

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450254

研究課題名(和文) 日本海南西海域における表層海流とプランクトン・卵仔稚魚の分布

研究課題名(英文) Surface current field and plankton distribution in the southwestern Japan Sea

## 研究代表者

滝川 哲太郎 (TAKIKAWA, Tetsutaro)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・准教授

研究者番号：10371741

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：2014年から2016年にかけて、日本海南西海域で、遠距離海洋レーダによって表層流を観測している間、船舶によるプランクトン調査を行った。カタクチイワシの卵・仔魚は、基本的に沖合に分布する傾向を示した。通常、対馬暖流第2分枝が、大陸棚縁(200 m等深線)に沿って、東北東方向へ流れていた。ただし、日本海の下層の冷水が陸棚上に進入することによって、南東に向かう流れが、水温フロントに沿って生じていた。この流れによって、沖合から沿岸へ卵・仔魚が輸送されていると示唆された。

研究成果の概要(英文)：From 2014 to 2016, we carried out plankton surveys, during the surface current observation period by the Long Range Ocean Radar in the southwestern Japan Sea. The eggs and larvae of *Engraulis japonicus* were mainly distributed in the offshore region far from the Japanese coast. Typically, the second branch of the Tsushima Warm Current flows toward the east-northeast along the continental shelf break (about 200-m isobath). However, when the cold water in the Japan Sea intruded into the bottom layer of the continental shelf, southeastward flow was generated along the temperature front. It is considered that the southeastward flow advected the eggs and larvae from offshore to nearshore region.

研究分野：海洋物理学

キーワード：水圏環境 漁場環境 物理-生物過程 動植物プランクトン 対馬暖流 海洋レーダ

### 1. 研究開始当初の背景

対馬暖流は、東シナ海から対馬海峡を通過し、日本海に流入する。日本海に流入した後の対馬暖流については、いくつかの流路説があり、未だ議論が続いている。例えば、対馬海峡を通過後に蛇行しながら流れる蛇行流路説、対馬海峡を通過後に2つの分枝流に分かれる2分枝流路説、2分枝流路に加え大陸棚縁に沿って流れる分枝が存在する3分枝流路説がある。

この対馬暖流の流路を明らかにするために、日本海南西海域では、遠距離海洋レーダによる表層流観測が2014年度から始まった。遠距離海洋レーダは、岸から約200 km 沖合までの範囲の流速を7 kmの空間分解能で1時間毎に観測することができる。

一方、人工衛星の海色センサーによって、植物プランクトンの指標であるクロロフィル濃度を観測することができる。この海色画像によると、高クロロフィルの領域が、海流の影響を受け、帯状に分布している。湧昇流や表層混合層の発達によって下層の栄養塩が表層有光層に運ばれ、植物プランクトンが増加することはもちろん、このような帯状のプランクトンの分布には、海流や渦流による水平輸送、流れの収束などが影響を与えていると考えられる。また、日本海の漁業に被害をもたらすエチゼンクラゲは、対馬暖流によって運ばれてくる。このように、海水中の物質が、流動場の影響を受けて分布することは言うまでもない。

2014年度からの3年間、遠距離海洋レーダの観測が実施されれば、日本海南西海域を流れる対馬暖流を観測できることはもちろん、海洋渦や収束場も把握することができる。本研究では、この海流情報が得られる期間、船舶によるプランクトンのサンプリング調査を行うことによって、流動場と生物分布の関係を見いだすことが可能となる。

### 2. 研究の目的

日本海南西海域で、遠距離海洋レーダによって表層流を観測している間、船舶によるプランクトン調査を行う。その結果を用い、以下のことを研究目的とする。

- 当海域におけるカタクチイワシの卵・仔魚の典型的な分布パターンを明らかにする。
- 表層流や水温といった物理環境と卵・仔魚の分布の関係を見出す。
- 海洋レーダの表層流データを用い、トレーサー実験を行う。この結果から、プランクトンの輸送経路、滞留時間を明らかにする。さらに、プランクトンの集積しやすい場所を特定する。

### 3. 研究の方法

日本海南西部の遠距離海洋レーダの表層流観測海域において、2014年に3回、2015年に4回、2016年に4回の合計11回、船舶

によるプランクトン調査とCTDや採水などによる海洋観測を実施した。採水によって得られたクロロフィルa濃度を用い、CTDの蛍光強度センサー値を校正した。動物プランクトンの採集には、ノルパックネット(目合100 μm)を用いた。ここで、最大曳網深度を200 mとし、海底付近から海面まで鉛直曳した。採集した試料は四ホウ酸ナトリウムを緩衝剤とした5%中性ホルマリン海水で固定した。試料の一部を用い、分類群別個体数を計数し、残り試料を3つのサイズに分画(0.1-0.2 mm, 0.2-0.5 mm, >0.5 mm)し、乾燥重量を計測した。この調査結果から、当海域におけるカタクチイワシの卵・仔魚の典型的な分布を把握した。

