

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 27 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23740365

研究課題名(和文) サブメソスケールモデルを用いた黒潮沿岸域での暖水波及とシラス漁場形成機構の解明

研究課題名(英文) Numerical study of warm water spreading from the Kuroshio front to a coastal water and fishing-ground formation of "shirasu" using a submesoscale ocean model

研究代表者

黒田 寛 (Kuroda, Hiroshi)

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：30531107

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、日本南岸沖の黒潮沿岸域におけるサブメソスケール変動を再現できる海洋モデルを構築し、黒潮前線付近から沿岸方向に間欠的に生じる暖水波及の発生過程を究明した。さらに、海洋モデルの流動場を用いて各種稚仔魚(以下、シラス)を模した輸送実験を行い、沖合から沿岸域へのシラス来遊経路の推定と沿岸シラス漁場の形成機構の解明を行った。その結果、典型的で大規模な暖水波及時には、沖合から沿岸に大量のシラスが供給される可能性はあるが、滞留時間が短いため漁場形成は短期的になり、一方、小規模な暖水波及が発生し、沿岸域での海水の滞留時間が長い場合においては、好適なシラス漁場が長期間継続されることが推察された。

研究成果の概要(英文)：Larva and juvenile of pelagic fishes (shirasu) are important targets of Japanese fisheries in coastal waters. The fishing-ground formation has been believed to be related to submesoscale variations such as the Kuroshio frontal disturbances, but details have been little elucidated. To understand the process/mechanism of the shirasu fishing-ground formation, we developed a realistic 1/50-degree submesoscale model connected to a 1/10-degree mesoscale model by using one-way nesting and SSDA method. This study clarified that typical large-scale warm water spreading from the offshore Kuroshio front can supply a large amount of the shirasu to coastal fishing grounds, but they are easily transported away from the coastal fishing grounds, which is associated with short-term fishing-ground formation. In contrast, more preferable long-term fishing-ground formation is expected when relatively weak warm water spreading occurs and the subsequent residence time of coastal water becomes longer.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：黒潮 サブメソスケール変動 沿岸シラス漁場 高解像度海洋モデル シラス輸送モデル

1. 研究開始当初の背景

1990年以降、衛星海面高度計の稼働やアルゴフロートの全球展開により、海洋におけるメソスケール変動の理解が急速に進み、10km程度の格子幅を有する海洋数値モデル(以降、「メソスケールモデル」)やデータ同化モデルを組み込んだ海況予測システムが世界中で競って開発された。さらに、メソスケールモデルや海況予測システムの水産研究分野への利用が急速に進み、遊泳力の弱い初期生活期における水産資源生物の生残率の変動、加入量変動ひいては資源量変動機構を明らかにしようとする研究が盛んに行われ、水産資源研究に飛躍的な進歩をもたらしていた。

メソスケールモデルの学際的利用が注目される中で、計算機能力の向上や並列計算技術の進歩により、力学的ダウンスケーリング手法に基づきメソスケールモデルと接続できる高解像度海洋数値モデル(以降、「サブメソスケールモデル」)の開発が進められ、世界の様々な海域で、サブメソスケール変動の動態に関する研究が開始されていた。また、将来の展望として、海洋生物・化学あるいは水産海洋学と融合した学際的研究への発展が期待されていた。特に、日本南岸沖の沿岸域では、水産資源生物の卵稚仔輸送や漁場形成機構の解明のために、サブメソスケール変動の理解が重要であり、サブメソスケールモデルへの期待が高まりつつあった。

2. 研究の目的

本研究は、力学的ダウンスケーリング手法に基づき、日本南東岸沖の黒潮沿岸域におけるサブメソスケール変動を忠実に再現できる海洋数値モデルを構築し、黒潮前線付近から沿岸方向に間欠的に生じる典型的な暖水波及の発生過程と暖水波及機構の解明を行う。また、海洋数値モデルの流動場を用いて各種稚仔魚(以下、シラス)を模した粒子追跡実験を行い、沖合域から沿岸域へのシラスの来遊経路の推定と沿岸域シラス漁場の形成機構の解明を行う。

