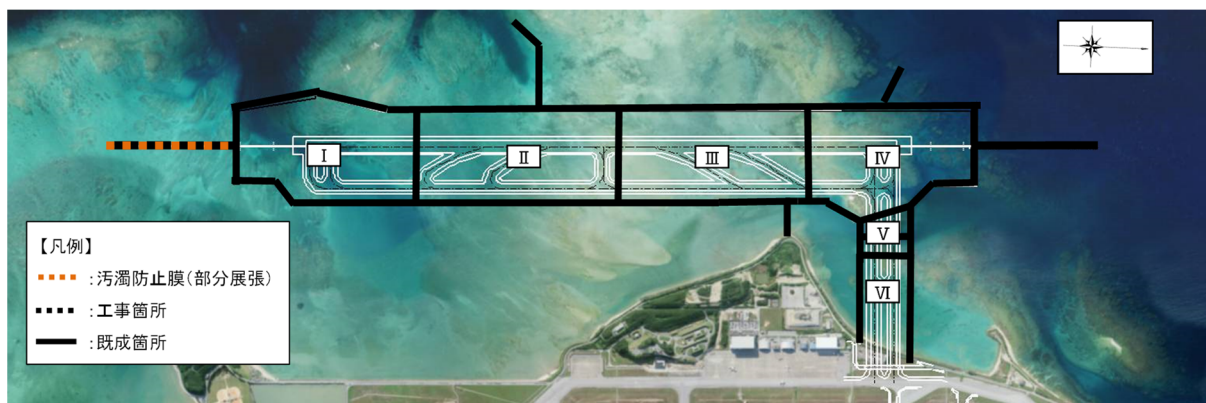
また、施工にあたっては、図－ 4.1.2 に示すとおり、汚濁防止膜を設置した。



図－ 4.1.1 平成 30 年度施工位置

表－ 4.1.1 工事工程

| | 主な工事範囲 | 平成30年度 | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 埋立工事 | I、IV～VI工区 | | | | | | | | | | | | |
| 舗装工事 | I～VI工区 | | | | | | | | | | | | |
| その他空港施設工事 | 進入灯(杭打設等) 管制塔 | | | | | | | | | | | | |



図－ 4.1.2 汚濁防止膜の設置位置

4.1.2 対象事業の実施状況

(1) 汚濁防止膜の設置

汚濁防止膜の設置状況については、図－ 4.1.3 に示すとおりである。



図－ 4.1.3 汚濁防止膜の設置状況

(2) 埋立工事

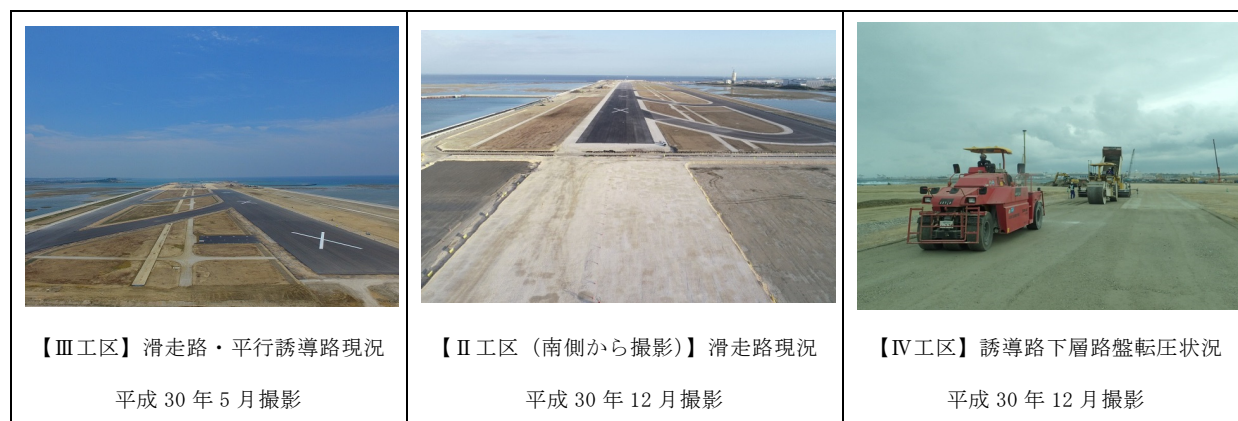
埋立工事の状況については、図－ 4.1.4 に示すとおりである。



図－ 4.1.4 埋立工事の状況

(3) 舗装工事

舗装工事の状況については、図－ 4.1.5 に示すとおりである。



図－ 4.1.5 舗装工事の状況

(4) その他空港施設工事

その他空港施設工事については、図－ 4.1.6 に示すとおりである。

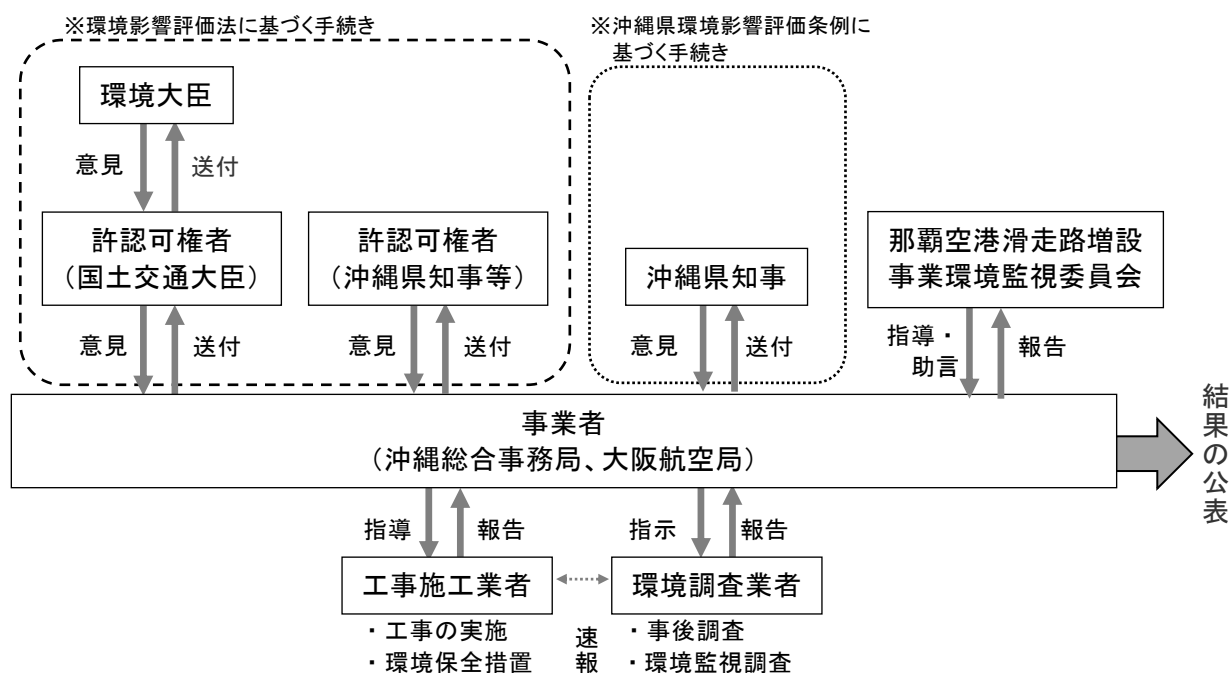
| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| <p>【南側進入灯工事】 平成 30 年 4 月撮影</p> | <p>【北側進入灯工事】 平成 30 年 4 月撮影</p> | <p>【管制塔工事】施工状況 平成 30 年 5 月撮影</p> |
|  |  |  |
| <p>【南側進入灯工事】仮設構台設置状況 平成 30 年 12 月撮影</p> | <p>【北側進入灯工事】橋梁上部工状況 平成 30 年 11 月撮影</p> | <p>【管制塔工事】施工状況 平成 30 年 12 月撮影</p> |

図－ 4.1.6 その他空港施設工事の状況

4.2 環境保全措置の実施状況

4.2.1 実施体制

事後調査を通じて環境保全措置が適切に講じられるよう環境監視体制を組織し、環境監視調査業者と連携を取りながら事後調査を進めた（図－4.2.1）。



図－4.2.1 実施体制（工事の実施時）

4.2.2 実施状況

本事業における実施時期別の環境保全措置実施項目一覧は、表－4.2.1 に示すとおりである。

平成30年度に実施した環境保全措置と実施状況（工事の実施時、土地又は工作物の存在及び供用時）は、表－4.2.2～表－4.2.40 に示すとおりである。

表－ 4.2.1 環境保全措置実施項目一覧

| 環境影響評価項目 | | | | 環境保全措置の実施時期 | |
|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-------------|-----------------|
| | | | | 工事の実施時 | 土地又は工作物の存在及び供用時 |
| 大気環境 | 大気質 | 窒素酸化物 | | ○ | |
| | | 粉じん等 | | | |
| | | 浮遊粒子状物質 | | | |
| | | 硫黄酸化物 | | | |
| | 騒音 | 建設作業騒音 | | ○ | |
| | | 道路交通騒音 | | | |
| | | 航空機騒音 | | | |
| | 振動 | 建設作業振動 | | ○ | |
| | | 道路交通振動 | | | |
| | 低周波音 | | | | |
| 電波障害 | | | | | |
| 水環境 | 水質 | 水の汚れ | | | ○ |
| | | 土砂による水の濁り | | ○ | |
| | 底質 | | ○※1 | ○※2 | |
| | 水象 | | ○ | | |
| 土壌に係る環境 | 地形 | 重要な地形 | | | |
| | 地質 | 重要な地質 | | | |
| 植物 | 重要な種及び群落 | | 陸域植物 | ○ | |
| | | | 海域植物 | | ○ |
| 動物 | 重要な種及び注目すべき生息地 | | 陸域動物 | | |
| | | | 海域動物 | | ○ |
| 生態系 | 地域を特徴づける生態系 | | 陸域生態系 | | |
| | | | 海域生態系 | | ○ |
| 景観 | | 眺望景観、圍繞景観 | | ○ | |
| 人と自然との触れ合いの活動の場 | | 主要な人と自然との触れ合いの活動の場 | | ○ | |
| 歴史的・文化的環境 | | | | ○ | ○ |
| 廃棄物等 | 建設工事に伴う副産物 | | | ○ | |
| | 飛行場の施設の供用に伴う廃棄物 | | | | ○ |
| 温室効果ガス等 | | | | ○ | ○ |

注1：評価書において「予測の前提」とした措置についても、該当するいずれかの実施時期に振り分けた。

2： ※1：土砂による水の濁りと同じ環境保全措置を実施するもの。

※2：水の汚れと同じ環境保全措置を実施するもの。

(1) 大気質、騒音、振動

大気質、騒音、振動に係る環境保全措置は、表－ 4.2.2 に示すとおりである。また、平成 30 年度における大気質、騒音、振動に係る環境保全措置の実施状況は、図－ 4.2.2 に示すとおりである。

表－ 4.2.2 大気質、騒音、振動に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 建設機械は排出ガス対策型、低騒音型、低振動型を導入する。 | ○（写真①） |
| 地域住民の生活環境に配慮して、土曜、日曜及び祝日の工事は極力控える工程とする。 | ○（休日作業届の提出） |
| 建設機械の整備不良による大気汚染物質、騒音の発生を防止するため、整備・点検を徹底する。 | ○（写真②） |
| 建設機械の稼働の際及び資機材運搬車両の走行の際は、アイドリングストップや建設機械に過剰な負荷をかけないように留意するなど、工事関係者に対して必要な教育・指導を行う。 | ○（写真③） |
| 資機材運搬車両の走行経路には、道路交通騒音・振動の増加を抑制するため、必要に応じ規制速度の遵守等を促す表示板を配置する。 | ○（写真④） |
| 通勤車両台数の低減のため、工事関係者は可能な限り公共交通機関の利用及び乗合通勤を奨励する。 | ○（教育・指導を実施） |
| 裸地となる部分は、必要に応じシートによる防じん、散水等の発生源対策を行う。 | ○（写真⑤） |
| 沿道の粉じん等の対策として、資機材運搬車両等のタイヤに付着した泥、土等の飛散を防止するために、タイヤ洗浄施設等を設置する。 | ○（写真⑥） |
| 粉じん対策として路面清掃を実施する。 | ○（写真⑦） |
| 資機材運搬車両のうち、粉じん等飛散の恐れがある場合には、荷台のシート掛けを行う。 | ○（教育・指導を実施） |

凡例 ○：実施済み・実施中



① 排出ガス対策型、低騒音型の導入状況



② 建設機械の整備・点検の状況



③ 工事関係者の必要な教育・指導

図－ 4.2.2 (1) 平成 30 年度における大気質、騒音、振動に係る環境保全措置の実施状況



④ 規制速度の遵守等を促す表示板の配置状況



⑤ 粉じん発生源対策（散水）



⑥ タイヤ洗浄施設等を設置状況



⑦ 粉じん対策として路面清掃状況

図一 4.2.2 (2) 平成30年度における大気質、騒音、振動に係る環境保全措置の実施状況

(2) 低周波音、電波障害

環境保全措置は実施しない。

(3) 水象

水象に係る環境保全措置は、表－ 4.2.3 に示すとおりである。また、平成 30 年度における水象に係る環境保全措置の実施状況は、図－ 4.2.3 に示すとおりである。

表－ 4.2.3 水象に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|--------------------------------------------------|--------|
| 海域改変区域の北側及び西側護岸の一部において反射波を低減させるため、消波ブロックを設置する。 | ○（写真①） |
| 連絡誘導路周辺における通水性を確保することで、大嶺崎周辺の海水交換を促すため、通水路を設置する。 | ○（写真①） |

凡例 ○：実施済み・実施中



消波ブロック



通水カルバート据付状況（V工区）

① 消波ブロック、通水路部の設置状況

図－ 4.2.3 平成 30 年度における水象に係る環境保全措置の実施状況

(4) 水の汚れ

水の汚れに係る環境保全措置は、土地又は工作物の存在及び供用時に実施する内容となっていることから、工事の実施時である平成 30 年度において、環境保全措置は実施していない。

(5) 土砂による水の濁り、底質

土砂による水の濁り及び底質に係る環境保全措置は、表－ 4.2.4 に示すとおりである。また、平成 30 年度における土砂による水の濁り及び底質に係る環境保全措置の実施状況は、図－ 4.2.4 に示すとおりである。

表－ 4.2.4 土砂による水の濁り、底質に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 埋立工事は、外周護岸を先行施工し閉鎖的な水域をつくり、その中へ埋立土砂を投入することにより、埋立土砂による濁りが外海へ直接拡散しない工法とする。 | ○（平成 29 年度冬季に全工区護岸概成） |
| 海中への石材投入や浚渫等による水の濁りの影響を低減させるため、施工区域周辺海域での汚濁防止膜や施工箇所を取り囲むような汚濁防止枠を適切に設置・使用する。 | ○（写真①） |
| 汚濁防止膜の展張位置は、作業船のアンカー長や操作性等を考慮して最小限の範囲で設定する。 | ○（写真①） |
| 陸域改変区域における裸地面において、赤土等流出対策として沈砂池及び小堤工を設置する。それらの貯水容量を上回るような降雨の際には、護岸概成後の第Ⅵ工区内に濁水を排水する。第Ⅵ工区の護岸概成前においては、濁水の発生源対策として転圧締固等の対策を講じることとする。 | ○（写真②） |
| 監視調査により監視基準を超える濁りがみられる場合には工事を一時中断する。 | ○（日々の濁り監視を実施、写真③） |
| 汚濁防止膜については、作業前に損傷の有無を確認し、損傷が確認された場合は作業を一時中断し、速やかに補修する。 | ○（写真④） |
| 汚濁防止膜撤去の際には、海域生物の生息・生育環境を考慮したうえで、必要に応じて汚濁防止膜内に堆積した赤土等を除去する。 | ○ ※汚濁防止膜撤去の際に海域生物の生息・生育が確認されたため、赤土等の除去は行わなかった。 |
| 埋立工区においては、恒久対策が完了するまでの間は、仮表土保全対策を実施する。 | ○（写真⑤） |
| 埋立てを終えた工区については、降雨等により裸地面から濁水が海域に流出しないよう、裸地面の周囲に盛土を施し、埋立工区で雨水等を浸透させ、防砂シートを敷設した上に、砂層の設置もしくは汚濁防止膜の敷設をした護岸にて過処理を行う。 | ○（写真⑥） |
| 必要に応じ、汚濁防止対策を強化する。 | ○ ※汚濁防止膜撤去の際に海域生物の生息・生育が確認されたため、赤土等の除去は行わなかった。 |
| 濁りの発生量を低減するため、海中へ投入する基礎捨石等については、材料仕様により石材の洗浄を条件とし、採石場において洗浄された石材を使用する。 | ○ |

凡例 ○：実施済み・実施中



① 汚濁防止膜の設置状況



② 赤土流出防止対策の実施状況



③ 日々の濁り監視実施状況

図－ 4.2.4(1) 平成30年度における土砂による水の濁り、底質に係る環境保全措置の実施状況



④ 汚濁防止膜の点検・補修状況



団粒化剤散布状況



転圧締め

⑤ 仮表土保全対策



⑥ 濁水の流出防止対策

図ー 4.2.4 (2) 平成 30 年度における土砂による水の濁り、底質に係る環境保全措置の実施状況

(6) 地形

環境保全措置は実施しない。

(7) 陸域生物・生態系

陸域生物・生態系に係る環境保全措置は、表－ 4.2.5 に示すとおりである。また、平成 30 年度における陸域生物・生態系に係る環境保全措置の実施状況は、図－ 4.2.5 に示すとおりである。

陸域改変区域内の緑化については、盛土の撤去が終了していないことから、緑化対策については今後実施予定となっている。

表－ 4.2.5 陸域生物・生態系に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 4.2.2 を参照）。 | ○ |
| 土砂による水の濁り、底質の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 4.2.4 を参照）。 | ○ |
| 陸域改変区域の中で、大嶺崎周辺区域のヨシ群落及びヒメガマ群落の湿地植生に対する改変を回避し、湿地周辺で土砂採取等の改変する際において、水の供給状況や工事に伴い発生する濁水が流入しないように配慮する。 | ○(写真①) |
| 林内の乾燥化を防止するため、必要に応じて、林縁部が出現する場所にマント群落やソデ群落となる植物を植栽する。 | ○ ※平成 26 年度の調査結果から、林内の乾燥化はみられておらず、植栽は行っていない。 |
| 陸域改変区域では、樹林や草地を回復するとともに、裸地で集団的に繁殖する習性があるコアジサシの陸域改変区域での繁殖を回避するため、工事の実施後に事業者の実行可能な範囲内で緑化を行う。なお、緑化は種子吹付工法により行う。 | －（今後実施予定） |
| 工事に伴う陸域の改変に伴い生息環境の減少による影響を受ける重要な種のうち、移動能力が低い陸生貝類やオカヤドカリ類については、工事による改変前に確認された場合、可能な限り移動させる。 | ○(写真②) （ノミガイ） ※オカヤドカリ類は平成 26 年度実施済 |
| 工事の実施時に、資機材運搬車両の運転者に普及啓発を行うとともに、資機材運搬車両が通行する道路周辺には、侵入防止柵や注意喚起の看板等を設置することで動物の輪禍を防ぐ。 | ○(写真③) |
| 夜間の工事用照明及び資機材運搬車両の照明については、陸域改変区域外に出る光を減らすよう照明の方向を調整する。 | ○ ※陸域改変区域で平成 28 年度に実施済。 |

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施

重要種保護のため
位置情報は表示しない。



① ヒメガマ群落への濁水流入防止策

図－ 4.2.5 (1) 平成 30 年度における陸域生物・生態系に係る環境保全措置の実施状況



重要種保護のため
位置情報は表示しない。



ノミガイについては、陸域改変区域内の海岸沿いの林縁部で多く確認されたことから、改変の予定が無い周辺地域の類似環境（海岸沿いの林縁部）へ放逐した。

②陸生貝類の移動（ノミガイ）

図ー 4.2.5(2) 平成 30 年度における陸域生物・生態系に係る環境保全措置の実施状況



③ ロードキル・動物輪禍防止の看板、工事車両の一方通行規制の看板

図－ 4.2.5(3) 平成 30 年度における陸域生物・生態系に係る環境保全措置の実施状況

(8) 海域生物・生態系

海域生物・生態系に係る環境保全措置は、表－ 4.2.6 に示すとおりである。また、平成 30 年度における海域生物・生態系に係る環境保全措置の実施状況は、以下に示すとおりである。

表－ 4.2.6 海域生物・生態系に係る環境保全措置
(工事の実施時、土地又は工作物の存在及び供用時)

| | 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ・工事の実施時 | 土砂による水の濁り、底質の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 4.2.4 を参照）。 | ○ |
| ・工事の実施時 ・土地又は工作物の存在及び供用時 | 代償措置として、浚渫区域及び汚濁防止膜設置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・移築し、有性生殖移植法を補完的に検討・実施する。 | ○（実施済 ^注 ） |
| | 代償措置として、クビレミドロの一部については、事業者の実行可能な範囲内で海域改変区域により静穏化する海域改変区域東側の閉鎖性海域、連絡誘導路北側の海域に移植する。 | ○ [※] ※（連絡誘導路北側海域への移植は実施済 ^注 。改変区域東側の閉鎖性海域への新たな移植は行わない。） |
| ・土地又は工作物の存在及び供用時 | 代償措置として、海域改変区域において確認された重要な種（海域動物 6 種）については、工事前の調査時から、事業者の実行可能な範囲で周辺の類似環境に移動する。 | ○（平成 25 年度実施済） |
| | 新たに出現する護岸がサンゴ類や底生動物の着生基盤となるよう、凹凸加工消波ブロックや、自然石塊根固被覆ブロック、自然石を設置する（図－4.2.71）。 | ○ |

凡例 ○：実施済み・実施中

注：モニタリング期間については、環境影響評価書において、移植後 3 年を想定していた。第 8 回、第 9 回環境監視委員会（平成 29 年 6 月、平成 30 年 2 月）及び平成 28 年度那覇空港滑走路増設事業に係る事後調査報告書に対する環境保全措置要求（平成 30 年 6 月）を踏まえ、第 10 回環境監視委員会（平成 30 年 6 月）において再検討し、モニタリングを移植後 3 年で終了することとした。

1) サンゴ類の移植状況（平成 26 年度実施）

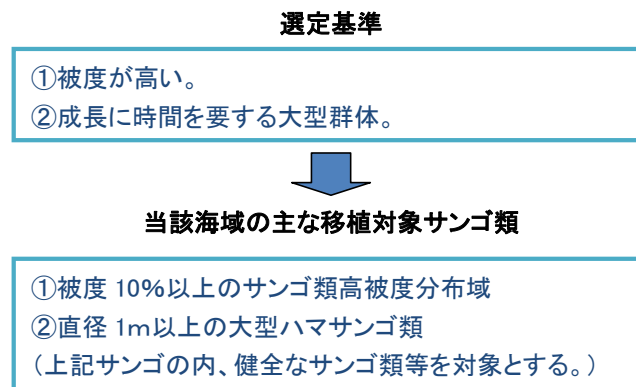
（ア）目的

那覇空港滑走路増設に伴い、改変区域に生息するサンゴ類を無性生殖移植法により、改変区域外へ移植・移築する。

（イ）移植計画

ア）移植方針

図－ 4.2.6 に示すとおり、選定基準に基づき、原則的に被度 10%以上のエリアに生息するサンゴ類を移植対象、直径 1m 以上の大型ハマサンゴ類を移築対象とし、効率的に環境保全措置を実行する。



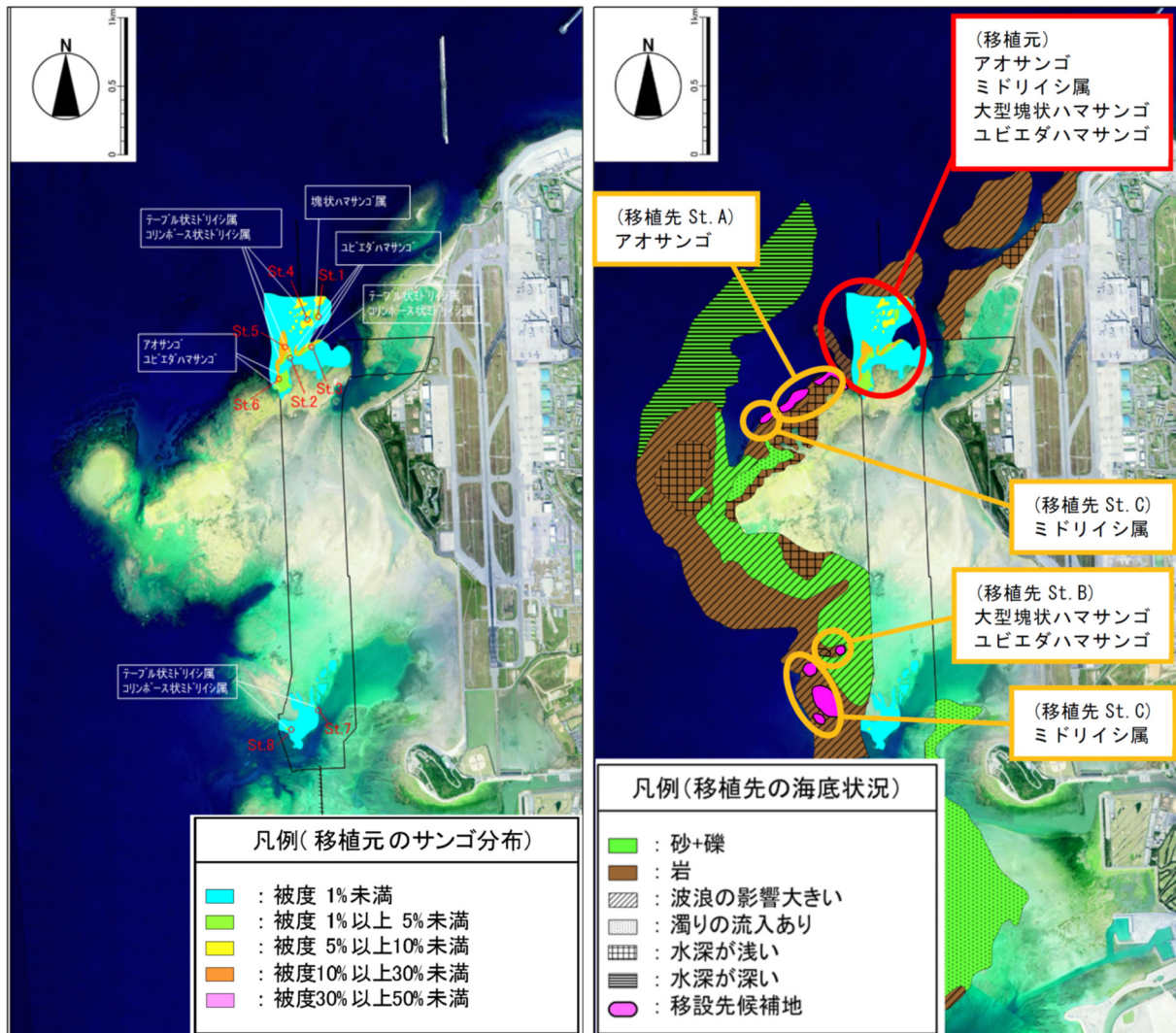
注：沖縄本島内で稀にしかみられないような種が確認された場合は、優先的に移植対象とする。

