

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 15 日現在

機関番号：10101  
 研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22405007  
 研究課題名（和文） 高次捕食者をモデルとした北方海洋生態系多次元モニタリングネットワークの構築  
 研究課題名（英文） Construction of multidimensional network to monitor northern marine ecosystem using top predators  
 研究代表者 宮下 和士（MIYASHITA KAZUSHI）  
 北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授  
 研究者番号：70301877

研究成果の概要（和文）：北方海洋生態系を広く回遊し、摂餌を行っている海鳥や海棲哺乳類などの高次捕食者をモデルとして、様々な計測機器や分析によりモニタリングを行った。各種において回遊や摂餌生態は個体・地域によって様々であり、このような違いが繁殖成功や生残を左右する可能性が考えられた。また、高次捕食者の生態を通じて、海洋生態系の変動を捉えることができた。今後もモニタリングを続けていくことで、我々の目には見えにくい海の中での生態系変動を把握することができるようになるだろう。

研究成果の概要（英文）：We conducted monitoring of top predators, such as seabirds and marine mammals undertaking extensive migration for foraging in northern marine ecosystem by using various instruments and analyses. Movement patterns and feeding ecology varied among individuals and areas even of the same species. These variations may affect the success of reproduction and survival of each individual. Our study contributes to understanding of marine environmental change by monitoring via top predators.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	9,100,000	2,730,000	11,830,000
2011 年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2012 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	15,300,000	4,590,000	19,890,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：高次捕食者，生態系モニタリング，バイオリギング，テレメトリー

## 1. 研究開始当初の背景

温暖化などの環境変動が心配される今日、北方海洋生態系を保全し、持続可能な利用を確保することが重要な課題となっている。特に、生態系変動を計測するためのモデルとして、近年注目されている海棲哺乳類や海鳥類などの高次捕食者は、日本近海からオホーツク海域を利用しており、各海域に

おける情報をネットワークで共有することにより、生態系モニタリングを行うことが必要である。

## 2. 研究の目的

繁殖地と非繁殖地の間を長距離移動する動物において利用場所に個体変異がある場合、個体はそれぞれの環境の影響をうけることが予想される。本研究では、国境を越

えて広域に回遊する高次捕食者である(1)ハシボソミズナギドリ, (2)キタオットセイ, (3)トド, (4)ゴマフアザラシをモデルとして, 多次元計測によるモニタリングネットワークを構築することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1)ハシボソミズナギドリの移動生態

タスマニアで繁殖するハシボソミズナギドリの非繁殖期と繁殖期の利用海域とそれらの間の渡りを、着水・温度記録ジオロケータで明らかにした。2009-2010年の12月、タスマニア州フリンダー諸島のGreat Dog島において、抱卵中の親鳥それぞれ50個体と46個体にジオロケータをアルミ製足輪とインシュロックタイで装着した。

#### (2)キタオットセイの摂餌生態

##### (2)① 1960-1980年代

国際水産資源研究所では、旧遠洋水産研究所 おとせい研究室が1960年代後半から80年代後半にかけて、主に東北沖・北海道周辺海域およびロベン島にて調査捕獲したキタオットセイの個体別の生物特性値(捕獲位置, 雌雄, 体長, 体重, 年齢など), 胃内容物情報, 組織標本(生殖腺標本など)の長期時系列データを“三保コレクション”として所蔵している。本研究では、この“三保コレクション”の北海道周辺海域(図1: 道北・道東・道南・ロベン島周辺)で捕獲された個体の胃内容物情報から地域・雌雄・成長段階別の食性を、また生殖腺標本から窒素安定同位体比分析を行い、本種の摂餌生態を調べた。なお、捕獲個体は原則として、各海域においてランダムにサンプルされている。また、いずれの海域においても、空胃個体は解析から除外した。

