

## 資料編

## 1. カサノリ類の環境監視結果について

### 1.1 これまでの検討内容

#### 1.1.1 順応的管理の概要

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。

#### 1.1.2 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。

#### 1.1.3 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会での検討事項

- ・ 第2回委員会（平成26年6月）では、カサノリ類の順応的管理の目標（包括的目標）及び実施に当たっての方針等についておおむね承認を得た。
- ・ 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した。

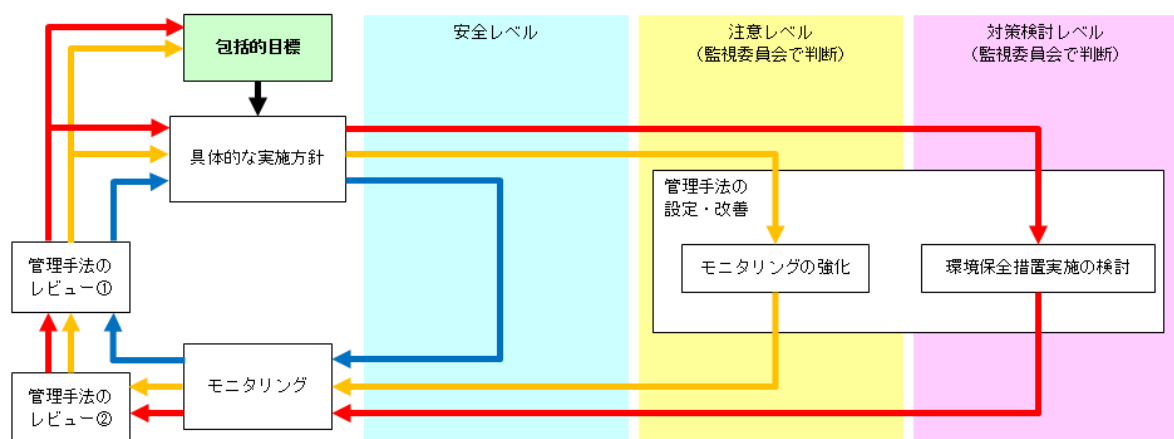




図ー 1.1.1 カサノリ類の生育状況（右：平成 25 年度、左：平成 28 年度）

## 1.2 順応的管理（カサノリ類）

### 1.2.1 順応的管理の実施フロー



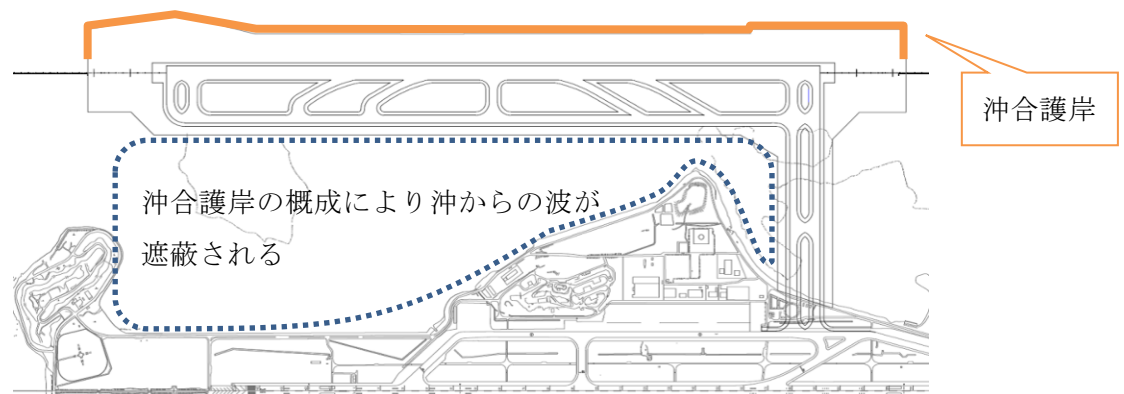
包括的目標	・カサノリ類は、干潟・浅海域に点在し、タイドプールのような環境で被度が高い場所がみられ、その分布域の年変動が大きいことが、当該種の特徴である。このため、カサノリ類については、閉鎖性海域において、継続的に分布が確認される場所がみられることを目標とし、実行可能な順応的管理のもと、生育環境の保全・維持管理を実施する。
具体的な実施方針	・モニタリングを行い、カサノリ類構成種の生育状況や生育環境の把握を行う。 ・モニタリングの結果、カサノリ類の生育状況や生育環境が著しく低下した場合は、学識経験者等にヒアリング等を行い、環境保全措置の検討を行う。
モニタリング	・モニタリング項目は、カサノリ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	・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	・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	・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。

図ー 1.2.1 本事業における順応的管理の考え方

### 1.2.2 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。)



図ー 1.2.2 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。

### 1.3 調査結果

#### 1.3.1 分布調査

過年度調査と平成 31 年 1 月～3 月における調査結果の比較を以下に示す。

なお、平成 25 年 2 月以降の調査は、工事前の状況を詳細に把握するため、平成 20 年 2 月の調査方法よりも精度をあげて実施している。よって、工事前の現況としては、平成 25 年 2 月以降の調査結果を用いることとする。

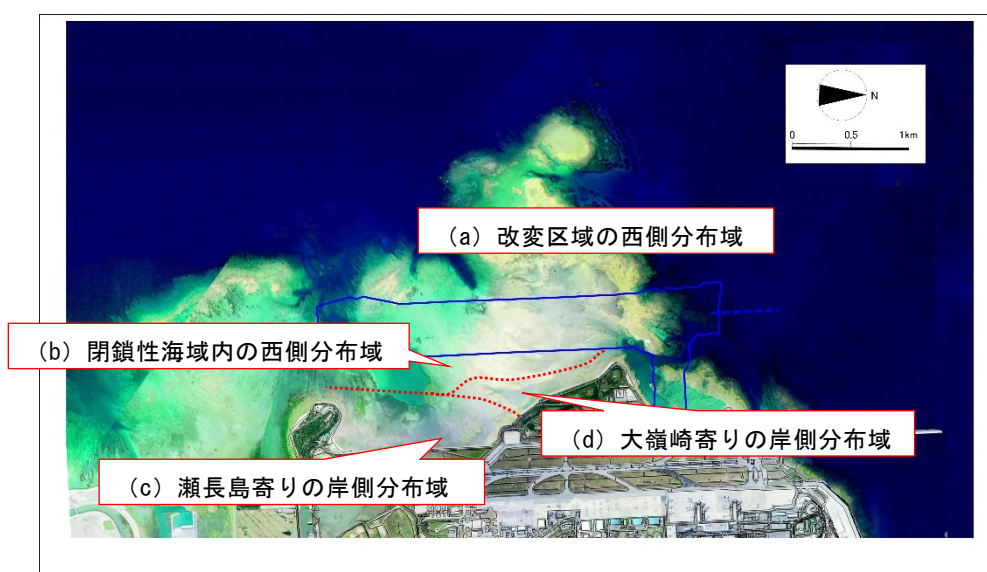
平成 30 年 1 月～3 月におけるカサノリの分布面積は 3.6～27.7 ha であった。最大分布面積は、工事前の平成 25～26 年は 47.3～49.0ha であったが、平成 27 年に大きく減少し、平成 27～28 年は 20.3～23.9ha であった。平成 29 年は 15.6 ha とさらに減少がみられたが、平成 30 年 3 月には 27.7ha と増加、工事中において最も大きかった。平成 31 年 2 月下旬は 23.3ha であり、平成 27～28 年と同程度の範囲であった。

また、平成 31 年 2 月には、ホソエガサの分布面積が過去最大となった。平成 31 年 2 月には改変区域沿いの東側と西側で分布面積の増加が確認された。

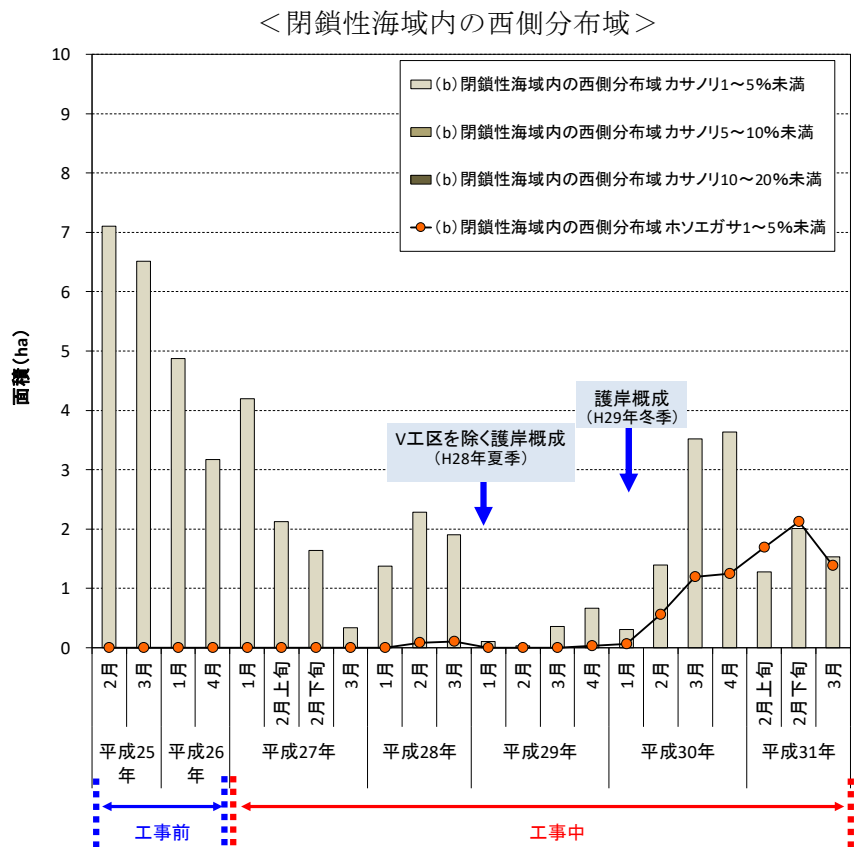
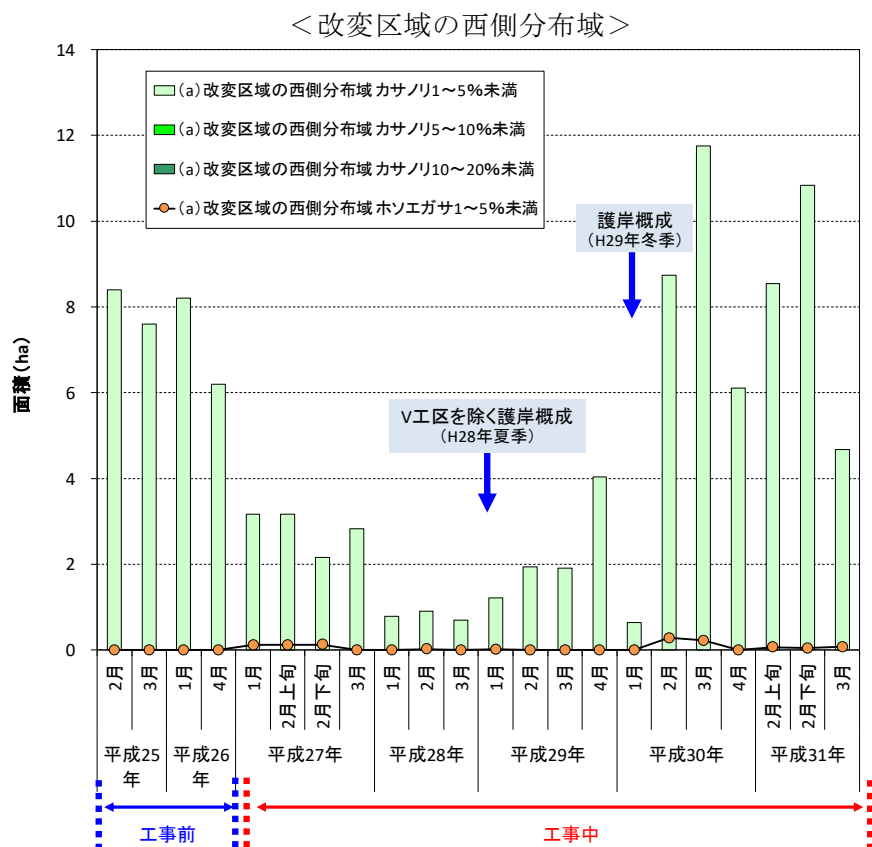
表－ 1.3.1 カサノリ類の分布面積

分布域	種類	被度	工事前				工事中																				
			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					
			2月	3月	1月	4月	1月	2月上旬	2月下旬	3月	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		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) 瀬長島寄りの岸側	カサノリ	1～5%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			
		5～10%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			
		10～20%未満	0.73	0.09	0.04	0.10	-	0.13	0.09	0.17	-	0.05	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		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) 大嶺崎寄りの岸側	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	-	0.15	0.11	-	0.14	0.22	0.30	0.09	0.04	0.04	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		10～20%未満	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		合計	3.2	3.9	3.0	3.1	1.7	3.0	3.5	2.5	1.9	2.5	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	カサノリ	1～5%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			
		5～10%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	0.02	0.01	0.04	0.10			
		10～20%未満	0.91	0.09	0.04	0.10	-	0.13	0.09	0.17	-	0.05	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		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	ホソエガサ	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			
		5～10%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		10～20%未満	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		合計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
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			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 × x + 7.5 × y)。

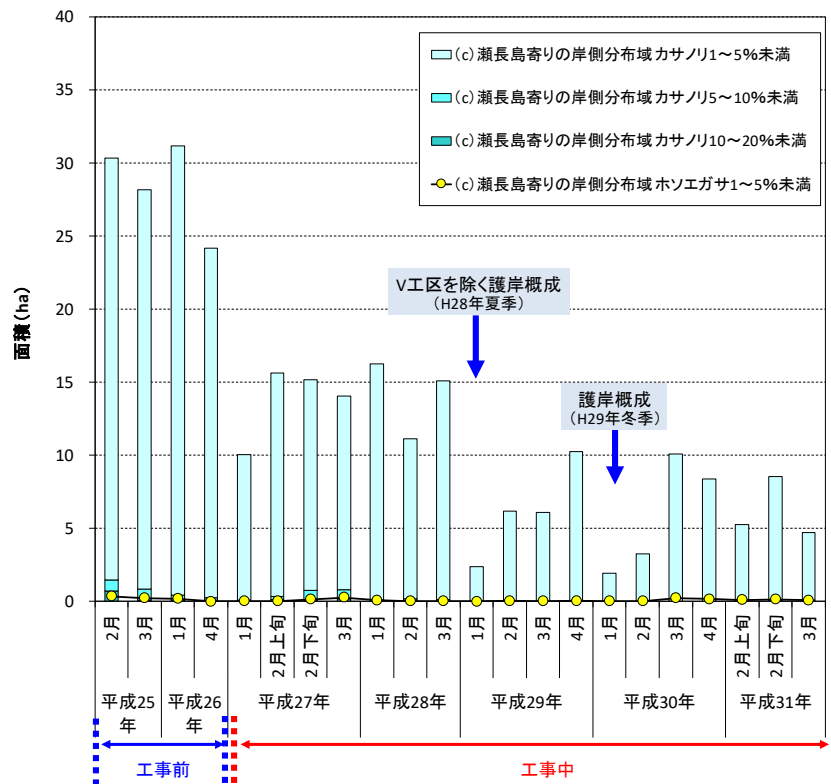


図－ 1.3.1 分布域の区分

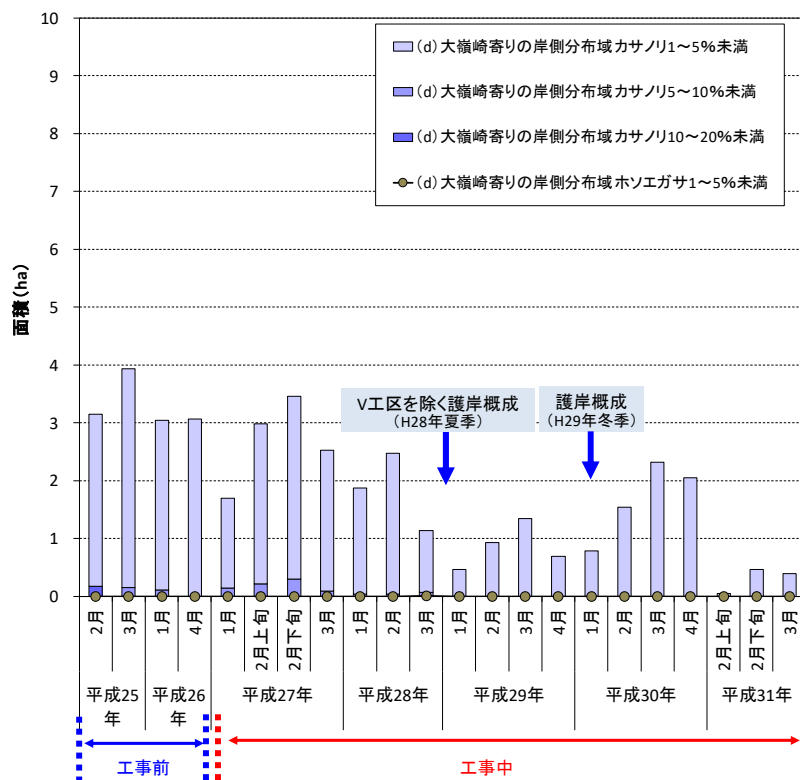


図ー 1.3.2 (1) カサノリ類の分布面積の推移

＜瀬長島寄りの岸側分布域＞

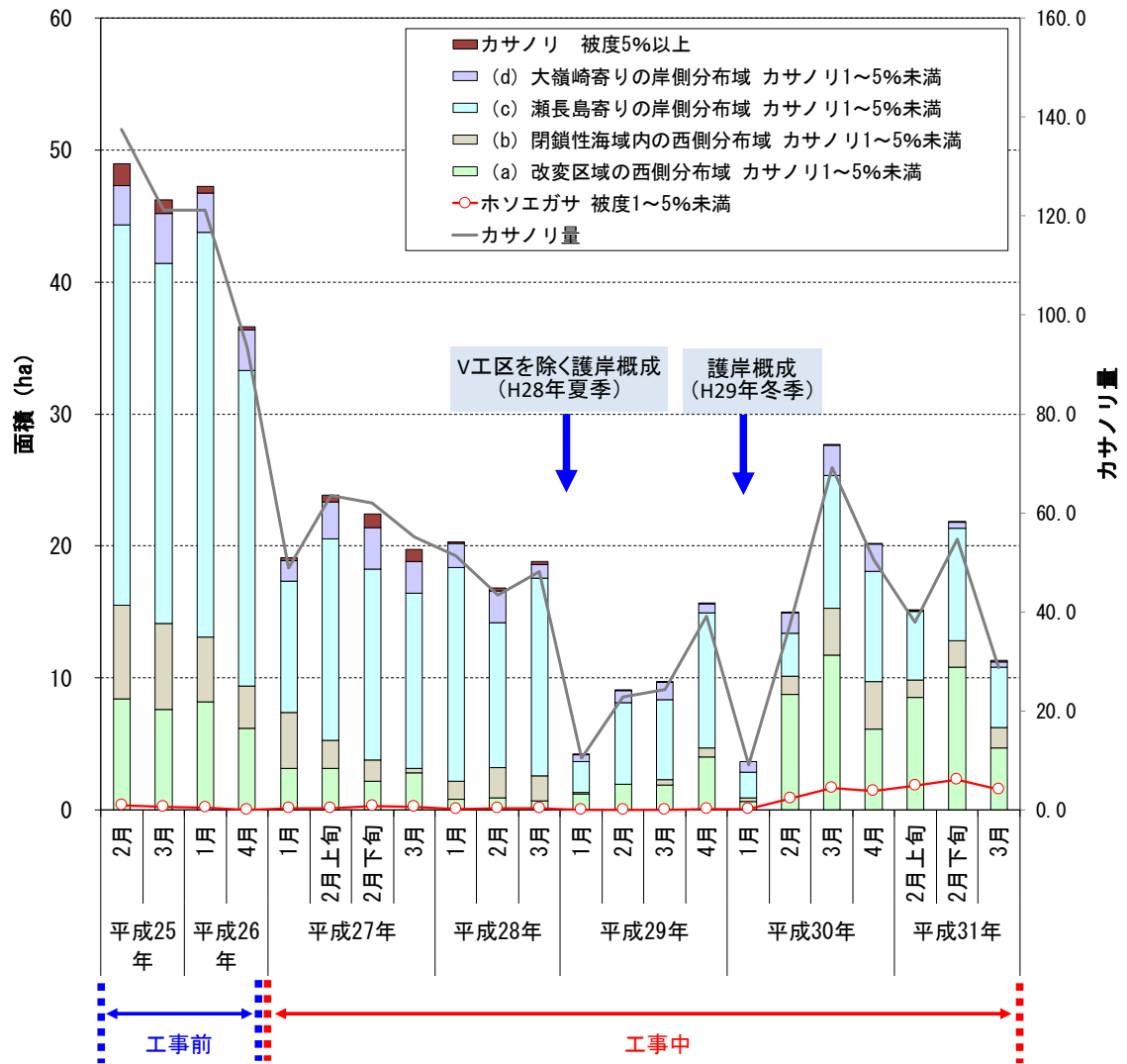


＜大嶺崎寄りの岸側分布域＞



図－ 1.3.2 (2) カサノリ類の分布面積の推移

<全分布域>



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

例) 10%以上~20%未満(中間値 15) : x ha、

5%以上~10%未満(中間値 7.5) : y ha、

5%未満

(中間値 2.5) : z ha の場合、カサノリ量は $(15 \times x + 7.5 \times y + 2.5 \times z)$ 。

図ー 1.3.2 (3) カサノリ類の分布面積の推移

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

注：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－ 1.3.3 (1) カサノリ類の分布状況



重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(2) カサノリ類の分布状況

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(3) カサノリ類の分布状況

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(4) カサノリ類の分布状況

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(5) カサノリ類の分布状況

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(6) カサノリ類の分布状況

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(7) カサノリ類の分布状況

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図ー 1.3.3(8) カサノリ類の分布状況

## 1.4 第12回環境監視委員会（令和元年6月開催）での審議事項

### 1.4.1 カサノリ類の監視レベルについて

カサノリ類の分布面積、分布状況及び中心となる分布範囲の変動状況について、調査結果を報告した。

#### (1) 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－1.4.1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<sup>注2</sup>となっている範囲は、Ⅰ及びⅡ（図－1.4.2）であると考えられる。

