



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道東部沿岸海域を中心としたカマイルカの分布と生息環境に関する研究 [全文の要約]
Author(s)	岩原, 由佳
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12673号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65588
Type	doctoral thesis
File Information	Yuka_Iwahara_summary.pdf



学 位 論 文 内 容 の 要 約

博士（環境科学）

氏 名 岩原 由佳

学 位 論 文 題 名

北海道東部沿岸海域を中心としたカマイルカの分布と生息環境に関する研究

(Studies on spatial distribution and habitat of
Pacific white-sided dolphins in eastern Hokkaido, Japan)

【1章 緒論】

鯨類は海洋生態系における高次捕食者であり、餌生物の数と分布に影響を与えるとともに、水温などの海洋環境や餌生物資源量の変化の影響を受けており、海洋において生物間相互作用を駆動する主要な要素の一つとしてみなされる。そのため、鯨類の分布や生息環境といった基礎的な生態を把握することは重要である。

カマイルカ *Lagenorhynchus obliquidens* は、北太平洋の温帯域に生息する小型鯨類であり、東はバハカリフォルニアやカリフォルニア沿岸から西は日本海までの北緯20～61°に分布する。本種は遺伝的に見ると、アメリカ沿岸海域、太平洋沖合海域、日本沿岸海域の3系群が存在している。日本沿岸系群のカマイルカは、太平洋側では紀伊半島から千島列島南部、日本海側では九州北西部から東シナ海を通して、日本海、北海道のオホーツク海沿岸まで見られ、季節によって分布が南北に移動することが確認されている。その分布の季節変化は水温や季節回遊性の餌生物に影響されていると考えられている。北海道周辺海域は本種にとって繁殖時期に分布する重要な海域の1つと考えられるが、特に生産性の高い北海道東部海域においては、分布や生息環境の知見が不足している。

そこで本研究では、本種の分布域、および分布を規定する要因を明らかにすることを目的として、以下の流れで研究を行った。まず2章では、日本沿岸に生息するカマイルカの分布環境を把握するとともに、分布域の季節変動を明らかにして、北海道東部沿岸へ来遊する時期を明らかにした。次に3章では、北海道東部海域に着目し、分布要因の1つである餌生物情報の把握のため、安定同位体比を用いた食性推定を行った。そして4章において、他種小型鯨類との生息環境の違いを明らかにしつつ北海道東部海域での本種の分布環境を把握した。最後に5章の総合考察で、カマイルカの食性、分布の基礎的な生態を考察し、今後の環境変動との関係を論じた。

【2章 日本周辺海域におけるカマイルカの分布環境と回遊】

従来の鯨類の分布情報は、広い海域を調査でき、多個体の位置情報を把握できる船舶から

の目視調査によって取得していた。しかし、特定の個体の位置情報を長期間取得することはできないため、移動経路を把握することは困難である。そこで本研究では、北海道周辺海域を中心としたさらなる分布情報の追加にあたり、従来の目視調査に加え、一個体の連続的な移動経路を把握する手法である衛星発信機による回遊追跡も試みた。これにより日本沿岸海域のカマイルカが北海道東部海域へ来遊する時期を把握するとともに、日本沿岸海域における本種の分布環境を明らかにした。目視調査は、2009～2016年に日本沿岸海域において行われた。カマイルカの分布を説明する説明変数としては、表層水温(Aqua/MODIS、月平均、空間解像度4km)、水深(NASA、Etopo1)、傾斜、陸からの距離を用いた。空間解析についてはArcGIS 10 (ESRI 社)を用いて行った。また、潜在的な餌生物とカマイルカとの関係を明らかにするために、目視調査と同時に計量魚群探知機を用いて潜在的な餌生物の分布を把握し、0.1、0.2、0.3、0.5°のスケールに分けて、二項分布を仮定した一般化加法モデルとAICによる変数選択を行った。統計解析には、ソフトウェアR (ver 3.0.1, R Core Team 2013)を用いた。

