

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20519002

研究課題名(和文)

太平洋沿岸域を利用する海鳥類をプラットフォームとした海洋環境動態観測網の構築

研究課題名(英文)

The use of streaked shearwaters as monitors of coastal marine environment

研究代表者：

依田 憲 (Ken Yoda)

名古屋大学・環境学研究科・准教授

研究者番号：10378606

研究成果の概要(和文)：海洋生物資源量のモニタリングは、水産資源の持続的な利用と生物多様性の保全に必要不可欠である。本研究では、オオミズナギドリに動物装着型 GPS データロガーを装着することによって、海鳥の採食行動から、海洋環境を観測した。オオミズナギドリの高精度移動経路と餌情報から、海鳥を用いた浮魚類の海洋モニタリングが有効であることが示された。

研究成果の概要(英文)：In this study, I attached GPS data loggers on Streaked Shearwaters and analyzed their prey, and compared their behavioral information with the remotely sensed environmental data. As a result, it is suggested that the use of seabirds as monitors of coastal marine environment can be effective.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	0	1,600,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,400,000	540,000	3,940,000

研究分野：動物行動学

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：動物装着型記録計、海鳥類

1. 研究開始当初の背景

海洋生物資源量は地理的および長短期の環境変動の影響を受けダイナミックに変化する。そのモニタリングは水産資源の持続的な利用と生物多様性の保全に必要不可欠である。しかしながら従来の方法、すなわち船舶によるスナップショットの定点観測で得られるデータでは不十分であり、リモートセンシングでは表層の一次生産量のみしかデータが得られず、より重要なイワシ等、浮魚に関しては有効な手段がなかった。そこで申請者は、海鳥等の高次捕食動物の行動追跡から海洋生物資源量の動態を追跡するという着想を得た。

これまでも、北太平洋を回遊するウミガメやアザラシに衛星発信器を装着して、巨視的なスケールで海洋動態や生態系を観測す

るプロジェクトが米国等で行われてきた。ドップラー効果を利用した衛星発信器は動物を再度捕獲しなくても位置情報が得られる一方で、精度が低く数百 km の誤差が出ることもある上、一日に数点の情報しか得られない。そのため、様々な時空間スケールで変動する環境を動物を用いて観測するためには、より高精度の測位システムの導入が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、太平洋沿岸に沿って広い分布と行動範囲もつオオミズナギドリを対象とし、海洋表層の生物資源環境をモニタリングする。また、互いに大きく異なる海洋環境を利用するオオミズナギドリを利用することにより、生物資源環境の変動と、高次捕食者

の行動的対応の関係をより明確に定量化し、魚類群集と海鳥の採餌行動、およびその相互作用のダイナミクスを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

オオミズナギドリは、繁殖期には 1,000km も移動して採食することがある。主食はイワシやイカなどの浮魚であり、10m 程度の深さをくりかえし潜水して採食をおこなう。6~11 月にかけて繁殖し、この期間、親は海上で採食をおこなっては、繁殖地に戻るという行動を数日間隔で繰り返す。この習性を利用し、採食に出る前のオオミズナギドリの親を捕獲し、データロガーの装着を行った。

調査は、太平洋沿岸を利用している岩手県三貫島と船越大島のオオミズナギドリに加え、太平洋を採食場所として利用している新潟県の粟島の繁殖個体群、潜在的に太平洋を利用している可能性が充分ある瀬戸内海宇和島の繁殖個体群、東シナ海男女群島の繁殖個体群に対して、GPS 機器の装着を行った。

データロガーは、防水テープを用いて親鳥に接着した。海での採食が終了して戻ってきた親鳥を再度捕獲し、データロガーを回収した。一部の個体群に対しては、データロガーの回収の際、オオミズナギドリから胃内容物を吐き出させ、採食した生物に関する直接的情報を得た。長い採餌旅行を行うオオミズナギドリの場合、胃内要物が消化されている事も多いので、分析には DNA 種判別法を用いた。

野外調査によって得られたオオミズナギドリの採食データをフラクタル次元法等によって解析し、鳥が集中的に採食していたエリアを算出した。衛星データから得られる一次生産量と、オオミズナギドリの移動行動の対応関係を解析した。

4. 研究成果

2008 年は岩手県三貫島と新潟県粟島、2009 年は岩手県船越大島、新潟県粟島、2010 年は岩手県船越大島、新潟県粟島、山口県宇和島、長崎県男女群島にて野外調査をおこない、各地で最大 30 個体に対して GPS 機器の装着を行った。その結果、オオミズナギドリが多様な採食パターンを示すことが明らかとなった。

