

第12回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会

海域生物の順応的管理(海草藻場、カサノリ類)

令和元年6月28日

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局

＜目次＞

1. これまでの検討内容	1
1.1 順応的管理の概要	1
1.2 評価書への意見	1
1.3 本委員会での検討事項	1
2. 海草藻場の順応的管理	2
2.1 順応的管理（海草藻場）	2
2.2 調査結果	5
2.3 変動要因についての考察結果	18
2.4 今後の対応案	26
3. カサノリ類の順応的管理	28
3.1 カサノリ類について	28
3.2 順応的管理（カサノリ類）	30
3.3 調査結果	32
参考資料	36
参考資料 1 過年度の海草藻場の分布状況	37
参考資料 2 海草藻場の影響フロー図と用いた検討	45
参考資料 3 那覇港海域環境保全計画調査から得られた知見概要	100
参考資料 4 沖縄本島におけるカサノリ類の生育状況	101
参考資料 5 過年度のカサノリ類の分布状況	102
参考資料 6 カサノリ類の詳細調査結果	111
参考資料 7 カサノリ類の生育基盤比較実験	124

1. これまでの検討内容

1.1 順応的管理の概要

海草藻場及び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。

1.2 評価書への意見

評価書における順応的管理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。

閉鎖性海域内の海草藻場及びカサノリ類については、底質が安定し、生育環境が向上すると予測し、これを前提とした順応的管理を行うとしているが、底質の予測は不確実性があり、海草藻場やカサノリ類の生育に適した底質状態にならないおそれが考えられる。

このため、海草藻場及びカサノリ類の順応的管理については、事業開始前に環境監視委員会（仮称）等において専門家の意見を聴取するとともに、埋立地の存在による消失面積を念頭に残存する海草藻場やカサノリ類について順応的管理の目標を設定したうえで、計画の検討、モニタリング及びその結果を踏まえた計画の再検討等を行うこと。また、計画の検討に当たっては、必要に応じて移植の実施についても検討すること。

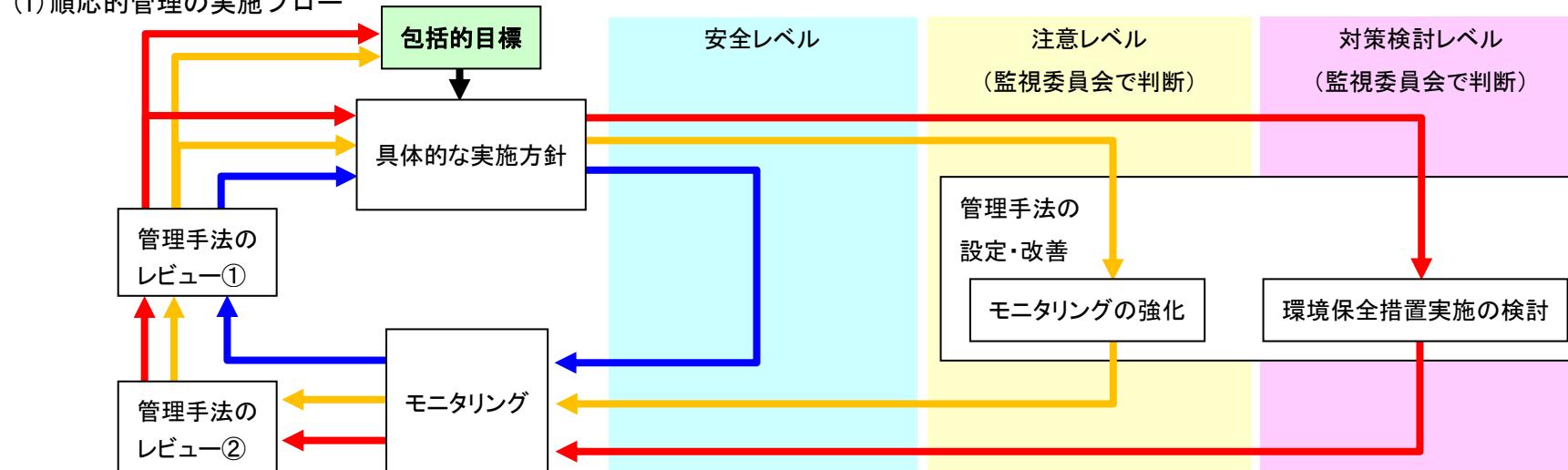
1.3 本委員会での検討事項

- ・第1回委員会（平成25年12月）では、順応的管理の目標（包括的目標）及び実施に当たっての方針等について概ね承認を得た。
- ・第4回委員会（平成27年6月）では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告した。
- ・第6回委員会（平成28年6月）では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告した。
- ・第8回委員会（平成29年6月）では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告し、今後の対応について審議した。
- ・第10回委員会（平成30年6月）では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告し、今後の対応について審議した。
- ・第11回委員会（平成31年2月）では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告した。
- ・第12回委員会（令和元年6月）では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告し、今後の対応について審議する。

2. 海草藻場の順応的管理

2.1 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、<u>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</u>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 1 本事業における海草藻場の順応的管理の考え方

(2) 順応的管理に係る勘案事項

順応的管理を行うにあたっては、監視レベルの検討が必要である。しかし、海草藻場の分布については、以下の事項を勘案する必要がある。

- ・閉鎖性海域においては、場が安定すると考えられる沖合護岸概成時以降に効果が表れる。
- ・当該海域における海草藻場は、分布位置や被度の変動が大きい。

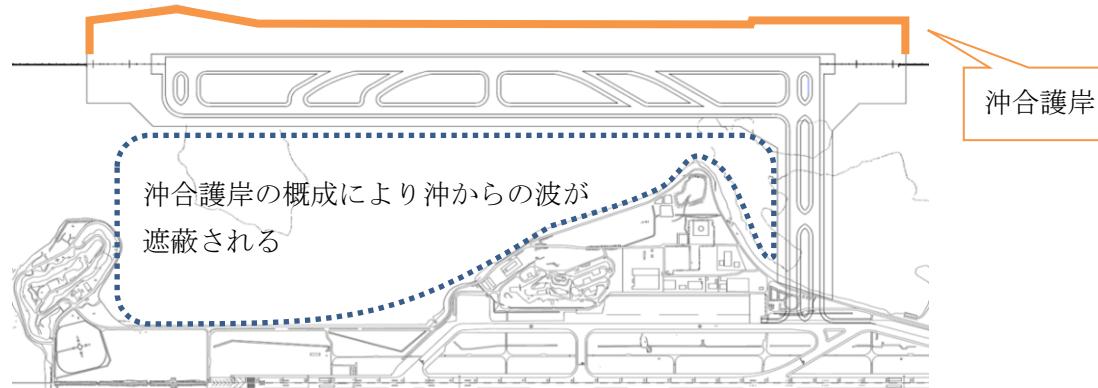


図 2 沖合護岸の位置

これより、モニタリングを行いながらデータを蓄積し、分布位置や被度の変動を把握するとともに、護岸概成後の海草藻場の分布状況を踏まえた順応的管理を行う必要がある。したがって、監視レベルの目安を下記のように定めて、モニタリング結果を「那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会」に報告し、[注意レベル、対策検討レベルに達しているか否かについて、同委員会において検討することとする。](#)

【注意レベルの目安】：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

⇒ 対策：モニタリング項目や頻度を強化し、沖縄島の他地域（対照区）と比較、解析、考察する。

また、環境保全措置の具体的な内容について検討する。

※自然変動の範囲：既往調査やモニタリングの分布面積及び変動範囲→今後モニタリングを行いながら決定する。

【対策検討レベルの目安】：海草藻場の分布域が、注意レベル時の分布域を下回ったまま回復傾向がみられない状況

⇒対策：学識経験者等にヒアリングを行い、環境保全措置の実施を検討する。

(3) モニタリングの内容

1) 定期調査項目

海草藻場の調査項目として、生育状況のほか、生育環境についても、モニタリングを行う。

表 1 海草藻場のモニタリング概要

モニタリング項目	調査時期	備考
①海草藻場の生育状況	工事中：四季 存在・供用：夏季・冬季	定点調査 5m×5m (6 地点)
②海草藻場の分布状況	分布図作成 ・被度別分布面積	分布調査
③海草藻場の生育環境	・底質基盤の状況 ・浮泥の堆積状況	「海域生物の生息・生育環境」の項目で調査

2) 任意調査項目

海草藻場の順応的管理においては、「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」としていることから、護岸概成時に閉鎖性海域において生育基盤の調査を行い、海草藻場の基盤環境の状況を把握する。

また、過年度調査時に冬季の干出や低温により葉部が枯死し、海草類の被度低下が生じている。地下茎の残存状況を把握してはどうかと委員からご助言をいただき、改変区域西側、閉鎖性海域、対照区において地下茎調査を実施した。

表 2 海草藻場の追加モニタリング概要

モニタリング項目	調査時期	備考
①海草藻場の基盤環境	・底質（砂・砂礫）の分布状況	平成 27, 28 年度春季 平成 29, 30 年度春季・冬季実施
②海草藻場の地下茎	・葉と地下茎・根の乾燥重量	平成 30 年度春季・秋季 改変区域西側、閉鎖性海域、対照区

2.2 調査結果

(1) 分布調査

1) 工事前

評価書における現地調査結果及び工事前の分布調査結果を以下に示す。また、海草藻場の分布域の変遷の重ね合わせを図4に示す。

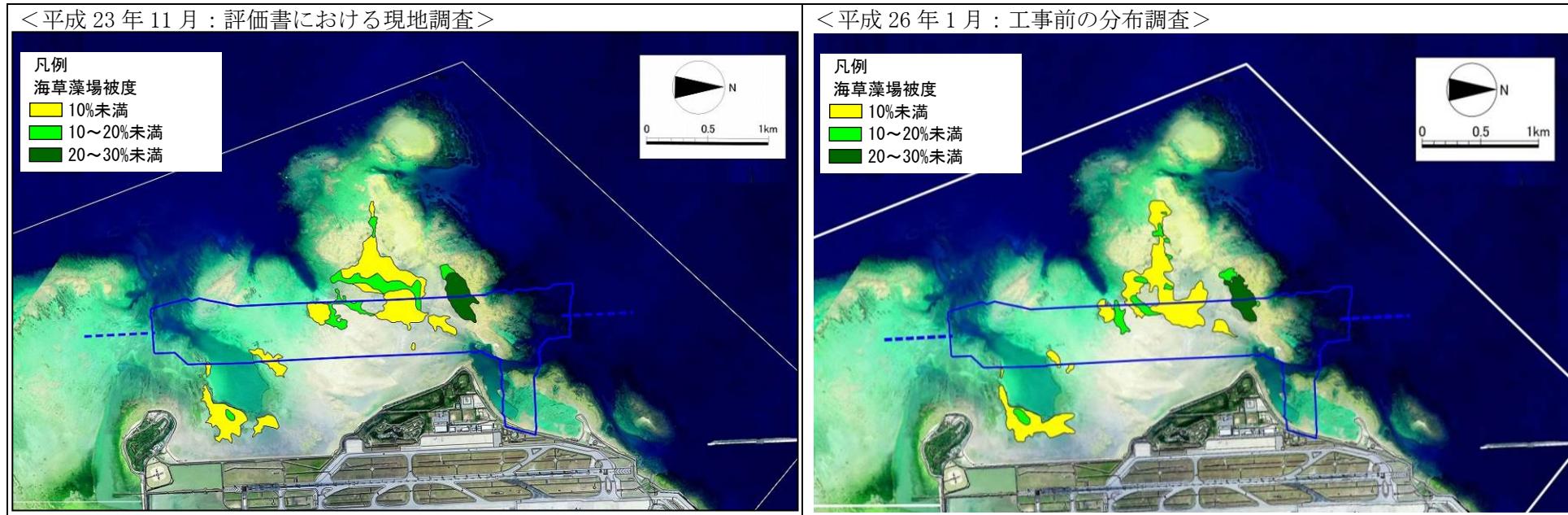


図3 工事前における海草藻場の分布調査結果

表3 工事前における海草藻場の分布面積

区分	平成23年11月			平成26年1月		
	改変区域 (ha)	残存域 (ha)	合計 (ha)	改変区域 (ha)	残存域 (ha)	合計 (ha)
■10%未満	13.6 (36%)	24.5 (64%)	38.1	12.1 (32%)	26.0 (68%)	38.1
■10~20%未満	4.0 (32%)	8.4 (68%)	12.4	3.1 (40%)	4.6 (60%)	7.7
■20~30%未満	3.6 (57%)	2.7 (43%)	6.3	2.8 (50%)	2.8 (50%)	5.6
海草藻場分布域合計	21.2 (37%)	35.6 (63%)	56.8	18.0 (35%)	33.5 (65%)	51.5

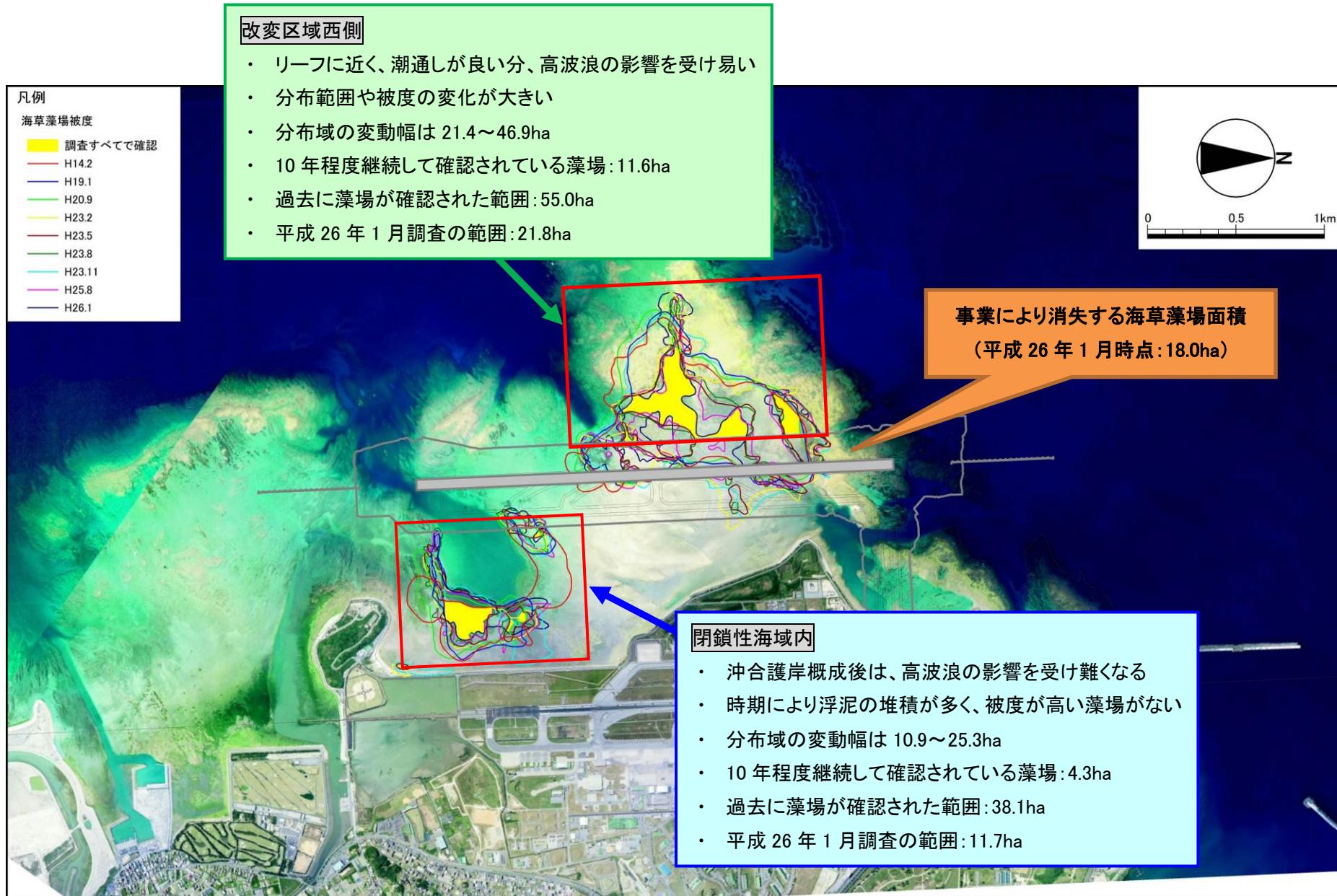


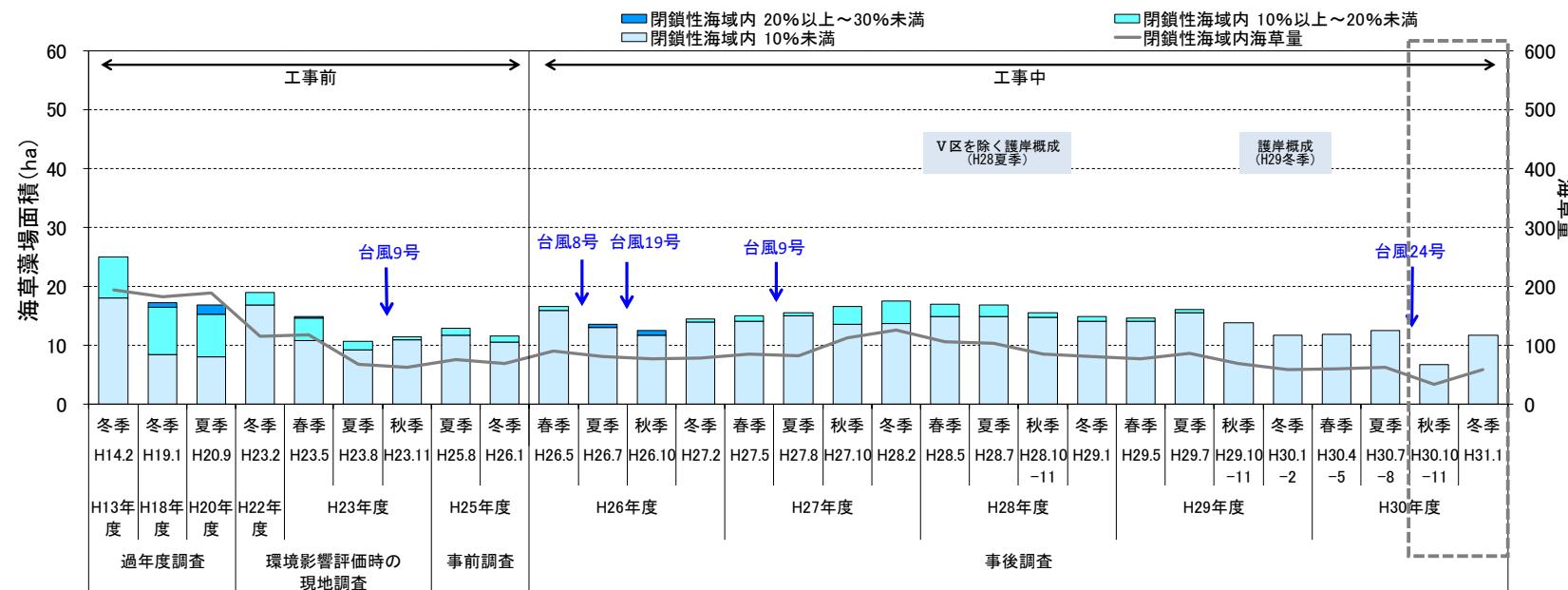
図 4 海草藻場の変遷の重ね合わせ(工事前)

2) 環境監視調査

〈閉鎖性海域〉

平成 30 年度の海草藻場の分布面積は 6.7~12.5ha であり、工事前の 10.7~24.9ha、工事中の 11.6~17.4ha を下回った。分布面積は平成 30 年度秋季に 6.7ha と工事前の変動範囲を下回ったものの、冬季には 11.7ha で工事前、工事中の変動範囲内であった。被度別の分布面積をみると、被度 10%以上の区域は確認されなかった。平成 30 年度秋季は、大型台風の通過後の調査であり、これまで同様、生物孔等の底質の起状による地下茎の露出や海草の埋没と併せて、台風による影響も考えられる。

平成 28 年度以降、葉枯れや埋在生物が形成した生息孔や、その周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形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。



閉鎖性海域内

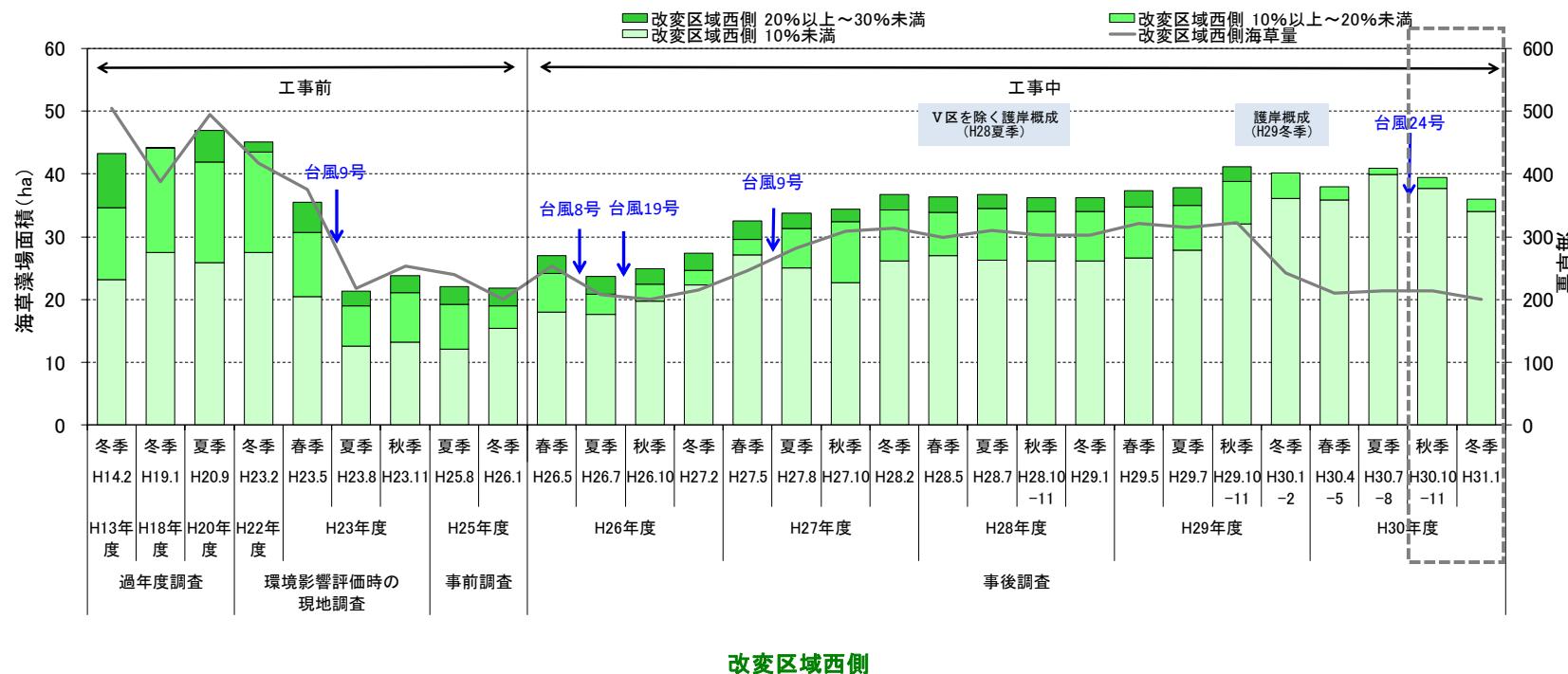
- 注：1. 海草藻場面積には、改変区域内の海草藻場の面積は含まれていない。
 2. 海草量は、被度別の面積の変化を視覚化した指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。
 例) 20%以上～30%未満(中間値 25) : xha、
 10%以上～20%未満(中間値 15) : yha、
 10%未満 (中間値 5) : zha の場合、海草量は $(25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

図 5 (1) 海草藻場の分布面積の経年変化（閉鎖性海域）

<改変区域西側>

平成 30 年度の海草藻場の分布面積は 36.0~40.9ha で、工事前の 21.4~46.9ha、工事中の 23.7~41.2ha の変動範囲内であった。被度別の分布面積をみると、被度 10~20%未満の区域が平成 30 年度春季に減少し、工事前、工事中を下回った。

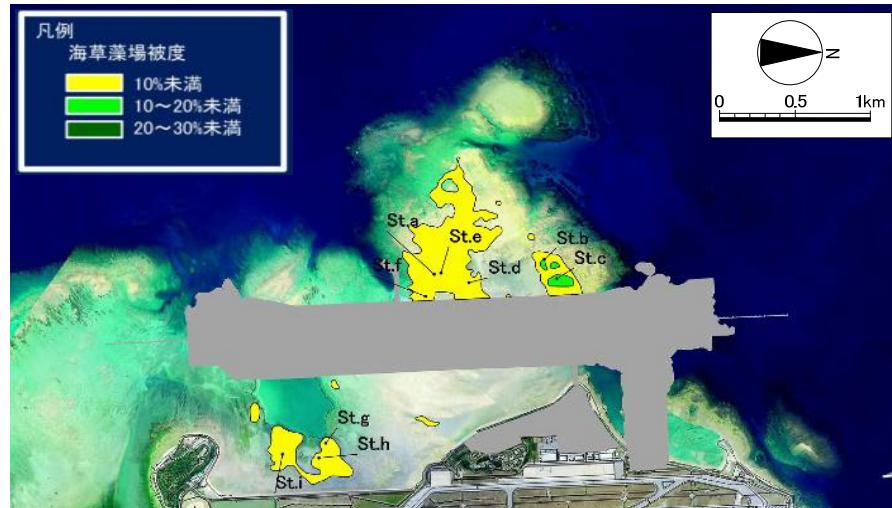
被度低下の要因として、干出時の乾燥による葉枯れや、台風の高波浪による砂の流出、堆積が考えられる。



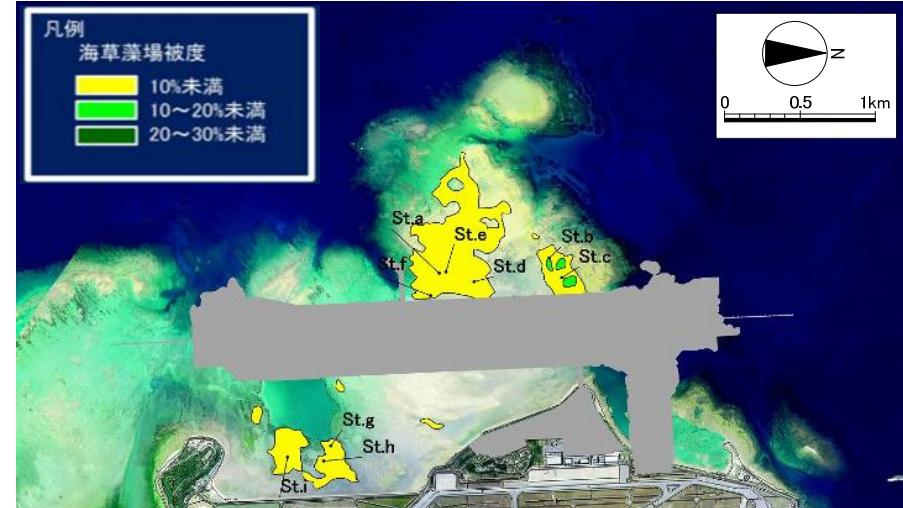
- 注：1. 海草藻場面積には、改変区域内の海草藻場の面積は含まれていない。
 2. 海草量は、被度別の面積の変化を視覚化した指標で、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。
 例) 20%以上～30%未満(中間値 25) : xha、
 10%以上～20%未満(中間値 15) : yha、
 10%未満 (中間値 5) : zha の場合、海草量は $(25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

図 5 (2) 海草藻場の分布面積の経年変化 (改変区域西側)

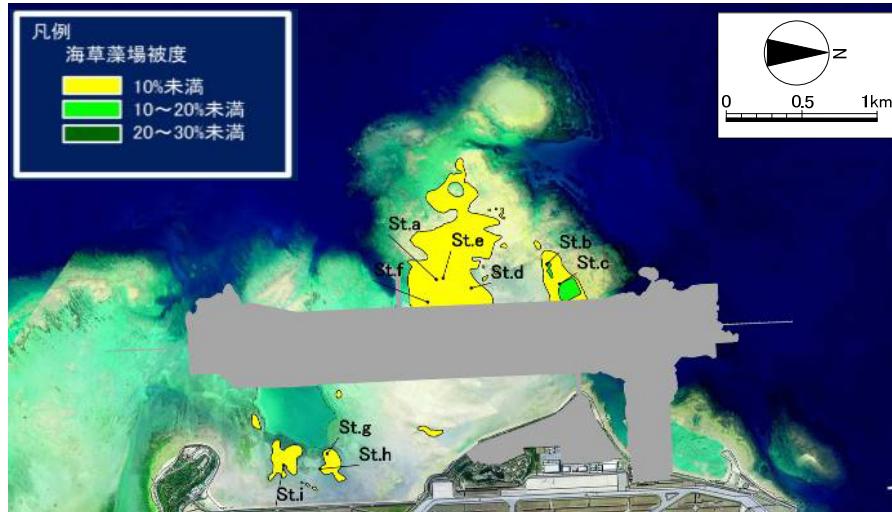
<平成 30 年 5 月 春季>



<平成 30 年 7-8 月 夏季>



<平成 30 年 10-11 月 秋季>



<平成 31 年 1 月 冬季>

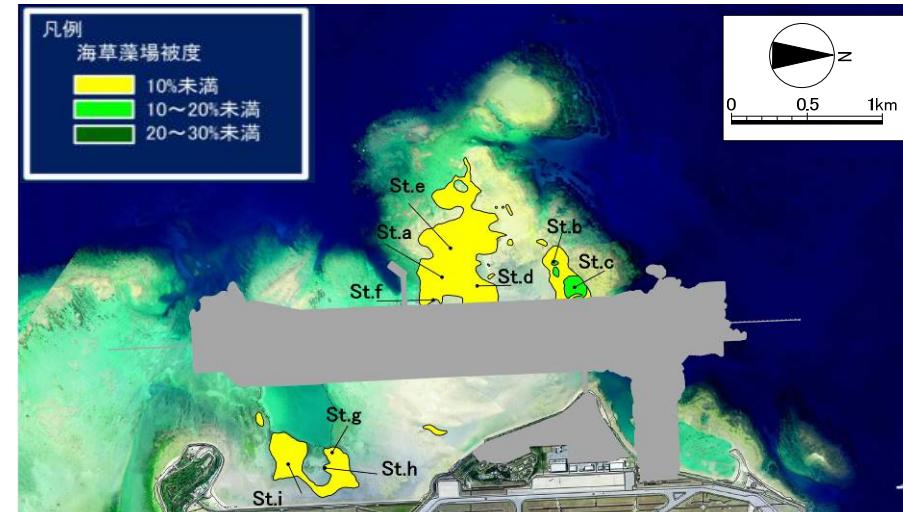


図 6 海草藻場の分布状況の経年変化

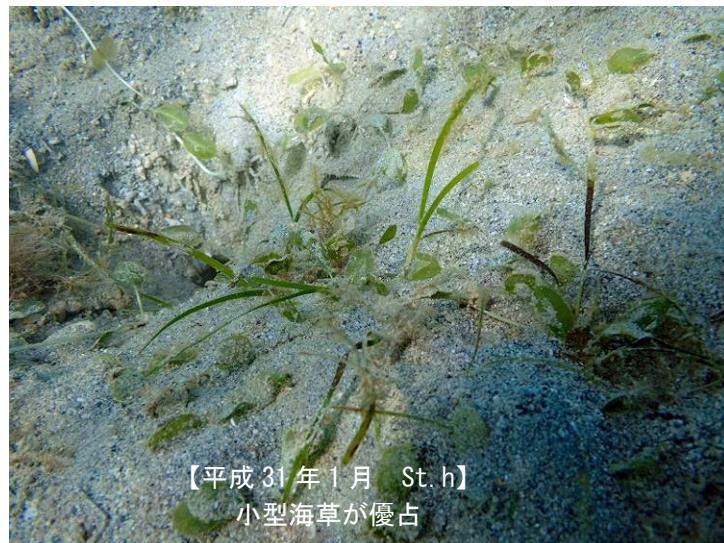


図 7 閉鎖性海域の状況

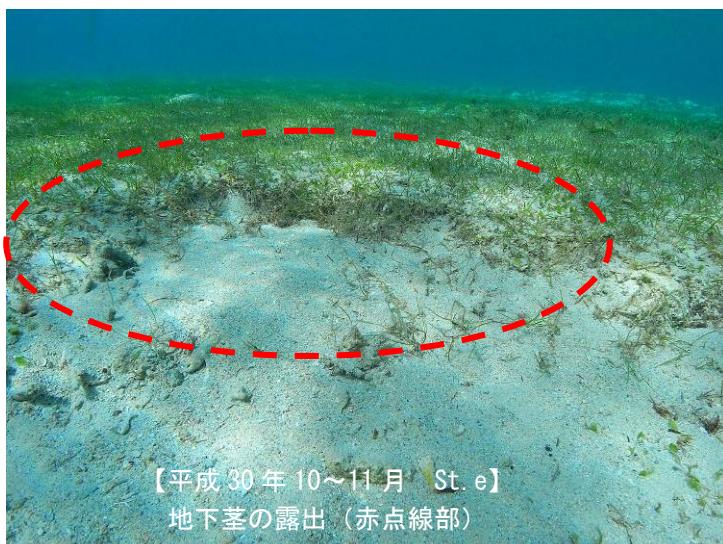


図 8 改変区域西側の状況

白 紙

<「コア」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、過年度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「コア」として機能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。

注：「コアな藻場」とは工事前の調査全てで海草藻場が分布していた範囲を示す。

○閉鎖性海域

台風の影響を受けた平成 23 年度夏季以降、平成 27 年度冬季まで海草藻場の面積や被度は増加傾向にあったが、平成 28 年度春季以降は海草藻場の面積、被度とも低下傾向にあった。平成 30 年度の海草藻場の分布面積は、平成 30 年度秋季に 6.7ha と工事前の変動範囲を下回ったものの、冬季には 11.7ha で工事前、工事中の変動範囲内であった。平成 30 年度秋季は、大型台風の通過後の調査であり、これまで同様、生物孔等の底質の起状による地下茎の露出や海草の埋没と併せて、台風による影響も考えられる。

工事前の全ての調査で海草藻場が確認されたコアな場所のほとんどにおいて継続して海草藻場が確認されているものの、被度 10%以上の比較的高被度な区域の面積は工事前の変動範囲を下回った。また、閉鎖性海域に設定された海藻草類定点調査地点 (St. S3、S4)においては被度が過年度調査を下回っている。

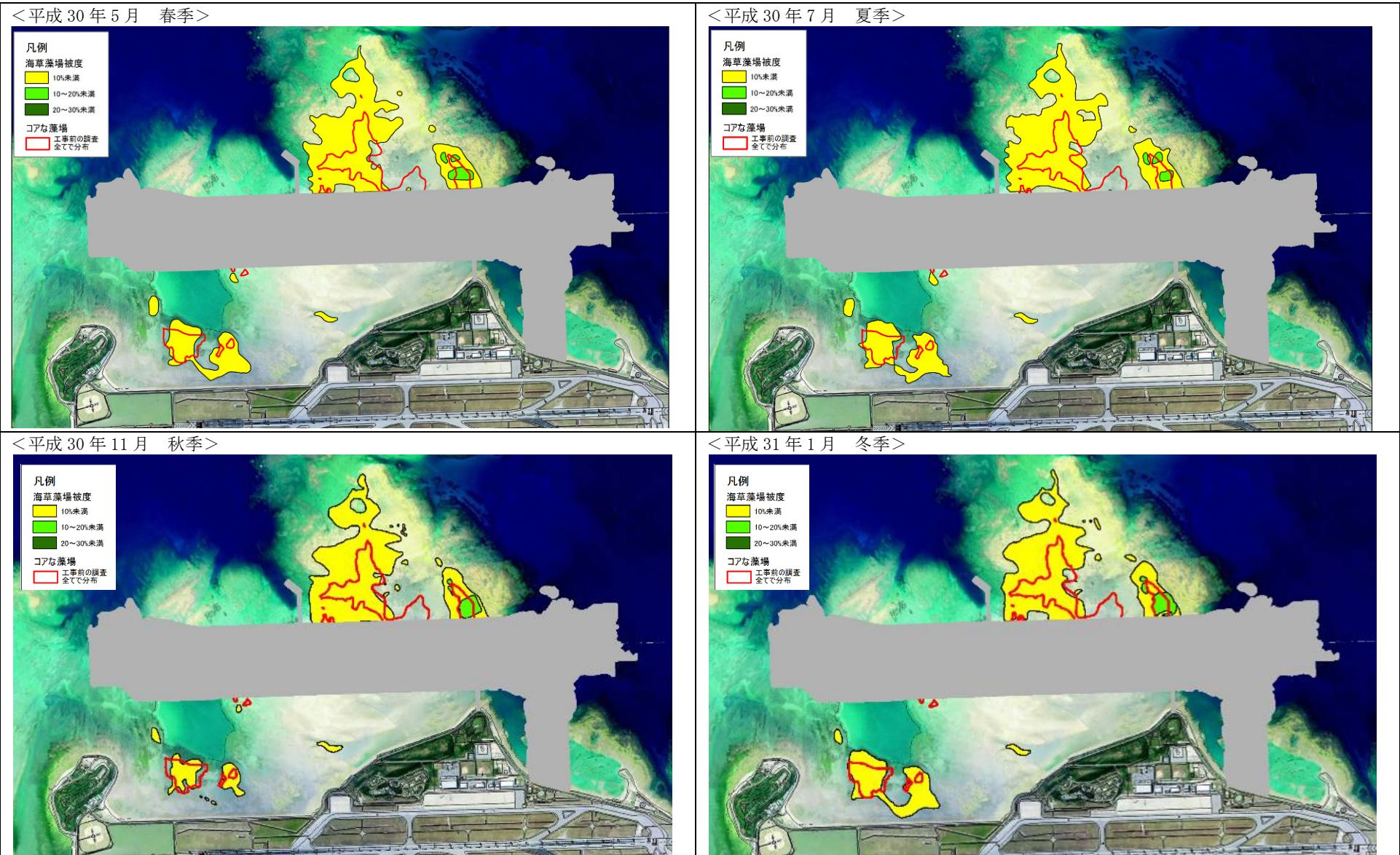
平成 28 年度以降、葉枯れや埋在生物の生息孔や、その周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形による海草の地下茎露出や埋没が主因と考えられる被度の低下が確認されている。こうした状況は定点調査においても閉鎖性海域の St. S3、S4 で確認されている。環境影響評価では、土地又は工作物の存在及び供用により、底質環境の安定によって海草類の生育環境が向上すると予測されているが、藻場の分布面積や被度が減少、低下傾向にあり、予測外の影響についても検討する必要がある。平成 30 年度調査で海草藻場の消失箇所で底質の変化がみられ、分布状況変化の一因になっている可能性があった。

以上より、閉鎖性海域において「コア」となる場所の藻場は維持されていることから、海草藻場は「安全レベル」にあると考えられる。

○改変区域西側

台風の影響を受けた平成 23 年度夏季以降、平成 28 年度冬季まで海草藻場の面積は増加傾向にあった。平成 30 年度の面積に大きな変動はみられなかった。工事前の全ての調査で海草藻場が確認されたコアな場所のほとんどにおいて継続して海草藻場が確認された。しかしながら、被度は干出時の乾燥による葉枯れや、台風の高波浪による砂の流出、堆積により、平成 30 年 4~5 月以降低下し、工事前、工事中の変動範囲を下回った。

環境影響評価書において、土地又は工作物の存在及び供用により、海浜流による海草藻場への影響が予測されており、今後も注視していくこととする。



注:「コアな藻場」とは工事前の調査全てで海草藻場が分布していた範囲を示す。

図 9 海草藻場とコアな海草藻場範囲との比較

(2) 定点調査

海草藻場の事後調査は、過年度より当該海域の海草藻場内の代表点に設定された調査定点において実施しており、平成 25 年度冬季より過年度調査すべてで藻場が確認されている場所に St. S5、S6 を追加し、St. S1 の海草が平成 26 年 10 月以降に消失したため、平成 27 年度冬季に St. S1 の代替地点となる St. S7 を設置した。

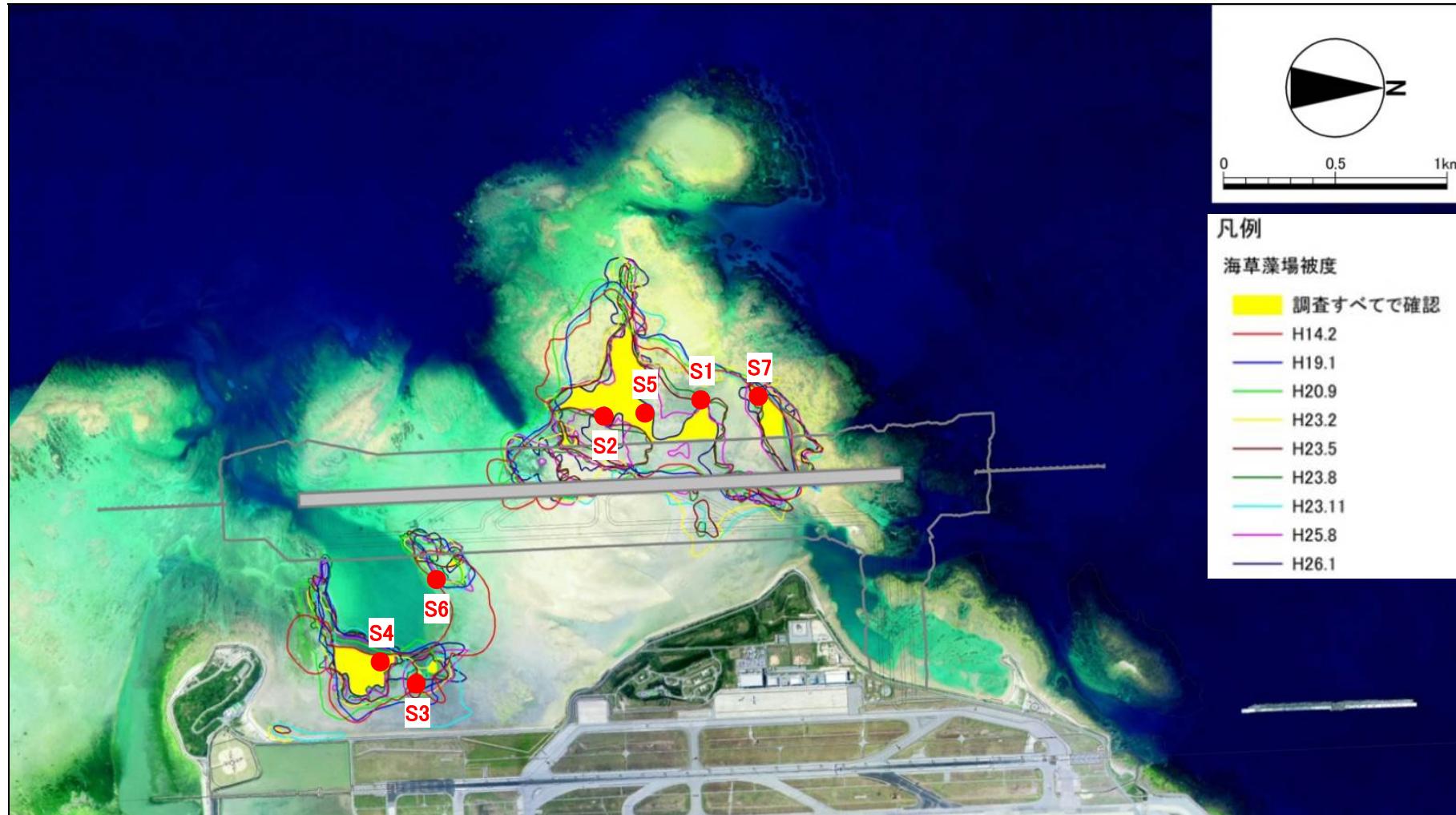


図 10 海草藻場の定点調査地点及び過年度分布重ね合わせ

平成 29 年度における St. S2～St. S7 の海草藻場被度において、工事前の変動範囲を下回る地点 (St. S3、St. S4、St. S5) がみられた。

また、St. S6 においては被度が極めて低い状態で推移した。St. S5 について、近年は被度の大きな変化はみられず、台風が主因と考えられる。St. S3, S4, S6 については、葉枯れや埋在生物の生息孔や、その周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形による流出・埋没等により、被度は低下傾向にあった。

表 4 定点調査における過年度からの調査結果概要

区分	地点	被度	構成種数	優占種	備考
改変区域西側	S1	0～45%	0～4	リュウキュウスガモ	台風の高波浪の影響を受け、被度が低下。藻場が復元する可能性が低いことから、平成 28 年 5 月に調査を終了した。
	S2	5%未満	3～4	特になし	5%未満と被度が低い。 葉枯れの多い時期がみられる。 構成種は、リュウキュウスガモやウミヒルモ等。 浮泥の堆積や珪藻類の葉上への付着はみられない。
	S5	5%未満～15%	3～4	リュウキュウスガモ	台風の高波浪の影響を受け、被度が低下。 葉枯れの多い時期がみられる。 浮泥の堆積や珪藻類の葉上への付着はみられない。
	S7	15～25%	3	リュウキュウスガモ	被度は 15～25% であり、改変区域西側では比較的高い地点に設定。 浮泥の堆積や珪藻類の葉上への付着はみられない。
閉鎖性海域	S3	5%未満～15%	4～7	リュウキュウスガモ マツバウミジグサ	S1 や S2 に比べ浮泥の堆積が多い。 葉枯れの多い時期がみられる。 浮泥の堆積や葉上に珪藻類の付着を確認。
	S4	5%～20%	3～5	リュウキュウスガモ	S1 や S2 に比べ浮泥の堆積が多い。 葉枯れの多い時期がみられる 浮泥の堆積や葉上に珪藻類の付着を確認。
	S6	5%未満	2～3	特になし	葉枯れの多い時期がみられる。 浮泥の堆積や珪藻類の葉上への付着はみられない。

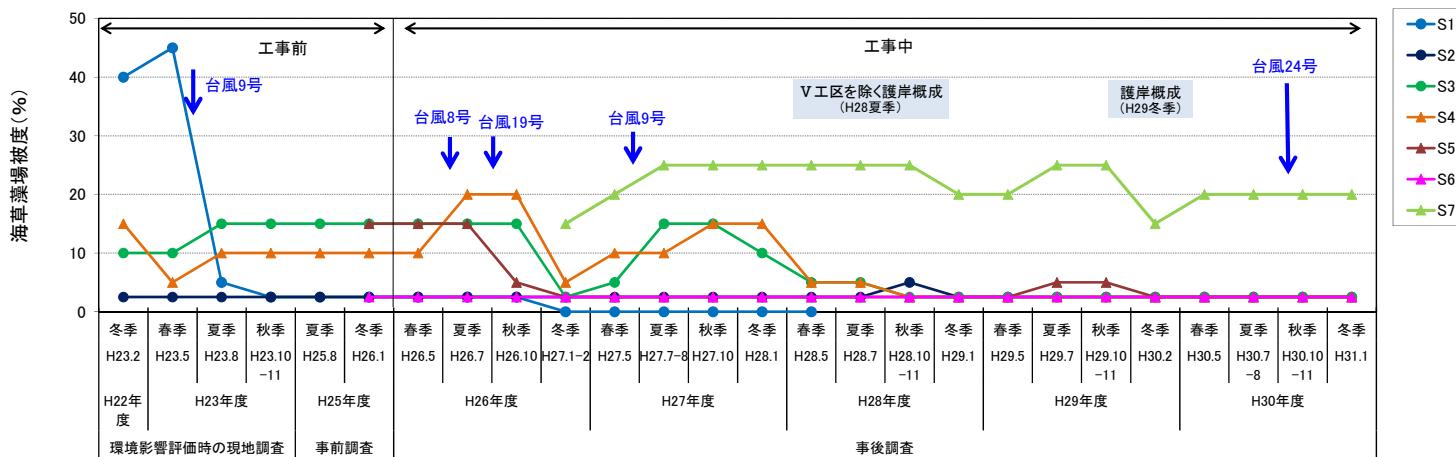
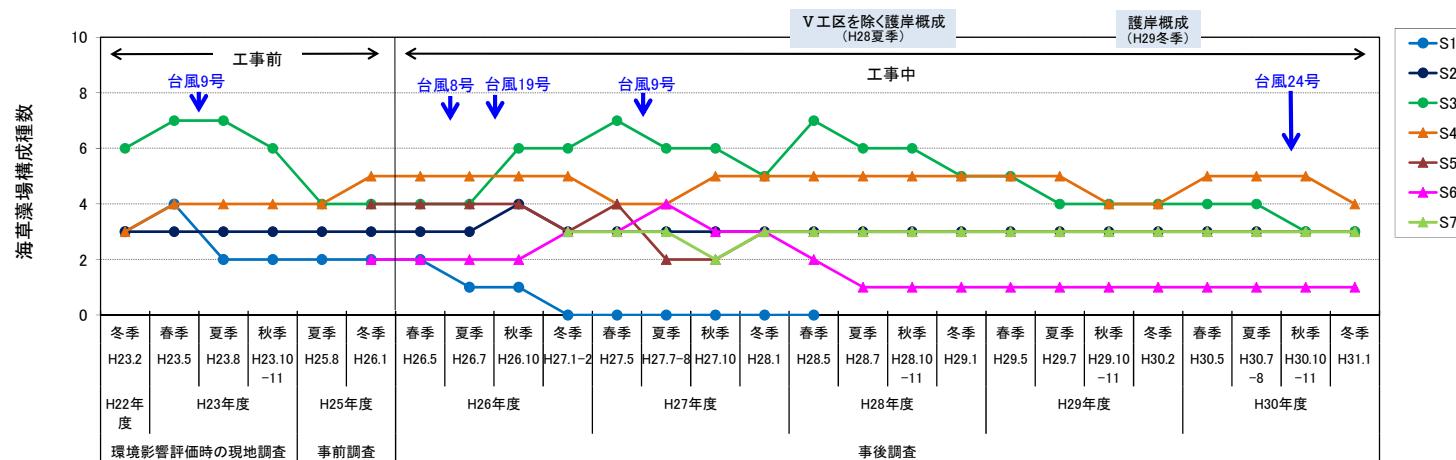


