

平成 21 年 5 月 25 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18570010

研究課題名 (和文) マッコウクジラにおける採餌行動の文化的差異

研究課題名 (英文) Cultural difference in feeding behavior of sperm whales

研究代表者

天野 雅男 (Masao Amano)

長崎大学・水産学部・教授

研究者番号：50270905

研究成果の概要：

研究期間の間、和歌山県熊野灘で 4 頭、小笠原父島沖で 12 頭のマッコウクジラに加速度計測型データロガーを装着した。これらのデータを解析したところ、海域間で採餌行動に違いがあることが明らかとなった。また、両海域ではコミュニケーションに用いられる音声であるコードに差異があり、異なる家系群 (クラン) が存在していることが明らかとなった。このことから両海域の採餌行動の差異は、クランの違いによるものであり、特徴的な採餌行動パターンは文化的なものである可能性が示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,500,000	570,000	4,070,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：マッコウクジラ、採餌行動、音声クラン、ハクジラ類、データロガー

1. 研究開始当初の背景

マッコウクジラのメスは、いくつかの母系の集合であるユニットと呼ばれる集団を形成し、少なくとも数十年から多くの場合一生の間 1 つのユニットの中で生活する。マッコウクジラはパルス音のみを発し、それをエコーロケーションとコミュニケーションに用いる。コミュニケーション用の鳴音はコードと呼ばれ、4-20 のパルスで構

成されている。コードは水面での社会行動時に頻繁に発せられ、個体同士でコードを交換する事が普通である。コードは構成するパルス数と間隔のパターンにより分類されるが、それぞれのユニットごとによく発するコードが決まっており、これをコードレパートリと呼ぶ。ユニットのコードレパートリを比較すると、類似したレパートリを持つユニットの集合が存在する。このよ

うな集合は音声クランと呼ばれ、同一起源を持つユニットの集まりと考えられている。いくつかの音声クランが同所的に存在することがあり、これらのクランは、同じ環境をほぼ同時に採餌に利用しながらも、水面での移動パターン、潜水の同調性、採餌効率を表すと考えられる脱糞率に違いがあることが報告されている。このことは、クランは同じ餌環境にありながらも異なった採餌行動を行うことを示唆している。このような行動パターンは、おそらく社会的学習によりユニット個体の個体に伝達されていく、文化的な行動パターンであると考えられる。しかしながら、具体的に採餌行動がどのように異なるのかは分かっていない。そこで、本研究課題では、日本近海のマッコウクジラにおいて、音声クランを明らかにすると同時にデータロガーにより採餌行動を詳細に調査し、音声クランによる行動パターンの違いを把握することを目的に研究を行うこととした。

2. 研究の目的

以下の3点を主たる目的とした。

(1)日本近海におけるマッコウクジラの音声クランの確認

これまで日本近海のマッコウクジラがどのような音声クランに属しているのかについて全く知見がなかった。マッコウクジラのメスの群れが定期的に見られる和歌山県熊野灘沖と小笠原諸島父島沖でコードの録音を行い、その特徴から、それぞれの海域に生息する音声クランを明らかにする。

(2)マッコウクジラの採餌行動における変異の確認

和歌山県熊野灘沖と小笠原父島沖で、マッコウクジラに加速度計測型データロガーを装着し、採餌行動を詳細に解析し、その地理的あるいはユニット間の変異を明らかにする。

(3)クランによる潜水行動の差異の確認

(1)(2)の結果を統合し、クランにより異なっている採餌行動があるかを検討する。

3. 研究の方法

(1)日本近海におけるマッコウクジラの音声クランの確認

和歌山県熊野灘沖と小笠原父島沖において、小型船舶を利用して、曳航式ハイドロフォンシステムにより、マッコウクジラの鳴音を録音した。録音データから、コードを抽出し、クリック数とクリック間隔を計測した。クラスター解析により、各クリック数のコードをコードタイプに分類した。海域間でコードタイプに差異があるかを検討し、それぞれのコードレパートリを他海域で知られている音声クランのレパートリとの比較した。また、個体識別データベースから同一ユニットに属する個体を抽出し、それぞれがどのようなコードを良く発するかを検討した。

(2)マッコウクジラの採餌行動における変異の確認

熊野灘沖と小笠原父島沖において、小型船舶を利用して、吸盤装着型データロガータグの装着を行った。データロガーには、水深、速度、水温に加えて2軸加速度、あるいは3軸加速度と3軸地磁気が計測できるものを使用した。加速度データから、尾びれの振動と体の傾きを分離し、体軸角度を算出した。マッコウクジラは潜水の底部において、遊泳速度を突然上げることがあり、これをバーストと呼ぶ。バーストはクジラが餌を発見して追尾していることを示すものと考えられる。このバーストの頻度、速度、バースト開始時の体軸角度を算出し、熊野灘と小笠原海域で比較した。