図－ 4.2.6 移植対象となるサンゴ類の選定

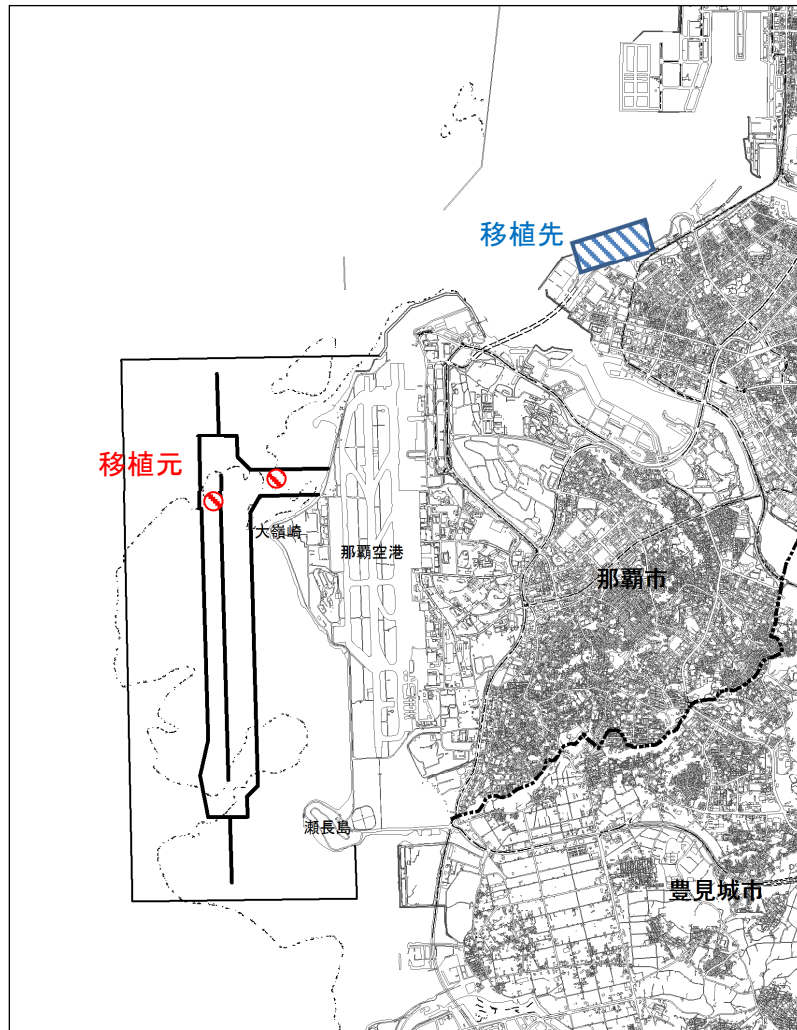
イ) 移植元および移植先

平成 24 年度におけるサンゴ類の分布状況及び移植先の概略位置は図－ 4.2.7 に示すとおりである。サンゴ類は大嶺崎北側海域と瀬長島沖の南側海域に分布していた。

サンゴ群集の分布特性（優占種、被度別面積、範囲）の確認やサンゴ類の詳細な生息状況および食害生物、病気等を把握したうえで選定した。また、希少サンゴ類の移植元と移植先については、図－ 4.2.8 及び図－ 4.2.9 に示すとおりである。



図－ 4.2.7 移植元サンゴ類の分布状況及び移植元と移植先の概略位置



図－ 4.2.8 希少サンゴの移植元及び移植先



注：クサビライシ属は希少性の高い種ではないが移植が容易であるため併せて移植した。

図－ 4.2.9 希少サンゴの移植先（詳細）

ウ) 移植目標及び実績

平成 25 年度、平成 26 年度の無性生殖移植法による移植目標及び実績は、表ー 4.2.7 に示すとおりである。

なお、当初計画より早期に移植目標を達成できたため、その後は工事スケジュールと調整しながら、事業者が実行可能な範囲内で引き続き移植を行った。

表ー 4.2.7 無性生殖移植法による移植目標及び実績

| 移植サンゴ | 移植手法 | 移植場所：対象種 | 平成25年度 | | | 平成26年度 | | | | | | | | 上段：移植目標 |
|--------|---------------------|----------------------------------------|----------|----|----|---------------------|----|----|---------------------|----|----|---------------------|-----|----------------------|
| | | | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 下段：移植実績 |
| 小型サンゴ | 小型サンゴ片の固定による移植 | St.A：アオサンゴ St.C：テーブル状・コリンボース状ミドリイシ属 | | | | | | | | | | | | 33,000群体 |
| | | | 10,126群体 | | | 10,935群体 | | | 12,964群体 | | | 2,657群体 | | 36,682群体 |
| 大型サンゴ | 大型サンゴの移築 | St.B：塊状ハマサンゴ属 | | | | | | | | | | | | 37群体 |
| | | | | | | | | | 33群体 | | | 4群体 | | 37群体 |
| 枝サンゴ群集 | サンゴ群集移設法 | St.B：ユビエダハマサンゴ | | | | | | | | | | | | 700m ² |
| | | | | | | 342.9m ² | | | 582.3m ² | | | 117.1m ² | | 1042.1m ² |
| 希少サンゴ類 | 小型サンゴ片の固定による移植および整置 | ショウガサンゴ属、クサビライシ属 | | | | | | | | | | | | 242群体 |
| | | | | | | | | | | | | 242群体 | | 242群体 |

注 1：小型サンゴの移植群体数には、台風及び時化（しけ）により被災した群体数（約 3,797 群体（推定））も含む。

2：枝サンゴ群集の移植面積には、台風により被災した面積（168 m²）も含む。

3：クサビライシ属は希少性の高い種ではないが移植が容易であるため併せて移植した。

(ウ) 移植方法

小型サンゴのミドリイシ属及びアオサンゴの移植は、小型サンゴ片の固定による移植で、図ー 4.2.10 に示す方法で移植した。移植固体の選定にあたっては、人力で移植可能な 5～30cm 程度で健全なサンゴを対象とした。

大型サンゴは、小規模サンゴを人力工法で、大規模サンゴを機械工法とし、図ー 4.2.11 に示す方法で移築した。移植固体の選定にあたっては、事前に確認されている直径 1m 以上の大型ハマサンゴ類を対象とした。

枝サンゴ群集（ユビエダハマサンゴ）は、サンゴ群集移設方法で、図ー 4.2.12 に示す方法で移設した。移植固体の選定にあたっては、高被度 10%以上の範囲の枝状サンゴを対象とした。

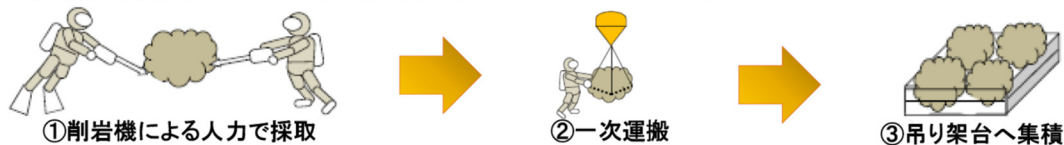
なお、希少サンゴ類は、小型サンゴと同様な方法で移植した。



図ー 4.2.10 小型サンゴ（ミドリイシ属及びアオサンゴ）の移植方法

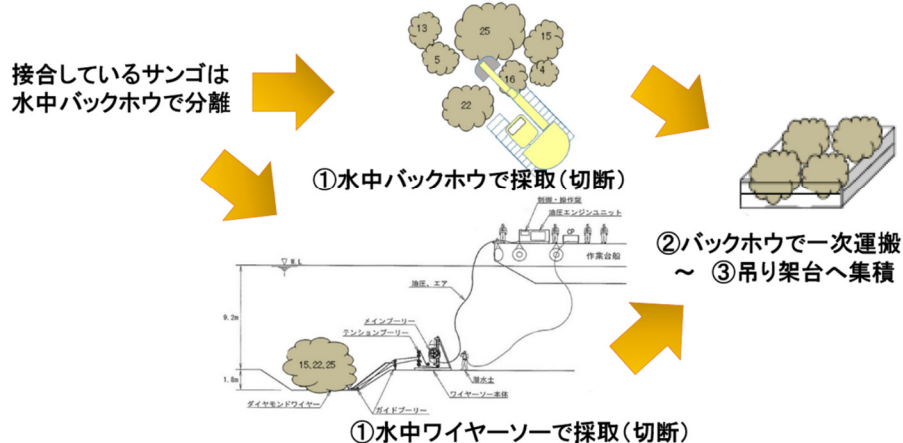
➤人力工法(小規模サンゴ採取) 2群体

切断部の長径が1m以下の群体は、人力での作業を基本としました。

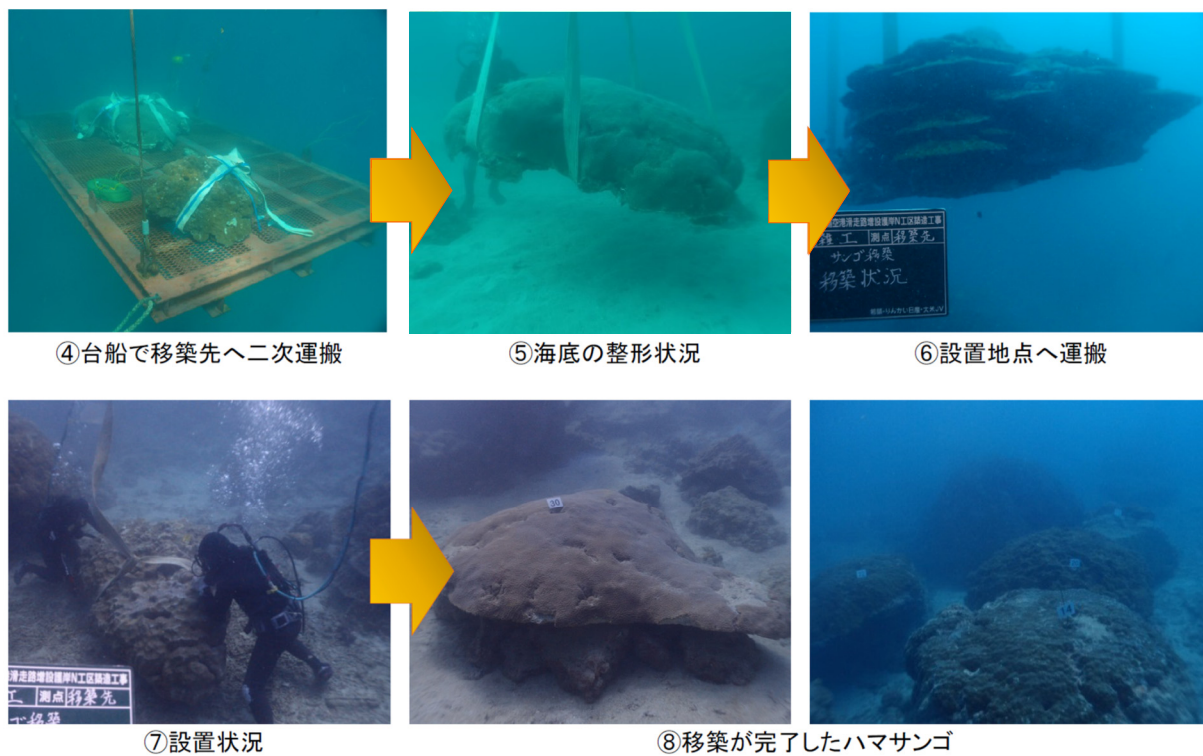


➤機械工法(大規模サンゴ採取) 35群体

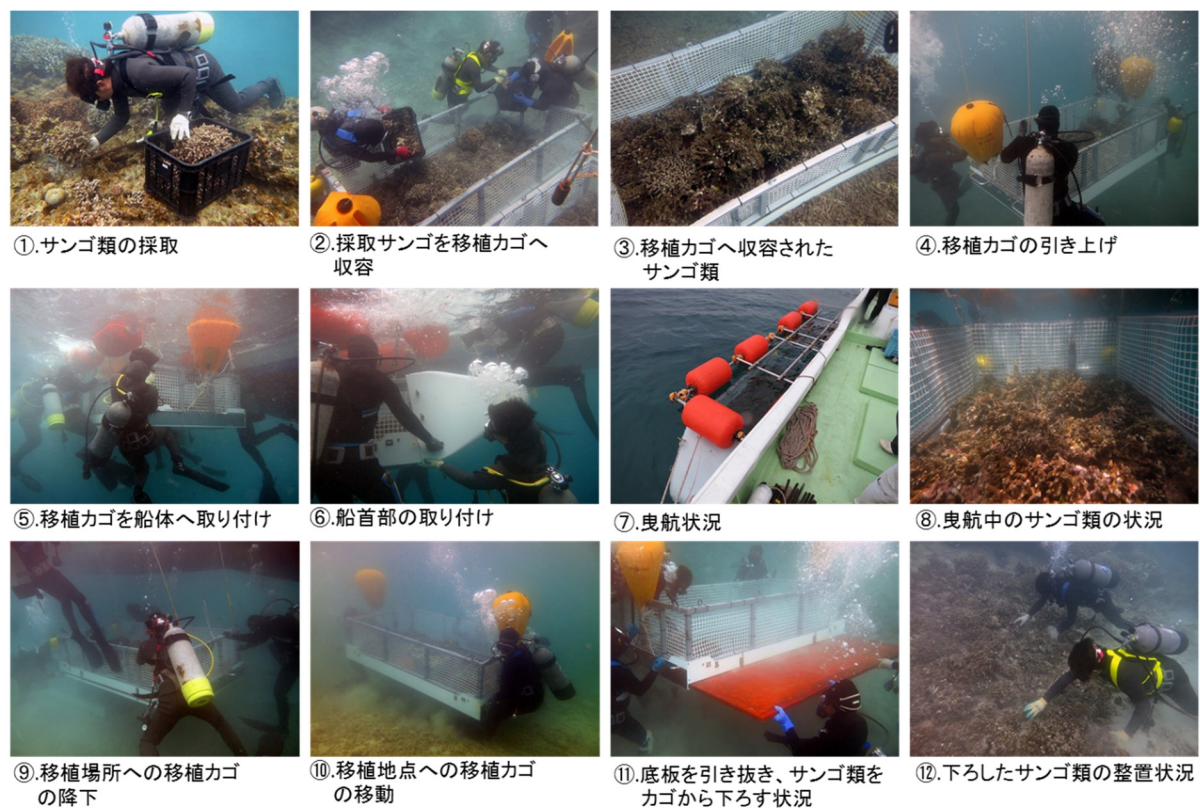
切断部の長径が1m～1.5m未満の群体は水中バックホウ、
1.5m以上の群体は水中ワイヤーソーでの作業を基本としました。



図ー 4.2.11(1) 大型サンゴの移築方法



図ー 4.2.11(2) 大型サンゴの移築方法



図ー 4.2.12 枝状サンゴの移植方法

(エ) 移植先・移植数量等

ア) 小型サンゴ (ミドリイシ属)

表ー 4.2.8 に示す数量を移植し、移植後の調査は移植箇所で行った (平成 25 年度は①のエリア、平成 26 年度は②～⑤のエリア)。

イ) 小型サンゴ (アオサンゴ)

表ー 4.2.8 に示す数量を移植し、移植後の調査は移植箇所で行った (平成 25 年度は①のエリア、平成 26 年度は②及び③のエリア)。

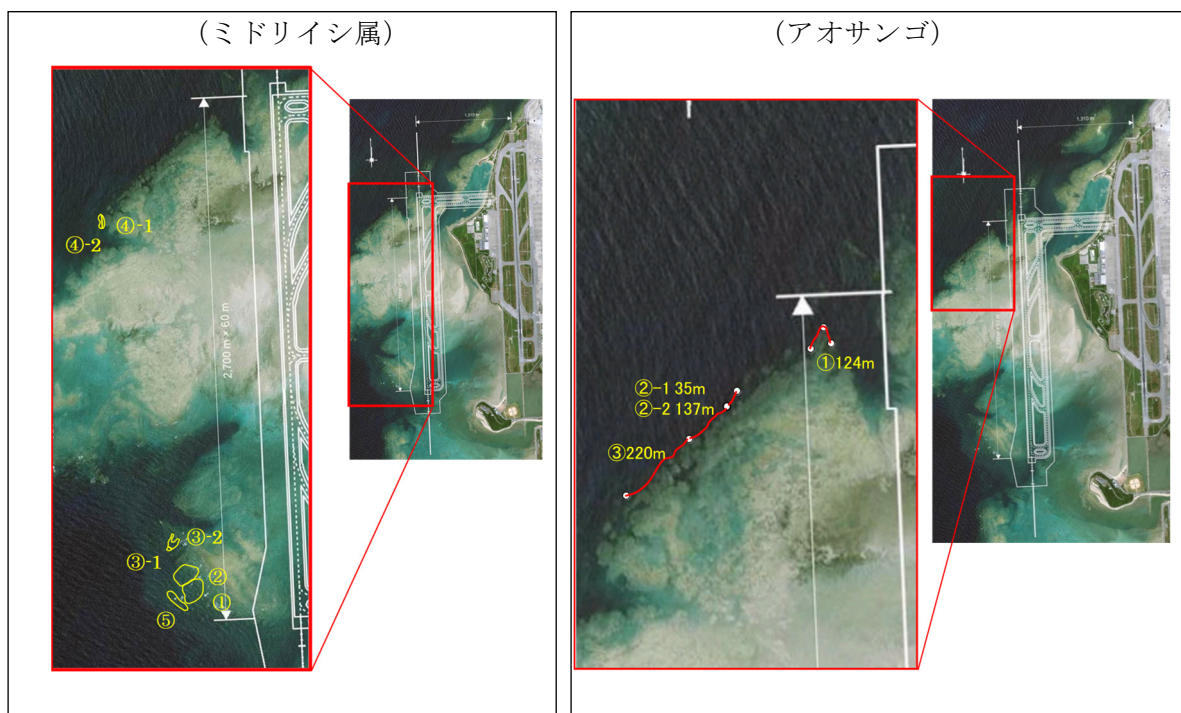
表ー 4.2.8 小型サンゴ (ミドリイシ属・アオサンゴ) の移植数量
(ミドリイシ属の移植数量) (アオサンゴの移植数量)

| 移植年度 | 移植エリア | 移植群体数 |
|----------|-------|-----------|
| 平成 25 年度 | ① | 5,076 群体 |
| 平成 26 年度 | ② | 5,403 群体 |
| | ③-1 | 991 群体 |
| | ④-1 | 1,016 群体 |
| | ③-2 | 4,094 群体 |
| | ④-2 | 1,397 群体 |
| | ⑤ | 1,529 群体 |
| 合計 | | 19,506 群体 |

| 移植年度 | 移植エリア | 移植群体数 |
|----------|-------|-----------|
| 平成 25 年度 | ① | 5,050 群体 |
| 平成 26 年度 | ②-1 | 1,111 群体 |
| | ②-2 | 4,925 群体 |
| | ③ | 6,090 群体 |
| 合計 | | 17,176 群体 |

注：主に移植した種はアオサンゴであり、一部、ハマサンゴ属等も移植した。

注：主に移植した種はミドリイシ属であり、一部、ハナヤサイサンゴも移植した。

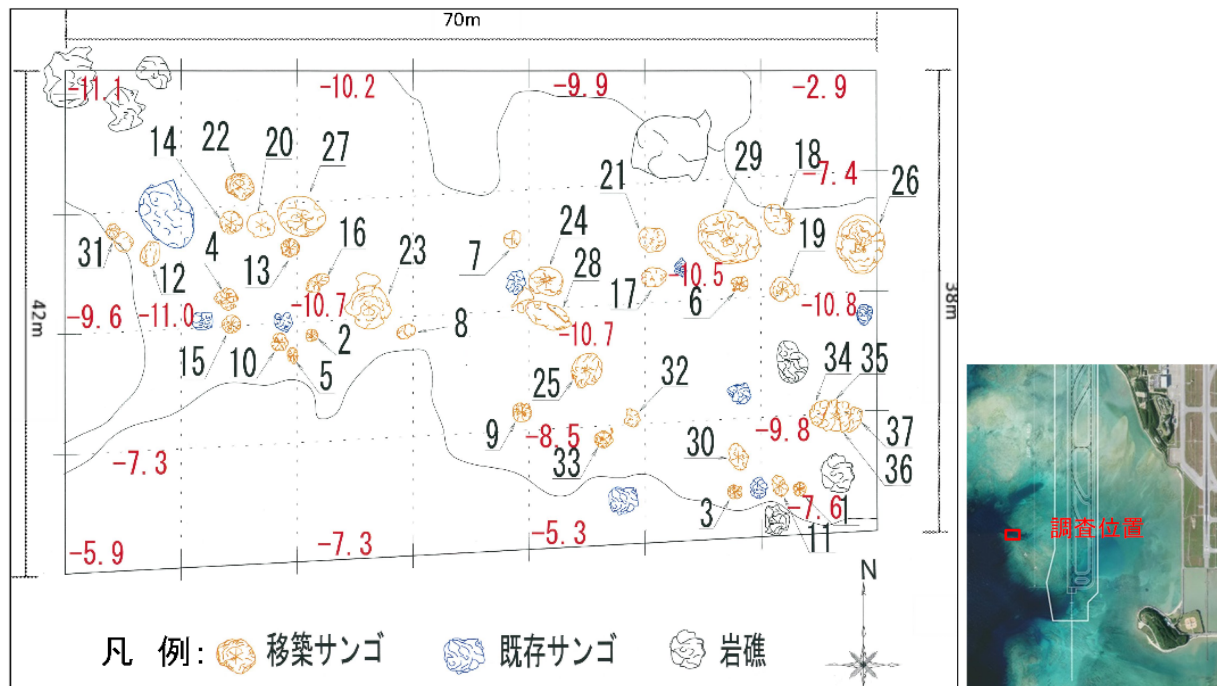


図ー 4.2.13 移植先・移植後の調査位置 (小型サンゴ)

ウ) 大型サンゴ(塊状ハマサンゴ属)

大型サンゴ(塊状ハマサンゴ属)は37 群体を移築した。

移植後の調査は、図ー 4.2.14 に示す移築箇所で行った。



注：赤字は水深を示す。

図ー 4.2.14 移築先・移築後の調査位置 (大型サンゴ)

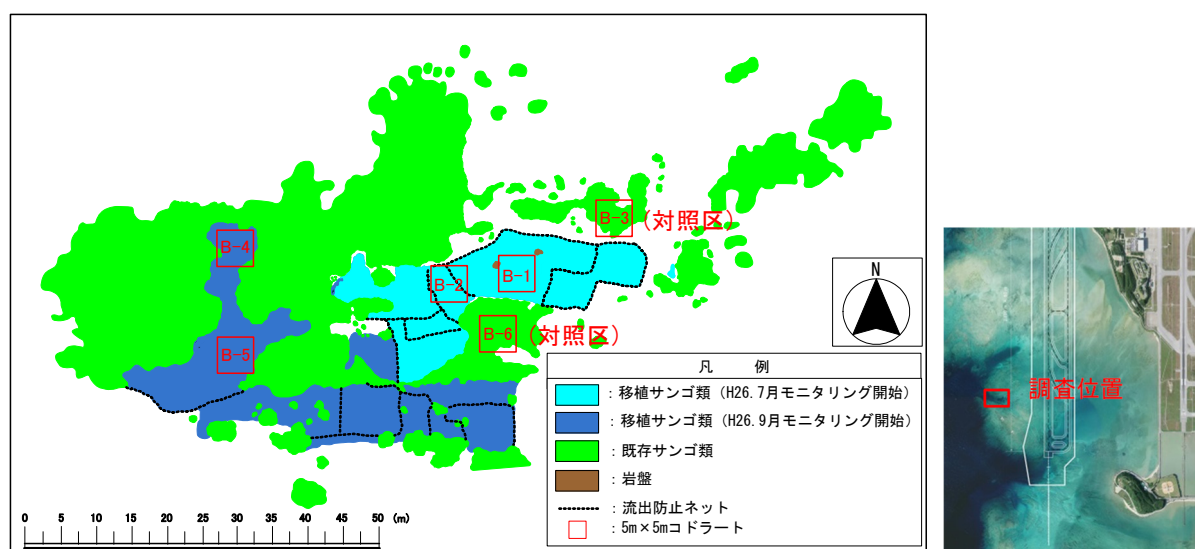
エ) 枝サンゴ群集（ユビエダハマサンゴ）

表ー 4.2.9 に示す数量を移植し、移植後の調査は移植箇所で行った。

表ー 4.2.9 枝サンゴ群集（主にユビエダハマサンゴ）の移植数量

| 移植年度 | 移植エリア | 移植面積 | モニタリング開始時 |
|----------|----------------|----------------------|---------------------|
| 平成 26 年度 | B-1, B-2 を含む範囲 | 535.1m ² | 367.0m ² |
| | B-4, B-5 を含む範囲 | 507.1m ² | 507.1m ² |
| 合計 | | 1042.1m ² | 874.1m ² |

注：1. 移植面積について、端数処理の関係で移植面積値と合計値は一致していない。
 2. 主に移植した種はユビエダハマサンゴであり、一部、塊状ハマサンゴ属等も移植した。
 3. 移植後に通過した台風 8 号の影響で 168m²が消失の被害を受けた。



図ー 4.2.15 移植先・調査位置（枝サンゴ群集）（平成 26 年度実施）

オ) 希少サンゴ

ショウガサンゴは St.1 に 76 群体、St.2 に 115 個体、クサビライシ属は St.3 に 51 個体を移植した。移植後の調査は、図ー 4.2.16 に示す移植箇所で行った。



注：クサビライシ属は希少性の高い種ではないが移植が容易であるため併せて移植した。

図ー 4.2.16 移植先・移植後の調査位置（希少サンゴ）

2) 有性生殖移植法の検討状況（平成 26～30 年度実施）

（ア）目的

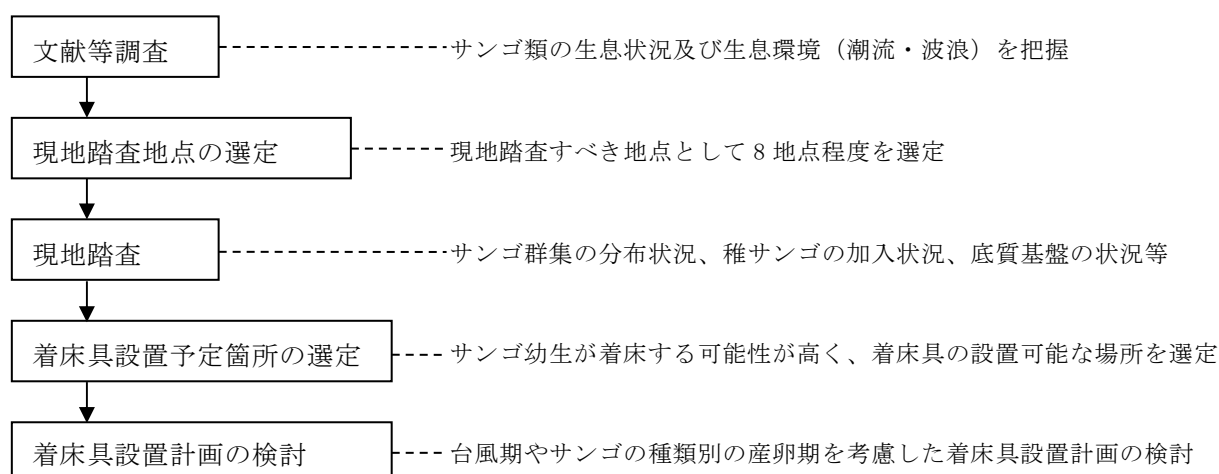
改変区域に生息するサンゴ類の一部については、事業者の実行可能な範囲内で無性生殖移植法により移植・移築を行う他、有性生殖移植法に係る移植試験を補完的に検討・実施することとしている。

