

平成 29 年度

気候変動適応計画推進のための浅海域生態系

現況把握調査業務

報 告 書

平成 30 年（2018 年）3 月

環境省自然環境局生物多様性センター



## はじめに

サンゴ礁や藻場等の浅海域生態系は、漁場としての供給サービスの他、気候調整、レクリエーションの場の提供など、様々な生態系サービスを提供しているが、気候変動の影響を受けやすく、近年ではサンゴの白化現象や藻場の磯焼けが発生するなど、浅海域生態系の劣化が進むことによる生態系サービスの低下等が懸念されている。このため「気候変動の影響への適応計画」においても、モニタリングを重点的に実施し、気候変動影響の評価を行うことが基本的な施策として掲げられている。

また、浅海域生態系は風力発電を始めとした再生可能エネルギー施設の導入候補地として検討されることも多く、同施設の導入に当たって実施される環境影響評価等では浅海域生態系の情報が必要となるが、自然環境保全基礎調査等に基づく情報は必ずしも最新の状況を反映していないため、新たな調査が必要となっている。

このため、本業務では、近年、海水温の上昇等に伴う白化現象の発生によって現況が著しく変化し、環境影響評価等においても最新情報の取得が必要となっているサンゴ礁生態系を対象として、サンゴ群集の分布等について調査を実施し、現況を把握することを目的とした。

平成 30 年 3 月

環境省自然環境局生物多様性センター





## Summary

Severe coral bleaching due to unusually high water temperatures during the summer of 2016 has caused serious damages to the coral community of the Yaeyama Islands in Okinawa, Japan. According to the MOE Japan survey in 2016, the mean bleached coral cover had reached 97.1 % over all the survey sites. It has been inferred that most of the bleached corals has perished within half a year after the bleaching, with the degree of coral damage varying with location.

In order to investigate the current condition of the coral community in entire shallow regions of the Yaeyama Islands, a detailed coral mapping was carried out in 2017 using satellite image analysis with sea-truth data. After examining the satellite efficiency in terms of spectral range, spatial resolution, and archived data, a RapidEye image was acquired, being considered the most adequate given its high resolution (6.5m) in the visible spectral, and daily data acquisition. The multitude of archived data obtained by daily acquisitions simplified acquisition of the images, in spite of short period after bleaching event in 2016. The SPOT-7 and Sentinel-2 imageries were used to compensate for areas where RapidEye images were unavailable owing to cloud cover.

Imageries treated with depth corrections were classified into 16 clusters using the iterative self-organizing data analysis technique algorithm (ISODATA) method. Based on these clusters, a temporal coral map, explaining characteristics of the coral reef bottom, was produced.

To verify the classifications and revise the map, a sea-truth investigation was performed using a 'spot-check' survey method, involving two researchers observing each reef for 15 minutes. The survey results, such as the coral cover, dominant genus based on by life type, and substratum, were reflected in the map. The final map was prepared for 15 divisions, based on topographic maps with a 1/25,000 scale.

As a result, the areas (in ha) for each coral cover class, can be divided into the following three ranks.

Region	Coral cover			Sum
	0-5%	5-50%	50-100%	
Ishigaki Island	3,846.9	452.4	64.1	4,363.4
Sekisei Lagoon	4,569.5	2,125.4	94.2	6,789.1
Iriomote Island	1,439.0	941.3	1.5	2,381.8
Total	9,855.4	3,519.1	159.8	13,534.3

The high coral cover (50 -100%) area accounts for only 1.2% of the total area, with 72.8 % of the total region being dominated by a low coral cover area (0-5%). Although the medium coral cover areas account for 26.0%, these areas are dominated by less than 20% actual coral cover. The coral community in the channels maintain a relatively high coral cover.

In this study region, the coral community, which saw its climax stage in the 1970's, suffered

devastation due to predation by outbreak of the crown-of-thorns starfish in the early 1980's. The degradation of the coral community continued till around 1990, but the community recovered through the 1990's. However, following the coral bleaching events that occurred in 1998, 2007, and 2016, the coral community has exhibited a fluctuated decline.

## 目 次

1. 調査目的	1
2. 調査内容	1
(1) 調査対象海域	1
(2) 調査項目	1
3. 調査方法	2
3.1 衛星画像による現況把握	2
(1) 衛星画像データの取得	2
(2) 画像データの処理	9
(3) 画像データの分類	10
3.2 現地調査による確認・補完	12
(1) 調査地点の設定	12
(2) 調査時期	15
(3) 調査方法	15
4. 調査結果	17
4.1 暫定サンゴ礁分布図の作成	17
4.2 現地調査による確認・補完	21
(1) スポットチェック法による調査	21
(2) 調査員曳航法による調査	21
4.3 暫定サンゴ礁分布図の修正	23
4.4 サンゴ礁分布図の作成	33
4.5 GIS データの作成	35
5. サンゴ群集の分布変遷	37
5.1 海域別のサンゴ群集の分布変遷	38
(1) 石垣島	38
(2) 石西礁湖	40
(3) 西表島	41
5.2 石西礁湖におけるサンゴ群集の長期的変遷	43
(1) 礁池・礁湖における変遷	43
(2) 1991年と2017年調査の比較によるサンゴ分布域の変化抽出	47
(3) 礁縁における変遷	48
6. 調査地点写真	53
7. 課題	63
(1) 画像解析	63
(2) 画像分類	64

(3) 現地調査手法.....	65
8. 打合せ記録簿.....	66
(1) 専門家ヒアリング.....	66
(2) 業務打合せ記録簿.....	79

## 1. 調査目的

我が国におけるサンゴ群集の現況を把握するため、衛星画像解析及び現地調査等をもとにサンゴ礁分布図を作成するとともに、GIS化を行う。また、過去のサンゴ群集との比較を行い、その変化について整理する。

## 2. 調査内容

### (1) 調査対象海域

石垣島、西表島等の周辺海域及び石西礁湖海域とする（図 2.1）。

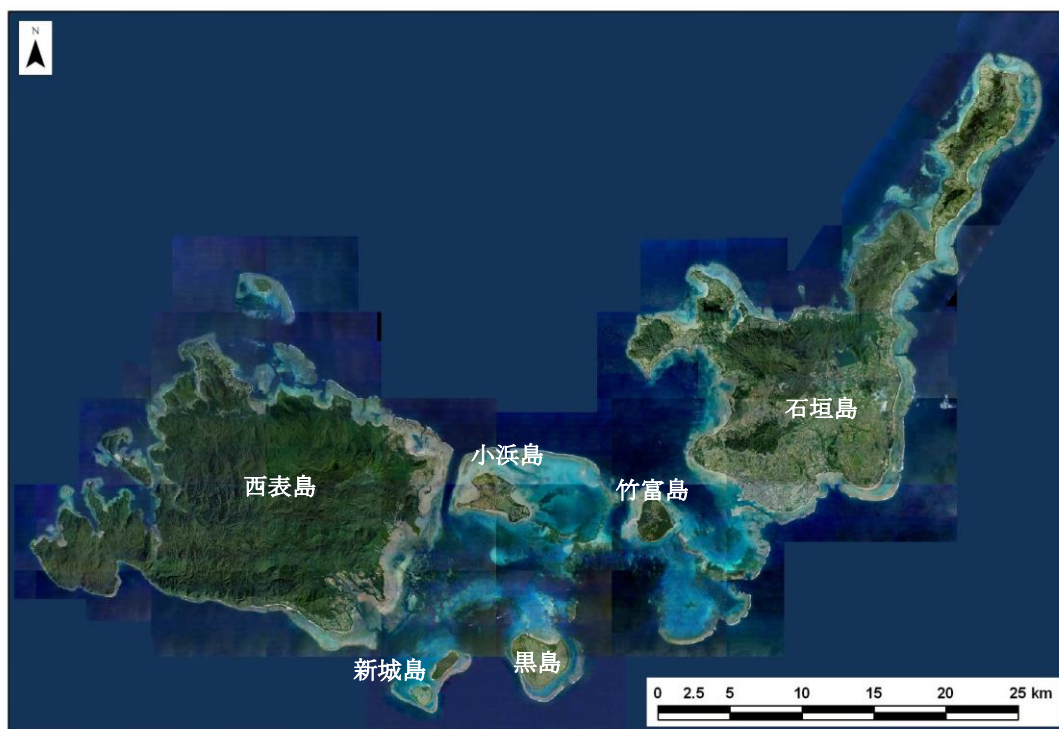


図 2.1 調査対象海域

### (2) 調査項目

- ① 衛星画像による現況把握
- ② 現地調査による確認・補完
- ③ 分布図の作成
- ④ 専門家ヒアリング
- ⑤ 分布図の完成及び GIS データ作成

### 3. 調査方法

#### 3.1 衛星画像による現況把握

##### (1) 衛星画像データの取得

###### 1) 衛星センサーの選択

サンゴ群集の分布状況及びサンゴ被度を解析するための広域的画像データとして衛星画像データを取得することとした。調査対象海域は、平成 28 年、夏季高水温が原因と考えられるサンゴの白化現象が発生し、広範にわたってサンゴの死滅がみられていた<sup>1</sup>。そのため、現況を把握するためには最新の画像データを取得する必要があるが、空中写真については、対応可能なアーカイブがなかった。一方、衛星画像については、比較的高い頻度で撮影を行っているため、最新の画像データの取得が可能と考えられた。このため、衛星画像の選定については、平成 20 年度に環境省が南西諸島及び小笠原諸島のサンゴ礁を対象として行ったサンゴ礁マッピング手法検討調査業務<sup>2</sup>（以下「2008 年調査」という。）で作成されたサンゴ礁分布図で使用された ALOS による衛星画像データの取得を検討したが、当該衛星は 2011 年に運用を停止していたため、同衛星による衛星画像データを使用した 2008 年調査成果との比較が可能な衛星画像データを取得することとした。その選定基準は、次の通りである。

- ①B, G, R 及び近赤外バンドを有すること
- ②空間分解能が ALOS 搭載マルチスペクトルセンサ AVNIR-2 と同等（10m）であること
- ③アーカイブが豊富なこと（撮影頻度が多いこと）

候補とした衛星センサーは、表 3.1.1 に示す通りである。これらは全て可視域バンド及び近赤外バンドを有しており、また、分解能も全て ALOS と同等、又はそれ以上であることから、いずれも選定基準①及び②を満たしている。選定基準③に関しては、PLANET LABS・RapidEye・WorldView-2・WorldView-3 がいずれも撮影頻度が 1 回/日と最も高く、次いで GeoEye-1、Sentinel-2 と続き、Pleiades・SPOT-6/7 はいずれも 1 回/26 日となる。本業務では、過年度の自然環境保全基礎調査の成果との比較が容易に行えるようにすることが求められており、画像データの空間分解能は、2008 年調査で使用した ALOS と同等とする一方、画像分類に当たっては、空間分解能が良いセンサーが高い分類精度を示すわけではないことも報告されている<sup>2</sup>。このため、撮影頻度の高い衛星センサーの中で、ALOS の空間分解能に最も類似し、価格も適切な RapidEye を選定することとした。

なお、雲量等の問題のため、RapidEye で全対象域をカバーできない場合には、分解能が近い SPOT-6/7 の画像データを取得することとし、それでもカバーできない場合には、

<sup>1</sup> 環境省自然環境局生物多様性センター（2017）平成 28 年度西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書，146pp.

<sup>2</sup> 国立環境研究所（2009）平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書，10pp.+付図

専門家ヒアリングで提案のあった Sentinel-2 から取得することとした。

表 3.1.1 衛星センサー候補

No.	衛星センサー	撮影機器	分解能 (m)	画素 サイズ(m)	波長帯 (マルチスペクトル)	撮影範囲 (km)	撮影頻度
1	GeoEye-1	光学センサー (可視近赤)	1.64	2	B, G, R, NIR	15.2	1回/3日
2	PLANET LABS	光学センサー (可視近赤)	3.0-3.7	3	B, G, R, NIR	24.6	1回/1日
3	Pleiades	光学センサー (可視近赤)	2.8	2	B, G, R, NIR	20	1回/26日
4	RapidEye	光学センサー (可視近赤)	6.5	5	B, G, R, RE, NIR	77	1回/1日
5	Sentinel-2	光学センサー (可視近赤)	10.0	10	B, G, Y, R, NIR, I R	290	1回/10日
6	SPOT-6/7	光学センサー (可視近赤)	8.0	6	B, G, R, NIR	60	1回/26日
7	WorldView-2	光学センサー (可視近赤)	1.85	2	C, B, G, Y, R, RE, NIR1, NIR2	16.4	1回/1日
8	WorldView-3	光学センサー (可視近赤)	1.24	2	C, B, G, Y, R, RE, NIR1, NIR2	13.1	1回/1日
参考	ALOS	光学センサー (可視近赤)	10	10	B, G, R, NIR	70	1回/46日

B:青、G:緑、Y:黄、R:赤、RE:レッドエッジ、NIR:近赤外、IR:赤外、C:コースタル

## 2) 画像分類の試行

サンゴ礁分布図作成のための衛星画像データとして選定された RapidEye の画像データについて、その実用性を確認するため、画像分類の試行を行った。画像は石西礁湖竹富島周辺（2014年9月17日撮影、図3.1.1）のものを扱い、ISODATA法<sup>3</sup>（16分類）による教師なし分類を行い、分類精度を求めた。その手順は次の通りである。

- ①環境省の2002年石西礁湖自然再生調査<sup>4</sup>及び2008年調査のサンゴ礁分布データから砂、海草・海藻、サンゴの範囲を参照し、ISODATA法の精度を3分類で確認した。

<sup>3</sup> ISODATA法：同じ性質のデータを統計的にグループ分けする方法。クラスター分析により行う。

<sup>4</sup> 環境省沖縄奄美地区自然保護事務所・国土環境株式会社（2005）平成16年度石西礁湖自然再生技術手法検討調査報告書，153pp.

②16 クラスのうち、参照範囲において最も多いクラスを、3 分類のクラスとした（多数決法）。

③クラス 4-6 は海草・海藻、クラス 7、9-10、クラス 12-13 はサンゴ、クラス 14-15 は砂が半分以上を占めたため、各クラスに分類した。

なお、クラス 1-3、8、11 及び 16 はサンゴ礁地形をもとに水深の深い海域に相当すると判断した（図 3.1.2）。クラス 11 と 13 は、画素の比率としては似ているものの、クラス 11 がサンゴ礁が存在しない深い海域に位置していたのに対して、クラス 13 はサンゴ礁が存在する可能性がある浅海域に位置していたことから、総合的に判断した。

また、分類結果を図 3.1.3 に示す。

以上の作業の結果、画像の教師なし分類の精度（全体精度）は 72%であった（表 3.1.2）。



図 3.1.1 試行分類に使用された画像

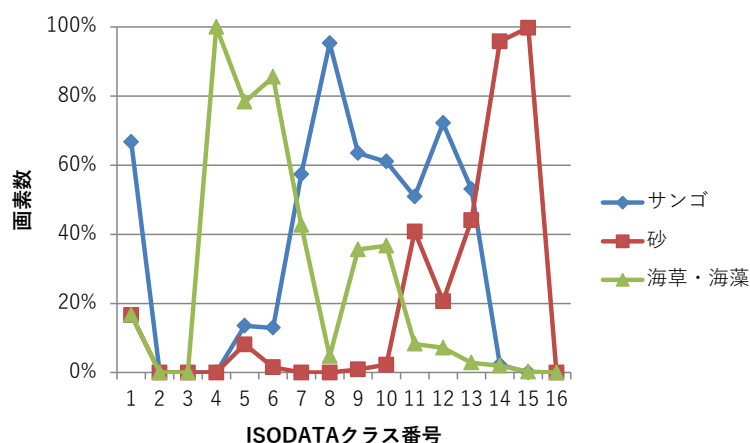


図 3.1.2 各クラスの分類結果



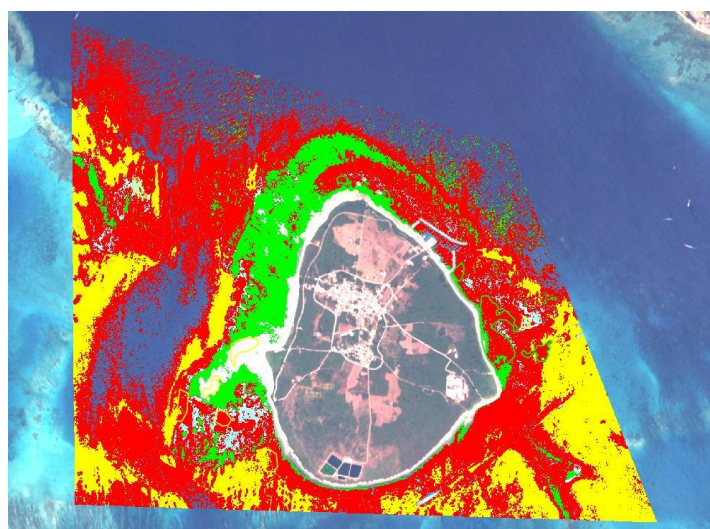


図 3.1.3 試行分類によるサンゴ礁分布図

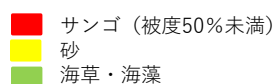


表 3.1.2 試行分類結果の精度

参照 分類	サンゴ	砂	海草・海藻	U 精度
サンゴ	20,158	3,374	9,419	0.61
砂	104	9,199	101	0.98
海草・海藻	535	120	5,394	0.89
P 精度	0.97	0.72	0.36	
全体精度				0.72

注) U 精度 : User' s 精度、P 精度 : Producer' s 精度、精度以外の数値は衛星画像の画素数を示す。精度は 0-1 で示す。プロデューサー (P) 精度は、本解析方法による分類精度を表す。一方、ユーザ (U) 精度は、解析結果を利用する側の分類精度を表す。P 精度が高く、U 精度が低い場合、実際に利用する際の精度が低いことを表し、P 精度が低く、U 精度が高い場合は、実際には分類できていないにもかかわらず、利用する際に見かけ上精度が高くなってしまふことを表す。このことから、P と U 両方の精度を確認する必要がある。おおむね 0.7 以上の精度があれば良好といえる。なお、今回の試行分類結果では、海草・海藻について U 精度が高く、P 精度が低くなっているが、海草・海藻については分布域が全く異なるので、サンゴ礁地形から区分が可能である。

### 3) 衛星画像データの収集

調査対象海域では、2016年の夏季高水温が原因と考えられるサンゴの白化現象が広範に発生し、サンゴ被度は多くの場所で激減したところから、衛星画像データの収集時期は、水温が低下し、白化後の状態が安定したと考えられる2016年12月以降とした。RapidEyeについて、2016年12月1日–2017年10月17日の画像データを検索した結果を図3.1.4に示す。その結果、2017年4月2日撮影の画像データで石垣島全域、石西礁湖北部で雲のない画像データをそれぞれ取得することが可能であった。その他の海域では、良好な画像データを見出すことはできなかった。そのため、SPOT-7について、同期間の画像を検索した。その結果を図3.1.5に示す。RapidEyeで得られなかった石西礁湖南部については、2017年8月27日の画像データ、西表島海域については、2017年1月5日の画像データでほぼカバーできることが判明した。ただし、黒島北西部及び西表島西部の一部に雲がかかっているため、この部分については、Sentinel-2の画像データを近時期検索した。その結果、2016年12月以降では見つからなかったため、2016年10月以降も対象として検索したところ、2016年10月25日及び2016年11月4日の画像データで補完できることが判明した(図3.1.6)。

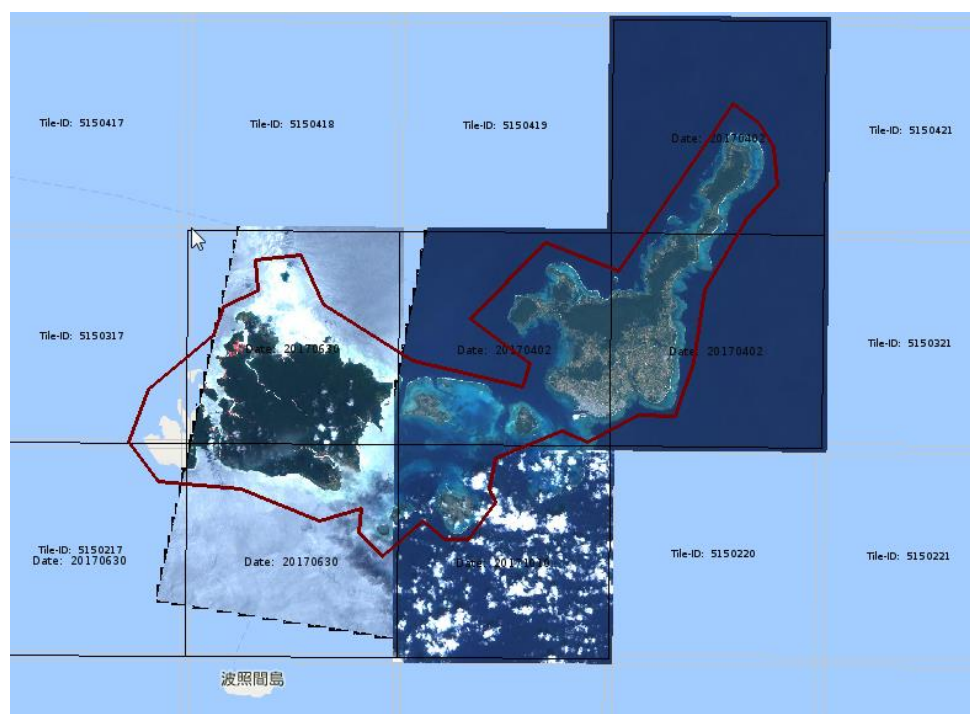


図3.1.4 RapidEye 画像の検索結果 (2016年12月1日–2017年10月17日)

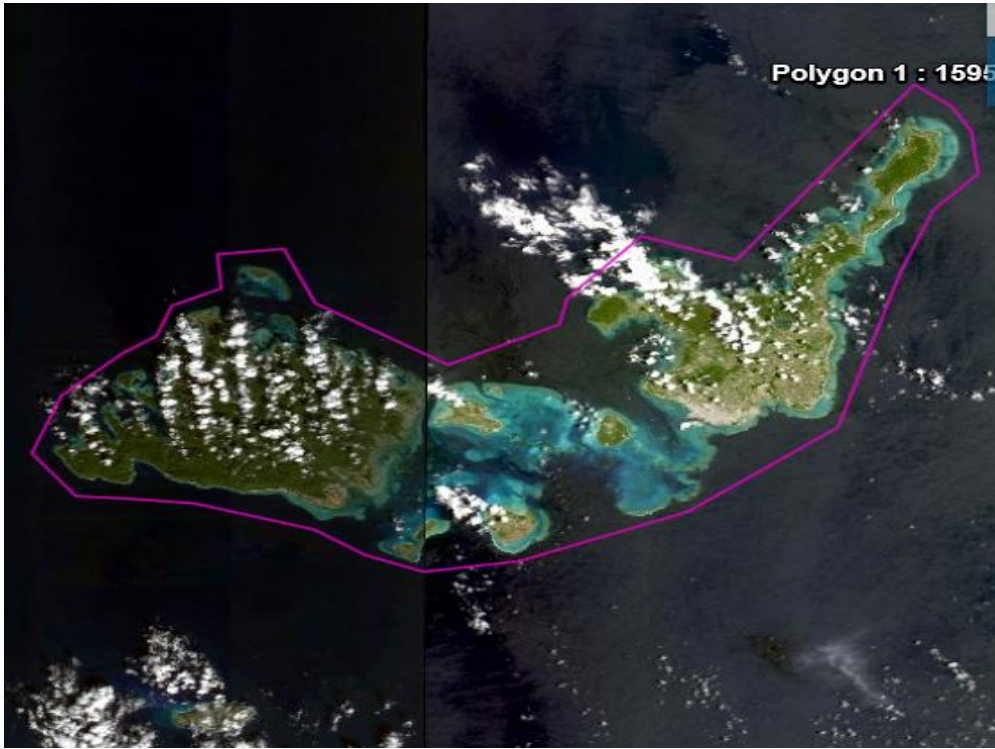


図 3.1.5 SPOT-7 画像の検索結果 (2016 年 12 月 1 日 - 2017 年 10 月 17 日)

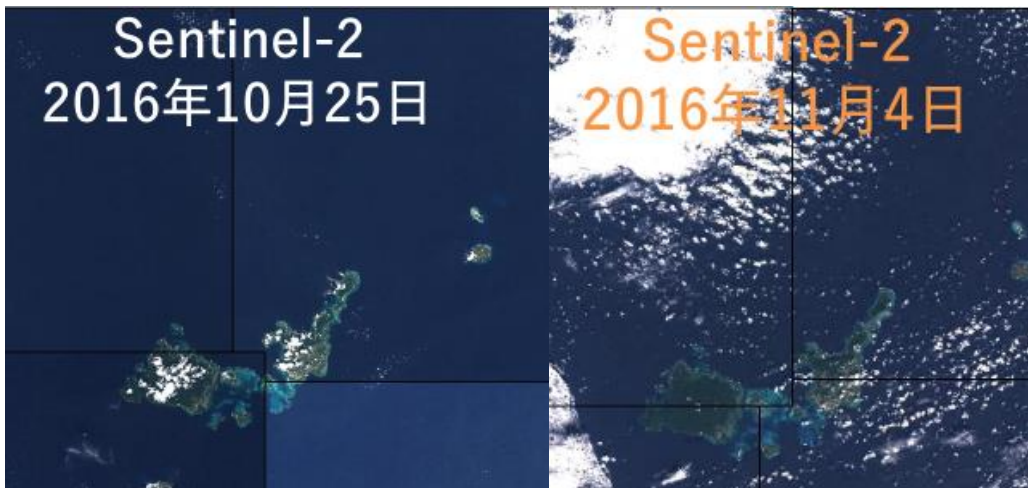


図 3.1.6 Sentinel-2 画像の検索結果 (2016 年 10 月 1 日 - 2017 年 10 月 31 日)

これらの検索結果を集成したものを図 3.1.7 に示す。3 種のセンサーはほぼ近い分解能を有し、撮影時期は 2016 年の夏季に発生したサンゴの白化現象後で統一されている。