4. 研究成果

(1)日本近海におけるマッコウクジラの音声クランの確認

熊野灘海域で2004年～2008年に録音された77時間25分09秒、小笠原海域で1994年～2008年に録音された154時間05分30秒のマッコウクジラの音声データを解析した。クラスター解析によりコードタイプを分類したところ、熊野灘海域で1043個、小笠原海域で1549個、計89タイプのコードが見出された。コードを構成

するクリック数とコーダタイプは海域間で異なっており（図1）、同じクリック数のコーダの長さは小笠原の方が有意に長かった。これらのことは、両海域に異なるクランが生息するということを示している。個体識別データベースから熊野灘海域は1つのユニット、小笠原海域は5つのユニットが確認された。熊野灘海域のユニットで多く見られたコーダタイプが、++1タイプであったことから、このユニットは++1/++1 クランに属すると考えられた。一方、小笠原海域では、5個未満のクリック数で構成されたコーダタイプが多く見られたことから、小笠原には Short クランが生息すると考えられた。しかし、小笠原海域の一つのユニットは他とはかなり異なるコーダタイプを発していたため、小笠原には複数のクランが生息する可能性も示唆された。

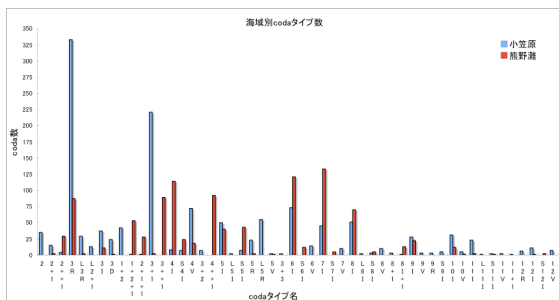


図1 熊野灘海域、小笠原海域における coda タイプの頻度分布

(2) マッコウクジラの採餌行動における変異の確認

熊野灘海域でマッコウクジラ4頭から得られた31.4時間の潜水データと、小笠原海域で12頭から得られた116.8時間の潜水データを解析した。1潜水あたりのバースト回数は、熊野灘で 3.3 ± 1.5 回、小笠原で 1.5 ± 1.0 回と熊野灘の方が多くバーストを行っていた。両海域の平均遊泳速度に大きな違いはなかったが、熊野灘では、 3.5m/s 以上に達するバーストを行なうことが小笠原に比べて少なかった。一方、バースト時の合計遊泳距離や持続時間は熊野灘の方がやや長い傾向がみられた。バースト開始時の最

大加速度を比較したところ、両海域で差はなかった。一方、減速度は小笠原海域の個体の方が大きかった。バースト時の体軸角度の比較から、熊野灘では、バーストの始めに下向きに追いかけることが多かったが、小笠原では水平に追いかけることが多かった（図2）。このバースト方向の傾向はどの年のどの個体にも同じように見られた。

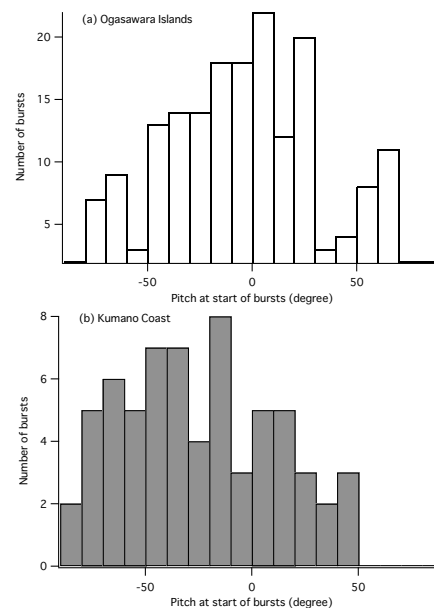


図2 小笠原と熊野灘におけるバースト開始時点における体軸角度の頻度分布

(3) 考察

熊野灘海域と小笠原海域のマッコウクジラは、異なるクランに属することが明らかとなった。これまでこの両海域のマッコウクジラは同じ個体群に属するとされていたが、これは否定された。また、熊野灘のユニットが属すると考えられる++1/++1クランは太平洋ではトンガで見いだされており、トンガと共通のクランが日本近海に生息することが明らかとなった。日本近海ではマッコウクジラのクランについて全く知見がなかったことを考えると、これらの結果は大きな成果と言える。また、潜水データの解析から、両海域で採餌行動に明瞭な差異が見いだされた。マッコウクジラで採餌行動(=バースト)の地理的な変異を明らかにしたのは、初めてのことである。本研

究課題と平行して行ったエコロケーション音の解析では、両海域で餌の発見率、発見距離に差は見いだされていない。また、個体や異なる年により、それぞれの海域で同じ特徴が一貫して見られている。従って、両海域の採餌行動の差異は、それぞれのクラン特有の行動パターンを反映している可能性が高い。

