

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桟橋及び仮設橋等の設置を行い、護岸工事を行った。平成27年度は、図-4.1.1及び表-4.1.1に示すとおり、護岸工事、浚渫工事、埋立工事を行った。

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。

なお、図中、汚濁防止膜外の施工にあたっても、施工に併せて、汚濁防止膜を移動しながら工事を進めた（図-4.1.3）。

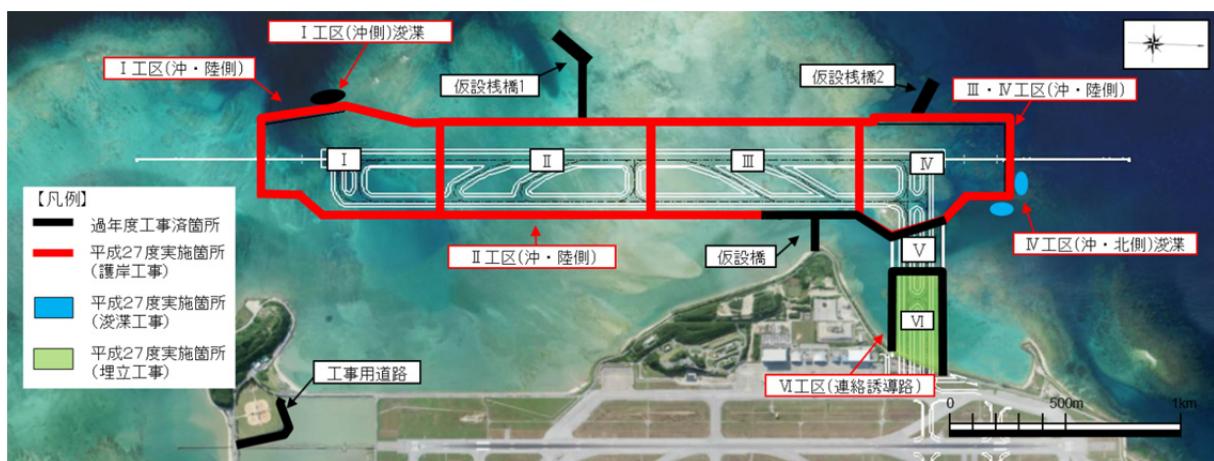
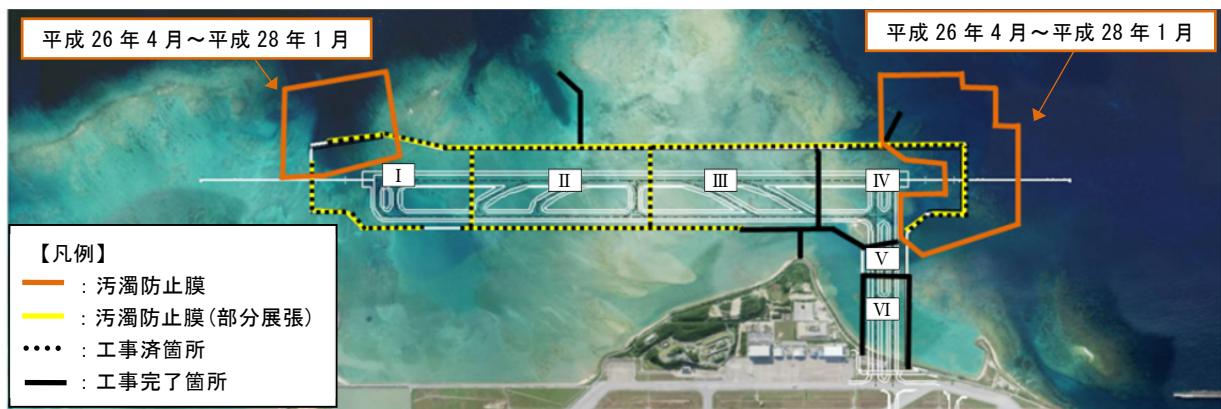


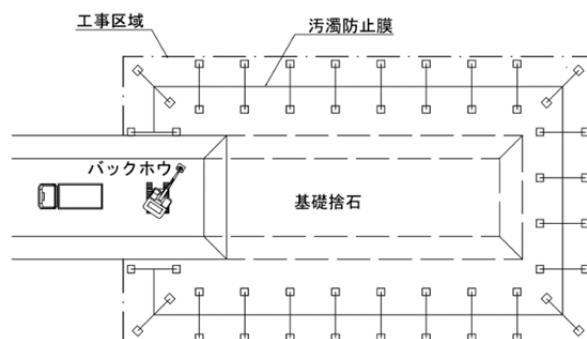
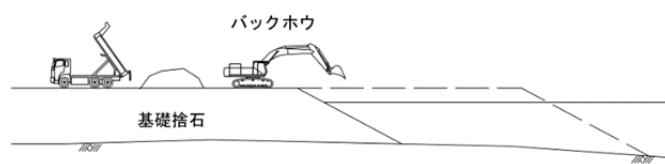
図-4.1.1 平成27年度施工位置

表-4.1.1 工事工程

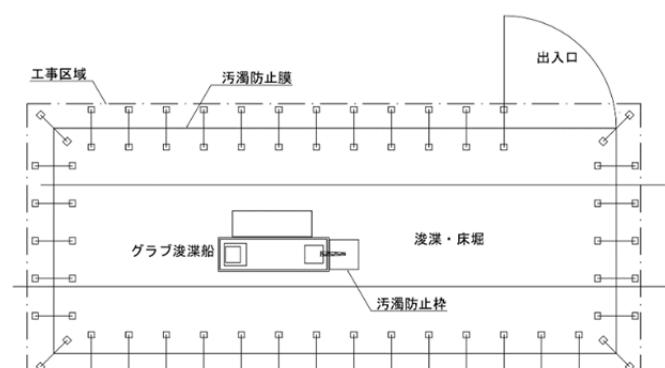
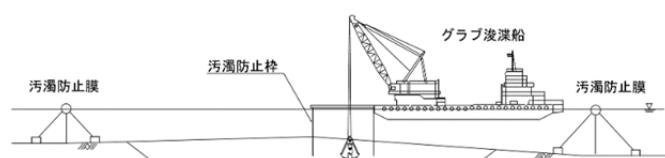
主な工事範囲	平成26年度	平成27年度												平成28年度													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
護岸工事 進入灯工事	I～IV、VI工区 ケーン・ブロック製作・据付 進入灯(杭打設等)																										平成29年度も継続
浚渫工事	IV工区(沖・北側) I工区(沖側)																										
仮設工事	仮設桟橋1 仮設桟橋2 仮設橋 工事用道路																										
埋立工事	I～IV、VI工区																										平成29年度も継続