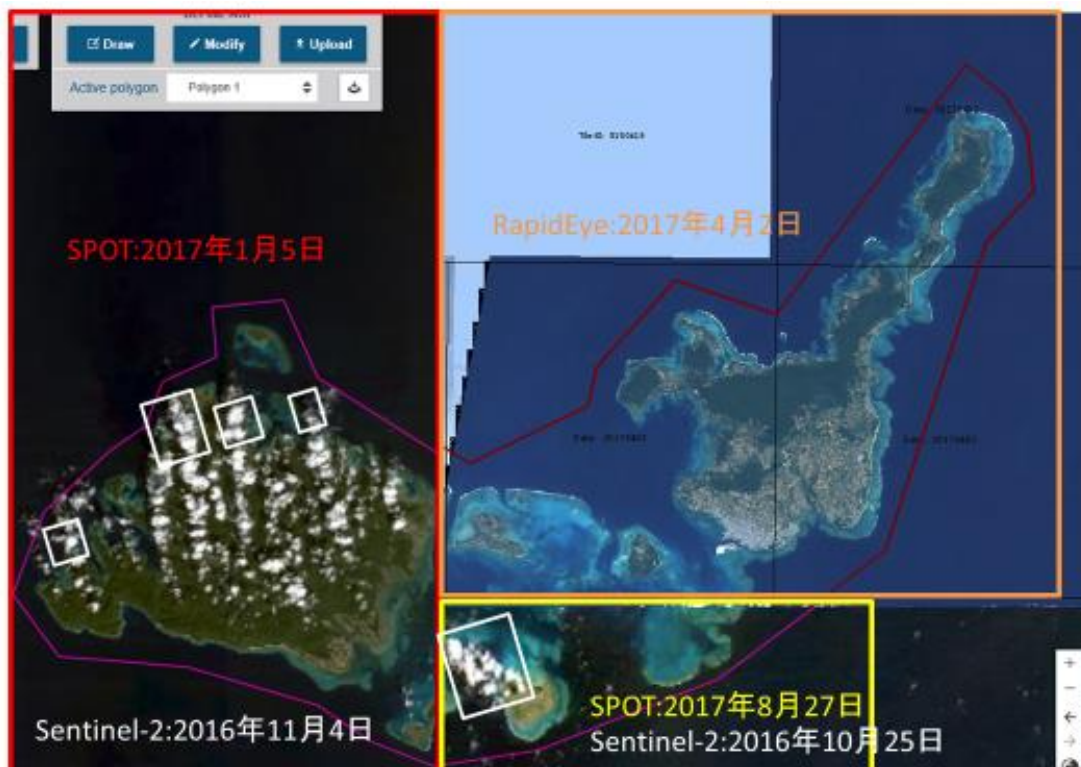


図 3.1.7 画像検索結果集成図  
(日付は各センサー撮影年月日)



(2) 画像データの処理

取得した画像データを読み込み、画像処理ソフト CMOBAH、ArcGIS、ENVI を用いて、補正等の処理を行った。処理は、環境省の作成した「サンゴ礁マッピング手法」<sup>5</sup>に従った。なお、画像データは幾何補正済みプロダクトを取得した。

画像データ補正の手順及び方法を図 3.1.8 に示す。

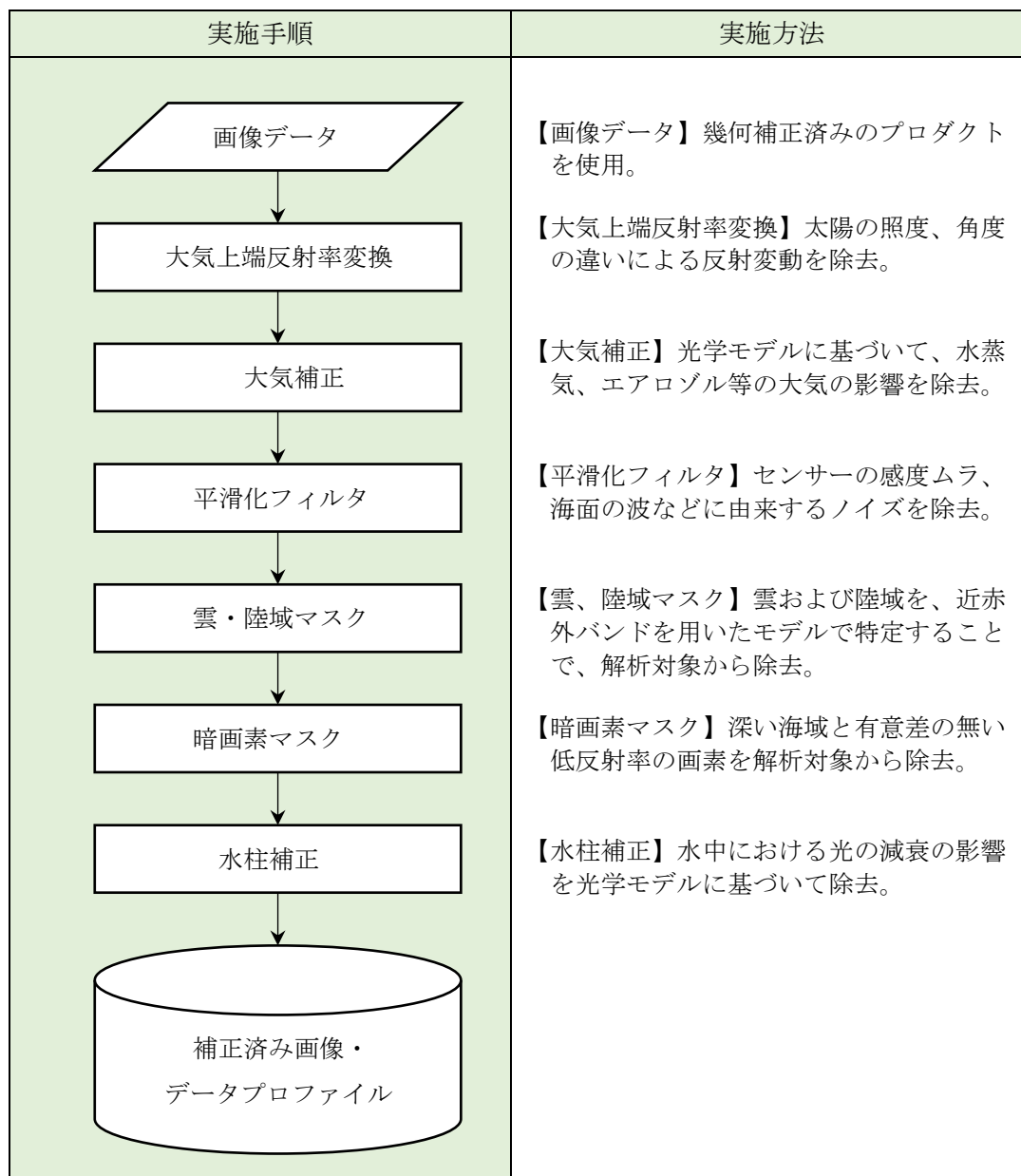


図 3.1.8 画像データの補正手順、方法

<sup>5</sup> 国立環境研究所（2008）平成 19 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書，20pp.+付図

(3) 画像データの分類

1) 調査対象範囲

調査対象範囲は、第4回自然環境保全基礎調査のサンゴ礁分布図<sup>6</sup>で画像判読の対象とした礁池、礁湖を主とした（主として図3.1.9のⅡ、Ⅳ区分、図3.1.10の礁池、礁原区分）。礁池と大部分の礁湖は水深が浅いため、太陽光が届きやすく、画像解析が容易である。礁斜面は碎波と大水深のため、画像判読が困難であり、また、急斜面のため面積も小さい。上記基礎調査では調査員曳航法により現況把握が行われている。そのため、本調査でも主要海域（石西礁湖）の礁斜面については、調査員曳航法により調査を行うこととした。

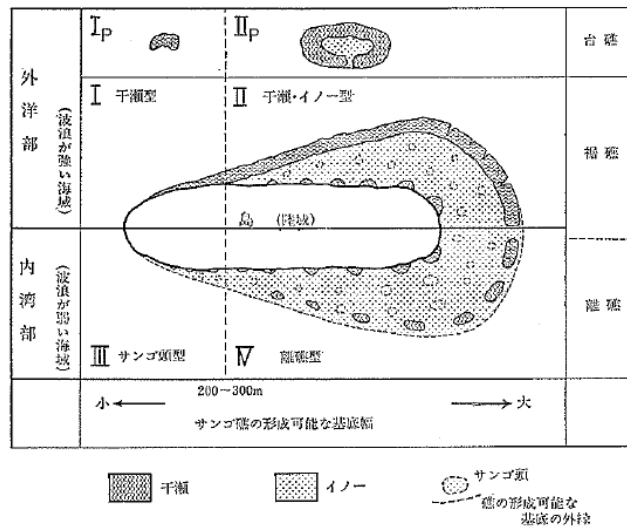


図 3.1.9 調査対象範囲のサンゴ礁地形 (目崎 1980)<sup>7</sup>

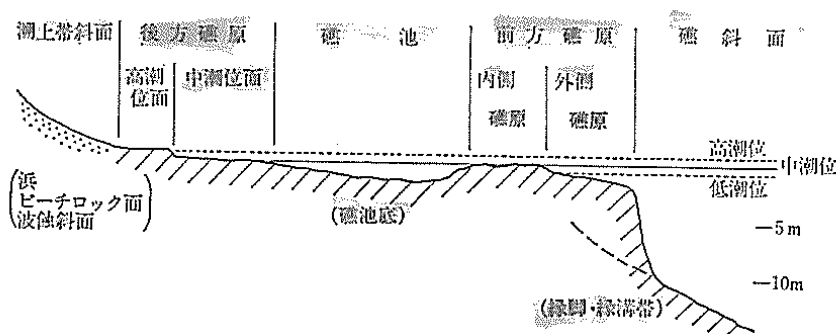


図 3.1.10 裾礁の地形断面 (高橋 1980)<sup>8</sup>

<sup>6</sup> 環境庁 (1996) 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査 (1989~1992年) サンゴ礁分布図

<sup>7</sup> 目崎茂和 (1980) 沖縄のサンゴ礁と開発問題, 地理 25 (8) : 84-93.

<sup>8</sup> 高橋達郎 (1980) サンゴ礁の微地形構成, 地理 25 (8) : 34-42.

## 2) 画像分類

画像分類の手順を以下に示す。

①補正処理された画像データに対して、「環境省サンゴ礁マッピング手法」で提案された手法に基づき教師無し分類を行い、16クラスにクラスタリングした。

②「2008年調査」、平成28年度の「平成28年度西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリングサイト調査報告書」<sup>9</sup>、「平成28年度石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査等業務報告書」<sup>10</sup>、また、平成29年度における上記調査結果、石垣島川平湾調査結果<sup>11</sup>、西表島網取湾調査結果<sup>12</sup>、石西礁湖調査結果<sup>13</sup>を参照し、16教師無し分類の結果を次の6分類に割り当てる作業を実施した。

- a. サンゴ被度 5-50%
- b. サンゴ被度 50-100%
- c. 海藻・海草
- d. 砂底
- e. 泥底
- f. 裸岩

③6分類結果を基に、暫定サンゴ礁分布図を作成した。

---

<sup>9</sup> 環境省自然環境局生物多様性センター（2017）平成28年度西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書，146pp.

<sup>10</sup> 環境省那覇自然環境事務所（2017）平成28年度石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査等業務報告書，

<sup>11</sup> 矢代幸太郎ら（2017）石垣島川平湾における有藻性イシサンゴ類の現状と近年の変化，日本サンゴ礁学会誌，19：1-13.

<sup>12</sup> 曾山佳史ら（2017）西表島網取湾において2016年の大規模白化現象がサンゴの群集被度と幼生加入に与えた影響，日本サンゴ礁学会第20回大会ポスター発表.

<sup>13</sup> 小島香菜ら（2017）八重山における2016年のサンゴ群集白化後の状況，日本サンゴ礁学会第20回大会ポスター発表.

### 3.2 現地調査による確認・補完

暫定サンゴ礁分布図の分類区分結果を確認・補完するため、現地調査を行った。

#### (1) 調査地点の設定

調査地点の選定にあたっては、サンゴの白化・死滅状況が複雑であることを踏まえ、過年度のサンゴ群集分布図を参照し、裾礁、離礁等の様々な地形毎に、サンゴ被度の状況が異なると考えられるサンゴ群集を選定し、調査地点として設定した。また、できるだけ今年度の既存調査結果を活用する観点から、それらの調査地点との重複を避け、調査地点を設定した（図 3.2.1、表 3.2.1）。

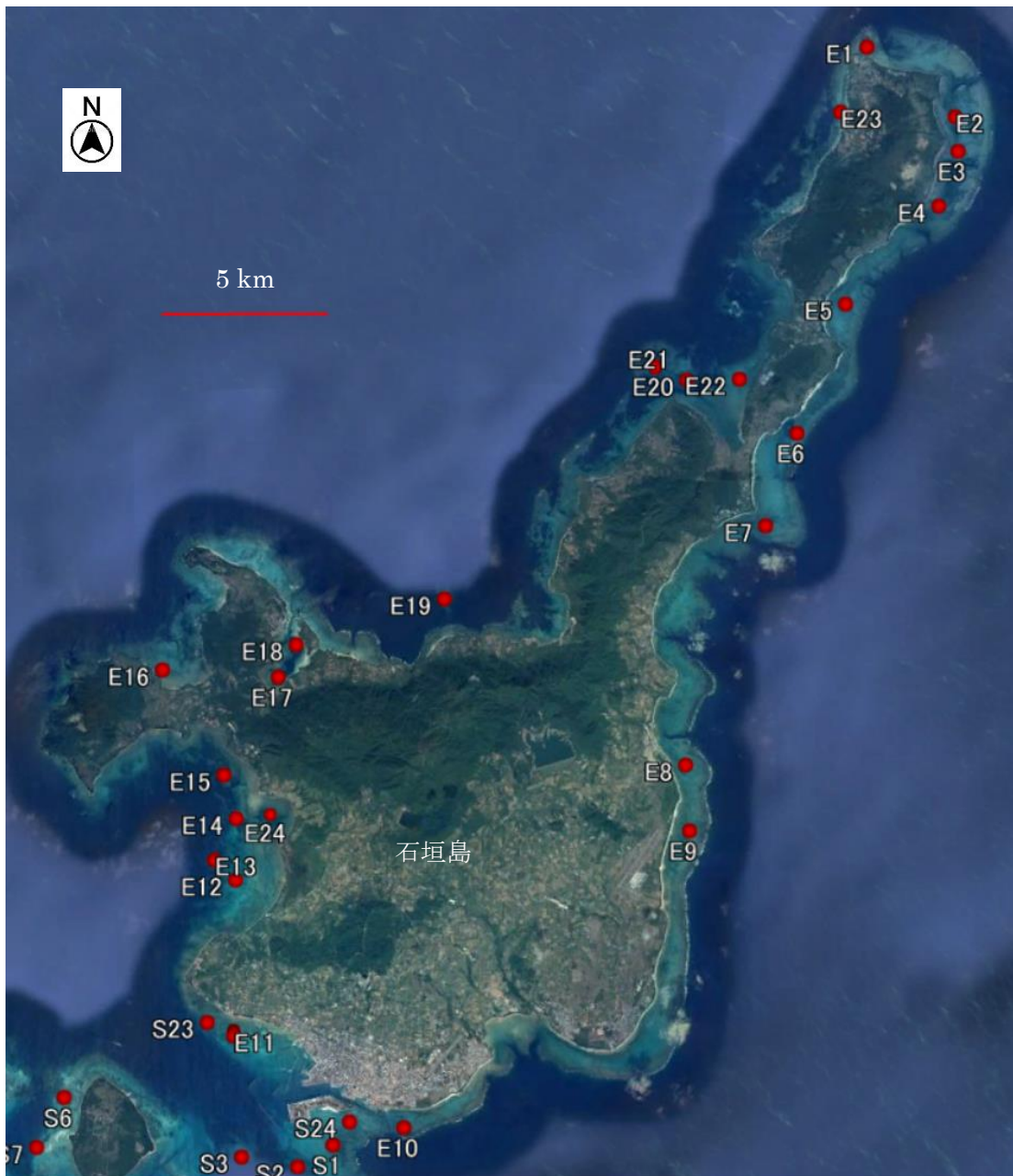


図 3.2.1 (1) 調査地点（石垣島 :St. 番号 E）



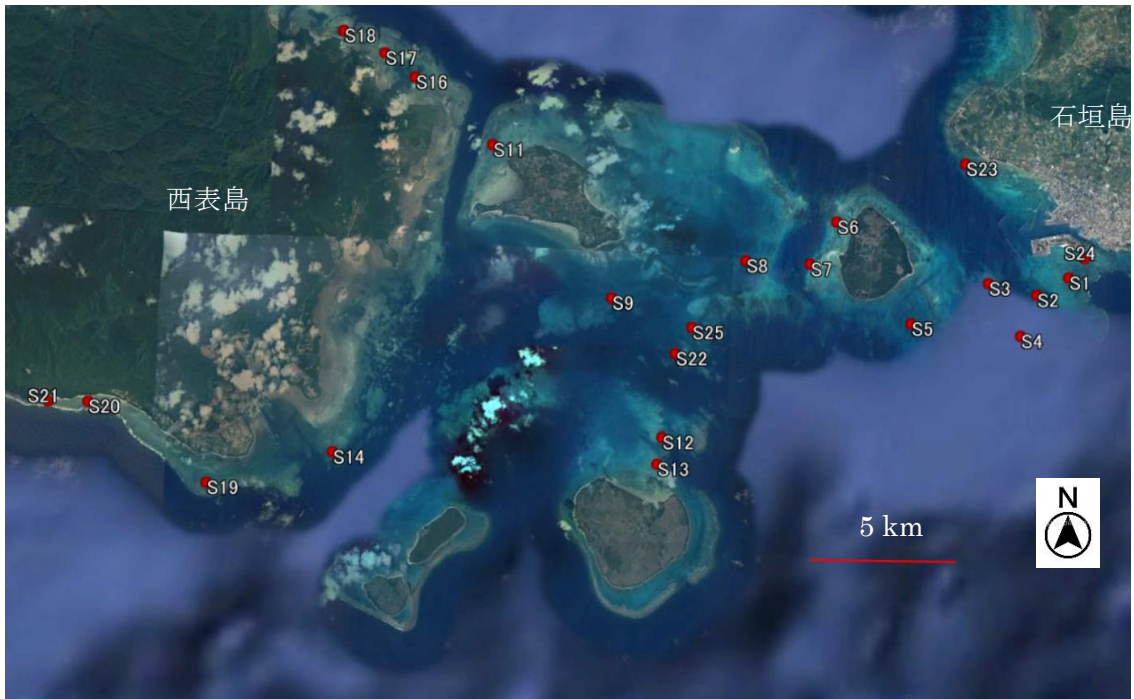


図 3.2.1 (2) 調査地点 (石西礁湖 :St. 番号 S)

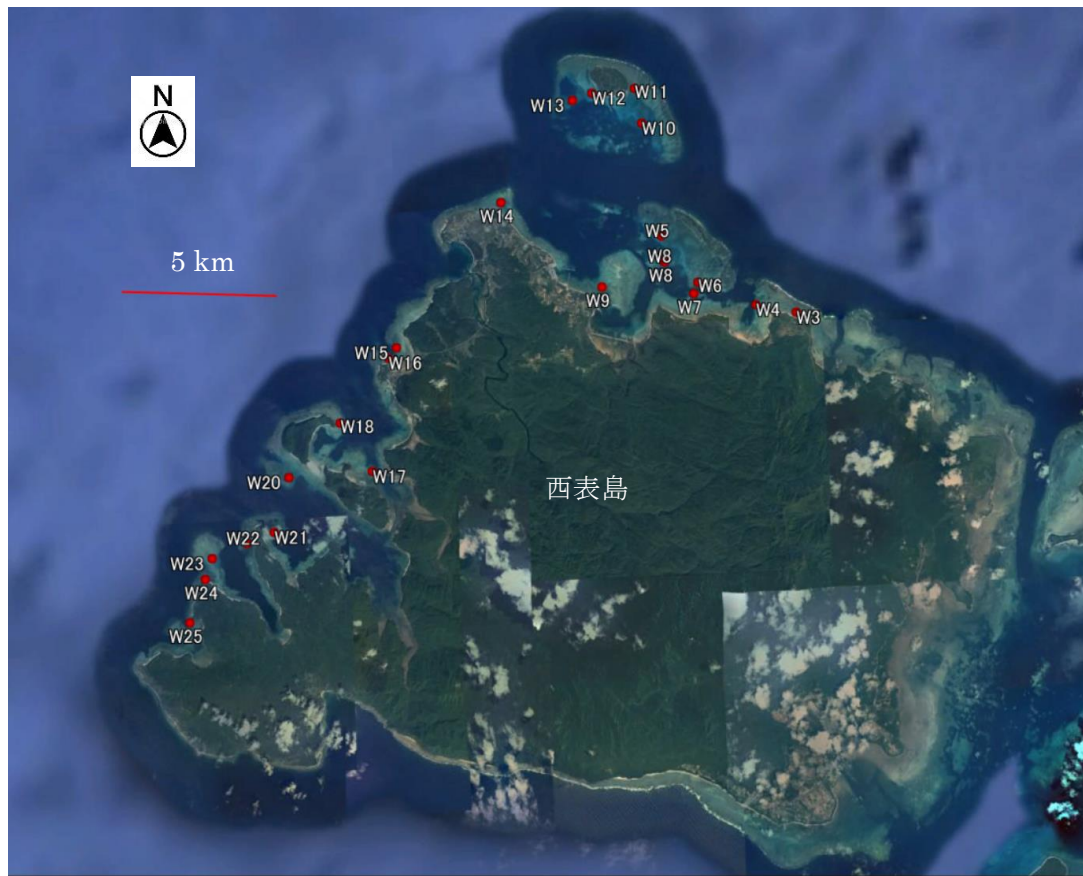


図 3.2.1 (3) 調査地点 (西表島 :St. 番号 W)

表 3.2.1 (1) 調査地点経緯度 (石垣島)

St.	場所	緯度	経度
E1	平久保崎	24° 36' 45.94"N	124° 19' 02.83"E
E2	浦崎	24° 35' 37.01"N	124° 20' 35.05"E
E3	浦崎	24° 35' 03.60"N	124° 20' 37.26"E
E4	安良崎	24° 34' 11.15"N	124° 20' 15.75"E
E5	明石沖	24° 32' 38.00"N	124° 18' 34.27"E
E6	伊原間	24° 30' 34.51"N	124° 17' 40.29"E
E7	玉取崎	24° 29' 05.82"N	124° 17' 04.93"E
E8	空港北	24° 25' 16.61"N	124° 15' 35.27"E
E9	空港沖	24° 24' 13.08"N	124° 15' 38.11"E
E10	真栄里	24° 19' 31.98"N	124° 10' 29.63"E
E11	石垣港北	24° 21' 03.60"N	124° 7' 31.53"E
E12	名蔵湾	24° 23' 33.95"N	124° 7' 36.36"E
E13	名蔵湾	24° 23' 53.48"N	124° 7' 14.55"E
E14	名蔵湾	24° 24' 33.14"N	124° 7' 38.34"E
E15	名蔵湾	24° 25' 15.39"N	124° 7' 26.24"E
E16	崎枝湾	24° 26' 57.90"N	124° 6' 23.42"E
E17	川平湾	24° 26' 48.98"N	124° 8' 25.87"E
E18	川平湾	24° 27' 19.79"N	124° 8' 45.25"E
E19	米原沖礁	24° 28' 01.21"N	124° 11' 23.25"E
E20	野底石崎	24° 31' 27.77"N	124° 15' 44.54"E
E21	野底石崎	24° 31' 41.17"N	124° 15' 11.26"E
E22	伊原間	24° 31' 27.76"N	124° 16' 40.38"E
E23	平久保崎	24° 35' 43.50"N	124° 18' 33.17"E
E24	名蔵湾	24° 24' 36.50"N	124° 08' 14.50"E

表 3.2.1 (2) 調査地点経緯度 (石西礁湖)

St.	場所	緯度	経度
S1	石垣港南	24° 19' 16.53"N	124° 9' 14.23"E
S2	石垣港南	24° 18' 55.94"N	124° 8' 36.44"E
S3	石垣港沖	24° 19' 06.48"N	124° 7' 37.29"E
S4	ア－サービー礁湖	24° 18' 09.88"N	124° 8' 18.90"E
S5	竹富島南	24° 18' 18.33"N	124° 6' 05.66"E
S6	竹富島西	24° 20' 07.12"N	124° 4' 30.47"E
S7	竹富島西	24° 19' 19.28"N	124° 4' 00.41"E
S8	竹富島西	24° 19' 36.74"N	124° 2' 14.46"E
S9	小浜島南	24° 18' 32.74"N	124° 0' 01.94"E
S11	小浜島北	24° 21' 15.77"N	123° 57' 29.98"E
S12	黒島北	24° 16' 01.34"N	124° 1' 10.05"E
S13	黒島北	24° 15' 31.77"N	124° 1' 05.42"E
S14	大原沖	24° 15' 29.74"N	123° 54' 32.27"E
S16	西表島北	24° 22' 26.71"N	123° 55' 52.65"E
S17	西表島北	24° 22' 51.87"N	123° 55' 14.38"E
S18	西表島北	24° 23' 14.67"N	123° 54' 23.52"E
S19	西表島南	24° 14' 50.09"N	123° 52' 01.22"E
S20	西表島南	24° 16' 13.51"N	123° 49' 33.48"E
S21	西表島南	24° 16' 11.60"N	123° 48' 45.09"E
S22	石西礁湖中央	24° 17' 34.42"N	124° 1' 21.95"E
S23	石垣島観音崎	24° 21' 17.11"N	124° 7' 03.63"E
S24	石垣港南	24° 19' 38.46"N	124° 9' 32.35"E
S25	石西礁湖中央	24° 18' 03.96"N	124° 1' 40.58"E
S26	観音崎南	24° 21' 09.17"N	124° 7' 03.46"E

表 3.2.1 (3) 調査地点経緯度 (西表島)

St.	場所	緯度	経度
W3	西表島北	24° 24' 27.60"N	123° 51' 58.08"E
W4	西表島北	24° 24' 22.42"N	123° 51' 48.86"E
W5	西表島北	24° 25' 38.14"N	123° 50' 04.11"E
W6	西表島北	24° 24' 48.31"N	123° 50' 43.75"E
W7	西表島北	24° 24' 36.77"N	123° 50' 38.36"E
W8	西表島北	24° 25' 11.12"N	123° 50' 06.87"E
W9	西表島北	24° 24' 47.60"N	123° 48' 53.84"E
W10	鳩間島	24° 27' 36.24"N	123° 49' 47.09"E
W11	鳩間島	24° 28' 12.81"N	123° 49' 40.61"E
W12	鳩間島	24° 28' 09.67"N	123° 48' 51.64"E
W13	鳩間島	24° 28' 03.03"N	123° 48' 29.04"E
W14	ウナリ崎	24° 26' 19.95"N	123° 47' 02.33"E
W15	祖納	24° 23' 53.44"N	123° 44' 55.98"E
W16	祖納	24° 23' 43.19"N	123° 44' 46.12"E
W17	白浜	24° 21' 46.01"N	123° 44' 22.58"E
W18	外離島	24° 22' 37.63"N	123° 43' 48.14"E
W20	外離島	24° 21' 43.21"N	123° 42' 46.88"E
W21	サバ崎	24° 20' 46.82"N	123° 42' 27.47"E
W22	サバ崎	24° 20' 36.54"N	123° 41' 56.07"E
W23	ヨナ曾根	24° 20' 22.25"N	123° 41' 15.32"E
W24	網取湾	24° 20' 00.91"N	123° 41' 06.56"E
W25	崎山湾	24° 19' 16.51"N	123° 40' 46.76"E

