

東京都 沖ノ鳥島・南鳥島に関する研究調査事業  
実施類型 A 実施機関 いであ株式会社

# 沖ノ鳥島周辺海域の海底地形及び 生物相把握のための研究調査

(令和 6 年度 成果報告書)

2025 (令和 7) 年 2 月







## 目次

1. 本調査研究の概要.....	1
1.1 本調査航海の概要 .....	1
1.1.1 令和 4 年度（2022 年）調査航海.....	1
1.1.2 令和 5 年度（2023 年）調査航海.....	2
1.2 本研究委託の背景及び目的 .....	3
1.2.1 研究調査開始当初の背景及び課題.....	3
1.2.2 研究調査の目的 .....	3
1.3 実施体制.....	5
1.3.1 令和 4 年度（2022 年）調査の実施体制.....	5
1.3.2 令和 5 年度（2023 年）調査の実施体制.....	6
2. 2 か年の研究調査航海の調査方法と結果.....	7
2.1 調査期間.....	7
2.1.1 令和 4 年度（2022 年）の調査 .....	7
2.1.2 令和 5 年度（2023 年）の調査 .....	8
2.2 調査方法.....	9
2.2.1 マルチビーム測深機による海底地形調査.....	9
2.2.2 地質及び鉱物資源調査 .....	12
2.2.3 AUV 調査 .....	14
2.2.4 生物相調査 .....	17
2.2.5 採水調査・環境 DNA 調査 .....	19
2.3 調査結果.....	25
2.3.1 AUV 調査 .....	25
2.3.2 海底地形.....	32
2.3.3 海洋構造（水温・塩分の鉛直分布） .....	46
2.3.4 地質及び鉱物資源調査 .....	51
2.3.5 生物相調査 .....	56
2.3.6 環境 DNA 調査.....	84
3. 沖の鳥島周辺海域の地形地質・鉱物の特性解析 .....	93
4. 沖の鳥島周辺海域の生物相の特性解析.....	95
4.1 画像解析による生物相調査 .....	95
4.1.1 画像解析で得られた海洋生物出現種.....	95

4.1.2 海底基質とメガベントスとの関係.....	106
4.2 環境 DNA 調査による生物相調査.....	113
4.2.1 外洋域における環境DNA調査の有効性と課題.....	113
4.2.2 MASS Pump による環境 DNA 調査手法（副題：ヨコヅナイワシの分布について） .....	121
5. 調査研究の総括と今後の課題 .....	123
5.1 本調査研究の総括 .....	123
5.1.1 海底地形調査.....	123
5.1.2 生物相調査 .....	123
5.1.3 環境 DNA.....	124
5.2 沖ノ鳥島保全と利活用に向けた今後の課題.....	124
6. 引用文献 .....	124

この報告書は、東京都が行う「沖ノ鳥島・南鳥島に関する研究調査事業」として決定された研究調査「沖ノ鳥島周辺海域の海底地形及び生物相把握のための研究調査」に係る今年度の実施内容を取りまとめたものです。

#### 研究協力者（敬称略、五十音順）

伊勢優史（黒潮生物研究所）、臼井朗（高知大）、岡西政典（広島修道大学）、小川晟人（国立科学博物館）、河戸勝（海洋研究開発機構）、喜瀬浩輝（産業技術総合研究所）、木戸ゆかり（海洋研究開発機構）、櫛田優花（立正大学）、幸塚久典（東京大学）、小枝圭太（琉球大学）、小林格（神戸大学）、駒井智幸（千葉県立中央博物館）、坂本泉（東海大学）、瀬能宏（神奈川県立生命の星・地球博物館）、中村希（東海大学）、日高弥子（海洋研究開発機構）、福島優斗（東海大学）、藤原義弘（海洋研究開発機構）、松岡大輔（海洋研究開発機構）、村上幸史郎（東京都市大学・海洋研究開発機構）、吉田尊雄（海洋研究開発機構）、柚原剛（国立環境研究所）、和田英敏（東京大学）

## 1. 本調査研究の概要

### 1.1 本調査航海の概要

#### 1.1.1 令和 4 年度（2022 年）調査航海

研究調査の初年度となる令和 4 年度（2022 年）は、沖ノ鳥島周辺海域において、マルチビームソナーによる海底地形調査、AUV（自律型無人探査機）潜航調査及び CTD による水質観測、海水試料採水を実施し、魚類・甲殻類の環境 DNA 分析を行った。

海底地形調査では、沖ノ鳥島周辺の 2,000m 以浅海域のほとんどのエリアで調査を行った。調査範囲はこれまでの 3 倍以上をカバーすることができたため、島周囲の詳細な地形が明らかとなった。作成された地形図は、今後の島の利活用に寄与する重要な地形図であると考えられる。島の北方及び南西斜面は比較的なだらかで、南東、東、北東斜面は基盤の地質構造を反映していると考えられるやや複雑な地形であった。島の西方に正断層と推定される急峻な高まりがみられた。今後、さらに広範囲に詳細地形データ取得・解析等の調査を行うとともに底質観察と試料採取を実施することにより、島の成り立ちの解明、そして保全・利活用に向けた取り組みに資することが期待される。

AUV 調査では島の北側斜面で 3 回の潜航を行い、水深 1,000m～1,450m で海底の観察を行った。取得した映像・画像で節足動物門、棘皮動物門、脊椎動物門などの深海生物が確認された。これらの深海生物の分布をハビタットマップとして整理したところ、一様に分布している種類、分布に偏りのある種類がいることを確認した。さらに海底のモザイク画像を作成し、礫混じりの砂が広がる海底の様子を地図上で示すことができた。海底基質は、観察範囲では石灰岩、有孔虫砂などが支配的であり、今回の調査では島の基盤と考えられる火成岩は観察されなかった。石灰岩に付着する黒色の薄層は、近隣海山で観察される鉄マンガンクラストの特徴とよく似ていた。

環境 DNA 調査では、2 地点において表層、水深 1,000m・1,700m の 3 層で採水された計 6 サンプルから多くの魚類と甲殻類の DNA が確認された。このうち、AUV 調査において確認された種と一致したのはシギウナギのみであったが、ホラアナゴ科やアンコウ科なども科レベルの分類で環境 DNA 解析と整合的であった。また、既報の採捕調査で確認されている種と一致するものも多く確認された。表層で種類数が最も多く検出されているのは予想通りであったが、1,000m、1,700m の深海においても一定数の種類数が検出できた。また、採捕調査の困難な深海魚も検出されており、環境 DNA 調査の有効性が示された。サンゴ礁が生息域と思われる魚類はほぼ表層に限られたのに対し、回遊性魚は各層で検出された。さらに、深海魚は 1,000m 層で多くみられるなど、各層に生息する魚類との整合性も確認された。甲殻類に関しては、沖ノ鳥島由来と考えられるサンゴ礁に生息する種はほぼ表層に限られていた。また、甲殻類では深海性の種類が多く検出されており、魚類同様、採捕困難な種類の検出に環境 DNA 調査が有効であることが示唆された。

### 1.1.2 令和 5 年度（2023 年）調査航海

令和 5 年度（2023 年）調査では、沖ノ鳥島周辺海域において、マルチビームソナーによる海底地形の調査を行い、それにより得られた地形を基にした島の西側で AUV による潜航調査を行った。また、AUV 潜航予定水深付近及び島の北東側の 2 地点で CTD による水質観測、海水試料の採水を行い、魚類・甲殻類・海棲哺乳類の環境 DNA 分析を行った。さらに、島の北側で一本釣り調査とベイトカメラによる生物調査、島の南西側で採泥調査を行った。海底地形調査では、沖ノ鳥島周辺海域の 2,200m 以浅海域のほとんどのエリアで調査を行うことができ、いくつかの特徴的な地形も確認された。

AUV 調査では島の北側で 2 回の潜航を行い、水深 1,650m～1,700m で海底の観察を行い、令和 4 年度（2022 年）では確認できなかった海綿類を含めた深海生物が確認できた。また、生物調査の一本釣り調査とベイトカメラ調査では魚類 2 種類と節足動物門 1 種類が確認された。代表的な生物種の中には海底基質の違いによって分布が異なる種があることが明らかになった。さらに海底のモザイク画像を作成し、所々岩盤や大きな礫が点在しているような海底の様子を地図上で示すことができた。

環境 DNA 調査は CTD による採水と併せ、AUV に装着した MASS Pump を用いた海水のろ過を行った。CTD による採水は、2 地点において表層、水深 1,000m・1,900m の 3 層で採水された計 6 サンプルから多くの魚類と甲殻類、さらに海棲哺乳類の環境 DNA が確認された。AUV に装着した MASS Pump によるろ過でも、多くの魚類 DNA が確認された。CTD 採水及び MASS Pump ろ過の 2 つの方法で 2021 年に新種記載されたヨコヅナイワシの DNA が検出された。これは沖ノ鳥島周辺海域において、本種の初の検出例であり、本種の分布について新たな知見をもたらす結果となった。今後も環境 DNA 調査と様々な調査手法を組み合わせた研究を進めることによって、さらなる知見がもたらされると考えられる。引き続き、沖ノ鳥島周辺海域におけるベースライン調査を実施することによって、未記載種や水産有用種をはじめとした様々な生物の分布状況が明らかになり、本海域の豊かな生物多様性が解明されることが望まれる。

採泥調査では水深約 3,000m の画像や少量の基盤岩と思われる玄武岩、堆積していた石灰岩や有孔虫砂のサンプルを採取することができた。白色の礁性石灰岩については特徴の鑑定を行っており、その特徴が明らかになれば生成された年代等が明らかになる可能性が示唆された。

## 1.2 本研究委託の背景及び目的

### 1.2.1 研究調査開始当初の背景及び課題

国土最南端に位置する沖ノ鳥島（図 1-1）は、約 42 万 km<sup>2</sup> の排他的経済水域の基点となる重要な国境離島である。排他的経済水域では、海洋エネルギーや鉱物資源の開発、水産資源の開発及び利活用を排他的に行うことが認められており、国境離島周辺の広大な排他的経済水域の活用を見出すことは国益にも大きく寄与する。沖ノ鳥島周辺海域では、これまで工業技術院により 80 年代にコバルトやニッケル等の貴重な金属を多く含む、マンガンクラストが確認されている（臼井他,1989）。90 年代には海上保安庁の調査により周辺海域の 5 万分の 1 の海底地形図が作成され、2000 年以降は東京都による水産振興のための魚類等の生態調査が実施されてきたが、東京から約 1,700km 離れているという地理的特性もあり、科学的研究調査は進んでいない状況であった。また、周辺に海洋島が存在しない絶海の孤島という特性上、特異な生態系が形成されている可能性があるが、そうした生態系の開発等による環境変化への耐性も不明であり、生物多様性の現状把握及び十分な環境モニタリングが今後の利活用には必要となる。

令和 4 年度（2022 年）と令和 5 年度（2023 年）に実施された現地調査では、海底地形調査、AUV 調査、生物相調査、環境 DNA 調査、採泥調査を行い、上述の通り多くの新たな知見を得ることができた。

### 1.2.2 研究調査の目的

日本の最南端に位置する小笠原諸島の沖ノ鳥島は、日本の国土面積を上回る広大な排他的経済水域の根拠となる、国益に直結する国境離島であり、周辺海域も含めた維持・保全や利活用等は、東京都においても重要な課題となっている。一方で、アクセスが難しく、調査・観測情報が不足していると言われる国境離島や周辺海域の利活用の可能性などの検討を進めていくためには、更なる情報や知見の蓄積を図ることが欠かせない。本研究調査は、東京都民生活や東京の都市力の維持発展に資することを目的として、2021 年から沖ノ鳥島周辺において実施された現地調査結果を踏まえ、今後の沖ノ鳥島の維持・保全や利活用等につながる知見を整理した。

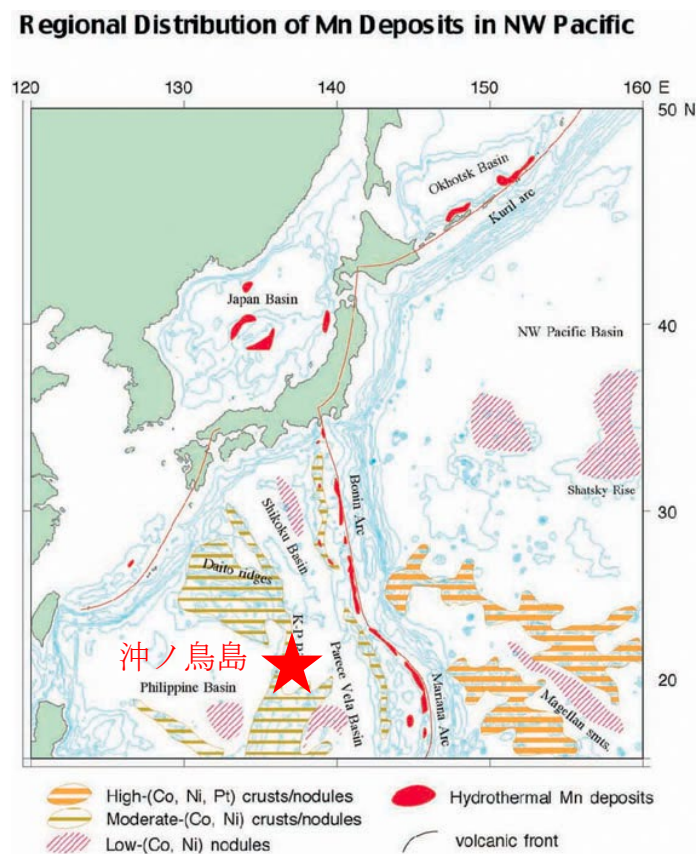


図 1-1 沖ノ鳥島の位置図（出典：高知大学 海底鉱物資源研究室 ウェブサイト 一部改変）

### 1.3 実施体制

本研究調査の実施体制を以下に示す。

#### 1.3.1 令和4年度（2022年）調査の実施体制

令和4年度（2022年）の実施体制を表1-1に示す。

表 1-1 令和4年度（2022年）の実施体制

担当項目	所属	氏名
管理技術者 現場責任者	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	高島 創太郎
総括	いであ株式会社 外洋調査事業本部	木川 栄一
生物分析	いであ株式会社 環境創造研究所 環境生態部	横岡 博之
環境 DNA	いであ株式会社 環境創造研究所 遺伝子解析室	白子 智康
AUV 運用	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	長野 和則
AUV 運用 マルチビームデータ解析	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	高月 直樹
AUV 運用	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	田岡 智
事務担当者	いであ株式会社 営業本部 営業企画部	長井 大
調査船運用	海洋エンジニアリング株式会社	福永 卓司

### 1.3.2 令和 5 年度（2023 年）調査の実施体制

令和 5 年度（2023 年）の実施体制を表 1-2 に示す。

表 1-2 令和 5 年度（2023 年）の実施体制

担当項目	所属	氏名
管理技術者	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	高島 創太郎
総括	いであ株式会社 外洋調査事業本部	木川 栄一
現場責任者	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	大野 敦生
生物調査 環境 DNA 調査	いであ株式会社 環境創造研究所 環境生態部	杉島 英樹
生物分析	いであ株式会社 環境創造研究所 環境生態部	横岡 博之
環境 DNA 分析	いであ株式会社 環境創造研究所 遺伝子解析室	白子 智康
AUV 運用 マルチビームデータ解 析	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	高月 直樹
生物調査	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	井上 昇悟
AUV 運用	いであ株式会社 外洋調査事業本部 外洋調査部	田岡 智
事務担当者	いであ株式会社 営業本部 営業企画部	長井 大
調査船運用	海洋エンジニアリング株式会社	福永 卓司



## 2.2 か年の研究調査航海の調査方法と結果

### 2.1 調査期間

#### 2.1.1 令和4年度（2022年）の調査

令和4年度（2022年）の調査は表2-1に示す工程で実施され、調査船は図2-1に示す海洋エンジニアリング株式会社の第二開洋丸を用いた。

現地海域では、海底地形調査、AUV調査、環境DNA調査を行った。

表2-1 令和4年度（2022年）調査の航海実績

航海日程	1	2,3	4	5	6	7	8	9	10,11	12
日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目
月日	8/14	～	8/17	8/18	8/19	8/20	8/21	8/22	～	8/25
曜日	日		水	木	金	土	日	月		木
作業内容	艀装 出航	回航	回航 現地着	調査	調査	調査	調査 現地発	回航	回航	帰港 解装
海底地形 調査				● 夜間 実施	● 夜間 実施	● 夜間 実施	● 夜間 実施			
AUV 調査						○ Dive01 Dive02	○ Dive03			
環境 DNA 調査				○ St.1	○ St.2					

諸元		外観
船舶名	第二開洋丸	
所有者	海洋エンジニアリング（株）	
全長	62.87m	
総トン数	842 トン	
乗船 研究者	最大 15 名	

図2-1 第二開洋丸の概要

### 2.1.2 令和 5 年度（2023 年）の調査

令和 5 年度（2023 年）の調査は表 2-2 に示す工程で実施され、調査船は図 2-2 に示す海洋エンジニアリング株式会社の第三開洋丸を用いた。

現地海域では海底地形調査、AUV 調査、環境 DNA 調査、生物相調査、採泥調査を実施した。

表 2-2 令和 5 年度（2023 年）調査の航海実績

航海日程	1	2,3	4	5	6	7	8	9	10	11,12	13
	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目	日目
月日	7/9	～	7/12	7/13	7/14	7/15	7/16	7/17	7/18	～	7/21
曜日	日		水	木	金	土	日	月	火		金
作業内容	艀装 出航	回航	回航	現地着 調査	調査	調査	調査	調査 離脱	回航	回航	帰港 解装
海底地形 調査				● 夜間 実施	● 夜間 実施	● 夜間 実施	● 夜間 実施				
AUV 調査						○ Dive01	○ Dive02				
環境 DNA 調査				○ St.4	○ St.3-1			○ St.3-2			
生物相調査				一本 釣り		ベイトカ メラ	一本 釣り				
採泥調査					○			○			

諸元		外観
船舶名	第三開洋丸	
所有者	海洋エンジニアリング（株）	
全長	63.60m	
総トン数	664 トン	
乗船 研究者	最大 16 名	

図 2-2 第三開洋丸の概要

## 2.2 調査方法

### 2.2.1 マルチビーム測深機による海底地形調査

#### (1) 令和4年度（2022年）の調査方法

令和4年度（2022年）に実施した調査では第二開洋丸に艀装しているマルチビームソナー（EM304 Kongsberg 社）を用いて、海底地形の調査を行った。調査イメージを図 2-3 に、データの取得状況を写真 2-1 に示す。調査エリアは、海上保安庁（1991）から AUV の潜航が望める本島西側、北東側海域を中心とした 2,000m 以浅を対象とした(図 2-4)。

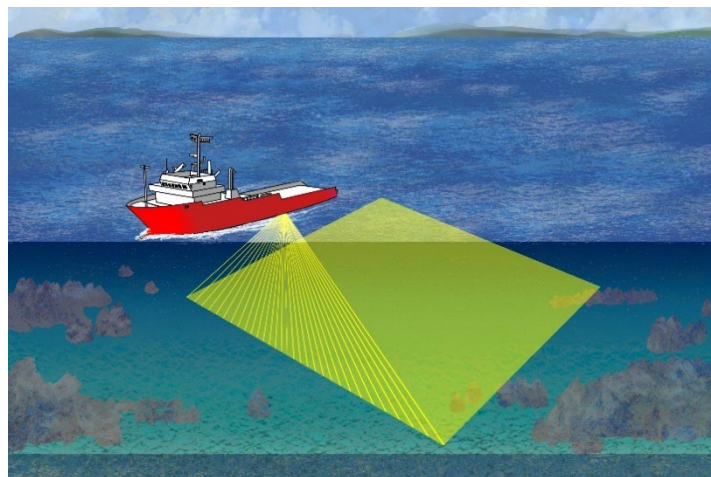


図 2-3 マルチビームソナーによる海底地形調査イメージ

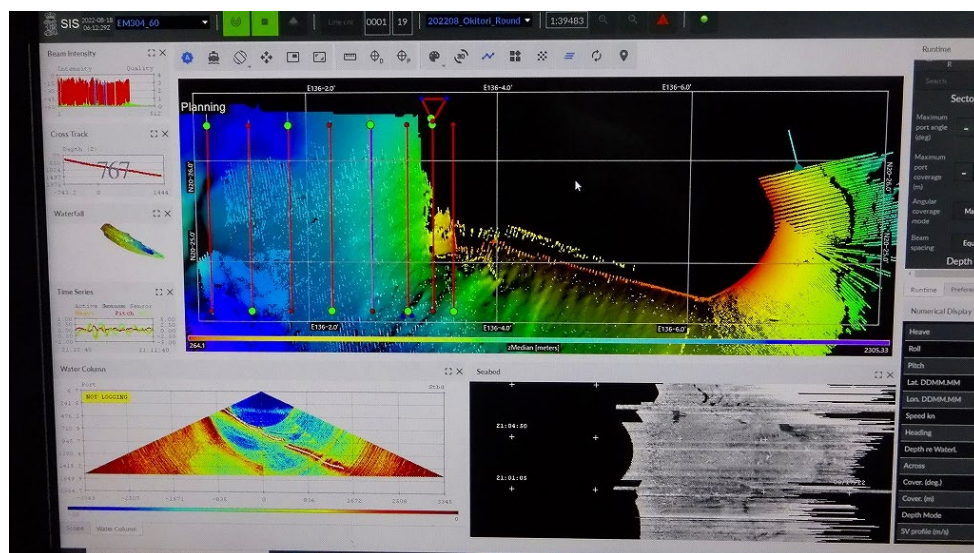


写真 2-1 マルチビームソナーによるデータ取得状況



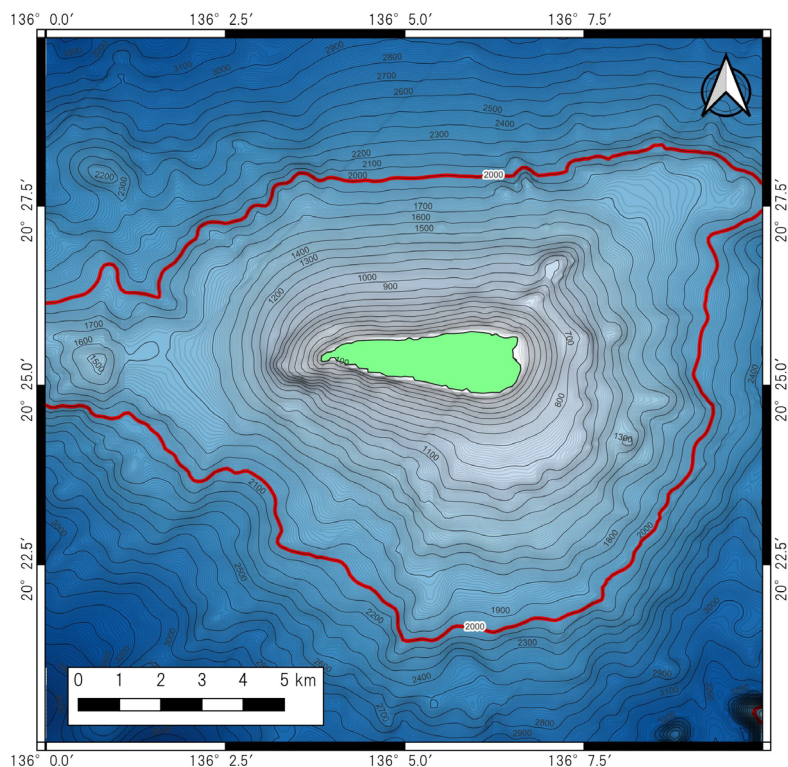


図 2-4 海底地形調査位置図

(水深 2000m 以浅エリアが令和 4 年度 (2022 年) の調査対象エリア)

## (2) 令和 5 年度 (2023 年) の調査方法

令和 5 年度 (2023 年) に実施した調査では第三開洋丸に艀装しているマルチビームソナー (EM712 Kongsberg 社) を用いて、海底地形の調査を行った。データ取得状況を写真 2-2 に示す。

調査エリアは、令和 4 年度 (2022 年) に実施出来なかった島の南西部分及び外周部の 2,300m 以浅を対象とした(図 2-5)。

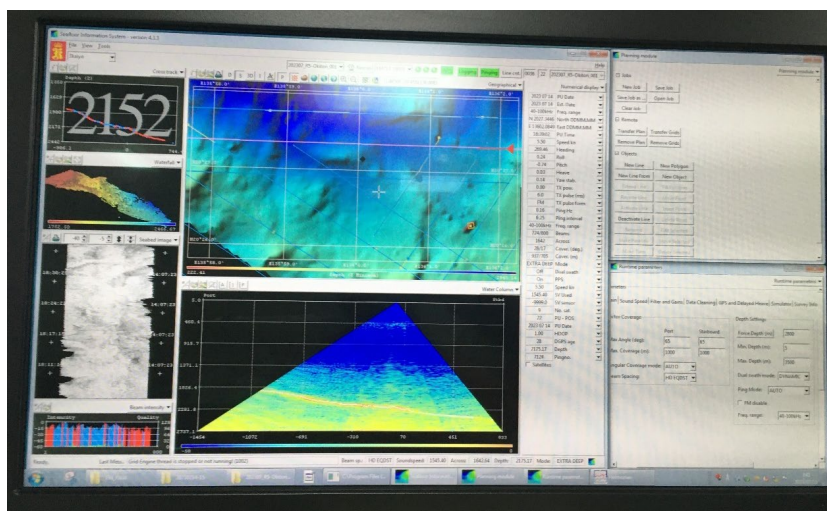


写真 2-2 マルチビームソナーによるデータ取得状況

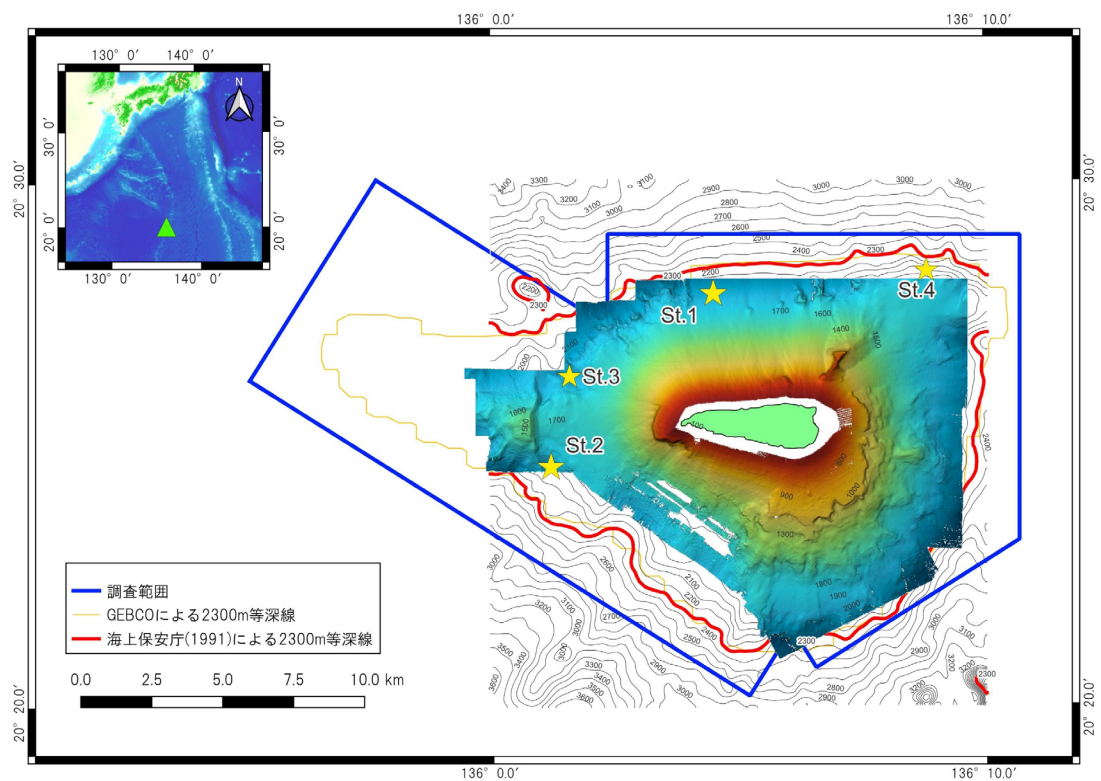


図 2-5 海底地形調査位置図

段彩図は令和 4 年度（2022 年）の調査で調査済を示す。

等深線は海上保安庁（1991）によるものを示す。

## 2.2.2 地質及び鉱物資源調査

採泥調査は令和5年度（2023年）に、ドレッジを調査船から曳航することにより行った。ドレッジは東海大学が所有するワニ口採泥器を使用した。また、カメラライトシステムを接続することで、海底面の撮影も行った。本調査で使用した採泥器一式を図2-6に示す。

調査場所は基盤岩の採取を目的として、海洋底基盤構造もしくは海底基盤形成時のマグマ活動に相当する基盤岩が採取されると推定される本島南に発達する海脚（図2-7）に沿って設定した。

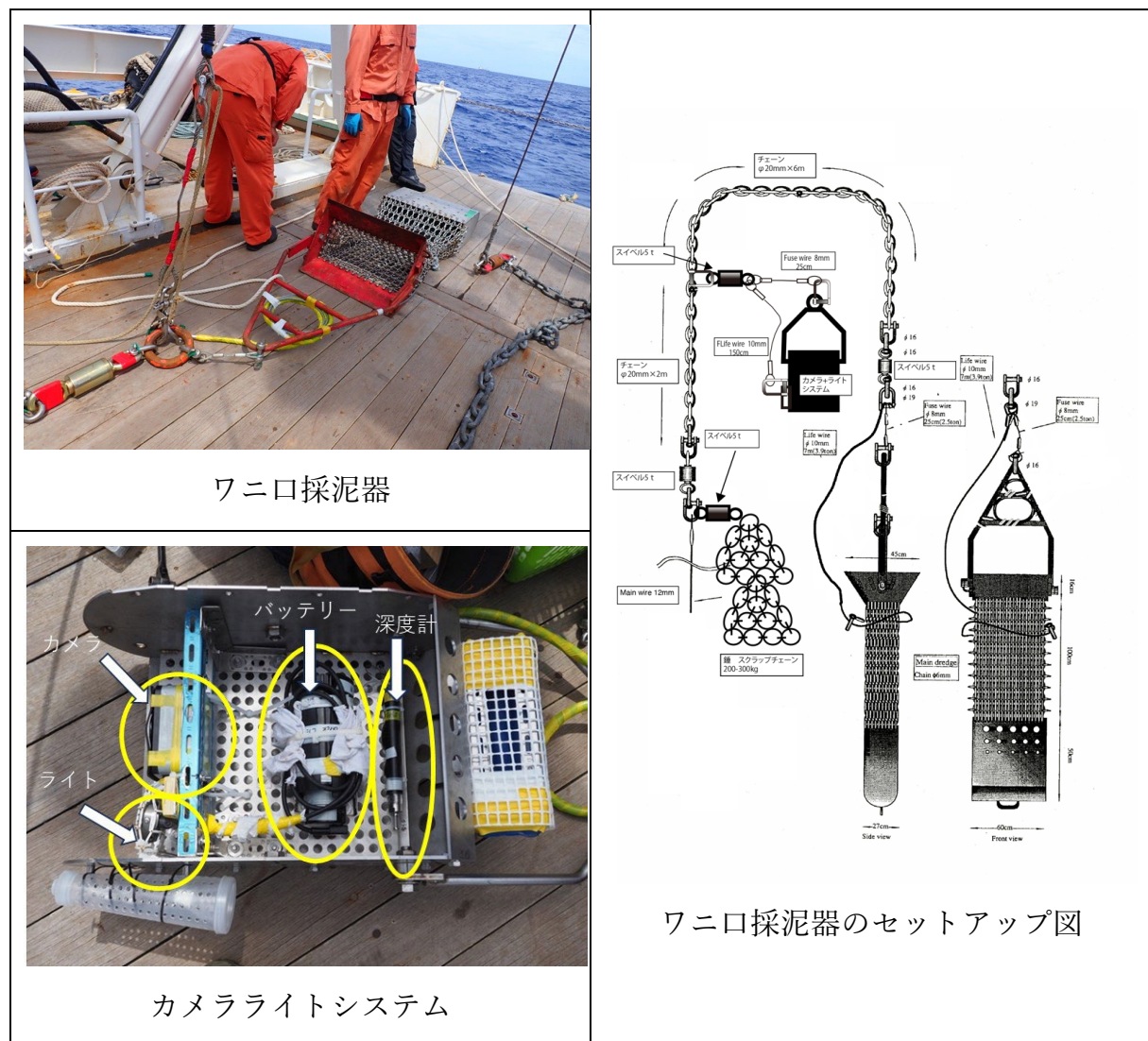


図2-6 本調査で使用した採泥器一式



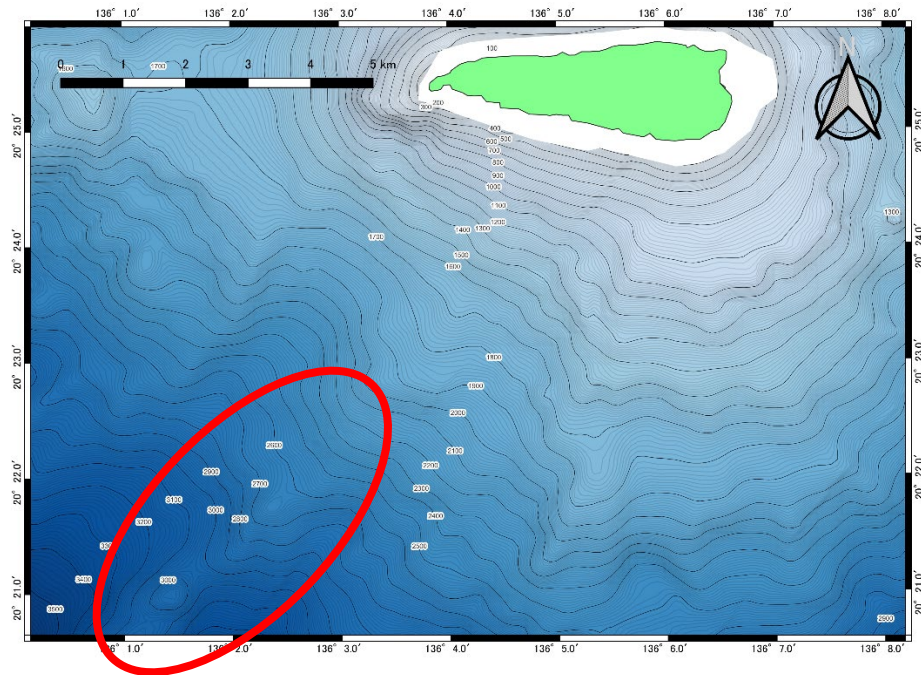


図 2-7 採泥調査の調査地点 海底地形図は海上保安庁（1991）

### 2.2.3 AUV 調査

海底地形調査では広範囲の海底地形の把握を行うことができるが、実際の海底の映像を視覚的に捉えることができない。また、既往調査で行われている直接的な底質の採取では、スポット的な情報しか得ることができない。そこで、AUV を用いて海底撮影を行い生物相や基盤岩、造礁サンゴ及び鉱物資源の有無を視覚的にまた広範囲に渡って確認した。

いであ株式会社が所有するホバリング型 AUV「YOUZAN」(以下、AUV「YOUZAN」とする)を用いた海底面の観察を実施した。AUV「YOUZAN」は最大潜航深度 2,000m、最大 8 時間の潜航が可能であり、事前にプログラムされたコース・高度で海底を探索することができる。AUV「YOUZAN」の諸元を図 2-8 に示し、潜航イメージを図 2-9 に、調査の様子を写真 2-3 及び写真 2-4 に示す。



**ようざん**  
**YOUZAN**

項目	仕様
寸法	長さ1.3m×高さ0.77m×幅0.7m
重量	275kg
最大潜航深度	2,000m
巡航速度	0.2~0.3m/s
最大航行速度	0.62m/s
最大潜航時間	8時間
スラスタ	水平4機、垂直2機
写真撮影	スチルカメラ2機、LEDフラッシュ4灯
動画撮影	4Kカメラ、常時点灯LED2灯 ROVモードカメラ
観測項目	プロファイリングソナー(海底地形) 濁度計 水温・塩分計 pHセンサー 障害物検知ソナー 地形観測用カメラ・レーザー

図 2-8 ホバリング型 AUV「YOUZAN」諸元





図 2-9 AUV「YOUZAN」の潜航イメージ

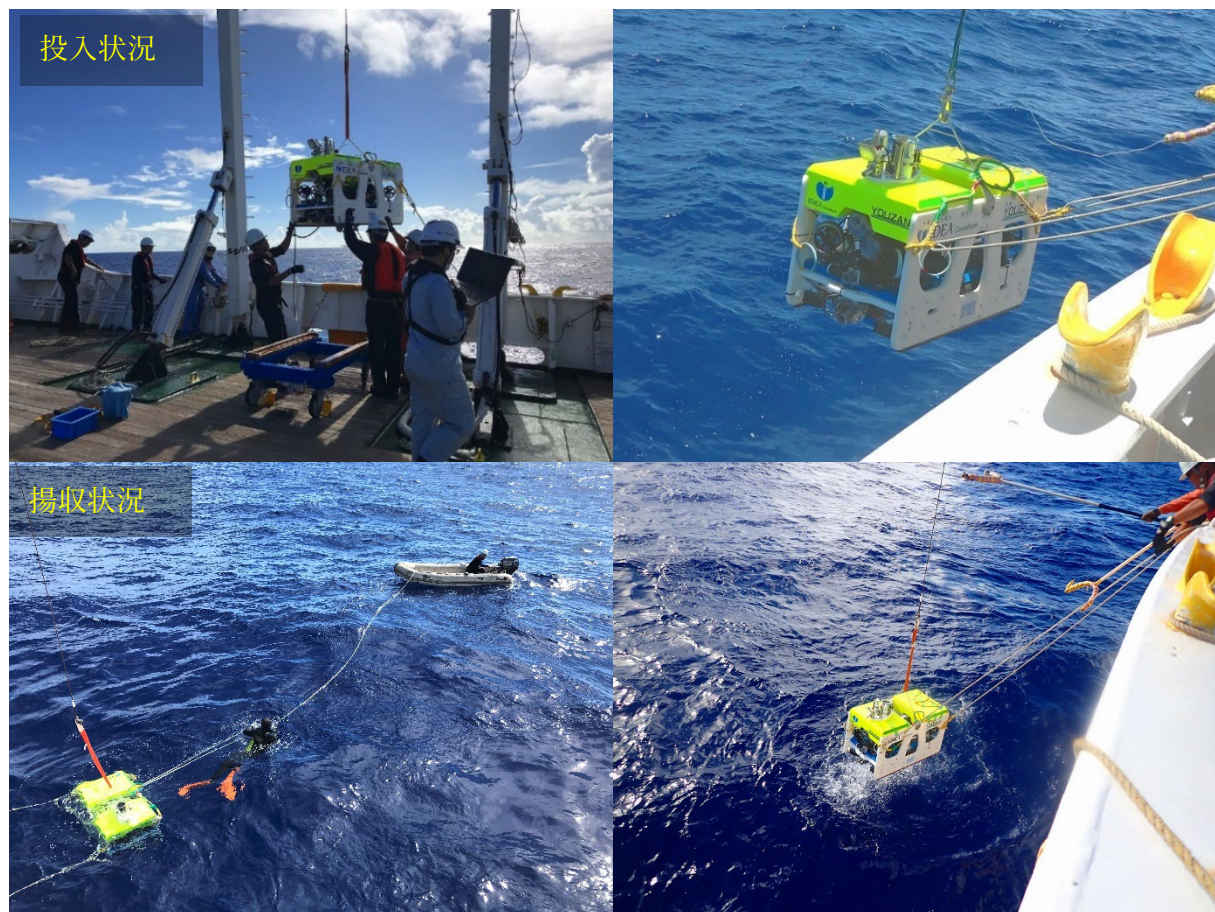


写真 2-3 AUV「YOUZAN」投入揚収状況(令和 4 年度 (2022 年) 調査)

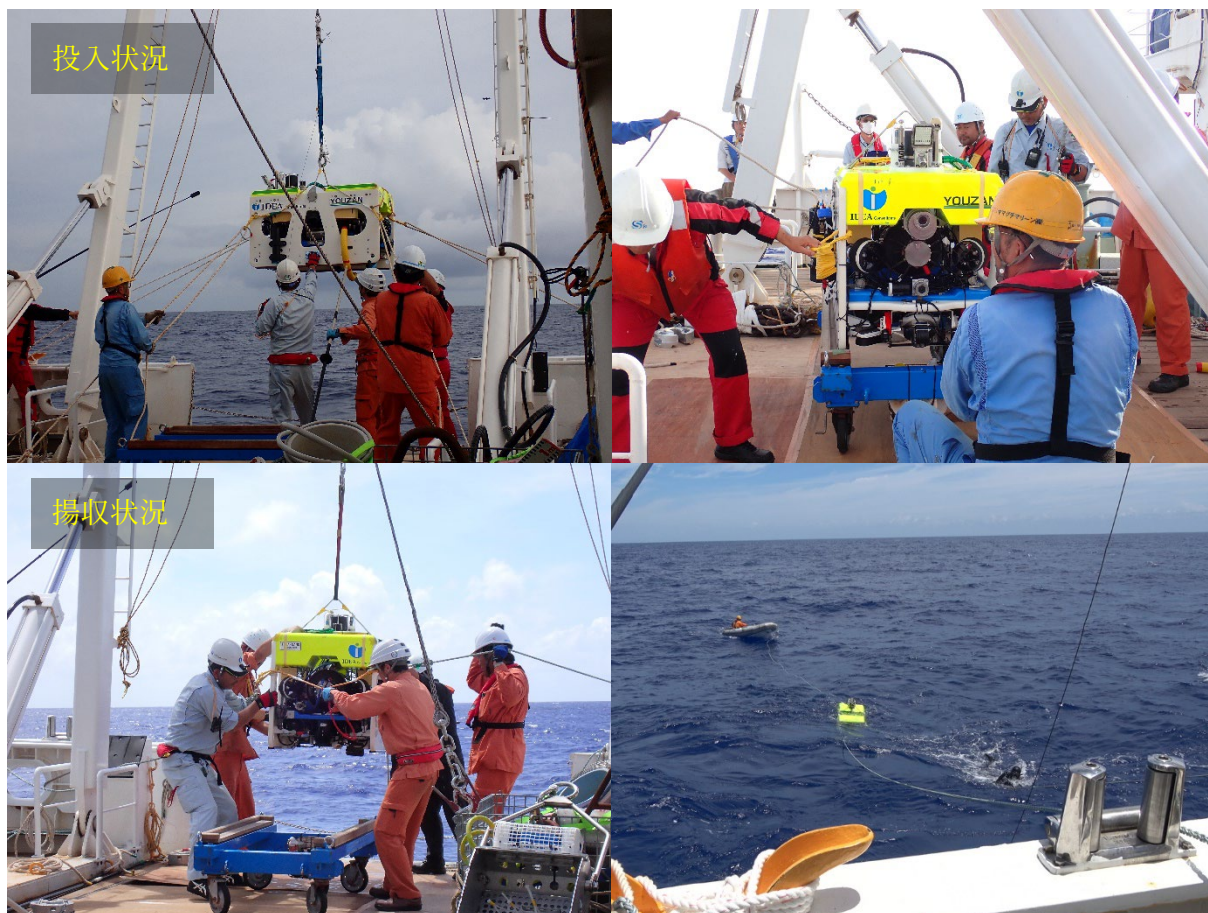


写真 2-4 AUV「YOUZAN」投入揚収状況(令和 5 年度 (2023 年) 調査)



#### 2.2.4 生物相調査

AUV「YOUZAN」を用いて海底面の映像を収集した。AUV 調査で得られた海底映像より、生物の生息状況の確認を行い、環境データや海底質と合わせて航跡上に生物の分布状況を整理し、主な生物についてハビタットマップの作成を行った。

なお、ハビタットマップは、GIS 上で一元管理し、生物の分布状況に関して可視化する整理を実施した。

また、令和 5 年度（2023 年）調査には、令和 4 年度（2022 年）の調査で得られたデータの補完を目的とし、一本釣りやベイトカメラによる調査を実施した。

##### (1) 一本釣り調査

一本釣り調査は調査船からの竿釣りによって行った(図 2-10)。餌にはイカの切り身を使用した。釣獲された生物は、各分類群の専門家の協力のもと、可能な限り詳細に分類・同定を行った。



図 2-10 一本釣り調査の様子（左）と仕掛けのイメージ図（右）

## (2) ベイトカメラ調査

ベイトカメラは調査船からワイヤで餌かごが取り付けられたカメラを吊り下げ、底層から中層付近でベイトカメラに取り付けた餌やカメラの光源に寄ってきた生物の観察を行った(図 2-11)。撮影された生物は可能な限り分類・同定を行った。

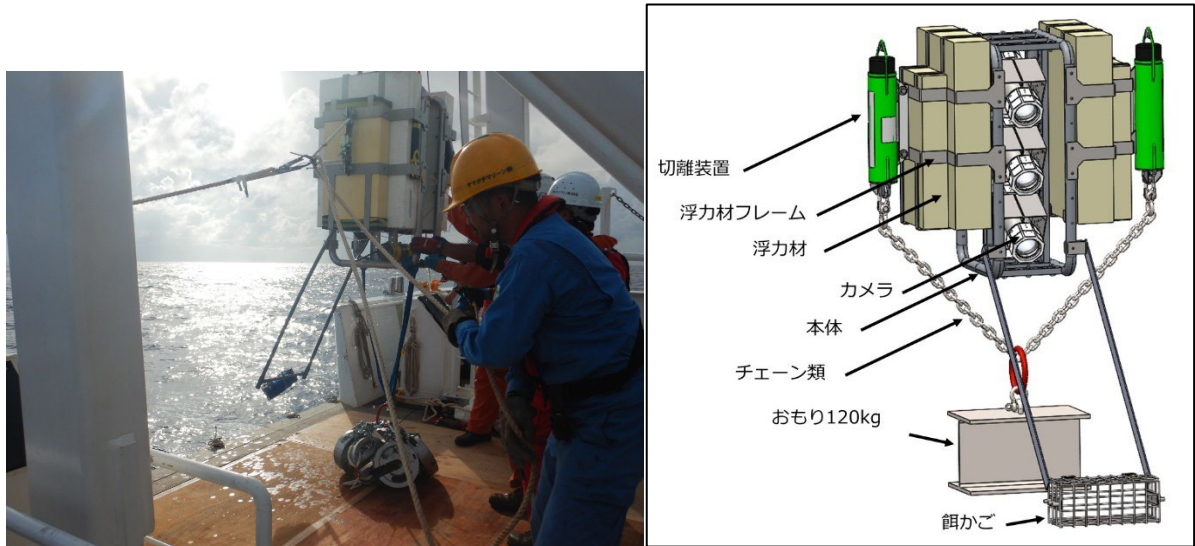


図 2-11 ベイトカメラ調査の様子 (左) と装置イメージ図 (右)

## 2.2.5 採水調査・環境 DNA 調査

### (1) 採水

環境 DNA 調査は、CTD に搭載されている採水器により、所定の水深で採水された試料を用いて、環境 DNA の分析を行うものとした。使用する CTD の概要を図 2-12 に示し、環境 DNA 調査のイメージを、図 2-13 に示した。

採水は令和 4 年度（2022 年）に 2 回、令和 5 年度（2023 年）に 3 回行った。調査地点を図 2-14 に、実施地点の詳細と採水層を表 2-3 に示す。各層 60L の試料を採取し、魚類、甲殻類、海棲哺乳類（令和 5 年度（2023 年）の調査のみ）の環境 DNA 分析に供し、試料採取と併せて CTD による水温、塩分の鉛直測定も実施した。

環境 DNA 調査の作業状況を、写真 2-5 に示す。

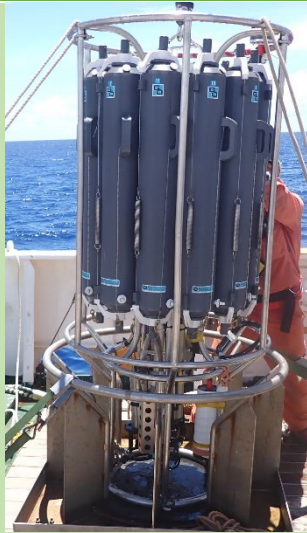
諸元		外観
機器名	SBE32+SBE19 plus V2	
最大水深	7,000m	
観測項目	水深・水温・塩分	
採水容器 搭載本数	12 本	
採水量/本	10L	
採水層	表層：(バケツ) 1,000m：(CTD 採水) 1,900m：(CTD 採水) 7/13,14 採水時 1,850m：(CTD 採水) 7/17 採水時	

図 2-12 使用した CTD 及び搭載されている採水器

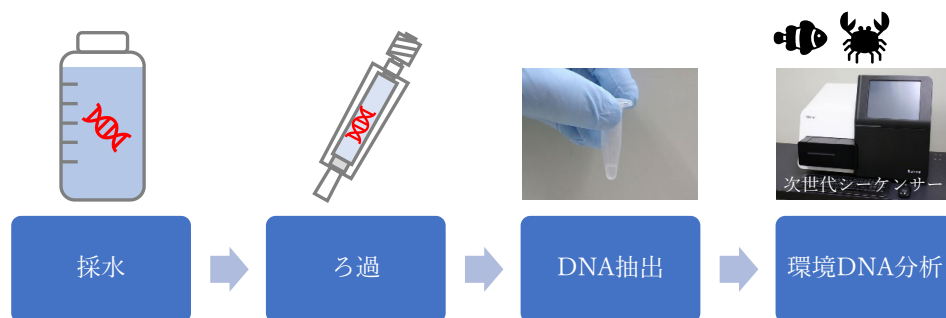


図 2-13 環境 DNA 調査のイメージ

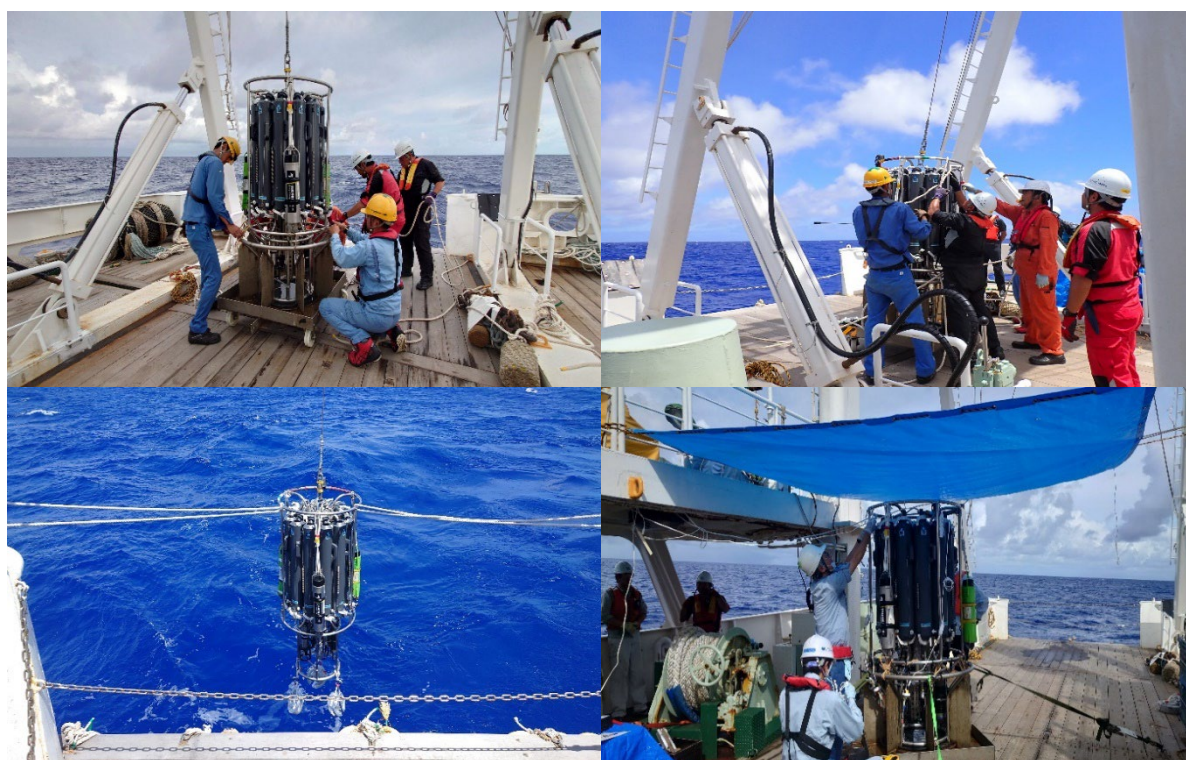


写真 2-5 CTD 採水器による環境 DNA 調査の作業状況



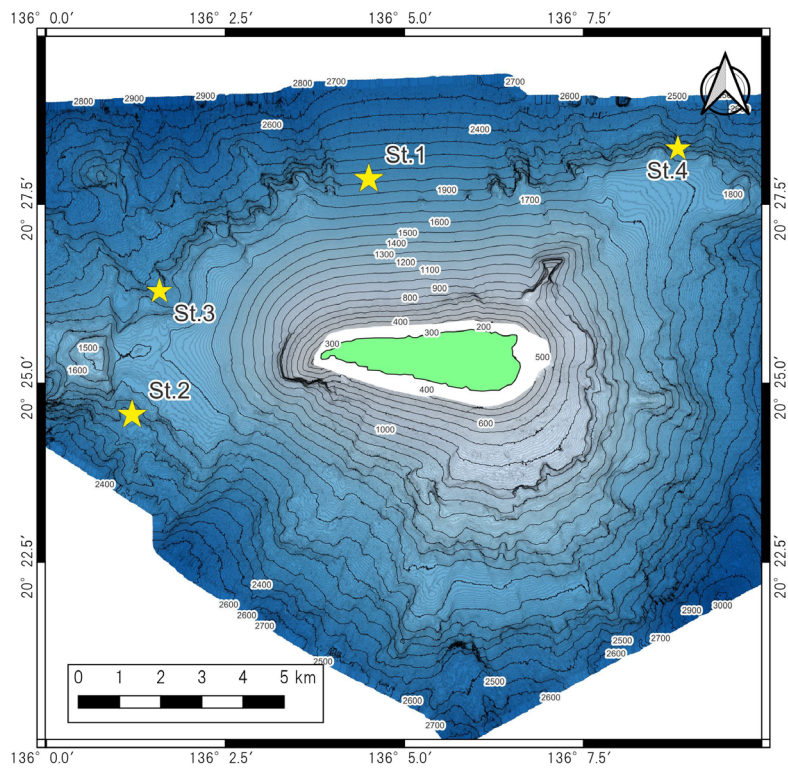


図 2-14 調査地点図

表 2-3 採水地点と採水層

日付	地点名	採水層		
		表層	中層	下層
2022/8/19	St.1	0m	1,000m	1,700m
2022/8/20	St.2			1,700m
2023/7/13	St.4			1,900m
2023/7/14	St.3(St.3-1)			1,900m
2023/7/17	St.3(St.3-2)			1,850m