3. 研究の方法

海洋モデルの基盤には Regional Ocean Modeling System (ROMS)を採用する。モデル領域は日本南岸全域(31°N~39°N, 131°E~146°E)をカバーし、解像度は十数km程度のサブメソスケール変動を再現できるように1/50°(約2km)とし、FRA-ROMS再解析値(1/10°)と単方向で接続する(図1)。さらに、サブメソスケールモデルにおけるメソスケール変動を制御するために、スペクトル緩和法とIAU法を組み合わせた Scale-selectiveなデータ同化手法(SSDA法)を開発・導入することで、典型的な黒潮前線擾乱にともなう暖水波及過程を再現する。さらに、

時間的に順方向/逆方向でシラスの追跡が可能なサブモデルを作成し、日本南岸域の沿岸シラスの漁場の形成過程を明らかにする。これらの計算は大規模になるため農林水産研究情報総合センターの大型計算機を使用する。また、静岡県や千葉県の水産試験関係機関と連携しながら本課題を実施する。

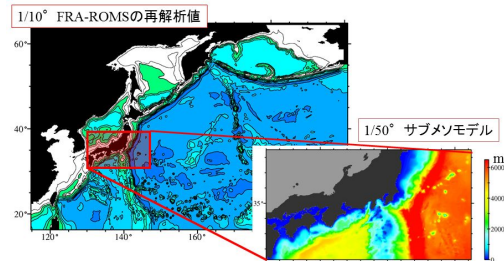


図1. FRA-ROMS再解析値とサブメソスケールモデルの接続およびモデル領域

4. 研究成果

「2. 研究の目的」に対応した主な研究成果をまとめると、黒潮前線域から発生する前線擾乱に起因する典型的な暖水波及を再現できるサブメソスケールモデルを構築した。本モデルの領域が日本南岸沖のかなり広い範囲に設定されたため(図1)、側面境界条件だけではモデル内部のメソスケール変動を制御できないことがわかった。そのため、スペクトル緩和法とIAU法を組み合わせ、100km以上スケールのメソスケール変動のみをFRA-ROMS再解析値(親モデルの出力)で修正する手法(SSDA法)を開発した。本手法の特徴は、メソスケール変動を制御できる一方でサブメソスケール変動を弱めない特性があり(図2)、一般的な緩和法よりも優秀な手法であると判断された。また、ROMSの並列計算(MPI)構造を崩すことなく比較的簡単に導入が可能である。さらに、本手法の諸パラメータを調節・導入したことで、黒潮流路変動などのメソスケール変動に起因するサブメソスケール変動の再現性を向上させた。本研究では、潮汐流や現実的な海面フラックスを与えて、主に、2008~2009年を対象とする計算を実施した。その結果、2009年5月初旬に、伊豆諸島~駿河湾~遠州灘で発生した大規模な暖水波及過程の再現に成功した(図3)。この暖水波及の発生過程を簡単に述べると、2009年4月、伊豆諸島西方海域で黒潮前線擾乱が発生し、前線擾乱の凸部が次第に発達して北上し、擾乱の先端付近の暖水が舌状に沿岸に沿って移動(駿河湾から遠州灘方向に伝播)し、日本南岸の沿岸域に暖水を波及した。モデルで再現された暖水波及のタイミングは5日ほど遅れる傾向にあったが、本海域での大規模かつ典型的な暖水波及を再現できたと考えられる。次に、シラス来遊経路と沿岸漁場でのシラスの滞留時間を

調べるために、既存の粒子追跡プログラム LTRANS を改良することで、汎用的な粒子追跡モデルを開発した。静岡県沿岸のシラス漁場付近に仮想的な粒子(シラス)を配置し、2009年春～初夏における輸送実験を実施した(図4)。逆追跡の結果、沿岸漁場で採捕されるシラスの多くが黒潮内側反流により南東海域から供給され、一方、遠州灘や熊野灘など西方海域からの供給も無視できないことが示唆された(図4右)。さらに、暖水波及と漁場形成・維持について調べたところ、大規模な暖水波及は遠方沖から大量のシラスを沿岸漁場に供給する可能性はあるが、沿岸漁場での滞留時間は短く、漁期は暖水波及時に限定されてしまう。また、シラスの来遊経路も暖水波及が生じる一方向からに限定される。一方、小規模な暖水波及によるシラス供給かつ滞留時間の長い海洋環境が形成されると、好適なシラス漁場が長期間持続することが推察された。また、シラスの来遊経路は典型的暖水波及時とは異なり、複数存在する可能性が示唆された。

