

資料編

1. カサノリ類の環境監視結果について

1.1 調査結果

1.1.1 分布調査

(1) 全体的な傾向

過年度調査と令和4年1月～4月における調査結果の比較を以下に示す。

なお、カサノリ類については、冬から春にかけて繁茂する生態的特性を踏まえて、分布面積が最も拡大した令和4年4月のデータを加えて考察を行った。

令和4年1～4月のカサノリ類(カサノリ、ホソエガサ)の分布面積は4.9～13.4haであった。生育盛期である3月の面積(13.4ha)は過年度の変動範囲内であった。

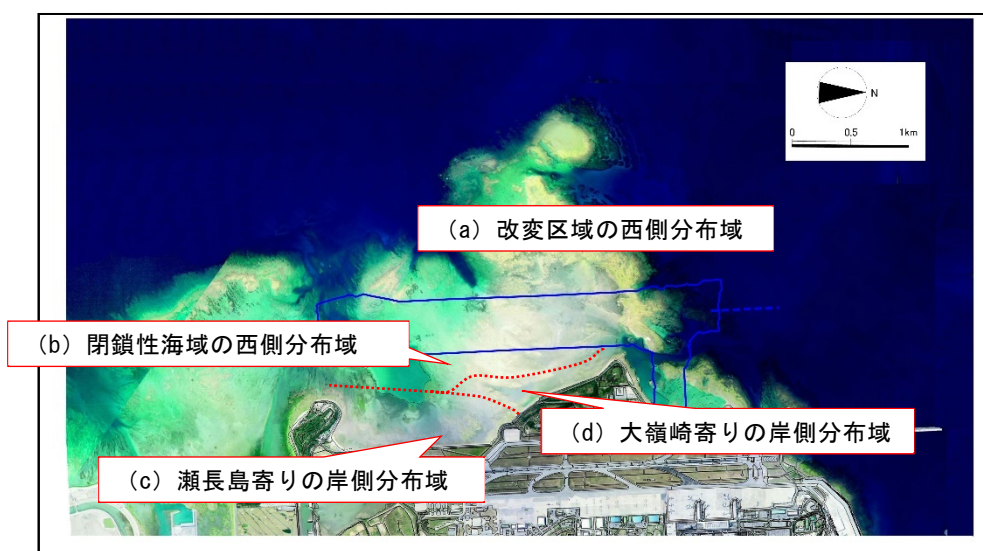
カサノリ類の分布面積は工事前の変動範囲を下回っているものの、継続的に分布が確認される場所がみられている。

カサノリは貝殻やサンゴ礫交じりの砂に生育し、流れが小さい場所を好み、生育盛期の水温は平均17.8℃であることが知られているものの^{1,2}、改変区域西側で底質の変化はみられておらず、また、当該海域の水温とカサノリの生育面積変化との関係についても明らかではなかった。

平成24年度冬季以降に実施したいずれの調査でも一部の箇所では被度が高い場所も散見された。こうした箇所は、事業実施区域周辺海域のカサノリ群集の主要な供給源となっていることが示唆される。

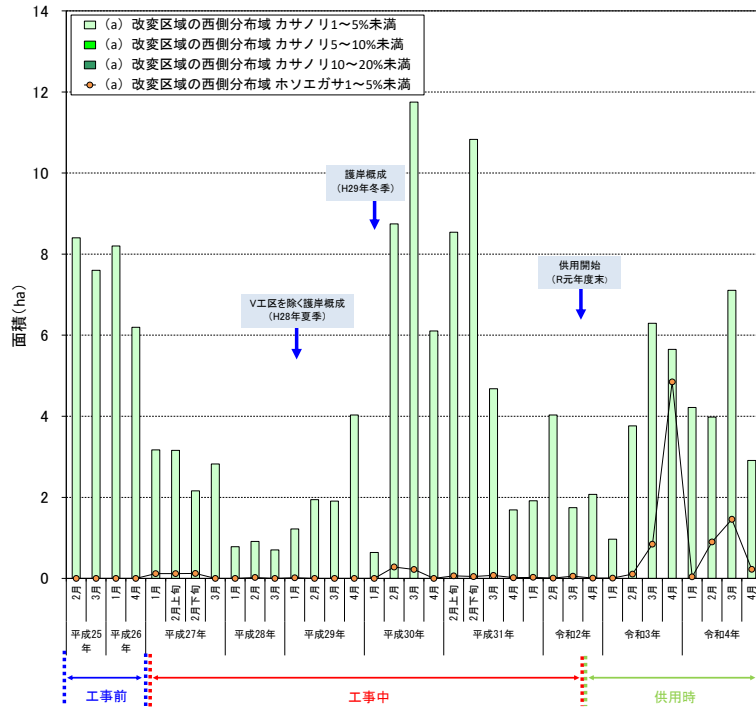
¹ 「亜熱帯の希少藻類カサノリの利活用」(平成22年1月、いであ株式会社)

² 「那覇港(浦添ふ頭地区)港湾整備に伴う海域環境保全マニュアル」(平成18年3月、那覇港管理組合)



図－ 1.1.1 分布域の区分

< 改変区域の西側分布域 >



< 閉鎖性海域の西側分布域 >

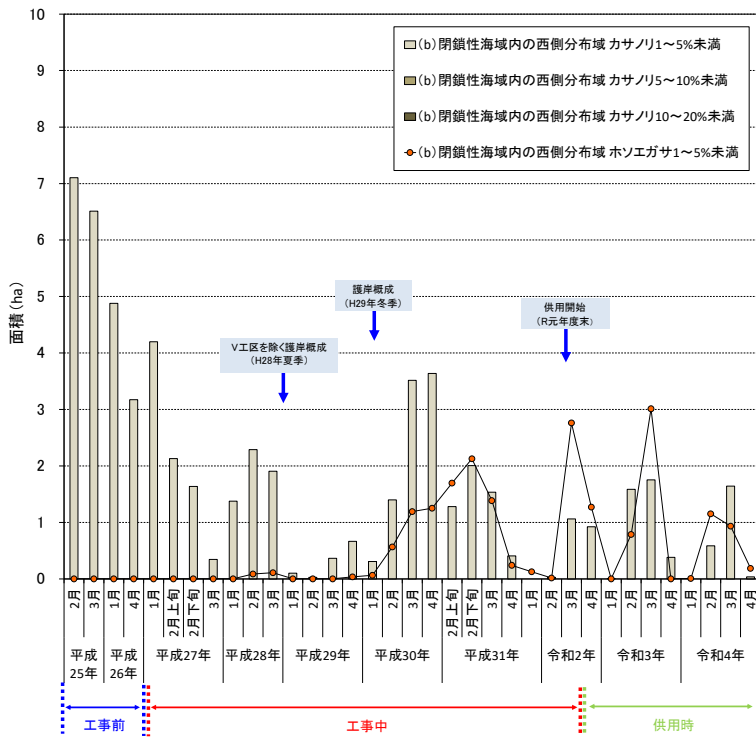
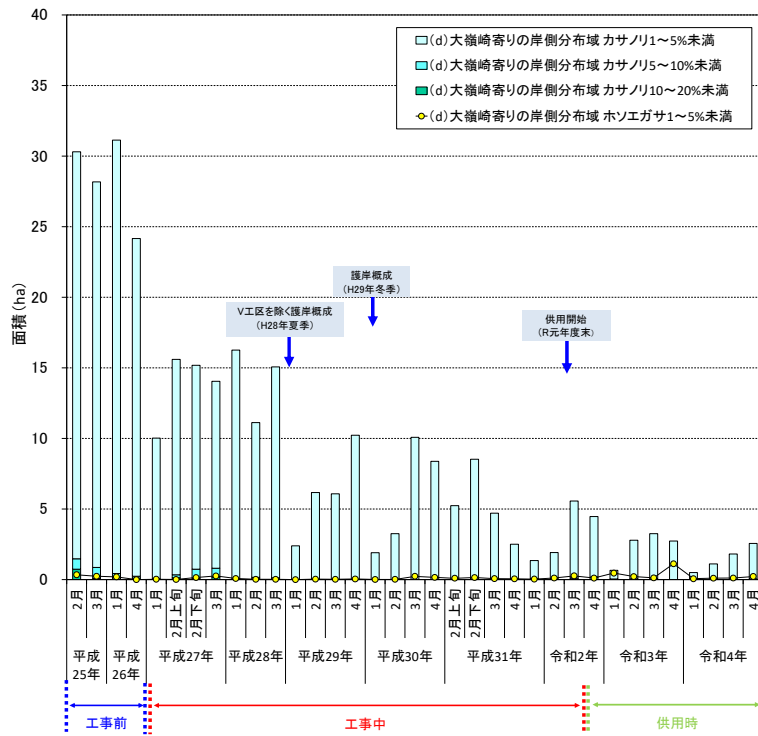
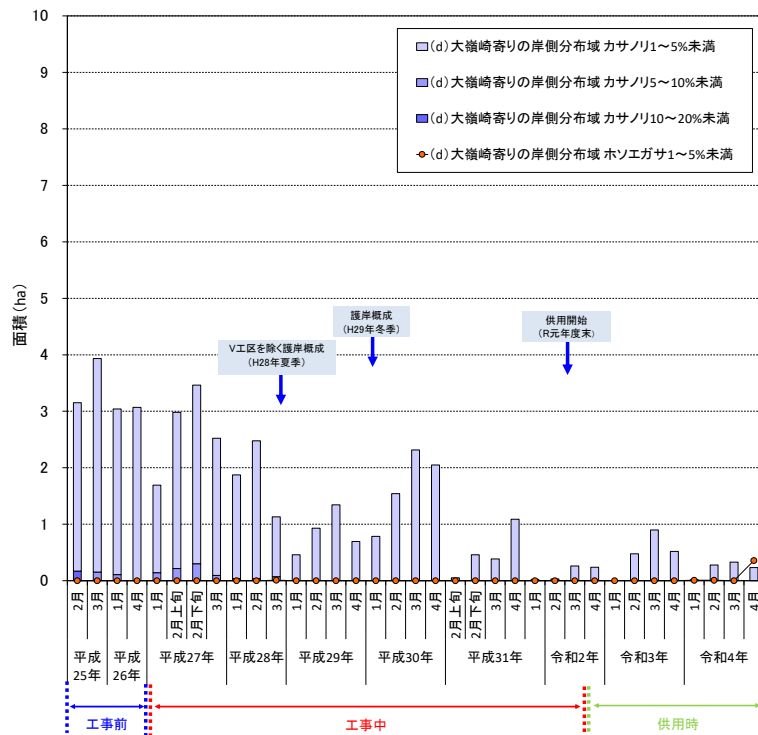


図- 1.1.2 (1) カサノリ類の分布面積の推移

＜瀬長島寄りの岸側分布域＞

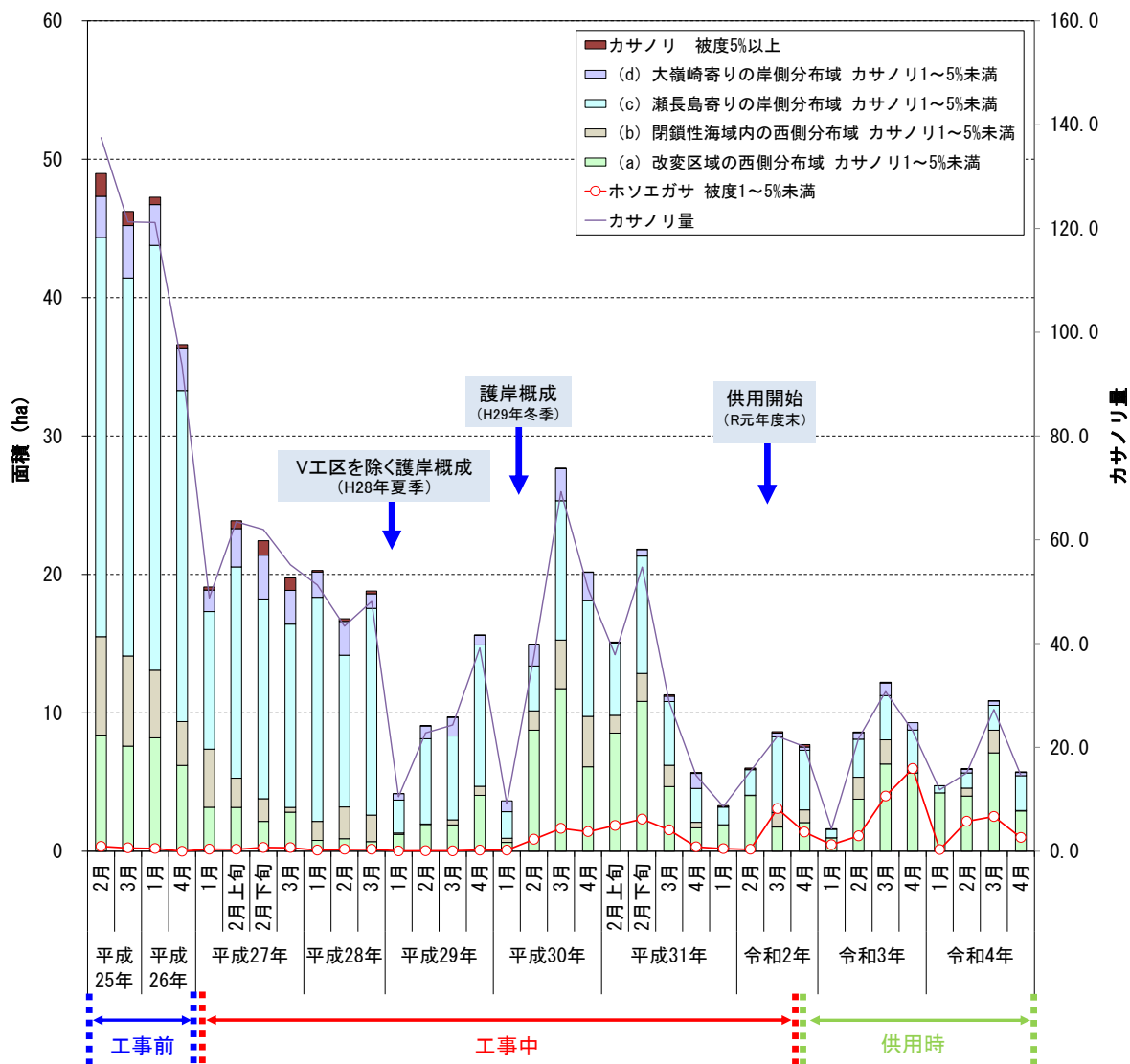


＜大嶺崎寄りの岸側分布域＞



図ー 1.1.2 (2) カサノリ類の分布面積の推移

<全分布域>



注：カサノリ量は、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) 10%以上～20%未満(中間値 15) : x ha、
 5%以上～10%未満(中間値 7.5) : y ha、
 5%未満 (中間値 2.5) : z ha の場合、カサノリ量は $(15 \times x + 7.5 \times y + 2.5 \times z)$ 。

図－ 1.1.2 (3) カサノリ類の分布面積の推移

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3 (1) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(2) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(3) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(4) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(5) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(6) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(7) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3(8) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図ー 1.1.3 (9) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図－ 1.1.3 (10) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図－ 1.1.3 (11) カサノリ類の分布状況

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図－ 1.1.3 (12) カサノリ類の分布状況

(2) 中心となる分布範囲の変動状況

カサノリ類はサンゴ礫や転石に着生するため、波浪等の影響により分布範囲が容易に変動し、年変動が大きい。そのため、各年1回以上カサノリ類が確認された範囲について、工事前後で比較した。工事前（平成25～26年）において各年1回以上カサノリ類が確認された範囲の重なった範囲を「工事前の分布範囲」とし、令和4年の分布範囲と比較した結果を図－1.1.4に示す。

- 「(a) 改変区域の西側分布域」と「(b) 閉鎖性海域の西側分布域」の北側で分布域が増大した。（図－1.1.4）
- 「(b) 閉鎖性海域の西側分布域」の南側、「(c) 瀬長島寄りの岸側分布域」、「(d) 大嶺崎寄りの岸側分布域」で分布域が減少した。（図－1.1.4）

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

注：「分布域」とは平成 25 年に一度でもカサノリ類が確認された分布範囲と平成 26 年に一度でも確認された分布範囲の重なった範囲を示す。

図－ 1.1.4 工事前（平成 25～26 年）の分布範囲と令和 4 年の分布範囲の比較

※重要種保護のため位置情報は表示しない。

図－ 1.1.5 工事前（平成 25～26 年）の分布範囲と平成 25～令和 4 年の高被度域（被度 5%以上）

2. 海草藻場の環境監視結果について

2.1 調査結果

2.1.1 分布調査（事業実施区域）

(1) 全体的な傾向

令和3年度の調査結果について、海草藻場の面積は工事前の変動範囲内にあり、被度については、閉鎖性海域で低下がみられるものの、改変区域西側及び対照区と同様の変動であり、自然変動と考えられる。

<閉鎖性海域>

閉鎖性海域において、海草藻場の分布面積は、令和3年度夏季に12.3ha、冬季に10.6haと減少したが、工事前の変動範囲であった。

平成28年度以降、葉枯れや埋在生物の生息孔や塚により生じた海底起伏による海草の地下茎露出や埋没が主因と考えられる被度の低下が確認されている。こうした状況は定点調査においても閉鎖性海域のSt. S3, S4で確認されている。

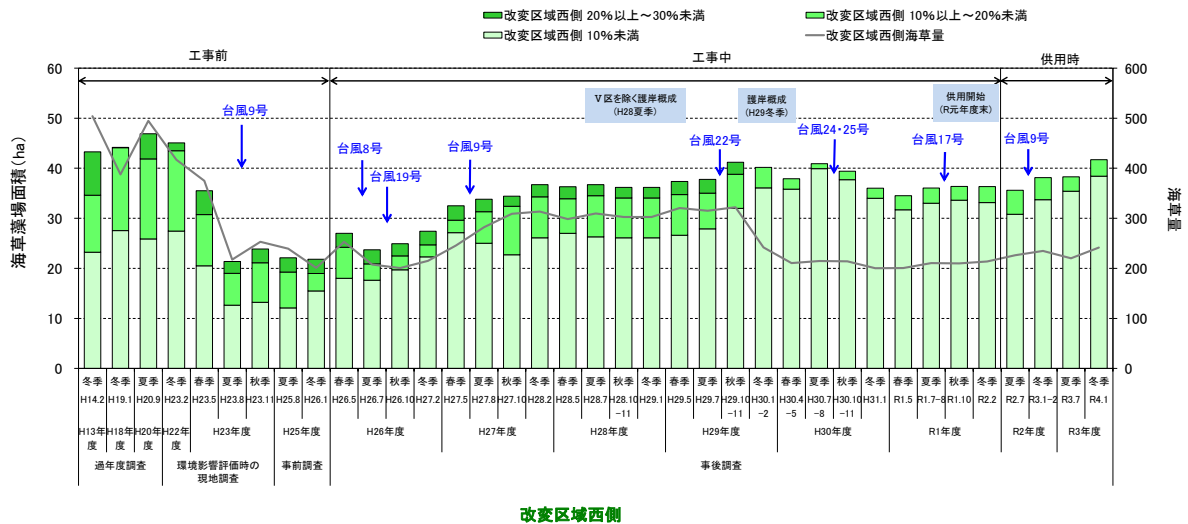
<改変区域西側>

改変区域西側において、海草藻場の分布面積は、令和3年度夏季に38.8ha、冬季に41.7haと昨年度より増加した。

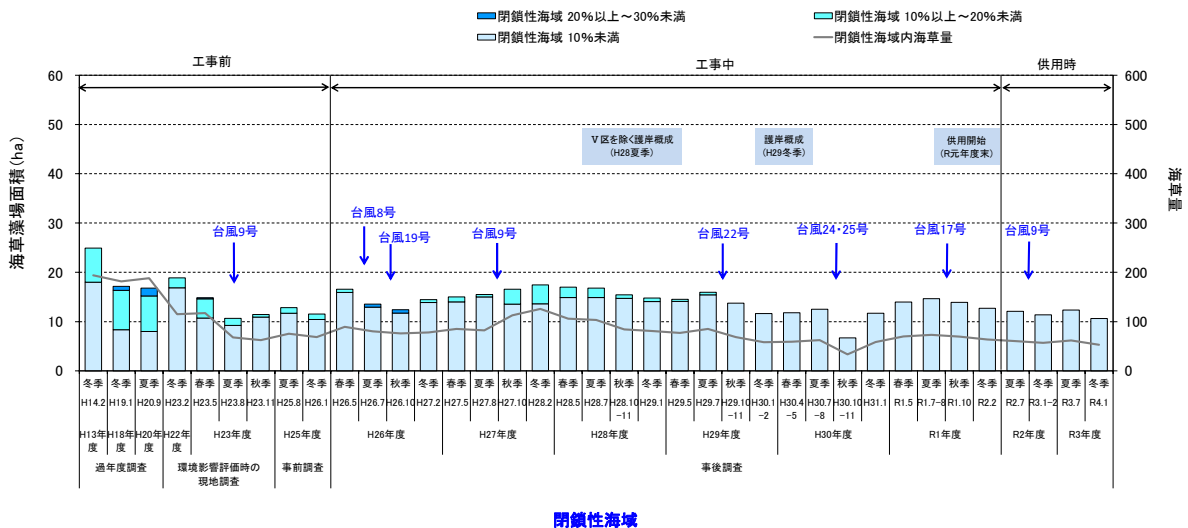
表－ 2.1.1 海草藻場の分布面積

単位：ha

区域	被度	令和3年度	
		7月	1月
改変区域西側	10%未満	35.9	38.4
	10～20%未満	2.9	3.3
	20～30%未満	0	0
	合計	38.8	41.7
閉鎖性海域	10%未満	12.3	10.6
	10～20%未満	0.0	0.0
	20～30%未満	0.0	0.0
	合計	12.3	10.6
改変区域外合計		51.2	52.3