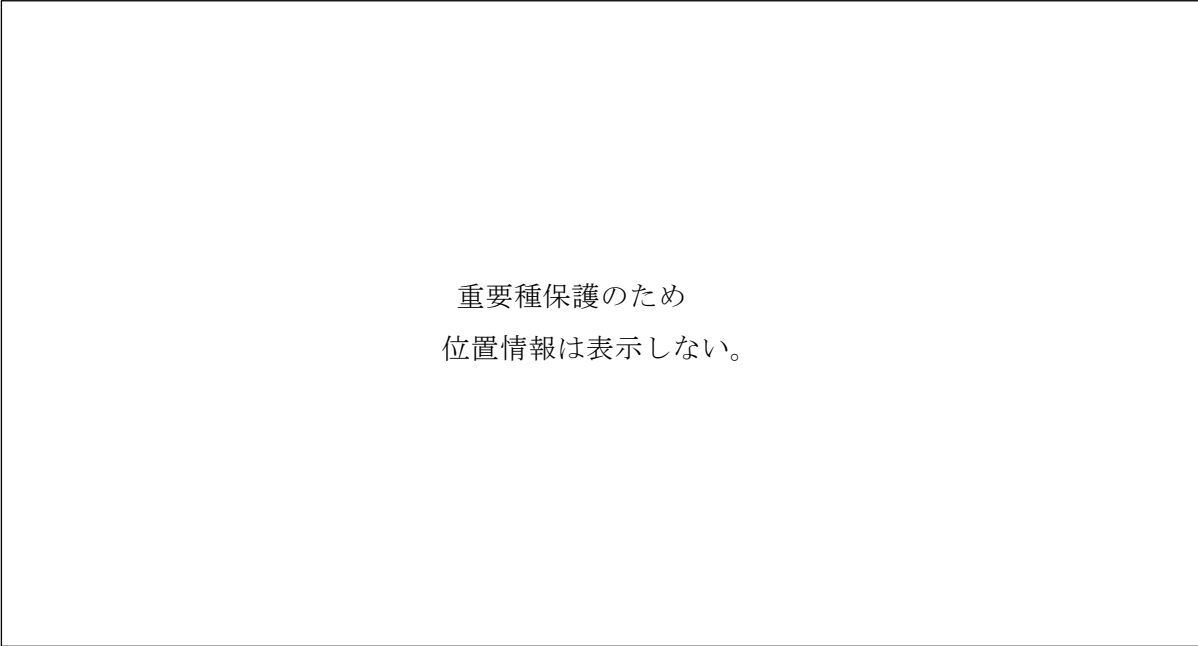
共通分布範囲とコアについて、以下のような結果がみられた。

- 瀬長島北側など、共通分布範囲<sup>注1</sup>で分布範囲が減少した（図－1.4.1）
- 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－1.4.1）
- カサノリ類の分布のコア<sup>注2</sup>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－1.4.2）。

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。

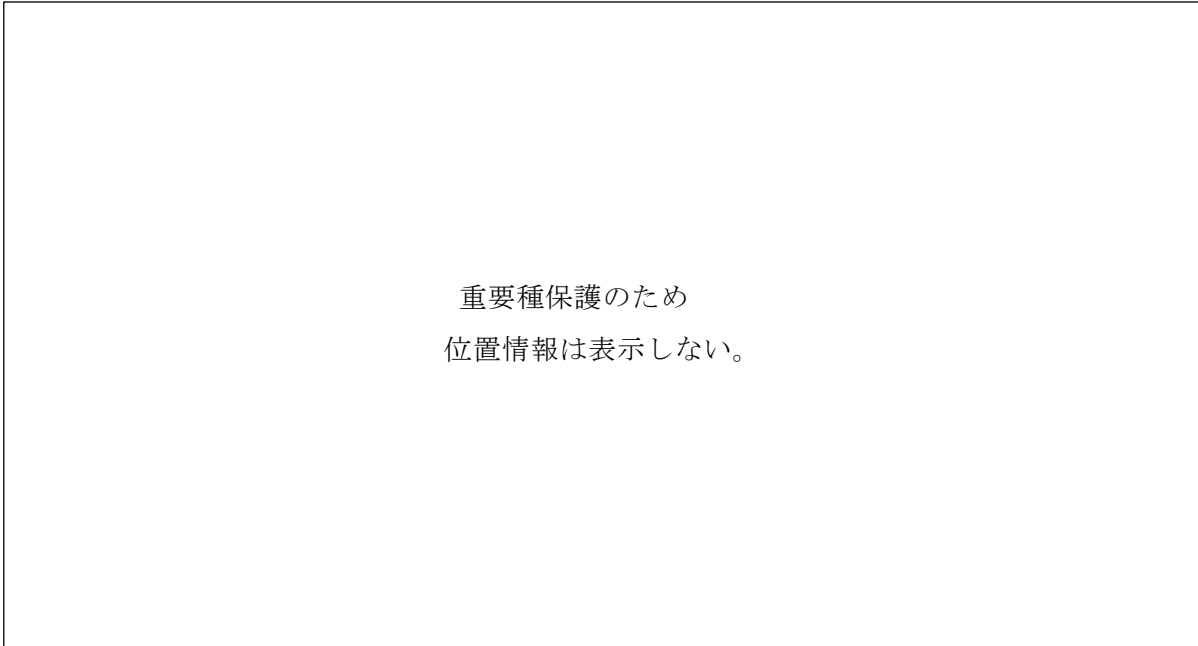
注2. コアとは、過年度に高被度域（被度5%以上）が確認されていた範囲を示す。





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－ 1.4.1 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



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－ 1.4.2 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）

## 2. 海草藻場の環境監視結果について

### 2.1 これまでの検討内容

#### 2.1.1 順応的管理の概要

海草藻場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。

#### 2.1.2 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。

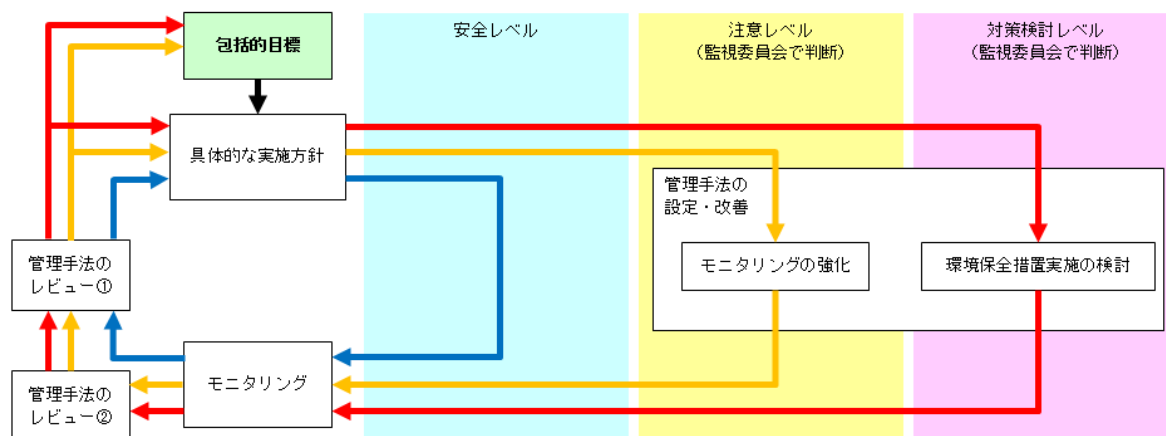
このため、海草藻場及びカサノリ類の順応的管理については、事業開始前に環境監視委員会（仮称）等において専門家の意見を聴取するとともに、埋立地の存在による消失面積を念頭に残存する海草藻場やカサノリ類について順応的管理の目標を設定したうえで、計画の検討、モニタリング及びその結果を踏まえた計画の再検討等を行うこと。また、計画の検討に当たっては、必要に応じて移植の実施についても検討すること。

#### 2.1.3 那覇空港滑走路増設事業環境監視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した。

## 2.2 順応的管理（海草藻場）

### 2.2.1 順応的管理の実施フロー



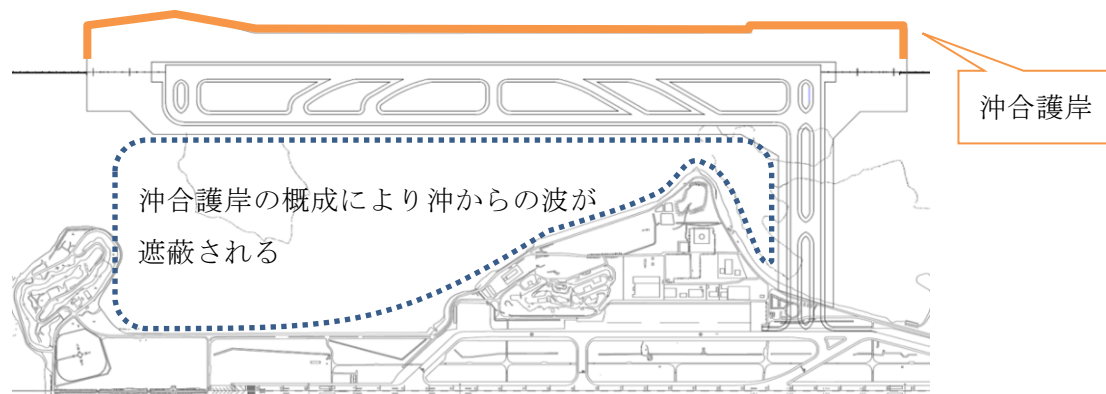
包括的目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>海草藻場については、失われる藻場の面積を念頭に、閉鎖性海域において、護岸概成後に生育環境が向上し、面積もしくは被度が維持/増加することを目標とし、実行可能な順応的管理のもと、生育環境の保全・維持管理を実施する。</li> <li>順応的管理にあたっては、モニタリングを実施しながら、海草藻場の出現状況の変化に応じた監視レベルを設定し、必要に応じて、環境保全措置を講じることとする。</li> </ul>
具体的な実施方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリングを行い、海草藻場構成種の生育状況や生育環境の把握を行う。</li> <li>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。</li> </ul>
モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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）。</li> </ul>
管理手法のレビュー①	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
管理手法のレビュー②	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
管理手法の設定・改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>

図ー 2.2.1 本事業における順応的管理の考え方

### 2.2.2 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。



図ー 2.2.2 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。

## 2.3 調査結果

### 2.3.1 分布調査（事業実施区域）

#### <閉鎖性海域>

平成 30 年度の海草藻場の分布面積は 6.7～12.5 ha であり、工事前の 10.7～24.9 ha、工事中の 11.6～17.4 ha を下回った。分布面積は平成 30 年度秋季に 6.7 ha と工事前の変動範囲を下回ったものの、冬季には 11.7 ha 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。

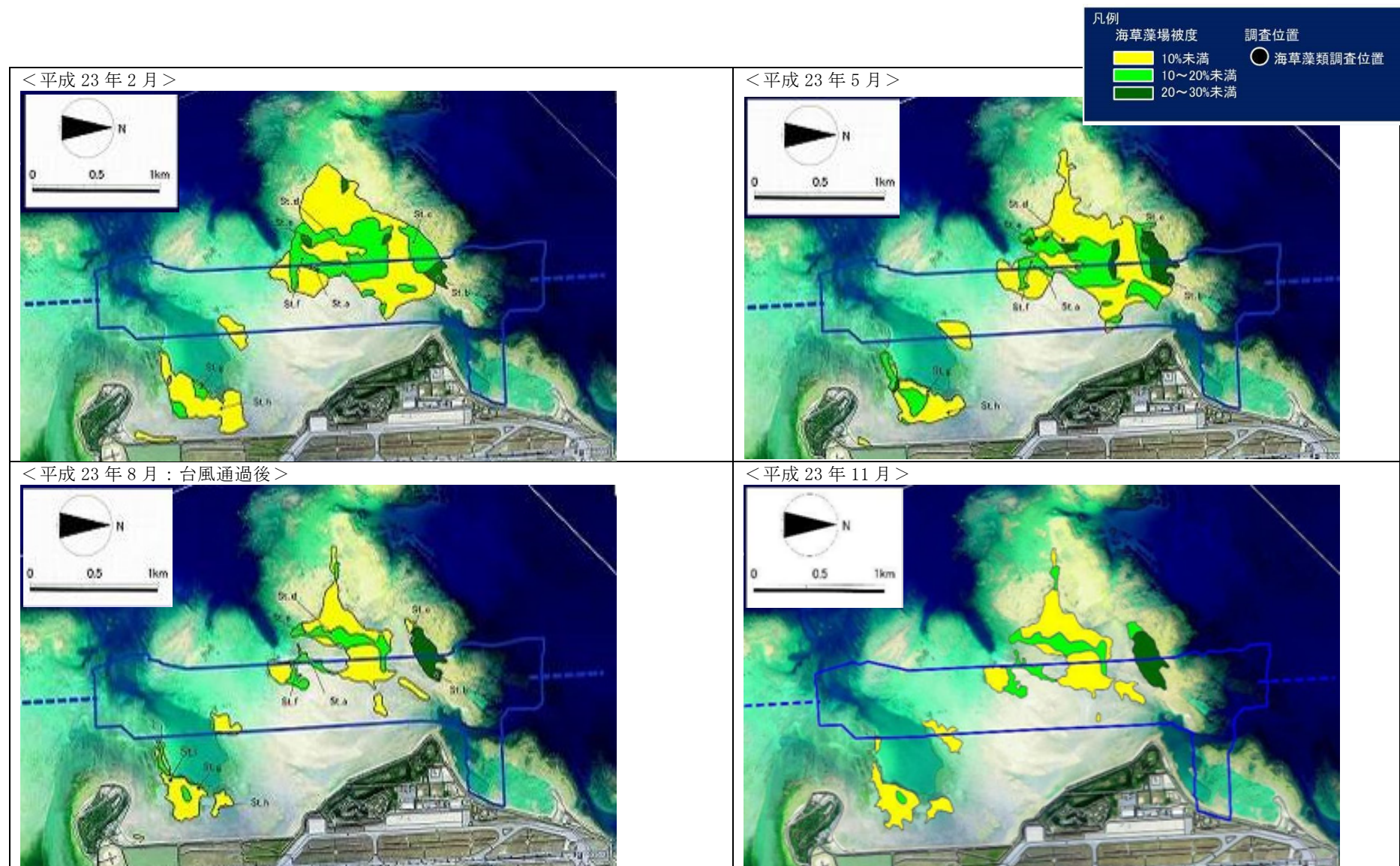
被度別の分布面積について、比較的被度の高い被度 10%以上の分布面積（10～20%未満、20～30%未満の面積の合計）をみると、平成 30 年度は被度 10%以上の区域は確認されず、昨年度に引き続き工事前を下回った。平成 28 年度以降、葉枯れや埋在生物の生息孔により生じた海底起伏による海草の地下茎露出や埋没が主因と考えられる被度の低下が確認されている。こうした状況は定点調査においても閉鎖性海域内の St. S3、S4 で確認されている。埋在生物の生息孔は一般に、粒径の細かい砂泥底で多く形成される。閉鎖性海域内では瀬長島北側深場の周辺に藻場が分布する。当該深場はシルト分が多い砂泥底であり、深場の砂泥が波浪等により舞い上がり、周辺に堆積した結果、底質が変化した可能性が考えられる。

#### <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。

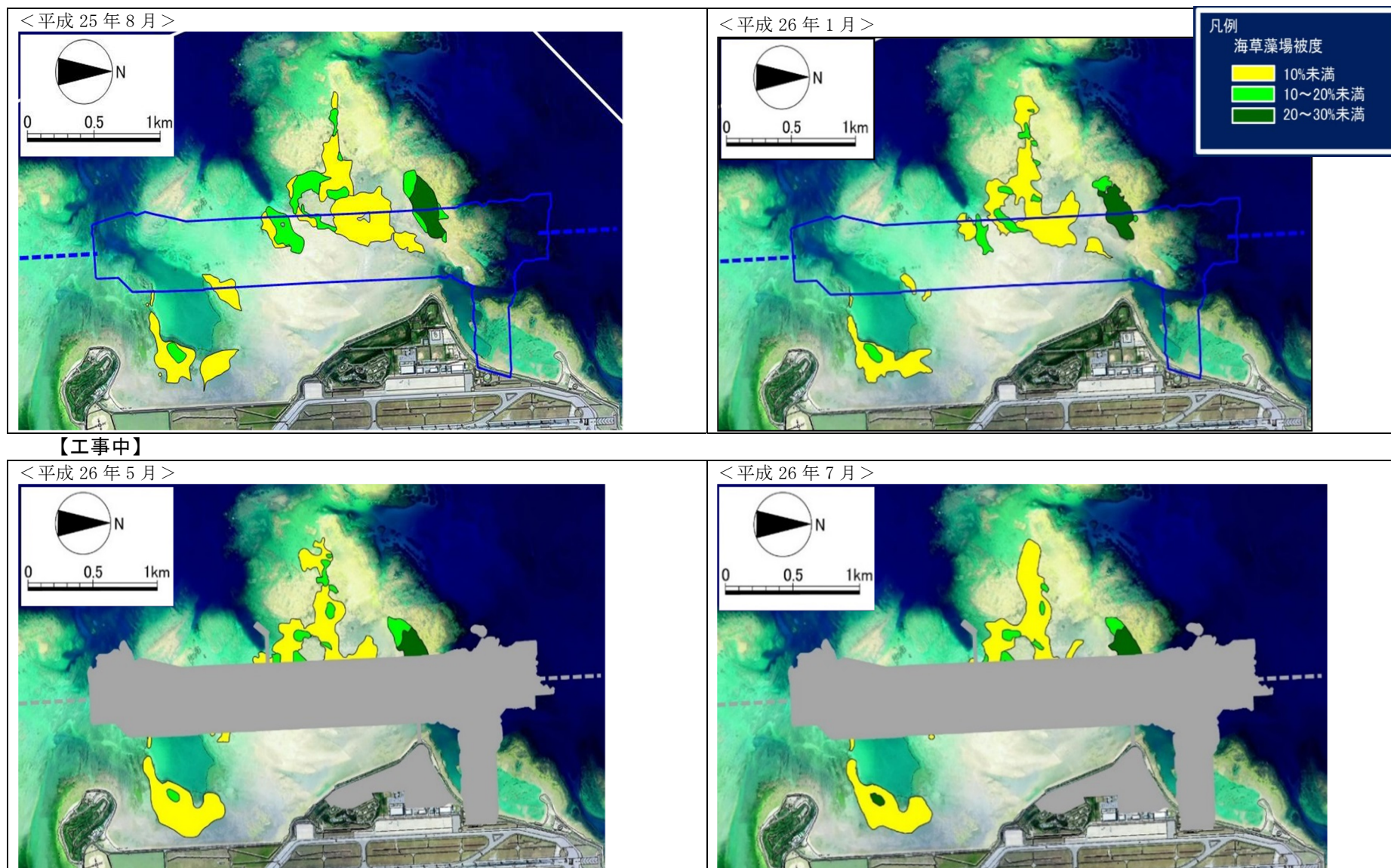
被度低下の要因として、干出時の乾燥による葉枯れや、台風の高波浪による砂の流出、堆積が考えられる。