図 11 定点調査における藻場構成種数の経年変化



注：1. St. S1 は海草藻場の回復が見込めないため、H28.7 以降調査を実施していない。

2. 台風は那覇気象台で最大瞬間風速 40m/s 以上が記録されたものを示す。

図 12 定点調査における藻場被度の経年変化

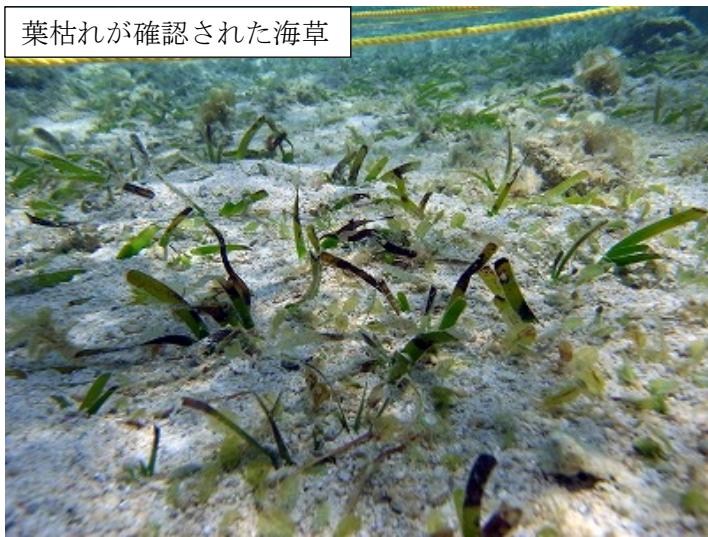


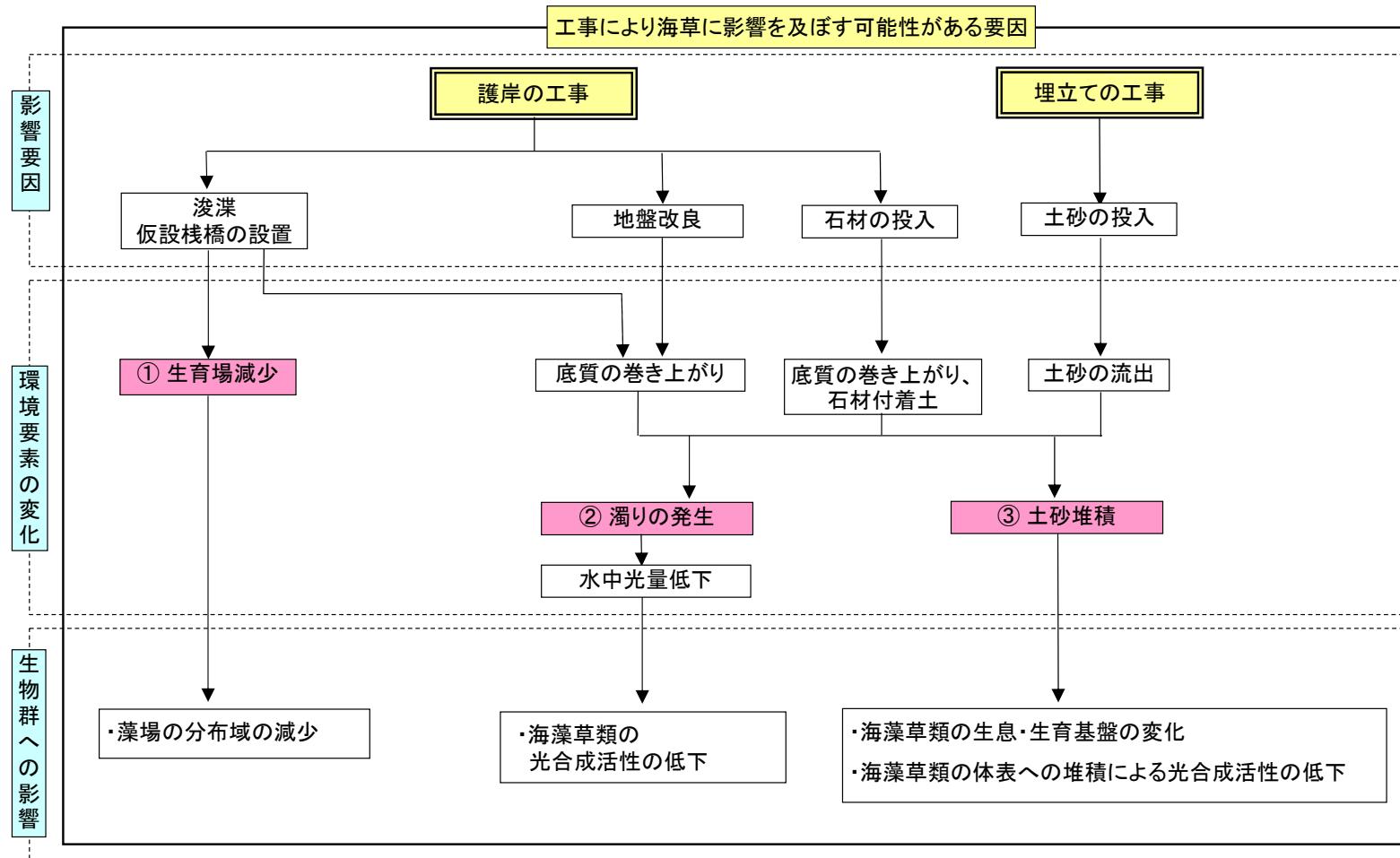
図 13 葉枯れのイメージ (St. S2、春季、海草藻場被度 5%未満、葉枯れ割合 30%)

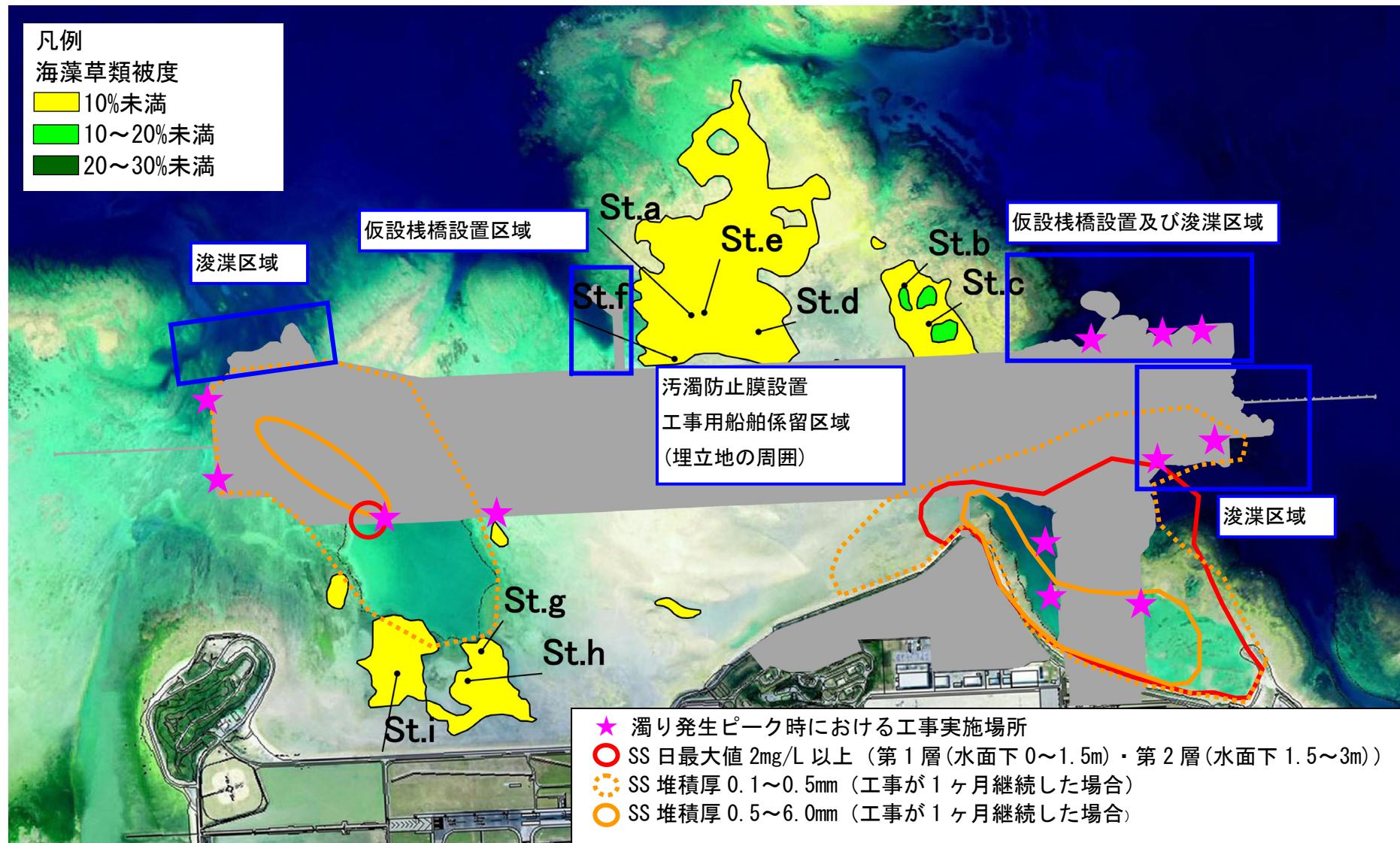
2.3 変動要因についての考察結果

(1)影響フロー図を用いた検討

1) 評価書時の予測内容

海草藻場の変動が事業によるものかどうか検討するため、環境影響評価書時に想定された影響フロー図（工事中、存在時）のうち海草藻場に影響すると考えられる部分をそれぞれ図 14 及び図 16 に、海草藻場の分布状況と評価書の予測結果をそれぞれ図 15 及び図 17 に示す。





注：評価書におけるシミュレーション結果に基づき、図示した。

図 15 海草藻場の分布状況（平成 30 年 7-8 月 夏季）と評価書の予測結果（工事中）

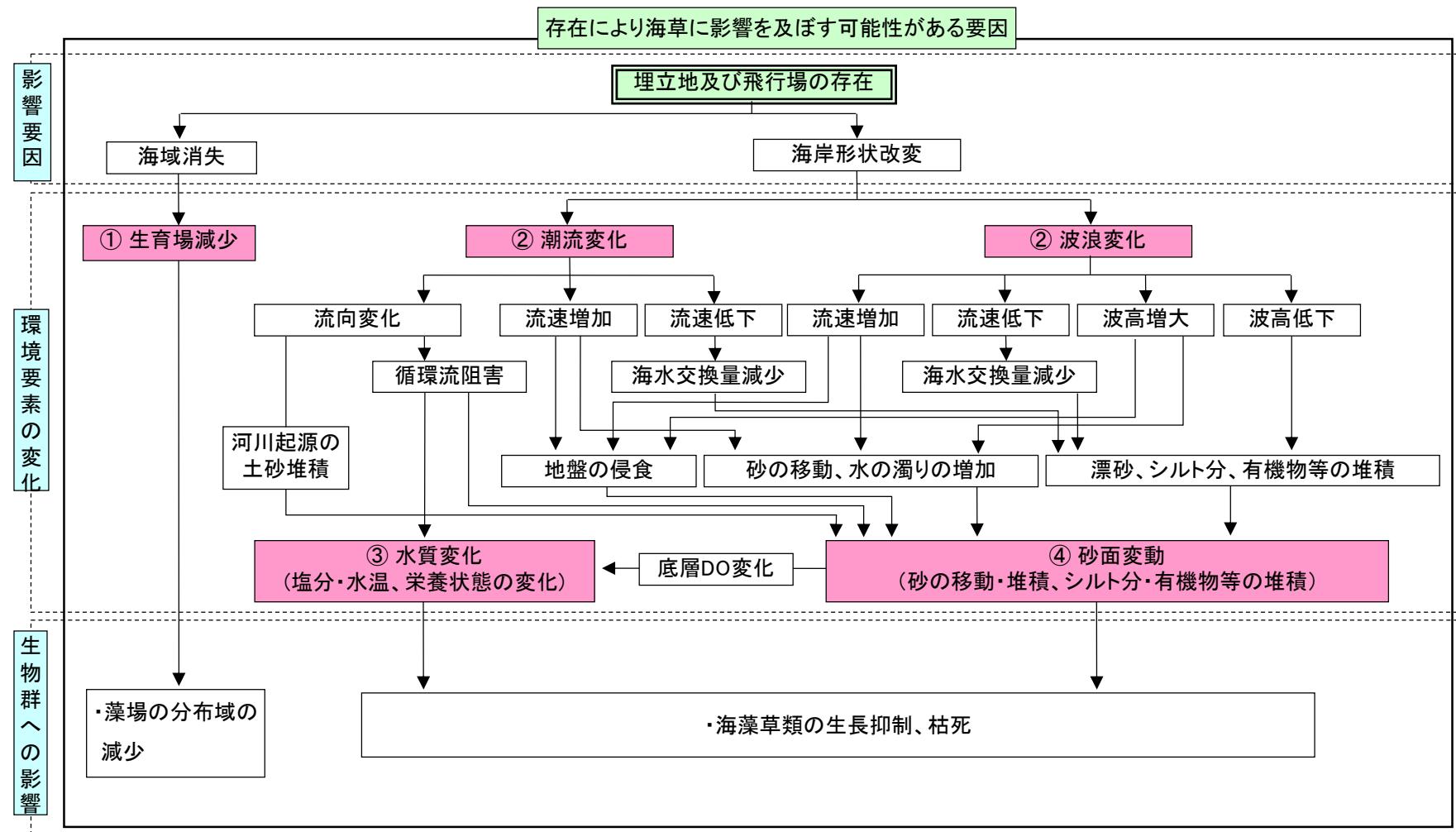
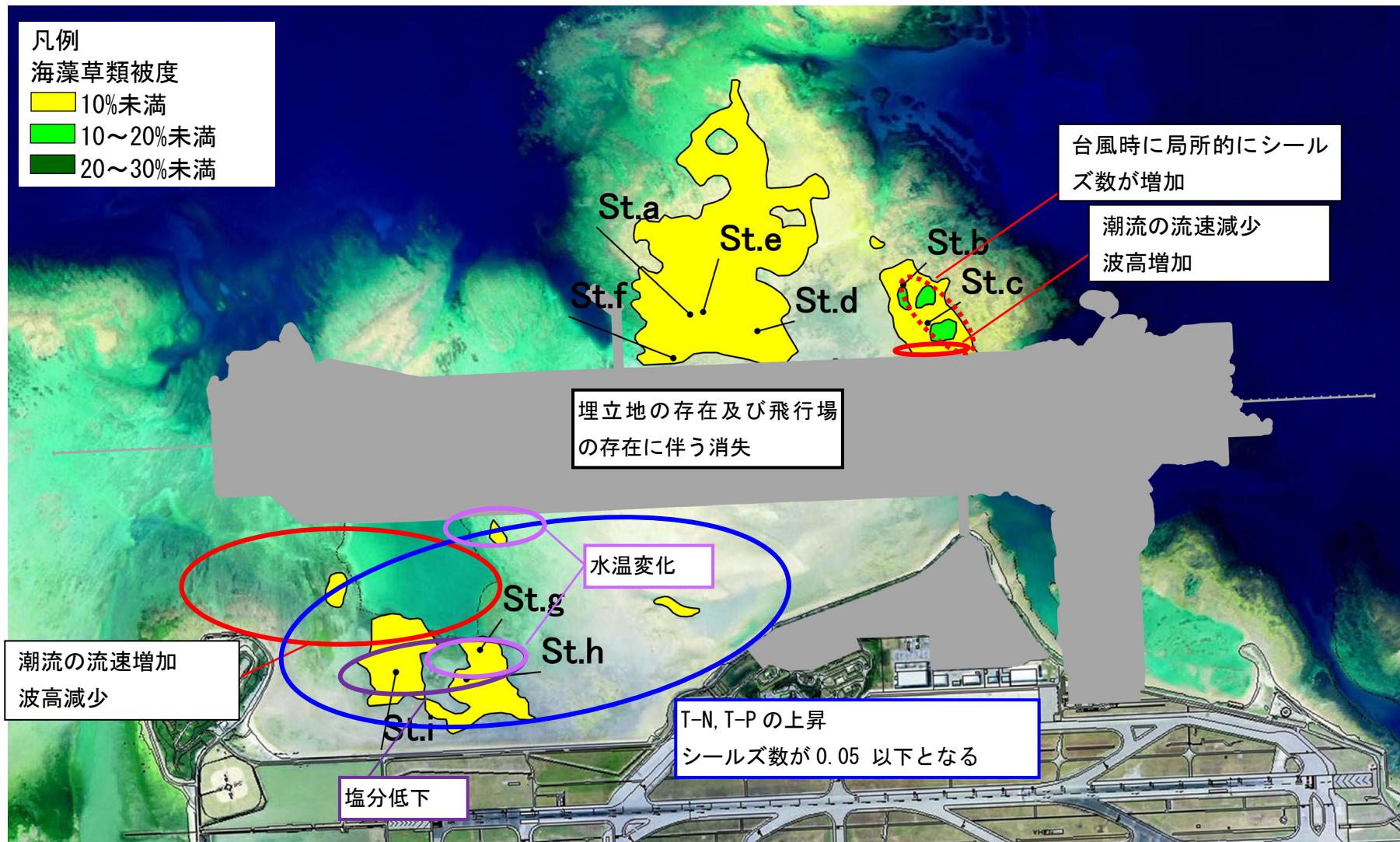


図 16 環境影響評価書時に想定された影響フロー図（施設の存在）



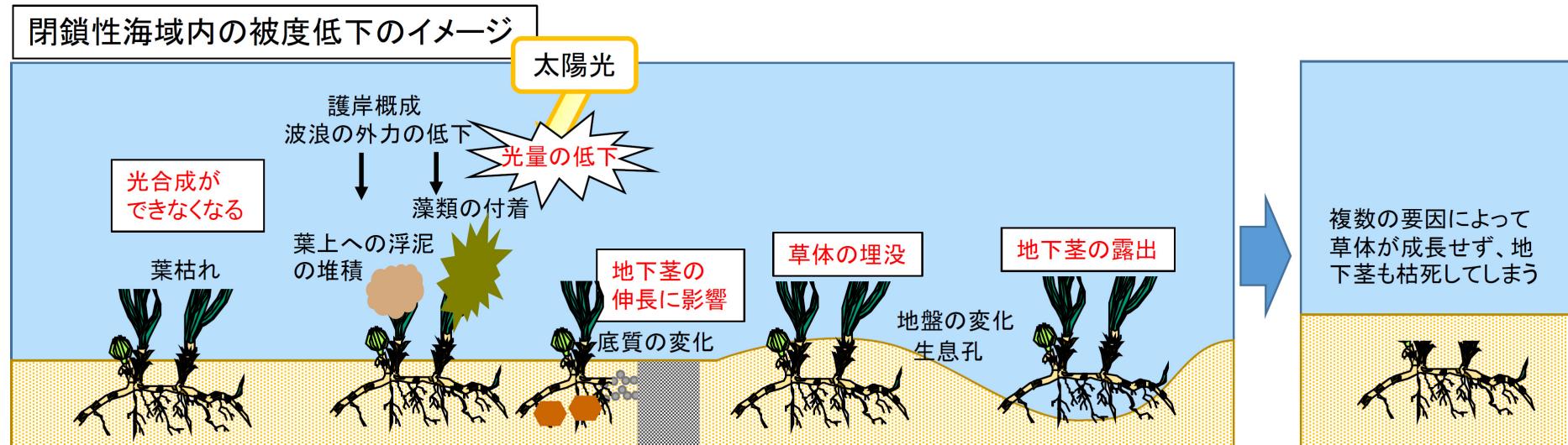
注：評価書におけるシミュレーション結果に基づき、図示した。

図 17 海草藻場の分布状況（平成 30 年 7-8 月 夏季）と評価書の予測結果（施設の存在）

2) その他の要因

評価書時の影響フロー図を基に検討した結果、存在時の砂面変動が海草藻場の分布状況に影響している可能性が示唆された。

さらに、図 18 に示す閉鎖性海域の被度低下のイメージ図の要因も加えて、影響フロー図を作成した（図 19）。



想定される要因・変化の関連の再整理結果

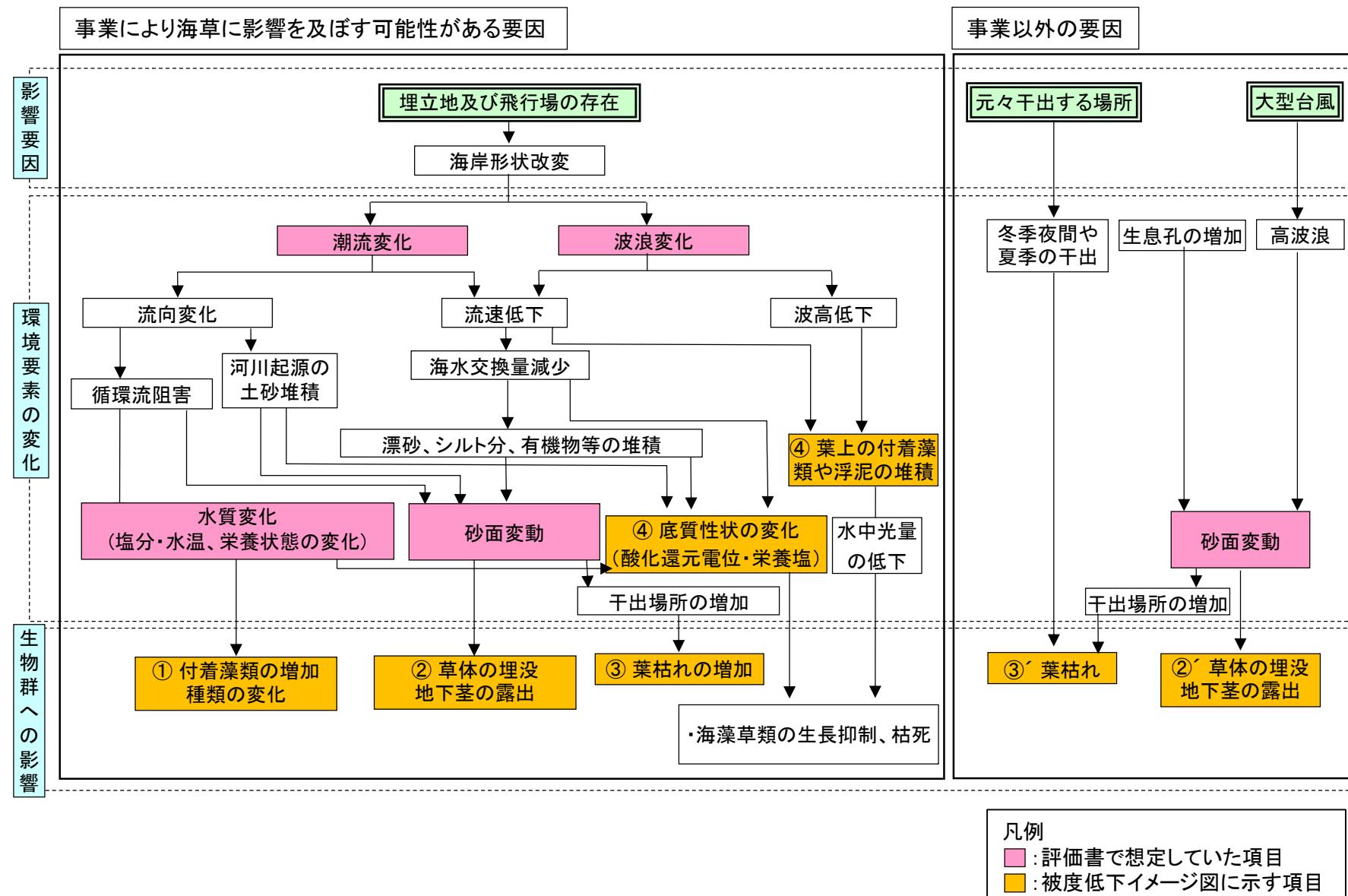


図 19 影響フロー図 (閉鎖性海域で想定される要因・変化の再整理結果)

(2) 検討結果

(1) の影響フロー図に基づき、影響の可能性について検討した結果は表 5 に示すとおりである。詳細な検討結果については、参考資料に示すとおりである。

表 5 (1) 影響の可能性についての検討結果

項目	影響フロー図において想定された要因	影響の可能性についての検討結果
工事中	生育場の減少	・仮設桟橋設置等により海草の分布域が 0.9ha 減少した。
	濁りの発生	・環境監視調査で濁りの監視基準超過が確認されたが、海草藻場の分布状況変化との関連はみられなかったことから、工事による水の濁りの海草藻場への影響は小さいと考えられる。
	土砂堆積	・環境監視調査の土砂による水の濁り（底質）調査において、一部の地点で監視基準の超過が確認されたものの、底質の粒度組成や浮泥の堆積状況の変化、砂面変動との関連はみられなかったことから、工事による土砂の堆積の海草藻場への影響は小さいと考えられる。
存在時	生育場の減少	・埋立地及び飛行場の存在に伴い海草の分布域が 20.3ha が減少した。
	潮流・波浪変化	・評価書において、瀬長島と海域改変区域の狭間で波高減少が予測されているものの、流れは十分に確保されることで、葉上の浮泥の堆積を防ぐ効果が期待できると予測していた。葉上の藻類付着及び浮泥の堆積については、工事前から断続的に確認されていたことから、波高減少による海草藻場への影響は小さいと考えられる。
	水質変化	・水温、塩分、栄養塩類 (T-N, T-P) に大きな変化はみられなかった。 ・当該藻場の主構成種であるリュウキュウスガモの光合成活性からみた海草の活性状況は概ね健全な状態であったと考えられる。
	砂面変動（底質変化）	・底質の粒度組成、COD や強熱減量の結果より、細粒分・有機物の大きな変化はみられなかった。 ・海草藻場底質調査結果と海草藻場の分布状況より、海草が主に分布する底質環境として、「地盤高 (DL) が 0.5m 以下」、「底質が砂または砂礫（特に砂が適する）」且つ「その層厚が 20cm 以上」であると考えられる。地盤高の変動、海草藻場の分布状況の変化の関連については、今後底質や層厚の変化とも併せて解析を進めていく。 ・以上のことから、底質の細粒分・有機物の大きな変化はみられておらず、 <u>地盤高、底質及び層厚が海草藻場の分布に影響していると考えられるものの、これらの底質変化と海草藻場の分布状況の変化との関連が明確となっていないことから、今後も解析を進めていく。</u>

表 5 (2) 影響の可能性についての検討結果

項目	影響フロー図において想定された要因	影響の可能性についての検討結果
その他の要因	付着藻類の増加	<ul style="list-style-type: none"> 付着藻類の増加やその種類の変化と関連する環境要素の水質については、変化がみられなかった。 過年度から多くの地点で断続的に確認されている。
	草体の埋没、地下茎の露出	<ul style="list-style-type: none"> 過年度から砂の移動による草体の埋没や地下茎の露出が多く確認されている。 事業以外による影響として、台風時の高波浪及び生物の生息孔やその周辺にマウンド状に土が盛り上がった地形の増加により、草体の埋没や地下茎の露出が懸念される。台風時の高波浪については、平成 28 年度夏季以降閉鎖性海域となり、波浪による外力が低下していることから、影響は小さいと考えられる。また、<u>生物の生息孔やその周辺のマウンド状の地形については、平成 29 年度冬季から定点調査地点において密度を調査しており、西側海域にはほとんどみられず、閉鎖性海域に多かった。</u>
	葉枯れ（干出）	<ul style="list-style-type: none"> <u>閉鎖性海域では特に平成 26 年度冬季、平成 28 年度春季に葉枯れ割合が高かった。当該時期は平均気温が低く、夜間の干出時に乾燥した草体が多かったと考えられる。</u> 砂面変動により、干出する場所が増加し、葉枯れが増加した可能性が考えられるが、現時点では地盤高が増加し海草藻場が減少した地点はみられなかった。
	底質性状の変化	<ul style="list-style-type: none"> 底質の粒度組成や、底質の強熱減量、COD（有機物）に変化はみられなかった。 <u>酸化還元電位</u>については、平成 30 年度春季より調査を行っており、<u>今後検討していくこととする</u>。その他の項目についても影響した可能性があり、調査追加も含め検討していく。
	葉上への浮泥堆積	<ul style="list-style-type: none"> 護岸概成により波浪の外力が低下したことや、平成 28, 29 年度には大型台風の接近がなかったことから、葉上の藻類や浮泥がはがれにくい状況であったと考えられる。しかし、閉鎖性海域の地点において、葉上の付着藻類は護岸概成前から高い割合でみられており、浮泥の堆積も工事前から断続的に確認されていたことから、当該項目が被度低下に大きく影響しているとは考えにくく、その他の項目も含め検討していく。

2.4 今後の対応案

海草藻場の変動要因について、事業による影響の可能性を検討した結果、砂面変動（底質変化）、生物の生息孔やその周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形、葉枯れ（干出）、底質性状の変化が海草藻場の分布に影響していたと考えられる。これら検討結果を踏まえ、今後優先的に実施する対応案を表6に、詳細について検討が必要なものは表7に示すとおりである。追加調査の実施にあたっては、改変区域西側や対照区と閉鎖性海域の比較だけでなく、閉鎖性海域のかつて海草藻場が生育していた場所との比較を行う等、より詳細な調査も検討していくこととする。

また、その他の要因に関連するこれまでのご意見については、表8に示すとおりである。

表6 今後の対応案（優先的に実施するもの）

要因	調査内容等	今後の方針（案）
砂面変動（底質変化） (底質変化と海草藻場の分布状況の変化との関連が明確となっていない)	地盤高や砂厚の調査を引き続き行い、調査結果について解析を進める。	<ul style="list-style-type: none"> 地盤高等と海草分布調査の分布域の関係性について、昨年度の解析と同じ内容でまでは解析を行った。 <p>⇒地盤高の変動係数と海草藻場の分布状況の変化について、これまでに検討を行った結果を踏まえ、層厚、底質との関係について検討する（検討方針）</p>
草体の埋没、地下茎の露出	生物の生息孔やその周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形の密度等を把握する。	<ul style="list-style-type: none"> 平成29年度冬季から事業実施区域の定点調査地点のみにおいて調査を行っている。 定点では、西側海域にはほとんどなく、閉鎖性海域に多かった。 <p>⇒対照区の調査も追加する。（調査方針）</p> <p>⇒海草と埋在生物の関係については、以下のような文献があり、その他の文献についても引き続き情報収集し、参考とする。（検討方針）</p> <p>「例えば、フィジーのドラブニ島のボウバアマモの生育しているところと裸の砂底の埋在性の動物を比べてみると、その種類と個体数に歴然とした差がみられるばかりでなく、すみついている種もほとんど違ったものばかりであった。」</p> <p>出典：『サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉』『サンゴ礁の草原—熱帯海草藻場』（向井宏著、1995年発行）p189</p>
底質性状の変化	海草の生育状況の違いによって、粒度組成、底質中の礫の有無、酸化還元電位、T-S（全硫化物）や間隙水等に違いが出るかどうかを比較する。	<ul style="list-style-type: none"> 酸化還元電位については、令和元年度春季より調査を行っている。 文献を収集し、必要性も含め調査計画を検討する。（検討方針）

表7 今後の対応案（詳細について検討が必要なもの）

要因	調査内容等	今後の方針（案）
葉枯れ（干出）	夏季及び冬季の干出時の葉枯れの状況や条件を検証するための実験的調査を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> 詳細な調査方法については、今後検討していくこととする。（調査方針）

表 8 その他の要因に関連するこれまでのご意見及びこれまでの調査状況や結果

要因	項目	委員意見及びこれまでの調査状況や結果
水質変化 (水温、塩分、栄養 塩類に大きな変化 はみられていない)	海草類の活性状況	<ul style="list-style-type: none"> 【調査結果】海草の光合成活性は、健全とされている 0.7-0.8 となっている。 付着藻類や浮泥の堆積による影響を検討できるような調査を検討してはどうか。 種ごとに光合成活性は異なっており、現在調査を行っているリュウキュウスガモ以外のマツバウミジグサ等（小型海草）は閉鎖性海域で光合成活性が下がっている可能性もあることから、他の種も測定してはどうか。 光合成活性を葉枯れが起きる前から連続して測定してはどうか。
	水温	<ul style="list-style-type: none"> 水温の連続観測を実施してはどうか。 リュウキュウスガモの生育水温を文献等で確認してはどうか。 冬季夜間の干出時に水温がどれくらいになるのか測定してはどうか。 【調査状況】カサノリ類の着床具設置場所で平成 29 年 6 月から観測を行っている。
付着藻類の増加 (過年度から断続的に確認されている)	付着藻類	<ul style="list-style-type: none"> 葉上生物の遷移について、文献では以下のように記載されている。 「新しく作られた葉の表面には、最初にバクテリアや付着性の珪藻が少しづつ表面をおおってゆき、つづいてらん藻、紅藻などの糸状藻類がつき、ヒドロゾア、有孔虫やほふく性の石灰藻類などが付着する。（中略）もっとも、すべての葉の上でまったく同じような遷移がみられるわけではない。」^{出典 1}
	水中光量	<ul style="list-style-type: none"> 【調査状況】カサノリ類の着床具設置場所で平成 29 年 6 月から観測を行っている。
海草の生育状況の把握	葉の更新速度	<ul style="list-style-type: none"> 海草の葉の更新について、文献では以下のように記載されている。 「熱帯性海草は、葉の形成・枯死脱落などのターンオーバー（代謝回転）がとても速いので、高い生産力をもつことが知られている（野島・向井 1987；向井 1995）」^{出典 2} 「リュウキュウスガモやその他数種の海草の葉に一枚一枚マークをつけてその葉の長さを計測したところ、1 日 6~10 ミリメートル伸長することがわかった。（中略）一枚の葉の平均的な寿命は、4~5 週間ということになる。」^{出典 1}
	海草類の地下茎の状態	<ul style="list-style-type: none"> 【調査結果】地下茎の調査結果より、閉鎖性海域の St. S4 では地下茎が 4~9cm の深さに低密度で存在するのみであり、底質の砂を保持するには至っていなかった。このため、波浪による底質の移動が生じやすい状況にあり、埋在生物の生息孔やマウンド上の塚を形成し易い環境にあると考えられる。これらの状況から、St. S4 においては被度の回復に時間を要すると考えられる。 地下茎周辺の微生物や環境を確認するのも良い。

出典：1. 『サンゴ礁—生物がつくれた 〈生物の楽園〉』「サンゴ礁の草原—熱帯海草藻場」（向井、1995）

出典：2. 『サンゴ礁学』（日本サンゴ礁学会編、2011 年 10 月発行）

3. カサノリ類の順応的管理

3.1 カサノリ類について

(1) カサノリ類の重要な種の選定状況及び生活史

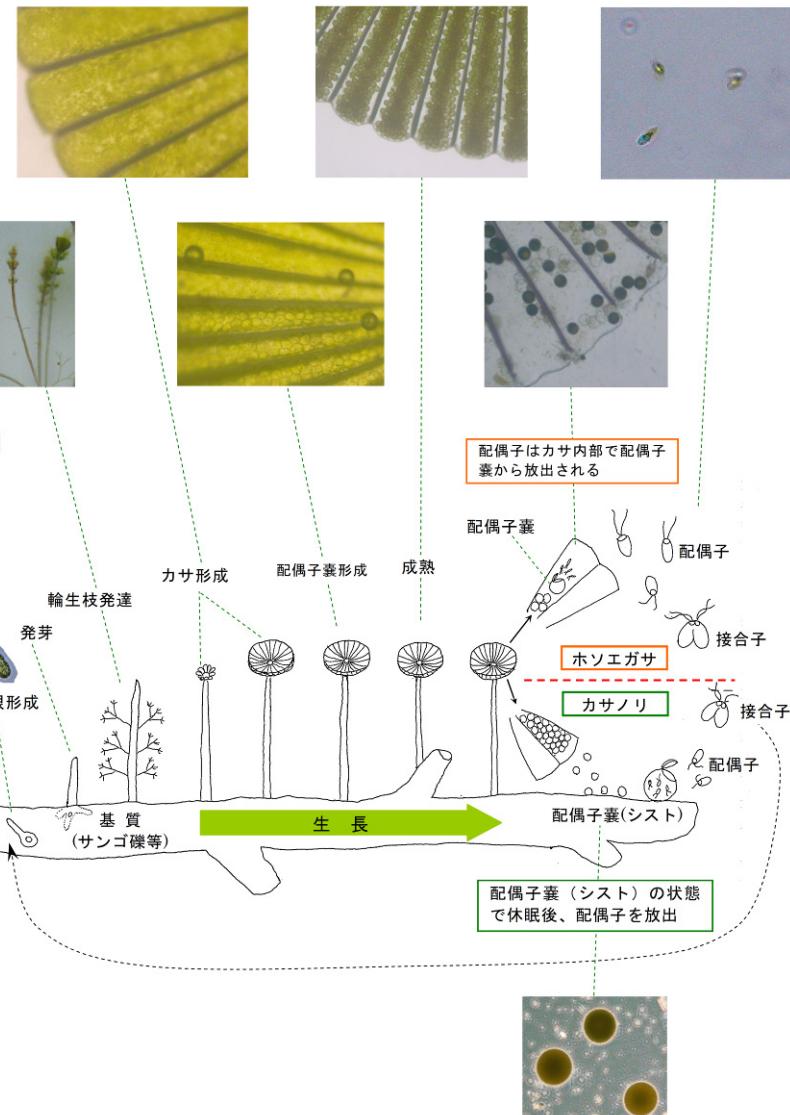
カサノリ類（カサノリ及びホソエガサ）の重要な種の選定状況について下記に示すとともに、生活史について右図に示す。

表 9 カサノリ類の重要な種の選定状況

カサノリ	環境省 RL：準絶滅危惧 水産庁 RDB：危急種 沖縄県 RDB：準絶滅危惧
ホソエガサ	環境省 RL：絶滅危惧 I 類 水産庁 RDB：絶滅危惧種 沖縄県 RDB：絶滅危惧 I 類

注：重要な種の選定基準は以下のとおりである。

- ①環境省 RL : 「環境省レッドリスト 2019 の公表について」(平成 31 年 1 月 24 日、環境省)
 - ・絶滅危惧 I 類 : 絶滅の危機に瀕している種 - 現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、野生での存続が困難なもの。
 - ・準絶滅危惧 : 存続基盤が脆弱な種 - 現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」として上位ランクに移行する要素を有するもの。
- ②水産庁 DB : 「日本の希少な野生水生生物に関するデータブック」(水産庁、2000 年)
 - ・絶滅危惧種 : 絶滅の危機に瀕している種・亜種
 - ・危急種 : 絶滅の危険が増大している種・亜種
- ③沖縄県 RDB : 「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)
 - ・絶滅危惧 I 類 : 沖縄県では絶滅の危機に瀕している種
 - ・準絶滅危惧 : 沖縄県では存続基盤が脆弱な種



出典：「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 20 カサノリ類の生活史

(2) 当該海域におけるカサノリ類の生育状況

当該海域におけるカサノリ類の生育状況は、図 21 に示すとおりである。

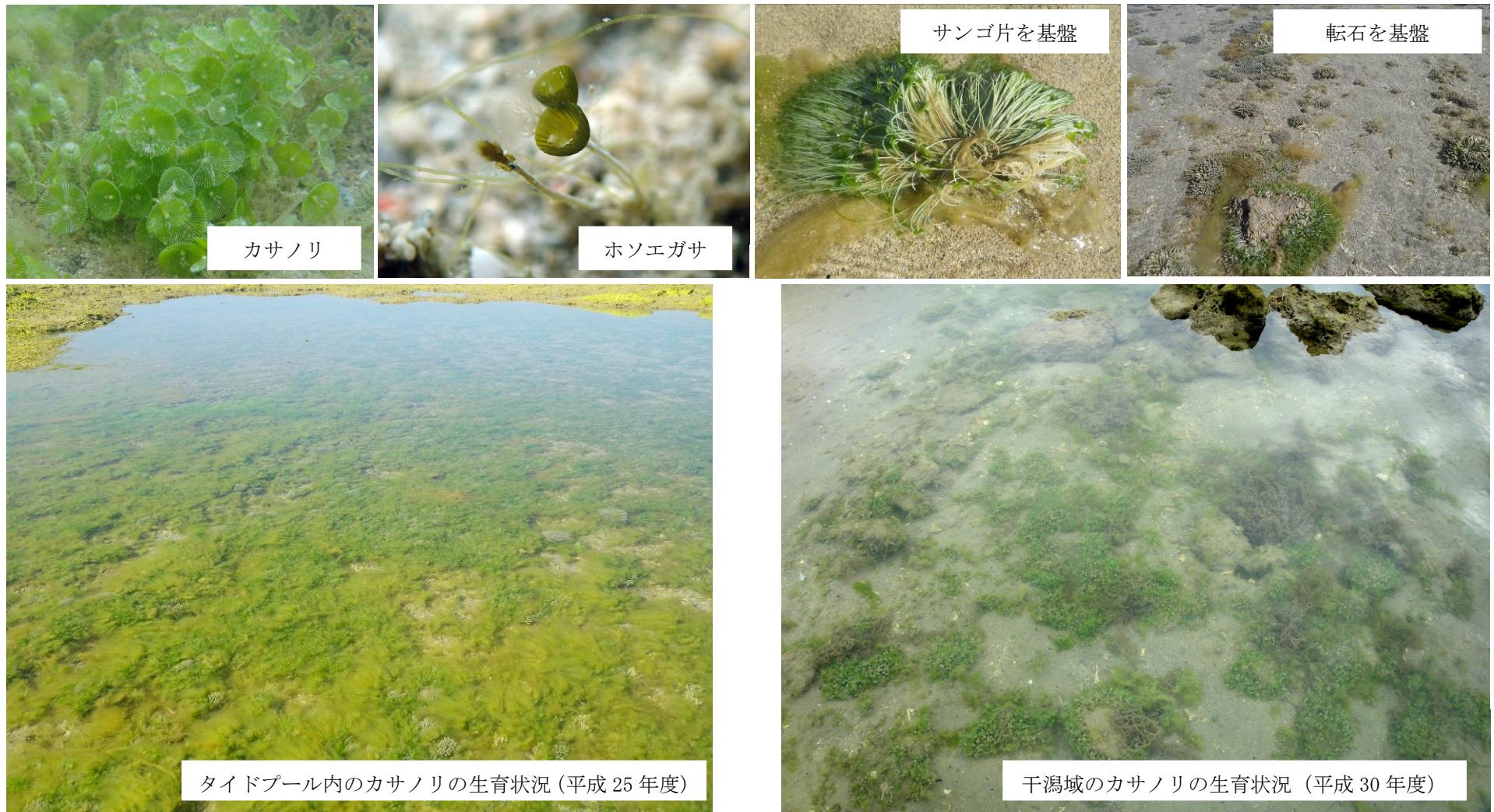
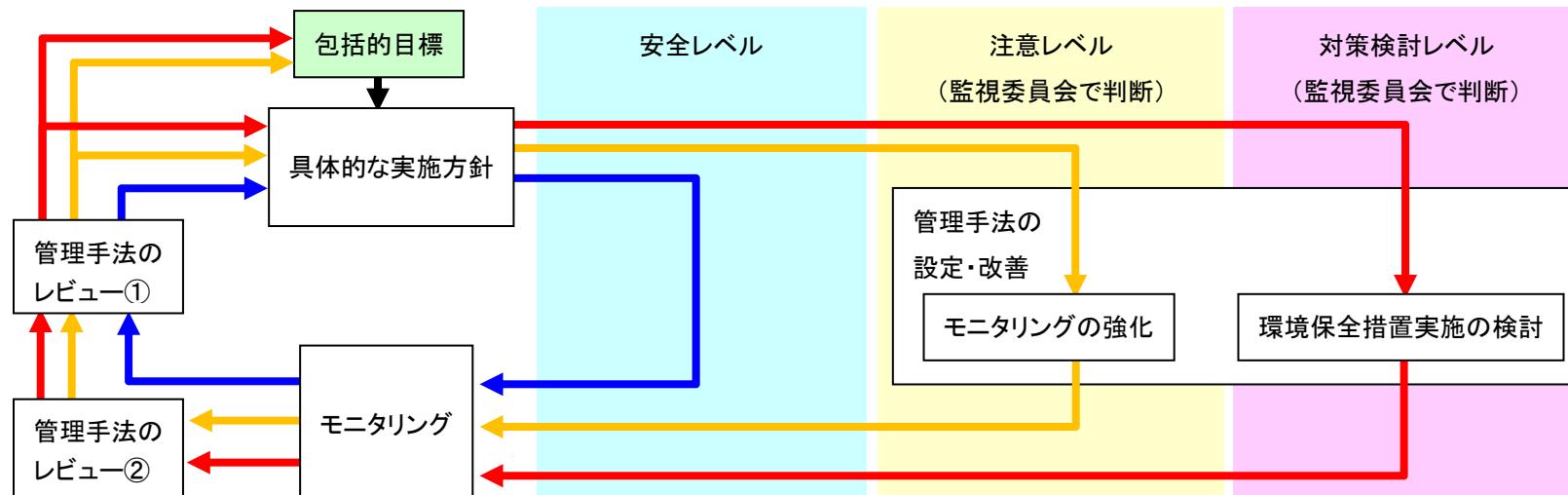


図 21 カサノリ類の生育状況

3.2 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、<u>継続的に分布が確認される場所がみられる</u>ことを目標とし、<u>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</u>。
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 22 本事業における順応的管理の考え方

(2) 順応的管理に係る勘案事項

順応的管理を行うにあたっては、監視レベルの検討が必要である。しかし、カサノリ類の分布については、以下の事項を勘案する必要がある。

- ・閉鎖性海域においては、場が安定すると考えられる沖合護岸概成時以降に効果が表れる。
- ・当該海域におけるカサノリ類は、干潟・浅海域に点在してみられ、生育域の変動が大きい。
- ・比較的密度の高い生育域が局所的にみられる。（多くの藻体が確認される場所がみられる。）

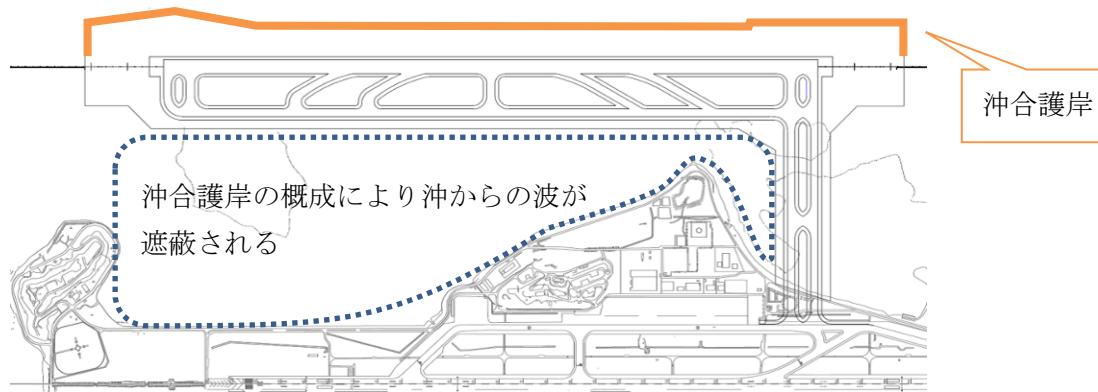


図 23 沖合護岸の位置

これより、モニタリングを行いながらデータを蓄積し、分布位置や被度の変動を把握するとともに、護岸概成後のカサノリ類の分布状況を踏まえた順応的管理を行う必要がある。したがって、監視レベルの目安を下記のように定めて、モニタリング結果を「那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会」に報告し、注意レベル、対策検討レベルに達しているか否かについて、同委員会において検討することとする。

【注意レベルの目安】：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

⇒モニタリング項目の検討を行うとともに、沖縄島の他地域（参考資料）と比較、考察する。また、環境保全措置の具体的な内容（カサノリ類の付着状況の整理・実現可能性等）を検討する。

※自然変動の範囲：既往調査やモニタリングの分布面積及び変動範囲→今後モニタリングを行いながら決定する。

【対策検討レベルの目安】：カサノリ類の生育状況が、注意レベル時の状況を下回ったまま回復傾向がみられない状況

⇒学識経験者等にヒアリングを行い、環境保全措置の実施（保全措置の選定、実施範囲及び数量等）を検討する。

(3) モニタリングの内容

以上の順応的管理の考え方を踏まえて、環境監視調査（モニタリング）の内容を以下のとおり検討した。

1) 分布調査

カサノリ類の生育状況調査として、調査範囲内をシュノーケリングや徒歩、潜水目視観察等により、カサノリ類（カサノリ及びホソエガサ）について有無を観察する。観察に当たっては、両種の被度（1～5%、5～10%、10～20%、20%以上）別分布範囲、生長段階、生息環境（底質基盤の状況、浮泥の堆積状況等）を把握し、被度別分布図を作成する。

2) 詳細調査

被度別の代表点で 2m×2m 当たりの群体数を計数する。

なお、調査枠は固定せず、調査時ごとに被度および分布状況を踏まえて設定する。

表 10 カサノリ類の生育状況調査概要

項目	内容及び方法
写真撮影	代表的な景観を撮影する。
分布範囲・被度	カサノリ、ホソエガサの分布範囲がわかる被度別分布図を作成する。 被度及び生長段階は、4段階に分けて観察する。 ・被度：1%以上 5%未満、5%以上 10%未満、10%以上 20%未満、20%以上 ・成長段階：I－幼体、II－輪生枝、III－傘状体、IV－衰退した状態 また、被度別の代表点において株数の計数等の詳細調査を行う。

3.3 調査結果

分布面積及び分布状況については、資料 3 に示すとおりである。

＜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、経年的な変動が大きい傾向にある。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「工事前の共通分布範囲」とし、図24に示す。また、平成25～28年に高被度域（被度5%以上）が確認され、コア^{注2}となっている範囲は、I及びII（図25）であると考えられる。

共通分布範囲とコアについて、以下のような結果がみられた。

- 瀬長島北側など、共通分布範囲^{注1}で分布範囲が減少した（図24）。
- 改変区域西側や大嶺崎寄りの岸側分布域では、工事前と比べて分布範囲が増加した（図24）。
- カサノリ類の分布のコア^{注2}と推定されたI及びIIのうち、IIでは面積は小さいものの高被度域が確認されたが、Iでは高被度域はみられず、カサノリ類の被度は極めて低い状況であった（図25）。

注1：「共通分布範囲」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。

注2：コアとは、過年度に高被度域（被度5%以上）が確認されていた範囲を示す。

重要種保護のため位置情報は表示しない

注：「共通分布範囲」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 24 工事前（平成 25～26 年）の共通分布範囲と平成 31 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

