

令和2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

令和3年（2021年）3月

環境省自然環境局 生物多様性センター

要 約

サンゴ礁や藻場等の浅海域生態系は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、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っていくことが重要である。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、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、小笠原諸島周辺海域におけるサンゴ礁の分布等について調査を実施し、現況を把握した。また、平成29年度から令和3年度にかけて実施する本事業全体のとりまとめに向けた検討を行った。

本調査では、サンゴ礁の現況を把握するため、2016年夏季以降に撮影されたSPOT-6及びSPOT-7衛星画像（マルチスペクトル6m解像度、パナクロマチック1.5m解像度）を調達した。また、衛星画像解析の精度向上のため、小笠原諸島のうち父島及び母島周辺においてスポットチェック法による目視観察を主体とした現地調査を実施した。

現地調査の結果、父島周辺ではすべての調査地点においてサンゴの被度が30%を上回り、全調査地点のうち約6割で被度50%を超えるサンゴが確認された。母島周辺においては全調査地点の平均被度は30%程度であり、被度50%を超える地点は数カ所程度と少なかった。

現地調査により得られたサンゴの被度情報と衛星画像の輝度値との相関を分析し、サンゴ礁分布素図を作成した。また、現地調査を実施していない海域については、父島及び母島での相関分析により得られた被度推定モデルを援用してサンゴ被度を推定した。さらに、作成したサンゴ礁分布素図について、対象地域のサンゴ礁に詳しい有識者にヒアリングを実施し、その結果を踏まえてサンゴ礁分布図として完成させた。完成した分布図と現地調査結果のGISデータを重ね合わせ、造礁サンゴ群集、底質、サンゴ被度、生育型を含む成果図を作成した。また、造礁サンゴ群集の分布域の変化を把握するため、第4回ならびに第5回自然環境保全基礎調査、及びサンゴ礁マッピング手法検討調査業務（2008年）の分布図が存在する聳島列島・父島列島・母島列島については、過去の調査結果と比較し、サンゴ被度の増減状況を面的に表した主題図を作成した。比較の結果、サンゴ群集の分布面積は大幅に増加する傾向を示した。ただし、この面積の増加は、過去調査と今回調査の分布域抽出の細かさの違いが表れたものと考えられる。

事業全体のとりまとめに向けた検討においては、まず想定される活用方法や示し方、及び解析に用いるべきデータ等について、考え方の整理を行った。さらに、有識者からの助言もふまえてとりまとめの視点を整理すると共に、それに基づいて関連する情報を整理した上で、とりまとめ方針案を作成した。事業成果の活用が期待される方法については、組み合わせるべき情報、実施上の課題、作業内容とコスト、アウトプットイメージを個々に整理することで、次年度の業務実施に資する資料を作成した。

Summary

Shallow-water ecosystem such as coral reefs and seagrass/seaweed beds provide various ecosystem services. However, in recent years, shallow-water ecosystem is concerned about decline in the ecosystem services by affecting the climate change caused coral bleaching and rocky-shore denudation. It is important to selectively monitor key-factor for understanding the climate change affect. In this report shows, we conducted a survey on the distribution of coral reefs for understanding the current coral reefs condition and map coral reefs cover around the Ogasawara Islands. In addition, advance preparations were made for sum up of this project to be implemented from FY2017 to FY2021.

In this survey, selected images of relatively low-cost, high-resolution AIRBUS SPOT-6/7 satellite from among satellite images taken since large-scale bleaching in 2016 (Resolution: Multispectral 6m panchromatic 1.5m). In order to improve the accuracy of image processing analysis, we conducted a field survey around Chichijima and Hahajima in the Ogasawara Islands, mainly by visual observation by the spot check method.

As a result of the field survey, coral cover ratio exceeded 30% at all survey points around Chichijima, and coral coverage exceeding 50% was confirmed at about 60% of all survey points. Around Hahajima, the average coral cover ratio at all survey points was about 30%, and there were only a few points where the coverage exceeded 50%.

We analyzed the correlation between the coral coverage information obtained by the field survey and the brightness value of the satellite image, and created a draft coral reef distribution map. In the islands where the field survey was not conducted, the coral coverage was estimated by using the coverage estimation model obtained by the correlation analysis on Chichijima and Hahajima. Also, the coral reefs distribution map was completed, reflecting comments after interviewing by experts who are familiar with coral reefs in the target area. The map includes Hermatypic corals type, sea bottom type, coral cover ratio, growth type. In the study, the distribution change map was created, compared with “The 4th and 5th National Survey on the Natural Environment” and “Reef Mapping Method Investigation Research Project (2008)”. As a result of comparison, the distribution area of coral community tended to increase significantly. However, this increase in area is thought to indicate the difference in the fineness of distribution area extraction between the past survey and this survey.

In the examination for sum up of this project, we first organized the mode of thought about the expected utilization measures and the data to be used for analysis. Furthermore, based on the advice from experts, the viewpoint of summarization was extracted, and after organizing related information, a draft of sum up policy was prepared. Regarding the methods that are expected to utilize the project results, we created materials that will contribute to the study implementation in the next fiscal year by organizing the information to be combined, implementation issues, work contents and costs, and output images.

目 次

1. 業務概要.....	1
1.1 業務目的.....	1
1.2 業務対象地域.....	2
1.3 業務内容.....	3
2. 小笠原諸島海域の分布図等作成.....	4
2.1 有識者ヒアリング.....	4
2.2 衛星画像等による現況把握.....	5
2.2.1 衛星画像を用いた現況把握方法.....	5
2.2.2 衛星画像の調達.....	6
2.2.3 衛星画像の前処理.....	10
1) 位置ズレの有無の確認.....	10
2) 陸域・雲・雲影マスク.....	10
3) 大気補正（パ斯拉ディアンスの除去）.....	10
4) 底質指標化（水深補正）.....	10
2.3 現地調査による確認・補完.....	17
2.3.1 調査概要.....	17
1) 調査実施状況.....	17
2) 調査の目的.....	17
3) 調査方法.....	18
2.3.2 調査結果.....	22
1) スポットチェック法.....	22
2) 水中動画連続撮影.....	25
3) シートウールスデータの取得.....	28
2.4 分布素図の作成.....	30
2.4.1 衛星画像の分類とサンゴ被度区分の細分化.....	30
1) サンゴ被度区分の設定.....	30
2) サンゴ被度区分の細分化の方法.....	30
3) サンゴ被度の推定.....	31
4) サンゴ被度区分細分化画像の作成.....	33
5) オブジェクト指向分類（ポリゴン化）.....	34
6) 分類結果の統合.....	34
2.4.2 サンゴ礁分布素図の作成.....	35
1) 凡例項目の設定.....	35
2) サンゴ礁分布素図の作成.....	35
2.5 分布図及び主題図の作成.....	39
1) 凡例項目の再設定.....	39
2) サンゴ礁分布図の完成.....	40
3) GIS データと成果図の作成.....	44
4) 過年度調査成果との比較（主題図の作成）.....	46
3. 今後の課題.....	56
3.1 衛星画像等による現況把握.....	56
3.2 現地調査による確認・補完.....	56
3.3 サンゴ礁分布の経時的比較.....	56

3.4 経時的变化のより正確な把握	56
-------------------------	----

【参考資料】

参考資料 1.調査個票

1. 業務概要

1.1 業務目的

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、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っていくことが重要である。

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、小笠原諸島周辺海域におけるサンゴ礁の分布等について調査を実施し、現況を把握する。また、平成 29 年度から令和 3 年度にかけて実施する本事業全体のとりまとめに向けた検討を実施した。

1.2 業務対象地域

業務対象地域は、小笠原諸島の周辺海域を対象とした（図 1.2-1）。

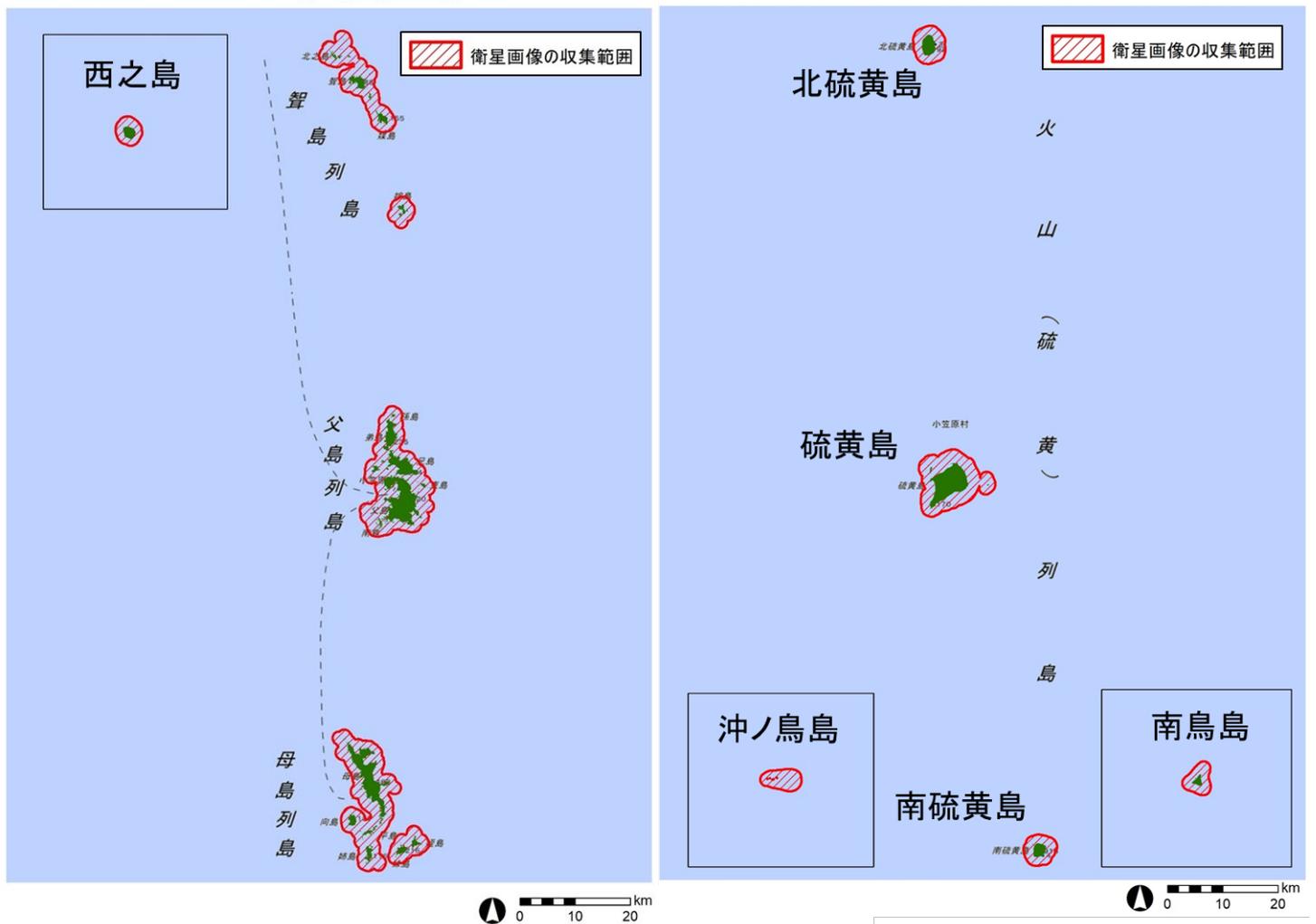


図 1.2-1 業務対象地域
 (聳島列島、父島列島、母島列島、西之島、火山列島、南鳥島、沖ノ島)

1.3 業務内容

(1) 小笠原諸島周辺海域の分布図等作成

①有識者ヒアリング

対象地域のサンゴ礁に詳しい有識者等 3 名に対し、衛星画像による現況把握手法、現地のサンゴ礁の分布状況等について 1 時間程度のヒアリングを実施した。ヒアリング終了後は記録簿を作成し、ヒアリング対象者の確認を行った。

②衛星画像等による現況把握

サンゴ礁の現況を把握するため、2016 年夏季以降に撮影された地上解像度 1.5m 以上の解像度を有する SPOT-6 及び SPOT-7 衛星画像（マルチスペクトル 6m 解像度、パンクロマチック 1.5m 解像度）を調達した。また、1.5m 解像度の画像でも判別が困難な場合があるため、環境省担当官から「平成 30 年度環境に配慮した再生可能エネルギー導入検討に向けた藻場分布状況図等整備に係る調査設計及び精度管理等委託業務」において、2016 年夏季以降に取得された 0.5m 解像度の衛星画像の提供を受け、それらを補足的に用いた。調達した衛星画像は、大気補正や底質指標化（水深補正）等の前処理を行い、対象地域の現況を把握するとともに簡易的にサンゴ礁の底質分類図を作成して現地調査地点を選定するための参考資料として用いた。

③現地調査による確認・補完

衛星画像等による現況把握に基づき、現地調査（シートゥールスデータの取得を含む）を計 5 日間実施し、現況把握の内容について、確認及び補完を行った。

④分布素図の作成

①～③で得た情報を踏まえてサンゴ礁分布素図を作成した。本業務では、過年度調査データと比較可能な従来のサンゴ被度区分に加え、被度 5～50%を 5～25%と 25～50%の 2 段階に細分化した凡例についても検討した。作成したサンゴ礁分布素図は専門家ヒアリングを行うための資料としても用いた。

⑤分布図及び主題図の作成

作成した分布素図について、専門家ヒアリングの結果を踏まえてサンゴ礁分布図を完成させた。完成させた分布図と現地調査結果をシェープファイル形式の GIS データとして作成し、これらの GIS データを重ね合わせて造礁サンゴ群集、底質、サンゴ被度、生育型を含む成果図を作成した。また、第 4 回自然及び第 5 回環境保全基礎調査や平成 20 年度に作成されたサンゴ礁分布図と本業務で作成した分布図を使用してサンゴ被度の変化域を抽出し、面積の増減状況を表した主題図を作成して分布域の変化を把握した。

2. 小笠原諸島海域の分布図等作成

2.1 有識者ヒアリング

本業務の実施に際しては、サンゴ礁の調査研究に関する専門家及び対象地域のサンゴの現況に詳しい有識者にヒアリングを行った。

ヒアリング対象者の一覧を表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 ヒアリング対象者一覧（敬称略）

氏名	所属	研究内容及びヒアリング内容
山野 博哉	国立研究開発法人 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター センター長 一般社団法人 日本サンゴ礁学会 会長	リモートセンシングによるサンゴ礁分布の把握の専門家であり、環境省事業「平成 19・20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務」や「平成 21 年度サンゴ礁分布図作成業務」の実績を有する。 調査実施手法（調達画像、解析手法、現地調査方法等）、サンゴ礁分布素図をもとにした分類結果の適否、修正の要否、過去調査と比較した主題図の作成について助言を得た。
佐々木 哲郎	NPO 法人 小笠原自然文化研究所 副理事長	父島を拠点に長年調査研究に従事しており、小笠原の自然環境及び生物全般に造詣が深い。モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査における小笠原での調査を 2004 年の開始当初から代表者として担っており、数多くの現地調査で蓄積された知見を有する。 底質指標図をもとにした現地調査箇所の選点や調査結果全般の妥当性及びサンゴ礁分布素図をもとにした分類結果の適否、修正の要否について助言を得た。
茅根 創	東京大学大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻 教授	沖ノ鳥島における生態工学的な島の保全策等の研究に長年取り組んでおり、2013 年には同島に分布するサンゴ種の完全なリストを発表するなど、沖ノ鳥島のサンゴ礁について多くの知見を有する。2018 年からは「南鳥島特定離島港湾施設整備事業」の一環として、南鳥島外周のリーフの保全に向けた技術開発を開始しており、現地状況も熟知している。 沖ノ鳥島及び南鳥島について、サンゴ被度を記録した既存情報、サンゴ礁分布図案をもとにした分類結果の適否、修正の要否、低潮線保全の観点からみたサンゴ礁分布図の利活用について助言を得た。

2.2 衛星画像等による現況把握

2.2.1 衛星画像を用いた現況把握方法

本業務では、平成30年度業務において採用された手法を基本に衛星画像を用いた現況把握を行った。衛星画像を用いた現況把握を含む全体フローを図2.2-1に示す。

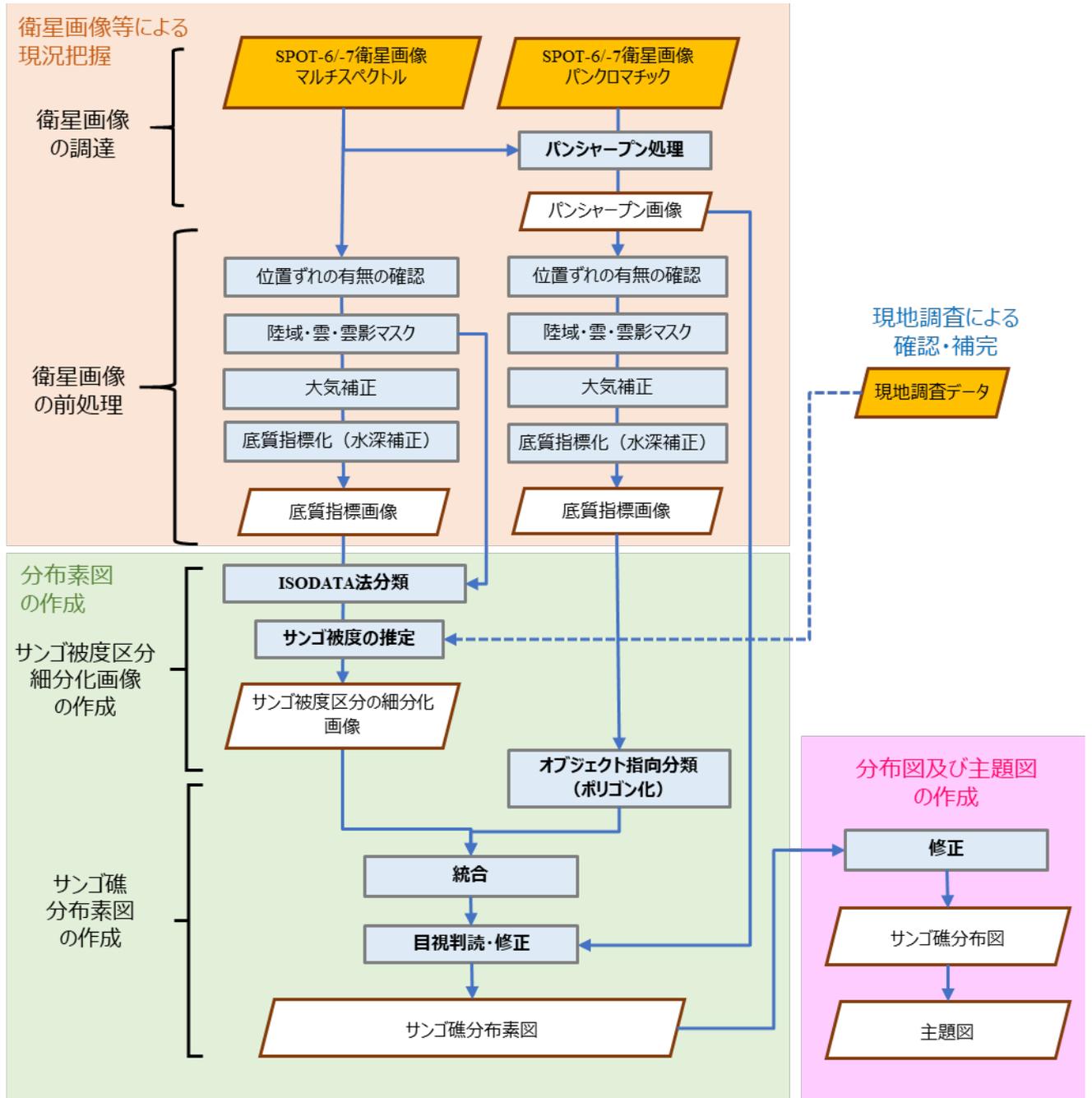


図 2.2-1 衛星画像を用いた現況把握の全体フロー

2.2.2 衛星画像の調達

サンゴの分布や被度の詳細な把握には、高解像度の空中写真判読が適しており、第4回自然環境保全基礎調査で作成された1/25,000サンゴ礁分布図では、1/10,000空中写真（地上解像度1m以内）が判読に用いられている。過年度との比較には、同縮尺の空中写真の使用が望ましいが、奄美群島を含む南西諸島一帯で大規模な白化現象が発生した2016年夏以降では存在しないため、当時の解像度に近く、低コストなSPOT-6及びSPOT-7衛星の画像（マルチスペクトル6m解像度、パンクロマチック1.5m解像度）を調達した。

SPOT-6及びSPOT-7衛星は、フランスのAirbus Defence and Space社が運用する衛星であり、日本国内の総代理店（株式会社サテライトイメージマーケティング）を通じて画像を入手した。SPOT-6及びSPOT-7衛星には、6m解像度（性能としての空間解像度は直下視8m）の青（450～520nm）、緑（530～600nm）、赤（620～690nm）、近赤外域（760～890nm）、1.5m解像度（性能としての空間解像度は直下視2m）の可視・近赤外域（450～750nm）の観測波長帯を持つセンサが搭載されており、2機の衛星の連携運用により高い頻度での撮影が可能である。

本業務で調達した衛星画像の調達範囲は、対象地域のサンゴ礁域が全て網羅されるように海岸線から水深30m以浅の範囲の外側1kmとした。調達した衛星画像の撮影日等を表2.2-1、衛星画像のトゥルーカラー合成画像（R、G、Bチャンネルにそれぞれ、赤、緑、青の観測波長帯のバンドを割り当てて合成した画像）を図2.2-2～図2.2-5に示す。

また、調達した低解像度のマルチスペクトル画像と高解像度のパンクロマチック画像を合成（パンシャープン処理）し、擬似的な高解像度のマルチスペクトル画像としてパンシャープン画像を生成した。しかし、パンシャープン画像は元のスペクトル情報を維持することが難しいため、元のスペクトル情報が重要となる衛星画像の前処理や画像分類にはパンシャープン処理していないマルチスペクトル画像（6m解像度）を、分類結果のベクター化（ポリゴン化）や画像判読にはパンシャープン処理したマルチスペクトル画像（1.5m解像度）をそれぞれ用いた。

表 2.2-1 本業務で調達した衛星画像

対象地域	面積 km ²	衛星名 ^{※1}	撮影日	備考
聳島列島	69.99	SPOT-7	2019年2月15日	
聳島列島（嫁島）	15.14	SPOT-7	2019年1月13日	
		WorldView2 ^{※2}	2018年5月17日	パンシャープン 0.5m
父島列島	140.66	SPOT-7	2020年1月12日	
母島列島	151.77	SPOT-7	2020年1月12日	
西之島	15.07	SPOT-6	2020年10月23日	
火山列島（北硫黄島）	24.83	SPOT-6	2019年3月19日	
火山列島（硫黄島）	76.30	SPOT-6	2019年1月12日	
		WorldView2 ^{※2}	2018年2月2日	パンシャープン 0.5m
火山列島（南硫黄島）	21.58	SPOT-6	2019年1月26日	
南鳥島	18.18	SPOT-7	2020年10月16日	
沖ノ鳥島	20.73	SPOT-6	2020年1月9日	

