

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12331

研究課題名（和文）生物保全を目指した御蔵島ミナミハンドウイルカの生態学的研究

研究課題名（英文）Ecological Study of the Indo-Pacific Bottlenose Dolphin in Mikura Island, Aimed at Wildlife Conservation

研究代表者

北 夕紀 (Kita, Yuki)

東海大学・生物学部・准教授

研究者番号：30710917

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：伊豆諸島御蔵島に生息するミナミハンドウイルカの繁殖生態ならびに摂餌生態を明らかにするため、2015年～2023年度までに得られた糞由来DNA 652サンプルを用いて食性解析、血縁解析、年齢解析を実施した。特に、食性解析では、御蔵島に生息するミナミハンドウイルカは個体ごとの嗜好性は無く、4種の魚類と2種の頭足類を主要な餌生物とすることが示唆された。また、正準相関分析（CCA）を実施したところ、月別、雌雄別、成熟段階別に違いを検出した。また、糞由来DNAよりエピジェネティック解析を試み、糞のような劣化した遺伝子からの年齢推定に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで御蔵島に生息するミナミハンドウイルカの摂餌生態は数個体の胃内容物や行動観察によるもののみで、その全容を捉えられていなかった。海洋生態系で高次捕食者に位置する彼らの摂餌生態を把握することは、彼らの生息する環境の豊かさを多角的に評価する上で重要であることから、本研究成果はその一助となると期待される。また、糞という劣化した遺伝子からの年齢推定の成功は、目視観察が開始された1994年当初より既に成熟していたとみられる個体の年齢を推定する上で非常に有効であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In order to clarify the reproductive and feeding ecology of the Indo-Pacific bottlenose dolphin that inhabits Mikura Island. We conducted dietary, kinship, and age analyses using 652 fecal DNA samples obtained between 2015 and 2023. In particular, dietary analysis suggested that the Indo-Pacific bottlenose dolphins that inhabit Mikura Island do not have individual food preferences, and that their main prey consists of four species of fish and two species of cephalopods. Canonical correspondence analysis (CCA) was also performed and differences were detected by month, sex, and maturity stage. Furthermore, epigenetic analysis was attempted using fecal DNA, and age estimation was successful using degraded genes such as feces.

研究分野：鯨類の集団遺伝学

キーワード：ミナミハンドウイルカ 摂餌生態 繁殖生態 保全 年齢推定

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

伊豆諸島御蔵島周辺海域では、水族館にて一般的に飼育されているハンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) と同属のミナミハンドウイルカ (*Tursiops aduncus*) が定住しており、ドルフィン・スイムやドルフィン・ウォッチング等の重要な観光資源として利用されている。現在、地域固有の魅力観光客に発信することで、環境保全につなげていく「エコツーリズム」の考え方が、観光業でも主流となっている。種の多様性維持や野生生物保護管理の必要性が社会的に認識されるようになった結果ではあるが、本種はハンドウイルカと混同されて調査されてきたため、基礎生態でさえ未だ十分に把握されていない。

こうした経緯から、特に御蔵島周辺海域では、御蔵島観光協会を中心に保全を目的とした個体識別調査が 1994 年より開始され、これまでに 200 個体以上が識別され、母子関係や行動生態の一部が明らかになりつつある。申請者も個体識別されたミナミハンドウイルカの糞由来 DNA より親子解析を実施し、子育てに参加しないためにこれまで不明であった父子関係を明らかとした。その一方で、繁殖成功率の高い雌雄個体の存在不在、生成熟年齢と社会的成熟年齢の相違の有無は未だ不明であった。

一方、海洋生態系の高次捕食者に位置する鯨類は、トップダウン効果によって下位の生態系へ影響を与えることから、彼らの摂餌生態を把握することは彼らの生息する環境の豊かさを多角的に評価する上で重要である。御蔵島に生息するミナミハンドウイルカにおいても一部の個体における胃内容物解析や行動解析、申請者が実施した糞分析によって実施されてきたが、個体に絞った長期的な食性解析は実施されていない。

### 2. 研究の目的

項目 1 に示した背景より、本研究では、ミナミハンドウイルカには繁殖成功率の高い個体が存在するのか？ 繁殖成功率の高くなる年齢と性成熟年齢に相違はあるのか？ 個体や季節によって食性に違いが生じているのか？ 2012 年から現在にかけて食物網構造の変化が生じているのか？ を研究課題の核心をなす学術的「問い」として掲げた。