## (2) 採水処理（ろ過）

海水サンプルは、CTD による採水後、ろ過を行った。中層・下層ではそれぞれニスキンボトル(10L)×6 本の海水を採取しており、それら海水をすべてろ過した。ろ過は、チューブポンプを用いた加圧ろ過方式とし、ろ過フィルターには市販のカートリッジ型フィルター（メルクミリポア社製 Sterivex-HV、孔径  $0.45\mu\text{m}$ ）を使用した。

なお、ろ過資材は、すべて未使用の新品とし、事前にサンプルごとに個別に包装したものを使用した。船内でのろ過作業時には、最低限の接続作業のみの実施とすることでろ過時のコンタミネーションを可能な限り防止する対策を行った。

ろ過後のフィルターは、未使用のチャック付ビニール袋に入れて封を閉じた後、 $-80^{\circ}\text{C}$ 設定の冷凍庫に保管した。

## (3) DNA 分析

分析に関する作業は、一般社団法人環境 DNA 学会により公開されている「環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver.2.2（2020 年 4 月 3 日発行）」に従って実施した（図 2-15）。ろ過後のフィルターからの環境 DNA の抽出は、DNA 抽出キット（QIAGEN 社製 DNeasy Blood & Tissue Kit）を用い、フィルター1 本（10L）あたり 1 サンプルとして以降の分析を実施した。魚類相解析は、前述の環境 DNA 学会マニュアル及び Miya *et al.*（2015）に従い、MiFish プライマーセットを用いた DNA メタバーコーディング法（いわゆる MiFish 法）により行った。MiFish 法は、環境 DNA による魚類相モニタリングツールとして非常に有用であることが広く知られている手法である。また、甲殻類については、十脚目を網羅的に検出する MiDeca プライマーセットを使用し（Komai *et al.*, 2019）、海棲哺乳類については、MiMammal プライマーセットを使用した（Ushio *et al.*, 2017）。

データ解析は、ソフトウェア bcl2fastq 及び Claident により配列結合やデノイジング等を行ったのち、ソフトウェア blastn により参照配列との相同性検索を行った。その際、深海生物はデータベースの登録数が少ないことが想定されたため、一致率 97%以上を採用基準として得られた DNA 配列から種を同定した。

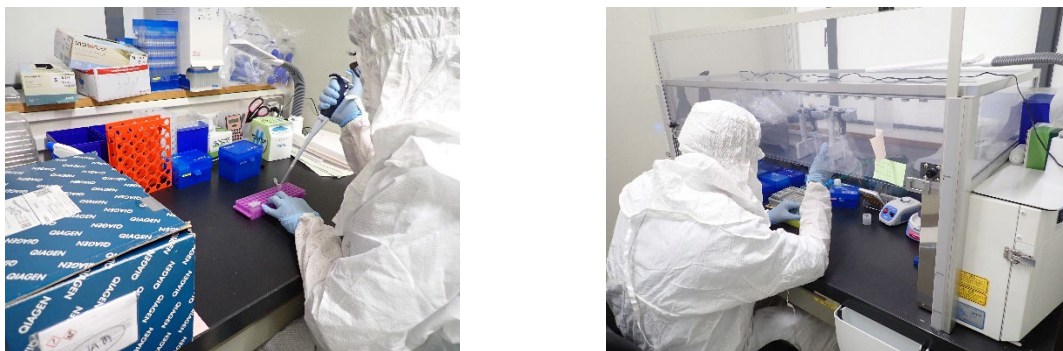


図 2-15 実験風景（左：DNA 抽出、右：PCR 調整）



#### (4) YOUZAN+MASS Pump による大量ろ過

2023 年 7 月 16 日の AUV「YOUZAN」の潜航（Dive02）において、MASS Pump を搭載し、環境 DNA 解析のために深海域の海水の大量ろ過を実施した。調査概要を図 2-16 に、MASS Pump 作動中の AUV の航跡を図 2-17 に示す。

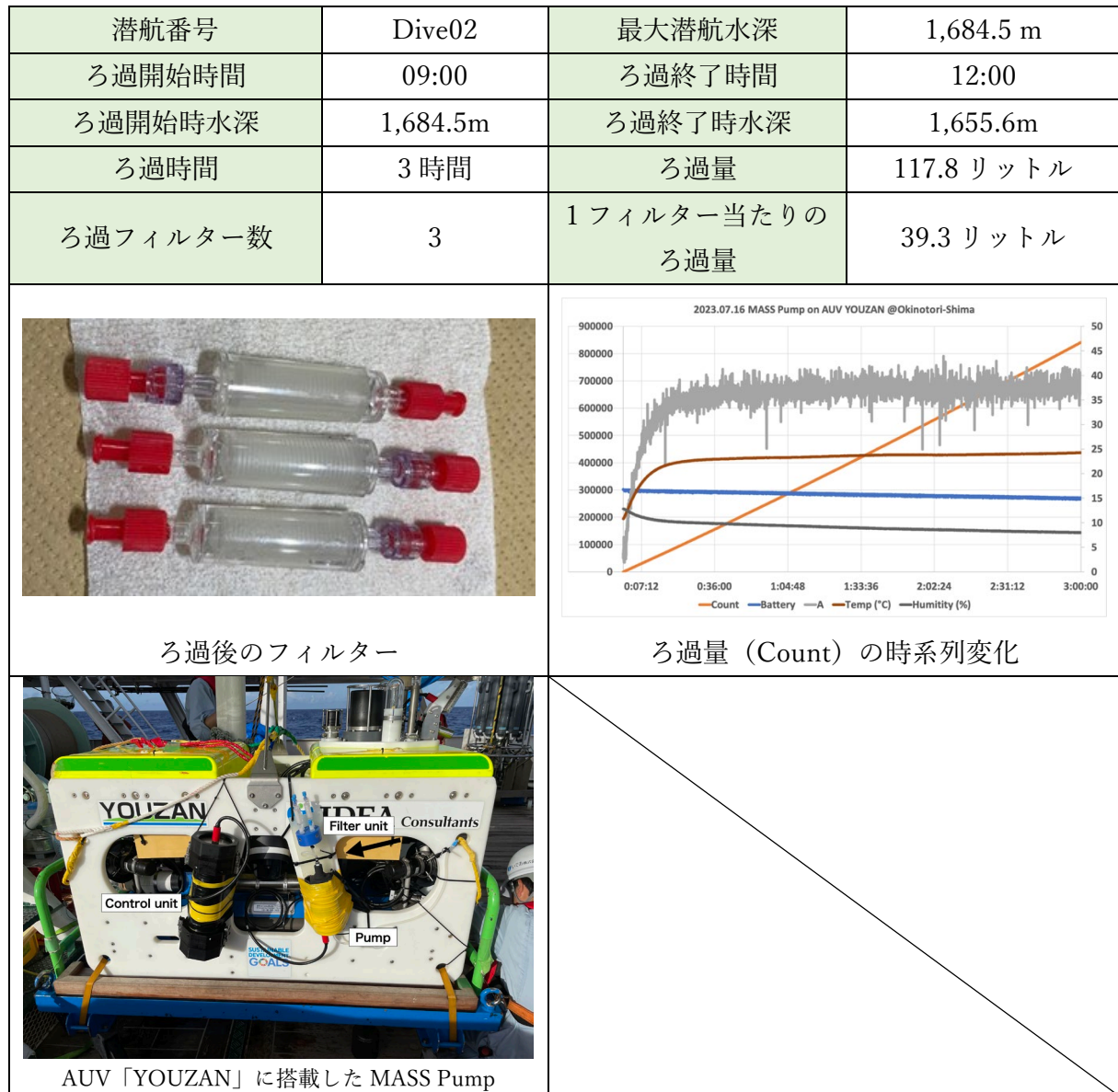


図 2-16 MASS Pump による環境 DNA 調査概要

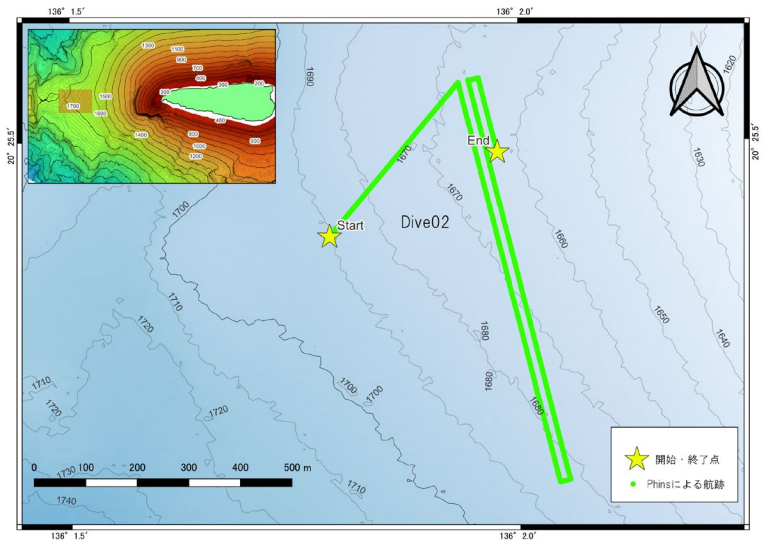


図 2-17 MASS Pump 作動中の AUV の航跡

## 2.3 調査結果

### 2.3.1 AUV 調査

#### (1) 令和4年度（2022年）の潜航実績

令和4年度（2022年）のAUV調査における各潜航の位置図を図2-18に、潜航概要を表2-4に、潜航の時系列グラフ及び搭載しているペイロード（水温・塩分・濁度・pH）の結果を図2-19～図2-21に示す。Dive01ではスタート地点から水深の深い方向へと調査を開始したが、地形が急峻なため、地形に追従することができず、高度を維持出来なかったため、8:40頃から高度が上がり始め、その後高度が高くなりすぎたため、高度値が取得できない状態が生じた。

Dive01では水深約1,000～1,300m、Dive02では約1,250～1,300m、Dive03では約950～1,450mの水深幅を潜航したが、水温は3～5℃前後、塩分は約35、濁度は0付近、pHは8付近と安定した値となっており、水深によるこれらの環境項目に顕著な変化はみられなかった。

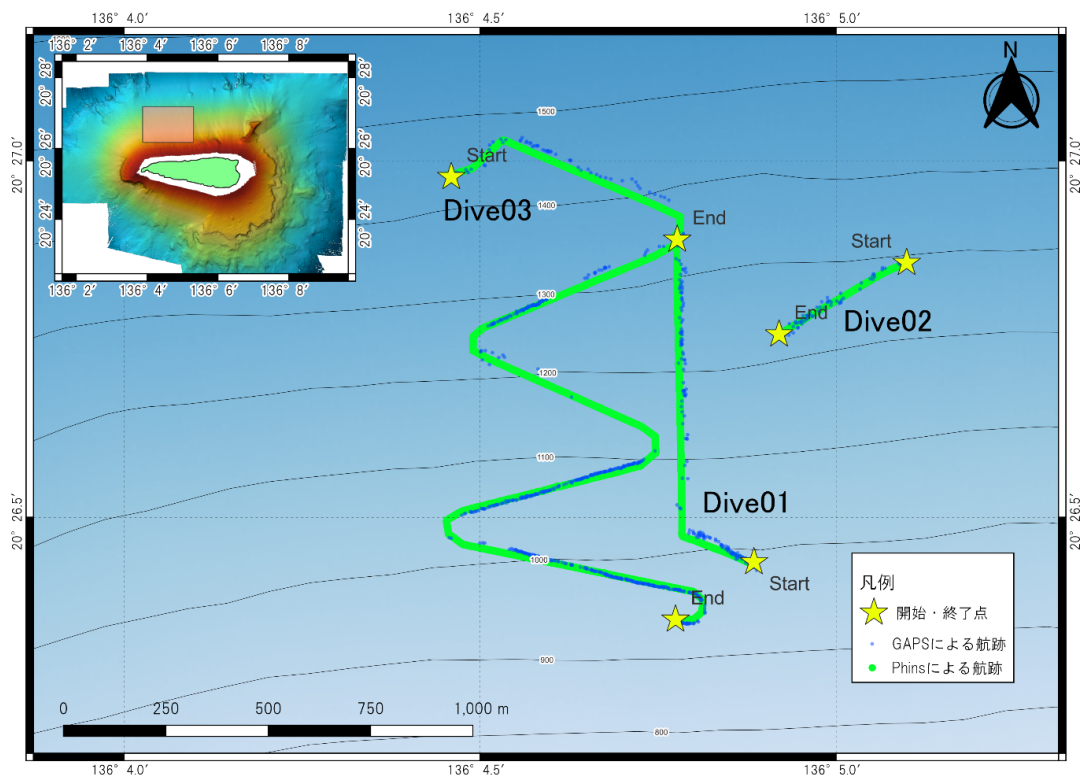


図 2-18 各潜航の位置図（令和4年度（2022年））

表 2-4 各潜航の概要（令和4年度（2022年））

月日	潜航時間	海底調査時間	調査時間	水深帯	調査距離	調査面積
2022/8/20	07:17～10:32	08:04～09:31	1:27	996～1,331m	1,001m	2,254m <sup>2</sup>
2022/8/20	12:03～14:42	13:02～13:45	0:43	1,248～1,308m	373m	1,152m <sup>2</sup>
2022/8/21	07:23～13:41	08:28～12:57	4:29	941～1,466m	3,221m	12,969m <sup>2</sup>

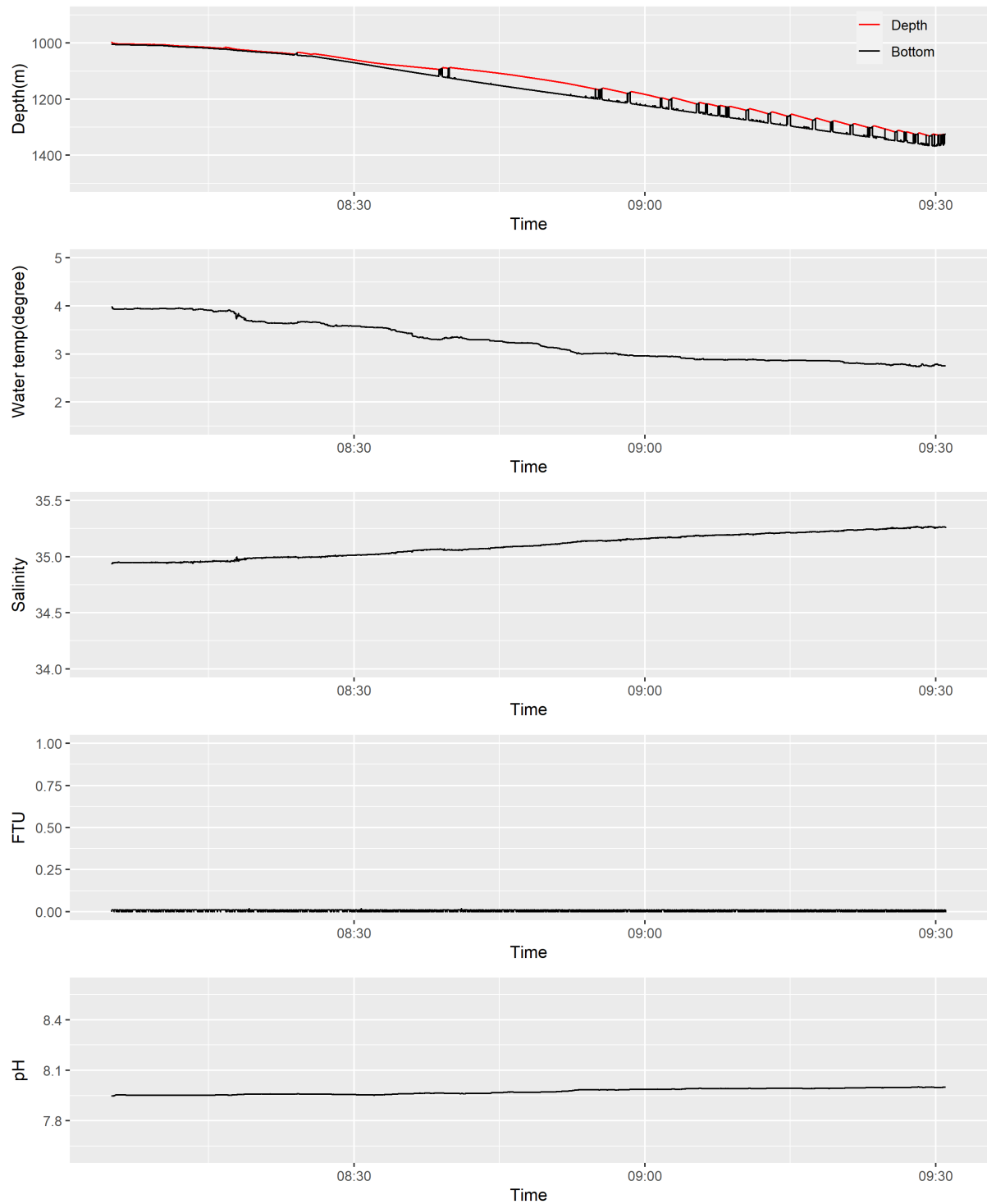


図 2-19 Dive01 の時系列グラフ

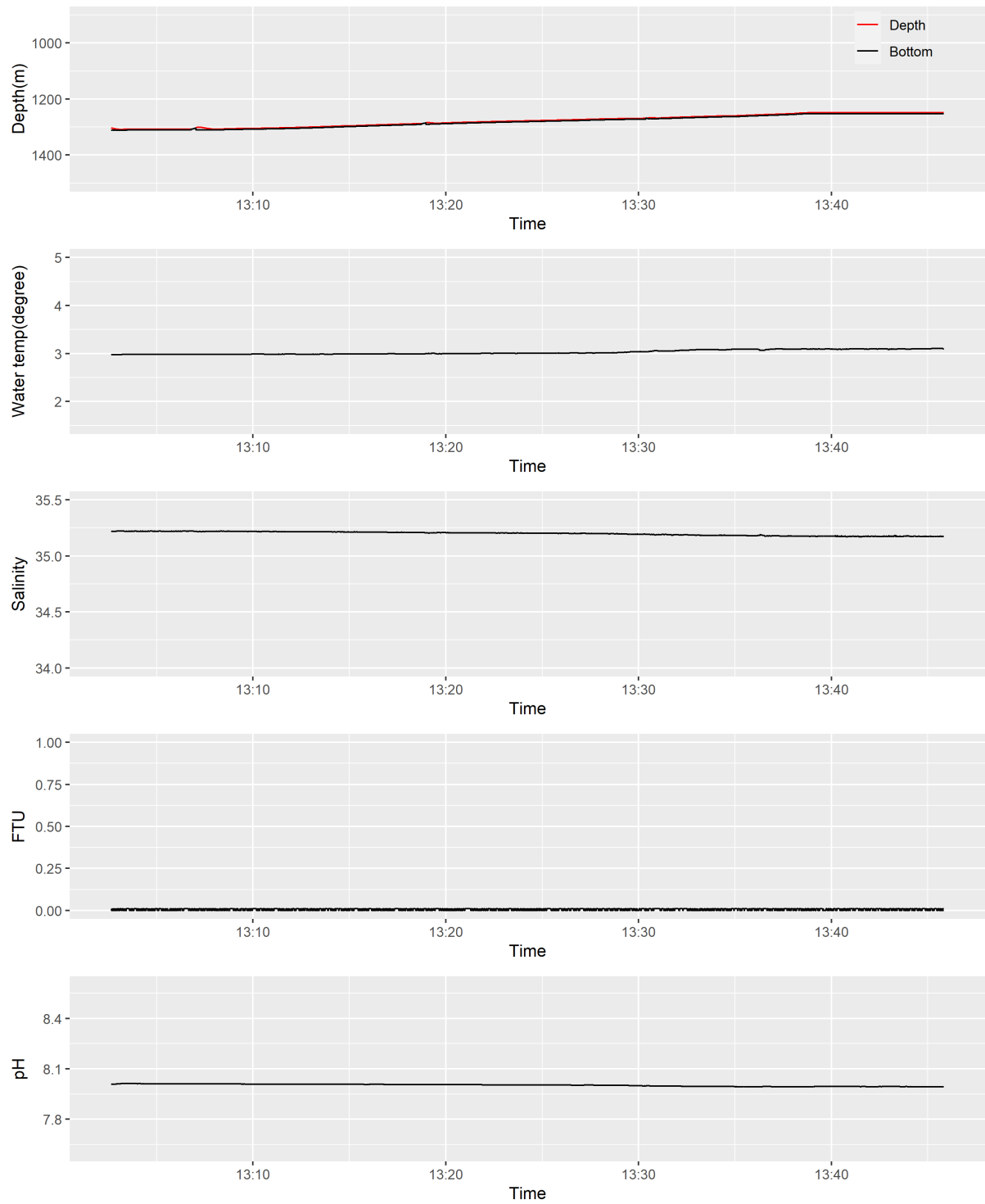


図 2-20 Dive02 の時系列グラフ

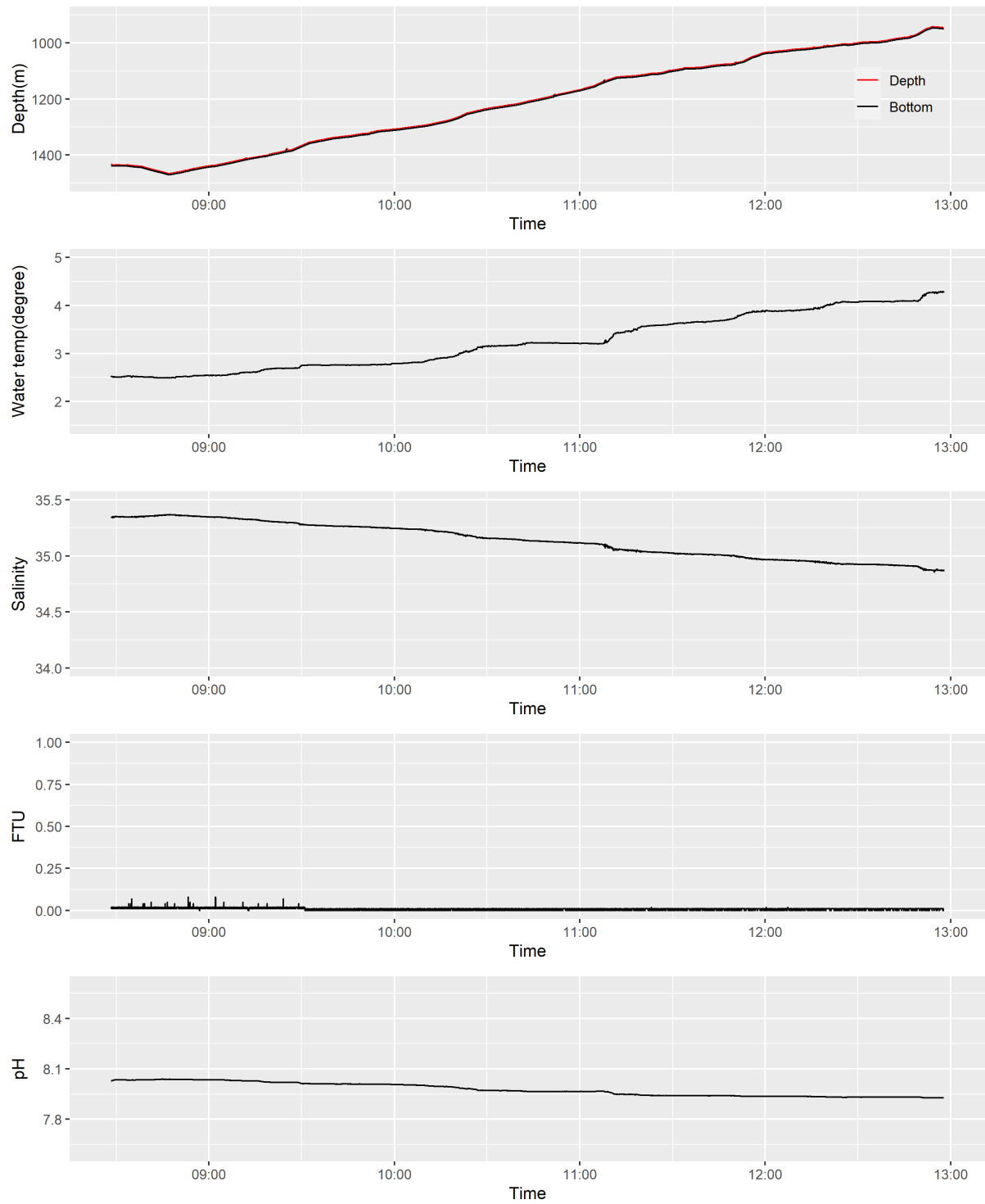


図 2-21 Dive03 の時系列グラフ

## (2) 令和 5 年度（2023 年）の潜航実績

令和 5 年度（2023 年）の AUV 調査における各潜航の位置図を図 2-22 に、潜航概要を表 2-5 に、潜航の時系列グラフ及び搭載しているペイロード（水温・塩分・濁度・pH）の結果を図 2-23、図 2-24 に示す。AUV の海底からの高度は、複雑な地形が予想されることから高度 5m に設定した。Dive01 では海底到達直後から高度制御が不安定となり、海底付近を航行することができず、緊急浮上させた。

Dive02 では約 1,660m～1,710m の水深幅を潜航し、水温は 2.0～2.5℃、塩分は 35.5 前後、濁度は 0 付近、pH は 8 付近と安定した値となっており、水深によるこれらの環境項目に顕著な変化はみられなかった。

以降の解析では Dive02 のデータのみを使用して行った。

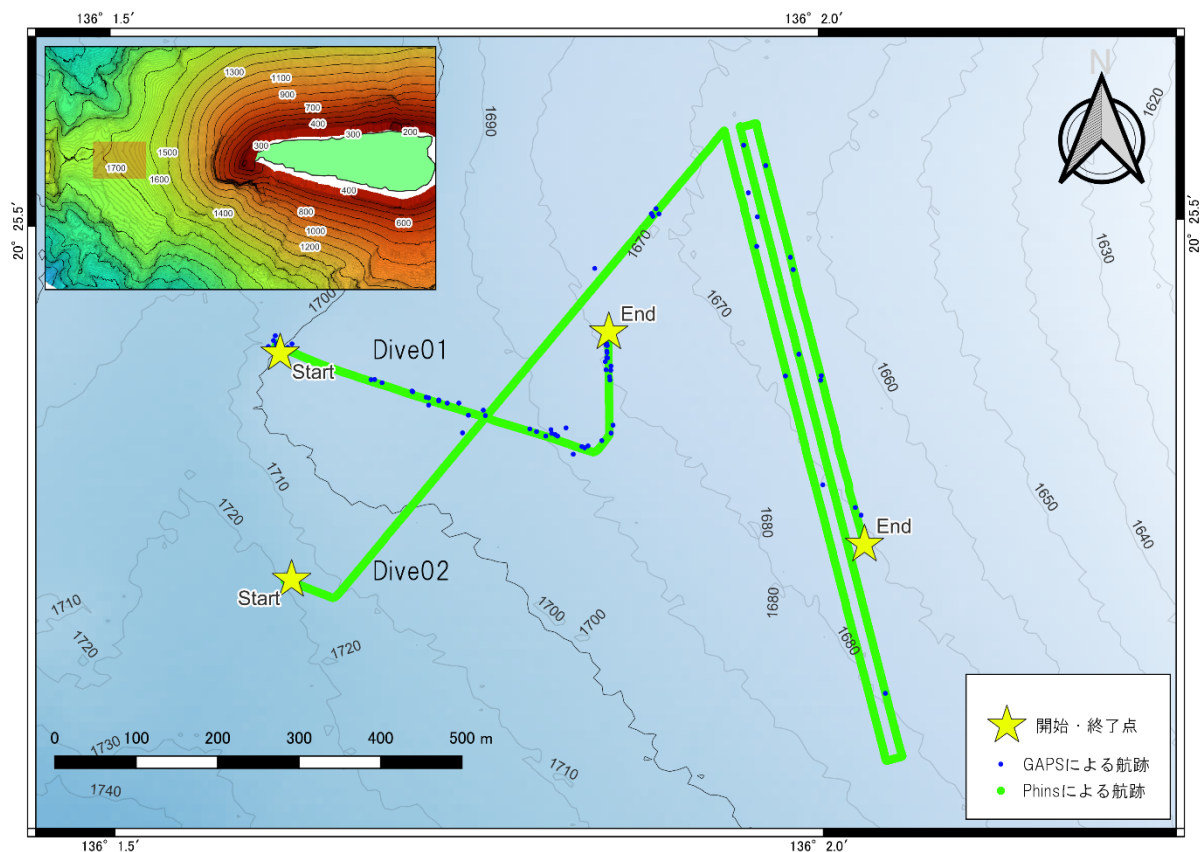


図 2-22 各潜航の位置図

表 2-5 各潜航の概要

日付	潜航時間	海底調査 時間	調査 時間	水深帯	調査 距離	調査面積
2023/7/15	07:15～10:43	08:39～09:30	-	1,641～1,670m	-	-
2023/7/16	07:02～13:44	08:21～12:30	04:09	1,655～1,715m	2,997m	13,773m <sup>2</sup>

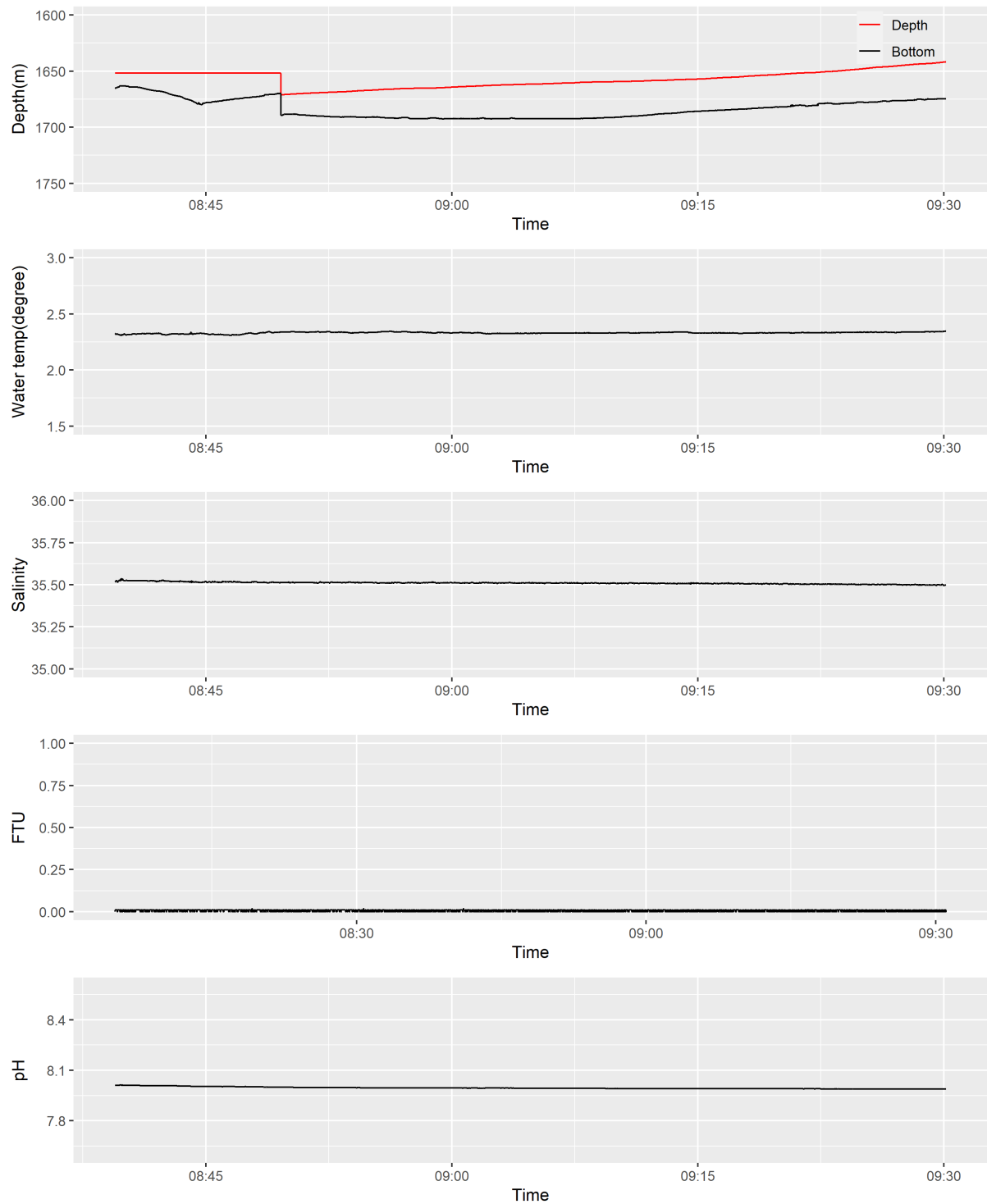


図 2-23 Dive01 の時系列グラフ



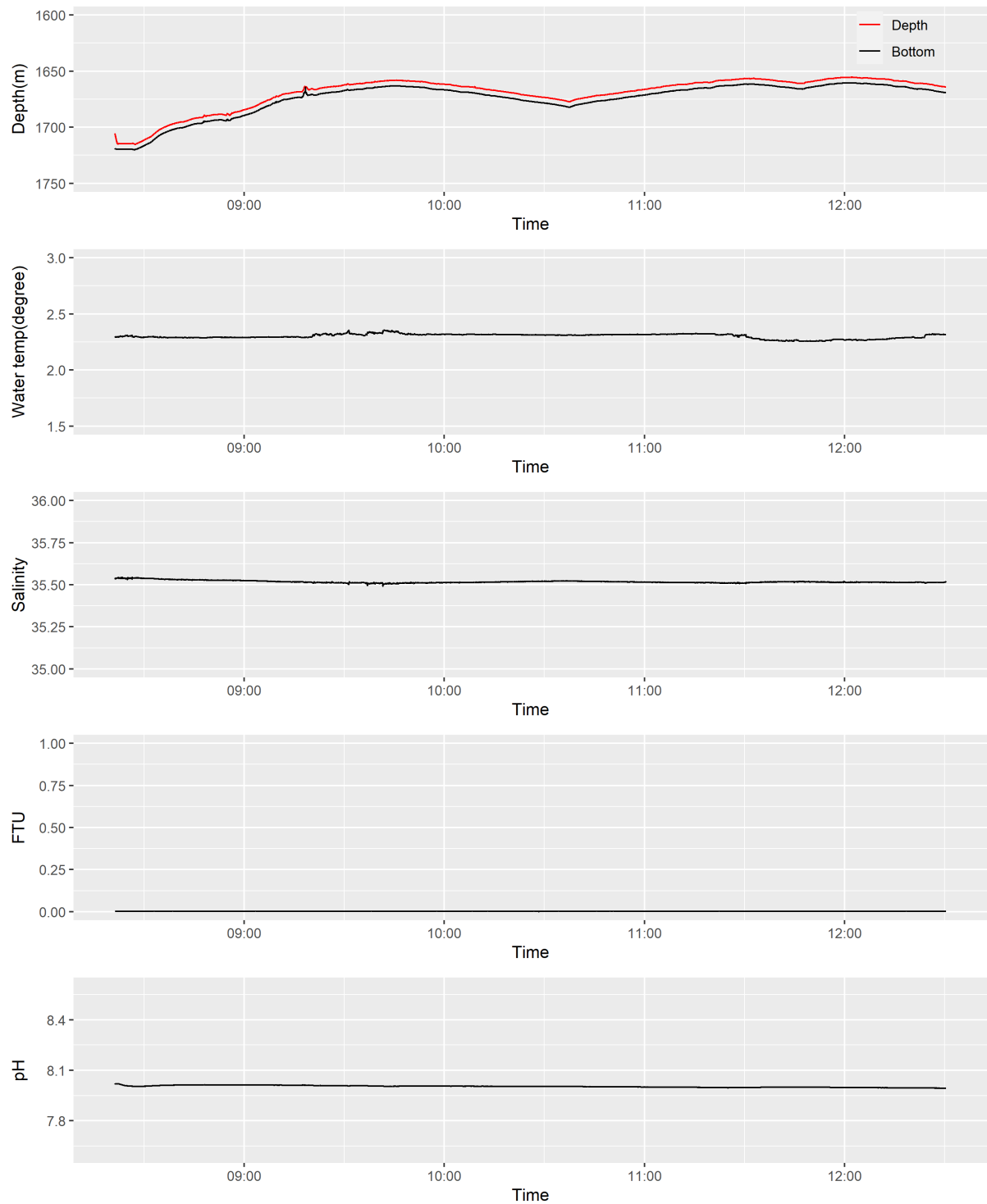


図 2-24 Dive02 の時系列グラフ

### 2.3.2 海底地形

#### (1) マルチビーム測深機による海底地形

海底地形調査は 2022 年 8 月 18-21 日の 4 日間、2023 年 7 月 13-16 日の 4 日間に実施し、令和 4 年度（2022 年）の調査面積は 146km<sup>2</sup>、令和 5 年度（2023 年）の調査面積は 244km<sup>2</sup>であった。図 2-25 に令和 4 年度（2022 年）のデータによる測量結果を、図 2-26 に令和 5 年度（2023 年）のデータによる測量結果を、図 2-27 に令和 4 年度（2022 年）及び令和 5 年度（2023 年）調査のデータと結合させたデータによる測量結果を示す。

令和 4 年度（2022 年）及び令和 5 年度（2023 年）調査のデータを合わせると最浅部で水深約 150m、最深部で約 3,200m のデータを得ることができた。その内、水深 600m~2,200m のエリアでは本島周囲のエリアをすべてカバーすることができた（図 2-28）。

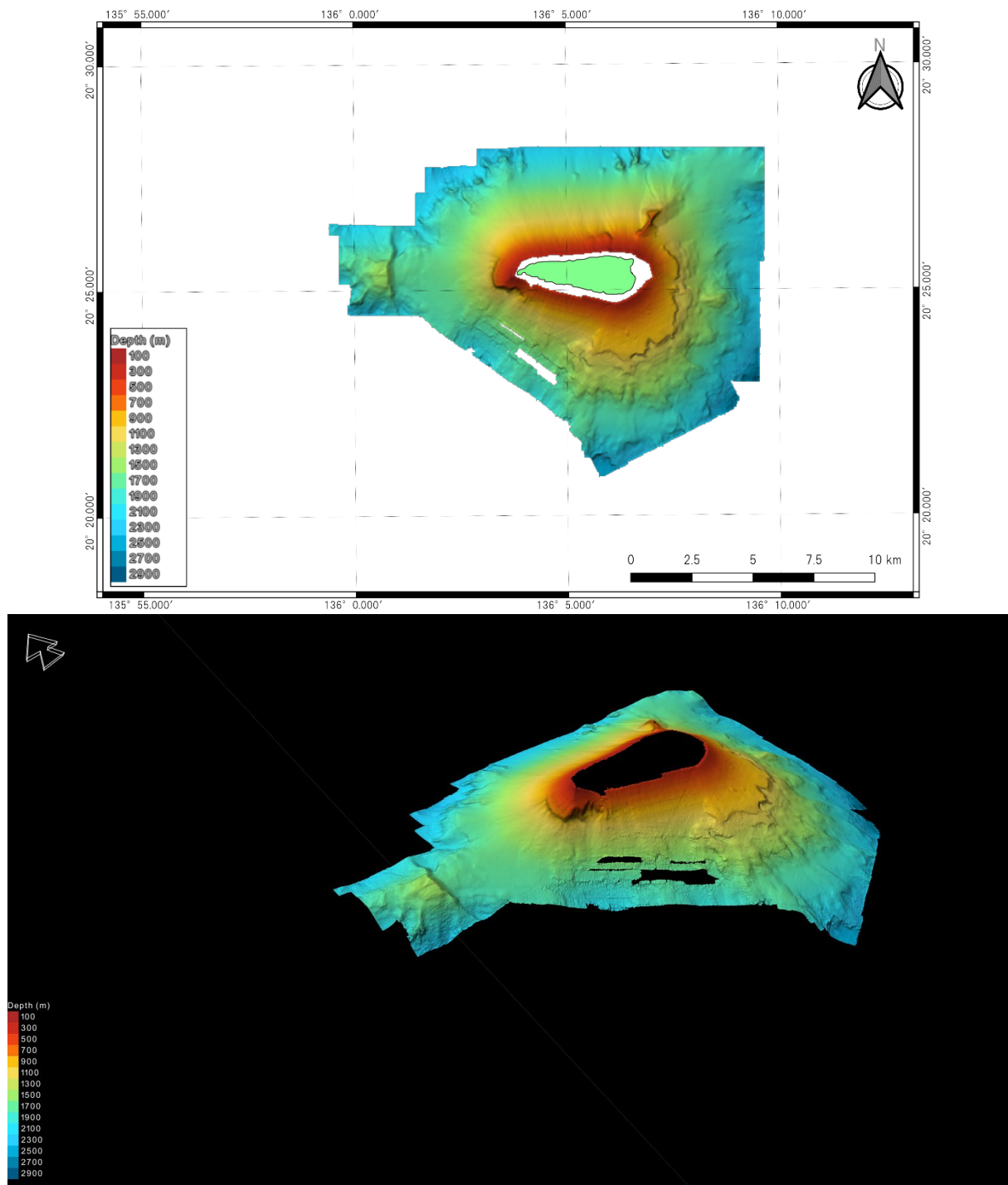


図 2-25 令和 4 年度（2022 年）調査の結果

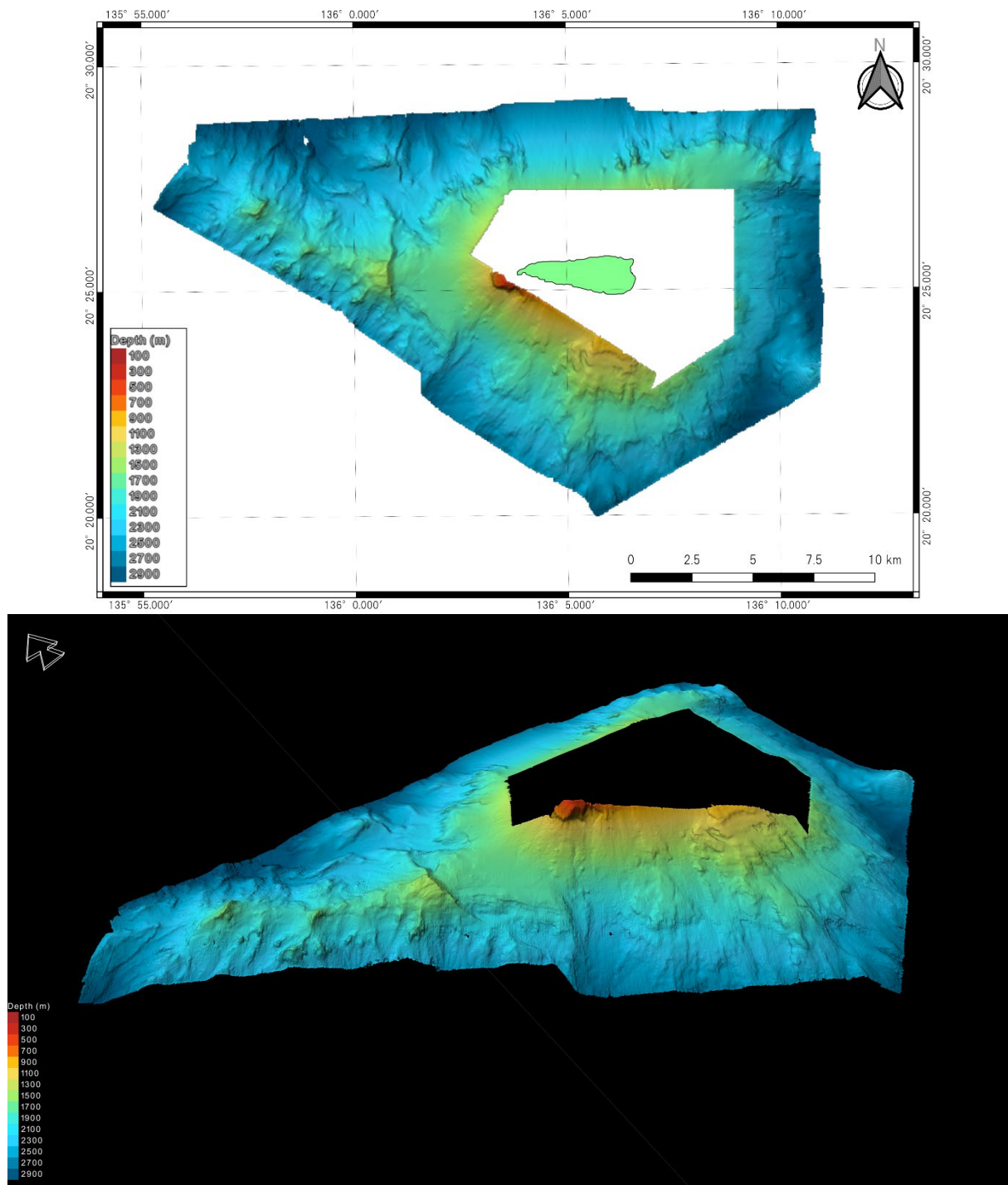


図 2-26 令和 5 年度（2023 年）調査の結果

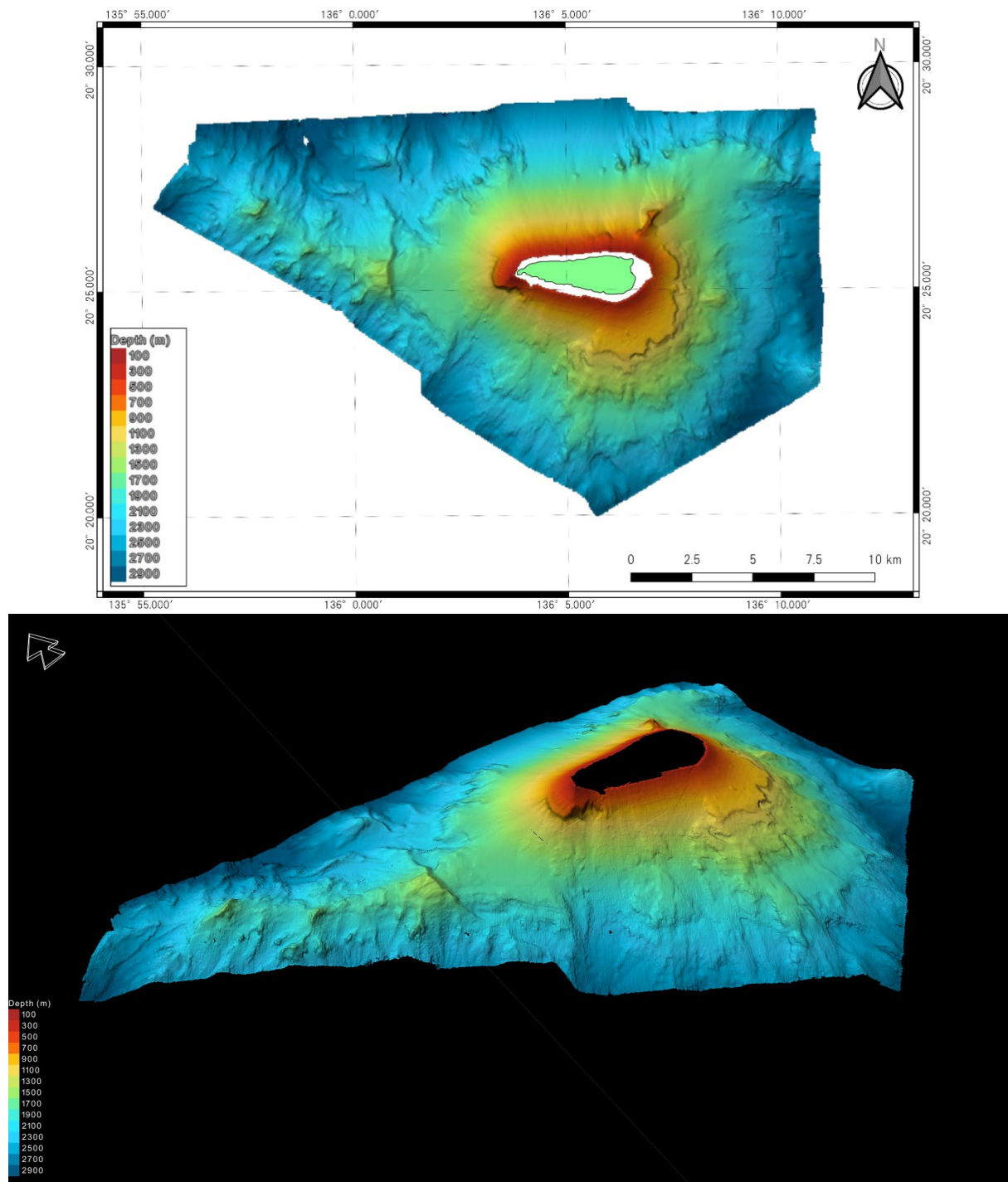


図 2-27 令和 4 年度（2022 年）及び令和 5 年度（2023 年）調査の結果を合わせたデータ



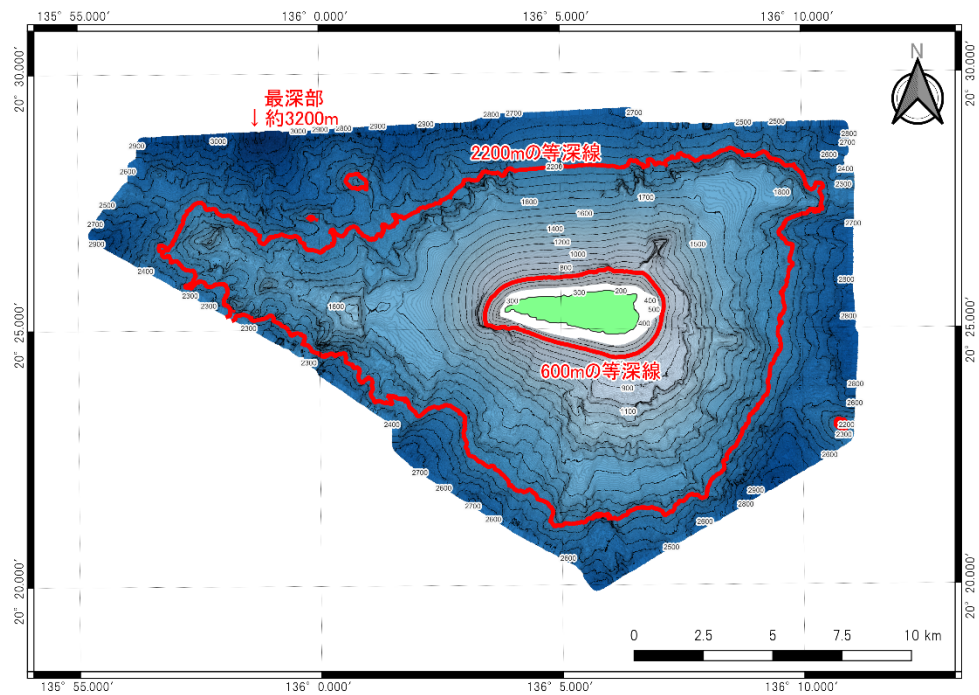


図 2-28 令和 4 年度（2022 年）及び令和 5 年度（2023 年）調査の結果を合わせた調査範囲

## (2) AUV 調査によるモザイク画像による海底の様子

AUV 調査において得られたスチルカメラの画像から海底のモザイク画像を作成した。以下にその結果を示す。

### 1) 令和4年度(2022年)調査

モザイク画像の全体図を図 2-29 に、拡大図を図 2-30～図 2-32 に示す。調査海域の海底はいずれも礫混じりの砂で構成されており、時折最大 3 m 程度の岩石が混じるような状況であった。底質は、石灰岩、有孔虫砂などの生物起源によるものが支配的であり、島の基盤と考えられる火成岩は観察されなかった。海底試料採取は実施していないが、石灰岩に付着する黒色の薄層は、近隣海山で観察される鉄マンガンクラストの特徴とよく似ていた。