※1 SPOT-6/7の解像度：カラー6m、パンクロマチック1.5m

※2 別途、環境省業務において調達された衛星画像を参考情報として使用

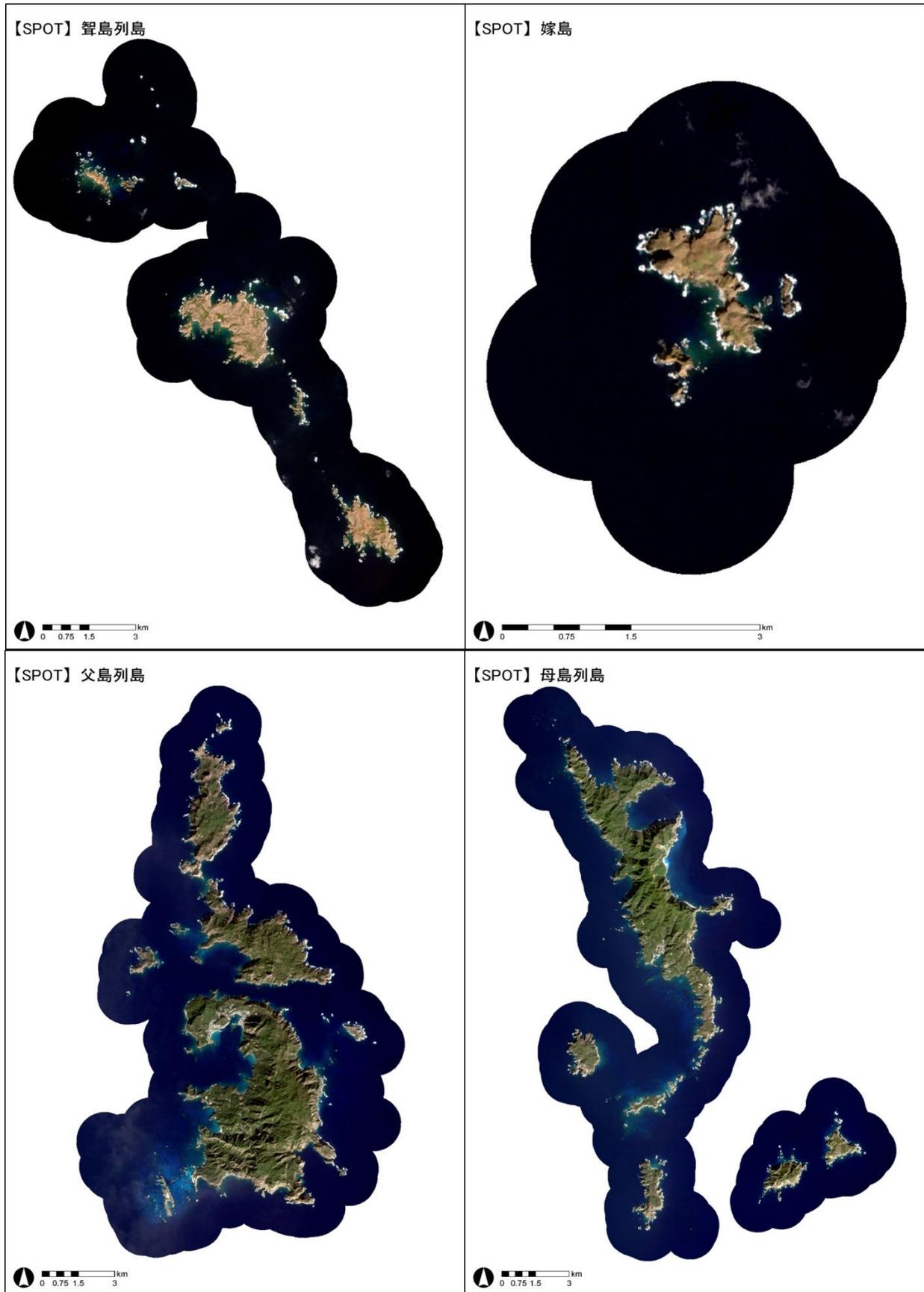


図 2.2-2 聳島列島、嫁島、父島列島、母島列島の衛星画像（トゥルーカラー合成画像）

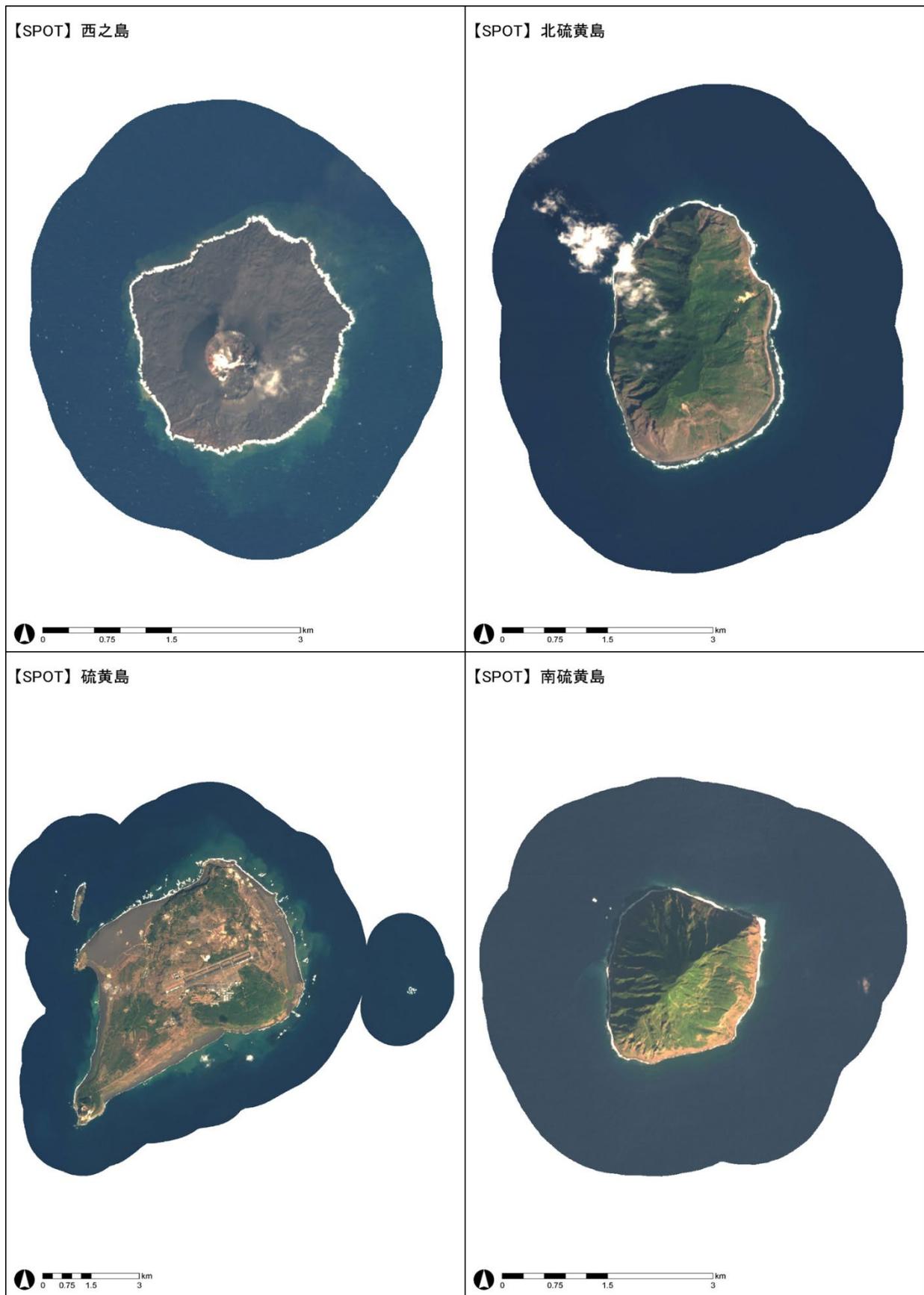


図 2.2-3 西之島、北硫黄島、硫黄島、南硫黄島の衛星画像（トゥルーカラー合成画像）

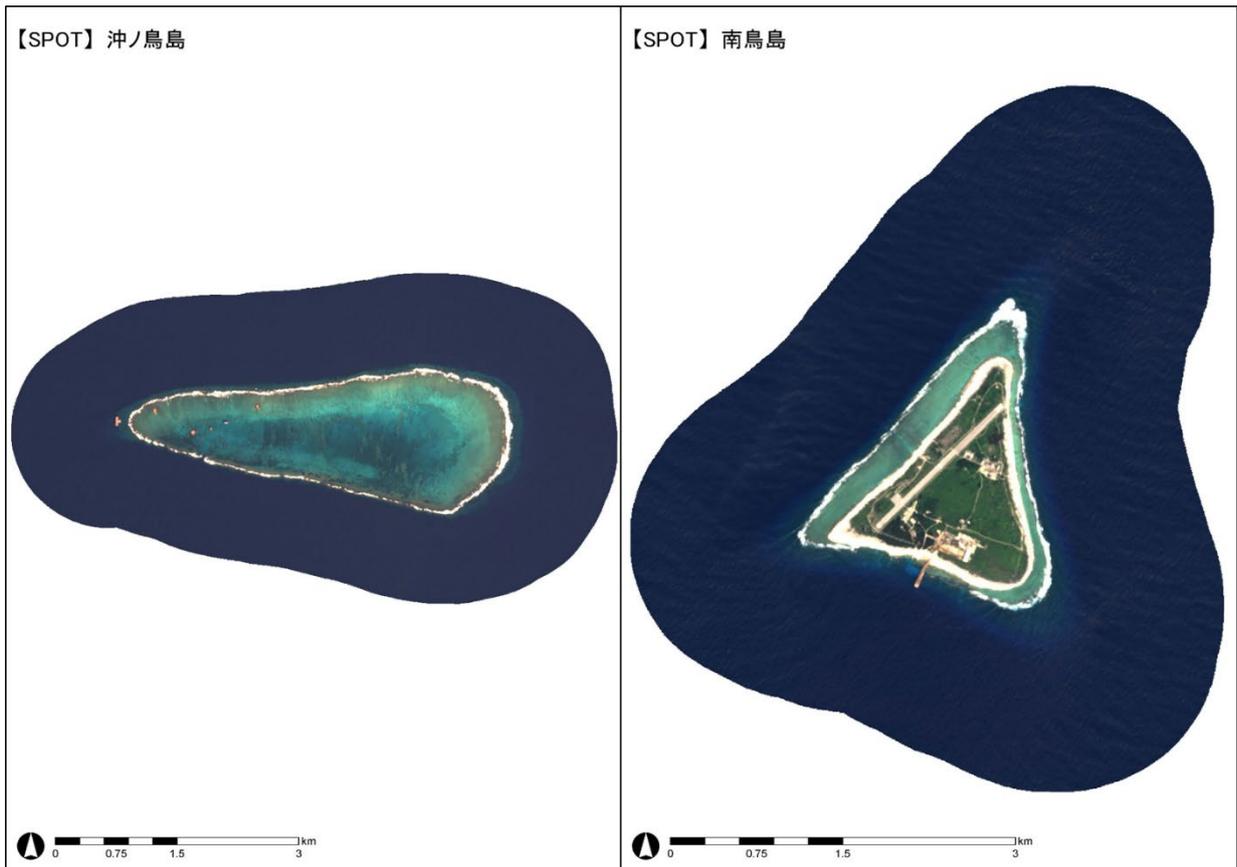


図 2.2-4 沖ノ鳥島、南鳥島の衛星画像（トゥルーカラー合成画像）

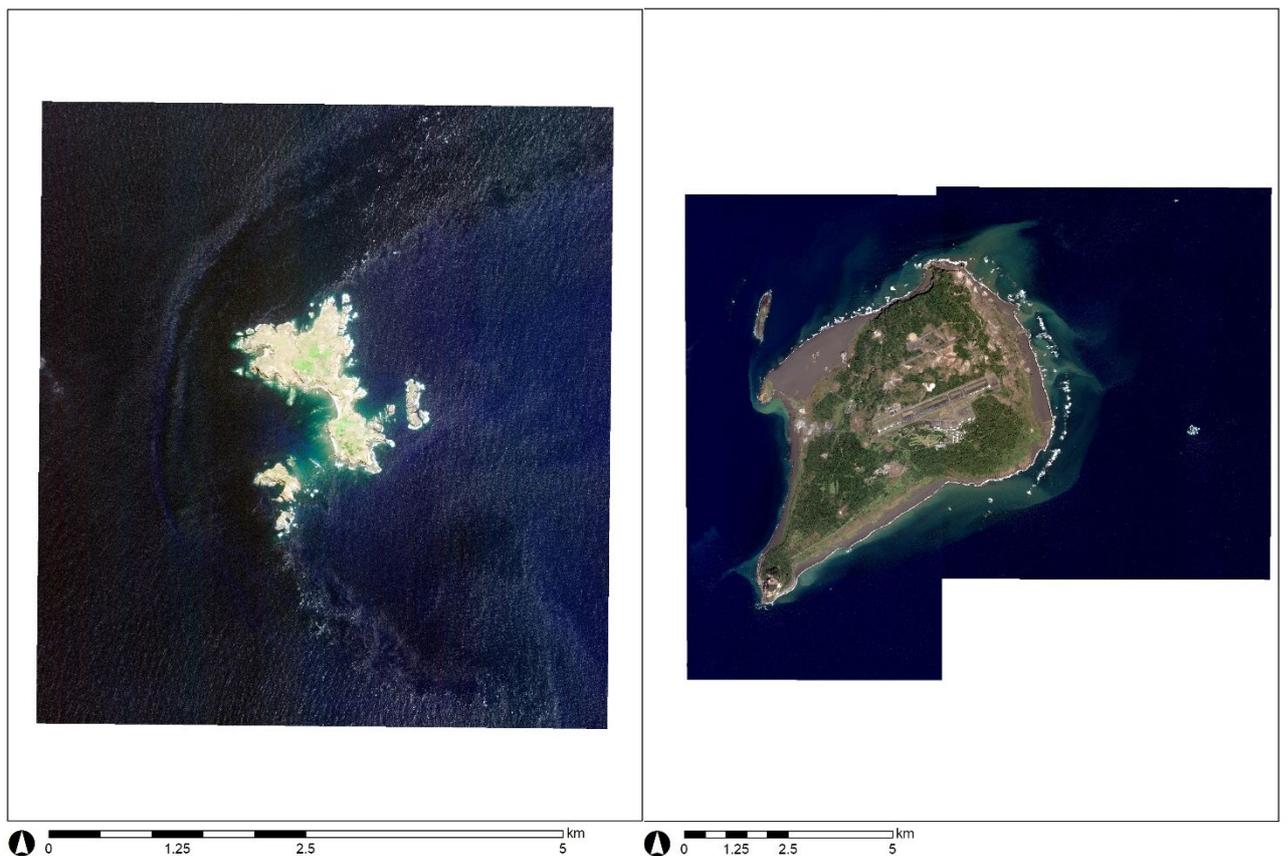


図 2.2-5 環境省業務において調達された衛星画像（WorldView2：嫁島、硫黄島）

2.2.3 衛星画像の前処理

1) 位置ズレの有無の確認

調達した衛星画像と地理院地図または国土数値情報の行政界データに含まれる海岸線（2万5千分の1相当）を重ね合わせ、画像全体に25mを超える系統的な位置のずれ（縮尺1/25,000の図面上で1mm以上に相当）が生じていないか確認を行った。その結果、南鳥島については位置ズレを確認したため、国土地理院が公開している基準点の情報を用いて修正した。その他の地域においては系統的な位置ズレは認められなかった。図2.2-6に衛星画像と海岸線の重ね合わせの例を示す。

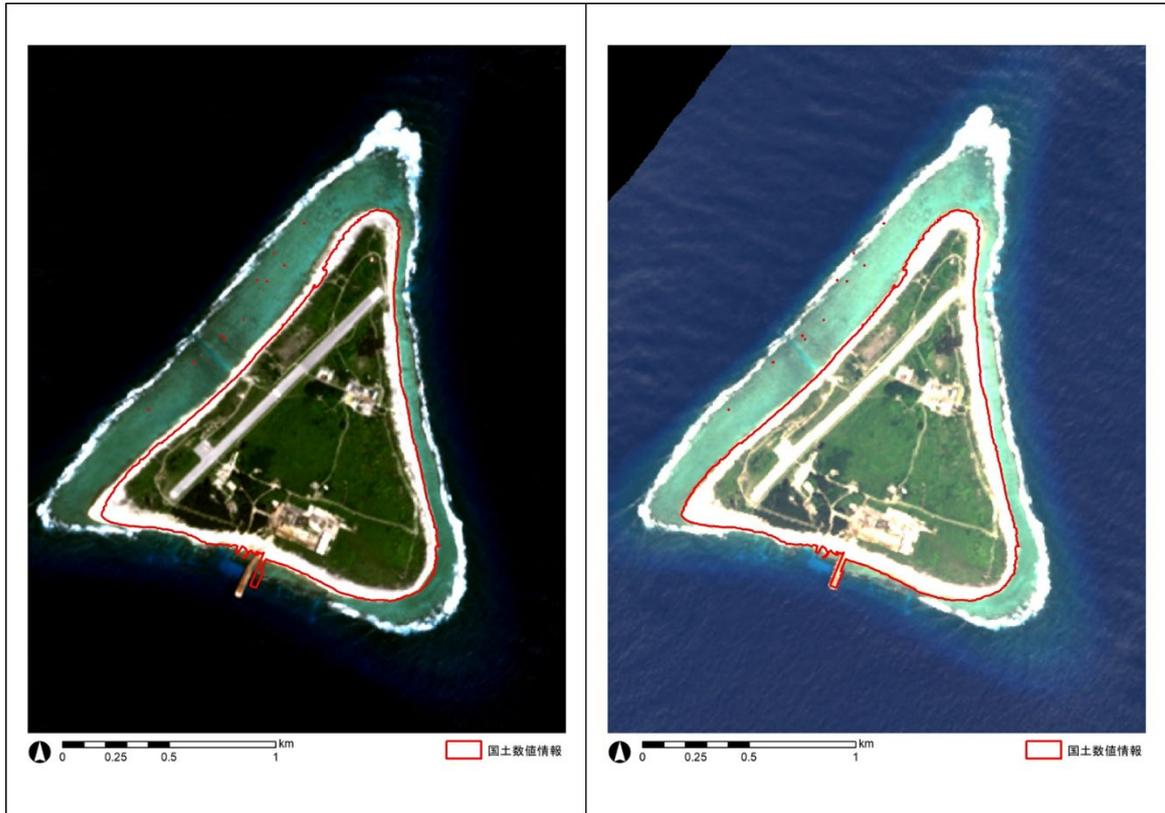


図 2.2-6 衛星画像と海岸線の重ね合わせの例（南鳥島）（左：修正前、右：修正後）

2) 陸域・雲・雲影マスク

国土数値情報の行政界データに含まれる海岸線を参考に各衛星画像の海岸線を読み取り、陸域のマスク画像を作成して画像分類時の誤差要因となる陸域を分類対象から除外した。また、雲が含まれる画像については雲及び雲影を除外した。

3) 大気補正(パ斯拉ディアンスの除去)

大気中で散乱した光（パ斯拉ディアンス）の影響を除去するため、陸域マスク処理後の画像の濃度ヒストグラムの左端の値を各画素の輝度値から引くことにより、簡易的に大気補正を行った。

4) 底質指標化(水深補正)

水中での光の消散の影響を除去するため、6mと1.5m解像度のマルチスペクトル画像についてそれぞれ、Lyzengaの式に準拠した底質指標へ変換した。底質指標は、式1により算出される値である。Matsunaga et al.によれば、衛星データの任意の2バンド間の補正後の反射率の比であり、画素内の生物群集の比率に対応する。なお、生物群集とは海草、海藻、サンゴを示す。

$$BI_{ij} = \ln(L_i) - \kappa_{ij} \cdot \ln(L_j) \dots\dots\dots \text{式 1}$$

BI_{ij} : バンド i と j の底質指標

L_i : パスラディアンズ除去後のバンド i の輝度値

L_j : パスラディアンズ除去後のバンド j の輝度値

κ_{ij} : バンド i と j の水中消散係数比

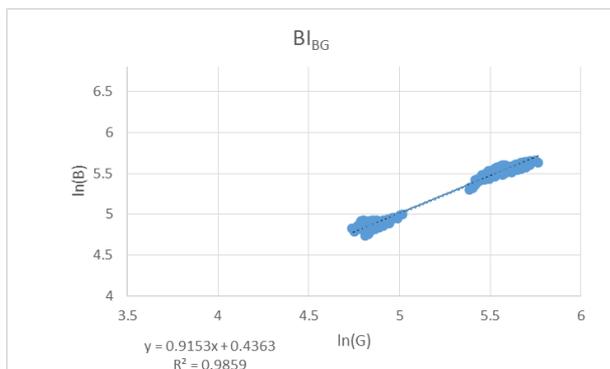
式 1 の水中消散係数比 κ_{ij} は、水深が異なる砂地の画素を抽出し、パスラディアンズ除去後の値で自然対数を取り、回帰分析を行うことにより得られるが、対象地域によって必ずしも十分なサンプル数の砂地の画素が得られるわけではない。確認の結果、十分なサンプル数の砂地の画素を取得できる地域は、父島、沖ノ鳥島、南鳥島のみであった。父島、沖ノ鳥島、南鳥島の水中消散係数比を表 2.2-2、散布図と回帰分析結果を図 2.2-7 (1) ~ (2) に示す。なお、水中消散係数比の推定は 6m 解像度のマルチスペクトル画像を用いた。

沖ノ鳥島、南鳥島以外の対象地域については、決定係数が高い父島の水中消散係数比を用いて底質指標画像を作成した。底質指標画像の例を図 2.2-8~図 2.2-10 に示す。

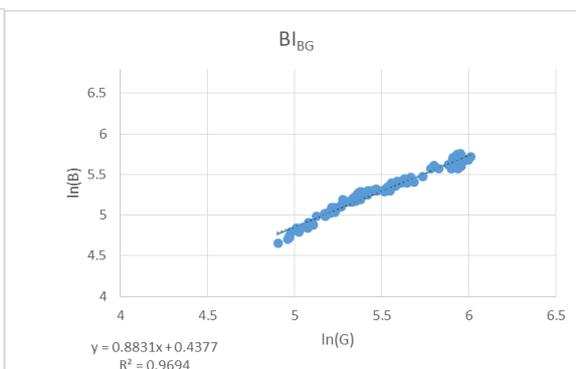
表 2.2-2 水中消散係数比

対象地域	バンド i	バンド j	水中消散係数比	備考
父島	緑	青	0.9153 (R ² =0.9859)	2020年1月12日撮影 SPOT-6 の画像を使用
	赤	青	1.2040 (R ² =0.8301)	
	赤	緑	1.3487 (R ² =0.8851)	
沖ノ鳥島	緑	青	0.8667 (R ² =0.9362)	2020年1月9日撮影 SPOT-6 の画像を使用
	赤	青	0.5601 (R ² =0.7569)	
	赤	緑	0.7398 (R ² =0.5406)	
南鳥島	緑	青	1.0107 (R ² =0.9377)	2020年10月16日撮影 SPOT-7 の画像を使用
	赤	青	0.7069 (R ² =0.5390)	
	赤	緑	0.8015 (R ² =0.7548)	

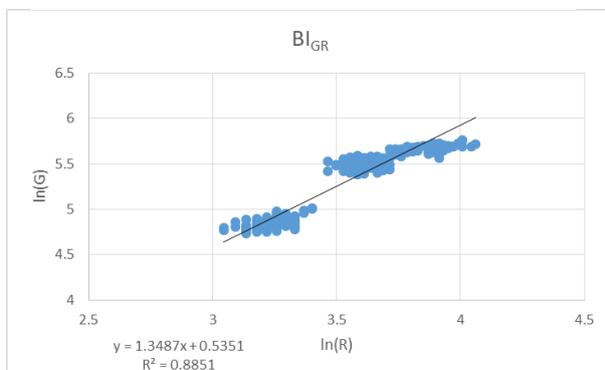
父島
青－緑バンドの底質指標



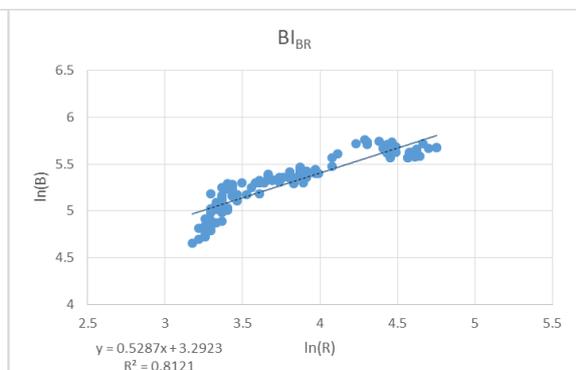
沖ノ鳥島
青－緑バンドの底質指標



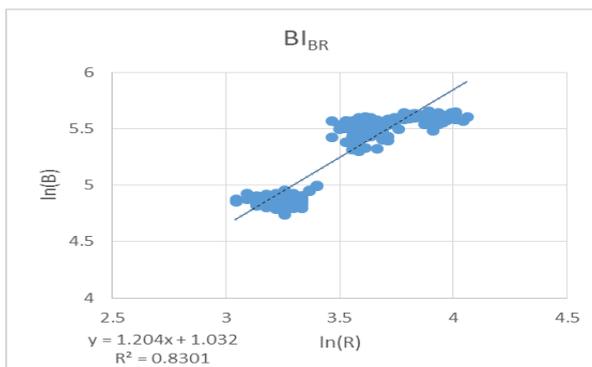
緑－赤バンドの底質指標



緑－赤バンドの底質指標



青－赤バンドの底質指標



青－赤バンドの底質指標

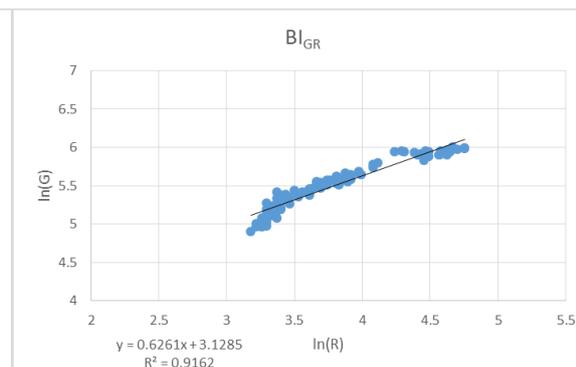
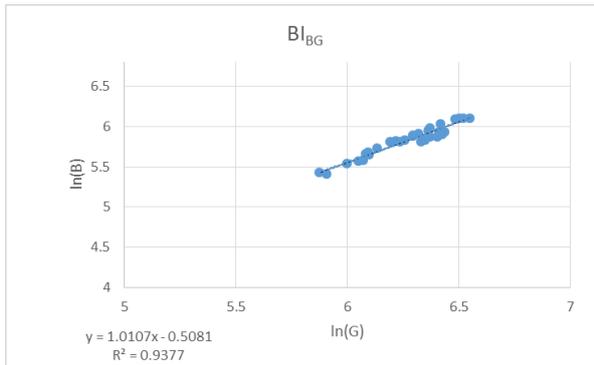
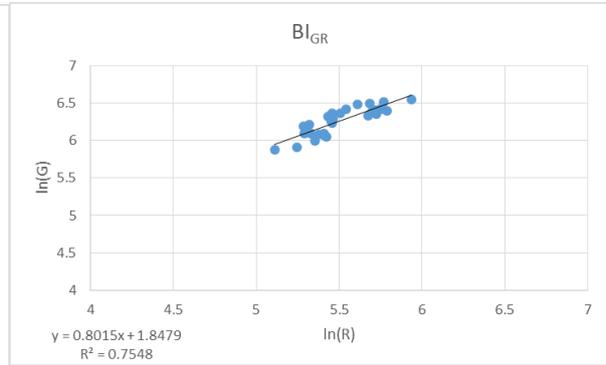


図 2.2-7 (1) 水中消散係数比を求める際の散布図と回帰分析結果
(父島、沖ノ鳥島)

青-緑バンドの底質指標



緑-赤バンドの底質指標



青-赤バンドの底質指標

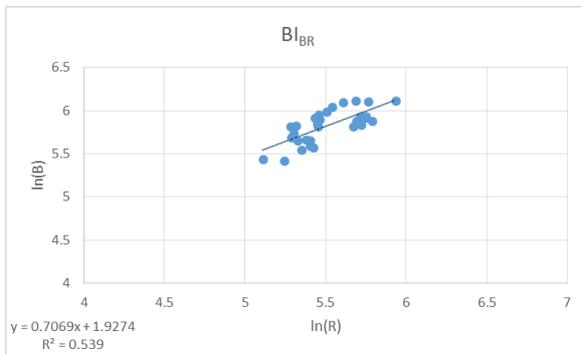


図 2.2-7 (2) 水中消散係数比を求める際の散布図と回帰分析結果 (南島島)

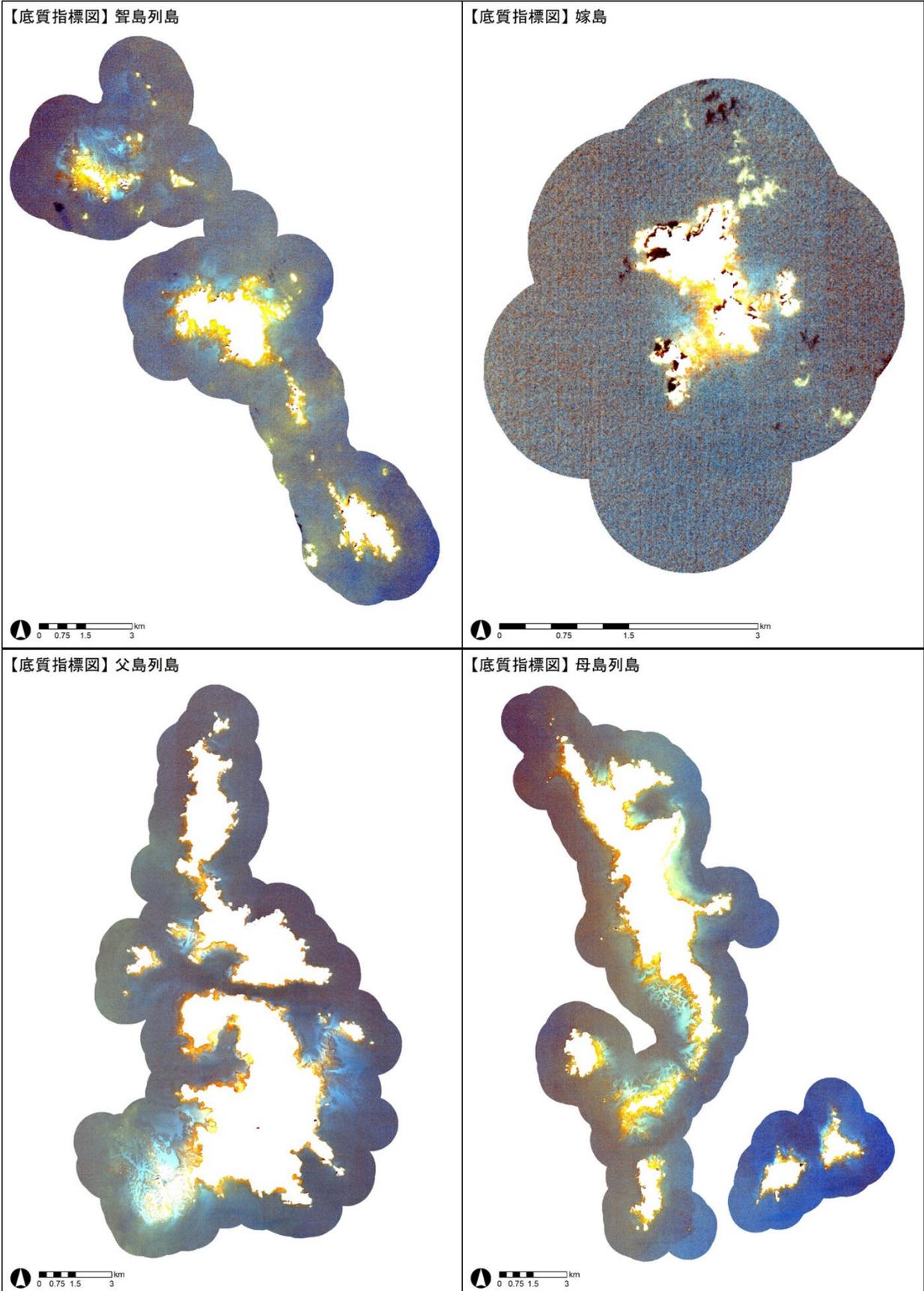


図 2.2-8 底質指標画像の例
 上段：(左) 聳島列島、(右) 嫁島
 下段：(左) 父島列島、(右) 母島列島

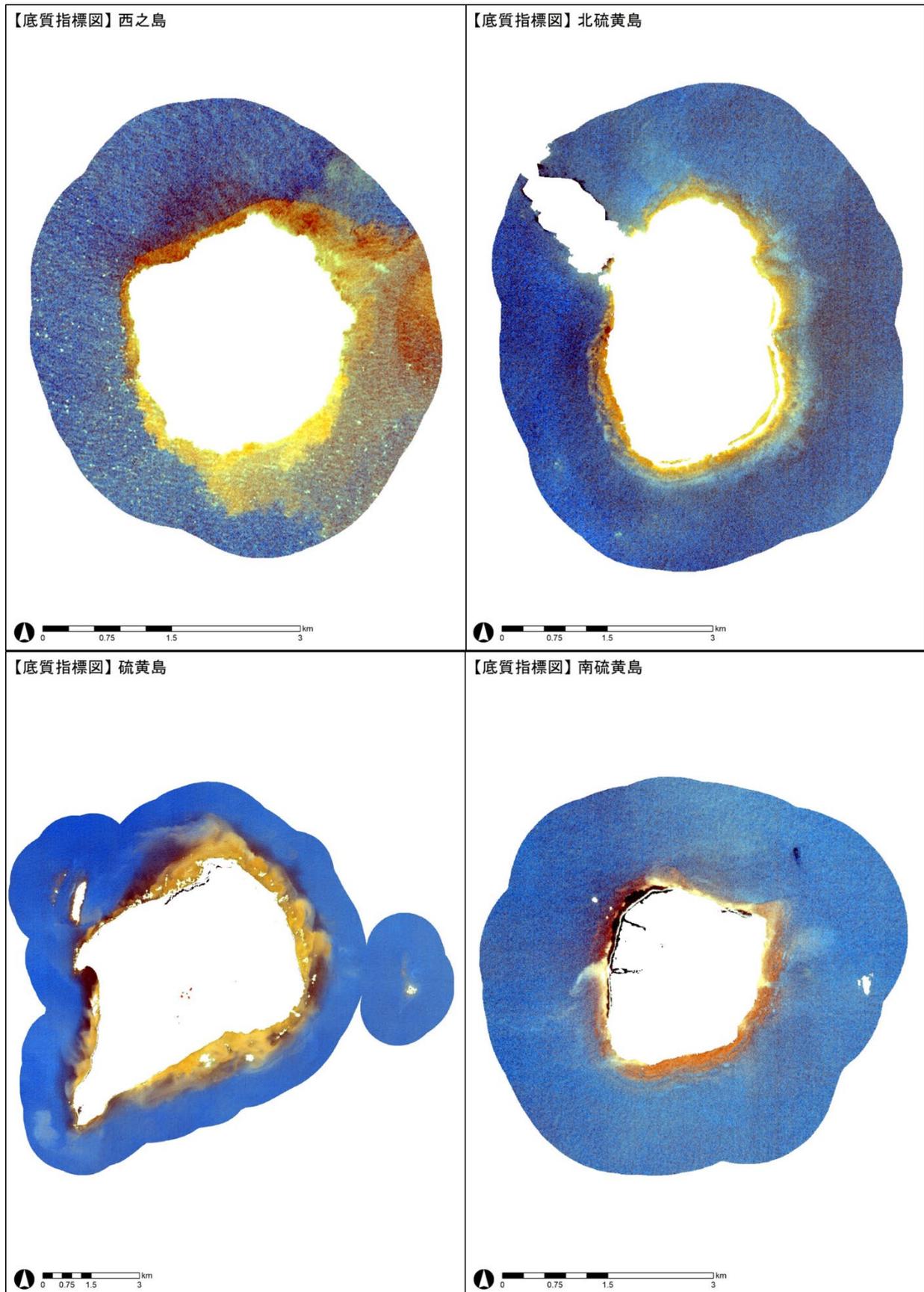


図 2.2-9 底質指標画像の例
 上段：(左) 西之島、(右) 北硫黄島
 下段：(左) 硫黄島、(右) 南硫黄島

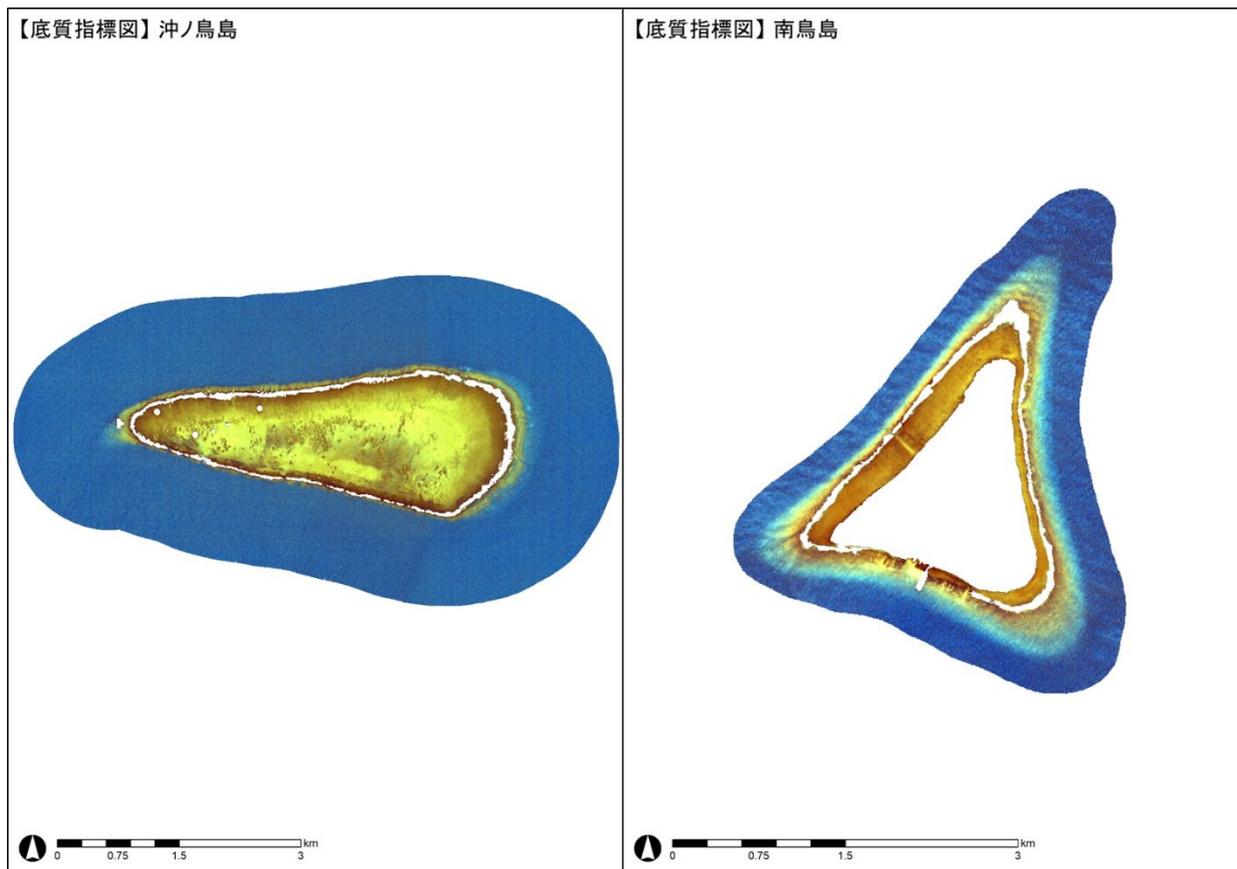


図 2.2-10 底質指標画像の例
左：沖ノ鳥島、右：南鳥島

2.3 現地調査による確認・補完

2.3.1 調査概要

1) 調査実施状況

現地調査は2020年11月23日～11月28日の期間で実施した。調査の実施にあたりNPO法人小笠原自然文化研究所の佐々木氏に調査地点及び調査手法についてヒアリングを行い、環境省担当官との調整の上地点を決定し、現地調査計画書を作成したうえで現地調査を実施した。

調査実施工程一覧を表 2.3-1 に示す。

2) 調査の目的

現地調査では、サンゴ礁分布の現況把握を目的としたスポットチェック法による目視観察及び水中動画の連続撮影を実施した。また、衛星画像からサンゴ被度を定量化するための教師データとして使用するため、底質区分が均一な場所におけるシートゥルースデータを取得した。

表 2.3-1 調査実施工程一覧

調査海域	調査日程	調査日数（計5日）
父島	2020年11月23日～11月25日	3日間
母島	2020年11月27日～11月28日	2日間

3) 調査方法

調査実施状況を図 2.3-1 に現地調査地点を図 2.3-2～図 2.3-3 に示す。

① スポットチェック法

【調査地点】

衛星画像解析から、サンゴが広く分布する海域を選定した。特に高被度サンゴ分布域を網羅しつつ、場所的な偏りが生じないように留意し、既存調査結果（モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査、令和元年度環境に配慮した再生可能エネルギー導入検討に向けた藻場分布図作成委託業務（小笠原諸島沿岸海区））を活用する観点から、同調査地点と重複しないよう選定した。

【調査方法】

約 50m 四方の範囲を調査員 2 名が 15 分間かけて目視観察、写真撮影を行った。サンゴ群集については被度の記録による定量調査、その他の項目については定性調査とした。

1 日当たりの調査数量は 6 地点/日を基本とした。

【調査項目】

水深、底質類型、サンゴ被度・優占種生育型、植物被度、大型底生生物（オニヒトデ等）の分布状況、サンゴ白化割合を記録するとともに、サンゴ分布状況・海中景観の撮影を行った。

② 水中動画連続撮影（ライン調査）

【調査地点】

衛星画像解析等から、リーフが発達した礁縁部を調査測線として選定した。

【調査方法】

船の舷に GPS による位置情報を同期させた水中ビデオを取り付け、調査測線上の海中の様子を撮影し、撮影した動画から各ポイント（100m 毎）の画像を切り出して、画像判読の参考資料とした。1 日当たりの調査数量は 2km/日を基本とした。

【調査項目】

サンゴ被度

③ シートウールスデータの取得

【調査地点及び調査方法】

潜水士が海面を移動し、可能な限り平均的なサンゴ分布が見られる範囲（約 20m 四方）を選定した。底質区分が均一でない場合は、詳細な底質区分割合を記録し、調査再現性の確保のため、後で海底の状況が確認できるように海中景観の写真撮影を行った。

位置情報は GPS をもった潜水士により海面上で記録し、シートウールスデータとして求められる底質区分は、サンゴ 4 区分（被度 5%未満、5-25%、25-50%、50%以上）×5 箇所程度とし、その他の底質区分についても確認できた場合には記録を行った。

