

第17回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会

事後調査及び環境監視調査の

中間とりまとめ

(存在時の環境状態等の解析)

令和4年6月

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局

<目次>

1. 事後調査及び環境監視調査の総括	1
1.1 総括の考え方	1
1.2 存在時について	2
1.3 事後調査及び環境監視調査項目	3
1.4 事後調査及び環境監視調査結果の総括（案）	5
1.4.1 自然変動要因の整理	5
1.4.2 総括案の検討	13
2. 新たな知見	83
2.1 新たな知見に関するとりまとめ	83
2.1.1 環境保全措置として一部を加工した護岸への生物着生	83
2.1.2 在来種に遷移させる緑化手法の確立	84
2.1.3 環境影響評価の体系的総括等（埋立地の存在及び供用）	90
2.2 新たな取り組み	92
2.2.1 水上ドローン及び船舶搭載カメラ調査	92

本書に掲載した地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報）を使用した。（測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 4JHs 84）

1. 事後調査及び環境監視調査の総括

1.1 総括の考え方

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。

事業影響は「工事の実施による影響」と「埋立地の存在及び供用による影響」の2つに分けられる。工事の実施による影響については、委員会及び環境影響評価法に基づく「報告書」において、工事中の濁り等による海域生物の生息・生育環境の変化等の影響はみられなかったことから、本資料においては、埋立地の存在及び供用による影響について解析等を行うこととした。

一方で、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。

注：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（仮称）等の意見を踏まえ判断していくこととする。

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	事後調査の結果（存在時の環境状態等）が評価書における環境影響評価の結果の範囲を維持（＝概ね横ばい）されているかを解析 <ul style="list-style-type: none">・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工事前調査結果との比較を実施（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[*]を踏まえ検討） <p>※参考文献等をもとに存在時の環境状態等を把握</p>
-------------	--

《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。

1.2 存在時について

本事業の実施工程は下記に示すとおりであり、存在時について、海域は外周護岸が概成後の平成30年度春季以降の調査結果を、陸域は工事が終了後の令和元年度冬季以降を「存在時」として扱うこととした。

表1 実施工程表

年次	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
護岸工事					埋立地の存在時（海域、平成30年度春季以降）				
埋立工事					存在時（陸域、令和元年度冬季以降）				
舗装工事									
進入灯工事等 （空港施設工）									

注1：新管制塔の整備完了後、既設管制塔の撤去を行っている。

注2：破線は海域改変を伴わない上部工等を示す。



1.3 事後調査及び環境監視調査項目

本事業における事後調査及び環境監視調査項目は表 2 に、調査地図は図 1 に示すとおりである。

表 2 調査項目一覧

	調査項目		調査時期		備考				
			工事の実施時	存在及び供用時					
事後調査	陸域生物・陸域生態系	陸域改変区域に分布する重要な種		夏季・冬季	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注				
		コアジサシの繁殖状況		コアジサシの繁殖時期（5～7月）に1回	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注				
	海域生物・海域生態系	移植生物	移植サンゴ	移植後1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月、その後年2回移植後3年間を想定	平成29年度で終了、有性生殖移植試験結果は令和元年度で終了。				
			移植クビレミドロ	4～6月及び1～3月に月1回移植後3年間を想定	平成29年度で終了。				
	付着生物	サンゴ類、底生動物、その他生物等		—	夏季・冬季	平成29年度夏季から一部実施。			
	海域生物	植物プランクトン 動物プランクトン 魚卵・稚仔魚 魚類 底生動物（マクロベントス） 大型底生動物（メガロベントス、目視観察調査） サンゴ類（定点調査） サンゴ類（分布調査） 海藻場（定点調査） クビレミドロ	四季		夏季・冬季	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注			
			生息・生育環境	水質	四季	夏季・冬季	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注		
				底質	四季	夏季・冬季	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注		
				潮流	—	夏季・冬季	平成30年度冬季・令和元年度夏季に実施済み。		
			環境監視調査	土砂による水の濁り	水質	SS（浮遊物質量）	濁りの発生する工事施工中に月1回	—	別途、濁りの発生する工事施工中においては、濁度計による日々の濁り監視を行う（令和元年度で終了）。
						濁度	汚濁防止膜設置後及び撤去前	—	代表的な箇所で粒度組成についても調査する。（令和元年度で終了）。
					底質	底質（汚濁防止膜内外）	SPSS	—	—
						生物（汚濁防止膜内外）	底生動物 海藻草類等	—	—
			陸域生物・陸域生態系	ヒメガマ群落	春季・秋季		—	令和元年度で終了。	
				アジサシ類 動植物種の混入	夏季 四季		—	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注 令和元年度で終了。	
海域生物・海域生態系	海藻場（分布調査）	四季		夏季・冬季	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注				
	カサノリ類（分布調査）	冬季		—	調査期間は供用後3年（令和4年度）迄を想定 ^注				
その他	地形（地盤高、堆積厚等）	測量調査等	仮設橋の設置・撤去時		—	設置時：平成27年7月、撤去時：令和元年6月実施済み。			
	緑化後生育状況把握調査	施工後1, 2, 3, 6ヵ月目、1年目		—	令和2年度で終了。				

注：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する。

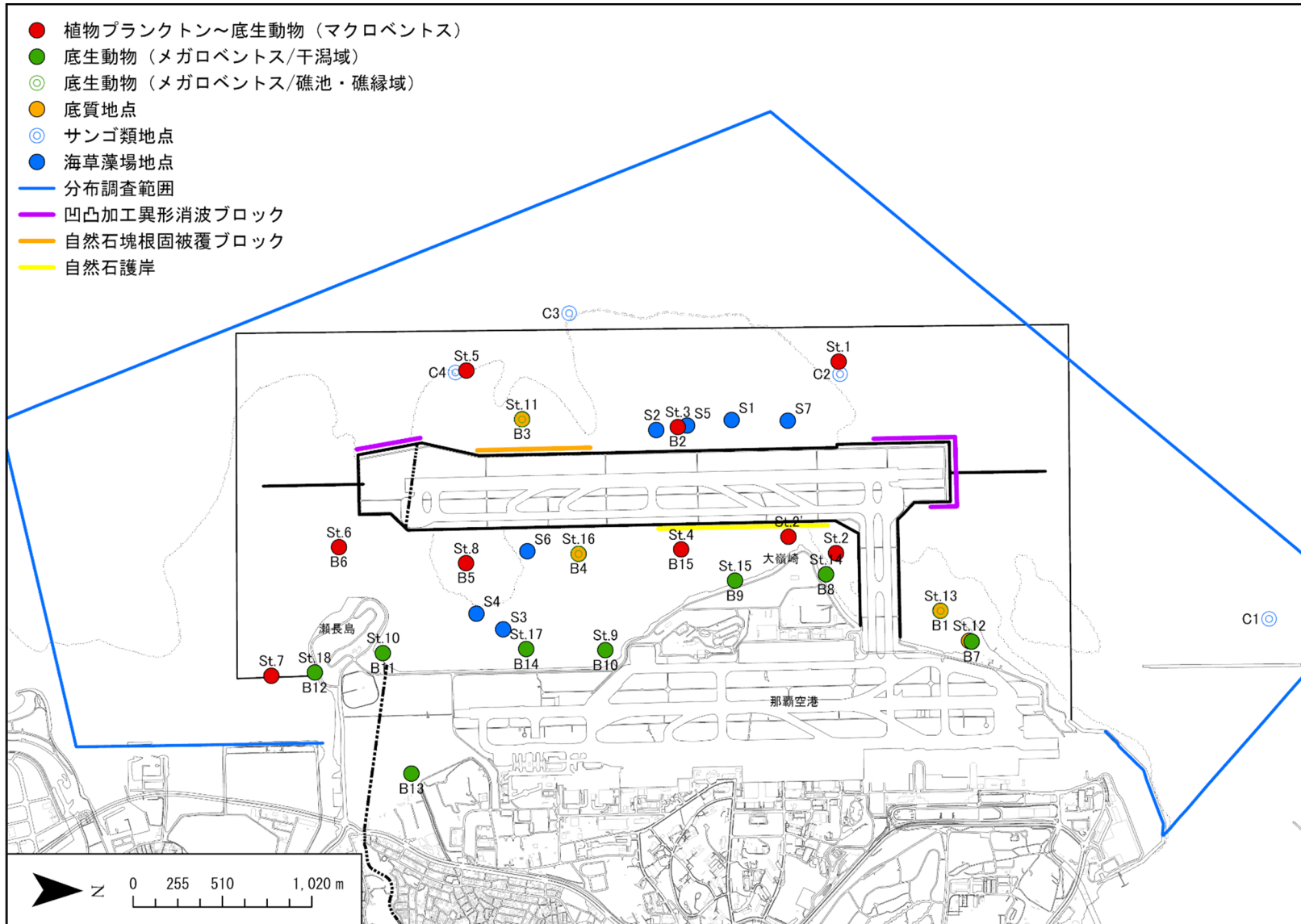


図 1 調査地点図

1.4 事後調査及び環境監視調査結果の総括（案）

1.4.1 自然変動要因の整理

環境影響評価時調査以降の降雨、台風等について、経年的な状況を整理した。

(1) 夏季調査時期と降雨の関係

夏季調査時期と降雨の関係について、各年度における水質の夏季調査日は表 3 に、各調査年度における調査前 90 日間の合計降水量は図 2 に示すとおりである。

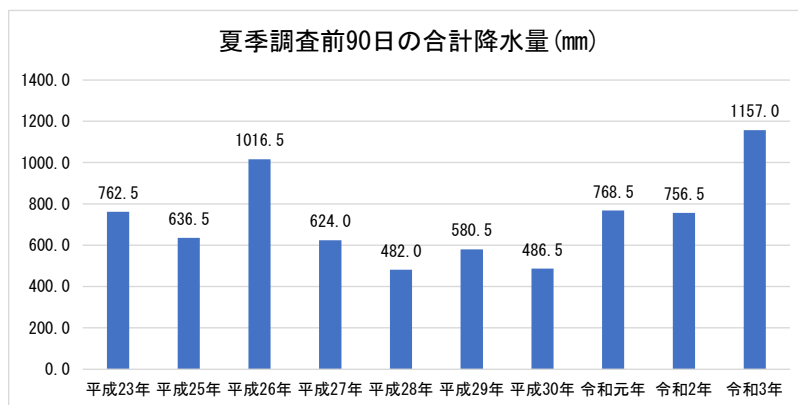
調査前 90 日間の合計降水量は、令和 2 年が最も多く、次いで平成 26 年が多かった。

降雨時の陸水流入による影響を受ける植物プランクトン（細胞数）と降雨との関係について、平成 26、27 年度夏季については、調査直前に降雨が確認されており、降雨時の陸水流入の影響と考えられる。一方、令和 3 年度は降雨後期間を空けて調査を行っていたが、調査前の降雨量が過年度よりも多かったことから、植物プランクトンの細胞数が増加したと考えられる。

表 3 各年度における水質と底質の夏季調査日

年度	平成 23 年	平成 25 年	平成 26 年	平成 27 年	平成 28 年	平成 29 年	平成 30 年	令和元年	令和 2 年	令和 3 年
調査日	8 月 16 日	8 月 9 日	8 月 20 日	8 月 17 日	7 月 25 日	7 月 26 日	7 月 17 日	7 月 16 日	8 月 20 日	7 月 29 日

※ここでは、水質調査の最初の調査日を示す。



出典：「気象庁ホームページ」(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>) を基に作成。

図 2 各調査年度における月ごと降水量

(2) 大型台風

最大瞬間風速 35m/s 以上（那覇）が記録された台風について、サンゴ類及び海藻草類の経年変化との比較として、グラフに掲載しており、それぞれの台風について、最接近時における風向風速及びナウファス（那覇）における有義波高を整理した。

表 4 台風の接近状況

年	号数	那覇空港への最接近日	最接近時の那覇の風向・風速				台風期間中の那覇における有義波高
			最大瞬間風速 (m/s)	最大瞬間風速 (m/s)	最大風速 (m/s)	最大風速 (m/s)	最大波高 (m)
平成23年	9号	8月5日頃	43.1	東北東	27.9	南東	4.2
平成26年	8号	7月8日頃	50.2	南南東	33.1	南東	4.0
平成26年	19号	10月11日頃	38.3	北	24.1	北北東	5.9
平成27年	9号	7月10日頃	41.2	南東	27	東	欠測
平成29年	22号	10月28日頃	37.6	北東	22.4	西北西	4.7
平成30年	24号	9月29日頃	53.1	西南西	34	西南西	7.0 ^{*1}
平成30年	25号	10月5日頃	36.2	南東	22.3	南南東	4.1
令和元年	17号	9月21日頃	41.1	南東	26.7	南東	3.4
令和2年	9号	9月1日頃	44	東南東	28.2	東南東	— ^{*2}

注1：一部欠測あり

注2：確定値未公表

注3：有義波高は、観測時刻前後 10 分前で得られた波形を個々の波高に分解し、波高上位 1/3 について平均した値を示す。

出典：「気象庁ホームページ」(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>) 及び「全国港湾海洋波浪情報網（ナウファス）」を基に作成。

(3) 気温、水温、塩分

調査時の気温、水温、塩分は、表 5 及び図 3 に示すとおりである。

気温は気象庁（安次嶺）のデータを用いており、水温及び塩分は調査時に測定した採水層（0.5m）の値を示している。

閉鎖性海域と閉鎖性海域以外の水温を比較して、明らかに差が拡大している様子はみられなかった。

表 5 (1) 調査時の気温、水温、塩分（春季）

年度	調査月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	水温		塩分	
					閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外	閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外
平成23年度	5月	24.0	30.1	17.6	24.9 ~ 25.3	23.8 ~ 24.9	34.0 ~ 34.2	33.5 ~ 34.5
平成26年度	5月	23.7	29.1	17.9	25.8 ~ 28.5	23.8 ~ 25.2	33.2 ~ 33.5	34.2 ~ 34.6
平成27年度	6月	28.4	32.1	24.3	25.4 ~ 27.8	24.2 ~ 24.6	34.0 ~ 34.5	34.6 ~ 34.7
平成28年度	5月	25.6	30.8	19.7	25.8 ~ 28.1	24.9 ~ 26.4	33.9 ~ 34.2	34.0 ~ 34.6
平成29年度	5月	24.3	29.3	18.7	24.4 ~ 24.8	23.4 ~ 24.4	34.4 ~ 34.9	34.6 ~ 35.0
平成30年度	5月	25.6	31.0	16.9	24.4 ~ 28.1	24.7 ~ 25.7	34.4 ~ 34.9	34.7 ~ 34.8
令和元年度	4月	22.7	28.7	14.7	26.1 ~ 26.7	24.6 ~ 25.7	34.2 ~ 34.4	34.5 ~ 36.6

表 5 (2) 調査時の気温、水温、塩分（夏季）

年度	調査月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	水温		塩分	
					閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外	閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外
平成23年度	8月	28.3	32.8	24.8	27.6 ~ 27.8	26.2 ~ 28.6	34.2 ~ 34.2	33.4 ~ 34.4
平成25年度	8月	29.6	33.9	25.1	30.5 ~ 32.4	29.1 ~ 31.4	33.7 ~ 34.7	34.6 ~ 34.6
平成26年度	8月	28.9	33.1	24.3	30.1 ~ 33.0	29.4 ~ 31.4	30.7 ~ 33.5	31.7 ~ 34.0
平成27年度	8月	28.8	34.0	24.7	28.9 ~ 29.7	28.7 ~ 28.9	31.4 ~ 33.8	33.7 ~ 34.6
平成28年度	7月	29.9	33.7	24.6	29.7 ~ 30.3	29.4 ~ 29.8	33.8 ~ 34.2	34.4 ~ 34.6
平成29年度	7月	29.8	34.1	25.2	29.1 ~ 30.0	28.9 ~ 29.7	33.9 ~ 34.3	34.2 ~ 34.5
平成30年度	7月	28.6	33.1	24.7	27.4 ~ 28.3	27.4 ~ 27.6	34.3 ~ 34.4	34.4 ~ 34.4
令和元年度	7月	29.2	33.6	24.3	29.2 ~ 30.6	27.1 ~ 29.5	32.2 ~ 33.1	33.3 ~ 34.2
令和2年度	8月	29.4	34.1	24.4	30.0 ~ 30.5	29.5 ~ 30.2	34.3 ~ 34.4	34.3 ~ 34.4
令和3年度	7月	28.8	34.0	24.9	28.9 ~ 29.8	28.0 ~ 29.6	32.5 ~ 33.7	33.7 ~ 34.2

表 5 (3) 調査時の気温、水温、塩分（秋季）

年度	調査月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	水温		塩分	
					閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外	閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外
平成23年度	11月	23.9	29.8	17.3	24.9 ~ 25.5	25.3 ~ 25.7	34.3 ~ 34.4	33.5 ~ 34.5
平成26年度	10月	25.5	31.0	21.4	25.2 ~ 26.6	24.3 ~ 26.0	32.4 ~ 34.5	32.5 ~ 34.6
平成27年度	11月	24.0	29.6	16.3	23.8 ~ 25.8	24.6 ~ 25.9	34.8 ~ 34.9	34.8 ~ 34.9
平成28年度	11月	23.5	29.4	18.0	24.0 ~ 26.2	23.9 ~ 26.7	34.8 ~ 35.0	34.6 ~ 35.0
平成29年度	11月	23.0	27.8	17.3	22.3 ~ 24.6	24.0 ~ 25.5	34.4 ~ 34.5	34.5 ~ 34.6
平成30年度	10月	24.3	28.6	19.0	24.3 ~ 25.5	24.8 ~ 26.8	34.0 ~ 34.2	33.9 ~ 34.3
令和元年度	10月	26.1	31.8	21.4	27.3 ~ 27.6	27.1 ~ 27.8	34.1 ~ 34.3	34.3 ~ 34.5

表 5 (4) 調査時の気温、水温、塩分（冬季）

年度	調査月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	水温		塩分	
					閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外	閉鎖性海域	閉鎖性海域 以外
平成22年度	2月	18.6	26.6	12.2	19.8 ~ 20.5	19.9 ~ 20.8	34.5 ~ 34.6	34.0 ~ 34.6
平成25年度	1月	17.2	24.0	10.7	14.9 ~ 20.9	20.0 ~ 21.4	0.1 ~ 34.7	34.7 ~ 34.7
平成26年度	2月	18.0	24.0	12.6	16.2 ~ 20.2	18.9 ~ 20.4	32.4 ~ 34.9	32.4 ~ 34.9
平成27年度	1月	16.9	23.4	9.8	16.8 ~ 21.1	20.5 ~ 21.9	34.6 ~ 34.9	34.7 ~ 34.9
平成28年度	1月	17.7	26.3	5.8	20.7 ~ 22.1	22.6 ~ 23.3	34.6 ~ 35.0	35.0 ~ 35.4
平成29年度	1月	18.7	25.0	12.9	20.1 ~ 21.1	20.8 ~ 21.8	34.2 ~ 34.6	34.4 ~ 34.8
平成30年度	1月	18.6	24.9	12.3	18.5 ~ 21.0	19.8 ~ 22.4	34.8 ~ 34.9	34.7 ~ 34.8
令和元年度	1月	18.9	27.6	12.4	18.2 ~ 21.0	20.1 ~ 22.7	34.7 ~ 34.9	34.4 ~ 34.7
令和2年度	12月	19.0	26.1	11.9	17.6 ~ 21.3	19.5 ~ 23.3	34.5 ~ 34.6	34.6 ~ 34.6

出典：気温は「気象庁ホームページ」(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>) を基に作成。

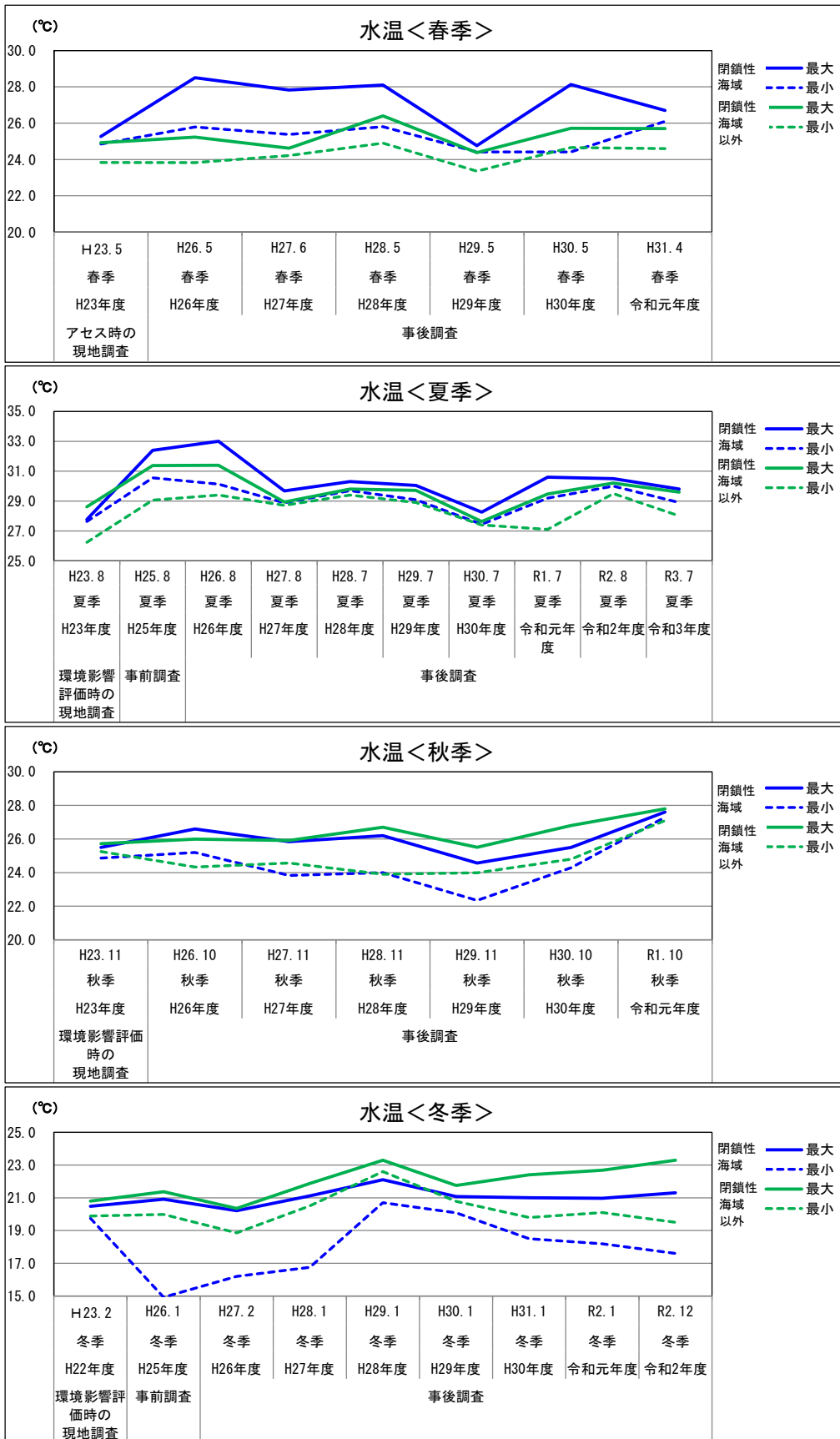
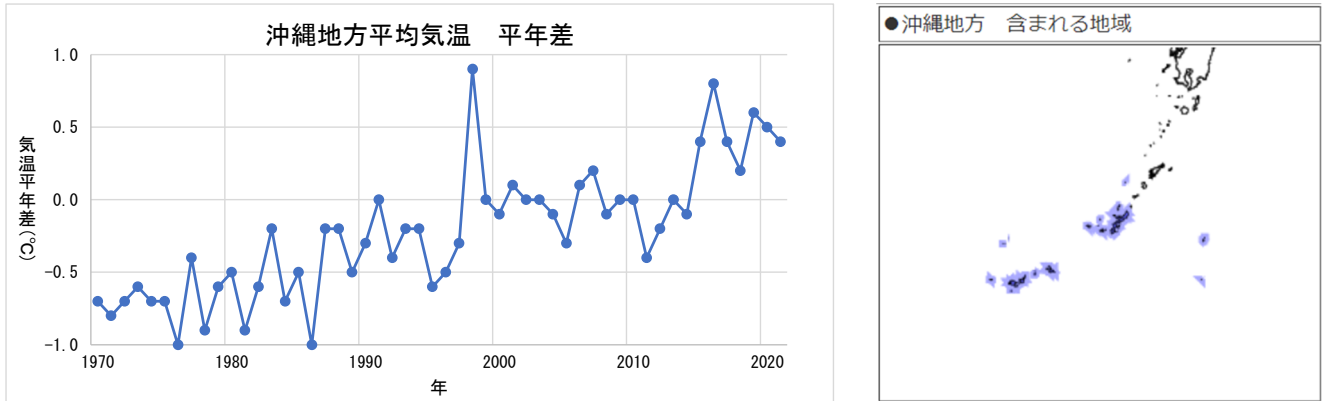


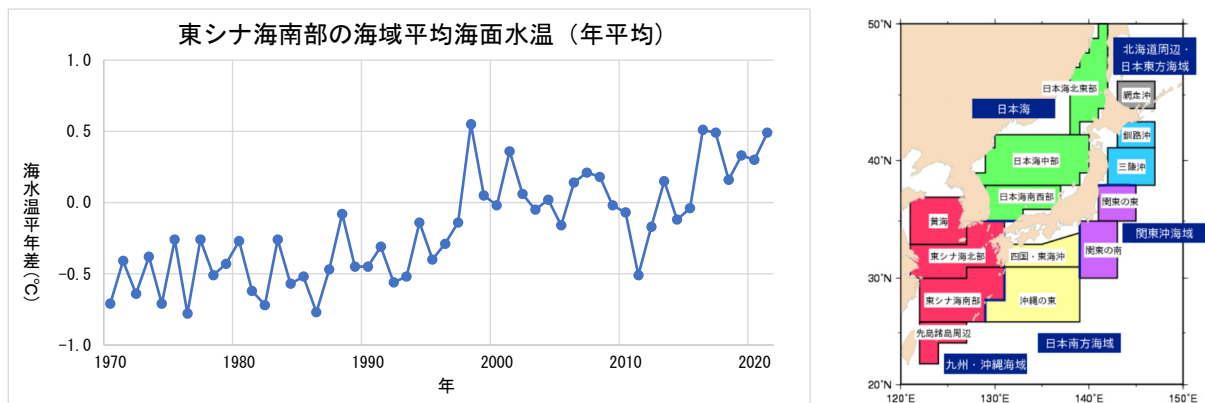
図 3 季節ごとの水温の経年変化

また、沖縄地域における長期的な気温及び海水温の変化は、図 4 及び図 5 に示すとおりである。気温及び海水温は、広域的に上昇傾向であった。気温及び海水温が平年値と比較して最も高かったのは、1998 年であった。また、2016 年以降、気温、海水温ともに平年値より高い状況が続いている。



注：平年値は 1991 年～2020 年の 30 年間の観測地の平均をもとに算出。
出典：「気象庁ホームページ」より作成（令和 4 年 6 月確認）

図 4 年平均気温偏差の経年変化（沖縄地方）



注：平年値は 1991 年～2020 年の 30 年間の観測地の平均をもとに算出。
出典：「気象庁ホームページ」より作成（令和 4 年 3 月 10 日更新）

図 5 年平均海面水温偏差の経年変化（東シナ海南部）

(4) 地点ごとの特徴

閉鎖性海域以外の地点については、外洋に面しているため、波浪による影響が大きいと考えられる。

また、閉鎖性海域の地点の底質については地点ごとの特性等が異なる。地点ごとの概要は下記に示すとおりである。

- ・ St. 2, 8 は事業前よりシルト・粘土分が多く、周辺に比べると水深が深く、るつぼ状の地形である。
- ・ St. 4, 9, 10, 14, 15, 17 は干潮時に干出する地点であり、干出時風により砂や礫等が移動する可能性もある。また、これらの地点はもともと転石や礫等が多く、底質が一様でない。

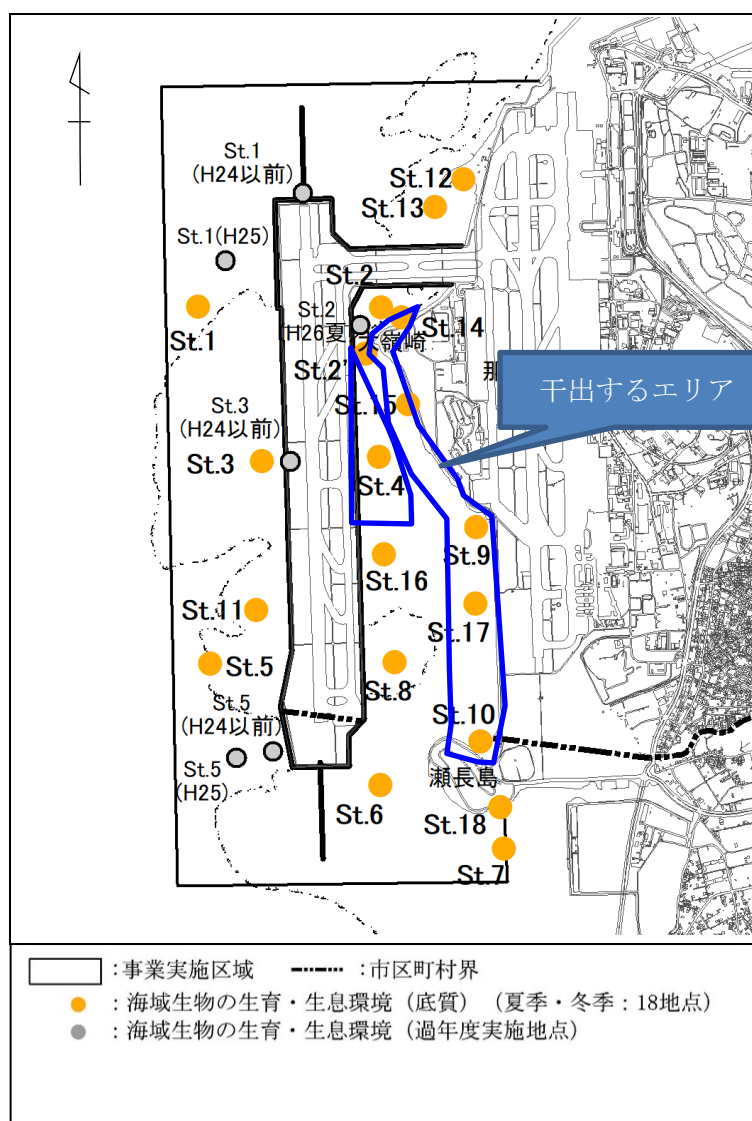

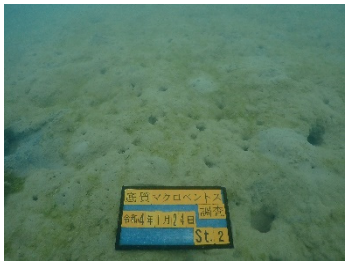

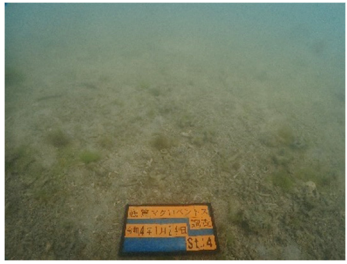




図 6 底質調査位置

表 6 (1) 底質調査地点概況 (令和 3 年度冬季)

礁池・礁縁域			
	St. 1	St. 2	St. 3
地点 写真			
底質 概況	砂質	砂泥質(浮泥が堆積)	砂礫質の藻場

礁池・礁縁域			
	St. 4	St. 5	St. 6
地点 写真			
底質 概況	砂礫質	砂礫質	砂礫質(海藻類が多い)


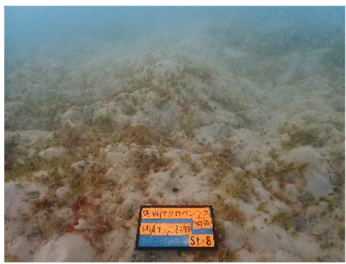




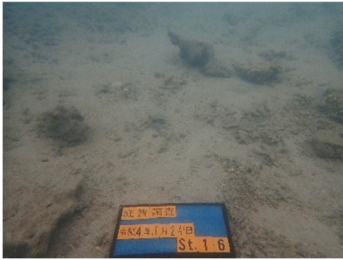


礁池・礁縁域		干潟域	
	St. 7	St. 8	St. 9
地点 写真			
底質 概況	砂泥質	砂泥質(海藻類が多い)	砂質

表 6 (2) 底質調査地点概況(令和 3 年度冬季)

	干潟域	礁池・礁縁域	干潟域
	St. 10	St. 11	St. 12
地点 写真			
底質 概況	砂質	砂礫質	砂礫質(転石が多い)

	礁池・礁縁域	干潟域	
	St. 13	St. 14	St. 15
地点 写真			
底質 概況	砂質	砂礫質	砂礫質(泥岩が点在)

	礁池・礁縁域	干潟域	
	St. 16	St. 17※	St. 18
地点 写真			
底質 概況	砂礫質(サンゴ片)	砂質	砂礫質(転石が多い)

※St. 17 については、干出時の底質状況の写真として、同位置で実施しているメガロベントスの B14 の写真を示す。

1.4.2 総括案の検討

(1)水質の栄養状態の変化（植物プランクトン、生物の生息・生育環境（水質））

1) 環境影響評価の結果

植物プランクトンは、水中の栄養塩類を吸収して光合成を行うことにより増殖するが、栄養塩濃度が上昇した場合、出現状況に影響が及ぶと考えられる。なお、無機栄養塩である硝酸、亜硝酸及びアンモニアを含む T-N やリン酸態を含む T-P は栄養状態の指標とされるため、以下では T-N と T-P を用いて予測する。

海域改変区域東側の閉鎖性海域では、埋立地及び飛行場の存在に伴い T-N と T-P が上昇し、T-N が夏季に 0.16～0.18mg/L、冬季に 0.12～0.16mg/L、T-P が夏季に 0.01mg/L、冬季に 0.007～0.009mg/L となることが予測されている（表 7）。しかし、水産用水基準における水産 1 種（T-N 0.3mg/L 以下、T-P 0.03mg/L 以下） 出典を満たしていることから、赤潮発生等の富栄養状態にはならないと考えられる（環境影響評価書 p6.13-230）。

出典：「水産用水基準第 7 版（2012 年版）」（社団法人日本水産資源保護協会、平成 25 年）

表 7 水質の栄養状態の変化

予測の前提	
<p>無機栄養塩である硝酸、亜硝酸及びアンモニアを含む T-N やリン酸態を含む T-P は栄養状態の指標とされるため、ここでは、T-N と T-P を用いて水質の栄養状態に関する検討を行う。</p>	
範囲	シミュレーション結果
海域改変区域東側の閉鎖性海域	T-N と T-P が上昇し、T-N が夏季に 0.16~0.18mg/L、冬季に 0.12~0.16mg/L、T-P が夏季に 0.01mg/L、冬季に 0.007~0.009mg/L
海域改変区域西側	変化なし

水質の栄養状態の変化	<p>【T-N 変化値・夏季】</p>	<p>【T-N 濃度分布の変化・夏季】</p>
	<p>【T-N 変化値・冬季】</p>	<p>【T-N 濃度分布の変化・冬季】</p>
	<p>【T-P 変化値・夏季】</p>	<p>【T-P 濃度分布の変化・夏季】</p>
	<p>【T-P 変化値・冬季】</p>	<p>【T-P 濃度分布の変化・冬季】</p>

2) 検討結果

水質の栄養状態の変化についての検討結果は、表 8 に示すとおりである。

表 8 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	小項目	工事前の変動範囲 ^{※1} (閉鎖性海域 ^{※3}) (閉鎖性海域以外 ^{※3})	存在時 ^{※2} 調査結果 (閉鎖性海域 ^{※3}) (閉鎖性海域以外 ^{※3})	存在時の環境状態等の検討
植物プランクトン	種類数	20～34 種類 14～36 種類	12～36 種類 12～39 種類	環境影響評価の結果、植物プランクトンは、水質の栄養状態の変化について、閉鎖性海域で T-N, T-P の濃度上昇により植物プランクトンの細胞数の増加が予測されていたが、水産用水基準の水産 1 種を満たしていることから、赤潮発生等の富栄養状態にはならないとされていた。
	細胞数	8,200～101,900 細胞/L 7,300～115,200 細胞/L	3,200～432,000 (1,160,500)*細胞/L 3,400～536,000 細胞/L *令和 3 年度夏季は、降雨影響であるため除外	
生物の生息・生育環境 (水質)	クロロフィル a	0.10～1.60 μg/L 0.05～1.20 μg/L 【赤潮の事例】 有明海 ^{出典1} ： 30 μg/L 以上 糸満漁協 ^{出典2} ： 11.8～15.2 μg/L	0.05～4.30 (6.35)* μg/L 0.04～1.40 (7.33)* μg/L *令和 3 年度夏季は、降雨影響であるため除外	<ul style="list-style-type: none"> 水質について、T-N、T-P は令和 3 年度夏季を除き概ね工事前の変動範囲内であり、参考として環境基準 I 類型と比較しても環境基準を下回っており、富栄養状態とはなっておらず、環境影響評価の結果の範囲であると考えられる。また、存在時の変動は概ね横ばいであった。 植物プランクトンは、細胞数が工事前の変動範囲を上回っており、赤潮発生等の富栄養状態について検討を行った。赤潮発生等の富栄養状態について、沖縄県内の他事例では、糸満漁港で赤潮が確認された際にクロロフィル a は 10 μg/L 以上であったとの報告がある。那覇空港の閉鎖性海域におけるクロロフィル a は 4.30 μg/L であったことから、赤潮発生レベルではないと考えられる。 植物プランクトン及びクロロフィル a の存在時の変動は概ね横ばいであった。 <p>以上のことから、水質の栄養状態の変化による海域生物への影響については、植物プランクトンの細胞数は工事前の変動範囲を上回っているものの、T-N、T-P 及びクロロフィル a の値を踏まえると赤潮発生等の富栄養状態とはなっておらず、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>
	T-N	0.08～0.24mg/L 0.09～0.28mg/L 環境基準 ^{※4} ：0.2mg/L	0.06～0.19mg/L 0.06～0.18mg/L	
	T-P	0.005～0.019mg/L 0.005～0.047mg/L 環境基準 ^{※4} ：0.02mg/L	0.005～ 0.018 (0.021)*mg/L 0.004～ 0.037 mg/L *令和 3 年度夏季は、降雨影響であるため除外	

※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

※2 存在時は平成 30 年度春季以降（護岸概成後）の調査結果を示す。

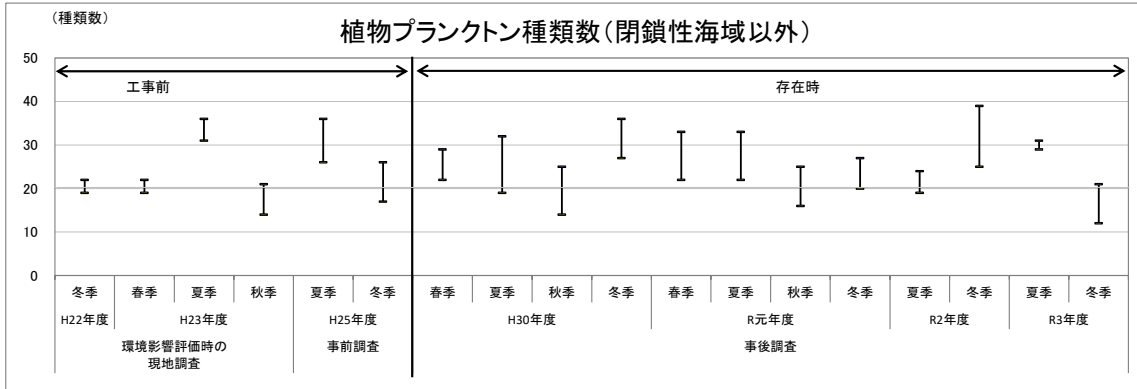
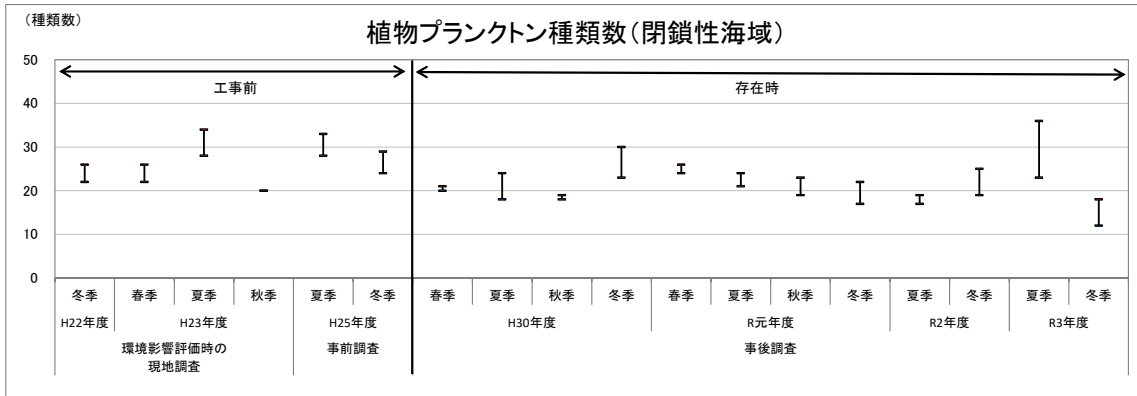
※3 閉鎖性海域は St. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。

※4 当該海域は環境基準の類型指定は受けておらず、参考として I 類型の基準との比較を行った。

【参考】水産用水基準の水産 1 種は T-N：0.3mg/L、T-P：0.03mg/L である。

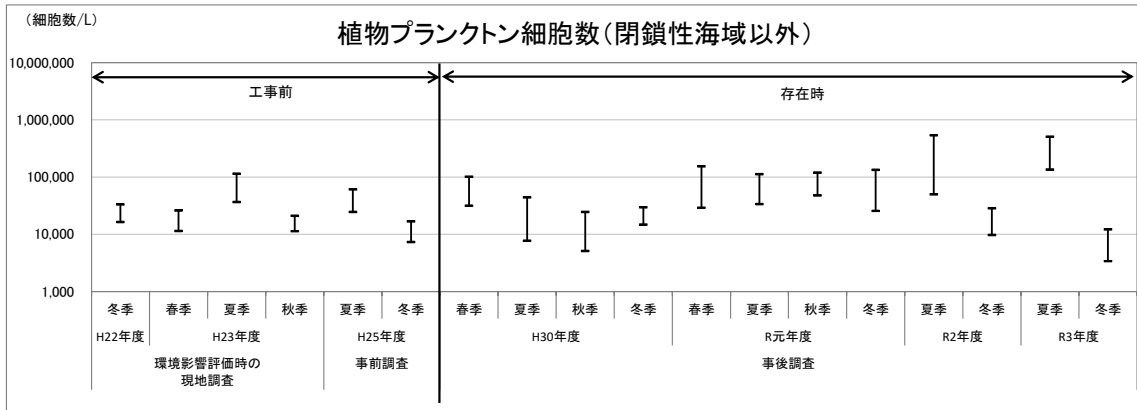
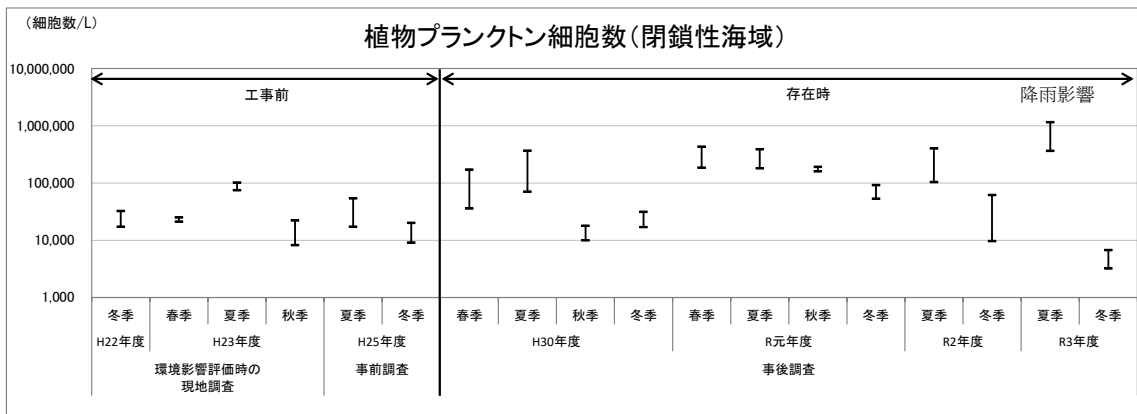
出典 1：「有明海漁場環境改善連絡協議会（第 30 回）」資料 1-7「有明海の環境変化の要因に関する調査」（令和 3 年 3 月 19 日、九州農政局農村振興部農地整備課）

