

**令和 6 年度
ジュゴン保護対策事業
報告書**

令和 7 年 3 月

沖縄県環境部自然保護課

目 次

はじめに.....	1
第1章 事業概要.....	2
第2章 生息状況調査.....	4
1. 概要.....	4
2. 情報の収集及び整理.....	4
3. 喰み跡調査.....	7
4. 水中自動撮影.....	35
第3章 糞のDNA分析.....	40
第4章 生息個体数の推定手法に関する解析.....	48
第5章 令和6年度ジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議.....	64
第6章 専門家ヒアリング.....	67
第7章 ホームページの更新等.....	68
第8章 まとめ.....	69
参考文献.....	70

はじめに

ジュゴン *Dugong dugon* (Müller, 1776) は、カイギュウ目ジュゴン科ジュゴン属の海産哺乳類の一種で、西太平洋、インド洋、紅海の浅海域に生息しており、世界中で約 10 万頭生息すると推測されている。日本は、西太平洋域の分布の北限にあたり、国内では沖縄県の周辺海域に僅かに生息が確認されているが個体数が極めて少ないと推測されている。

本県が平成 29 年 3 月に発行した「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物（レッドデータおきなわ）第 3 版—動物編—」においても、ジュゴンはごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いものとして、絶滅危惧 I A 類（CR）に指定されており、さらに、令和 3 年 10 月には沖縄県希少野生動植物保護条例の指定希少野生動植物種に指定された。

沖縄県の周辺海域におけるジュゴンの生息状況については、八重山諸島（波照間島、西表島北部、黒島、新城島）、宮古諸島（伊良部島、来間島、池間島）、古宇利島・屋我地島周辺、伊是名島（屋那覇島）周辺などで喰み跡（ジュゴントレンチ）が確認されている。加えて令和 5 年度事業においては、これまでジュゴンの生息状況が不明であった石垣島でも名蔵湾北部で初めて喰み跡が発見されており、沖縄県内でのジュゴンの生息域は先島諸島から沖縄島周辺の広範囲に及ぶことが確認されている。また近年の研究報告では、繁殖個体の存在や沖縄南方の個体群からの分散（加入）の可能性も示唆されている（Ozawa *et al.*, 2024）。

令和 6 年度ジュゴン保護対策事業では、過年度事業に引き続き、目撃情報等の収集整理、ドローンや潜水による現地調査、糞の DNA 分析、令和 5 年度に引き続き宮古諸島でのジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議などを実施した。また今年度の新たな取組として、ジュゴンの個体識別や島しょ間の移動など DNA からの個体情報の把握を目的として、ジュゴンの糞からの核 DNA の抽出に取り組んだ。



ジュゴン（鳥羽水族館の飼育個体：セレナ）

第1章 事業概要

1 事業概要

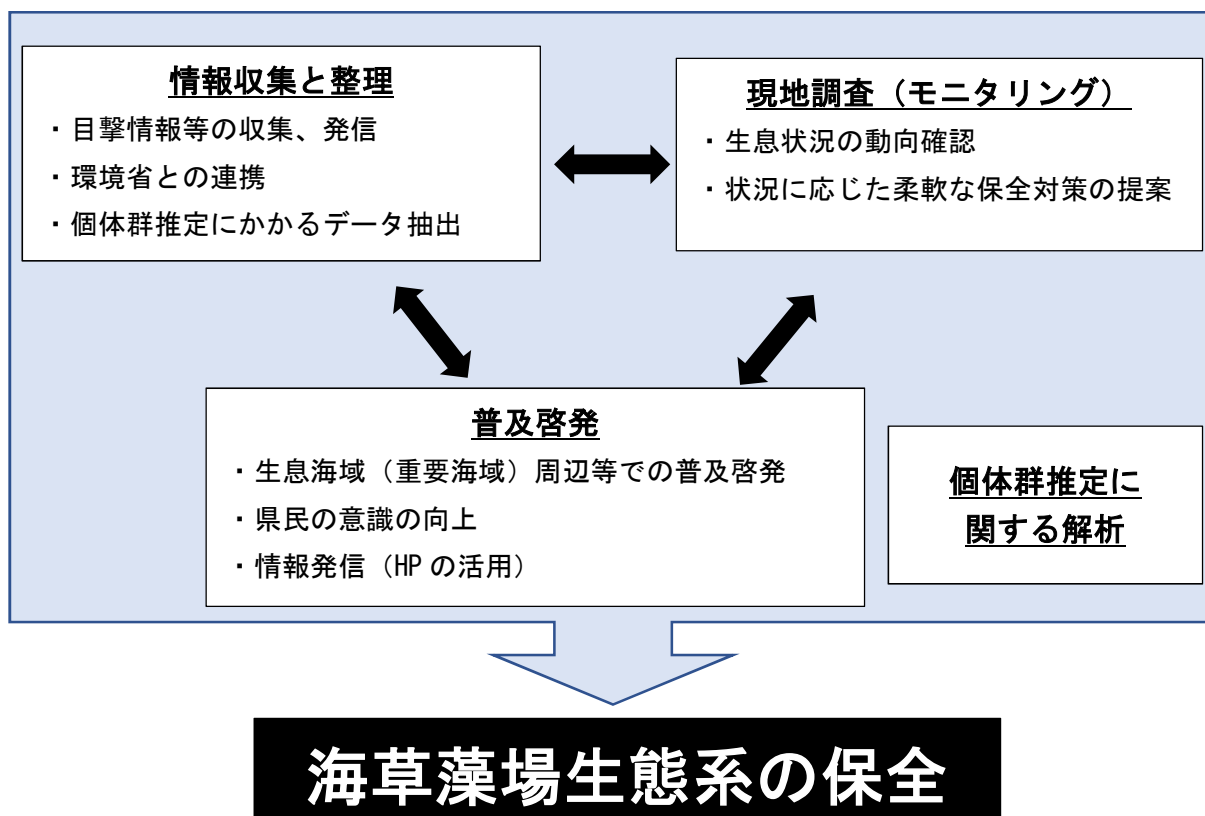
(1) 事業名

令和6年度ジュゴン保護対策事業

(2) 事業目的（図 1-1）

ジュゴンは、環境省レッドリスト及び沖縄県レッドデータブックにおいて、絶滅の危機に瀕している種（絶滅危惧 IA 類）とされ、また沖縄県希少野生動植物保護条例に基づく指定希少野生動植物種にも指定されているが、ジュゴンの生態は不明な点が多く、沖縄県では平成 28 年度からジュゴンの生息状況調査や保護方策の検討を行ってきた。

本事業では、過年度の事業結果等を踏まえ、ジュゴンの生息状況調査を実施するとともに、普及啓発などのジュゴンの保護対策を講じていくことを目的としている。



- ・ 生物多様性の保全：ジュゴンの保護、海草藻場の保全
- ・ 水産業への貢献：漁場環境（モズク養殖域等）の保全
- ・ CO2 対策：ブルーカーボン生態系の保全

図 1-1 本事業におけるジュゴン保護対策の概要

(3) 事業期間

令和 6 年 5 月 28 日から令和 7 年 3 月 21 日

(4) 事業項目

【生息状況調査（情報の収集及び整理）】

県内でのジュゴンの目撃情報や既存資料の収集などを行った。

【生息状況調査（現地調査）】

本事業では、直近の目撃事例や昨年度事業の成果等からジュゴンが餌場として利用している可能性が高い 3 海域（古宇利島及び屋我地島周辺海域、大浦湾周辺海域、伊是名島周辺海域）に加え令和 4 年度調査でジュゴンの糞が採取された名護市久志、ジュゴン個体と考えられる目撃情報の提供があった名護市許田、これまで未調査海域であった伊是名村具志川島の 5 海域で現地調査を実施した。

【糞の DNA 解析】

県内各地の海草藻場で採取されたジュゴンの可能性がある大型海産草食動物の糞について環境 DNA 分析技術を用いて解析を行った。また鳥羽水族館から提供いただいたジュゴンの糞を用いて、糞からの核 DNA の抽出に取り組んだ。

【生息個体数の推定手法に関する解析】

沖縄周辺海域のジュゴン個体群の状況把握を目的に、本年度新たに確認された目撃情報を付加し、現在の推定分布について再度解析を行った。

【令和 6 年度ジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議】

近年沖縄県内でジュゴンの目撃事例が頻出している宮古諸島において、令和 5 年度に引き続きジュゴンや海草藻場の保全を目的とした関係者連絡会議を開催した。

【ホームページの更新及び普及啓発】

ジュゴンの目撃情報の収集及び現在の分布状況に関する情報発信を目的として HP の更新を含む管理を行った。あわせて、令和 3 年度ジュゴン保護対策事業で作成した目撃情報収集に関するパンフレットを県内の漁協等に配布した。

2 工程

本年度の事業工程を表 1-1 に示す。

表 1-1 事業工程

事業項目	令和6年（2024年）									令和7年（2025年）		
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
（１）生息状況調査												
情報の収集及び整理												
現地調査												
（２）糞のDNA解析												
（３）生息個体数の推定手法に関する解析												
（４）令和6年度ジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議												
（５）専門家ヒアリング												
（６）ホームページの更新等												
（７）報告書とりまとめ												

第2章 生息状況調査

1 概要

沖縄島周辺海域におけるジュゴンの生息状況の把握と餌場として重要な海草藻場の保全対策の検討を目的とし、生息状況調査を実施した。

「情報の収集及び整理」では、県内のジュゴンの生息情報とジュゴンの生態に関する最新情報等を収集し整理した。「現地調査」では、ドローン調査で得られた画像の解析及び潜水調査から、ジュゴンの餌場となっている海草藻場の把握を目的に、ジュゴンの喰み跡の分布状況を確認した。

2 情報の収集及び整理

ジュゴンと思われる個体の目撃情報については、体長、体色、尾びれの形状、背びれの有無、水面から突き出た際の頭部の形状などの情報からジュゴンの可能性が否定できない情報を個体情報として記録した。喰み跡^{はあと}に関しては、表 2-7 の条件を満たすものを喰み跡の情報として取り扱った。

情報収集の結果を表 2-2 に、それぞれの情報の地点位置を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

県内のジュゴンの生息状況について、漁業者及びマリンレジャー関係者等からのヒアリングや環境省等の事業報告書等の既存資料を対象に目撃情報等の収集整理を行った。その結果計 23 件の目撃情報等が寄せられた。目撃情報等の内訳として、先島諸島が 18 件、沖縄島周辺が 5 件である。

これらの情報のうち令和 6 年度の目撃情報等として合計 16 件有り、内訳としては沖縄島周辺海域が 4 件、宮古諸島が 9 件、八重山諸島が 3 件となっている。先島諸島では、近年広範囲でジュゴン個体や喰み跡の目撃情報等の提供があった。沖縄島周辺海域では、沖縄島北部で個体の目撃情報があげられた。先島諸島では、伊良部島周辺海域での喰み跡の目撃情報が多い。また、令和 5 年度に初めて喰み跡が確認された石垣島名蔵湾北部で個体（屋良部崎周辺）や喰み跡（湾北部）の目撃情報等が寄せられた。

また、2023 年 7 月 8 日に奄美大島の奄美市笠利町喜瀬（一屯集落）で、日中に水深 7m の海域でスノーケリング中にジュゴン 1 頭を目撃した報告がある。目撃者は、専門的な知識を有しており、ジュゴンである可能性が高い（環境省、2024）。

情報収集でのヒアリング時などに、過年度同様に沖縄県環境部自然保護課が作成したジュゴンの目撃情報等の提供を呼びかけるパンフレット 3,000 部を配布した。配布先は近年ジュゴンや喰み跡の目撃情報等のある地域を中心とした。また、先島地域では自然保護等に関するイベント等でも配布を行った。個人を除く代表的な配布先を表 2-1 に示す。

表 2-1 主なパンフレット配布先

漁業関係	八重山漁協、宮古島漁協、伊良部漁協、池間漁協、伊是名漁協、名護漁協、羽地漁協、今帰仁漁協、国頭漁協
その他 (主に先島地域)	公民館、観光事業者（マリンレジャー事業者、宿泊施設、事業者団体）、離島間海運事業者、（一財）西表財団、宮古島市主催イベント、環境省主催イベント、行政機関（市町村等）、宮古総合実業高校

表 2-2-1 目撃情報等一覧（令和 5 年度以前の情報）

No.	目撃時期	海域	場所	対象	内容	情報源※1
1	2023年7月22日	沖縄島中部	勝連半島沖合（浮原島周辺）	個体	夜間。ヨット（動力エンジンでない）の船上から、夜間航行中に見張りをしていた際、ブタのような生き物が海面に浮かび、おならをしてまた水中にもぐっていった。	②
2	2023年秋から2024年初頭。	八重山諸島	石垣島屋良部崎付近	個体	ドローンでジュゴンと思われる2個体が遊泳しているのを撮影した。その後ドローンが墜落し、データはない。	①
3	2023年9月12日	宮古諸島	伊良部島佐和田	喰み跡	潜水調査にて喰み跡を複数確認。	①
4	2023年9月14日	宮古諸島	来間島東	喰み跡	潜水調査にて喰み跡を複数確認。	①
5	2024年1月12日	八重山諸島	西表島船浮湾	喰み跡	潜水調査にて喰み跡を複数確認。	①
6	2024年1月13日	八重山諸島	西表島ユツ川沖	喰み跡	潮間帯調査にて喰み跡を複数確認。	①
7	2024年1月13日	八重山諸島	西表島ホネラ	喰み跡	潮間帯調査にて喰み跡を複数確認。	①

※1：情報源は、①令和 5 年度ジュゴンと地域社会との共生推進委託業務報告書（環境省、2024）、②本事業での聞き取り情報。

表 2-2-2 目撃情報等一覧（令和 6 年度の情報）

No.	目撃時期	海域	場所	対象	内容	情報源※2
8	2024年4月3日	八重山諸島	西表島南風見田	糞	海浜で採取された糞からジュゴンのDNAが採取された。	②
9	2024年4月15日	宮古諸島	伊良部島佐和田（蟹蔵前）	喰み跡	日中伊良部島佐和田。蟹蔵前で大量の喰み跡を潮間帯で確認。ドローン撮影。	②
10	2024年6月6日、6月7日	宮古諸島	伊良部島佐和田（蟹蔵前）	喰み跡	日中伊良部島佐和田。蟹蔵前や車エビ養殖場跡地周辺で大量の喰み跡を潮間帯で確認。	②
11	2024年6月24日	沖縄島北部	名護市許田（許田漁港沖合）	個体	堤防からジュゴンと思われる大型動物を目撃。潜水し、何度か呼吸で水面に顔を出していました。大きさが人間より大きめの頭だったため海亀ではなく、ジュゴンのようでした（目撃者原文）。	②
12	2024年7月1日	八重山諸島	石垣島名蔵湾北部	喰み跡	日中に喰み跡と思われる痕跡と糞を確認した。	②
13	2024年8月3日	宮古諸島	伊良部島佐和田（下地島17エンド）	喰み跡	船上から喰み跡を複数確認。	②
14	2024年8月30日	宮古諸島	下地島北西	喰み跡	日中、海面上から海草藻場に複数の喰み跡を確認した。	②
15	2024年9月2日	宮古諸島	伊良部島佐和田（蟹蔵前）	喰み跡	日中伊良部島佐和田。大量の喰み跡がドローンで撮影。	②
16	2024年9月30日	宮古諸島	伊良部島佐和田（蟹蔵前）	喰み跡	日中伊良部島佐和田。大量の喰み跡がドローンで撮影。	②
17	2024年10月5日、10月17日	伊平屋・伊是名	屋那覇島東	喰み跡	潜水調査にて複数の喰み跡を確認。	③
18	2024年10月16日 11:55	沖縄島北部	古宇利島南西	個体	日中、グラスボートから水深7mの海底付近にジュゴン1頭を複数人が目撃した。周辺海域では9月にもジュゴンを目撃している。	②
19	2024年11月5日	八重山諸島	石垣島名蔵湾北部	喰み跡	日中、地元のダイビング事業者が喰み跡を確認、画像データあり。水深6m前後。ウミジグサ類。	②
20	2024年12月3日	沖縄島北部	屋我地島南東	喰み跡	複数の喰み跡を確認。	③
21	2024年12月4日	宮古諸島	宮古島狩俣北東	個体	朝、池間島から宮古島方面に移動中に、狩俣の北東（池間大橋の南端あたり）の浅瀬に2.5m程のスナメリ型の大型動物を目撃した。	②
22	2025年1月中旬	宮古諸島	下地島北西	喰み跡	日中、海面上から、海草藻場に複数の喰み跡を確認した。	②
23	2025年1月中旬	宮古諸島	下地島南西	喰み跡	海草藻場で複数の喰み跡と思われる痕跡を確認した。	②

※2：情報源は、②本事業での聞き取り情報、③本事業での現地調査（潜水調査）結果。

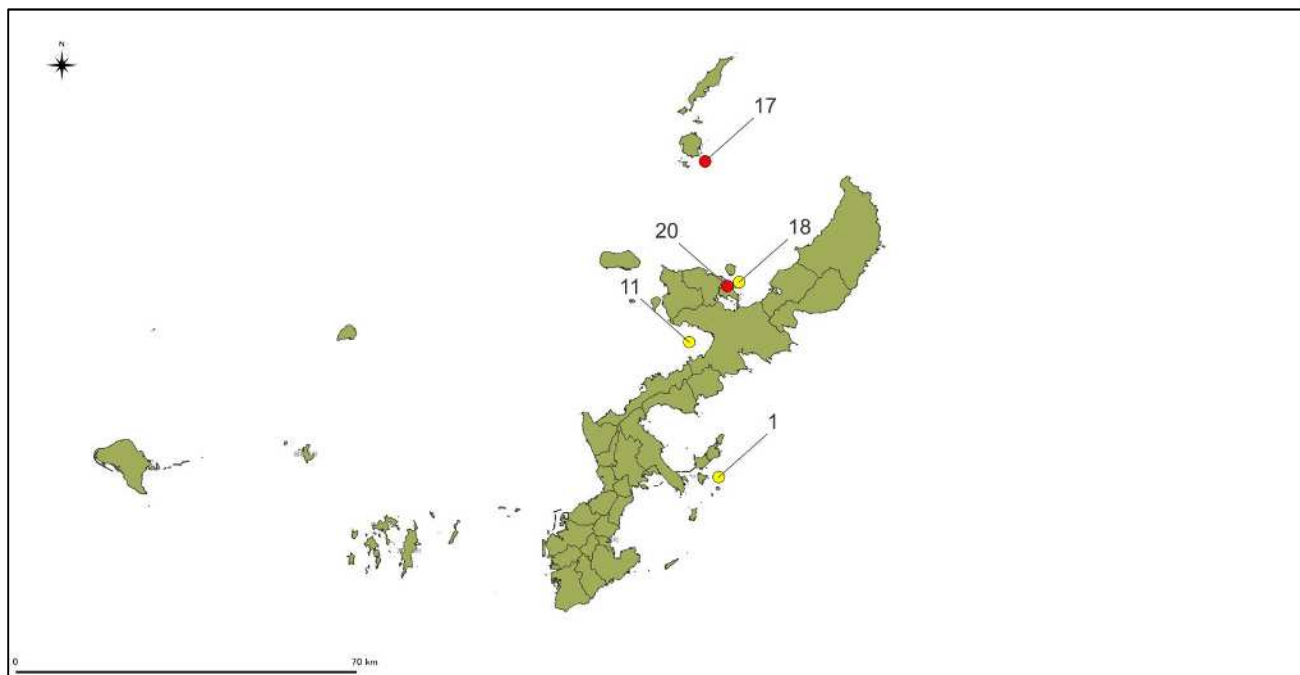


図 2-1 目撃情報等の位置（沖縄島周辺及び奄美群島海域）
※番号は表 2-2 の番号に対応している。●：個体、●：喰み跡。

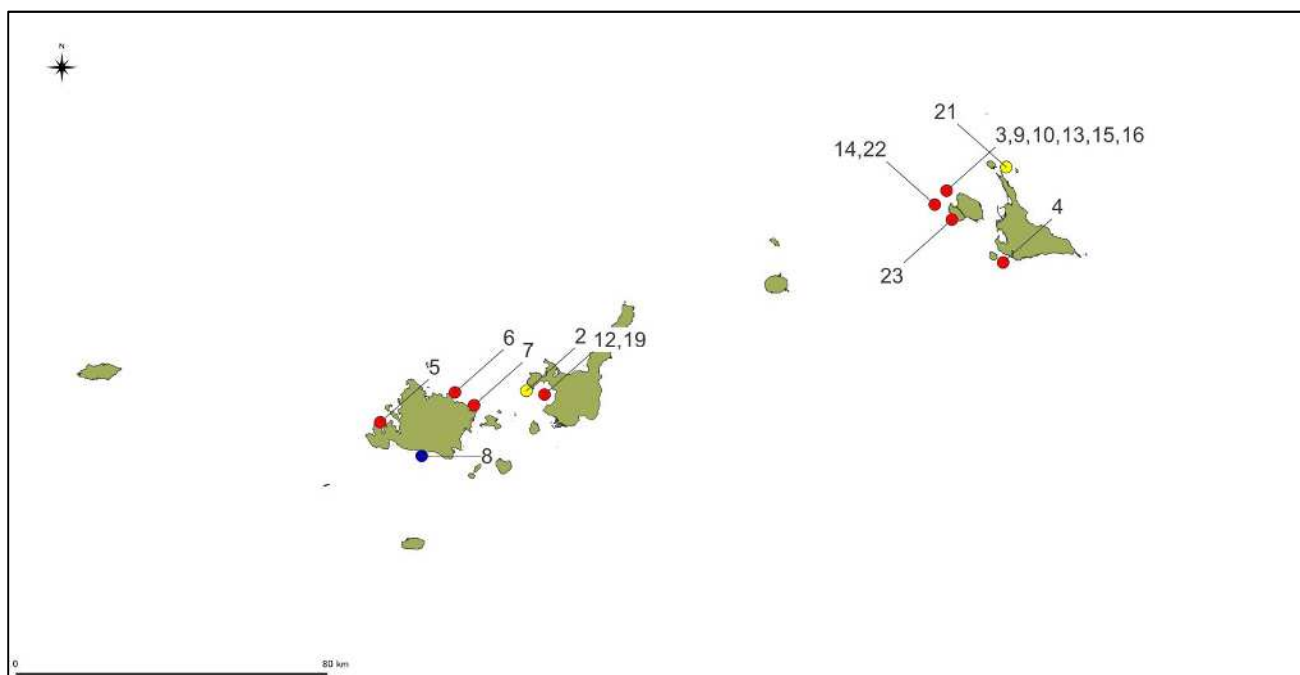


図 2-2 目撃情報等の位置（先島海域）
※番号は表 2-2 の番号に対応している。●：個体、●：喰み跡、●：糞（ジュゴンの DNA 検出）。

3 喰み跡調査

1) 現地調査概要

ジュゴンの生息状況の把握を目的に、現地調査（ドローン調査、潜水調査）を実施した。調査フローを図 2-3、調査の概要を表 2-3、表 2-4 に示す。

調査対象海域は、過年度事業で選定された主要 7 海域を基本とし、直近の目撃情報等や昨年度事業の成果等からジュゴンが餌場として利用している可能性が高い 5 海域（古宇利・屋我地周辺海域「古宇利大橋周辺、屋我地島済井出、屋我地島東部から南東部」、大浦湾周辺海域「二見、瀬嵩、チリビシ、安部、嘉陽」、伊是名島周辺海域及び具志川島、名護市許田、名護市久志）の海草藻場を調査対象とした（図 2-4、表 2-5）。