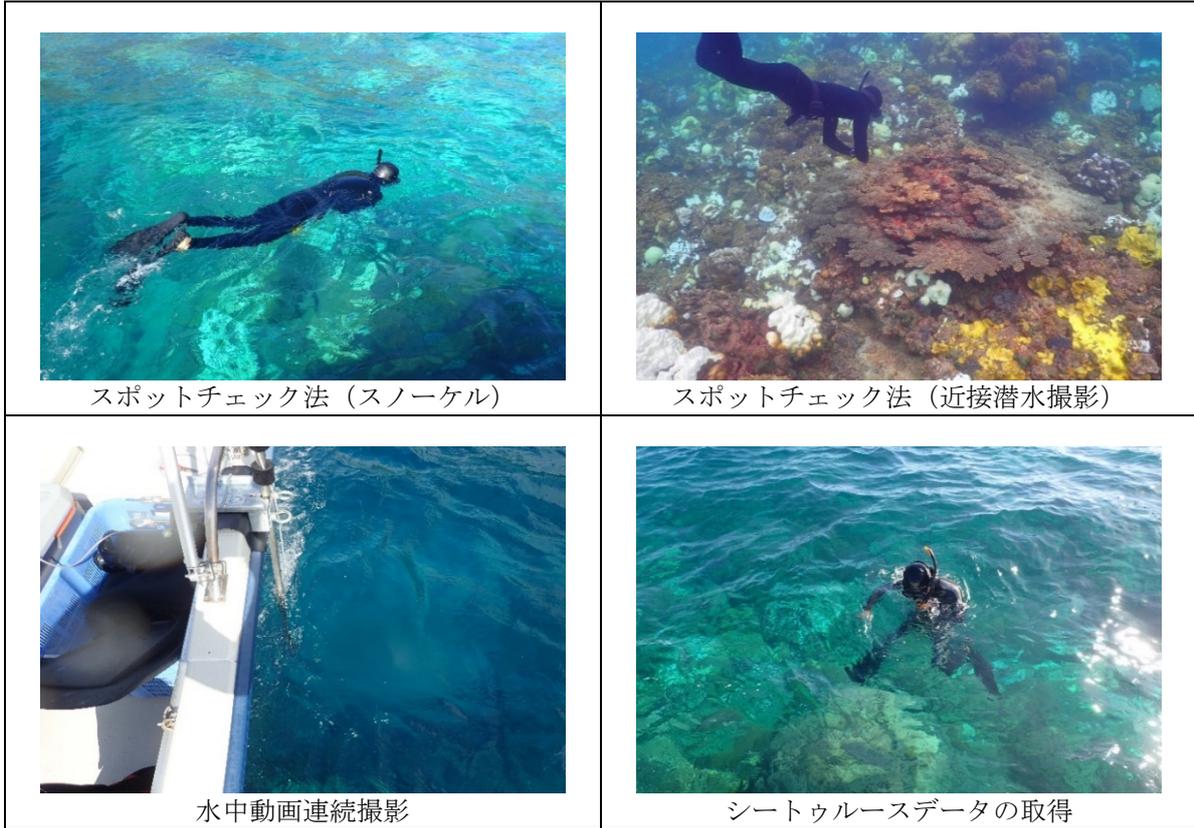
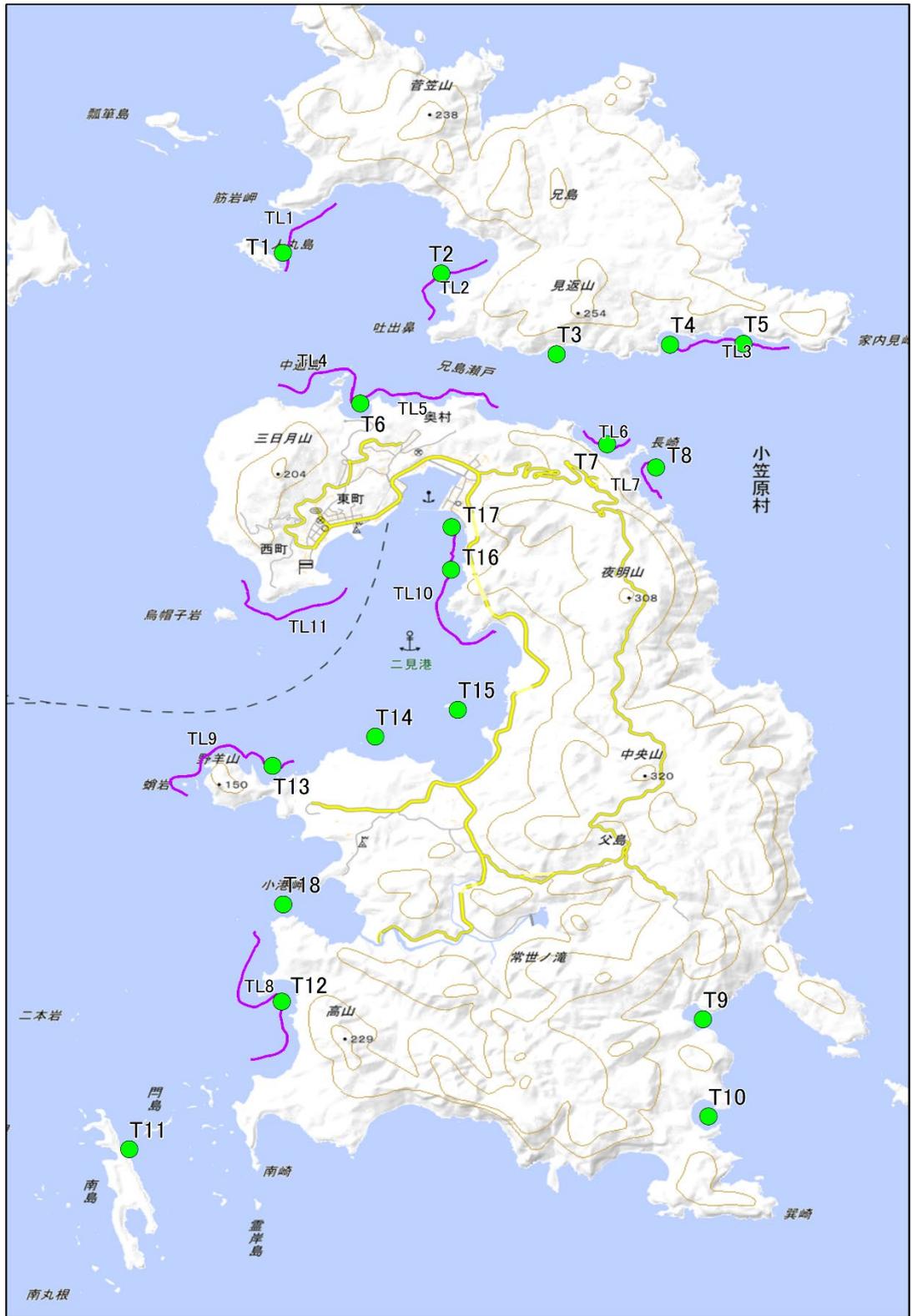


図 2.3-1 現地調査の実施状況



● スポット調査地点
 — ライン調査地点
 1:45,000
 0 0.75 1.5 2.25 3 km

図 2.3-2 現地調査位置図 (父島海域)



図 2.3-3 現地調査位置図 (母島海域)

2.3.2 調査結果

1) スポットチェック法

衛星画像解析から、サンゴが広く分布する海域と判断される海域 31 地点（父島海域 18 地点、母島海域 13 地点）で実施した。

スポットチェック法におけるサンゴ被度の状況を表 2.3-2、スポットチェック法調査結果を表 2.3-3 に示す。

サンゴ被度は父島海域では、18 地点のうち 10 地点で被度 50%以上 75%未満の高被度サンゴ礁の分布が確認された、母島海域については、13 地点のうち 4 地点で被度 5%以上 25%未満、6 地点で被度 25%以上 50%未満のサンゴ礁が確認され、父島海域に比べ高被度サンゴの分布は少ないものの、東側地点で高被度のサンゴが確認された。

各地点の調査結果については、調査個票（表 2.3-4 に例を示す）に整理した。

全地点の調査個票は巻末の参考資料 2 に示す。

表 2.3-2 スポットチェック法におけるサンゴ礁被度の状況（地点数）

海 域	5%未満	5%以上 25%未満	25%以上 50%未満	50%以上 75%未満	75%以上	合計
父 島	-	-	7	10	1	18
母 島	-	4	6	3	-	13
合 計	-	4	13	13	1	31

表 2.3-3 スポットチェック法調査結果

海域	No.	水深	底質割合(%)					サンゴ被度	サンゴ優占種 1位	サンゴ優占種 2位	サンゴ優占種 3位	サンゴ優占種 4位	サンゴ優占種 5位	生育型	サンゴ加入数	白化段階	地形
			岩盤	転石	礫	砂	泥										
父島	T1	6.0~8.0	80	-	20	-	-	40	枝状サポテンミドリイシ	塊状オガサワラアザミサンゴ	枝状ハナヤサイサンゴ類	塊状コブハマサンゴ	卓上クシハダミドリイシ	V	II	10~50%未満	礁斜面
	T2	8.0~13.0	100	-	-	-	-	70	枝状サポテンミドリイシ	被覆状リュウモンサンゴ	塊状オガサワラアザミサンゴ	塊状コブハマサンゴ	卓上クシハダミドリイシ	V	II	10~50%未満	礁斜面
	T3	6.0~8.0	70	-	-	30	-	70	枝状サポテンミドリイシ	塊状オガサワラアザミサンゴ	塊状コブハマサンゴ	枝状ハナヤサイサンゴ類	卓上クシハダミドリイシ	IV	II	1~10%未満	礁斜面
	T4	6.0~8.0	50	-	20	30	-	60	塊状オガサワラアザミサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類			IV	II	10~50%未満	礁斜面
	T5	4.0~8.0	70	-	10	20	-	40	被覆状コモンサンゴ類	枝状ハナヤサイサンゴ類	枝状サポテンミドリイシ	卓上クシハダミドリイシ		V	II	1~10%未満	礁斜面
	T6	3.0	70	-	-	30	-	40	塊状オガサワラアザミサンゴ	塊状コブハマサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	塊状キクメイシ類	被覆状コモンサンゴ類	V	II	1~10%未満	礁斜面
	T7	4.0~6.0	50	-	30	20	-	50	塊状オガサワラアザミサンゴ	塊状コブハマサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	卓上クシハダミドリイシ	V	II	1~10%未満	礁斜面
	T8	8.0~10.0	50	-	20	30	-	50	塊状オガサワラアザミサンゴ	塊状コブハマサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類		V	II	1~10%未満	礁斜面
	T9	6.0~7.0	70	-	10	20	-	50	塊状オガサワラアザミサンゴ	枝状ハナヤサイサンゴ類				IV	II	1%未満	礁斜面
	T10	1.0~2.0	80	-	5	15	-	60	塊状コブハマサンゴ	塊状キクメイシ	塊状オガサワラアザミサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	V	III	10~50%未満	礁斜面
	T11	6.0~8.0	70	-	30	-	-	50	枝状サポテンミドリイシ	卓上クシハダミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	被覆状コモンサンゴ類		V	II	10~50%未満	礁斜面
	T12	6.0~8.0	30	-	50	-	20	40	ヒメトゲキクメイシ	キクメイシ類	ノウサンゴ類	ハナヤサイサンゴ類		IV	II	10~50%未満	礁斜面
	T13	8.0~10.0	70	-	10	20	-	40	コブハマサンゴ	サポテンミドリイシ	ハマシコロサンゴ	ハナヤサイサンゴ類	Acropora donei	V	II	10~50%未満	礁斜面
	T14	10.0	90	-	10	-	-	60	卓上クシハダミドリイシ	枝状サポテンミドリイシ	塊状キクメイシ類	塊状オガサワラアザミサンゴ	枝状ハナヤサイサンゴ類	V	II	10~50%未満	礁斜面
	T15	5.0	70	-	20	10	-	40	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	ヒメトゲキクメイシ	塊状キクメイシ類		V	II	10~50%未満	礁斜面
	T16	4.5	70	-	20	10	-	60	Acropora granulos	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	枝状オヤユビミドリイシ		V	II	10~50%未満	礁斜面
	T17	2.0~4.0	-	-	-	-	-	100	枝状スギノキミドリイシ					IV	I	50~90%未満	礁斜面
	T18	6.0~8.0	80	-	20	-	-	30	塊状シコロサンゴ	塊状コブハマサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類		V	III	10~50%未満	礁斜面
母島	H1	6.0~8.0	60	-	10	30	-	40	卓上クシハダミドリイシ	被覆状オヤユビミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	塊状キクメイシ類		V	II	1~10%未満	礁斜面
	H2	6.0~8.0	60	-	10	30	-	30	被覆状コモンサンゴ類	被覆状ミドリイシ類	枝状ハナヤサイサンゴ類	塊状キクメイシ類	塊状ハマサンゴ類	V	II	1~10%未満	礁斜面
	H3	6.0~8.0	60	-	10	30	-	15	被覆状ミドリイシ類	卓上クシハダミドリイシ	被覆状キクメイシ類	被覆状コモンサンゴ類	塊状コブハマサンゴ	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H4	6.0~8.0	60	-	30	10	-	50	被覆状キクメイシ類	塊状キクメイシ類	枝状ハナヤサイサンゴ類	被覆状コモンサンゴ類	枝状サポテンミドリイシ	V	III	10~50%未満	礁斜面
	H5	8.0~10.0	100	-	-	-	-	50	枝状ハナヤサイサンゴ類	被覆状キクメイシ類	被覆状コモンサンゴ類	被覆状イボハダハナヤサイサンゴ	被覆状ミドリイシ類	V	III	1~10%未満	礁斜面
	H6	4.0~6.0	70	-	30	-	-	60	卓上クシハダミドリイシ	被覆状コモンサンゴ類	枝状サポテンミドリイシ	被覆状キクメイシ類	枝状ハナヤサイサンゴ類	V	III	1~10%未満	礁斜面
	H7	4.0~6.0	60	-	20	20	-	20	オヤユビミドリイシ	枝状サポテンミドリイシ	塊状キクメイシ類	被覆状コモンサンゴ類	枝状ハナヤサイサンゴ類	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H8	4.0~6.0	60	-	20	20	-	20	塊状コブハマサンゴ	枝状ハナヤサイサンゴ類	塊状キクメイシ類	塊状シコロサンゴ類	枝状サポテンミドリイシ	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H9	5.0~8.0	60	-	10	30	-	30	塊状コブハマサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	塊状オガサワラアザミサンゴ	Acropora donei	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H10	2.0~4.0	60	-	10	30	-	30	塊状コブハマサンゴ	枝状サポテンミドリイシ	枝状ハナヤサイサンゴ類	塊状キクメイシ類	被覆状コモンサンゴ類	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H11	2.0~4.0	70	-	10	20	-	40	枝状ハナヤサイサンゴ類	ヘラジカハナヤサイサンゴ	イタアナサンゴモドキ	塊状コブハマサンゴ	枝状イボハダハナヤサイサンゴ	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H12	2.0~4.0	70	-	10	20	-	30	塊状コブハマサンゴ	枝状ハナヤサイサンゴ類	枝状サポテンミドリイシ	塊状キクメイシ類	塊状シコロサンゴ類	V	II	10~50%未満	礁斜面
	H13	6.0~8.0	60	-	10	30	-	10	被覆状コモンサンゴ類	枝状ハナヤサイサンゴ類	ハマサンゴ類	塊状キクメイシ類		V	II	10~50%未満	礁斜面

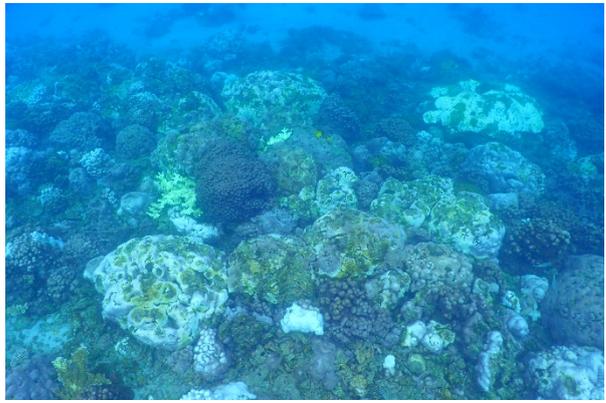
※生育型 I : 枝ミドリイシ、II : 卓ミドリイシ、III : 枝卓ミドリイシ、IV : 特定種優占、V : 多種混生、VI : ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I : なし、II : 5 群体未満、III : 5 群体以上

※表中の「-」はデータなし

※T17 では、枝状スギノキミドリイシが被度 100%で海底面を覆っており、底質が確認できなかったため、底質割合は「-」(データなし)とした。

表 2.3-4 スポット調査の調査個票 (例)

海域：父島	地点 No：T1	調査日時：2020/11/24 10:30			
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：6.0～8.0			
サンゴ	被度(%)：40	白化率：10～50%未満	生育型：V	加入数：II	
サンゴ上位3種	1位：枝状サボテンミドリイシ	2位：塊状オガサワラアザミサンゴ	3位：枝状ハナヤサイサンゴ類		
地形：礁斜面					
底質(%)	岩盤：80	転石：-	礫：20	砂：-	泥：-
特記事項：					
					
					

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、
VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

2) 水中動画連続撮影

調査を実施した測線延長は、父島海域 13km（11 測線）、母島海域 4km（7 測線）の計 17km（18 測線）で調査を実施した。

各調査地点の調査実績は表 2.3-5 に、調査海域別の調査結果を表 2.3-6、表 2.3-7 に示す。

表 2.3-5 水中動画連続撮影調査実績（距離、測線数）

調査海域	水中動画連続撮影実績
父 島	13km（11 測線）
母 島	4km（7 測線）
合 計	17km（18 測線）

表 2.3-6 水中動画連続撮影調査結果 (父島)

地域	測線No	地点順	サンゴ被度	サンゴ型						底質					ソフトコーラル	海藻藻類	メモ			
				塊状	散房状	枝状	傘状	被覆状	葉状	岩盤	礫	軽石	砂	死サンゴ				構造物		
父島	TL1	1	20	○	○	○	○	○	○	○	20	50	30	<5%	<5%	-	-	-	散房状・枝状サンゴが優占している	
		2	30	○	○	○	○	○	○	<5%	80	<5%	20	-	-	-	-	-	塊状・枝状サンゴが優占している	
		3	50	○	○	○	○	○	○	<5%	50	20	30	-	-	-	-	-	塊状・枝状サンゴが優占している	
		4	40	○	○	○	○	○	○	-	50	-	50	-	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している	
		5	<5%	-	○	○	○	○	○	-	<5%	-	100	-	-	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している
		6	30	○	○	○	○	○	○	-	40	-	60	-	-	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している
		7	30	○	○	○	○	○	○	-	40	-	60	-	-	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している
	TL2	1	70	○	○	○	○	○	○	-	80	<5%	20	<5%	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が高い。
		2	60	○	○	○	○	○	○	-	70	10	20	-	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している
		3	80	○	○	○	○	○	○	○	30	60	10	20	-	<5%	-	-	-	塊状・葉状サンゴが優占し、被度が低い。
		4	60	○	○	○	○	○	○	○	60	10	10	20	-	-	-	-	-	塊状・枝状・散房状サンゴが優占し、被度が低い。
		5	50	○	○	○	○	○	○	○	40	40	20	20	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
	TL3	1	50	○	○	○	○	○	○	○	40	20	20	20	<5%	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		2	70	○	○	○	○	○	○	○	80	10	<5%	10	-	-	-	-	-	塊状・葉状サンゴが優占し、被度が低い。
		3	70	○	○	○	○	○	○	○	50	20	20	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
		4	70	○	○	○	○	○	○	○	90	<5%	-	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
		5	70	○	○	○	○	○	○	○	50	20	10	20	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
	TL4	1	60	○	○	○	○	○	○	○	80	<5%	20	<5%	-	-	-	-	-	被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
		2	80	○	○	○	○	○	○	○	90	<5%	<5%	<5%	-	-	-	-	-	塊状・枝状・散房状サンゴが優占し、被度が低い。
		3	80	○	○	○	○	○	○	○	30	30	30	10	-	-	-	-	-	サンゴ型は同等の被度が発生している。
		4	70	○	○	○	○	○	○	○	70	-	20	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
		5	70	○	○	○	○	○	○	○	80	-	10	10	-	-	-	-	-	被覆・枝状サンゴが優占し、被度が低い。
	TL5	1	不明	○	○	○	○	○	○	○	80	5	5	10	<5%	-	-	-	-	水深が深い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。
		2	不明	○	○	○	○	○	○	○	50	20	10	20	-	-	-	-	-	水深が深い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。
		3	不明	○	○	○	○	○	○	○	70	20	5	5	-	-	-	-	-	水深が深い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。
		4	70	○	○	○	○	○	○	○	60	10	<5%	30	-	-	-	-	-	塊状・枝状サンゴが優占し、被度が低い。
		5	80	○	○	○	○	○	○	○	70	10	-	20	-	-	-	-	-	塊状・枝状サンゴが優占し、被度が低い。
	TL6	1	30	○	○	○	○	○	○	○	10	70	10	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		2	30	○	○	○	○	○	○	○	40	20	40	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		3	60	○	○	○	○	○	○	○	30	60	10	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		4	30	○	○	○	○	○	○	○	10	20	30	40	-	-	-	-	-	被覆状サンゴが優占している。
		5	60	○	○	○	○	○	○	○	70	<5%	10	20	-	-	-	-	-	被覆状サンゴが優占している。
	TL7	1	30	○	○	○	○	○	○	○	60	20	20	5	<5%	-	-	<5%	-	塊状サンゴが優占している。4分0秒～20秒付近海産?
		2	40	○	○	○	○	○	○	○	40	50	5	5	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		3	30	○	○	○	○	○	○	○	70	10	10	10	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。
		4	30	○	○	○	○	○	○	○	80	10	10	10	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。
		5	30	○	○	○	○	○	○	○	60	30	<5%	10	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。
	TL8	1	30	○	○	○	○	○	○	○	40	30	<5%	30	<5%	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。
		2	20	○	○	○	○	○	○	○	10	60	<5%	30	<5%	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。堆積物が多い
		3	10	○	○	○	○	○	○	○	30	30	10	30	-	-	-	-	-	被覆状サンゴが優占している。堆積物が多い
		4	<5%	-	○	○	○	○	○	○	60	<5%	10	30	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。堆積物が多い
		5	<5%	-	○	○	○	○	○	○	60	10	-	30	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している。堆積物が多い
	TL9	1	30	○	○	○	○	○	○	○	10	60	10	20	-	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している。
		2	50	○	○	○	○	○	○	○	50	40	-	10	-	-	-	-	-	塊状・枝状サンゴが優占している
		3	30	○	○	○	○	○	○	○	<5%	50	40	10	<5%	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している
		4	20	○	○	○	○	○	○	○	40	10	50	-	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している
		5	10	-	○	○	○	○	○	○	30	20	30	20	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している
	TL10	1	20	○	○	○	○	○	○	○	100	-	-	-	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している
		2	30	○	○	○	○	○	○	○	80	<5%	20	<5%	-	-	-	-	-	散房状サンゴが優占している
		3	20	○	○	○	○	○	○	○	30	10	60	<5%	-	-	-	-	-	散房状・枝状サンゴが優占している
		4	不明	-	-	-	-	-	-	-	20	30	50	-	-	-	-	-	-	水深が深く、透明度が低い。サンゴ型の判読不可能。
		5	30	○	○	○	○	○	○	○	10	40	40	10	-	-	-	-	-	枝状・塊状サンゴが優占している
	TL11	1	30	○	○	○	○	○	○	○	50	30	20	<5%	-	-	-	-	-	枝状サンゴが優占している。
		2	20	○	○	○	○	○	○	○	80	10	-	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		3	10	○	○	○	○	○	○	○	30	60	<5%	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
		4	20	○	○	○	○	○	○	○	60	30	-	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		5	30	○	○	○	○	○	○	○	70	20	<5%	10	-	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。

表 2.3-7 水中動画連続撮影調査結果 (母島)

地域	測線No	地点順	サンゴ被度	サンゴ型						底質						ソフトコーラル	海藻藻類	メモ
				塊状	散房状	枝状	卓状	被覆状	葉状	岩盤	礫	軽石	砂	死サンゴ	構造物			
母島	HL1	1	10	○	-	-	-	○	-	40	50	5	5	-	-	-	-	被覆状サンゴが優占し、被度が低い。 枝状サンゴが優占し、被度が低い。
		2	20	○	○	-	○	○	-	70	20	5	5	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
		3	不明	○	-	-	○	○	-	70	10	<5%	20	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
		4	不明	○	-	-	-	○	-	80	10	5	5	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
		5	不明	○	-	-	○	○	-	不明	不明	不明	不明	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
	HL2	1	不明	○	-	○	-	○	-	60	10	<5%	30	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 塊状、被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
		2	60	○	○	○	-	○	-	90	10	10	-	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 塊状、被覆状サンゴが優占し、被度が低い。
		3	不明	○	-	-	-	○	-	不明	不明	不明	不明	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 塊状、被覆状サンゴが優占している。
		4	不明	○	-	-	○	○	-	不明	不明	不明	不明	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 塊状、被覆状サンゴが優占している。
		5	不明	○	○	-	-	○	-	50	20	10	20	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 塊状、被覆状サンゴが優占している。
	HL3	1	不明	○	-	○	○	○	-	不明	不明	不明	不明	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 塊状、被覆状サンゴが優占している。枝状サンゴはほぼ全て白化。 卓状サンゴが優占している。全体の20%が白化。
		2	80	○	○	○	○	○	-	100	-	-	-	-	-	-	-	濁りが強い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 枝状、卓状サンゴが優占している。全体の20%が白化。
		3	不明	○	-	○	○	○	-	不明	不明	不明	不明	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
	HL4	1	20	○	-	○	○	○	-	30	40	25	5	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		2	30	○	○	○	○	○	-	30	20	40	10	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		3	30	○	○	○	○	○	-	30	20	40	10	-	-	-	-	塊状サンゴが優占している。
		4	20	○	○	○	-	○	-	40	30	20	10	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
		5	10	○	○	-	-	○	-	30	40	10	20	-	-	-	-	塊状サンゴが優占し、被度が低い。
	HL5	1	10	○	-	○	-	○	-	<5%	50	10	40	-	-	-	-	被覆状サンゴ(70%は白化)が優占し、被度が低い。
		2	不明	○	○	○	○	○	○	80	10	<5%	10	-	-	-	-	水深が深い所があるため、目視判別できる範囲のデータ。 枝状サンゴが優占している。サンゴ全体の30~40%が白化。
		3	60	○	○	○	○	○	-	60	20	<5%	20	<5%	-	-	-	枝状(50%が白化)、散房状サンゴが優占し、被度が低い。
		4	70	○	○	○	○	○	-	70	10	<5%	10	10	-	-	-	枝状サンゴ(50%が白化)が優占し、被度が低い。
		5	50	○	○	○	○	○	-	70	10	<5%	20	-	<5%	-	-	枝状、被覆状サンゴが優占している。
	HL6	1	50	○	○	○	○	○	-	70	10	<5%	20	-	-	-	-	枝状(50%が白化)、被覆状サンゴが優占している。 枝状(50%が白化)、被覆状サンゴが優占している。 海藻に見えるのは(4:30~)葉状海藻の可能性が高い。
		2	60	○	-	○	○	○	-	60	10	10	20	-	-	-	-	被覆状、枝状サンゴが優占している。
		3	50	○	○	○	○	○	○	70	10	10	10	-	-	-	-	被覆状、枝状サンゴが優占している。
		4	60	○	○	○	○	○	○	60	20	<5%	20	-	-	-	-	被覆状、枝状サンゴが優占している。
	HL7	1	40	○	○	○	○	○	○	90	5	-	5	-	-	-	-	被覆状、塊状サンゴが優占している(全体の30%が白化)。 海藻に見えるのは(0:30~)葉状海藻の可能性が高い。
		2	30	○	○	○	○	○	○	70	10	<5%	20	-	-	-	-	被覆状、葉状サンゴが優占している(全体の30%が白化)。 海藻に見えるのは(3:30~)葉状海藻の可能性が高い。
		3	60	○	-	○	-	○	○	90	5	-	5	-	-	-	-	葉状(80%が白化)、塊状サンゴが優占している。 海藻に見えるのは(4:20~)葉状海藻の可能性が高い。
4		50	○	○	-	-	○	○	95	5	-	<5%	-	-	-	-	塊状、被覆状サンゴが優占している(全体の30%が白化)。 海藻に見えるのは(7:05~)葉状海藻の可能性が高い。	
5		40	○	○	○	-	○	○	70	10	<5%	20	-	-	-	-	塊状、被覆状サンゴが優占している(全体の30%が白化)。 海藻に見えるのは(9:40~)葉状海藻の可能性が高い。	
6		60	○	○	○	○	○	○	80	5	5	10	-	-	-	-	塊状、被覆状サンゴが優占している(全体の40%が白化)。 海藻に見えるのは(10:20~)葉状海藻の可能性が高い。	
7		50	○	○	○	○	○	○	90	<5%	-	10	-	-	-	-	塊状、被覆状サンゴが優占している(全体の30%が白化)。 海藻に見えるのは(12:45~)葉状海藻の可能性が高い。	
8		50	○	○	○	-	○	○	95	<5%	-	5	-	-	-	-	塊状、被覆状サンゴが優占している(全体の40%が白化)。 海藻に見えるのは(14:07~)葉状海藻の可能性が高い。	
9		50	○	○	-	-	○	○	80	5	5	10	-	-	-	-	塊状、被覆状サンゴが優占している(全体の30%が白化)。 海藻に見えるのは(16:17~)葉状海藻の可能性が高い。	

3) シートゥルースデータの取得

シートゥルースデータの取得地点数を表 2.3-8 に示す。

父島 37 地点、母島 13 地点の計 50 地点でデータを取得した（表 2.3-9）。

表 2.3-8 シートゥルース取得地点数

調査海域	取得地点数
父 島	37 地点
母 島	13 地点
合 計	50 地点

表 2.3-9 シートウールースデータの取得状況

No	調査地点	水深(m)	サンゴ被度	底質区分	特記事項
1	父島	3~4	5>	裸岩	
2	父島	6~7		サンゴ礫	サンゴ礫は20%程度
3	父島	6~7		裸岩	ゴロ太岩
4	父島	4	5>	サンゴ礫	白化率低い
5	父島	8		裸岩	
6	父島	3		砂底	南島で一番浅い砂地
7	父島	3		砂底	所々岩
8	父島	4	5-25	砂底	
9	父島	4	5>	裸岩	
10	父島	3		砂底	
11	父島	2	5>	裸岩	
12	父島	5	5-25	サンゴ礫	
13	父島	3		砂底	黒い砂地
14	父島	3	5>		ゴロ太岩
15	父島	8	25-50	砂底	砂底20%
16	父島	4	25-50	砂底	被度40%
17	父島	4		砂底	
18	父島	3	25-50		
19	父島	4	5-25		
20	父島	3~4	5-25		
21	父島	2.3	25-50		
22	父島	3		砂底	picなし
23	父島	3.6	5-25		
24	父島	9.2	50<		70%アザミ
25	父島	3.2	5-25		
26	父島	4.6	50<		
27	父島	3	30		
28	父島	8	70	礫	
29	父島	10	80		
30	父島	2.5	30		
31	父島	3.5	<5%		
32	父島	4	10	岩盤	
33	父島	3	30		
34	父島	3	20		
35	父島	5	20	岩盤	
36	父島	4	30		
37	父島	6	90	岩盤	
38	母島	3	50<	岩盤	
39	母島	4	20	転石	
40	母島	3	10	砂地一部岩盤	
41	母島	4	10	礫	
42	母島	4	50	岩盤	
43	母島	6	40	岩盤	
44	母島	4	40	岩盤	
45	母島	1	40	岩盤	
46	母島	1.5	50	岩盤	
47	母島	3.5	5-25	岩盤	
48	母島	3	75<	岩盤	
49	母島	6.5	5>		
50	母島	6.1	5-25		

2.4 分布素図の作成

2.4.1 衛星画像の分類とサンゴ被度区分の細分化

平成30年度、令和元年度調査にて採用された手法を基本とし、現地調査データと調査地点に対応する底質指標画像の画素値を用いて、回帰分析によりサンゴの被度を定量化し、教師なし分類の結果と組み合わせることにより、詳細なサンゴ被度区分を持つサンゴ礁分布素図を作成した。

1) サンゴ被度区分の設定

底質指標画像は水深の影響が軽減されているものの、礁池外などのやや深い海域では水深の影響が残っている。そのため、昨年度業務と同様に、水深の影響がより少ない礁池内ではサンゴの被度区分を4区分、礁池外では3区分とした。なお、父島・母島周辺は礁池の発達が乏しく、礁池の内外を明確に区分できないことから、水深の浅い領域（おおむね10m以浅）と水深の深い領域（おおむね10m以深）を分けて区分した。表2.4-1にサンゴの被度区分を示す。

表 2.4-1 サンゴ被度区分の設定

礁池内のサンゴ被度区分 (水深の浅い領域)	礁池外のサンゴ被度区分 (水深の深い領域)
5%未満	5%未満
5-25%	5-50%
25-50%	
50-100%	50-100%