出典 2：「糸満漁港及び水試の使用海水の水質について」（沖縄県水産海洋研究センター事業報告書、昭和 58 年度）



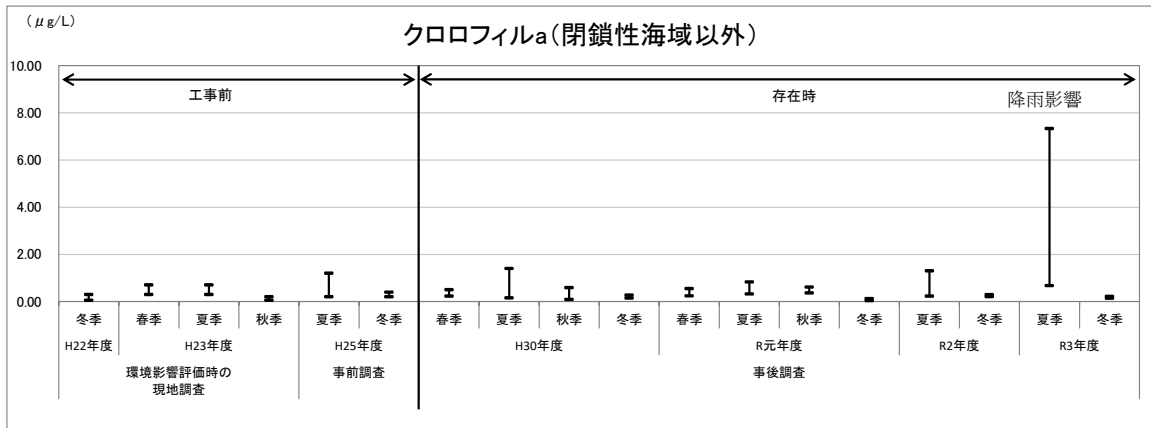
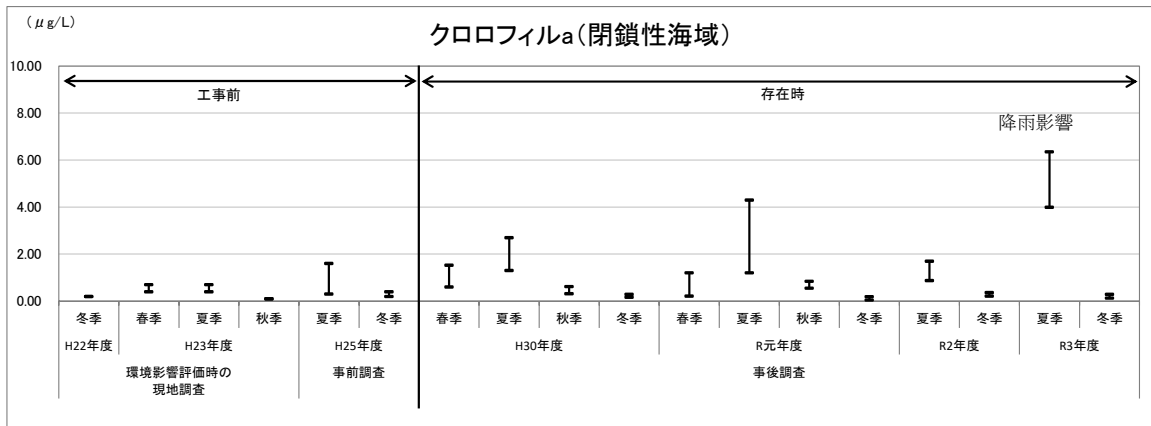
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 7 植物プランクトンの種類数の事業調査の経年変化（工事前・存在時）



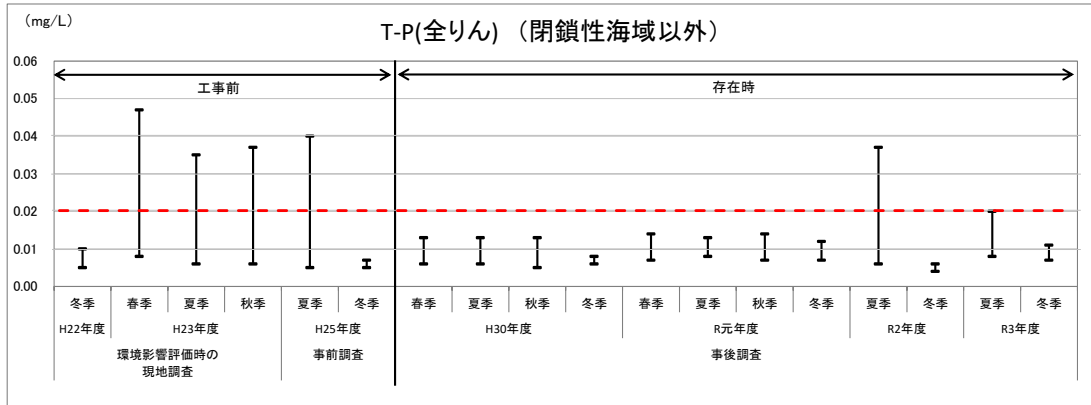
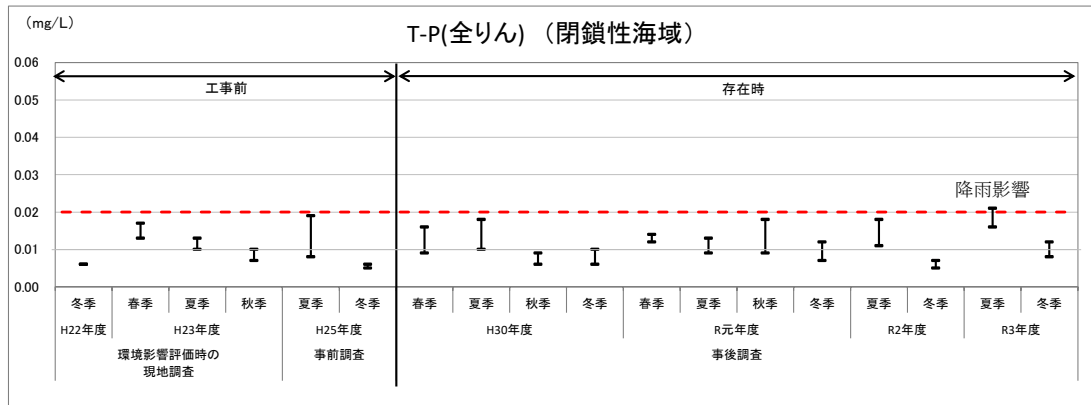
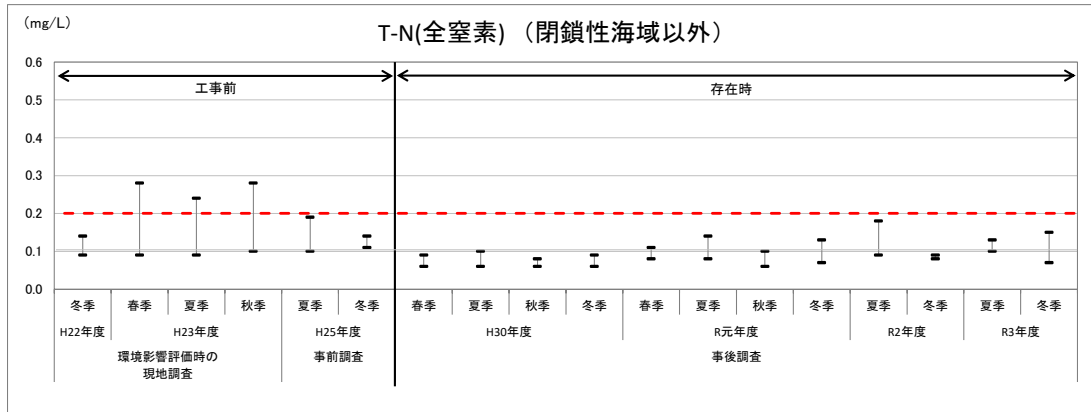
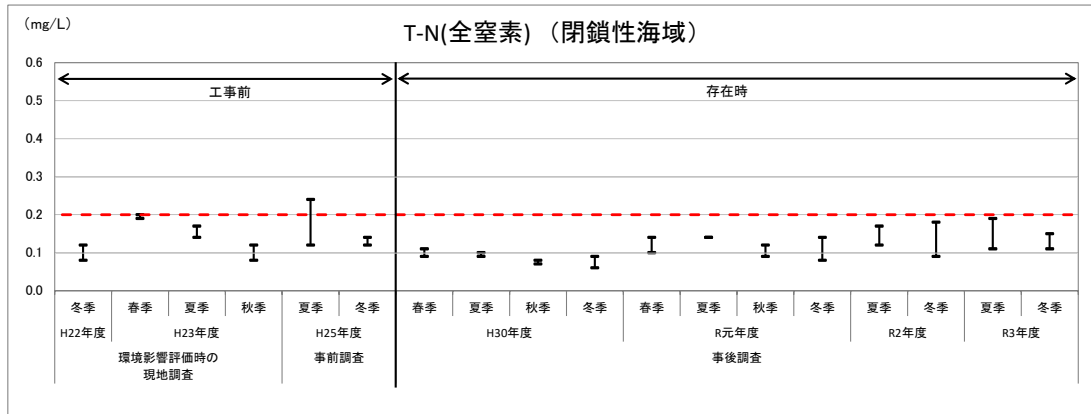
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 8 植物プランクトンの細胞数の経年変化（工事前・存在時）



注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 9 水質の経年変化 (工事前・存在時)



注1：当該海域は環境基準の類型指定は受けておらず、参考としてI類型の基準(0.2mg/L, 0.02 mg/L)を示している。
 2：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 10 水質の経年変化 (工事前・存在時)

●赤潮発生等の栄養状態（クロロフィル a）

植物プランクトンの顕著な増殖（赤潮等）は、貧酸素水塊の発生など他の海域生物の影響が懸念される。赤潮については、他地域を含めた基準や事例は表 9 に示すとおりである。

東京湾や有明海では定期的な調査やモニタリングが実施されており、比較的近傍の有明海では、クロロフィル a が $30 \mu\text{g/L}$ 以上となると赤潮発生と定義している。

沖縄県内での事例は少ないものの、沖縄県水産海洋研究センターによると、糸満漁港で赤潮が確認された際には、クロロフィル a は $10 \mu\text{g/L}$ 以上であったと報告されている。

那覇空港の閉鎖性海域の 3 地点の植物プランクトンの細胞数は最大で $432,000$ 細胞/L であり、クロロフィル a は $4.30 \mu\text{g/L}$ と赤潮発生レベルではない。

表 9 赤潮の基準及び事例

場所	基準及び事例	出典
東京湾 (東京都独自の基準)	<ul style="list-style-type: none"> 海水が、茶褐、黄褐、緑色などの色を呈していること。 透明度が、おおむね 1.5m 以下に低下していること。 顕微鏡下で赤潮プランクトンが多量に存在しているのが確認できること。 クロロフィル濃度 (Lorenzen 法によるクロロフィル a とフェオ色素の合計) が 50mg/m^3 以上あること。ただし、動物プランクトン等クロロフィルを有さないものはこの限りではない。 	1
有明海	<ul style="list-style-type: none"> クロロフィル a : $30 \mu\text{g/L}$ 以上 	2
糸満漁港	<ul style="list-style-type: none"> クロロフィル a : $11.772 \sim 15.212\text{mg/m}^3$ ($= \mu\text{g/L}$) 	3

出典 1 : 「赤潮とは?」(東京都環境局ホームページ、2018 年 2 月 9 日最終更新)

出典 2 : 「有明海漁場環境改善連絡協議会 (第 30 回)」資料 1-7 「有明海の環境変化の要因に関する調査」(令和 3 年 3 月 19 日、九州農政局農村振興部農地整備課)

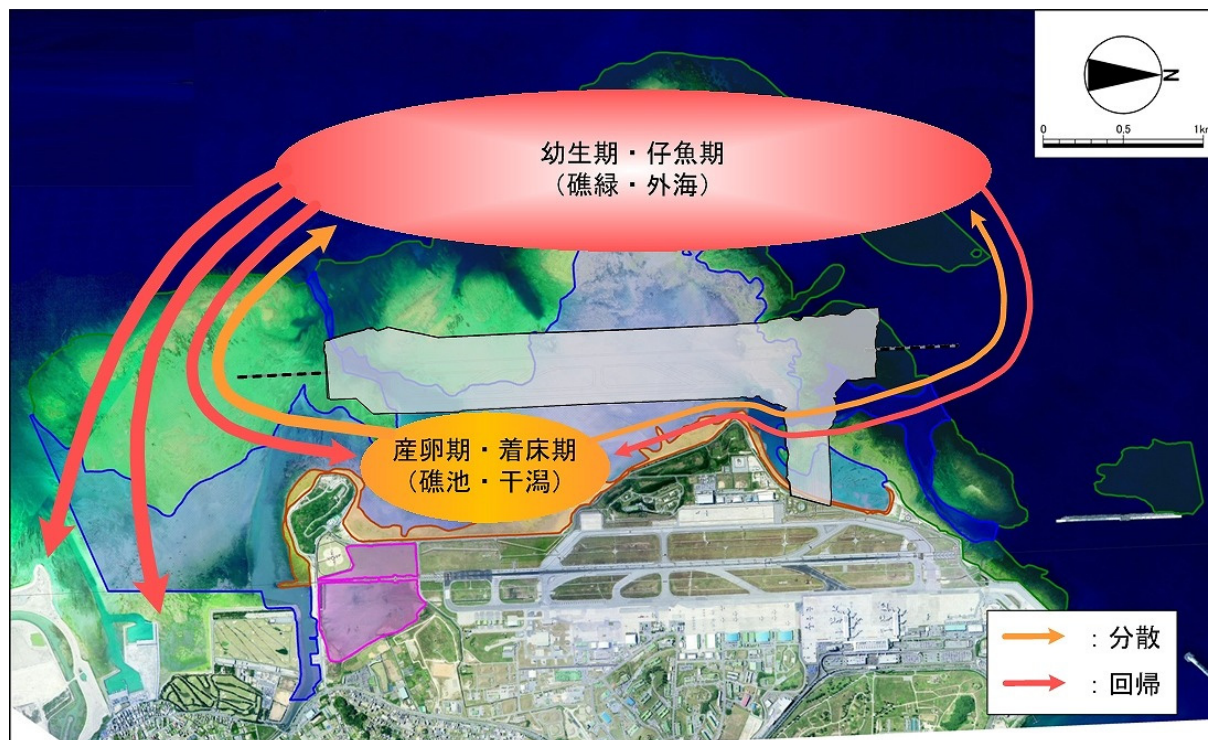
出典 3 : 「糸満漁港及び水試の使用海水の水質について」(沖縄県水産海洋研究センター事業報告書、昭和 58 年度)

(2) 分散回帰ルートの変化（動物プランクトン及び魚卵・稚仔魚）

1) 環境影響評価の結果

干潟域や浅海域で生まれた魚卵・稚仔魚には、礁縁もしくはさらに外海へと分散するものが少なくない。そこで一定期間浮遊生活期を送った後、再び干潟域や浅海域へ回帰し、変態・着底を行う。干潟域・浅海域と礁縁・外海との連続性が妨げられると、これらの生物の生活史や行動に影響を与えることが考えられる。

当該海域では、埋立地及び飛行場の存在により、海域改変区域東側に閉鎖性海域が形成される。その結果、図 11 に示すように閉鎖性海域から外側へ出たための魚卵・仔稚魚の潮流による輸送ルートが変化すると考えられる。すなわち、閉鎖性海域内の海水交換は行われるものの、海域改変区域と瀬長島の狭間における流速の増加が予測され、閉鎖性海域で生まれた魚卵・仔稚魚は外海へと一気に分散すると考えられる。しかし、外海から閉鎖性海域内の干潟域や礁縁へと回帰する際にはルートが限られてしまうため、回帰する量は減少し、現存量の減少に繋がることが考えられる（環境影響評価書 p6. 13-233）。



2) 検討結果

分散回帰ルートの変化についての検討結果は、表 10 に示すとおりである。

表 10 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	小項目	工事前の変動範囲※ ¹ (閉鎖性海域※ ³) (閉鎖性海域以外※ ³)	存在時※ ² 調査結果 (閉鎖性海域※ ³) (閉鎖性海域以外※ ³)	存在時の環境状態等の検討
動物 プランクトン	種類数	7～28 種類 8～36 種類	5～32 種類 9～48 種類	<p>環境影響評価の結果、動物プランクトン及び魚卵・稚仔魚は、外海から閉鎖性海域内の干潟域や礁縁へと回帰する際にはルートが限られたため、回帰する量が減少する可能性があると考えられていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 動物プランクトンの種類数は、概ね工事前の変動範囲で、個体数は工事前の変動範囲を上回る地点や時期がみられるが、これは生物群の特徴による自然変動と考えられる。また、存在時の変動は概ね横ばいであった。 存在時における魚卵・稚仔魚の種類数及び個体数は、概ね工事前の変動範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであった。 <p>以上のことから、分散回帰ルートの変化による海域生物への影響については、存在時における動物プランクトン及び魚卵・稚仔魚の調査結果は概ね工事前の変動範囲内であることから、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>
	個体数	234～55,065 個体/m ³ 337～25,714 個体/m ³	181～ 89,884 個体/m ³ 572～524,819 個体/m ³	
魚卵	種類数	3～15 種類 0～27 種類	1～12 種類 2～17 種類	
	個体数	11～7,240 個体/曳網 1～17,140 個体/曳網	1～2,776 個体/曳網 6～15,724 個体/曳網	
稚仔魚	種類数	1～39 種類 0～38 種類	0～18 種類 0～30 種類	
	個体数	1～326 個体/曳網 0～421 個体/曳網	0～348 個体/曳網 0～341 個体/曳網	

※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

※2 存在時は平成 30 年度春季以降（護岸概成後）の調査結果を示す。

※3 閉鎖性海域は St. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。

●生物群の特徴について

動物プランクトンの個体数については、工事前の変動範囲を上回る地点や時期がみられたが、これらの変動は、特定の種（カイアシ類のノープリウス期幼生及びオイトナ属）が一時的または局所的に多かったことによるものである。

ここで、カイアシ類の平均日間成長速度は冬季では体重（あるいは現存量）の約10%、夏季では約40%であるとの報告^{※出典⁴}もある。また、カイアシ類の生産力は自然環境条件に大きく影響を受ける。特に、水温とノープリウス期における成長速度は相関関係にあり、水温が高くなるにつれ成長速度は速くなる^{※出典¹}。また繊毛虫においても、増殖速度は高温域で高くなる傾向があり、増殖速度の75～97%は水温で説明することが可能である^{※出典²}。その他にも、塩分濃度、降雨および風況等の影響を受ける^{※出典^{3、5}}。

これらのことから、カイアシ類の生産力は自然環境の影響を受ける為、一時的または局所的にカイアシ類の成長条件が整うことで増加した可能性が考えられ、これらは生物群の特徴による自然変動と考えられる。

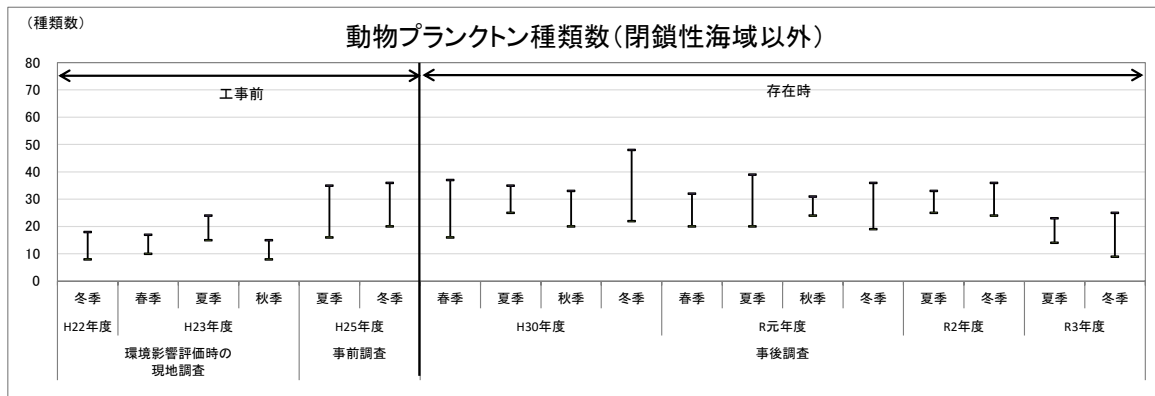
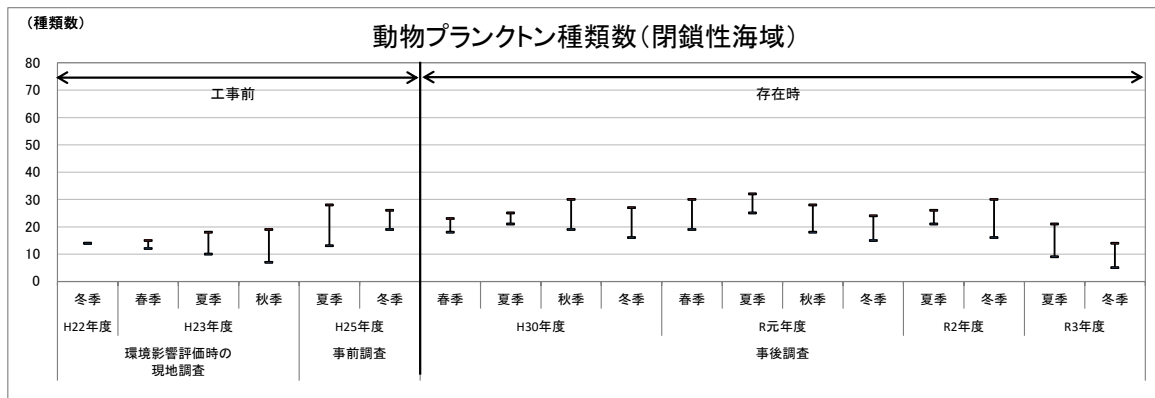
出典1：地球環境調査計測事典第3巻沿岸域編（平成15年11月）から作成

2：海洋プランクトン生態学（平成20年3月）から作成

3：有明海におけるカイアシ類ノープリウスの分布・変動特性（平成17年、水産海洋研究）から作成

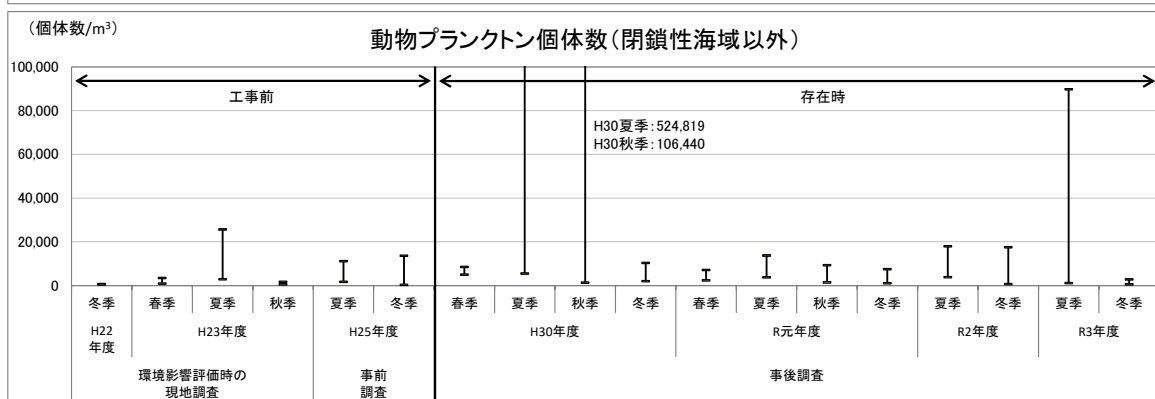
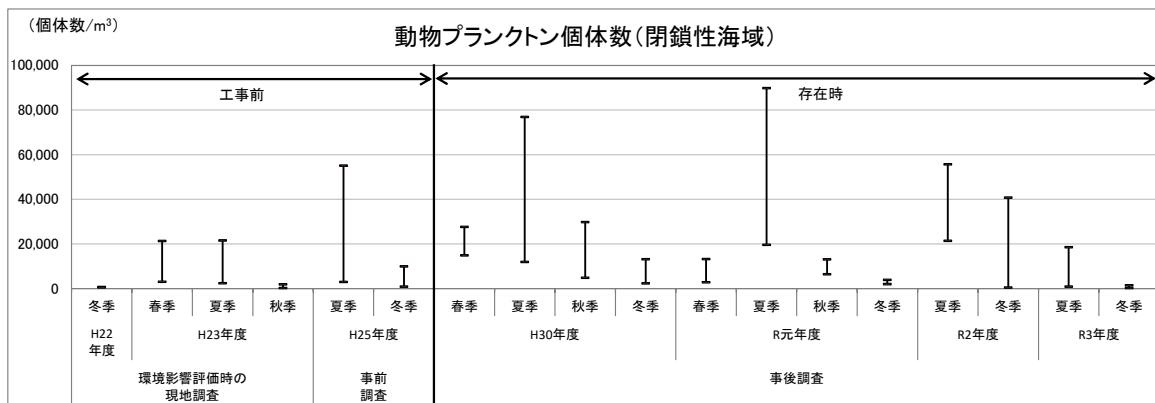
4：沿岸海洋生態系における動物プランクトンの機能的役割に関する研究（平成22年、日本海洋学会）

5：沖縄県の複合的なオニヒトデ対策（令和元年、日本サンゴ礁学会誌）



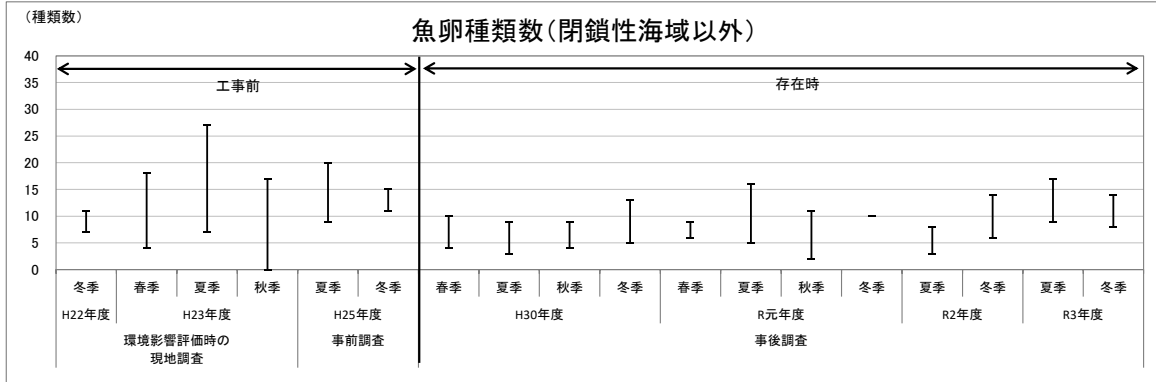
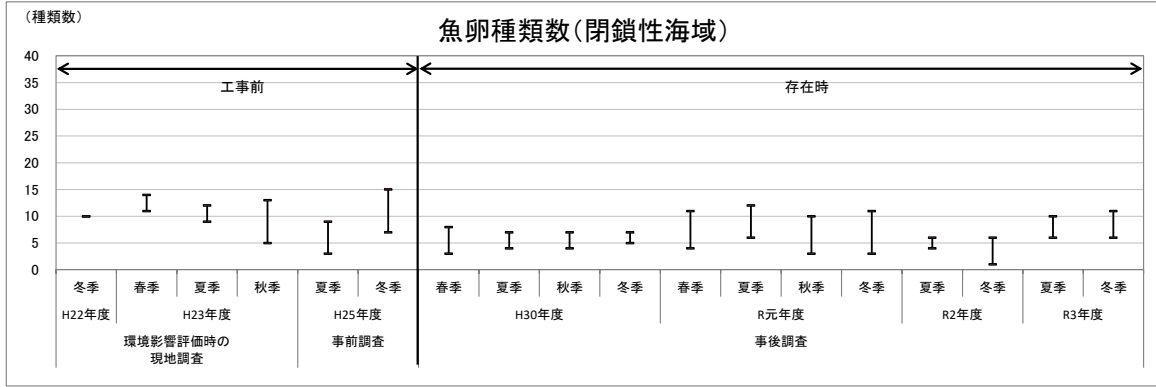
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 12 動物プランクトンの種類数の経年変化 (工事前・存在時)



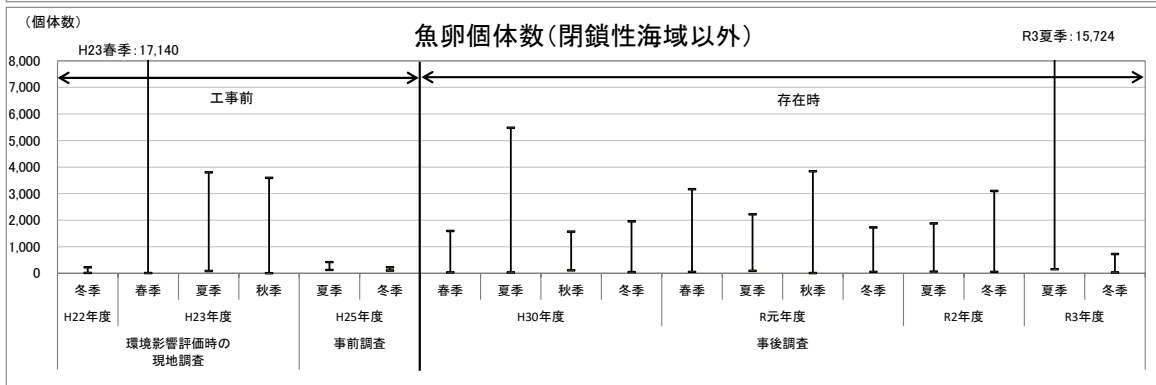
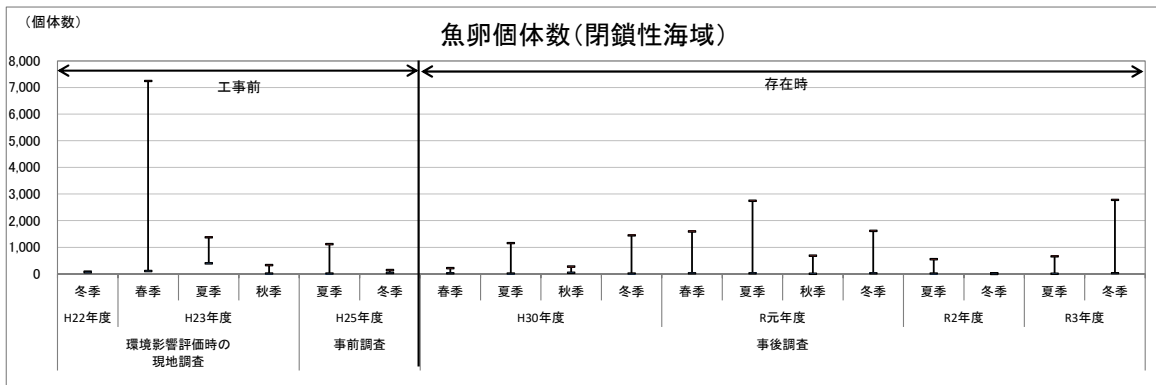
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 13 動物プランクトンの個体数の経年変化 (工事前・存在時)



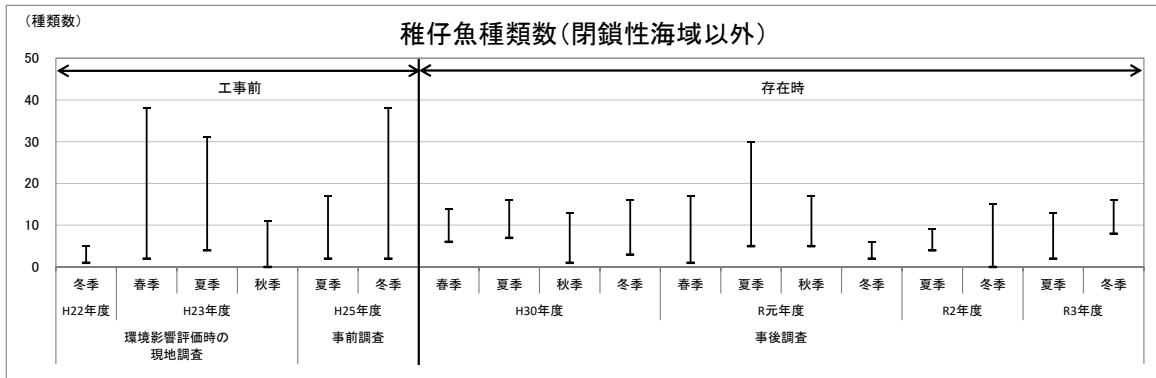
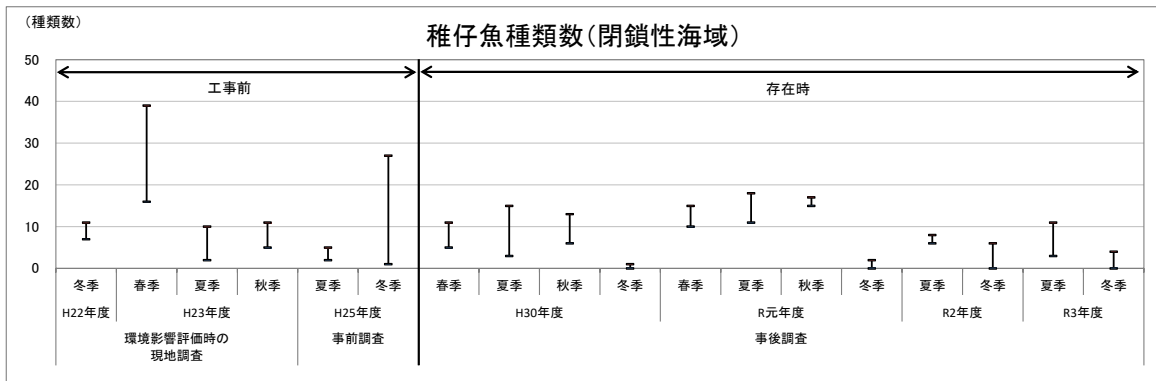
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 14 魚卵の種類数の経年変化(工事前・存在時)



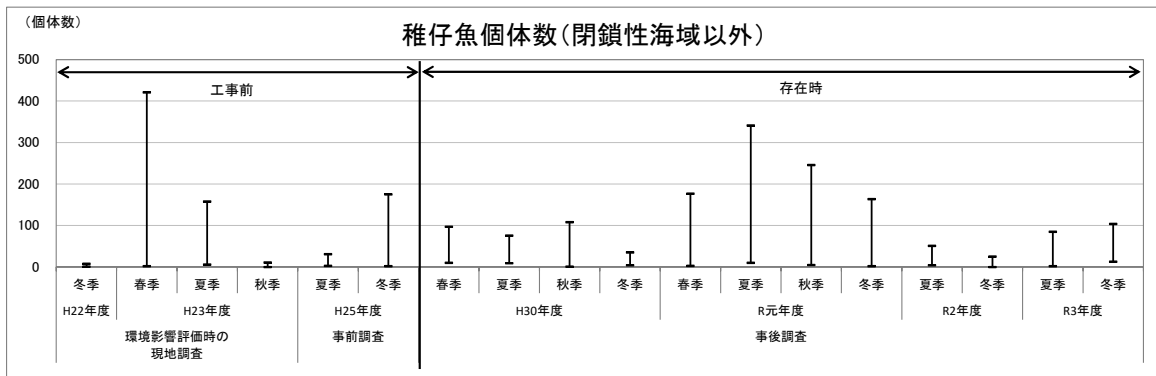
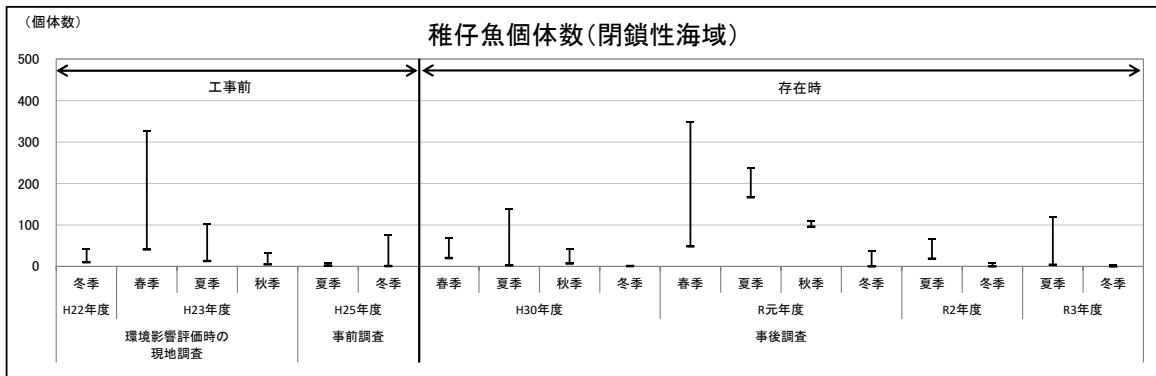
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 15 魚卵の個体数の経年変化(工事前・存在時)



注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 16 稚仔魚の種類数の経年変化（工事前・存在時）



注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 17 稚仔魚の個体数の経年変化（工事前・存在時）

(3) 生息・生育場の減少（魚類、サンゴ類及びクビレミドロ）

1) 環境影響評価の結果

① 魚類

調査海域における基盤環境は、岩盤、泥岩、砂礫、砂、藻場等多様であり、それぞれの基盤環境を好む魚類が生息している。特に砂礫底や砂質底に生息孔を形成するハゼ科や海草藻場で幼魚期を過ごすベラ科等は、基盤環境に対する依存度が高いと考えられる。

当該海域の基盤環境は、埋立地及び飛行場の存在に伴い、サンゴ類が 72.8ha（約 12%）、海草藻場が 20.3ha（約 36%）、岩盤が 17.3ha（約 29%）、砂礫が 53.9ha（約 17%）、砂泥が 13.2ha（約 18%）消失する。特に海草藻場を始めとする各基盤環境の消失により、魚類の生息場が減少するが、魚類は移動性が高いため、魚類相としての変化は小さいと考えられる（環境影響評価書 p6. 13-238）。

② サンゴ類

サンゴ類については、埋立地及び飛行場の存在に伴い、図 18 及び表 11 に示すように海域改変区域において 72.8ha（被度 10%未満：71.1ha、被度 10～30%未満：1.7ha）が消失する。海域改変区域及び汚濁防止膜展張範囲等以外の分布面積は 548.8ha（被度 10%未満：526.0ha、被度 10～30%未満：22.8ha）であり、ほとんどが残存する。しかし、現地調査では、資料編の付表－ 6. 13. 8 に示すとおり消失する高被度域（調査地点 C3）において計 64 種のサンゴ類が確認されており、多くの群体が消失することとなる。

図 19 に示すように、平成 14 年冬季から平成 23 年秋季の間には、サンゴ分布域は過年度から大きく変化していないため、当該海域において、台風等によるサンゴ分布範囲の変動は小さいと考えられる。また、平成 13 年や平成 19 年には沖縄本島の各所において白化が報告されているが、当該海域では、平成 14 年冬季から平成 23 年秋季の間に白化は確認されなかった（環境影響評価書 p6. 13-241）。

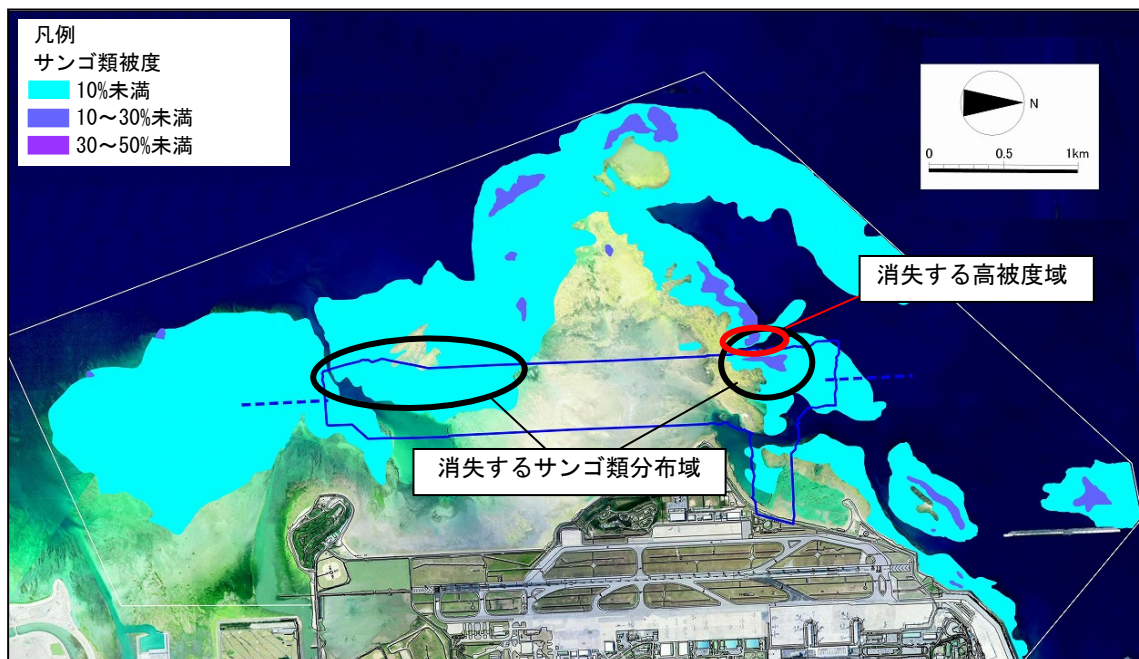


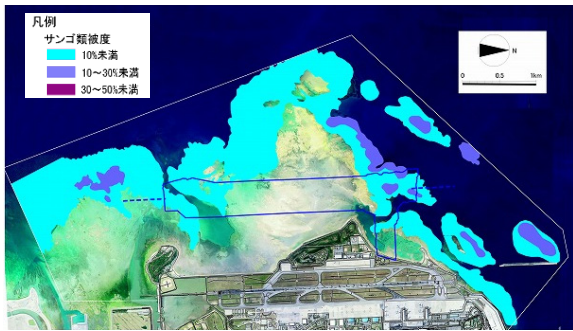
図 18 サンゴ類分布域（平成 23 年秋季）における消失範囲

表 11 サンゴ類分布域（平成 23 年秋季）の改変状況

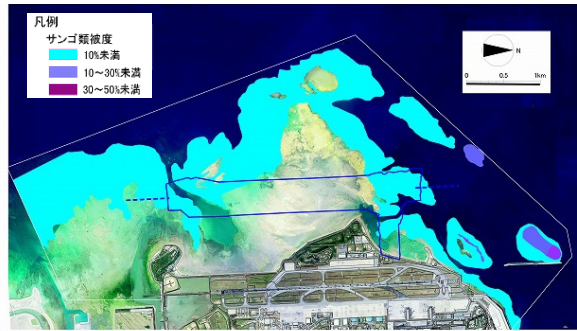
基盤環境	工事の実施	土地又は工作物の存在及び供用	残存域 (ha)	合計 (ha)
	汚濁防止膜展張範囲等 (ha)	海域改変区域 (ha)		
■ 10%未満	11.0 (2%)	71.1 (12%)	526.0 (86%)	608.1
■ 10-30%未満	0 (0%)	1.7 (7%)	22.8 (93%)	24.5
サンゴ類分布域合計	11.0 (2%)	72.8 (12%)	548.8 (87%)	632.6