注： I, IIがコアと考えられる。コアとは、過年度に高被度域（被度 5%以上）が確認されていた範囲を示す。

図 25 工事前（平成 25～26 年）の共通分布範囲と平成 25～31 年の高被度域（被度 5%以上）

參考資料

【参考資料1 過年度の海草藻場の分布状況】

- ・ 海草藻場は季節的な海草類の消長に加え、台風時の高波浪により分布域が変化している。

【工事前】

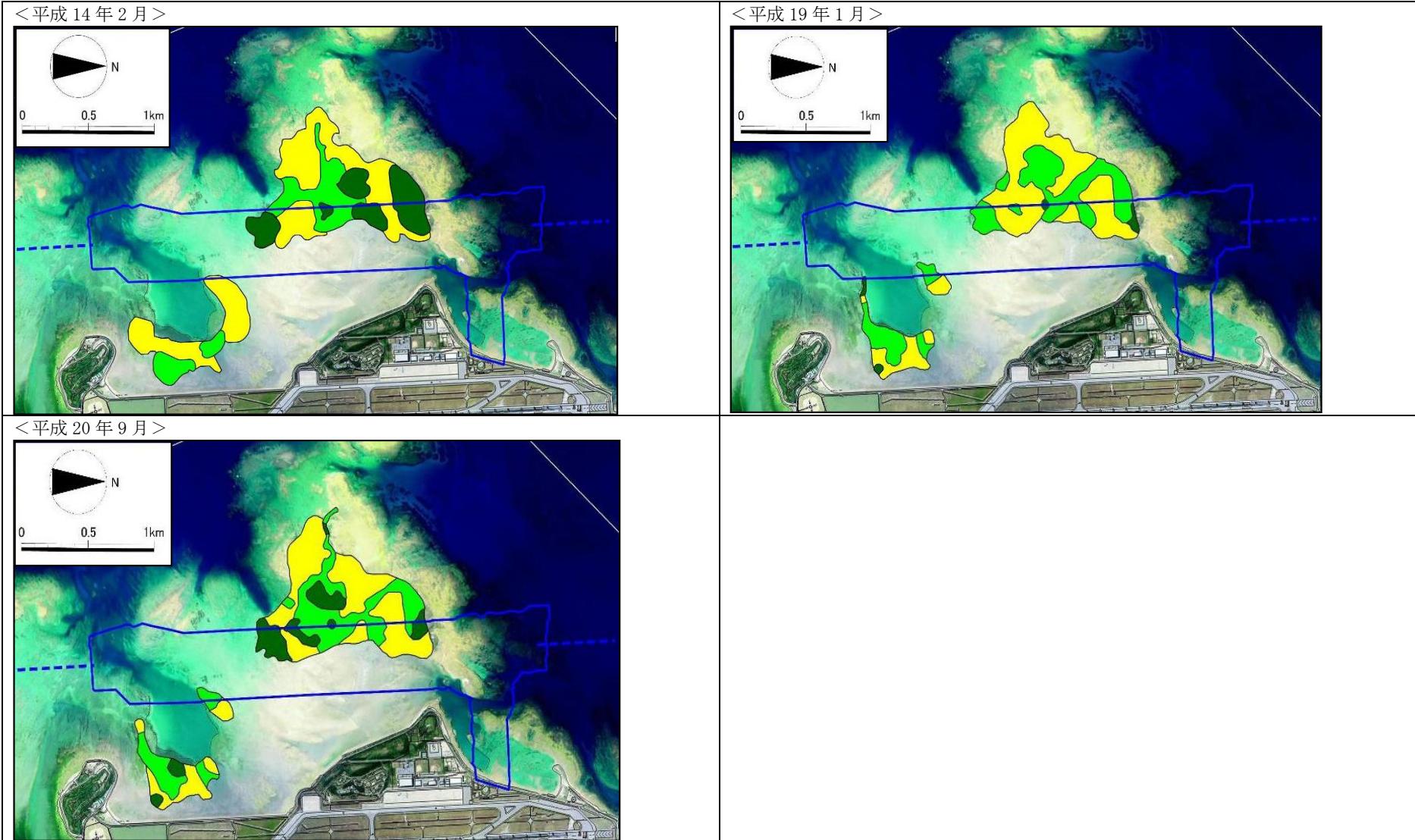
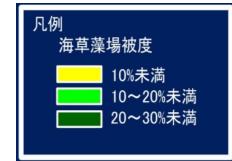


図 26 (1) 海草藻場の分布状況の経年変化

凡例	
海草藻場被度	調査位置
10%未満	○ 海草藻類調査位置
10~20%未満	
20~30%未満	

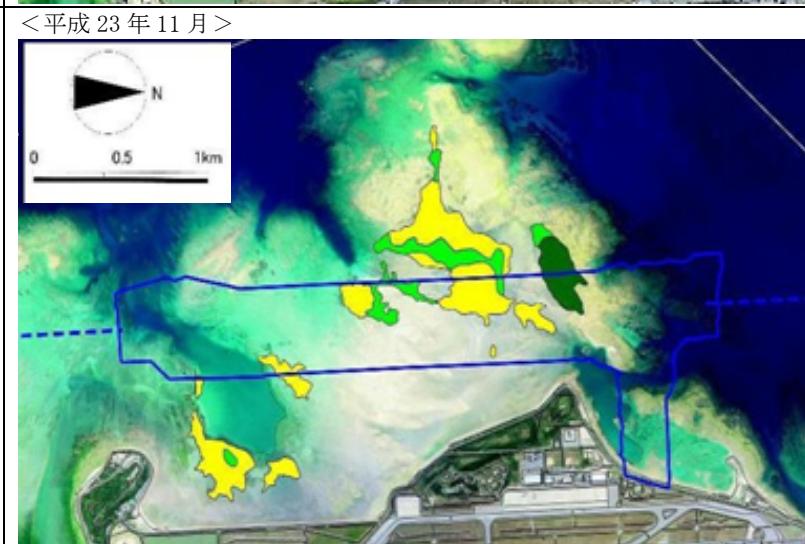
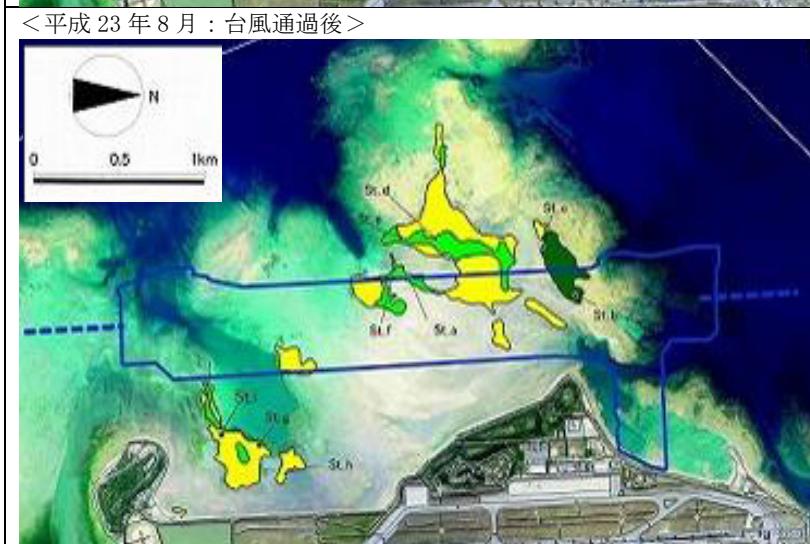
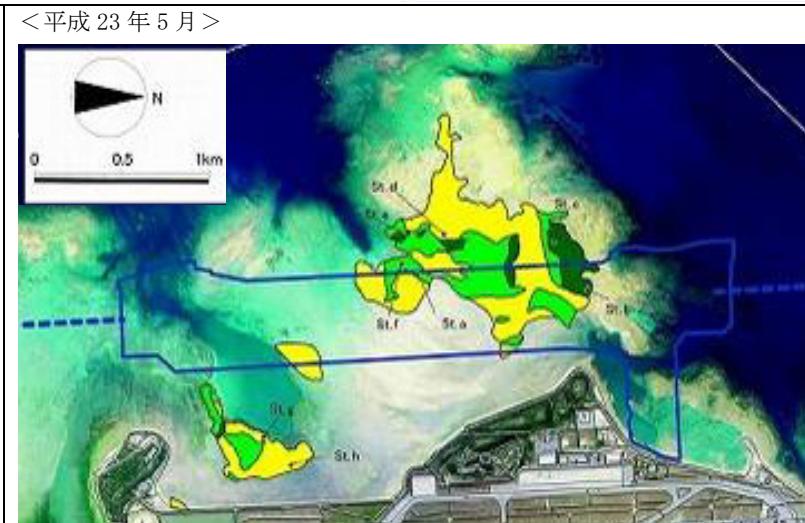
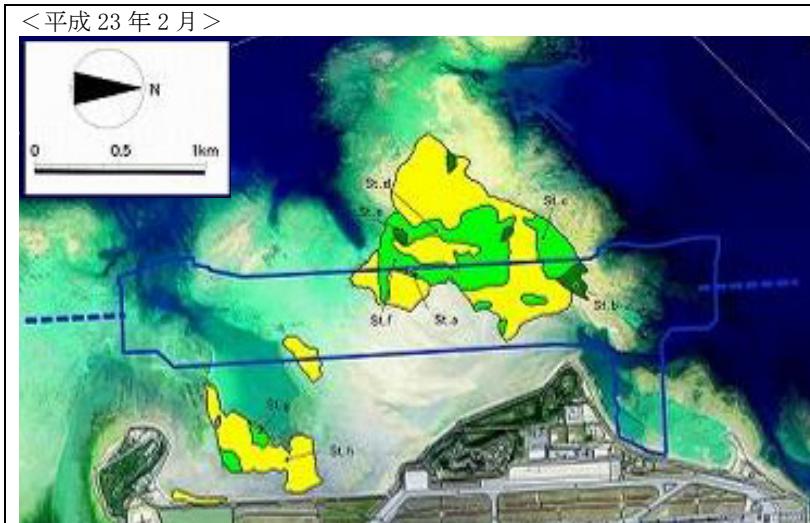
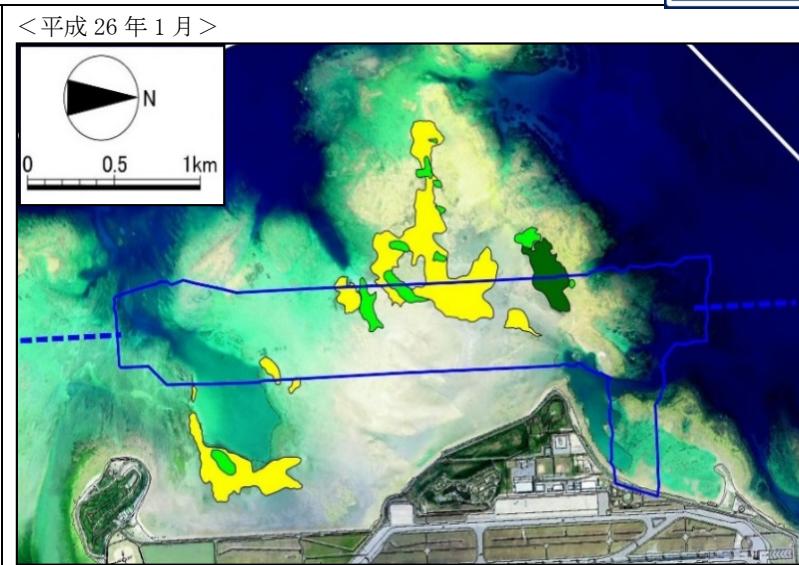
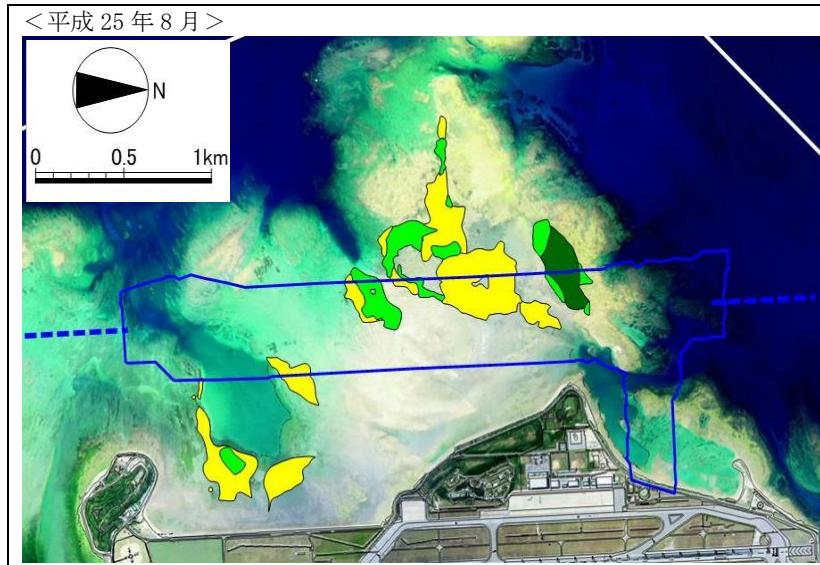
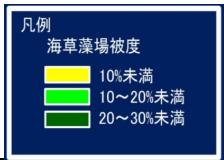


図 26 (2) 海草藻場の分布状況の経年変化



【工事中】

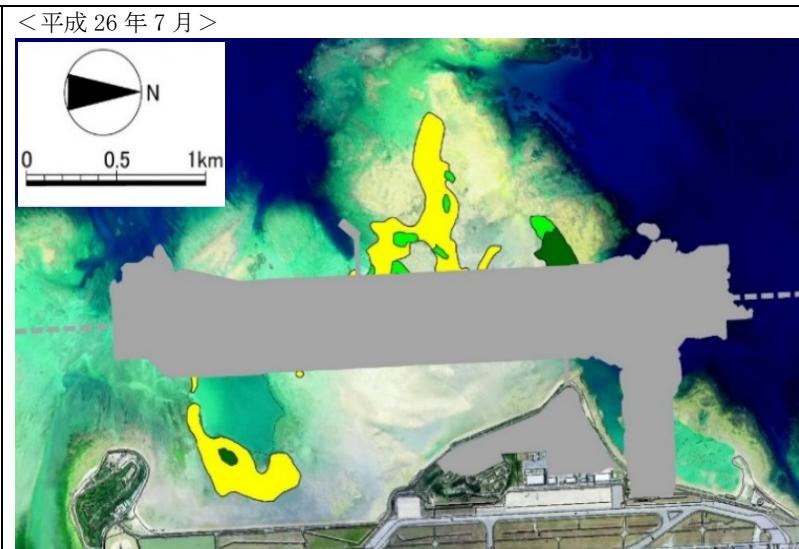
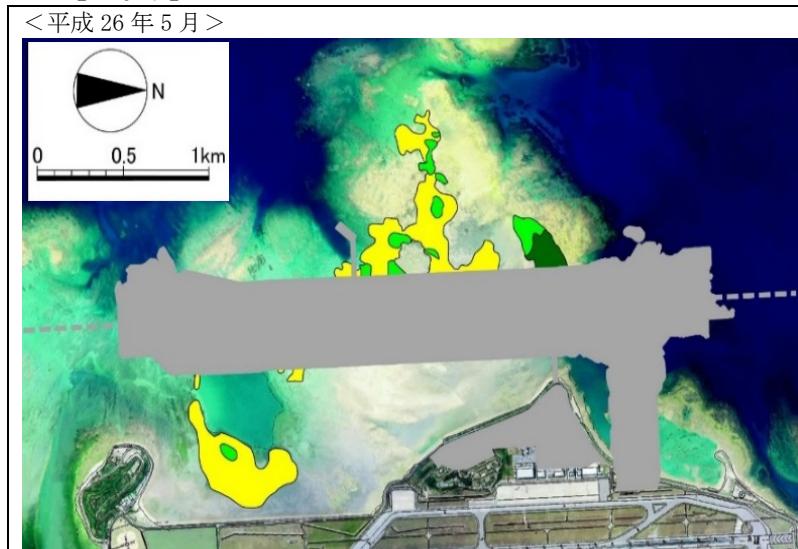


図 26 (3) 海草藻場の分布状況の経年変化

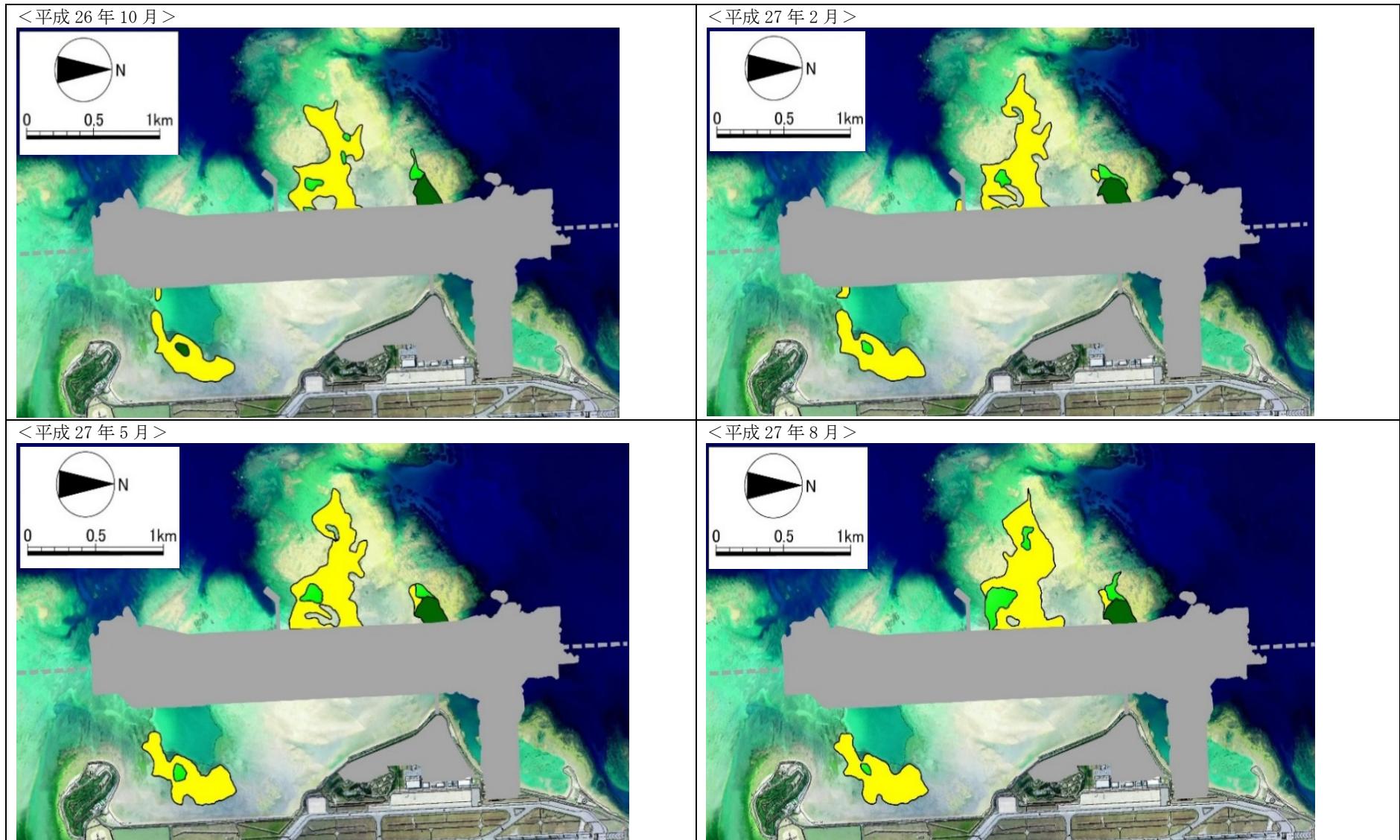
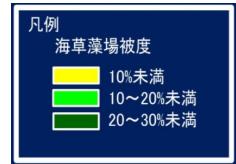


図 26 (4) 海草藻場の分布状況の経年変化

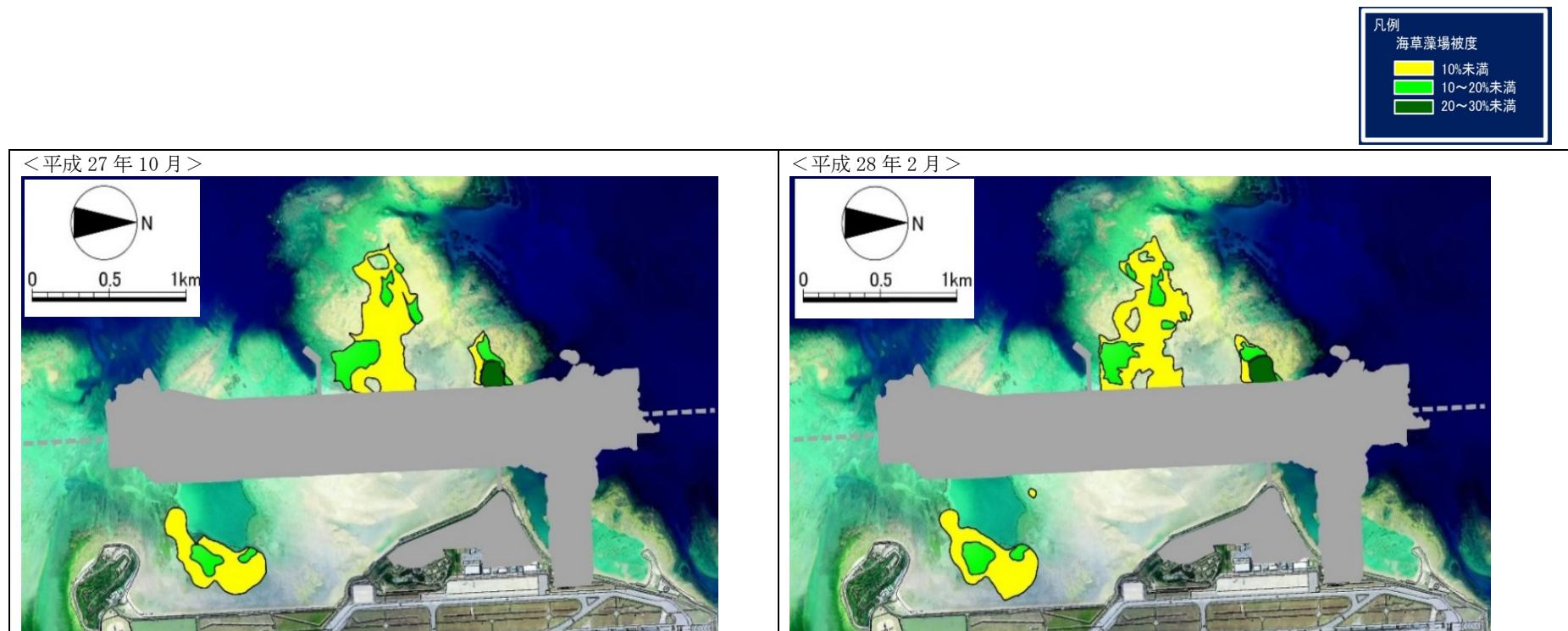


図 26 (5) 海草藻場の分布状況の経年変化

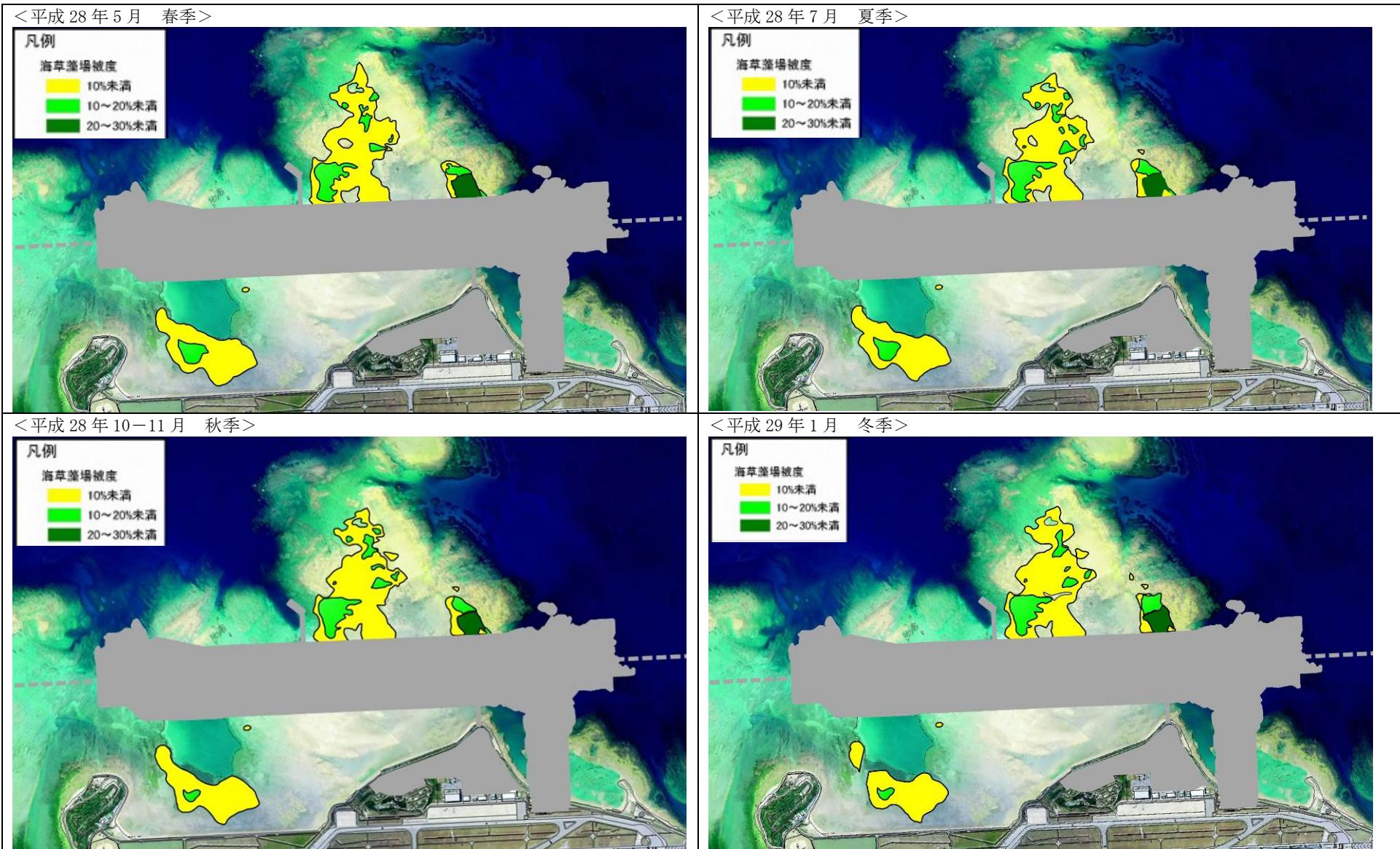


図 26 (6) 海草藻場の分布状況の経年変化

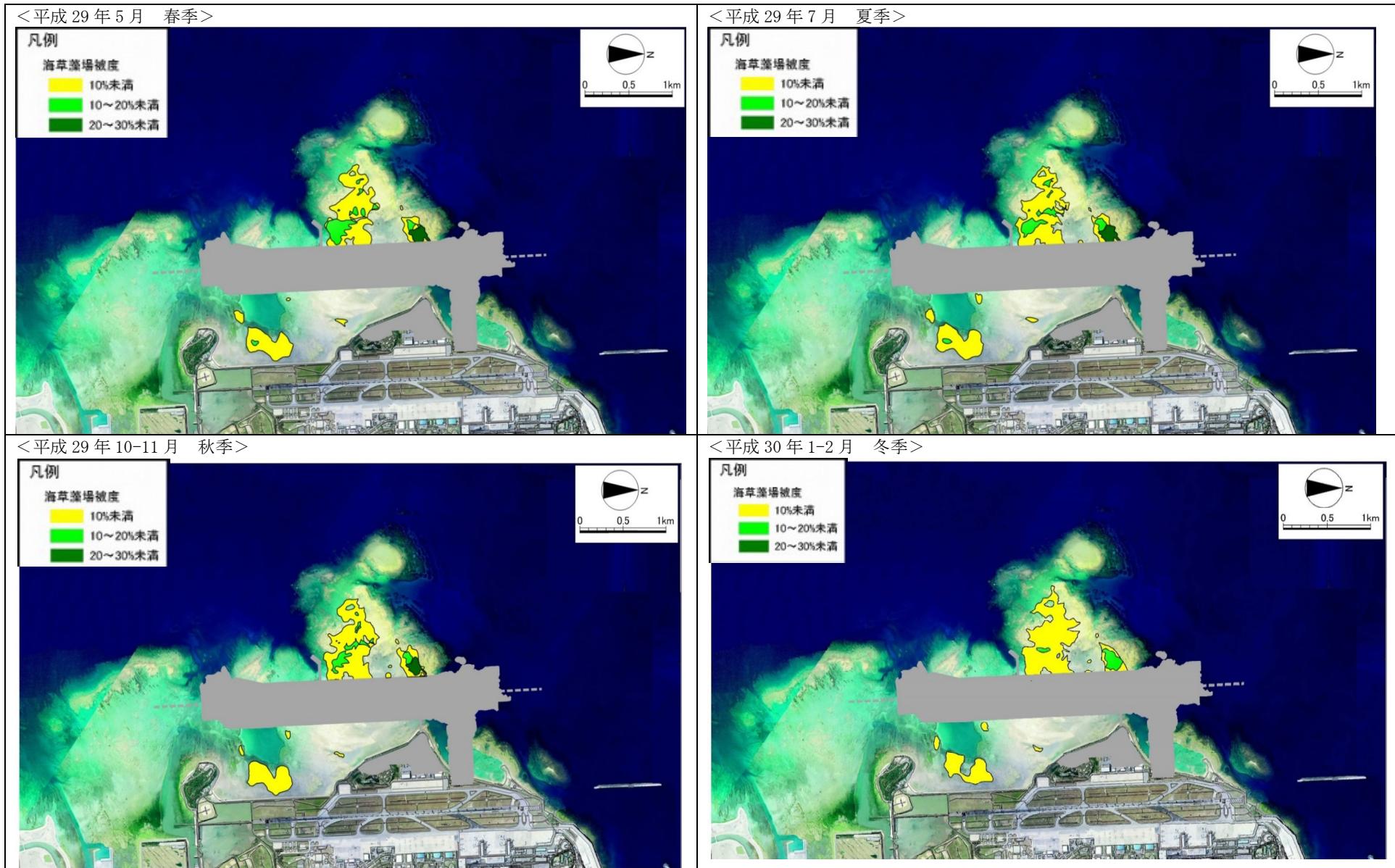


図 26 (7) 海草藻場の分布状況の経年変化

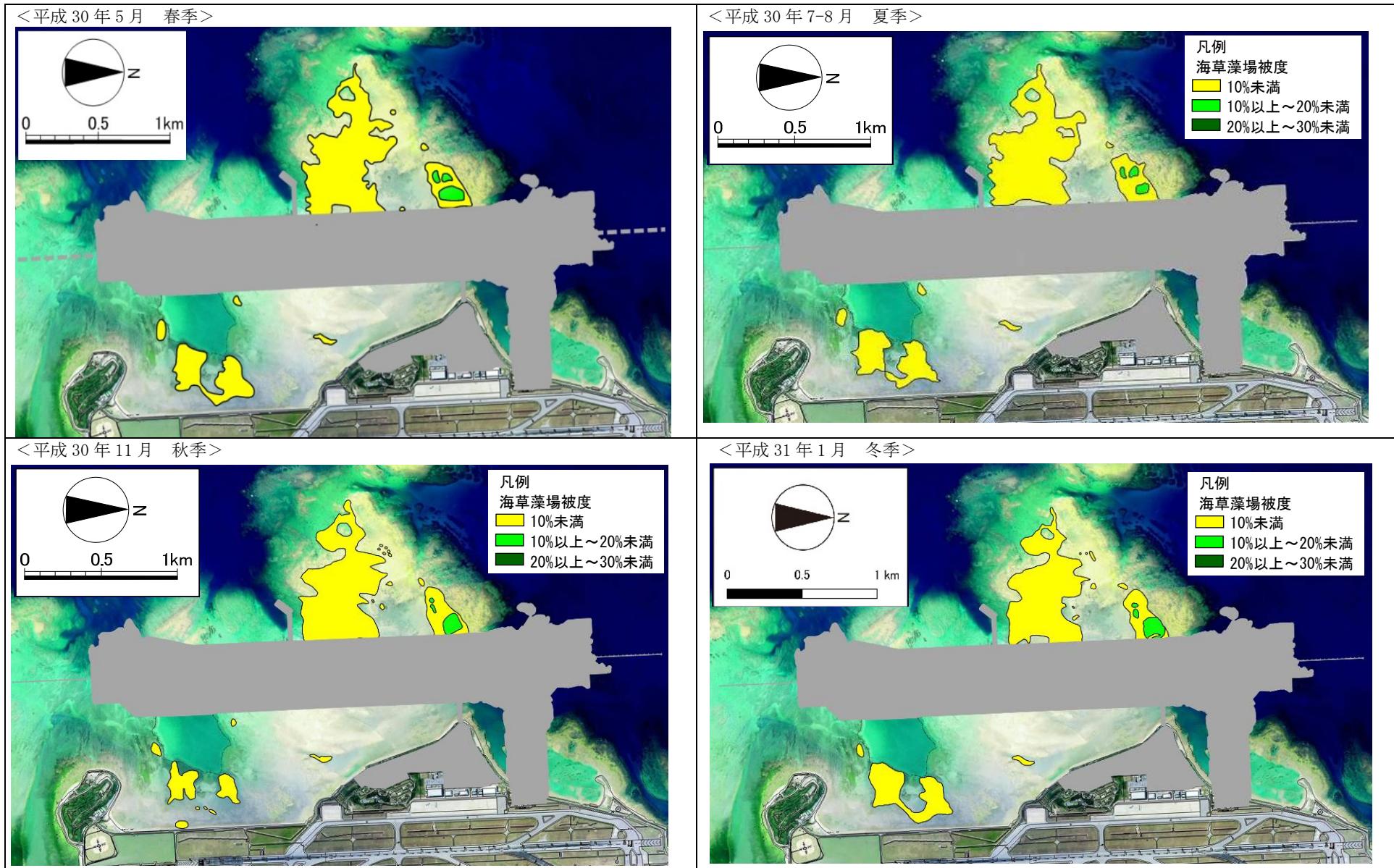


図 26 (8) 海草藻場の分布状況の経年変化

【参考資料2 海草藻場の影響フロー図と用いた検討】

(1) 影響フロー図を用いた検討結果 (詳細)

表 11 工事の実施による影響の可能性についての検討結果

海藻草類への影響の内容	工事の実施による影響の可能性についての検討結果
① 生息場の減少	<ul style="list-style-type: none"> 評価書時（平成23年度秋季）の海草藻場の分布状況より、仮設桟橋設置、汚濁防止膜設置及び工事用船舶係留に伴い分布域が0.9ha（被度10%未満：0.5ha、被度10～20%：0.2ha、被度20～30%：0.2ha）減少した（図15参照）。
② 濁りの発生	<ul style="list-style-type: none"> 評価書においては、閉鎖性海域で護岸から約50mの範囲で護岸及び埋立ての工事に伴い平常時のSSが2～4mg/L（寄与濃度が2mg/L）以上となり、部分的ではあるものの海草藻場分布域が存在していることから、海草藻場の生育状況が変化する可能性があると予測していた（図15参照）。 土砂による水の濁り（水質）調査において、一部の地点で工事による水の濁りにより、監視基準の超過が確認されたものの、周辺に海草藻場が分布していなかったことから、海草藻場への影響は小さいと考えられる。 過年度からの被度低下は、工事箇所に限らず広範囲に認められたことから、工事による水の濁りの海草藻場への影響は小さいと考えられる。
③ 土砂堆積	<ul style="list-style-type: none"> 評価書においては、海草藻場分布域でSSは局所的に堆積するものの堆積厚は小さいため、海草藻場を構成する海草類の生育状況の変化は極めて小さいと予測していた（図15参照）。 土砂による水の濁り（水質）調査において、一部の地点で工事による水の濁りにより、監視基準の超過が確認されたものの、周辺に海草藻場が分布していなかったことから、海草藻場への影響は小さいと考えられる。 土砂による水の濁り（底質）調査において、一部の地点で監視基準の超過が確認されたものの、海草藻場の分布状況の変化との明確な関連はみられなかった。 底質の粒度組成の調査結果によれば、細粒分（シルト・粘土分）の増加傾向はなく、土砂による水の濁り（底質）と粒度組成の変化に明確な関連はみられなかったことから、工事による底質への大きな影響はないと考えられる。 浮泥の堆積状況及び砂面変動調査結果では、一時的な浮泥の堆積や一部の地点で砂面の変動がみられたものの、工事による土砂の堆積との関連はみられなかった。 以上のことから、土砂による水の濁り（底質）調査において、一部の地点で監視基準の超過が確認されたものの、底質や浮泥の堆積状況、砂面に大きな変化はみられなかったことから、工事による土砂の堆積の海草藻場への影響は小さいと考えられる。

表 12 施設の存在による影響の可能性についての検討結果

海草藻場への影響の内容	施設の存在による影響の可能性についての検討結果
① 生息場の減少	<ul style="list-style-type: none"> 評価書時（平成 23 年度秋季）の海草藻場の分布状況より、埋立地及び飛行場の存在に伴い、20.3ha が消失した（図 17 参照）。
② 潮流・波浪変化	<ul style="list-style-type: none"> 評価書において、閉鎖性海域における海草藻場では、埋立地及び飛行場の存在に伴い、瀬長島と海域改変区域の狭間で流速が増加すると予測していた。波高減少が予測されているものの、流れは十分に確保されることで、葉上の浮泥の堆積を防ぐ効果が期待できることから、海草藻場を構成する海草類の生育状況の変化は極めて小さいと予測していた（図 17 参照）。 葉上の藻類付着及び浮泥の堆積については、工事前から断続的に確認されていたことから、潮流・波浪変化による海草藻場への影響は小さいと考えられる。 評価書において、海域改変区域西側の海草藻場高被度域では、冬季大潮期上げ潮時に限られた範囲において、流速が減少すると予測されている。しかし、高波浪時に波高増加が予測されており、一定の流れは確保されることで、葉上の浮泥の堆積を防ぐ効果が期待できる。これらのことから、海草藻場を構成する海草類の生育状況の変化は極めて小さいと予測していた（図 17 参照）。 改変区域西側海域における局所的な波高増加については、改変区域西側において被度の低下がみられているものの、波高増加箇所に限らず広範囲に認められたことから、波高増加による影響は小さいと考えられる。
③ 水質変化 (塩分、水温、栄養状態の変化)	<ul style="list-style-type: none"> 評価書においては、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 が上昇することが予測されている。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 1} を満たしていることから、海草藻場を構成する海草類の生育状況の変化は極めて小さいと予測していた（図 17 参照）。 水温、塩分については、大きな変化はみられなかった。T-N は一時的に高い値がみられたものの、大きな変化はみられておらず、T-P については、St. 10 で高い値がしばしばみられているものの、その他の地点では大きな変化はみられなかった。 当該藻場の主構成種であるリュウキュウスガモの光合成活性は、平成 29 年度冬季を除き、健全とされている 0.7-0.8 であり、リュウキュウスガモは光合成活性からみた海草の活性状況は概ね健全な状態であったと考えられる。
④ 砂面変動 (砂の移動・堆積、シルト分・有機物等の堆積)	<ul style="list-style-type: none"> 評価書においては、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、シールズ数が 0.05 以下となり、海草藻場を構成する海草類の生育環境は向上すると予測していた（図 17 参照）。 海草藻場底質調査結果と海草藻場の分布状況より、海草が主に分布する底質環境として、「地盤高 (DL) が 0.5 m 以下」、「底質が砂または砂礫（特に砂が適する）」且つ「その層厚が 20cm 以上」であると考えられる。地盤高の変動、海草藻場の分布状況の変化については、今後底質や層厚の変化とも併せて解析を進めていく。 底質の粒度組成の調査結果によれば、細粒分（シルト・粘土分）の増加傾向はなく、土砂による水の濁り（底質）と粒度組成の変化に明確な関連はみられなかったことから、工事による底質への大きな影響はないと考えられる。 有機物の堆積について、底質調査結果の強熱減量及び COD の経年変化をみると、工事前後、護岸概成前後や海草藻場の被度が低下した時期に大きな変化はみられなかった。 <p>以上のことから、底質の細粒分・有機物の大きな変化はみられておらず、地盤高、底質及び層厚が海草藻場の分布に影響していると考えられるものの、これらの底質変化と海草藻場の分布状況の変化との関連が明確となっていないことから、今後も解析を進めていく。</p>

出典：1. 「水産用水基準第 7 版（2012 年版）」（平成 25 年、社団法人日本水産資源保護協会）

2. 「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）

表 13 閉鎖性海域の被度低下要因についての検討結果

海藻草類への影響の内容	閉鎖性海域の被度低下要因についての検討結果
① 付着藻類の増加種類の変化	<ul style="list-style-type: none"> 付着藻類の増加やその種類の変化と関連する環境要素の水質については、変化がみられなかった。 葉上の藻類付着については、多くの地点で断続的に確認されており、閉鎖性海域では、夏季に高い傾向がある。 付着藻類の種類等は現在調査を実施しておらず、種類の変化と海草藻場の分布状況の変化との関係はわからないため、文献収集等を行い、調査の必要性も含め検討していく。
② 草体の埋没、地下茎の露出	<ul style="list-style-type: none"> 過年度調査において、砂の移動による草体の埋没や地下茎の露出が多く確認されている。 砂面変動については、底質の細粒分・有機物の大きな変化はみられておらず、地盤高、底質及び層厚が海草藻場の分布に影響していると考えられるものの、これらの底質変化と海草藻場の分布状況の変化との関係性が明確となっていないことから、今後も解析を進めていく。 事業以外による影響として、台風時の高波浪及び生物の生息孔やその周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形の増加により、砂面が変化し、草体の埋没や地下茎の露出が懸念される。台風時の高波浪については、平成 28 年度夏季以降閉鎖性海域となり、波浪による外力が低下していることから、影響は小さいと考えられる。また、生物の生息孔やその周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形については、平成 29 年度冬季から定点調査地点において密度を調査しているものの、過年度の調査結果がないことから、文献収集した上で検討していく。
③ 葉枯れ	<ul style="list-style-type: none"> 葉枯れについては、改変区域西側では平成 26, 28, 29 年度冬季に、閉鎖性海域では平成 26 年度冬季、平成 28 年度春季に多く確認されている。平成 26, 27 年度は、調査月の平均気温が低い傾向にあり、冬季風浪の影響を大きく受けた可能性がある。 砂面変動により、干出する場所が増加し、葉枯れが増加した可能性について、現時点では地盤高が増加し海草藻場が減少した地点はみられなかった。
④ 底質性状の変化 (酸化還元電位 や栄養塩等)	<ul style="list-style-type: none"> 底質の粒度組成の調査結果によれば、細粒分（シルト・粘土分）の増加傾向はない。 有機物の堆積について、底質調査結果の強熱減量及び COD の経年変化をみると、工事前後、護岸概成前後や海草藻場の被度が低下した時期に大きな変化はみられなかった。 酸化還元電位については、平成 30 年度春季より調査を行っており、今後検討していくこととする。その他の項目についても影響した可能性があり、調査追加も含め検討していく。
⑤ 葉上の藻類や浮泥の堆積	<ul style="list-style-type: none"> 葉上の藻類の状況及び浮泥の堆積状況は上記に示すとおりである。平成 28 年度夏季に V 工区を除く護岸が概成し、閉鎖性海域となり、波浪による外力が低下したことや、平成 28, 29 年度には大型台風の接近がなかったことから、葉上の藻類や浮泥がはがれにくい状況であった可能性があるものの、閉鎖性海域の地点において、葉上の付着藻類は護岸概成前から高い割合でみられており、浮泥の堆積も工事前から断続的に確認されていたことから、当該項目が被度低下に大きく影響しているとは考えにくく、その他の項目も含め検討していく。

(2) 濁りの発生状況

環境監視調査として実施している土砂による水の濁り（水質）調査のSS調査においては、St. 4やSt. 7において監視基準の超過が確認されたものの、陸水の流入等によるものであり、工事による影響ではないと考えられる。また、複数回監視基準の超過が確認されたSt. 7周辺に海草藻場が分布していないことから、海草藻場への影響は小さいと考えられる。

土砂による水の濁り（水質）調査の濁度調査（日々の濁り監視）において、監視基準の超過が確認された時期及び位置を図27に示す。①及び②については、工事による水の濁りによる監視基準の超過であると考えられるものの、周辺に海草藻場が分布していないことから、海草藻場への影響は小さいと考えられる。また、③については、本事業の工事による水の濁りではなく、伊良波排水路からの陸水の流入によるものと考えられる。

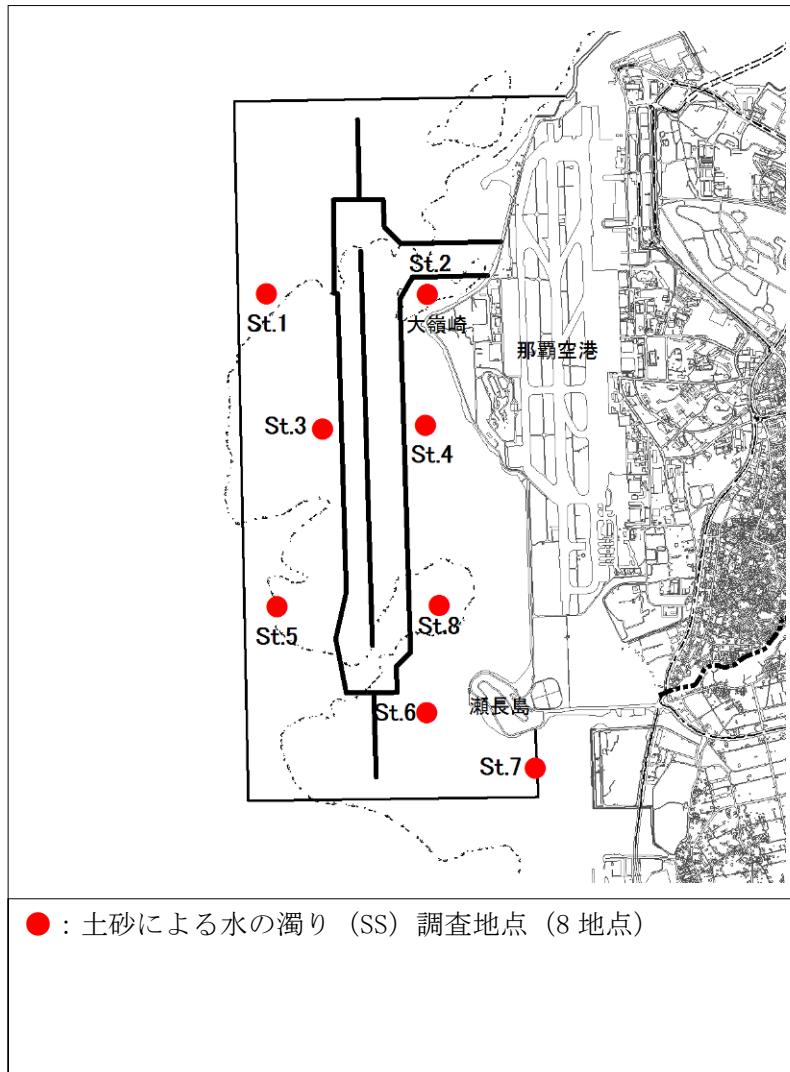


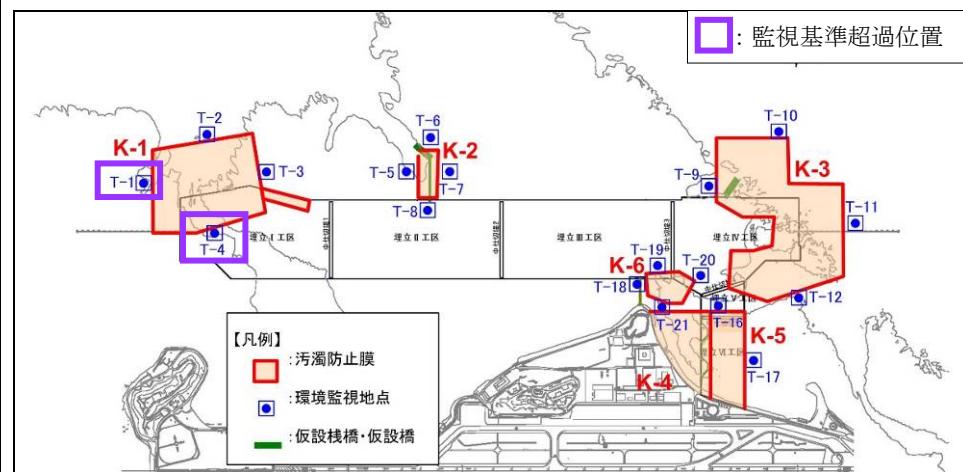
図 27 土砂による水の濁り (SS) 調査地点

①2014/5/30

埋立 I 工区西側 (K-1 T-1、T-4) で SS 換算値が一時的に監視基準を超過していた。

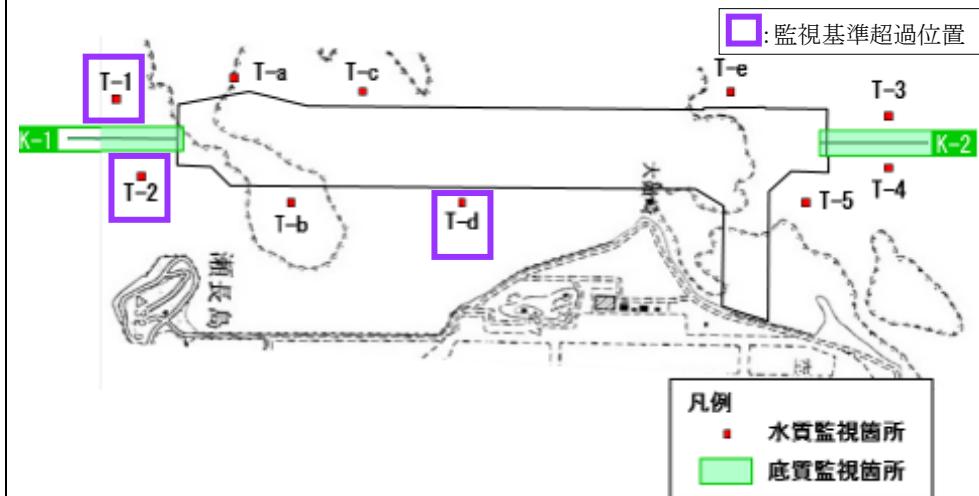
②2014/6/27

埋立 I 工区西側 (K-1 T-4) で SS 換算値が一時的に監視基準を超過していた。



③2017/5/16

南進入灯 K-1 T-1, T-2, 埋立 II 工区 T-d で基準を超過していたものの、伊良波排水路からの陸水の流入によるものと考えられる。



出典：「第3回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料3」(平成26年12月)、

「第9回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料3」(平成30年2月)

