

令和 6 年度

石垣市周辺海域実態調査

報 告 書

令和 6 年 5 月

東 海 大 学

目 次

1. 調査目的	1
2. 調査項目及び対象海域	2
3. 調査項目の概要	3
4. 調査方法	4
(1) 調査工程	4
(2) 観測風景	6
(3) 観測方法	7
5. 調査結果及び考察	8
(1) 海洋環境・海洋生態系調査	8
(2) 海洋汚染調査	13
(3) 周辺島嶼の実態調査	18
6. まとめ	23

1. 調査目的

本調査では、17 ある SDGs のゴールのうち主に「海の豊かさを守ろう」（ゴール 14）の達成に資する取組として、石垣市の周辺海域の実態を把握し、当該海域の維持・保全や利活用に繋がる手掛かりを得ることを目的とし、基本的な海洋環境調査を実施する。

当該海域においては、これまでも海洋環境の適切な保全に取り組んでいるが、昨今の軽石の漂着や地球規模での気候変動などの影響は継続しており、今後の持続的利用に向けては、最新の海域環境における科学的知見の集積とそれに基づく分析を経て、市民の関心、理解を得ていくための素材として積極的に活用できるものと期待される。そのため、実際に石垣市周辺海域を調査して、得られた試料・データ等を分析し、報告書等に取り纏めることを本業務の目的とする。

また、石垣市は、広大な排他的経済水域（EEZ）を有する海洋国として、わが国が平成 19 年 7 月に施行した海域の管理と利用の基本姿勢を明確に定めた「海洋基本法」及び海洋に関する施策を集中的かつ総合的に推進するための「海洋基本計画」に基づき、地方自治体としての責務を、市民と協働して自ら積極的に果たしていくための活動計画として「石垣市海洋基本計画」を平成 25 年に策定している（令和 6 年 6 月に第 2 期

計画の策定・公表を予定）。「石垣市海洋基本計画」は、下記の理念、基本方針と施策項目で構成されている。このことから本調査は、昨年度に引き続き「石垣市海洋基本計画」の理念、基本方針に基づき、施策項目の「①沿岸域の総合管理」、「②海洋生物資源等の活用」、及び「⑦ 尖閣諸島における取り組み」の活動としても実施するものである。



石垣市海洋基本計画の理念

市民協働により、海とともに生きる石垣・八重山の自然・文化を保全・継承しつつ、海洋資源・海洋エネルギーの利活用を推進します。このことを世界に発信するとともに、アジア太平洋の国際交流拠点「海洋都市いしがき」の振興を図ります。

基本方針

- ① 石垣市の島々とその周辺海域の自然を守り、資源を管理・活用する。
- ② 海洋に育まれた豊かな自然と貴重な文化の継承・啓発を積極的に進める。
- ③ 「海洋都市いしがき」は、アジアゲートウェイの拠点都市として、国際交流を推進する。

施策項目

- ① 沿岸域の総合管理、② 海洋生物資源等の活用、③ 海洋資源及び海洋再生可能エネルギーの調査研究・開発、④ 「海洋都市いしがき」としての観光振興、⑤ 「海洋都市いしがき」としての国際貢献
- ⑥ 八重山広域圏での取り組み、⑦ 尖閣諸島における取り組み

2. 調査項目及び対象海域

- (1) 海洋環境・海洋生態系調査
- (2) 海洋汚染調査
- (3) 周辺島嶼の実態調査

上記、調査項目及び対象海域の設定の考え方は、次のとおりである。

石垣市は、石垣島と尖閣諸島で構成されている（図 2-1）。すなわち、石垣市周辺海域は、両島周辺とその間の海域となる。

本調査では、上記のことを考慮し、石垣島近くの調査範囲 B と魚釣島を中心とする尖閣諸島（沖ノ北岩、沖ノ南岩、北小島、南小島、飛瀬）を調査範囲 A に設定（図 2-2）して過年度に実施した 2 回の調査と同様に海洋環境の基本的な項目に関する観測・調査を行った。

また、魚釣島ではヤギの食害等による植生の減少が指摘されている。そのため、魚釣島に関しては、南斜面に比べて緩傾斜で豊かな植生となっている北斜面において、ドローンに搭載した可視光カメラ、熱赤外線カメラを用いてヤギの生息状況を調査した。またスペクトルカメラを用いて植生の状況を観測し、過去の植生状況と比較検討した。

加えて、過去 2 回の調査と同様に、大きな環境問題となっている海岸漂着ごみ及び海洋漂流ごみの状況も調査した。

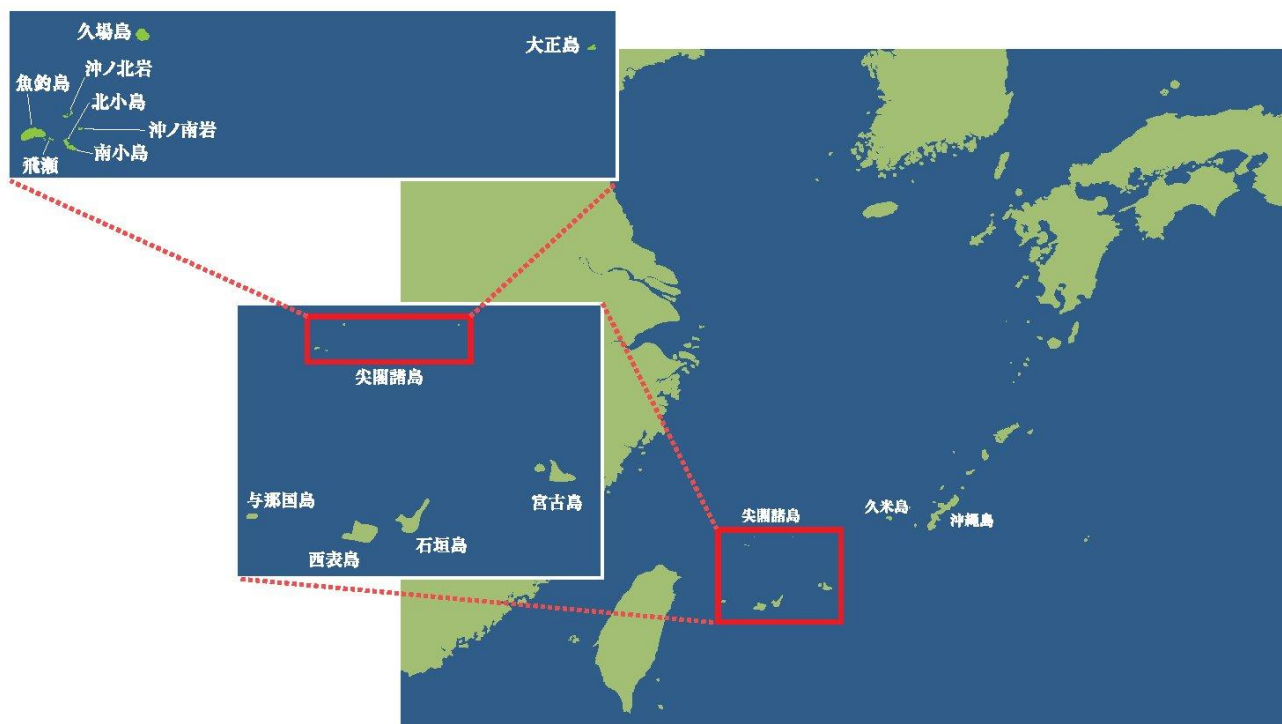


図 2-1 「海洋都市いしがき」の位置と構成

引用：石垣市の宝、尖閣諸島、
第 2 版（2021）

【調査位置図】

	北緯	東経
調査範囲A	25° 40' 00N～25° 50' 00N	123° 25' 00E～123° 35' 00E
調査範囲B	24° 20' 00N～24° 35' 00N	123° 55' 00E～124° 05' 00E