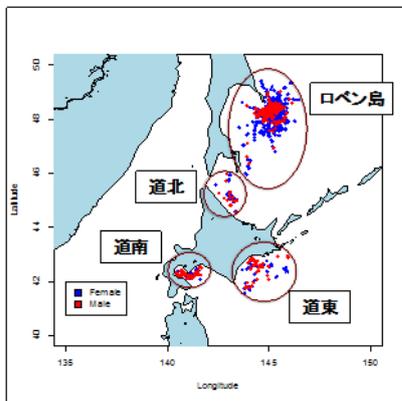


図1. 三保コレクションにおける道北・道東・道南およびロベン島周辺海域でのキタオットセイの捕獲位置。空胃個体も含む。赤丸：♂，青丸：♀

##### (2)② 2008-2012年

2008-2012年に、北海道周辺海域で混獲・漂着したキタオットセイの外部計測、犬歯による年齢査定を行った。可能な個体は胃を摘出し、硬組織を元に餌生物の種査定を行った。一部の餌種については体長復元を行った。

#### (3)トドの回遊生態

2011、2012年5月に北海道北部オホーツク海沿岸の猿払村沖定置網において混獲されたトド3個体(成獣メス1、幼獣メス1、幼獣オス1)に衛星発信機を装着し、Argos-systemによる位置情報と潜水深度、潜水時間のデータを取得した。

#### (4)ゴマフアザラシ保護個体の放獣後の回遊追跡

2011-2012年に北海道オホーツク海沿岸にてゴマフアザラシ新生獣の2個体(L-131, L-132)が保護された。個体の健康状態が回復した後、衛星発信器を背中に装着し、それぞれ7月上旬に放獣し、回遊追跡を行った。

### 4. 研究成果

(1) ハシボソミズナギドリ28個体から追跡データを得た。すべての個体は、12月から3月の繁殖中は30-50°S、145-155°Eのオーストラリア南東海域と55-65°S、30-160°Eの生産性の高い南極海の両方の海域で採食した。4月中旬2週間程度かけて北への渡りをした。

その後、9月下旬までの非繁殖期間において14個体は北太平洋西部(オホーツク海・千島列島周辺)、10個体は北太平洋東部(東部アリューシャン列島周辺・東部ベーリング海)で147日間過ごし、比較的生産性の高いこれらの海域内において、各個体はさらに狭いそれぞれがあまり重複しないコアエリアをつかっていた(図2上下)。残り4個体は越冬中に西部海域から東部海域に移動した(図2中)。この結果は、繁殖時期に比べ非繁殖期における環境のほうが、コロニー内の個体の死亡率のより大きな差をもたらす可能性があることを示唆する。

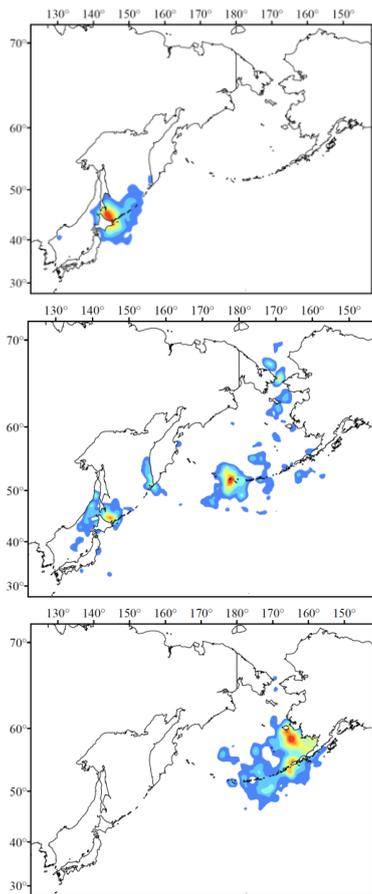


図 2. 越冬中 (9-3 月) におけるハシボソミズナギドリ の採食海域のコアエリアのパターン。上: 西 (14 個体), 中: 混合 (4 個体), 下: 東 (10 個体)。

