

中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託

総合報告書

令和7年12月

沖縄県土木建築部港湾課

沖縄環境調査株式会社

目次

1 中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務の事業経緯等	1
1.1 事業実施の概要	1
1.2 事業実施の背景（平成28年度）	3
1.2.1 中城湾港泡瀬地区におけるサンゴ分布の状況とその減少	3
1.2.2 サンゴの減少要因	11
1.3 サンゴ再生事業計画の作成（平成28年度）	12
1.4 サンゴ再生事業計画の実施状況（平成29年度～令和2年度）	16
1.5 サンゴ再生事業計画後の実施状況（令和3年度～令和7年度）	19
2 サンゴ移植の実施	22
2.1 サンゴの移植地点	22
2.1.1 平成27年度に実施されたサンゴ移植の適地検討	22
2.1.2 平成29年度～令和2年度に実施されたサンゴ移植の適地検討	22
2.1.3 令和3～6年度に実施されたサンゴ礁創出箇所の適地検討	22
2.2 サンゴの移植作業	26
2.2.1 移植時期	26
2.2.2 移植地点と移植箇所	26
2.2.3 移植方法	29
2.2.4 移植結果	30
3 移植したサンゴのモニタリング	35
3.1 移植したサンゴの生存成長と生息環境	35
3.1.1 移植したサンゴの生存成長	35
3.1.2 生息環境（水温・水質）	51
3.1.3 考察	54
3.2 移植したサンゴの再生産	62
3.2.1 サンゴ産卵調査	62
3.2.2 体内バンドルの観察	67
3.2.3 考察	70
4 サンゴ移植後におけるサンゴ礁生態系の回復状況	78
4.1 サンゴの移植地点におけるサンゴ及び魚類の出現状況	78
4.2 考察	89
5 新たな環境教育の場としてのサンゴ礁生態系の創出	120
5.1 環境教育の実施主体及び体制、環境学習に関する事例整理	122
5.2 環境教育の実施に向けた提案	126
5.2.1 実施主体及び体制等について	126
5.2.2 環境教育の場の管理内容	129
5.2.3 環境学習の対象者及び普及啓発内容	130
5.2.4 モデルプログラム（案）	131
5.2.5 関係法令等の整理	134
5.3 環境教育の実施方針	135
6 まとめ	137

1 中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務の事業経緯等

1.1 事業実施の概要

中城湾港泡瀬地区開発事業を実施する周辺海域では、沖縄市が行った平成8年度の調査ⁱによると、サンゴ分布面積は被度5%未満が主体ではあるものの、広範囲にサンゴが広がっていることが示されていた。その後、泡瀬海域を含む沖縄島南東部では、平成10年夏季の海水温の上昇に伴う大規模なサンゴの白化によってサンゴ分布面積は減少したⁱⁱ。また、平成13年及び平成28年にも海水温の上昇に伴うサンゴの白化が発生した影響で、サンゴ分布面積は平成20年時点と平成10年の白化以前を比較して状態は回復していない状況である^{iii, iv}。さらに、平成27年度にはサンゴの回復状況を確認するため、稚サンゴ調査^vが実施されたが、稚サンゴの新規着生量が少なく、サンゴの回復が順調ではないことが示唆された。

そこで、沖縄県港湾課では、平成28年度の検討業務^{iv}においてサンゴ再生の対策を検討した上で、中城湾港（泡瀬地区）周辺海域でのサンゴ再生事業を実施することとした。開発事業が進められる中城湾港において、今後の自然環境保全、観光や水産業との協調を考慮すると、泡瀬海域でのサンゴ再生事業を実施することが必要であると考えられた。これらのことは、中城湾港長期構想^{vi}における「基本戦略⑦ 良好な港湾環境の維持、生物多様性の保全等による環境との共生・調和」と一致した考えである。また、本検討業務において、サンゴ再生事業計画は「泡瀬海域において、高水温による白化などにより減少したサンゴ礁の回復・再生の促進を図る。」を目的として策定した。

なお、当初の事業期間は令和2年度までであったが、達成が見込まれている事業達成指標のモニタリングが必要なことや、人工島付近での環境教育の場としてサンゴ礁創出について検討を進めるために事業は継続された。また、当初設定した事業計画をより具体的なものとするため、令和4年度に事業目的や評価基準等を見直し、目標①～④を再設定した。

本事業が実施された平成29年から令和7年は、「サンゴ再生事業計画」に基づいたサンゴ移植、モニタリング調査が平成29年度から令和2年度まで継続され、移植サンゴの生存成長状況の目標を達成した。令和3年度から令和7年度は「泡瀬地区人工島前面におけるサンゴ移植によるサンゴ礁生態系を創造」を目指して人工島本体の護岸構造（突堤（西））に、サンゴ移植や環境教育に関する検討が進められた。

本事業の目的達成のための目標と評価基準は令和7年度末事業終了時点でほぼ達成した。

本総合報告書は主に事業の評価に関する調査項目について整理した。また、ここで取り扱わなかった調査項目は、一覧に整理して巻末に示す。

ⁱ 沖縄市東部海浜開発局 平成8年度中城湾港（泡瀬地区）環境現況調査業務（春季及び夏季）報告書 p.180

ⁱⁱ 沖縄県文化環境部自然保護課 平成21年度サンゴ礁資源情報整備事業サンゴ礁資源調査事業「沖縄島周辺」報告書 p.170

ⁱⁱⁱ 内閣府沖縄総合事務局開発建設部 平成20年度中城湾港泡瀬地区環境監視調査業務報告書 p.2.4.3.24

^{iv} 沖縄県土木建築部港湾課 平成28年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ再生事業検討業務報告書 p.2-15

^v 沖縄県土木建築部港湾課 平成27年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ再生事業検討業務報告書 p.4-6

^{vi} 沖縄県土木建築部港湾課のWebサイト 中城湾港長期構想（概要版） p.9

泡瀬地区のサンゴ群集について

平成 8 年 泡瀬地区におけるサンゴ分布調査

泡瀬海域のサンゴ群集は、被度が低いものの広範囲に分布

平成 10 年・平成 13 年

沖縄県下全域で**大規模なサンゴの白化発生**

平成 15 年 泡瀬地区におけるサンゴ分布調査

平成 8 年と比較して**分布面積が減少**していた

平成 16 年・平成 20 年 泡瀬地区におけるサンゴ分布調査

平成 15 年と比較して分布面積の増加はなく、**回復の兆しは見られなかった**

サンゴ再生のため

サンゴ再生事業

H27 事業検討

- ・県港湾課が港湾管理者としてサンゴ群集保全について課題検討
- ・実施可能な方策としてサンゴ再生のため人為的に親サンゴを増加させる

H28 事業計画作成

- ・サンゴ再生事業計画を立案、事業達成目標設定

平成 28 年
大規模なサンゴの白化発生

H29
～
R2 事業実施（4 年間）

- ・事業計画に基づくサンゴ移植、モニタリング調査の実行
- 成果 目標①移植サンゴの生存成長状況 →**達成** 他 3 つの目標は**未達成**

R3
～
R7 事業継続（5 年間）

- ・「泡瀬地区人工島前面におけるサンゴ移植によるサンゴ礁生態系を創出」目指し継続
- ・事業計画に基づくサンゴ移植、モニタリング調査の実行

令和 6 年
大規模なサンゴの白化発生

事業終了

令和 7 年度末 事業終了時点

- 成果 目標①移植サンゴの生存成長状況 →**達成**
 目標②移植サンゴによる再生産活動 →**達成**
 目標③サンゴ礁生態系の回復・創出傾向 →**達成**
 目標④新たな環境教育の場としてのサンゴ礁生態系の創出

達成状況の評価項目は以下のとおり

- ・移植サンゴの生存・成長状況 → **未達成**
- ・サンゴ礁生態系の創出傾向 → **未達成**
- ・実施主体及び体制等 → **達成**
- ・環境学習実施方針 → **達成**

図 1-1 泡瀬地区におけるサンゴ群集の減少とサンゴ再生事業の経緯

1.2 事業実施の背景（平成 28 年度）

1.2.1 中城湾港泡瀬地区におけるサンゴ分布の状況とその減少

(1) 人工島周囲における環境条件の分布

1) 当該海域の地理・地形的環境条件

人工島が位置する中城湾は、図 1-2 に示すように、背後を標高約 50～100m の低山帯によって取り囲まれ、勝連半島と知念半島に挟まれている。また、湾口部には津堅島と久高島が存在しており、全体としては内湾的な地形的特徴をもっているⁱ。

中城湾の水深分布をみると、津堅島南側の水深が深く、湾内の湾口部に近い水域では水深約 20m の平坦な地形が広がり、陸岸寄りの地域は水深 10m 以浅の浅所又は干潟が広がっている。

人工島が存在する沖縄市地先は、汀線部に干潟が形成される海域が広がり、礫質若しくは砂質の堆積範囲が広く分布しているが、比屋根湿地からの流入箇所などには泥質が堆積する箇所もある（図 1-3）。

干潟から沖合の浅海域にかけては藻場及びサンゴ群集が分布するとされている。

ⁱ 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所中城湾港出張所の Web サイト 平成 15 年度 第 1 回 中城湾港泡瀬地区環境保全・創造検討委員会 資料 3 I. 自然条件 p. 3