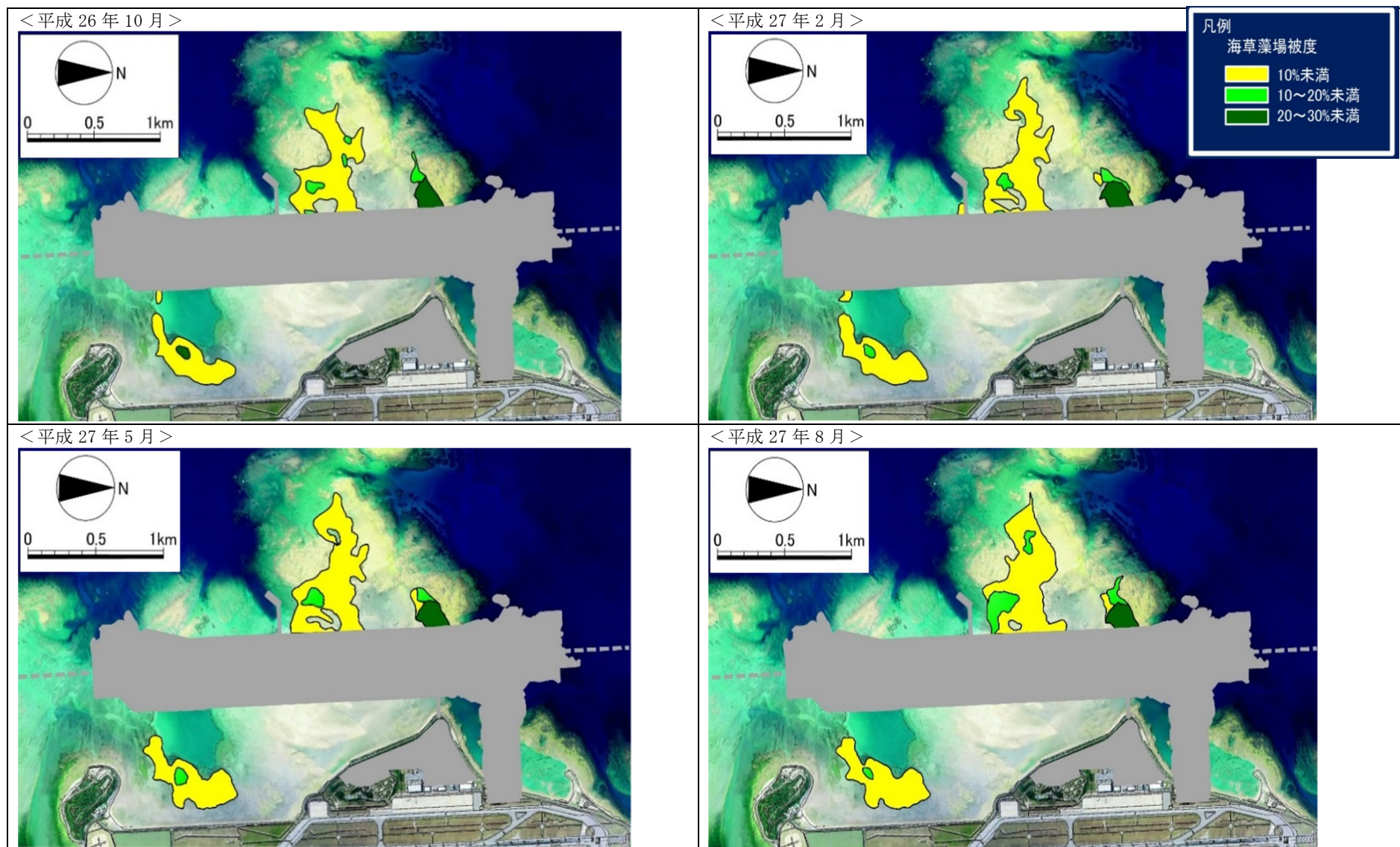
図－ 2.3.2 (1) 海草藻場の分布状況の経年変化



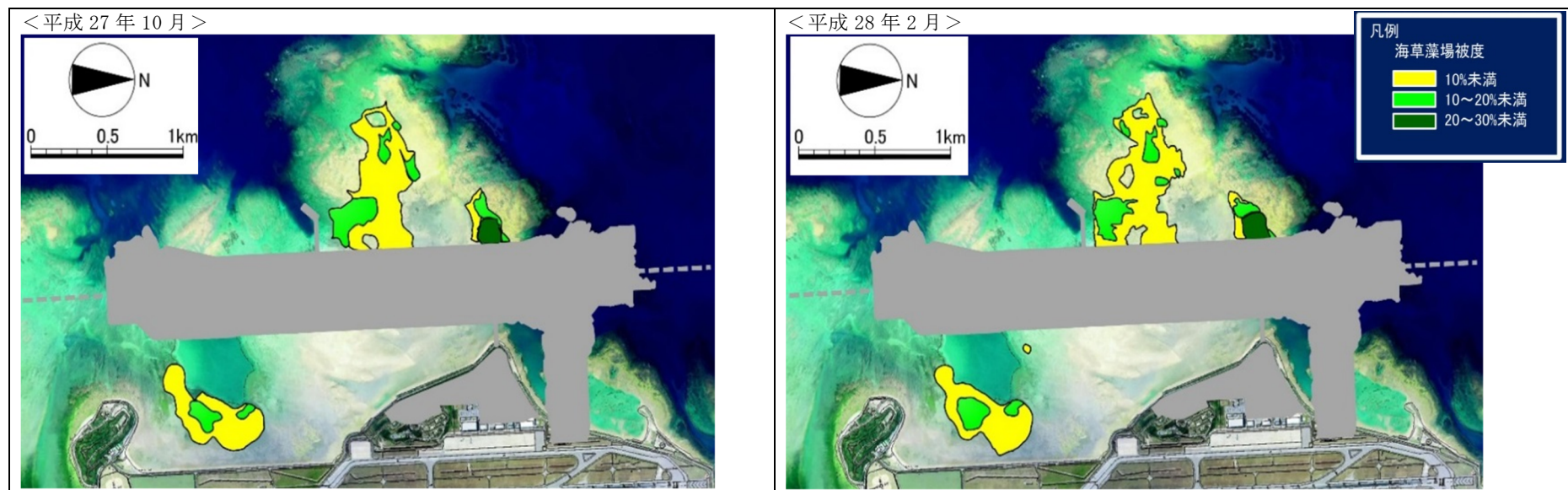


図－ 2.3.2 (2) 海草藻場の分布状況の経年変化



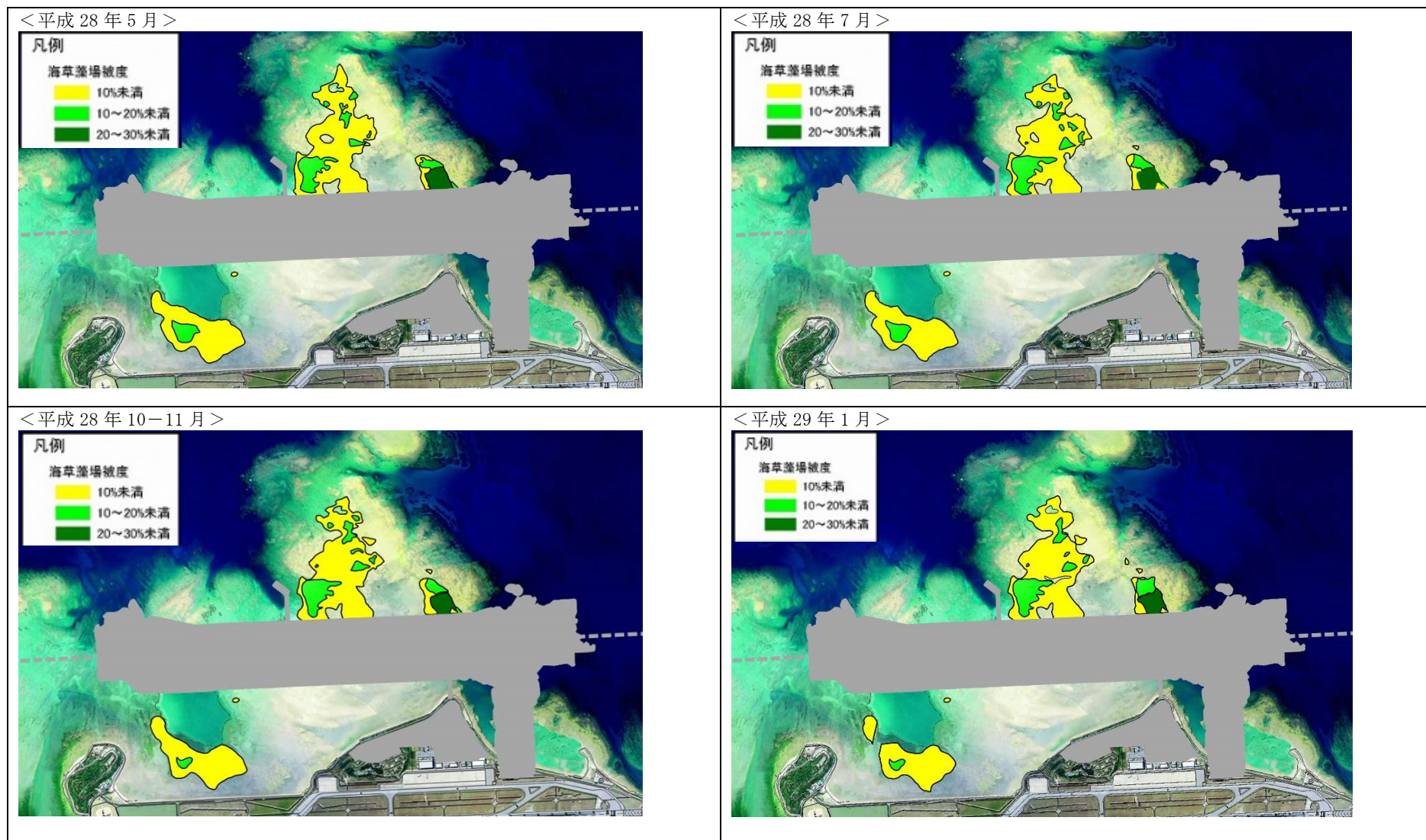


図－ 2.3.2 (3) 海草藻場の分布状況の経年変化



図－ 2.3.2 (4) 海藻藻場の分布状況の経年変化





図－ 2.3.2 (5) 海草藻場の分布状況の経年変化

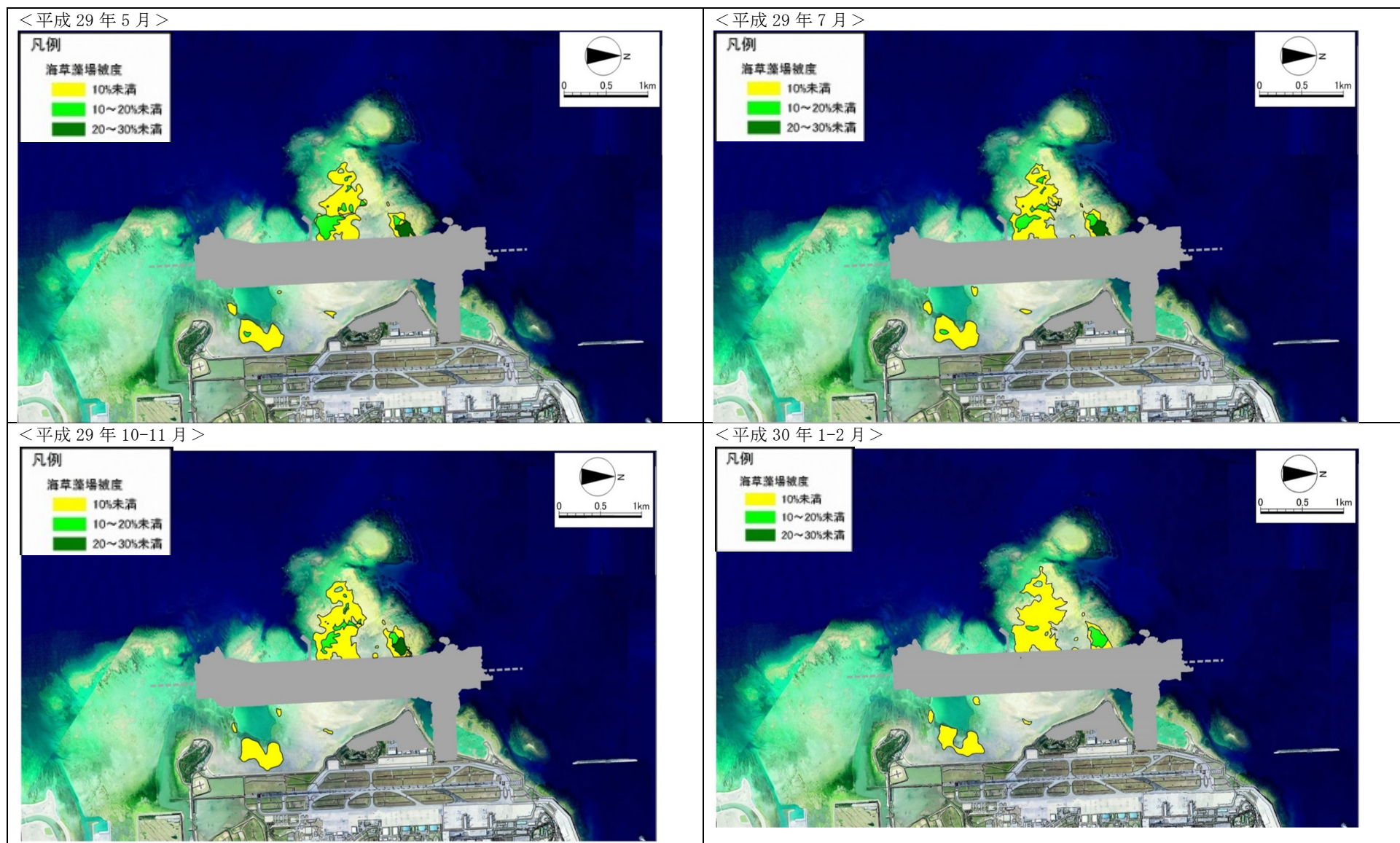
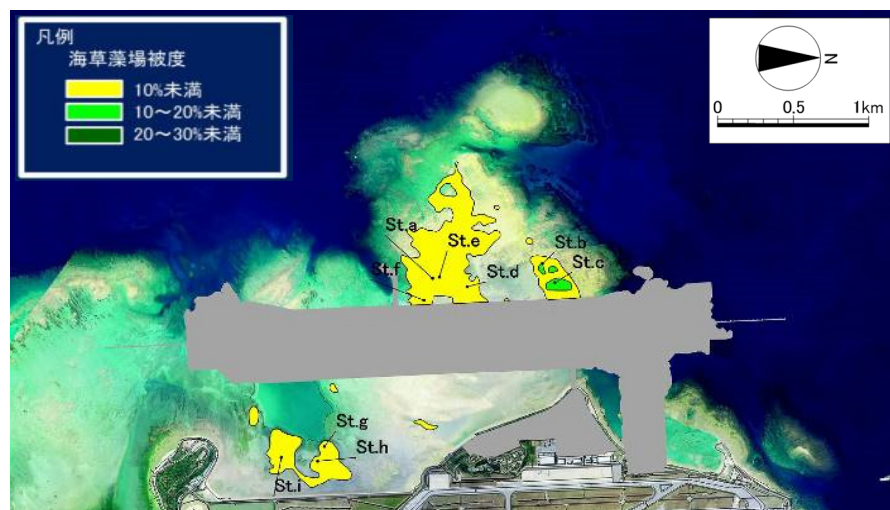


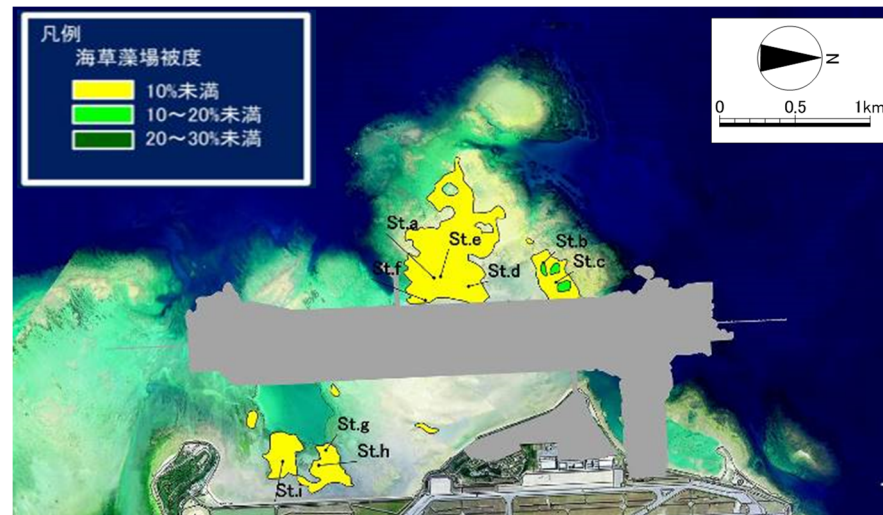
図- 2.3.2 (6) 海草藻場の分布状況の経年変化



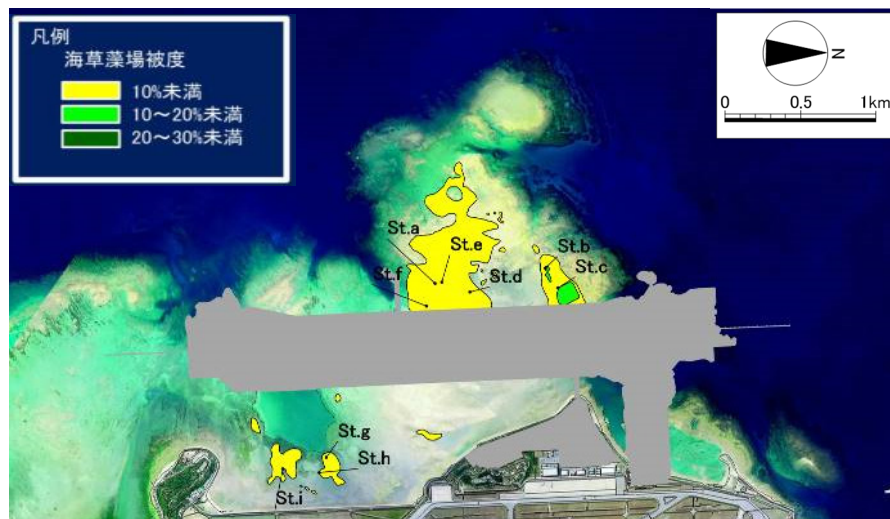
&lt;平成 30 年 5 月&gt;



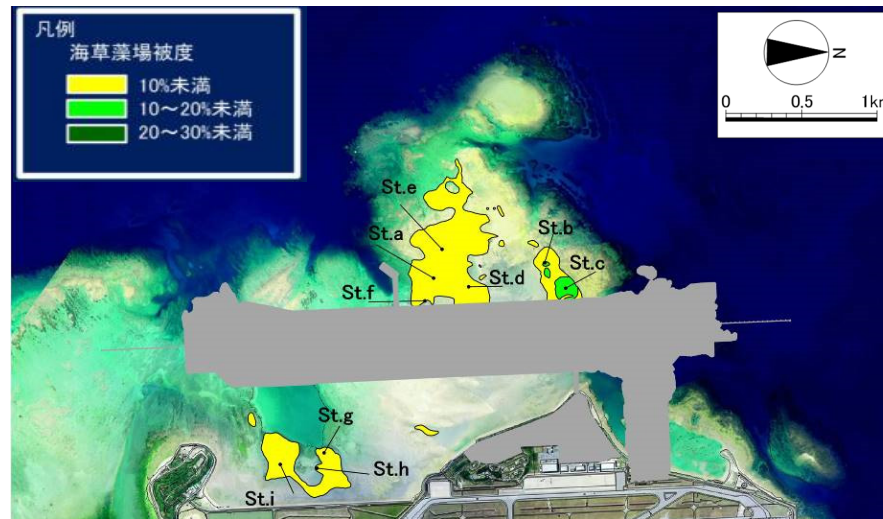
&lt;平成 30 年 7-8 月&gt;



&lt;平成 30 年 10-11 月&gt;



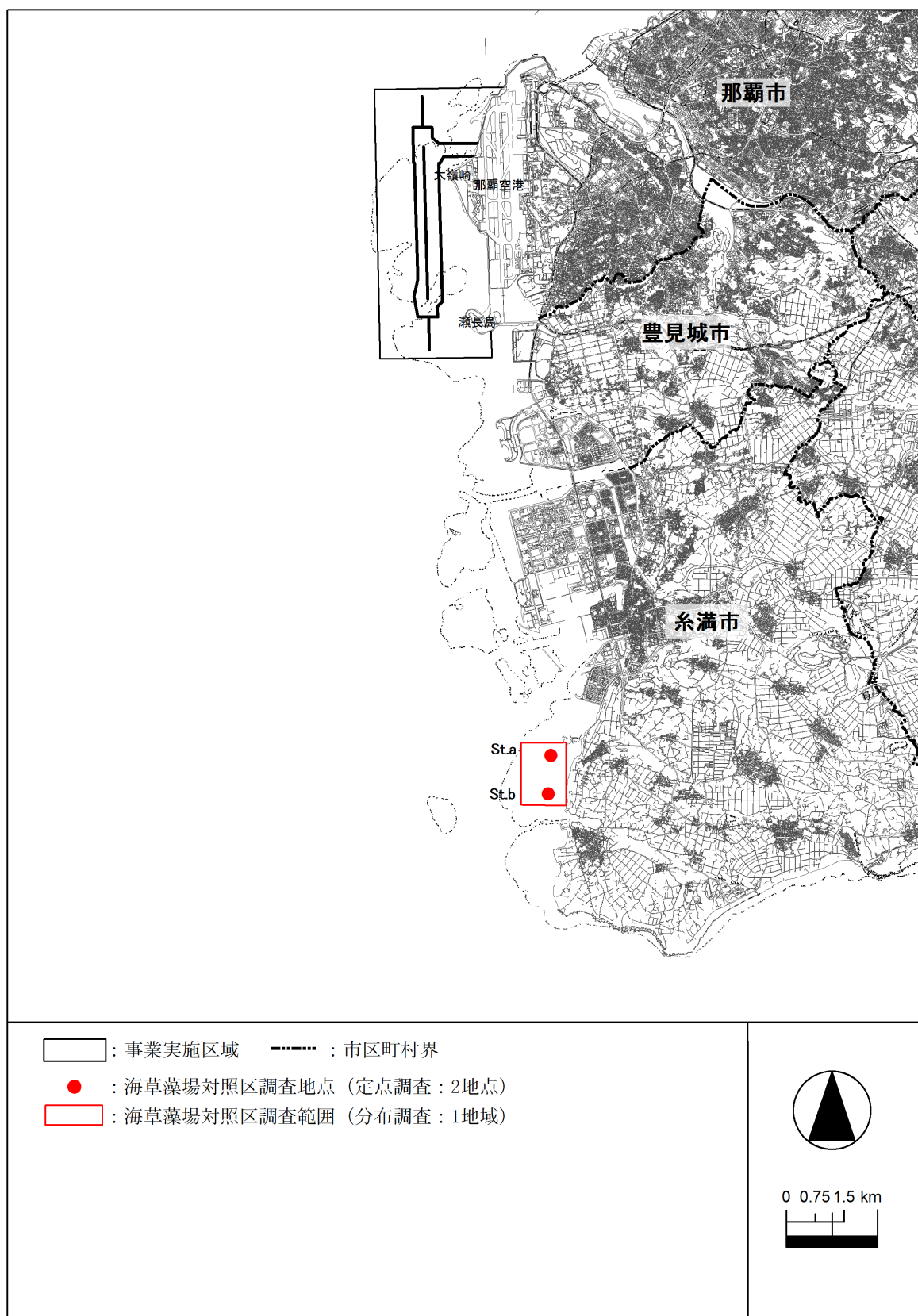
&lt;平成 31 年 1 月&gt;



図－ 2.3.2(7) 海草藻場の分布状況の経年変化

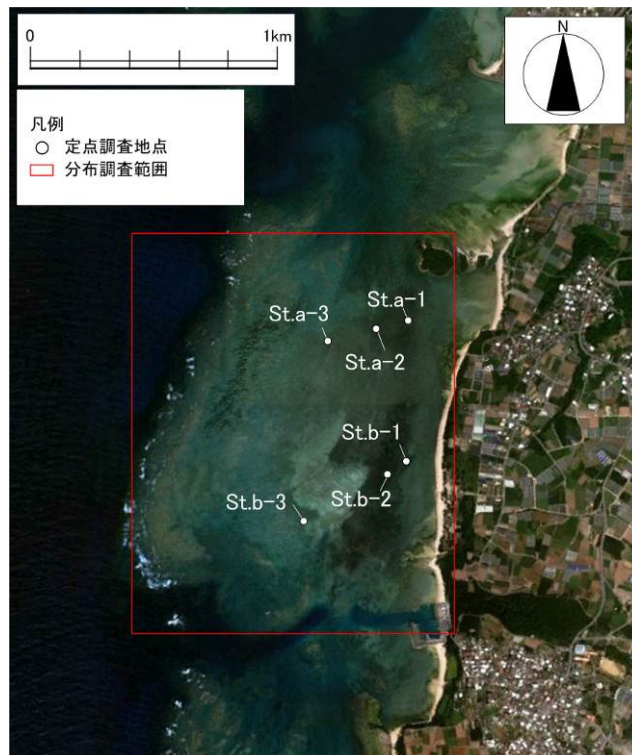
## 2.3.2 対照区調査

### (2) 定点調査



図一 2.3.3 海草藻場に係る対照区調査地点





図一 2.3.4 海草藻場に係る対照区調査地点（詳細）

#### 1) 平成 30 年度調査結果の過年度調査結果との比較

平成 29 年度冬季から平成 30 年度春季にかけて、1 地点（St. a-1）で被度が低下した。それ以外の 5 地点では被度の変化はみられなかった。

平成 30 年度春季から夏季にかけて、4 地点（St. a-1, a-2, a-3, b-1）で被度が増加した。春季調査から夏季調査にかけて被度が増加する状況は過年度調査においても確認されている。