（イ）加入量調査・中間育成調査

有性生殖移植法に係る移植試験を行うにあたり、海域改変区域周辺における稚サンゴの着床量を把握するための「加入量調査」と、中間育成場となる海域等を把握するための「中間育成調査」を実施した。

ア）事前調査（加入量調査）

事前調査の流れは図－ 4.2.17 に示すとおりである。



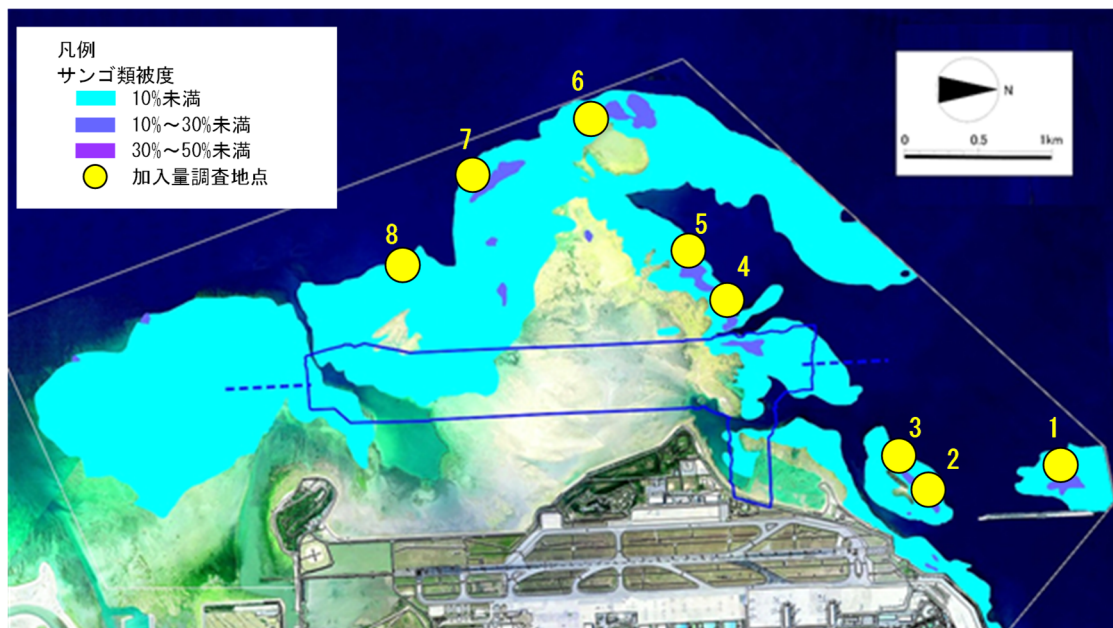
図－ 4.2.17 事前調査の流れ

（a）文献調査

文献調査では、環境影響評価書等を参考とし、サンゴ類の生息状況や潮流、波浪を把握した。

(b) 現地踏査地点の選定

当該海域における比較的高被度のサンゴ群集は、潮通しが良く、波高が高い礁縁部に分布していた。これらの場所の基質は岩盤であり、サンゴ群集が維持されていることから、当該海域ではこのような場所を中心に稚サンゴ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図－ 4.2.18 に示すとおり、St.1～7 の 7 地点に加え、高被度のサンゴ群集ではないが、稚サンゴが加入している可能性を考慮し、地点数の少ない礁地の南側を代表する場所として St.8 を含む計 8 地点を、現地踏査の実施地点として選定した。



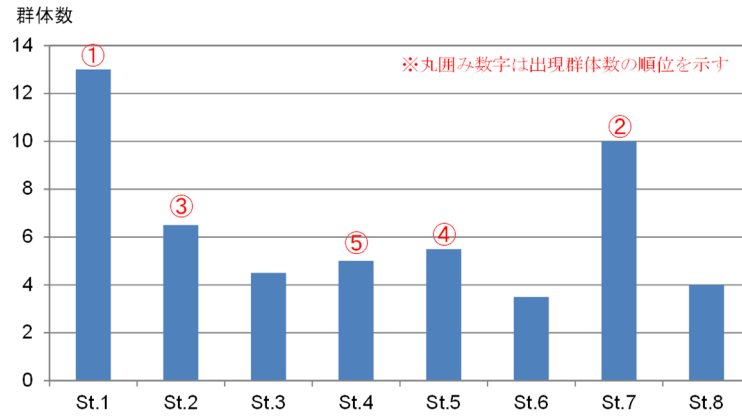
図－ 4.2.18 調査位置

(c) 現地踏査

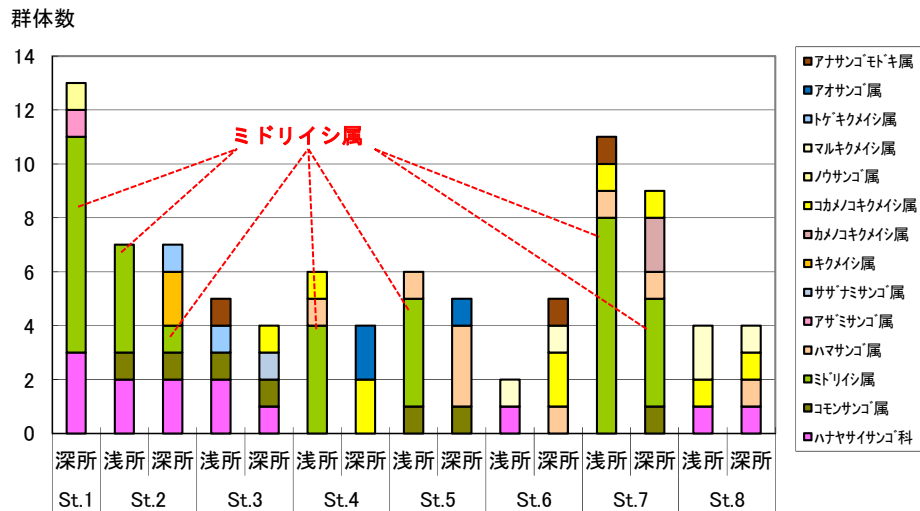
平成 26 年 5 月上旬に図－ 4.2.18 に示す調査地点において調査を行った。

各地点における稚サンゴの出現群体数は 3.5～13 群体/㎡であり、上位 5 位になったのは、St. 1, 2, 4, 5, 7 であった(図－ 4.2.19)。

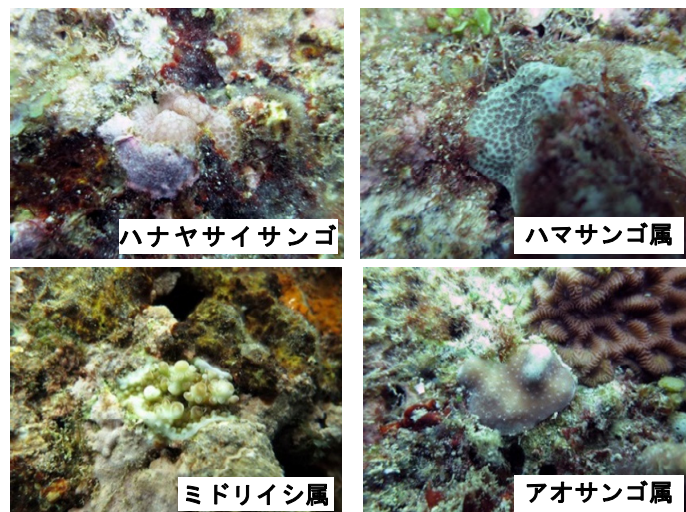
このうち、当該海域の主な構成種であるミドリイシ属の稚サンゴが確認されたのは、St. 2, 4, 5, 7 の浅所と St. 1, 2, 7 の深所であり(図－ 4.2.20)、これらはミドリイシ属を中心としたサンゴ群集が確認された地点に概ね該当した。また、当該海域で局所的に高被度群集を形成するアオサンゴ属の稚サンゴが確認されたのは St. 4, 5 の深所であった。その他、ハナヤサイサンゴ科やハマサンゴ属の稚サンゴが比較的多く出現した。



図ー 4.2.19 稚サンゴ出現結果



図ー 4.2.20 稚サンゴの水深別出現結果



図ー 4.2.21 確認された主な稚サンゴ

(d) 着床具設置箇所を選定

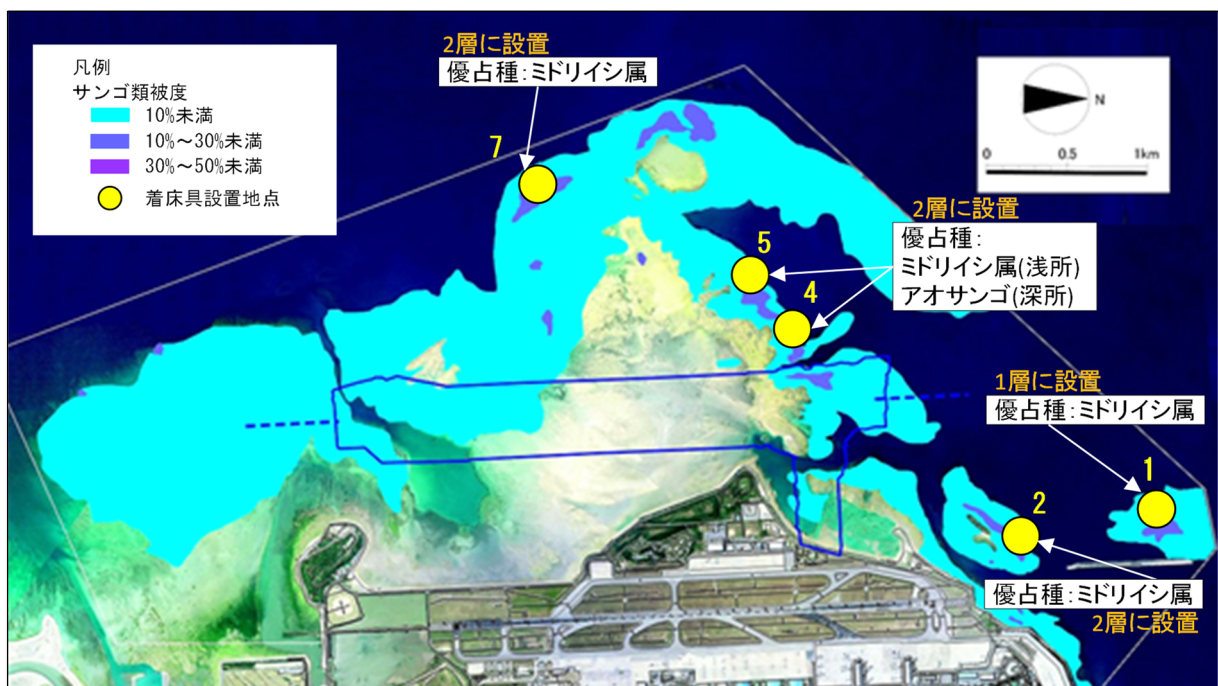
現地踏査の結果より、着床具の設置地点としては、稚サンゴが多い St. 1, 2, 4, 5, 7 が適していたと考えられ、ミドリイシ属の加入が期待できる地点としては St. 2, 4, 5, 7 の浅所及び St. 1, 2, 7 の深所、アオサンゴの加入が期待できる地点としては St. 4, 5 の深所が選出された。

なお、当該海域では浅所と深所で生息するサンゴの種類が異なるため、浅所と深所の 2 箇所を基本に設置することが望ましいと考えられる。

(e) 着床具設置計画の検討

事前調査の結果から、稚サンゴが多かった 5 地点 9 箇所に計 6,480 個の着床具を設置した（図－ 4.2.22）。着床具の設置は、St. 1 では深所の 1 箇所に、St. 2、4、5、7 では浅所と深所の 2 箇所とした。着床具設置予定数は表－ 4.2.10 に示すとおりである。

なお、当該海域においては、ミドリイシ属が優占する地点とアオサンゴが優占する地点に分かれる。それぞれの産卵時期は、ミドリイシ属が 5 月下旬～6 月下旬、アオサンゴは 7 月～8 月と予想される。そのため、着床具の設置時期は産卵時期が早いミドリイシ属の 5 月下旬より前に実施した。また、これらの地点はいずれも台風時における波浪の影響を強く受けるため、中間育成場への移設は種の特長も踏まえて台風期前の出来るだけ早い時期に実施する必要がある、ミドリイシ属は 7 月に、アオサンゴは 9 月に実施した（表－ 4.2.11）。



図－ 4.2.22 着床具設置位置（平成 26 年度）

表－ 4.2.10 着床具設置予定数

| 地点 | 設置数 | |
|-------|----------------|------------------|
| | 浅所 (水深1m程度) | 深所 (水深5～6m程度) |
| St. 1 | なし | 720 |
| St. 2 | 720 | 720 |
| St. 4 | 720 | 720 |
| St. 5 | 720 | 720 |
| St. 7 | 720 | 720 |
| 計 | 6,480 | |

注：St. 1 では浅所がみられないため深所のみに設置。

表－ 4.2.11 着床具の設置及び移設、サンプリング工程（平成 26 年度）

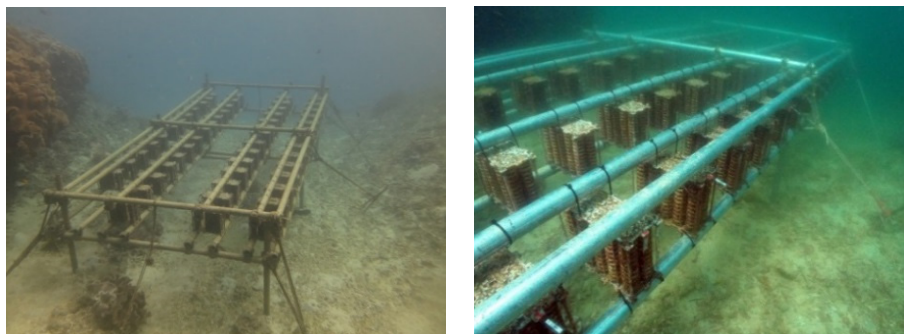
| 対象種 | 項目 | 平成26年 | | | | | | | | | | 平成27年 | | |
|---------|--------|-------|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-------|--|--|
| | | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | | |
| ミドリイシ属等 | 産卵期 | | | | | | | | | | | | | |
| | 着床具設置 | ● | | | | | | | | | | | | |
| | 中間育成 | | | ● | | | | | | | | | | |
| | サンプリング | | | ● | | | | | | | ● | | | |
| アオサンゴ | 産卵期 | | | | | | | | | | | | | |
| | 着床具設置 | ● | | | | | | | | | | | | |
| | 中間育成 | | | | | ● | | | | | | | | |
| | サンプリング | | | | | ● | | | | | ● | | | |

イ) 事前調査（中間育成調査）

(a) 中間育成場の選定

平成 26 年度においては、平成 26 年 5 月に設置した着床具の移設先として、中間育成場に適した海域を選定した。

中間育成場の選定は、平成 26 年 5 月下旬に行い、中間育成場の候補地は航空写真から防波堤や礁縁部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選定した。（図－ 4.2.23）。



図－ 4.2.23 中間育成枠の概況および着床具移設後の状況

(b) 中間育成場の検討

中間育成場の候補地として選定された地点の選定結果を表－ 4.2.12 及び図－ 4.2.24 に、中間育成場の検討結果は図－ 4.2.25 に示すとおりである。

選定結果及び検討結果より、中間育成場としては St. C が最も適していると考えられる。

なお、これらの中間育成場候補地点では、オニヒトデやシロレイシダマシ類等がサンゴ群集に大きな影響を与える場所はみられなかった。また、サンゴ類の病気や白化は確認されなかった。

表－ 4.2.12 中間育成場の選定結果

| 選定条件 | | 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、波浪の影響を受けにくい場所である。 | | ○ | × | ○ |
| 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成育している。 | | ○ | ○ | ○ |
| 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： ○：適当、△：やや不適、×：不適

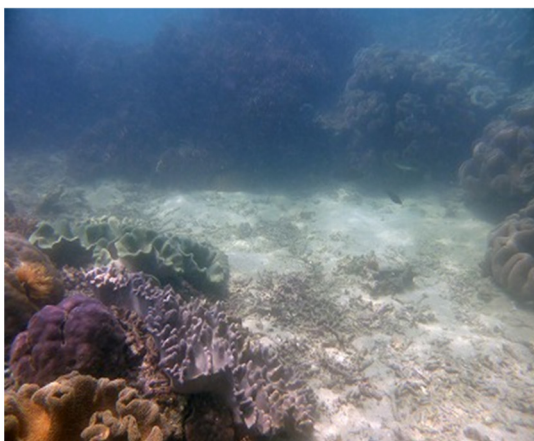
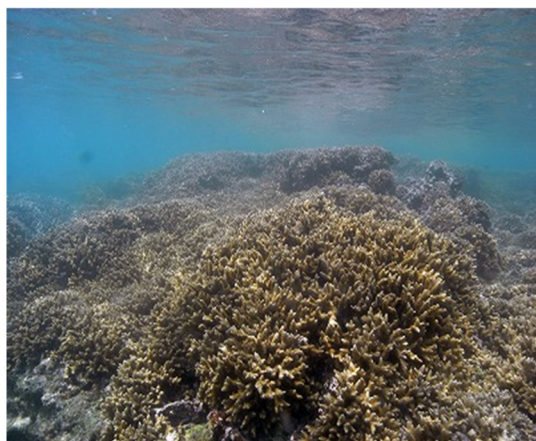
【St. A】水深は 5～6m。トゲスギミドリイシ等のサンゴ類やソフトコーラル類が高被度で生息するが、浮泥がまばらに堆積しており空地は限られていた。



【St. B】水深は 4～5m。海底には石が転がった痕や砂紋が確認され、波浪の影響を受けていると推察された。



【St. C】水深は 5～6m。岩盤にはエダイボサンゴ等が局所的に集中分布する場所やソフトコーラルが多く分布する。砂紋もなく礁縁部の背後域であることから、波浪の影響は小さいと考えられ、空地も十分であった。



図ー 4.2.24 中間育成場の選定結果



図－ 4. 2. 25 中間育成場の検討結果

(ウ) 有性生殖移植試験

環境影響評価時においては、平成 26 年度に移植検討を行い、その結果を踏まえて平成 27 年度以降に有性移植を行う予定であった。しかし、平成 26 年度の環境監視委員会では、サンゴの加入量には年変動があることが指摘され、複数年に渡り加入量の年変動を把握し、有効な移植方策を検討することとなった。委員会意見を反映した移植計画は表－ 4. 2. 13 に示すとおりであり、採苗したサンゴについては随時移植を行うこととした。

表－ 4. 2. 13 移植計画

| 調査年次 設置年度・項目 | | 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 |
| 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 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | ⑦ | | | | | |
| | 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 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ⑧ | | | | | |
| | 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 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

ア) 平成 26 年度設置の着床具

(a) 移植サンゴのモニタリング

a) 調査日

移植 24 ヶ月後モニタリング : 平成 30 年 6 月 22 日

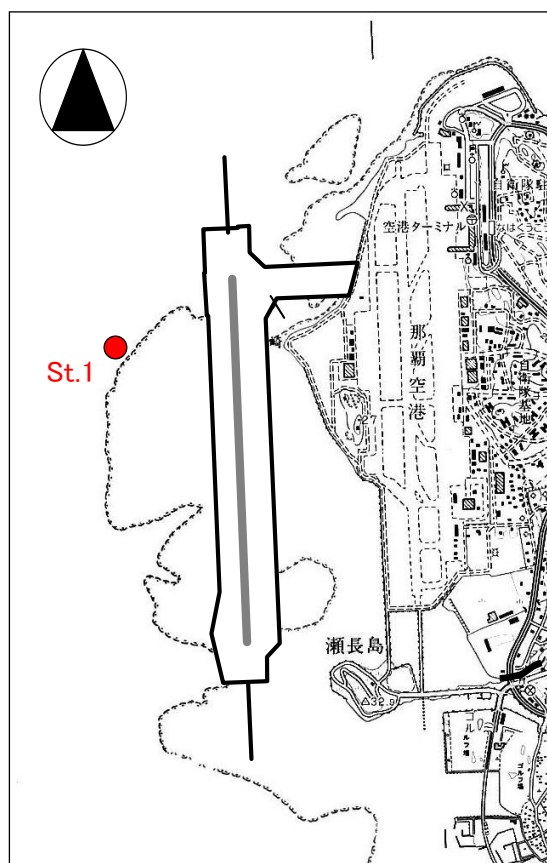
移植 30 ヶ月後モニタリング : 平成 30 年 12 月 4 日

b) 調査位置

調査位置は表－ 4.2.14、図－ 4.2.26 に示すとおりである。

表－ 4.2.14 調査位置

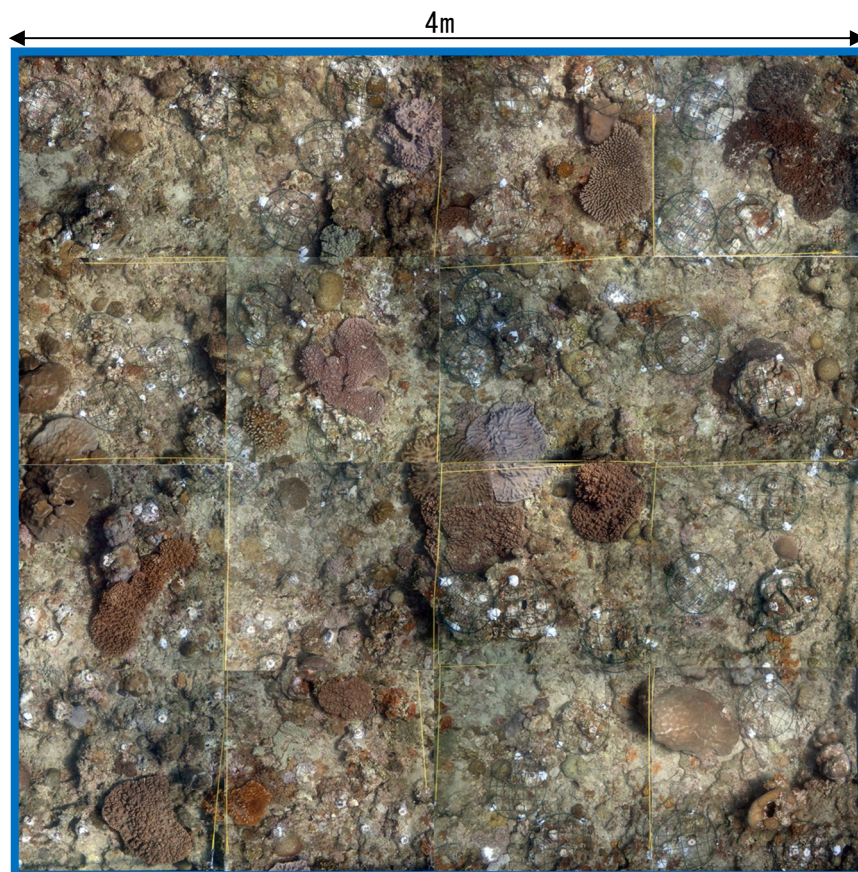
| 地点名 | 緯度 | 経度 | 備考 |
|-------|-------------------------|----|----------------|
| St. 1 | 重要種保護のため 位置情報は表示しない。 | | 平成 26 年度設置の着床具 |



図－ 4.2.26 調査位置

c) 調査方法

平成 28 年度に移植したサンゴについて「移植 24 ヶ月後」、「移植 30 ヶ月後」のモニタリング調査を実施した。モニタリング調査は、4m×4m のコドラート内で行い（図－ 4.2.27）、サンゴ類の総被度と出現種を中心に、濁りや浮泥等、生息環境等を記録した。調査項目は表－ 4.2.15～表－ 4.2.18 に示すとおりである。



図－ 4.2.27 モニタリング調査枠

表－ 4.2.15 調査項目（概略調査）

| 項目 | 方法 |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 種類別被度 | 総被度、種類別被度を記録 |
| 地形・底質 | 水深、底質の概観を記録 |
| 白化の状況 | 表－ 4.2.16 に基づき、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 | <ul style="list-style-type: none"> ・ オニヒトデの個体数および食害の規模を概略的に記録 ・ 表－ 4.2.17 に基づき、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 | 表－ 4.2.18 に基づき、浮泥の堆積状況を記録 |
| 備考、特記事項 | <p>4m×4m の範囲内全体を見渡して、以下を記録する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アンカーなどによる人的被害、台風被害等 ・ 特に、調査範囲内でサンゴの著しい死滅がみられた場合には、範囲外のサンゴの生存状況についても傍証データ（写真とコメント）として記録する。 ・ 濁りの状況を移植サンゴへの影響の有無の観点で目視観察する。 |

表－ 4.2.16 白化の段階

| 段階 | 区分 | 程度 | 評価の基準 |
|-----|----------------|-----------------|--------------------------------------------------|
| I | 1%未満 | 白化なし | 白化は観察されない、もしくはほとんど確認されず、白化群体は1回の潜水で1～2群体散在している状態 |
| II | 1%以上 10%未満 | 小もしくは 中頻度の白化 | 白化群体が時々確認される状態 |
| III | 10%未満 50%未満 | 中頻度の白化 | 全群体の半数未満が白化している状態 |
| IV | 50%以上 90%未満 | 高頻度の白化 | 白化は高頻度にみられ顕著であり、多くのサンゴ群体が白化している状態 |
| V | 90%以上 | 極端な白化 | 白化群体が優占しており、白化していない群体はほとんど見当たらず、岩礁全体が白くみえる状態 |

表－ 4.2.17 サンゴ食巻貝類の発生状況階級

| 項目 | 評価の基準 |
|-----|-----------------------------------------------|
| I | 食痕（新しいもの）は目立たない |
| II | 小さな食痕や被害部のある群体が散見 |
| III | 食痕は大きく被害部のある群体は目立つが、数100個体以上からなる密集した貝集団はみられない |
| IV | 斃死群体が目立ち、貝集団が散見される |

表－ 4.2.18 浮泥の堆積状況

| 項目 | 評価の基準 |
|-----|------------------|
| I | 海底面をはたいても濁らない |
| II | 海底面をはたと濁る |
| III | 浮泥がまばらに堆積している |
| IV | 浮泥が一様に(厚く)堆積している |

d) 調査結果

① サンゴ生息状況

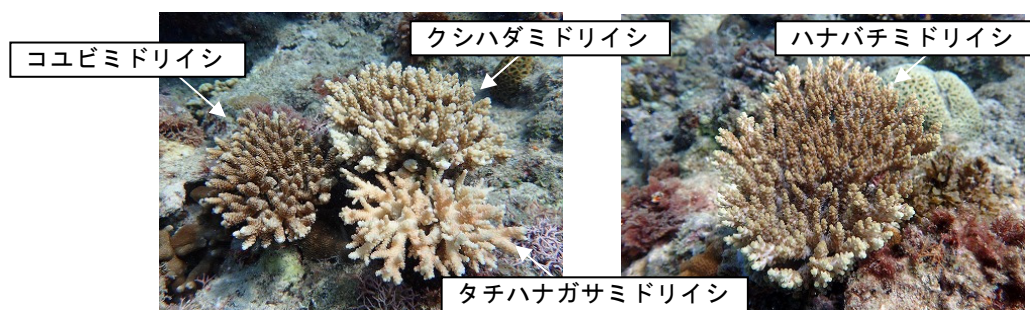
サンゴ類の総被度は、移植直後から移植 18 ヶ月後まで 10%であったが、移植 24 ヶ月後には 15%に増加した。この増加は移植サンゴと自然サンゴがともに成長したためと考えられる。その後、移植 30 ヶ月後まで総被度に変化はみられなかった。