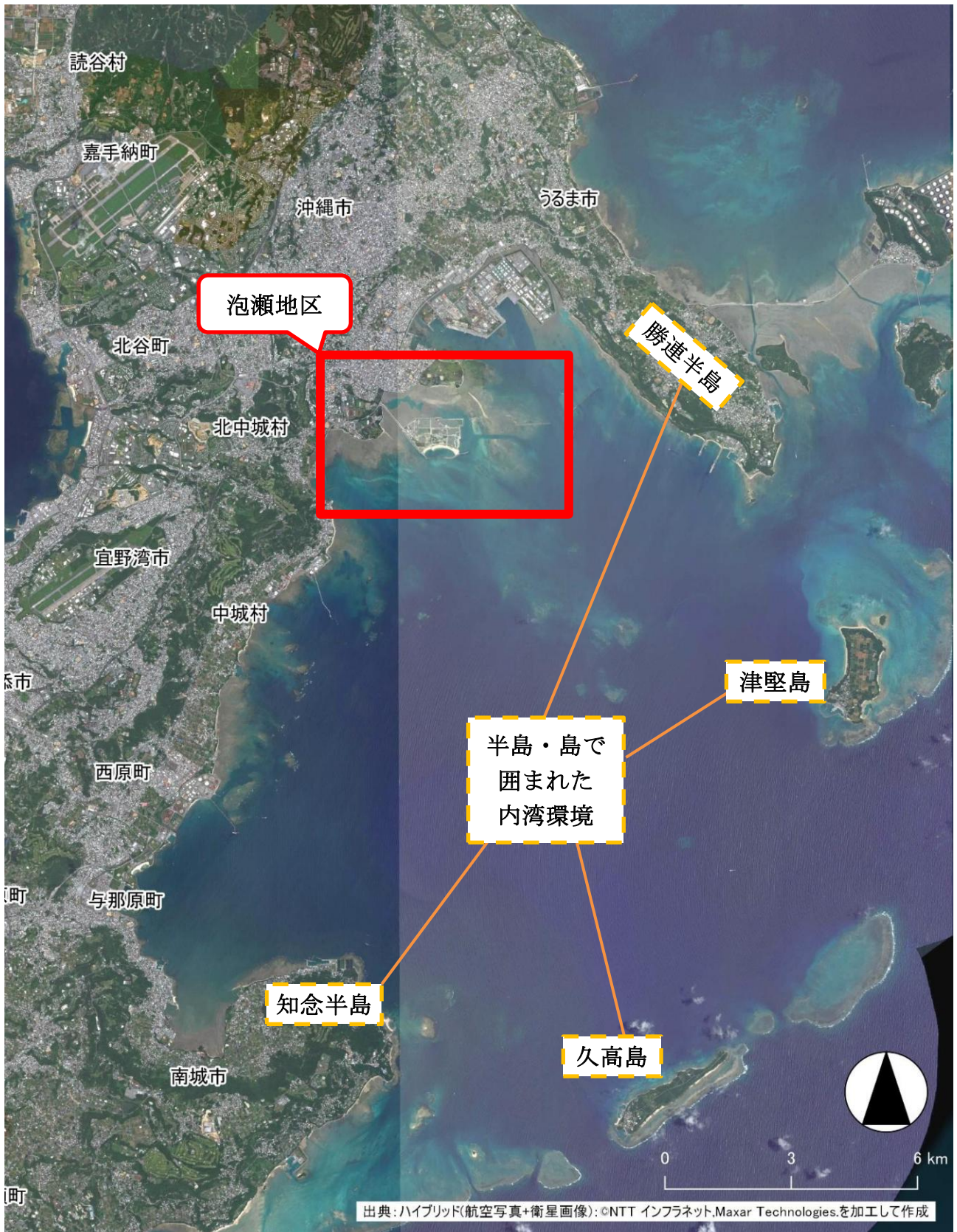
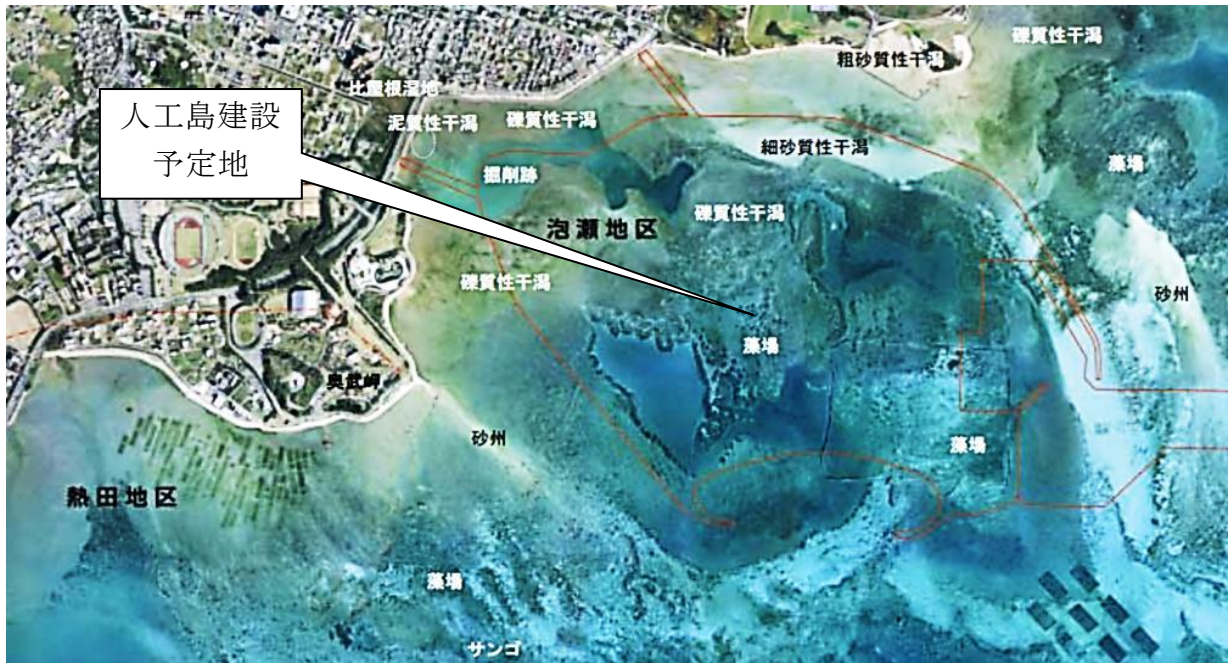


図 1-2 中城湾内での人工島の位置ⁱ

ⁱ 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所中城湾港出張所の Web サイト 平成 15 年度 第 1 回 中城湾港泡瀬地区環境保全・創造検討委員会 資料 3 I. 自然条件 p. 3



※赤線は平成 15 年当時の人工島整備計画図

図 1-3 人工島周囲の地形と自然条件ⁱ

ⁱ 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所中城湾港出張所の Web サイト 平成 15 年度 第 1 回 中城湾港泡瀬地区環境保全・創造検討委員会 資料 3 I. 自然条件 p. 1

(2) 泡瀬海域のサンゴ礁の推移

中城湾におけるサンゴ礁の調査結果は、平成 21 年度に沖縄県文化環境部自然保護課が実施した、知念・玉城・中城湾港を含む沖縄島南東部（図 1-4）として調査した報告がある。その調査結果において、マンタ法による調査では、サンゴ被度 5%未満の割合が 65.4%と最も高く、次いで 5%～10%未満のサンゴ被度の割合が 20.5%であった（表 1-1）。また、同報告における沖縄島南東部において過年度（平成 2 年と平成 21 年）の調査結果と比較では、一番良好なサンゴ被度が 50%以上の地点が 11.9%から 1.3%へ減少していたⁱ（表 1-2）。この要因の一つとして、自然保護課の調査結果では平成 10 年の高水温による大規模な白化現象があげられており、沖縄島周辺のサンゴ群集に壊滅的な打撃を与えたと推測しているとの記載があったⁱ。

一方、泡瀬海域におけるサンゴ礁は、過去に平成 8 年、15 年、16 年、20 年にサンゴ分布調査が実施されているⁱⁱ。サンゴ分布面積は、平成 8 年は約 362.4ha、平成 15 年は約 42.5ha、平成 20 年は 40.1ha と減少しているⁱⁱ（表 1-3、図 1-5）。

なお、平成 8 年とそれ以降（平成 15、16、20 年）の調査では、調査方法が異なるためⁱⁱⁱ、調査結果であるサンゴ分布面積を正確に比較することはできない。

また、減少したサンゴの回復状況を確認するため、平成 27 年度に泡瀬海域において稚サンゴの加入状況を調査した。稚サンゴの加入状況は、最も沖合の地点（St. a16）を除くと、0～2 群体/0.25 m²と少なく、これはミドリイシ属の回復傾向の条件である 2.5 群体/0.25 m²^{iv}を下回っている（図 1-6）。さらに、陸域から遠く生活排水等の人為的影響が小さいと考えられる沖合の地点（St. a2、a9、a14、a15）においても、稚サンゴの加入は少なく回復がみられない。

ⁱ 沖縄県文化環境部自然保護課 平成 21 年度 サンゴ礁資源情報整備事業 サンゴ礁資源調査事業
「沖縄島周辺」報告書 p. 159

ⁱⁱ 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所 平成 20 年度中城湾港泡瀬地区環境監視調査業務 報告書 p2. 4. 3. 24

ⁱⁱⁱ （調査方法）平成 8 年：船上目視観察、潜水目視観察（スポット調査（10m×10m 枠））。平成 15、16、
20 年：船上目視観察、マンタ法による潜水目視観察、潜水目視観察（スポット調査（10m×10m 枠））

出典：沖縄市東部海浜開発局 平成 8 年度中城湾港（泡瀬地区）環境現況調査業務（春季及び夏季）報告書、
沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所 平成 20 年度中城湾港泡瀬地区環境監視調査業務 報告書
p2. 4. 3. 1

^{iv} 環境省自然環境局生物多様性センター 平成 25（2013）年 7 月 モニタリングサイト 1000（サンゴ礁調査）
スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル 第 5 版

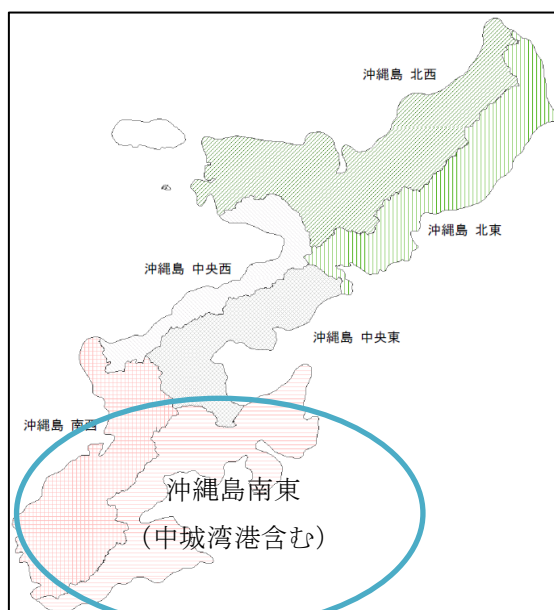


図 1-4 地域区分

表 1-1 マンタ法調査における距離に対するサンゴ被度の割合（平成 21 年）

地域区分	5%未満	5%～10%	10%～25%	25%～50%	50%～75%	75%以上
沖縄島北東	28.4	35.9	27.7	7.4	0.3	0.3
沖縄島北西	44.2	29.2	14.9	8.9	2.0	0.8
沖縄島中央東	87.7	11.8	0.5	0.0	0.0	0.0
沖縄島中央西	68.8	24.6	5.8	0.9	0.0	0.0
沖縄島南東	65.4	20.5	9.5	3.6	0.8	0.1
沖縄島南西	53.4	20.9	12.9	9.9	1.9	1.0
総計	54.4	24.6	13.6	6.0	0.9	0.4

注 1) 赤色は最も高い割合を示す

表 1-2 マンタ法調査における距離に対するサンゴ被度の割合（過年度の比較）

（平成 2 年の調査結果）

（平成 21 年の調査結果）

地域区分	5%未満	5%～50%	50%以上
沖縄島北東	64.4	32.0	3.6
沖縄島北西	51.7	37.4	10.9
沖縄島中央東	100.0	0.0	0.0
沖縄島中央西	35.7	14.1	0.2
沖縄島南東	57.4	30.7	11.9
沖縄島南西	78.3	19.3	2.4
総計	66.5	27.5	6.0

地域区分	5%未満	5%～50%	50%以上
沖縄島北東	28.0	71.3	0.6
沖縄島北西	43.4	54.3	2.3
沖縄島中央東	87.7	12.3	0.0
沖縄島中央西	68.6	31.4	0.0
沖縄島南東	55.9	42.7	1.3
沖縄島南西	47.9	49.1	3.0
総計	50.5	48.2	1.3

注 1) 平成 21 年の調査結果は、表 1-1 の結果を平成 2 年の調査結果と比べられるように、再集計を実施したものである。ただし、厳密には調査条件が異なるため、調査結果は一致していない。

注 2) 赤色は最も高い割合を示す。

表 1-3 過去とのサンゴ分布面積の比較（泡瀬海域）

単位：ha

被度区分 \ 調査年度	平成8年	平成15年	平成16年	平成20年
10%未満	338.0	40.1	40.3	36.7
10-30%未満	19.0	2.4	2.4	-
30-50%未満	5.4	-	-	3.4
合計	362.4	42.5	42.7	40.1