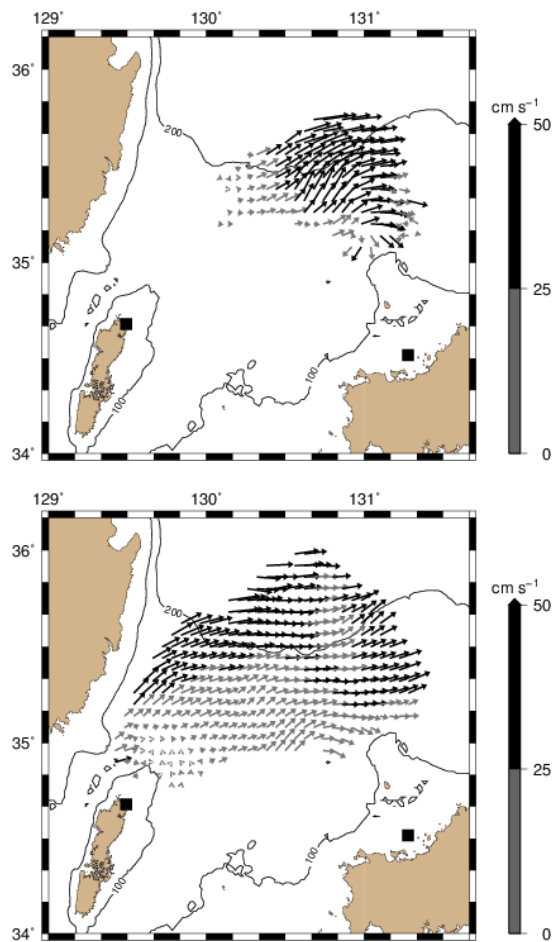


図1: 遠距離海洋レーダによる平均表層流ベクトル( :レーダサイト).平均期間は、2014年6月15日から6月26日(上図)と2014年8月19日から8月24日(下図)である。実線は、100 m毎の等値線で水深を示す。

海洋レーダの表層流から、調和分解によって求めた潮流成分(半日周潮)を除去し、船舶観測期間の平均流動場を求めた。この平均流動場と動物プランクトンの分布を比較し、流れによって、どのように卵・仔魚が輸送されているか検討した。さらに、表層流動場を用い、動物プランクトンを粒子とみなし、ト

レーザ実験を行った。粒子の初期位置は、対馬暖流を横断するように設定した。

#### 4. 研究成果

平均表層流動場の例として、図1に2014年6月と8月の結果を示す。両期間とも、対馬暖流第2分枝が、大陸棚縁(200m等深線)に沿って、東北東方向へ流れていた。ただし、6月には、第2分枝流から南東方向への流れが確認できた。図2上によると、日本海の下層の冷水が陸棚上に進入することによって、沖合から沿岸に向かう流れが、水温フロントに沿って生じていた。