平成 30 年度冬季においては、1 地点（St. b-3）で被度が低下した。当該調査地点では過年度から冬季に葉枯れによる被度の低下がみられている。

海草藻場被度に季節変動がみられたものの、6 地点中 5 地点（St. a-1～3、St. b-1、b-3）で事前調査の変動範囲内であった。

St. b-2 においては、海草藻場被度が平成 28 年度秋季以降過年度の変動範囲内を下回っている状況であった。生育被度は 20%と当該海域において比較的被度の高い状態を維持しているものの、近年は減少傾向にあった。

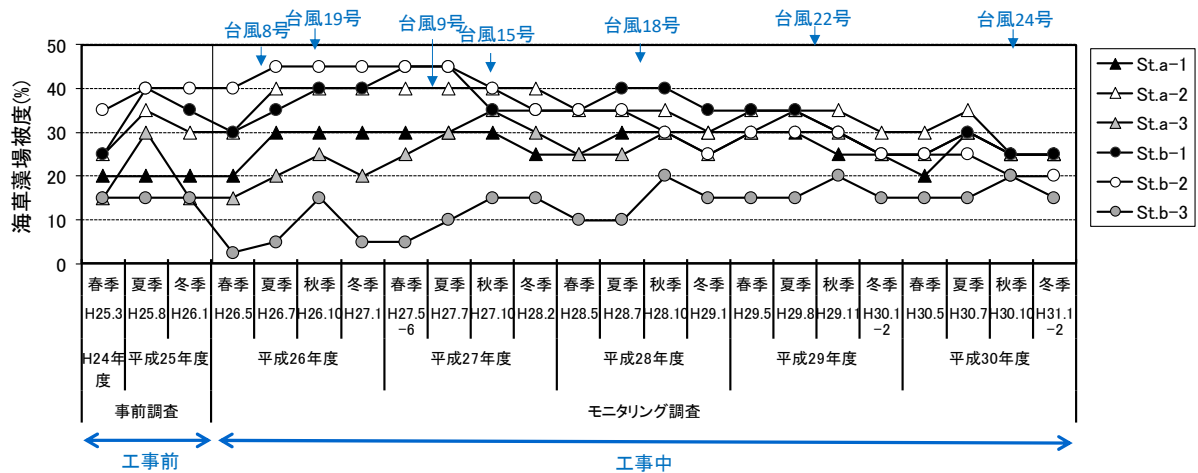
構成種をみると、リュウキュウスガモを主とする状況に大きな変化はみられず、St. b-2 ではウミジグサの消長に伴う構成種数の変動がみられた。

また、過年度調査において主要な変動要因のひとつである台風については、平成 30 年 7 月に台風 7、8、10 号が沖縄本島に接近したものの、大きな影響は確認されなかった。

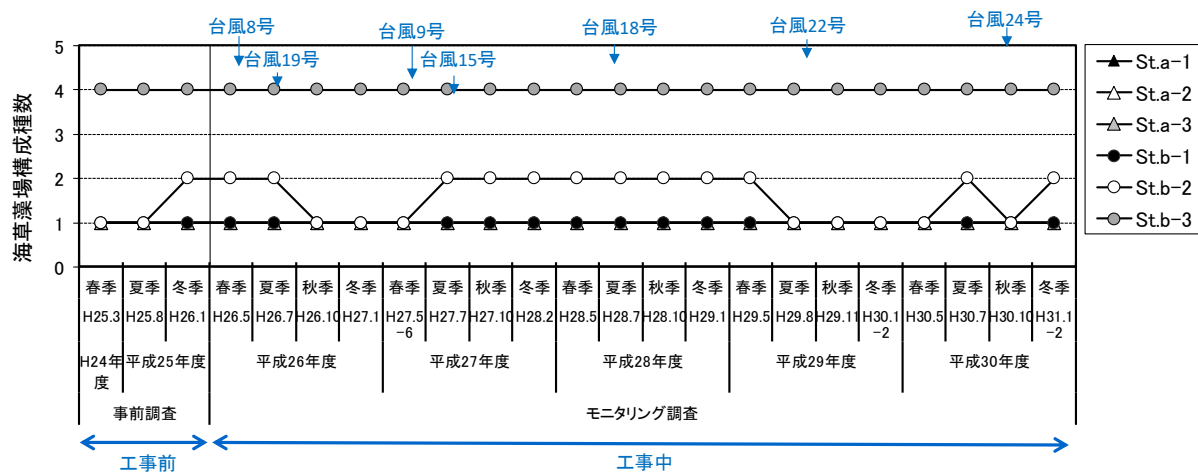
平成 30 年度秋季に 6 地点中 5 地点（St. a-1～3、b-1、b-2）で被度の低下がみられた。9 月末に台風 24 号が沖縄本島を通過し、那覇では最大瞬間風速 53.1m/s が確認されている。当該台風による高波浪の影響で、被度が低下したと考えられる。台風による被度の低下は

過年度調査においても確認されており、当該海域における主要な攪乱要因のひとつとなっている。

海草藻場被度、構成種に季節変動がみられたものの、被度低下の主因は台風による波浪や冬季の葉枯れと考えられることから、過年度と比較して特異な状況は確認されなかった。



図－ 2.3.5 藻場被度の経年変化



図－ 2.3.6 藻場構成種数の経年変化



### (3) 分布調査

#### 2) 平成 30 年度調査結果と過年度調査結果との比較

平成 30 年度の海草藻場の分布面積は秋季に低下した。また、同時期に被度 20%以上 30%未満の区域の面積も減少した。平成 30 年 9 月末に台風 24 号が沖縄本島を通過し、那覇では最大瞬間風速 53.1m/s が記録されている。当該台風による高波浪により被度が低下したと考えられる。台風による分布面積、被度低下は過年度調査においても確認されており、当該海域における主要な攪乱要因のひとつとなっている。

以上のとおり、平成 30 年度において分布面積は変動がみられたものの、92.0～97.7ha で事前調査の変動範囲より大きかった。分布面積は近年 90ha 以上で安定している。

一方、海草藻場被度別の分布面積をみると平成 29 年度冬季に被度 20%以上 30%未満、被度 30%以上 40%未満の面積が減少し、過年度と比較して被度が低い状況となった。平成 30 年度においては、夏季にかけてやや回復したが、前述のとおり台風 24 号により再び低下し、過年度より被度が低い状態で推移している。

分布面積は過年度の変動範囲内であるものの、海草藻場被度については過年度より低位であった。平成 30 年度確認された被度低下の主因は台風 24 号の波浪と考えられ、過年度と比較して特異な状況は確認されなかった。

表－ 2.3.1 海草藻場（対照区）の分布面積の経年変化

単位：ha

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

被度	事後調査							
	H29年度				H30年度			
	H29.5-6	H29.8	H29.11	H30.1-2	H30.5	H30.7	H30.10	H31.1-2
10%未満	36.0	40.2	39.8	47.2	45.7	41.6	45.3	51.8
10～20%未満	22.0	19.3	18.4	41.8	44.8	31.9	37.8	37.2
20～30%未満	33.3	30.9	32.6	5.3	5.0	22.1	8.9	8.7
30～40%未満	2.5	3.8	3.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
合 計	93.8	94.2	94.3	94.2	95.6	95.6	92.0	97.7
藻場合計海草量	1,430.0	1,396.6	1,411.8	994.5	1,029.0	1,241.6	1,016.1	1,034.1

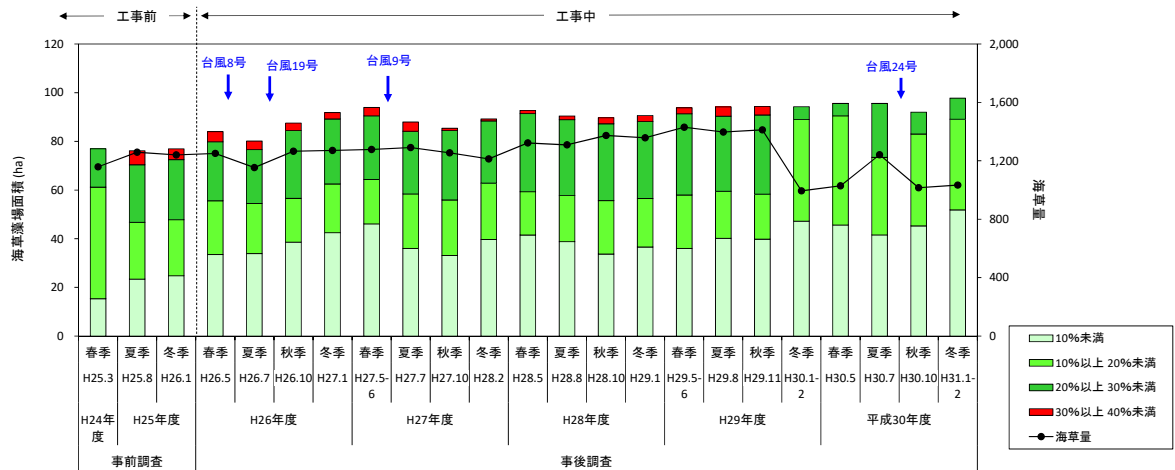
注：海草量は、各被度の中間値にそれぞれの面積を乗じた値の合計である。

例) 30%以上～40%未満(中間値 35)：w ha、

20%以上～30%未満(中間値 25)：x ha、

10%以上～20%未満(中間値 15)：y ha、

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



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

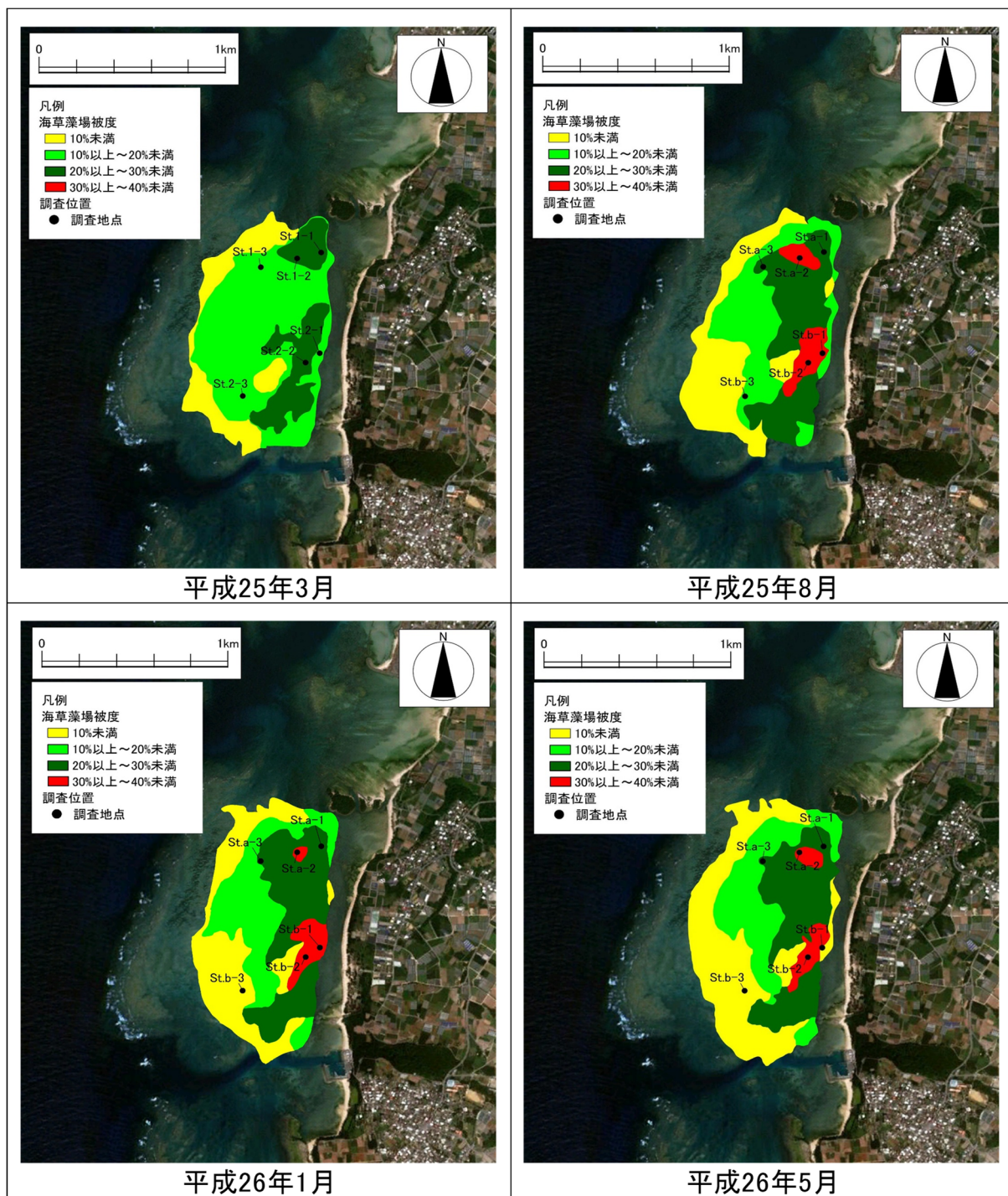
例) 30%以上～40%未満(中間値 35)：w ha、

20%以上～30%未満(中間値 25)：x ha、

10%以上～20%未満(中間値 15)：y ha、

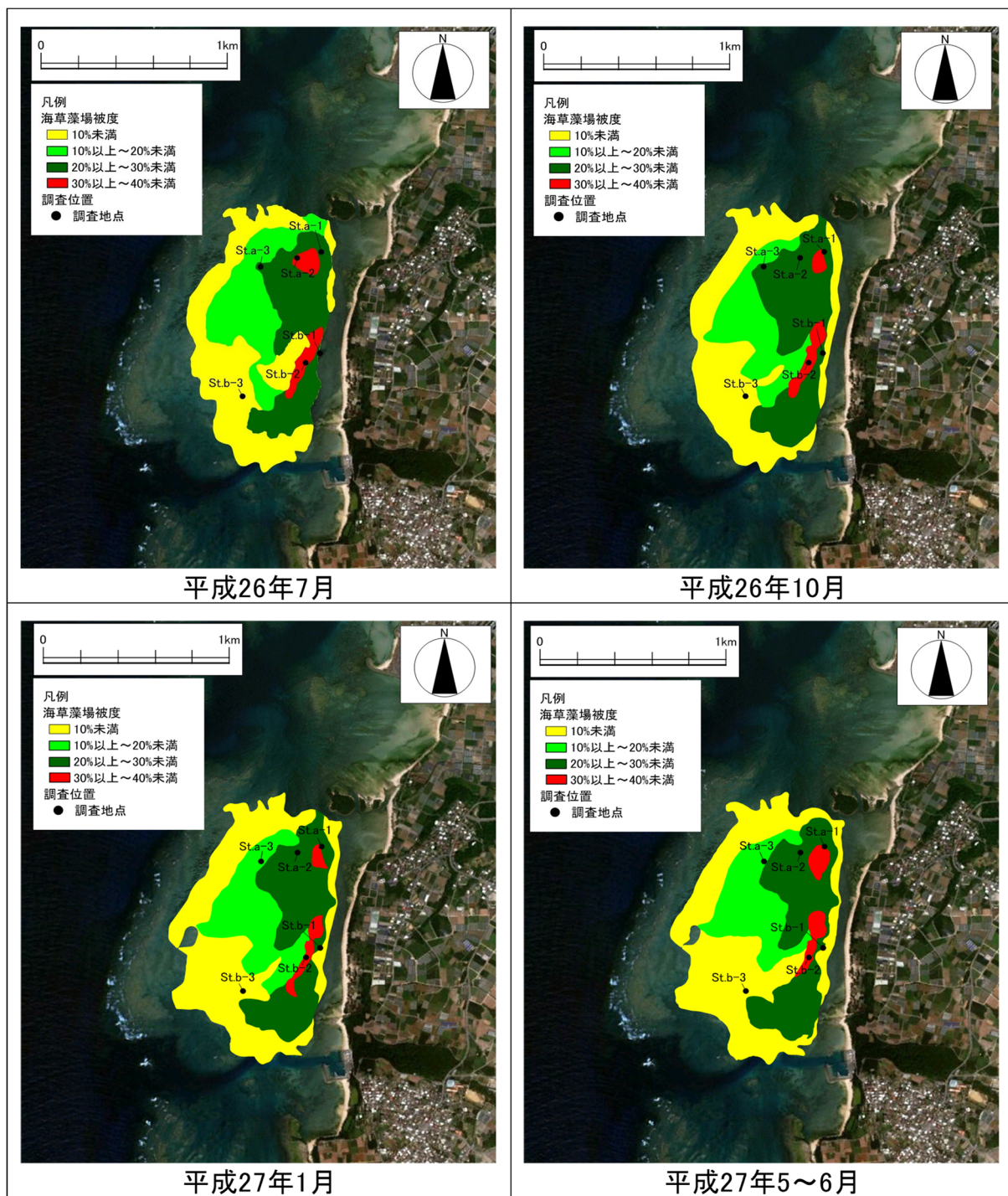
10%未満 (中間値 5)：z ha の場合、海草量は  $35 \times w + (25 \times x + 15 \times y + 5 \times z)$ 。