図－4.1.2 汚濁防止膜の設置位置



図－4.1.3(1) 汚濁防止膜の展張状況（捨石工：陸上投入）

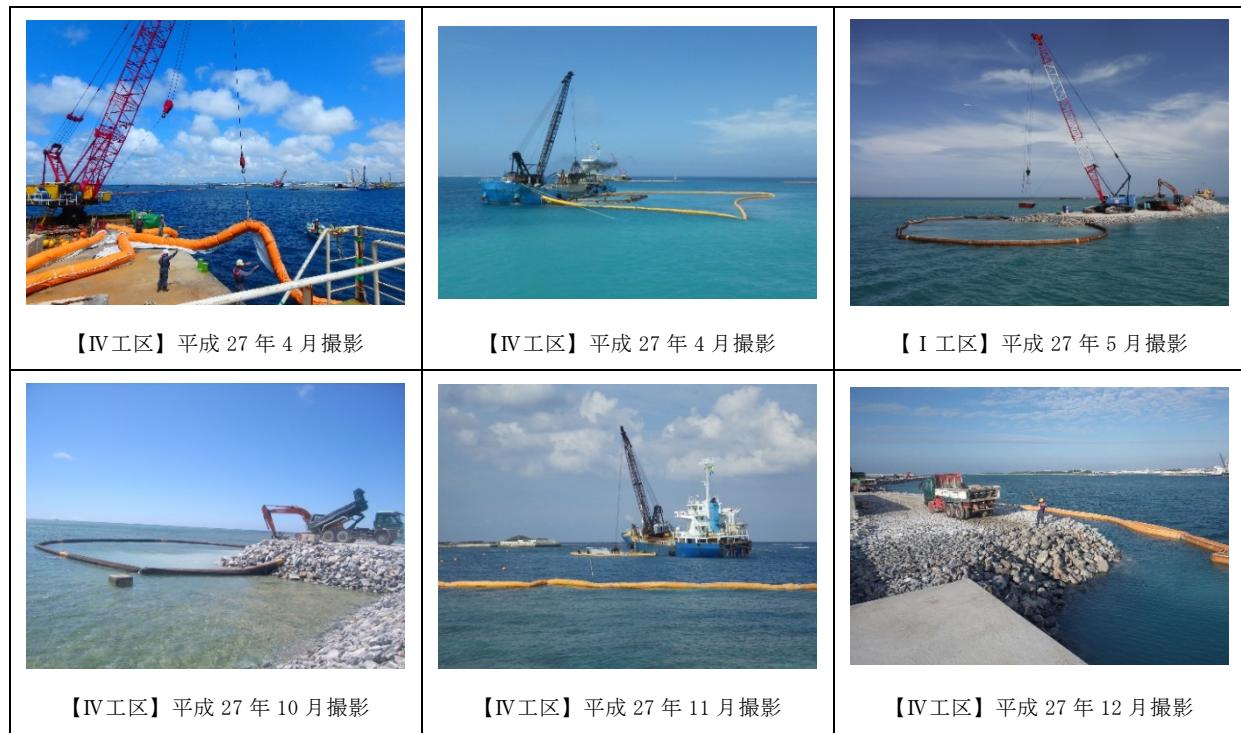


図－4.1.3(2) 汚濁防止膜の展張状況（浚渫）

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－4.1.4に示すとおりである。



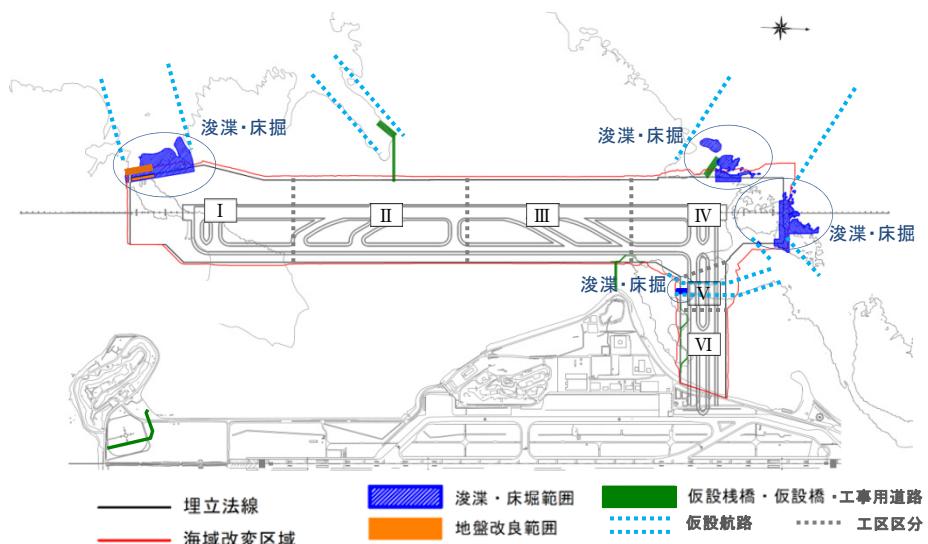
図－4.1.4 汚濁防止膜の設置状況

(2) 浚渫工事

浚渫工事の状況及び浚渫位置については、図－4.1.5 及び図－4.1.6 に示すとおりである。



図－4.1.5 浚渫工事の状況



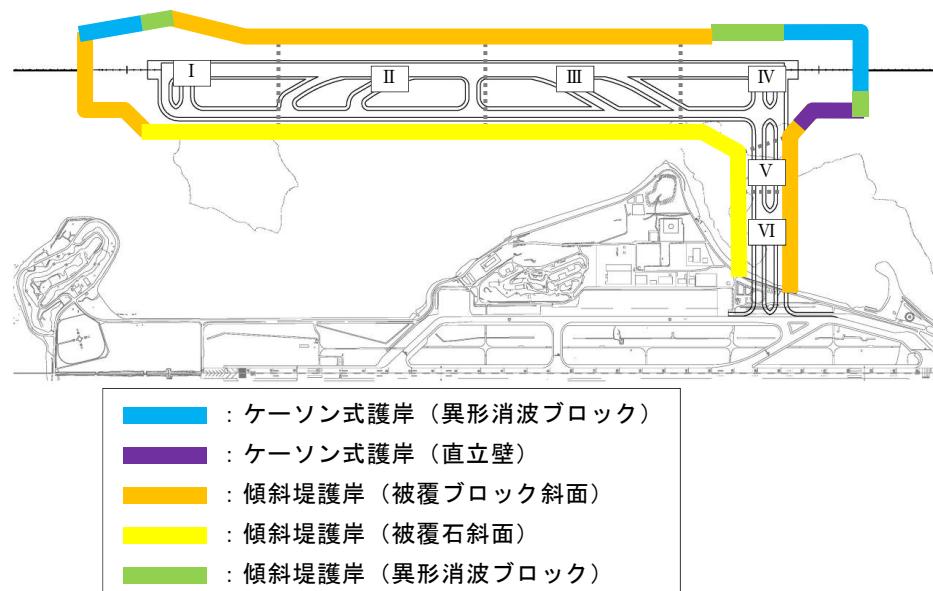
図－4.1.6 浚渫位置

(3) 護岸工事（本体）

護岸工事（本体）の状況及び護岸形状別の位置については、図－4.1.7 及び図－4.1.8に示すとおりである。



図－4.1.7 護岸工事（本体）の状況



図－4.1.8 護岸形状別の位置

(4) 護岸工事（ケーソン製作）

護岸工事（ケーソン製作）の状況については、図－4.1.9に示すとおりである。



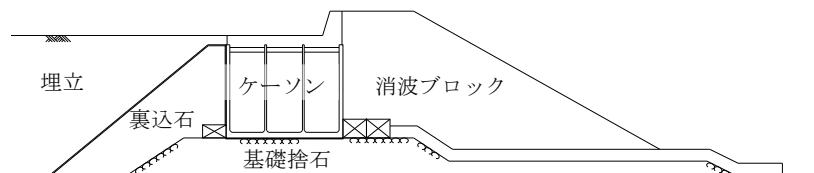
図－4.1.9 護岸工事（ケーソン製作）の状況

(5) 護岸工事（ケーソン据付）

護岸工事（ケーソン据付）の状況及びケーソン式護岸断面については、図－4.1.10及び図－4.1.11に示すとおりである。



図－4.1.10 護岸工事（ケーソン据付）の状況



図－4.1.11 ケーソン式護岸断面

(6) 仮設工事

仮設工事の状況については、図－ 4.1.12 に示すとおりである。



図－ 4.1.12 仮設工事の状況

(7) 埋立工事

埋立工事の状況については、図－ 4.1.13 に示すとおりである。

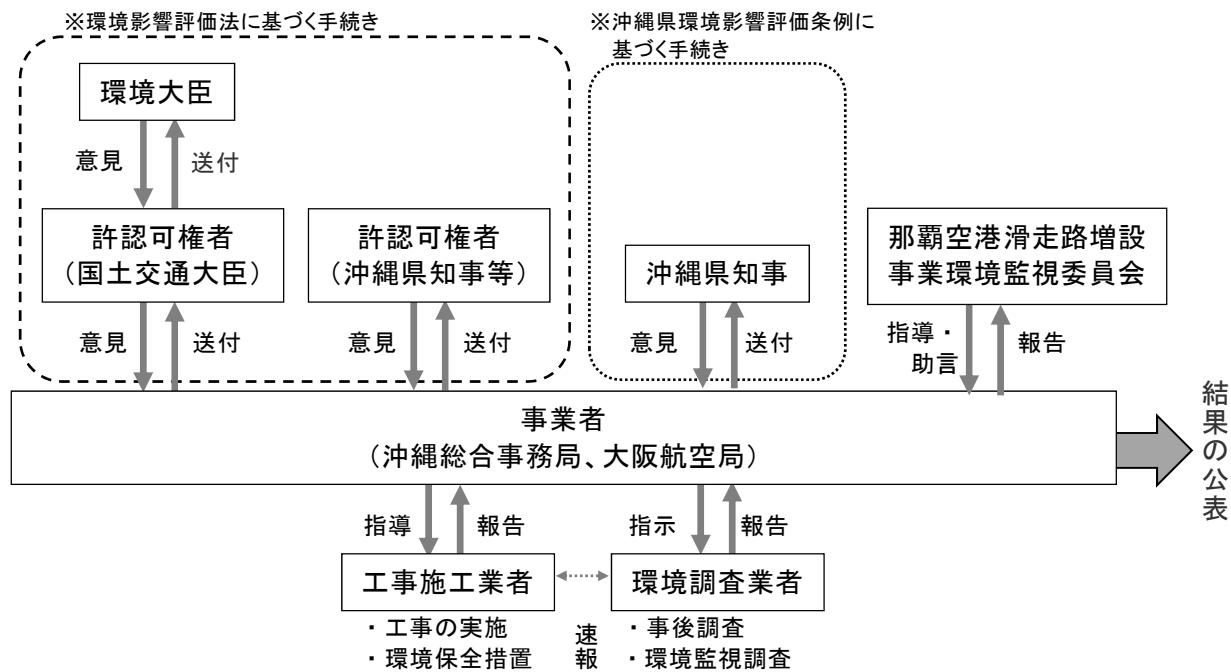


図－ 4.1.13 埋立工事の状況

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27年度に実施した環境保全措置と実施状況（工事の実施時）は、表－4.2.2～表－4.2.32に示すとおりである。

表一 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	工作物の存在時	工作物の供用時	
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		○			
土壤に係る環境	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、囲繞景観	○	○		
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」として措置についても、該当するいづ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27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） ※低振動型の機械については、今後対象工事の実施に伴い、導入予定。
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 －：今後実施



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

図一 4.2.2(1) 平成 27 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

現場内制限速度

20

④ 規制速度の遵守等を促す表示板の配置状況



ミスト散水状況



シート被覆（現場発生土）

⑤ 粉じん発生源対策（散水、シート被覆）

図一 4.2.2(2) 平成 27 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



⑥ タイヤ洗浄施設等の設置状況



⑦ 粉じん対策として路面清掃状況

図－ 4.2.2(3) 平成 27 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、表一 4.2.3 に示すとおりである。また、平成 27 年度における水象に係る環境保全措置の実施状況は、図一 4.2.3 に示すとおりである。

表一 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） (消波ブロックは設置中)
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。	-（通水路は今後設置）

凡例 ○：実施済み・実施中 -：今後実施



① 消波ブロック据付状況

図一 4.2.3 平成 27 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

工事の実施時には、環境保全措置を実施しない。

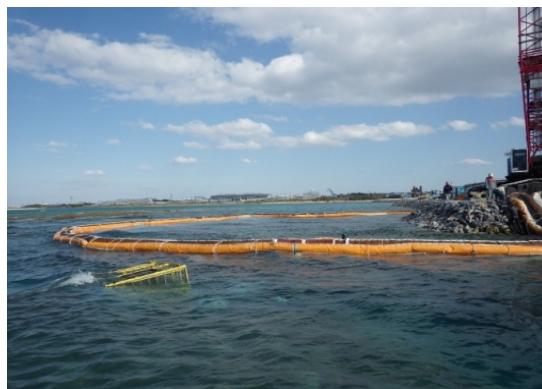
(5) 土砂による水の濁り、底質

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27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。	○(外周護岸を造成中)
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。	－(陸域の改変は今後実施)
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。	○(写真②) (日々の濁り監視を実施)
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③)
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。	－(埋立工事は今後実施)
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ろ過処理を行う。	－(埋立工事は今後実施)
必要に応じ、汚濁防止対策を強化する。	○(写真④)
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。	○(写真⑤)

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施



① 汚濁防止膜の設置状況

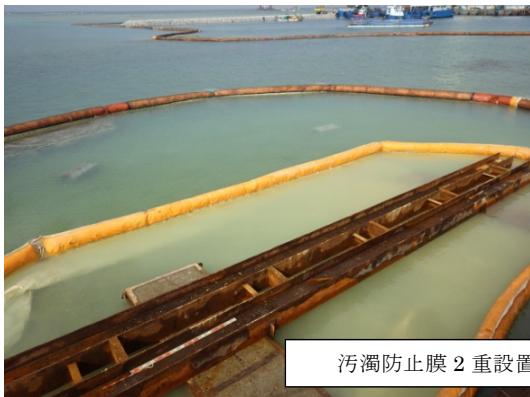


② 日々の濁り監視状況



③ 汚濁防止膜の点検・補修状況

図一 4.2.4(1) 平成 27 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 汚濁防止対策の強化（2重展張）



図－ 4.2.4(2) 平成 27 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

● 散水洗浄後運搬船に積込み出荷



撮影日：平成26年11月13日



⑤ 石材の洗浄状況（採石場での洗浄）



⑤ 石材の洗浄状況（現場にて洗浄タンクで洗浄し、エアーブローで石粉除去後投入）

図一 4.2.4(3) 平成27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27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。

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）

区分	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）。	※（他の項目を参照）
	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）。	※（他の項目を参照）
陸域植物 ・生態系	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。	－（今後実施）
	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年度実施済み) ※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。
陸域動物 ・生態系	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） ※緑化手法については現在検討中である。
	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ラ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①オイランカワザンショウ、ノミガイ) ※オカラヤドカリ類は平成26年度実施済(写真②)
	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。	○(写真④) ※北N工区で実施。

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施

 <p>採取状況</p>  <p>採取個体</p>	<p>重要種保護のため 位置情報は表示しない。</p>
<p>① 陸生貝類の移動<オイランカワザンショウ></p>  <p>採取状況</p>  <p>採取個体</p>	<p>重要種保護のため 位置情報は表示しない。</p>

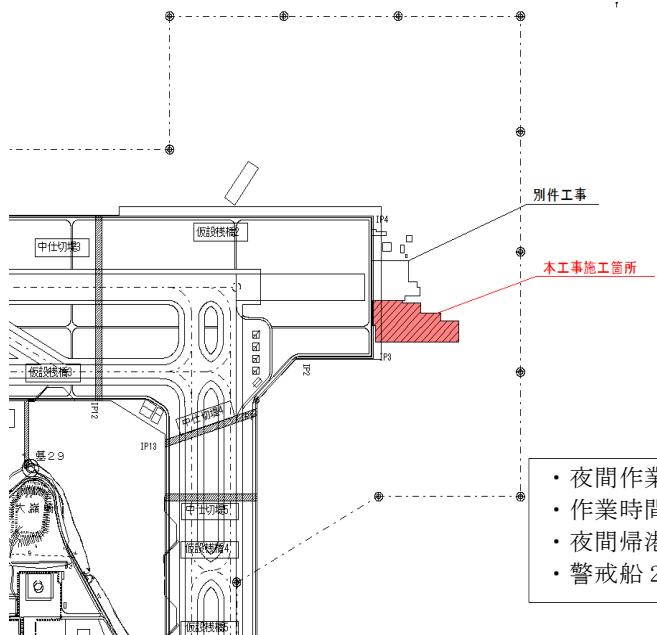
図－ 4.2.5(1) 平成 27 年度における陸域生物・生態系に係る環境保全措置の実施状況



図－ 4.2.5(2) 平成 27 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



撮影日：平成 27 年 4 月 19 日



- ・夜間作業期間 平成 27 年 4 月 17 日～6 月 7 日（27 日）
- ・作業時間日入り～22：00 まで
- ・夜間帰港船舶なし
- ・警戒船 2 隻配備

④ 夜間作業の実施

図－ 4.2.5(3) 平成 27 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27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、工作物の存在時）

	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）。	※（他の項目を参照）
・工事の実施時 ・工作物の存在時	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。 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。	○（実施済、モニタリング中） ○（連絡誘導路北側海域への移植は実施済、モニタリング中。改変区域東側の閉鎖性海域は検討中。）
・工作物の存在時	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。 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。	○（平成25年度実施済） ○（実施中：図－4.2.44参照）

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施

1) サンゴ類の移植状況（平成 26 年度実施）

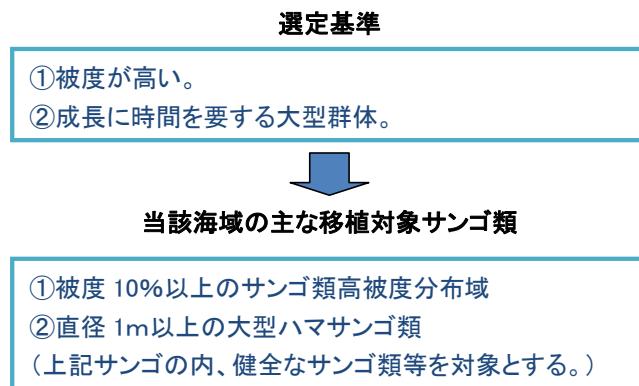
(ア) 目的

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。



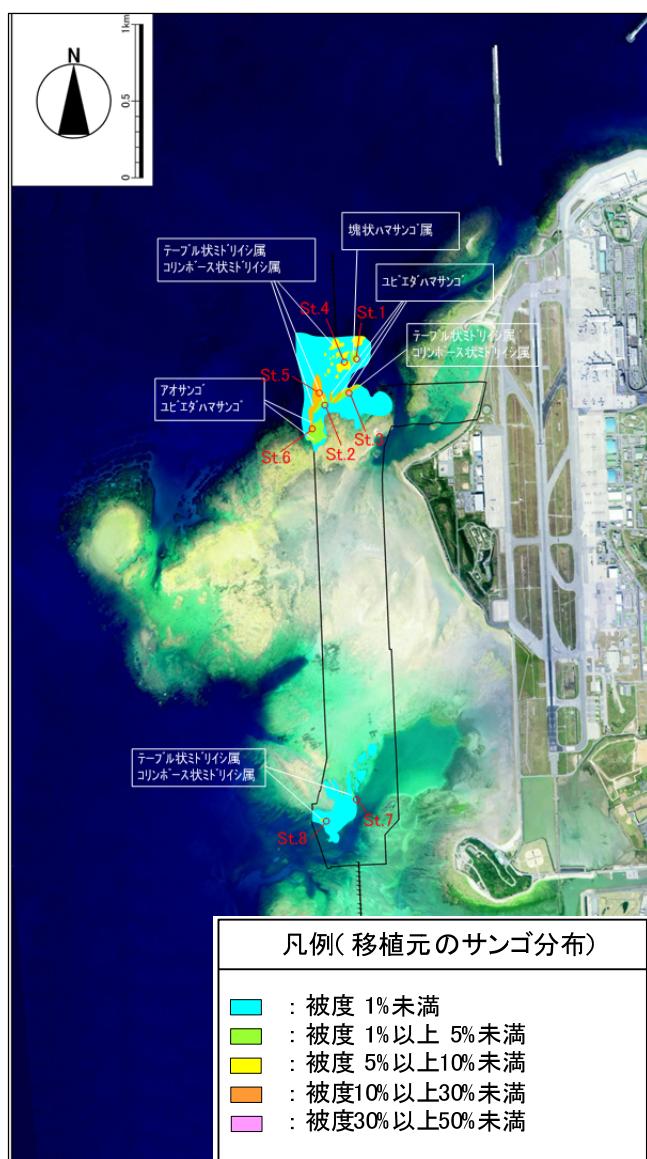
注) 沖縄本島内で稀にしかみられないような種が確認された場合は、優先的に移植対象とする。