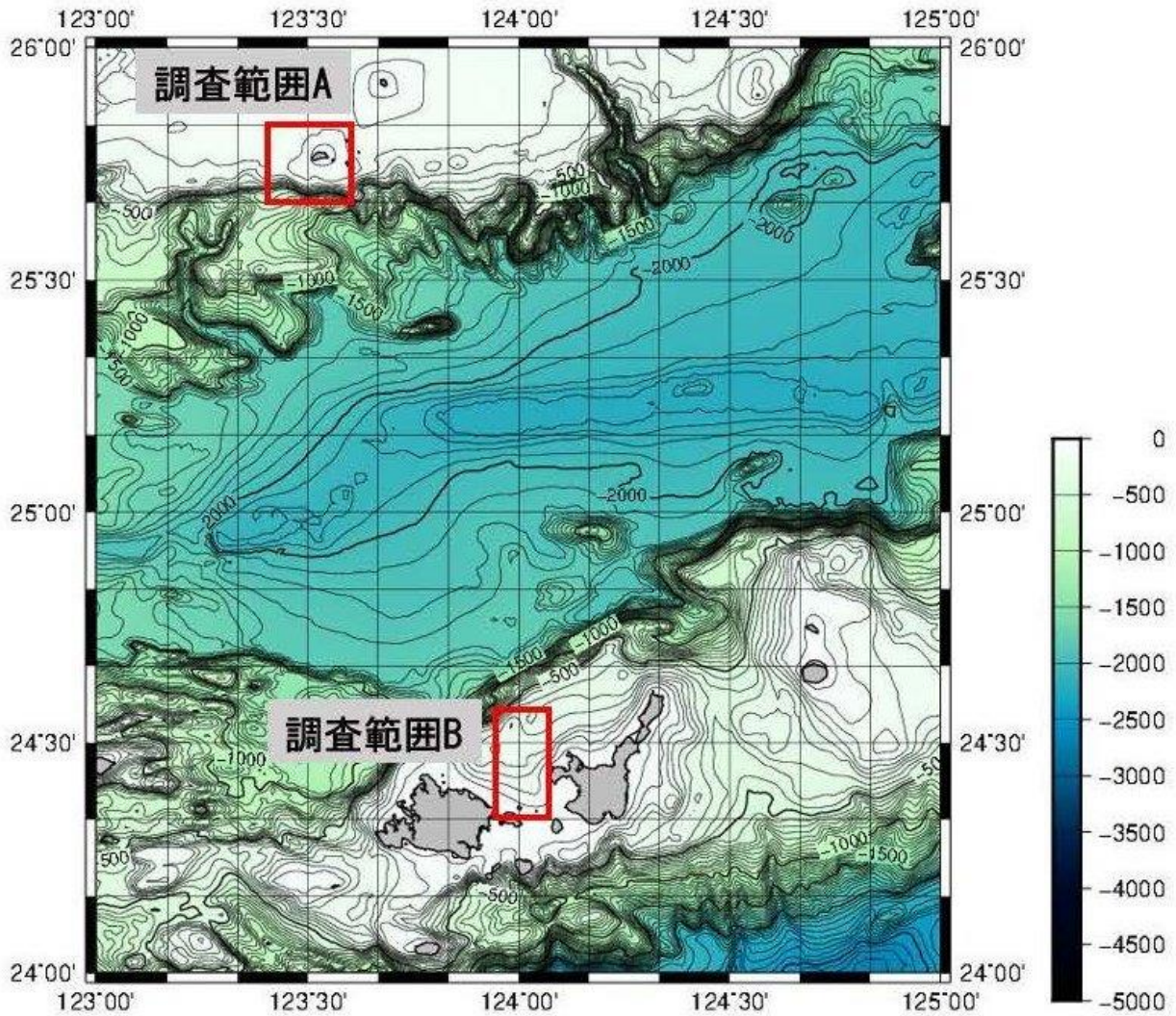


図 2-2 調査位置図

3. 調査項目の概要

(1) 海洋環境・海洋生態系調査

XCTD（投下式塩分水温深度計：eXpendable Conductivity, Temperature and Depth システム）を用いて、当該海域における水温及び塩分の鉛直プロファイルを観測し、過年度の観測結果と比較して海洋構造の特徴を検討した。

魚類の分布状況の把握の一助とするため、魚群探知機を用いた魚影の観測と記録を行って、過年度の観測記録と共に魚群分布状況を推測した。

また、魚釣島周辺海域の表層海水を採水し、分布するプランクトンの種の同定と写真撮影を行った。

(2) 海洋汚染調査

海洋汚染の状況を把握するため、ドローンに搭載した可視光カメラ等で、魚釣島北側における海岸漂着ごみの状況を観測した。また、船上からの観測で、海洋漂流ごみを観測し、過年度の状況と比較した。

(3) 周辺島嶼の実態調査

魚釣島を対象に、ドローンに搭載した可視光カメラ、熱赤外線カメラを用いてヤギの生息状況を調査した。またスペクトルカメラを用いて植生の状況を観測し、過去の植生状況と比較検討した。