図－ 2.3.7 海草藻場（対照区）の分布面積の経年変化

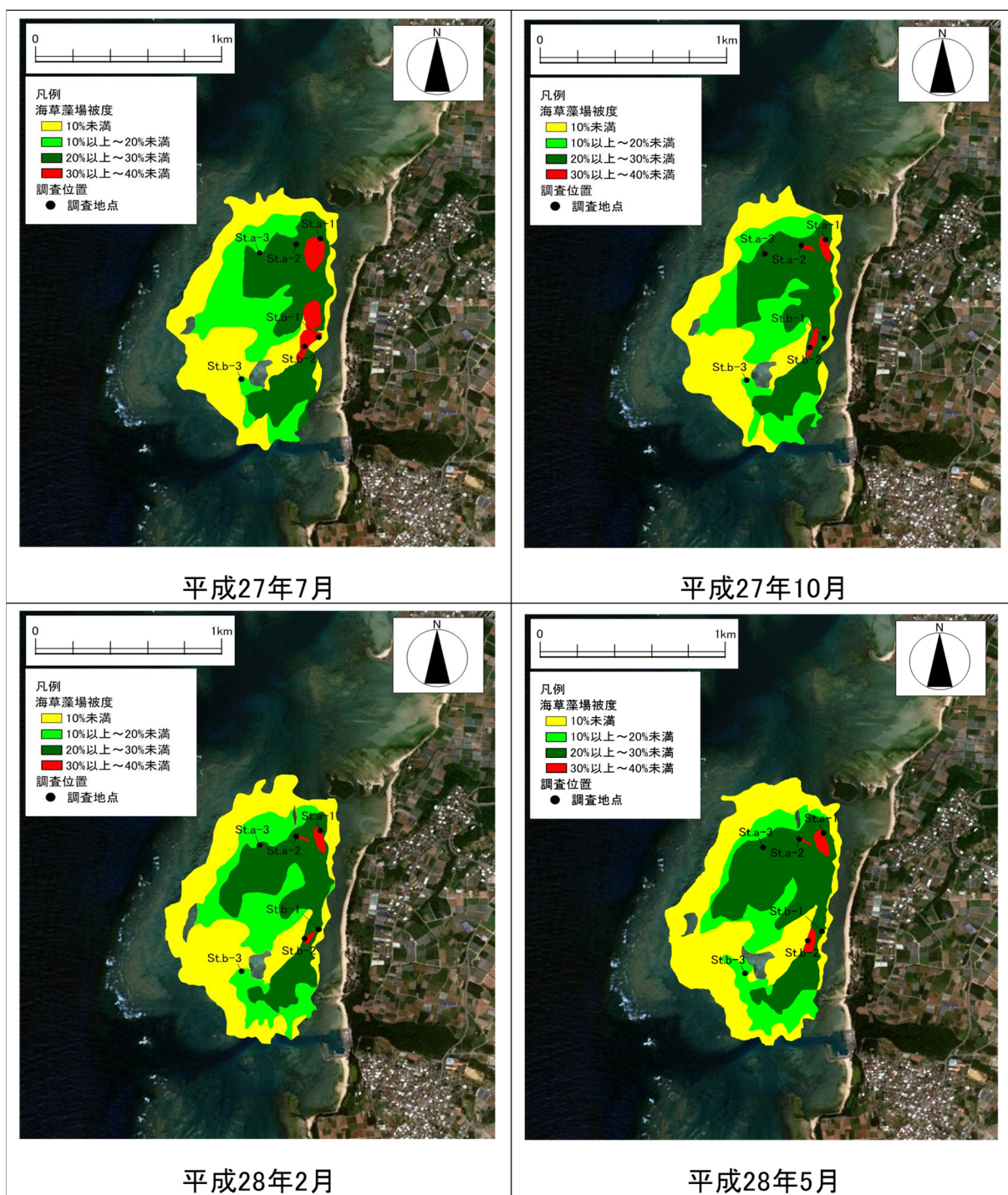


図－ 2.3.8 (1) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



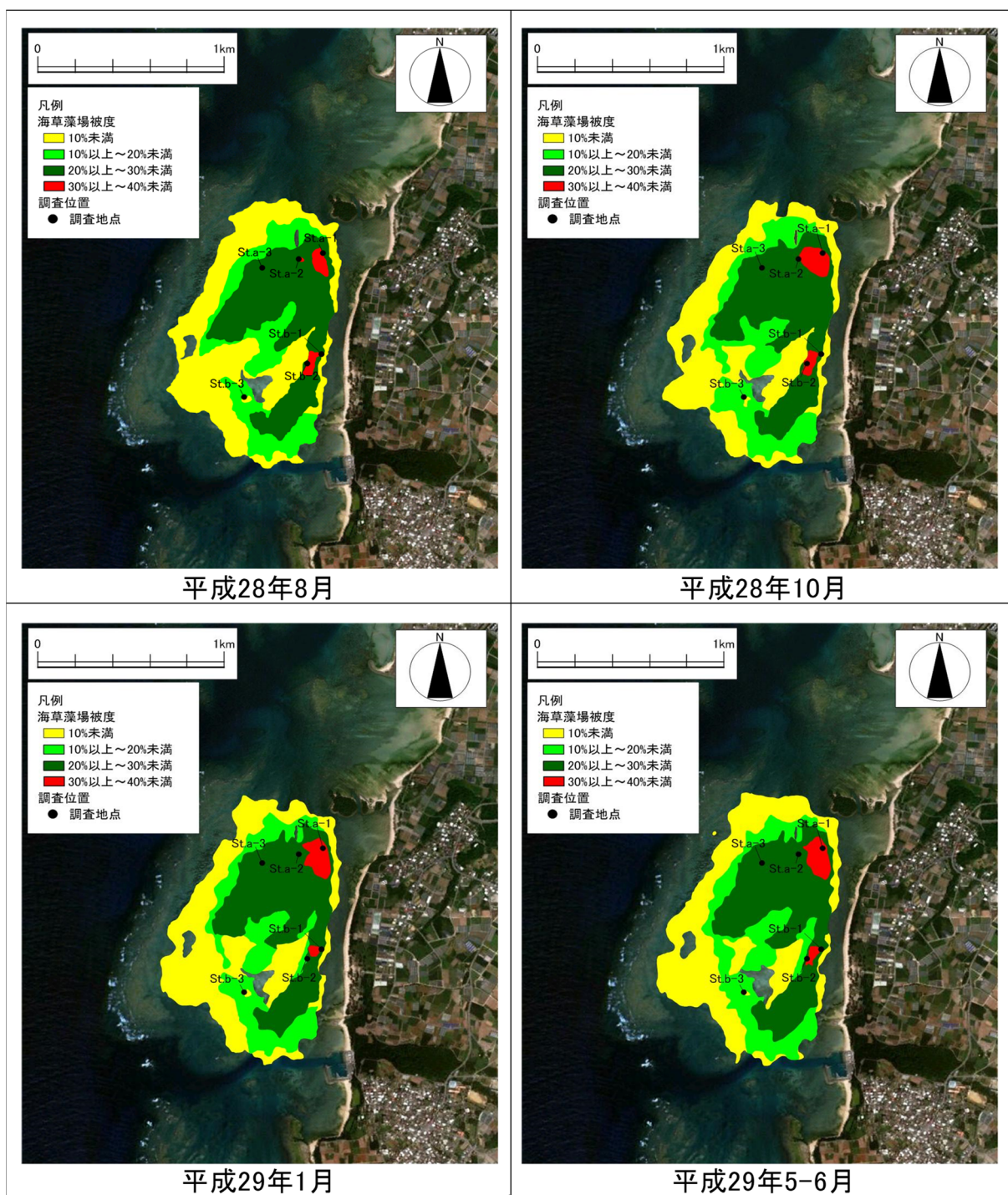


図ー 2.3.8 (2) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化

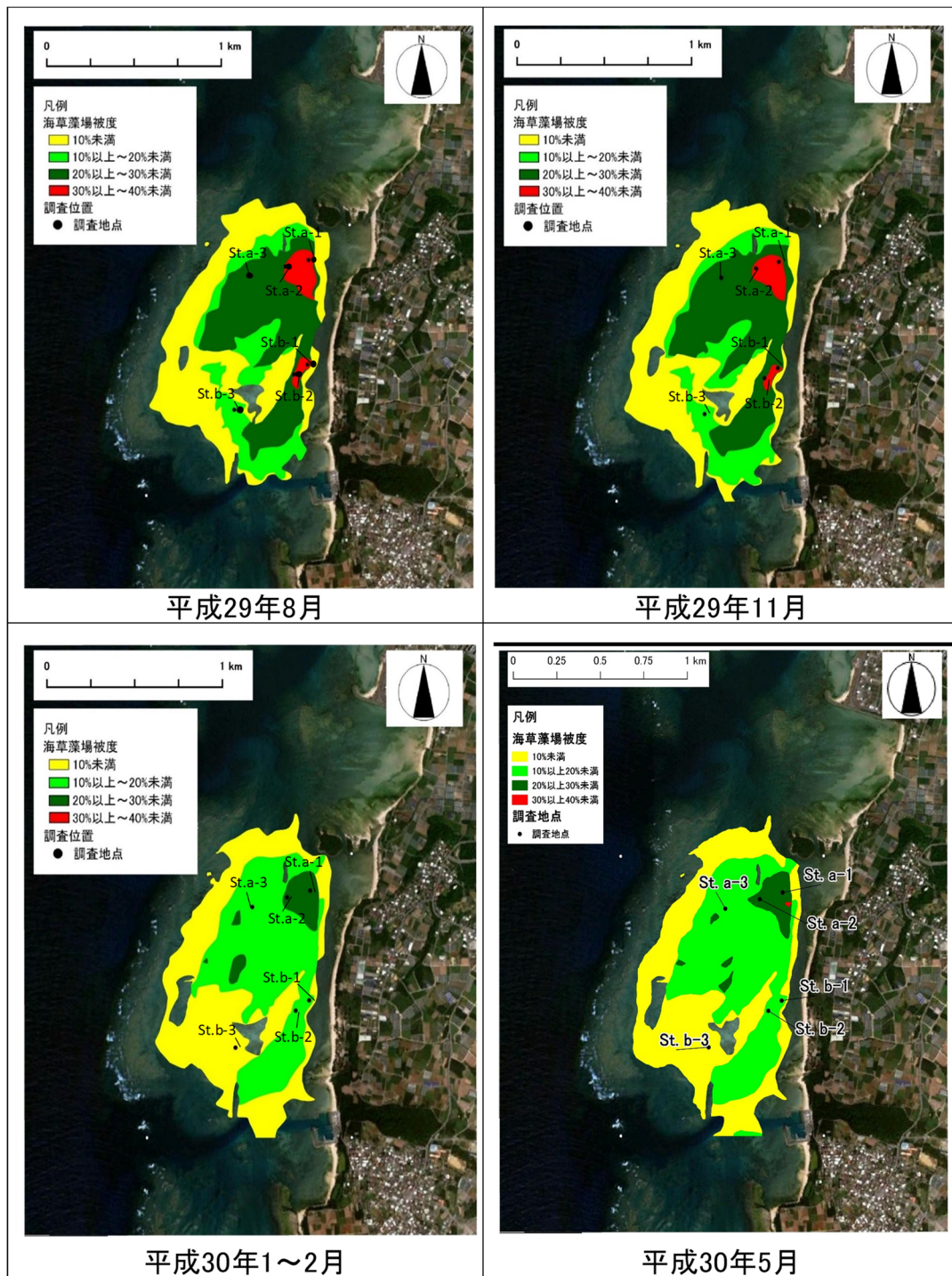


図ー 2.3.8(3) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



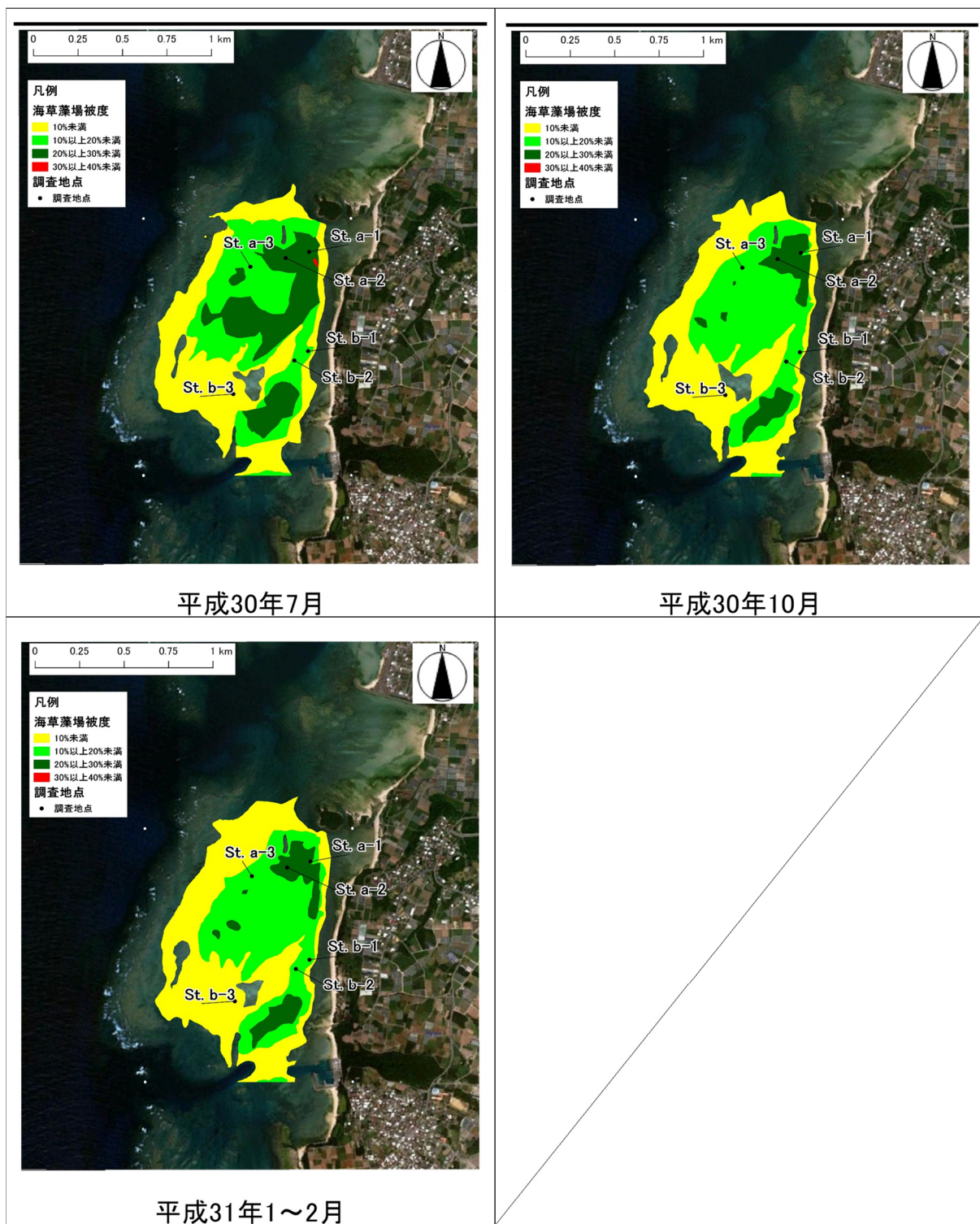


図－ 2.3.8 (4) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



図一 2.3.8 (5) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化





図－ 2.3.8 (6) 海草藻場（対照区）の分布状況の経年変化



## 2.4 第12回環境監視委員会（令和元年6月開催）での審議事項

### 2.4.1 「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。

#### <閉鎖性海域内>

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。

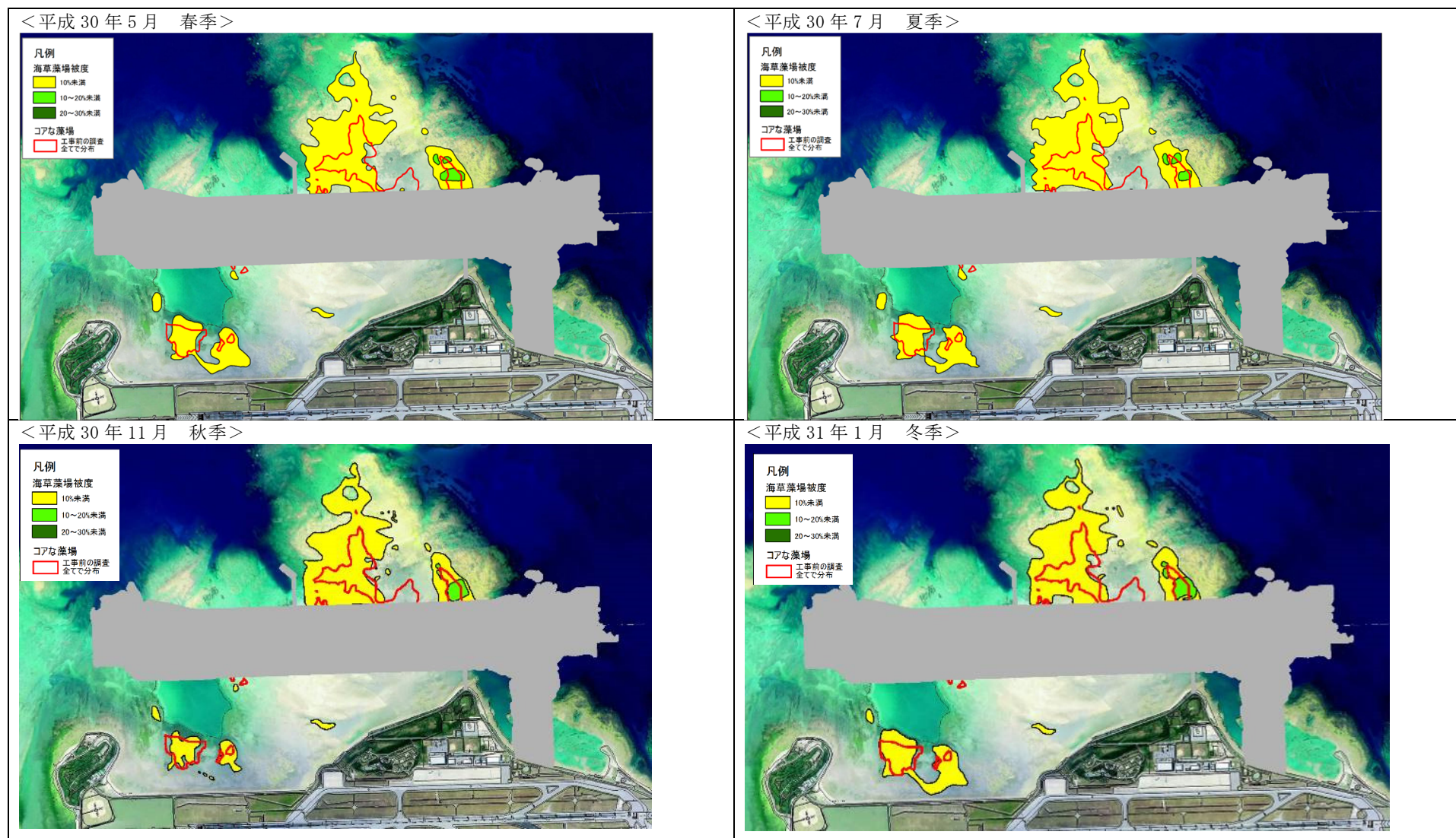
平成28年度以降、葉枯れや埋在生物の生息孔や、その周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形による海草の地下茎露出や埋没が主因と考えられる被度の低下が確認されている。こうした状況は定点調査においても閉鎖性海域のSt. S3、S4で確認されている。環境影響評価では、土地又は工作物の存在及び供用により、底質環境の安定によって海草類の生育環境が向上すると予測されているが、藻場の分布面積や被度が減少、低下傾向にあり、予測外の影響についても検討する必要がある。平成30年度調査で海草藻場の消失箇所では底質の変化がみられ、分布状況変化の一因になっている可能性があった。

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。

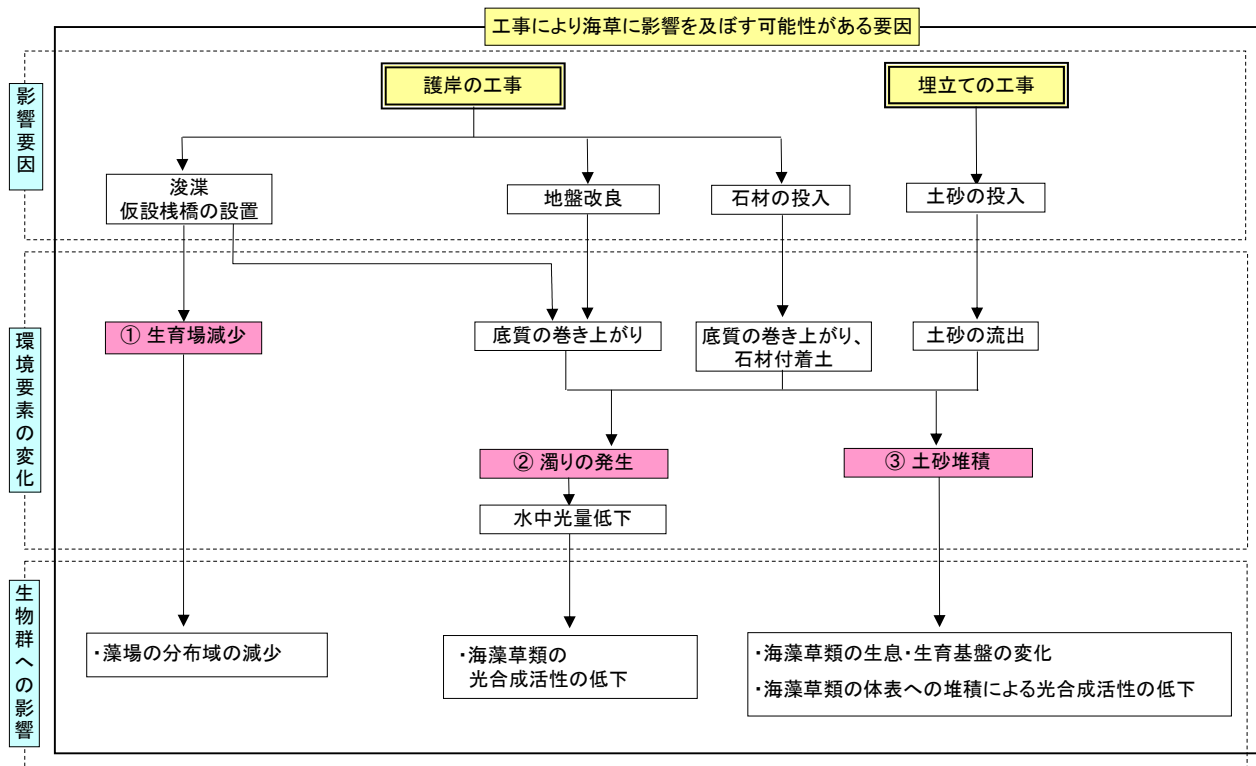
図- 2.4.1 海草藻場とコアな海草藻場範囲との比較

## 2.4.2 変動要因についての考察結果

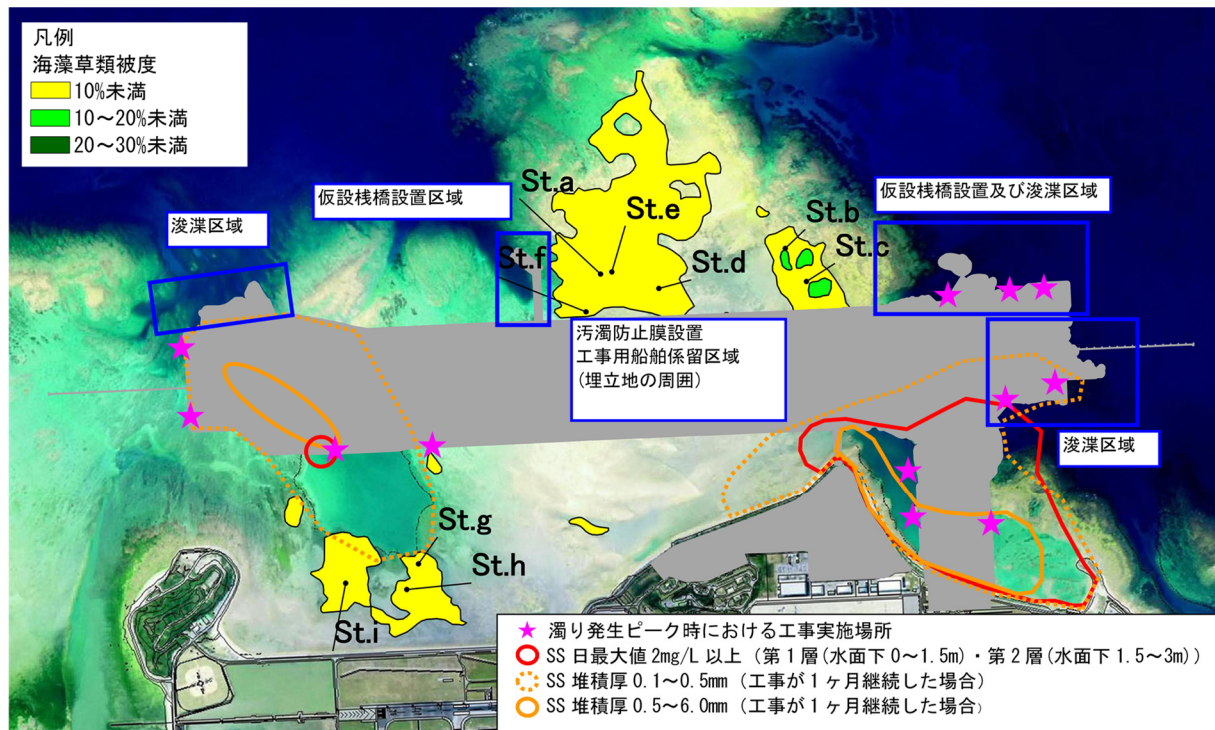
### (1) 影響フロー図を用いた検討

#### 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－ 2.4.2 及び図－ 2.4.4 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－ 2.4.3 及び図－ 2.4.5 に示す。