(2) 調査時期

2017年12月及び2018年1月

(3) 調査方法

1) スポットチェック法

広く調査地点を把握できるスポットチェック法(2人の調査員が各15分間潜水)により行った。サンゴ群集については被度調査を行い、他は定性調査とした。調査項目は、以下の通りとした。

<調査項目>

a. 経緯度:

GPSに予め位置を入力し、到達した。

b. 水深、底質類型:

水深は平均的な水深を記録し、底質は最も広く分布する性状を類型化し、記録した。

c. 生サンゴ被度、死サンゴ被度:

生サンゴ被度は観察範囲の平均的な生存サンゴの着生基質に対する割合を原則として記録し、死サンゴ被度は白色骨格のまま藻類の目立った付着がない群体について同様に記録した。

d. サンゴ優占種生育型:

優占するサンゴの属別生育型を記録した。

- e. 植被（優占種及び被度）：  
観察範囲の平均的な底生植物の着生基質に対する割合を記録し、優占する種類を記録した。
- f. サンゴ以外の特筆すべき表在底生生物の分布：  
大型の動物が生息する場合、種類を記録した。
- g. 白化現象、病気、サンゴ捕食者等の分布：  
サンゴ群体に占める白化部の割合を記録した。また、病気及びオニヒトデがみられた場合、定性程度あるいは個体数を記録した。
- h. 代表景観写真撮影  
調査地点の代表的な海中景観を撮影した。

## 2) 調査員曳航法

曳航される調査員が毎 2 分間の観察を行い、次の調査項目について観察結果を船上調査員が記録した。図 3.2.2 に曳航調査計画線を示す。

<調査項目>

- a. 経緯度：  
GPS で 2 分ごとの位置を記録した。
- b. 生サンゴ被度  
観察範囲の平均的な生存サンゴの着生基質に対する割合を記録した。
- c. サンゴ優占種類生育型：  
優占するサンゴの属別生育型を記録した。
- d. サンゴ捕食者：  
オニヒトデ食痕及び白化について、定性程度を記録した。

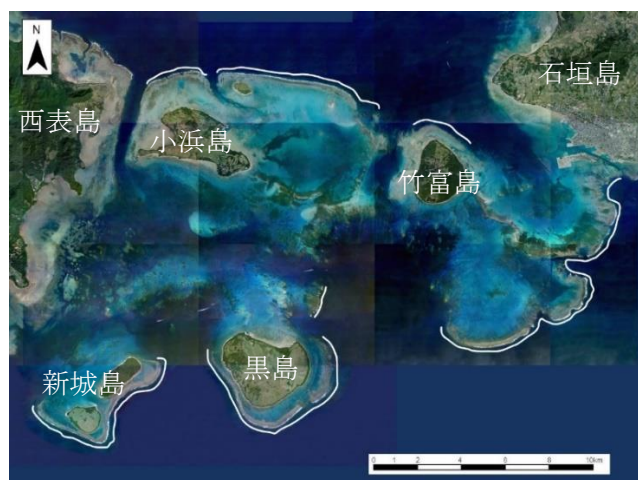


図 3.2.2 曳航調査計画線（白線）

## 4. 調査結果

### 4.1 暫定サンゴ礁分布図の作成

RapidEye 画像データに基づく暫定サンゴ礁分布図を図 4.1.1、図 4.1.2 に示す。6 分類のうち、サンゴ被度 50-100%はみられず、また、泥底は微小であるため、実際には 4 分類の分布となった。両図では、その 4 分類を示した。2008 年調査で作成されたサンゴ礁分布図を基にして比較した精度は、図 4.1.1 で 64%、図 4.1.2 で 68%であった。図 4.1.1 では、裸岩と砂底の区分が画像データからは十分でなかったことがその主な原因であるが、その要因として、反射スペクトルの類似性があげられる。岩も砂もその主成分は石灰岩であり、岩の表面が砂に被覆されていることも普通であるため、その区分は画像データからは困難な場合もあるが、サンゴ礁地形からは容易に区分できるため、サンゴ礁分布図の作成上は問題ない。同様に、海草と海藻の区分もサンゴ礁地形では、全く別の場所に分布するため、生態的に区分が可能である。また、裸岩であっても画像データからは海草・海藻に分類されている場所もあるが、これは実際に裸岩上が芝草状藻類に覆われていることが普通にみられるための結果であるが、これも地形的にみることにより、区分が可能である。以上の点を加味した場合、画像分類の精度は、ほぼ 100%に近いといってよい。

図 4.1.2 では、低サンゴ被度域と海藻分布域との区分が十分でないことがその要因である。低サンゴ被度域はすなわち海藻分布域である可能性が高く、この区分は現地調査データにより確認することが可能である。

サンゴ被度 5%未満のような低サンゴ被度域は、画像分類上は海藻・海草区分に含まれるが、その扱いについては少し複雑であるので、図 4.1.3 に実際のサンゴ礁底の状況と画像判読後のサンゴ礁底性状区分について整理した。

- 砂底
- サング(被度5-50%)
- 裸岩・砂底(地形的に区分)
- 海草・海藻(サング被度<5%を含む)
- 裸岩

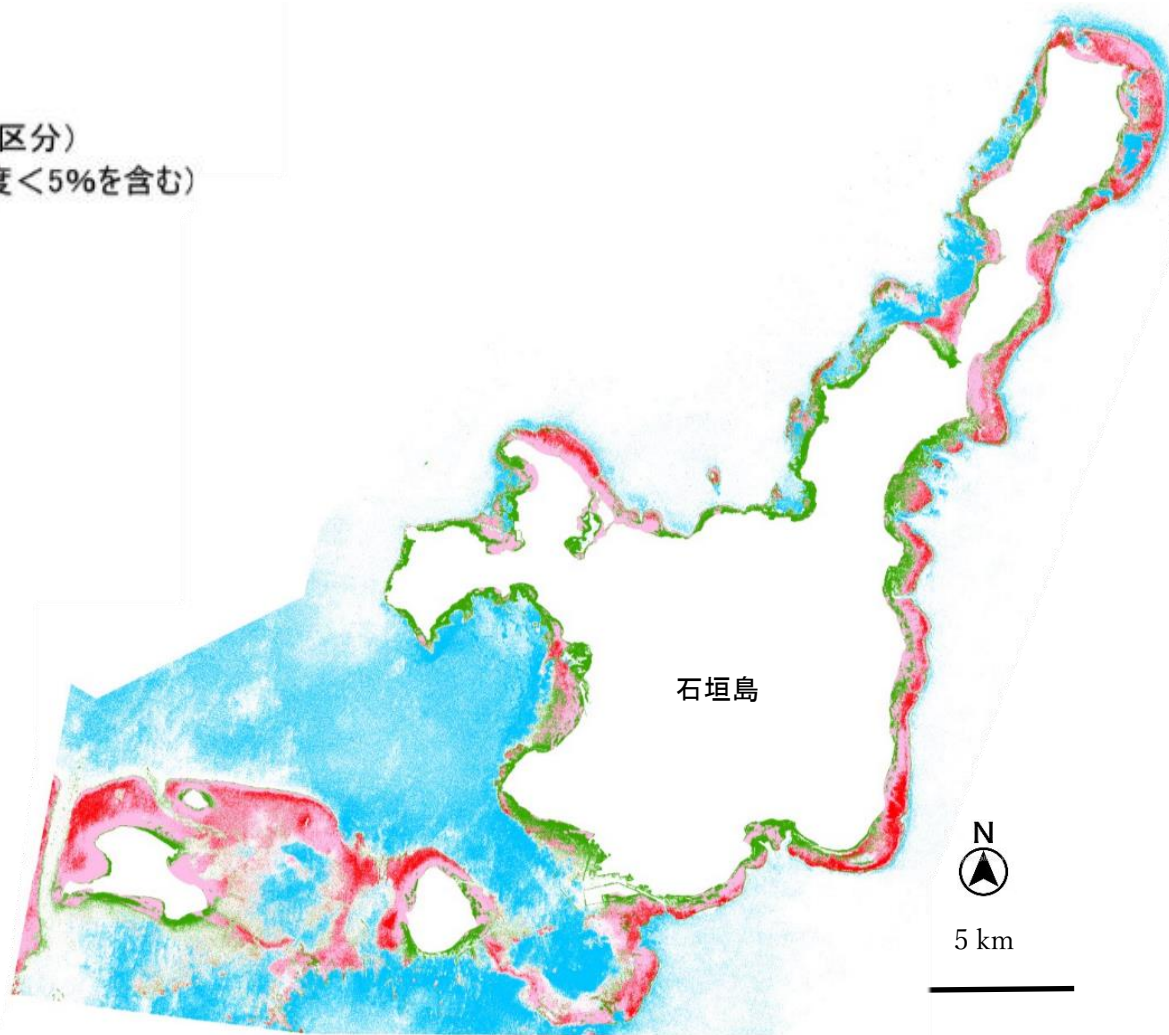


図 4.1.1 暫定サング礁分布図 (RapidEye 画像)



- 砂底
- サング(被度5-50%)
- 裸岩・砂底(地形的に区分)
- 海草・海藻(サング被度<5%を含む)

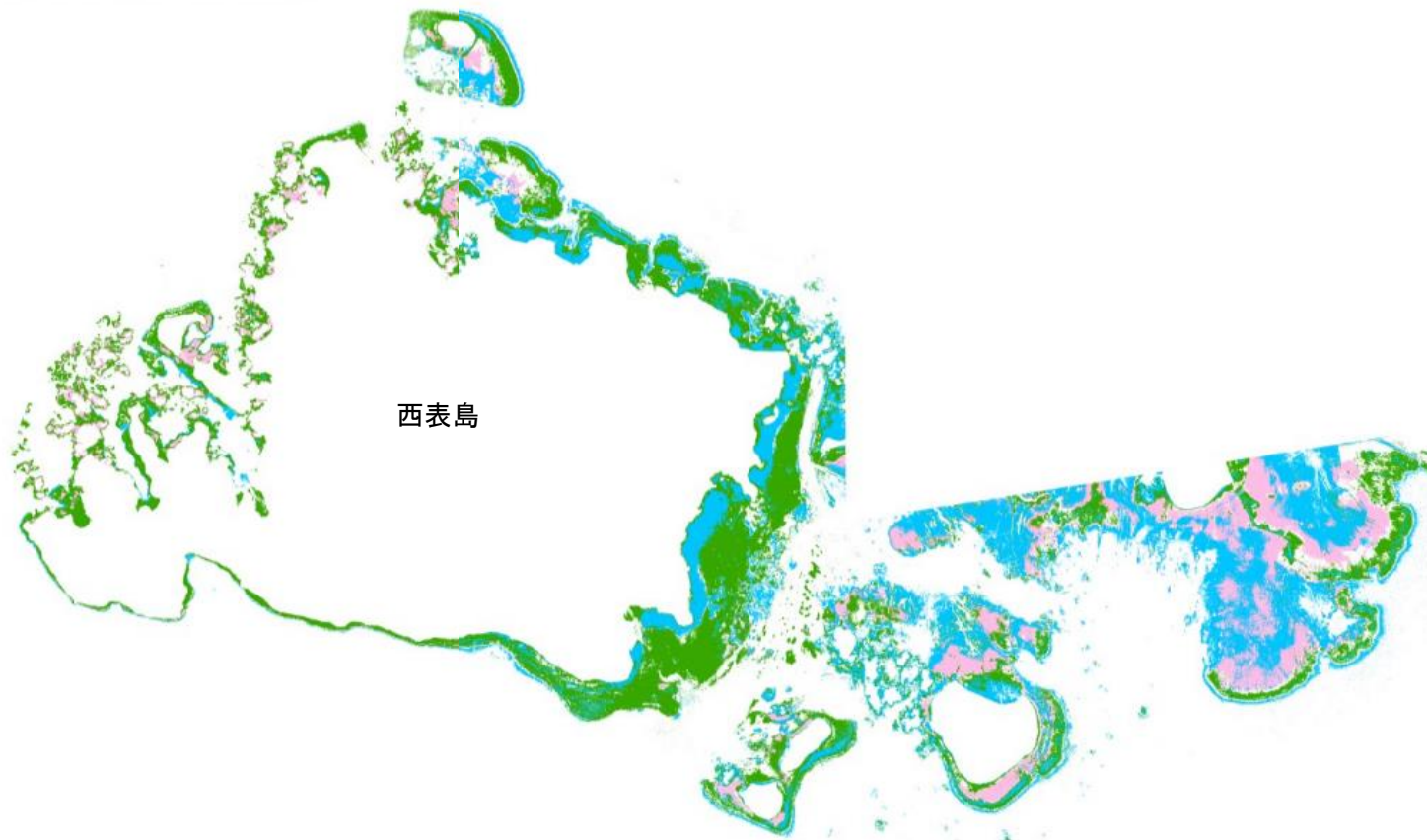


図 4. 1. 2 暫定サング礁分布図 (SPOT 画像)

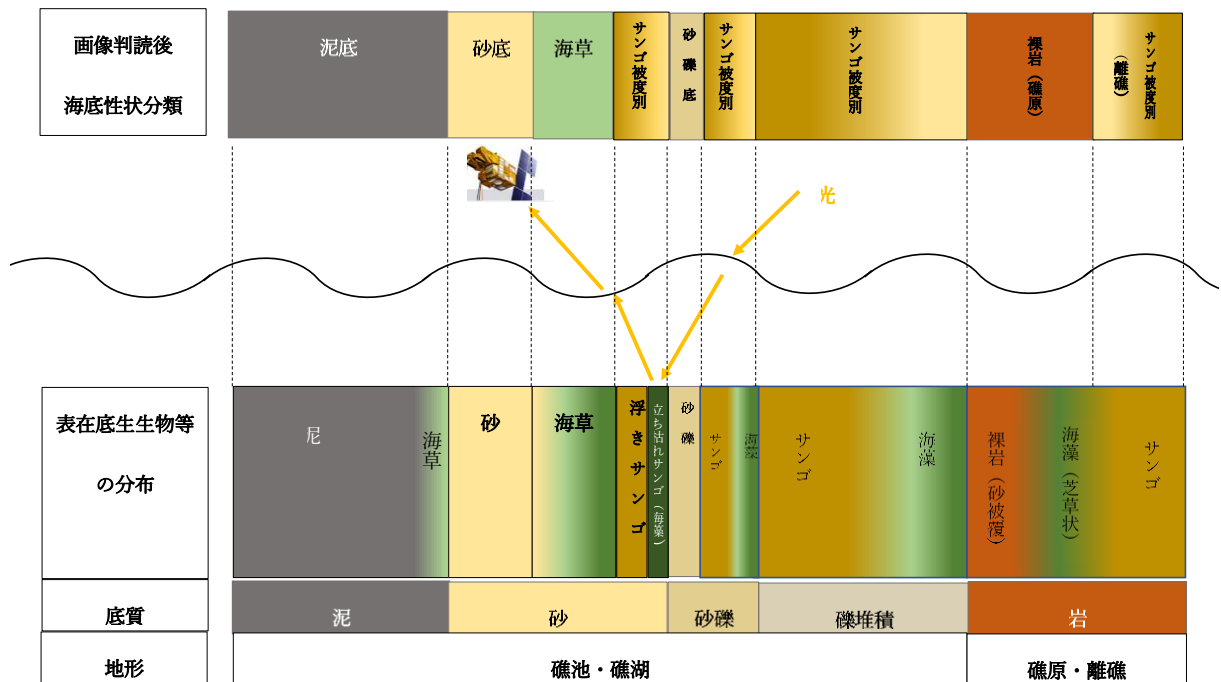


図 4. 1. 3 実際のサンゴ礁底と画像判読後のサンゴ礁底性状区分

サンゴ礁底では、白化等の攪乱後、サンゴが死滅した場合、骨格となり、海藻の着生基質となる結果、サンゴ群集域は海藻に覆われる。数年を経て、サンゴの加入があれば、稚サンゴが次第に成長し、海藻群落が増加的にサンゴ群集へと遷移する。遷移の途中段階のある時間断面において、砂礫底、礫堆積底、岩底でのサンゴと海藻の関係は図 4. 1. 3 の表在底生生物等の分布のように、場所により様々である。

サンゴと海藻の反射スペクトルには大きな差はないため (図 4. 1. 4)<sup>1</sup>、サンゴ被度が高い場合には画像の肌理からサンゴ高被度分布域として判読できるが、サンゴ被度が 5%未満と低い場合には (すなわち海藻被度が高い場合)、サンゴ被度を画像から判読することは困難である。そのため、画像分類の海藻・海草区分の海藻に含まれるサンゴ低被度域 (5%未満) については、現地調査データ等を活用し、区分した。

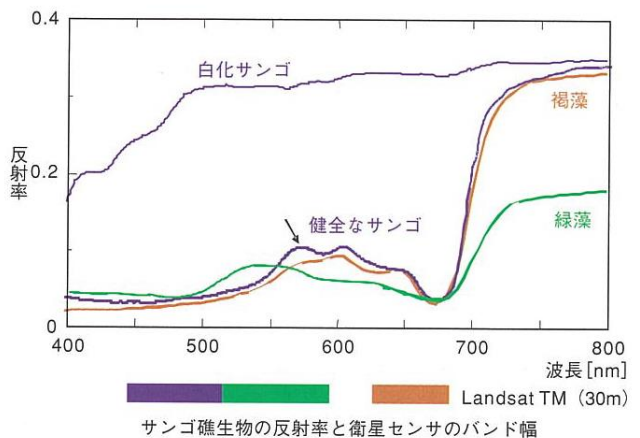


図 4. 1. 4 サンゴと海藻の反射スペクトル

<sup>1</sup> 灘岡和夫・Enrico C. Parangit・山野博哉 (2004) サンゴ礁のリモートセンシング, 日本のサンゴ礁: 95-106. 環境省・日本サンゴ礁学会編.



## 4.2 現地調査による確認・補完

### (1) スポットチェック法による調査

調査結果を付表 1 に示す。石垣島 24 地点、石西礁湖 24 地点、西表島 22 地点の計 70 地点で現地調査を行った。70 地点のうち、サンゴ群集がみられる調査地点に限れば、調査地点の 72%はサンゴ被度が 5%未満であり、サンゴ被度 50%以上の高被度地点は 1 地点（ヨナラ水道東岸）に過ぎなかった。サンゴ被度 5%-50%の地点は 26%であったが、大半（18.5%）は、サンゴ被度 20%以下であった。海域別にサンゴ被度が 5%未満の地点数をみると、石垣島 67%、石西礁湖 59%、西表島 95%であった。

白化現象については、各海域とも、調査時期が冬季でもあり、ほとんどみられなかった。また、病気、サンゴ捕食者による食害についても同様に確認されなかった。

### (2) 調査員曳航法による調査

調査結果を図 4.2.1 及び付表 2 に示す。また、海域別のサンゴ被度別距離を表 4.2.1 に示す。全調査距離は約 57km であった。サンゴ被度 5%未満が最も長く、全調査距離の 50.0%を占めた。サンゴ被度 50%以上の高被度海域は 2.4%に過ぎず、主としてヨナラ水道東岸にみられた。

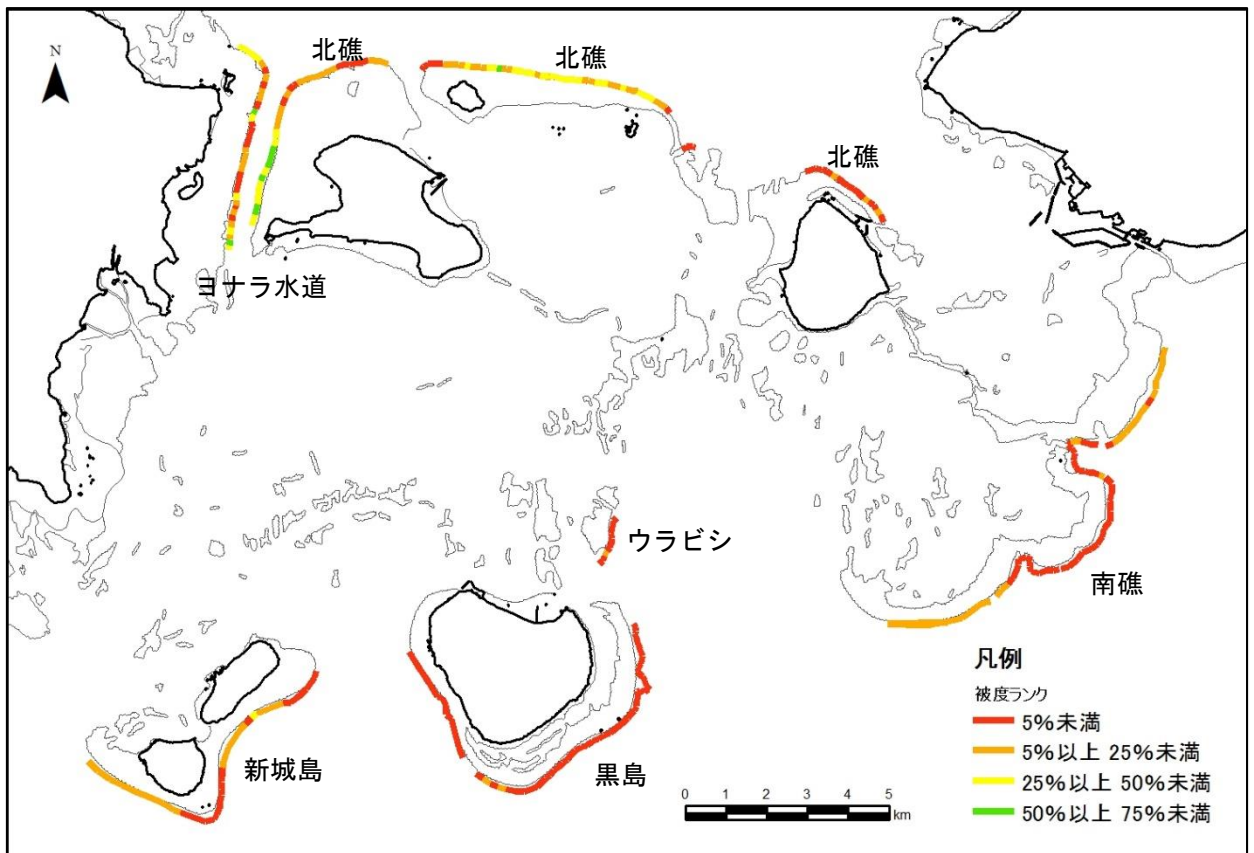


図 4.2.1 調査員曳航調査結果（礁縁サンゴ被度分布図、全調査距離：約 57km）

表 4.2.1 海域別礁縁サンゴ被度別距離 (単位：m、斜字は%)

海域	サンゴ被度									距離計 (m)
	<5%		5%-25%		25%-50%		50%-75%		75%<	
ウラビシ	1,145	90.2	124	9.8	0	0.0	0	0.0	0	1,269
ヨナラ水道西岸	2,018	36.7	1,927	35.0	1,286	23.4	274	5.0	0	5,505
ヨナラ水道東岸	213	6.5	612	18.7	1,467	44.7	989	30.1	0	3,281
黒島	10,025	95.8	441	4.2	0	0.0	0	0.0	0	10,466
新城島	3,556	43.0	4,547	54.9	174	2.1	0	0.0	0	8,277
南礁	7,152	45.0	8,736	55.0	0	0.0	0	0.0	0	15,888
北礁	4,169	34.2	4,884	40.1	3,012	24.7	117	1.0	0	12,182
合計	28,278		21,271		5,939		1,380		0	56,868

注)サンゴ被度別距離の割合(%)は小数第2位を四捨五入しており、合計値が100%にならない場合がある。

海域別にみると、ヨナラ水道で高被度域が多く、黒島、ウラビシで低被度域が多い。新城島、南礁も比較的低被度域がみられ、北礁はやや低被度域が少ない(図4.2.2)。

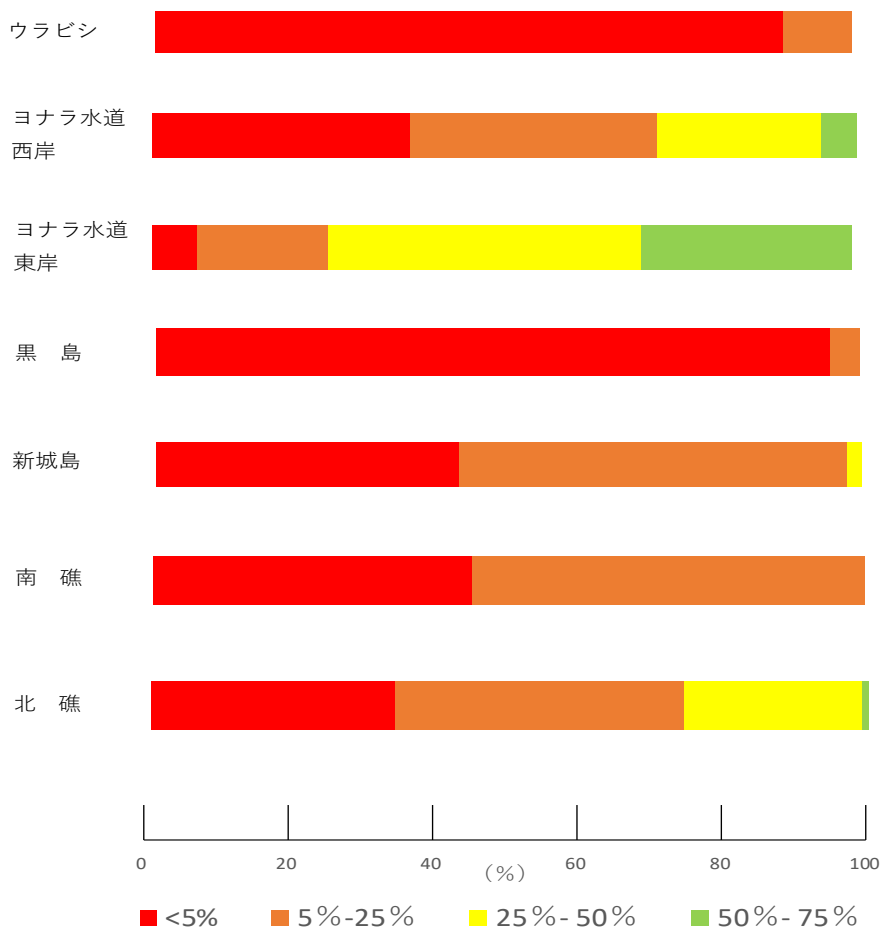


図 4.2.2 海域別礁縁サンゴ被度別距離割合

#### 4.3 暫定サンゴ礁分布図の修正

暫定サンゴ礁分布図に対し、現地調査結果のほか、今年度実施したモニタリングサイト1000 サンゴ礁調査及び石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査結果、石垣島川平湾調査結果<sup>2</sup>、西表島網取湾調査結果<sup>3</sup>、石西礁湖調査結果<sup>4</sup>を参照し、サンゴ被度の修正を行った。サンゴ被度の修正については、画像データの反射スペクトルは海底の性状を直截的に反映したものであり、サンゴ礁地形に関係なく、表在性底生生物や底質の状態に大きく依存することを考慮した。干出する礁嶺でも、砂礫や無節サンゴモが多い場所では、カラー合成画像は白っぽくなり、芝草状藻類が多い場所では褐色に近い色彩を呈する。礁池・礁湖サンゴ群集域では、サンゴが死滅し、海藻が付着した場所では、同様に褐色系を呈する。そのため、サンゴ群集の修正に当たっては、サンゴ礁地形とスペクトル特性を踏まえ、現地調査データを活用して行った。なお、サンゴ群集区分については、経年的変遷を検討するため、2008年調査結果に基づいた。暫定サンゴ礁分布図の修正により、サンゴ礁分布図を作成した。なお、海底性状区分の凡例は、2008年調査に準拠し、次の通りとした。

- a. サンゴ被度 5%未満
- b. サンゴ被度 5-50%
- c. サンゴ被度 50-100%
- d. 海草
- e. 海藻
- f. 干出裸岩
- g. 沈水裸岩
- h. 砂底
- i. 泥底
- j. 礫底

なお、第5回自然環境保全基礎調査サンゴ礁分布図凡例のうち、ソフトコーラルは該当なしのため除いた。

---

<sup>2</sup> 矢代幸太郎ら（2017）石垣島川平湾における有藻性イシサンゴ類の現状と近年の変化，日本サンゴ礁学会誌， 19：1-13.

