

# JCOPE モデルでの予測の現状

○宮澤泰正\*1・郭新宇\*1, 2・清松啓司\*3・角田智彦\*4・瀬藤聡\*5

\*1: 海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター, \*2: 愛媛大学, \*3: 東京大学, \*4: 三菱総合研究所,  
\*5: 水産総合研究センター・中央水産研究所

キーワード: JCOPE, 海洋大循環モデル, データ同化, ダウンスケーリング, 現場観測網

## 【はじめに】

相模湾・駿河湾は外洋の黒潮の影響が強く、観測データ等に現われた海況変動を詳細に調べて実現象として解釈するにはまず黒潮の変動を考慮することが必要である。従来、潮位計データや衛星海面水温画像等を用いて黒潮影響が論じられてきた。最近では、海洋短波レーダーなどの新しい観測技術が登場し、黒潮影響を時空間的に詳細に把握することが可能になってきた (Hinata et al., 2005 等)。本報告では、数値モデルによって表現された遠州灘沖の黒潮がどの程度実現象の解釈に適用可能なのかという視点から、海洋研究開発機構で行っている黒潮の数値予測研究（「日本沿海予測可能性実験」: JCOPE）について紹介する。

## 【黒潮流路変動研究】

JCOPE の当初の目標は、日本南岸の黒潮流路変動の予測可能性を検証することであった。当初から沿岸海洋と外洋を円滑に接続することを意識していたため、水深に依存しない鉛直層数を確保できるシグマ座標系の海洋大循環モデルである Princeton Ocean Model (POM) を数値モデルの基盤とした。効率的に計算するため、北太平洋全体を表現する比較的粗い格子をもった海洋大循環モデルをまず構築し、その中により高解像度のモデルを入れ子状にはめ込み外側のモデルから側面境界条件を逐次与え、NCEP/NCAR 再解析データや衛星データ等から計算した現実的な海上風や海面熱フラックスによって駆動していくモデル化手法を採用した (JCOPE モデル)。Guo et al. (2003) は、水平 1/18 度間隔の高解像度モデルを用いてトカラ海峡に進入する黒潮流路の平均位置およびその季節変動が成層と地形の再現性に依存することを明らかにした。Guo et al. (2003) のモデルでは、遠州灘沖の黒潮流路は常に非大蛇行接岸流路であり安定していた。そこで亜熱帯前線付近の中規模渦活動の表現に留意しつつ再構築した水平 1/12 度間隔の数値モデル (JCOPE 北西太平洋モデル) は、非大蛇行接岸流路と離岸流路、さらには一時的に大蛇行流路に類似した流路への遷移を表現した (Miyazawa et al., 2004)。

JCOPE モデルは海面高度や水温塩分観測値のデータ同化機能をそなえた JCOPE 数値海況予測システム (JCOPE1) として 2001 年 12 月から海洋研究開発機構の海洋変動予測実験において運用されるようになった (Kagimoto et al., 2008)。Miyazawa et al. (2005) は、1999 年に生じた黒潮流路の非大蛇行接岸流路から同離岸流路の遷移について JCOPE1 システムを用いて調べ、遷移の 2 か月前に九州南東沖に存在した高気圧性渦と黒潮の相互作用

が流路の遷移に重要な役割を果たしていることを明らかにし、高気圧性渦の強度によっては大蛇行流路も出現する可能性があったことを示唆した。予測実験を行っているうちに日本南岸の黒潮流路は、2004 年夏には大蛇行流路に遷移し、約 1 年間持続した。Miyazawa et al. (2008) は、亜熱帯前線付近の中規模渦と 2004 年に生じた大蛇行発生の関係に着目し、JCOPE1 システムを用いて大蛇行流路の形成について調べ、2004 年 3 月に台湾東方にあった高気圧性渦が東シナ海を流下し九州南東沖で減衰しかけていた小蛇行の振幅を増幅させたことが大蛇行発生の直接の原因であることを示している。