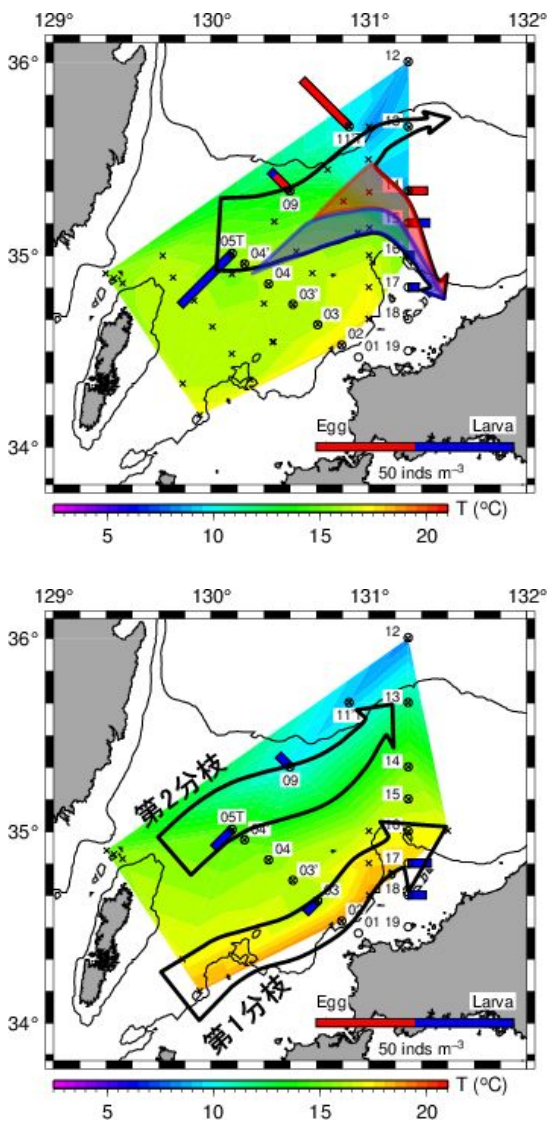


図2: 100 m 深の水温 (T) とカタクチイワシの卵 (Egg)・仔魚 (Larva) の分布図 (上図: 2014 年 6 月, 下図: 2014 年 8 月). 矢印で海流を模式的に示した。

カタクチイワシの卵・仔魚は、基本的に沖合に分布する傾向を示したが、その分布は、流動場と比較すると、大きく2つのパターンに分類できた。一つは、「沖合と沿岸に分離、または沖合に分布する場合」であり、もう一

つは、「沿岸に多く分布する場合」であった。前者の場合、2014年8月(図2下)のように、対馬暖流の第1分枝流と第2分枝流が明瞭に分かれていた。後者の場合、2014年6月(図2上)のように、沖合を流れる第2分枝流から分かれて、沿岸に向かう流れが生じていた。この沖合から沿岸に向かう流れは、日本海からの底層冷水の陸棚域への進入や対馬東方の反時計回り渦による表層流の変化によって引き起こされていた。この結果、沖合から沿岸域に卵・仔魚が輸送されていると示唆された。

2014年8月の動物プランクトンとクロロフィルaの分布を図3に示す。動物プランクトンも、卵・仔魚と同様に、沖合と沿岸に分離して分布していた。クロロフィルaは、第1分枝流と第2分枝流の間の弱流域で高い濃度を示した。

トレーザ実験の結果によると(図3の粒跡線)、動物プランクトン仮定した粒子は、当観測海域を約5日かけて通過した。また、北緯35度10~20分と北緯35度30~50分付近で、流れに沿って帯状に粒跡線が密となった。特に北側の沖合では、これらの集積域で動物プランクトンが多く分布する傾向を示した。

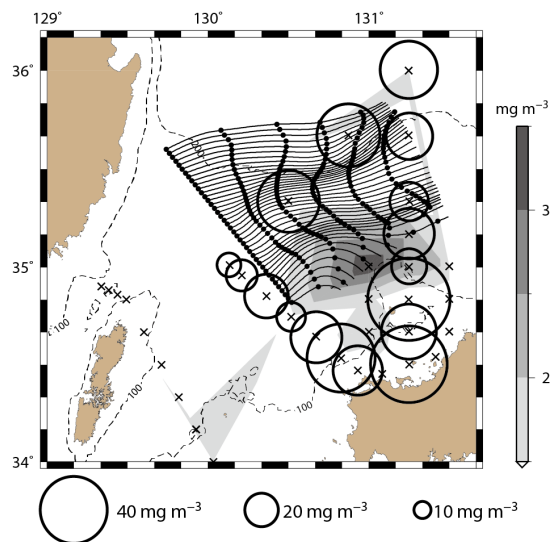


図3: 2014年8月のトレーザ実験の結果。曲線は粒跡線を示す(×: 1日毎の粒子位置)。陰影は、極大層を中心に鉛直20m平均したクロロフィルa濃度を示す(×: CTD観測点)。

#### 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 1件)

滝川哲太郎, 森本昭彦, 鬼塚剛: 水産大学校練習船による対馬海峡における現場海洋観測. 海洋水産エンジニアリング. 128, 68-74. 2016, 査読無

〔学会発表〕(計 12 件)

Takikawa T, Morimoto A, Kyushima M, Ichikawa K, Ito M, Yufu K: Fortnightly variation of the Tsushima Warm Current after passing through the Tsushima Straits associated with internal tide. 19th Pacific-Asian Marginal Seas Meeting, Seogwipo KAL HOTEL (Jeju, Korea), 2017/4/11-13.