(2)① 道北海域のキタオットセイは、1975～76 年の 10 および 11 月に 52 頭の捕獲が記録されていた (表 1)。高い出現頻度の餌生物は、サケ類 (34.6%)、スルメイカ (7.7%) であった。道東海域では、1972、73 年の 5、6 月に 16 頭、1977～83 年の 11～1 月に 90 頭、それぞれ捕獲が記録されていた (表 1)。11～1 月における高い出現頻度の餌生物は、マイワシ (8.9%)、タラ類 (6.7%) であったが、5、6 月の餌生物は種不明魚類およびイカ類が大半を占めていた。1980 年代の日本周辺におけるマイワシ増大期を大きく反映している結果となっていた。道南海域では、1978 および 83 年の 1 月に計 100 頭の捕獲が記録されており、その殆どが当歳獣を中心とした若齢獣であった (表 1)。出現した餌生物の大部分は、タラ類 (79.0%) であり、スルメイカ、ヤリイカは出現していなかった。ロベン島周辺海域では、1972～82 年の主に 7～9 月の繁殖期を中心に 3,484 頭の捕獲が記録されていた (表 1)。出現頻度の高い餌生物は、タラ類 (28.6%)、

ホッケ、サケ類 (ともに 6.0%)、ゲンゲ類 (5.4%)、マイワシ (3.2%) など多様な餌生物が利用されていた。また、マイワシの捕食も確認されていることから、1970 年代にはロベン島周辺においてもマイワシが分布していたことが確認された (図 3)。

表 1. 三保コレクションにおける北海道周辺海域およびロベン島周辺海域の食性解析個体数。空胃個体は除いた。

海域	若齢獣 (3 歳以下)		成獣 (4 歳以上)	
	♀	♂	♀	♂
道北	11	11	26	4
道東	28	17	43	2
道南	19	44	18	19
ロベン島	202	130	2991	157

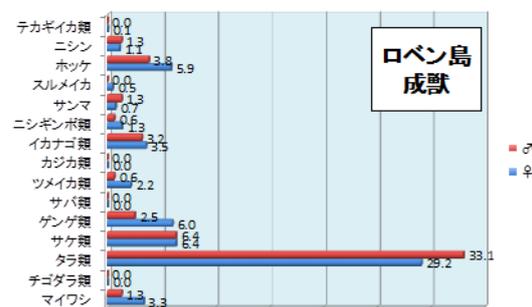


図 3. ロベン島周辺海域におけるキタオットセイの若齢獣および成獣の主要な餌生物の出現頻度。

窒素安定同位体比分析に用いた個体は、1978・83 年に道南海域で捕獲された雄若齢獣 22 頭、雄成獣 13 頭、また 1975・78 年に繁殖期のロベン島周辺海域で捕獲された雌成獣 22 頭であった。道南海域の  $\delta^{15}\text{N}$  はそれぞれ  $18.02 \pm 1.05\text{‰}$ 、 $17.07 \pm 0.77\text{‰}$  を示し、その殆どがタラ類を捕食していた。また、ロベン島周辺海域では  $15.87 \pm 0.35\text{‰}$  を示し、サケ類・イカ類を捕食しており、タラ類は食べていなかった。

北海道周辺海域 (ロベン島を除く) での食性は、東北沖での食性 (Yonezaki *et al.* 2008) と比較して、餌組成は比較的単純であり、またタラ類を主に捕食していた。 $\delta^{15}\text{N}$

は比較的高かったが、生殖腺の雌雄（精巣と卵巣）の濃縮率の差を考慮する必要があるだろう。ロベン島周辺海域での  $\delta^{15}\text{N}$  は東北沖の雌獣（Yonezaki *et al.* 2010）と類似していたが、その餌組成は異なっていた。以上のように、キタオットセイの摂餌生態を通じて、海域の特性や魚種交替などの生態系の変動を捉えることができ、今後も彼らの食性モニタリングは生態系変動を把握する重要なツールなるだろう。

