

注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

注2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1～2m、下部は凡そ水深8～9mを指す。

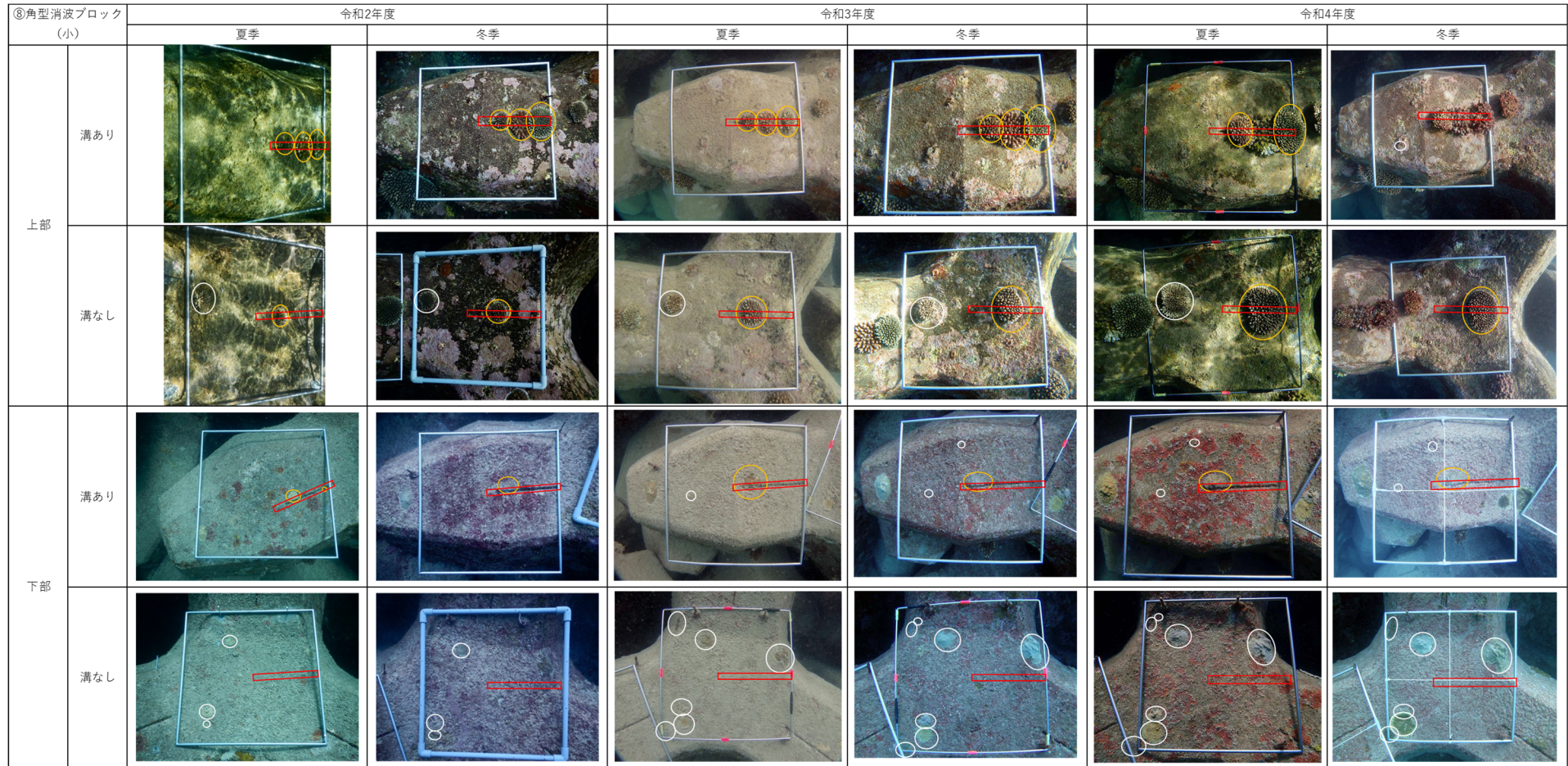
図一 9.2.3 (6) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑥

⑦角型消波ブロック (中)		令和2年度		令和3年度		令和4年度	
		夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
上部	溝あり						
	溝なし						
下部	溝あり						
	溝なし						

注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1～2m、下部は凡そ水深8～9mを指す。

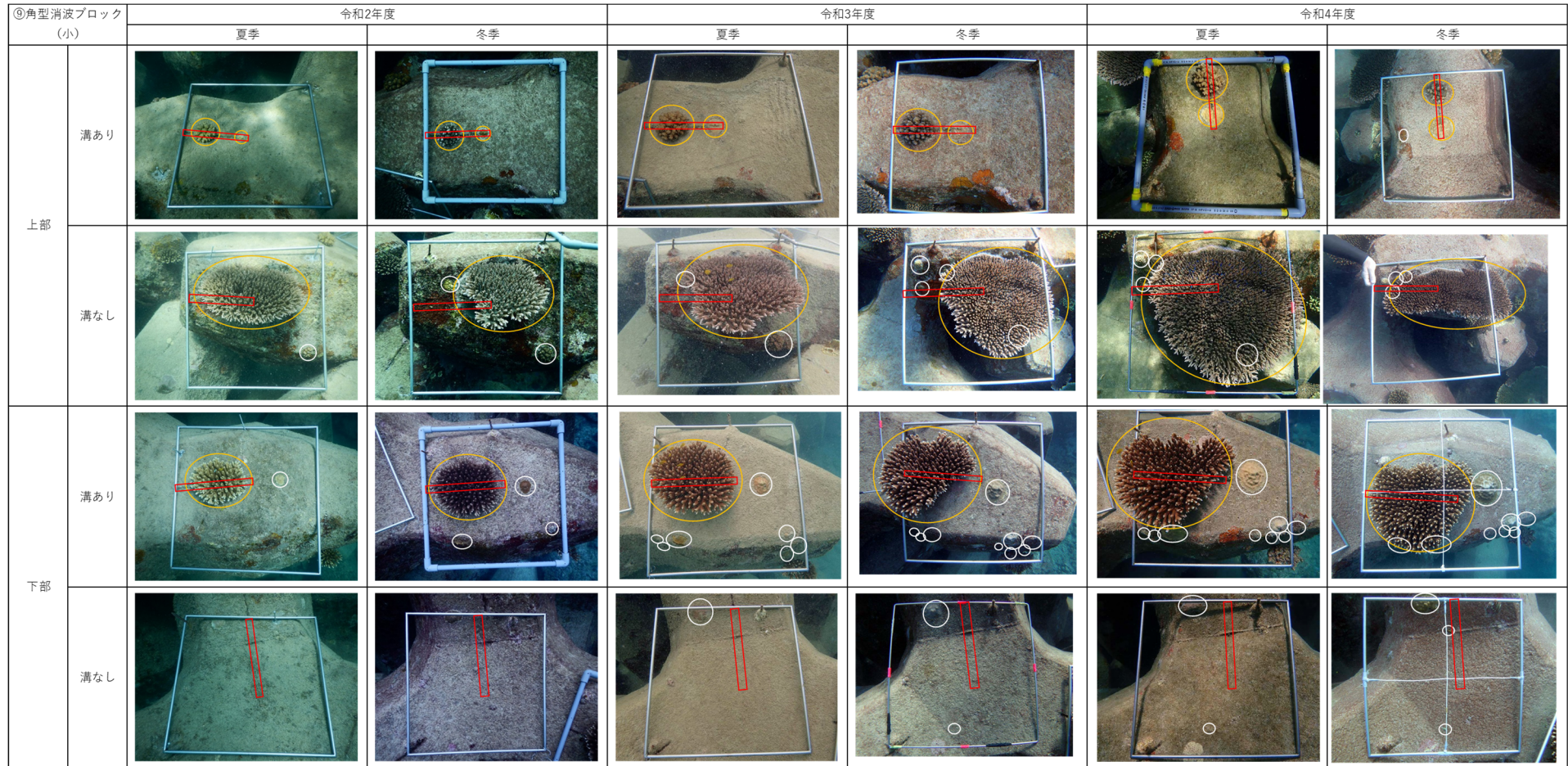
図一 9.2.3 (7) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑦



注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1～2m、下部は凡そ水深8～9mを指す。

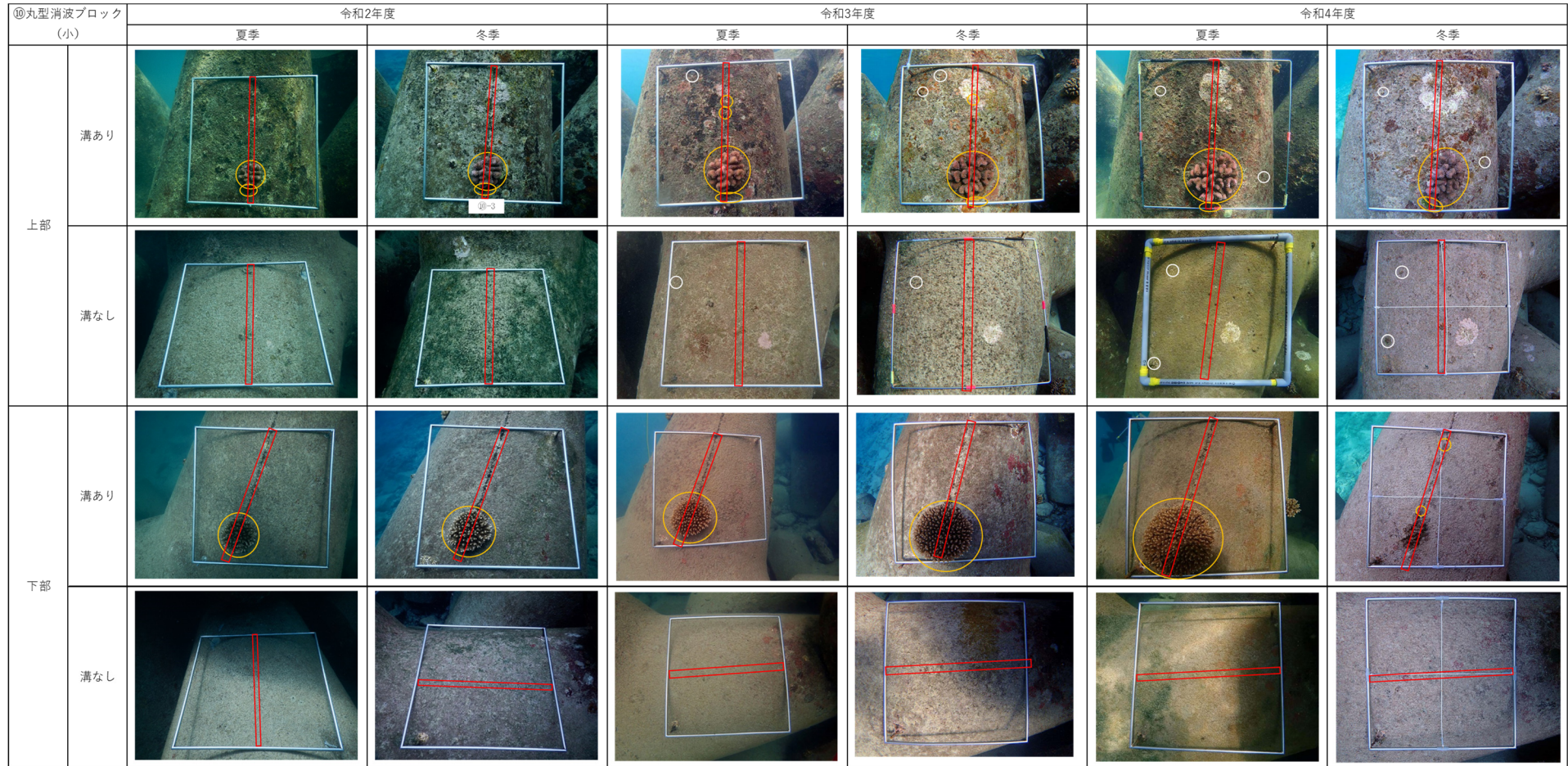
図一 9.2.3 (8) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑧



注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1～2m、下部は凡そ水深8～9mを指す。

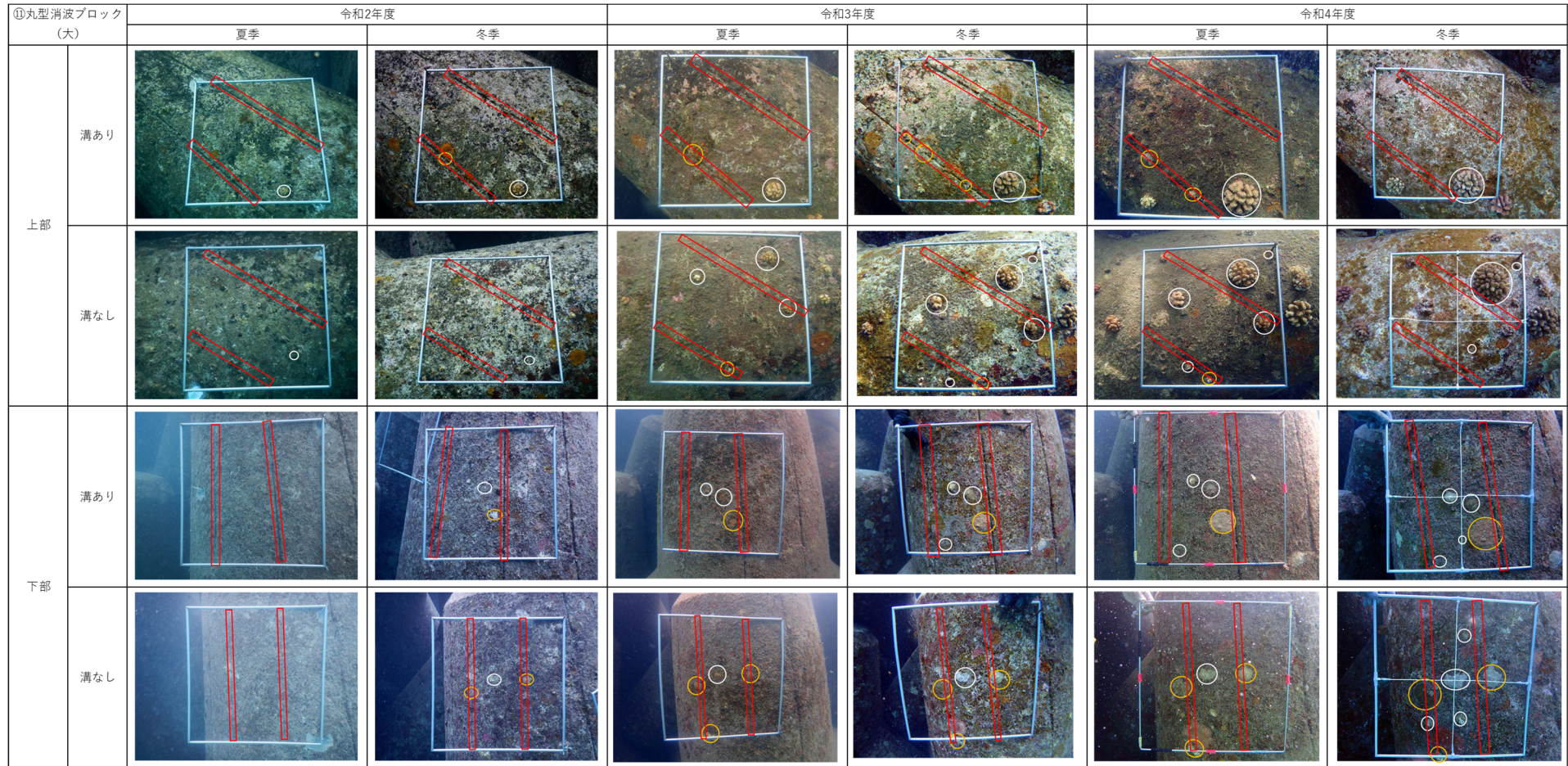
図一 9.2.3 (9) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑨



注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1～2m、下部は凡そ水深8～9mを指す。

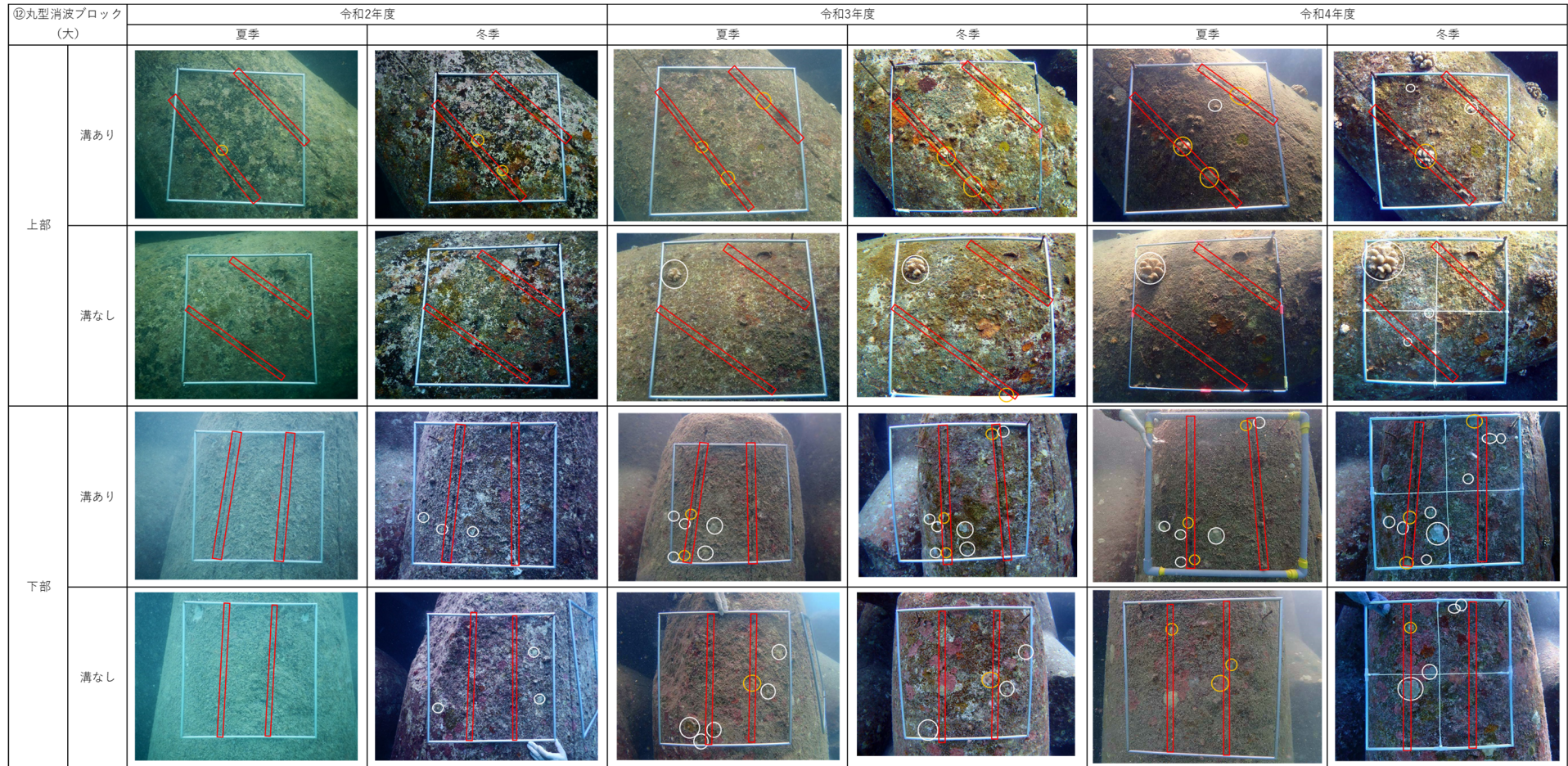
図ー 9.2.3 (10) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑩



注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1～2m、下部は凡そ水深8～9mを指す。

図ー 9.2.3 (11) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑪



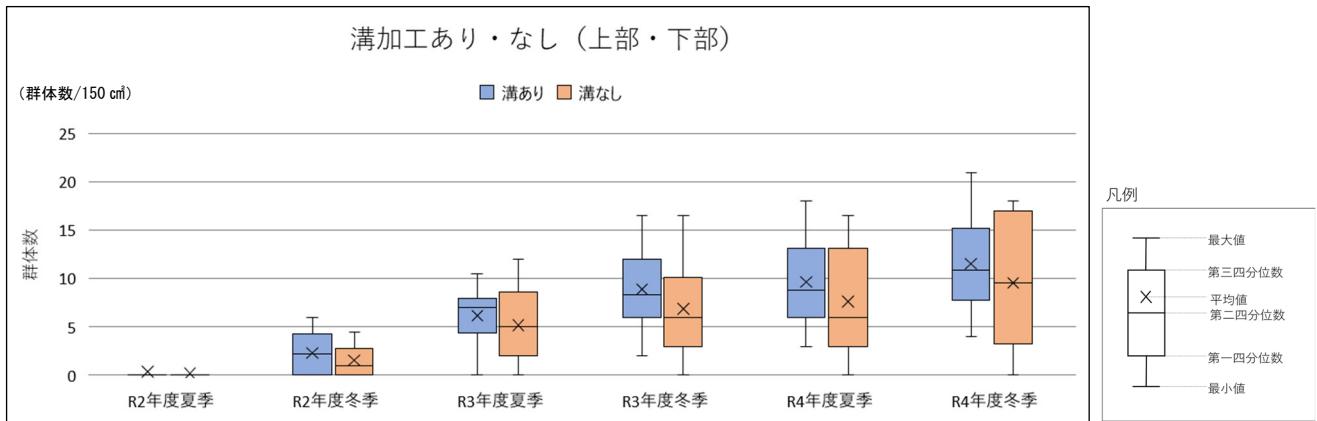
注1：橙色の枠線は溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）へ加入した群体を示す。白色の枠線は、溝加工部（溝あり）及び溝加工と同様の範囲を設定した部分（溝なし）以外へ加入した群体を示す（橙色の枠線に囲まれた群体は、p9-125のグラフにおいて、「溝あり」として計数し、白色の枠線に囲まれた群体は計数していない。

