

## 津軽海峡におけるカマイルカの推定来遊個体数と餌生物豊度の関係

尾崎 司宙<sup>1)</sup> 黒田 実加<sup>1)</sup> 富安 信<sup>1)</sup> 伊藤 啓仁<sup>1)</sup> 岩井 卓也<sup>1)</sup> 高木 優樹<sup>1)</sup> 水野 裕菜<sup>1)</sup> 森光 雄大<sup>1)</sup>  
岩原 由佳<sup>1)</sup> 松田 純佳<sup>1)</sup> 松石 隆<sup>2)</sup>The relationship between the estimated migrated population of Pacific White-sided dolphins *Lagenorhynchus obliquidens* and abundance of prey speciesKazumichi Ozaki<sup>1)</sup>, Mika Kuroda<sup>1)</sup>, Makoto Tomiyasu<sup>1)</sup>, Takahito Ito<sup>1)</sup>, Takuya Iwai<sup>1)</sup>, Yuki Takagi<sup>1)</sup>, Hirona Mizuno<sup>1)</sup>, Katsuhiro Morimitsu<sup>1)</sup>, Yuka Iwahara<sup>1)</sup>, Ayaka Matsuda<sup>1)</sup> and Takashi Matsushita<sup>2)</sup>

## 要 旨

津軽海峡で最も多く発見される鯨類であるカマイルカ *Lagenorhynchus obliquidens* は、この海域で摂餌を行っていることが示唆されている。カマイルカは一般にカタクチイワシを主な餌生物とするほか、スケトウダラ、イカ類、サケ科魚類なども捕食することが知られている。また津軽海峡でのカマイルカとの遭遇率は年により大きく変動している。本研究ではまず、2004～2009年の津軽海峡に来遊するカマイルカの個体数を年別に推定した。次にカマイルカの来遊個体数の変動要因が餌生物にあると考え、主要な餌生物の豊度とカマイルカの来遊個体数との関係を検討した。その結果、カマイルカの推定来遊個体数は年により2000頭～8000頭と大きく変動していることが明らかになった。また餌生物の内、カタクチイワシ太平洋系群の年級群豊度と、カマイルカの推定来遊個体数の間に有意な正の相関がみられ ( $r^2=0.75$ ,  $P=0.0249$ )、カタクチイワシ太平洋系群の年級群豊度が高いときに、カマイルカの来遊個体数も多くなる傾向が見られた。日本海側に分布するカタクチイワシ対馬暖流系群の年級群豊度や津軽海峡内のカタクチイワシの漁獲量についても検討したが、有意な相関は見られなかった。他の餌生物であるスルメイカ、サクラマス各漁獲量、スケトウダラ太平洋系群年級群豊度や海峡内の表面水温との関係を検討したが、同じく有意な相関は認められなかった。調べた要因の中では、津軽海峡へのカマイルカの来遊個体数は、カタクチイワシ太平洋系群の豊度に最も高い相関を示した。少なくとも津軽海峡へのカマイルカの来遊個体数が太平洋側の餌環境要因に依存していることが示された。

## Abstract

Pacific white-sided dolphin (PWS) *Lagenorhynchus obliquidens* is the most common cetacean species found in the Tsugaru Strait, Japan. It is suggested that PWS use this strait as a feeding ground and Japanese anchovy is one of the major prey species. PWS also feed Walleye Pollock, Squids and Salmonidae. The population of PWS migrated in the Tsugaru Strait fluctuate every year. In this study, the PWS population migrated in the Tsugaru Strait from 2004 to 2009 were estimated. More over, the relationship between the population of PWS and an abundance of Japanese anchovies was examined. The estimated population fluctuated between 2,000 and 8,000 every year. A significant correlation was found between the PWS population and the abundance of Japanese anchovy Pacific stock ( $r^2=0.75$ ,  $P=0.0249$ ). Regression analysis between the PWS population and catches of other prey species, such as Walleye Pollock, Cherry salmon, Japanese common squid and Japanese anchovies in the Tsugaru Strait, and the surface water temperature were also conducted. As a result, no significant correlations were found. The fluctuation of PWS population migrated in the Tsugaru Strait was affected by the population of Japanese anchovies in the Pacific Ocean. It suggested that the majority of PWS in the Tsugaru Strait are migrated from Pacific Ocean.