4. 調査方法

(1) 調査工程

調査工程は、表 4-1 のとおりである。

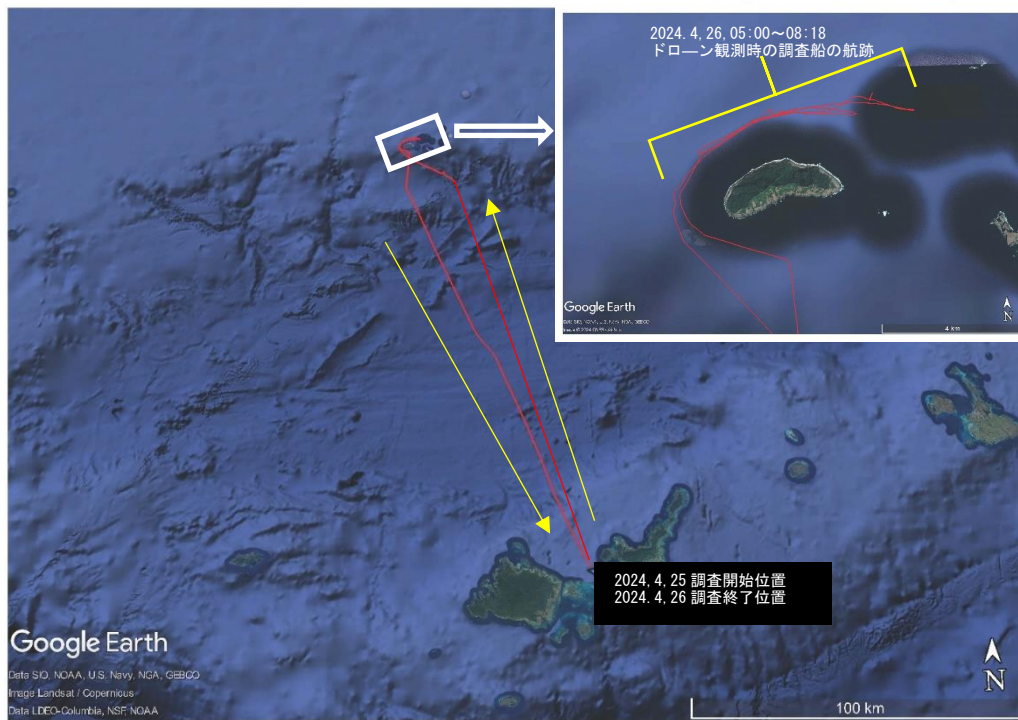
調査は 2024 年 4 月 25 日～4 月 27 日で実施した。

調査船の航跡は、図 4-1 の通りである。

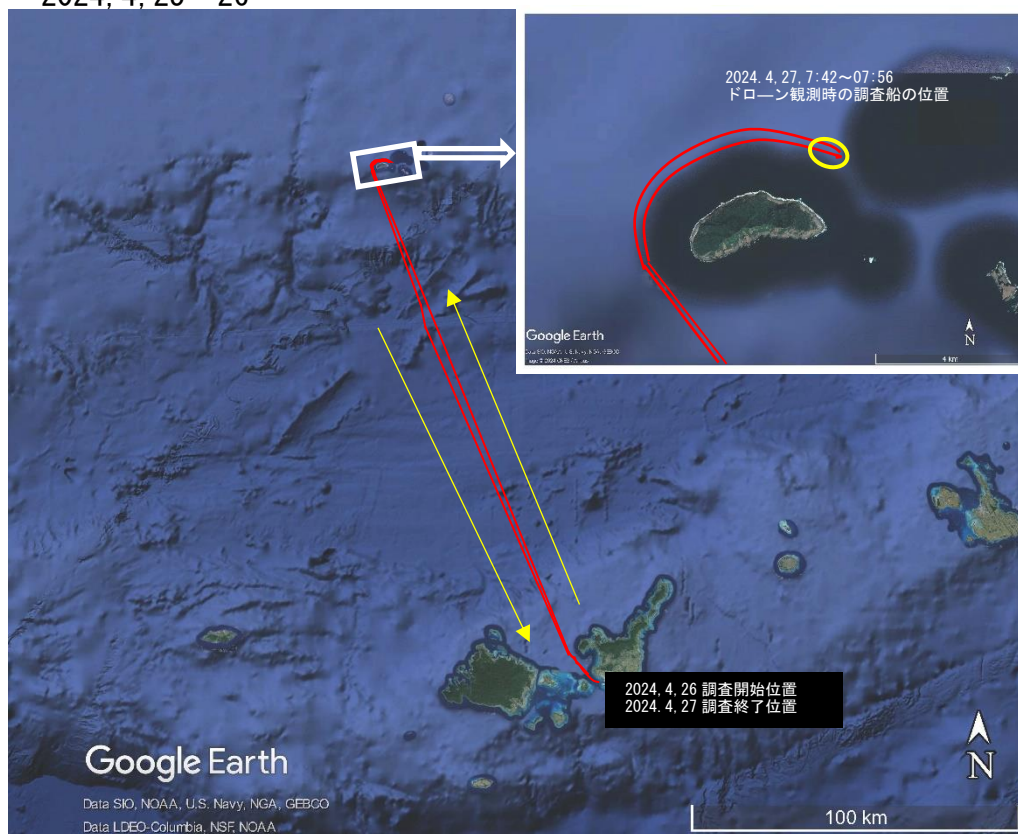
表 4-1 調査工程

調査内容等	時 刻	位置等
石垣港出港	2024 年 4 月 25 日 16 : 52	N24° 20' 00.6" E124° 08' 50.0"
St. XCTD 03 観測	2024 年 4 月 25 日 17 : 37	N24° 24' 22.5" E124° 04' 15.7"
St. XCTD 04 観測	2024 年 4 月 25 日 17 : 55	N24° 25' 01.7" E124° 02' 06.0"
St. XCTD 02 観測	2024 年 4 月 26 日 03 : 36	N25° 36' 31.5" E123° 38' 12.9"
魚釣島のドローン観測-1(熱赤外線カメラ, 離陸時の船の時間と位置)	2024 年 4 月 26 日 05 : 00	N25° 45' 01.6" E123° 26' 54.8"
この間ドロン観測-2～5 を上記観測-1 の時間と位置及び下記観測-6 の時間と位置で実施		
魚釣島のドローン観測-6(可視光カメラ, 離陸時の船の時間と位置)	2024 年 4 月 26 日 08 : 18	N25° 45' 20.5" E123° 30' 21.6"
プランクトン採水	2024 年 4 月 26 日 09 : 27～37	N25° 45' 41.0" E123° 27' 43.2"
St. XCTD 01 観測	2024 年 4 月 26 日 10 : 45	N25° 36' 29.9" E123° 28' 12.6"
海洋漂流ごみ観測開始	2024 年 4 月 26 日 10 : 00	N25° 45' 55.6" E123° 28' 24.6"
海洋漂流ごみ観測終了	2024 年 4 月 26 日 15 : 36	N24° 47' 36.1" E123° 52' 02.5"
石垣港帰港	2024 年 4 月 26 日 17 : 55	N24° 20' 00.6" E124° 08' 50.0"
石垣港再出港	2024 年 4 月 26 日 22 : 00	N24° 20' 00.6" E124° 08' 50.0"
魚釣島のドローン観測-7	2024 年 4 月 27 日 07 : 42～56	N25° 45' 24.7" E123° 29' 47.9"
石垣港帰港	2024 年 4 月 27 日 17 : 15	N24° 20' 00.6" E124° 08' 50.0"

注 : 「(1) 海洋環境・海洋生態系調査の魚影観測」は一連の航海観測中で実施



2024, 4, 25~26



2024, 4, 26~27

図 4-1 調査船の航跡

(2) 観測風景

図 4-2 には、観測風景等を示した。



XCTD の投下



魚群探知機（30 秒間隔で連続撮影）



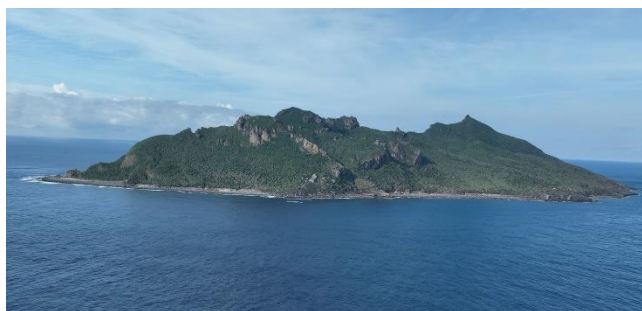
プランクトン採集



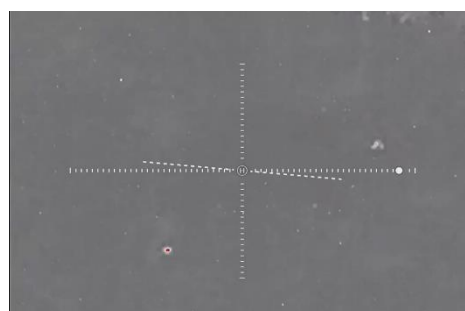
ドローンによる海岸漂着ごみ観測



船上からの漂流ごみ観測



ドローンによる可視カメラ画像



熱赤外線カメラ画像



スペクトルカメラ観測画像

図 4-2 観測風景等

(3) 観測方法

実施した観測の方法は、表 4-2 のとおりである。また、XCTD の観測位置を図 4-2 に示した。

表 4-2 観測方法

項 目	方 法
海洋環境・海洋生態系調査	
水温・塩分調査	投下式 XCTD での水深、水温、塩分の鉛直観測
魚影調査	全航海中における魚探画面を 30 秒間隔で連続撮影、日中における魚探画面の目視観察と写真撮影
プランクトン調査	魚釣島周辺海域での表層海水のポンプ採水と写真撮影
海洋汚染調査	
海岸漂着ごみ調査	可視カメラを搭載したドローンでの観測と画像・映像の記録
海洋漂流ごみ調査	日中における船上からの目視観察と写真撮影
周辺島嶼の実態調査	
ヤギの生息状況等調査	可視カメラ及び熱赤外線カメラを搭載したドローンでの観測と画像・映像の記録
植生状況調査	スペクトルカメラを搭載したドローンでの画像記録と NDVI (Normalized Difference Vegetation Index : 正規化植生指標) 解析

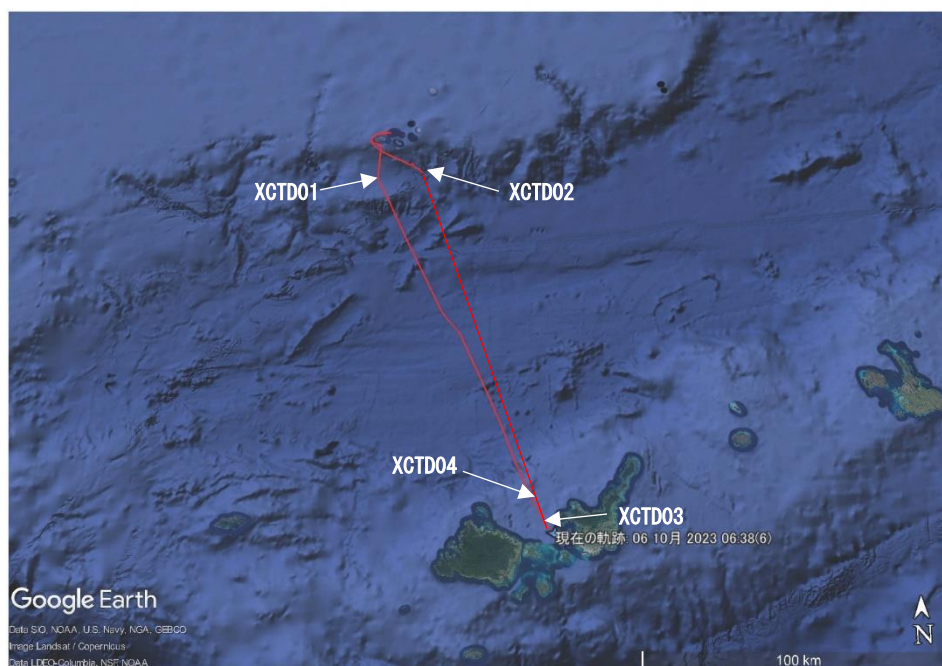


図 4-2 XCTD 観測位置

5. 調査結果及び考察

(1) 海洋環境・海洋生態系調査

1) 水温・塩分調査（鉛直プロファイル）

図 5-1 には、XCTD 観測による各地点の水温塩分鉛直プロファイルを示す。

今回の調査は、前々日（4 月 23 日）からの降雨の影響を受け、全ての観測地点で表層での低塩分が観測された。ただし、低塩分層は極表層だけであり、水深 2m ほどで約 34psu になり、観測地点 4 を除いて、海底付近まで 35psu 弱の塩分値となっている。ただし、石垣島に北西の観測地点 4 だけは、水深 140m 以深で 30psu と比較的低塩分の値が観測された。この観測地点 4 の鉛直プロファイルは、上層部は他の地点と同様に、黒潮の影響を受けて高塩分帯が支配的であるものの、下層部に関しては、観測前に続いた石垣島と西表島での降雨が、地下水となって海底から湧出している可能性を示唆しているかもしれない。

水温は、黒潮の影響を受ける 100m 以浅は概ね 25℃以上であった。100m より深くなると急激に低下し、500m より深くなると 10℃を下回り、900m より深いところでは 5℃以下となる。なお、水温においても観測地点 4 だけは特異的な鉛直プロファイルを示していた。150m までは他の観測地点と同様に低下しているが、それ以深は低下せずに、150m から 250m 付近までは反対に約 24℃まで上昇している。やはり比較的高温の地下水の影響を受けているかもしれない。

図 5-2 には、過去 2 ヶ年（2022 年、2023 年、いずれも冬季）の結果も参照した調査範囲 A：魚釣島周辺海域、及び調査範囲 B：石垣島と西表島の間海域の水温・塩分の鉛直プロファイルを取りまとめた。

3 ヶ年を通じた水温・塩分の鉛直プロファイルの特徴は、下記の通りである。

- ①200m より浅い水深の水温は、冬季・春季に関わらず黒潮を反映して水温 20℃以上
- ②春季の 100m より浅い水深の水温は、25℃以上
- ③200m より深くなると水温は 20℃から急激に低下し、700m 付近で 5℃となる。ただし、石垣島と西表島間の海域には、両島に降った雨が地下水となって湧出している可能性がある海域があり、春季には 24℃近となる場合もある。
- ④塩分は降雨の影響を受ける極表層を除き、34-35psu でほぼ一定である、ただし、水温と同様に、石垣島と西表島間の海域には、両島に降った雨が地下水の影響を受ける可能性があり、30psu 近くに低下する場合もある。

