

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12584

研究課題名（和文）複雑な社会を有するハンドウイルカ属における長いコドモ期の適応的意義の解明

研究課題名（英文）Examining the adaptive significance of lengthy juvenile periods in genus Tursiops within complex social structures

研究代表者

酒井 麻衣（Sakai, Mai）

近畿大学・農学部・講師

研究者番号：40512299

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、野生・飼育ハクジラを対象にコドモ期の相互作用の記載を行った。野生ミナミハンドウイルカでは、初産の子は経産の子よりも生存率が低かった。また、母子間の遊泳距離には個体差があることや、母・息子間で社会的性行動をすることが示された。ハンドウイルカ母子の胸ビレで相手をこするラビングは、体表面の古い皮膚を落とす世話行動であることが明らかになった。イロワケイルカでは母による子の遊泳サポートは生後1か月間に頻繁に起き、それ以降は減少することがわかった。シャチ母娘間のラビングは、娘の成長に伴い送受の偏りが小さくなり、母も娘から利益を受ける関係に移行しつつあることが推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ハクジラ類における子育ては種によっては複数年続き、母子間行動は子の生存率を高める重要な行動である。これまでコドモ期は母から授乳・遊泳サポートなどを受け、社会的学習をする時期という一様な認識であったが、本研究によりコドモの成長とともにこれらの量と質が変化することが明らかになった。ハクジラ類のうち特にハンドウイルカ属は、離合集散で複雑かつ階層的な社会を有する。そのため本研究は、ヒトを含む複雑な社会を有する哺乳類において、コドモ期がいかに重要であるかを知るための比較研究としての意味も大きい。

研究成果の概要（英文）：In this study, interactions during juvenile periods were described in wild and captive bottlenose dolphins. In wild Indo-Pacific bottlenose dolphins, calves born from primiparous females had a lower survival rate than those born from parous female. Individual differences in swimming distance between mothers and calves and sociosexual behavior between mothers and sons were also demonstrated. Flipper rubbing in which mothers rub calves with its pectoral fins in bottlenose dolphins was found to be a caring behavior to remove old skin from the body surface. In Commerson's dolphins, mothers supported their offspring swimming frequently during the first month of life and decreased thereafter. In orca mother-daughter flipper rubbing, the send-receive bias decreased as the daughters grew older, suggesting that the mother was shifting to a relationship in which she also received some benefit from her daughter.

研究分野：動物行動学

キーワード：ハクジラ イルカ 母子間行動 社会行動 行動発達 鯨類

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ハクジラ類における子育て行動は、子の生存率を高めることに直結する極めて重要な行動である。マイルカ科の一部の種においては、母親に大きく依存する期間(コドモ期)が出生から3年間以上あり、他のハクジラ類のそれが1年末満であることをふまえると、かなり長い。申請者は、「子育て期間の長いハクジラ類においては、母子間行動には個体差があり、それがコドモの生残や繁殖に影響を及ぼす。」との仮説を立てた。飼育ハンドウイルカにおいては子育て行動の個体差が報告されているが、野生ハクジラの子育ての個体差については不明である。様々な選択圧を受ける野生下の子育てを理解することは、より適応的な子育て方法や戦略を明らかにできる可能性がある。

野生ハクジラのこれまでの研究では、船上から観察を行い、各ペアが同じ群れで観察される頻度をもとに、母子関係やオスの同盟といった関係が記載されてきた。動物の社会関係は個体間の相互作用の蓄積により作られるが、ハクジラの場合は水中観察が困難であるため、相互作用はblack boxとして扱われてきた。本研究では、水中観察が可能な野生個体群の長期データを用いて、相互作用を詳しく分析する。それにより、これまでハクジラにおいて、コドモ期は母から授乳・遊泳サポートなどを受け、社会的学習をする時期という様な認識であったものが、コドモの成長とともにこれらの量と質が変化することを記載できる。

2. 研究の目的

「子育て期間の長いハクジラ類においては、母子間行動には個体差があり、それがコドモの生残や繁殖に影響を及ぼす。」との仮説を検証することを本研究の目的とした。そのために25年にわたり個体識別情報が蓄積された伊豆諸島御蔵島のミナミハンドウイルカ個体群を主な研究対象とした。基礎情報を集めるために、繁殖成功例と不成功例をコドモの生残をもとに分析した。次に、コドモ期の相互作用や社会経験に関する行動学的な調査を行った。加えて、母子間行動の詳細な分析およびミナミハンドウイルカとの比較のために、飼育下のハクジラ類も対象として行動学的な調査を行った。