注：面積の表記が「0」であることは、改変が行われないことを示す。

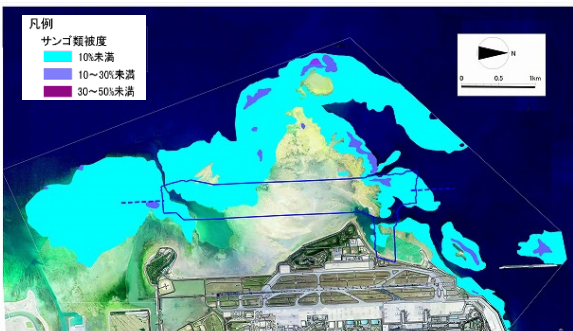
<平成 14 年冬季>



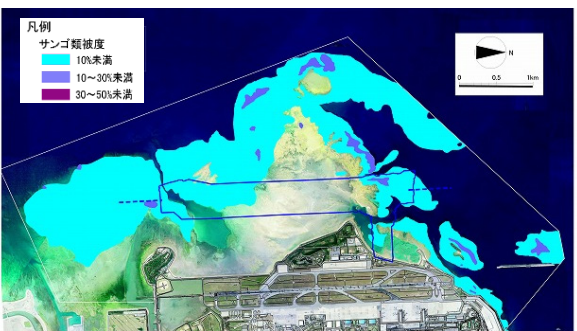
<平成 18 年冬季>



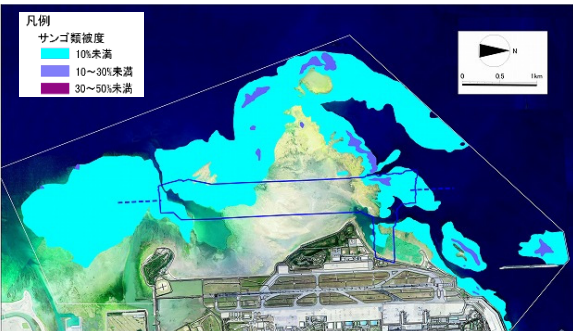
<平成 23 年冬季>



<平成 23 年春季>



<平成 23 年夏季>



<平成 23 年秋季>

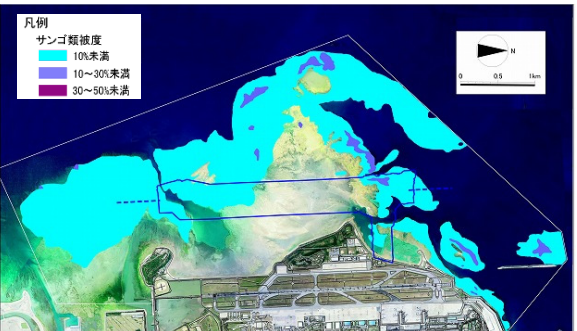


図 19 サンゴ分布域の変遷

③ クビレミドロ

クビレミドロは、沖縄島において当該海域以外の3箇所で生育が確認されているが^{出典}、当該海域の生育環境は他海域と比べて、水深が深く、底質の泥分が多い点で特殊である。また、当該海域において、生育場所は瀬長島北側の深場に限定されている。

本種の分布域は、図20に示すように土地又は工作物の存在及び供用に伴う改変割合は約11%と大きくないものの、海域改変区域において1.7haが消失する（環境影響評価書 p6. 13-308）。

出典：沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(レッドデータおきなわ)－植物編－（平成18年、沖縄県）

重要種保護のため位置情報は表示しない。

被度	工事の実施	土地又は工作物の存在及び供用	残存域	合計
	汚濁防止膜展張範囲等	海域改変区域		
■ 1%未満	0.4 ha	1.4 ha (23%)	4.4 ha	6.2 ha
■ 1～5%	0.3 ha	0.2 ha (3%)	7.1 ha	7.6 ha
■ 6～10%	0.2 ha	0.1 ha (6%)	1.3 ha	1.6 ha
合計	0.9 ha	1.7 ha (11%)	12.8 ha	15.4 ha

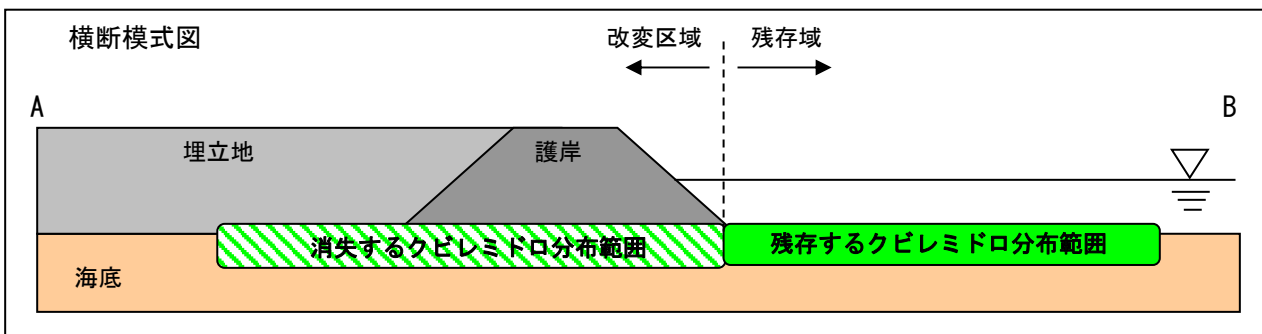


図20 クビレミドロ分布域の改変状況（平成23年度調査）

2) 検討結果

生息・生育場の減少についての検討結果は、表 12 に示すとおりである。

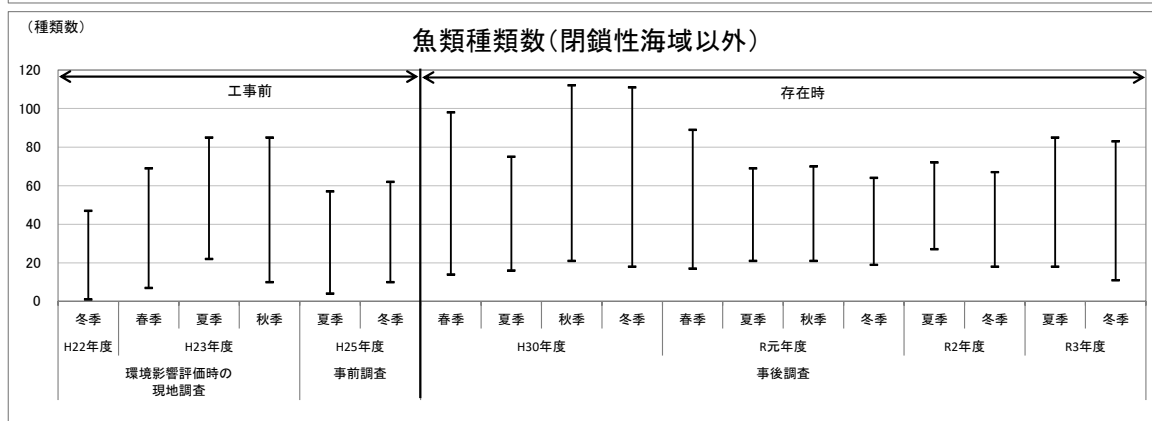
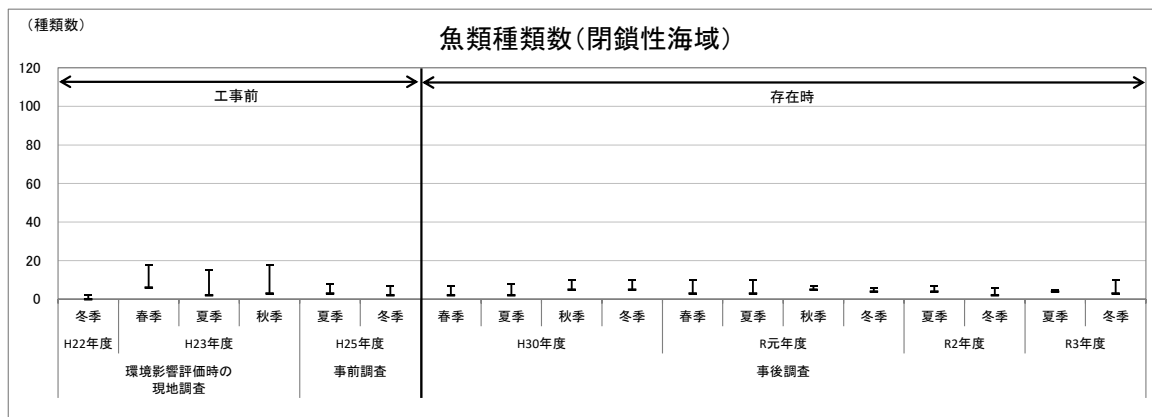
表 12 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	小項目	工事前の変動範囲※ ¹ (閉鎖性海域※ ³) (閉鎖性海域以外※ ³)	存在時※ ² 調査結果 (閉鎖性海域※ ³) (閉鎖性海域以外※ ³)	存在時の環境状態等の検討
魚類	種類数	0～18 種類 1～85 種類	2～ 10 種類 11～112 種類	<p>環境影響評価の結果、魚類、サンゴ類及びクビレミドロは、生息・生育場の減少により、海域改変区域においては影響を受けるとされていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋立地の存在により、環境影響評価の結果のとおり生息・生育場は減少した。 ・存在時における魚類の種類数は、概ね工事前の変動範囲であり、存在時の変動は概ね横ばいであった。 ・存在時におけるサンゴ類の分布面積は、概ね工事前の変動範囲内であり、存在時の変動は横ばいであった。 ・存在時におけるクビレミドロの分布面積は、概ね工事前の変動範囲内であり、存在時の変動は横ばいであった。 <p>以上のことから、生息・生育場の減少による海域生物への影響については、環境影響評価の結果のとおり生息・生育場は減少したものの、残存域において、存在時における魚類、サンゴ類及びクビレミドロの調査結果は概ね工事前の変動範囲内であることから、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>
サンゴ類	分布調査	面積 548.8～551.3ha	面積 537.3～550.3ha	
クビレミドロ	分布調査 (最盛期のみ)	面積 139,050 m ²	面積 135,822～154,902 m ²	

※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

※2 存在時は平成 30 年 4 月以降の調査結果を示す。なお、クビレミドロについては、平成 30 年 4 月以降の調査結果を示す。

※3 閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。



注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 21 魚類の種類数の経年変化（工事前・存在時）

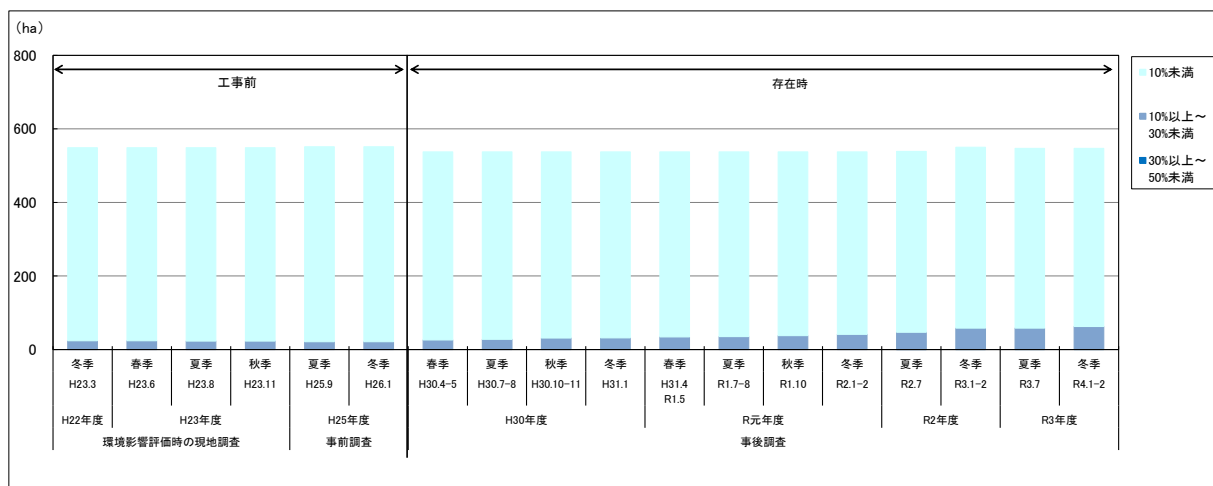
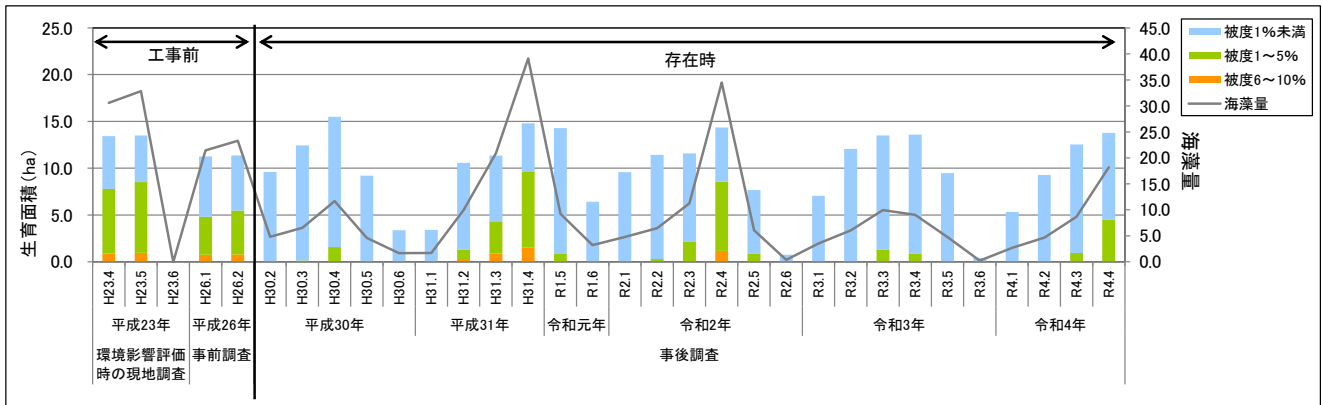


図 22 事業実施区域周辺におけるサンゴ類の分布面積の経年変化（工事前・存在時）



注：海藻量は、被度別の面積の変化を視覚化した指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。

例) 6%以上～10%未満(中間値 8) : x ha、

1%以上～ 5%未満(中間値 3) : y ha、

1%未満 (中間値 0.5) : z ha の場合、海藻量は $(8 \times x + 3 \times y + 0.5 \times z)$ 。

図 23 クビレミドロの生育面積の経年変化(残存域の変化) (工事前・存在時)

(4) 砂面変動の変化（マクロベントス、メガロベントス、底質）

1) 環境影響評価の結果

海域改変区域東側の閉鎖性海域において、大嶺崎南側に隣接する砂礫域及び瀬長島と海域改変区域の狭間で粒径 0.075～0.325mm の範囲の底質が移動しやすくなり、粗粒化する傾向が予測されている。その結果、細かい粒子の砂質底を好む生物相から砂礫質底を好む生物相へと底生動物相が変化する可能性があると考えられる。

一方、閉鎖性海域におけるその他の大部分の範囲では、潮流による底質粒子の移動はなく、さらに波浪が遮断されることで場は安定することから、シルト・粘土分等の細粒分は堆積する傾向が想定される。長期的にみると、砂泥質や泥質を好む底生動物へと生物相が変化する可能性があると考えられる（図 24）。

また、日降雨量 88.5mm の降雨時（平成 23 年 10 月 4 日；平成 23 年で降雨量が 5 番目に多かった日）に計測したピーク時の河川流量と SS 濃度を基に、ピークが 1 日継続した場合の海域における SS の堆積状況の変化を算出した。その結果、図 25 に示すとおり、埋立地及び飛行場の存在に伴い、降雨時に伊良波排水路を起源とする懸濁物質が、瀬長島北側の深場に堆積することが予測されている。瀬長島北側の深場には、巻貝類及びカニ類が生息しているが、堆積厚は 0.001～0.002mm とわずかなため、これらの種の生息状況の変化は極めて小さいと考えられる（環境影響評価書 p6. 13-236）。

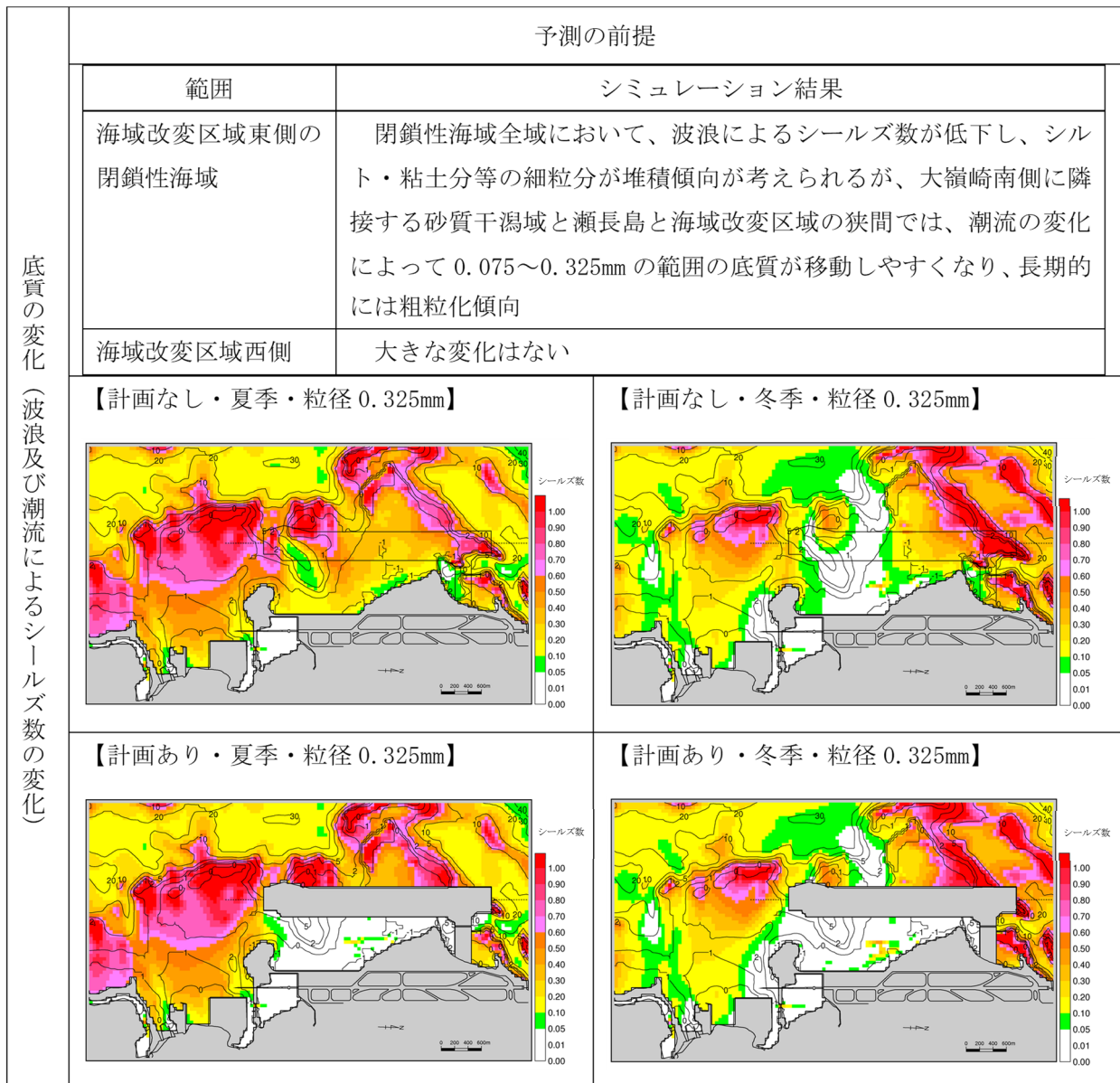


図 24 底質の変化（波浪及び潮流によるシールズ数の変化）

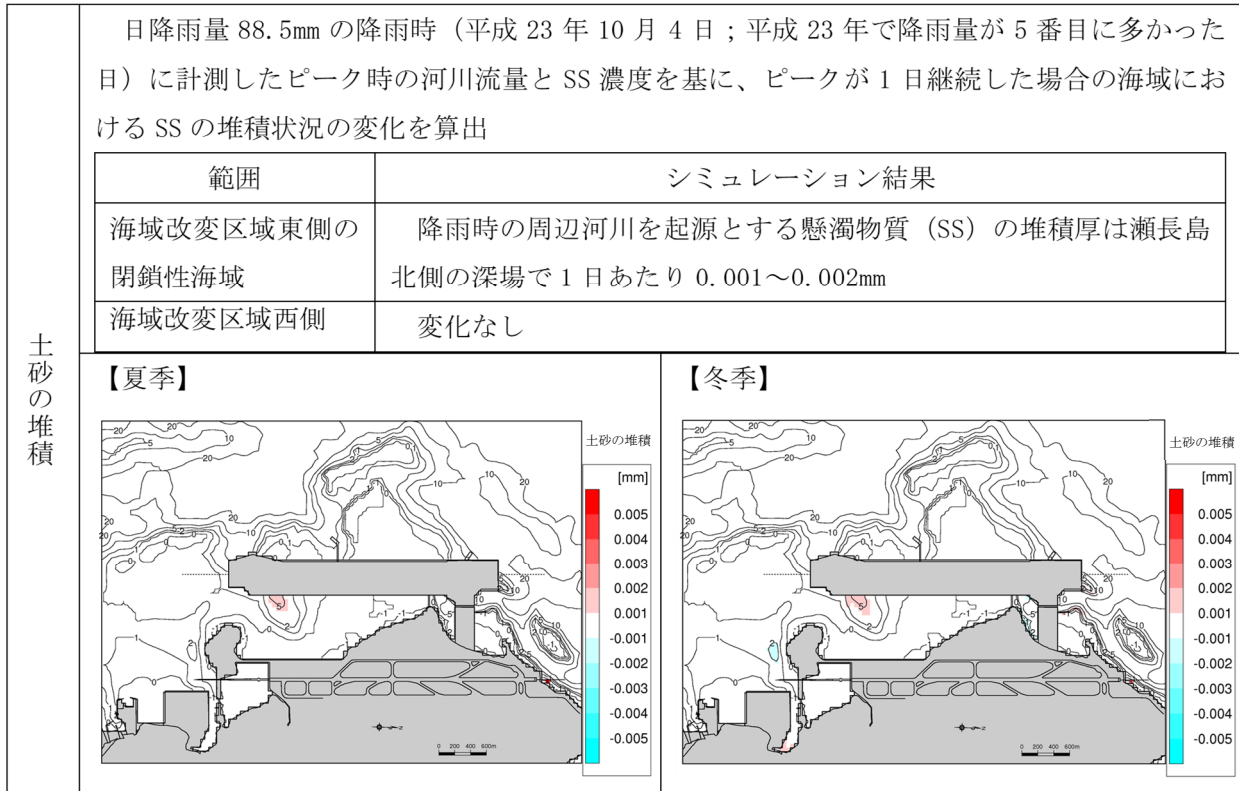


図 25 土砂の堆積

2) 検討結果

砂面変動の変化についての検討結果は、表 13 に示すとおりである。

表 13 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	小項目	工事前の変動範囲 ^{※1} (閉鎖性海域 ^{※3}) (閉鎖性海域以外 ^{※3})	存在時 ^{※2} 調査結果 (閉鎖性海域 ^{※3}) (閉鎖性海域以外 ^{※3})	存在時の環境状態等の検討
マクロベントス	種類数	9~29 種類 8~51 種類	2~42 種類 4~59 種類	<p>環境影響評価の結果、底生動物は、砂面変動の変化について、閉鎖性海域では、底質の長期的な細粒化により生物相が変化する可能性があるとしていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 底質について、SPSS は閉鎖性海域で工事前の変動範囲を上回っており、特に St. 2 では局所的な増加がみられる。しかし、底質の粒度組成については、St. 2 を含む閉鎖性海域の地点すべてで工事前と比較して大きな変化はみられておらず、また、SPSS 及び粒度組成は、存在時の変動は概ね横ばいであることから、底質の変化は評価書における環境影響評価の結果の範囲であると考えられる。 底生動物については、マクロベントスの St. 2 で、工事前の変動範囲を下回ったものの、存在時の変動は概ね横ばいであり、動物門ごとの組成に大きな変化はみられていない。St. 4 では、特定の種による一時的な個体数の増加は確認されたものの、令和元年度秋季以降の結果は工事前の変動範囲内であり、その後の変動も横ばいであった。 なお、St. 2 に生息している底生動物は、閉鎖性海域のその他の地点においても確認されており、閉鎖性海域のその他の地点も含めた調査結果の合計をみると、マクロベントスについては、個体数で一時的に軟体動物門の増加は確認されているものの、存在時における種類数及び個体数は工事前の変動範囲であり、動物門ごとの組成に大きな変化はみられていない。 また、メガロベントスについては、存在時における種類数は概ね工事前の変動範囲であり、存在時の変動は概ね横ばいであった。 <p>以上のことから、SPSS の局所的な増加はみられたものの限定的であり、閉鎖性海域全体において、存在時以降の底質の粒度組成及び生物相に大きな変化はみられていないことから、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>
	個体数	17~128 個体/0.1 m ² 12~304 個体/0.1 m ²	4~805 個体/0.1 m ² 5~389 個体/0.1 m ²	
メガロベントス	種類数	礁池・礁縁 3~40 種類 10~55 種類 干潟域 2~32 種類 13~43 種類	礁池・礁縁 2~58 種類 23~66 種類 干潟域 8~49 種類 12~77 種類	
生物の生息・生育環境(底質)	SPSS (値)	2.7~890kg/m ³ 2.2~660kg/m ³	12.5~1680kg/m ³ 4.0~450kg/m ³	
	SPSS (ランク)	3~8 ランク 1~8 ランク	5~8 ランク 3~8 ランク	
	粒度組成のシルト・粘土分	0.0~84.4% 0.0~59.3%	1.0~73.6% 0.4~20.5%	

※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

※2 存在時は平成 30 年度春季以降（護岸概成後）の調査結果を示す。

※3 閉鎖性海域は St. 2, 4, 8, 9, 10（メガロベントスは St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15）、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。

●底質の細粒化及び底生動物の生物相の変化について

St.2 については、マクロベントスの種類数及び個体数が工事前の変動範囲を下回ったものの、存在時における変動は概ね横ばいであった。また、底質の SPSS は工事前の変動範囲を上回っているものの、存在時の変動をみると変動はみられるものの顕著な増加傾向は確認されていない。そこで、マクロベントスの主な出現種をみると、出現種の傾向は変化していない。また、動物門別の経年変化をみると、工事前から継続して環形動物の組成比率は高いものの、軟体動物や節足動物も確認されている。

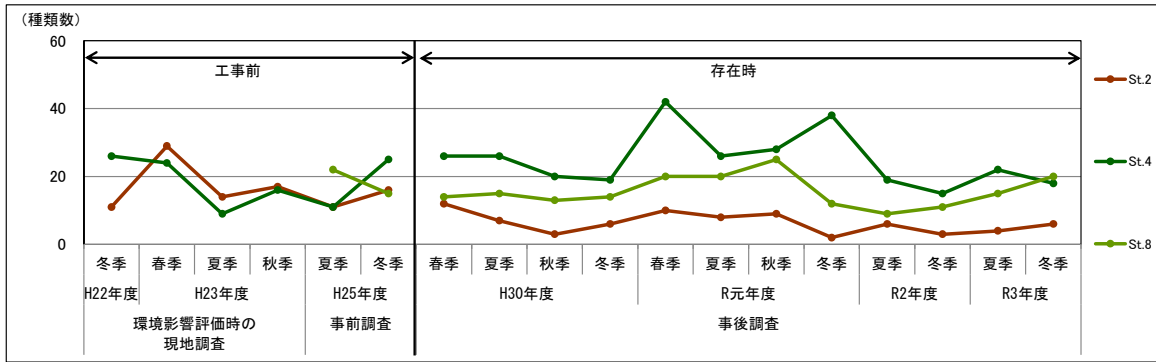
St.4 については、マクロベントスの種類数は工事前の変動範囲内であり、個体数は平成 29 年度秋季～令和元年度夏季に特定の種（オニノツノガイ科やウスヒザラガイ科）が密集していたことにより個体数が増加した。令和元年度秋季以降の結果は工事前の変動範囲内であったことから、これは存在による長期的な影響ではなく、一時的な変化と考えられる。

主な出現種はシリス亜科が 7 回、オニノツノガイ科が 6 回優占する傾向がみられたが、これらの種は工事前から他の調査点でも確認されていた。また、動物門別の経年変化に大きな変化はみられていない。

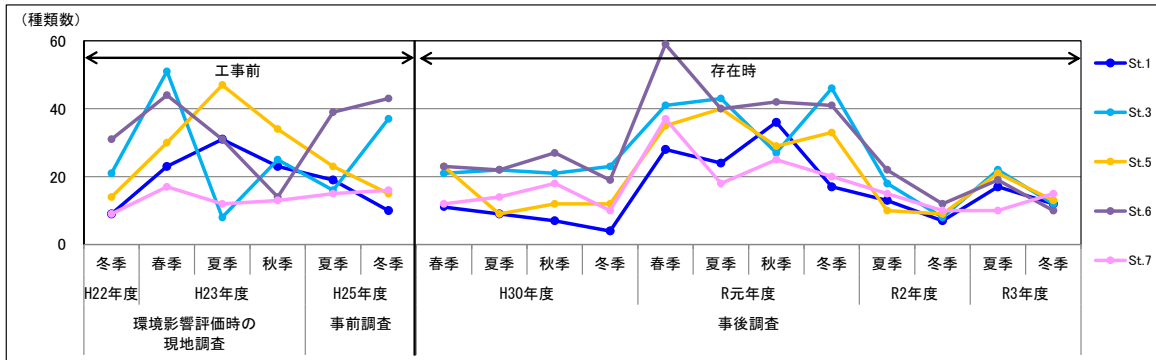
これらのことから、細粒化による顕著な生物相の変化はみられていないと考えられる。

なお、St.2 に生息している底生動物は、閉鎖性海域のその他の地点においても確認されており、閉鎖性海域のその他の地点も含めた調査結果の合計をみると、マクロベントスについては、個体数で一時的に軟体動物門の増加は確認されているものの、存在時における種類数及び個体数は工事前の変動範囲であり、動物門ごとの組成に大きな変化はみられていない。

閉鎖性海域



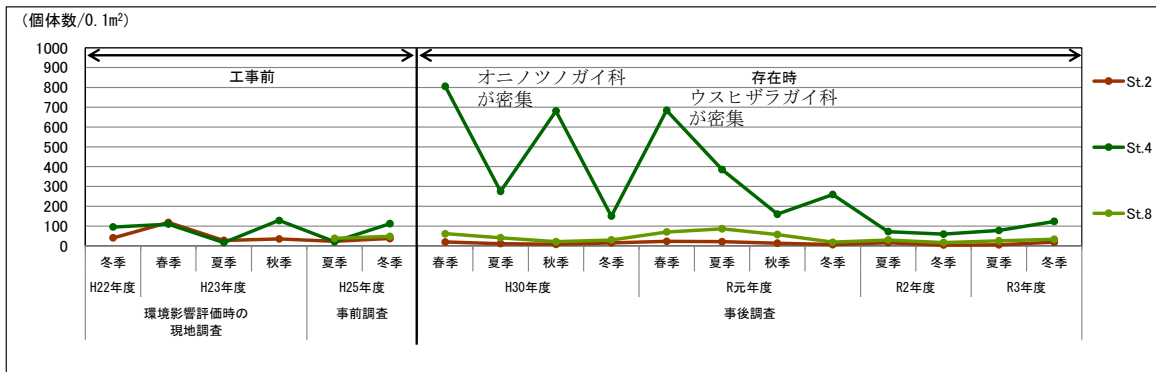
閉鎖性海域以外



注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。

図 26 マクロベントスの種類数の経年変化（工事前・存在時）

閉鎖性海域



閉鎖性海域以外

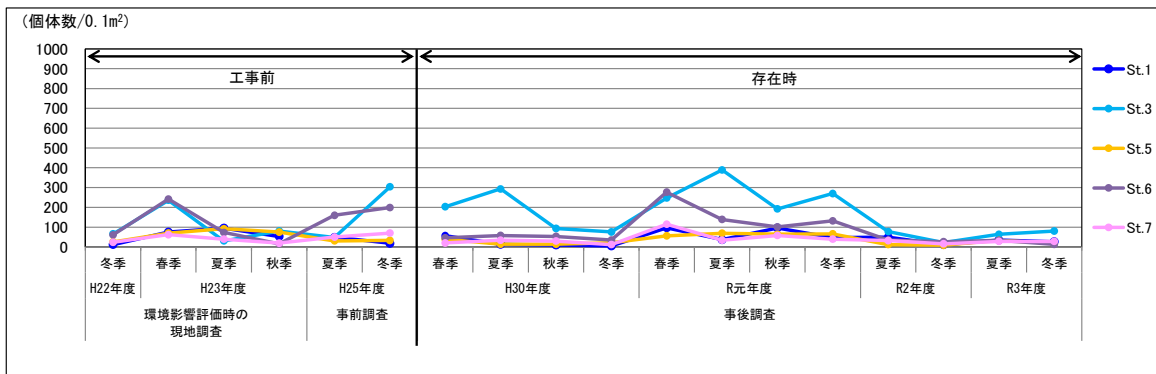
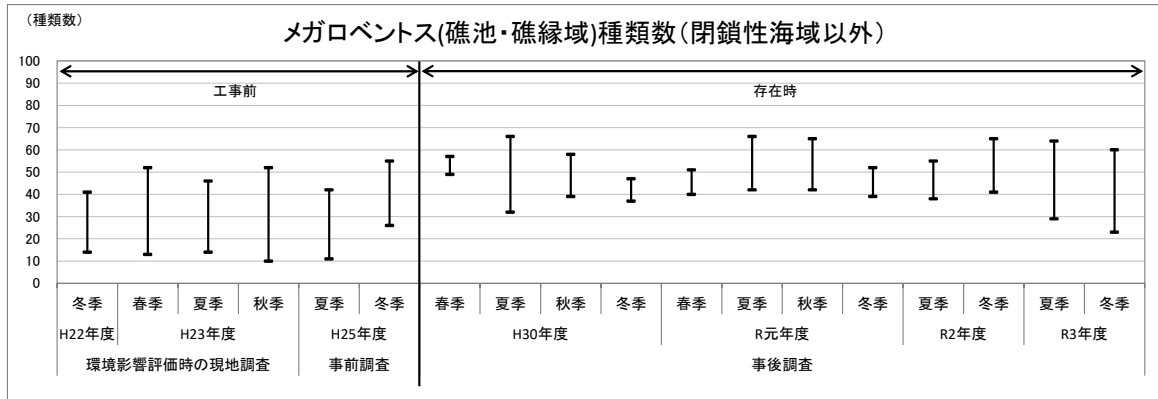
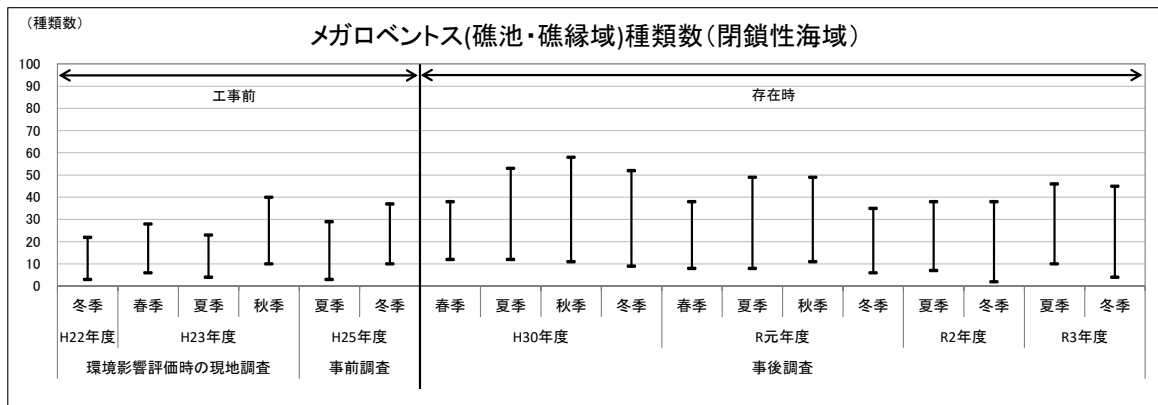
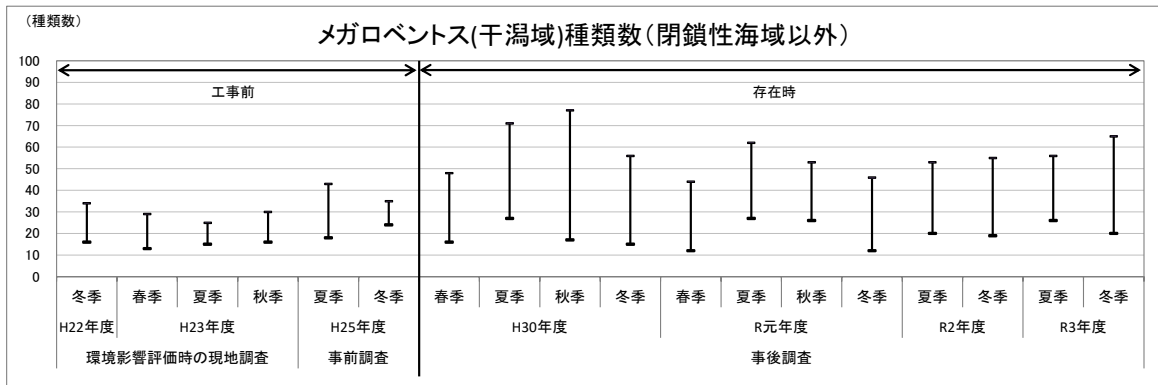
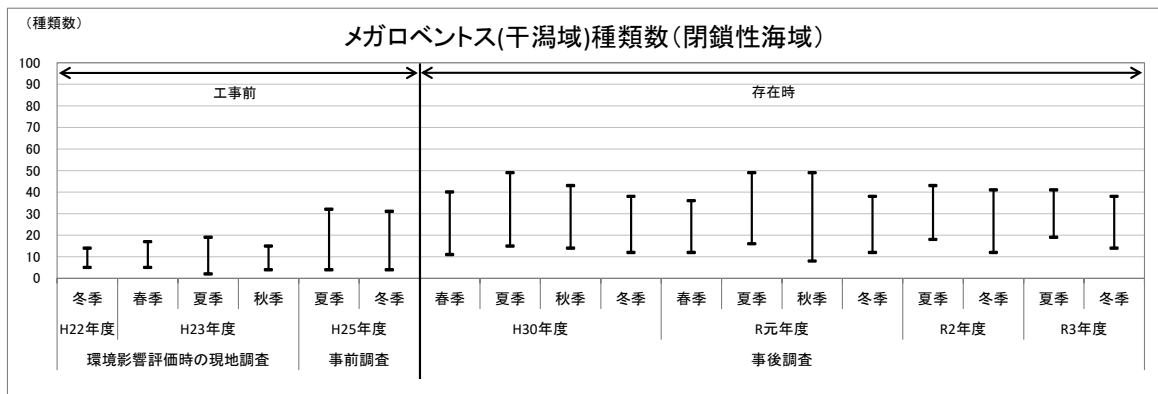


図 27 マクロベントスの個体数の経年変化（工事前・存在時）



注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

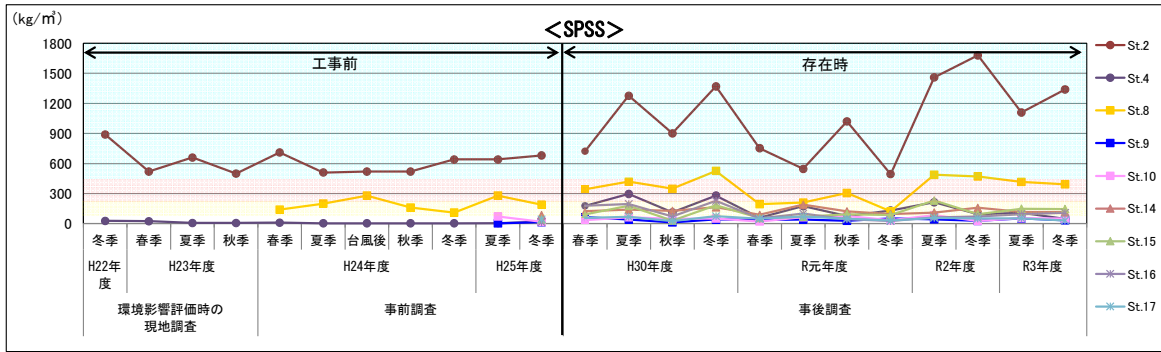
図 28 (1) メガロベントスの種類数の経年変化(礁池・礁縁域) (工事前・存在時)



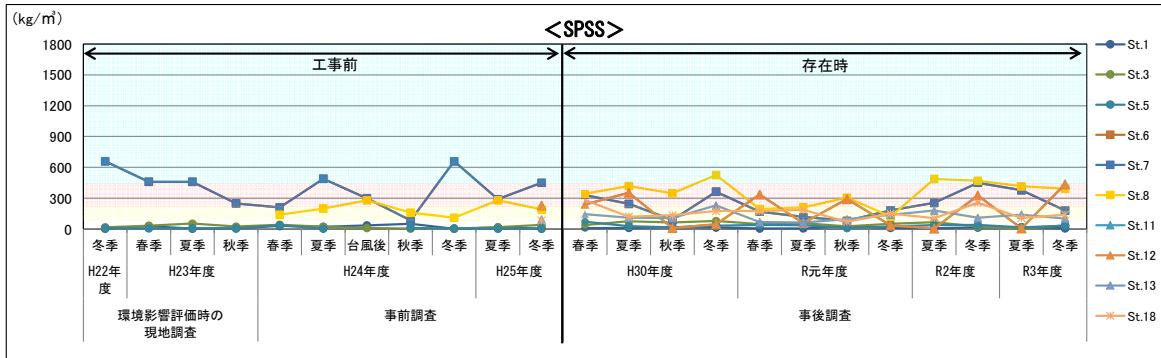
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 28 (2) メガロベントスの種類数の経年変化(干潟域) (工事前・存在時)