図－4.2.6 移植対象となるサンゴ類の選定

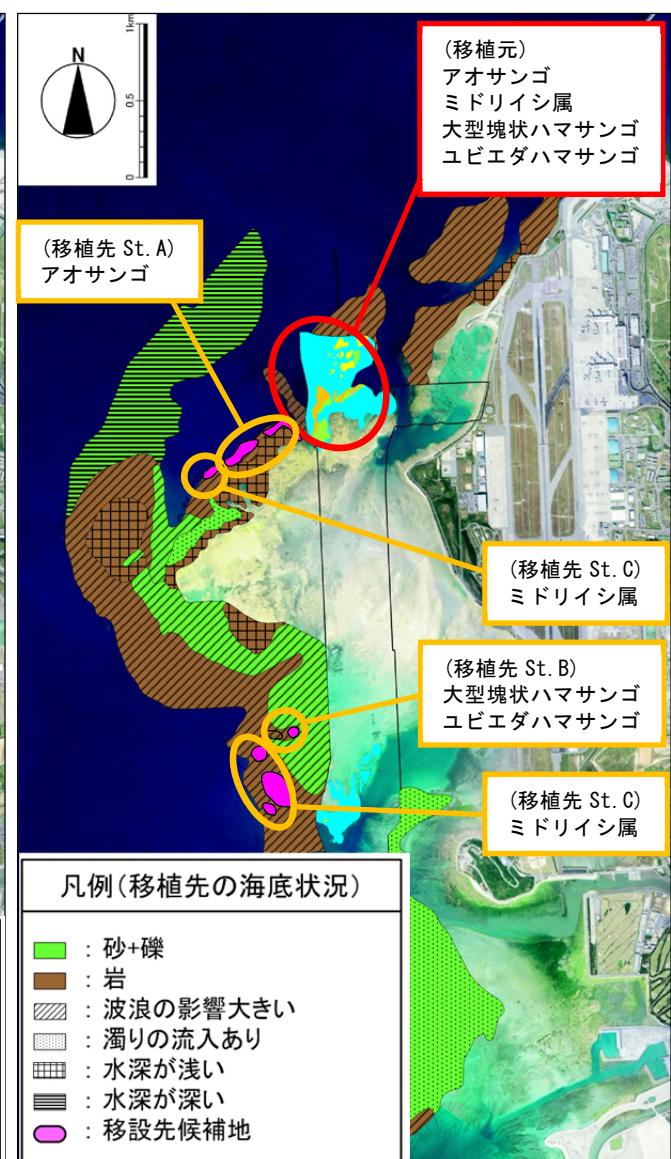
イ) 移植元および移植先

平成 24 年度におけるサンゴ類の分布状況は、図一 4.2.7 に示すとおりであり、大嶺崎北側海域と瀬長島沖の南側海域に分布していた。

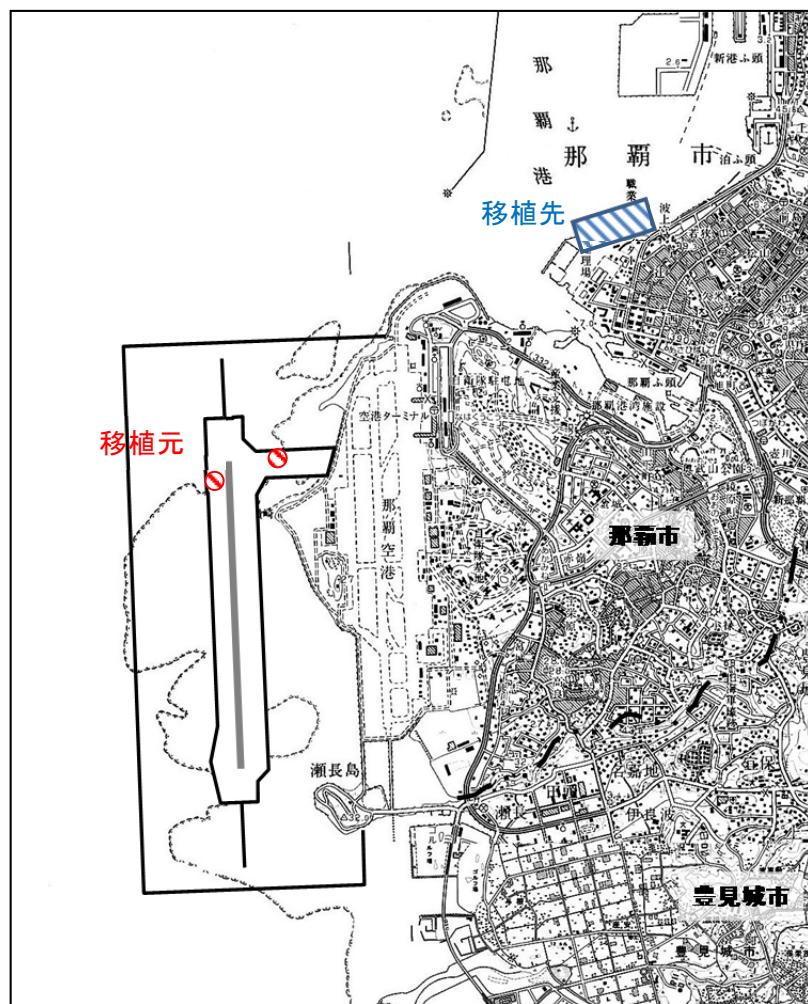
移植先については、概略位置を図一 4.2.8 に示すとおり、サンゴ群集の分布特性（優占種、被度別面積、範囲）の確認やサンゴ類の詳細な生息状況および食害生物、病気等を把握したうえで選定した。また、希少サンゴ類の移植元と移植先については、図一 4.2.9 及び図一 4.2.10 に示すとおりである。



図一 4.2.7 移植元サンゴ類の分布状況



図一 4.2.8 移植元と移植先の概略位置



図－4.2.9 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－4.2.10 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－ 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－ 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 下段：移植実績
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
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	大型サンゴの移植	St. B：塊状ハマサンゴ属							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				342.9m ²	582.3m ²	117.1m ²				700m 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属の移植は、小型サンゴ片の固定による移植で、図－ 4.2.11 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、小規模サンゴを人工工法で、大規模サンゴを機械工法とし、図－ 4.2.12 に示す方法で移植した。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－ 4.2.13 に示す方法で移植した。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。

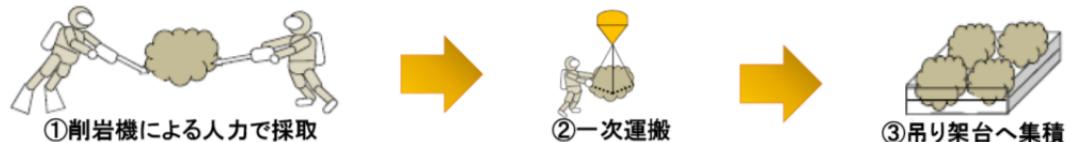
なお、希少サンゴ類は、小型サンゴと同様な方法で移植した。



図－4.2.11 小型サンゴ（ミドリイシ属及びアオサンゴ属）の移植方法

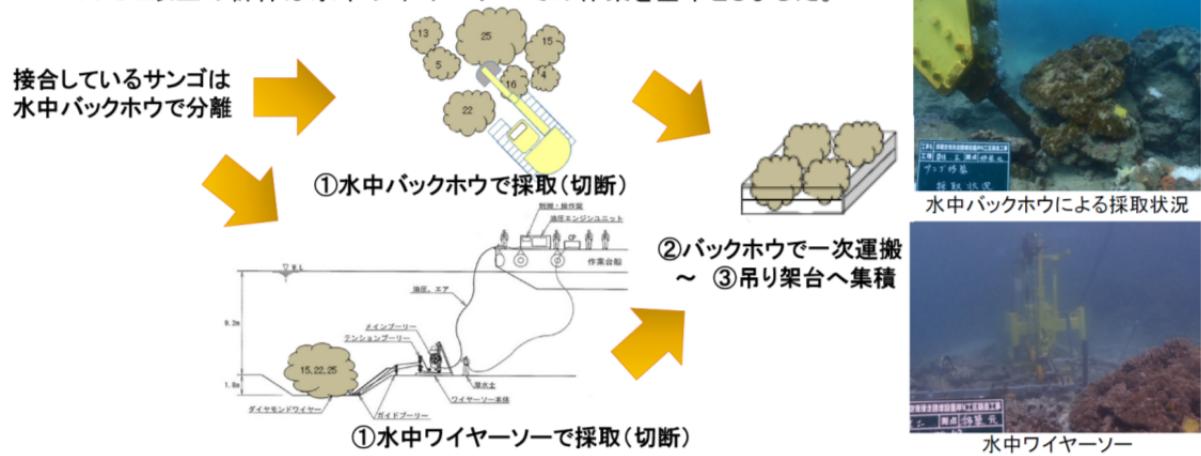
➢人工法（小規模サンゴ採取）2群体

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。

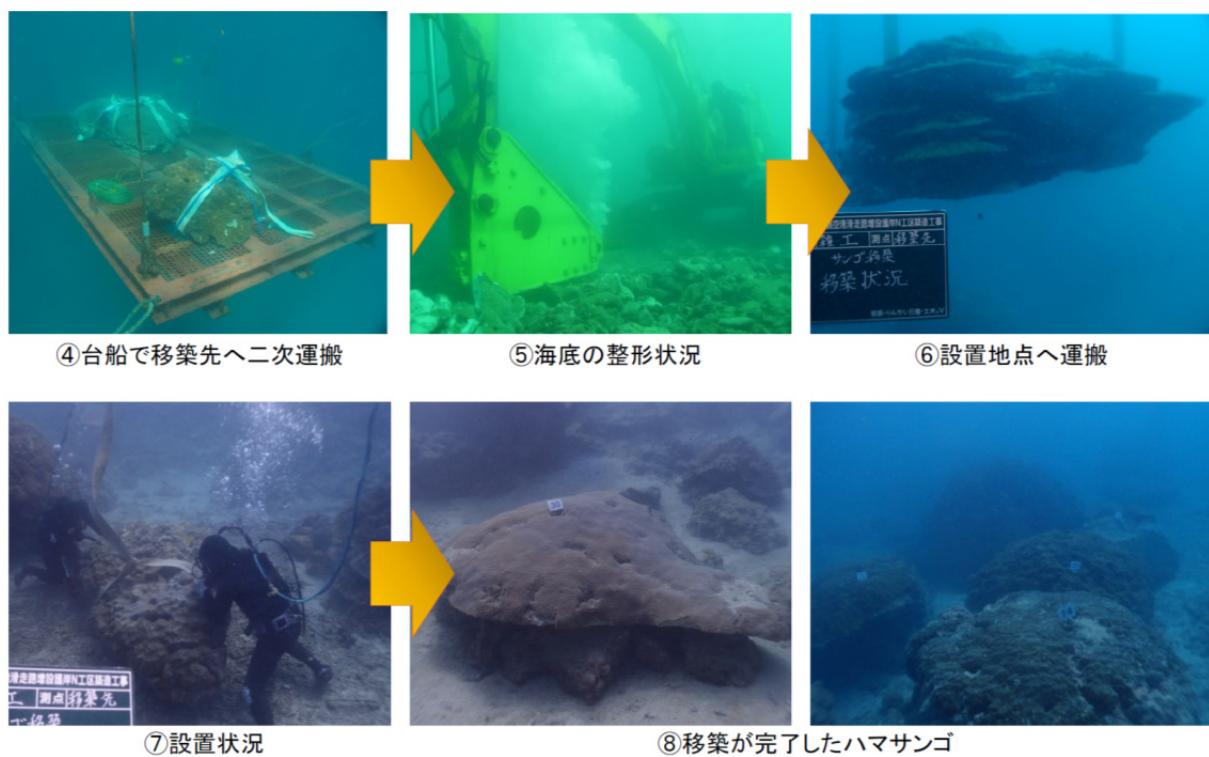


➢機械工法（大規模サンゴ採取）35群体

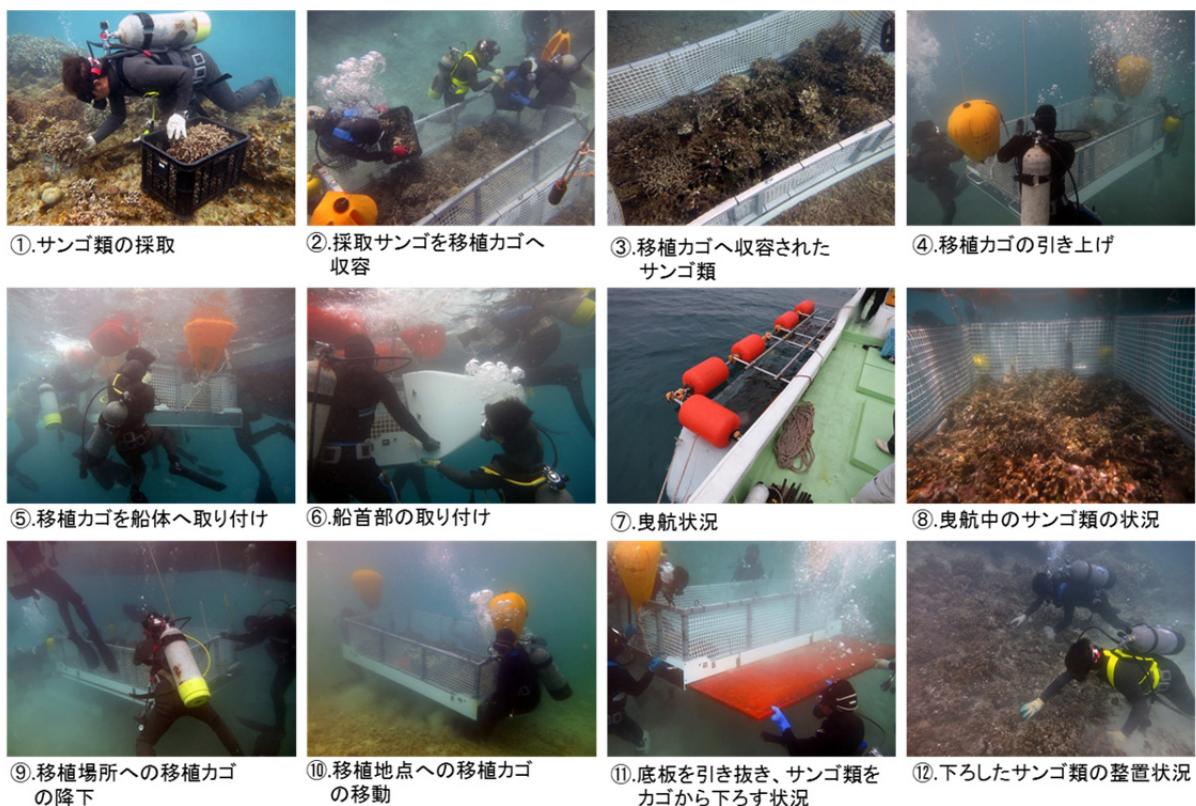
切断部の長径が1m～1.5m未満の群体は水中バックホウ、1.5m以上の群体は水中ワイヤーソーでの作業を基本としました。



図－4.2.12(1) 大型サンゴの移植方法



図一 4.2.12(2) 大型サンゴの移植方法



図一 4.2.13 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－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（アオサンゴ属）

表－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－4.2.8 小型サンゴ（ミドリイシ属・アオサンゴ属）の移植数量