<sup>3</sup> 曾山佳史ら（2017）西表島網取湾において2016年の大規模白化現象がサンゴの群集被度と幼生加入に与えた影響，日本サンゴ礁学会第20回大会ポスター発表.

<sup>4</sup> 小島香菜ら（2017）八重山における2016年のサンゴ群集白化後の状況，日本サンゴ礁学会第20回大会ポスター発表.

付表 1 (1) スポットチェック法調査結果 (石垣島)

海域	場所	St	月日	時刻	地形	底質	水深 (m)	被度 (%)					優占種類		白化率 (%)	捕食者 病気	備考
								生サンゴ	死サンゴ	底生動物	植物	裸面	サンゴ	植物			
石垣島	平久保崎	E1	12/24	9:28	平坦	枝礫堆積	1.5	10	+	—	80	10	枝状Ac	キノモ	0	—	
	浦崎	E2	12/24	11:10	平坦	砂礫	9	+	0	—	30	70	枝状Ac	ウミカサガイ属	0	—	
	浦崎	E3	12/24	11:33	平坦	砂礫・枝礫堆積	2	25	0	—	60	15	枝状Mon	アミシクサ属	0	—	
	安良崎	E4	12/24	12:10	平坦	岩礁、枝礫堆積	2	5	0	—	55	40	枝状Mon	毛状紅藻	0	—	
	明石	E5	12/23	10:50	平坦	砂礫・枝礫堆積	2	r	0	—	70	30	塊状Pri、キクメイシ科	オオキ類	0	—	
	伊原間	E6	12/23	9:14	平坦	砂・枝礫堆積	2	r	0	—	90	10	塊状Pri、キクメイシ科	キノモ	0	—	
	玉取崎	E7	12/24	13:13	平坦	岩盤	1	50	+	—	50	0	Mon	コケイハノリ	0	—	
	空港北	E8	12/24	11:27	平坦	砂礫・岩盤	1.5	30	0	—	60	10	コビエガハマサンゴ	毛状紅藻	0	—	
	空港沖	E9	12/24	10:43	平坦	砂礫	1	r	0	—	90	10	—	ホウダラ類	0	—	
	真栄里	E10	12/12	13:20	パッチ礁散在	岩礁、砂礫底	1.4	+	0	—	80	20	コビエガハマサンゴ(砂礫底)		0	—	
	観音崎	E11	12/12	11:50	平坦	枝礫堆積	2.2	r	0	—	100	0	枝状Ac、枝状Mil	毛状紅藻	0	—	
	名蔵湾	E12	12/12	8:55	砂礫底に礫山散在	砂礫	4.2	r	0	—	90	10	枝状Ac、礫山(ハナハチミドリイシ10%)	藍藻	0	—	並型漁礁(ハイマツミドリイシ生残)
	名蔵湾	E13	12/12	9:25	縁脚状	岩	4.8	10	0	—	80	10	コリンボース状Ac、卓状Ac	ハイオキ	0	—	
	名蔵湾	E14	12/12	10:10	砂礫底に岩散在	砂礫、岩	2.2	+	0	—	10	90	枝状Mil	毛状紅藻	0	—	
	名蔵湾	E15	12/12	10:35	砂礫底に岩散在	砂礫、岩	2	r	0	—	20	80	キクメイシ科	毛状紅藻	0	—	
	崎枝湾	E16	12/22	12:40	平坦	砂礫	1	r	0	—	50	50	塊状Pri	リュウキュウスカモ	0	—	海草藻場
	川平湾奥	E17	12/14	14:35	平坦	塊状Pri帯	1.5	20	30	—	50	0	イワハマサンゴ、塊状Pri、シコロサンゴ、フタトゲサンゴ	毛状紅藻	0	—	
	川平湾	E18	12/14	14:10	平坦	砂泥礫底塊状Pri点在	1.4	10	0	r(ナマコ類)	10	80	指状・塊状Pri	リュウキュウスカモ	0	—	
	米原沖礁	E19	12/28	12:45	平坦	岩礁	1	+	0	—	70	30	Ac(稚サンゴ)	キノモ	0	—	
	伊原間	E20	12/14	11:05	平坦	枝礫堆積	2.5	r	0	—	80	20	枝状Mil	ハイオキ	0	—	
	伊原間	E21	12/14	11:25	マウンド	枝礫堆積	1	r	0	—	90	10	ウスエガミドリイシ	オオキ類	0	—	凹地砂礫4m深
	伊原間	E22	12/14	12:05	平坦	砂礫底岩礁散在	2.2	r	0	—	90	10	枝状Ac、塊状Pri	イワノカ	0	—	
	平久保崎	E23	12/27	12:40	平坦	砂礫、岩礁	1.5	+	0	—	40	60	塊状Pri	オオキ類	0	—	
	名蔵湾	E24	12/12	11:00	平坦岩盤底	岩、砂	0.7	40	0	—	30	30	塊状Pri	サホテングサ類	0	—	

付表 1 (2) スポットチェック法調査結果 (石西礁湖)

海域	場所	St	月日	時刻	地形	底質	水深 (m)	被度(%)					優占種類		白化率(%)	捕食者 病気	備考
								生サンゴ	死サンゴ	底生動物	植物	裸面	サンゴ	植物			
石西礁湖	石垣港南	S1	12/18	8:12	平坦	砂礫	2	15	0	r (+マコ類)	80	5	枝状Mon	ウススキチチ	0	—	
	石垣港南	S2	12/18	10:00	平坦	砂礫	3.5	50	0	r (+マコ類)	50	r	枝状Mon	ホンダワラ類	0	—	
	石垣港沖	S3	12/18	9:30	平坦	砂礫、岩バッチ	5	8	0	r (+マコ類)	90	+	枝状Mil	ハイオキ	0	—	
	石垣港南	S4	12/18	8:38	平坦	砂礫、岩バッチ	12	15	0	r (+マコ類)	80	5	枝状Ac	ウススキチチ	0	—	
	竹富島南	S5	12/16	8:25	平坦	砂礫	6.3	+	r	r (+マコ類)	50	50	枝状Mil、枝状Mon	ホンダワラ類	0	—	
	竹富島西	S6	12/16	12:00	平坦	砂礫	1	5	5	r (+マコ類)	80	10	塊状Mon、枝状Mil	ウススキチチ	r	—	枝状Mil上部白化
	竹富島西	S7	12/16	12:30	平坦	砂	2										海草藻場
	小浜島東	S8	12/16	10:05	平坦	砂礫	8	5	r	—	85	10	マダガスカリア、ホンダワラ	ハイオキ	0	—	
	小浜島南	S9	12/16	9:20	平坦	砂礫	5.3	8	r	—	8	84	枝状Mil	オキ類	0	—	
	ヨナラ水道東	S11	12/22	11:30		砂礫、岩礫バッチ	1	70	+	r (+マコ類)	20	10	枝状Ac、枝状Mon	藍藻	+	—	
	黒島北	S12	12/20	10:20	平坦	礫	2.5	+	0	—	90	5	枝状Ac	ウススキチチ	0	—	
	黒島北	S13	12/20	10:47	平坦	砂礫	4	+	0	r (+マコ類)	85	10	枝状Ac	ハイオキ	0	—	
	大原沖	S14	12/21	10:05	平坦	砂礫、岩礫バッチ	2.5	+	0	r (+マコ類)	90	5	塊状Pri	ホンダワラ類	0	—	
	西表島北	S16	12/22	10:24	平坦	砂、岩礫	1	7	r	r (+マコ類)	80	13	塊状Pri	リュウキュウカサモ	+	—	
	西表島北	S17	12/22	9:50	平坦	砂、岩礫	1	+	r	r (+マコ類)	70	30	塊状Pri	リュウキュウカサモ	5	—	
	西表島北	S18	12/22	9:00	平坦	岩礫	0.5	+	0	r (+マコ類)	90	5	キクメイシ科	ホンダワラ類	0	—	
	豊原南	S19	12/21	9:28	平坦	砂礫、岩礫バッチ	2.5	r	0	—	90	10	塊状Pri	ホンダワラ類	0	—	
	西表島南	S20	12/21	11:50	平坦	岩礫	0.5	+	0	r (アオヒトデ)	90	5	塊状Pri	ホンダワラ類	0	—	
	西表島南	S21	12/21	11:05	平坦	岩礫	0.5	+	0	r (+マコ類)	90	5	塊状Pri	ホンダワラ類	0	—	
	礁湖中央	S22	12/20	9:50	平坦	礫、岩礫バッチ	8	8	0	—	90	+	枝状Mil	ウススキチチ	0	—	
観音崎南	S23	12/16	13:35	平坦	砂	1.8										海草藻場	
石垣港南	S24	12/18	7:55	平坦	砂礫	1.5	20	0	r (+マコ類)	80	r	枝状Mon	ウススキチチ	0	—		
礁湖中央	S25	12/20	9:18	平坦	礫	3	+	0	r (+マコ類)	90	+	枝状Ac、枝状Mil	ハイオキ	1	—		
観音崎南	S26	12/16	13:50	平坦	砂礫岩バッチ	1.8	+	0	—	20	80	枝状Ac	毛状紅藻	0	—		

注 1) S10、S15 は現場到達不可能であったため欠番とし、画像解析により補完。

付表1 (3) スポットチェック法調査結果 (西表島)

海域	場所	St	月日	時刻	地形	底質	水深 (m)	被度 (%)					優占種類		白化 率 (%)	捕食者 病気	備考
								生サンゴ	死サンゴ	底生動物	植物	裸面	サンゴ	植物			
西表島	西表島北岸	W3	1/27	9:50	平坦	岩礁	1	5	r	—	50	45	コヒミドリイシ、コブハマサンゴ	ハイオキ	0	—	
	西表島北岸	W4	1/27	9:25	平坦	岩礁	1	r	0	—	50	50	マルツツミドリイシ	アシダクサ属	0	—	
	西表島北岸	W5	1/30	12:55	平坦	枝礫堆積	0.5	r	0	—	90	10	マルツツミドリイシ	ラッパモク、ハイオキ	0	—	
	西表島北岸	W6	1/27	11:00	平坦	枝礫堆積	1	+	0	—	90	5	コブハマサンゴ、イブハマサンゴ	ホンダワラ類、イソカリ	0	—	
	西表島北岸	W7	1/27	10:25	平坦	枝礫堆積	1	r	0	—	90	10	マルツツミドリイシ	ラッパモク、イソカリ	0	—	礁縁5m枝状Ac被度20%
	西表島北岸	W8	1/30	13:20	平坦	枝礫堆積	1	+	0	—	95	5	枝状Mil	ハイオキ	0	—	
	西表島北岸	W9	1/30	14:00	平坦	砂	2										海草藻場
	鳩間島	W10	1/27	13:55	平坦	枝礫堆積	3	r	0	—	100	0	マルツツミドリイシ	藍藻、ラッパモク	0	—	
	鳩間島	W11	1/27	13:30	平坦	枝礫堆積	1	r	0	—	100	0	枝状Mon	毛状紅藻	0	—	
	鳩間島	W12	1/27	13:00	マウンド状	枝礫堆積	2	r	0	—	50	50	ノリコモンサンゴ	ラッパモク	0	—	
	鳩間島	W13	1/27	12:40	平坦	枝礫堆積	1	r	0	—	100	0	フトエガミドリイシ、ニオグミドリイシ	オキ類、毛状紅藻	0	—	
	西表島北岸	W14	1/31	11:10	平坦	砂	1										海草藻場
	西表島西岸	W15	1/28	14:00	平坦	枝状礫	1	+	r	70	+	30	チジミクスモンサンゴ、フトエガミドリイシ	ラッパモク	0	—	底生動物：ウミツタ類
	西表島西岸	W16	1/28	14:20	平坦	枝状礫	1	r	0	—	30	70	塊状Mil	毛状紅藻、イソカリ	0	—	
	西表島西岸	W17	1/28	14:55	平坦	塊状ハマサンゴ帯	2	10	r	—	10	80	コブハマサンゴ	毛状紅藻	0	—	
	西表島西岸	W18	1/28	13:25	平坦	岩礁・砂	1	r	0	—	50	50	コブハマサンゴ	ハイテングキ	0	—	
	西表島西岸	W20	1/28	12:35	平坦	砂礫	3	+	0	—	45	50	枝状Mon	オキ類	0	—	
	西表島西岸	W21	1/28	11:55	平坦	砂礫	2	+	0	—	90	10	枝状Mon	毛状紅藻	0	—	
	西表島西岸	W22	1/28	11:20	平坦	岩礁	1	r	0	—	r	100	シロキメイシ	無節サンゴモ	0	—	礁縁枝状Mil被度15%
	西表島西岸	W23	1/28	11:00	平坦	枝状礫	1	r	0	10	r	90	塊状Mil	無節サンゴモ	0	—	底生動物：ウミツタ類
	西表島西岸	W24	1/28	10:40	平坦	枝礫堆積	1	r	0	25	75	0	コモンキメイシ	無節サンゴモ	0	—	底生動物：ウミツタ類
	西表島西岸	W25	1/28	10:15	平坦	岩礁	1	r	0	—	50	50	コモンキメイシ、コヒエガハマサンゴ	イソカリ	0	—	礁縁7m枝状Ac被度50%

注1) W1、W2、W19 は現場到達不可能であったため欠番とし、画像解析により補完。

注2) + : <5%、r : <1%

注3) Ac : ミドリイシ属、Poc : ハナヤサイサンゴ科、Pri : ハマサンゴ属、Mil : アナサンゴモドキ属、Mon : コモンサンゴ属

付表 2 (1) 調査員曳航法調査結果 (ヨナラ水道)

年月日	時刻	緯度		経度		被度	優占サンゴ類	備考	
		度	分	度	分				
2017.12.24	9:00	24	22	496	123	56	698	—	開始 (ヨナラ水道西側)
	9:02		22	441		56	799	Ⅲ	卓状Ac
	9:04		22	372		56	905	Ⅲ	卓状Ac
	9:06		22	300		56	999	Ⅲ	枝状Mil
	9:08		22	211		57	68	Ⅱ	卓状Ac
	9:11		22	116		57	98	Ⅰ	枝状Ac
	9:13		22	17		57	77	Ⅱ	枝状Ac
	9:15		21	930		57	44	Ⅰ	枝状Ac
	9:17		21	841		57	16	Ⅱ	枝状Ac
	9:19		21	753		56	988	Ⅱ	枝状Ac
	9:21		21	662		56	943	Ⅰ	枝状Ac
	9:23		21	591		56	903	Ⅳ	枝状Ac
	9:25		21	496		56	876	Ⅲ	枝状Ac
	9:28		21	412		56	910	Ⅰ	枝状Ac
	9:30		21	335		56	860	Ⅰ	枝状Ac
	9:32		21	240		56	831	Ⅰ	枝状Ac
	9:41		21	140		56	805	Ⅰ	卓状Ac
	9:45		21	74		56	804	Ⅱ	枝状Mil
	9:47		20	976		56	777	Ⅱ	枝状Ac
	9:55		20	924		56	755	Ⅱ	枝状Ac
	9:57		20	820		56	725	Ⅱ	枝状Ac
	9:59		20	725		56	703	Ⅰ	ユビ <sup>°</sup> エダ <sup>°</sup> ハマゾンコ <sup>°</sup>
	10:02		20	627		56	681	Ⅰ	ユビ <sup>°</sup> エダ <sup>°</sup> ハマゾンコ <sup>°</sup>
	10:04		20	538		56	660	Ⅰ	枝状Ac
	10:07		20	445		56	665	Ⅲ	枝状Ac
	10:10		20	368		56	656	Ⅱ	枝状Ac
	10:12		20	323		56	640	Ⅰ	枝状Mil
	10:15		20	251		56	606	Ⅱ	枝状Mil
	10:17		20	166		56	592	Ⅰ	枝状Mil
	10:19		20	78		56	587	Ⅱ	枝状Mil
	10:21		19	988		56	570	Ⅲ	枝状Ac
	10:23		19	913		56	572	Ⅱ	枝状Ac
	10:25		19	845		56	562	Ⅳ	枝状Ac
	10:27		19	770		56	557	Ⅲ	枝状Ac
	10:35		20	102		56	884	—	枝状Ac
	10:37		20	250		56	933	Ⅲ	枝状Ac
	10:39		20	387		56	965	Ⅳ	枝状Ac
	10:41		20	497		56	985	Ⅲ	枝状Ac
	10:43		20	595		56	995	Ⅲ	枝状Mil
	10:45		20	694		57	16	Ⅲ	枝状Ac
	10:48		20	781		57	57	Ⅳ	枝状Ac
	10:50		20	866		57	600	Ⅲ	枝状Ac
	10:52		20	953		57	147	Ⅳ	枝状Ac
	10:54		21	53		57	175	Ⅳ	枝状Ac
	10:56		21	159		57	213	Ⅳ	枝状Ac
	10:58		21	263		57	241	Ⅲ	枝状Ac
	11:01		21	382		57	243	Ⅲ	枝状Mil
	11:03		21	488		57	264	Ⅱ	枝状Mil
	11:05		21	590		57	298	Ⅱ	枝状Mil
	11:08		21	702		57	335	Ⅱ	卓状Ac
	11:10		21	811		57	376	Ⅰ	卓状Ac
	11:12		21	903		57	442	Ⅱ	卓状Ac
									開始 (ヨナラ水道東側)

付表 2 (2) 調査員曳航法調査結果 (黒島・ウラビシ)

年月日	時刻	緯度		経度		被度	優占サンゴ類	備考	
		度	分	度	分				
2017. 12. 20	12:15	24	14	442	123	59	165	—	開始 (黒島)
	12:17		14	350		59	222	I	Poc
	12:19		14	271		59	274	I	塊状Pri
	12:21		14	192		59	336	I	Poc
	12:23		14	109		59	397	I	Poc
	12:25		14	30		59	454	I	Poc
	12:27		13	951		59	508	I	Poc
	12:29		13	840		59	571	I	Poc
	12:31		13	818		59	644	I	Poc
	12:33		13	721		59	708	I	Poc
	12:35		13	602		59	709	I	Poc
	12:37		13	552		59	781	I	塊状Mil
	12:39		13	430		59	811	I	被覆状Mon
	12:41		13	289		59	853	I	Poc
12:43		13	169		59	887	I	塊状Mil	
12:53		13	35		59	951	I	被覆状Mon	
2017. 12. 24	14:14	24	12	826	124	0	137	—	開始 (黒島)
	14:16		12	758		0	237	I	Poc
	14:18		12	692		0	341	II	被覆状Mon
	14:20		12	646		0	450	I	Poc
	14:22		12	606		0	577	II	Poc
	14:24		12	587		0	700	I	Poc
	14:27		12	582		0	830	I	Poc
	14:35		12	644		1	29	—	開始
	14:38		12	703		1	85	I	Poc
	14:40		12	759		1	149	I	Poc
	14:43		12	802		1	212	I	Poc
	14:45		12	859		1	268	I	Poc
	14:47		12	907		1	337	I	Poc
	14:49		12	958		1	404	I	被覆状Mon
	14:51		13	11		1	464	I	Poc
	14:54		13	71		1	522	I	Poc
	14:56		13	124		1	583	I	Poc
	14:58		13	175		1	658	I	Poc
	15:00		13	197		1	749	I	Poc
	15:02		13	254		1	818	I	塊状Pri
	15:05		13	278		1	912	I	塊状Pri
	15:07		13	324		1	991	I	塊状Mil
	15:09		13	360		2	86	I	Poc
	15:11		13	411		2	155	I	塊状Pri
	15:14		13	464		2	211	I	塊状Pri
	15:16		13	501		2	275	I	Poc
	15:18		13	556		2	333	I	Poc
	15:20		13	611		2	381	I	Poc
	15:22		13	653		2	427	I	Poc
	15:24		13	711		2	466	I	Poc
	15:26		13	776		2	473	I	Poc
	15:29		13	831		2	485	I	Poc
	15:31		13	884		2	495	I	Poc
	15:36		13	861		2	477	—	開始
	15:38		13	906		2	476	I	Poc
	15:41		13	932		2	513	I	Poc
	15:43		13	899		2	576	I	Poc
	15:45		13	947		2	609	I	Poc
	15:51		13	934		2	658	I	Poc
	15:54		13	984		2	605	I	Poc
	15:56		14	48		2	585	I	塊状Pri
	15:58		14	104		2	557	I	塊状Pri
	16:00		14	175		2	479	I	塊状Pri
	16:04		14	230		2	487	I	塊状Pri
16:06		14	279		2	528	I	Poc	
16:08		14	333		2	542	I	塊状Pri	
16:10		14	381		2	550	I	Poc	
16:12		14	426		2	531	I	Poc	
16:14		14	467		2	517	I	Poc	
16:16		14	524		2	489	I	塊状Pri	
16:18		14	572		2	484	I	Poc	
16:20		14	625		2	455	I	Poc	
16:22		14	676		2	445	I	卓状Ac	
16:24		14	711		2	461	I	Poc	
16:26		14	759		2	457	I	Poc	
16:28		14	816		2	421	I	Poc	
16:36		15	607		1	929	—	開始	
16:38		15	650		1	977	I	Poc	
16:40		15	719		2	2	I	Poc	
16:42		15	777		2	39	II	Poc	
16:44		15	829		2	81	I	被覆状Mon	
16:46		15	885		2	99	I	被覆状Mon	
16:49		15	950		2	112	I	被覆状Mon	
16:51		16	10		2	97	I	塊状Pri	
16:53		16	69		2	106	I	被覆状Mon	
16:55		16	123		2	117	I	卓状Ac	
16:57		16	182		2	127	I	卓状Ac	
17:00		16	219		2	180	I	卓状Ac	



付表 2 (3) 調査員曳航法調査結果 (新城島)

年月日	時刻	緯度		経度		被度	優占サンゴ類	備考
		度	分	度	分			
2017. 12. 21	13:23	24	12 979	123	54 530	—		開始 (新城島)
	13:25		12 921		54 599	II	Poc	
	13:27		12 857		54 664	II	Poc	
	13:29		12 798		54 754	II	Poc	
	13:31		12 746		54 842	II	Poc	
	13:34		12 707		54 920	II	Poc	
	13:36		12 670		55 5	II	Poc	
	13:38		12 634		55 92	II	Poc	
	13:40		12 588		55 181	II	Poc	
	13:42		12 556		55 272	II	Poc	
	13:45		12 518		55 362	II	Poc	
	13:47		12 490		55 452	II	Poc	
	13:49		12 460		55 531	II	Poc	
	13:51		12 419		55 604	II	Poc	
	13:53		12 378		55 686	II	Poc	
	13:56		12 337		55 764	II	Poc	
	13:58		12 300		55 851	II	Poc	
2017. 12. 24	12:51	24	12 261	123	55 964	—		開始 (新城島)
	12:53		12 237		55 71	I	Poc	
	12:55		12 185		56 221	I	塊状Pri	
	12:58		12 219		56 348	I	Poc	
	13:00		12 280		56 390	I	Poc	
	13:02		12 356		56 416	I	Poc	
	13:04		12 445		56 432	I	Poc	
	13:07		12 529		56 451	I	Poc	
	13:09		12 616		56 449	I	Poc	
	13:11		12 706		56 457	I	被覆状Mon	
	13:13		12 792		56 458	I	被覆状Mon	
	13:15		12 893		56 468	I	被覆状Mon	
	13:17		12 990		56 475	II	被覆状Mon	
	13:20		13 78		56 516	II	被覆状Mon	
	13:22		13 167		56 558	II	被覆状Mon	
	13:24		13 253		56 609	II	被覆状Mon	
	13:26		13 336		56 669	II	Poc	
	13:28		13 414		56 732	II	被覆状Mon	
	13:30		13 484		56 803	II	被覆状Mon	
	13:32		13 554		56 885	I	被覆状Mon	
	13:34		13 622		56 956	III	被覆状Mon	
	13:37		13 643		57 56	II	被覆状Mon	
	13:39		13 689		57 142	II	被覆状Mon	
	13:41		13 724		57 245	II	被覆状Mon	
	13:43		13 753		57 346	II	被覆状Mon	
	13:45		13 771		57 452	I	被覆状Mon	
	13:48		13 817		57 539	I	Poc	
	13:50		13 878		57 612	I	Poc	
13:52		13 945		57 685	I	Poc		
13:54		14 20		57 740	I	Poc		
13:56		14 98		57 797	I	Poc		
13:58		14 187		57 818	I	Poc		

付表 2 (4) 調査員曳航法調査結果 (北礁)