出現種類数は移植前には 38 種類であり、移植によって移植直後 41 種類へと 3 種類（ハナヤサイサンゴ、サザナミサンゴ属、アナサンゴモドキ属）増加した。その後、移植 18 ヶ月までは大きな変化はみられなかったものの、移植 30 ヶ月には 56 種類に増加した。この増加は移植した小型サンゴ及び自然サンゴが、成長に伴い種レベルでの同定が可能となったためである（図－ 4.2.28）。

移植サンゴ生存群体数は、移植直後には 124 群体であったが、移植 24 ヶ月後には 37 群体（生残率 30%）、移植 30 ヶ月後には 29 群体（生残率 23%）に減少した（図－ 4.2.31、表－ 4.2.19）。

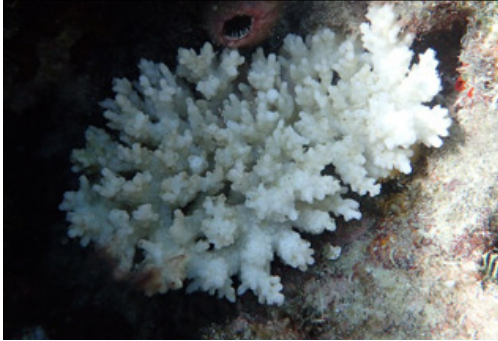
移植 24 ヶ月後には、オニヒトデやサンゴ食巻貝類等による目立った食害は確認されなかったものの、移植 30 ヶ月後にはサンゴ食巻貝類等による食害が散見された。これまで、当該海域周辺では移植直後に相当する平成 28 年 6 月から継続してオニヒトデ及びその食跡が確認されており、当該地点の移植サンゴもミドリイシ属を中心にオニヒトデによる食害を受けていると考えられる。

また、移植 30 ヶ月後調査の実施前には、大型台風 24 号と 25 号が当該海域に接近しており、このうち台風 24 号の最接近時である 9 月 29 日には最大瞬間風速は 53.1m/s であり、同日の沿岸波浪実況図によると沖縄本島近海においても波高 13m の猛烈なしけとなっていた可能性があった。当該地点では、台風の高波浪による転石の衝突や基盤損壊によって、群体の破損や流出が一部でみられており、生残率の低下にはこの台風の影響が大きいと考えられる。なお、平成 28 年度及び平成 29 年度夏季には、ハナヤサイサンゴ科を中心にサンゴの白化や死亡が確認された。



図－ 4.2.28 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

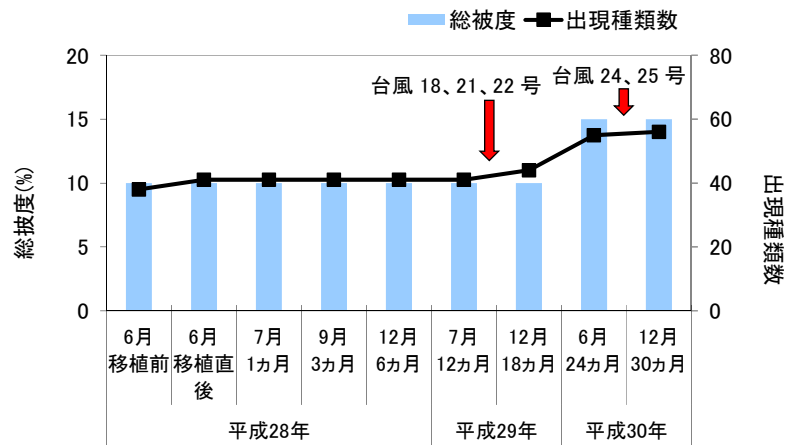
調査枠周辺で食害を受けたミドリイシ属



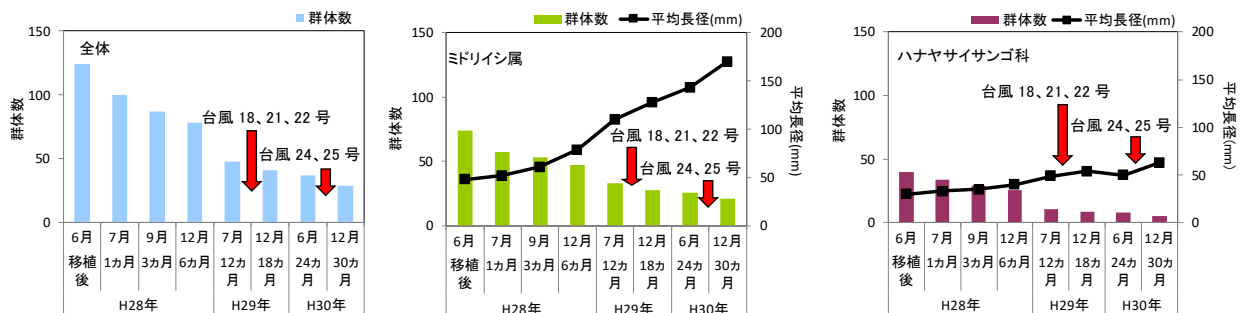
食害を受けたと思われる移植ミドリイシ属



図ー 4.2.29 オニヒトデによる食害状況（移植 1 ヶ月後）



図ー 4.2.30 概略調査におけるサングの総被度と出現種類数



図ー 4.2.31 移植サングの種類別生存群体系数の変化

表ー 4.2.19 移植サンゴの種類別生存群体数の変化

| 調査時期 | | | 全体 | | ミドリイシ属 | | | ハナヤサイサンゴ科 | | | その他 | |
|--------|-----|-------|-----|--------|--------|--------|----------|-----------|--------|----------|-----|--------|
| | | | 群体数 | 生残率(%) | 群体数 | 生残率(%) | 平均長径(mm) | 群体数 | 生残率(%) | 平均長径(mm) | 群体数 | 生残率(%) |
| 平成28年度 | 6月 | 移植直後 | 124 | 100 | 74 | 100 | 48 | 40 | 100 | 30 | 10 | 100 |
| | 7月 | 1ヵ月後 | 100 | 81 | 57 | 77 | 52 | 34 | 85 | 33 | 9 | 90 |
| | 9月 | 3ヵ月後 | 87 | 70 | 53 | 72 | 61 | 29 | 73 | 35 | 5 | 50 |
| | 12月 | 6ヵ月後 | 78 | 63 | 47 | 64 | 79 | 26 | 65 | 40 | 5 | 50 |
| 平成29年 | 7月 | 12ヵ月後 | 48 | 39 | 33 | 45 | 110 | 11 | 28 | 49 | 4 | 40 |
| | 12月 | 18ヵ月後 | 41 | 33 | 28 | 38 | 128 | 9 | 23 | 54 | 4 | 40 |
| 平成30年 | 6月 | 24ヵ月後 | 37 | 30 | 26 | 35 | 143 | 8 | 20 | 50 | 3 | 30 |
| | 12月 | 30ヵ月後 | 29 | 23 | 21 | 28 | 170 | 5 | 13 | 63 | 3 | 30 |

② 白化・病気

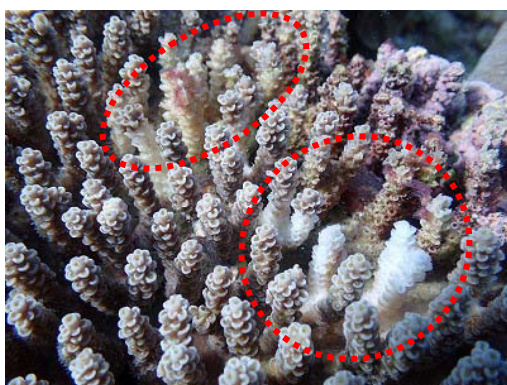
移植 24 ヶ月後及び移植 30 ヶ月後において、移植サンゴ及び自然サンゴに白化や病気の群体は確認されなかった。

③ 海藻類

海藻類は、移植 24 ヶ月後及び移植 30 ヶ月後では無節サンゴモ類、イワノカワ科等が被度 50～60% でみられた。いずれの時期も、サンゴを覆って成長を阻害するような海藻類の繁茂はみられなかった（表ー4.2.20）。

④ サンゴ食生物の状況

移植 24 ヶ月後には、サンゴ食生物であるオニヒトデは確認されなかったものの、サンゴ食巻貝類のシロレイシダマシ類による食害が僅かにみられた（図ー 4.2.32）。一方、移植 30 ヶ月後には、サンゴ食巻貝類のシロレイシダマシ類による食害が散見され、食害によって死亡したと思われる群体や、群体の根元部を中心に食害を受けた群体が一部でみられた。確認したシロレイシダマシ類は可能な限り駆除した（表ー 4.2.20）。



図ー 4.2.32 シロレイシダマシ類による食害状況（左）と駆除状況（右）

⑤ ソフトコーラル類

ソフトコーラル類は、移植 24 ヶ月後及び移植 30 ヶ月後において、カタトサカ属やウネタケ属等が被度 10% でみられた。サンゴを覆って成長を阻害するウミアザミ科等のソフトコーラル類の繁茂はみられなかった（表－4.2.20）。

⑥ 台風による攪乱

移植 30 ヶ月後において、移植サンゴや自然サンゴに流出や破損した群体が確認された。これは、移植 30 ヶ月後調査の実施前に当該海域に接近した台風 24、25 号の高波浪による影響と考えられる。

表－ 4.2.20 概略調査結果概要

| 調査期日 | | 移植前 | 移植直後 | 1ヵ月後 | 3ヵ月後 | 6ヵ月後 | 12ヵ月後 | 18ヵ月後 | 24ヵ月後 | 30ヵ月後 |
|----------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 平成28年6月20日 | 平成28年6月22日 | 平成28年7月29日 | 平成28年9月30日 | 平成28年12月13日 | 平成29年7月26日 | 平成29年12月15日 | 平成30年6月22日 | 平成30年12月4日 |
| 地形・底質 | 水深(m) | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m |
| | 底質概観 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 |
| 浮泥の堆積状況 | | I | I | I | II | I | II | I | II | I |
| 濁りの状況 | | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし |
| サンゴ類 | 総被度 | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 15% | 15% |
| | 死滅部の割合 | <1% | <1% | <5% | <5% | <1% | <1% | <1% | <1% | <1% |
| | 主な出現種 | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) | ハマキソコノ属(塊状) |
| | 出現種数 | 38 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 44 | 55 | 56 |
| | 移植サ ンゴ | - | 124 | 100 | 87 | 78 | 48 | 41 | 37 | 29 |
| | 死滅サ ンゴ | - | 0 | 24 | 35 | 44 | 74 | 78 | 80 | 87 |
| | 固着状況(流出群体系数) | - | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 5 | 7 | 8 |
| 食害の状況 | 白化の状況 | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| | 破損の状況 | なし | なし | なし | なし | 魚類の食痕あり | 魚類の食痕あり | 魚類の食痕あり | 魚類の食痕あり | 魚類の食痕あり |
| | 病気の状況 | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし |
| | オニヒトデ | なし | なし | 食痕あり | なし | なし | 食痕あり | なし | なし | なし |
| | サンゴ食巻貝 | I | I | I | I | I | I | I | I | II |
| 海藻類の繁茂状況 | 全体被度 | 65% | 65% | 65% | 55% | 65% | 65% | 60% | 60% | 50% |
| | 主な出現種 | イワカワ科 20% アミジノクサ属 20% | イワカワ科 20% アミジノクサ属 20% | イワカワ科 20% アミジノクサ属 20% | イワカワ科 15% アミジノクサ属 15% | イワカワ科 15% アミジノクサ属 10% | イワカワ科 10% カニノテ属 10% | イワカワ科 10% 無節サソギモ類 10% | アミジノクサ属 <5% イワカワ科 10% | アミジノクサ属 <5% イワカワ科 10% |
| ソフトコーラル類 | 全体被度 | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| | 主な出現種 | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 5% | カタサカ属 5% ウネケ属 <5% | カタサカ属 5% ウネケ属 <5% |

注) 1. 水深は那覇港湾験潮所基準面上(+)1.34mを基準とした。

2. 被度：<1%、<5%、それ以上を5%ピッチで示す。

3. 浮泥堆積状況：「I：海底面をはたいても濁らない、II：はたくと濁る、III：浮泥がまばらに堆積している、IV：浮泥が一樣に（厚く）堆積している」

4. 白化の段階：「I：<1%、II：1～10%、III：10～50%、IV：50～90%、V：>90%」

5. サンゴ食巻貝類によるサソギモ類の食害：I（食痕目立たない）、II（食害のある群体が散見）、III（大きく食害のある群体が目立つが100個体以上の貝集団はみられない）、IV（斃死群体が目立ち、貝集団が散見される）

表ー 4.2.21 サンゴ類の出現状況

| No. | 科 | 学名 | 調査時期 | 平成28年 | | | | | 平成29年 | | 平成30年 | |
|------------|------------|---------------------------------|--------------------------|--------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 6月 | 6月 | 7月 | 9月 | 12月 | 7月 | 12月 | 6月 | 12月 |
| | | | | 移植前 | 移植直後 | 1ヵ月後 | 3ヵ月後 | 6ヵ月後 | 12ヵ月後 | 18ヵ月後 | 24ヵ月後 | 30ヵ月後 |
| | | | | 総被度 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 |
| | | | | 死滅部の割合 | r | r | + | + | r | r | r | r |
| 種名 / 白化の割合 | | | | 0 | 0 | r | r | r | 0 | 0 | r | |
| 1 | ハナギササンゴ | <i>Pocillopora damicornis</i> | ハナギササンゴ | | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 2 | | Pocilloporidae | ハナギササンゴ 科 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 3 | ミト`リイ | <i>Montipora</i> sp. | モンサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 4 | | <i>Acropora gemmifera</i> | アカヒビ`ミト`リイ | | | | | | r | r | r | r |
| 5 | | <i>Acropora digitifera</i> | コヒビ`ミト`リイ | | | | | | | r | r | r |
| 6 | | <i>Acropora muricata</i> | スキ`ノギミト`リイ | | | | | | | | r | r |
| 7 | | <i>Acropora tenuis</i> | ウスダ`ミト`リイ | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 8 | | <i>Acropora cytherea</i> | ハナハ`チミト`リイ | | | | | | | | r | r |
| 9 | | <i>Acropora hyacinthus</i> | クシハダ`ミト`リイ | | | | | | | r | r | r |
| 10 | | <i>Acropora nana</i> | スダ`ミト`リイ | | | | | | | | | r |
| 11 | | <i>Acropora nasuta</i> | ハナカ`サミト`リイ | | | | | | | | r | r |
| 12 | | <i>Acropora valida</i> | ホソエダ`ミト`リイ | | | | | | | | r | r |
| 13 | | <i>Acropora secale</i> | トゲホソエダ`ミト`リイ | | | | | | | | r | r |
| 14 | | <i>Acropora donei</i> | <i>Acropora donei</i> | | | | | | | r | r | r |
| 15 | | <i>Acropora</i> sp. | ミト`リイ属 | r | r | r | r | r | + | + | r | r |
| 16 | ハマサンゴ | <i>Porites cylindrica</i> | ユビ`エダ`ハマサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 17 | | <i>Porites lichen</i> | ベ`コハマサンゴ | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 18 | | <i>Porites rus</i> | バ`ヲハマサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 19 | | <i>Porites</i> sp. (massive) | ハマサンゴ 属(塊状) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 20 | | <i>Porites</i> sp. (encrusting) | ハマサンゴ 属(被覆状) | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 21 | ヤスリサンゴ | <i>Psammocora contigua</i> | ヤスリミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 22 | | <i>Psammocora profundacella</i> | アミサンゴ | | | | | | | r | r | r |
| 23 | ヒラフサンゴ | <i>Pavona</i> sp. | シロサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 24 | クサビ`ライシ | <i>Fungia fungites</i> | シタギ`ラクサビ`ライシ | | | | | | | | | r |
| 25 | | <i>Lithophyllon lobata</i> | ミナカリフサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 26 | ヒ`ワカ`ライシ | <i>Galaxea fascicularis</i> | アサ`ミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 27 | ウミバ`ラ | <i>Echinophyllia orpheensis</i> | アバ`レキカサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 28 | | <i>Pectinia paeonia</i> | レスウミバ`ラ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 29 | オオトゲ`サンゴ | <i>Lobophyllia</i> sp. | ハナカ`タサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 30 | | <i>Symphyllia recta</i> | ホリダ`イノサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 31 | ササ`ナミサンゴ | <i>Hydnophora rigida</i> | エダ`イボ`サンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 32 | | <i>Hydnophora exesa</i> | トゲ`イボ`サンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 33 | | <i>Merulina ampliata</i> | ササ`ナミサンゴ | | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 34 | キクメイシ | <i>Caulastrea furcata</i> | ササ`レカバ`ネサンゴ | | | | | | | | r | r |
| 35 | | <i>Favia pallida</i> | ウスチキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | + | + |
| 36 | | <i>Favia truncatus</i> | <i>Favia truncatus</i> | | | | | | | | | r |
| 37 | | <i>Favia</i> sp. | キクメイシ属 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 38 | | <i>Barabattoia amicorum</i> | バ`ヲバ`ツトサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 39 | | <i>Favites abdita</i> | カミコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 40 | | <i>Favites halicora</i> | マカミコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 41 | | <i>Favites stylifera</i> | <i>Favites stylifera</i> | | | | | | | | | r |
| 42 | | <i>Favites</i> sp. | カミコキクメイシ属 | | | | | | | | | r |
| 43 | | <i>Goniastrea edwardsi</i> | ヒラカミコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 44 | | <i>Goniastrea pectinata</i> | コカミコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 45 | | <i>Goniastrea</i> sp. | コカミコキクメイシ属 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 46 | | <i>Platygyra daedalea</i> | ヒラノサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 47 | | <i>Platygyra</i> sp. | ノノサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 48 | | <i>Leptoria phrygia</i> | ナカ`レサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 49 | | <i>Montastrea curta</i> | マカキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 50 | | <i>Montastrea valenciennesi</i> | タカキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 51 | | <i>Leptastrea purpurea</i> | ムシサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 52 | | <i>Cyphastrea chalcidicum</i> | コトゲ`キクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 53 | | <i>Cyphastrea microphthalma</i> | トゲ`キクメイシ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 54 | | <i>Echinopora gemmacea</i> | オオリュウキユウキカサンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 55 | ネサンゴ | <i>Turbinaria frondens</i> | ウネリ`スリバ`チサンゴ | | | | | r | r | r | r | r |
| 56 | | <i>Turbinaria reniformis</i> | ヨコミ`スリバ`チサンゴ | | | | | | | | r | r |
| 57 | アササンゴ | <i>Helipora coerulea</i> | アササンゴ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 58 | アササンゴ`モト`キ | <i>Millepora exaesa</i> | カシボ`クアササンゴ`モト`キ | r | r | r | r | r | r | r | r | r |
| 59 | | <i>Millepora</i> sp. | アササンゴ`モト`キ 属 | | | r | r | r | r | r | r | r |
| 出現種類数 | | | | 38 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 44 | 55 | 56 |

注) 1. 被度は「%」で示す。

2. 「r」: 1%未満、「+」: 5%未満、数値は5%ビッチで示す。

イ) 平成 27 年度設置の着床具

(a) 移植サンゴのモニタリング（平成 27 年度試験）

a) 調査日

移植 12 ヶ月後モニタリング : 平成 30 年 6 月 22 日

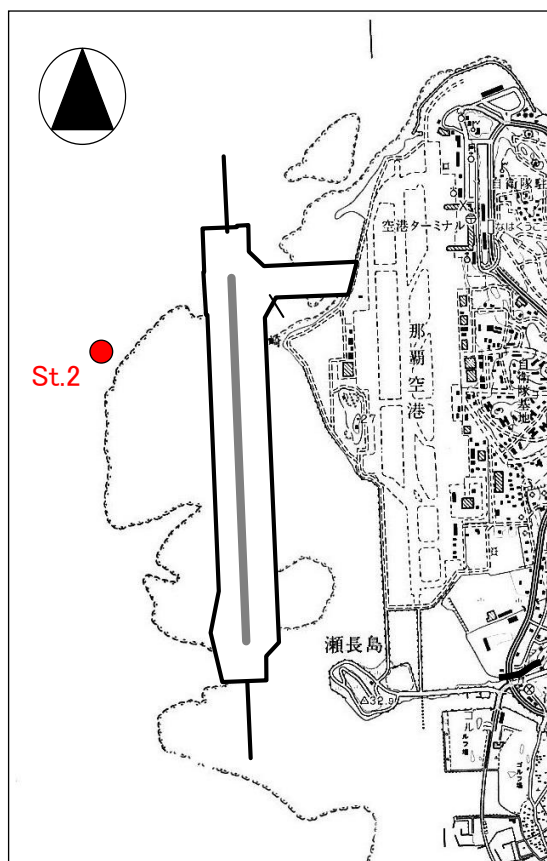
移植 18 ヶ月後モニタリング : 平成 30 年 12 月 3 日

b) 調査位置

調査位置を表－ 4.2.22、図－ 4.2.33 に示す。

表－ 4.2.22 調査位置

| 地点名 | 緯度 | 経度 | 備考 |
|-------|-------------------------|----|----------------|
| St. 2 | 重要種保護のため 位置情報は表示しない。 | | 平成 27 年度設置の着床具 |



図－ 4.2.33 調査位置

c) 調査結果

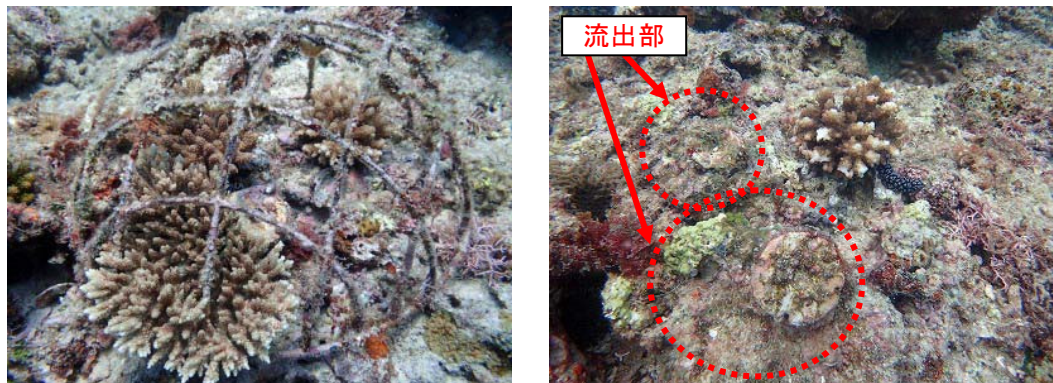
① サンゴ生息状況

サンゴ類の総被度は、移植直後から移植 18 ヶ月後を通して 20% であり変化はみられなかった。出現種類数は移植前には 60 種類であり、移植によって移植直後には 61 種類へと 1 種類（ハナヤサイサンゴ属）増加した。その後、移植 12 ヶ月後まで出現種類数は 59～61 種類であり大きな変化はみられなかったが、移植 18 ヶ月後には 67 種に増加した。この増加は移植した小型サンゴ及び自然サンゴが、成長に伴い種レベルでの同定が可能となったためである。

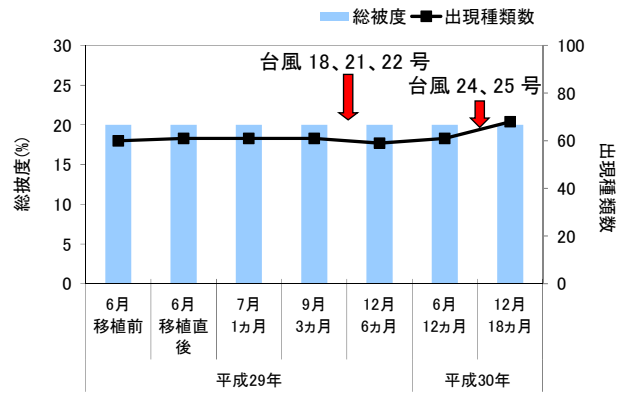
移植サンゴ生存群体数は、移植直後には 70 群体であったが、移植 12 ヶ月後には 51 群体（生残率 73%）、移植 18 ヶ月後には 36 群体（生残率 51%）であった（図－ 4.2.36、表－ 4.2.23）。

これまで、当該海域周辺では移植直後に相当する平成 28 年 6 月から継続してオニヒトデ及びその食跡が確認されており、当該地点の移植サンゴもミドリイシ属を中心にオニヒトデによる食害を受けたと考えられる。移植 12 ヶ月後及び移植 18 ヶ月後には、オニヒトデやサンゴ食巻貝類等による目立った食害は確認されなかったものの、今後も注意が必要である。

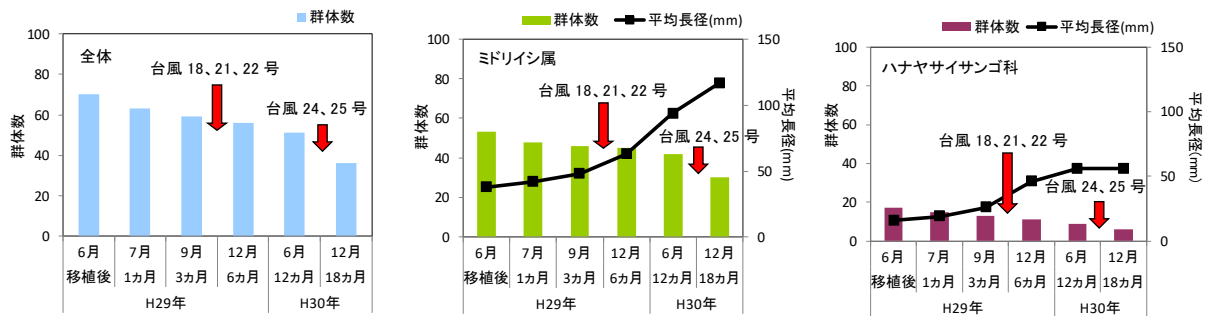
また、移植 18 ヶ月後には、当該海域に接近した台風 24、25 号の高波浪による転石の衝突や基盤損壊によって、群体の破損や流出がみられており、生残率の低下にはこの台風の影響が大きいと考えられる（図－ 4.2.34）。



図－ 4.2.34 流出が確認されたサンゴ（左：移植 12 ヶ月後 右：移植 18 ヶ月後）



図－ 4.2.35 サンゴ類の総被度と出現種類数



図－ 4.2.36 移植サンゴの種類別生存群体数の変化

表－ 4.2.23 移植サンゴの種類別生存群体数の変化

| 調査時期 | | | 全体 | | ミドリイシ属 | | | ハナヤサイサンゴ科 | | |
|--------|-----|-------|-----|--------|--------|--------|----------|-----------|--------|----------|
| | | | 群体数 | 生残率(%) | 群体数 | 生残率(%) | 平均長径(mm) | 群体数 | 生残率(%) | 平均長径(mm) |
| 平成29年度 | 6月 | 移植直後 | 70 | 100 | 53 | 100 | 38 | 17 | 100 | 16 |
| | 7月 | 1ヵ月後 | 63 | 90 | 48 | 91 | 42 | 15 | 88 | 19 |
| | 9月 | 3ヵ月後 | 59 | 84 | 46 | 87 | 48 | 13 | 76 | 26 |
| | 12月 | 6ヵ月後 | 56 | 80 | 45 | 85 | 63 | 11 | 65 | 46 |
| 平成30年度 | 6月 | 12ヵ月後 | 51 | 73 | 41 | 77 | 94 | 9 | 53 | 56 |
| | 12月 | 18ヵ月後 | 36 | 51 | 30 | 57 | 117 | 6 | 35 | 56 |