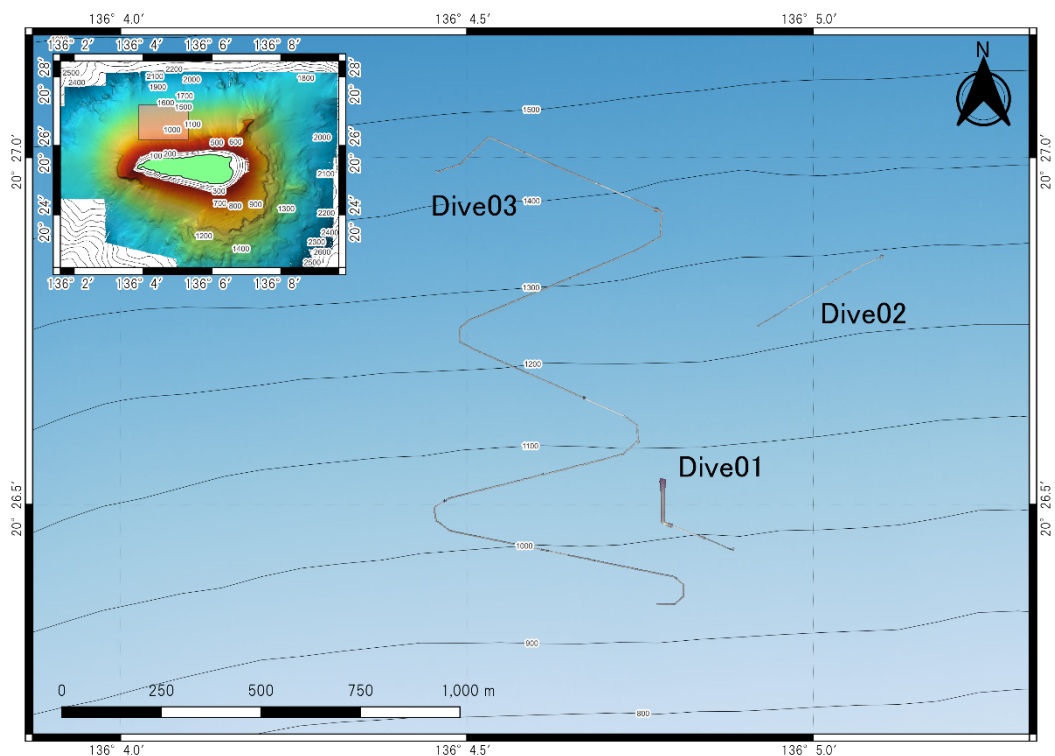


図 2-29 海底のモザイク画像全体図

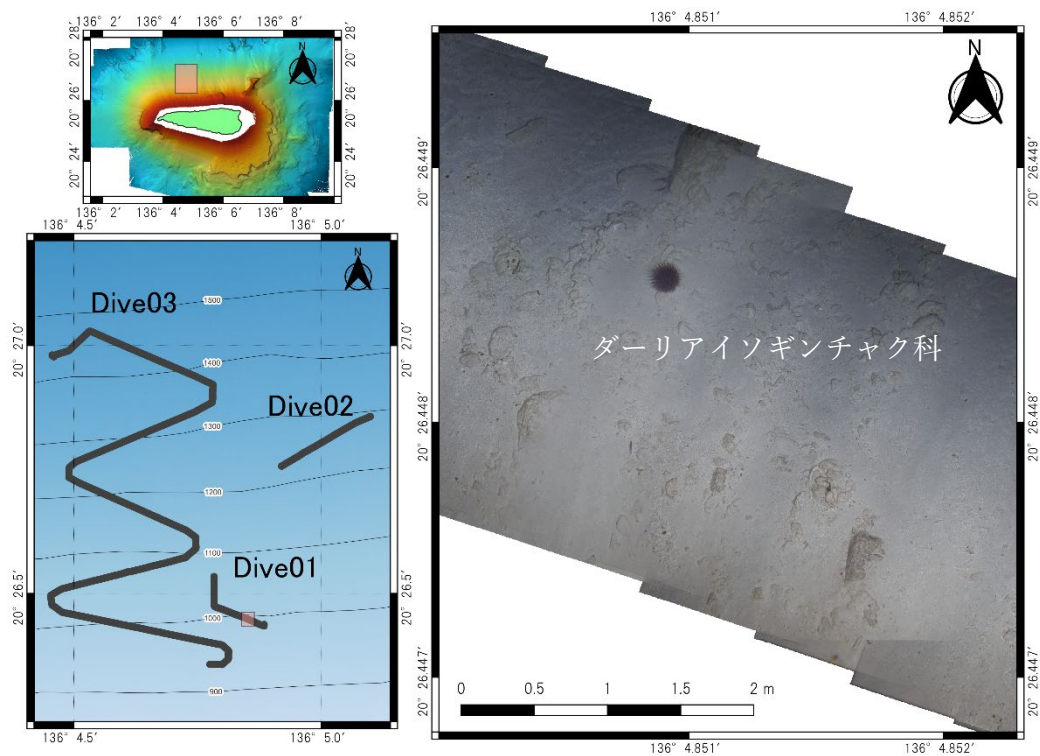


図 2-30(1) 海底のモザイク画像 Dive01 拡大図

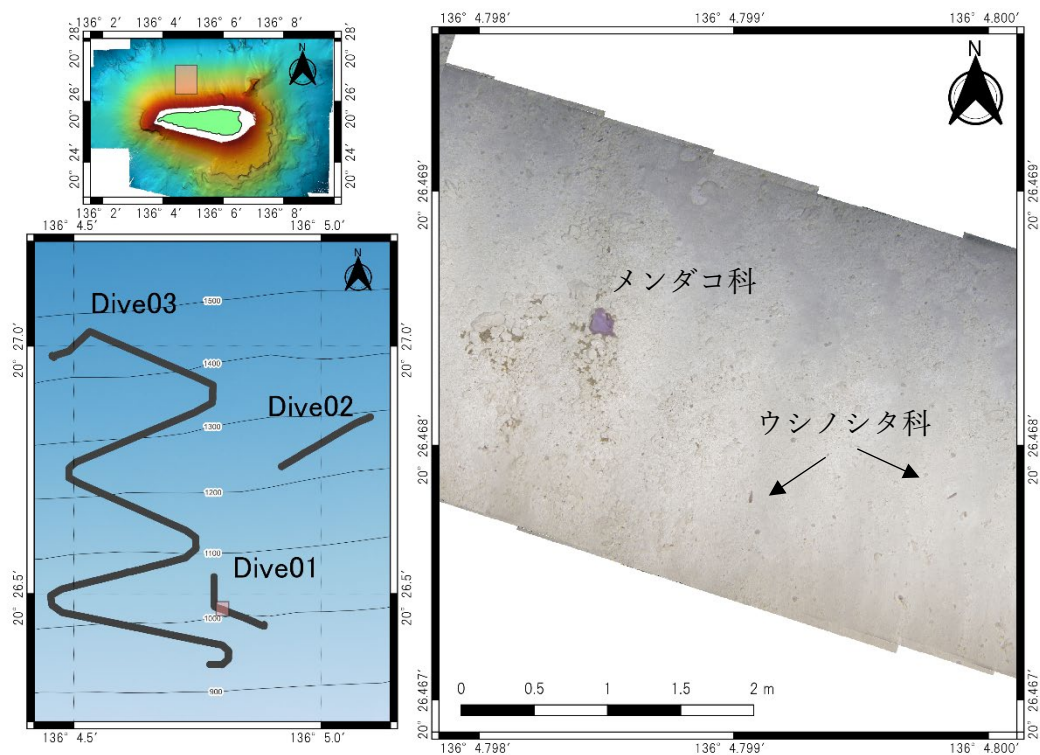


図 2-30(2) 海底のモザイク画像 Dive01 拡大図

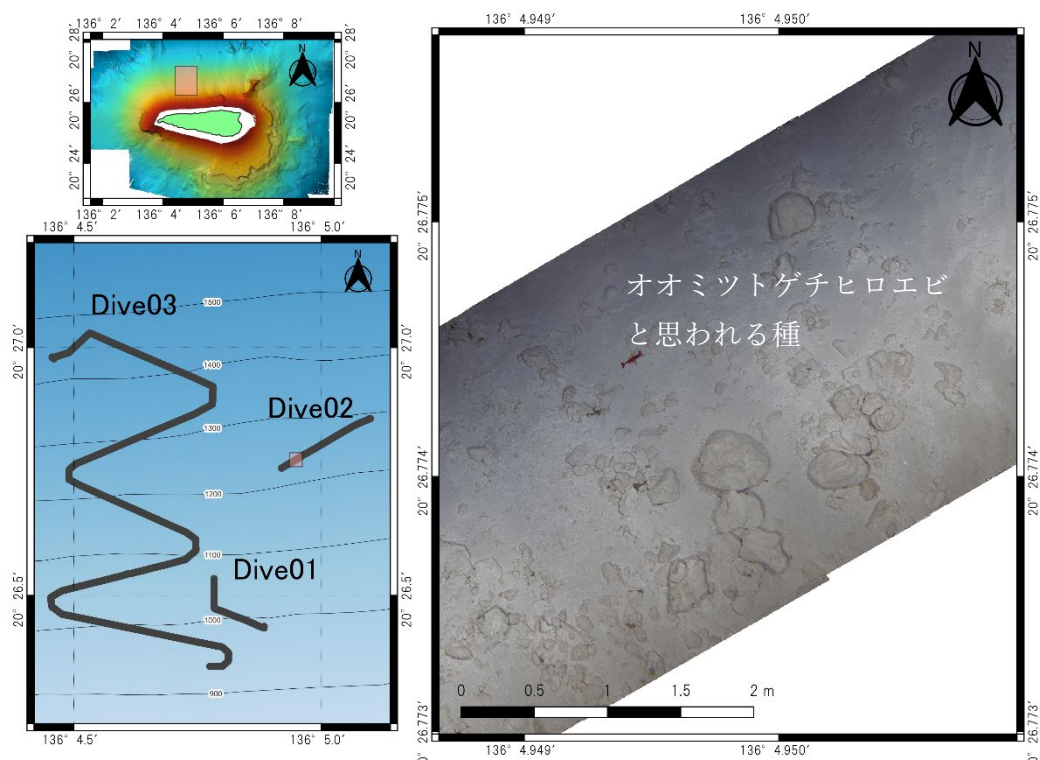


図 2-31 海底のモザイク画像 Dive02 拡大図

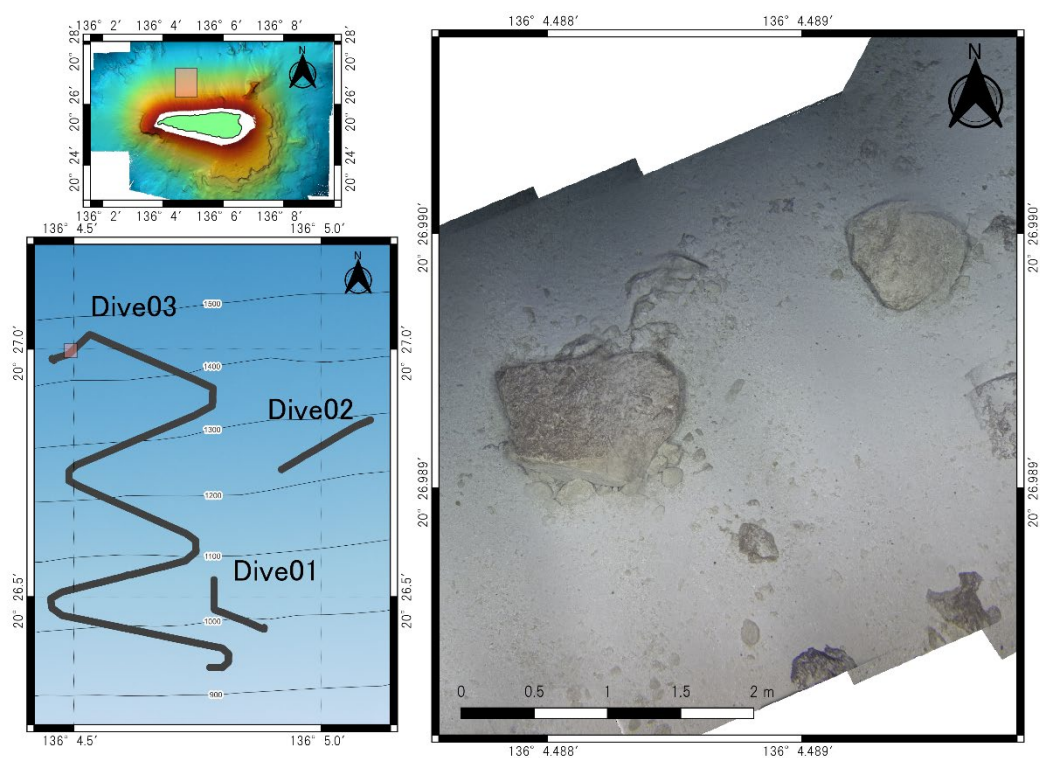


図 2-32(1) 海底のモザイク画像 Dive03 拡大図



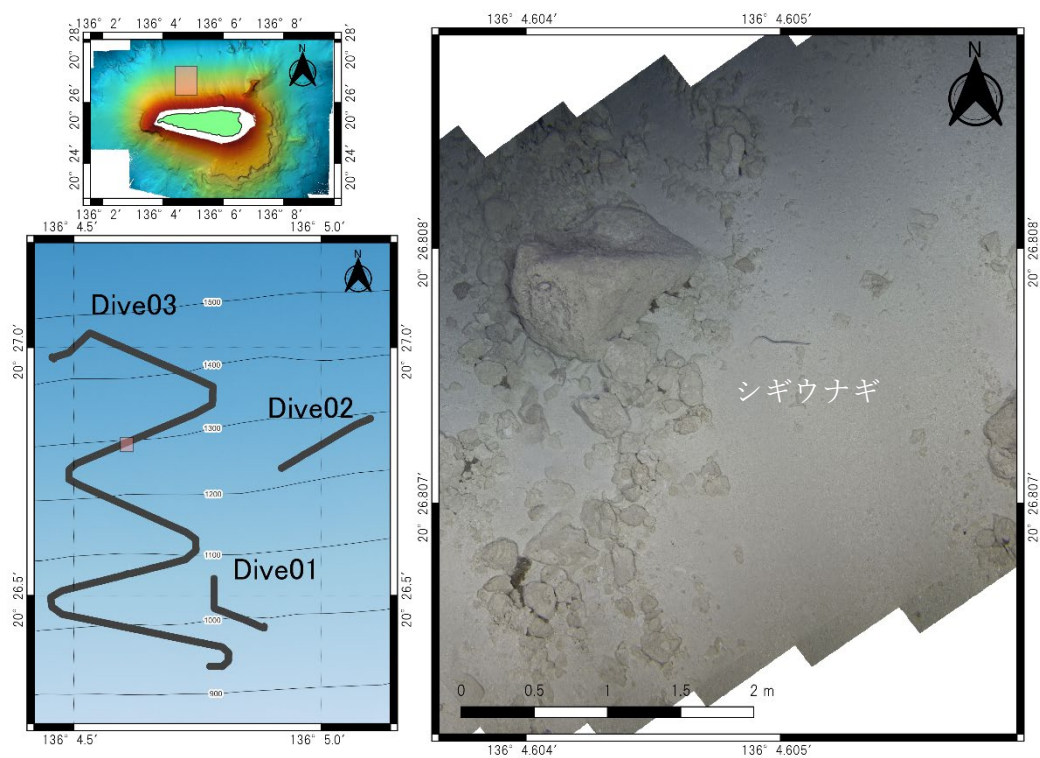


図 2-32(2) 海底のモザイク画像 Dive03 拡大図

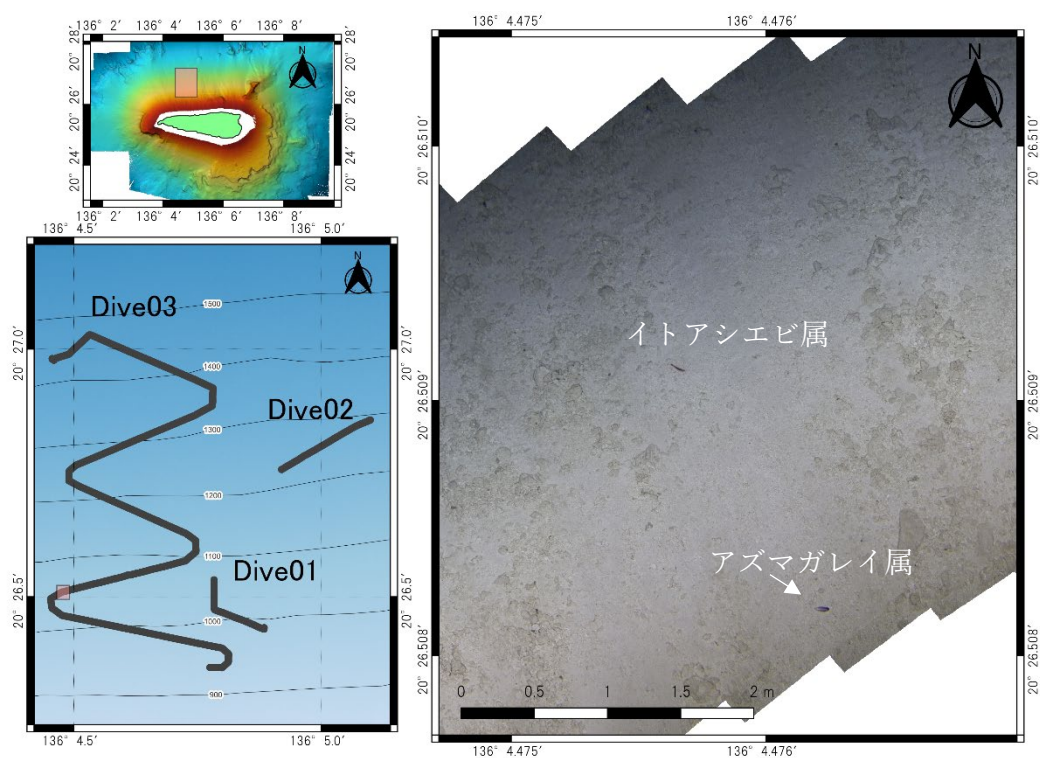


図 2-32(3) 海底のモザイク画像 Dive03 拡大図



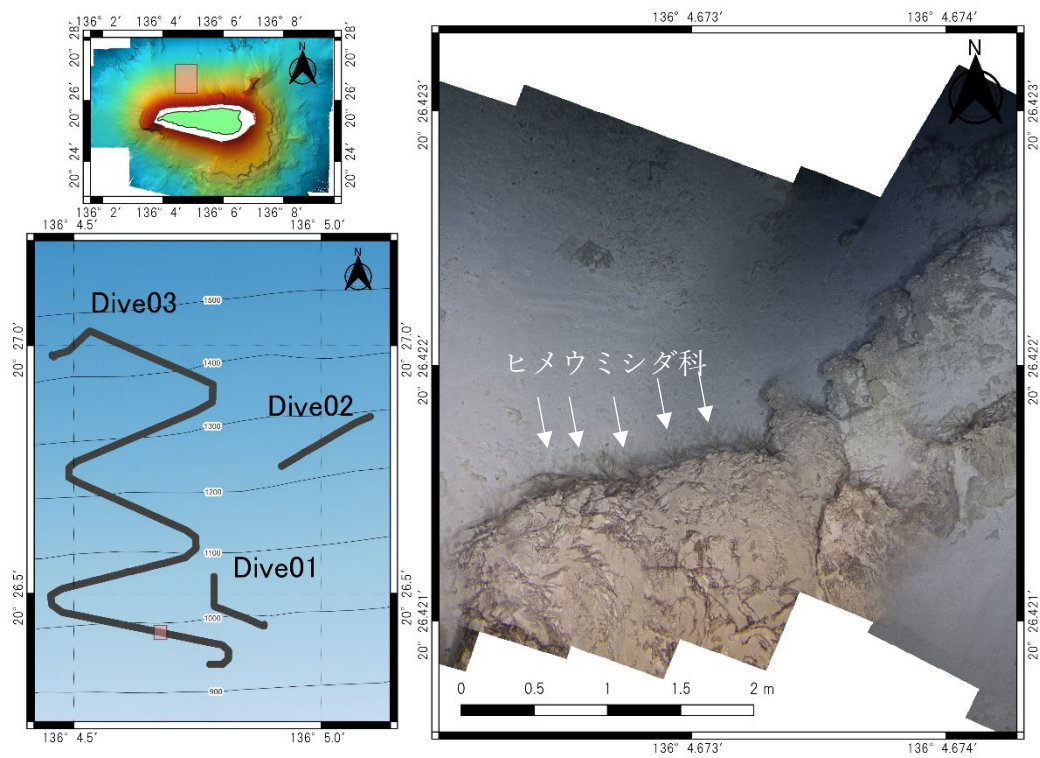


図 2-32(4) 海底のモザイク画像 Dive03 拡大図

## 2) 令和 5 年度（2023 年）調査

スチルカメラで撮影された画像から海底のモザイク画像を作成した。モザイク画像の全体図を図 2-33 に、拡大図を図 2-34 に示す。調査海域の海底はいずれも石灰岩が主と思われる礫や砂で構成されており、岩盤や岩石が点在していた。

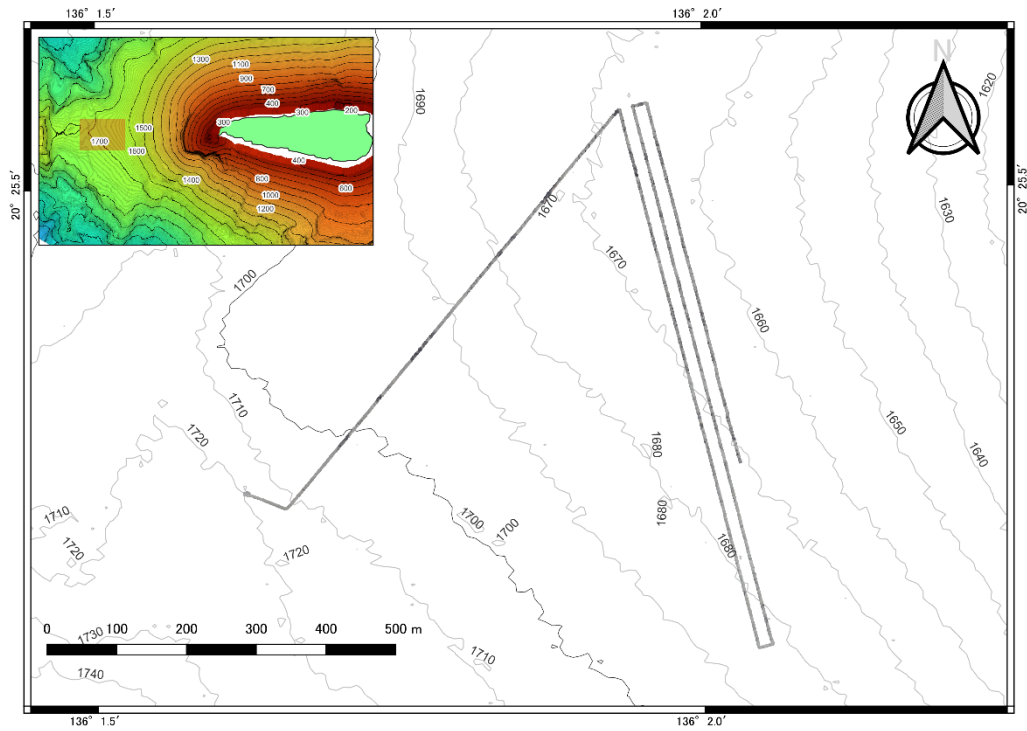


図 2-33 海底のモザイク画像 全体図

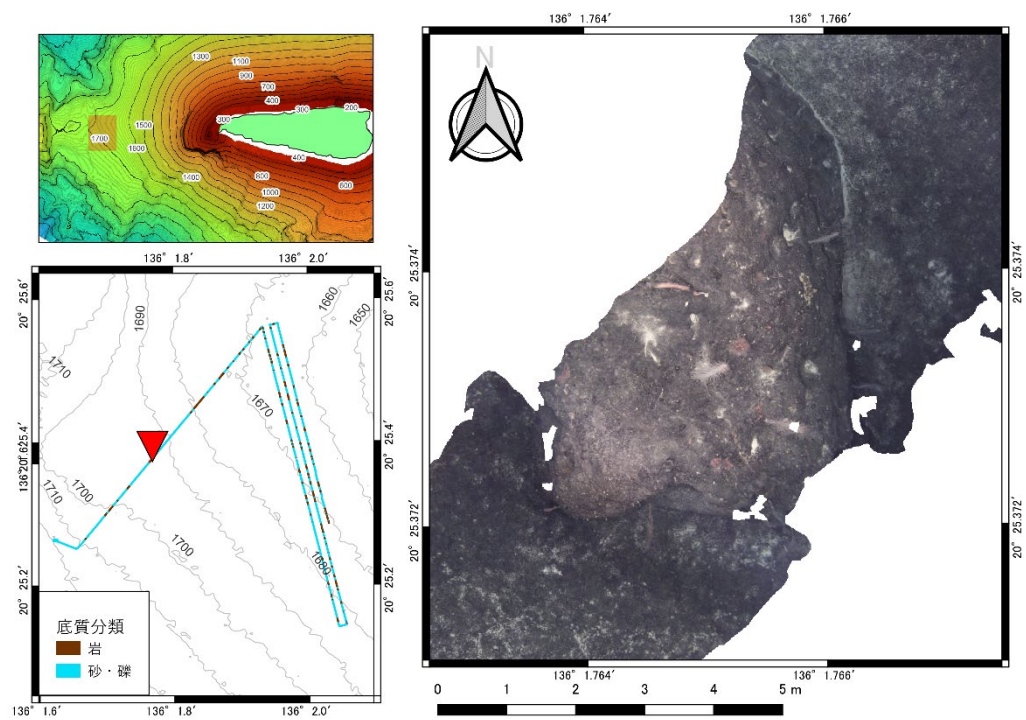


図 2-34(1) 海底のモザイク画像 Dive02 拡大図

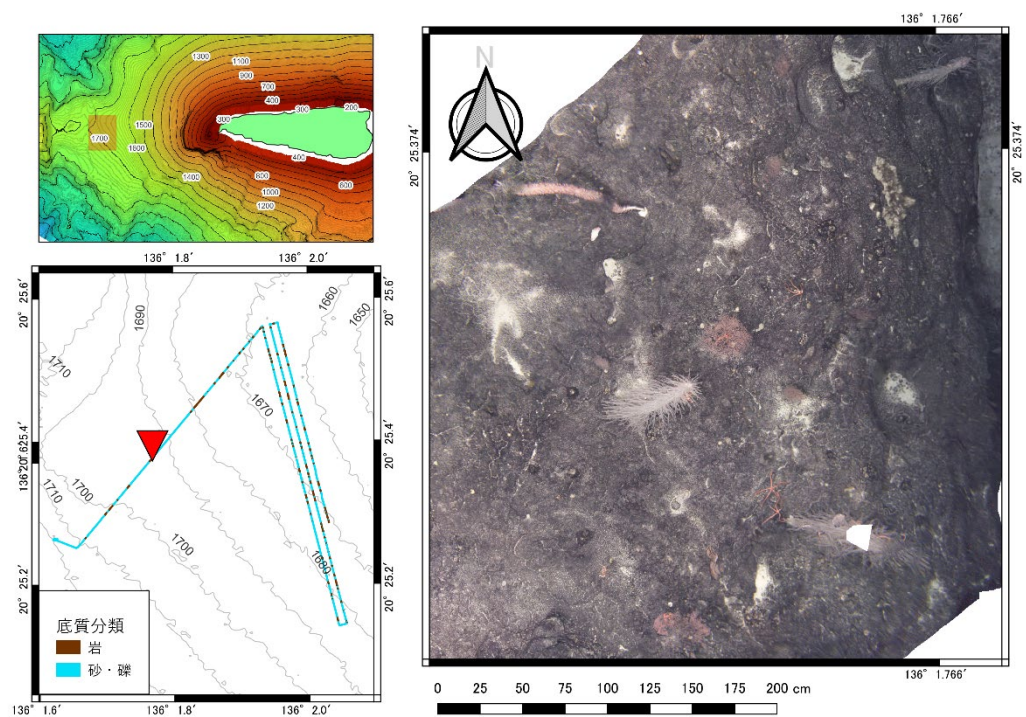


図 2-34(2) 図 2-34(1)の更に拡大



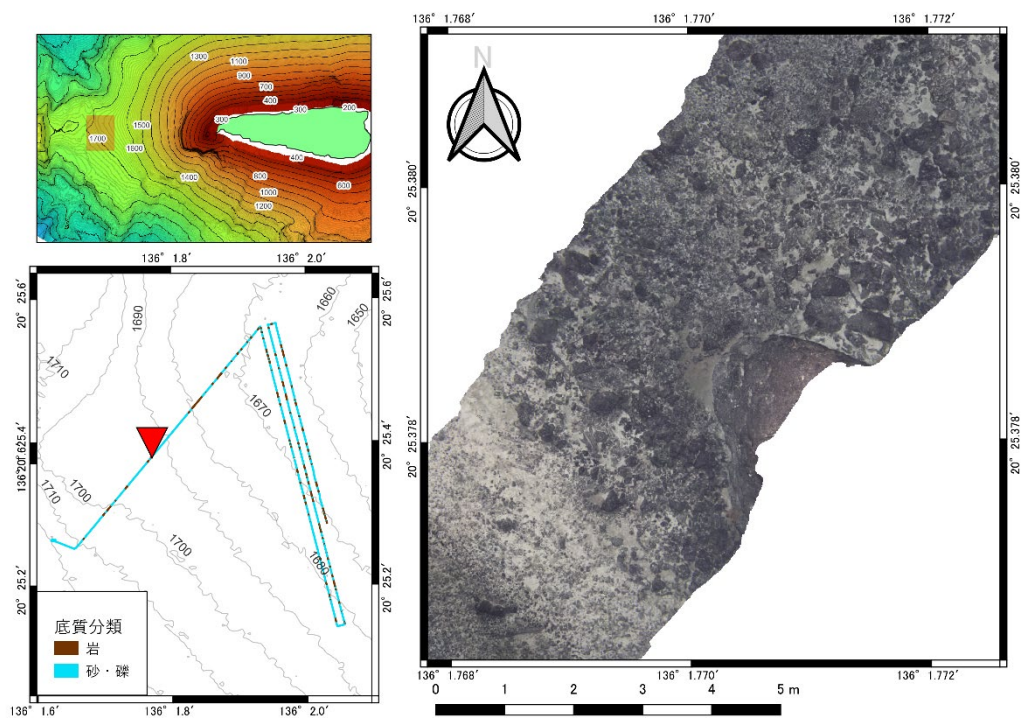


図 2-34(3) 海底のモザイク画像 Dive02 拡大図

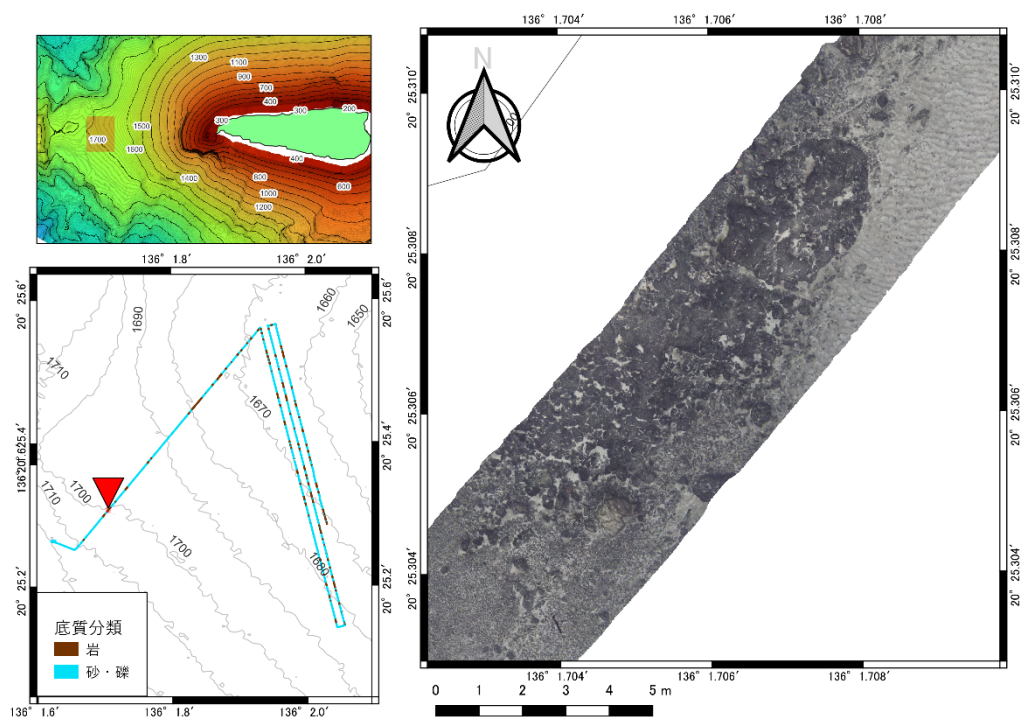


図 2-34(4) 海底のモザイク画像 Dive02 拡大図

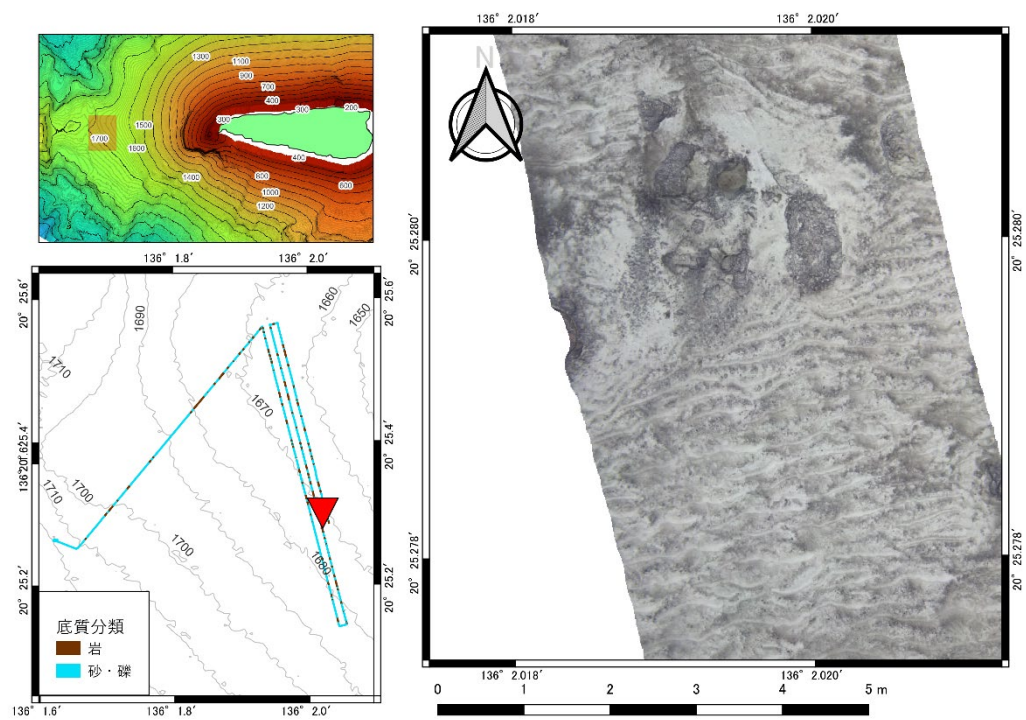


図 2-34 (5) 海底のモザイク画像 Dive02 拡大図



### 2.3.3 海洋構造（水温・塩分の鉛直分布）

CTD によって観測された水温、塩分、それらより計算された海水の密度及び T-S ダイアグラムを図 2-35～図 2-38 に示す。すべての地点で水温・塩分の値は一般的に外洋でみられる鉛直構造を示していた。調査年ごとにおいては地点による大きな違いはみられなかったが、令和 4 年度（2022 年）調査では表層塩分が 34.25 前後、令和 5 年度（2023 年）調査では 34.75 前後であった。

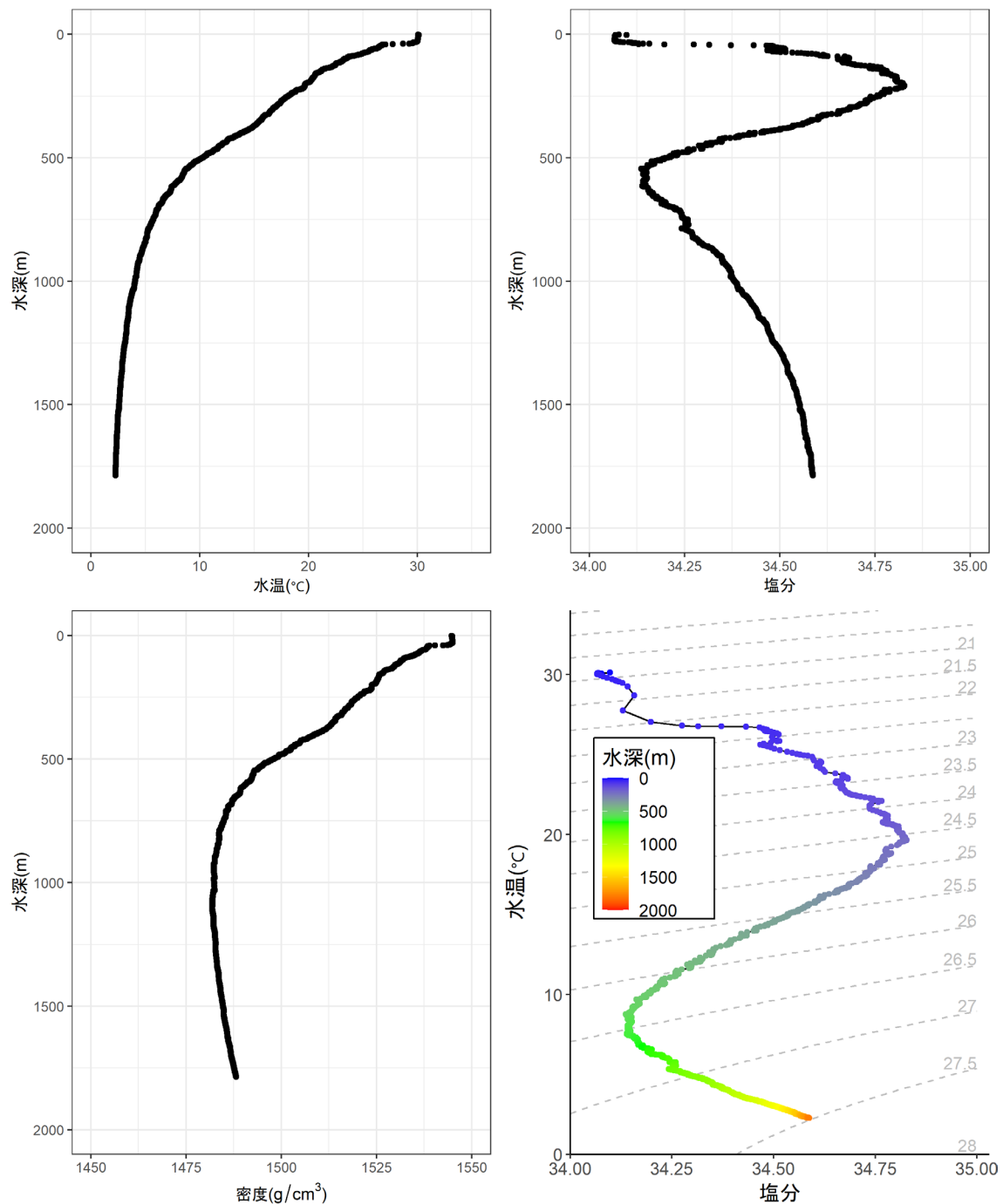


図 2-35 St.1 における CTD 結果

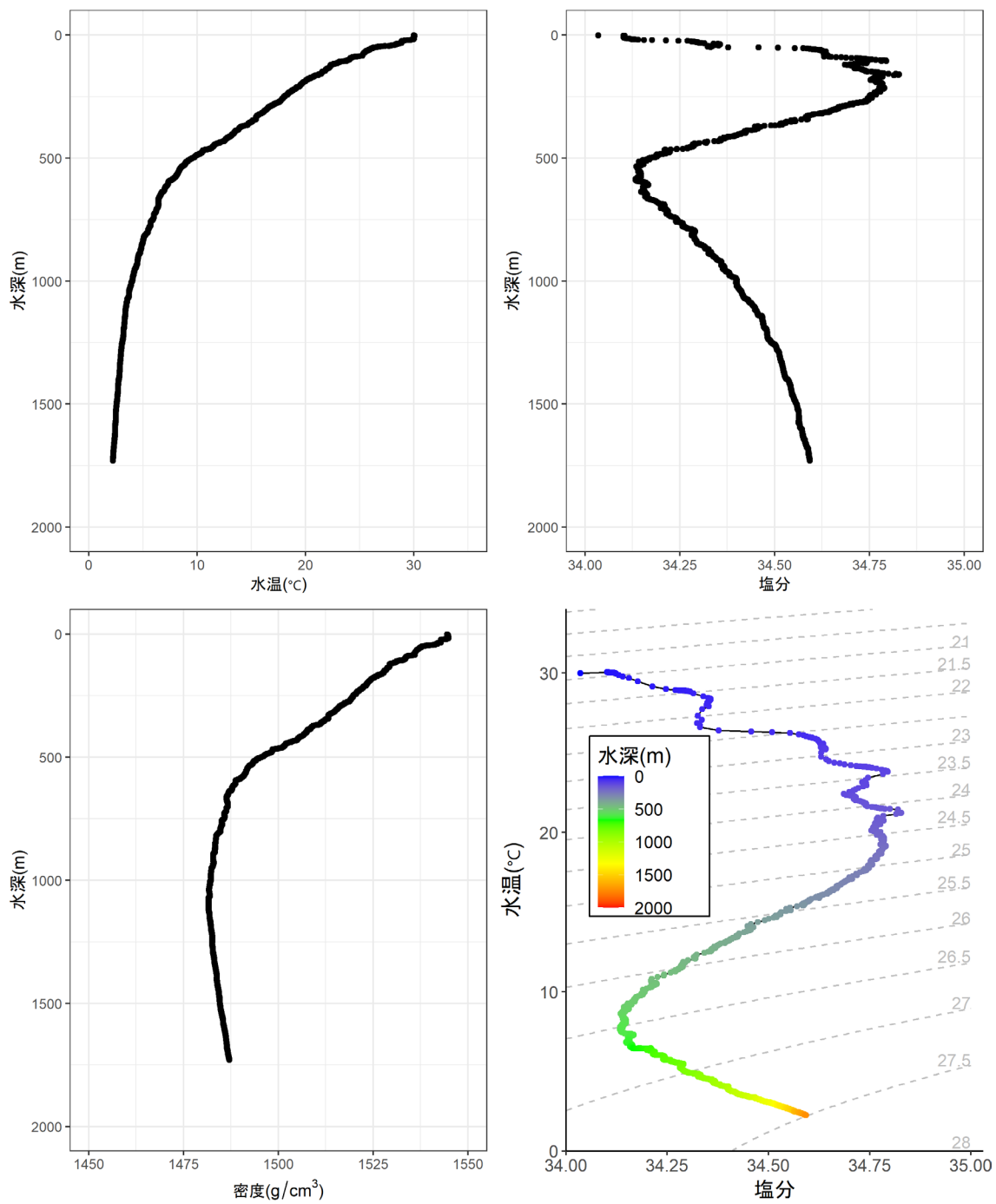


図 2-36 St.2 における CTD 結果

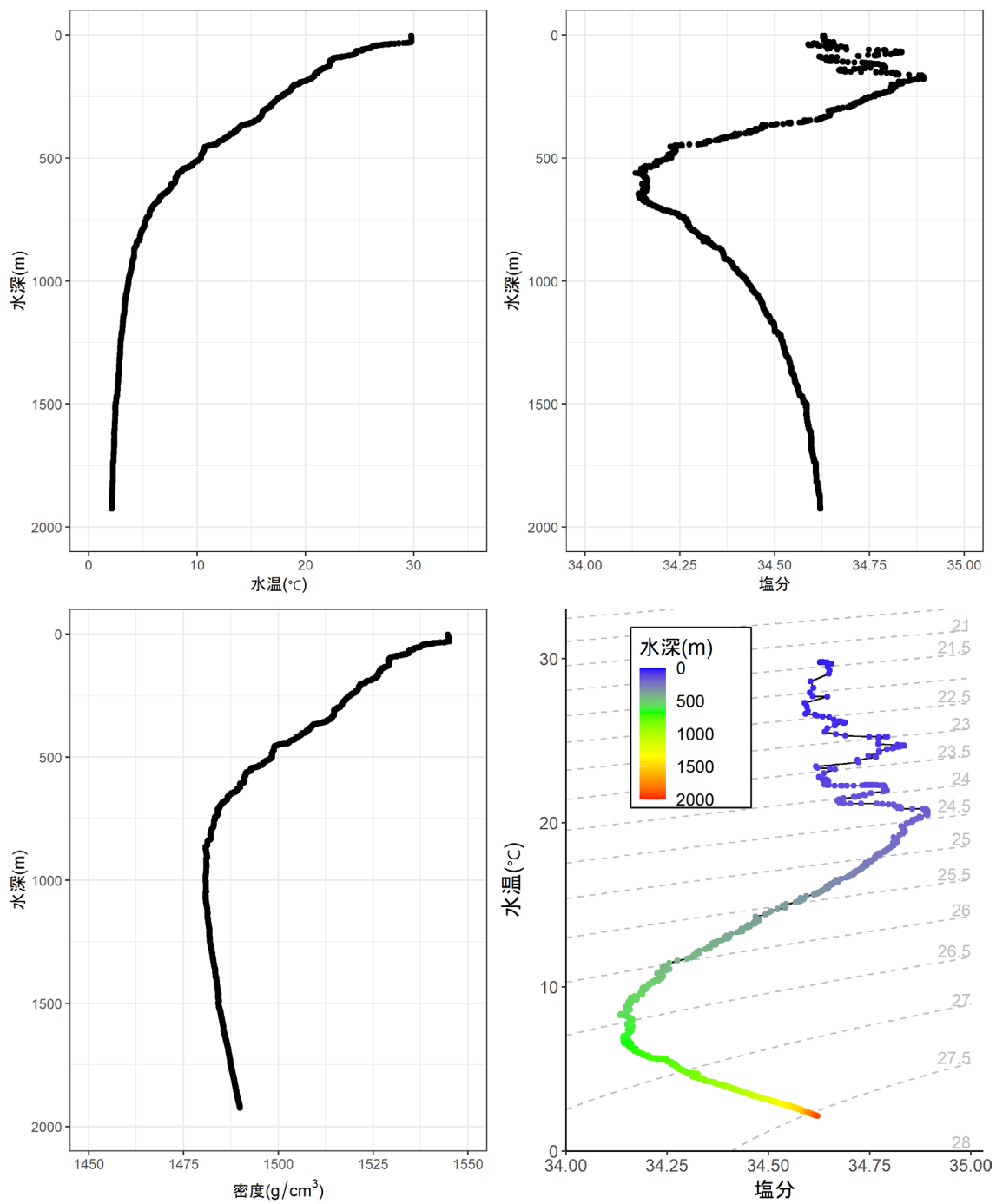


図 2-37 St.3-1 における CTD 結果

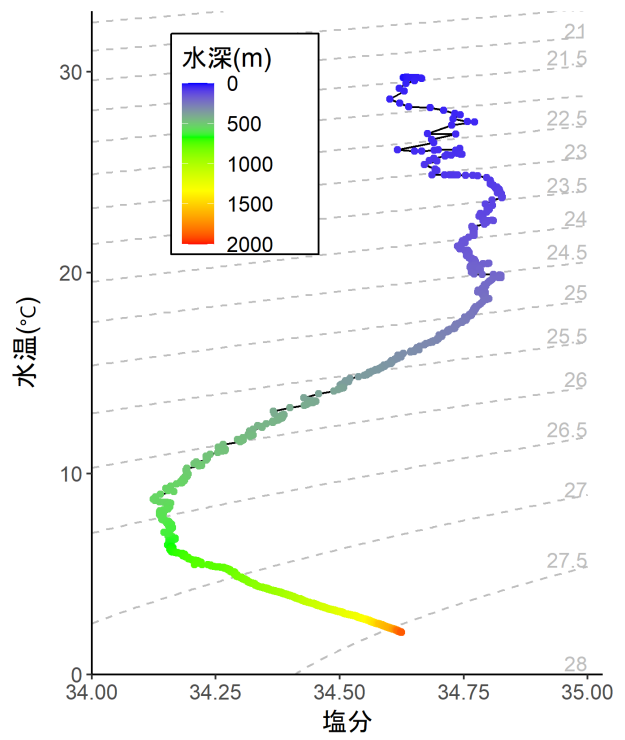
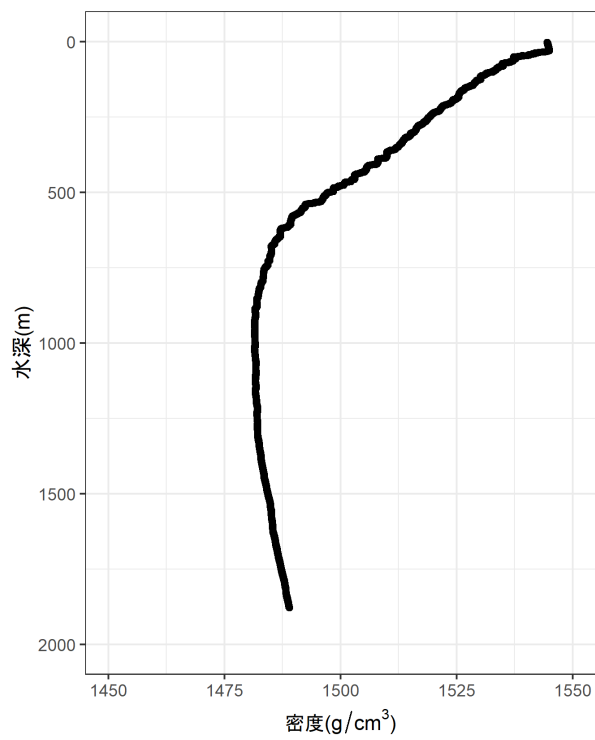
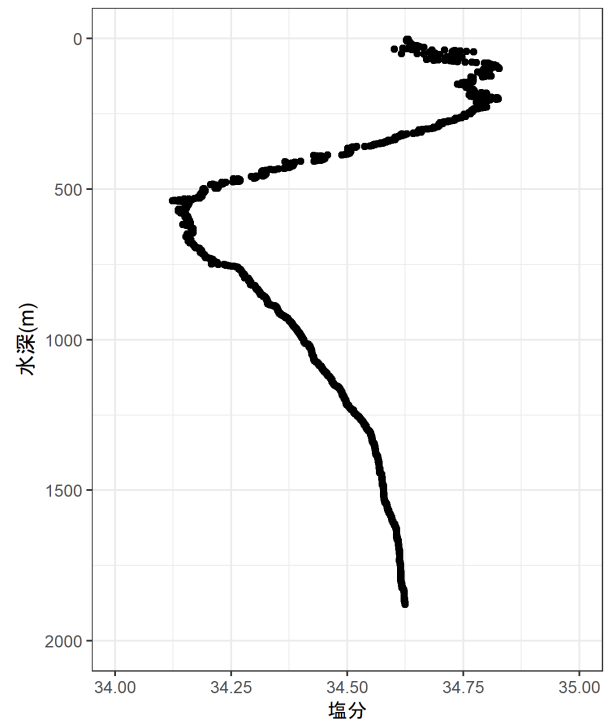
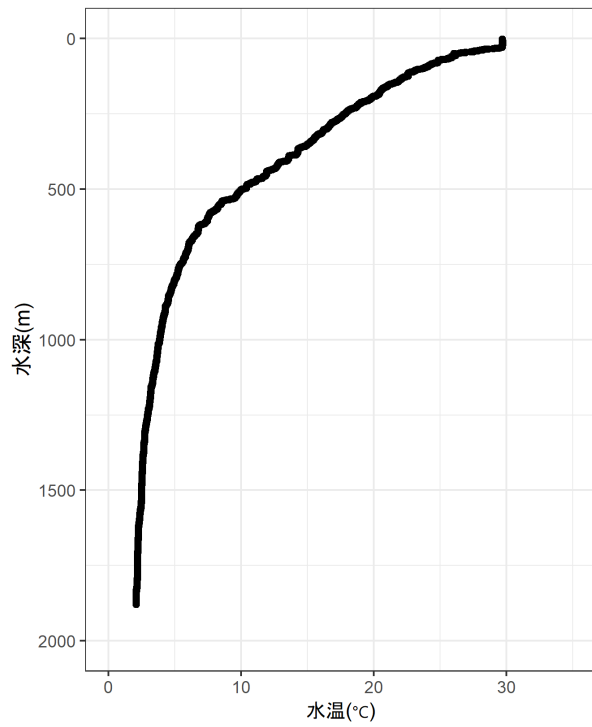


図 2-38 St.3-2 における CTD 結果

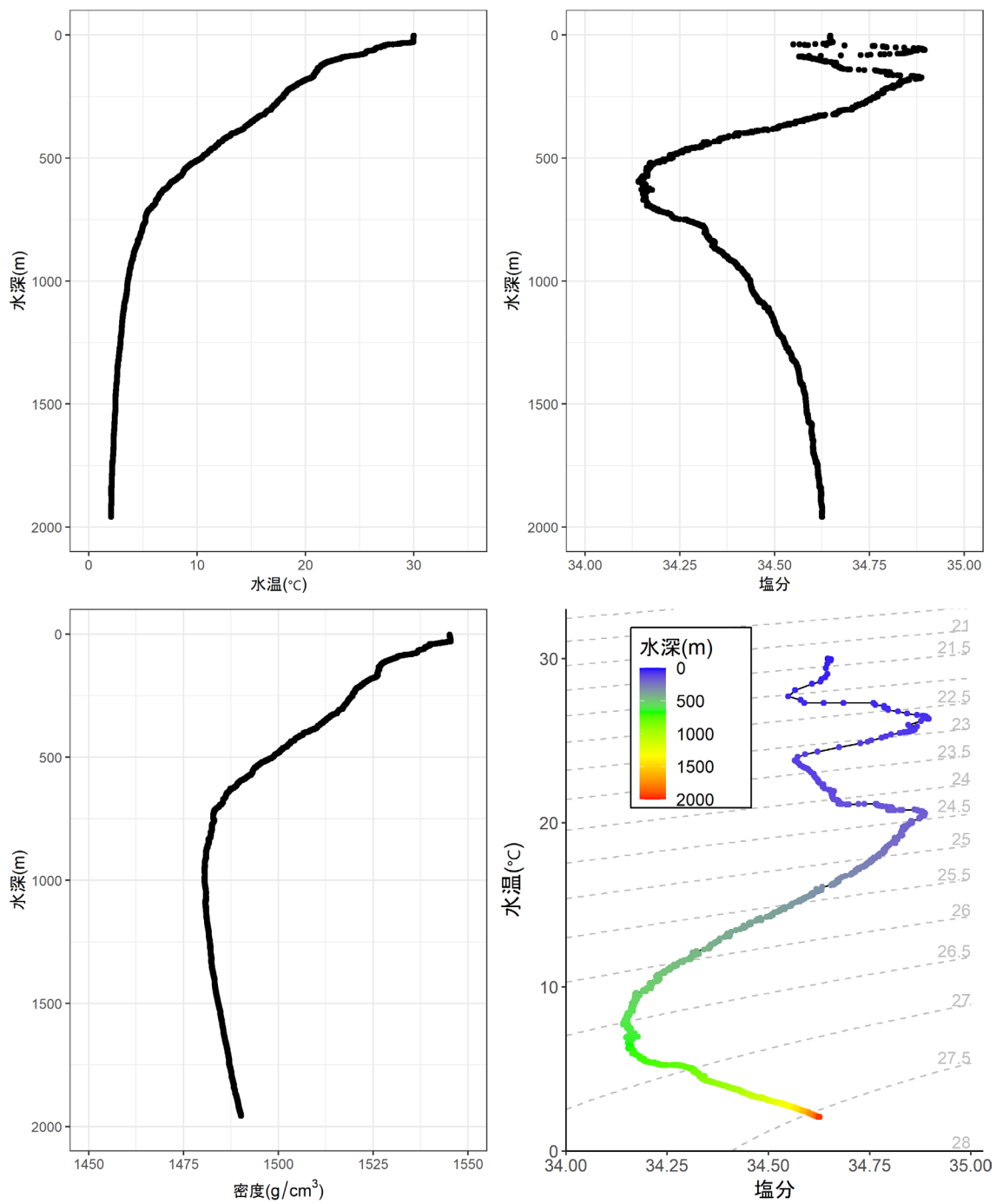


図 2-39 St.4 における CTD 結果



## 2.3.4 地質及び鉱物資源調査

### (1) 採泥調査

採泥調査は2023年7月14日と7月17日に実施した。調査地点図を図2-40に、調査概要を表2-6に示す。D01では機材トラブルにより映像の撮影はできなかったが写真2-6に示すサンプルを採取することができた。また、D01-2ではサンプルを採取することができなかったが、映像を撮影することができ、白色の石灰質砂(有孔虫砂)中に表面が黒色のマンガンクラストまたは黒色にマンガンコーティングした角礫質の岩石が点在しているのが観察された(写真2-7a~d)。これらの岩石(30cm~数mサイズと推定)は角張っており基盤岩の可能性はあるが、試料が採取されていないため判断不能である。白色の有孔虫砂には、表面にリップルマーク(写真2-7c)が発達しているのが観察され、水深3,000m付近にも流れが存在していることが確認された。また有孔虫砂に混じって黒色で中礫(16~64mmと推定)サイズの角礫が点在しているが、D01で採取されたサンプルからマンガンコーティングされている白色の石灰岩礫であることがわかった。