注2：「大」「小」はブロックの大きさを表す。上部は凡そ水深1~2m、下部は凡そ水深8~9mを指す。

図- 9.2.3 (12) 溝加工と同様の範囲を設定した部分に加入したサンゴ類の状況の例⑫

コドラート②～⑤、⑪、⑫は設置初期から加入の推移が確認できるため、溝加工、溝なし（溝加工部と同様の範囲を設定した部分）へ加入したサンゴ類の群体数を算出し、設置経過年数と溝加工の有無で比較した。

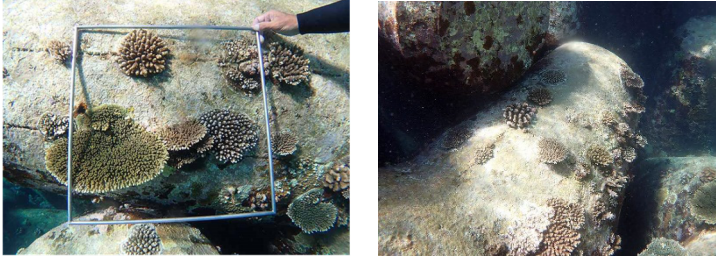
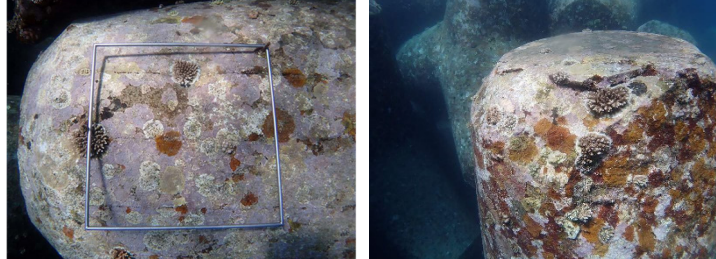

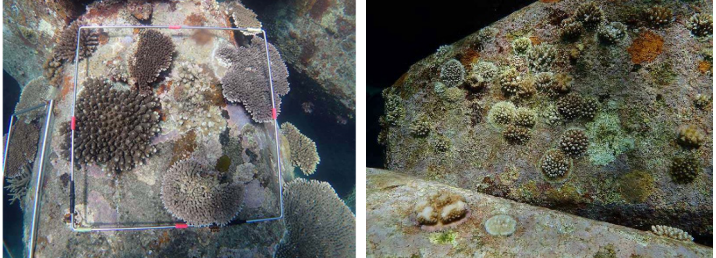
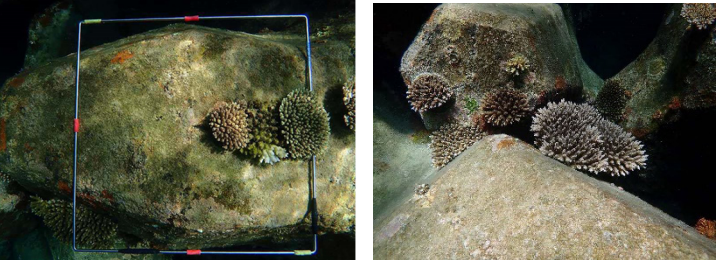
その結果、サンゴ類は溝加工ありの方がわずかではあるが多くの加入がみられた。溝加工部に着生するサンゴ類は、概ね設置後 1.5 年までに群体数が増加し、その後は同程度で推移した。



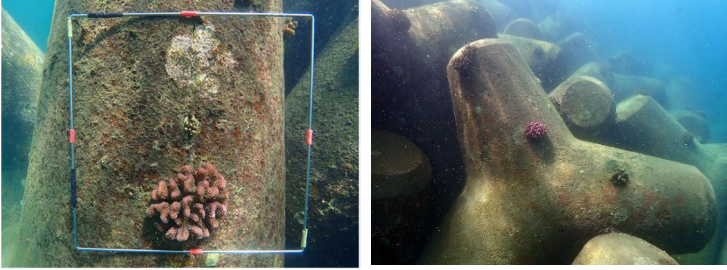
注 1 : 各群体数は、溝あり(溝加工部)及び溝なし(溝加工と同様の範囲を設定した部分)へ該当調査時まで加入した数。
 2 : 溝加工部(写真上の赤枠)の群体数を単位面積あたりに換算して示す。

図一 9.2.4 溝加工に加入した群体数の比較

表ー 9.2.2 (1) 凹凸加工異形消波ブロックごとの生物の着生状況 (北側：夏季)

消波ブロックの種類	設置後の 経過年数	生物の付着状況
①丸型消波ブロック (小)	設置後 5年	<ul style="list-style-type: none"> ・溝がある方が底生動物の出現種類が多い。 ・サンゴ類は溝のある部分で多く確認された。 ・海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 
②③丸型消波ブロック (大)	設置後 2年	<ul style="list-style-type: none"> ・底生動物、サンゴ類、海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 
④⑤角型消波ブロック (大)	設置後 2年	<ul style="list-style-type: none"> ・溝がある方が底生動物の出現種類が多い。 ・サンゴ類、海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 
⑥⑦角型消波ブロック (中)	設置後 5年	<ul style="list-style-type: none"> ・溝がある方が底生動物の出現種類が多い。 ・サンゴ類、海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 
⑧⑨角型消波ブロック (小)	設置後 5年	<ul style="list-style-type: none"> ・底生動物、サンゴ類、海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 

表－ 9.2.2 (2) 凹凸加工異形消波ブロックごとの生物の着生状況（夏季：南側）

消波ブロックの種類	設置後の 経過年数	生物の付着状況
⑩丸型消波ブロック (小)	設置後 4年	<ul style="list-style-type: none"> ・主に溝がある部分にサンゴ類の着生が確認された。 ・底生動物、海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 
⑪⑫丸型消波ブロック (大)	設置後 2年	<ul style="list-style-type: none"> ・底生動物、サンゴ類、海藻類は溝の有無に関わらず確認された。 

(2) 在来種に遷移させる緑化手法の確立

1) 計画の検討経緯

(ア) 評価書における記載内容

- ・ 工事により出現する裸地における赤土等流出防止対策（土砂仮置場、連絡誘導路取付部）
- ・ 事業実施区域内における裸地への営巣を好むコアジサシの集団繁殖の防止（土砂仮置場）
- ・ 滑走路及び誘導路等以外の基本施設等において、現滑走路と同様の緑化とした増設滑走路及び連絡誘導路の着陸帯等の緑化（土砂仮置場及び連絡誘導路取付部を除く緑化対策箇所）

(イ) 評価書への意見

評価書における緑化に対する国土交通大臣意見及び県知事意見は、以下に示すとおりである。

島嶼部の生物については、同種であっても島ごとに遺伝子レベルに違いがある可能性があり、島外からの生物の移入は、遺伝子レベルの生物多様性に攪乱を生じさせるおそれがある。このため、埋立用材及び緑化資材については、島嶼部特有の生物多様性の保全に十分配慮すること。

(ウ) 環境監視委員会における検討事項

第1回委員会（平成25年12月、資料6）では、陸域における緑化について、目的別の方針について概ね承認を得た。

<緑化の方針>

- ・ 陸域改変区域（土砂仮置場・連絡誘導路取付部）における赤土等流出防止対策を実施する際について以下の事項を検討する。
 - ①赤土等流出防止対策として播種する緑化資材は、沖縄県内で既の実績があり、種子吹付できる種を想定する。
 - ②緑化を行った後、沖縄にもともと生育している在来種に遷移させるような方法を検討する。
 - ③緑化資材は、緑化箇所から他の地域へ伝播しにくい種を選定する。
- ・ 増設滑走路及び連絡誘導路の着陸帯等の緑化は、緑肥・牧草の利用の観点で緑化資材を選定する。

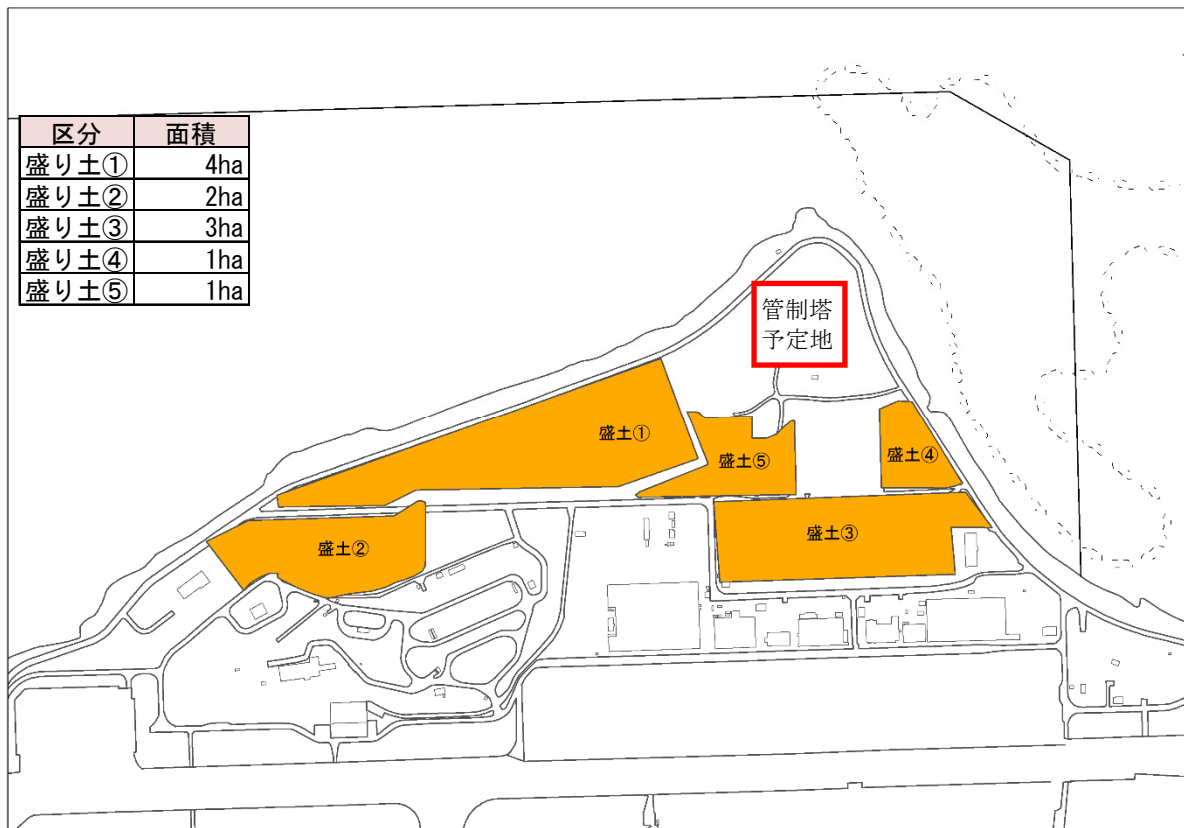
第2回委員会（平成26年6月、資料5）から第5回委員会（平成28年1月、資料6）において、緑化実験の方針及び実施内容について概ね承認を得た。

