

第4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）

平成27年6月4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 環境保全措置の検討	17
3. カサノリ類の順応的管理	18
3.1 カサノリ類について	18
3.2 順応的管理（カサノリ類）	21
3.3 調査結果	25
3.4 環境保全措置の検討	37

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

(1) 海草藻場

- ・第1回委員会では、海草藻場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回委員会では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告する。

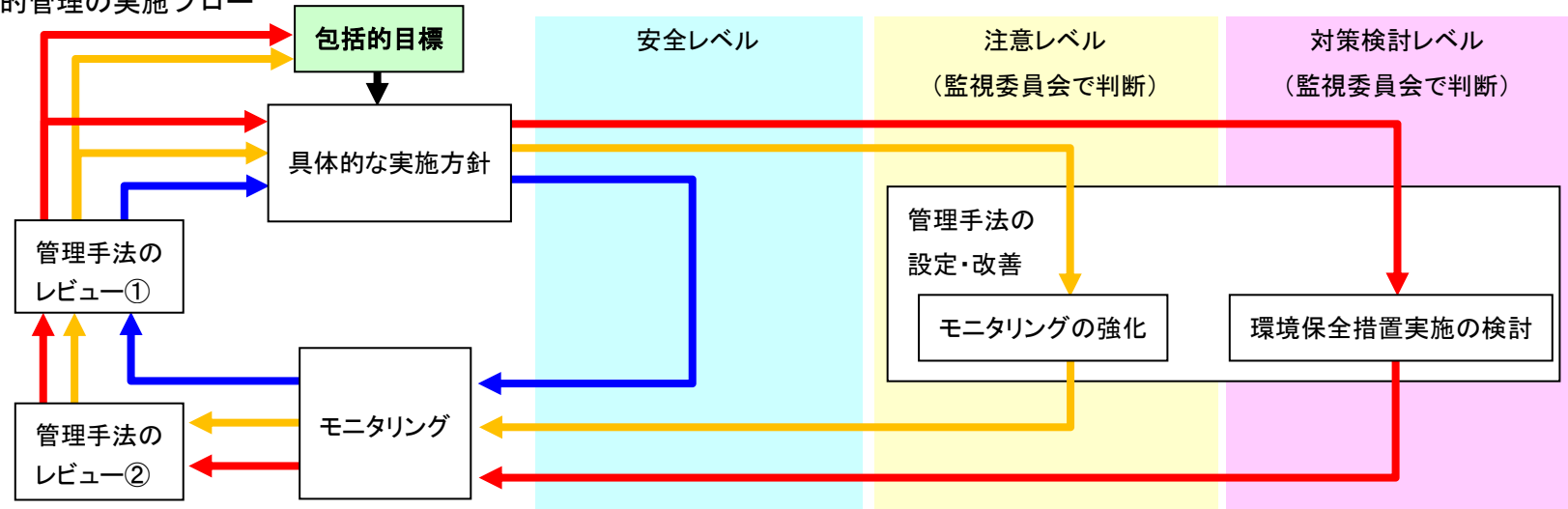
(2) カサノリ類

- ・第2回委員会では、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回委員会では、調査結果を解析し、順応的管理の現況を報告する。

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	- 海草藻場については、失われる藻場の面積を念頭に、閉鎖性海域において、護岸概成後に生育環境が向上し、面積もしくは被度が維持/増加することを目標とし、実行可能な順応的管理のもと、生育環境の保全・維持管理を実施する。 - 順応的管理にあたっては、モニタリングを実施しながら、海草藻場の出現状況の変化に応じた監視レベルを設定し、必要に応じて、環境保全措置を講じることとする。
具体的な実施方針	- 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	- 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	- 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 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（施工2年次）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（p11 参照）。

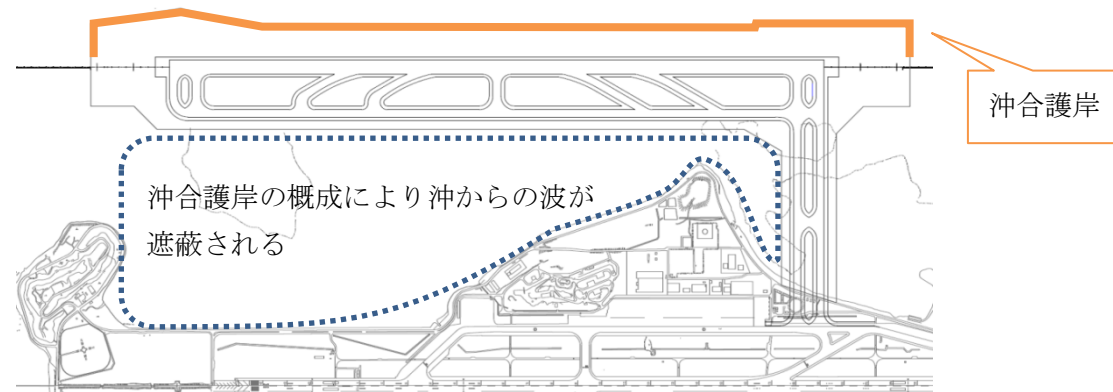


図 2 沖合護岸の位置

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	・出現種 ・被度 ・水深 ・底質概観 ・浮泥の堆積	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。

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	護岸概成時に 1 回	分布調査

2.2 調査結果

(1) 分布調査

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。

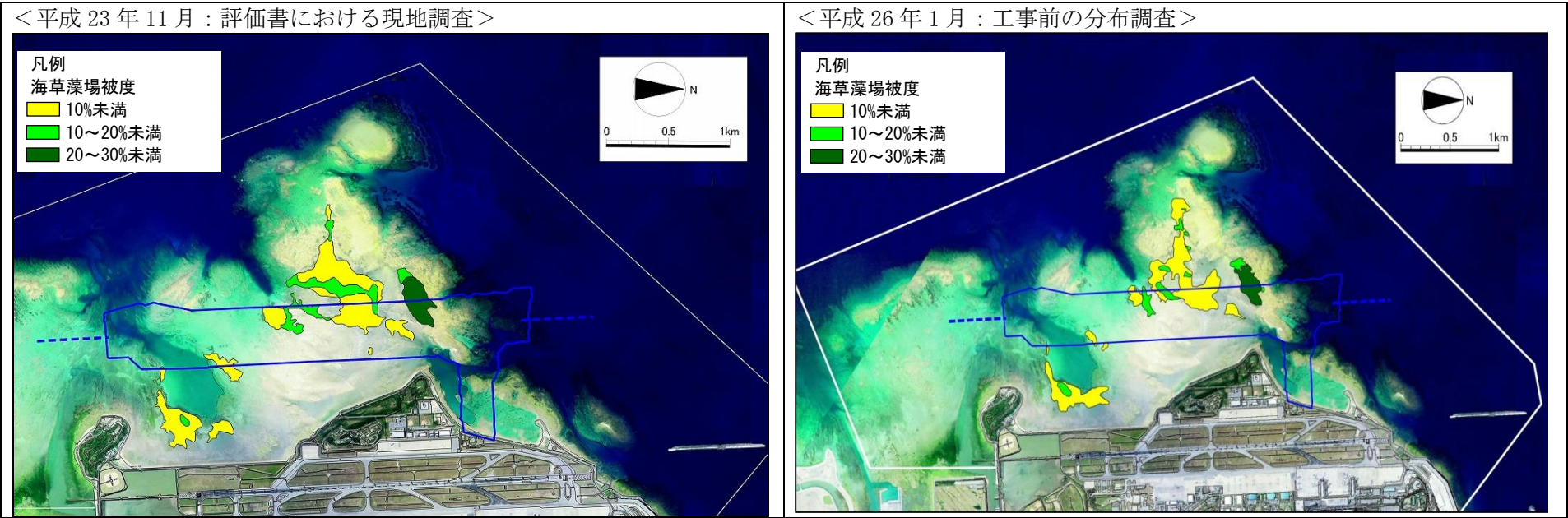


図 3 工事前における海草藻場の分布調査結果

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		
	改变区域 (ha)	残存域 (ha)	合計 (ha)	改变区域 (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%)	5.7
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

当該海域における事業実施前の分布調査としては、平成 14 年 2 月から平成 26 年 1 月にかけて計 9 回の海草藻場分布調査を行い、分布範囲や被度の変動が大きく、その変動が場の特性にも左右されることが明らかとなっている。そこで、海域改変区域外に存在する当該海域の海草藻場を、場の特性や分布特性、影響予測を考慮し、改変区域西側と閉鎖性海域内の 2 つにゾーニングし、過去の自然変動をとりまとめた。

改変区域西側では、これまでの分布域の変動幅は 21.4～46.9ha であり、平成 13 年から実施した計 8 回の調査すべてにおいて確認された藻場（10 年程度確認されている藻場）の分布面積は 11.6ha、過去に藻場がみられた範囲は 55.0ha であった。

また、閉鎖性海域内では、これまでの分布域の変動幅は 10.9～25.3ha であり、10 年程度継続して確認されている藻場の分布面積は 4.3ha、過去に藻場がみられた範囲は 38.1ha であった。

10 年程度継続して確認されている藻場は、過年度の調査すべてで確認されている藻場であることから、当該海域の海草藻場の維持においてコアな役割を果たしていると予想される。ただし、評価書における予測では、事業実施区域の近傍では、工事による波浪の影響を受けること、文献等で得られる海草藻場の生育条件で底面せん断力が大きいと台風等の荒天時に影響を受けることを考慮する必要がある。

表 4 海草藻場の分布調査結果概要

項目		改変区域西側(ha)	閉鎖性海域内(ha)
分布域全域	最小	21.4	10.9
	最大	46.9	25.3
10 年程度継続して確認されている藻場		11.6	4.3
過去に藻場が確認された範囲		55.0	38.1
工事及び波浪の影響範囲		10.0	1.0