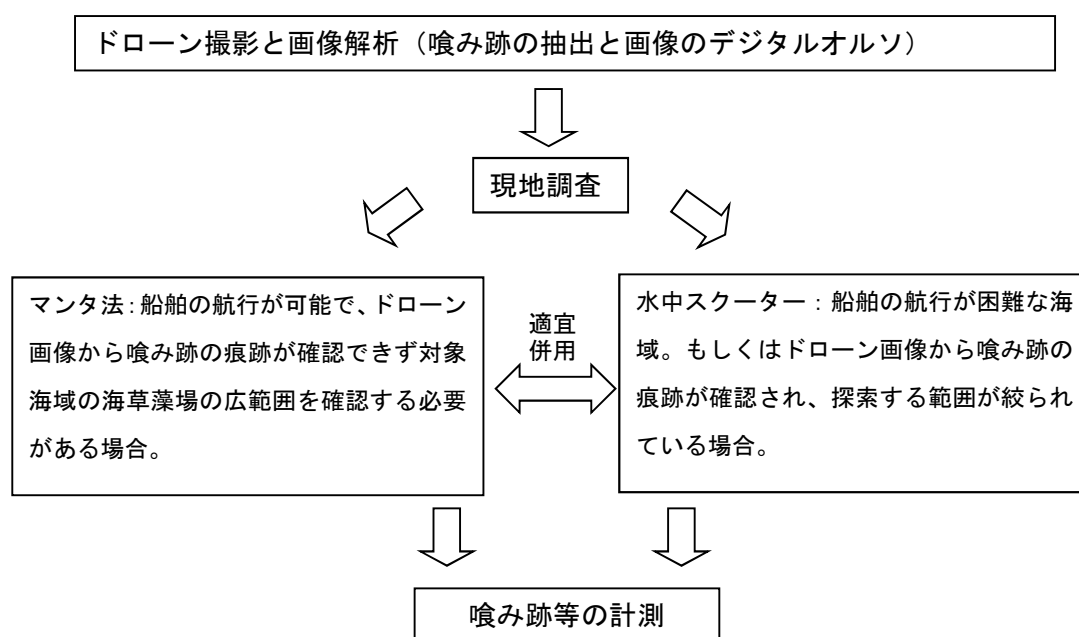


図 2-3 現地調査のフロー

表 2-3 ドローン調査の概要

対象海域	古宇利・屋我地周辺（古宇利大橋周辺を除く範囲）、大浦湾周辺（安部及び嘉陽）、伊是名島周辺、伊是名村具志川島、名護市久志、名護市許田
対象とする環境	沿岸域の海草藻場（水深 5m 以浅）
調査方法	ドローンによる空撮。空撮映像はオルソ補正し、画像をモニター上で確認
記録項目	ジュゴンの喰み跡の有無、海草藻場の分布状況

表 2-4 潜水調査の概要

対象海域	古宇利・屋我地周辺、大浦湾周辺、伊是名島周辺、伊是名村具志川島、名護市久志
対象とする環境	ドローン調査と同様
調査方法	水中スクーターを用いた面的な探索（水深 10m 以浅）を基本とするが、場合によってはマンタ法での調査も実施する。
記録項目	ジュゴン喰み跡の有無、喰み跡部分の海草植生（構成種、被度）、海草藻場の分布状況、海草の種構成及び被度、底質、水深等

表 2-5 調査海域の選定理由

海域		調査地点	選定理由等
主要 7 海域	安田・伊部		本年度は調査対象としなかった。
	古宇利・屋我地	古宇利大橋周辺	継続的に餌場として利用されており、平成29年度から令和4年度事業（令和3年度事業を除く）においてジュゴンの喰み跡が確認された海域であることから、利用状況等のモニタリングを行った。
		屋我地島東部	
	備瀬・新里		本年度は調査対象としなかった。
	大浦湾周辺	嘉陽、安部 湾内（チリビシ、瀬嵩、二見）	継続的に餌場として利用されていた海域であることから、新たな利用状況等のモニタリングを行った。
	与那城・平安座		本年度は調査対象としなかった。
	勝連半島周辺		本年度は調査対象としなかった。
	知念志喜屋		本年度は調査対象としなかった。
	名護市久志	久志-豊原	2022年7月に採取提供された糞からジュゴンのDNAが検出されたことから、糞が採取された周辺の海草藻場で喰み跡の分布調査を実施した。
	伊是名島周辺	伊是名島周辺（伊是名島南部、 屋那覇島東部）	令和2～5年度事業でジュゴンの喰み跡が確認されたため、継続的な利用状況等のモニタリングを行った。
	名護市許田	許田	2024年6月24日に許田の堤防付近からジュゴンの可能性がある大型動物の目撃情報があったことから緊急的な調査を実施した。
	伊是名村具志川島	具志川島北部	伊是名村内で未調査域であり、海草藻場の分布状況も不明なため調査対象とした。

2) 調査方法

（1）ドローン調査

これまでジュゴンの喰み跡探索で実績のあるドローンを用いた海草藻場周辺の撮影による調査を実施した。ジュゴンの餌場の利用状況の把握を目的に、各海域で1回の調査を実施した。ドローン調査では、対象とする海草藻場上空約70mを往復し、面的な撮影を行った。撮影画像はMetashape Professional（Agisoft社製）を用いデジタルオルソ化し、喰み跡の分布状況を確認した。本調査では、Phantom 4（DJI社製）を使用した。使用機材を写真2-1に示す。



写真 2-1 ドローン調査機材及び調査状況

（2）潜水調査

ドローン調査で喰み跡と思われる痕跡が確認された場合は、喰み跡の痕跡が見られた周辺の海草藻場を対象とした潜水調査を実施した。潜水調査では、ダイバーが水中スクーターで海草藻場上を効率的に観察する水中スクーター法を基本とし、状況によって小型船舶がダイバーを牽引するマンタ法での喰み跡の探索を行った。潜水調査時には、表2-6に記す項目について記録した。調査状況については、写真2-2に示す。喰み跡については、これまでの研究報告事例（小澤、2021）における定義を参考に判断した（表2-7、写真2-3）。

表 2-6 記録手順および記録項目

状況	記録項目
喰み跡が <u>確認された</u> 場合	・ 緯度経度、水深、計測時刻 ・ 喰み跡の計測（本数、長さ、幅、底質の掘り返された深さ） ・ 喰み跡直近の海草構成種と海草被度（％） ・ 水深、底質（泥・砂泥・砂・砂礫）
喰み跡が <u>確認されなかった</u> 場合	・ 緯度経度、水深、計測時刻 ・ 海草構成種、海草被度（％） ・ 水深、底質（泥・砂泥・砂・砂礫）

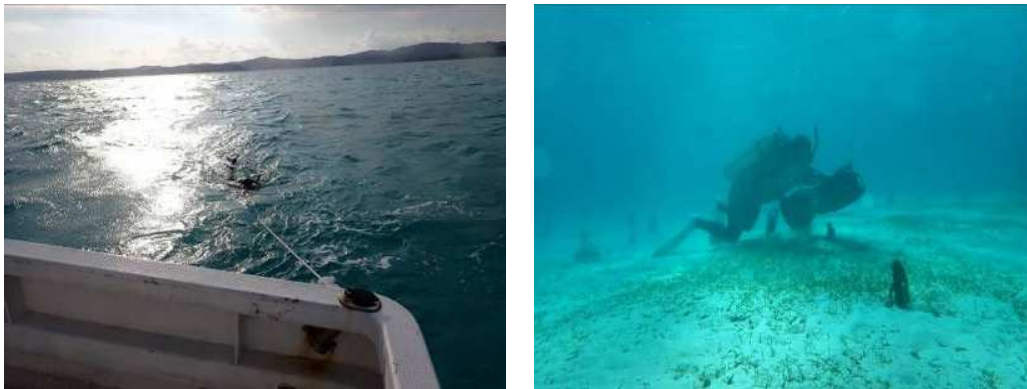


写真 2-2 潜水調査の状況

（左：マンタ調査、右：水中スクーター調査）

表 2-7 ジュゴンの喰み跡の定義

喰み跡の形状	定 義
線状の喰み跡 （写真 2-3 左）	・ 幅が 15-30cm ・ 地下茎まで摂食されている。（底質が掘り起こされ、地下茎もしくは地下茎の一部が摂食されている）
喰み跡密集域 （写真 2-3 右）	・ 地下茎まで摂食されている。（底質が掘り起こされ、地下茎もしくは地下茎の一部が摂食されている） ・ 密集域の外縁や周辺に線状の喰み跡が見られる。 ・ 密集域内に、食べ残された線状の海草の束が見られる。



写真 2-3 典型的な喰み跡の状況

(左：線状の喰み跡、右：喰み跡密集域、藻場内に不定形の裸地が見られ裸地には食べ残しと思われる線状の海草の束が見られる。また裸地やその周辺では線状の喰み跡が見られる。)

3) 各海域での調査結果

各海域での現地調査結果の概要を表 2-8 及び図 2-5 に示す。

調査の結果、屋我地島東部、伊是名島周辺海域（屋那覇島東部）でジュゴンの喰み跡が確認された。屋我地島東部及び伊是名島周辺海域では昨年度調査（沖縄県、2024）でも喰み跡が確認されており継続的な餌場としての海草藻場の利用が推察される。なお、潜水調査を実施した海域では、全般的に海草類の分布等に顕著な変化は見られなかった。

表 2-8 現地調査結果の概要

海域名称	調査地点	ドローン調査	潜水調査	
		調査日	調査日	喰み跡
名護市許田	名護市許田（緊急調査）	6月26日	未実施	×
古宇利・屋我地	古宇利大橋周辺	－	12月3日	×
	屋我地島東部	10月5日、6日	12月3日	●
大浦湾周辺	嘉陽	9月14日	10月21日	×
	安部			×
	大浦湾内（チリビシ及び湾奥部）	－	11月17日	×
名護市久志	久志	8月1日	11月17日	×
伊是名島周辺	伊是名島南部及び屋那覇島東部	10月5日	10月5日、17日、22日	●
	具志川島	2025年1月14日	2025年1月14日	×

注1：「●」は、喰み跡が確認されたことを示す。

注2：「×」は、喰み跡が確認されなかったことを示す。

注3：「－」は、水深があり画像解析に不適なため対象外とした。



図 2-5 調査結果概要

(1) 古宇利・屋我地

古宇利大橋周辺及び屋我地島東部のこれまでに喰み跡等の確認がなされている範囲を対象に現地調査（ドローン調査及び潜水調査）を実施した（図 2-6）。



図 2-6 古宇利・屋我地の調査位置

① ドローン調査

屋我地島東部の水深 5m 以浅の範囲を対象に、ドローンによる空撮を 2024 年 10 月 5 日、6 日に実施した。画像解析の結果撮影範囲の 14 地点でジュゴンの喰み跡と思われる痕跡が確認された（図 2-7 及び写真 2-4）。

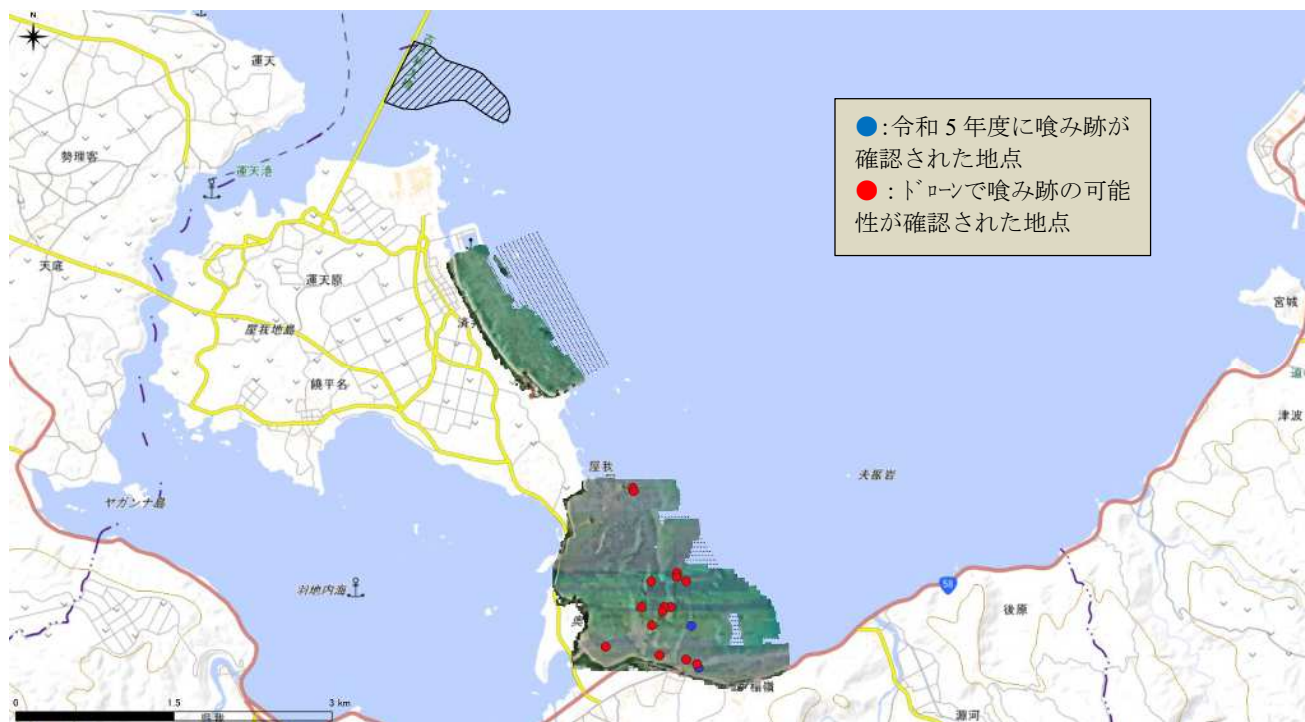


図 2-7 ドローン撮影範囲（屋我地島周辺）

※破線の範囲は、ドローン画像で画像合成できなかった範囲。



写真 2-4 屋我地島東部のドローン画像から確認された喰み跡の可能性のある痕跡
※黄丸枠は痕跡の範囲を示す。

② 潜水調査

古宇利島周辺でのマンタ調査及び屋我地島東部での潜水調査（スクーター調査）を 2024 年 12 月 3 日に実施した。

古宇利島周辺でのマンタ調査では喰み跡は確認されなかった。

屋我地島周辺での潜水調査は、2024 年 10 月 5 日、6 日に実施したドローン調査で喰み跡の可能性のある痕跡が確認された 14 地点を対象とした。潜水調査では、屋我地島南東部の 3 地点で喰み跡が確認された（図 2-8、写真 2-5）。確認された喰み跡の数は合計 5 本、喰み跡密集域は 2 ヶ所であった（表 2-9）。

喰み跡が確認された St.YAGAJI1 は、近傍で令和 5 年度調査でも喰み跡が確認されており、コアモ類が優占し、濁りが強い環境にあった。St.YAGAJI2 及び St.YAGAJI3 は、ウミジグサ類が優占していた。St.YAGAJI1 及び St.YAGAJI3 では、喰み跡が密集した状況が確認された。なお、マンタ調査及び潜水調査時に記録した海草藻場の環境データに関しては、章末の付表 2-1 及び付表 2-2 に示す。

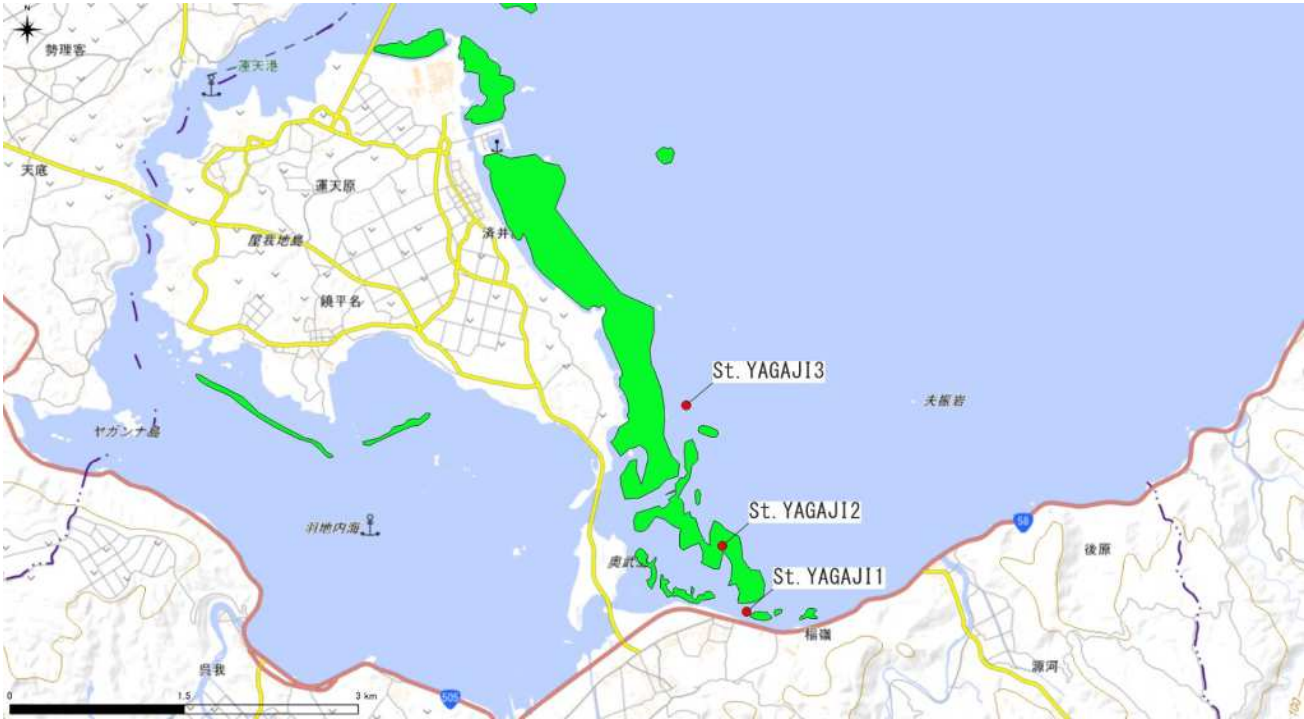


図 2-8 古宇利・屋我地周辺海域での喰み跡確認位置

※ ■ : 海草藻場

表 2-9 古宇利・屋我地周辺海域で確認された喰み跡の計測データ

番号	海域名	調査地点名	計測日	計測時刻	座標		喰み跡				喰み跡(密集域)			出現海草種(◎は優占種を示す)										海草被度 (%) ※0.25㎡	底質	水深 (m)	水の 濁り
					緯度	経度	長さ (cm)	幅 (cm)	深さ (cm)	長径 (m)	短径 (m)	深さ (cm)	リウキ ウサギ	ホウ アサ	リウキ ウサギ	ヘ アサ	ウミ ジグサ	マ シ シ	ウミ シ シ	ウミ シ シ	ウミ シ シ	ウミ シ シ	◎				
1	屋我地島東部	St. YAGAJI1	2024年12月3日	11:09	26.635810	128.045810	132	29	34	0.0													◎	40	砂	1.7	有
2		"		"	"	"	178	30	29	0.0													◎	40	砂	1.7	有
3		"		"	"	"				20	20	0.0											◎	40	砂	1.7	有
4		St. YAGAJI2		11:50	26.640900	128.043720	160	31	27	0.0			○					◎					○	60	砂	1.9	有
5		St. YAGAJI3		12:20	26.651760	128.040590	154	31	32	0.0								◎					○	30	砂	2.7	有
6		"		"	"	"	90	30	27	0.0								◎					○	30	砂	2.7	有
7		"		"	"	"				20	20	0.0						◎					○	30	砂	2.7	有



