

## 津軽海峡におけるカマイルカの来遊個体数推定

松田 純佳<sup>1)</sup> 岩原 由佳<sup>1)</sup> 小林 沙羅<sup>1)</sup> 金子 信人<sup>1)</sup> 鈴木 励<sup>1)</sup> 松石 隆<sup>2)</sup>

### Population estimation of Pacific white-sided dolphins *Lagenorhynchus obliquidens* in Tsugaru Strait, Japan

Ayaka Matsuda<sup>1)</sup>, Yuka Iwahara<sup>1)</sup>, Sara Kobayashi<sup>1)</sup>, Nobuto Kaneko<sup>1)</sup>, Rei Suzuki<sup>1)</sup> and Takashi Matsuishi<sup>2)</sup>

#### 要 旨

カマイルカ *Lagenorhynchus obliquidens* は津軽海峡において最も多く観察される鯨類である。2004年～2010年に津軽海峡で行われた目視調査より得られた発見記録にもとづき、ライントランセクト法によって津軽海峡への本種の来遊個体数の規模を推定した。来遊個体数の推定は、カマイルカの来遊期間である3月～7月と、来遊盛期である5月の2種類の期間について行った。データを確保するため、2004年～2010年のデータをプールして、平均来遊個体数を推定した。その結果、3月～7月には、有効探索幅 111.75m、平均 4,482 個体 (CV = 0.192)、5月には有効探索幅 109.45m、平均 9,592 個体 (CV = 0.251) となった。太平洋側と日本海側におけるカマイルカの個体数推定に関する既往の研究と比較したところ、津軽海峡に来遊するカマイルカはそれらの一部であり、大部分は別の経路を利用して回遊していることが示唆された。

#### Abstract

Pacific white-sided dolphin (PWS) *Lagenorhynchus obliquidens* is the most common cetacean species found in the Tsugaru Strait, Japan. This paper estimates the population of PWS migrated in the strait. The sighting records were collected from the sighting survey in the strait between 2004 and 2010. The PWS population was estimated by using the line transect method for two periods; March to July and May, which is responds to the migration season and mostly observed season. From the limitation of the number of data, the all data from 2004 to 2010 were pooled and estimated the average population. In for March to June, the average estimated population was 4,482 (CV=0.192) and effective strip width was 111.75m. In May the total estimated population of PWS was 9,592 (CV=0.251) and effective strip width was 109.45m. Comparing to the result of the previously reported studies, it was suggested that part of PWS at the coast of both Sea of Japan and Pacific migrate to Tsugaru Strait and most of them use different routes.

#### 目的

津軽海峡は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との協力を得て、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、発見記録を集めた。2003年5月～2011年1月までの調査結果ではカマイルカの発見は1,287群 16,338個体と全発見群の86.8%を占めており(図2)、一貫して、出現する鯨類の大半はカマイルカ *Lagenorhynchus obliquidens* であった。また、毎年3月～7月に来遊し、4月～6月にかけて来遊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1)。また、季節的・

地理的分布(柴田ら 2007)や、カマイルカの出現時期の変化(北村ら 2008, 堀本ら 2009)、群れサイズの時間的変動(小野ら 2010)についても報告されている。

日本近海におけるカマイルカの個体数は、日本海側で80,000～100,000個体(笠松・宮下 1991)、太平洋側(北緯30度以北、東経145度以西)では57,000個体(宮下ら 2007)と推定されており、津軽海峡に来遊する個体数の規模を推定してこれらの結果と比較することは、日本近海のカマイルカの回遊ルートを解明する上で非常に重要であると考えられるが、これまでに推定されていない。

そこで本研究では、津軽海峡目視調査結果に基づき、津軽海峡に来遊するカマイルカの個体数の規模を推定し、その上で回遊経路との関係を考察した。

1) 北海道大学鯨類研究会 〒041-8611 函館市港町3-1-1

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

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

## 方法

### 目視調査

目視調査は柴田ら(2007)に従った。目視は津軽海峡フェリー株式会社が就航している函館～青森間航路において行った。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。本調査は原則として国際捕鯨委員会(IWC)が実施する南太平洋鯨類生態調査(SOWER)の目視方法(Matsuoka et al. 2003)に準じて行った。目視は往路、復路ともに離岸約20分後から着岸約40分前までの約3時間、調査員3名～4名により船橋内から肉眼及び双眼鏡を用いて行った。ライトランセクト法(Buckland et al. 1993)を用いることができるように、調査日時、航路及びその時の海況は目視努力量記録に記載した。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載した。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。

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、船速については、船内に搭載されたGPSによった。種判別には独自に作成した種判別マニュアルを用い、誤判別の回避に努めるとともに、可能な限りビデオカメラ、デジタルカメラで撮影して確認を行った。

