

令和 2 年 5 月 19 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (特設分野研究)

研究期間：2016～2019

課題番号：16KT0140

研究課題名(和文) 漁業と海獣類の共存に向けた生態系解析と順応的管理のマニュアル化に関する研究

研究課題名(英文) Ecosystem analysis and development of manual for adaptive management for coexistence of fisheries and marine mammals

研究代表者

三谷 曜子 (MITANI, Yoko)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授

研究者番号：40538279

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：北海道沿岸における海獣類と漁業との共生を目指し、正確な漁業被害の把握を行うため、サケ定置網における漁業との競合が問題となっているゼニガタアザラシ、および刺網やイカ漁との競合が問題となっているキタオットセイについて腸内容物のDNA分析、さらに、非代謝組織であるヒゲに含まれる化学トレーサー分析を行った。この結果、ゼニガタアザラシでは成獣において、サケの捕食割合が大きいことを明らかにした。また、キタオットセイでも漁獲対象種の捕食が認められた。さらに、キタオットセイのオスの生殖器官の外部形態から、精子を形成しているかどうかを高精度に判別できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、海獣類の順応的管理のために従来もちいられているモニタリング手法とは異なる手法について、より多く、より簡易に情報を得られるか試行した。生殖器官の外部形態計測は精子形成の簡易判別手法として利用可能であることを明らかにし、標本数の増加や今後の長期的モニタリングへの利用が期待される。また、これまで管理する法律、監督官庁が異なり、情報共有がなされていなかったゼニガタアザラシとキタオットセイについて、漁業者や行政、研究者が一同に介する情報交換会を開催した。それぞれの地域での漁業被害問題への取り組みの歴史を比較し、問題を洗い出すことで、対策方法の客観的評価を行うことができた。

研究成果の概要(英文)：Our project aimed at coexistence of marine mammals and coastal fisheries in Hokkaido, and in order to understand the damage of the fisheries, we used DNA analysis of intestinal contents and chemical tracer analysis of metabolic inert whiskers. The results showed that the percentage of salmon predation in adult harbor seals was large. Predation of the fishery target species was also observed in the northern fur seals. In addition, the morphometrics of genital organs in male fur seals could be used to classify stages of spermatogenesis with high accuracy.

研究分野：海洋生物環境学

キーワード：漁業との競合 食性解析 モニタリング 海棲哺乳類

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国において沿岸漁業は、食料供給だけではなく生態系維持管理、地域社会への貢献など、多様な社会的役割を担ってきた。しかし、就業者の減少・高齢化、漁獲資源の減少、操業コストの上昇などの問題を抱え、さらに追い討ちをかけるように、海獣類による漁業被害が問題となっている。

しかし海獣類は外来種のように持ち込まれたわけではなく、人間が漁業活動をするよりも以前から、生態系における高次捕食者として生息していた生物である。また、近代になってから肉や毛皮を目的とした乱獲により絶滅の危機に追い込まれ、その後、法律などによって保護されたという過去を持つ。したがって現在の問題は、保護をした結果として個体数が増加した時に、どのように管理するかというビジョンがなかったことに起因しており、また、順応的管理をどのように、誰が進めるか、種によって管轄する法律などが異なるために統一されてこなかったことも問題を複雑化させている。

北海道沿岸において漁業被害が問題となっているのはトド、キタオットセイ、ゼニガタアザラシやゴマフアザラシである。海獣類による漁業被害という現象は同じにも関わらず、種によって保護管理の根拠となる法律や監督官庁が異なることから、これまで保護管理に必要な情報の共有がされてきたとは言いがたい。また、個体数を無計画に減らすことは、絶滅させるリスクを増やすこととなり、順応的管理を遂行することは最低限求められることである。