図 28 監視基準の超過が確認された時期及び位置（水質）

(3) 土砂堆積状況

1) 土砂による水の濁り（底質）

環境監視調査として実施している土砂による水の濁り（底質）調査において、監視基準の超過が確認された時期及び位置を図 29 に示す。

一部の地点で監視基準の超過が確認された。平成 27 年 1 月の仮設橋工事を除き、海域生物（底生動物、海草藻類）の生息・生育が確認されたため、ポンプアップによる除去作業は行っていない。

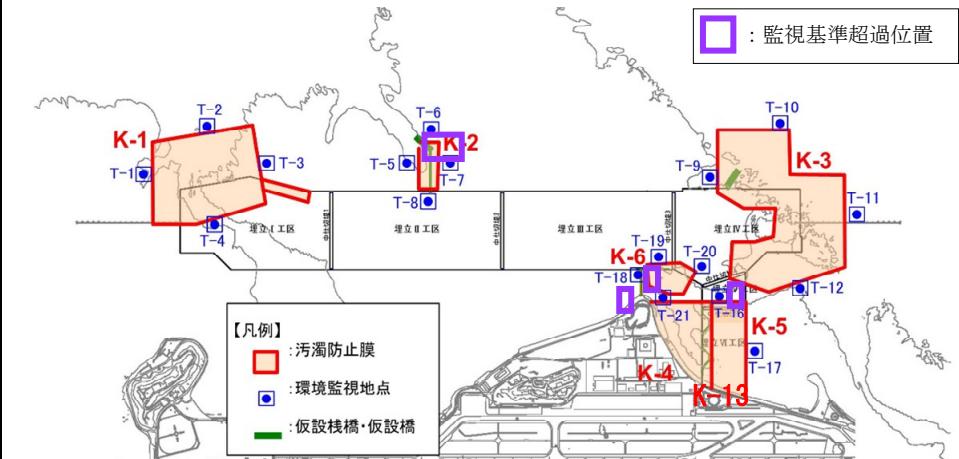
監視基準の超過地点の位置及び超過時期と海草藻場の分布状況の変化との明確な関連はみられなかった。

埋立III工区 K-6 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/1/12)

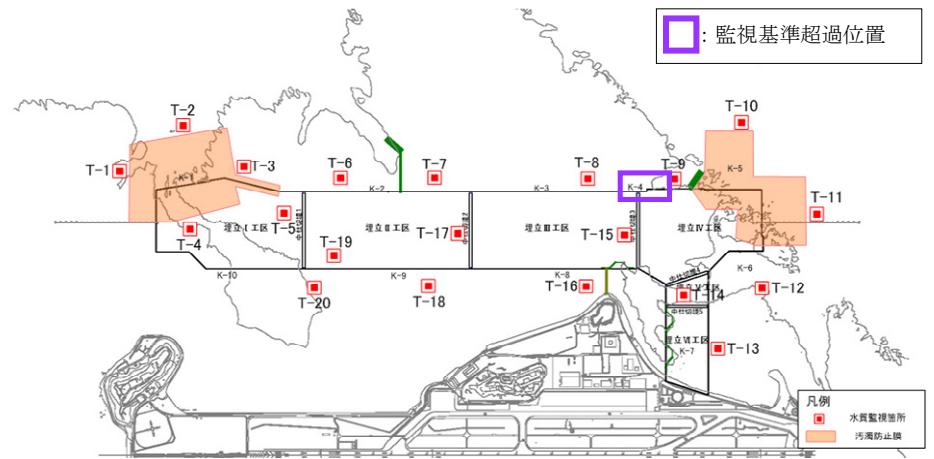
仮設橋 K-13 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5a→6 に
(ポンプアップによる除去を実施、調査日 : 2015/1/21)

埋立II工区仮設桟橋 K-2 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/1/24)

埋立VI工区 K-5 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/2/6)



K-4 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→7 に (調査日 : 2015/5/3)



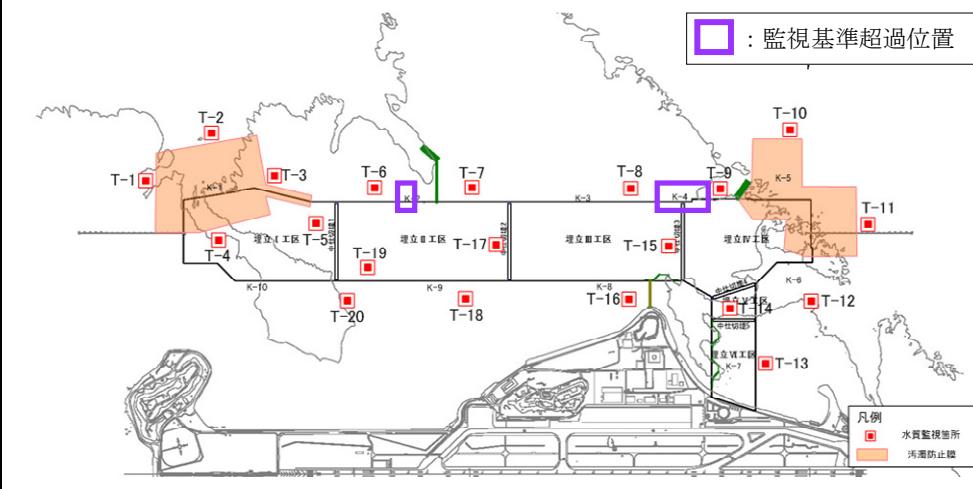
出典 : 「第 4 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 3」(平成 27 年 6 月)、

「第 5 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 4」(平成 28 年 1 月)

図 29 (1) 監視基準の超過が確認された時期及び位置 (底質)

埋立II工区仮設桟橋K-2の汚濁防止膜内側でSPSSのランクが5b→6に（調査日：2015/6/11）

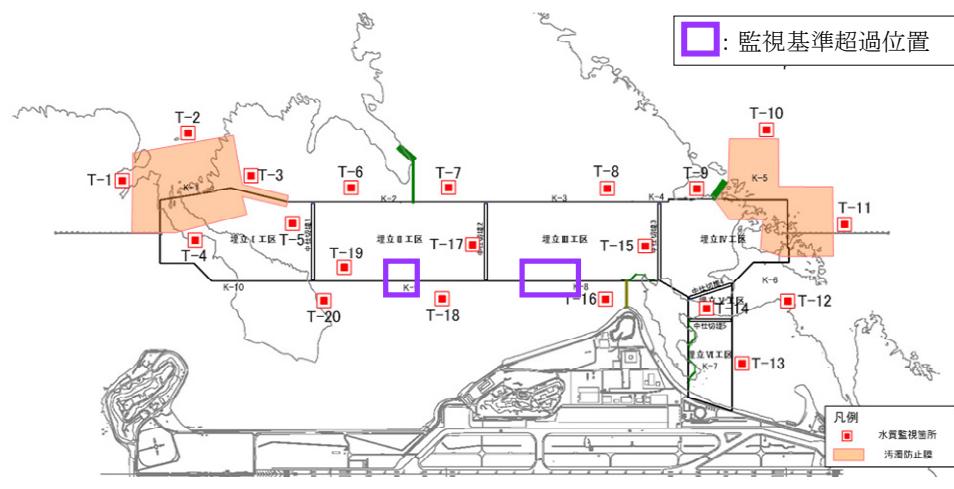
K-4の汚濁防止膜内側でSPSSのランクが5b→6に（調査日：2015/6/14）



K-9の汚濁防止膜内側でSPSSのランクが5a→7に（調査日：2015/9/3）

K-8の汚濁防止膜内側でSPSSのランクが5a→6に（調査日：2015/9/5）

K-8の汚濁防止膜内側・外側でSPSSのランクが5a→6に（調査日：2015/9/16）

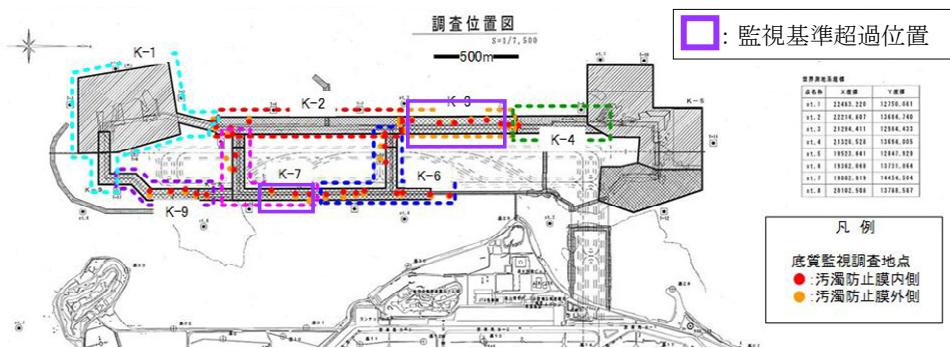


出典：「第5回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料4」（平成28年1月）

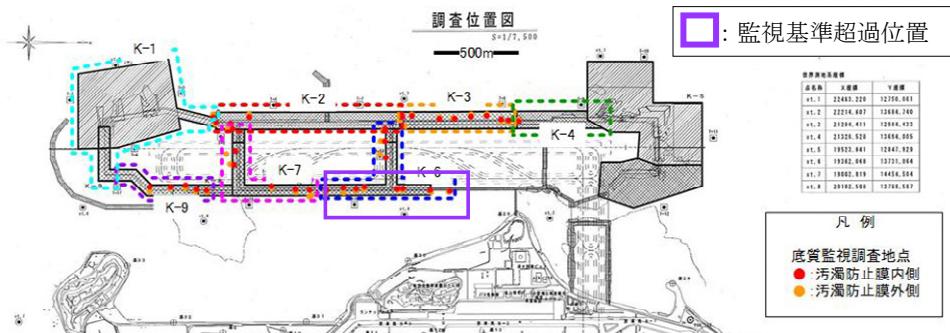
図 29 (2) 監視基準の超過が確認された時期及び位置（底質）

護岸 E 工区 K-7 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 4→6 に (調査日 : 2015/10/13)
 護岸 W 工区 K-3 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/10/27)

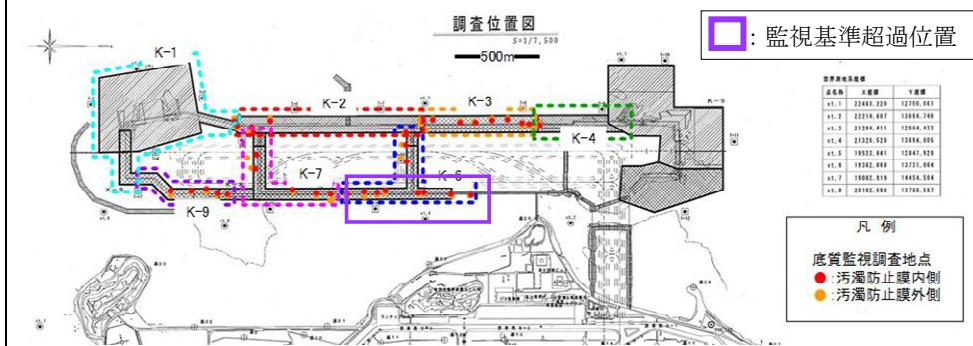
護岸 E 工区 K-7 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/11/5)
 護岸 W 工区 K-3 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/11/7)



護岸 E 工区 K-6 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5a→6 に (調査日 : 2016/2/24)



護岸 E 工区 K-6 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5a→6 に (調査日 : 2016/1/19)



出典 : 「第 6 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 3」(平成 28 年 6 月)

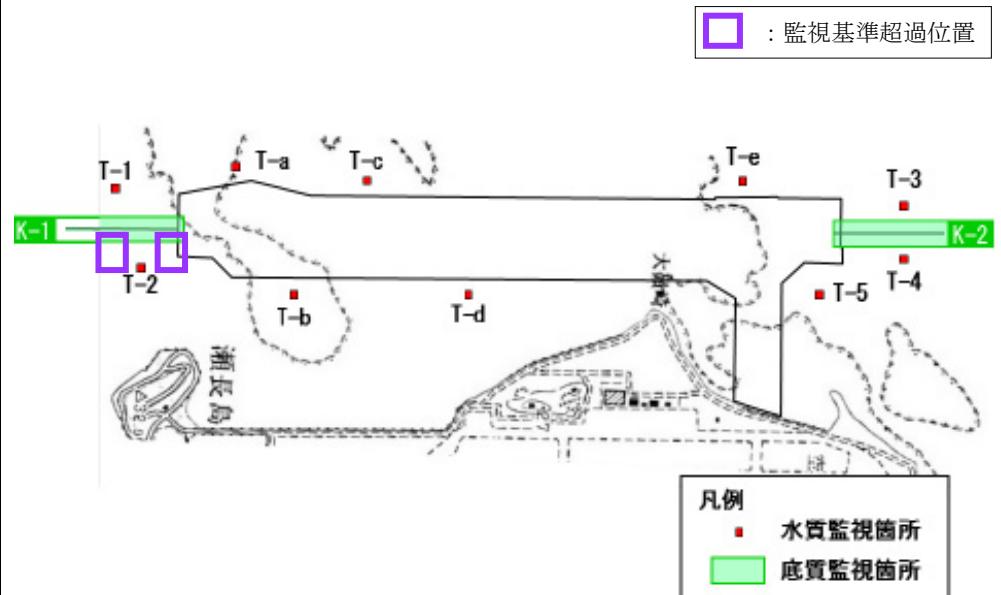
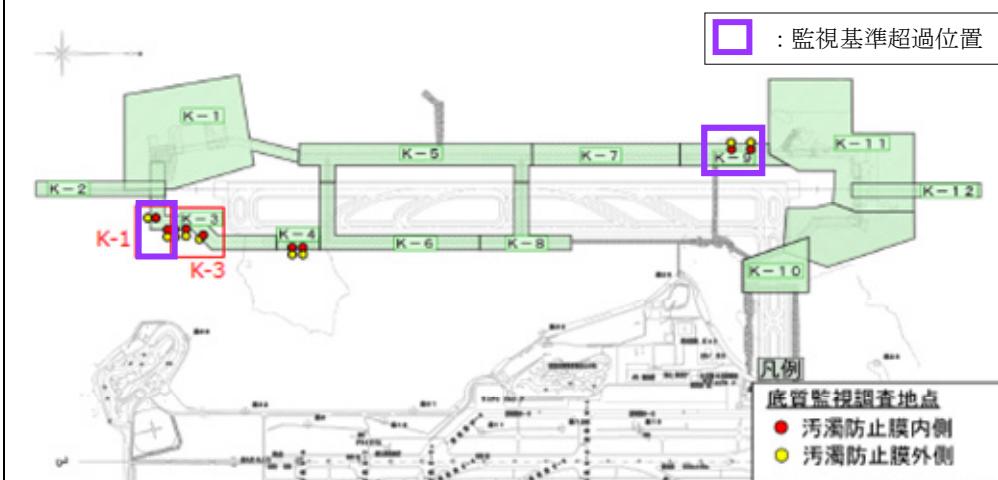
図 29 (3) 監視基準の超過が確認された時期及び位置 (底質)

護岸 GS 工区 K-1 の汚濁防止膜外側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2016/6/2)

護岸 W 工区 K-9 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2016/6/20)

南進入灯 K-1 051・52 の汚濁防止膜外側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2017/5/10)

南進入灯 K-1 P2 の汚濁防止膜外側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2017/6/8)



出典：「第7回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料3」(平成29年1月)、

「第9回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料3」(平成30年2月)

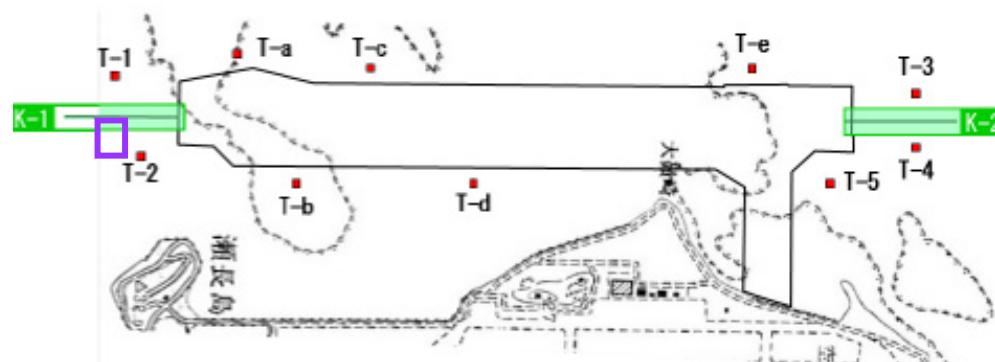
図 29 (4) 監視基準の超過が確認された時期及び位置 (底質)

南進入灯 K-1 PK056-057 の汚濁防止膜外側で SPSS のランクが 5a→6 に (調査日 : 2018/7/7)

南進入灯 K-1 BP1 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 (調査日 : 2018/8/14)

南進入灯 K-1 BP2 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5a→6 (調査日 : 2018/8/17)

□: 監視基準超過位置



凡例
■ 水質監視箇所
■ 底質監視箇所

出典：「第 11 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 3」(平成 31 年 2 月)

図 29 (5) 監視基準の超過が確認された時期及び位置 (底質)

(4) 水質変化

閉鎖性海域の水質の経年変化を図 30 に示す。

水質調査結果を工事前後及び護岸概成前後で比較すると、T-Nについては、平成 26 年度夏季に一時的に高い値がみられているものの、大きな変化はみられなかった。T-Pについては、St. 10 で高い値がしばしばみられているものの、その他の地点では大きな変化はみられなかった。

その他の項目及び地点については、工事前後、護岸概成前後や海草藻場の被度が低下した時期に大きな変化はみられなかった。

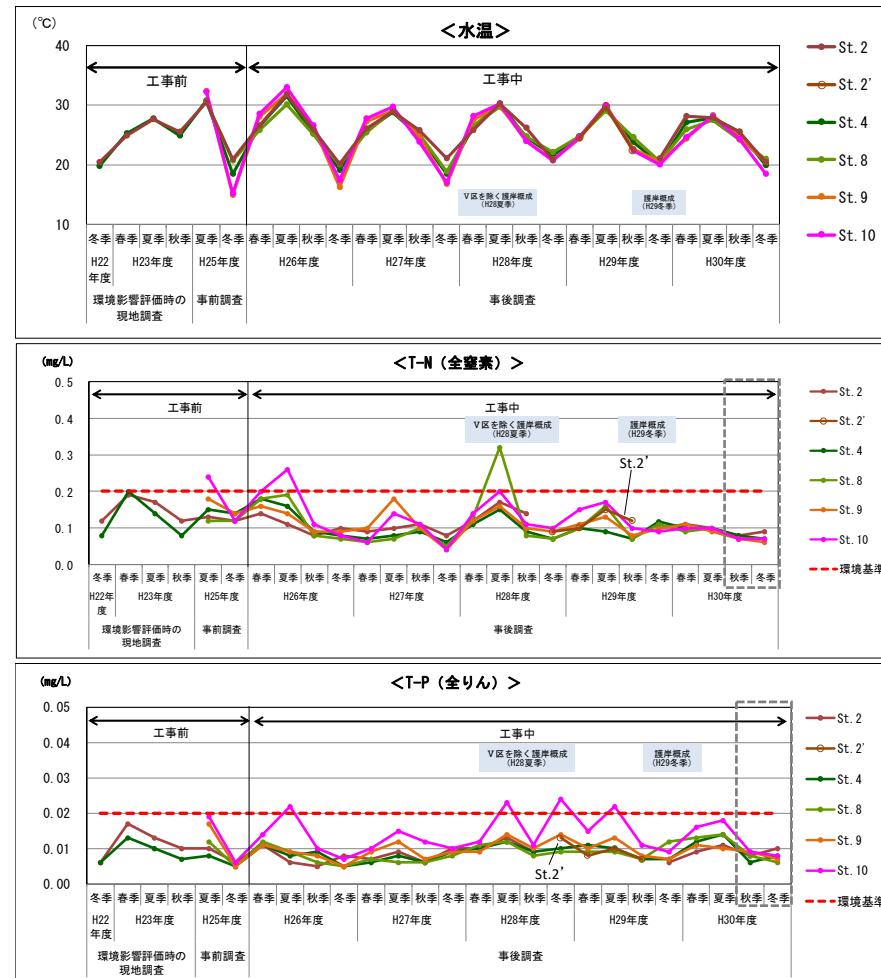


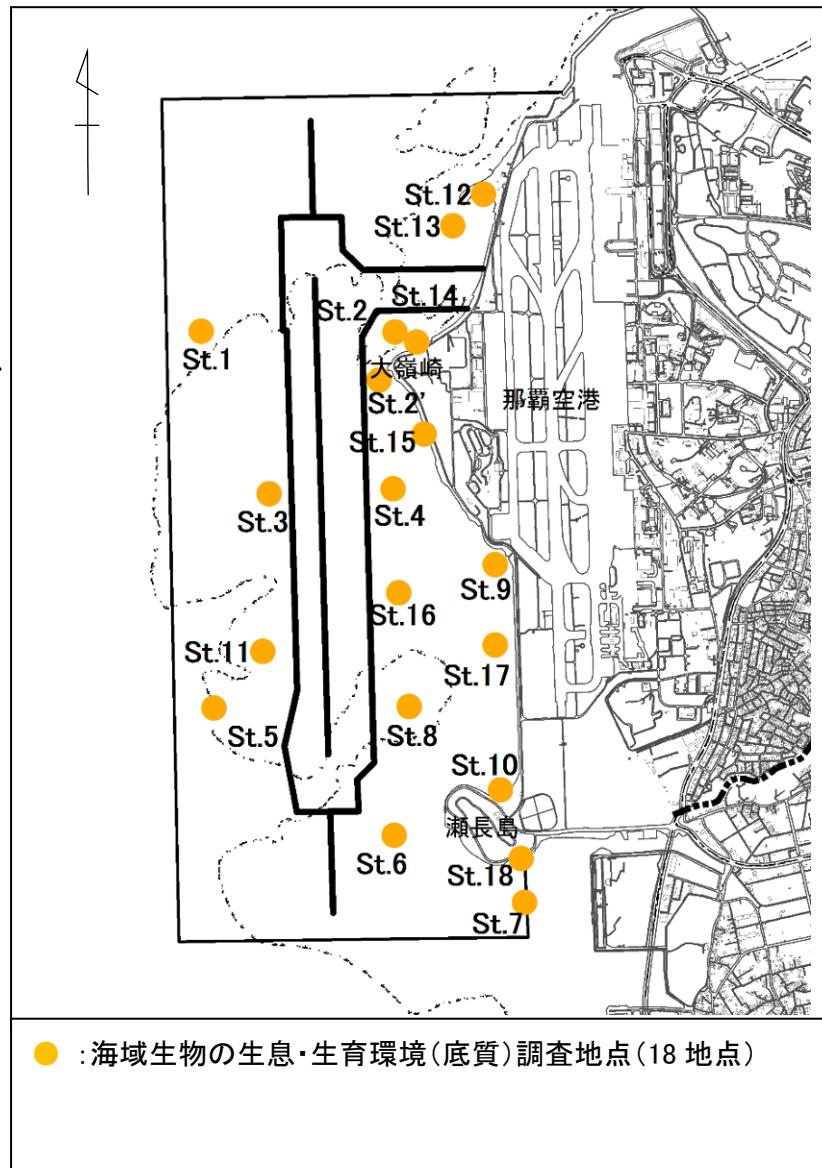
図 30 閉鎖性海域の水質の経年変化

(5) 底質の粒度組成

底質の粒度組成について、細粒分（シルト・粘土分）の経年変化を図 31 に示す。

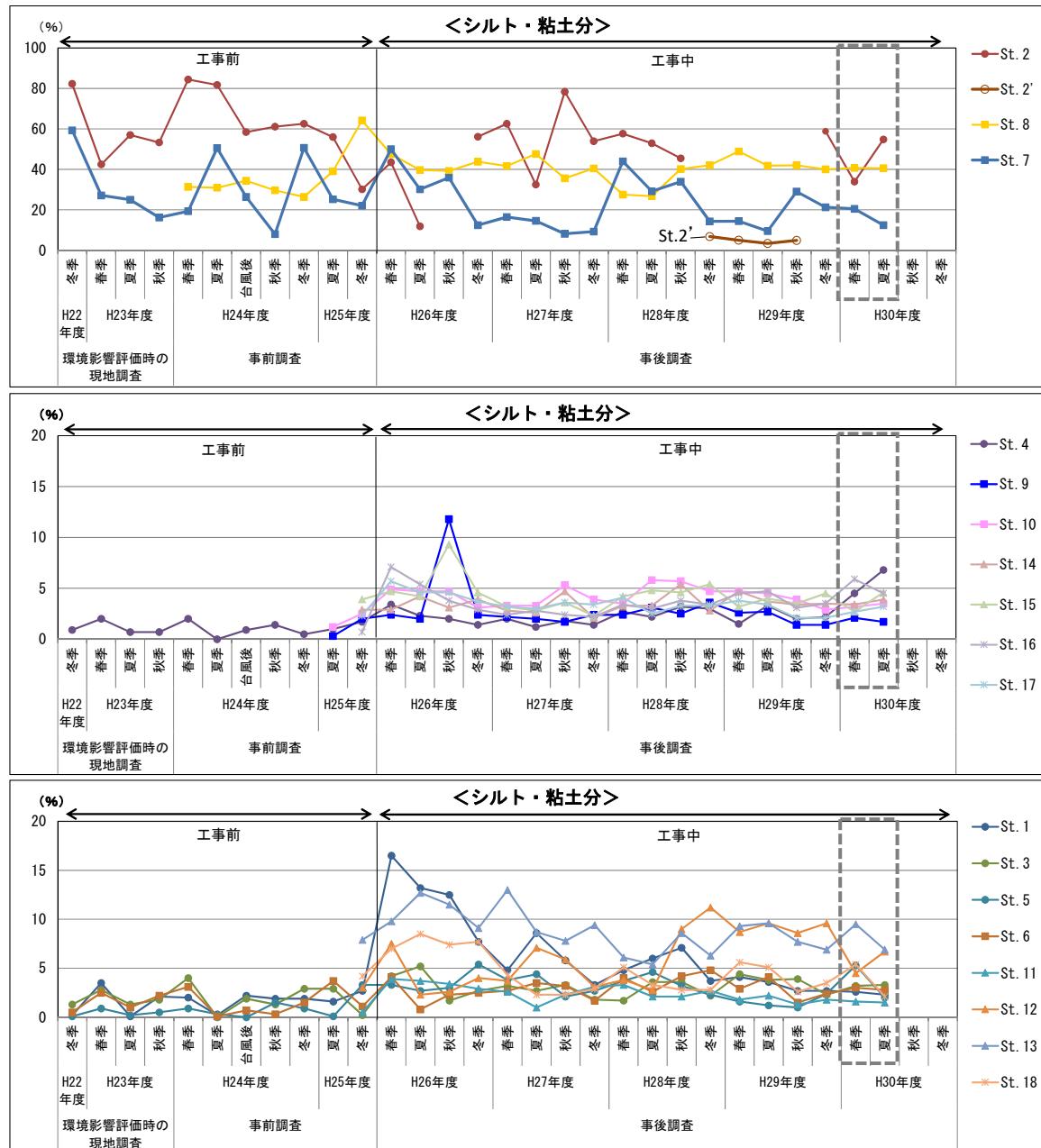
閉鎖性海域の大嶺崎の南側の St. 9において、平成 26 年度秋季にシルト・粘土分が増加しているものの、平成 26 年度冬季以降は変化がみられておらず、一時的な増加であったと考えられる。また、連絡誘導路北側の St. 12において、平成 28 年度夏季以降シルト・粘土分が増加しているものの、5%程度と小さかった。その他の地点については、大きな変化はみられなかった。

土砂による水の濁り（底質）と粒度組成の変化に明確な関連はみられなかったことから、工事による底質への大きな影響はないと考えられる。



出典：「第 11 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 3」（平成 31 年 2 月）

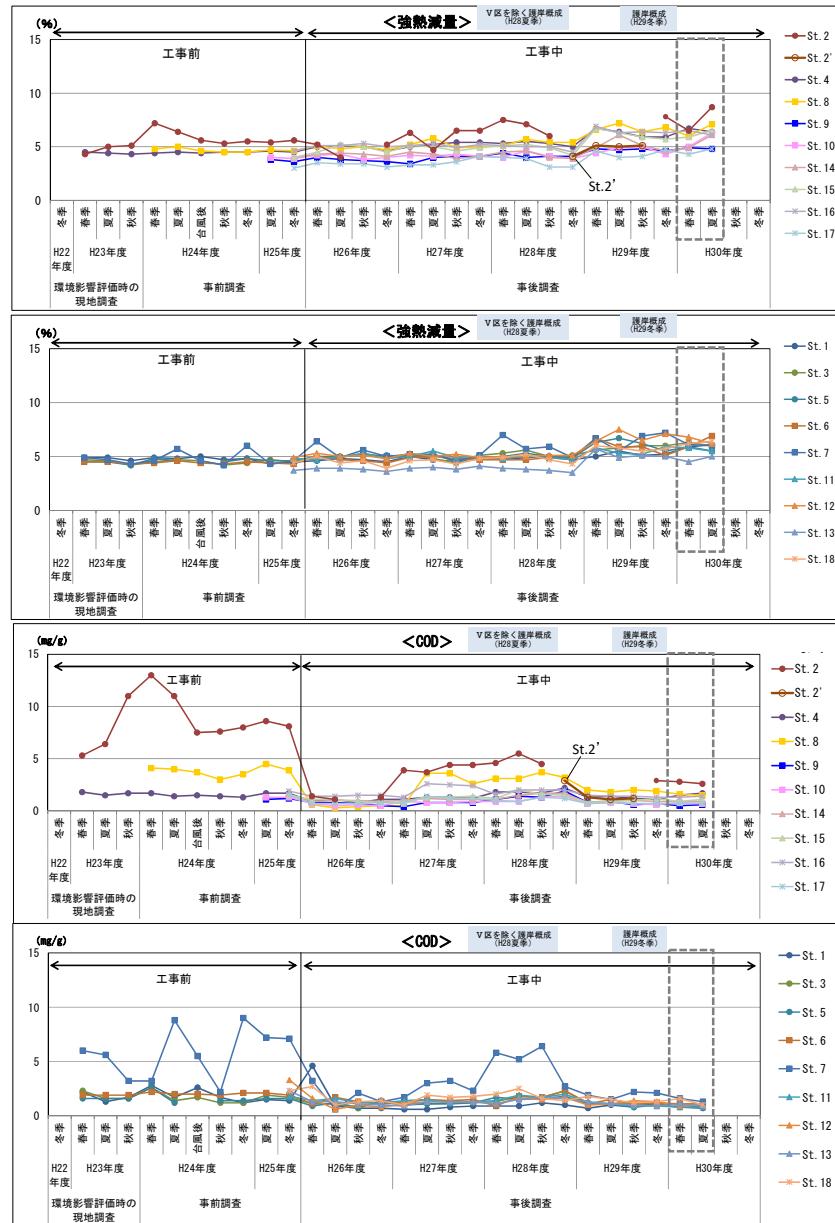
図 31 底質調査地点図



(6) 有機物の堆積

底質の強熱減量及びCODの経年変化を図33に示す。

底質の強熱減量及びCODについては、工事前後、護岸概成前後や海草藻場の被度が低下した時期に大きな変化はみられなかった。



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。

出典: 「第11回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料3」(平成31年2月)

図33 強熱減量とCODの経年変化

(7) 砂面変動

1) 地盤高の変化（海草藻場底質調査結果）

海草藻場底質調査の結果を閉鎖性海域の海草藻場の分布状況と合わせて整理し、海草藻場の分布に適した底質環境について解析した。

海草藻場底質調査は、閉鎖性海域に 50m の格子点を設け、「地盤高 (DL)」、「底質（砂泥、砂、砂礫、礫、岩の 5 区分、（平成 30 年度より砂礫を礫の割合から砂礫（礫少）、砂礫（礫中）、砂礫（礫多）の 3 区分に増やしており、7 区分）」、「層厚（0～20cm 以上）」を記録しており、いずれも海草藻場に影響を与える要因と考えられる。

なお、地盤高は RTK-GPS（リアルタイムキネマティック GPS）を用いた測量調査によって、底質および層厚は目視観察及び底質貫入棒（20cm を上限）による概略調査によって記録されている。

当該調査は平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、平成 30 年 5 月、平成 31 年 2 月に実施された。

海草藻場底質調査と比較する海草藻場（分布調査）結果として、閉鎖性海域の平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、平成 30 年 5 月、平成 31 年 2 月の調査結果を用いた。

[海草の分布の制限要因について]

海草藻場底質調査の結果と海草藻場の分布図を重ね合わせ、海草藻場調査地点（50m 格子点）における海草の有無ならびに被度を整理した。

海草藻場の有無が「地盤高」「底質」「層厚」により影響を受けるか否かについて、一般化線形モデルによる尤度比検定を行った。その結果、海草藻場の有無は「地盤高」「底質」「層厚」の影響を受けることが示唆された（p<0.01）。そこで、地盤高、底質及び層厚と海草藻場の分布状況について、より詳細な情報整理を行った。

注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上（+）1.34mを零位とする。

表 14 解析に用いた変数

目的変数	海草の有無 (平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、 平成 31 年 2 月の全て)
説明変数	地盤高 (平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、 平成 31 年 2 月の全て)
	底質 (平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、 平成 31 年 2 月の全て)
	層厚 (平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、 平成 31 年 2 月の全て)

地盤高と海草藻場の分布との重ね合わせを図 34 に、地盤高ごとの海草藻場の分布状況を図 35 に示す。

海草は、平成 27 年度春季は-0.7～0.5 m、平成 28 年度春季は-0.9～0.5 m、平成 29 年度春季は-0.9～0.7 m、平成 29 年度冬季は-0.6～0.6 m、平成 30 年度春季は-0.7～0.6 m、平成 30 年度冬季は-0.6～0.6 m の範囲に分布した。地盤高ごとに海草が分布した地点数を整理すると、0.4～0.5 m に海草が分布した地点は全体の 4～24% であり、0.5～0.6 m では 0～22% (平成 30 年度春季までは 0～12%)、0.6～0.7 m では 0～4% と比較的低く、分布していない年もあった。よって、安定的に海草藻場が分布する地盤高は、概ね 0.5 m 以下と考えられる。

底質及び層厚と海草藻場の分布との重ね合わせを図 36 に、底質ごとの海草藻場の分布状況を図 37 に、層厚ごとの海草藻場の分布状況を図 38 に示す。

底質について、海草はいずれの調査年においても砂または砂礫 (平成 30 年度は、砂礫 (礫少)、砂礫 (礫中)、砂礫 (礫多)) の地点に分布した。底質ごとに海草が分布した地点数を整理すると、砂の地点に海草が分布した割合は 40～52% と半数近かったが、砂礫の地点では 8～15% (平成 30 年度については、砂礫 (礫少)、砂礫 (礫中)、砂礫 (礫多) の合計) と比較的低かった。よって、安定的に海草が分布する底質は砂であり、砂礫は海草が分布する底質ではあるものの、砂と比較すると不適であると考えられる。ただし、底質は目視観察により得られた概略的な知見であり、より詳細な解析にあたっては、詳細なデータ (代表点の粒度組成等) を収集する必要があると考えられる。

また、層厚ごとに海草が分布した地点数を整理すると、層厚が 20 cm 以上の地点に分布した割合は、21～44% と高く、15～20 cm は 0～29%、10～15 cm は 3～22% と比較的高いものの、年度ごとのばらつきが大きかった。よって、安定的に海草藻場が分布する層厚は 20 cm 以上であると考えられる。

地盤高と底質を海草藻場の分布状況と比較した結果を図 39 に示す。海草の分布が地盤高により制限されている地点と、底質によって制限されている地点、地盤高及び底質によって制限されている地点がみられた。

以上より、今回の結果からみると、当該閉鎖性海域における海草が主に分布する底質環境として、「地盤高 (DL) が 0.5 m 以下」、「底質が砂または砂礫 (特に砂が適する)」且つ「層厚が 20 cm 以上」が考えられる。

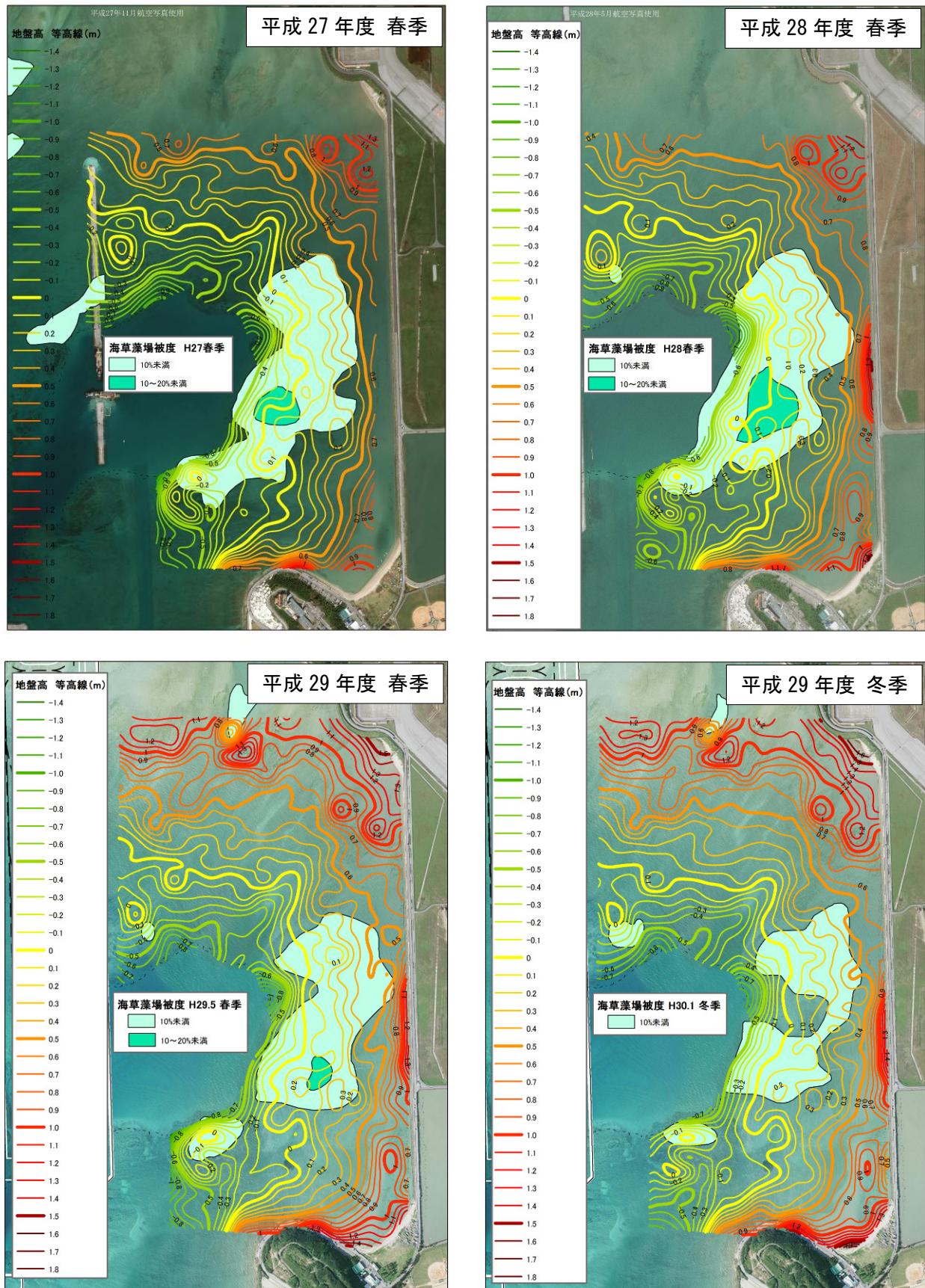


図 34 (1) 地盤高と海草藻場の分布との重ね合わせ

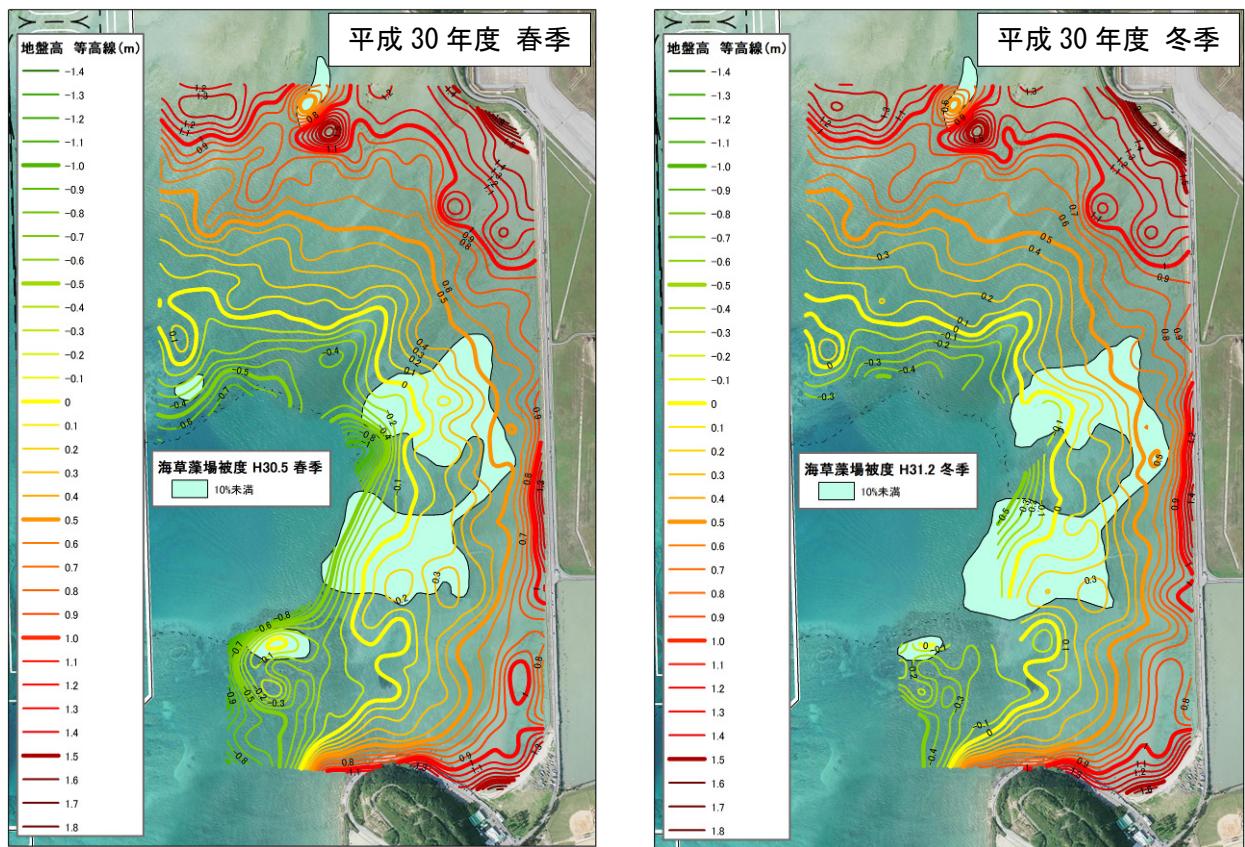


図 34 (2) 地盤高と海草藻場の分布との重ね合わせ

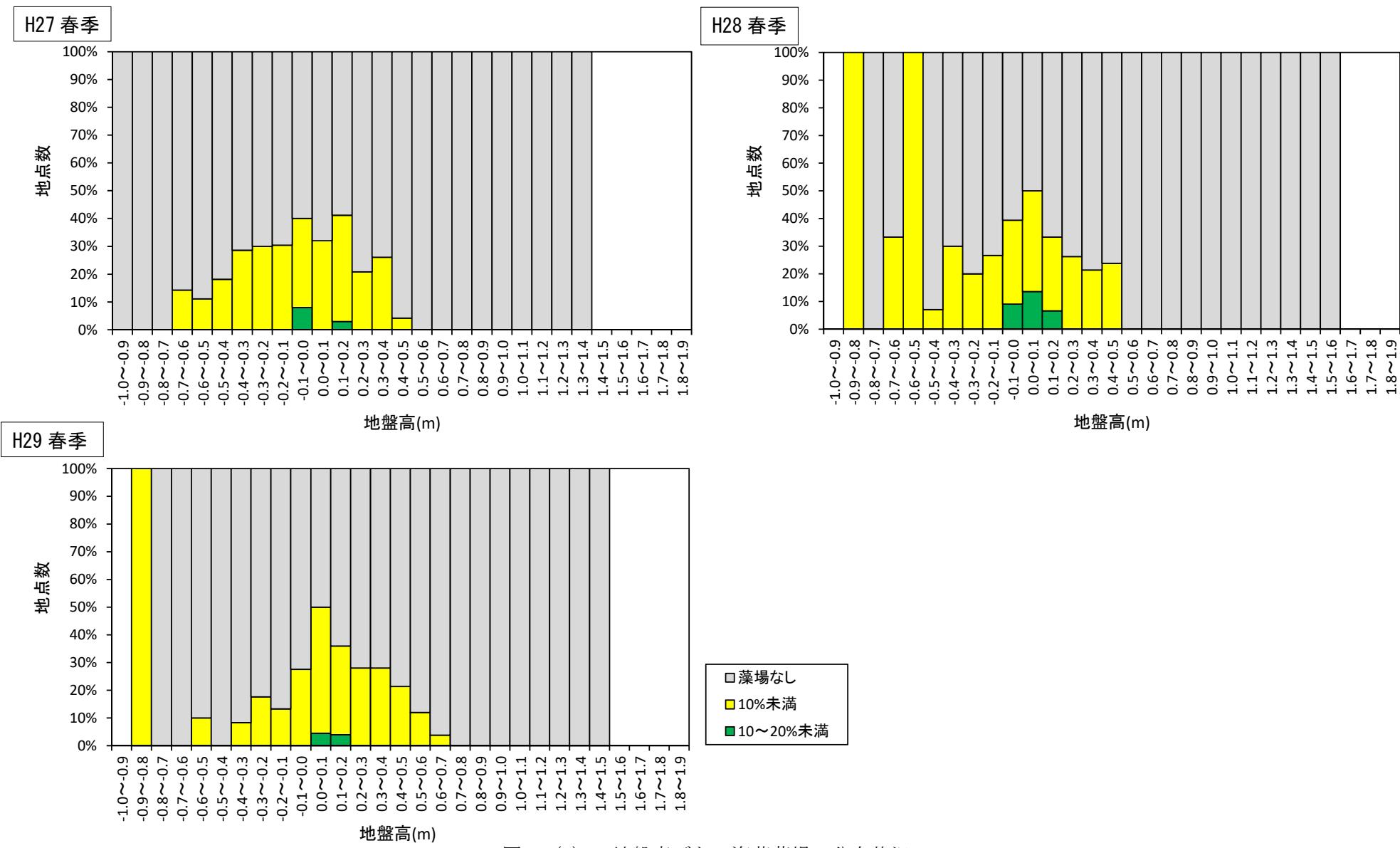
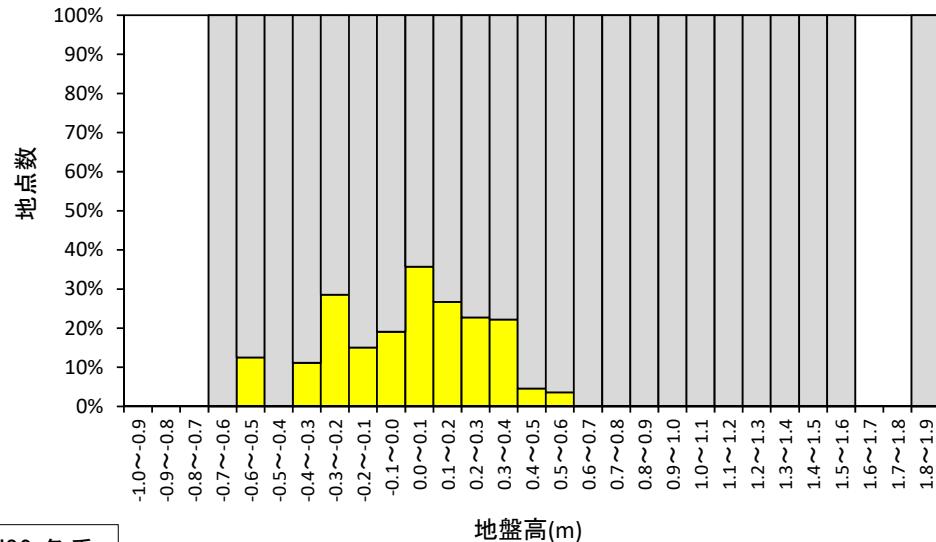
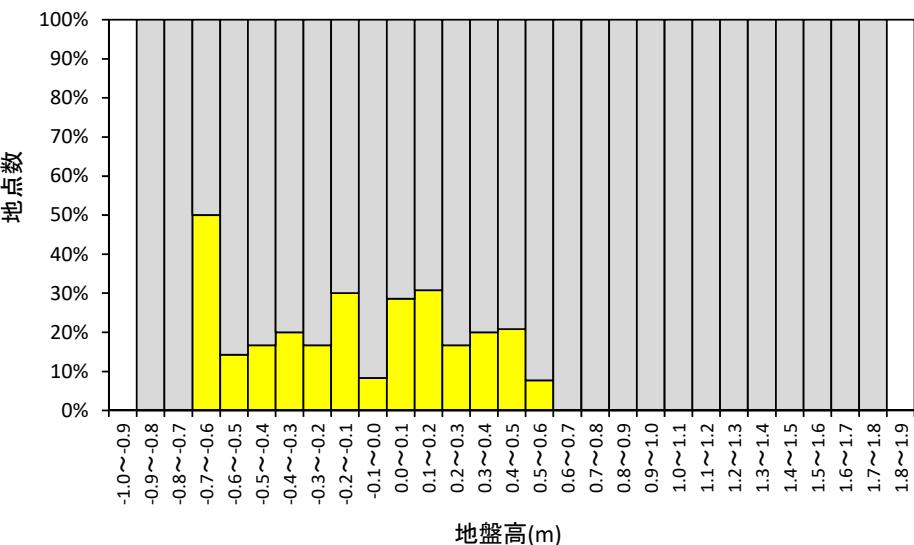