例えば、岩手県のオオミズナギドリ個体群は、雌雄共に太平洋沿岸部で採食を行い、



最大到達距離等に雌雄差が見られない。一方で、新潟県の粟島個体群は、雄のみが北海道釧路沖まで採餌に行くが、雌は粟島周辺での採餌を繰り返し、津軽海峡を抜けることが無かった (図参照)。また、男女群島個体群は、繁殖地から東に 400km 離れた済州島と上海の間の海域で採餌を行っていた。これらのオオミズナギドリの採食域を人工衛星によるクロロフィル a 濃度と比較すると、男女群島個体群については繁殖地周辺よりも基礎生産量が高かったものの、岩手、新潟個体群のものでは明確な関係が無かった。衛星データによって分かるのは基礎生産量や物理パラメータのみであり、こうしたパラメータが高いからといって、オオミズナギドリが利用する魚類 (カタクチイワシなど) が多いとは限らないためだろう。これらの個体群では、一回の採餌旅行が数百 km に及ぶことが多かったが、瀬戸内海の個体群では、繁殖地から最大で 50km 程の距離しか到達せず、太平洋瀬戸内海境界線を越えることが無かった。多地域における調査によって、本種が多様な採餌パターンを持つことが明らかとなった。

また、採餌旅行終了後に、親鳥の餌を吐き戻し、利用していた魚類を分析した結果、新潟個体群はカタクチイワシ、サンマ、マルソウダ、ホソトビウオ、マアジ、マイワシ等を利用していることが明らかとなった (表)。また、太平洋個体 (雄) と、日本海個体 (雌) では利用する魚種が異なっていた。また、出現魚種は明瞭な季節変化を示した。

餌生物	学名	体長 (cm)	出現 (%)
魚類			
カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i>	14	46.8
サンマ	<i>Cololabis saira</i>	40	9.5
マルソウダ	<i>Axius rochei</i>	55	9.5
マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	40	9.5
カサゴ目	<i>Scorpaeniformes</i>	-	7.6
マイワシ	<i>Sardinops melanostictus</i>	20	7.6
ゲンゲ亜目	<i>Lycodes toyamensis</i>	-	3.8
ホソトビウオ	<i>Cypselurus hiraii</i>	28	1.9
メバル属	<i>Sebastes inermis</i>	25	1.9
タラ目	<i>Gadiformes</i>	-	1.9
イカ類		-	-

GPS と餌分析による結果から、衛星リモートセンシングでは取得の難しい海洋生物情報を、オオミズナギドリを使ってモニターすることが可能であることが示唆された。また、オオミズナギドリが海上で休息する際の漂流行動を集積することによって、衛星や船舶では観測の難しい、マイクロスケールの海水流動を記録することができた。オオミズナギドリを用いた海洋観測は、鳥が利用する海域に限定されるものの、衛星や船舶といった海洋モニタリングの相補的な手段として有効であることが示唆された。

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6件)

- ① K. Yoda & H. Kohno, Plunging behavior in the chick-rearing brown booby, *Ornithological Science*, 査読有, 7, 5-13 (2008)
- ② T. Yamamoto, A. Takahashi, K. Yoda, N. Katsumata, S. Watanabe, K. Sato, P. N. Trathan, The lunar cycle affects at-sea behaviour in a pelagic seabird, *Animal Behaviour* 76, 1647-1652 (2008)
- ③ Y. Inoue, K. Yoda, H. Fujii, H. Kuroki, Y. Niizuma, Nest intrusion and infanticidal attack on nestlings in great cormorants *Phalacrocorax carbo*: why do adults attack conspecific chicks?, *Journal of Ethology* 28, 221-230 (2010)
- ④ 高橋晃周 & 依田憲, バイオロギングによる鳥類研究(総説)、日本鳥学会誌 59, 3-19 (2010)
- ⑤ K. Yoda, M. Murakoshi, K. Tsutsui, H. Kohno. Social interactions of juvenile brown boobies at sea as observed with animal-borne video cameras, *PLoS ONE*, (2011) in press.
- ⑥ H. Kohno & K. Yoda. Going the distance: the development of activity range in the juvenile brown booby, *IBIS*, (2011) in press.

〔学会発表〕(計21件)

1. 依田憲. GPSを用いたオオミズナギドリの行動追跡. 日本生態学会第56回全国大会. 2009年3月. 盛岡.
2. 山口まどか, 綿貫豊, 山本麻希, 依田憲. 新潟県粟島におけるオオミズナギドリの飛翔行動に関する研究. 日本生態学会第56回全国大会. 2009年3月. 盛岡.
3. 依田憲. バイオロギングによる鳥類研究: 概説. 日本鳥学会2009年度大会シンポジウム. 2009年9月. 函館.
4. 依田憲, 山本誉士. オオミズナギドリの移動生態学: 概説, 日本鳥学会2009年度大会シンポジウム. 2009年9月. 函館.
5. 島谷健一郎, 依田憲. 飛んでいる鳥の進む方向の変化とそのモデル化による定量的分析, 日本鳥学会2009年度大会. 2009年9月. 函館.
6. 佐々木幸穂, 田島忠, 井上裕紀子, 藤井英紀, 新妻靖章, 佐藤克文, 依田憲. 加速度データロガーを用いたカワウ幼鳥の飛翔・潜水行動の発達に関する研究. 日本鳥学会2009年度大会. 2009年9月. 函館.
7. 藤井英紀, 新妻靖章, 依田憲. 矢作川流域に生息するカワウの甲状腺組織の年次変

