

# 日本海沿岸域における急潮発生機構の解明 とリアルタイム急潮予測システムの開発

井桁 庸介（資源環境部 海洋動態グループ）、渡邊 達郎（資源環境部）

日本海沿岸域の定置網に被害をもたらす急潮の発生を数日前に予測できるシステムを開発し、インターネットで配信しています。

## 【はじめに】

日本沿岸では、急潮（きゅうちょう）と呼ばれる突発的な強い潮の流れが発生することがある。日本海沿岸域では、例えば、2004年の台風15号に伴う急潮により180ヶ所以上の定置網が破壊されるなど多くの被害が発生し、漁業者の経営基盤が大きな打撃を受けた。急潮による定置網被害を回避するためには、急潮が起こる前に海から網を引き上げることが最も効果的なため、急潮の発生予測が求められていた。そのため、発生機構の解明と、その知識をベースに最先端技術を用いた予測モデル・システムを開発する必要があった。このような背景のもと、日本海区水産研究所（日水研）では、リアルタイム急潮予測システムを開発し、ウェブサイト（<http://kyucho.dc.affrc.go.jp/>）での運用を平成27年3月に開始した。このシステムは、日水研が中心となり、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業で推進したプロジェクト「日本海沿岸域におけるリアルタイム急潮予測システムの開発」（以下、急潮プロと呼称）で開発・構築されたものである。本稿では、開発に至るまでの概略を紹介したい。

## 【日本海の急潮の発生機構解明の試み】

急潮は、海域ごとに発生要因や規模が異なるため、様々な海域で流動を分析する必要がある。そこで、急潮プロにおいて、日水研は日本海に面する各府県の自治体、漁協、大学の計9機関と協力して2012年から3年間、高精度な流動データを広範囲に収集し、急潮の実態を詳細に把握した。得られた結果から急潮の発生要因を分類し、1.

台風や低気圧等による風に起因するもの、2. 若狭湾に形成される時計回り環流に起因するもの、3. 対馬暖流の流軸・流勢の変動に起因するもの、の3つの主要な発生要因を示した（図1）。上記1（台風等の風）の要因は沿岸捕捉波や近慣性内部波と呼ばれる波動現象で説明され、数日から20時間周期スケールの流速変動として現われる。上記2（若狭湾の環流）については、対馬暖流の流軸が丹後半島に離接岸する過程で発生すると推定されており、過程の詳細については解明が現在も進められている。上記3（対馬暖流の変動）については、富山湾内に出来る時計回りの渦と連動

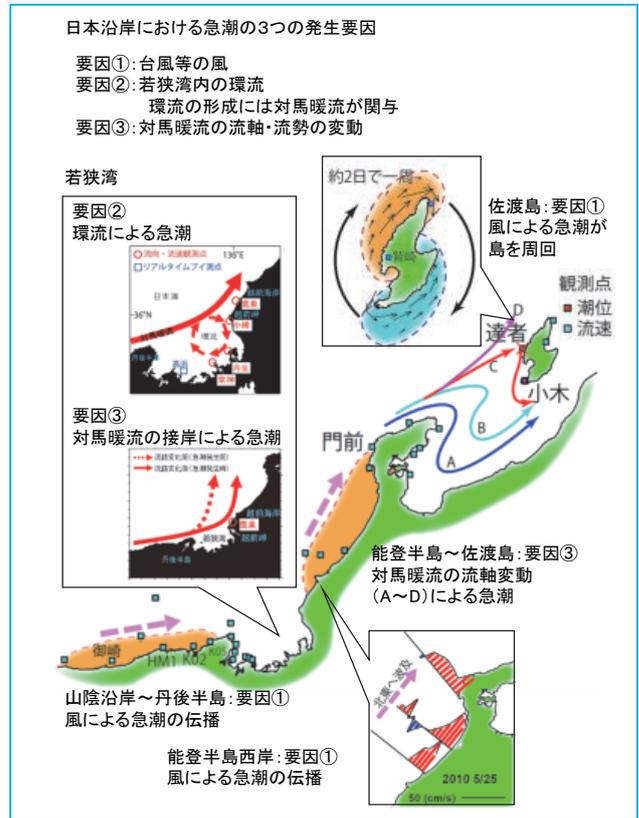


図1. これまでに判明した日本海の急潮の発生機構

した現象であることが示されつつあり、台風や低気圧の通過に誘発される可能性も指摘されている。

**【急潮予測を可能にする海洋モデルの開発】**

急潮プロでは、急潮発生機構の解明と並行し、鳥取～山形沿岸を带状にカバーした沿岸流動を予測する海洋モデル（日本海沿岸帯域モデル）を、九州大学が中心となり作成した（図2）。日本海沿岸帯域モデルの基本構造は、日水研が別途運用している拡張版日本海海況予測システム JADE 2