注) 調査枠 (4m×4m) の範囲内の結果を示す。

② サンゴ食生物の状況

移植 12 ヶ月後及び移植 18 ヶ月後において、サンゴ食巻貝類の食痕は目立たない程度であり、オニヒトデは確認されなかった（表－ 4.2.24）。

③ 白化・病気

移植 12 ヶ月後及び移植 18 ヶ月後において、移植サンゴ及び自然サンゴに、目立った白化や病気の群体は確認されなかった（表－ 4.2.24）。

④ 台風による攪乱

移植 18 ヶ月後において、移植サンゴや自然サンゴに流出や破損した群体が確認された。これは、当該海域に接近した台風 24、25 号の高波浪による影響と考えられる。

⑤ 海藻類

海藻類は、移植 12 ヶ月後及び移植 18 ヶ月後において、無節サンゴモ類等が被度 50% でみられた。サンゴを覆って成長を阻害するような海藻類の繁茂はみられなかった（表－ 4.2.24）。

⑥ ソフトコーラル類

ソフトコーラル類は、移植 12 ヶ月後ではウネタケ属やカタトサカ属等が被度 5% でみられ、移植 18 ヶ月後にはウネタケ属やカタトサカ属等が被度 5% 未満でみられた。サンゴを覆って成長を阻害するウミアザミ科等のソフトコーラル類の繁茂はみられなかった（表－ 4.2.24）。

表－ 4.2.24 概略調査結果

| 調査地点 | | 移植前 | 移植直後 | 移植1ヵ月後 | 移植3ヵ月後 | 移植6ヵ月後 | 移植12ヵ月後 | 移植18ヵ月後 |
|----------|------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 地形・底質 | 調査期日 | 平成29年6月23日 | 平成29年6月28日 | 平成29年7月26日 | 平成29年9月19日 | 平成29年12月15日 | 平成30年6月22日 | 平成30年12月3日 |
| | 水深(m) | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m | 3.7m |
| | 底質概観 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 |
| 浮泥の堆積状況 | | I | I | II | I | I | II | I |
| 潮りの状況 | | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし |
| サンゴ類 | 総被度 | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| | 死滅部の割合 | <5% | <5% | <5% | <5% | <1% | <1% | <1% |
| | 主な出現種 | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし |
| | 出現種数 | 60 | 61 | 61 | 61 | 59 | 61 | 67 |
| | 移 植 | 0 | 70 | 63 | 59 | 56 | 51 | 36 |
| | 生存群数 | 0 | 0 | 7 | 11 | 14 | 19 | 19 |
| | 死滅群数 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| | サンゴ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| | 固着状況(流出群数) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| | 白化の状況 | I | I | I | II | I | I | I |
| 食害の状況 | 破損の状況 | なし | なし | なし | なし | なし | なし | あり |
| | 病気の状況 | なし | なし | なし | なし | なし | なし | なし |
| | オニヒトデ | なし | なし | 食害あり | なし | なし | なし | なし |
| | サンゴ食巻貝 | I | I | I | I | I | I | I |
| | 全体被度 | 45% | 45% | 40% | 40% | 40% | 50% | 50% |
| 海藻類の繁茂状況 | 主な出現種 | 無節サゴモ類<5% ワデガテミ | 無節サゴモ類<5% ワデガテミ | カニワ属5% 無節サゴモ類 | カニワ属5% ワデガテミ | 無節サゴモ類5% アミミカサ属 | 無節サゴモ類15% ワカサ科 | 無節サゴモ類15% ワカサ科 |
| | 全体被度 | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | <5% |
| ゾフトコーラル類 | 主な出現種 | ワネサ属<5% カササカ属 | ワネサ属<5% カササカ属 | ワネサ属<5% カササカ属 | ワネサ属<5% カササカ属 | ワネサ属<5% カササカ属 | ワネサ属<5% カササカ属 | ワネサ属<5% カササカ属 |

注) 1. 水深は那覇湾駿瀬所基準面上(+)1.34mを基準とした。

2. 被度：<1%、<5%、それ以上を5%ピッチで示す。

3. 浮泥堆積状況：「I」：海底面をのりでも濁らない、II：はたとく濁る、III：浮泥がまばらに堆積している、IV：浮泥が一樣に（厚く）堆積している」

4. 白化の段階：「I」：<1%、II：1～10%、III：10～50%、IV：50～90%、V：>90%」

5. サンゴ食巻貝類によるサゴ類の食害：I（食痕目立たない）、II（食害のある群集が散見）、III（大きく食害のある群集が目立つ）100個体以上の貝集団はみられない、IV（斃死群集が目立ち、貝集団が散見される）

6. 総個体数は、CR法の観察結果をもとに、rr（1～5）：3、r（6～20）：12.5、+（21～50）：35、c（51～100）：75、c c（>101）：125で換算後合計し、

小数点以下を四捨五入した値を示す。

表ー 4. 2. 25 サンゴ類の出現状況

| No. | 科 | 学名 | 調査時期 | 平成29年 | 平成29年 | 平成29年 | 平成29年 | 平成29年 | 平成30年 | 平成30年 |
|-------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 6月 | 6月 | 7月 | 9月 | 12月 | 6月 | 12月 |
| | | | | 移植前 | 移植直後 | 1ヵ月後 | 3ヵ月後 | 6ヵ月後 | 12ヵ月後 | 18ヵ月後 |
| | | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | | 総被度 | | | | | | | |
| | | | 死滅部の割合 | + | + | + | + | + | r | r |
| | | | 種名 / 白化の割合 | 0 | 0 | <1% | 5% | <1% | <1% | <1% |
| 1 | ハナサヤサンゴ | <i>Pocillopora</i> sp. | ハナサヤサンゴ 属 | | r | r | r | r | r | r |
| 2 | ミト [*] リイシ | <i>Acropora gemmifera</i> | オヤビ [*] ミト [*] リイシ | | | | | | | r |
| 3 | | <i>Acropora verweyi</i> | <i>Acropora verweyi</i> | r | r | r | r | r | r | r |
| 4 | | <i>Acropora intermedia</i> | トゲ [*] スキ [*] ミト [*] リイシ | | | | | | | r |
| 5 | | <i>Acropora muricata</i> | スキ [*] ノキミト [*] リイシ | | | | | | r | r |
| 6 | | <i>Acropora microphthalma</i> | コエタ [*] ミト [*] リイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 7 | | <i>Acropora selago</i> | タチハナガ [*] サミト [*] リイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 8 | | <i>Acropora hyacinthus</i> | クシハタ [*] ミト [*] リイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 9 | | <i>Acropora nana</i> | スゲ [*] ミト [*] リイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 10 | | <i>Acropora nasuta</i> | ハナガ [*] サミト [*] リイシ | | | | | | r | r |
| 11 | | <i>Acropora secale</i> | トゲ [*] ホソエタ [*] ミト [*] リイシ | | | | | | r | r |
| 12 | | <i>Acropora</i> sp. (arborescent) | ミト [*] リイシ属(樹枝状) | r | r | r | r | r | r | r |
| 13 | ハマサンゴ | <i>Porites lobata</i> | フカア [*] ハマサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 14 | | <i>Porites lichen</i> | ヘ [*] コハマサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 15 | | <i>Porites</i> sp. (massive) | ハマサンゴ 属(塊状) | + | + | + | + | + | + | + |
| 16 | | <i>Porites</i> sp. (encrusting) | ハマサンゴ 属(被覆状) | + | + | + | + | + | + | + |
| 17 | | <i>Porites</i> sp. | ハマサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 18 | ヤスリサンゴ | <i>Psammocora contigua</i> | ヤッコアミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 19 | | <i>Psammocora haimeana</i> | トゲ [*] アミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 20 | | <i>Psammocora profundacella</i> | アミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 21 | ヒラフキサンゴ | <i>Pachyseris rugosa</i> | シワリュウモンサンゴ | r | r | r | r | | | |
| 22 | クサビ [*] ライシ | <i>Lithophyllon lobata</i> | ミナミカワラサンゴ | r | r | r | r | | | |
| 23 | ビ [*] リガ [*] ライシ | <i>Galaxea fascicularis</i> | アサ [*] ミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 24 | ウミハ [*] ラ | <i>Echinophyllia aspera</i> | キョウサンゴ | | | | | | r | r |
| 25 | | <i>Echinophyllia orpheensis</i> | アハ [*] レキョウサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 26 | | <i>Mycedium elephantotus</i> | ウスカミサンゴ | r | r | r | r | r | | |
| 27 | | <i>Pectinia paeonia</i> | レースウミハ [*] ラ | r | r | r | r | r | r | r |
| 28 | オオトゲ [*] サンゴ | <i>Lobophyllia hemprichii</i> | オオハナガ [*] タサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 29 | | <i>Lobophyllia corymbosa</i> | マルハナガ [*] タサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 30 | | <i>Lobophyllia</i> sp. | ハナガ [*] タサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 31 | | <i>Symphyllia recta</i> | ホソタ [*] イノウサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 32 | | <i>Symphyllia</i> sp. | タ [*] イノウサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 33 | ササ [*] ナミサンゴ | <i>Hydnophora rigida</i> | エダ [*] イボ [*] サンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 34 | | <i>Hydnophora exesa</i> | トゲ [*] イボ [*] サンゴ | | | | | | | r |
| 35 | | <i>Merulina ampliata</i> | ササ [*] ナミサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 36 | キクメイシ | <i>Caulastrea furcata</i> | ネジ [*] レタハ [*] ネサンゴ | | | | | | r | r |
| 37 | | <i>Favia pallida</i> | ウスチャキクメイシ | + | + | + | + | + | + | + |
| 38 | | <i>Favia speciosa</i> | キクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 39 | | <i>Favia fava</i> | スホ [*] ミクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 40 | | <i>Favia matthaii</i> | アラキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 41 | | <i>Favia veroni</i> | アハ [*] レキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 42 | | <i>Favia truncatus</i> | <i>Favia truncatus</i> | | | | | | | r |
| 43 | | <i>Favia</i> sp. | キクメイシ属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 44 | | <i>Barabattoia amicorum</i> | ハ [*] ラハ [*] ットサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 45 | | <i>Favites abditia</i> | カメノコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 46 | | <i>Favites halicora</i> | マルカメノコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 47 | | <i>Favites pentagona</i> | ゴ [*] カクキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 48 | | <i>Favites</i> sp. | カメノコキクメイシ属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 49 | | <i>Goniastrea retiformis</i> | コモンキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 50 | | <i>Goniastrea edwardsi</i> | ヒラカメノコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 51 | | <i>Goniastrea deformis</i> | ミダ [*] レカメノコキクメイシ | r | r | r | r | r | | |
| 52 | | <i>Goniastrea pectinata</i> | コカメノコキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 53 | | <i>Goniastrea</i> sp. | コカメノコキクメイシ属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 54 | | <i>Platygyra daedalea</i> | ヒラノウサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 55 | | <i>Platygyra lamellina</i> | ノウサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 56 | | <i>Platygyra pini</i> | ヒメノウサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 57 | | <i>Platygyra contorta</i> | ミダ [*] レノウサンゴ | | | | | | | r |
| 58 | | <i>Favites stvifera</i> | <i>Favites stvifera</i> | r | r | r | r | r | r | r |
| 59 | | <i>Platygyra</i> sp. | ノウサンゴ 属 | r | r | r | r | r | r | r |
| 60 | | <i>Leptoria phrygia</i> | ナガ [*] レサンゴ | r | r | r | r | r | | |
| 61 | | <i>Montastrea curta</i> | マルキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 62 | | <i>Montastrea annuligera</i> | ルリマルキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 63 | | <i>Montastrea magnistellata</i> | オオマルキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 64 | | <i>Montastrea valenciennesi</i> | タカキクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 65 | | <i>Leptastrea purpurea</i> | ルリサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 66 | | <i>Leptastrea transversa</i> | アラルリサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 67 | | <i>Cyphastrea serailia</i> | フカトゲ [*] キクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 68 | | <i>Cyphastrea microphthalma</i> | トゲ [*] キクメイシ | r | r | r | r | r | r | r |
| 69 | | <i>Echinopora lamellosa</i> | リュウキュウキョウサンゴ | | | | | | | r |
| 70 | キサンゴ | <i>Turbinaria mesenterina</i> | スリハ [*] チサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 71 | アオサンゴ | <i>Helipora coerulea</i> | アオサンゴ | r | r | r | r | r | r | r |
| 72 | アササンゴ [*] モト [*] キ | <i>Millepora exaesa</i> | カンホ [*] クアサンゴ [*] モト [*] キ | r | r | r | r | r | r | r |
| 出現種類数 | | | | 60 | 61 | 61 | 61 | 59 | 61 | 67 |

注) 1. 被度は「%」で示す。

2. 「r」: 1%未満、「+」: 5%未満、数値は5%ビッチで示す。

ウ) 平成 28 年度設置の着床具

(a) 成育サンゴの移植

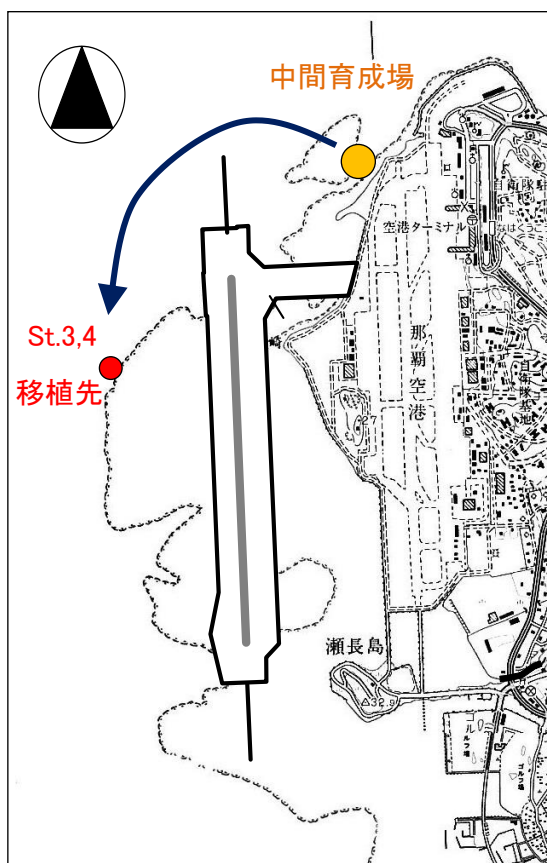
a) 移植位置

調査位置を表－ 4.2.26、図－ 4.2.37 に示す。

平成 28 年度に設置し、その後中間育成場で育成中の着床具に着床したサンゴを対象とし、生存が確認されたサンゴを St.3、4 へ運搬し、移植した。

表－ 4.2.26 調査位置

| 地点名 | | 緯度 | 経度 | 備考 |
|-------|------|-------------------------|----|-------------|
| 中間育成場 | | 重要種保護のため 位置情報は表示しない。 | | |
| 移植先 | St.3 | | | 平成 30 年度移植先 |
| | St.4 | | | |



図－ 4.2.37 調査位置

b) 移植方法

●移植先の設定

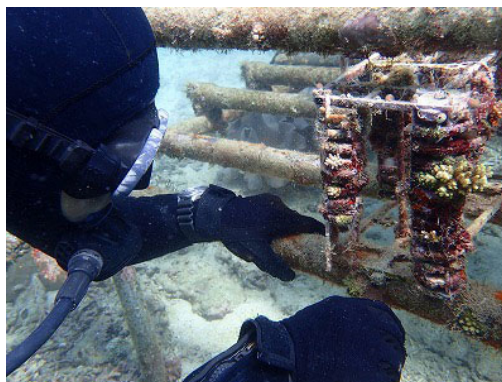
- ・平成 28 年度移植先 (St. 1) 周辺を踏査し、主な移植サンゴであるミドリイシ属が分布し、十分な移植スペースが確保できる岩盤底を移植先 St. 3、St. 4 に設定した。St. 3 は St. 1 の約 10m 北東に位置し、St. 4 は St. 1 の約 15m 北に位置する。

●移植先の設定

- ・中間育成場において、着床具にサンゴが着床しているのを確認し (図ー 4. 2. 38)、着床具ケースをダイバーが丁寧にパイプ枠から取り外した (図ー 4. 2. 39)。
- ・取り外した着床具ケースを船上に引き上げ、船上に設置した水槽に収容して移植先まで速やかに運搬した (図ー 4. 2. 40、図ー 4. 2. 41)。
- ・運搬中は、水槽をブルーシートで覆うことで水温の上昇や直射日光の照射を防止し、可能な限りサンゴへのストレスを軽減するよう努めた (図ー 4. 2. 41)。
- ・運搬は、工事近傍や浅所を横断する必要が生じるため、安全監視船により警戒作業を行い安全に配慮しながら実施した。
- ・移植先に到着後、速やかに着床具ケースを水槽から取り出し、海底に降ろした。



図ー 4. 2. 38 着床具に着床したサンゴの状況 (中間育成場)



図ー 4. 2. 39 パイプ枠から着床具ケースの取り外し



図ー 4.2.40 着床具ケースの船上引き上げ



図ー 4.2.41 船上の水槽に収容して運搬

●移植作業

- ・運搬した着床具ケースを解体し、着床サンゴの種類と数量を海底で確認した（図ー 4.2.42）。
- ・移植先に 4m×4m の移植枠を敷設し、移植枠内において、微地形や既存サンゴに留意しながら、基盤面にエアドリルで 1 m²あたり 10 穴ずつを目安に穿孔した（図ー 4.2.42）。
- ・穿孔後、エアブラシで付着海藻および砂粒等を除去した（図ー 4.2.43）。
- ・掃除した基盤面に水中ボンドで着床具を固定した（図ー 4.2.43）。
- ・魚類による食害を防止するため、移植したサンゴ全てに食害防止カゴを設置した（図ー 4.2.44）。
- ・1 カゴあたり移植着床具は 3～4 個とし、1 カゴ内のサンゴは同じ種類になるよう寄せ植えを行った。
- ・着床具ケースに着床したサンゴについては、着床具に針金で固定し、移植種苗として活用した（図ー 4.2.45）。



図ー 4.2.42 着床サンゴの種類と数量の確認（左）とエアドリルによる穿孔（右）



図ー 4.2.43 エアブラシによる岩盤清掃（左）と着床具の固定（右）



図ー 4.2.44 食害防止カゴの設置（左）と移植状況（右）



図ー 4.2.45 着床具ケースに着床したサンゴ（左）と針金固定したサンゴ（右）

c) 移植結果

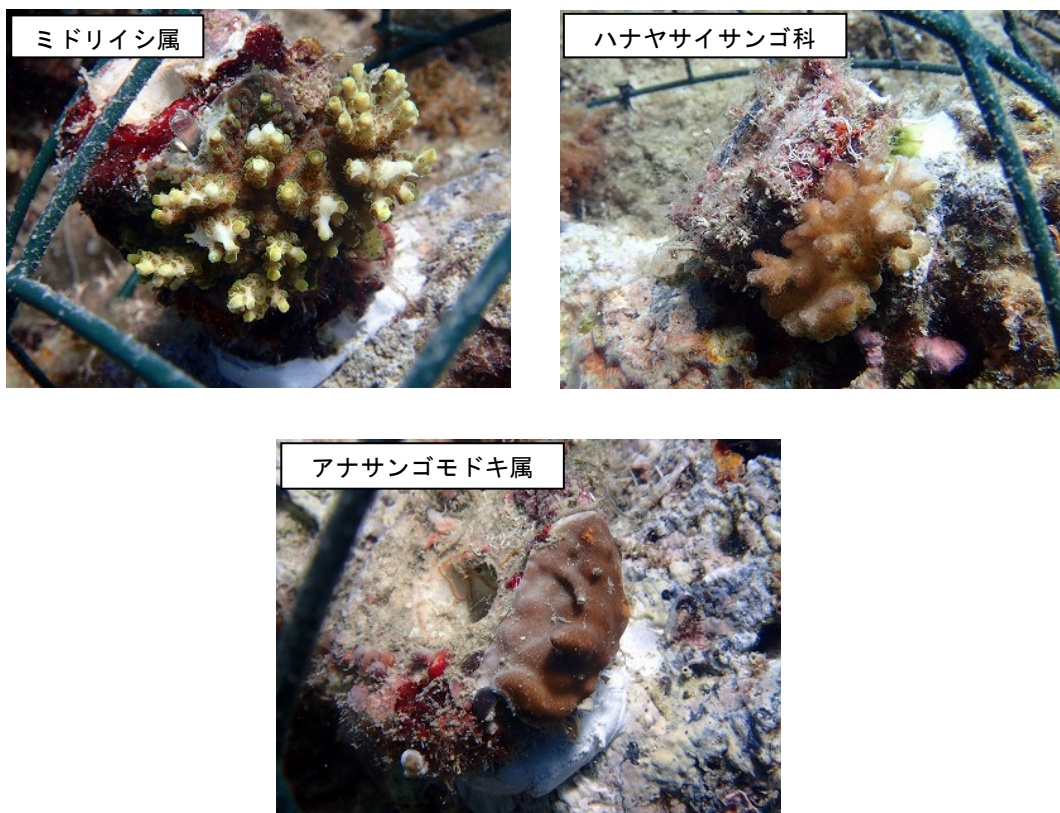
移植実績を表－ 4.2.27 に、移植したサンゴ種苗の例を図－ 4.2.46 に示す。

移植した着床具は 178 個であり、それに着床していたサンゴは 182 群体であった（2つの着床具においてそれぞれミドリイシ属 2 群体又は 3 群体の着床がみられた）。

内訳は、ミドリイシ属が 129 群体、ハナヤサイサンゴ科が 44 群体、アナサンゴモドキ属が 7 群体、ハマサンゴ属が 1 群体、キクメイシ科が 1 群体であった。このうち、針金固定で移植種苗として活用したサンゴはミドリイシ属の 25 群体とハナヤサイサンゴ科の 5 群体であった。

表－ 4.2.27 移植サンゴ群体数

| 種類 | St. 3 | St. 4 | 計 |
|-----------|-------|-------|-----|
| ミドリイシ属 | 111 | 18 | 129 |
| ハナヤサイサンゴ科 | 37 | 7 | 44 |
| アナサンゴモドキ属 | 5 | 2 | 7 |
| ハマサンゴ属 | 1 | 0 | 1 |
| キクメイシ科 | 1 | 0 | 1 |
| 計 | 155 | 27 | 182 |



図－ 4.2.46 移植したサンゴ種苗の例

(b) 移植サンゴのモニタリング（平成 28 年度試験）

a) 調査日

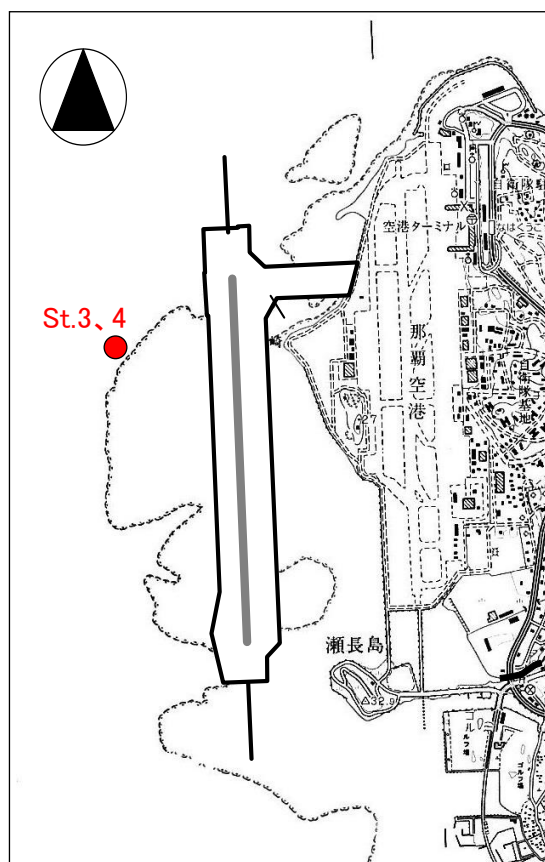
| | |
|----------------|--------------------|
| 移植直後モニタリング | : 平成 30 年 6 月 28 日 |
| 移植 1 ヶ月後モニタリング | : 平成 30 年 7 月 26 日 |
| 移植 3 ヶ月後モニタリング | : 平成 30 年 10 月 9 日 |
| 移植 6 ヶ月後モニタリング | : 平成 30 年 12 月 3 日 |

b) 調査位置

調査位置を表－ 4.2.28、図－ 4.2.47 に示す。

表－ 4.2.28 調査位置

| 地点名 | | 緯度 | 経度 |
|-----|-------|-------------------------|----|
| 移植先 | St. 3 | 重要種保護のため 位置情報は表示しない。 | |
| | St. 4 | | |



図－ 4.2.47 調査位置

c) 調査結果

① サンゴ生息状況

サンゴ類の総被度は、移植直後、移植 1 ヶ月後から移植 6 ヶ月後を通して 15%であり、変化はみられなかった。出現種類数は移植直後から移植 3 ヶ月後において 61~62 種類と大きな変化はみられなかった。

移植サンゴの生存群体数は、移植直後には 182 群体、移植 1 ヶ月後には 177 群体と、生残率は 97%と大きな変化はみられなかった（図－ 4.2.49、表－ 4.2.30）。

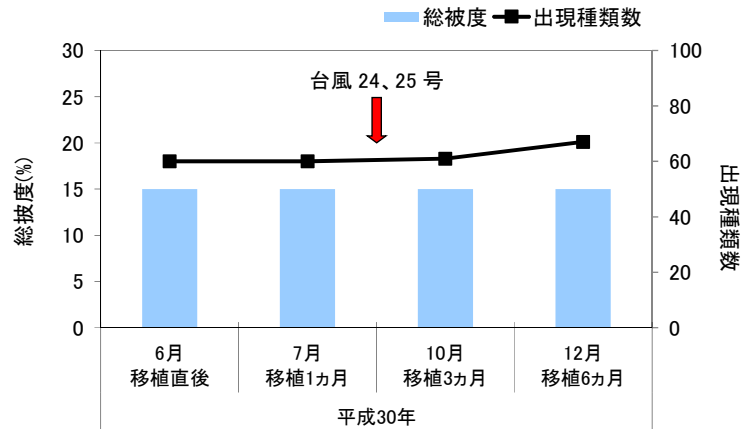
一方、移植 3 ヶ月後の生存群体数は 125 群体となり、生残率は 69%と低下した。生残率が低下した要因の 94% (52 群体中 49 群体) は、群体の流出によるものであった。移植 3 ヶ月後調査の実施前には、大型台風 24 号と 25 号が当該海域に接近しており、このうち台風 24 号の最接近時である 9 月 29 日には最大瞬間風速は 53.1m/s であり、同日の沿岸波浪実況図によると沖縄本島近海においても波高 13m の猛烈なしけとなっていた可能性があった。当該地点では、移植サンゴや天然サンゴが固着している岩盤ごと消失している状況や転石の移動等が確認されており、この台風接近時の高波浪の影響を受け、移植群体が流出したと考えられる（図－ 4.2.50）。

