

令和 6 年 4 月 23 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K05817

研究課題名(和文) オスイルカに加齢に伴う繁殖機能の変化の解明～オスに更年期はあるのか？

研究課題名(英文) Elucidation of age-related changes in reproductive function of male dolphins

研究代表者

船坂 徳子 (Funasaka, Noriko)

三重大学・生物資源学研究科・准教授

研究者番号：50616175

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：高齢オス鯨類の繁殖生理を明らかにすることを目的として、複数種のオスの精巣の組織学的観察、血中ホルモン濃度測定、噴気中ホルモン濃度測定を行った。その結果、精巣における精子形成能が加齢に伴って減少する種は認められなかった一方、一部の評価指標に加齢性変化がみられた種があったこと、ヒトの男性更年期の診断に有用であるとされている遊離テストステロン濃度に加齢に伴う減少傾向は認められなかったこと、噴気中ホルモンが血液に替わる生理学的指標になり得ることなどが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

イルカは世界中で飼育され、教育的・商業的資源として水族館産業を支える重要な存在である。現在の飼育イルカは野生から搬入されたものが多いが、2015年、日本動物園水族館協会は「追い込み漁で捕獲されたイルカを今後は搬入しない」と決断した。そのため、今後は飼育イルカの高齢化が予想され、高齢オスが飼育下個体群の維持に大きな役割を担うことになる。本研究の成果は、遺伝子変異のない持続的な繁殖管理に貢献することができると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Regarding the reproductive physiology of older male cetaceans, we conducted histological observations of the testes of males of multiple species, and measured hormone concentrations in blood and blow. The results revealed the following points: 1) some species showed age-related changes in some indicators while no species showed a decline in testicular spermatogenesis with age; 2) no tendency for free testosterone concentration, which is used to diagnose andropause, to decrease with age was observed; and 3) hormone concentrations in blow can serve as a physiological indicator instead of blood.

研究分野：鯨類の繁殖生理学

キーワード：イルカ クジラ 加齢 テストステロン 精子形成 性ステロイド 噴気

1. 研究開始当初の背景

約 5,000 万年前に陸から海へと生活の場を変えた鯨類は、その環境に適応した多様な繁殖戦略のもとに、ヒトや霊長類に匹敵する複雑な社会を持つようになった。メスにみられる「更年期（繁殖機能が低下していく過程）」は、哺乳類ではヒトと鯨類の一部の種だけにしか存在しない稀な現象であり、社会構造を維持するために重要な役割を持つ。母系の社会構造をとるシャチ等では、メスはある年齢になると仔を産むことをやめ、同じ群れにいる孫の育児をする。このように、メスでは更年期を迎えた高齢個体が群れや種の維持に貢献することが報告されている。

一方オスでは、唯一ツチクジラにおいてオスがメスより長寿という理由から、父系の社会構造において高齢オスが育児を補助する仮説が提唱されているのみである。しかし、この高齢オスが、シャチのメスのように更年期を迎えているかどうかは明らかにされていない。近年、ヒトでは加齢とともに血中蛋白が増加するため、蛋白結合型の総テストステロン濃度では高齢期の精子形成能を正しく診断できないとされている。これらのことから、高齢オス鯨類の繁殖機能を評価するためには従来用いられていた血中テストステロン濃度だけでは不十分であり、異なる評価指標で高齢オスの繁殖生理を評価する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、従来の研究で用いられなかった、精子形成能の生理的老化を繁殖機能の指標とし、加齢とともにオスの精子形成にどのような変化がおき、それが精子の形態等にどのような変化をもたらすのかを調べることで、未解明であった高齢オス鯨類の繁殖生理の一端を明らかにすることを目的とした。また、検討を進める中で、訓練上の問題で血液試料採取が難しい飼育個体が多いことがわかってきたため、各年齢段階の個体からの試料採取を可能にするべく、採血より低侵襲的に試料が採取可能な「噴気」に着目し、この試料を用いた性ステロイド濃度測定の有用性も同時に検討した。

3. 研究の方法

1) 精巣組織の年齢依存的変化

コビレゴンドウ、ハナゴンドウ、カズハゴンドウ、ハンドウイルカ、スジイルカ、スナメリを対象として、国内で行われている漁業、または混獲個体から試料採取を行った。また、国際水産資源研究所が所有し管理する精巣組織のプレパラートの借用申請を行い、コビレゴンドウ、ハナゴンドウ、ハンドウイルカ、各種 100 個体以上のプレパラートを借用した。それらの試料を用いて、組織や細胞の年齢依存的変化を明らかにするために常法による HE 染色または特殊染色を行った。