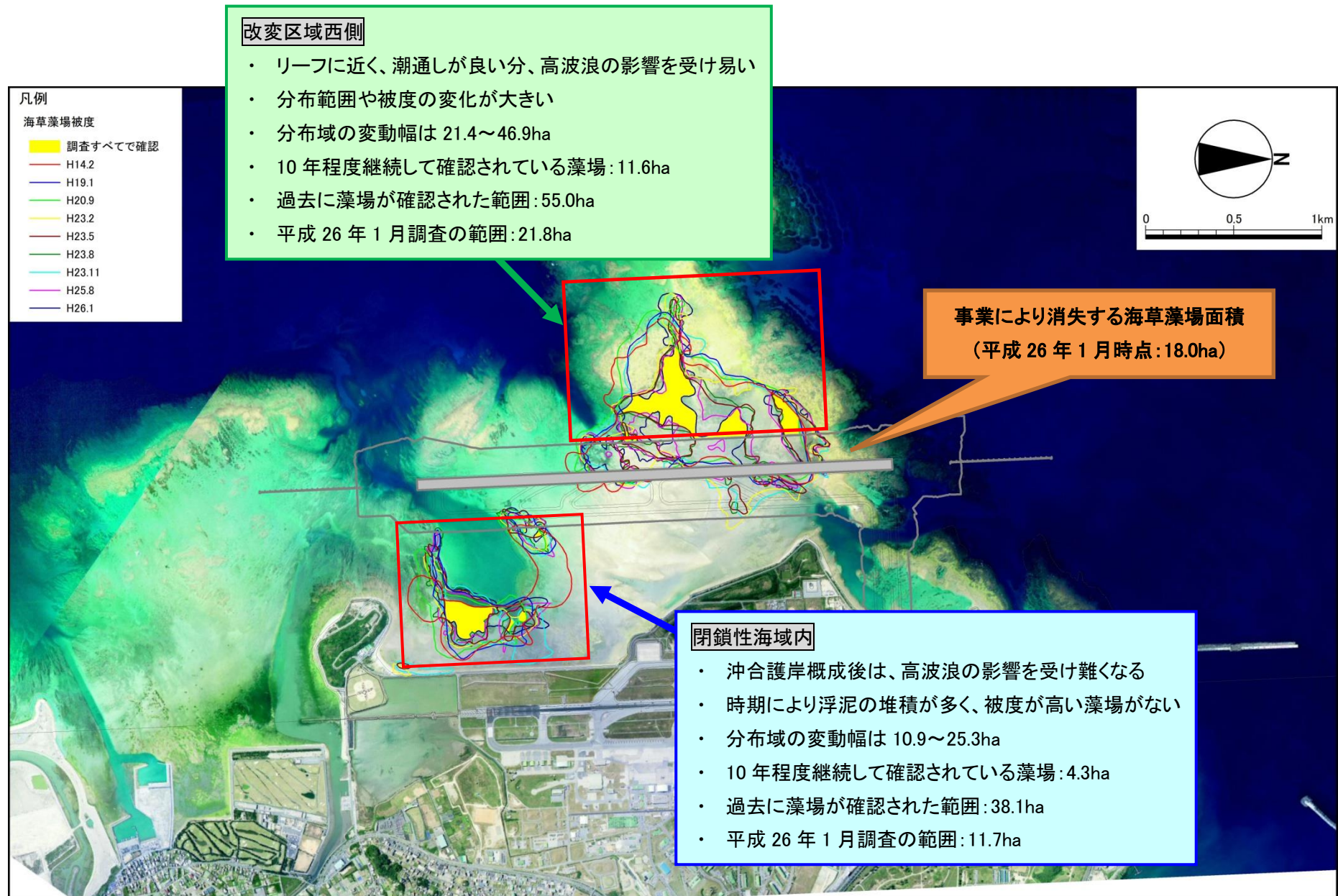


図 4 海草藻場の変遷の重ね合わせ

平成 26 年度における海草藻場の分布面積は、事前調査に相当する平成 25 年 8 月や平成 26 年 1 月と比較して、改変区域を除き増加がみられた。この分布面積の増加には、主に被度 10%未満の低被度域の増加が影響しており、主に改変区域西側のリーフエッジ周辺の藻場増加が目立っていると考えられた。

藻場の面積からみた本年度の調査結果は、事前調査以前の過年度の結果と比べると、改変区域を除きその範囲内にあり、自然変動の範疇にあると考えられた。なお、順応的管理における包括的目標の考え方を踏まえると、改変区域西側ならびに閉鎖性海域内ともに、台風や葉枯れなどの影響により、季節的な変動はあるものの、近年はそれぞれ 20～25ha 程度、10～15ha 程度で推移するトレンドの範囲内にあった。生育場所は局所的に変動するため、コアな場所を中心にその変化には注意する必要がある。

表 5 海草藻場の分布面積の経年変化

区域	被度	工事前								工事中				
		H14	H19	H20	H23				H25	H26				H27
		2 月	1 月	9 月	2 月	5 月	8 月	11 月	8 月	1 月	5 月	7 月	10 月	2 月
改変区域西側	10%未満	23.2	27.5	25.9	27.5	20.5	12.6	13.2	12.1	15.5	18.0	17.6	19.7	22.3
	10～20%未満	11.4	16.6	16.0	16.0	10.2	6.4	7.9	7.2	3.5	6.2	3.3	2.8	2.4
	20～30%未満	8.7	0.1	5.0	1.6	4.8	2.4	2.7	2.9	2.8	2.8	2.8	2.4	2.7
	合計	43.3	44.2	46.9	45.1	35.5	21.4	23.8	22.1	21.8	27.0	23.7	24.9	27.4
改変区域西側海草量		503.8	387.8	494.7	417.0	374.7	217.7	252.9	239.2	200.8	253.0	207.5	200.5	215.0
閉鎖性海域内	10%未満	18.3	8.4	8.3	17.0	10.8	9.4	11.3	12.0	10.6	16.3	13.2	12.0	14.3
	10～20%未満	6.9	8.2	7.5	2.0	4.1	1.5	0.5	1.1	1.1	0.7	0.0	0.0	0.6
	20～30%未満	0.0	0.8	1.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0
	合計	25.3	17.4	17.6	19.1	15.2	10.9	11.8	13.1	11.7	17.0	13.8	12.7	14.9
閉鎖性海域内海草量		195.8	185.4	198.5	115.6	122.4	69.5	64.1	76.9	69.3	92.0	81.0	77.5	80.5
改変区域外海草面積合計		68.6	61.6	64.5	64.2	50.7	32.3	35.6	35.2	33.5	43.9	37.5	37.6	42.3
藻場合計海草量		699.6	573.2	693.2	532.6	497.1	287.1	316.9	316.1	270.0	345.0	288.5	278.0	295.5

注) 海草量は、被度の中間値に面積を乗じたものを示す。

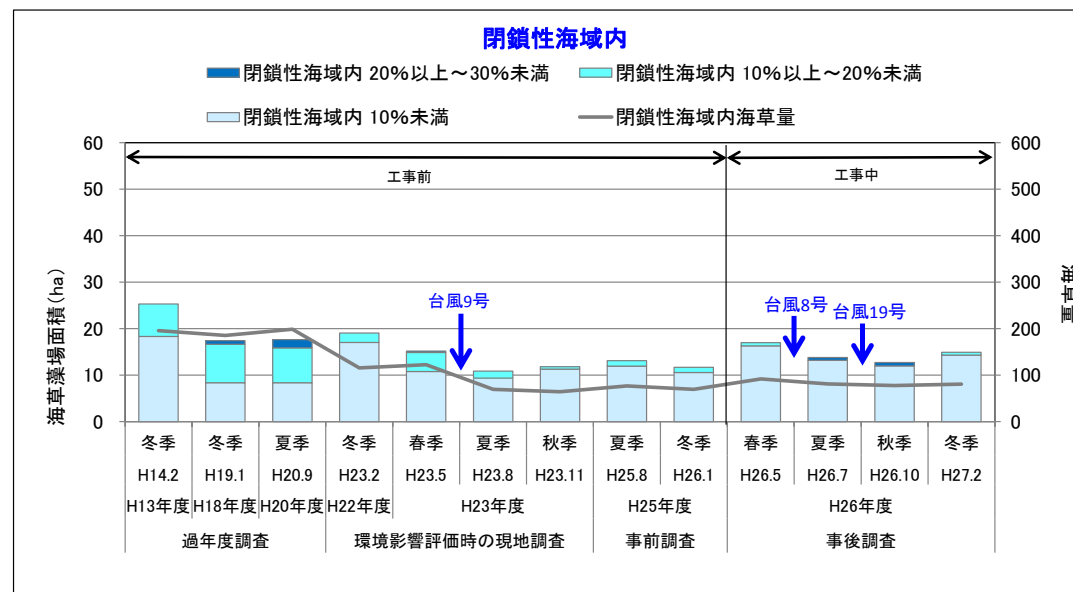
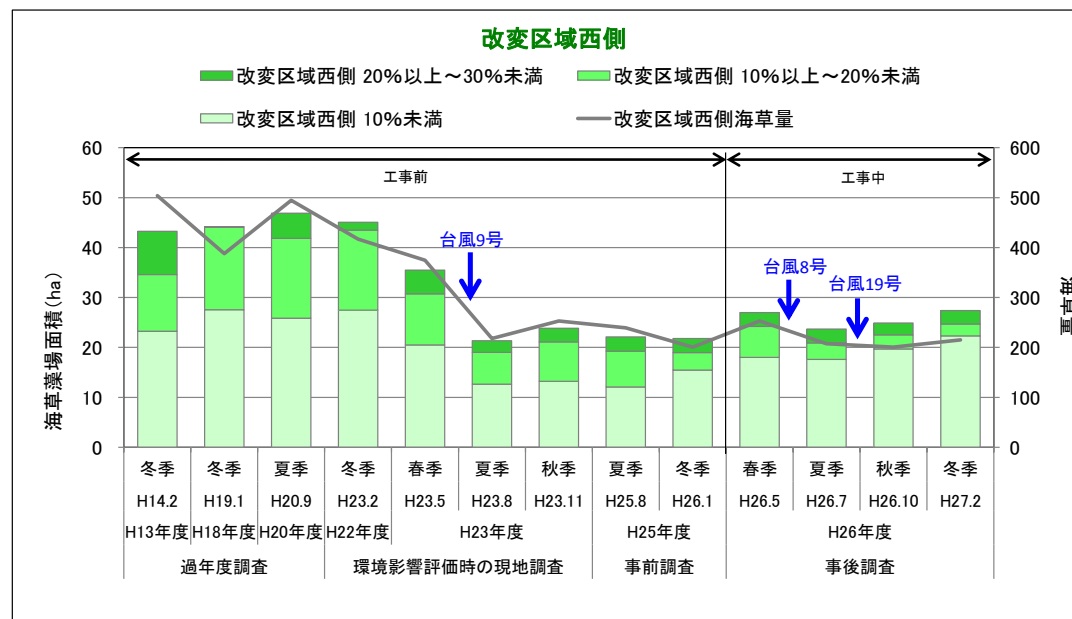