環境要因を排除するために、同所的に存在する音声クランの探索を行ったが、現時点では、小笠原に周辺海域に二つのクランが存在する可能性が示唆されたものの、確認はできていない。従って、採餌行動の差異が両海域の環境の違いを反映している可能性を排除できていない。今後、小笠原海域で同所的に異なるクランが存在することを確認するとともに、それぞれに属する個体の潜水行動データを得て、この可能性を検証する必要がある。また、カメラロガー等を用いて餌生物と捕食行動を直接観察し、より詳細な採餌行動の差異を明らかにして行くことが望まれる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- ① Miller, P. J. O., Aoki, K., Rendell, L. E. and Amano, M. 2008. Stereotypical resting behavior of the sperm whale. *Current Biology* 18: R21-R23. (査読有)
- ② Aoki, K., Amano, M., Yoshioka, M., Mori, K., Tokuda, D. and Miyazaki, N. 2007. Diel diving behavior of sperm whales off Japan. *Marine Ecology Progress Series* 349: 277-287. (査読有)
- ③ Sato, K., Watanuki, Y., Takahashi, A., Miller, P. J. O., Tanaka, H., Kawabe, R., Ponganis, P. J., Handrich, Y., Akamatsu, T., Watanabe, Y., Mitani, Y., Costa, D. P., Bost, C.-A., Aoki, K., Amano, M., Trathan, P., Shapiro, A. and Naito, Y. 2007. Stroke frequency, but not swimming speed, is related to

body size in free-ranging seabirds, pinnipeds and cetaceans. *Proceedings of the Royal Society Ser. B* 274: 471-477. (査読有)

〔学会発表〕(計 11 件)

- ① 青木かがり・佐藤克文・天野雅男・森恭一・宮崎信之. データロガーによって得られた速度と加速度から推定したマッコウクジラの旋回半径. 日本水産学会 20 年度春季大会. 東京海洋大学, 2009 年 3 月 27-31 日.
- ② Miyazaki, N., Aoki, K., Amano, M., Yoshioka, M., Mori, K., and Tokuda, D. Analysis of diving behavior of sperm whales using advanced data loggers. Conference of the European Cetacean Society. Istanbul, Turkey, 2-4 March 2009.
- ③ 天野雅男・青木かがり・佐藤晴子・興梠あや・宮崎信之. 根室海峡におけるマッコウクジラの潜水行動. 平成20年度日本バイオロギング研究会シンポジウム. 長崎大学. 2008年11月15-16日.
- ④ 天野雅男・青木かがり・佐藤晴子・興梠あや・宮崎信之. 根室海峡におけるマッコウクジラの潜水行動. 平成20年度日本哺乳類学会大会. 山口大学. 2008年9月12-15日.
- ⑤ 青木かがり・天野雅男・吉岡基・森恭一・徳田大輔・宮崎信之. バイオロギングシステムを用いた水生動物研究12 マッコウクジラは餌生物をどのように捕獲しているか: 遊泳速度のバースト解析, 平成20年度日本水産学会春季大会. 東海大学, 2008年3月28-31日.
- ⑥ Aoki, K. Amano, M., Yoshioka, M., Mori, K., Tokuda, D., Miyazaki, N. Bursts of swimming speed in sperm whales: how do they capture prey? 17th Biennial Conference of the Biology of Marine Mammals. Cape Town, South Africa, 29 Nov.-3 Dec. 2007.

- ⑦ Amano, M., Yamada, T. K., Kuramochi, T., Hayano, A., Arai, K. and Sakai, T. 2007. Life history and group composition of melon-headed whales based on mass strandings on the Japanese coast. 17th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Cape Town, South Africa, 29 Nov.-3 Dec. 2007.
- ⑧ 青木かがり・天野雅男・吉岡基・森恭一・佐藤克文・徳田大輔・宮崎信之 加速度データロガーによって得られたマッコウクジラの潜水行動—マッコウクジラは浮力調節しているか？—第2回バイオロギング研究会シンポジウム，慶応大学，2007年10月7日.
- ⑨ 青木かがり・天野雅男・吉岡基・森恭一・徳田大輔・宮崎信之 バイオロギングシステムを用いた水生動物研究2—マッコウクジラにおける採餌潜水深度の選択—，平成19年度日本水産学会春季大会，東京海洋大学，2007年3月27-31日.
- ⑩ 天野雅男. マッコウクジラは深海で何をしているのか. 国立科学博物館・OWS共催第4回海のセミナー，国立科学博物館分館，2007年2月17日.
- ⑪ 天野雅男. 日本近海における小型ハクジラ類の個体群構造. 日本哺乳類学会2006年大会シンポジウム「動物地理学の最近の進展」. 京都大学，2006年9月14-18日.

6. 研究組織

(1)研究代表者

天野 雅男 (Masao Amano)
長崎大学・水産学部・教授
研究者番号：50270905

(2)研究分担者

(3)連携研究者

吉岡 基 (Motoi Yoshioka)
三重大学・生物資源学部・教授
研究者番号：30262992

(4)研究協力者

宮崎 信之
東京大学・海洋研究所・教授

森 恭一

小笠原ホエールウォッチング協会・主任研究員

青木 かがり

東京大学海洋研究所・特任研究員

興梠 あや

帝京科学大学大学院理工学研究科・大学院生

佐藤 晴子

シーライフウォッチ

窪寺 恒己

国立科学博物館・室長