### 解析

目視調査は現在も継続中であるが、本研究では2003年5月からの記録のうち通年にわたって記録のある2004年～2010年までの記録を使用した。解析では来遊時期である3月～7月(小野ら2010)の、カマイルカと特定できた発見記録のみを用いて、来遊個体数を推定した。1年ごとでは発見記録が少なかったため、2004年～2010年の該当月の記録をプールして解析を行った。また、最大来遊個体数を推定するために発見群数の最も多い5月(図1)のみについても来遊個体数を推定した。個体数の推定はライトランセクト法(Buckland et al. 1993)に基づき以下の式で算出した。

$$N = \frac{A \times \bar{s} \times n}{2\mu \times L \times g(0)}$$

ここで $N$ は推定個体数、 $A$ は探索面積、 $\bar{s}$ は平均群れサイズ、 $\mu$ は有効探索幅、 $L$ は調査距離、 $n$ は発見群数、 $g(0)$ はライン上での発見確率である。

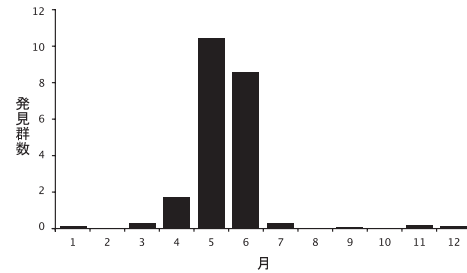


図1 津軽海峡鯨類目視調査における2003年5月～2011年1月の月別一航路あたりのカマイルカの平均発見群数

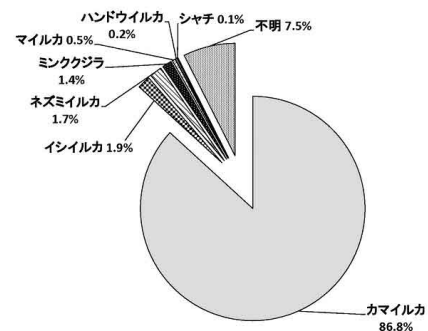


図2 津軽海峡鯨類目視調査における2003年5月～2011年1月までの鯨種別発見群数の割合

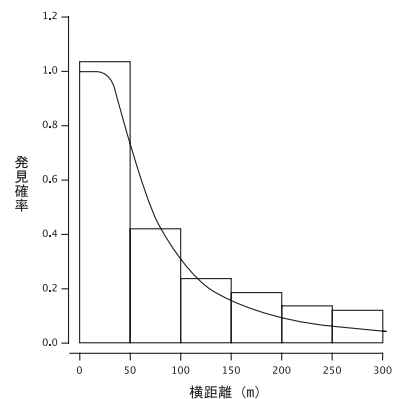


図3 津軽海峡鯨類目視調査におけるカマイルカの発見横距離頻度分布への発見関数の当てはめ

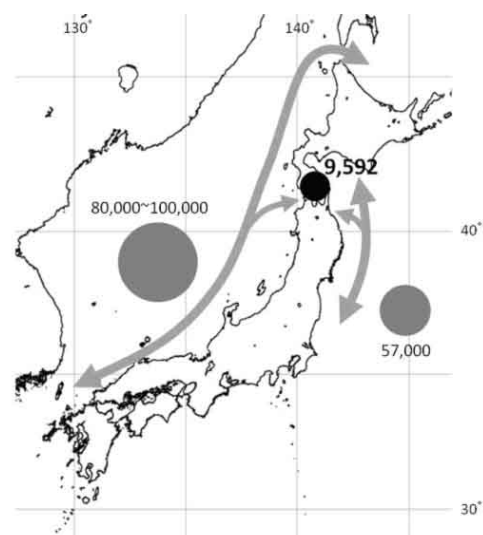


図4 日本付近のカマイルカの分布と推定される回遊経路模式図

表1 AICによるモデル選択の結果

(3~7月)

モデル	AIC	有効探索幅 (m)
Hazard-rate + simple polynomial	13272.09	111.75
Negative exponential + simple polynomial	13561.38	220.78
Negative exponential + cosine	13684.91	188.82

(5月)

モデル	AIC	有効探索幅 (m)
Hazard-rate + simple polynomial	7503.51	109.45
Negative exponential + simple polynomial	7620.83	127.46
Negative exponential + cosine	7651.30	133.29

本解析では津軽海峡を白神岬～龍飛岬及び恵山岬～尻屋崎で囲まれる海面と定義した。その面積  $A$  は  $5,500\text{km}^2$  である。発見確率は宮下(2004)に従い、 $g(0)=1$  として解析を行った。また、カマイルカは津軽海峡内に広範囲に分布を広げて滞留すると考えられている(堀本ら 2009, 小野ら 2010)ため、解析では津軽海峡内でのカマイルカの分布は一様であると仮定した。

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 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。決定した有効探索幅を用いて個体数を推定した。

