



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	小型ハクジラ類の頭部発音器官におけるクリックスの伝搬経路と周波数帯域決定過程の音響学的検討 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	黒田, 実加
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第13303号
Issue Date	2018-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71928
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Mika_Kuroda_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：黒田 実加

	主査 教授	綿貫 豊
	副査 教授	松石 隆
審査委員	副査 教授	向井 徹
	副査	三木 信弘

（公立はこだて未来大学名誉教授）

学 位 論 文 題 目

小型ハクジラ類の頭部発音器官における

クリックスの伝搬経路と周波数帯域決定過程の音響学的検討

イルカが餌探索や環境認知に用いる超音波のクリックスは、30～100kHz の範囲に緩やかなピークを持つ広帯域音（WB 波）と、130kHz 周辺に鋭いピークをもつ高周波狭帯域音（NB 波）があり、WB 波だけ出す種類と NB 波だけ出す種類に大別される。クリックスは、噴気孔内部の弁の振動により発生した、一般には WB 波であるとされる振動が前頭にある紡錘形の脂肪体（メロン）を通じて放射される。音源では WB 波であったのにメロンからどのようにして NB 波が放射されるのか、そのメカニズムはわかっていなかった。本研究は、一部の NB 種が持つ前庭囊ひだ状構造がサイドブランチ型消音器として機能し、低周波数帯域を消音する、とする全く新しい「消音器仮説」を着想し、この仮説を音響学的妥当性と種間比較から検証したものである。

申請者は、まず NB 種・WB 種それぞれ 2 種の頭部標本を使い、組織ごとに密度とヤング率を測定して音響インピーダンスの分布を推定し、音源から前庭囊ひだ状構造そしてメロンに音が伝搬することを明らかにした。次に、NB 種のネズミイルカと WB 種のカズハゴンドウの頭部内の音源を 38～139kHz で振動させ、放射面での周波数を測定したところ、ネズミイルカでは 37.9～107.1kHz で大きな減衰が認められたのに、カズハゴンドウではこれが認められなかった。NB 種の頭部が低周波を減衰させるハイパスフィルター機能を持つことを実験的に初めて明らかにしており、大いに評価できる。

3 点目として、これまでハイパスフィルターとして機能するのではないかとされていた、頭骨の対称性、ポーパスカプセルと呼ばれる部位、に加え申請者の提案した前庭囊ひだ状

構造の有無を NB 種と WB 種で比較している。証拠としてはやや弱いですが、前庭嚢ひだ状構造の有無が NB 種/WB 種かに関連していそうであることを示した。最後に、申請者は、「シャチ回避仮説」の一つの根拠である、WB 種が祖先型であるとする説を新しい分子系統を使って検討している。その結果、やはり WB 種が祖先型であって、異なる仕組みの「消音器」を持つ NB 種が複数の系統で独立に進化したとするのが合理的である、という魅力的な論を展開している。また、本研究で明らかになった消音が起きる上限周波数（107kHz）はシャチの可聴周波数上限と一致している。

本研究は、これまで解剖学的所見から推論されてきたクリックス音生成機構について、音響学的に妥当な学説を新たに提示し、これを解剖学・音響学的手法を使って実験的に検証し、進化的背景も含めて考察している。特に、頭部の音響伝搬経路の推定に際し、ヤング率測定に食品のテクスチャーの測定に使うクリープメーターを用い、イルカ頭部に直接超音波トランスデューサを埋め込んで周波数応答を測定するなど、極めて独創的な手法を開発している。こうした新しい手法により、実験的に、興味深い生物音響学的事実を明らかにしていることから、申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格があるものと判定した。