図 5 海草藻場の分布面積の経年変化

- ・ 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】

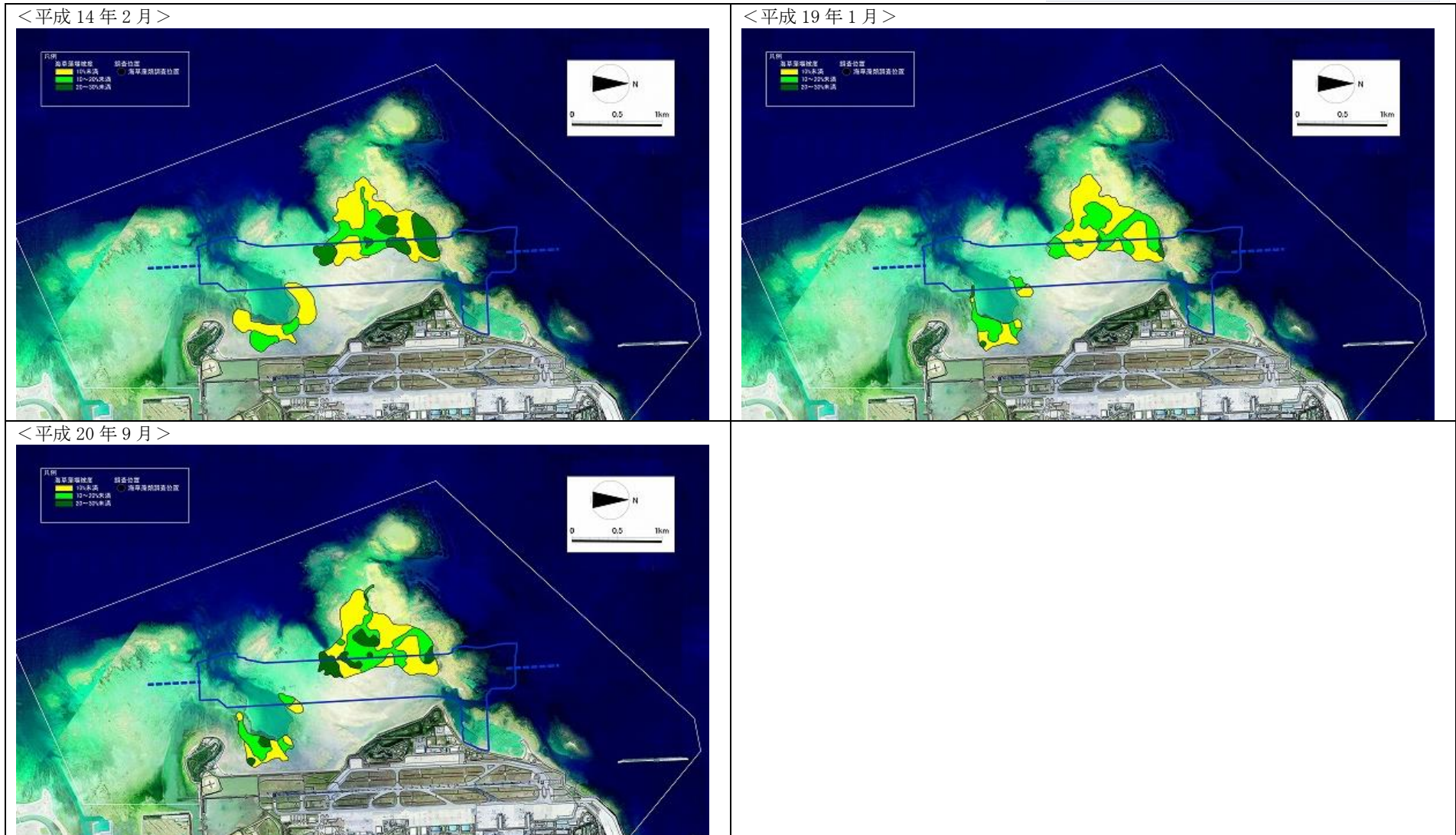


図 6 海草藻場の分布状況の経年変化

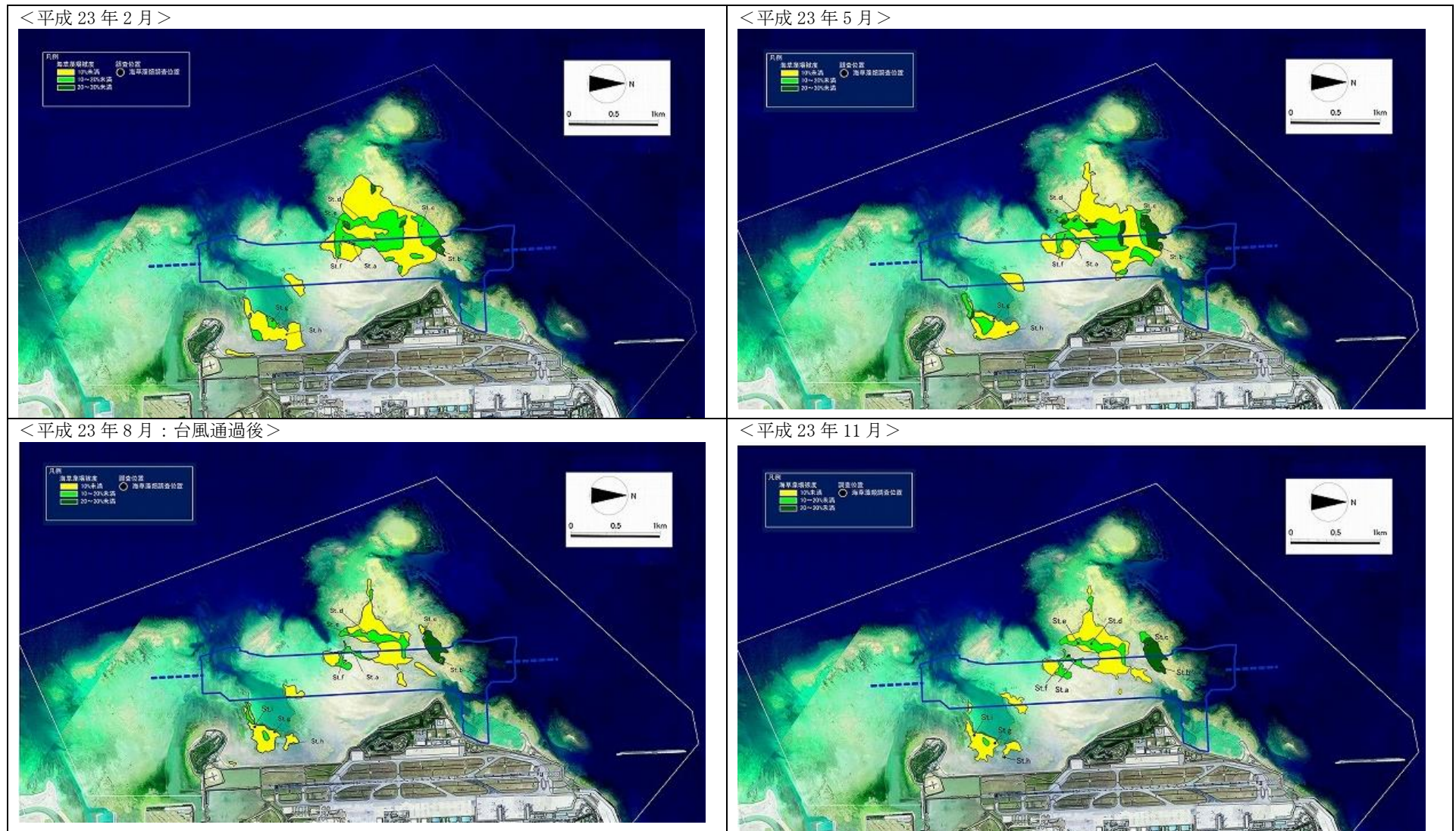


図 7 海草藻場の分布状況の経年変化

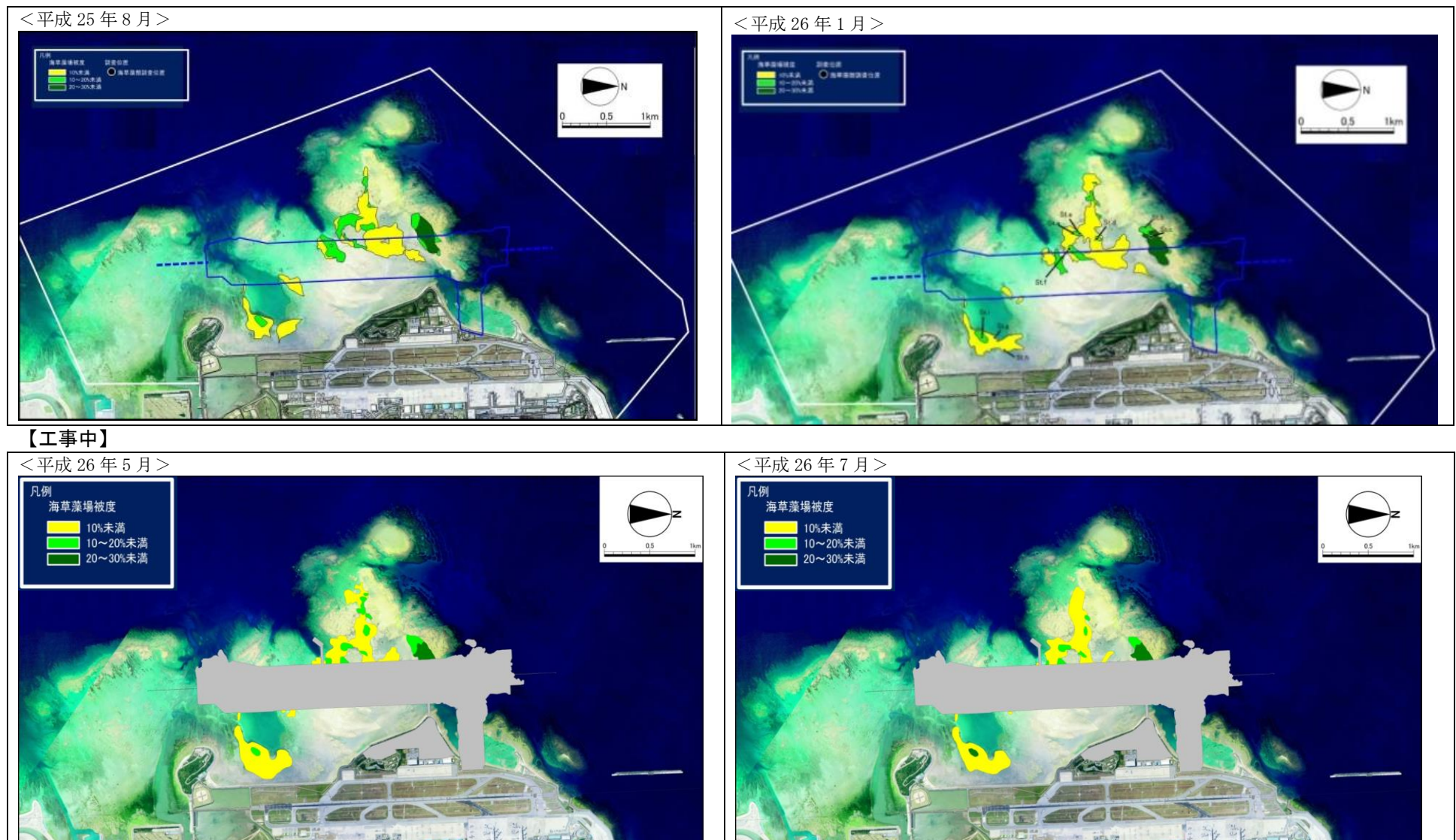


図 8 海草藻場の分布状況の経年変化

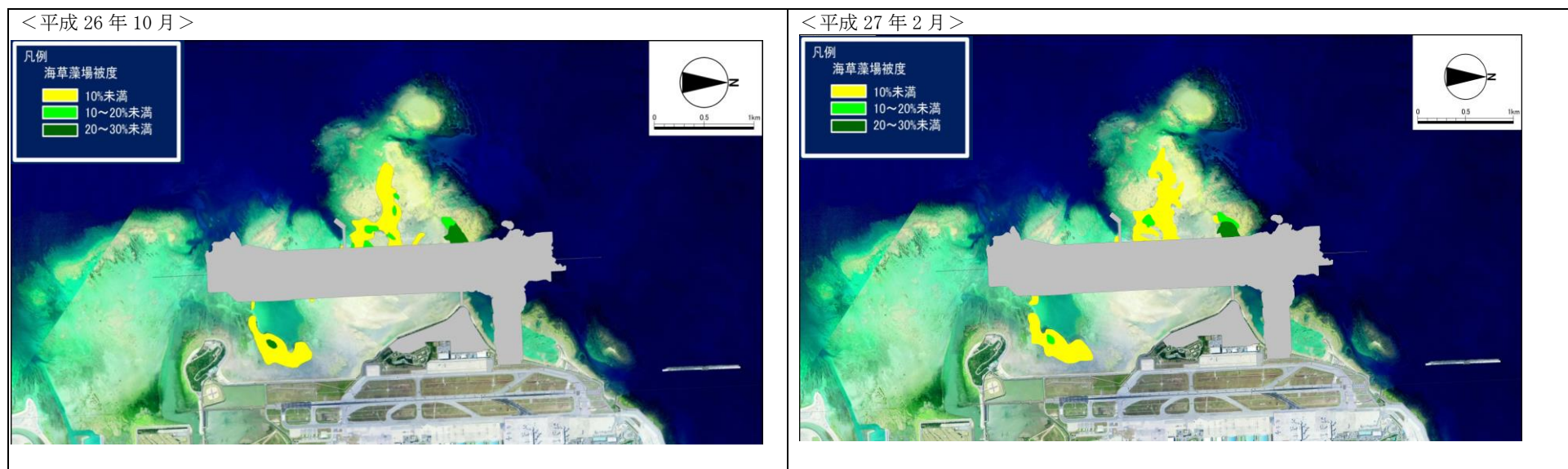


図 9 海草藻場の分布状況の経年変化

(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 26 年度より補助地点として、改変区域西側に過年度調査すべてで藻場が確認されている場所内に S5、S7 を追加し、閉鎖性海域内に S6 を追加した。

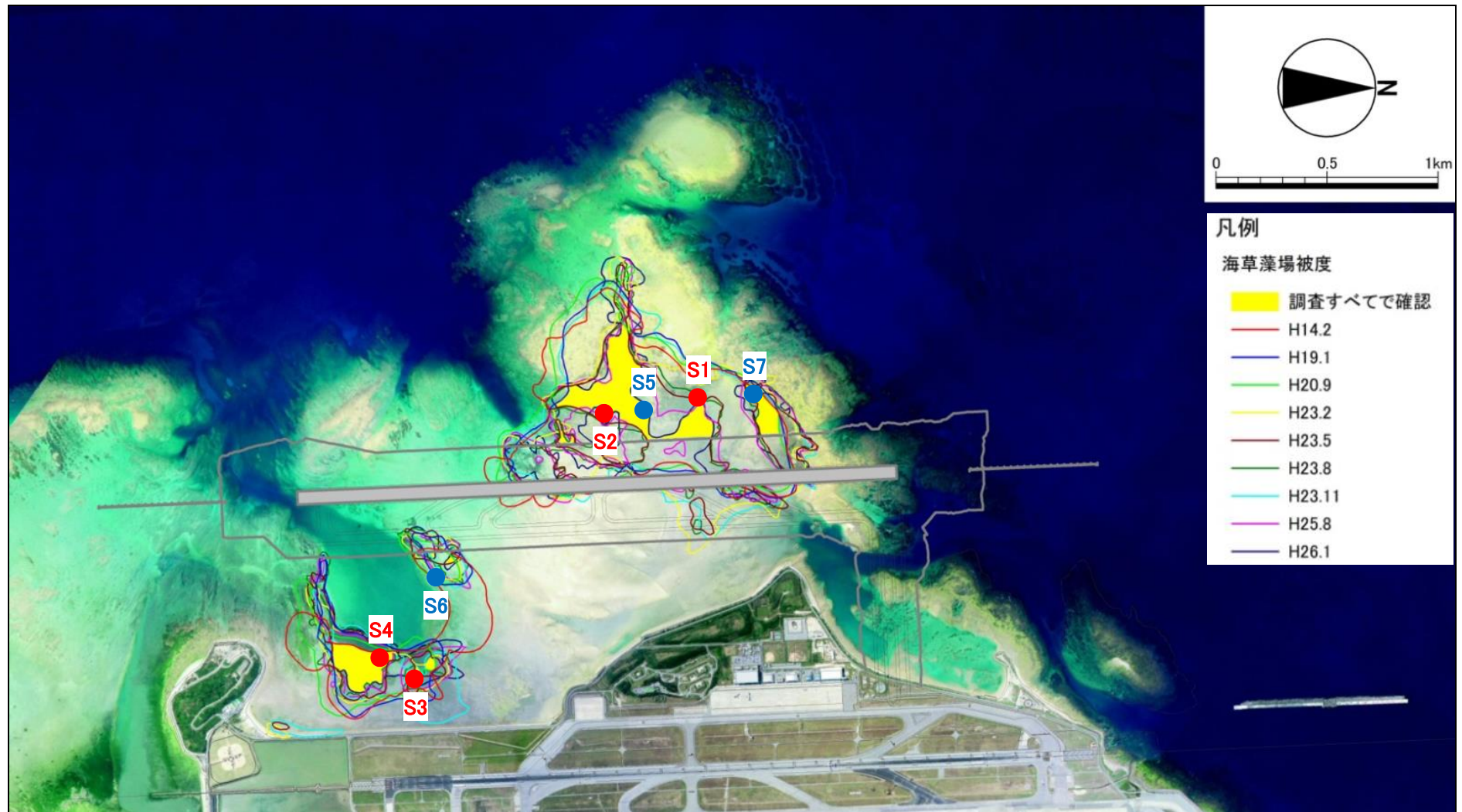


図 10 海草藻場の定点調査地点及び過年度分布重ね合わせ

表 6 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。現在、株がみられない。 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。
	S2	0～10%	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%	3	リュウキュウスガモ	被度は 15%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。
閉鎖性海域内	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 より浮泥の堆積が多い。 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 より浮泥の堆積が多い。 浮泥の堆積や葉上に珪藻類の付着を確認。
	S6	5%未満～10%	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。

平成 26 年度における St. S1～S6 の藻場被度において、過年度の変動範囲を下回った地点は St. S1、S3、S5 の 3 地点であり、St. S1 では平成 27 年 1 月以降藻場が観察されなくなった。藻場がみられなくなった St. S1 以外の 5 地点の藻場構成種の出現種数は 2～6 種類であり、過年度の変動と比較して大きな変化はないものの、主に消長の激しい小型海草類を中心に調査時期ごとに 1～2 種の変動がみられた。

本年度の調査において、過年度の藻場被度の変動範囲を下回った St. S1, S3, S5 の原因は、これまでも当該海域で確認されている台風時の高波浪による流出や干出に伴う葉枯れが影響していると考えられ、工事の影響はみられなかった。

当該海域では、これら高波浪による流出や葉枯れの影響は、過年度から継続してみられており、その影響に対する藻場の変化も大きい。したがって、今後の調査では、対照区も含めて、藻場の変動とその原因について慎重に観察し、考察することが、評価を行う上で重要といえる。

