

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07225

研究課題名(和文) マッコウクジラにおける社会化行動の機能

研究課題名(英文) Function of socializing behavior in sperm whales

研究代表者

天野 雅男 (AMANO, Masao)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・教授

研究者番号：50270905

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：五島南方海域において、オスのマッコウクジラの行動および社会構造調査を行った結果、この海域のマッコウクジラは、高緯度の根室海峡のものよりも体長が小さく、社会性が高く、より長い時間を水面での社会化行動に費やしていることが明らかとなった。このことは、社会性の高い個体の方が、頻繁にかつ長時間社会化行動を行なっていることを示しており、長期的な社会性の維持に親和的社会行動が重要であることを示唆している。

研究成果の概要(英文)：The behavioral and social studies on male sperm whales off Goto Islands revealed that these sperm whales were smaller, more social, and spent more time in socializing at the surface than male whales observed in Nemuro Strait at higher latitude. These results indicate social whales tend to socialize long and frequently, and suggest affiliative social behavior is important to maintain long-term social relationships.

研究分野：海棲哺乳類学

キーワード：動物社会 社会行動 マッコウクジラ ハクジラ類

## 1. 研究開始当初の背景

霊長類や鯨類など社会的集団を形成する動物では、親和的社会行動が広く見られることから、社会集団を維持するために不可欠な機能があると考えられてきた(Kutsukake 2008)。しかしながら、これらの行動の機能について短期的な関係修復という点からは多くの研究がなされてきたが、実際に社会集団を維持するという長期的な利点を確認した研究はない(Sussman et al. 2005)。本研究では、血縁や繁殖に関わらない群れを形成し、成長に伴い社会性を低下させていくという、他の哺乳類に見られない社会形態を持つオスのマッコウクジラをモデルにして、親和的社会行動が、実際に社会集団の維持に貢献していることを明らかにしようとした。

メスのマッコウクジラは低緯度海域において、血縁個体からなる母系の社会ユニットで終生生活する。一方オスは6歳程度で出自群を離れ、同じような大きさの個体と集団を作る。この集団は、個体の成長に伴い、徐々に高緯度に生息場所を移すとともに集団サイズが小さくなり、最終的に1、2頭となる(Whitehead 2003)。メス、オスの集団ともに一日の大半の時間を広い海域に散開して採餌潜水に費やすが、ほぼ毎日、集団の多く個体が集合して、水面近くで社会化行動(socializing)と呼ばれる活発な親和的個体間交渉を行う時間がある(Whitehead 2003)。

オスのマッコウクジラの集団は血縁に基づくものではなく、異なる母系集団を出自とするオスが集まって形成するため、集団を維持するために、各個体は積極的に個体間関係を築く必要があると考えられる。オスのマッコウクジラは社会化行動により個体間関係を築き、群れを維持しているのではないかと推測される。オスのマッコウクジラの特異な社会構造を利用して、成長による社会性の低下が、社会化行動の出現頻度の低下に伴って生じているのかを検討することで、この推測を確認することができると考えた。

## 2. 研究の目的

親和的な社会行動は多くの社会的動物種で見られ、悪化した個体間関係を一時的に修復する機能を持つことから、社会集団の維持に重要な役割を果たしていると考えられている。しかし、これらの行動が実際に社会集団の維持そのものに貢献しているのかは調べられていない。本研究では、オスのマッコウクジラにおいて、成長による社会性の減少と親和的社会行動の発現が関係しているのか

を調査することで、親和的社会行動が個体関係の維持に必要な行動なのかを明らかにし、親和的社会行動が実際に社会集団の維持に貢献していることを示す事を目的とする。申請者らはこれまで北海道根室海峡でオスのマッコウクジラを対象に、個体識別に基づく社会構造調査およびデータロガーによる潜水行動調査を行ってきた。これまでに150頭の識別個体が得られ、これらの推定体長から成長終了前後のオスが多く含まれることが明らかとなっている。社会分析によりこれらの個体関係の情報が蓄積されているほか、11頭から700時間を超える潜水行動データが得られており、詳細な行動の情報も収集されている。

長崎県の五島南方海域に夏季にオスのマッコウクジラが回遊する海域が見出された。予備調査の結果、これらのクジラは根室海峡に回遊するものよりも個体の大きさが小さく、集団サイズが大きいらしいことが分かっている。この二つのフィールドのオスのマッコウクジラの社会、行動を比較することで、成長に伴う個体の社会性と社会化行動の出現の関係を調べ、社会化行動が社会関係に果たす役割について検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