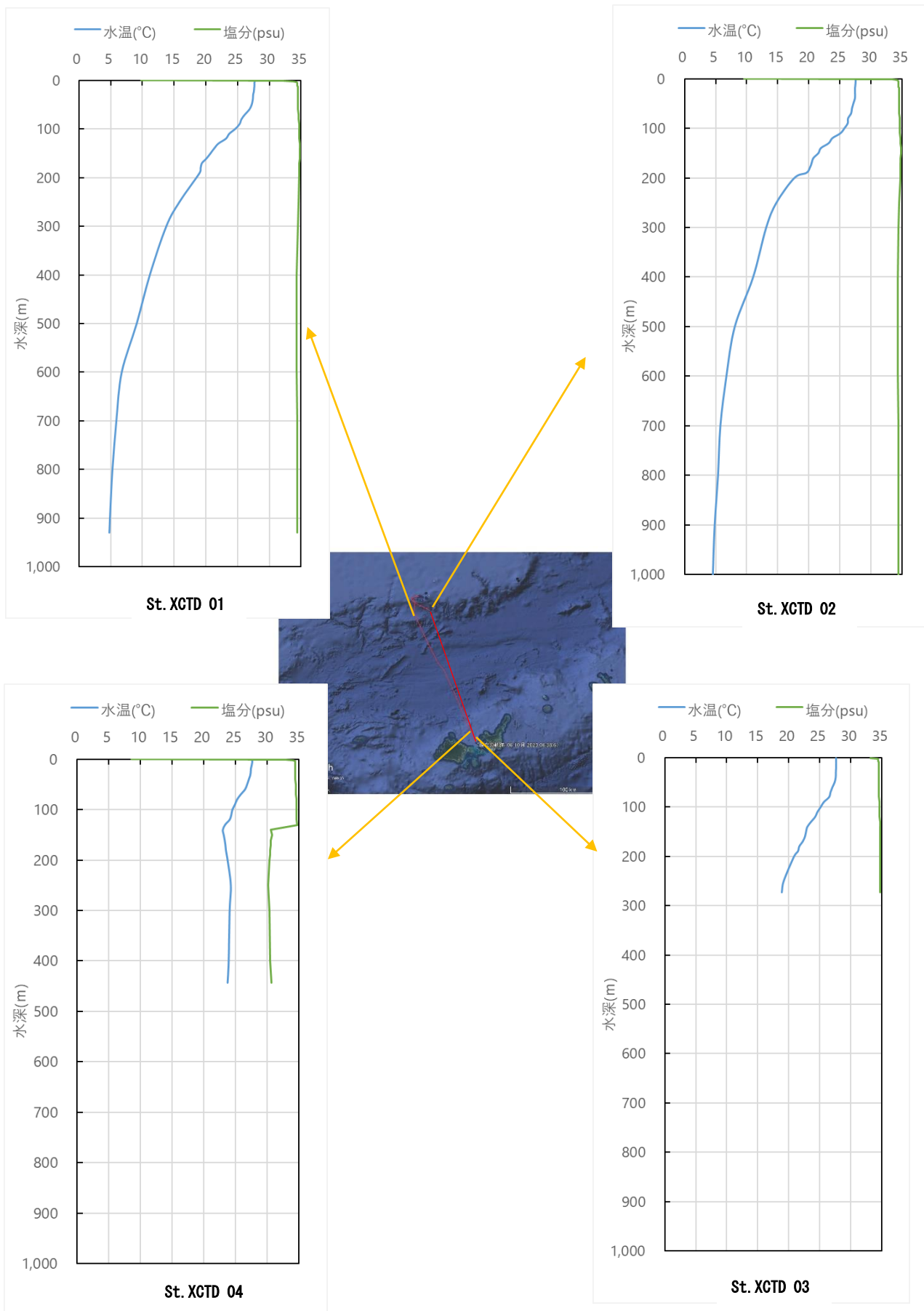


図 5-1 XCTD 観測結果

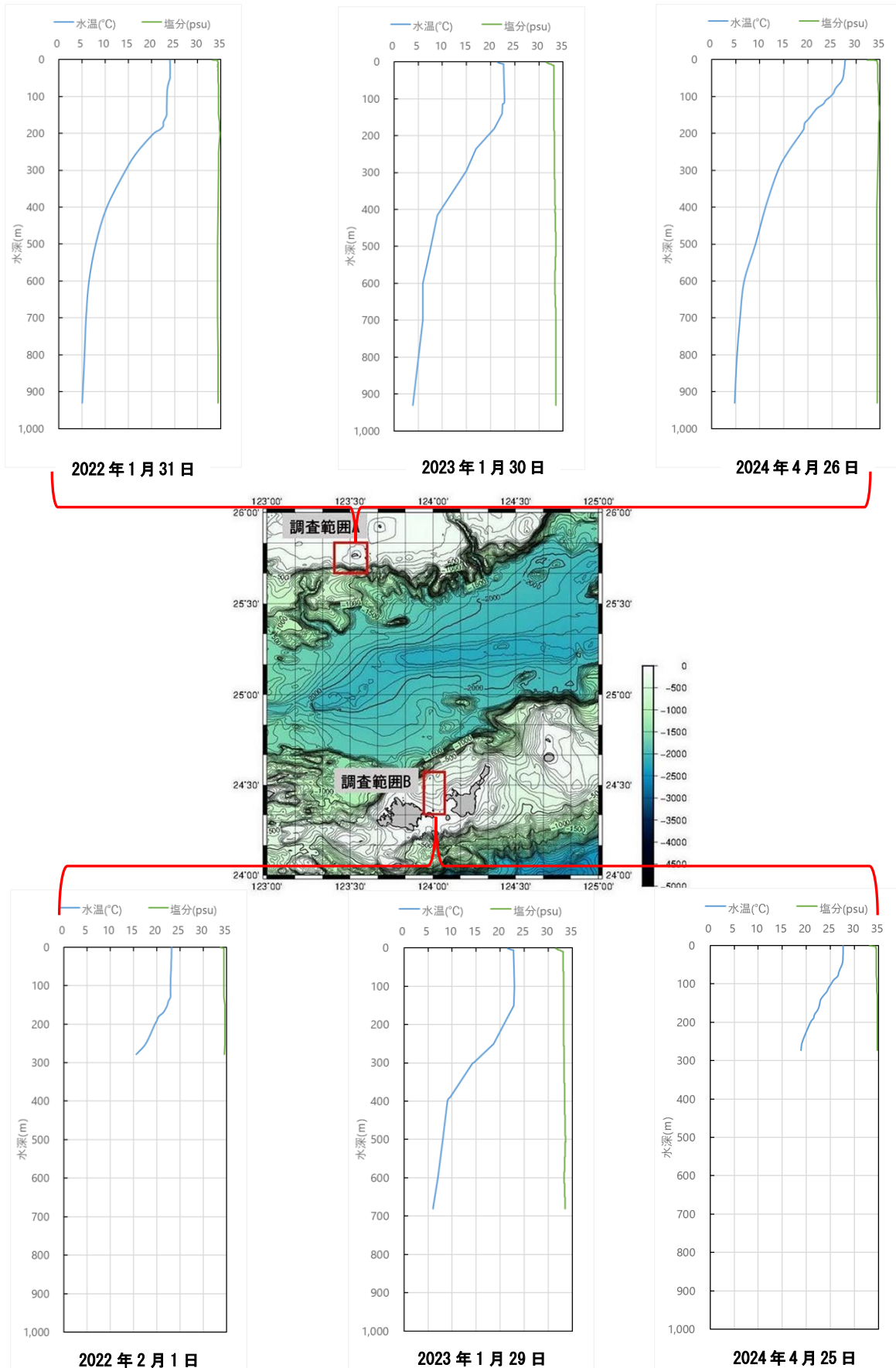


図 5-2 3ヶ年の XCTD 観測結果

2) 魚影調査

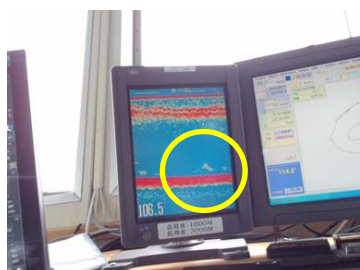
表 5-1 に魚影調査結果、図 5-3 には魚影確認画像を示す。

魚群が観測されたのは、4 箇所であり、尖閣諸島周辺の調査範囲 A で 3 箇所、石垣島の西に 1 箇所であった。石垣島と尖閣諸島間の海域では観察されなかった。

昨年度の調査では尖閣諸島付近で 3 箇所の魚影が観測されており、過去 2 ヶ年では、魚釣島付近で 6 か所、石垣島付近で 1 箇所の計 7 箇所魚影が観察されたことになる。計 7 箇所のうち、6 箇所が魚釣島付近であることは、尖閣諸島付近に比較的多くの魚群が分布する可能性を示唆するものである。今後は、計量魚探等による調査で、資源量を推定するなどにより、さらに有効なデータを取得できるものとする。