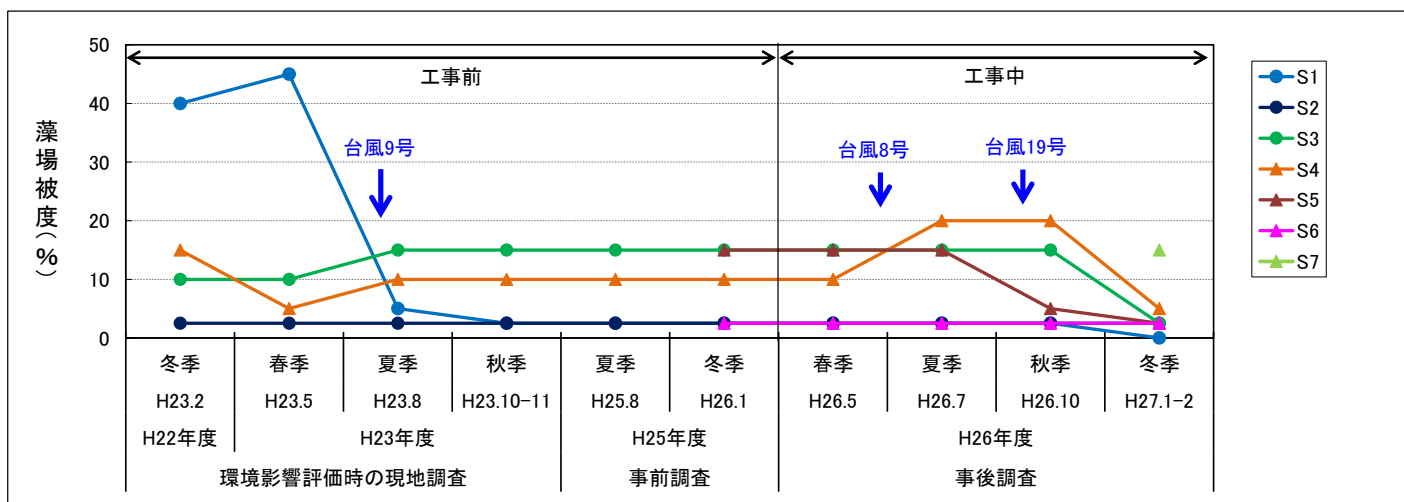


図 11 定点調査における藻場被度の経年変化

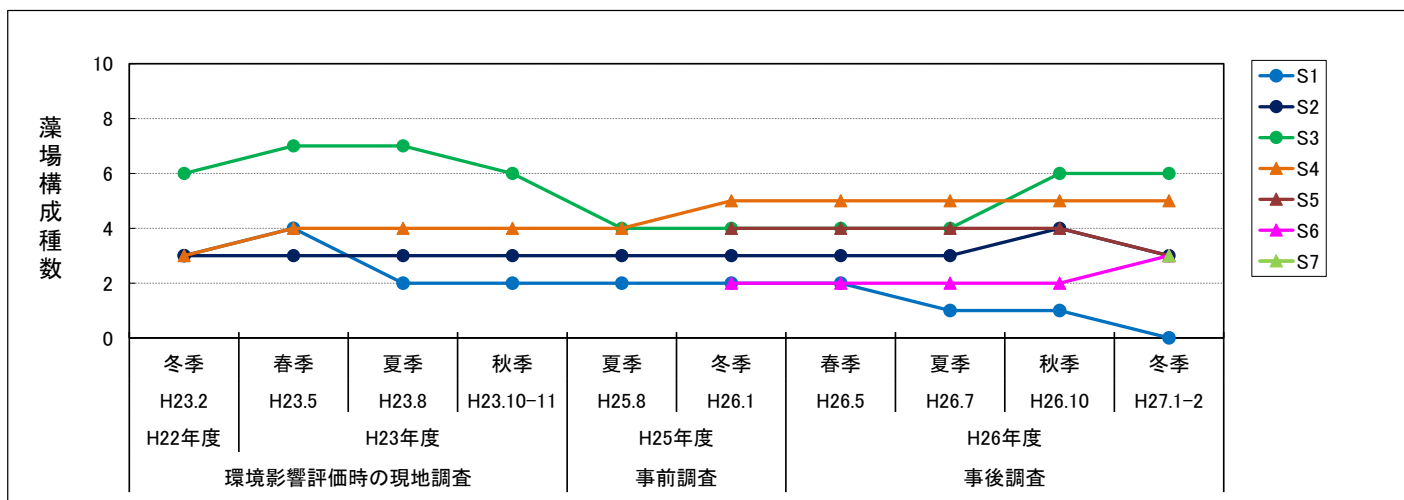


図 12 定点調査における藻場構成種数の経年変化

2.3 環境保全措置の検討

管理手法のレビュー・改善として、モニタリングの結果より「対策検討レベル」と判断される場合は、環境保全措置の実施を検討する。

本事業による影響と、予測の不確実性も踏まえた措置については、以下のとおりである。これより、予測の不確実性も踏まえて順応的管理の手法を取り入れ、モニタリングを行いながら海草藻場の衰退傾向や水底質の変化に応じて、後述する措置を講じることを検討することとする。

ケース 1) 海上工事が進んでおらず、直接改変区域に海草藻場が残されている場合

事業実施の早期段階で、まだ直接改変区域に海草藻場が残されている場合、残存する海草藻場を可能な限り、改変区域外に移植する。

ケース 2) 海上工事が進んでおり、直接改変区域に海草藻場がないか、利用できない場合

自然の海草藻場にできるだけ負荷を与えずに海草藻場を創出するための一手法として、周辺海域から当該海域の優占種であるリュウキュウスガモの種子を採取し、陸上で種苗生産した後に当該海域に移植し、海草藻場を創出する等の方法で失われた藻場を創出する方法がある。

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

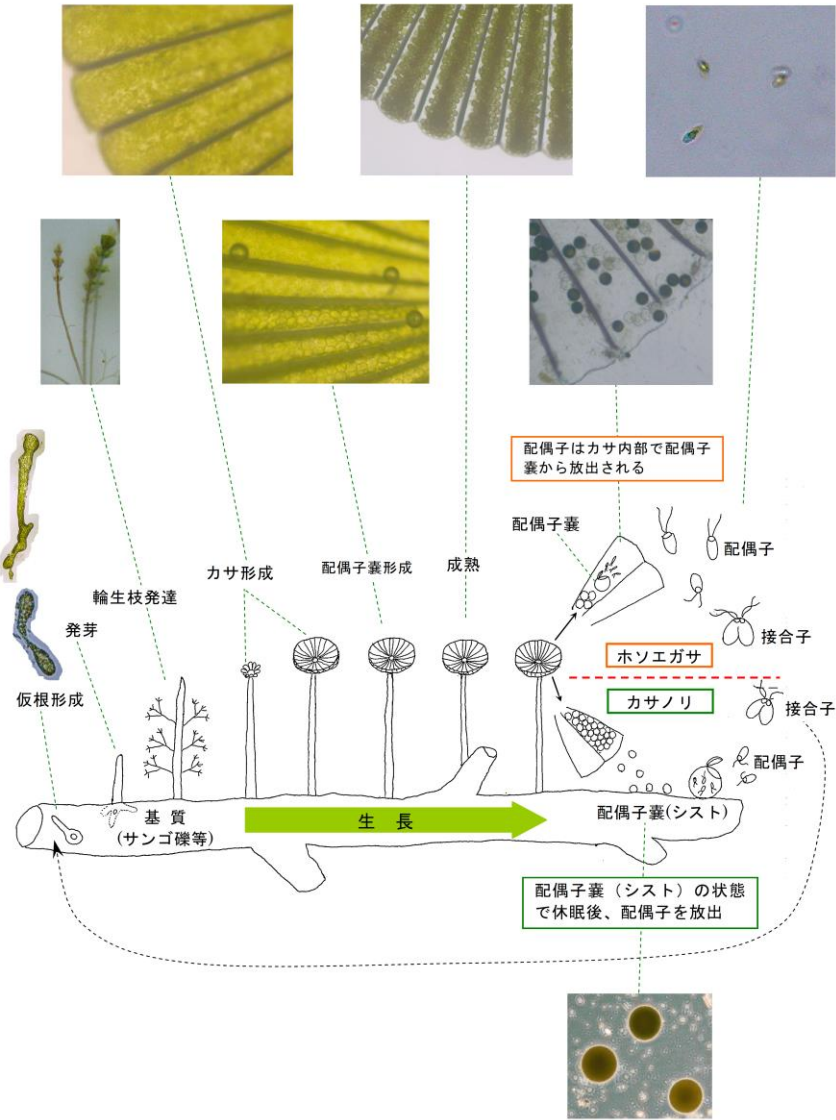
カサノリ類（カサノリ及びホソエガサ）の重要な種の選定状況について下記に示すとともに、生活史について右図に示す。

表 7 カサノリ類の重要な種の選定状況

カサノリ	環境省 RDB：準絶滅 水産庁 RDB：危急 沖縄県 RDB：準絶滅
ホソエガサ	環境省 RDB：絶滅 I 類 水産庁 RDB：絶滅 沖縄県 RDB：絶滅 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 RDB：「レッドデータブック」（環境省、2015 年）
 - ・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 RDB：「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：「改訂・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）—動物編—」（沖縄県、2005 年）に記載されている種及び亜種
 - ・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 13 カサノリ類の生活史

(2) 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

- ・ サンゴ礫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ことが考えられる。
- ・ 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。

【坡名城における環境調査】

- ・ 坡名城の環境（タイドプール状の地形による波当りの緩和、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攪乱が小さい→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）

(3) 当該海域におけるカサノリ類の生育状況

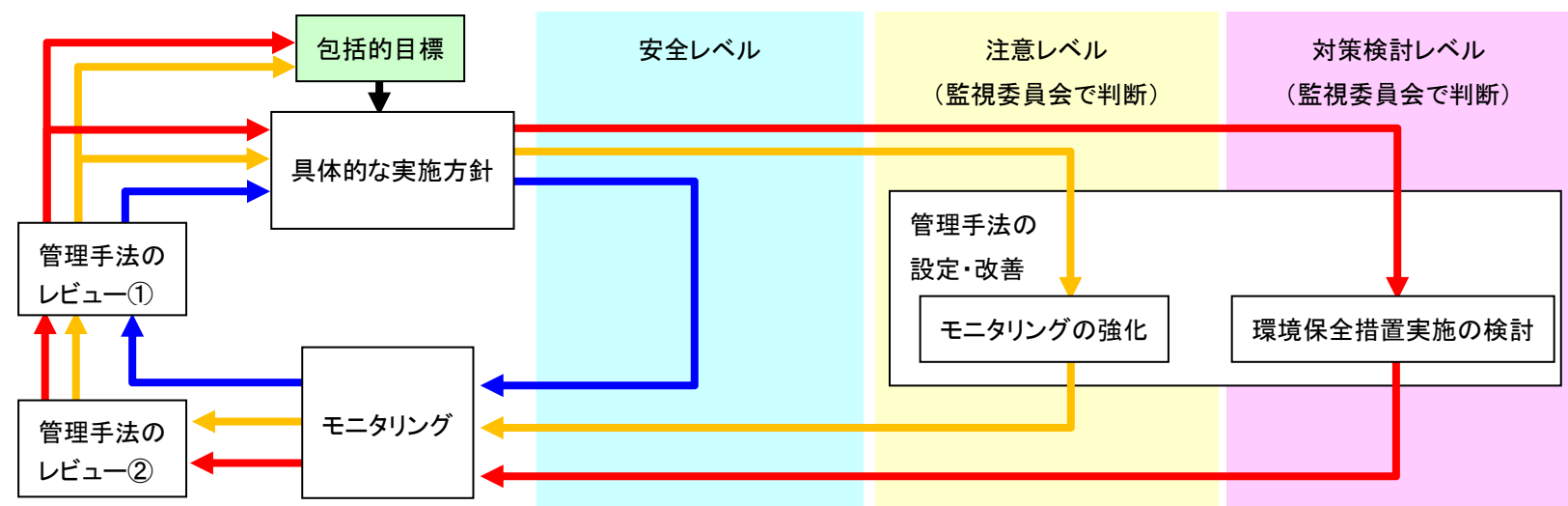
当該海域におけるカサノリ類の生育状況は、図 14 に示すとおりである。



図 14 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	・ 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 15 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（施工2年次）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。）