その後、移植 6 ヶ月後には生存群体数は 116 群体となり、生残率は 64%であった。

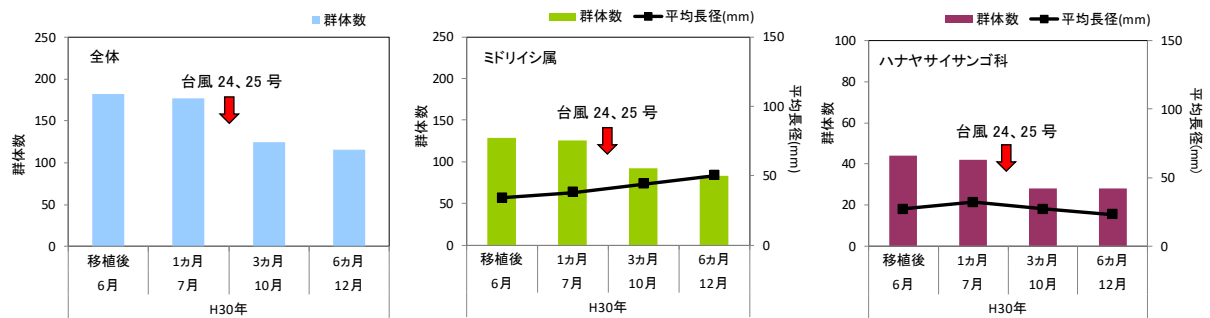
表－ 4. 2. 29 概略調査結果概要

| 調査期日 | | 移植直後 | 移植1ヵ月 | 移植3ヵ月 | 移植6ヵ月 |
|----------|---------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| | | 平成30年6月28日 | 平成30年7月26日 | 平成30年10月9日 | 平成30年12月3日 |
| 地形・底質 | 水深(m) | 3. 7m | 3. 7m | 3. 7m | 3. 7m |
| | 底質概観 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 | 岩盤 |
| 浮泥の堆積状況 | | Ⅱ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ |
| 濁りの状況 | | なし | なし | なし | なし |
| サンゴ類 | 総被度 | 15% | 15% | 15% | 15% |
| | 死滅部の割合 | <1% | <1% | <1% | <1% |
| | 主な出現種 | ハマサンコ [°] 属(塊状) 5% | ハマサンコ [°] 属(塊状) 5% | ハマサンコ [°] 属(塊状) 5% | ハマサンコ [°] 属(塊状) 5% |
| | 出現種類数 | 61 | 61 | 62 | 62 |
| | 移植 サン ゴ | 生存群体数 | 182 | 125 | 116 |
| | | 死滅群体数 | 0 | 10 | 14 |
| | | 固着状況(流出群体数) | 0 | 47 | 52 |
| | 白化の状況 | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ |
| | 破損の状況 | なし | なし | あり | あり |
| | 病気の状況 | なし | なし | なし | なし |
| 食害の状況 | オニヒトデ | なし | なし | なし | なし |
| | サンゴ食巻貝 | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ |
| 海藻類の繁茂状況 | 全体被度 | 40% | 35% | 35% | 40% |
| | 主な出現種 | 無節サンゴ [°] モ類 15% イワノカリ科 5% アミジ [°] グサ属 <5% | 無節サンゴ [°] モ類 10% イワノカリ科 5% アミジ [°] グサ属 <5% | 無節サンゴ [°] モ類 10% イワノカリ科 <5% テングサ [°] モト [°] キ属 <5% | イワノカリ科 5% 無節サンゴ [°] モ類 5% アミジ [°] グサ属 <5% |
| ソフトコーラル類 | 全体被度 | 5% | 5% | 5% | 5% |
| | 主な出現種 | カトサカ属 <5% ウネタケ属 <5% ウミキノ属 <1% | カトサカ属 <5% ウネタケ属 <5% ウミキノ属 <1% | カトサカ属 <5% ウネタケ属 <5% ウミキノ属 <1% | カトサカ属 <5% ウネタケ属 <5% ウミキノ属 <1% |

注) 1. 水深は那覇港湾験潮所基準面上(+)1.34mを基準とした。
2. 被度：<1%、<5%、それ以上を5%ピッチで示す。
3. 浮泥堆積状況：「Ⅰ：海底面をはたいても濁らない、Ⅱ：はたと濁る、Ⅲ：浮泥がまばらに堆積している、Ⅳ：浮泥が一様に（厚く）堆積している」
4. 白化の段階：「Ⅰ：<1%、Ⅱ：1～10%、Ⅲ：10～50%、Ⅳ：50～90%、Ⅴ：>90%」
5. サンゴ食巻貝類によるサンゴ[°]類の食害：Ⅰ（食痕目立たない）、Ⅱ（食害のある群体が散見）、
Ⅲ（大きく食害のある群体が目立つが100個体以上の貝集団はみられない）、Ⅳ（斃死群体が目立ち、貝集団が散見される）
6. 総個体数は、CR法の観察結果をもとに、rr（1～5）：3、r（6～20）：12.5、+（21～50）：35、c（51～100）：75、c c（>101）：125で換算後合計し、
小数点以下を四捨五入した値を示す。



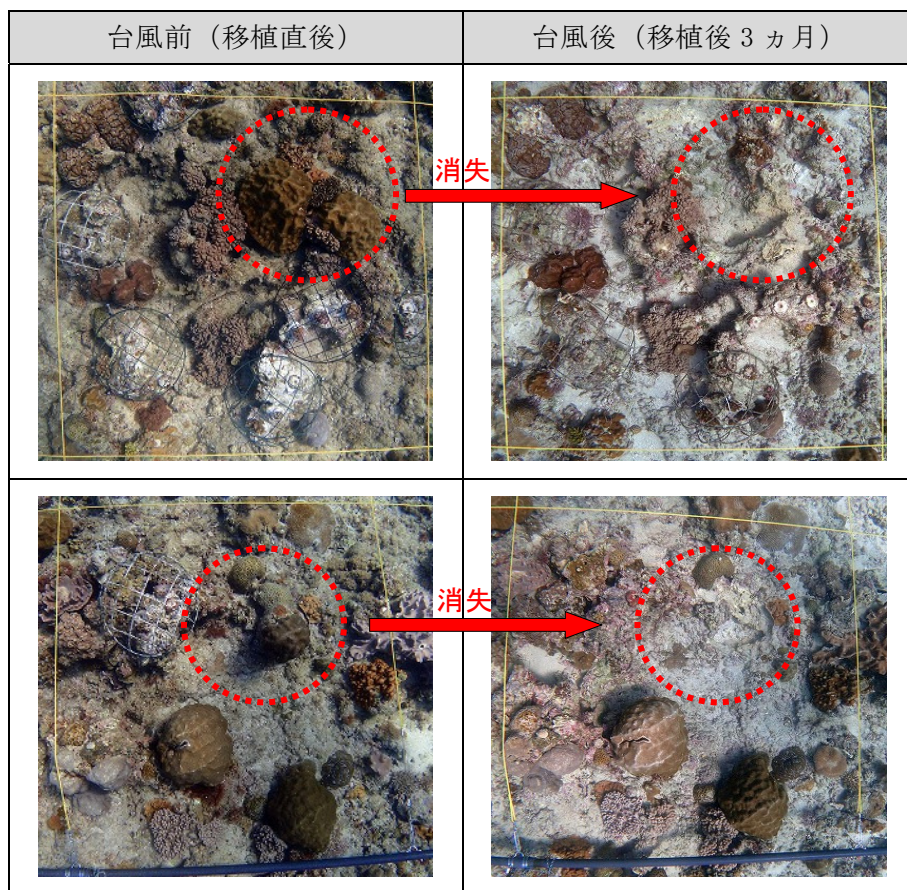
図ー 4.2.48 概略調査におけるサンゴ類の総被度と出現種類数



図ー 4.2.49 移植サンゴの種類別生存群体数の変化

表ー 4.2.30 移植サンゴの種類別生存群体数の変化

| 調査時期 | | | 全体 | | ミドリイシ属 | | | ハナヤサイサンゴ科 | | |
|--------|-----|------|-----|---------|--------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
| | | | 群体数 | 生残率 (%) | 群体数 | 生残率 (%) | 平均長径 (mm) | 群体数 | 生残率 (%) | 平均長径 (mm) |
| 平成30年度 | 6月 | 移植直後 | 182 | 100 | 129 | 100 | 34 | 44 | 100 | 27 |
| | 7月 | 1ヵ月後 | 177 | 97 | 126 | 98 | 38 | 42 | 95 | 32 |
| | 10月 | 3ヵ月後 | 125 | 69 | 92 | 71 | 44 | 28 | 64 | 27 |
| | 12月 | 6ヵ月後 | 116 | 64 | 83 | 64 | 50 | 28 | 64 | 23 |



図ー 4.2.50 台風接近時の高波浪によって破壊・消失した岩盤

② 白化・病気

白化は、移植 1 ヶ月後において 1 群体のみで確認された。病気は、移植直後から移植 6 ヶ月後を通して、移植サンゴ及び自然サンゴに確認されなかった。

③ 海藻類

移植直後から移植 6 ヶ月後を通して、無節サンゴモ類やイワノカワ科等が被度 35～40% でみられた。サンゴを覆って成長を阻害するような海藻類の繁茂はみられなかった。

④ ソフトコーラル類

移植直後から移植 6 ヶ月後を通して、カタトサカ属やウネタケ属等が被度 5% でみられた。サンゴを覆って成長を阻害するウミアザミ科等のソフトコーラル類の繁茂はみられなかった。

⑤ サンゴ食生物

移植直後から移植 6 ヶ月後を通して、サンゴ食巻貝類の食痕は目立たない程度であり、オニヒトデは確認されなかった。

⑥ 固着（破損・流出）の状況

移植3ヵ月後において、移植サンゴ、自然サンゴともに破損や流出、流出していないものの、ぐらつき不安定な状態の群体が多くみられた。また、食害防止カゴも49個中30個の流出が確認された。これらは、調査前に当該海域に接近した台風24号、25号の高波浪の影響を受けたものと考えられる。流出及び不安定な状態の移植群体のうち9群体については補修し（図－4.2.51）、破損していた食害防止カゴについても適宜補修した。

また、移植6ヵ月後調査においても、不安定な状態の群体は適宜補修した。



図－4.2.51 流出した移植サンゴの補修状況

表ー 4. 2. 31 サンゴ類の出現状況

| No. | 科 | 学名 | 調査時期 | 平成30年 | | | |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|
| | | | | 6月 | 7月 | 10月 | 12月 |
| | | | 全体被度 | 移植直後 | 1ヵ月 | 3ヵ月 | 6ヵ月 |
| | | | 種 名 / 死滅被度 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 1 | | Pocilloporidae | ハナヤシ(ソコ) 科 | r | r | r | r |
| 2 | ミト [°] リイシ | Montipora tuberculosa | ヒメイボ [°] コモンサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 3 | | Montipora millepora | ミレボ [°] ラコモンサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 4 | | Montipora sp. (encrusting) | コモンサンゴ [°] 属(被覆状) | r | r | r | r |
| 5 | | Acropora gemmifera | オヤユビ [°] ミト [°] リイシ | r | r | r | r |
| 6 | | Acropora intermedia | トゲ [°] スギ [°] ミト [°] リイシ | | | | r |
| 7 | | Acropora muricata | スギ [°] / キミト [°] リイシ | r | r | r | r |
| 8 | | Acropora tenuis | ウスエダ [°] ミト [°] リイシ | r | r | r | r |
| 9 | | Acropora selago | タチバナガ [°] サミト [°] リイシ | r | r | r | r |
| 10 | | Acropora hyacinthus | クシハダ [°] ミト [°] リイシ | | | r | r |
| 11 | | Acropora nana | スケ [°] ミト [°] リイシ | r | r | r | r |
| 12 | | Acropora sp. | ミト [°] リイシ属 | r | r | r | r |
| 13 | ハマサンゴ [°] | Porites lobata | フカアナハマサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 14 | | Porites lutea | コブ [°] ハマサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 15 | | Porites lichen | ペ [°] ニハマサンゴ [°] | + | + | + | + |
| 16 | | Porites sp. (massive) | ハマサンゴ [°] 属(塊状) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 17 | ヤスリサンゴ [°] | Psammocora contigua | ヤッコアミサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 18 | | Psammocora profundacella | アミサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 19 | ヒラフキサンゴ [°] | Pachyseris gemmae | イボ [°] リュウモンサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 20 | ビ [°] ウカ [°] ライシ | Galaxea fascicularis | アサ [°] ミサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 21 | ウミバ [°] ラ | Echinophyllia orpheensis | アハ [°] レキツカサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 22 | オオトゲ [°] サンゴ [°] | Lobophyllia corymbosa | マルハナガ [°] タサンゴ [°] | r | | r | r |
| 23 | | Mussidae | オオトゲ [°] サンゴ [°] 科 | | | r | r |
| 24 | ササ [°] ナミサンゴ [°] | Hydnophora exesa | トゲ [°] イボ [°] サンゴ [°] | r | r | r | r |
| 25 | | Merulina ampliata | ササ [°] ナミサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 26 | | Merulina scabricula | ウスササ [°] ナミサンゴ [°] | r | r | | |
| 27 | キクメイシ | Caulastrea furcata | ネジ [°] レタバ [°] ネサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 28 | | Favia pallida | ウスチャキクメイシ | + | + | + | + |
| 29 | | Favia speciosa | キクメイシ | r | r | r | r |
| 30 | | Favia fava | スボ [°] ミクメイシ | r | r | r | r |
| 31 | | Favia matthaii | アラキクメイシ | r | r | r | r |
| 32 | | Favia veroni | アハ [°] レキクメイシ | r | r | r | r |
| 33 | | Favia truncatus | Favia truncatus | r | r | r | |
| 34 | | Favia sp. | キクメイシ属 | r | r | r | r |
| 35 | | Barabattoia amicorum | ハ [°] ラハ [°] ットサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 36 | | Favites abdita | カメノコキクメイシ | r | r | r | r |
| 37 | | Favites halicora | マルカメノコキクメイシ | r | r | r | r |
| 38 | | Favites flexuosa | オオカメノコキクメイシ | r | r | r | r |
| 39 | | Favites styliifera | Favites styliifera | r | r | r | r |
| 40 | | Favites sp. | カメノコキクメイシ属 | r | r | r | r |
| 41 | | Goniastrea retiformis | コモンキクメイシ | r | r | r | r |
| 42 | | Goniastrea edwardsi | ヒラカメノコキクメイシ | r | r | r | r |
| 43 | | Goniastrea pectinata | コカメノコキクメイシ | r | r | r | r |
| 44 | | Platygyra daedalea | ヒラノウサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 45 | | Platygyra lamellina | ノウサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 46 | | Platygyra sinensis | シノウサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 47 | | Platygyra pini | ヒメノウサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 48 | | Platygyra contorta | ミダ [°] レノウサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 49 | | Leptoria phrygia | ナガ [°] レサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 50 | | Montastrea curta | マルキクメイシ | r | r | r | r |
| 51 | | Montastrea annuligera | ルリマルキクメイシ | r | r | r | r |
| 52 | | Montastrea magnistellata | オオマルキクメイシ | r | r | r | r |
| 53 | | Montastrea valenciennesi | タカクキクメイシ | r | r | r | r |
| 54 | | Leptastrea purpurea | ルリサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 55 | | Leptastrea transversa | アラルリサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 56 | | Cyphastrea serailia | フカトゲ [°] キクメイシ | r | r | r | r |
| 57 | | Cyphastrea chalcidicum | コトゲ [°] キクメイシ | r | r | r | r |
| 58 | | Cyphastrea microphthalma | トゲ [°] キクメイシ | r | r | r | r |
| 59 | | Echinopora gemmacea | オオリュウキョウキツカサンゴ [°] | r | | r | r |
| 60 | キサンゴ [°] | Turbinaria mesenterina | スリハ [°] チサンゴ [°] | r | r | r | r |
| 61 | アオサンゴ [°] | Heliopora coerulea | アオサンゴ [°] | | | r | r |
| 62 | アナサンゴ [°] モト [°] キ | Millepora platyphylla | イタアナサンゴ [°] モト [°] キ | r | r | r | r |
| 63 | | Millepora exaesa | カンボ [°] クアナサンゴ [°] モト [°] キ | r | r | r | r |
| 64 | | Millepora sp. | アナサンゴ [°] モト [°] キ属 | r | r | r | r |
| 出現種類数 | | | | 61 | 61 | 62 | 62 |

注) 1. 被度は「%」で示す。

2. 「r」: 1%未満、「+」: 5%未満、数値は5%ビッチで示す。

エ) 平成 29 年度設置の着床具

事業区域周辺における稚サンゴの着床量を把握するため、平成 29 年度、着床具を海域に設置し、中間育成（台風期前の静穏海域への移設）及びサンプリング調査を実施した。

(a) サンプリング調査

平成 30 年度冬季（12 月）に確認した 3,600 個の着床具には、計 237 群体のサンゴの着床が確認され、採苗数（サンゴが着床していた着床具数）は 230 個であった（表－ 4.2.32）。

着床したサンゴ類は、ハナヤサイサンゴ科が 129 群体（54%）と最も多く、次いでミドリイシ属が 83 群体（35%）であり、その他、アナサンゴモドキ属やハマサンゴ属の着床がみられた（表－ 4.2.33、図－ 4.2.52～図－ 4.2.54）。

平均着床群体数は、St.2 の深所で 0.09 群体と最も多く、それ以外の地点では 0.04～0.07 群体であった（図－ 4.2.55、図－ 4.2.56）。また、サンゴの着床がない地点はみられなかった。

採苗率は、3.8～9.2%であり、St.2 の深所が最も高かった（図－ 4.2.57、図－ 4.2.58）。

浅所と深所における着床状況を比較すると、St.2 では深所の方が浅所より多く、St.7 では浅所の方が深所より多く着床していた。

なお、台風期の波浪による着床具の破損、流出等は確認されなかった。

表－ 4.2.32 調査結果（平成 29 年度設置の着床具）

冬季：平成 30 年 12 月

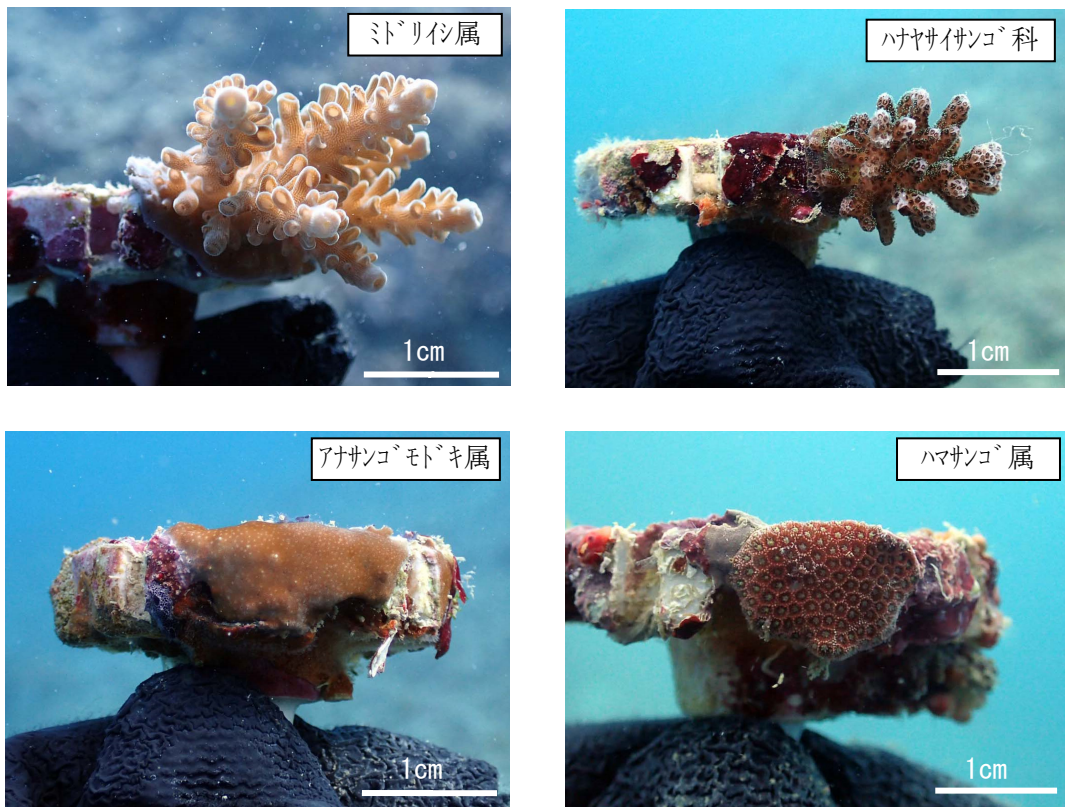
| 地点名 | | 着床具数 | 着床群体数 | 平均着床 群体数 | 採苗数 | 採苗率(%) |
|------|----|-------|-------|-------------|-----|--------|
| St.1 | 深所 | 720 | 46 | 0.06 | 46 | 6.4 |
| | 計 | 720 | 46 | 0.06 | 46 | 6.4 |
| St.2 | 浅所 | 720 | 51 | 0.07 | 50 | 6.9 |
| | 深所 | 720 | 68 | 0.09 | 66 | 9.2 |
| | 計 | 1,440 | 119 | 0.08 | 116 | 8.1 |
| St.7 | 浅所 | 720 | 43 | 0.06 | 41 | 5.7 |
| | 深所 | 720 | 29 | 0.04 | 27 | 3.8 |
| | 計 | 1,440 | 72 | 0.05 | 68 | 4.7 |
| 全体 | 浅所 | 1,440 | 94 | 0.07 | 91 | 6.3 |
| | 深所 | 2,160 | 143 | 0.07 | 139 | 6.4 |
| | 計 | 3,600 | 237 | 0.07 | 230 | 6.4 |

注) 1.「着床群体数」は、着床具に着床したサンゴ群体の数量を示す。
 2.「平均着床群体数」は、「着床群体数」/「着床具数」で算出。
 3.「採苗数」は、サンゴ群体の着床が確認された着床具の数量を示す。
 4.「採苗率」は、「採苗数」/「着床具数」×100で算出。

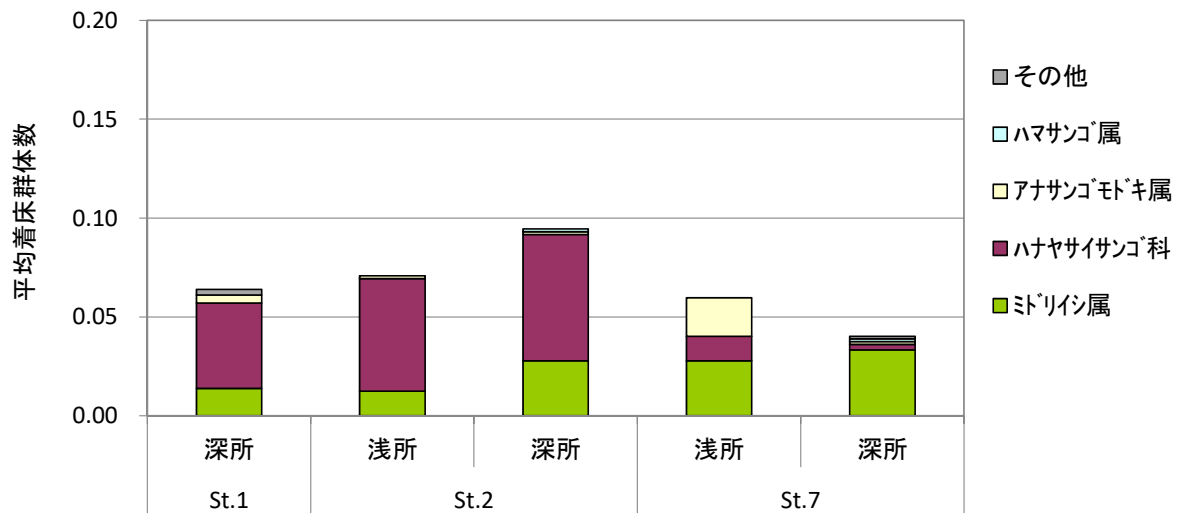
表－ 4.2.33 着床したサンゴの種類（平成 29 年度設置の着床具）

冬季：平成 30 年 12 月

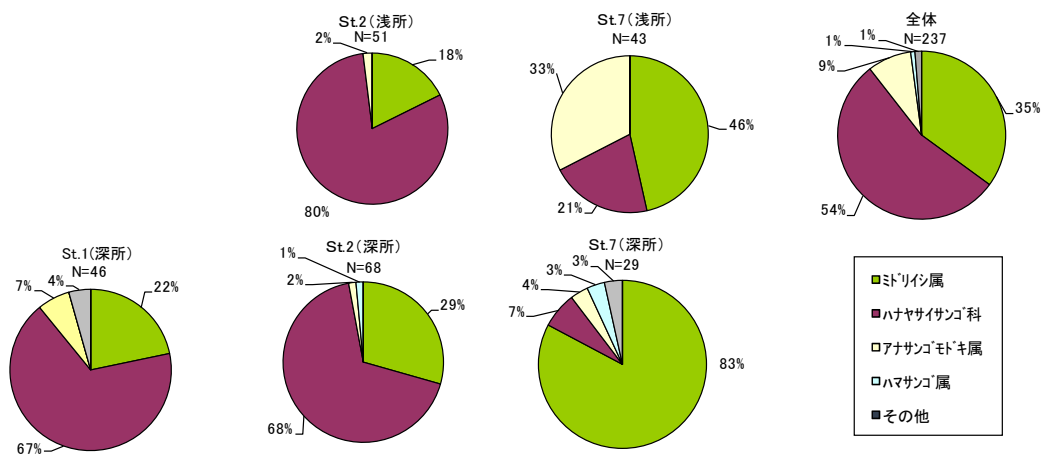
| 地点 | | 種類 | | | | | 計 | 平均着床 群体数 |
|------|----|--------|---------------|---------------|--------|-----|-----|-------------|
| | | ミドリイシ属 | ハナヤサイ サンゴ科 | アナサンゴ モドキ属 | ハマサンゴ属 | その他 | | |
| St.1 | 深所 | 10 | 31 | 3 | 0 | 2 | 46 | 0.06 |
| | 計 | 10 | 31 | 3 | 0 | 2 | 46 | 0.06 |
| St.2 | 浅所 | 9 | 41 | 1 | 0 | 0 | 51 | 0.07 |
| | 深所 | 20 | 46 | 1 | 1 | 0 | 68 | 0.09 |
| | 計 | 29 | 87 | 2 | 1 | 0 | 119 | 0.08 |
| St.7 | 浅所 | 20 | 9 | 14 | 0 | 0 | 43 | 0.06 |
| | 深所 | 24 | 2 | 1 | 1 | 1 | 29 | 0.04 |
| | 計 | 44 | 11 | 15 | 1 | 1 | 72 | 0.05 |
| 全体 | 浅所 | 29 | 50 | 15 | 0 | 0 | 94 | 0.07 |
| | 深所 | 54 | 79 | 5 | 2 | 3 | 143 | 0.07 |
| | 計 | 83 | 129 | 20 | 2 | 3 | 237 | 0.07 |