閉鎖性海域



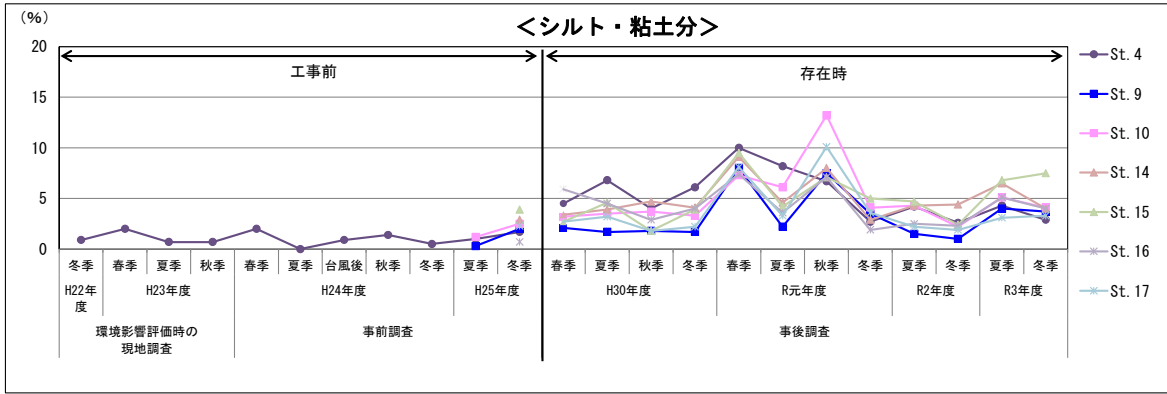
閉鎖性海域以外



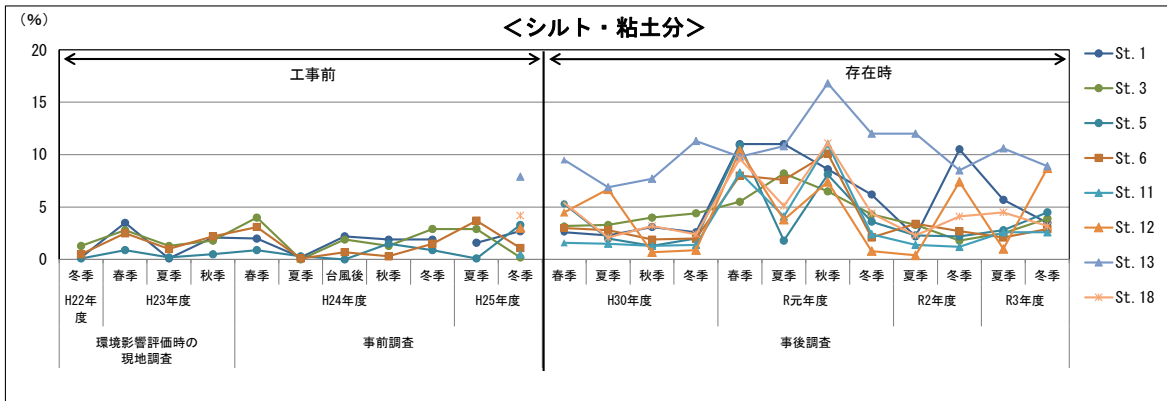
注：St.2の平成26年度秋季は、底質の採取を行っていない。また、St.1及びSt.2は地点を移動しており、線をつなげず示している。

図 29 底質の経年変化（工事前・存在時）

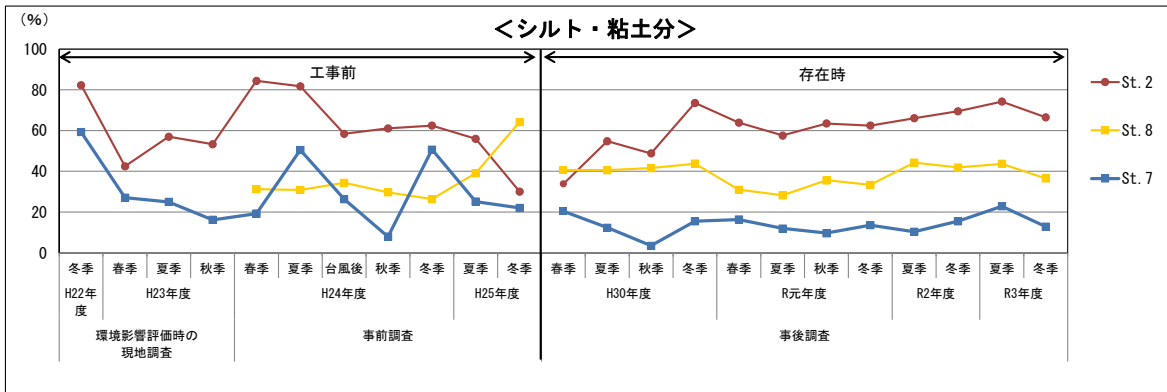
閉鎖性海域



閉鎖性海域以外



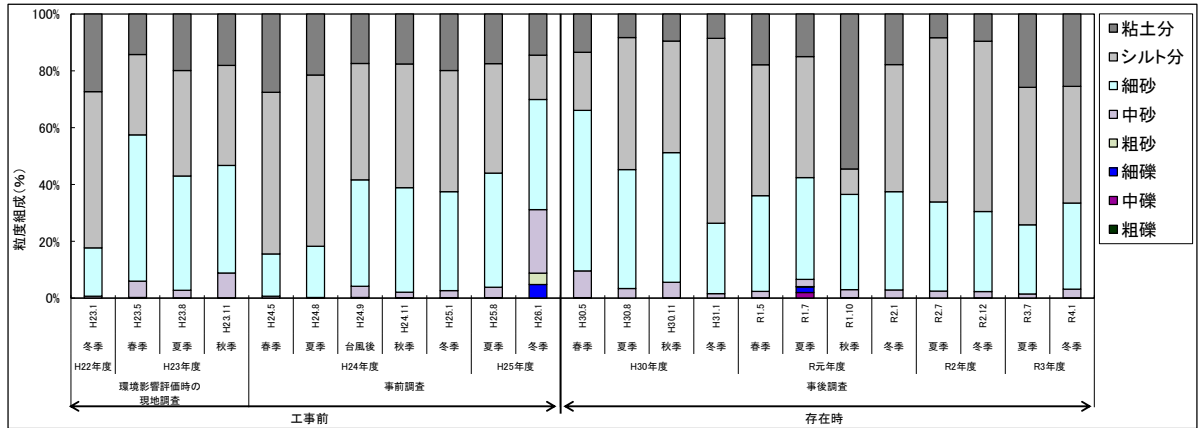
シルト粘土が多い地点



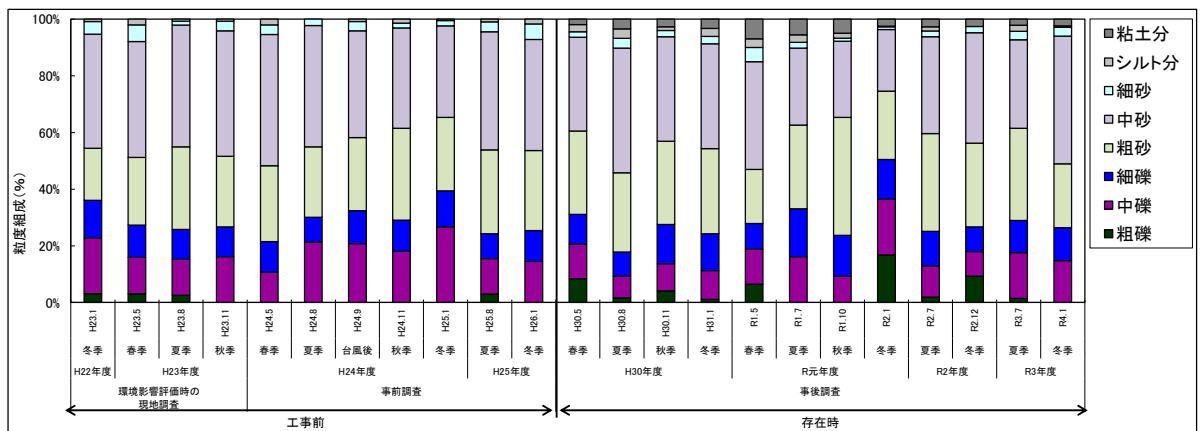
注：St. 2 の平成 26 年度秋季は、底質の採取を行っていない。また、St. 1 及び St. 2 は地点を移動しており、線をつなげず示している。

図 30 底質の経年変化（工事前・存在時）

【St. 2】



【St. 4】



【St. 8】

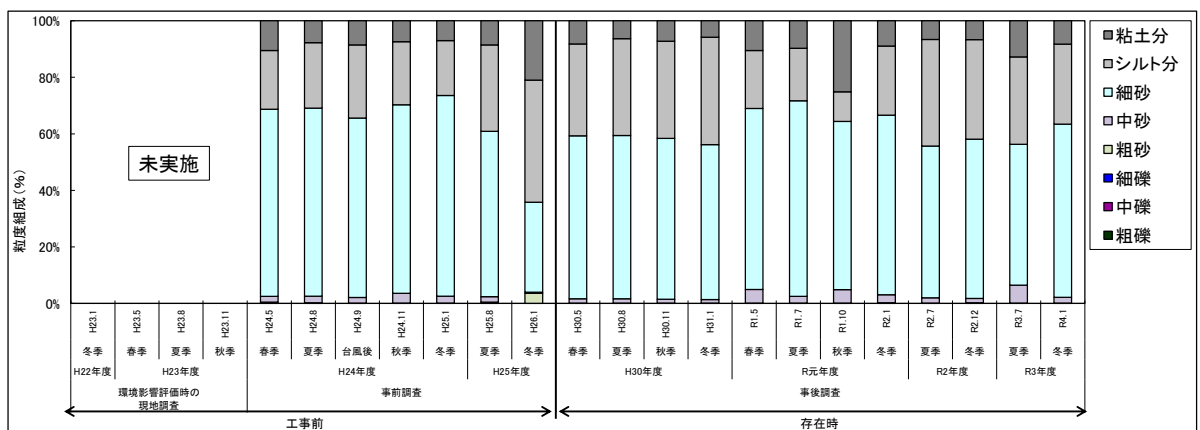
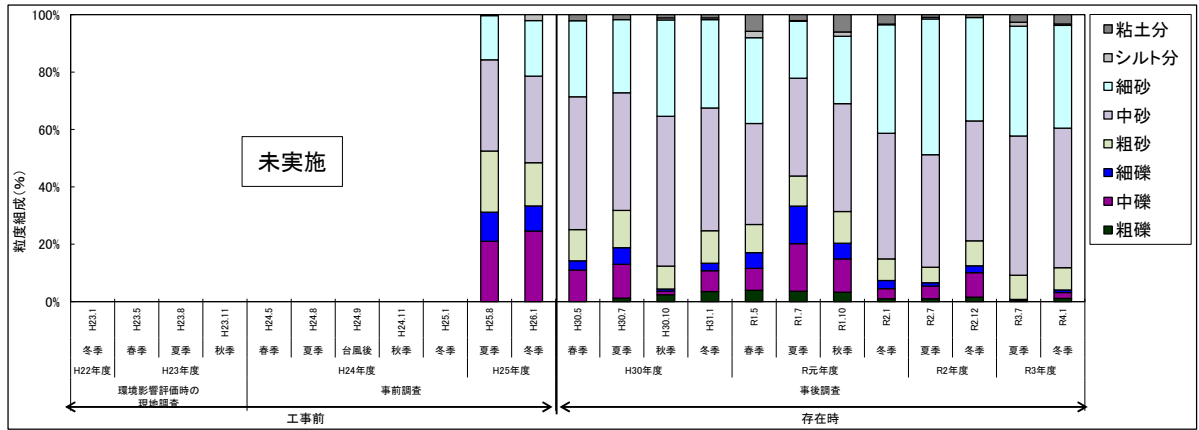
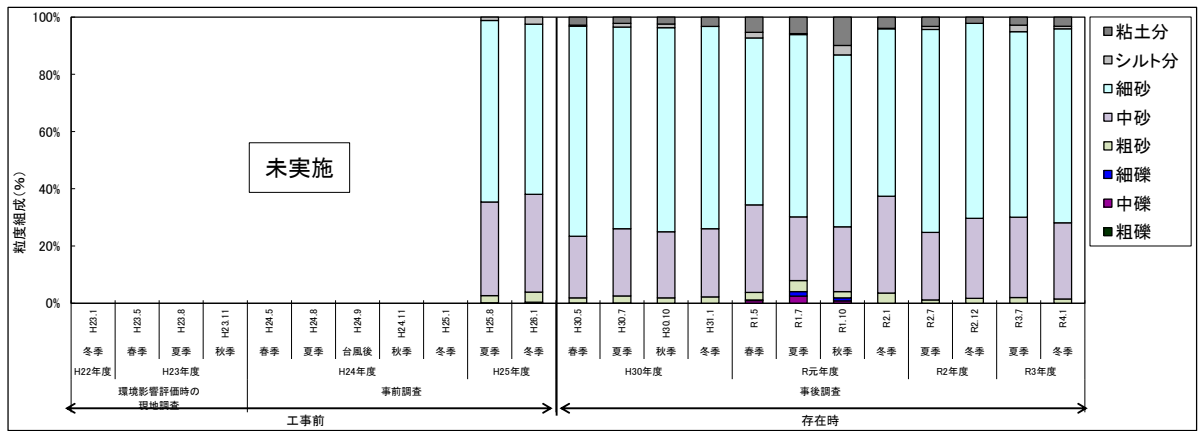


図 31 (1) 粒度組成の経年変化 (閉鎖性海域)

【St. 9】



【St. 10】



【St. 14】

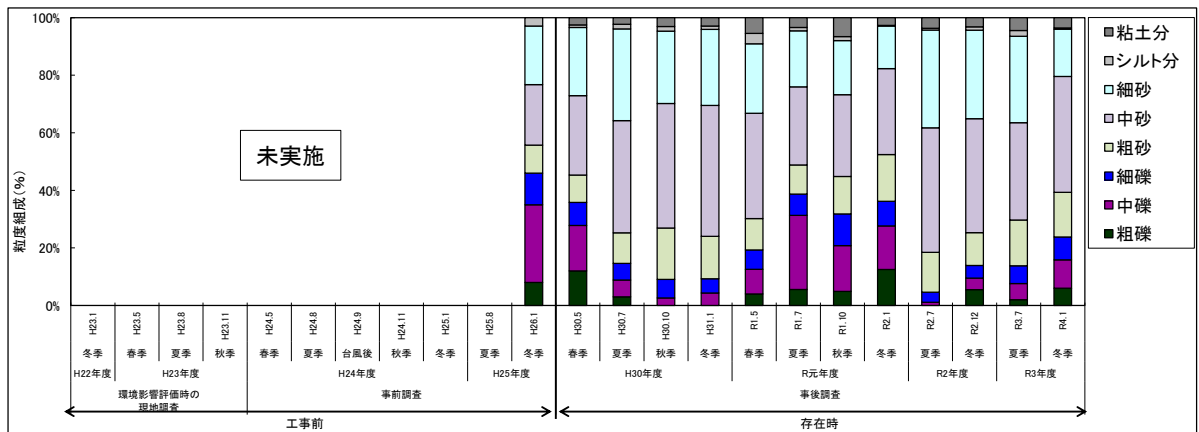
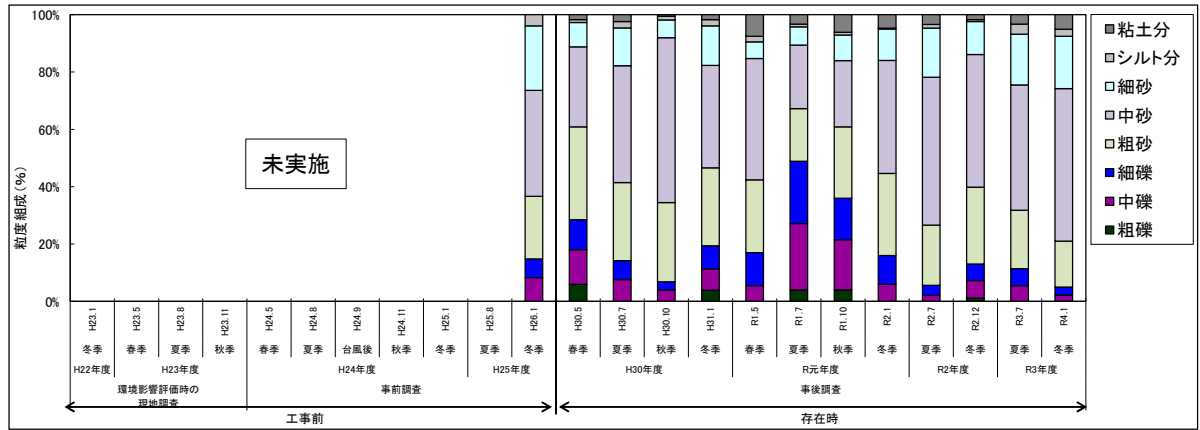
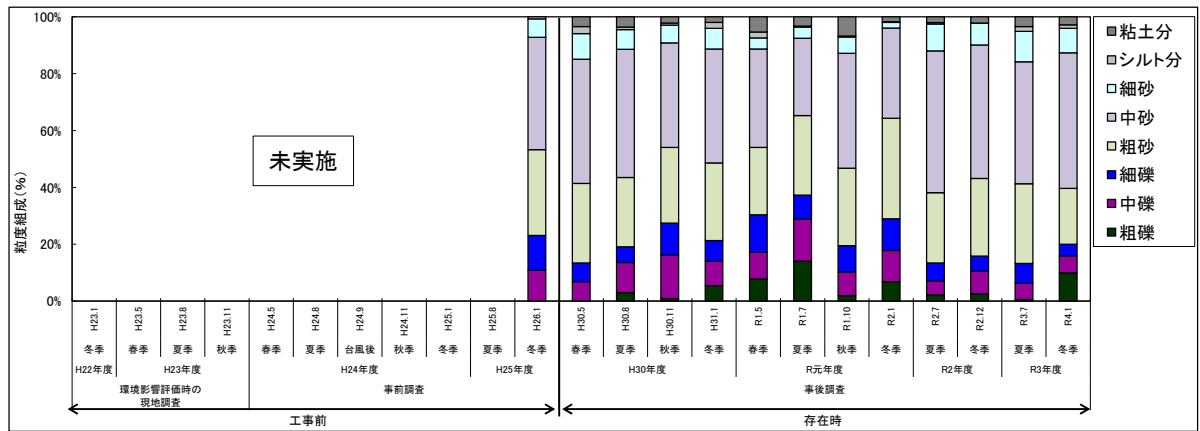


図 31 (2) 粒度組成の経年変化 (閉鎖性海域)

【St. 15】



【St. 16】



【St. 17】

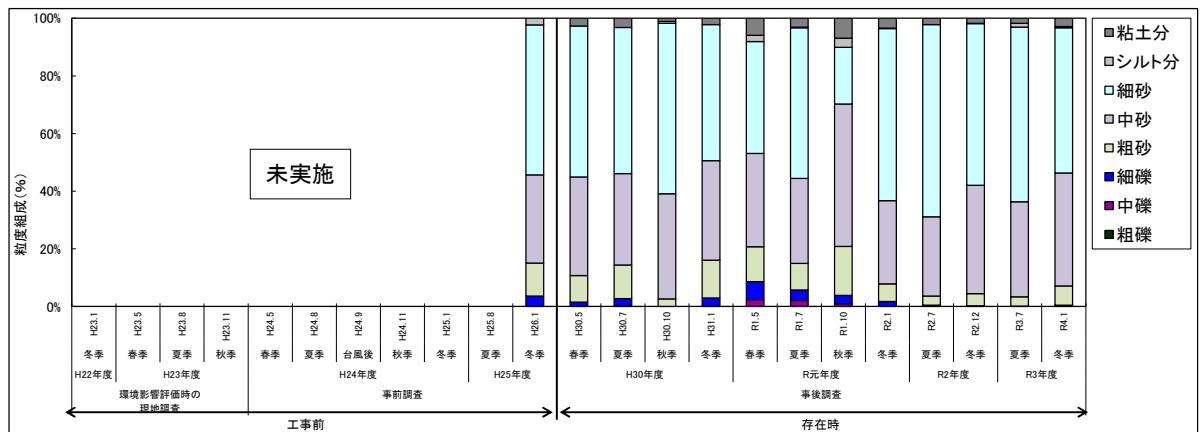


図 31 (3) 粒度組成の経年変化 (閉鎖性海域)

表 14 主な出現種（マクロベントス）

年度	季節	St. 2	St. 4
H22	冬季	<i>Lysilla</i> 属	<i>Mediomastus</i> 属
H23	春季	<i>Terebellides</i> 属	<i>Mediomastus</i> 属
	夏季	<i>Notomastus</i> 属	シス亜科
	秋季	サクラガイ属	<i>Mediomastus</i> 属
H25	夏季	<i>Poecilochaetus</i> 属	ヒメフタバニツカニ
	冬季	<i>Notomastus</i> 属	キレコミカイ
H26	春季	アサギヤコ科	ウスビザラガイ科
	夏季	紐形動物門	シス亜科
	秋季	—	シス亜科
	冬季	<i>Glycera</i> 属	シス亜科
H27	春季	アサギヤコ科	ウスビザラガイ科
	夏季	スナモグリ科	シス亜科
	秋季	サクラガイ属	ミズ綱
	冬季	タルマコカイ科	メリタヨコエビ属
H28	春季	アサギヤコ属	シス亜科
	夏季	<i>Mediomastus</i> 属	ムシモトキシンチャク科
	秋季	<i>Notomastus</i> 属	ヒメクリノミナモリ
	冬季	ヒメクリノミナモリ	シス亜科
H29	春季	ムカデガイ科	ヒメクリノミナモリ
	夏季	イトコカイ科	シス科
	秋季	オノツノガイ科	オノツノガイ科
	冬季	Polycirrinae	オノツノガイ科
H30	春季	Polycirrinae	オノツノガイ科
	夏季	イトコカイ科	オノツノガイ科
	秋季	イトコカイ科	オノツノガイ科
	冬季	イトコカイ科	オノツノガイ科
R1	春季	<i>Notomastus</i> 属	ウスビザラガイ科
	夏季	<i>Notomastus</i> 属	ウスビザラガイ科
	秋季	オキナハマシロ	Syllinae亜科
	冬季	<i>Notomastus</i> 属	ヒメスナホリムシ属
R2	夏季	イトコカイ科	スナホリムシトキ属
	冬季	イトコカイ科	ムシモトキシンチャク科
R3	夏季	<i>Notomastus</i> 属	<i>Mediomastus</i> 属
	冬季	サクラガイ属	メリタヨコエビ科

注 1：個体数組成比第 1 位の種を示す。

注 2：St. 2 の平成 26 年度秋季調査は未実施である。

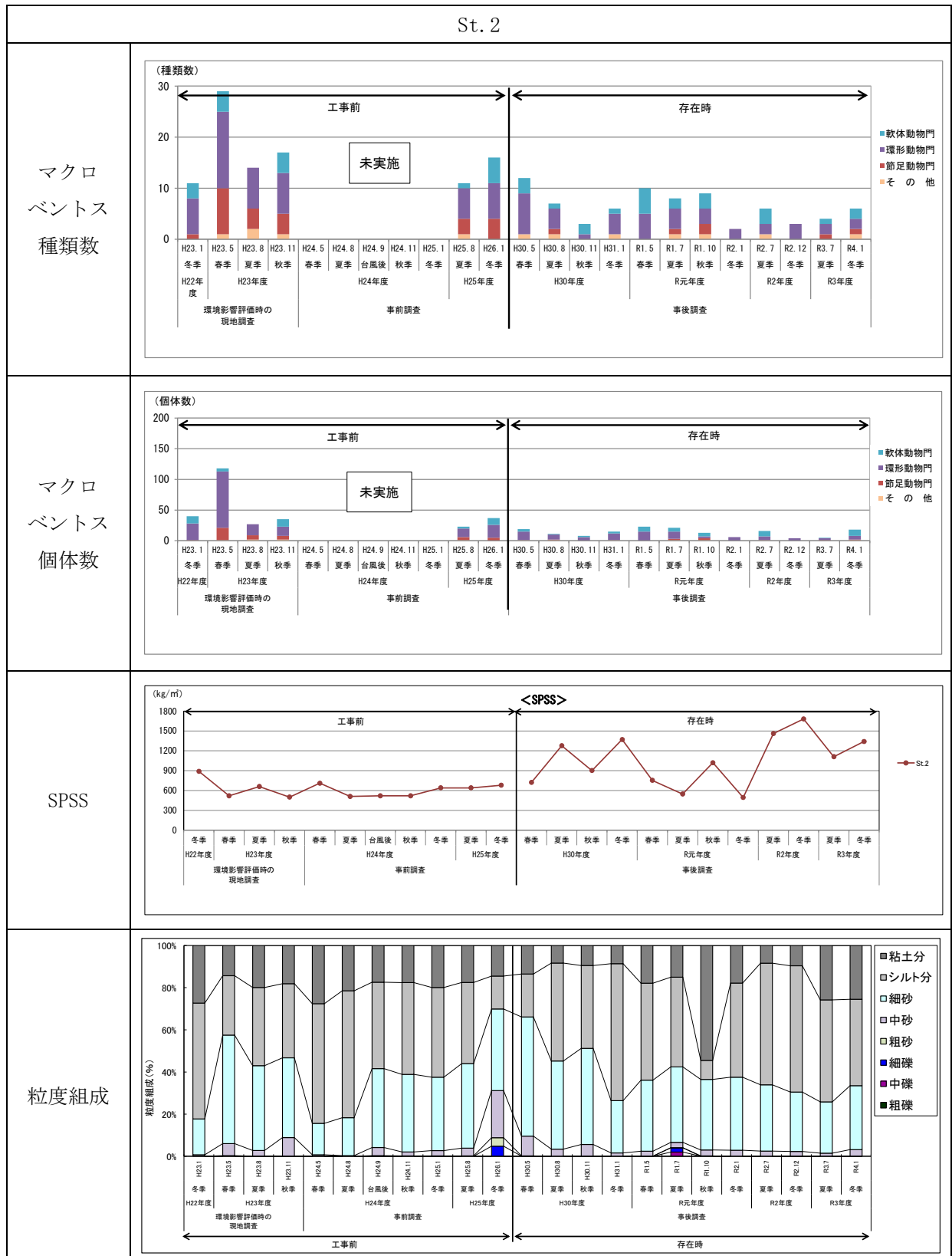


図 32 (1) 分類群別種類数・粒度組成の経年変化 (工事前・存在時)

St. 4

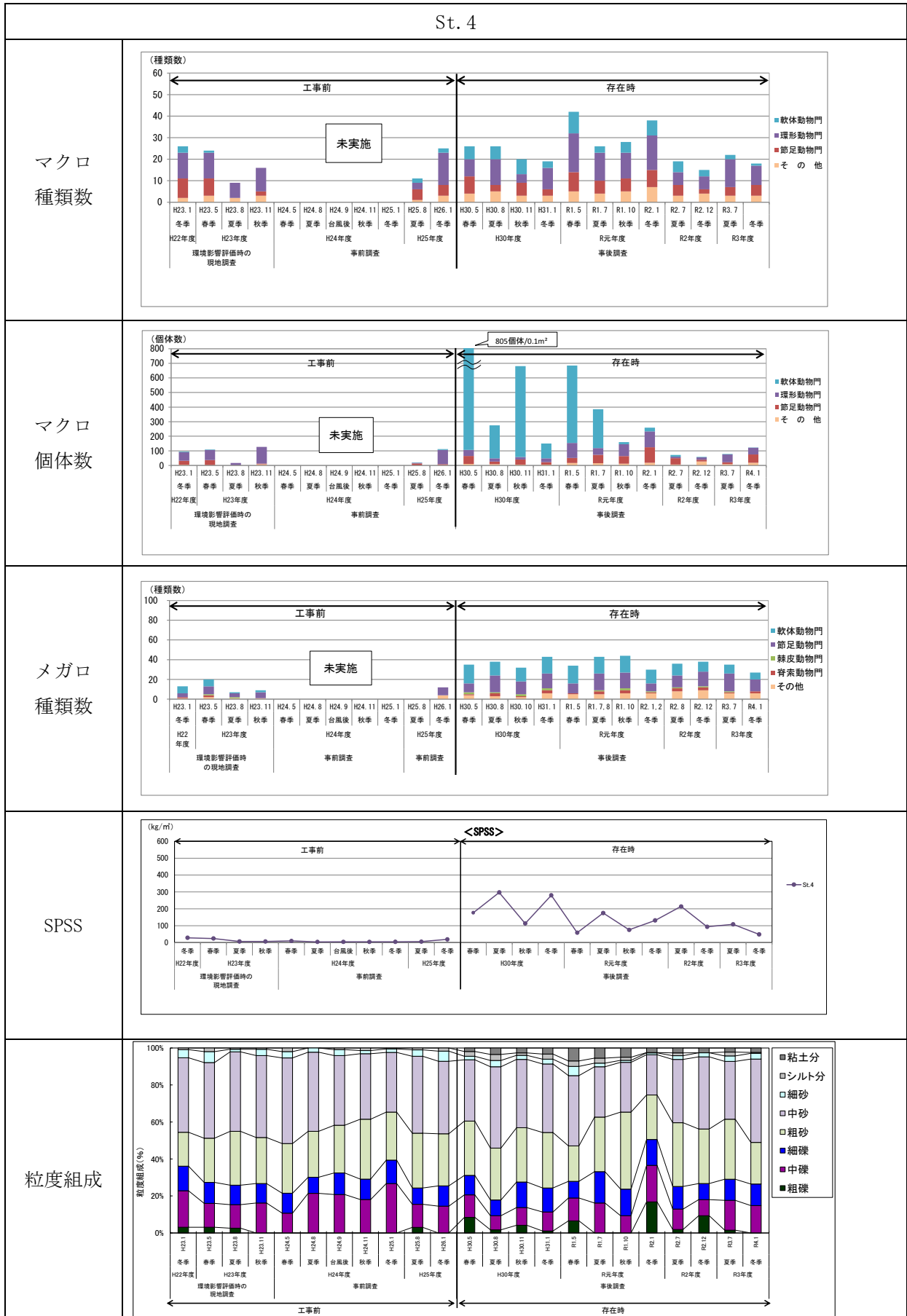
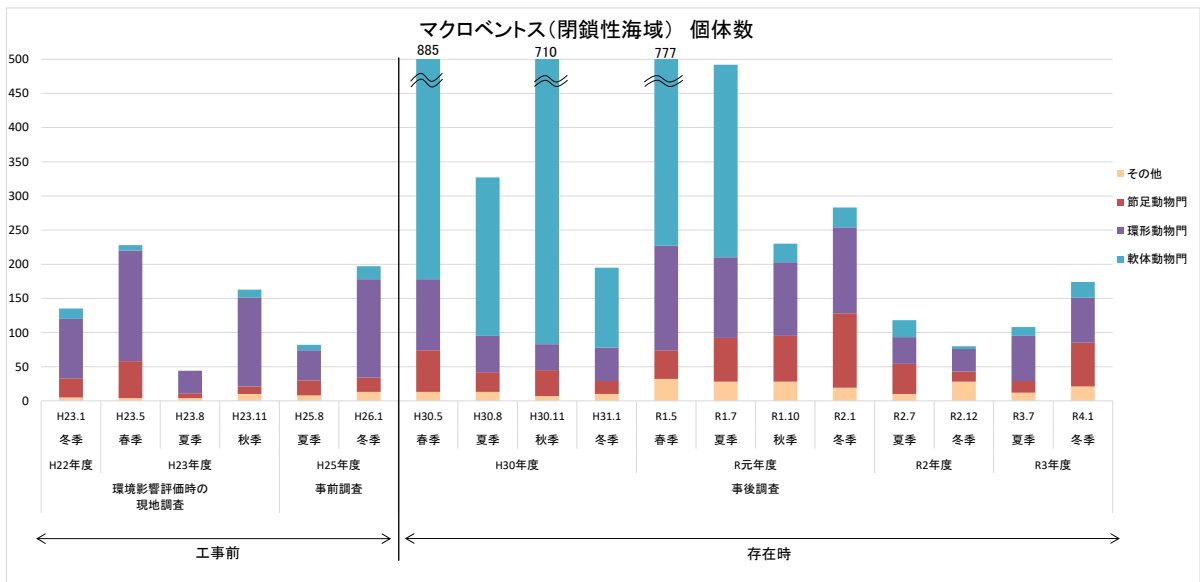
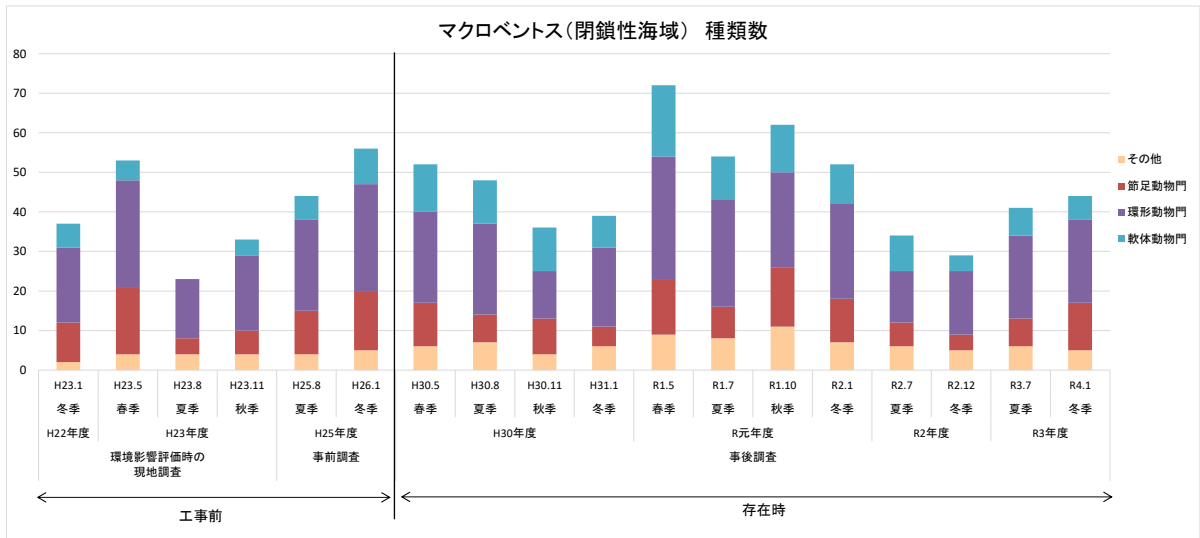


図 32 (2) 分類群別種類数・粒度組成の経年変化 (St. 4) (工事前・存在時)



注：1. 閉鎖性海域の地点として St. 2, 4, 8 の合計を示す。

2. 各地点では、スミス・マッキンタイヤー型採泥器（バケット部 22cm×22cm）を用いて、1 地点当たり 2 回表層泥の採泥を行っている。

図 33 閉鎖性海域の地点におけるマクロベントスの種類数及び個体数の経年変化（工事前・存在時）

(5) 砂面変動の変化及び潮流・波浪の変化（海草藻場、カサノリ類）

1) 環境影響評価の結果

① 海草藻場

海草藻場を構成する海草類について、シールズ数が 0.08 以下で生育に適しているとされており^{出典}、波高が増加する場合、海草類の生育場が不安定となり、生育環境の低下が懸念される。埋立地及び飛行場の存在に伴うシールズ数の変化を計算した結果、海域改変区域東側の閉鎖性海域における藻場分布域では、波浪が遮蔽されることで場が安定し、図 34 及び注：図中の青線は海草藻場分布域（平成 23 年度秋季）を示す。

図 35 に示すようにシールズ数が 0.05 以下となることが予測されているため、海草藻場を構成する海草類の生育環境は向上すると考えられる。

一方、海域改変区域西側における藻場分布域では、シールズ数が 0.01～0.06 増加することが予測されているが、現況においても概ね 0.2～0.5 であり、既に 0.08 を超えている。これらのことから、相対的にはシールズ数がやや増加するものの、生育環境の変化は極めて小さいと考えられる（環境影響評価書 p6.13-257, 258）。

出典：「港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル」（昭和 56 年、財団法人 港湾空間高度化センター 港湾・海域環境研究所）

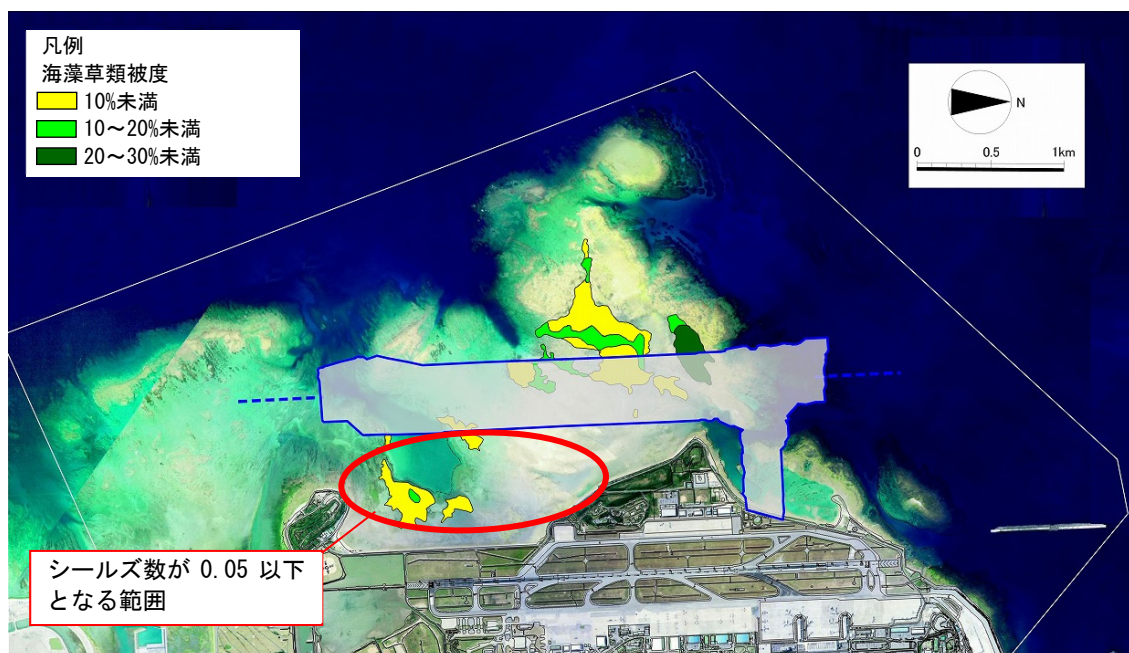
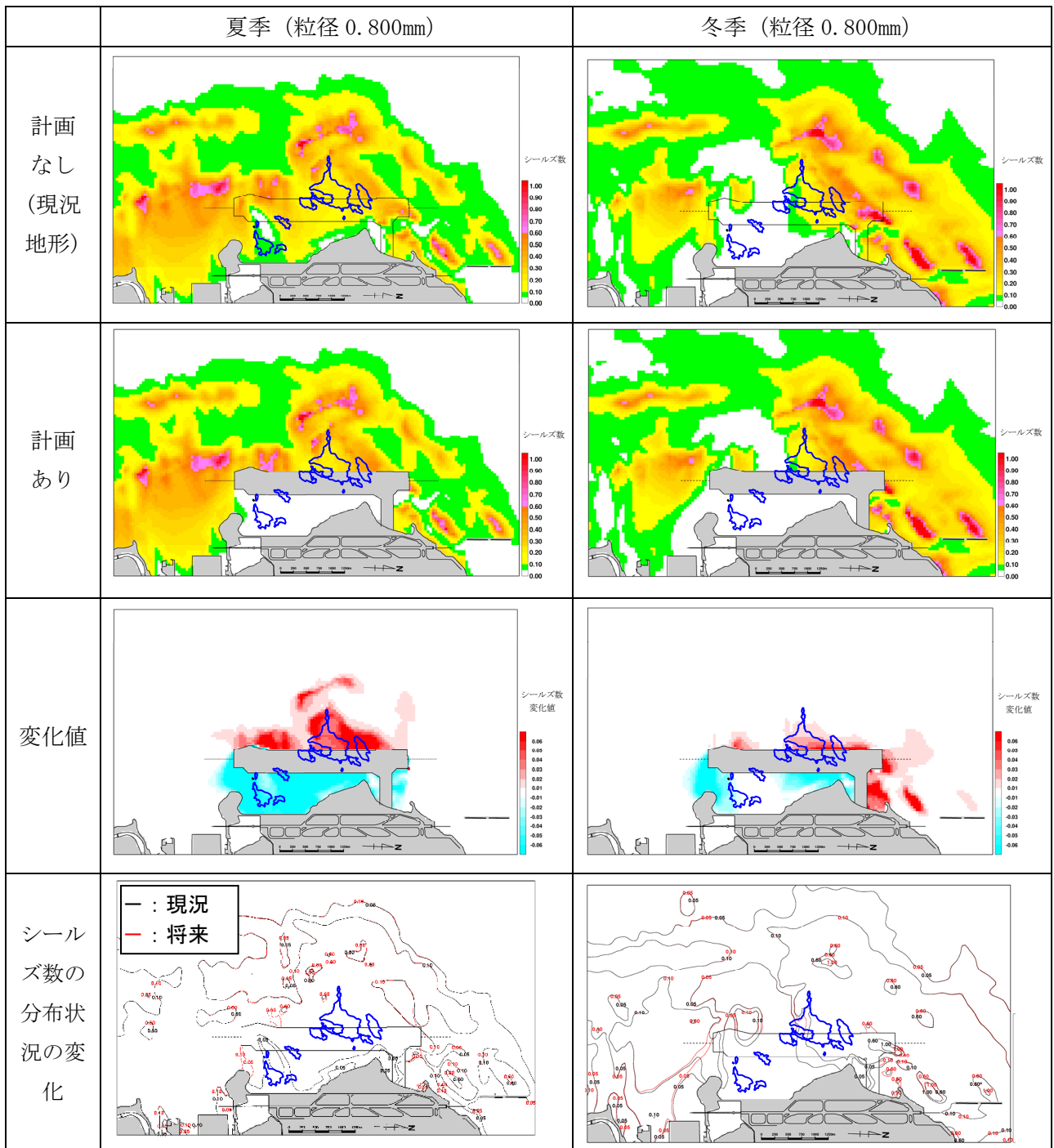


図 34 砂面変動の変化域と海草藻場分布域（平成 23 年秋季）



注：図中の青線は海草藻場分布域（平成 23 年度秋季）を示す。

図 35 波浪によるシルズ数の予測結果と海草藻場分布域(平成 23 年秋季)の重ね合わせ

② カサノリ類

(a) 潮流・波浪の変化による影響

カサノリとホソエガサは、沖合いのリーフエッジや遠浅な地形により消波されるため波当りが弱く、干満に伴う海水交換が良好である海域に多く出現する。

図 36 に示すとおり、海域改変区域東側の閉鎖性海域では、波高減少が予測されているため、カサノリ類の生育環境は向上すると考えられる。一方、海域改変区域西側では海域改変区域近傍において、波高増加が予測されており、カサノリ類の生育状況が変化すると考えられる。

図 37 に示すとおり、カサノリ類の分布域において、潮流の流速変化は $-5\sim+5$ cm/s と小さいため、カサノリ類の生育状況の変化は極めて小さいと考えられる（環境影響評価書 p6. 13-314, 315）。