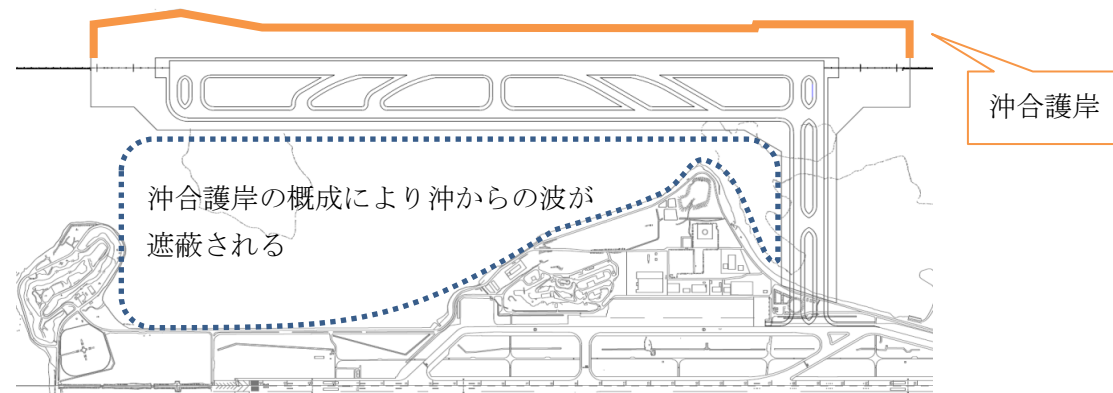


図 16 沖合護岸の位置

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。

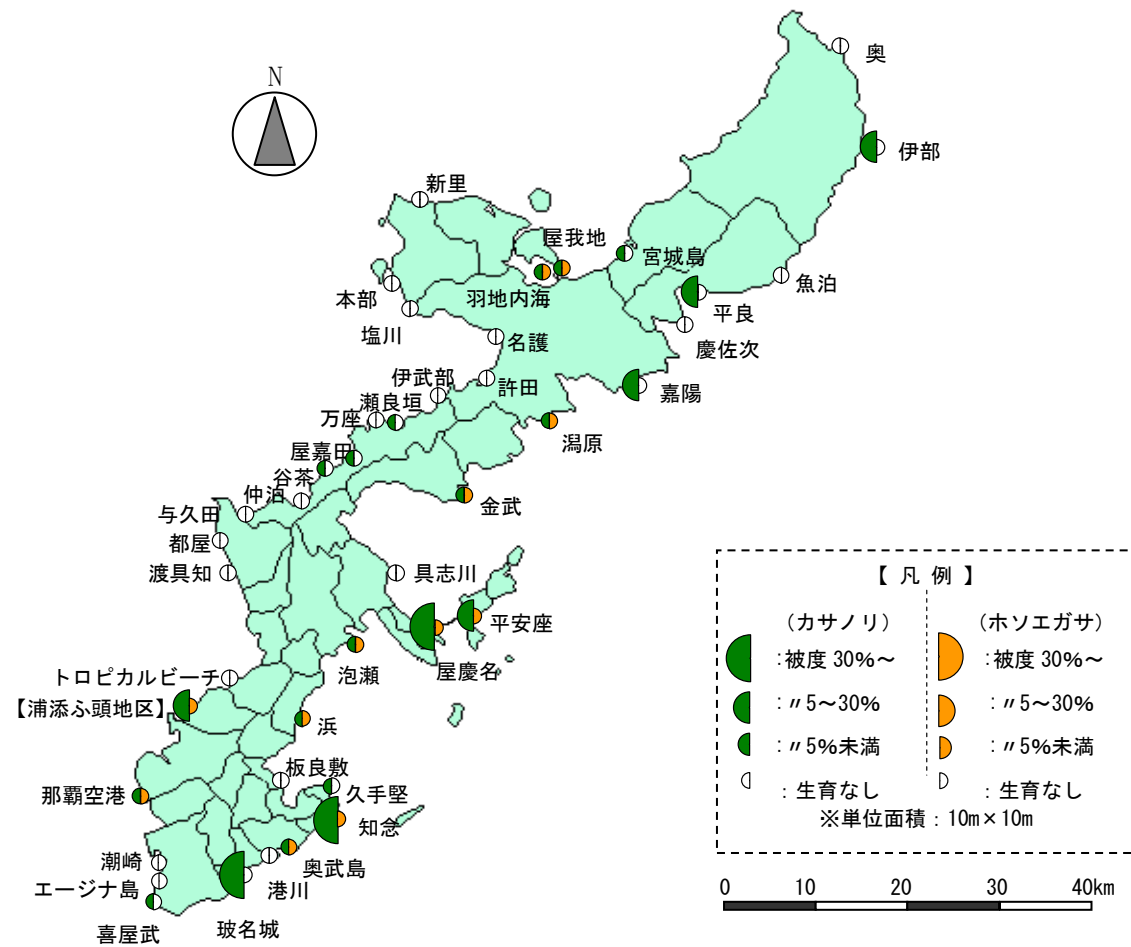
【注意レベルの目安】：カサノリ類の多くの藻体が確認される場所が減少し、生育している範囲が自然変動の範囲※を大きく下回る状況

⇒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（下図参照）と比較、考察する。また、環境保全措置の具体的な内容を検討する。

※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を検討する。



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）
 注．被度は各調査地点における最大値を示す。

図 17 カサノリ及びホソエガサの生育状況（平成 15, 16 年度 冬季）

(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。

表 8 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

(1) 分布調査

過年度調査における分布調査結果を以下に示す。

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 26 年度調査におけるカサノリの分布面積は、過年度調査時の半分と大きく減少し、分布範囲の自然変動が大きいことが示された。一方で、平成 25 年 2 月以降に実施したいずれの調査でもカサノリが確認された箇所が複数存在し、その一部では被度が高い場所も散見された。こうした箇所は、事業実施区域周辺海域のカサノリ群集の主要な供給源となっていることが示唆された。

変動の大きいカサノリの分布範囲の大半は、被度 5%未満の低被度域であり、自然変動の範囲内であることから、今後もシュノーケリングや徒歩等の詳細な調査により、分布範囲を正確に把握する必要がある。

また、次年度以降、護岸が概成し、カサノリ類の生育環境が安定してくることを踏まえると、順応的管理にあたっては、これまでの調査全てでカサノリの分布が確認された箇所の変動傾向を特に注視する必要があると考えられた。

表 9 カサノリ類の分布面積

単位：ha

分布域	種類	被度	平成25年		平成26年		平成27年			
			2月	3月	1月	4月	1月	2月上旬	2月下旬	3月
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
		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
	ホソエガサ	1～5%未満	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1	-
閉鎖性海域内の西側	カサノリ	1～5%未満	7.1	6.5	4.9	3.2	4.2	2.1	1.6	0.3
		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
	ホソエガサ	1～5%未満	-	-	-	-	-	-	-	-
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
		5～10%未満	0.7	0.8	0.4	0.1	0.1	0.2	0.7	0.6
		10～20%未満	0.7	0.1	0.0	0.1	-	0.1	0.1	0.2
		合計	30.3	28.2	31.1	24.2	10.0	15.6	15.2	14.1
	ホソエガサ	1～5%未満	0.3	0.2	0.2	-	0.03	0.01	0.1	0.3
大嶺崎寄りの岸側	カサノリ	1～5%未満	3.0	3.8	2.9	3.1	1.6	2.8	3.2	2.4
		5～10%未満	-	0.2	0.1	-	0.1	0.2	0.3	0.1
		10～20%未満	0.2	-	-	-	-	-	-	-
		合計	3.2	3.9	3.0	3.1	1.7	3.0	3.5	2.5
	ホソエガサ	1～5%未満	-	-	-	-	-	-	-	-
カサノリ合計			49.0	46.2	47.3	36.6	19.1	23.9	22.4	19.7
ホソエガサ合計			0.3	0.2	0.2	-	0.1	0.1	0.3	0.3

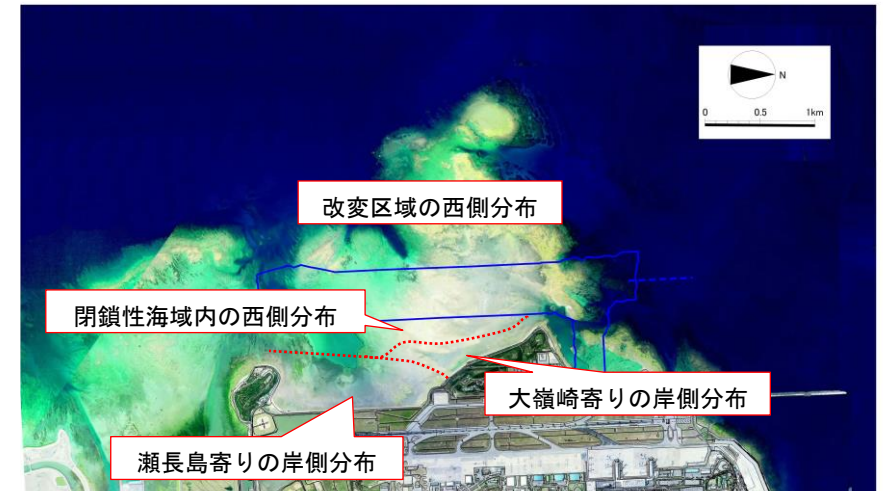
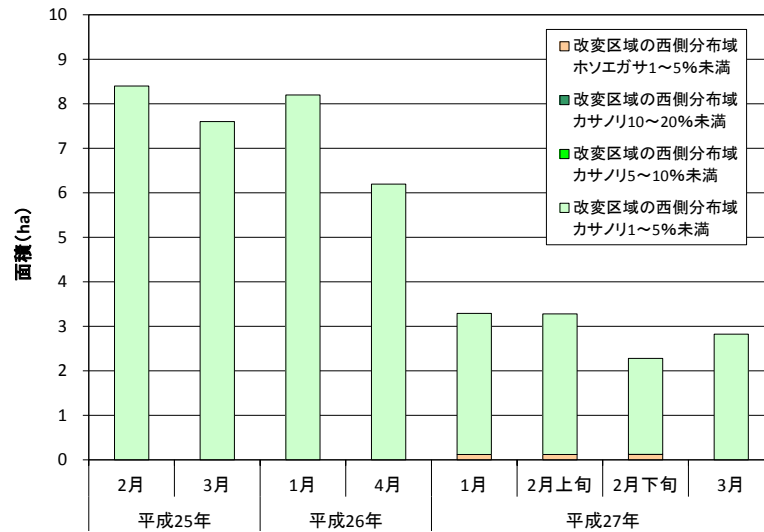