## 目的

津軽海峡は北日本において日本海と太平洋を結ぶ唯一の海峡であり、日本海～太平洋間を回遊する鯨類の回遊時期や個体数を観測するには重要な地点である(柴田ら 2007)。北海道大学鯨類研究会では、津軽海峡フェリー株式会社の協力を得て、津軽海峡において2003年5月から継続して鯨類目視調査を行い、発見記録を集めている。2003年5月～2011年12月までの調査結果では、カマイルカ *Lagenorhynchus obliquidens* の発見が1,533群 18,417個体と全発見群の87.7%を占めており、出現する鯨類の大半がカマイルカであった(図1)。カマイルカは毎年3月～7月に津軽海峡に来

遊し、4月～6月にかけてその来遊数が集中していることが明らかになっている。(柴田ら 2007, Sudo et al. 2008, 小野ら 2010)(図2)。

日本周辺に生息するカマイルカはいくつかの系群に分かれており、津軽海峡に来遊するカマイルカは、太平洋系群か日本海系群のいずれかであると考えられる(天野 1998)。またその来遊個体数は日本海系群、太平洋系群の各個体数からみれば小さく、系群の一部の個体のみが津軽海峡に来遊していると考えられる(松田ら 2011)。

津軽海峡でのカマイルカの遭遇率は年ごとに大きく変動しているが、一般的に長命である鯨類が年ごとにその資源量を

1) 北海道大学鯨類研究会 〒041-8611 函館市港町3-1-1

1) Hokkaido University Cetacean Research Group, 3-1-1 Minato-cho, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan.

2) 北海道大学大学院水産科学研究院 〒041-8611 函館市港町3-1-1

2) Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 3-1-1 Minato-cho, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan.

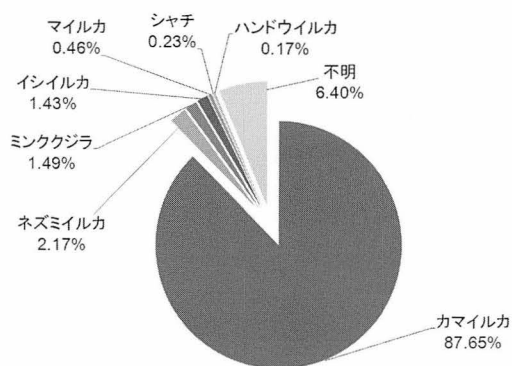


図1 津軽海峡鯨類目視調査における2003年5月～2011年1月までの鯨種別発見群数割合

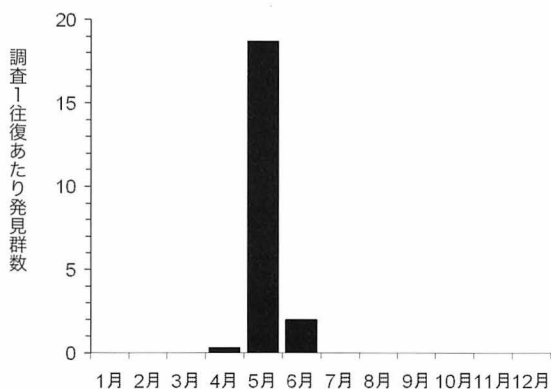


図2 津軽海峡鯨類目視調査における2011年の月別一航路あたりのカマイルカの発見群数

増減させているとは考えにくい。また系群の一部のみが来遊していることから、津軽海峡に来遊する比率が年ごとに変動していると考えられる。さらに、津軽海峡に来遊するカマイルカは、海峡内に摂餌目的で滞留すると考えられている(小野ら 2010)ことから、餌生物がカマイルカの来遊個体数を変動させる要因であろうと考えた。

日本周辺のカマイルカは主にイカ類 Decembrachiata、カタクチイワシ *Engraulis japonica*、サンマ *Cololabis saira*、マアジ *Trachurus japonicus*、ハダカイワシ類 Myctophidae を捕食している(Heise 1997a)。またスケトウダラ *Theragra chalcogramma* やタイヘイヨウサケ属 *Oncorhynchus* spp. も捕食しているとの報告もある(田中 1998, Heise 1997a)。津軽海峡内では、カタクチイワシの漁場形成時期がカマイルカの来遊時期に影響を与えていることが示唆されている(北村ら 2008)が、両者の豊度に関する定量的な検討はなされていなかった。

本研究では、まずカマイルカの津軽海峡への年別来遊個体数の推定を行った。次に来遊個体数の年変動の要因を探るために、カマイルカの推定来遊個体数と津軽海峡内でカマイルカの来遊時期に漁獲される餌生物であるカタクチイワシやスルメイカ *Todarodes pacificus*、スケトウダラ、サクラマス *Oncorhynchus masou* との関係を検討した。さらに、海洋生物の分布への影響が強い表面水温についてもカマイルカの来遊個体数との関係を検討した。

