

研究課題名

豊後水道急潮の海洋予測モデルにあわせた機動的船舶観測

共同研究者名（所属を含む）

美山透¹・宮澤泰正¹・堤英輔²・吉江直樹³

1 海洋研究開発機構・付加価値情報創生部門アプリケーションラボ

2 鹿児島大学水産学部

3 愛媛大学・化学汚染沿岸環境研究拠点

研究目的

黒潮の変動は漁の変調など沿岸環境の変化をもたらすことから、その予測は社会的関心が高い。黒潮大蛇行に代表される黒潮の数十日から数ヶ月の時間スケールの変化は予測できるようになっている。しかし、数日の時間スケールの突発的な変動(急潮)については、黒潮流路の変化を反映して流れの不安定から擾乱が成長することはわかっているが、擾乱の種がいつ、どのように始まり、どう成長するかを捉えるのは難しく、急潮を予測することは難しい。一方、観測という点では、突発的に発生するために、急潮を狙った観測を計画することが難しい。

本研究では人工衛星データを取り入れた海洋研究開発機構の海洋予測モデルであらかじめ豊後水道の急潮予測を行い、急潮の発生に合わせた機動的な現場観測を実施する。これにより効率良く観測を実施する。さらに予測の検証をするとともに、観測データをデータ同化で予測モデルにフィードバックする。作成したデータで急潮の種が生まれ沿岸の循環に影響を与えるまでのプロセスの理解を深める。

研究方法

海洋研究開発機構で開発した水平分解能 $1/500^\circ$ の海洋モデル(JCOPE-T BUNGO500)で豊後水道周辺の海洋予測を行った(図 1)。また過去の予測データの解析を行うことで、急潮に伴う暖水の北上に鉛直混合が重要な役割を担うと思われる海域を決定した。

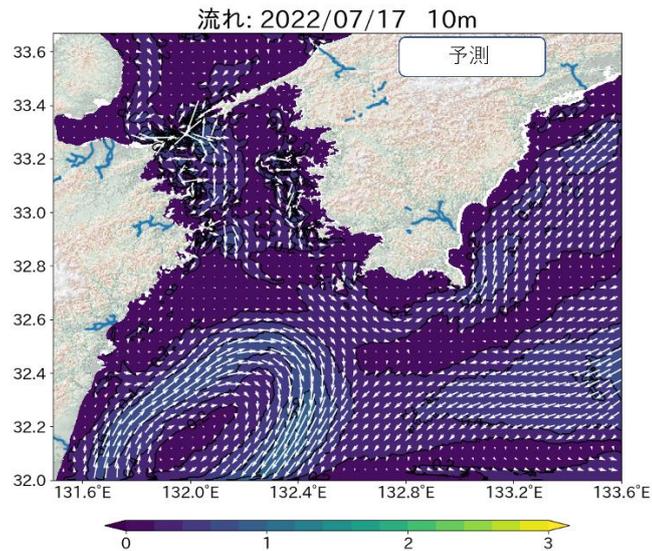


図 1: JCOPE-T BUNGO500 による 2022 年 7 月 17 日の海面流速予測(色およびベクトル)。単位はノット。

観測は、鉛直混合が重要な役割を担う海域だと考えられた愛媛県宇和島市沖の御五神島周辺において実施した(図 2)。2022 年 7 月 17 日から 23 日の大潮後から小潮期にかけて、愛媛大学沿岸環境科学研究センター調査実習船「いさな」による調査を行い、乱流微細構造プロファイラにて乱流強度と成層のデータを(図 3)、超音波ドップラー流速計にて流速のデータを得た(図 4)。