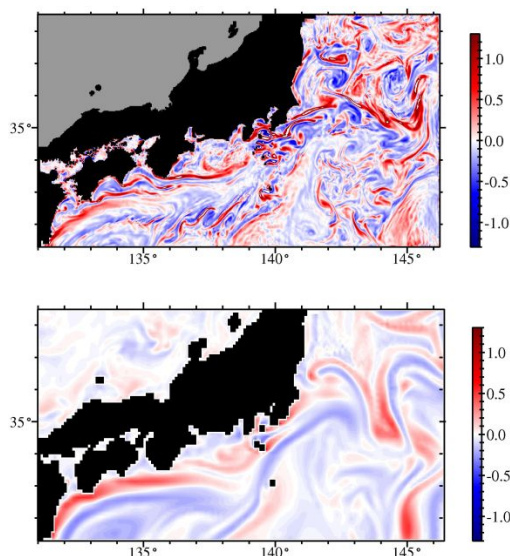


図2: 2009年4月1日における海面流速の無次元相対渦度(コリオリパラメータで規格化)(上段)SSDA法を導入したサブメソスケールモデルの出力(下段)FRA-ROMS再解析値

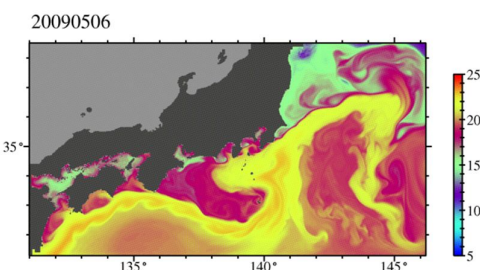


図3: 2009年5月6日の暖水波及時におけるサブメソスケールモデルの海面水温()

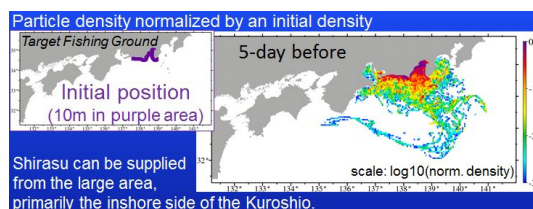


図4. 粒子の初期分布(左)と逆追跡に基づく5日前の粒子の確率分布(右:対数スケール)

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)

H. Kuroda, Y. Hirota, T. Setou, K. Aoki and T. Watanabe (2014). Properties of winter mixed layer variability on the shelf-slope region facing the Kuroshio—study of Tosa Bay, southern Japan. *Ocean Dynamics* 64, 47-60. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10236-013-0670-9#page-1>

赤羽敬子, 黒田 寛, 高橋大介(2014). 房総半島東岸沖で観測された急潮の特徴. *海の研究* 23, 73-86. <http://kaiyo-gakkai.jp/jos/uminokenkyu/vol23/23-3/23-3-kuroda.pdf>

[学会発表](計 5件)

黒田 寛, 瀬藤 聡, 青木一弘, 高橋大介, 萩原快次, 赤羽敬子, 渡慶次 力, 山本 順(2011). Scale-selective データ同化手法を用いた 黒潮域サブメソスケールモデルの開発. 2011年度水産海洋学会. 函館.

H. Kuroda, T. Setou, K. Aoki (2012). Development of a submesoscale model of the Kuroshio south of Japan based on a scale-selective data assimilation method. ECSA 2012, Jun. 2012, Venice Italy.

H. Kuroda, T. Setou, K. Aoki, D. Takahashi, Y. Hagiwara, H. Akabane. (2012). A numerical study on fishing ground formation of “shirasu” based on the Kuroshio submesoscale model, south of Japan. PICES Annual Meeting 2012, Oct. 2012, Hiroshima, Japan.

H. Kuroda, T. Setou, K. Aoki (2013). Regional ocean modeling around Japan based on an operational ocean forecast system of the Fisheries Research Agency (FRA-ROMS). PICES Annual Meeting 2013 (WG-29: Climate Modeling), Oct. 2013, Nanaimo, Canada.

H. Kuroda, T. Setou, K. Aoki (2014). Development of a submesoscale model of the Kuroshio south of Japan based on a scale-selective data assimilation

method. Ocean Sciences Meeting 2014, Feb.
2014, Honolulu, USA.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒田 寛 (KURODA Hiroshi)

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：30531107