## 材料・方法

### 目視調査

目視調査は柴田ら(2007)に準じ、2003年5月から通年、原則として週1回実施した。目視調査では津軽海峡フェリー株式会社が運行している函館～青森間航路において、往路は函館を午前中に出発する便、復路は青森を午後に出発する便に乗船した。目視は調査員2～4名により、往路復路ともに離岸約20分後から着岸約40分前までの2時間30分程度、船橋内から肉眼及び双眼鏡を用いて行った。調査日時、航路及びその時の海況を目視努力量記録に記録した。目視努力量記録は乗組員が記録したフェリーの航海日誌と照合し、正確を期した。また、視程が1海里(約1.85km)以下になった場合もしくは風力階級が4以上になった場合は、目視調査を中断し、時刻、緯度、経度、中断理由を目視努力量記録に記録した。

鯨類の発見があった場合は、1群ごとに発見距離、角度、発見個体数を記録した。発見記録に記載する発見時のフェリーの位置(緯度、経度)、進行方向、船速は船内に搭載されたGPSによって確認した。種判別には独自に作成した種判別マニュアルを用いるとともに、可能な限りビデオカメラ、デジタルカメラで撮影して誤判別の回避に努めた。

### 個体数推定

カマイルカの来遊個体数推定には2004年～2009年の各3月～7月の目視調査記録を用いた。カマイルカの推定来遊数はライントランセクト法(Buckland et al. 1993)に基づき算出した。算出に際しては、カマイルカの分布が津軽海峡内において一様であると仮定した。また有効探索幅はソフトウェア Distance ver. 6.0R2(Thomas et al. 2010)を用いて推定し、Uniform、Hazard-rate、Half-normal、Negative exponential の関数と、cosine、simple polynomial、hermit polynomial の級数展開の組合せのうち、AICが最も低くなる組合せを採択した。

### 回帰分析

餌生物について、カタクチイワシの豊度の指標としては、カタクチイワシ太平洋系群の年級群豊度(久保田ら 2011)(図3)と対馬暖流系群の年級群豊度(木下・田中 2011)を用いた。年級群豊度の指標として、コホート解析で推定された0歳魚の加入量を用いた。また、津軽海峡内のカタクチイワシの豊度指数として北斗市のカタクチイワシ漁獲量(農林水産省 2004-2009)を用いた。スルメイカ、サクラマスについては津軽海峡に面する三厩・佐井・平館地区での漁獲量の合計(青森県水産総合研究センター 2004-2009)を、スケトウダラについては年級群豊度(森ら 2011)を用いて分析をおこなった。水温については津軽海峡の平均海表面温度(気象庁 2004-2009)を用いた。求められたカマイルカの推定来遊個

表 1 津軽海峡における年別カマイルカ来遊個体数推定結果

年	有効探索幅	発見群数	平均群れサイズ	密度	個体数	標準誤差
2004	138.70	281	7.62	0.532	2,928	1,019
2005	99.14	181	27.37	1.482	8,153	3,220
2006	80.33	58	16.12	0.972	5,348	2,535
2007	178.33	46	14.05	0.311	1,711	818
2008	42.42	123	5.28	0.731	4,019	1,853
2009	124.35	249	13.11	0.857	4,716	1,787