D02では底質サンプルの採取(写真2-8)と映像の撮影を行うことができた。映像からは写真2-9a~eに示す様に白色の岩石片~ブロックが点在するのが確認され、写真2-9eに映る白色石灰岩には採泥器が引っかかり、本ブロックと思われる試料が採取された(写真2-8 赤楕円)。本ブロックをかわした後に、水深3,050m付近より比高10mを越える黒色岩石で覆われた急崖(写真2-9f~g)が発達しているのが確認され基盤岩類と思われるが、試料は採取できなかった。

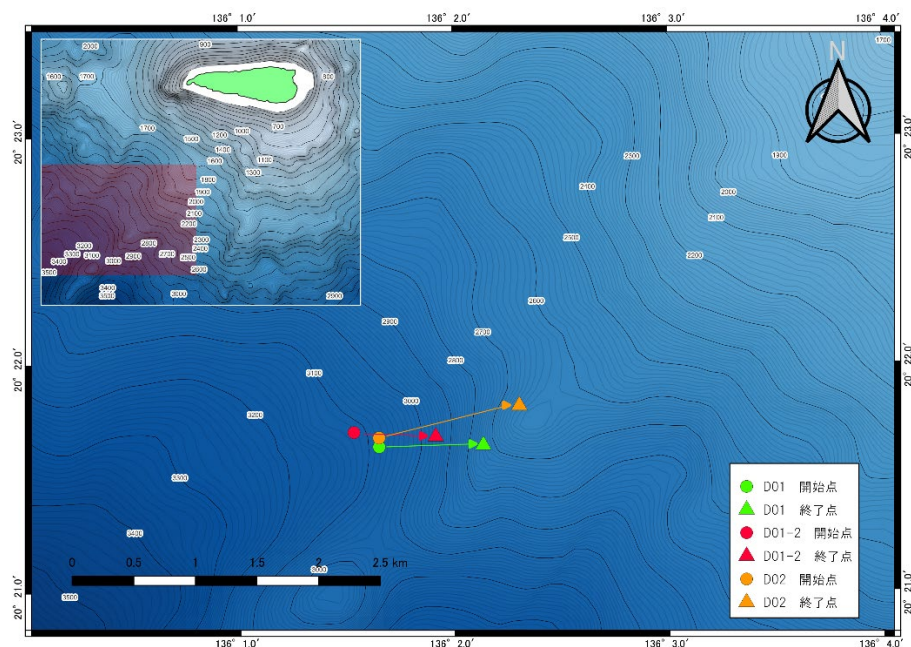


図 2-40 採泥調査の調査地点図

表 2-6 採泥調査の概要

日付	調査名		緯度	経度	水深	備考
2023 年 7 月 14 日	D01	開始時	20° 21.6360′	136° 01.6497′	3,129 m	映像なし
		終了時	20° 21.6418′	136° 02.1353′	2,815 m	
	D01-2	開始時	20° 21.7003′	136° 01.5328′	3,124 m	サンプル なし
		終了時	20° 21.6808′	136° 01.9137′	3,101 m	
2023 年 7 月 17 日	D02	開始時	20° 21.6762′	136° 01.6497′	3,110 m	
		終了時	20° 21.8153′	136° 02.3040′	2,995 m	



写真 2-6 D01 で採取された底質サンプル

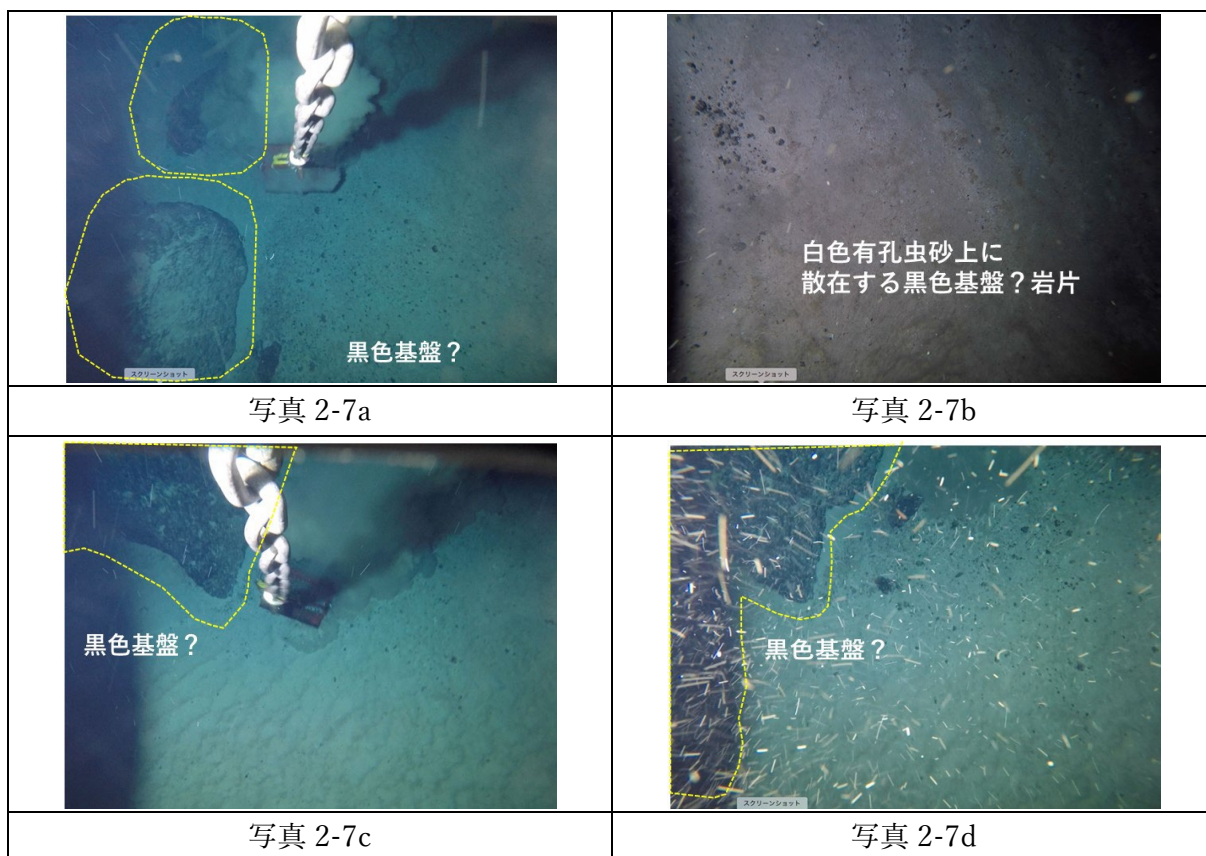



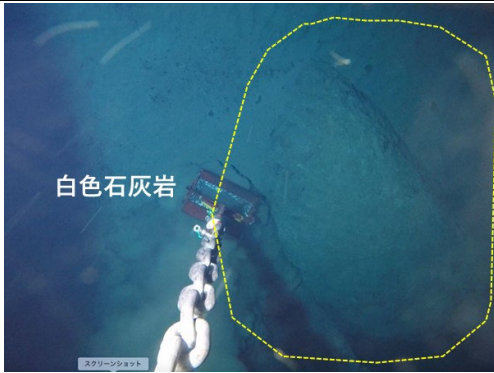
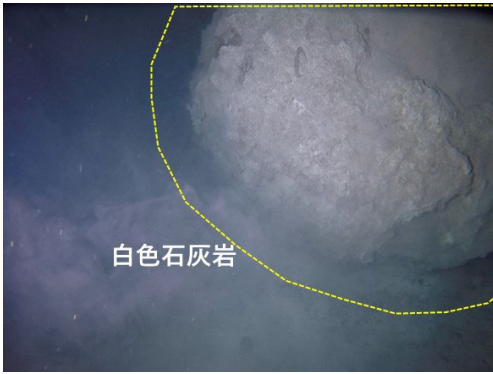
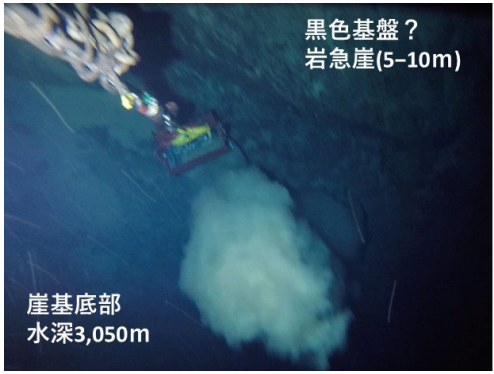
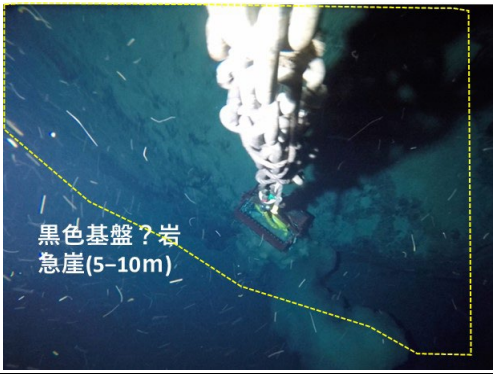
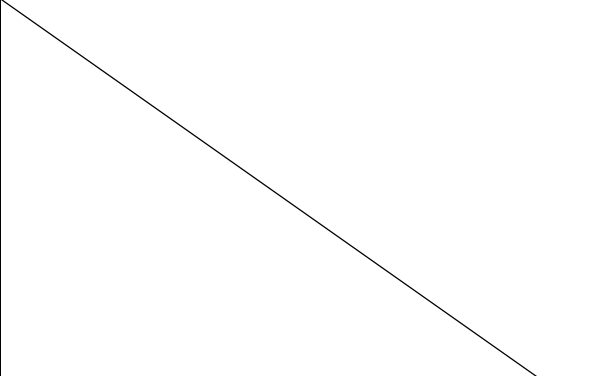


写真 2-8 D02 で採取された底質サンプル

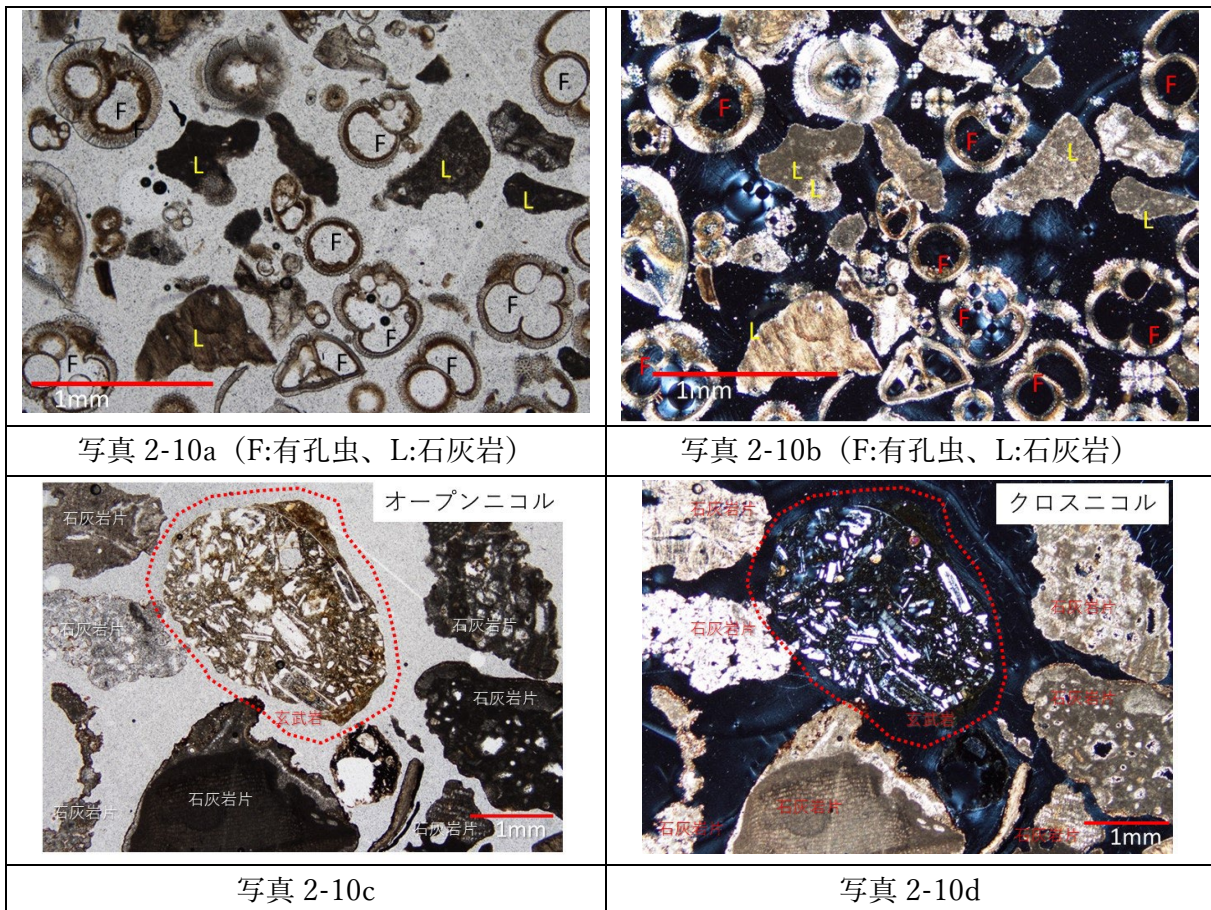


 <p>白色石灰岩 (フィルム状黒色Mn)</p>	 <p>白色石灰岩 (フィルム状黒色Mn)</p>
<p>写真 2-9a</p>	<p>写真 2-9b</p>
 <p>白色石灰岩 (フィルム状黒色Mn)</p>	 <p>白色石灰岩</p>
<p>写真 2-9c</p>	<p>写真 2-9d</p>
 <p>白色石灰岩</p>	 <p>黒色基盤? 岩急崖(5-10m)</p> <p>崖基底部 水深3,050m</p>
<p>写真 2-9e</p>	<p>写真 2-9f</p>
 <p>黒色基盤? 岩急崖(5-10m)</p>	
<p>写真 2-9g</p>	

## (2) 分析結果

D01、D02 で採取されたサンプルは篩い分けを行い、礫以下のサイズ(1~2mm)で鑑定可能な粒度において薄片を作成し、観察を行った。

両地点で主であった白色の堆積物は、有孔虫砂及び石灰質岩片質砂(一部黒色マンガンコーティング)であり、有孔虫はいくつもの部屋が発達した浮遊性種と思われる現世の浮遊性有孔虫が主で、石灰質岩片はワッケストーン(wackestone: Dunham,1962)に相当するものであった(写真 2-10a~b)。また、数個の玄武岩質岩片が確認された(写真 2-10c~d)。この内の一つは単斜輝石玄武岩であったため、基盤岩の可能性がある。石基中の斜長石に、急冷構造が確認されるため、水中噴出の可能性はあるが、ガラスはサポナイト等の粘土鉱物により置換され、変質が進んでいる。





### 2.3.5 生物相調査

AUV に搭載されたスチルカメラの画像は概ね 4 秒に 1 枚撮影しており、これらの写真から画像に写っている生物の同定、カウントを行った。各潜航で撮影され、海底観察に用いた画像の枚数を表 2-7 に示す。各生物分類群の専門家に適宜ヒアリングを行い、生物の同定結果に反映させた。なお、本結果は画像からの生物種類の同定となるため、多くの生物は上位分類群での同定とした。

また、令和 5 年度（2023 年）は急峻な海底地形を考慮し、航行高度を令和 4 年度（2022 年）よりも上げて AUV 調査を行った。

表 2-7 海底観察に使用した写真の枚数

調査年	潜航名	海底観察に使用した写真枚数
2022	Dive01	447 枚
	Dive02	648 枚
	Dive03	4,290 枚
2023	Dive02	3,810 枚

### (1) 令和 4 年度（2022 年）観察結果

令和 4 年度（2022 年）の調査において、海底観察の結果確認された生物の種類数は、エビやカニなどの節足動物門 15 種類、ウミシダやウニなどの棘皮動物門 13 種類、魚類などの脊椎動物門 21 種類など全 63 種類（表 2-8）で、確認された生物の一覧を表 2-9 に、一部生物の写真を写真 2-11 に示す。この内、ある程度分類群（科・属）まで同定され、個体数が多かった表 2-10 に示す 7 種類を代表的な生物として選定し、時系列の出現頻度とハビタットマップで整理を行った。例えば“ウニ綱”等は個体数が多いものの、上位の分類群までの同定となっており、含まれる種が多いことから本整理からは除外した。

シギウナギは後述の環境 DNA 調査においても採水試料中から検出された。

代表的な生物の出現頻度とカウントされた種類数の時系列グラフを図 2-41(1)～(3)に示す。ほとんどの生物種類は、1 画像あたりの個体数は 1～2 個体であったが、Dive03 ではヒメウミシダ科が 1 画像あたり最大 12 個体確認された。これは巨石をハビタットとして生息していたためである。また、同時に出現した種類数は水深によって大きな偏りはみられなかった。

表 2-8 動物門別生物種類数（令和 4 年度（2022 年））

動物門	種類数
刺胞動物門	12
軟体動物門	2
節足動物門	15
棘皮動物門	13
脊椎動物門	21
合計種類数	63



写真 2-11 AUV による海底観察で確認された生物（令和 4 年度（2022 年））

表 2-9(1) AUV による海底観察で確認された生物一覧（令和 4 年度（2022 年））

調査日：2022年8月20-21日

調査方法：AUVによる撮影

No.	門	綱	学名	和名	環境DNA	水深(m)	生活様式	分布	出現個体数		
									Dive01	Dive02	Dive03
1	刺胞動物門	ヒドロ虫綱	Tubulariidae ?	クダウミヒドラ科 ?		400-600 <sup>a</sup>	固着	-	-	-	1
2		花虫綱	Coralliidae ?	サンゴ科 ?		400-800 <sup>a</sup>	固着	-	-	-	6
3			<i>Anthoptilum</i> sp.			600-800 <sup>a</sup>	固着	-	-	-	9
4			<i>Umbellula</i> sp. ?			1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	-	-	8
5			Primnoidae	オオキンヤギ科		200-3000 <sup>a</sup>	固着	-	-	-	1
6			Calcaxonia ?			-	固着	-	-	-	3
7			<i>Epizoanthus</i> sp.			-	固着・寄生	-	-	-	1
8			<i>Calliactis</i> sp. or <i>Paracalliactis</i> sp.?			-	固着・寄生	-	-	1	16
9			Edwardsiidae ?	ムシモドキギンチャク科 ?		-	底生/移動 ?	-	-	-	2
10			Liponematidae ?	ダーリアインギンチャク科 ?		200-800 <sup>a</sup>	底生/移動 ?	-	2	-	1
11			Actiniaria	イソギンチャク目		-	底生/移動 ?	-	-	2	19
12	-		Cnidaria	刺胞動物門（花虫綱orヒドロ虫綱）		-	固着	-	-	-	8
13	軟体動物門	頭足綱	Opisthoteuthidae	メンダコ科		1000-3000 <sup>a</sup>	底生	-	1	-	1
14		腹足綱	Pleurobranchaeidae	ウミフクロウ科		200-600 <sup>a</sup>	底生	-	-	-	13
15	節足動物門	軟甲綱	Mysida	アミ目		-	遊泳	-	-	-	10
16			Aegidae ?	グソクムシ科 ?		-	底生	-	-	-	1
17			<i>Aristaeopsis</i> cf. <i>edwardsiana</i>	オオミツトゲヒロエビと思われる種		274-1850 <sup>b</sup>	遊泳	インド・西太平洋	-	1	32
18			<i>Aristeus</i> cf. <i>virilis</i>	ヒカリチヒロエビと思われる種		230-900 <sup>a</sup>	遊泳	インド・太平洋の熱帯-温帯域	-	-	3
19			Aristidae	チヒロエビ科		陸棚辺縁部-3000 <sup>b</sup>	遊泳	-	4	-	17
20			<i>Pasiphaea</i> sp.	シラエビ属		表層-3000 <sup>d</sup>	遊泳	-	1	-	10
21			<i>Acanthephyra</i> cf. <i>eximia</i>	トゲヒオドシエビと思われる種	△	200-4700 <sup>b</sup>	遊泳	世界中に広く分布	8	1	52
22			<i>Nematocarcinus</i> sp.	イトアシエビ属		700-2400 <sup>e</sup>	底生	-	7	5	84
23			<i>Heterocarpus</i> cf. <i>longirostris</i>	<i>Heterocarpus longirostris</i> と思われる種		428-1020 <sup>a</sup>	底生	太平洋	-	-	1
24			<i>Heterocarpus</i> sp.	ミノエビ属		-	底生	-	3	7	40
25			<i>Homeryon</i> cf. <i>armarium</i>	<i>Homeryon armarium</i> と思われる種		520-700 <sup>f</sup>	底生	九州・バライオ海嶺,日光海山	1	-	2
26			<i>Parapagurus</i> cf. <i>furici</i>	アンボソシンカイヤドカリと思われる種		311-2500 <sup>g</sup>	底生	西太平洋	-	-	2
27			<i>Parapagurus</i> or <i>Sympagurus</i> sp.	シンカイヤドカリ属 or オキヤドカリ属		300-2500 <sup>g</sup>	底生	-	1	1	24
28			Homolidae	ホモラ科		-	底生	-	-	1	12
29			Malacostraca	軟甲綱		-	底生	-	-	1	10

\*注1：本同定結果は画像によるもので、標本によるものではないため、不確かな情報を含んでいる。

\*注2：環境DNA欄の○は検出されたことを、△は上位分類群レベルで一一致した種類の検出を示す。

\*注3：参考資料は以下に示す通りである。

- Benthic Deepwater Animal Identification Guide V3/ [https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal\\_guide/animal\\_guide.html](https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal_guide/animal_guide.html)
- 林(1992) 日本産エビ類の分類と生態Ⅰ,根拠亜目
- 藤倉ほか(2012) 潜水調査船が観た深海生物 第2版
- 林(2007) 日本産エビ類の分類と生態Ⅱ,コエビ亜目 (1)
- Sea Life Base/ <https://www.sealifebase.ca/summary/Heterocarpus-longirostris.html>
- Komai&Tsuchida(2014) Deep-Sea decapod crustaceans (Caridea, Polychelida, Anomura and Brachyura) collected from the Nikko Seamounts, Mariana Arc, using a remotely operated vehicle "Hyper-Dolphin"
- 朝倉ほか(2006)/ ヤドカリ類の分類学,最近の話題-オキヤドカリ科その2
- Fish Base/ <https://www.fishbase.se/search.php>
- 中坊(2013) 日本産魚類検索図鑑 第3版.
- Koeda et al.(2021) Deep-Sea Fish Fauna on the Seamounts of Southern Japan with Taxonomic Notes on the Observed Species

同定協力者

刺胞：喜瀬 浩輝, 柳田 優花

節足：駒井 智幸

棘皮：岡西 政典, 小川 晟人

魚類：小枝 圭太, 藤原 義弘

表 2-9(2) AUV による海底観察で確認された生物一覧（令和 4 年度（2022 年））

調査日：2022年8月20-21日

調査方法：AUVによる撮影

No.	門	綱	学名	和名	環境DNA	水深(m)	生活様式	分布	出現個体数		
									Dive01	Dive02	Dive03
30	棘皮動物門	ウミユリ綱	Antedonidae	ヒメウミシダ科		-	付着	-	-	6	150
31		ヒトデ綱	Velatida	マクヒトデ目		-	底生	-	1	-	-
32		クモヒトデ綱	Ophiuroidea	クモヒトデ綱		-	寄生	-	-	-	2
33		ウニ綱	Cidaroida	オウサマウニ目		-	底生	-	-	-	2
34			Scutellina	カシパン目		-	底生	-	-	-	3
35			Echinoidea	ウニ綱		-	底生	-	-	4	32
36		ナマコ綱	Pannychia sp.			-	底生	-	-	-	1
37			Laetmogonidae ?	カンテンナマコ科 ?		-	底生	-	-	-	1
38			Elasipodidae ?	板足目 ?		-	底生	-	-	-	3
39			Paelopatides sp. ?			-	底生	-	-	-	1
40			Deimatidae	オニナマコ科		-	底生	-	-	-	3
41			Synallactidae or Psychropotidae	Synallactidae or Psychropotidae		-	底生	-	-	-	8
42			Holothuroidea	ナマコ綱		-	底生	-	-	-	1
43	脊椎動物門	軟骨魚綱	Chimaeridae	ギンザメ科		-	遊泳	-	前方カメラでのみ観察		
44			Odontaspis ferox	オオウニザメ		10-2000 <sup>b</sup>	遊泳	相模湾以南, オーストラリア, 大西洋 <sup>c</sup>	-	-	1
45			Centroscyrmus sp.	ユメザメ属		270-3700 <sup>c</sup>	遊泳	-	-	1	-
46		硬骨魚綱	Aldrovandia affinis	トカゲギス		383-2615 <sup>c</sup>	遊泳	岩手県以南, インド-西太平洋, 大西洋	2	-	7
47			Halosaurus macrochir	クロオビトカゲギス		899-3300 <sup>c</sup>	遊泳	茨城県以西, 日光海山, インド-西太平洋, 大西洋 <sup>c</sup>	4	-	16
48			Histiobranchus cf. bathybius	ソコアナゴと思われる種	△	295-5440 <sup>b</sup>	遊泳	東北沖以南, 正保海山, 北太平洋, 北大西洋 <sup>c</sup>	-	-	1
49			Synaphobranchus sp.	ホラアナゴ属	△	230-3200 <sup>c</sup>	遊泳	-	-	-	3
50			Synaphobranchidae	ホラアナゴ科	△	-	遊泳	-	-	-	2
51			Nemichthys scolopaceus	シギウナギ	○	100-4337 <sup>b</sup>	遊泳	-	-	-	1
52			Bathyporeia sp.	イトヒキイワシ属	△	260-5150 <sup>c</sup>	底生/遊泳	-	12	1	26
53			Ipnops sp.	チョウチンハダカ属		-	遊泳	-	-	-	2
54			Macrouridae	ソコダラ科	△	200以深	遊泳	-	1	-	3
55			Ophidiidae	アシロ科	△	-	遊泳	-	1	-	-
56			Gadiformes or Ophidiiformes	タラ目orアシロ目		-	遊泳	-	-	-	13
57			Lophiidae	アンコウ科	△	-	底生/遊泳	-	-	-	1
58			Halicometes cf. ruber	アカフウリュウウオと思われる種		345-740 <sup>d</sup>	底生/遊泳	駿河湾以南, インド-西太平洋	-	-	1
59			Halicometes sp.	アミメフウリュウウオ属		-	底生/遊泳	-	-	1	3
60			Ogcocephalidae	アカグツ科		-	底生/遊泳	-	-	-	6
61			Symphurus sp.	アズマガレイ属	△	-	底生/遊泳	-	3	-	15
62			Cynoglossidae	ウシノシタ科	△	-	底生/遊泳	-	2	-	7
63			Osteichthyes	硬骨魚綱		-	遊泳	-	2	1	13

\*注1：本同定結果は画像によるもので、標本によるものではないため、不確かな情報を含んでいる。

\*注2：環境DNA欄の○は検出されたことを、△は上位分類群レベルで一致した種類の検出を示す。

\*注3：参考資料は以下に示す通りである。

a. Benthic Deepwater Animal Identification Guide V3/ [https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal\\_guide/animal\\_guide.html](https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal_guide/animal_guide.html)

b. 林(1992) 日本産エビ類の分類と生態 I. 根鰓亜目

c. 藤倉ほか(2012) 潜水調査船が観た深海生物 第2版

d. 林(2007) 日本産エビ類の分類と生態 II. コエビ亜目 (1)

e. Sea Life Base/ <https://www.sealifebase.ca/summary/Heterocarpus-longirostris.html>

f. Komai&amp;Tsuchida(2014) Deep-Sea decapod crustaceans (Caridea, Polychelida, Anomura and Brachyura) collected from the Nikko Seamounts, Mariana Arc,

using a remotely operated vehicle "Hyper-Dolphin"

g. 朝倉ほか(2006)/ ヤドカリ類の分類学, 最近の話題-オキヤドカリ科その2

h. Fish Base/ <https://www.fishbase.se/search.php>

i. 中坊(2013) 日本産魚類検索図鑑 第3版.

j. Koeda et al.(2021) Deep-Sea Fish Fauna on the Seamounts of Southern Japan with Taxonomic Notes on the Observed Species

同定協力者

刺胞：喜瀬 浩輝, 棚田 優花

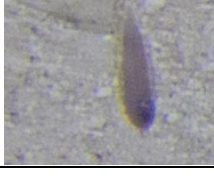
節足：駒井 智幸

棘皮：岡西 政典, 小川 晟人

魚類：小枝 圭太, 藤原 義弘



表 2-10 代表的な生物（令和 4 年度（2022 年））

種名	代表的な写真	特徴
トゲヒオドシエビ と思われる種 出現個体数 61		深海性のエビ。海底付近を蛇行しながら活発に遊泳する。水深 200-4,700m、世界中に広く分布しており、同科同属の別種が環境 DNA で検出された。節足動物門軟甲類（エビ・カニ等）で 2 番目に多く数が確認された。
イトアシエビ属 出現個体数 96		深海性のエビであり、脚が細長いことが特徴。海底面に生息。全種中 2 番目、節足動物門軟甲類で最も多く数が確認された。
ミノエビ属 出現個体数 50		深海性のミノエビの仲間 <i>H. longirostris</i> と思われる種の可能性はあるが、画像からは判別が困難であった。節足動物門軟甲類で 3 番目に多く数が確認された。
ヒメウミシダ科 出現個体数 156		主に深海性のウミシダで露出した岩盤に巻脚で付着する。ウミシダ類は時に浮遊することもある。全種中最も多く数が確認された。
イトヒキイワシ属 出現個体数 39		海底に胸鰭で立つ魚であり、活発に泳がない。日本近海では 3 種知られている。水深 260-5150m 程度に生息する。魚類では最も多くの個体が確認された。
アズマカレイ属 出現個体数 18		海底にへばりついている 10cm 程度のシタビラメの仲間であり、既知種は 4 種。水深 50-815m 程度に生息する。ウシノシタ科と生息水深が異なっていた。
ウシノシタ科 出現個体数 9		多くの種が含まれる科で、海底にへばりついているシタビラメの仲間である。アズマカレイ属と生息水深が異なっていた。

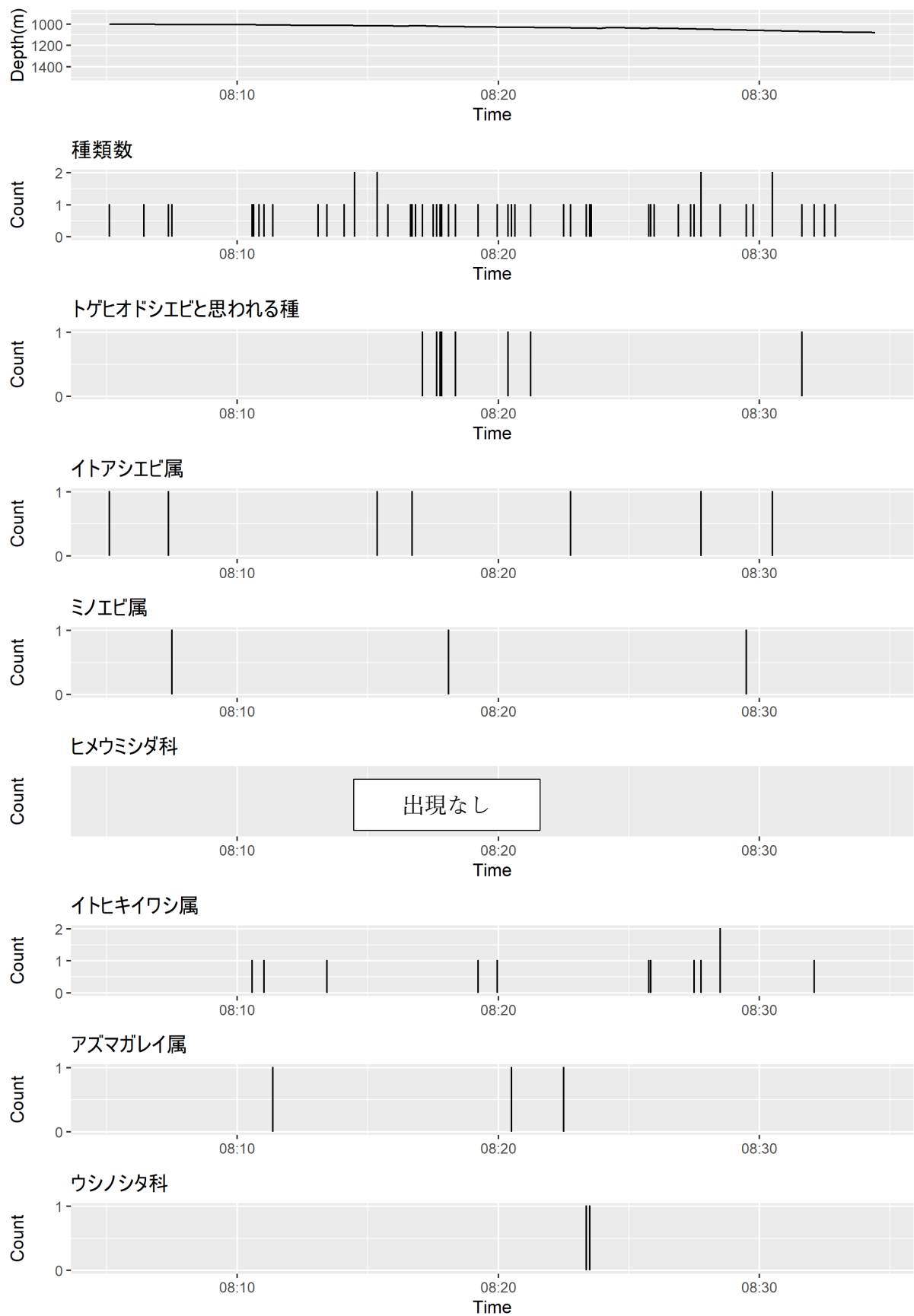


図 2-41(1) Dive01 における代表的な生物の出現時系列グラフ（令和 4 年度（2022 年））

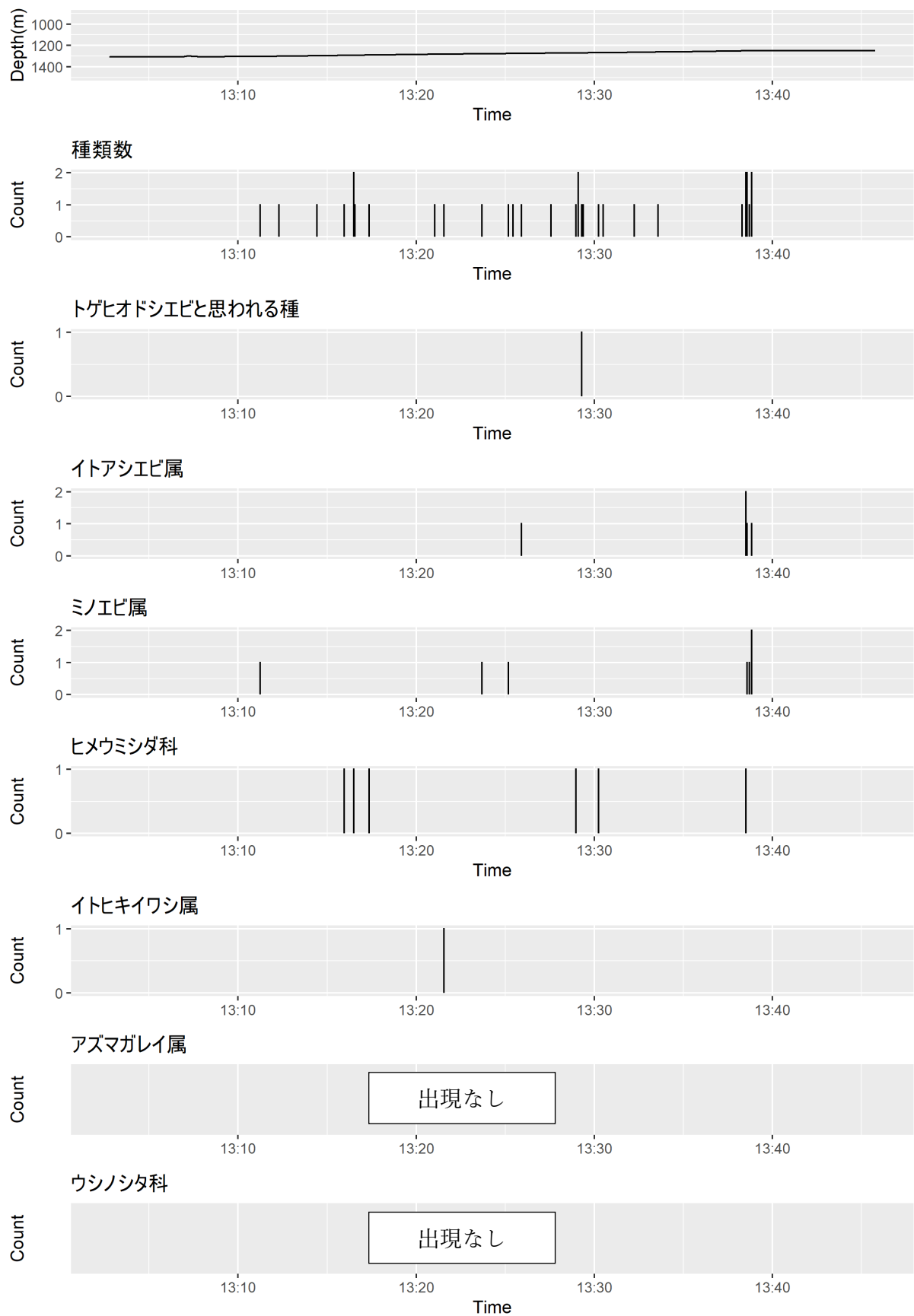


図 2-41(2) Dive02 における代表的な生物の出現時系列グラフ（令和 4 年度（2022 年））

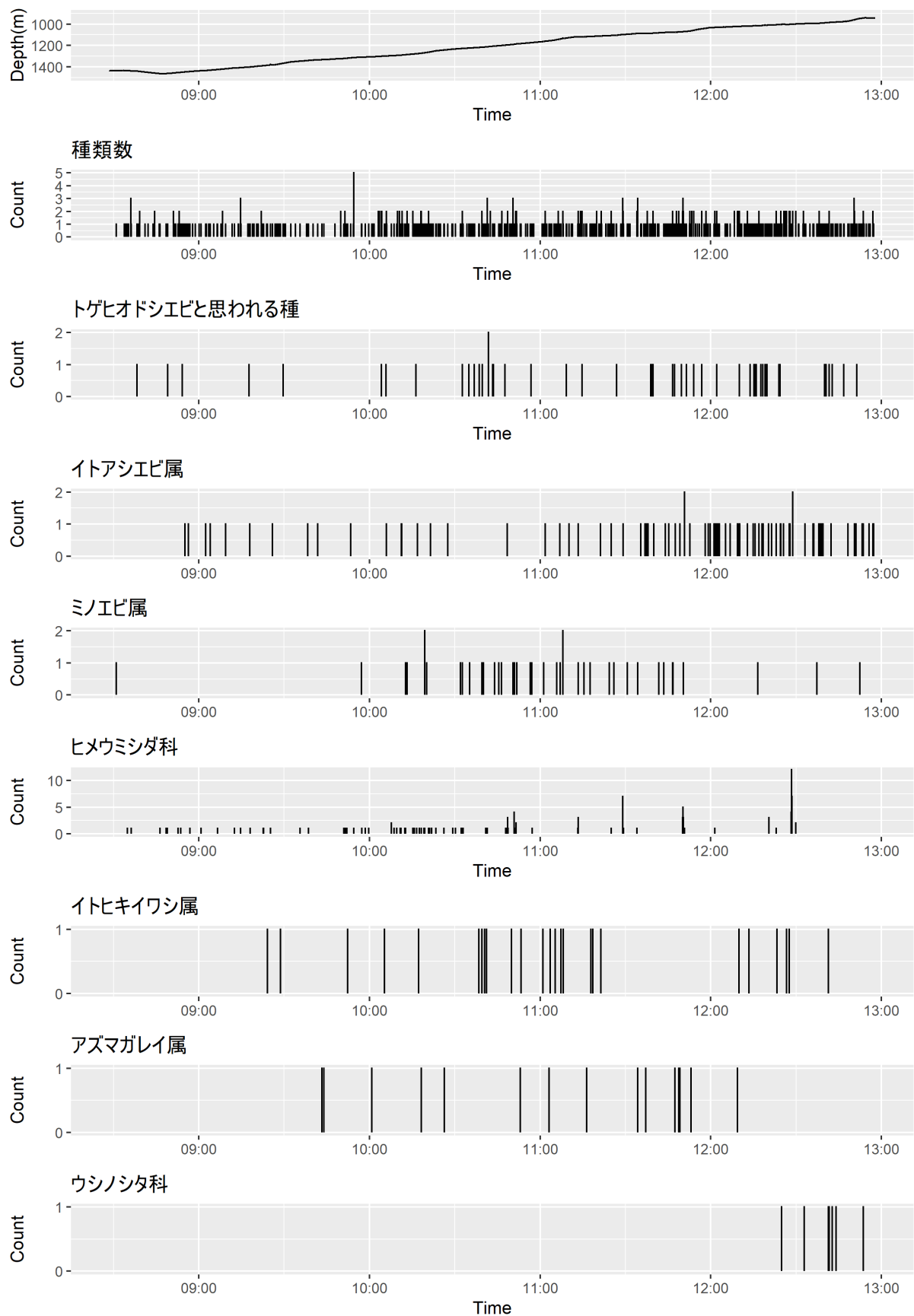


図 2-41(3) Dive03 における代表的な生物の出現時系列グラフ（令和 4 年度（2022 年））

## (2) ハビタットマップ（令和 4 年度（2022 年））

AUV による海底観察で確認された代表的な 7 種類の生物について、各生物の分布状況（ハビタットマップ）を図 2-42(1)～(6)に示す。アズマガレイ属とウシノシタ科はアズマガレイ属が水深 1,000m 以深で、ウシノシタ科が 1,000m 以浅で多く確認されたため、同じ図（図 2-42(6)）に示している。トゲヒオドシエビと思われる種とイトアシエビ属は水深 1,100m 以浅で出現頻度が高く、ミノエビ属は水深 1,100m から 1,300m で出現頻度が高く、イトヒキイワシ属は水深 1,100m から 1,200m で出現頻度が高かった。

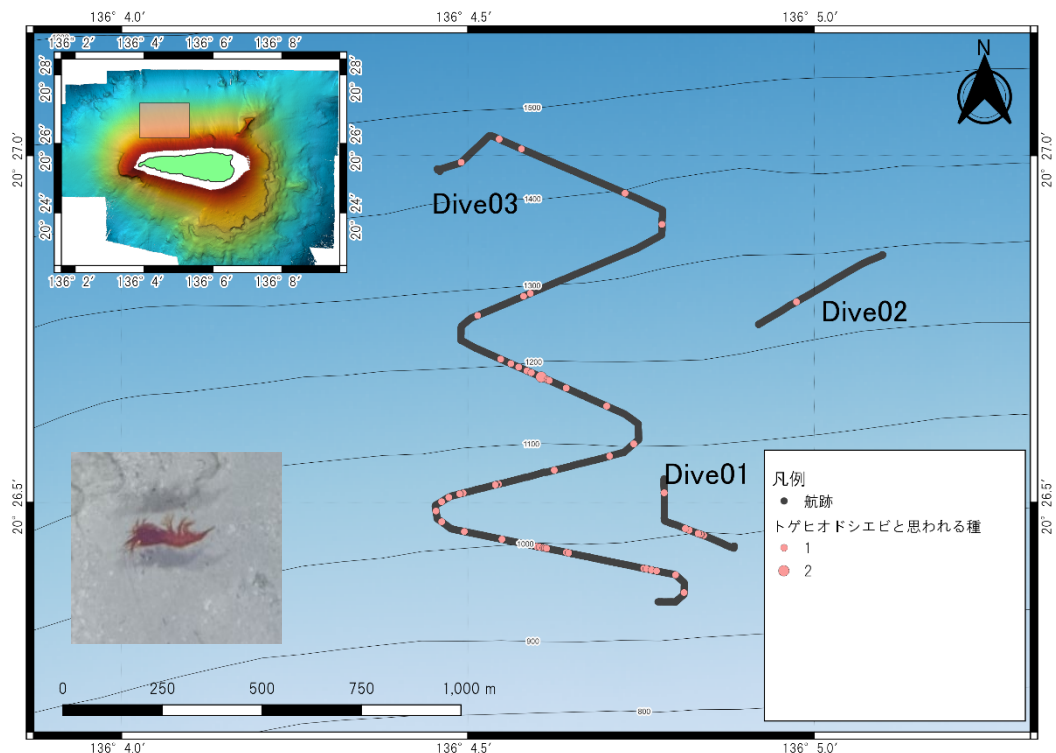


図 2-42(1) ハビタットマップ トゲオヒオドシエビと思われる種（令和 4 年度（2022 年））



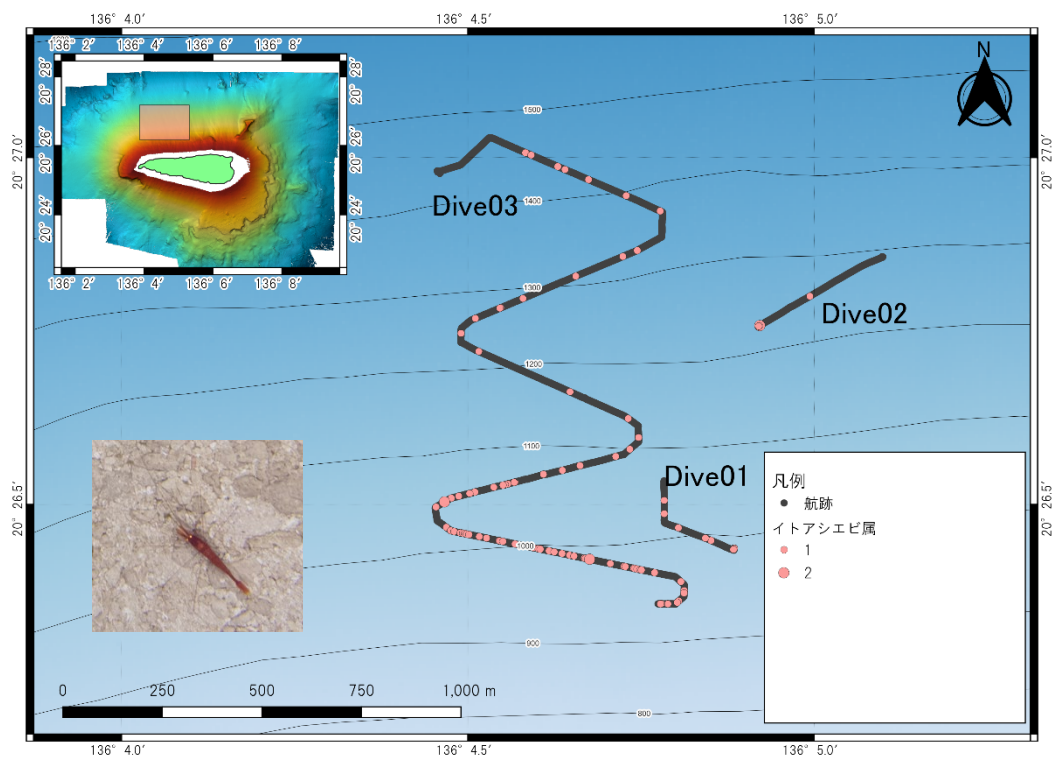


図 2-42(2) ハビタットマップ イトアシエビ属 (令和 4 年度 (2022 年))

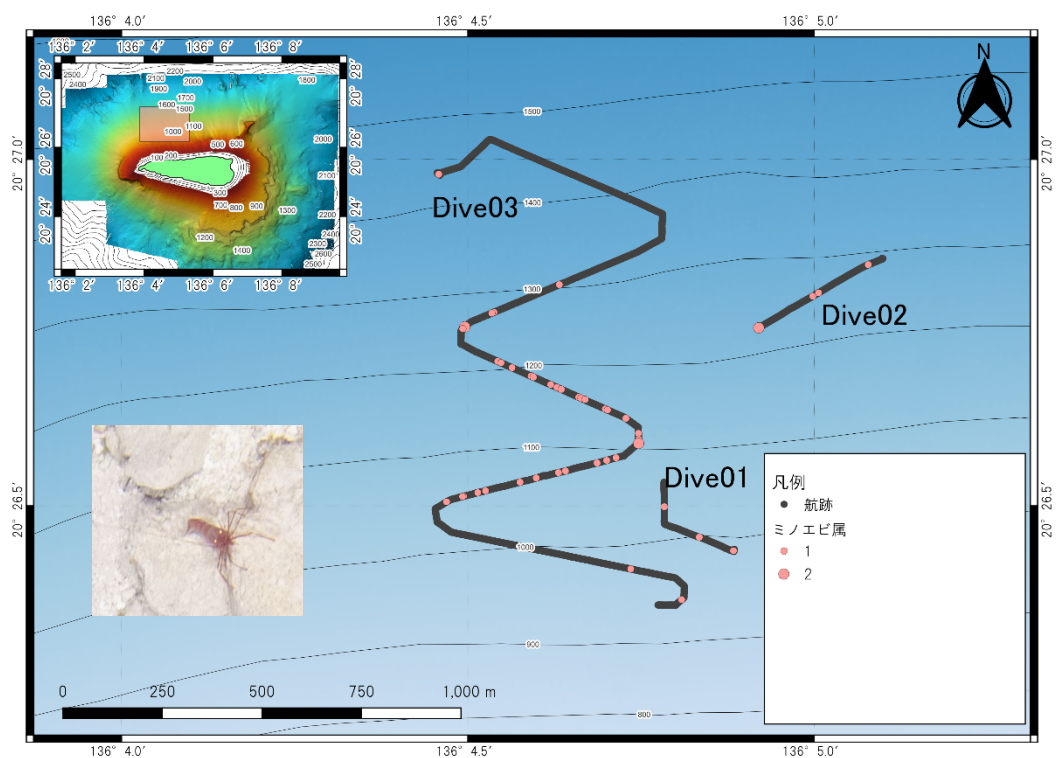


図 2-42(3) ハビタットマップ ミノエビ属 (令和 4 年度 (2022 年))

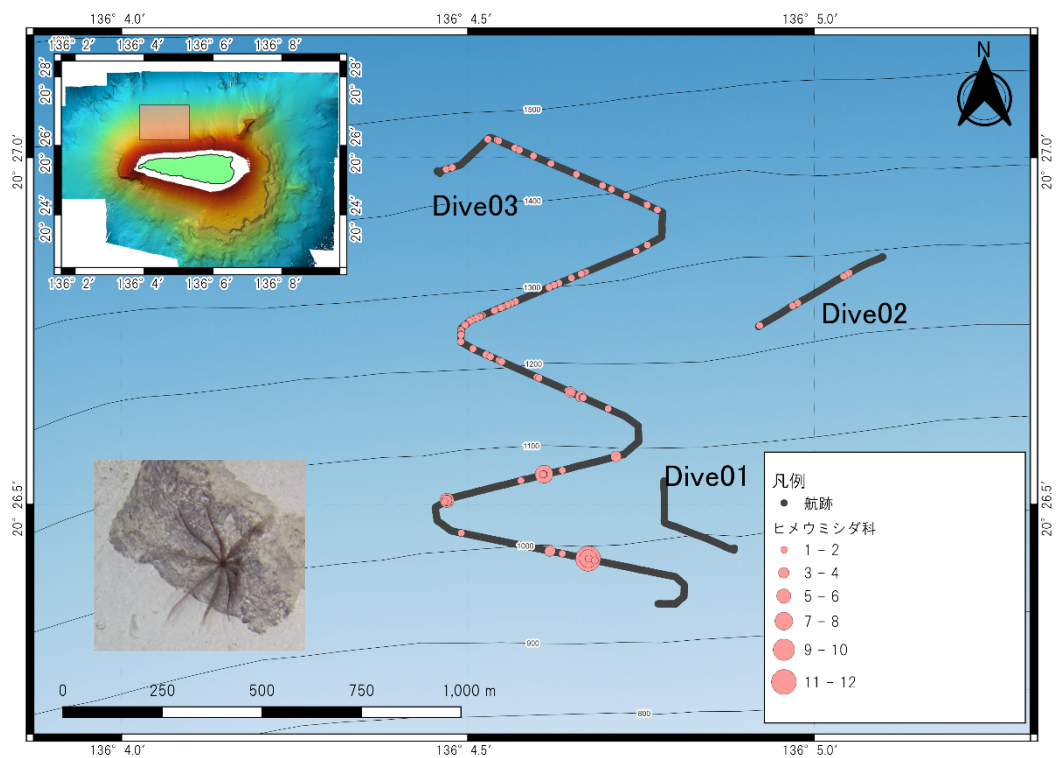


図 2-42(4) ハビタットマップ ヒメウミシダ科 (令和 4 年度 (2022 年))

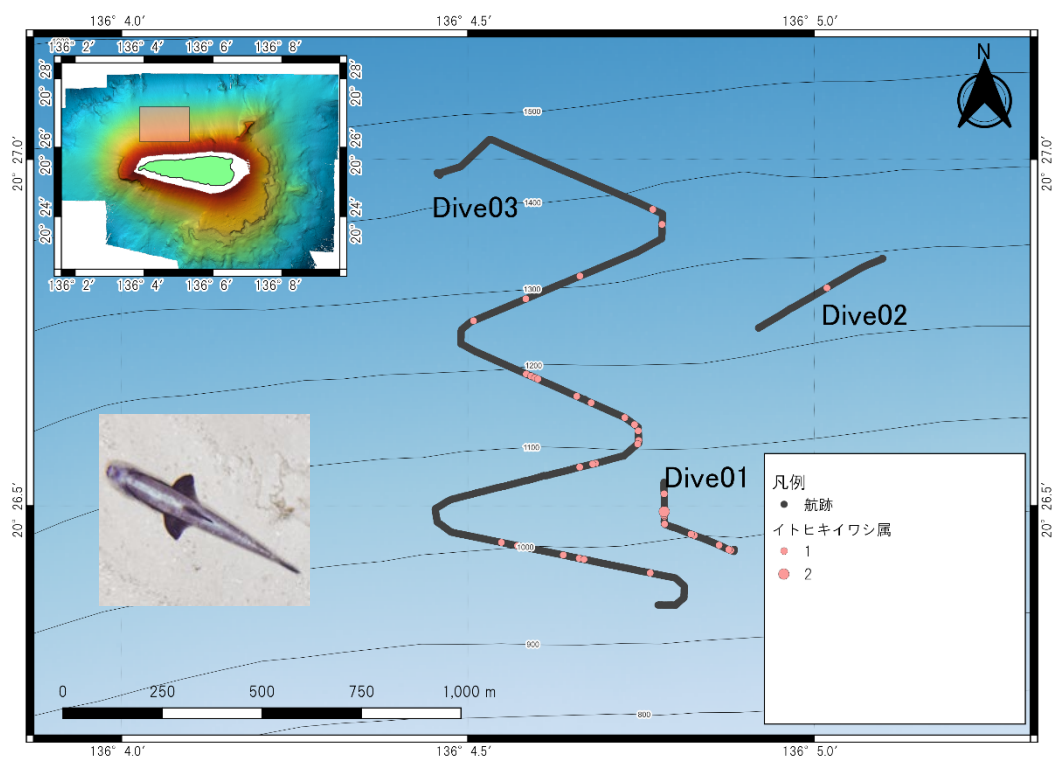


図 2-42(5) ハビタットマップ イトヒキイワシ属 (令和 4 年度 (2022 年))