オスのマッコウクジラ社会性と社会化行動の関係を明らかにするために、夏季に長崎県五島沖において以下の一連の調査を行った。

(1)調査船からマッコウクジラの尾びれの写真を撮影し、個体識別を行った。真後ろからの尾びれの写真あるいは真横からの背中からの写真が撮影可能な場合、撮影と同時に赤外線距離計を使用してクジラまでの距離を計測した。撮影距離、撮影倍率と写真上の尾びれ幅あるいは噴気孔から背びれまでの距離とから、実際のこれらの長さを算出し、すでに得られている体長に対するこれらの長さの関係式より体長の推定を行った。(2)尾びれの写真から個体識別を行い、そのデータを元に社会分析を行った。ある2個体が共に観察される時間割合の推定値である同伴指数を算出するとともにネットワーク解析を行った。(3)マッコウクジラを発見後、追尾しながら行動の観察を行い、社会化行動(個体が水面で密集し、互いに触れあったり、水面に頭を上げる行動を繰り返す。時に尾びれを上げずに浅い潜水を行う)の行動バウトを記録し、その頻度を算出した。(4)吸盤装着型

データロガータグをマッコウクジラに装着し、その水中行動を記録した。データロガーはリトルレオナルド社製 3MPD3GT および Cetacean Research Technology 社製の Acousonde3B を使用した。装着は船舶に装備した 15m のカーボンファイバー製のポールを利用して行った。ロガーにより得られたデータから、社会化行動を含む水面滞在時間活発度を抽出し、その頻度を算出した。(5)曳航式ハイドロフォンを用いてコミュニケーション音の発声頻度を計測した。

最後に五島海域で得られたこれらのデータを、すでに得られている根室海峡でのデータと比較し、社会性の程度と社会化行動の頻度が関係しているかを確認した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 体長推定および社会関係

五島海域で 11 頭のオスのマッコウクジラが個体識別された。識別記録から個体の同伴指数を算出し、並べ替え検定を行ったところ、これらのクジラの同伴関係はランダムではなく、個体間に関係性があることが示唆された。また調査開始以降、同じ 5 頭が同じ日に識別され、これらの個体は数年にわたる社会的な関係にあると考えられた。

この 3 年間に 9 頭の体長推定値を得た。その範囲は 8.9~14.6m、平均 11.5m で、根室海峡でこれまでに得られている 49 個体の値（平均 15.8m）よりも小さかった(図 1)。報告されているマッコウクジラのオスの成長曲線から、五島のマッコウクジラはほぼ性成熟前後の 10 歳から 20 歳程度、一方、根室海峡のマッコウクジラは性成熟後の 30 歳程度と考えられる。五島海域には若いオスが来遊していることが明らかとなった。

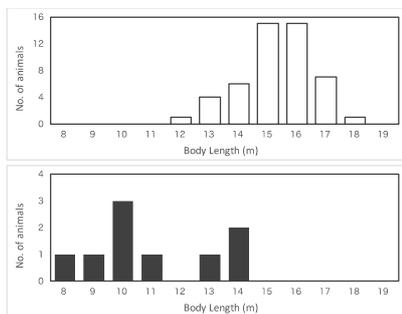


図 1 根室海峡(上) 五島海域(下)のマッコウクジラの推定体長の分布。

五島海域のオスの平均同伴指数は 0.4 で根室海峡のオスよりも大きく(図 2)、平均同伴指数、同伴のつよさを示すネットワーク尺度は体長とともに減少する傾向を示した(図 3)。

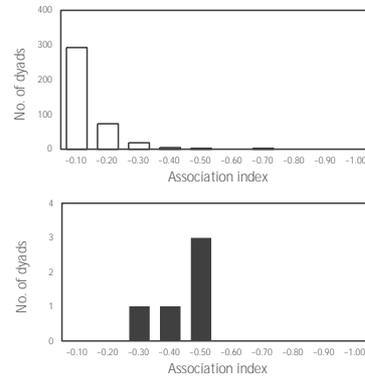


図 2. 根室海峡(上)と五島南方海域(下)のオスのマッコウクジラの同伴指数の分布。

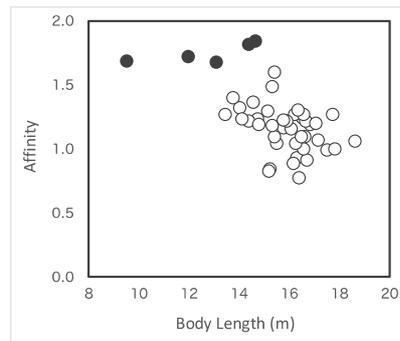


図 3. ネットワーク親和性と推定体長との関係。

このことは、マッコウクジラのオスは成長とともに、社会性が低下していくことを明確に示している。

##### (2) 社会的行動の頻度

3年の調査期間に行われた約 221 時間の行動観察で、複数頭の個体が水面でクラスターを形成することが 81 回観察された。また、2017 年 5 月 25 日にはこれまで複数回同日での同伴が確認された 6 頭による社会化行動が 5 時間にわたり観察され、そのうち 3 頭から表皮のバイオブシーサンプルを得た。今後、これらの個体間の遺伝的な関係を解析する予定である。