(2)② 2008年12月-2012年12月にかけて、キタオットセイ 35 個体の標本を収集した。犬歯を用いた年齢査定を行った結果、2-18 歳であった。太平洋の標本では雌雄とも若齢個体が優占した。日本海の標本の多くは亜成獣~成獣雄であった。標本の収集時期も異なることから、海域間で来遊個体の性比、成長段階、回遊様式は大きく異なると考えられる。胃内容物分析の結果、太平洋の標本では、アカイカ科およびカタクチイワシが優占した。またテカギイカ科などの中深層性の頭足類も出現した。一方、日本海の標本ではスケトウダラ成魚が優占した。また、ホッケ、イカナゴ、ヤリイカといった沿岸性生物も出現した。両海域間の胃内容物の構成の違いは分布様式の違いに対応していると考えられた。

(3) トドの回遊追跡の結果、成獣メスは、宗谷海峡モネロン島と猿払沖合を2度往復した後、繁殖島であるオホーツク海北部のイオニー島へ向け北上した。島に到着後は約1週間連続上陸し、その後、海と陸との往復が見られた。連続上陸の間に出産し、育子のための採餌トリップを行っていたものと考えられた。幼獣メスは追跡期間中、宗谷海峡オパスノスチー岩礁と猿払沖合の往復に終始した。幼獣オスはオホーツク海を南下し、千島列島の繁殖島へと、ごく沿岸沿いに移動した。メスの回遊生態はこれまでの知見と一致しており、繁殖島へ戻る動機の有無によって回遊様式が異なることが裏付けられた。またオホーツク海沿岸から千島列島への回遊を追跡できた例は初の報告であり、オホーツク海北部から千島列島まで広く利用していることが確認された。今後、さらに例数を増やすことにより、日本へ来遊するトドの回遊様式が明らかになると期待される。

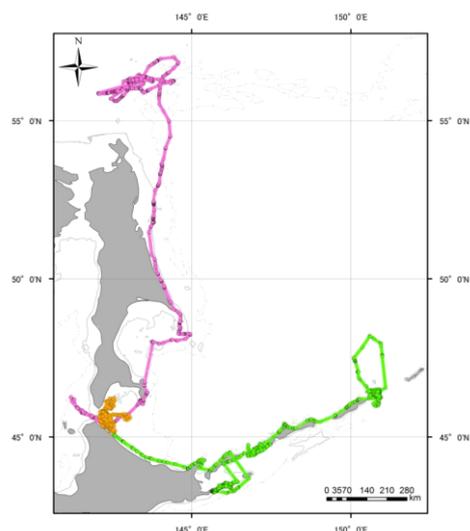


図4. トドの回遊パターン。ピンク：成獣メス，オレンジ：幼獣メス，緑：幼獣オス。

(4) ゴマフアザラシの L-131 からは 293 日間の追跡データが得られ、サハリン南部アニワ湾のブッセ潟や網走の能取湖、根室海峡といった、オホーツク海沿岸海域における上陸場を利用しつつ回遊していたことが明らかとなった（図5）。発信が途絶えたのは4月中旬の流水上であり、換毛期による脱落だと考えられた。

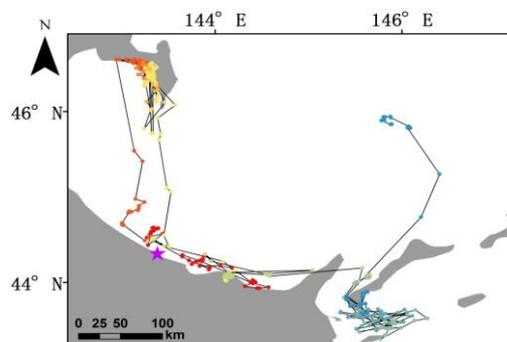


図5. ゴマフアザラシ幼獣個体（L-131）の放獣後の回遊経路。

一方、今年度に発信器を装着した L-132 については、放獣してから 20 日後にオホーツク海沿岸から約 100km 離れた水深約 3000m の海域で発信が途絶えた。L-131 の連続遊泳は  $2.9 \pm 2.6$  日（最長 12 日）だった一方で、L-132 は 20 日間一度も上陸をすることなく連続遊泳しており、このことから、回遊方向を失って斃死したことが一つの可能性としてあげられる。本研究より、本来生息していない時期に放獣した個体でも条件が揃えば野外の環境