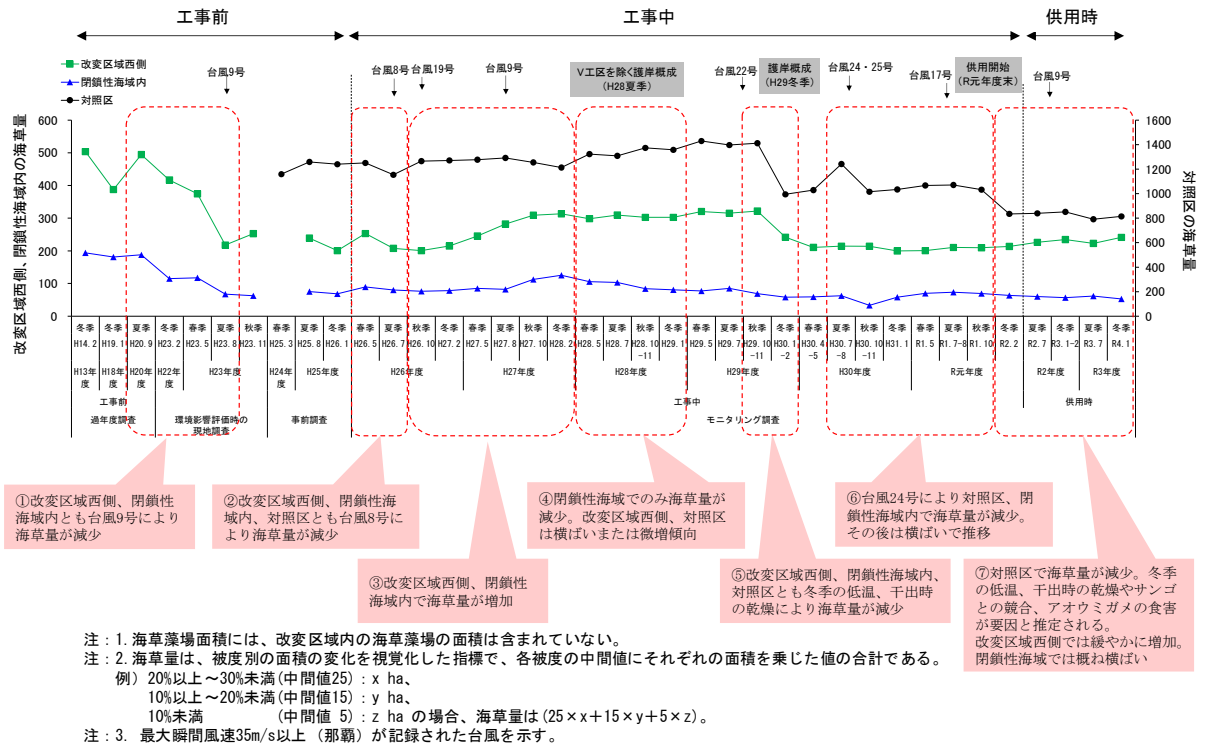
変更区域西側



閉鎖性海域

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。
 注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)：xha、
 10%以上～20%未満(中間値 15)：yha、
 10%未満(中間値 5)：zha の場合、海草量は(25×x+15×y+5×z)。
 注3：最大瞬間風速 35m/s 以上(那覇)が記録された台風を示す。

図－ 2.1.1 海草藻場の分布面積の経年変化



図一 2.1.2 海草量の経年変化

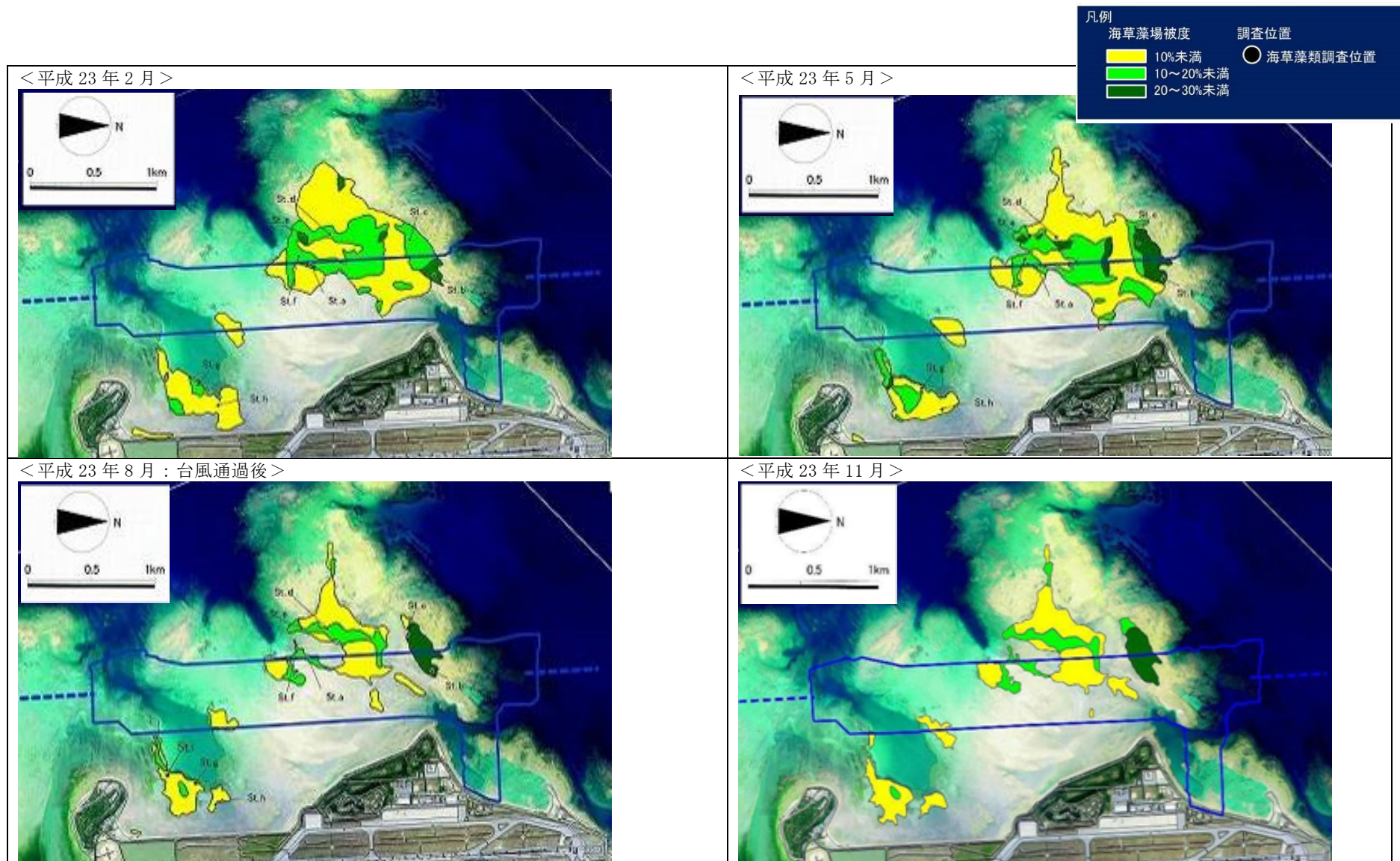
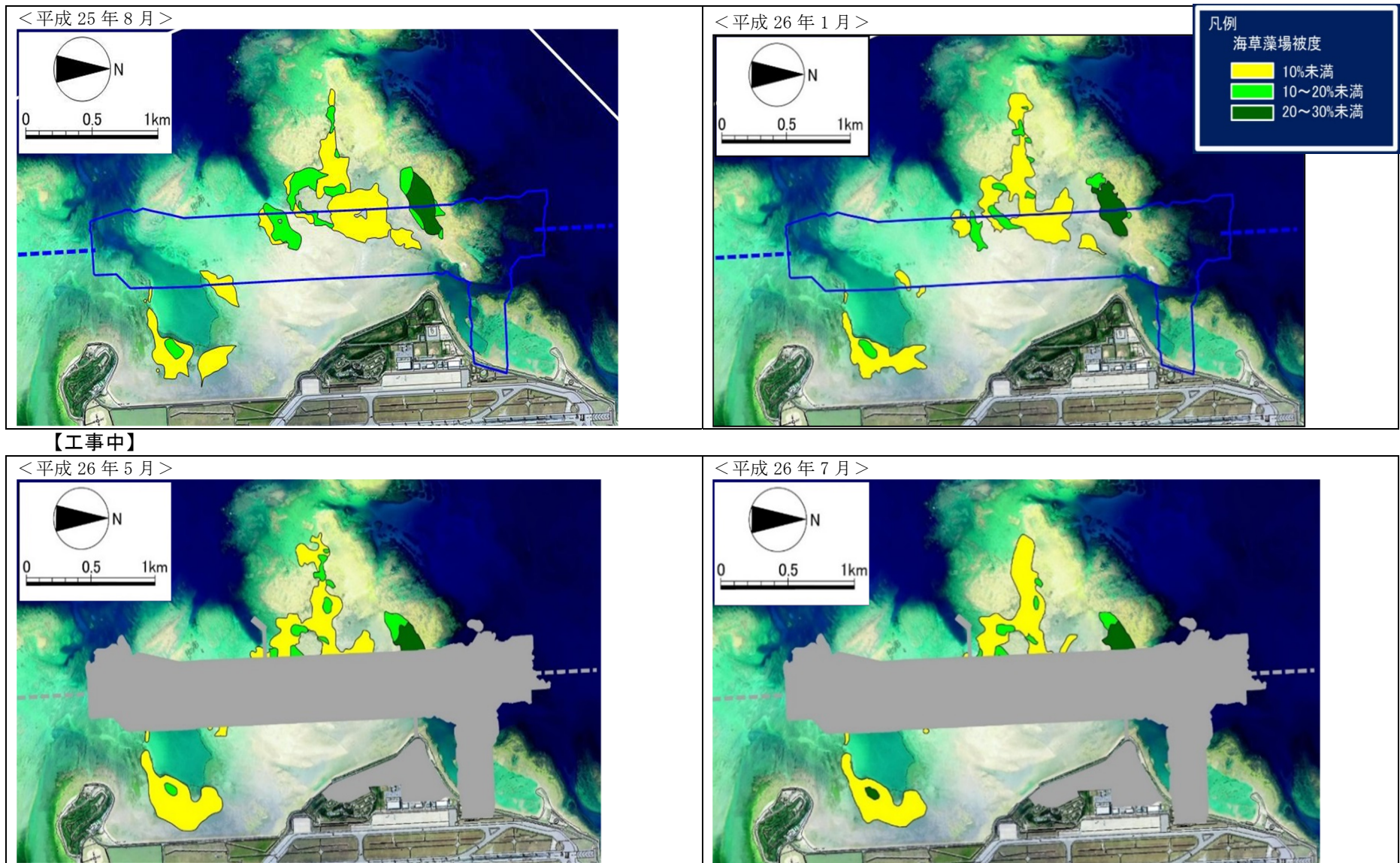
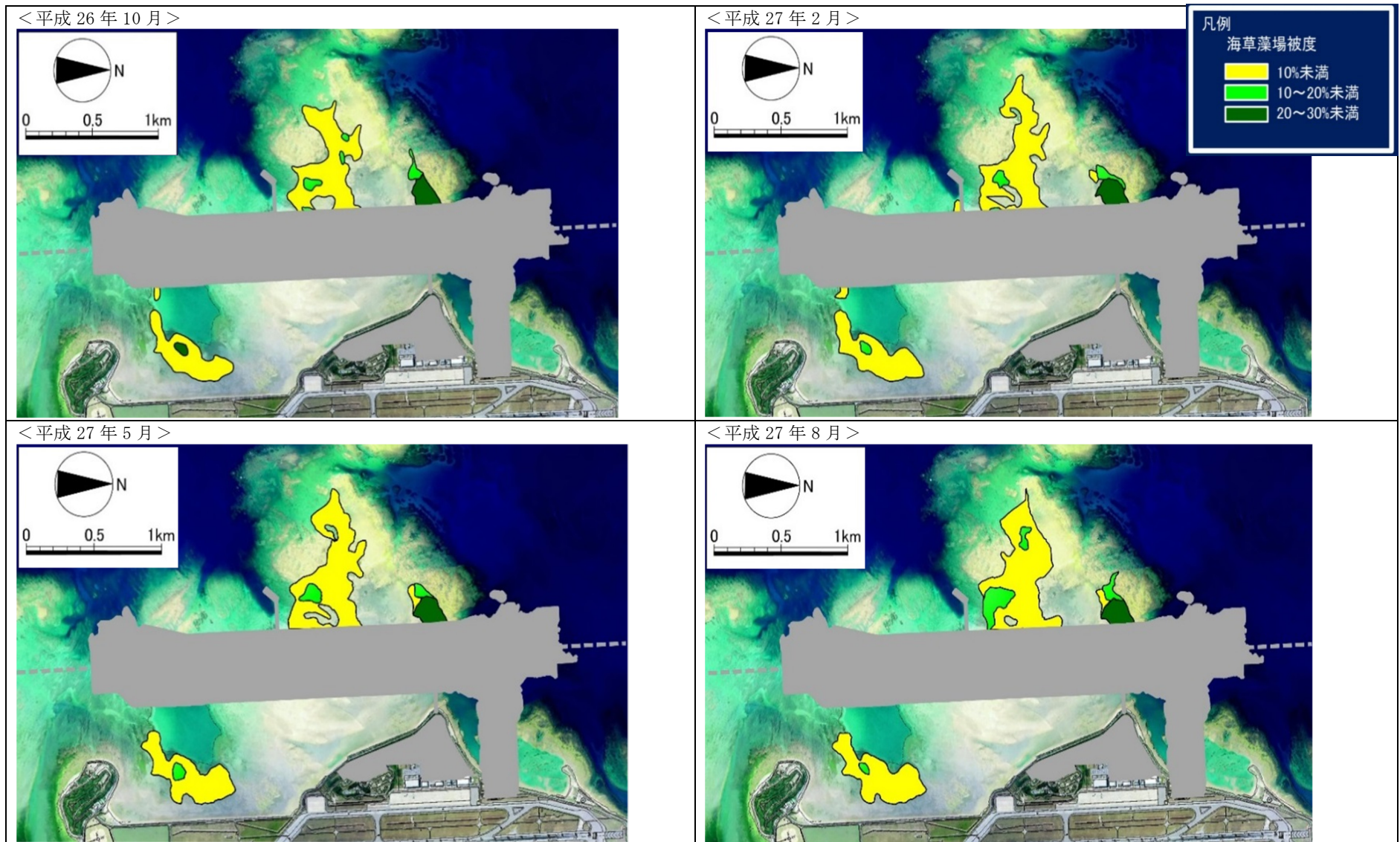


