

拡張版日本海海況予測システム (JADE2) の開発

渡邊達郎 (資源環境部・海洋動態グループ)
 高山勝巳・広瀬直毅 (九州大学応用力学研究所)

はじめに

スルメイカ、マアジ、ズワイガニ等の日本海の主要水産資源の変動は、海洋環境と密接に関わっていると考えられている。資源環境部海洋動態グループでは、日本海沿岸の道府県水産試験研究機関が毎月1回実施する海洋観測結果に基づき、海況のとりまとめを行っている。しかしながら、観測によって得られる情報は時空間的に限られたものであり、沖合域や冬季の情報は非常に不足している。そこで我々は、九州大学応用力学研究所と共同で、日本海海況予測システムJADE (Japan sea Data assimilation Experiment) と名付けたデータ同化手法を組み込んだ数値シミュレーションモデルの開発に取り組んでいる。データ同化とは、人工衛星から得られる表面水温 (SST) や海面高度 (SSH), 及び調査船CTD (水温・塩分) データ等の観測データを数値シミュレーションモデルに適切に反映させて観測値に近づける手法のことで、これを用いることにより、時空間的に欠損のない水温、塩分、流向・流速データを高精度に再現すると共に数ヶ月程度の短期予測を行うことが可能となる。現行のJADEは、日本海のみを領域として開発され、2008年5月から運用を開始し、これまで水産資源の変動要因解析に利用されると共に大型クラゲや赤潮の移動予測等にも活用されている。しかしながら、マアジやスルメイカの一部は日本海と東シナ海を回遊する生活史を持っており、それらの資源変動要因の解析にはJADEでは領域が狭いため、日本海、東シナ海を含むモデルの必要性が高まり、2012年度から拡張版日本海海況予測システムJADE2の開発を開始した。

拡張版日本海海況予測システム (JADE 2) の概要

図1にJADE及びJADE2の計算領域を示し、表1にJADEからJADE2への主な変更点をまとめた。JADE2は、九州大学が開発したデータ同化システムDREAMS (Hirose et. al., 2013) にCTDデータの同化等の改良を加えたものである。基となる海洋大循環モデルとデータ同化手法は

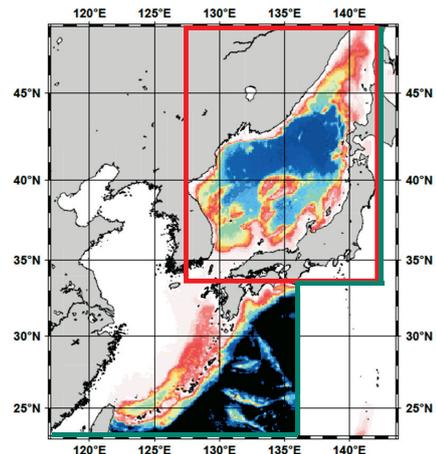


図1 JADE (赤枠) とJADE2 (緑枠) の計算領域
 カラーは水深を示す。

表1 JADEとJADE2の仕様

項目	JADE	JADE 2
領域	日本海のみ	日本海・東シナ海
側面境界の扱い	対馬・津軽・宗谷の3海峡で制御	北半球を領域とする親モデルで制御
解像度	南北9.3km, 東西6.5~7.7km	南北7.4km, 東西6.5~7.7km
鉛直層	36層	38層
鉛直層 (0~200m)	13層	15層
潮汐の影響	含まず	主要8分潮含む
公開データ	水温, 流向・流度	水温, 表面塩分, 流向・流速