（ミドリイシ属の移植数量）

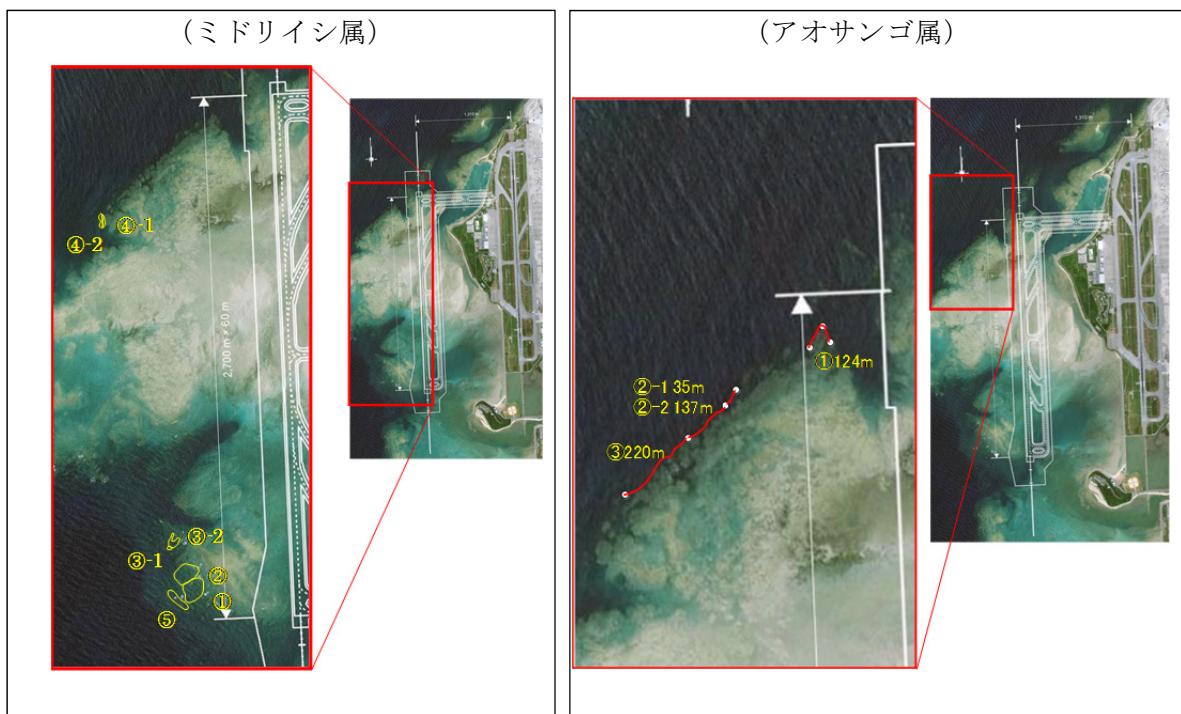
（アオサンゴ属の移植数量）

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。

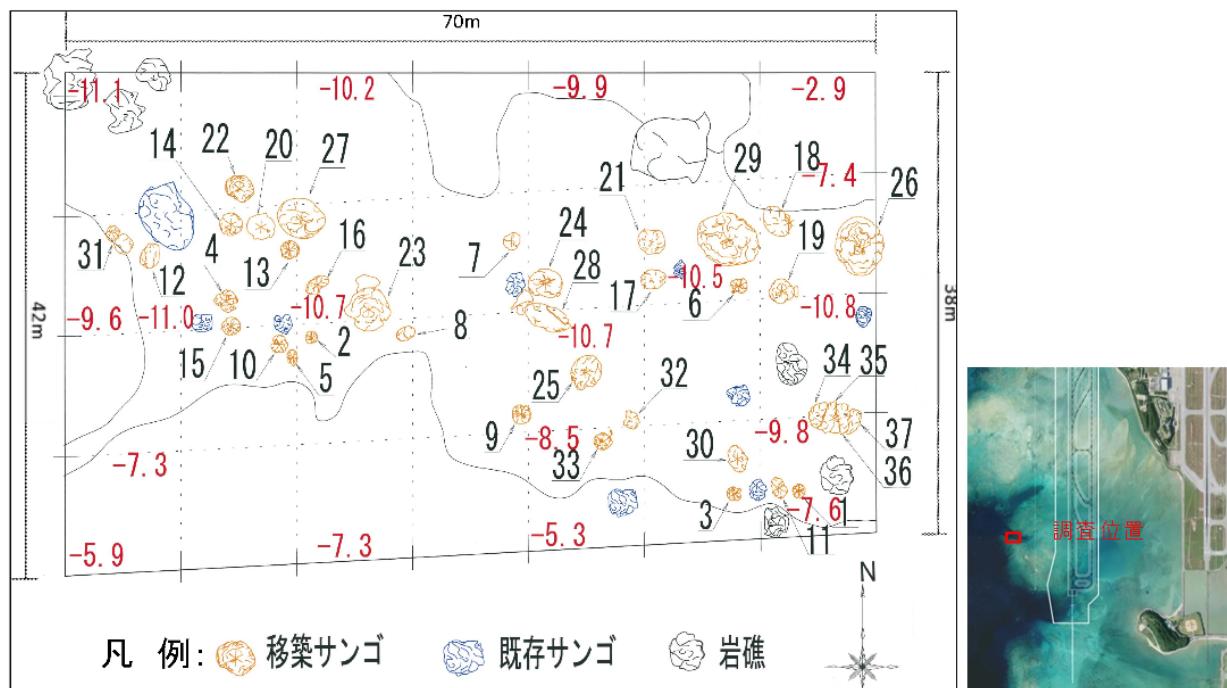


図－4.2.14 移植先・移植後の調査位置（小型サンゴ）

ウ) 大型サンゴ(塊状ハマサンゴ)

大型サンゴ(塊状ハマサンゴ)は37群体を移設した。

移植後の調査は、図-4.2.15に示す移設箇所で行った。



注) 赤字は水深を示す。

図-4.2.15 移植先・移植後の調査位置(大型サンゴ)

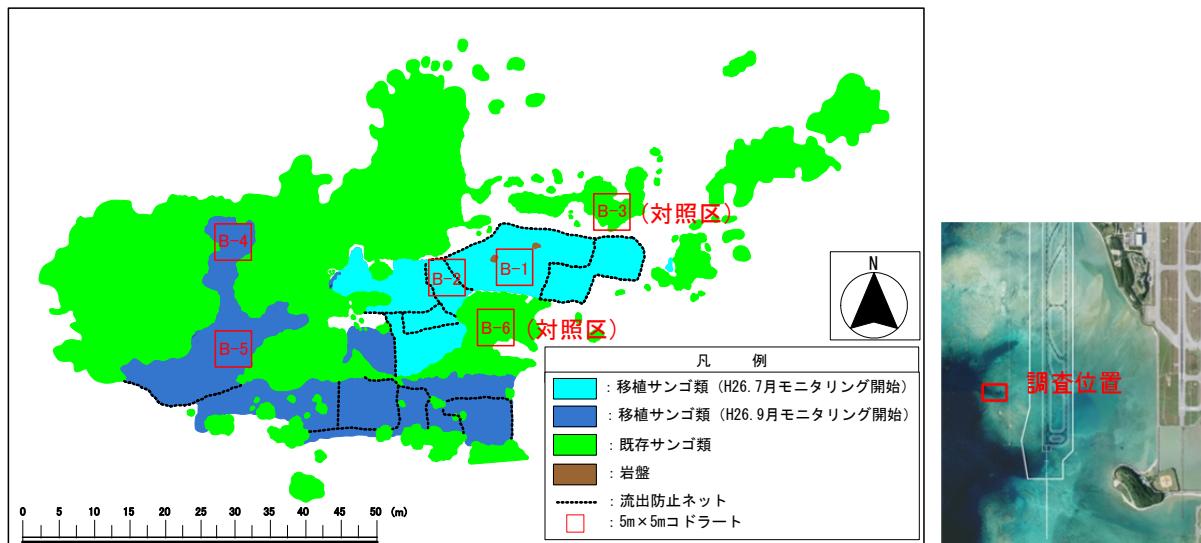
エ) 枝サンゴ群集 (ユビエダハマサンゴ)

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 4.2.16 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、クサビライシ属に 51 個を移植した。

移植後の調査は、図ー 4.2.17 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 4.2.17 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 年度、平成 27 年度実施）

(ア) 目的

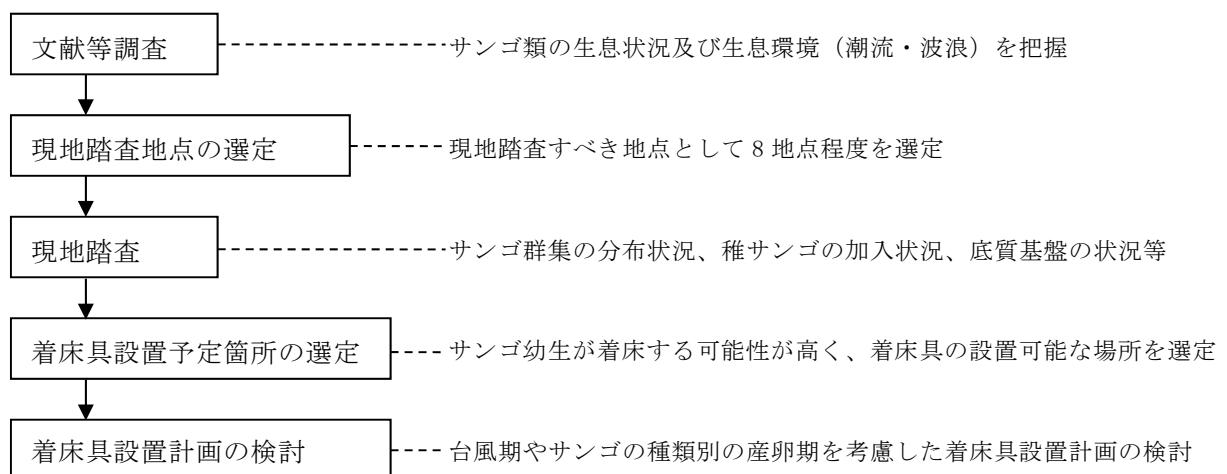
改変区域に生息するサンゴ類の一部については、事業者の実行可能な範囲内で無性生殖移植法により移植・移築を行う他、有性生殖移植法に係る移植試験を補完的に検討・実施することとしている。

(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）

事前調査の流れを図－4.2.18 に示す。



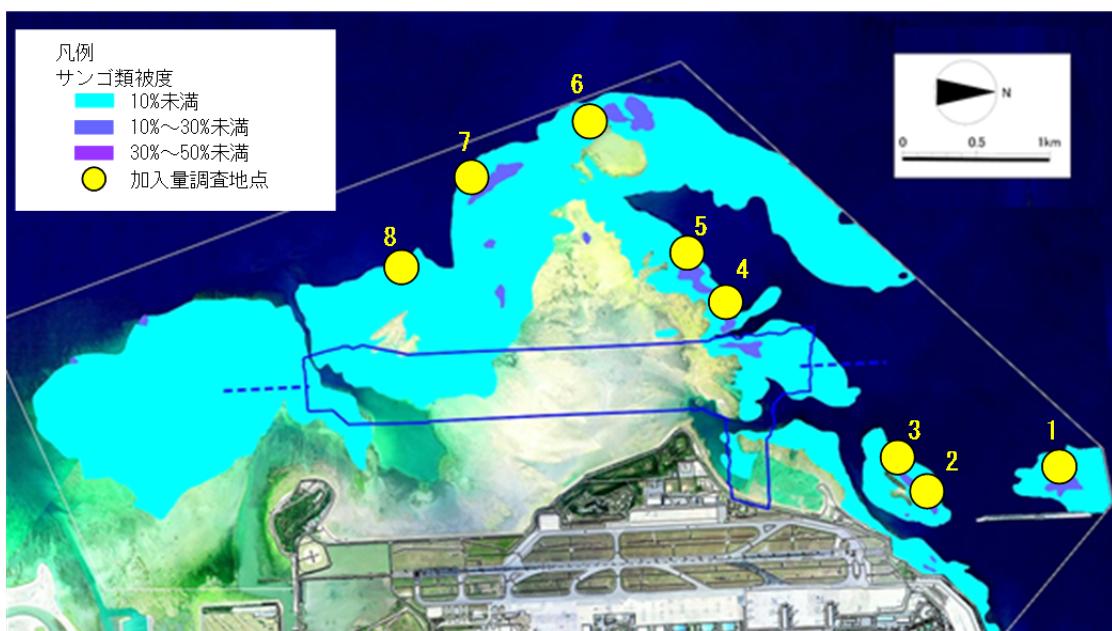
図－4.2.18 事前調査の流れ

(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、波高が高い礁縁部際に分布していた。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一 4.2.19 に示す 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。



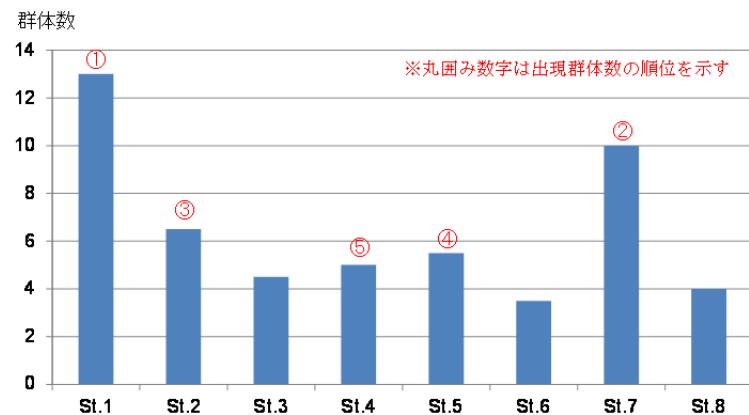
図一 4.2.19 調査位置

(c) 現地踏査

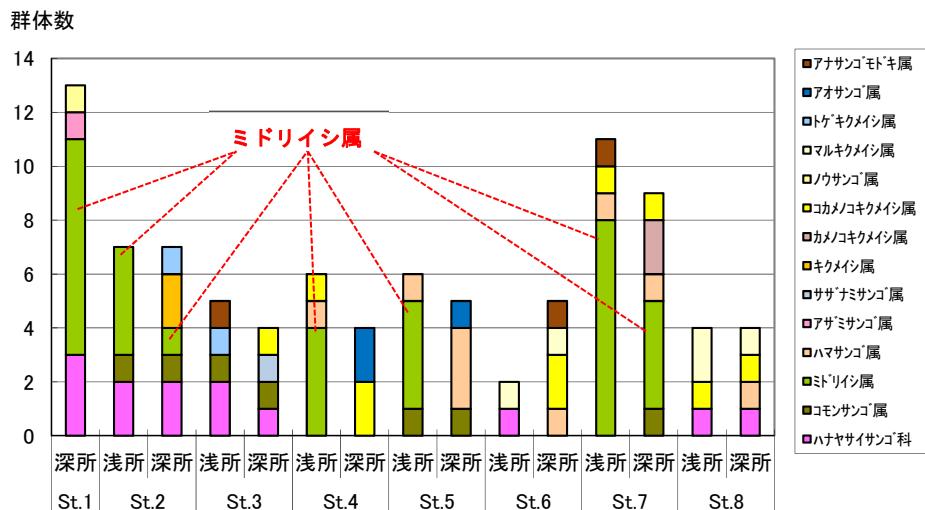
平成 26 年 5 月上旬に図一 4.2.19 に示す調査地点において調査を行った。