2) 血中遊離テストステロン濃度の経年変化

国内で飼育されているミナミハンドウイルカ高齡 3 個体を対象に、若齡期から高齡期の期間を含む 20 年分以上の血液試料を用いて血中遊離テストステロン濃度を EIA 法により測定し、年齢依存的变化を調べた。

3) 噴気中性ステロイド濃度の測定と有用性の検討

国内で飼育されている複数鯨種(オキゴンドウ, ハナゴンドウ, カズハゴンドウ, ハンドウイルカ, シワハイルカ, スジイルカ, マダライルカ)の 7 種 19 個体を対象に、最適な噴気採取法の予備的検討を行った上で、血液および噴気を採取した。血中濃度の測定には蛍光酵素免疫測定法、噴気中濃度の測定には EIA 法を用い、オスではテストステロン濃度を、メスではプロゲステロン濃度を測定した。

4. 研究成果

1) 精巣組織の年齢依存的变化

各プレパラートを用いて性成熟判定を行った後、高齡個体を含むハンドウイルカ(44 頭; 16~40 歳), ハナゴンドウ(17 頭; 17~32 歳), コビレゴンドウ(26 頭; 13~37 歳)の成熟個体の精巣組織の HE 染色標本の観察を行い、評価指標を検討した。精細管管径、精上皮幅、基底膜厚、間質におけるリポフスチン様色素の存在割合、精細胞の形成段階を点数化した精子形成指数、を評価指標として精子形成能の年齢依存的变化を調べたところ、ハナゴンドウにおいて一部の指標に老化に相当すると考えられる変化が認められたが、精子形成能はいずれの種においても変化は認められなかった。反対に、コビレゴンドウでは加齡とともに精子形成が活発になり、各種の繁殖戦略が精巣組織に反映されている可能性を示唆した。

2) 血中遊離テストステロン濃度の経年変化

鯨類において血中遊離テストステロン濃度が測定された例はなく、本研究が初の測定事例である。そのため、イルカ血清を用いて測定手法の精度管理を行った。その結果、標準溶液との平行性が認められ、良好な回収率(平均 114%)が得られた。各個体の遊離テストステロン濃度の経年変化を調べたところ、加齡伴って減少する傾向はなく、反対に加齡とともに濃度が増加する傾向がいずれの個体でも認められた。

3) 噴気中性ステロイド濃度の測定と有用性の検討

噴気中性ステロイド濃度の測定例は少なく未解明の点が多い。そのため、まず、オキゴンドウ, ハナゴンドウ, マダライルカの 3 種 5 個体を対象として、朝, 昼, 夕の各時間帯に噴気を採取し、濃度の日内変動を調べた。その結果、いずれの個体でも時間帯による有意な差は認められず、時間帯を考慮せずに噴気採取が可能である可能性が示唆された。また、同日に採取した血液と噴気のパラメータを用いて相関を調べたところ、メスの噴気中プロゲステロン濃度と血中プロゲステロン濃度との間には有意な正の相関がみられた。特に妊娠個体で

は高い濃度が検出され、噴気中プロゲステロン濃度がメスの妊娠診断に利用可能であることが示唆された。オスにおいても同様に、血中テストステロン濃度が高い成熟個体で噴気中濃度が高くなる傾向にあり、噴気中性ステロイド測定法の有用性を確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 幸田昂, 船坂徳子, 吉岡基
2. 発表標題 ハクジラ類3種における雄性生殖器構造
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 幸田昂, 船坂徳子, 吉岡基
2. 発表標題 小型ハクジラ類3種の加齢による精巢の組織学的変化
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平岡史帆, 船坂徳子, 渡辺友梨絵, 稲森大樹, 細野雅之, 尾崎美樹, 冠城貴紀, 北村春香, 柳澤牧央, 白形知佳, 和田夏海, 足立彩乃, 荒武朝子, 楠田哲士, 吉岡基
2. 発表標題 血中および糞中性ステロイド動態からみた飼育ハナゴンドウにおける繁殖生理の特徴
3. 学会等名 令和6年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大槻萌奈, 船坂徳子, 平松春香, 稲森大樹, 吉岡基
2. 発表標題 飼育下鯨類の噴気中性ステロイド濃度測定による繁殖生理状態モニタリングの有用性に関する予備的検討
3. 学会等名 令和6年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 有園幸子, 船坂徳子, 吉岡基, 櫻井夏子, 大池辰也, 村上勝志, 毛塚千穂, 古田圭介
2. 発表標題 飼育ハンドウイルカ2頭における血中テストステロン濃度と精液一般性状の年間変動
3. 学会等名 令和6年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 船坂徳子
2. 発表標題 水族館で行う鯨類の繁殖研究
3. 学会等名 令和5年度日本動物学会中部支部大会（招待講演）
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