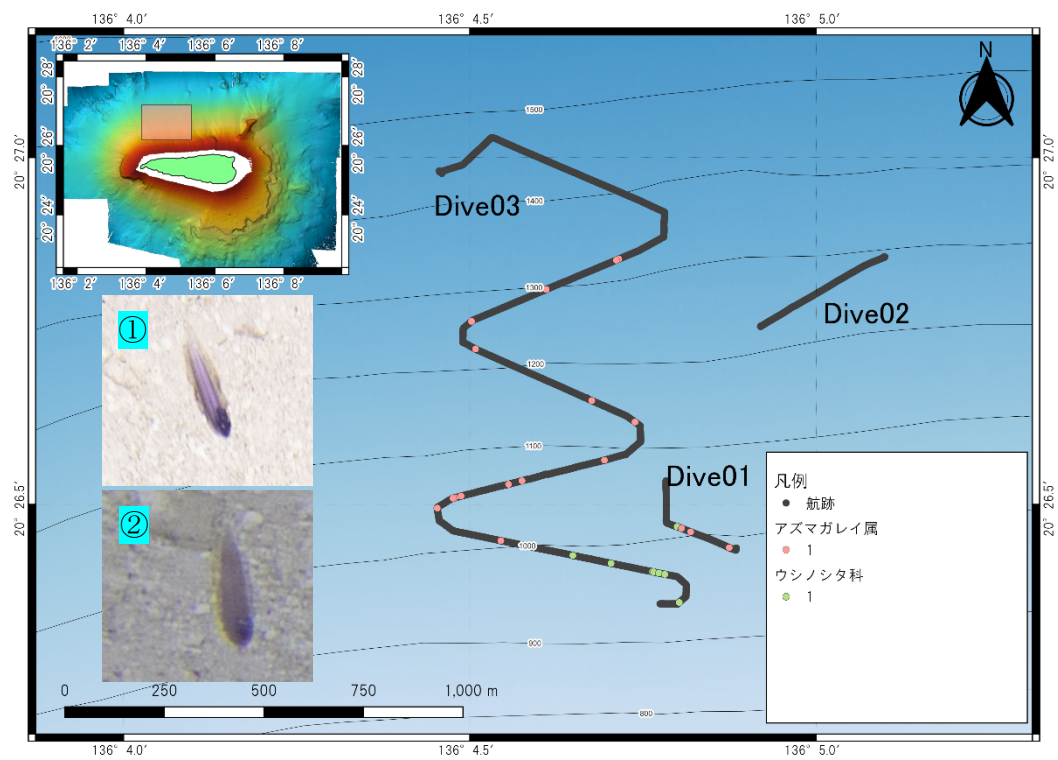


図 2-42(6) ハビタットマップ①アズマガレイ属・②ウシノシタ科  
(令和 4 年度 (2022 年))

### (3) 令和 5 年度（2023 年）観察結果

令和 5 年度（2023 年）の調査において、海底観察の結果確認された生物の種類数は、ウミエラやイソギンチャクなどの刺胞動物門 15 種類、エビやカニなどの節足動物門 7 種類、ウミシダやウニなどの棘皮動物門 7 種類などの他全 39 種類（表 2-11）で、確認された生物の一覧を表 2-12 に、一部生物の写真を写真 2-12 に示す。この内、ある程度の分類群（科・属）まで同定され、個体数が多かった表 2-13 に示す 8 種類を代表的な生物として選定し、時系列の出現頻度とハビタットマップで整理を行った。

代表的な生物の出現頻度とカウントされた種類数の時系列グラフを図 2-43 に示す。

本調査における出現種は遊泳性の種、砂底質上に生息する種（写真 2-12 上段）と岩盤上や礫上に生息する種（写真 2-12 下段）に分かれた。主な出現種のうち、フサウミサボテン属？とクモガゼ科？は主に砂底質で出現し、六放海綿類、キンヤギ類、ウミシダ目、ウデボソヒトデ目は岩盤上もしくは礫上で出現していた。イトアシエビ属とクモヒトデ綱は基質にかかわらず出現していた。令和 4 年度（2022 年）調査において観察した範囲はおおむね均一な底質であったが、令和 5 年度（2023 年）は砂底質の間に礫や大きな岩盤が点在し、それらを生息場とする生物が確認された。

表 2-11 動物門別生物種類数（令和 5 年度（2023 年））

動物門	種類数
海綿動物門	5
刺胞動物門	15
節足動物門	7
棘皮動物門	7
脊椎動物門	5
合計種類数	39

表 2-12 AUV による海底観察で確認された生物一覧（令和 5 年度（2023 年））

調査日：2023年7月16日  
調査方法：AUVによる撮影

No.	門	綱	学名	和名	環境DNA	水深(m)	生活様式	分布	出現個体数
1	海綿動物門	六放海綿綱	<i>Poliopogon</i> sp.	-	-	1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	31
2			<i>Walteria</i> sp.	-	-	1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	14
3			<i>Caulophacus</i> sp.	-	-	1000-5000 <sup>a</sup>	固着	-	6
4			Hexactinellida1	六放海綿綱1	-	-	固着	-	7
5			Hexactinellida2	六放海綿綱2	-	-	固着	-	4
6	刺胞動物門	花虫綱	<i>Chrysogorgia</i> sp.	キンヤギ属	-	1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	29
7			<i>Iridogorgia</i> sp.?	-	-	1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	2
8			<i>Metallogorgia</i> sp.	-	-	1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	22
9			Chrysogorgiidae	キンヤギ科	-	1000-3000 <sup>a</sup>	固着	-	103
10			Keratoisidinae	-	-	-	固着	-	20
11			Primnoidae	オオキンヤギ科	-	-	固着	-	2
12			Victorgorgiidae	-	-	-	固着	-	4
13			<i>Umbellula</i> sp.?	フサウミサボテン属?	-	1000-3000 <sup>a</sup>	底生/移動?	-	111
14			Pennatulacea?	ウミエラ目?	-	-	底生/移動?	-	26
15			Actiniaria	イソギンチャク目	-	-	付着	-	12
16			<i>Bathypathes</i> sp.?	-	-	-	固着	-	4
17			Schizopathidae	ハウチワツノサンゴ科	-	-	固着	-	2
18			Antipatharia	ツノサンゴ目	-	-	固着	-	3
19			Anthozoa	花虫綱	-	-	底生/移動?	-	11
20		-	Cnidaria	刺胞動物門 (花虫綱orヒドロ虫綱)	-	-	固着	-	1
21	節足動物門	軟甲綱	Mysida	アミ目	-	-	遊泳	-	4
22			Aristeidae	チヒロエビ科	-	陸棚辺縁部-3000 <sup>a</sup>	遊泳	-	7
23			<i>Acanthephyra</i> cf. <i>eximia</i>	トゲヒオドシエビと思われる種	△	200-4700 <sup>b</sup>	遊泳	世界中に広く分布	4
24			<i>Nematocarcinus</i> sp.	イトアシエビ属	-	700-2400 <sup>c</sup>	底生	-	32
25			Polychelidae	センジュエビ科	-	1000-3000 <sup>a</sup>	底生	-	1
26			Chirostyloidea	クモエビ上科	-	-	付着	-	1
27			Homolidae	ホモラ科	-	-	底生	-	1
28	棘皮動物門	ウミユリ綱	Comatulida	ウミシダ目	-	-	付着	-	151
29		ヒトデ綱	Brsingida	ウデボソヒトデ目	-	1000-5000 <sup>a</sup>	底生	-	49
30			Asteroidea	ヒトデ綱 (モミジガイ目orゴカイヒトデ科orワクヒトデ目)	-	-	底生	-	16
31			Asteroidea	ヒトデ綱	-	-	底生	-	1
32		クモヒトデ綱	Euryalida sp.	ツルクモヒトデ目	-	-	付着	-	83
33			Ophiuroidea	クモヒトデ綱	-	-	底生	-	76
34		ウニ綱	Aspidodiadematidae?	クモガゼ科?	-	400-3000 <sup>a</sup>	底生	-	40
35	脊椎動物門	硬骨魚綱	Halosauridae	トカゲギス科	-	383-3300 <sup>a</sup>	遊泳	-	3
36			<i>Histiobranchus</i> cf. <i>bathybius</i>	ソコアナゴと思われる種	-	295-5440 <sup>d</sup>	遊泳	東北沖以南, 正保海山, 北太平洋, 北大西洋 <sup>e</sup>	1
37			<i>Synaphobranchus</i> sp.	ホラアナゴ属	-	230-3200 <sup>a</sup>	遊泳	-	6
38			<i>Bathypterois</i> sp.	イトヒキイワシ属	-	260-5150 <sup>a</sup>	底生/遊泳	-	5
39			Osteichthyes	硬骨魚綱	-	-	遊泳	-	10

\*注1：本同定結果は画像によるもので、標本によるものではないため、不確かな情報を含んでいる。

\*注2：環境DNA欄の△は上位分類群レベルで一致した種類の検出を示す。

\*注3：参考資料は以下に示す通りである。

- Benthic Deepwater Animal Identification Guide V3/ [https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal\\_guide/animal\\_guide.html](https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal_guide/animal_guide.html)
- 林(1992) 日本産エビ類の分類と生態 I. 根鰓亜目
- 藤倉ほか(2012) 潜水調査船が観た深海生物 第2版
- Fish Base/ <https://www.fishbase.se/search.php>
- 中坊(2013) 日本産魚類検索図鑑 第3版.

同定協力者(敬称略)

海綿：伊勢 優史

刺胞：喜瀬 浩輝, 櫛田 優花

節足：駒井 智幸

棘皮：岡西 政典, 小川 麗人, 幸塚 久典

魚類：小枝 圭太



【遊泳性・砂底質上に生息する生物】



【岩盤上・礫上に生息する生物】

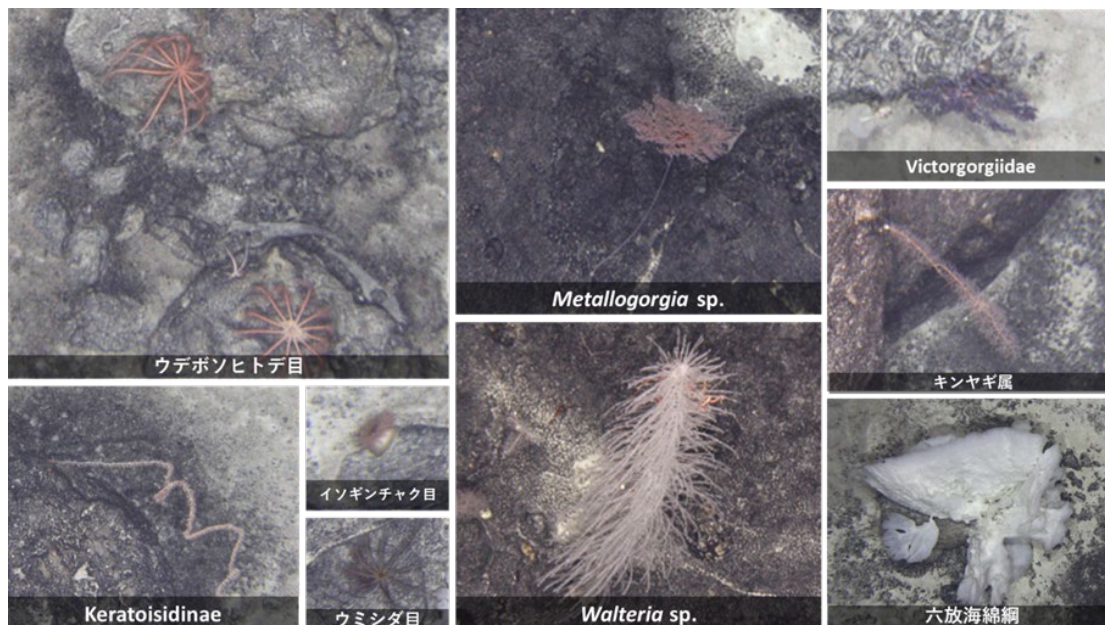


写真 2-12 AUV による海底観察で確認された生物（令和 5 年度（2023 年））

表 2-13(1) 代表的な生物（令和 5 年度（2023 年））






種名	代表的な写真	特徴
<p>六放海綿類 出現個体数 62</p> <p>本調査では六放海綿類として右に示す  <i>Poliopogon</i> sp. (31)  <i>Walteria</i> sp. (14)  <i>Caulophacus</i> sp. (6)            六放海綿綱 1 (7)            六放海綿綱 2 (4)            の 5 種類が確認され、ハビタットマップではまとめて表示した。            ()内は各分類群の出現個体数</p>	 <p><i>Poliopogon</i> sp.</p>  <p><i>Walteria</i> sp.</p>  <p><i>Caulophacus</i> sp.</p>  <p>六放海綿綱 1</p>  <p>六放海綿綱 2</p>	<p>主に深海でみられる海綿類で、ガラス海綿類とも言われている。</p> <p>海綿類は令和 4 年度（2022 年）調査では確認されなかった。六放海綿綱 2 以外は主に岩に付着しているのが観察された。</p>

表 2-13(2) 代表的な生物（令和 5 年度（2023 年））


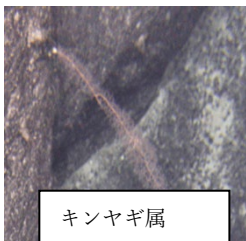
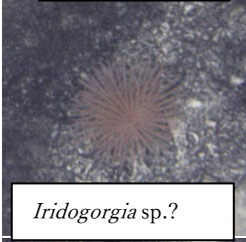

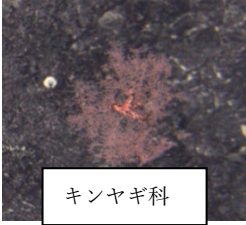
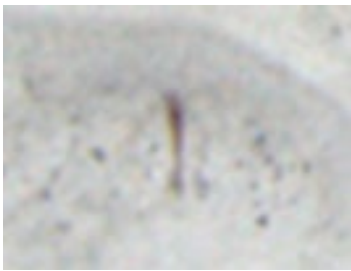




種名	代表的な写真	特徴
フサウミサボテン属？ 出現個体数 111		2022 年調査でも確認されている。深海性のウミエラの仲間であり、軸の先端部から又状分岐した触手を持ち、軸を海底の砂に埋もれさせ起立する。刺胞動物の中ではキンヤギ類の次に多かった。
キンヤギ類 出現個体数 156  本調査ではキンヤギ類として右に示す キンヤギ属 (29) <i>Iridogorgia</i> sp. (2) <i>Metallogorgia</i> sp. (22) キンヤギ科 (103) 4 種類が確認され、ハビタットマップではこれらをまとめて表示した。 ( )内は各分類群の出現個体数	 <div data-bbox="703 869 874 913">キンヤギ属</div>  <div data-bbox="687 1115 890 1160"><i>Iridogorgia</i> sp.?</div>  <div data-bbox="671 1346 906 1406"><i>Metallogorgia</i> sp.</div>  <div data-bbox="703 1585 874 1630">キンヤギ科</div>	深海性の刺胞動物の仲間で、基部を岩盤などに固着させ、起立する。水深 1,000m～3,000 m に分布する種が多い。2022 年調査では確認されていなかったツルクモヒトデ類やコシオリエビ類が共生している場合がある。
イトアシエビ属 出現個体数 32		深海性のエビであり、脚が細長いことが特徴。海底面に生息。2022 年調査では多数確認されていたが、2023 年は全体からみれば数は少ないものの、節足動物門軟甲綱の中では最も多かった。



表 2-13(3) 代表的な生物（令和 5 年度（2023 年））

種名	代表的な写真	特徴
ウミシダ目 出現個体数 151		2022 年調査で確認されたヒメウミシダ科に近いと思われる。本調査では最も多く確認された。岩盤などに巻足部分で付着する。ウミシダ類は時に浮遊することもある。
ウデボソヒトデ目 出現個体数 49		主に深海性の腕足が多いヒトデで、岩盤上に付着している。2022 年調査では確認されていなかった。
クモヒトデ綱 出現個体数 76		砂の上や岩盤上に見られ、画像から詳細な種同定は難しい。複数種が混ざる可能性も考えられた。 2022 年調査では少数が確認されていた。
クモガゼ科？ 出現個体数 40		トゲの長い深海性のウニの仲間。主に砂底質上に多かった。画像が荒いがクモガゼ科であると思われる。

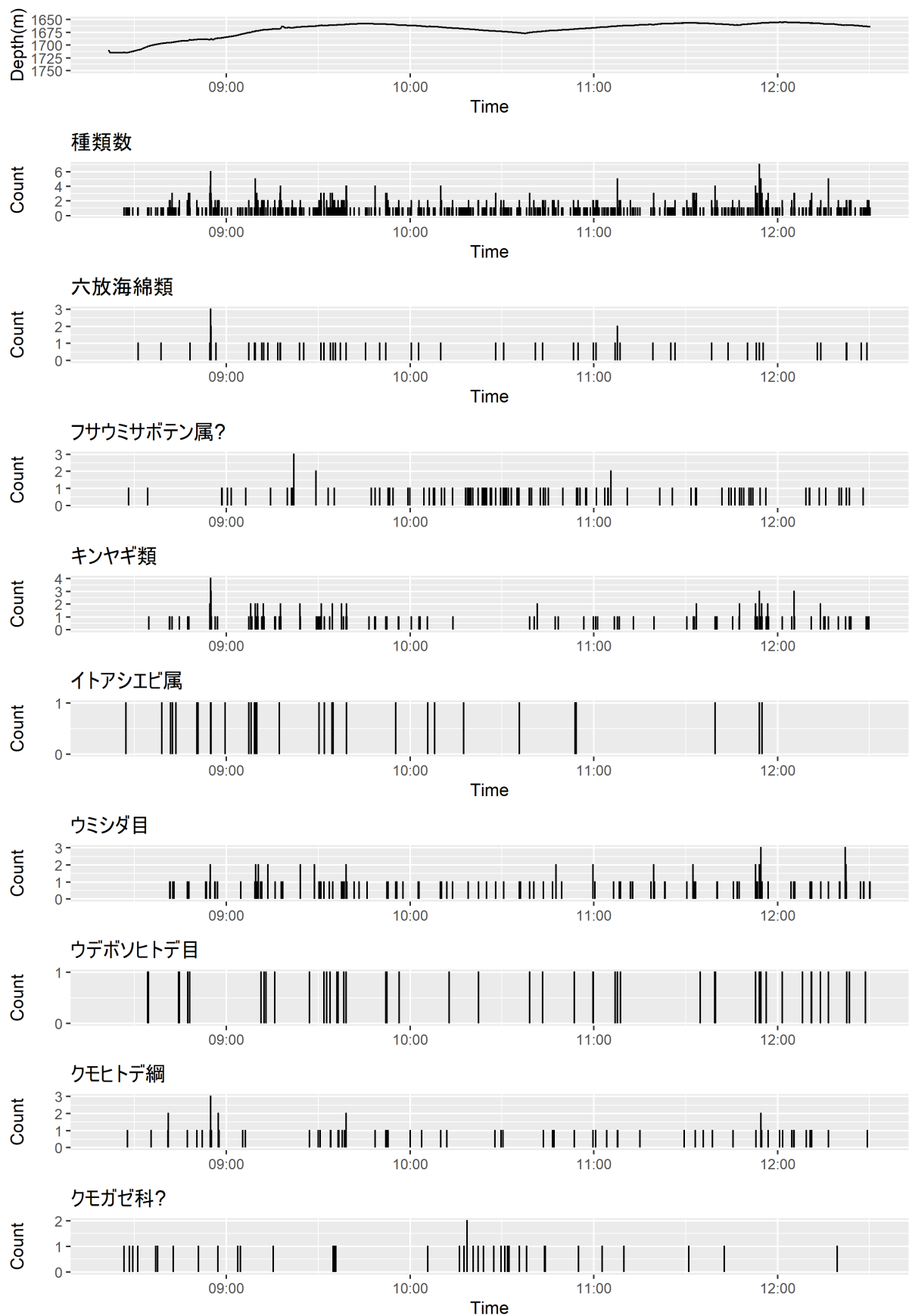


図 2-43 Dive02 における代表的な生物の出現時系列グラフ（令和 5 年度（2023 年））



#### (4) ハビタットマップ（令和 5 年度（2023 年））

令和 5 年度（2023 年）の AUV による海底観察で確認された代表的な 8 種類の生物について、各生物の分布状況（ハビタットマップ）を図 2-45(1)～(8)に示す。なお、六放海綿類、キンヤギ類、ウミシダ目、ウデボソヒトデ目のような種類は岩などの海底の基質に付着する生物であり、岩の分布がこれらの生物の分布を大きく関係していると考えられたため、写真を岩盤（岩）や大きい礫が写っている写真を“岩”、砂もしくは礫が主に映っている写真を“砂・礫”と分類し、底質の分布を可視化し（図 2-44）、各ハビタットマップに示した。

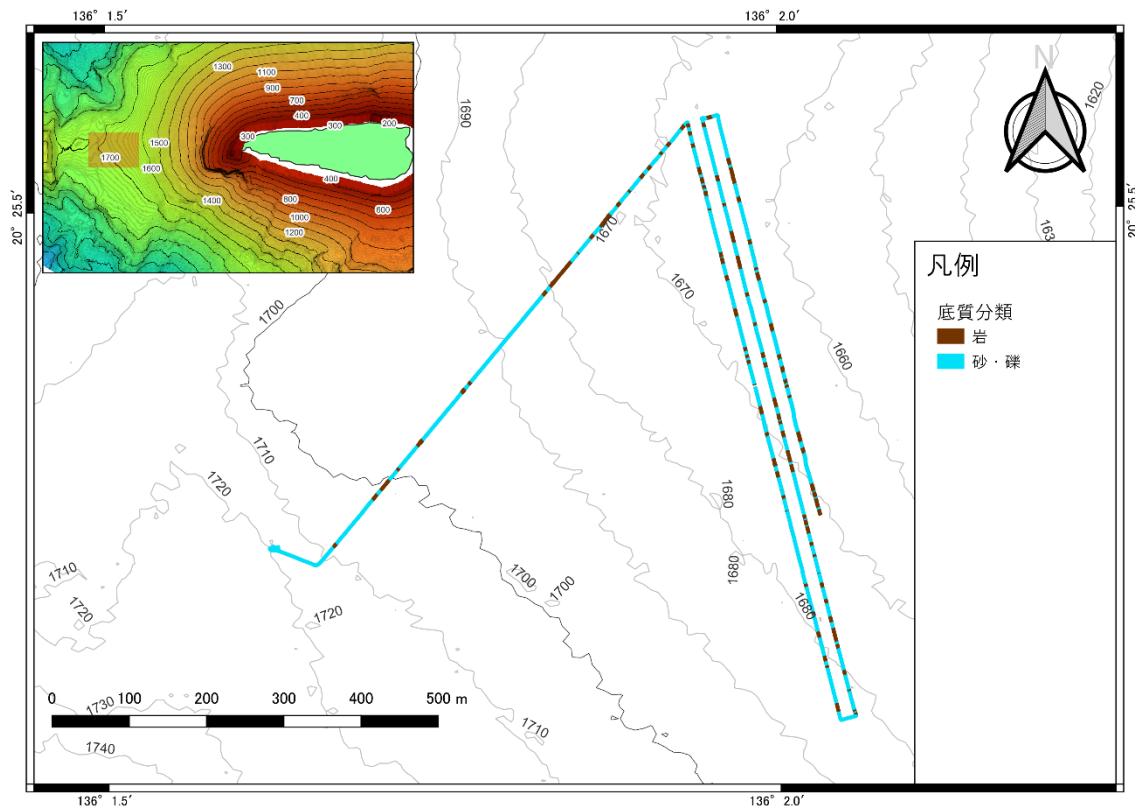


図 2-44 ハビタットマップ 底質分類（令和 5 年度（2023 年））

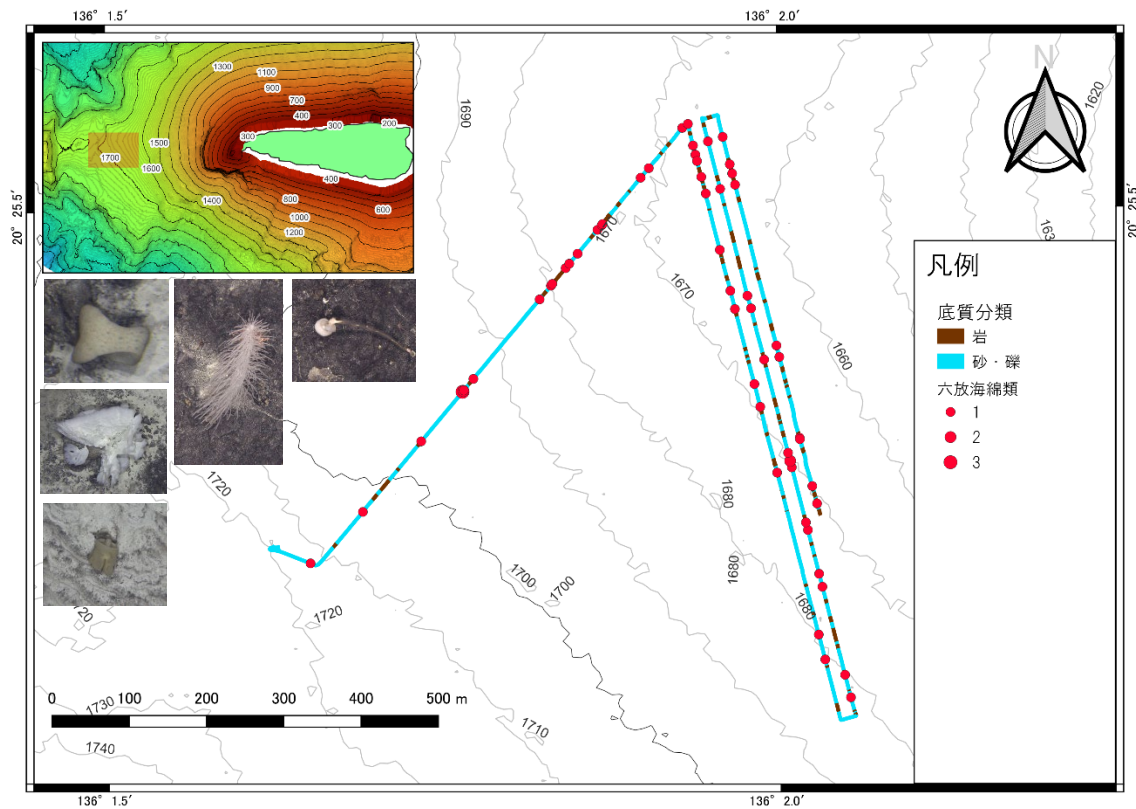


図 2-45(1) ハビタットマップ 六放海綿綱 (令和 5 年度 (2023 年))

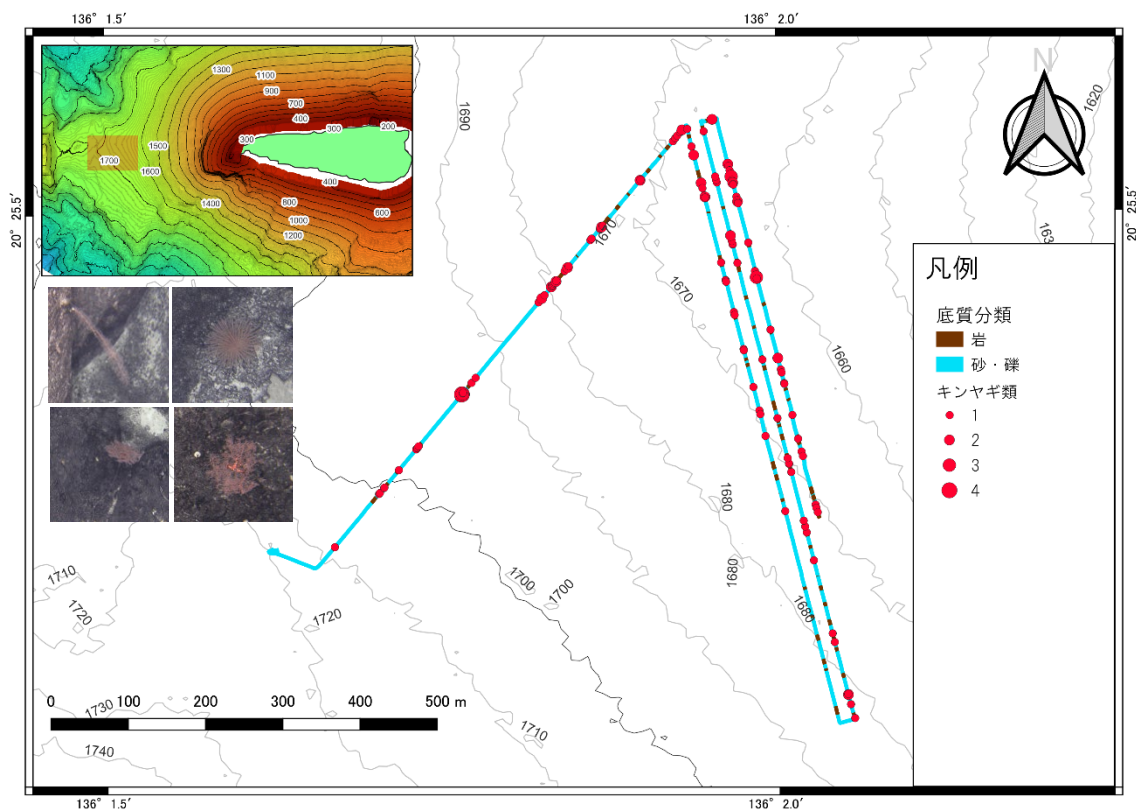


図 2-45(2) ハビタットマップ キンヤギ類 (令和 5 年度 (2023 年))

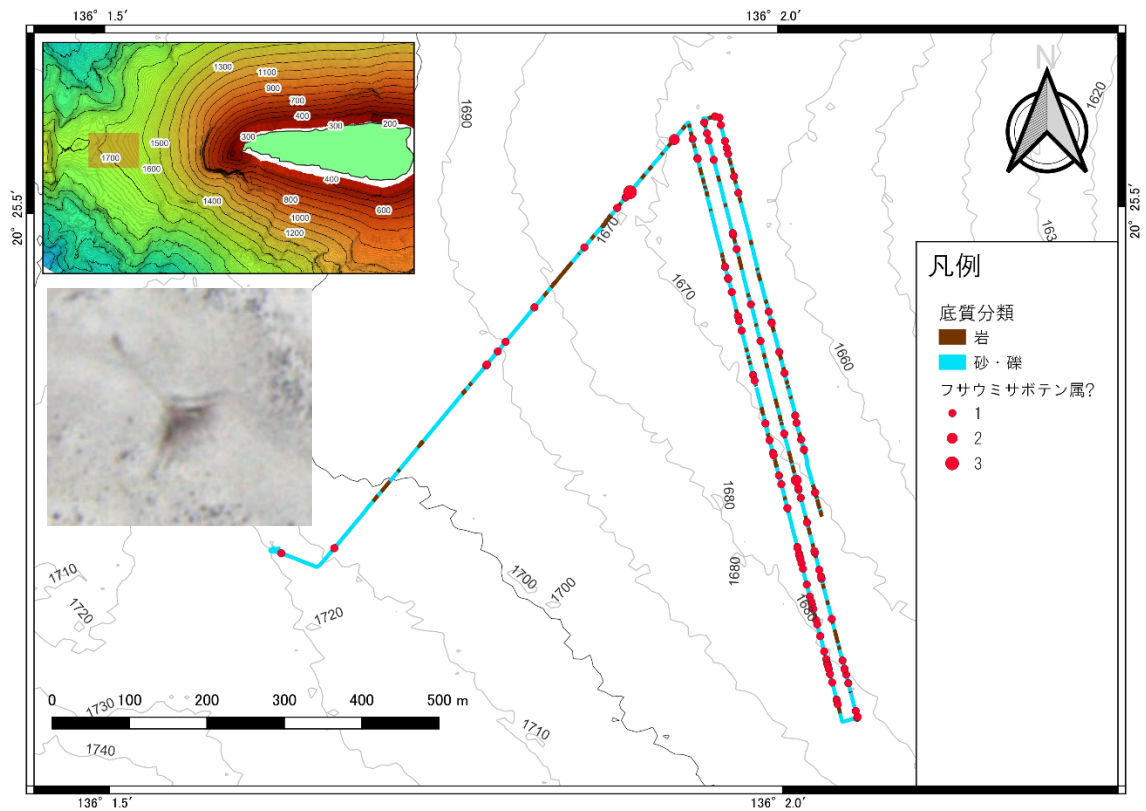


図 2-45(3) ハビタットマップ フサウミサボテン属? (令和 5 年度 (2023 年) )

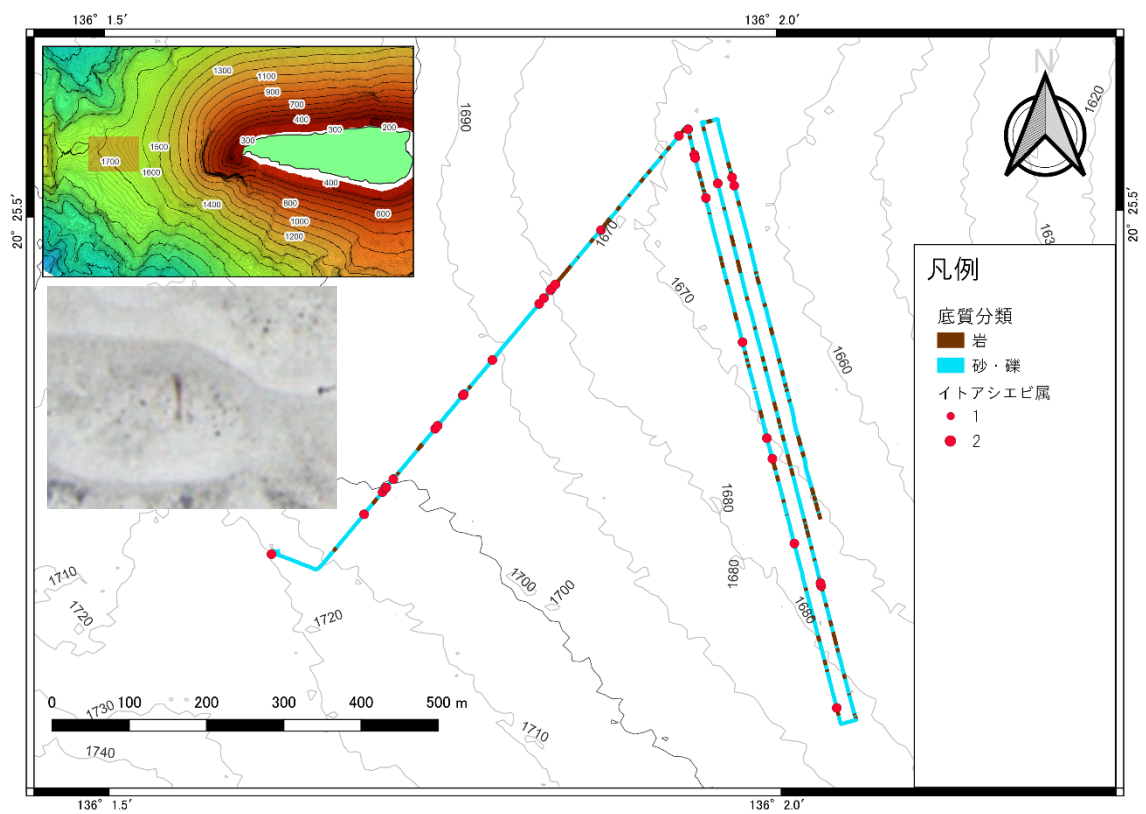


図 2-45(4) ハビタットマップ イトアシエビ属 (令和 5 年度 (2023 年) )

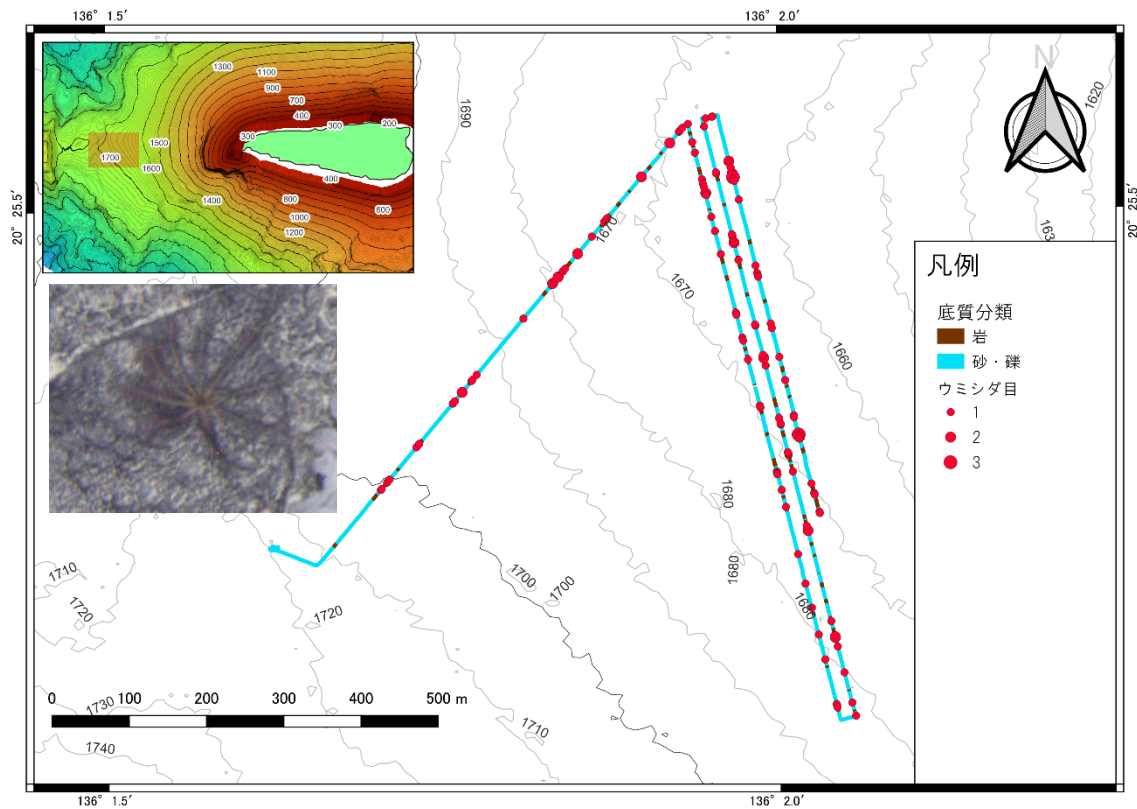


図 2-45(5) ハビタットマップ ウミシダ目 (令和 5 年度 (2023 年) )

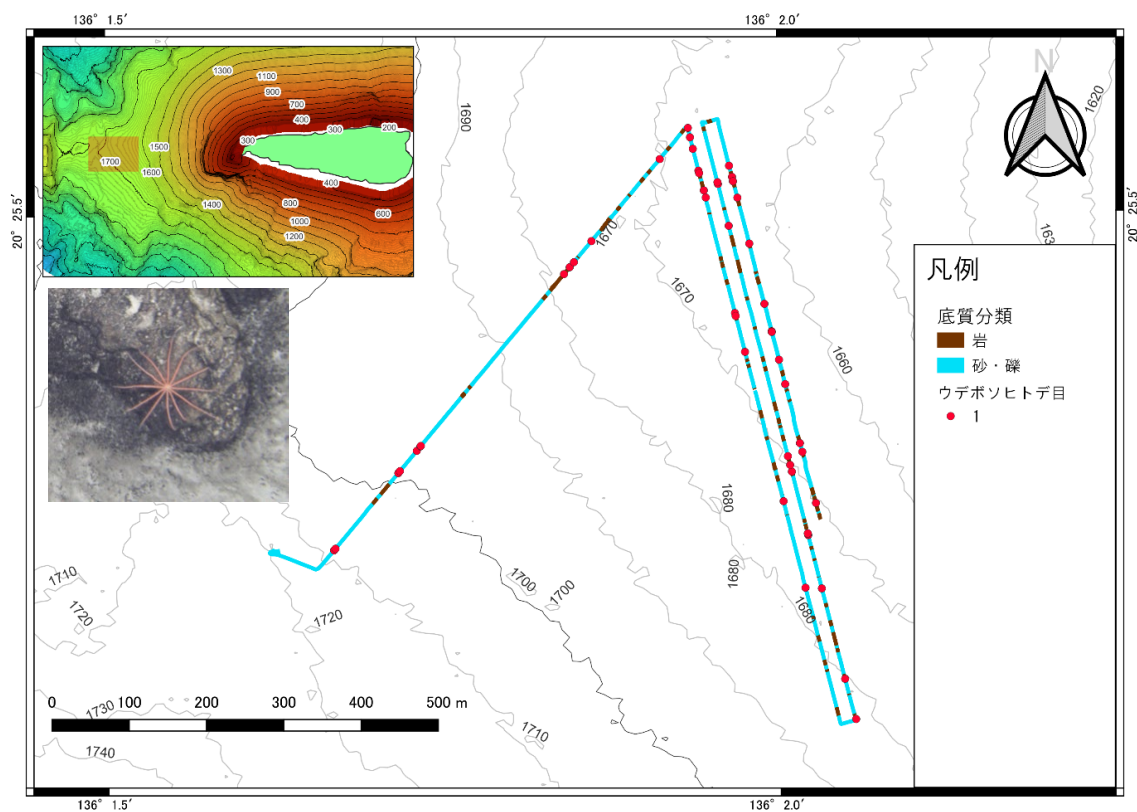


図 2-45(6) ハビタットマップ ウデボソヒトデ目 (令和 5 年度 (2023 年) )



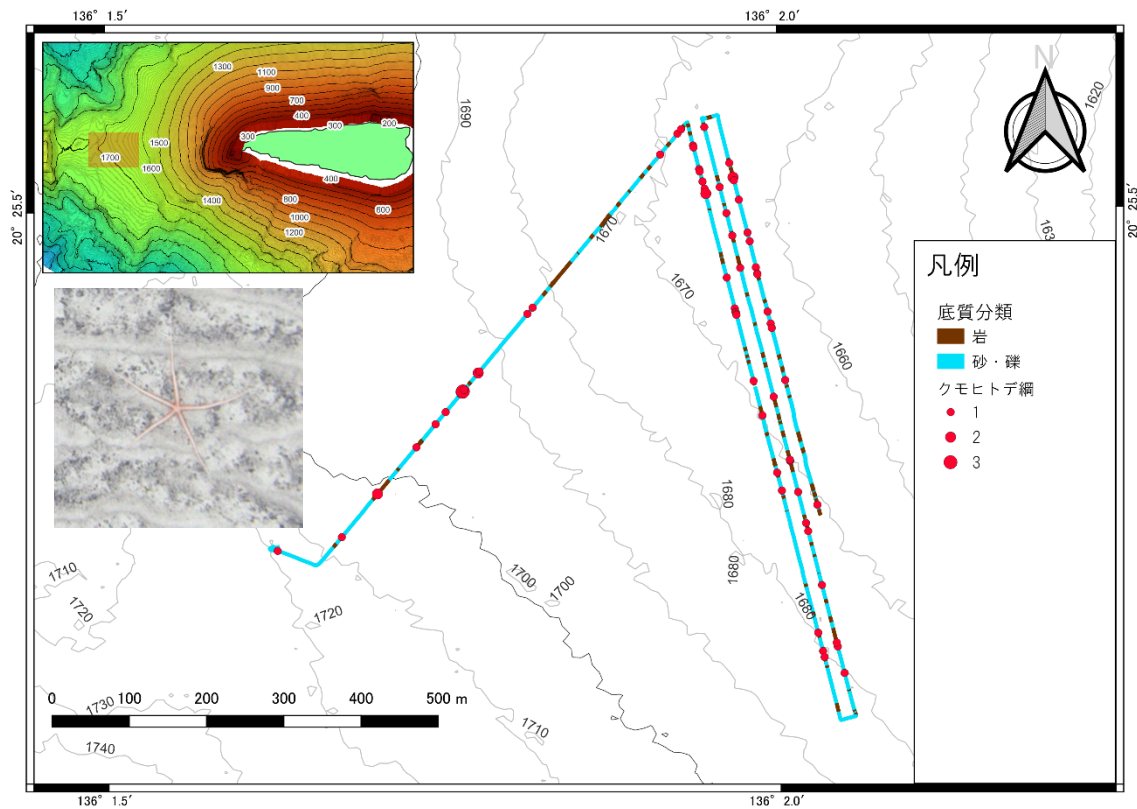


図 2-45(7) ハビタットマップ クモヒトデ綱 (令和 5 年度 (2023 年))

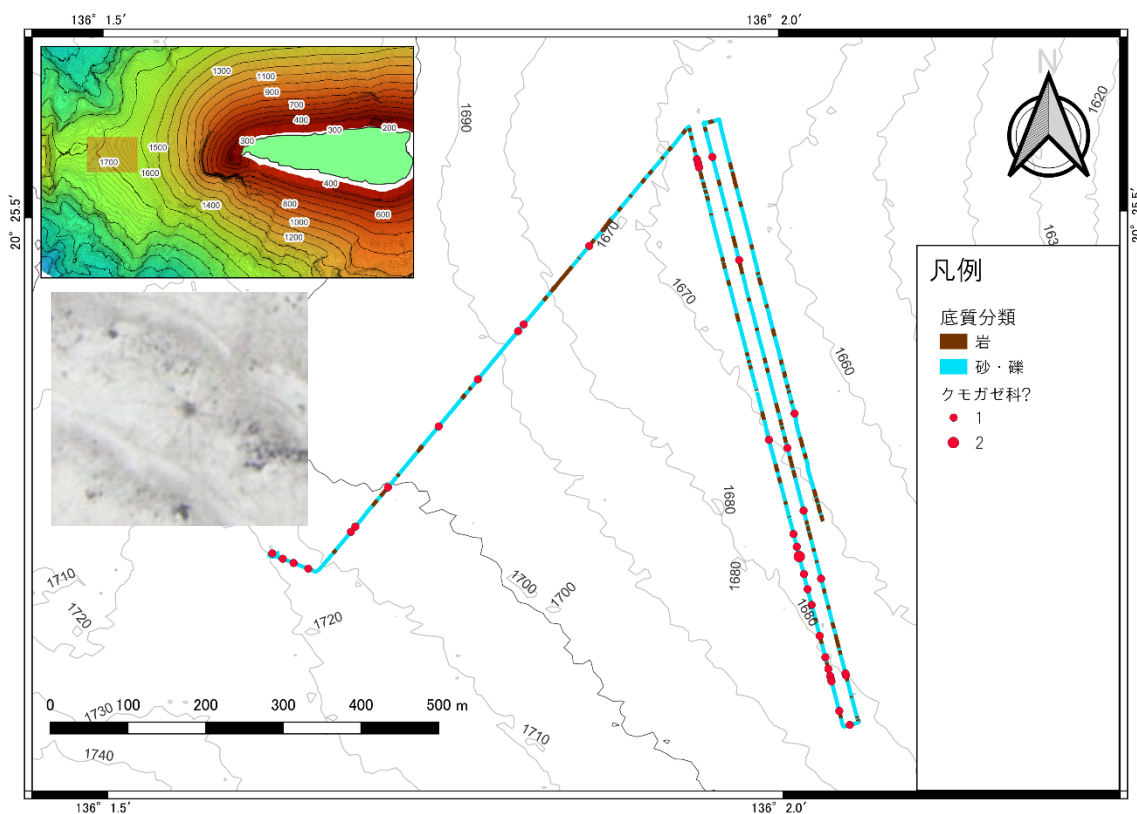


図 2-45(8) ハビタットマップ クモガゼ科? (令和 5 年度 (2023 年))



## (5) 一本釣り調査

一本釣り調査は2023年7月13日及び2023年7月16日に実施した。調査地点を図2-46に、調査概要を表2-14に示す。7月16日の調査ではバラムツと、海面から上甲板への飛び込みとみられるヒメアカトビをそれぞれ1個体ずつ採集した。それぞれの魚類について図2-47に示す。

採集したバラムツとヒメアカトビは神奈川県立 生命の星・地球博物館に登録し、保管されている。

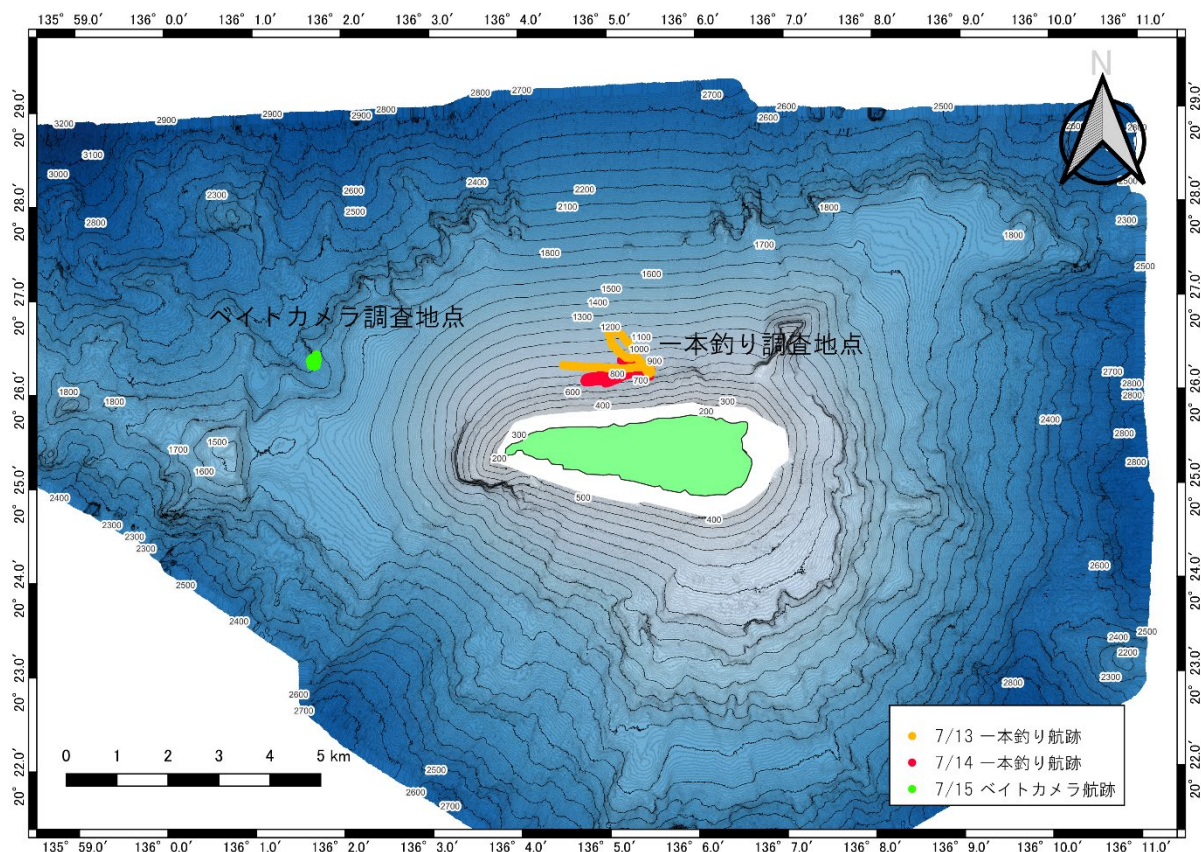


図 2-46 生物調査の調査地点図

表 2-14 一本釣り調査概要

日付	開始時間	終了時間	海底水深
2023 年 7 月 13 日	15:50	18:28	750m-1,200m
2023 年 7 月 16 日	15:25	18:54	750m- 900m

和名：バラムツ

釣獲水深：870m

学名：*Ruvettus pretiosus* Cocco, 1833

全長：150cm

収蔵場所：神奈川県立 生命の星・地球博物館

資料番号：KPM-NI0077131

分布・生態：

外洋性。大陸棚外縁～斜面域。海山の低層付近。水深約 400~850m(500m 以深に多い)  
北海道太平洋沖、福島県南部～土佐湾の太平洋沖、兵庫県浜坂、東シナ海、  
九州～パラオ海嶺、台湾南部、世界中の温帯～熱帯域



和名：ヒメアカトビ

採集方法：船上飛び込み個体を採捕

学名：*Cypselurus angusticeps* Nichols et Breder, 1935

収蔵場所：神奈川県立 生命の星・地球博物館

資料番号：KPM-NI0077132

分布：

小笠原諸島、沖ノ鳥島、沖縄県伊江島、八重山諸島、台湾、インド～太平洋の熱帯域



図 2-47 採集されたバラムツ（上）とヒメアカトビ（下）

#### (6) ベイトカメラ調査

ベイトカメラ調査は 2023 年 7 月 15 日に実施した。調査地点を図 2-46 に、調査概要を表 2-15 に示す。撮影された映像から、水深約 1,854m 付近で節足動物（軟甲綱？）が確認された（図 2-48）。

表 2-15 ベイトカメラ調査概要

日付	開始時間	終了時間	海底水深
2023 年 7 月 15 日	12:52	16:35	1,930m～2,030m



図 2-48 ベイトカメラ調査で撮影された生物



### 2.3.6 環境 DNA 調査

#### (1) 環境 DNA 分析(CTD)

令和 4 年度（2022 年）及び令和 5 年度（2023 年）の分析結果について、2024 年時点での NCBI（アメリカ国立生物工学情報センター）の DNA 配列データベースを使用した分析結果を示す。