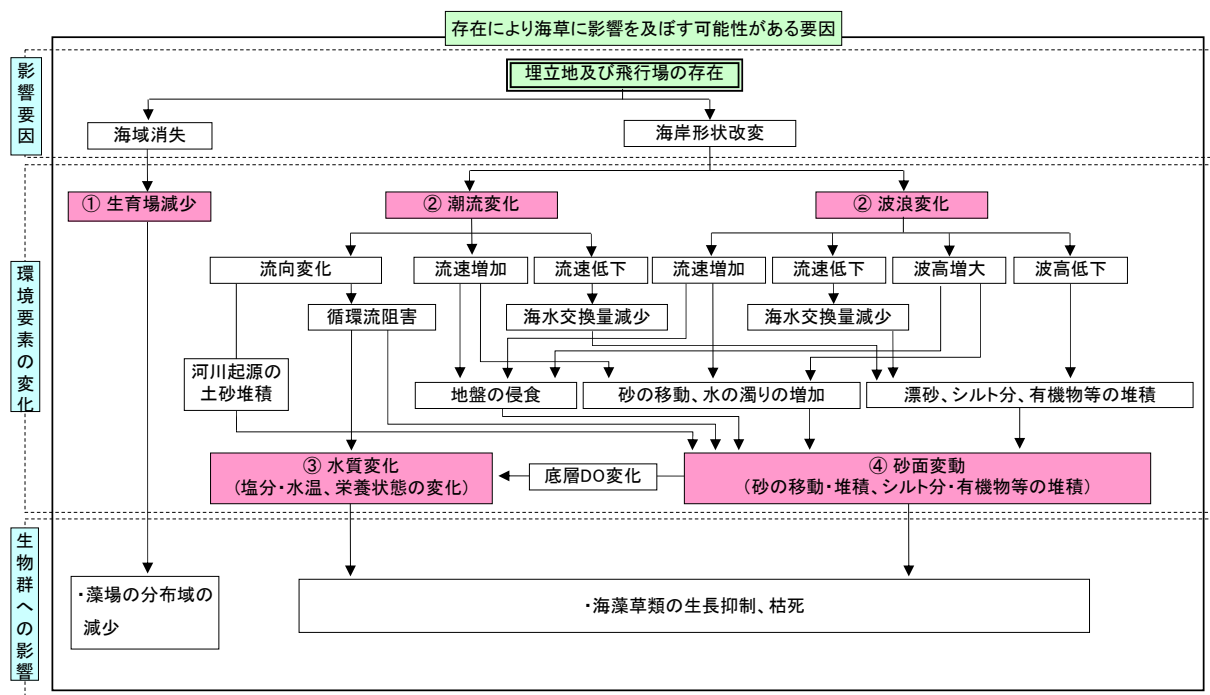
図ー 2.4.2 環境影響評価書時に想定された影響フロー図（工事中）



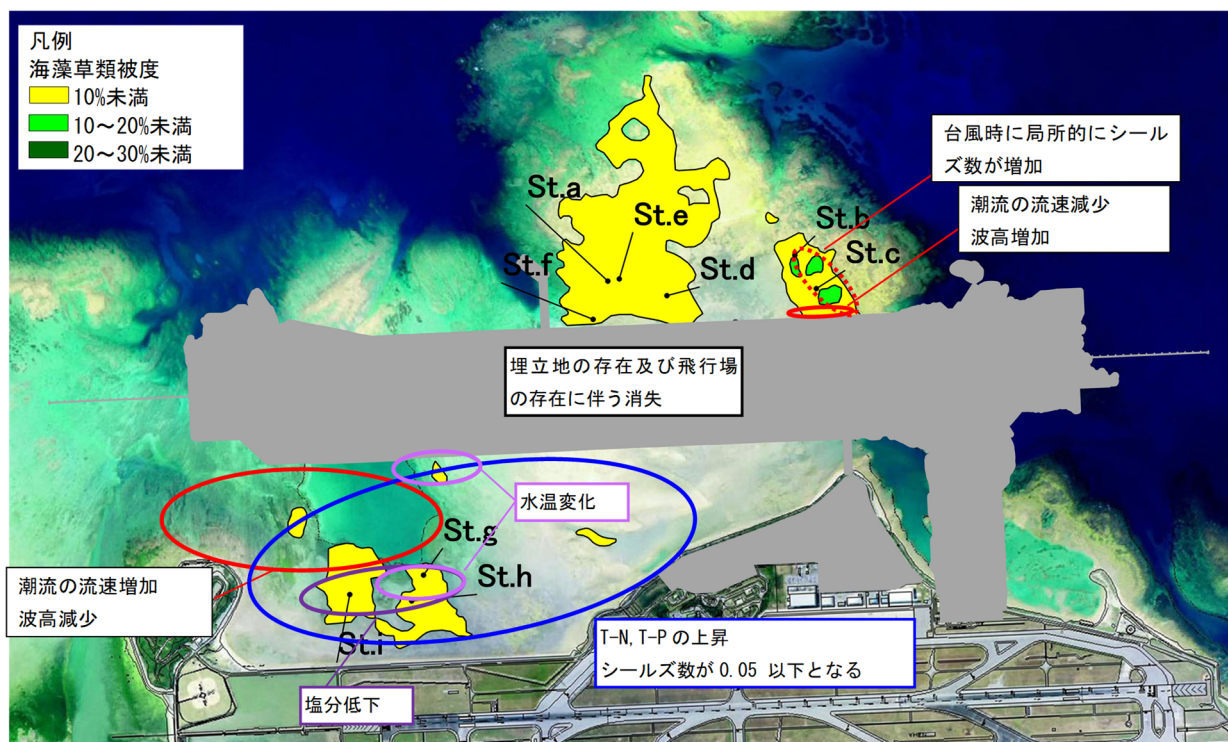
注：評価書におけるシミュレーション結果に基づき、図示した。

図ー 2.4.3 海藻藻場の分布状況（平成 30 年 7-8 月 夏季）と評価書の予測結果（工事中）





図ー 2.4.4 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）



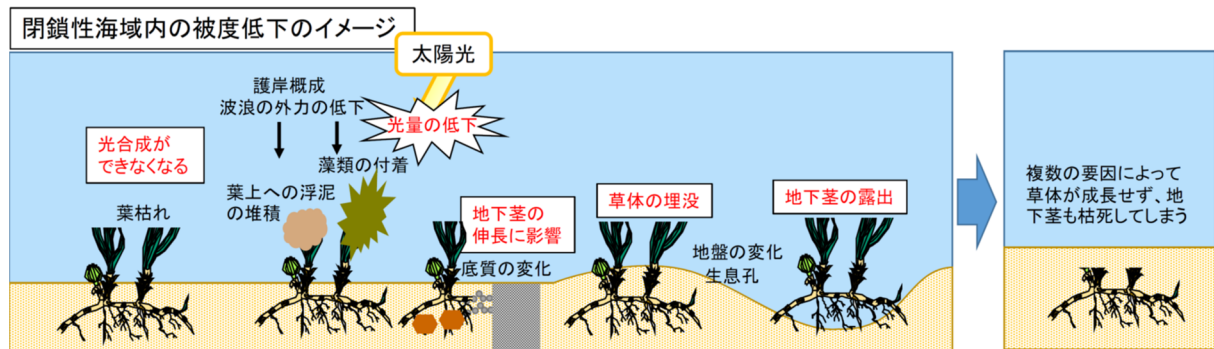
注：評価書におけるシミュレーション結果に基づき、図示した。

図ー 2.4.5 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)

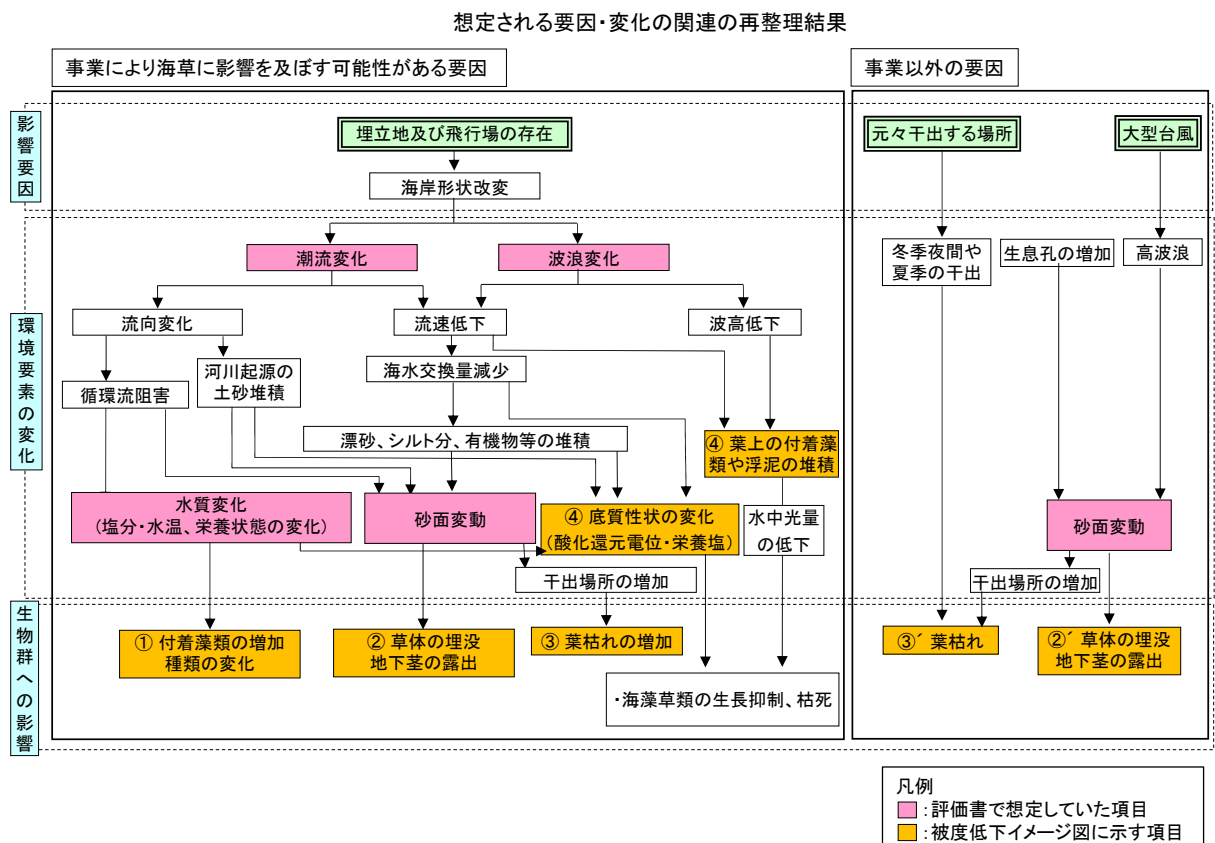
## 2) その他の要因

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－ 2.4.6 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－ 2.4.7）。



図－ 2.4.6 閉鎖性海域の被度低下のイメージ図



図－ 2.4.7 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－ 2.4.1 に示すとおりである。

表－ 2.4.1 (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	・ 仮設栈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 0.5 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－ 2.4.1 (2) 影響の可能性についての検討結果

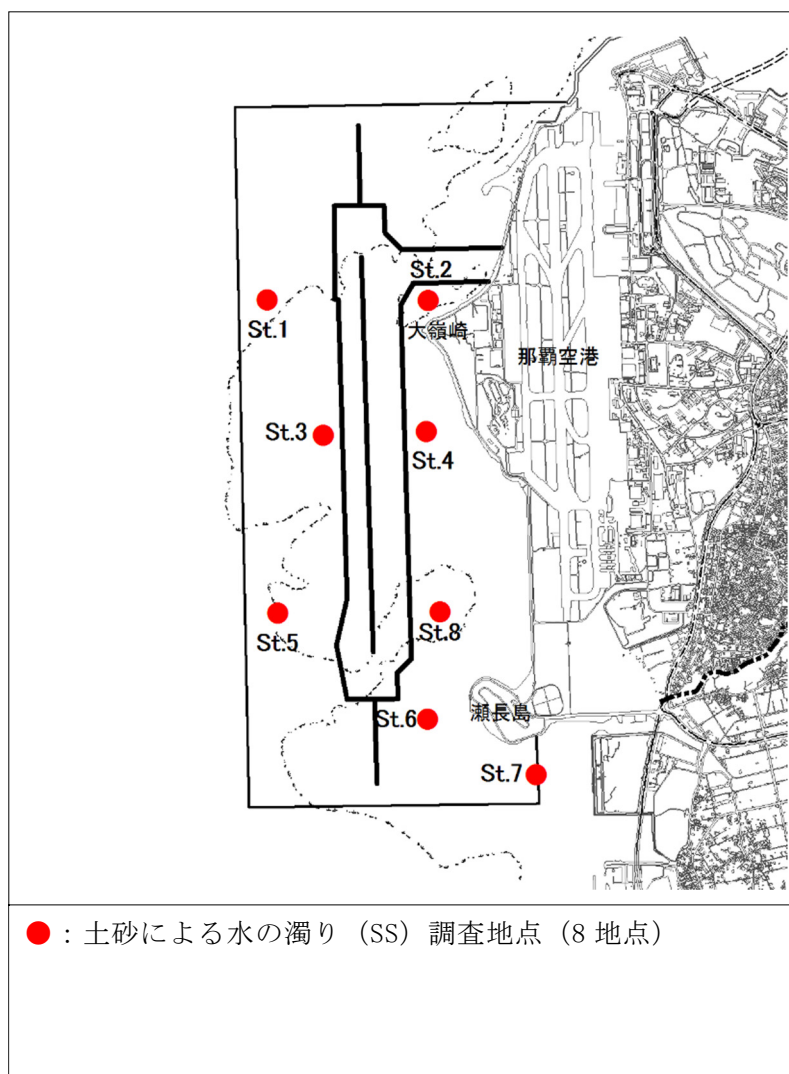
項目	影響フロー図において想定された要因	影響の可能性についての検討結果
その他の要因	付着藻類の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>・付着藻類の増加やその種類の変化と関連する環境要素の水質については、変化がみられなかった。</li> <li>・過年度から多くの地点で断続的に確認されている。</li> </ul>
	草体の埋没、地下茎の露出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・過年度から砂の移動による草体の埋没や地下茎の露出が多く確認されている。</li> <li>・事業以外による影響として、台風時の高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></li> </ul>
	葉枯れ（干出）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。<u>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></li> <li>・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。</li> </ul>
	底質性状の変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・<u>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。</u></li> </ul>
	葉上への浮泥堆積	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>



### 1) 土砂による水の濁り（水質）

環境監視調査として実施している土砂による水の濁り（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－2.4.9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。



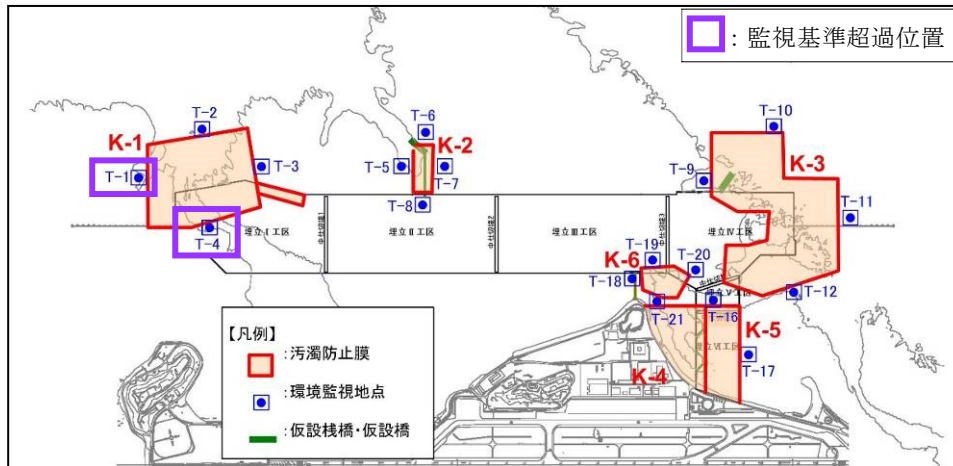
図－2.4.8 土砂による水の濁り（SS）調査地点

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。

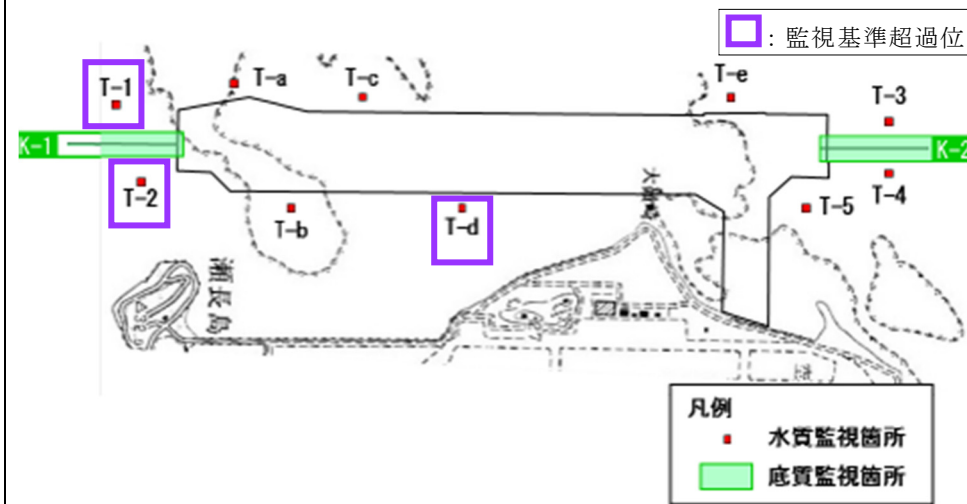
②2014/6/27

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）

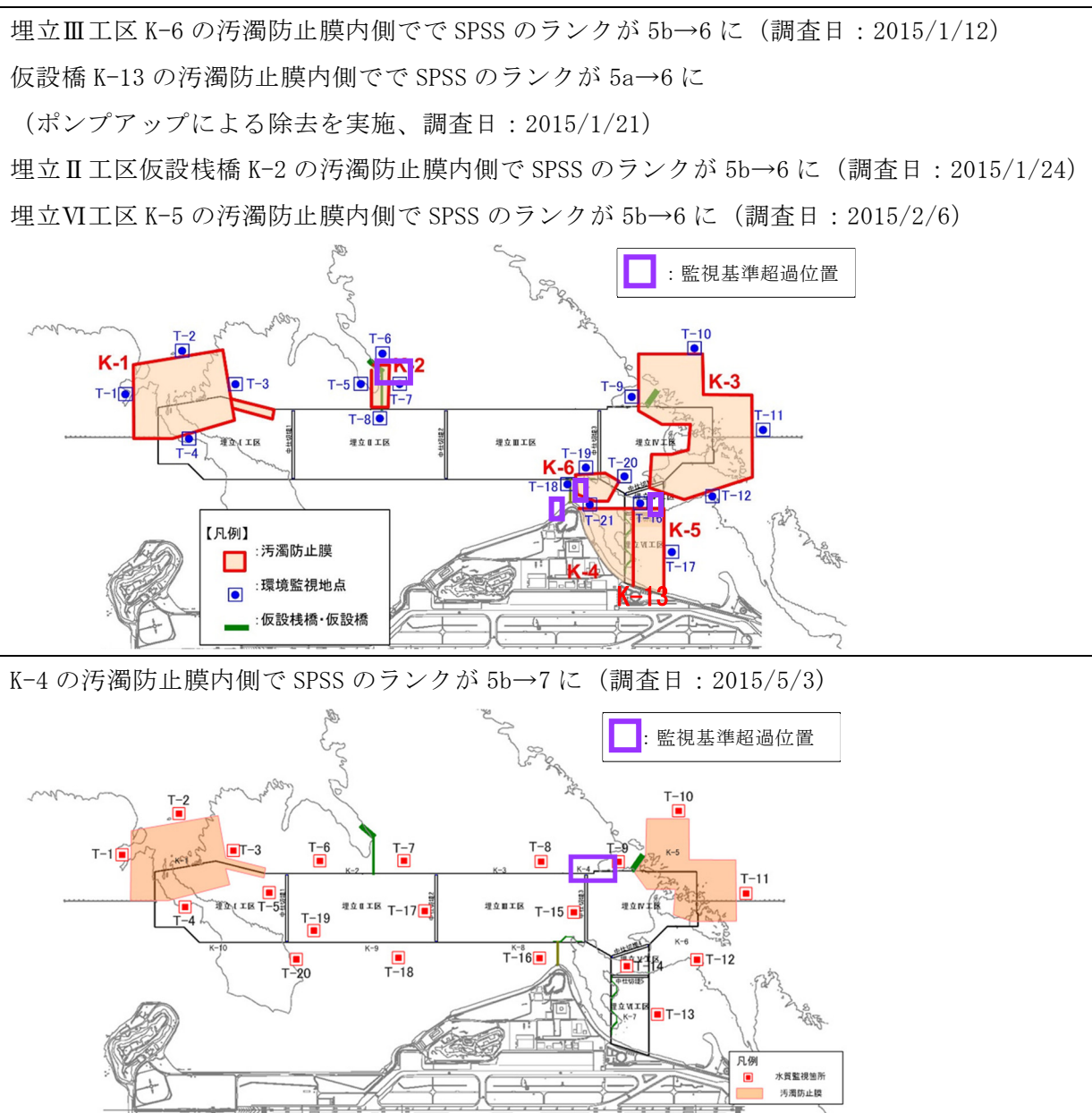
図－2.4.9 監視基準の超過が確認された時期及び位置（水質）

## 2) 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－ 2.4.10 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。

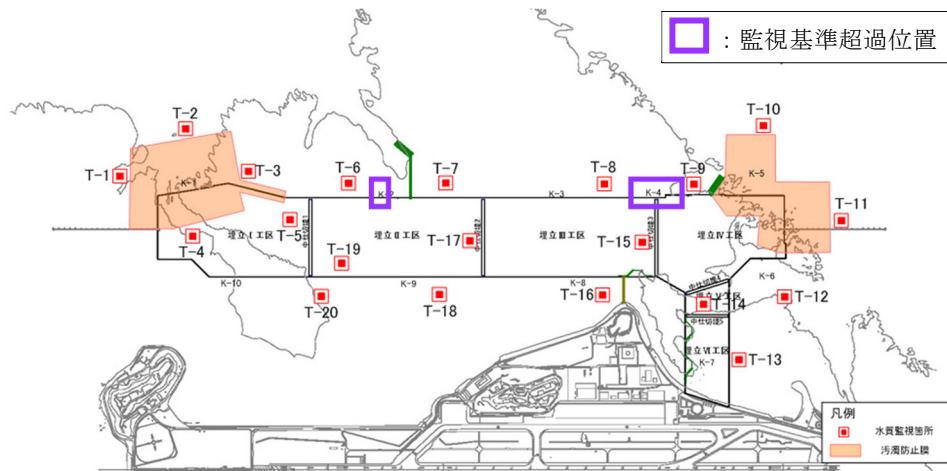


出典：「第 4 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 3」（平成 27 年 6 月）、  
 「第 5 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 4」（平成 28 年 1 月）

図－ 2.4.10 (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工区仮設栈橋 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）