第11回委員会（平成31年2月、資料5）において、今後の緑化施工計画について承認を得た。

2) 緑化施工計画

(ア) 施工箇所

緑化の対象となる施工箇所は図－ 9.2.5 に示すとおり、盛土①～⑤に区分される。



図－ 9.2.5 緑化箇所及び施工区分

(イ) 実施状況

- ・ 盛土①、③、④（約 8ha）は施工ヤード等として使用中のため本事業において、緑化は実施しない。
- ・ 盛土②（2ha）の内、盛土約 2,100 m²の緑化を行った。残りは施工ヤード等として使用中のため、本事業において緑化は実施しない。
- ・ 盛土⑤（1ha）は、工事による改変はしていないため、緑化は実施しない。

(ウ) 施工計画

ア) 基本方針

陸域改変区域（土砂仮置場）における緑化対策を実施する際について以下の事項を基本方針とする。

- ・ 緑化対策として播種する緑化資材は、沖縄県内で既の実績があり、種子吹付できる種（ハイランドベントグラス、バミューダグラス）を用いる。
- ・ 緑化を行った後、沖縄にもともと生育している在来種（ハイキビ）に遷移させるような手法を用いる。
- ・ 緑化資材は、緑化箇所から他の地域へ伝播しにくい種を用いることとし、県内で調達する。

イ) 緑化材の検討

緑化施工する場合、植栽密度ごとに必要となるハイキビ量を算出した結果は表－ 9.2.3 に示すとおりである。過年度の緑化対策実験では、ハイキビの根の植栽密度は、16 個体/m²が最も良好な成績であった。盛土①～④で 16 個体/m²を達成するためには、3,200 m²のハイキビが必要である。

緑化材は、平成 26 年度の緑化対策実験では、植栽密度が 16 個体/m²と 4 個体/m²では生育状況に大きな差はなかったことから、ハイキビの根の植栽密度 4 個体/m²を目安とし、緑化施工時期、施工面積及び採取場所の生育状況等に応じて、できる限り高い植栽密度となるよう配慮する。

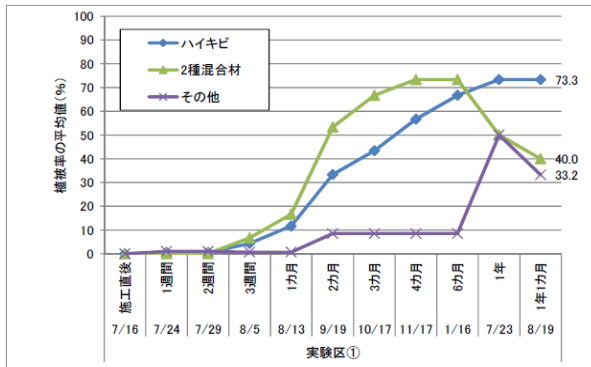
なお、チガヤについては、平成 26 年度の緑化対策実験において、枯死が目立ったことから緑化材として用いないこととした。

表－ 9.2.3 必要なハイキビ量

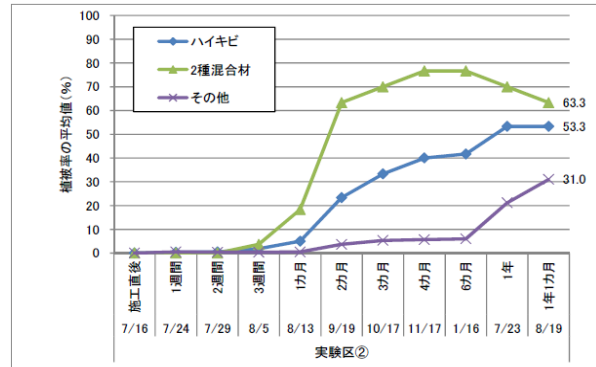
盛土	ハイキビ（植栽密度 4 個体/m ² ）	ハイキビ（植栽密度 16 個体/m ² ）
盛土①	320 m ²	1,280 m ²
盛土②	160 m ²	640 m ²
盛土③	240 m ²	960 m ²
盛土④	80 m ²	320 m ²
合計	800 m ²	3,200 m ²

(参考) 平成 26 年度緑化対策実験の成果

- ・ハイキビの根の植栽密度が高い試験区 (16 個体/m²) は、施工 1 年後にハイキビの植被率が 2 種混合材の植被率を上回る結果となり、普通の試験区 (4 個体/m²) において、施工 1 年後にハイキビの植被率と 2 種混合材の植被率が同等の値となった。



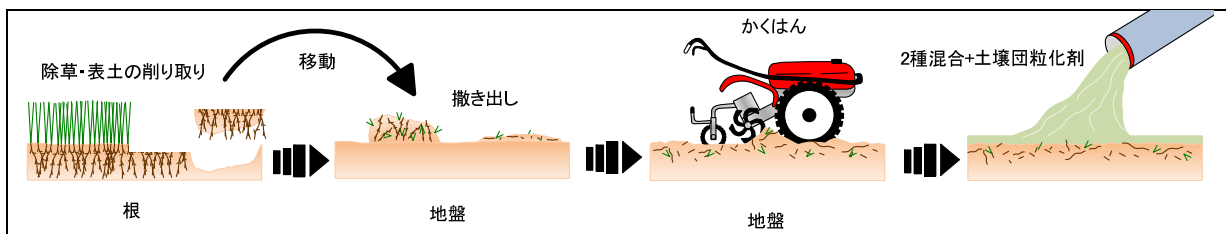
【ハイキビ (植栽密度: 16 個体/m²) + 2 種混合材】



【ハイキビ (植栽密度: 4 個体/m²) + 2 種混合材】

ウ) 緑化施工方法

赤土等流出防止対策のための緑化資材として、在来種であるハイキビの撒き出し (4 個体/m²) を行い、県内で実績のあるハイランドベンドグラス及びバミューダグラスを種子吹付し、在来種に遷移させるような手法を用いた。



図一 9.2.6 施工のイメージ

エ) 施工時期

盛土②の内、約 2,100 m²について、令和 2 年 2 月に緑化施工を行った。

オ) 管理計画

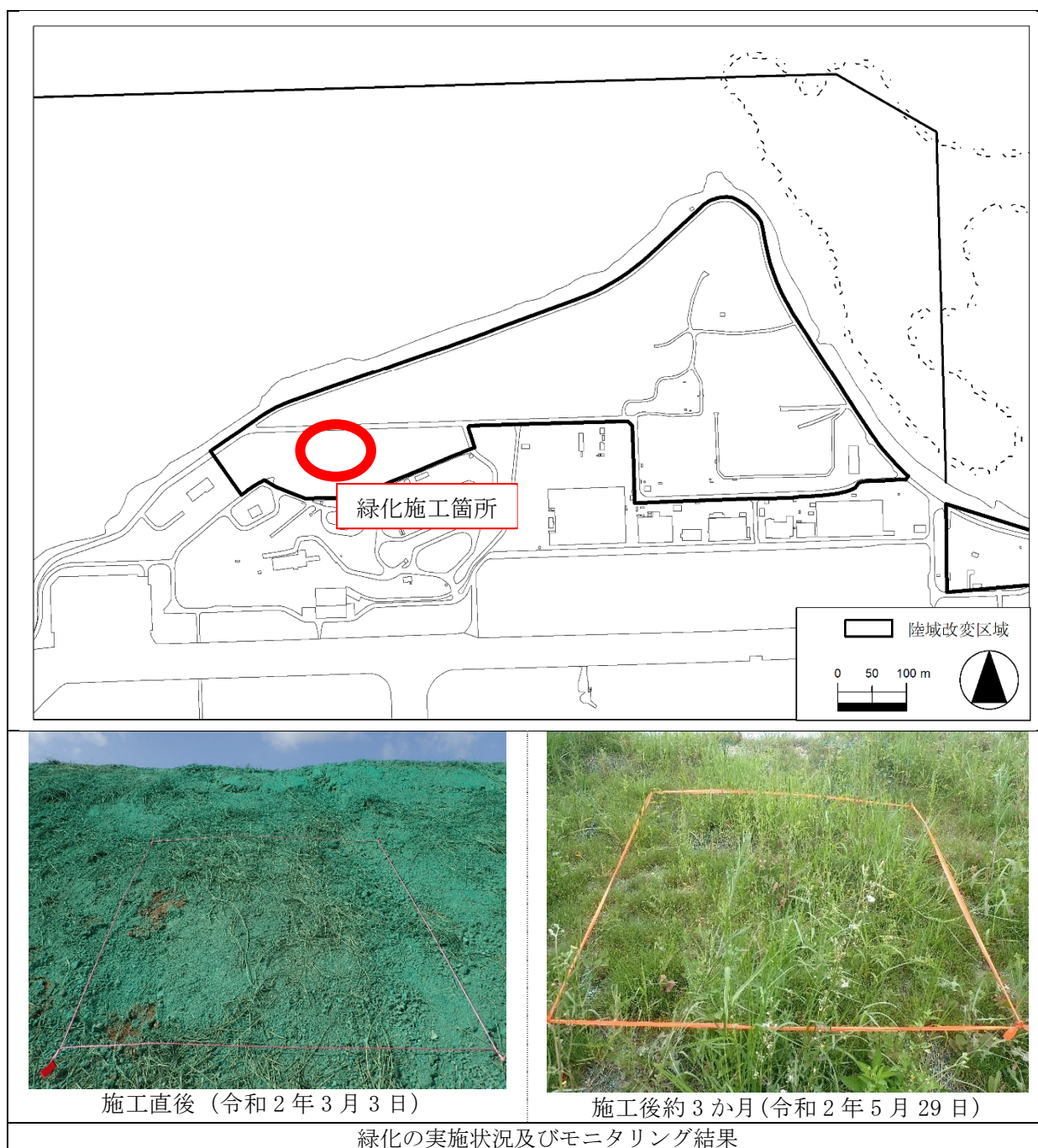
- ・モニタリングを施工直後、施工後 1 か月目、2 か月目、3 か月目、6 か月目、1 年目に実施する。