図- 2.1.3 (1) 海草藻場の分布状況の経年変化



図一 2.1.3 (2) 海草藻場の分布状況の経年変化



図一 2.1.3 (3) 海草藻場の分布状況の経年変化

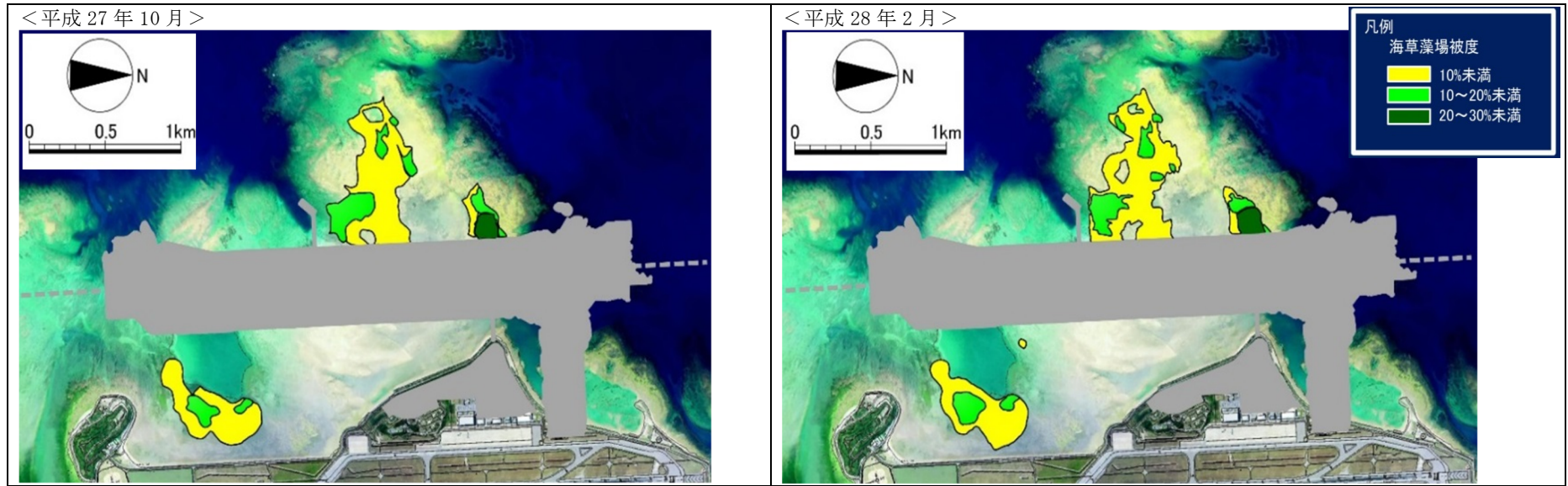


図- 2.1.3 (4) 海草藻場の分布状況の経年変化

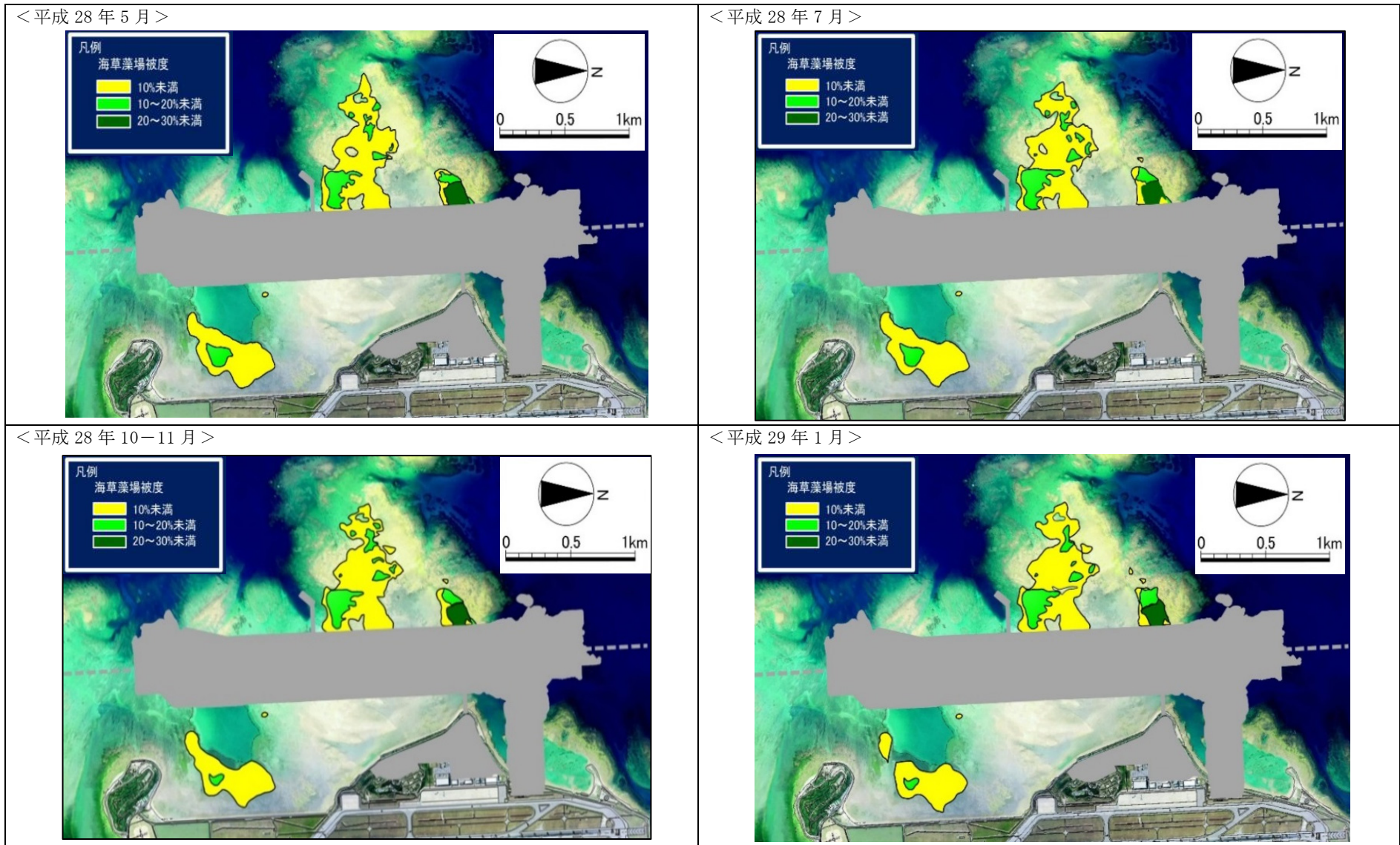


図- 2.1.3 (5) 海藻藻場の分布状況の経年変化

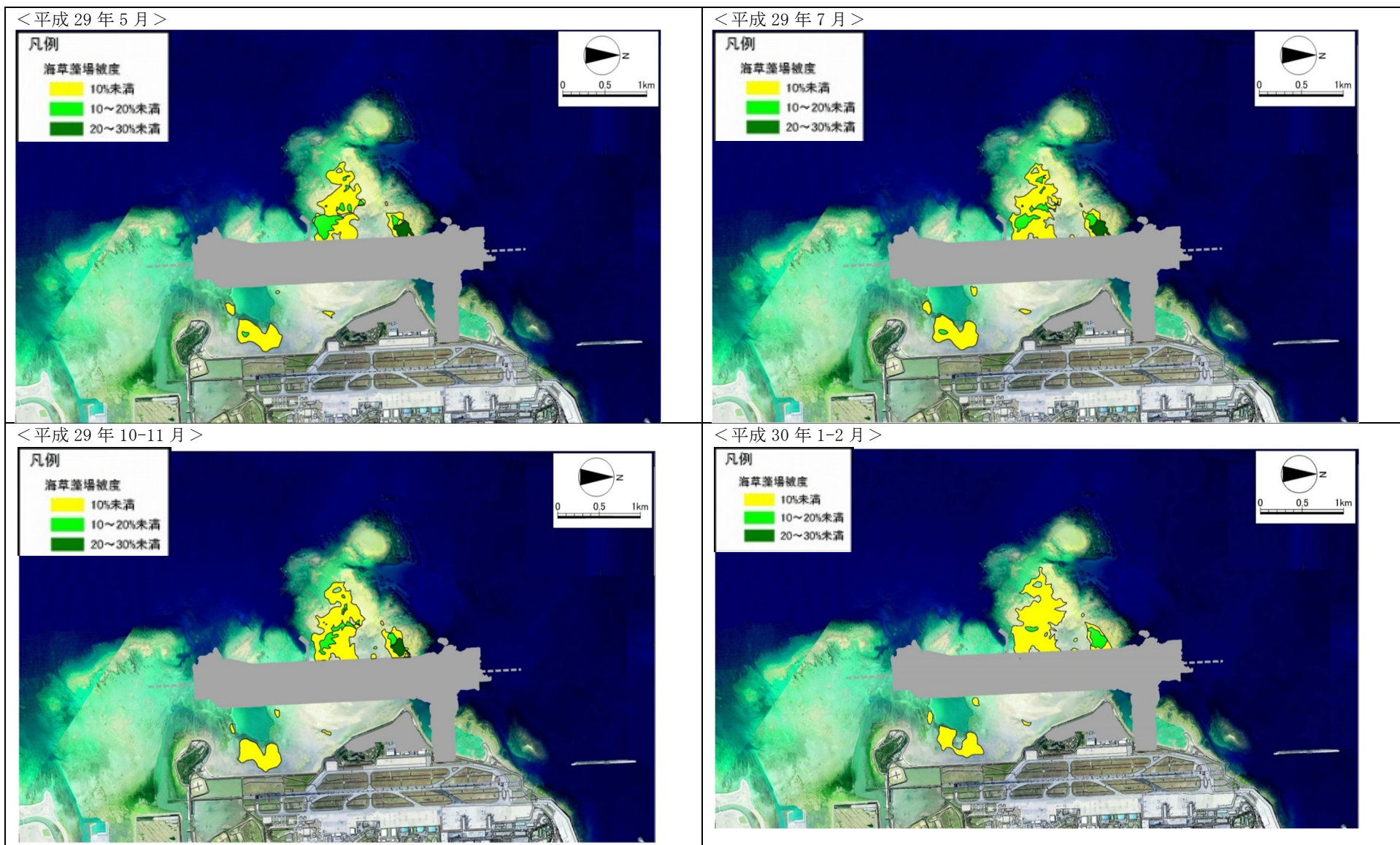
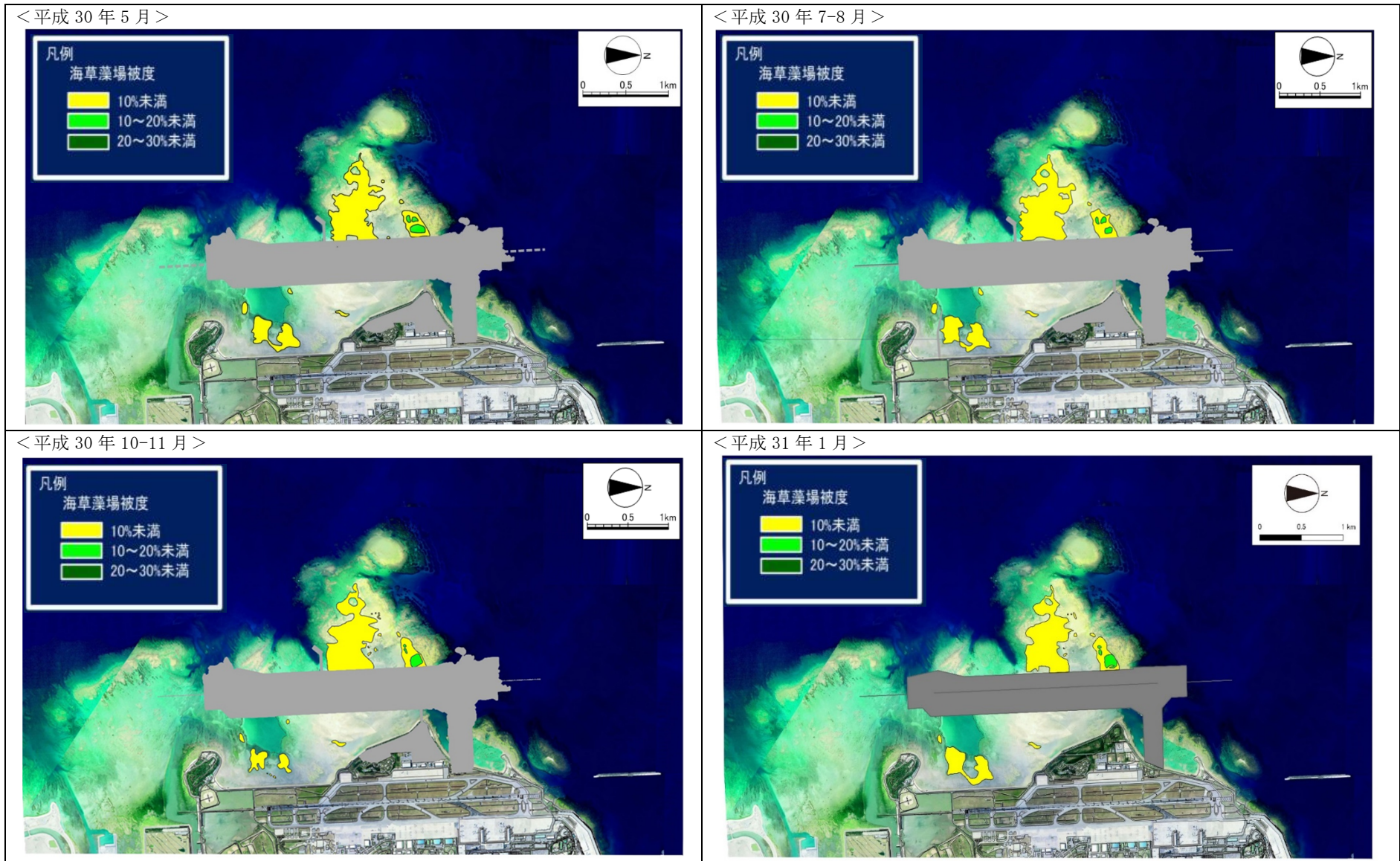


図- 2.1.3 (6) 海草藻場の分布状況の経年変化



図一 2.1.3(7) 海草藻場の分布状況の経年変化

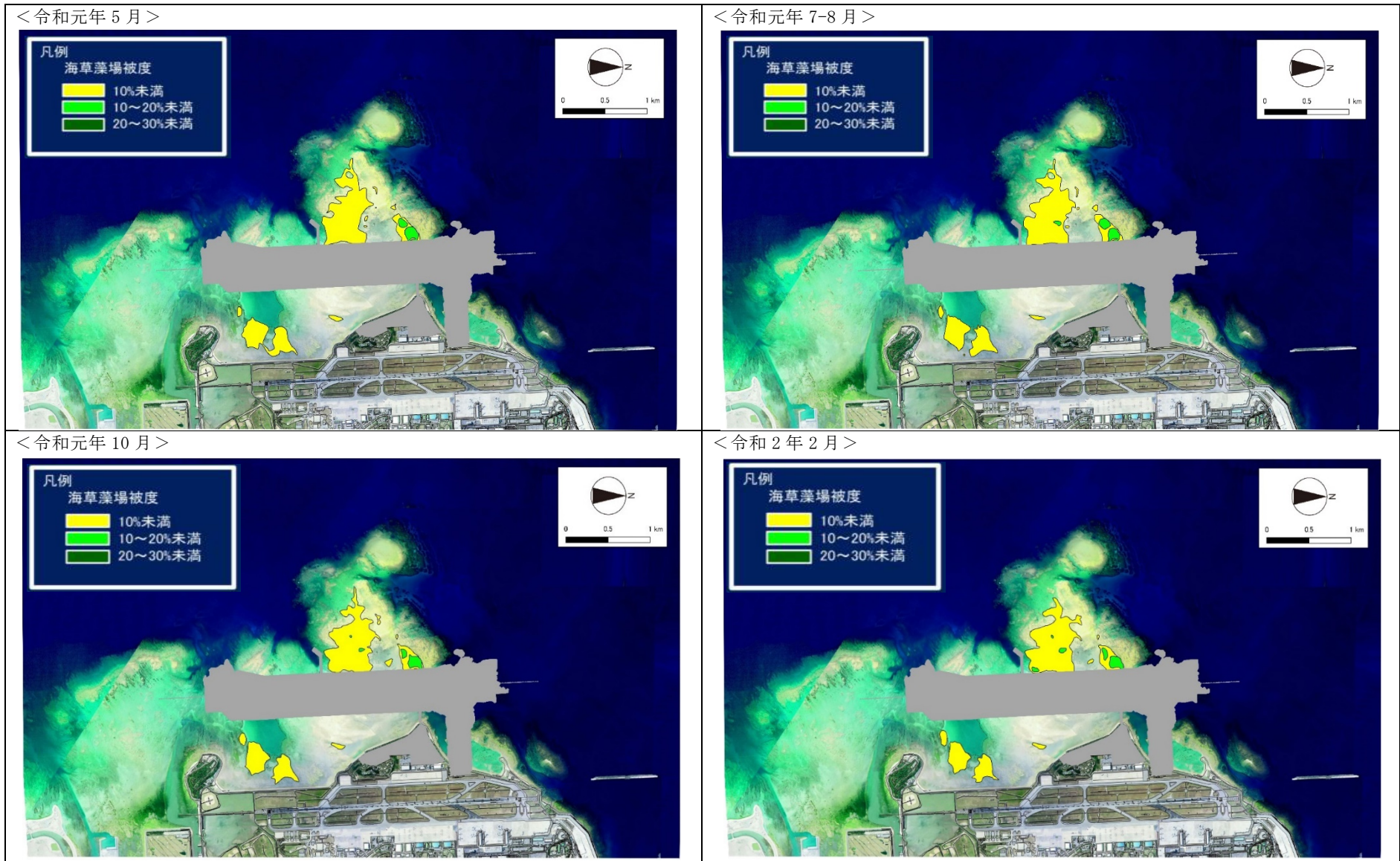


図- 2.1.3 (8) 海草藻場の分布状況の経年変化

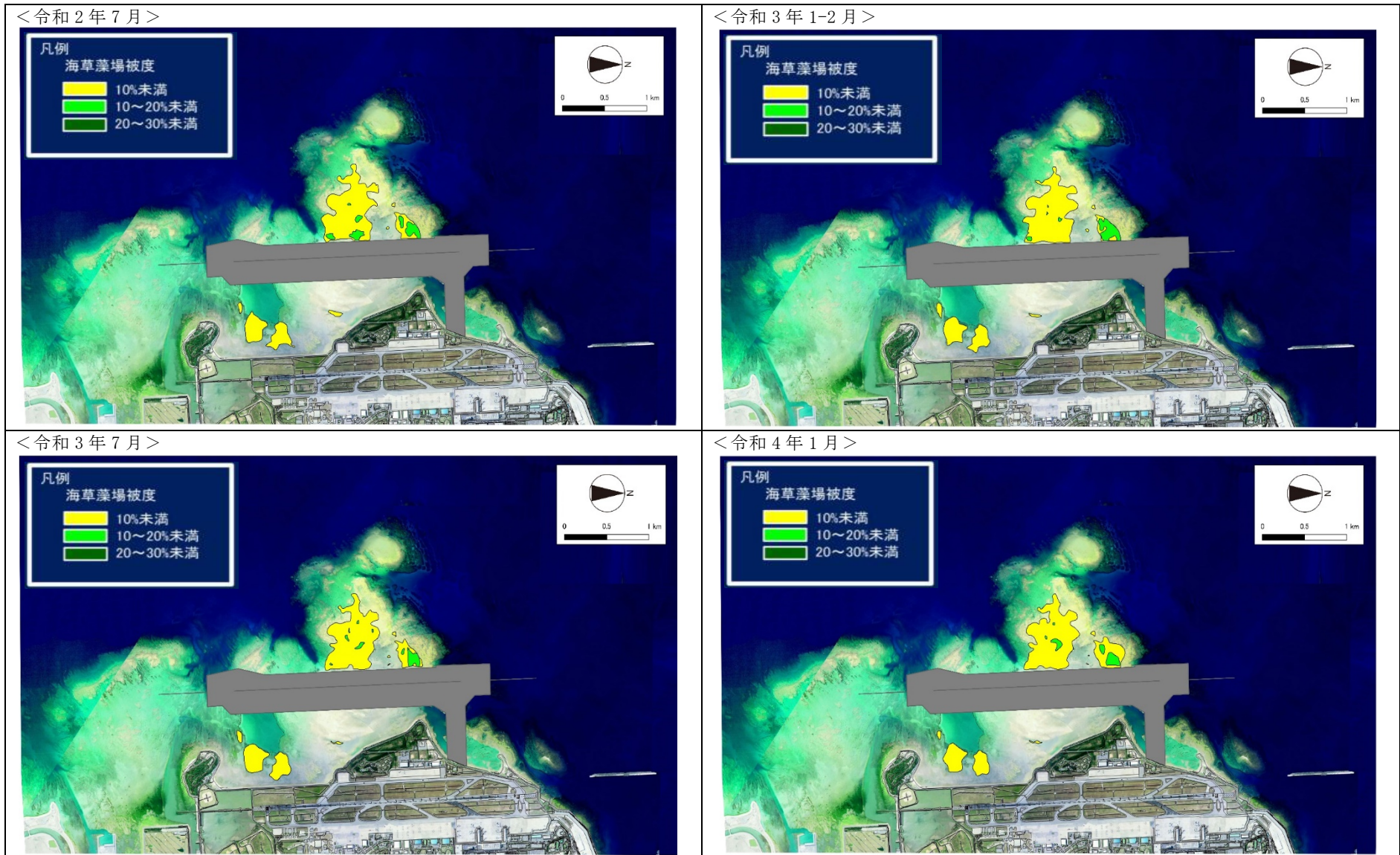


図- 2.1.3 (9) 海草藻場の分布状況の経年変化

(2)「中心部」となる分布域との比較

調査海域で主要な藻場構成種となっているリュウキュウスガモなどの海草は主に地下茎により被度、分布範囲を拡大するため、工事前の調査において継続して海草藻場が確認された場所は海草藻場の分布域の「中心部」としての役割を果たしていると考えられる。したがって、こうした場所で海草藻場が維持されていることが重要である。令和3年度調査結果と工事前に実施した調査全てで確認された海草藻場との比較を図－2.1.4に示す。

<閉鎖性海域>

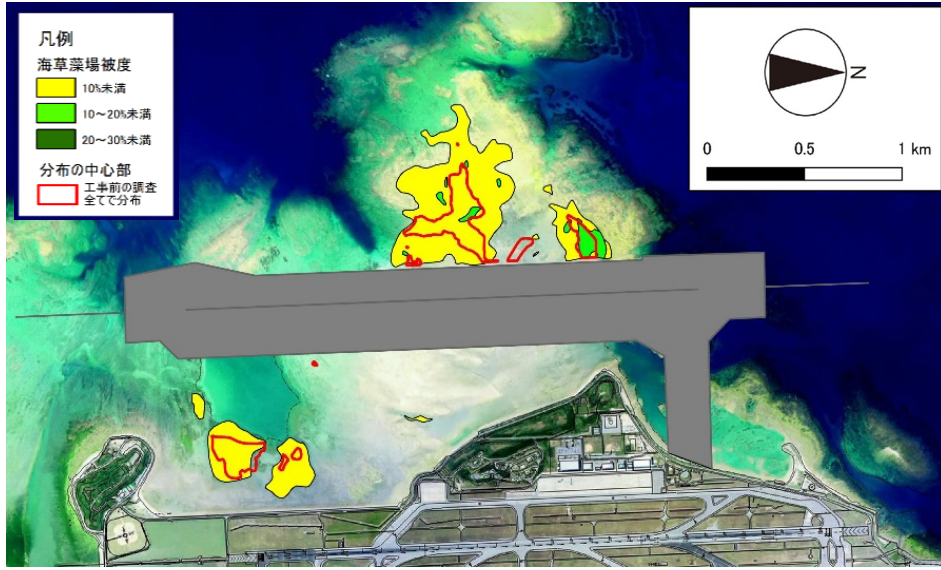
工事前の全ての調査で海草藻場が確認された分布の「中心部」の大部分において、本年度まで継続して海草藻場が確認された。

被度10%以上の比較的高被度な区域の面積は平成29年度以降みられていない。平成28年度以降、葉枯れや埋生生物の生息孔や塚により生じた海底起伏による海草の地下茎露出や埋没が主因と考えられる被度の低下が確認されている。

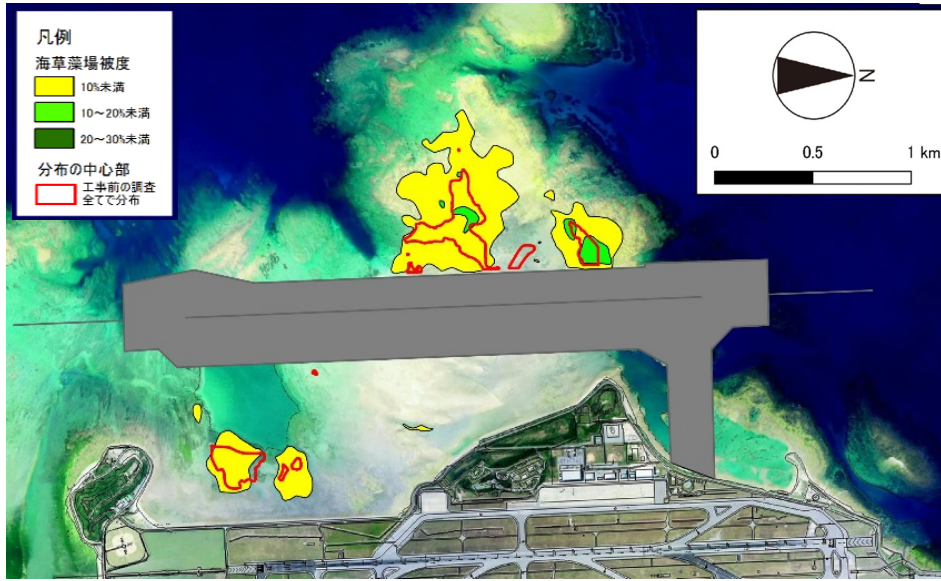
<改変区域西側>

工事前の全ての調査で海草藻場が確認された分布の「中心部」の大部分において、本年度まで継続して海草藻場が確認された。令和3年度は令和2年度と比較して、分布面積は増加した。

<令和3年7月 夏季>



<令和4年1月 冬季>

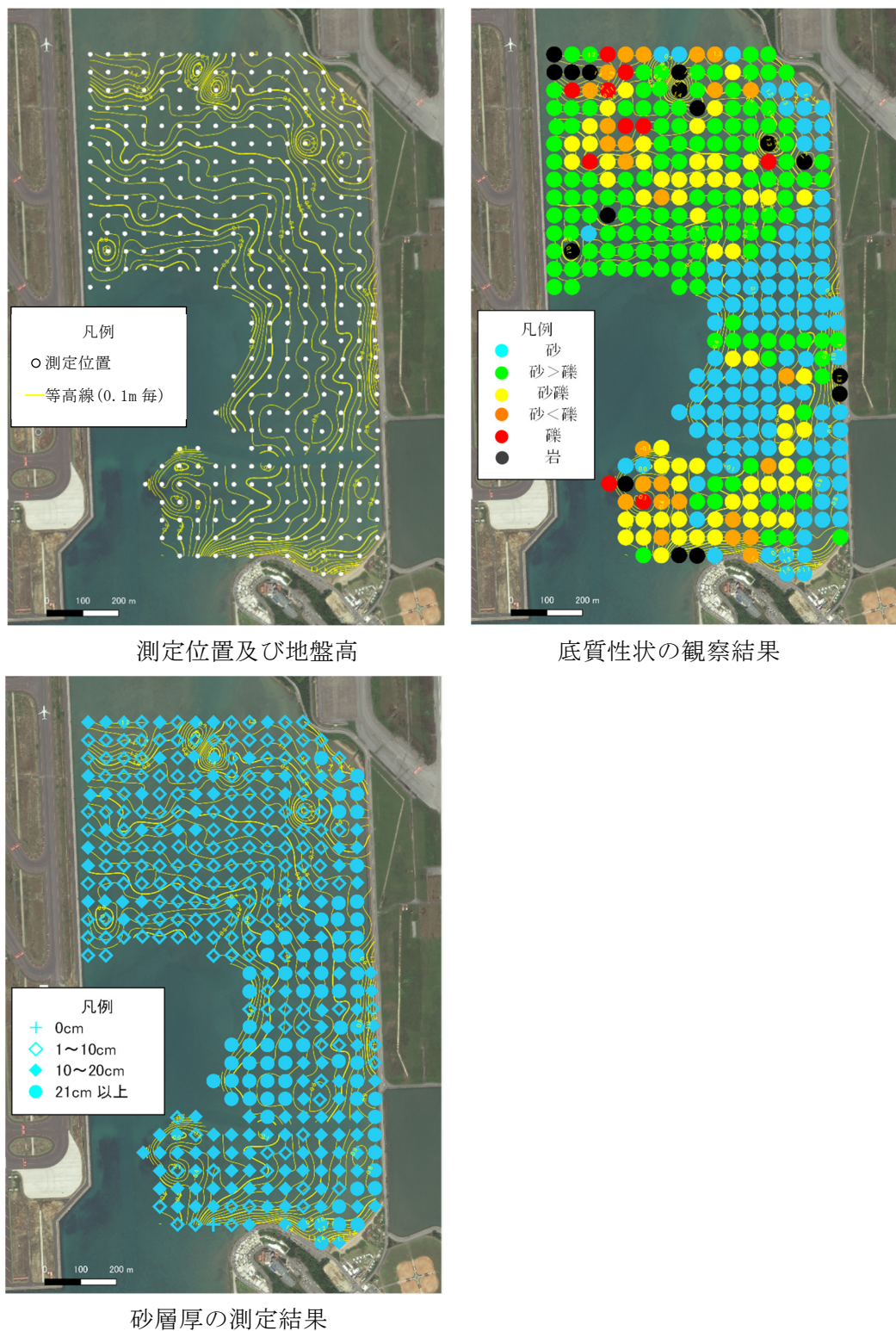


図ー 2.1.4 海草藻場と分布の中心部との比較

(3) 任意調査項目

1) 海草藻場の基盤環境

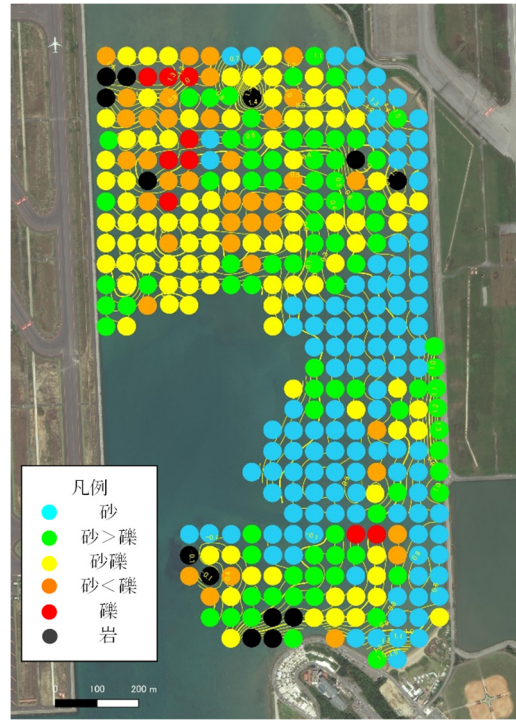
令和3年度における海草藻場の基盤環境調査結果は図－ 2.1.5及び図－ 2.1.6に示すとおりである。地盤高、底質、砂層厚に大きな変化はみられなかった。