魚類の環境 DNA 分析の結果を表 2-16～表 2-19 及び図 2-49 に示す。生息環境がサンゴ礁に分類される魚種については、ほぼ表層のみで検出されており、1,000m、1,700m 及び 1,900m ではほとんど検出されなかった。また、回遊性の魚種についても、表層で最も多く検出されたものの、1,000m の水深でも比較的多く検出された。一方、深海性の魚種については、1,000m において最も多く検出された。検出された魚類の種類数は、令和 4 年度（2022 年）が各地点 3 層、2 地点で採水された計 6 サンプルから 117 種類であった。また、令和 5 年度（2023 年）は、計 6 サンプルから 144 種類であった。令和 4 年度（2022 年）に検出されたシギウナギのみが AUV 調査において確認された種と一致した。また、2 か年を統合して既報の採捕調査で確認されている種と一致したのは、タイワンアイノコイワシやユキオニハダカ等、66 種類であった。また表層水のための結果ではあるが 2021 年に実施された環境 DNA 調査で確認した種と一致したのは、シマハギやクロタチカマス等、22 種類であった。また、同じ手法で環境 DNA 調査を実施している令和 4 年度（2022 年）と令和 5 年度（2023 年）の調査において検出された種類を比較したところ、2 か年で共通して検出された種類は 63 種、令和 4 年度（2022 年）のみ検出された種類は 54 種、令和 5 年度（2023 年）のみ検出された種類は 81 種類であった。また沖ノ鳥島北東沖合の St.4 では、2021 年に新種記載されたヨコヅナイワシ *Narcetes shonanmaruae*（相同性 100%）が検出された。

甲殻類の環境 DNA 分析の結果を表 2-20 及び図 2-50 に示す。魚類の結果同様、生息環境がサンゴ礁に分類される種は、表層のみで検出された。外洋性の甲殻類については、表層及び 1,000m において多く検出された。深海性の甲殻類については、1,000m、1700m 及び 1,900m でのみ検出された。検出された甲殻類の種類数については、令和 4 年度（2022 年）が 16 種類、令和 5 年度（2023 年）が 24 種類であった。魚類の結果とは異なり、甲殻類では、AUV 調査及び既報の採捕調査で確認されている種と一致した種は確認されなかった。また、同じ手法で環境 DNA 調査を実施している令和 4 年度（2022 年）と令和 5 年度（2023 年）の調査において検出された種類を比較したところ、2 か年で共通して検出された種類は 6 種、令和 4 年度（2022 年）のみ検出された種類は 10 種、令和 5 年度（2023 年）のみ検出された種類は 18 種類であった。

令和 5 年度（2023 年）調査のみ実施した海棲哺乳類の環境 DNA 分析の結果を表 2-21 に示す。海棲哺乳類については、コブハクジラやコマッコウといった外洋性のクジラ類のみが検出されており、採水層による特徴はみられなかった。検出された海棲哺乳類の種類数については、全 5 種類であった。

表 2-16 魚類の環境 DNA 分析結果 (MiFish プライマーによる網羅的解析) (1)

[illegible]

注1) 画像データ及び平成18年東京都水産海洋研究報告、2021年の環境DNA結果との一致欄の「○」は種レベルで一致した種を、「△」は上位分類群で一致した種を示す。

注2) 魚類に関する情報を包括的に収集しているデータベース「FishBase」の情報を示す。

注3) 複数種が同一の塩基配列だった場合には「/」で併記した。



表 2-17 魚類の環境 DNA 分析結果 (MiFish プライマーによる網羅的解析) (2)

No.	アクセスシ ン 番号	画 像 デー タ 一 致 率	既報の 採捕データ との一致 <sup>1)</sup> との一致 <sup>2)</sup>	2021年 環境DNA結果 との一致 <sup>1)</sup>	科名	和名	学名	採水日 採水層 検出種数 総リード数	2022年 合計	2023年 合計	2022.8.19 2022.8.20 2023.7.14 2023.7.13 2022.8.19 2022.8.20 2023.7.14 2023.7.13 2022.8.19 2022.8.20 2023.7.14 2023.7.13																生息環境 <sup>3)</sup>	生息水深 <sup>3)</sup>
											表層																	
											1000m				1700m				1900m									
											St.1	St.2	St.3-1	St.4	St.1	St.2	St.3-1	St.4	St.1	St.2	St.3-1	St.4	St.1	St.2	St.3-1	St.4		
82	LC092094.1	100			アカエイ科	アカエイ	<i>Hemirhynchus akajai</i>	117	144	55	49	95	32	28	42	33	26	14	13	5	13							
83	AB974467.1	100			アカエイ科	カラスエイ	<i>Pteroplatytrigon violacea</i>	1,327,626	2,400,999	153,107	212,178	508,320	465,304	309,294	340,611	446,332	374,957	170,132	141,704	247,878	359,208			汽水、底生、海洋回遊性	10 - 7 m			
84	LC146002.1	99.419	○	○	ハダカイワシ科	ホタルビハダカ	<i>Lampadena urophas</i>	521	0	174	0	0	0	0	0	0	0	0	521	0	0	0	0	0	外洋性	1 - 381 m		
85	AB938162.1	100			ワリシギ科	サカシシギ / <i>Trachipterus jacksonensis</i>	<i>Trachipterus ishikawae</i> / <i>T. jacksonensis</i>	38,079	40,175	0	0	0	0	0	32,062	0	17,158	23,017	6,017	0	0	0	0	0	外洋性	50 - 1047 m		
86	OP957063.2	100	○		トビウオ科	イダナントビウオ / ハゴロモトビウオ	<i>Exocoetidae</i> suttoni / <i>E. monocirrus</i>	441,404	51,459	748	5,465	0	2,054	160,164	58,010	7,507	9,925	129,003	88,014	0	31,973	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m					
87	NC_029729.1	100		△	トビウオ科	イマイトビウオ / <i>Cheilopogon ptilanensis</i> / ツクシトビウオ / C.	<i>Cheilopogon arcticeps</i> / <i>C. ptilanensis</i> / <i>Cypselurus doederleini</i>	5,117	6,138	0	0	6,138	0	190	136	0	0	621	4,170	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m		
88	LC499163.1	100	○	△	トビウオ科	オオアカトビ / アカトビ / カラストビウオ	<i>Cheilopogon vittatus</i> / <i>C. strigatus</i> / <i>C. cyanopterus</i>	5,244	10,650	0	153	7,994	2,656	0	5,091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m		
89	OP935294.1	100		△	トビウオ科	サンノジダマシ	<i>Cheilopogon abei</i>	16,787	2,120	381	3,416	719	1,401	3,016	6,485	0	0	3,489	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m		
90	NC_039400.1	100	○	△	トビウオ科	チャバネトビウオ	<i>Cheilopogon spinulosus</i>	0	29,545	0	0	0	0	29,545	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m		
91	NC_033541.1	99.408	○	△	トビウオ科	ツクシトビウオ / オジロトビ / イダナントビウオ / ハゴロモトビウオ	<i>Cypselurus doederleini</i> / <i>Cheilopogon exilis</i> / <i>Exocoetidae</i> vittatus	0	148	0	0	0	0	0	0	148	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m		
92	LC104439.1	100		△	トビウオ科	トビウオ	<i>Cheilopogon agogo</i> agogo	13,538	0	0	0	0	0	0	0	7,257	0	0	1,418	4,863	0	0	0	0	0	外洋性	0 - 7 m	
93	OP935319.1	100	○	△	トビウオ科	ヒメアカトビ	<i>Cypselurus antiquiceps</i>	595	42,019	0	595	25,023	3,432	0	0	13,564	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	
94	NC_039356.1	100	○	△	トビウオ科	ヒメアカトビ	<i>Cheilopogon primatibarbatus</i> / イダナントビウオ / <i>Cypselurus</i>	16,467	13,413	0	0	9,820	3,593	8,811	5,736	0	0	1,892	28	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	
95	LC46153.1	99.408		△	トビウオ科	ヒメアカトビ	<i>Hirundichthys rosenfieldi</i> / <i>Exocoetidae</i> vittatus / <i>E. monocirrus</i>	658	0	0	0	0	0	658	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	
96	LC277874.1	100	○	△	トビウオ科	ヒメアカトビ	<i>Hirundichthys speculiger</i> / <i>H. oxycephala</i> / <i>H. affinis</i>	11,581	11,721	1,327	997	3,805	7,916	2,194	5,315	0	0	1,748	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	
97	LC104445.1	100	○		トビウオ科	サヨリトビウオ	<i>Oxyphorhamphus micropterus</i>	77,774	4,055	619	70,898	665	3,390	0	6,257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 1 m	
98	OR842446.1	100	○		トビウオ科	ツマリトビウオ	<i>Parascopelus brachypterus</i>	0	3,952	0	0	0	1,212	2,740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	
99	FJ74789.1	100			コバシギ科	ツマリトビウオ	<i>Phaeoichthys lineatus</i>	14	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 5 m	
100	LC036781.1	100	○		シイラ科	エビスシイラ	<i>Coryphaena equiselis</i>	463	4,928	0	463	4,928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 400 m	
101	LC720452.1	100			シイラ科	シイラ	<i>Coryphaena hippurus</i>	231	0	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	汽水、外洋性、海洋回遊性	0 - 85 m	
102	NC_026718.1	100	△		シイラ科	クサヤモロ	<i>Decapterus macarellus</i>	0	1,947	0	0	1,947	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	0 - 400 m	
103	OR875611.1	97.222	△		シマガツオ科	シマガツオ	<i>Brama brama</i>	289	9,963	0	0	0	0	289	0	9,774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	271 - 620 m	
104	NC_083184.1	98.225			エボシダイ科	ユメシメダイ	<i>Cubiceps paradoxus</i>	0	2,803	0	0	2,803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	165 - 900 m	
105	OP035059.1	99.415			ムサシコ科	ムサシコ	<i>Scombrotoxin</i>	7,758	28,802	0	0	0	0	0	0	7,758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生、海洋回遊性	100 - 900 m	
106	OP957054.2	100	○		マカジキ科	マカジキ	<i>Makaira nigricans</i> / <i>Isistius paucus</i> / <i>Kajika audax</i>	1,642	3,089	1,015	135	885	2,204	0	0	0	0	0	492	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 200 m	
107	LC635096.1	98.315	○		クロササギ科	クロササギ	<i>Prionace glauca</i>	0	7,072	0	0	0	0	0	0	0	0	7,072	0	0	0	0	0	0	0	底生、海洋回遊性	80 - 800 m	
108	LC850864.1	100	○		クロササギ科	クロササギ	<i>Prionace glauca</i>	0	2,383	0	0	2,383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生、海洋回遊性	100 - 975 m	
109	AP012945.1	100	○		サメ科	カマスサメ	<i>Alopias</i>	1,391	0	888	503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	
110	KU955344.1	98.81	○	△	サメ科	カマスサメ	<i>Thunnus atlanticus</i> / <i>Thunnus</i>	30,770	263,112	22,494	2,468	99,069	6,791	0	5,808	11,405	0	0	124,906	20,941	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 1500 m	
111	MZ597953.1	100		○	サメ科	カマスサメ	<i>Katsuwonus pelamis</i>	21,474	356,396	10,499	9,370	39,951	262,422	0	1,605	0	19,824	0	0	34,199	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 260 m	
112	KP412632.1	100	△		サメ科	カマスサメ	<i>Thunnus orientalis</i> / <i>T. thynnus</i> / <i>T. alalunga</i>	7,353	29,293	4,672	1,879	8,398	8,669	0	0	0	12,226	1,002	0	0	0	0	0	0	0	汽水、外洋性、海洋回遊性	1 - 550 m	
113	KP412657.1	100	△		サメ科	カマスサメ	<i>Thunnus alalunga</i>	54	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 600 m	
114	LC852798.1	100			カウハギ科	カウハギ	<i>Stethacanthus</i>	1,141	0	1,141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生、海洋回遊性	0	

- 注1) 画像データ及び平成 18 年東京都水産海洋研究報告、2021 年の環境 DNA 結果との一致欄の「○」は種レベルで一致した種を、「△」は上位分類群で一致した種を示す。  
 注2) 魚類に関する情報を包括的に収集しているデータベース「FishBase」の情報を示す。  
 注3) 複数種が同一の塩基配列だった場合には「/」で併記した。

表 2-18 魚類の環境 DNA 分析結果 (MiFish プライマーによる網羅的解析) (3)

No.	アクセス 番号	一回率 <sup>(1)</sup>	画像 データ との一致 <sup>(2)</sup>	既得 データ との一致 <sup>(3)</sup>	2021年 環境DNA結果 との一致 <sup>(4)</sup>	科名	和名	学名	採水日		2022年		2023年		2022.8.19 ~ 2023.7.13								生息環境 <sup>(5)</sup>	生息水深 <sup>(6)</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
									採取	採入	合計	合計	表層																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
													St.1	St.2	St.3-1	St.3-2	St.3-1	St.3-2	St.4	St.1	St.2	St.3-1			St.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
									検出種数	117	144	55	49	95	32	28	42	32	28	14	13	5	13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
									総リード数	1,327,626	2,401,999	153,107	212,778	508,320	465,304	309,294	340,613	446,332	374,957	170,132	141,704	247,878	359,208																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
115	A093808.1	100				オキウニザミ科	オキウニザミ	<i>Odonaspis ferus</i>																	岩礁、深海	10 - 2000 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
116	NC_013634.1	100	△			ユクエウチアカナガコ	ユクエウチアカナガコ	<i>Glyptis brunneus</i>																	岩礁、深海	450 - 3120 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
117	LC020905.1	100		○		シグロウナギ	クロシグロウナギ	<i>Avocettina infans</i>				1,100	0	0	1,100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	785 - 4580																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
118	LC669506.1	100	○			シグロウナギ	シグロウナギ	<i>Nemichthys scolopacea</i>				88	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	100 - 4337 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
119	Q0838301.1	100				ノボコウナギ	ノコウナギ	<i>Seriowagata lanceolata</i>				3,008	0	0	0	0	3,008	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	150 - 1000 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
120	LC523626.2	100				セリウツバハダ / Serriowagata japonensis	セリウツバハダ / <i>S. japonensis</i>	<i>Seriowagata japonensis</i>				40,324	0	0	0	0	2,203	9,982	30,645	0	0	0	0	0	0	深海	0 - 2431 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
121	D060382.1	100				フクロウナギ	フクロウナギ / <i>Sacopharynx ampullaceus</i>	<i>Eurypharynx pelagicoides / Sacopharynx ampullaceus</i>				5,937	12,566	0	0	0	1,259	0	9,976	2,590	0	0	4,278	0	0	深海	500 - 7625 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
122	P0863179.1	98.837				ソメイワシ	<i>Nansenia obita / Nansenia groenlandica</i>	<i>Nansenia obita / N. groenlandica</i>				0	2,435	0	0	0	0	0	0	0	0	2,435	0	0	0	0	深海	0 - 1400 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
123	P0863137.1	97.688				ハマイワシ	<i>Holtbyrnia anomala</i>	<i>Holtbyrnia anomala</i>				26,936	15,700	0	0	0	0	26,936	15,700	0	0	0	0	0	0	0	深海	700 - 2700 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
124	LC58404.1	99.619				セトリイワシ	<i>Bathyroctes brevipes</i>	<i>Bathyroctes brevipes</i>				30,653	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	29,670	深海	? - 1650 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
125	LC58405.1	99.585				セトリイワシ	<i>Bathyroctes macrolopius</i>	<i>Bathyroctes macrolopius</i>				2,604	35,696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,604	35,696	深海	2500 - 5850 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
126	LC58406.1	97.076				セトリイワシ	<i>Bathyroctes michaelisai</i>	<i>Bathyroctes michaelisai</i>				11,846	40,322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,846	40,322	深海	2010 - 5057 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
127	NC_011017.1	97.576				セトリイワシ	<i>Bathyroctes microlepis / Connychna kawai</i>	<i>Bathyroctes microlepis / Alepocephalus umbriceps</i>				10,176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,176	0	0	深海	0 - 4900 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
128	A018429.1	100				ヨコエビ	ヨコエビ	<i>Narces shonanzumae</i>				0	42,847	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,847	深海	2171 - 2512 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
129	MZ597902.1	100			○	ヨコエビ	ヨコエビ	<i>Cyclothone pallida</i>				1,131	42,181	318	0	0	831	0	42,181	0	0	0	0	0	0	42,181	深海	616 - 4663 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
130	LC091636.1	100				ヨコエビ	ヨコエビ	<i>Cyclothone obscura</i>				1,533	0	0	0	0	0	1,533	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	600 - 3500 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
131	LC193334.1	100				ヨコエビ	ヨコエビ	<i>Cyclothone pseudopallida</i>				259	0	0	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	0 - 4938 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
132	LC193326.1	98.788		○		ヨコエビ	ヨコエビ	<i>Cyclothone alba</i>				14,705	38,025	593	262	5,341	0	0	4,688	0	32,684	0	0	0	9,162	0	0	深海	25 - 4938 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
133	Q0846176.1	100		○	△	ヨコエビ	キョウシュメハダ	<i>Diplodus taenia</i>				2,865	72,995	1,768	1,097	2,168	35,007	0	0	0	35,820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0</

注1) 画像データ及び平成18年東京都水産海洋研究報告、2021年の環境DNA結果との一致欄の「○」は種レベルで一致した種を、「△」は上位分類群で一致した種を示す。

注2) 魚類に関する情報を包括的に収集しているデータベース「FishBase」の情報を示す。

注3) 複数種が同一の塩基配列だった場合には「/」で併記した。

表 2-19 魚類の環境 DNA 分析結果 (MiFish プライマーによる網羅的解析) (4)

[illegible]

注1) 画像データ及び平成18年東京都水産海洋研究報告、2021年の環境DNA結果との一致欄の「○」は種レベルで一致した種を、「△」は上位分類群で一致した種を示す。

注2) 魚類に関する情報を包括的に収集しているデータベース「FishBase」の情報を示す。

注3) 複数種が同一の塩基配列だった場合には「/」で併記した。

表 2-20 甲殻類の環境 DNA 分析結果 (MiDeca プライマーによる網羅的解析)

No.	アクセッション 番号	画像データ 一致率	展覧データ との一致 <sup>1)</sup>	科名	和名	学名	採水日 採水層	2022年 合計	2023年 合計	表層																生息環境 <sup>2)</sup>	生息水深 <sup>2)</sup>
										2022.8.19	2022.8.20	2023.7.14	2023.7.13	2022.8.19	2022.8.20	2023.7.14	2023.7.13	2022.8.19	2022.8.20	2023.7.14	2023.7.13	2022.8.19	2022.8.20	2023.7.14	2023.7.13		
										1000m				1700m				1900m									
										St.1	St.2	St.3-1	St.4	St.1	St.2	St.3-1	St.4	St.1	St.2	St.3-1	St.4						
							検出種類数	16	24	8	6	16	4	0	4	1	5	1	2	0	2						
							総リード数	531,417	255,900	72,323	25,084	156,562	46,539	0	168,932	104	35,636	149,434	115,644	0	17,059						
1	FJ620199.1	100		ヤドカリ科	シタンサンゴヤドカリ	<i>Calcinus hazletti</i>		0	1251	0	0	1251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	6 - 7 m			
2	LC469672.1	98.225		ワタリガニ科	ウェークベニツケガニ	<i>Thalaimita seurati</i>		8301	7164	8301	0	7164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 60 m			
3	JQ277182.1	99.408		オウギガニ科	シフゴイシガニ	<i>Kraussia rugulosa</i>		0	80	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	サンゴ礁	0 - 5 m			
4	KM888839.1	100		オウギガニ科	Luniella scabriculus	<i>Luniella scabriculus</i>		6290	0	6290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 5 m			
5	ON856755.1	100		オウギガニ科	Pilodius maotieni	<i>Pilodius maotieni</i>		0	6517	0	0	6517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 6 m			
6	KM888848.1	97.661		オウギガニ科	オオメオウギガニ	<i>Tweedieia odhneri</i>		0	4427	0	0	4427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 5 m			
7	HM637983.1	99.401		カノコオウギガニ科	カノコオウギガニ	<i>Daira perlati</i>		0	17137	0	0	17137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 6 m			
8	OQ940333.1	99.405		ドメシアガニ科	マルディピアガニ	<i>Cherurus triunguiculatus</i>		0	5313	0	0	5313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	サンゴ礁	-			
9	OQ940329.1	100		ドメシアガニ科	トグマルディピアガニ	<i>Palmyria palmyrensis</i>		0	11164	0	0	11164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 5 m			
10	OR448113.1	99.39		トグカイカムリ科	トグカイカムリ	<i>Dynomene hispida</i>		0	6832	0	0	6832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	サンゴ礁	1 - 504 m			
11	MW784540.1	98.758		アナエビ科	Axiopsis pica	<i>Axiopsis pica</i>		0	4222	0	0	4222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 80 m			
12	MW784541.1	99.379		アナエビ科	ヘンダアナエビ	<i>Axiopsis serratifrons</i>		0	710	0	0	710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	サンゴ礁	1 - 30 m			
13	PQ093000.1	100		テッポウエビ科	サンゴテッポウエビ	<i>Alpheus lottini</i>		0	3402	0	0	3402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	0 - 60 m			
14	LC468134.1	100		クルマエビ科	バナメイエビ / ヨシエビ	<i>Penaeus vannamei / Metapenaeus affinis</i>		2454	0	2454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	5 - 92 m			
15	MH379158.1	100		クルマエビ科	アルゼンチンアカエビ / ウシエビ	<i>Pleoticus muelleri / Penaeus monodon</i>		11775	0	11398	377	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	底生	2 - 174 m			
16	NC_039170.1	100	△	オヨギチヒロエビ科	スベスベチヒロエビ	<i>Gennadas parvus</i>		90004	0	10746	0	0	0	0	79258	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	? - 3935 m			
17	MF197192.1	100	△	ヒオドシエビ科	ヤリヒオドシエビ	<i>Acanthephyra acutifrons</i>		5963	0	0	5963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	357 - 4200 m			
18	KP075892.1	99.379	△	ヒオドシエビ科	Acanthephyra media	<i>Acanthephyra media</i>		78599	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78599	0	0	0	0	外洋性	1280 - 1280 m			
19	MT444424.1	99.412	△	サクラエビ科	クシノハカスミエビ	<i>Allosergestes pectinatus</i>		3908	0	0	3908	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	25 - 725 m			
20	MG677866.1	100	△	オキアミ科	Euphausia brevis	<i>Euphausia brevis</i>		364	33420	142	222	23769	9651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	0 - 1872 m			
21	MG677868.1	99.387	△	オキアミ科	Euphausia hemigibba	<i>Euphausia hemigibba</i>		0	1999	0	0	0	0	0	0	0	1999	0	0	0	0	0	外洋性	50 - 600 m			
22	MG677872.1	97.619	△	オキアミ科	Euphausia recurva	<i>Euphausia recurva</i>		26150	70800	16507	9643	43172	27628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	? - 500 m			
23	MG677873.1	98.182	△	オキアミ科	Euphausia tenera	<i>Euphausia tenera</i>		21456	21097	16485	4971	18534	2563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	外洋性	0 - 1000 m			
24	MF197227.1	98.788	△	オキアミ科	Nematobrachion flexipes	<i>Nematobrachion flexipes</i>		0	1657	0	0	0	0	0	0	0	0	1657	0	0	0	0	外洋性	100 - 600 m			
25	MF197228.1	99.387	△	オキアミ科	Nematobrachion sexspinosum	<i>Nematobrachion sexspinosum</i>		0	5923	0	0	0	0	0	0	0	0	5923	0	0	0	0	外洋性	400 - 600 m			
26	MG677897.1	99.379	△	オキアミ科	マルエリオキアミ	<i>Thysanopoda obtusifrons</i>		0	26534	0	0	2868	0	0	0	0	0	23666	0	0	0	0	外洋性	200 - 7 m			
27	MW845801.1	100	△	オヨギチヒロエビ科	スベスベツノチヒロエビ	<i>Gennadas incertus</i>		0	413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413	深海	100 - 2300 m			
28	MK950934.1	100	△	オヨギチヒロエビ科	マルソコチヒロエビ	<i>Maorancaris investigatoris</i>		34	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	0 - 1690 m		
29	AY351183.1	100		コシオリエビ科	Typhlonida tirsias / チュウコシオリエビ属	<i>Typhlonida tirsias / Munida sp.</i>		0	16646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16646	底生	1039 - 2063 m			
30	PP359692.1	100		ヒオドシエビ科	ミツトグヒオドシエビ	<i>Acanthephyra smithi</i>		73970	0	0	0	0	0	0	73970	0	0	0	0	0	0	0	0	深海	200 - 3716 m		
31	KP075906.1	100		ヒオドシエビ科	フタスジアタマエビ	<i>Notostomus elegans</i>		15670	2391	0	0	0	0	0	15670	0	2391	0	0	0	0	0	0	深海	450 - 5380 m		
32	KP725603.1	99.375		ヒオドシエビ科	トグオキヒオドシエビ	<i>Oplophorus gracilirostris</i>		37045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37045	0	0	0	0	0	深海	10 - 2400 m	
33	PP002053.1	100		ヒオドシエビ科	マルトグヒオドシエビ	<i>Systollaspis debilis</i>		149434	104	0	0	0	0	0	0	104	0	149434	0	0	0	0	0	0	深海	0 - 3716 m	
34	MN150471.1	99.39	△	オキナガラエビ科	オキナガラエビ	<i>Thalassocaris lucida</i>		0	6697	0	0	6697	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
-	AB300173.1	99.387		ヌマエビ科	シナヌマエビ / ミナミヌマエビ	<i>Neocaridina denticulata sinensis / N. denticulata</i>		74	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	排水もしくはコンタミ由来			

注1) 画像データ及び平成 18 年東京都水産海洋研究報告、令和 4 年度 (2022 年) の環境 DNA 結果との一致欄の「○」は種レベルで一致した種を、「△」は上位分類群で一致した種を示す。

注2) 海洋生物に関する情報を包括的に収集しているデータベース「SeaLifeBase」の情報を示す。

注3) 複数種が同一の塩基配列だった場合には「/」で併記した。

表 2-21 海棲哺乳類の環境 DNA 分析結果 (MiMammal プライマーによる網羅的解析)

No.	アクセッション 番号	一致率	科名	和名	学名	採水日 2023年 合計	2023.7.14	2023.7.13	2023.7.14	2023.7.13	2023.7.14	2023.7.13	生息環境 <sup>1)</sup>	生息水深 <sup>1)</sup>
							表層		1000m		1900m			
							St.3-1	St.4	St.3-1	St.4	St.3-1	St.4		
検出種類数						5	1	0	0	2	1	1		
総リード数						54,187	98	0	0	1,709	51,007	1,373		
1	NC_021974.2	100	アカボウクジラ科	コブハクジラ	<i>Mesoplodon densirostris</i>	51007	0	0	0	0	51007	0	外洋性、非移行性	0 - 2014 m
2	NC_005272.1	100	コマッコウ科	コマッコウ	<i>Kogia breviceps</i>	1187	0	0	0	1187	0	0	外洋性、非移行性	0 - 1989 m
3	NC_012062.1	100	マイルカ科	ハナゴンドウ	<i>Grampus griseus</i>	98	98	0	0	0	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 3510 m
4	ON652914.1	100	マイルカ科	オキゴンドウ	<i>Pseudorca crassidens</i>	522	0	0	0	522	0	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 2332 m
5	NC_019589.1	100	マイルカ科	カズハゴンドウ	<i>Peponocephala electra</i>	1373	0	0	0	0	0	1373	外洋性、非移行性	0 - 1815 m

注1) 海洋生物に関する情報を包括的に収集しているデータベース「SeaLifeBase」の情報を示す。



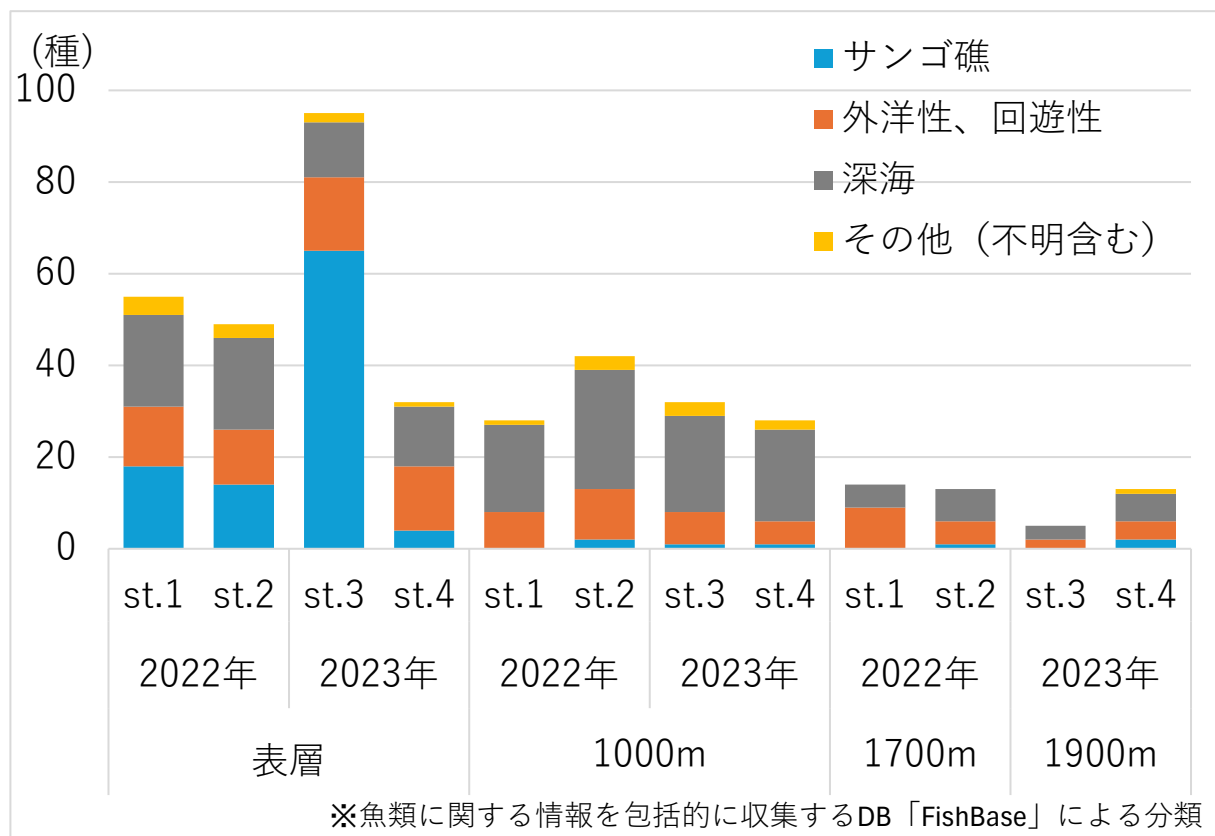


図 2-49 各採水層における検出種数の割合（魚類）

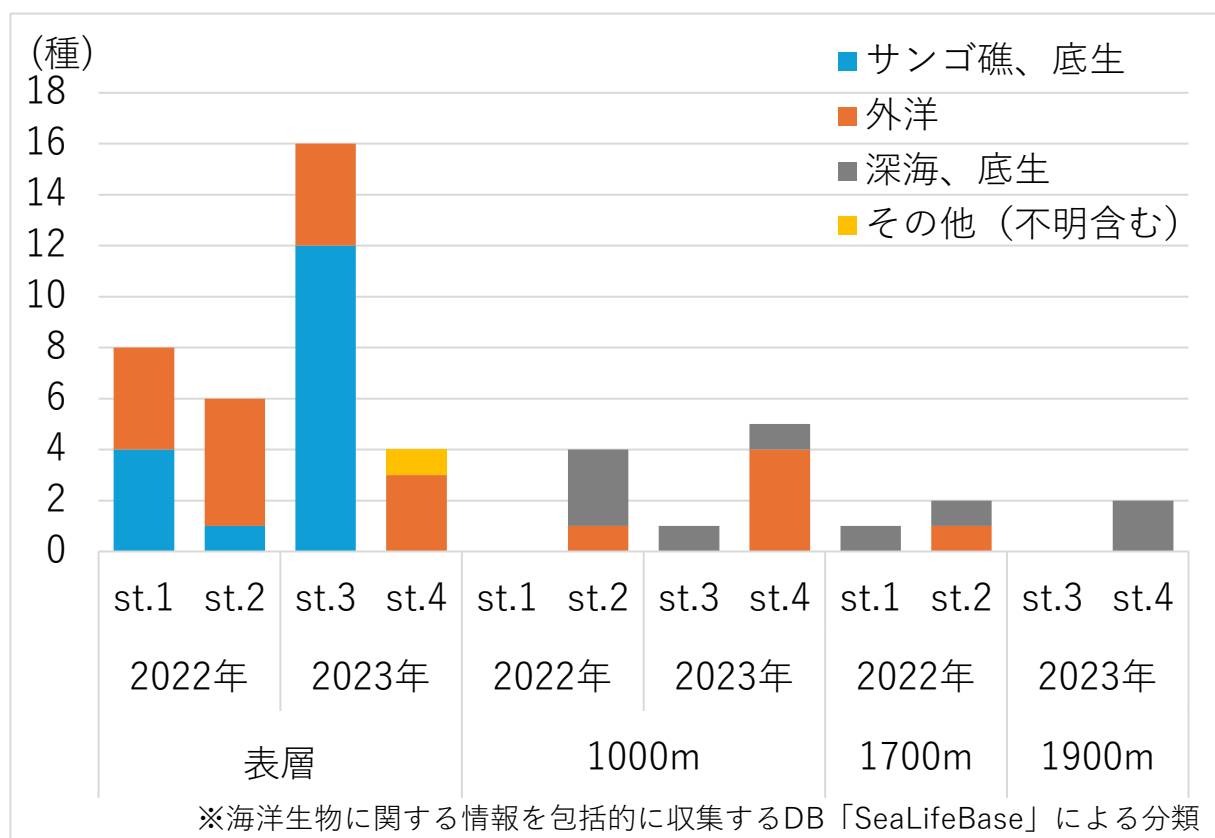


図 2-50 各採水層における検出種数の割合（甲殻類）

## (2) 環境 DNA 分析(YOUZAN + MASS Pump)

MASS Pump フィルターから DNA 抽出を行い、魚類を対象とした MiFish メタバーコーディング解析を実施した。その結果、3 つのろ過フィルターから合計 335,338 個の魚類配列を取得した (表 2-22)。相同性検索の結果、21 科 34 種の魚類配列を検出した。これらの多くは深海種であり、浅海種の配列は非常に限られていた。最も多く出現した配列はソコログチイワシ *Narcetes stomias* (相同性 100%) で、取得した配列の 17.5% を占めた。ソコログチイワシを含め、34 種中 6 種がセキトリイワシ科に属するものであった。本調査でもヨコヅナイワシ *Narcetes shonanmaruae* (相同性 100%) が検出された。

表 2-22 YOUZAN+MASS Pump 調査により検出した魚類配列

No.	アクセッション番号	一致率	CTD 採水との一致	科名	標準名	blastcheck	生息環境	生息水深	リード数	%
1	AP017956.1	100	○	カタクチイワシ科	タイワンアイノコイワシ	<i>Encrasicholina punctifer</i>	サンゴ礁	5 - 35 m	8	0.0
2	LC021296.1	100	○	ダツ科	テンジクダツ / <i>Tylosurus acus</i>	<i>Tylosurus acus melanotus</i> / <i>T. acus</i>	サンゴ礁	-	11,605	3.5
3	AY279584.1	100	○	ベラ科	ハゲベラ / <i>Chlorurus spilurus</i>	<i>Chlorurus sordidus</i> / <i>Chlorurus spilurus</i>	汽水、サンゴ礁、海洋回遊性	0 - 50 m	9	0.0
4	LC146272.1	100	○	ブダイ科	アミメブダイ	<i>Scarus frenatus</i>	サンゴ礁	0 - 25 m	4	0.0
5	LC146002.1	99.42	○	ハダカイワシ科	ホタルビハダカ	<i>Lampadena urophaos</i>	外洋性	50 - 1047 m	10,038	3.0
6	OP057063.2	100	○	トビウオ科	イダテントビウオ / ハゴロモトビウオ	<i>Exocoetus volitans</i> / <i>Exocoetus monocirrhus</i>	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	9,826	2.9
7	OP035319.1	100	○	トビウオ科	ヒメアカトビ	<i>Cypselurus angusticeps</i>	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	9	0.0
8	NC_039356.1	100	○	トビウオ科	Chellopogon pinnatibarbatus / イダテントビウオ / <i>Cypselurus oligolepis</i> / ハマトビウオ / アヤトビウオ / ハゴロモトビウオ / <i>C. opisthopus</i> / ウチダトビウオ / カラストビウオ / ホソトビウオ	<i>Chellopogon pinnatibarbatus</i> / <i>Exocoetus volitans</i> / <i>Cypselurus oligolepis</i> / <i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> / <i>C. poecilopterus</i> / <i>E. monocirrhus</i> / <i>C. opisthopus</i> / <i>C. naresii</i> / <i>C. cyanopterus</i> / <i>C. hirai</i>	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m	4	0.0
9	LC104445.1	100	○	トビウオ科	サヨリトビウオ	<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>	外洋性、海洋回遊性	0 - 1 m	3,601	1.1
10	OP035059.1	99.42	○	ムカシクロタチ科	ムカシクロタチ	<i>Scombrobrachx heterolepis</i>	底生、海洋回遊性	100 - 900 m	37,549	11.2
11	LC278032.1	100	○	クロタチカマス科	アブラソコムツ	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	底生、海洋回遊性	200 - 1100 m	2,713	0.8
12	KU955344.1	98.81	○	サバ科	Thunnus atlanticus / ホソカツオ / <i>T. maccoyii</i> / キハダ / コシナガ / <i>Euthynnus alletteratus</i> / メバチ	<i>Thunnus atlanticus</i> / <i>Allothunnus fallai</i> / <i>T. maccoyii</i> / <i>T. abacares</i> / <i>T. tonggol</i> / <i>Euthynnus alletteratus</i> / <i>T. obesus</i>	外洋性、海洋回遊性	0 - 1500 m	56,745	16.9
13	MZ597953.1	100	○	サバ科	カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>	外洋性、海洋回遊性	0 - 260 m	17,461	5.2
14	AF417329.1	99.42	○	ホラアナゴ科	コンゴアナゴ	<i>Simenchelys parasitica</i>	深海	100 - 3000 m	8,994	2.7
15	LC552346.2	100	○	ノコバウナギ科	モトノコバウナギ / <i>Serrivomer jespersenii</i>	<i>Serrivomer sector</i> / <i>S. jespersenii</i>	深海	0 - 3243 m	6,514	1.9
16	NC_013570.1	99.42	○	セキトリイワシ科	Alepocephalus productus	<i>Alepocephalus productus</i>	深海	815 - 3500 m	12,085	3.6
17	LC458405.1	99.42	○	セキトリイワシ科	Bathytroctes macrolepis	<i>Bathytroctes macrolepis</i>	深海	2500 - 5850 m	8,766	2.6
18	LC458406.1	97.08	○	セキトリイワシ科	Bathytroctes michaelisarsii	<i>Bathytroctes michaelisarsii</i>	深海	2010 - 5057 m	13	0.0
19	LC458416.1	100	○	セキトリイワシ科	ソコログチイワシ	<i>Narcetes stomias</i>	深海	1500 - 2300 m	58,715	17.5
20	AP018429.1	100	○	セキトリイワシ科	ヨコヅナイワシ	<i>Narcetes shonanmaruae</i>	深海	2171 - 2572 m	11,074	3.3
21	AP018430.1	97.11	○	セキトリイワシ科	ヨコヅナイワシ / <i>Narcetes erimelas</i>	<i>Narcetes shonanmaruae</i> / <i>N. erimelas</i>	深海	2171 - 2572 m	5,970	1.8
22	OQ846347.1	99.42	○	フデソコ科	ハリーフデソコ	<i>Scopelosaurus harryi</i>	深海	0 - 1500 m	351	0.1
23	NC_082544.1	100	○	ヤリエソコ科	ヤリエソコ	<i>Coccorella atlantica</i>	深海、海洋回遊性	50 - 1000 m	1,800	0.5
24	LC579010.1	100	○	ミズウオ科	クサビウロコエソ	<i>Magnisudis atlantica</i>	外洋性、海洋回遊性、深海	0 - 4750 m	770	0.2
25	LC812908.1	100	○	ハダカイワシ科	ゴウハダカ	<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	深海	100 - 500 m	174	0.1
26	LC145996.1	99.44	○	ハダカイワシ科	ウスハダカ	<i>Myctophum orientale</i>	深海	-	14,251	4.2
27	OQ846476.1	100	○	チゴダラ科	カナダダラ / トガリカナダダラ	<i>Antimora microlepis</i> / <i>A. rostrata</i>	深海	175 - 3048 m	9,611	2.9
28	OQ846428.1	100	○	ソコダラ科	シンカイヨロイダラ / ヨロイダラ	<i>Coryphaenoides yaquinae</i> / <i>C. armatus</i>	深海	3400 - 5800 m	4	0.0
29	NC_004374.1	97.01	○	アジ科	フクメンイタチウオ	<i>Bassozetus zenkevitchi</i>	深海	0 - 6930 m	7	0.0
30	LC385236.1	100	○	ラクダアンコウ科	Tyrannophryne pugnax	<i>Tyrannophryne pugnax</i>	深海	400 - 2100 m	2,881	0.9
31	AP002934.1	100	○	カブトウオ科	ヨロイギンメ	<i>Scopelogadus mizolepis</i>	深海	300 - 3385 m	5,475	1.6
32	MZ597897.1	99.41	○	エボシダイ科	ホソオキメダイ / オキメダイ / ボウズコンニャク	<i>Cubiceps pauciradiatus</i> / <i>C. baxteri</i> / <i>C. squamiceps</i>	深海	58 - 1000 m	5,575	1.7
33	OQ846346.1	100	○	エボシダイ科	ハナピラウオ / スジハナピラウオ	<i>Psenes pellucidus</i> / <i>P. cyanophrys</i>	深海、海洋回遊性	20 - 550 m	19,346	5.8
34	OQ846140.1	100	○	クロタチカマス科	ホソクロタチ	<i>Diplospinus multistriatus</i>	底生、深海	50 - 1000 m	13,390	4.0
合計									335,338	100.0

### 3. 沖ノ鳥島周辺海域の地形地質・鉱物の特性解析

令和4年度（2022年）、令和5年度（2023年）の海域調査により沖ノ鳥島周辺海域の水深470m-3,000mの高解像度海底地形図が作成され、詳細な地形がはじめて明らかになった(図3-1)。本島北及び西斜面での水深970m～1,710mにおけるAUV「YOUZAN」による海底観察、南西端海脚水深2,700m～3,100mにおける採泥調査により、底質のほとんどは石灰岩片であるものの、基盤をなす火山岩片がわずかながら確認された。この結果と地形特徴を考慮して作成されたのが図3-2の沖ノ鳥島模式地質断面図である。島の基盤は海底火山起源の玄武岩質火山岩であり、水深2,000m付近より浅部は珊瑚起源の石灰岩により構成され、水深3000m以深の石灰岩はもともと浅部にあったものが急斜面を落下し堆積したものと考えられる。沖ノ鳥島の成り立ちのさらなる解明のためには、地震探査による地質構造調査が待たれるところである。

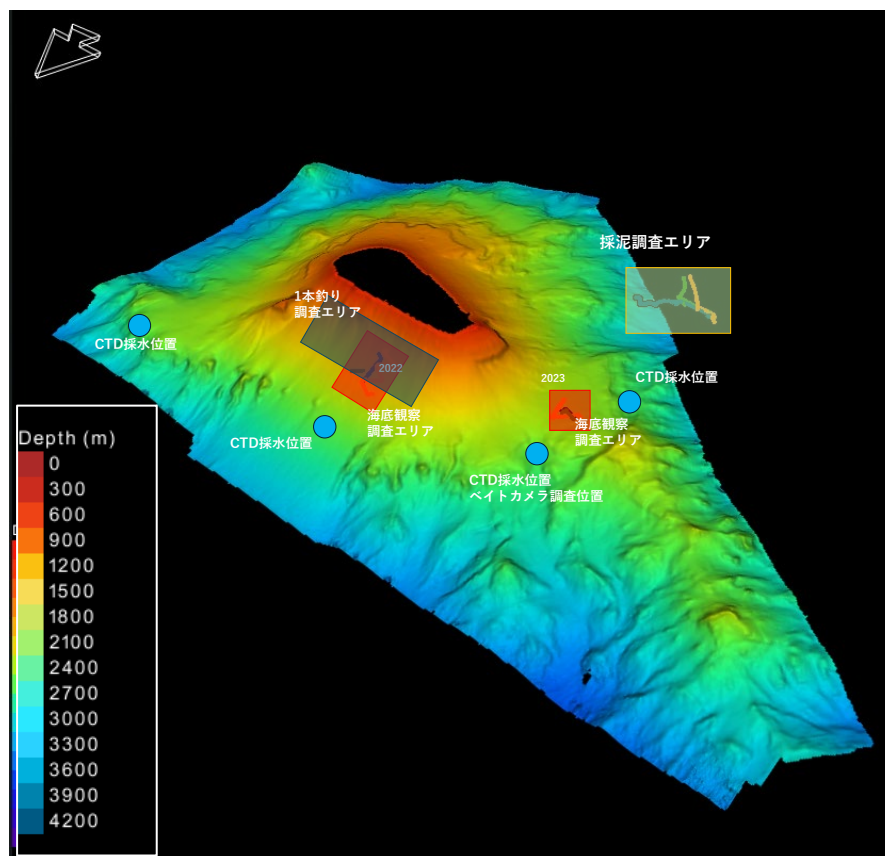


図 3-1 詳細海底地形図及び採水、採泥、観察地点

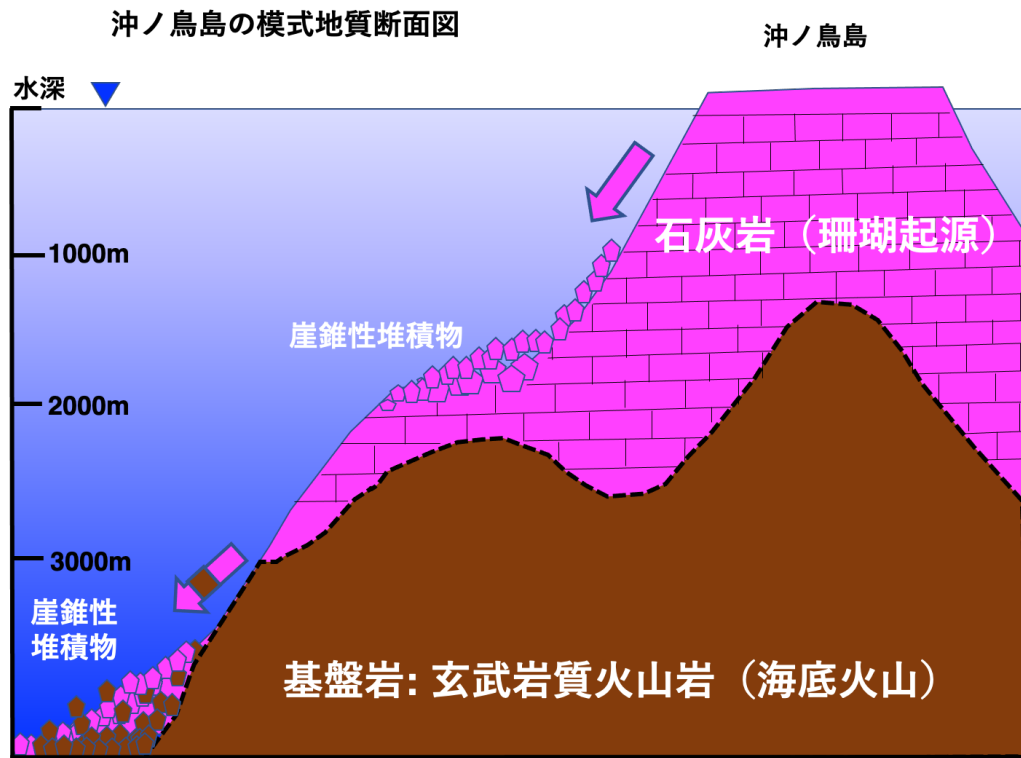


図 3-2 沖ノ鳥島模式地質断面図

## 4. 沖ノ鳥島周辺海域の生物相の特性解析

### 4.1 画像解析による生物相調査

#### 4.1.1 画像解析で得られた海洋生物出現種

##### (1) 2 ヶ年の結果整理

令和4年度（2022年）のAUV調査の結果と令和5年度（2023年）のAUV調査並びに一本釣り調査及びベイトカメラ調査の結果を合わせた結果を表4-1に、令和4年度（2022年）及び令和5年度（2023年）調査で確認された生物の門別種類数を表4-2に示す。令和4年度（2022年）の調査と令和5年度（2023年）の調査の合計で91種類の生物が確認された。

海綿動物門の生物は令和4年度（2022年）調査では確認されず、令和5年度（2023年）調査で確認された。深海における海綿動物門は、長い柄を底質から伸ばし起立して生息する種や岩盤などの基質に固着して生息する種類が多い（NOAA：Benthic Deepwater Animal Identification Guide V4）。令和4年度（2022年）調査においてAUVで撮影された底質画像を確認するとリップルマークや、砕けたような礫がみられた。本調査では海流の速度は計測していないが、底層付近に強い流れが発生していることが示唆された。このことから、令和4年度（2022年）調査においてAUVで観察した範囲では、海綿動物門などの固着性生物の生息に適さない海況だった可能性が考えられた。

AUVの調査は広範囲を調査することができるが、生物を採集することができない。一般に、深海生物の生態的知見は乏しいが、AUVによる調査は広範囲な海底観察が可能であり、深海生物の分布状況について新たな知見を得ることが出来る。採集調査の前にAUVによる広域な潜航調査を行うことで、「どの場所に、どのような生物が分布しているのか」をあらかじめ把握できるため、効率的な調査が可能となる。

令和5年度（2023年）調査はAUV調査に加え、後述する釣りによる調査やベイトカメラによる調査、底質調査で混獲された生物を狙ったドレッジ調査を実施したが、一本釣り調査と船上での採捕による採集で2種の標本を得ることができた。一方、令和5年度（2023年）調査で追加実施したベイトカメラは垂下式での実施であり、ドレッジも少量の採泥にとどまった。今後、ベイトトラップの海底設置やドレッジ採集、ROVによる生物サンプリングによって、沖ノ鳥島周辺海域の生物相をより深く解明するための知見収集が期待される。



表 4-1(1) 2022 年及び 2023 年調査で確認された生物一覧

調査日：2022年8月20-21日

調査日：2023年7月15-16日

調査方法：AUVによる撮影、釣獲、船上採捕、バイトカメラ

No.	門	綱	学名	和名	2022	2023
1	海綿動物門	六放海綿綱	<i>Poliopogon</i> sp.	-		○
2			<i>Walteria</i> sp.	-		○
3			<i>Caulophacus</i> sp.	-		○
4			Hexactinellida1	六放海綿綱1		○
5			Hexactinellida2	六放海綿綱2		○
6	刺胞動物門	ヒドロ虫綱	Tubulariidae ?	クダウミヒドラ科 ?	○	
7		花虫綱	<i>Chrysogorgia</i> sp.	キンヤギ属		○
8			<i>Iridogorgia</i> sp.?	-		○
9			<i>Metallogorgia</i> sp.	-		○
10			Chrysogorgiidae	キンヤギ科		○
11			Keratoisidinae	-		○
12			Coralliidae ?	サンゴ科 ?	○	
13			Primnoidae	オオキンヤギ科	○	○
14			Calcaxonia ?	-	○	
15			Victorgorgiidae	-		○
16			<i>Anthoptilum</i> sp.	-	○	
17			<i>Umbellula</i> sp. ?	フサウミサボテン属 ?	○	○
18			Pennatulacea ?	ウミエラ目 ?		○
19			Edwardsiidae ?	ムシモドキギンチャク科 ?	○	
20			Liponematidae ?	ダーリアイソギンチャク科 ?	○	
21			<i>Calliactis</i> sp. or <i>Paracalliactis</i> sp.?	-	○	
22			Actiniaria	イソギンチャク目	○	○
23			<i>Bathypathes</i> sp.?	-		○
24			Schizopathidae	ハウチワツノサンゴ科		○
25			Antipatharia	ツノサンゴ目		○
26			<i>Epizoanthus</i> sp.	-	○	
27			Anthozoa	花虫綱		○
28			Cnidaria	刺胞動物門 (花虫綱 or ヒドロ虫綱)	○	○
29	軟体動物門	頭足綱	Opisthoteuthidae	メンダコ科	○	
30			Pleurobranchaeidae	ウミフクロウ科	○	
31	節足動物門	軟甲綱	Mysida	アミ目	○	○
32			Aegidae ?	グソクムシ科 ?	○	
33			<i>Aristaeopsis</i> cf. <i>edwardsiana</i>	オオミツトゲチヒロエビと思われる種	○	
34			<i>Arristeus</i> cf. <i>virilis</i>	ヒカリチヒロエビと思われる種	○	
35			Aristeidae	チヒロエビ科	○	○
36			<i>Pasiphaea</i> sp.	シラエビ属	○	
37			<i>Acanthephyra</i> cf. <i>eximia</i>	トゲヒオドシエビと思われる種	○	○
38			<i>Nematocarcinus</i> sp.	イトアシエビ属	○	○
39			<i>Heterocarpus</i> cf. <i>longirostris</i>	<i>Heterocarpus longirostris</i> と思われる種	○	
40			<i>Heterocarpus</i> sp.	ミノエビ属	○	

\*注1：○はAUVによる観察における出現を、□はそれ以外の方法での出現を示す。

\*注2：本同定結果は画像によるもので、標本によるものではないため、不確かな情報を含んでいる。

同定協力者(敬称略)