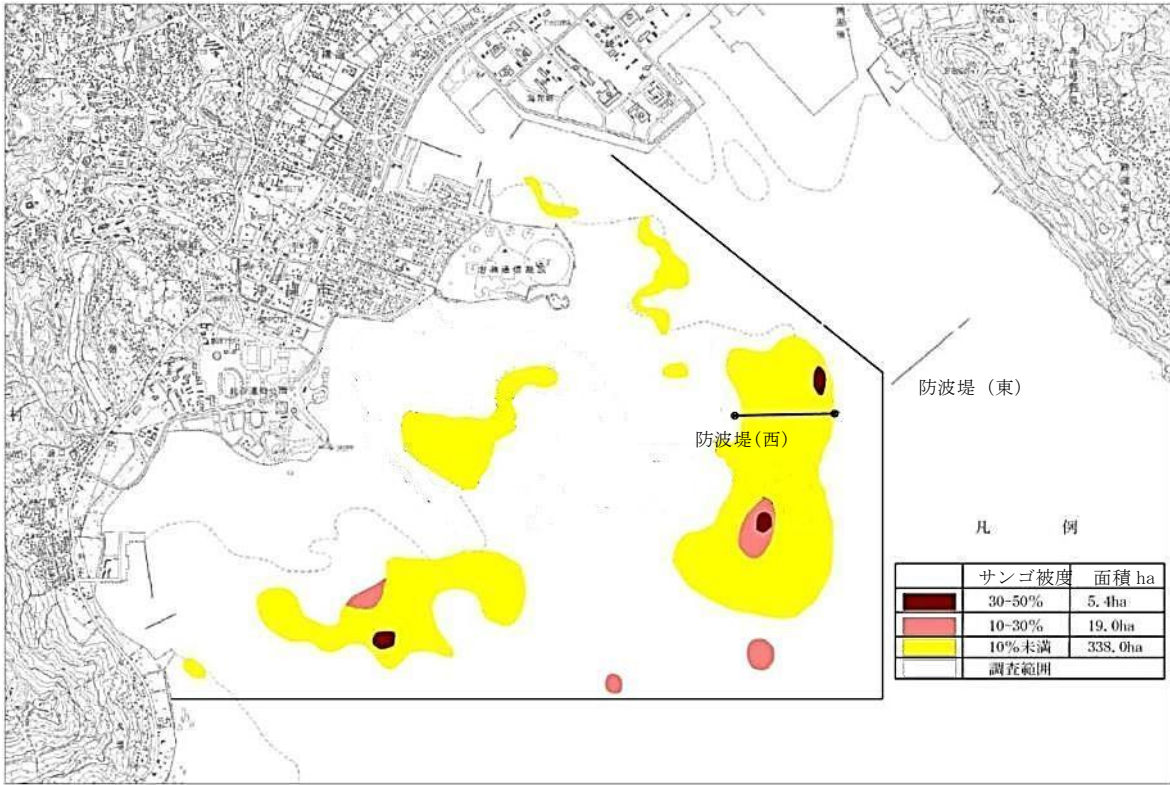
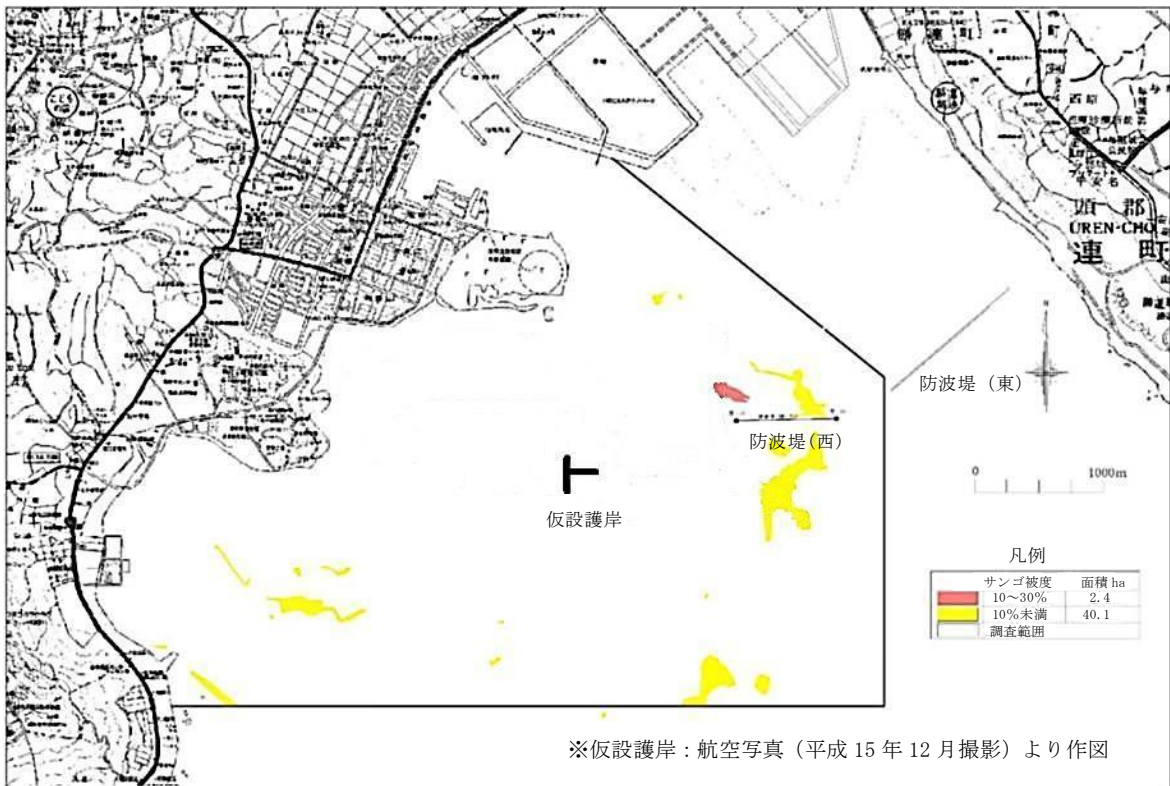
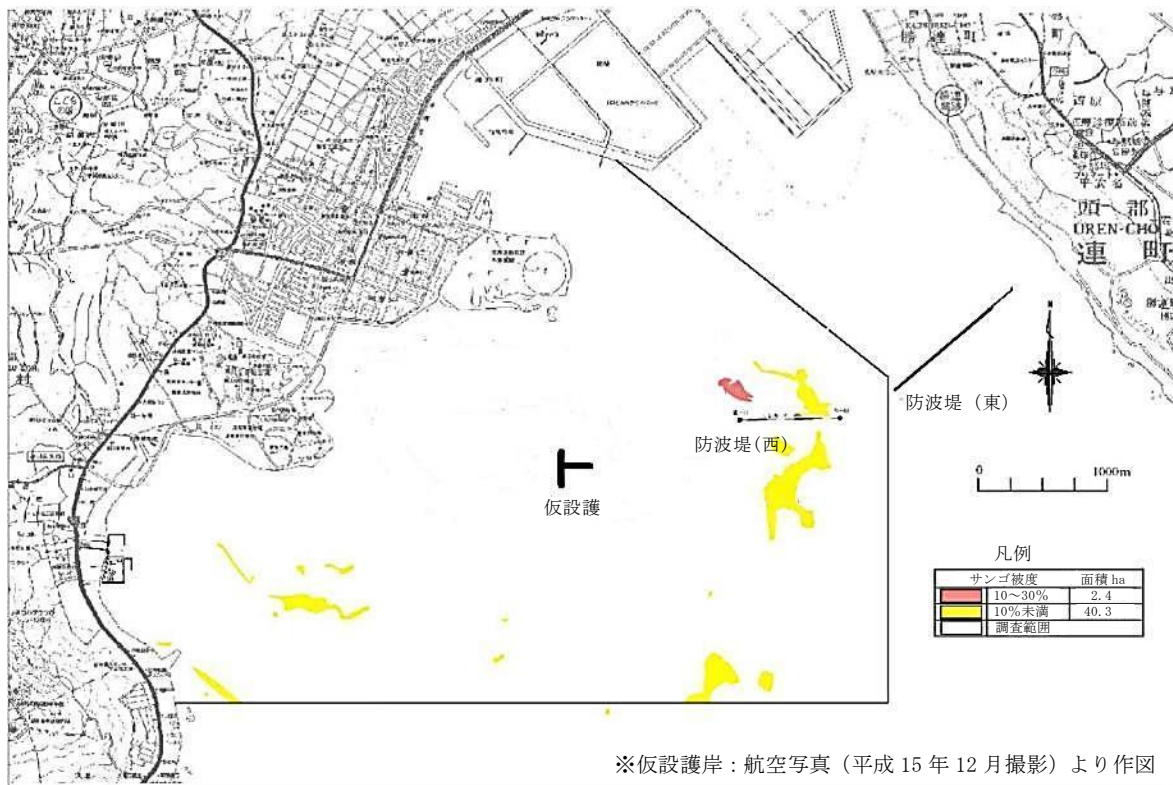


図 1-5 (1) サンゴ分布面積の比較 (調査期間：平成 8 年 5 月)



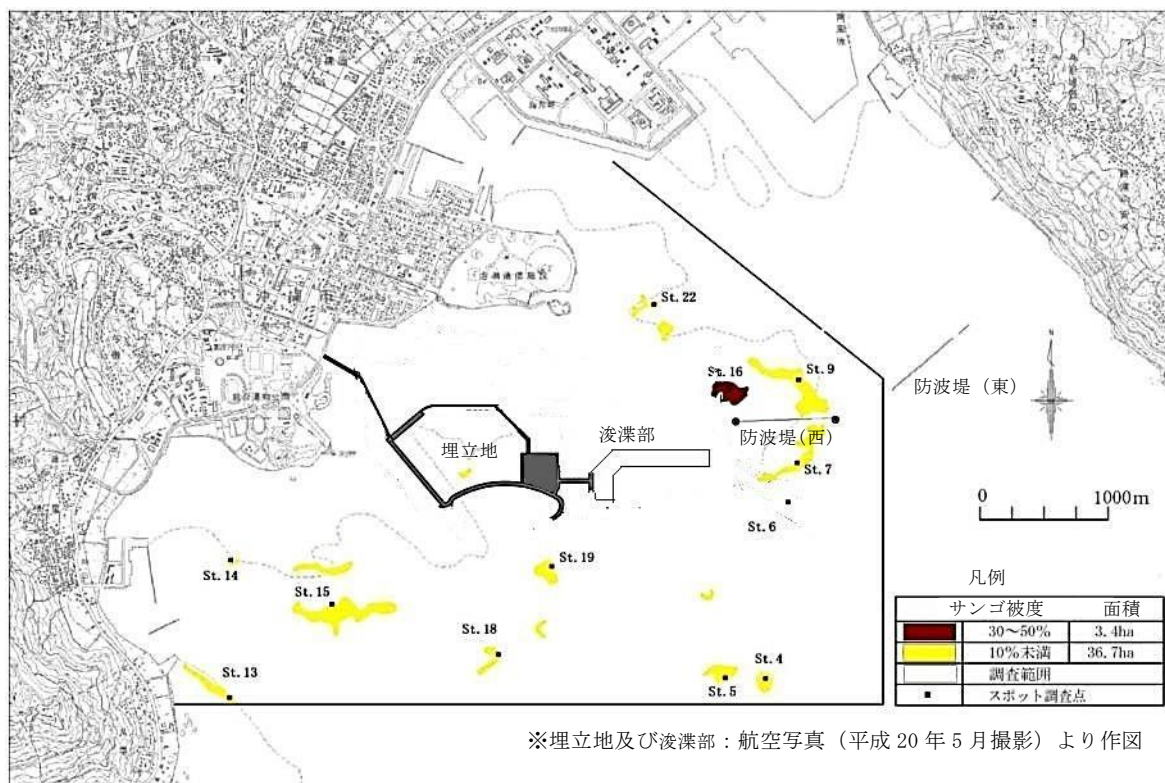
※仮設護岸：航空写真（平成 15 年 12 月撮影）より作図

図 1-5 (2) サンゴ分布面積の比較 (調査期間：平成 15 年 6 月)