解析の結果、カマイルカは冬に日本沿岸の南部、夏に北部という季節的な移動を行い、北海道東部沿岸海域には8～10月に分布することが確認された。また、日本沿岸海域においてカマイルカは水深2000 m以浅、かつ陸からの距離が近く、水温10 °C台の海域に分布していることが明らかになった。潜在的な餌生物はカマイルカと同様に水深の浅い海域に多かったものの、0.1～0.3°のスケールではカマイルカの分布との直接的な関係は見られなかった。また、0.5°スケールにおいては、説明変数として餌生物が選ばれたものの、その傾きは有意ではなかった。2016年5 月に本州北部日本海側において1個体に衛星発信機(SPOT5、Wildlife computers 社)を装着したところ、装着個体が津軽海峡を通過して室蘭沿岸域へと移動することが確認された。滞在時間の長い海域を明らかにするため、衛星発信機から得られたカマイルカの位置から滞在時間の長さを示すFirst passage timeを算出した結果、室蘭から白老の沿岸海域において滞在時間が長く、水深が浅い海域ほど滞在時間が長い傾向が見られた。カマイルカが浅海域に分布し、滞在時間が長い理由として考えられるのは、以下の2つである。1つ目は、餌生物が多い為である。今回は餌生物とカマイルカの分布の関係を明示することはできなかったが、適切なスケール解析や調査海域を細分化した解析などによって、今後カマイルカと餌生物の関係が明らかにできると考えられる。2つ目は捕食者であるシャチを回避している可能性である。一般的にシャチはカマイルカの分布水深よりも深い海域に分布が確認されており、浅い海域では深い海域よりもシャチの捕食を回避する可能性が高いのではないかと考えられた。

カマイルカの回遊経路については、①1 個体ではあるが春から夏にかけては本州北部の日本海沿岸から日高湾へ移動すること、②夏に噴火湾で発見が多く秋には主に根室海峡まで分布が移動すること、③4～5月の北部日本海側においてカマイルカが広範囲に見られ、夏にはオホーツク海もしくは東の太平洋側へ分布を移動させること、の3点が新たに明らかとなった。これらの情報は、未だに議論が続いている日本沿岸におけるカマイルカの系群構造を把握す

る上で、遺伝的な解析だけでは明らかにできない、行動的な利用海域の違いを明らかにするための新たな手掛りになると考えられる。

【3章 安定同位体を用いた北海道東部海域におけるカマイルカの食性の推定】

カマイルカは機会捕食者として幅広い食性を持ち、海域によって胃内容物の種組成が変化することが報告されている。カマイルカ日本沿岸系群においては、先行研究から表層から底層までの様々な魚類や表層から中深層性のイカ類といった幅広い餌生物が出現しているが、多くの海域で胃内容物として出現しているのは、イワシ類ならびにスルメイカなどの表層性の餌生物である。先行研究で得られた胃内容物情報は漁業被害対策によって捕獲された個体が多く含まれている。しかし、近年では捕獲調査が困難であるために、その食性情報は漂着個体から得られた胃内容物情報に限られており、漂着個体がほとんどない北海道東部海域においてはその食性情報の把握は難しい。そこで本研究では、秋季の北海道東部海域においてカマイルカのバイオブシー調査を行って皮膚組織を得た後、皮膚組織の炭素・窒素安定同位体比を測定して、潜在的な餌生物の安定同位体比と比較することで、非致死的に食性の推定を行った。

カマイルカのバイオブシー調査は2014、2015年10月に北海道東部太平洋沿岸海域で行い、18個体のサンプルを得ることができた。解析の結果、カマイルカの皮膚組織の炭素安定同位体は平均 $-18.63 \pm 0.32\text{‰}$ 、窒素安定同位体比は平均 $10.92 \pm 0.34\text{‰}$ であった。潜在的な餌生物の安定同位体比の値と比較すると、表層性の浮魚類やイカ類もしくは中深層性のイカ類の値と類似しており、RパッケージであるSIAR (ver 4.2)によって餌生物の利用割合を推定した結果についても、表層性の浮魚類やイカ類もしくは中深層性のイカ類の利用割合が高く推定された。したがって、これらの餌生物を利用、もしくはいずれかを利用していると考えられる。これらの魚類・イカ類の漁獲量統計と比較すると、炭素・窒素安定同位体比の回転率から推定される餌生物の反映されている期間である8~10月には、北海道東部太平洋沿岸海域において、利用割合の高い餌生物の漁獲が確認され、時期的にもこれらの餌生物を利用可能であると考えられた。

【4章 北海道東部海域におけるカマイルカと他種小型鯨類との関係】

カマイルカと同じ小型ハクジラ類であるイシイルカ *Phocoenoides dalli* と、ネズミイルカ *Phocoena phocoena* は、カマイルカ同様に秋季に北海道東部海域に來遊し、その生息水温帯も比較的類似している。このように同所的に生息する生物は、詳細なスケールで見ると分布域の違いが見られることが報告されている。そこで本章では3種の生息環境の違いを把握するため、北海道東部海域沿岸海域において2009、2011~2015年の9、10月に目視調査を実施してカマイルカ、イシイルカ、ネズミイルカの3種の分布を把握するとともに、二項分布を仮定した一般化加法モデルを用いて生息環境の把握を行った。また、計量魚群探知機を用いて、