年月日	時刻	緯度		経度		被度	優占サンゴ類	備考		
		度	分	度	分					
2017. 12. 23	12:47	24	21	899	123	57	428	—		開始 (北礁)
	12:51		21	960		57	498	I	Poc	
	12:53		21	994		57	550	I	Poc	
	12:55		22	30		57	626	II	塊状Mil	
	12:57		22	60		57	721	II	塊状Mil	
	12:59		22	84		57	848	II	塊状Pri	
	13:01		22	128		57	932	II	卓状Ac	
	13:03		22	159		58	24	II	Poc	
	13:05		22	204		58	107	II	卓状Ac	
	13:08		22	235		58	208	I	Poc	
	13:10		22	240		58	299	I	Poc	
	13:12		22	265		58	386	I	卓状Ac	
	13:14		22	278		58	489	I	Poc	
	13:16		22	305		58	577	I	Poc	
	13:18		22	300		58	665	II	塊状Mil	
	13:20		22	284		58	759	II	Poc	
	13:22		22	254		58	861	II	塊状Mil	
	13:30		22	171		59	342	—		開始 (北礁, カヤマから東へ)
	13:32		22	213		59	385	I	卓状Ac	
	13:34		22	247		59	448	I	卓状Ac	
	13:37		22	252		59	520	I	Poc	
	13:39		22	252		59	593	I	卓状Ac	
	13:41		22	246		59	662	I	卓状Ac	
	13:43		22	241		59	731	II	卓状Ac	
	13:45		22	239		59	798	II	卓状Ac	
	13:47		22	240		59	889	II	卓状Ac	
	13:49		22	229		59	969	II	卓状Ac	
	13:51		22	215	124	0	53	III	卓状Ac	
	13:54		22	212		0	135	II	卓状Ac	
	13:56		22	211		0	214	II	Poc	
	13:58		22	201		0	291	II	卓状Ac	
	14:00		22	199		0	370	III	卓状Ac	
	14:02		22	195		0	441	III	卓状Ac	
	14:04		22	190		0	510	IV	卓状Ac	
	14:07		22	180		0	584	II	卓状Ac	
	14:09		22	173		0	657	II	卓状Ac	
	14:11		22	165		0	728	III	卓状Ac	
	14:13		22	157		0	796	III	卓状Ac	
	14:15		22	141		0	862	III	卓状Ac	
	14:17		22	131		0	931	III	卓状Ac	
	14:19		22	114		0	994	III	卓状Ac	
	14:21		22	102		1	71	II	卓状Ac	
	14:24		22	86		1	145	III	卓状Ac	
	14:26		22	74		1	218	II	卓状Ac	
	14:34		22	91		1	124	—		開始
	14:36		22	92		1	203	III	卓状Ac	
	14:38		22	70		1	301	III	卓状Ac	
	14:40		22	50		1	397	III	卓状Ac	
	14:42		22	44		1	490	III	卓状Ac	
	14:44		22	40		1	578	III	卓状Ac	
	14:46		22	33		1	672	III	卓状Ac	
	14:48		22	27		1	772	II	卓状Ac	
	14:51		22	12		1	859	II	卓状Ac	
	14:53		21	995		1	953	III	卓状Ac	
	14:55		21	982		2	53	III	卓状Ac	
	14:57		21	962		2	142	II	卓状Ac	
	14:59		21	944		2	230	II	卓状Ac	
	15:02		21	921		2	320	III	卓状Ac	
	15:04		21	901		2	399	II	卓状Ac	
	15:06		21	885		2	479	II	卓状Ac	
	15:08		21	849		2	560	III	卓状Ac	
	15:10		21	813		2	647	III	卓状Ac	
	15:12		21	762		2	725	III	卓状Ac	
	15:15		21	724		2	810	II	卓状Ac	
	15:17		21	667		2	890	II	枝状Ac	
	15:20		21	604		2	955	I	卓状Ac	
	15:26		21	111		3	130	—		開始
	15:28		21	149		3	189	I	Poc	
	15:31		21	146		3	284	I	卓状Ac	
	15:33		21	137		3	326	I	卓状Ac	

付表 2 (5) 調査員曳航法調査結果 (南礁)

年月日	時刻	緯度		経度		被度	優占サンゴ類	備考
		度	分	度	分			
2017. 12. 26	8:22	24	18 480	124	10 129	一		開始 (桜口)
	8:24		18 374		10 98	II	Poc	
	8:26		18 254		10 85	II	Poc	
	8:28		18 149		10 60	II	Poc	
	8:30		18 42		10 1	II	Poc	
	8:32		17 920		9 995	II	Poc	
	8:34		17 810		9 936	II	Poc	
	8:37		17 713		9 867	I	Poc	
	8:39		17 625		9 780	II	Poc	
	8:41		17 525		9 716	II	Poc	
	8:43		17 433		9 635	II	Poc	
	8:45		17 349		9 558	II	Poc	
	8:47		17 267		9 474	II	Poc	
	8:49		17 208		9 374	II	Poc	
	8:51		17 166		9 261	I	卓状Ac	
	8:52		17 180		9 154	一		開始
	8:55		17 200		9 38	I	Poc	
	8:57		17 229		8 910	I	Poc	
	9:00		17 236		8 760	II	塊状Pri	
	9:03		17 182		8 719	I	Poc	
	9:05		17 137		8 774	I	Poc	
	9:07		17 74		8 817	I	Poc	
	9:09		16 976		8 792	I	塊状Pri	
	9:11		16 893		8 826	I	塊状Pri	
	9:13		16 838		8 885	I	Poc	
	9:16		16 831		8 959	I	Poc	
	9:18		16 824		9 20	I	Poc	
	9:20		16 813		9 94	I	Poc	
	9:22		16 787		9 171	I	エビ <sup>*</sup> エタ <sup>*</sup> ハマキノコ <sup>*</sup>	
	9:24		16 755		9 241	II	Poc	
	9:29		16 760		9 260	一	開始	
	9:31		16 724		9 300	I	Poc	
	9:33		16 666		9 365	I	塊状Pri	
	9:35		16 550		9 343	I	Poc	
	9:37		16 432		9 324	I	Poc	
	9:39		16 308		9 337	I	Poc	
	9:42		16 177		9 323	I	Poc	
	9:44		16 78		9 243	I	卓状Ac	
	9:46		15 965		9 219	I	Poc	
	9:48		15 866		9 148	I	Poc	
	9:50		15 801		9 48	I	Poc	
	9:52		15 758		8 929	I	Poc	
	9:54		15 663		8 857	I	Poc	
	9:56		15 564		8 734	I	卓状Ac	
	9:58		15 536		8 619	I	Poc	
	10:00		15 530		8 596	一	開始	
	10:02		15 514		8 507	I	Poc	
	10:04		15 516		8 397	I	Poc	
	10:06		15 482		8 296	I	Poc	
	10:08		15 497		8 183	I	Poc	
	10:10		15 567		8 159	I	塊状Pri	
	10:12		15 638		8 166	I	塊状Pri	
10:18		15 659		8 191	一	開始		
10:20		15 687		8 109	I	塊状Pri		
10:22		15 672		8 5	I	塊状Pri		
10:24		15 592		7 997	I	葉状サンゴ		
10:26		15 511		7 966	I	塊状Pri		
10:28		15 414		7 923	I	Poc		
10:30		15 339		7 840	I	Poc		
10:32		15 263		7 754	II	Poc		
10:34		15 174		7 676	II	Poc		
10:38		15 108		7 590	一	開始		
10:40		15 97		7 525	II	Poc		
10:42		15 51		7 414	II	Poc		
10:44		14 971		7 317	II	Poc		
10:46		14 891		7 185	II	Poc		
10:49		14 857		7 53	II	Poc		
10:51		14 831		6 917	II	被覆状Mon		
10:53		14 806		6 782	II	Poc		
10:55		14 792		6 620	II	Poc		
10:57		14 784		6 492	II	Poc		
10:59		14 785		6 368	II	Poc		
11:02		14 799		6 738	II	Poc		
11:04		14 808		6 109	II	Poc		
11:06		14 827		6 981	II	Poc		

注1) 被度階級：Ⅰ：<5%、Ⅱ：5%-25%、Ⅲ：25%-50%、Ⅳ：50%-75%、Ⅴ：75%<

注2) Ac：ミドリイシ属、Poc：ハナヤサイサンゴ科、Pri：ハマサンゴ属、Mil：アナサンゴモドキ属、  
Mon：コモンスンゴ属

#### 4.4 サンゴ礁分布図の作成

サンゴ礁分布図は1/25,000地形図をベースに作成した（別冊）。調査対象海域の1/25,000地形図の図名及び範囲を図4.4.1に示す。地形図数は合計15枚である。なお、調査対象海域全体のサンゴ礁分布図を図4.4.3に示した。

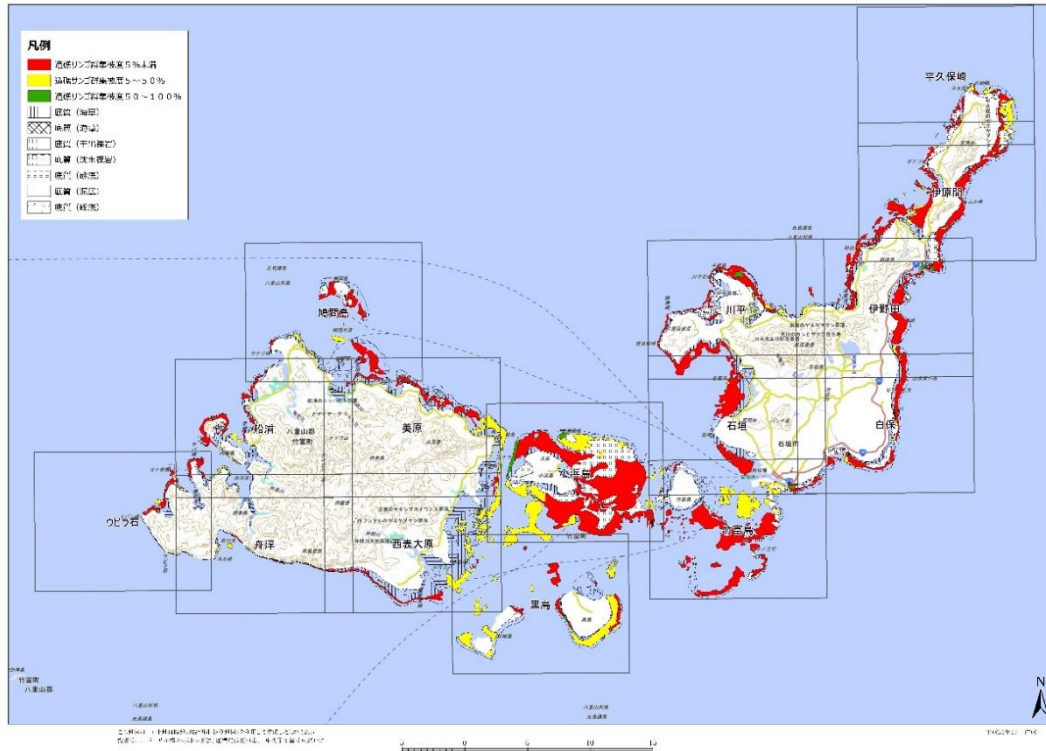


図 4.4.1 調査対象海域の1/25,000地形図図名及び範囲

調査対象海域を石垣島、石西礁湖、西表島の3海域に区分し（図4.4.2及び図4.4.3）、海域別のサンゴ被度別面積を表4.4.1に示す。

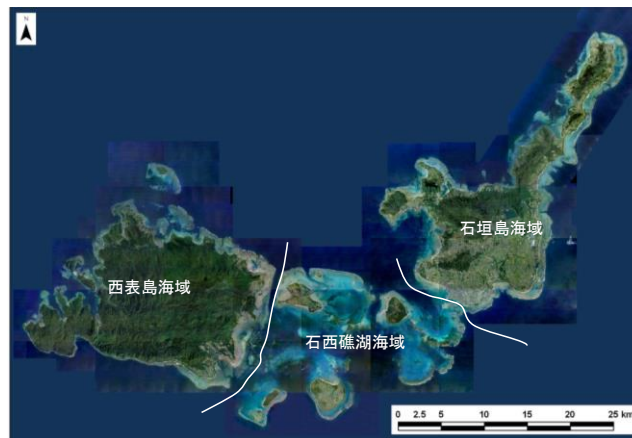


図 4.4.2 調査対象海域の海域区分

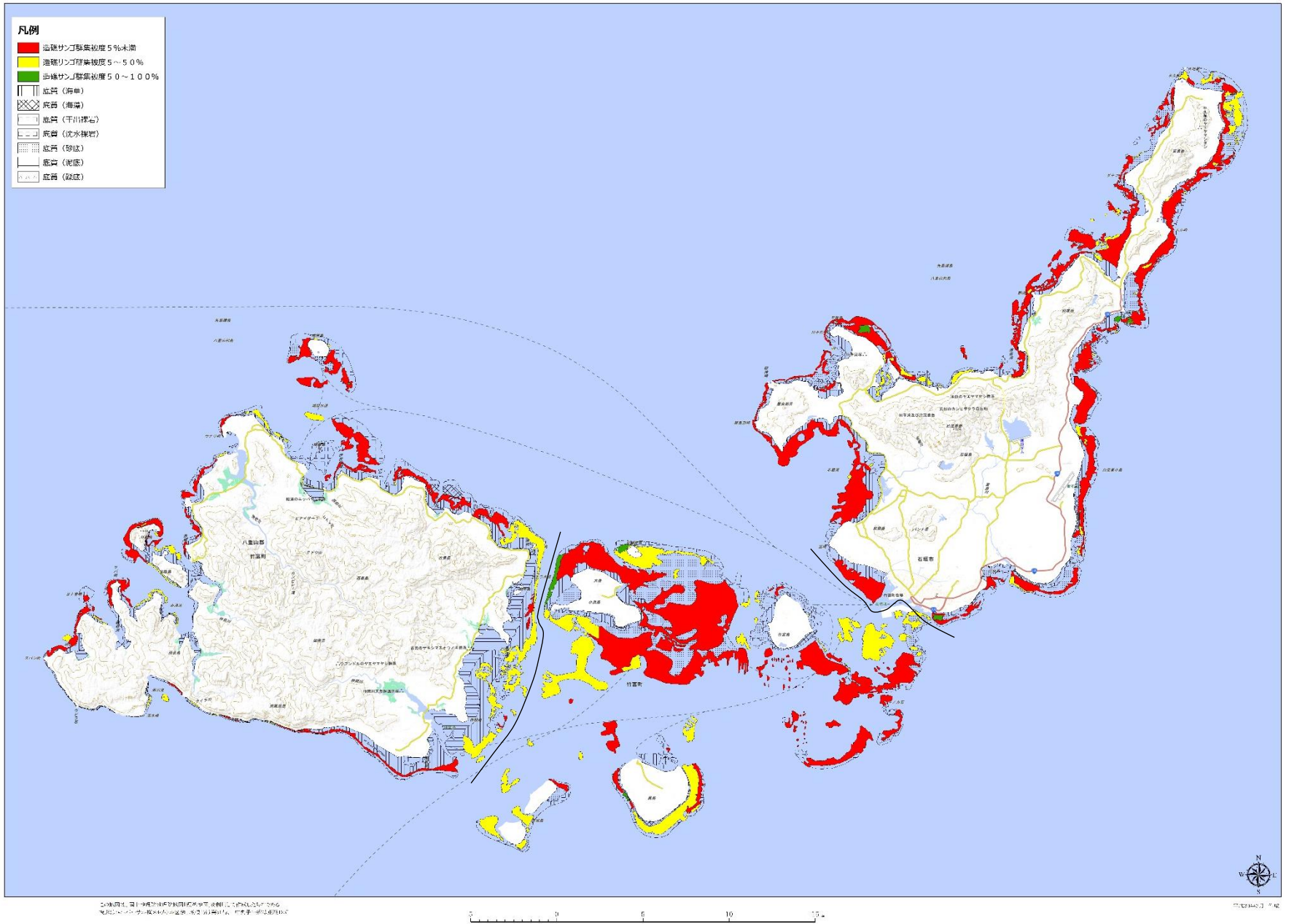


図 4.4.3 サンゴ礁分布図 (実線は海域区分)

表 4.4.1 海域別のサンゴ被度別面積 (ha)

海域	サンゴ被度			面積計 (ha)
	<5%	5-50%	50%<	
石垣島	3,846.9	452.4	64.1	4,363.4
石西礁湖	4,569.5	2,125.4	94.2	6,789.1
西表島	1,439.0	941.3	1.5	2,381.8
計	9,855.4	3,519.1	159.8	13,534.3

サンゴ被度 5%以下の分布面積が 3 海域とも最大となっているが、これは 2016 年に広範囲に発生した夏季高水温が原因と考えられるサンゴの白化現象により、多くのサンゴが死滅したことによるものと考えられる。環境省が行った平成 28 年度石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査結果（9 月－10 月）によれば、調査した 35 地点の平均白化率は 97.1%に達しており、このうち多くのサンゴが死滅し、平均サンゴ被度は白化前の 29.5%から 2017 年 6 月には 12.5%に低下した（平成 29 年度同上調査結果）。石垣島海域、西表島海域においても同様の傾向がみられている。

サンゴ被度 5-50%の分布面積についても、その大半は 20%以下の低被度域である。平成 29 年度に行ったモニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査の結果では、サンゴ被度が 5-50%であった八重山海域 130 地点のうち、サンゴ被度 20%以下が 83 地点（64%）を占めた。また、平成 29 年度石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査（35 調査地点）の結果では、サンゴ被度 5-50%調査地点（19 地点）のうち、14 地点（74%）がサンゴ被度 20%以下であった。

しかし、いずれの海域も、今後サンゴの加入があれば、サンゴ群集が回復する可能性があり、現在は低被度であるが、分布域としてはサンゴ群集域として位置づけられる。

#### 4.5 GIS データの作成

サンゴ礁分布図に係る GIS データを作成した。サンゴ礁分布図と調査地点図はそれぞれ別のレイヤーとし、シェープファイルで作成した（表 4.5.1）。

表 4.5.1 作成したシェープファイル

No	内容	作成者	調査年度	作成年	ファイル名
1	サンゴ礁分布図を作成するための成果版のデータ	いであ株式会社	2017	2018年3月	sekiseishoko_2017.shp sekiseishoko_2017.shx sekiseishoko_2017.dbf sekiseishoko_2017.prj
2	2017年度実施の現地調査地点	いであ株式会社	2017	2018年3月	現地調査結果2017.shp 現地調査結果2017.shx 現地調査結果2017.dbf 現地調査結果2017.prj

<属性情報>

sekiseishoko_2017				
アイテム名	内容	データ形式	説明	調査内容
H20_CODE	更新後の底質コード（凡例は同じ）	整数型（3桁）	オリジナル	2008年調査
H20_ID	更新後のポリゴン識別ID：海域区分コード（3桁）＋ポリゴン識別番号（6桁）（例：880000001）	長整数型（9桁）	過年度調査結果	2008年調査
FL_H28	ポリゴン情報の更新あり=1/なし=0	整数型	追加情報	2017年度調査
H28_CODE	更新後の底質コード（凡例は同じ）	整数型（3桁）	追加情報	2017年度調査
H28_ID	更新後のポリゴン識別ID：海域区分コード（3桁）＋ポリゴン識別番号（6桁）（例：880000001）	長整数型（9桁）	追加情報	2017年度調査

現地調査結果2017				
アイテム名	内容	データ形式	説明	調査内容
St	地点No	テキスト		2017年度調査
Place	地点名	テキスト		2017年度調査
LatStr	経度表示	テキスト		2017年度調査
LonStr	緯度表示	テキスト		2017年度調査
Lat	経度（10進度）	倍精度浮動小数点型		2017年度調査
Lon	緯度（10進度）	倍精度浮動小数点型		2017年度調査



## 5. サンゴ群集の分布変遷

調査対象海域におけるサンゴ群集については、これまで、空中写真や衛星画像によるリモートセンシングにより次のような調査が実施され、ポリゴン作成によるサンゴ礁分布図が作成されている。

①第5回自然環境保全基礎調査（環境庁、1991年調査、図5.1）

②サンゴ礁マッピング調査（環境省、2008年調査、図5.2）

そこで、これらの調査結果を基にし、今回の調査結果と比較し、サンゴ群集の分布変遷を海域別に検討した。

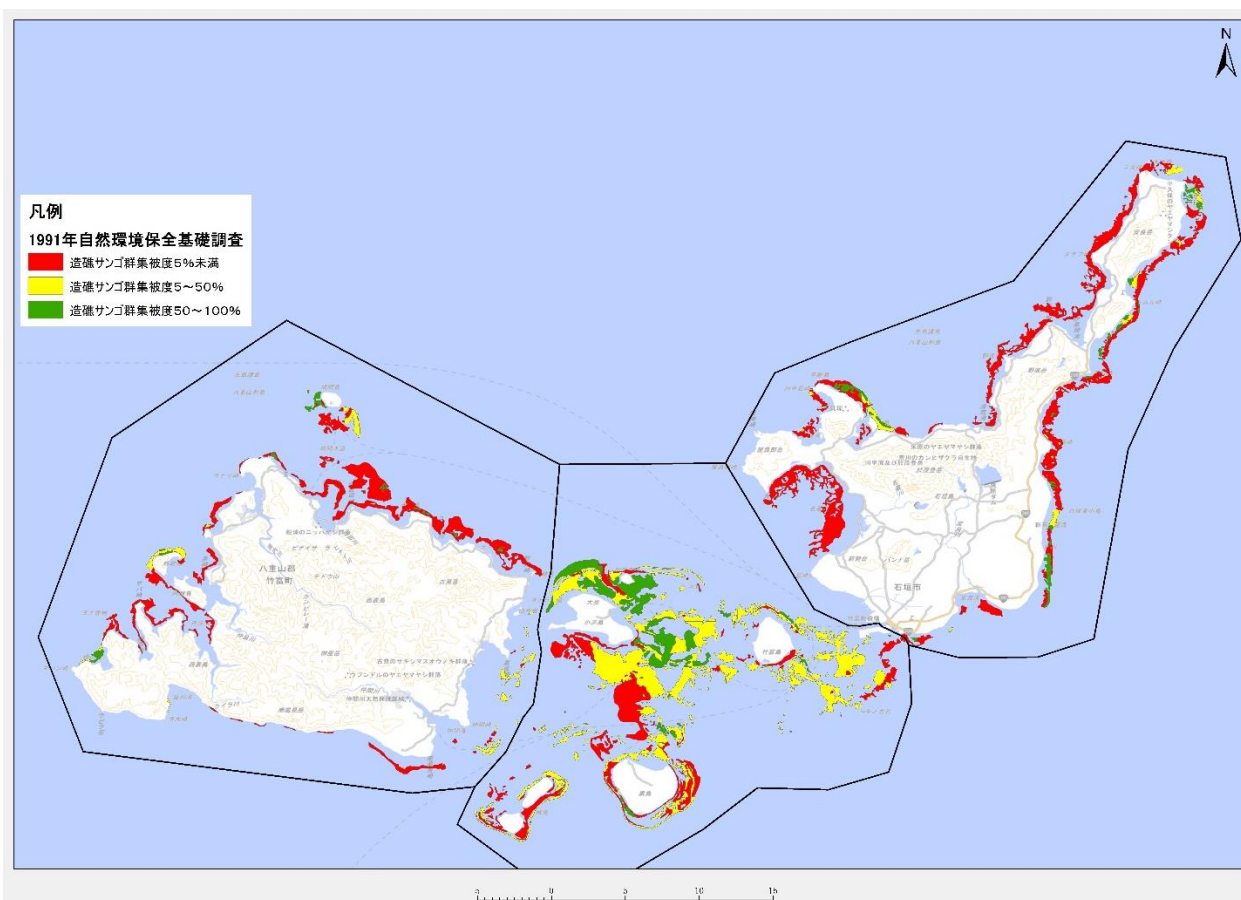


図 5.1 サンゴ群集被度分布図（1991年調査）

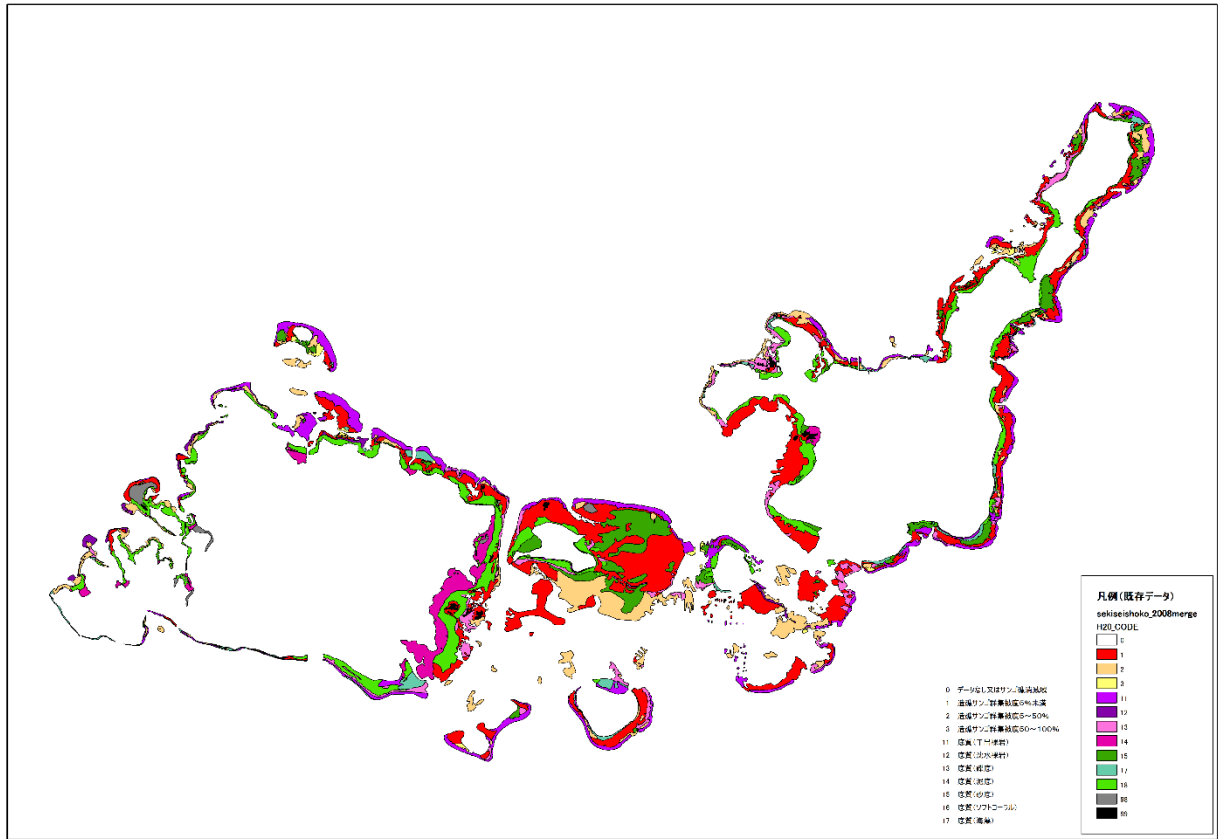


図 5.2 サンゴ群集被度分布図 (2008 年調査)

## 5.1 海域別のサンゴ群集の分布変遷

### (1) 石垣島

サンゴ被度別分布面積の変遷を表 5.1.1 に、その割合の変遷を図 5.1.1 に示す。またサンゴ礁底性状別面積の変遷を表 5.1.2 に示す。

表 5.1.1 石垣島におけるサンゴ被度別分布面積の変遷 (ha)

調査年	サンゴ被度別面積 (%)			面積計
	<5%	5-50%	50%<	
1991 年	3,279.3(84.8)	258.2(6.7)	330.5(8.5)	3,868.0
2008 年	3,287.0(77.8)	879.0(20.8)	56.8(1.3)	4,222.8
2017 年	3,846.9(88.2)	452.4(10.4)	64.1(1.5)	4,363.4