※仮設護岸：航空写真（平成 15 年 12 月撮影）より作図

図 1-5 (3) サンゴ分布面積の比較（調査期間：平成 16 年 6 月）



※埋立地及び浚渫部：航空写真（平成 20 年 5 月撮影）より作図

図 1-5 (4) サンゴ分布面積の比較（調査期間：平成 20 年 5 月）



注1) 本図の群体数は50cm枠で3回測定した平均数である。単位は「群体/0.25㎡」である。

図1-6 各地点の稚サンゴ群体密度(平成27年2月)

1.2.2 サンゴの減少要因

一般的にサンゴの減少要因は、自然的影響として、台風による波浪、大規模白化の原因となる海水温の上昇、オニヒトデ・食害貝類の大発生、病気などがあり、人為的影響として、埋立・沿岸開発、赤土等の土壌・生活排水・農業排水など陸を発生源とする物質の流入、過剰な漁業や観光業による利用などがあげられるⁱ。

泡瀬海域でのサンゴの減少要因を、中城湾港泡瀬地区開発事業の環境監視結果を基に、減少要因ごとに分析したものを、以下の表 1-4 にまとめた。

表 1-4 泡瀬海域におけるサンゴの減少要因の検討（平成 28 年度時点）

サンゴの減少要因		泡瀬海域における検討結果
①自然的 要因	台風	過去の調査結果では、影響はほとんど確認されていない。
	海水温の上昇	夏季の海水温上昇に伴うサンゴの白化は、平成10年、13年、28年に発生した。特に、平成10年には大規模にサンゴが減少した。
	オニヒトデ、貝類の大発生	サンゴを捕食する貝類（シロレイシガイダマシ類）は、一部で発生していることを確認しているが、泡瀬海域全域での大発生は確認されていない。オニヒトデの発生は、過去の調査結果では、ほとんど確認されていない。
	病気	過去の調査結果では、影響はほとんど確認されていない。
②人為的 要因	埋立、沿岸開発	沿岸域の埋立や、浅海域での人工島の開発がある。サンゴが生息していた浅海域では平成14年度以降に埋立が実施されているが、泡瀬海域での大規模な減少は平成10年であり、サンゴが減少した主因ではない。なお、人工島の埋立で、埋立地内のサンゴは減少した。
	赤土等の流入	過去の調査結果では、影響はほとんど確認されていない。
	生活排水等の流入	当該海域の周辺陸域では、生活排水の流入が一定程度認められるが、過去の調査結果や公共用水域の測定結果をみると、水質悪化は確認されていない。
	過剰な漁業や観光業による利用	過去の調査結果では、影響はほとんど確認されていない。

泡瀬海域におけるサンゴの減少要因としては、主として平成 10 年の海水温上昇によるサンゴの白化であると考えられる。さらに、サンゴの死滅後、新たな稚サンゴの加入が少ない状況である。これらのことから、サンゴの回復が進まない要因として、大規模なサンゴの白化や、その後も度々白化が発生したことによる親となるサンゴの減少と、それに伴った幼生供給量の減少が示唆される。

なお、こうした現象は、沖縄島周辺離島（慶良間諸島）でも懸念されているⁱⁱ。

ⁱ 沖縄県文化環境部自然保護課 沖縄県サンゴ移植マニュアル 平成 20（2008）年度版 p. 19

ⁱⁱ 阿嘉島臨海研究所の Web サイト みどりいし No. 26 2015 年 3 月発行 4. 慶良間列島のさんご礁の現状 p. 7

1.3 サンゴ再生事業計画の作成（平成 28 年度）

前述のとおり、泡瀬海域のサンゴ礁は夏季の海水温上昇によるサンゴの白化現象後に減少していた。サンゴ礁の自然回復は望めない状況であったため、人為的な回復を進める必要があり、サンゴ再生事業計画を策定した。

(1) 再生事業の実施計画（抜粋）

泡瀬海域では、計画作成時当初（平成 28 年度業務）、沖合にある地点において、先行してサンゴの植付けを実施することとした。また、平成 29 年度には、St. a4 潜堤内側付近での工事が完了する予定であることから、平成 30 年度よりサンゴの植付け実施を予定した。

有性生殖法での再生については、採苗地点及び中間育成地点の適地検討が課題である。課題の解決のために調査を実施するが、事業期間が 4 年間であることから、種苗の確保と中間育成も同時並行して実施することとした。

すべての事業スケジュールを以下の表に示す（表 1-5、表 1-6）。なお、サンゴ再生事業は、天候等の自然的要因に左右されることから、順応的に事業計画を見直しながら実施する必要があるため、計画策定時点でのスケジュールとし、各年度の終了時点で、事業計画の見直しを実施することとした。

表 1-5 再生手法及び再生地点別の期待される成果

事業目的 (平成 29～令和 2 年)	再生手法	再生地点	期待される成果
泡瀬海域において、高水温による白化などにより減少した、サンゴ礁の回復・再生の促進を図る	(有性生殖法) ①着床基盤による採苗	St. a2、a9、 a4 潜堤内側	「③養殖サンゴ」の移植と並行して実施し、多様性（種、遺伝子）を補完できる。
	②場の整備（創造）	St. a18	サンゴ幼生の新規加入によって、サンゴ礁が創出される。
	(無性生殖法) ③養殖サンゴの植付け	St. a2、a9、 a4 潜堤内側	サンゴ植付けによって、再生面積が年間 約 250 m ² 創出される。 (植付け密度 10 本/m ² として年間最大 2,500 本)

表 1-6 サンゴ再生事業ロードマップ（案）

事業年度		平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	令和 2 年度	
基本方針	サンゴ被度の増加・ 幼生供給源の拡大	○	○	○	○	
	サンゴ移植を通して、サンゴ 保全への意識向上を図る		○	○	○	
事業地点（再生地点）		St. a2、a9	St. a2、a9、a4 潜堤内側	St. a2、a9、 a4 潜堤内側、a18		
事業内容 （再生手法）	有性生殖法 ①着床基盤による 採苗・植付け	採苗地点の検討	○	○		
		採苗	○	○	○	
		中間育成地点 の検討	○	○		
		中間育成地点	○	○	○	○
		種苗の植付け ⁱ			○	○
	有性生殖法 ②サンゴ再生場 の整備	St. a18	○	○	○	○
	無性生殖法 ③養殖サンゴ の植付け	St. a2	150 m ²	100 m ²	50 m ²	50 m ²
		St. a9	100 m ²	100 m ²	100 m ²	100 m ²
		St. a4 内側	-	50 m ²	100 m ²	100 m ²
	モニタリング	植付けサンゴ 調査	○	○	○	○
		再生地点の水質 調査	○	○	○	○
		産卵・幼生加入 調査	○	○	○	○
	再生面積		250 m ²	250 m ²	250 m ²	250 m ²

注 1) 有性生殖法の植付け面積は、種苗の確保が不安定なため目標を設定しない。なお、確保した種苗は、再生面積を増やすように植付ける。

ⁱ 有性生殖法の植付け面積は、種苗の確保が不安定なため目標を設定せず、再生面積を増やすように植付ける。



図 1-7 再生地点

(2) 計画実施における留意点

泡瀬海域において、サンゴ礁保全・再生を実施するにあたり、表 1-7 に示す各種法令等に基づく手続ⁱを実施することとした。

表 1-7 法令・関係機関及び手続き

法令	関係機関	手続き
港湾法	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所 中城湾港出張所 ・沖縄県 土木建築部 港湾課及び中部土木事務所 	<ul style="list-style-type: none"> ・人工島（泡瀬地区）の開発計画とサンゴの再生地点の調整及び作業周知を行う。
	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県 土木建築部 中部土木事務所 	<ul style="list-style-type: none"> ・海域に工作物など設置する場合は、水域占用許可申請ⁱⁱを行う。
港則法	<ul style="list-style-type: none"> ・第十一管区海上保安本部 中城海上保安部 	<ul style="list-style-type: none"> ・海域で作業を行う場合は、作業許可申請ⁱⁱⁱを行う。
漁業法 関係	<ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県農林水産部水産課^{iv} 	<ul style="list-style-type: none"> ・造礁サンゴ採取は禁止されており、造礁サンゴ採取による試験研究を行うためには、特別採捕許可申請を行う。 ・漁業権の設定されている漁場内の岩礁破碎等は、規制されており、許可申請を行う。
	<ul style="list-style-type: none"> (共同漁業権 9 号) ・沖縄市漁業協同組合 ・南原漁業協同組合 (共同漁業権 10 号) ・佐敷中城漁業協同組合 北中城支所 ・与那原西原町漁業協同組合 	<ul style="list-style-type: none"> ・漁業権の設定海域における、サンゴの再生地点の調整及び作業周知を行う。

ⁱ 沖縄県文化環境部自然保護課 沖縄県サンゴ移植マニュアル 平成 20（2008）年度版 p. 6-8

ⁱⁱ 港湾法 港湾法三十七条第一項一号 港湾区域内の水域の占用

ⁱⁱⁱ 港則法 第三十一条 工事等の許可及び進水等の届出

^{iv} 沖縄県漁業調整規則沖縄県農林水産部水産課令和 7 年 5 月 第 34 条第 2 項、第 39 条第 1 項

1.4 サンゴ再生事業計画の実施状況（平成 29 年度～令和 2 年度）

サンゴ再生事業計画（平成 29 年度～令和 2 年度）の実施状況は、計画に従った事業が継続された（表 1-8、表 1-9）。

令和 2 年度までの事業計画期間中は、移植サンゴ群集が生存成長し、サンゴ礁生態系が創出されるのを確認するという事業目標の成果を検証した。その結果、事業計画年度以後も以下の調査・検討を継続することが必要であると考えられた。

- ・移植サンゴ調査
- ・産卵・幼生加入調査
- ・サンゴ礁生態系調査

また、令和 2 年度時点では今後の事業の方向性として、「環境教育の場としてサンゴ礁創出」を主眼とし、以下の検討を進めることにした。

- ・人工海浜における物理・化学等の環境条件把握
- ・人工海浜におけるサンゴ移植の最適場所の検討
- ・環境学習メニューの考案
- ・サンゴ以外の生物群集に関する環境学習内容の検討

表 1-8 サンゴ再生事業ロードマップⁱ (実績)