図 35(1) 地盤高ごとの海草藻場の分布状況

H29 冬季



H30 春季



H30 冬季

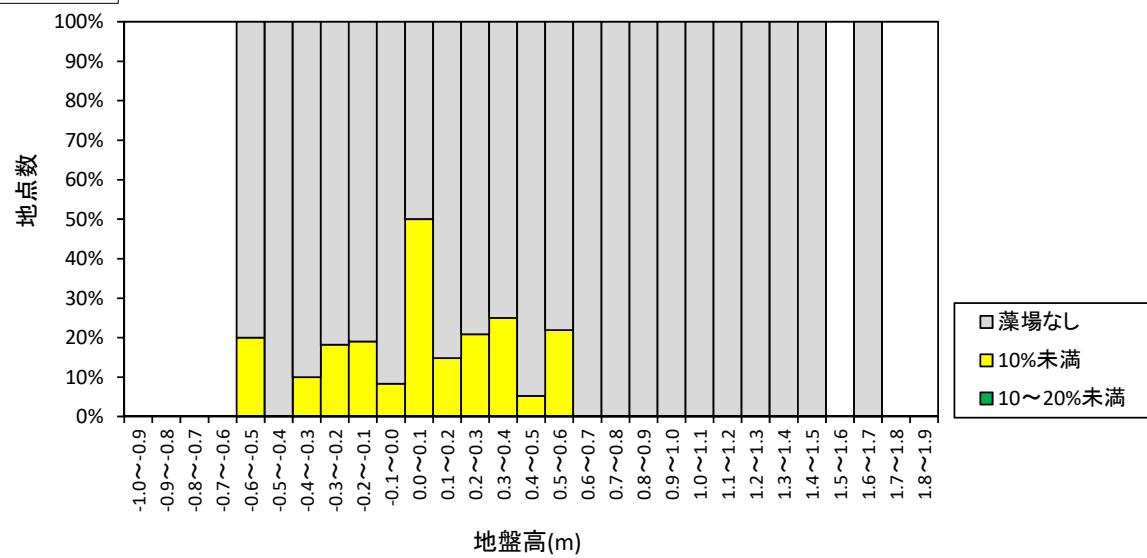


図 35 (2) 地盤高ごとの海草藻場の分布状況

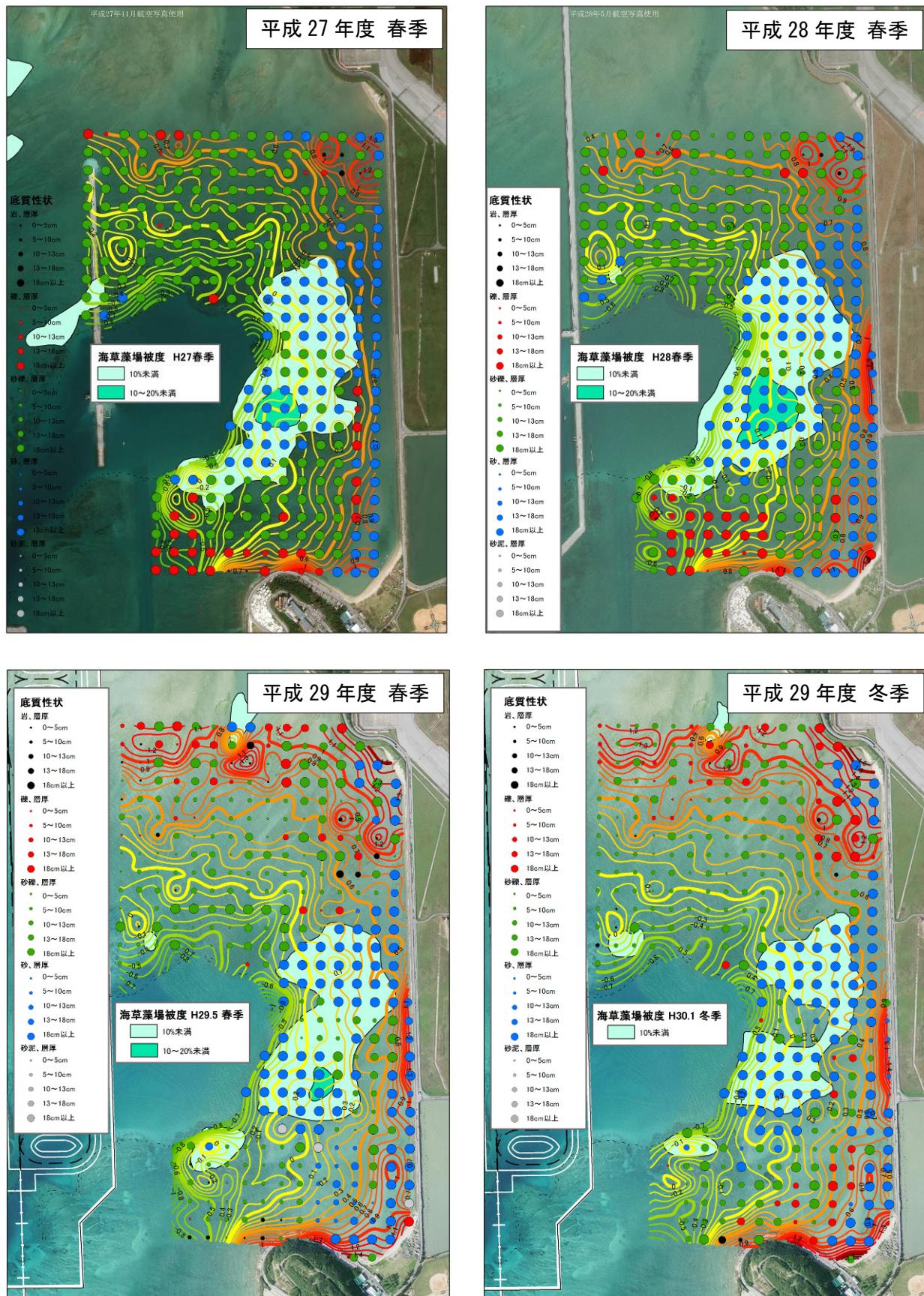


図 36 (1) 底質及び層厚と海草藻場の分布との重ね合わせ

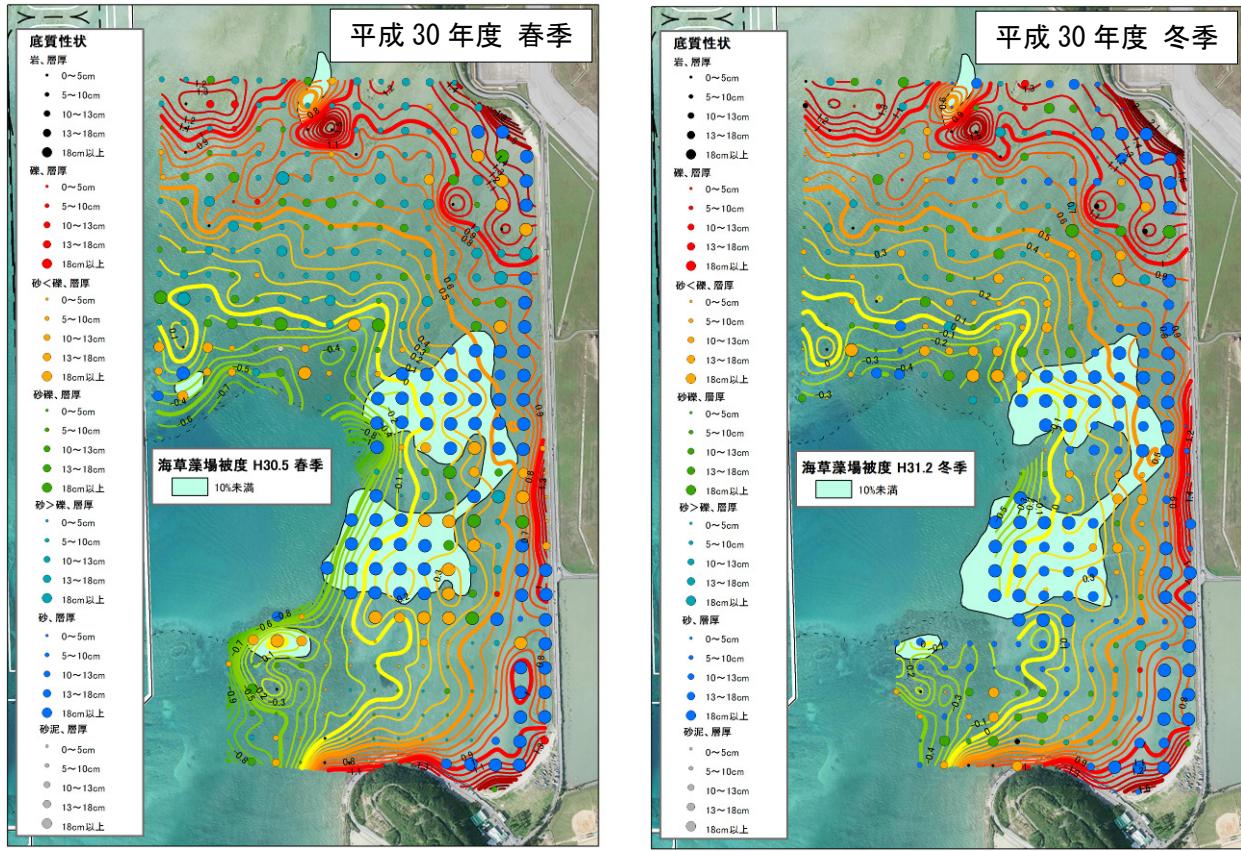


図 36 (2) 底質及び層厚と海草藻場の分布との重ね合わせ

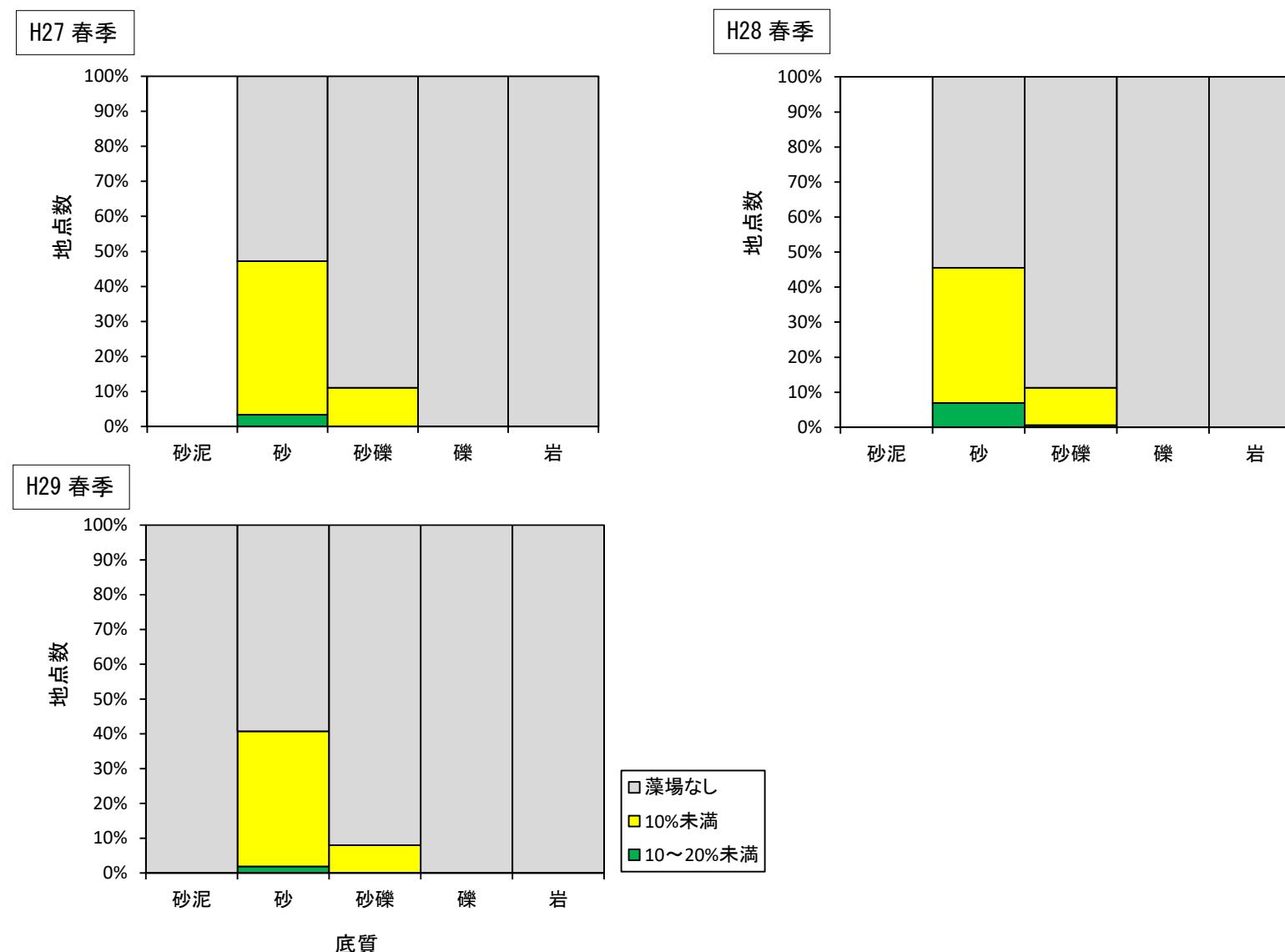
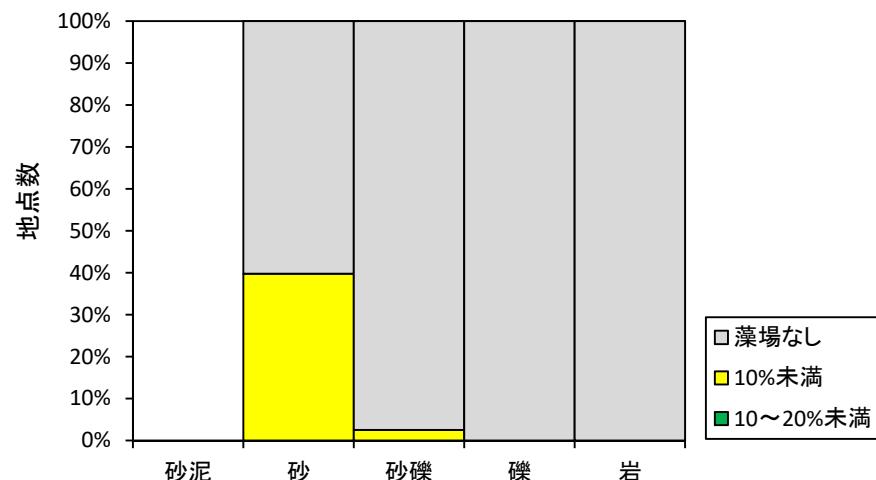
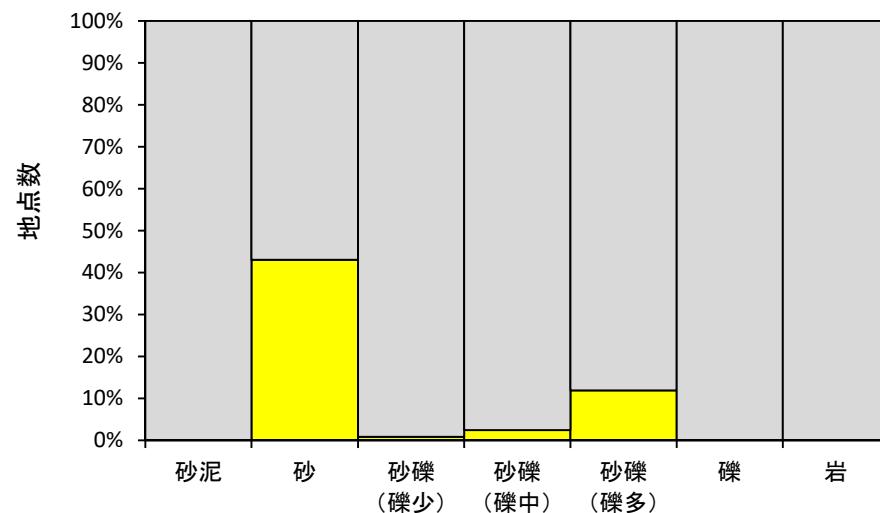


図 37 (1) 底質ごとの海草藻場の分布状況

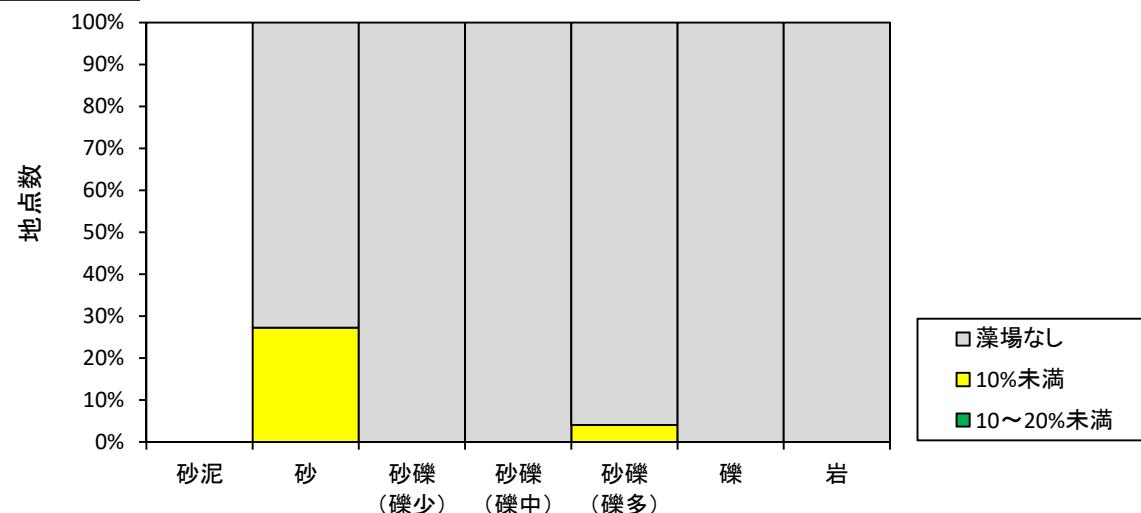
H29 冬季



H30 春季



H30 冬季

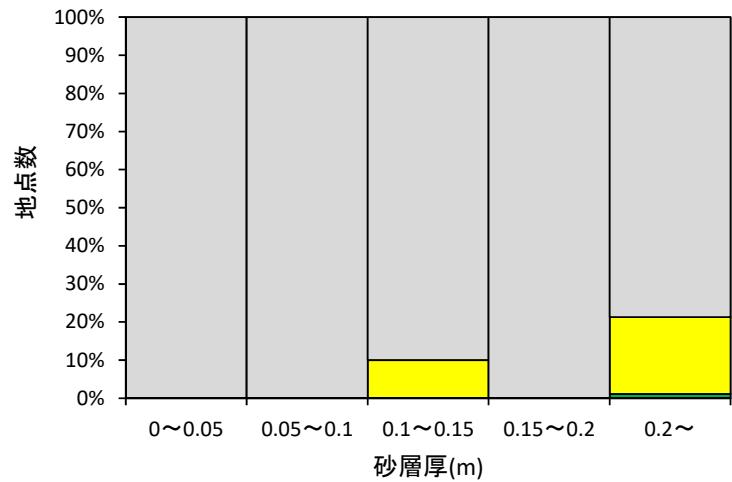


注：平成 30 年度春季以降、「砂礫」を「砂礫(礫少)」「砂礫(礫中)」「砂礫(礫多)」の 3 項目に細分化した。

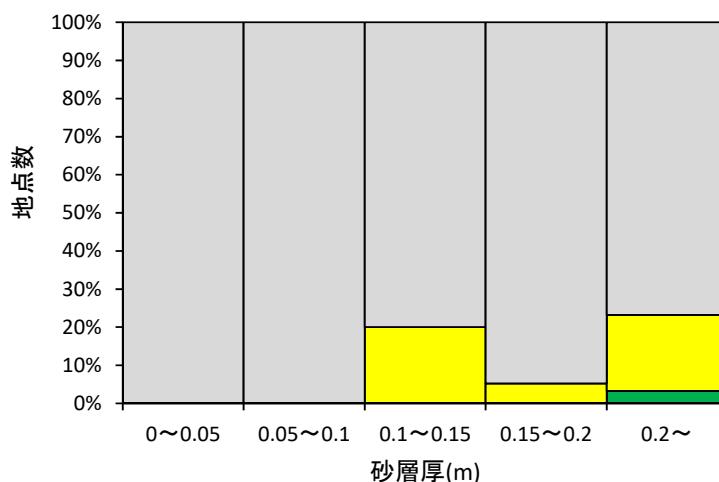
「砂礫(礫少)」は礫の割合が砂より少ないこと、「砂礫(礫中)」礫と砂の割合が同等であること、「砂礫(礫多)」は礫の割合が砂より多いことを示す。

図 37 (2) 底質ごとの海草藻場の分布状況

H27 春季



H28 春季



H29 春季

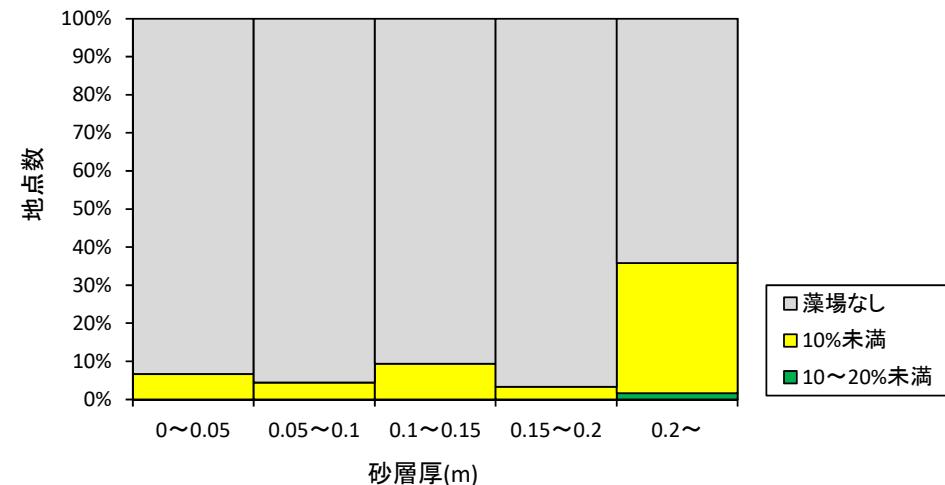
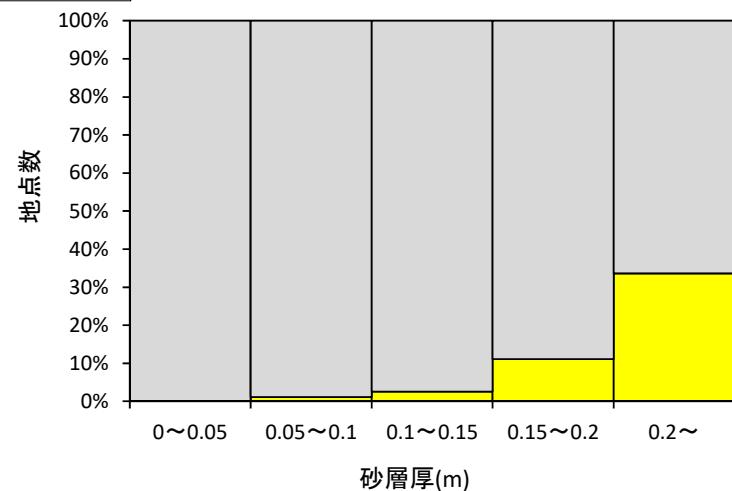
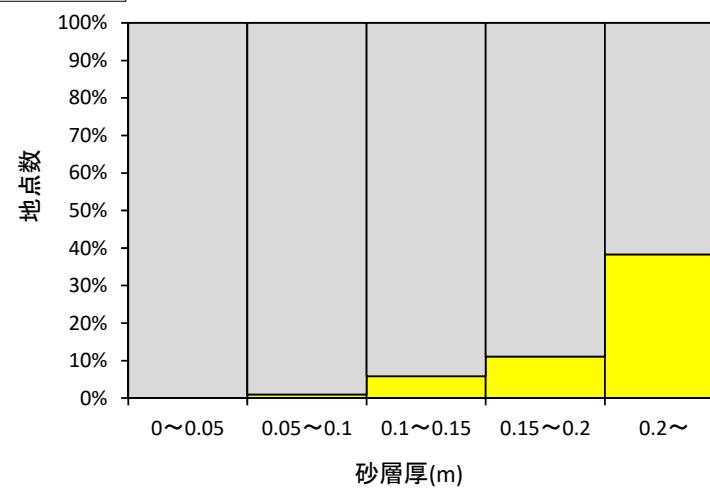


図 38 (1) 層厚ごとの海草藻場の分布状況

H29 冬季



H30 春季



H30 冬季

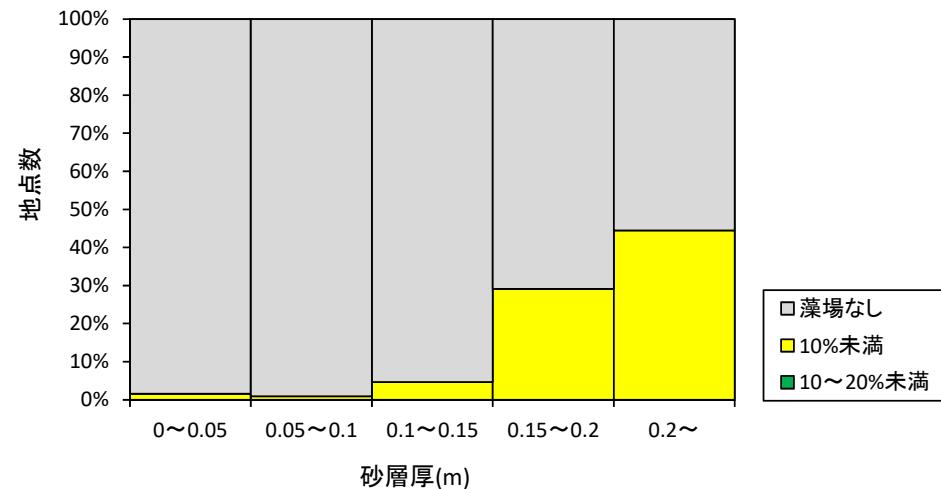


図 38 (2) 層厚ごとの海草藻場の分布状況

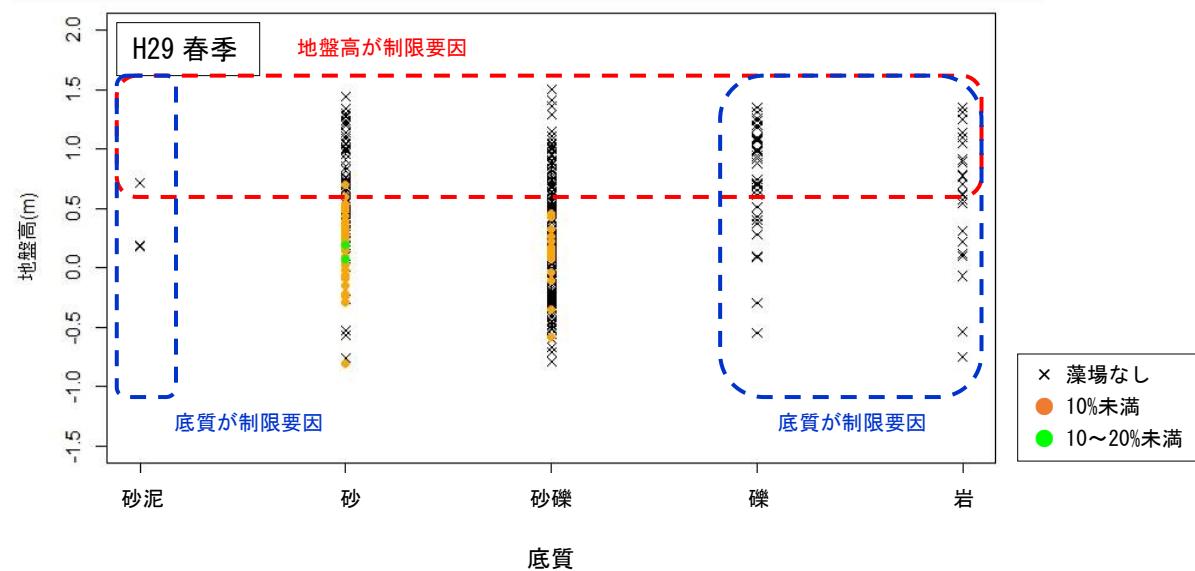
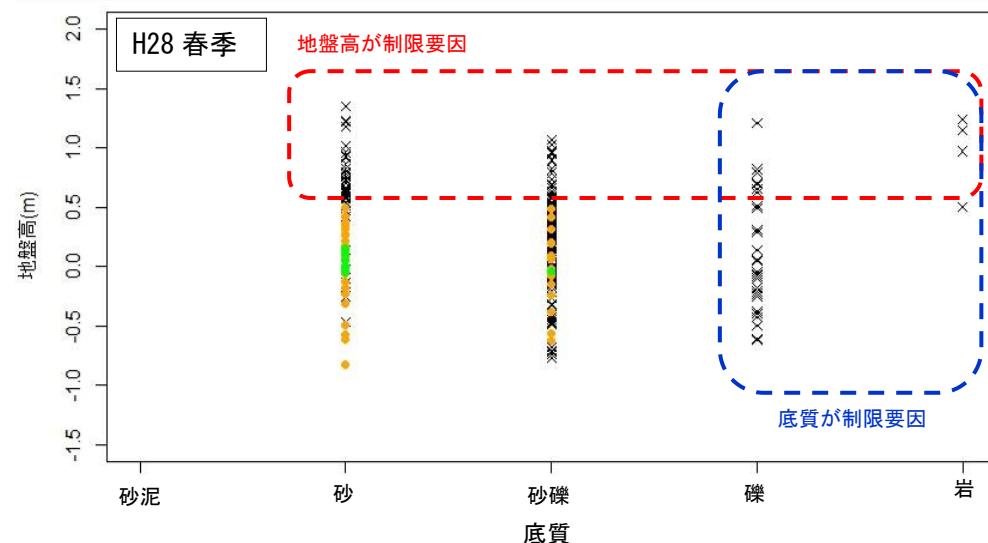
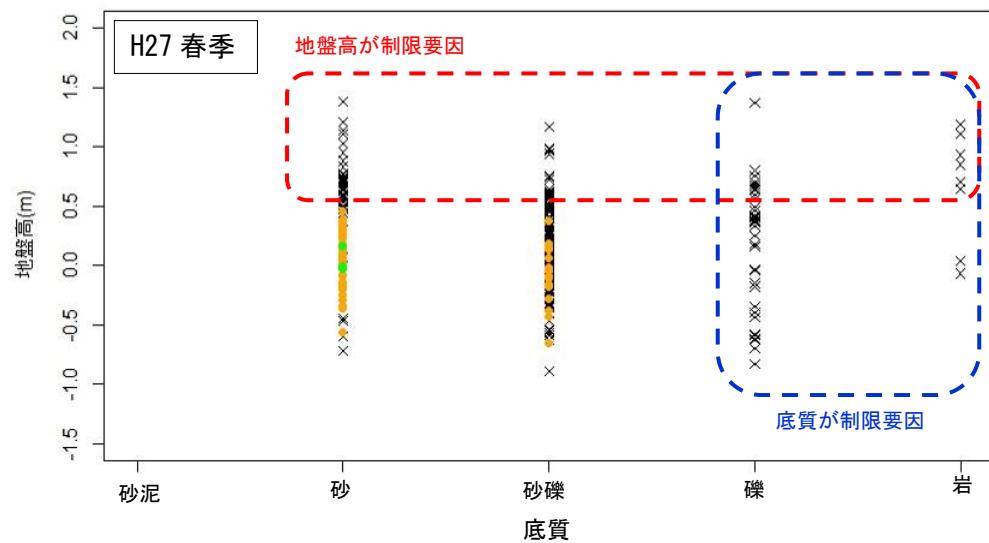


図 39 (1) 地盤高、底質と海草藻場の分布状況

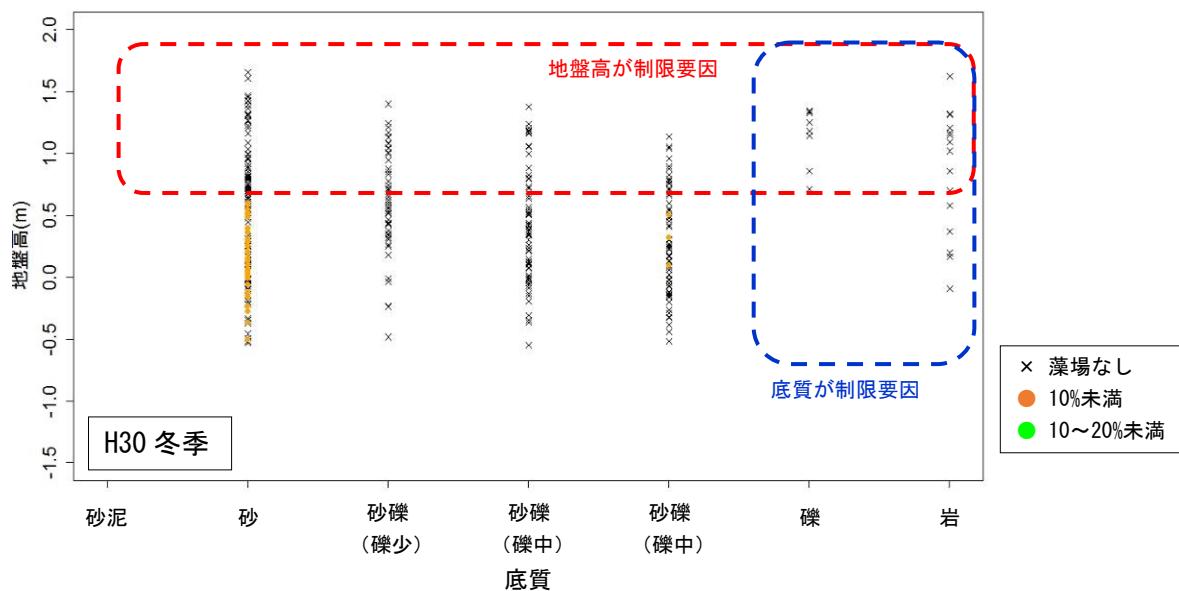
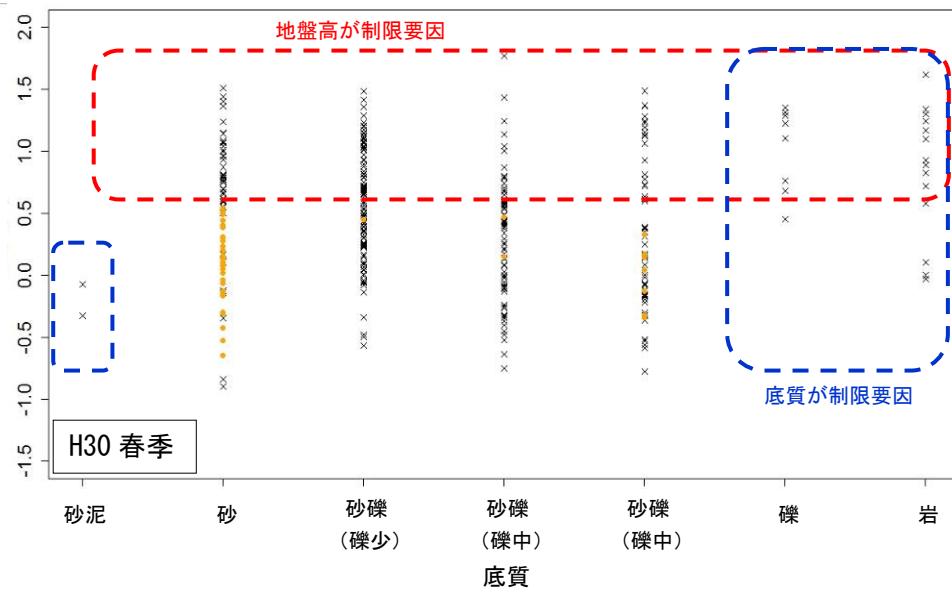
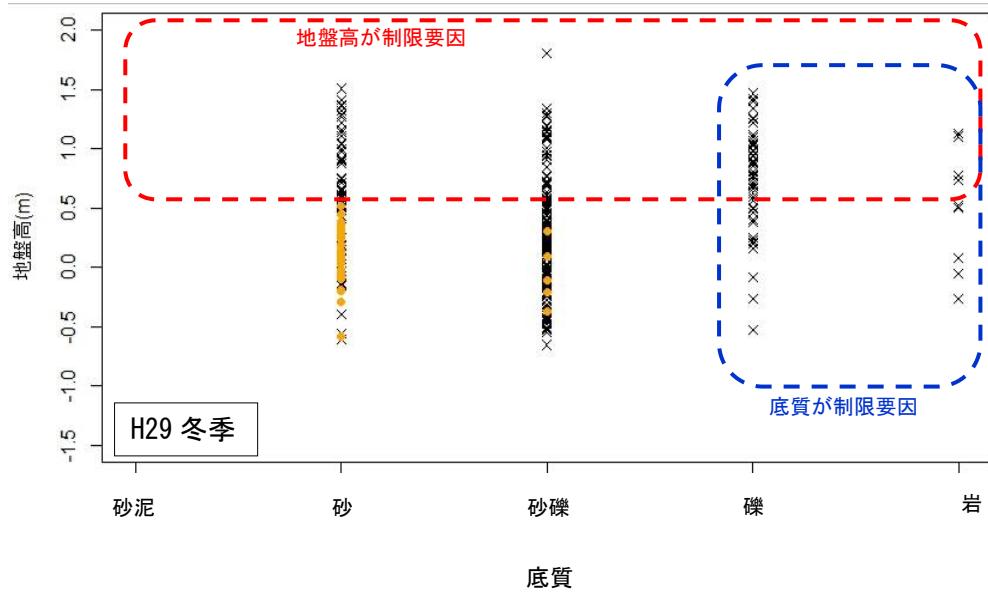


図 39 (2) 地盤高、底質と海草藻場の分布状況

〔地盤高の変化と海草藻場の分布域について〕

平成 27 年 5 月、平成 28 年 5 月、平成 29 年 5 月、平成 30 年 2 月、平成 30 年 5 月、平成 31 年 2 月の海草藻場分布調査結果と海草藻場底質調査結果の重ね合わせを行い、海草藻場底質調査地点における海草藻場の分布状況を表 15 に示す項目に整理した。海草藻場の分布状況の変化と地盤高、平成 31 年 2 月の海草藻場の分布状況を図 40 に、地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況を図 41 に示す。

地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況をみると、一部の地点では、地盤高と海草藻場の変動に関係性がみられた。たとえば、L01-12、L02-9, 10、L10-32, 33 のように地盤高が 0.5 前後の地点や、L07-12、L11-19 のように地盤高の変動が大きい地点では、海草藻場の変動が大きいか海草藻場が減少した。しかし、地盤高の変動が類似した地点であっても、海草藻場の変動が異なる地点が多くみられており、今後底質や層厚の変化とも併せて解析していく。

表 15 海草藻場の分布状況

項目名	分布状況
安定	6 回調査のうち、5 回以上海草藻場が確認された地点
増加	平成 29 年度以降に海草藻場が継続して確認された地点
不安定	6 回調査のうち、2~4 回海草藻場が確認された地点
減少	平成 27、28 年いずれかのみ確認された地点、平成 29 年度以降または平成 30 年度に海草藻場が確認されなくなった地点
H29. 5 以降未調査	平成 29 年度春季以降調査を行っていない地点

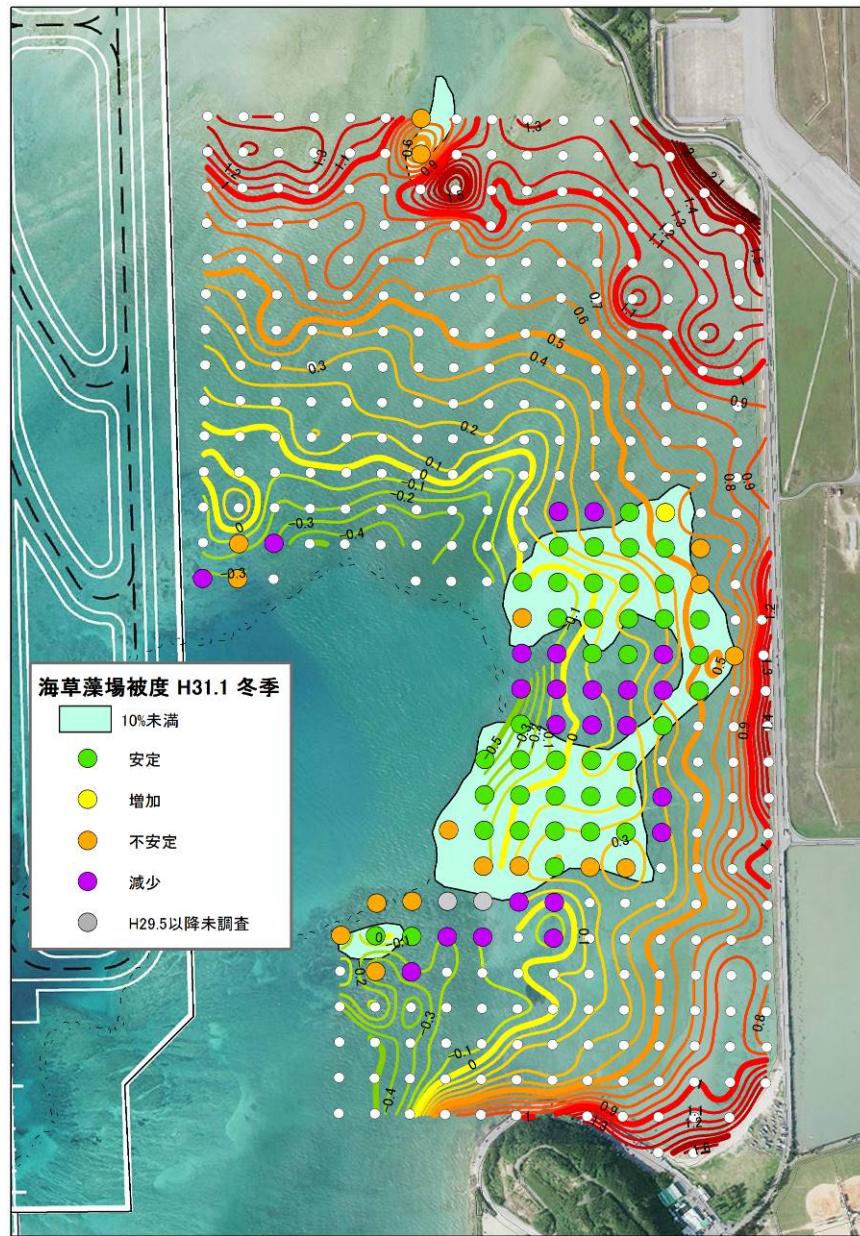


図 40 (1) 海草藻場の分布状況の変化と地盤高調査地点 (全域)

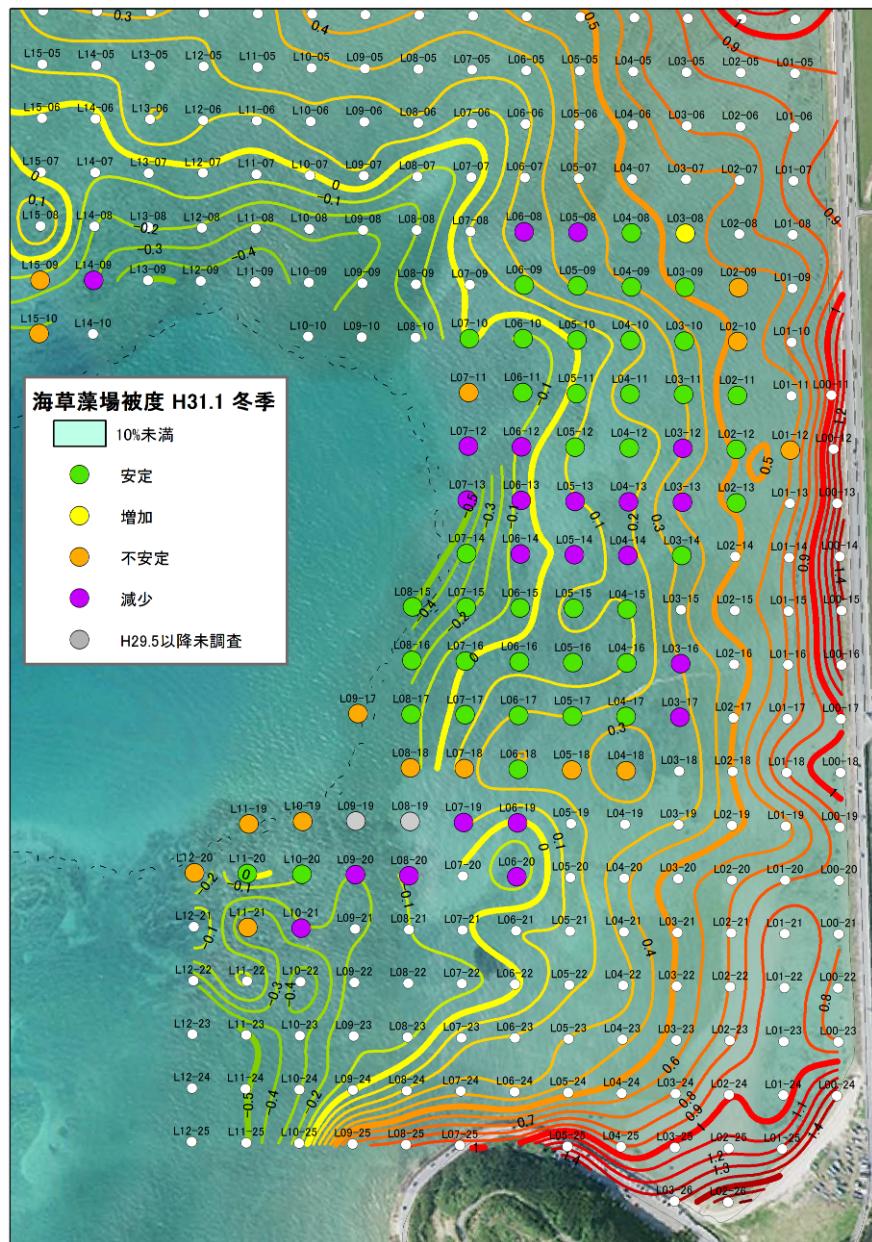


図 40 (2) 海草藻場の分布状況の変化と地盤高調査地点 (南側拡大)

