

様式3

愛媛大学沿岸環境科学研究センター  
共同利用・共同研究拠点「化学汚染・沿岸環境研究拠点」  
共同研究報告書

平成30年2月28日

化学汚染・沿岸環境研究拠点 拠点長 殿

申請者（研究代表者） 西間庭 恵子  
所属機関 長崎大学大学院  
職 学生  
氏名 西間庭 恵子

下記の共同研究について、別紙の通り報告します。

1 研究課題

漂着・混獲鯨類を使った眼輪筋形態の種間比較

Comparison of orbicularis oculi in cetacean using stranded/by-caught cetaceans.

2 研究組織

氏名	所属	職	分担研究課題
代表者 西間庭恵子	長崎大学大学院	学生	鯨体の解剖、標本採取、解剖学的解析
分担者 天野雅男	長崎大学水産学部	教授	研究代表者の指導
落合真理	愛媛大学 CMES	PD	研究材料の入手、内容に関するディスカッション
拠点対応教員 国末達也	愛媛大学 CMES	教授	研究材料の入手、内容に関するディスカッション

3 研究内容（別紙）

## 【研究科題名】

漂着・混獲鯨類を使った眼輪筋形態の種間比較（課題番号：29-33）

Comparison of orbicularis oculi in cetacean using stranded/by-caught cetaceans.

## 【共同研究者名（所属を含む）】

天野雅男（長崎大学水産学部）

落合真理（愛媛大学 CMES）

国末達也（愛媛大学 CMES）

## 【研究目的】

鯨類は完全な水中適応を果たした特異な哺乳類であり、現生で唯一の二次的水棲適応、すなわち陸から海へ戻った四足動物である。その解剖学的特徴の整理は哺乳類の進化の過程や可能性を論じる上で基礎的な知見となる。陸棲哺乳類と比べた時に四肢の変形や体毛の消失は一目見てわかる変化だが、頭部や顔面の変化も劇的である。例えば鼻孔が眼窩のほぼ直上に位置すること、眼窩を構成する頬骨が非常に細くなっていること、涙腺がないといった特徴がある。

これらは眼とその周辺組織、あるいは眼とその他の器官との位置関係の変化にまとめられる。しかし鯨類頭部の解剖学研究は、噴気孔周辺や舌骨筋群に焦点が当てられることが多く、眼とその周辺組織に関する研究例は少ない。以前にまとめられた Huber (1934) や Lawrence & Schevill (1965) の研究では、マイルカ科鯨類の眼輪筋について「よく発達した筋肉が眼裂の周りを覆う」と述べられている。しかしこれは近年見出された知見と反している。ネズミイルカ科イシイルカ (*Phocoenoides dalli*) の眼周辺の筋肉および神経の観察（西間庭ら, 2017）では、眼輪筋の上眼瞼部の一部に腱が確認された。この生態的意義は不明だが、上眼瞼部の腱構造が鯨類ないしハクジラ類の中で普遍的なものであるか、イシイルカに特有なものであるかを明らかにする必要がある。

従って本研究では、漂着鯨類を用いて知見が少ない眼輪筋に着目し、イシイルカでみられた腱構造が他鯨類にも見られるのか調べ、解剖学的知見の追加を行った。

## 【研究内容】

2017年に愛媛県および高知県沿岸に漂着したスジイルカ4頭(170203 御荘スジイルカ、170305 室戸スジイルカ-1、170305 室戸スジイルカ-2、170328 愛南町スジイルカ-2)の左右眼輪筋を用いた。これらは、愛媛大学沿岸環境科学研究センター(CMES)が鯨体を回収後、生物環境試料バンク(es-BANK)に冷凍保存していたもので、2017年12月に剖検した。剖検時に離断した頭部から眼窩内容物を含む眼輪筋を採取し10%ホルマリン溶液に浸漬し固定した。固定完了後、実体顕微鏡下でメスとピンセットを用いて肉眼解剖し、眼輪筋の表面を露出させ形態を観察、写真とスケッチで記録した。

## 【研究成果】

スジイルカ4頭の眼輪筋の上眼瞼部の一部に筋線維ではなく腱があることが確認された。一方、下眼瞼部は全て筋線維であり、上眼瞼部に見られたような構造は無かった(図1)。本研究から、ハクジラ類の中で少なくともスジイルカとイシイルカの上眼瞼部の一部には腱があることがわかった。また、脂皮を剥離する前のスジイルカとイシイルカの上眼瞼には、水平方向に走る溝がある(図2)。この溝がある場所は、上眼瞼に腱が確認された場所とほぼ一致する。



図1. 眼輪筋(右眼). 筋線維は赤色を呈するが腱は白色を呈する。

この溝の機能は不明であるが、可能性としてイルカの眼輪筋は脂皮に停止することと、脂皮は他の哺乳類の皮膚のような滑らかな動きができないことと関連があるかもしれない。

Lawrence & Schevill (1965)はスジイルカと同属のタイセイヨウマダライルカの眼輪筋について、眼の周りをよく発達した括約筋が形作るとし、ハンドウイルカとイッカク(Huber, 1934)においても同様の報告がある。ただしこれら既報はどちらも注力した部位は眼輪筋ではないため、上眼瞼部について見落としがあったかもしれない。