順応的管理をするためには、対象種および生息環境のモニタリングが必要である。例えば、海獣類が何を食べているのかをモニタリングすることは、漁業被害を定量化するために必須であり、採捕個体の胃内容物調査が行われている。しかし、事業の中で取り入れられている手法は、これまでモニタリング手法として確立しているもののみであるため、新しい手法や採捕個体以外からのサンプリングは計画には入っていない。

2. 研究の目的

本研究では、漁業と海獣類の共存に向けた生態系解析を行うことにより、順応的管理のマニュアル化につなげることを目的とした。特に現在、国によって行われている海獣類による漁業被害対策事業(有害生物漁業被害防止総合対策事業、および鳥獣保護管理強化総合対策事業)ではカバーされていないモニタリング手法によって漁業被害の把握を行うこと、また、これまで一元化されていない海獣類の被害対策について議論した。

3. 研究の方法

正確な漁業被害の把握を行うため、従来、胃内容物調査が行われてきた。しかし、胃内容物分析では、直近の餌生物利用に関する情報しか得られないという欠点がある。このため、本申請研究では腸内容物の DNA 分析を行うことにより、食性をモニタリングした。さらに、非代謝組織であるヒゲを根元から数 mm ごとに切断し、その部位に含まれる化学トレーサー分析をすることで(図1)、より長期の食性モニタリングも行った。ヒゲ中の化学トレーサーは、回遊によって移動した先の餌生物の値を反映することから、回遊生態についても明らかにすることができる。これにより、回遊生態の把握も行った。

個体群動態を把握する指標としてキタオットセイのオスの性成熟は、精巣の組織切片観察により精子形成段階を判定することで調べられてきた。しかし、この方法は複雑で時間がかかる。また、保存状態が悪いと精子形成段階を観察できない。また、キタオットセイの精子形成には季節性があり、採集時期や保存状態によらない判別方法が必要である。そこで、成長や成熟に伴ってサイズや重量が変化することが知られている生殖器官(精巣、精巣上部、陰茎骨)に着目し、生殖器官の季節性を明らかにして、生殖器官の外部計測によりキタオットセイのオスの性成熟を判別し、判別精度を検証した(図2)。

また、情報共有のために漁業者や行政、研究者が一同に介する情報交換会を開催した。さらに北海道沿岸地域における海棲哺乳類と漁業との競合についての実態や、懸念されることについて、聞き取り調査を行った。