事業年度		平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	令和 2 年度	
基本方針	サンゴ被度の増加・ 幼生供給源の拡大	○	○	○	○	
	サンゴ移植を通して、 サンゴ保全への意識向上を図る	/	/	/	/	
事業地点 (再生地点)		St. a2、a9				
事業内容 (再生手法)	有性生殖法 ⁱⁱ ①着床基盤による採苗・移植	採苗地点の検討	○	○	/	/
		採苗	○	○	○	/
		中間育成地点の検討	○	○	/	/
		中間育成地点	○	○	○	○
		種苗の移植	/	○	○	○
	有性生殖法 ⁱⁱ ②サンゴ再生場の整備	St. a18	○	○	○	○
	無性生殖法 ③養殖サンゴの移植	St. a2	151 m ²	125 m ²	50 m ²	50 m ²
		St. a9	104 m ²	153 m ²	218 m ²	228 m ²
		St. a4 潜堤内側人工島付近	未	未	未	未
	モニタリング	移植サンゴ調査	○	○	○	○
		再生地点の水質調査	○	○	○	○
		産卵・幼生加入調査	○	○	○	○
		サンゴ礁生態系調査	/	○	○	○
	再生面積 ⁱⁱ (サンゴ移植面積) (当初目標)		255 m ² (250)	278 m ² (250)	268 m ² (250)	278 m ² (250)

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和2年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託報告書 p.104

ⁱⁱ 基本的に無性生殖法による移植の目標とする。有性生殖法による移植は種苗の確保が不安定であるため、補足的な扱いとする。また、各再生地点の再生面積は目安とし、現地の海底状況によって変動する。なお、平成30年度から有性生殖法による移植の再生面積も含む。サンゴの再生面積は、サンゴの移植密度 10 本/m²で算定した。

表 1-9 サンゴ再生事業期間の最終年度である令和 2 年度における達成評価結果ⁱ

目的	基本方針	事業達成指標	評価結果
泡瀬海域において、高水温による白化などにより減少した <u>サンゴ礁の回復・再生の促進</u> を図る。	サンゴ被度の増加・幼生供給源の拡大。	①再生地点の <u>サンゴ被度増加</u> 。	移植サンゴのサンゴ被度は高い生存率と成長率から <u>増加傾向</u> 。 なお、群集の容積は増大している状況が把握できた。 達成。
		②移植サンゴの <u>産卵確認</u> 。	移植サンゴが未成熟もしくは海況条件が不適であった可能性もあり、産卵はみられなかった。 未達成。
	サンゴ移植を通して、 <u>サンゴ保全への意識向上</u> を図る。	③サンゴ礁生態系 <u>回復傾向</u> (種多様性が高まる等)がみえること。	群集の容積は増大している傾向が顕著であるが、サンゴが成長途中で小さく、他の住込み生物が少ない。 未達成。
		④環境教育の場として <u>サンゴ礁創出</u> (主に埋立地近傍の潜堤付近)。	中城湾港泡瀬地区開発事業の養浜工事が継続予定であり、サンゴの移植作業が未実施。 未達成。 なお、平成 30 年度及び令和元年度において子供向けにサンゴ観察会を環境教育として実施した。

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和 2 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p. 103

1.5 サンゴ再生事業計画後の実施状況（令和3年度～令和7年度）

令和2年度までのサンゴ再生事業計画の成果としては、サンゴを移植した岩礁域においてサンゴ群体の良好な成育がみられ、事業は成功したものと考えられた（図1-8）。

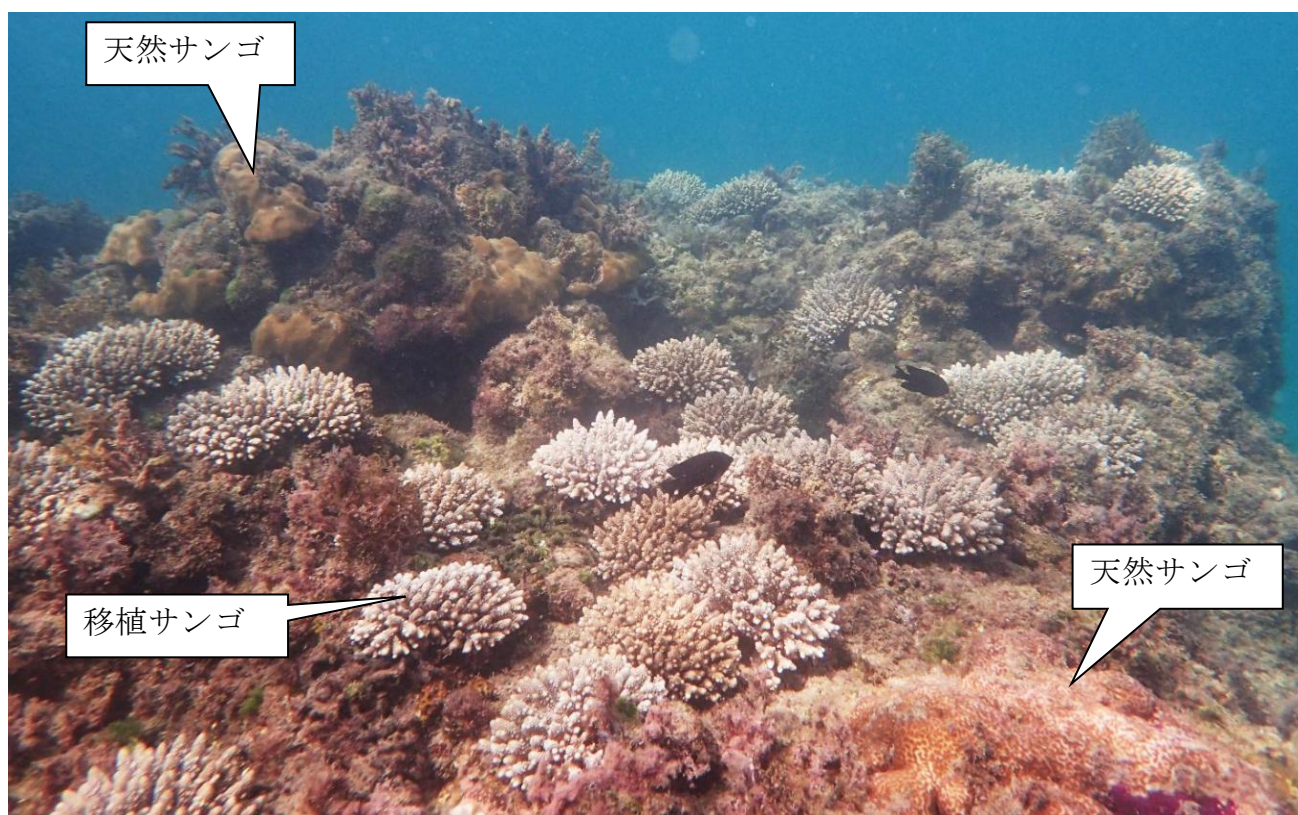


図1-8 平成29年度にサンゴを移植した岩礁の状況（令和2年度撮影）

これを踏まえ令和3年度以降は、当初計画の本来目標である「泡瀬地区人工島前面におけるサンゴ種苗移植によるサンゴ礁生態系を創造」を目指すことを念頭に、人工島本体の護岸構造（突堤（西））にサンゴを移植することとした。ただし、当該突堤の規模と海水の流動及び分散や堆積物、形状というような微細環境を勘案すると、場所によっては移植後の生残・成長が順調に進むかどうかは確定できないため、サンゴの移植面積は以前よりも小規模となった。

今後、泡瀬地区の人工島前面にサンゴ礁生態系が創造・拡大していくことができれば、その場を野鳥園、人工海浜から連続した新たな環境教育の場（生物・学習エリア）として利用することが可能になると考えられる。そのためには、サンゴを移植する地域や群体数等についても検討する必要があると考えられた。

令和4年度以降は、事業目的を達成するために、事業計画を継続的なモニタリング評価と検証によって随時見直しと修正を行いながら管理する順応的管理の方針が取り入れられた（図1-9）。

本事業における順応的管理とは、目標の達成状況評価のため、各目標に設定される評価基準（着眼点）について、モニタリング調査を継続しながら、基準との照合・評価により、達成手法の改善や実施計画の変更等について検討を加え、実行していくというものである。

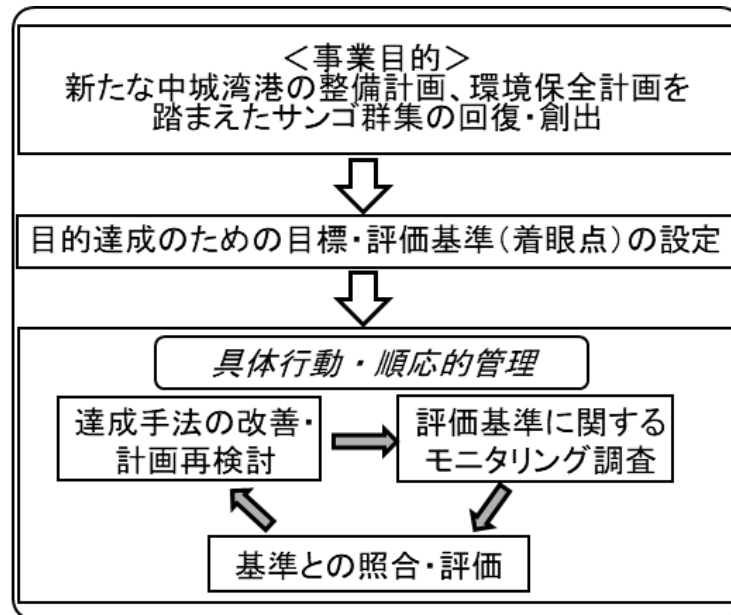


図 1-9 目標達成のための順応的管理の概念図ⁱ

ここで、本事業の目的達成のための目標となる項目及び評価基準（着眼点）、並びに変化や達成の可能性等を検討するために把握すべき各種の条件を設定して表 1-10 に示した。

表 1-10 事業目的達成のための目標とその評価基準等ⁱ

中城湾港における サンゴ再生事業の目的	目的達成のための目標と 評価基準(着眼点)	順応的管理のために把握することが必要な 環境条件及び外部条件
泡瀬海域において、高水温による白化などにより減少したサンゴ群集及び生態系の回復・再生・創出を図る。 さらに、事業の結果により、地元住民等のサンゴ保全に対する理解向上に資する。 <small>(平成28年度に策定された事業計画(案)に事業進捗とともに加えられた目的を追記した。)</small>	移植サンゴの生存成長状況 評価基準: 成長に伴う被度・容積の増加	○物理・化学的な要因 →天候(風速・日照・台風など) →海水流動分散(潮流・波浪の変化) →海水温(高水温・低水温) →水質(濁り・有機汚濁) ○生物学的な要因 →サンゴの生存・成長(被度・容積等)及び産卵の状況 →魚類やエビ・カニ類の出現の状況 →病気の状況(異常の有無など)
	移植サンゴによる再生産活動 評価基準: 産卵の確認	
	サンゴ礁生態系の回復・創出傾向 評価基準: サンゴ礁依存性の魚類やエビ・カニ類の増加	
	新たな環境教育の場としてのサンゴ礁生態系の創出 評価基準: 適正で有効な場の選定	

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和4年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p. 210