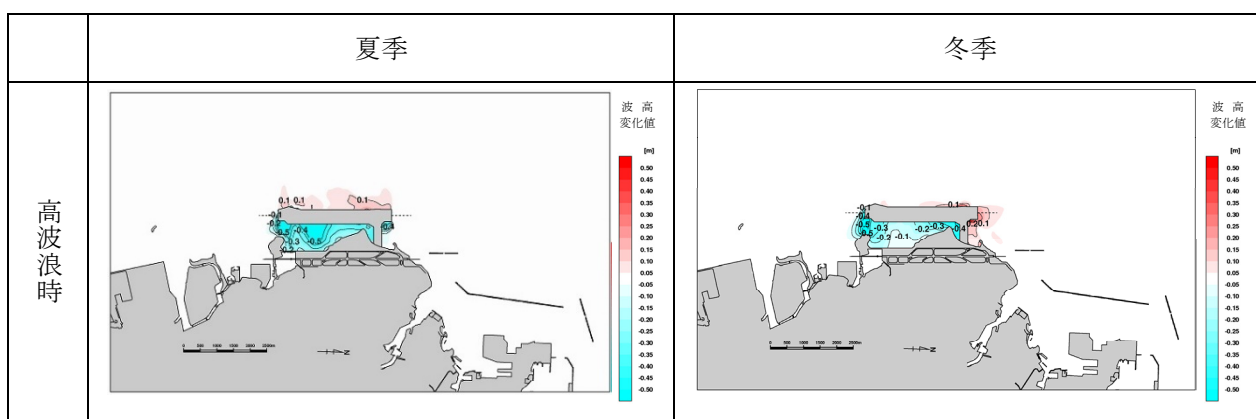


図 36 波浪予測結果（波高変化値）とカサノリ類分布域（平成 19 年度調査）の重ね合わせ

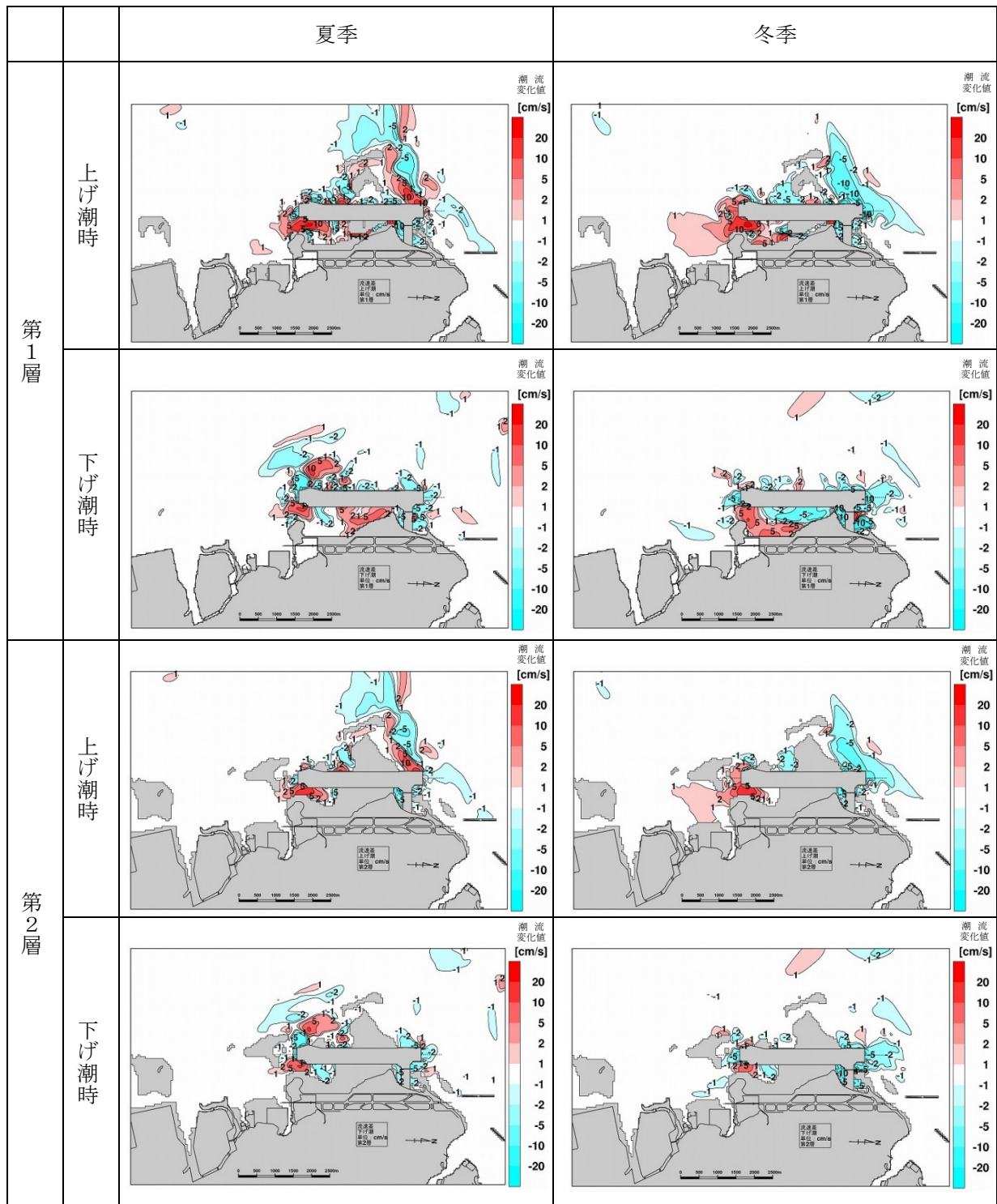


図 37 潮流予測結果（潮流変化値）とカサノリ類分布域（平成 19 年度調査）の重ね合わせ

(b) 砂面変動の変化による影響

海域改変区域東側の閉鎖性海域において、潮流による底質粒子の移動はなく、さらに波浪が遮断されることで生息場の底質は安定することから、長期的にはシルト・粘土分等の細粒分が堆積する傾向にあると想定される。この範囲ではホソエガサとカサノリが確認されている。これら2種は岩盤、礫、転石等に付着し、生育するため、シルト・粘土分の堆積により長期的には生育状況が変化する可能性があると考えられる（環境影響評価書 p6. 13-317）。

③ 順応的管理について

海草藻場については、潮流等のシミュレーション結果から海草類の生育環境が安定することが考えられるが、現地調査結果より台風等のイベント時に分布域の変動が観察されている。このことから、自然変動の不確実性や予測の不確実性を踏まえ、海草藻場の直接的・間接的影響の代償については、積極的な代償措置を行うのではなく、実行可能な順応的管理のもと環境監視調査結果を踏まえて自然変動や他の生物への影響についても配慮したうえで残存する海草藻場の環境の保全・維持管理を実施することとする。また、カサノリ類についても、現状のカサノリ類の分布域、調査地点の被度、水底質の状況を環境監視しながら、カサノリ類の出現状況の変化に応じた監視基準を設定し、実行可能な範囲内で順応的管理を行うこととする（環境影響評価書 p6. 13-322, 328）。

カサノリ類は海域改変区域東側において生育環境が向上すると考えられることから、環境監視調査において監視レベルを段階的に設け、事業者の実行可能な範囲内で順応的管理を行う。なお、海草藻場については、カサノリ類への順応的管理を参考にしながら環境監視委員会（仮称）で検討する（環境影響評価書 p8-26）。

2) 検討結果

砂面変動の変化、潮流・波浪の変化の項目についての検討結果は、表 15 に示すとおりである。

また、これまで実施してきた単年度の結果に係る順応的管理は、他の調査項目と同様、存在時の環境状態等の解析に移行した。

表 15 (1) 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	小項目	工事前の変動範囲※1 (閉鎖性海域) (閉鎖性海域以外)	存在時※2 調査結果 (閉鎖性海域) (閉鎖性海域以外)	存在時の環境状態等の検討
海草藻場	分布調査	面積 10.7～24.9 ha 21.4～46.9 ha	面積 6.7～14.7 ha 34.5～41.7 ha	<p>環境影響評価の結果、閉鎖性海域において、波浪が遮蔽されることで場が安定し、シールズ数が 0.05 以下となることが予測されているため、海草藻場を構成する海草類の生育環境は向上するとされていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波高減少については、埋立地の存在により予測のとおり波高は減少したと考えられる。 ・また、シールズ数について、平成 30 年度冬季及び令和元年度夏季に実施した潮流調査結果を用いて、閉鎖性海域の St.C で算出した結果、0.05 未満となり、生育環境は向上した。 <p>また、評価書で海草藻場については、順応的管理を行うとし、包括的目標を定めており、「閉鎖性海域において、面積もしくは被度が維持/増加すること」としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・存在時における海草藻場の生育域（面積）は、平成 30 年度秋季に台風による一時的な減少がみられるものの、概ね工事前の変動範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであった。 ・存在時における海草藻場の被度については、閉鎖性海域で低下がみられるものの、改変区域西側及び糸満海域の対照区と同様の変動であることから、自然変動と考えられる。また、存在時の変動は概ね横ばいであった。 <p>以上のことから、存在時における海草藻場の生育環境は環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>

※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

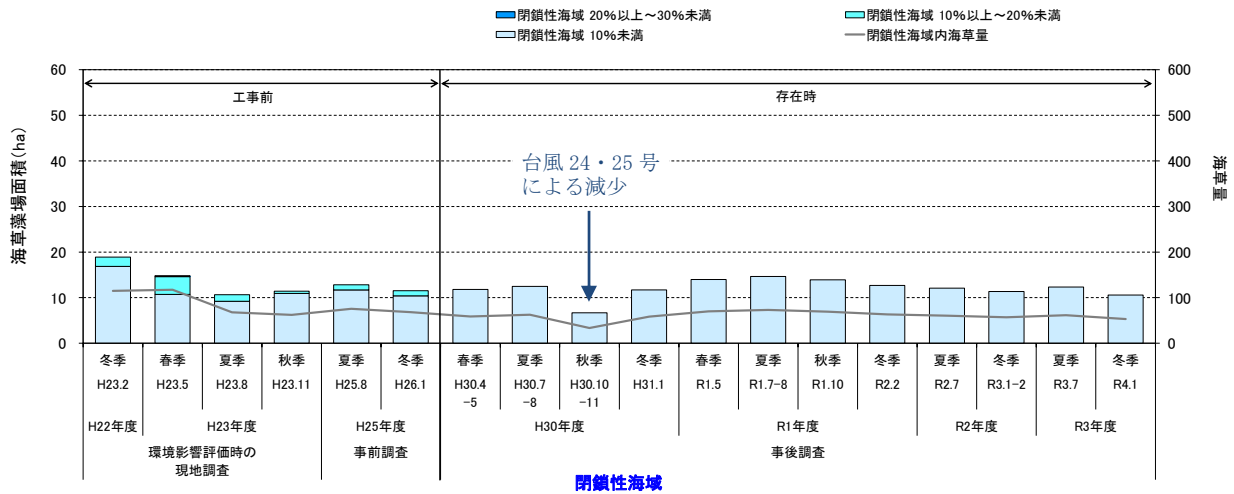
※2 存在時は平成 30 年度春季以降（護岸概成後）の調査結果を示す。

表 15 (2) 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	小項目	工事前の変動範囲※1	存在時※2 調査結果	存在時の環境状態等の検討
カサノリ類	分布状況	閉鎖性海域において、継続的に分布が確認されている。	閉鎖性海域において、継続的に分布が確認されている。	<p>環境影響評価の結果、閉鎖性海域において、波高減少が予測されているため、カサノリ類の生育環境は向上するとされていた。</p> <p>また、閉鎖性海域において、長期的にはシルト・粘土分等の細粒分が堆積する傾向にあり、シルト・粘土分の堆積により長期的には生育状況が変化する可能性があると考えられていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波高減少については、埋立地の存在により予測のとおり波高は減少したと考えられる。 ・また、シーلز数については、平成 30 年度冬季及び令和元年度夏季に実施した潮流調査結果を用いて、閉鎖性海域の St. C で算出した結果、0.05 未満となり、生育環境は向上した。 ・底質の細粒化については、詳細調査地点において、細粒分（浮泥）の堆積状況調査を実施しているが、存在時における細粒分（浮泥）の堆積は 0～1 mm であり、存在時において細粒分（浮泥）の増加は確認されていない。 ・また、底質の調査結果において、SPSS は閉鎖性海域で工事前の変動範囲を上回っており、特に St. 2 では局所的な増加がみられる。しかし、底質の粒度組成については、St. 2 を含む閉鎖性海域の地点すべてで工事前と比較して大きな変化はみられておらず、また、SPSS 及び粒度組成は、存在時の変動は概ね横ばいであることから、底質の変化は環境影響評価の結果の範囲であると考えられる。 <p>また、評価書でカサノリ類については、順応的管理を行うとし、カサノリ類は生育域の年変動が大きいことを踏まえ、包括的目標を定めており、「閉鎖性海域において、継続的に分布が確認される場所がみられること」としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・存在時において、カサノリ類は、閉鎖性海域で継続的に分布が確認されている。 <p>以上のことから、存在時におけるカサノリ類の生育環境は環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>

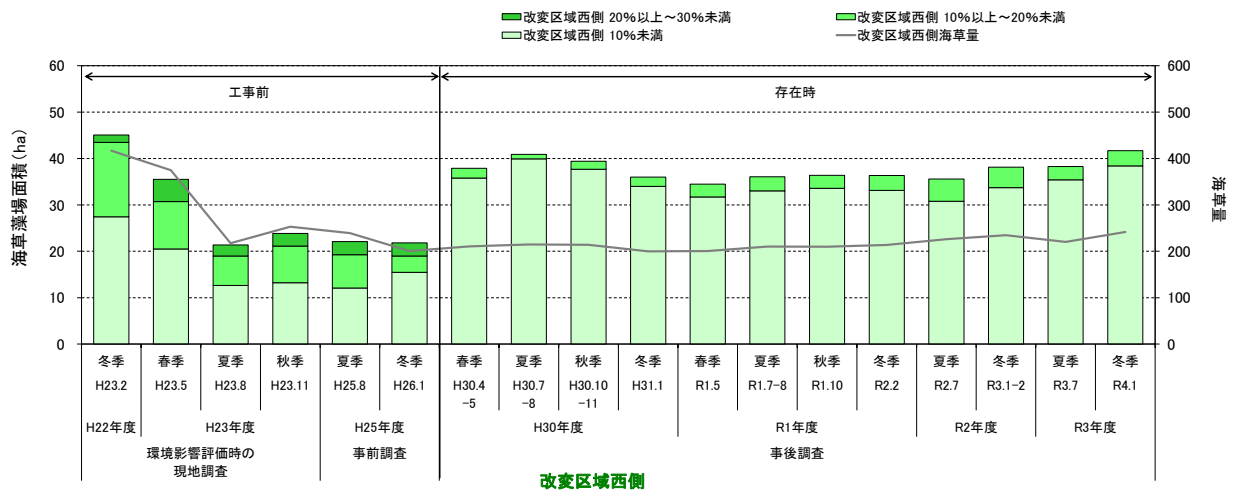
※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

※2 存在時は平成 30 年度春季以降（護岸概成後）の調査結果を示す。



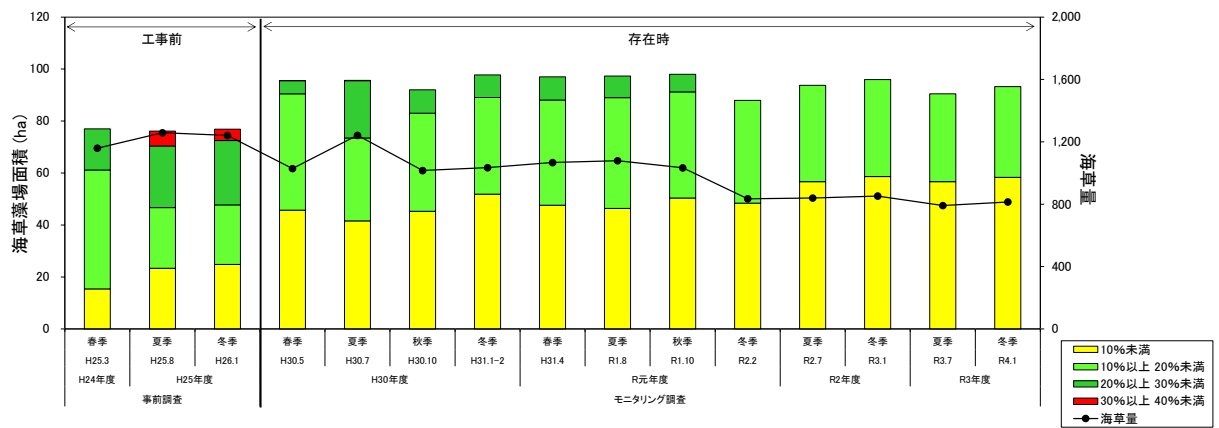
注1：海草藻場面積には、変更区域内の海草藻場の面積は含まれていない。
 2：海草量は、被度別の面積の変化を視覚化した指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。
 例) 20%以上～30%未満(中間値 25) : x ha、
 10%以上～20%未満(中間値 15) : y ha、
 10%未満 (中間値 5) : z ha の場合、海草量は $(25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

図 38 事業実施区域周辺における海草藻場の分布面積の経年変化（閉鎖性海域）（工事前・存在時）



注1：海草藻場面積には、変更区域内の海草藻場の面積は含まれていない。
 2：海草量は、被度別の面積の変化を視覚化した指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。
 例) 20%以上～30%未満(中間値 25) : x ha、
 10%以上～20%未満(中間値 15) : y ha、
 10%未満 (中間値 5) : z ha の場合、海草量は $(25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

図 39 事業実施区域周辺における海草藻場の分布面積の経年変化（変更区域西側）（工事前・存在時）



注：海草量は、被度別の面積の変化を指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。

例) 30%以上～40%未満 (中間値 35) : w ha、

20%以上～30%未満 (中間値 25) : x ha、

10%以上～20%未満 (中間値 15) : y ha、

10%未満 (中間値 5) : z ha の場合、海草量は $35 \times w + (25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

図 40 海草藻場 (対照区) の分布面積の経年変化 (工事前・存在時)

重要種保護のため位置情報は表示しない。

図 41 (1) カサノリ類の分布状況 (存在時)

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 41 (2) カサノリ類の分布状況 (存在時)

重要種保護のため位置情報は表示しない。

図 41 (3) カサノリ類の分布状況 (存在時)

表 16 詳細調査結果（平成 30 年 4 月）

調査期日：平成30年4月16～18日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
		概算株数	1～10	11～50	51～100	101～500	501～1000	1000<	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<1%)	カサノリ	群体数	1	1		1			砂	1mm未満	・アオサ属、ホソカゴメリが被度1%未満でみられた。 ・イソスギナが被度5%未満でみられた。
		生長段階	II	III		II III					
Ac2 (<1%)	カサノリ	群体数	19	5					砂	1mm未満	・ホソカゴメリ、スジアオリ、アオサ属が被度1%未満でみられた。 ・イソスギナが被度1%未満でみられた。 ・浮泥が一部のカサノリに堆積していた。
		生長段階	III	III III							
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	36	37	10	3			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリが被度5%未満でみられ、カサノリを被覆していた。アオサ属、フクロリが被度1%未満でみられた。 ・イソスギナが被度1%未満でみられた。
		生長段階	II III	II III	II III	III					
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	34	18	3	2			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリが被度15%でみられ、カサノリを被覆していた。アオサ属、ヒトエグサが被度1%未満～5%未満でみられた。 ・イソスギナが被度1%未満でみられた。
		生長段階	II III	III	III IV	III III					
Ac5 (5～10%)	カサノリ	群体数	31	39	14	7	1	1	砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリが被度30%でみられ、カサノリを被覆していた。ヒトエグサ、フクロリ、スジアオリ、カゴメリ等が被度1%未満～10%でみられた。
		生長段階	II III	II III	II III	II III	III	III IV			

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 17 詳細調査結果（平成 31 年 2 月上旬）

調査期日：平成31年2月6～10日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
		概算株数	1～10	11～50	51～100	101～500	501～1000	1000<	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<1%)	カサノリ	群体数	1	4					砂礫	1mm未満	・アオリ属、シオグサ属、ハネモ属、アオサ属、イソスギナ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	II	II							
Ac2 (<1%)	カサノリ	群体数	1	5					砂	なし	・カゴメリ、フクロリ、イソスギナ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。カサノリを含め、これらの藻類は全て同じ様に付着していた。
		生長段階	II	III III							
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	4	10	11	5	1		砂礫	1mm未満	・カゴメリ、ホソカゴメリ、シオグサ属、イソスギナ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	II	II	II	II	II III				
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	5	5	2	2	1		砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリ、ハネモ属が被度1%未満で、シオグサ属が被度20%でみられた。
		生長段階	II	II	II	II	II III				
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	16	18	10	4	1	1	砂礫	1mm	・アオリ属が被度1%未満で、シオミドロが被度5%でみられた。
		生長段階	II	II	II	II	II	II			

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 18 詳細調査結果 (平成 31 年 2 月下旬)

調査期日:平成31年2月19～22日

調査地点	種類	株数ランク							生息環境		備考(他種との共存等)
		概算株数	R	+	++	C	VC	O	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<1%)	カサリ	群体数	3		4				砂礫	1mm未満	・アオノリ属、イソスギナ、カゴメリ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	II III		III						
Ac2 (<1%)	カサリ	群体数	2	4					砂	なし	・イソスギナが生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。本調査地点には砂紋がみられた。
		生長段階	IV	III							
Ac3 (<5%)	カサリ	群体数	3	45	13	4			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリ、シオグサ属、アオサ属、イソスギナ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	III	III	III	III					
Ac4 (<5%)	カサリ	群体数	14	7	6	8			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリ、アオノリ属、イソスギナが被度1%未満で、シオグサ属が被度10%でみられた。
		生長段階	III	III	III	III					
Ac5 (<5%)	カサリ	群体数	11	17	16	8	9		砂礫	1mm	・アオノリ属、イギス科、イソスギナが被度1%未満で、シオグサ属が被度5%でみられた。
		生長段階	III	III	III II	III II	III II				

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 19 詳細調査結果 (平成 31 年 3 月)

調査期日:平成31年3月4～6、8日

調査地点	種類	株数ランク							生息環境		備考(他種との共存等)
		概算株数	R	+	++	C	VC	O	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<1%)	カサリ	群体数	5	2					砂礫	なし	・アオノリ属、イソスギナ、カゴメリ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	IV III II	II、III							
Ac2 (<1%)	カサリ	群体数	4	2					砂	なし	・イソスギナが生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。本調査地点には砂紋がみられた。
		生長段階	IV III	III IV							
Ac3 (<5%)	カサリ	群体数	27	16					砂礫	なし	・ホソカゴメリ、シオグサ属、アオサ属、イソスギナ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	III IV	III IV							
Ac4 (<5%)	カサリ	群体数	38	18	4	7	3		砂礫	1mm未満	・ホソカゴメリ、アオノリ属、イソスギナが被度1%未満で、シオグサ属が被度10%でみられた。
		生長段階	III IV	III	III	III	III				
Ac5 (<5%)	カサリ	群体数	24	24	14	8	3		砂礫	なし	・アオノリ属、イギス科、イソスギナが被度1%未満で、シオグサ属が被度5%でみられた。
		生長段階	III IV	III IV	III	III	III				

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 20 詳細調査結果（平成 31 年 4 月）

調査期日：平成31年4月22日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	5						砂礫	なし	イソスギナ、カゴメリ、ウスユキウチワ、トゲノリ、アカソ、藍藻綱等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	Ⅲ、Ⅳ								
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	6	2					砂	なし	イソスギナ、ホソカゴメリ、オゴノリ属、フクロノリ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ							
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	40	10					砂礫	1mm未満	カゴメリ、ホソカゴメリ、ウミウチワ属、イソスギナ、トゲノリ等が1%未満で生育し、総被度は5%未満であった。
		生長段階	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ							
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	47	22	7	8			砂礫	1mm未満	イソスギナ、トゲノリ、イバラノリ、アオサ属、藍藻綱が被度1%未満で、ホソカゴメリが5%のみみられた。
		生長段階	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ					
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	43	26	21	13	1		砂礫	1mm未満	イソスギナ、カゴメリ、トゲノリ、アオサ属、藍藻綱が被度1%未満で、ホソカゴメリが5%未満のみみられた。
		生長段階	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ、Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ、Ⅳ				

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 21 詳細調査結果（令和 2 年 1 月）

調査期日：令和2年1月25日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	11	15	10	5	2		砂礫	1mm未満	藍藻綱、シオグサ属等が生育していたが、総被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	Ⅰ、Ⅱ	Ⅰ、Ⅱ	Ⅱ、Ⅲ	Ⅰ、Ⅱ	Ⅰ、Ⅱ				
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	10	15	14	13	2		砂礫	1mm未満	アオノリ属等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。Ⅱ、Ⅲ段階のカサノリ群体に浮泥が堆積していた。
		生長段階	Ⅱ、Ⅲ	Ⅰ、Ⅱ	Ⅰ、Ⅱ	Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ	Ⅰ				
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	1						砂	なし	藍藻綱、イソスギナ等が生育していたが、総被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	Ⅱ								
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	1						砂	なし	イソスギナ等が生育していたが、総被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階	Ⅲ								
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数			1				砂	なし	アオノリ属、イソスギナ等が生育していたが、総被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階			Ⅱ、Ⅲ						

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 22 詳細調査結果（令和2年2月）

調査期日：令和2年2月13日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
		概算株数	1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数		3					砂礫	なし	藍藻綱、アオノリ属、イソスギナ等が生育していたが、総被度は1%未満と低被度であった。
		生長段階		III							
Ac2 (5%)	カサノリ	群体数	38	24	6	10	5	2	砂礫	1mm未満	藍藻綱、シオグサ属、イソスギナ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。II、III段階のカサノリ群体に浮泥が堆積していた。
		生長段階	II	I、II	I、II	I、II	II、III	II、III			
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	8	4			1		砂	なし	藍藻綱が被度20%、アオノリ属、イソスギナ等が被度1%未満で生育しており、総被度は20%であった。
		生長段階	II	III			III				
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	2						砂	なし	藍藻綱、シオグサ属、ハネモ属、イソスギナ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	III								
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数				1			砂	なし	アオサ属、アオノリ属、シオグサ属、ハネモ属、オゴノリ、イソスギナ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階				II、III					

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 23 詳細調査結果（令和2年3月）

調査期日：令和2年3月11日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
		概算株数	1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質基盤	浮泥の堆積	
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	9						砂礫	なし	藍藻綱が5%未満、アオノリ属とイソスギナ等が生育していたが、総被度は5%未満であった。
		生長段階	III、IV								
Ac2 (5%)	カサノリ	群体数	23	39	17	14	9		砂礫	1mm未満	藍藻綱、シオグサ属が1%未満で生育しており、総被度5%未満であった。また、II、III段階のカサノリ群体に浮泥が堆積していた。
		生長段階	II、I	I、II、IV	I、II、III	I、II、III	II、III、IV				
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	8	6					砂	なし	藍藻綱が5%未満、アオノリ属、イソスギナが1%で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III	II、III、IV							
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	2						砂	なし	シオグサ属、イソスギナ、マツバウミジグサが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、II								
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	2	1		1			砂礫	なし	藍藻綱、アオノリ属、ハネモ属、アオサ属、シオグサ属、オゴノリ、トゲノリ、イソスギナ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、III	III		II、III					
	ホソエガサ	群体数	2						砂礫	なし	
		生長段階	II、III								

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 24 詳細調査結果（令和2年4月）

調査期日：令和2年4月23日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)
									概算株数	1~10	
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	2	1		1			砂礫	なし	イバラノリが5%未満、アオサ属、オゴノリ属、ホソカゴメノリ、ボウアオノリ、トゲノリ、フクロノリ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	IV	II、III		II、IV					
	ホソエガサ	群体数	2								
		生長段階	I、III								
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	12						砂礫	なし	藍藻綱、無サンゴモ類、シオグサ属、イワノカワ科、ボウアオノリ、フクロノリ、イバラノリ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	III、IV								
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	8	8	3	1			砂	なし	藍藻綱が5%未満、イソスギナ、ホソカゴメノリ、トゲノリ、イトクスズガサ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III、IV	I、III、IV	I、II、III	III					
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	46	35	9	7			砂礫	1mm未満	藍藻綱、イソスギナ、ホソカゴメノリ、イバラノリ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、III、IV	I、II、III	III	II、III、IV					
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	7						砂礫	なし	藍藻綱、アオサ属、シオグサ属、イバラノリ、ホソカゴメノリ、イトクスズガサ、ヒトエガサ、イソスギナ等が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III								

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 25 詳細調査結果（令和3年1月）

調査期日：令和3年1月15日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境				備考(他種との共存等)	
									概算株数	1~10	11~50	51~100		101~500
										ワカメ(小)	ワカメ(大)	貝片		
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	7						砂	2	2	0	なし	藍藻綱が5%未満、アオリ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I											
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数		1					砂	0	1	0	なし	シオグサ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階		II、III										
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	6	6		1			砂礫	150	19	0	1mm未満	シオグサ属が5%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III	II、III		I、II								
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	9	9	3	2			砂礫	90	6	1	1mm未満	藍藻綱が5%未満、イキス属、イソスギナ、ハネモ属、ボウアオリが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II	I、II	I、II	I、II								
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	1						砂礫	47	1	1	1mm未満	藍藻綱、イキス属、イソスギナ、シオグサ属、シオドリ、ハネモ属、ボウアオリが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II											

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 26 詳細調査結果（令和3年2月）

調査期日:令和3年2月16日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境				備考(他種との共存等)	
									底質基盤	藻の個数				浮泥の堆積
概算株数	1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	サンゴ藻(小)	サンゴ藻(大)		軽石				
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	4	2					砂	0	0	1	なし	藍藻綱、オゴノリ属、カゴメノリ、アオリ属、シオガサ属、キョウガサ、ハネモ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III	II、III										
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	7	8	2				砂藻	6	4	0	なし	シオドリ科が5%未満、藍藻綱、アオリ属、シオガサ属、ハネモ属、イソナガが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、II、IV	II、III、IV	III、IV									
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	11	11	6	9	6	2	砂藻	150	17	0	1mm未満	シオガサ属が5%未満、藍藻綱、イソナガ、シオドリ科、カゴメノリ、アオリ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III	III	I、II	I、II、III						
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	14	9	6	6	2	1	砂藻	110	8	0	1mm未満	藍藻綱、イソナガ、シオドリ科、カゴメノリ、アオリ属、アオリ属、シオガサ属が1%未満で生育しており、総被度は5%であった。
		生長段階	I、II	III、II	I、II、III	I、II	I、II	I、II、III						
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	3						砂藻	36	2	0	1mm未満	藍藻綱、イハラノリ属、イソナガ、シオドリ科、アオリ属、シオガサ属、イソナガが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III											

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 27 詳細調査結果（令和3年3月）

調査期日:令和3年3月3日

調査地点	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境				備考(他種との共存等)	
									底質基盤	藻の個数				浮泥の堆積
概算株数	1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	サンゴ藻(小)	サンゴ藻(大)		貝片				
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	4	2					砂	1	0	0	なし	ホウアオリ、アオリ属、シオガサ属、イソナガが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III	II、III										
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	7	8	2				砂藻	6	4	0	なし	藍藻綱、イハラノリ属、イソナガ、シオドリ科、ホウアオリ、アオリ属、シオガサ属、ハネモ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、II、IV	II、III、IV	III、IV									
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	11	11	6	9	6	2	砂藻	150	17	0	1mm未満	イソナガ、アオリ属、アオリ属、シオガサ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III	III	II、I	I、II、III						
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	14	9	6	6	2	1	砂藻	110	8	0	1mm未満	藍藻綱、イソナガ、カゴメノリ、ホウアオリ、シオガサ属が1%未満で生育しており、総被度は5%であった。
		生長段階	I、II	III、II	I、II、III	I、II	I、II	I、II、III						
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	3						砂藻	36	2	0	1mm未満	イハラノリ属、イソナガ、シオガサ属、イソナガ、カゴメノリ、アオリ属、アオリ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II、III											

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 28 詳細調査結果（令和3年4月）

調査期日：令和3年4月13日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R	+	++	C	VC	O	底質基盤	生息環境 藻の個数			浮泥の堆積	備考(他種との共存等)
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<		サンゴ藻	多孔石	貝片		
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	26						砂礫	92	1	3	なし	サゴモ目(無節サゴモ類)、ホソメノリ、アサギ、ヒメノリ、アサギ、ヒメノリ、アサギ、ヒメノリが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II, III, IV											
	ホソエガサ	群体数	5						砂礫	92	1	3	なし	サゴモ目(無節サゴモ類)、ホソメノリ、アサギ、ヒメノリ、アサギ、ヒメノリ、アサギ、ヒメノリが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II, III, IV											
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	10	1	2	1			砂礫	34	0	3	1mm未満	藍藻綱、イバラリ属、フシカノリ、ラゲツサ、ホソメノリが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II, IV, III	III, IV	III, IV	III, IV								
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	38	28	39	24	1		砂礫	167	5	5	1mm未満	藍藻綱、ラゲツサ、ホソメノリ、アサギが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I, II, III, IV	II, III, IV	II, III, IV	II, III, IV	II, III, IV							
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	53	32	26	3			砂礫	267	4	4	1mm未満	藍藻綱、ラゲツサ、ホソメノリ、イサキが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV								
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	1						砂礫	151	2	20	1mm未満	藍藻綱、イバラリ属、フシカノリ、ラゲツサ、ホソメノリ、アサギ、ヒメノリが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	III, IV											

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 29 詳細調査結果（令和4年1月）

調査期日：令和4年1月20日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R	+	++	C	VC	O	底質基盤	生息環境 藻の個数			浮泥の堆積	備考(他種との共存等)
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<		サンゴ藻	多孔石	貝片		
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	17	31	8	2			砂礫	84	3	6	1mm未満	藍藻綱、ウツケグサ、シオグサ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I, II	I, II	I, II	I, II								
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	7	3					砂礫	48	5	12	1mm未満	藍藻綱、サンゴモ目(無節サンゴモ類)、ホソメノリ、ヒメノリが1%未満、シオグサ属が5%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I, II, III	I, II, III										
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	2						砂	0	2	0	1mm未満	藍藻綱、サンゴモ目(無節サンゴモ類)、シオグサ属が1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I											
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	4						砂礫	161	18	32	1mm未満	藍藻綱、イサキナ、ウツケグサ、シオグサ属、フデノホが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I, II											
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	1						砂礫	135	21	13	1mm未満	藍藻綱、サンゴモ目(無節サンゴモ類)、イバラリ属、イワカキ科、ハイオキが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II											

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 30 詳細調査結果（令和4年2月）

調査期日：令和4年2月17日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R							生息環境				備考(他種との共存等)		
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質 基盤	礫の個数			浮泥の 堆積			
										サコノ礫	多孔石	貝片				
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	2								砂	12	1	2	1mm未満	藍藻綱が1%、ヒエグサとボウアオリが5%未満、シロドリ科が5%、シオグサ属が10%で確認され、総被度は20%であった。
		生長段階	I, II, III, IV													
Ac2 (5%)	カサノリ	群体数	34	25	9	8	2				砂礫	125	18	9	1mm未満	藍藻綱、サコノ目(無節サコノ目)、イバラリ、シロドリ科、ヒエグサが1%未満、ボウアオリとシオグサ属が5%未満で生育しており、総被度は10%であった。
		生長段階	I, II, III	I, II, III	II, III	II, III	II, III									
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	4	1							砂礫	48	4	0	1mm未満	藍藻綱、ヒエグサ、ボウアオリ、シオグサ属、イソグサが1%未満、シロドリ科が5%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I, II, III	II, III												
Ac4 (<5%)	カサノリ	群体数	1		1						砂礫	143	9	19	1mm未満	藍藻綱、サコノ目(無節サコノ目)、ホカコメリ、ボウアオリ、アサキ属が1%未満、ヒエグサ、シオグサ属が5%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	I		I, II											
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数		2	1	1					砂	60	6	3	1mm未満	藍藻綱、イバラリ、イリカリ科、フクナリ、トケリ、ホカコメリ、シオグサ属、アサキ、リョウキョウガサが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階		I, II, III	I, II	I, II										

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 31 詳細調査結果（令和4年3月）

調査期日：令和4年3月3日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R							生息環境				備考(他種との共存等)		
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質 基盤	礫の個数			浮泥の 堆積			
										サコノ礫	多孔石	貝片				
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	2	1	1						砂礫	14	1	1	なし	藍藻綱、イバラリ、サコノ目、ササノ目、シロドリ科、ボウアオリ、アサキ属、シオグサ属、リョウキョウガサが1%未満で生育しており、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II	I, II	I, II, III											
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	2	1							砂	5	0	2	1mm未満	藍藻綱とホカコメリが1%未満、ヒエグサが5%未満、シロドリ科、ボウアオリ、シオグサ属が5%で生育しており、総被度は20%であった。
		生長段階	II, III	I, II												
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	3	4							砂礫	132	2	16	1mm未満	藍藻綱、ホカコメリ、ボウアオリ、シオグサ属が1%未満、シロドリ科が5%未満で確認され、総被度は5%未満であった。
		生長段階	III	I, II												
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	15	32	12	13	1				砂礫	171	12	20	1mm未満	藍藻綱<1%、イバラリ<1%、シロドリ科<1%、ホカコメリ<1%、ボウアオリ<1%、フクナリが1%未満、シオグサ属が15%で確認され、総被度は20%であった。
		生長段階	I, II, III, IV	I, II, III, IV	II, III	II, III	II, III									
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	5								砂礫	63	2	7	1mm未満	藍藻綱、イバラリ、ササノ目、ボウアオリ、アサキ属が1%未満、シロドリ科<5%とシオグサ属<5%未満で確認され、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II, III													

重要種保護のため位置情報は表示しない。

表 32 詳細調査結果（令和4年4月）

調査期日：令和4年4月20日

調査地点	種類	株数ランク 概算株数	R	+	++	C	VC	O	生息環境				備考(他種との共存等)	
			1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	1000<	底質 基盤	藻の個数				浮泥の 堆積
										サコノ藻	多孔石	貝片		
Ac1 (<5%)	カサノリ	群体数	1	1					砂礫	83	3	37	1mm未満	藍藻綱、イバラリ、ワコノリ属、トゲリ、ウツリ 属、ホコノリ、ホウノリ、アサギ属、アサギ属が 1%未満で生育しており、総被度は5%未満で あった。
		生長段階	II, III	I, II										
Ac2 (<5%)	カサノリ	群体数	1						砂	1	0	0	1mm未満	藍藻綱、イバラリ、ワコノリ属、ヒコノリ、アサギ 属が1%未満、シロノリが5%未満で生育して おり、総被度は5%未満であった。
		生長段階	II, III											
Ac3 (<5%)	カサノリ	群体数	4	4		2			砂礫	57	1	14	1mm未満	藍藻綱、ウツリ科、ホコノリ、ホウノリ、イ スギナが1%未満で確認され、総被度は5%未 満であった。
		生長段階	I, II, IV	I, II, III		I, II, III, IV								
Ac4 (5%)	カサノリ	群体数	21	23	13	9			砂礫	185	5	34	1mm未満	藍藻綱、イバラリ、微小紅藻、ホコノリ、ホ ウノリ、イスギナが1%未満で確認され、総被 度は5%であった。
		生長段階	I, II, III, IV	I, II, III, IV	II, III	II, III, IV								
Ac5 (<5%)	カサノリ	群体数	2						砂	29	2	2	1mm未満	藍藻綱、イバラリ、ホウノリ、アサギ属、イ スギナが1%未満、シロノリが5%未満で確 認され、総被度は5%未満であった。
		生長段階	IV											

重要種保護のため位置情報は表示しない。

●波浪が遮蔽されることによる生育環境の向上について

① 潮流調査結果を用いた検討

(a) シールズ数の算定方法

平成 30 年度冬季、令和元年度夏季における潮流調査結果より、流れによるシールズ数を算定した。シールズ数は、底質粒子に働く流体力の最大値と抵抗力の比で定義され、表 35 のように底質の移動形式などを推定することができる（評価書 P6. 10-30）。シールズ数を算定した潮流調査地点は図 42 に、使用した計算パラメータは表 33 に示すとおりである。

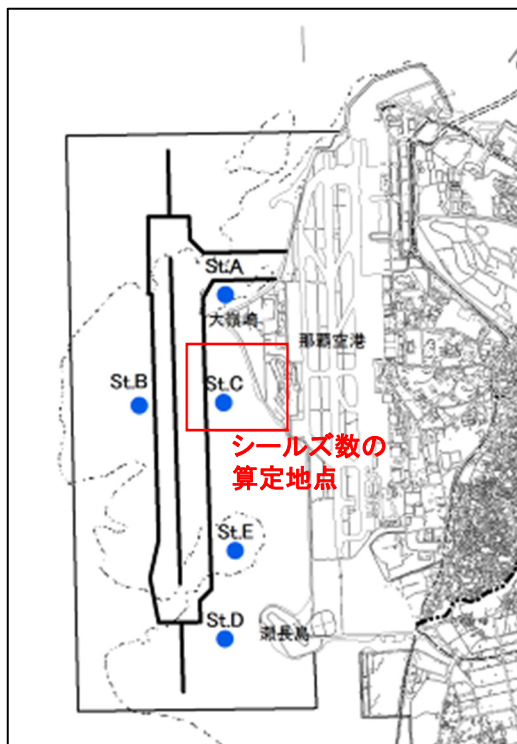


図 42 シールズ数を算定した潮流調査地点

表 33 シールズ数の計算パラメータ

項目	設定値	設定理由
海水の密度 (kg/m ³)	1.024	評価書時と同様の数値を用いた。
土粒子の密度 (kg/m ³)	2.750	評価書時と同様の数値を用いた。
重力加速度 (m/s ²)	9.8	評価書時と同様の数値を用いた。
水深(m、海底上)	夏季 St.C : 0.1m 冬季 St.C : 0.15m	潮流調査時の条件と同様とした。
粒径(mm)	1.3	令和元年度の底質調査結果より、底質調査の St.4 (潮流調査の St.C と同一地点) における中央粒径の四季平均値を用いた。

(b) シールズ数の算定結果

算定したシールズ数の出現頻度分布は、表 34 に示すとおりである。St.C では、シールズ数は全期間で 0.05 未満となっていた。

なお、シールズ数が 0.05 を超過すると土粒子の掃流移動が起こり、0.1 を超過すると浮遊移動となる（表 35）。

表 34 シールズ数の出現頻度分布

シールズ数	粒径 (1.3 mm)	
	夏季	冬季
0 - 0.05	100.00	100.00
0.05 - 0.1	0.00	0.00
0.1 - 0.15	0.00	0.00
0.15 - 0.2	0.00	0.00
0.2 -	0.00	0.00

表 35 底質移動形式とシールズ数

シールズ数	底質の移動形式
$\psi < 0.05$	無移動
$0.05 \leq \psi < 0.1$	掃流移動
$0.1 \leq \psi < 0.6$	砂れんが発達し浮遊移動が卓越
$0.6 \leq \psi < 1.0$	浮遊砂卓越→シートフローの遷移状態
$1.0 \leq \psi$	シートフロー（砂が底面を層状になって移動）

注：海岸実務講義集（1998）^{出典}を基に改変

出典：海岸実務講義集（1998）：（社）全国海岸協会，pp. 40-41.