写真 2-5 屋我地島南東部で確認された喰み跡
1 から 2 段目：線状の喰み跡、3 段目：喰み跡密集域

(2) 大浦湾周辺

現地調査は、これまでにジュゴンの喰み跡の確認が報告されている嘉陽、安部、大浦湾内のチリビシ、瀬嵩、二見を調査地点とした。なお、ドローン調査は、浅海域の安部及び嘉陽を対象とした（図 2-9）。



図 2-9 大浦湾周辺の調査位置

① ドローン調査

嘉陽と安部の沿岸域の水深 5m 以浅の範囲を中心に、2024 年 9 月 14 日にドローンによる空撮を実施した。画像解析の結果、ジュゴンの喰み跡の可能性のある痕跡が嘉陽で 2 地点、安部で 2 地点確認された（図 2-10、写真 2-6）。

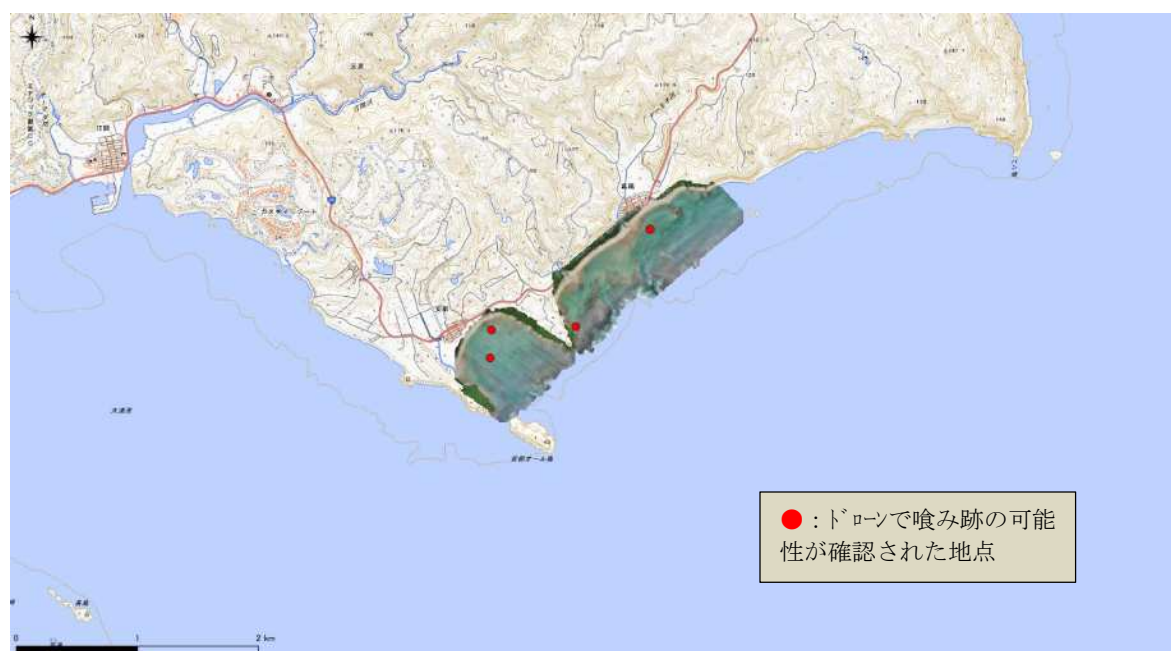


図 2-10 ドローン撮影範囲（嘉陽・安部）



写真 2-6 嘉陽（上）・安部（下）のドローン画像から確認された喰み跡の可能性のある痕跡
※黄丸枠は痕跡の範囲を示す。

② 潜水調査

嘉陽及び安部については、2024年10月21日に潜水調査を実施した。両海域では浅瀬で船舶の航行が危険なことから水中スクーターによる面的な海草藻場の確認を行った。潜水調査では、喰み跡は確認されなかった（写真 2-7）。

大浦湾（チリビシ、瀬嵩、二見）の潜水調査は、2024年11月17日に実施した。各地点で水中スクーターによる面的な海草藻場の確認を行った（写真 2-8）。潜水調査では、喰み跡は確認されなかった。チリビシでは昨年度確認されていたトゲウミヒルモの生育は確認されなかった。その要因としては、冬季に繁茂するため調査時期が早かった可能性が考えられる。また調査時には、アオサンゴ群落の広範囲に白化が見られた。瀬嵩では、僅かにマツバウミジグサが見られた。二見では、海草類の生育が認められなかった。大浦湾湾奥に位置する瀬嵩及び二見では、長雨により土砂の堆積が目立ち、濁りが高い状況が確認された。なお、潜水調査時に記録した海草藻場の環境データに関しては、章末の付表 2-2 に示す。



写真 2-7 嘉陽（上段）及び安部（下段）の地点状況

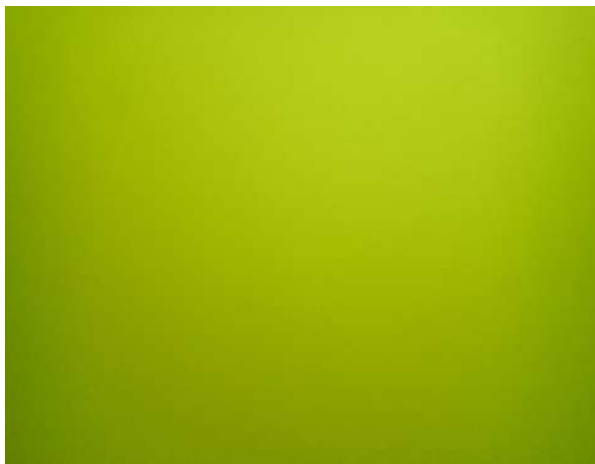
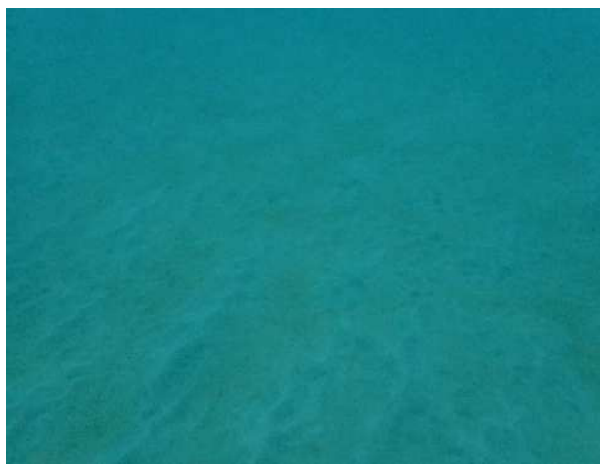


写真 2-8 チリビシ（上段）、瀬嵩（中段）、二見（下段）の地点状況
 ※チリビシのアオサンゴ群落では広範囲で白化が見られた。

（３）伊是名島周辺海域

伊是名島周辺海域では、屋那覇島東部の海草藻場で 2020 年（令和 2 年度調査）から継続的に喰み跡が確認されている（沖縄県、2024）。潜水調査に先行して実施したドローン調査では、ジュゴンの喰み跡と思われる痕跡が複数確認されたことから、潜水調査はそれらの地点を中心に実施した（図 2-11）。



図 2-11 伊是名島・屋那覇島の調査位置

① ドローン調査

伊是名島南部から屋那覇島東部及び伊是名島東部渡地（ワタンジ）周辺の海草藻場を対象にドローンによる撮影を 2024 年 10 月 5 日に実施した。画像解析の結果、ジュゴンの喰み跡と思われる痕跡が、屋那覇島東部の 8 地点で確認された（図 2-12、写真 2-9）。

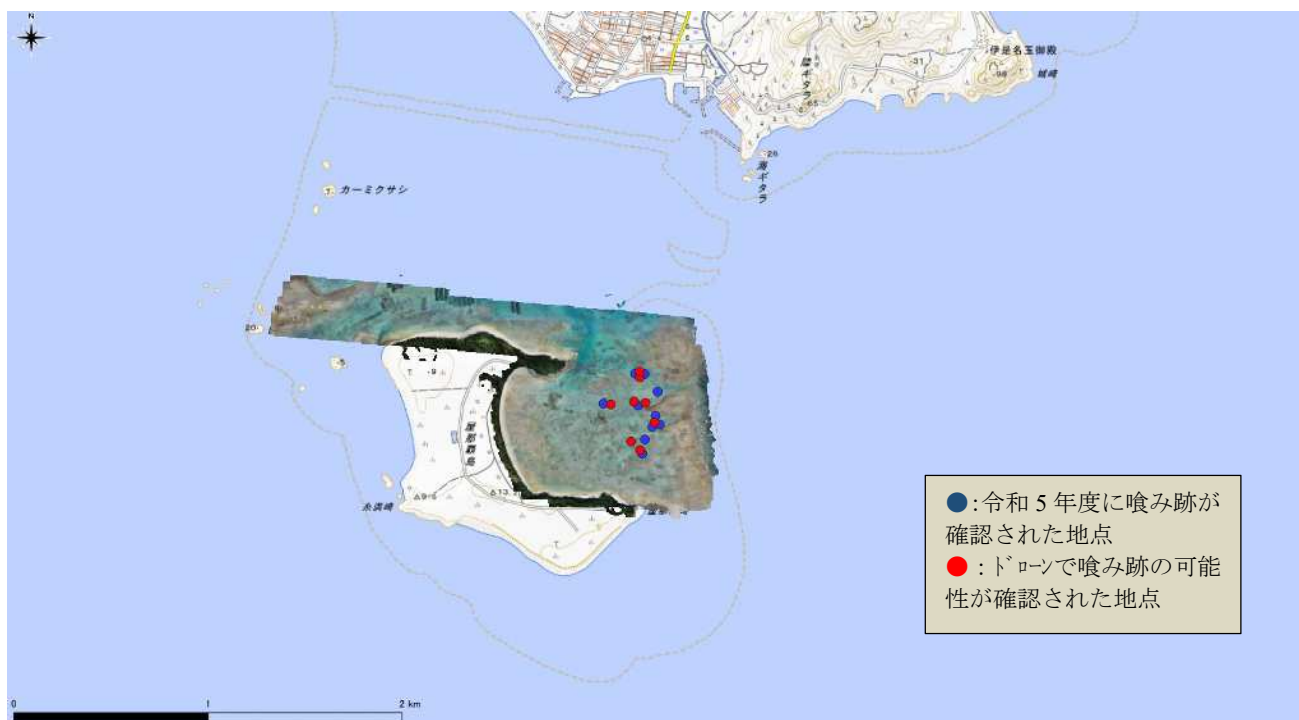


図 2-12 ドローン撮影範囲（伊是名島周辺海域）



写真 2-9 屋那覇島東部のドローン画像から確認された喰み跡の可能性のある痕跡
※黄丸枠は痕跡の範囲を示す。

② 潜水調査

ドローン調査で喰み跡と思われる痕跡が確認された屋那覇島東部を中心に、2024年10月5日、10月17日、10月22日に潜水調査（スクーター調査）を実施した。潜水調査では、屋那覇島東部の礁原6地点で喰み跡（喰み跡及び喰み跡密集域）と思われる痕跡が確認された（図2-13、表2-10、写真2-10）。確認された喰み跡の数は合計2本、喰み跡密集域が合計4地点である。喰み跡が確認された地点は、St.YANAHA3を除き小型海草種のウミジグサ類が優占する海草藻場であった。なお、潜水調査時に記録した海草藻場の環境データに関しては章末の付表2-2に示す。



図 2-13 屋那覇島東部の周辺海域での喰み跡位置

表 2-10 屋那覇島東部で確認された喰み跡の計測データ

番号	海域名	調査地点名	計測日	計測時刻	座標		喰み跡			喰み跡(密集域)			出現海草種(◎は優占種を示す)								海草被度 (%) ※0.25㎡	底質	水深 (m)	水の濁り				
					緯度	経度	長さ (cm)	幅 (cm)	深さ (cm)	長径 (m)	短径 (m)	深さ (cm)	ウミカキ スズメ	ウミ フネ	ウミホ ヅメ	ベニツバ キ	カシ ノガサ 類	マハマ ウミカ キ	カミシ ノ	コブ 類								
1	屋那覇島東部 (伊是名村)	St. YANAHA1	2024年10月5日	9:20	26.898650	127.933720							30	30	0.0	○				◎		40	砂	2.0	無			
2		St. YANAHA2		9:34	26.89932	127.93172								30	30	0.0	○				◎		40	砂	2.0	無		
3		St. YANAHA3	2024年10月17日	10:09	26.89829	127.93448	97	30	29	32	3.0									○	◎		30	砂	1.0	無		
4		St. YANAHA4		10:17	26.897550	127.933690								30	30	0.0				◎		○		40	砂	1.2	無	
5		St. YANAHA5		10:24	26.896840	127.932820	130	31	28	26							○				◎		○		40	砂	1.0	無
6		St. YANAHA6		10:44	26.900030	127.931960								30	30	0.0					◎		○		40	砂	1.0	無



写真 2-10 屋那覇島東部海域での喰み跡等
上段：線状の喰み跡、中段及び下段：喰み跡密集域

(4) 名護市久志

久志では2022年7月に採取された糞からジュゴンのDNAが検出されたことから（沖縄県、2023；Ozawa *et al.*, 2024）、現地調査対象とした。久志では、2022年に糞が採取された地点を中心にドローンの撮影範囲とした（図2-14）。



図 2-14 名護市久志の調査位置

① ドローン調査

久志では2024年8月1日にドローンによる空撮を実施した。画像解析の結果、ジュゴンの喰み跡の可能性がある裸地が14地点で確認された（図2-15）。

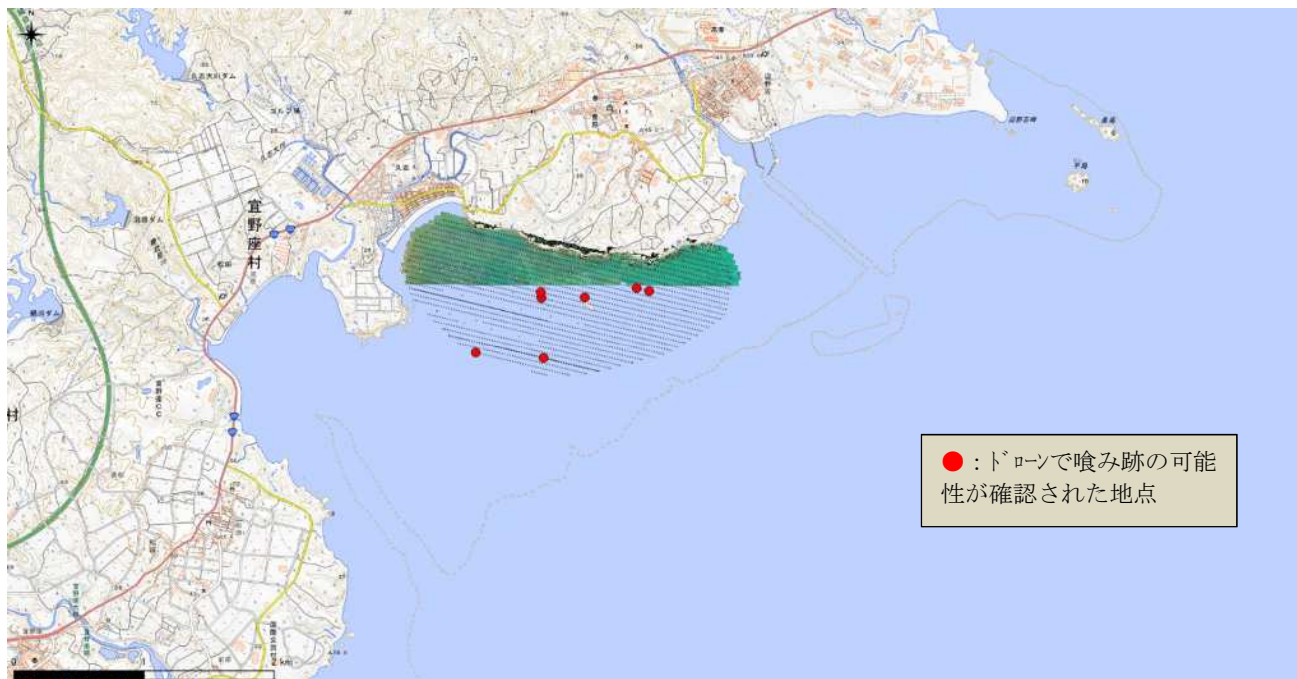


図 2-15 ドローン撮影範囲

※破線の範囲は、ドローン画像で画像合成できなかった範囲。

② 潜水調査

久志では喰み跡の可能性のある痕跡の確認のために、潜水調査を 2024 年 11 月 17 日に実施した。

目撃地点周辺は水深 2.8-5.0m（計測時）の砂地で、ウミジグサ類、ウミヒルモ類が優占する海草藻場が発達していた（写真 2-11）。潜水調査では、喰み跡は確認されなかった。

潜水調査時に記録した海草藻場の環境データに関しては章末の付表 2-2 に示す。



写真 2-11 久志の地点状況

(5) 名護市許田

名護市許田では 2024 年 6 月 24 日にジュゴンの個体の目撃情報が目撃情報サイト (<https://biodiversity.okinawa/dugong/>) に寄せられた。この目撃情報に対応し、ジュゴンや海草藻場の分布状況の確認を目的としてドローン調査を実施した (図 2-16)。



図 2-16 名護市許田の調査位置

① ドローン調査

許田では 2024 年 6 月 26 日にドローンによる空撮を実施した。画像解析の結果、ジュゴン及び海草藻場の分布は確認されなかった (図 2-17、写真 2-12)。海草藻場の分布が確認されなかったこと、またジュゴンの目撃地点が漁船の航路に当たるため潜水調査は実施しなかった。



図 2-17 ドローン撮影範囲

※破線の範囲は、ドローン画像で画像合成できなかった範囲。



写真 2-12 許田のドローン画像

4) 喰み跡調査のまとめ

本年度調査では、屋我地島南東部（古宇利・屋我地周辺海域）、屋那覇島東部（伊是名島周辺海域）の2海域で喰み跡が確認された（図 2-18）。屋我地島東部及び屋那覇島東部では、2023 年（令和 5 年度調査）でも喰み跡が確認されており（沖縄県、2023）、継続的な餌場の利用が推察される。

5) 各海域での調査結果

各海域での現地調査結果の概要を表 2-11 及び図 2-18 に示す。

調査の結果、屋我地島東部、伊是名島周辺海域（屋那覇島東部）でジュゴンの喰み跡が確認された。屋我地島東部及び伊是名島周辺海域では昨年度調査（沖縄県、2024）でも喰み跡が確認されており継続的な餌場としての海草藻場の利用が推察される（表 2-12）。なお、潜水調査を実施した海域では、大浦湾のチリビシと湾奥を除き全般的に海草類の分布等に顕著な変化は見られなかった。チリビシについては、トゲウミヒルモの出現時期が冬季であり調査時期が出現時期より早かった可能性があり、また大浦湾湾奥については調査時期の長雨による土砂の堆積が顕著であったことが要因として示唆された。

表 2-11 現地調査結果の概要

海域名称	調査地点	ドローン調査	潜水調査	
		調査日	調査日	喰み跡
名護市許田	名護市許田（緊急調査）	6月26日	未実施	×
古宇利・屋我地	古宇利大橋周辺	－	12月3日	×
	屋我地島東部	10月5日、6日	12月3日	●
大浦湾周辺	嘉陽	9月14日	10月21日	×
	安部			×
	大浦湾内（チリビシ及び湾奥部）	－	11月17日	×
名護市久志	久志	8月1日	11月17日	×
伊是名島周辺	伊是名島南部及び屋那覇島東部	10月5日	10月5日、17日、22日	●
	具志川島	2025年1月14日	2025年1月14日	×