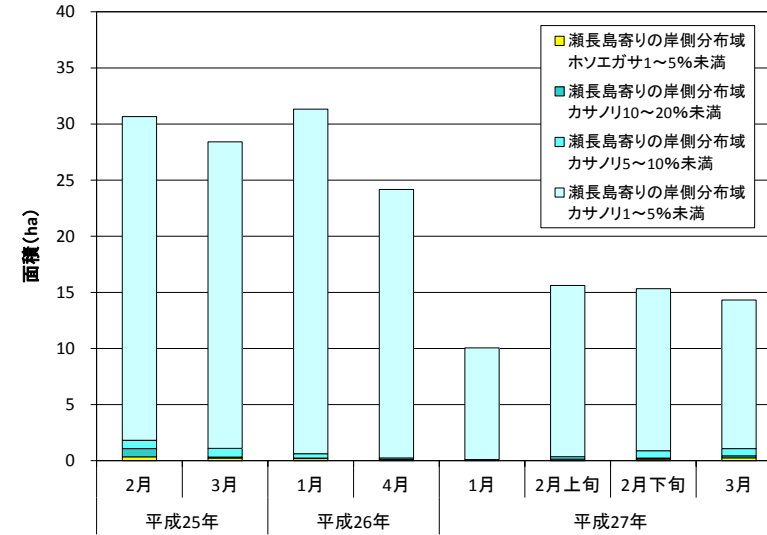
図 18 分布域の区分

- 注) 1. 小数点第2位を四捨五入した値を示す。ただし、平成27年1月および2月上旬の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。
2. 「-」は確認されなかったことを示す。

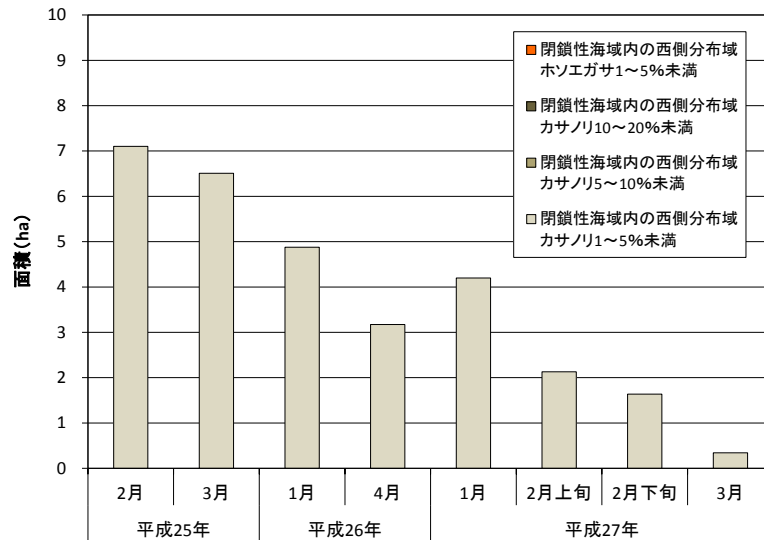
< 改変区域の西側分布域 >



< 瀬長島寄りの岸側分布域 >



< 閉鎖性海域内の西側分布域 >



< 大嶺崎寄りの岸側分布域 >

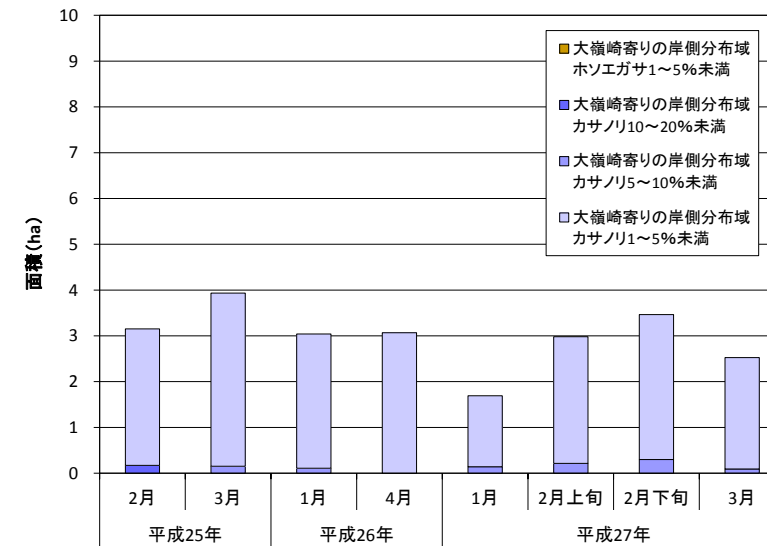


図 19 カサノリ類の分布面積の推移

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 20 (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

図 20 (3) 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

図 20 (3) カサノリ類の分布

(2) 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×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。

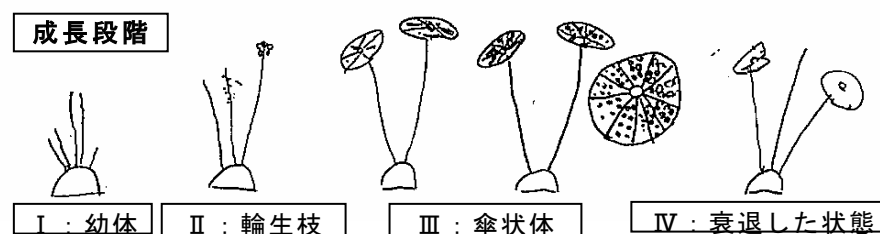


図 21 カサノリ類の成長段階

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。

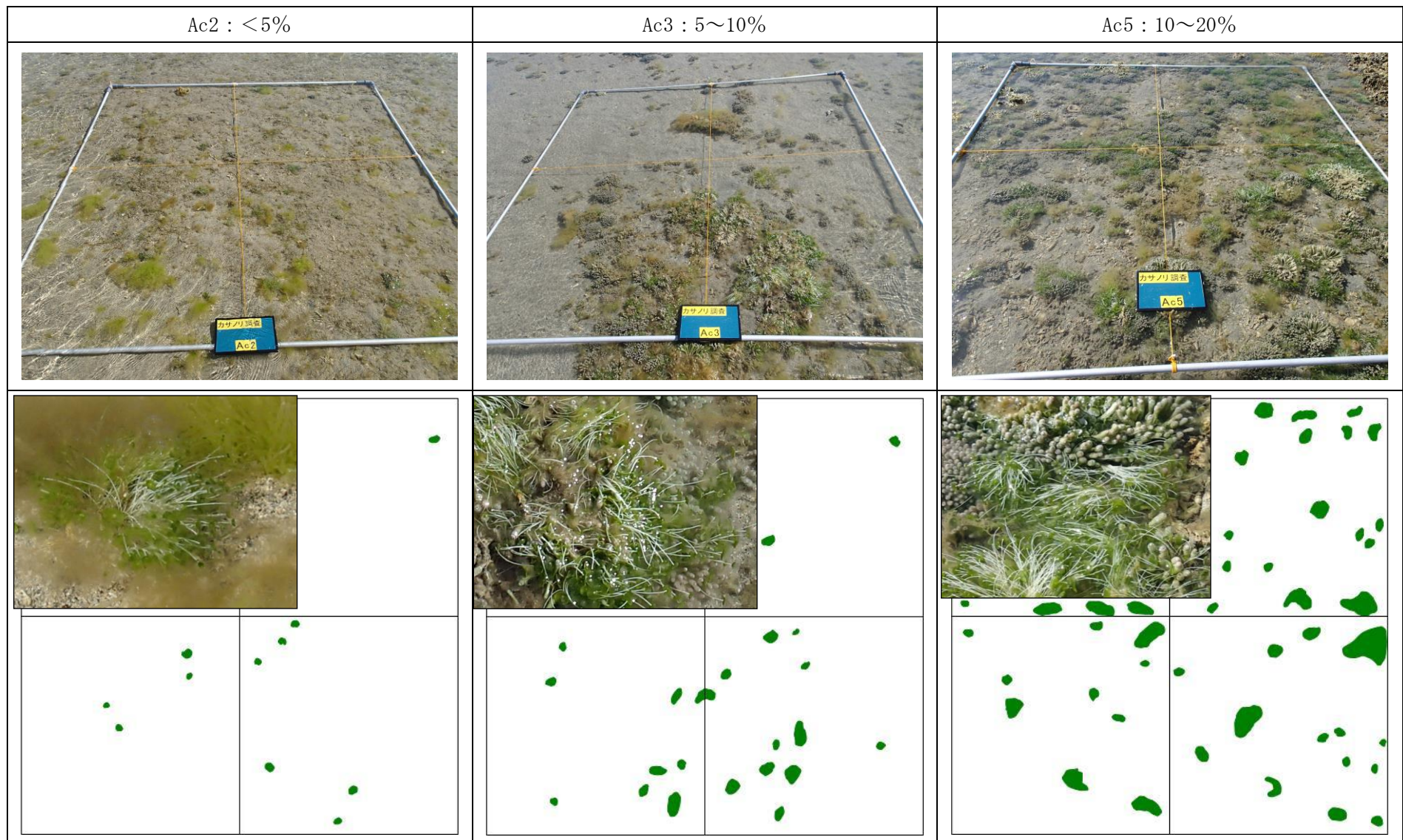


図 22 詳細調査の状況写真と分布スケッチ（平成 26 年 1 月の例）

表 10 詳細調査結果（平成 25 年 2 月）

St	位置	株数ランク	R	+	++	備考(他種との共存等)
		概算株数	1～10	11～50	51～100	
Ac1 (<5%)	26° 10.663'	群体数	2	1		サンゴ礫着生, イソギナ混生
	127° 38.627'	成長段階	Ⅲ	Ⅲ		
Ac2 (<5%)	26° 10.782'	群体数	21	5		サンゴ礫着生(砂中埋没, イソギナ混生)
	127° 38.637'	成長段階	Ⅲ	Ⅱ, Ⅲ		
Ac3 (5～10%)	26° 10.785'	群体数	13	7	1	サンゴ礫着生(砂中埋没, イソギナ混生)
	127° 38.642'	成長段階	Ⅱ, Ⅲ	Ⅱ, Ⅲ	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	
Ac4 (5～10%)	26° 10.879'	群体数	13	1		サンゴ礫着生(砂中埋没, イソギナ混生)
	127° 38.604'	成長段階	Ⅱ, Ⅲ	Ⅲ		