##### (3) データロガーによる行動解析

2016 年 6 月と 2017 年の 5 月に、五島海域で 5 頭のマッコウクジラに吸盤装着型タグを装着し、総計約 60 時間の潜水データを得た。5 時間以上の連続データが得られた 3 頭について、その水面滞在時間は、3 時間 46 分で、装着時間の 24.7% であった。根室海峡におけるデータロガー調査で得られた 10 頭のデータでの水面滞在時間は 18.7 時間で、装着時間の 11.9% であり、五島のマッコウクジラは、根室海峡のものよりも約 2 倍の時間を水面で過ごすことが明らかとなった。この水面滞在時間には、個体が集合して社会化行動と休息

を行う時間が含まれるため、これら個体間関係の構築に利用される時間が五島海域の方が2倍ほど長いことを示唆している。

#### (4) コミュニケーション音声の発生頻度

この3年間に録音された104時間の音声データに、コミュニケーション機能を持つとされる、スロークリックスが73回、コーダが10回記録された。それぞれ時間あたり0.7回、0.1回となる。これら音声は根室海峡では稀であり、コーダはこれまでの調査で数度しか記録がない。五島の若いマッコウクジラはこれらのコミュニケーション音をより頻繁に発しているものと考えられる。

以上の結果は、五島海域に回遊するオスのマッコウクジラは、根室海峡で見られるものよりも、若く、社会性が高いこと、より多くの時間を社会化行動に費やし、音声コミュニケーションを頻繁に取り合っていることを示している。これは社会的関係の維持に親和的な社会化行動が重要な役割を果たしていることを示唆するものである。マッコウクジラのオスは、これらの行動を通して、社会的な結びつきを強化することで、集団を形成、維持し、これらの行動の減少と共に社会性が低下する事で集団サイズが小さくなると考えられる。

#### 引用文献

- Kutsukake, N. 2008. Complexity, dynamics and diversity of sociality in group-living mammals. *Ecological Research* 24:521–531.
- Sussman, R. W., Garber, P. A. and Cheverud J. M. 2005. Importance of cooperation and affiliation in the evolution of primate sociality. *American Journal of Physical Anthropology* 128:84–97.
- Whitehead, H. 2003. *Sperm whales, social evolution in the ocean*. Chicago University Press.

#### 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4件)

1. Nishita, M., Shirakihara, M., Iwasa, N., Amano, M. 2017. Alliance formation of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) off Amakusa, western Kyushu, Japan. *Mammal Study* 42:125-130. 査読あり

2. Nishita, M., Shirakihara, M., Amano, M. 2017. Patterns of association among female Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in a population forming large groups. *Behaviour* 154: 1013-1028. 査読あり
3. Yamamoto, C., Ishibashi, T., Yoshida, A., Amano, M. 2016. Effect of valuable relationship on reconciliation and initiator of reconciliation in captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Ethology* 34: 147-153. 査読あり
4. Nishita, M., Shirakihara, M., Amano, M. 2015. A community split among dolphins: the effect of social relationships on the membership of new communities. *Scientific Reports* 5. doi:10.1038/srep17266. 査読あり

[学会発表](計7件)

1. Kobayashi, H., Amano, M. Socio-ecology of young male sperm whales off Goto Islands. The 11th International Workshop on the Oceanography and Fisheries Science of the East China Sea, Nagasaki University, 2017.
2. Amano, M., Kobayashi, H., Kusumoto, K. Habitat use of two sympatric deep-diving odontocetes—are their niches partitioned? 22nd Conference on the Biology of Marine Mammals, Halifax, Canada, 2017.
3. Kobayashi, H., Amano, M. Long-term social relationships among male sperm whales. 22nd Conference on the Biology of Marine Mammals, Halifax, Canada, 2017.
4. 小林駿、柏木伸幸、塩崎彬、松田愛衣、西間庭恵子、野田篤弘、田島木綿子、天野雅男。鹿児島県南さつま市に集団座礁したマッコウクジラ、日本セトロロジー研究会、2017.
5. 小林駿、天野雅男。個体間関係からみた採餌域におけるオスのマッコウクジラの分布様式。日本哺乳類学会 2016 年大会、2016.
6. Amano, M., Aoki, K., Minamikawa, S., Sato, K., Kobayashi, H., Kubodera, T. 3-dimensional daily habitat use pattern of sperm whales in the Nemuro Strait, Japan. 21st Biennial Conference on the Biology of

Marine Mammals, San Francisco, USA, 2015.

7. Kobayashi, H., Amano, M. How does group size decrease with growth in male sperm whale? 21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, San Francisco, USA, 2015.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

天野 雅男 (AMANO, Masao)  
長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・教授  
研究者番号：50270905

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

佐藤 克文 (SATO, Katsufumi)  
東京大学・大気海洋研究所・教授  
研究者番号：50300695

### (4) 研究協力者

青木 かがり (AOKI, Kagari)  
小林 駿 (KOBAYASHI, Hayao)