注 1) 1991 年のサンゴ礁分布図は手作業による作図、求積のため、2008 年及び 2017 年のサンゴ礁分布図とは面積に誤差が生じている。また、1991 年の調査で裸岩とした場所が 2017 年では解釈の違いにより被度 5-50%とされている部分がある。

注 2) サンゴ被度別分布面積の割合 (%) は小数第 2 位を四捨五入しており、合計値が 100%にならない場合がある。

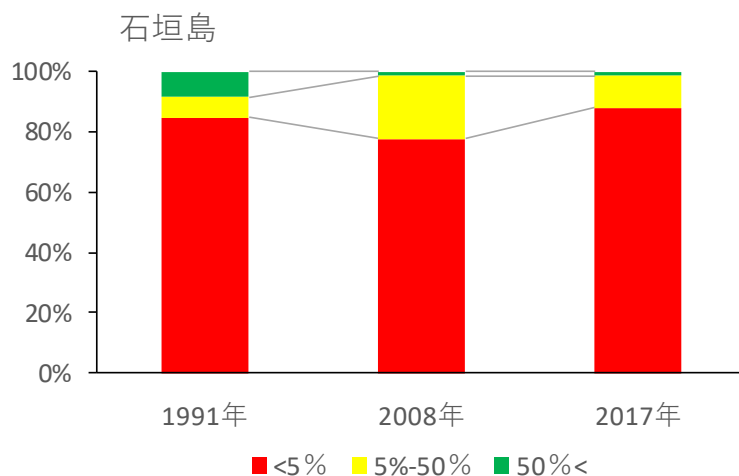


図 5.1.1 石垣島におけるサンゴ被度別分布面積割合の変遷

表 5.1.2 石垣島におけるサンゴ礁底性状別分布面積の変遷 (ha)

調査年	サンゴ	海草	海藻	干出裸岩	沈水裸岩	砂底	泥底	礫底	ソフト コーラル	消滅域	面積計
1991年	3,868	804	130	2,635	12	1,900	164	0	32	63	9,608
	(40.3)	(8.4)	(1.4)	(27.4)	(0.1)	(19.8)	(1.7)	(0)	(0.3)	(0.7)	
2008年	4,223	1,509	266	1,184	7	865	76	641	0	0	8,771
	(48.1)	(17.2)	(3.0)	(13.5)	(0.1)	(9.9)	(0.9)	(7.3)	(0)	(0)	
2017年	4,363	1,674	52	1,282	7	1,218	76	81	0	0	8,753
	(49.8)	(19.1)	(0.6)	(14.6)	(0.1)	(13.9)	(0.9)	(0.9)	(0)	(0)	

注 1) 1991 年の調査で干出裸岩の面積が多くなっているが、これは礁が発達した石垣島東岸の礁縁部分をより広く含んだ面積となっていることによる。空中写真（1991 年調査）では、礁縁まで判読しているが、2017 年の調査で使用した衛星画像では、礁嶺の外側を外洋域として、マスキングを行っていることによる差である。

注 2) 各分布面積の割合 (%) は小数第 2 位を四捨五入しており、合計値が 100% にならない場合がある。

1991 年頃においては、八重山群島はオニヒトデの大発生による食害のため、サンゴ群集は衰退しており、石垣島海域も例外ではなく、サンゴ群集の 84.8% はサンゴ被度 5% 未満であった。サンゴ被度 50% 以上の高被度域は、主として石垣島東岸に点在し（北部浦崎付近、明石～伊原間付近、白保付近）、西岸では川平湾付近に限られている。2008 年では、2007 年に発生したサンゴの白化現象の影響もあり、それらの高被度域も大半は衰退し、伊原間西岸等にわずかに残すのみとなった。2017 年では、2016 年に発生したサンゴの白化現象の影響もあり、サンゴ被度 5% 未満の分布域が増加し、サンゴ被度 5-50% の分布域が減少した。サンゴ被度 50% 以上の高被度域は川平湾付近、石垣市街地付近、石垣島北部に点在するのみである。

(2) 石西礁湖

サンゴ被度別分布面積の変遷を表 5.1.3 に、その割合の変遷を図 5.1.2 に示す。またサンゴ礁底性状別面積の変遷を表 5.1.4 に示す。

表 5.1.3 石西礁湖におけるサンゴ被度別分布面積の変遷 (ha)

調査年	サンゴ被度別面積 (%)			面積計
	<5%	5-50%	50%<	
1991年	3,804.8 (42.8)	3,791.8 (42.6)	1,295.8 (14.6)	8,892.4
2008年	4,592.1 (69.3)	1,980.6 (29.9)	55.3 (0.8)	6,628.0
2017年	4,569.5 (67.3)	2,125.4 (31.3)	94.2 (1.4)	6,789.1

注 1) 1991年のサンゴ礁分布図は手作業による作図、求積のため、2008年及び2017年のサンゴ礁分布図とは面積に誤差が生じている。

注 2) 1991年の調査範囲のうち、2008年及び2017年の調査で水深が深いため砂底域とした範囲は、比較のため1991年サンゴ被度分布図の求積範囲から除いた。その範囲を図 5.1.3 に示した。

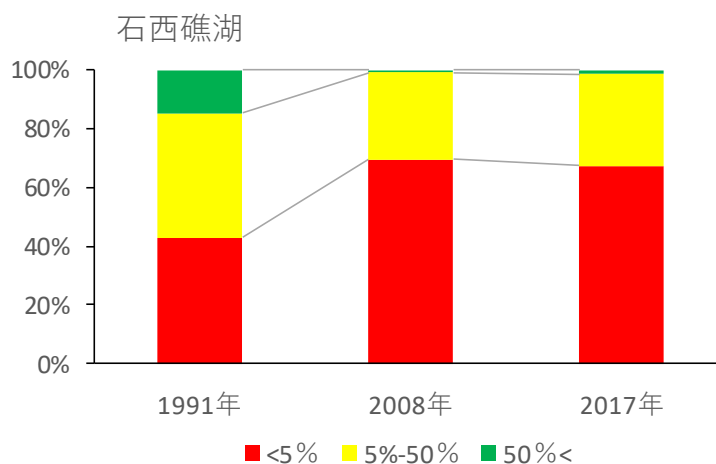


図 5.1.2 石西礁湖におけるサンゴ被度別分布面積割合の変遷

表 5.1.4 石西礁湖におけるサンゴ礁底性状別分布面積の変遷 (ha)

調査年	サンゴ	海草	海藻	干出裸岩	沈水裸岩	砂底	泥底	礫底	ソフトコーラル	消滅域	面積計
1991年	8,892	446	320	750	92	9,325	275	0	324	46	20,470
	(43.4)	(2.2)	(1.6)	(3.7)	(0.4)	(45.6)	(1.3)	(0)	(1.6)	(0.2)	
2008年	6,628	546	139	1,199	41	1,650	0	626	0	0	10,829
	(61.2)	(5.0)	(1.3)	(11.1)	(0.4)	(15.2)	(0)	(5.8)	(0)	(0)	
2017年	6,789	598	132	1,301	41	2,083	0	15	0	0	10,959
	(61.9)	(5.5)	(1.2)	(11.9)	(0.4)	(19.0)	(0)	(0.1)	(0)	(0)	

注) 1991年のサンゴ分布面積は、その後の調査で砂底域とされた面積を除いた数値である。1991年の調査では砂底とされた面積が多いが、その後の調査では、水深が深いため調査対象とされていない。

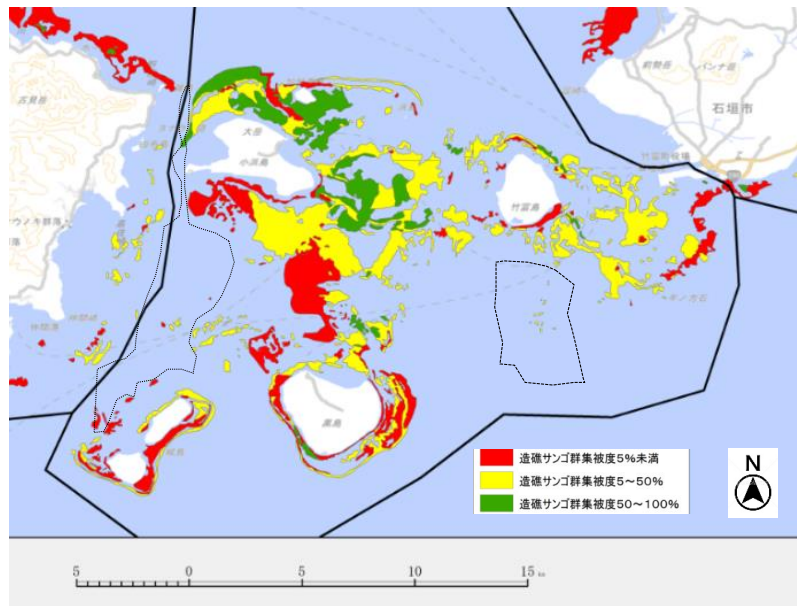


図 5.1.3 1991 年のサンゴ被度分布図（主要な砂底域を除外した結果）  
 （点線範囲が除外した部分。ただし、点線範囲内に分布しているサンゴ群集域は離礁のため、求積対象としている。）

1991 年頃においては、オニヒトデによる食害の影響を受け、サンゴ群集の回復は顕著にはみられておらず、石西礁湖の西部には広くサンゴ被度 5%未満の分布域が広がっている。高被度域は小浜島周辺海域に限られており、竹富島周辺海域はサンゴ被度 5-50%の分布域が広がっている。2008 年では、2007 年に発生したサンゴの白化現象により、小浜島周辺の高被度サンゴ群集は衰退し、竹富島周辺海域のサンゴ被度 5-50%の群集もサンゴ被度 5%未満の低被度サンゴ群集となっている。2017 年では、サンゴ被度 50%以上の分布域は、わずかに増加し、ヨナラ水道東岸及びカヤマ島周辺にみられたものの、サンゴ被度 5-50%の分布域の大半は被度 20%以下の低被度域とみられ、2016 年に発生したサンゴ白化現象の影響を受けて、礁湖全体としては経年的に衰退した状態にある。

### (3) 西表島

サンゴ被度別分布面積の変遷を表 5.1.5 に、その割合の変遷を図 5.1.4 に示す。またサンゴ礁底性状別面積の変遷を表 5.1.6 に示す。

表 5.1.5 西表島におけるサンゴ被度別分布面積の変遷 (ha)

調査年	サンゴ被度別面積 (%)			面積計
	<5%	5-50%	50%<	
1991年	2,084.9(81.9)	317.9(12.5)	141.4(5.6)	2,544.2
2008年	1,360.2(62.2)	728.2(33.3)	97.0(4.4)	2,185.4
2017年	1,439.0(60.4)	941.3(39.5)	1.5(0.1)	2,381.8

注1)1991年分布図は手作業による作図、求積のため、2008年及び2017年のサンゴ礁分布図とは面積に誤差が生じている。

注2)サンゴ被度別分布面積の割合(%)は小数第2位を四捨五入しており、合計値が100%にならない場合がある。

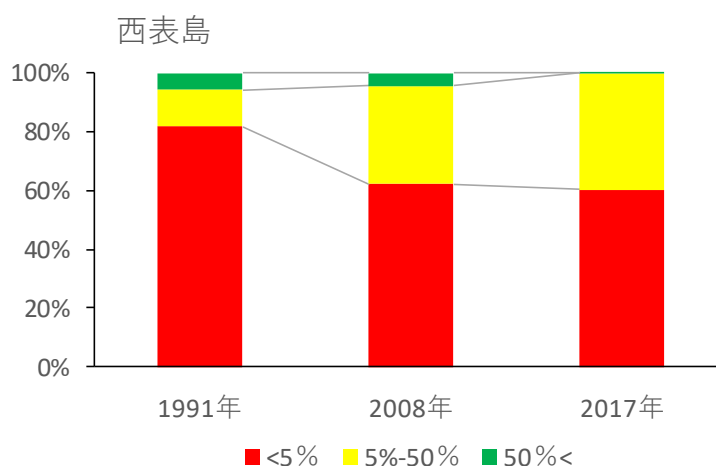


図 5.1.4 西表島におけるサンゴ被度別分布面積割合の変遷

表 5.1.6 西表島におけるサンゴ礁底性状別分布面積の変遷 (ha)

調査年	サンゴ	海草	海藻	干出裸岩	沈水裸岩	砂底	泥底	礫底	ソフト コーラル	消滅域	面積計
1991年	2,544	2,224	91	1,798	20	778	1,023	6	45	3	8,532
	(29.8)	(26.1)	(1.1)	(21.1)	(0.2)	(9.1)	(12.0)	(0.1)	(0.5)	(0.0)	
2008年	2,185	2,175	299	1,230	212	141	1,319	420	0	0	7,981
	(27.4)	(27.3)	(3.7)	(15.4)	(2.7)	(1.8)	(16.5)	(5.3)	(0)	(0)	
2017年	2,382	2,350	166	1,230	198	171	1,329	200	0	0	8,026
	(29.7)	(29.3)	(2.1)	(15.3)	(2.5)	(2.1)	(16.6)	(2.5)	(0)	(0)	

注)各分布面積の割合(%)は小数第2位を四捨五入しており、合計値が100%にならない場合がある。

1991年頃においては、オニヒトデによる食害のため、サンゴ被度50%以上の高被度域は崎山湾、鳩間島西岸等にわずかにみられるのみで、大半はサンゴ被度5%未満の低被度域である。2008年では、回復途上のサンゴ群集が広がり、サンゴ被度5%未満の低被度域は減少したが、サンゴ被度50%以上の高被度域の面積にはほとんど変化はみられない。2017年では、2016年に発生したサンゴの白化現象の影響もあり、サンゴ被度50%以上の高被度域は激減した。



## 5.2 石西礁湖におけるサンゴ群集の長期的変遷

### (1) 礁池・礁湖における変遷

石西礁湖の面的なサンゴ群集分布調査については、環境庁が1980年、海中景観の保全と活用計画策定のため、カラー空中写真（国土地理院1977年撮影）画像を基に現地調査を行い、サンゴ類分布図を作成したのが端緒である（図5.2.1）<sup>1</sup>。この当時、この海域においてサンゴ群集に大きな影響を及ぼすオニヒトデの大発生はまだ局所的で、また、大きな人為的環境攪乱もなかったことから、このサンゴ類分布図は人為的影響を受けていないサンゴ群集の極相的状态を示していると考えられる。同分布図では量的データが示されていないものの、石西礁湖全域がサンゴ群集分布域とされており、死滅サンゴ域は1974年からみられ始めたオニヒトデによる食害を被ったと思われるウマノハピー礁湖に限られている。サンゴ被度の高い枝状ミドリイシの分布は小浜島東部から竹富島を経てウマノハピーにかけての海域、ウラビシから黒島キャングチ礁池にかけての海域及びマイビシ付近の海域に広がり、サンゴ群集がほぼ最大限に成長した状態だったと推定される。

1980年の調査直後、石西礁湖ではオニヒトデの大発生が起り、礁湖内のサンゴはオニヒトデの食害により、小浜島周辺を除いてほぼ死滅した。その後、1980年代にはほとんどサンゴの回復は進まなかったが、1990年代初頭から次第にサンゴ群集の回復の兆しがみられるようになった。

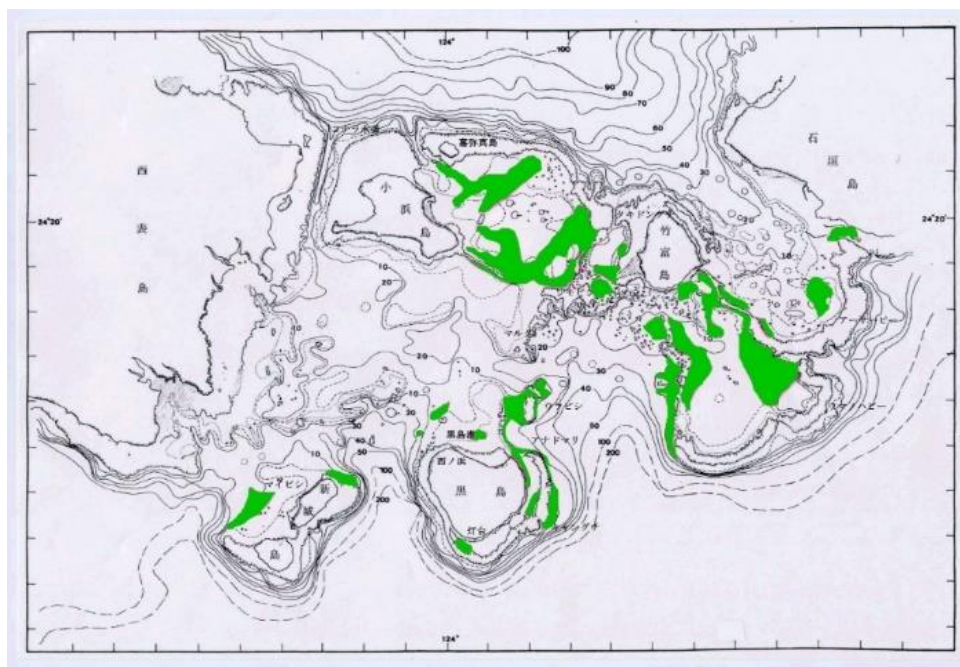


図 5.2.1 1980年頃の枝状ミドリイシ高被度分布域（被度50%以上）

<sup>1</sup> 環境庁自然保護局・国立公園協会（1981）浅海における海中景観の保全と活用の推進に関する調査報告書（西表国立公園石西礁湖の保全と活用）、161pp.



図 5.2.2 1991 年の高被度サンゴ群集分布域（被度 50%以上）

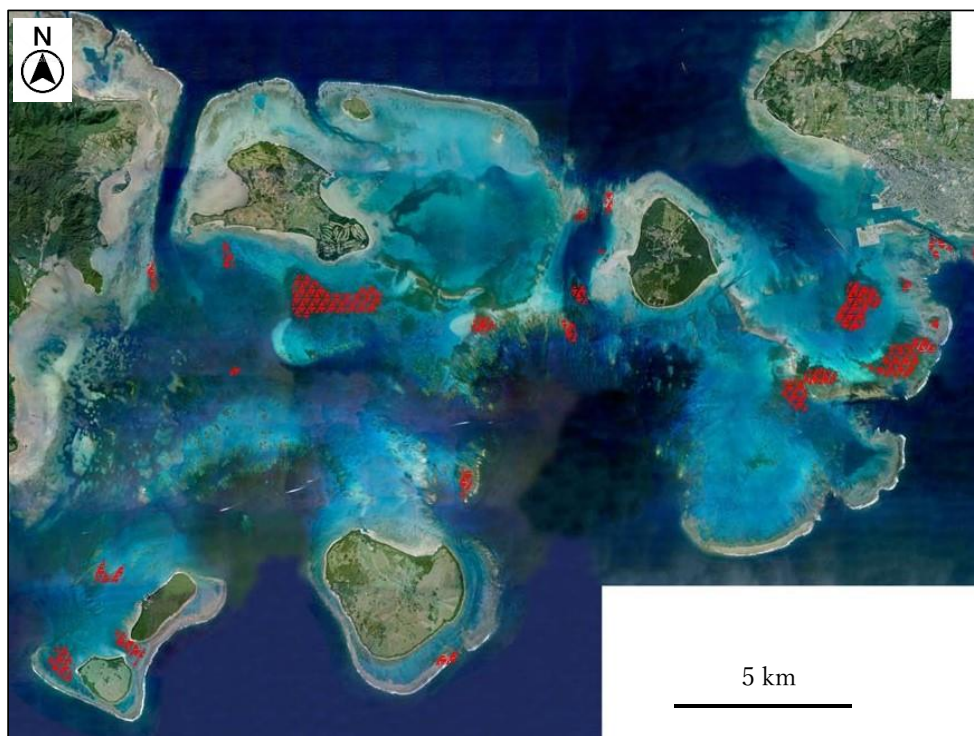


図 5.2.3 2002 年の高被度サンゴ群集分布域（被度 50%以上）<sup>2</sup>

<sup>2</sup> 環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所・国土環境株式会社（2003）平成 14 年度石西礁湖自然再生調査（サンゴ群集分布調査）報告書





図 5.2.4 2008 年の高被度サンゴ群集分布域（被度 50%以上）

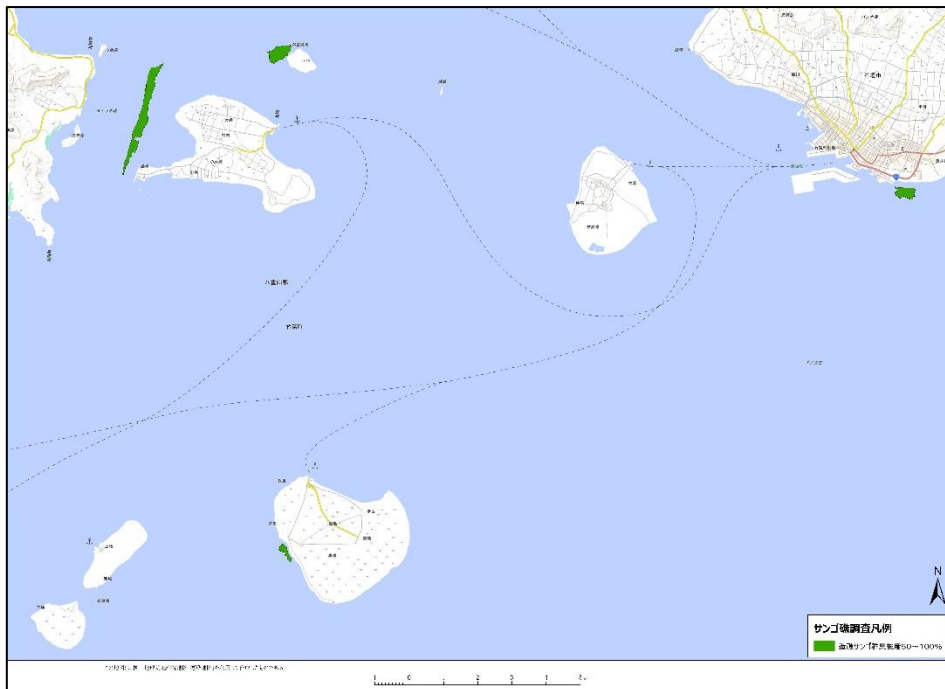


図 5.2.5 2017 年の高被度サンゴ群集分布域（被度 50%以上）

1991 年に行われた第 5 回自然環境保全基礎調査サンゴ礁調査の結果（図 5.2.2）は、石西礁湖において最もサンゴ群集が衰退した後、回復に向かい始めた状況が把握されたものである。同調査結果によれば、石西礁湖のサンゴ群集は被度 5%未満（被度階級+）

の割合が 42.8%、被度 5～50%（被度階級Ⅰ、Ⅱ）が 42.6%、被度 50～100%（被度階級Ⅲ、Ⅳ）が 14.6%と礁湖の半分近くが被度 5%未満の低被度域であった。

上述した 1980 年の調査により作成されたサンゴ類分布図において、サンゴ被度の高い枝状ミドリイシの分布域は、ミドリイシ枝高型密分布域として記されており、この分布域は同調査の被度調査データからほぼサンゴ被度 50%以上と推定される。この分布域と同様にサンゴ被度 50%以上と推定される多種サンゴ密分布域の両分布域を高被度域とし、この高被度域が 1991 年に行われた第 5 回自然環境保全基礎調査時にどのように変化したかを比較すると、小浜島北部では増加があるものの、竹富島南部では消滅、黒島周辺、新城島周辺ではほぼみられなくなっている。このように、石西礁湖では、1980 年当時に見られたサンゴ被度 50%以上の高被度域が 1980 年代のオニヒトデの大発生による食害により、1991 年にはその面積を大幅に減じ、サンゴ群集分布域を著しく減少させた。

1990 年代、サンゴ群集の回復は進んだが、1998 年、石西礁湖では大規模なサンゴの白化現象が発生し、サンゴ群集は場所によっては衰退した。その後、石西礁湖自然再生事業が開始され、同事業の一環として、2002 年に空中写真画像判読によるサンゴ礁分布図が作成され、サンゴ群集の分布状況が把握されるとともに、サンゴ被度 50%以上の高被度域が抽出された（図 5.2.3）。

黒島では、1991 年と比較して、サンゴ群集分布域の変化はほとんどみられず、低被度域が広がり、東側の礁池にわずかに高被度域が出現したが、かつての枝状ミドリイシではなく、エダアザミサンゴの群集であった。また、小浜島周辺では、1991 年に分布していた小浜島東側の広範な枝状ミドリイシの群集が消滅した。一方、新城島周辺では、卓状ミドリイシが回復し、高被度域が広がっていた。石垣港沖では、アーサーピー礁湖の枝状ミドリイシの回復が著しく、1980 年当時よりも分布面積は大きくなった。

2007 年、石西礁湖を含むサンゴ礁域で再び大規模なサンゴの白化現象が発生し、礁湖南部を中心としてサンゴの死滅が広がった。そのため、環境省では 2008 年に石西礁湖を含む全国のサンゴ礁分布図を衛星画像解析により作成した<sup>3</sup>。このうち、石西礁湖におけるサンゴ礁分布図を図 5.2.4 に示す。海域の多くがサンゴ被度 5%未満で占められていることがわかる。海藻分布域もサンゴ群集分布域としてとらえることもできるが、その場合、大半が低被度域で、サンゴ被度 50%以上の高被度域はわずかに点在するだけである。

このように石西礁湖のサンゴ群集は 1980 年までの極相的状态からオニヒトデの大発生による大規模な衰退を経て、1990 年頃まで顕著な回復のみられない状態が続いていたが、1990 年代後半には急速に回復するほどになった。しかし、1998 年に琉球列島全域で発生した大規模なサンゴの白化現象により、礁湖南部を除いて、再び礁湖のサンゴ群集は衰退した。2007 年には再びサンゴの白化現象が発生し、礁湖南部のサンゴ群集も衰退した。

2017 年の調査結果から、石西礁湖のサンゴ群集は、2016 年に発生したサンゴの白化現

<sup>3</sup> 国立環境研究所（2009）平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書

象によりサンゴ群集の衰退が進んだ状態となったが、主としてヨナラ水道で比較的影響を受けなかった場所がみられ、高被度域の面積はわずかに増加した。

近年、気候変動によると考えられる海水温の上昇がみられ、気象庁データによれば、八重山諸島海域においても年平均平年差は、1901年以降で、1998年（+0.9℃）、2016年（+0.8℃）、2017年（+0.7℃）と1位～3位を最近の年が占めている。サンゴの白化現象が発生する第一の要因は高水温であり<sup>4</sup>、1998年、2016年は大規模な白化現象が発生した年である。今後もサンゴの白化現象は発生する恐れが大きいため、サンゴ群集の変遷について、引き続き、注視する必要がある。

## (2) 1991年と2017年の調査の比較によるサンゴ分布域の変化抽出

サンゴ被度の変化を把握するため、様々なサンゴ被度がみられる石西礁湖北部を対象とし、1991年調査で作成したポリゴンと今回の調査で作成したポリゴンを使用し、サンゴ被度5%未満分布域、5-50%分布域、50-100%分布域の各々について、サンゴ被度の変化（黄緑：1段階昇格、緑：2段階昇格、黄：1段階降格、赤：2段階降格）を示した図を作成した（図5.2.6）。これによれば、小浜島南東部や小浜島一カヤマ島間に2段階降格域が広がっている。これは1991年にはサンゴ被度50%以上の高被度域であったものが、2017年にサンゴ被度5%未満の低被度域となったものである。一方、2段階昇格域は、カヤマ島北西部の1段階昇格域の縁辺にわずかにみられるのみである。1段階昇格域はカヤマ島北西部及び小浜島南部にみられる（表5.2.1）。

---

<sup>4</sup> 山野博哉（2017）世界と日本におけるサンゴ礁の状況、今後の予測、そして保全に向けた取組，日本サンゴ礁学会誌，19：41-49.