※株数ランクC以上は確認されていない。

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 23 詳細調査結果（平成 25 年 2 月）

表 11 詳細調査結果（平成 25 年 3 月）

St	位置	株数ランク	R	+	++	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	6	1		砂 サンゴ礫着生, イソギナ・アサ属混生
	127° 38.610'	成長段階	Ⅲ, Ⅳ	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ		
Ac2 (<5%)	26° 10.763'	群体数	12	8		砂、礫底のサンゴ礫に着生 イソギナ・カゴメリ混生
	127° 38.623'	成長段階	Ⅲ	Ⅱ, Ⅲ		
Ac3 (5～10%)	26° 10.783'	群体数	15	8	5	砂、礫底のサンゴ礫に着生 イバラリ・カゴメリ混生
	127° 38.637'	成長段階	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	
Ac4 (5～10%)	26° 10.883'	群体数	18	10	4	砂、礫底のサンゴ礫に着生 イソギナ・カゴメリ・アサ属混生
	127° 38.604'	成長段階	Ⅱ, Ⅲ	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	

※株数ランクC以上は確認されていない。

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 24 詳細調査結果（平成 25 年 3 月）

表 12 詳細調査結果（平成 26 年 1 月）

調査地点	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	101～500	
Ac1 (<5%)	26° 10.772'	群体数	5	2			砂、礫底のサゴ`礫に着生
	127° 38.623'	成長段階	Ⅱ,Ⅲ,Ⅰ	Ⅲ			イソスキ`ナ・アサ属混生
Ac2 (<5%)	26° 10.733'	群体数	4				砂、礫底のサゴ`礫に着生
	127° 38.635'	成長段階	Ⅲ,Ⅱ,Ⅰ				イソスキ`ナ・アサ属
Ac3 (5～10%)	26° 11.210'	群体数	12	11	2		砂、礫底のサゴ`礫に着生
	127° 38.550'	成長段階	Ⅱ,Ⅲ	Ⅱ,Ⅲ	Ⅱ,Ⅲ		イハラリ・カゴ`メリ混生、アサ属混生
Ac4 (5～10%)	26° 10.836'	群体数	7	12	1		砂、礫底のサゴ`礫に着生
	127° 38.563'	成長段階	Ⅱ,Ⅲ	Ⅱ,Ⅲ	Ⅲ		イソスキ`ナ・カゴ`メリ・アサ属混生
Ac5 (10～20%)	26° 11.248'	群体数	14	16	29	1	タイド`プール内 砂、礫底のサゴ`礫に着生、底質・砂礫
	127° 38.536'	成長段階	Ⅱ,Ⅲ	Ⅱ,Ⅲ	Ⅱ,Ⅲ	Ⅱ,Ⅲ	イソスキ`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 25 詳細調査結果（平成 26 年 1 月）

表 13 詳細調査結果（平成 26 年 4 月）

調査地点	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	101～500	
Ac1 (<5%)	26° 10.772'	群体数	8				・ 砂底のサゴ`礫に着生 ・ アサ属、イソスキ`ナ混生
	127° 38.623'	生長段階	Ⅳ				
Ac2 (<5%)	26° 10.733'	群体数	6				・ 砂底のサゴ`礫に着生 ・ アサ属、イソスキ`ナ混生
	127° 38.635'	生長段階	Ⅳ				
Ac3 (5～10%)	26° 11.210'	群体数	5	1			・ 砂、礫底のサゴ`礫に着生 ・ イハラリ、アサ属混生
	127° 38.550'	生長段階	Ⅳ	Ⅳ			
Ac4 (5～10%)	26° 10.836'	群体数	10	2			・ 砂、礫底のサゴ`礫に着生 ・ アサ属
	127° 38.563'	生長段階	Ⅳ	Ⅳ			
Ac5 (10%以上)	26° 11.248'	群体数	5	2	5	1	・ タイド`プール内の礫やサゴ`礫に着生 ・ イソスキ`ナ混生
	127° 38.536'	生長段階	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	
Ac6 (30%)	26° 11.254'	群体数	5	11	10	7	・ タイド`プール内 砂、礫底のサゴ`礫に着生、 ・ 底質・砂礫/イソスキ`ナ混生イソスキ`ナ・カゴ`メリ混生
	127° 38.530'	生長段階	Ⅱ,Ⅳ	Ⅱ,Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 26 詳細調査結果（平成 26 年 4 月）

表 14 詳細調査結果（平成 27 年 1 月）

調査地点	調査位置	株数ランク	R	+	++	C	VC	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. 776'	群体数	5	2	1			・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ カノメノリ属、アサ属、イソギナ混生
	127° 38. 636'	生長段階	I、II、III	II、III	II、III			
Ac2 (<5%)	26° 10. 793'	群体数	2	4	1			・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ カノメノリ、アサ属、イソギナ混生
	127° 38. 590'	生長段階	I、II、III	II、III	II、III			
Ac3 (5～10%)	26° 10. 846'	群体数	10	32	16			・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ カノメノリ属、イソギナ、ベニアマモ混生
	127° 38. 546'	生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III			
Ac4 (10%以上)	26° 11. 252'	群体数	8	24	14	24	1	・ タイドプール内の礫やサコノ 礫に着生 ・ カノメノリ、カノメノリ属、アサ属、イソギナ混生
	127° 38. 529'	生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III	I、II、III	II、III	
Ac5 (5～10%)	26° 11. 256'	群体数	6	16	7	4		・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ カノメノリ、イソギナ混生
	127° 38. 578'	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 27 詳細調査結果（平成 27 年 1 月）

表 15 詳細調査結果（平成 27 年 2 月上旬）

調査地点	調査位置	株数ランク	R	+	++	C	VC	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. 776'	群体数	2	2	1	1		・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ キザミツタ、イソギナ、アサ属混生
	127° 38. 636'	生長段階	II、III	II、III	I、II、III	I、II、III		
Ac2 (<5%)	26° 10. 793'	群体数	5	1				・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ 砂が堆積し、カサリ等が埋没 ・ イソギナ、カノメノリ、アミジグサ、アサ属混生
	127° 38. 590'	生長段階	II、III、IV	II、III				
Ac3 (5～10%)	26° 10. 846'	群体数	6	38	45	18		・ 礫やサコノ 礫に着生 ・ イソギナ、アサ属、コアマモ混生
	127° 38. 546'	生長段階	I、II、III	I、II、III	II、III	II、III		
Ac4 (10%以上)	26° 11. 254'	群体数	21	53	37	10	1	・ タイドプール内の礫やサコノ 礫に着生 ・ イソギナ、カノメノリ属、カノメノリ混生
	127° 38. 525'	生長段階	I、II、III	I、II、III	I、II、III、IV	I、II、III、IV	II、III、IV	
Ac5 (5～10%)	26° 11. 256'	群体数	10	24	8	3		・ 砂やサコノ 礫に着生 ・ イソギナ、カノメノリ属、アサ属混生
	127° 38. 578'	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 28 詳細調査結果（平成 27 年 2 月上旬）

表 16 詳細調査結果（平成 27 年 2 月下旬）

調査地点	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	1000<	
Ac1 (<5%)	26° 10.776'	群体数	5	2	1				・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ アサ属、イソギナ混生
	127° 38.636'	生長段階	I、II、III	II、III	II、III、IV				
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	群体数	8	3	1				・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ 砂が堆積し、ガリ等が埋没 ・ アサ属、イソギナ混生
	127° 38.590'	生長段階	II、III	II、III	II、III				
Ac3 (5～10%)	26° 10.846'	群体数	10	20	4	2			・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ カゴメリ、イソギナ、ベニアマ混生
	127° 38.546'	生長段階	I、II	I、II、III	I、II、III	II、III			
Ac4 (10%以上)	26° 11.252'	群体数	16	40	24	19	2	1	・ タイドプール内の礫やサゴノ 礫に着生 ・ カゴメリ混生
	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'	群体数	13	24	10	1	1		・ 砂、礫底のサゴノ 礫に着生 ・ カゴメリ、カゴメリ、アサ属、イソギナ混生
	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 29 詳細調査結果（平成 27 年 2 月下旬）

表 17 詳細調査結果（平成 27 年 3 月）

調査地点	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	1000<	
Ac1 (<5%)	26° 10.776'	群体数	7	1					・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ 砂が堆積し、ガリ等が埋没 ・ フクロリ属、アサ属、イソギナ、マツバウミジゲサ混生
	127° 38.636'	生長段階	II、III、IV	III					
Ac2 (<5%)	26° 10.793'	群体数	9	1					・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ 砂が堆積し、ガリ等が埋没 ・ イソギナ混生
	127° 38.590'	生長段階	II、III	I、II、III					
Ac3 (5～10%)	26° 10.853'	群体数	14	17	6	3	1		・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ カゴメリ、フクロリ、カゴメリ属混生
	127° 38.546'	生長段階	II、III	II、III	II、III	I、II、III	II、III		
Ac4 (10%以上)	26° 11.252'	群体数	14	35	21	8	1	1	・ タイドプール内の礫やサゴノ 礫に着生 ・ カゴメリ属、イソギナ混生
	127° 38.525'	生長段階	II、III	II、III	II、III、IV	II、III	II、III、IV	II、III、IV	
Ac5 (5～10%)	26° 11.256'	群体数	16	13	6	2	1		・ 礫やサゴノ 礫に着生 ・ カゴメリ属、アサ属、イソギナ混生
	127° 38.578'	生長段階	II、III	II、III	I、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 30 詳細調査結果（平成 27 年 3 月）

3.4 環境保全措置の検討

管理手法のレビュー・改善として、モニタリングの結果より「対策検討レベル」と判断される場合は、環境保全措置の実施を検討する。
現在、環境保全措置として検討している案について以下に示す。

環境保全措置案①：実海域での種苗生産

過年度に瀬長島の浅海域でカサノリの移植を行い、翌年に再び発芽した実績がある。
具体的には、実海域に波浪よけの囲いを設置し、その中で種苗生産をする。

【実施時期】 冬季の藻体が確認できる時期

【実施方法】 囲いの中に動きにくいサンゴ礫を敷き詰めておき、その中に成熟した藻体を入れる。

【留意点】 シストを流出させないように生分解性マット等を設置する。

環境保全措置案②：陸上水槽による種苗生産

過年度の実例として、陸上水槽によるカサノリの継代培養の実績がある。
具体的には、平成 19 年度冬季にカサノリの藻体を設置したところ、翌年に発芽し、平成 24 年度までは継代培養がなされていた。

【実施時期】 冬季の藻体が確認できる時期

【実施方法】 基盤となるサンゴ礫を陸上水槽内にばら撒き、その中にカサノリの藻体を設置する。

【留意点】 急な流れや長時間の干出により発芽と成長が阻害される。

環境保全措置案③：カサノリ類の生育基盤比較

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うこととする。

表 18 カサノリ類の生育基盤実験（案）

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 サンゴ礫 ⑥ 不織布 ② 礫 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内（右図赤線参照）	重要種保護のため位置情報は表示しない