(草刈りや灌水が必要な場合はあわせて実施)

3) 保全措置実施状況

陸域生物・生態系に係る環境保全措置（緑化）の実施状況は、図－ 9.2.7 に示すとおりである。

調査区以外を含む陸域改変区域の緑化施工範囲全体をみると、施工後 6 か月目時点でほぼ植物で覆われており、かつ平面部では漉き込んで導入した在来種へ遷移していることから、全体としては、種子吹付を行った芝類 2 種により早期緑化の目的が達成された後、目標とした在来種への遷移が順調に進んだと評価した。



図－ 9.2.7 陸域生物・生態系に係る環境保全措置（緑化）の実施状況

(3) 環境影響評価の体系的総括等（埋立地の存在及び供用）

事後調査は、環境影響評価書（以降「評価書」と記載）における環境影響評価の結果及び環境保全措置の検討結果を踏まえ、事業による影響が懸念される項目について、対象事業に係る工事の実施中及び施設等の供用開始後（本事業においては施設の存在及び供用時）の環境の状態を把握するために調査を行っている。

存在及び供用時の事後調査は、評価書において供用後3年（令和4年度）迄^{注1}を想定している。また、調査期間の目安については、沖縄県環境影響評価条例に基づく沖縄県環境影響評価技術指針において、「原則として供用後の環境状態等が定常状態で維持されること^{注2}が明らかとなるまで（後略）」と記載されている。さらに、同指針において、事後調査の結果は環境影響評価の結果と比較検討が可能となるようにすることとされている。

調査期間の目安である「供用後の環境状態等が定常状態で維持されること」を明らかとするため、埋立地の存在及び供用による影響について解析等^{注2}を行うこととした。

なお、事後調査の結果は環境影響評価の結果と比較検討が可能となるように整理した。

注1：調査期間については、環境影響評価法に基づく環境保全措置等の報告に対する意見、沖縄県環境影響評価条例に基づく事後調査報告書に対する措置の要求及び環境監視委員会等の意見を踏まえ、判断していくこととされている。

注2：「定常状態で維持されること」の定義、解析等の方法については後述する。

《参考》

沖縄県環境影響評価技術指針は、沖縄県環境影響評価条例に基づくものであり、本指針において、事後調査を行う期間としては「供用後の環境状態等が定常状態で維持されることが明らかとなるまで（後略）」とされている。

【沖縄県環境影響評価技術指針（抄）】

第1章 第1

この沖縄県環境影響評価技術指針（以下「技術指針」という。）は、沖縄県環境影響評価条例（平成12年沖縄県条例第77号。以下「条例」という。）第4条第1項の規定に基づき、環境影響評価及び事後調査が適切に実施されるために必要な技術的事項等を定めるものである。

第4章9（4）イ

イ事後調査を行う期間は、原則として供用後の環境状態等が定常状態で維持されることが明らかとなるまで又は将来における環境状態等が悪化することがないことが明らかとなるまでとする。

（5）事後調査の項目及び手法の選定に当たっての留意事項

ア事後調査の項目及び手法の選定に当たっては、次に掲げる事項に留意するものとする。

- (ア) 事後調査の必要性、事業特性及び地域特性に応じ適切な項目を選定すること。
- (イ) 事後調査を行う項目の特性、事業特性及び地域特性に応じ適切な手法を選定するとともに、事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討が可能となるようにすること。
- (ウ) 事後調査の実施そのものに伴う環境への影響を回避し、又は低減するため、可能な限り環境への影響の少ない事後調査の手法を選定すること。
- (エ) 必要に応じ専門家の助言を受けることその他の方法により客観的かつ科学的根拠に基づき事後調査の手法を選定すること。

【定常状態で維持されることの定義】

- ・本事業においては、以下の条件を全て満足するものを定常状態とする。
- ・ただし、いずれかの条件を満足しない場合であっても客観的合理性を有する根拠があれば、これも定常状態とする。

《条件》

存在及び供用後の事後調査結果が、

- ①評価書における環境影響評価結果の範囲内を維持されていること
- ②一定の状態を維持されていること（変動が概ね横ばいであること）
- ③保全措置の再検討をする必要がない状態が続いていること

これらを踏まえ、事後調査の結果（存在時の環境状態等）が安定しているか（＝定常状態であるか）を判断するために以下の手法により解析し、事後調査及び環境監視調査の総括を行った。

解析手法

①環境影響評価結果の範囲内を維持されているか

⇒評価書における環境影響評価の結果と比較する観点から、存在時の調査結果と事業実施前である工事前調査結果との比較を実施し、自然変動（台風、降雨、広域的な水温変化、生物群・地点の特徴、対照区との比較）等^{*}も踏まえ、環境影響評価結果の範囲を維持されているか検討した。

※参考文献等をもとに存在時の環境状態等を把握

②一定の状態を維持されているか（変動が概ね横ばいであること）

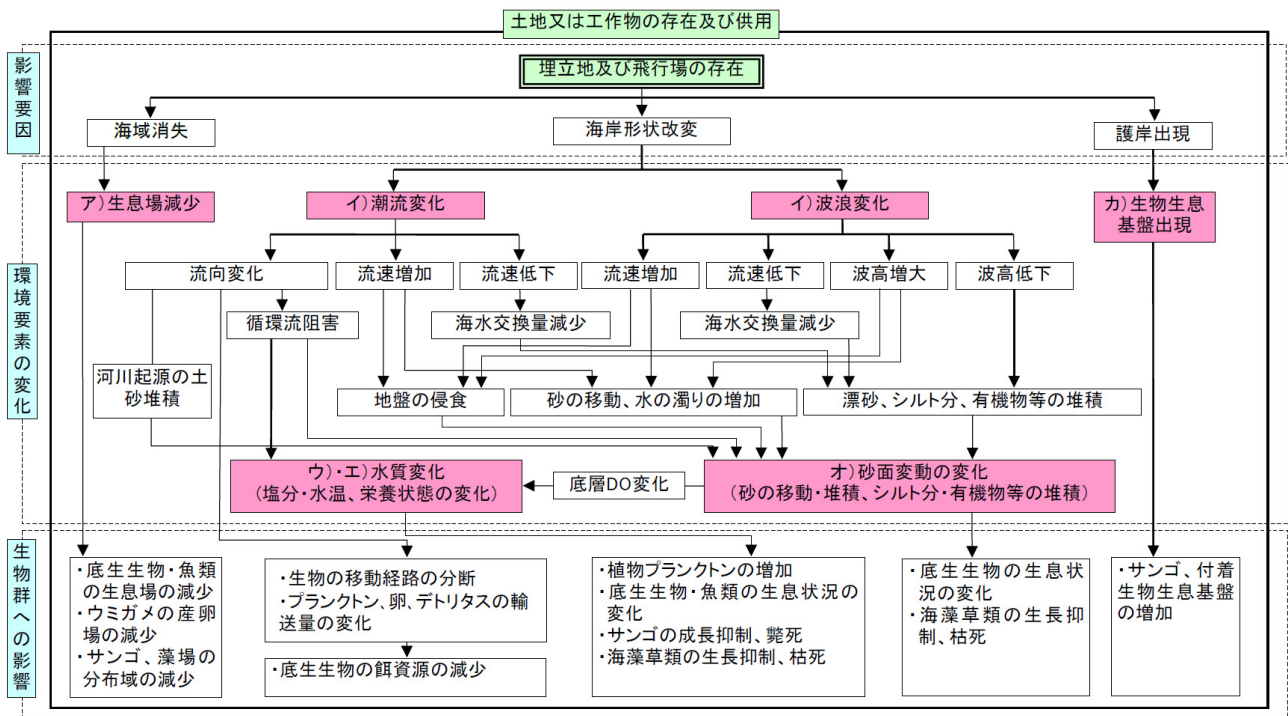
⇒存在時の調査結果について、調査結果と経過日数（埋立地の存在時）の回帰分析を実施し、相関がない（有意水準5%で判断）状態を一定の増加傾向や減少傾向のいずれの傾向もみられていない状態と判断し、「一定の状態を維持されている（変動が概ね横ばいである）」とした。

また、相関がみられた場合には、調査項目ごとに事業による影響かどうかを「閉鎖性海域と対照区等との比較」結果を踏まえ、検討した。

③保全措置の再検討をする必要がない状態が続いている

⇒①②を満たしていることをもって、保全措置を再検討する必要がない状態が続いていると判断することとした。

総括にあたっては、下記に示す評価書時に想定された影響フロー図に沿って、グループ分けを行い、影響要因ごとに海域生物の存在時の環境状態等について総括を行った。



図－ 9.2.8 評価書時に想定された影響フロー図（海域生物、施設の存在）

表－ 9.2.4 総括におけるグループ分け

環境要素の変化	生物群への影響	総括を行った事後調査及び環境監視調査項目
水質変化	植物プランクトンの増加	植物プランクトン、水質（T-N, T-P）
潮流変化（分散回帰ルートの変化）	プランクトン、卵、デトリタスの輸送量の変化	動物プランクトン、魚卵・稚仔魚
生息場減少	魚類の生息場の減少 サンゴ、藻場の分布域の減少	魚類、サンゴ、クビレミドロ
砂面変動の変化	底生生物の生息状況変化	底生動物（マクロベントス、メガロベントス）、底質（粒度組成、SPSS）
	海藻草類の生長抑制、枯死	海草藻場、カサノリ類
生物生息基盤出現	サンゴ、付着生物生息基盤の増加	付着生物