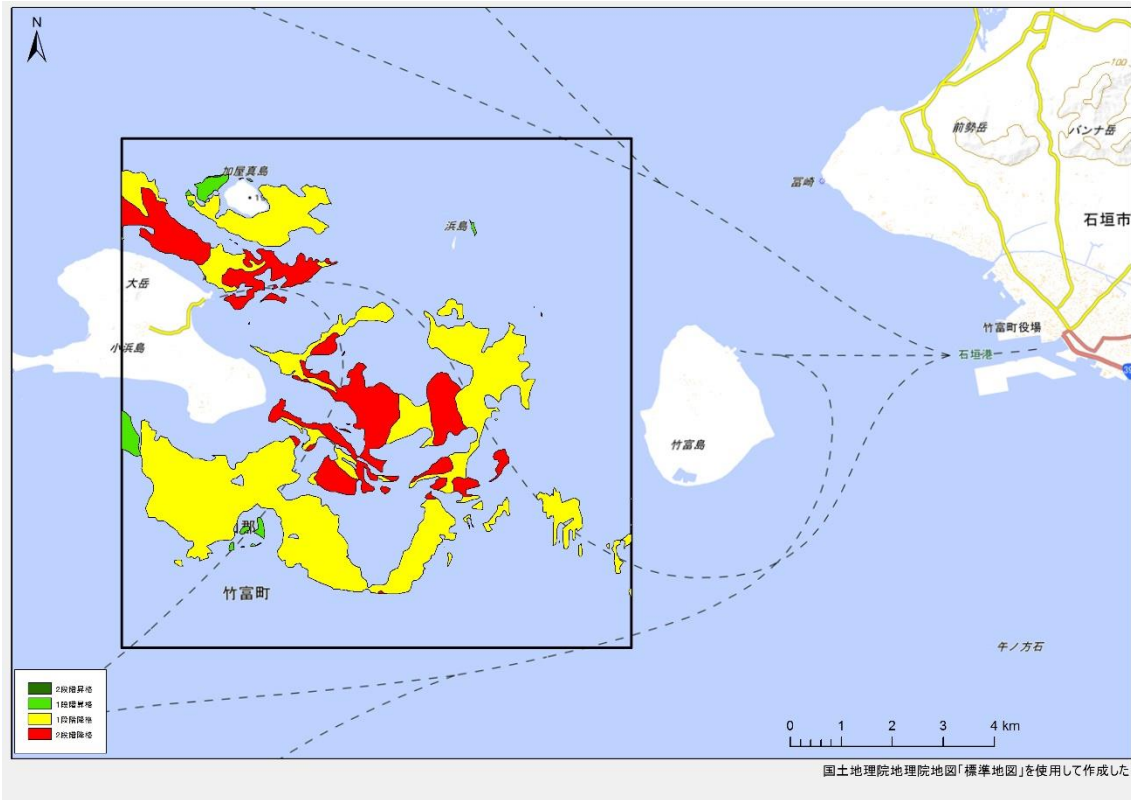


図 5.2.6 石西礁湖北部におけるサンゴ群集被度の変化（1991 年ー2017 年）

表 5.2.1 石西礁湖サンゴ群集被度変化の面積

ランク	サンゴ分布面積 (ha)		ランク説明
2 段階昇格	0.7		被度 5%未満→被度 50%以上
1 段階昇格	50.7	33.0	被度 5%未満→被度 5-50%
		17.7	被度 5-50%→被度 50%以上
1 段階降格	1,472.1	1,309.5	被度 50%以上→被度 5-50%
		162.6	被度 5-50%→被度 5%未満
2 段階降格	558.0		被度 50%以上→被度 5%未満

### (3) 礁縁における変遷

礁縁におけるサンゴ群集については、調査員曳航法による調査が前述の 1991 年、2003 年のほか 2009 年<sup>5</sup>にも実施されている。これらと 2017 年のサンゴ被度分布図を図 5.2.7 ～図 5.2.10（ただし、図 5.2.10 は図 4.2.1 の再掲）に示す。1991 年では、北礁で比較的高被度割合が高く、黒島や新城島では低い。南礁はその中間的である。北礁はオニヒ

<sup>5</sup> 環境省那覇自然環境事務所・いであ株式会社（2010）平成 21 年度石西礁湖サンゴ礁保全総合調査業務報告書

トデの食害を免れたサンゴ群集が被度を高めていたものと思われる。2003 年では、逆に北礁では低被度割合が高くなり、南礁や黒島周辺（黒島及びウラビシ）で高被度割合が高くなった。これは、1998 年のサンゴの白化現象の発生により、北部のサンゴ群集が影響を受けたためである。ヨナラ水道では白化現象による影響が軽微で、高被度割合が高い。2009 年では、逆に北礁で非常に高被度割合が高く、南礁、黒島周辺（黒島及びウラビシ）、新城島で低被度割合が非常に高い。

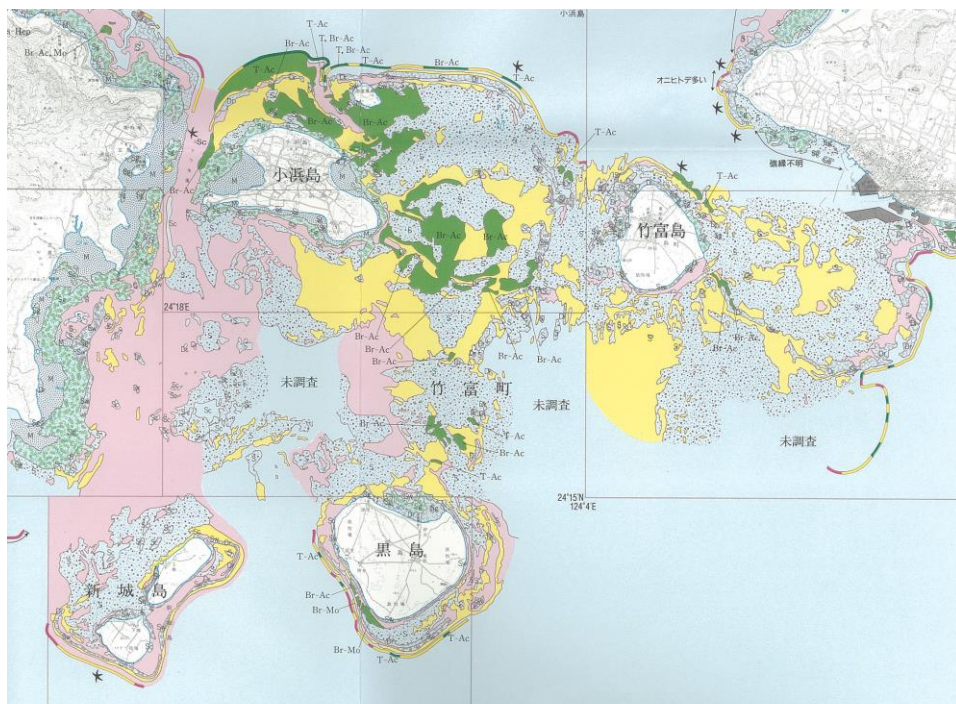


図 5.2.7 礁縁サンゴ被度分布図：帯状表示部分（1991 年、全調査距離 39.9 km）  
 （赤：サンゴ被度 5%未満、黄：サンゴ被度 5-50%、緑：サンゴ被度 50-100%）



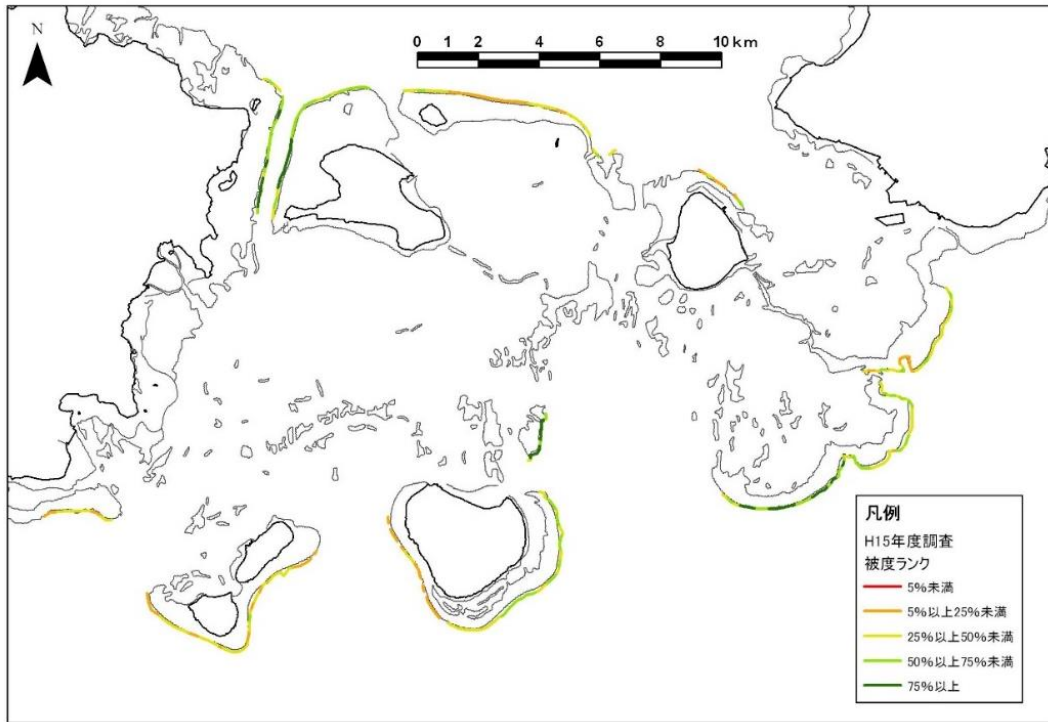


図 5.2.8 礁縁サンゴ被度分布図 (2003 年、全調査距離 60.3 km)

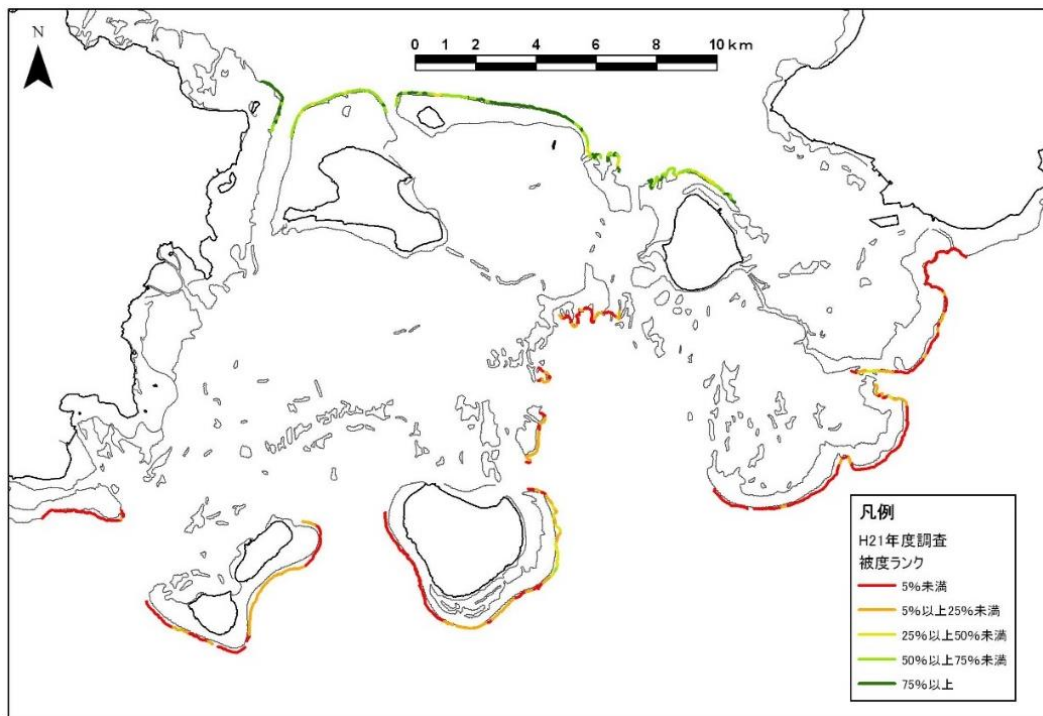


図 5.2.9 礁縁サンゴ被度分布図 (2009 年、全調査距離 74.5 km)

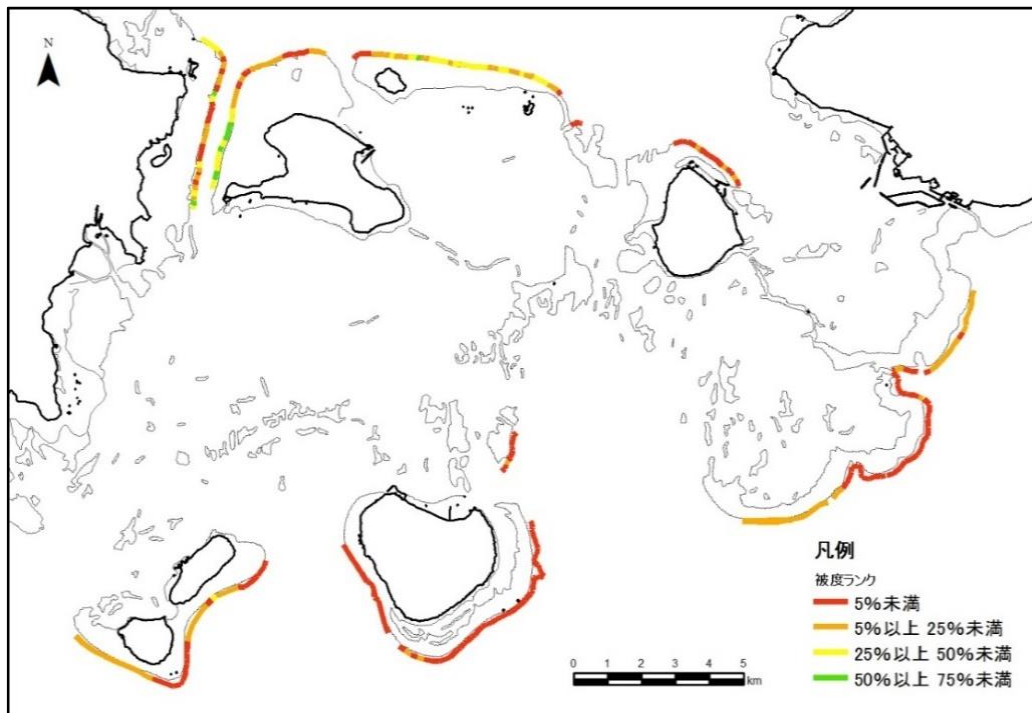


図 5.2.10 礁縁サンゴ被度分布図 (2017 年、全調査距離 57km)

次に、これらのデータを使用し、今回調査結果と比較し、その変化を検討した。1991年調査データは、1/25,000 地形図ごとに集計され、海域毎の比較ができないため、2003年、2009年、2017年について、石西礁湖を区分した海域ごとに、サンゴ被度階級別距離割合を示した (図 5.2.11、表 5.2.2)。

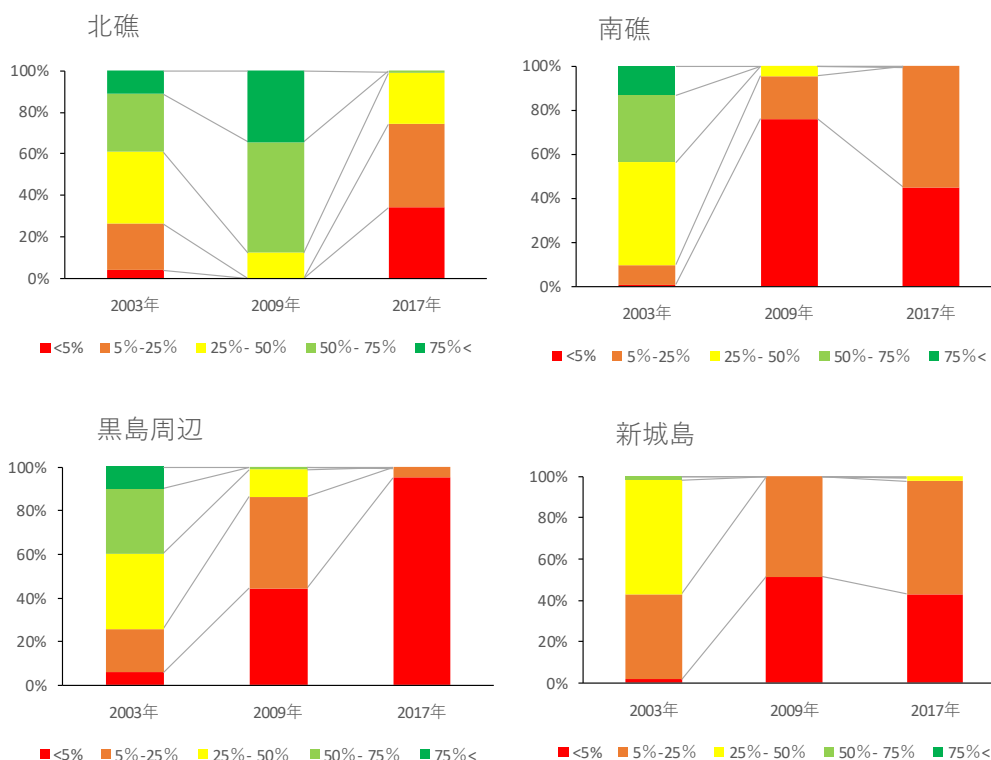


図 5. 2. 11 海域別礁縁サンゴ被度階級経年変化

表 5. 2. 2 海域別礁縁サンゴ被度別距離 (単位：m、2003 年、2009 年、2017 年)

海域	調査年	サンゴ被度					距離計(m)
		<5%	5%-25%	25%- 50%	50%- 75%	75%<	
北礁	2003年	828	4,697	7,196	5,854	2,329	20,904
	2009年	0	0	2,501	10,749	6,906	20,156
	2017年	4,169	4,884	3,012	117	0	12,182
南礁	2003年	132	1,543	8,045	5,281	2,258	17,259
	2009年	14,856	3,786	866	0	0	19,508
	2017年	7,152	8,736	0	0	0	15,888
黒島周辺	2003年	811	2,664	4,682	4,028	1,302	13,487
	2009年	6,559	6,225	1,824	160	0	14,768
	2017年	11,170	565	0	0	0	11,735
新城島	2003年	165	3,562	4,801	150	0	8,678
	2009年	4,858	4,575	0	0	0	9,433
	2017年	3,556	4,547	174	0	0	8,277

北礁では、2016年に発生したサンゴの白化現象の影響を受けて、2017年には高被度域が消滅したが、他の海域に比べれば、比較的サンゴの生残がみられる。南礁では、生残したサンゴが多少みられ、新城島と同程度である。黒島周辺では生残サンゴは極めて少なくなった。



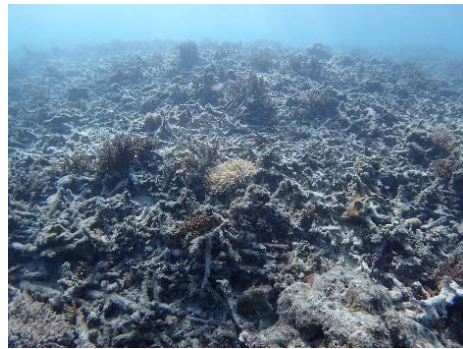
## 6. 調査地点写真

(調査地点の情報は、付表 1、24-26p に示した)

### (1) 石垣島



St. E1 (平久保崎)



St. E2 (浦崎)



St. E3 (浦崎)



St. E4 (安良崎)



St. E5 (明石)



St. E6 (伊原間)



St. E7 (玉取崎)

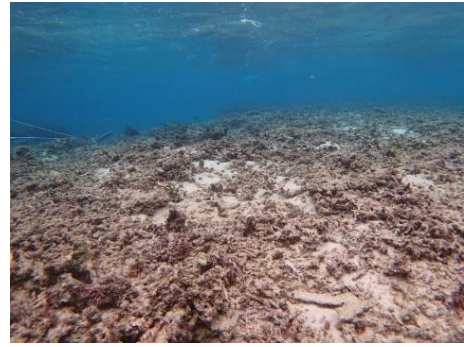


St. E8 (空港北)





St. E9 (空港沖)



St. E10 (真栄里)



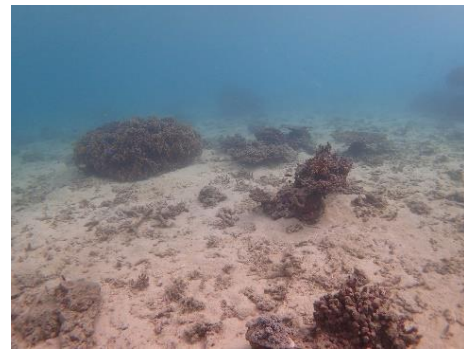
St. E11 (観音崎)



St. E12 (名蔵湾)



St. E13 (名蔵湾)



St. E14 (名蔵湾)



St. E15 (名蔵湾)



St. E16 (崎枝湾)



St. E17 (川平湾奥)



St. E18 (川平湾)



St. E19 (米原沖礁)



St. E20 (伊原間)



St. E21 (伊原間)



St. E22 (伊原間)



St. E23 (平久保崎)



St. E24 (名蔵湾)



(2) 石西礁湖



St. S1 (石垣港南)



St. S2 (石垣港南)



St. S3 (石垣港沖)



St. S4 (石垣港南)



St. S5 (竹富島南)



St. S6 (竹富島西)



St. S7 (竹富島西)



St. S8 (小浜島東)





St. S9 (小浜島南)



St. S11 (ヨナラ水道東)



St. S12 (黒島北)



St. S13 (黒島北)



St. S14 (大原沖)



St. S16 (西表島北)



St. S17 (西表島北)



St. S18 (西表島北)





St. S19 (豊原南)



St. S20 (西表島南)



St. S21 (西表島南)



St. S22 (礁湖中央)



St. S23 (観音崎南)



St. S24 (石垣港南)



St. S25 (礁湖中央)



St. S26 (観音崎南)



(3) 西表島



St. W3 (西表島北岸)



St. W4 (西表島北岸)



St. W5 (西表島北岸)



St. W6 (西表島北岸)



St. W7 (西表島北岸)



St. W8 (西表島北岸)



St. W9 (西表島北岸)



St. W10 (鳩間島)





St. W11 (鳩間島)



St. W12 (鳩間島)



St. W13 (鳩間島)



St. W14 (西表島北岸)



St. W15 (西表島西岸)



St. W16 (西表島西岸)



St. W17 (西表島西岸)



St. W18 (西表島西岸)

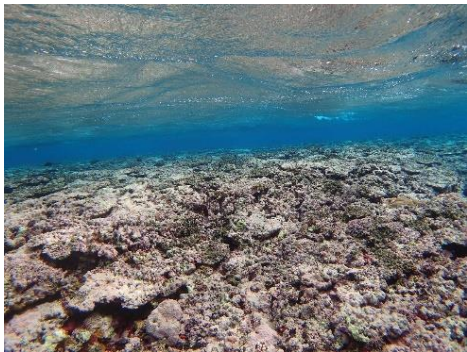




St. W20 (西表島西岸)



St. W21 (西表島西岸)



St. W22 (西表島西岸)



St. W23 (西表島西岸)



St. W24 (西表島西岸)



St. W25 (西表島西岸)

(4) 調査員曳航調査



曳航状況



曳航状況

## 7. 課題

### (1) 画像解析

今回の調査で用いた衛星画像解析手法については、環境省による「平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書」に基づき実施した。その結果、課題として次の 2 点があげられる。

第 1 点は水深補正である。海底性状の解析に当たっては、通常 Lyzenga の式を基にした水深補正が行われる。これは、海中での光スペクトルが水深により指数関数的に消散するため、同じ反射率を有するものでも水深が異なれば、異なる反射特性を示すことを補正するものである。この補正は、物理的には正しいことであるが、水深の浅いサンゴ礁衛星画像を補正した場合、得られる情報が平板なものになってしまい、性状分布図の作成が円滑に行いにくい点がある。この点は、ヒアリングを行った専門家からも指摘を受けたところである。

第 2 点は、ISODATA 法（教師なし分類）による画像分類法である。今日のサンゴ群集のように白化現象をはじめとした様々な攪乱を受けて衰退した状態では、大半が海藻類に覆われた海底性状を示すため、底質の違いによることを除くと、サンゴ群集による反射特性に差が出にくい状態となっている。従って、アルゴリズムによる画像解析だけでなく、過去のサンゴ礁分布図作成で行われたようなサンゴ礁生態系に詳しい、熟練した画像判読者による海底性状解析を加味し、サンゴ礁分布図を作成する必要がある。

このため、衛星画像を用いてこれらを行う場合の方法として、オブジェクト分類手法を試行的に検討した。

オブジェクト分類の手順は、画像分割（セグメンテーション）と分割画像結合（マージ）からなる。画像分割では、反射率などの集まり具合（集合状況）が似ている画素同士をグループ化し、画像を多数のポリゴンで表現されるオブジェクトに分割する。類似度を調整することにより、各オブジェクトの広がり調整することができる。一方、同一の分類項目に含まれる対象物もその特性には幅があるため、同一の分類項目であったとしても、多数のオブジェクトによって構成されることになる。そこで、作成されたオブジェクトを結合することによって、より現実的な分類結果にすることができる。結合において、反射率などの情報から、隣接するオブジェクトがある閾値以下であれば、そのオブジェクト同士を結合することとした。

教師なし分類（ISODATA 法）のように、画素一つ一つの特徴から分類することをピクセル（画素）ベース分類と呼ぶのに対し、画素の集まり具合から分類することをオブジェクトベース分類と呼ぶ。ピクセルベース分類の長所として、汎用性の高い結果が得られることが挙げられるが、その一方、たとえ同一の分類項目であっても画素一つ一つの特徴が非常に異なる高空間分解能の衛星画像では良い分類結果が得られないことがある。ピクセルベース分類とは逆に、オブジェクトベース分類の長所は、画素一つ一つが異なっていたとしても、それら画素の集まり具合（集合状況）で判断するため、高空間分解能衛星の画