注1：「●」は、喰み跡が確認されたことを示す。

注2：「×」は、喰み跡が確認されなかったことを示す。

注3：「－」は、水深があり画像解析に不適なため対象外とした。



図 2-18 喰み跡の確認位置

表 2-12 喰み跡確認地点の経年変化

年度	古宇利・屋我地周辺	伊是名島周辺	大浦湾周辺	名護市久志	名護市許田	石垣島名蔵湾	合計
平成29年度	4地点						4地点
平成30年度	8地点		－				8地点
令和元年度	1地点		－				1地点
令和2年度	2地点	2地点	－				4地点
令和3年度	－	2地点	－				2地点
令和4年度	6地点	5地点	－				11地点
令和5年度	2地点	8地点	－	－		1地点	11地点
令和6年度	3地点	6地点	－	－	－		9地点

※平成28年度は喰み跡の調査は行っていない。

※上記表の空欄は調査未実施、「－」は調査したが未確認。

付表 2-1 古宇利大橋周辺におけるマンタ調査での調査データ

番号	対象海域	調査日	測線 番号	緯度	経度	調査時刻 (開始・終了)	喰み跡 の有無	海草被度 (測線上)	海草出現種							平均 水深 (m)	底質	濁り
				(始点・終点)	(始点・終点)				リュウ キュウ マモ	ホウ アモ	リュウ キュウ マモ	ホウ アモ	クミ ノサ	マサ ノサ	メサ ノサ			
1	古宇利大橋沖	2024年12月3日	1	26.689203	128.019075	8:32		40%	◎			○	○	○	○	4.0	砂	無
26.684631				128.027486	8:43													
2			2	26.684347	128.027308	8:44		30%	○	○		○	◎	○	○	4.0	砂	無
				26.688875	128.018894	8:54												
3			3	26.688681	128.018819	8:55		40%	○	○		○	◎	○	○	3.5	砂	無
				26.683764	128.027900	9:05												
4			4	26.683503	128.027831	9:06		40%	○	○		○	○	◎	○	4.0	砂	無
				26.688258	128.018592	9:16												
5			5	26.687878	128.018422	9:16		20%	○	○		○	○	◎	○	4.0	砂	無
				26.683267	128.027497	9:27												
6			6	26.683022	128.027381	9:27		40%	◎	○		○	◎	○	○	4.0	砂	無
				26.687517	128.018164	9:38												
7			7	26.687247	128.018036	9:38		30%	○	○	○	○	◎	○	○	4.5	砂	無
				26.682161	128.027653	9:47												
8			8	26.681872	128.027442	10:04		30%	◎	○		○	○	○	○	4.0	砂	無
				26.686461	128.017556	10:15												
9			9	26.686183	128.017386	10:15		30%	◎	○		○	○	○	○	4.0	砂	無
				26.683825	128.021294	10:20												
11			10	26.683625	128.021111	10:20		10%	◎	○		○	○	○	○	4.0	砂	無
				26.685086	128.017639	10:35												

※表中の◎は優占種を示す。

付表 2-2 潜水調査における海草藻場の環境データ

調査海域	調査地点	調査日	記録時刻	座標		海草の出現種								喰み跡の有無	海草の被度(%)	水深(m)	底質	濁り
				緯度	経度	リュウキュウサガモ	ホウアモ	リュウキュウアモ	ベニアモモ	ウミシグサ類	マアハウミシグサ	カヒル	コマエ					
古宇利・屋我地	古宇利大橋沖	2024年12月3日	8:32	26.689203	128.019075	◎				○	○	○			40	4.0	砂	無
			9:27	26.683022	128.027381	◎	○		○	◎	○	○			40	4.0	砂	無
	屋我地島東部	2024年12月3日	11:03	26.636540	128.044540							○			50	1.7	砂礫	有
			11:09	26.635810	128.045810								◎	●	40	1.7	砂	有
			11:23	26.637110	128.042590	○	◎								20	2.2	砂	有
			11:42	26.640190	128.041240							◎			10	1.9	砂	有
			11:50	26.640900	128.043720	○				◎		○		●	60	1.9	砂	有
			12:01	26.643490	128.044350					◎					20	3.0	砂礫	有
			12:20	26.651760	128.040590					◎		○		●	30	2.7	砂	有
			12:27	26.541450	128.101530						◎	○			30	2.3	砂	有
大浦湾周辺海域	嘉陽	2024年10月21日	12:33	26.542620	128.102330					○	◎			20	2.5	砂	無	
			12:39	26.544760	128.103860						◎			20	2.5	砂	有	
			12:49	26.547840	128.107750					○	◎				30	2.5	砂	有
			13:30	26.539100	128.094860					○	◎				30	2.0	砂	有
	安部	2024年10月21日	13:34	26.539790	128.095860					◎		○		30	2.0	砂	有	
			13:42	26.540830	128.094940					○		◎		20	1.8	砂	有	
			チリビシ	2024年11月17日	13:00	26.538210	128.079450								0	18.0	砂	無
			瀬嵩		10:20	26.548230	128.049300					◎			10	2.2	砂	有
			二見		10:00	26.547875	128.040367								0	2.7	砂	有
			伊是名島周辺海域	屋那覇島東部	2024年10月5日	8:46	26.900800	127.933600	○				◎		○		40	3.0
8:57	26.898430	127.934400				○				◎		○		40	2.0	砂	無	
9:06	26.897380	127.933840				○				◎		○		60	2.1	砂	無	
9:20	26.898650	127.933720				○				◎		○		40	2.0	砂	無	
9:34	26.899320	127.931720			○				◎		○		40	2.0	砂	無		
2025年10月17日	10:09	26.898290			127.934480						○	◎		●	30	1.0	砂	無
	10:17	26.897550			127.933690	○				◎		○		●	40	1.2	砂	無
	10:24	26.896840			127.932820	○				◎		○		●	40	1.0	砂	無
	10:44	26.900030		127.931960	○				◎		○		●	40	1.0	砂	無	
名護市久志	久志	2024年11月17日		8:57	26.504320	128.012790							◎		20	5.0	砂	有
			9:13	26.507740	128.017030					◎	○			20	3.0	砂礫	有	
			9:21	26.508330	128.020160					◎	○			20	2.8	砂礫	有	

※表中の◎は優占種を示す。

4 水中自動撮影

1) 現地調査概要

ジュゴンの個体撮影を目的として、近年ジュゴンの喰み跡が継続的に確認されている伊是名村屋那覇島東部及び伊良部島佐和田の2海域（図 2-19）において水中自動撮影カメラ（ワイパー式水中カメラ、型式 UCW、JFE アドバンテック株式会社）を用い、現地調査を実施した（写真 2-13）。水中自動カメラは、一定間隔で1時間あたり約100枚の設定で連続撮影を行った。



図 2-19 調査海域位置図



写真 2-13 使用機材

（ワイパー式水中カメラ、型式 UCW、JFE アドバンテック株式会社）

2) 伊是名村屋那霸島東部

(1) 調査方法

過去にジュゴンの喰み跡が確認されている海草藻場の餌場として繰り返し利用されている地点の近傍に、観測機器 2 台（藻場内に 10m 間隔で設置）を設置した（図 2-20、写真 2-14）。機材は 2024 年 10 月 17 日（計測開始 13 時）に設置し、2024 年 10 月 22 日（回収時刻 17 時）に回収した。計測時間は合計 124 時間であった。撮影データに関しては、PC モニター上で生物の出現状況を確認した。



図 2-20 機材設置位置



写真 2-14 機材設置状況

（２）調査結果

現地調査では、合計 30,444 枚（観測機器 2 台の合計データ数）の画像データが得られた。画像データにはジュゴンを確認されなかった。画像データからは、アオウミガメ、魚類（トビエイ科、モンガラカワハギ科、アジ科、フグ科、ハリセンボン科等）が確認された（写真 2-15）。

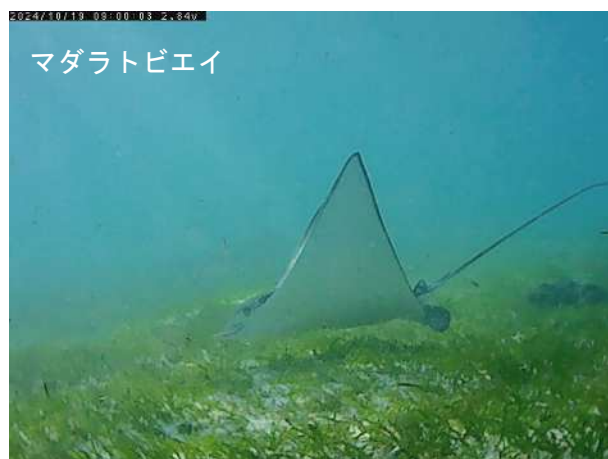


写真 2-15 撮影時に確認された海産動物

3) 伊良部島佐和田

(1) 調査方法

過去にジュゴンの喰み跡が確認されている海草藻場の餌場として繰り返し利用されている地点の近傍に、観測機器2台を設置した(図2-21、写真2-16)。機材は2024年11月30日(計測開始17時)に設置し、2024年12月12日(回収時刻10時)に回収した。計測時間は合計281時間であった。撮影データに関しては、PCモニター上で生物の出現状況を確認した。



図 2-21 機材設置位置



写真 2-16 機材設置状況

（２）調査結果

現地調査では、合計 26,411 枚（観測機器 2 台の合計データ数）の画像データが得られた。画像データにはジュゴンを確認されなかった。画像データからは、アオウミガメ、ウミヘビ類、魚類（アカエイ科、タイ科、カマス科、ボラ科、アジ科）、クロナマコが確認された（写真 2-17）。



写真 2-17 撮影時に確認された海産動物

第3章 糞のDNA解析

1 はじめに

令和4年度ジュゴン保護対策事業において、伊良部島佐和田及び名護市久志で採取された大型海産草食動物の糞からジュゴンのDNAが検出された。本事業では、沖縄県に提供のあったジュゴンが排泄した可能性がある大型海産草食動物の糞試料を対象に、ジュゴン及びアオウミガメのDNA特有の配列を増幅するプライマーを用い、PCR法により糞の分析を行った。

また近年ジュゴンの糞から核DNAの抽出に成功した事例報告がある(Ooi *et al.*, 2023)。糞の種判別についてはこれまでミトコンドリアDNAを対象としていたが、核DNAからは個体識別に必要なDNA情報が得られ、このことは沖縄近海で採取された糞から個体識別に必要なDNA情報が得られる可能性がある。生息個体数が限られる沖縄県内のジュゴンについては、島しょ間の移動や親子関係など未解明の部分が多く、核DNAの分析が可能となればそれらの関係性に関する情報が得られることとなる。これらのことを鑑み、今年度鳥羽水族館で飼育しているジュゴン個体から得られた糞を試料として、核DNAの抽出試験を行った。

2 方法

1) 野外で採取された糞の分析

【糞試料の提供】

今年度10件の大型海産草食動物の糞の分析を実施した(表3-1)。内訳としては、八重山諸島から3件、宮古諸島から3件、沖縄島から4件となっている。糞試料については、採集後に冷凍もしくはエタノール保存された状態で分析場所である一般財団法人沖縄県環境科学センターに提供がなされた。

表 3-1 分析した糞試料に関する情報

番号	採取日	採集地点	採集環境	試料受取日	試料数 (糞の数)
1	2024年3月14日	名護市久志	海中	20240319	1
2	2024年3月16日	伊良部島佐和田	海中	20240318	1
3	2024年3月23日	伊良部島佐和田	海中	20240822	2
4	2024年4月3日	西表島南風見田	海浜の打ち上げ	20240408	3
5	2024年4月22日	国頭伊部	海中	20240425	2
6	2024年7月7日	泡瀬埋立地東側藻場	海浜の打ち上げ	20240708	1
7	2024年7月8日	西表島ホネウ東側	海浜の打ち上げ	20240722	1
8	2024年7月9日	読谷村宇座海岸	海中	20240709	1
9	2024年7月13日	宮古島大浦湾	海中	20240716	2
10	2024年7月18日	西表島南風見田	海浜の打ち上げ	20240722	3

【DNA抽出】

提供された糞試料は、採集者からの試料の提供から1週間以内に分析を行った。

DNA抽出以降の分析方法は、令和5年度事業と同様に、ジュゴンとアオウミガメの糞のPCR法による

識別に関する報告を参考にした（表 3-2）（Tol *et al.*, 2021）。糞からの DNA 抽出は QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit（Qiagen Inc.）を用い、キットの操作方法に従った。

表 3-2 ジュゴン及びアオウミガメの DNA 検出およびシーケンス解析に使用したプライマー配列

プライマー名称（種名）	塩基配列	増幅領域長
ジュゴン <i>Dugong dugon</i>	5' - CGCGCGCTATGTACTTCGT - 3' 5' - GGGGTAAGTAGTGAATGCACG - 3'	110 bp
アオウミガメ <i>Chelonia mydas</i>	5' - TAAATTCTCTGCCGTGCCCA- 3' 5' - TGTTTAGGGCCAAATCAACTGT - 3'	122 bp

【2nd PCR 法】

糞からの PCR 反応は、腐敗などによる DNA の分解の進行もしくは DNA 濃度が非常に薄い可能性があったため、1 回の PCR 反応ではジュゴンの DNA を検出することは困難であった。そのため、検出感度の向上を目的に 2nd PCR 法によりジュゴン DNA の検出を行なった。

1st PCR 溶液は、iProof HF Master Mix (Bio-Rad)を 12.5 µl、2 pM / µl プライマーを各 0.5 µl、抽出 DNA 溶液を 1 µl、滅菌水 10.5 µl 加え、合計で 25 µl とした。PCR 増幅装置は Biometra TOne (analytikjena)を用い、PCR 条件は、98℃で 45 秒保持した後、DNA 二本鎖を 98℃10 秒間で変性させ、続いてジュゴンにおいては 65℃、アオウミガメでは 68℃、どちらも 30 秒間でアニーリングし、続く伸長反応を 72℃15 秒間とするサイクルを 35 サイクル行い、その後 72℃5 分間の最終伸長反応を行った。同時に水を陰性対照、ジュゴンの DNA を陽性対照として試験を行った。なおアオウミガメの陽性対照は用意していない。2nd PCR 溶液は、1st PCR 後の溶液を滅菌水で 100 倍希釈を行なったものを DNA 溶液として 1 µl 使用し、その他は 1st PCR と同条件で反応を行った。

【電気泳動および増幅産物の精製】

2nd PCR 後の各反応液を、電気泳動により増幅産物の確認を行った。電気泳動装置は Mupid-exU（株式会社ミューピッド）を用い、アガロースゲルは、Agarose S tablet（株式会社ニッポンジーン）を 2 g、ミドリグリーンアドバンス（日本ジェネティクス株式会社）を 6 µl、TAE 緩衝液を 100 ml 加えて作成した。電気泳動緩衝液は TAE 緩衝液を用いた。DNA 分子量マーカーは、100 bp DNA Ladder（タカラバイオ株式会社）を使用した。電気泳動装置は Illuminator UltraSlim UV（gel company）を用い、増幅産物の確認を行った。

シーケンス解析に用いる DNA を得るため、DNA 特有の配列と推察される産物を切り出し、アガロースゲルからの DNA の抽出は NucleoSpin Gel and PCR Clean-up 用い、キットの操作方法に従った。抽出された DNA は Quantus FLUOROMETER (Promega)および QuantiFluor dsDNA System を用い濃度を測定した。

【塩基配列の読み取りおよびデータベースとの照合】

DNA の蛍光標識は、SuperDye v3.1 Cycle Sequencing Kit を用い、サイクルシーケンス後の精製は SupreDye XT Purification Kit(EdgeBioSystems)を用いた。DNA シーケンス解析は、DS3000 Compact CE Sequencer(日立ハイテック)を用い、得られた塩基配列（ジュゴン及びアオウミガメ）を BLAST 検索 ※によりデータベースと照合した。

※ BLAST 検索：BLAST は、Basic Local Alignment Search Tool で、核酸やアミノ酸配列間の局所的な類似領域を検出するためのプログラム。ここでは DNA シーケンス解析で得られた塩基配列が、国際塩基配列データベースに登録されている配列のうち、どの配列とよく似ているかをソフトウェア上で検索し（この操作を BLAST 検索と呼びます）、最も一致するもの、すなわち検索の最上位に来た登録配列に付与されている学名を、検出配列に付与すべき学名として暫定的に採用することで種同定を行う。

【参考文献】環境 DNA 分析技術を用いた調査手法の手引き（淡水魚類・両生類）第 1 版（2024）環境省自然環境局生物多様性センター。 https://www.biodic.go.jp/edna/reports/mifish_anphi_tebiki1.pdf

2) 飼育個体の糞試料からの核 DNA の抽出

【糞試料の提供】

鳥羽水族館で飼育しているジュゴン個体から得られた糞を試料として、核 DNA の抽出試験を行った。また今回、糞試料の保存方法の最適化のための検討も同時に行った。糞試料は採集後に凍結されたもの及びエタノール浸漬後凍結されたものの 2 種類を対象に分析した。

【DNA 抽出（HV-CTAB-PCI 法）】

糞からの核 DNA の抽出は、ジュゴンの糞からの核 DNA も含めた DNA 抽出法に関する報告（Ooi *et al.*, 2023）で記された HV-CTAB-PCI 法（High Volume-Cetyltrimethyl Ammonium Bromide-Phenol-Chloroform-Isoamyl Alcohol 法）を基本に実施した。以下に HV-CTAB-PCI 法の概要を示す。

まず液体窒素を入れた乳鉢で糞試料（1g）を粉末状にすり潰し、4 回に分け 2×CTAB 溶液で回収した。試料は、ボルテックス（試験管の底部を高速で回転させて液を攪拌）後、60℃条件下で、3 時間攪拌しながらインキュベートした後、再びボルテックスし 3150g で 12 分遠心した。その後上清を 4 ml 回収し、同体積の PCI 溶液を加え穏やかに混合し、再度 3150g で 12 分遠心した。水層については 3 ml 回収し、330 µl の Lysis Buffer 2（CTAB10%、NaCl0.5M、pH5.5）を加え 60℃の条件で 4 時間攪拌しながらインキュベートした。インキュベート後、104 µL のプロテイナーゼ K（Qiagen Inc.）を加え、再び 60℃1 時間の条件でインキュベートを行った。インキュベート後、サンプルと同体積の PCI 溶液を加え混合し、3150 g で 12 分遠心した。遠心した試料から水層を 3 ml 回収し、同体積のイソプロパノールを加え、-20℃でオーバーナイトさせ DNA を沈殿させた。それらの試料はさらに 8000g で 20 分遠心したのち、上清を除去し、ペレットに 400 µl の 70%エタノールを加えボルテックスした。ボルテックスした試料については、3150 g で 12 分遠心し、上清を除去し、ペレットを室温で 15 分間乾燥させた。最後にペレットに 250 µl の TE バッファーを添加し、溶解させ DNA 抽出液とした。DNA 抽出以降の分析方法は、上記報告（Ooi *et al.*, 2023）を参考に以下の ZFX プライマーを用いた（表 3-3）。なお、ZFX とは、核 DNA の X 染色体上にある領域である。

表 3-3 核 DNA の検出に使用したプライマー配列

プライマー名称	塩基配列	増幅領域長
ZFX	5' - AAGCATAGTAAAGAGATGCCGT - 3'	230 bp
	5' - ATGTCACACTTGTGGGGTA - 3'	

【PCR 法】

PCR 溶液は、iProof HF Master Mix (Bio-Rad) を 12.5 μ l、2 pM / μ l プライマーを各 0.5 μ l、抽出 DNA 溶液を 1 μ l、滅菌水 10.5 μ l 加え、合計で 25 μ l とした。PCR 増幅装置は Biometra TOne (analytikjena) を用い、PCR 条件は、95℃で 2 分保持した後、95℃で 15 秒、58℃で 1 分からなるサイクルを 45 サイクル行い、その後 72℃で 5 分間の伸長反応を行なった。同時に水を陰性対照として試験を行った。

【電気泳動】

PCR 後の各反応液の電気泳動による増幅産物の確認の分析手法は、本章の野外で採集された糞の分析での手法と同様である。

【塩基配列の読み取りおよびデータベースとの照合】

DNA の蛍光標識は、SuperDye v3.1 Cycle Sequencing Kit を用い、サイクルシーケンス後の精製は SupreDye XT Purification Kit (EdgeBioSystems) を用いた。DNA シーケンス解析は、DS3000 Compact CE Sequencer (日立ハイテック) を用い、得られた塩基配列 (ZFX 領域) を BLAST 検索によりデータベースと照合した。

3 結果および考察

1) 野外で採取された糞の分析

提供のあった糞試料からは、2024 年 4 月 3 日に西表島南風見田で採取された糞の 1 試料からジュゴンの DNA 特有の配列 (110 bp) と同サイズのバンドが検出された (表 3-4)。過年度を含めた分析状況を表 3-5 に示す。