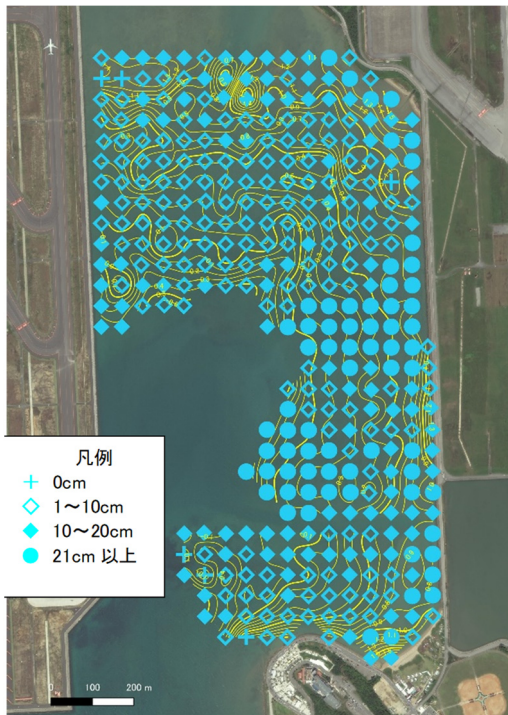
図－ 2.1.5 海草藻場の基盤環境調査結果 (令和3年度春季)



測定位置及び地盤高



底質性状の観察結果



砂層厚の測定結果

図一 2.1.6 海草藻場の基盤環境調査結果 (令和3年度冬季)

2) 海草藻場の光合成活性

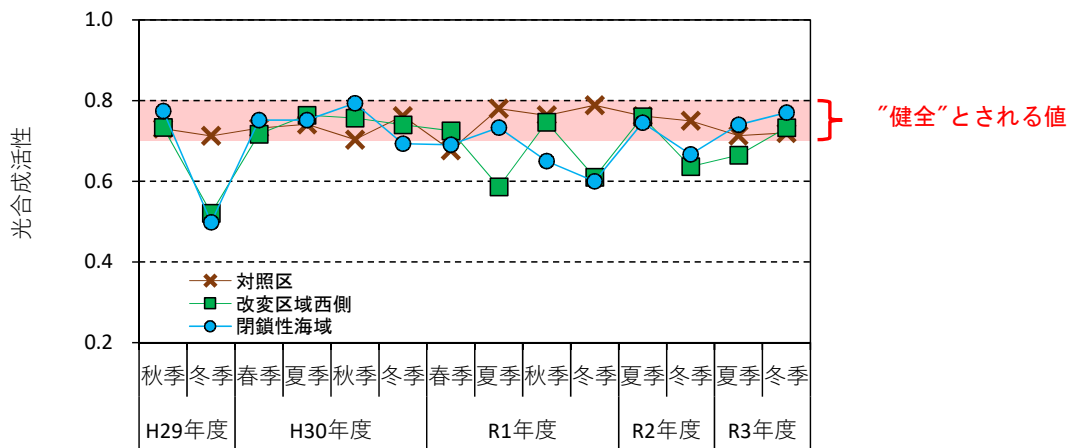
<リュウキュウスガモ>

健全なリュウキュウスガモの光合成活性として 0.7~0.8 の値が報告されている。

光合成活性の各海域の平均値は、令和 3 年度夏季には閉鎖性海域で 0.74、改変区域西側で 0.67、対照区で 0.71 であり、いずれの海域においても概ね健全とされる値であったが、改変区域西側ではやや低い値であった。これは、St. S2 の光合成活性が 0.59 と低かったためであり、St. S2 では水深が浅いため干出による影響を受けやすく、過年度においても 0.6 を下回る値が確認されている。

令和 3 年度冬季には閉鎖性海域で 0.77、改変区域西側で 0.73、対照区で 0.72 であり、いずれの海域においても概ね健全とされる値であった。

令和 3 年度において、過年度の変動範囲を下回る値の低下は確認されなかった。



図一 2.1.7 調査海域毎の光合成活性 (平均値)

引用文献

1. Björk M, Uku J, Weil A, Beer S (1999) Photosynthetic tolerances to desiccation of tropical intertidal seagrasses. *Mar Ecol Prog Ser* 191: 121-126
2. Campbell SJ, McKenzie LJ, Kerville SP (2006) Photosynthetic responses of seven tropical seagrasses to elevated sea water temperature. *J Exp Mar Biol Ecol* 330: 455-468
3. Lan CY, Kao WY, Lin HJ, Shao KT (2005) Measurement of chlorophyll fluorescence reveals mechanisms for habitat niche separation of the intertidal seagrasses *Thalassia hemprichii* and *Halodule uninervis*. *Mar Biol* 148:25-34

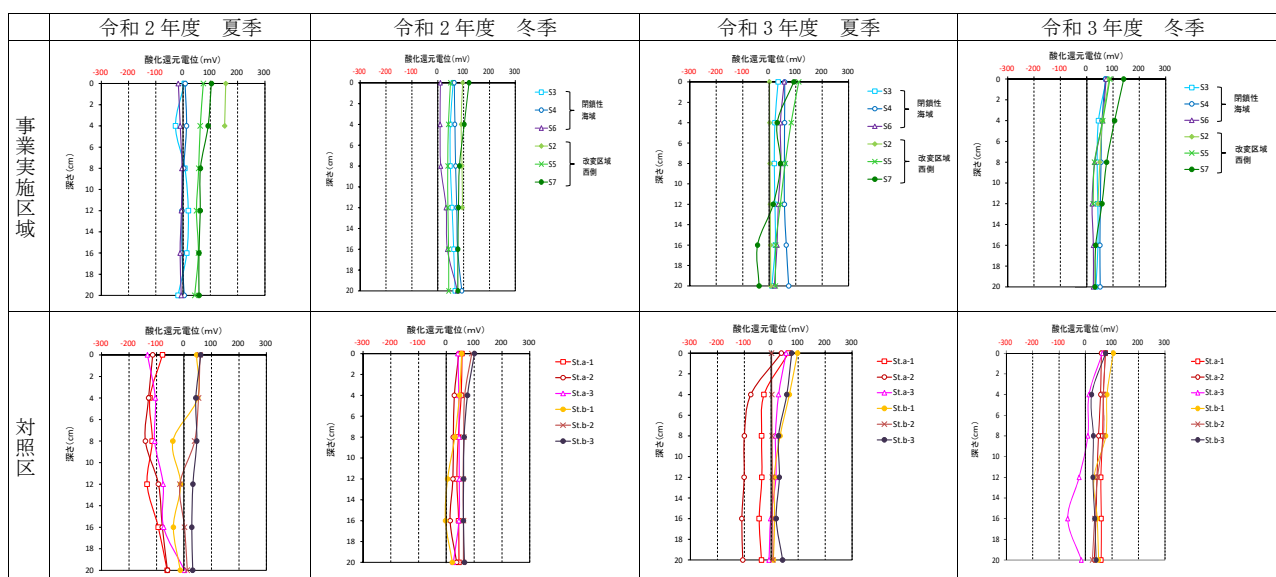
3) 底質の酸化還元電位

酸化還元電位の測定結果は図－ 2.1.8 に示すとおりである。

改変区域西側では昨年度同様、令和3年度夏季、冬季ともに酸化的な環境であった。

対照区においては、昨年度調査でも還元層が確認されている。閉鎖性海域より対照区の方が還元的な環境であるが、海草藻場被度は15～25%と高い値で推移している。

先行研究においてリュウキュウスガモ藻場の酸化還元電位が-200～+400mV であること^{1,2}や、富栄養化が進んでいる東京湾の酸化還元電位が-398～+140mV であること³と比較すると、改変区域西側、閉鎖性海域とも底質の著しい還元化は生じていないと考えられる。



図－ 2.1.8 酸化還元電位の測定結果

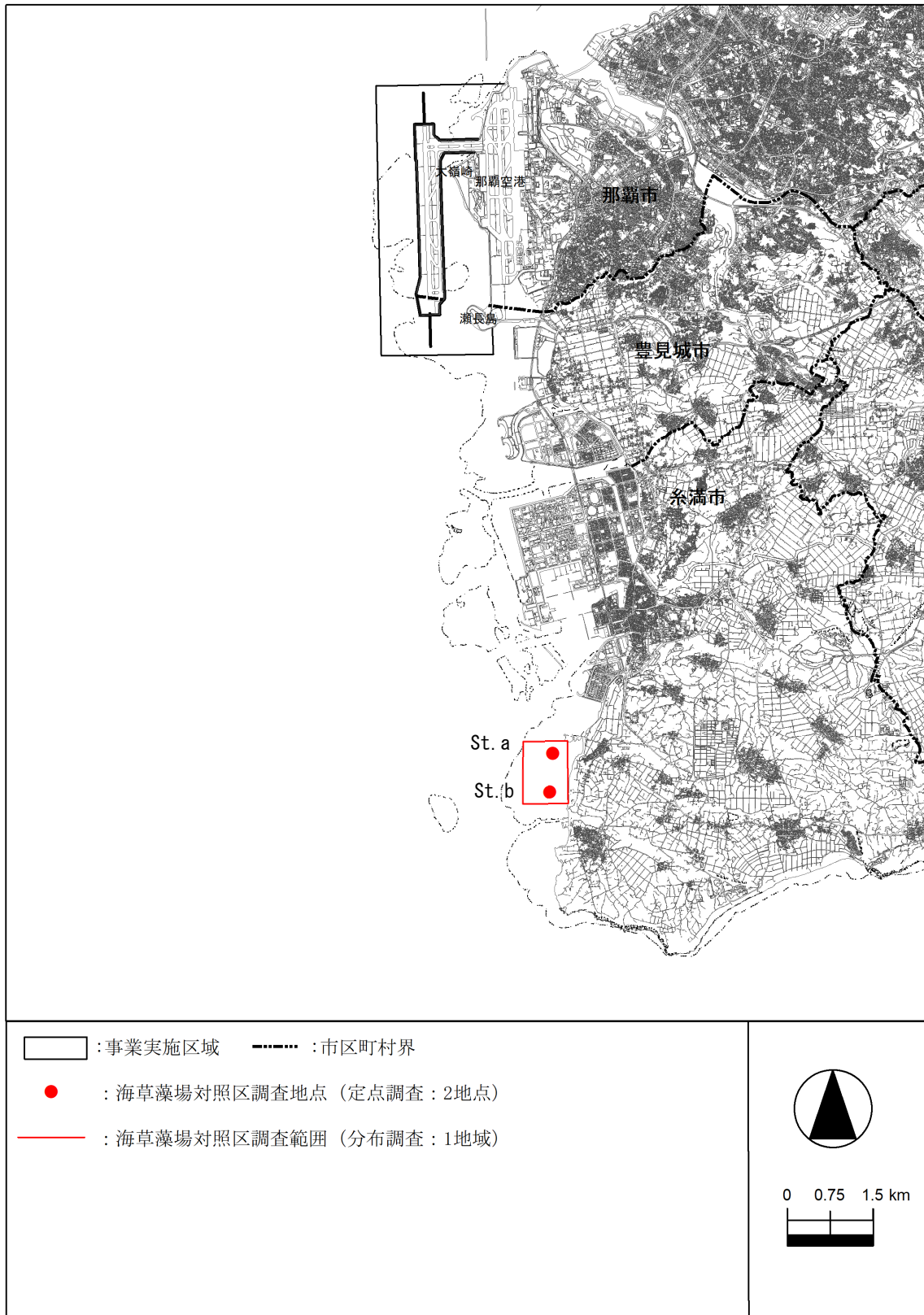
¹ Rattanachot E and Prethep (2015) Species-specific effects of seagrass on belowground biomass, redox potential and *Pillucina vietnamica* (Lucinidae). J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 95(8):1693-1704.

² Rattanachot E and Prethep A (2015) Species specific effects of three morphologically different belowground seagrasses on sediment properties, Estuar. Coast. Shelf. Sci. 167:427-435.

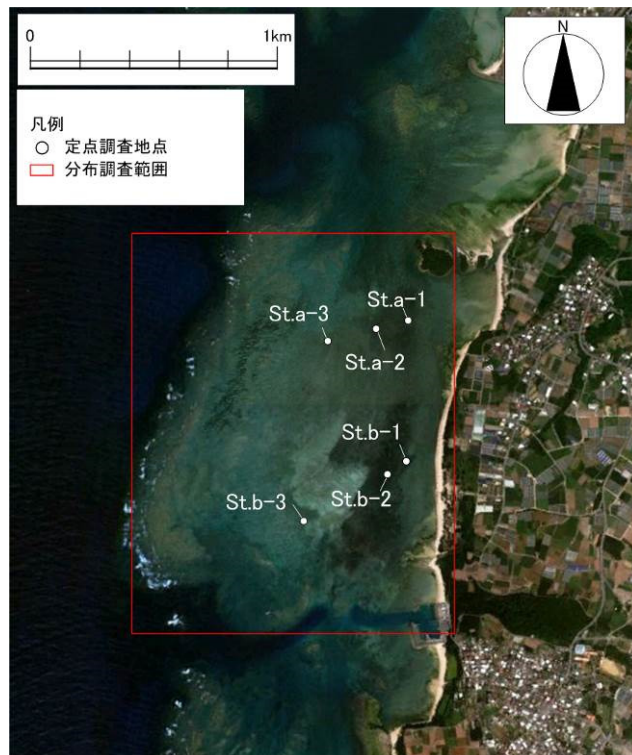
³ 九都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会 (2010) 東京湾の底質調査結果.

2.1.2 対照区調査

(1) 定点調査



図一 2.1.9 海草藻場に係る対照区調査地点



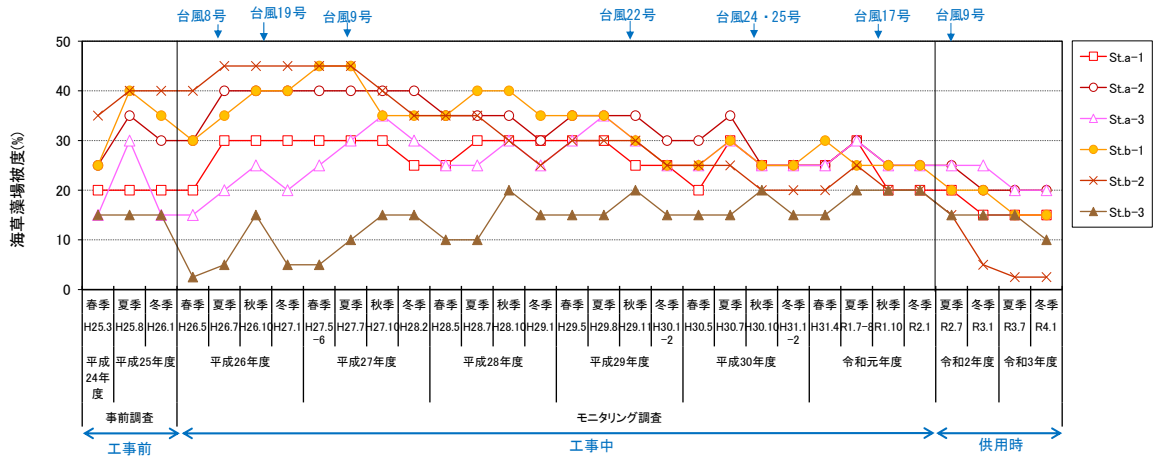
図－ 2.1.10 海草藻場に係る対照区調査地点（詳細）

1) 令和3年度調査結果の過年度調査結果との比較

令和3年度夏季においては、令和2年度冬季と比べ、St. a-1、a-2、b-3は被度に変化は無く、St. a-3、b-1、b-2で被度が低下したが過年度の変動範囲内であった。

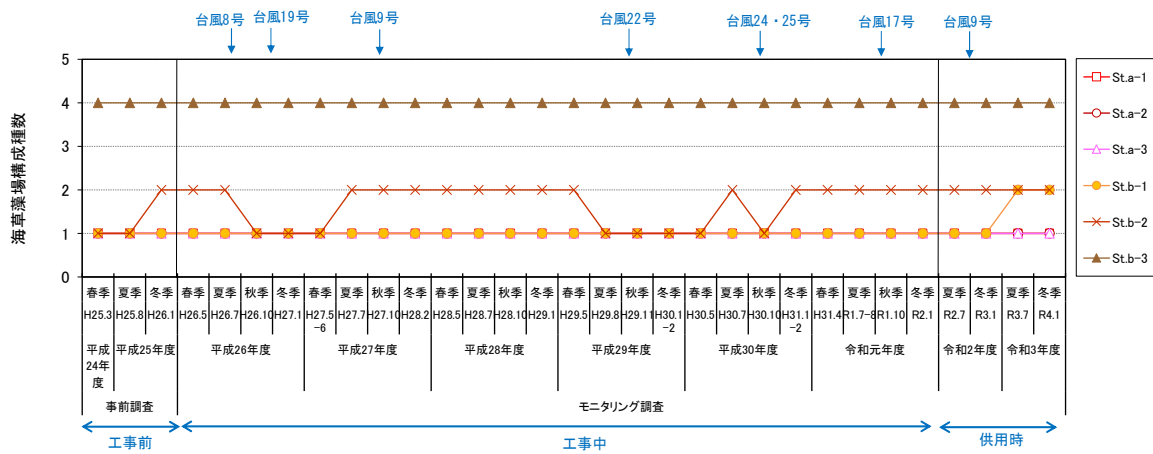
令和3年度冬季においては、b-3で被度が低下した。

St. a-1、a-2、b-1は過年度よりサンゴ類が増加している。また、St. b-2では、令和2年度冬季、令和3年度において、葉長の短い海草が多く確認された。



注：最大瞬間風速 35m/s 以上（那覇）が記録された台風を示す。

図－ 2.1.11 藻場被度の経年変化



注：最大瞬間風速 35m/s 以上（那覇）が記録された台風を示す。

図－ 2.1.12 藻場構成種数の経年変化

(2) 分布調査

1) 令和3年度調査結果と過年度調査結果との比較

令和3年度の海草藻場の面積は90.5～93.3haであり、昨年度よりは減少したものの、事前調査の変動範囲を上回っていた。

被度別の分布面積をみると、被度10～20%未満の分布域は33.9～34.9haで令和2年度より減少した。また、被度20～30%未満、30%～40%未満の高被度域は確認されず、事前調査の変動範囲を下回った。

被度区分の分布面積を過年度と比較すると、被度20%以上の被度の高い分布域は、事後調査を開始した平成26年度春季以降安定して推移していたが、平成29年度冬季以降減少傾向にあり、被度30%以上の区域は令和元年度冬季以降、被度20～30%未満の区域は令和2年2月以降みられていない。

被度20%以上の分布域における主な被度低下要因として、下記の影響が考えられる。

・葉枯れ

冬季の大潮期には夜間に海草が干出し、季節風の吹付を受けることで低温、乾燥条件に曝されるために葉枯れを生じると考えられる。自然要因による季節変動であるが、過年度より被度低下の要因となっている。

・サンゴ類の侵入・成長

近年は海草藻場の分布域の北側および岸側でヒメマツミドリイシやエダコモンサンゴが増加傾向にあり、海草藻場被度の低下した箇所でも被度10～30%程度で分布している。当該サンゴ種は基盤に固着していなくても成長でき、藻場内にも生育する。海草の被度低下後にサンゴが侵入・成長し、海草の被度回復を阻害している可能性が考えられる。

・台風の接近

台風による分布面積、被度の低下は過年度調査においても確認されており、当該海域における主要な攪乱要因のひとつとなっている。令和3年度は最大瞬間風速35m/s以上の勢力の強い台風は接近していないものの、海草の地下茎露出やえぐれがみられ、台風等の高波浪により海草が流出し、被度が低下したと考えられる。

・アオウミガメによる食害

葉長の短い海草が広範囲にみられ、葉の断面（先端部が切断されている）の形状及び令和2年度冬季に設置した定点カメラにアオウミガメが撮影されたことから、アオウミガメに海草が食べられていると考えられる。^{引用文献4, 5, 6}。アオウミガメの個体数が増加すると、食害により海草藻場が減少することが先行研究で示されており⁷、国内においても西表島でアオウミガメの食害によりウミシヨウブが減少した事例が報告されている⁸。

・砂や泥の堆積

St. a-1、b-1、b-3 において、令和3年度夏季に前回調査時より4~5cm砂面が上昇した。St. b-3 では令和3年度冬季に砂面が5cm低下し、砂面の上昇は一時的なものであった。底質攪乱の主因は台風等の高波浪と考えられる。また、St. a-1、a-2 では令和3年度夏季調査時に濁りが確認され、降雨により陸水が流入した際に砂泥が流入している可能性が考えられる。このほか、St. b-1 近傍ではリゾートホテル建設に伴う海浜工事が行われている。砂や泥の堆積は海草の分布状況に局所的ではあるが影響を与えた可能性がある。

引用文献

- ⁴ 水谷晃・崎原健・川田菜摘・河野裕美（2016）アオウミガメの摂餌がウミシヨウブの株に与える影響 -葉の切り戻し実験と食痕藻場の経過観察による検証-。西表島研究 2015，東海大学沖縄地域研究センター所報，42-51.
- ⁵ 中西喜栄（2009）石垣島の海草藻場で確認されたアオウミガメの食み跡。沖縄生物学会誌。
- ⁶ 田端重夫・中西喜栄（2005）アオウミガメの海草食痕。第16回日本ウミガメ会議 黒島大会 発表資料。
- ⁷ Christianen MJA et al. (2021), A dynamic view of seagrass meadows in the wake of successful green turtle conservation. Nature Ecology & Evolution 5:553-555.
- ⁸ 水谷晃・井上太之・井上嵩裕・他4名（2020）西表島崎山湾・網取湾におけるスノーケリングセンサスにより評価したアオウミガメ *Chelonia mydas* の個体群構造。沖縄生物学会誌 58: 9-23

表一 2.1.2 海草藻場（対照区）の分布面積の経年変化

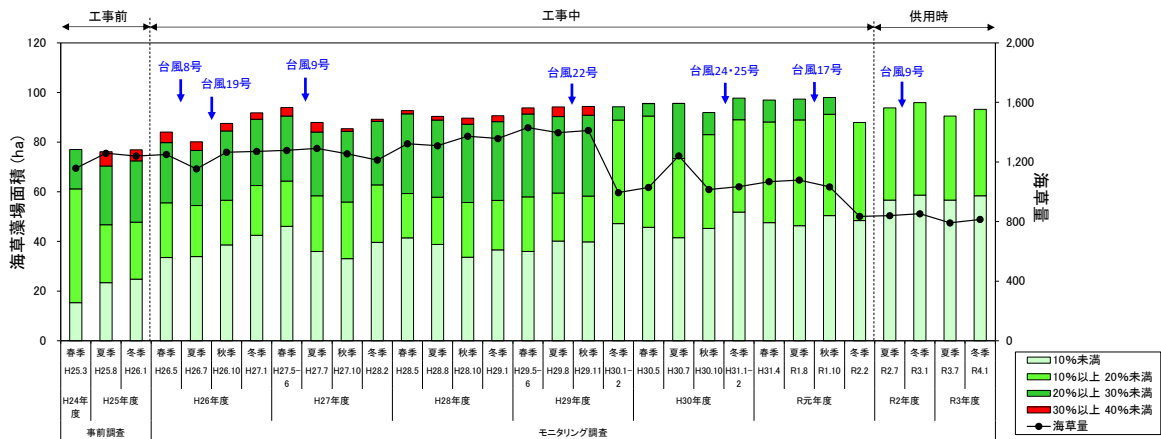
被度	事前調査			モニタリング調査												
	H24年度			H25年度			H26年度			H27年度			H28年度			H29年度
	H25.3	H25.8	H26.1	H26.5	H26.7	H26.10	H27.1	H27.5-6	H27.7	H27.10	H28.2	H28.5	H28.8	H28.10	H29.1	H29.5-6
10%未満	15.4	23.4	24.8	33.5	33.9	38.6	42.5	46.1	36.0	33.1	39.7	41.5	38.8	33.7	36.6	36.0
10~20%未満	45.8	23.3	23.0	22.1	20.6	18.0	20.0	18.2	22.4	22.8	23.1	17.8	19.0	22.0	19.9	22.0
20~30%未満	15.8	23.7	24.7	24.2	22.1	27.9	26.7	26.2	25.7	28.5	25.6	32.1	31.1	31.5	31.7	33.3
30~40%未満	0.0	5.7	4.4	4.2	3.5	3.0	2.6	3.4	3.8	1.0	0.8	1.3	1.5	2.5	2.4	2.5
合計	77.0	76.1	76.9	84.0	80.1	87.5	91.8	93.9	87.9	85.4	89.2	92.7	90.4	89.7	90.6	93.8
藻場合計海草量	1,159.0	1,258.5	1,240.5	1,251.0	1,153.5	1,265.5	1,271.0	1,277.5	1,291.5	1,255.0	1,213.0	1,322.5	1,309.0	1,373.5	1,358.0	1,430.0