と同じものであるが、解像度は約 1.5km と JADE 2（約 7km）に比べ非常に細かくなっている（図3）。さらに、本モデルは、JADE 2 の結果を側面境界値に用いる「入れ子手法（ネスティング）」を採用しており、設定されている計算領域外起源の諸現象（例えば対馬暖流等）に起因する流れの再現性を高めている（図2）。急潮の要因となる流動現象は数時間で変動するものが含まれるので、再現性の向上とデータ解析のために、日本海沿岸帯域モデルに与える気象外力の入力や計算値の出力頻度は、モデル内時間で1時間毎としている。この試みは世界的に見ても希で、挑戦的な試みであった。というのも、従来の一般的な海況予測システムは、数ヶ月先の海の概要を予測するため、短周期変動の再現やそれを対象とした計算値の高頻度出力は成されてこなかったからである。このような観点のもとに開発された海洋モデルにより、前節で述べた急潮発生に関連する諸現象が、モデル内で表現されることが確認された（図4）。

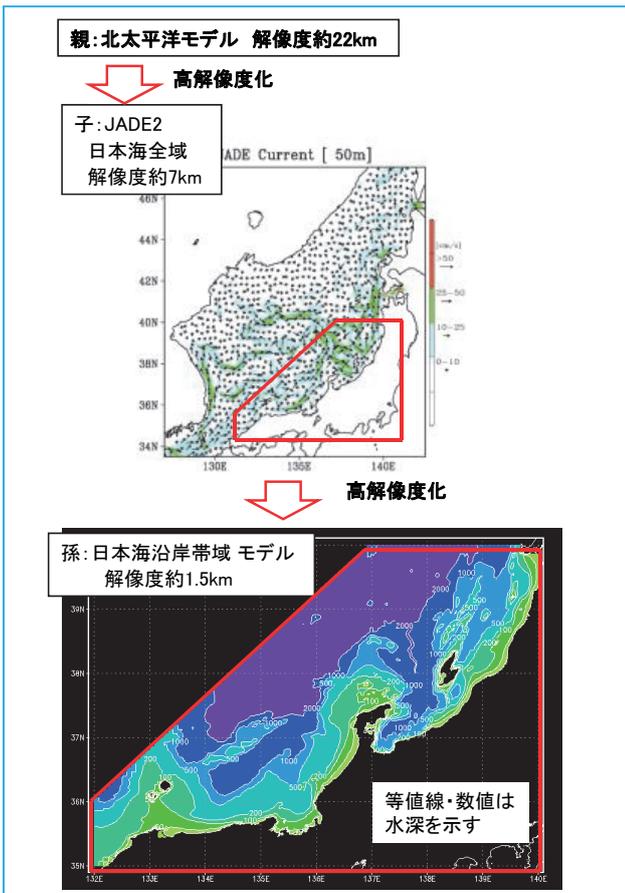


図2. 急潮予測システムに用いた海洋シミュレーションモデルの概念図

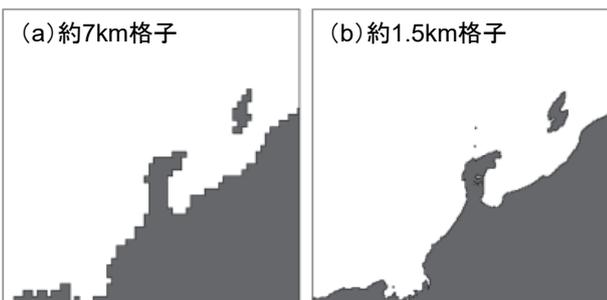


図3. (a) 約7km 格子間隔に区切ったときの日本海沿岸地形 (b) 約1.5km 格子間隔に区切ったときの日本海沿岸地形

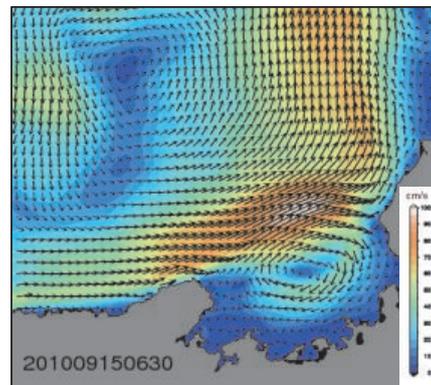


図4. 日本海沿岸帯域モデルで表現された若狭湾の環流（15m 深流速の水平分布）

**【リアルタイム急潮予測システムの構築】**

リアルタイム急潮予測システムを構築するにあたり、日本海沿岸帯域モデルが実用に耐える精度を持つ必要があった。そこで、過去に起きた急潮の再現計算を実施し、前述の観測データや発生機構の知識を元にその再現精度の検証を行った。その結果をフィードバックすることで日本海沿岸帯域モデルを改良し、予測に耐える精度を持つ予測モデルを構築した。さらに、膨大な計算結果が高頻度に出力されるため、Web サイトでの情

報提供を行う上では、急潮に関する情報を抽出する技術を開発・システム化する必要があった。そこで、予測計算結果から急潮を抽出して指数化する統計解析手法を開発し、それを直感的な図に描くシステムを開発した。