表 3-4 糞の分析結果等

番号	採取日	採集地点	採集環境	試料受取日	試料数 (糞の数)	結果	
1	2024年3月14日	名護市久志	海中	20240319	1	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
2	2024年3月16日	伊良部島佐和田	海中	20240318	1	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
3	2024年3月23日	伊良部島佐和田	海中	20240822	2	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
4	2024年4月3日	西表島南風見田	海浜の打ち上げ	20240408	3	ジュゴン陽性※	ウミガメ陽性
5	2024年4月22日	国頭伊部	海中	20240425	2	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
6	2024年7月7日	泡瀬埋立地東側藻場	海浜の打ち上げ	20240708	1	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
7	2024年7月8日	西表島ホネラ東側	海浜の打ち上げ	20240722	1	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
8	2024年7月9日	読谷村宇座海岸	海中	20240709	1	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
9	2024年7月13日	宮古島大浦湾	海中	20240716	2	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性
10	2024年7月18日	西表島南風見田	海浜の打ち上げ	20240722	3	ジュゴン陰性	ウミガメ陽性

※西表島南風見田で採取された糞試料については、3試料のうち1試料でジュゴンが陽性であった。

表 3-5 過年度を含めた野外で採取された糞の分析状況

調査年度	採取場所数	ジュゴン DNA 検出状況
令和 4 年度	3 地点	2
令和 5 年度	7 地点	0
令和 6 年度	8 地点	1

【電気泳動結果】

提供のあった糞試料からは、2024 年 4 月 3 日に西表島南風見田で採取された糞の 1 試料から、ジュゴンの DNA 特有の配列（110 bp）と同サイズのコバンドは検出された（図 3-1）。

また併せて実施したすべての糞試料からはアオウミガメの DNA 特有の配列（122 bp）と同サイズのバンドが検出された。ここでは、読谷村での電気泳動結果を図 3-2 に示す。

なお、ジュゴンの DNA が確認された西表島南風見田で採取された糞 3 試料については、提供があった際に 3 個の糞が同一の容器に収納されていたため、ジュゴンとアオウミガメの DNA が混在していたと考えられる。

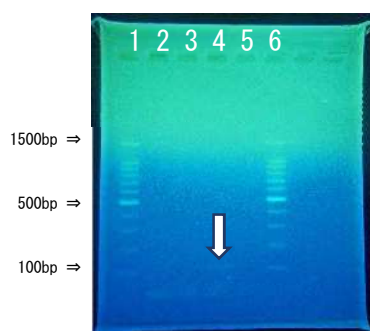


図 3-1 2nd PCR 産物の電気泳動結果（ジュゴン）

1 及び 6 : DNA 分子量マーカー、2-4 : 西表島南風見田（2024 年 4 月 3 日採取）、5 : ネガティブコントロール、白矢印: ジュゴンの増幅産物でサイズは 110bp。

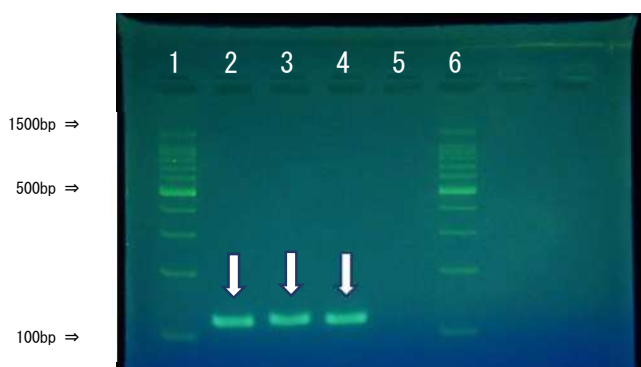


図 3-2 2nd PCR 産物の電気泳動結果（アオウミガメ）

1 及び 6 : DNA 分子量マーカー、2-4 : 読谷村宇座海岸（2024 年 7 月 9 日採取）、5 : ネガティブコントロール、白矢印: アオウミガメの増幅産物でサイズは 122bp。

【シーケンス解析】

電気泳動でジュゴン及びアオウミガメと思われる反応が見られた全ての試料について DNA シーケンス解析を行った。ジュゴンに関しては、全 110bp の塩基配列のうちシーケンス解析で完全に読み取れた塩基配列（48bp）について BLAST 検索にて照合した結果、ジュゴン特有の塩基配列と 100%一致した（表 3-6）。このことは、提供された糞がジュゴンのものであることを示す。同様にアオウミガメに関しても、すべての試料において特有の塩基配列と 98.36~100%の範囲で一致した（表 3-6）。西表島では、

これまでに北西部の船浮湾や北東部のユツン等でジュゴンの喰み跡が確認されている（環境省、2024）。今回の西表島南風見田でのジュゴンの DNA の検出に関しては、西表島南部でのジュゴンの生息を示す初めての科学的エビデンスであり、ジュゴンが西表島の広範囲に存在することを示す。

表 3-6 DNA シーケンス解析の結果

検体名	BLAST検索により最も高い相同性を示した生物		
	種名	一致率(%)	アクセッション番号※
糞試料	ジュゴン	100	PP134992.1
	アオウミガメ	98.36-100	KM357647.1

※国際塩基配列データベースが、登録された塩基配列データに対して発行する番号

2) 飼育個体の糞試料からの核 DNA の抽出

【電気泳動及びシーケンス】

鳥羽水族館で飼育しているジュゴン個体から提供された糞試料は、採取後冷凍保存された試料と、無水エタノールに保存した試料の 2 種類があり、それぞれ分析した（表 3-7）。分析の結果、冷凍保存されたものから、核 DNA 特有の配列（230bp）と同サイズのバンドが検出された（図 3-3）。なお現時点では、エタノール保存したものから DNA の増幅が見られなかった要因は不明である。

増幅産物についてシーケンスを行ったが、BLAST でのジュゴンの ZFX 領域の塩基配列（EU078399）とは一致しない結果となった。このことは、電気泳動の際に非特異的バンド（目的のサイズではない増幅物）が確認されたことが示唆する様に（図 3-2 の赤矢印）、PCR の際の DNA 添加量が不適切であった可能性が示唆された。今後は、DNA の添加量や PCR の条件等を再考する必要がある。

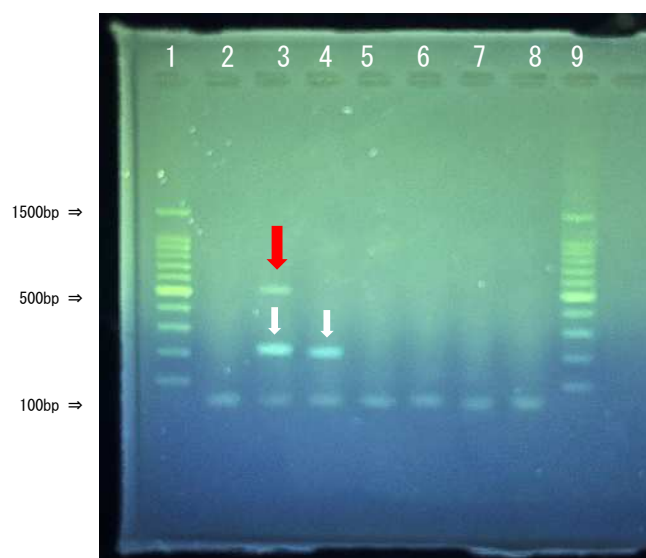


図 3-3 PCR 産物の電気泳動結果（ジュゴン核 DNA）

1 及び 9：DNA 分子量マーカー、2-4：エタノール浸漬後凍結保存、5-7：凍結保存、8：ネガティブコントロール、白矢印：ZFX の増幅産物のサイズは 230bp、赤矢印：非特異的バンド。

表 3-7 核 DNA の分析結果等

糞の保存方法	電気泳動結果
凍結保存	増幅
エタノール浸漬後凍結保存	増幅無し

3) 【今後の展開】

今年度事業では、2024 年 4 月に西表島南風見田で採取された糞からジュゴンの DNA が検出された。なお、西表島ではこれまでに北西部の船浮湾や北東部のユツン等でジュゴンの喰み跡が確認されている（環境省、2024）。これらのことから、西表島では北西から北東部だけではなく、南部も含め広範囲にジュゴンが生息していることを示唆する。また、糞からのミトコンドリア DNA を対象としたジュゴンの生息範囲の特定に関する分析技術の有効性が改めて確認されたことから、引き続き糞の提供を積極的に呼びかけ、ジュゴンの分布解明に繋げることが重要である。

令和 4 年度事業では、沖縄県内の 2 地点で採取された大型海産草食動物の糞から、ジュゴンのミトコンドリア DNA が検出された（沖縄県、2022）。現在、水界生物の分布把握の手法として用いられる環境 DNA の分析は、環境中の存在量が多いミトコンドリア DNA を対象とするのが主流である。しかし、ミトコンドリア DNA は種内での DNA 配列の保存性が高く、種の推定には利用できるが、個体識別や個体群の集団遺伝学的研究などには利用範囲に限られる。生息個体数が限られる沖縄県内のジュゴンについては、島しょ間の移動や親子関係など未解明の部分が多く、それらを解明するためにはミトコンドリア DNA より遥かに情報量の多い核 DNA を用いる必要がある。

今回参考にした、飼育個体の糞からのジュゴンの核 DNA も含めた DNA 抽出法に関する報告（Ooi *et al.*, 2023）では、性染色体上の ZFX 領域と核 DNA のわずかな違いである SNP を対象に DNA 抽出と増幅を行い、HV-CTAB-PCI 法が適用できることが示された。ただし、Ooi らの報告にある SNP は、オーストラリアで発見された 10,690 の SNP（McGowan *et al.*, 2023）のうちわずか 10 の SNP を対象にしたものであり試験的な取り組みであると言える。今後、日本産ジュゴン（日本に生息するジュゴン）で個体識別を行う場合には、より多くの SNP の解析が必要であると考えられる。

一方で、ジュゴンの個体識別については、核 DNA の繰り返し領域である 26 のマイクロサテライトを用いた研究が 2007 年に報告されている（Broderick *et al.*, 2007）。しかしこの報告で使用された試料は組織であり、これまで糞試料からの抽出は成功していない（Ooi *et al.*, 2023）。糞試料からのマイクロサテライト DNA を含む核 DNA 抽出は、これまで多数の野生動物で行われており、今後ジュゴンにおいてこれまでとは異なる DNA 抽出方法が開発され、マイクロサテライトの利用が可能になれば個体識別の可能性が高まると予想される。一方でノウサギの糞試料からの個体識別に関する報告では、マイクロサテライトでの情報の不足分を、ミトコンドリア DNA ハプロタイプで部分的に補い個体識別を行った事例もあることから（園田ら、2014）、これまでの分析技術の組み合わせによりジュゴンの個体識別への応用も期待される。

これまで糞試料の分析に用いたミトコンドリア DNA 増幅に用いたプライマーは Tol らの報告したものであったが（Tol *et al.*, 2021）、他の研究報告では DNA の損傷が激しいと考えられる糞便や博物館標本などの試料を対象としたミトコンドリア系統分析のためのプライマーも開発されており（Plön *et al.*, 2019）、それらのプライマーによる追試も期待される。これらの事を鑑み、今後プライマーの改変や対象とする

遺伝子領域の検討などの検証を含め、日本産ジュゴン個体群の集団遺伝学的研究を継続していく必要がある。

第4章 生息個体数の推定手法に関する解析

1 はじめに

日本産ジュゴンの個体群の保護対策に関しては、沖縄県近海における空間分布と個体数を把握することが重要である。特に、ジュゴンの生態特性や個体数の少なさから個体群生態学的手法による個体数推定は困難である。したがって、ジュゴンの個体群の保全再生の観点から、ジュゴンの目撃情報等に基づいて生息適地の空間分布を把握することが有望である。そこで、本事業では令和4年度よりジュゴン個体群の空間構造の実態を把握するために、周辺海域におけるジュゴンの分布及びその時系列変動の解析を実施している。

令和5年度までの解析では、生息推定域は先島諸島（八重山諸島及び宮古諸島）から沖縄島の北部や中東部、伊是名島周辺など広範囲に及ぶことが明らかになった。また令和5年度事業では、2010年以降のジュゴンの母子に関する目撃情報と死亡個体の情報に基づき、現在の最小生息個体数が8頭であると推定した。

令和6年度事業では、令和6年度（2025年1月31日までに得られた情報）に得られた情報を加え、種分布モデリングの一つである Maxent を用いジュゴンの生息推定地域の推定について再解析した。

2 解析方法

解析で使用しているジュゴンの目撃情報のうち、個体に関するデータについては、個体の背びれの有無や体色などについて直接聞き取りを行い、ジュゴンの可能性が高いものについてのみ分布データとして扱った。特に2010年以降の個体の目撃情報については、専門家（海獣の調査経験者や水族館関係者など）からの情報提供を含め、情報の精査・照合を行っている。なお、一般からの目撃情報については、噛み跡の場合は、本事業で定義している噛み跡の特徴と照合し、個体の目撃の場合は、背びれの有無や尾びれの形状、体長や体色などについて目撃情報の提供後に情報提供者に再度聞き取りを行い情報の確認をとっている。上述したように、ジュゴンと特定できない情報については、個体に関する目撃情報として扱っていないことから、本分析に利用した目撃情報のデータは、十分な精度検証を経たものとなっている。

これまでに得られているジュゴンの目撃情報等のデータから今年度調査では2022年4月以降に新たに得られた情報を加え、沖縄周辺海域におけるジュゴンの分布域を、種の生態学的ニッチを仮定した種分布モデル（機械学習）によって推定した。種分布モデリングにおいては、県内におけるジュゴンの目撃情報（個体や噛み跡の目撃、混獲情報）を1945年以前、1946-1959年、1960-1979年、1980-1999年、2000-2009年、2010-2019年、2020-2024年の7個の年代に分けて使用した（分布予測のためのジュゴン在データ）（図4-1）。また、ジュゴンの分布を説明する変数として、水深、海水温、海水塩分量、藻場面積、護岸、海岸線距離など27個の自然環境データを用いた（表4-1）。

解析では、種分布モデリングの一つである Maxent を用いて、ジュゴンの生息推定地域を予測した（図4-2）。種分布モデリングとは、種の分布と環境条件に相関があることを仮定した、つまりジュゴンの環境

ニッチを仮定した生息適地予測である。ジュゴンは海域に生息していることから、全ての生息地を観測によって把握することが困難であり、また調査バイアスにより空間的に偏ったデータとなりやすい。そこで、観測地点と類似した環境をジュゴンが利用していると仮定して生息地を予測する手法である、種分布モデリングを用いると、ジュゴンの生息域全域を予測することが可能となる。日本の生物を 3 次メッシュスケールで予測した際の予測精度は、これまでの様々な調査観測データと予測値を用いた検証によると 80～90%であることが確認されている。

なお Maxent は、在データに加えて分布予測を行う範囲全体であるバックグラウンドの環境データを必要とする。今回の分析の場合は、沖縄県の沿岸海域がバックグラウンドになる。Maxent では、まず最初に、ジュゴンの分布データポイントについて、環境変数の確率密度を算出する。次にバックグラウンドポイントに基づいて沖縄県の沿岸海域全体にわたって確率密度を計算する。Maxent は、これらの 2 つの確率密度の比を計算し、これにより、ジュゴン分布に対する相対的環境適合性を得る。Maxent の生息適地推定ではバックグラウンドの数は沖縄県の海域全域の 3 次メッシュ 3,390 個とし、同じメッシュ内で重複する在データを削除し、最適化アルゴリズムの反復回数の最大値を 500 個に設定し、観測値の分布限界より外側の環境空間の領域は外挿する設定で計算させた。

Maxent による計算結果は、Cloglog value として算出される。Cloglog value は Maxent の計算結果の生値 (raw value) をロジスティック関数で変換した値（生値は環境変数に対して指数関数的に増加するため、変換する必要がある）であり、その数値が大きいほど、ジュゴンが分布する可能性が高いと解釈される。さらに、予測用のデータセットにより算出された「生息適地適性度」を、10th percentile training presence を用いて、在不在（バイナリー）化することもでき、メッシュごとのジュゴンの分布の在不在（生息推定メッシュ）を求めることができる。ここで、10th percentile training presence とは、ジュゴンの目撃・痕跡地点の生息適地適性度の下位 10%は、ジュゴンの生息地を代表する生息地域ではない、たとえば回遊中のジュゴンの目撃や、死亡によって本来の生息域とは離れた地点に漂着した個体などの分布情報であると仮定し、下位 10%の値よりも低い 3 次メッシュをジュゴン不在とする閾値である。本分析では、全ての年代の生息地適性度の推定値をプールした上で閾値（10%点）を求めた。年代ごとに求めた閾値を用いると、年代間での在データ数や空間的な偏りの違いにより、在不在判定に年代依存の誤差が生じてしまう。すなわち、年代間での生息推定域の変化パターンの中に、在不在判定の誤差の影響が入ることになる。この問題を避けるために、全年代をプールして求めた単一の閾値を用いて、年代間で一貫した誤差率で生息推定域の変化を記述した。さらに、近年のジュゴン分布の動態を検証するために、2010 年以降の目撃情報をを用いて各目撃情報の地点と生息適地適性度との関連を解析した。

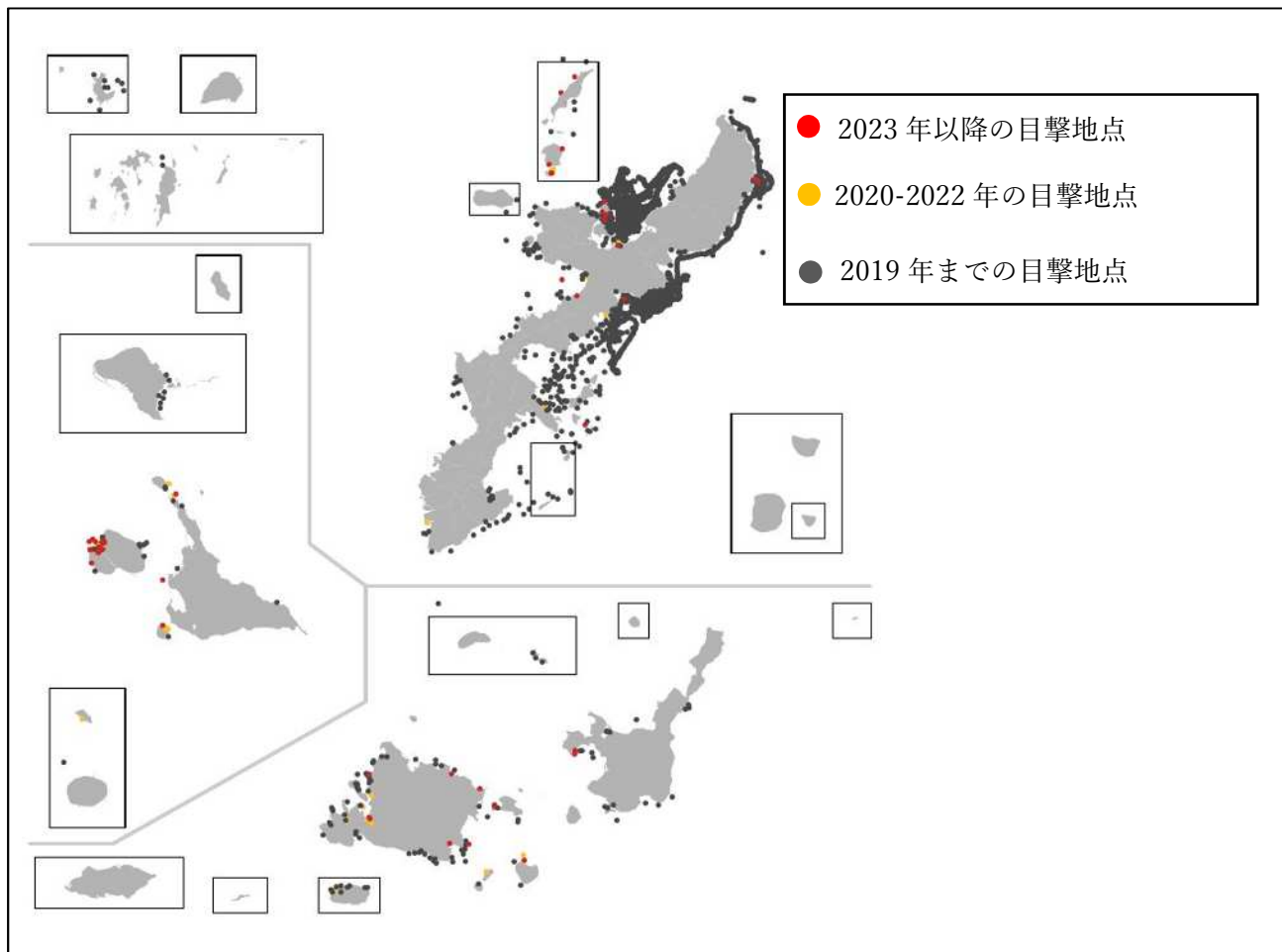


図 4-1 沖縄県内でのジュゴンの目撃情報（全年代）

※目撃地点には個体の目撃、調査による喰み跡の確認事例を含む。

表 4-1 解析に用いた説明変数一覧

最も浅い水深 (m)	サンゴ被度ランク
最も深い水深 (m)	藻場面積 (m ²)
平均水深 (m)	周辺の藻場面積 (m ²)
水深の標準偏差	干潟面積 (m ²)
年平均表層海水温 (°C)	周辺の干潟面積 (m ²)
最寒月平均表層海水温 (°C)	海岸線長 (m)
最暖月平均表層海水温 (°C)	陸地面積 (m ²)
歴史的最高表層海水温 (°C)	海域面積 (m ²)
歴史的最低表層海水温 (°C)	海浜長 (m)
表層の年平均塩分量 (‰)	海崖長 (m)
最寄の河口までの距離 (m)	人工海岸長 (m)
最寄河川の集水面積 (m ²)	開放度
サンゴ礁面積 (m ²)	海岸線までの距離 (km)
周辺のサンゴ礁面積 (m ²)	