(c) まとめ

St.C において粒径 1.3mm で得られたシールズ数は全期間で 0.05 未満となっており、当該海域では潮流による底質の移動はほとんど生じないものと考えられる。

② 風況を用いた検討

閉鎖性海域における底質環境や海草藻場等の的確な変動要因の分析に当たり、安次嶺の風況を用いて、シールズ数を算定した。

(a) 安次嶺の風況

2015年以降の安次嶺の冬季及び夏季の安次嶺の風況は図43に示すとおりである。

冬季は、北風が比較的出現頻度が高く、夏季は南風が比較的出現頻度が高かった。

閉鎖性海域の南側は、外洋から波浪が侵入するため、閉鎖性海域で発生する風波よりも外洋からの侵入波の影響の方が大きいと考えられ、今回は、冬季において比較的出現頻度の高い北風発生時における那覇空港閉鎖性海域での波浪推算を行い、藻場基盤底質の波による移動可能性を検討することとした。

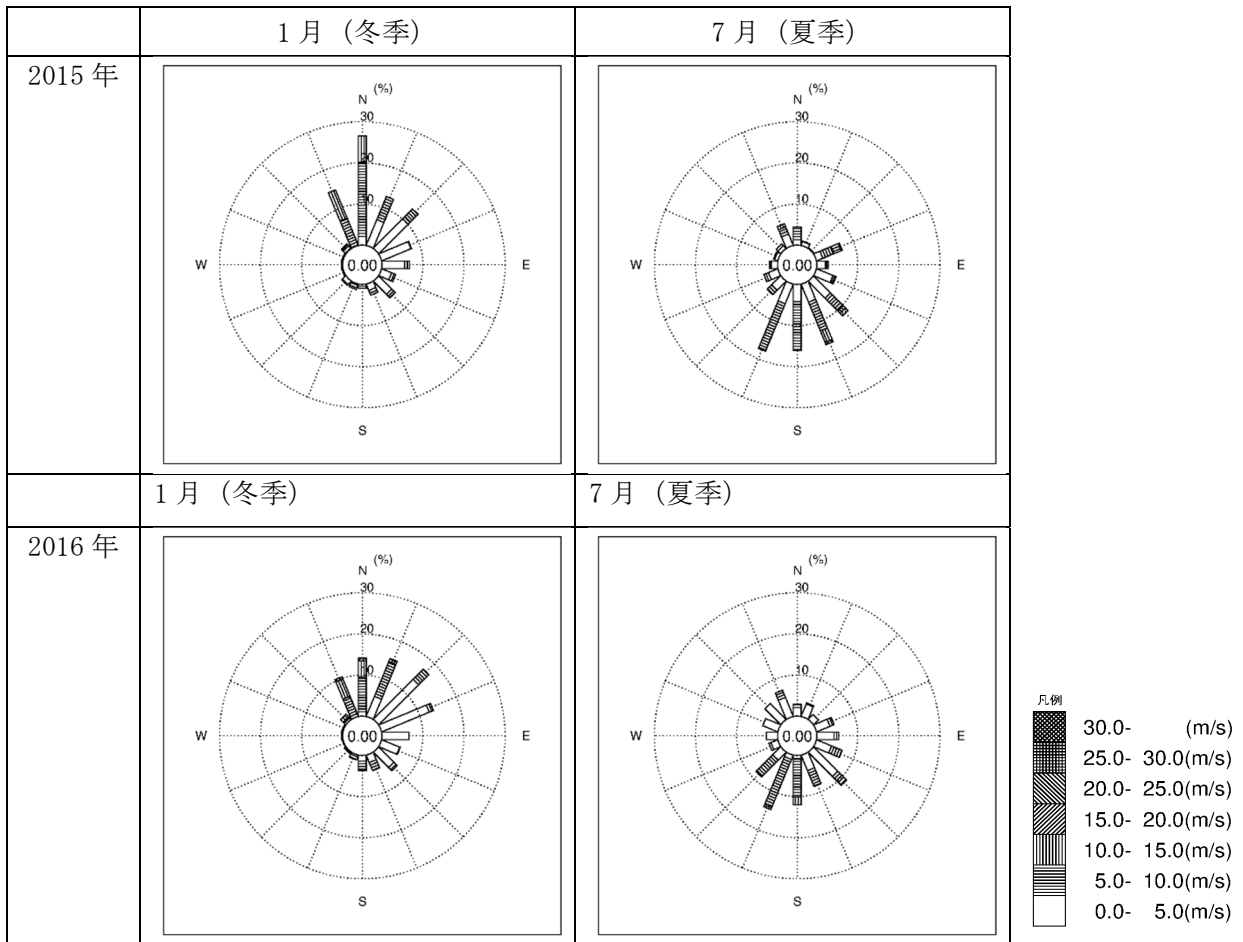


図 43 (1) 安次嶺の風況

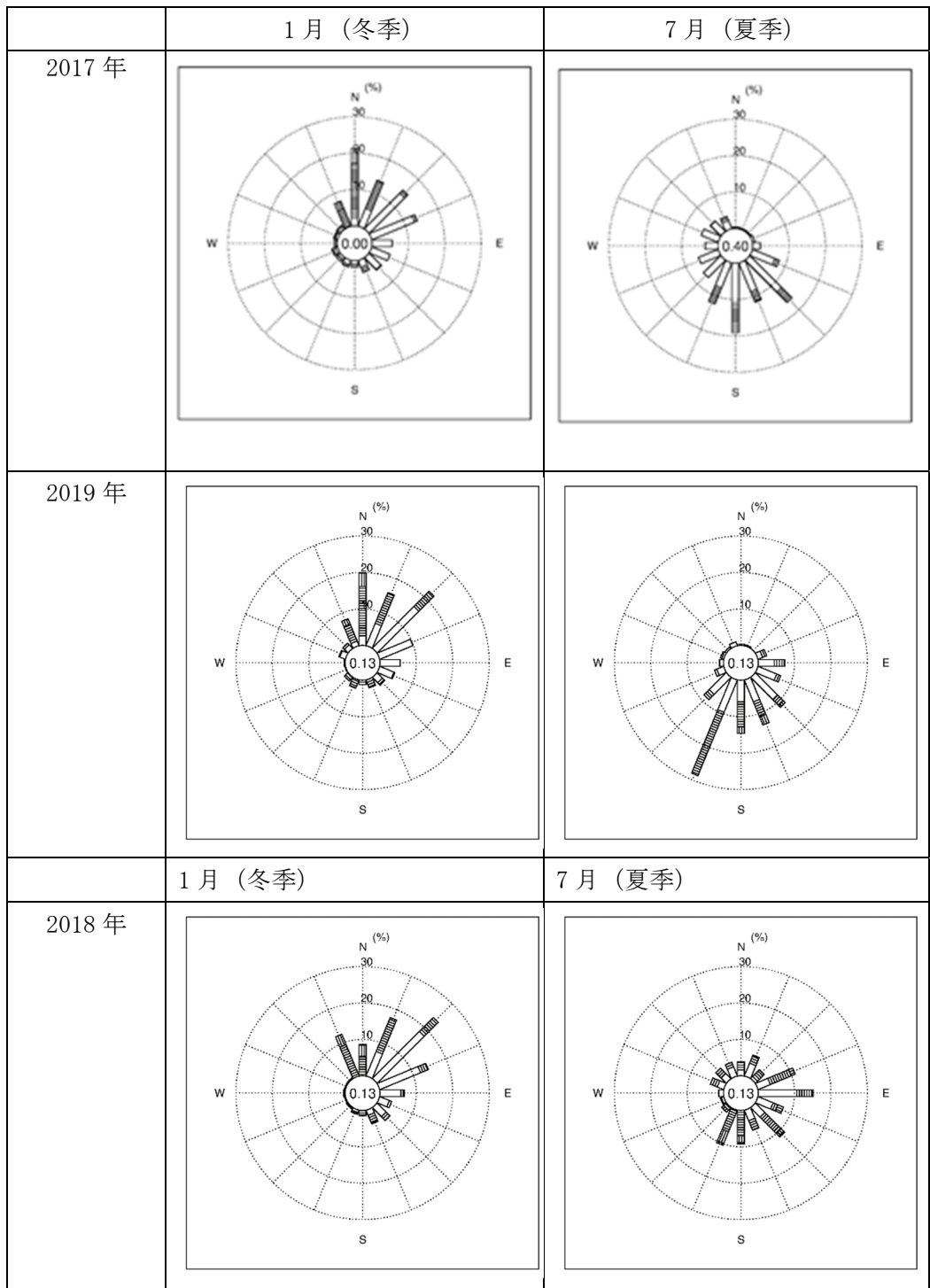


図 43 (2) 安次嶺の風況

(b) 波浪推算結果

那覇空港閉鎖性海域で北風により発生する風波の波高平面分布は図 44 に示すとおりである。

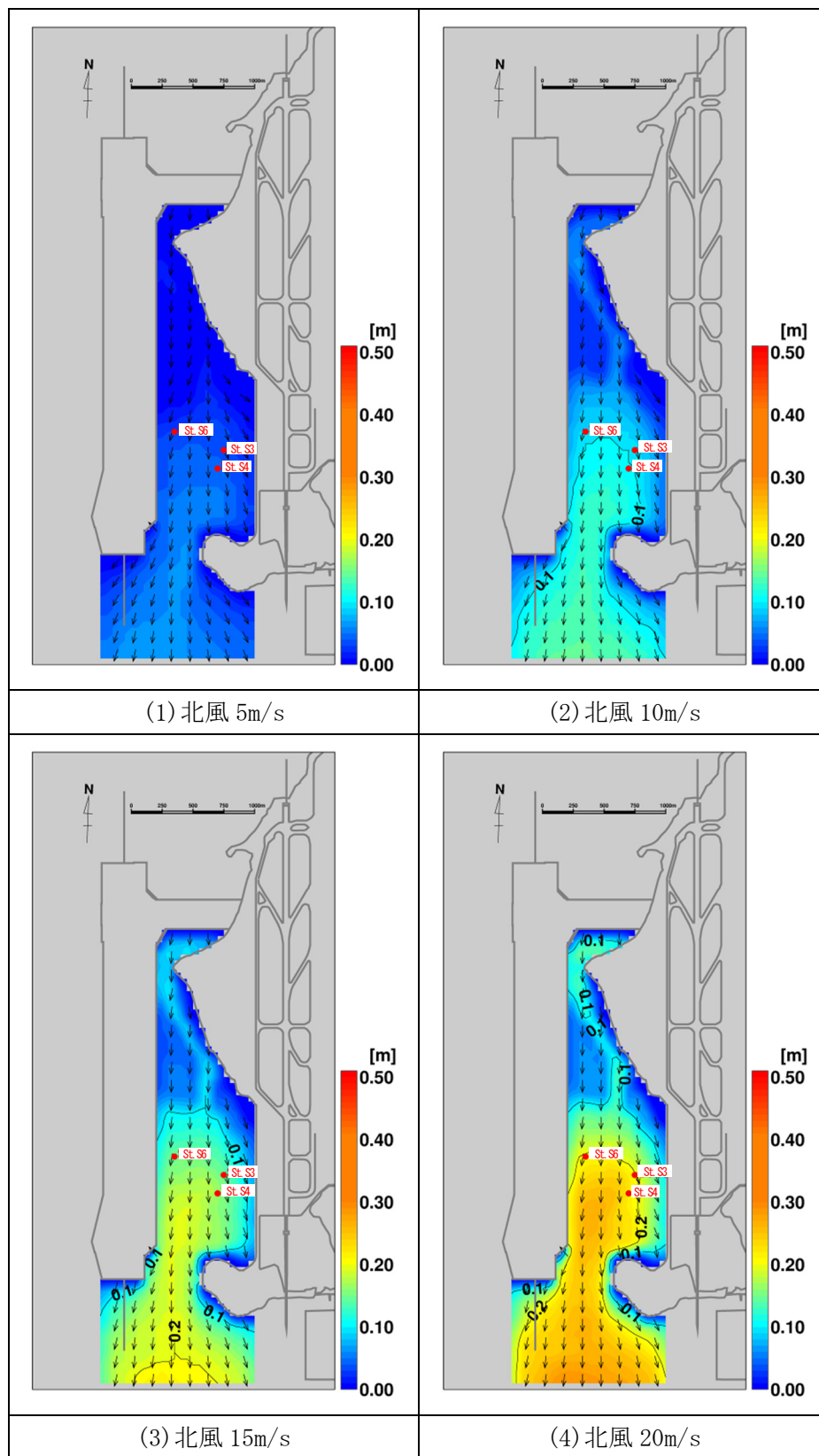


図 44 那覇空港閉鎖性海域で北風により発生する風波の波高平面分布

(c) シールズ数の算定結果

那覇空港閉鎖性海域で北風により発生する風波に対する粒径0.325mm底質のシールズ数は図45に示すとおりである。

シールズ数を算定する粒径については、評価書時と同様、閉鎖性海域の底質を代表させた粒径0.325mmとした。

表36 シールズ数の計算パラメータ

項目	設定値	設定理由
海水の密度 (kg/m ³)	1.024	評価書時と同様の数値を用いた。
土粒子の密度 (kg/m ³)	2.750	評価書時と同様の数値を用いた。
重力加速度 (m/s ²)	9.8	評価書時と同様の数値を用いた。
水深(m)	S3:1.3、S4:1.4、S6:1.6	現地調査結果を用いた。
粒径(mm)	0.325	評価書時と同様、閉鎖性海域の底質を代表させた粒径を用いた。

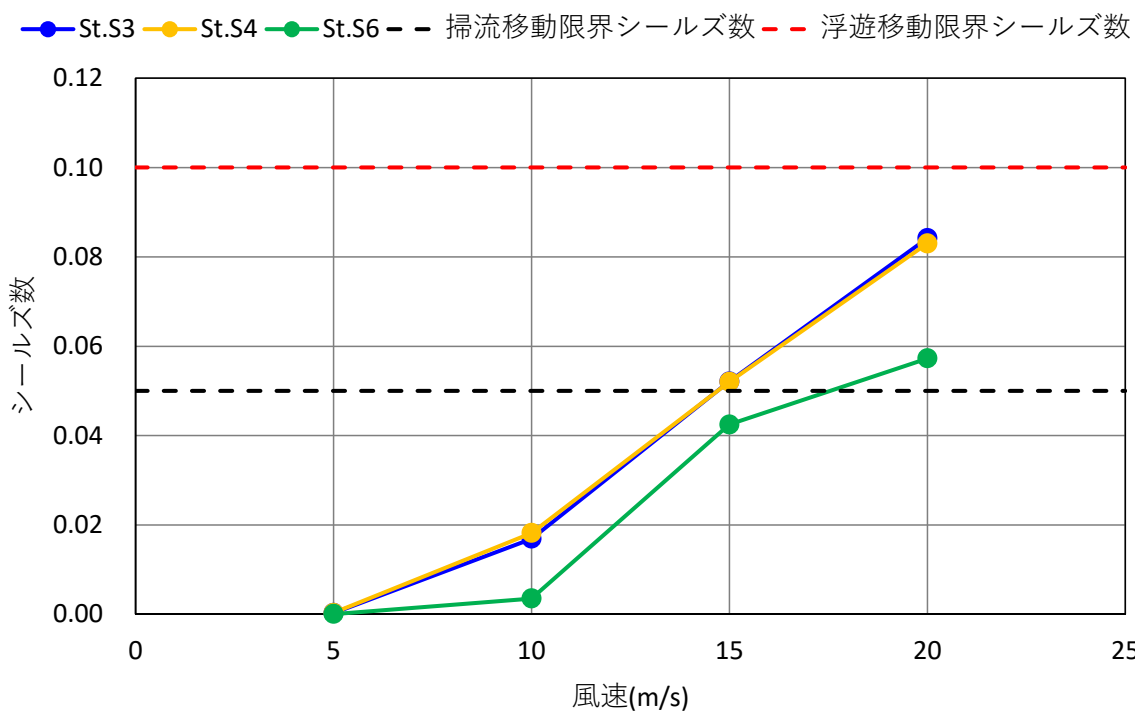


図45 那覇空港閉鎖性海域で北風により発生する風波に対する粒径0.325mm底質のシールズ数

(d) 考察

St. S3、St. S4 および St. S6 においては、北風 15m/s の風波により、藻場基盤底質のうち中砂（粒径 0.325mm）に対して、掃流移動限界の目安であるシールズ数 0.05 程度となる。しかしながら、非常に稀な発生である北風 20m/s の条件でも浮遊移動限界の目安であるシールズ数 0.1 には達しない。

したがって、北風強風時に軽微な底質移動は発生するものの、波による藻場基盤底質の顕著な侵食は起こらないものと考えられる。

(6) 付着生物

1) 環境影響評価の結果（基盤の変化による影響）

埋立地及び飛行場の存在に伴う護岸の出現により、変態着底後の幼魚としての生息場や付着卵を産出する魚種の産卵場等として利用されることが考えられる。また、貝類、ソフトコーラル類等の付着生物の新規着生や稚サンゴの新規加入が期待される。

（関連箇所：環境影響評価書 p6. 13-232, 233, 237, 239, 246）。

2) 検討結果

付着生物についての検討結果は、表 37 に示すとおりである。

表 37 事後調査及び環境監視調査結果の総括

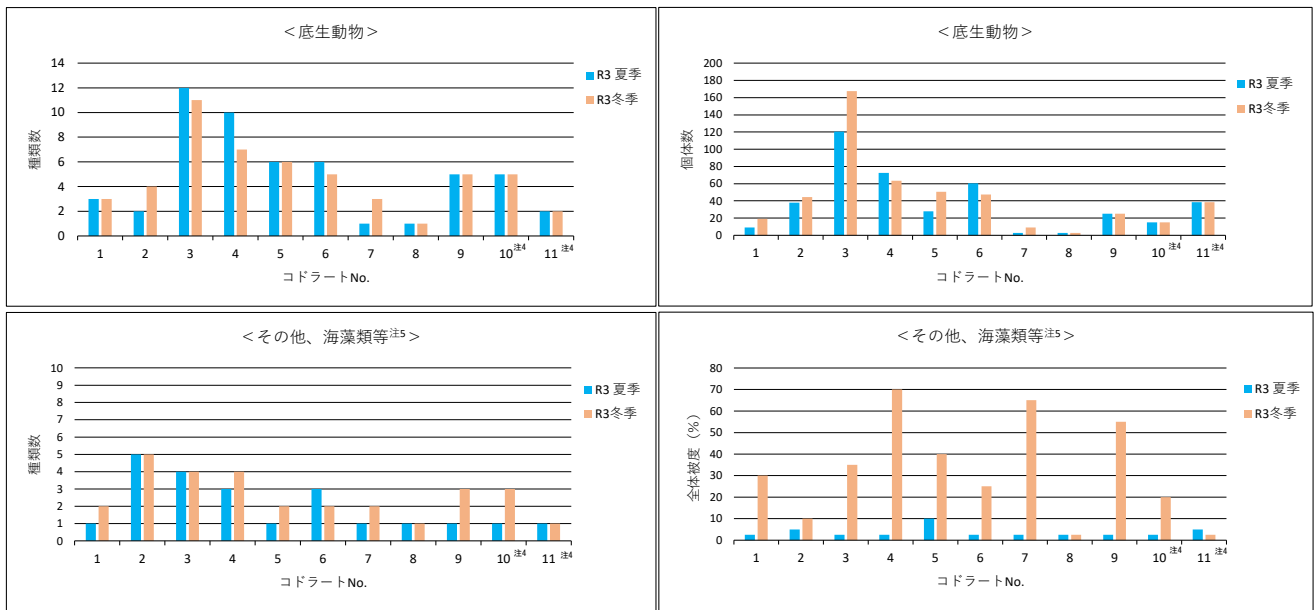
項目	小項目	工事前の変動範囲※1	存在時※2 調査結果	存在時の環境状態等の検討
付着生物	サンゴ類、底生動物、その他	付着する護岸整備前のため、調査は実施していない。	貝類、フジツボ類、海藻類、サンゴ類などの付着が確認されている。	環境影響評価の結果、埋立地及び飛行場の存在に伴う護岸の出現により、貝類、ソフトコーラル類等の付着生物の新規着生や稚サンゴの新規加入がみられるとされていた。 環境影響評価の結果のとおり、新たに出現した護岸への生物の着生が確認されていることから、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。

※1 工事前の変動範囲は、平成 22 年度冬季から平成 25 年度冬季の調査結果を示す。

※2 存在時は平成 30 年度春季以降（護岸概成後）の調査結果を示す。

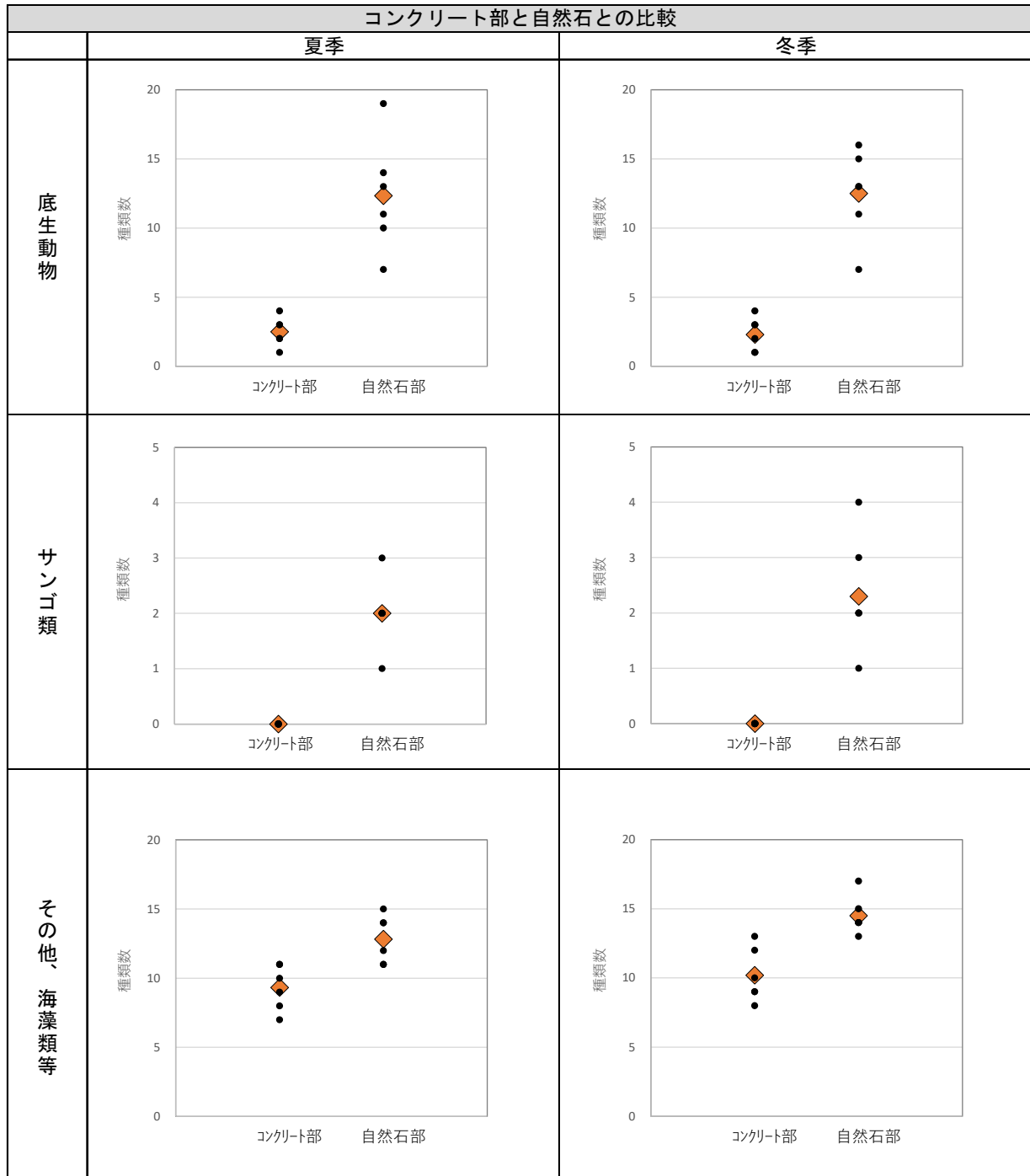


図 46 護岸における環境保全措置実施状況



注1：個体数について、rr (1~5 個体) は 3、r (6~20 個体) は 13、+ (21~50 個体) は 35.5、c (51~99 個体) は 75、cc (100 個体以上) は 110、R (被度 5%未満) は底生動物は 5、海藻類は 2.5 に換算している。
 2：各地点では、50cm×50cm のコドラート内で種類数及び個体数を把握している。
 3：自然石護岸では、サンゴ類は確認されていない。
 4：コドラートNo.10, 11 は平成 29 年度冬季から調査を行っている。
 5：「その他、海藻類等」は、サンゴ、底生動物以外のその他海藻類や藍藻類の結果を示す。

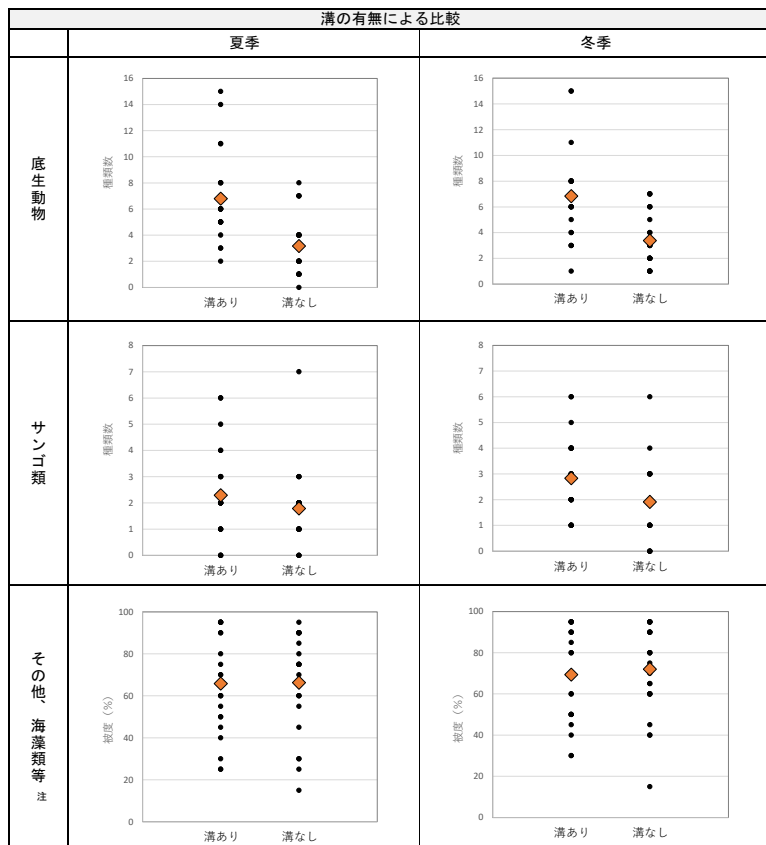
図 47 付着生物の種類数及び個体数 (自然石護岸、令和 3 年度)



● 各コドラート ◆ 平均

注：「その他、海藻類等」は、サンゴ、底生動物以外のその他海藻類や藍藻類の結果を示す。

図 48 付着生物の種類数及び個体数のコンクリート部及び自然石の比較（自然石塊根固被覆ブロック、令和3年度）

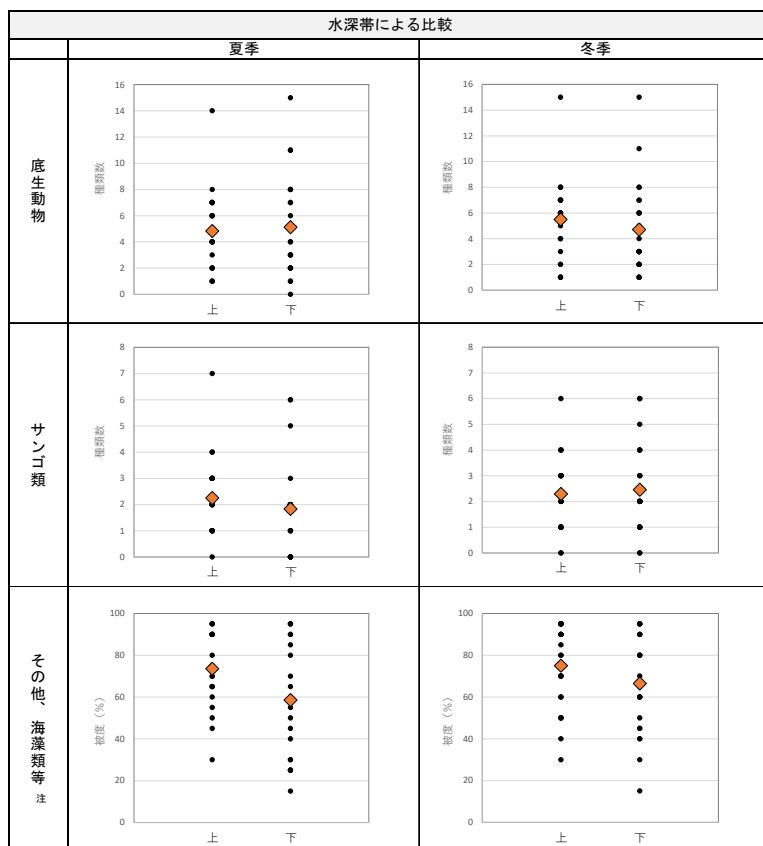


溝加工部の着生状況

●各コドラート ◆平均

注：「その他、海藻類等」は、サンゴ、底生動物以外のその他海藻類や藍藻類の結果を示す。

図 49 付着生物の種類数及び個体数の溝の有無による比較（凹凸消波ブロック、令和3年度）



●各コドラート ◆平均

注：「その他、海藻類等」は、サンゴ、底生動物以外のその他海藻類や藍藻類の結果を示す。

図 50 付着生物の種類数及び個体数の水深帯による比較（凹凸消波ブロック、令和3年度）

(7) 陸域の生息・生育場の減少

(陸域改変区域に分布する植物群落、重要な種及びコアジサシの繁殖状況)

1) 環境影響評価の結果（生育・生息環境の減少）

① 重要な植物種及び植物群落

護岸及び埋立ての工事の実施に伴う陸域改変区域と重要な植物種の確認地点を重ね合わせた結果、全ての確認地点が陸域改変区域外であった。そのため、生育環境の消失はなく、生育環境の減少による影響は極めて小さいと考えられる。

陸域改変区域と重要な植物群落の確認地点を重ね合わせた結果、キダチハマグルマ群落（消失率 31.6%）の海岸砂丘植生、ヨシ群落（3.8%）及びヒメガマ群落（86.4%）の湿地植生、アダン群落（消失率 15.9%）、オオハマボウ群落（消失率 3.4%）、クサトベラ群落（消失率 12.4%）及びコウライシバ群落（消失率 30.1%）の隆起サンゴ礁植生が改変の影響を受ける。ただし、ヒメガマ群落を除く群落は、改変面積の割合がわずかであり、周辺域にも群落が残されていることから、これらの重要な植物種や植物群落の生育環境の減少による影響は極めて小さいと考えられる。

一方、ヒメガマ群落は改変により消失するため、生育環境の減少による影響を受けると考えられる（環境影響評価書 p6. 12-183、一部加筆）。

② 重要な動物種、コアジサシの繁殖状況

護岸及び埋立ての工事の実施に伴う陸域改変区域と重要な動物種の確認地点を重ね合わせを行い、陸域改変区域周辺にみられる重要な動物種を抽出した。抽出された各種の主な生息環境の減少について、基盤環境の消失の割合を基に検討した。

陸域生物の予測地域において、陸域の基盤環境として、「6. 14 陸域生態系」で示す砂浜・岩礁、草地、人工林、森林、湿地、塩生湿地及びその他の合計 7 つの環境類型区分が挙げられている。陸域改変区域とそれら基盤環境を重ね合わせると、砂浜・岩礁（消失率 8.3%）、草地（消失率 62.2%）、人工林（消失率 47.6%）、森林（消失率 2.9%）、湿地（消失率 31.9%）及びその他（消失率 29.2%）で改変により生息環境が消失すると考えられる。

これらのことから、確認された重要な動物種のうち、消失の割合が高い「草地」、「人工林」及び「湿地」を主な生息環境とする以下の 15 種については、生息環境が減少すると考えられる。

哺乳類：ワタセジネズミ、ジャコウネズミ、オキナワハツカネズミ、

オリイオオコウモリ

鳥類：コアジサシ

昆虫類：ハイイロイボサシガメ、ヤマトアシナガバチ、コガタノゲンゴロウ

陸生貝類：オイランカワザンショウ、ノミガイ

オカヤドカリ類：ヤシガニ、オオナキオカヤドカリ、オカヤドカリ、

ムラサキオカヤドカリ、ナキオカヤドカリ

（環境影響評価書 p6. 12-204、後略）

2) 検討結果

陸域改変区域に分布する重要な種についての検討結果は、表 38 に示すとおりである。

表 38 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	環境影響評価の結果	存在時 ^{※1} 調査結果	存在時の環境状態等の検討
陸域改変区域に分布する重要な植物群落	<p>キダチハマグルマ群落の海岸砂丘植生、ヨシ群落及びヒメガマ群落の湿地植生、アダン群落、オオハマボウ群落、クサトベラ群落及びコウライシバ群落の隆起サンゴ礁植生が改変の影響を受ける。</p> <p>ただし、ヒメガマ群落を除く群落は、改変面積の割合がわずかであり、周辺域にも群落が残されていることから、これらの重要な植物種や植物群落の生育環境の減少による影響は極めて小さいと考えられる。</p> <p>なお、環境保全措置として、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する。</p>	<p>環境影響評価の結果のとおり、生育域が減少した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・陸域改変区域における工事の実施により、環境影響評価の結果のとおり、生育域は減少した。 ・令和元年度冬季以降は、改変は実施しておらず、存在時の変動は概ね横ばいであった。 <p>以上のことから、陸域の生息・生育域の減少による陸域生物への影響は、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。</p>
陸域改変区域に分布する重要な種	<p>確認された重要な動物種のうち、消失の割合が高い「草地」、「人工林」及び「湿地」を主な生息環境とする以下の15種については、生息環境が減少すると考えられる。</p>	<p>環境影響評価の結果のとおり、生息域が減少した。</p>	
コアジサシの繁殖状況	<p>本種は陸域改変区域内の大嶺崎周辺の内陸部の礫地での集団繁殖（82 巣）が確認されており、繁殖地の一部が消失すると考えられる。</p>	<p>環境影響評価の環境影響評価の結果のとおり、生息域が減少し、陸域改変区域内での営巣は確認されなかった。</p>	

※1 存在時は令和元年度冬季以降の調査結果を示す。

(8) アジサシ類

1) 環境影響評価の結果（前面の海水域の消失又は変化に伴う鳥類への影響）

埋立地及び飛行場の存在に伴い、大嶺崎周辺区域の前面の海水域の消失又は変化が生じ、その場を採餌場として利用する鳥類が影響を受ける可能性がある。

アジサシ類（コアジサシ、ベニアジサシ、エリグロアジサシ）については、現地調査により、礁縁から礁池及び干潟に至る沿岸域を採餌場として広く利用していることが確認されていることから、前面の海水域の消失又は変化により、礁池における採餌場の一部が減少し、アジサシ類による海域の利用状況は変化すると考えられる。しかし、アジサシ類の餌と想定される魚類については、表層性の小魚とされている^{出典}。当該海域の浅海域では、キビナゴやミズンといったイワシ類やトウゴロイワシ類等の表層性の小魚が広く遊泳する。埋立地及び飛行場の存在に伴い、浅海域の一部が改変を受けるが、これらの種の基盤環境は広く残存し、生息環境が維持されると考えられる。そのため、アジサシ類の採餌は可能であり、生息環境の減少による影響は小さいと考えられる。（環境影響評価書 p6. 12-281、後略）。

出典：「野鳥の事典」（清棲幸保、昭和 41 年）

2) 検討結果

表 39 事後調査及び環境監視調査結果の総括

項目	環境影響評価の結果	存在時 ^{※1} 調査結果	存在時の環境状態等の検討
アジサシ類	アジサシ類（コアジサシ、ベニアジサシ、エリグロアジサシ）による礁池の利用状況は変化する可能性があるものの、周辺には同様な採餌場が広く存在することから、アジサシ類への生息環境の減少による影響は小さいと予測した。	環境影響評価の環境影響評価の結果のとおり、採餌場の一部が減少したものの、事業実施区域及びその周辺を引き続き利用している。	<ul style="list-style-type: none"> 埋立地の存在により、環境影響評価の結果のとおり採餌場の一部が減少した。 存在時において、アジサシ類は継続して事業実施区域周辺を利用している。 以上のことから、環境影響評価の結果のとおり、海域の生息・生育域の減少による陸域生物への影響は、環境影響評価の結果の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであることから、定常状態と考えられる。

※1 存在時は令和元年度冬季以降の調査結果を示す。

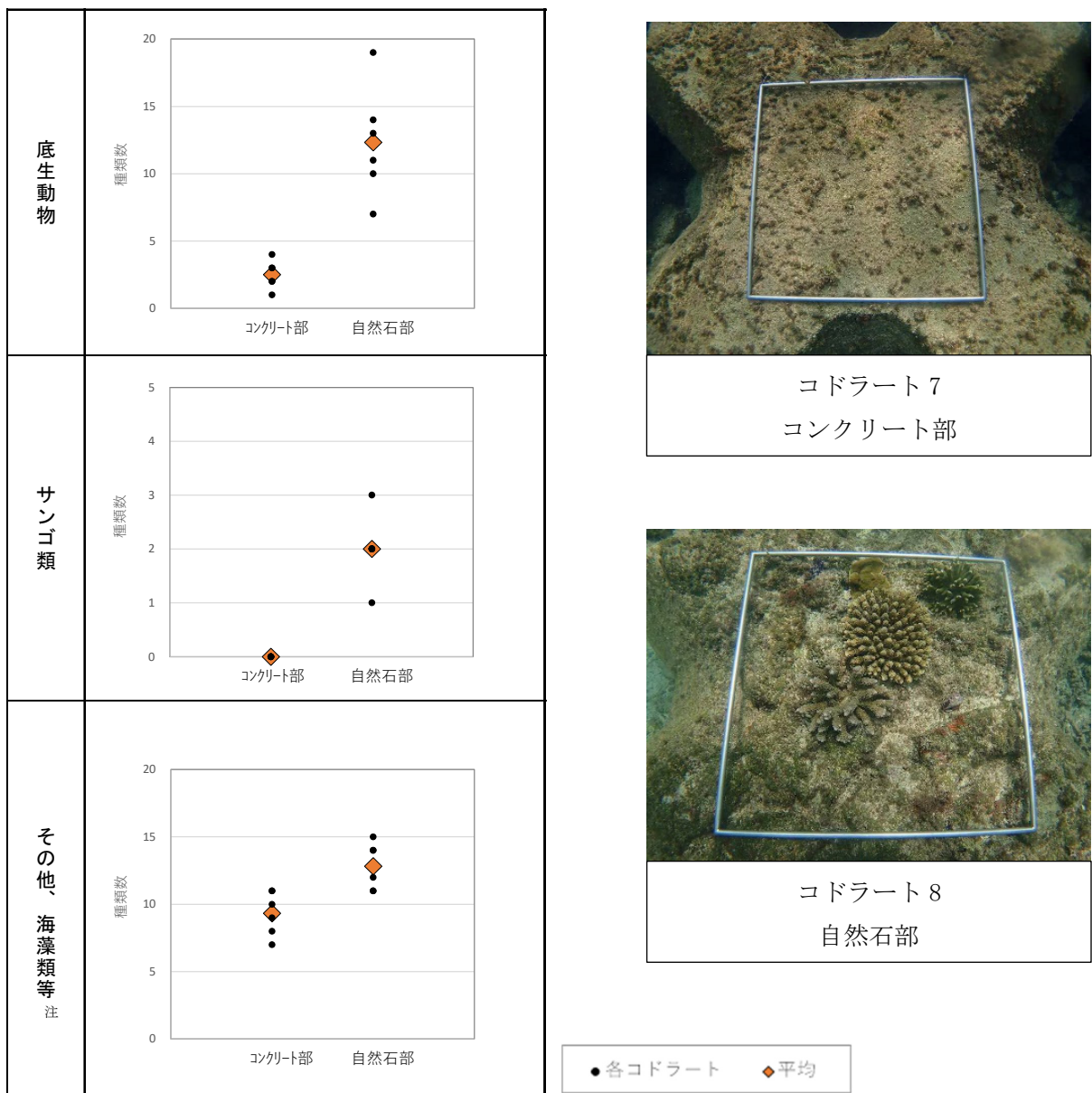
2. 新たな知見

2.1 新たな知見に関するとりまとめ

2.1.1 環境保全措置として一部を加工した護岸への生物着生

自然石塊根固被覆ブロックでの調査は、コンクリート部と自然石部で比較できるように調査を実施しており、調査を行っている底生動物、サンゴ類、海藻類のすべての生物群で自然石部の付着生物数が多い結果となった（下図参照）。

なお、調査結果及び比較結果は資料3に示すとおりである。



注：「その他、海藻類等」は、サンゴ、底生動物以外のその他海藻類や藍藻類の結果を示す。

図 51 付着生物の種類数及び個体数のコンクリート部及び自然石の比較
(自然石塊根固被覆ブロック、令和3年度)

2.1.2 在来種に遷移させる緑化手法の確立

(1) 計画の検討経緯

1) 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）

2) 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。

3) 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、沖縄県内で既に実績があり、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

1) 施工箇所

緑化の対象となる施工箇所は図 52 に示すとおり、盛土①～⑤に区分される。

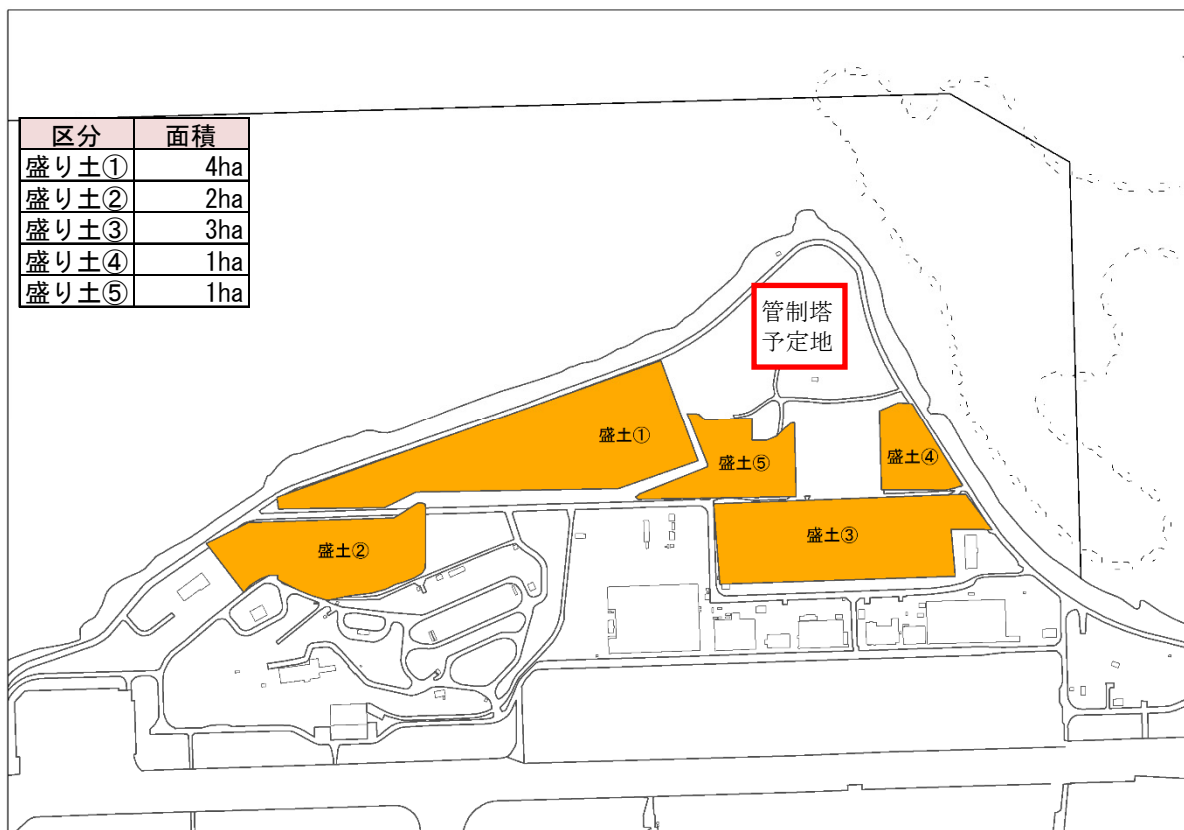


図 52 緑化箇所及び施工区分

2) 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。

3) 施工計画

① 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、沖縄県内で既に実績があり、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。

② 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 40 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/㎡が最も良好な成績であった。盛土①～④で 16 個体/㎡を達成するためには、3,200 ㎡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/㎡と 4 個体/㎡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/㎡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。

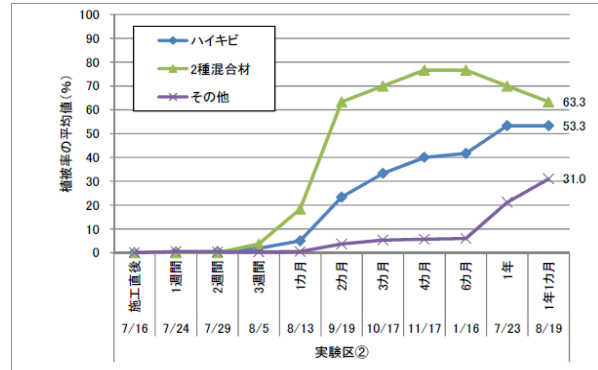
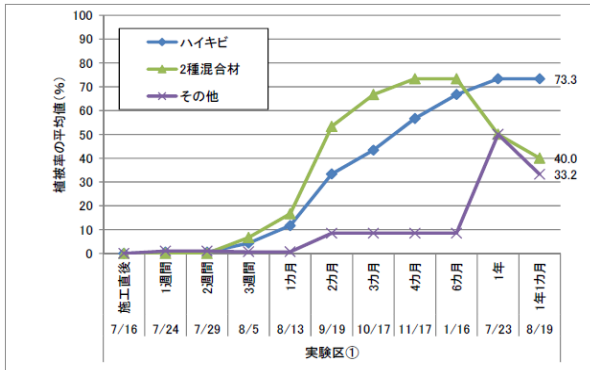
なお、チガヤについては、平成 26 年度の緑化対策実験において、枯死が目立ったことから緑化材として用いないこととした。