海綿：伊勢 優史

刺胞：喜瀬 浩輝, 櫛田 優花

節足：駒井 智幸

棘皮：岡西 政典, 小川 晟人, 幸塚 久典

魚類：小枝 圭太, 藤原 義弘, 瀬能 宏, 和田 英敏

表 4-1 (2) 2022 年及び 2023 年調査で確認された生物一覧

調査日：2022年8月20-21日

調査日：2023年7月15-16日

調査方法：AUVによる撮影、釣獲、船上採捕、ベイトカメラ

No.	門	綱	学名	和名	2022	2023
41	節足動物門	軟甲綱	<i>Homeryon</i> cf. <i>armarium</i>	<i>Homeryon armarium</i> と思われる種	○	
42			Polychelidae	センジュエビ科		○
43			<i>Parapagurus</i> cf. <i>furci</i>	アシボソシンカイヤドカリと思われる種	○	
44			<i>Parapagurus</i> or <i>Sympagurus</i> sp.	シンカイヤドカリ属 or オキヤドカリ属	○	
45			Chirostyloidea	クモエビ上科		○
46			Homolidae	ホモラ科	○	○
47			Malacostraca	軟甲綱	○	
48			Arthropoda	節足動物門		□
49	棘皮動物門	ウミユリ綱	Antedonidae	ヒメウミシダ科	○	
50			Comatulida	ウミシダ目		○
51		ヒトデ綱	Brisingida	ウデボソヒトデ目		○
52			Velatida	マクヒトデ目	○	
53			Asteroidea	ヒトデ綱 (モミシガイ目orゴカクヒトデ科orマクヒトデ目)		○
54			Asteroidea	ヒトデ綱		○
55		クモヒトデ綱	Euryalida sp.	ツルクモヒトデ目		○
56			Ophiuroidea	クモヒトデ綱	○	○
57		ウニ綱	Aspidodiadematidae ?	クモガゼ科 ?		○
58			Cidaroida	オウサマウニ目	○	
59			Scutellina	カシパン目	○	
60			Echinoidea	ウニ綱	○	
61		ナマコ綱	<i>Pannychia</i> sp.	-	○	
62			Laetmogonidae ?	カンテンナマコ科 ?	○	
63			Elasipodida ?	板足目 ?	○	
64			Deimatidae	オニナマコ科	○	
65			<i>Paelopatides</i> sp. ?	-	○	
66			Synallactidae or Psychropotidae	Synallactidae or Psychropotidae	○	
67			Holothuroidea	ナマコ綱	○	
68	脊椎動物門	軟骨魚綱	Chimaeridae	ギンザメ科	○	
69			<i>Odontaspis ferox</i>	オオワニザメ	○	
70			<i>Centroscyrnus</i> sp.	ユメザメ属	○	
71		硬骨魚綱	<i>Aldrovandia affinis</i>	トカゲギス	○	
72			<i>Halosauropsis macrochir</i>	クロオビトカゲギス	○	
73			Halosauridae	トカゲギス科		○
74			<i>Histiobranchus</i> cf. <i>bathybius</i>	ソコアナゴと思われる種	○	○
75			<i>Synaphobranchus</i> sp.	ホラアナゴ属	○	○
76			Synaphobranchidae	ホラアナゴ科	○	
77			<i>Nemichthys scolopaceus</i>	シギウナギ	○	
78			<i>Bathypterois</i> sp.	イトヒキイワシ属	○	○
79			<i>Ipnops</i> sp.	チョウチンハダカ属	○	
80			Macrouridae	ソコダラ科	○	

\*注1：○はAUVによる観察における出現を、□はそれ以外の方法での出現を示す。

\*注2：本同定結果は画像によるもので、標本によるものではないため、不確かな情報を含んでいる。

同定協力者(敬称略)

海綿：伊勢 優史

刺胞：喜瀬 浩輝, 榎田 優花

節足：駒井 智幸

棘皮：岡西 政典, 小川 晟人, 幸塚 久典

魚類：小枝 圭太, 藤原 義弘, 瀬能 宏, 和田 英敏

表 4-1 (3) 2022 年及び 2023 年調査で確認された生物一覧

調査日：2022年8月20-21日

調査日：2023年7月15-16日

調査方法：AUVによる撮影、釣獲、船上採捕、ペイトカメラ

No.	門	綱	学名	和名	2022	2023
81	脊椎動物門	硬骨魚綱	Ophidiidae	アシロ科	○	
82			Gadiformes or Ophidiiformes	タラ目orアシロ目	○	
83			Lophiidae	アンコウ科	○	
84			<i>Halicmetus</i> cf. <i>ruber</i>	アカフウリュウウオと思われる種	○	
85			<i>Halicmetus</i> sp.	アミメフウリュウウオ属	○	
86			Ogcocephalidae	アカグツ科	○	
87			<i>Cypselurus angusticeps</i>	ヒメアカトビ		□
88			<i>Ruvettus pretiosus</i>	バラムツ		□
89			<i>Symphurus</i> sp.	アズマガレイ属	○	
90			Cynoglossidae	ウシノシタ科	○	
91			Osteichthyes	硬骨魚綱	○	○
種類数					63	42

\*注1：○はAUVによる観察における出現を、□はそれ以外の方法での出現を示す。

\*注2：本同定結果は画像によるもので、標本によるものではないため、不確かな情報を含んでいる。

同定協力者(敬称略)

海綿：伊勢 優史

刺胞：喜瀬 浩輝, 櫛田 優花

節足：駒井 智幸

棘皮：岡西 政典, 小川 晟人, 幸塚 久典

魚類：小枝 圭太、藤原 義弘、瀬能 宏、和田 英敏

表 4-2 令和 4 年度（2022 年）と令和 5 年度（2023 年）調査で確認された門別種類数

動物門	2022年	2023年	合計
海綿動物門		5	5
刺胞動物門	12	15	23
軟体動物門	2		2
節足動物門	15	8	18
棘皮動物門	13	7	19
脊椎動物門	21	7	24
合計種類数	63	42	91

## (2) 沖ノ鳥島周辺海域の魚類相と日本国内の海山における既往研究との比較

近年、Iguchi *et al.* (2024) と Koeda *et al.* (2021) の研究論文が報告された。Iguchi *et al.* (2024) は南鳥島の南側海底に位置する拓洋第5海山の平頂部において、ROV とベイトカメラ、環境 DNA の手法を用いて得られた映像や解析データをまとめ、魚類相を報告している。Koeda *et al.* (2021) は、2020 年に制定された伊豆小笠原や西マリアナ海嶺の海洋保護区 (MPA: Marine Protected Area) に点在する一部の海山において、同様に ROV やベイトカメラ、AUV 等を用いて得られた映像と標本をまとめ、魚類相を報告している。本研究では2ヵ年の沖ノ鳥島周辺海域における調査で主に AUV によって 24 種類の魚類が確認された。そこで、日本の最南端である沖ノ鳥島周辺海域の魚類相の特徴を明らかにすることを目的として、本研究の結果と、Iguchi *et al.* (2024)、Koeda *et al.* (2021) で報告された魚類相を比較した。

## (3) 解析方法

本研究と Iguchi *et al.* (2024)、Koeda *et al.* (2021) の魚類相データをまとめ、比較用のデータとして整理したのち、比較解析を行った。Iguchi *et al.* (2024) のデータは、ROV とベイトカメラで確認されたデータのみを使用した。比較用データについて、調査水深を Koeda *et al.* (2021) にあわせて、今回は 750m 以浅 (Shallow: S) と 900m 以深 (Deep: D) に分けて解析を行った。本研究で確認されたヒメアカトビについて、本種は海洋の表層を遊泳する生物であり、他の研究の手法で確認されていない。その要因として、本種のデータ取得方法が船上飛込であることに起因するものであり、今回の比較用データとして不適であると判断し、解析データからは除外した。

比較解析は柚原ら (2023) の手法を参考に在・不在データでクラスター解析を行った。

まず、3 つの研究データを整理し、調査海域別の在・不在データについて野村・シンプソン指数 Nomura-Simpson' coefficient: NSC (野村 1940、Simpson 1943) を用いて、下記の式により非類似度行列を求めた (本研究では調査手法はほぼ同様であるが、観察時間や面積が異なるため、柚原ら (2023) と同様の理由から、Jaccard 指数や Sørensen 指数ではなく、野村・シンプソン指数を採用した)。

$$\text{NSC} = c/b : a \text{ 及び } b \text{ は両地域の種数 (ここで } a \geq b \text{)、}$$
$$c \text{ はその共通種}$$

得られた非類似度行列より階層クラスタリングを実施した。階層クラスタリングは探索的手法であり (齋藤・宿久 2006)、最適なクラスタリングモデルを導くため、5 つのクラスタリングアルゴリズム: 単連結法、完全連結法、UPGMA 法、WPGMA 法、Ward 法のそれぞれを実行した。

次に、解析において、最適なクラスター数や分割された各クラスターの妥当性を評価する

ために、シルエット幅を求めた (Rousseeuw 1987)。最初に、あるクラスターに属するサンプル (本解析においては海域・水深)  $x(i)$  と当該クラスター内の他サンプルとの間の平均非類似度  $a(i)$  を算出した。そのクラスターに最も近い別のクラスターを構成するサンプルと  $x(i)$  との間の平均非類似度  $b(i)$  を算出した。 $a(i)$  と  $b(i)$  のうち、大きい方の値で  $b(i) - a(i)$  を除し、サンプル  $x(i)$  のシルエット幅  $S(i)$  を算出した。

$$S(i) = [b(i) - a(i)] / \max[a(i), b(i)]$$

続けて、各サンプルのシルエット幅から、①各クラスター内の平均シルエット幅 (各クラスターの妥当性を示す) と②全サンプルの平均シルエット幅を算出し、最も 1 に近かったクラスター数を最適なクラスター数として、上述で求めた最適なクラスタリングモデルで解析を行った。

#### (4) 解析結果

ヒメアカトビを除外した 3 つの研究結果の概要を表 4-3 に示し、出現種リストを表 4-4、表 4-5 に示す。種類数は調査海域別でみると立冬海山が 40 種類で最も多く、水深別でも、立冬海山の 750m 以浅が 38 種類と最も多かった。沖ノ鳥島周辺海域で確認された種類数は調査海域別でみると正徳海山に次いで 3 番目に多く、水深別でみると水深 900m 以深としては最も多かった。

表 4-3 3 つの研究調査結果の概要

研究	調査海域	種類数	手法	水深
本研究	沖ノ鳥島沖	23	AUV、Fishing	941m~1715m
Iguchi <i>et al.</i> (2024)	拓洋第 5 海山	20	ROV、BC	930m~950m
Koeda <i>et al.</i> (2021)	正保海山	17	ROV、BC	300m~750m or 2000m
	正徳海山	31	AUV、ROV、BC	300m~750m
	日光海山	18	AUV、ROV、BC	300m~750m or 2000m
	立冬海山	40	AUV、ROV、BC	300m~750m or 2000m



表 4-4 3つの研究で確認された魚類一覧 (1)

学名	和名	調査場所 水深(m)	本研究		Iguchi et al.(2024)		Koeda et al.(2021)			
			九州・パラオ海嶺		マーカス・ネッカー海嶺		西七島海嶺		中央・西マリアナ海嶺	
			沖ノ島島	拓洋第5海山			正保海山	正徳海山	立冬海山	日光海山
			941-1715m	930-950m			300-700m	2000m	300-700m	300-700m 2000m
<i>Hydrolagus</i> sp.	アカギンザメ属			○						
Chimaeridae	ギンザメ科		○							
<i>Odontaspis ferox</i>	オオワニザメ		○							
<i>Galeus sauteri</i>	タイワンヤモリザメ								○	
<i>Pseudotriakis microdon</i>	チヒロザメ			○					○	
<i>Hexanchus griseus</i>	カグラザメ							○	○	
<i>Etmopterus lucifer</i>	フジクジラ								○	
Etmopteridae	カラスザメ科			○						
<i>Centroscymnus</i> sp.	ユメザメ属		○							
<i>Somniosus</i>	オンデンザメ			○						
<i>Squalus mitsukurii</i>	フトツノザメ						○	○	○	
<i>Squalus</i> sp.	ツノザメ属								○	
Squaliformes1	ツノザメ目1			○						
Squaliformes2	ツノザメ目2			○						
<i>Plesiobatis daviesi</i>	ウスエイ								○	
<i>Aldrovandia affinis</i>	トカゲギス		○							
<i>Halosauropsis macrochir</i>	クロオビトカゲギス		○							○
Halosauridae	トカゲギス科		○	○						
Notacanthiformes	ソコギス目			○						
<i>Gymnothorax intesi</i>	ミナミミソレウツボ							○		
<i>Gymnothorax ypsilon</i>	オキノシマウツボ							○		
<i>Histiobranchus bathybius</i>	ソコアナゴ						○			
<i>Histiobranchus</i> cf. <i>bathybius</i>	ソコアナゴと思われる種		○							
<i>Meadia abyssalis</i>	ヒレジロアナゴ						○	○	○	
<i>Simenchelys parasitica</i>	コンゴウアナゴ			○						
<i>Synaphobranchus kaupii</i>	イラコアナゴ								○	
<i>Synaphobranchus</i> sp.	ホラアナゴ属		○	○						○
Synaphobranchidae	ホラアナゴ科		○	○						
<i>Conger erebennus</i>	ダイナンアナゴ							○		○
<i>Nemichthys scolopaceus</i>	シギウナギ		○							
<i>Nettastoma</i> sp.	クズアナゴ属								○	
Anguilliformes	ウナギ目			○						
<i>Melanostomias</i> sp.	カンテントカゲギス属							○		
Stomiiformes	ワニトカゲギス目									○
<i>Bathypterois grallator</i>	オオイトヒキイワシ									○
<i>Bathypterois</i> sp.	イトヒキイワシ属		○							
<i>Ipnots</i> sp.	チョウチンハダカ属		○							
<i>Chlorophthalmus albatrossis</i>	アオメエソ						○			
<i>Chlorophthalmus</i> sp. 2	バケアオメエソ								○	○
<i>Neoscopelus microchir</i>	サンゴイワシ								○	
Myctophidae	ハダカイワシ科			○		○		○	○	○
<i>Polymixia berndti</i>	アラメギンメ								○	
<i>Polymixia japonica</i>	ギンメダイ								○	
<i>Polymixia sazonovi</i>	オカムラギンメ								○	
<i>Antimora microlepis</i>	カナダダラ			○						
<i>Laemonema robustum</i>	クロダラ								○	○
<i>Physiculus japonicus</i>	チゴダラ					○		○		
<i>Physiculus rhodopinnis</i>	アカチゴダラ								○	○
Physiculus yoshidae	オシャレチゴダラ								○	○
<i>Physiculus</i> sp.	チゴダラ属			○						
<i>Coelorrinchus hubbsi</i>	モヨウヒゲ					○				
<i>Ventrifossa</i> sp.	ミサキノコダラ属								○	○
Macrouridae	ソコダラ科		○	○						
<i>Squalogadus modificatus</i>	バケダラ						○			○
<i>Acanthonus armatus</i>	ハナトゲアシロ						○			
<i>Bassogigas gillii</i>	オオイタチウオ									○
Ophidiidae	アシロ科		○	○					○	
Gadiformes or Ophidiiformes	タラ目orアシロ目		○							

注:○は出現を示す。

表 4-5 3つの研究で確認された魚類一覧 (2)

			調査場所	本研究		Iguchi et al.(2024)		Koeda et al.(2021)				
				九州・パラオ海嶺	マーカス・セッカー海嶺	西七島海嶺		中央・西マリアナ海嶺				
科名	学名	和名	水深(m)	沖ノ島島	拓洋第5海山	正保海山	2000m	正徳海山	立冬海山	2000m	日光海山	2000m
アンコウ科	<i>Lophiodes</i> sp.	ヒメアンコウ属							○		○	
	Lophiidae	アンコウ科		○								
フサアンコウ科	<i>Chaunax penicillatus</i>	ハナグロフサアンコウ							○			
	<i>Chaunax</i> sp.	フサアンコウ属								○		
	Chaunacidae	フサアンコウ科			○							
アカグツ科	<i>Halicmetus</i> cf. <i>ruber</i>	アカフウリュウウオと思われる種		○								
	<i>Halicmetus</i> sp.	アミメフウリュウウオ属		○								
	Ogcocephalidae	アカグツ科		○								
キンメダイ科	<i>Beryx splendens</i>	キンメダイ							○			
ヒウチダイ科	<i>Gephyroberyx darwinii</i>	ハシキンメ						○				
	<i>Hoplostethus</i> sp.	ヒウチダイ属							○			
ベニマトウダイ科	<i>Cyttopsis rosea</i>	カゴマトウダイ							○			
ヒンダイ科	<i>Antigonia capros</i>	ヒンダイ						○				
フサカサゴ科	<i>Idiastion pacificum</i>	カクレカサゴ							○			
	<i>Pontinus macrocephalus</i>	ヒオドシ						○				
	Scorpaenidae1	フサカサゴ科1						○				
	Scorpaenidae2	フサカサゴ科2						○				
	Scorpaenidae3	フサカサゴ科3									○	
	Scorpaenidae4	フサカサゴ科4			○							
シロカサゴ科	<i>Setarches guentheri</i>	シロカサゴ				○			○		○	
メバル科	<i>Helicolenus hilgendorffii</i>	ユメカサゴ				○						
ホウボウ科	<i>Lepidotrigla</i> sp.	カナガシラ属							○			
ウラナйкаジカ科	<i>Psychrolutes</i> sp.	ウラナйкаジカ属								○		
	Psychrolutidae	ウラナйкаジカ科							○			
ハタ科	<i>Caprodon schlegelii</i>	アカイサキ						○				
	<i>Epinephelus octofasciatus</i>	マハタモドキ						○				
	<i>Odontanthias</i> sp.	イッテンサクラダイ属						○				
	<i>Plectranthias azumanus</i>	アズマハナダイ						○				
	<i>Plectranthias</i> sp.	イズハナダイ属				○						
シキシマハナダイ科	<i>Grammatonotus</i> sp.	テンジクハナダイ属						○				
キントキダイ科	<i>Cookeolus japonicus</i>	チカメキントキ						○				
ヤセムツ科	<i>Epigonus</i> sp.	ヤセムツ属							○		○	
ムツ科	<i>Scombrops boops</i>	ムツ						○				
シマガツオ科	<i>Eumegistius illustris</i>	チカメエチオピア							○			
ハチビキ科	Emmelichthyidae	ハチビキ科				○						
フエダイ科	<i>Etelis carbunculus</i>	ハチジョウアカムツ						○				
	<i>Pristipomoides argyrogrammicus</i>	ハナフエダイ						○				
チョウチョウウオ科	<i>Prognathodes guyotensis</i>	ウラシマチョウチョウウオ										
カワビシヤ科	<i>Pentaceros japonicus</i>	ツボダイ				○		○				
	<i>Pentaceros wheeleri</i>	クサカリツボダイ				○						
イボダイ科	<i>Hyperoglyphe japonica</i>	メダイ				○		○				
ベラ科	<i>Bodianus tanyokidus</i>	ズナガアカボウ						○				
	Labridae	ベラ科						○				
ゲンゲ科	Zoarcidae	ゲンゲ科							○			
トラギス科	<i>Parapercis macrophthalma</i>	シズクトラギス						○				
クロタチカマス科	<i>Ruvettus pretiosus</i>	バラムツ	○	○					○		○	
ウシノシタ科	<i>Symphurus thermophilus</i>	イデユウシノシタ									○	
	<i>Symphurus</i> sp.	アズマガレイ属	○									
	Cynoglossidae	ウシノシタ科	○									
ベニカワムキ科	<i>Macrorhamphosodes uradoi</i>	フエカワムキ							○			
	<i>Triacanthodes anomalus</i>	ベニカワムキ							○		○	
イトマキフグ科	<i>Kentrocabros flavofasciatus</i>	キスジイトマキフグ						○				
-	Osteichthyes1	不明硬骨魚1					○					
	Osteichthyes2	不明硬骨魚2						○				
	Osteichthyes3	不明硬骨魚3	○									
種類数			23	20	13	4	31	35	5	14	4	

注:○は出現を示す。

5つのクラスタリング方法：単連結法、完全連結法、UPGMA 法、WPGMA 法、Ward 法のそれぞれを実行し、それぞれの方法で示されたデンドログラム内での調査海域間の距離をコーフェン距離とし、その距離行列であるコーフェン行列と本来の非類似度行列の相関（コーフェン相関）、及び本来の非類似度行列とコーフェン距離の平方和（Gower 距離）を求めた結果、UPGMA 法を用いたクラスタリングのコーフェン相関が最も高く（ $r=0.9451$ ）、Gower 距離に関しては最も低かったことから（Gowerdistance=0.1185）、この方法を採用した（表 4-6）。

表 4-6 クラスタリング方法別コーフェン相関と Gower 距離

クラスタリング方法	コーフェン相関	Gower距離
単連結法	0.9020	0.7532
完全連結法	0.9402	0.1635
群平均法(UPGMA)	0.9451	0.1185
群平均法(WPGMA法)	0.9441	0.1213
Ward法	0.9084	5.2937

最適なクラスター数や分割された各クラスターの妥当性を評価するためにシルエット幅を求めた結果、各サンプルのシルエット幅から、①各クラスター内の平均シルエット幅（各クラスターの妥当性を示す）と②全サンプルの平均シルエット幅を算出し、最も 1 に近かった「4」を最適なクラスター数として、UPGMA 法を用いたクラスター解析を行った（図 4-1）。

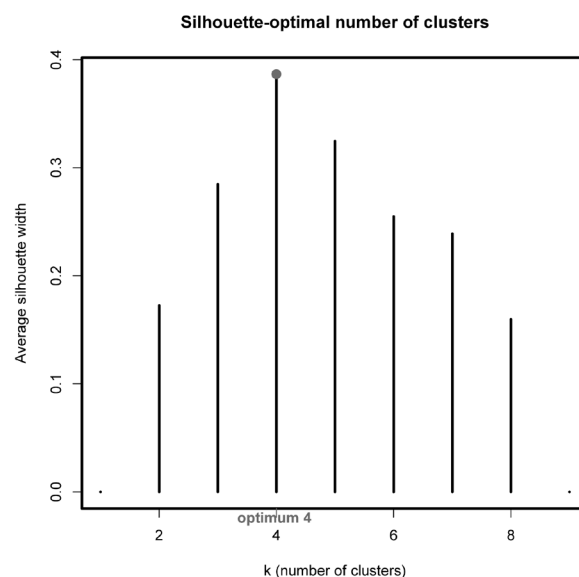
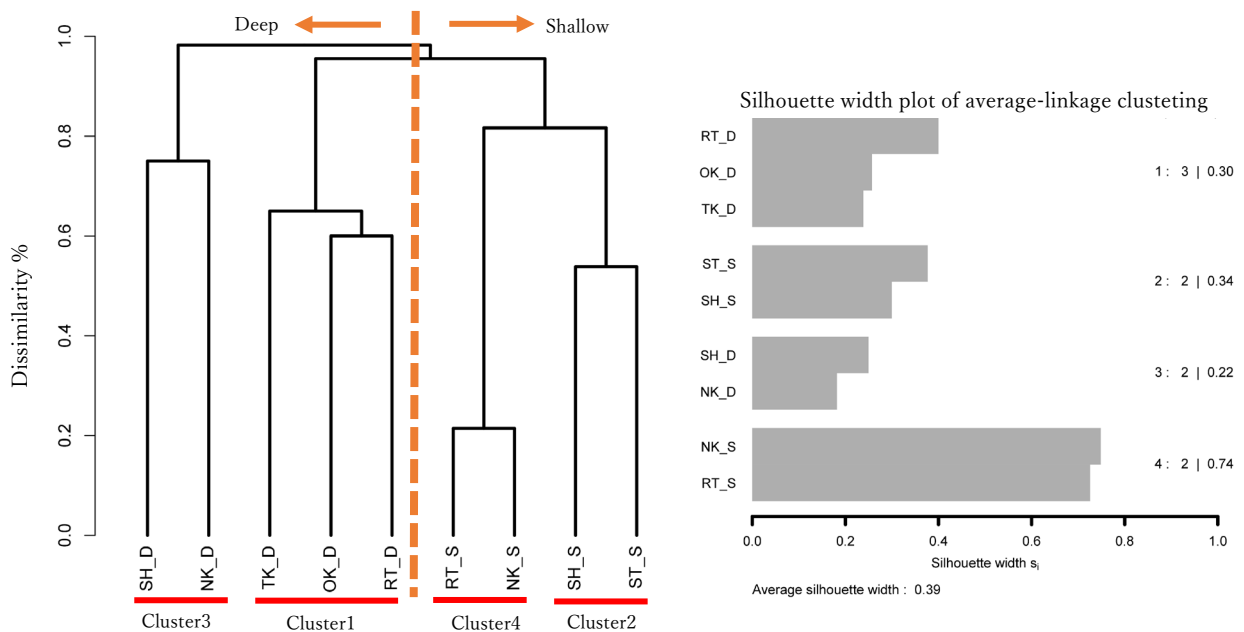


図 4-1 各クラスター数（2-8）における平均シルエット幅

UPGMA 法によるクラスター解析の結果を図 4-2 に示す。また、各調査海域の相対的な位置を示す地図を図 4-3 に示す。クラスター解析の結果、750m以浅（Shallow：S）と 900m以深（Deep：D）の結果はそれぞれ分かれてクラスターを形成した。750m以浅では、立冬海山と日光海山の 2 つ、正保海山と正徳海山の 2 つでそれぞれクラスタリングされた。地理的に近い立冬海山と日光海山、正保海山と正徳海山でクラスタリングされ、沖ノ鳥島周辺の魚類相とは類似性が低いことが示された。沖ノ鳥島周辺を含む 900m以深では、正保海山と日光海山の 2 つ、沖ノ鳥島と立冬海山、拓洋第 5 海山の 3 つでそれぞれクラスターを形成し、沖ノ鳥島周辺は拓洋第 5 海山と立冬海山の 900m以深（水深 2,000m程度）との類似性が示された。



OK:沖ノ鳥島、TK:拓洋第 5 海山、SH:正保海山、ST:正徳海山、RT:立冬海山、NK:日光海山  
S:750m以浅、D:900m 以深

図 4-2 クラスター解析結果

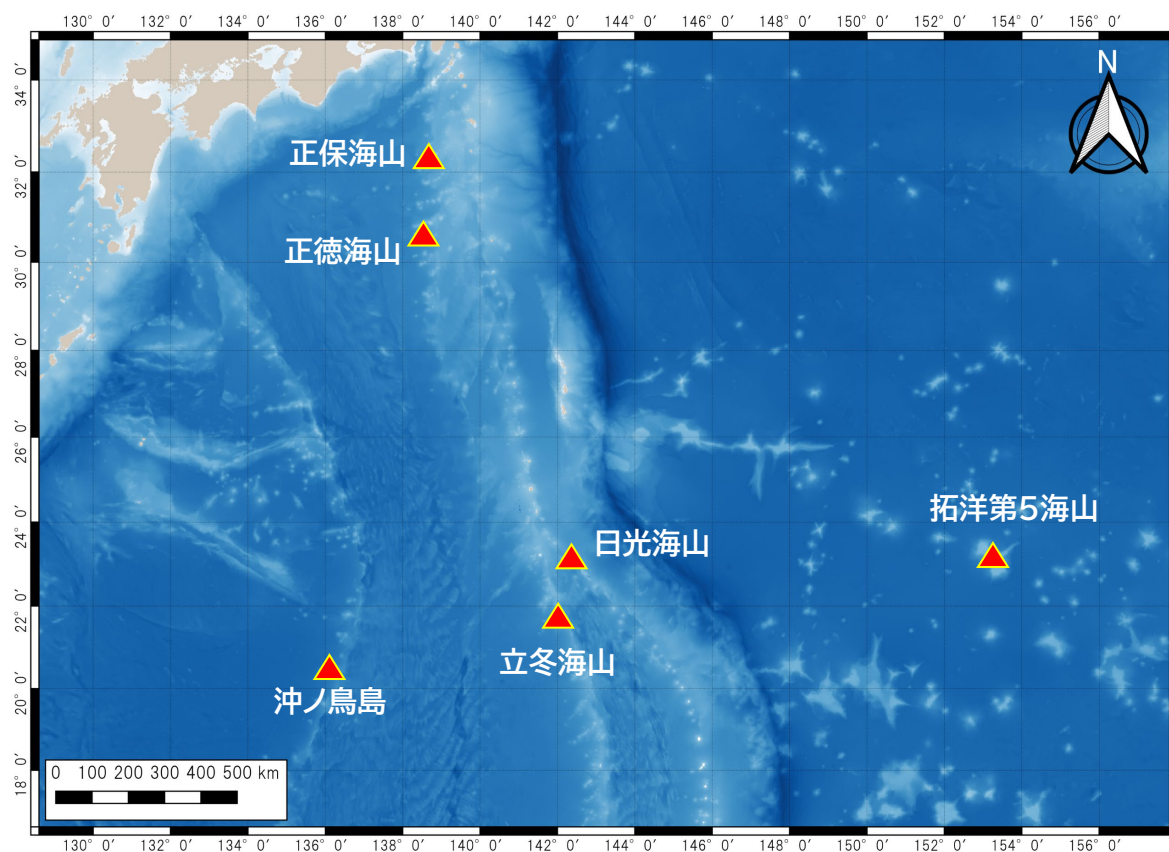


図 4-3 全体の調査海域図



#### 4.1.2 海底基質とメガベントスとの関係

本調査研究では AUV 調査を令和 4 年度（2022 年）、令和 5 年度（2023 年）に行った結果、海底面性状と併せて、海底面付近には多くの魚類等の遊泳性動物と併せ、海綿動物、刺胞動物及び棘皮動物等の多くのメガベントスの生息が確認された。また、令和 5 年度（2023 年）調査では、岩盤・岩石と白色砂質（有孔虫砂）が混在した多様な海底基質が確認され、これらに依存するようにメガベントスが生息していた（図 4-4）。



図 4-4 AUV「YOUZAN」で観察した沖ノ鳥島周辺の海底面性状

ここでは、沖ノ鳥島周辺海域の深海底における海底基質とメガベントスの分布の関係性について解析した。なお、本調査でこれまでに観察された深海生物は、固着性メガベントス、移動性メガベントス、遊泳動物、浮遊生物の 4 つの動物群であった。これらのうち、本解析で扱う動物群は、海底基質に依存して生息する固着性メガベントスと移動性メガベントスとした。また、AUV 調査は令和 4 年度（2022 年）、令和 5 年度（2023 年）に行ったが、多様な海底基質は令和 5 年度（2023 年）調査において確認された。このため、ここでは令和 5 年度（2023 年）の調査結果を用いて解析を行った。

分類	特徴	写真
固着性メガベントス Sessile Megabenthos	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤、岩石等の硬い海底基質に固着して生育</li> <li>主な生物群：海綿動物、刺胞動物（ヤギ類）等</li> </ul>	
移動性メガベントス Motile Megabenthos	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤、岩石だけでなく、砂質にも生息</li> <li>移動は出来るが、動きは緩慢</li> <li>主な生物群：棘皮動物、（軟体動物）等</li> </ul>	
遊泳動物 Necton	<ul style="list-style-type: none"> <li>海底付近で能動的に遊泳して生息</li> <li>主な生物群：魚類、甲殻類（軟甲類）</li> </ul>	
浮遊生物 Plankton	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本的に海流に流されて浮遊（日周鉛直移動する種類はあり）</li> <li>主な生物群：動植物プランクトン（ベントスの幼生など）</li> </ul>	

図 4-5 2022～2023 年調査航海 AUV 調査で確認された深海生物

## (1) 調査概要

令和4年度（2022年）、令和5年度（2023年）に実施したAUV調査の航跡図を図4-6、調査諸元一覧を表4-7に示す。令和4年度（2022年）のAUV調査は上述の通り8月20～21日、沖ノ鳥島北西斜面で3潜航実施した。令和5年度（2023年）のAUV調査は7月16日、沖ノ鳥島西斜面で1潜航実施した。それぞれの観測調査水深は、令和4年度（2022年）調査が941～1,466m、令和5年度（2023年）調査が1,655～1,715mであった。

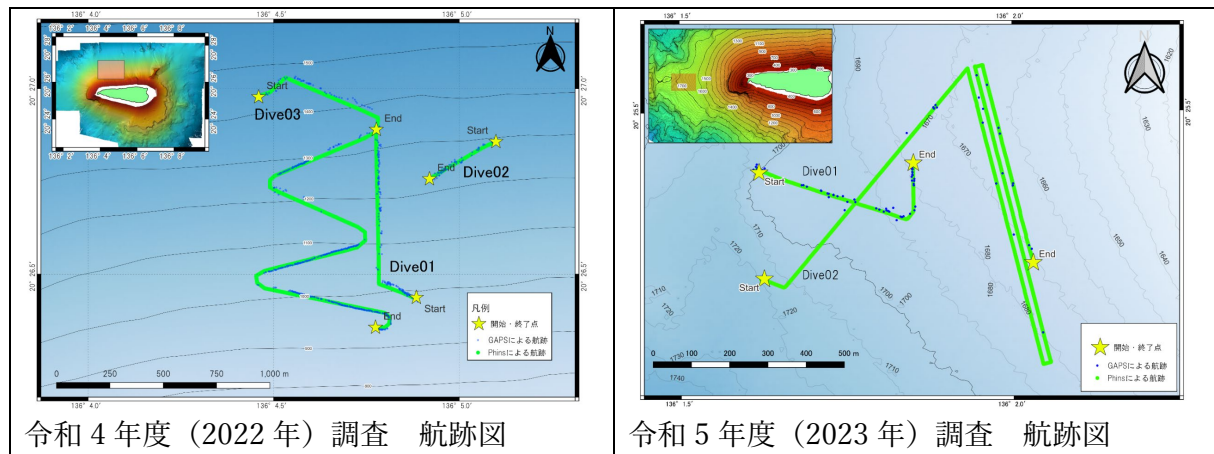


図4-6 令和4年度（2022年）、令和5年度（2023年）に実施したAUV調査の航跡図

表4-7 調査諸元一覧

調査実施年	調査場所	調査観測水深 (m)	調査手法	観測距離 (m)	観測面積 (m <sup>2</sup> )
2022	沖ノ鳥島北西斜面	941～1,466	AUV「YOUZAN」による自動海底観測	4,595	15,596
2023	沖ノ鳥島西斜面	1,655～1,715	同上	2,997	13,773

## (2) 海底基質の特性

各調査における海底基質に占める岩盤・岩石等の硬基質（Hard Substrate）の割合を図4-7に示す。調査を行った海底の基質は、上述の通り白色砂質（有孔虫砂）と岩盤・岩石が多様に混在しており、ここでは海底基質に占める硬基質の割合（Hard Substrate Ratio、以後HSRとする）について、先行研究（Sugishima et al., 2018）の結果と比較して示す。

沖ノ鳥島周辺海域における海底基質は、令和4年度（2022年）調査ではHSRが0%であり、全面白色砂質（有孔虫砂）であった。一方、令和5年度（2023年）調査では、岩盤・岩石の海底基質と白色砂質（有孔虫砂）が混在しており、HSRは平均0.32であった。先行研究である北西太平洋公海域のコバルトリッチクラストが賦存する4つの海山（JA海山）のHSRは、0.13～0.59であった。

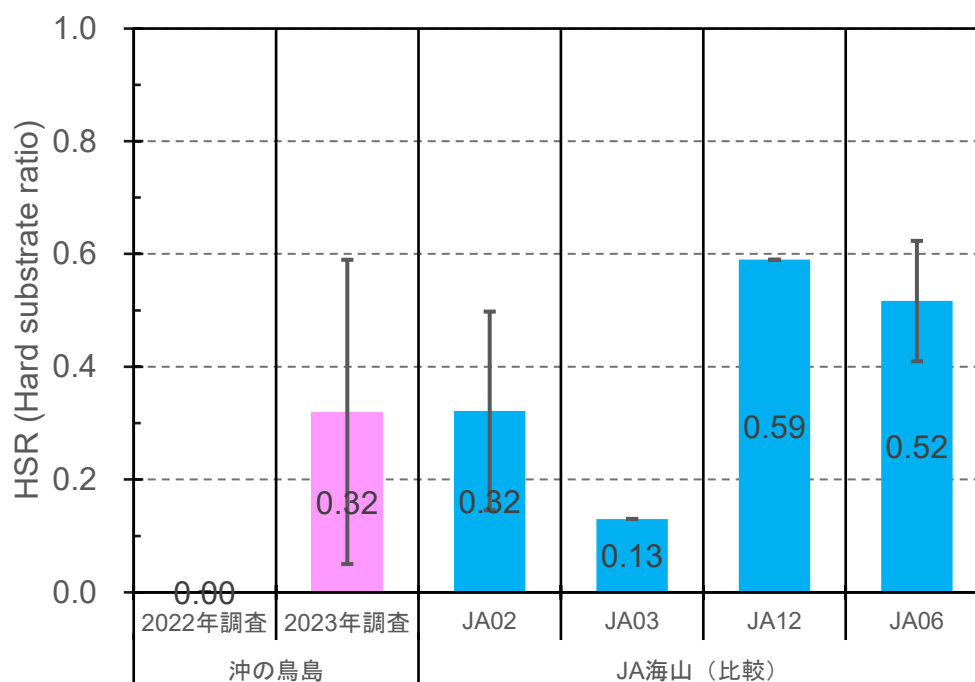


図 4-7 各調査における海底基質に占める硬基質 (Hard Substrate) の割合

### (3) メガベントス個体数

沖ノ鳥島周辺海域及び北西太平洋公海域のメガベントス個体数を図 4-8 に示す。沖ノ鳥島周辺海域におけるメガベントス個体数は、令和 4 年度 (2022 年) 調査調査時が 190 個体/ha、令和 5 年度 (2023 年) 調査時が 602 個体/ha であった。北西太平洋公海域のメガベントス個体数は、35~148 個体/ha であり、沖ノ鳥島周辺海域は北西太平洋公海域と同程度か、より多かった。分類群別には沖ノ鳥島周辺海域では令和 4 年度 (2022 年) 調査、令和 5 年度 (2023 年) 調査共に棘皮動物の占める比率が高く、さらに令和 5 年度 (2023 年) 調査は令和 4 年度 (2022 年) 調査に比べて刺胞動物が多かった。また、令和 4 年度 (2022 年) 調査では海綿動物は出現していないが、令和 5 年度 (2023 年) 調査では確認された。

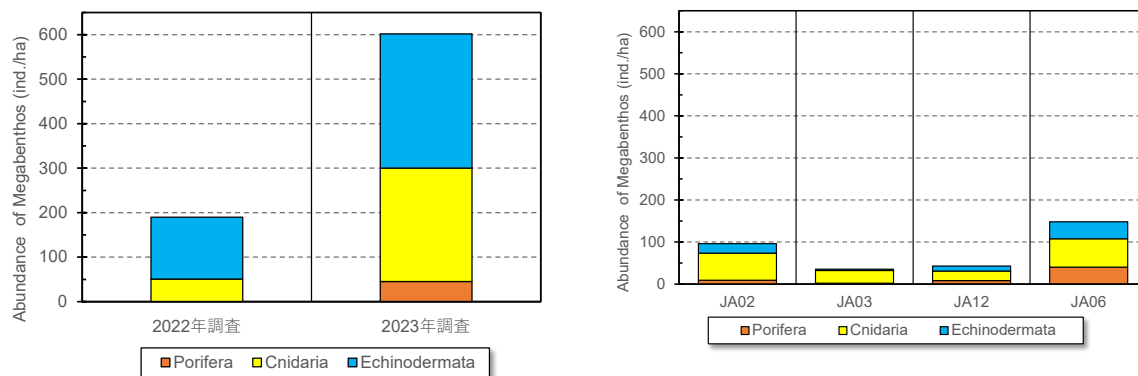


図 4-8 沖ノ鳥島周辺海域及び北西太平洋公海域のメガベントス個体数

#### (4) 海底基質とメガベントスの水平分布

沖ノ鳥島周辺海域令和 5 年度（2023 年）調査における海底基質とメガベントスの水平分布を図 4-9 に示す。海底基質は、調査前半の 500m 付近までは砂質主体であったが、500m から 3,000m まで砂質と硬基質が混在していた。海綿動物、刺胞動物（ウミエラを除くすべて）、刺胞動物（ウミエラのみ）、棘皮動物の分布は、分類群毎に多く出現する場所とそうでない場所が分かれていた。これを観察 100m 間隔毎のセグメントで集計、整理した（図 4-10）。

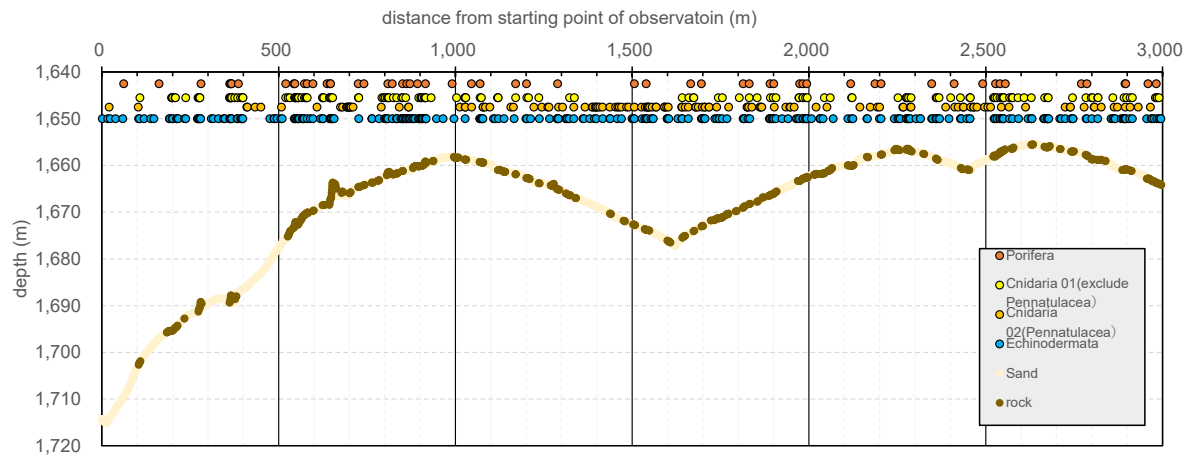


図 4-9 沖ノ鳥島周辺海域令和 5 年度（2023 年）調査におけるメガベントスと海底基質の水平分布

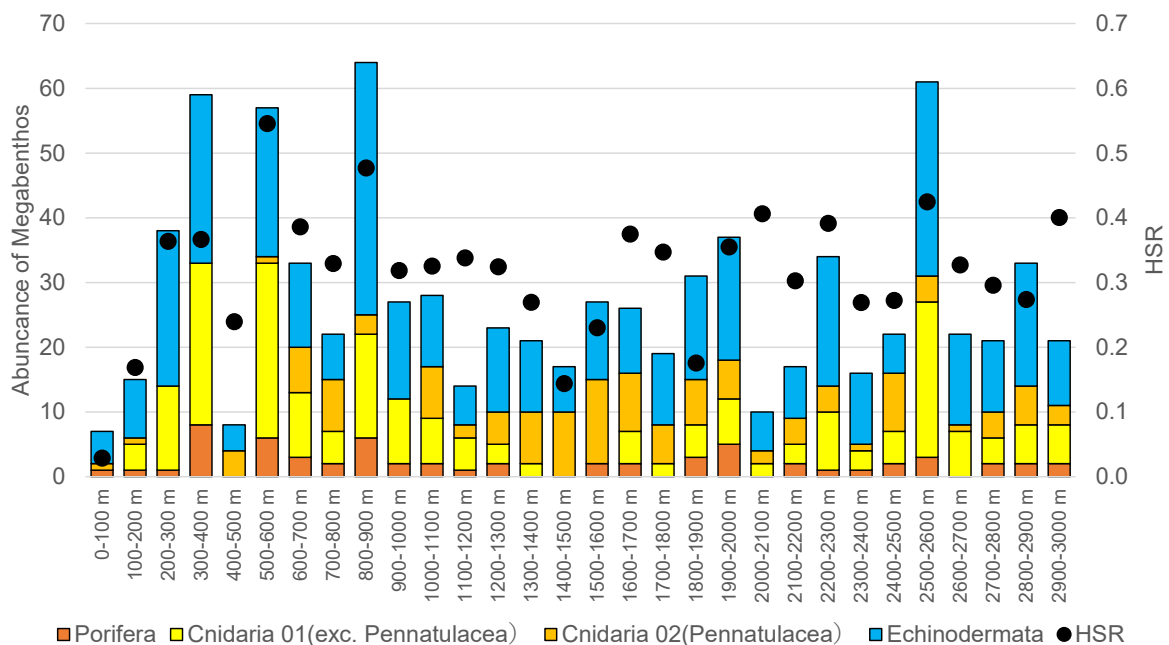


図 4-10 沖ノ鳥島周辺海域令和 5 年度（2023 年）調査における 100m 間隔セグメント別のメガベントス個体数と海底基質

### (5) 海底基質とメガベントス個体数の関係

海底基質の HSR とメガベントス個体数の関係を図 4-11 に示す。HSR とメガベントス個体数の相関係数は統計解析ソフト EZR を用いて算出した。HSR とメガベントス個体数の間には、正の相関がみられた ( $r=0.628$ ,  $p<0.01$ )。

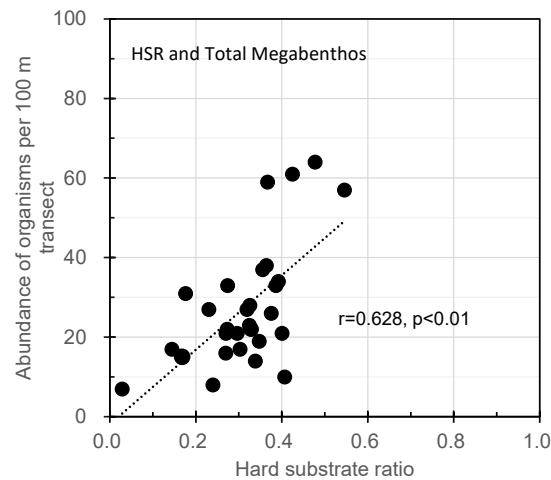
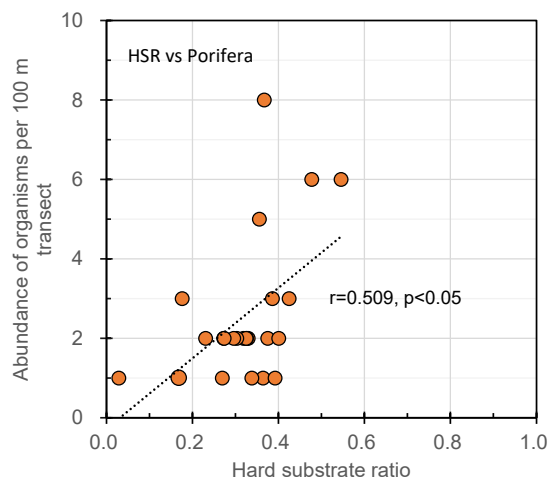


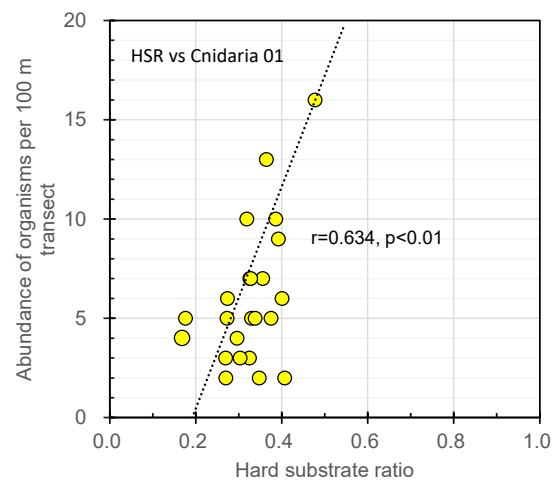
図 4-11 海底基質の HSR とメガベントス個体数の関係

### (6) 海底基質と分類群別メガベントス個体数の関係

海底基質の HSR と分類群別メガベントス個体数の関係を図 4-12、図 4-13 に示す。HSR と海綿動物、刺胞動物（ウミエラを除く）、棘皮動物の個体数の間には、それぞれ正の相関がみられた。特に、刺胞動物（ウミエラを除く）で HSR との相関係数がより高かった ( $r=0.634$ ,  $p<0.01$ ) 一方、HSR と刺胞動物（ウミエラのみ）の間には正の相関はみられなかった ( $r=-0.179$ )。



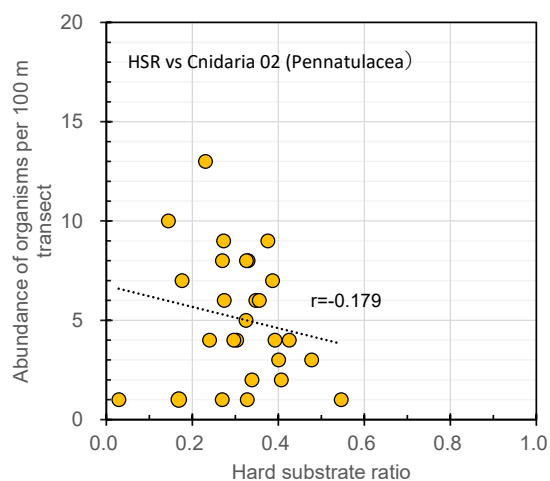
海綿動物



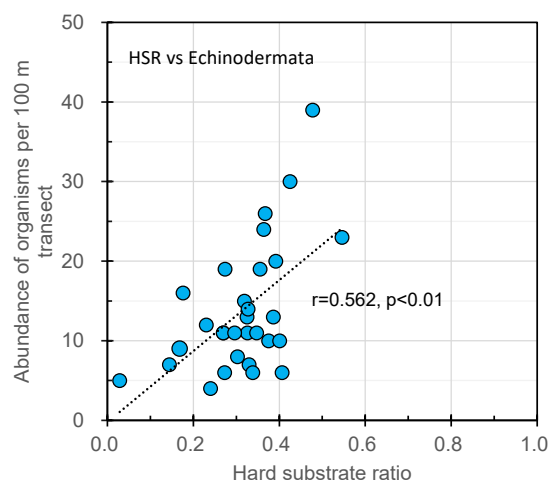
刺胞動物（ウミエラを除く）

図 4-12 海底基質の HSR と分類群別メガベントス個体数(1)





刺胞動物（ウミエラのみ）

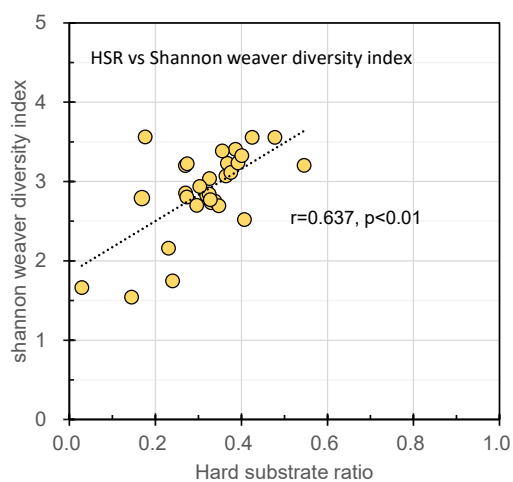


棘皮動物

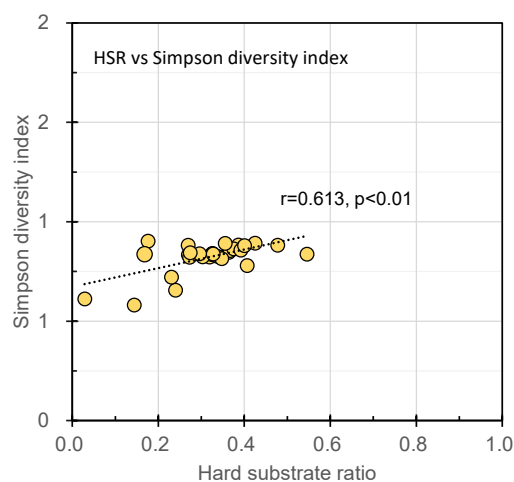
図 4-13 海底基質の HSR と分類群別メガベントス個体数(2)

#### (7) 海底基質と多様度指数との関係

海底基質の HSR と多様度指数の関係を図 4-14 に示す。多様度指数は、Shanon weaver と Simpson、2 種類の多様度指数とした。いずれの多様度指数も HSR と正の相関がみられた。



Shanon weaver 多様度指数



Simpson 多様度指数

図 4-14 海底基質の HSR と多様度指数との関係

## (8) 考察とまとめ

深海底における海底基質とメガベントスの関係性について、近年の先行研究では以下のよう

- 海山内の底生生物群集の変動は、海底組成の変化(例えば、硬基質の利用可能性)と関連している。(Stratmann et al., 2022)
- 局所的な海綿類の群体は、海山における隆起した地形と硬い基質の影響を受けた。(Shen et al., 2021)
- 底生生物群集は海山内のさまざまな空間スケールで基質が変化するにつれて変動を示した。(Goode et al., 2021)

海底の硬基質は、生物群集の生息場所として利用されるとともに、白色砂質(有孔虫砂)も含めた多様な環境を創出することにより、多様性のある生態系を構築することが考えられる。本研究でも海底基質の特性、海底基質とメガベントスとの関係について、以下のことが明らかとなった。

- 沖ノ鳥島周辺海域における海底基質は、令和4年度(2022年)調査ではHSRが0%であり、全面白色砂質(有孔虫砂)であった。一方、令和5年度(2023年)調査では、岩盤・岩石の海底基質と白色砂質(有孔虫砂)が混在しており、HSRは平均0.32であった。
- 沖ノ鳥島周辺海域におけるメガベントス個体数は、2022年調査時が190個体/ha、2023年調査時が602個体/haであった。沖ノ鳥島周辺海域は北西太平洋公海域と同程度かより多かった。
- 分類群別には沖ノ鳥島周辺海域では令和4年度(2022年)調査、令和5年度(2023年)調査共に棘皮動物の占める比率が高く、さらに令和5年度(2023年)調査は令和4年度(2022年)調査に比べて刺胞動物が多かった。
- HSRとメガベントス個体数の間に、正の相関がみられた。
- HSRと海綿動物、刺胞動物(ウミエラを除く)、棘皮動物の個体数の間には、それぞれ正の相関がみられた。特に、刺胞動物(ウミエラを除く)でHSRとの相関係数がより高かった。一方、HSRと刺胞動物(ウミエラのみ)の間には正の相関はみられなかった。
- HSRと多様度指数の間に正の相関がみられた。

以上より、沖ノ鳥島周辺海域の海底は、岩盤・岩石と白色砂質(有孔虫砂)が混在した多様な海底基質に支えられ、多様なメガベントスが生息しており、特に岩盤・岩石のような硬基質において、メガベントスの多様性と個体数がより高いことが明らかとなった。

## 4.2 環境 DNA 調査による生物相調査

### 4.2.1 外洋域における環境 DNA 調査の有効性と課題

#### (1) 環境 DNA 調査の有効性

東京都島しょ農林水産総合センターが沖ノ鳥島周辺海域において詳細な環境調査を実施した「東京都水産海洋研究報告第1号沖ノ鳥島漁場生産特性調査」(2006) (以降、沖ノ鳥島漁場生産特性調査) で報告された採捕調査の結果と2か年分の魚類の環境DNA調査の結果を比較した。この調査では、サンゴ礁における刺し網調査や、周辺海域での立て縄や曳き縄調査等、沖ノ鳥島及びその周辺海域について様々な手法で魚類の生息調査が実施された(表4-8)。沖ノ鳥島漁場生産特性調査において魚類の調査が実施された6報を集計したところ、採捕調査では合計154種が確認された。これに対し、2か年分の環境DNA調査では、合計198種が検出された。沖ノ鳥島漁場生産特性調査において最も確認魚種数が多かった「沖ノ鳥島サンゴ礁の海洋動物」では、竿釣りや潜水観察など4つの手法を用いて計8日間の調査を実施している。これに対し、環境DNA調査では、計4回CTDによる採水が実施されており、調査日数は4日間であった。以上のことから、環境DNA調査を用いることで、より短期間に多くの魚種が確認できる可能性が示唆された。また、環境DNA調査を用いることにより、セキトリイワシ科やノコバウナギ科といった採捕調査では確認が難しい深海性の魚種を検出することが可能となった。さらに、環境DNA調査では、本調査のように魚類だけでなく甲殻類や海棲哺乳類についても同時に調査を実施することが可能である。特に外洋において表層付近から深海まで幅広く利用する海棲哺乳類については、これまでの手法では調査が非常に困難であり、生態に関する情報が限られていた。環境DNA調査を用いて沖ノ鳥島周辺における海棲哺乳類の分布状況が明らかになれば、海棲哺乳類の生態を明らかにするうえでも有効な情報になると考えられた。