各地点における稚サンゴの出現群体数は $3.5\sim13$ 群体/ m^2 であり、上位 5 位になったのは、St. 1, 2, 4, 5, 7 であった(図一 4.2.20)。

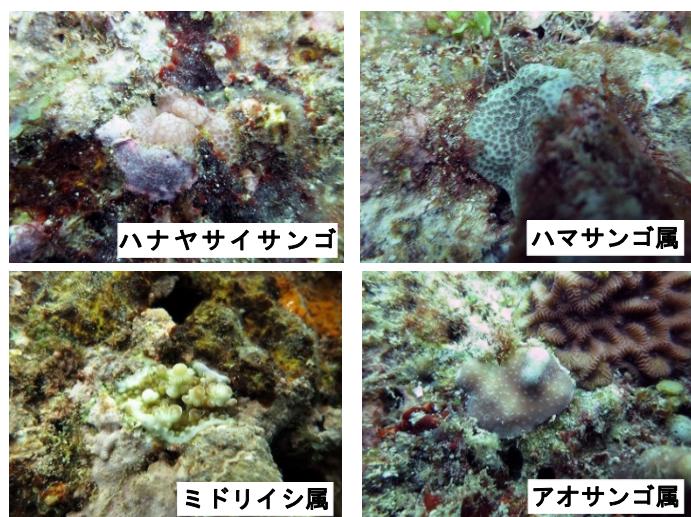
このうち、当該海域の主な構成種であるミドリイシ属の稚サンゴが確認されたのは、St. 2, 4, 5, 7 の浅所と St. 1, 2, 7 の深所であり(図一 4.2.21)、これらはミドリイシ属を中心としたサンゴ群集が確認された地点に概ね該当した。また、当該海域で局的に高被度群集を形成するアオサンゴ属の稚サンゴが確認されたのは St. 4, 5 の深所であった。その他、ハナヤサイサンゴ科やハマサンゴ属の稚サンゴが比較的多く出現した。



図一 4.2.20 稚サンゴ出現結果



図一 4.2.21 稚サンゴの水深別出現結果(水深別)



図一 4.2.22 確認された主な稚サンゴ

(d) 着床具設置予定箇所の選定

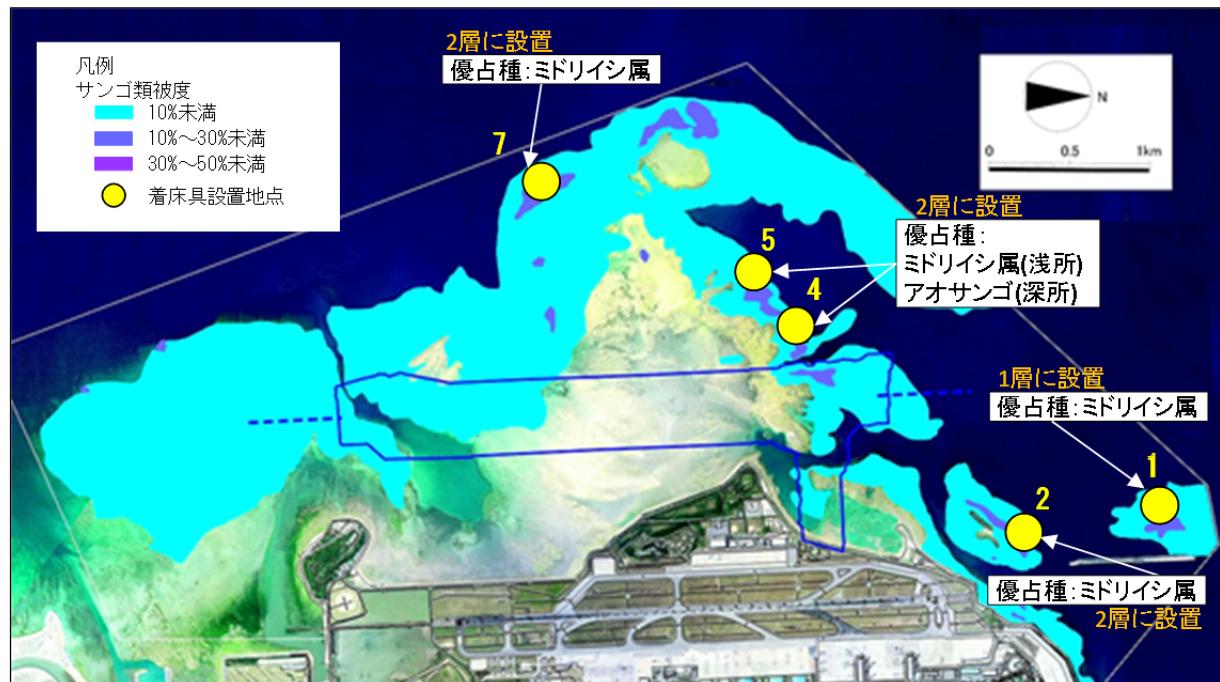
現地踏査の結果より、着床具の設置地点としては、稚サンゴが多い St. 1, 2, 4, 5, 7 が適していると考えられた。このうち、ミドリイシ属の加入が期待できる地点としては St. 2, 4, 5, 7 の浅所及び St. 1, 2, 7 の深所、アオサンゴの加入が期待できる地点としては St. 4, 5 の深所が選出された。

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た。

(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－ 4.2.23）。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。着床具設置予定期数を表－ 4.2.10 に示す。

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性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り、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－ 4.2.23 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－ 4.2.24)。



図－ 4.2.24 中間育成枠の概要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－4.2.25 に、中間育成場の検討結果を図－4.2.26 に示す。

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た。

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ガイ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) ○：適當、△：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。



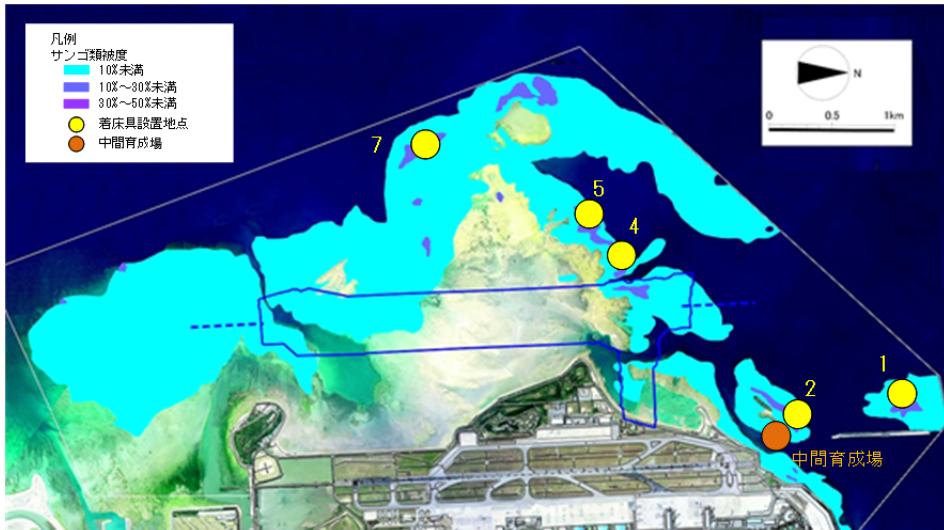
図一 4.2.25 中間育成場の選定結果



図－ 4.2.26 中間育成場の検討結果

ウ) 平成 26 年度設置

事前調査の結果をもとに選定した 5 地点 9 箇所において、サンゴ産卵期前に着床具を海底に設置した。また、中間育成調査で選定した中間育成場に着床具固定用のパイプ枠を設置し、台風 8 号接近に伴い、着床具を中間育成場に移設した。なお、対象種がアオサンゴの St. 4 深所と St. 5 深所に設置した 2 箇所においては、アオサンゴの産卵を確認後に中間育成場へ移設した。(図－ 4.2.27)



図－ 4.2.27 中間育成場設置位置

(a) 着床具設置

着床具の設置については、平成 26 年 5 月 16、17 日に行った。

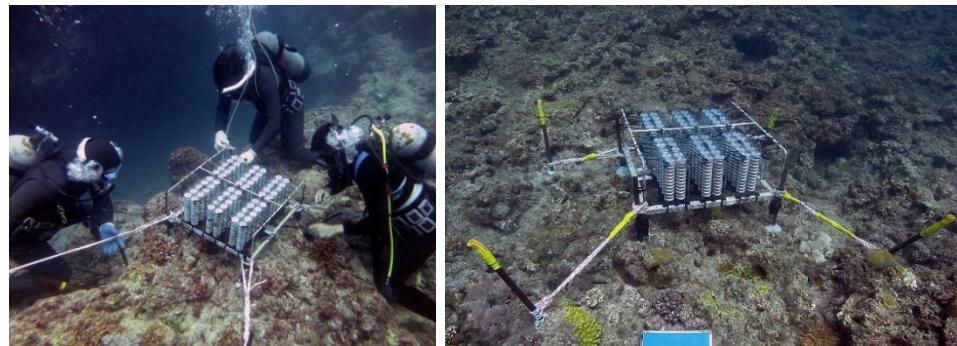
着床具の設置作業状況を図－ 4.2.29 に、着床具設置位置を図－ 4.2.30 に、着床具設置概要を表－ 4.2.13 に示す。

St. 1 は防波堤の西側に発達した離礁上で、枝状ミドリイシ属が被度 15%で分布しており、浅所に位置する地点がないため、深所に 1 架台設置した。St. 2, 4, 5, 7 は連続して発達した礁縁部の礁斜面であり、水深 0.5~1.5m の浅所ではテーブル状ミドリイシ属やコリンボース状ミドリイシ属が被度 5%未満~20%で分布していた。また St. 2, 7 の水深 5.0~5.3m の深所では、多種混成のサンゴが被度 1%未満~5%未満で、St. 4, 5 の水深 4.9~6.0m の深所ではアオサンゴが被度 30~60%で分布していた。これらの地点には、浅所と深所の 2箇所に 1 架台ずつ設置した。底質はいずれの地点も岩盤であった。



着床具(セラミック製) 1 着床具ケース(120 個)

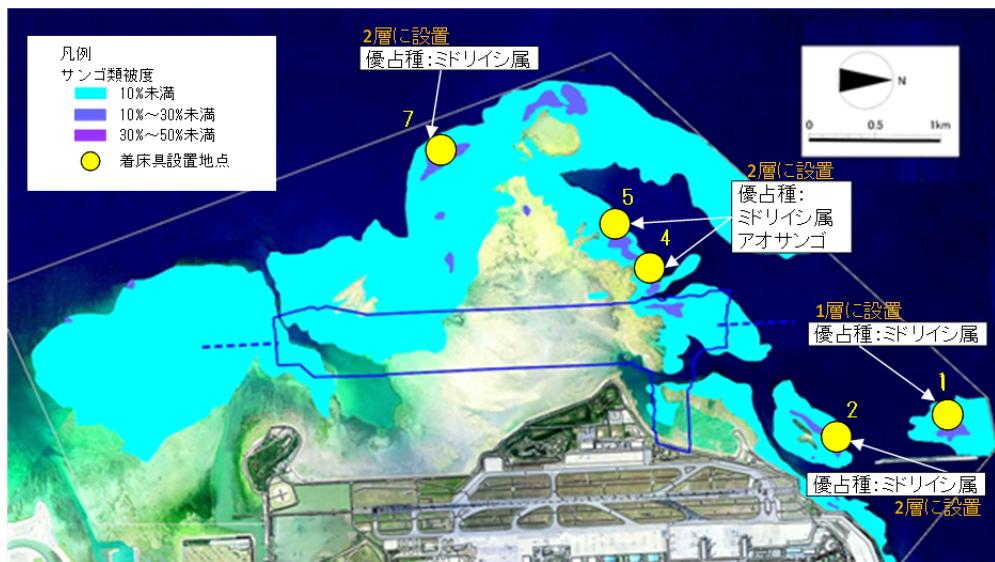
図－ 4.2.28 着床具



着床具設置状況

1 箇所につき 6 ケース(720 個)設置

図－ 4.2.29 着床具の設置状況 (平成 26 年度)



図－4.2.30 着床具設置位置（平成26年度）

表－4.2.13 着床具設置概要

設置日：平成26年5月16～17日

地点	水深帯	水深 (m)	底質	サンゴ被 度 (%)	着床具設置数量		
					架台	ケース	着床具
St. 1	深所	3.9	岩盤	15	1	6	720
St. 2	浅所	1.5	岩盤	20	1	6	720
	深所	5.0	岩盤	<1	1	6	720
St. 4	浅所	1.5	岩盤	<5	1	6	720
	深所	6.0	岩盤	60	1	6	720
St. 5	浅所	0.5	岩盤	20	1	6	720
	深所	4.9	岩盤	30	1	6	720
St. 7	浅所	0.5	岩盤	10	1	6	720
	深所	5.3	岩盤	<5	1	6	720
合計					9	54	6,480

(b) 着床具移設

事前調査で選定した中間育成場に、着床具固定用のパイプ枠を海底に設置した。

その後、各地点に設置してある着床具をステンレス架台ごと取り外し、船上に用意した水槽にケース単位で収容して中間育成場に運搬し、中間育成場に到着後、着床具ケースを海底に降ろし、中間育成枠に結束バンドで取り付けた（図－4.2.24）。

(c) サンプリング調査（着床状況）

サンゴ幼生の加入状況を把握するため、平成 26 年度夏季(7～9 月)、冬季(12 月)及び平成 27 年度冬季（12 月～平成 28 年 1 月）にそれぞれサンプリング調査を実施した。

平成 26 年夏季（7～9 月）に 9 箇所から抽出した 1,620 個の着床具には、計 191 群体のサンゴの着床が確認された（表－ 4.2.14）。

着床したサンゴは、ミドリイシ属が 94 群体（49%）と最も多く、次いでハナヤサイサンゴ科が 59 群体（31%）、ハマサンゴ属が 32 群体（17%）、その他が 3 群体（2%）、アナサンゴモドキ属が 2 群体（1%）、アオサンゴ属が 1 群体（1%）の順であった（表－ 4.2.15）。

平成 26 年冬季（12 月）に 9 箇所から抽出した 1,620 個の着床具には、計 252 群体のサンゴの着床が確認された（表－ 4.2.16）。

着床したサンゴは、ミドリイシ属が 125 群体（50%）と最も多く、次いでハナヤサイサンゴ科が 88 群体（35%）、ハマサンゴ属が 18 群体（7%）、その他が 15 群体（6%）、アナサンゴモドキ属が 6 群体（2%）の順であり、アオサンゴ属は確認されなかった（表－ 4.2.17）。

平成 27 年度冬季（12 月～平成 28 年 1 月）に確認した 3,240 個の着床具には、計 187 群体のサンゴの着床が確認された（表－ 4.2.18）。