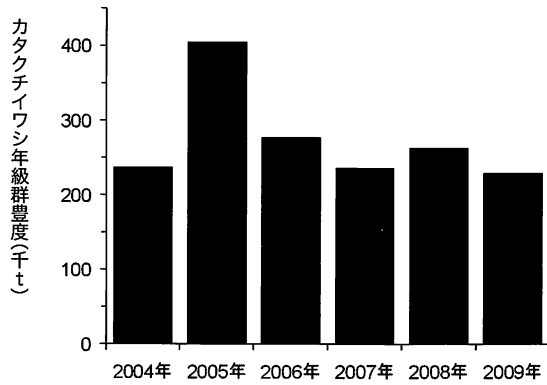


図 3 カタクチイワシ年級群豊度の年推移 2004～2009

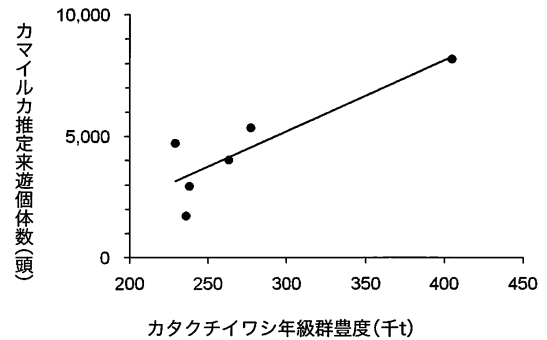


図 4 カタクチイワシ太平洋系群の年級群豊度とカマイルカ推定来遊個体数の関係 2004～2009

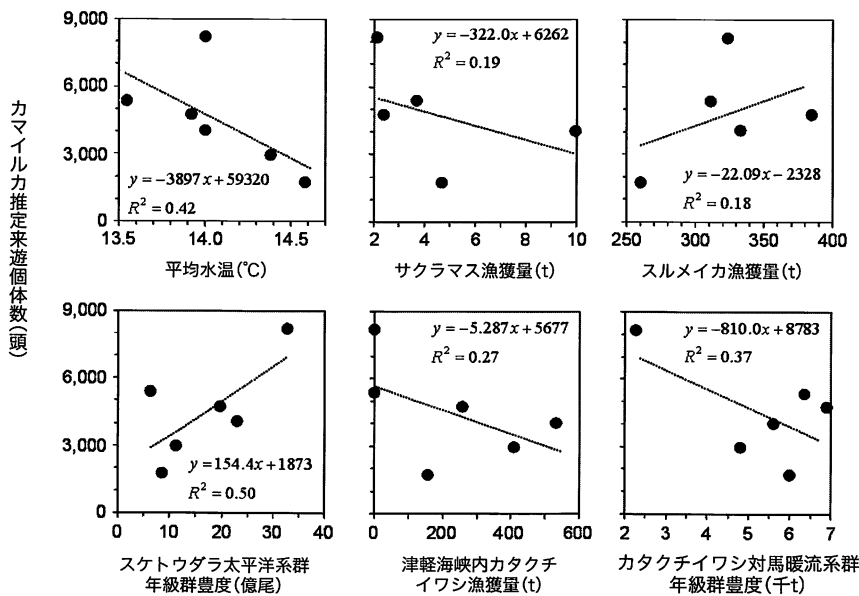


図 5 カタクチイワシ以外の餌生物や水温と津軽海峡に来遊するカマイルカの関係

個体数と餌生物や水温との関係について単回帰分析を行った。

### 結果

個体数推定の結果、カマイルカの来遊個体数は 1,711 頭～8,153 頭となった(表 1)。調査した期間の中で、最も来遊個体数が多かった年は 2005 年、最も少なかった年は 2007 年となり、一年ごとに来遊個体数は変動していることが明らかとなった。

津軽海峡のカマイルカ推定来遊個体数とカタクチイワシ太平洋系群の年級群豊度の間には有意な正の相関がみられた( $r^2=0.75$ ,  $P=0.0249$ ) (図 4)。

また、カマイルカ推定来遊個体数と日本海側に分布するカ

タクチイワシ対馬暖流系群の年級群豊度、スケトウダラ太平洋系群の年級群豊度、津軽海峡内のスルメイカ、サクラマス、カタクチイワシの漁獲量、海峡内の表面水温を用いた単回帰分析等では、いずれも有意な相関は見られなかった(図 5)。それらの  $r^2$  値は 0.20～0.50 の範囲であり、 $p$  値は 0.12～0.48 の範囲であった。

### 考察

北海道南部に来遊するカマイルカは、津軽海峡において 3 月～4 月にその年初めての来遊が確認され(北村ら 2008)、室蘭沖では 5 月～6 月にその年初めて来遊が確認される(田中 1998)。この来遊時期の差は、5 月～6 月中旬にかけて、

カマイルカが津軽海峡内に摂餌を目的に滞留するためと考えられている(小野ら 2010)。同時に、津軽海峡では4月～6月にかけて、津軽暖流の流入量が増加し、水温の上昇がみられる(川崎 1987, 久保川 1989)。これらの背景に加えて、津軽海峡へのカマイルカの来遊時期は、海峡内の餌生物資源量と水温の影響を受けていると考えられている(北村ら 2008)。しかし、来遊個体数の変動については、今回の結果から、太平洋の餌生物環境といった津軽海峡外の要因が大きく関与している可能性が示された。