表 4-8 「東京都水産海洋研究報告第1号沖ノ鳥島漁場生産特性調査」における調査手法

文献名	調査手法	調査日数	確認種類数	引用
沖ノ鳥島周辺海域における立て縄調査	立て縄漁法	7日	4種	小埜田ら(2006)
沖ノ鳥島周辺海域における曳き縄調査	曳き縄漁法	8日	6種	小埜田ら(2006)
表中層トロールにより沖ノ鳥島および伊豆・小笠原諸島周辺海域から採集された魚類及び無脊椎動物	表中層トロール	6日	53種	前田ら(2006)
沖ノ鳥島周辺海域における仔稚魚相	各種プランクトンネット	8日	39種	前田・小埜田(2006)
沖ノ鳥島周辺海域で採集されたトビウオ科魚類に関する漁業生物学的知見	光による蛸集及び手網	1日	8種	加藤ら(2006)
沖ノ鳥島サンゴ礁の海洋動物	竿釣り、投網、刺し網、潜水観察	8日	77種	米山ら(2006)

## (2) 環境 DNA 調査の課題 1：採水のタイミングによる結果の相違

令和 5 年度（2023 年）の調査では、採水のタイミングによる検出種の相違を比較するために、St.3 において、7 月 14 日と 7 月 17 日の 2 回採水を実施した。ここでは、採水や分析の手法が同じで比較可能な表層における検出種の比較を行った。

魚類の環境 DNA 分析の結果を表 4-9 及び図 4-15 に示す。7 月 14 日の採水では、生息環境がサンゴ礁に分類される魚種が非常に多く検出された。これに対し、7 月 17 日の採水では、生息環境がサンゴ礁に分類される魚種ほとんど検出されておらず、外洋性もしくは深海の魚種が全体の大部分を占めた。

甲殻類の環境 DNA 分析の結果を表 4-10 及び図 4-16 に示す。魚類の結果同様、7 月 14 日の採水では、生息環境がサンゴ礁に分類される種が多く検出された。一方、7 月 17 日の採水では、生息環境がサンゴ礁に分類される甲殻類は検出されておらず、外洋性の甲殻類のみが検出された。

以上のことから、同一地点であっても採水のタイミングが異なると結果が異なることが明らかとなった。7 月 14 日と 7 月 17 日の調査結果において異なるのは、サンゴ礁に生息する魚種及び甲殻類であることから、沖ノ鳥島のサンゴ礁に生息する生物種由来の DNA が大きく影響している可能性が考えられた。しかし、本調査では、流行・流速を計測していないため、詳細なデータを入手することができなかった。そこで、大きなスケールでの変化をみるため、気象庁で公開されている日別海流データを用いて 7 月 14 日と 7 月 17 日の潮流を比較した（図 4-17）。その結果、7 月 14 日と 7 月 17 日で大きな違いはみられなかった。このことから、海流の変化が 7 月 14 日と 7 月 17 日の調査結果の違いに影響した可能性は低いと考えられた。次に、採水時の潮汐について比較した（図 4-18）。その結果、7 月 14 日の採水時は、潮が引いているタイミングであるのに対し、7 月 17 日の採水時は潮の引きはじめではあるものの、まだあまり潮が動いていないタイミングであることが推察された。このことから、7 月 14 日の採水時は、潮が引くことにより沖ノ鳥島のサンゴ礁に生息する生物種由来の DNA が周囲に拡散されたのに対し、7 月 17 日は潮が動いていなかったため沖ノ鳥島のサンゴ礁に生息する生物種由来の DNA の影響をほとんど受けなかった可能性が示唆された。

本調査では、流向・流速の現地観測はしていなかったため、具体的な要因を明らかにすることはできなかったものの、採水日時が異なることで同じ地点であっても環境 DNA 調査の結果が大きく異なることが明らかとなった。今後、調査を実施する際には、潮汐等のタイミングも考慮して調査計画を立てる必要があると考えられた。

表 4-9 魚類の環境 DNA 分析結果 (MiFish プライマーによる網羅的解析)

アクセッション					採水日		2023.7.14		2023.7.17			
No.	番号	一致率	科名	和名	学名	採水層	表層	St.3-1	St.3-2	生息環境 <sup>1)</sup>	生息水深 <sup>1)</sup>	
						検出種数	117	95	19			
						総リード数	1,327,626	508,320	461,146			
1	MT104515.1	99.438	メジロサメ科	オグロメジロサメ	<i>Caranodon amblyrhynchus</i>	-	-	224	224	0	サンゴ礁、海洋回遊性	0 - 1000 m
3	MN943497.1	100	メジロサメ科	ネムリヅカ	<i>Triamodon obesus</i>	-	-	49	49	0	サンゴ礁	0 - 330 m
5	MZ597999.1	99.408	ウツボ科	Gymnothorax eurostus	<i>Gymnothorax eurostus</i>	-	-	11	11	0	サンゴ礁	1 - 74
6	KP874183.1	100	ウツボ科	モウキカイウツボ	<i>Scuticaria tigrina</i>	-	-	2,749	2,749	0	サンゴ礁	8 - 25 m
7	MZ598359.1	100	ウツボ科	Uropterygius xanthopterus	<i>Uropterygius xanthopterus</i>	-	-	1,587	1,587	0	サンゴ礁	5 - 56 m
8	NC_013635.1	99.412	ウツボ科	モウモンガラドオン	<i>Myrichthys maculosa</i>	-	-	1,861	1,861	0	サンゴ礁	0 - 262 m
9	AP017956.1	100	カタチウツボ科	タイワンアジ / コイウツボ	<i>Encrasicholina punctifer</i>	-	-	400,291	79,005	321,286	サンゴ礁	5 - 35 m
10	LC731882.1	100	イトウダイ科	クロオビマツカサ / コガネマツカサ	<i>Myripristis kuntei / M. pralinia</i>	-	-	1,817	1,817	0	サンゴ礁	0 - 100 m
11	MZ598261.1	100	イトウダイ科	コガネマツカサ	<i>Myripristis pralinia</i>	-	-	3,104	3,104	0	サンゴ礁	8 - 50 m
13	MZ598162.1	100	イトウダイ科	ベニマツカサ	<i>Myripristis vittata</i>	-	-	3,668	3,668	0	サンゴ礁	3 - 100 m
14	LC492373.1	100	イトウダイ科	アオスジエビ	<i>Sargocentron tiera</i>	-	-	4,007	4,007	0	サンゴ礁	0 - 183 m
17	LC649108.1	100	ダツ科	ヒメダタ	<i>Platybelone argalus platyura</i>	-	-	11	11	0	サンゴ礁	0 - 2 m
18	LC021296.1	100	ダツ科	テンジクダツ / Tylosurus acus	<i>Tylosurus acus melanotus / T. acus</i>	-	-	615	615	0	サンゴ礁	-
19	LC385266.1	100	ハタ科	アノメハタ	<i>Gophalophilus argus</i>	-	-	1,299	1,299	0	サンゴ礁、非移行性	0 - 40 m
21	LC026643.1	100	ハタ科	コスジハナズキ	<i>Liopropoma summi</i>	-	-	889	889	0	サンゴ礁	2 - 34 m
22	MZ598363.1	100	ハナダイ科	ハナゴイ	<i>Pseudanthias pascualis</i>	-	-	1,255	1,255	0	サンゴ礁	0 - 70 m
23	OR668920.1	100	アジ科	ナンヨウカイウリ	<i>Ferdiaia orthogrammus</i>	-	-	948	948	0	サンゴ礁、海洋回遊性	0 - 168 m
24	MZ605455.1	100	アジ科	ニホキエメアジ / ギンガメアジ / Caranx caninus / カスミアジ	<i>Caranx tille / C. sexfasciatus / C. caninus / C. melampygus</i>	-	-	18,620	18,620	0	汽水、淡水、サンゴ礁	0 - 146 m
25	LC630797.1	100	アジ科	ロウニンアジ	<i>Caranx ignobilis</i>	-	-	1,546	1,546	0	汽水、サンゴ礁	10 - 188 m
26	OR668919.1	100	アジ科	ツムブリ	<i>Elagatis bipinnulata</i>	-	-	10	10	0	サンゴ礁	0 - 150 m
28	LC672472.1	100	アジ科	オキアジ / Uraspis secunda / インドオキアジ	<i>Uraspis helvola / U. secunda / U. uraspis</i>	-	-	8	8	0	サンゴ礁	20 - 130 m
30	LC146228.1	100	フエダイ科	マダラタルミ	<i>Macroror niger</i>	-	-	1,561	1,561	0	サンゴ礁	2 - 90 m
32	MZ598154.1	99.412	ヒメダ科	Mulloidichthys mimicus / アカヒメダ / M. dentatus / M. martinicus	<i>Mulloidichthys mimicus / M. vanicolensis / M. dentatus / M. martinicus</i>	-	-	1,880	1,880	0	サンゴ礁	0 - 49 m
34	LC069557.1	100	キンチャクダイ科	アカハヤッコ / タイダイヤッコ	<i>Centropyge ferrugata / C. sheardi</i>	-	-	1,912	1,912	0	サンゴ礁、非移行性	6 - 30 m
35	LC597208.1	100	キンチャクダイ科	ナメヤッコ / コガネヤッコ	<i>Centropyge vrolikii / C. flavissima</i>	-	-	1,152	1,152	0	サンゴ礁、非移行性	0 - 30 m
36	NC_026545.1	100	キンチャクダイ科	ニシキヤッコ / サクラエビ	<i>Pygospio diacanthus / Sargocentron tieroides</i>	-	-	1,310	1,310	0	サンゴ礁、非移行性	0 - 110 m
37	LC499365.1	100	ゴンベ科	メガネゴンベ	<i>Caracanthus arcatus</i>	-	-	500	500	0	サンゴ礁	0 - 91 m
38	LC814855.1	100	スズメダイ科	シリチンズメダイ	<i>Abudefduf caudobimaculatus</i>	-	-	555	555	0	サンゴ礁、海洋回遊性	0 - 15 m
39	OP035268.1	100	スズメダイ科	シリチンズメダイ	<i>Plectroglyphidodon imparipennis</i>	-	-	2,432	2,432	0	サンゴ礁、非移行性	0 - 20 m
40	LC069645.1	99.412	スズメダイ科	ヨロズスズメダイ	<i>Plectroglyphidodon insularis</i>	-	-	703	703	0	サンゴ礁、非移行性	1 - 10 m
41	OP035175.2	99.408	スズメダイ科	ルリメシノギスズメダイ	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>	-	-	240	240	0	サンゴ礁、非移行性	0 - 30 m
42	KC136491.1	100	イヌミズ科	テンジクイサキ / Kyphosus elegans	<i>Kyphosus cinerascens / K. elegans</i>	-	-	3,802	3,802	0	サンゴ礁	0 - 45 m
43	AY276601.1	100	ベラ科	トラベラ	<i>Halichoeres hortulanus</i>	-	-	489	489	0	サンゴ礁	0 - 40 m
45	MZ598323.1	100	ベラ科	ヒメメソモノウオ	<i>Pseudocheilinus evanidus</i>	-	-	32	32	0	サンゴ礁	0 - 61 m
46	LC144633.1	100	ベラ科	アホシロベラ / Stethojulis albivittata	<i>Stethojulis bandanensis / S. albivittata</i>	-	-	2,199	2,199	0	サンゴ礁	0 - 30 m
47	MZ597987.1	100	ベラ科	コシナベラ	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	-	-	310	310	0	サンゴ礁	0 - 15 m
48	MZ597941.1	100	ベラ科	ハコベラ	<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	-	-	1,693	1,693	0	サンゴ礁	0 - 40 m
49	AY276652.1	100	ベラ科	ハシナガベラ	<i>Wetmorella nigropinnata</i>	-	-	80	80	0	サンゴ礁	0 - 36 m
50	AB972151.1	100	ブダイ科	オニハダブダイ	<i>Chlorurus frontalis</i>	-	-	7,124	7,124	0	サンゴ礁	10 - 40 m
51	AY276586.1	100	ベラ科	ハダメダイ / Chlorurus spilurus	<i>Chlorurus sordidus / C. spilurus</i>	-	-	17,158	17,158	0	汽水、サンゴ礁、海洋回遊性	0 - 50 m
52	LC146272.1	100	ブダイ科	アホシロベラ	<i>Scarus forsteri</i>	-	-	8,476	8,476	0	サンゴ礁	0 - 25 m
53	LC649149.1	100	ブダイ科	イチモンジブダイ	<i>Scarus forsteri</i>	-	-	2,262	2,262	0	サンゴ礁	3 - 30 m
54	OP035141.1	100	ブダイ科	オウムブダイ	<i>Scarus psittacus</i>	-	-	3,328	3,328	0	サンゴ礁	2 - 25 m
55	EU601212.1	100	ブダイ科	ナガブダイ	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	-	-	982	982	0	サンゴ礁	1 - 36 m
56	OP035123.2	100	イトキンボ科	ベニツケタガミカエルウオ	<i>Cirripectes variolosus</i>	-	-	2,990	2,990	0	サンゴ礁	0 - 31 m
57	LC728285.1	99.405	イトキンボ科	アホシキンボ	<i>Etmopterus caudofasciatus</i>	-	-	2,212	2,212	0	サンゴ礁	0 - 30 m
58	LC654215.1	100	ツノダシ科	ツノダシ	<i>Zanclus cornutus</i>	-	-	264	264	0	サンゴ礁	0 - 182 m
59	MZ598082.1	100	ニザダイ科	オハグロハギ	<i>Acanthurus thompsoni</i>	-	-	3,441	3,441	0	汽水、サンゴ礁	0 - 119 m
60	LC759379.1	100	ニザダイ科	ゴマニザ	<i>Acanthurus guttatus</i>	-	-	12	12	0	サンゴ礁	0 - 10 m
61	LC146323.1	100	ニザダイ科	シマハギ	<i>Acanthurus triostegus</i>	-	-	15,702	15,702	0	サンゴ礁	0 - 90 m
63	LC729812.1	100	ニザダイ科	ナガニザ	<i>Acanthurus nigrofasciatus</i>	-	-	4,288	4,288	0	サンゴ礁、非移行性	0 - 25 m
64	LC643028.1	100	ニザダイ科	ナメジロハギ / メガネクロハギ	<i>Acanthurus japonicus / A. nigricans</i>	-	-	6,669	6,669	0	サンゴ礁	1 - 20 m
65	OP035303.1	100	ニザダイ科	Acanthurus nigroris / ナンゴククロハギ	<i>Acanthurus nigroris / A. nigros</i>	-	-	7,249	7,249	0	サンゴ礁	1 - 90 m
66	MZ598081.2	100	ニザダイ科	ニジハギ	<i>Acanthurus lineatus</i>	-	-	11,796	11,796	0	サンゴ礁	0 - 15 m
68	MW405962.2	100	ニザダイ科	Ctenochaetus tominiensis	<i>Ctenochaetus tominiensis</i>	-	-	2,194	2,194	0	サンゴ礁	0 - 45 m
69	OP035160.1	100	ニザダイ科	Ctenochaetus strigosus / C. flavicauda / コクテンサザナミハギ	<i>Ctenochaetus strigosus / C. flavicauda / C. binotatus</i>	-	-	2,991	2,991	0	サンゴ礁	1 - 113 m
70	AB972118.1	100	ニザダイ科	サザナミハギ	<i>Ctenochaetus striatus</i>	-	-	3,016	3,016	0	サンゴ礁	0 - 60 m
71	OP035314.2	100	ニザダイ科	テングハギ	<i>Naso unicornis</i>	-	-	14	14	0	サンゴ礁	1 - 180 m
72	LC723803.1	100	ニザダイ科	テングハギモドキ / ツマリテングハギ	<i>Naso hexacanthus / N. brevirostris</i>	-	-	2,449	2,449	0	汽水、サンゴ礁	0 - 150 m
73	OP035253.1	100	ニザダイ科	ミヤコテングハギ	<i>Naso lituratus</i>	-	-	1,475	1,475	0	サンゴ礁	0 - 90 m
74	NC_022484.1	100	カマス科	オニカマス / Sphyaena jello	<i>Sphyaena barracuda / S. jello</i>	-	-	1,293	1,293	0	汽水、サンゴ礁	0 - 100 m
75	LC037056.1	100	カマス科	Sphyaena helleri	<i>Sphyaena helleri</i>	-	-	1,103	1,103	0	サンゴ礁	10 - 104 m
76	MZ597972.1	100	モンガラカワハギ科	シロモンガラ / ケリモンガラ	<i>Balistodes viridescens / Pseudobalistes flavimarginatus</i>	-	-	1,016	1,016	0	汽水、サンゴ礁	2 - 80 m
78	AY700243.1	100	モンガラカワハギ科	シロモンガラ / クロモンガラ	<i>Melichthys niger / M. vidua</i>	-	-	5,998	5,998	0	サンゴ礁	0 - 75 m
79	LC499536.1	100	モンガラカワハギ科	スズキモンガラ	<i>Rhinecanthus rectangulus</i>	-	-	1,822	1,822	0	サンゴ礁	0 - 20 m
81	NC_034657.1	100	ハリセンボン科	ネズミフダ / ヤセハリセンボン	<i>Dodon hystrix / D. dyxoides</i>	-	-	14,577	0	14,577	サンゴ礁	2 - 50 m
86	OP057063.2	100	トビウオ科	イダテントビウオ / ハゴロモトビウオ	<i>Exocoetis volitans / E. monocirrus</i>	-	-	43,023	0	43,023	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
87	NC_029729.1	100	トビウオ科	イマトビウオ / Cheilopogon pitcairnensis / ツクシトビウオ / C.	<i>Cheilopogon arcticeps / C. pitcairnensis / Cyspeurus doederleinii</i>	-	-	6,138	6,138	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
88	LC499163.1	100	トビウオ科	オオカトビ / アカトビ / カラストビウオ	<i>Cheilopogon suttoni / C. atrisignis / C. cyanopterus</i>	-	-	7,994	7,994	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
91	OP035294.1	100	トビウオ科	サンノジダシ	<i>Cheilopogon abei</i>	-	-	719	719	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
93	OP035319.1	100	トビウオ科	ヒメアカトビ	<i>Cyspeurus angusticeps</i>	-	-	29,159	25,023	4,136	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
94	NC_039356.1	100	トビウオ科	Cheilopogon pinnatibarbatus / イダテントビウオ / Cyspeurus	<i>Cheilopogon pinnatibarbatus / Cyspeurus oligolepis</i>	-	-	9,820	9,820	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
95	OQ846153.1	99.408	トビウオ科	Hirundichthys rondeletii / イダテントビウオ / ハゴロモトビウオ	<i>Hirundichthys rondeletii / Exocoetis volitans / E. monocirrus</i>	-	-	148	0	148	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
96	LC277874.1	100	トビウオ科	ニホリトビウオ / コツアトビ / Hirundichthys affinis	<i>Hirundichthys speculiger / H. oxycephalus / H. affinis</i>	-	-	5,012	3,805	1,207	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
97	LC104445.1	100	トビウオ科	サヨリトビウオ	<i>Oxyphacanthus micropterus</i>	-	-	665	665	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 1 m
98	OR482446.1	100	トビウオ科	ツマリトビウオ	<i>Paracocetus brachypterus</i>	-	-	1,212	1,212	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 20 m
100	LC036781.1	100	シイラ科	エビスシイラ	<i>Coryphaena equiselis</i>	-	-	1,801	0	1,801	外洋性、海洋回遊性	0 - 400 m
102	NC_026718.1	100	アジ科	クサヤモロ	<i>Decapeternus macarellus</i>	-	-	1,947	1,947	0	外洋性	0 - 400 m
104	NC_083184.1	98.225	エビサメ科	ユメオキメダイ	<i>Cubiceps paradoxus</i>	-	-	2,803	2,803	0	外洋性	165 - 400 m
106	OP057054.2	100	マカシ科	クロオジキ / ハシウカジキ / マカシキ / Tetrapturus pfluegeri /	<i>Makaira nigricans / Istiophorus platypterus / Kajika audax</i>	-	-	885	885	0	外洋性、海洋回遊性	0 - 200 m
107	LC035096.1	98.315	クロタチカマス科	クロシロカマス	<i>Promethichthys promethus</i>	-	-	499	0	499	底生、海洋回遊性	800 - 800 m
108	LC850864.1	100	クロタチカマス科	バラツツ	<i>Ruvettus pretiosus</i>	-						



表 4-10 甲殻類の環境 DNA 分析結果 (MiDeca プライマーによる網羅的解析)

No.	アクセッション 番号	一致率	科名	和名	採水日 採水層	合計	2023.7.14 表層	2023.7.14 表層	生息環境 <sup>1)</sup>	生息水深 <sup>1)</sup>
	学名				St.3-1		St.3-2			
検出種類数						16	16	2		
総リード数						531,417	156,562	111,921		
1	FJ620199.1	100	ヤドカリ科	シタンサンゴヤドカリ	<i>Calcinus hazletti</i>	1251	1251	0	底生	6 - ? m
2	LC469672.1	98.225	ワタリガニ科	ウェークベニツケガニ	<i>Thalamita seurati</i>	7164	7164	0	底生	0 - 60 m
3	JQ277182.1	99.408	オウギガニ科	シワゴイシガニ	<i>Kraussia rugulosa</i>	80	80	0	サンゴ礁	0 - 5 m
5	ON856755.1	100	オウギガニ科	<i>Pilodius maotieni</i>	<i>Pilodius maotieni</i>	6517	6517	0	底生	0 - 6 m
6	KM888848.1	97.661	オウギガニ科	オオメオウギガニ	<i>Tweedieia odhneri</i>	4427	4427	0	底生	0 - 5 m
7	HM637983.1	99.401	カノコオウギガニ科	カノコオウギガニ	<i>Daira perlata</i>	17137	17137	0	底生	0 - 6 m
8	OQ940333.1	99.405	ドメシアガニ科	マルディピアガニ	<i>Cherurus triunguiculatus</i>	5313	5313	0	サンゴ礁	-
9	OQ940329.1	100	ドメシアガニ科	トゲマルディピアガニ	<i>Palmyria palmyrensis</i>	11164	11164	0	底生	0 - 5 m
10	OR448113.1	99.39	トゲカイカムリ科	トゲカイカムリ	<i>Dynomene hispida</i>	6832	6832	0	サンゴ礁	1 - 504 m
11	MW784540.1	98.758	アナエビ科	<i>Axiopsis pica</i>	<i>Axiopsis pica</i>	4222	4222	0	底生	0 - 80 m
12	MW784541.1	99.379	アナエビ科	ヘンゲアナエビ	<i>Axiopsis serratifrons</i>	710	710	0	サンゴ礁	1 - 30 m
13	PQ093000.1	100	テッポウエビ科	サンゴテッポウエビ	<i>Alpheus lottini</i>	3402	3402	0	底生	0 - 60 m
14	MG677866.1	100	オキアミ科	<i>Euphausia brevis</i>	<i>Euphausia brevis</i>	66862	23769	43093	外洋性	0 - 1872 m
15	MG677872.1	97.619	オキアミ科	<i>Euphausia recurva</i>	<i>Euphausia recurva</i>	112000	43172	68828	外洋性	? - 500 m
16	MG677873.1	98.182	オキアミ科	<i>Euphausia tenera</i>	<i>Euphausia tenera</i>	18534	18534	0	外洋性	0 - 1000 m
17	MG677897.1	99.379	オキアミ科	マルエリオキアミ	<i>Thysanopoda obtusifrons</i>	2868	2868	0	外洋性	200 - ? m

注1) 海洋生物に関する情報を包括的に収集しているデータベース「SeaLifeBase」の情報を示す。

注2) 複数種が同一の塩基配列だった場合には「/」で併記した。

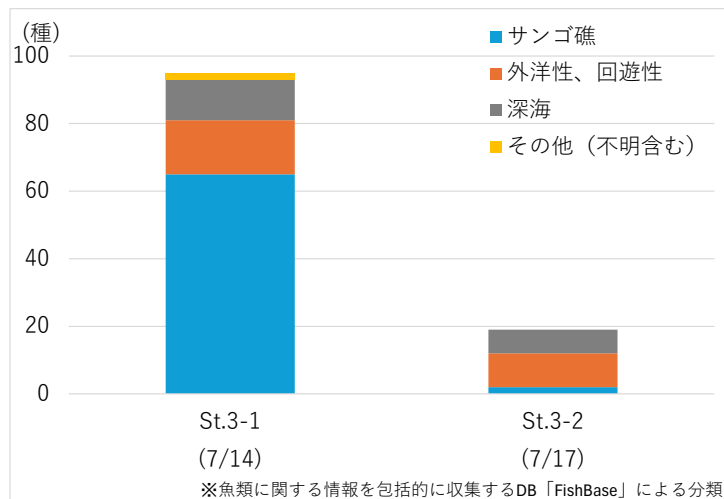


図 4-15 各採水日における検出種数の割合 (魚類)

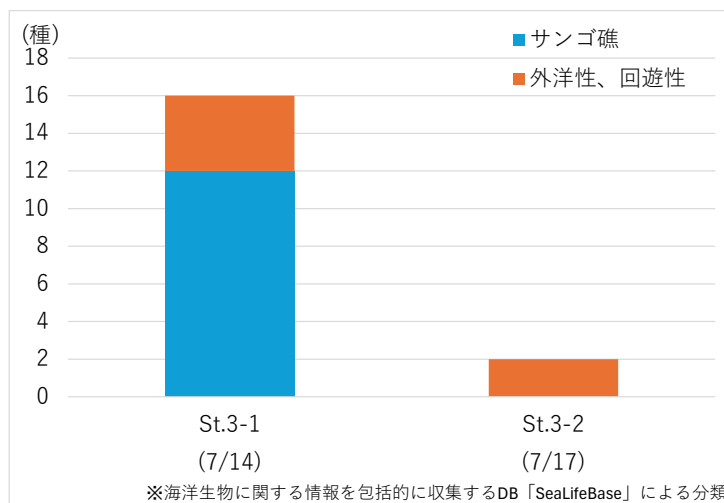
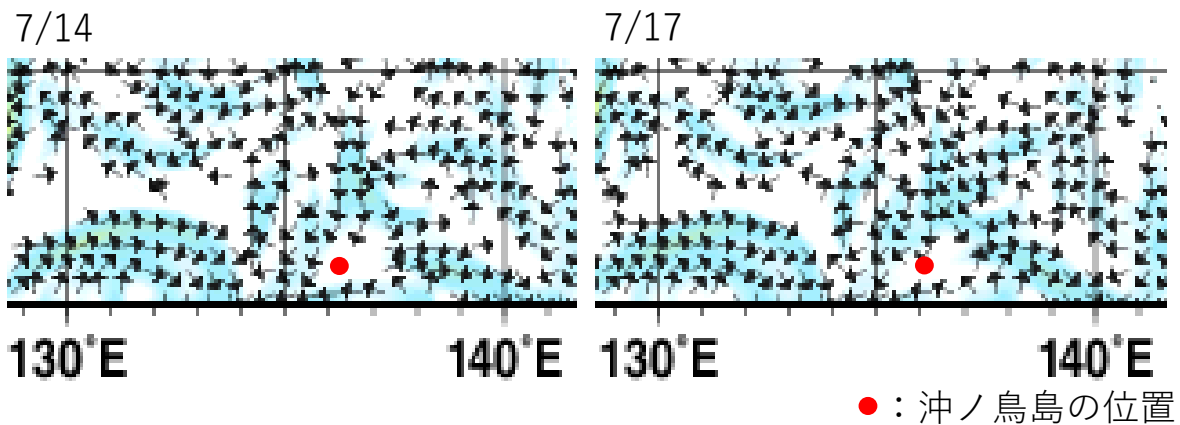
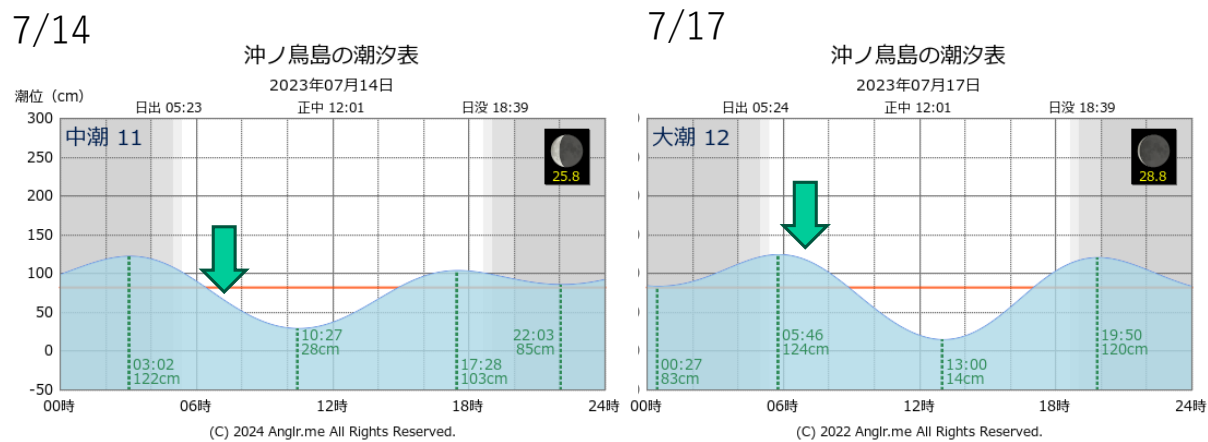


図 4-16 各採水日における検出種数の割合 (甲殻類)



※気象庁HP：日別海流のデータを改変

図 4-17 沖ノ鳥島周辺の海流



※<http://anglr.me>の潮汐表を改変

図 4-18 沖ノ鳥島周辺の潮汐

### (3) 環境 DNA 調査の課題 2：リファレンスの不足

本調査では、環境 DNA 調査で検出された DNA 配列のうち、NCBI（アメリカ国立生物工学情報センター）の DNA 配列データベースに登録されている DNA 配列と 97%以上一致した配列のみを検出種として採用した。そのため、97%未満の配列については、何らかの生物の DNA が検出されているにもかかわらず、生物種の推定ができないことにより未検出として扱われている。未検出として扱った DNA 配列については、今後、DNA データベースが拡充されることにより、検出される可能性がある生物種である。そこで、リード数が 1,000 以上であり、一致率 90-97%で検出された配列について、検出された属と同属の生物種を FishBase（魚類）もしくは SeaLifeBase（甲殻類）を用いてリストアップし、これらの生物種が NCBI の DNA データベースにどれくらい登録されているかを整理した。

魚類の登録状況を整理した結果を表 4-11、図 4-19 に示す。スズメダイ科の *Plectroglyphidodon* 属は比較的登録数が多かったものの、クジラウオ科の *Gyrinomimus* 属やハダカエソ科の *Lestidium* 属などほとんどの属は半数以上が未登録であった。また全体を平均したところ、DNA データベースへの登録がある魚種が 41%、登録のない魚種が 59%であった。

甲殻類の登録状況を整理した結果を表 4-12、図 4-20 に示す。オキアミ科の *Euphausia* 属やワタリガニ科の *Thalamitaz* 属は比較的登録数が多かったものの、クルマエビ科の *Metapenaeopsis* 属やモエビ科の *Heptacarpus* 属などの属は半数以上が未登録であった。また全体を平均したところ、DNA データベースへの登録がある甲殻類が 52%、登録のない甲殻類が 48%であった。

特に魚類については、深海性の魚種の登録が少ない傾向が示唆された。日本国内においては、淡水魚類については大部分が NCBI の DNA データベースに登録されており、沿岸の海水魚についてもデータベースへの登録が着々と進んでいる。一方で今回の整理により深海性の魚類については、まだまだデータベースへの登録が進んでいないことが明らかとなった。深海性の魚類については、サンプルの入手の困難さや正確な同定の難しさといった問題があるものの、今後、外洋域において環境 DNA 調査を実施するためには、データベースへの登録が必要不可欠である。

表 4-11 一致率 90-97%で検出された魚類の NCBI データベースへの登録状況

No.	アクセッション番号	一致率	学名	検出総リード数	同属の種数	登録種数	未登録種数
1	LC458401.1	96.532	<i>Alepocephalus tenebrosus</i>	134,500	20	8	12
2	LC458404.1	95.954	<i>Bathytroctes breviceps</i>	10,539	11	4	7
3	LC458405.1	94.118	<i>Bathytroctes macrolepis</i>	15,397	11	4	7
4	LC458406.1	96.471	<i>Bathytroctes michaelsarsi</i>	13,189	11	4	7
5	LC578965.1	90.341	<i>Benthoosema</i> sp.	2,301	5	3	2
6	OP863128.1	94.545	<i>Chauliodus sloani</i>	17,504	9	3	6
7	OQ883781.1	92.857	<i>Chiasmodon niger</i>	68,565	7	3	4
8	LC783561.1	95.858	<i>Diaphus suborbitalis/D. chrysorhynchus</i>	5,326	23	9	14
9	NC_012045.1	92.814	<i>Gyrinomimus</i> sp.	11,401	5	1	4
10	OR582658.1	93.567	<i>Howella</i> sp. / <i>Bathysphyraenops simplex/H. zina/H. parini</i>	2,361	8	4	4
11	LC021173.1	95.906	<i>Lestidium atlanticum</i>	5,535	8	2	6
12	OQ883798.1	90.303	<i>Nealotus tripes</i>	13,811	1	1	0
13	LC091792.1	94.798	<i>Odontostomops</i> sp.	5,622	1	0	1
14	LC814914.1	94.706	<i>Plectroglyphidodon gascoynei/P. fasciatus/P. altus</i>	1,157	19	12	7
15	LC020898.1	96.552	<i>Simenchelys parasitica/Haptenchelys parviocularis/Histiobranchus bathybius</i>	101,856	6	3	3
16	LC783544.1	94.083	<i>Stemonosudis</i> sp.	2,907	11	3	8
17	LC739789.1	96.571	<i>Symbolophorus evermanni</i>	8,423	8	4	4
18	OP035138.1	92.216	<i>Uropterygius fuscoguttatus</i>	1,167	20	6	14

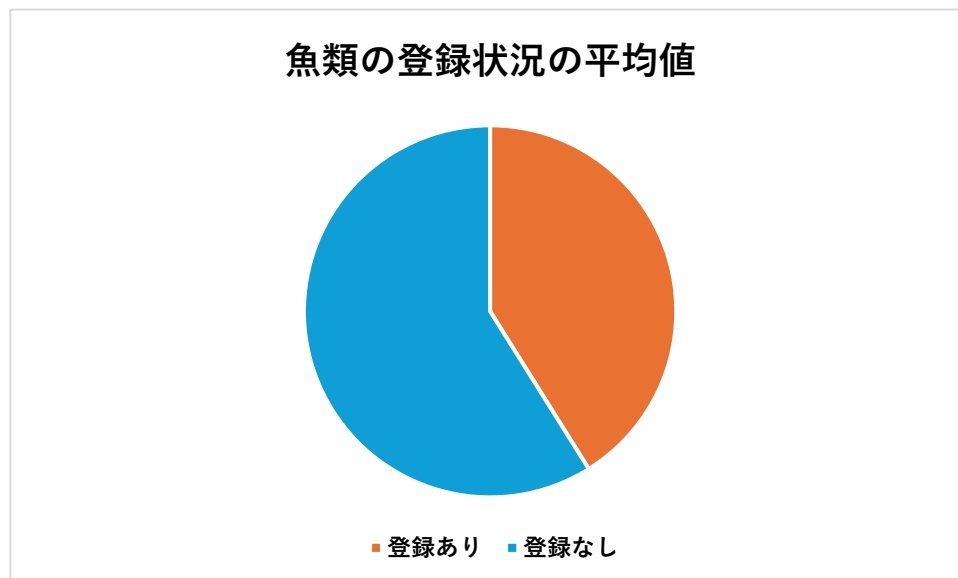


図 4-19 一致率 90-97%で検出された魚類の NCBI データベースへの登録状況の平均値

表 4-12 一致率 90-97%で検出された甲殻類の NCBI データベースへの登録状況

No.	アクセッション番号	一致率	学名	検出総リード数	同属の種数	登録種数	未登録種数
1	MG677869.1	95.833	<i>Euphausia krohni</i>	65,821	31	18	13
2	HM637970.1	96.407	<i>Euryozius camacho</i>	23,865	2	1	1
3	MZ412590.1	95.93	<i>Gardinerosegia inequalis</i>	20,705	5	2	3
4	MG677879.1	93.333	<i>Hansarsia</i> sp. / <i>H. tenella</i>	1,017	8	3	5
5	LC464531.1	94.969	<i>Heptacarpus futilirostris</i>	20,917	26	8	18
6	GQ131904.1	95.092	<i>Janicella spinicauda</i>	95,078	1	1	0
7	GQ131890.1	93.75	<i>Meningodora</i> sp.	15,982	4	2	2
8	AF105043.1	95.266	<i>Metapenaeopsis lamellata</i>	4,874	72	11	61
9	KT365582.1	91.018	<i>Thalamita gloriensis</i>	4,274	50	31	19
10	LC469671.1	93.452	<i>Thalamita picta</i>	12,691	50	31	19
11	MH542958.1	93.082	<i>Thysanopoda tricuspidata</i>	292,804	14	10	4

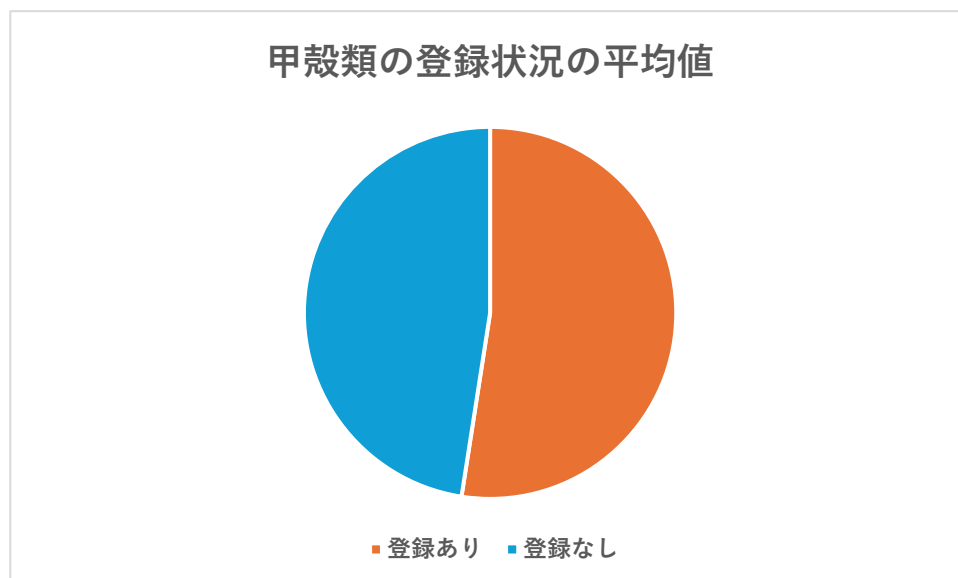


図 4-20 一致率 90-97%で検出された甲殻類の NCBI データベースへの登録状況の平均値



#### 4.2.2 MASS Pump による環境 DNA 調査手法（副題：ヨコヅナイワシの分布について）

令和 5 年度（2023 年）調査では AUV に MASS Pump を搭載して、深海域の海水の大量ろ過を実施した。AUV と MASS Pump を組み合わせることで、通常の CTD 採水では得ることのできない面的な環境 DNA 採取が可能となる。CTD 採水では不均一に分布する局所的な環境 DNA を採取する可能性があるが、AUV+MASS Pump では海域を広く移動するため、調査地点に普遍的に分布する種の環境 DNA を採取できる可能性が高い。また CTD 採水器を海底直上まで降ろすことは安全上難しいが、AUV は海底に沿った運用が可能であるため、底生生物により近付いて環境 DNA 試料を得ることができるといったメリットがある。

今回ろ過した試料中から検出された魚類の DNA 配列の多くは深海種であり、浅海種の配列は非常に限られていた。この結果は AUV が潜航した水深の範囲に生息していた魚類の DNA を効率的に捉えられていたためであると考えられる。ただし、AUV 調査で得られた画像で確認された魚類と MASS Pump で検出された魚類で一致する種は認められなかった。AUV 調査の場合、解像度や対象生物の写り方によって、種まで同定できる種は少なく、上位分類群までしか分からない種類も多い。そのため MASS Pump による結果は、画像上で不鮮明な魚類や映像に写らなかった周辺の魚類相を補完できるものと考えられ、調査範囲における魚類相のより一層の解明に貢献できるものと考えられる。

令和 4 年度（2022 年）、令和 5 年度（2023 年）の 2 か年分の CTD 採水の結果と比較したところ（図 4-21）、CTD 採水のみで検出された種が 173 種、両手法で検出された魚種が 25 種、MASS Pump のみで検出された種が 9 種となった。CTD 採水は 2 か年分であり、各回 3 層において計 4 回の採水結果の合計であるため、種数は多く検出された。これに対し、MASS Pump による調査は一回のみの結果であるにもかかわらず、CTD 採水では検出できなかった種が 9 種も検出された。これらの多くが近底層に生息する魚類であることから、AUV+MASS Pump では海底付近に生息する魚類を選択的に検出できていることが明らかとなった。これらのほとんどが深海性の種であることから、深海魚類の検出において AUV+MASS Pump による調査は特に有効である可能性が示唆された。さらに、今回の MASS Pump 試料からヒトの配列は全く検出されず、AUV と MASS Pump の組み合わせが環境 DNA 試料の採取に関して非常に優れた方法であることが示唆された。CTD 採水と MASS Pump による調査を組み合わせることで、表層から深海までの幅広い深度を効果的に調査できると考えられた。

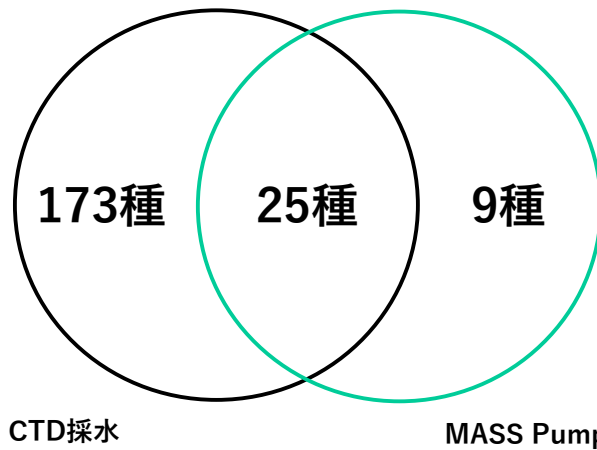


図 4-21 CTD 採水と MASS Pump の検出種の比較

CTD 採水の St.4 及び MASS Pump において検出されたヨコヅナイワシ（図 4-22）は、Fujiwara *et al.*, (2021) により駿河湾深部で発見され、新種記載された大型の深海魚であり、採集された個体はわずか 7 個体のみの希少種である。これまでの本種の出現記録は駿河湾及び西七島海嶺のみであり、北緯 29 度以北、水深 1,900 m 以深に限られていた。先行研究では、北緯 21～23 度付近、水深 2,000 m 付近でも環境 DNA 調査が実施されており、ヨコヅナイワシは検出されなかった。よって、本種は中緯度に限定的に分布しているものと考えられていたが、本調査により、北緯約 20 度に位置する沖ノ鳥島でヨコヅナイワシの DNA が検出されたことから、本種の分布域が低緯度域まで広がっていることが明らかになった。また今回の調査では AUV に搭載した MASS Pump で取得した環境 DNA からヨコヅナイワシが検出された。このときの AUV の潜航深度は 941～1,466 m であり、これまでにヨコヅナイワシが発見された最浅記録（1,961 m）よりもはるかに浅い。ヨコヅナイワシの出現情報が最も多い駿河湾では幅広い水深で調査や漁業が行われているが、ヨコヅナイワシの記録はいずれも水深 2,000 m 前後である。従って、沖ノ鳥島の 1,500 m 以浅で記録されたヨコヅナイワシがどのような状態のものであるのか非常に興味深い。過去に採集された個体はすべてメスであることから、例えば雌雄が異なる水深に生息する、あるいはオスが矮雄化しているなど、今後、新たな生態学的情報が得られることを期待したい。



図 4-22 CTD 採水、MASS Pump ろ過において検出されたヨコヅナイワシ  
（図出典 Fujiwara *et al.*, 2021）

## 5. 調査研究の総括と今後の課題

### 5.1 本調査研究の総括

本調査研究における沖ノ鳥島周辺海域の調査航海は、令和 4 年度（2022 年）と令和 5 年度（2023 年）の 2 回実施した。調査航海概要を表 5-1 に示す。

表 5-1 沖ノ鳥島周辺海域の調査航海概要

実施年度	令和 4 年度（2022 年）度	令和 5 年度（2023 年）度
実施期間	令和 4 年 8 月 14～25 日 （現地調査 8 月 18～21 日：4 日間）	令和 5 年 7 月 9～21 日 （現地調査 7 月 13～17 日：5 日間）
調査内容	海底地形、海底観察、環境 DNA（採水）	海底地形、海底観察、生物、採泥、環境 DNA（採水及び現場ろ過試料採取：MASS Pump）
使用船舶	第 2 開洋丸（海洋エンジニアリング株式会社）	第 3 開洋丸（海洋エンジニアリング株式会社）

#### 5.1.1 海底地形調査

令和 4 年、5 年の海域調査（表 5-1）により沖ノ鳥島周辺海域の水深 470m～3,000m の高解像海底地形図が作成され、詳細な地形がはじめて明らかになった(図 3-1)。本島北及び西斜面での水深 970m～1,710m における AUV「YOUZAN」による海底観察、南西端海脚水深 2,700m～3,100m における採泥調査により、底質のほとんどは石灰岩片であるものの、基盤をなす火山岩片がわずかながら確認された。この結果と地形特徴を考慮して作成されたのが沖ノ鳥島模式地質断面図である（図 3-2）。島の基盤は海底火山起源の玄武岩質火山岩であり、水深 2,000m 付近より浅部は珊瑚起源の石灰岩により構成され、水深 3,000m 以深の石灰岩はもともと浅部にあったものが急斜面を落下し堆積したものと考えられる。

#### 5.1.2 生物相調査

沖ノ鳥島周辺において AUV「YOUZAN」で取得した画像に写った生物をとりまとめた。一本釣り調査やベイトカメラなどの結果から、2 ヶ年で計 91 種類の生物が確認された(図 5-1)。

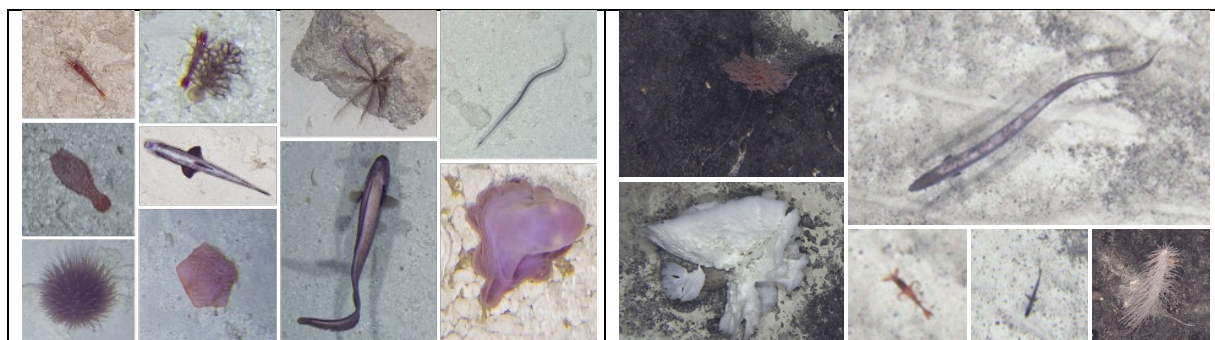


図 5-1 調査で確認された深海生物

### 5.1.3 環境 DNA

2 ヶ年の調査で得られたデータを令和 6 年時点のデータベースを使用して再解析した。魚類は令和 4 年、5 年の調査でそれぞれ 117 種類、144 種類、甲殻類は令和 4 年調査で 17 種類、令和 5 年調査で 24 種類検出された。確認された魚類・甲殻類の両方でサンゴ礁に生息する種類が最も多かったが、1,000m 以深で採水しろ過した試料では、深海性の種類も多く検出された。沖ノ鳥島周辺海域は学術的にも貴重な種を含む生物多様性に富んだ海域であると考えられる。

魚類では、令和 3 年に新種記載されたヨコヅナイワシ(図 4-22)が検出されたが、これは駿河湾、元禄海山周辺に次ぐ世界 3 海域目であった。さらに、令和 5 年度(2023 年)の調査では、鯨類の環境 DNA 調査も実施し、コブハクジラやコマッコウなどが検出された。これらの種は目視等既存調査手法での生態把握が難しく、本調査手法(環境 DNA)の有効性が示された。

## 5.2 沖ノ鳥島保全と利活用に向けた今後の課題

我が国の離島振興基本方針には、以下の 6 つの役割が示されている。

- ① 我が国の領海及び排他的経済水域等の保全
- ② 海上交通の安全の確保
- ③ 海洋資源開発及び利活用
- ④ 海洋環境の保全等
- ⑤ 領海警備及び安全保障
- ⑥ その他、ツーリズム

今回の研究調査で島周辺海域の地形・島の成り立ち及び生物多様性について数多くの知見を得ることができた。それらはこの 6 つの役割をより高度に果たす上で、また、今後の利活用において非常に重要なものである。今後の利活用をさらに推進するためには、海底下構造探査など、新たな調査項目を加えた基礎的調査が不可欠である。

## 6. 引用文献

### 【1.2.1 章】

- 白井ら(1989).IX 九州-パラオ海嶺中部海域のマンガングラスト及びマンガング団塊.工業技術院地質調査所 昭和 63 年度研究概要報告書 海底熱水活動に伴う重金属資源の評価に関する研究. 74-93.

### 【2.2.5 章】

- 環境 DNA 学会(2020).環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver 2.2.
- Komai *et al.* (2019). Development of a new set of PCR primers for eDNA metabarcoding decapod crustaceans. *Metabarcoding and Metagenomics*, 3: e33835.
- Miya *et al.* (2015). MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding

environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. Royal Society Open Science, 2(7): 150088.

- Ushio *et al.* (2017) .Environmental DNA enables detection of terrestrial mammals from forest pond water. Molecular ecology resources, 17(6): e63-e75.

#### 【4.1.1 章】

- Iguchi *et al.* (2024) . Utilizing environmental DNA and imaging to study the deep-sea fish community of Takuyo-Daigo Seamount. npj biodiverse, 3: 14.  
<https://doi.org/10.1038/s44185-024-00042-w>
- Koeda *et al.* (2021) . Deep-Sea Fish Fauna on the Seamounts of Southern Japan with Taxonomic Notes on the Observed Species. Journal of Marine Science and Engineering, 9: 1294. <https://doi.org/10.3390/jmse9111294>
- NOAA Ocean Exploration(2024) : NOAA Ocean Exploration Benthic Deepwater Animal Identification Guide, Version 4. NOAA Ocean Exploration. Web application( 2025 年 1 月 10 日閲覧).  
[https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal\\_guide/animal\\_guide.html](https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/animal_guide/animal_guide.html)
- 野村健一 (1940) .昆虫相比較の方法, 特に相関法の提唱について. 九州帝国大学農学部学芸雑誌, 9: 235-262.
- Rousseeuw (1987) . Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. Journal of Computational and Applied Mathematics, 20: 53-65.
- 齋藤・宿久 (2006) .関連性データの解析法—多次元尺度構成法とクラスター分析法. 共立出版, 東京, 234 pp.
- Simpson (1943) . Mammals and the nature of continents. American Journal of Science, 241: 1-31.
- 柚原ら (2023) .伊豆半島南端部の河口域カニ類相の特徴. 日本ベントス学会誌, 78 (1) : 73-83. <https://doi.org/10.5179/benthos.78.73>

#### 【4.1.2 章】

- Goode *et al.* (2021) . Fine-Scale Mapping of Mega-Epibenthic Communities and Their Patch Characteristics on Two New Zealand Seamounts. Frontiers in Marine Science, 8: 765407. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.765407>
- Shen *et al.* (2021) . Community structure of benthic megafauna on a seamount with cobalt-rich ferromanganese crusts in the northwestern Pacific Ocean. Deep Sea

Research Part I: Oceanographic Research Papers, 178: 103661.

<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2021.103661>

- Stratmann *et al.* (2022) . Habitat types and megabenthos composition from three sponge-dominated high-Arctic seamounts, Scientific Reports 12: 20610.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-25240-z>
- Sugishima *et al.* (2018) . Distributions of megabenthic organisms in the areas of north-west Pacific seamounts where are covered with Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts, Proceedings of the Twenty-eighth (2018) International Ocean and Polar Engineering Conference Sapporo, Japan, June 10-15, 2018.

#### 【4.2.1 章】

- 加藤憲司ら (2006). 沖ノ鳥島周辺海域で採集されたトビウオ科魚類に関する漁業生物学的知見. 東京都水産海洋研究報告第 1 号沖ノ鳥島漁場生産特性調査, 65-71.
- 小埜田明ら (2006). 沖ノ鳥島周辺海域における立て縄調査. 東京都水産海洋研究報告第 1 号沖ノ鳥島漁場生産特性調査, 21-26.
- 小埜田明ら (2006). 沖ノ鳥島周辺海域における曳き縄調査. 東京都水産海洋研究報告第 1 号沖ノ鳥島漁場生産特性調査, 27-30.
- 前田洋志・小埜田明 (2006). 沖ノ鳥島周辺海域における仔稚魚相. 東京都水産海洋研究報告第 1 号沖ノ鳥島漁場生産特性調査, 51-63.
- 前田洋志ら (2006). 表中層トロールにより沖ノ鳥島および伊豆・小笠原諸島周辺海域から採集された魚類および無脊椎動物. 東京都水産海洋研究報告第 1 号沖ノ鳥島漁場生産特性調査, 31-49.
- 米山純夫ら (2006). 沖ノ鳥島サンゴ礁の海洋動物: 東京都水産海洋研究報告第 1 号沖ノ鳥島漁場生産特性調査, 73-85.

#### 【4.2.2 章】

- Fujiwara *et al.* (2021). Discovery of a colossal slickhead (Alepocephaliformes: Alepocephalidae): an active-swimming top predator in the deep waters of Suruga Bay, Japan. Scientific Reports 11: 2490.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-80203-6>