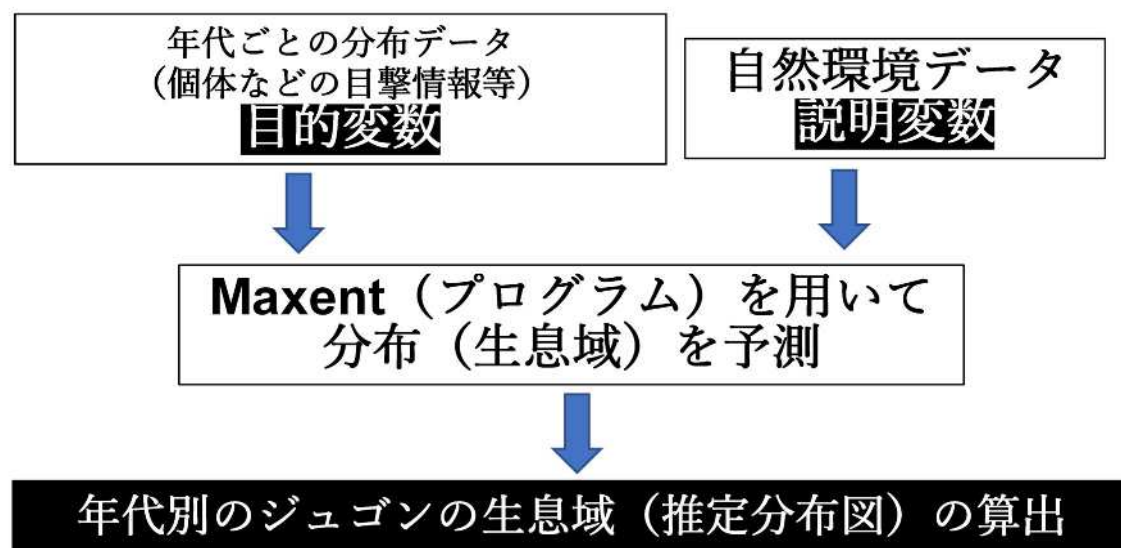


図 4-2 ジュゴンの生息推定地域に関する解析のフロー

3 結果

各年代のジュゴンの目撃情報と生息適地適性度及び生息推定地域を図 4-3~10 に示す。また、それらの解析結果をまとめたジュゴンの生息メッシュ（生息域）の特定回数の分布図を図 4-11 に示す。

1945 年以前、1946-1959 年、1960-1979 年、1980-1999 年、2000-2009 年、2010-2019 年、2020-2024 年の 7 年代でジュゴンの生息推定地域は、全体的には年代ごとに減少傾向にあった。

全海域におけるジュゴンの生息メッシュ（分布域）の時系列変動を図 4-12 に示す。戦前は離島も含め沖縄県のほとんどの海域に生息していたが、それ以後現在まで生息メッシュ数は減少し、生息推定地域の減少が確認された。また上記のデータを地域（八重山諸島、宮古諸島、沖縄諸島）ごとに解析した結果が図 4-13 である。地域ごとで見た場合、各地域とも生息メッシュ（分布域）は減少傾向にあったが、八重山諸島や宮古諸島の分布域は底を打ち、近年は増加傾向にあることが示唆された。近年の各地域における、新たな目撃情報による影響が考えられる。

また、今回新たなデータを加えたジュゴンの生息推定地域を元にとすると、2010 年以降の県全域のジュゴン生息推定地域は、2023 年までのデータに基づく解析結果より増加した。（図 4-12）。つまり、分布データの充足を図るほどに、ジュゴンの生息メッシュ数が増加し、生息推定地域がより大きい面積であることが明らかになった。このような、ジュゴンの分布データ充足に伴う生息推定地域の拡大（従来の分布域の過小評価）は、八重山諸島や宮古諸島ほど顕著だった（図 4-13）。2020 年代のジュゴンの目撃情報の地点の詳細を見ると、生息適地適性度の高い海域だけでなく、適性度の低い海域にも比較的多くの分布が確認された（図 4-14）。