表 40 必要なハイキビ量

盛土	ハイキビ（植栽密度 4 個体/㎡）	ハイキビ（植栽密度 16 個体/㎡）
盛土①	320 ㎡	1,280 ㎡
盛土②	160 ㎡	640 ㎡
盛土③	240 ㎡	960 ㎡
盛土④	80 ㎡	320 ㎡
合計	800 ㎡	3,200 ㎡

(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】

③ 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け、在来種に遷移させるような手法を用いた。

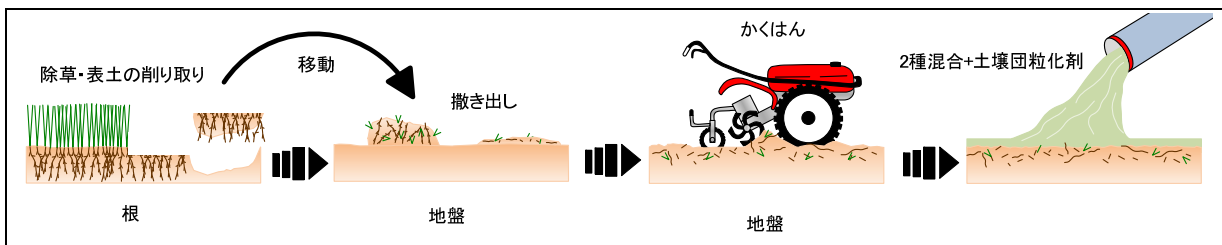


図 53 施工のイメージ

④ 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。

⑤ 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 54 に示すとおりである。

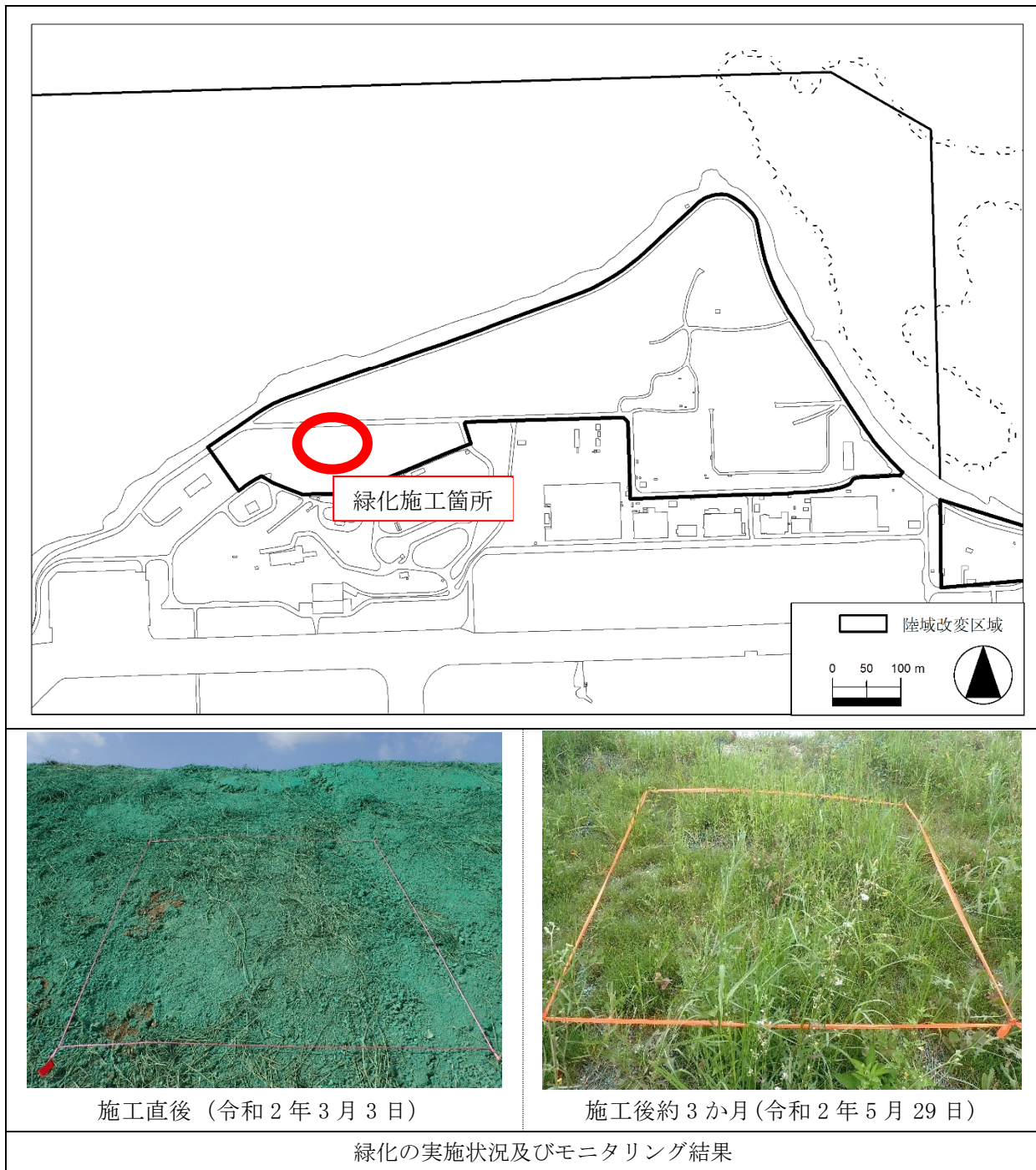


図 54 陸域生物・生態系に係る環境保全措置（緑化）の実施状況

2.1.3 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。

事業影響は「工事の実施による影響」と「埋立地の存在及び供用による影響」の2つに分けられる。工事の実施による影響については、委員会及び環境影響評価法に基づく「報告書」において、工事中の濁り等による海域生物の生息・生育環境の変化等の影響はみられなかったことから、本資料においては、埋立地の存在及び供用による影響について解析等を行うこととした。

一方で、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。

注：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（仮称）等の意見を踏まえ判断していくこととする。

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、事後調査及び境監視調査の総括を行った。

解析手法 事後調査の結果（存在時の環境状態等）が評価書における環境影響評価の結果の範囲を維持（＝概ね横ばい）されているかを解析

- ・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工事前調査結果との比較を実施（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^{*}を踏まえ検討）

※参考文献等をもとに存在時の環境状態等を把握

総括にあたっては、下記に示す環境影響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。

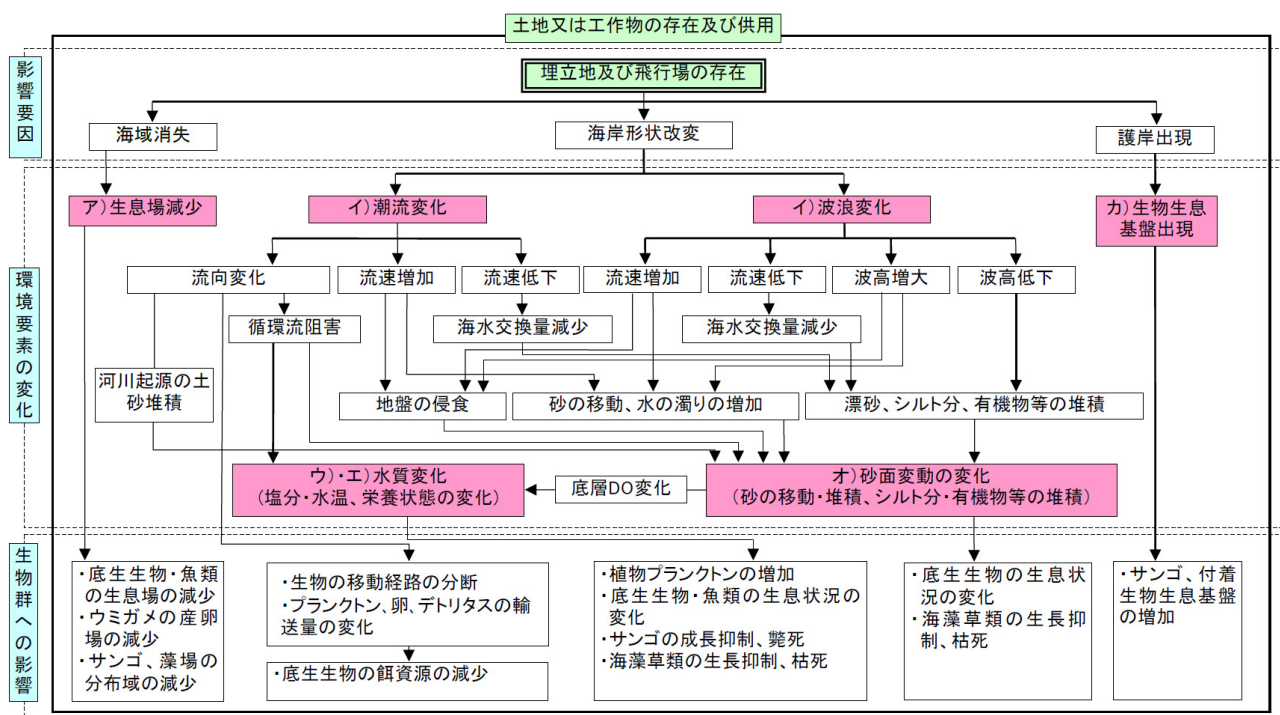


図 55 環境影響評価書時に想定された影響フロー図（海域生物、施設の存在）

表 41 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

2.2 新たな取り組み

2.2.1 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

1) 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 59 に、対照区における調査測線（航跡）を図 60 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

2) 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。

① 水上ドローン

- 使用機材：水上ドローン PowerDolphin（PowerVision 社製）（図 56）
- 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 56 水上ドローン外観および調査状況

② 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 57)。
- 測位は GNSS により行った。

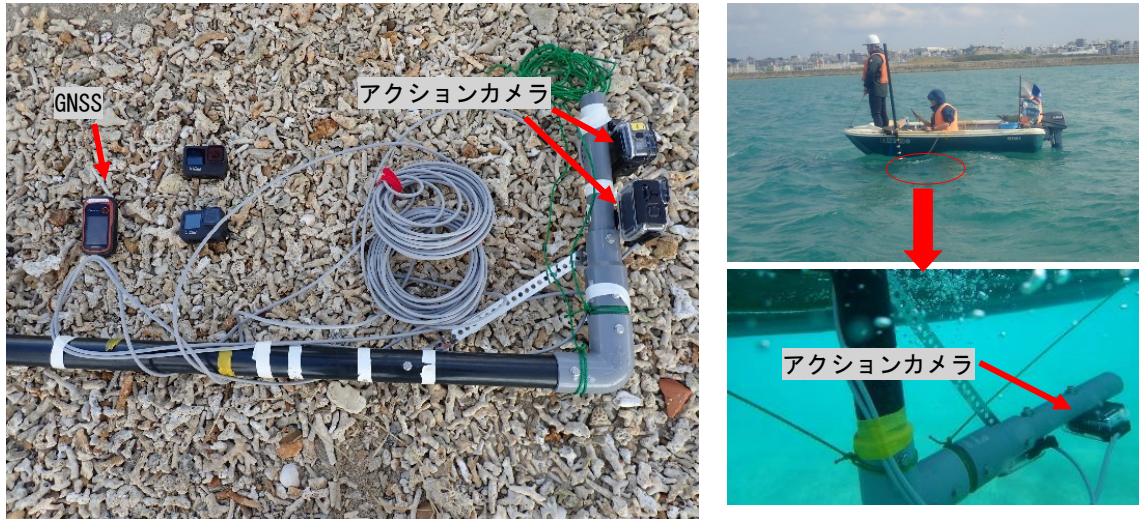


図 57 船舶搭載カメラ外観および調査状況

3) 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 58)。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。

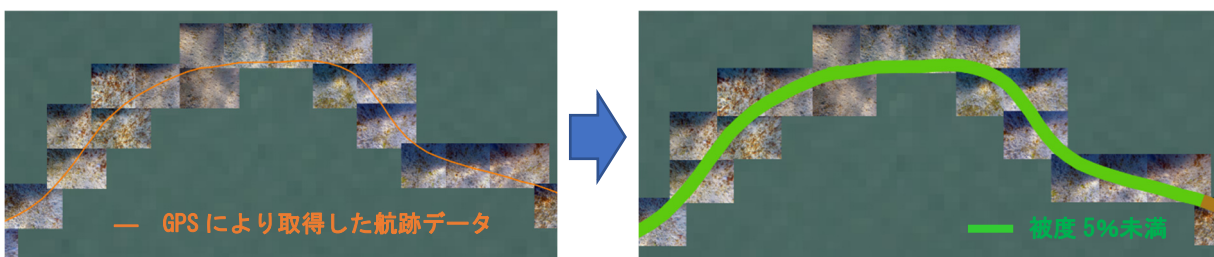


図 58 被度の把握

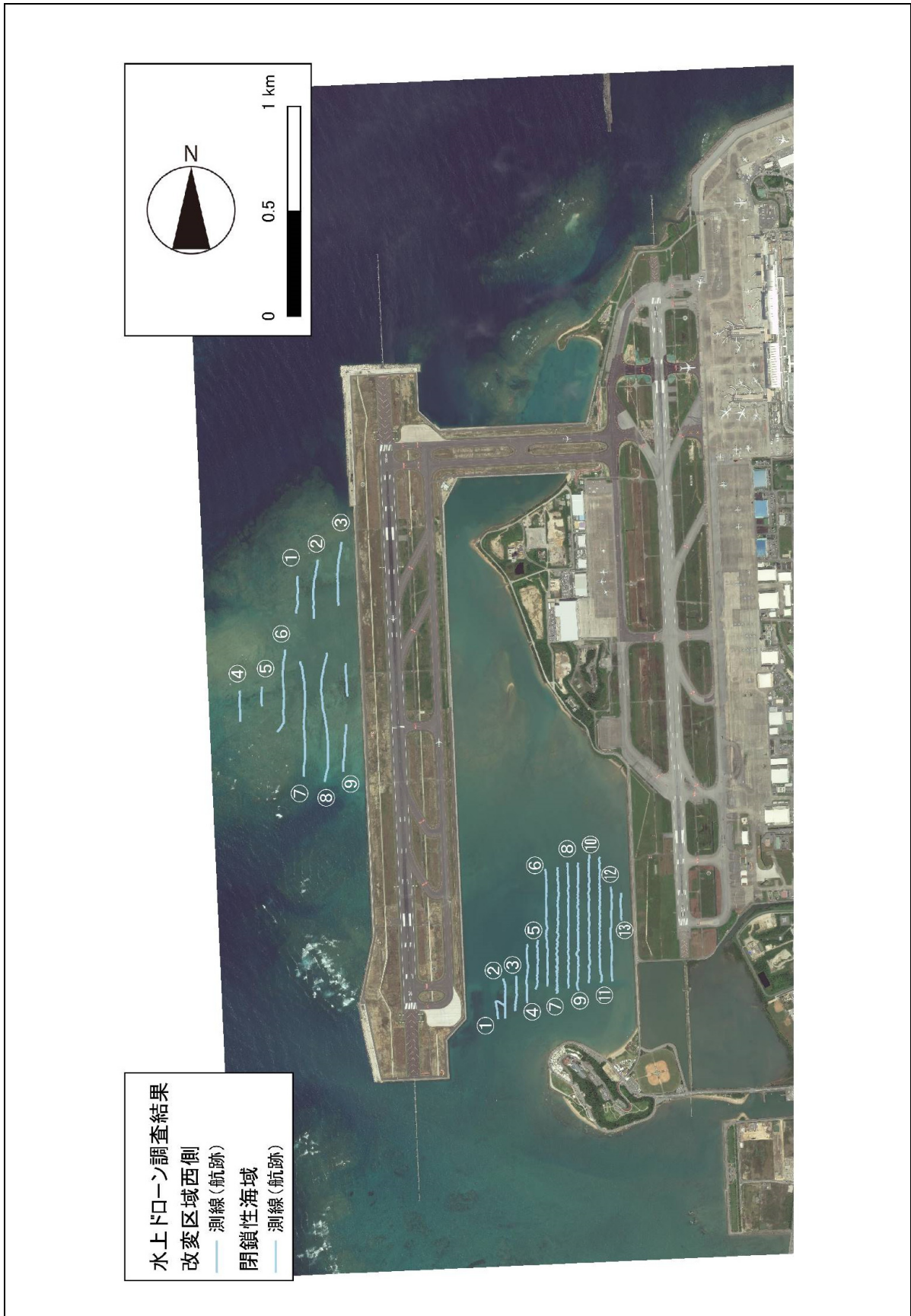


図 59 閉鎖性海域及び変更区域西側における調査測線（航跡）



図 60 対照区における調査測線 (航跡)

(5) 調査結果

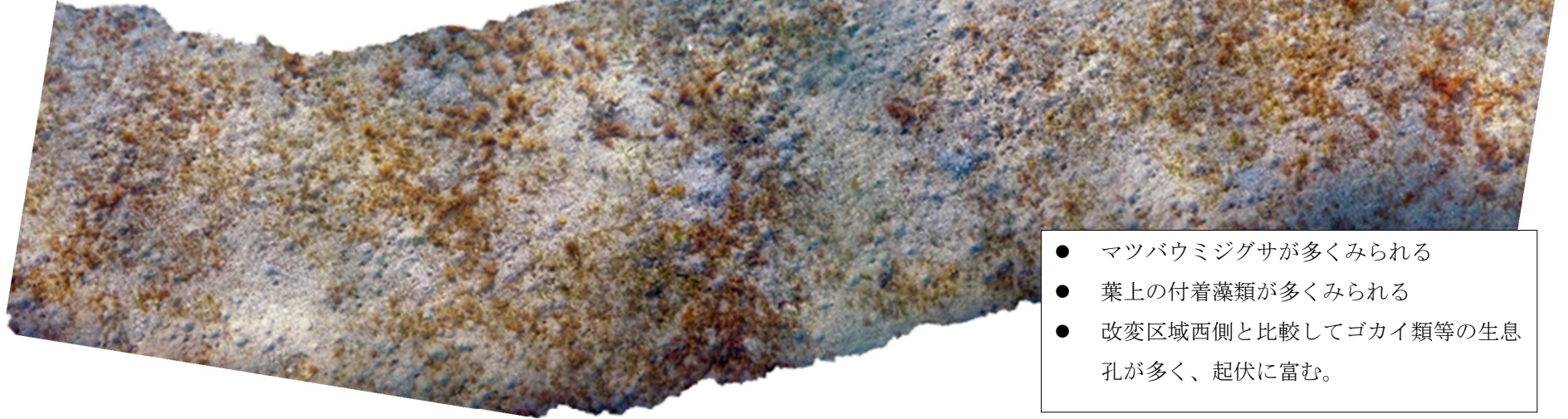
- 被度が10%以上の比較的被度の高い海草藻場は改変区域西側、対照区で見られ、底質は砂または砂礫で、ゴカイ類等の生息孔は少なかった。
- 閉鎖性海域では被度5%未満～5%の低被度の海草藻場パッチが点在する状況であり、底質は砂または砂泥で、ゴカイ類等の生息孔が多くみられた。
- 大型海草のうち、那覇空港周辺で多いリュウキュウスガモは、粗砂の多い場所に生育する¹とされ、閉鎖性海域では細砂が多かったことから、リュウキュウスガモが少なかったと考えられる。

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下表に、海底状況の比較は図 61 に示すとおりである。

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。

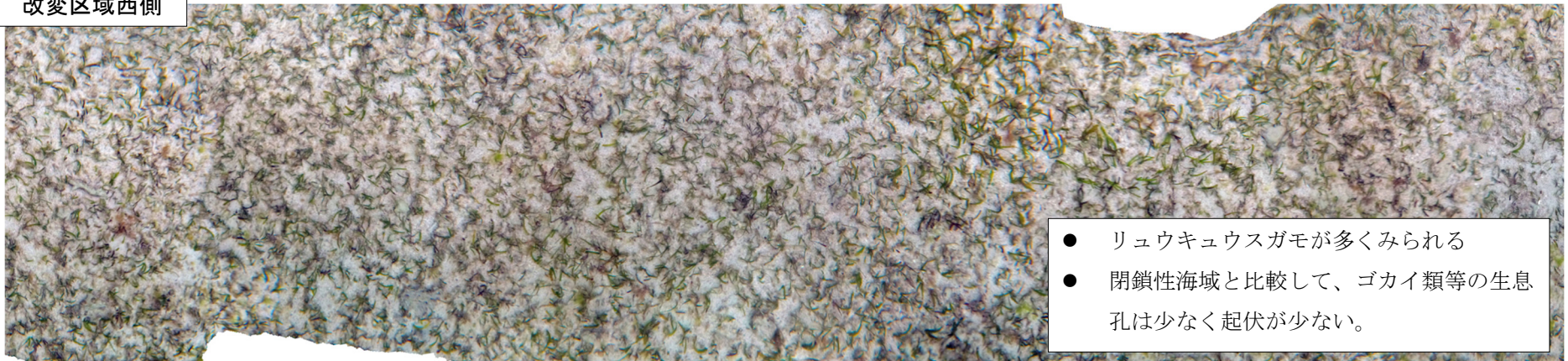
¹ 大場達之、宮田昌彦（2007）日本海草図譜．北海道大学出版会，p. 14

閉鎖性海域



- マツバウミジグサが多くみられる
- 葉上の付着藻類が多くみられる
- 変更区域西側と比較してゴカイ類等の生息孔が多く、起伏に富む。

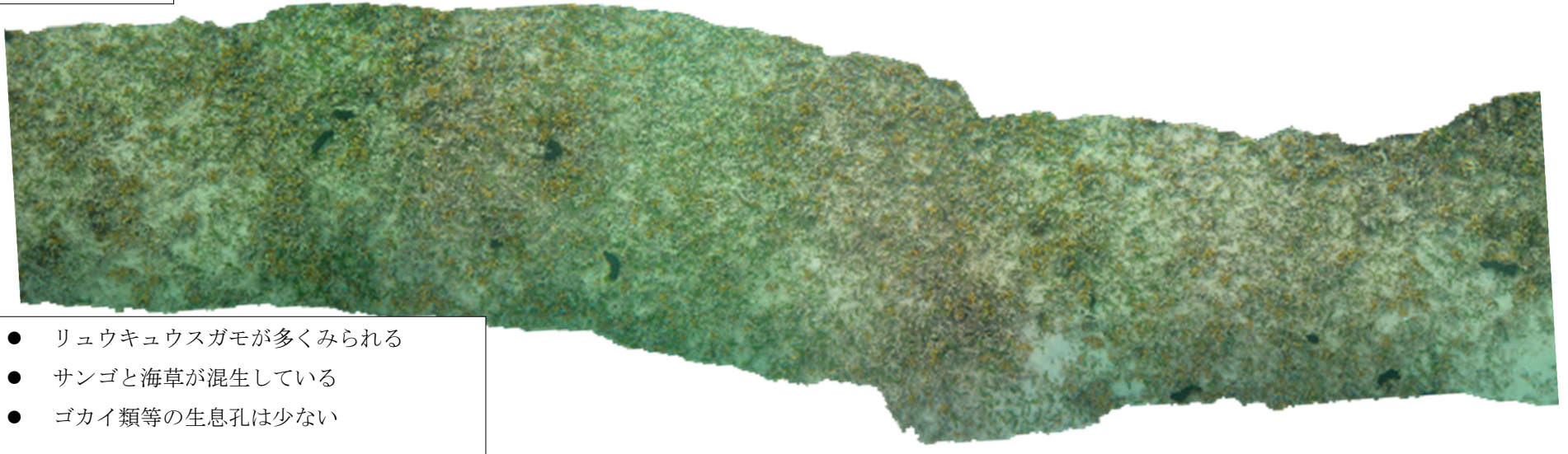
変更区域西側



- リュウキュウスガモが多くみられる
- 閉鎖性海域と比較して、ゴカイ類等の生息孔は少なく起伏が少ない。

図 61 (1) 海底状況の比較

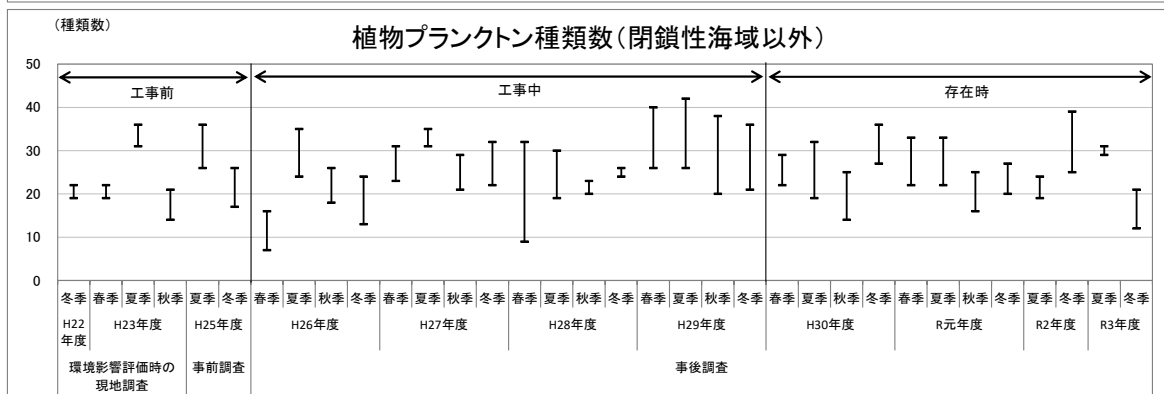
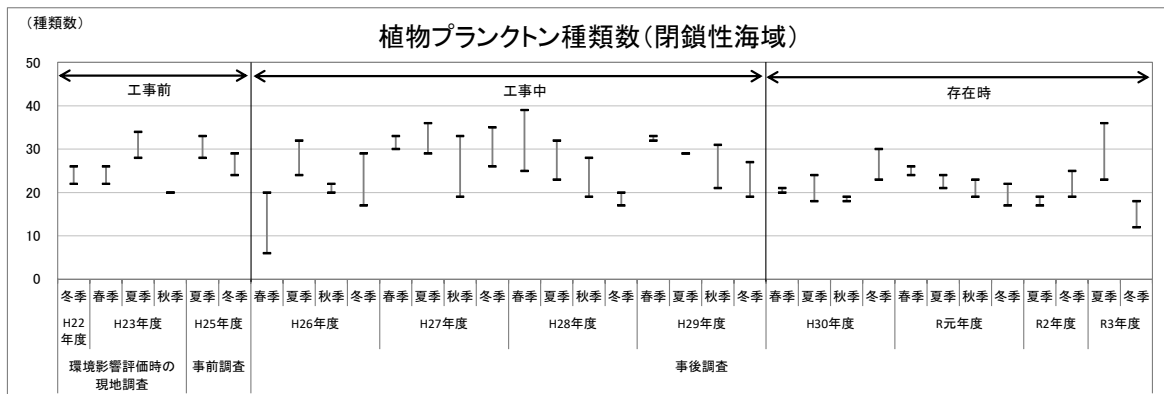
対照区（測線⑤）



- リュウキュウスガモが多くみられる
- 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

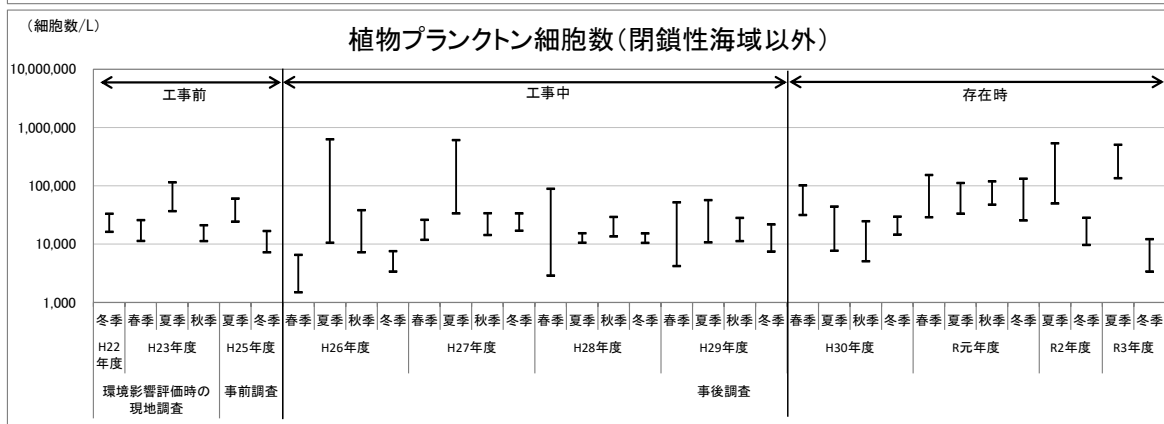
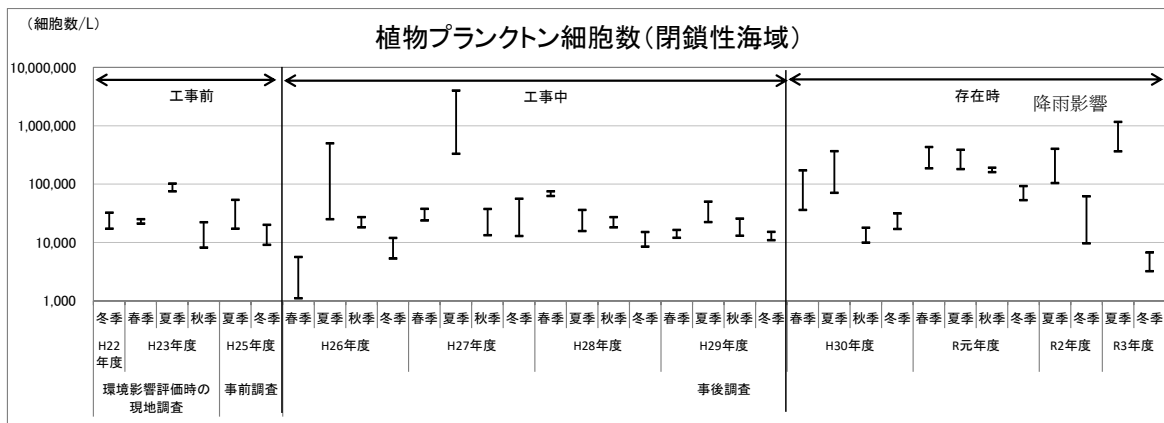
図 61 (2) 海底状況の比較

【参考資料①】 工事中も含めた経年変化グラフ



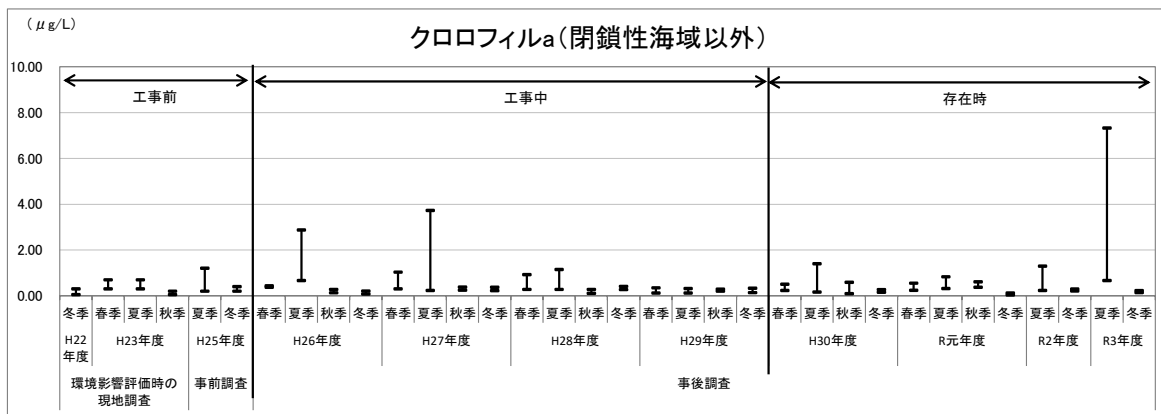
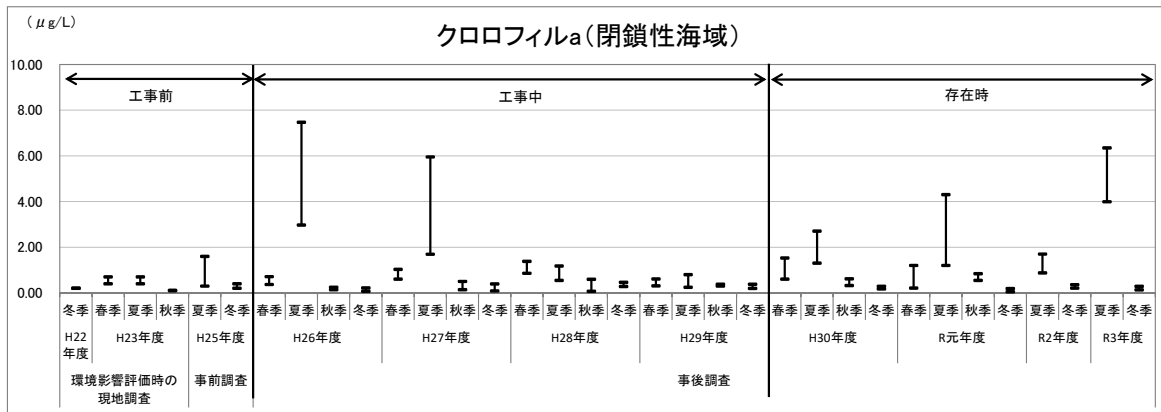
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 62 植物プランクトンの種類数の経年変化



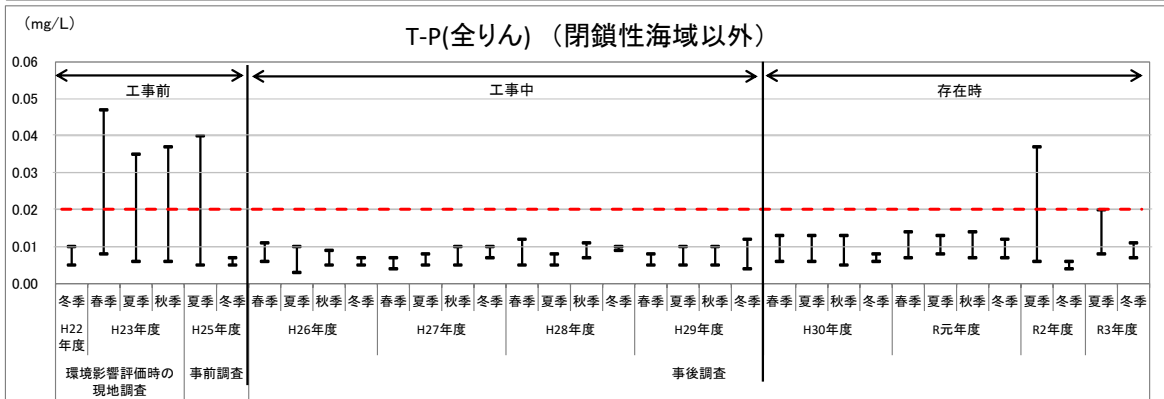
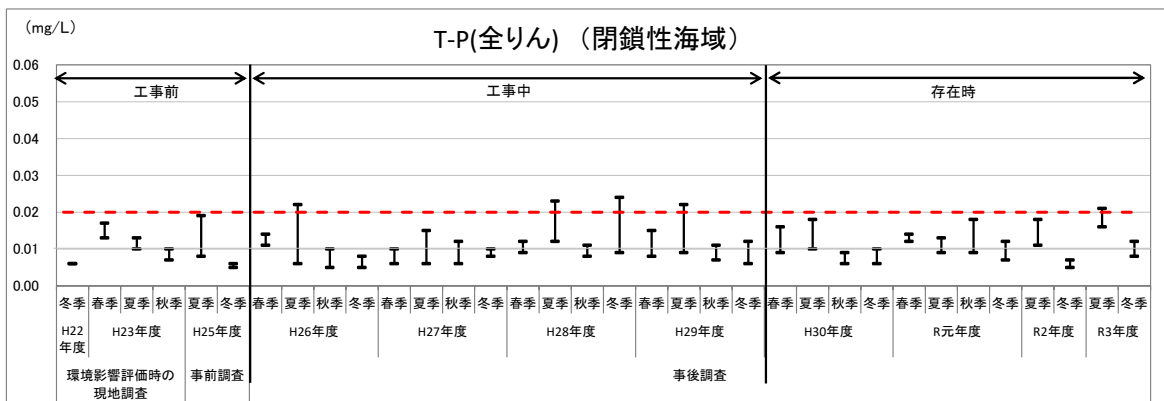
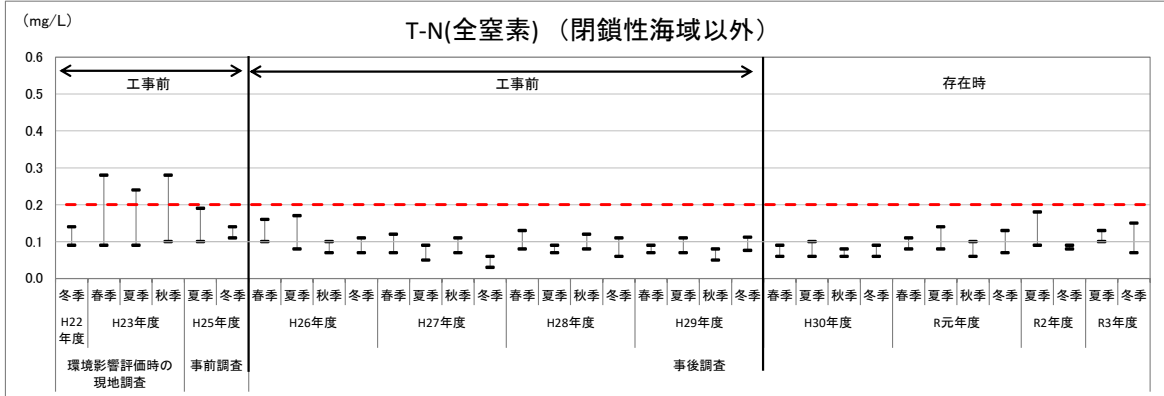
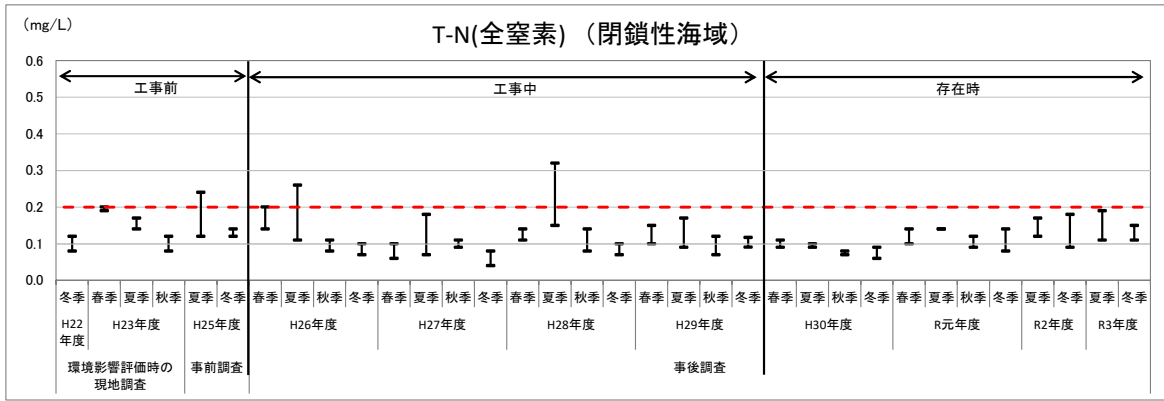
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 63 植物プランクトンの細胞数の経年変化



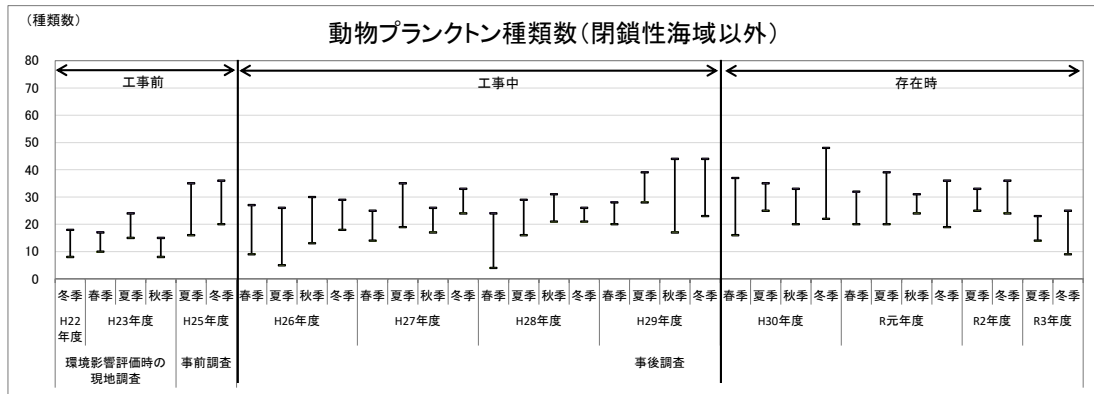
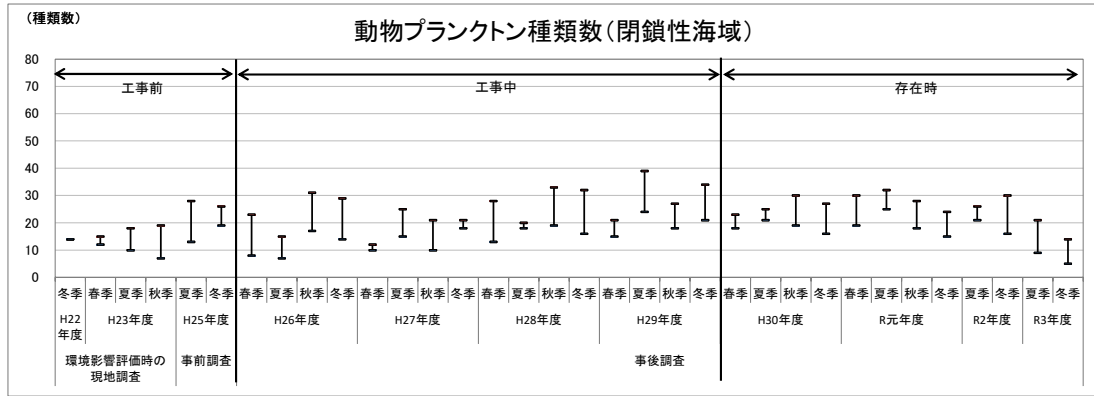
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 64 (1) 水質の経年変化