滝川哲太郎, 小針統, 森本昭彦, 渡辺俊輝, 杉谷茂夫, 岩井宏徳, 久島萌人, 藤井智史, 市川香, 雨谷純, 山田東也: 流動場とプランクトン分布 - 山陰沖遠距離海洋レーダ海域における物理・生物観測 - . 2016 年度九州沖縄地区合同シンポジウム「九州沖縄地区における現場海洋観測とその連携研究」, 鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市), 2016/12/9

本間大賀, 小針統, 兒玉聡伸, 滝川哲太郎, 渡辺俊輝, 山田東也: 対馬海域における動物プランクトン群集の変動特性. 2016 年度九州沖縄地区合同シンポジウム「九州沖縄地区における現場海洋観測とその連携研究」, 鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市), 2016/12/9

滝川哲太郎, 森本昭彦, 鬼塚剛: 近 10 年間の対馬海峡から山陰沖にかけての海洋観測結果. 金沢大学・環日本海域環境研究センター共同利用シンポジウム「対馬暖流系の変動機構の解明に向けて」, 石川四高記念文化交流館 (石川県金沢市), 2016/11/24

滝川哲太郎, 森本昭彦, 久島萌人, 市川香, 伊藤雅, 油布圭: 山陰沖陸棚上における対馬暖流流軸と内部潮汐に伴う底層水温変動. 研究会「宗谷暖流を始めとした対馬暖流系の変動メカニズム」, 北海道大学 (北海道札幌市), 2016/6/30-7/1

滝川哲太郎, 小針統, 渡辺俊輝, 森本昭彦, 永沼元, 首藤雄一郎, 杉谷茂夫, 岩井宏徳, 久島萌人, 藤井智史, 市川香, 雨谷純: 山陰沖遠距離海洋レーダ観測海域におけるプランクトン調査. 2015 年度九州沖縄地区合同シンポジウム「海洋表層の物理過程と海洋生態系・水産資源」, 長崎大学 (長崎県長崎市), 2015/12/11  
兒玉聡伸, 小針統, 滝川哲太郎, 渡辺俊輝: 対馬海域における動物プランクトン群集の時空間変動. 2015 年度九州沖縄地区合同シンポジウム「海洋表層の物理過程と海洋生態系・水産資源」, 長崎大学 (長崎県長崎市), 2015/12/11

滝川哲太郎, 小針統, 渡辺俊輝, 森本昭彦, 永沼元, 首藤雄一郎, 杉谷茂夫, 岩井宏徳, 久島萌人, 藤井智史, 市川香, 雨谷純: 山陰沖遠距離海洋レーダ観測海域におけるプランクトン調査. 2015 年度日本海洋学会秋季大会, 304, 愛媛大学 (愛媛県松山市), 2015/9/26-30

Takikawa T, Morimoto A, Sugitani S, Kyushima M, Ichikawa K, Ito M, Fujii S, Iwai H, Amagai J: The Tsushima Warm Current in the southwestern Japan Sea measured by Long Range Ocean Radar and bottom mounted acoustic Doppler current profilers. AOGS 12th Annual Meeting, Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre (Singapore), 2015/8/2-7

Morimoto A, Sugitani S, Takikawa T, Kyushima M, Ichikawa K, Fujii S, Iwai H, Amagai J: Observation of the Tsushima Warm Current paths using Long Range Ocean Radar. 18th Pacific-Asian Marginal Seas Meeting, 162, Tenbusu Naha (Naha, Okinawa), 2015/4/21-23

永沼元, 滝川哲太郎, 小針統, 森本昭彦, 杉谷茂夫, 岩井宏徳, 久島萌人, 藤井智史, 市川香, 雨谷純: 2014 年 6 月に山陰沖・遠距離海洋レーダ観測海域で得られたプランクトン分布. 日本海及び日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会, 九州大学 (福岡県春日市), 2014/12/11-12

滝川哲太郎, 渡辺俊輝, 千手智晴, 森本昭彦: 山陰沖西部を通過する対馬暖流沿岸分枝流と水位差変動 - 萩市見島と長門市青海島における沿岸潮位観測 - . 2014 年度日本海洋学会秋季大会, P16, 長崎大学 (長崎県長崎市), 2014/9/13-17

〔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

<http://www2.fish.nagasaki-u.ac.jp/FISH/KYOUKAN/pol/index.html#1>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

滝川 哲太郎 (TAKIKAWA, Tetsutaro)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・准教授

研究者番号: 10371741

(2) 研究分担者

小針 統 (KOBARI, Toru)

鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・准教授

研究者番号: 60336328