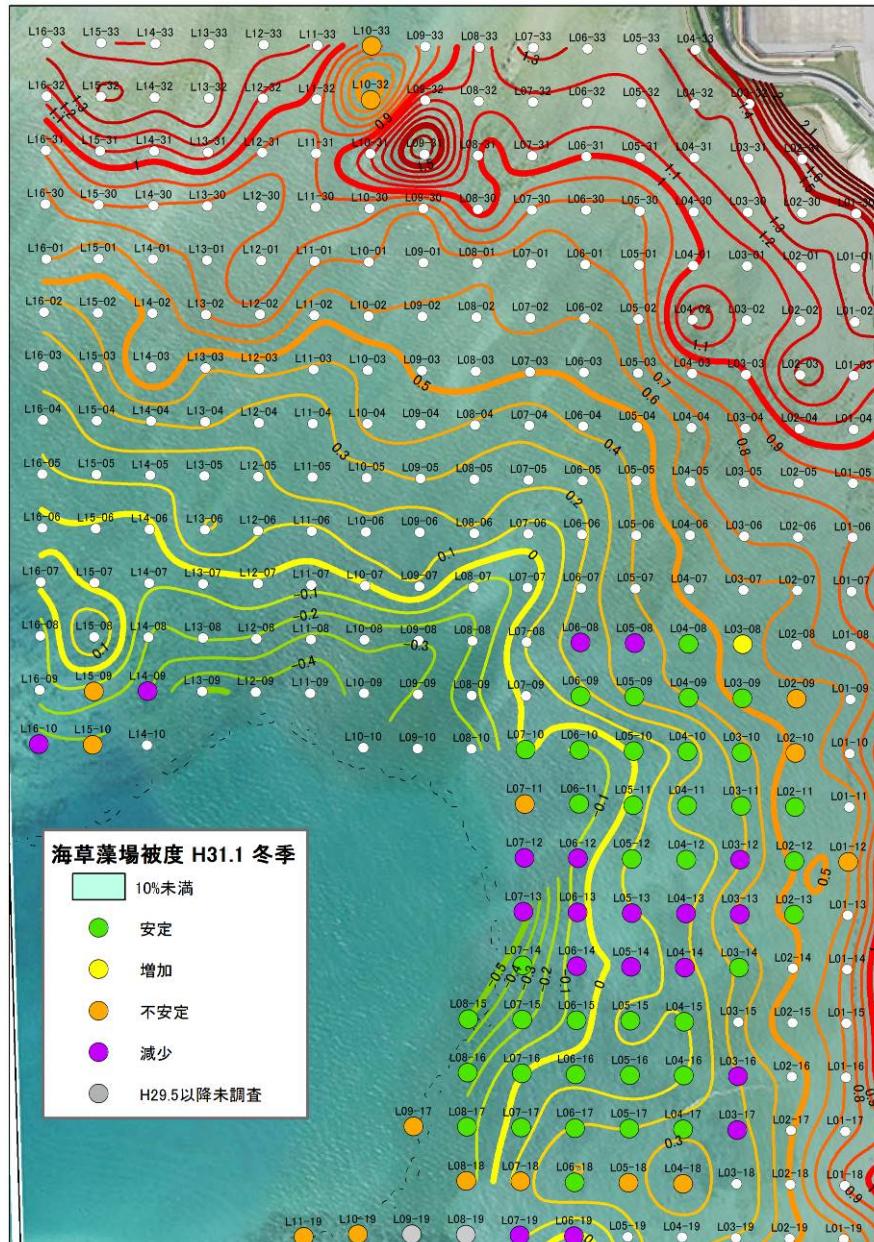
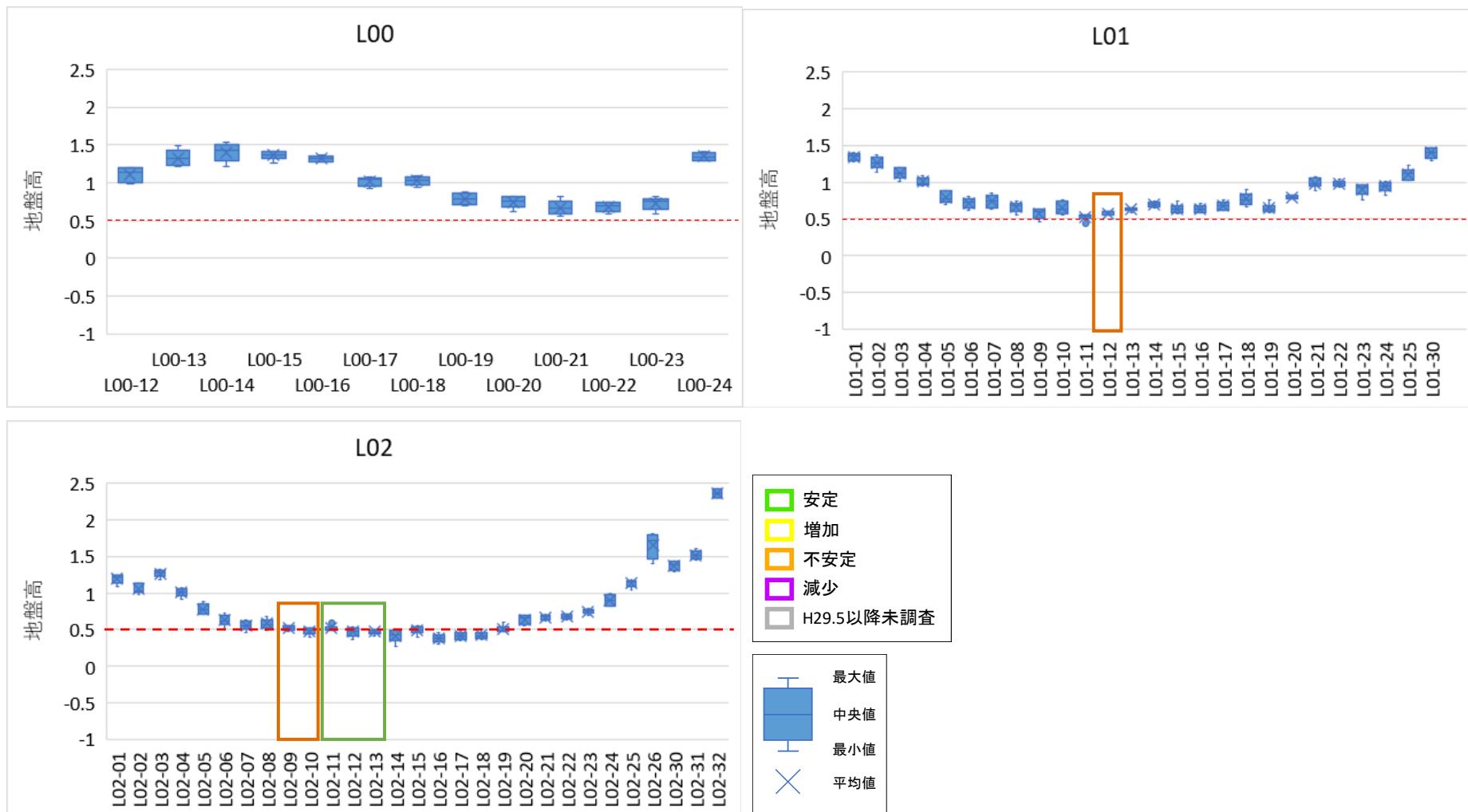
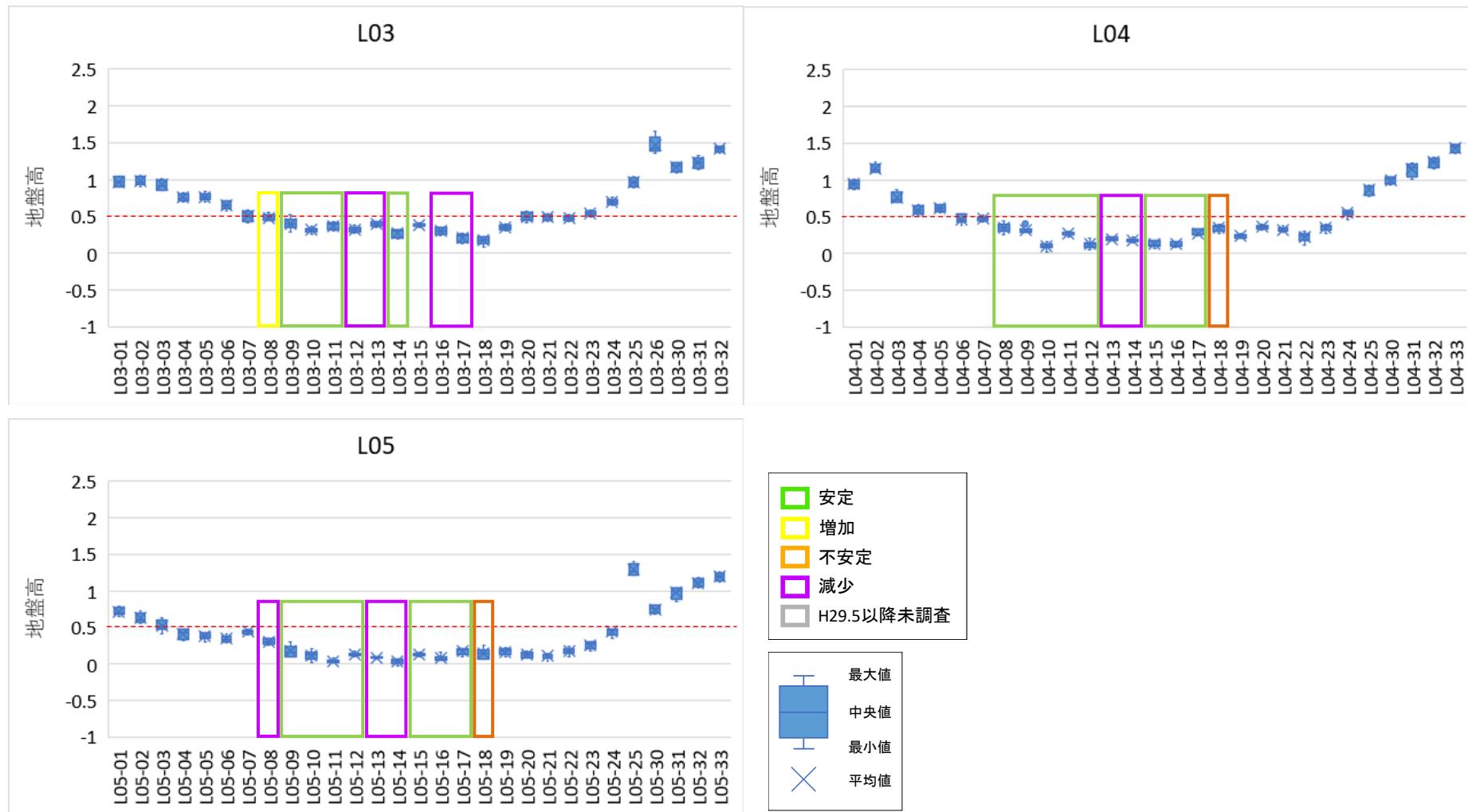


図 40 (3) 海草藻場の分布状況の変化と地盤高調査地点 (北側拡大)



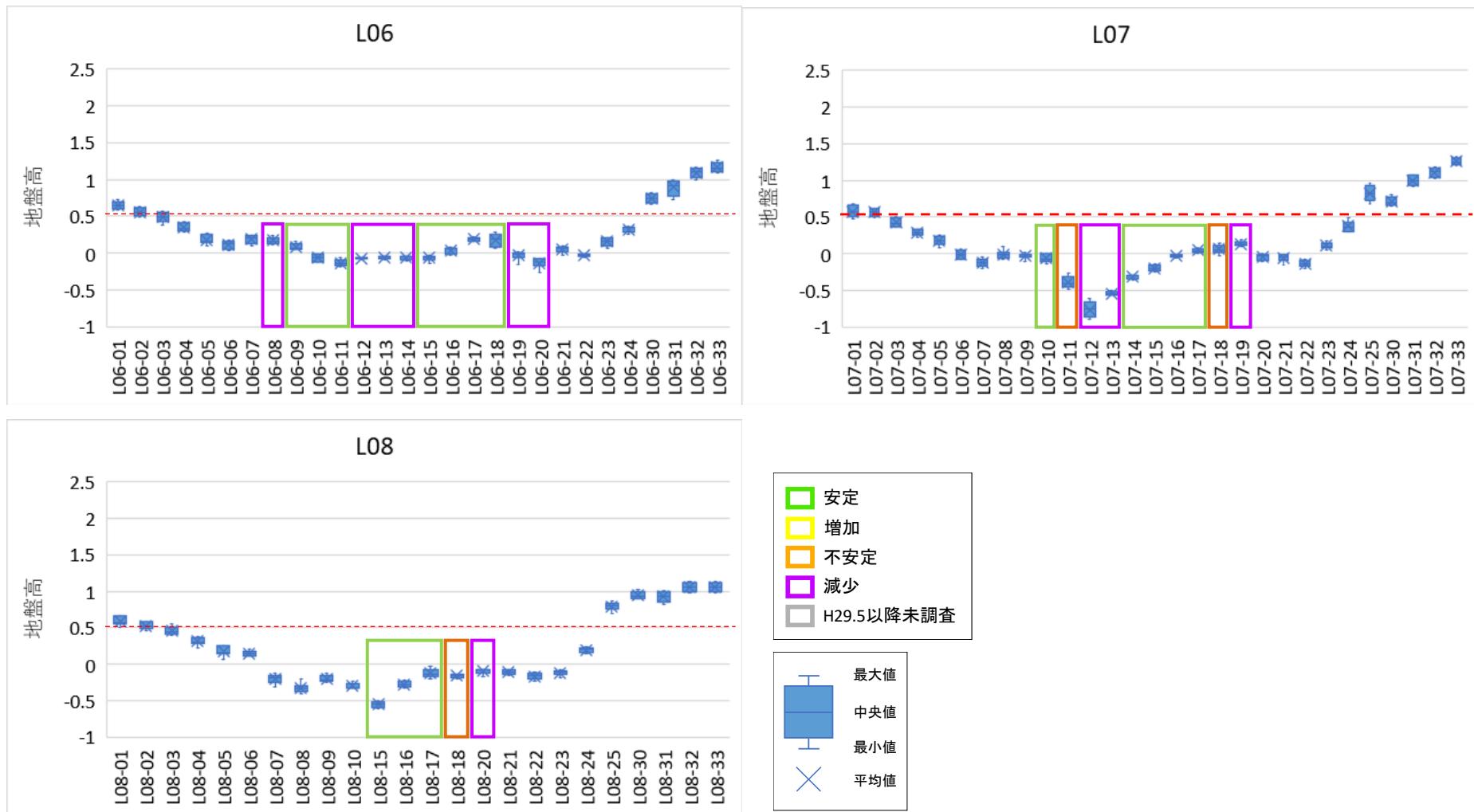
注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上 (+) 1.34mを零位とする。

図 41 (1) 地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況



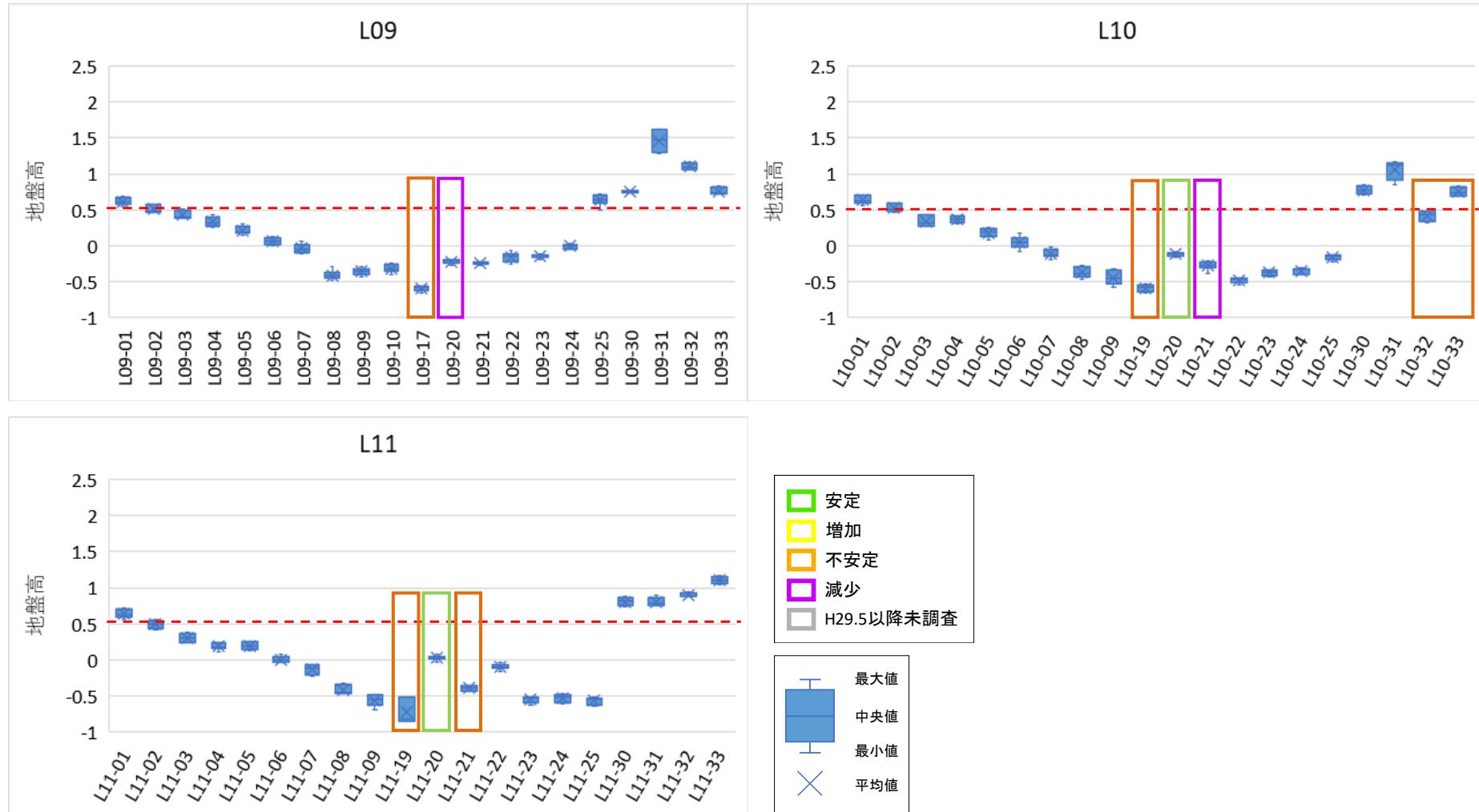
注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上 (+) 1.34mを零位とする。

図 41 (2) 地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況



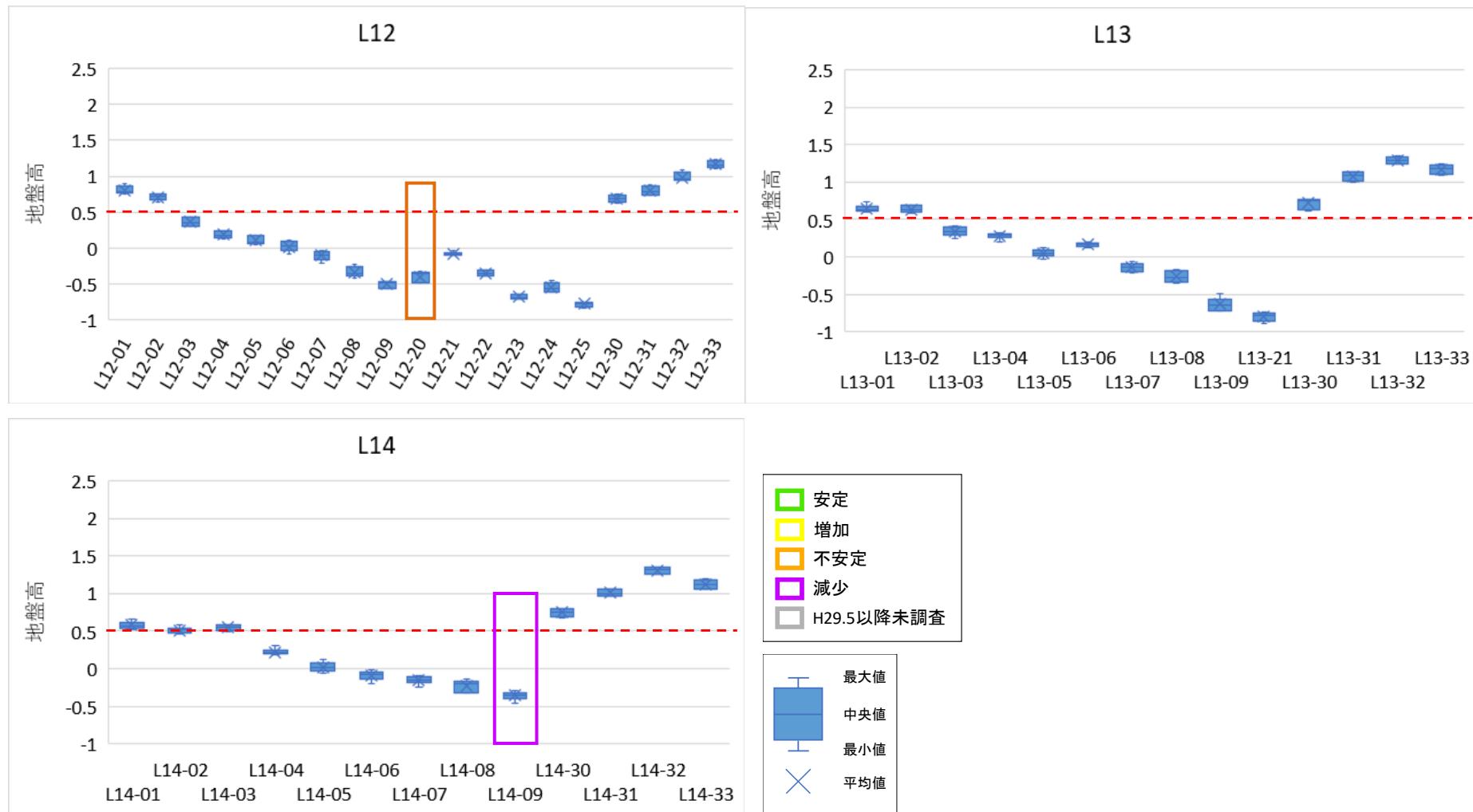
注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上 (+) 1.34mを零位とする。

図 41 (3) 地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況



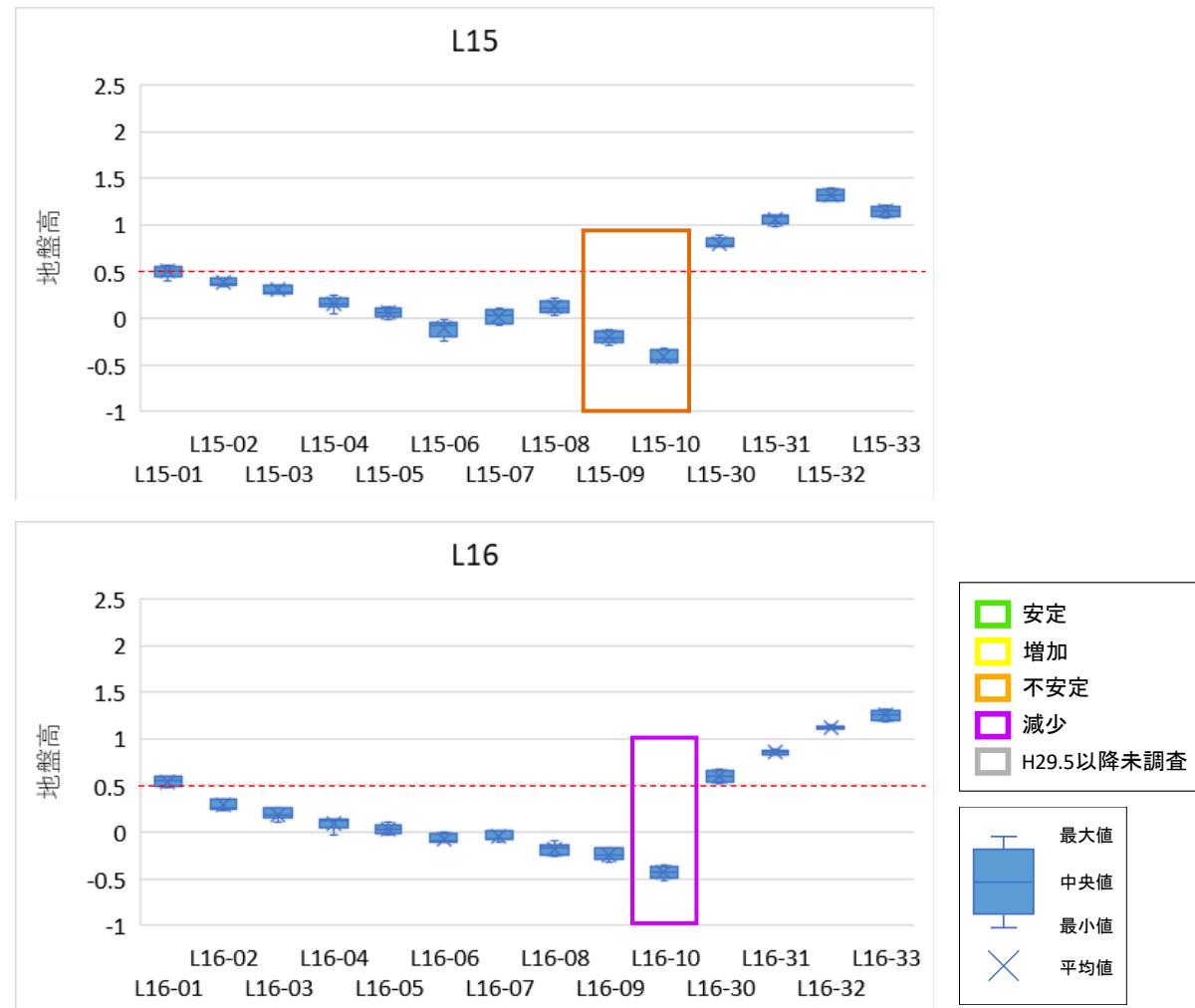
注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上 (+) 1.34mを零位とする。

図 41 (4) 地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況



注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上 (+) 1.34mを零位とする。

図 41 (5) 地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況



注：地盤高の基準面は、那覇港験潮所基準面上 (+) 1.34mを零位とする。

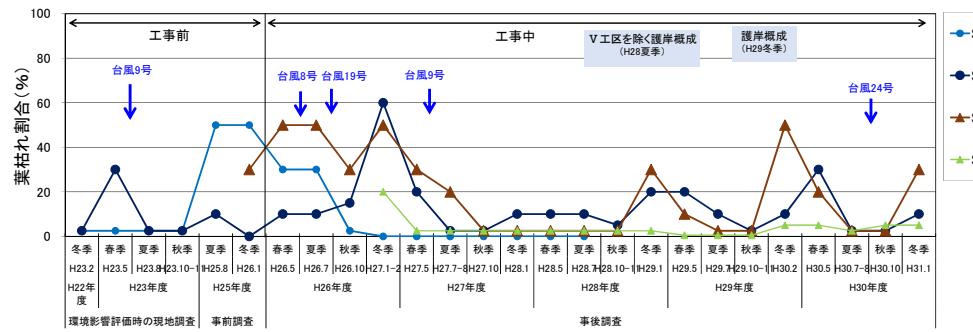
図 41 (6) 地盤高の変動と地点ごとの海草藻場の分布状況

(8) 海草藻類（定点）調査の葉枯れ割合の変化

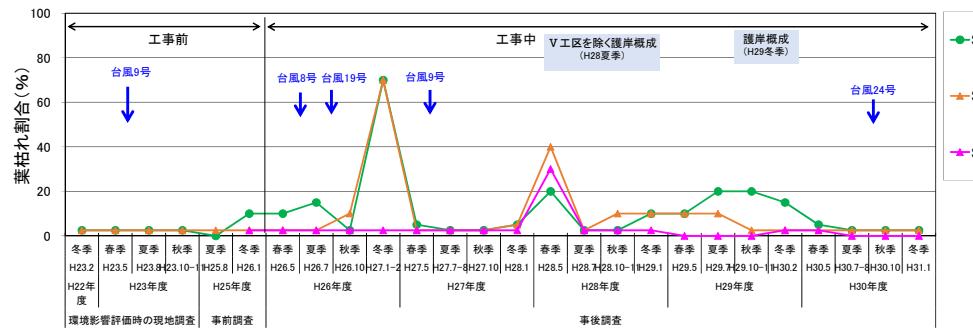
事業実施区域（定点調査地点）における葉上の葉枯れ割合を図42に示す。

葉枯れについては、改変区域西側では、平成26, 28, 29年度冬季に、閉鎖性海域では、平成26年度冬季、平成28年度春季に多く確認されている。平成26, 27年度は、調査月の平均気温が低い傾向にあり、冬季風浪の影響を大きく受けた可能性があると考えられる。

【改変区域西側海域】



【閉鎖性海域】



注：1. 「葉枯れ割合」は、コドラー（5m×5m）内の海草の葉に占める葉枯れしている割合を示す。
2. 台風は那覇気象台で最大瞬間風速40m/s以上が記録されたものを示す。

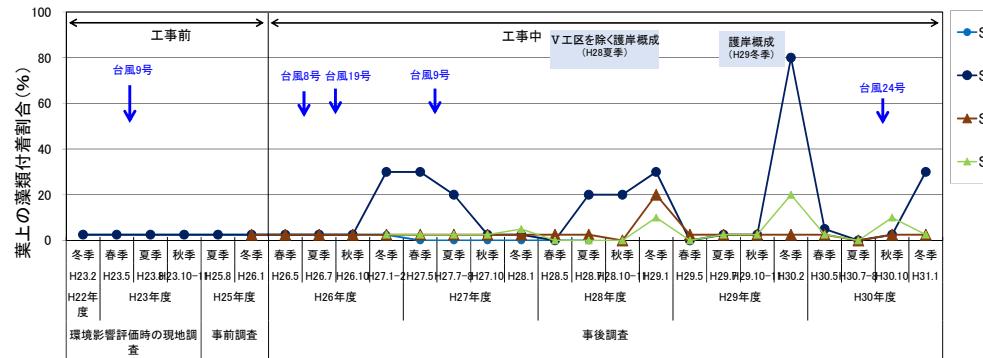
図42 事業実施区域（定点調査地点）における葉枯れ割合

(9) 海草藻類（定点）調査の付着藻類の変化

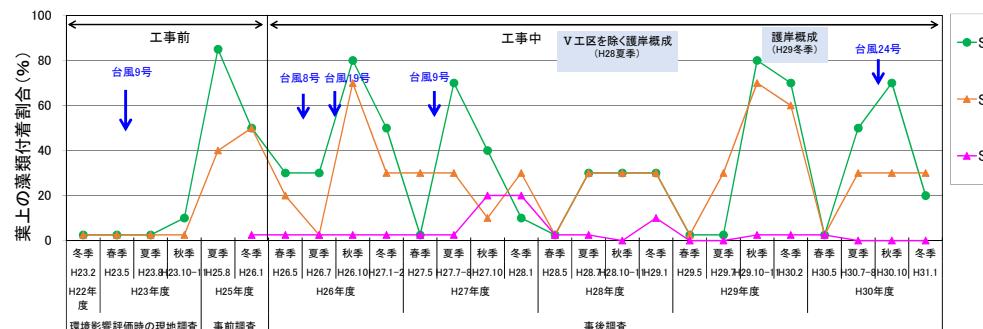
事業実施区域（定点調査地点）における葉上の藻類付着状況を図43に示す。

葉上の藻類付着割合については、多くの地点で断続的に確認されており、閉鎖性海域では、夏季に高い傾向がみられた。

【改変区域西側海域】



【閉鎖性海域】



- 注：1. 「葉上の藻類付着割合」は、コドラー (5m×5m) 内の海草の葉に占める藻類が付着している割合を示す。
2. 台風は那覇気象台で最大瞬間風速 40m/s 以上が記録されたものを示す。

図 43 事業実施区域（定点調査地点）における葉上の藻類付着状況

(10) 海草藻類（定点）調査の浮泥の堆積及び砂面変動

事業実施区域（定点調査地点）における浮泥の堆積状況を図 44 に、砂面の経年変化を図 45 に示す。

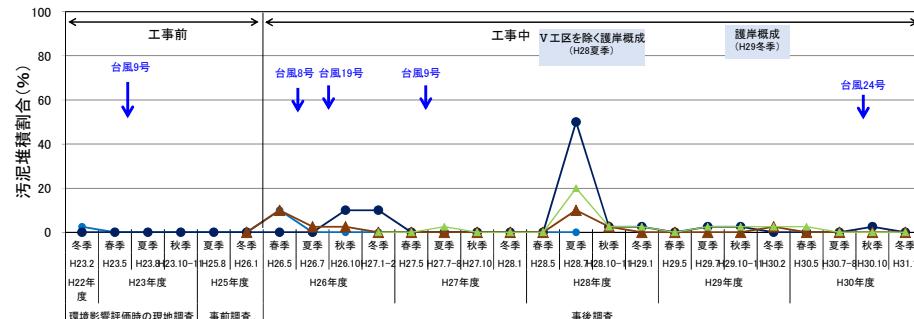
浮泥の堆積状況について、改変区域西側海域では、平成 28 年度に高く、閉鎖性海域の St. S3, S4 では、工事前に確認されていたが、平成 26, 27 年度はあまり確認されず、平成 28 年度春季・夏季に確認されていた。平成 29 年度以降は、改変区域西側海域及び閉鎖性海域のいずれの地点においても浮泥の堆積はほとんど確認されなかった。

砂面変動については、St. S3 で平成 28 年度秋季以降減少傾向がみられており、St. S5 で平成 29 年度春季以降増加傾向が若干みられていた。

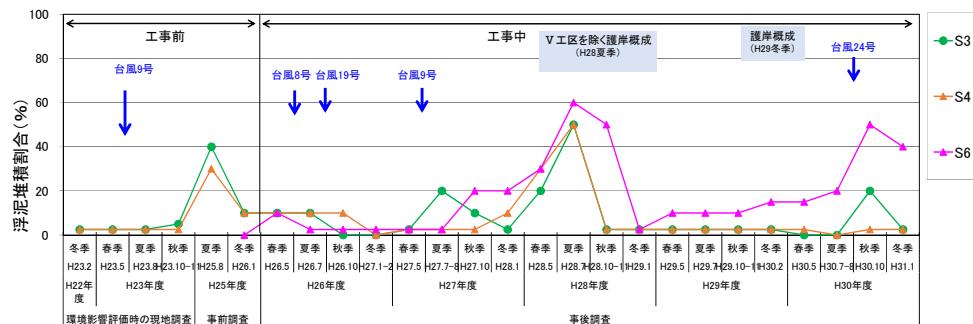
上記のような浮泥の堆積や砂面変動の増減傾向について、土砂による水の濁り（水質）の監視基準の超過位置及び時期との関連はみられなかった。また、土砂による水の濁り（底質）について、St. S3, S4 周辺では、平成 27 年 9 月 3 日～平成 28 年 2 月 24 日まで監視基準を超過した地点が複数みられ、St. 5 周辺では、平成 27 年 1 月 24 日、同年 10 月 27 日に監視基準の超過が確認されたが、これらの超過位置及び時期との関連もみられなかった。

以上のことから、浮泥の堆積や砂面変動の増減傾向は工事による土砂の大きな影響はないと考えられる。

【改変区域西側海域】



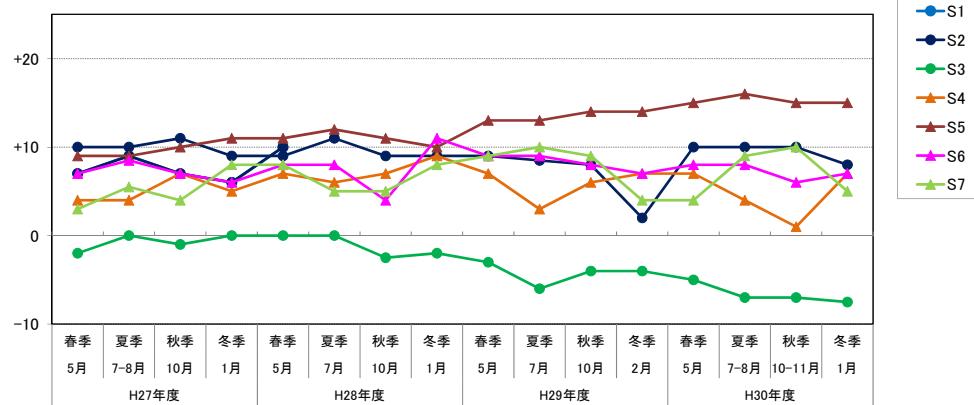
【閉鎖性海域】



注：1. 「浮泥堆積割合」は、コドラー (5m×5m) 内の浮泥が堆積している割合を示す。

2. 台風は那覇気象台で最大瞬間風速 40m/s 以上が記録されたものを示す。

図 44 事業実施区域（定点調査地点）における浮泥の堆積状況



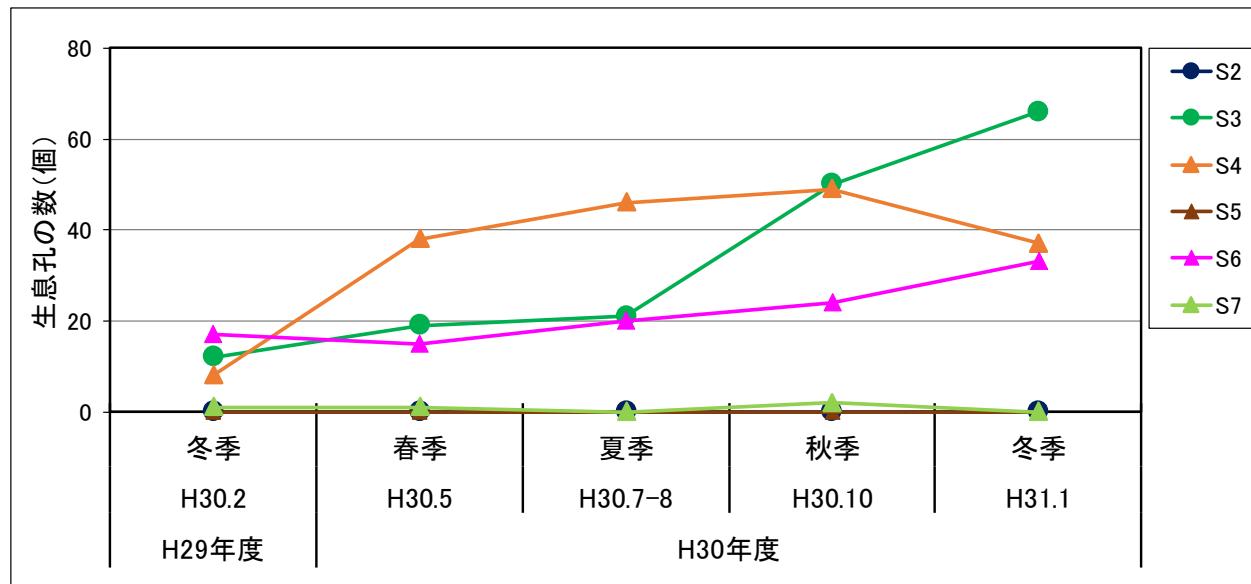
注：各地点に杭を設置し、堆積厚を計測、値は設置時からの増減を示す。

図 45 事業実施区域（定点調査地点）における砂面変動の経年変化

(11) 海草藻類（定点）調査における埋在生物生息孔の数

事業実施区域（定点調査地点）における生物生息孔の数を図 46 に示す。

埋在生物の生息孔の数については、改変区域西側及び閉鎖性海域の定点で平成 29 年度冬季から調査を実施しており、改変区域西側と比較すると閉鎖性海域の方が多い結果となっている。



注：1. 平成 29 年 5 月以降被度区分を変更した。

平成 29 年 1 月以前：生育被度 10%未満, 10-50%未満, 50%以上

平成 29 年 5 月以降：生育被度 10%未満, 10-30%未満, 30-50%未満, 50%以上

注：2. 平成 27 年 1 月に、S1 の藻場が流出したため、その近傍域に S7 を新たに設置し、平成 27 年 1 月以降、調査を行った。

図 46 埋在生物生息孔の数

(12) 海草藻類（定点）調査における海草藻場構成種の変化について

【閉鎖性海域】

地点	No.	和名	工事前						工事中																			
			環境影響評価時の現地調査				事前調査		事後調査																			
			H22		H23		H25		H26				H27				H28				H29				H30			
			冬季	春季	夏季	秋季	夏季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
St. S3	1	リュウキュウスガモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	ウミヒルモ	○	○	○	○							○								○	○	○	○	○	○	○	○
	3	オオウミヒルモ					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○								
	4	コアマモ																			○	○	○	○				
	5	ウミジグサ					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	6	マツバウミジグサ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	7	ベニアマモ																										
	8	リュウキュウアマモ							○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	9	ホウバアマモ							○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○								
St. S3		藻場構成種数	3	3	3	3	4	4	4	4	6	6	7	6	6	5	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3
St. S4	1	リュウキュウスガモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	ウミヒルモ	○	○	○	○																						
	3	オオウミヒルモ																										
	4	コアマモ																										
	5	ウミジグサ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	6	マツバウミジグサ	○	○	○	○																						
	7	ベニアマモ					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	8	リュウキュウアマモ					○	○	○	○	○	○																
	9	ホウバアマモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
St. S4		藻場構成種数	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4
St. S6	1	リュウキュウスガモ	○	○	○	○		○						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	ウミヒルモ	○	○	○	○								○														
	3	オオウミヒルモ	○	○	○	○								○	○	○	○	○										
	4	コアマモ																										
	5	ウミジグサ	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○								
	6	マツバウミジグサ	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○									
	7	ベニアマモ																										
	8	リュウキュウアマモ	○	○	○	○																						
	9	ホウバアマモ	○	○																								
St. S6		藻場構成種数	7	7	6	6	0	2	2	2	2	3	3	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

【改変区域西側】

地点	No.	和名	工事前						工事中															
			環境影響評価時の現地調査				事前調査		事後調査															
			H22		H23		H25		H26				H27				H28				H29			
			冬季	春季	夏季	秋季	夏季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
St. S2	1	リュウキュウスガモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	ウミヒルモ	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	オオウミヒルモ							○															
	4	コアマモ																						
	5	ウミジグサ	○	○	○																			
	6	マツバウミジグサ	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	7	ヘニアマモ																						
	8	リュウキュウアマモ																						
	9	ボウバアマモ																						
St. S2 藻場構成種数			4	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
St. S5	1	リュウキュウスガモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	ウミヒルモ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	オオウミヒルモ	○		○																			
	4	コアマモ																						
	5	ウミジグサ	○	○			○	○	○	○														
	6	マツバウミジグサ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	7	ヘニアマモ	○	○	○	○					○													
	8	リュウキュウアマモ																						
	9	ボウバアマモ																						
St. S5 藻場構成種数			5	5	6	4	0	4	4	4	4	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
St. S7	1	リュウキュウスガモ										○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	ウミヒルモ																						
	3	オオウミヒルモ																						
	4	コアマモ																						
	5	ウミジグサ									○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	6	マツバウミジグサ																						
	7	ヘニアマモ																						
	8	リュウキュウアマモ										○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	9	ボウバアマモ										○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St. S7 藻場構成種数			0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3

(13) 海草の生理状態（光合成活性）についての調査

1) 調査方法

海草類の生理状態を数値により把握するために、Diving PAM によって光合成活性測定を行った。Diving PAM による光合成活性測定では、海草類にあたった光のうち、光合成に利用された光の割合を算出している（ \approx 光エネルギーの利用効率）。

$$\text{(光合成活性)} \approx (\text{光合成に利用した光エネルギーの量}) / (\text{海草にあたった光エネルギーの総量})$$

光合成活性の値は 0~1 の間で変動し、健全なリュウキュウスガモでは 0.7~0.8 前後の値を示すとの報告がある^{引用文献 1,2,3}。高水温²や貧栄養、乾燥¹など環境条件が悪化すると、海草類の生理状態の悪化により光合成に利用できるエネルギー量が減少し、光合成活性は低下する。本調査で測定する光合成活性は、「光化学系 II の最大量子収率」と呼ばれる数値であり、光の利用効率しており、光合成量の値ではない。

調査は海藻草類（定点調査）を実施する 6 地点および対照区調査（定点調査）を実施する 2 箇所 6 地点の合計 12 地点において、リュウキュウスガモの光合成活性を測定した。測定は暗条件で実施する必要があるため、1 調査地点当たり 3 カ所に暗幕を設置し 10 分間静置した。その後、リュウキュウスガモ 12 株を対象に光合成活性を測定した。測定器を葉の表面に垂直にした状態で測定した。

表 16 光合成活性測定概要

モニタリング項目	使用機器	調査時期	調査内容	備考
海草（リュウキュウスガモ）の生理状態	Diving PAM（水中型パルス変調クロロフィル蛍光測定器、Walz 社）	四季	1 調査地点当たり 3 カ所に暗幕を設置し、10 分間静置した後、リュウキュウスガモ 12 株／1 調査地点を対象に、Diving PAM を用いて光合成活性（光化学系 II の最大量子収率）を測定した。	・事業実施区域周辺：6 地点 ・対照区：2 地点

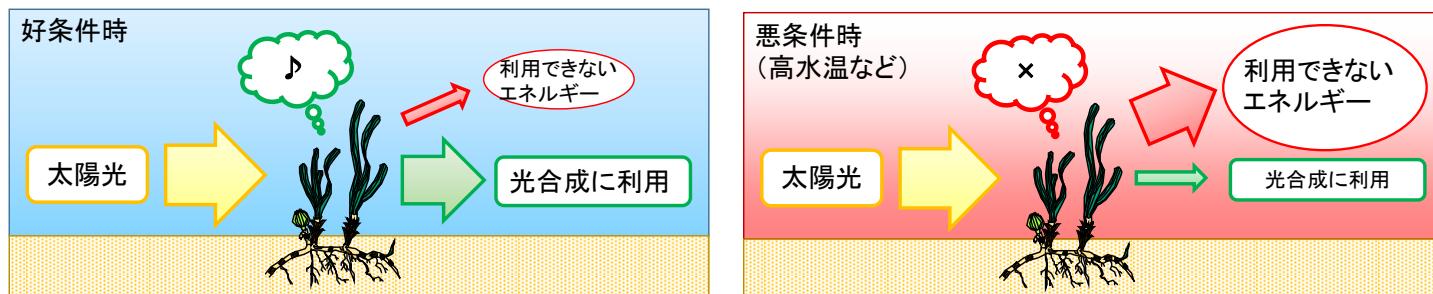


図 47 光合成活性のイメージ

2) 調査結果

各調査地点の光合成活性は、平成 29 年度秋季に 0.73～0.77、平成 29 年度冬季に 0.50～0.71、平成 30 年度春季に 0.67～0.80、平成 30 年度夏季 0.73～0.78、平成 30 年度秋季に 0.74～0.80、平成 30 年度冬季に 0.67～0.79 であり、平成 29 年度冬季の事業実施区域の結果を除き、いずれの海域においても既往研究で“健全”とされる値であった（図 48）。平成 29 年度冬季の事業実施区域については、対照区と比較すると水温が低く、平成 30 年度春季には、健全とされる値に回復していたことから、低水温により一時的に光合成活性が低かったと考えられる。したがって、リュウキュウスガモは光合成活性の観点からは概ね健全な状態であったと考えられる。

なお、S3においては平成 30 年 10 月にリュウキュウスガモが消失したが、光合成活性の測定は調査地点近傍のリュウキュウスガモを対象に測定を行った。

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

表 17 光合成活性測定経年変化

調査海域	平成30年度		平成31年度			
	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
	H29.10-11	H30.1-2	H30.5	H30.7	H30.10-11	H31.1.2
閉鎖性海域内	0.77±0.04, 23~24°C	0.50±0.07, 16°C	0.75±0.04, 25~27°C	0.75±0.02, 28~29°C	0.79±0.01, 24~25°C	0.69±0.03, 20~20°C
改変区域西側	0.73±0.03, 28~29°C	0.52±0.09, 16~19°C	0.72±0.07, 25°C	0.76±0.02, 28~30°C	0.76±0.02, 26~26°C	0.74±0.06, 22~22°C
対照区	0.73±0.05, 25~26°C	0.71±0.05, 19~21°C	0.73±0.03, 24°C	0.74±0.01, 28~29°C	0.7±0.03, 26~26°C	0.76±0.02, 21~23°C

※数値は「平均値±標準偏差, 水温の最小～最大値」を示す。

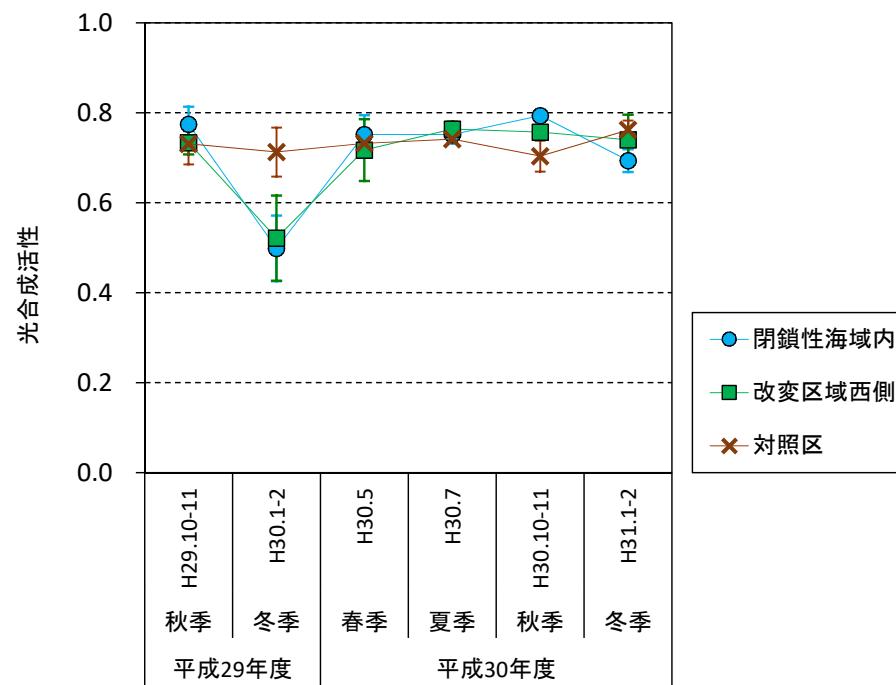


図 48 調査海域毎の光合成活性（平均値）

(14) 地下茎調査

1) 調査方法

過年度調査時に冬季の干出や低温により葉部が枯死し、海草類の被度低下が生じている。しかし、地下茎が残存していれば、環境条件が好転すると地下茎から葉が伸長するため、被度が回復し易いと考えられる。一方、地下茎が残存していない場合、被度の回復には時間が必要することが予想される。

委員より、「海草藻場の状態を把握するために、地下茎の密度もデータとしてあるとよいのでは。改変区域西側で 10cm 四方中にどのくらい地下茎があるのか、乾重量等をはかけてみて、藻場が元気な（被度が高い等）ところとそうでないところで差が出るかみるとよい。」とのご助言をいただき、改変区域西側、閉鎖性海域、対照区において地下茎調査を実施した。

平成 30 年度春季に閉鎖性海域の St. S4、改変区域西側の St. S7 及び対照区の St. b-1, b-3 の近傍で 30cm×30cm の範囲内の海草類を採取し、種類別の葉と地下茎・根の乾燥重量を測定した。

- ① 地下茎を採取する場所に 30cm×30cm コドラーを設置した。コドラーは 1 調査地点当たり 3 箇所とした。
- ② ステンレススコップで枠内を 20cm 程度掘り、海草の葉、地下茎、根を採取した。なお、地下茎の採取のため空けた穴は埋め戻した。
- ③ 海草に付着した砂や礫を取り除いた後、種別に葉鞘の数を計数した。
- ④ 「葉部」と「地下茎・根」に切り分け、80°Cで重量が恒量になるまで乾燥した。
- ⑤ 種別に「葉部」と「地下茎・根」の乾燥重量を測定・記録した。

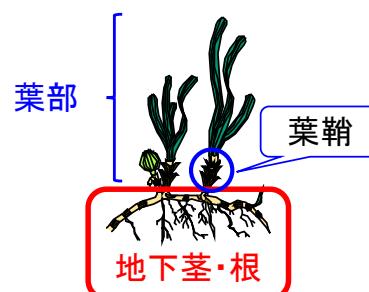
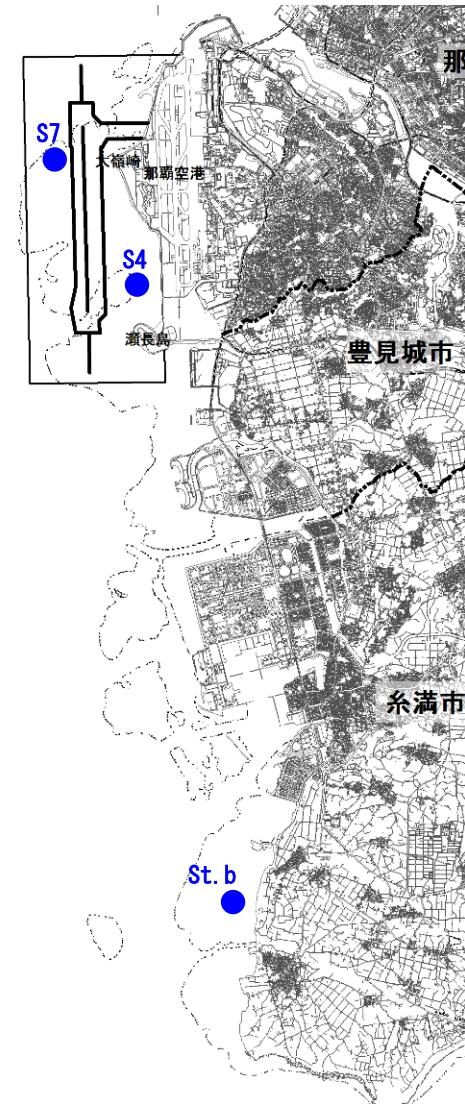


図 49 リュウキュウスガモの葉部、地下茎・根



2) 調査結果

リュウキュウスガモの地下茎・根の乾燥重量は、5月、10月ともに閉鎖性海域の St. S4 (被度 5%未満)で最も小さく、対照区の St. b-1 (被度 20%) で最も大きかった。また、リュウキュウスガモの地下茎・根の乾燥重量は、海草生育被度と有意な相関関係がみられた ($p<0.01$)。各調査地点における5月と10月の地下茎・根の乾燥重量に有意な差はみられなかった。

St. S7、St. b-1 の被度はともに 20%で、シート数も同程度であったが、地下茎・根の乾燥重量は St. S7 で 28.7~34.4g だったのに対し、St. b-1 では 54.5~65.3g と 2 倍近い差がみられた ($p<0.01$)。過年度の被度をみると、St. S7 は 15~25%であるのに対し、St. b-1 では 25~45%と高い被度を示している。St. b-1 では昨年度、被度の低下がみられたものの、地下茎は残存したことで、被度は St. b-1 と St. S7 と同程度であっても、St. b-1 の方が St. S7 より多くの地下茎が存在していたと考えられる。