カマイルカは太平洋側と日本海側では別の系群であるとされ、津軽海峡に来遊する個体はどちらの海域からも来遊している可能性もあると考えられていた(天野 1998)。しかし今回の結果では、津軽海峡へのカマイルカの推定来遊個体数は、カタクチイワシ太平洋系群の年級群豊度とのみ相関があり、対馬暖流系群とは有意な相関が見られなかったことから、今回の結果は、太平洋からの来遊を示唆する結果となった。

しかし、来遊量決定のメカニズム等は不明であり、本結果によって来遊経路を断定するには至らない。今後、函館～青森間航路以外での目視情報の解析、他の海域での来遊時期の解明、遺伝学的解析やバイオテレメトリーなどの手法なども加えて、来遊経路が解明されることが期待される。

## 謝辞

目視調査及び解析に携わった北海道大学鯨類研究会会員の各氏、調査実施にご協力をいただいた津軽海峡フェリー株式会社に感謝する。また、本研究の一部は2003年度～2010年度北海道大学元気プロジェクトの助成によって行われた。

## 引用文献

- 天野雅男(1998) 黒潮・親潮移行域における小型ハクジラ類の分布と回遊. 月刊海洋 / 号外, (13) : 187-191.
- 青森県水産総合研究センター (2005-2010) ウオダス 漁海況速報. (1405-1434, 1470-1505, 1541-1576, 1612-1637-2, 1657-1674-2, 1693-1709-2)
- <http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=250>
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., and Laake, J. L. (1993) Distance sampling : Estimating abundance of biological populations. Chapman and Hall, London.
- Heise, K. A. (1997a) Diet and feeding Behaviour of Pacific White-Sided Dolphins (*Lagenorhynchus obliquidens*) as Revealed Through the Collection of Prey Fragments and Stomach Content Analyses. Int Whal Commn, 47 : 807-815.
- 川崎康寛(1987) 津軽暖水の変動機構. 杉本 隆成・石野 誠・杉浦 健三・中田 英昭編, 水産海洋環境論, 42-50. 恒星社厚生閣, 東京.

- 木下誠二・田中寛繁(2011) 平成22年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成22年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部, 独立行政法人水産総合研究センター, 魚種別系群別資源評価, 2 : 796-813.
- 北村志乃・栗原縁・柴田泰宙・松石隆(2008) 津軽海峡内におけるカマイルカの出現時期の変化. 日本セトロロジー研究, (18) : 13-16.
- 久保川厚(1989) 流出水の挙動に関する理論とその津軽暖流への適用の試み. 海と空, 65 : 33-43.
- 久保田洋・阪地英男・高須賀明典・川端淳・赤嶺達郎・清水昭男(2011) 平成22年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価. 平成22年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部, 独立行政法人水産総合研究センター, 魚種別系群別資源評価, 2 : 725-752.
- 松田純佳・岩原由佳・小林沙羅・金子信人・鈴木励・松石隆(2011) 津軽海峡におけるカマイルカの来遊個体数推定. 日本セトロロジー研究, (21) : 15-18.
- 森賢・船本鉄一郎・山下夕帆・千村昌之(2011) 平成22年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 平成22年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部, 独立行政法人水産総合研究センター, 魚種別系群別資源評価, 1 : 408-457.
- 農林水産省(2004-2009) 海面漁業生産統計調査 市町村別データ.  
[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen\\_gyosei/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/)
- 小野雄大・佐橋玄記・西沢文吾・山田若奈・柴田泰宙・松石隆(2010) 津軽海峡におけるカマイルカの群れサイズの時間的変動. 日本セトロロジー研究, (20) : 13-15.
- 柴田泰宙・片平浩孝・篠原沙和子・鈴木初美・岡田佑太・上田茉莉・鶴山貴史・飯塚慧・松石隆(2007) 津軽海峡内におけるカマイルカの季節的・地理的分布について. 日本セトロロジー研究, (17) : 11-14.
- Sudo, R., Uranishi, M., Kawaminami, T., Ihara, M., Iizuka, S., Ueda, M., Hossain, M. and Matsuishi, T. (2008) Sighting survey of cetaceans in Tsugaru Strait, Japan. *Fish. Sci.*, 74 : 211-213.
- 田中美穂(1998) 室蘭沖に来遊するカマイルカ群の生態学的研究. 東京大学修士論文. 東京大学. 東京.
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R. B., Marques, T. A. and Burnham, K. P. (2010) Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *J. Appl. Ecol.*, 47 : 5-14.