単位：ha

被度	モニタリング調査														
	H29年度			H30年度				R元年度			R2年度		R3年度		
	H29.8	H29.11	H30.1-2	H30.5	H30.7	H30.10	H31.1-2	H31.4	R1.8	R1.10	R2.2	R2.7	R3.1	R3.7	R4.1
10%未満	40.2	39.8	47.2	45.7	41.6	45.3	51.8	47.6	46.4	50.4	48.4	56.7	58.7	56.6	58.4
10~20%未満	19.3	18.4	41.8	44.8	31.9	37.8	37.2	40.5	42.6	40.8	39.6	37.1	37.3	33.9	34.9
20~30%未満	30.9	32.6	5.3	5.0	22.1	8.9	8.7	8.9	8.3	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30~40%未満	3.8	3.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	94.2	94.3	94.2	95.6	95.6	92.0	97.7	97.0	97.3	98.0	87.9	93.7	95.9	90.5	93.2
藻場合計海草量	1,396.6	1,411.8	994.5	1,029.0	1,241.6	1,016.1	1,034.1	1,067.7	1,078.5	1,033.1	835.3	839.5	852.3	791.1	814.9

注：海草量は、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 $35 \times w + (25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

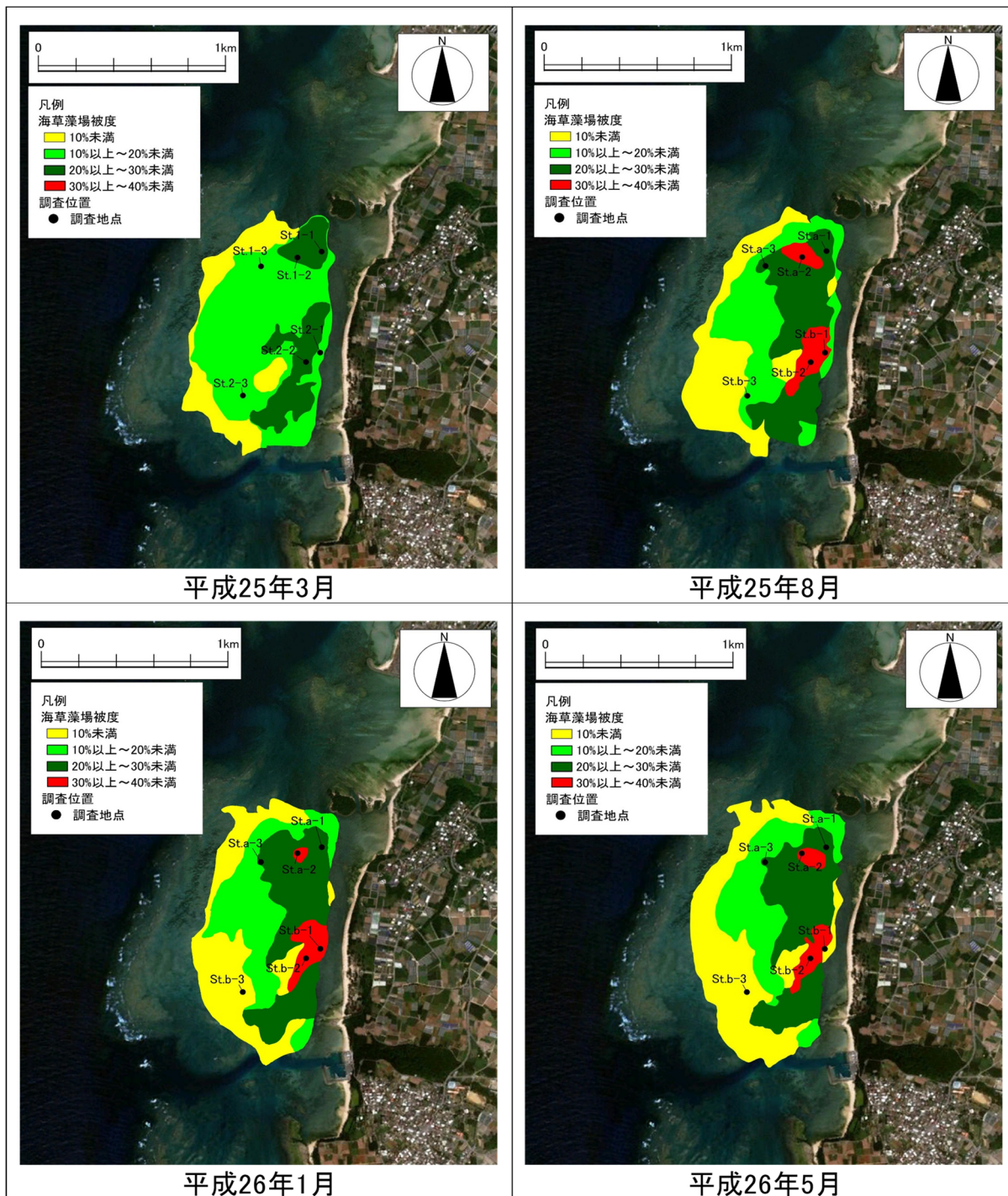


注1：海草量は、被度別の面積の変化を指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。

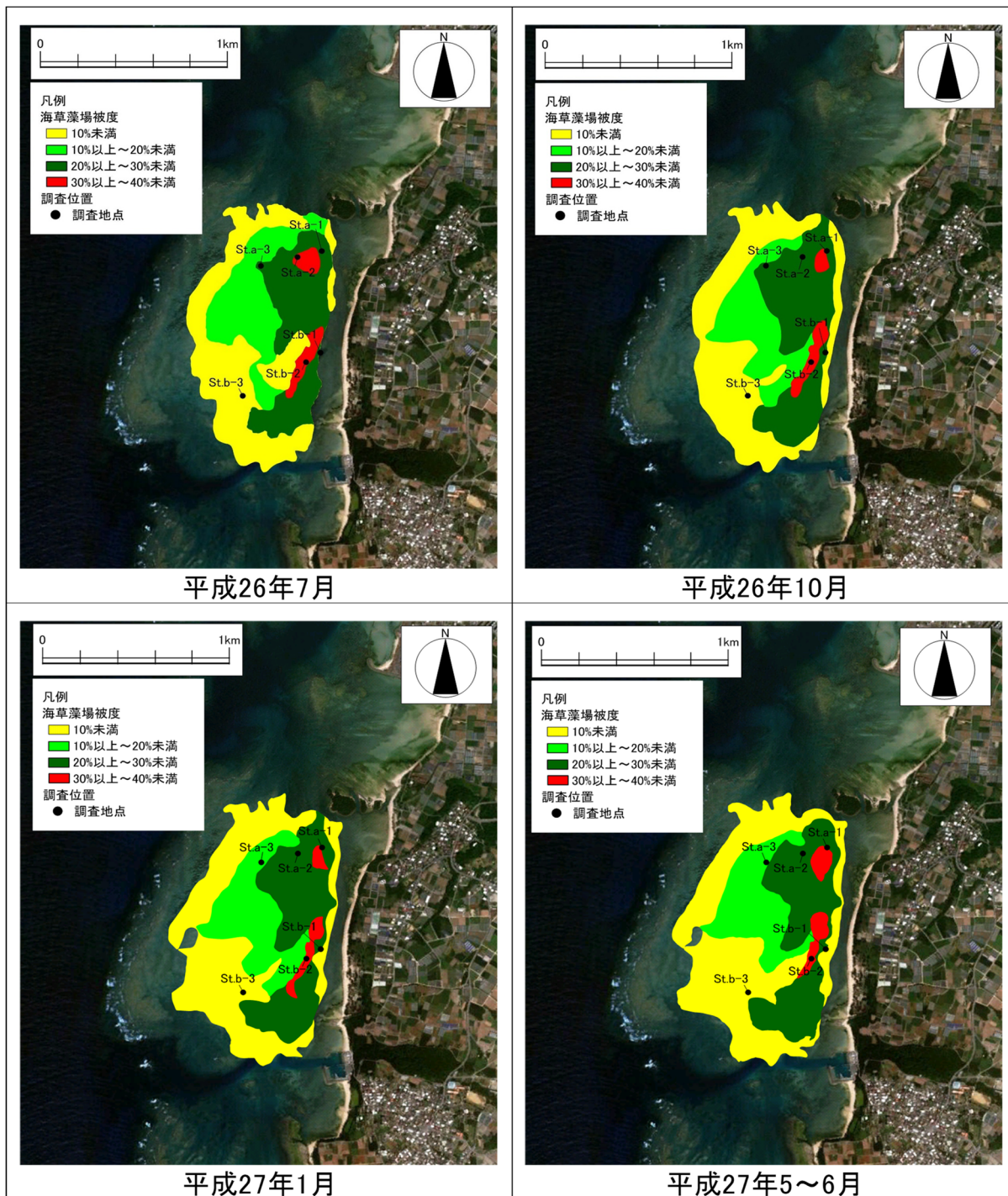
- 例) 30%以上～40%未満(中間値 35)：w ha、
 20%以上～30%未満(中間値 25)：x ha、
 10%以上～20%未満(中間値 15)：y ha、
 10%未満(中間値 5)：z ha の場合、海草量は $35 \times w + (25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

注2：最大瞬間風速 35m/s 以上(那覇)が記録された台風を示す。

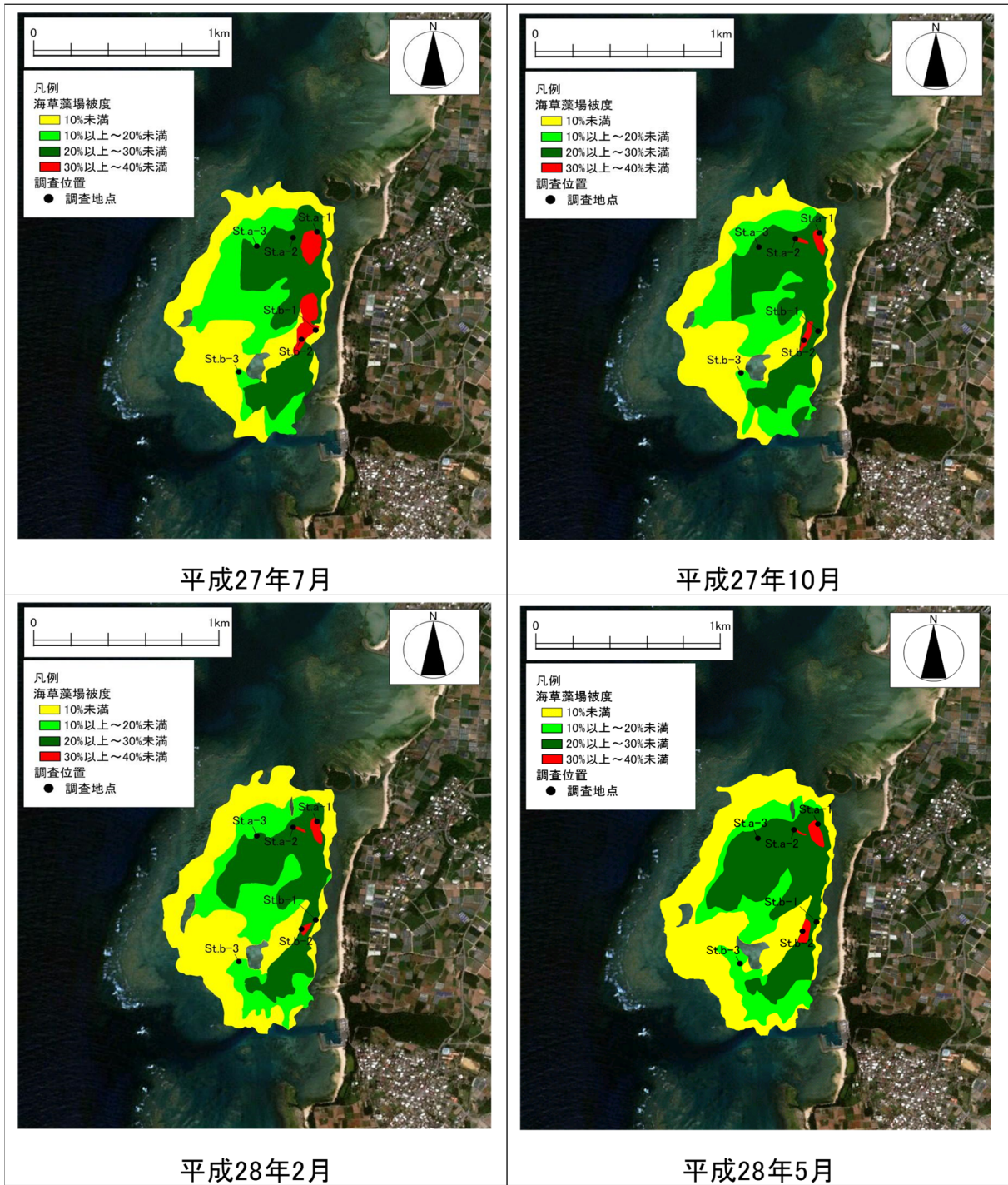
図一 2.1.13 海草藻場（対照区）の分布面積の経年変化



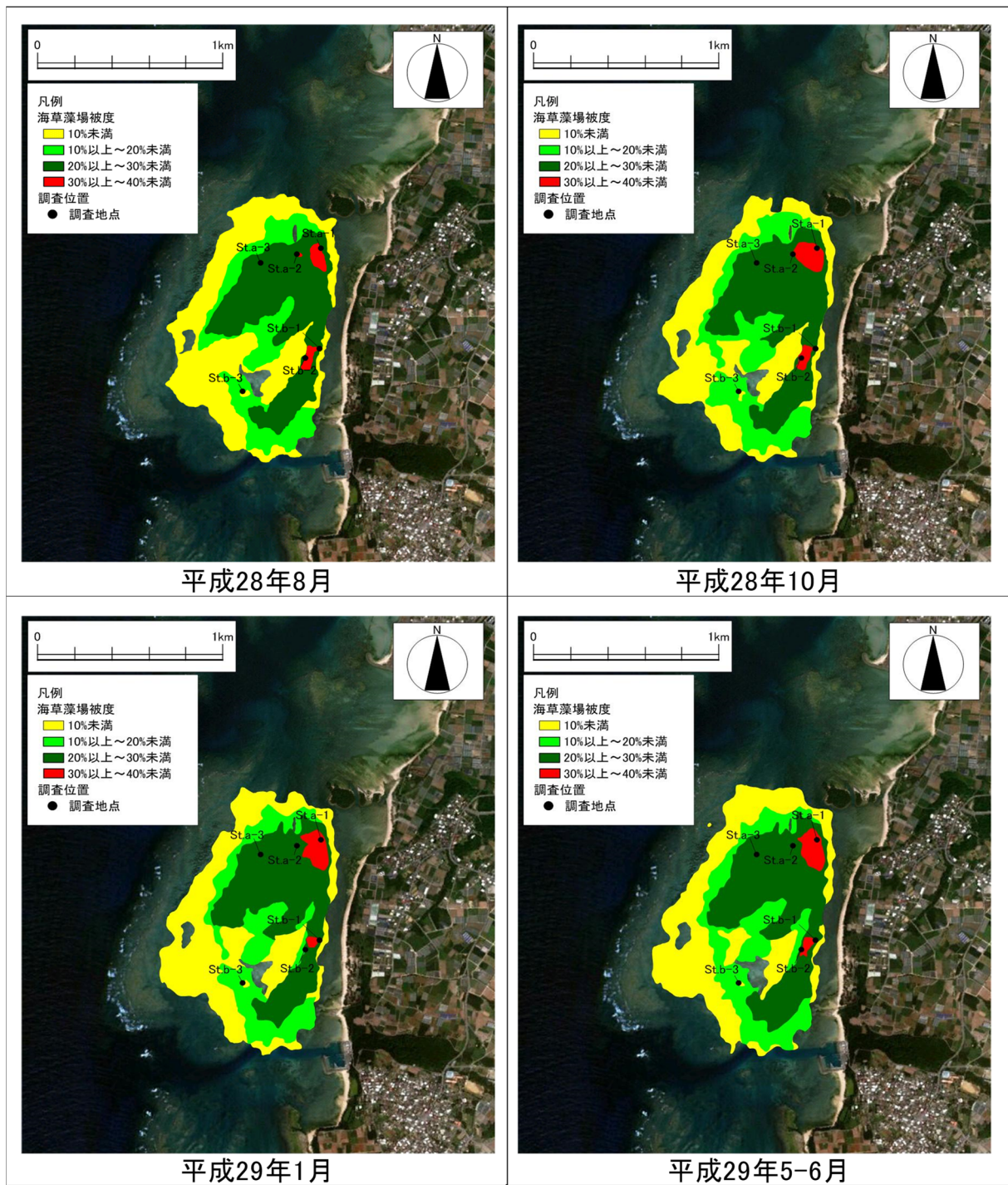
図－ 2.1.14 (1) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



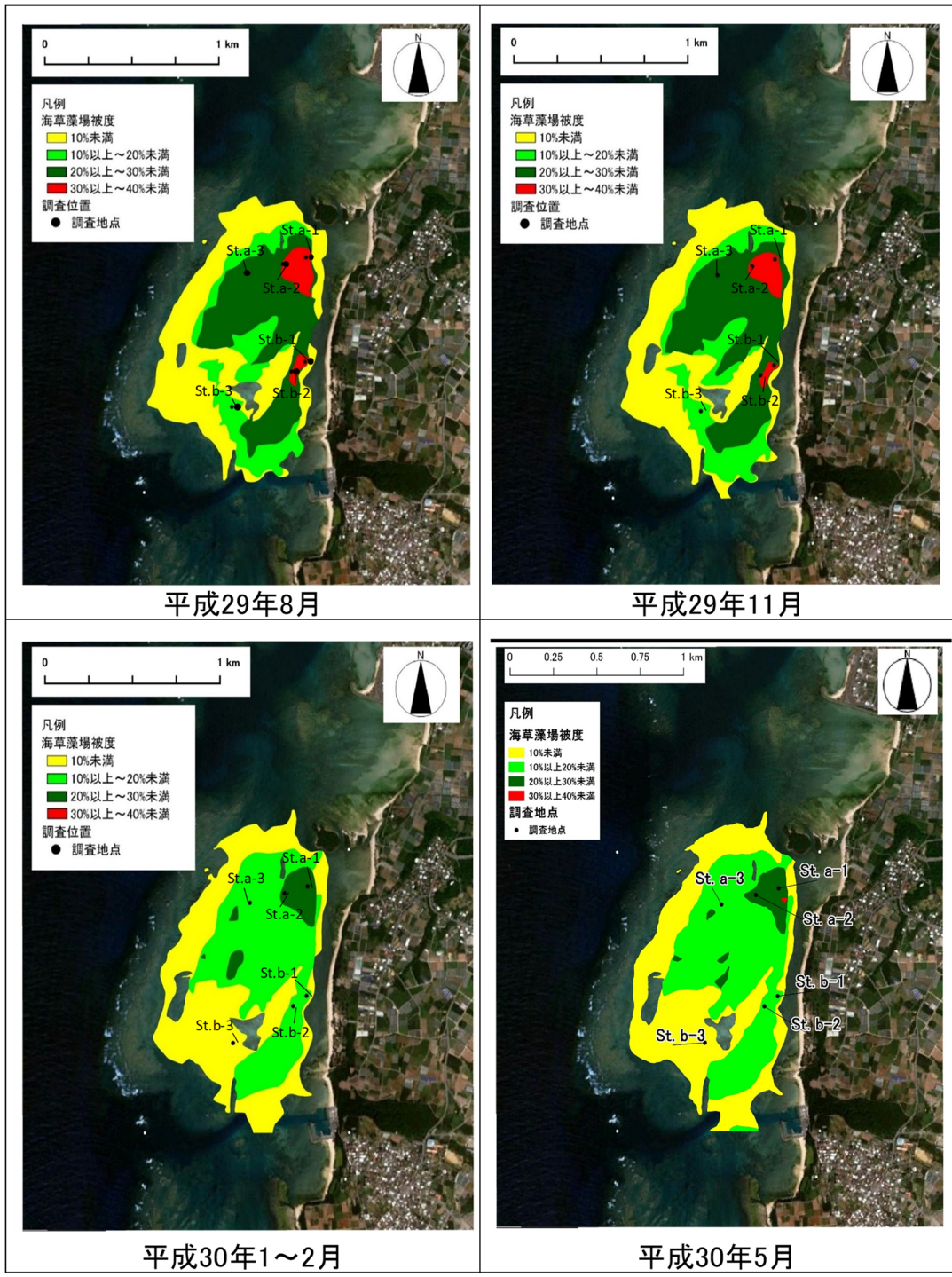
図一 2.1.14 (2) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



