

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25660150

研究課題名(和文) 隠れた沿岸海洋ホットスポットを発見する技術の開発

研究課題名(英文) Research on the technique for finding coastal marine hotspot

研究代表者

綿貫 豊 (WATANUKI, Yutaka)

北海道大学・水産科学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40192819

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：沿岸の小規模な生物学的ホットスポットを探し、その成立過程を研究することを目的とし、津軽海峡において、オオミスナギドリのGPSトラッキングとうしお丸による海洋環境・海鳥分布調査を実施した。尻屋海脚周辺の躍層付近に高い一次生産が安定してみられたが、魚探で確認された魚群分布はこれとは必ずしも一致していなかった。海鳥の分布は小規模な上昇流などや、捕食性魚類に追い上げられた餌生物の分布と関係しているようだった。沿岸・陸棚域ホットスポット形成には、地形、海流、捕食性大型魚類が重要なようである。トラッキング結果と目視結果の整合性についてはさらに検討する必要がある。

研究成果の概要(英文)：To find biological hot spots in the coastal and shelf areas and analyze the forcing factors, GPS tracking of Streaked Shearwaters and the boat-based marine surveys were carried out in Tsugaru Strait in the autumn of 2013 and 2014. Topology and the current of this area seemed to affect small-scale marine physical structure. chl-a maximum was observed around the depth of the thermocline off Cape Shiriya in both years, while index of fish density (38kHz SA) was not always associated with this chl-a maximum. The distribution of seabirds determined by boat survey did not always coincide with feeding sites determined with GPS tracking, and seemed to be related with the daily changes in the small-scale upwelling or fish schools chased by large predatory fish. These indicate that topology and behavior of large predatory fish could be important factors for structuring coastal hot spots. Integration of boat survey and seabird tracking should be further required.

研究分野：海洋生態学

キーワード：食物連鎖 生態学的・生物学的重要海域 海鳥 バイオロギング 目視調査 1次生産

1. 研究開始当初の背景

生態学的（生産性・生物活動が高い）・生物学的（希少種・生物多様性が高い）重要海域を特定し、そこを管理・利用することは、海洋における生態系サービスを持続的に利用するためのひとつの手段である。その候補地となる、サンゴ礁や藻場、海山などのいわゆる“ホットスポット”は容易に特定でき、海底探査からも予測できる。また、海流や海洋渦が作るフロントなど、1次生産が高く、そのため消費者も集まるホットスポットも衛星画像からそれなりに推定できる。しかし、沿岸・陸棚域においては、これらと異なり、発見しづらい、魚の産卵場所など、小規模なホットスポットもある。これらの変化は魚資源動態に大きな影響を及ぼす。こうした、小規模ホットスポットは見落とされがちであり、その成立条件については十分にはわかっていない。海鳥は広範囲を飛行しながら、彼らの餌である浮魚・マイクロネクトンパッチを効率よく発見していると考えられており、隠れた小規模ホットスポットを発見するために海鳥の分布が利用できる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の狙いは、海鳥の分布を個体の移動追跡と調査船による目視観測の両方で調べて、従来の方法では発見困難な、小規模なホットスポットをみつける技術を開発することである。第1に、海鳥の移動・採食軌跡データを得て、軌跡のまがりくねり度から、ある範囲内で地域限定的な餌探索をしている場所を特定すると同時に、調査船でその候補地と周辺海域で目視調査を行い海鳥の分布を調べることが目的とした。調査船では同時に海洋環境調査を実施し、第2に、こうしたホットスポットを成立させている環境条件を分析することを目的とした。最後に、そのホットスポットに特徴的な海鳥の動きを見つけたし、海鳥のトラッキングデータだけから隠れたホットスポットをみつける解析手法を開発することを最終目的とした。