## 【FRA-JCOPE の取り組み】

漁海況予報の数値予報化に貢献するために、2004 年度から 2006 年度にかけて水産総合研究センターと海洋研究開発機構による共同研究 (FRA-JCOPE) が実施された (小松他, 2006 他)。その際、日本南岸の黒潮変動だけではなく黒潮・親潮混合域や黒潮続流域の海況について、水産総合研究センターが保有する豊富な現場観測データにより JCOPE1 の海況表現精度が詳細に検証された。また、同共同研究によって従来同化されていなかった水産関係研究機関の観測データを同化することにより、沿岸海況の予測精度が向上することを確認できた。FRA-JCOPE により、2007 年 4 月から太平洋側の地方水産試験研究機関の毎月の定点観測データの多くが全球気象通信網 (GTS) に通報されるようになり、GTS の水温塩分データを即時的に利用する数値海況予測システムとの連携が可能となった。一例として図 1 に、2007 年 10 月 20 日前後の GTS 通報済の 200m 深水温観測点分布を示す。同図から、関東各県沿岸の定点観測点データが通報されていることが確認できる。

## 【新しい予測システム JCOPE2 の開発】

FRA-JCOPE における検証において、観測密度が稠密な水産試験研究機関の現場水温塩分データと衛星データとの融合方法や、数値モデル本体の性能が課題となった。水産総合研究センターと海洋研究開発機構はこうした課題に対処し、数値海況予測システムを用いた水産資源変動の解明と予測を推進するための第二期の新たな共同研究を開始した。新しい共同研究では海洋研究開発機構は数値海況予測システムの精度をさらに向上させ、水産総合研究センターはその成果を水産資源変動の解明と予測に直ちに活用していくという役割分担になっている。このような役割分担のもと、海洋研究開発機構では JCOPE1 に水温塩分結合 EOF モードを用いる三次元変分法 (Fujii and Kamachi, 2003) を導入し、さらにモデルの移流拡散スキームを変更するなど、新たな数値海況予測システム JCOPE2 を開発した (宮澤他, 2008)。

### 【数値モデリングと沿岸の現場観測網が協働する時代へ】

現状のモデルの水平分解能 1/12 度(約 10km)は、黒潮流路変動や周辺の中規模渦など 100km スケールの中規模現象を表現するために設定されている。実際、JCOPE1 予測システムの対象とする最小の時空間スケールは当初から 10 日、50km としていた。しかし、水平 1/12 度格子は、黒潮前線波動に伴って生じる暖水舌や、黒潮分枝流など中規模現象のいわば境界付近(フロント)で生じるような 10km スケール以下の現象を表現するためには不十分であると考えられる。JCOPE2 では中規模現象よりさらに小さな時空間スケールの現象を解析するために、日本南岸を 1/36 度(約 3km)格子によって高解像度化したモデル(JCOPE2 日本南岸モデル)を新たに構築した。JCOPE2 日本南岸モデルの紀伊半島周辺海域にはさらに 1/108 度格子のモデル(JCOPE2 熊野灘モデル)が入れ子にされ、海洋研究開発機構の海底掘削船「ちきゅう」の運航支援等に活用される予定である。

JCOPE2 システムの結果の一例として 2007 年 10 月末の海表面の水温と流れ場の現況(データ同化を用いて作成した物理場)を図 2、3 に示す。1 週間程度の時間間隔では黒潮流路それ自体はそれほど変わらないが黒潮フロントに沿って顕著な変動がみられる。JCOPE2 北西太平洋モデル(図 2) および、JCOPE2 日本南岸モデル(図 3) は現況観測(図 4、「一都三県漁海況速報」より)の黒潮流路位置をとものにほぼ再現できているが、黒潮流路のフロントにみられる暖水の内側側へのほりだしや黒潮水温フロントの勾配が JCOPE2 日本南岸モデルによってより精密に表現されていることがわかる。JCOPE2 北西太平洋モデルも同日本南岸モデルも図 1 にみられる現場観測データを同じように同化しているにもかかわらずこのような違いが生じたのは水平解像度の違いによるものである。また結果に検討の余地はあるが、図 1 にみられるような沿岸の現場観測網を高解像度数値モデリングによっていよいよ有効に活用し得る状況になってきたものと考えられる。今後はさらに検証を進めるとともに JCOPE2 日本南岸モデル等に潮汐や河川水など沿岸海域で顕著に作用する外力を導入して詳細なモデリングを行い(ダウンスケーリング)、予測精度の向上を図っていきたい。