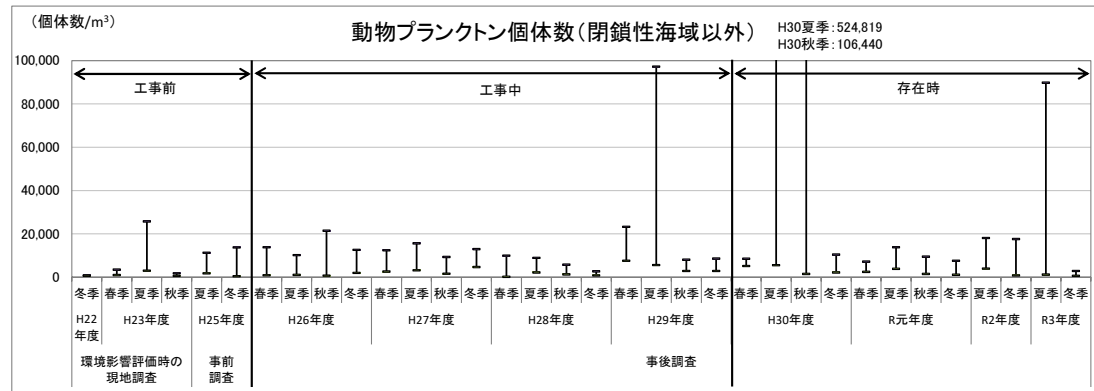
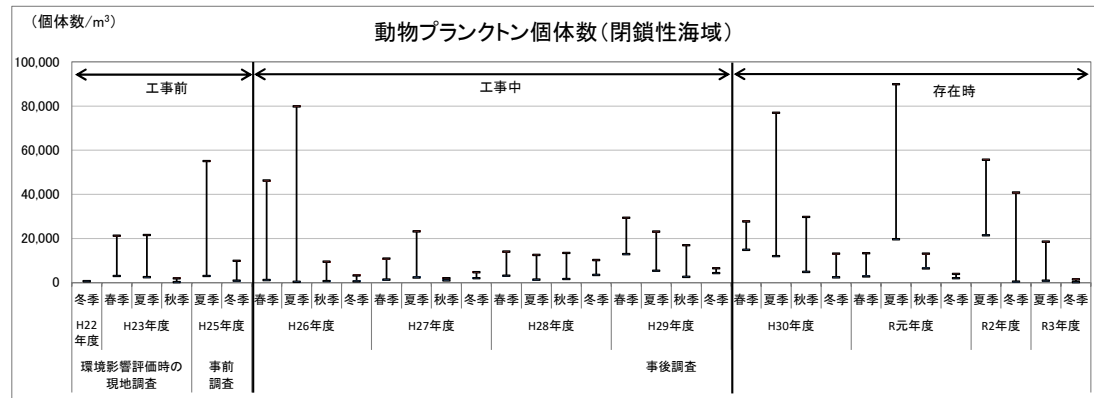
注1: 当該海域は環境基準の類型指定は受けておらず、参考としてI類型の基準(0.2mg/L, 0.02 mg/L)を示している。
 2: 閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 64 (2) 水質の経年変化



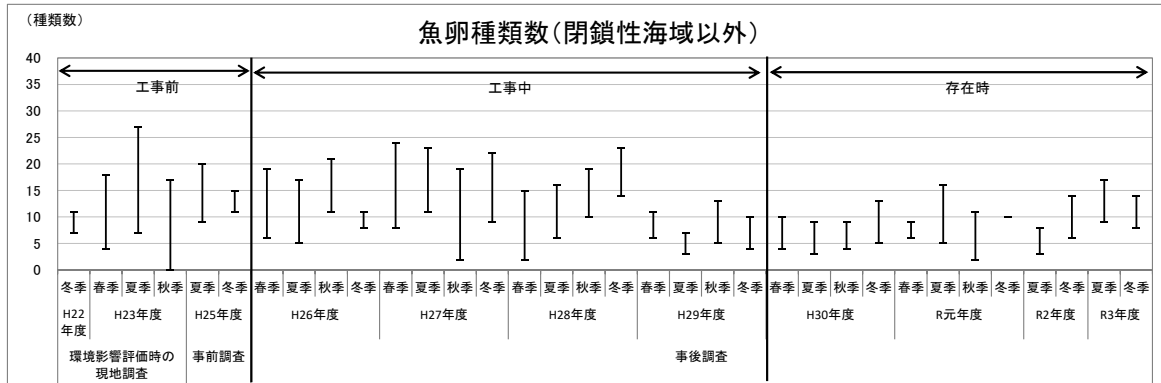
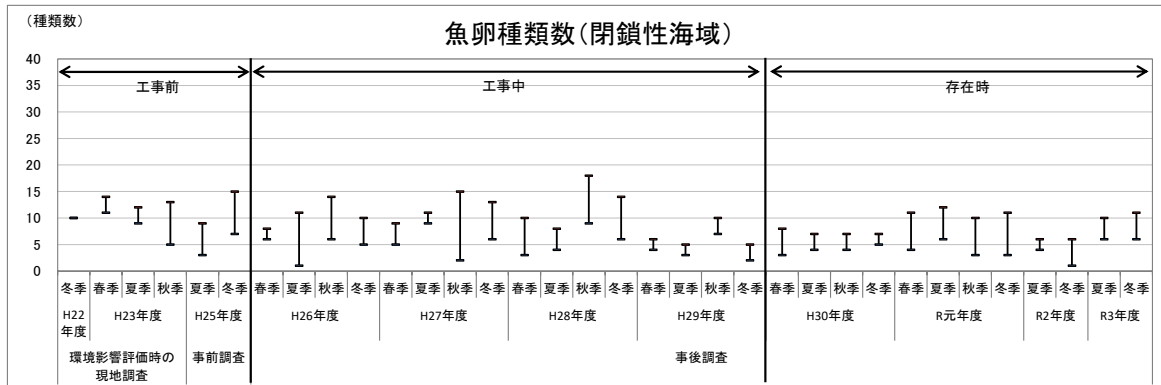
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 65 動物プランクトンの種類数の経年変化



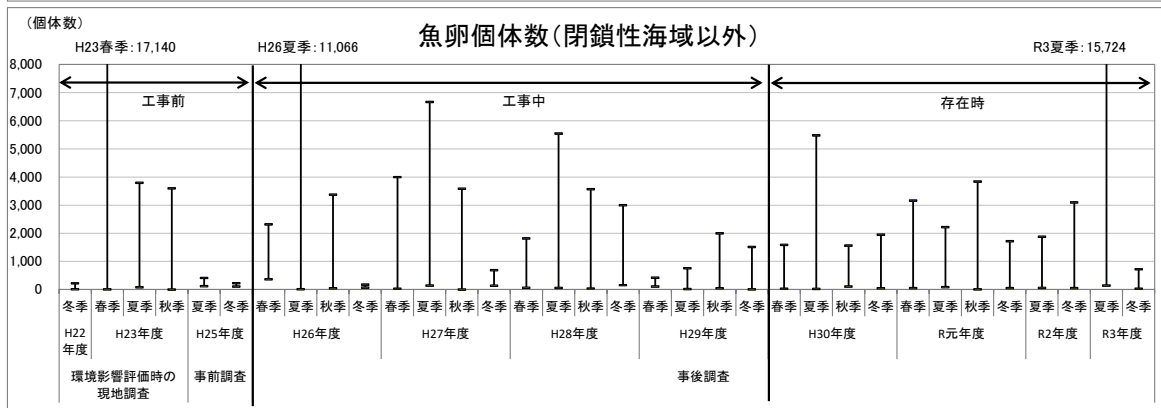
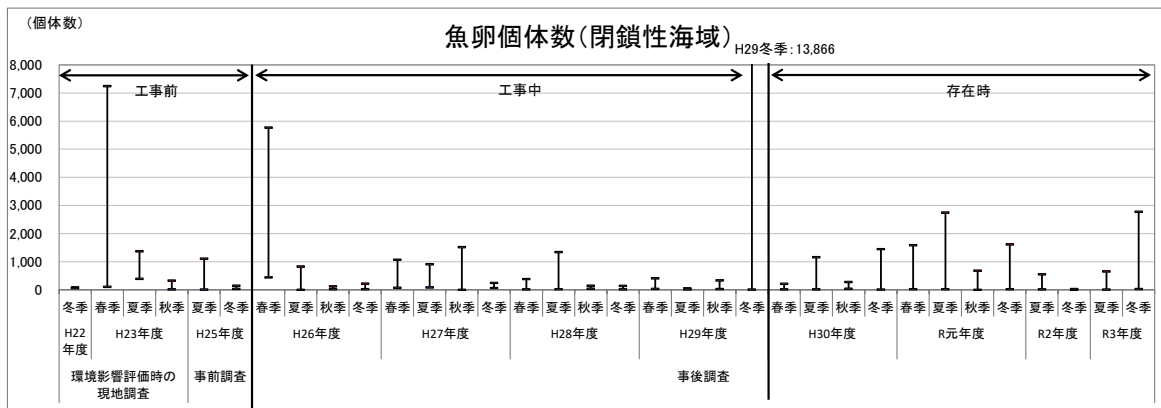
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 66 動物プランクトンの個体数の経年変化



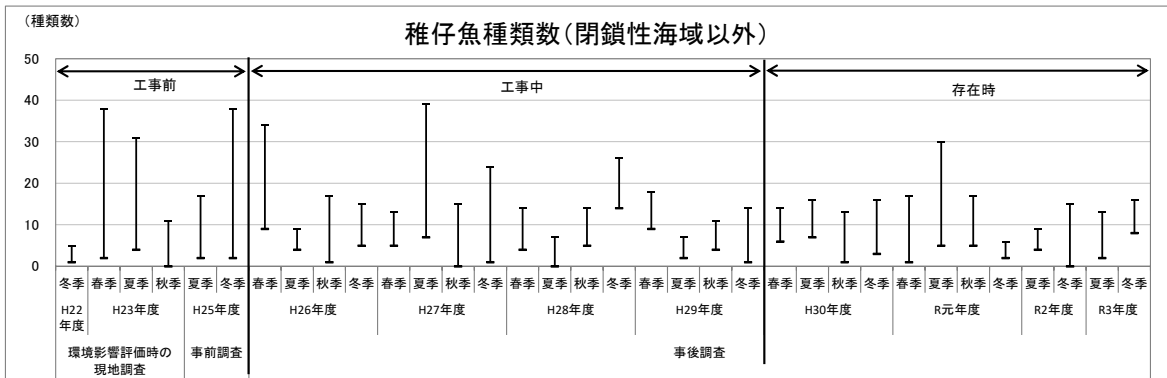
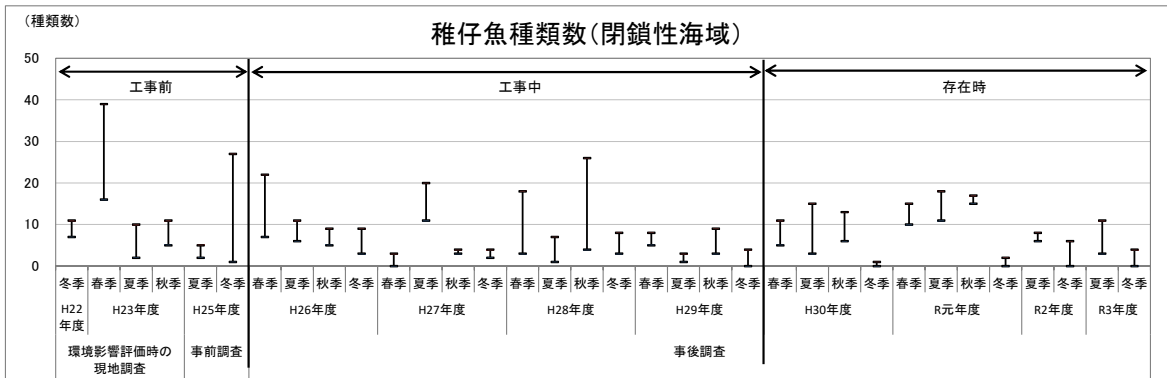
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 67 魚卵の種類数の経年変化



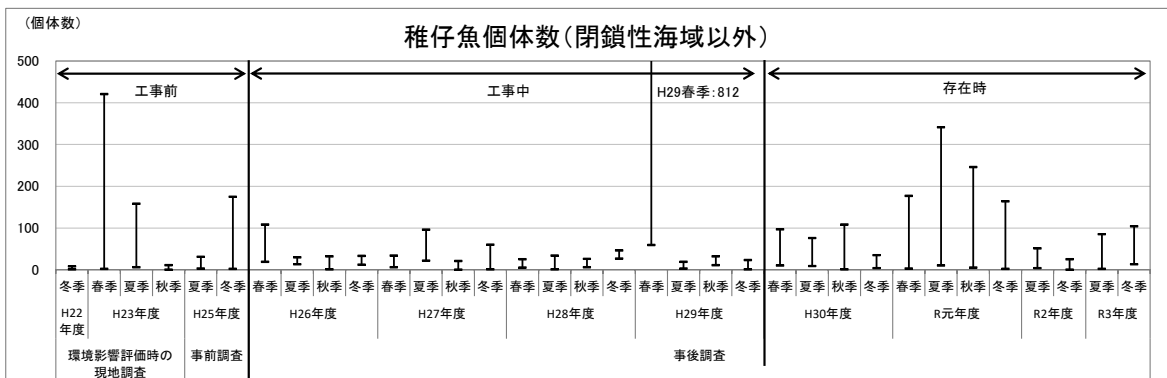
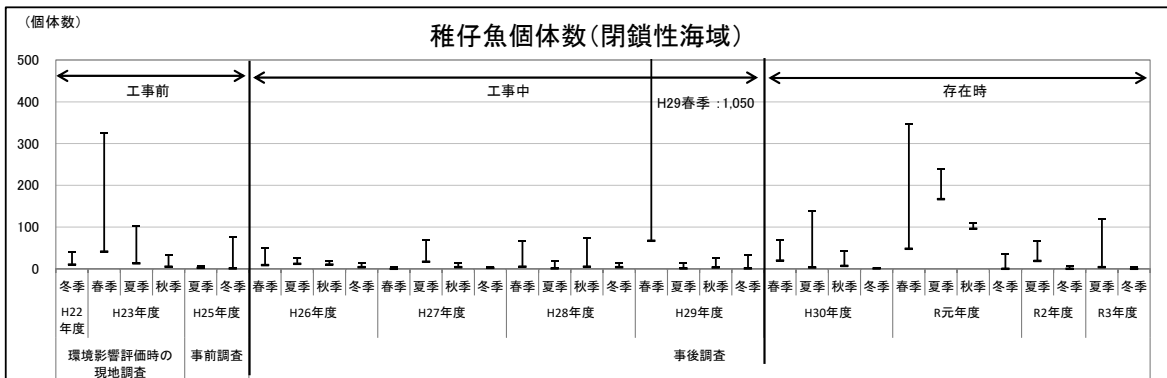
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 68 魚卵の個体数の経年変化



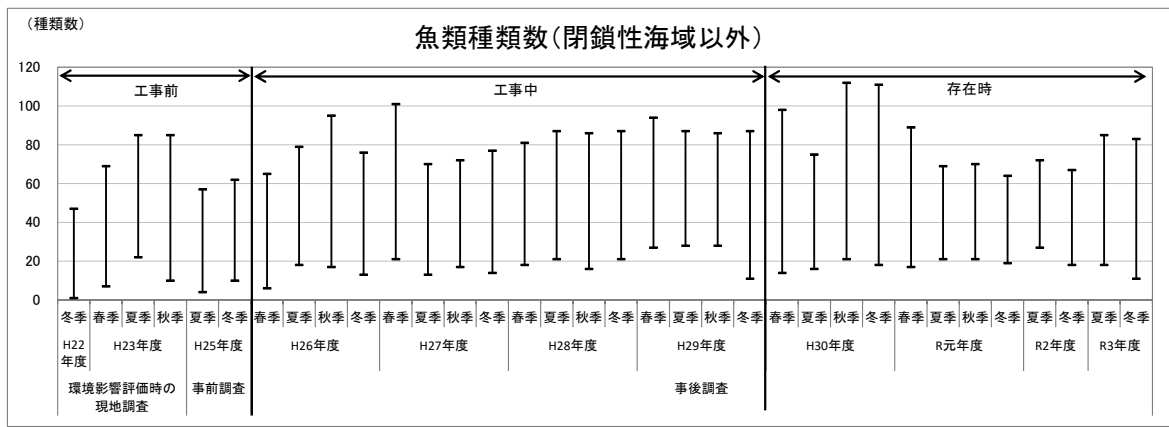
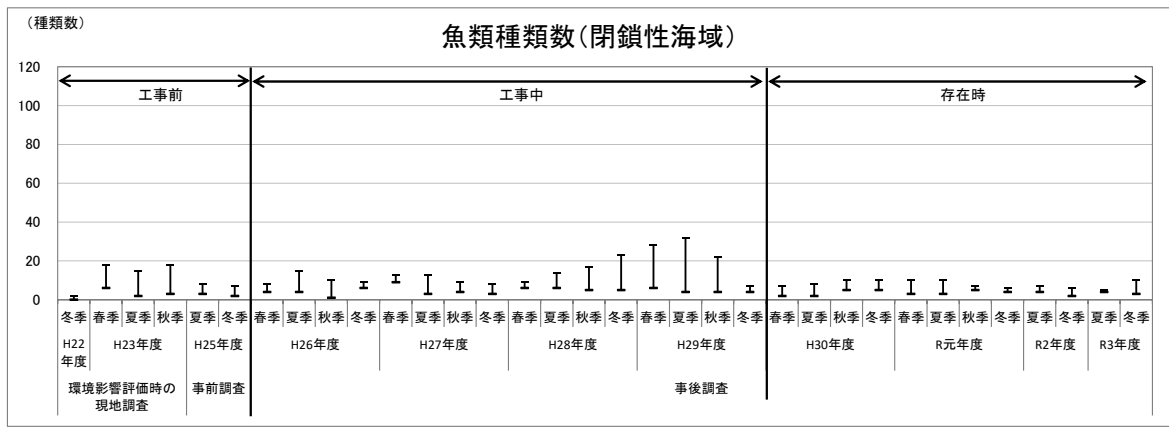
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 69 稚仔魚の種類数の経年変化



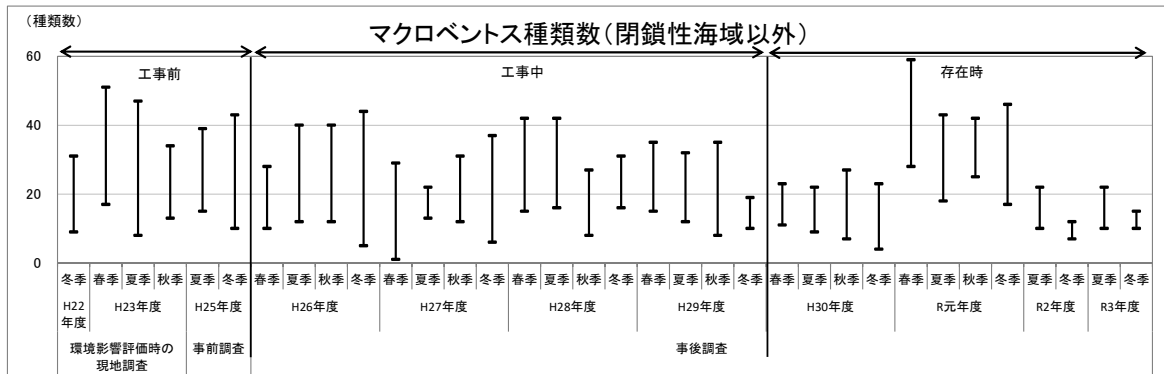
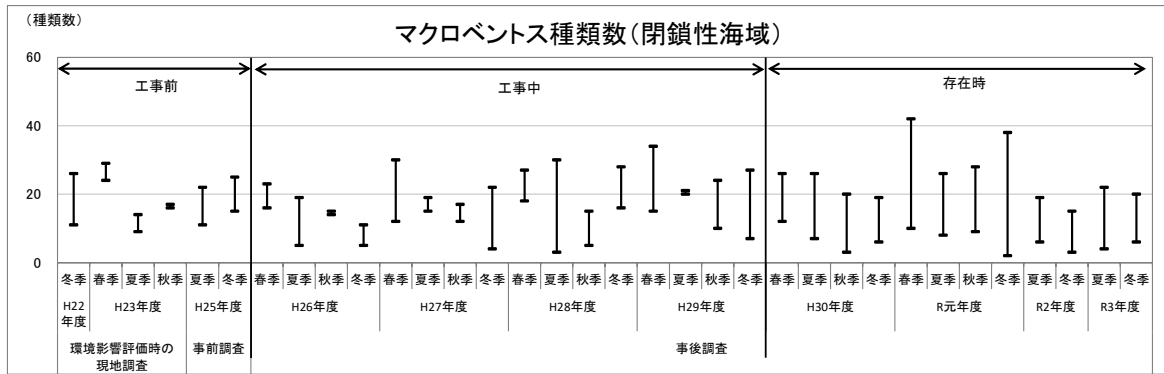
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 70 稚仔魚の個体数の経年変化



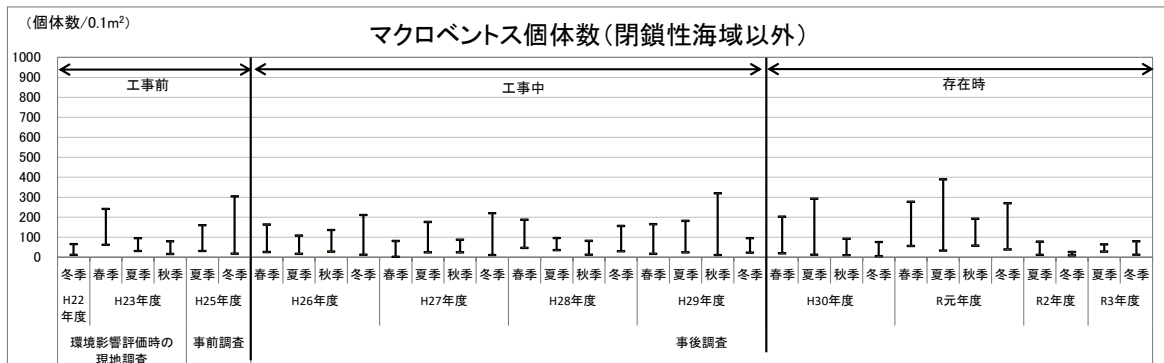
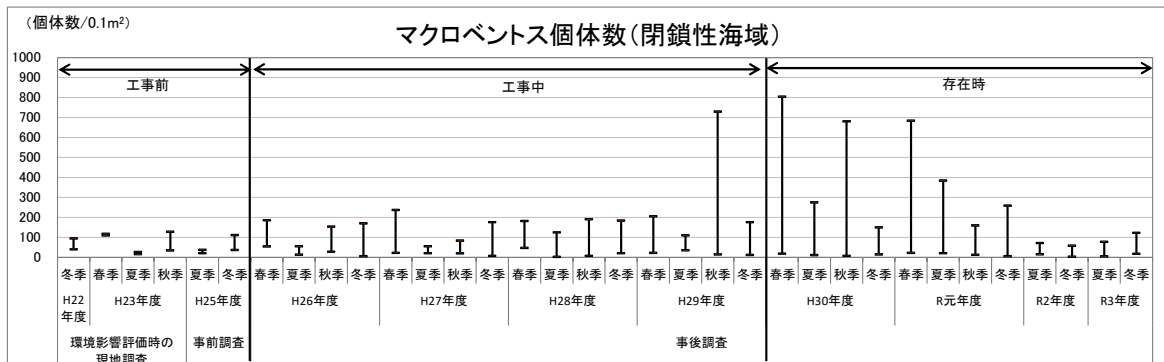
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 71 魚類の種類数の経年変化



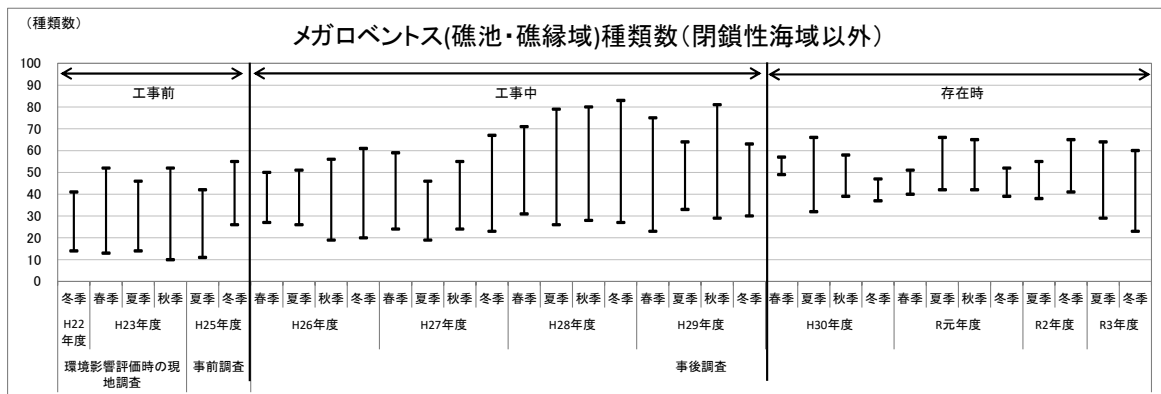
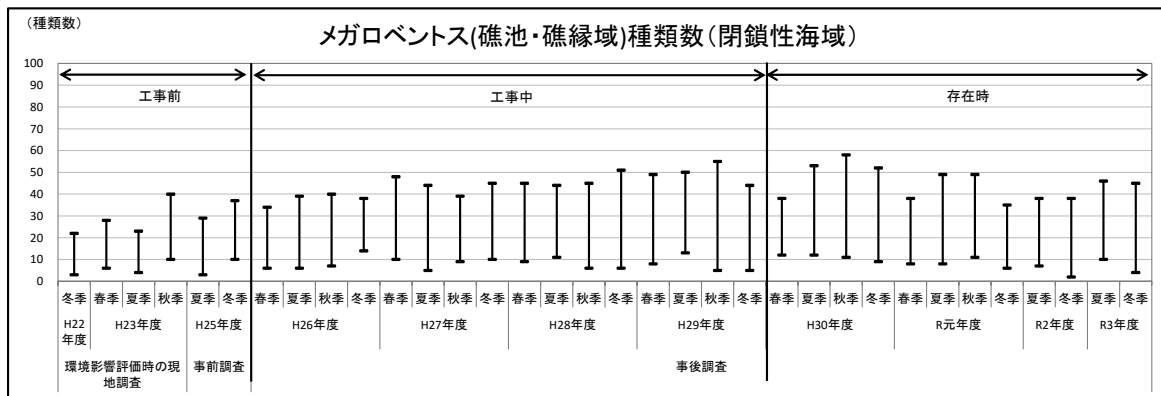
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 72 マクロベントスの種類数の経年変化



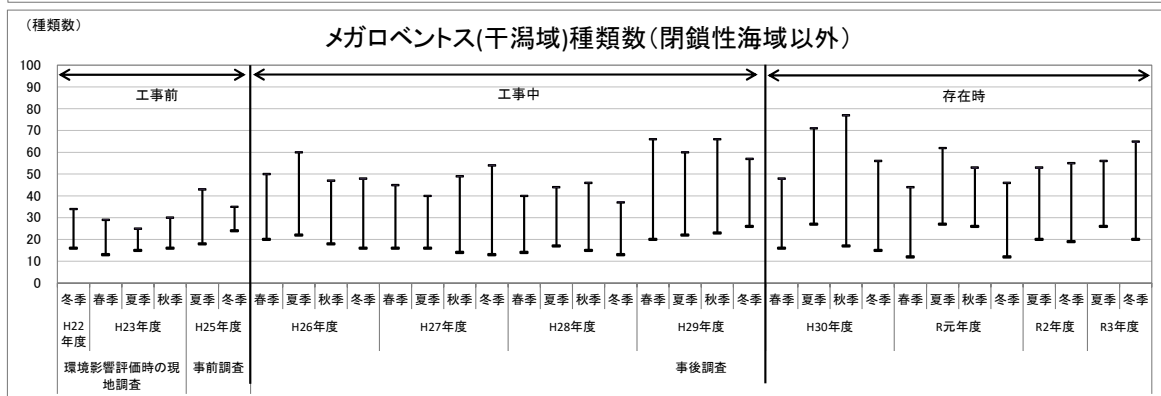
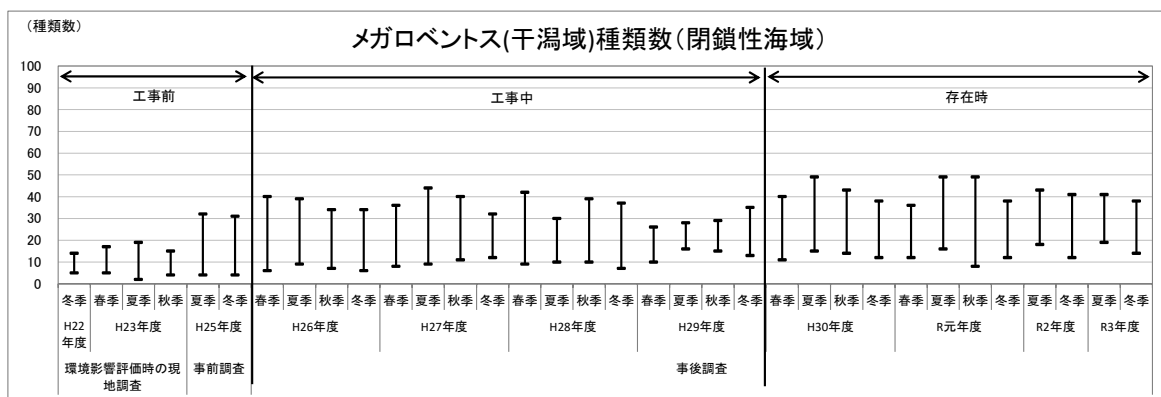
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 73 マクロベントスの個体数の経年変化



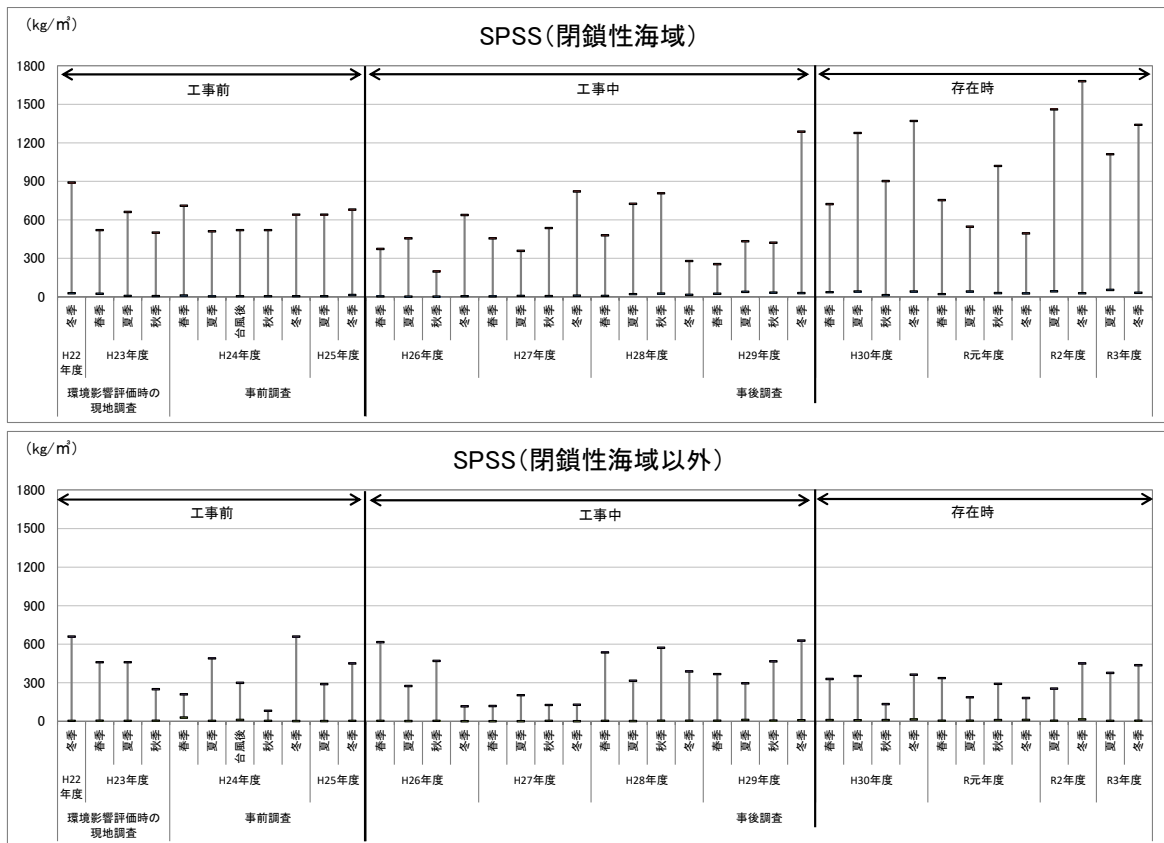
注: 種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 74 メガロベントス(礁池・礁縁域)の種類数の経年変化



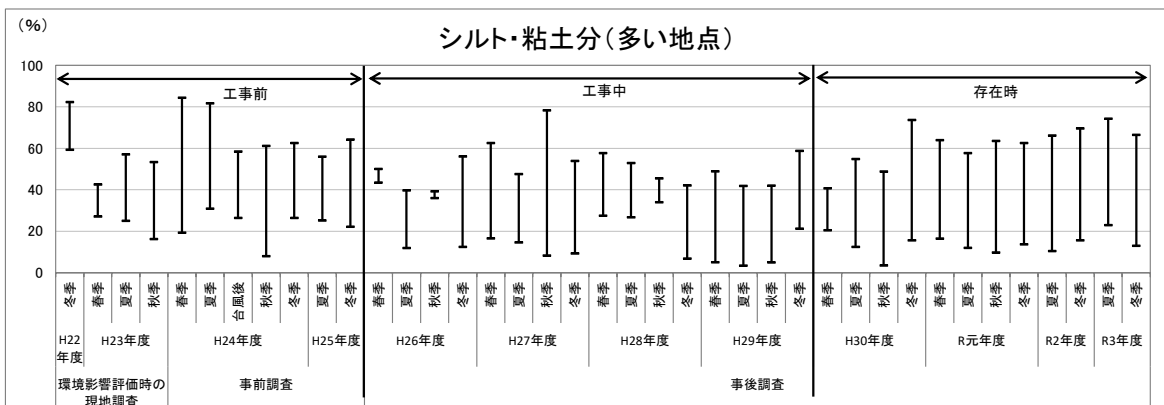
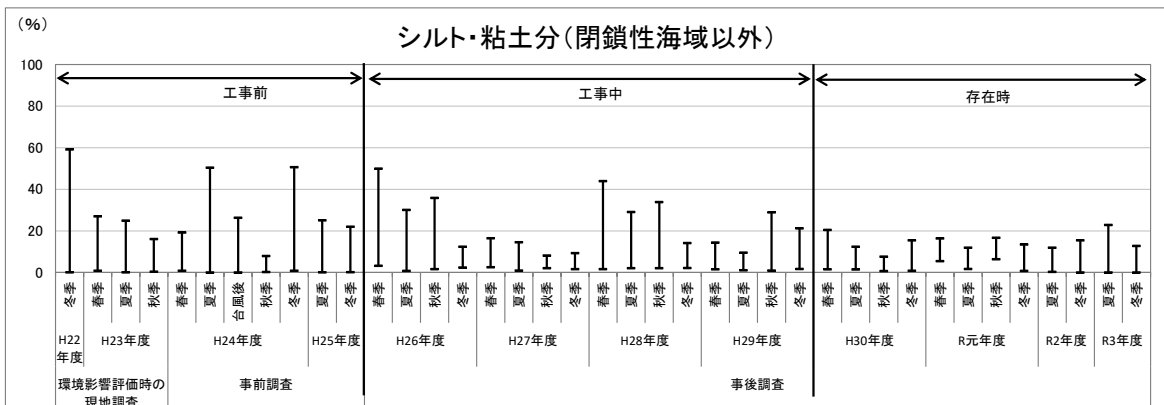
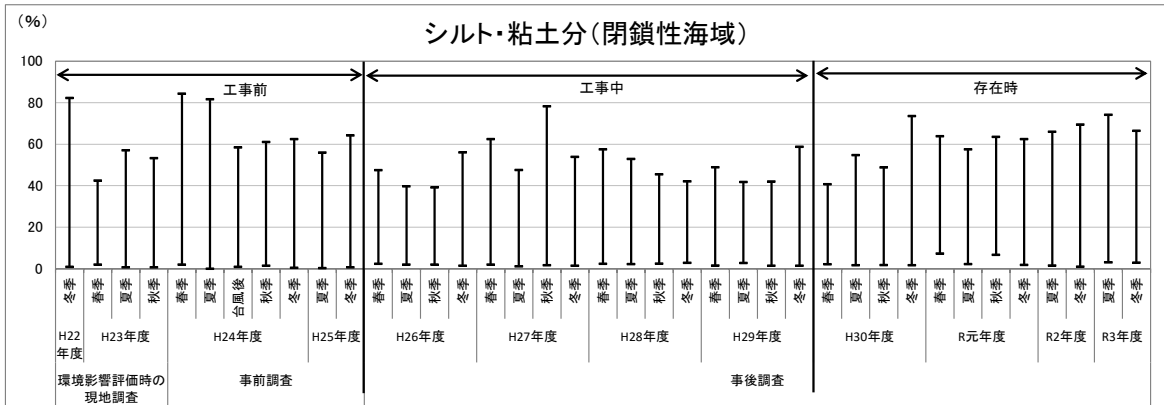
注: 種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 75 メガロベントス(干潟域)の種類数の経年変化



注：閉鎖性海域は St. 2, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図 76 底質の経年変化 (SPSS)



注：シルト・粘土分が多い地点は、St. 2, 7, 8、閉鎖性海域は St. 4, 9, 10, 14, 15, 16, 17、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

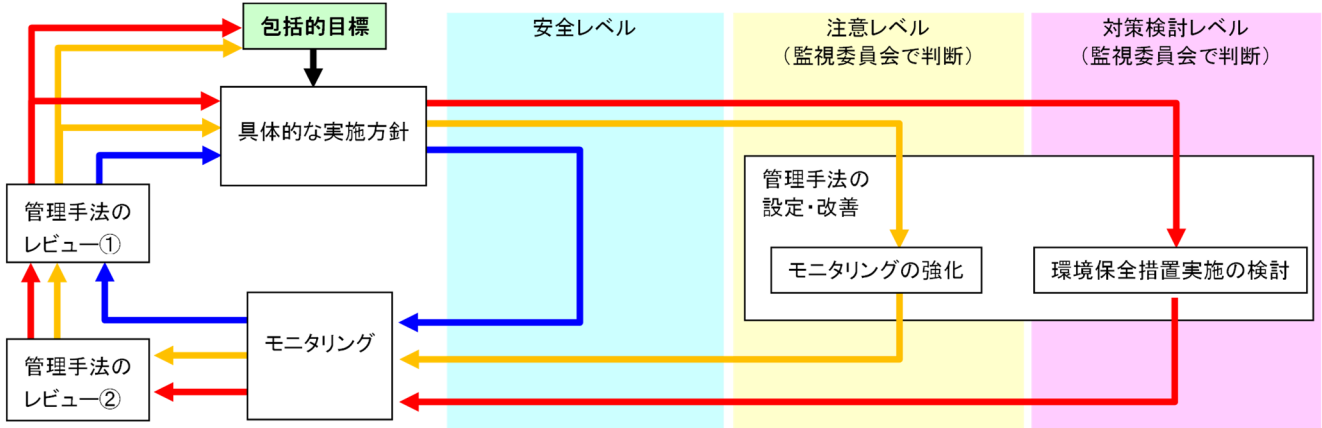
図 77 底質の経年変化

【参考資料②】 順応的管理の実施フロー

●海草藻場

(1) これまでの順応的管理（海草藻場）

1) 順応的管理の実施フロー



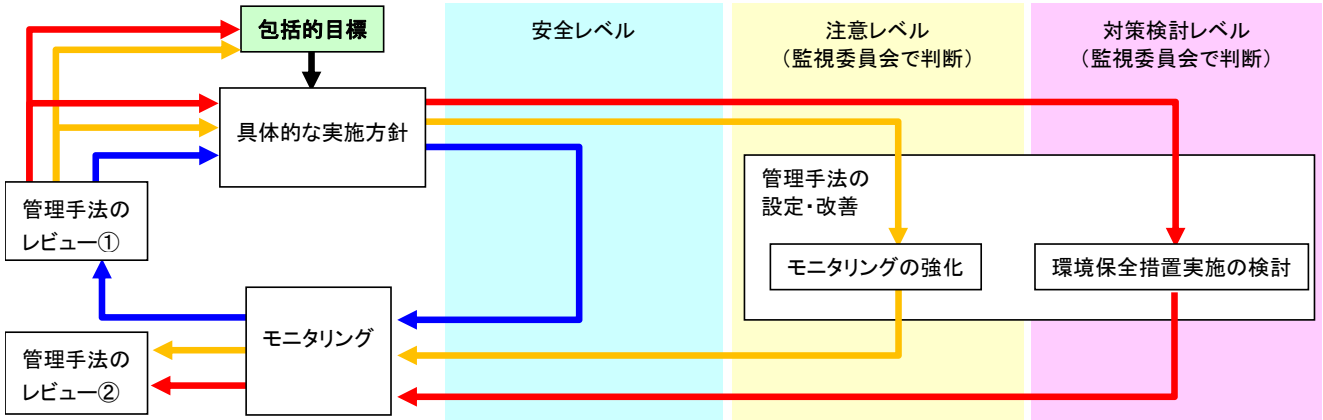
包括的目標	<ul style="list-style-type: none"> 海草藻場については、失われる藻場の面積を念頭に、閉鎖性海域において、護岸概成後に生育環境が向上し、面積もしくは被度が維持/増加することを目標とし、実行可能な順応的管理のもと、生育環境の保全・維持管理を実施する。 順応的管理にあたっては、モニタリングを実施しながら、海草藻場の出現状況の変化に応じた監視レベルを設定し、必要に応じて、環境保全措置を講じることとする。
具体的な実施方針	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングを行い、海草藻場構成種の生育状況や生育環境の把握を行う。 モニタリングの結果、海草藻場の生育状況や生育環境が著しく低下した場合は、学識経験者等にヒアリング等を行い、環境保全措置の検討を行う。
モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング項目は、海草藻場構成種の生育状況及び生育環境とする。 モニタリング手法は、現地調査と同様の手法で行うこととする。（モニタリング結果を事業実施前の現地調査結果と比較するため）。
管理手法のレビュー①	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング結果は「那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会」に報告し、どの監視レベルに当たるかについて指導・助言を得る。 報告事項については、事業者のホームページにおいて公表する。
管理手法のレビュー②	<ul style="list-style-type: none"> 必要であれば専門委員会等を招集し、具体的な検討を進める。 専門委員会等にて報告・検討された事項については、「那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会」に報告し、指導・助言を得る。
管理手法の設定・改善	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングの結果より基準が達成されていないと判断される場合は、管理手法の改善として環境保全措置の実施を検討する。

図 78 本事業における海草藻場の順応的管理の考え方

●カサノリ類

(2) これまでの順応的管理（カサノリ類）

1) 順応的管理の実施フロー



包括的目標	<ul style="list-style-type: none"> カサノリ類は、干潟・浅海域に点在し、タイドプールのような環境で被度が高い場所がみられ、その分布域の年変動が大きいことが、当該種の特徴である。このため、カサノリ類については、閉鎖性海域において、継続的に分布が確認される場所がみられることを目標とし、実行可能な順応的管理のもと、生育環境の保全・維持管理を実施する。
具体的な実施方針	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングを行い、カサノリ類構成種の生育状況や生育環境の把握を行う。 モニタリングの結果、カサノリ類の生育状況や生育環境が著しく低下した場合は、学識経験者等にヒアリング等を行い、環境保全措置の検討を行う。
モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング項目は、カサノリ類構成種の生育状況及び生育環境とする。 モニタリング手法は、現地調査と同様の手法で行うこととする。（モニタリング結果を事業実施前の現地調査結果と比較するため）。
管理手法のレビュー①	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング結果は「那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会」に報告し、どの監視レベルに当たるかについて指導・助言を得る。 報告事項については、事業者のホームページにおいて公表する。
管理手法のレビュー②	<ul style="list-style-type: none"> 必要であれば専門委員会等を招集し、具体的な検討を進める。 専門委員会等にて報告・検討された事項については、「那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会」に報告し、指導・助言を得る。
管理手法の設定・改善	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングの結果より基準が達成されていないと判断される場合は、管理手法の改善として環境保全措置の実施を検討する。

図 79 本事業における順応的管理の考え方