一連の海況予測モデル用いた予測計算を大型計算機で実施し、その出力結果の処理を統計解析・描画システムで行い、その結果を上記 Web サイトにて迅速に情報公開・配信する「リアルタイム急潮予測システム」を構築し運用を開始した(図5)。このリアルタイム急潮予測システムでは、約1週間先までの急潮発生予測を毎日2回実施

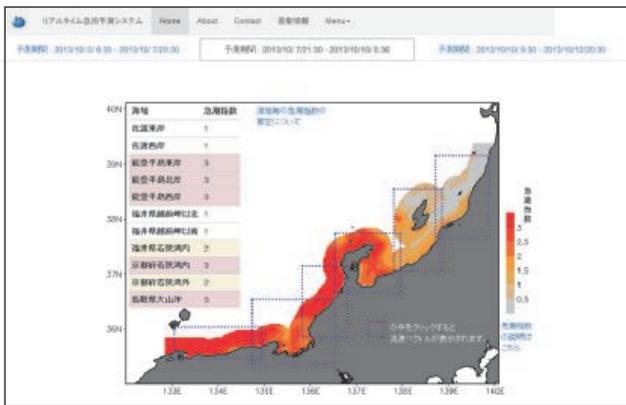


図5. リアルタイム急潮予測システムのWeb サイト画面 (<http://kyucho.dc.affrc.go.jp/kyucho/>)  
カラーは「急潮指数」の水平分布

し、急潮の強さを示す指標として「急潮指数」を導入して、急潮指数3以上が予測された場合、被害が生じる急潮が発生するとしてその時期、場所を Web サイト上で分かり易く公開している。さらに、各海域での流れの拡大図についてもアニメーションで見ることができる(図6)。

**【まとめ】**

以上のように、「リアルタイム急潮予測システム」は、漁業現場に近く問題意識を明確に持った水産試験研究機関の担当者、現場で実際に流れを測る研究者、そして海洋モデルを駆使して研究を進める研究者が、急潮プロという枠組みにおいて一体となり開発された。このような体制を組んだことにより、海流予測のシステム化を進める過程で、現場感覚と科学技術とのすり合わせを密に行うことが出来た。その結果、このような実用に耐えられる海流予測システムの構築がなされたと感じている。過去に発生した急潮の再現計算による精度検証の結果では、発生する急潮の70～80%を数日前に予測することが可能であると判断している。この精度と予測期間の長さはこれまでにない画期的なものであると考えている。本システムの急潮予測情報を漁業関係者に活用していただき、急潮被害の大幅な削減に繋がれば幸いである。

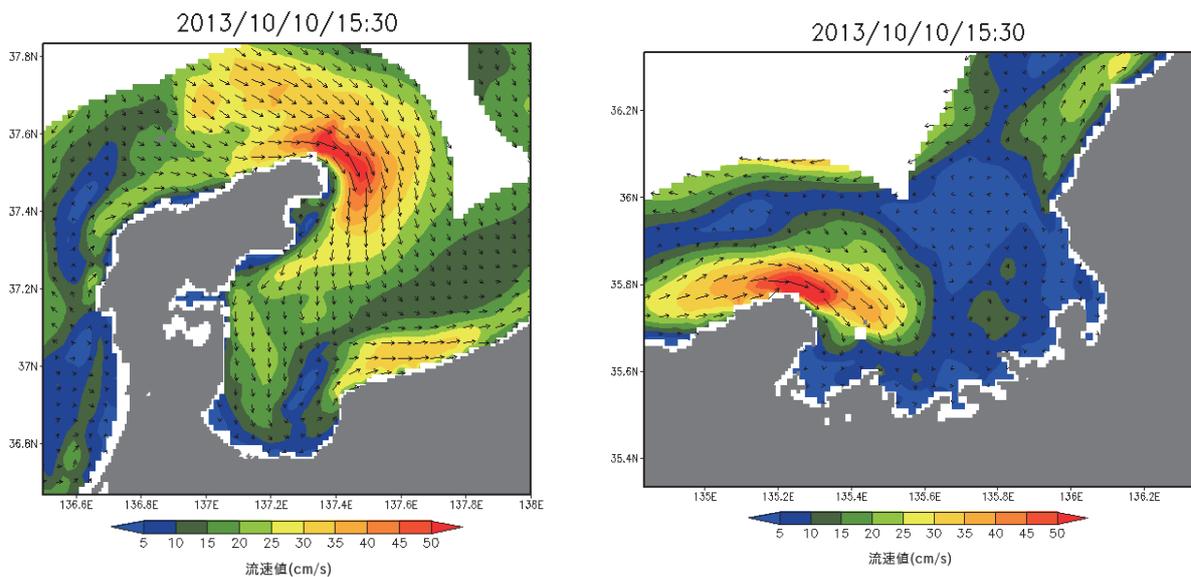


図6. 日本海沿岸帯域モデルで再現された能登半島周辺(左)と丹後半島周辺(右)の流況(15m深流速の水平分布)