2) サンゴ被度区分の細分化の方法

礁池内と礁池外ではサンゴ被度区分の設定が異なるため、まず、底質指標化前の衛星画像を用いて ISODATA 法分類により礁池内(水深の浅い領域)と礁池外(水深の深い領域)に区分した。このとき、クラス数は20クラスとし、各分類クラスの割り当ては目視判読により行った。次に、礁池内と礁池外それぞれについて、現地調査データと底質指標画像を用いてサンゴ被度の推定を行うとともに、底質指標画像を用いて ISODATA 法分類により40クラス程度に分類した。次に、サンゴ被度の推定結果と ISODATA 法分類の結果を重ね合わせ、各分類クラスに対して推定サンゴ被度の平均値を求めてサンゴ被度区分を割り当てた。ここで、底質指標画像から推定したサンゴ被度は、サンゴと海藻が混在している場所が全てサンゴとみなされ、サンゴ被度が過大評価される傾向が認められたため、特に重要なサンゴ被度5%未満と5%以上の区分については、砂底と同様に目視判読の結果を採用する方針とした。また、礁池外において、水深が深く海底からの光の反射がない画素が被度の高いサンゴの画素と同様の底質指標を示すことから、こうした分類クラスを目視判読により「分類不可」とした。礁池内外の被度区分の画像を統合し、10画素未満の小領域を除去することにより、サンゴ被度区分細分化画像を作成した。図2.4-1にサンゴ被度区分細分化画像作成の詳細フロー図を示す。

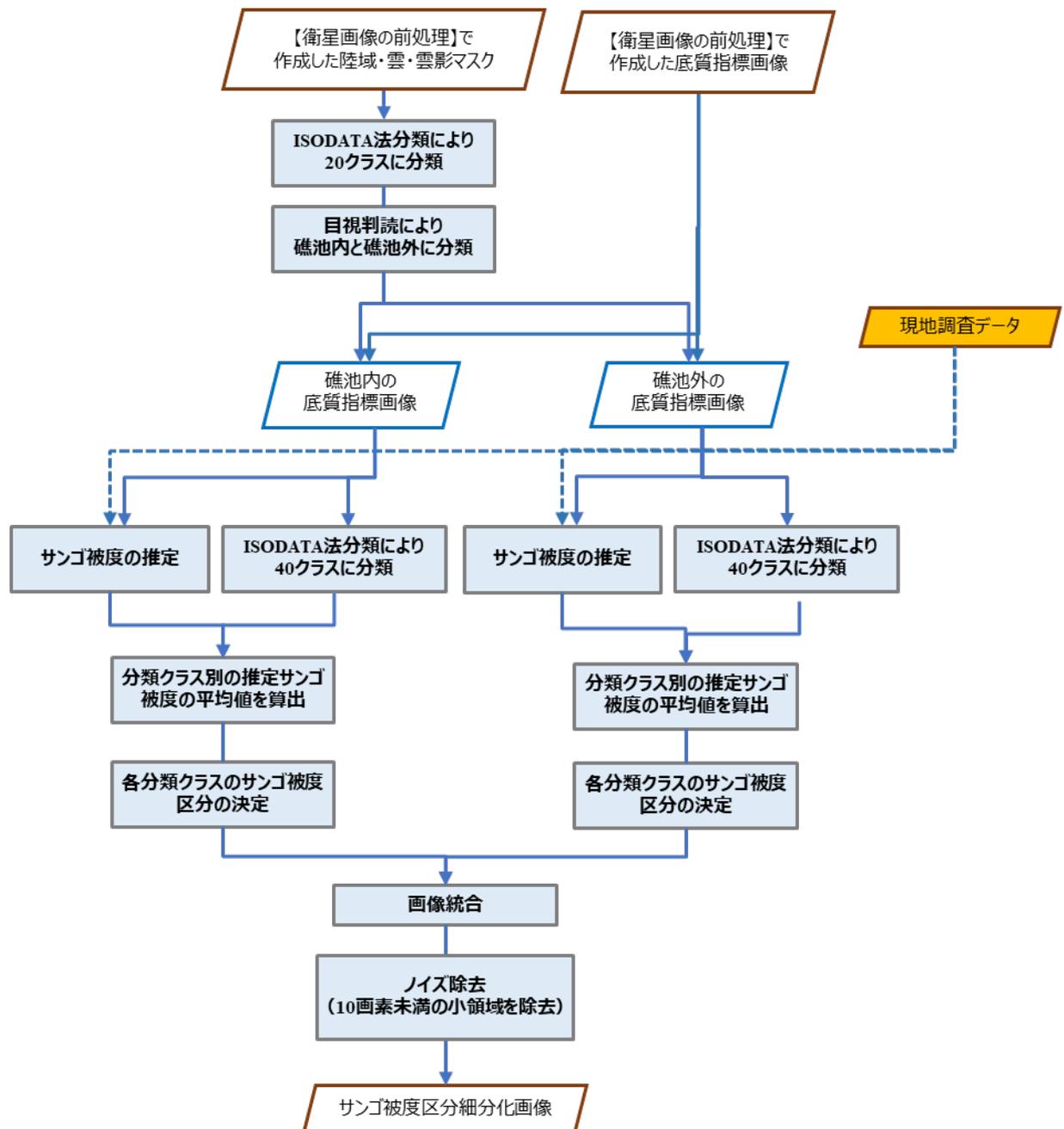


図 2.4-1 サンゴ被度区分細分化画像作成の詳細フロー図

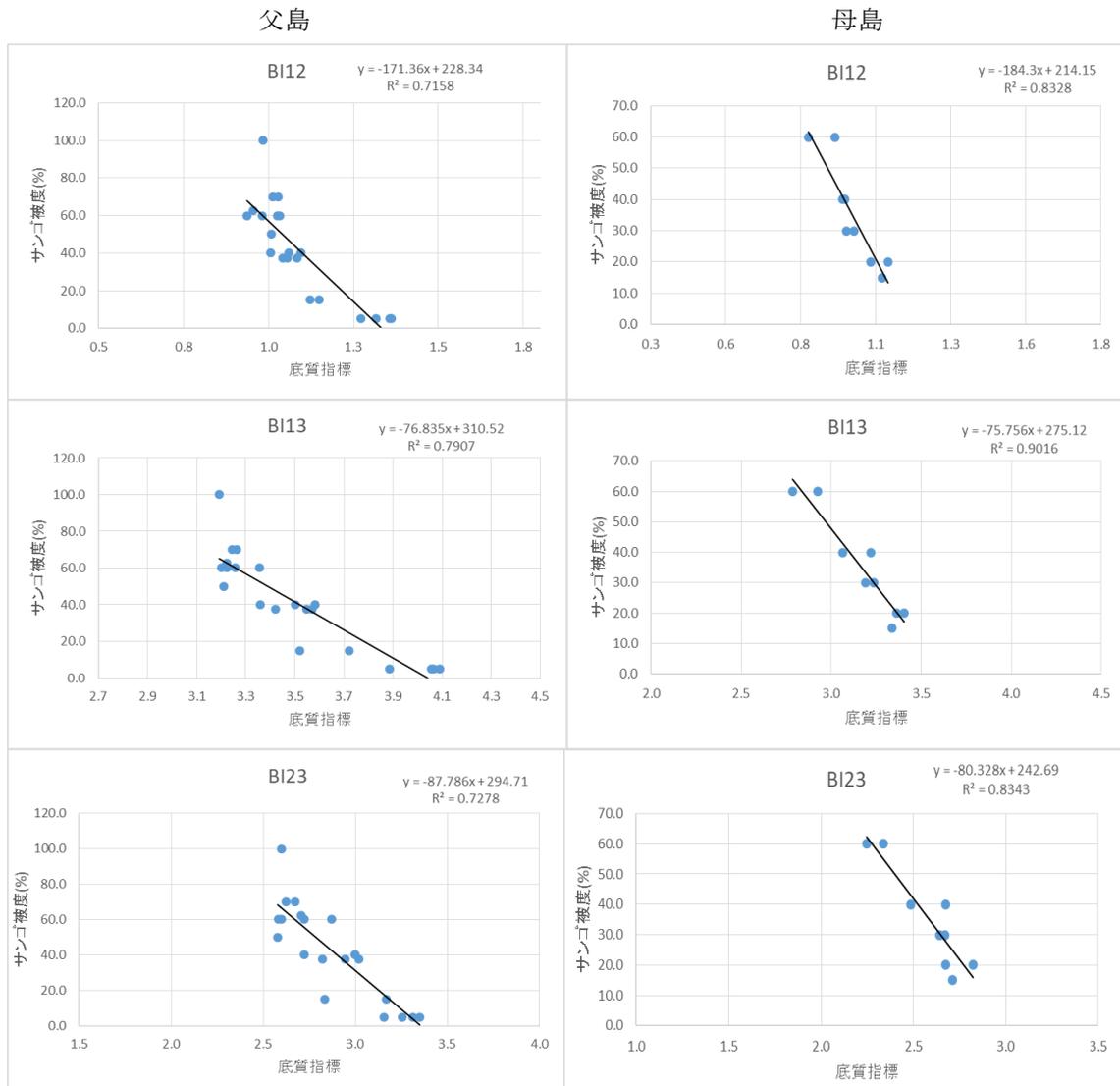
3) サンゴ被度の推定

サンゴ被度の推定に用いる現地調査データは、スポット調査とシートウルースの取得で得られた両データとした。

サンゴ被度を推定するモデルは、青-緑バンド、青-赤バンド、緑-赤バンドの3種類の底質指標をそれぞれ用いた単回帰モデルの他、3種類の底質指標を全て用いた重回帰モデルの4種類とし、これらのうち最も決定係数が高いモデルを採用した。なお、各種現地調査データのサンゴ被度は、被度が1つの値で表されている場合もあるが、「5%未満」や「5-25%」など幅を持つ値で表されている場合があるため、分析の際はそれらの区間の中央値を用いた。また、サンゴ被度と底質指標は、基本的には負の相関を持つと考えられるため、相関を求める上で各被度階層のサンプル数に偏りが生じないように、以下の作業を行って内容を精査した。

- 地点毎に底質指標画像と調査結果のサンゴ被度を比較し、位置のズレが判明した地点については現地調査を行った者の判断により位置の修正を行った。
- 被度が大きく異なる領域の境界に地点がある場合はミクセル（混合画素）となっている可能性があるため除外した。
- 海草や海藻が含まれる地点を除外した。

父島、母島の精査後のシートウールズデータ、スポット調査データを用いて単回帰分析を行った結果を図 2.4-2 に示す。



※BI12: 青-緑バンドの底質指標、BI13: 青-赤バンドの底質指標、BI23: 緑-赤バンドの底質指標

図 2.4-2 父島、母島における単回帰分析
(シートウールズデータ及びスポット調査データを用いた結果)

精査後の各現地調査データ（スポット調査データとシートウルースデータ）において単回帰分析した結果、決定係数が高いものを採用した。表 2.4-2 に、最終的に採用したサンゴ被度の推定モデルと決定係数を示す。

表 2.4-2 精査後の現地調査データを用いたサンゴ被度推定モデルと精度

対象地域	衛星画像 (SPOT-6)	サンゴ被度の推定式	決定係数	現地調査データ
父島	2020年1月12日	$\% = 297.27 - 44.53 * BI_{12} - 47.55 * BI_{13} - 14.14 * BI_{23}$	0.7933	スポット、シートウルース
母島		$\% = 215.34 - 190.18 * BI_{12} + 96.40 * BI_{13} - 116.43 * BI_{23}$	0.9212	スポット、シートウルース

※BI₁₂: 青-緑バンドの底質指標、BI₁₃: 青-赤バンドの底質指標、BI₂₃: 緑-赤バンドの底質指標

4) サンゴ被度区分細分化画像の作成

図 2.4-1 のフロー図に従い、サンゴ被度区分細分化画像を作成した。図 2.4-3 に細分化画像の例を示す。

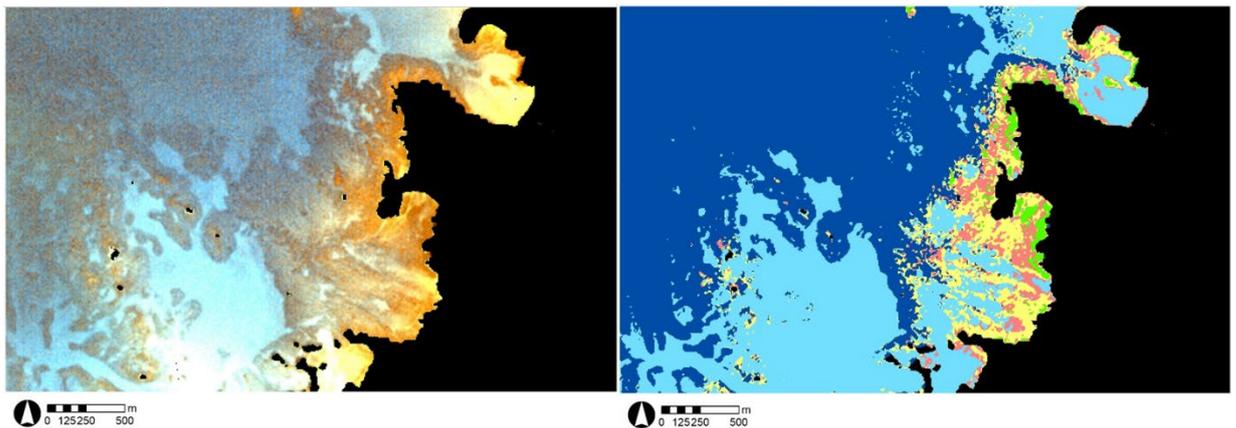


図 2.4-3 サンゴ被度区分細分化画像の例（父島）

左：底質指標画像、右：サンゴ被度区分細分化画像

5) オブジェクト指向分類(ポリゴン化)

画像分類の結果をベクター化(ポリゴン化)するため、1.5m解像度の底質指標画像を用いて、オブジェクト指向分類を行った。なお、分類結果をポリゴン化する方法は、同じ値を持つ隣接画素領域の外側の境界をGISの機能によりポリゴン化する方法があるが、ISODATA法分類の結果をそのままポリゴン化した場合、後続の工程において分布図を修正する際に、手動でポリゴンの形状を修正する必要があり、作業が複雑になるとともに、自動で生成された形状と違和感が生じる。そのため、本業務では、一定の面積の単位でポリゴン化でき、良好な領域分割結果が得られるTrimble社製eCognition Developerを用いてポリゴンを生成した。

本作業では、礁池内に分布する被度の高いサンゴのパッチがなるべくオリジナルに近い形状で抽出されるよう、パラメータを設定した。図2.4-4にポリゴン化の例を示す。

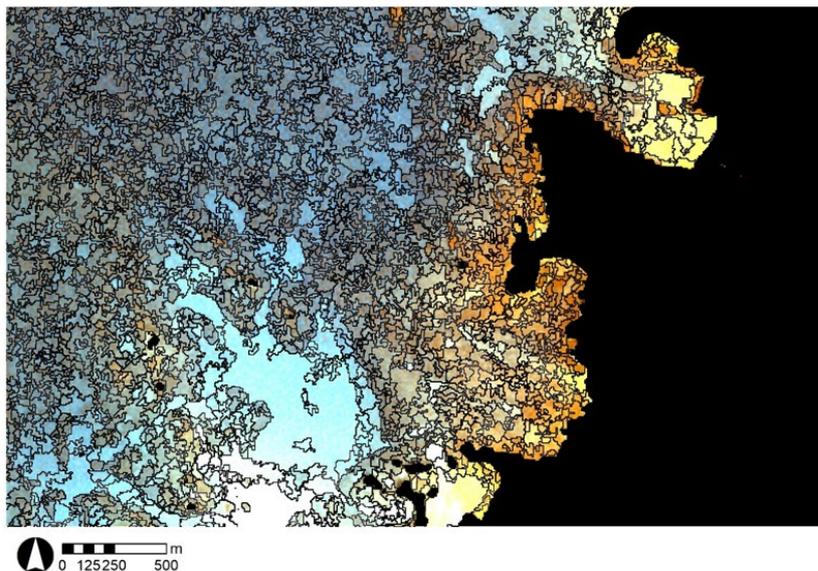


図 2.4-4 ポリゴン化の例(父島)

6) 分類結果の統合

サンゴ被度区分の細分化の結果とポリゴン化の結果を重ね合わせ、各ポリゴンに含まれる分類クラスの最頻値を集計してポリゴンの属性に付与することにより、分類結果を統合した。図2.4-5に分類結果の統合図の例を示す。

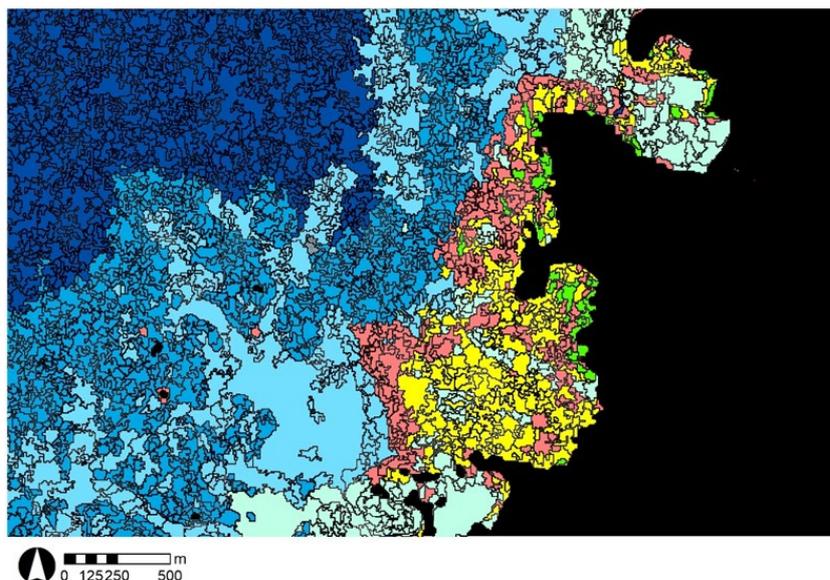


図 2.4-5 分類結果の統合図の例(父島)

2.4.2 サンゴ礁分布素図の作成

1) 凡例項目の設定

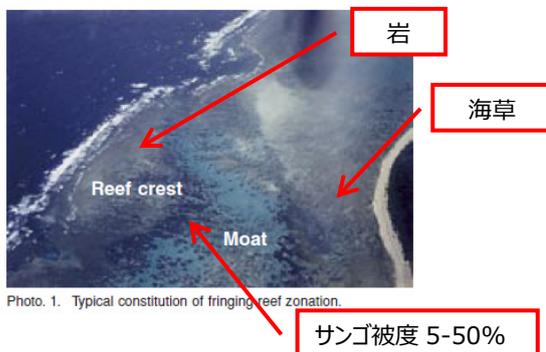
サンゴ礁分布素図の凡例項目は、過年度業務にて設定された凡例項目を基本とした。表 2.4-3 にサンゴ礁分布素図の凡例項目を示す。

表 2.4-3 サンゴ礁分布素図の凡例項目

コード番号	細分化凡例※サンゴ被度区分を細分化した凡例
1	造礁サンゴ群集被度 5%未満
2	造礁サンゴ群集被 5~25%
3	造礁サンゴ群集被度 25~50%
4	造礁サンゴ群集被度 50~100%
11	底質 (干出裸岩)
12	底質 (沈水裸岩)
13	底質 (礫底)
14	底質 (泥底)
15	底質 (砂底)
16	底質 (ソフトコーラル)
17	底質 (海藻)
18	底質 (海草)
19	離水サンゴ礁 ※過年度調査にて喜界島の周縁部を対象に追加設定された
21	造礁サンゴ群集被度 5%未満 (深い水深帯)
22	造礁サンゴ群集被度 5~50% (深い水深帯)
23	造礁サンゴ群集被度 50~100% (深い水深帯)
24	底質 (砂底等) (深い水深帯)
99	分類不可 (深い水深帯)

2) サンゴ礁分布素図の作成

前項において作成した分類結果の統合図 (ポリゴン) には衛星画像の ISODATA 法分類の結果が属性値として付与されているが、サンゴ、海草、海藻、裸岩を衛星画像の輝度値のみに基づいて分類することは難しいため、ポリゴンの属性に誤分類の結果が付与されている場合がある。そこで、1.5m 解像度のパンシャープン画像及び底質指標画像を目視判読し、画像の輝度値やテクスチャの他、サンゴ礁地形の成り立ち (図 2.4-6) や過去のサンゴ礁分布図、現地調査データ、環境省担当官より提供された 2016 年夏以降に取得された 0.5m 解像度の衛星画像*を参考にして、サンゴの誤分類を修正した。修正したサンゴ礁分布素図を図 2.4-7~図 2.4-9 に示す。



出典：「日本のサンゴ礁」(環境省発行)

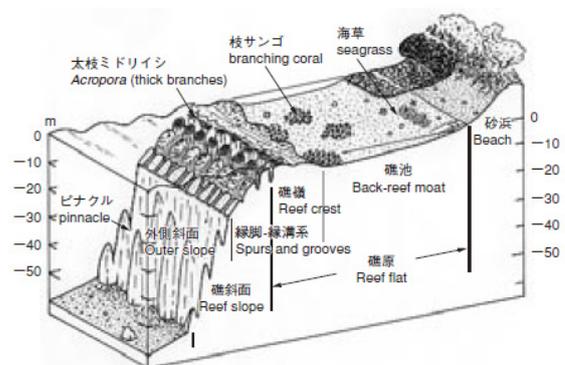


図 2.4-6 サンゴ礁地形の成り立ち

*「平成 30 年度環境に配慮した再生可能エネルギー導入検討に向けた藻場分布状況図等整備に係る調査設計及び精度管理等委託業務」において調達

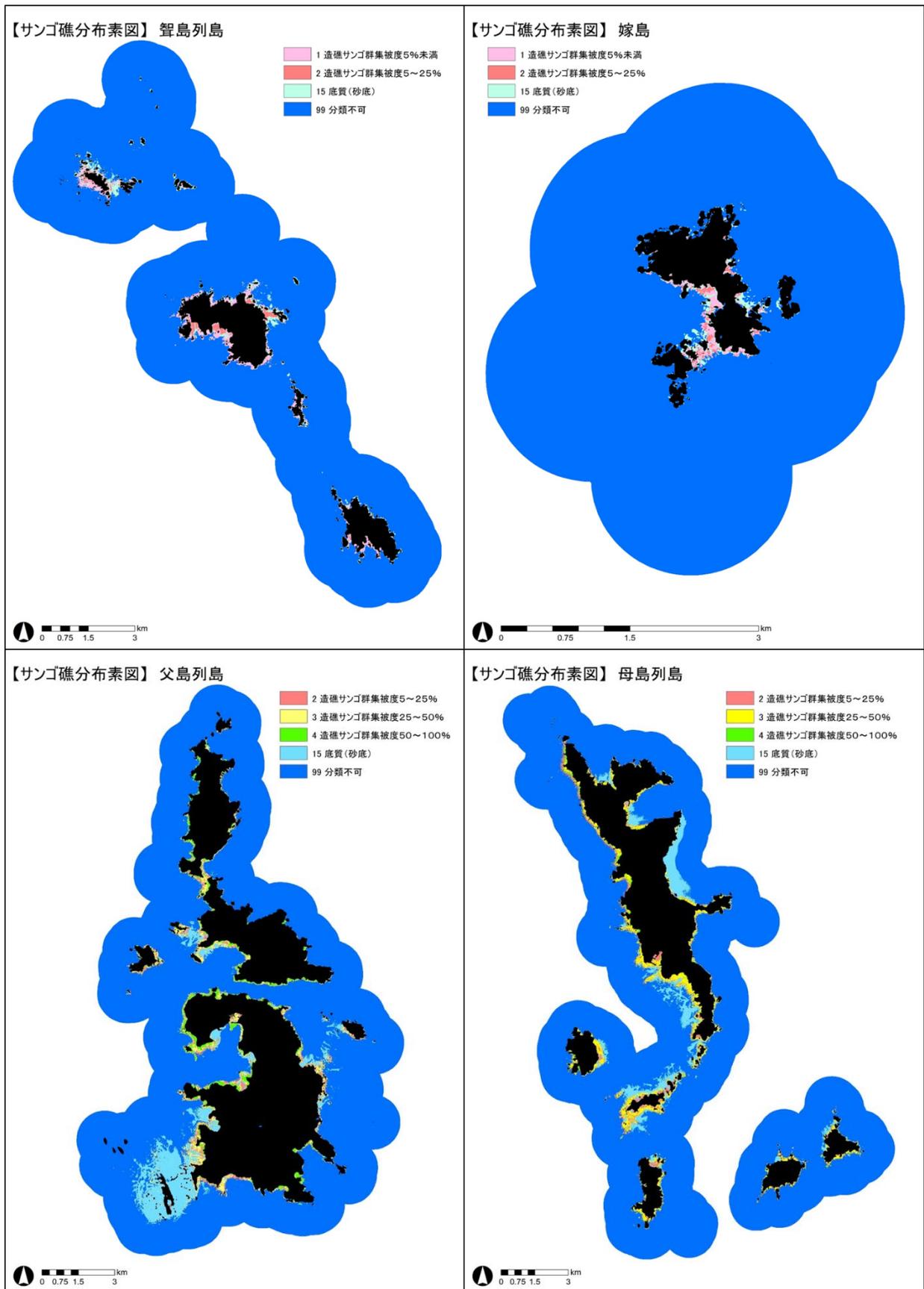


図 2.4-7 サンゴ礁分布素図
 上段：(左) 聳島列島、(右) 嫁島、
 下段：(左) 父島列島、(右) 母島列島

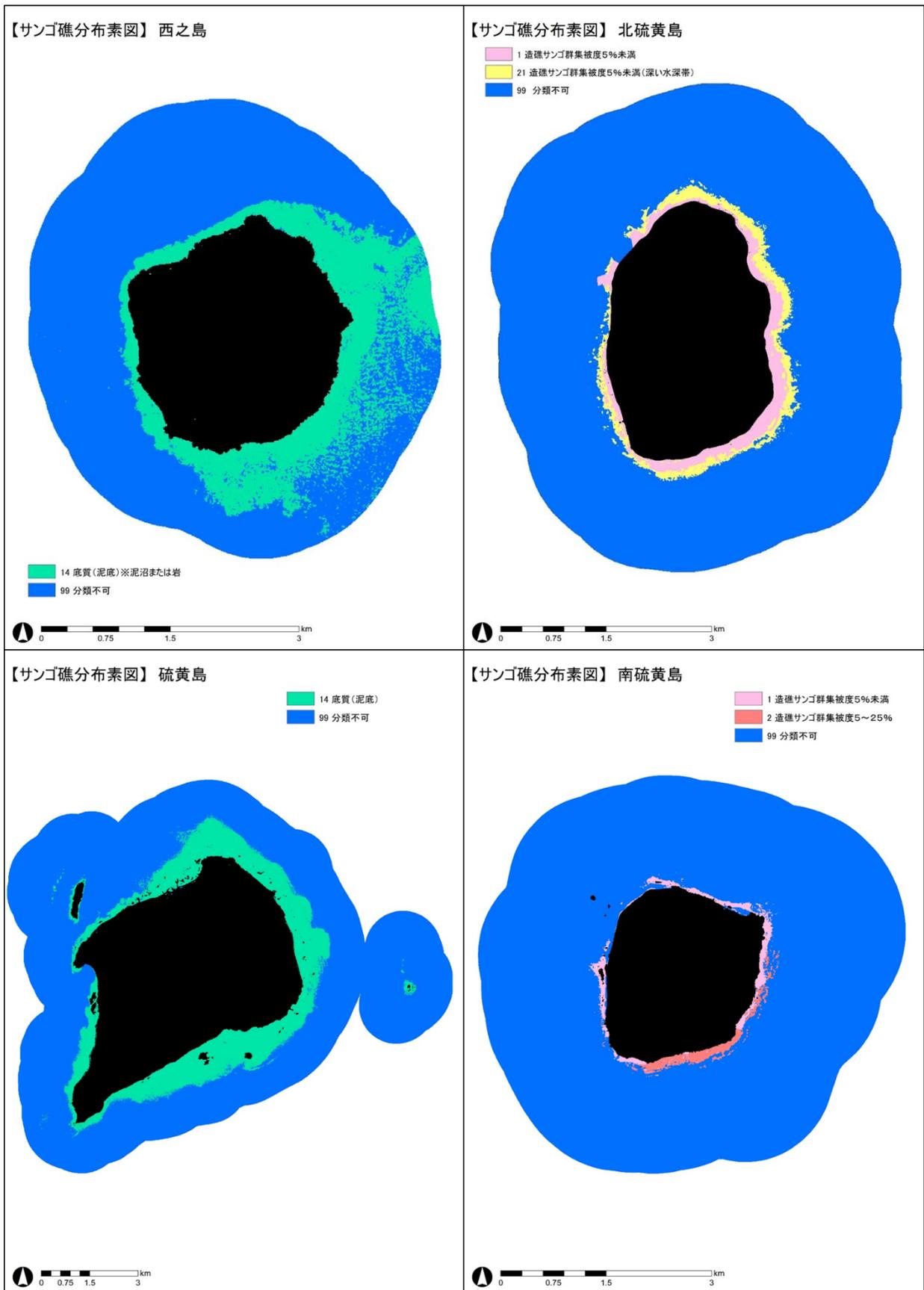


図 2.4-8 サンゴ礁分布素図
 上段：(左) 西之島、(右) 北硫黄島
 下段：(左) 硫黄島、(右) 南硫黄島

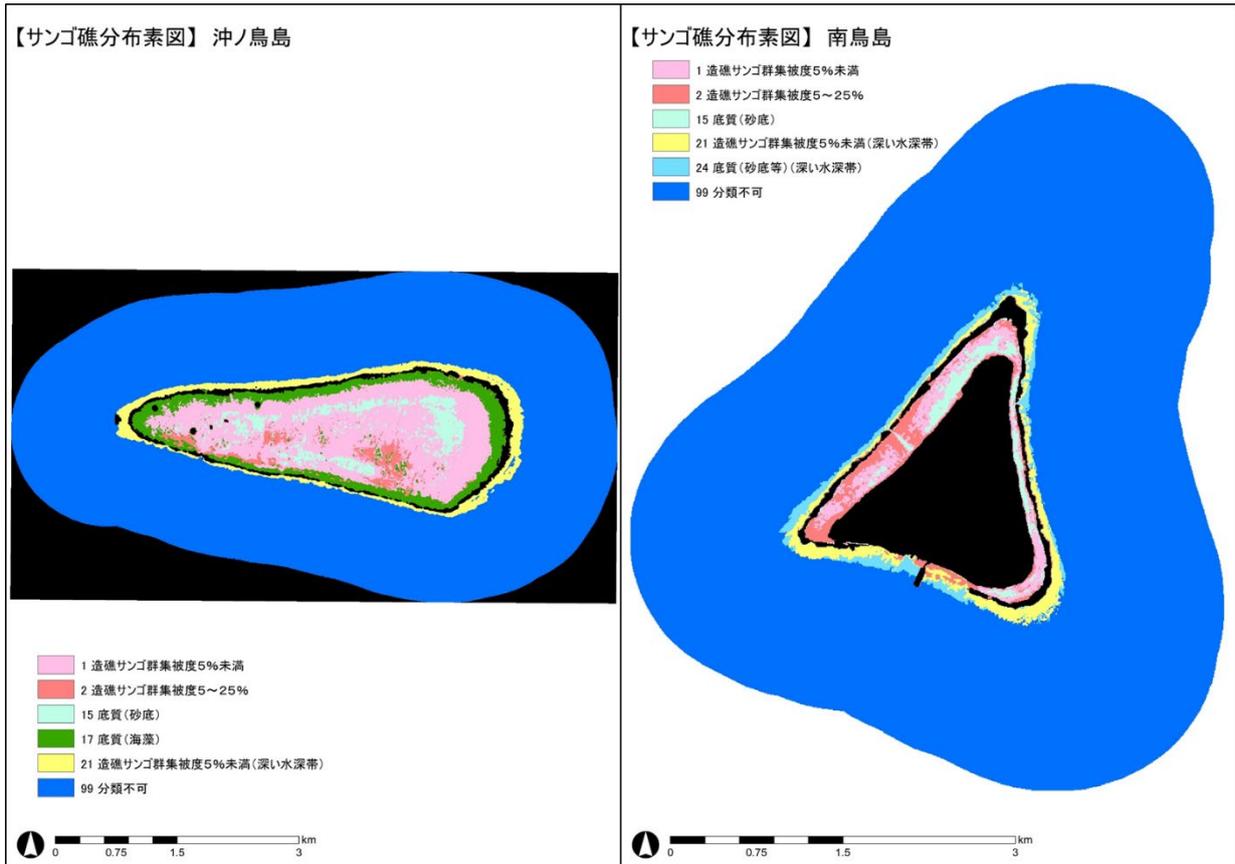


図 2.4-9 サンゴ礁分布素図
左：沖ノ鳥島、右：南鳥島

2.5 分布図及び主題図の作成

前項のサンゴ礁分布素図を基に地域のサンゴ礁分布に詳しい専門家へヒアリングを実施し、凡例の見直し及び必要な修正を行ってサンゴ礁分布図を完成させた。

1) 凡例項目の再設定

サンゴ礁分布素図の凡例項目を基に、サンゴ礁分布図の凡例としてサンゴ被度区分を細分化した細分化凡例、過年度調査成果と比較可能な凡例として比較用凡例の2つを設定した。細分化凡例は礁池内の造礁サンゴ群集の被度区分を4段階、深い水深帯の被度区分を3段階とし、比較用凡例では、過年度調査成果の被度区分に合わせ3段階に統一した。また、深い水深帯では、サンゴの被度は不明であるものの、砂地でないことが判別できる場合があるため、「サンゴまたは岩」を設定した。沖ノ鳥島や南鳥島で見られた礁嶺の砕波箇所は該当凡例がないため「分類不可(波等)」として追加設定した。サンゴ礁分布図の最終凡例を表 2.5-1 に示す。