9.2.2 新たな取り組み

(1) 水上ドローン及び船舶搭載カメラ調査

1) 調査目的

水上ドローン等により海草を広域的に俯瞰撮影し、被度 10%未満区分内等においてより詳細に被度を把握すること、面的に海底状況を把握することを目的とした。

2) 調査日

令和4年1月8、14、19、20日

3) 調査範囲

閉鎖性海域、改変区域西側、対照区で実施した。

4) 調査方法

(ア) 測線の設定

令和3年度夏季に海草藻場が確認された範囲に測線を設定した。測線の間隔は海域により下記のとおり設定した。閉鎖性海域及び改変区域西側における調査測線（航跡）を図ー 9.2.12 に、対照区における調査測線（航跡）を図ー 9.2.13 に示す。

海域	測線間隔	測線数
閉鎖性海域	50m	計13本
改変区域西側	100m	計9本
対照区	100m ※被度が高い箇所に設定	計6本

(イ) 海底写真撮影

水上ドローンおよび船舶搭載カメラにより、設定した測線に沿って海底写真撮影を実施した。

ア) 水上ドローン

- 使用機材：水上ドローン PowerDolphin（PowerVision社製）（図ー 9.2.9）
- 専用コントローラーにより、測線を沿うように航行させた。
- 機体に搭載したカメラにより、海底の動画撮影を実施した。
- 動画撮影位置は、水上ドローンに搭載されたGPSにより測位した。



図ー 9.2.9 水上ドローン外観および調査状況

イ) 船舶搭載カメラ

- 使用機材
 - アクションカメラ (Go Pro 社製)
 - GNSS eTrex 20J (GARMIN 社製)
- 調査船にアクションカメラを艀装し、測線に沿って航行し海底を撮影した (図- 9.2.10)。
- 測位は GNSS により行った。

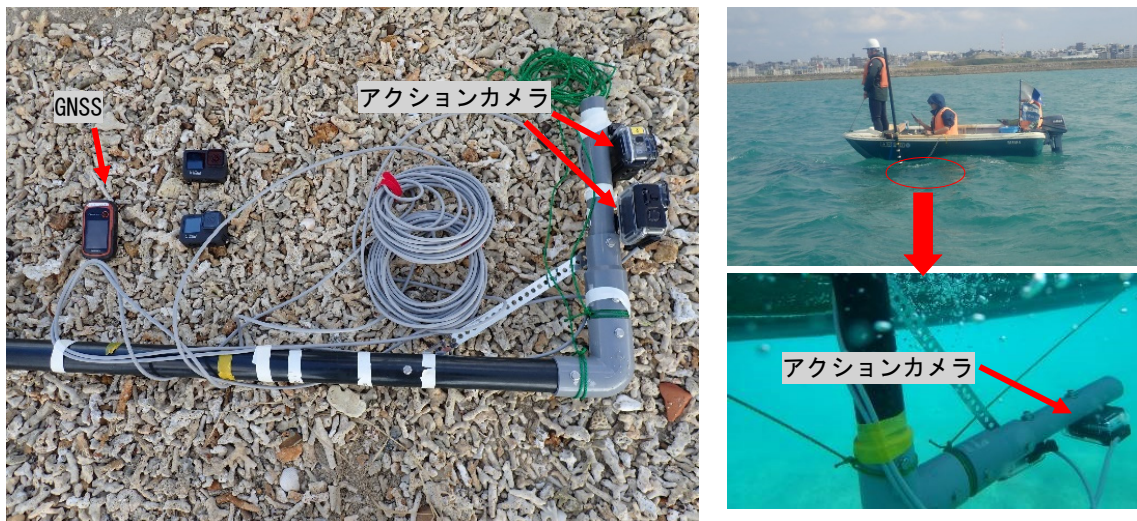


図- 9.2.10 船舶搭載カメラ外観および調査状況

(ウ) 結果の整理

撮影した画像を基に、航行した測線の被度を判定した (図- 9.2.11)。被度の判別は写真の目視確認により実施し、被度区分は定点調査に準じ 5%未満、5%以上は 5%間隔で記録した。

また、代表的な箇所においてフォトグラメトリによる画像処理を行い、海底地形及び底質を海域間で比較した。

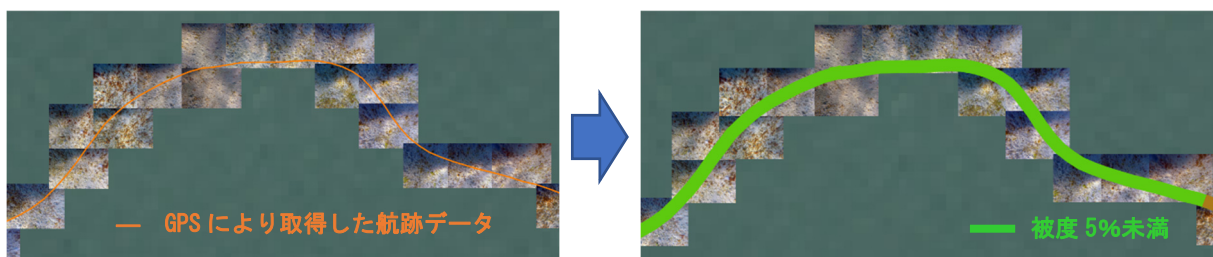
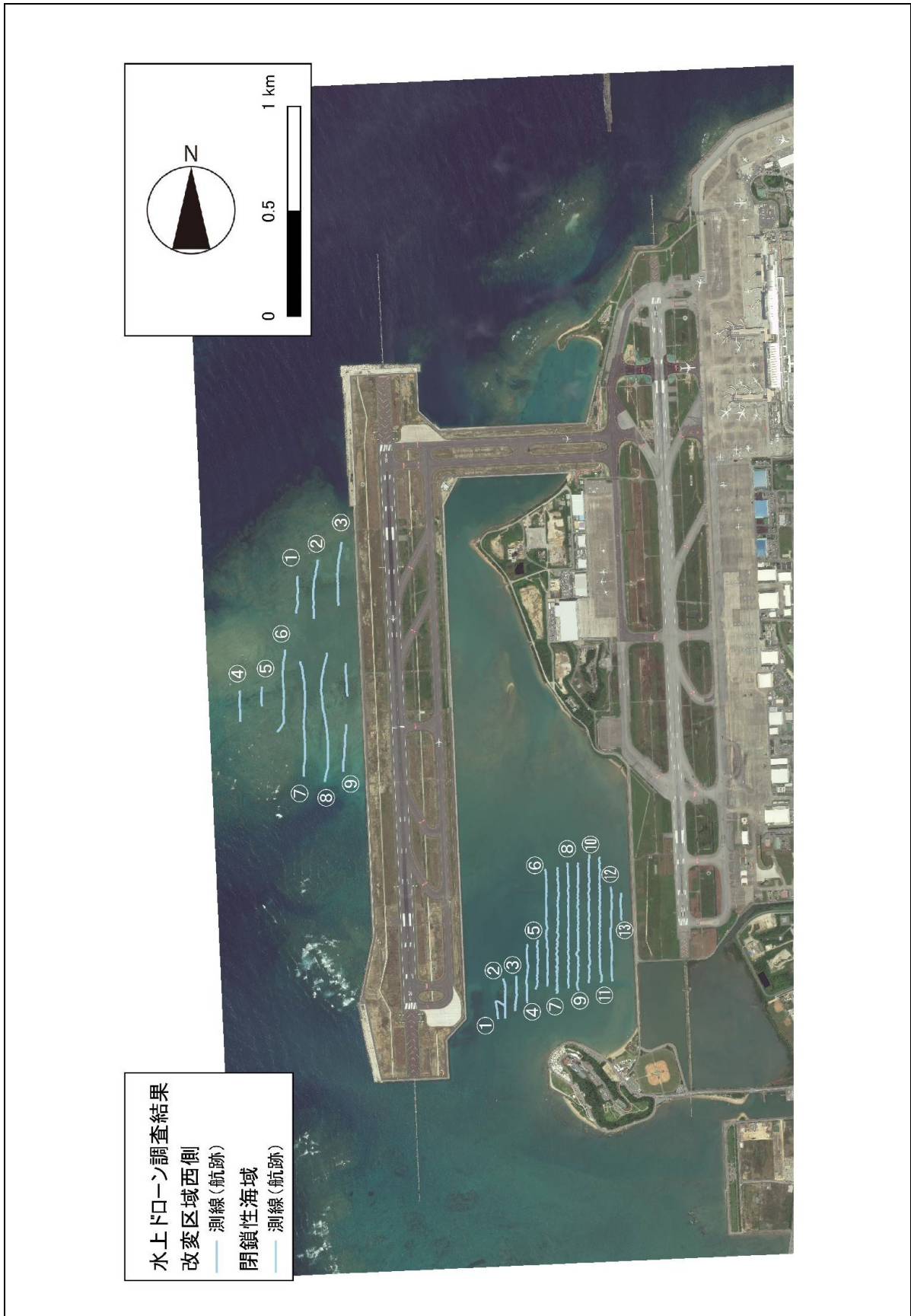