4. 研究成果

襟裳岬において捕獲・混獲されたゼニガタアザラシのヒゲの安定同位体分析、及び腸内容物の

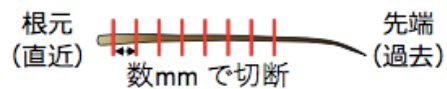


図1. 化学トレーサー分析に用いたヒゲの処理

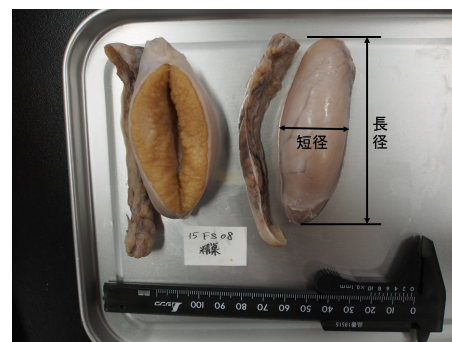


図2. キタオットセイの精巣(上)と陰茎骨(下)。

DNA メタバーコーディング解析による食性解析を行った。炭素・窒素安定同位体比の分析を行い、得られた値を潜在的な餌生物の安定同位体比と比較したところ、個体差は見られたものの、幼獣は底生魚や頭足類、サケを万遍なく食べている一方、成獣ではサケの寄与率が高くなる個体も見られた。腸内容物の DNA 分析の結果、全サンプルから、餌生物として合計 30 種の魚類、頭足類および甲殻類が検出された。食性は季節と生物による差異が認められ (PERMANOVA, どちらも $p < 0.05$)、成熟度による差異は認められなかった。春のメスではタコの発生割合が高かった ($F0 > 80\%$) が、秋には低くなり ($F0 < 30\%$)、より多様な餌生物を利用していた。一方、オスではどちらの季節でもタコが高頻度で検出された (どちらも $F0 > 90\%$) ことから、メスに比べてタコへの依存度が高いと考えられる。サケは 5 個体から検出され、いずれも成獣個体であった。サケ捕食者の体サイズは、サケが検出されなかった成獣個体に比べて有意に大きかった (Welch's t-test, $p < 0.05$)。これらの知見は、有害個体の選択的駆除が漁業被害削減において有効である可能性を示唆している。また、本研究で明らかとなった詳細な食性情報は、アザラシの個体数調整によって漁獲対象種への捕食効果が今後どう変化するかを推定する上でも非常に重要である。

また松前において捕獲、混獲されたキタオットセイからも腸内容物を採取し、ミトコンドリア COI 領域における次世代シーケンシングを行った。この結果、18 種類の魚類と 8 種類の頭足類が検出され、中でもホッケとスルメイカは全ての年で出現したことが明らかとなった。これらの魚種は漁獲対象種であること、また近年、漁獲量が減少していることから、資源の減少とキタオットセイによる捕食が重なることによって、漁業への影響が強くなっていることが考えられた。さらにキタオットセイがどこから来遊しているのかを明らかにするため、ヒゲ中の放射性炭素同位体 (炭素 14) 分析を行った。その結果、ヒゲの最も根元の部位の炭素 14 は、日本海側で捕獲した個体が、太平洋側で捕獲した個体比べて高い値を示し、直近の利用海域である捕獲海域の炭素 14 が反映されていることが示唆された。また、ヒゲを根元から先端まで 3mm ずつ切断して分析し、時系列での変化を見た結果、親潮系海流と黒潮系海流の値の間を変動していたことが明らかとなった (図 3)。

キタオットセイのオスの生殖器官の外部形態を計測した結果、精巣サイズ、精巣重量、精巣上体重量は、繁殖期直前の 5-8 月に採集された個体はそれ以外の時期に採集された個体に比べて有意に大きく (t 検定, $p < 0.05$)、これらは精子形成に伴った季節性であると示唆された。さらに非線形判別分析の結果より、未成熟と成熟を高精度に判別できたことから、キタオットセイオスの性成熟は陰茎骨を用いることで簡易に判別できた。これにより、性成熟を判別できる標本数の増加にもつながり、今後の本種の長期的なモニタリングに利用できると期待される。

また、襟裳岬 (ゼニガタアザラシ) と松前 (キタオットセイ) に関わる漁業者や行政、研究者が一同に介して情報交換会を開催した。ワークショップでは、それぞれの地域でのこれまでの漁業被害問題への取り組みの歴史を比較し、問題を洗い出して今後の対策について意見を出し合うことができた。知床や根室でも漁協や漁業者に聞き取りを行った結果、海獣類と漁業との競合は各地で問題視されているが、地域によって競合が懸念されている種は異なっていることが明らかとなった。