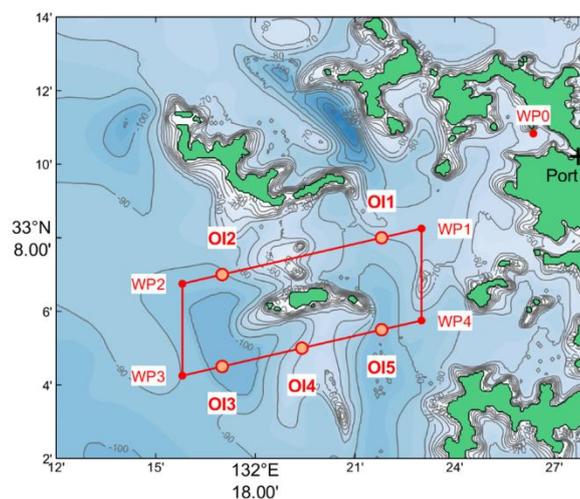


図 2: 2022 年 7 月 17 日から 23 日にかけて行った観測地点。

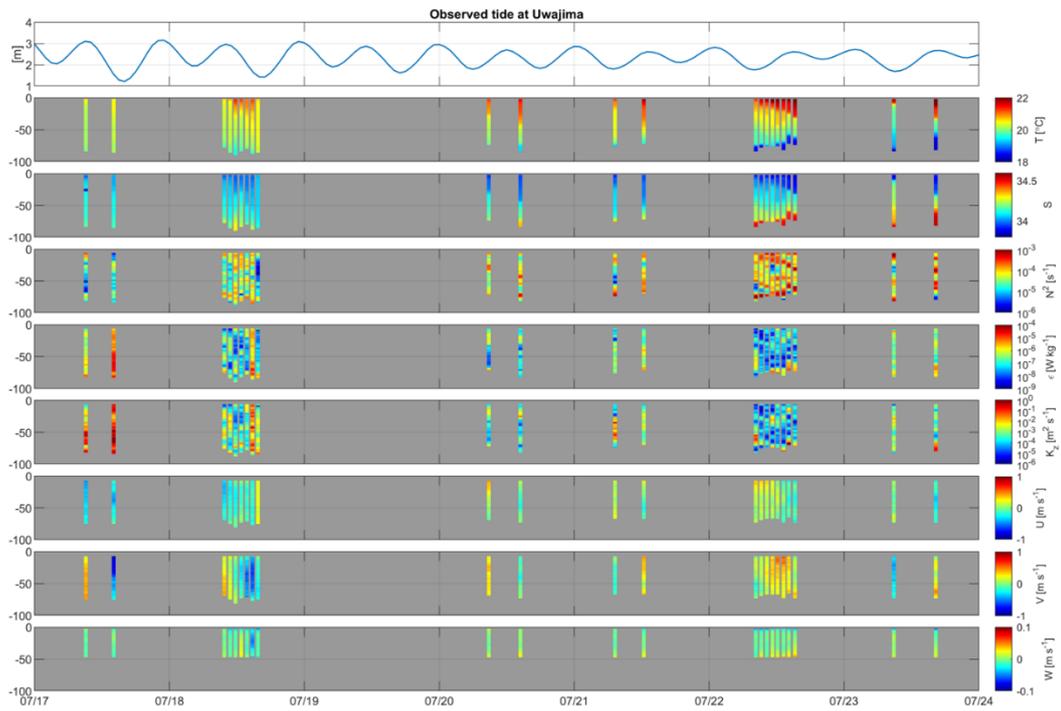


図 4: 観測の時間(横軸)深さ(縦軸)ダイアグラム。上から宇和島における潮位、水温、塩分、成層、エネルギー散逸率、鉛直拡散係数、東西流速、南北流速、鉛直流速。

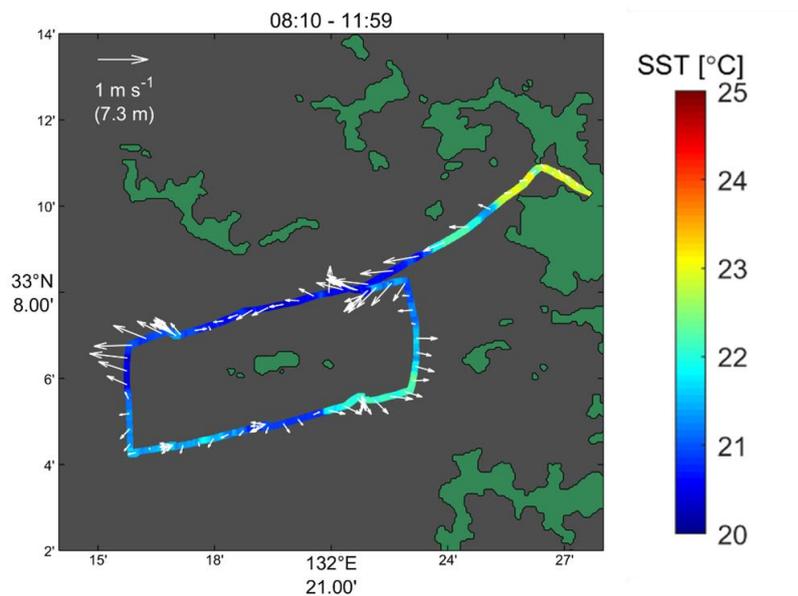


図 5: 2022 年 7 月 17 日午前中に「いさな」搭載の ADCP と水温計で観測した流速(矢印)と表層水温(カラー)。

研究成果

モデルのスパース主成分解析の結果から、豊後水道中部である御五神島周辺が豊後水道の南部とは異なる時間変動をしており、大潮の時に海面水温が低下しやすいという大潮・小潮のサイクルに影響されていることが示唆された(図 5)。これが御五神島周辺で観測を実施する根拠の一つとなった。

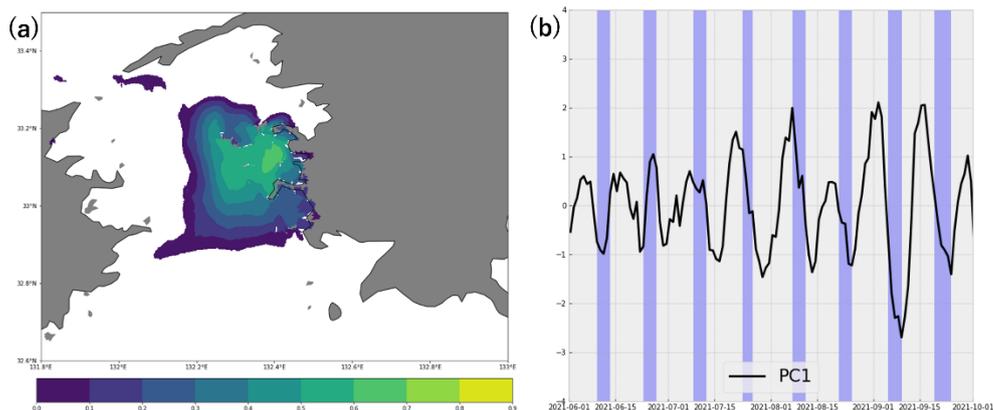


図 5: 予測モデルの海面水温にスパース主成分解析した時の第 1 モードの空間パターン(a)と 2021 年 6 月 1 日から 10 月 1 日にかけての時系列。御五神島周辺が周囲とは異なる水温変動をしており、大潮(b の青シェードの期間)の時に水温が低下する傾向があることが分かった。

観測時には黒潮流路が四国南方で南偏しており(図 1)、黒潮の前線波動が豊後水道へ波及する状況になかったため急潮は生じなかった。御五神島周辺では半日周期の潮汐に伴い地形性のウェークが生じ、水平・鉛直的なシア流が流れ場として卓越していたことが明らかとなった(図 3)。御五神島の北東部では、表層から亜表層において $10^{-3} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ 、中層から底層において $10^2 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ の鉛直拡散係数が平均値として得られ、沿岸域としても高い鉛直渦拡散が生じていた(図 3)。特に大潮に近い時期の下げ潮時には、 $10^{-1} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ に達する著しい鉛直拡散が生じ、表層から中層において水温が低下するイベントが捉えられた。