図- 9.2.11 被度の把握



図一 9.2.12 閉鎖性海域及び変更区域西側における調査測線（航跡）



図－ 9.2.13 対照区における調査測線（航跡）

5) 調査結果

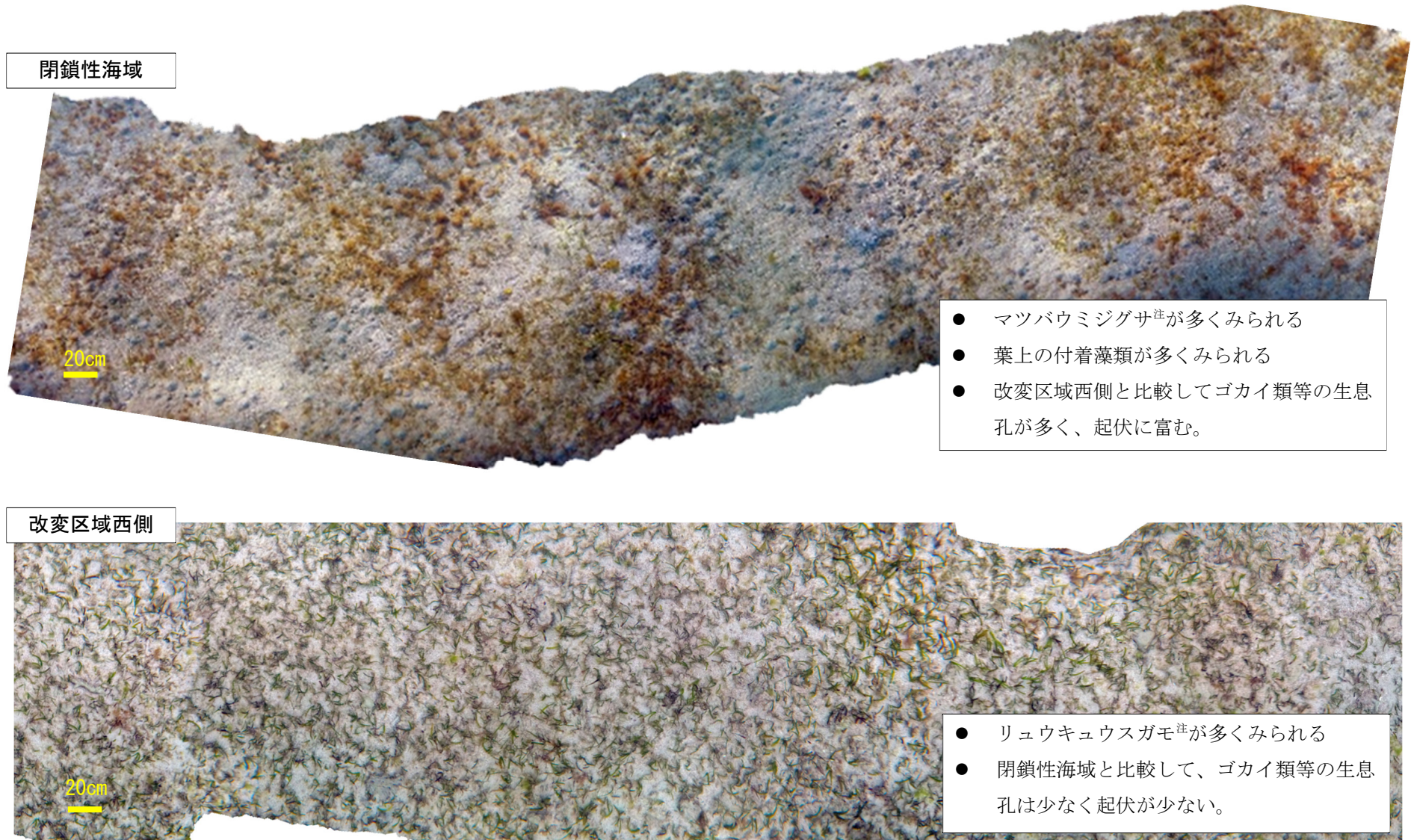
- 被度が 10%以上の比較的被度の高い海草藻場は改変区域西側、対照区でみられ、底質は砂または砂礫で、ゴカイ類等の生息孔は少なかった。
- 閉鎖性海域では被度 5%未満～5%の低被度の海草藻場パッチが点在する状況であり、底質は砂または砂泥で、ゴカイ類等の生息孔が多くみられた。
- 大型海草のうち、那覇空港周辺で多いリュウキュウスガモは、粗砂の多い場所に生育する¹とされ、閉鎖性海域では細砂が多かったことから、リュウキュウスガモが少なかったと考えられる。

海草藻場の把握結果について、海域ごとの詳細な把握結果は表－ 9.2.5 に、海底状況の比較は図－ 9.2.14 に示すとおりである。

表－ 9.2.5 海域ごとの詳細な把握結果

調査海域	区分	結果
閉鎖性海域	詳細被度	<ul style="list-style-type: none"> ● 被度 5%未満の小型海草藻場（マツバウミジグサ等）が主体で、被度 5%以上の藻場が僅かにみられた。 ● 大型海草藻場（リュウキュウスガモ等）は少なかった。
	海底状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 底質は細砂が多く、深場の近くでは砂泥底もみられた。ゴカイ類等の生息孔が多く、起伏に富む地形であった。 ● 西側の測線（測線①、②）ではサンゴ類が多くみられた。
改変区域西側	詳細被度	<ul style="list-style-type: none"> ● 北側は大型海草藻場（リュウキュウスガモ等）が主体で、被度 5%～15%の場所もみられた。 ● 南側は小型海草藻場（マツバウミジグサ等）が主体で、被度 5%未満や 5%の場所が多かった。
	海底状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 底質は砂または砂礫であり、サンゴ礫が多くみられた。
対照区	詳細被度	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型海草藻場（リュウキュウスガモ等）が主体で、被度 20%の場所もみられた。 ● 東側の測線（測線⑤の南側および測線⑥）ではサンゴ類が多くみられ、海草と混生していた。
	海底状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 底質は砂または砂礫の場所が多く、一部で礫や岩盤であった。

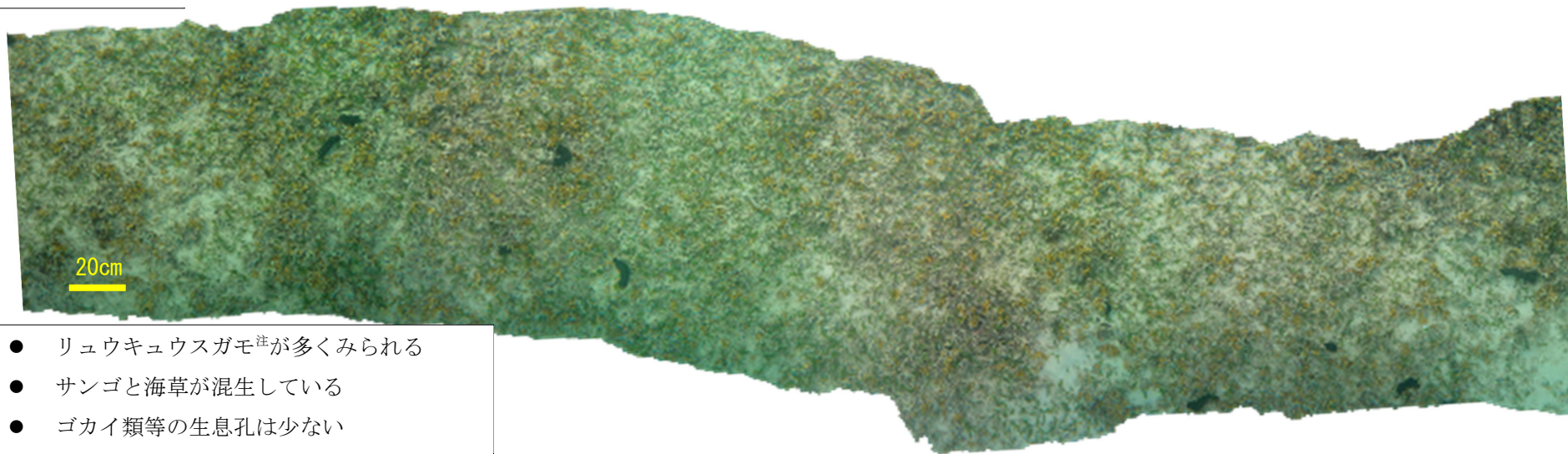
¹ 大場達之、宮田昌彦（2007）日本海草図譜。北海道大学出版会，p. 14



注：現地調査結果を踏まえ、種名を推定し記載した。

図－ 9.2.14 (1) 海底状況の比較

対照区（測線⑤）



- リュウキュウスガモ^注が多くみられる
- サンゴと海草が混生している
- ゴカイ類等の生息孔は少ない

注：現地調査結果を踏まえ、種名を推定し記載した。

図－ 9.2.14 (2) 海底状況の比較

(2) ドローン調査

1) 海草藻場の被度に関する調査

(ア) 調査目的

被度や底質の情報をより広域的に把握すること、また、分布域が拡大している箇所などを面的に把握することを目的とする。

(イ) 調査日

調査実施日は表－ 9.2.6 に示すとおりである。

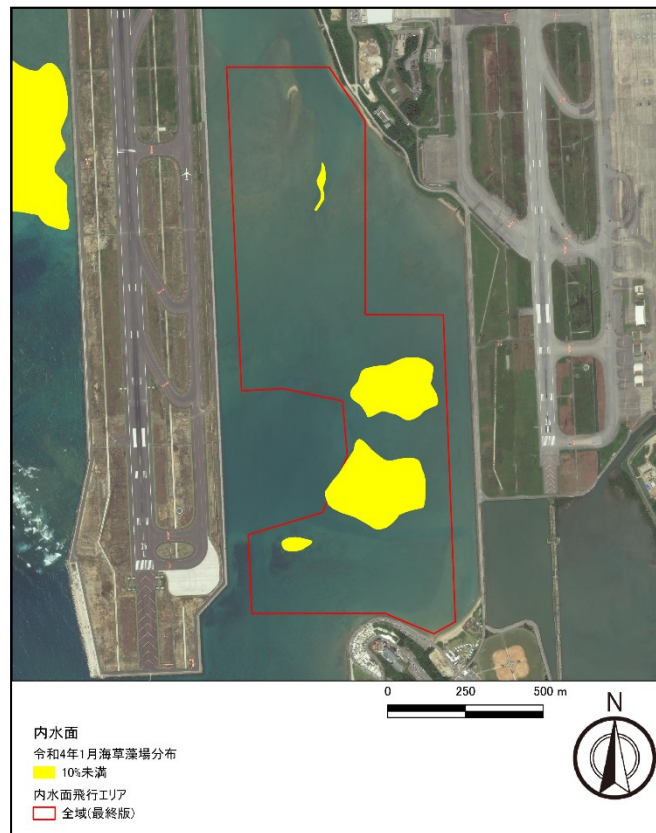
表－ 9.2.6 調査実施日

調査項目	調査実施日
ドローン調査	令和4年9月7～9日、10月4～6日

(ウ) 調査範囲

閉鎖性海域のうち、海草藻場が分布することが想定される範囲を調査範囲とした。

なお、空港での飛行であるため、調査範囲については大阪航空局と調整のうえ、ドローン飛行が可能なエリアとした（図－ 9.2.15）。



図－ 9.2.15 調査範囲

(エ) 調査方法

調査項目及び調査方法は、表－ 9.2.7 に示すとおりである。

表－ 9.2.7 調査項目及び調査方法

観察項目	内容
調査位置	図－ 9.2.15 に示す範囲
航空写真の取得	ドローンにより実施
ドローンの機種	Phantom 4 Advanced、Phantom 4 Pro (いずれも DJI 社製)
飛行高度	30m (大阪航空局より指示)
海草藻場の被度	航空写真を基に海草の分布状況を確認

表－ 9.2.8 那覇空港閉鎖性海域飛行時留意事項 (大阪航空局回答)

項目	条件
高度	・ 海拔 30m 以下
飛行禁止範囲	・ B 滑走路島東側沿岸から 50m 以上離れて飛行 ・ ヘリパッドからの離着陸経路に近接するエリアは除外
飛行時留意点	① 飛行予定地点周辺は、有視界飛行により那覇空港を離着陸する航空機 (小型機、ヘリコプター) が飛行する可能性のあるため、これらの航空機の往来には十分注意して無人航空機を飛行させること。 ② 無人航空機を操縦中に周辺を往来する航空機を視認した場合は、速やかに無人航空機と航空機との間に安全な間隔を確保すること。