またヒゲクジラ類であるザトウクジラ (Rodrigues, *et al.*, 2015) やホッキョククジラ (Zhu, *et al.*, 2000)、食肉目の海棲哺乳類である鰭脚類 (Endo, *et al.*, 1998, Kastelein, *et al.*, 1991) では上眼瞼部の腱は確認されていない。スジイルカとイシイルカはこれらの動物とは異なり、外洋を高速で泳ぐ生活を送っている。この生活様式の違いが形態に影響している可能性がある。

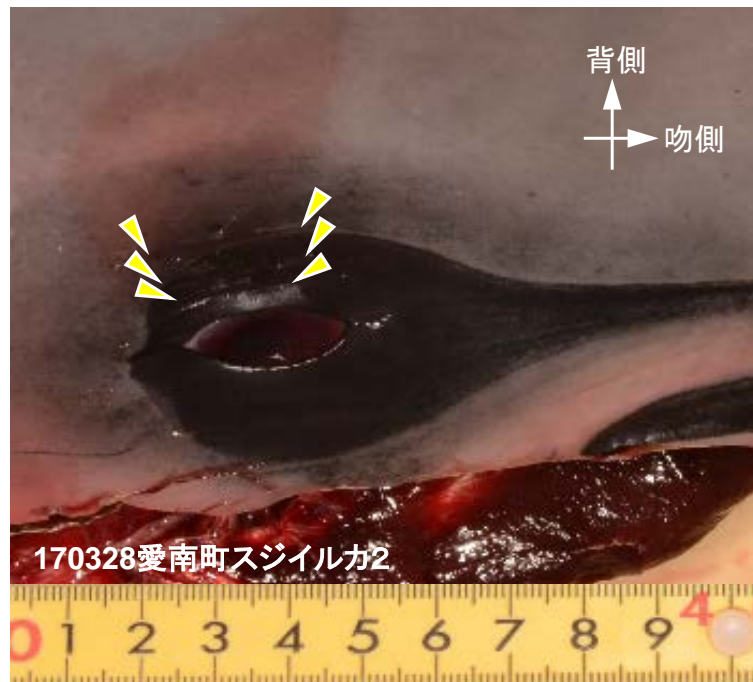


図2. 脂皮剥離前に外側から見た右眼。上眼瞼に水平方向に走る溝がある。

#### 【今後の問題点】

眼輪筋は眼瞼を閉じる働きをもち、眼瞼をあげる働きは眼瞼挙筋が担う。今後は眼瞼挙筋を含めた眼瞼の開閉に関わる筋肉の形態を調べることで、イルカのまばたきがどのような機構で行われているのか解明できるかもしれない。さらに、眼輪筋に分布する支配神経の走行を確認することも求められる。眼輪筋を含む顔面筋の支配神経は顔面神経が担うとされる。スジイルカの顔面神経と三叉神経の分布に関する研究は Hosokawa & Kamiya (1965)が行っているが、眼輪筋を支配する神経枝に関しては記載がない。腱構造があることが支配神経の走行に影響があるのかも今後検討すべき課題である。

#### 【引用文献】

- Endo, H., Sasaki, H., Hayashi, Y., Petrov, E. A., Amano, M., & Miyazaki, N. (1998). Macroscopic observations of the facial muscles in the Baikal seal (*Phoca sibirica*). *Marine mammal science*, 14(4), 778-788.
- Hosokawa, H. & Kamiya, T. (1965). Section of the dolphin's head (*Stenella*

- caeruleoalba*). Scientific Reports of the Whales Research Institute, 19, 105-133.
- Huber, E. (1934). Anatomical Notes on Pinnipedia and Cetacea. *In* Marine Mammals, Contributions to Paleontology. E. L. Packard, R. Kellogg, and E. Huber, Carnegie Institute of Washington, 447, 105-136.
- Kastelein, R. A., Gerrits, N. M., & Dubbeldam, J. L. (1991). The anatomy of the walrus head (*Odobenus rosmarus*): part 2. Description of the muscles and of their role in feeding and haul-out behavior. *Aquatic mammals*, 17(3), 156-180.
- Lawrence, B. & Schevill, W. E. (1965). Gular musculature in delphinids. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 133, 1-65.
- 西間庭恵子, 山田格, 田島木綿子, 天野雅男. (2017). イシイルカの表情筋と顔面神経に関する肉眼解剖学的研究. 日本セトロジー研究会第28回大会, 札幌. 口頭発表. 2017年6月.
- Rodrigues, F. M., Silva, F. M., Trompieri - Silveira, A. C., Vergara - Parente, J. E., Miglino, M. A., & Guimaraes, J. P. (2015). Morphology of accessory structures of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) eye. *Acta Zoologica*, 96(3), 328-334.
- Zhu, Q., Hillmann, D. J., & Henk, W. G. (2000). Observations on the muscles of the eye of the bowhead whale, *Balaena mysticetus*. *The Anatomical Record*, 259(2), 189-204.