対照区の St. b-3では、被度が 5~10%とやや低いが、地下茎・根の乾燥重量は被度 20%の St. S7 と比較して有意な差はみられなかった。St. b-3 は比較的浅く、冬季を中心に葉枯れによる被度の低下がみられるが、被度は 5~15%で維持されている。これは、葉枯れにより葉部が短くなるものの、地下茎は衰退せず維持されていると考えられ、環境条件が好転した場合には速やかに被度が回復すると推察された。

St. S4 以外の調査地点においては、地下茎・根が海底面下 4~20cm の深さにわたって高密度に重なり合っており、砂礫を強固に保持していた。一方、St. S4 では地下茎が 4~9cm の深さに低密度で存在するのみであり、底質の砂を保持するには至っていなかった。このため、波浪による底質の移動が生じやすい状況にあり、埋在生物の生息孔やマウンド上の塚を形成し易い環境にあると考えられる。これらの状況から、St. S4 においては被度の回復に時間を要すると考えられる。

3) まとめ

- St. S4 のリュウキュウスガモの地下茎・根の乾燥重量は他の地点と比べて最も小さかった。
- St. S4 では地下茎が 4~9cm の深さに低密度で存在するのみであり、底質の砂を保持するには至っていなかった。
- 対照区の St. b-1, b-3 では冬季の葉枯れによって被度が低下しても、地下茎は残存していた。
⇒このことから、St. S4 においては被度の回復に時間を要すると考えられる。

表 18 (1) 事業実施区域及び対照区における乾燥重量測定結果 (5月)

調査地点	被度	底質	種別被度				リュウキュウスガモの地下茎の深さ(cm)	種別葉鞘数				総乾燥重量(g)			リュウキュウスガモ乾燥重量(g)		ヘニアマモ乾燥重量(g)		マツバウミシグサ乾燥重量(g)		ウミルモ乾燥重量(g)		備考	
			リュウキュウスガモ	ヘニアマモ	マツバウミシグサ	ウミルモ		リュウキュウスガモ	ヘニアマモ	マツバウミシグサ	ウミルモ	葉部	地下茎根	合計	葉部	地下茎根	葉部	地下茎根	葉部	地下茎根	葉部	地下茎根		
S4	1	5%未満	砂	1%未満	-	-	1%未満	9	10	-	-	9	1.3	2.1	3.4	1.3	2.1	-	-	-	-	ND	ND	・埋没した地下茎がみられ、これらは黒く変色しており、枯死していた。 ・砂の粒径が細かく、穴を掘つてもすぐに崩れてしまう状況であった。
	2	5%未満	砂	1%未満	1%未満	-	-	4	7	1	-	-	0.6	0.9	1.5	0.6	0.9	ND	ND	-	-	-	-	
	3	5%未満	砂	1%未満	-	-	-	4~6	11	-	-	-	1.1	3.2	4.3	1.1	3.2	-	-	-	-	-	-	
S7	1	20%	砂礫	20%	-	-	-	4~20	167	-	-	-	22.9	27.4	50.3	22.9	27.4	-	-	-	-	-	-	・地下茎が多層に入り組んだ構造となっており、底質が保持されていた。 ・地下茎は褐色で、枯死はみられなかった。 ・底質は砂または砂礫で、St.S4と比較して砂の粒径が大きかった。
	2	20%	砂礫	20%	-	-	-	4~20	159	-	-	-	22.4	30.4	52.8	22.4	30.4	-	-	-	-	-	-	
	3	20%	砂	20%	-	-	-	4~20	193	-	-	-	33	45.5	78.5	33	45.5	-	-	-	-	-	-	
b-1	1	20%	砂礫	20%	-	-	-	3~15	145	-	-	-	28	60.9	88.9	28	60.9	-	-	-	-	-	-	・一部で葉枯れがみられた。 ・地下茎が多層に入り組んだ構造となっており、底質が保持されていた。 ・地下茎は白色または褐色で、枯死はみられなかった。 ・底質は砂礫で、サンゴ礁が多く含まれていた
	2	20%	砂礫	20%	-	-	-	3~15	185	-	-	-	28.9	62.7	91.6	28.9	62.7	-	-	-	-	-	-	
	3	20%	砂礫	30%	-	-	-	3.5~14	146	-	-	-	18.7	72.3	91	18.7	72.3	-	-	-	-	-	-	
b-3	1	10%	砂礫	5%	5%	-	-	3.5~11	53	19	-	-	6.9	20.4	27.3	6.2	17.5	0.7	2.9	-	-	-	-	・ほとんどの海草で葉枯れがみられた。 ・地下茎は多層に入り組んだ構造となっており、底質が保持されていた。 ・地下茎は白色または褐色な物が多かった。 ・黒色に変色した、枯死した地下茎が散見された。
	2	5%	砂礫	5%	1%未満	1%未満	-	3~12	107	8	1	-	11.7	20.8	32.5	11.4	19.4	0.3	1.4	ND	ND	-	-	
	3	5%	砂礫	5%	-	-	-	3.5~13	125	-	-	-	7.3	31.8	39.1	7.3	31.8	-	-	-	-	-	-	

注) 1. NDは測定下限値以下であったことを示す。

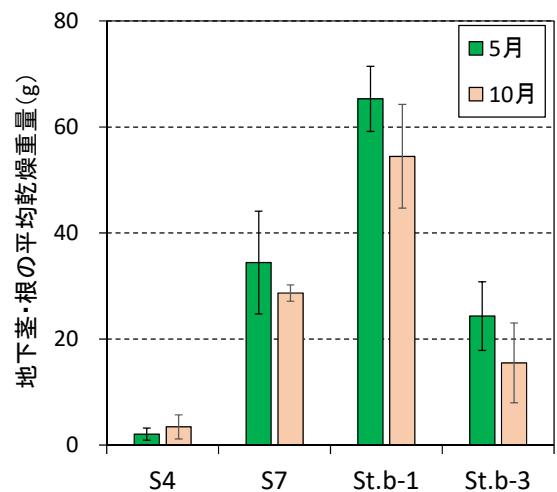
2. 各地点では、コドラーート(30cm×30cm)内の海草類を採取した。

表 18 (2) 事業実施区域及び対照区における乾燥重量測定結果（10月）

調査地点	被度	底質	種別被度				リュウキュウスガモの地下茎の深さ(cm)	種別葉鞘数				総乾燥重量(g)			リュウキュウスガモ乾燥重量(g)		ペニアマモ乾燥重量(g)		マツハツシグサ乾燥重量(g)		カシグサ乾燥重量(g)		カビルモ乾燥重量(g)		備考		
			リュウキュウスガモ	ペニアマモ	マツハツシグサ	ウミヒルモ		リュウキュウスガモ	ペニアマモ	マツハツシグサ	ウミヒルモ	葉部	地下茎根	合計	葉部	地下茎根	葉部	地下茎根	葉部	地下茎根	葉部	地下茎根					
S4	1	5%未満	砂	5%未満	-	5%未満	-	5%未満	6~16	15	-	15	-	7	2.3	3.0	5.3	2.1	2.8	-	-	0.1	0.2	0.1	0.2	ND	・深さ15cm程度でも地下茎がなられたが、褐色～黒に変色しており、枯死していた。 ・葉長が長いが、埋没部が多く、埋没していた箇所は黄色く変色していた。 ・砂の粒径が細かく、穴を掘ってもすぐに崩れてしまう状況であった。
	2	5%未満	砂	5%未満	-	5%未満	-	5%未満	10~15	28	-	15	-	7	3.4	5.9	9.3	3.4	5.9	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3	5%未満	砂	5%未満	-	-	-	-	3~14	11	-	-	-	-	0.4	1.4	1.8	0.4	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	1	20%	砂礫	20%	-	-	-	-	6~16	256	-	-	-	-	22.7	29.5	52.2	22.7	29.5	-	-	-	-	-	-	-	・地下茎が多層に入り組んだ構造となっており、底質が保持されていた。 ・地下茎は白～褐色で、枯死はみられなかった。 ・葉の幅が狭く、細い。また、葉部が黄緑色である。 ・底質は砂または砂礫で、St.S4と比較して砂の粒径が大きかった。
	2	20%	砂礫	20%	-	-	5%未満	-	4~16	198	-	-	3	-	17.4	26.9	44.3	17.4	26.9	-	-	-	ND	ND	-	-	-
	3	20%	砂	20%	-	-	-	-	5~15	208	-	-	-	-	13.7	29.6	43.3	13.7	29.6	-	-	-	-	-	-	-	-
b-1	1	20%	砂礫	20%	-	-	-	-	2.5~12	207	-	-	-	-	27.5	60.1	87.6	27.5	60.1	-	-	-	-	-	-	-	・葉枯れや、それに伴う葉先のちぎれがみられた。 ・葉長は全体的に短く、葉の幅も狭い。 ・地下茎が多層に入り組んだ構造となっており、底質が保持されていた。 ・地下茎は褐色で、枯死した黒い物もみられた。 ・底質は砂礫で、サンゴ礁が多く含まれていた。
	2	20%	砂礫	20%	-	-	-	-	4~9	287	-	-	-	-	21.4	60.1	81.5	21.4	60.1	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	20%	砂礫	20%	-	-	5%未満	-	2~11	199	-	-	50	-	24.8	43.2	68.0	24.5	41.6	-	-	-	0.3	1.6	-	-	-
b-3	1	5%	砂礫	5%	5%未満	-	-	-	4~8	32	4	-	-	-	3.3	8.7	12.0	3.3	8.4	ND	0.3	-	-	-	-	-	・葉枯れはあまりみられない。 ・葉長は他地点と比較して長い。 ・地下茎は白色が多く、枯死した黒色は少ない。 ・地下茎は多層に入り組んだ構造となっており、底質が保持されていた。
	2	5%	砂礫	5%	-	-	-	-	5~12	101	-	-	-	-	9.8	23.6	33.4	9.8	23.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	5%	砂礫	5%	-	-	-	-	4~9	61	-	-	-	-	5.5	14.2	19.7	5.5	14.2	-	-	-	-	-	-	-	-

注) 1. NDは測定下限値以下であったことを示す。

2. 各地点では、コドラーート(30cm×30cm)内の海草類を採取した。



注) 1. 平均値を示し、エラーバーは標準偏差を示す。
2. 各地点では、コドラー (30cm×30cm) 内の海草類を採取した。

図 50 リュウキュウスガモ地下茎・根の乾燥重量の地点間比較

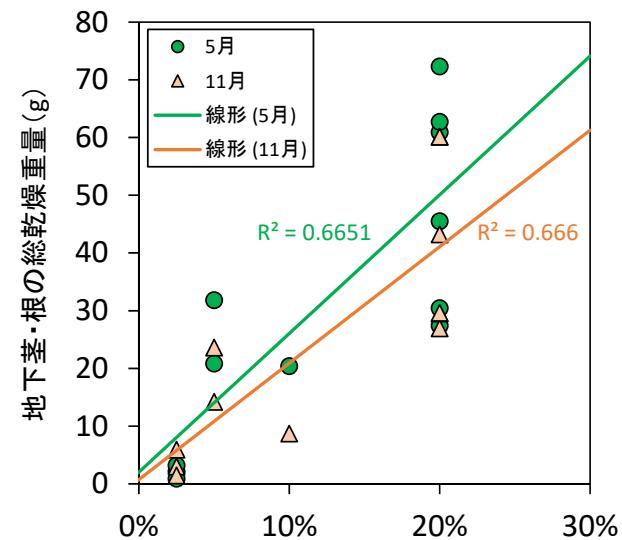


図 51 リュウキュウスガモ生育被度と地下茎・根の乾燥重量の関係



図 52 各調査地点における地下茎採取箇所の状況

表 19 地下茎採取箇所とサンプル

	採取箇所	採取したサンプルの例	乾燥させた地下茎、根、葉部
St. S4 閉鎖性 海域内			
St. S7 改変区 域西侧			
St. b-1 対照区			
St. b-3 対照区			

注) 各調査地点において 3 箇所で採取しており、上記写真は代表的な 1 箇所のものである。

【参考資料3 那覇港海域環境保全計画調査から得られた知見概要】

【浦添ふ頭地区における生物環境条件調査】

生物環境条件調査

- ・静穏で水路状の地形が近くに存在する等、海水交換が十分に行われることが当該種の生育に重要であると考えられる。

植栽実験調査

- ・植栽先がカサノリの生育に適した場であれば、植栽技術の適用性が高いと考えられる。
- ・流速の影響を低減させるためには、面的な対策を講じる必要があると考えられる。

基質実験調査

- ・サンゴ片がカサノリ類の着生に最も適していると考えられる。

【カサノリ・ホソエガサの広域分布調査】

- ・当該種は、“波当たりは弱いが海水交換が良好な砂礫海岸”で、年間を通じて生育環境が安定している海域に生育する。
- ・ホソエガサは、『カサノリの生育環境よりさらに波当たりが弱く、底質には泥質分が混じる砂礫底』を好む。
- ・当該種は、遊走子が滞留しやすいと推察される窪地状の地形に高被度で生育する傾向がみられる。
- ・夏季には、干出時の直射日光や乾燥に曝されること、海水の滞留による濁りや浮泥堆積等によって当該種の生育が阻害されると考えられる。
- ・当該種の生育地点では、地形（リーフエッジの存在や遠浅の地形）等によって、荒天時においても流速が緩和される傾向にあった。

【玻名城における環境調査】

- ・玻名城の環境（タイドプール状の地形による波当たりの緩和、干満に伴う良好な海水交換、砂礫底）が、カサノリの生育に適していると考えられる。
- ・波浪の影響をほとんど受けず配偶子の搅乱が小さい→高被度な生育。

【カサノリ・ホソエガサの水槽内環境条件管理実験】

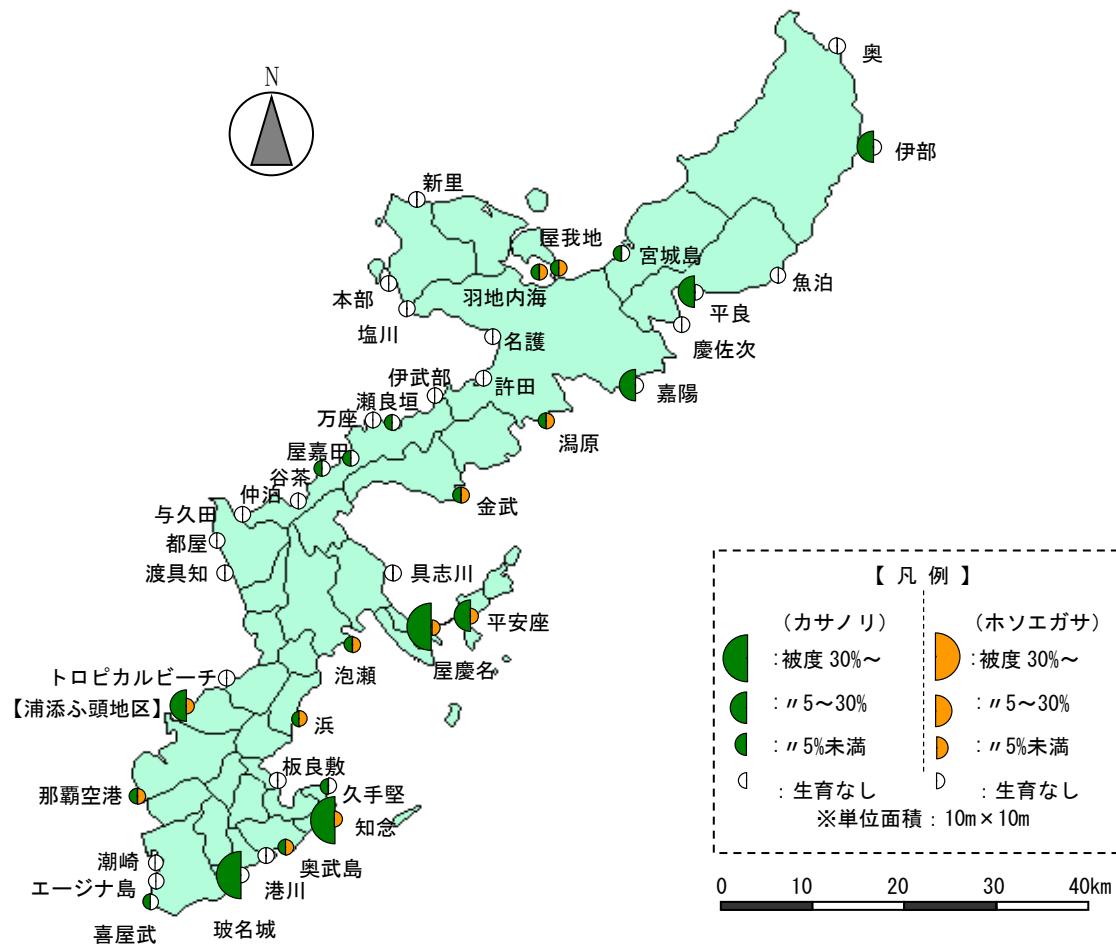
- ・当該種は陸上水槽内での長期にわたる維持保存が可能。
- ・小規模実験レベルではあるが、実海域への植栽手法の可能性が示された。

【浦添ふ頭地区におけるカサノリ・ホソエガサの実海域植栽実験】

- ・下げ潮、上げ潮に伴う比較的穏やかな潮流（概ね0～10cm/s）の中で良好に生育する。
- ・荒天時の強い流れや波当たりは、当該種の生育や配偶子の接合等の阻害要因となると考えられる。
- ・当該種の繁茂にとって、潮流が緩和される環境条件は重要であると考えられる。

出典：「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）

【参考資料4 沖縄本島におけるカサノリ類の生育状況】



出典：「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）
 注：被度は各調査地点における最大値を示す。

図 53 カサノリ及びホソエガサの生育状況（平成15,16年度 冬季）

【参考資料5 過年度のカサノリ類の分布状況】

表 20 カサノリ類の分布面積

分布域	種類	被度	工事前				工事中												単位 (ha)					
			平成25年		平成26年		平成27年			平成28年			平成29年			平成30年			平成31年					
			1月	2月	3月	1月	2月上旬	3月上旬	3月下旬	1月	2月	3月	1月	2月	3月	4月	1月	2月	3月	4月	2月上旬	2月下旬	3月	
(a) 改変区域の西側	カサノリ	1~5%未満	8.4	7.6	8.2	6.2	3.2	3.2	2.2	2.8	0.8	0.9	0.7	1.2	1.9	1.9	4.0	0.6	8.7	11.8	6.1	8.5	10.8	4.7
		5~10%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		10~20%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		合計	8.4	7.6	8.2	6.2	3.2	3.2	2.2	2.8	0.8	0.9	0.7	1.2	1.9	1.9	4.0	0.6	8.7	11.8	6.1	8.5	10.8	4.7
(b) 閉鎖性海域内の西側	カサノリ	1~5%未満	-	-	-	-	0.12	0.12	0.12	-	-	0.02	-	0.02	-	-	-	-	0.28	0.22	-	0.06	0.05	0.07
		5~10%未満	7.1	6.5	4.9	3.2	4.2	2.1	1.6	0.3	1.4	2.3	1.9	0.1	0.0	0.4	0.7	0.3	1.4	3.5	3.6	1.3	2.0	1.5
		10~20%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		合計	7.1	6.5	4.9	3.2	4.2	2.1	1.6	0.3	1.4	2.3	1.9	0.1	0.0	0.4	0.7	0.3	1.4	3.5	3.6	1.3	2.0	1.5
(c) 潮長島寄りの岸側	カサノリ	1~5%未満	0.34	0.24	0.20	-	0.03	0.01	0.15	0.26	0.08	0.02	0.02	-	0.03	0.02	0.05	0.01	0.02	0.23	0.16	0.10	0.15	0.08
		5~10%未満	28.8	27.3	30.7	23.9	9.9	15.3	14.4	13.2	16.2	11.0	14.9	2.4	6.2	6.1	10.2	1.9	3.2	10.1	8.4	5.2	8.5	4.6
		10~20%未満	0.74	0.78	0.40	0.14	0.08	0.22	0.65	0.64	0.08	0.10	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	-	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.10
		合計	30.3	28.2	31.1	24.2	10.0	15.6	15.2	14.1	16.3	11.1	15.1	2.4	6.2	6.1	10.2	1.9	3.3	10.1	8.4	5.2	8.5	4.7
(d) 大瀬崎寄りの岸側	カサノリ	1~5%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		5~10%未満	3.0	3.8	2.9	3.1	1.6	2.8	3.2	2.4	1.8	2.4	1.1	0.5	0.9	1.3	0.7	0.8	1.5	2.3	2.1	0.1	0.5	0.4
		10~20%未満	-	0.15	0.11	-	0.14	0.22	0.30	0.09	0.04	0.04	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		合計	3.0	3.8	2.9	3.1	1.6	2.8	3.2	2.4	1.8	2.4	1.1	0.5	0.9	1.3	0.7	0.8	1.5	2.3	2.1	0.1	0.5	0.4
カサノリ合計		1~5%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		5~10%未満	47.3	45.2	46.7	36.4	18.9	23.3	21.4	18.8	20.2	16.6	18.6	4.2	9.1	9.7	15.6	3.6	14.9	27.6	20.2	15.1	21.8	11.2
		10~20%未満	0.74	0.93	0.50	0.14	0.22	0.43	0.95	0.74	0.11	0.14	0.18	0.02	0.02	0.02	-	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.10	
		合計	49.0	46.2	47.3	36.6	19.1	23.9	22.4	19.7	20.3	16.8	18.8	4.2	9.1	9.7	15.6	3.6	14.9	27.7	20.2	15.1	21.8	11.3
ホソエガサ合計		1~5%未満	0.34	0.24	0.20	-	0.15	0.13	0.27	0.26	0.08	0.13	0.14	0.02	0.03	0.02	0.08	0.08	0.86	1.65	1.41	1.86	2.32	1.53
		カサノリ類合計	49.0	46.2	47.3	36.6	19.1	23.9	22.4	19.7	20.3	16.8	18.8	4.2	9.1	9.7	15.6	3.6	15.1	27.7	20.2	16.5	23.3	12.3
カサノリ量		カサノリ量	137.5	121.2	121.1	93.5	48.8	63.5	62.0	55.2	51.3	43.4	48.1	10.5	22.8	24.3	39.2	9.1	37.5	69.3	50.5	37.9	54.8	28.8
		ホソエガサ量	0.9	0.6	0.5	-	0.4	0.3	0.7	0.6	0.2	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	2.2	4.1	3.5	4.6	5.8	3.8

- 注) 1. 平成26年4月は事後調査であり工事後にあたるが、カサノリが冬季に生育することを考慮して工事前の区分とした。
 2. 小数点第2位を四捨五入した値を示す。ただし、カサノリの被度5~10%未満、10~20%未満、ホソエガサの面積は、小数点第3位を四捨五入した値を示す。
 3. 「-」は確認されなかったことを示す。
 4. 赤字は各年の最大分布面積を示す。
 5. カサノリ量、ホソエガサ量は各被度区分の中間値にそれぞれの面積を乗じた値を合計して求めた。
 例) 1~5%未満 (中間値2.5) : xha、5~10%未満 (中間値7.5) : yhaの場合、カサノリ量は $(2.5 \times x + 7.5 \times y)$ 。

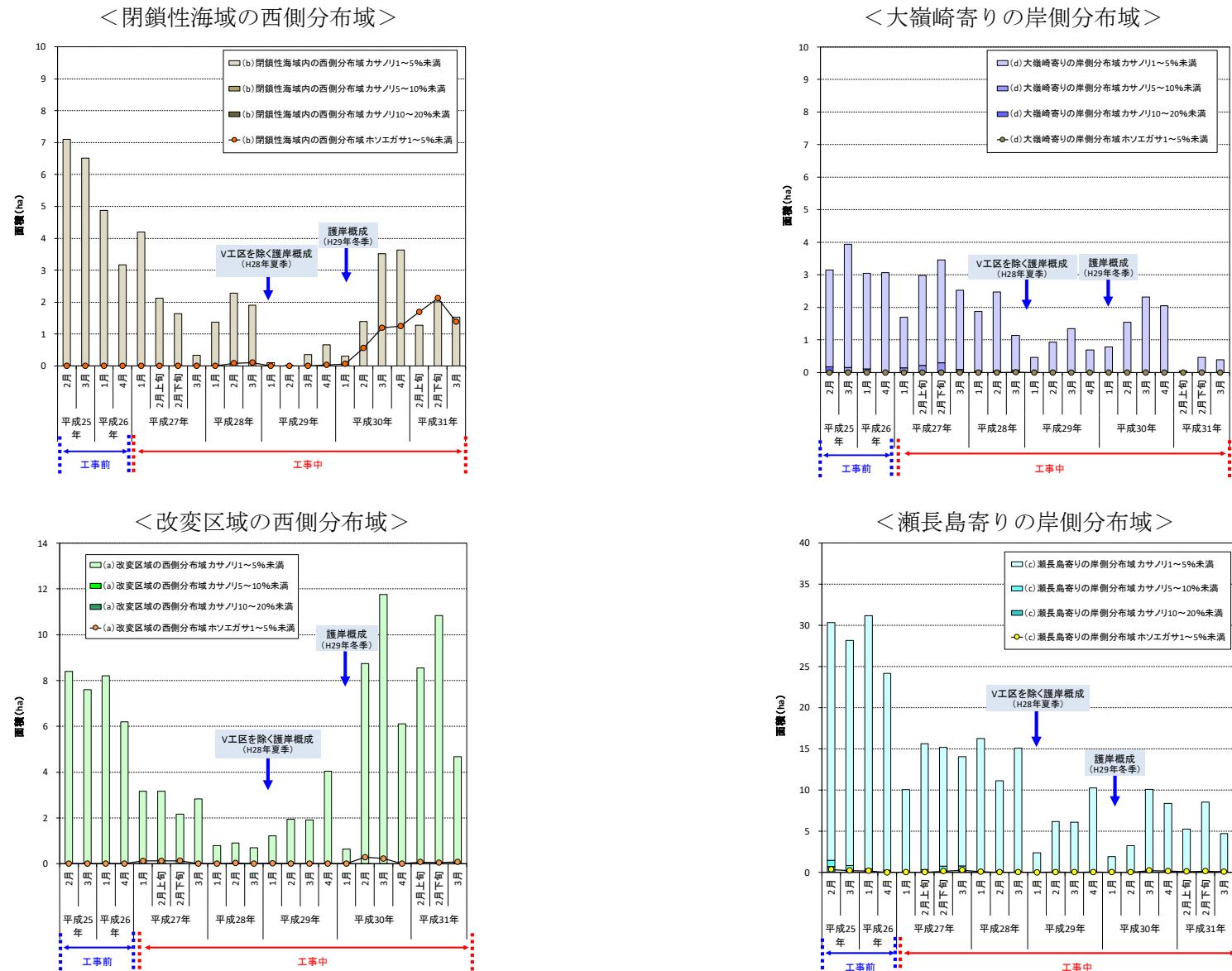


図 54 カサノリ類の分布面積の推移 (区分別)

重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない
重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない

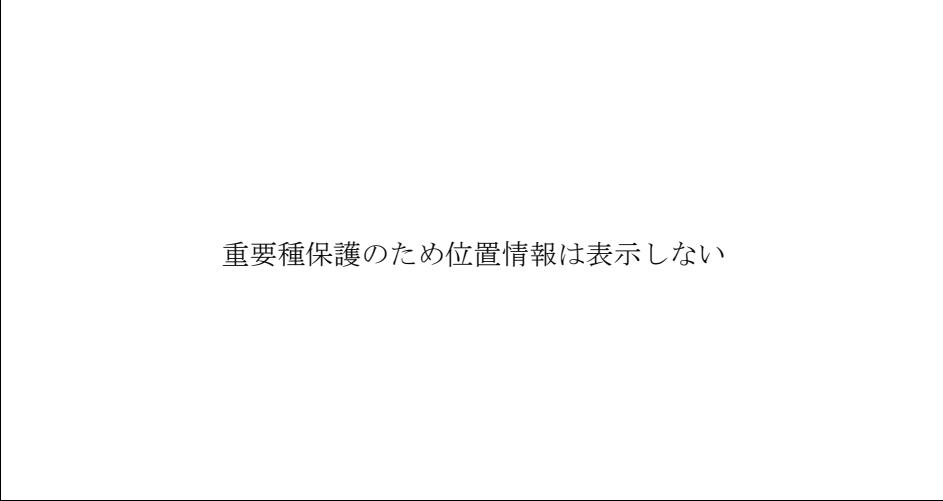
※平成 25 年以降は、事業実施区域内は調査を実施していない。

図 55 (1) カサノリ類の分布

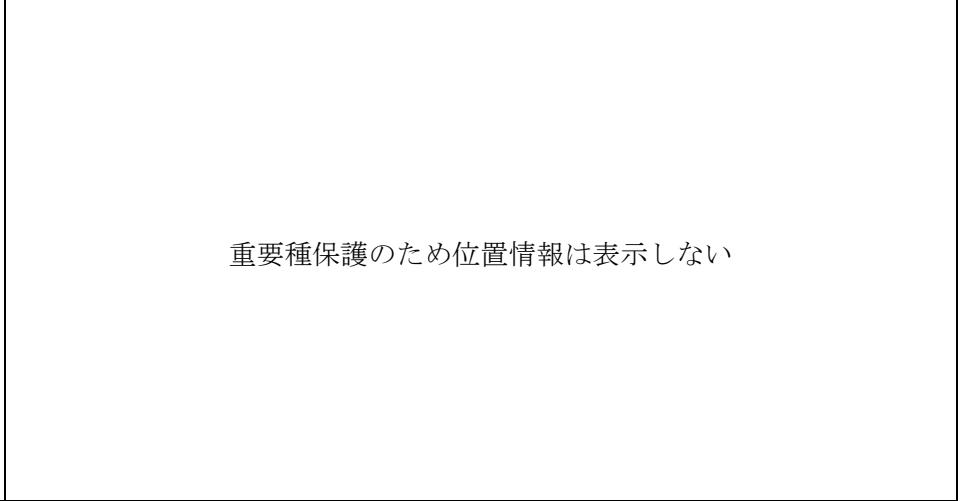
重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない
重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない

※平成 25 年以降は、事業実施区域内は調査を実施していない。

図 55 (2) カサノリ類の分布



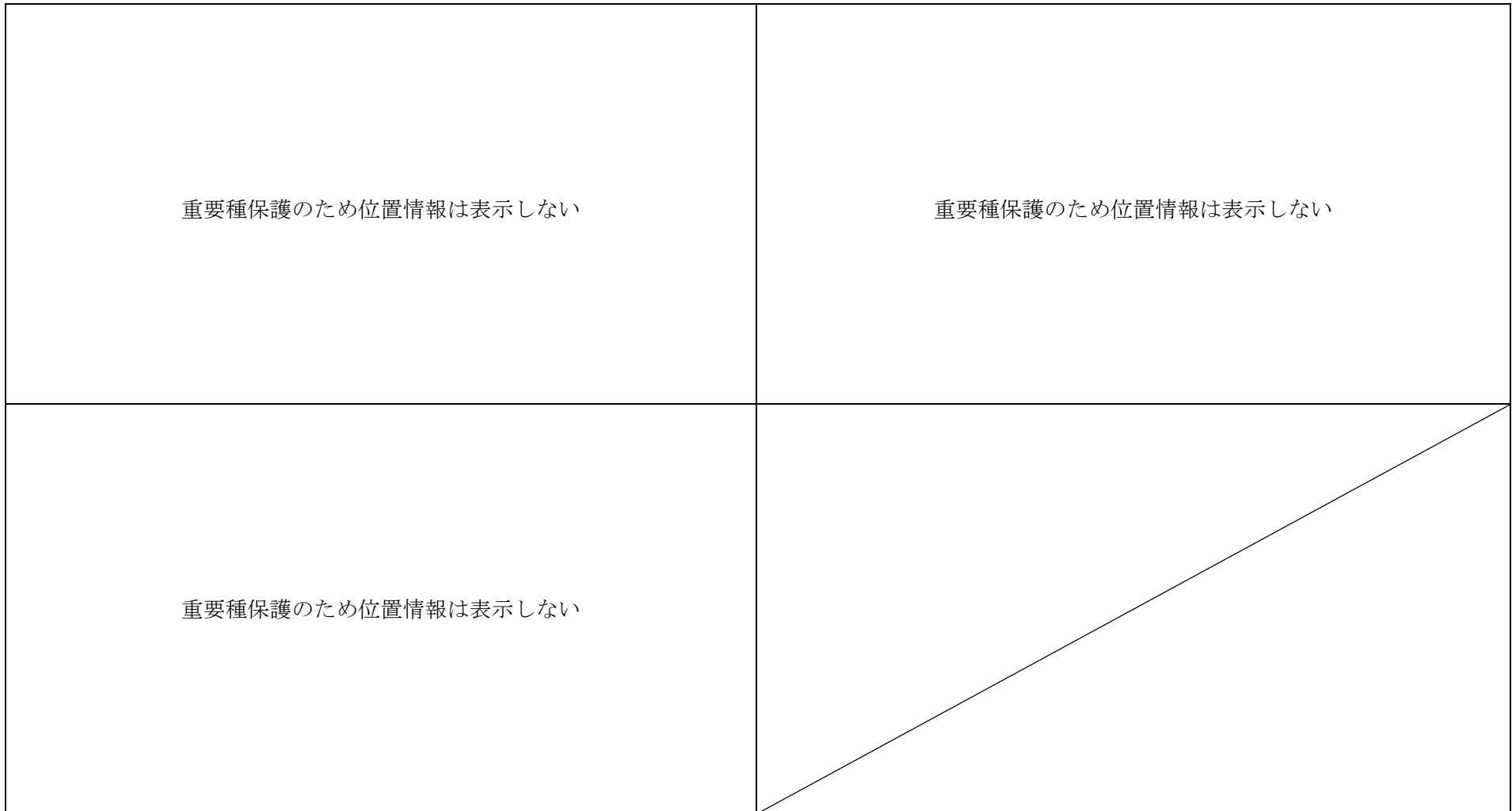
重要種保護のため位置情報は表示しない



重要種保護のため位置情報は表示しない

※平成 25 年以降は、事業実施区域内は調査を実施していない。

図 55 (3) カサノリ類の分布



※平成 25 年以降は、事業実施区域内は調査を実施していない。

図 55 (4) カサノリ類の分布

重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない
重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない

※平成 25 年以降は、事業実施区域内は調査を実施していない。

図 55 (5) カサノリ類の分布

重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない
重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない

※平成 25 年以降は、事業実施区域内は調査を実施していない。

図 55 (6) カサノリ類の分布

重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない
重要種保護のため位置情報は表示しない	重要種保護のため位置情報は表示しない

図 55 (7) カサノリ類の分布

【参考資料6 カサノリ類の詳細調査結果】

(15) 詳細調査

過年度調査における詳細調査結果を以下に示す。

詳細調査では、分布調査の結果に基づき、カサノリ類の被度別に調査枠 ($2m \times 2m$) を2箇所ずつ設定し（合計4箇所）、被度、株数および個体群の成長段階を記録した。

なお、調査枠は固定せず、調査時毎に調査時ごとに被度および分布状況を踏まえて設定することとした。

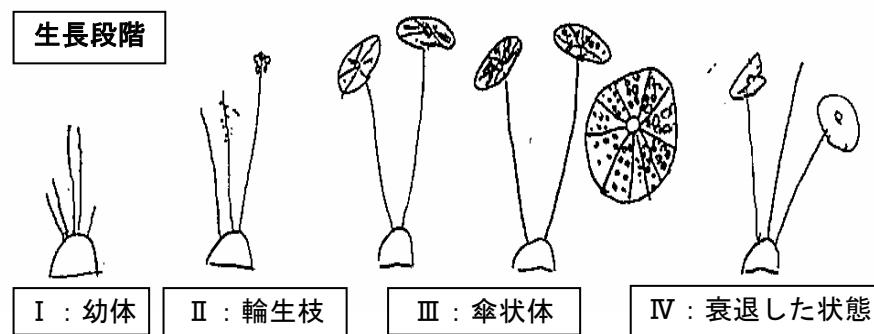


図 56 カサノリ類の成長段階

平成26年度調査におけるカサノリの成長段階をみると、1～3月にかけてI：幼生～III：傘状体に成長する状況が確認され、4月にはほとんどがIV：衰退した状態であった。過年度の調査でも、1～3月にかけてI：幼生～III：傘状体に成長する状況が確認されている。

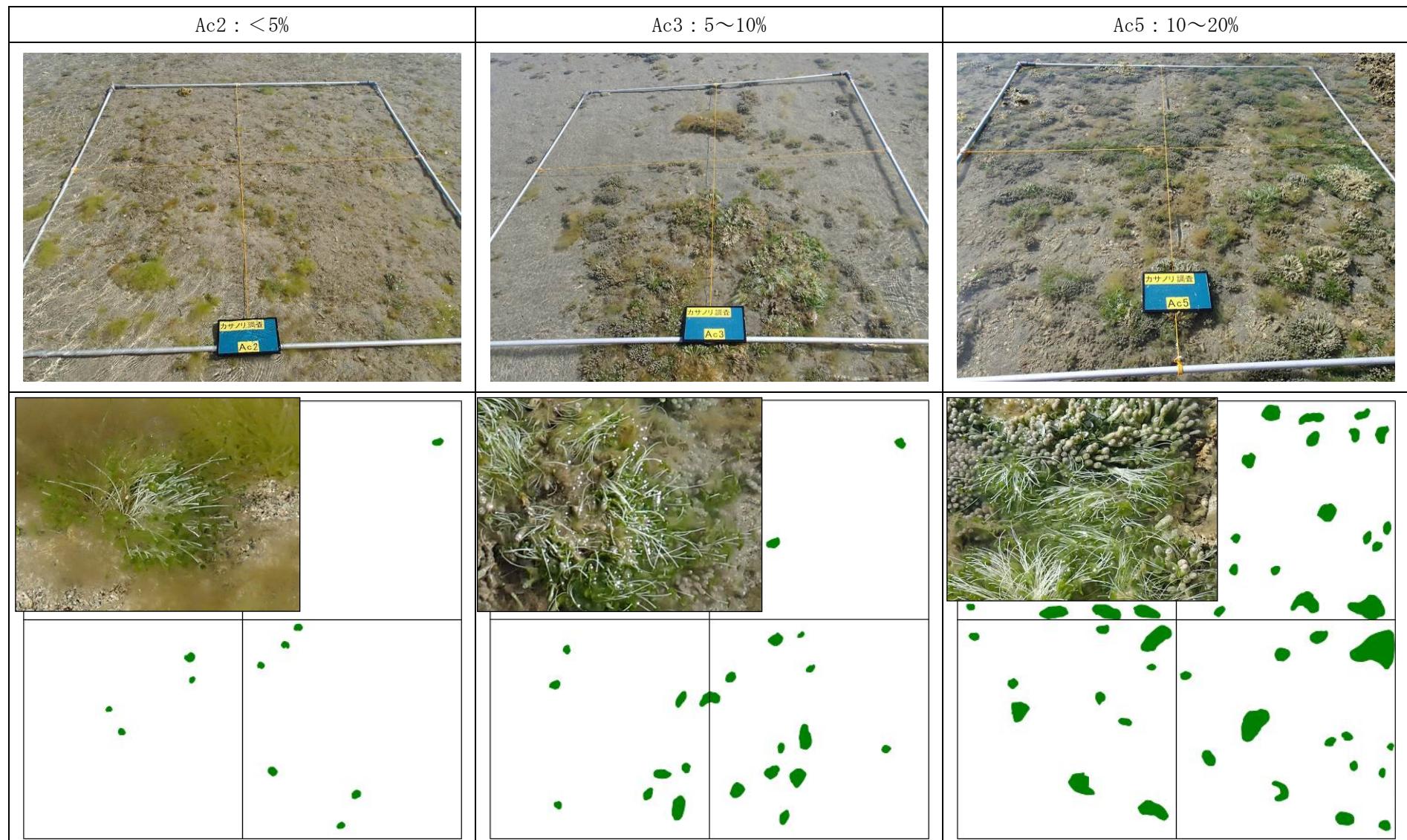


図 57 詳細調査の状況写真と分布スケッチ (平成 26 年 1 月の例)

表 21 詳細調査結果 (平成 25 年 2 月)

St	調査位置	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	備考(他種との共存等)
			概算株数	1~10	11~50	51~100	101~500	501~1000	
Ac1 (<5%)	26° 10' 40.08'' (663)	群体数	2	1					サンゴ・礁着生, イヌキナ混生
	127° 38' 37.62'' (627)	成長段階	III	III					
	26° 10' 45.72'' (762)	群体数	25	5					サンゴ・礁着生, イヌキナ混生
	127° 38' 37.14'' (619)	成長段階	II, III	II, III					
Ac2 (<5%)	26° 10' 46.92'' (782)	群体数	21	5					サンゴ・礁着生(砂中埋没, イヌキナ混生)
	127° 38' 38.22'' (637)	成長段階	III	II, III					
Ac3 (5~10%)	26° 10' 47.10'' (785)	群体数	13	7	1				サンゴ・礁着生(砂中埋没, イヌキナ混生)
	127° 38' 38.52'' (642)	成長段階	II, III	II, III	II, III, IV				
Ac4 (5~10%)	26° 10' 47.82'' (797)	群体数	13	1					サンゴ・礁着生(砂中埋没, イヌキナ混生)
	127° 38' 36.24'' (604)	成長段階	II, III	III					
Ac5 (10~20%)	26° 10' 15.30'' (255)	群体数	40	15	20	8			サンゴ・礁着生(砂中埋没, イヌキナ混生)
	127° 38' 34.86'' (581)	成長段階	II, III	II, III	II, III, IV	III, IV			

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 58 詳細調査結果 (平成 25 年 2 月)

表 22 詳細調査結果 (平成 25 年 3 月)

St	調査位置	株数ランク	R	+	++	C	備考(他種との共存等)
			概算株数	1~10	11~50	51~100	
Ac1 (<5%)	26° 10.671'	群体数	3				砂
	127° 38.610'	成長段階	II, III, IV				サンゴ・礁着生, イヌキナ・アオサ属混生
Ac2 (<5%)	26° 10.763'	群体数	2	2			砂、礁底のサンゴ・礁に着生
	127° 38.623'	成長段階	III	III			イヌキナ・カゴメリ混生
Ac3 (5~10%)	26° 10.783'	群体数	7	8	1		砂、礁底のサンゴ・礁に着生
	127° 38.637'	成長段階	II, III	II, III	II, III		イハラリ・カゴメリ混生
Ac4 (5~10%)	26° 10.883'	群体数	5	10			砂、礁底のサンゴ・礁に着生
	127° 38.604'	成長段階	II, III	II, III			イヌキナ・カゴメリ・アオサ属混生
Ac5 (10~20%)	26° 10.252'	群体数	6	6	21		タイト・アール内 砂、礁底のサンゴ・礁に着生
	127° 38.580'	成長段階	II, III	II, III	II, III		イヌキナ・カゴメリ混生

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 59 詳細調査結果 (平成 25 年 3 月)

表 23 詳細調査結果 (平成 26 年 1 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	備考(他種との共存等)	調査期日：平成26年1月31日
			概算株数	1～10	11～50	51～100	101～500		
Ac1 (<5%)	26° 10.772' 127° 38.623'	カサノリ	群体数	5	2			砂、礫底のサンゴ礁に着生 イヌキナ・アオサ属混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			成長段階	II, III, I	III				
Ac2 (<5%)	26° 10.733' 127° 38.635'	カサノリ	群体数	4				砂、礫底のサンゴ礁に着生 イヌキナ・アオサ属	重要種保護のため位置情報は表示しない
			成長段階	III, II, I					
Ac3 (5～10%)	26° 11.210' 127° 38.550'	カサノリ	群体数	12	11	2		砂、礫底のサンゴ礁に着生 イハラノリ・カゴメノリ・アオサ属混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			成長段階	II, III	II, III	II, III			
Ac4 (5～10%)	26° 10.836' 127° 38.563'	カサノリ	群体数	7	12	1		砂、礫底のサンゴ礁に着生 イヌキナ・カゴメノリ・アオサ属混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			成長段階	II, III	II, III	III			
Ac5 (10～20%)	26° 11.248' 127° 38.536'	カサノリ	群体数	14	16	29	1	タイトブル内 砂、礫底のサンゴ礁に着生、底質・砂礫 イヌキナ・カゴメノリ混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			成長段階	II, III	II, III	II, III	II, III		

図 60 詳細調査結果 (平成 26 年 1 月)

表 24 詳細調査結果 (平成 26 年 4 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	生息環境		備考(他種との共存等)	調査期日：平成26年4月28日
			概算株数	1～10	11～50	51～100	101～500	底質基盤	浮泥の堆積		
Ac1 (<5%)	26° 10.772' 127° 38.623'	カサノリ	群体数	8				砂礫	なし	砂底のサンゴ礁に着生 アオサ属、イヌキナ混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			生長段階	IV							
Ac2 (<5%)	26° 10.733' 127° 38.635'	カサノリ	群体数	6				砂礫	なし	砂底のサンゴ礁に着生 アオサ属、イヌキナ混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			生長段階	IV							
Ac3 (5～10%)	26° 11.210' 127° 38.550'	カサノリ	群体数	5	1			砂礫	なし	砂、礫底のサンゴ礁に着生 イハラノリ、アオサ属混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			生長段階	IV	IV						
Ac4 (5～10%)	26° 10.836' 127° 38.563'	カサノリ	群体数	10	2			砂礫	なし	砂、礫底のサンゴ礁に着生 アオサ属	重要種保護のため位置情報は表示しない
			生長段階	IV	IV						
Ac5 (10%以上)	26° 11.248' 127° 38.536'	カサノリ	群体数	5	2	5	1	砂礫	なし	タイトブル内の礁やサンゴ礁に着生 イヌキナ混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			生長段階	IV	IV	IV	IV				
Ac6 (30%)	26° 11.254' 127° 38.530'		群体数	5	11	10	7			タイトブル内 砂、礫底のサンゴ礁に着生、 底質・砂礫/イヌキナ混生イヌキナ・カゴメノリ混生	重要種保護のため位置情報は表示しない
			生長段階	II, IV	II, IV	IV	IV				

図 61 詳細調査結果 (平成 26 年 4 月)

表 25 詳細調査結果（平成 27 年 1 月）

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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	底質基盤	浮泥の堆積		
Ac1 (<5%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数	5	2	1			砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 カゴメリ属、アオ属、イクシキナ混生	
			生長段階	I、II、III	II、III	II、III						
	127° 38.636'	ホソエガサ	群体数	1								
			生長段階	II、III								
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	2	4	1			砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 カゴメリ属、アオ属、イクシキナ混生	
			生長段階	I、II、III	II、III	II、III						
	127° 38.590'		群体数	2								
			生長段階	II、III								
Ac3 (5～10%)	26° 10.846'	カサノリ	群体数	10	32	16			砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 カゴメリ属、イクシキナ、ベニアマモ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III						
	127° 38.546'	ホソエガサ	群体数	2								
			生長段階	II、III								
Ac4 (10%以上)	26° 11.252'	カサノリ	群体数	8	24	14	24	1	砂礫	なし	タトガール内の礁やサンゴ礁に着生 カゴメリ属、アオ属、イクシキナ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III	II、III				
	127° 38.529'		群体数	6	16	7	4					
			生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III					
Ac5 (5～10%)	26° 11.256'	カサノリ	群体数	6					砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 カゴメリ、イクシキナ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III					

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 62 詳細調査結果（平成 27 年 1 月）

表 26 詳細調査結果（平成 27 年 2 月上旬）

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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	底質基盤	浮泥の堆積		
Ac1 (<5%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数	2	2	1	1		砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 カゴメリ、イクシキナ、アオ属混生	
			生長段階	II、III	II、III	I、II、III	I、II、III					
	127° 38.636'		群体数	5	1				砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 砂が堆積し、カゴリ等が埋没 イクシキナ、カゴメリ、アミシグサ、アオ属混生	
			生長段階	II、III、IV	II、III							
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	6	38	45	18		砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 イクシキナ、アオ属、コマモ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	II、III	II、III					
	127° 38.590'		群体数	21	53	37	10	1	砂礫	なし	タトガール内の礁やサンゴ礁に着生 イクシキナ、カゴメリ属、カゴリ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III、IV	I、II、III、IV	II、III、IV				
Ac3 (5～10%)	26° 10.846'	カサノリ	群体数	10	24	8	3		砂礫	なし	砂やサンゴ礁に着生 イクシキナ、カゴメリ属、アオ属混生	
			生長段階	I、II、III	II、III	II、III、IV	II、III、IV					
	127° 38.546'		群体数	6	38	45	18		砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 イクシキナ、アオ属、コマモ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	II、III	II、III					
Ac4 (10%以上)	26° 11.254'	カサノリ	群体数	21	53	37	10	1	砂礫	なし	タトガール内の礁やサンゴ礁に着生 イクシキナ、カゴメリ属、カゴリ混生	
			生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III、IV	I、II、III、IV	II、III、IV				
	127° 38.525'		群体数	10	24	8	3		砂礫	なし	砂やサンゴ礁に着生 イクシキナ、カゴメリ属、アオ属混生	
			生長段階	I、II、III	II、III	II、III、IV	II、III、IV					
Ac5 (5～10%)	26° 11.256'	カサノリ	群体数	6	38	45	18		砂礫	なし	礁やサンゴ礁に着生 イクシキナ、カゴメリ属、アオ属混生	
			生長段階	I、II、III	II、III	II、III、IV	II、III、IV					

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 63 詳細調査結果（平成 27 年 2 月上旬）

表 27 詳細調査結果 (平成 27 年 2 月下旬)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数	5	2	1				砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 アオ属、イヌキ [†] 混生
	127° 38.636'		生長段階	I、II、III	II、III、IV	II、III、IV						
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	8	3	1				砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 砂が堆積し、カキ [†] 等が埋没 アオ属、イヌキ [†] 混生
	127° 38.590'		生長段階	II、III	II、III	II、III						
Ac3 (5~10%)	26° 10.846'	カサノリ	群体数	10	20	4	2			砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 カ [†] メリ、イヌキ [†] 、ベニアミ [†] 混生
	127° 38.546'		生長段階	I、II	I、II、III	I、II、III	II、III					
Ac4 (10%以上)	26° 11.252'	カサノリ	群体数	16	40	24	19	2	1	砂礫	なし	タイド [†] ブーム内の礫やサゴ [†] 礫に着生 カ [†] メリ混生
	127° 38.525'		生長段階	II、III	II、III	II、III	II、III	II、III	II、III			
Ac5 (5~10%)	26° 11.256'	カサノリ	群体数	13	24	10	1	1		砂礫	なし	砂、礫底のサゴ [†] 礫に着生 カ [†] リ、カ [†] メリ、アオ属、イヌキ [†] 混生
	127° 38.578'		生長段階	II、III	II、III、IV	II、III、IV	II、III	II、III				