表 5-1 魚影調査結果（魚影の観測状況）

	魚影観測場所	緯度	経度	水深(m)	観測内容
1.	魚釣島南	25.720890	123.478661	106	海底付近水深 100m 付近に反応
2.	魚釣島北北東	25.763257	123.499374	95	水深 10～20m に反応
3.	魚釣島南西	25.729859	123.454857	37	水深 10m 以浅に反応
4.	石垣島西	24.434562	124.022693	173	水深 20m 以浅に反応



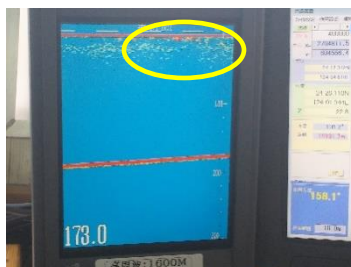
1. 魚釣島南



2. 魚釣島北北東



3. 魚釣島南西



4. 石垣島西

図 5-3 魚影確認画像

3) プランクトン調査

図 5-4 に観察されたプランクトンの写真を示す。

海域の基礎生産を担う多くの動植物プランクトンが観察された。

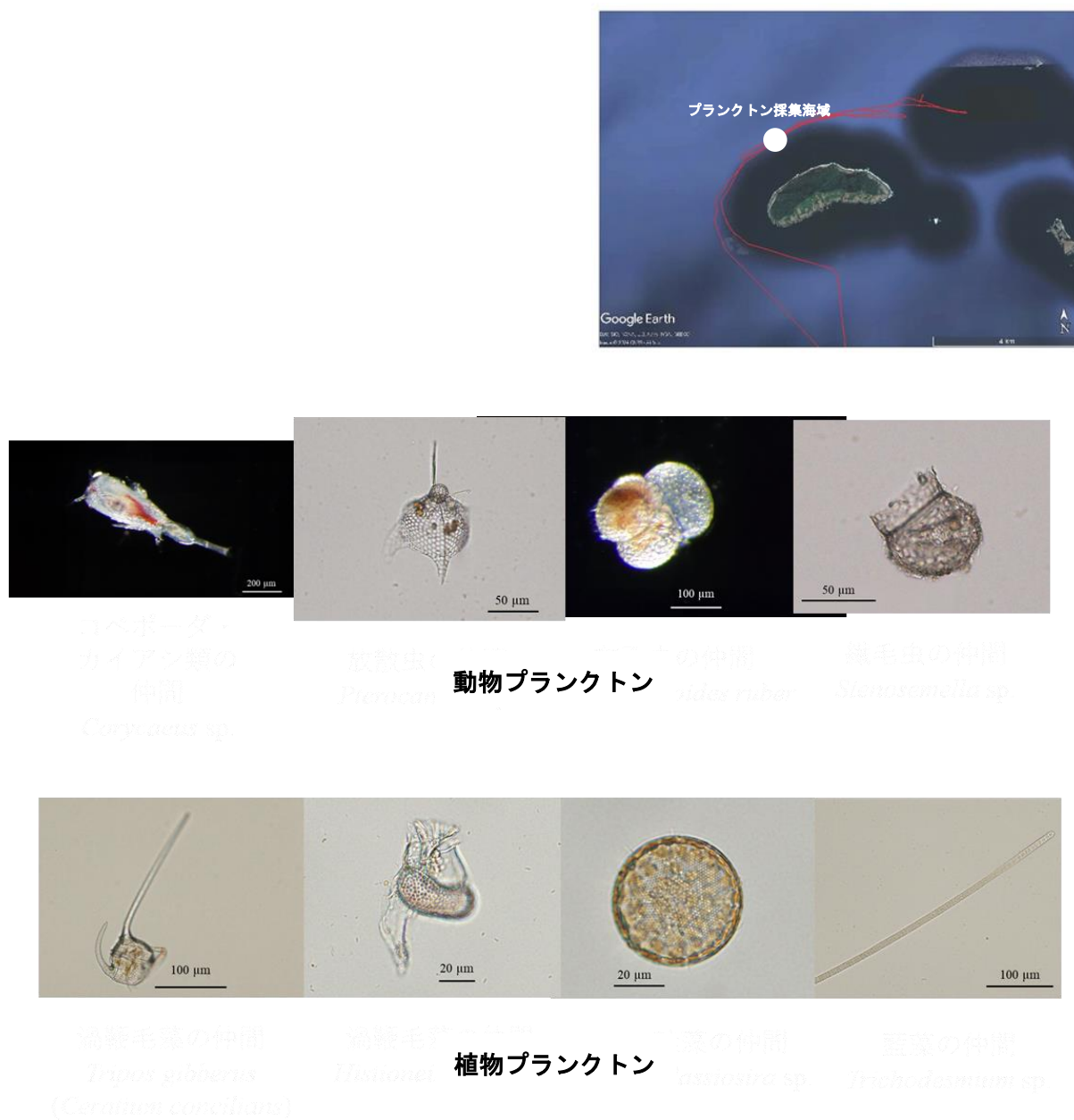


図 5-4 観察された代表的なプランクトン

(2) 海洋汚染調査

1) 海岸漂着ごみ調査

図 5-5 には、過年度（2023 年 1 月）に船上から撮影した魚釣島（北側、南側）の海岸漂着ごみの状況と共に、本調査においてドローンを用いて上空から撮影した魚釣島（北側）の漂着ごみの状況を示した。

ドローンで上空から撮影した画像で明らかなように、北側海岸でのごみの漂着はかなりひどい状況である。対して、南側にはほとんど漂着していない。

この状況から推察すると、海洋ごみは大陸方面からの北西季節風で海表面を南下し、また、黒潮によって東側に漂流し、その結果、北側の海岸に顕著に漂着・堆積しているものと考えられる。

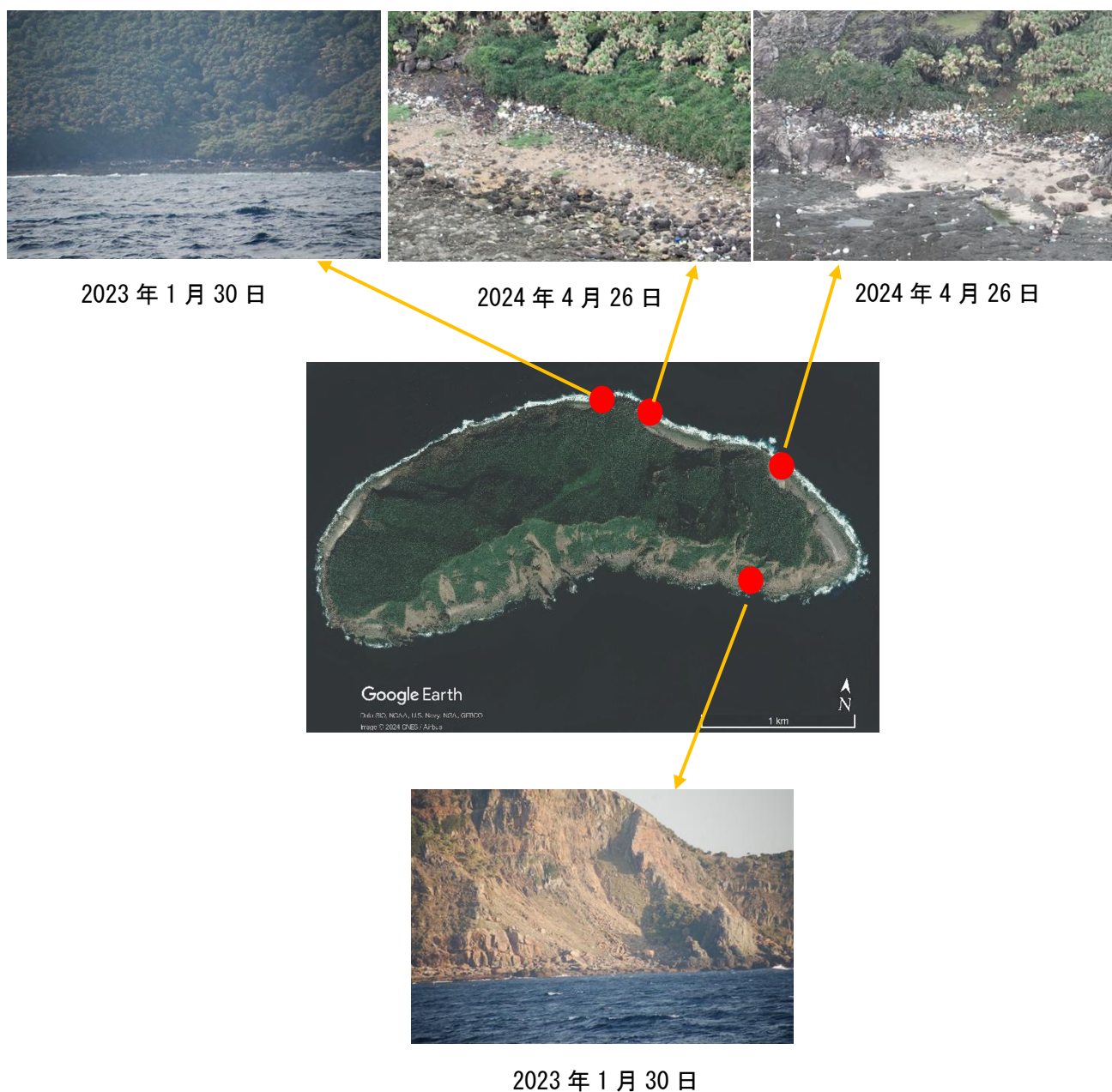


図 5-5 魚釣島の海岸漂着ごみの状況

2) 海洋漂流ごみ

尖閣諸島魚釣島付近から、石垣島近傍海域までの航海において、計 12 個の漂流ごみを確認した。表 5-2 にはその内容を示す。

図 5-6 には海洋漂流ごみと確認位置、図 5-7 には今回の調査時における海流図を収録した。図 5-8 は参考として 2022 年 1 月の漂流ごみと確認位置、図 5-9 は 2023 年 1 月の漂流ごみの確認位置を示した。