令和7年度の事業終了時点における、目的達成のための目標と評価基準及び評価を下記に示し、全般にわたって目的が達成されつつある状況であった。

目的達成のための目標と評価基準及び評価（令和7年度末時点）

目標①移植サンゴの生存成長状況

評価基準：成長に伴う被度、容積の増加

→再生地点の被度増加（達成）

目標②移植サンゴによる再生産活動

評価基準：産卵の確認

→移植サンゴの産卵確認（体内バンドルの確認）（達成）

目標③サンゴ礁生態系の回復・創出傾向

評価基準：サンゴ礁依存性の魚類やエビ・カニ類の増加

→サンゴ礁生態系の回復傾向がみられる（達成）

目標④新たな環境教育の場としてのサンゴ礁生態系の創出

評価基準：適正で有効な場の選定

→具体的な評価基準は以下の項目

- ・移植サンゴの生存・成長状況（未達成）
- ・サンゴ礁生態系の創出傾向（未達成）
- ・実施主体及び体制等（達成）
- ・環境学習実施方針（達成）

2 サンゴ移植の実施

2.1 サンゴの移植地点

サンゴの移植地点は、2.1.1～2.1.3 に示す検討を行って設定した。

2.1.1 平成 27 年度に実施されたサンゴ移植の適地検討

平成 27 年度業務では、中城湾港（泡瀬地区）におけるサンゴの分布状況の把握、及びサンゴ再生事業が可能な候補地点全 12 地点から選定を実施したⁱ。候補地点においてサンゴの移植に関わる環境条件 4 項目（天然のサンゴ生息状況、底質状況、海藻の繁茂状況、赤土等の堆積状況）を調査し、比較的良好な条件であった St.a1、a2、a9、a14、a16 の 5 地点を選定した。さらに、環境共生機能を持った護岸の検討とするために、St.a4 潜堤（内側、外側）の 2 地点を追加した 7 地点でサンゴ種苗を移植した。

2.1.2 平成 29 年度～令和 2 年度に実施されたサンゴ移植の適地検討

「サンゴ再生事業計画」（平成 28 年度策定）ⁱⁱにおいて、無性生殖法によるサンゴ移植の再生地点として St.a2、a9、a4 潜堤内側の 3 地点が選定された。ただし、St.a4 潜堤内側については人工島周辺の海上工事継続による影響を鑑みて移植せず、St.a2、a9 の 2 地点でサンゴ種苗を移植したⁱⁱⁱ。

2.1.3 令和 3～6 年度に実施されたサンゴ礁創出箇所の適地検討^{iv、v}

「サンゴ再生事業計画」（平成 28 年度策定）に基づき、平成 29 年度～令和 2 年度においてサンゴの移植や各種調査が実施された。その結果、本事業計画に示された指標①～③については令和 3 年度業務までに達成しつつあった。一方、指標④「環境教育の場としてサンゴ礁創出」については、海上工事の継続によって進展しない状況であったが、令和 3 年度業務から泡瀬地区人工島の人工海浜（生物・学習エリア）との連続性を持たせたサンゴ礁生態系を創出する方針として、実施可能な箇所でのサンゴ移植が開始された。

【「サンゴ再生事業計画」における事業達成指標】

- ①再生地点のサンゴ被度増加
- ②移植サンゴの産卵確認
- ③サンゴ礁生態系の回復傾向がみえること
- ④環境教育の場としてサンゴ礁創出

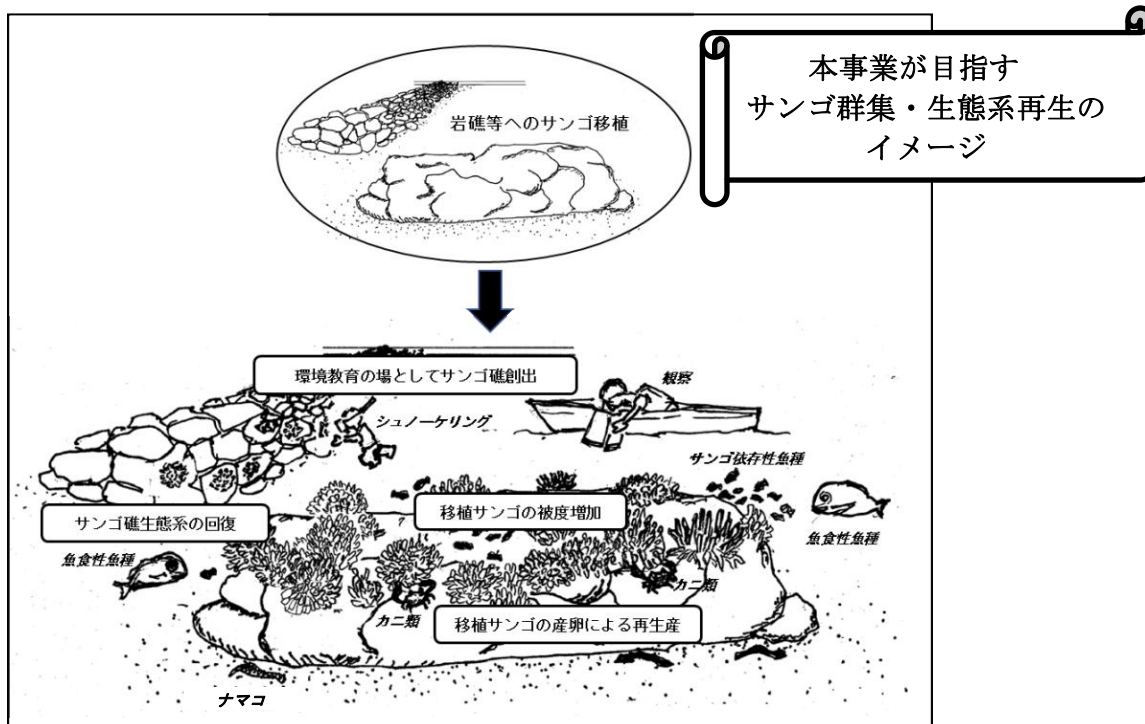
ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 平成 27 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ再生事業検討業務 報告書 pp.4-10

ⁱⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 平成 28 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ再生事業検討業務 サンゴ再生事業計画（案）

ⁱⁱⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 平成 29 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.11

^{iv} 沖縄県土木建築部港湾課 令和 3 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.20

^v 沖縄県土木建築部港湾課 令和 4 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 pp.50-51



令和4年度業務では、上記の将来イメージや、人工島周囲（図 2-1）の環境条件、今後の工事工程等を踏まえて、将来のサンゴ礁創出箇所の適地を検討した。

- ・ 先行してサンゴ礁創出に着手すべき範囲として、サンゴ生息環境要素が好適であると考えられる人工島南側（範囲③）を選定し、その中でも工事が終了して完成形に近い突堤（西）及び潜堤を対象とした。
- ・ 人工島造成が進んだ後は、人工島東側（範囲④）もサンゴにとって良好な環境になる可能性があり、今後の候補として検討を進める。

上記の2点を考慮して、令和3年度～令和6年度のサンゴ移植地点は、人工島南側（範囲③）におけるサンゴの生存状況が良好と考えられる地点とした。

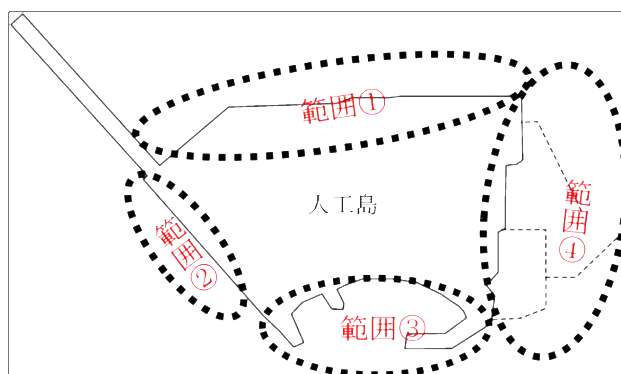


図 2-1 環境要素の整理において設定した人工島の範囲区分

2.1.1～2.1.3における適地検討を経て、平成27年度～令和6年度において図2-2示す地点で、サンゴの移植を行った。

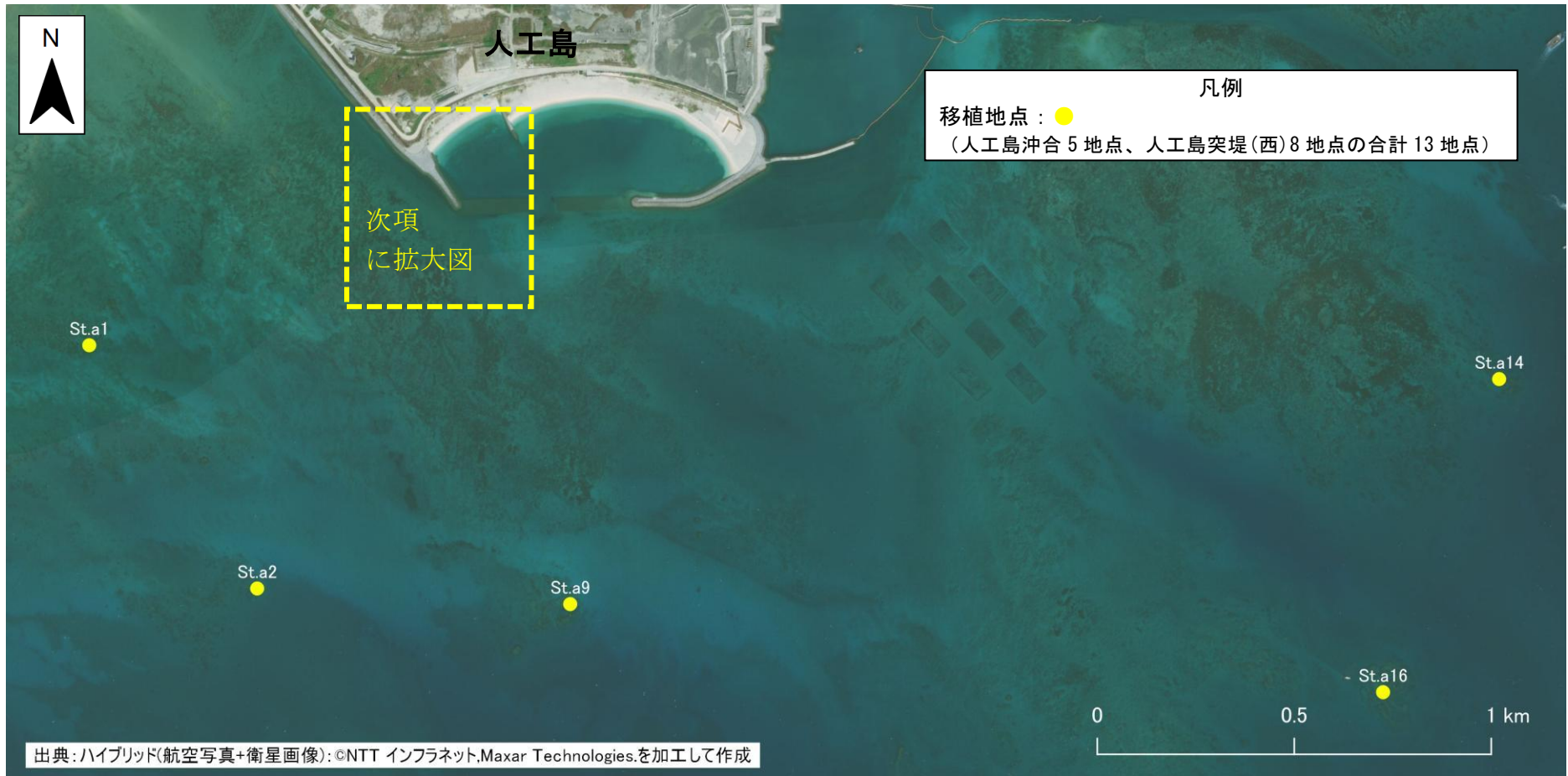


図 2-2 (1) 調査位置 (広域)



図 2-2 (2) 調査位置 (突堤 (西) の拡大)