## 結果

2004年～2010年の3月～7月におけるカマイルカの合計発見群数  $n$  は 1,272 群、平均群れサイズ  $\bar{s}$  は 13.42 個体となり、さらに発見群数が最も多い5月では合計発見群数  $n$  が 736 群、平均群れサイズ  $\bar{s}$  は 8.22 個体となった。

モデル選択の結果 simple polynomial で補正された Hazard-rate モデルが選ばれた(表1、図3)。3月～7月においては、探索距離  $L$  は 34,126km、有効探索幅  $\mu$  は 111.75m となり、平均個体数は 4,482 個体(CV=0.192)と推定された。発見群数の最も多かった5月においては、探索距離  $L$  は 7,458km、有効探索幅  $\mu$  は 109.45m となり、平均個体数は 9,592 個体(CV=0.251)と推定された。

## 考察

室蘭沖のカマイルカの調査によると、およそ5月下旬～6月上旬に室蘭沖に来遊していることが示されて

いる(田中 1998)。津軽海峡では3月～4月に来遊が確認されており(北村ら 2008)、室蘭沖での来遊時期とずれが生じている。また、カマイルカは5月中旬～6月中旬に小さな群れに分散し採餌を行っている(小野ら 2009)。これらのことから、カマイルカは津軽海峡を単なる通過点として利用しているのではなく、海峡内で滞留していることが示唆され、5月の推定個体数は、津軽海峡に来遊したカマイルカの全体数の規模を示すものであろうと考えられる。

また、日本近海のカマイルカは、日本海側と太平洋側で、遺伝的に別系群であると考えられている(Hayano et al. 2004)。これまでの調査から、4月～6月にかけてカマイルカの発見群数が多いこと(柴田ら 2007)と、この時期に津軽暖流の流量が増加すること(川崎 1987, 久保川 1989)から、津軽海峡は春期にカマイルカが日本海側から来遊し太平洋側へと移動する主要なルートであることが示唆されていた(柴田ら 2007)。一方、夏期の太平洋沿岸のカマイルカの分布が銚子沖から三陸沖を経て北海道南岸まで連続していることから、津軽海峡に来遊するカマイルカが太平洋側の個体群である可能性も考えられていた(天野 1998)。

今回推定された 9,592 個体という個体数規模は、日本海側の 80,000～100,000 個体(笠松ら 1991)や太平洋側の 57,000 個体(宮下ら 2007)に比べ、20%以下と少ない規模である。このことから、日本海側の系群、太平洋側の系群の回遊において、そのうち一部のみが津軽海峡に来遊し、大部分は別の経路を利用して回遊していることが示唆された(図4)。

## 謝辞

目視調査および分析に携わった北海道大学鯨類研究会の各氏、英文の校閲をいただいた Emmanuel

Andrew Sweke 氏、目視調査実施にご協力いただいた津軽海峡フェリー株式会社、調査方法への指導をいただいた葛西範彦氏に感謝する。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助成金によって行われた。

#### 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.

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.

Hayano, A., Yoshioka, M., Tanaka, M., and Amano, M. (2004) Population differentiation in the Pacific white-sided dolphin *Lagenorhynchus obliquidens* inferred from Mitochondrial DNA and Microsatellite Analyses. *Zoo. Sci.*, 21 : 989-999.

堀本高矩・金子拓未・柴田泰宙・松石隆 (2009) 津軽海峡内でのカマイルカの回遊. 日本セトロジー研究, (19) : 13-15.

笠松不二男・宮下富夫 (1991) 鯨とイルカのフィールドガイド. 東京大学出版会, 東京.

川崎泰寛 (1987) 津軽暖流水の変動機構. 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.

北村志乃・栗原縁・柴田康宙・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.

Matsuoka, K., Ensor, P., Hakamada, T., Shimada, H., Nishiwaki, S., Kasamatsu, F. and Kato, H. (2003) Overview of minke whale sightings surveys conducted on IWC/IDCR and SOWER Antarctic cruises from 1978/79 to 2000/01. *J. Cetacean Res. Manage.*, 5 : 173-201.

宮下富夫・岩崎俊秀・諸貫秀樹 (2007) 1992-96年の目視調査データを用いた日本周辺のカマイルカの資源量 推定. 日本哺乳類学会 2007年度大会プログラム・講演要旨集, 129pp.

宮下富夫 (2004) 鯨類の目視調査法の現状と課題. 哺乳類科学, 44 : 97-101.

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. 日本セトロジー研究, (20) : 13-15.

柴田泰宙・片平浩孝・篠原沙和子・鈴木初美・上田茉莉・

鶴山貴史・松石隆 (2007) 津軽海峡における鯨類の種構成と地理的・季節分布について. 日本セトロジー研究, (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., Marques, T.A., Burnham, K.P. (2010) Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *J. Appl. Ecol.*, 47 : 5-14.