

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

歯鯨類頭骨の左右非相称性に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 廣瀬, 亜由美 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1561

博士学位論文内容要旨

歯鯨類頭骨の左右非相称性に関する研究

鯨類は完全な水棲適応を遂げた特殊な哺乳類であり、現生鯨類のハクジラ亜目とヒゲクジラ亜目は始新世後期に出現したと考えられている (McGowen *et al.*, 2009). 水中への再進出過程において鯨類の骨鼻孔と外鼻孔形態は変化しており、亜目間でも異なった形態を持つ。さらに、鼻道は呼吸器としてだけでなく、ハクジラ亜目鯨類では鳴音発生器官として使用されており、ヒゲクジラ亜目鯨類では嗅覚器として機能する可能性も指摘されていることから、鼻道の機能面にも亜目間に相違点がある。本研究は鼻道周辺の左右非相称性 (Ness, 1967; Mead, 1975) がハクジラ亜目にだけ存在する理由および両亜目の適応戦略の違いの解明を目的とし、両亜目の鼻道周辺形態の違いを比較分析した。

第 1 章では基礎的情報の拡充を目的に、ハクジラ亜目とヒゲクジラ亜目の頭骨形態における左右非相称性を計測に基づいて分析した。ハクジラ亜目鯨類はコマッコウ科、アカボウクジラ科、アマゾンカワイルカ科、イッカク科、ネズミイルカ科、マイルカ科の 6 科から 27 種、計 172 個体の頭骨骨格標本をノギス等で計測した。左の計測値を右の計測値で割り、左右非相称性を示す指標 (L/R) を算出し解析したところ、すべての種で鼻骨の位置が正中軸よりも左側に寄っていた。また、鼻骨や前上顎骨ではほとんどの種に右側の骨が大きい特徴が認められた。この左右非相称性の程度には種間差があったが、頭骨長および系統関係との相関は確認されなかった。一方ヒゲクジラ亜目では、76 個体のミンククジラ (*Balaenoptera acutorostrata*) の頭骨の計測を行い、鼻骨および前上顎骨の形態が左右相称であることを確認した。

第 2 章ではハクジラ亜目の鼻骨と軟組織の解剖学的な対応を調べた。ハクジラ亜目の鼻道は鳴音発生器官であるため (Cranford *et al.*, 1996), 鳴音発生に鼻骨が果たす役割を明らかにすることを目的に、マイルカ科のスジイルカ (*Stenella coeruleoalba*) 1 個体とネズミイルカ科のスナメリ (*Neophocaena asiaeorientalis*) 2 個体の頭部標本を用い、肉眼解剖によって鼻骨周辺の軟組織の配置を観察した。両種には鼻骨形態の違いがあったが、いずれの種においても鼻骨は鼻道から派生した後部鼻額骨囊の後ろに位置することが観察された。したがって、鼻骨は結合組織を介してこの鼻囊を支えていると考えられ、第 1 章で確認された鼻骨の左右非相称性は後部鼻額骨囊の大きさに影響を受けることが示唆された。

ヒゲクジラ亜目の鼻道には鳴音発生器官は存在せず (Carte and Macalister, 1868), 陸棲哺乳類と類似する嗅覚器形状が痕跡的に残っているため (Godfrey *et al.*, 2013), 第 3 章ではヒゲクジラ亜目の鼻道を嗅覚器として位置づけ, ミンククジラを対象に形態学的な分析を行った. 第 1 節ではミンククジラ 77 個体の外鼻孔の形態をノギス等によって計測した. その結果, 頭頂部に 2 箇所て開口する外鼻孔は左右相称であることが確認された. 続いて第 2 節では, 成体のミンククジラ 1 個体を対象に鼻道粘膜組織の顕微鏡観察を行った. 鼻道の上皮組織を 5 mm 角で, 腹鼻道から 2 箇所および背鼻道から 7 箇所採集し, H/E 染色によって細胞形態を観察したところ, 背鼻道の後端にある憩室の粘膜では, 上皮細胞の形態が一般的な哺乳類の嗅細胞に酷似していた.