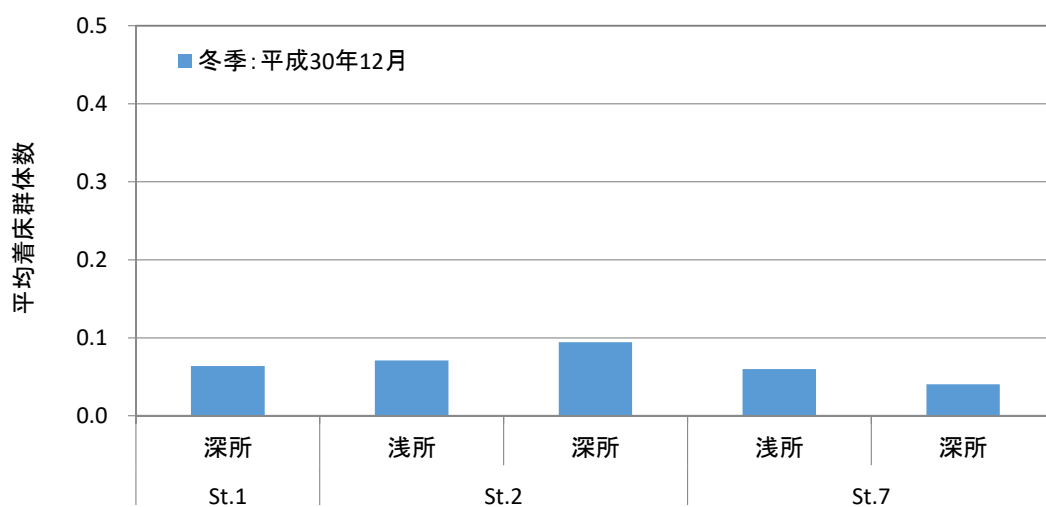
図－ 4. 2. 52 着床具での成育が確認されたサンゴ類の例



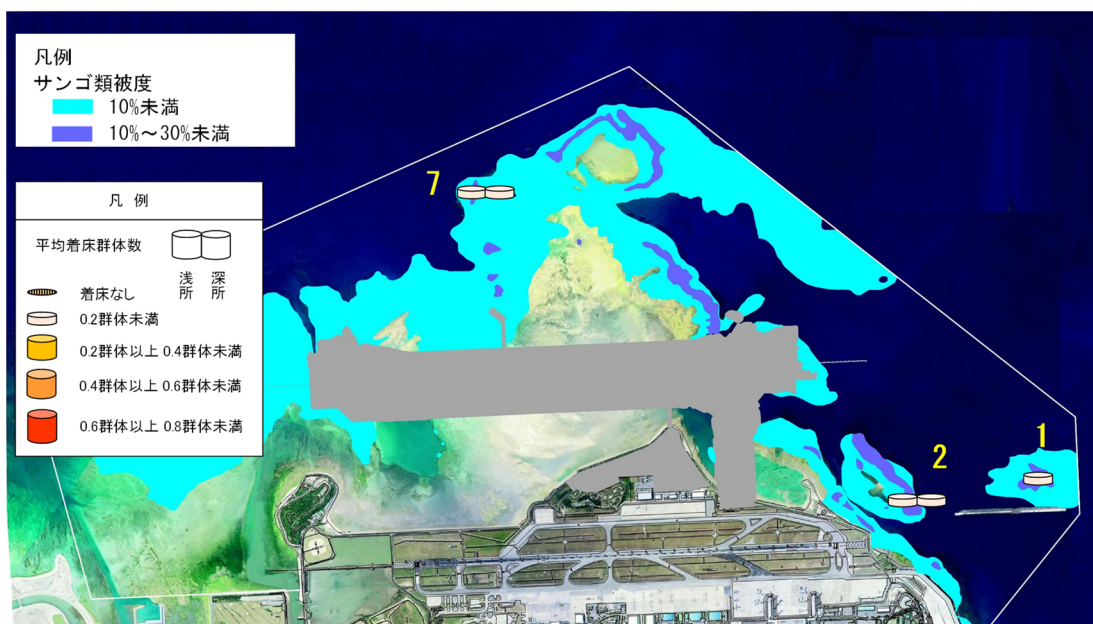
図－ 4. 2. 53 種類別平均着床群体数



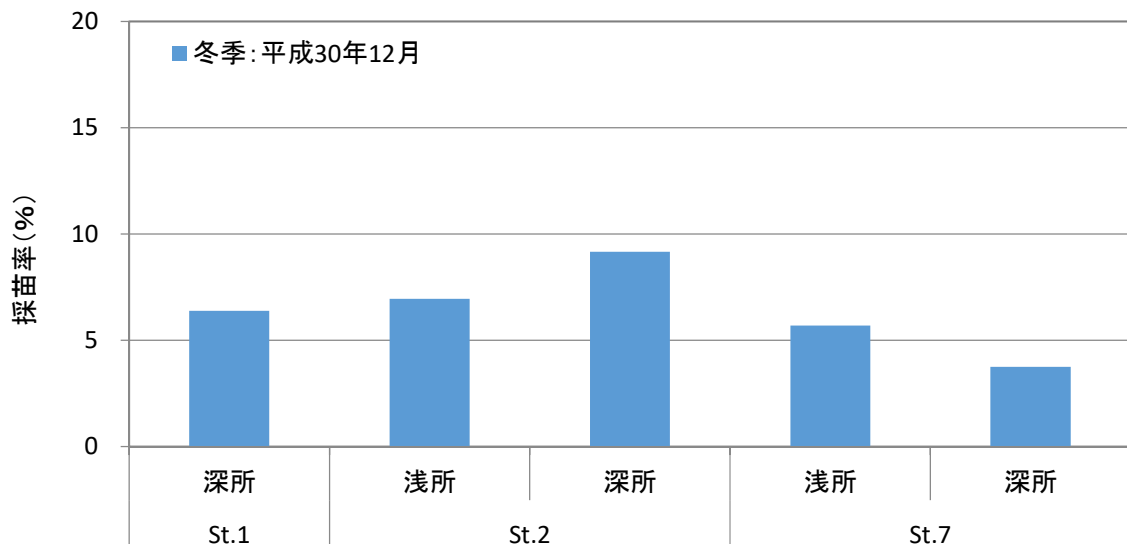
図－ 4.2.54 種類別割合



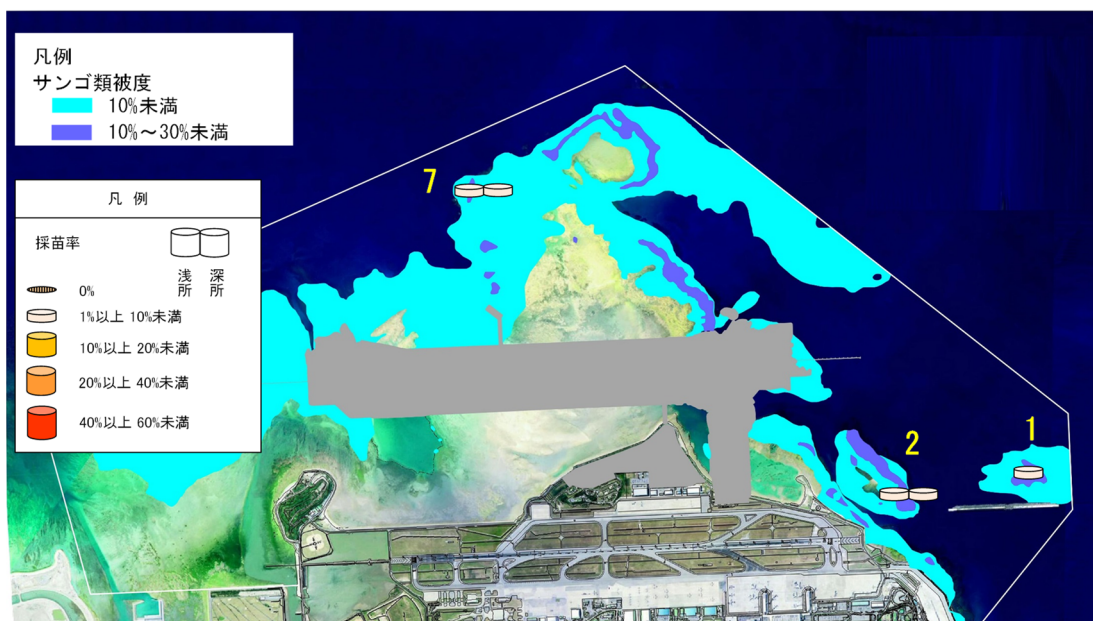
図－ 4.2.55 平均着床群体数



図－ 4.2.56 平均着床群体数



図一 4.2.57 採苗率



図一 4.2.58 採苗率

(エ) 解析・考察

ア) 稚サンゴ加入にかかる年変動

平成 26～29 年度試験における夏季サンプリング (7～9 月) の着床状況を比較した。

(a) 着床場所

サンゴの着床場所は、平成 26、29 年度は当該海域北側礁縁部の St. 2 で最も多かったが、平成 27 年度には南側礁縁部の St. 7 で、平成 28 年度では全体的に多かった (図－ 4.2.59、図－ 4.2.60)。年度によって着床が多い場所は異なった。

(b) 着床群体数・採苗率

全地点平均の採苗率は、平成 26 年度 (10%) から平成 28 年度 (39%) にかけて増加し、その後平成 29 年度 (34%) には低下した (図－ 4.2.61、表－ 4.2.34)。この傾向は平均着床群体数においても同様にみられた。

地点別では、採苗率は St. 2 浅所及び深所では平成 26 年度から平成 29 年にかけて増加傾向にあり、平均着床群体数では St. 7 浅所において平成 27 年度をピークにその後平成 29 年度にかけて減少する傾向がみられた (図－ 4.2.61、図－ 4.2.62)。これら以外の地点においては、採苗率及び平均着床群体数は全地点の平均と同様の傾向であった。地点による年変動の違いは、後述する着床した種類の変動が影響していたと考えられる。

(c) 着床した種類

平成 26～29 年度にかけて継続して調査を実施している St. 1, 2, 7 において、着床具に着床していたサンゴの種類で多くを占めていたのは、ミドリイシ属とハナヤサイサンゴ科であった (図－ 4.2.63)。これらの着床状況には年変動がみられ、ミドリイシ属は平成 27 年度をピークにその後平成 29 年度にかけて減少する傾向がみられた。

一方、ハナヤサイサンゴ科は平成 26 年度から平成 29 年度にかけて増加する傾向がみられた。このことは、静穏海域への移設及びサンプリングの時期が平成 28～29 年度には平成 26～27 年度に比べ 1 ヶ月程遅く、海底への設置期間が長くなったことで (表－ 4.2.35)、産卵期間が長いハナヤサイサンゴ科の着床が多くなったと考えられる。

(d) 平均長径

ミドリイシ属の平均長径は、平成 26～28 年度では 0.9～1.1mm であり、平成 29 年度の 1.2mm と比較して大きな違いはみられなかった (図－ 4.2.64)

(e) 産卵期の気象海象

産卵 (一斉産卵) 期の気象海象は、サンゴの受精率及び幼生の生残率に大きく関係

する。降水による水面付近の一時的な塩分低下による受精率の低下 (Harrison et al., 1984, 林原ら, 1993) や波浪によって岸壁に打ち付けられることによる桑実胚の死滅 (服田ら 2003)、スリックが海岸に打ち上げられることによる多くの幼生の死滅 (木村ら 1992, 服田ら 2003) 等が報告されている。そこで、当該海域及び周辺海域の産卵情報を踏まえ、当該海域における各試験年度の産卵期間を推定し、産卵期間における気象海象を整理した (表- 4.2.36)。

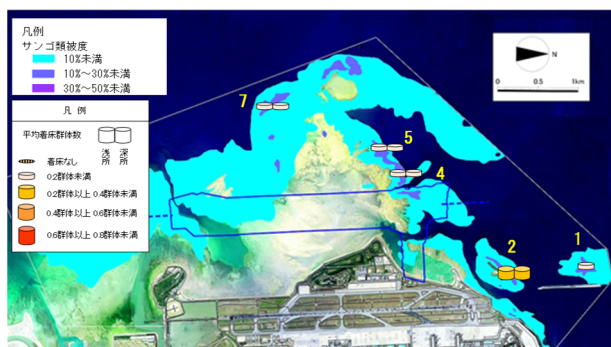
産卵期間において悪天候であったと考えられたのは、「激しい雨」である 1 時間の降水量が 30mm 以上であった平成 26 年 6 月 9、11 日および「非常に強い風」である瞬間風速が 20m/s 以上であった平成 28 年 6 月 13 日であった。一斉産卵する種であるミドリイシ属の着床群体数をみると、平成 26 年度は最も少なく、平成 28 年度は最も多かった平成 27 年度と同程度であった。このことから、悪天候時と産卵のタイミングは、平成 26 年には重なり、平成 28 年にずれていた可能性が考えられる。

なお、平成 28 年には当該海域の広範囲においてサンゴ類の白化現象が確認されており (前里ら, 2017)、白化後にはサンゴ類の再生産能力が低下することが報告されている (M. Hirose ら, 2000)。そのため、平成 29 年度のミドリイシ属の加入群体数の減少は、白化の影響を受けた可能性もある。

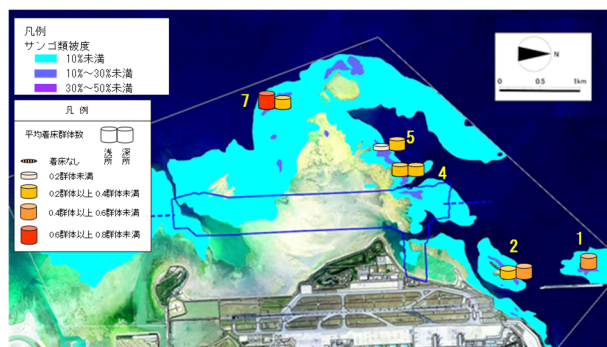
(f) まとめ

平成 28～29 年度には、過年度調査でサンゴの着床が多かった地点に絞って加入量調査を実施したため、着床群体数や採苗率は平成 26～27 年度と比較して増加した。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量には年変動がみられた。当該海域においては、平成 26 年度以降、サンゴ類被度 10% 以上の比較的高被度の分布面積に大きな変化はみられておらず (図- 4.2.65)、ミドリイシ属の産卵期における気象海象や平成 28 年の白化現象、ハナヤサイサンゴ科については海底への設置期間が長かったこと等が着床量の変動の一因となっていたと考えられる。

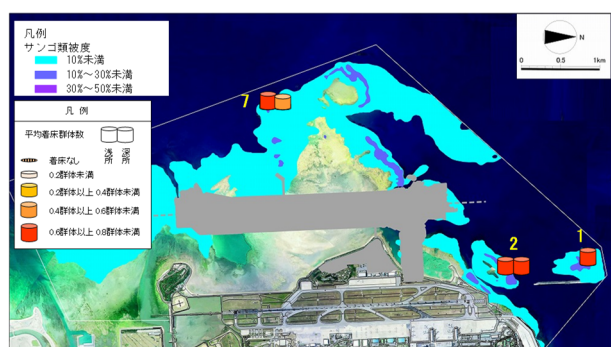
-
- Harrison, P.L., Babcock, R.C., Bull, G.D., Oliver, J.K., Wallace, C.C., Wills, B.L.. 1984. Mass spawning in tropical reef corals. *Science*, 223:1186-1189.
 - M. Hirose and M. Hidaka, 2000. 1998 年に沖縄で見られた白化現象によるイシサンゴの繁殖成功の低下について. *Galaxea*, Vol.2.
 - 木村匡、林原毅、下池和幸, 1992. 漂流ハガキ実験結果報告. *みどりいし*, (3):18-21
 - 林原毅、王文樵、大池将一, 1993. ミドリイシサンゴの受精・初期発生に及ぼす水温・塩分の影響 (予報). *みどりいし*, (4):13-15.
 - 服田昌之、岩尾研二、谷口洋基、大森 信, 2003. 有性生殖を利用したサンゴ礁修復. *サンゴ礁修復に関する技術手法— 現状と展望—*, 18-30.
 - 前里 尚、平野年洋、毛塚大輔、新宅航平、中西喜栄、岡田亘、岩村俊平, 2017. 那覇空港周辺海域におけるサンゴの白化状況 (2016 年). 第 20 回日本サンゴ礁学会講演要旨集.



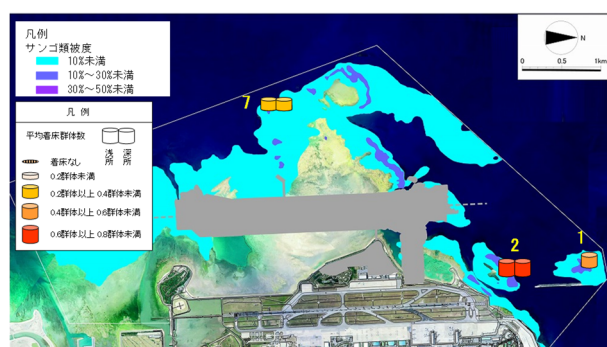
平成 26 年度



平成 27 年度

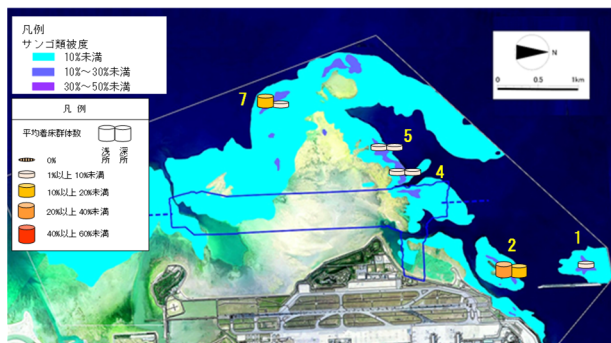


平成 28 年度

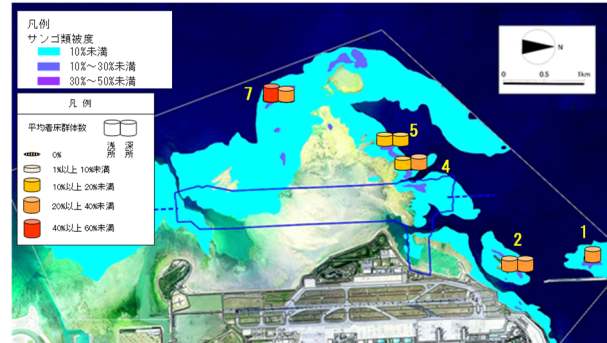


平成 29 年度

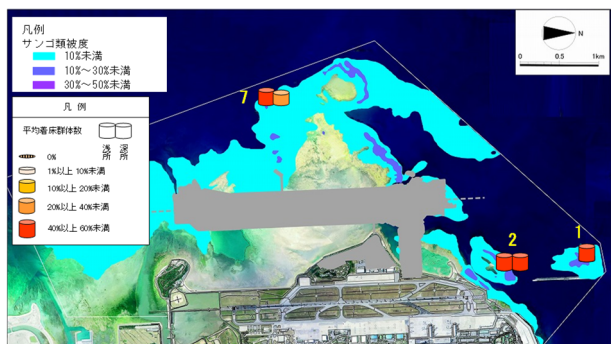
図－ 4.2.59 夏季サンプリングにおける平均着床群数



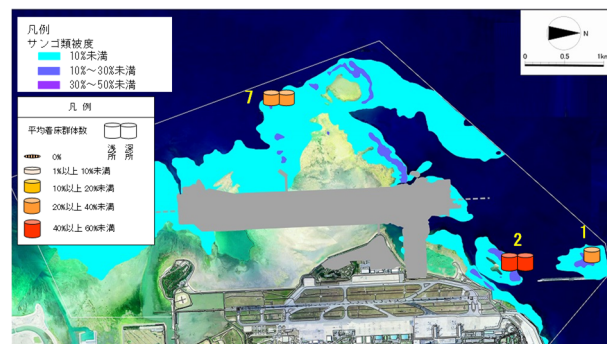
平成 26 年度



平成 27 年度

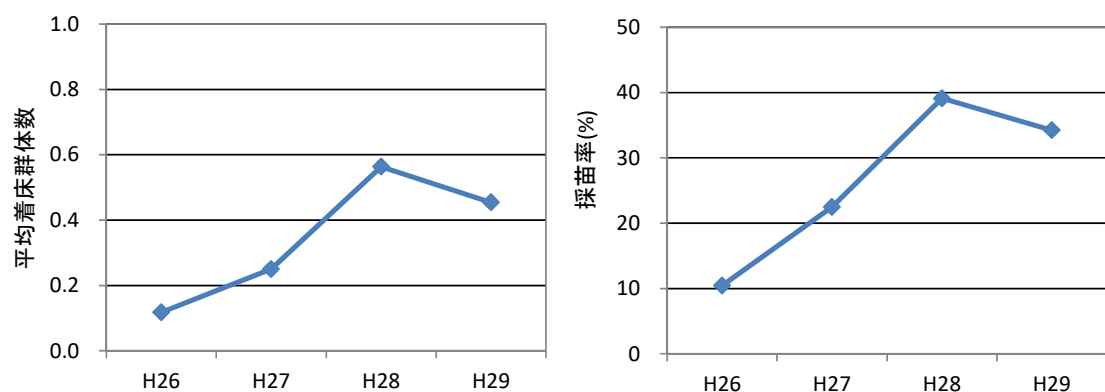


平成 28 年度

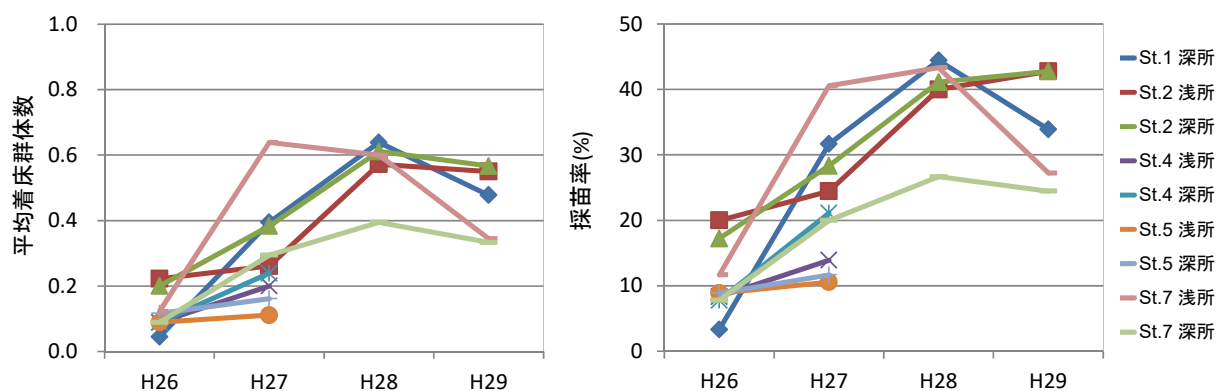


平成 29 年度

図－ 4.2.60 夏季サンプリングにおける採苗率



図ー 4.2.61 夏季サンプリングにおける経年変化（左：平均着床群数、右：採苗率）



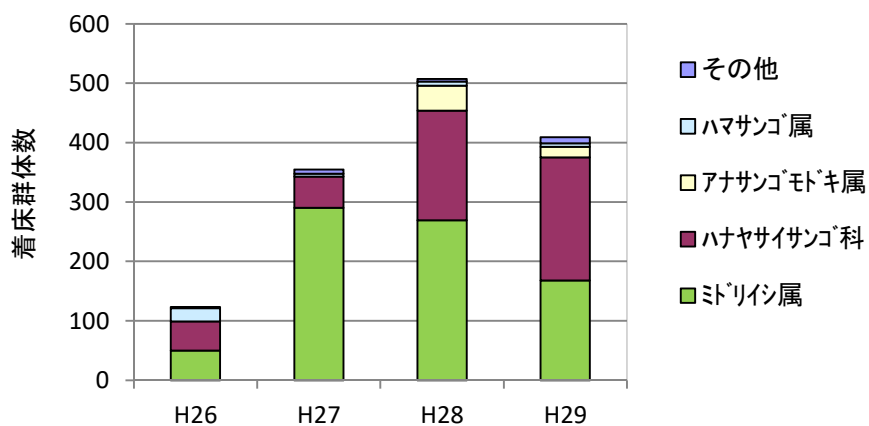
注) St. 4、5 は平成 27 年度で調査終了。

図ー 4.2.62 地点別の夏季サンプリングにおける経年変化（左：平均着床群数、右：採苗率）

表ー 4.2.34 夏季サンプリングにおける経年変化

| 地点 | | 採苗率(%) | | | | 平均着床群数 | | | |
|------|----|--------|-----|-----|-----|--------|------|------|------|
| | | H26 | H27 | H28 | H29 | H26 | H27 | H28 | H29 |
| St.1 | 深所 | 3 | 32 | 44 | 34 | 0.04 | 0.39 | 0.64 | 0.48 |
| St.2 | 浅所 | 20 | 24 | 40 | 43 | 0.22 | 0.26 | 0.57 | 0.55 |
| | 深所 | 17 | 28 | 41 | 43 | 0.20 | 0.38 | 0.61 | 0.57 |
| St.4 | 浅所 | 8 | 14 | — | — | 0.09 | 0.20 | — | — |
| | 深所 | 8 | 21 | — | — | 0.09 | 0.24 | — | — |
| St.5 | 浅所 | 9 | 11 | — | — | 0.09 | 0.11 | — | — |
| | 深所 | 9 | 12 | — | — | 0.12 | 0.16 | — | — |
| St.7 | 浅所 | 12 | 41 | 43 | 27 | 0.12 | 0.64 | 0.60 | 0.34 |
| | 深所 | 8 | 20 | 27 | 24 | 0.09 | 0.29 | 0.39 | 0.33 |
| 全体 | | 10 | 22 | 39 | 34 | 0.12 | 0.25 | 0.56 | 0.45 |

注) St. 4、5 は平成 27 年度で試験終了。

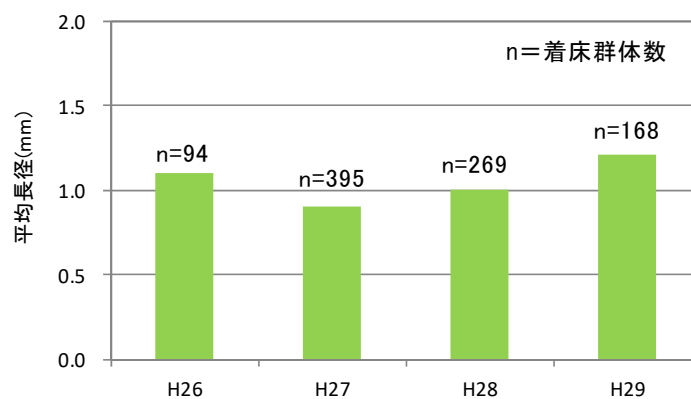


図ー 4.2.63 夏季サンプリングにおける種類別着床群体数 (St. 1, 2, 7 の合計)

表ー 4.2.35 年度別の産卵期間と移設・サンプリング時期

| 着床具設置年度 | 産卵期間 | 移設・サンプリング時期 |
|----------|-------------------|-------------|
| 平成 26 年度 | 5 月 30 日～6 月 15 日 | 7 月 4、29 日 |
| 平成 27 年度 | 5 月 31 日～6 月 26 日 | 7 月 3、4 日 |
| 平成 28 年度 | 5 月 29 日～6 月 14 日 | 8 月 2、3 日 |
| 平成 29 年度 | 6 月 1 日～6 月 10 日 | 7 月 28 日 |