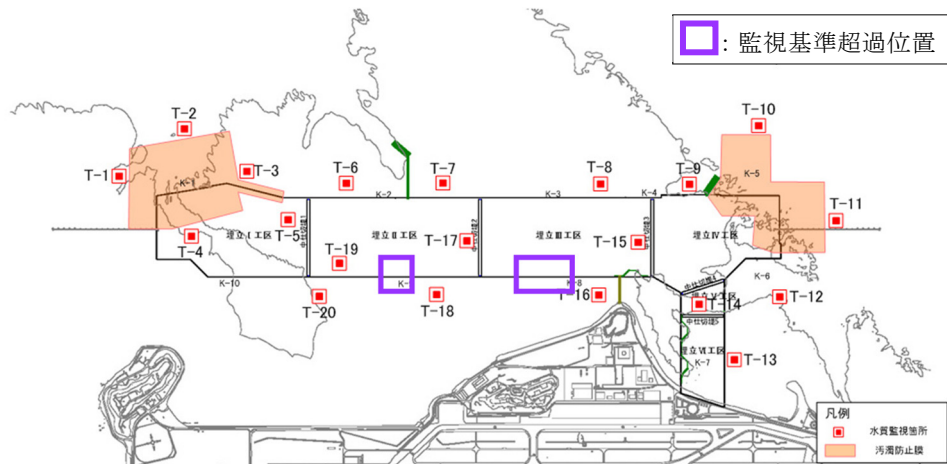
K-4 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に（調査日：2015/6/14）



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－ 2.4.10（2） 監視基準の超過が確認された時期及び位置（底質）

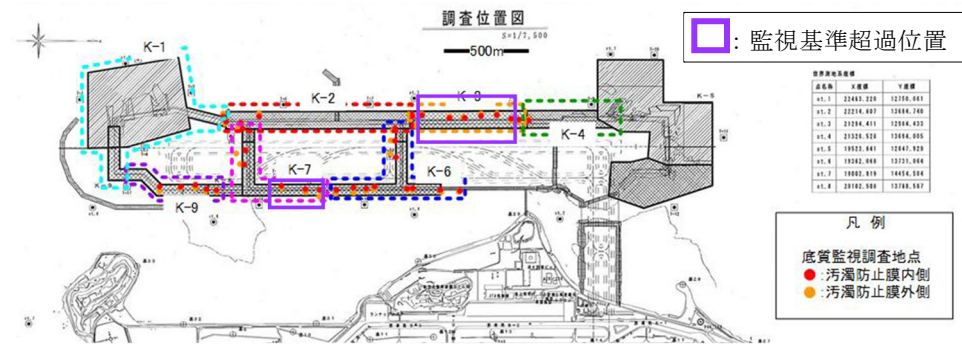


護岸 E 工区 K-7 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 4→6 に (調査日 : 2015/10/13)

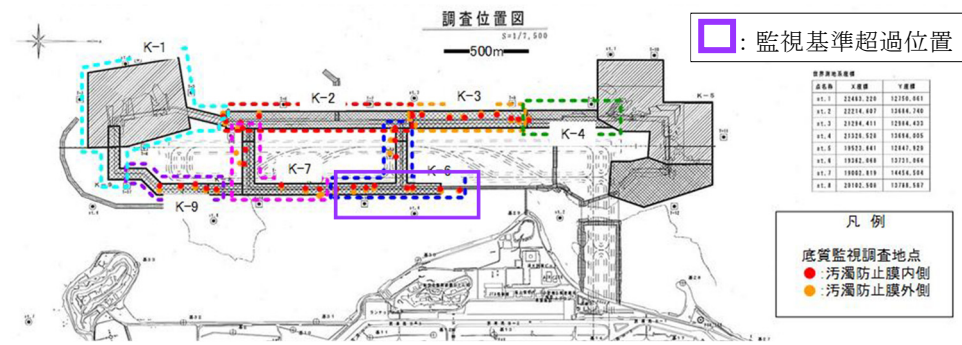
護岸 W 工区 K-3 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/10/27)

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)

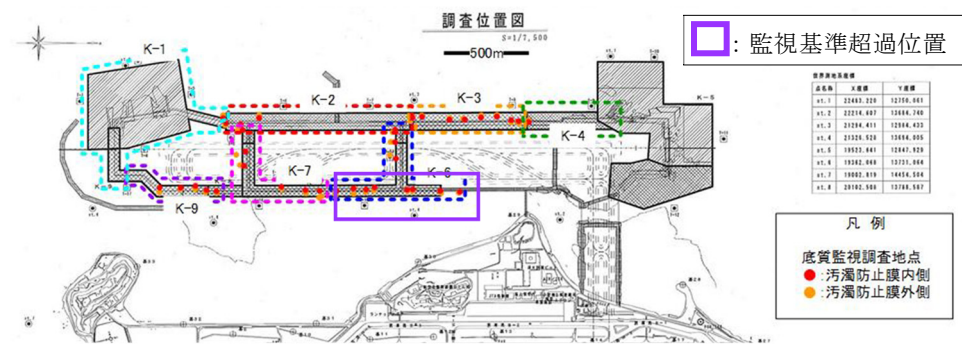
護岸 W 工区 K-3 の汚濁防止膜内側で SPSS のランクが 5b→6 に (調査日 : 2015/11/7)



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 : 2016/1/19)



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)

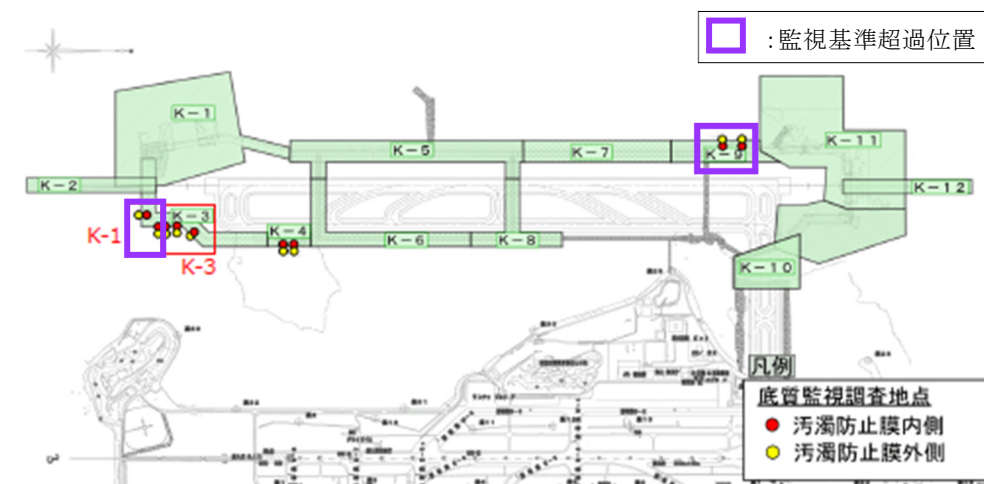


出典 : 「第 6 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会 資料 3」 (平成 28 年 6 月)

図- 2.4.10 (3) 監視基準の超過が確認された時期及び位置 (底質)

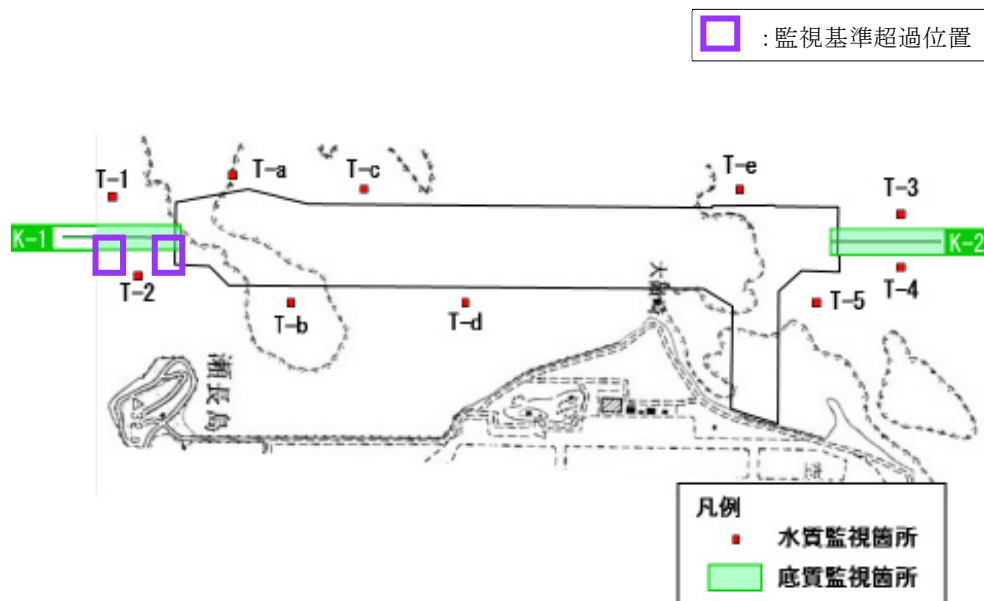
護岸 GS 工区 K-1 の汚濁防止膜外側で SPSS のランクが 5b→6 に（調査日：2016/6/2）

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）

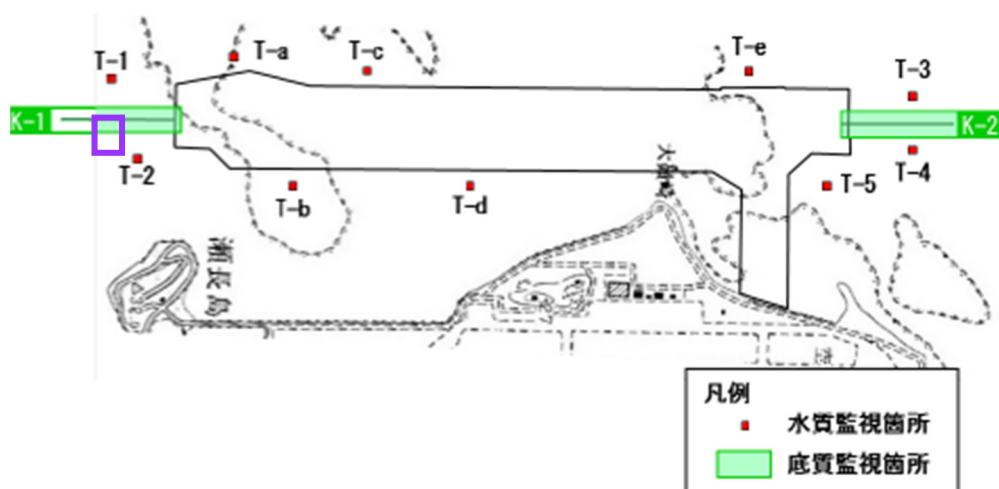
図－ 2.4.10（4） 監視基準の超過が確認された時期及び位置（底質）

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



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－ 2.4.10（5） 監視基準の超過が確認された時期及び位置（底質）

### 2.4.3 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－ 2.4.2 に、詳細について検討が必要なものは表－ 2.4.3 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、環境監視委員会の中でいただいた意見については、表－ 2.4.4 に示すとおりである。

表－ 2.4.2 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"> <li>・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ずは解析を行った。</li> </ul> ⇒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）
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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> ⇒対照区の調査も追加する。（調査方針） ⇒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） 「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。」 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
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"> <li>・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。</li> <li>・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）</li> </ul>



表－ 2.4.3 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。	・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）

表ー 2.4.4 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"> <li>・【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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
	水温	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水温の連続観測を実施してはどうか。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・【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。</li> </ul>
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"> <li>・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ず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。」<sup>出典1</sup></li> </ul>
	水中光量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・【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。</li> </ul>
海草の生育状況の把握	葉の更新速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)」<sup>出典2</sup> 「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。」<sup>出典1</sup></li> </ul>
	海草類の地下茎の状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>・【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。</li> <li>・地下茎周辺の微生物や環境を確認するのも良い。</li> </ul>

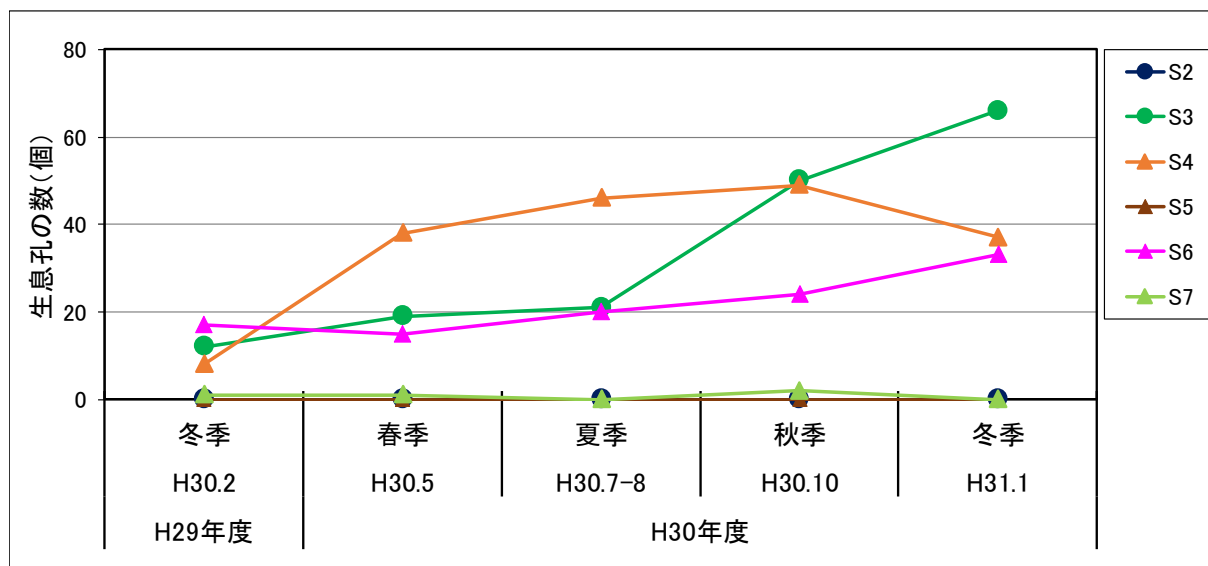
出典：1. 『サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉』『サンゴ礁の草原—熱帯海草藻場』(向井、1995)

出典：2. 『サンゴ礁学』(日本サンゴ礁学会編、2011年10月発行)

### (1) 海草藻類（定点）調査における埋在生物生息孔等の数

事業実施区域（定点調査地点）における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数を図－ 2.4.11 に示す。

埋在生物の生息孔等の数については、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－ 2.4.11 埋在生物生息孔等の数

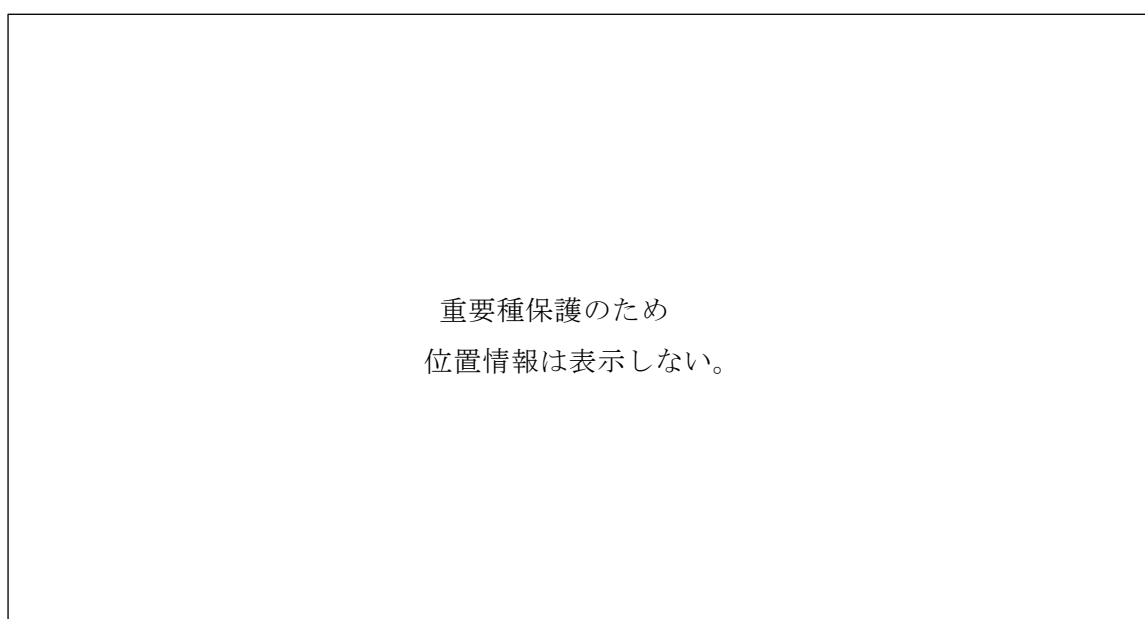
### 3. ため池周辺の植生調査結果

#### 3.1 調査結果

ヒメガマ群落周辺の植生調査は、

図－ 3.1.1 に示す大嶺崎の改変を回避する範囲で実施し、植生状況は図－ 3.1.2 に示すとおりである。平成 25 年度（評価書時）は、陸域改変区域全体を広域に調査したものであり、平成 30 年度は、改変を回避する範囲についてより詳細に植生状況を把握するために実施したものである。

環境影響評価書時に比べ、新たにヨシ-パラグラス群落、オオサクラタデ群落、モミジヒルガオ群落、アメリカハマグルマ群落の区分が確認された。



図－ 3.1.1 改変を回避する範囲

重要種保護のため  
位置情報は表示しない。

図－ 3.1.2 ヒメガマ群落周辺の相観植生図

## 4. 動植物種の混入調査

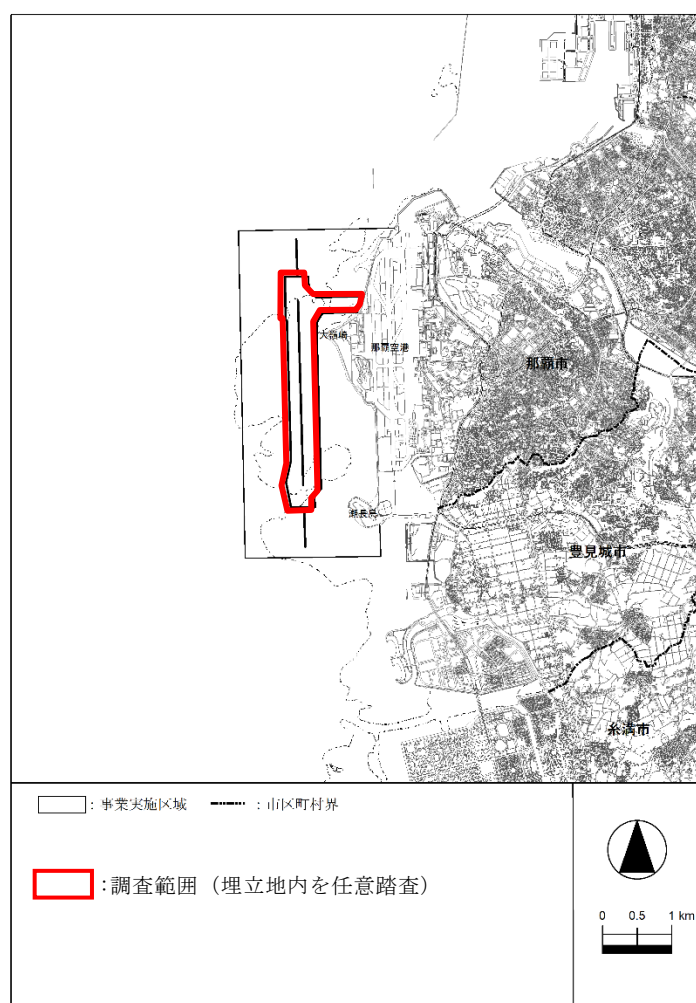
### 4.1 調査方法

埋立区域内を任意踏査やトラップ法により、特定外来生物の異常繁殖が生じていないかを把握した。特定外来種が確認された場合は位置や概数等を記録し、必要に応じて、駆除等の適切な対応を行った。

### 4.2 調査時期及び調査期間

表－ 4.2.1 動植物の混入調査の調査時期及び調査期間

項目	調査時期		調査期間
	工事の実施時	存在・供用時	
動植物の混入調査	四季	—	工事の実施時



図－ 4.2.1 動植物の混入調査に係る環境監視調査範囲



## 4.3 調査の結果

### 4.3.1 調査結果概要

確認された特定外来生物は表－ 4.3.1 に、外来種の確認状況は表－ 4.3.2 に、外来種の確認位置は図－ 4.3.1 に示すとおりである。

調査は、平成 30 年度春季～冬季に実施し、確認された特定外来生物は、ハイイロゴケグモの 1 種であった。

ハイイロゴケグモについては、平成 30 年度春季に 1 箇所計 2 個体、夏季に 3 箇所計 4 個体 1 卵囊 9 卵囊殻、秋季に 3 箇所計 7 個体、冬季に 4 箇所計 12 個体 1 卵囊 79 卵囊殻が確認された。これらは現場事務所周辺の人工物で確認された。

沖縄県衛生環境研究所の調査で 1995 年に那覇空港でも確認されており、「沖縄県内で広く定着し、空港、港湾、公園、道路側溝などの人工的な環境を好んで生息している」との報告もある。

以上のことから、作業用の器材の搬入時に付着し、埋立地内に侵入した可能性が高いと考えられる。

なお、特定外来生物は任意踏査法のみで確認され、トラップ法では確認されなかった。また、確認された個体は、その場で殺処理を実施した。

表－ 4.3.1 確認された特定外来生物

調査日：春季 平成 30 年 6 月 6、8 日  
夏季 平成 30 年 8 月 9、10、20、21 日  
秋季 平成 30 年 11 月 7、8、14、15 日  
冬季 平成 31 年 2 月 6、7、12、13 日

No.	目名	科名	和名	学名	外来種の 選定基準	調査時期			
					外来 生物法	春 季	夏 季	秋 季	冬 季
1	クモ	ヒメグモ	ハイイロゴケグモ	<i>Latrodectus geometricus</i>	特定 外来生物	○	○	○	○
合計	1 目	1 科	1 種		1	1	1	1	1

注：指定・選定状況のカテゴリーは以下のとおりである。

①外来生物法：

「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(平成十六年六月二日法律第七十八号 改正：平成二  
十六年六月一三日法律第六九号に基づき規制される生物のリスト)」

- a. 特定外来生物：外来生物(海外起源の外来種)であって、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼす  
もの、又は及ぼすおそれがあるもの
- b. 未判定外来生物：生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼす疑いがあるか、実態がよく分かっていな  
い海外起源の外来生物