- 化. 日本鳥学会2009年度大会. 2009年9月. 函館.
8. 黒木博文, 土屋健児, 井上裕紀子, 藤井英紀, 依田憲, 新妻靖章. 沿岸コロニーと内陸コロニー間のカワウの採餌行動の違い. 日本鳥学会2009年度大会. 2009年9月. 函館.
9. 水谷友一, 富田直樹, 新妻靖章, 依田憲. ウミネコにおけるテロメアの年次変化一経過報告一. 日本鳥学会2009年度大会. 2009年9月. 函館.
10. 島谷健一郎, 依田憲, 佐藤克文, 塩見こずえ, 清水邦夫. 飛ぶ鳥が飛び立つ時-角度解析, 日本生態学会第57回全国大会. 2010年3月. 東京.
11. 山口まどか, 綿貫豊, 山本麻希, 依田憲. 風の流れとオオミズナギドリの移動. 日本生態学会第57回全国大会. 2010年3月. 東京.
12. 依田憲. 海鳥の移動経路解析. 日本バイオロギング研究会第6回シンポジウム. 2010年7月. 東京.
13. 富田直樹, 水谷友一, 依田憲, 新妻靖章. GPSとビデオロガーを用いたウミネコの間活動への依存性の解明. 第6回バイオロギング研究会シンポジウム. 2010年7月. 東京.
14. 田島忠, 佐々木幸穂, 藤井英紀, 佐藤克文, 日野輝明, 新妻靖章, 依田憲. 第6回バイオロギングシンポジウム. GPSデータを用いたカワウの成鳥の採餌経路の測定. 日本バイオロギング研究会第6回シンポジウム. 2010年7月. 東京.
15. 白井正樹, 依田憲, 牛島明美, 新妻靖章, 山本誉士, 山本麻希, 海老根直之, 岡奈理子. 粟島で繁殖するオオミズナギドリの飛翔時エネルギー消費速度. 日本バイオロギング研究会第6回シンポジウム. 2010年7月. 東京.
16. 富田直樹, 水谷友一, 依田憲, 新妻靖章. 燕島におけるウミネコの間活動への依存性. 日本鳥学会2010年度大会. 2010年9月. 千葉.
17. 水谷友一, 富田直樹, 成田憲一, 成田章, 新妻靖章, 依田憲. ウミネコ雛の成長に伴うテロメア変化. 日本鳥学会2010年度大会. 2010年9月. 千葉.
18. Yuichi Mizutani, Naoki Tomita, Yasuaki Niizuma, Ken Yoda. Annual dynamics of telomere length in black-tailed gull in the wild. 1st World Seabird Conference. September 7-11, 2010 in Victoria, Canada.
19. Zavalaga, C.B., J. Alfaro, G. Dell' Omo, Yoda, K. First GPS-tracking of small seabirds: Peruvian diving-petrels and inca terns. 1st World Seabird Conference. September 7-11, 2010 in

Victoria, Canada.

20. 伊藤淳郎, 山口まどか, 依田憲, 塩見こずえ, 佐藤克文, 高田秀重, 綿貫豊. 採食海域が異なるオオミズナギドリ個体群での汚染物質濃度の比較. 日本生態学会第 58 回全国大会. 2011 年 3 月. 札幌.

21. 藤井英紀, 佐々木幸穂, 田島忠, 依田憲. 動物装着型行動記録計を用いたカワウの採餌行動の研究. 名古屋大学グローバル COE プログラム (地球学から基礎・臨床環境学への展開) 国際ワークショップ「伊勢湾流域圏における生態系保全と持続的開発」. 2011 年 3 月. 名古屋.

〔図書〕 (計 3 件)

- ① 動物たちの不思議に迫るバイオロギング (2009), 共同執筆、バイオロギング研究会編、京都通信社
- ② 地球からのおくりもの (2011) 共同執筆、しんきん環境事業イノベーション寄附講座編、風媒社 (2011)
- ③ 生物多様性ー子どもたちにどう伝えるか (in press), 共同執筆、地球研叢書、昭和堂

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者
依田 憲 (YODA KEN)

研究者番号：10378606

(2) 研究分担者 なし
()

研究者番号：

(3) 連携研究者 なし
()

研究者番号：