図－ 9.2.16 作業状況



図－ 9.2.17 ドローン外観

(オ) 調査結果

ア) ドローンによる空撮結果

ドローンによる空撮結果は図－ 9.2.18 に示すとおりである。

9 月の撮影では強風のため海面反射が強く、海底状況を十分に確認できなかったため、10 月にも撮影を実施した。これら撮影結果を基に、海底状況を把握できる写真を合成し、閉鎖性海域の航空写真を作成した。



図－ 9.2.18 ドローンにより作成した航空写真

イ) 海草藻場の被度確認結果

航空写真を基に海草の被度を確認した。確認結果は図－ 9.2.19 に示すとおりである。

海草藻場は図－ 9.2.20 に示すように、やや茶色がかかった緑色として確認された。海草藻場は点在する状況であった。



図－ 9.2.19 ドローンにより把握した海草藻場分布範囲



図一 9.2.20 海草藻場

ウ) 底質の概略

航空写真を基に優占する底質を砂、砂礫、礫、岩、サンゴと概略的に分類した。底質の概略は図-9.2.21に示すとおりである。

なお、サンゴは、生存サンゴの被度が10%以上と推定される範囲を記載した。



図- 9.2.21 ドローンにより把握した底質の概略

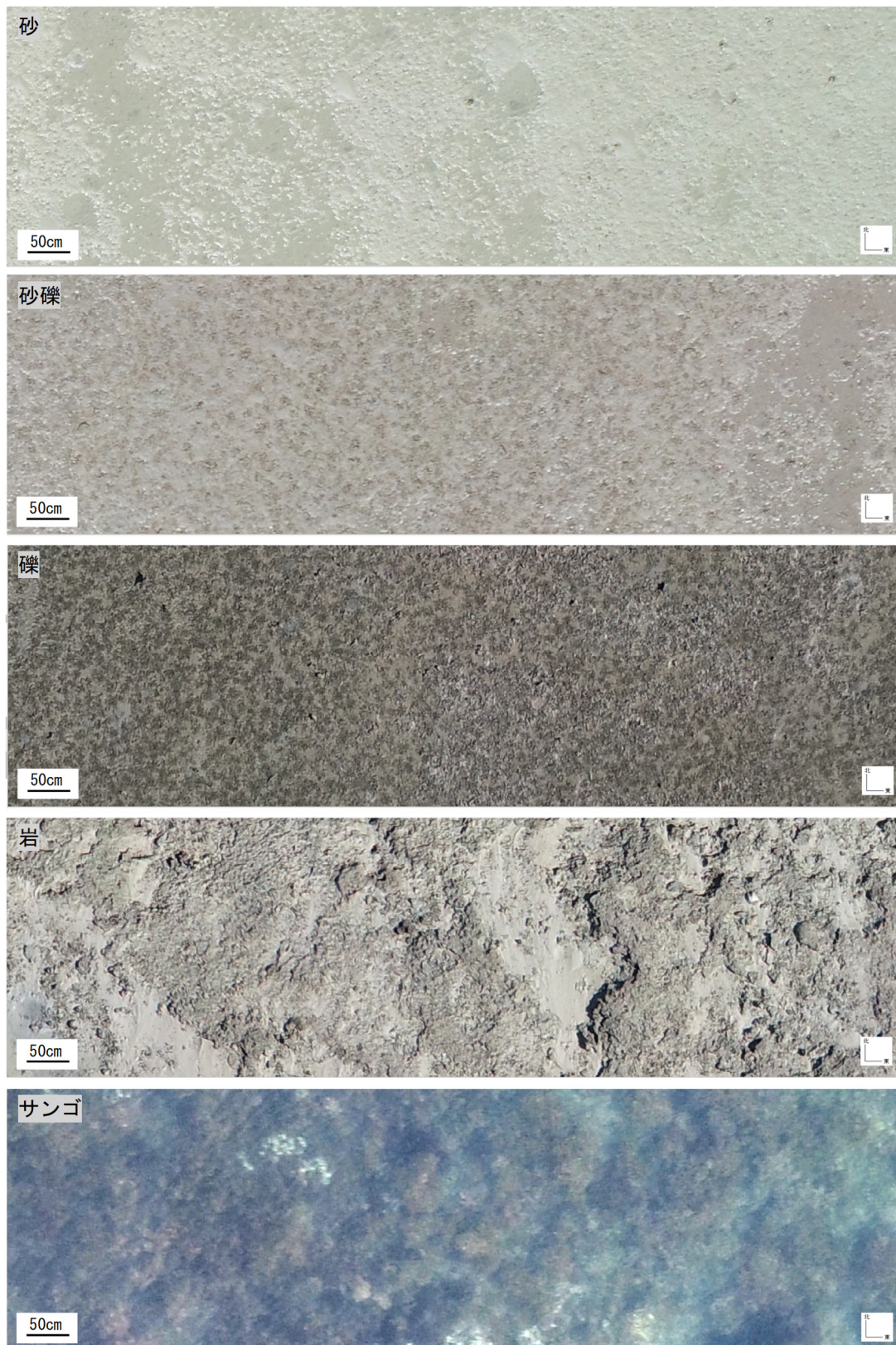
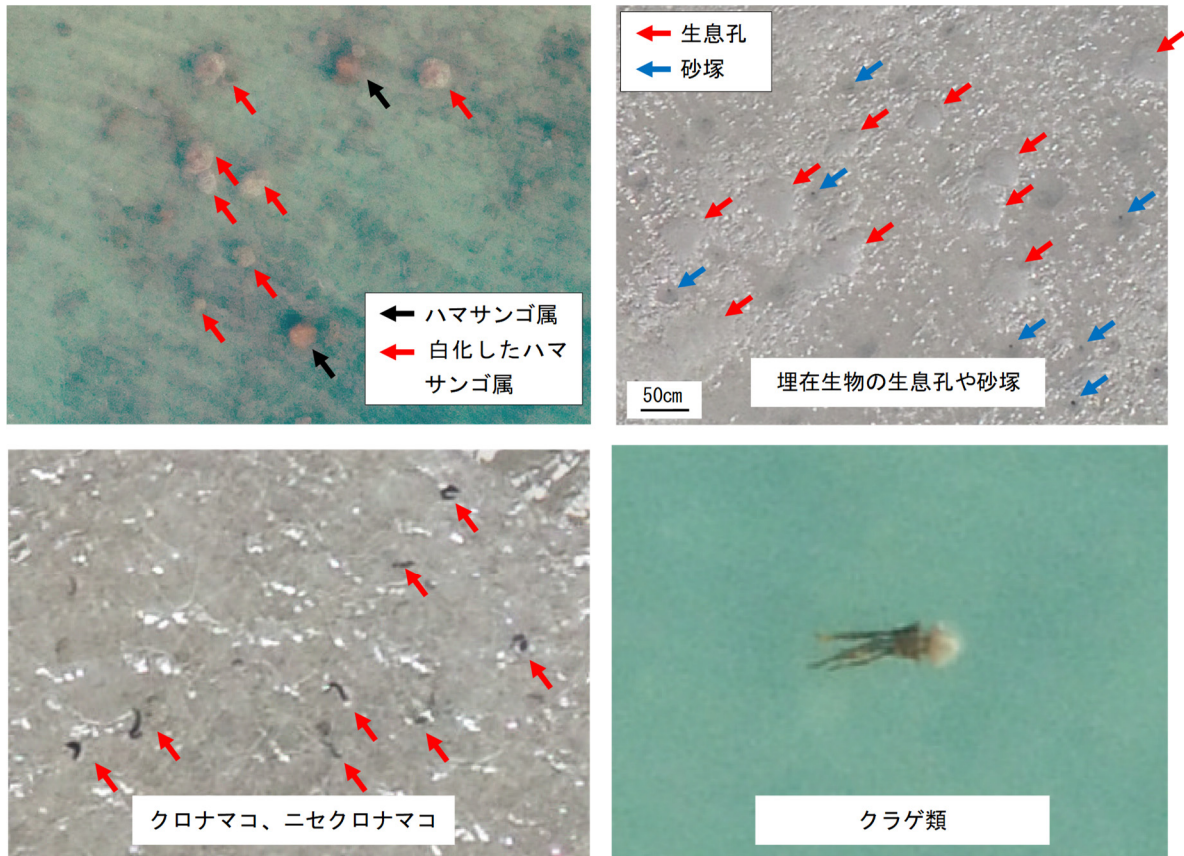


図- 9.2.22 底質外観

エ) その他生物の生息状況

砂地においては、埋在生物の生息孔や埋在生物（ゴカイなど）が形成した砂塚が多くみられ、起伏が多い地形であった。

また、クロナマコやハマサンゴ属等のサンゴ類、クラゲ類が確認された。ハマサンゴ属の一部は白化していた。



図－ 9.2.23 その他生物の生息状況

オ) ドローン調査の成果

本調査による成果及び課題は表－ 9.2.9 に示すとおりである。

表－ 9.2.9 (1) ドローン調査の成果及び課題

区分	成果	課題
事後調査 (分布調査)	<ul style="list-style-type: none"> 面的に広く分布状況を把握 	<ul style="list-style-type: none"> 被度区分は 10%ピッチ (10%未満、10～20%、20～30%) 底質はスポット地点 (5m×5m の 3 地点) で局所的かつ定性的に把握 目視観察のため、客観的なデータ (写真等) を示せない
事後調査 (定点調査)	<ul style="list-style-type: none"> 5×5m 枠内の詳細な被度スケッチ及び詳細な海底状況を把握 	<ul style="list-style-type: none"> 定点地点 (5m×5m の 3 地点) のみであり、局所的に把握

表－ 9.2.9 (2) ドローン調査の成果及び課題

区分	成果	課題
水上ドローン	<ul style="list-style-type: none"> 被度区分は 10%未満の生育域を 5%ピッチで把握 測線上の底質や生物生息孔等の状況を客観的に示すことができる 	<ul style="list-style-type: none"> 水深が 1～2m 程度であり、撮影できる範囲が狭い (線上のみ) 海草の成長が確認できる夏季においては濁りがあるため、調査できない 干出域では調査できない
ドローン	<ul style="list-style-type: none"> 被度区分は 10%未満の生育域を 5%ピッチで面的に把握 底質や生物生息孔等の状況を面的かつ客観的に示すことができた 面的な底質分類図も作成できた 干出時に調査することで濁りの影響を回避でき、海草が生長する夏季に調査可能であった 	<ul style="list-style-type: none"> 詳細把握のために写真の解像度を高くする必要があり、低空飛行しなければならないが、調査日数が増加する。