注) 産卵期間、移設・サンプリング時期は、ミドリイシ属を対象とする。

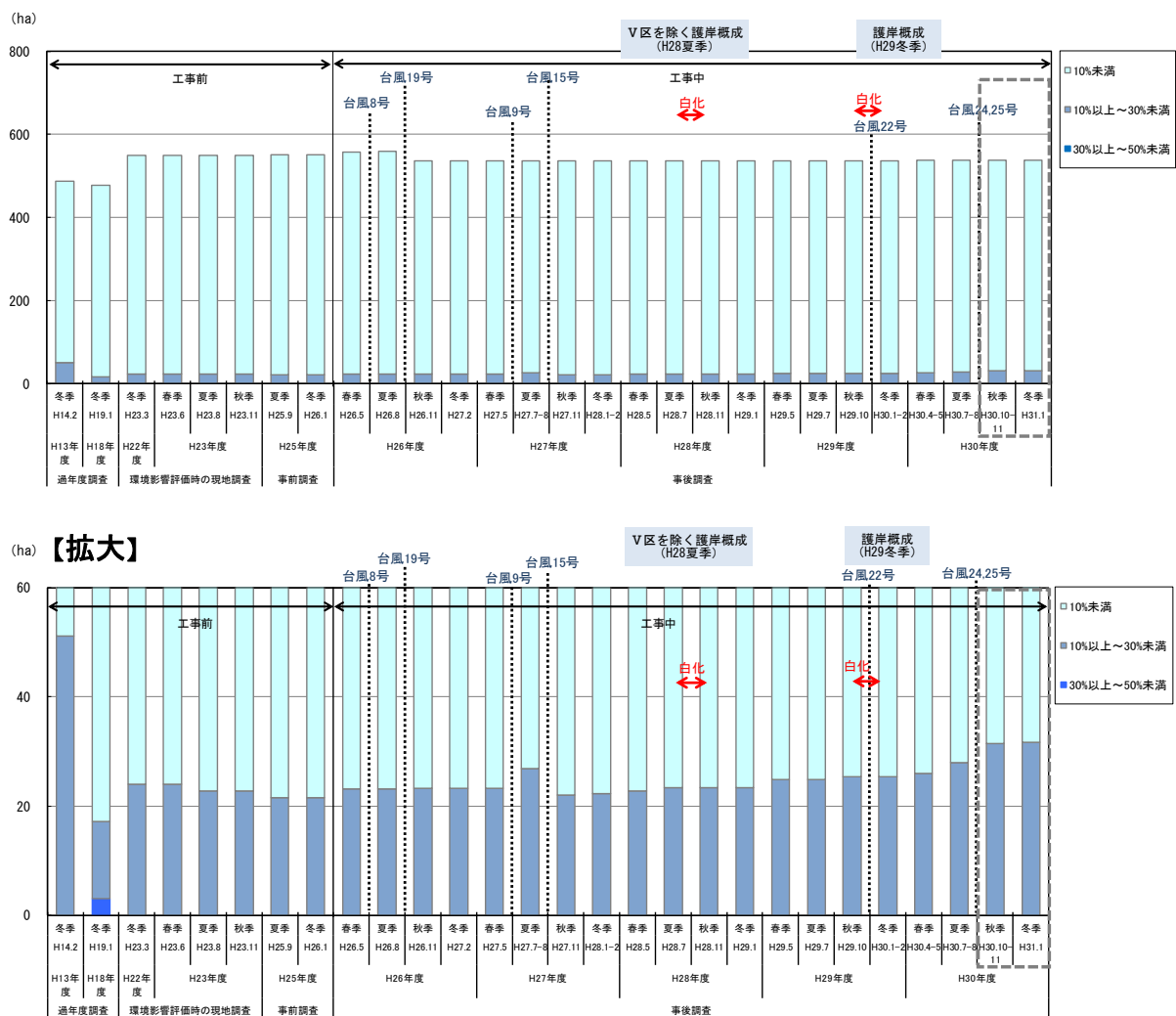


図ー 4.2.64 夏季サンプリングにおけるミドリイシ属の平均長径の経年変化

表ー 4.2.36 産卵期における気象海象データ（安次嶺）

| 年 | 月 日 | 降水量(mm) | | | 風向・風速(m/s) | | | | | | 天気概況(那覇) | |
|-----|------|---------|-----|------|------------|------|-----|--------|-----|------------|--------------------|----------------------|
| | | 合計 | 最大 | | 平均 風速 | 最大風速 | | 最大瞬間風速 | | | 昼 (06:00-18:00) | 夜 (18:00-翌日06:00) |
| | | | 1時間 | 10分間 | | 風速 | 風向 | 風速 | 風向 | | | |
| H26 | 5/30 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 5.4 | 東北東 | 8.7 | 東北東 | 曇 | 曇時々雨 | |
| | 5/31 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5.7 | 東北東 | 8.7 | 東南東 | 曇後一時晴 | 曇一時雨 | |
| | 6/1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 3.7 | 5.8 | 東南東 | 9.3 | 東南東 | 雨一時曇 | 雨時々曇 | |
| | 6/2 | 0 | 0 | 0 | 4.5 | 6.3 | 南 | 8.7 | 南 | 曇後一時晴 | 曇 | |
| | 6/3 | 3.5 | 3 | 1.5 | 4.7 | 8 | 西 | 10.8 | 西 | 曇一時雨 | 曇時々雨 | |
| | 6/4 | 10 | 7 | 3 | 5 | 7.9 | 北北西 | 10.3 | 北北西 | 晴時々曇 | 曇後時々晴 | |
| | 6/5 | 0 | 0 | 0 | 5.1 | 6.9 | 西北西 | 9.8 | 西北西 | 曇時々晴 | 曇 | |
| | 6/6 | 0 | 0 | 0 | 4.4 | 7.1 | 北 | 9.8 | 北北東 | 晴時々曇 | 晴時々曇 | |
| | 6/7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5.3 | 北西 | 7.2 | 北北西 | 晴後曇 | 曇時々雨 | |
| | 6/8 | 4 | 1.5 | 1 | 3.5 | 6.2 | 東南東 | 9.3 | 東南東 | 曇時々雨 | 曇一時雨 | |
| | 6/9 | 67 | 34 | 8.5 | 4.2 | 7.4 | 東南東 | 10.8 | 東南東 | 雨時々曇 | 大雨時々曇 | |
| | 6/10 | 21 | 9 | 2 | 5.1 | 11.4 | 南南西 | 14.9 | 南南西 | 曇一時雨 | 大雨一時曇、雷を伴う | |
| | 6/11 | 95.5 | 34 | 11 | 5.7 | 10.2 | 南南西 | 15.9 | 南 | 雨時々曇 | 曇一時雨 | |
| | 6/12 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9.3 | 北 | 11.3 | 北 | 晴一時曇 | 晴 | |
| | 6/13 | 13 | 5 | 1.5 | 2.6 | 5 | 南南東 | 7.2 | 南東 | 曇後雨 | 雨時々曇 | |
| H27 | 6/14 | 29.5 | 8 | 4.5 | 3.3 | 6.9 | 南 | 11.3 | 南西 | 大雨一時曇、雷を伴う | 曇時々雨 | |
| | 6/15 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 4.9 | 8.2 | 南南西 | 11.3 | 南南西 | 曇一時雨 | 曇一時雨 | |
| | 5/31 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 3.8 | 7.4 | 西南西 | 9.8 | 西南西 | 曇一時雨 | 曇 | |
| | 6/1 | 6.5 | 4.5 | 2.5 | 3.4 | 6.8 | 西南西 | 10.3 | 南西 | 曇時々晴後一時雨 | 雨時々曇、雷を伴う | |
| | 6/2 | 0 | 0 | 0 | 5.5 | 8.2 | 南 | 10.8 | 南 | 晴時々曇 | 晴 | |
| | 6/3 | 3 | 3 | 2.5 | 5.5 | 7.3 | 南南西 | 10.8 | 南南西 | 晴時々薄曇 | 曇時々雨 | |
| | 6/4 | 2 | 1.5 | 1 | 3.1 | 5.7 | 北 | 6.7 | 北 | 曇一時雨 | 晴時々曇 | |
| | 6/20 | 1 | 1 | 1 | 4.5 | 7.8 | 南西 | 10.8 | 南西 | 曇一時晴 | 曇時々雨、雷を伴う | |
| | 6/21 | 7.5 | 7.5 | 7 | 4 | 7.5 | 南南西 | 10.3 | 南南西 | 曇時々晴一時雨 | 曇後一時晴 | |
| | 6/22 | 6 | 4 | 2.5 | 4.9 | 10.5 | 南 | 13.9 | 南 | 曇時々雨一時晴 | 曇後晴 | |
| H28 | 6/23 | 0 | 0 | 0 | 6.6 | 7.9 | 南 | 10.8 | 南南西 | 曇一時晴 | 晴時々薄曇 | |
| | 6/24 | 0 | 0 | 0 | 5.7 | 6.9 | 南南西 | 10.3 | 南西 | 曇 | 薄曇後晴 | |
| | 6/25 | 0 | 0 | 0 | 6.4 | 8.1 | 南南西 | 11.3 | 南西 | 晴後薄曇 | 曇後時々晴 | |
| | 6/26 | 0 | 0 | 0 | 6.9 | 8.5 | 南南西 | 11.8 | 南南西 | 晴後一時曇 | 晴 | |
| | 5/29 | 0 | 0 | 0 | 5.3 | 7 | 南南西 | 10.8 | 西南西 | 晴時々曇 | 薄曇 | |
| | 5/30 | 0 | 0 | 0 | 4.5 | 7.6 | 南南西 | 10.3 | 南南西 | 曇一時雨 | 晴一時曇 | |
| | 5/31 | 0 | 0 | 0 | 2.1 | 3.7 | 北北西 | 5.7 | 北西 | 曇一時晴 | 晴後曇 | |
| | 6/12 | 32.5 | 11 | 4.5 | 6.3 | 10.4 | 南南西 | 14.4 | 南南西 | 大雨 | 曇一時雨 | |
| H29 | 6/13 | 29.5 | 14 | 10 | 7.9 | 13.5 | 南西 | 21.6 | 西南西 | 雨時々曇、雷を伴う | 雨後曇 | |
| | 6/14 | 46.5 | 18 | 8 | 2.9 | 8.9 | 西南西 | 12.9 | 西南西 | 大雨一時曇、雷を伴う | 曇 | |
| | 6/1 | 0 | 0 | 0 | 2.9 | 4.7 | 南南東 | 7.7 | 東南東 | 曇 | 雨時々曇、雷を伴う | |
| | 6/2 | 28 | 9 | 3 | 3.4 | 6.6 | 南 | 10.3 | 北東 | 雨一時曇 | 曇一時雨、雷を伴う | |
| | 6/3 | 0 | 0 | 0 | 3.4 | 6.4 | 東北東 | 9.3 | 東北東 | 曇 | 曇一時雨 | |
| | 6/4 | 0 | 0 | 0 | 3.9 | 6.6 | 東北東 | 9.8 | 東北東 | 曇一時雨 | 曇 | |
| | 6/5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6.8 | 東 | 10.3 | 東 | 曇時々晴 | 曇 | |
| | 6/6 | 0 | 0 | 0 | 4.7 | 7.9 | 東南東 | 11.3 | 東南東 | 晴時々曇 | 曇後晴 | |
| | 6/7 | 0 | 0 | 0 | 3.9 | 5.7 | 南 | 9.3 | 西南西 | 晴 | 曇一時雨 | |
| | 6/8 | 0 | 0 | 0 | 5.1 | 8 | 北 | 10.8 | 北 | 曇後時々晴 | 晴時々曇 | |
| | 6/9 | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 4.9 | 南南東 | 6.2 | 南東 | 曇一時晴 | 曇後一時晴 | |
| | 6/10 | 0 | 0 | 0 | 4.9 | 7.3 | 南南西 | 9.8 | 南南西 | 晴一時曇 | 曇一時晴 | |

注) ■ は、「激しい雨」である 1 時間の降水量が 30mm 以上又は「非常に強い風」である瞬間風速が 20m/s 以上の悪天候日を示す。



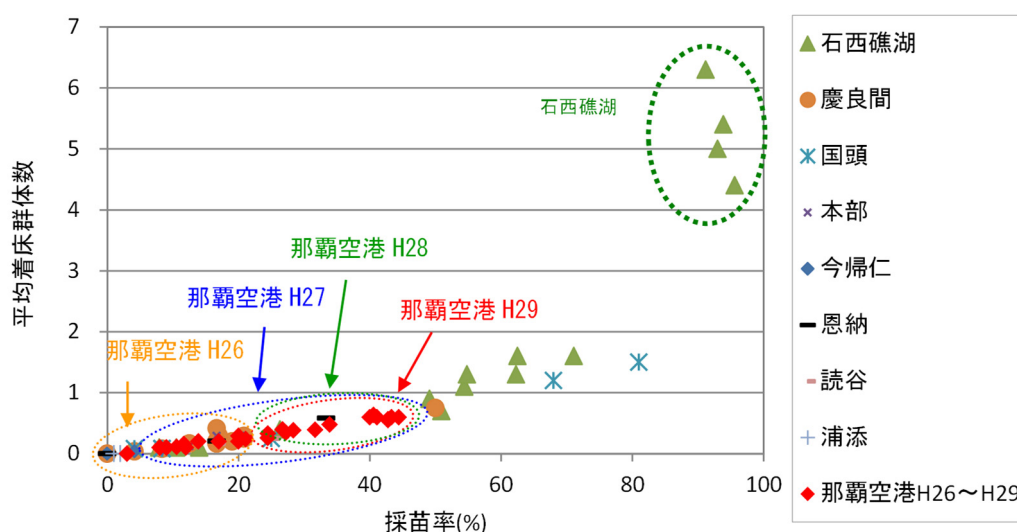
図ー 4.2.65 事業実施区域周辺におけるサンゴ類の分布面積の経年変化

イ) 稚サンゴ加入の他海域との比較

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－4.2.66）。

石西礁湖の数地点は、採苗率が 80%以上で平均着床数が 4 群体以上であり、他の海域と比べて突出しており「高採苗域」のグループと言える。このグループは、1 つの着床具に複数のサンゴが着床しており、効率的、安定的に採苗することが可能である。

那覇空港周辺海域は、平成 26 年度から平成 29 年度の 4 年間においてサンゴの着床量に変動がみられたものの、全ての地点において平均着床群体数は 1 群体未満であり、石西礁湖や慶良間、国頭の一部の地点と比べ低い水準であった。



- 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－4.2.66 沖縄周辺海域における着床具設置後 1～3 ヶ月後の採苗率と平均着床群体数の散布図

3) クビレミドロの移植状況（平成 26 年度実施）

（ア）目的

海域改変区域内に分布する重要な種クビレミドロの一部を、連絡誘導路北側の海域（大嶺崎北側）及び沖合護岸により静穏化する海域へ移植し、那覇空港周辺海域におけるクビレミドロの新たな生育場を創出する。

（イ）移植計画

ア）移植方針

大嶺崎北側の深場を移植先として選定し、リスク分散のため、深場だけでなく浅海域にも移植先を設定する（図－ 4.2.67）。

① 深場（水深 3～5m）

大嶺崎北側の深場（移植地 1：St. A～D）。

② 浅場（水深 0～1m）

大嶺崎南側のやや沖合の岩盤に囲まれている静穏域や瀬長島北側から空港ゲート前付近の護岸沿いを予定していた。ただし、移植の時期は、護岸が完成し、閉鎖性海域が形成されてからの移植を想定し、それまで陸上水槽で種苗を確保する計画としていたが、平成 27 年度において、実海域に移植したクビレミドロの生育が良好であり、生育面積も維持・増加していることから、実海域における移植群のみで代償効果は十分に満たされていると考え、平成 28 年度に予定していた閉鎖性海域（浅場、移植候補地 2 及び 3）への新たな移植は、平成 28 年度及び平成 29 年度の環境監視委員会に諮った上で、行わないこととした。

重要種保護のため
位置情報は表示しない。

図－ 4.2.67 移植先の状況

イ) 移植目標

移植作業時には、クビレミドロの確認範囲（移植対象範囲）内から濃生部分のみを採取し移植することとし、移植目標は、確認範囲に被度を乗じた面積を対象とした。

移植対象範囲は、被度 6%以上の分布域である 5,300 m²とし、平成 26 年度は、平成 25 年度移植実績を差し引いた 3,300 m²が移植対象範囲となる。この結果、平成 26 年度の移植目標は、198m²とし、全体の移植面積は 318m²として、移植作業を実施した（図－ 4.2.68）。

ウ) 移植結果

平成 25～26 年度にかけて移植したクビレミドロの実績面積は合計 323.5 m²となり、移植目標である 318 m²を達成した。移植先は、実海域 St. A～D (283.1 m²) 及び陸上水槽 (40.4 m²) とした。

重要種保護のため
位置情報は表示しない。

クビレミドロの移植先と移植量

| 移植先 | 地点 | 移植面積 | 移植時期 |
|-------|---------|---------------------|-------------------------------|
| 移植地 1 | St. A | 80.9m ² | 平成 26 年 2 月 24 日 ～3 月 19 日 |
| | St. B～D | 202.2m ² | 平成 26 年 5 月 8 日 ～6 月 8 日 |
| 陸上水槽 | | 40.4m ² | 平成 26 年 2 月 28 日 ～3 月 3 日 |

| | 被度 | 面積 (m ²) | | | |
|------|-------|----------------------|-----------------------|--------|--------|
| | | 平成 26 年 3 月 (実績) | 平成 26 年 5～6 月 (計画) | 残り | 移植目標 |
| 対象範囲 | 6～10% | 2,000 | 3,300 | 0 | 5,300 |
| | 1～5% | 0 | 0 | 10,900 | 10,900 |
| | 合計 | 2,000 | 3,300 | 10,900 | 16,200 |
| 移植面積 | 6～10% | 120 | 198 | — | 318 |
| | 1～5% | 0 | 0 | — | 0 |
| | 合計 | 120 注 | 198 注 | — | 318 |

注：120 m² = 2,000 m² × 6%、198 m² = 3,300 m² × 6%

図－ 4.2.68 平成 26 年 5～6 月移植に係る移植面積の考え方と移植目標

(ウ) 移植方法

クビレミドロの移植方法は、図ー 4.2.69 に示すとおりである。



図ー 4.2.69 クビレミドロの移植方法

4) 重要な種の移動状況（海域動物）（平成 25 年度実施）

平成 25 年度に実施した工事前の調査により、環境保全措置対象種 6 種（ヤジリスカシガイ、ヤコウガイ、ベニシボリミノムシ、オオシイノミクチキレ、サンゴナデシコ、シャゴウガイ）のうちヤコウガイとベニシボリミノムシの 2 種が確認された。

また、平成 25 年度に実施した調査では、表－ 4.2.37 に示すとおり、重要な種が 13 種（前述の 2 種を含む）確認されたことから、これらの種については、図－ 4.2.70 に示すとおり、類似環境へ移動した。

表－ 4.2.37 重要な種の調査結果（海域動物）

| 調査期日：冬季：平成25年12月23日～平成26年2月26日 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|
| No. | 種名 | 調査地点 | | | | | | | | | | 個体数 合計 |
| | | St.1 | St.2 | St.3 | St.4 | St.5 | St.6 | St.7 | St.8 | St.9 | St.10 | |
| 1 | ソマリケケリ | | | | | | | 3 | | | | 3 |
| 2 | リュウキュウサルボウ | | | | | | 1 | | 1 | | | 2 |
| 3 | ホソスヅクリアゲマキ | | | 6 | | | | 6 | 6 | | | 18 |
| 4 | カワラカイ | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| 5 | オサガニヤトリガイ | | | 3 | | | | | 3 | | | 6 |
| 6 | オイノカガミ | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| 7 | カミマス | | | 1 | | | | 3 | 8 | | | 12 |
| 8 | キンランカノ | | | | | | 24 | | | | | 24 |
| 9 | クサイロカノ | | | | | | 2 | | | | | 2 |
| 10 | ヤコウガイ | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| 11 | ベニシボリミノムシ | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| 12 | ヒメオリエムシロ | | | 1 | | | | | | 17 | 8 | 26 |
| 13 | オキナワハムシロ | | | | | | | | | 4 | | 4 |
| 出現種数 | | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | － |

注：環境保全措置対象種を■で示す。

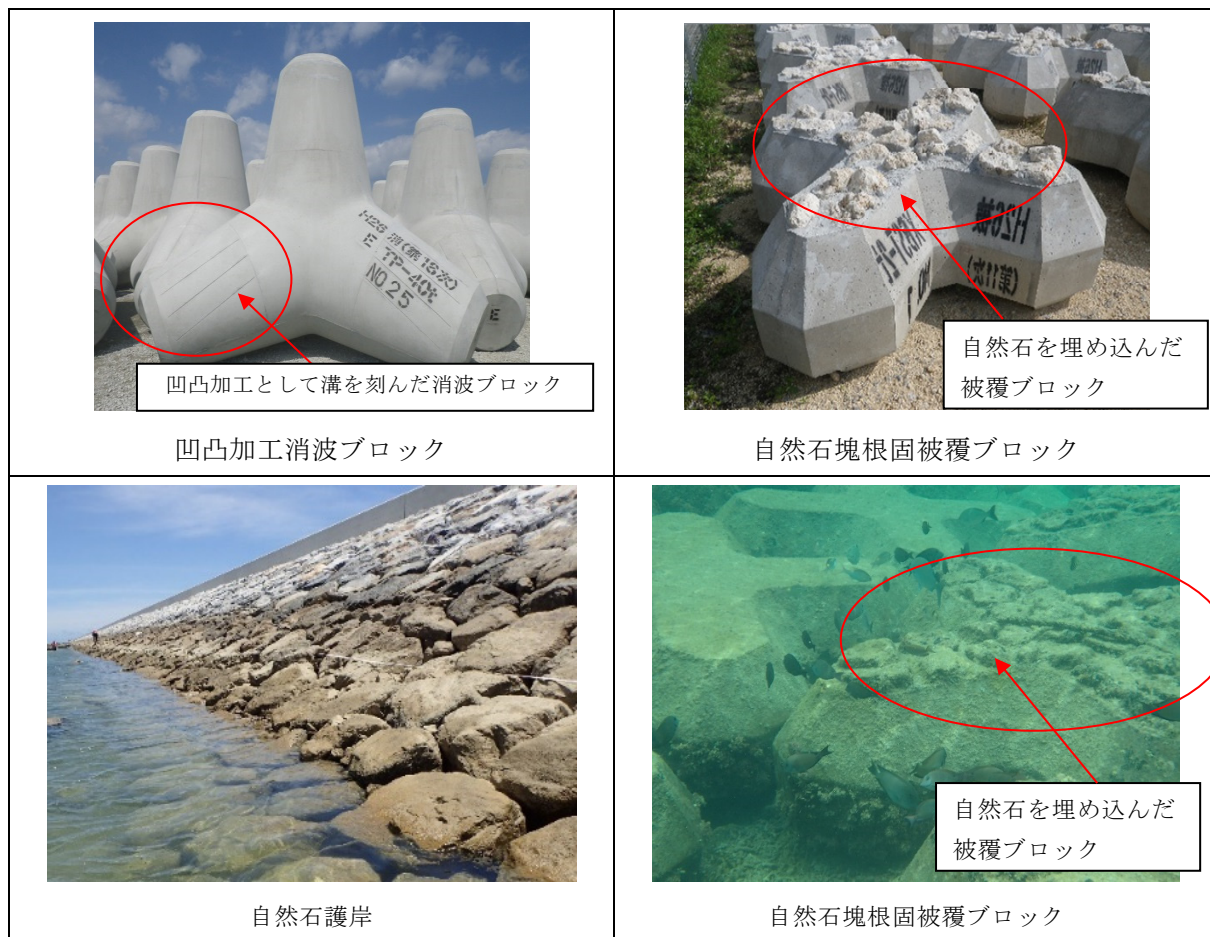
重要種保護のため
位置情報は表示しない。

注：環境保全措置対象種を赤字で示す。

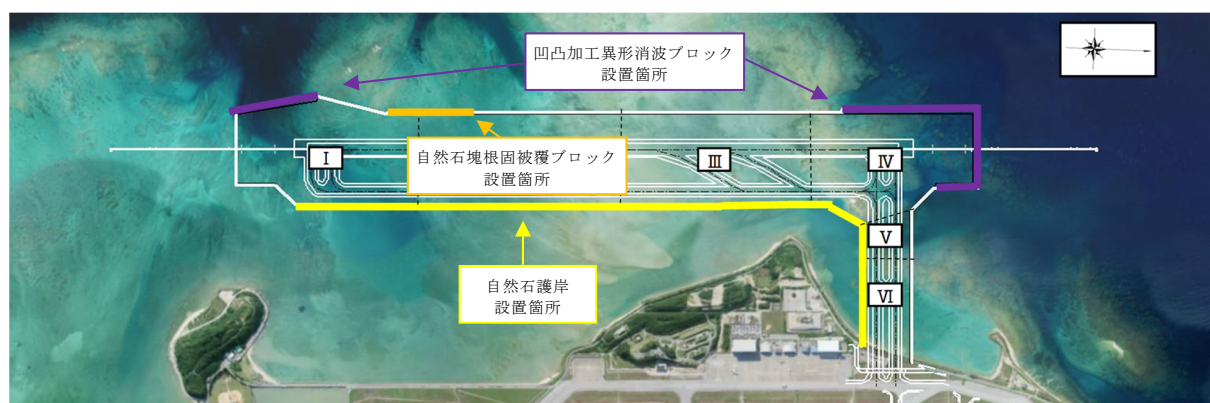
図－ 4.2.70 重要な種の確認・移動位置（海域動物）

5) 凹凸加工消波ブロックや、自然石塊根固被覆ブロック、自然石の設置状況

自然石塊根固被覆ブロックは平成 27 年度から設置しており、自然石による護岸造成は、平成 28 年度から設置している（図－ 4.2.71）。凹凸加工消波ブロックは平成 30 年度冬季から設置している。



図－ 4.2.71 凹凸加工消波ブロック、自然石塊根固被覆ブロック、自然石護岸



図－ 4.2.72 凹凸加工消波ブロックや、自然石塊根固被覆ブロック、自然石の設置箇所

(9) 景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境

景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境に係る環境保全措置は、表－ 4.2.38 に示すとおりである。また、平成 30 年度における景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境に係る環境保全措置の実施状況は、図－ 4.2.73 に示すとおりである。

表－ 4.2.38 景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置を講じる。 | ○ |
| 周辺地域の修景に努めるため、護岸の一部に自然石を用いる。 | ○ |
| 資機材は、工事終了後に速やかに撤去する。 | ○(各工事で実施) |
| 資機材運搬車両の走行に伴うアクセス阻害を低減させるため、資機材の運搬は可能な限り海上輸送とし、陸上搬入ルートには交通誘導員を配置し交通整理を行う。 | ○(写真①) |
| 海域生物（サンゴ類）の影響を低減するための環境保全措置を講じる。 | ○ |
| 土砂による水の濁り、底質の影響を低減するための環境保全措置を講じる。 | ○ |



図－ 4.2.73 平成 30 年度における景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境に係る環境保全措置の実施状況

(10) 廃棄物等

廃棄物等に係る環境保全措置は、表－ 4.2.39 に示すとおりである。

工事の実施時における廃棄物等の処理については、工事業者へマニフェストの提出を義務付けることで適切な処理を行うよう指導している。

表－ 4.2.39 廃棄物等に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 木くずについては、産業廃棄物処理業者に委託し、中間処理施設で処理を行い、再資源化に努めることとする。 | ○（各工事でマニフェストによる管理を実施） |
| アスファルト・コンクリート塊、鋼材等については、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」及び「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）」に基づき産業廃棄物処理業者に委託し、中間処理施設で破砕処理等を行い、再資源化に努めることとする。 | ○（各工事でマニフェストによる管理を実施） |

(11) 温室効果ガス等

温室効果ガス等に係る環境保全措置は、表－ 4.2.40 に示すとおりである。

大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置と同様、排出ガス対策型、低騒音型、低振動型の建設機械の導入や、建設機械の整備・点検の徹底などを行っている。

表－ 4.2.40 温室効果ガス等に係る環境保全措置（工事の実施時）

| 環境保全措置の方法及び実施の内容 | 実施状況 |
|---------------------------------|------|
| 大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置を講じる。 | ○ |