第 4 章ではハクジラ亜目とヒゲクジラ亜目の下顎骨形態を観察と計測に基づき比較した. ハクジラ亜目の左右非相称な頭骨は鳴音発生と関連を持つと考えられたため, 音響利用に関連する器官として下顎骨 (Norris, 1964) における左右相称/非相称性および亜目間の形態学的変異を調べた. 分析には, ハクジラ亜目マイルカ科のカマイルカ (*Lagenorhynchus obliquidens*) 27 個体, スジイルカ 6 個体, ハンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) 12 個体, ヒゲクジラ亜目ナガスクジラ科ミンククジラ 10 個体の下顎骨標本を使用した. 下顎骨の長さ, 高さに加え, ハクジラ亜目では音響脂肪を取り囲む部位の下顎窩の長さ, 高さ, 厚みについてノギス等を用いて計測した. 計測したハクジラ亜目 3 種では下顎骨長の約 30%を下顎窩が占めていたが, ミンククジラでは 12%であった. このことからハクジラ亜目の下顎窩は大きく, 聴覚の利用に適応した形態であると考えられた. さらに, ミンククジラの下顎窩はハクジラ亜目およびムカシクジラ類 (Nummela *et al.*, 2007) に比べて 10 倍近い厚みがあった. また, 今回調査した 4 鯨種では下顎骨における顕著な左右非相称性は確認されなかった.

各章における結果を先行研究と合わせて考えると, 両亜目がムカシクジラ類から分化した後にとった適応戦略が明確になった. 漸新世以降ハクジラ亜目では音響の利用が重要であり, 鼻道を鳴音発生器官にすることで, 嗅覚能力と引き換えに高周波鳴音が高度化し, 個体間交流およびエコーロケーション能力によって環境に適応したと考えられた. 一方, ヒゲクジラ亜目ナガスクジラ科では, 飲み込み式摂餌に合わせた形態の獲得が重要であったと考えられた. 顎の開閉の際の圧力に耐えるため, 下顎骨はより頑丈になったと考えられる. さらに, 餌生物が空気中に発する化学物質の匂いを索餌に用いていた可能性も考えられ, 匂いの発生源の定位のため, 左右一対の外鼻孔および左右相称な鼻道形態が必要であったと予想された. ヒゲクジラ亜目鯨類の嗅覚の有無を明らかにすることは今後の課題であり, 鯨類の生態を理解する上で新たな論点となりうる.

第5章では、左右非相称な頭骨が鳴音発生に与える影響を明らかにするため、ハクジラ亜目の左右非相称性の程度が鳴音周波数と相関するかどうかを統計的手法によって検証した。ハクジラ亜目の鳴音周波数のデータを Morisaka and Connor (2007) から引用し、第1章で求めた計測値との相関を検定した。この結果、エコーロケーションに用いられるクリックスの波形が、前上顎骨幅の左右非相称性と関連する傾向を示した。マイルカ科型の波形を持つ種では、ネズミイルカ科型の波形を持つ種よりも前上顎骨幅の左右非相称性が顕著な傾向があった。また、クリックスのピーク時最高周波数が鼻骨の幅と負の相関を持ち ($r = -0.92, p < 0.01$, スピアマンの順位相関検定)、鼻骨の幅が大きい種ほど低い鳴音を用いる傾向があった。さらに、鳴音周波数帯と鼻骨幅の左右非相称性を比較したところ、マイルカ科の13種についてホイッスルの周波数帯との有意な相関が検出され ($r = 0.82, p < 0.01$)、この結果は今まで指摘されたことのない相関であった。解剖結果と合わせて考えると、鼻骨および後部鼻額骨囊の大きさが鳴音発生に関わることが示唆されたが、左右非相称性がなぜ鳴音周波数と相関したのかは現在のデータからでは明らかにできなかった。左右非相称な形態が生じた理由の解明のためには、ハクジラ亜目鯨類の種特異性を踏まえつつ、行動や鳴音特性に加え、発生過程を含めた形態を調査していくことが必要である。