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 64 詳細調査結果 (平成 27 年 2 月下旬)

表 28 詳細調査結果 (平成 27 年 3 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数	7	1					砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 砂が堆積し、津川 [†] 等が埋没 アオ属、オイ属、イヌキ [†] 、マツバウ シ [†] 混生
	127° 38.636'		生長段階	II、III、IV	III							
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	1						砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 砂が堆積し、津川 [†] 等が埋没 イヌキ [†] 混生
	127° 38.590'		生長段階	III								
Ac3 (5~10%)	26° 10.853'	カサノリ	群体数	9	1					砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 砂が堆積し、津川 [†] 等が埋没 カ [†] メリ混生
	127° 38.546'		生長段階	II、III	I、II、III							
Ac4 (10%以上)	26° 11.252'	カサノリ	群体数	14	17	6	3	1		砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 カ [†] リ、カ [†] メリ、カ [†] メリ属混生
	127° 38.525'		生長段階	II、III	II、III	II、III	I、II、III	II、III				
Ac5 (5~10%)	26° 11.256'	カサノリ	群体数	16	13	6	2	1		砂礫	なし	礫やサゴ [†] 礫に着生 カ [†] メリ属、アオ属、イヌキ [†] 混生
	127° 38.578'		生長段階	II、III	II、III	II、III、IV	II、III、IV	II、III、IV				

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 65 詳細調査結果 (平成 27 年 3 月)

表 29 詳細調査結果 (平成 28 年 1 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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%)	26° 10.786'	カサノリ	群体数	16	12	3				砂礫	なし	・カサノリ類は埋没していた
	127° 38.624'		生長段階	I 、 II 、 III	I 、 II 、 III	II 、 III						
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	35	5					砂礫	なし	・カサノリ類は埋没していた ・イソスギナ混生 (被度5%未満) ・一部にラン藻類が付着 (被度5%未満)
	127° 38.587'		生長段階	II 、 III	II 、 III							
Ac3 (5~10%)	26° 10.863'	カサノリ	群体数	9						砂礫	なし	・イソスギナ混生 (被度5%未満)
	127° 38.542'		生長段階	II 、 III								
Ac4 (10%以上)	26° 11.253'	カサノリ	群体数	17	67	29	4			砂礫	なし	・一部にラン藻類が付着
	127° 38.535'		生長段階	II	II	II	II					
Ac5 (5~10%)	26° 11.254'	カサノリ	群体数	6	24	29	2			砂礫	なし	・一部にラン藻類が付着
	127° 38.575'		生長段階	II	I 、 II	II	II					

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 66 詳細調査結果 (平成 28 年 1 月)

表 30 詳細調査結果 (平成 28 年 2 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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%)	26° 10.786'	カサノリ	群体数	7	13					砂礫	なし	・一部にラン藻類等が付着
	127° 38.624'		生長段階	I 、 II 、 III	II 、 III							
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	25	10					砂礫	なし	・フデノホ、リュウキュウガサが混生 (被度5%未満) ・一部にラン藻類等が付着
	127° 38.587'		群体数	4								
Ac3 (5~10%)	26° 10.863'	カサノリ	群体数	70	40	15	4	7		砂礫	なし	・イソスギナ混生 (被度5%未満) ・ラン藻類やホソカゴメノリ、シオグサ属による被覆が散見された
	127° 38.542'		生長段階	I 、 II 、 III	I 、 II 、 III	II 、 III	II 、 III	II 、 III	II 、 III			
Ac4 (10~20%)	26° 11.253'	カサノリ	群体数	20	70	65	25	9	2	砂礫	なし	・シオグサ属が被度30%で確認され、カサノリを被覆していた
	127° 38.535'		生長段階	I 、 II 、 III	I 、 II 、 III	II 、 III	II 、 III	II 、 III	II 、 III			
Ac5 (5~10%)	26° 11.254'	カサノリ	群体数	70	35	15	10	3	1	砂礫	なし	・シオグサ属が被度40%で確認され、カサノリを被覆していた ・ホソカゴメノリによる被覆あり
	127° 38.575'		生長段階	I 、 II 、 III	II 、 III	II 、 III	II 、 III	I 、 II 、 III	II 、 III			

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 67 詳細調査結果 (平成 28 年 2 月)

表 31 詳細調査結果 (平成 28 年 3 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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%)	26° 10.786'	カサノリ	群体数	23	11					砂礫	なし	・イソスギナ混生 (被度5%未満) ・一部にラン藻類等が付着 ・一部のカサノリは埋没していた
	127° 38.624'		生長段階	I、II、III	II、III							
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	カサノリ	群体数	13	10	1				砂礫	なし	・イソスギナ混生 (被度5%未満) ・一部にラン藻類等が付着 ・カサノリは埋没していた
	127° 38.587'		生長段階	III	III、IV	III						
Ac3 (5~10%)	26° 10.863'	カサノリ	群体数	27	74	20	6	1		砂礫	なし	・カサノリの埋没や他藻類による被覆はほとんどみられなかった
	127° 38.542'		生長段階	II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III	II、III				
Ac4 (10~20%)	26° 11.253'	カサノリ	群体数	4	150	50	20	7	1	砂礫	なし	・シオグサ属が被度40%で繁茂し、カサノリを被覆していた ・ホソカゴメノリによるカサノリの被覆が散見された
	127° 38.535'		生長段階	II、III	II、III	II、III	II、III	II、III	II、III			
Ac5 (5~10%)	26° 11.254'	カサノリ	群体数	160	40	16	12	4		砂礫	なし	・イソスギナ混生 (被度5%未満) ・シオグサ属が被度30%で繁茂し、カサノリを被覆していた ・ホソカゴメノリによる被覆あり
	127° 38.575'		生長段階	II、III	II、III	II、III	II、III	II、III	II、III			

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 68 詳細調査結果 (平成 28 年 3 月)

表 32 詳細調査結果 (平成 29 年 1 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数		1	1				砂礫	なし	アオノリ属や藍藻綱、マツバウミジグサ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。 藍藻綱等がカサノリ上に付着していた
	127° 38.636'		生長段階		I	I、II、III						
Ac2 (<5%)	26° 10.792'	カサノリ	群体数		1					砂礫	なし	リュウキウガサ、フデノホが生育 (被度1%未満) していた。 カゴメノリやスギ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。
	127° 38.589'		生長段階		I、II							
Ac3 (<5%)	26° 10.859'	カサノリ	群体数	2		1				砂礫 転石	なし	フデノホがみられた 藍藻綱 (被度5%未満)、カイメンソウ (被度1%未満) 等が生育していた。
	127° 38.541'		生長段階	I		I						
Ac4 (0%)	26° 11.255'	カサノリ	群体数							サンゴ礁 転石	なし	カサノリ類は確認されなかった サンゴ礁上にイワノカワ科 (被度5%未満) や藍藻綱 (被度1%未満) 等が生育していた
	127° 38.534'		生長段階									
Ac5 (5~10%)	26° 11.244'	カサノリ	群体数	22	75	14	27	2	4	砂礫	なし	イソスギナ混生 (被度1%未満) シオグサ属や藍藻綱等が被度5%未満で生育していた。 藍藻綱等がカサノリ上に付着していた
	127° 38.596'		生長段階	I	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III			

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 69 詳細調査結果 (平成 29 年 1 月)

表 33 詳細調査結果 (平成 29 年 2 月)

調査地点	調査位置	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%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数		1	1				砂礫	なし	藍藻綱やタカノハヅタ等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。 リュウキュウガサ(被度1%未満)がみられた 藍藻綱がカサノリに付着していた
	127° 38.64°		生長段階		I	I、II、III						
Ac2 (<5%)	26° 10.748'	カサノリ	群体数		1					砂礫	なし	ボウアオノリやトゲノリ、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。 藍藻綱がカサノリに付着していた
			生長段階		I、II							
	127° 38.643°	ホソエガサ	群体数	2								
			生長段階	III								
Ac3 (<5%)	26° 10.848'	カサノリ	群体数	2		1				砂礫 転石	なし	ウミヒルモ(被度5%未満)、マツバウミジグサ(被度1%未満)が生育する藻場であった。 イバラノリやフクロノリ等の海藻類も被度1%未満で確認された イバラノリがカサノリを被覆していた
			生長段階	I		I						
	127° 38.521°	ホソエガサ	群体数	1								
			生長段階	III								
Ac4 (0%)	26° 11.255'	カサノリ	群体数							サンゴ礁 転石	なし	カサノリ類は確認されなかった サンゴ礁上にホソカゴメノリ(被度5%未満)やシオグサ属(被度1%未満)等が生育していた
	127° 38.534°		生長段階									
Ac5 (5~10%)	26° 11.244'	カサノリ	群体数	22	75	14	27	2	4	砂礫	なし	リュウキュウガサ、イソスギナ混生(被度1%未満) シオグサ属や藍藻綱等が生育(被度5%未満) 藍藻綱がカサノリ上に付着していた シオグサがカサノリを被覆していた
	127° 38.596°		生長段階	I	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III			

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 70 詳細調査結果 (平成 29 年 2 月)

表 34 詳細調査結果 (平成 29 年 3 月)

調査地点	調査位置	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%)	26° 10.776'	カサノリ	群体数	5	1					砂	なし	藍藻綱やヒトエグサ、ボウアオノリ等が生育していたが、被度は1%未満~5%未満と低被度であった 藍藻綱がカサノリに付着していた
	127° 38.64°		生長段階	II、III	II、III							
Ac2 (<5%)	26° 10.748'	カサノリ	群体数	5	4					砂礫	なし	藍藻綱やボウアオノリ、イバラノリ等が生育していたが、被度は1%未満~5%未満と低被度であった 藍藻綱がカサノリに付着していた
	127° 38.643°		生長段階	II、III	II、III							
Ac3 (<5%)	26° 10.848'	カサノリ	群体数	11	1					砂	なし	マツバウミジグサ、ウミヒルモが被度5%未満で生育する藻場であった 藍藻綱(被度5%)やボウアオノリ(1%未満)等の海藻類も確認された 藍藻綱やイバラノリがカサノリ、ホソエガサを被覆していた 砂が堆積し、カサノリ類の埋没が確認された。
			生長段階	II、III	III							
	127° 38.521°	ホソエガサ	群体数	2								
			生長段階	III								
Ac4 (0%)	26° 11.255'	カサノリ	群体数	1						礁	なし	サンゴ礁上にホソカゴメノリ(被度10%)やシオグサ属(被度1%未満)、微小紅藻類(被度1%未満)等が生育していた。
	127° 38.534°		生長段階	I								
Ac5 (5~10%)	26° 11.244'	カサノリ	群体数	57	50	28	11	2	1	砂礫	なし	イソスギナ混生(被度1%未満) シオグサ属(被度10%)や藍藻綱(被度5%)、イバラノリ(被度1%未満)等が生育。 藍藻綱やシオグサ属がカサノリを被覆していた
	127° 38.596°		生長段階	II、III	II、III	II、III	I、II、III	II、III	I、II、III			

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 71 詳細調査結果 (平成 29 年 3 月)

表 35 詳細調査結果 (平成 29 年 4 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)	調査期日: 平成29年4月13~14日	
				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%)	26° 10.775'	カサノリ	群体数	4	1	2					砂	1mm未満	トゲノリやホソカゴメノリ、アオサ属やシオグサ属等が生育していたが、被度は1%未満と低被度であった。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.64'		生長段階	III	III	III								
Ac2 (<5%)	26° 10.751'	カサノリ	群体数	4	1	1					砂	1mm未満	ホソカゴメノリやスギノリ、アオサ属やラン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。 藍藻綱がカサノリに付着していた	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.638'		生長段階	III、III	III	III								
Ac3 (<5%)	26° 10.848'	カサノリ	群体数	30	8	1					砂礫	1mm未満	マツバウミジグサ、ウミヒルモが被度1%未満～5%未満で生育する環境であった。 藍藻綱(被度5%)やカゴメノリ(被度1%未満)、イバラノリ(被度1%未満)等の海藻類も確認され、一部がカサノリを被覆していた。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.521'		生長段階	II、III	II、III	III								
Ac4 (0%)	26° 11.255'	カサノリ	群体数	1							砂礫	1mm未満	サンゴ礁上にホソカゴメノリ(被度90%)、カゴメノリ(被度5%未満)、クロガシラ属(被度5%未満)等が生育しており、海底面はホソカゴメノリに覆われていた。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.534'		生長段階	I										
Ac5 (5~10%)	26° 11.246'	カサノリ	群体数	80	70	50	18	8	2	砂礫 転石	なし	ホソカゴメノリ(被度20%)、カゴメノリ(被度5%未満)、シオグサ属(被度5%未満)が生育し、カサノリを被覆していた。	重要種保護のため位置情報は表示しない	
	127° 38.596'		生長段階	II、III、IV	II、III	II、III、IV	II、III、IV	II、III、IV	III、IV					

図 72 詳細調査結果 (平成 29 年 4 月)

表 36 詳細調査結果 (平成 30 年 1 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	VC	O	生息環境		備考(他種との共存等)	調査期日: 平成30年1月30日～2月2日	
				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%)	26° 10.79'	カサノリ	群体数	7	1						砂礫	1mm未満	・シオグサ属、ホソカゴメノリ、アオノリ属等が被度1%未満で生育した。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.64'		生長段階	II	II									
Ac2 (<1%)	26° 10.94'	カサノリ	群体数	6	1						砂礫	1mm未満	・シオグサ属が被度5%、アオノリ属、藍藻綱が被度1%未満で生育し、一部がカサノリを被覆していた。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.62'		生長段階	II、III	III									
Ac3 (<5%)	26° 11.16'	カサノリ	群体数	15	2						砂礫	1mm未満	・シオグサ属が被度5%、アオノリ属、藍藻綱が被度1%未満で生育し、一部がカサノリを被覆していた。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.62'		生長段階	I、II	II									
Ac4 (<5%)	26° 11.26'	カサノリ	群体数	2	15	4	2				砂礫	1mm未満	・シオグサ属や藍藻綱等が被度1%未満で確認された。 ・カサノリの一部に浮泥が堆積していた。	重要種保護のため位置情報は表示しない
	127° 38.58'		生長段階	I、II	II	II	II							
Ac5 (5~10%)	26° 11.24'	カサノリ	群体数	58	33	8	4		1	砂礫	5mm未満	・藍藻綱が被度5%、ホソカゴメノリ等が被度1%未満で確認された。 ・イソスギナが被度1%未満で確認された。	重要種保護のため位置情報は表示しない	
	127° 38.60'		生長段階	I、II	I、II	I、II	I、II	I、II	I、II					

図 73 詳細調査結果 (平成 30 年 1 月)

重要種保護のため位置情報は表示しない

表 37 詳細調査結果（平成 30 年 2 月）

調査地点	調査位置	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		
Ac1 (<1%)	26° 10.81'	カサノリ	群体数		1			1			砂 1mm未満	・シオミドロやシオグサ属、アオノリ属が被度1%未満~5%未満で確認された。 ・イソスギナが被度1%未満でみられた。
	127° 38.64'		生長段階		I			II				
Ac2 (<1%)	26° 10.89'	カサノリ	群体数	1	1	1					砂礫 1mm未満	・シオミドロやアオノリ属、アオサ属等が被度1%未満~5%未満で生育し、一部がカサノリを被覆していた。
	127° 38.62'		生長段階	II	II III	II III						
Ac3 (<5%)	26° 11.16'	カサノリ	群体数	8	13	6	1	1			砂 1mm未満	・シオミドロやシオグサ属、カゴメノリが被度1%未満~5%未満で生育し、一部がカサノリを被覆していた。
	127° 38.62'		生長段階	II	II	II	II	II				
Ac4 (<5%)	26° 11.26'	カサノリ	群体数	8	10	7	4	3			砂礫 1mm未満	・シオグサ属が被度5%、シオミドロやカゴメノリが被度5%未満で生育し、カサノリ類を被覆していた。
	127° 38.58'		生長段階	II	II	II	II	II				
Ac5 (5~10%)	26° 11.24'	カサノリ	群体数	21	16	8	7	3	1		砂礫 1mm未満	・シオグサ属が被度5%、シオミドロやカゴメノリが被度1%未満~5%未満で生育し、カサノリを被覆していた。
	127° 38.6'		生長段階	II	II	II	II	II				

調査期日: 平成30年2月16日、2月20日

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 74 詳細調査結果（平成 30 年 2 月）

表 38 詳細調査結果（平成 30 年 3 月）

調査地点	調査位置	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		
Ac1 (<1%)	26° 10.81'	カサノリ	群体数	1					1		砂 1mm未満	・シオミドロやシオグサ属、ホソカゴメノリ等が被度1%未満~5%未満で生育した。 ・イソスギナが被度5%未満でみられた。
	127° 38.64'		生長段階	II					II III			
Ac2 (<1%)	26° 10.89'	カサノリ	群体数	9	5	1					砂礫 1mm未満	・シオミドロやシオグサ属、アオサ属等が被度1%未満~5%未満で生育し、一部がカサノリを被覆していた。 ・イソスギナが被度1%未満で生育した。
	127° 38.62'		生長段階	II	II III	II						
Ac3 (<5%)	26° 11.16'	カサノリ	群体数	6	9				1		砂礫 1mm未満	・カゴメノリやシオミドロ、アオサ属等が被度1%未満~5%未満で生育し、一部がカサノリを被覆していた。 ・イソスギナが被度1%未満でみられた。
	127° 38.62'		生長段階	II	II III				II III			
Ac4 (<5%)	26° 11.25'	カサノリ	群体数	20	11	4	3	1			砂礫 1mm未満	・シオミドロが被度5%、シオグサ属やカゴメノリ等が被度1%未満~5%未満で確認され、一部がカサノリを被覆していた。
	127° 38.58'		生長段階	I II	I II	II	I II	II				
Ac5 (5~10%)	26° 11.24'	カサノリ	群体数	20	14	4	4		2		砂礫 1mm未満	・カゴメノリやシオミドロが被度5%未満で生育した。 ・ラン藻類や珪藻類等がカサノリを被覆していた。
	127° 38.6'		生長段階	I II	I II	II	I II	II				

調査期日: 平成30年3月1日~3月2日

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 75 詳細調査結果（平成 30 年 3 月）

表 39 詳細調査結果 (平成 30 年 4 月)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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		
Ac1 (<1%)	26° 10.81'	カサノリ	群体数	1	1		1			砂	1mm未満	・アオサ属、ホソカゴメノリが被度1%未満でみられた。 ・イソスギナが被度5%未満でみられた。
	127° 38.64'		生長段階	II	III		II III					
Ac2 (<1%)	26° 10.89'	カサノリ	群体数	19	5					砂	1mm未満	・ホソカゴメノリ、スジアオノリ、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。
	127° 38.62'		生長段階	III	III III							
Ac3 (<5%)	26° 11.16'	カサノリ	群体数	36	37	10	3			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリが被度5%未満でみられ、カサノリが被覆していた。アオサ属、フクロノリが被度1%未満でみられた。 ・イソスギナが被度1%未満でみられた。
	127° 38.62'		生長段階	II III	II III	II III	III					
Ac4 (<5%)	26° 11.25'	カサノリ	群体数	34	18	3	2			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリが被度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。
	127° 38.58'		生長段階	II III	III	III IV	III III					
Ac5 (5~10%)	26° 11.24'	カサノリ	群体数	31	39	14	7	1	1	砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリが被度30%でみられ、カサノリを被覆していた。ヒトエグサ、フクロノリ、スジアオノリ、カゴメノリ等が被度1%未満~10%でみられた。
	127° 38.6'		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

図 76 詳細調査結果(平成 30 年 4 月)

表 40 詳細調査結果 (平成 31 年 2 月上旬)

調査地点	調査位置	種類	株数ランク	R	+	++	C	V C	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		
Ac1 (<1%)	26° 10.93'	カサノリ	群体数	1	4					砂礫	1mm未満	・アオノリ属、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。
	127° 38.62'		生長段階	II	II							
Ac2 (<1%)	26° 10.93'	カサノリ	群体数	1	5					砂	なし	・カゴメノリ、フクロノリ、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礁に付着していた。
	127° 38.64'		生長段階	II	III III							
Ac3 (<5%)	26° 11.17'	カサノリ	群体数	4	10	11	5	1		砂礫	1mm未満	・カゴメノリ、ホソカゴメノリ、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。
	127° 38.62'		生長段階	II	II	II	II	II III				
Ac4 (<5%)	26° 11.25'	カサノリ	群体数	5	5	2	2	1		砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリ、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。
	127° 38.58'		生長段階	II	II	II	II	II III				
Ac5 (<5%)	26° 11.24'	カサノリ	群体数	16	18	10	4	1	1	砂礫	1mm	・アオノリ属が被度1%未満で、シオミドロが被度5%でみられた。
	127° 38.6'		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

図 77 詳細調査結果 (平成 31 年 2 月上旬)

表 41 詳細調査結果 (平成 31 年 2 月下旬)

調査地点	調査位置	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%)	26° 10.93'	カサノリ	群体数	3		4				砂礫	1mm未満	・アオノリ属、イソスギナ、カゴメ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。
	127° 38.62'		生長段階	II III		III						
Ac2 (<1%)	26° 10.97'	カサノリ	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。
	127° 38.63'		生長段階	IV	III							
Ac3 (<5%)	26° 11.17'	カサノリ	群体数	3	45	13	4			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリ、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。
	127° 38.62'		生長段階	III	III	III	III					
Ac4 (<5%)	26° 11.25'	カサノリ	群体数	14	7	6	8			砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリ、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。
	127° 38.58'		生長段階	III	III	III	III					
Ac5 (<5%)	26° 11.24'	カサノリ	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。
	127° 38.6'		生長段階	III	III	III II	III II	III II				

調査期日: 平成31年2月19~22日

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 78 詳細調査結果 (平成 31 年 2 月下旬)

表 42 詳細調査結果 (平成 31 年 3 月)

調査地点	調査位置	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%)	26° 10.925'	カサノリ	群体数	5	2					砂礫	なし	・アオノリ属、イソスギナ、カゴメ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。
	127° 38.619'		生長段階	IV III II	II、III							
Ac2 (<1%)	26° 10.966'	カサノリ	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。
	127° 38.632'		生長段階	IV III	III IV							
Ac3 (<5%)	26° 11.162'	カサノリ	群体数	27	16					砂礫	なし	・ホソカゴメノリ、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。
	127° 38.611'		生長段階	III IV	III IV							
Ac4 (<5%)	26° 11.252'	カサノリ	群体数	38	18	4	7	3		砂礫	1mm未満	・ホソカゴメノリ、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。
	127° 38.577'		生長段階	III IV	III	III	III	III				
Ac5 (<5%)	26° 11.239'	カサノリ	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。
	127° 38.594'		生長段階	III IV	III IV	III	III	III				

調査期日: 平成31年3月4~6, 8日

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 79 詳細調査結果 (平成 31 年 3 月)

【参考資料7 カサノリ類の生育基盤比較実験】

(1) 生育基盤比較実験

一般的に、カサノリ類は、サンゴ片、礫、岩などに生育するが、ロープ、木材、ゴム等の人工物からの発芽もみられる。原則的には、サンゴ片等の自然基盤からの発芽を期待するが、「環境保全措置案③：生育基盤の確保」に関連して、人工物を含めた効率のよい着生基盤を把握するための比較実験を行った。

表 43 カサノリ類の生育基盤実験

区分	内容	備考
実験項目	・発芽状況	基盤別の発芽時期、株数
	・シストの形成状況	基盤別のシストの形成時期、形成状況
	・成長段階及び活性状況	成長段階：I－幼体、II－輪生枝、III－傘状体、IV－衰退した状態 活性状況：色、傘の形成状況等
実験時期	平成 26 年度冬季～	平成 26 年 12 月～平成 27 年 5 月（その後も必要に応じて継続）
実験基盤	① サンゴ片 ⑥ 不織布 ② 磯 ⑦ ロープ ③ 木材 ⑧ プラスチック ④ ゴム ⑨ コンクリートブロック ⑤ 麻布 ⑩ 生分解性素材	数種類の基盤について、各実験区にそれぞれ複数個設置する。 (右図参照) 景観面へ配慮しつつ、永続的に設置できる基盤を選択する。 
実験場所	埋立事業実施区域周辺の閉鎖性海域 (右図赤線参照)	重要種保護のため位置情報は表示しない

表 44 (1) カサノリ類の生育基盤実験

区分	内容	
設置状況	 	
調査結果 実験区 A	<p>基盤材料からカサノリ類の藻体は確認されなかった。</p> <p>ほとんどの基盤材料に、シオミドロ科やアオノリ属等の海藻類が付着していた。また、ほとんどの上面の基盤材料には浮泥がみられた。</p>	

表 44 (2) カサノリ類の生育基盤実験

区分	内容
実験区 B	<ul style="list-style-type: none"> 1月調査 <p>側面に設けたゴムで、<u>カサノリが 2 個体確認された。</u>発芽がみられたカサノリは成熟前の個体であった。</p> <p>ほとんどの基盤材料に、シオミドロ科やアオノリ属等の海藻類が付着していた。また、ほとんどの基盤材料に浮泥がみられた。</p> <p>基盤材料の麻布、生分解性素材は全て流出していた。不識布の一部が流出、残りは朽ちかけていた。</p> <p><u>目印に設置してあるブイのロープにも発芽したカサノリが多くみられた。</u></p>
	
	<ul style="list-style-type: none"> 2月調査 <p>基盤材料のサンゴ片、礫、木材、ゴム、不織布、ロープ、プラスチック、コンクリートブロックで<u>カサノリの発芽が確認された。</u>確認されたカサノリは、1つの基盤材料に 1~29 個体の範囲で確認された。確認されたカサノリの多くは成長段階Ⅱの輪生枝であった。</p> <p>ほとんどの基盤材料に、シオミドロ科やアオノリ属等の海藻類が付着していた。また、ほとんどの基盤材料に浮泥がみられた。</p> <p><u>目印に設置してあるブイのロープにも発芽したカサノリが多くみられた。</u></p>
	 
	<ul style="list-style-type: none"> 3月調査 <p>全ての基盤材料で<u>カサノリの発芽が確認された。</u>確認されたカサノリは、1つの基盤材料に 1~22 個体の範囲で確認された。2月調査時に確認されたカサノリよりも成熟した、成長段階Ⅲである傘状体の個体が多かった。</p> <p>ほとんどの基盤材料に、シオミドロ科やアオノリ属等の海藻類が付着していた。また、ほとんどの基盤材料に浮泥がみられた。</p> <p><u>目印に設置してあるブイのロープにも発芽したカサノリが多くみられた。</u></p>

(2) 人工着生基盤実験

1) 人工着生基盤設置

着生基盤としては、サンゴ礫、貝殻、コンクリート片、PP（ポリプロピレン）ロープ、ネットを用いた。網状にしたPPロープ上に着生基盤を固定し、網の一方を海底に固定、もう一方にブイをつける構造（立ち上げ式）、モズク等のひび建式養殖を参考に、浮きを付けた着生基盤の四方にロープをつけ、これを海底に設置した鉄筋杭に結び付ける構造（ひび建て式）の2種類とした。それぞれの構造の利点及び設置時期を、以下に示す。

表 45 人工着生基盤設置状況

名称	方式	設置場所	設置数	作業時期		利点
				設置	定点調査	
人工着生基盤 A	立ち上げ式	瀬長島北側で平成29年以降に高被度域が確認されていない場所	1基	平成29年5月26日	4回（平成30年4月、平成31年2月上旬、下旬、3月）	<ul style="list-style-type: none"> カサノリ類は干出する場所には生育しない ⇒干潮時には着底するため、干出しない カサノリ類はサンゴ礫等、移動し易い基盤に着生する ⇒潮汐による不安定な基盤の動きがあり、浮泥やカサノリ類と競合する海藻類が剥げ落ちやすい
人工着生基盤 B		瀬長島北側の高被度域		平成30年9月10日	3回（平成31年2月上旬、下旬、3月）	
人工着生基盤 C1, C2	ひび建式	瀬長島北側の高被度域	2基	平成30年2月5日		<p>上記に加え</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成29年5月に設置した人工着生基盤では、下層にカサノリが多かった。 ⇒着生基盤全体が同様の動きをするため、適切な水深設定であれば、着生基盤全体にカサノリ類が多く付着する可能性がある。 保全措置として実施する際、大型化は可能か？ ⇒モズク等のひび建式養殖と類似した構造であり、大型化が比較的容易である。



人工着生基盤 A (立ち上げ)



人工着生基盤 B (立ち上げ)



人工着生基盤 C1 (ひび建て)



人工着生基盤 C2 (ひび建て)

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 80 人工着生基盤設置位置と平成 30 年 4 月のカサノリ類分布範囲

2) 調査結果

<人工着生基盤 A>

カサノリの着生はサンゴ礫、コンクリート片、PP ロープ、ネットで確認されたが、貝殻では確認されなかった。また、カサノリの着生部分では、無節サンゴモ類や普通海綿綱が多く確認された。

なお、ホソエガサは確認されなかった。

カサノリ着生株数（表面積 1 cm²あたりの概数）について着生基盤間で比べると、全ての調査回において、PP ロープもしくはネットで最も多かった。コンクリート片とサンゴ礫では少なく、貝殻では確認されなかった。

<人工着生基盤 B>

カサノリの着生はサンゴ礫、サンゴ着床具、コンクリート片、PP ロープ、ネットで確認された。また、カサノリの着生部分では、無節サンゴモ類や普通海綿綱が多く確認された。

なお、ホソエガサは確認されなかった。

カサノリ着生株数（表面積 1 cm²あたりの概数）について着生基盤間で比べると、全ての調査回において、サンゴ着床具もしくはサンゴ礫で最も多かった。次に多かったのは PP ロープであり、最も少なかったのはネットであった。

<人工着生基盤 C1>

カサノリの着生はサンゴ礫、サンゴ着床具、PP ロープ、ネットで確認された。また、カサノリの着生部分では、無節サンゴモ類や普通海綿綱が多く確認された。

なお、ホソエガサは確認されなかった。

カサノリ着生株数（表面積 1 cm²あたりの概数）について着生基盤間で比べると、全ての調査回において、PP ロープもしくはサンゴ礫で最も多かった。

<人工着生基盤 C2>

カサノリの着生はサンゴ礫、サンゴ着床具、PP ロープ、ネットで確認された。また、カサノリの着生部分では、無節サンゴモ類や普通海綿綱が多く確認された。なお、ホソエガサは確認されなかった。

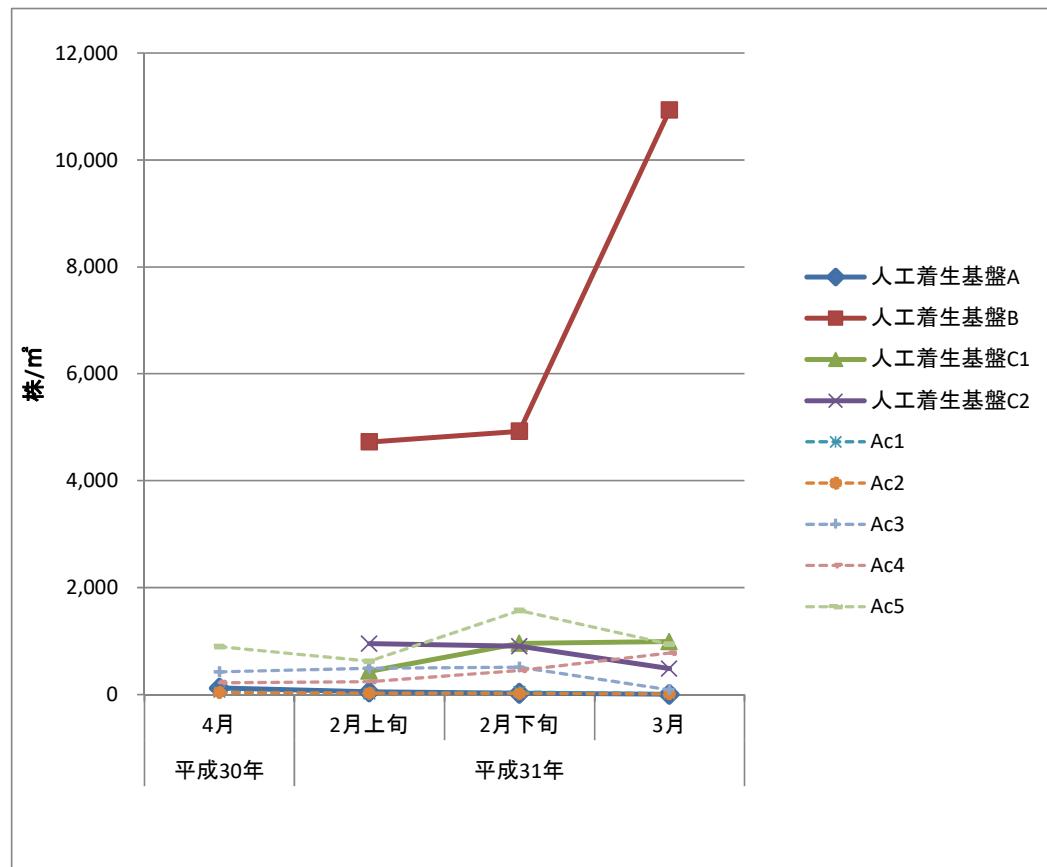
カサノリ着生株数（表面積 1 cm²あたりの概数）について着生基盤間で比べると、全ての調査回において、PP ロープで最も多く、次に多かったのはネットもしくはサンゴ礫であった。

<まとめ>

人工着生基盤とカサノリ類スポット調査結果の比較を表 46 及び図 81 に示す。占有面積 1m²あたりの着生株数で比べると、平成 30 年 9 月に高被度域に設置した人工着生基盤 B は 4,724~10,932 株/m²の範囲にあり、スポット調査結果 (12~1,572 株/m²) と比べて大幅に多く、高被度域のスポット調査地点 Ac5 の結果 (942~1,572 株/m²) と比べても大幅に多かった。

表 46 カサノリ概算株数の比較 (占有面積 1m²あたり)

調査名	調査地点	単位：株/m ²			
		平成30年	平成31年		
		4月	2月上旬	2月下旬	3月
環境保全措置 基礎調査	人工着生基盤A	120	48	22	4
	人工着生基盤B		4,724	4,924	10,932
	人工着生基盤C1		435	958	990
	人工着生基盤C2		950	903	485
カサノリ類 スポット調査	Ac1	48	18	45	12
	Ac2	35	22	19	12
	Ac3	423	489	510	89
	Ac4	221	241	451	775
	Ac5	896	622	1,572	942



注) 人工着生基盤における占有面積 1m²あたりの株数は、各人工着生基盤の着生株数（総計）を各人工着生基盤の面積（干潮時に海底面を占める面積）で割って算出した。

図 81 人工着生基盤着生株数とスポット調査結果との比較 (占有面積 1m²あたり)

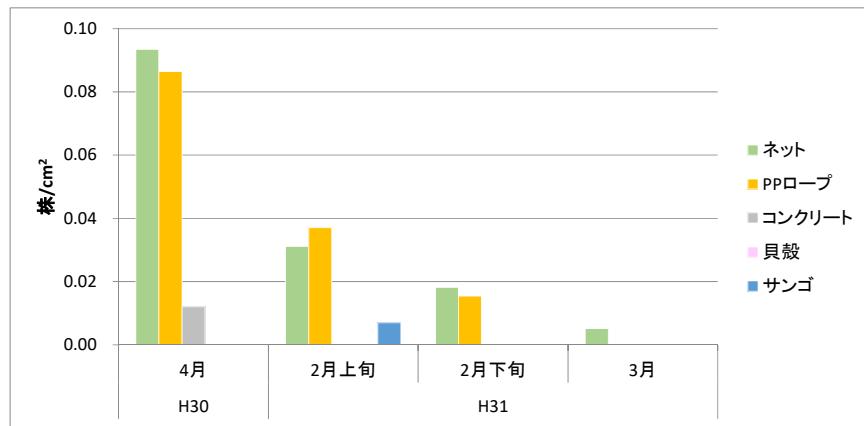


図 82 人工着生基盤 A におけるカサノリ着生株数の変化
(表面積 1 cm^2 あたりの概数)

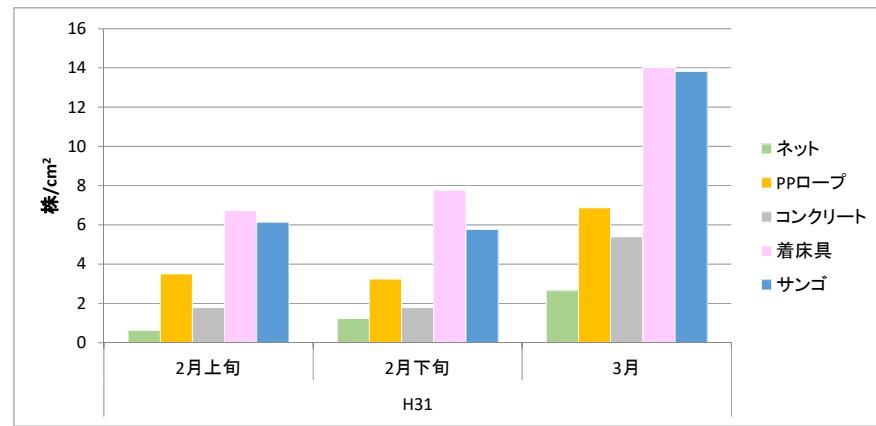


図 83 人工着生基盤 B におけるカサノリ着生株数の変化
(表面積 1 cm^2 あたりの概数)

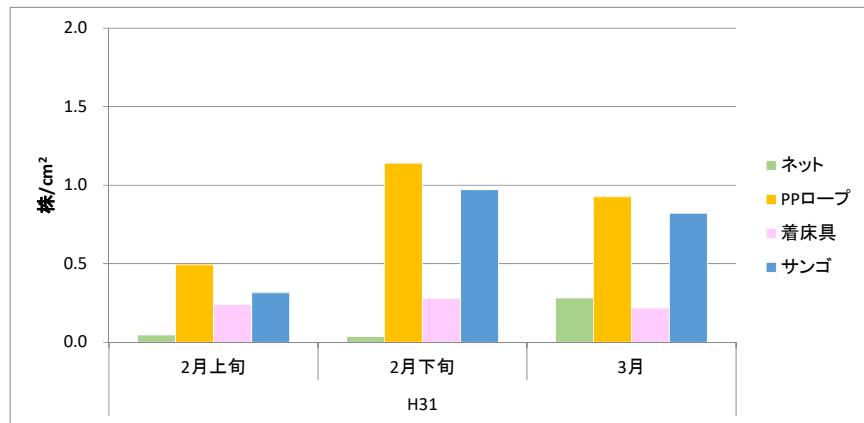


図 84 人工着生基盤 C1 におけるカサノリ着生株数の変化
(表面積 1 cm^2 あたりの概数)

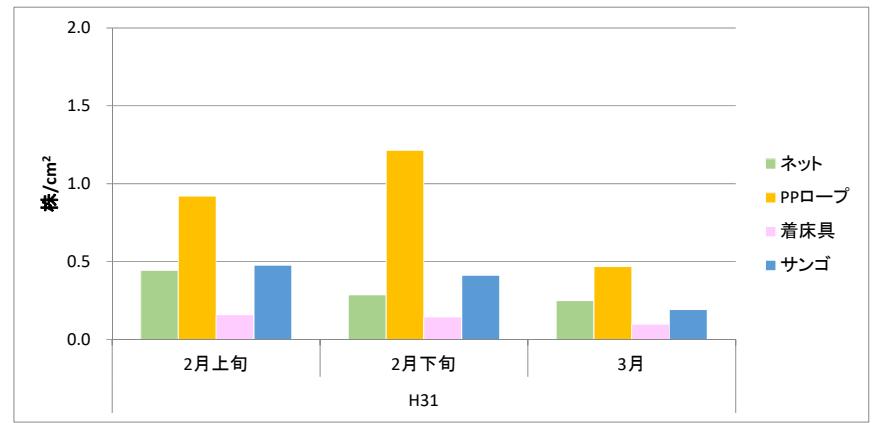


図 85 人工着生基盤 C2 におけるカサノリ着生株数の変化
(表面積 1 cm^2 あたりの概数)



人工着生基盤 A サンゴ礫



人工着生基盤 B (PP ロープ)



人工着生基盤 C1 (着床具)



人工着生基盤 C2 (サンゴ礫)

図 86 カサノリの着生状況

(3) 水深・水温の測定結果

平成 29 年 6 月 7 日～平成 31 年 2 月 7 日における人工着生基盤 A での水深・水温の測定結果を表 47、図 87 に、平成 30 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 7 日における人工着生基盤 B での水深・水温の測定結果を表 47 及び図 88 に示す。

人工着生基盤 A における水深は 0.01～3.06 (平均 1.11m) であり、常に干出しない環境であった。水温は 10.5～41.4°C (平均 25.4°C) であった。12 月と 1 月の平均水温について、平成 29 年度と平成 30 年度を比べると、平成 30 年度の方が 1.6～2.6°C 高かった。

人工着生基盤 B における水深は-0.12～2.18 (平均 0.41m) であり、平成 30 年 9 月、10 月、平成 31 年 3 月には干出がみられた。水温は 12.0～41.5°C (平均 24.6°C) であった。

表 47 人工着生基盤 A・B における水深・水温の測定結果

	平成29年	6月	水深(m)			水温(°C)		
			最小	最大	平均	最小	最大	平均
人工着生基盤A	平成29年	6月	0.09	2.21	1.16	23.6	38.5	28.5
		7月	0.07	2.19	1.11	28.4	41.4	31.5
		8月	0.05	2.22	1.14	29.0	37.8	31.6
		9月	0.08	2.18	1.22	25.8	36.7	30.3
		10月	0.11	2.25	1.22	20.8	31.7	27.6
		11月	0.04	2.07	1.02	17.1	27.2	22.9
		12月	0.03	2.06	0.95	13.6	23.3	19.6
	平成30年	1月	0.04	2.05	0.93	11.5	21.9	18.5
		2月	0.02	2.10	0.93	10.5	23.0	18.7
		3月	0.02	2.12	0.99	14.9	26.7	21.0
		4月	0.03	2.02	1.04	15.2	31.4	23.1
		5月	0.03	2.11	1.10	21.8	38.4	27.4
		6月	0.02	2.49	1.10	25.2	38.6	29.0
		7月	0.02	2.32	1.19	26.0	37.1	29.0
		8月	0.03	2.57	1.30	27.1	35.0	29.6
		9月	0.01	3.06	1.29	25.6	36.1	29.6
		10月	0.01	3.06	1.24	19.3	36.1	28.0
		11月	0.04	2.14	1.13	17.6	27.5	24.1
		12月	0.04	2.22	1.10	17.1	26.4	22.3
	平成31年	1月	0.04	2.15	1.05	12.8	22.8	20.2
		2月	0.04	1.97	1.06	16.0	23.9	20.7
人工着生基盤B	全期間		0.01	3.06	1.11	10.5	41.4	25.4
	平成30年	4月	0.03	1.22	0.36	12.1	35.8	22.9
		5月	0.02	1.30	0.40	18.2	39.6	28.1
		6月	0.03	1.71	0.41	22.8	41.5	29.6
		7月	0.02	1.50	0.46	25.5	38.9	29.4
		8月	0.02	1.72	0.54	25.4	38.4	30.0
		9月	-0.06	2.18	0.52	23.9	40.6	29.8
		10月	-0.12	1.40	0.46	17.1	33.6	24.3
		11月	0.00	1.34	0.45	17.2	31.3	23.2
	平成31年	12月	0.01	1.38	0.43	13.5	30.9	20.6
		1月	0.04	1.32	0.39	12.1	24.0	18.2
		2月	0.01	1.42	0.39	13.6	30.4	21.0
		3月	-0.04	1.16	0.15	14.8	31.2	22.7
	全期間		-0.12	2.18	0.41	12.0	41.5	24.6

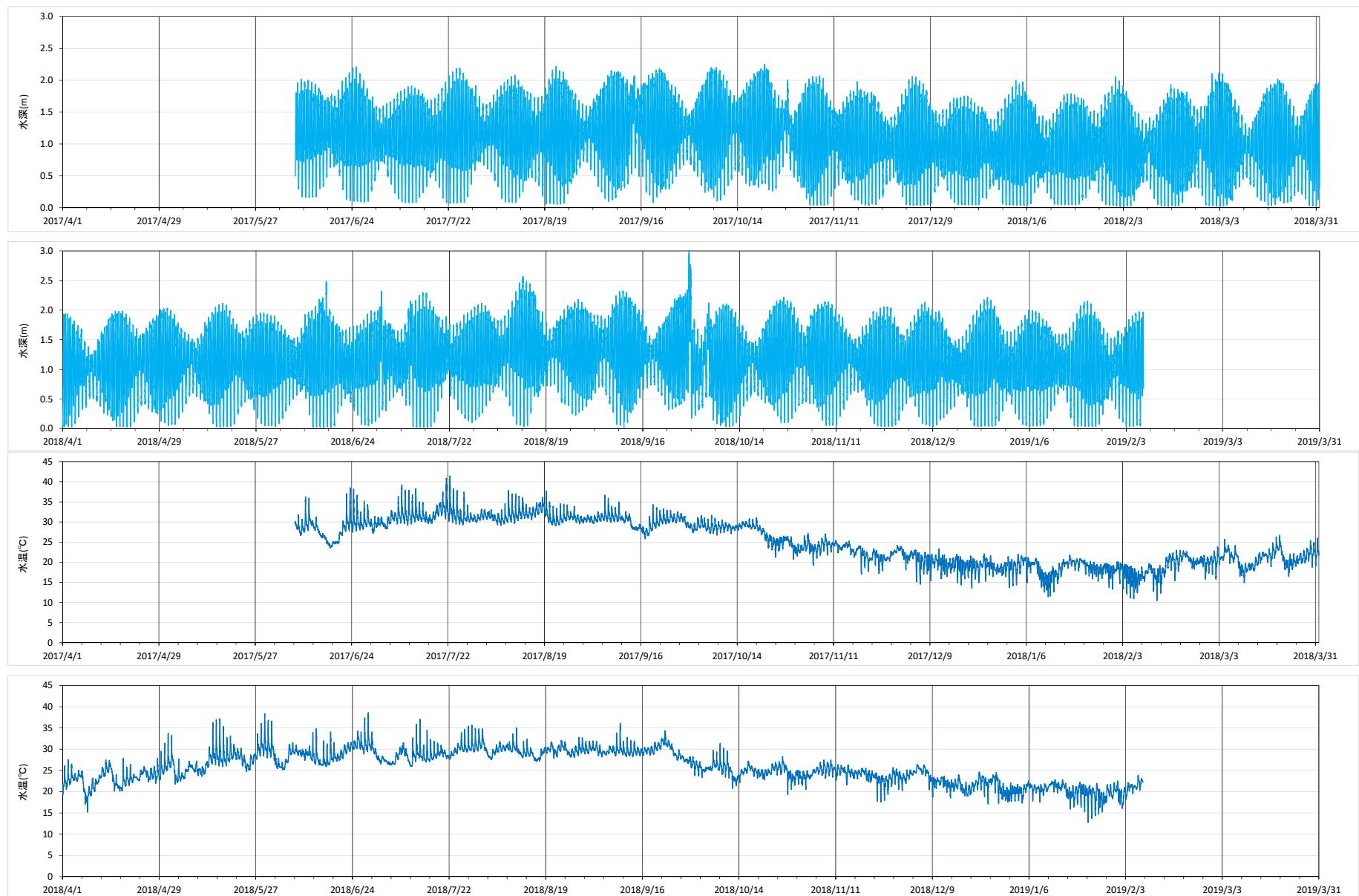
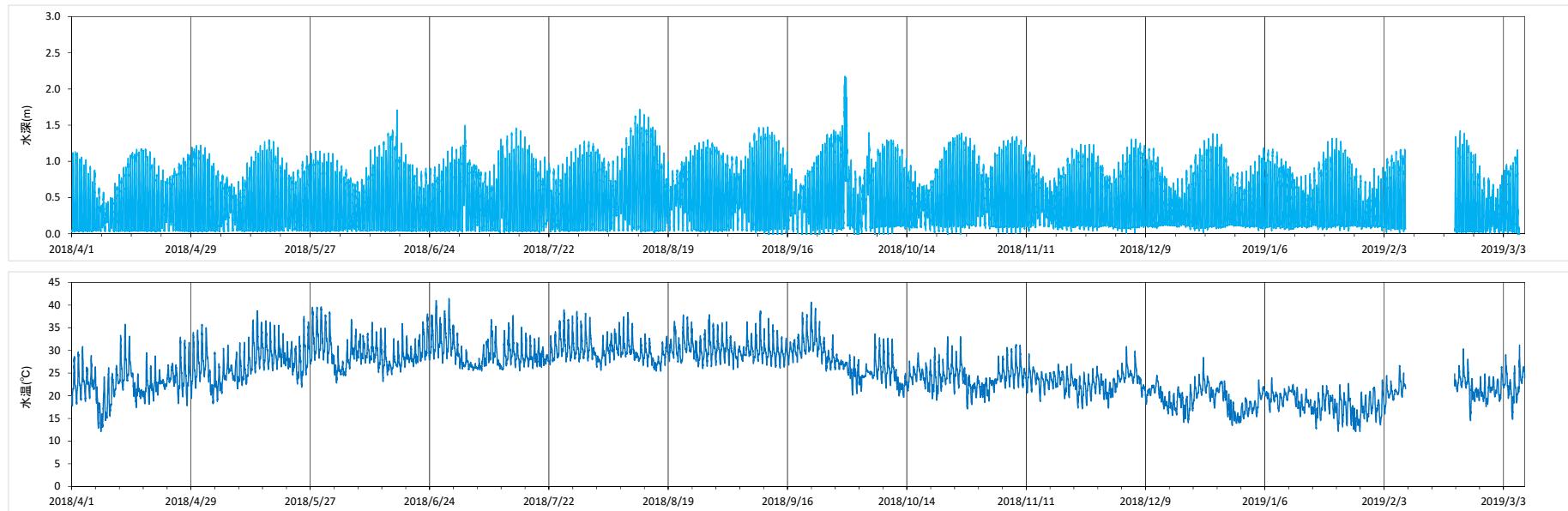


図 87 人工着生基盤 A における水深・水温の測定結果（平成 29 年 4 月～平成 31 年 2 月）



注：平成 31 年 2 月 8～19 日の間のデータは欠測した。

図 88 人工着生基盤 B における水深・水温の測定結果（平成 30 年 4 月～平成 31 年 3 月）