着床したサンゴは、ミドリイシ属が 102 群体（55%）と最も多く、次いでハナヤサイサンゴ科が 69 群体（37%）、アナサンゴモドキ属が 11 群体（6%）の順で確認された（表－ 4.2.19）。

表－4.2.14 サンプリング調査結果概要（平成26年度夏季）

調査日：平成26年7月29日、9月10日

地点		抽出 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	180	8	0.0	6	3
	計	180	8	0.0	6	3
St.2	浅所	180	40	0.2	36	20
	深所	180	36	0.2	31	17
	計	360	76	0.2	67	19
St.4	浅所	180	16	0.1	15	8
	深所	180	16	0.1	14	8
	計	360	32	0.1	29	8
St.5	浅所	180	16	0.1	16	9
	深所	180	21	0.1	16	9
	計	360	37	0.1	32	9
St.7	浅所	180	22	0.1	21	12
	深所	180	16	0.1	14	8
	計	360	38	0.1	35	10
全体	浅所	720	94	0.1	88	12
	深所	900	97	0.1	81	9
	計	1,620	191	0.1	169	10

注)1.「着床群体数」は、抽出した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」/「抽出着床具数」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」/「抽出着床具数」×100で算出。

表－4.2.15 サンゴ種類別着床群体数（平成26年度夏季）

調査日：平成26年7月29日、9月10日

地点		種類						計
		トリイイ属	ハナヤサイ サンゴ科	アナサンゴ モチキ属	ハマサンゴ属	オサンゴ属	その他	
St.1	深所	3	3	0	1	0	1	8
	計	3	3	0	1	0	1	8
St.2	浅所	13	25	0	2	0	0	40
	深所	10	15	0	11	0	0	36
	計	23	40	0	13	0	0	76
St.4	浅所	7	4	1	4	0	0	16
	深所	12	1	0	2	0	1	16
	計	19	5	1	6	0	1	32
St.5	浅所	11	2	1	2	0	0	16
	深所	14	3	0	2	1	1	21
	計	25	5	1	4	1	1	37
St.7	浅所	15	2	0	5	0	0	22
	深所	9	4	0	3	0	0	16
	計	24	6	0	8	0	0	38
全体	浅所	46	33	2	13	0	0	94
	深所	48	26	0	19	1	3	97
	計	94	59	2	32	1	3	191

表－4.2.16 サンプリング調査結果概要（平成26年度冬季）

調査日：平成26年12月15日

地点		抽出着床具数	着床群体数	平均着床群体数	採苗数	採苗率(%)
St.1	深所	180	36	0.2	35	19
	計	180	36	0.2	35	19
St.2	浅所	180	24	0.1	24	13
	深所	180	47	0.3	40	22
	計	360	71	0.2	64	18
St.4	浅所	180	29	0.2	24	13
	深所	180	17	0.1	11	6
	計	360	46	0.1	35	10
St.5	浅所	180	26	0.1	19	11
	深所	180	19	0.1	19	11
	計	360	45	0.1	38	11
St.7	浅所	180	42	0.2	34	19
	深所	180	12	0.1	11	6
	計	360	54	0.2	45	13
全体	浅所	720	121	0.2	101	14
	深所	900	131	0.1	116	13
	計	1,620	252	0.2	217	13

注)1.「着床群体数」は、抽出した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」/「抽出着床具数」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」/「抽出着床具数」×100で算出。

表－4.2.17 サンゴ種類別着床群体数(平成26年度冬季)

調査日：平成26年12月15日

地点		種類						計
		トリイシ属	ハナヤサイ サンゴ科	アナサンゴ モキ属	ハマサンゴ属	オサンゴ属	その他	
St.1	深所	20	16	0	0	0	0	36
	計	20	16	0	0	0	0	36
St.2	浅所	8	12	0	1	0	3	24
	深所	15	28	0	2	0	2	47
	計	23	40	0	3	0	5	71
St.4	浅所	14	8	3	2	0	2	29
	深所	11	1	0	1	0	4	17
	計	25	9	3	3	0	6	46
St.5	浅所	14	11	1	0	0	0	26
	深所	10	2	0	6	0	1	19
	計	24	13	1	6	0	1	45
St.7	浅所	29	4	2	4	0	3	42
	深所	4	6	0	2	0	0	12
	計	33	10	2	6	0	3	54
全体	浅所	65	35	6	7	0	8	121
	深所	60	53	0	11	0	7	131
	計	125	88	6	18	0	15	252

表－4.2.18 サンプリング調査結果(平成27年度冬季)

調査日：平成27年12月15日、平成28年1月4、5日

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	360	10	0.0	10	3
	計	360	10	0.0	10	3
St.2	浅所	360	51	0.1	48	13
	深所	360	34	0.1	31	9
	計	720	85	0.1	79	11
St.4	浅所	360	13	0.0	13	4
	深所	360	5	0.0	5	1
	計	720	18	0.0	18	3
St.5	浅所	360	13	0.0	12	3
	深所	360	4	0.0	4	1
	計	720	17	0.0	16	2
St.7	浅所	360	42	0.1	38	11
	深所	360	15	0.0	15	4
	計	720	57	0.1	53	7
全体	浅所	1,440	119	0.1	111	8
	深所	1,800	68	0.0	65	4
	計	3,240	187	0.1	176	5

注)1.「着床群体数」は、抽出した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」／「抽出着床具数」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」／「抽出着床具数」×100で算出。

表－4.2.19 サンゴ種類別着床群体数(平成27年度冬季)

調査日：平成27年12月15日、平成28年1月4、5日

地点		種類							計
		トリイシ属	ハナヤサイ サンゴ科	アナサンゴ モチキ属	ハマサンゴ*属	トゲキメ イン属	キメイシ科	サザナミ サンゴ属	
St.1	深所	6	3	0	0	0	0	1	10
	計	6	3	0	0	0	0	1	10
St.2	浅所	16	30	5	0	0	0	0	51
	深所	13	20	1	0	0	0	0	34
	計	29	50	6	0	0	0	0	85
St.4	浅所	8	4	1	0	0	0	0	13
	深所	5	0	0	0	0	0	0	5
	計	13	4	1	0	0	0	0	18
St.5	浅所	4	7	1	1	0	0	0	13
	深所	4	0	0	0	0	0	0	4
	計	8	7	1	1	0	0	0	17
St.7	浅所	36	4	1	0	1	0	0	42
	深所	10	1	2	1	0	1	0	15
	計	46	5	3	1	1	1	0	57
全体	浅所	64	45	8	1	1	0	0	119
	深所	38	24	3	1	0	1	1	68
	計	102	69	11	2	1	1	1	187

(d) 成生育サンゴの移植計画

a) 平成 28 年度移植数量

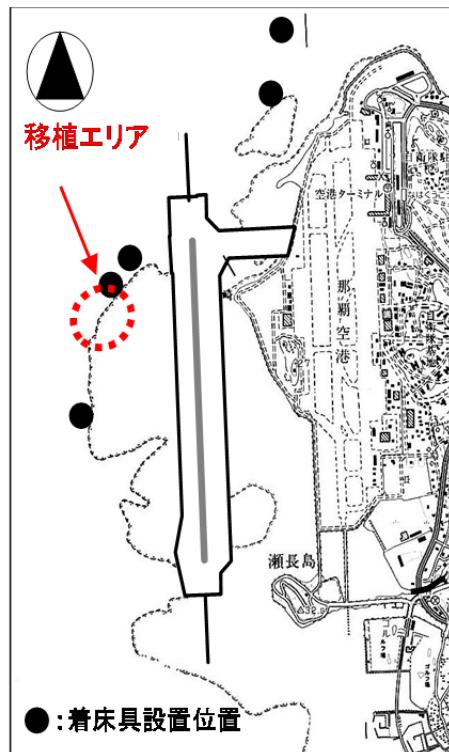
移植予定の着床具数量は冬季サンプリング調査結果から計 176 個とする。着床群体数は 187 群体であり、内訳はミドリイシ属：102 群体、ハナヤサイサンゴ科：69 群体、アナサンゴモドキ属：11 群体、ハマサンゴ属：2 群体、トゲキクメイシ属、キクメイシ属、サザナミサンゴ属：各 1 群体とする。

b) 移植場所

移植場所の選定方針は下記のとおりとする。

- ・移植対象となるミドリイシ属が着床具に着生したと予測される周辺海域に移植することが望ましい。
- ・対象と同種であるミドリイシ属の移植実績がある場所。
- ・台風やサンゴ食生物の影響を受けず、移植後の成育状況が良好であること。

上記の条件を満足すると考えられるエリアとして、図一 4.2.31 が適正と考えられた。



図一 4.2.31 成育サンゴの移植場所

c) 移植時期

当該海域は、潮流が速い場所ではないため、このことが移植作業へ影響することはないと考えられる。一方、移植対象となるミドリイシ属が分布している水深帯は、いずれも 1 ~3m 程度と浅いため、干潮時は移植作業が困難になることが想定される。また、移植先候補地は、北風による波浪の影響を受け易いため、北風が卓越する冬季及び台風期は、作業が困難になることが想定されるため避けることが望ましい。

d) モニタリング調査

モニタリング調査の実施方針は下記とする。

- ・移植数の 50%程度についてモニタリング調査を実施することとする。
- ・表一 4.2.20 に示す小型サンゴ類と同様の調査項目（概略調査と詳細調査）とする。
- ・移植後 1 カ月後、3 カ月後、6 カ月後、その後年 2 回（台風時は台風の規模や状況に応じて追加）とし、移植後 3 年程度までとする。

表一 4.2.20 小型サンゴ類と同様の調査項目（概略調査と詳細調査）
(概略調査：モニタリング調査枠 4m×4m)

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	4m×4mの範囲内全体を見渡して、以下を記録する。 ・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として記録する。 ・濁りの状況について目視確認

(詳細調査：モニタリング調査枠 2m×2m)

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
生存・死滅状況	サンゴ群体の死滅部の割合を%で記録
固着	サンゴの固着状況
備考、特記事項	2m×2mの範囲内全体を見渡して、以下を記録する。 ・堆積した浮泥の堆積物の厚さを記録 ・アンカーなどによる人的被害、台風被害状況等 ・濁りの状況について目視確認

エ) 平成 27 年度設置

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 27 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) 着床具設置

平成 27 年度における着床具設置は、平成 27 年 5 月 18、19 日に行った。

那覇空港前面海域の 5 地点 9 箇所に 4,860 個（540 個×9 箇所）の着床具を設置した。

着床具の設置作業状況と設置状況を図－ 4.2.32 に、着床具設置位置を図－ 4.2.33 に、着床具設置概要を表－ 4.2.21 に、着床具の設置及び移設、サンプリング工程を表－ 4.2.22 に示す。

設置した地点の状況は、St. 1 は防波堤の西側に発達した離礁上で、枝状ミドリイシ属が被度 15%で分布しており、深所に 1 架台設置した。St. 2, 4, 5, 7 は連続して発達した礁縁部の礁斜面であり、水深 0.5～1.5m の浅所ではテーブル状ミドリイシ属やコリンボース状ミドリイシ属が 5%未満～20%で分布しており、St. 4, 5 の水深 4.9～6.0m の深所ではアオサンゴが 30～60%で分布していた。これらの地点には、浅所と深所の 2 箇所に 1 架台ずつ設置した。底質はいずれの地点も岩盤であった。



図－ 4.2.32 着床具設置作業状況（左）と着床具設置状況（右）

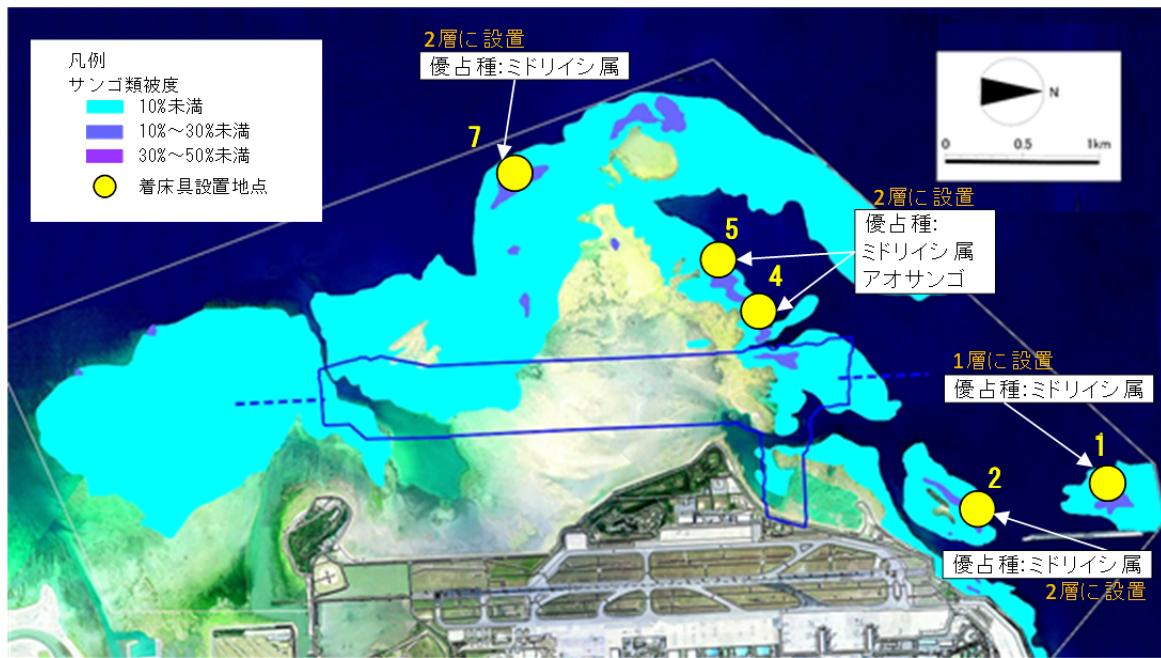


図- 4.2.33 着床具設置位置 (平成 27 年度)

表- 4.2.21 着床具設置概要

設置日：平成27年5月18、19日

地点	水深帯	水深 (m)	底質	サンゴ被度 (%)	着床具設置数量		
					架台	ケース	着床具
St. 1	深所	3.9	岩盤	15	1	5	540
St. 2	浅所	1.5	岩盤	20	1	5	540
	深所	5.0	岩盤	<1	1	5	540
St. 4	浅所	1.5	岩盤	<5	1	5	540
	深所	6.0	岩盤	60	1	5	540
St. 5	浅所	0.5	岩盤	20	1	5	540
	深所	4.9	岩盤	30	1	5	540
St. 7	浅所	0.5	岩盤	10	1	5	540
	深所	5.3	岩盤	<5	1	5	540
合計					9	45	4,860