3. 研究の方法

津軽海峡は、その最大深度が深く、津軽半島や下北半島、渡島半島に続く複雑な海底地形からなっている。また、沿岸親潮と津軽暖流水によってその海洋構造も複雑で変化に富む。小規模で隠れたホットスポットが複数ある可能性がある。オオミズナギドリは日本・韓国に多数繁殖し、表層で採食する中型の海鳥であり、夏から秋の繁殖期には、イワシ類、サンマといった重要な浮魚類を食べる。また、津軽海峡から北海道太平洋沿岸を重要な採食海域とし、陸棚斜面や1次生産が高い沿岸親潮域で密度が高い。オオミズナギドリは、沿岸域の浮魚類に関連した、小規模で隠れたホットスポットを見つけるプラットフォームとして適当である。本海域には申請者らの所属機関が位置する函館から調査船を派遣

しやすい。そのため、津軽海峡から北海道太平洋沿岸を調査対象海域とし、粟島で繁殖するオオミズナギドリを追跡対象とした。

25年度には岩手県船越大島にてオオミズナギドリにGPSデータロガーを装着しその索餌範囲を調べた。25年度と26年度の秋に、津軽海峡からその太平洋沿岸部においてうしお丸をつかった海洋環境・海鳥の目視調査を実施した。海洋環境調査としては、海水面水の水温・塩分濃度・蛍光（クロロフィル濃度）の連続測定、シムラッド科学魚探による後方散乱強度の連続測定、定点のCTD観測、ドップラー流速計による流速測定、フレームトロールによる餌生物採取を実施した。海鳥の目視調査は200m範囲で日中実施した。

4. 研究成果

25年度GPSデータロガーを装着した個体は襟裳沖に採食に出かけ、調査海域を利用しなかった（図1）。25年度のうしお丸による調査によると、全体として、調査ラインの北東部は沿岸親潮と津軽暖流の境界にあたっており、東向きの津軽暖流が卓越するが、渦を伴う流れも散在していた。



図1

尻屋海脚先端付近ではその東西に、付け根付近では西側だけに、深度20-30m付近に密度躍層と一致してクロロフィル極大が存在した。海脚の東西の深度30-40m付近に強い音響反応があったが、日中浮上することはなかった。目視観測によると、オオミズナギドリは、尻屋海脚の先端部では西側、付け根付近では東外側で多く見られたが、尻屋海脚上での採食群は観察されず、また海峡内の他の場所でも観察された（図2）。オオミズナギドリの分布は、表面水温がやや高い海域に多いという弱い傾向があり、海底地形（尻屋海脚）とは関係なく、クロロフィル垂表層極大が明瞭にみられる海域とはかならずしも一致していなかった。オオミズナギドリが採食していた場所でフレームトロールを実施したが餌生物は採取されなかった。その後のおしよる丸による調査では海脚末端部に多数が出現した。