表 2.5-1 サンゴ礁分布図の凡例項目

コード番号	細分化凡例 ※サンゴ被度区分を細分化した凡例	比較用凡例 ※過年度調査成果と比較可能な凡例	備考
1	造礁サンゴ群集被度5%未満	造礁サンゴ群集被度5%未満	
2	造礁サンゴ群集被度5～25%	—	
3	造礁サンゴ群集被度25～50%	造礁サンゴ群集被度5～50%	
4	造礁サンゴ群集被度50～100%	造礁サンゴ群集被度50～100%	
11	底質(干出裸岩)	底質(干出裸岩)	
12	底質(沈水裸岩)	底質(沈水裸岩)	
13	底質(礫底)	底質(礫底)	
14	底質(泥底)	底質(泥底)	西之島については一部変色水域を含む
15	底質(砂底)	底質(砂底)	
16	底質(ソフトコーラル)	底質(ソフトコーラル)	
17	底質(海藻)	底質(海藻)	
18	底質(海草)	底質(海草)	
19	離水サンゴ礁	—	過年度調査にて喜界島の周縁部を対象に追加設定された
20	分類不可(波等)	—	沖ノ鳥島や南鳥島の礁嶺の砕波箇所を示すため設定
21	造礁サンゴ群集被度5%未満(深い水深帯)	—	
22	造礁サンゴ群集被度5～50%(深い水深帯)	—	
23	造礁サンゴ群集被度50～100%(深い水深帯)	—	
24	底質(砂底等)(深い水深帯)	—	
25	サンゴまたは岩(深い水深帯)	サンゴまたは岩(深い水深帯)	砂地でないことが判別できる場合があるため設定

2) サンゴ礁分布図の完成

サンゴ礁分布素図を基に専門家の助言や使用した衛星画像以外の情報も参照した上で、被度区分を見直し、サンゴ礁分布図を完成させた。参照した情報を表 2.5-2 に示す。なお、現地調査を実施していない聳島列島、嫁島、北硫黄島、硫黄島、南硫黄島、沖ノ島島、南島島については、サンゴ被度は従来通りの細分とし、推定分布図として完成させた。西之島については、火山噴火による海水の変色（変色水域）により、底質を確認できなかった部分があった。分布図にはその旨の注記を付し完成させた。完成したサンゴ礁分布図を図 2.5-1～図 2.5-3 に示す。

表 2.5-2 修正の際に使用した参考情報例

情報名	情報名	備考
衛星画像・空中写真	WorlView2 (2018年5月17日、2018年2月2日)	嫁島、硫黄島を参照
	WorlView3 (2019年11月3日、2019年12月18日)、WorlView2 (2019年12月25日、2018年12月26日)	父島、母島周辺を閲覧にて確認 (ArcGIS Online サービスのベースマップ)
	Google Earth (2018年8月4日、2018年2月10日)	聳島列島、嫁島周辺を閲覧にて確認
	GeoEye1 (2018年12月3日)	閲覧にて確認 (ArcGIS Online サービスのベースマップ)
	ASTER (2021年3月9日、2021年10月9日、2018年10月4日)	聳島列島、父島列島、母島列島を参照
報告書・論文等	Low species diversity of hermatypic corals on an isolated reef, Okinotorishima, in the northwestern Pacific (茅根ほか; Galaxea, Journal of Coral Reef Studies 14: 73-95 (2012))	沖ノ島島を参照
	平成30年度火山列島現況調査委託報告書 (東京都)	北硫黄島、南硫黄島周辺を参照
	平成28年度小笠原諸島海域生態調査委託報告書 (東京都)	聳島、媒島、嫁島、南硫黄島周辺を参照

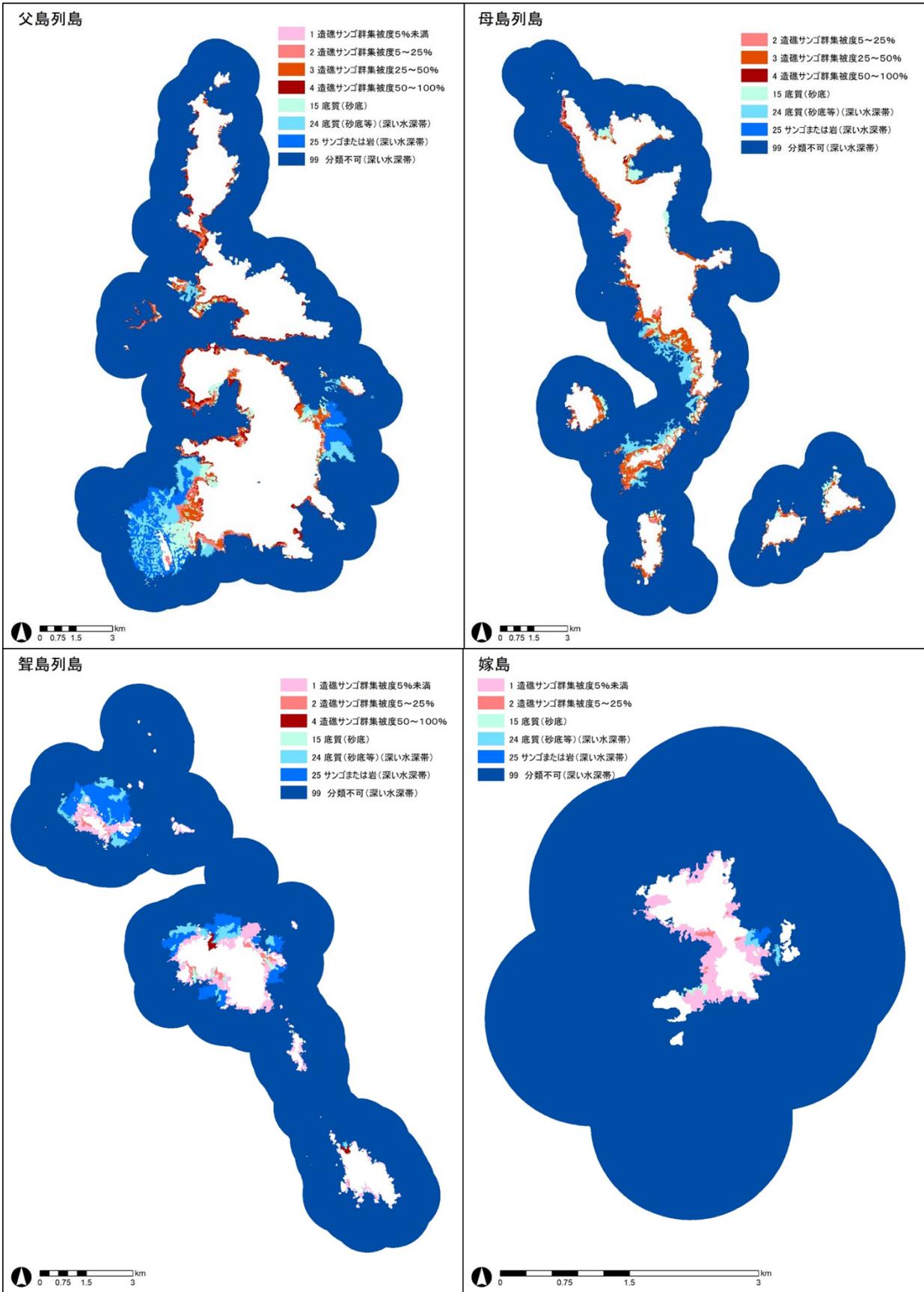


図 2.5-1 サンゴ礁分布図及びサンゴ礁分布推定図
 上段：サンゴ礁分布図（左：父島列島、右：母島列島）
 下段：サンゴ礁分布推定図（左：聳島列島、右：嫁島）

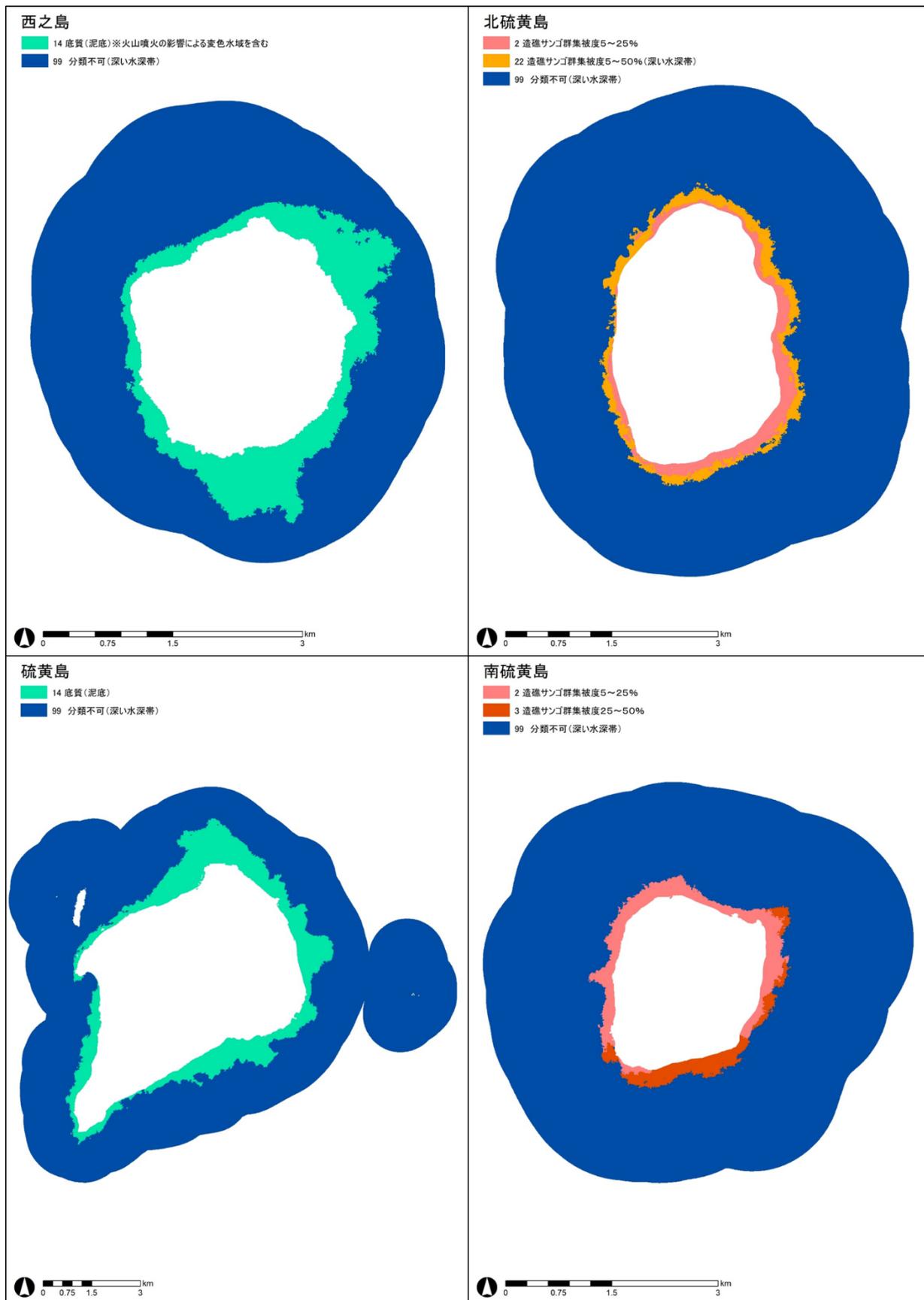


図 2.5-2 サンゴ礁分布推定図
 上段：(左) 西之島、(右) 北硫黄島
 下段：(左) 硫黄島、(右) 南硫黄島

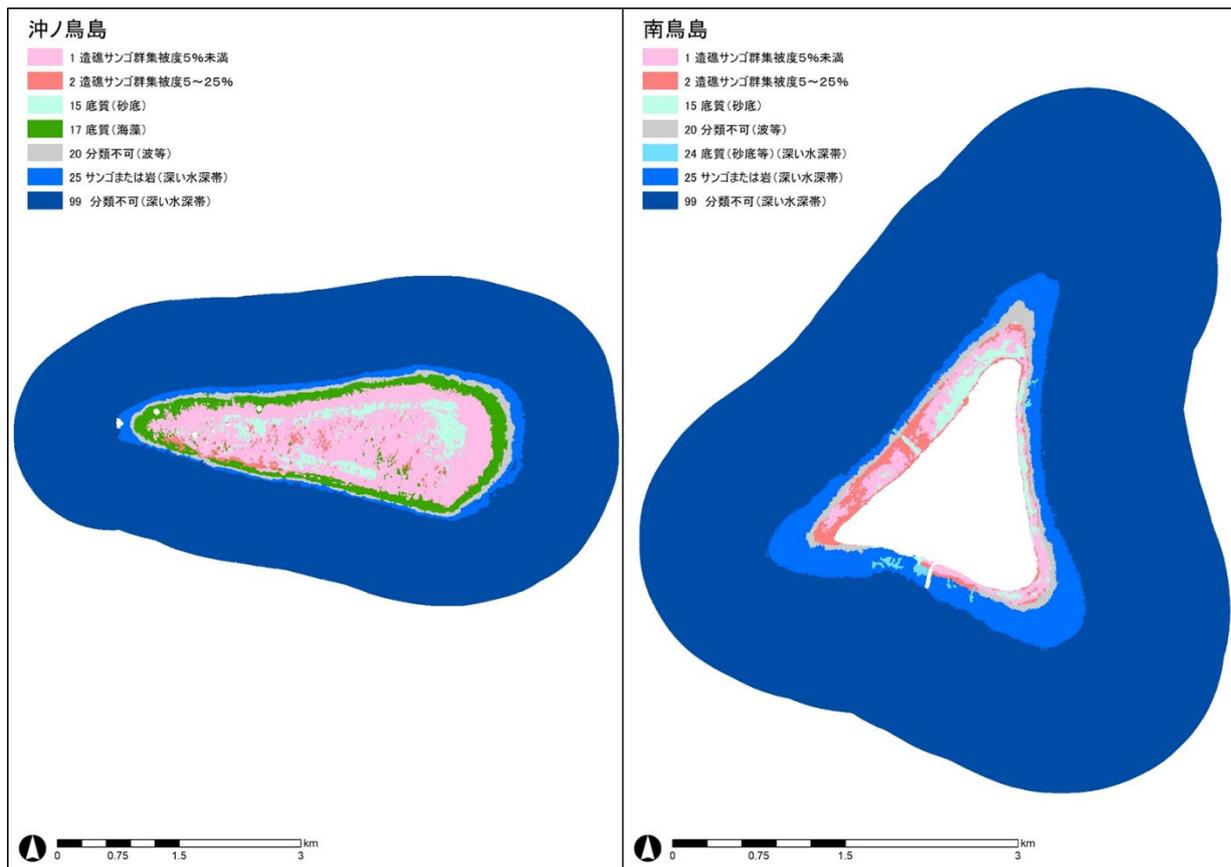


図 2.5-3 サンゴ礁分布推定図
左：沖ノ島、右：南鳥島

3) GIS データと成果図の作成

前項で作成したサンゴ礁分布図と本業務にて得られた現地調査結果をもとに、表 2.5-3 に示す GIS データ（シェープファイル）を作成した。これらの GIS データの座標系は緯度経度座標系、地球楕円体は WGS84 とした。

表 2.5-3 GIS データ（シェープファイル）の諸元

データの種類	フィーチャタイプ	フィールド名	フィールドのデータタイプ	内容
サンゴ礁分布図	ポリゴン	CODE	Long	細分化凡例のコード番号
		CODE2	Long	比較用凡例のコード番号
現地調査結果 (スポット チェック法)	ポイント	NO_	Text	地点名
		サ_被度	Text	サンゴ礁被度
		サ_生育	Text	サンゴ生育型
		サ_加入	Text	サンゴ新規加入度
		水深	Text	水深
現地調査結果 (シートウルー ス)	ポイント	NO_	Text	測線名
		サ_被度	Text	サンゴ礁被度
		水深	Text	水深

サンゴ礁分布図については、個々の面積が小さいポリゴンで構成されているため、そのままではデータ容量が大きく扱いつらい場合がある。そのため、隣接し属性情報（細分化凡例のコード番号）が同じポリゴンを集約したデータも併せて作成した。図 2.5-4 にポリゴンを集約した例を示す。

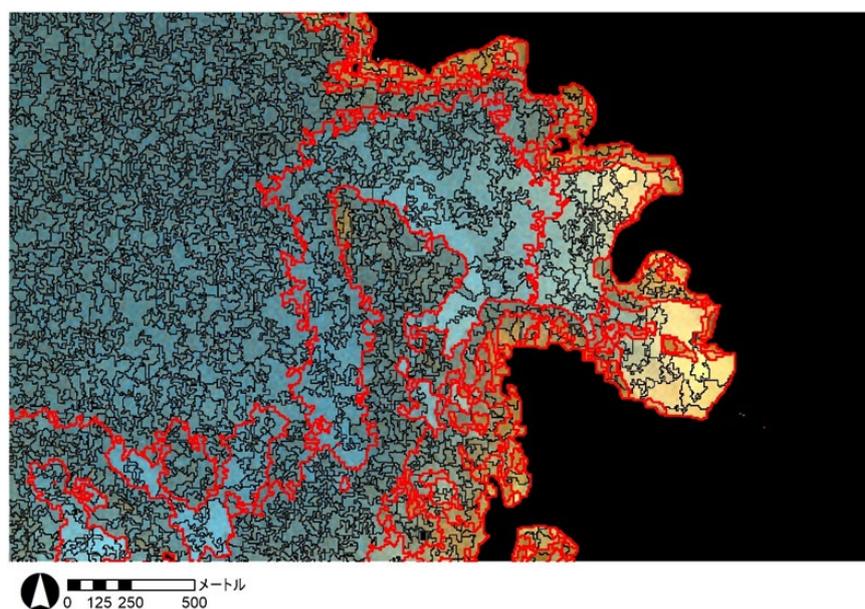


図 2.5-4 ポリゴン集約の例（父島）

上記のサンゴ礁分布図と現地調査結果（スポットチェック法及びシートウルー）の GIS データを重ね合わせ、造礁サンゴ群集、底質、サンゴ被度、生育型を含む成果図を成した。成果図は深い水深帯のサンゴ礁が含まれるよう、図郭の配置を調整し、全島を表示した図面、縮尺 2 万 5 千分の 1 とした図面の 2 種類とした。成果図の凡例は、サンゴ被度区分を細分化した凡例とした。図 2.5-5 に成果図の例（全島図）を、また図 2.5-6 に島ごとの成果図の例を示す。

サンゴ礁分布図

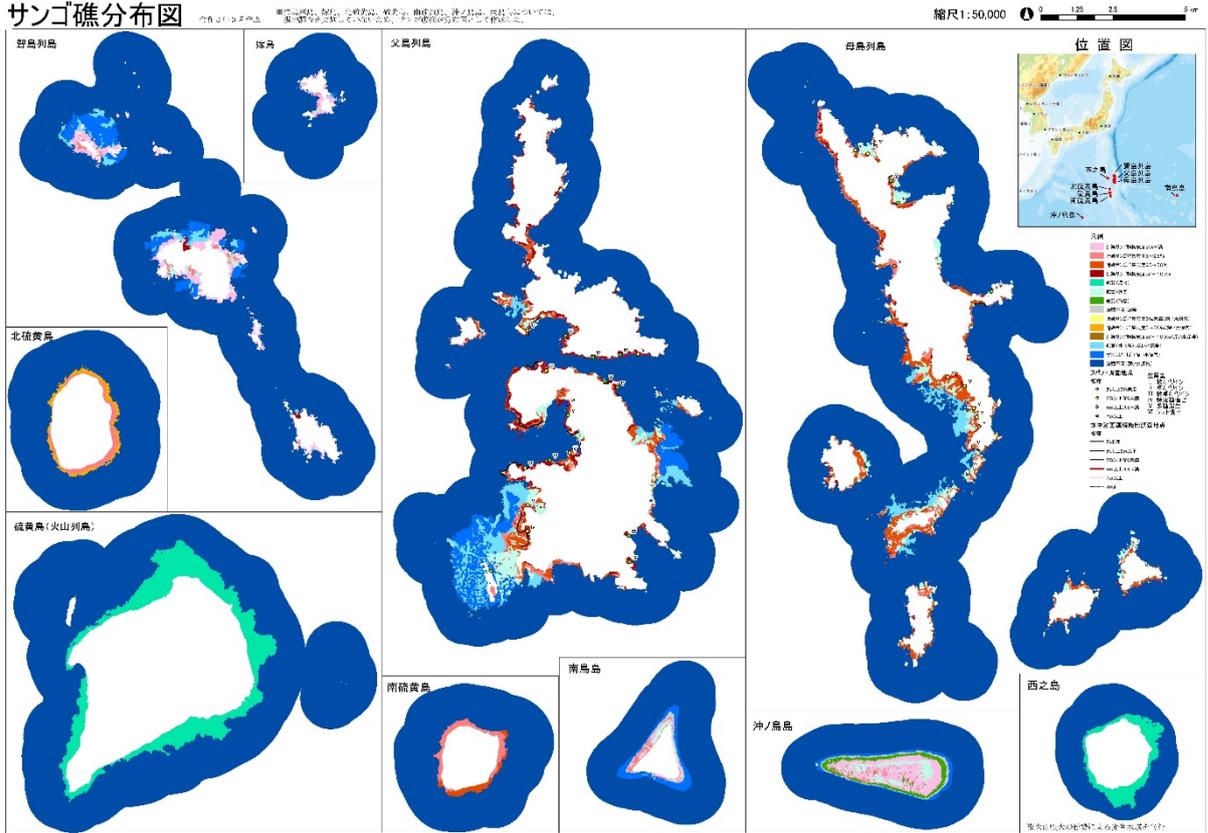


図 2.5-5 成果図の例（全島図）

父島 T-2

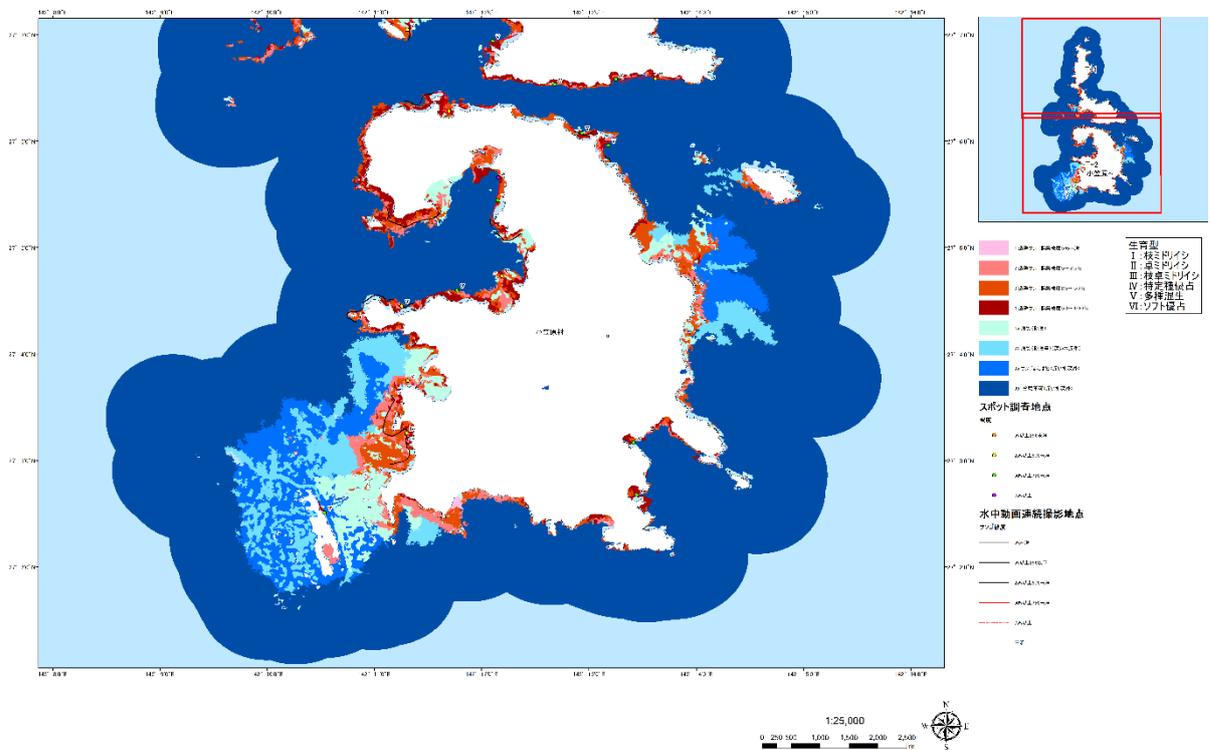


図 2.5-6 成果図の例（縮尺 2 万 5 千分の 1）

4) 過年度調査成果との比較(主題図の作成)

本業務の対象地域における造礁サンゴ群集の分布域の変化を把握するため、第4回ならびに第5回自然環境保全基礎調査、及びサンゴ礁マッピング手法検討調査業務の分布図が存在する聳島列島、父島列島、母島列島について比較を行った。

【比較に使用した過年度調査成果】

- 第4回自然環境保全基礎調査(海域生物環境調査)(環境庁、平成1~3年度)
※以降、第4回基礎調査と称する
- 第5回自然環境保全基礎調査(海辺調査)(環境庁、平成9~12年度)
※以降、第5回基礎調査と称する
- サンゴ礁マッピング手法検討調査業務(環境省、平成20年度)
※以降、平成20年度調査と称する

本業務で作成した分布図は、礁池内の極浅い海域から礁縁部のやや深い海域までの面的分布を示すものとして整備しているが、過年度調査成果には礁縁部の面的分布が含まれていない。

そのため、深い海域を除いた範囲でGISのオーバーレイ処理によりサンゴ被度の変化域を抽出し、面積の増減状況を表した主題図を作成した。

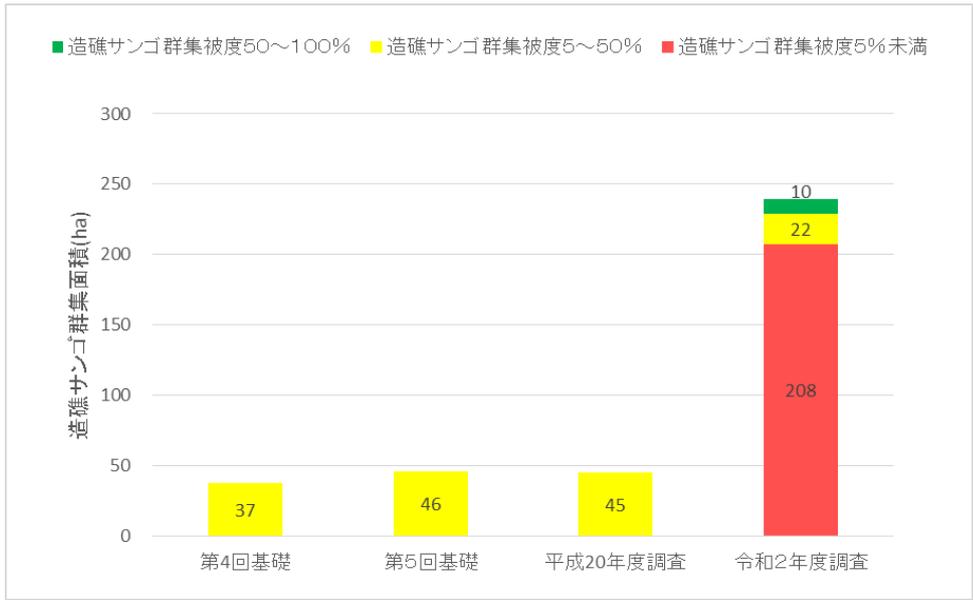
一方、サンゴの生育型については、第4回基礎調査は紙の図面(GISデータなし)のみであり、平成20年度調査はデータが整備されていない。また、第4回基礎調査と本年度調査の地点は異なっており、代表性を比較し得る十分な情報が不足しているため比較は行わないこととした。以下に地域別の比較結果を示す。

①聳島列島

各調査におけるサンゴ群集の被度区別の面積と変化域の面積を図2.5-7、サンゴ礁分布図の変化抽出図を図2.5-8、サンゴ被度の変化抽出図を図2.5-9に示す。

サンゴ群集全体の面積(図2.5-7(a))は、第4回基礎調査、第5回基礎調査、平成20年度調査ではほぼ変化がないが、本年度調査では全体面積が約5.3倍に増加した。主に増加したのはサンゴ被度5%未満であり、その他は過年度と比べて極端な変化は見られていない。

変化域面積の内訳(図2.5-7(b))では、「4増加:消滅域または底質→5~50%」「6増加:消滅域または底質→5%未満」が大きな割合を占めた。各調査のサンゴ礁分布図を確認すると、本年度調査ではサンゴ被度5%未満の領域が拡大している。これは、画像解析により詳細な底質指標情報が得られたことで抽出可能な領域が拡大したことが考えられる。また、過年度調査と本年度調査との変化についても抽出精度の違いによるものが大きいと考えられる。



(a) サンゴ群集の被度区別の面積(ha)



(b) サンゴ群集の変化域の面積(ha)

図 2.5-7 サンゴ群集の被度区別の面積と変化域の面積 (聳島列島)

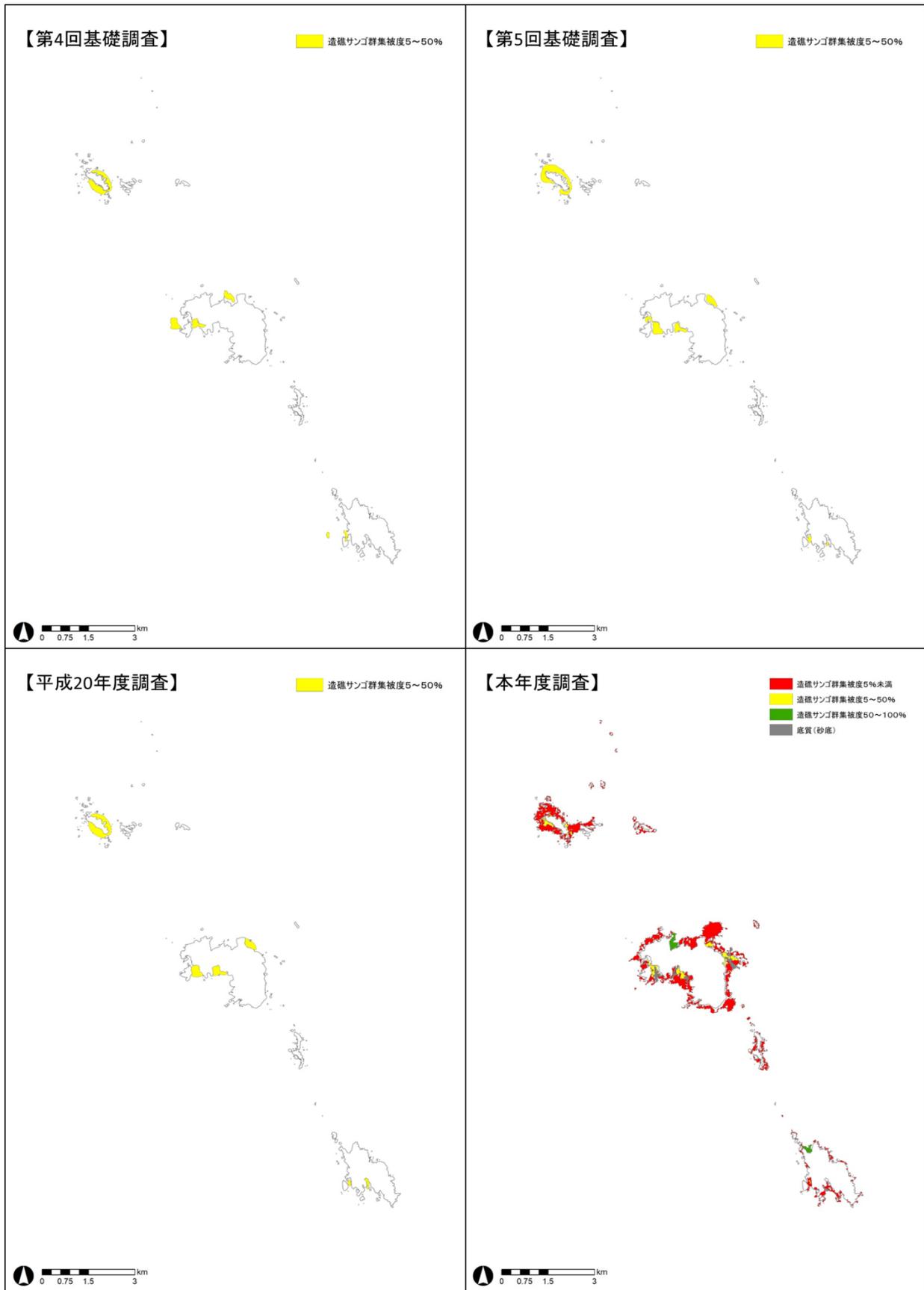


図 2.5-8 サンゴ礁分布図 (伊豆列島)