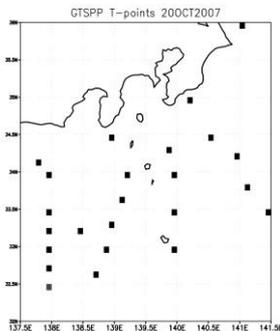


図 1: 2007 年 10 月 10-30 日の 100m 深水温観測点 (GTSPP ウェブサイトより)

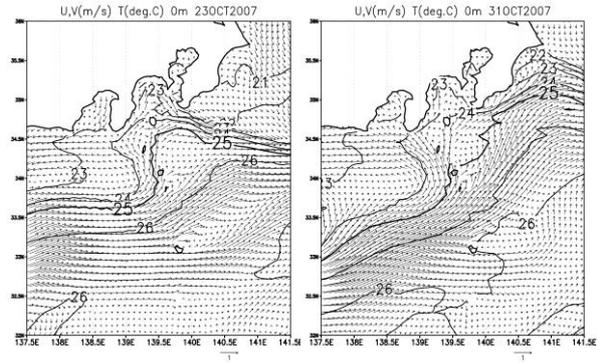


図 2: JCOPE2 北西太平洋モデル(水平 1/12 度格子)の現況表面水温と流れ。左: 2007 年 10 月 22 日平均。右: 2007 年 10 月 30 日平均。

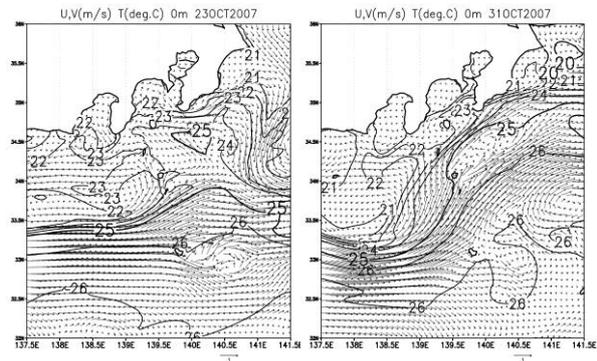


図 3: 図 2 と同様。ただし JCOPE2 日本南岸モデル(水平 1/36 度格子)の現況。

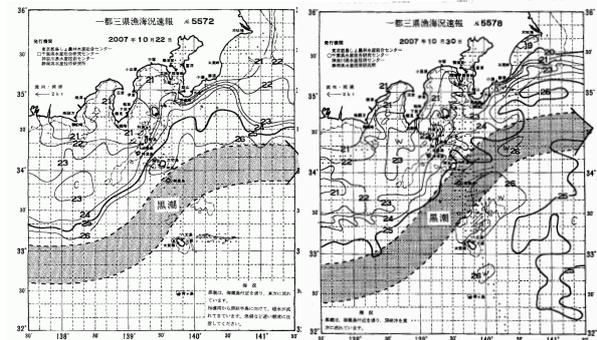


図 4: 「一都三県漁海況速報」。左: 2007 年 10 月 22 日。右: 2007 年 10 月 30 日。

### 参考文献

- Fujii and Kamachi 2003: J. Oceanogr. 59, 173-186.
- Guo et al. 2003: J. Phys. Oceanogr. 33, 146-169.
- Miyazawa et al. 2004: J. Phys. Oceanogr. 34, 2203-2222.
- Hinata et al. 2005: J. Geophys. Res. 110, C03023, doi:10.1029/2004JC002300
- Miyazawa et al. 2005: J. Geophys. Res. 110, C10026, doi:10.1029/2004JC002426.
- 小松他 2006: 月刊海洋 通巻 433 号「海況予測-現状と課題」
- Kagimoto et al. 2008: in 'High Resolution Numerical Modeling of the Atmosphere and Ocean', Springer, 209-234.
- Miyazawa et al. 2008: J. Geophys. Res. in revision.
- 宮澤他 2008: 「海と空」印刷中.