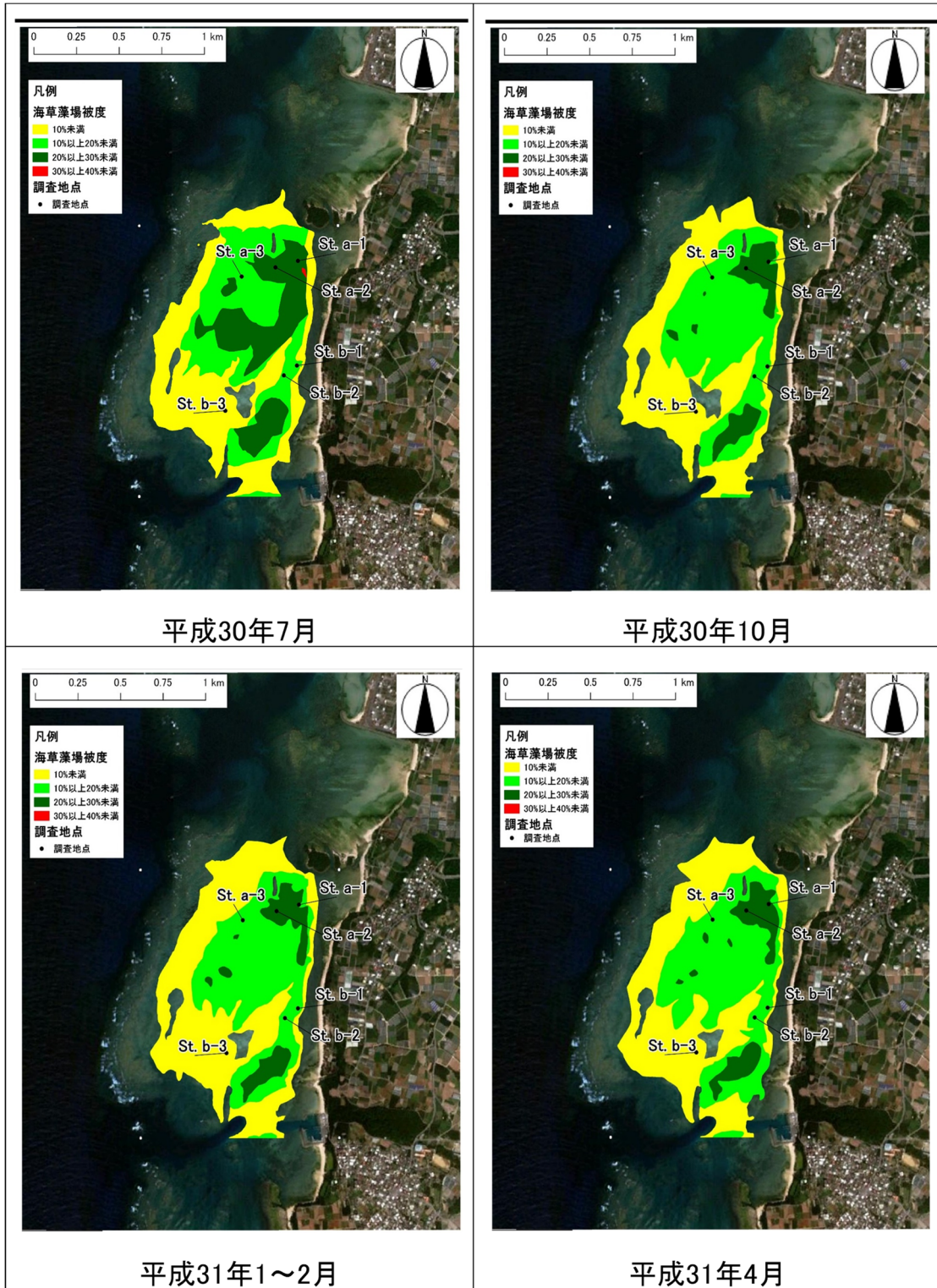
図一 2.1.14(3) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



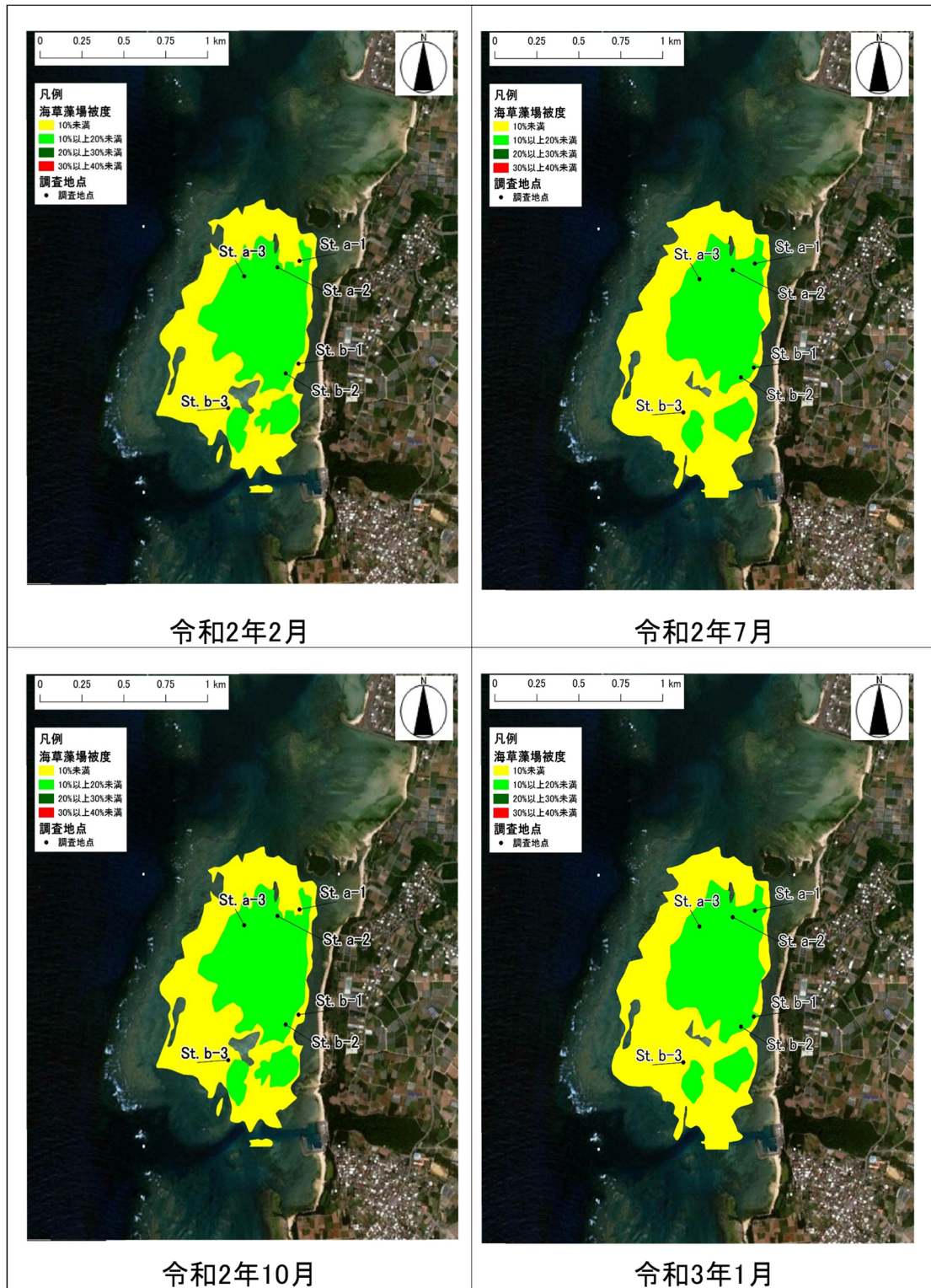
図一 2.1.14 (4) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



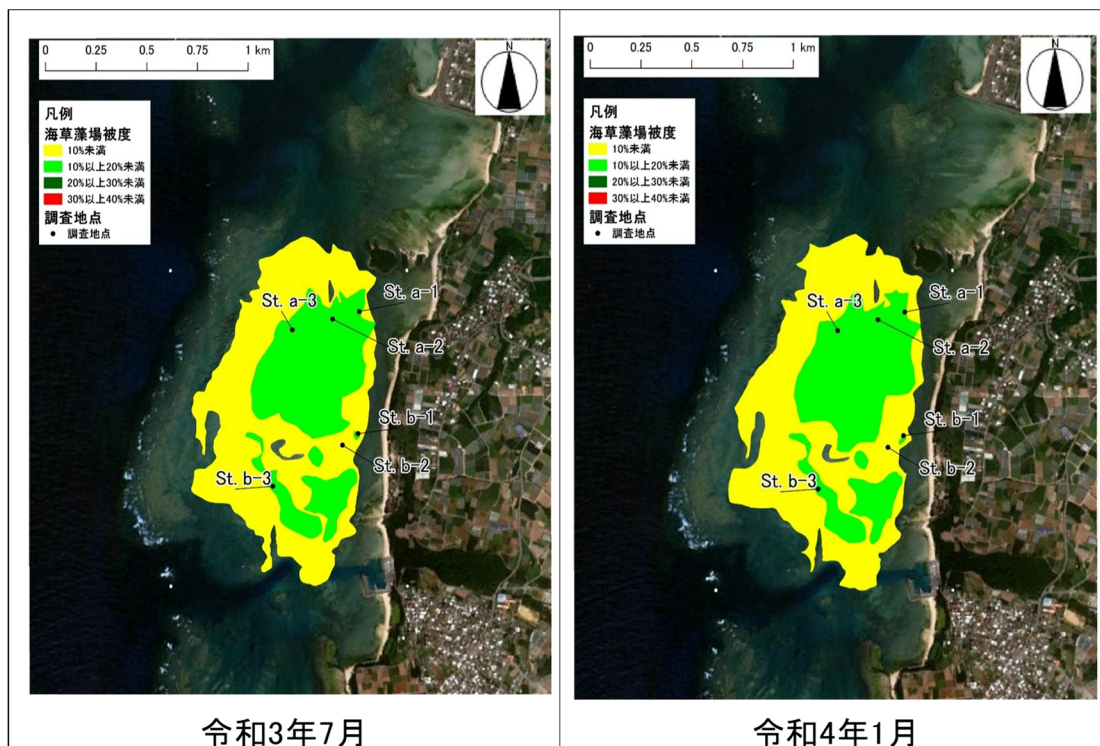
図一 2.1.14 (5) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



図－ 2.1.14 (6) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



図－ 2.1.14 (7) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



図－ 2.1.14 (8) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化

3. 令和元年度那覇空港滑走路増設事業に係る事後調査報告書に対する環境保全措置要求（令和3年10月5日）及び令和2年度那覇空港滑走路増設事業に係る事後調査報告書に対する環境保全措置要求（令和4年3月22日）への対応方針について

1. 陸域生物・陸域生態系について

No.	環境保全措置要求	対応方針
1	<p>(1) 重要な植物種及び植物群落については、沖縄県希少野生動植物保護条例の目的等を鑑み、また、沖縄県環境影響評価技術指針において、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していることから、陸域改変区域における工事が終了していても、これまで同様モニタリングを実施すること。さらに、生育状況に悪化がみられることから、生育環境を改善するよう環境保全措置を検討・実施すること。</p> <p>(2) 陸域改変区域外の重要な植物種として、夏季及び冬季にイソフジ、ミズガンピ、ハリツルマサキの3種が確認されたとしているが、令和2年9月29日付け環政第876号で発出した環境保全措置要求（以下「前回の環境保全措置要求」という。）を踏まえ、どのように空港管理者等にこれらの情報を共有したのか、また、共有の効果がわかるよう事後調査報告書に記載すること。</p>	<p>(1) 重要な植物種及び植物群落のモニタリング（事後調査）については、現時点で想定している供用後3年まで継続して実施する。なお、生育状況の悪化は、種間競争等による一部衰退であること、重要な植物群が維持されていることを事後調査において確認しており事業に伴う生育環境への影響は回避できていると考えられることから、生育環境改善に係る新たな環境保全措置は実施しない。</p> <p>(2) 本事業に関する環境監視委員会の開催・運営や事後調査結果公表を通じて、空港管理者（共同事業者）等に情報共有を行っている。情報共有の効果については、令和3年度事後調査報告書に記載する。</p>

2. 付着生物について

No.	環境保全措置要求	対応方針
1	<p>前回の環境保全措置要求において、自然石護岸及び自然石根固被覆ブロックで確認された出現種の好適生息条件を記載し、評価書で示された予測結果と比較するよう意見を述べているが、記載されていないことから、記載すること。</p>	<p>環境保全措置要求において、自然石護岸及び自然石根固被覆ブロックで確認された出現種について、条件ごとの調査結果の比較を令和3年度事後調査報告書に記載する。</p>

3. 底質について

No.	環境保全措置要求	対応方針
1	<p>一部の地点において、強熱減量及びSPSSについて、平成30年度は高く、令和元年度は低くなっているが、シルト・粘土分は増加していること及び閉鎖性海域において、SPSS、シルト・粘土の細粒分が工事前と比べて増加している地点がみられることが、底生生物等に影響を及ぼす可能性があることから、増加の原因等について考察すること。その結果、埋立地の存在による影響が認められた場合は、評価書で示された予測結果を超えないように環境保全措置を検討・実施すること。</p>	<p>シルト・粘土分について、令和元年度（春季、秋季）、一時的な増加が確認されたが、令和2年度、令和3年度には減少している。</p> <p>閉鎖性海域において、SPSSが工事前と比べて増加している地点はあるが、環境影響評価の結果（予測結果）の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいである。また、シルト・粘土の細粒分は工事前と比べて、大きな変化はない。</p> <p>底生生物については、生物相に大きな変化はみられていない。</p> <p>以上のことから、埋立地の存在により砂面変動が変化したことで、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（予測結果）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。このため、環境保全措置は実施しない。</p>

4. 海草藻場及びカサノリ類について

No.	環境保全措置要求	対応方針
1	<p>(1)環境影響評価書において、閉鎖性海域内の海草藻場及びカサノリ類については底質が安定することで、生育環境が向上すると予測されていた。しかし、閉鎖性海域の海草藻場は、被度の回復がみられていない。また、カサノリ類は被度が低下傾向にある。</p> <p>については、以下の事項について、埋立地の存在の影響について考察すること。その結果、埋立地の存在による影響が認められた場合は、評価書で示された予測結果を超えないように環境保全措置を検討・実施すること。</p> <p>なお、環境保全措置の検討については、個別、具体的に検討したうえで、那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会で助言を聴き、検討した結果を事後調査報告書に記載すること。</p> <p>ア カサノリ類の分布面積が、令和2年1月～3月に、すべての月で過年度同時期よりも分布面積が小さくなったこと。また、最盛期の分布面積が過年度の変動範囲を下回っており、高被度域も減少していること。</p> <p>一方、令和2年2月から3月にかけてホソエガサの分布面積が増加し、3月には工事前と工事中の変動範囲を上回り、過去最大となっていること。</p>	<p>ア カサノリ類への埋立地の存在の影響について、事後調査の結果と環境影響評価の結果の比較を行い、検討した結果を下記に示す。</p> <p>環境影響評価の結果、波高減少により生育環境が向上すること、閉鎖性海域において、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していた。</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0～1mm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（カサノリ・ホソエガサ）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"> ・事後調査の結果、カサノリ類は、存在時において、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（予測結果）の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであり、定常状態と考えられることから、環境保全措置は実施しない。</p>

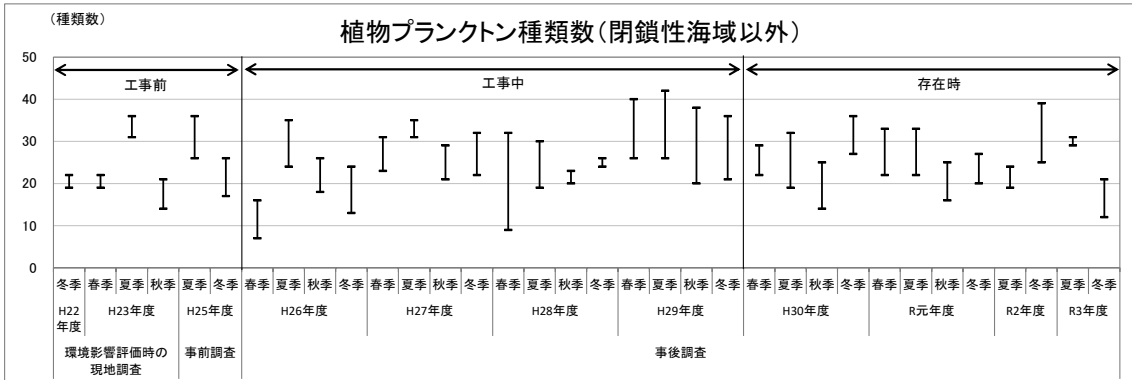
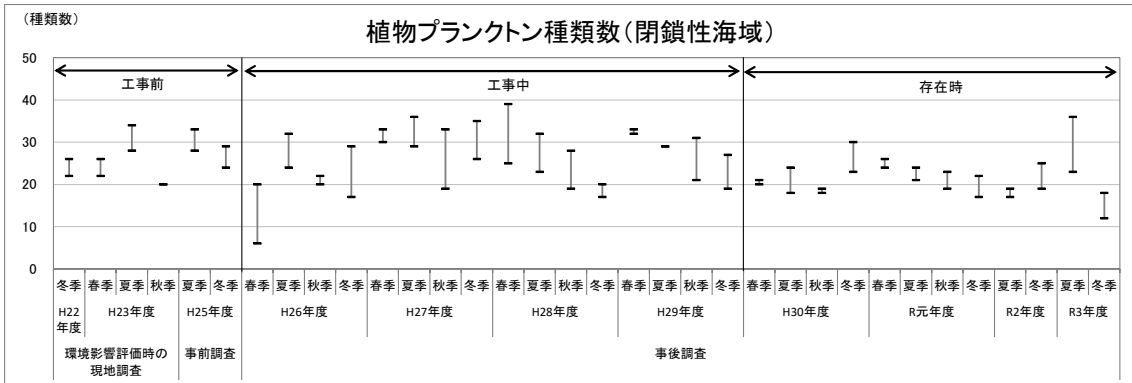
No.	環境保全措置要求	対応方針
	<p>イ 海草藻場において、過年度と比較して、高被度域の面積や海草量が減少していること。特に、St.S6は、調査開始時より被度5%未満と低被度であったが、令和元年度秋季に消失したこと。</p>	<p>イ 海草藻場への埋立地の存在の影響について、事後調査の結果と環境影響評価の結果の比較を行い、検討した結果を下記に示す。</p> <p>環境影響評価の結果、閉鎖性海域において、波浪が遮蔽されることで場が安定し、シールズ数が0.05以下となることが予測されているため、海草藻場を構成する海草類の生育環境は向上するとされていた。</p> <ul style="list-style-type: 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、変動は横ばいであった。 ・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、存在時における変動は横ばいであった。 <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（予測結果）の範囲内であり、存在時の変動は概ね横ばいであり、定常状態と考えられることから、環境保全措置は実施しない。</p>

No.	環境保全措置要求	対応方針
	<p>(2)安全レベル、注意レベル、対策検討レベルの3段階に設定された監視レベルに基づき、順応的管理が行われており、注意レベルの目安として、カサノリ類は、カサノリ類の多くの藻体が確認される場所が減少し、生育している範囲が自然変動の範囲を大きく下回る状況、海草藻場は、海草藻場の分布域が、自然変動の範囲を大きく下回り、生育域が減少している状況とされている。</p> <p>自然変動の範囲については、既往調査やモニタリングの分布面積及び変動範囲で今後モニタリングを行いながら決定するとしているが、自然変動の範囲が不確定にもかかわらず、海草藻場及びカサノリ類の監視レベルを「安全レベル」とした、判断基準を具体的に示すこと。</p>	<p>(2)海草藻場及びカサノリ類については、上記のとおり順応的管理を行うに当たっての包括的目標を判断基準としている。海草藻場に係る順応的管理における包括的目標として、「面積もしくは被度が維持/増加すること」としている。カサノリ類に係る順応的管理における包括的目標として、「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>

5. 動植物種の混入調査について

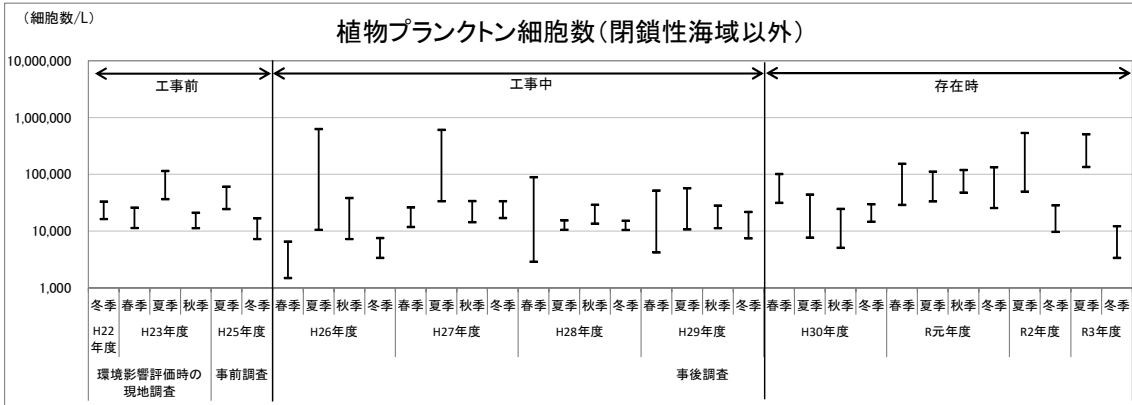
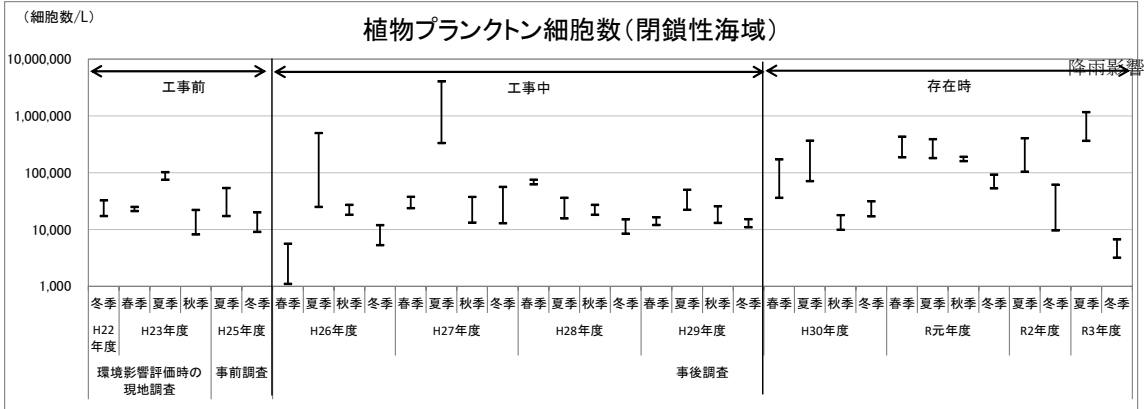
No.	環境保全措置要求	対応方針
1	<p>第14回及び第15回那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会資料によると、令和元年度で調査終了としているが、特定外来生物（ハイイロゴケグモ、ツルヒヨドリ）が確認されていることから、事業者の実行可能な範囲でこれまで同様、モニタリング調査を実施し、確認された場合は適切に駆除、処分を実施するとともに、空港管理者等に対して、完全駆除に向けた駆除対策の検討を要請すること。</p> <p>また、以下の法令等の目的等を鑑み、その他の外来種が確認された場合にも、事業者の実行可能な範囲で適切に駆除、処分を実施すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律の特定外来生物 ②生態系被害防止外来種リストの侵入予防対策外来種、緊急対策外来種及び重点対策外来種 ③沖縄県対策外来種リスト(平成30年8月)の重点対策種及び重点予防種 ④沖縄県希少野生動植物保護条例の指定外来種。 	<p>これまでの那覇空港滑走路増設事業に用いる埋立材への動植物混入確認、埋立区域造成後の特定外来生物の混入確認、除去は令和元年度末、工事完了とともに終了していることから、これまで同様のモニタリング調査は実施しない。</p> <p>なお、空港管理者に対し、共同事業者として特定外来生物（ハイイロゴケグモ、ツルヒヨドリ）への対応を共有（要請）しており、工事終了後においても、従来の維持管理等を通じて特定外来生物を確認した場合は、駆除を実施している。</p>