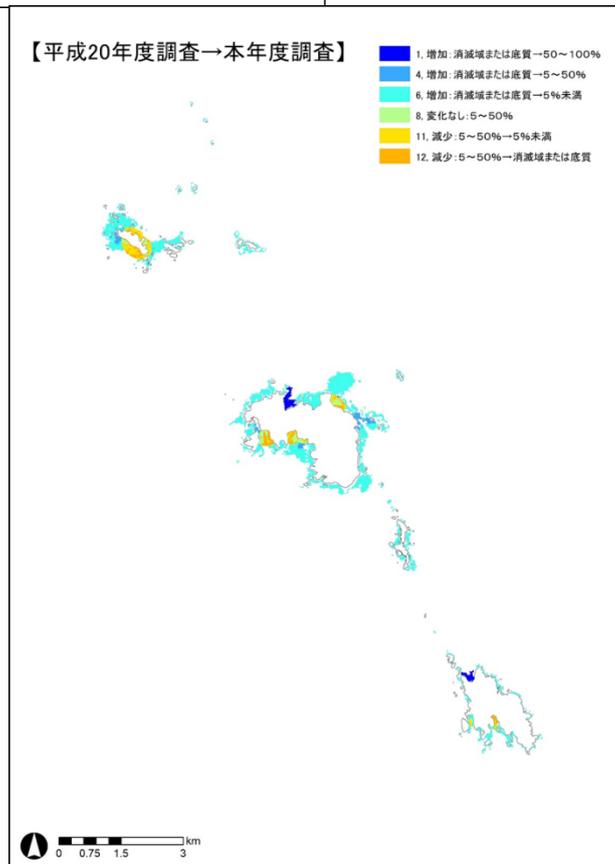
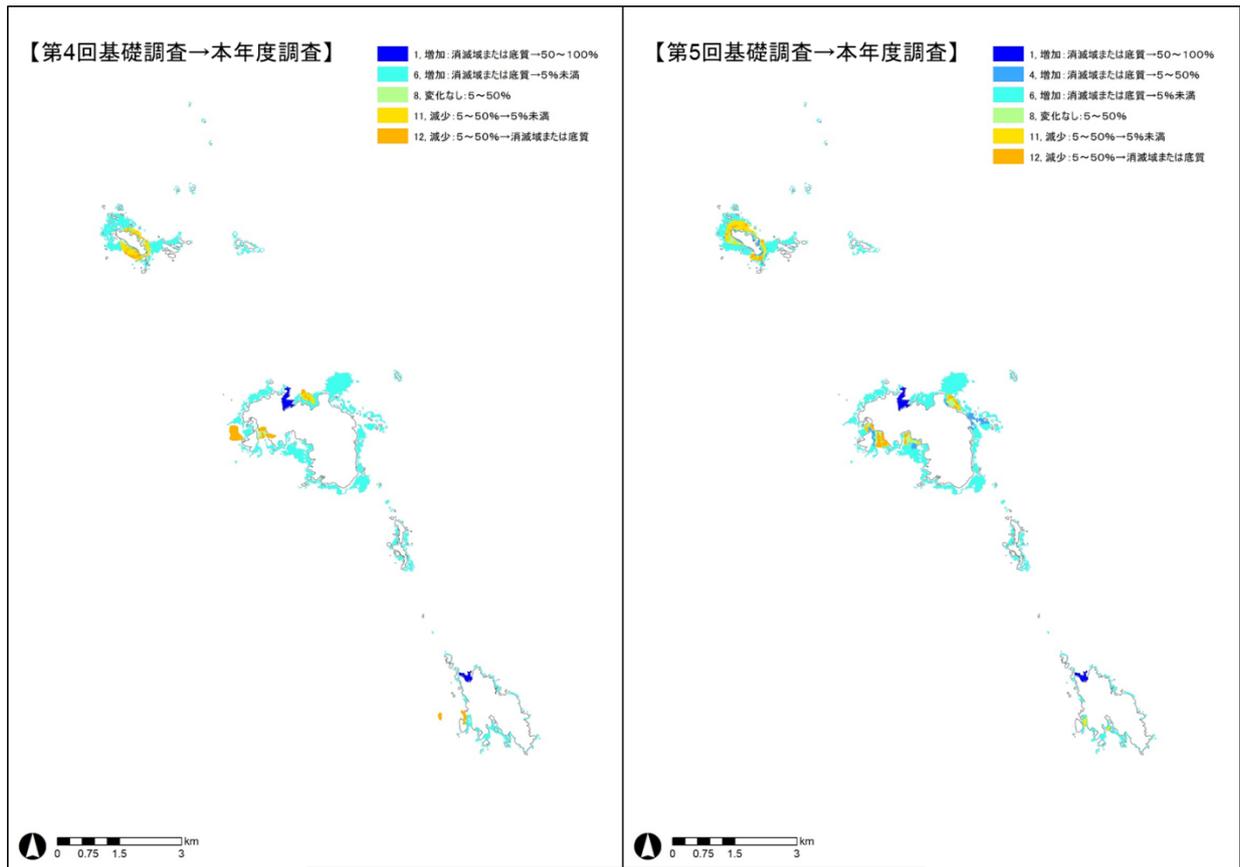


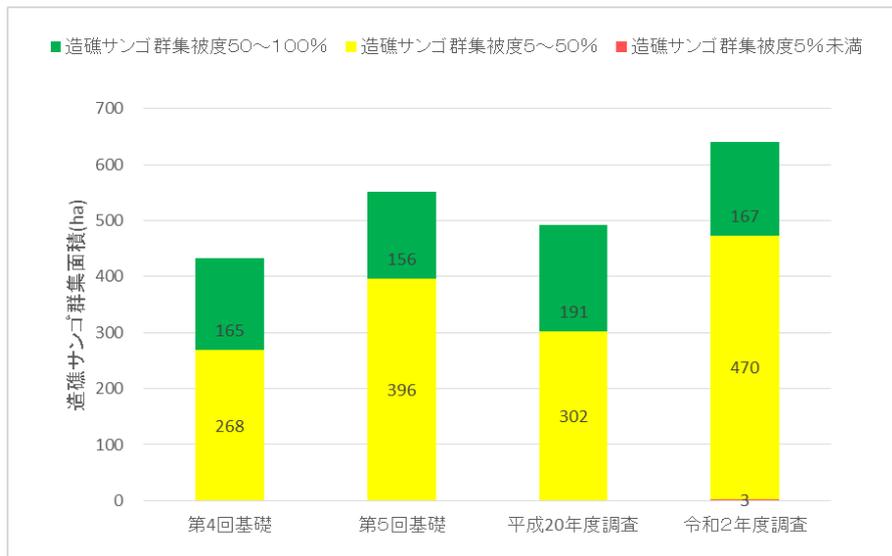
図 2.5-9 サンゴ被度の変化抽出図（聳島列島）

②父島列島

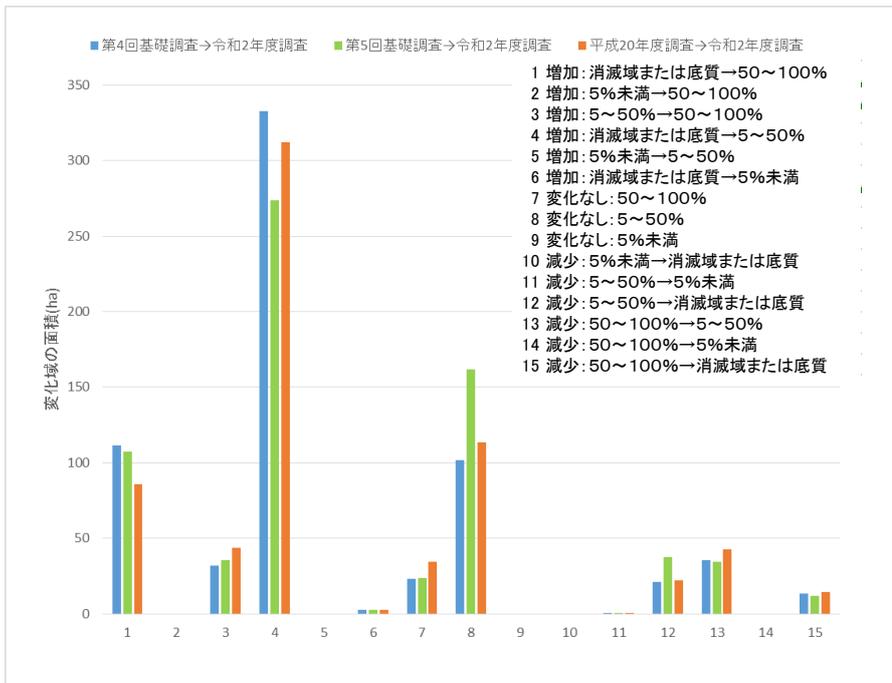
各調査におけるサンゴ群集の被度区別の面積と変化域の面積を図 2.5-10 に、サンゴ礁分布図を図 2.5-11 に、サンゴ被度の変化抽出図を図 2.5-12 に示す。

サンゴ群集全体の面積(図 2.5-10 (a))は、第4回基礎調査から第5回基礎調査で約1.2倍に増加、第5回基礎調査から平成20年度調査では減少、平成20年度から本年度では約1.3倍の増加となった。変化域面積の内訳は「4 増加：消滅域または底質→5~50%」が大きな割合を占めた。

各調査のサンゴ礁分布図、変化抽出図を確認すると、平成20年度から本年度にかけて南西部のサンゴ被度5~50%が増加している。これは、画像解析により詳細な底質指標情報が得られたことで抽出可能な領域が拡大したことが考えられる。一方、父島・兄島間の瀬戸ではサンゴ被度50~100%の領域が大きく減少しているように見えるが、被度の傾向は変わっていないため、過年度調査と本年度調査における分布域抽出の精度の違いによると考えられる。



(a) サンゴ群集の被度区別の面積(ha)



(b) サンゴ群集の変化域の面積(ha)

図 2.5-10 サンゴ群集の被度区別の面積と変化域の面積 (父島列島)

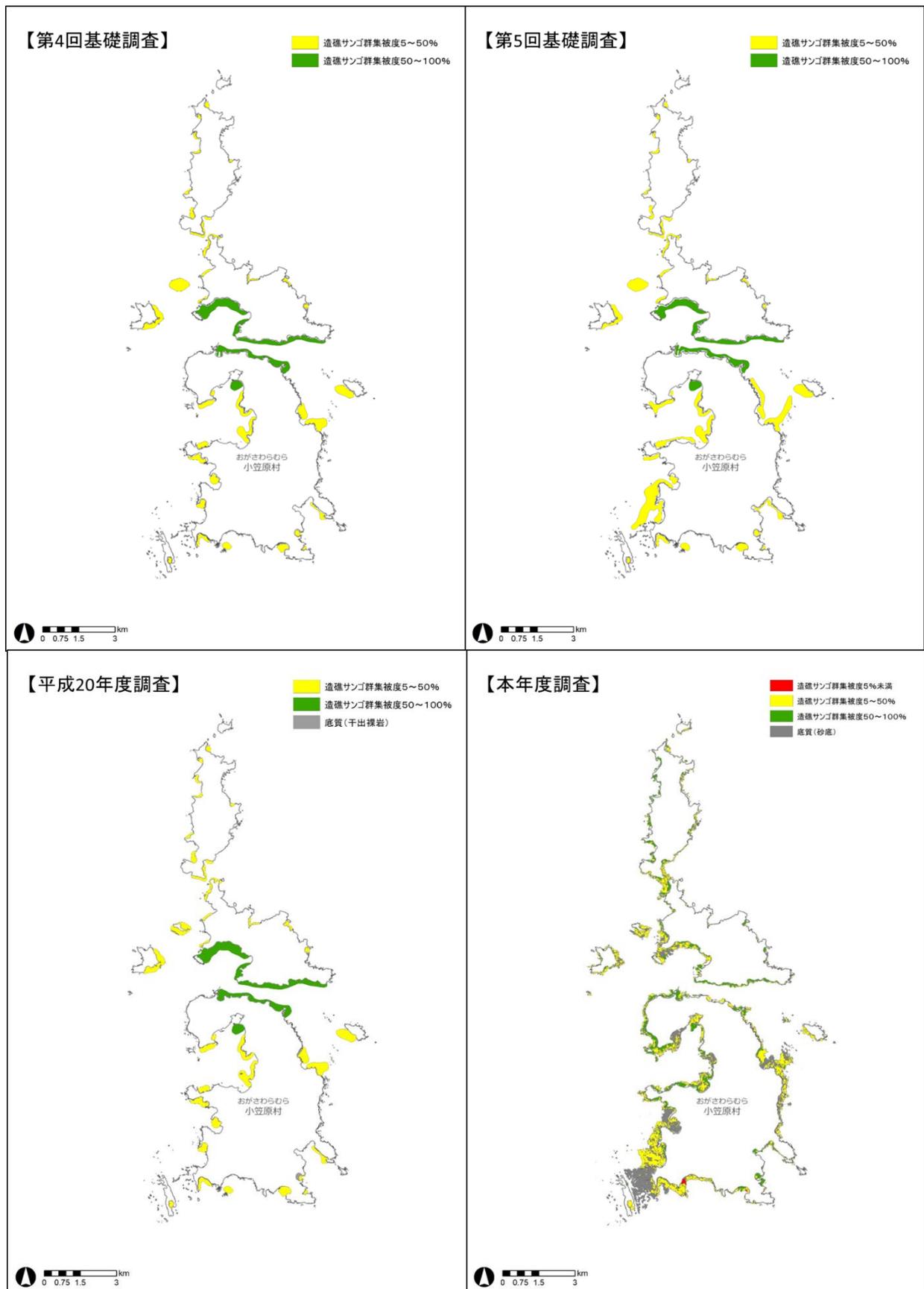


図 2.5-11 サンゴ礁分布図 (父島列島)

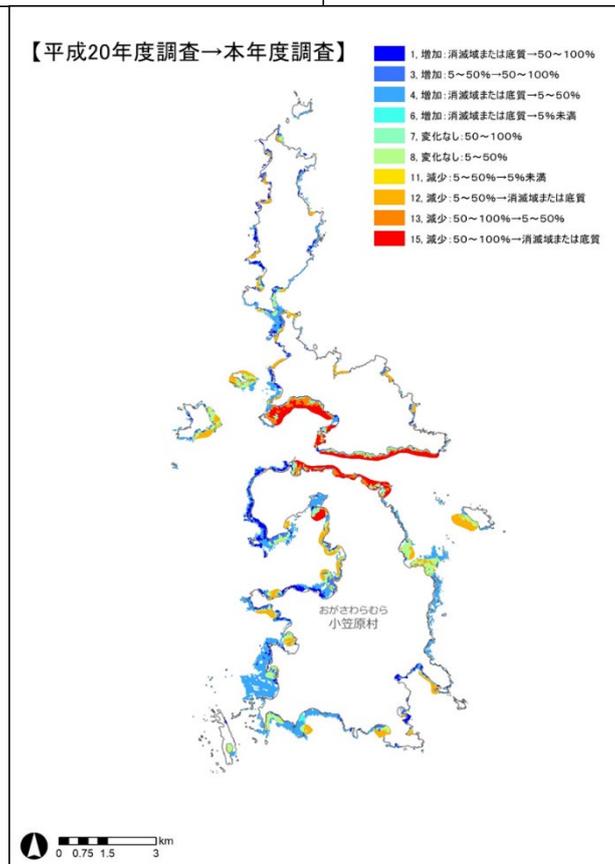
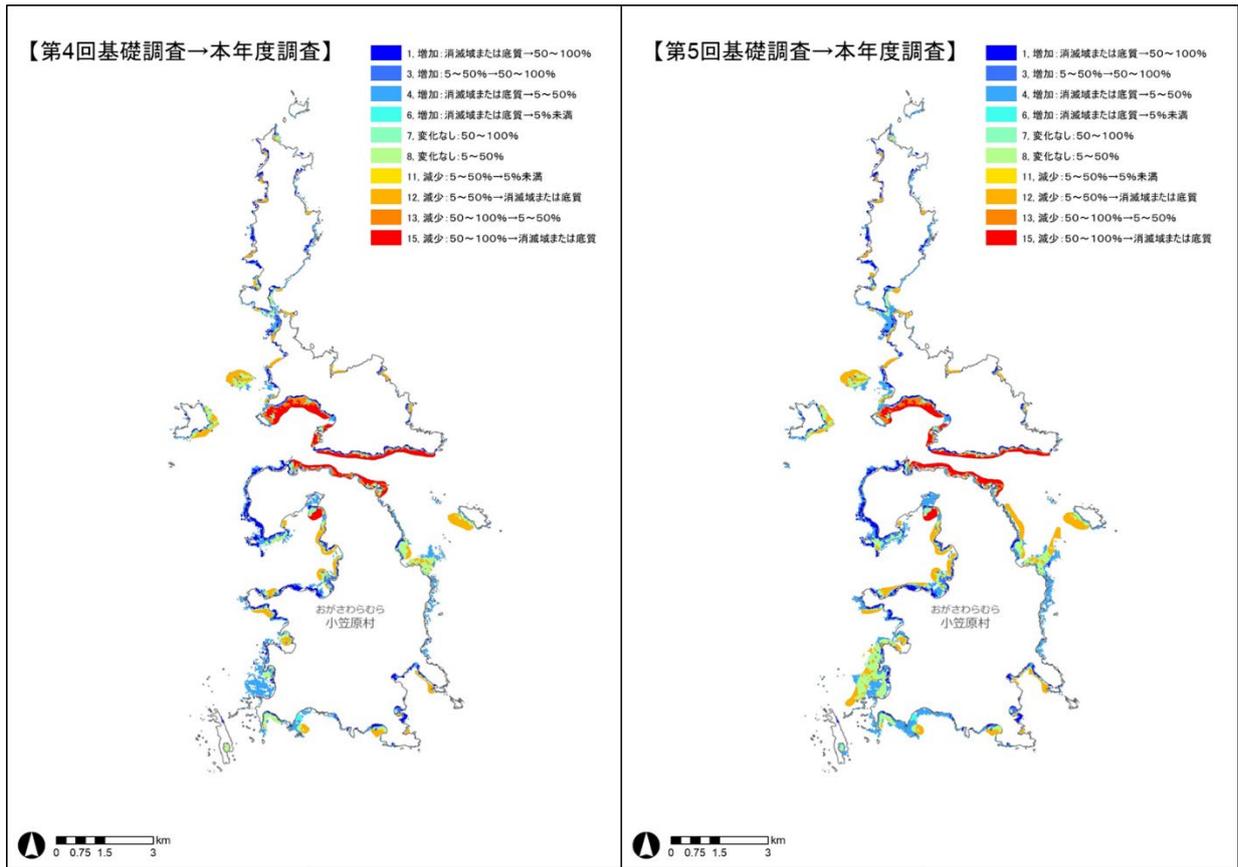


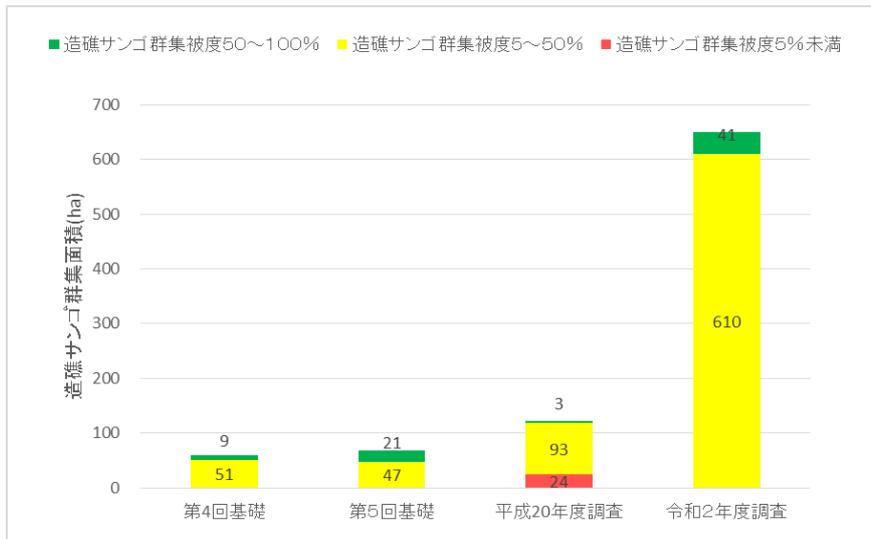
図 2.5-12 サンゴ被度の変化抽出図 (父島列島)

③母島列島

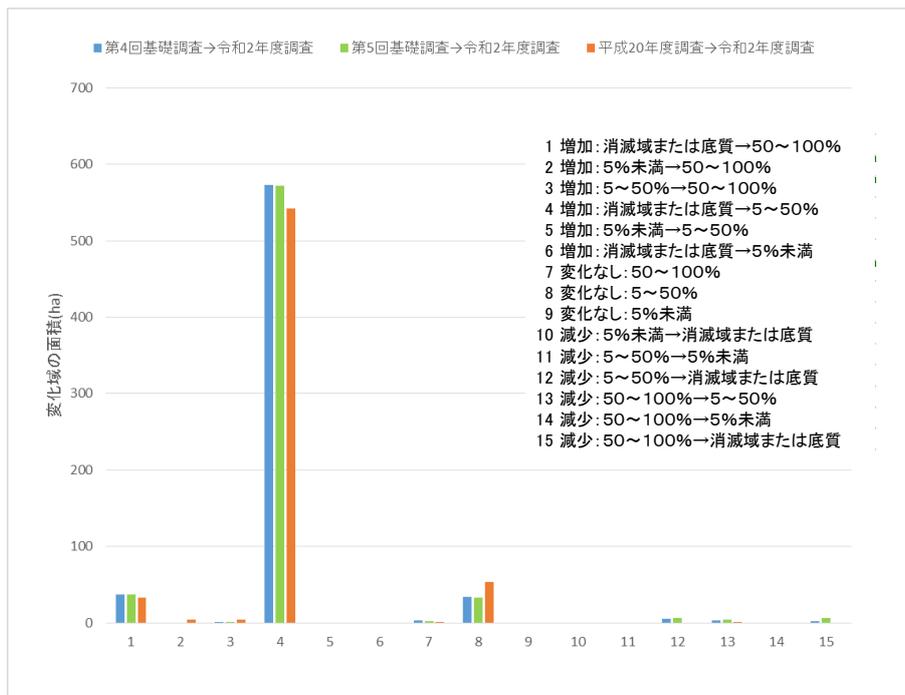
各調査におけるサンゴ群集の被度区別の面積と変化域の面積を図 2.5-13 に、サンゴ礁分布図を図 2.5-14 に、サンゴ被度の变化抽出図を図 2.5-15 に示す。

サンゴ群集全体の面積（図 2.5-13(a)）は、第 4 回基礎調査から第 5 回基礎調査ではほぼ横ばい、第 5 回基礎調査から平成 20 年度調査では微増、平成 20 年度から本年度では約 5 倍の増加となった。主に増加したのはサンゴ被度 5～50%であり、その他は過年度と比べて極端な変化は見られていない。変化域面積の内訳では「4 増加：消滅域または底質→5～50%」が大きな割合を占めた。

各調査のサンゴ礁分布図、変化抽出図を確認すると、平成 20 年度から本年度にかけて島の西側でサンゴ被度 5～50%の領域が増加していることがわかる。これは、聳島列島及び父島列島と同様に、画像解析により詳細な底質指標情報が得られたことで抽出可能な領域が拡大し、分布域の抽出精度が向上したためと考えられる。



(a) サンゴ群集の被度区別の面積(ha)



(b) サンゴ群集の変化域の面積(ha)

図 2.5-13 サンゴ群集の被度区別の面積と変化域の面積（母島列島）

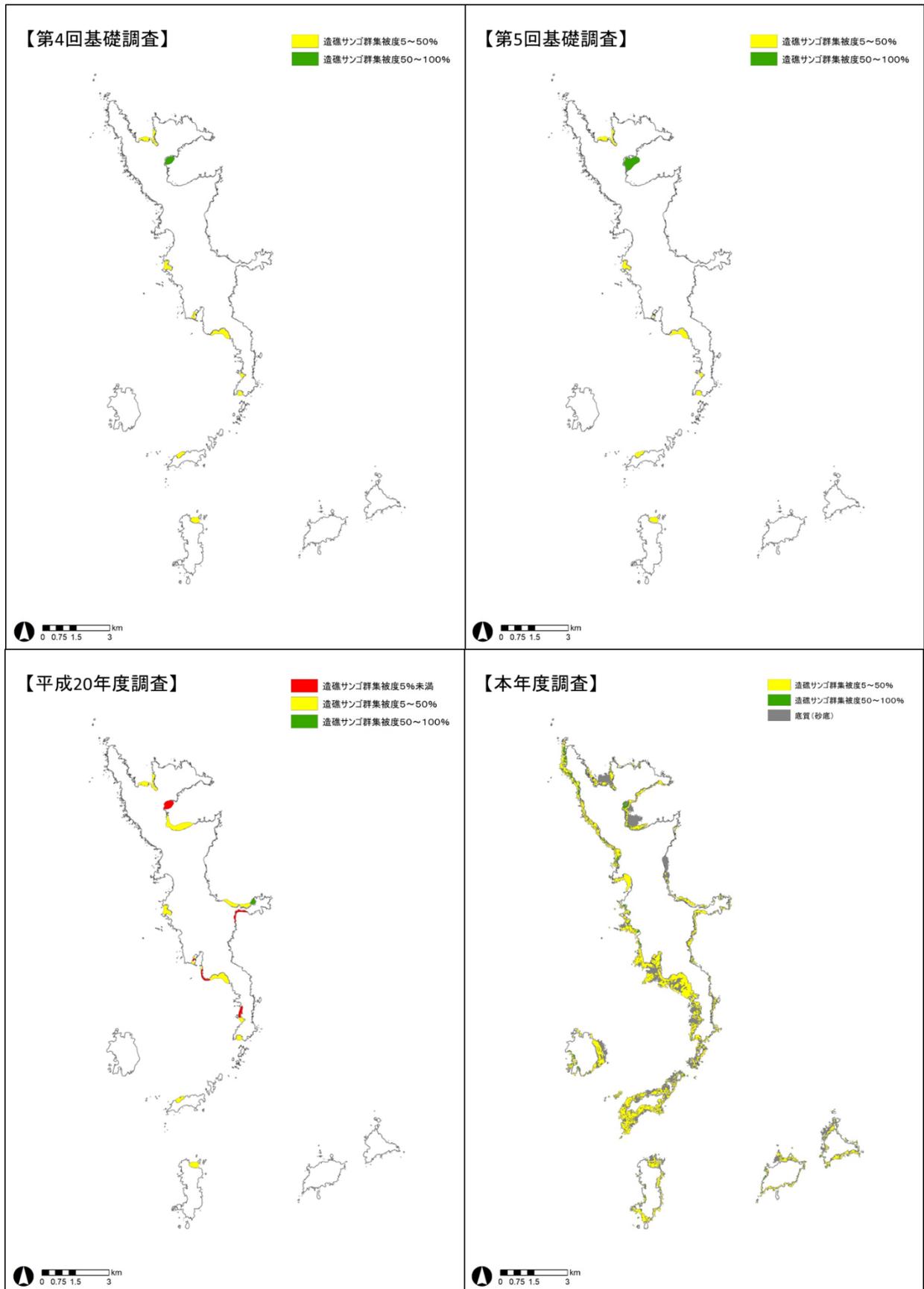


図 2.5-14 サンゴ礁分布図（母島列島）

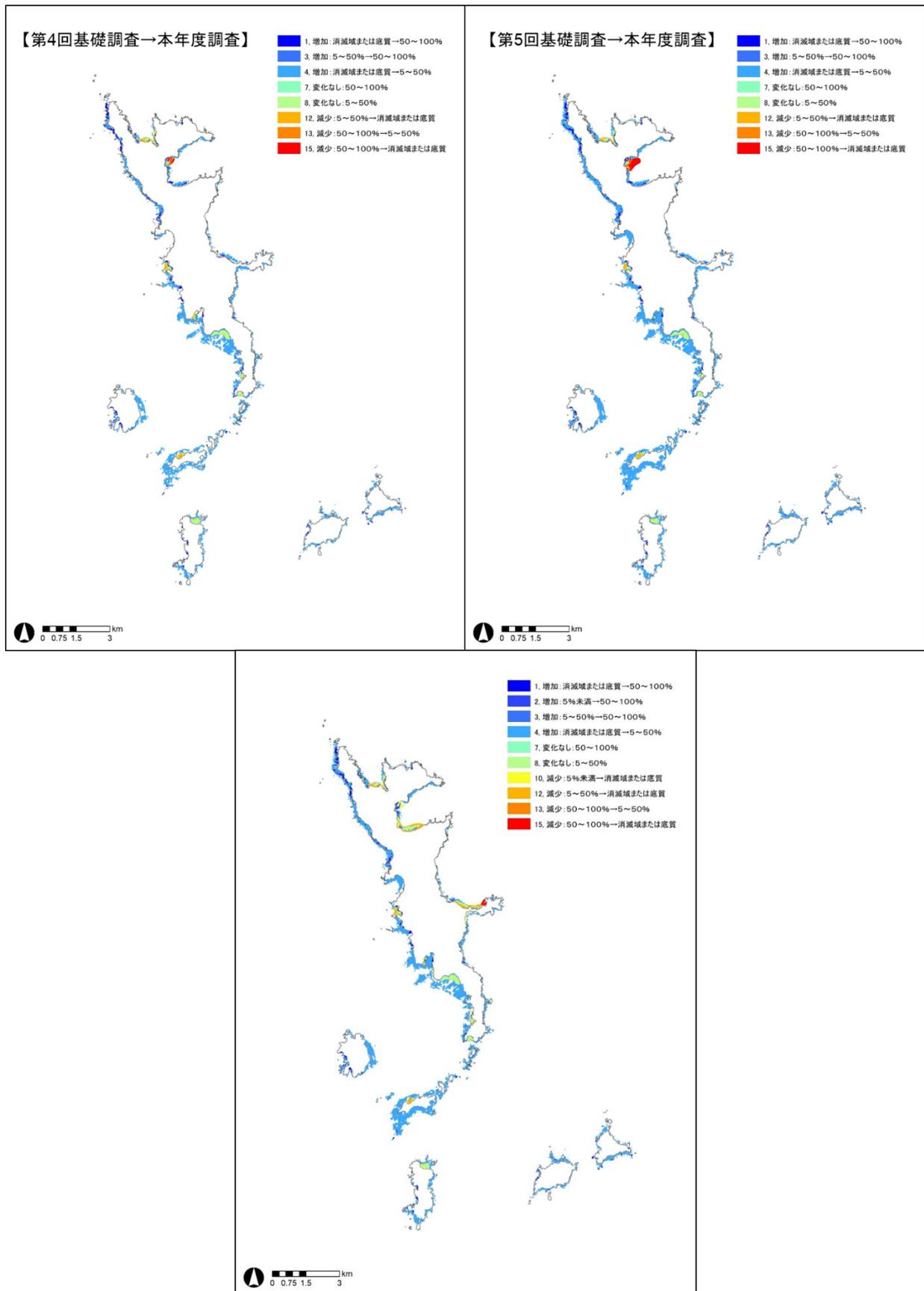


図 2.5-15 サンゴ被度の変化抽出図 (母島列島)

3. 今後の課題

3.1 衛星画像等による現況把握

本業務では、サンゴ礁の現況を把握するために、対象海域すべてについて2016年以降に撮影されたSPOT-6/7衛星画像を調達した。これにより、同一スペックの画像を用いて、統一した手法でサンゴ礁分布図を作成することができた。一方で、SPOT-6/7衛星画像から生成した1.5m解像度のパンシャープン画像では、サンゴ、海草または堆積した泥砂等のテクスチャの違いが判別できない場合があり、他の環境省発注業務で調達された0.5m解像度の衛星画像も補足的に使用した。画像解析を行う場合は、パンシャープン化していないマルチスペクトル画像（SPOT-6/7では6m解像度）が適しているものの、正確な分布情報を得るために詳しく目視判読を行う場合は0.5m程度の解像度が望ましいことから、必要に応じて追加調達することも予め見込むことが適当と考えられる。

3.2 現地調査による確認・補完

本業務では、衛星画像分類時の参考情報として、ならびに衛星画像からサンゴ被度を定量化するための教師データとして使用するため、スポットチェック法での調査と並行して、より狭い調査範囲（約20m四方）を設定して底質区分が均一な場所のシートゥルスデータを取得した。このシートゥルスデータは現地のサンゴ被度と底質指標との相関を紐付ける上で有効であるが、現地で記録した位置情報が誤差を持っている場合は、相関分析の際にノイズとなってしまう。本業務では位置情報の信頼性が高いシートゥルスデータを精査した上で分析に用いたが、現地の海上での正確な位置特定にはさらなる工夫が求められる。