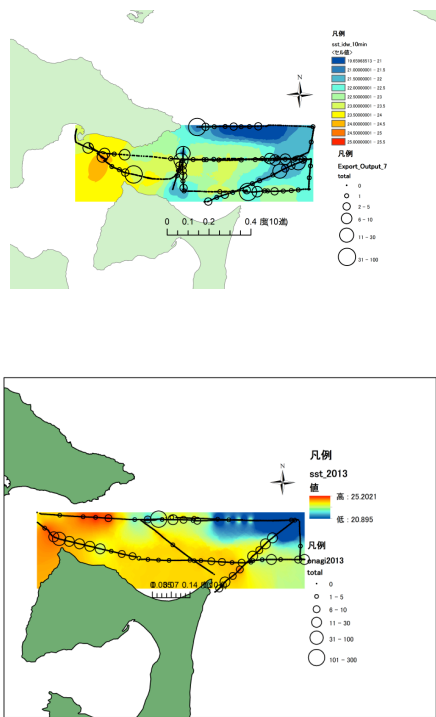


図2 2013年(上)と2014年(下)の表面水温とオオミズナギドリ数の分布

26年度も、秋に津軽海峡からその太平洋沿岸部においてうしお丸をつかった海洋環境・海鳥分布調査を実施した。全体として、日本海側からの津軽暖流水の流入と、親潮系水塊との混合が認められた。表面クロロフィル濃度は水温がやや低い海峡の出入り口付近の方が高かった。しかしオオミズナギドリは海峡の中にも分布しており、表面クロロフィル濃度に依存した分布は認められなかったが、水温がやや低い海域で密度が高い傾向が見られた。尻屋海脚先端付近ではクロロフィル極大が見られなかったが付け根付近では深度20-40m付近に密度躍層と一致してクロロフィル極大が存在した。尻屋崎海脚先端では音響反応がなかったが、付け根では開脚直上に反応があり、そこでオオミズナギドリ小集団が散発的に、ブリに追われたイワシ類を採食しているのが観察された。また大間崎沖では、ボール状の小魚の強い音響反応とともにオオミズナギドリの採食群が観察され、マグロも目視された。比較的強い音響反応が見られた場所でフレームトロールを実施したが餌生物は採取されなかった。オキアミやカタクチイワシなど想定された餌生物の網逃避能力が予想以上であることが原因だと考えられた。このように、地形は一次生産を通じてというよりも、捕食性魚類の採食場所を通じて、餌生物をオオミズナギドリに利用しやすくしている可能性が考えられた。日変動に対応するため、陸からの観察も予定していたが都合により実施できなかった。

2年間の調査によると、津軽海峡では秋期間に、地形(海脚)と比較的安定した海

流が、亜表層のクロロフィル極大層や餌生物の集群の形成に役立っていそうなことがわかった。しかしながら、こうした餌生物(魚群)が海面に浮上したときだけ海鳥がこれを利用できるようであった。餌生物の浮上には、大型の捕食性魚類による追い上げが最も重要であり、海鳥の採食場所をホットスポットの指標とする際の注意点が明らかになった。

本研究では、海鳥個体の移動軌跡によってわかる採食場所は津軽海峡内での目視調査の結果とは比べることができなかった。これは採食場所がその個体の繁殖地に大きく依存しており、ある特定の海域のホットスポットの指標とするためには繁殖地を注意深く選ぶか、多くの繁殖地で多くの個体を追跡する必要があることを示唆する。本研究と関連して、三陸沖で得られた既存のデータ(オオミズナギドリを材料とした船からの目視とGPSトラッキング結果)を再解析した。多数個体の追跡結果からコロニーや性を独立変数に入れた生息地モデルを作成し目視データによる生息地モデルと比較したところ、両者を統合するアプローチが有効そうであることが分かった。

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 2件)

- 1) Yamamoto T, Watanuki Y, Hazen EL, Nishizawa B, Sasaki H, Takahashi A. 2015 Considering multiple ecological states and data types in habitat models. *Ecological Applications* (In Press) (査読有)
- 2) Yamamoto T, Hoshina K, Nishizawa B, Meathrel C, Phillips RA, Watanuki Y (2014) Annual and seasonal movements of migrating short-tailed shearwaters track environmental variation in sub-Arctic and Arctic waters. *Mar Biol* DOI 10.1007/s00227-014-2589-1 (査読有り)

[学会発表] (計 4件)

- 1) Hazen EL, Suryan R, Bograd SJ, Yamamoto T, Lorenzo ED, Polovina J, Sydeman WJ, Weng K, Ream R, Watanuki Y. Top predators as indicators of climate change: Statistical techniques, challenges and opportunities. PICES Annual Meeting, Yeosu (Korea). 22 Oct 2014.
- 2) Fan E, Hazen E, Saitoh S, Sydeman W, Watanuki Y (Co-convenors) Strength and limitations of habitat modeling: techniques, data sources, and predictive capabilities. PICES Annual Meeting, Yeosu (Korea). 23 Oct 2014.
- 3) Yamamoto T, Takahashi A, Sato K, Oka N, Watanuki Y. Spatial utilization of streaked shearwaters in the

Northwestern Pacific. 2014 FUTURE
Open Science Meeting, PICES,
15-18April, Kohala Coast, Big Island,
Hawaii (U.S.A.) (Invited)
4) Suryan R, Ream R, Sydeman W, Watanuki
Y (Co-convenors). Marine bird and
mammal spatial ecology. BIO Workshop.
PICES Annual Meeting, Nanaimo
(Canada) 11 Oct 2013

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 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 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
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

綿貫 豊 (WATANUKI, Yutaka)
北海道大学・大学院・水産科学研究院・教授
研究者番号：40192819

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：