2.2 サンゴの移植作業

2.2.1 移植時期

平成 29 年度～令和 6 年度の台風期後 1 回（10 月～12 月）

※平成 27 年度は試験的なサンゴ移植のため冬季に実施

2.2.2 移植地点と移植箇所

移植地点は、前述のサンゴ移植の適地検討で選定された移植地点 13 地点である。

移植作業では、始点から終点に向かい測線（メジャー）を張って 10m 間隔の鉄筋によって固定し、測線の左右両側を移植枠（1m×1m）とした（図 2-3）。

移植箇所は、人工島沖合及び人工島突堤（西）において海底よりも高い位置（水深 1～3m）とした（図 2-4）。台風等の悪天候時に、海底の砂礫が巻き上がってサンゴ種苗に堆積する可能性があるためである。

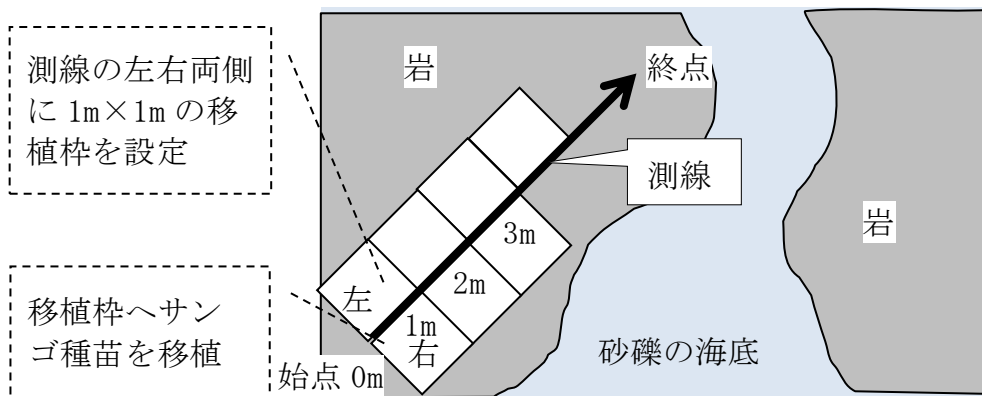


図 2-3 岩と移植・モニタリング測線の概観

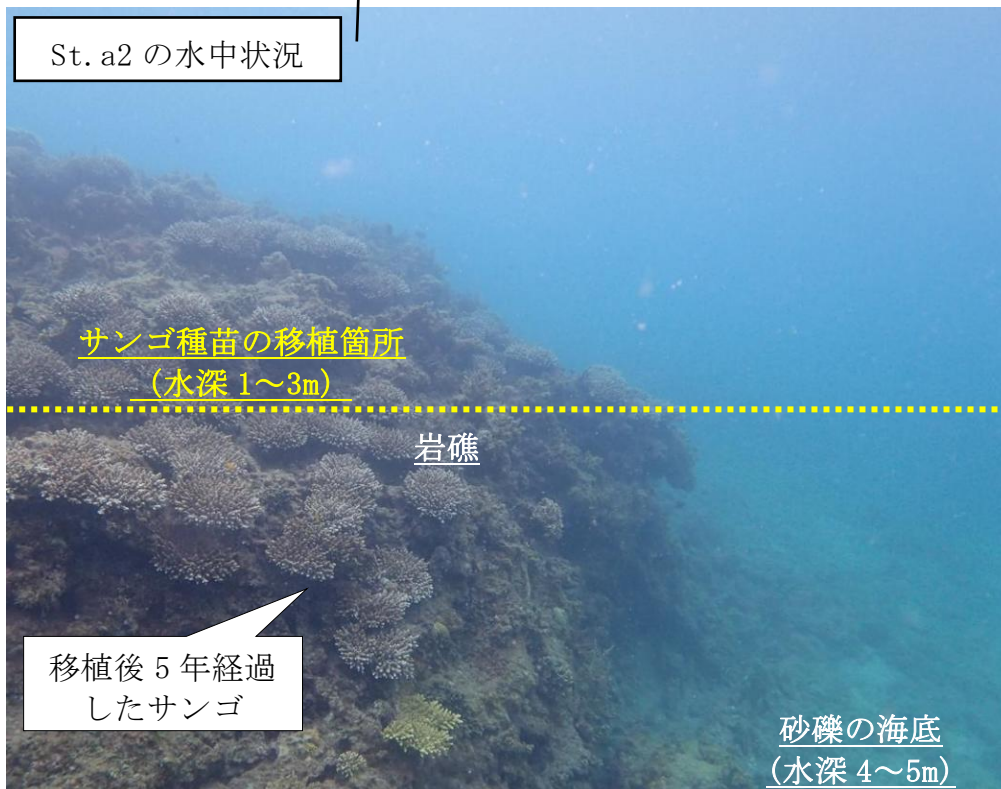
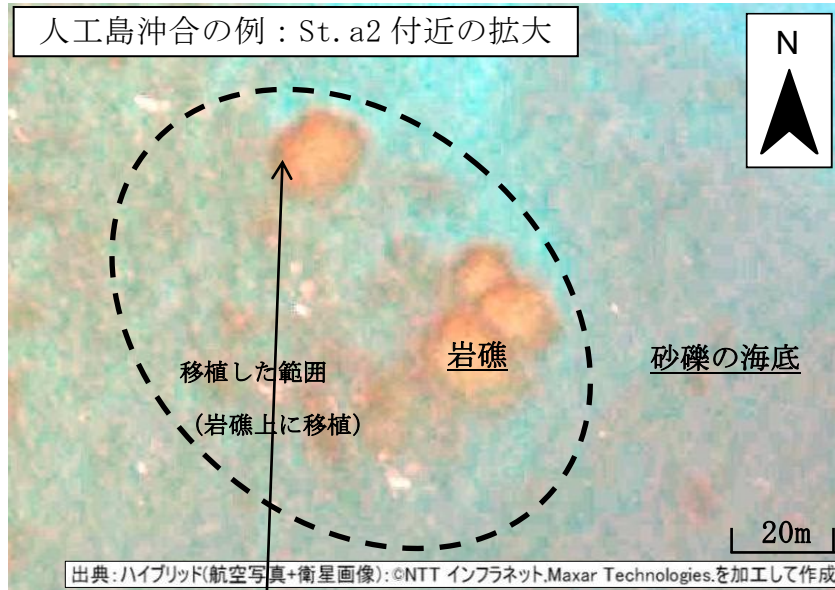


図 2-4 (1) サンゴ種苗の移植箇所と海底の状況
(人工島沖合の例：St. a2 付近の拡大)

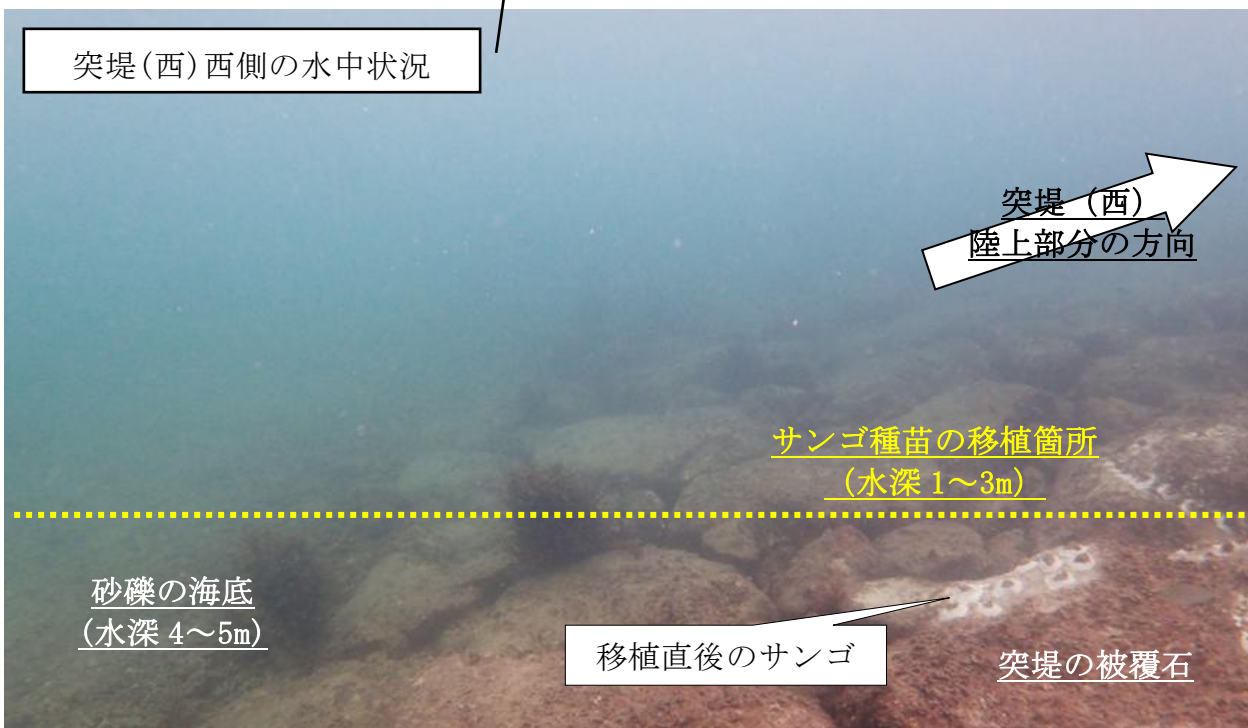
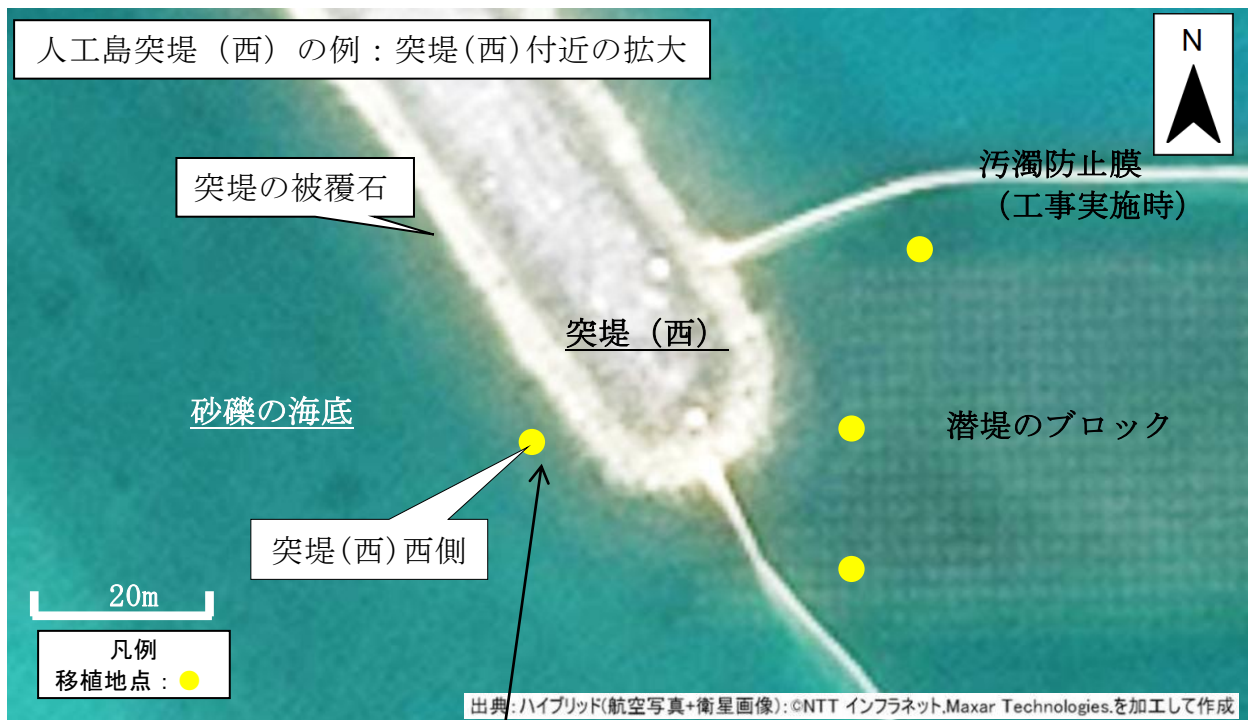
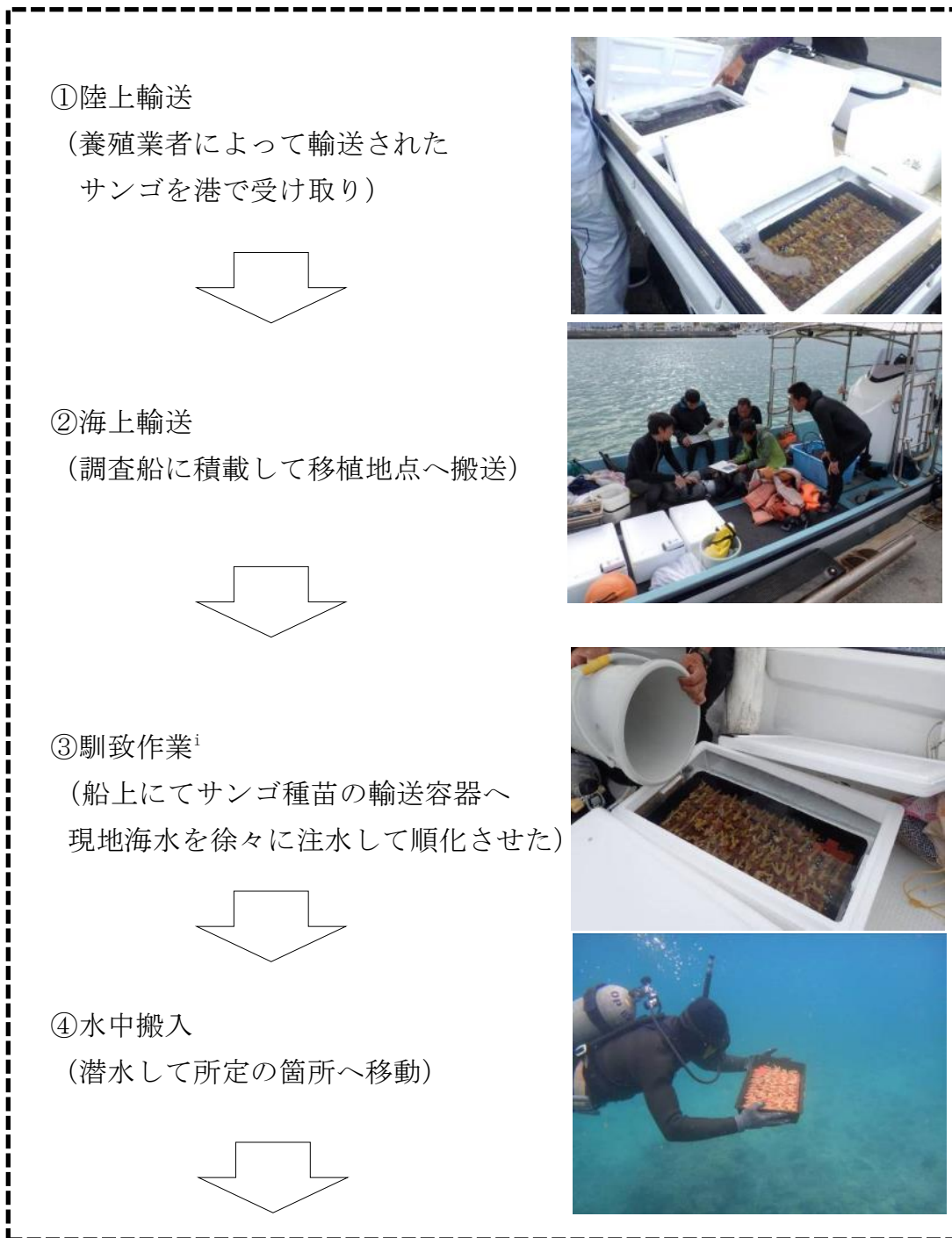