表層から深度300mまでの潜在的な餌生物を深度50mごとに区切り、環境情報と比べることで深度ごとの潜在的な餌生物の分布環境を明らかにした。用いた環境の説明変数は、2章と同様に表層水温、水深、傾斜、陸からの距離とした。

目視調査の結果、根室海峡周辺や東部沿岸側に発見が多く、イシイルカは北海道南東部沖合や知床半島周辺、ネズミイルカは知床半島から釧路にかけての沿岸海域に散在して観察された。カマイルカとイシイルカは水深によって生息海域が異なっており、カマイルカが水深の浅い海域、イシイルカが水深の深い海域に分布していることが明らかになった。ネズミイルカは2種よりも発見数が少なかったものの陸からの距離が近いところに分布しており、カマイルカ・イシイルカと分布が重複する傾向にあった。餌環境はどの深度帯においても水深が浅いほど餌生物量が多かった。また、水深が深い海域では潜在的な餌生物量は浅い深度帯よりも深い深度帯で多かった。安定同位体比分析より、カマイルカは表層性浮魚・イカ類もしくは中深層性イカ類のいずれかを捕食していると考えられたが、生息水深を考慮すると合するとカマイルカが表層性のものを食べていることは確からしいと考えられた。したがって、3種の分布は松田(2014)によって示された比較的表層性の餌を捕食するカマイルカ、中深層性の餌を捕食するイシイルカ、そして2種と比べて底生性魚類も捕食するネズミイルカの3種の食性の違いを反映していると考えられた。

【5章 総合考察】

総合考察では各章で得られた結果をもとに、カマイルカの分布に大きな影響を与える食性について議論した後に、分布について考察し、今後の環境変動に対するカマイルカの応答について議論した。

日本沿岸海域においては、カマイルカの餌生物としてスルメイカやイワシ類といった表層性浮魚が幅広く捕食されている。本研究3章においてはマイワシ・スルメイカ・テカギイカ科イカ類のいずれか、あるいはそれらを全てを捕食していると推定されたが、4章の結果から、北海道東部海域においてカマイルカはごく沿岸に分布していること、カマイルカの分布位置では表層域の方が餌生物が多かったことから、本種は北海道東部海域においては、少なくとも表層性の魚類・イカ類を捕食していることは確からしいと考えられた。中深層性イカ類については、目視調査が日中にしか実施できないために、カマイルカが夜間に沖合に移動して中深層性の餌生物を捕食している可能性を現段階では否定できない。今後は、本海域においても衛星発信機を用いてカマイルカを追跡することで夜間の分布位置を確認すること、もしくはバイオプシーで得られる脂肪組織を用いて脂肪酸分析などを行うことで、より詳細に食性を明らかにすることができると考えられる。

2章よりカマイルカは日本沿岸において水温7～22℃に発見があり、特に10℃台に多いことが明らかになった。一般的に、水温は鯨類に直接的には影響せず、餌生物を通して、鯨類に影響するのではないかと考えられている。本種が捕食しているイワシ類やスルメイカなどの

生息水温とはある程度重複がみられるが、これらがカマイルカの生息水温を決める要因と断定するのは難しいだろう。水温が直接本種の分布に影響しているかどうかについても、今後エネルギー代謝の観点からの研究が必要である。本研究では、特に道東海域においてカマイルカが水深約100m以浅という非常に浅い海域に限定して分布していることを明らかにした。カマイルカが浅い海域に分布し、そこでの滞在時間が長い理由としては、以下の2つの可能性が挙げられる。1つ目は日本周辺において主要な餌生物である表層性の餌が沿岸域に多いことである。2つ目は深い海域に生息する捕食者を回避している可能性である。餌については、本研究からカマイルカと餌生物の直接的な関係を明らかにできなかったが、今後衛星発信機のデータを用いて適切な餌探索のスケールを把握して空間解析を行うことで、その関係が明確になると考えられる。

アメリカ沿岸系群のカマイルカでは、来遊や分布の長期的な観察から、本種が水温や餌生物の変動に敏感に反応し、分布を変化させることが明らかになっている。日本沿岸系群のカマイルカにおいて、その生息環境を定量的に着目した研究は他になく、カマイルカの分布の長期的な変化についても明らかにされていない。本研究から得られたカマイルカの分布や生息環境に関する知見は、今後起こりうる環境の変化において本種の分布がどのように変化したかを判断する基準として利用できると期待される。