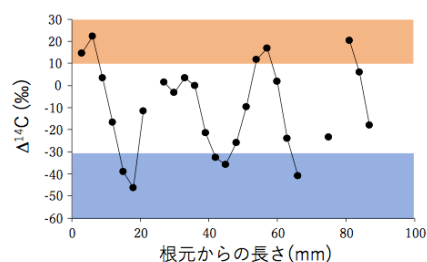


図 3. キタオットセイのヒゲ中放射性同位体変動。赤い編掛は北海道日本海側の値、青は北海道よりも北部の値を反映していることが示唆される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hui Tabitha C. Y., Morita Yuka, Kobayashi Yumi, Mitani Yoko, Miyashita Kazushi	4. 巻 38
2. 論文標題 Dietary analysis of harbour seals (<i>Phoca vitulina</i>) from faecal samples and overlap with fisheries in Erimo, Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Marine Ecology	6. 最初と最後の頁 e12431 ~ e12431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maec.12431	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 三谷曜子	4. 巻 67
2. 論文標題 ゼニガタアザラシと漁業との共存に向けて	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 勇魚	6. 最初と最後の頁 2-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takanori Horimoto, Yoko Mitani, Mari Kobayashi, Kaoru Hattori, Yasunori Sakurai	4. 巻 42
2. 論文標題 Seasonal and spatial occurrence of northern fur seals <i>Callorhinus ursinus</i> around northern Japan.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 51-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 三谷曜子	4. 巻 38 (3)
2. 論文標題 キタオットセイ：国際的な保護から現状把握へ	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 海洋と生物	6. 最初と最後の頁 256-260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 南川真吾, 村瀬弘人, 三谷曜子	4. 巻 38(4)
2. 論文標題 海棲哺乳類の保全・管理のための調査・解析手法(3)バイオテレメトリ・バイオロギング	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 海洋と生物	6. 最初と最後の頁 425-434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 北夕紀, 増田兼一, 堀本高矩, 三谷曜子	4. 巻 24
2. 論文標題 糞を用いたキタオットセイの食性解析ならびに胃内容物解析との比較	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 DNA多型	6. 最初と最後の頁 64-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Mitani Y, Kitano Y, Suzuki I, Davis R.
2. 発表標題 The return of sea otters along the coast of eastern Hokkaido, Japan
3. 学会等名 Sea otter conservation workshop XI (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平川由季乃, 松田純佳, 宮入陽介, 横山祐典, 永田俊, 三谷曜子
2. 発表標題 衛星発信器とヒゲ中の炭素14を用いたキタオットセイの回遊追跡
3. 学会等名 日本哺乳類学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神保美渚, 北夕紀, 小林万里, 三谷曜子
2. 発表標題 DNAメタバーコーディング食性解析による北海道襟裳岬ゼニガタアザラシの食性種内変異
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三谷曜子
2. 発表標題 ゼニガタアザラシの行動から漁業との共存への道を探る
3. 学会等名 第1回犬山鯨類鰭脚類行動シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三谷曜子, 平川由季乃, 堀本高矩
2. 発表標題 キタオットセイは北海道日本海沿岸からどこに行くのか?
3. 学会等名 第13回 日本バイオロギング研究会シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三谷曜子
2. 発表標題 海棲哺乳類の回遊追跡
3. 学会等名 第1回水族館研究会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jimbo, M., Kita, F. Y., Kobayashi, M., Mitani, Y.
2. 発表標題 Seasonal diet study on harbor seal (<i>Phoca vitulina</i>) using DNA metabarcoding diet analysis in Erimo, Hokkaido, Japan.
3. 学会等名 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hirakawa, Y., Horimoto, T., Mitani, Y.
2. 発表標題 The simplification of discriminating sexual maturity of male northern fur seals (<i>Callorhinus ursinus</i>) based on morphological measurement of genital organs.
3. 学会等名 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitani, Y., Horimoto, T.
2. 発表標題 Distribution of northern fur seals along the Japan Sea coast of southwestern Hokkaido.
3. 学会等名 9th International Conference Marine Mammals of the Holarctic (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 三谷曜子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 海文堂出版	5. 総ページ数 13
3. 書名 「第1章 海に棲む哺乳類に会いにいこう」海をまるごとサイエンス：水産科学の世界へようこそ（海に魅せられた北大の研究者たち【著】）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

オットセイってどんな動物？ <https://hokkaidocean.sakura.ne.jp/research/northernfursea/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	北 夕紀 (KITA Yuki) (30710917)	東海大学・生物学部・准教授 (32644)	
研究分担者	山本 麻希 (YAMAMOTO Maki) (90452086)	長岡技術科学大学・工学研究科・准教授 (13102)	