モデルは、観測で見られた、御五神島周辺が周囲に比べて冷水域となっていたことや、大潮後のか小潮にかけて表層が高温・低塩分化、底層が低温・高塩分化するなどの特徴を捉えていた(図 6)。

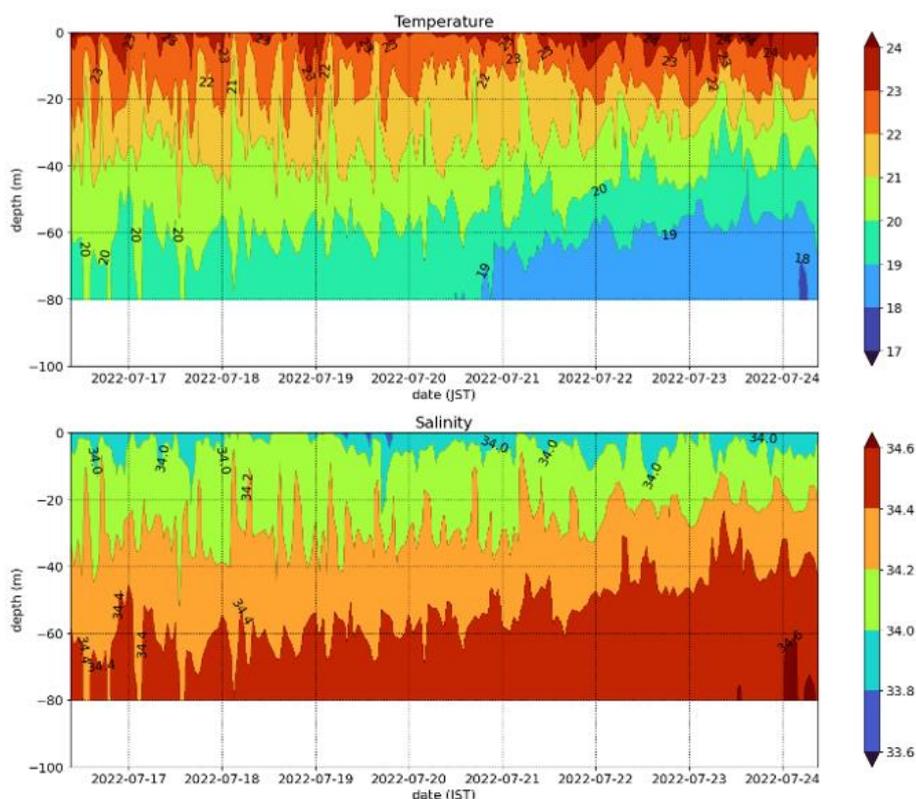


図 6: JCOPT-T BUNGO500 で推定した温度と塩分の時間(横軸)深さ(縦軸)ダイアグラム。

今後の課題

大潮時に見られた水温低下は、観測された鉛直拡散や鉛直移流だけでは説明できず水平的な移流が寄与していると考えられた。観測海域の鉛直混合過程を明らかにするためには、島周辺部だけではなく同海域の日振島と戸島間などの海峡部における混合と移流過程の理解が必要である。観測とモデルの相互比較により、どのような現象が起こっているかの理解が進むことが期待できる。

残念ながら、調査時には黒潮流路が四国から離岸しており、急潮は生じなかったため、急潮にともなう水温変化は観測出来なかった。一方で、黒潮大蛇行の分析からは、四国からの離岸は 2017 年 8 月に始まった黒潮大蛇行に特徴的に見られる流路を反映しており、そのような状況での貴重な観測機会になったとも言える。今後同様な観測を実施することで、黒潮の状態の異なる環境のもとでの豊後水道への黒潮の進入過程を観測し、両年の比較によって 2022 度の観測の価値を倍加することが期待できる。