JADEと基本的に同様で、海洋大循環モデルはRIAMOM、データ同化は近似カルマンフィルター法を用いている。JADEからJADE 2への最も大きな変更点は、領域の拡大とそれに伴う側面境界の扱いである。JADEの領域は日本海のみで、対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡が側面境界となる。対馬海峡からの対馬暖流の流入量は、博多-釜山間の定期フェリーに搭載された流速計データから推定しており、津軽海峡、宗谷海峡からの流出量は、過去のデータを基に月毎にどちらからどのような割合で流出するのかを定めた。一方、JADE 2の領域は日本海・東シナ海であり、東シナ海は開放的な海で側面境界は広く、かつ有名な強流である黒潮の流軸を含むことから、水温・塩分、流向・流速等の側面境界値を適切に与えることが難しい。そこで、JADE 2の領域を含むより広い北太平洋を領域とする解像度が低いモデルを始めに駆動させて、その結果を側面境界値に用いる「入れ子手法(ネスティング)」を採用している。水平解像度は、東西方向は変更しておらず(1/12度)、緯度によって6.5~7.7kmと変化するが、南北方向はJADEの1/12度(9.3km)からJADE 2は1/15度(7.4km)に高解像度化している。鉛直解像度は、JADEの36層からJADE 2は38層と若干の増加であるが、表面~200m間で13層から15層に2層増加しており、表層付近の解像度が向上している。JADE 2のもう一つの大きな変更点は、潮汐成分を含んでいることである。日本海では基本的に潮汐流は小さくその影響は限定されるが、東シナ海では潮汐変化が大きくその影響は無視できない。東シナ海への拡張において潮汐流の効果の付加は必要なプロセスであるため、JADE 2には主要8分潮(M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1)の潮汐モデルが含まれており、そのうち主要な4分潮についてはデータ同化による修正を施している。

JADE 2の精度評価

図2は、JADE及びJADE 2の海面高度の計算結果と海面高度計データとの相関を示したものである。日本海では、現行のJADEもほぼ全域にお

いて高い相関を示しているが、JADE 2ではより相関が高くなり、対馬暖流域沿岸では0.9以上の高い相関を示す海域が見られる。また、東シナ海においては、九州西方の水深1000mを超える海域では日本海と同様に非常に高い相関が見られる。一方、黄海等の浅海域や、台湾周辺、黒潮流域等の流速が大きく短周期変動が大きい海域は相関がやや悪く、一部0.4を下回る海域も見られる。当該海域は海面高度計データ自体の観測精度も良くないことが知られており、今後より慎重に精度検証を進める必要がある。図3は、2011年におけるJADE 2の計算結果とCTDデータとを比較したものであり、JADE 2が能登半島北西に分布していた大型暖水域の時空間変動を非常に良く再現でき

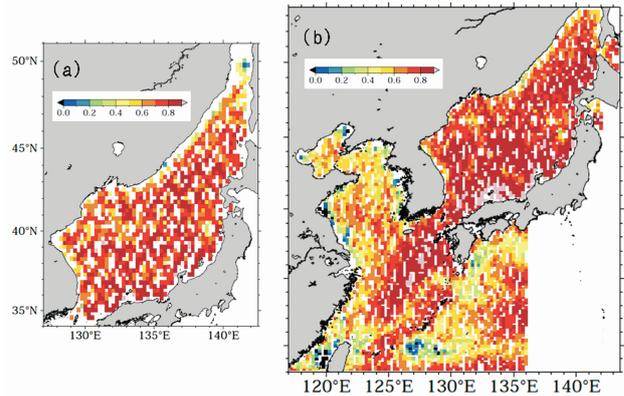


図2 JADE・JADE 2の海面高度計算結果と海面高度計データとの相関
相関が高いほど(赤い部分が多いほど)、計算結果と実測値に近いことを表す
左: JADE, 右: JADE 2

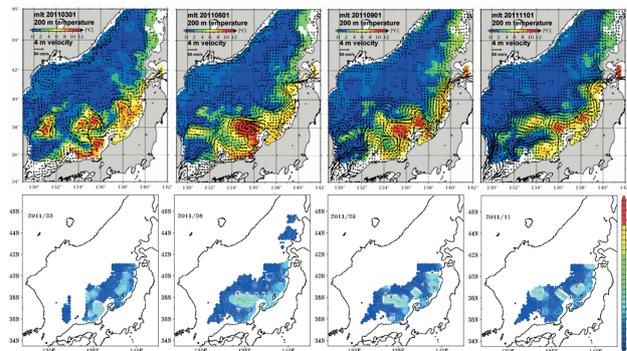


図3 JADE 2の計算値と観測値との比較
上段: JADE 2の200m深水温と4m深流速,
下段: 200m深CTD水温。
左から2011年3月1日, 6月1日, 9月1日,
11月1日の水平分布。