2022 年 1 月の調査では 9 個、2023 年 1 月の調査では 28 個の確認であったのに対し、今回の調査は 12 個の確認であった。まだ 3 回の調査結果であり、明確な傾向とは言えないが、冬季に比べて春季の方が少ない可能性はある。

なお、確認位置は、3 ヶ年とも同じであり、石垣島近傍では確認されず、確認の主体は、魚釣島周辺から南側の黒潮流軸（図 5-7 参照）が主体である。魚釣島の海岸漂着ごみが北側海岸で顕著であることと合わせて考えると、漂流ごみは、冬季には大陸方面から北西の季節風で海表面を移動し、黒潮に乗って流され、春季は季節風による移動が少ないように思われる。

表 5-2 確認した海洋漂流ごみ

No.	確認漂流ごみ
1	青色ブイ
2	発泡スチロール（小）
3	ペットボトル
4	発泡スチロール（小）
5	カン
6	青容器
7	白ブイ
8	白ブイ
9	ビニール袋
10	白プラボトル
11	青キャッププラボトル
12	白ブイ

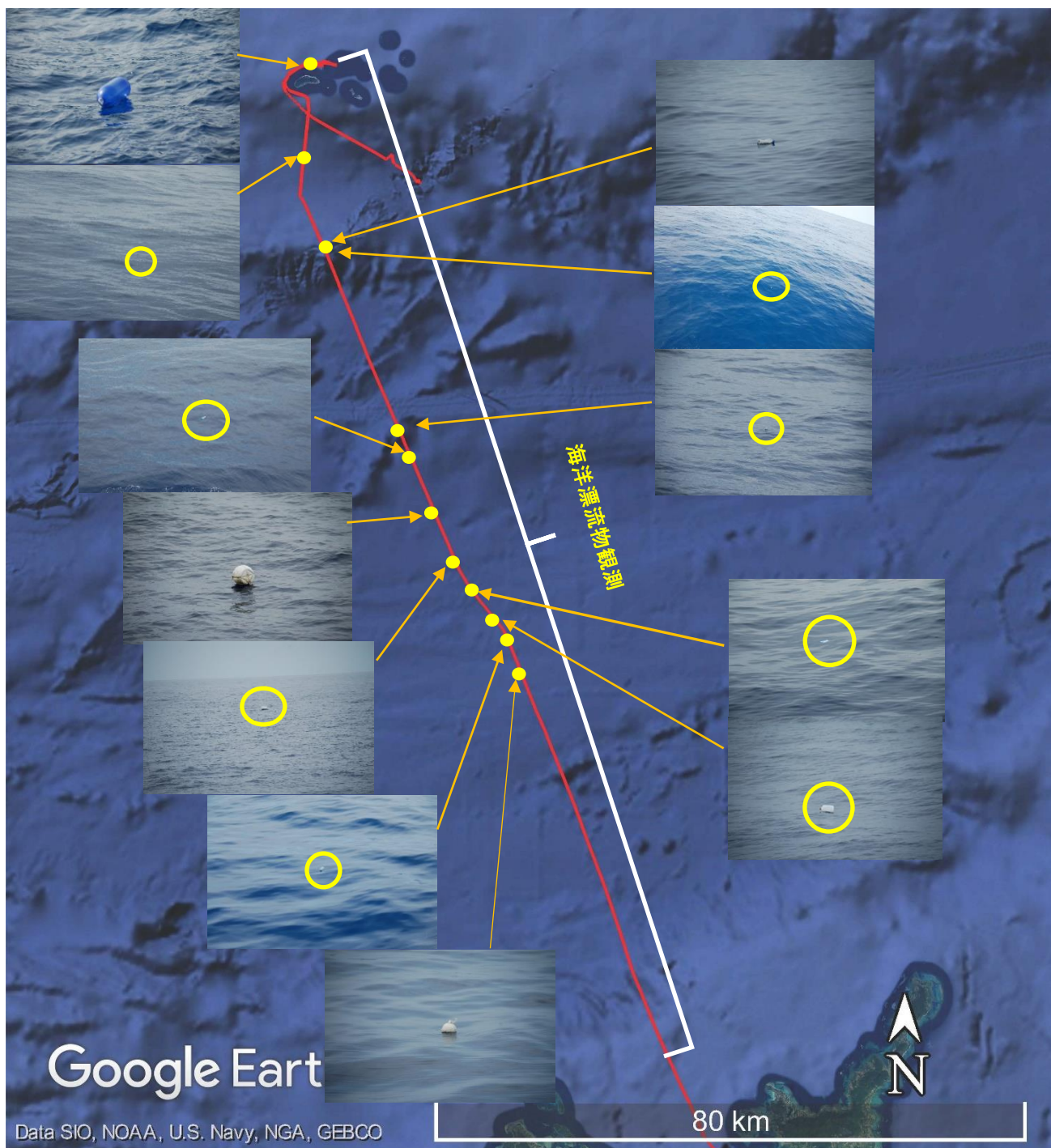


図 5-6 海洋漂流ごみと確認位置

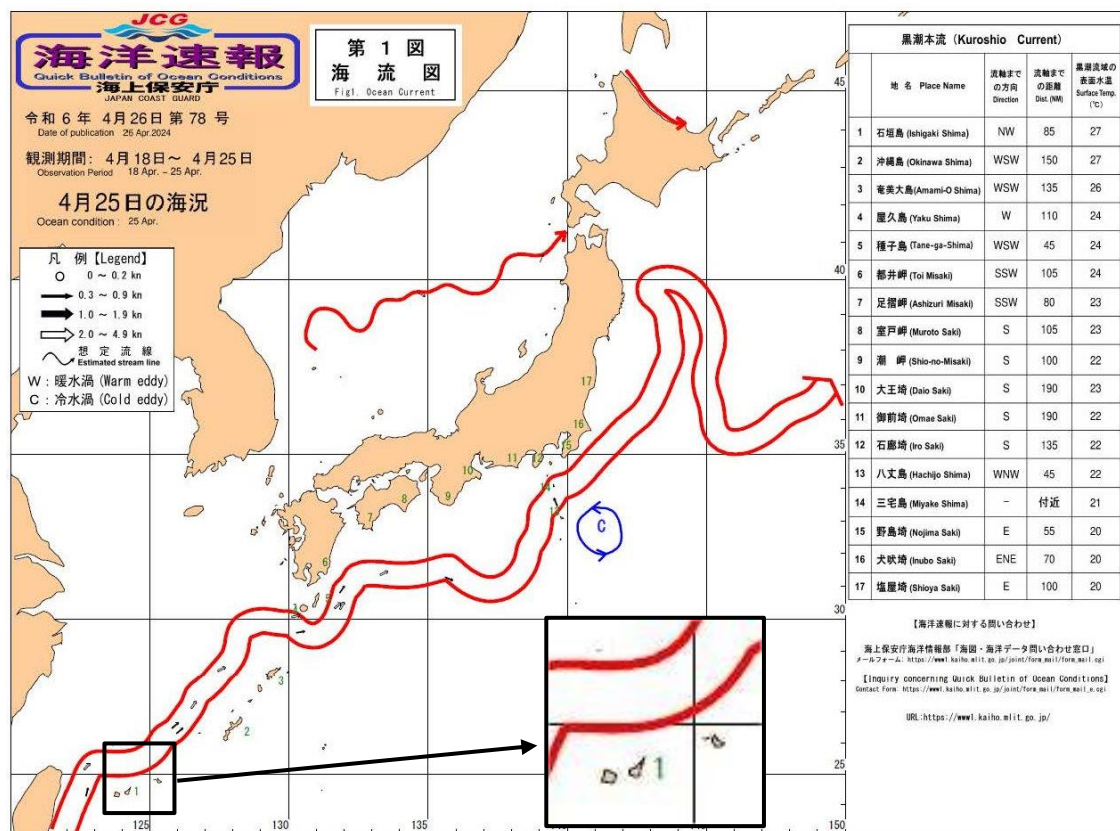


図 5-7 2024 年 4 月 25 日の海流図（海上保安庁）

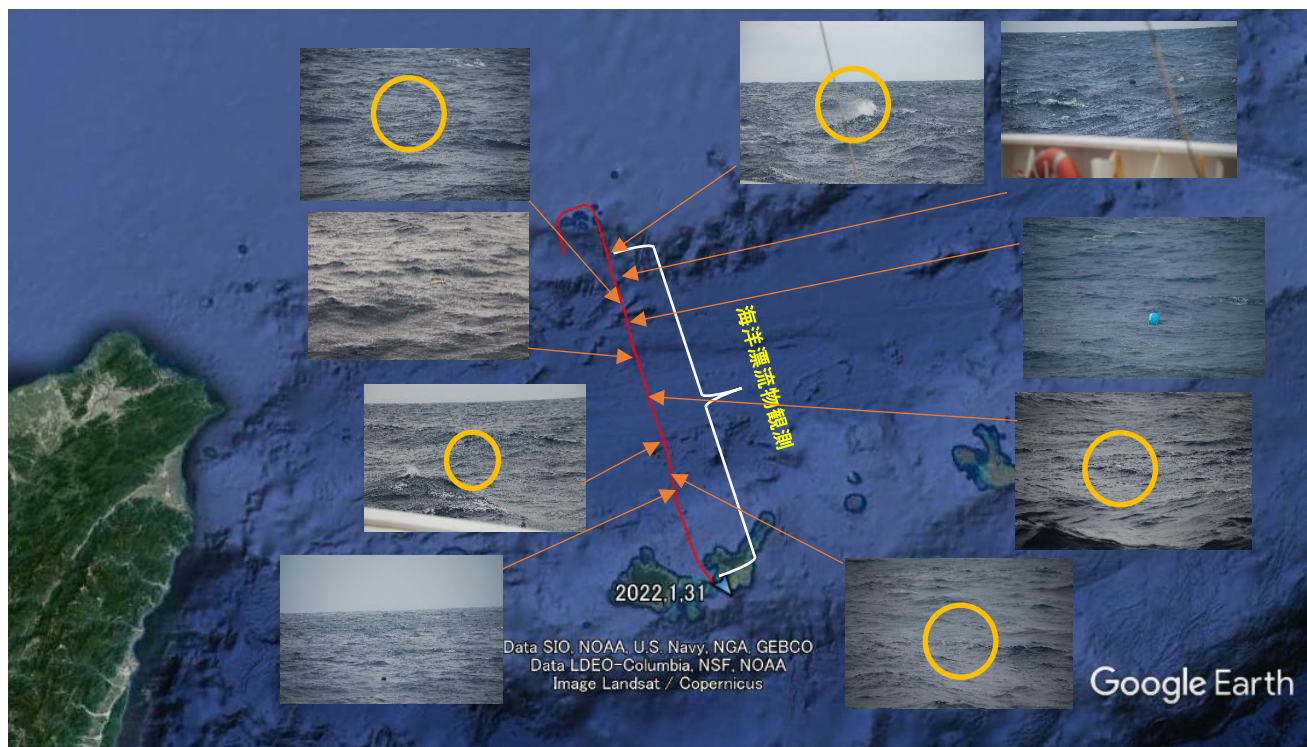


図 5-8 海洋漂流ごみと確認状況（2022 年 1 月）

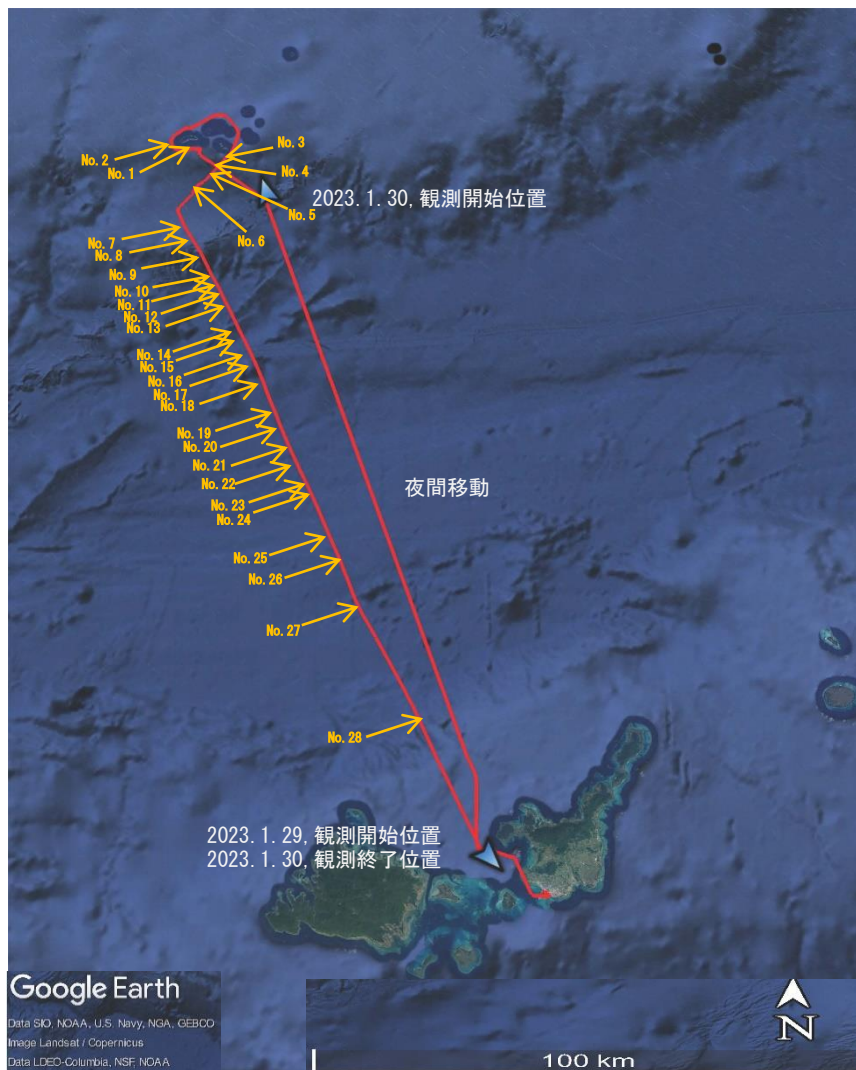


図 5-9 海洋漂流ごみの確認位置（2023 年 1 月）

(3) 周辺島嶼の実態調査

1) 可視カメラ