表- 4.2.22 着床具の設置及び移設、サンプリング工程 (平成 27 年度)

対象種	項目	平成27年								平成28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					●				●		

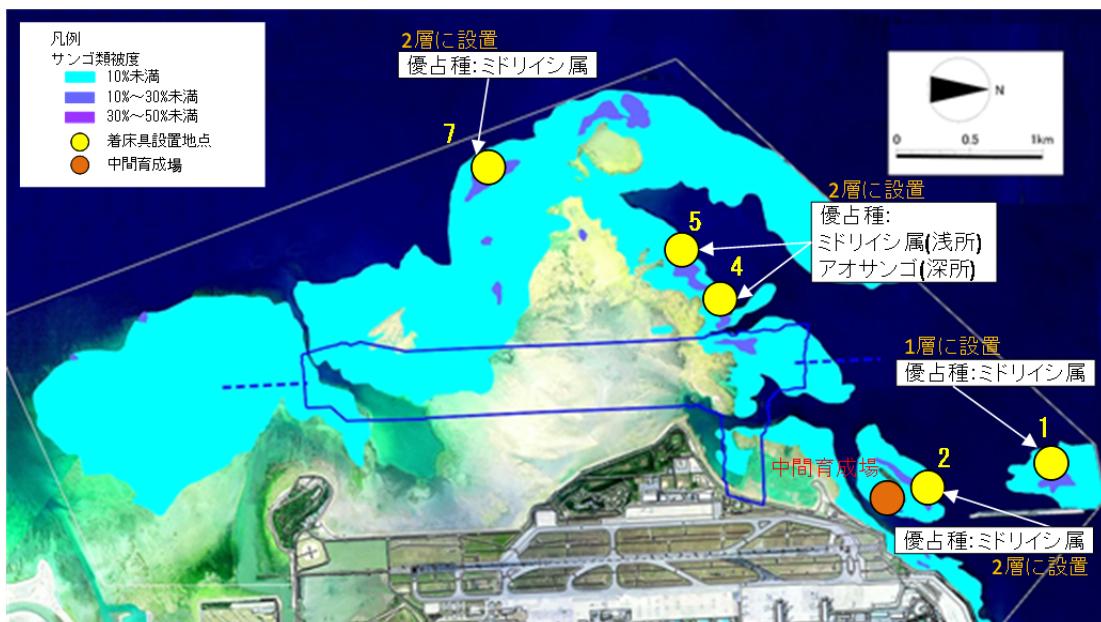
産卵確認後に中間育成場所に移設

(b) 着床具移設

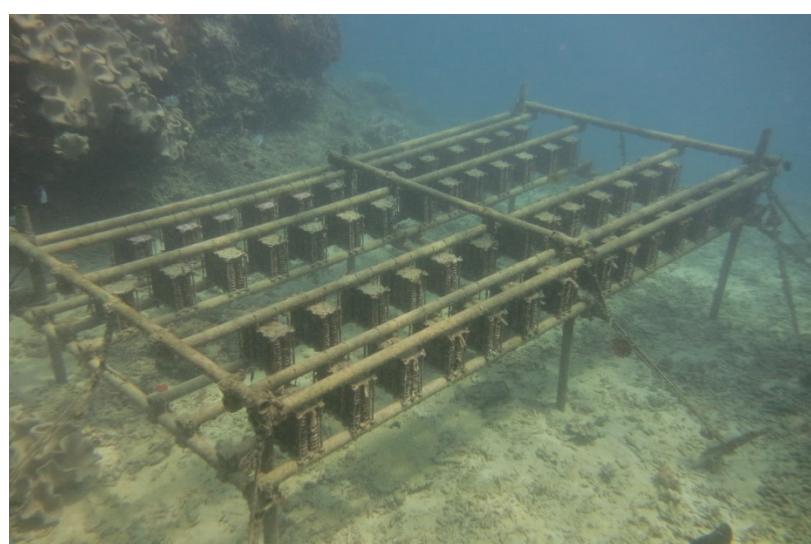
着床具設置で 5 地点 9 箇所に設置した着床具を、台風期前に中間育成場に移設した（図－ 4.2.34）。

移設時期は、サンゴの種類ごとに産卵終了時期が異なることを考慮し、ミドリイシ属を対象とした地点は平成 27 年 7 月に、アオサンゴ属を対象とした地点は平成 27 年 9 月に着床具を中間育成場へ移設した。

中間育成場の概況を図－ 4.2.35 に示す。5 地点 9 箇所に設置した着床具は、全て中間育成場へ移設した。流出や破損した着床具はみられなかった。



図－ 4.2.34 中間育成場調査地点（平成 27 年度）



図－ 4.2.35 中間育成場の概況（移設・整理後）

(c) サンプリング調査

平成 27 年度のサンゴ幼生の加入状況を把握するため、夏季(平成 27 年 9 月)、冬季（平成 27 年 12 月）にサンプリング調査を実施した。

平成 27 年夏季（7～9 月）に 9 箇所から抽出した 1,620 個の着床具には、計 483 群体のサンゴの着床が確認された（表－ 4. 2. 23）。

着床したサンゴは、ミドリイシ属が 395 群体（82%）と最も多く、次いでハナヤサイサンゴ科が 66 群体（14%）、ハマサンゴ属が 12 群体（2%）、その他が 10 群体（2%未満）の順であり、アオサンゴ属は確認されなかった（表－ 4. 2. 24）。

平成 27 年冬季（12 月）に 9 箇所から抽出した 1,620 個の着床具には、計 442 群体のサンゴの着床が確認された（表－ 4. 2. 25）。

着床したサンゴは、ミドリイシ属が 286 群体（65%）と最も多く、次いでハナヤサイサンゴ科が 133 群体（30%）、ハマサンゴ属が 17 群体（4%）、アナサンゴモドキ属が 3 群体（1%未満）、その他が 3 群体（1%未満）の順であり、アオサンゴ属は確認されなかった（表－ 4. 2. 26）。

表一 4.2.23 サンプリング調査結果（平成 27 年度夏季）

調査日：平成 27 年 7 月 3、4 日、9 月 15 日

地点		抽出 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	180	71	0.4	57	32
	計	180	71	0.4	57	32
St.2	浅所	180	47	0.3	44	24
	深所	180	69	0.4	51	28
St.4	計	360	116	0.3	95	26
	浅所	180	36	0.2	25	14
	深所	180	43	0.2	38	21
St.5	計	360	79	0.2	63	18
	浅所	180	20	0.1	19	11
	深所	180	29	0.2	21	12
St.7	計	360	49	0.1	40	11
	浅所	180	115	0.6	73	41
	深所	180	53	0.3	36	20
全体	計	360	168	0.5	109	30
	浅所	720	218	0.3	161	22
	深所	900	265	0.3	203	23
	計	1,620	483	0.3	364	22

注)1.「着床群体数」は、抽出した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」/「抽出着床具数」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」/「抽出着床具数」×100で算出。

表一 4.2.24 サンゴ種類別着床群体数（平成 27 年度夏季）

調査日：平成 27 年 7 月 3、4 日、9 月 15 日

地点		種類						計
		トリイシ属	ハナヤサイ サンゴ科	アナサンゴ モドキ属	ハマサンゴ属	アオサンゴ属	その他	
St.1	深所	64	4	0	2	0	1	71
	計	64	4	0	2	0	1	71
St.2	浅所	25	20	0	1	0	1	47
	深所	41	26	0	0	0	2	69
St.4	計	66	46	0	1	0	3	116
	浅所	30	1	0	4	0	1	36
	深所	39	1	0	1	0	2	43
St.5	計	69	2	0	5	0	3	79
	浅所	9	9	0	2	0	0	20
	深所	27	2	0	0	0	0	29
St.7	計	36	11	0	2	0	0	49
	浅所	111	3	0	0	0	1	115
	深所	49	0	0	2	0	2	53
全体	計	160	3	0	2	0	3	168
	浅所	175	33	0	7	0	3	218
	深所	220	33	0	5	0	7	265
	計	395	66	0	12	0	10	483

表－4.2.25 サンプリング調査結果概要（平成27年度冬季）

調査日：平成27年12月14日

地点		抽出着床具数	着床群体数	平均着床群体数	採苗数	採苗率(%)
St.1	深所	180	37	0.2	34	19
	計	180	37	0.2	34	19
St.2	浅所	180	105	0.6	84	47
	深所	180	129	0.7	83	46
	計	360	234	0.7	167	46
St.4	浅所	180	12	0.1	12	7
	深所	180	24	0.1	20	11
	計	360	36	0.1	32	9
St.5	浅所	180	9	0.1	9	5
	深所	180	16	0.1	11	6
	計	360	25	0.1	20	6
St.7	浅所	180	95	0.5	66	37
	深所	180	15	0.1	12	7
	計	360	110	0.3	78	22
全体	浅所	720	221	0.3	171	24
	深所	900	221	0.2	160	18
	計	1,620	442	0.3	331	20

注)1.「着床群体数」は、抽出した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」/「抽出着床具数」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」/「抽出着床具数」×100で算出。

表－4.2.26 サンゴ種類別着床群体数（平成27年度冬季）

調査日：平成27年12月14日

地点	種類						計	
	ミドリン属	ハナヤサイ サンゴ科	アナサンゴ モドキ属	ハマサンゴ属	アオサンゴ属	その他		
St.1	深所	28	5	0	3	0	1	37
	計	28	5	0	3	0	1	37
St.2	浅所	44	57	0	3	0	1	105
	深所	79	46	1	3	0	0	129
	計	123	103	1	6	0	1	234
St.4	浅所	8	3	1	0	0	0	12
	深所	18	2	0	4	0	0	24
	計	26	5	1	4	0	0	36
St.5	浅所	4	4	0	1	0	0	9
	深所	12	3	0	1	0	0	16
	計	16	7	0	2	0	0	25
St.7	浅所	82	10	1	1	0	1	95
	深所	11	3	0	1	0	0	15
	計	93	13	1	2	0	1	110
全体	浅所	138	74	2	5	0	2	221
	深所	148	59	1	12	0	1	221
	計	286	133	3	17	0	3	442

才) 解析・考察

(a) 稚サンゴ加入にかかる年変動

平成 26 年度と平成 27 年度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 年度は当該海域北側の St. 2 で多かったが、平成 27 年度には南側の St. 7 で最も多かった（図一 4.2.36、図一 4.2.37）。したがって、着床場所は年変動が大きいと考えられる。

b) 着床群体数・採苗率

平成 27 年度の平均着床群体数は約 0.1~0.6 群体であり、平成 26 年度の約 0.0~0.2 と比較して全ての地点で増加した。平成 27 年度の採苗率は 11~41% であり、平成 26 年度の 3~20% と比較して全ての地点で増加した。

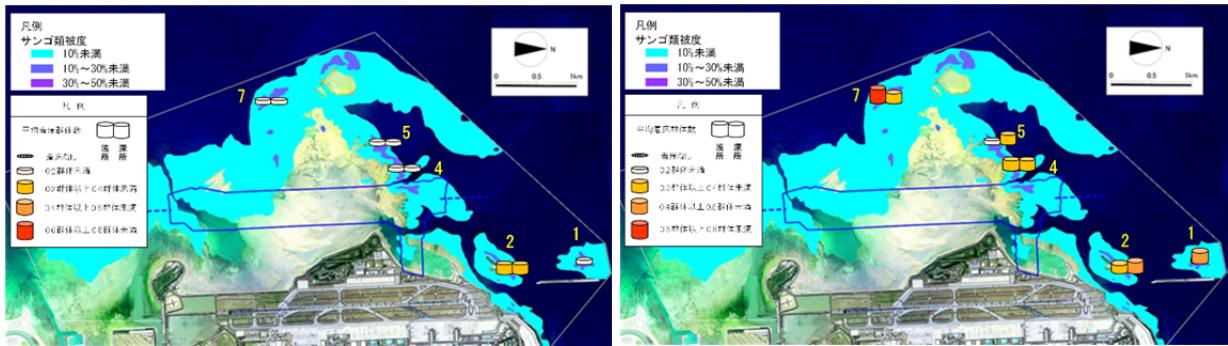
平成 27 年度の着床群体数及び採苗率はともに平成 26 年度より増加しているが、当該海域におけるサンゴ類の分布状況に大きな変化はなかった。このことから、着床群体数及び採苗率の増加の要因として、サンゴ幼生の加入に係る気象海象条件等が良好であったことが考えられる。

c) 着床した種類

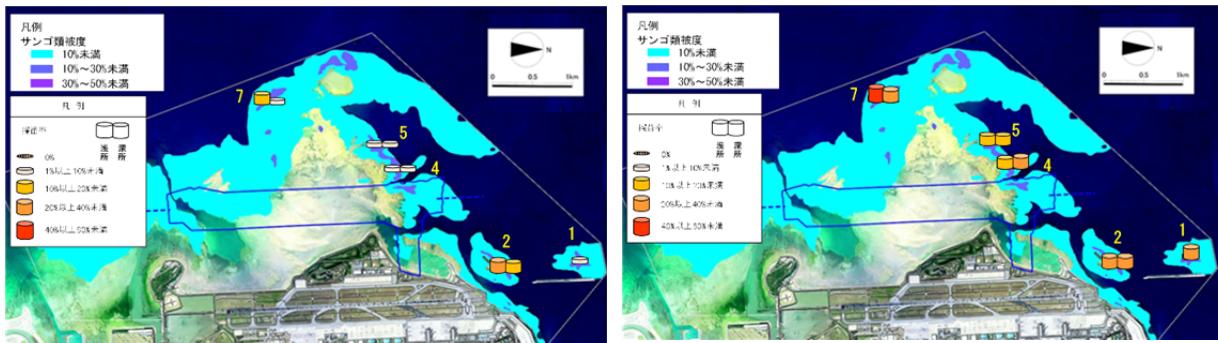
平成 26 年度から平成 27 年度にかけて、全ての地点でミドリイシ属の着床群体数が増加しており、St. 7 浅所で最も増加した。その他の種類については大きな変化はみられなかつた（図一 4.2.38）。したがって、平成 27 年度と平成 26 年度の着床状況の変化にはミドリイシ属の着床が大きく関与しており、その結果が着床場所や着床群体数の変化に繋がったと考えられる。