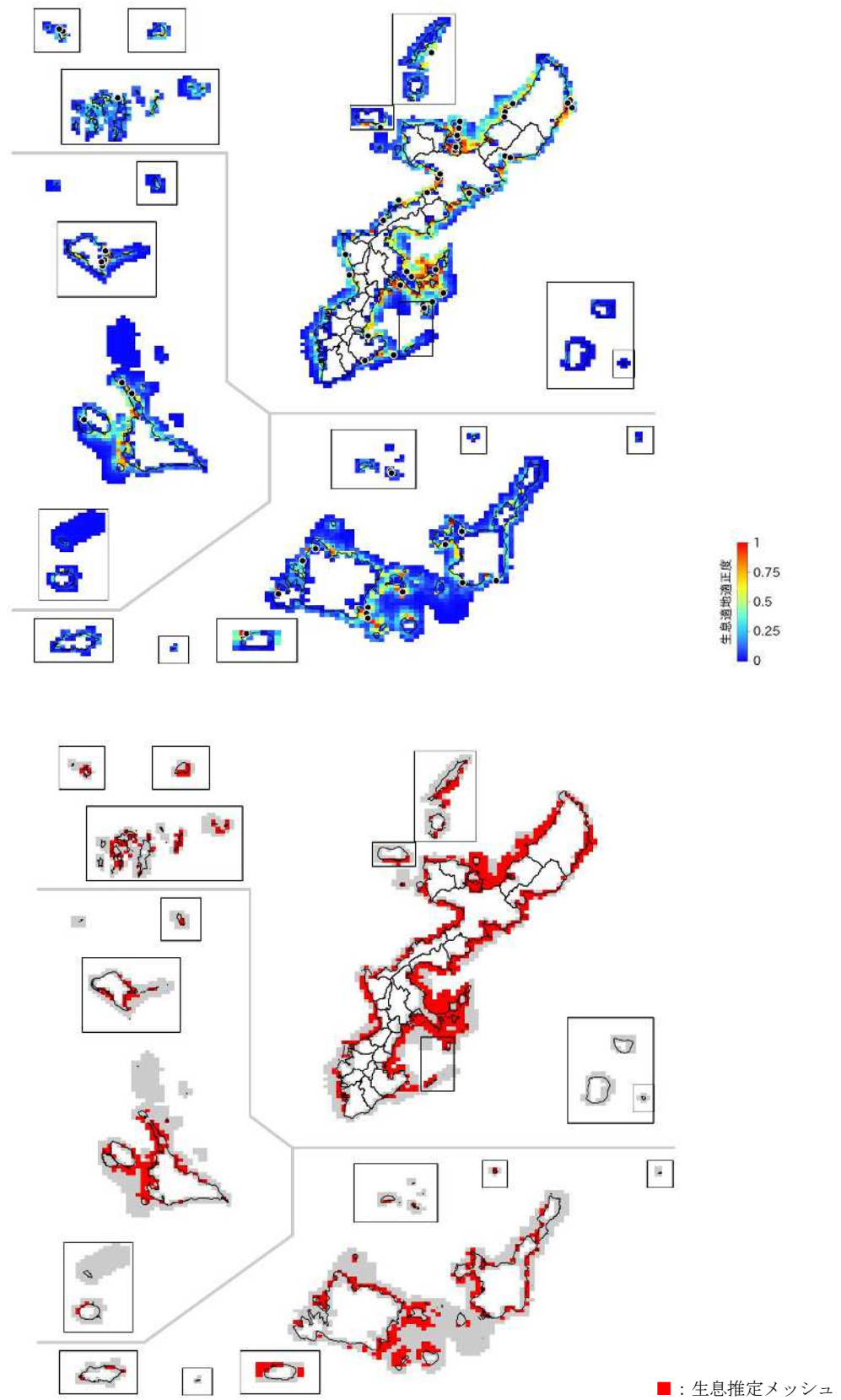


図 4-3 1945 年以前のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

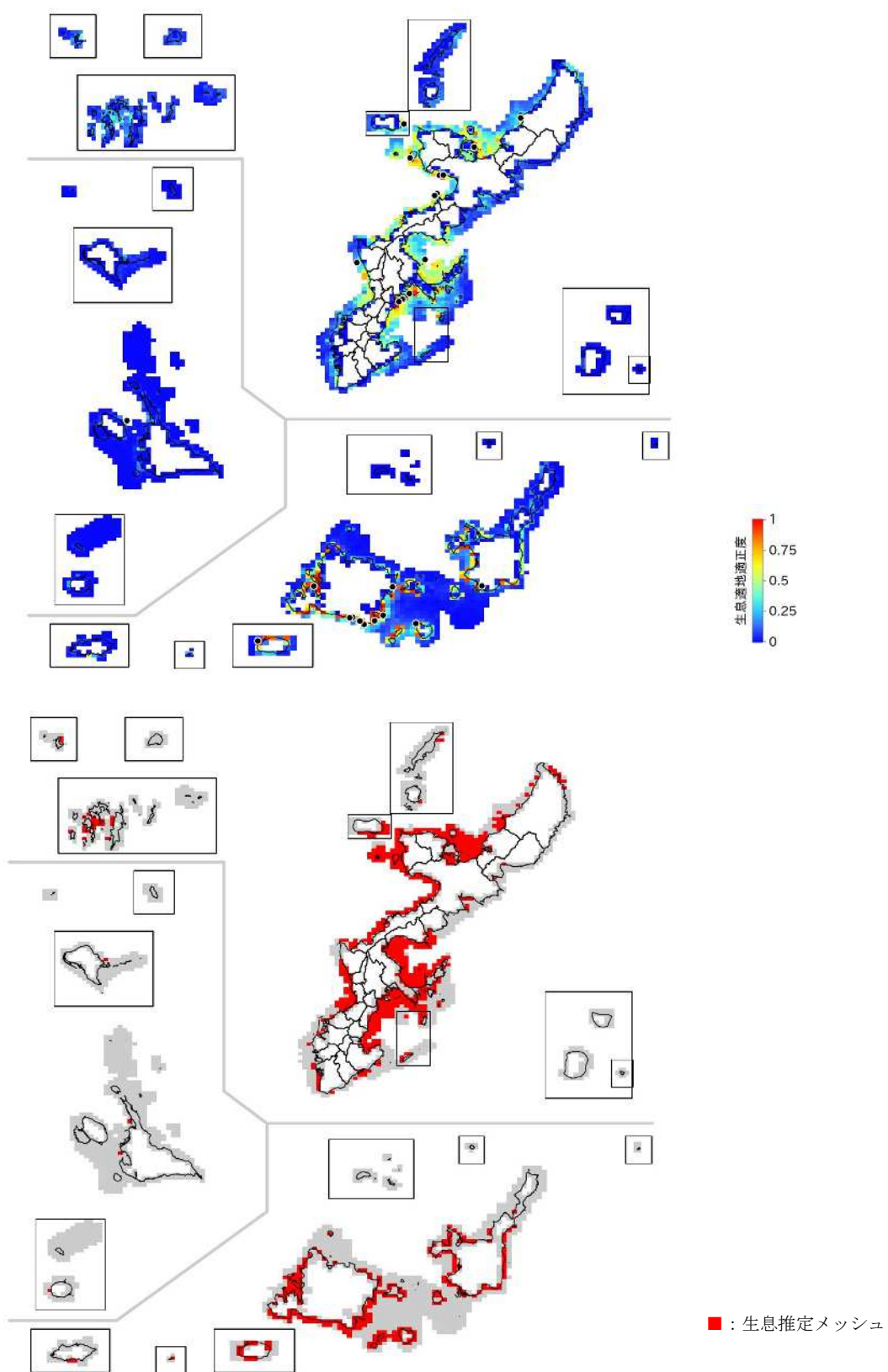


図 4-4 1946-1959 年のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

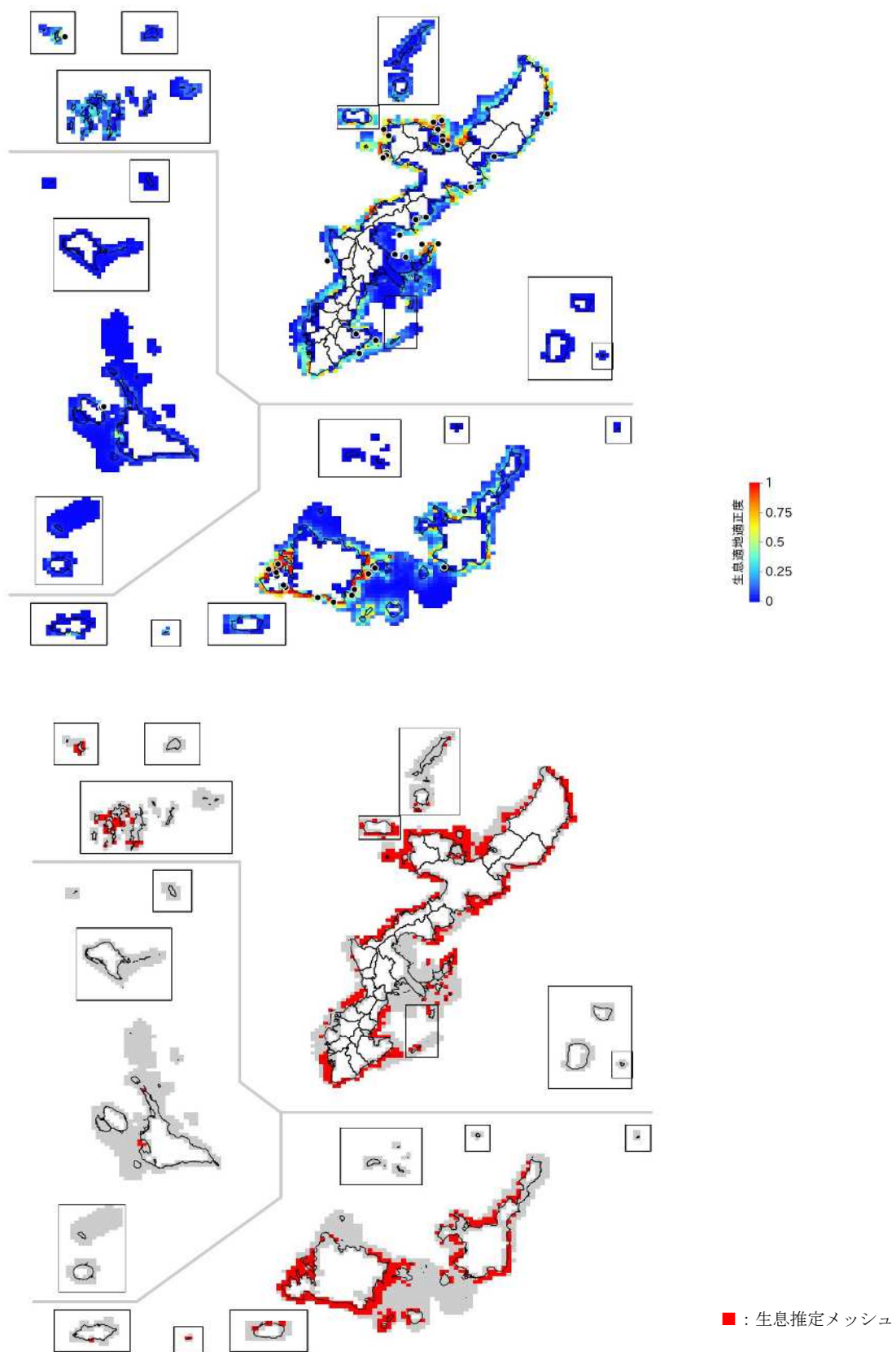


図 4-5 1960-1979 年のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

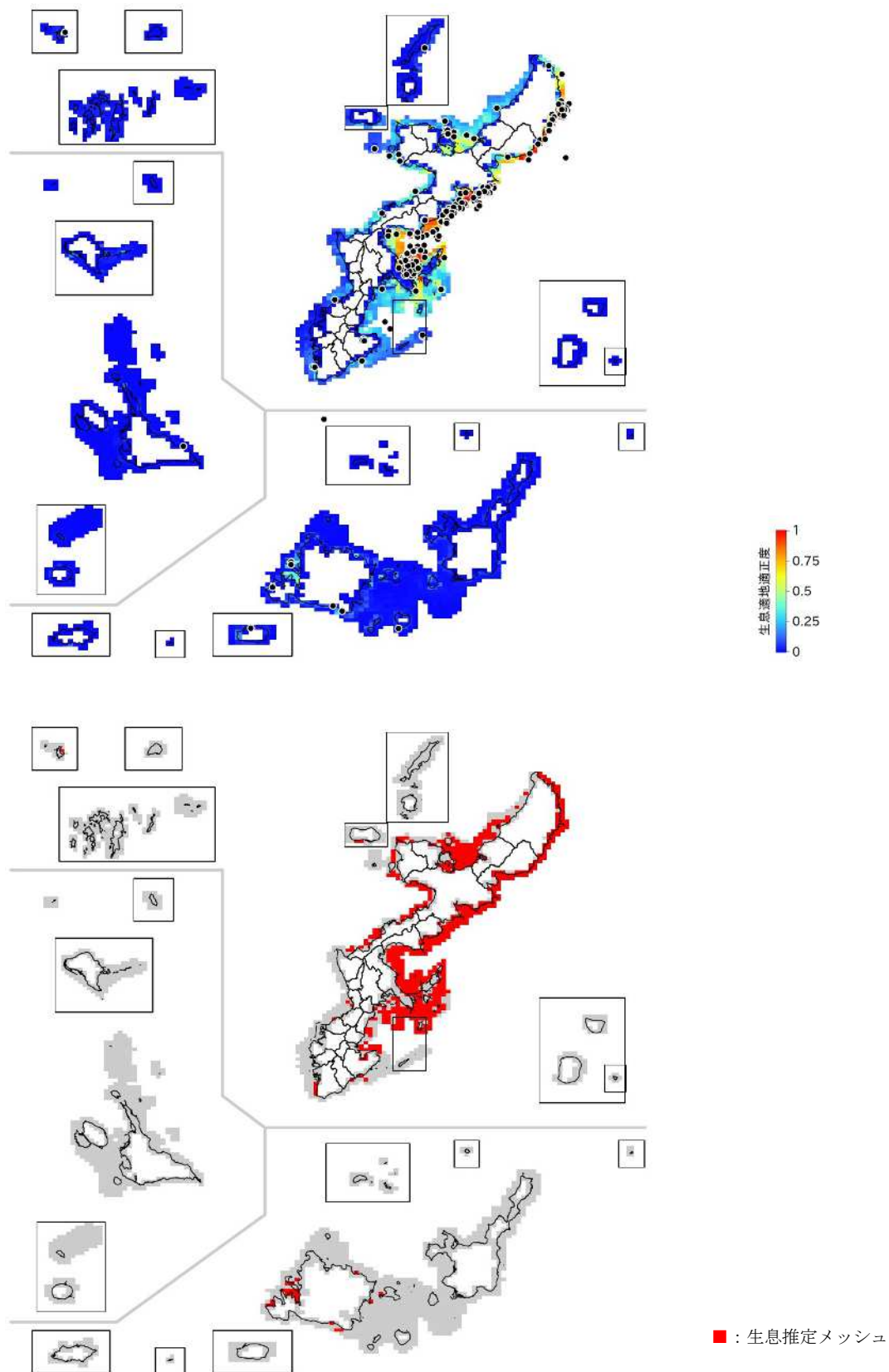


図 4-6 1980-1999 年のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

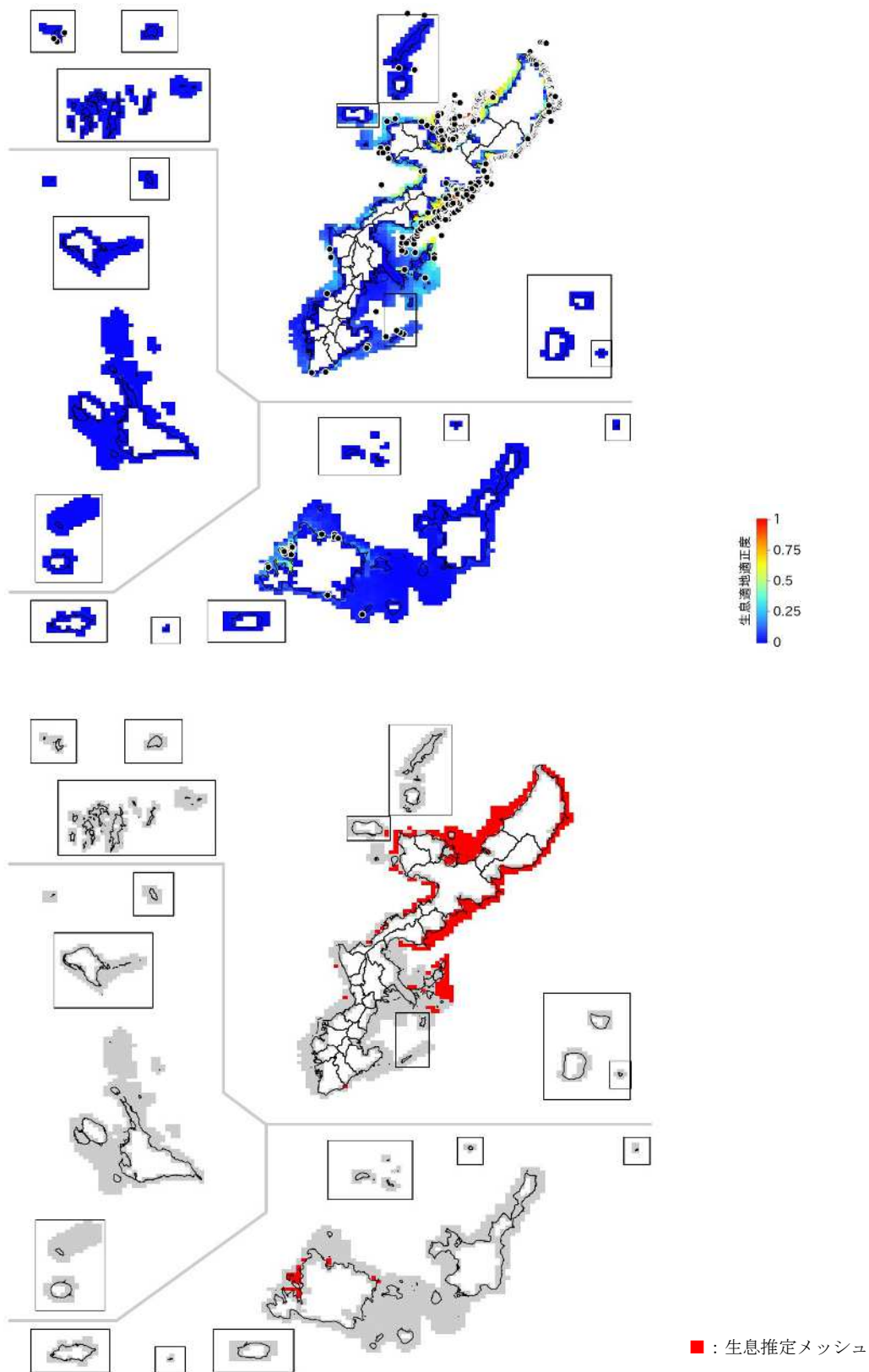


図 4-7 2000-2009 年のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

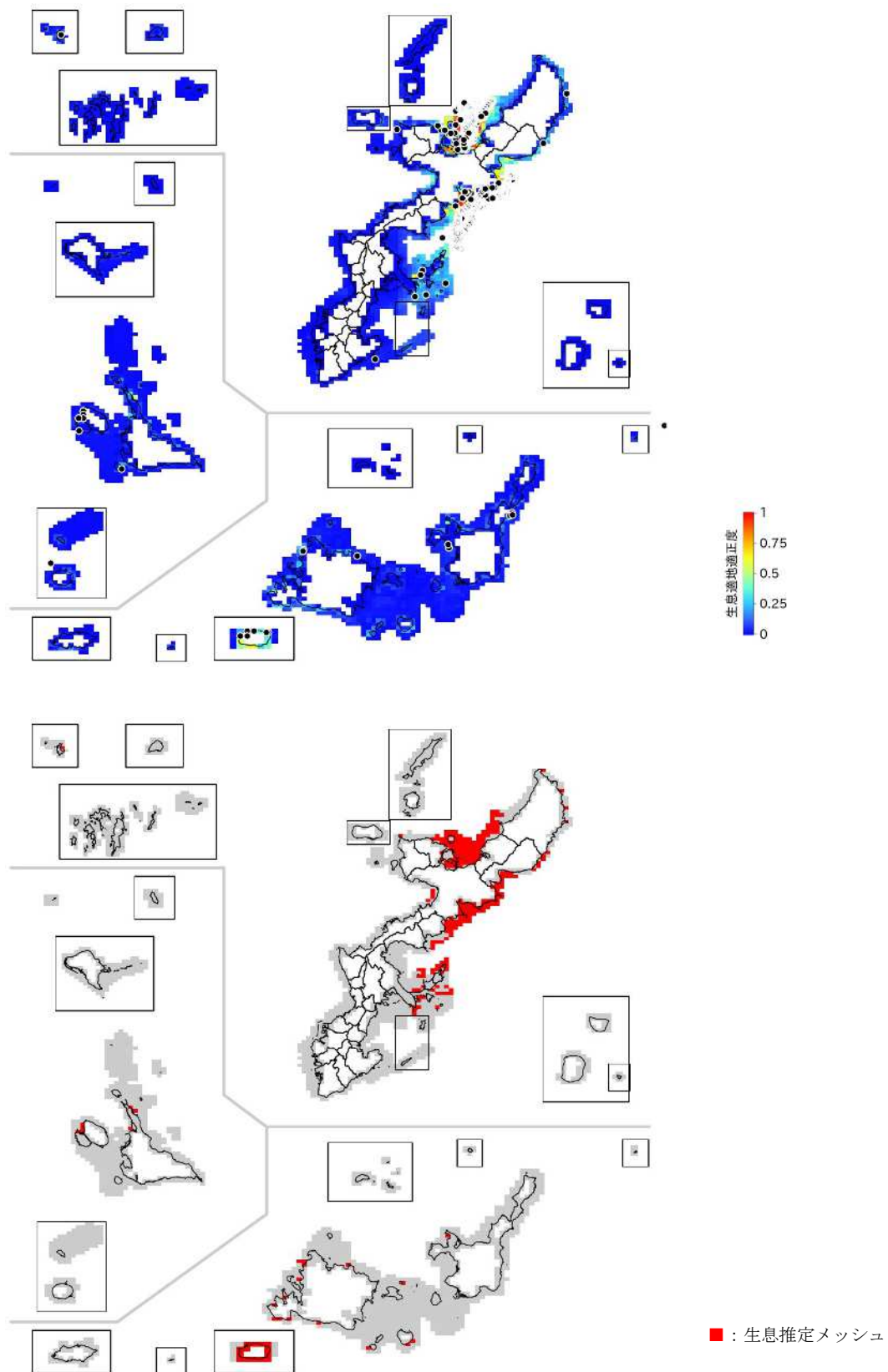


図 4-8 2010-2019 年のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

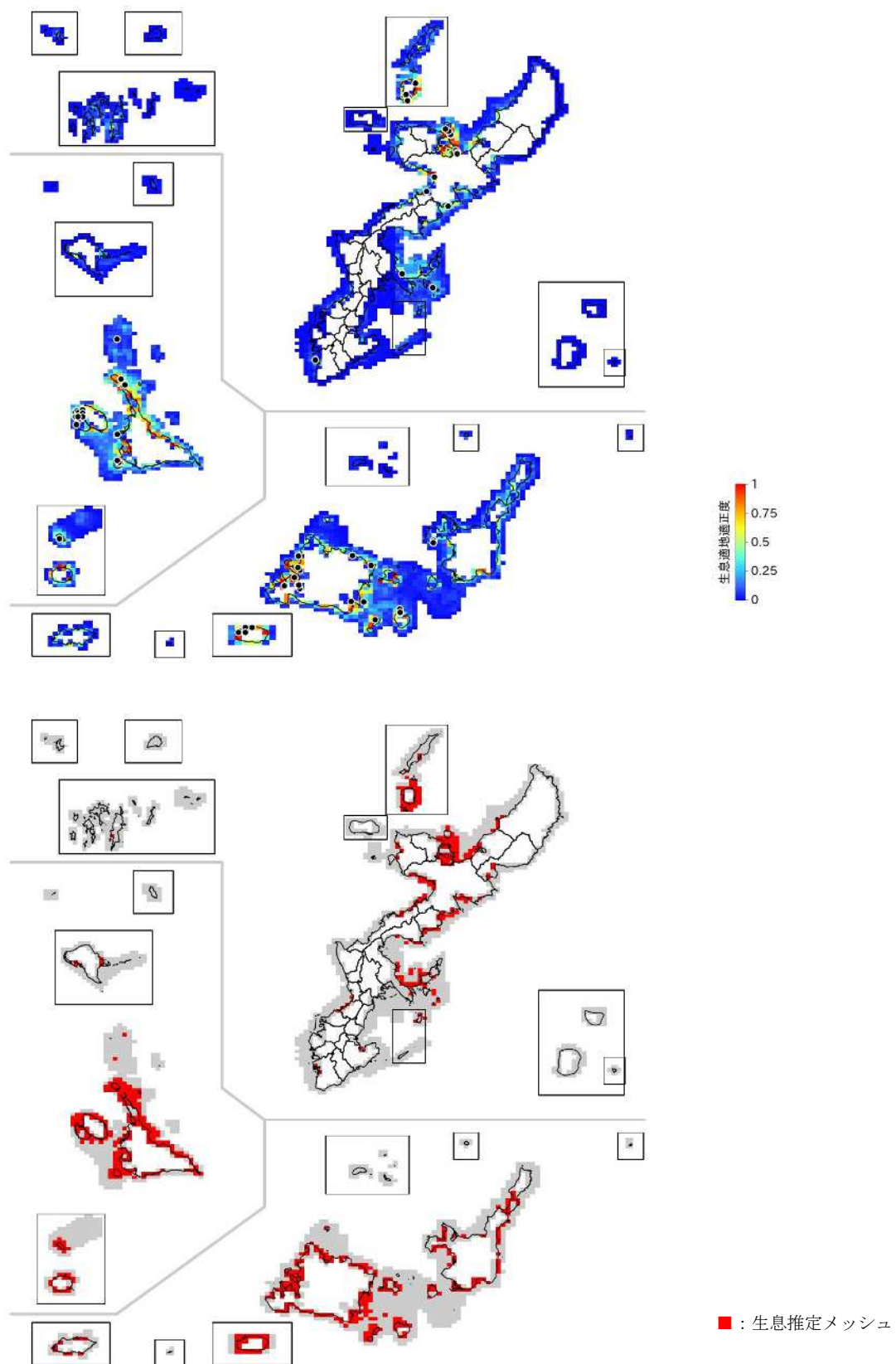


図 4-9 2020-2024 年のジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

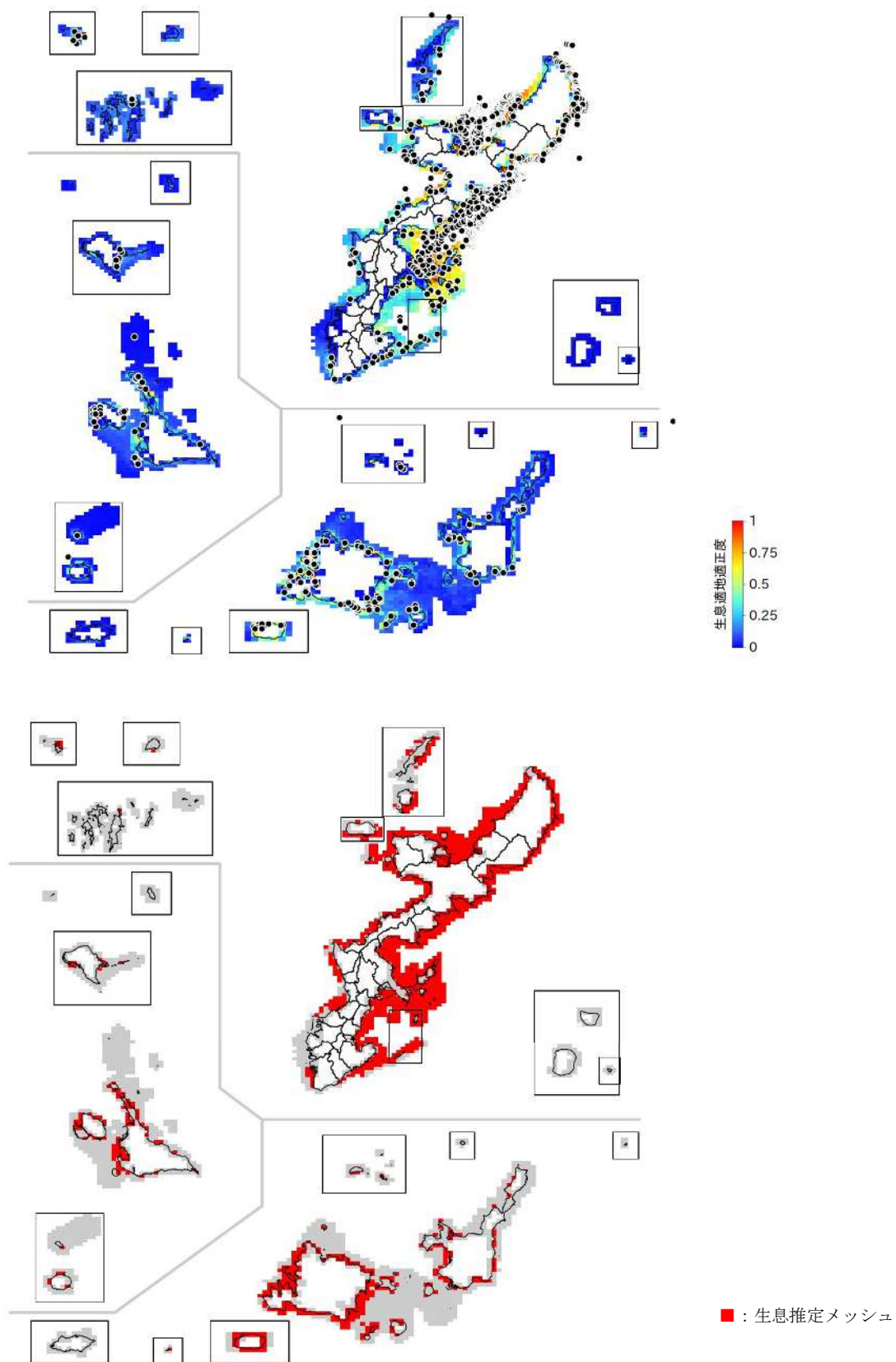


図 4-10 全年代におけるジュゴン目撃情報と生息適地適性度（上図）
及びジュゴンの生息推定地域（下図）

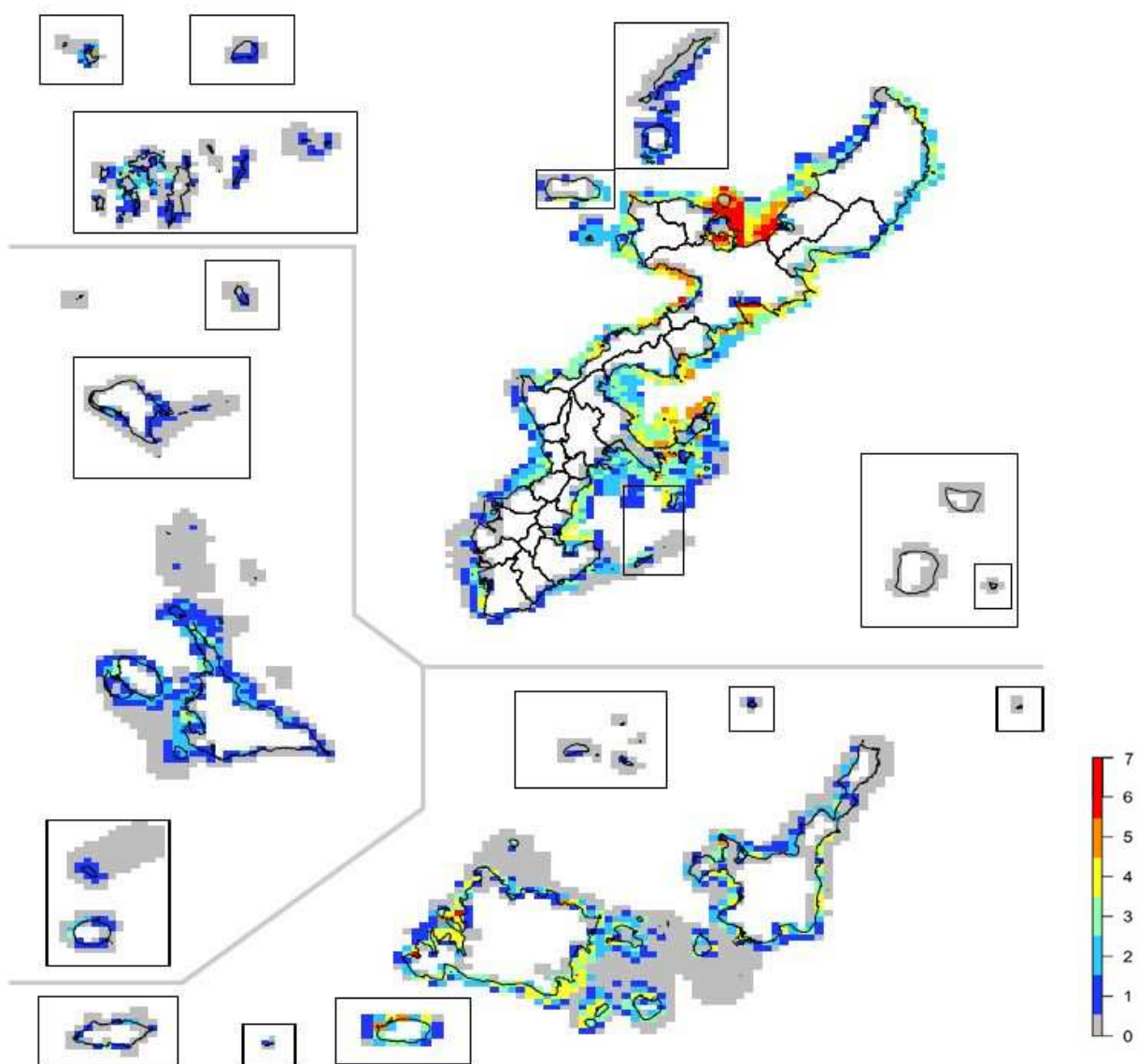


図 4-11 年代ごとの分布推定から得られたジュゴンの
生息メッシュ（分布域）の特定回数

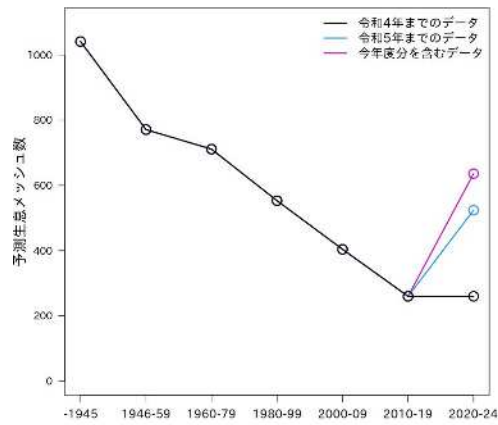


図 4-12 ジュゴンの分布推定から得られた生息メッシュ数（分布域）
の時系列変動（県全域）

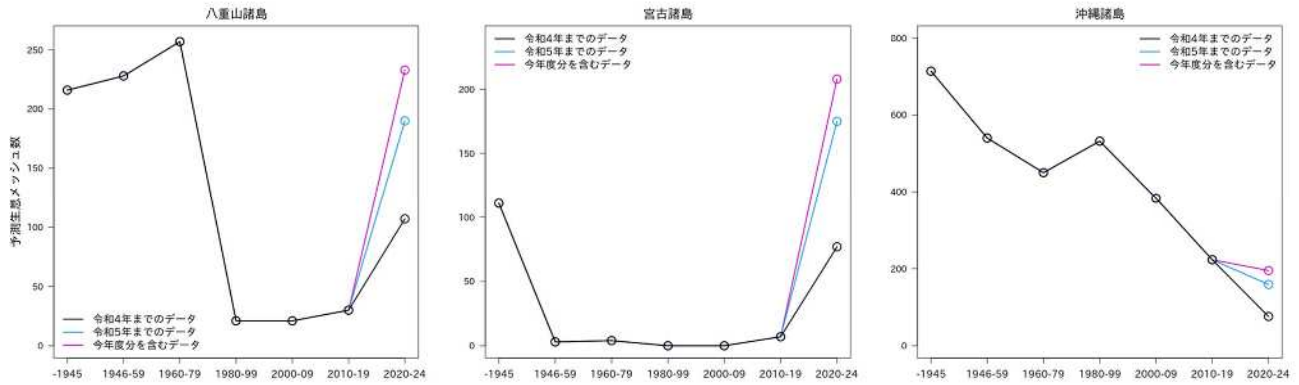


図 4-13 ジュゴンの分布推定から得られた生息メッシュ数（分布域）
の時系列変動（八重山諸島、宮古諸島、沖縄諸島）

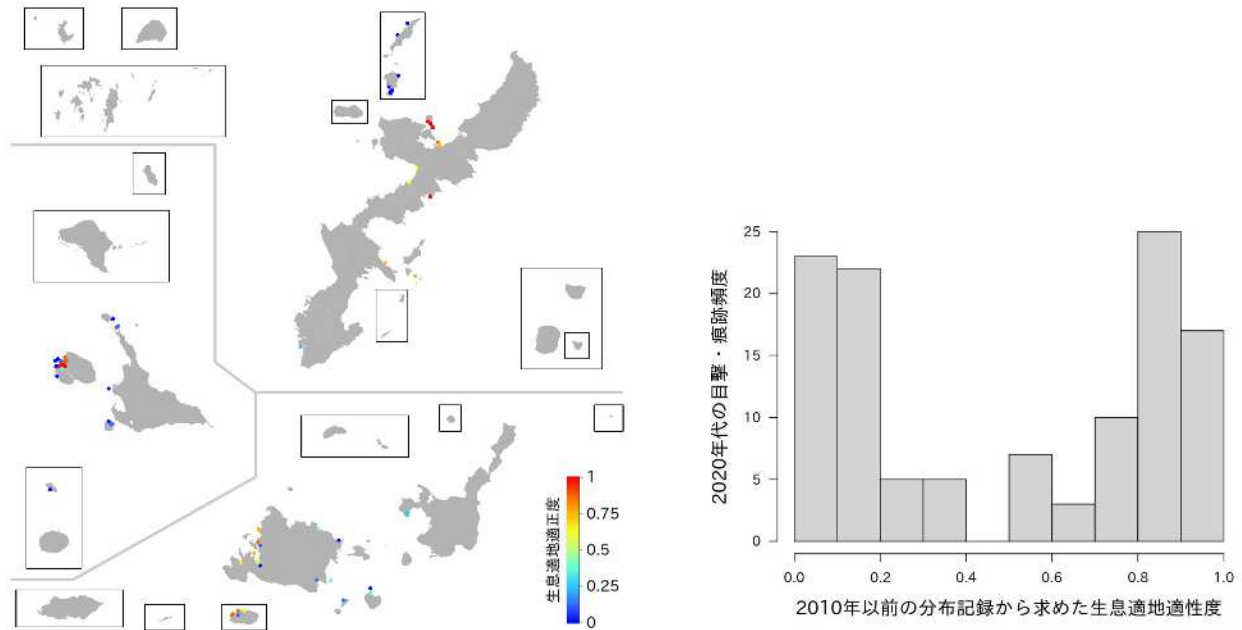


図 4-14 2020 年代に目撃情報のあった地点の 2010 年以前の分布記録から求めた生息適地適性度の分布（左図）と各データの頻度分布（右図）

4 考察

1) 沖縄県のジュゴンの生息域

今年度は新たな目撃情報（新規データ）を加え、令和 5 年度事業と同様の分析を行なった。今年度の分析結果は、全般的に令和 5 年度事業の結果を支持する内容であった。ジュゴンの目撃情報に基づいた生息推定地域の結果から、沖縄県の八重山諸島、宮古諸島、沖縄島周辺海域にわたってジュゴンが広域的に存在することが示唆された。実際、2020 年以降、ジュゴンの個体や喰み跡などの目撃事例は 118 件に達し、その範囲は八重山諸島や宮古諸島を中心に広範囲に及んだ。

ジュゴンの分布推定から得られた生息メッシュ数の時系列変動（図 4-13）から、八重山諸島及び宮古諸島において個体群の存在が示唆されている。また、沖縄県内に生息するジュゴンは閉鎖・孤立した個体群ではなく、フィリピンなど南方からの個体の移入の可能性もある（Ozawa *et al.*, 2024）。さらに、2020 年代のジュゴンの分布地点の詳細を見ると、生息適地適性度の高い海域だけでなく、適性度の低い海域にも比較的多くの目撃事例が確認された（図 4-14）。これは、ジュゴンが、八重山諸島や宮古諸島、沖縄島周辺海域に散らばる生息適地を移動しており、県全域がジュゴンの生息適地のネットワークとして機能していることを示唆する結果である。

2) 総括

このプロジェクトでは、ジュゴンの目撃・痕跡情報など、種分布に関するビッグデータを用いて、ジュゴンの生息適地を機械学習で解明した。今年度、新たに得られた観測データを加え再解析したところ、ジュゴン個体群の生息推定地域は令和 5 年度調査の推定結果よりも広いことが示唆された。この要因と

しては、生息適地適性度を在不在値（1/0）に変換するプロセスを一部改善したこともあげられるが、全体的な分布推定域の範囲が大きく変動することはなく、沖縄県の沿岸の広範囲がジュゴンの生息適地であることは、一貫した結果として支持された。したがって、沖縄県の沿岸域は、ジュゴンの生息適地としてのポテンシャルが、繁殖の可能性も含めてあると言える。ただし、現状の沖縄の個体群は極めて貧弱であり、世界的に見てジュゴンの分布域の北限にあるシンク群集（他からの個体の移入によって成り立つ集団）とみなされる。一般的に、繁殖力が低く行動範囲の広い大型動物の場合、シンク個体群も種の存続に重要な役割を果たすことは指摘されており（Heinrichs *et al.*, 2015）、沖縄のジュゴンもそのような集団である可能性は否定できない。一方で、シンク個体群を維持できる質の高い生息地を長期的に維持できない場合には、エコロジカル・トラップによる悪影響も懸念される。エコロジカル・トラップとは、個体が低質な生息地にトラップされ繁殖できなくなり、結果的に種の存続に有害な影響を与える現象である（Heinrichs *et al.*, 2015）。よって、沖縄県内に生息するジュゴンの保全を考える上で、ジュゴンの種個体群の存続にポジティブな影響をもたらせるよう、質の高い生息地（海草藻場を含む沿岸環境）を長期で維持する施策が重要となる。例えば混獲防止や海草藻場の保全、地域での普及教育などの取り組みを強力に推進する必要がある。

第5章 令和6年度ジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議

1 はじめに

2019年に伊良部島佐和田でジュゴンが目撃されたのを起点に、宮古諸島では継続的にジュゴンの喰み跡が確認されている（環境省、2024）。宮古諸島でのジュゴンや海草藻場の保全対策の推進を目的とし、令和5年度ジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議が開催された。本年度事業では、宮古諸島でのジュゴンや海草藻場の保全対策の推進や関係機関の連携強化を目的として、令和5年度に引き続き宮古諸島の漁業関係者、マリンレジャー関係者、行政機関などによる関係者連絡会議を開催した。

2 会議概要

会議概要は以下の通りである。会議の開催状況を写真 5-1 に示す。

- ・ 会議名称：令和6年度ジュゴン保護対策宮古諸島関係者連絡会議
- ・ 開催日程：令和7年3月12日（水）13:30～15:30
- ・ 開催場所：宮古島市中央公民館（未来創造センター スタジオ1）
- ・ 出席者：
 - 【漁業関係者】伊良部漁業協同組合組合員
 - 【行政機関】沖縄県環境部自然保護課、沖縄県農林水産部水産課、沖縄県教育庁文化財課、沖縄県宮古農林水産振興センター農林水産整備課、環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室、宮古島市環境保全課
 - 【海洋レジャー団体等】宮古島美ら海連絡協議会、沖縄県カヤック・カヌー協会宮古島支部、ジュゴンネットワーク沖縄、北限のジュゴン調査チームザン、一般財団法人自然公園財団、株式会社離島未来ラボ
- ・ 会議目的：宮古諸島でのジュゴンの保護に関する情報共有や対策の検討、関係機関・団体等の連携強化
- ・ 会議次第
 - ① 挨拶（沖縄県自然保護課）
 - ② ジュゴン保護対策事業の概要（沖縄県自然保護課）

- ③ 環境省の取り組み（環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室）
- ④ 先島諸島におけるジュゴンの生息状況（事務局）
- ⑤ 伊良部島でのジュゴンや海草藻場の現況報告（吉浜孝浩氏：(株)蟹蔵）
- ⑥ 共生と再生のためのコミュニケーション（大島康生：未来離島ラボ）
- ⑦ 意見交換
- ⑧ 閉会挨拶（沖縄県自然保護課）

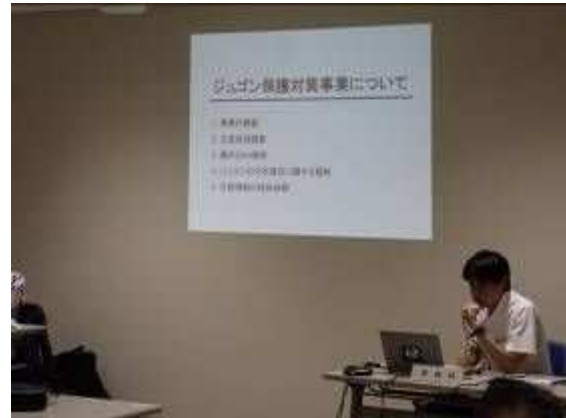


写真 5-1 会議の開催状況

3 会議概要

関係者会議では、沖縄県環境部自然保護課から、本事業概要及び令和5年度までの現地調査結果等について報告された。環境省からは、沖縄島等でこれまでに実施している事業「ジュゴンと地域社会との共生推進」について、ジュゴンや海草藻場の保全等に関する取り組みや、令和5年度までの先島諸島におけるジュゴン調査の概要などについて説明がなされた。事務局からは、最新の先島諸島（八重山諸島及び宮古諸島）におけるジュゴンの分布状況を中心に、本年度から環境省事業で開始された漁業者参加による喰み跡モニタリング調査の結果など含め報告がなされた。

株式会社蟹蔵の吉浜崇浩氏（伊良部漁協組合員）からは、今年度の伊良部島佐和田周辺におけるジュゴンや喰み跡の目撃情報、伊良部島を中心とする宮古諸島におけるジュゴンに関する方言や地名などの聞き取り調査結果や、海草藻場（海草類）の陸上水槽や海域での増養殖の取り組み、伊良部島周辺の沿岸環境の変遷等の報告がなされた。発表の後半では、伊良部島の干潟や海草藻場、サンゴ礁等の沿岸環境について、持続可能な環境利用（水産及び観光）の為に自然再生の方向性などについて紹介された。

宮古諸島のローカルエコマガジン「島の色」を発行している株式会社未来離島ラボの大島康生氏からは、「島の色」を通じた宮古諸島での環境保全と持続可能な島づくりのあり方に関する仕組みづくりに関する紹介がなされた。また報告の中では、地域での継続的な自然共生や再生に取り組む際に、情報のPRや取り組みの継続性のための戦略について、関係者間のコミュニケーションの重要性が説かれた。ジュゴンの保護や海草藻場の保全に関し、より社会の広範に伝え共感してもらうためのチラシや情報発信などの取り組みについて、マーケティング戦略を参考とした戦略のあり方の必要性が提唱された。

各発表後、参加者を交えたジュゴンや海草藻場の保全に関する意見交換がなされた。目撃情報の収集に関連して、海上保安庁からは、宮古諸島における船舶（巡視艇）の保有数やジュゴンを確認した場合の対応（情報提供）に関する確認がなされた。ジュゴンの保護に関しては、不発弾の海中処理に関し、ジュゴン等の海産生物への影響を回避する形での実施に関する要望が上げられた。またジュゴンの喰み跡が継続的に確認されている伊良部島佐和田地区に関しては、保護区設置による包括的な環境保護対策の必要性が課題としてあげられた。海草藻場の保全に関しては、現在先島諸島の広範でアオウミガメの食害による海草藻場の衰退が課題になっており、環境省から日本周辺海域でのアオウミガメの動向や現在実施している海草藻場の保全対策の取り組み事例が紹介された。また、沖縄島での海砂利採取の影響による海草藻場の衰退への対策について意見が上げられた。

第6章 専門家ヒアリング

ジュゴン保護に関し情報収集を目的として、国内でジュゴンの長期飼育を行っている鳥羽水族館で専門家へのヒアリングを実施した。鳥羽水族館では、今年度本事業でジュゴンの糞に含まれる核DNAの抽出に取り組んだことから、それらの情報収集も兼ねた。