ていることがわかる。具体的には、3月における2つのコア構造と能登半島西岸の暖水域の分布、6月の能登半島西岸暖水域との合体による大型化、9月の東部の分離、11月の弱体化がCTDデータと良く一致している。CTD観測は1ヶ月程度の頻度であり、多くが日本沿岸に限定されてしまうが、JADE2は毎日の連続データとして得られると共に、韓国沿岸における移動性暖水域の形成・分布や対馬暖流の上流域である東シナ海の情

報が得られる等、時空間的に欠落のない海洋環境情報が得られることも大きな利点と言える。図4は、表面水温 (SST), 海面高度 (SSH), CTD等をデータ同化することによって、どの程度再現精度が向上するのを示している。図中の非同化というのはモデルを気象条件のみで駆動し、SST, SSH, CTD等の観測値をモデルに組み込まないケースである。図からわかるように、JADEよりもJADE2の方が高精度で、また、SST, SSH, CTDを同化することによって精度が徐々に向上している。特に200m深では、現行JADEでは顕著な高温偏差が見られたがJADE2では大きく改善され、相関係数が2倍以上向上している。

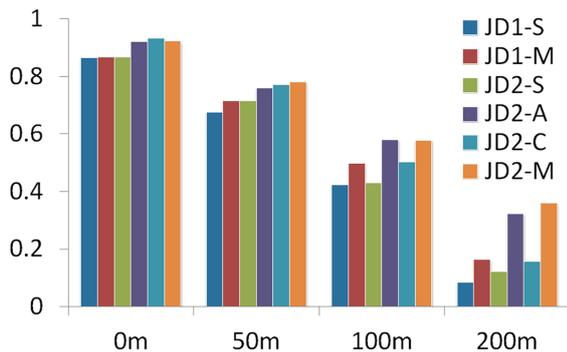


図4 各モデルの計算値水温と観測値との相関1に近いほど計算値と観測値との相関が高い
 JD1-S: JADE, 非同化, JD1-M: JADE, SST・CTD・SSH同化
 JD2-S: JADE2, 非同化, JD2-A: JADE2, SST・SSHのみ同化
 JD2-C: JADE2, SST・CTDのみ同化, JD2-M: JADE2, SST・CTD・SSH同化

図5は、2009年の大型クラゲ大量発生時における移動予測をJADE2の出力を用いて試算した結果である。日本沿岸への大型クラゲの大量出現を良く再現しているが、JADEの結果と異なる部分もあるので、今後、流向・流速の精度検証も含めて海況予測システムの改良を進めていきたい。

まとめと今後の展望

これまで述べてきたように、JADE2は現行のJADEよりも広範囲でより高精度な海況予測システムである。現在JADE2はシステムの開発がほぼ終了し、公開用ホームページの構築等の作業を行っており、2014年夏の実運用及び情報提供の開始を予定している。日本海沿岸の水産試験研究機関にはデジタルデータの提供も可能なので、ぜひ海況の把握及び資源変動要因解析等に利活用頂ければ幸いである。

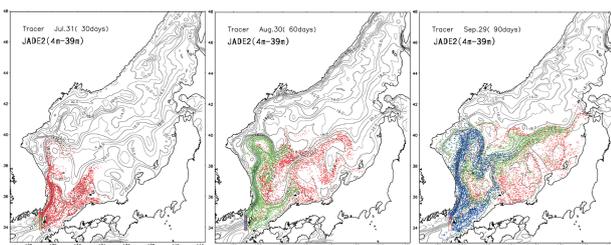


図5 JADE2を用いた2009年の大型クラゲ移動予測計算
 左: 7月31日, 中: 8月30日, 右: 9月29日
 赤粒子は7月1日~30日放流, 緑粒子は7月31日~8月29日放流,
 青粒子は8月30日~9月28日放流。

引用文献

Hirose N., Takayama K., Moon J.-H., Watanabe T., and Nishida Y., 2013: Regional data assimilation system extended to the East Asian marginal seas. Umi to Sora, 89, 43-51.