3. 研究の方法

(1) 繁殖成功例/不成功例のリストアップ：御蔵島個体群の1994年から2022年までの個体識別情報より、各個体の出産履歴と母子関係を確認し、繁殖成功例と不成功例をリストアップした。生まれたコドモが母からの独立を確認できた場合を繁殖成功例、コドモが独立前に観察されなくなった場合を不成功例とした。

(2) コドモ期の相互作用と社会経験の記載：御蔵島個体群の個体を対象に、採餌行動、並んで泳ぐ並泳、社会的接触(胸ビレで相手をこするラビング・社会的性行動(繁殖に関わらない交尾様行動))の相手と頻度を算出した。出産経験が5回以上の母6頭とそのコドモ43頭を対象とした。イルカ個体識別調査で撮影された1994年~2022年のビデオ映像の内26年分の映像を分析した。加えて、申請者が2021年、2022年、2023年の6、7月に合計68回の野外調査を行い、データを収集した。調査は出港から帰港までを1回とし、基本的に1日1~2回行い、1回の調査時間は約2時間程度であった。専用の調査船または商業用イルカウォッチング船に便乗し、海岸線から300m以内の海域でイルカを探索しながら航行した。発見後は水中にてビデオ撮影を行った。撮影にはデジタルビデオカメラおよびビデオカメラ用のハウジングを使用した。イルカが去った後は船上に戻り、同じ群れまたは別の群れを探索した。御蔵島では、イルカ個体識別調査により周辺海域に生息するほぼ全頭(約150頭)のイルカの個体識別ができていたため、御蔵島観光協会所有の個体情報と撮影したビデオ映像内の個体を照合し、原則3つ以上の自然標識が一致した場合を同一個体とした。

(3) 他種ハクジラの子育て行動の調査：飼育ハクジラ類の子育て行動を記載するため、鴨川シーワールドにてハンドウイルカの母子を、鳥羽水族館にてイロワケイルカの母子を、名古屋港水族館にてシャチの母子を対象に行動観察及びビデオ撮影を行った。

4. 研究成果

(1) 繁殖成功例/不成功例のリストアップ：御蔵島のオトナメス227頭(初産個体49頭、経産個体178頭)の初産のコドモと経産のコドモの生存曲線を比較した(経産は2頭目から5頭目までのコドモを解析に使用)。その結果、母親が初産のコドモと経産のコドモでは生存曲線に有意な差が見られ、初産のコドモは経産のコドモに比べ生存率が低いことが明らかになった(図1)。

(2) コドモ期の相互作用と社会経験の記載：母とコドモとの並泳をペアごとに比較したところ、近距離で遊泳する割合に有意な差がみられた。個体番号#068FAは、他個体と比較してコドモと近距離で泳ぐ割合が低く、中間距離で泳ぐ割合と遠距離で泳ぐ割合が他個体と比較して高かった。また、メスのコドモはオスよりも有意に母と近距離で泳ぐ割合が高く、オスのコドモはメスよりも母と中間距離で泳ぐ割合が高かった。月齢で母子間距離を比較した結果、有意な差はみら

れなかったが、母子間距離の大きい母では、コドモの月齢が0カ月齢であっても遠距離遊泳が見られ、母子間距離の小さい母では、コドモの月齢が進んでも母子間距離は近距離の割合を維持していた。近距離遊泳において、ロジスティック回帰分析を行い、子の性別と母のIDが近距離割合に与える影響を検証したところ、その両方が近距離の遊泳に影響していることが明らかになった。母子の同伴回数から母親の単独率を算出した結果、単独率の高い母は、子どもの違いに関わらず単独率が高く、単独率の低い母は、多くの子どもに対して一貫して低かった。以上より本種の子育てには個体差があること、子どもの性別によって母子間距離が異なることが示された。

採餌行動の分析を行った結果、昼間の採餌はオスよりメスが多く行っていることが明らかになり、採餌する母親の近くにコドモがいる事例も観察された (Takahashi et al. 2020)。母から子への採餌行動の学習が起きている可能性も考えられた。

オスのコドモがペニスを母親の生殖孔へ挿入するマウンティングを観察し、母子の社会的性行動として記載した。行動分析をした結果、御蔵島のイルカのオス同士の社会的性行動には優位であることを顕示する機能がないことが示唆され、繁殖行動の練習である可能性が高いことが考えられた。その他にワカオスは3頭から7頭で社会的性行動を行う特徴があることも明らかにした (Miyanishi et al. 2023, 図2)。