鳥羽水族館での会合には、鳥羽水族館職員、大学研究者、沖縄県、沖縄県内の海草藻場の増養殖やジュゴン調査に携わる漁業者等も参加した。沖縄県からは、沖縄島周辺や先島諸島におけるジュゴンの生息状況に関する最新の動向や、DNA解析による生息範囲の分析に関する内容等の報告がなされ、あわせて先島諸島を中心としたジュゴンの保護対策の課題やレスキュー体制の確認、海草藻場の増養殖など多岐にわたる意見交換がなされた。また現地ではジュゴンの飼育施設の視察も行い、ジュゴンの飼料（海草類）や糞に関する情報についても聞き取りを行った。



図 6-1 鳥羽水族館でのヒアリング

第7章 ホームページの更新等

令和4年度ジュゴン保護対策事業において、ジュゴンの目撃情報の収集に関するホームページを開設した。ホームページ開設以降（2023年3月）、令和6年度は4件の目撃情報の提供があった。目撃情報の内訳としては、個体に関するものが2件、喰み跡に関するものが1件、糞に関するものが1件であった。

またホームページではこれまでのジュゴンの目撃情報を年代別に確認できる構成になっているが、今年度は2025年2月までの目撃情報について内容の更新を図った。

令和3年度に沖縄県はジュゴンの目撃情報の収集を目的としたパンフレットを作成した（図7-1）。今年度事業では、現地調査や各種イベントなどの機会に、パンフレット1,000部を配布した。配布先は近年ジュゴンや喰み跡の目撃情報のある地域を中心とした。また、先島地方では自然保護等に関するイベント等でも配布を行った。個人を除く代表的な配布先を表7-1に示す。



図7-1 目撃情報の呼びかけに関するパンフレット

表7-1 主なパンフレット配布先

漁業関係	八重山漁協、宮古島漁協、伊良部漁協、池間漁協、伊是名漁協、名護漁協、羽地漁協、今帰仁漁協、国頭漁協
その他 (主に先島地域)	公民館、観光事業者（マリンレジャー事業者、宿泊施設、事業者団体）、離島間海運事業者、（一財）西表財団、宮古島市主催イベント、環境省主催イベント、行政機関（市町村等）、宮古総合実業高校

第 8 章 まとめ

これまでの調査では、八重山諸島や宮古諸島でも親子と思われる個体の目撃情報があり、絶滅が危惧される世界的北限のジュゴン個体群の中で、繁殖の可能性も確認されている。

本事業で実施した分布推定に関する解析では、沖縄県の各地（島しょ間）を移動していることが示唆されている。島しょ間の移動の詳細については未解明な部分であるが、最近の研究事例ではフィリピンなどの南方から個体が沖縄方面に移動してきていることも示唆されている（Ozawa et al., 2024）。沖縄のジュゴン個体群にとって、フィリピンなどから移動してきた個体が、沖縄の個体群維持にどれだけ寄与しているかは現時点では不明であるが、沖縄のジュゴン個体群の維持を考えるうえでは、生息環境である県内の特定の海域の保全に留まらず、個体の供給元の一つと考えられるフィリピンなど近隣諸国での包括的な海域保全が急務であり、保全に関する情報交換なども重要である。

また、ジュゴンの生息の基盤環境である県内の海草藻場は、近年アオウミガメの食害などで広範囲での海草藻場の衰退（消失）が問題となっており、ジュゴンをはじめ海草藻場に依存する生物の保護的観点だけではなく、水産学的にも重要魚種の保育場としても海草藻場の保全は急務である。宮古諸島では、令和 5 年度よりジュゴンや海草藻場の保護を目的とした連絡会議が開催され、環境省による漁業者による喰み跡のモニタリングが開始されるなど、沖縄島周辺海域以外の地域でも保護対策や情報収集、教育普及に関する活動も進行しているが、これまで実施してきた教育普及活動などを含め海草藻場の保全に関する全県的な展開など、切れ目ない対策が不可欠である。

県内に生息するジュゴンについては不明な点が多いことから、生態や生息状況等の情報の蓄積や普及啓発活動を引き続き行っていく必要がある。その結果を踏まえた上で、ジュゴンの希少性を考慮し、生息地等保護区の指定等の対策について検討する必要がある。

参考文献

- Broderick, D. et al. (2007). Characterization of 26 new microsatellite loci in the dugong (*Dugong dugon*). *Molecular Ecology Notes*, 7(6), 1275-1277.
- Deutsch, C. J. et al. (2022). “Movement behavior of manatees and dugongs: I. environmental challenges drive diversity in migratory patterns and other large-scale movements,” in *Ethology and behavioral ecology of sirenians*. Ed. Marsh H., 155–231. Springer.
- ジュゴンネットワーク沖縄 (2001). 追録（第2版）沖縄のジュゴンの保護のために（資料集）. ジュゴンネットワーク沖縄. 沖縄. 47pp.
- 粕谷俊雄他 (2000). 日本産ジュゴンの現状と保護. 第9期プロ・ナトゥーラ・ファンダ助成成果報告書（日本自然保護協会）. p. 29-36.
- ヘレン・マーシュ他 (2021). ジュゴンとマナティー海牛類の生態と保全. 東京大学出版会. 東京. 506pp.
- Heinrichs, J. A., et al. (2015). Divergence in sink contributions to population persistence. *Conservation Biology*, 29(6), 1674-1683.
- HOBBS, Jean-Paul A., et al. (2007). Long-distance oceanic movement of a solitary dugong (*Dugong dugon*) to the Cocos (Keeling) Islands. *Aquatic Mammals*, 33: 175-178.
- 環境省 (2023). 令和4年度ジュゴンと地域社会との共生推進委託業務報告書, 東京, 92pp.
- 環境省 (2024). 令和5年度ジュゴンと地域社会との共生推進委託業務報告書, 東京, 101pp.
- McGowan, A. M. et al. (2022). Cryptic marine barriers to gene flow in a vulnerable coastal species, the dugong (*Dugong dugon*). *Marine Mammal Science*, 39(3), 918–939.
- Marsh, H. et al. (2002). Dugong Status Report and Action Plans for Countries and Territories. Report Series. Early Warning and Assessment, United Nations Environment Program UNEP/DEWA/RS.02-1.
- 沖縄県 (2021). 令和2年度ジュゴン保護対策事業報告書, 沖縄, 77pp.
- 沖縄県 (2022). 令和3年度ジュゴン保護対策事業報告書, 沖縄, 44pp.
- 沖縄県 (2023). 令和4年度ジュゴン保護対策事業報告書, 沖縄, 52pp.
- 沖縄県 (2024). 令和5年度ジュゴン保護対策事業報告書, 沖縄, 88pp.
- Ooi et al., (2023). A new DNA extraction method (HV-CTAB-PCI) for amplification of nuclear markers from open ocean-retrieved faeces of an herbivorous marine mammal, the dugong. *PLOS ONE*, 18(6): e0278792. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278792>
- Ozawa, H., et al. (2024). Fecal DNA analysis coupled with the sighting records re-expanded a known distribution of dugongs in Ryukyu Islands after half a century. *Scientific Reports volume 14*: 7957. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58674-8>
- 小澤宏之 (2021). ジュゴンの痕跡を探す：ジュゴントレンチの調査手法の紹介. *勇魚* 74 : 45-50.
- Plon, S. et al. (2019). Phylogeography of the dugong (*Dugong dugon*) based on historical samples identifies vulnerable Indian Ocean populations. *PLoS ONE* 14 (9): e0219350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219350>
- Schrader, C., et al. (2012). PCR inhibitors-occurrence, properties and removal. *Journal of Applied Microbiology*, 113(5):1014–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05384.x> PMID: 22747964

- Sheppard, James K., et al. (2006). Movement heterogeneity of dugongs, *Dugong dugon* (Müller), over large spatial scales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 334(1): 64-83.
- 園田陽一他 (2014). 糞抽出 DNA 分析による個体識別法の道路環境アセスメントへの適用可能性. 土木学会論文集 G (環境) 70(6) : 341-350.
- Tol, S.J., et al. (2021). Using DNA to distinguish between faeces of *Dugong dugon* and *Chelonia mydas*: non-invasive sampling for IUCN-listed marine megafauna. *Conservation Genetics Resources*, 13: 115-117.

令和 6 年度 ジュゴン保護対策事業 報告書

令和 7 年 3 月

沖縄県環境部自然保護課

〒900-8570 沖縄県那覇市泉崎 1-2-2

TEL 098-866-2243

FAX 098-866-2240

[業務請負者]

ジュゴン保護対策事業一般財団法人沖縄県環境科学センター・株式会社シンク・ネイチャー共同企業体

共同企業体代表 一般財団法人沖縄県環境科学センター

〒901-2111 沖縄県浦添市字経塚 720

TEL 098-875-5208

<http://www.okikanka.or.jp>