4. 工事中も含めた経年変化グラフ（第9章 参考資料）



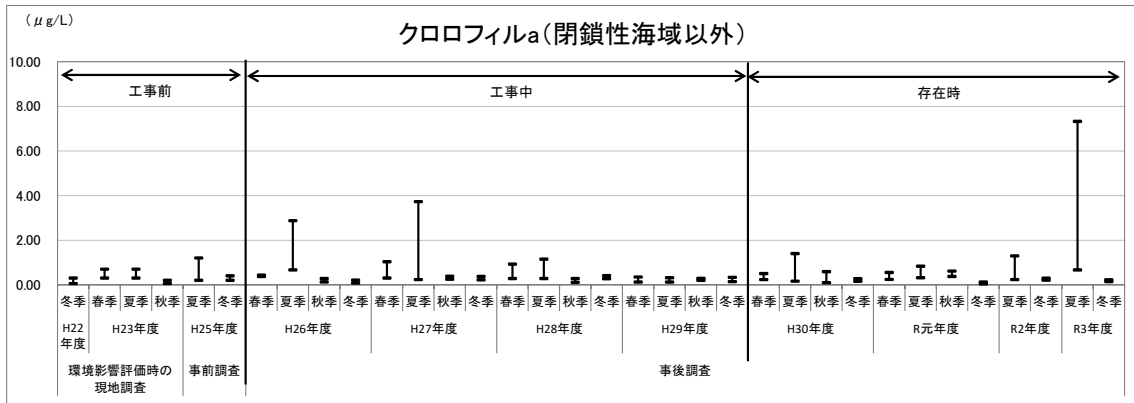
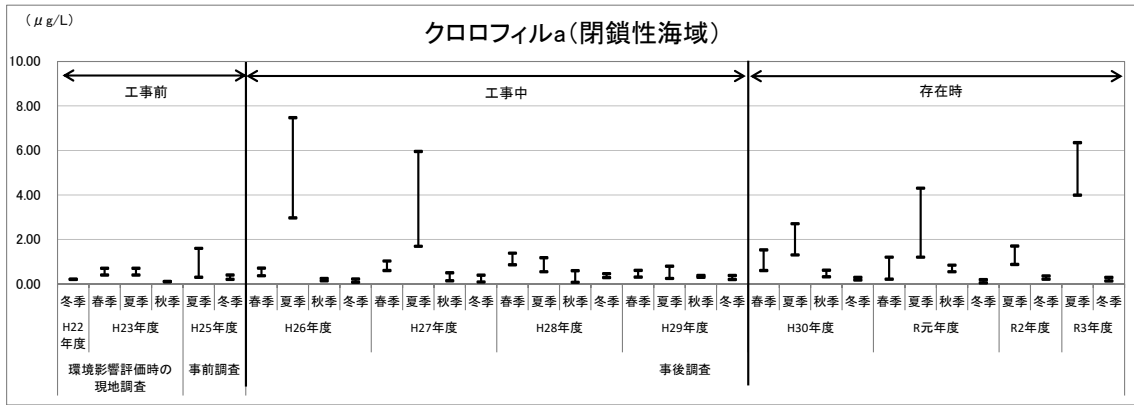
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.1 植物プランクトンの種類数の経年変化



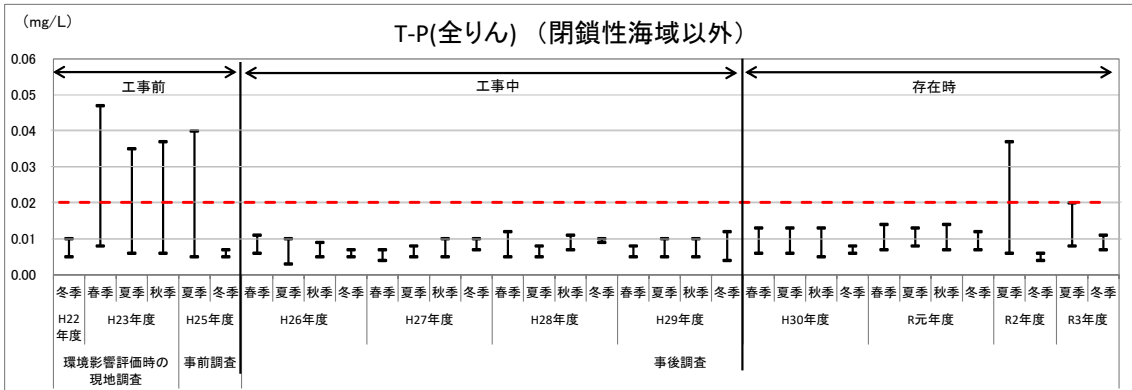
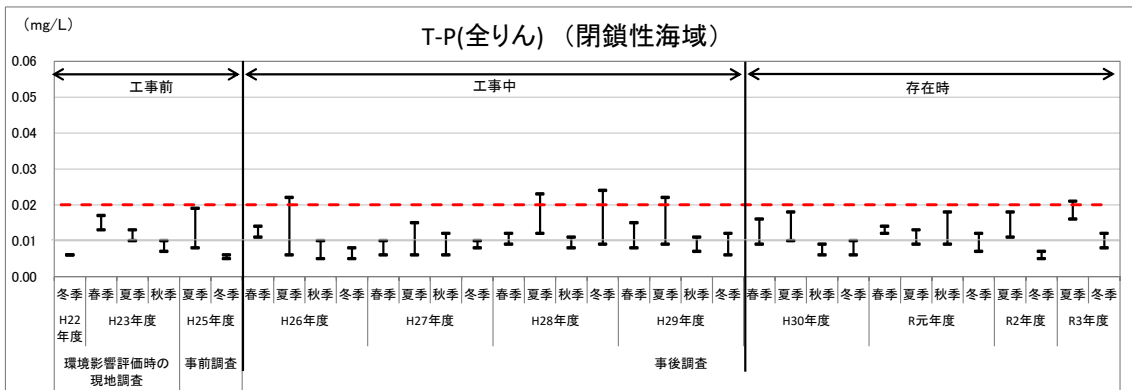
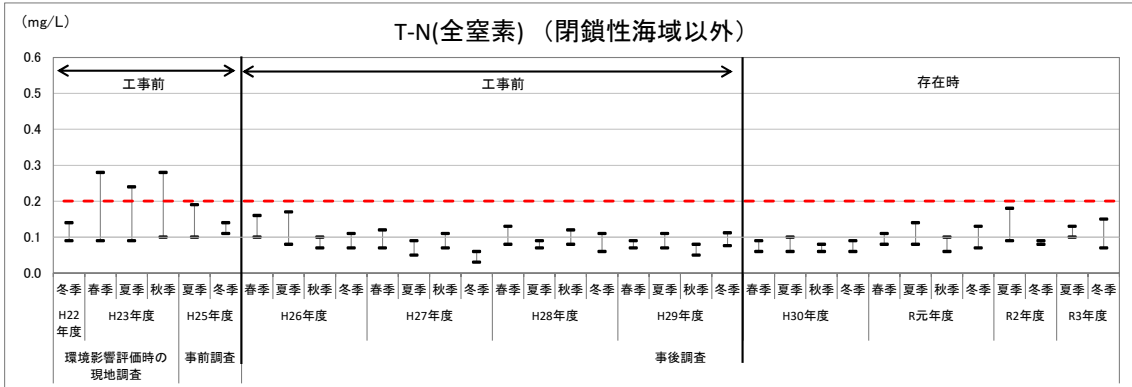
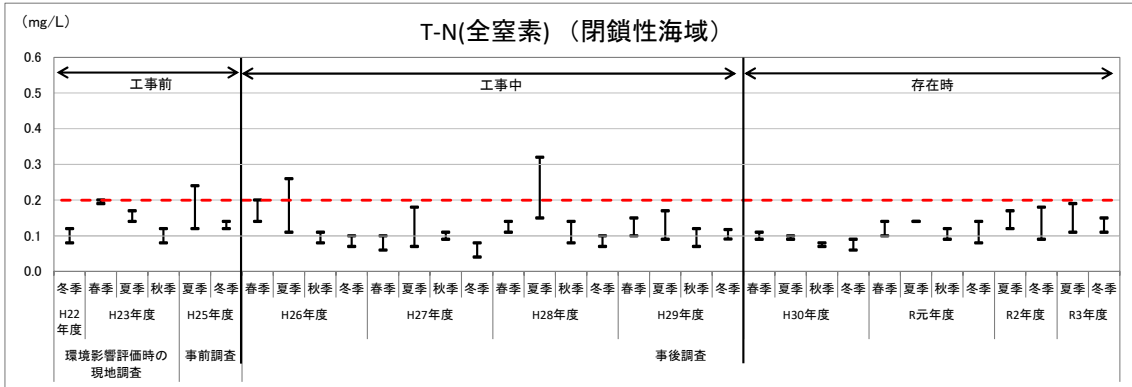
注：閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.2 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。

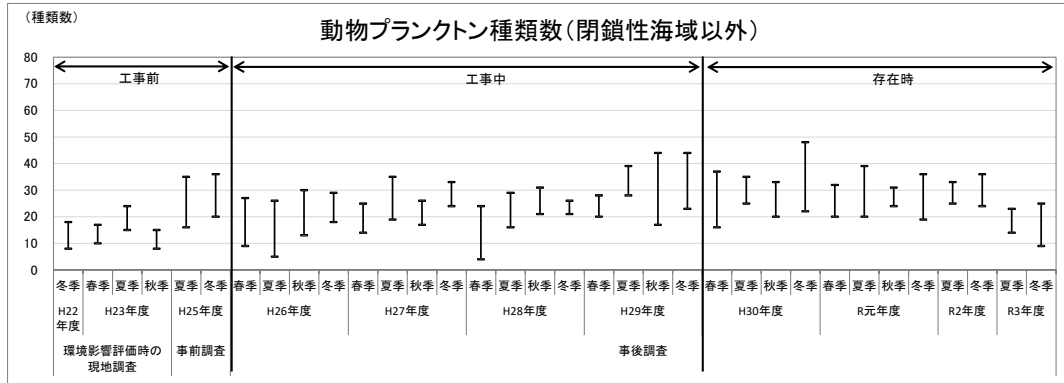
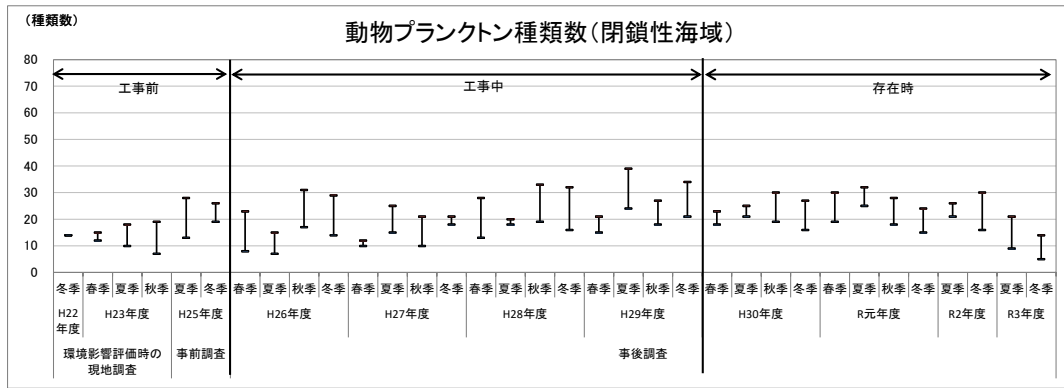
図－ 2.1.3 (1) 水質の経年変化



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。

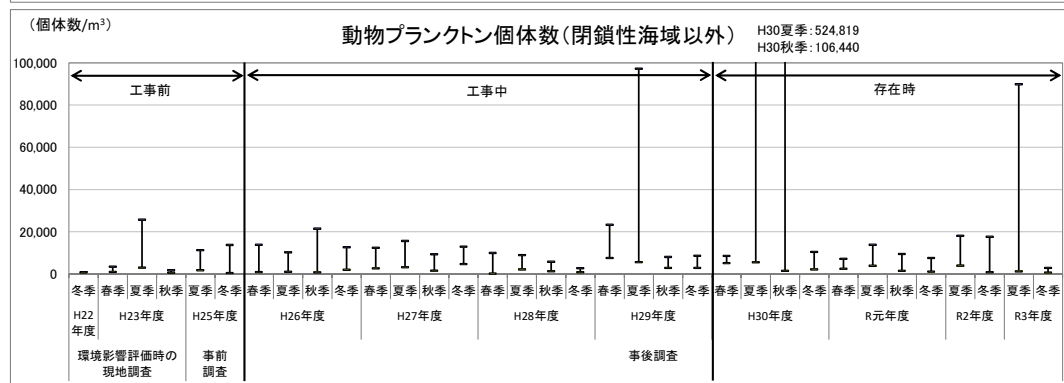
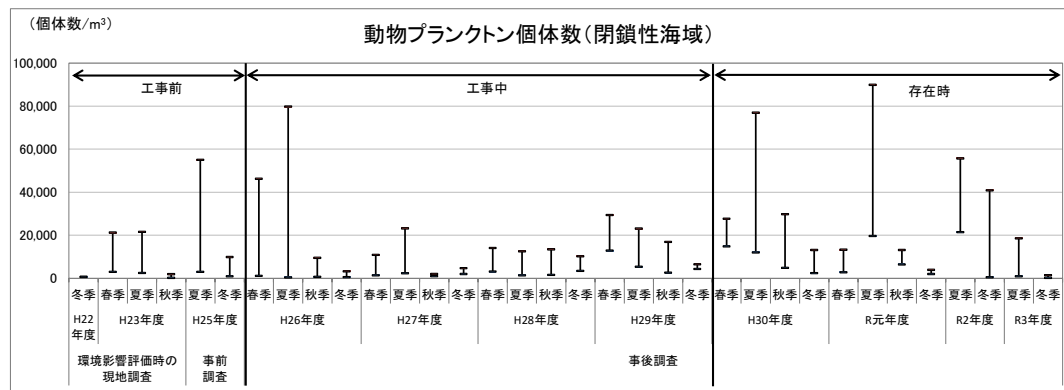
2：閉鎖性海域は St. 2, 4, 8, 9, 10、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図一 2.1.3 (2) 水質の経年変化



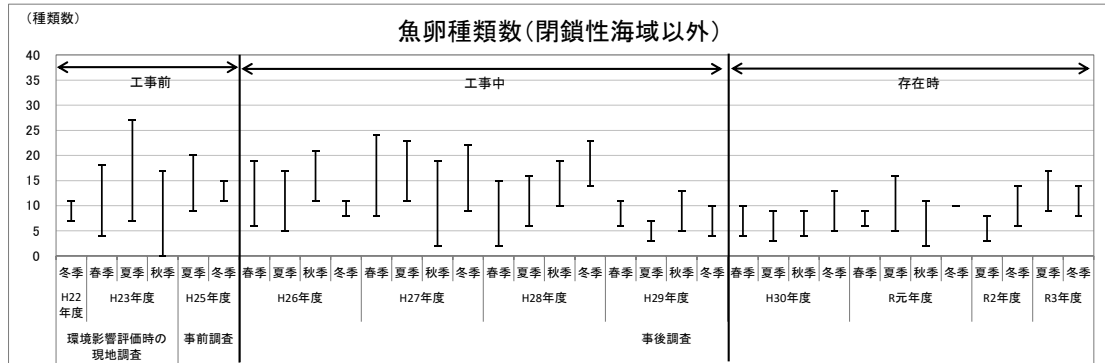
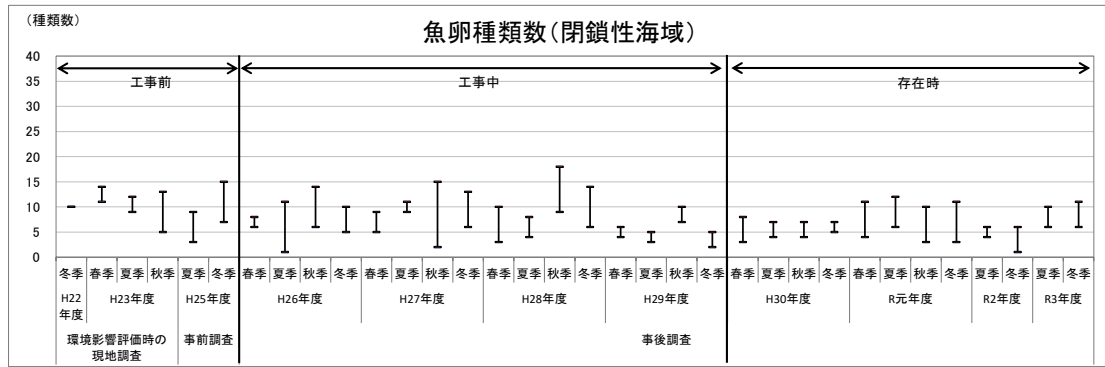
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図ー 2.1.4 動物プランクトンの種類数の経年変化



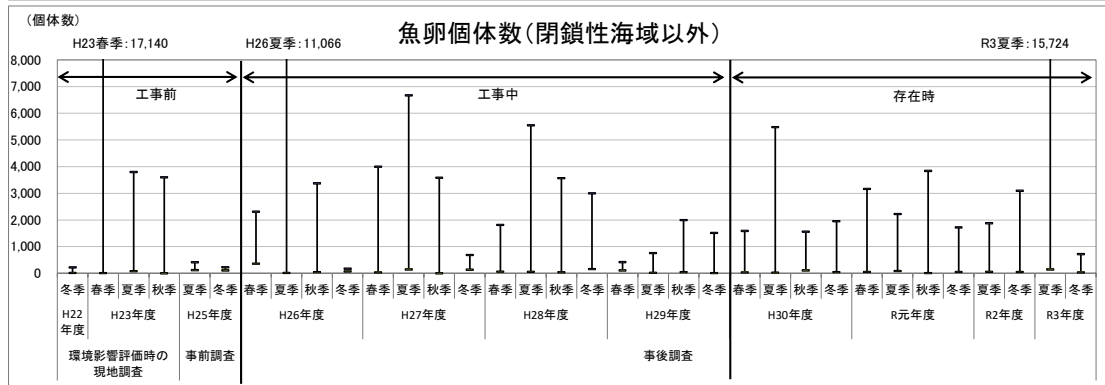
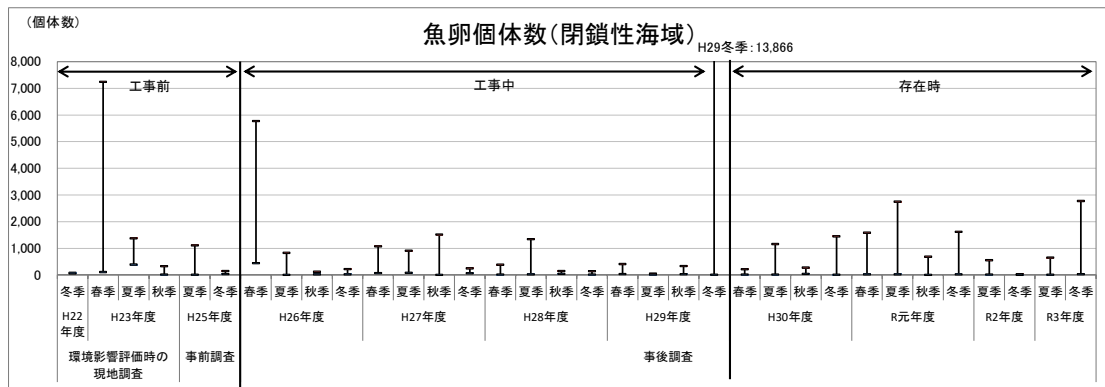
注：閉鎖性海域はSt. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図ー 2.1.5 動物プランクトンの個体数の経年変化



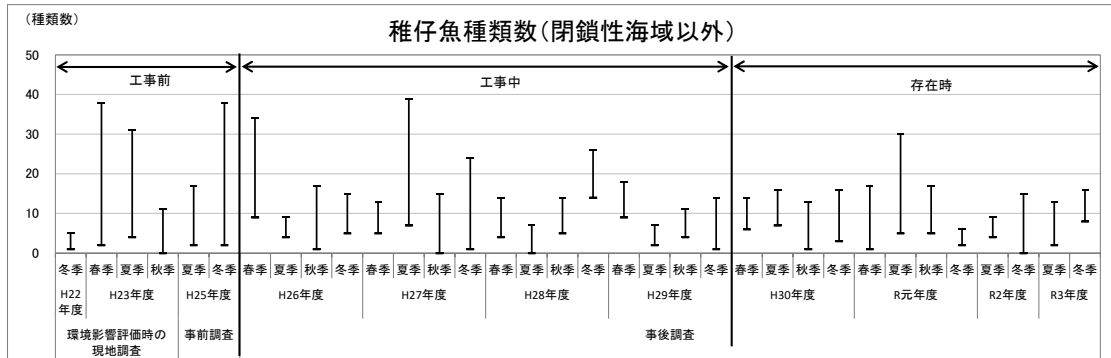
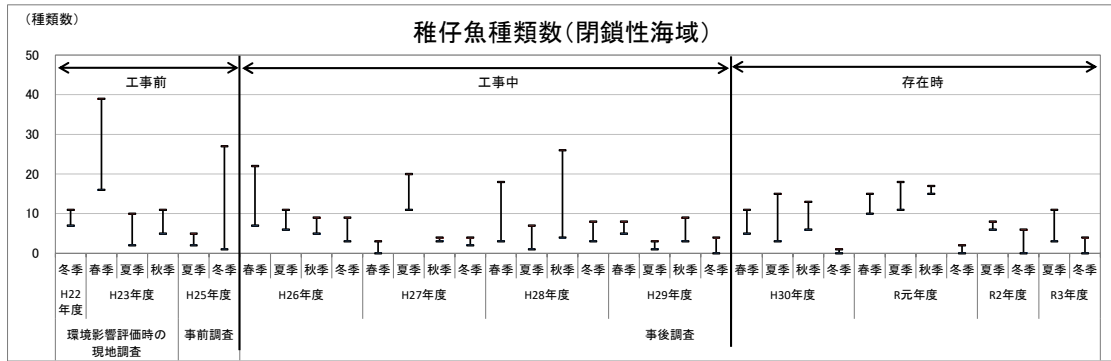
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.6 魚卵の種類数の経年変化