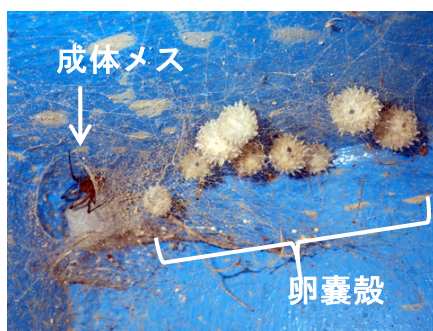
表ー 4.3.2 (1) 外来種の確認状況(春季)

No.	分類群	和名	外来種の選定基準	確認状況
1	クモ類	ハイイログケグモ	外来生物法：特定外来生物	【確認状況】春季に1箇所です計2個体が確認された。現場事務所周辺に置かれた椅子および消火器の裏側の窪みで確認された。椅子および消火器の搬入に伴い混入したと推測される。



表ー 4.3.2 (2) 外来種の確認状況(夏季)

No.	分類群	和名	外来種の選定基準	確認状況
1	クモ類	ハイイログケグモ	外来生物法：特定外来生物	【確認状況】夏季に3箇所です計4個体1卵囊9卵囊殻が確認された。現場事務所近くの廃棄物回収コンテナ側面や貯水タンク側面、カラーコーン裏側で確認された。いずれも、作業用の器材の搬入に伴い混入したと推測される。



表－ 4.3.2 (3) 外来種の確認状況(秋季)

No.	分類群	和名	外来種の選定基準	確認状況
1	クモ類	ハイイログケグモ	外来生物法：特定外来生物	【確認状況】秋季に3箇所で計7個体が確認された。現場事務所の踏み台(パレット)裏側や木箱(ガソリン携行缶カバー)内、鉄くず置き場のドラム缶内で確認された。いずれも作業用の器材の搬入に伴い混入したと推測される。

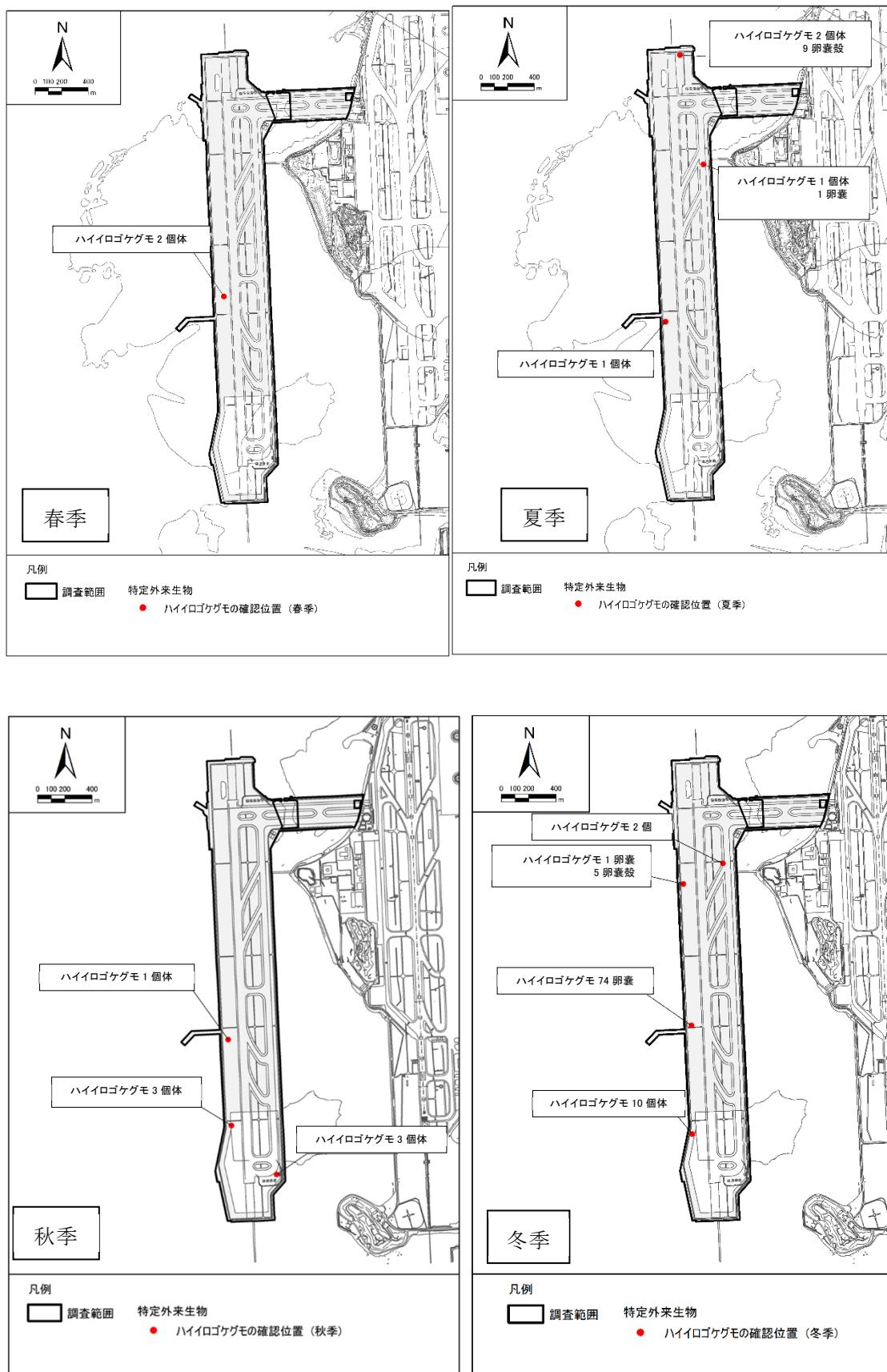


表－ 4.3.2 (4) 外来種の確認状況(冬季)

No.	分類群	和名	外来種の選定基準	確認状況
1	クモ類	ハイイログケグモ	外来生物法：特定外来生物	【確認状況】冬季に4箇所で計12個体1卵囊79卵囊殻が確認された。現場事務所の床下や分電盤内、近くの踏み台(パレット)内、タフ舟(トロ舟)裏で確認された。いずれも作業用の器材の搬入に伴い混入したと推測される。







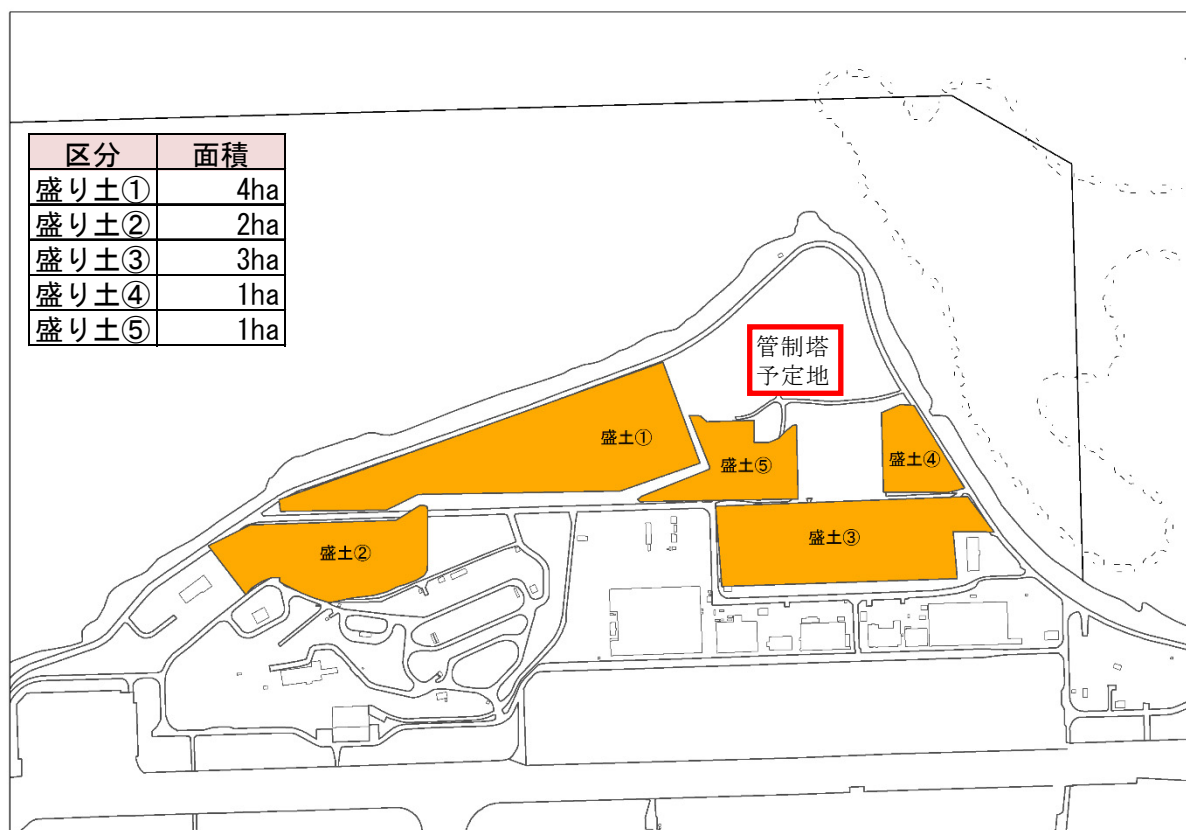
図－ 4.3.1 外来種の確認位置

## 5. 陸域における緑化方針

### 5.1 緑化施工計画

#### 5.1.1 施工箇所

緑化の対象となる施工箇所は図－ 5.1.1 に示すとおり、盛土①～⑤に区分される。



図－ 5.1.1 緑化箇所及び施工区分

## 5.1.2 施工計画

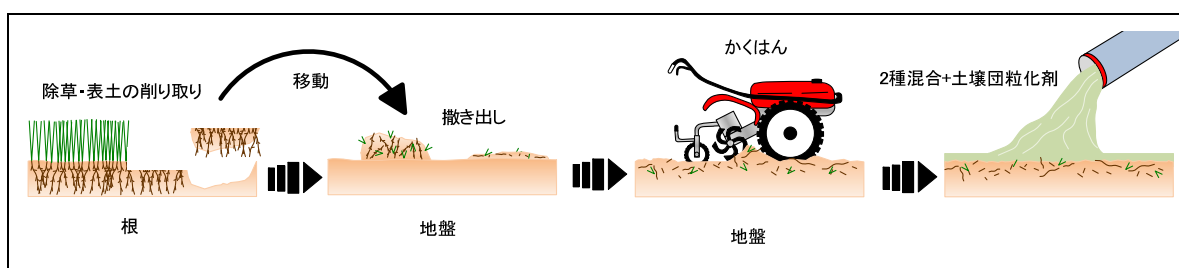
### (2) 基本方針

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

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

### (3) 方法

以下の方法を用いる（平成 27 年度実施緑化試験）



図ー 5.1.2 施工のイメージ

### (4) 施工時期

- ・盛り土①～④（合計約 10ha）は平成 31 年度以降に実施予定。
- ・盛り土⑤（合計約 1ha）は、工事による改変はしていないため緑化は実施しない。

### (5) 管理計画

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

（草刈りや灌水が必要な場合はあわせて実施）

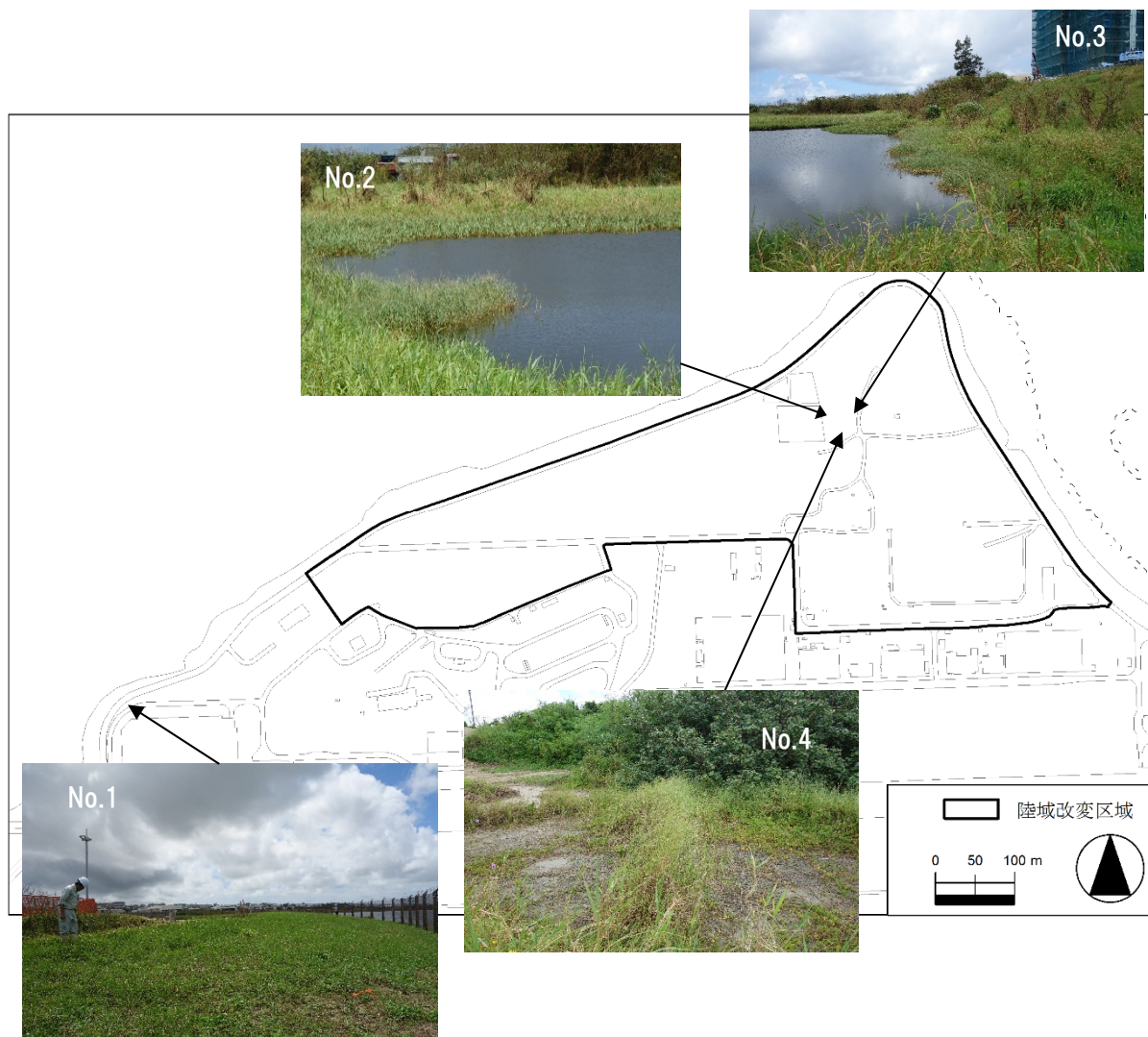


## 5.2 緑化材について

### 5.2.1 緑化材の検討

#### (6)大嶺崎周辺における分布状況

平成30年度に陸域改変区域及びその周辺で分布状況を把握したところ、4ヶ所でハイキビの生育が確認された。採取時には、現在の生育状況にも留意しながら採取することとする。



図ー 5.2.1 ハイキビの生育確認状況

## (7)緑化施工におけるハイキビの必要量

緑化施工する場合、植栽密度ごとに必要となるハイキビ量を算出した結果は表－ 5.2.1 に示すとおりである。過年度の緑化対策実験では、ハイキビの根の植栽密度は、16 個体/㎡が最も良好な成績であった。盛土①～④で 16 個体/㎡を達成するためには、3,200 ㎡のハイキビが必要である。

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

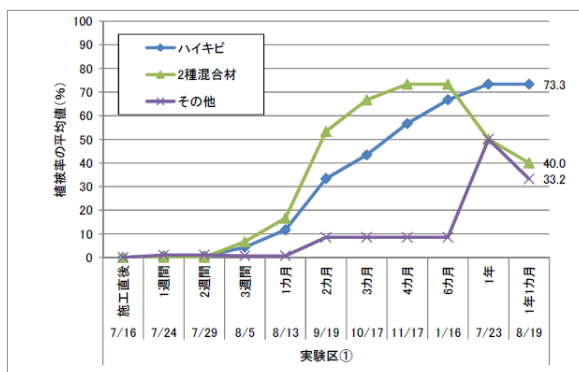
なお、チガヤについては、平成 26 年度の緑化対策実験において、枯死が目立ったことから緑化材として用いないこととした。

表－ 5.2.1 必要なハイキビ量

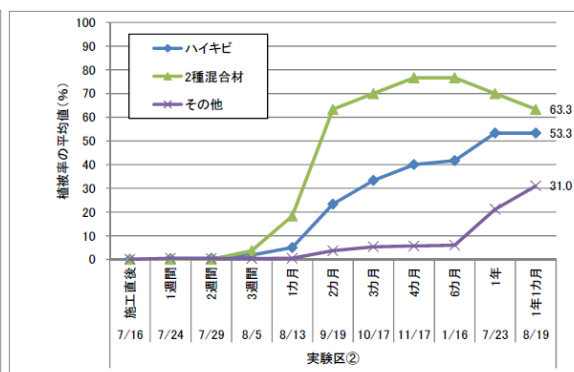
盛土	ハイキビ（植栽密度 4 個体/㎡）	ハイキビ（植栽密度 16 個体/㎡）
盛土①	320 ㎡	1,280 ㎡
盛土②	160 ㎡	640 ㎡
盛土③	240 ㎡	960 ㎡
盛土④	80 ㎡	320 ㎡
合計	800 ㎡	3,200 ㎡

(参考) 平成 26 年度緑化対策実験の成果

- ・緑化施工箇所のうち、陸域改変区域における緑化材について検討するため、2 種混合材の吹付けにより赤土等流出防止を図るとともに、沖縄在来のイネ科の草本の根（茎）を撒きだすことにより、在来の草本植生に遷移させることが可能であるかを実証することを目的とし、緑化実験を行った。
- ・播種後 2 カ月程度で更地面が植被され、赤土等流出防止対策として一定の効果は期待できると考えられる。
- ・早期の緑化という観点では、ハイキビのみを栽植する手法では試験区は十分被覆できなると推測され、2 種混合との併用が有効であることが考えられる。
- ・ハイキビの根の植栽密度が高い試験区（16 個体/m<sup>2</sup>）は、施工 1 年後にハイキビの植被率が 2 種混合材の植被率を上回る結果となり、普通の試験区（4 個体/m<sup>2</sup>）において、施工 1 年後にハイキビの植被率と 2 種混合材の植被率が同等の値となった。



【ハイキビ（植栽密度：16 個体/m<sup>2</sup>）+ 2 種混合材】



【ハイキビ（植栽密度：4 個体/m<sup>2</sup>）+ 2 種混合材】

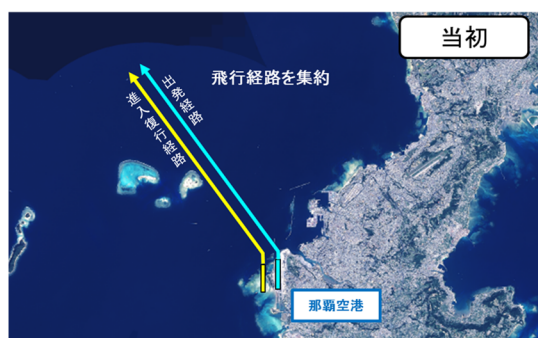
## 6. 那覇空港の滑走路発着回数の拡大について

### 1. 背景

- 那覇空港の利用者数は年々増加しており、これに伴い、発着回数も16.6万回に達しているところ。
- 今後も予想される訪日外国人旅行者数や沖縄県入域観光客数の増加に対応するため、滑走路増設後の発着回数の拡大を検討。

### 2. 発着回数の拡大

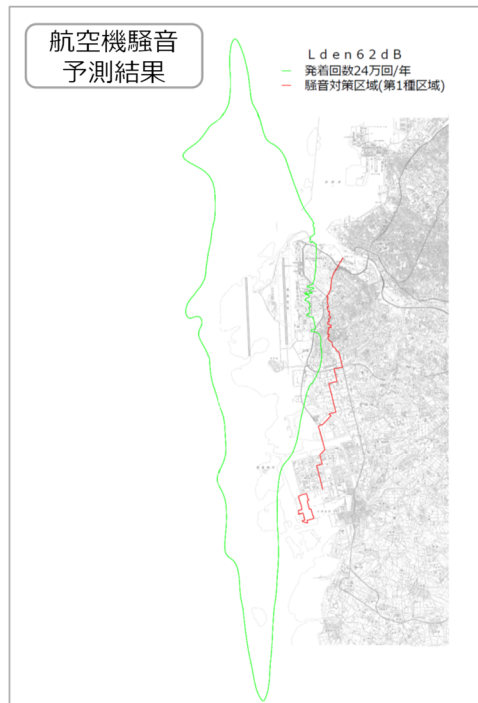
- 騒音影響を考慮しつつ、運用方式を見直し、2本の滑走路を最大限活用することにより、年間発着回数を24万回※まで拡大可能。  
※年間を通じて安定的に運用できる発着回数（自衛隊機を含む）
- 【当初】現状（滑走路1本） 約13.5万回／年 → 滑走路増設後 約18.5万回／年
- 【発着回数の拡大】現状（滑走路1本） 約13.5万回／年 → 滑走路増設後 約24万回／年
- 【内容】
  - ・現滑走路の飛行経路（離陸経路）と増設滑走路の飛行経路（進入復行経路）を分離することで、離着陸の間隔が短縮でき、発着回数が拡大。



空中写真出典：地理院地図（電子国土Web）

### 3. 発着回数拡大に伴う環境影響の予測と評価

- 発着回数を24万回とした場合の航空機騒音について、以下の前提の下検討した。
  - ・現滑走路を離陸優先、増設滑走路を着陸優先として使用。
  - ・航空機騒音を考慮し、夜間貨物便などは離着陸ともに増設滑走路の使用を促進。
- 発着回数を24万回とした場合の航空機騒音の予測結果（Lden）は右図のとおりであり、現状の騒音対策区域より内側に収まる結果となった。
- これにより、発着回数が拡大した場合も、現況に比べて周辺環境への影響を悪化させないことが可能であることが示された。
- 今後、滑走路増設後の運航状況を踏まえ、航空機騒音調査について、地元と調整しながら検討する。



※ Ldenとは、昼間、夕方、夜間の時間帯別に重みをつけて求めた、変動する騒音レベルをエネルギー的な平均値として表した量を言います。  
地図出典：国土地理院（基盤地図情報データ）