また、スポットチェック法は50m四方での観察結果の平均値を記録したものであり、実際の調査範囲内のサンゴ被度は均質ではないことが多い。画像解析での相関分析に用いることを考慮すると、平均値の記録以外に、調査範囲内における被度分布の傾向を略図に残す等の対応も図っていくべきであろう。

なお、今回の対象海域はきわめて広範囲に分布しており、現地調査が実施できたのは父島・母島周辺に限られた。それ以外の海域については、父島及び母島での現地調査結果から得られた被度推定モデルを援用してサンゴ被度を推定した。その際、現地の状況に通じた有識者からの参照情報が推定図の修正に当たり非常に有益であった。今後とも適切な有識者へのヒアリングは必須と考えるべきであろう。

3.3 サンゴ礁分布の経時的比較

過去の調査によるサンゴ礁分布図が存在する聳島・父島・母島周辺海域について、今回の分布図と比較して経時的变化を分析したところ、いずれの島でもサンゴの分布面積が大きく増加する結果となった。ただし、主に増加したのはサンゴ被度5%未満のエリアであり、その他の被度区分については過去調査と大きな変化は見られなかった。これは、今回の調査では、画像解析により詳細な底質指標情報が得られたことで抽出可能な領域が拡大し、過去調査では漏れていたサンゴの低被度域も図化されたことが影響したと考えられる。今後も衛星画像の高精細化や解析技術の進展により、サンゴ生育域の抽出精度は高まることが想定されるが、経時的变化を比較する際は、各調査の分布図がどのような手法で作成されたかをふまえて考察することが重要である。

3.4 経時的变化のより正確な把握

上記の課題とも関連するが、手法の違いに起因するサンゴ生育域の抽出状況の誤差を是正するため、本業務では沖縄県の多良間島をテストエリアとして、過去調査と同時期の衛星画像を調達し、同一手法による経時的な変化の把握を試行した。その結果、過去調査との比較で生じたサンゴ礁面積の極端な乖離は是正され、同程度の分布面積の中で、50%以上の高被度域が漸減し、5~50%の中被度域がやや増加傾向にあることが明らかとなった。このように、衛星画像のアーカイブデータを活用し、同一手法により解析することは過去のサンゴ礁分布状況を正確に把握する上で有効であるが、一方で対象範囲の面積見合いで労力も要することになる。変遷状況の正確な把握を要する際には同一手法による解析も選択肢に含めつつ、有識者から助言のあった被度の構成比で過去調査との経時比較を行うなどの簡易な方法も併用し、サンゴ礁の変化をモニタリングすることが適当と考えられる。

＜参考資料1＞スポット調査地点別個票

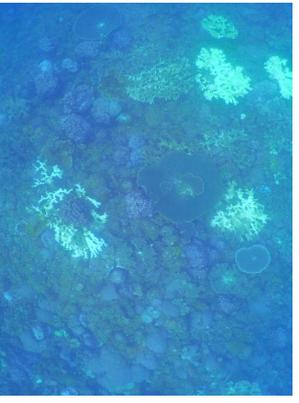
スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T1	調査日時：2020/11/24 10:30
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：6.0～8.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：10～50%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状サボテンミドリイシ	2位：塊状オガサワラアザミサンゴ
	3位：枝状ハナヤサイサンゴ類	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：80	転石：-
	礫：20	砂：-
		泥：-
特記事項：		
		
地点全景		枝状サボテンミドリイシ
		
塊状オガサワラアザミサンゴ		枝状ハナヤサイサンゴ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

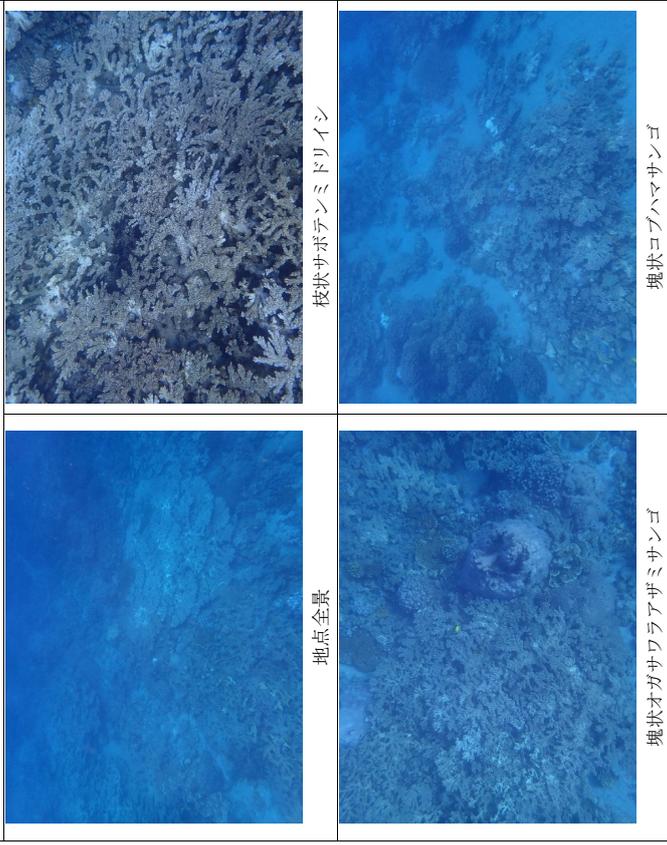
海域：父島	地点No：T2	調査日時：2020/11/24 10:50
天候：くもり	波高(m)：0.5	水深(m)：8.0～13.0
サンゴ	被度(%)：70	白化率：10～50%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状サボテンミドリイシ	2位：被覆状リュウモンサンゴ
	3位：塊状オガサワラアザミサンゴ	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：100	転石：-
	礫：-	砂：-
		泥：-
特記事項：深：ナガラハナイ→リュウモン→アザミ→ハナヤサイ；浅 高被度		
		
地点全景		枝状サボテンミドリイシ
		
被覆状リュウモンサンゴ		塊状オガサワラアザミサンゴ

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T3	調査日時：2020/11/24 13:03
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：70	白化率：1~10%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状サボテンミドリイシ	2位：塊状オガサワラアザミサンゴ
	3位：塊状コブハマサンゴ	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：70	転石：-
特記事項：	礫：-	砂：30
		泥：-



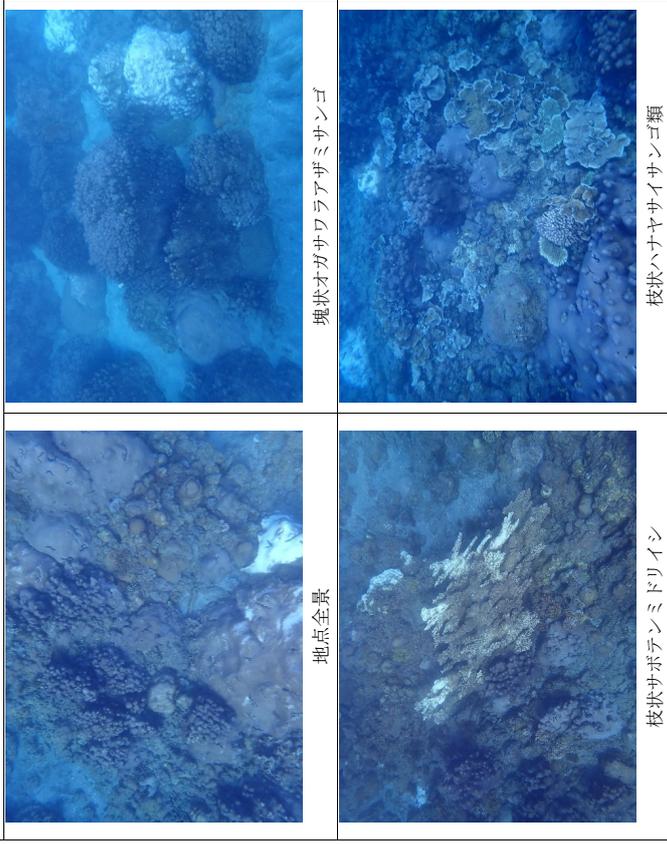
塊状コブハマサンゴ

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T4	調査日時：2020/11/24 13:35
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：60	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状オガサワラアザミサンゴ	2位：枝状サボテンミドリイシ
	3位：枝状ハナヤサイサンゴ	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：50	転石：-
特記事項：	礫：20	砂：30
		泥：-



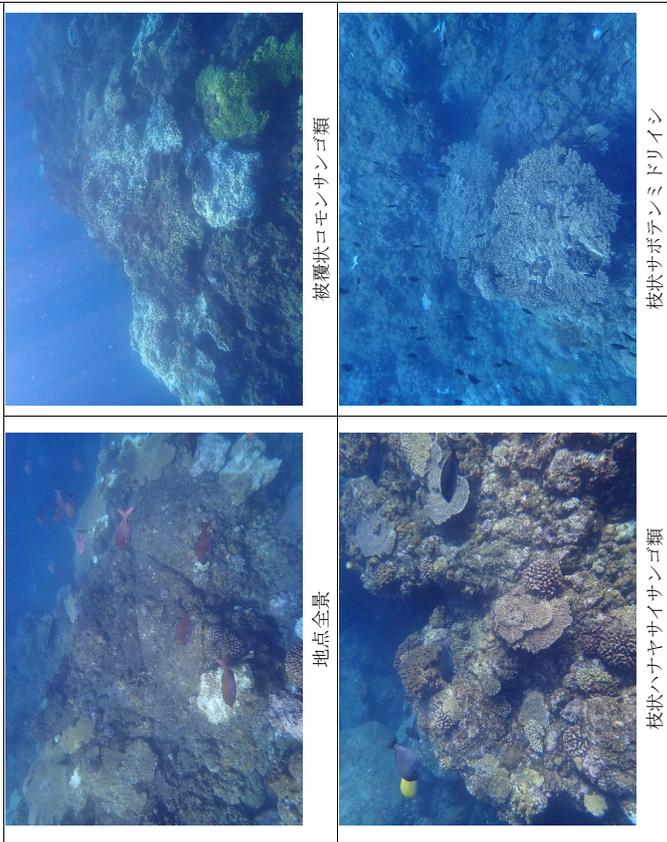
枝状ハナヤサイサンゴ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T5	調査日時：2020/11/24 14:00
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：4.0~8.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：1~10%未満
サンゴ上位3種	1位：被覆状コモンサンゴ類	2位：枝状ハナヤサイサンゴ類
		3位：枝状サボテンミドリイシ
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：70	転石：-
	礫：10	砂：20
		泥：-
特記事項：		

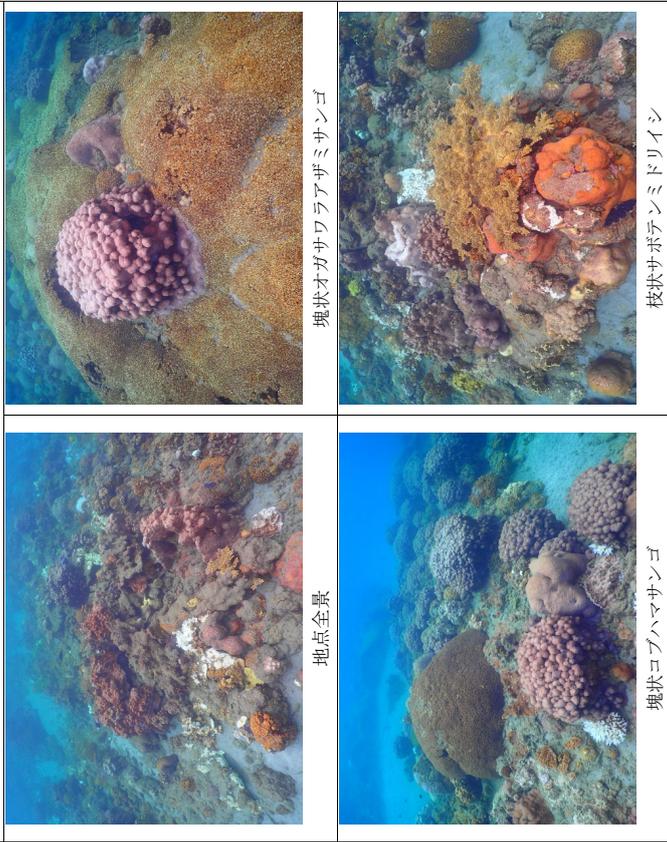


発生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系層、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T6	調査日時：2020/11/27 10:47
天候：雨	波高(m)：0.5	水深(m)：3.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：1~10%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状オガサワラアザミサンゴ	2位：塊状コブハマサンゴ
		3位：枝状サボテンミドリイシ
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：70	転石：-
	礫：-	砂：30
		泥：-
特記事項：		

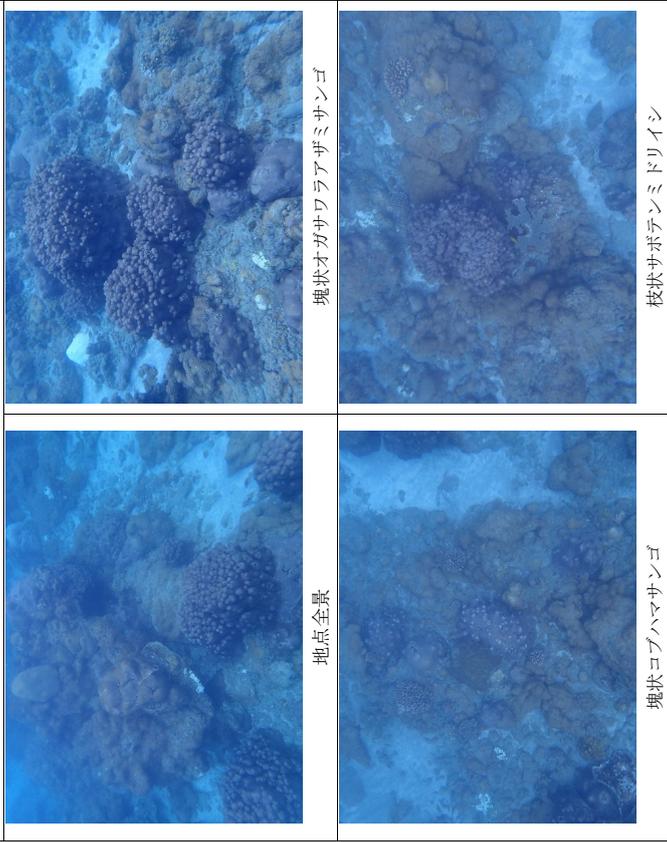


発生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系層、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

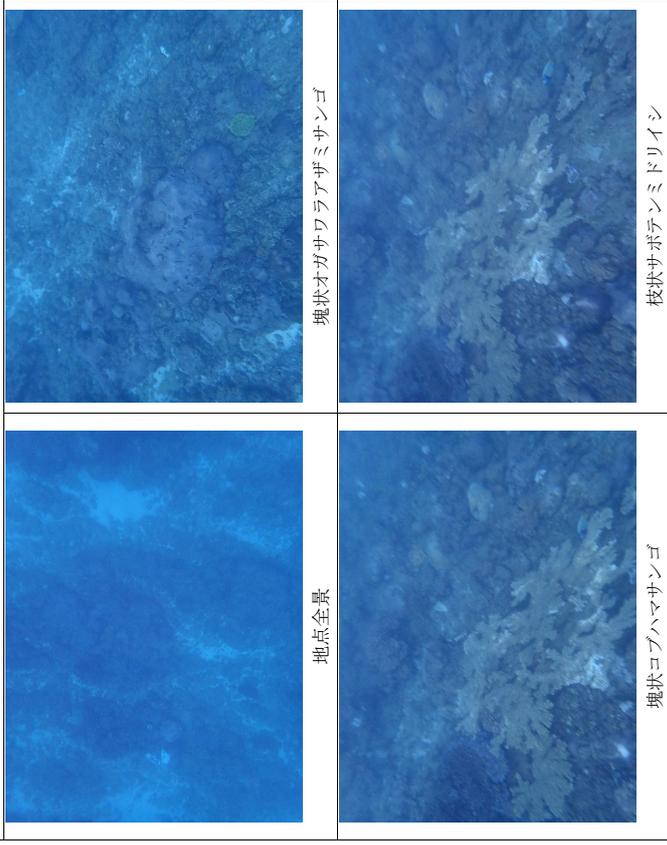
海域：父島	地点No：T7	調査日時：2020/11/27 11:10
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：4.0～6.0
サンゴ	被度(%)：50	白化率：1～10%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状オガサワラアザミサンゴ	2位：塊状コブハマサンゴ
	3位：枝状サボテンミドリイシ	加入数：Ⅱ
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：50	転石：-
特記事項：	礫：30	砂：20
		泥：-



塊状コブハマサンゴ
 枝状サボテンミドリイシ
 ※生育型 I：枝ミドリイシ、Ⅱ：卓ミドリイシ、Ⅲ：枝卓ミドリイシ、Ⅳ：特定種優占、Ⅴ：多種混生、Ⅵ：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、Ⅱ：5 群体未満、Ⅲ：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

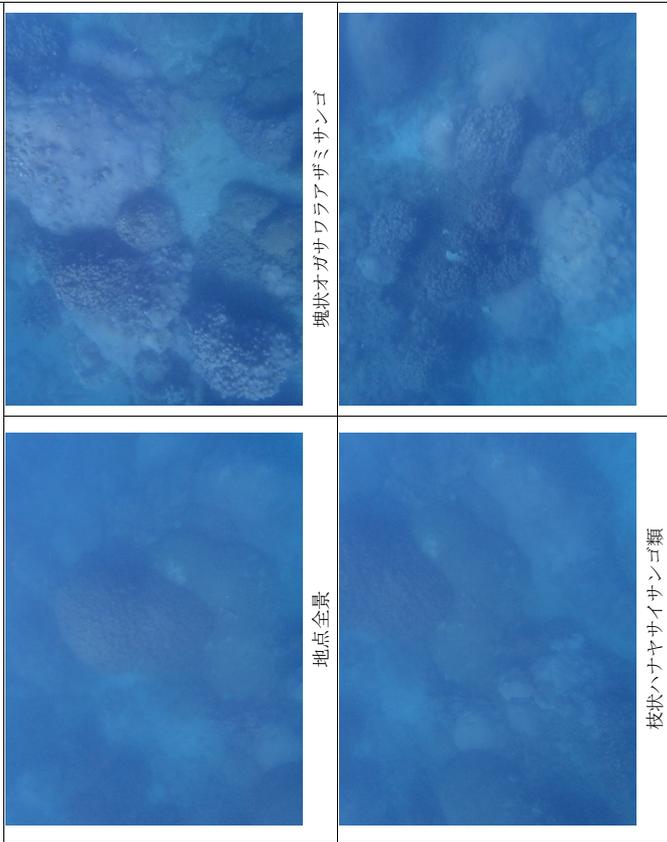
海域：父島	地点No：T8	調査日時：2020/11/27 11:35
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：8.0～10.0
サンゴ	被度(%)：50	白化率：1～10%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状オガサワラアザミサンゴ	2位：塊状コブハマサンゴ
	3位：枝状サボテンミドリイシ	加入数：Ⅱ
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：50	転石：-
特記事項：	礫：20	砂：30
		泥：-



塊状コブハマサンゴ
 枝状オガサワラアザミサンゴ
 ※生育型 I：枝ミドリイシ、Ⅱ：卓ミドリイシ、Ⅲ：枝卓ミドリイシ、Ⅳ：特定種優占、Ⅴ：多種混生、Ⅵ：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、Ⅱ：5 群体未満、Ⅲ：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T9	調査日時：2020/11/27 12:25
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：6.0~7.0
サンゴ	被度(%)：50	白化率：1%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状オガサワラアザミサンゴ	2位：枝状ハナヤサイサンゴ類
地形：礁斜面	生育型：IV	加入数：II
底質(%)	岩盤：70	転石：-
特記事項：河川から真水流入によるにごり有	礫：10	砂：20
		泥：-



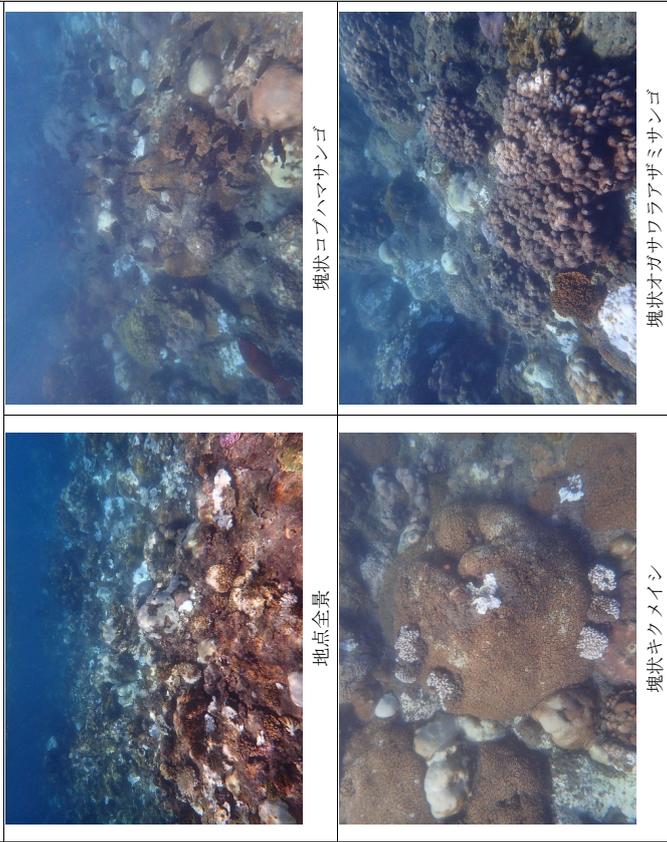
枝状ハナヤサイサンゴ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T10	調査日時：2020/11/27 12:50
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：1.0~2.0
サンゴ	被度(%)：60	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状コブハマサンゴ	2位：塊状キクメイシ
地形：礁斜面	生育型：V	加入数：III
底質(%)	岩盤：80	転石：-
特記事項：	礫：5	砂：15
		泥：-



塊状キクメイシ

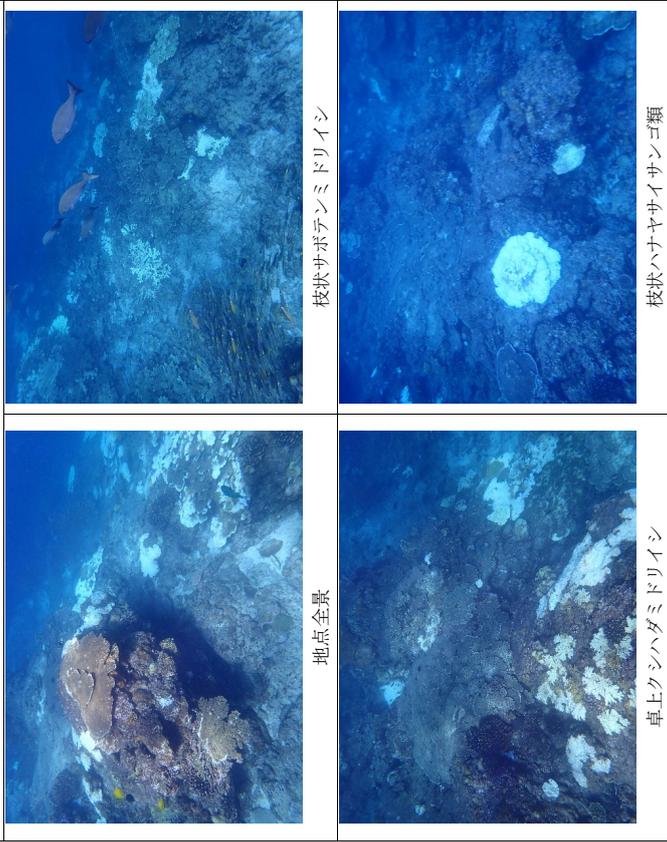
塊状オガサワラアザミサンゴ

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系未満、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

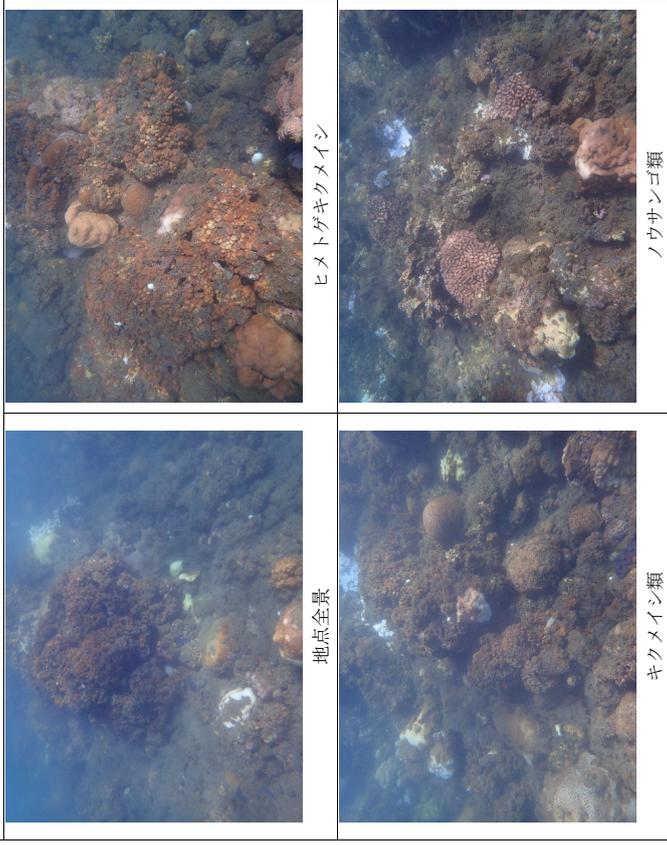
海域：父島	地点No：T11	調査日時：2020/11/27 13:17
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：50	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状サボテンミドリイシ	2位：卓上クシハダミドリイシ
	3位：枝状ハナヤサイサングラス	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：70	転石：-
特記事項：	礫：30	砂：-
		泥：-



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

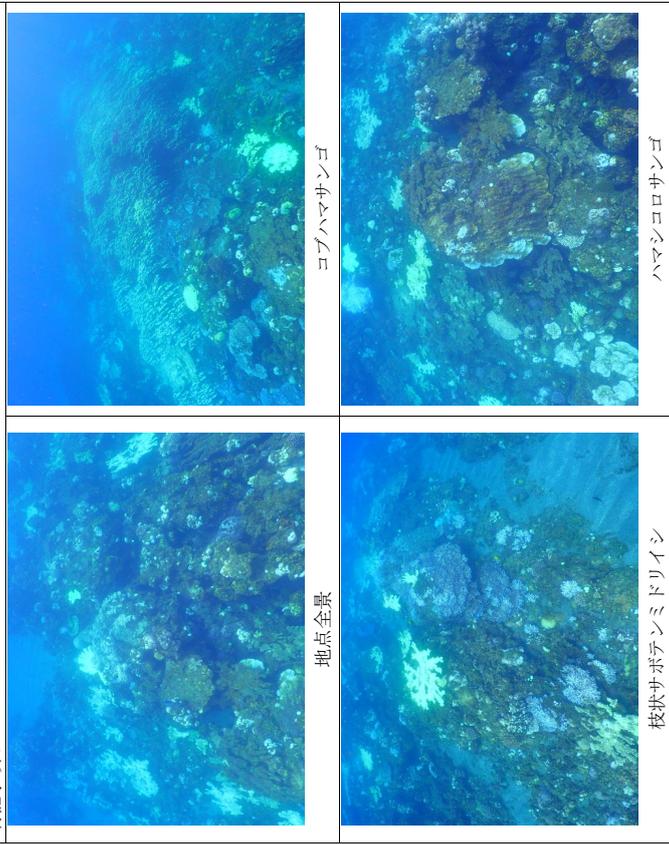
海域：父島	地点No：T12	調査日時：2020/11/28 8:35
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：ヒメトゲキクメイシ	2位：キクメイシ類
	3位：ノウサングラス	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：30	転石：-
特記事項：	礫：50	砂：-
		泥：20



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

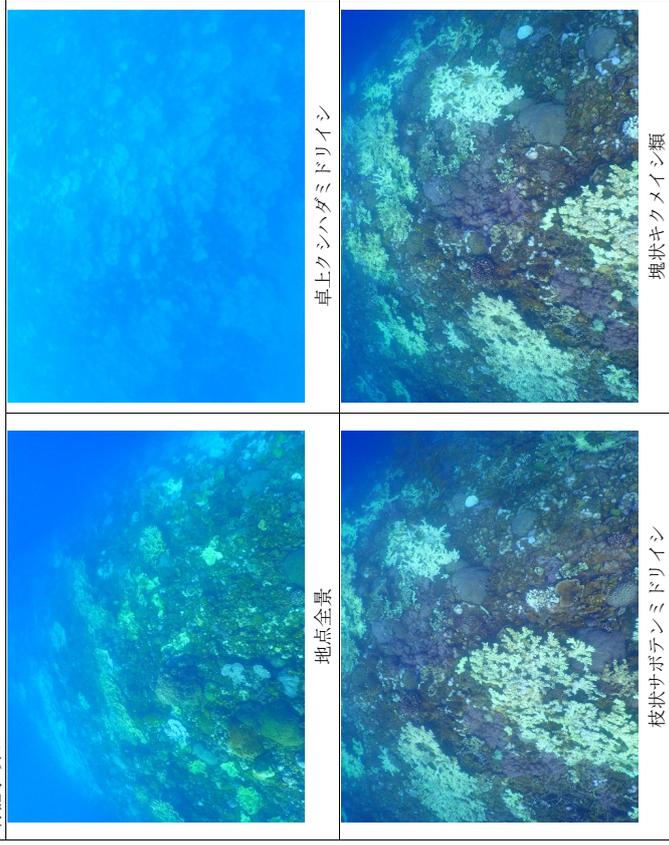
海域：父島	地点No：T13	調査日時：2020/11/28 9:45
天候：くもり	波高(m)：0.5	水深(m)：8.0~10.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：コブハマサンゴ	2位：枝状サボテンミドリイシ
		3位：ハマサンゴ
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：70	転石：-
特記事項：	礫：10	砂：20
		泥：-



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

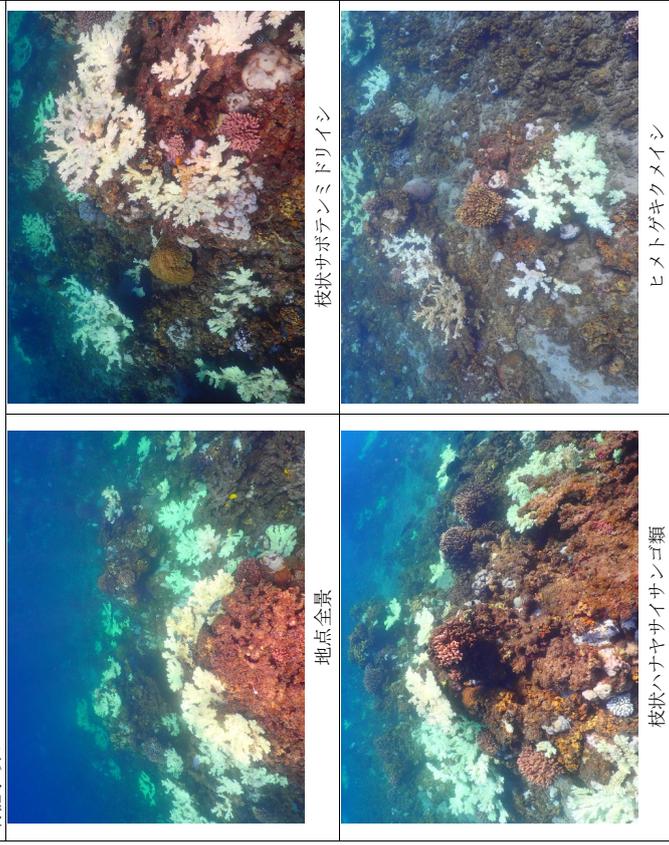
海域：父島	地点No：T14	調査日時：2020/11/28 10:00
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：10.0
サンゴ	被度(%)：60	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：卓上クシハダミドリイシ	2位：枝状サボテンミドリイシ
		3位：塊状クメメイン類
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：90	転石：-
特記事項：	礫：10	砂：-
		泥：-



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T15	調査日時：2020/11/28 10:23
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：5.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：10～50%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状ハナヤサイサイ ライシ	2位：枝状サボテンミド ライシ
地形：礁斜面	岩盤：70	転石：-
底質(%)	岩盤：70	砂：10
特記事項：	泥：-	