像データであっても、比較的良好な分類結果を得ることができる。その一方、対象物の分布状況が異なれば、同一の対象物であったとしても、地域ごとにパラメータ設定を変える必要があり、対象範囲に適したパラメータ設定が非常に複雑になることが挙げられる。

試行では、RapidEye 画像を用いて、小浜島周辺について海底性状の区分を行った（図 7.1）。この区分は、これまでの熟練判読者による肉眼判読結果とよく一致していることから、この分類法を利用して、熟練判読者の解析を加味して行うことが考えられる。この分類法では、水深補正を行わないため、第 1 の問題点の解決にもつながる。



図 7.1 オブジェクト分類結果（小浜島）

## (2) 画像分類

- ①継続的に同一のプロトコルで実施していくためには、実施者の経験によるのではなく、画像分類基準を明確にしていくことが必要なため、画像解析におけるスペクトルの基準、被度区分、区分の代表的景観写真を示すなどして、より客観性を増加させることを検討する必要がある。
- ②凡例区分について、サンゴ被度区分の 5-50%については、被度の範囲が広いので、国際的な基準等を参考にし、区分することが望ましいとの指摘が専門家ヒアリングにおいてあった。

### (3) 現地調査手法

サンゴ高被度域については、サンゴ群集の高被度生残要因を検討するためにも、群集構造がわかるよう、種レベルの調査が望まれるとの指摘が専門家ヒアリングにおいてあった。

## 8. 打合せ記録簿

### (1) 専門家ヒアリング

業務遂行に当たって、対象地域のサンゴ礁に詳しい有識者等にヒアリングを行い(表 8.1)、種々の有用な知見、情報を得た。以下に各専門家からのヒアリング内容を示す。

表 8.1 ヒアリングを行った専門家

氏名	所属	専門分野	選定理由	ヒアリング内容	ヒアリング時期
土屋 誠	琉球大学名誉教授	サンゴ礁生態学	石西礁湖自然再生協議会会長として石西礁湖の実態を長年にわたり把握	・石西礁湖におけるサンゴ群集経年変化及びその攪乱要因	平成 30 年 3 月
中村 崇	琉球大学理学部准教授	サンゴ礁生態学	石西礁湖におけるサンゴ群集解析の第一人者であり、サンゴ白化現象の専門家	・平成 28 年白化現象のサンゴ種別影響度合いとその分布状況 ・白化後のサンゴ群集回復のきざし(加入状況)	平成 29 年 11 月及び平成 30 年 3 月
山野博哉	国立環境研究所生物・生態系環境研究センター長	サンゴ礁地理学	サンゴ礁におけるリモートセンシング分野のわが国における第一人者	・衛星画像分類手法 ・サンゴ礁分布図の作成手法	平成 29 年 10 月
木村 匡	自然環境研究センター上席研究員	サンゴ礁生態学	長期にわたり、モニタリングサイト 1000 調査の石西礁湖及び西表島海域調査及び石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査を担当	・白化後のサンゴ群集分布状況及び平成 29 年白化状況	平成 29 年 11 月
吉田 稔	石西礁湖自然再生協議会副会長	サンゴ礁生態学	長期にわたり、モニタリングサイト 1000 調査の石垣島調査を担当	・白化後のサンゴ群集分布状況及び平成 29 年白化状況(石垣島海域)	平成 29 年 11 月

## ヒアリング記録簿

日 時	平成 30 年 3 月 15 日 (木) 10 : 00 ~ 11 : 15	場 所	琉球大学理学部
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
方 式	会議・電話		
出席者	専 門 家	受 注 者 側	
	琉球大学理学部 土屋 誠 名誉教授	いであ(株) 藤原、石森	
<p>(ヒアリングの目的)</p> <p>調査結果の妥当性および整理・取りまとめについて、情報提供及び助言を受けること。</p> <p>(提出資料)</p> <p>1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 報告書 (案)</p> <p>(ヒアリング結果)</p> <p>報告書 (案) について説明後、下記の通りヒアリングを行った。</p>			

No.	質問事項	ご回答	対応方針
1	調査結果及び整理・とりまとめについて	・サンゴ被度分布の全体の状況については、問題ない。	ご回答通り
		・1991年と2008年、2017年のサンゴ分布面積の差は手法の違いがあるので、問題ない。	ご回答通り
		・調査目的に、過去の状況との比較する点も記載したほうがよい。	加筆
		・現地調査で実施した白化、捕食者等の結果についても記載したほうがよい。	加筆
		・1991年、2017年の比較の項目で、昇格、降格の説明を加えたほうがよい	表 5.2.1 に加筆
		・1991年の礁縁調査図にどれが礁縁分布かをわかるようにしたほうがよい	注) で説明を加筆
		・礁縁における変遷で2017年礁縁調査結果が21pにあることを記載したほうがよい。	加筆
		・調査地点写真のページに調査地点の調査結果表のページを示したほうがよい	注) で加筆

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・近年、気候変動との関係で、水温の上昇傾向があることを記載したほうがよい</li> </ul>	加筆
2	将来的な活用方法を想定した改善策について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンゴ被度 5-50%は、範囲が広いので、少し区分することが望まれる。</li> <li>・サンゴ高被度域については、群集構造がわかるような種レベルの調査を行ったほうがよい</li> </ul>	<p>課題に記載</p> <p>課題に記載</p>



## ヒアリング記録簿

日 時	平成 29 年 11 月 7 日 (火) 13 : 30 ~ 15 : 00	場 所	琉球大学理学部
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
方 式	会議・電話		
出席者	専 門 家	受 注 者 側	
	琉球大学理学部 中村 准教授	いであ(株) 藤原、田端	
<p><b>(ヒアリングの目的)</b> 調査業務遂行にあたって、石西礁湖における 2016 年サンゴ白化現象以後のサンゴ群集の状況について、情報を受けること。</p> <p><b>(提出資料)</b> 1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 業務計画書</p> <p><b>(ヒアリング結果)</b> 業務計画書説明後、下記の通りヒアリングを行った。</p>			

No.	質問事項	ご回答	対応方針
1	石西礁湖における 2016 年白化後のサンゴ生息状況は？	・石西礁湖 35 地点で、2016 年、2017 年独自のサンゴ生息調査を行った結果、2016 年白化前平均被度 30%が、2017 年には 16%に半減した。	画像解析及び現地調査地点選定に生かす
		・上記調査で、大型藻類の被度には変化はなかったが、アミジグサ類等の芝状藻類被度は 2%から 20%に増加した。死サンゴ域が覆われた状態である。	〃
		・芝状サンゴ域には加入した稚サンゴはみられなかった。	〃
		・地域的には北礁礁縁ミドリイシ群集、ヨナラ水道ミドリイシ群集は白化による被度の低下は顕著でない。北礁礁縁は被度 50%を維持している。	〃

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・石垣港南部アーサーピー礁湖では、ミドリイシ被度は低下したが、枝状コモンサンゴ、ユビエダハマサンゴは生残した。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・竹富島北礁縁ミドリイシ群集では相当被度の低下がみられた。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水道部では概ね白化による被度低下は軽微である。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・南礁礁縁ミドリイシ群集は比較的的生残した。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・要すれば、礁湖内ではサンゴ被度の低下が顕著であるが、北礁礁縁、水道部のサンゴはほとんど影響を受けなかった。南礁礁縁はその中間的状況である。</li> </ul>	〃
2	石西礁湖における2016年白化のサンゴ種別影響は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウスエダミドリイシ、チリメンハナヤサイサンゴ、イボハダミドリイシ、被覆状コモンサンゴの生残が顕著である。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナサンゴモドキも同様に、群落を形成している。特に、東側の水深6～7mにビッシリと生息している。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミドリイシは白化による死滅が普通で、トゲサンゴも同様であった。</li> </ul>	〃
3	石西礁湖における2017年夏季高水温によるサンゴへの影響は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2017年夏季も高水温であったが、白化現象は深刻でなく、大半は生残した。2016年白化を生き延びたサンゴは、高温耐性を有するため2017年高水温に対しても生残した。</li> </ul>	〃

## ヒアリング記録簿

日 時	平成 30 年 3 月 14 日(水)08：45～09：45	場 所	琉球大学理学部
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
方 式	会議・電話		
出席者	専 門 家	受 注 者 側	
	琉球大学理学部 中村 准教授	いであ(株) 石森、新宅	
<p><b>(ヒアリングの目的)</b> 調査結果の妥当性および整理・取りまとめ方法について、情報提供及び助言を受けること。</p> <p><b>(提出資料)</b> 1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 報告書 (案)</p> <p><b>(ヒアリング結果)</b> 報告書 (案) について説明後、下記の通りヒアリングを行った。</p>			

No.	質問事項	ご回答	対応方針
1	調査結果および整理・とりまとめについて	・サンゴの分布状況について、概略的な状況については、現地での観察知見と著しく異なる箇所はなさそうである。	ご回答通り
		・竹富島の南側が海草主体とされているが、自身の観察結果では、海藻の方が多かった印象がある。	修正
		・各調査年度の分布面積の違いについては、調査手法が異なるので、問題ない。	ご回答通り
2	将来的な活用方法を想定した改善策について	・分類について、客観性、再現性を保つため、今後は基準を明確に示す必要がある。例えば、海草が砂底にパッチ状に分布する場所が砂底、海草のいずれの区分に該当するか不明である。よって、「画像解析におけるスペクトルの基準」「被度区分」「区分の代表的な景観写真」を示すと良い。	課題に記載

		<ul style="list-style-type: none"> <li>サンゴ被度 50%以上の箇所があるが、広範囲で被度低下が生じた中で、こうした場所は重要であり、注目度も高い。当該場所のサンゴ相や環境条件について、今後既知の情報、追加で必要な情報を整理する必要がある。</li> </ul>	高被度域サンゴ群集属名生育形を分布図に記載
		<ul style="list-style-type: none"> <li>被度 5~50%は幅が広い。近年は被度 50%以上の海域は稀であり、今後のサンゴの回復の有無等を検証する上では、より細かい区分にすることが望ましい。</li> </ul>	課題に記載
		<ul style="list-style-type: none"> <li>今後、海外のサンゴ分布状況との比較も想定される。その場合、サンゴの被度区分について、海外のデータでの被度区分も参考にすると、他地域との比較が可能なデータとなり、活用の幅が広がる。</li> </ul>	課題に記載

## ヒアリング記録簿

日 時	平成 29 年 10 月 27 日 (金) 10 : 00 ~ 11 : 00	場 所	国立環境研究所
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
方 式	会議・電話		
出席者	専 門 家	受 注 者 側	
	国立環境研究所生物・生態系環境研究センター 山野センター長	いであ(株) 藤原 RESTEC 佐川、小田川、荒井	
<p>(ヒアリングの目的)</p> <p>調査業務遂行にあたって、衛星画像解析に係る方針について、指導助言を受けること。</p> <p>(提出資料)</p> <p>1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 業務計画書</p> <p>2. 画像分類試行結果</p> <p>(ヒアリング結果)</p> <p>業務計画書等説明後、下記の通りヒアリングを行った。</p>			

No.	質問事項	ご回答	対応方針
1	Alos画像と同等の分解能を有するRapidEye画像により解析を行いたい	・適切と考える。分解能が高すぎると、むしろ解析結果が煩雑になり、広域分布図として取り扱いが不便である。	ご回答通り
2	RapidEye画像取得の時期は過去1年程度を目安とする。十分に取得できない場合、SPOT画像で補完したい。	・2016年の白化後で、適切であるが、欧州宇宙機関 (ESA) が運用するセンチネル2という衛星もあり、同程度の分解能を有しているので、その利用も考えるとよい。	ご回答通り
		・できるだけ、撮影時期をそろえることが望ましい (海藻の消長があるため)。そのためにも、衛星を複数検討するとよい。撮影時期が異なる場合、ガラ藻場等の判読画像に注釈 (季節的画像) をつけてもよい。	ご回答通り
		・画像上、小面積の雲であれば、分布図作成に支障はない。	ご回答通り

3	平成19年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書に基づき画像分類を実施したい	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切と考える。同一の手法で実施することにより、経年的変化の把握が容易となる。</li> </ul>	ご回答通り
4	画像分類の試行結果について	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切である。平成20年度サンゴ礁マッピング調査成果を生かすとよい。このポリゴンを更新することにより、経年変化を把握することができる。</li> </ul>	ご回答通り
		<ul style="list-style-type: none"> <li>サンゴ被度を更新するという考え方でよい。現地確認結果を活用して行うことが大事。</li> </ul>	ご回答通り
5	経年変化の把握について	<ul style="list-style-type: none"> <li>第5回自然環境保全基礎調査と平成20年度サンゴ礁マッピング、今回ともにサンゴ衰退時の分布であるので、平成22年度に沖縄県が実施した成果図も活用するとよい。</li> </ul>	ご回答通り
6	画像ポリゴンのスムージングの是非	<ul style="list-style-type: none"> <li>行ったほうがよい。第5回自然環境保全基礎調査の成果図、平成20年度サンゴ礁マッピング成果図ともスムージングを行っているので、比較の点から同様にしたほうがよい。スムージング、ポリゴンを踏襲するとよい。継続性を重視することが必要。</li> </ul>	ご回答通り
7	サンゴ被度面積の経年比較は可能か	<ul style="list-style-type: none"> <li>可能と考える。第5回基礎調査、平成20年度分布図ともにGIS化されているので、容易である。</li> </ul>	ご回答通り
8	最近の世界のサンゴ礁衛星画像解析技術について	<ul style="list-style-type: none"> <li>特筆すべきものはないが、テクスチャーによる解析の報告がある。テクスチャー解析は非常に高価で撮影面積が狭い高解像度衛星が必要なため、本業務では適切ではない。</li> </ul>	ご回答通り
9	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>水深補正は礁池のような浅所の場合、必要ない。水深補正により情報量が減少するので解析には望ましくないため、平成20年度サンゴ礁マッピングでは行っていない。ただし、深い海域の画素を用いた簡易的な大気補正は実施していた。礁湖のような深い海域は必要である。</li> </ul>	水深未補正の画像を基本的に用いるが、水深補正済画像との比較を試行し、検討してみたい。

## ヒアリング記録簿

日 時	平成 29 年 11 月 28 日 (火) 18 : 30 ~ 20 : 30	場 所	沖縄県那覇市久茂地
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
方 式	会議・電話		
出席者	専 門 家	受 注 者 側	
	自然環境研究センター 木村上席研究員	いであ(株) 藤原	
<p>(ヒアリングの目的)</p> <p>調査業務遂行にあたって、西表島等における 2016 年サンゴ白化現象以後のサンゴ群集の状況について、情報を受けること。</p> <p>(提出資料)</p> <p>1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 業務計画書</p> <p>(ヒアリング結果)</p> <p>業務計画書説明後、下記の通りヒアリングを行った。</p>			

No.	質問事項	ご回答	対応方針
1	西表島における 2016 年白化後のサンゴ生息状況は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>以下は、2017 年 11 月に実施したモニタリングサイト 1000 の西表島調査における調査結果の概要を基にしたものである。2016 年の白化は調査地点におけるサンゴ被度をほぼ半減させた。</li> </ul>	画像解析及び現地調査地点選定に生かす
		<ul style="list-style-type: none"> <li>西表島調査地点では、ミドリイシ属が優占する地点は少ないが、上原沖の地点のミドリイシ属は 2016 年白化により大きく被度を減少させた。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>2017 年度の白化は、残ったサンゴに対してさらに影響を与えた印象であるが、2016 年の白化を生き延びたサンゴの被害は比較的軽微であった。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的良好的なサンゴ群集がみられた網取湾でも、2016 年白化によりサンゴ被度が低下した。</li> </ul>	〃



		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 崎山湾礁縁では、かつて卓状ミドリイシ群集であった場所が枝状ミドリイシ群集に変わっていたが、2016年白化により死滅した。</li> </ul>	〃
2	石西礁湖における2017年夏季高水温によるサンゴへの影響は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017年夏季も高水温であったが、北礁礁縁では、2016年白化を生き延びたサンゴは2017年の高水温に対しても生残した。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2016年の白化後、大幅にサンゴ被度が低下し、海藻群落が優占した地点が多い。特に東部で顕著である。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 西表島東岸の地点では、濁りの影響で、紫外線が低下し、サンゴを白化から守った可能性がある。</li> </ul>	〃
3	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017年度調査結果は、現在取りまとめ中である。12月中旬には環境省へ報告する予定であり、そのころには詳細な情報を提供することができる。</li> </ul>	

## ヒアリング記録簿

日 時	平成 29 年 11 月 6 日(月)15:00~16:30	場 所	沖縄県石垣市新川
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
方 式	会議・電話		
出席者	専 門 家	受 注 者 側	
	石西礁湖自然再生協議会 吉田 副会長	いであ(株) 藤原	
<p><b>(ヒアリングの目的)</b> 調査業務遂行にあたって、石垣島等における 2016 年サンゴ白化現象以後のサンゴ群集の状況について、情報を受けること。</p> <p><b>(提出資料)</b> 1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 業務計画書</p> <p><b>(ヒアリング結果)</b> 業務計画書説明後、下記の通りヒアリングを行った。</p>			

No.	質問事項	ご回答	対応方針
1	石垣島における 2016 年白化後のサンゴ生息状況は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017 年 6 月、モニタリングサイト 1000 で石垣島に設定している 70 調査地点のうち、20 地点で 2016 年の白化による影響の追跡調査を実施した。以下は、その結果を基にしたものである。北西部は、白化以前からオニヒトデの食害によりサンゴ被度が低く、そのため、白化によるサンゴ被度低下も顕著でない。</li> </ul>	画像解析及び現地調査地点選定に生かす
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 川平付近礁池にはユビエダハマサンゴ等、ミドリイシ以外のサンゴによる高被度域があったが、それらは白化による被度の低下は顕著でない。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 御神崎付近は白化以前からサンゴ被度が低く、そのため、白化によるサンゴ被度低下も顕著でない。加入したミドリイシ稚サンゴには白化がなく、今後、被度の回復が期待できる。</li> </ul>	〃

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 観音崎付近の枝状、卓状ミドリイシ高被度域は白化の影響を強く受けて、被度が著しく低下した。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 北東部礁池の高被度サンゴ域は、葉状、枝状コモンサンゴであったが、白化の影響が大きく、サンゴ被度の低下が顕著である。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 白保付近礁池の高被度サンゴ群集はユビエダハマサンゴ、アオサンゴ等であったが、白化による被度の低下は顕著でない。</li> </ul>	〃
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 要すれば、観音崎のミドリイシ群集は白化により、大きく衰退し、また、北東部礁池サンゴ群集も被度が低下したが、その他の場所では、大きな変化はない。</li> </ul>	〃
2	石垣島における2017年夏季高水温によるサンゴへの影響は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017年夏季も高水温であったが、白化現象は深刻ではなく、大半は生残した。2016年の白化を生き延びたサンゴは2017年の高水温に対しても生残した。</li> </ul>	〃
3	石西礁湖における2017年夏季高水温によるサンゴへの影響は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017年夏季も高水温であったが、白化現象は深刻でなく、大半は生残した。2016年の白化を生き延びたサンゴは2017年の高水温に対しても生残した。</li> </ul>	〃
4	西表島における2016年白化後のサンゴの生息状況は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全般的にサンゴの被度が低かったため、白化によるサンゴ被度の低下は顕著でない。</li> </ul>	〃

## (2) 業務打合せ記録簿

## 業務打合せ記録簿

第 1 回			
日 時	平成 29 年 10 月 4 日 (水) 13 : 30 ~ 15 : 30	場 所	環境省生物多様性センター
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
打合せ方式	会議・電話		
出席者	発注者側	受注者側	
	環境省生物多様性センター 川越センター長、最上科長、近藤科員	いであ(株) 神田、藤原、垂、立石 RESTEC 佐川	
<b>(打合せの目的)</b>			
調査業務の発注を受けて、業務の実施方法について打合せを行ったものである。			
<b>(提出資料)</b>			
1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 業務計画書 (案)			
<b>(打合せ結果)</b>			
業務計画書 (案) 説明後、下記の通り打合せを行った。			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工期については 9 月 27 日からとする。</li> <li>・ RapidEye 衛星画像について、すでに所有している画像及び既往サンゴ礁調査データを用いて、画像分類の試行を行う。試行結果を図面として報告する。また、実施フロー及び工程表に反映させる。</li> <li>・ 使用する衛星の運用期間は念のため確認しておく。</li> <li>・ 画像データの収集について、業務が遅滞なく遂行されるよう、速やかに実施する。工程表に反映させる。収集対象として、過去 1 年程度 (昨年 10 月以降を想定) から検討する。</li> <li>・ 現地調査について、冬季季節風による北側サンゴ礁調査の困難さを考慮し、できるだけ早期に実施する。工程表に反映させる。</li> <li>・ RESTEC との作業分担について、再委任等承諾申請書を提出する。</li> <li>・ 礁斜面について、主たる部分の現況をマンタ法により調査する。現地確認調査実施量を適切に配分し、実施する。</li> <li>・ 今年度の他調査 (モニタリングサイト 1000、石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査 (那覇自然環境事務所)) 結果について、データが整理され次第、提供を受ける。</li> <li>・ 現地調査項目の出現サンゴについて、優占種生育型被度として、測定する。</li> <li>・ サンゴ礁分布図について、1/25,000 地形図をベースとする。GIS データ成果は分布図のポリゴンと調査地点のポイントデータの 2 つのレイヤを作成することを検討する。</li> <li>・ 白化中のサンゴは生サンゴとして扱う。</li> </ul>			

- 主題図の試作範囲は、礁湖中央部（小浜島～竹富島）を候補地とする。
- 専門家ヒアリングについて、作業の進捗状況により柔軟に実施する。必要に応じて、同一専門家に複数回実施や、同一の情報源については代表からのヒアリングとする。
- 山野専門家へのヒアリングは速やかに実施し、RapidEye 画像の分類手法、画像取得時期、画像ポリゴンのスムージングの是非等について指導を受ける。また、中村専門家についても、早期にヒアリングし、石西礁湖の現況情報の提供を受ける。
- サンゴ礁の変化について、第 5 回自然環境保全基礎調査結果平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査結果と今回調査結果の比較を行う。
- 数量的比較について、全体面積に対する各項目の比について比較を行う。

## 業務打合せ記録簿

第 2 回			
日 時	平成 29 年 12 月 27 日(水) 15:00~16:30	場 所	環境省生物多様性センター
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
打合せ方式	会議・電話		
出席者	発注者側	受注者側	
	環境省生物多様性センター 川越センター長、最上科長、近藤科員	いであ(株) 藤原 RESTEC 小田川	
<p><b>(打合せの目的)</b> 調査業務の進捗状況について報告を行ったものである。</p> <p><b>(提出資料)</b> 1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 中間報告</p> <p><b>(打合せ結果)</b> 中間報告説明後、下記の通り打合せを行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・衛星センサーの選択について、RapidEye センサーについては、他のセンサーに比較し、撮影頻度やコストパフォーマンス等が優れており、総合的な観点で適切であるため、採択された点を加筆する。</li> <li>・サンゴ被度 5-50%区分について、被度範囲が大きいので、分布図へのわかりやすい説明が必要である。地点景観写真、地点被度データが参照できるようにする。白化により衰退した現在のサンゴ礁では、サンゴ生息のポテンシャル域として位置づけられることを説明する。</li> <li>・サンゴ被度 5%未満分類の範囲について、現地調査結果を基に作図するとともに、何らかの判読根拠を提示できるよう、客観的再現性を高める工夫を整理する。</li> <li>・海洋人工構造物については、陸域画像と同じように処理する。</li> <li>・サンゴ被度の経年変化のまとめ方について、石西礁湖を例にその案を提示する。比較対象は第 5 回自然環境保全基礎調査を基本とし、島ごと又は海域ごとに、高被度サンゴ分布域の変化や被度の変遷等が分かるようにする。</li> <li>・1 月に行う予定の西表島（西側）の現地調査について、安全確保に十分留意し、実施する。</li> <li>・モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査の今年度調査結果は 1 月メドで提供見込み。</li> <li>・暫定サンゴ礁分布図は 2 月中をメドに作成する。</li> </ul>			

## 業務打合せ記録簿

第 3 回			
日 時	平成 30 年 3 月 9 日(金)10:00~11:30	場 所	環境省生物多様性センター
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
打合せ方式	会議・電話		
出席者	発注者側	受注者側	
	環境省生物多様性センター 川越センター長、近藤科員	いであ(株) 藤原	
<p><b>(打合せの目的)</b> 業務報告書(案)について説明を行ったものである。</p> <p><b>(提出資料)</b> 1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 報告書(案)</p> <p><b>(打合せ結果)</b> 報告書(案)説明後、下記の通り発注者側から受注者側へ指示を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 図 4.2.2 礁縁サンゴ被度別距離割合図及び図 5.2.10 海域別被度階級経年変化の被度階級色彩を被度分布図と合わせる。</li> <li>・ p.33、高温耐性を有するサンゴの加入に関する記述について、「高温耐性を有する」という記述を削除する。</li> <li>・ 表 5.1.1~5.1.3 サンゴ群集分布の変遷における各海域の経年サンゴ被度別面積について、現状では 1991 年と 2008 年及び今回の合計面積が大きく異なっており、このまま被度別で比較しても意味がないのではないかと。1991 年と今回の調査範囲を重ね合わせ、調査範囲の相違(竹富島南)や凡例解釈の相違について整理した上で、重複している部分の変化をみるようにする必要があるのではないかと。また、サンゴ被度別面積だけでなく、各凡例について分布面積を整理する。</li> <li>・ 図 5.2.3、図 5.2.5 の各年サンゴ礁分布図については、図 5.2.4 と同様サンゴ被度 50%以上の分布図を並べてわかりやすくする。</li> <li>・ 図 5.2.7~5.2.9 礁縁曳航調査の各年の全踏査距離を各分布図中に示す。</li> <li>・ ヒアリングを残り 1 回行う必要がある。琉球大学土屋名誉教授ヒアリングの機会に、中村 崇専門家に再度ヒアリングを依頼すること。</li> <li>・ サンゴ礁分布図は 1/25,000 原寸を 5 部、A3 縮小版を 15 部作成する。色彩はベタ塗とする。</li> </ul>			



## 業務打合せ記録簿

第 4 回			
日 時	平成 30 年 3 月 23 日 (金) 14 : 00 ~ 14 : 30	場 所	環境省生物多様性センター
業 務 名	平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務		
打合せ方式	(会議) ・ 電話		
出席者	発 注 者 側	受 注 者 側	
	環境省生物多様性センター 川越センター長、近藤科員	いであ(株) 藤原	
<p>(打合せの目的)</p> <p style="margin-left: 20px;">業務報告書及びサンゴ礁分布図について説明を行ったものである。</p> <p>(提出資料)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平成 29 年度気候変動適応計画推進のための浅海域生態系現況把握調査業務 報告書</li> <li>2. サンゴ礁分布図</li> </ol>			