すなわち、御蔵島ミナミハンドウイルカにおいて集団遺伝学的解析を実施することにより、学術的「問い」とを明らかにするとともに、食性解析を実施することにより学術的「問い」とを明らかにし、得られた基礎情報から本種の適切な保全管理方法を提案することを目的とした。

### 3. 研究の方法

基礎調査部分の、動画撮影、糞採取、個体識別は研究協力者である御蔵島観光協会ならびに Mido 御蔵島イルカチーム (Mikura Dolphin Team) に協力を仰いだ。すなわち、毎年 6~11 月、御蔵島にてドルフィン・スイムが行われる時期に、糞採取ならびに糞便採取時の動画撮影を行い、動画から排便個体の個体識別を実施した。2020 年度から 2022 年度までに得られた 418 個体の糞より DNA 抽出を実施し、2017~2019 年にかけて抽出した糞由来 DNA143 サンプルとともに集団遺伝学的解析のための遺伝学的データ構築ならびに食性解析のための次世代シーケンシングに供試した。

集団遺伝学的解析においては、申請者が鯨類専用で使用している 20 種類の多型マーカーを用い、個体ごとの遺伝学的データを構築した後、基礎調査によって得られている個体の性別、年齢などの生物学的情報を基に親子鑑定ならびに血縁解析を実施した。なお、糞が識別個体から確実に得られたものなのかを判断するため、複数個体採取されている糞全てから遺伝子タイピングを実施した。また、メスやオスが繁殖に参加できる年齢を考慮するため、エピジェネティック解析を試みた。

食性解析においては、餌生物由来遺伝子 (COI 遺伝子) における次世代シーケンシングを実施し、御蔵島ミナミハンドウイルカにおける食性データの構築をはかった。得られた餌生物由来データを年度別、季節別、性別別、成長段階別など複数の項目で比較し、餌生物の幅と構成を明らかにした。併せて、検出された二次胃内容物、三次胃内容物由来データを年度別、季節別で比較した。

### 4. 研究成果

集団遺伝学的解析においては、採取した糞の個体判定に時間を要したこと、得られた糞が識別個体由来と断定することに時間を要したため、126 個体における親子鑑定ならびに血縁解析に留まっている。しかし、エピジェネティック解析を用いた年齢推定に成功したことから、今後はオスの繁殖成功率が高くなる年齢と性成熟年齢との関係性を分析可能になると期待された。

食性解析においては、主に 2015 年に採取された 39 サンプルと 2016 年に採取された 52 サンプルを用いて分析を行い、キンメダイ、トビウオ科、ムロアジ属、ゴマサバ、スルメイカ、スジイカを主要な餌生物としていると示唆した。クラスター分析より、個体ごとの嗜好性は認められず、月別、性別、成長段階別に食性が異なる可能性を示唆した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 北夕紀, 佐々木萌美, 立川利幸, 十萬仁志, 寺沢文男, 小木万布, 酒井麻衣, 村山美穂, 森阪匡通, 神田育子, 吉岡基	4. 巻 29
2. 論文標題 定住海域以外に出現したミナミハンドウイルカ様個体の種判別および種間交雑の可能性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 DNA多型	6. 最初と最後の頁 5-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Inamori D, Kita YF, Funasaka N.	4. 巻 47
2. 論文標題 External Morphological and Molecular Evidence of Natural Intrageneric Hybridization between Common and Indo-Pacific Bottlenose Dolphins ( <i>Tursiops truncatus</i> × <i>T. aduncus</i> ) from Japanese Waters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3106/ms2021-0039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yagi Genfu, Qi Huiyuan, Arai Kana, Kita Yuki F., Kogi Kazunobu, Morisaka Tadamichi, Yoshioka Motoi, Inoue Murayama Miho	4. 巻 24
2. 論文標題 Non invasive age estimation based on faecal <sc>DNA</sc> using methylation sensitive high resolution melting for <sc>Indo Pacific</sc> bottlenose dolphins	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Molecular Ecology Resources	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1755-0998.13906	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 北夕紀, 久野晃子, 小木万布, 村山美穂
2. 発表標題 糞由来DNA を用いた御蔵島ミナミハンドウイルカの食性解析
3. 学会等名 令和5 年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yagi G, Qi H, Arai K, Kita YF, Kogi K, Morisaka T, Yoshioka M, Inoue-Murayama M.
2. 発表標題 Age estimation of Indo-Pacific bottlenose dolphins ( <i>Tursiops aduncus</i> ) based on DNA methylation from fecal samples
3. 学会等名 13TH INTERNATIONAL MAMMALOGICAL CONGRESS (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------