d) まとめ

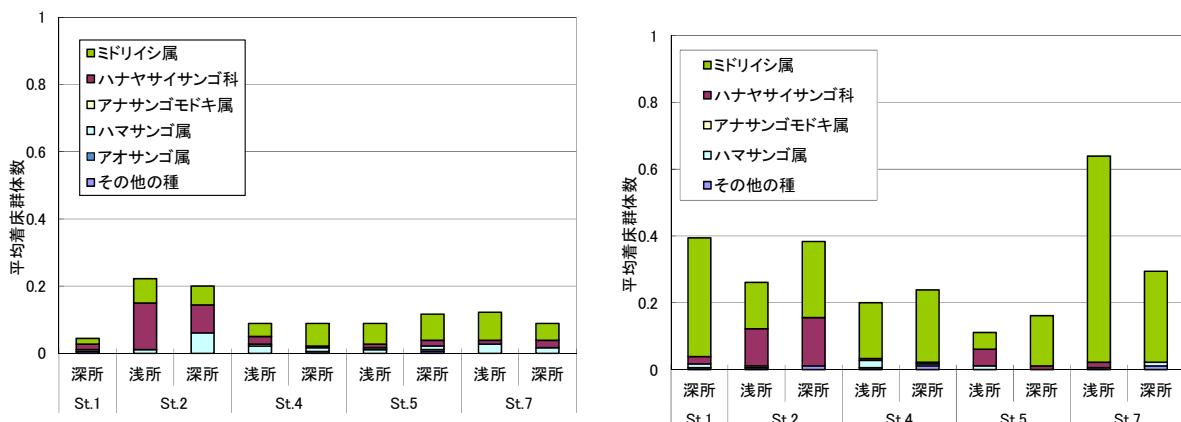
当該海域における着床場所及び着床群体数、採苗率、着床した種類は年変動や変化が大きく、その主因はミドリイシ属の着床状況によると考えられる。ミドリイシ属は一斉産卵する種類であり、産卵期の気象海象条件がミドリイシ属の着床状況に大きく影響している。当該海域における平成 27 年度のミドリイシ属の産卵の目撃情報はないが、周辺海域の産卵情報から 5 月 31 日~6 月 4 日、6 月 20~26 日の間に産卵したと考えられ、この期間は南西寄りの風で安定していた（図一 4.2.39）。当該海域の南に位置する糸満漁港沖の礁縁部には、被度 30~50% のテーブル状ミドリイシが優占するサンゴ群集が生息しており、サンゴ幼生の供給源となっていた可能性がある。一方、平成 26 年度のミドリイシ属の産卵期間は 5 月 30 日~6 月 15 日と考えられ、この期間は東寄りや北寄り、南寄りと風向が不安定であった。したがって、当該海域においては、産卵期における風向が安定していることにより、その年のサンゴは良好な着床状況を示すと推察された。



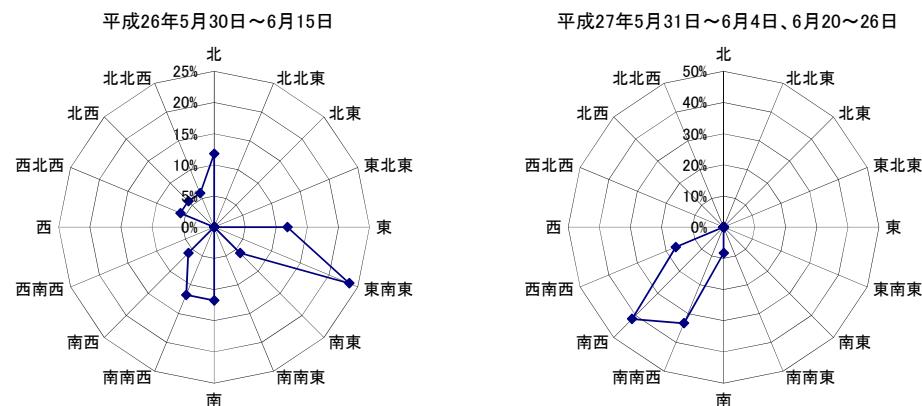
図一 4.2.36 夏季サンプリングにおける平均着床群体数 (左 : 平成 26 年度、右 : 平成 27 年度)



図一 4.2.37 夏季サンプリングにおける採苗率 (左 : 平成 26 年度、右 : 平成 27 年度)



図一 4.2.38 夏季サンプリングにおける種類別着床群体数 (左 : 平成 26 年度、右 : 平成 27 年度)



図一 4.2.39 ミドリイシ属産卵期における風配図 (左 : 平成 26 年度、右 : 平成 27 年度)

(b) 稚サンゴの生残状況

夏季（設置後 1～3 カ月）と冬季にサンプリング（設置後 6 カ月）した着床具の稚サンゴの着床群体数を比較すると、ミドリイシ属は 395 群体から 286 群体と 3 割程度減少した。石西礁湖における同時期のサンプリング結果と比較すると、これまで 4～7 割程度の減少がみられており（環境省 2013～2015 年）※、沖縄海域におけるミドリイシ属の一般的な減耗率であると考えられる。一方、ハナヤサイサンゴ科やアナサンゴモドキ属、ハマサンゴ属では着床数が増加した。ハナヤサイサンゴ科については産卵期間が長いことから、着床具を中間育成場に移設した後にも加入があった可能性が高いと考えられる。

平均長径については、ミドリイシ属は夏季の 0.9mm から冬季には 4.0mm に、ハナヤサイサンゴ科は夏季の 1.4mm から冬季には 2.9mm と、2～4 倍程度の成長がみられた。

したがって、中間育成場に移設した後、ミドリイシ属の顕著な減耗は確認されず、移設後においてもハナヤサイサンゴ科等の加入があり、着床したサンゴの成長も確認された。また、これらの傾向は平成 26 年度においても同様に確認されており、当該地点は中間育成場として良好であると考えられる。

当該海域に接近した台風は、平成 27 年 7 月の台風 9 号と 8 月の台風 15 号が挙げられたが、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台風による影響は平成 26 年度と同様に確認されなかった。中間育成場は、礁縁部の背後域に位置しており、沖合いには離岸堤もあることから、高波浪の影響が軽減されたと考えられ、波浪の影響の面では当該地点は中間育成に適していたと考えられる。

-
- ※1) 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
 - 2) 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
 - 3) 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

(ウ) 有性生殖移植の今後の計画

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一4.2.27、採苗したサンゴについては隨時移植を行う計画とする。

表一 4.2.27 移植計画

項目	調査年次	H26				H27				H28				H29				H30				H31	
		春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
平成26年度設置	海域採苗(着床具の設置)	■																					
	中間育成		■																				
	サンプリング		■	■				■															
	有性生殖移植(実海域への移植)								■														
平成27年度設置	海域採苗(着床具の設置)					■																	
	中間育成						■																
	サンプリング					■	■											■					
	有性生殖移植(実海域への移植)																	■					
平成28年度設置	海域採苗(着床具の設置)							■			■												
	中間育成								■		■												
	サンプリング								■		■							■					
	有性生殖移植(実海域への移植)																		■				
平成29年度設置	海域採苗(着床具の設置)																■						
	中間育成																	■					
	サンプリング																	■	■				
	有性生殖移植(実海域への移植)																						■

注) ■は調査完了を示す。

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－4.2.40、表－4.2.28）。

[深場] 大嶺崎北側の深場（移植地 1 : St. A～D）。

[浅場] 大嶺崎南側のやや沖合の岩盤に囲まれている静穏域（移植候補地 2）や瀬長島北側から空港ゲート前付近の護岸沿い（移植候補地 3）。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する。

重要種保護のため

位置情報は表示しない。

注) 移植候補地 2, 3 に移植する種苗は陸上水槽で確保する計画とする。

図－4.2.40 移植先の状況

表－4.2.28 クビレミドロの移植スケジュール

			平成26年				平成27年				平成28年				平成29年			
			1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
工事工程	採取元の工事 (生育場付近の東側護岸)																	
工事工程	沖合護岸の工事 (西側護岸)																	
移植計画	深場	移植地1 (北側深場)	St.A	■■■ (移植)	■■■ (モニタリング調査)		■■■■■■■■ (モニタリング調査)			■■■■■■■■ (モニタリング調査)					■■■■■■■■ (モニタリング調査)			
	浅場	移植候補地2 (沖合干潟)	St.B～D	■■■ (移植)			■■■■■■■■ (モニタリング調査)			■■■■■■■■ (モニタリング調査)					■■■■■■■■ (モニタリング調査)			
	移植候補地3 (瀬長・大嶺干潟)														■■■■■■■■ (モニタリング調査)			
	陸上水槽	コンクリート 水槽		■■■■■■■■ (移植)	■■■■■■■■ (モニタリング調査)		■■■■■■■■ (モニタリング調査)			■■■■■■■■ (モニタリング調査)								

■ 改変区域より移植
■ 陸上水槽より移植
■ モニタリング調査

※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 年度の環境監視委員会に諮った上で、行わないこととした。

なお、将来的に実海域における移植個体群の生育状況が悪化した場合に、対応できるよう陸上水槽での飼育については継続することとした。

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－4.2.41）。

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 324 m²となり、移植目標である 318 m²を満足した。移植先は、実海域 St. A～D (284 m²) 及び陸上水槽 (40 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	80m ²	平成 26 年 2 月 24 日 ～3 月 19 日
	St. B～D	198m ²	平成 26 年 5 月 8 日 ～6 月 8 日
陸上水槽		40m ²	平成 26 年 2 月 28 日 ～3 月 3 日

被度	対象範囲	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－ 4.2.41 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、図一 4.2.42 に示すとおりである。



図一 4.2.42 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－ 4.2.29 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－ 4.2.43 に示すとおり、類似環境へ移動した。

表－ 4.2.29 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	ツメワケヅリ							3				3
2	リュウキュウサルボウ						1		1			2
3	ホソズシグニアゲマキ			6				6	6			18
4	カワラガニイ			1								1
5	オサガニヤドリガニイ			3					3			6
6	オイノカガミ		1									1
7	カジブスマ			1				3	8			12
8	キンランカノコ					24						24
9	クサイロカノコ					2						2
10	ヤコウガイ				1							1
11	ベニシボリミノムシ						1					1
12	ヒメオリイレムシロ			1						17	8	26
13	オオワハムシロ										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。

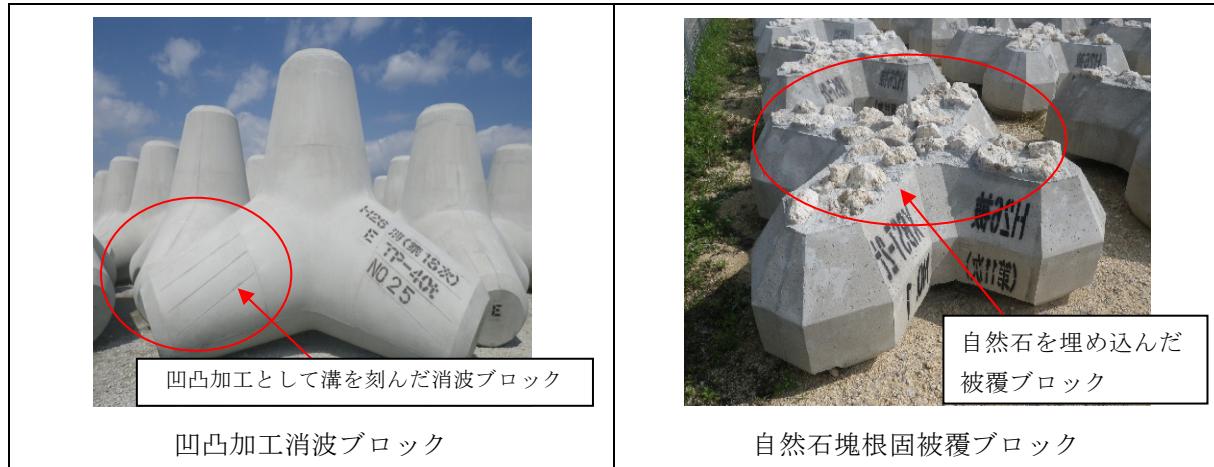
重要種保護のため
位置情報は表示しない。

注) 環境保全措置対象種を赤字で示す。

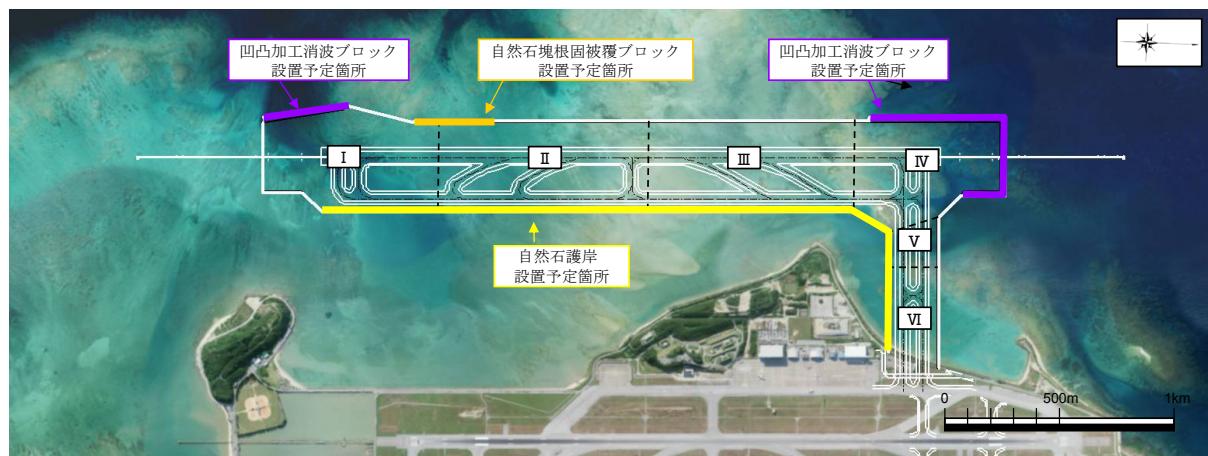
図－ 4.2.43 重要な種の確認・移動位置（海域動物）

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

凹凸加工消波ブロックや自然石塊根固被覆ブロックは平成 27 年度から設置している(図－4.2.44)。自然石による護岸造成は、今後実施する予定である。



図－4.2.44 凹凸加工消波ブロック、自然石塊根固被覆ブロック



図－4.2.45 凹凸加工消波ブロックや、自然石塊根固被覆ブロック、自然石の設置予定箇所

(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－4.2.30に示すとおりである。また平成27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－4.2.46に示すとおりである。

表－4.2.30 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
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、②）
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）。	※（他の項目を参照）
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）。	※（他の項目を参照）
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（表－4.2.6を参照）。	※（他の項目を参照）



図－4.2.46 平成27年度における人と自然との触れ合いの活動の場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－4.2.31に示すとおりである。

表－4.2.31 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、中間処理施設で破碎処理等を行い、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－4.2.32に示すとおりである。

表－4.2.32 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（表－4.2.2を参照）。	※（他の項目を参照）
夜間照明による電力消費を抑えるため、夜間工事を極力控える。	○