に適応できることが示された。また、L-131 では、水中時間割合の日周性が、生息場所や季節によって変化したことから、環境によって摂餌行動を変化させることが示唆された。今後、衛星発信器の装着个体数を増やすことで、新生獣の回遊行動のさらなる解明を図ることができるものと考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① 三谷曜子・大島慶一郎・桜井泰憲. 小型 CTD 等を装着した鰭脚類による海洋観測データの取得. 海洋と生物 204: 12-15 (2013) 査読なし
- ② 堀本高矩・三谷曜子・小林由美・服部薫・桜井泰憲. 2009 年冬- 春季の渡島半島西部から津軽海峡におけるキタオットセイ *Callorhinus ursinus* の来遊状況. 日本水産学会誌 78(2) : 256-258 (2012) 査読あり
- ③ 三谷曜子. ゴマフアザラシ: 北海道ーサハリン, 往復の旅. 科学 岩波書店, 東京, 82 (8): 911-913 (2012) 査読無し
- ④ 三谷曜子. キタオットセイ. Wildlife Forum 17 (1): 8-9 (2012) 査読なし
- ⑤ Yuuki Y. Watanabe, Katsufumi Sato, Yutaka Watanuki, Akinori Takahashi, Yoko Mitani, Masao Amano, Kagari Aoki, Tomoko Narazaki, Takashi Iwata, Shingo Minamikawa, Nobuyuki Miyazaki. Scaling of swim speed in breath-hold divers. Journal of Animal Ecology 80 (1): 57-68 (2011) 査読あり
- ⑥ 小林由美・條野真奈美・後藤陽子・服部薫・桜井泰憲. 渡島半島日本海沿岸における海生哺乳類、特に鰭脚類の出現と漁業被害. 北海道大学水産科学研究彙報 61: 75-82(2011) 査読無し
- ⑦ 三谷曜子・岡崎宏美・関口圭子・宮下和士. 2003, 2005~2009 年, 練習船おしよろ丸からの目視調査によるシャチ (*Orcinus orca*) の写真識別カタログ. 北海道大学水産科学研究彙報 61: 65-74 (2011) 査読無し
- ⑧ 清田雅史・米崎史郎・香山薫・馬場徳寿. オットセイの捕獲と取り扱い方法. 哺乳類科学 51(1): 71-78(2011) 査読あり

[学会発表] (計 12 件)

- ① Yamamoto T, Hoshina K, Nishizawa B, Meathrel CE, Phillip RA, Watanuki Y. Movement of short-tailed shearwaters with environmental gradient in the sun-Arctic Pacific and Arctic seas through summer to autumn. Pacific Seabird Group Annual Meeting, Hilton Hotel, Portland, USA, 2013.2.22
- ② 三谷曜子・Vladimir N. Burkanov・Russel D. Andrews. キタオットセイ成熟メスの育子期中の採餌トリップにおける行動時間配分. 第 31 回日本動物行動学会, 奈良女子大学 (奈良) , 2012.11.24
- ③ 服部薫・Sveta Artem'eva・Vladimir N. Burkanov・山村織生. (2012) Fetus delivery in Steller sea lions at Tuleny Island - cephalic or breech? Marine Mammals of the Holarctic, The Suzdal hotel, Suzdal, Russia, 2012.9.27
- ④ Yoko Mitani, Vladimir N. Burkanov, Russel D. Andrews. Activity budget of shallow-diving northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) during the breeding period in the Kuril Islands. 19th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, The Tampa Bay Convention Center, Florida, USA, 2011.11.29
- ⑤ 綿貫豊・伊藤淳郎・保科賢司・C. Meathrel・R.A. Phillips. 北極・南極海域を渡るハシボソミズナギドリの海域利用. 国立極地研究所シンポジウム, 国立極地研究所 (東京), 2011.11.17
- ⑥ 米崎史郎・清田 雅史. “三保コレクション” からみえる北海道周辺海域のキタオットセイの食性. 2011 年度水産海洋学会研究発表大会. 函館市公民会館 (函館) , 2011.11.12
- ⑦ 三谷曜子・高橋菜里・高石雅枝・廣崎芳次・片倉靖次・宮下和士. 保護されたゴマフアザラシ幼獣の放獣後の回遊行動. 第 17 回野生生物保護学会, 東京農業大学オホーツクキャンパス (網走), 2011.10.15