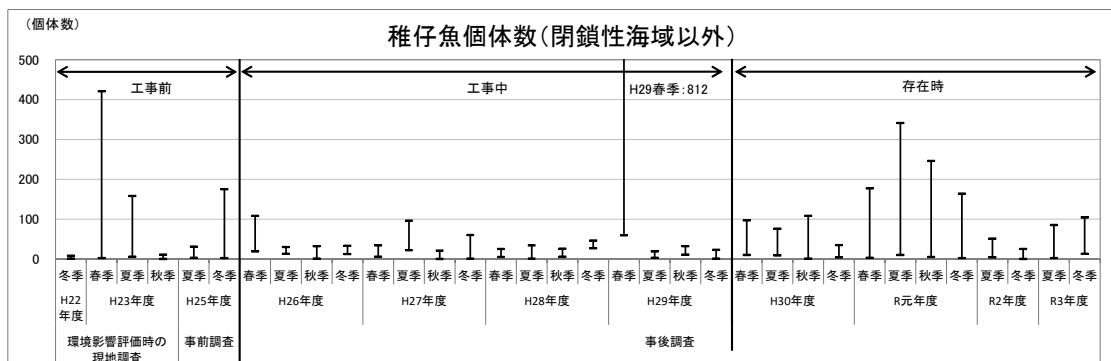
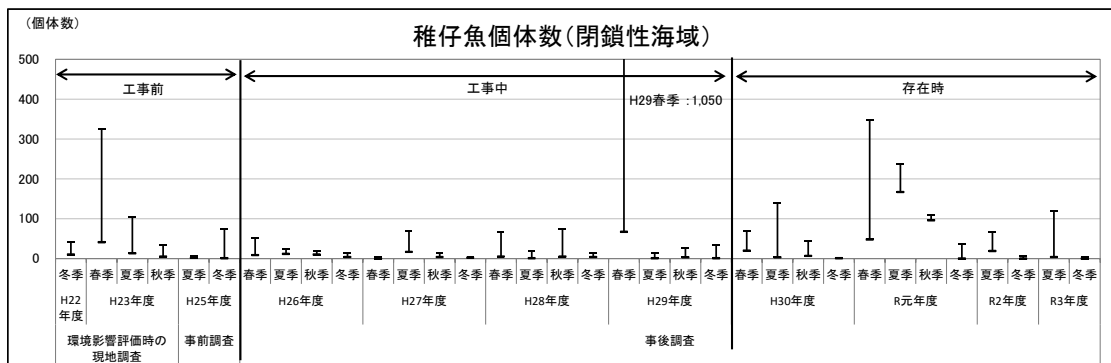
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.7 魚卵の個体数の経年変化



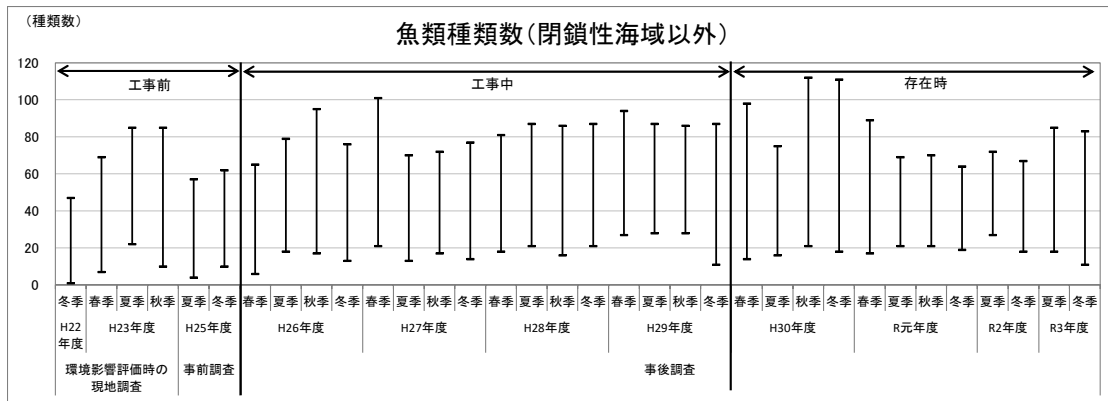
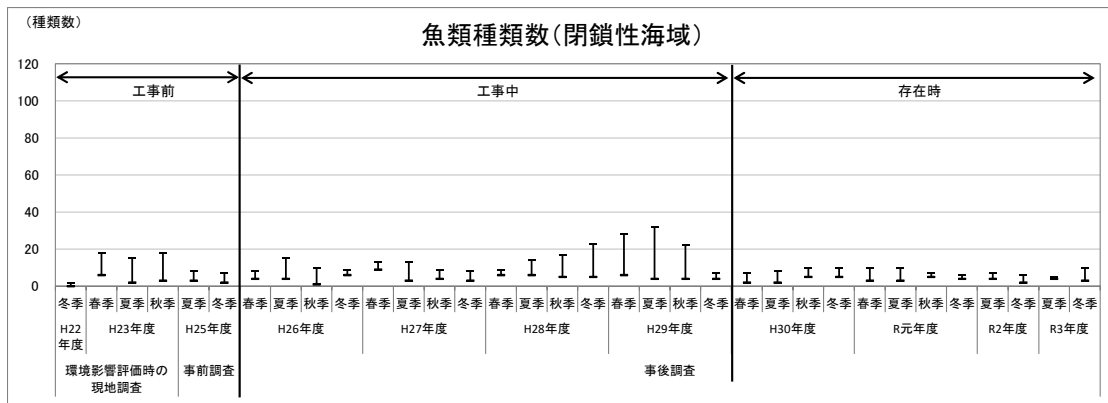
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.8 稚仔魚の種類数の経年変化



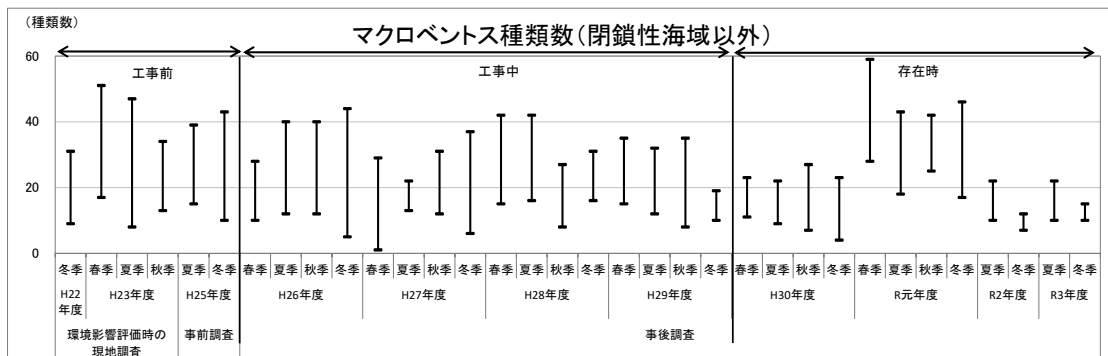
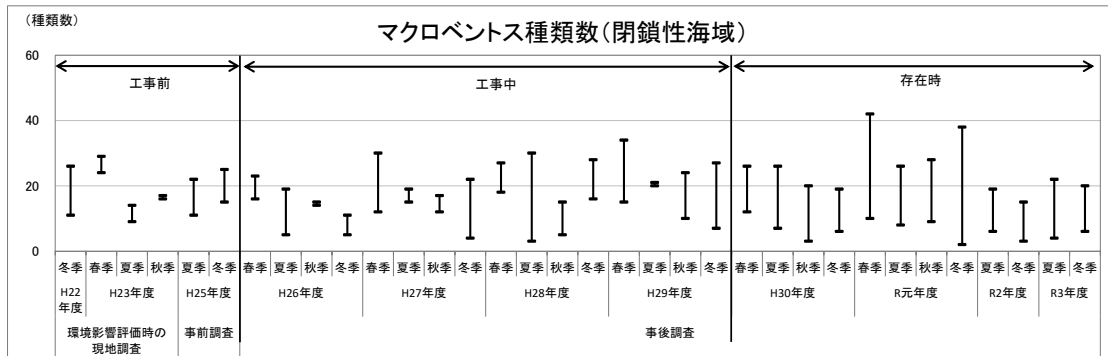
注：閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.9 稚仔魚の個体数の経年変化



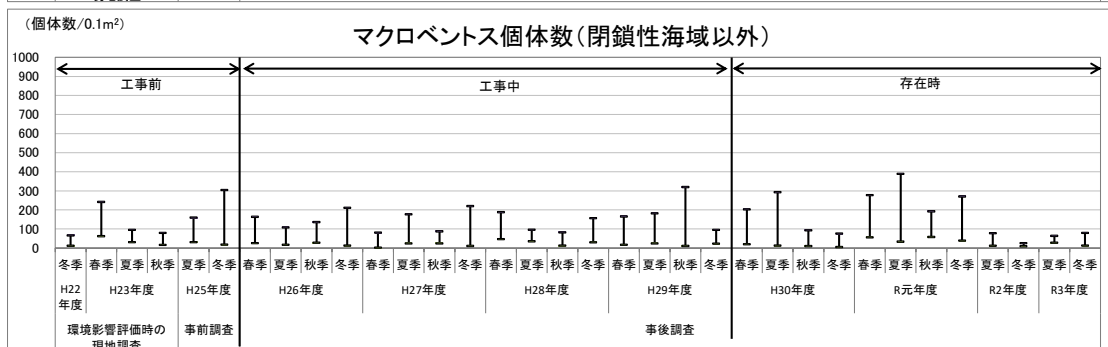
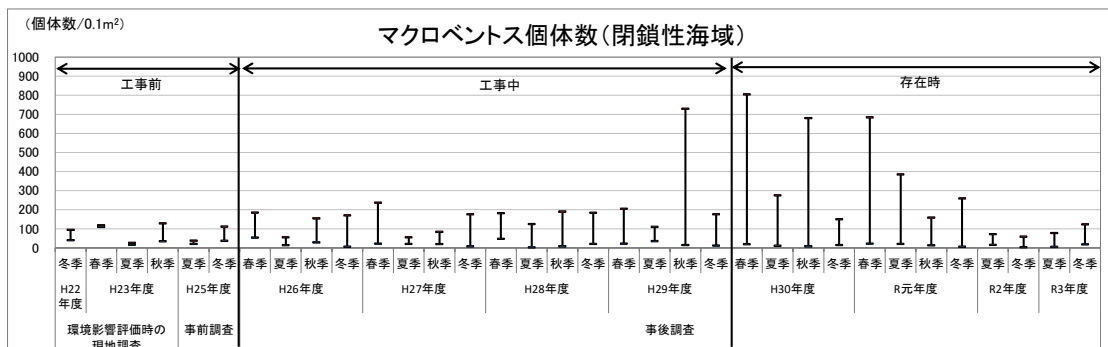
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図一 2.1.10 魚類の種類数の経年変化



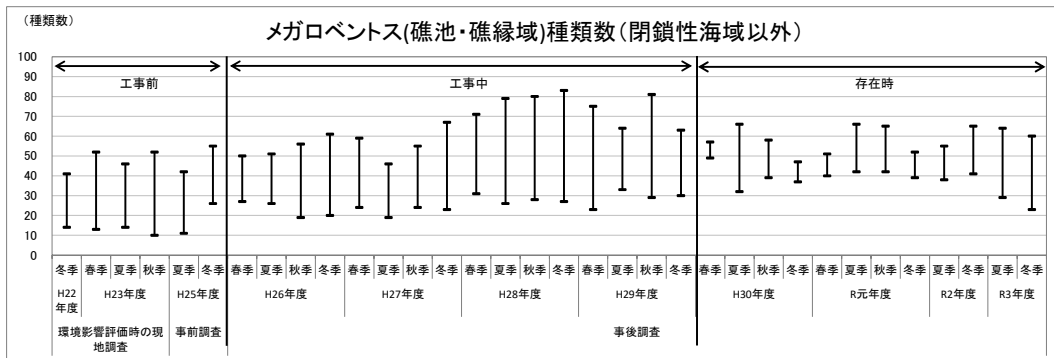
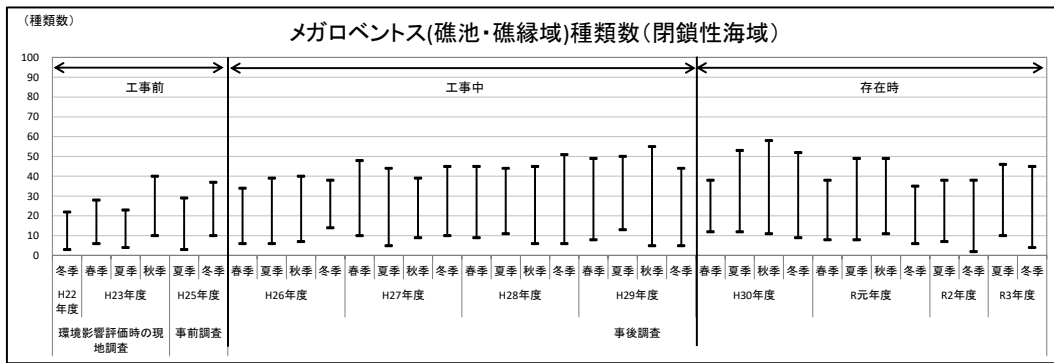
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.11 マクロベントスの種類数の経年変化



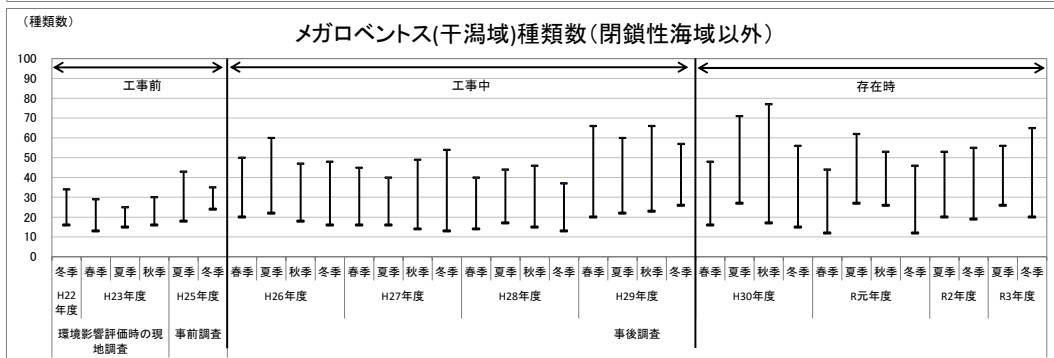
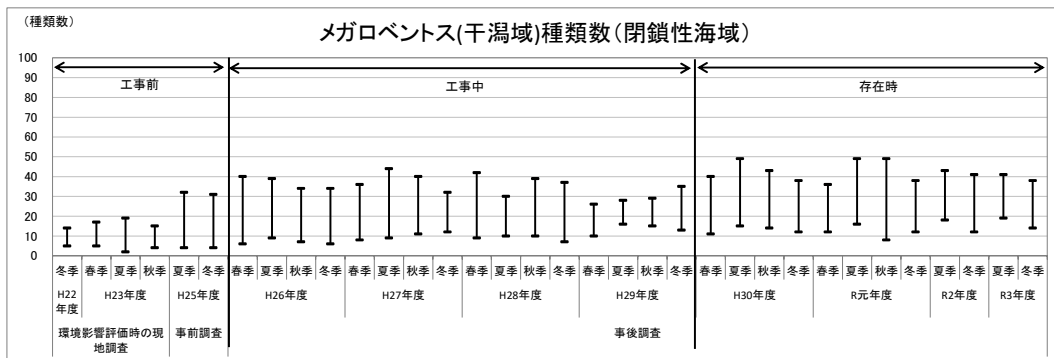
注：閉鎖性海域は St. 2, 4, 8、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.12 マクロベントスの個体数の経年変化



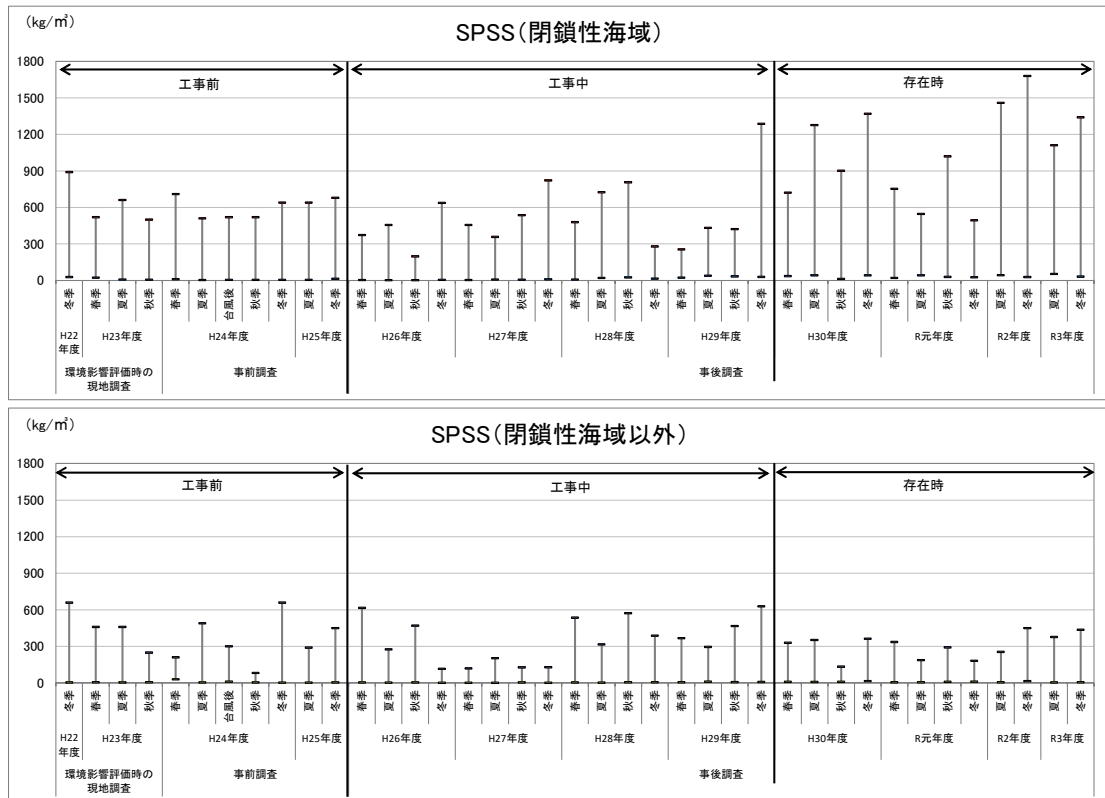
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.13 メガロベントス(礁池・礁縁域)の種類数の経年変化



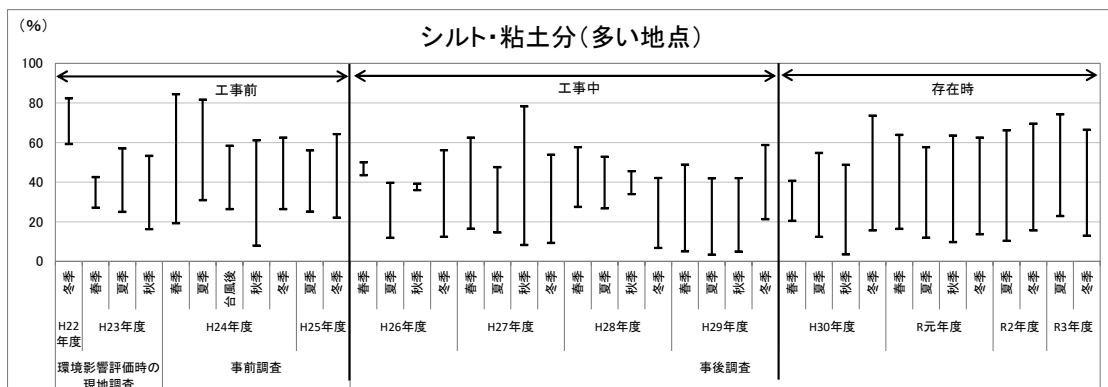
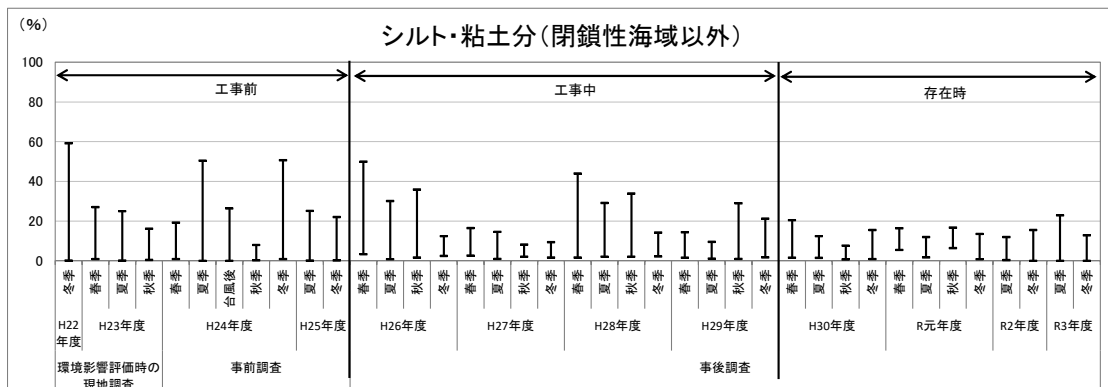
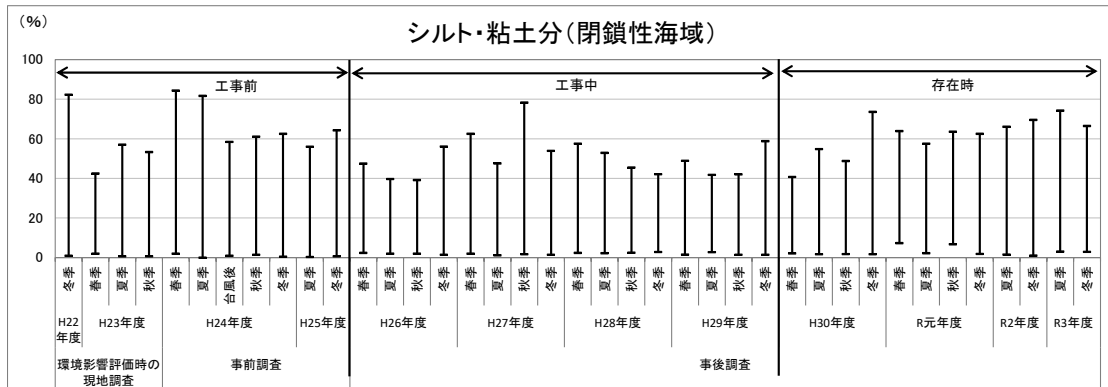
注：種類数については、種まで同定できていないものも含む。閉鎖性海域は St. B4, B5, B8, B9, B10, B11, B14, B15、閉鎖性海域以外はその他の地点を示す。グラフは各季の最大値-最小値を示す。

図－ 2.1.14 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。

図一 2.1.15 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－ 2.1.16 底質の経年変化