ドローンに搭載した可視カメラの画像として、図 5-10 には生物画像、図 5-11 には、生物以外の自然風景画像（地形等）、図 5-12 には生活関係画像を示した。なお、これら画像対象に関する映像は別途撮影している。

本調査で最も大きな確認事項は、これまで 2 ケ年の調査で生息の可能性が指摘されてきたヤギを多数確認できたことである。この確認によって、魚釣島北側斜面を中心にヤギが多く生息し、それらの採食によって、植生の荒廃が進み、岩盤の露出及び斜面の崩落等の影響要因になっている可能性がより確実になったと考えられる。

他、種類は不明であるものの大型の鳥類も確認され、複数の滝及び崖壁に沿う水溝等の自然的な特徴も確認された。

それから、旧住民の生活痕として船着き場と石垣、また灯台も確認できている。

2) 熱赤外線カメラ

熱赤外線カメラによる撮影は、哺乳類等の熱を感知できるもので、可視カメラ画像との両面でヤギの生息を確認するために実施した。撮影は周辺の土地を植生等の温度が低い夜明け前に実施している。図 5-13 はヤギと思われる熱源の画像である。

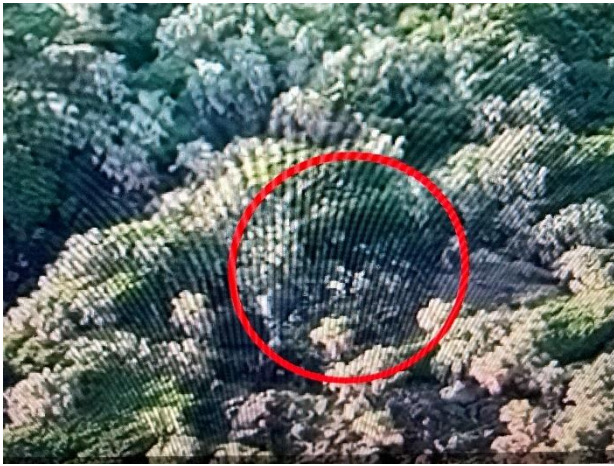
3) スペクトルカメラ

スペクトルカメラは、太陽光が植物に当たった場合に、特定領域の波長光を吸収し、反射率が低下することを利用するもので、特定領域の波長光の反射率を検知して植物の活性度を測定するものである。

植物の活性度は NDVI 値（Normalized Difference Vegetation Index）で表され、1 に近いほど活性が高いことを示している。

図 5-14 には、魚釣島北側のドローンスペクトルカメラによる植生画像（NDVI 値）を 2014 年の衛星画像を用いて同様の解析を行った魚釣島全体の植生画像（NDVI 値）及び 1978 年の衛星画像と共に示した。