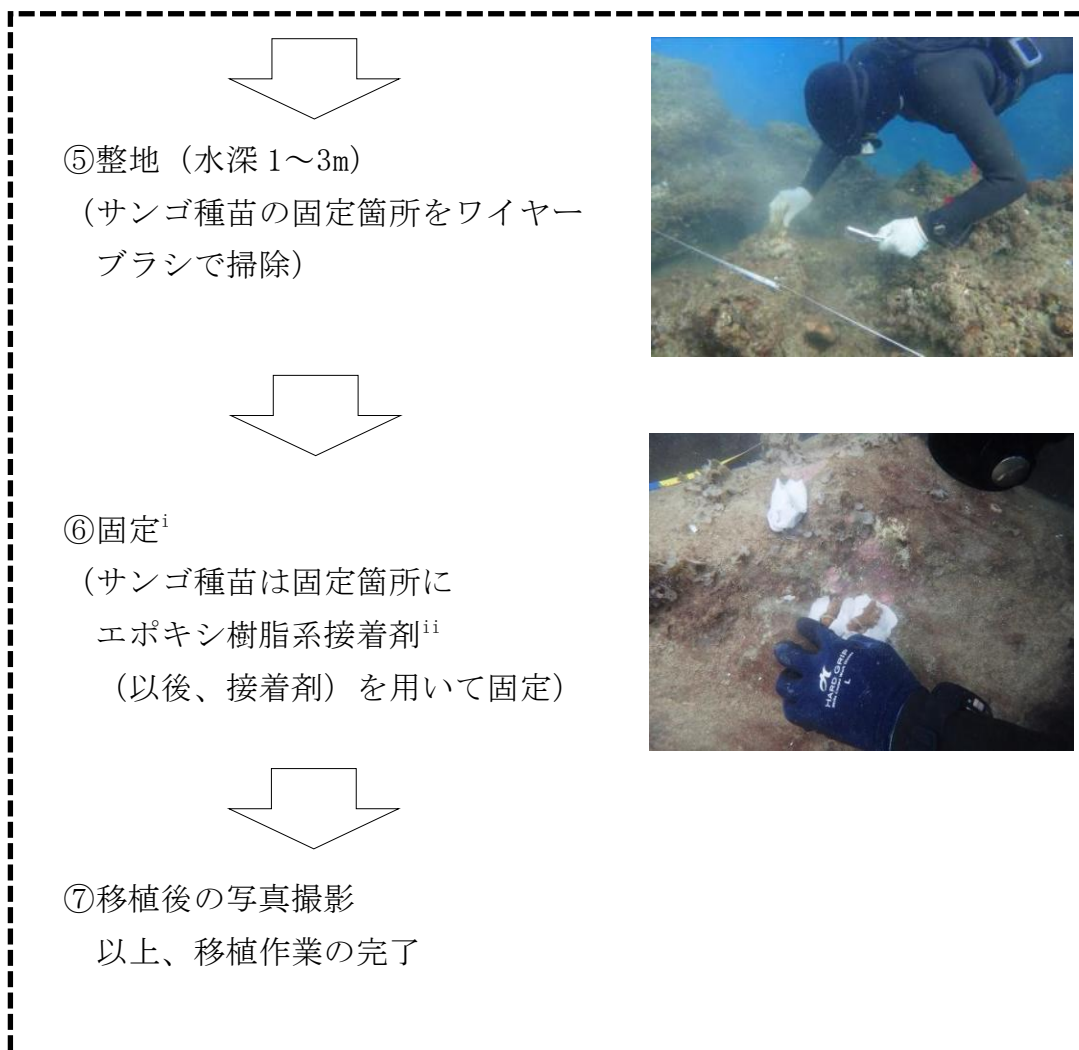
図 2-4 (2) サンゴ種苗の移植箇所と海底の状況
(人工島突堤（西）の例：突堤（西）の拡大)

2.2.3 移植方法

サンゴ種苗の移植密度は、移植枠（1m×1m）あたりサンゴ種苗 10 群体とし、移植方法は、以下の工程①～⑦のとおりとした。



ⁱ サンゴへのストレス要因（水温等の差）を可能な限り軽減するため、サンゴ輸送容器へ時間をかけて現地海水を注水した。



2.2.4 移植結果

移植年度別のサンゴ移植地点と本数、及び移植したサンゴ種苗の種名と本数を表 2-1 に、サンゴ種苗の種（外観）を表 2-2 に示した。

平成 27 年度移植では、サンゴ再生方法等の検討のために泡瀬地区でみられるミドリイシ属 3 種を移植した。

平成 29 年度以降の移植は地元の漁業協同組合が養殖し、提供可能な種の中から遺伝的な偏りや種の多様性を考慮しながら 7～9 種で構成したサンゴ断片を使用した。特に移植後の生存率が高かったオヤユビミドリイシを中心として移植した。

令和 6 年度移植では、令和 6 年夏季に発生したサンゴの白化現象後に生存率が高かった 3 種を移植した。

ⁱ サンゴが成長して岩へ固着しやすいように、可能な限りサンゴと岩が接近するように固定した。
沖縄県土木建築部港湾課 平成 29 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.12

ⁱⁱ コニシ(株)「水中ボンド E380」

表 2-1 (1) 移植したサンゴ種苗の移植数と地点

移植年度	移植数	移植地点													
		St a1	St a2	人工島近傍								St a9	St a14	St a16	
				潜堤		突堤(西)									
				St a4 潜堤 内側	St a4 潜堤 外側	東側	西側	西側 基部	西側 中央 部	東側 基部	東側 中央 部				
平成 27 年度	90	○	○	○	○								○	○	○
29 年度	2,547		○										○		
30 年度	2,550		○										○		
令和元年度	2,550		○										○		
2 年度	2,550		○										○		
3 年度	220					○	○								
4 年度	220							○	○						
5 年度	220									○	○				
6 年度	340						○		○						
移植数合計	11,287	10	3,769	10	10	110	280	110	280	110	110	6,448	20	20	

表 2-1 (2) 移植したサンゴ種苗の種と移植数

種名	移植年度									移植数
	平成 27	平成 29	平成 30	令和元	令和 2	令和 3	令和 4	令和 5	令和 6	
オヤビトミドリシ	16	898	900	550	650	40	80	100	140	3,375
ホソエタミドリシ	40	500	500	300	300	20	20	20	-	1,698
スキノキミドリシ	34	500	500	300	300	20	20	20	-	1,694
ヒマツミドリシ	-	100	150	300	300	20	20	20	-	910
ハナハチミドリシ	-	-	100	100	100	20	-	-	-	320
ハナヤサイサンゴ	-	449	100	100	100	20	20	20	-	810
ショウカサンゴ	-	-	100	300	300	20	20	20	-	760
リュウキュウキッカサンゴ	-	50	100	300	400	20	20	20	100	1,010
ヤッコアミメサンゴ	-	50	100	300	100	40	20	-	100	710
各年度の移植数	90	2,547	2,550	2,550	2,550	220	220	220	340	11,287

表 2-2 (1) サンゴ種苗の種 (外観)



表 2-2 (2) サンゴ種苗の種 (外観)