母子が並んで泳ぐ時に、母親がコドモよりも尾ビレを多く振っている事例を観察し、野生環境下のハクジラの母子において遊泳サポートが起きることを確認した。

共同研究として、御蔵島の個体の腹部に現れる斑点模様の記載を行い、斑点は約6.5歳で現れ始め、生涯増え続けることを明らかにした (Yagi et al. 2021)。この知見は、年齢不明個体の年齢の推定に斑点の情報が有用であることを示す。続いて、腹部の斑点の多さから年齢推定を行う手法を開発し、母親個体の年齢推定に活用した (Yagi et al. 2022)。共同研究として、3Dカメラにて個体を撮影し、遊泳中の85個体の体長の推定することに成功した。コドモの体長は0歳時に約120 cm、1歳時に約180 cm、2歳時に約200 cm、3歳児に約210 cmとなることが明らかになり、生後1年間に特に成長が著しいことが明らかになった (Morisaka et al. 2022)。コドモの成長は遊泳サポートの質的变化に影響を及ぼすと考えられた。

(3) 他種ハクジラの母子間行動の調査：
マイルカ科のイロワケイルカの飼育個

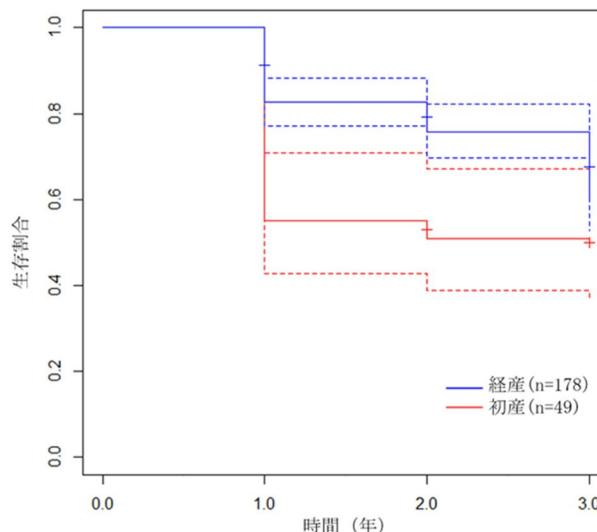


図1. 初産のコドモと経産のコドモの生存率の比較.



図2. ワカオスの社会的性行動.



図3. 飼育ハンドウイルカの母子.