地点全景

枝状サボテンミドライシ

枝状ハナヤサイサイゴ類

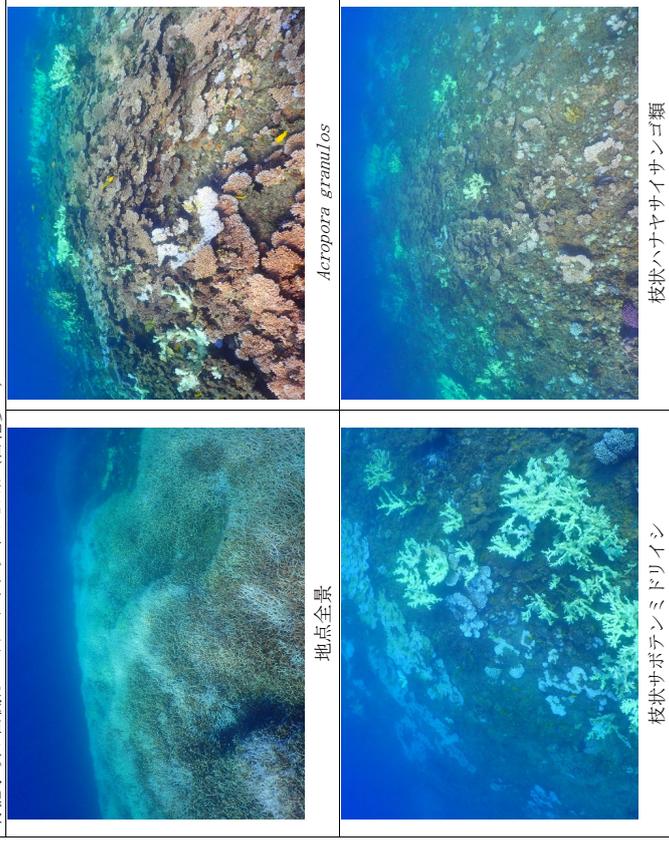
ヒメトゲキクメメイシ

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系層、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T16	調査日時：2020/11/28 11:45
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：4.5
サンゴ	被度(%)：60	白化率：10～50%未満
サンゴ上位3種	1位：Acropora granulos	2位：枝状サボテンミド ライシ
地形：礁斜面	岩盤：70	転石：-
底質(%)	岩盤：70	砂：10
特記事項：	泥：-	



地点全景

枝状サボテンミドライシ

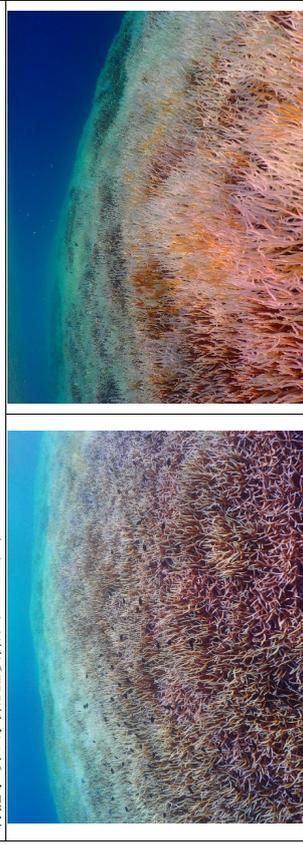
枝状ハナヤサイサイゴ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系層、III：5 群体系以上

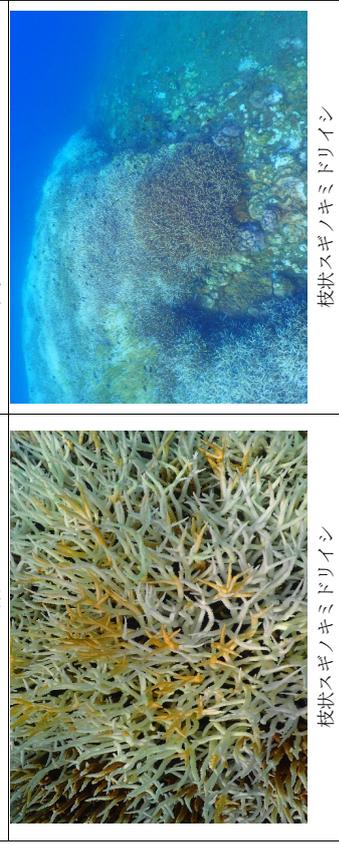
スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T17	調査日時：2020/11/28 12:05
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：2.0~4.0
サンゴ	被度(%)：100	白化率：50~90%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状スギノキノドリイシ	2位：ライシ
地形：礁斜面	生育型：IV	加入数：I
底質(%)※	岩盤：-	転石：-
特記事項：水深1m以深ナガラハナサンゴ	礫：-	砂：-
	泥：-	



地点全景

枝状スギノキノドリイシ



枝状スギノキノドリイシ

枝状スギノキノドリイシ

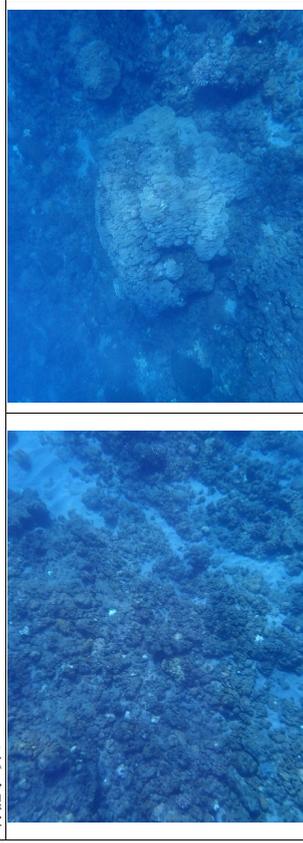
※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

※枝状スギノキノドリイシが被度 100%で海底面を覆っており、底質が確認できなかつたため、底質割合は「I」データなしとした。

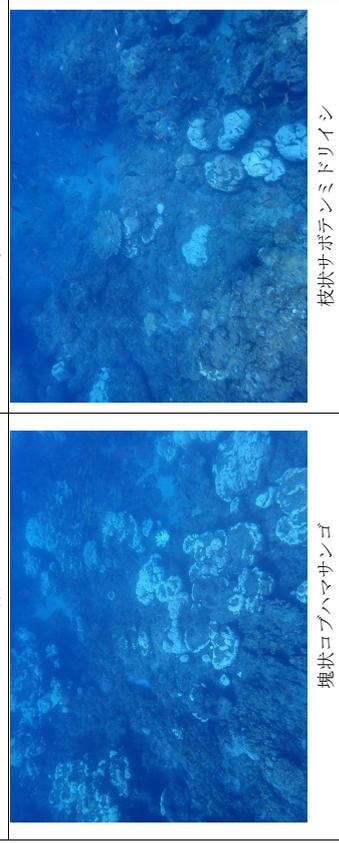
スポット調査の調査個票 (父島)

海域：父島	地点No：T18	調査日時：2020/11/28 13:10
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：30	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状シコロサンゴ	2位：塊状コブハマサンゴ
地形：礁斜面	生育型：V	加入数：III
底質(%)	岩盤：80	転石：-
特記事項：	礫：20	砂：-
	泥：-	



地点全景

塊状シコロサンゴ



塊状コブハマサンゴ

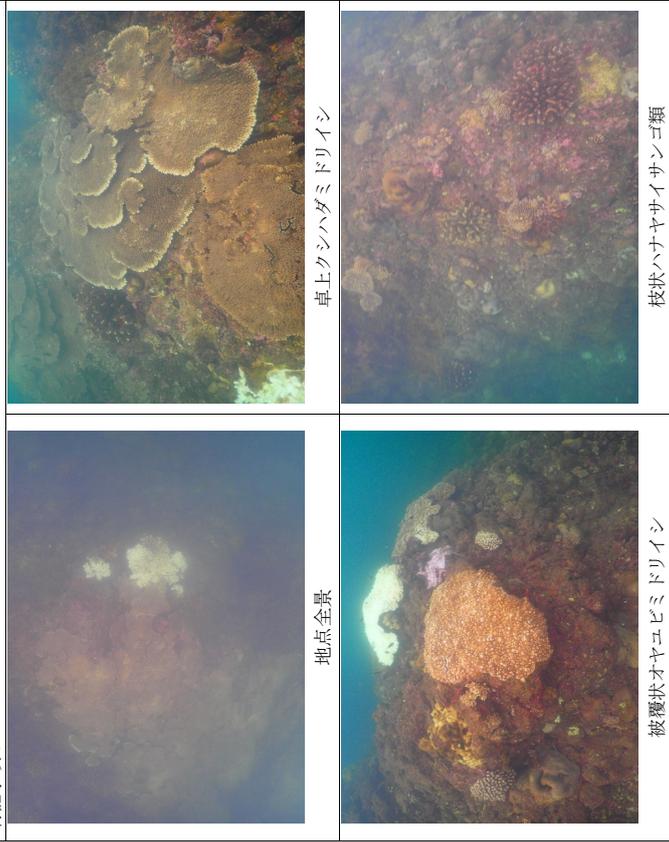
枝状サボテンミドリイシ

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

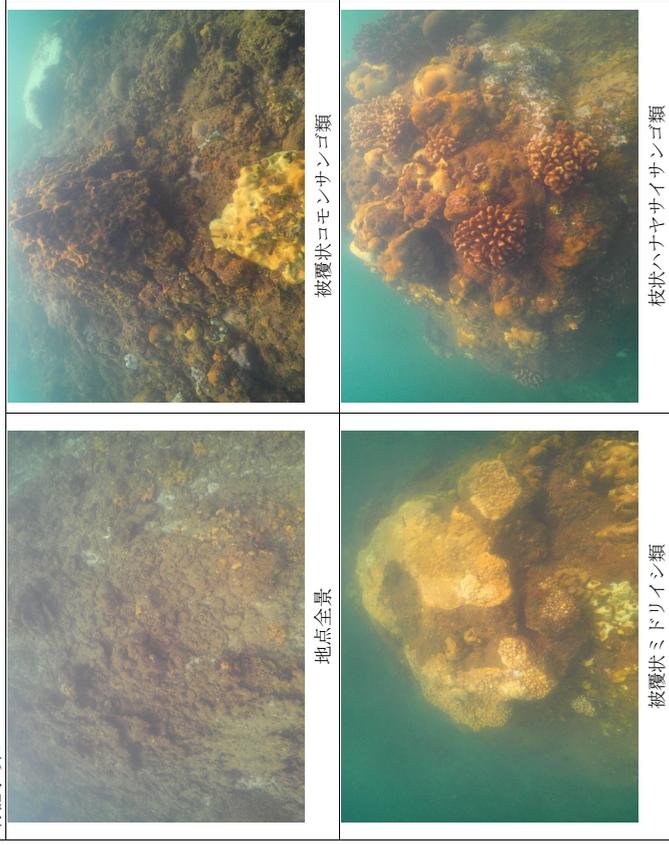
海域：母島	地点No：H1	調査日時：2020/11/23 8:40
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：1~10%未満
サンゴ上位3種	1位：卓上クシハダミドリイシ	2位：被覆状オヤユビミドリイシ
		3位：枝状ハナヤサイサンゴ類
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
特記事項：	礫：10	砂：30
		泥：-



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

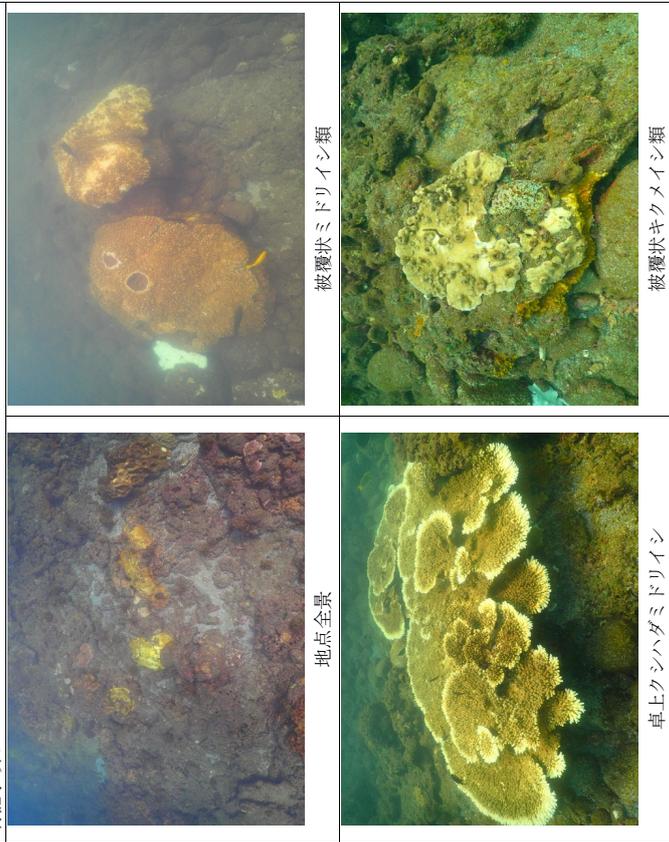
海域：母島	地点No：H2	調査日時：2020/11/23 9:05
天候：晴	波高(m)：1.5	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：30	白化率：1~10%未満
サンゴ上位3種	1位：被覆状コモンサンゴ類	2位：被覆状ミドリイシ
		3位：枝状ハナヤサイサンゴ類
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
特記事項：	礫：10	砂：30
		泥：-



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H3	調査日時：2020/11/23 10:15
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：15	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：被覆状ミドリイシ 2位：卓上クシハダミドリイシ 3位：被覆状キクメメイシ類	生育型：V
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
特記事項：		
	礫：10	砂：30
		泥：-



地点全景

被覆状ミドリイシ類

卓上クシハダミドリイシ

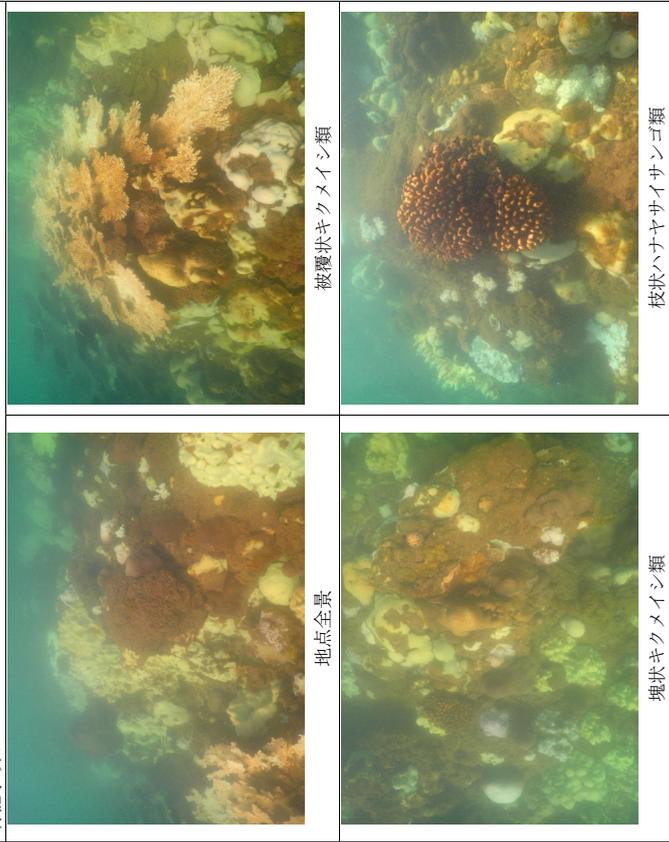
被覆状キクメメイシ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H4	調査日時：2020/11/23 10:52
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：6.0~8.0
サンゴ	被度(%)：50	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：被覆状キクメメイシ類 2位：塊状キクメメイシ類 3位：枝状ハナヤサイサイゴンゴ類	生育型：V
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
特記事項：		
	礫：30	砂：10
		泥：-



地点全景

被覆状キクメメイシ類

塊状キクメメイシ類

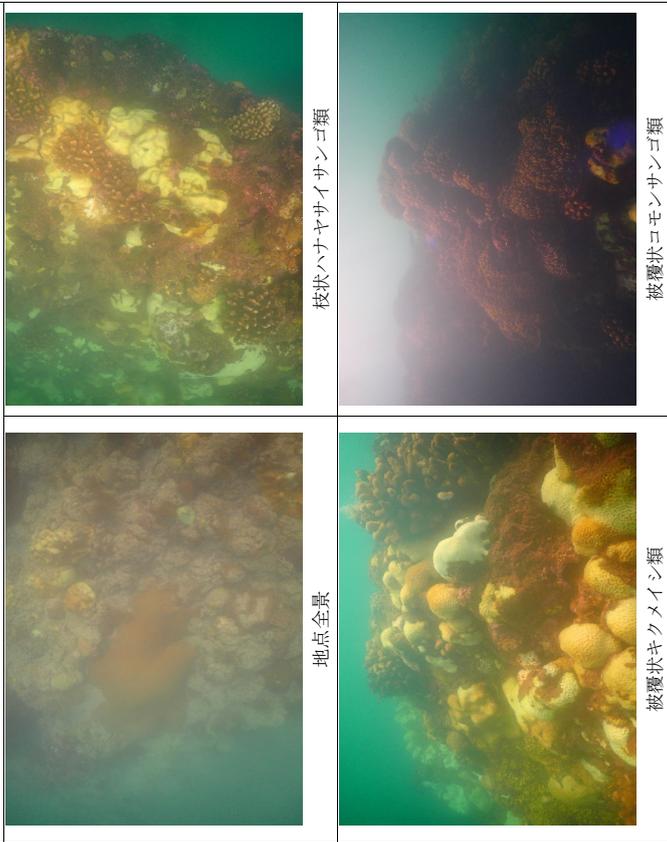
枝状ハナヤサイサイゴンゴ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体系、III：5 群体系以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H5	調査日時：2020/11/23 11:37			
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：8.0～10.0			
サンゴ	被度(%)：50	白化率：1～10%未満	生育型：V	加入数：III	
サンゴ上位3種	1位：枝状ハナヤサイサ ンゴ類	2位：被覆状キクメイシ 類	3位：被覆状コモンスンゴ 類		
地形：礁斜面					
底質(%)	岩盤：100	転石：-	礫：-	砂：-	泥：-
特記事項：					

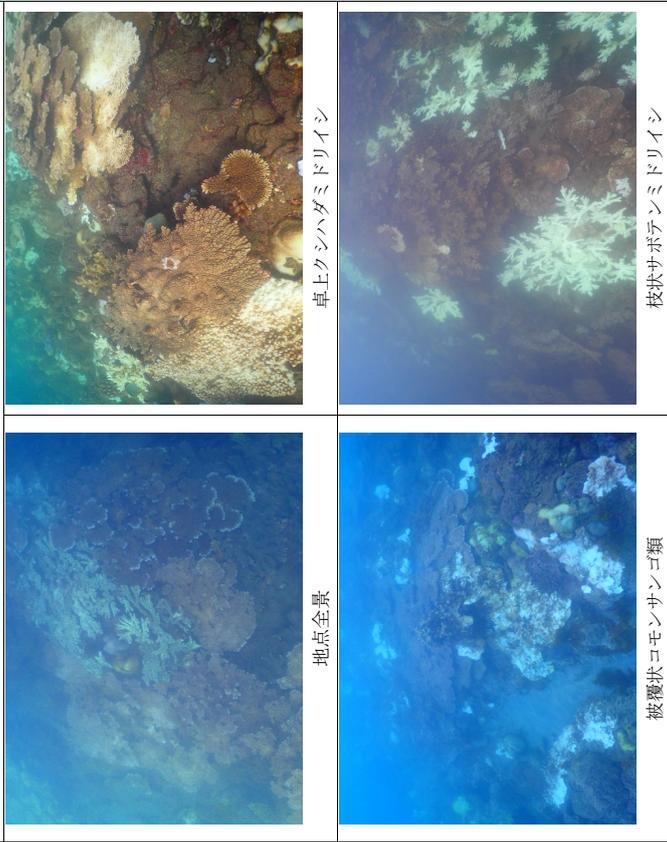


※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H6	調査日時：2020/11/23 12:55			
天候：晴	波高(m)：1.0	水深(m)：4.0～6.0			
サンゴ	被度(%)：60	白化率：1～10%未満	生育型：V	加入数：III	
サンゴ上位3種	1位：卓上クシハダミドリ ライシ	2位：被覆状コモンスン ゴ類	3位：枝状サボテンミドリ イシ		
地形：礁斜面					
底質(%)	岩盤：70	転石：-	礫：30	砂：-	泥：-
特記事項：					



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H7	調査日時：2020/11/23 13:21
天候：くもり	波高(m)：1.0	水深(m)：4.0~6.0
サンゴ	被度(%)：20	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：オヤユビミドリイシ	2位：枝状サボテンミドリイシ
	3位：塊状キクメイシ類	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
特記事項：	礫：20	砂：20
		泥：-



地点全景



オヤユビミドリイシ



枝状サボテンミドリイシ



塊状キクメイシ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H8	調査日時：2020/11/23 14:01
天候：くもり	波高(m)：1.0	水深(m)：4.0~6.0
サンゴ	被度(%)：20	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状コブハマサンゴ	2位：枝状ハナヤサイサンゴ
	3位：塊状キクメイシ類	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
特記事項：	礫：20	砂：20
		泥：-



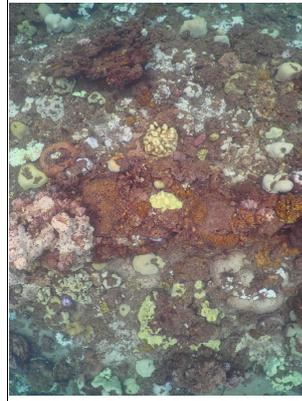
地点全景



塊状コブハマサンゴ



枝状ハナヤサイサンゴ類



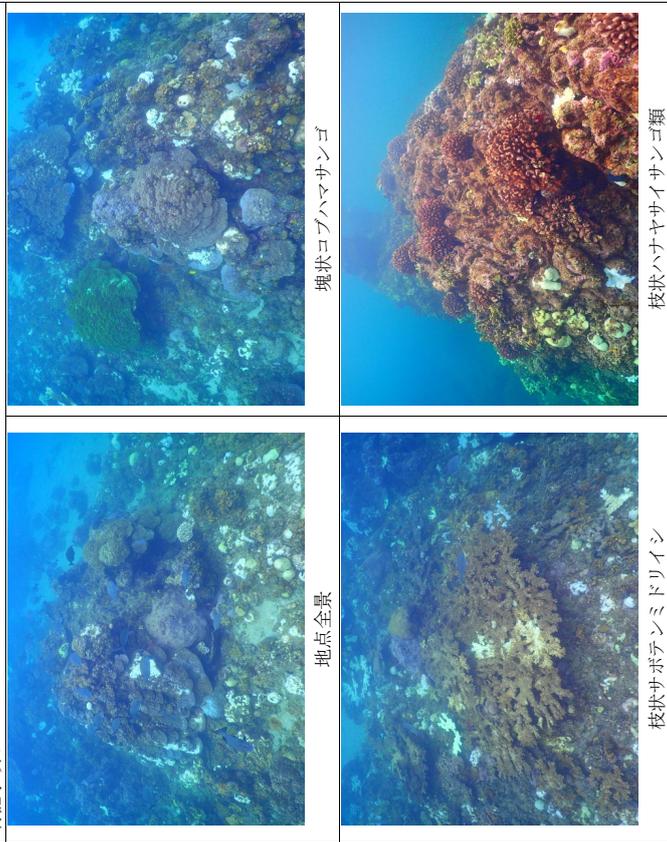
塊状キクメイシ類

※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

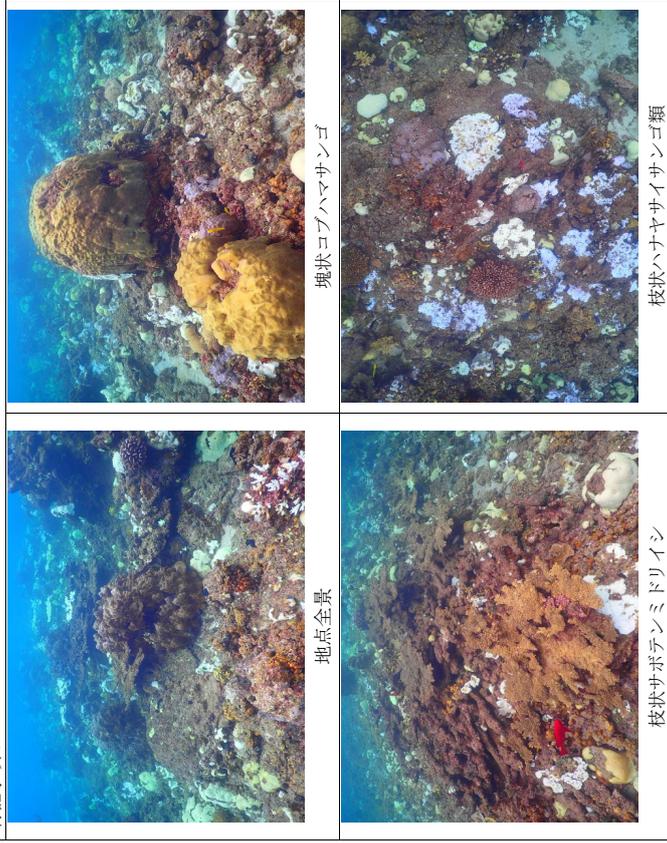
海域: 母島	地点 No: H9	調査日時: 2020/11/23 14:25
天候: くもり	波高 (m): 0.5	水深 (m): 5.0~8.0
サンゴ	被度 (%): 30	白化率: 10~50%未満
サンゴ上位3種	1位: 塊状コブハマサンゴ	2位: 枝状サボテンミドリイシ
	3位: 枝状ハナヤサイザンゴ類	
地形: 礁斜面		
底質 (%)	岩盤: 60	転石: -
特記事項:	礫: 10	砂: 30
		泥: -



※生育型 I: 枝ミドリイシ、II: 卓ミドリイシ、III: 枝卓ミドリイシ、IV: 特定種優占、V: 多種混生、VI: ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I: なし、II: 5 群体未満、III: 5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

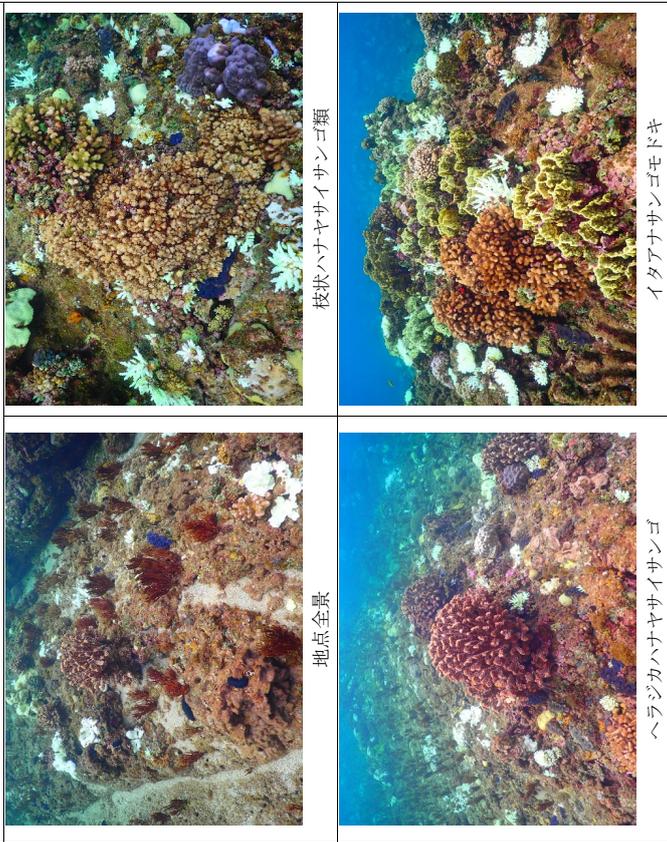
海域: 母島	地点 No: H10	調査日時: 2020/11/23 14:29
天候: くもり	波高 (m): 0.5	水深 (m): 2.0~4.0
サンゴ	被度 (%): 30	白化率: 10~50%未満
サンゴ上位3種	1位: 塊状コブハマサンゴ	2位: 枝状サボテンミドリイシ
	3位: 枝状ハナヤサイザンゴ類	
地形: 礁斜面		
底質 (%)	岩盤: 60	転石: -
特記事項:	礫: 10	砂: 30
		泥: -



※生育型 I: 枝ミドリイシ、II: 卓ミドリイシ、III: 枝卓ミドリイシ、IV: 特定種優占、V: 多種混生、VI: ソフト優占
 ※加入数 (1m²あたり) I: なし、II: 5 群体未満、III: 5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H11	調査日時：2020/11/24 7:50
天候：くもり	波高(m)：1.0	水深(m)：2.0~4.0
サンゴ	被度(%)：40	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状ハナヤサイサイゴ類	2位：ヘラジカハナヤサイサイゴ類
	3位：イタアナサンゴモドキ	
地形：礁斜面	岩盤：70	転石：-
底質(%)	砂：10	泥：-
特記事項：		

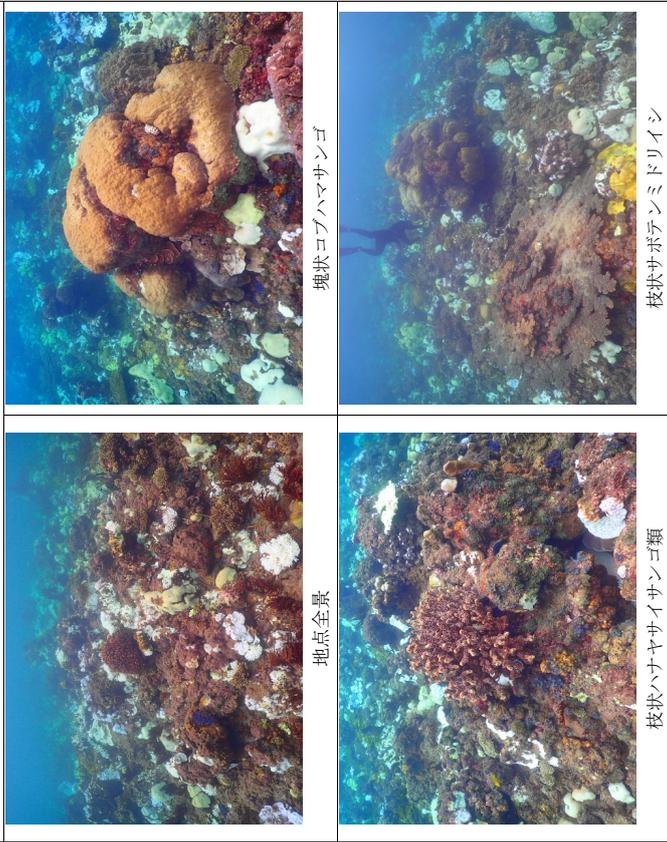


※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海域：母島	地点No：H12	調査日時：2020/11/24 9:35
天候：くもり	波高(m)：1.0	水深(m)：2.0~4.0
サンゴ	被度(%)：30	白化率：10~50%未満
サンゴ上位3種	1位：塊状コブハマサンゴ	2位：枝状ハナヤサイサイゴ類
	3位：枝状サボテンミドリイシ	
地形：礁斜面	岩盤：70	転石：-
底質(%)	砂：20	泥：-
特記事項：		

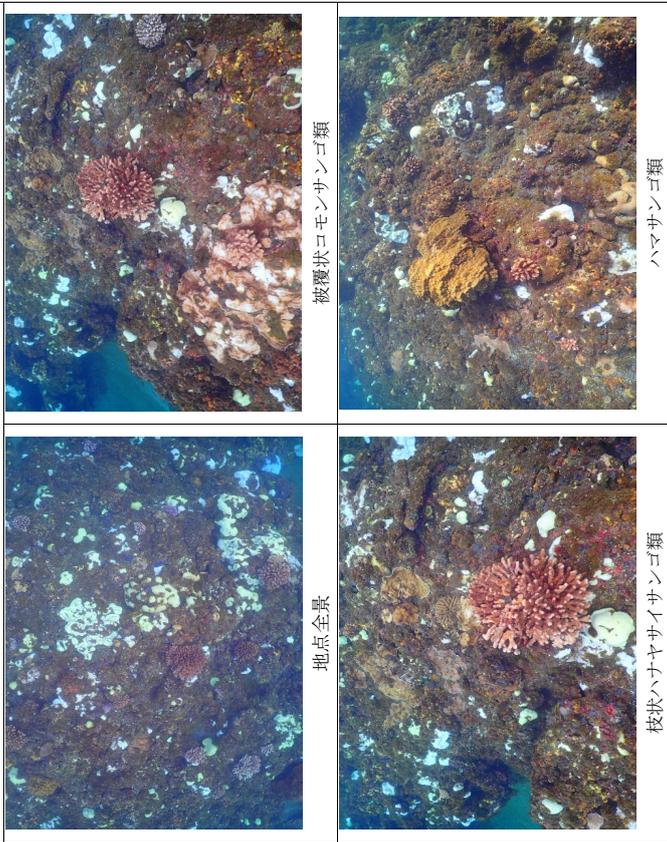


※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上

スポット調査の調査個票 (母島)

海城：母島	地点No：H13	調査日時：2020/11/24 10:00
天候：晴	波高(m)：0.5	水深(m)：6.0～8.0
サンゴ	被度(%)：10	白化率：10～50%未満
サンゴ上位3種	1位：枝状ハナヤサイサ ンゴ類	生育型：V
	2位：枝状ハナヤサイサ ンゴ類	加入数：II
	3位：ハマサンゴ類	
地形：礁斜面		
底質(%)	岩盤：60	転石：-
	礫：10	砂：30
		泥：-
特記事項：		



※生育型 I：枝ミドリイシ、II：卓ミドリイシ、III：枝卓ミドリイシ、IV：特定種優占、V：多種混生、VI：ソフト優占

※加入数 (1m²あたり) I：なし、II：5 群体未満、III：5 群体以上