- ⑧ 綿貫豊・伊藤淳郎・C. Meathrel・R.A. Phillips. ハシボソミズナギドリの南北渡りと利用海域. 日本鳥学会, 大阪市立大学 (大阪), 2011.9.18
- ⑨ 服部薫・Sveta Artem'eva・Vladimir N. Burkanov・山村織生. トドの分娩過程一頭が先か足が先か? -. 日本哺乳類学会 2011 年度大会, 宮崎市民プラザ (宮崎), 2011.9.9
- ⑩ Yoko Mitani, Vladimir N. Burkanov, Russel D. Andrews. Travelling behavior of northern fur seals during the breeding period in the Kuril Islands. The Fourth International Science Symposium on Bio-logging, Wrest Point Hotel and Conference Centre, Tasmania, Australia, 2011.3.15
- ⑪ Watanuki Y, Ito A, Hoshina K, Meathrel C, Phillips RA. Spatial utilization patterns of short-tailed shearwaters during the breeding and nonbreeding season. PSG 39th annual meeting, Turtle Bay Resort Hotel, Hawaii, USA, 2011.2.8
- ⑫ 三谷曜子・Vladimir N. Burkanov・Russel D. Andrews. ぐるぐる回って移動する?: キタオットセイの潜水行動. 第29回日本動物行動学会, 沖縄県男女共同参画センターでいるる (沖縄), 2010.11.21
- [図書] (計3件)
- ① アンドリュース R.D.・三谷曜子. 「オットセイの資源動態と回遊生態」 p229-236. オホーツクの生態系とその保全 (桜井泰憲・大島慶一郎・大泰司紀之編). 北海道大学出版会, 札幌 (2013)
- ② ブルカノフ, V.N.・アルチュホフ, A.・アンドリュース, R.D.・カルキンス, D.G.・服部薫・山村織生・ゲラット, T.S. 「ロシア海域におけるトドの資源動態」 p217-222. オホーツクの生態系とその保全 (桜井泰憲・大島慶一郎・大泰司紀之編). 北海道大学出版会, 札幌 (2013)
- ③ 服部薫・後藤陽子・和田昭彦・磯野岳臣・桜井泰憲・山村織生. 「北海道におけるトドの越冬生態と資源管理」 p223-228. オホーツクの生態系とその保全 (桜井泰憲・大島慶一郎・大泰司

紀之編). 北海道大学出版会, 札幌 (2013)

[その他]

ホームページ等

ゴマフアザラシ回遊経路

[http://renken12.fish.hokudai.ac.jp/?page\\_id=1968](http://renken12.fish.hokudai.ac.jp/?page_id=1968)

<http://ameblo.jp/1-132-cool/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

宮下 和士 (MIYASHITA KAZUSHI)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号: 70301877

### (2)研究分担者

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・助教

研究者番号: 40538279

綿貫 豊 (WATANUKI YUTAKA)

北海道大学大学院・水産科学研究院・准教授

研究者番号: 40192819

米崎 史郎 (YONEZAKI SHIROH)

独立行政法人水産総合研究センター・国際水産資源研究所・研究員

研究者番号: 30463102

服部 薫 (HATTORI KAORU)

独立行政法人水産総合研究センター・北海道区水産研究所・研究員

研究者番号: 50443388

### (3)連携研究者

なし