体において、遊泳サポートがコドモの生後1か月間に頻繁に起き、それ以降は頻度と効果がともに減少することを明らかにした。ハンドウイルカ属においても遊泳サポートは生後直後に特に重要である可能性が考えられた。量的データを取得可能な飼育ハンドウイルカを対象に、母子間行動のひとつである胸ビレで相手をこする行動であるラビングに着目し、3組の母子を対象に分析を行った。その結果、ラビングには体表面の古い皮膚を落とす機能があること、母が子をこすることが多く、この行動が母による世話の一つであることを明らかにした(Sakai et al. 2022, 図3)。シャチを対象に娘が2歳から10歳に至るまでの間の母子間行動を分析したところ、頻度は漸減した。ラビングにおいては、娘の成長に伴って送受の偏りが小さくなった。このことから、母が子へ投資するばかりだった関係が、娘の成長に伴い、母が娘から利益を得るような対等な関係に移行しつつあることが推察された。ハンドウイルカ属は平均3.5歳で親離れするが、飼育ハンドウイルカでは1歳以降は子から母へのラビングが増えてくる。ハンドウイルカ属においても、母から子への投資だけでなく、子から母が受ける利益もある可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yagi Genfu, Kogi Kazunobu, Sakai Mai	4. 巻 39
2. 論文標題 Noninvasive age estimation for wild Indo Pacific bottlenose dolphins (<i>Tursiops aduncus</i>) using speckle appearance based on quantification theory model I analysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Marine Mammal Science	6. 最初と最後の頁 662 ~ 670
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mms.12999	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 Morisaka Tadamichi, Sakai Mai, Hama Hiromitsu, Kogi Kazunobu	4. 巻 102
2. 論文標題 Body length and growth pattern of free-ranging Indo-Pacific bottlenose dolphins off Mikura Island estimated using an underwater 3D camera	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mammalian Biology	6. 最初と最後の頁 1513 ~ 1523
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42991-022-00304-9	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 Sakai Mai, Katsumata Hiroshi, Kohshima Shiro	4. 巻 40
2. 論文標題 Observations of flipper rubbing in mother-calf pairs of captive bottlenose dolphins (<i>Tursiops truncatus</i>) suggest a body-surface care function	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Ethology	6. 最初と最後の頁 257 ~ 264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10164-022-00754-1	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 長谷川 雛、酒井 麻衣、若林 郁夫、宮西 葵	4. 巻 61
2. 論文標題 飼育イロワケイルカの成熟オス・メスにおける社会行動の予備的分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 哺乳類科学	6. 最初と最後の頁 197 ~ 203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11238/mammalianscience.61.197	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 Yagi Genfu, Sakai Mai, Kogi Kazunobu	4. 巻 38
2. 論文標題 Age related changes to the speckle patterns on wild Indo Pacific bottlenose dolphins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Mammal Science	6. 最初と最後の頁 73 ~ 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mms.12845	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 Takahashi Rikiya, Sakai Mai, Kogi Kazunobu, Morisaka Tadamichi, Segawa Takao, Ohizumi Hiroshi	4. 巻 46
2. 論文標題 Prey Species and Foraging Behaviour of Indo-Pacific Bottlenose Dolphins (<i>Tursiops aduncus</i>) Around Mikura Island in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Aquatic Mammals	6. 最初と最後の頁 531 ~ 541
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1578/AM.46.6.2020.531	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 Miyanishi Aoi, Sakai Mai, Kogi Kazunobu	4. 巻 48
2. 論文標題 Observations and Detailed Descriptions of Sociosexual Behavior in Wild Indo-Pacific Bottlenose Dolphins (<i>Tursiops aduncus</i>)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 159-169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3106/ms2022-0006	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Yagi, G., Sakai, M., Kogi, K.
2. 発表標題 Growth-related changes in speckles of wild Indo-Pacific bottlenose dolphin (<i>Tursiops aduncus</i>)
3. 学会等名 24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Miyanishi, A., Mori, T., Akune, Y., Furuta, K., Sakai, M.
2. 発表標題 Development of socio-sexual behavior in captive male bottlenose dolphin calves.
3. 学会等名 24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Motomura, Y., Nakano, T., Kanda, K., Ryono, M., Konno, S., Sakai, M.
2. 発表標題 Development of social behavior between mother and daughter in captive killer whales.
3. 学会等名 24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sakai, M., Katsumata, H., & Kohshima, S.
2. 発表標題 Observations of flipper rubbing in mother-calf pairs of captive bottlenose dolphins (<i>Tursiops truncatus</i>) suggest a body surface care function.
3. 学会等名 24th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 元村嘉宏, 神田幸司, 漁野真弘, 金野征記, 酒井麻衣
2. 発表標題 飼育シャチにおける母子間社会行動の発達.
3. 学会等名 日本哺乳類学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西村大我, 森朋子, 榊原正己, 酒井麻衣.
2. 発表標題 飼育イルカ成獣における隊列遊泳時の抵抗軽減効果.
3. 学会等名 日本哺乳類学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 酒井麻衣, 勝俣浩, 幸島司郎.
2. 発表標題 飼育ハンドウイルカ母子ペアのラビングの観察: ラビングは体表面のケアの機能を持つ.
3. 学会等名 日本哺乳類学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 元村嘉宏, 神田幸司, 漁野真弘, 金野征記, 酒井麻衣
2. 発表標題 飼育シャチにおける母子間社会行動の発達
3. 学会等名 第40回日本動物行動学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 酒井麻衣, 宮本郁弥, 青木かがり, 坂本健太郎, 稲森大樹, 渡辺友梨絵
2. 発表標題 飼育ハナゴンドウにおける心電図測定を試みとロガー装着による行動変化
3. 学会等名 第40回日本動物行動学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八木原風, 酒井麻衣, 小木万布
2. 発表標題 野生ミナミハンドウイルカのモニタリング技術向上を目的とした母仔間における同伴率の研究
3. 学会等名 第39回日本動物行動学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八木原風, 酒井麻衣, 小木万布
2. 発表標題 ミナミハンドウイルカの腹部斑点における成長依存的変化
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村大我, 山本啓人, 神田幸司, 森朋子, 鳥澤眞介, 光永靖, 酒井麻衣
2. 発表標題 飼育ハンドウイルカ成獣における隊列遊泳時の位置関係.
3. 学会等名 日本哺乳類学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西村大我, 山本啓人, 神田幸司, 森朋子, 大島由貴, 鳥澤眞介, 光永靖, 酒井麻衣.
2. 発表標題 飼育ハンドウイルカとカマイルカにおける複数台のカメラを用いた非侵襲的な体長測定方法の開発.
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

〔図書〕 計1件

1. 著者名 田島 木綿子、山田 格	4. 発行年 2021年
2. 出版社 緑書房	5. 総ページ数 352
3. 書名 海棲哺乳類大全（「鯨類の社会と社会行動」「Topic ハクジラ亜目の子育て」を酒井が執筆）	

〔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
---------	---------