活性が低い裸地等の領域が年を追うごとに広がっている状況が認められる。



ヤギ



大型鳥類

図 5-10 魚釣島北側のドローン搭載可視カメラによる生物画像



滝



崖壁に沿う水溝（雨裂）

図 5-11 魚釣島北側のドローン搭載可視カメラによる自然風景画像（地形等）



船着き場

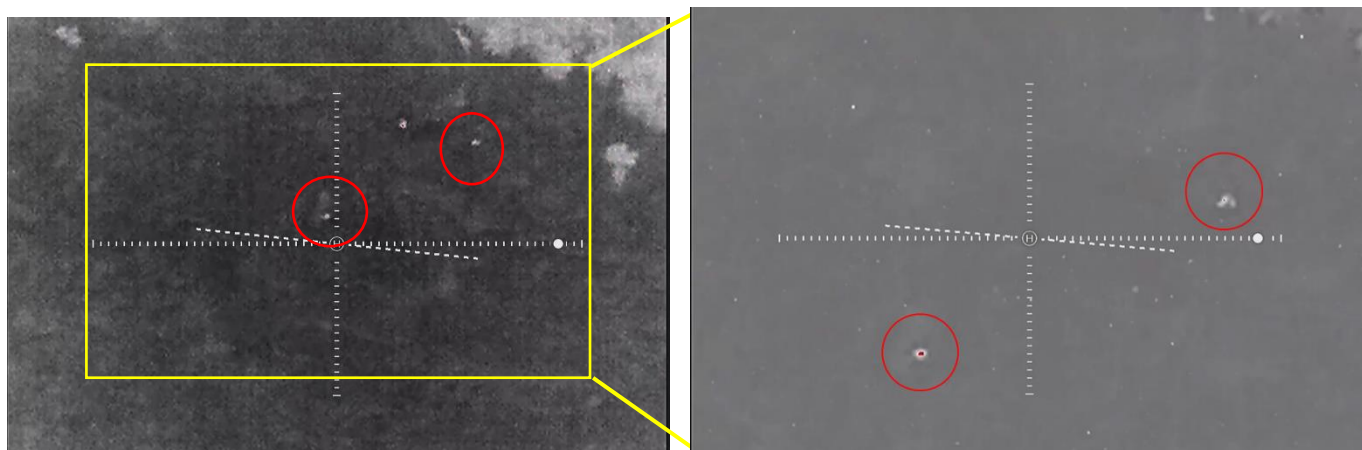


石垣



灯台

図 5-12 魚釣島北側のドローン搭載・可視カメラによる生活関係画像



温度差が確認された2箇所○

拡大画像

図 5-13 魚釣島北側のドローン搭載・熱赤外線カメラによる生物写真画像

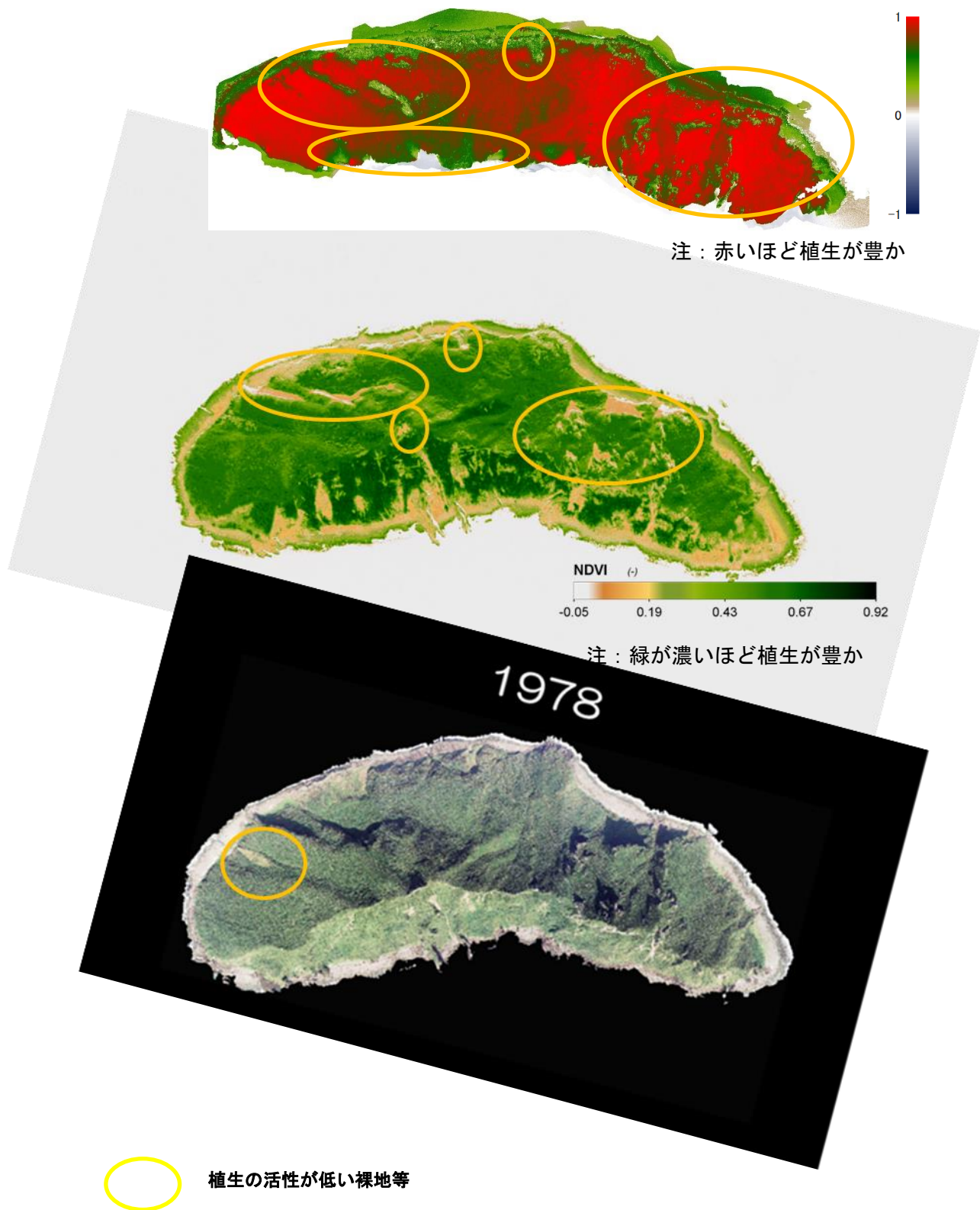


図 5-14 魚釣島北側のドローン搭載・スペクトルカメラによる植生画像（NDVI 値、最上図）と過去の衛星による植生画像（NDVI 値、中段：2014 年、下段：1978 年、引用：石垣市（2015）尖閣諸島自然環境基礎調査事業報告書）

6. まとめ

今回の調査は、以下に要約される。

調査概要：

- ・ 過年度調査に引き続き、石垣島近くの調査範囲 B と魚釣島を中心とする尖閣諸島（沖ノ北岩、沖ノ南岩、北小島、南小島、飛瀬）を調査範囲 A に設定し、XCTD（投下式塩分水温深度計：expendable Conductivity, Temperature and Depth システム）を用いて海洋環境の基本的な項目である水温・塩分の鉛直プロファイルの観測を行った。
- ・ 過年度調査に引き続き、一連の調査航海中において魚群探知機による魚影の観測を行った。
- ・ 新たに、魚釣島周辺海域におけるプランクトンの採集と写真撮影を行った。
- ・ 海岸漂着ごみに関しては、これまでの船上からの観測に加えて、魚釣島北側を対象にドローンでの観測を行った。
- ・ 過年度調査と同様に尖閣諸島付近から石垣島付近の海域までの海洋漂流ごみを目視観測した。
- ・ 新たに、可視カメラ、熱赤外線カメラ、スペクトルカメラを搭載したドローンでの観測を行い、ヤギ等の生物、その他自然及び旧島民等の生活痕、植生の状況を観測した。

調査結果：

- ・ 水温・塩分の鉛直プロファイルは、表層付近は調査直前の降雨の影響を受け低温・低塩分を示し、150m（あるいは 200m）付近までは黒潮本流及びその影響下を示す水温・塩分で、それ以深は徐々に低温及び高塩分の水塊となる。この鉛直プロファイルは、過年度の冬季と同様の特徴である。
なお、石垣島と西表島の間には、両島の雨水が地下に浸透し地下水となって湧出している可能性がある海域が存在する。
- ・ 過年度と同様に、尖閣諸島付近の海域では、石垣島周辺及び黒潮本流の流路である尖閣諸島と石垣島間の海域よりも比較的多くの魚群が分布することが改めて確認された。
- ・ 尖閣諸島には多様な海洋の基礎生産を支える多様なプランクトンが分布している。
- ・ 海洋ごみは、冬季は北西の季節風で海表面を南下し、黒潮本流に入ると西から東に漂流すると考えられる。そのため、魚釣島においても北側海岸への漂着ごみが顕著である。なお、黒潮本流の南側（石垣島側）での漂流ごみは比較的少ない。
- ・ 多数のヤギの生息を確認した。
- ・ スペクトル画像では、ヤギの食害と考えられる植生の荒廃が確認された。

- ・ドローンの空撮による画像・映像等の情報は、様々な面で有効であることが確認された。ただし、飛行時間等の限界もある。今後は、上陸調査との両面で、各種データを取得することが望まれる。

以 上