

長期海洋再解析データによる日本海の海洋環境再現性評価と解析

金沢大学 学生会員 ○浜野竜太郎
 金沢大学 正会員 二宮順一

1. はじめに

四方を海に囲まれた日本にとって、海洋は水産資源や鉱物資源、エネルギー資源等が豊富に存在し、人間活動に多大な影響を与える要素である。観測や再解析を実施することは海洋環境の詳細を知る上で重要な意味を持つ。太平洋沿岸域では観測体制が整い、再解析等による海況の評価が進んでいる。日本海においても様々な観測が行われているが、観測データ数が太平洋沿岸域よりも少ないことから、海況評価が遅れているのが現状である。本研究では、日本周辺の海洋環境を約30年の長期間にわたり、水平解像度 $1/10^\circ$ という高分解能で再現した再解析データセット *Four-dimensional Variational Ocean Reanalysis: A 30-year high-resolution dataset in the Western North Pacific (FORA-WNP30)* の日本海における再現性の評価及び海洋環境の解析を行う。日本近海を対象にした再解析データでは、30年という長期間にわたり解析を行った例はほとんどなく、FORA-WNP30により長い周期の海洋現象の解析が期待できる。また、FORA-WNP30の北西太平洋側の黒潮に関する再現性についてはUsuiら(2015)によって確認されているが、日本海の評価については未だ確認されていない。そこで、本研究では水温、塩分を対象に、観測データと比較することで日本海におけるFORA-WNP30の再現性を評価する。また、日本海の海洋環境を把握するために日本海における流況の解析を行う。

2. データ概要及び評価方法

(1) データ概要

本研究の研究対象であるFORA-WNP30の概要及びFORA-WNP30の再現性を評価するにあたり比較対象としたデータの概要を説明する。

(a) FORA-WNP30

FORA-WNP30は国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)と気象庁気象研究所が共同で作成した北西太平洋海洋長期再解析データセットである。この

データセットは1982年から2012年まで30年間を同化期間とし、 $117^\circ \text{ E}-160^\circ \text{ W}$, $15^\circ \text{ N}-65^\circ \text{ N}$ の範囲を、水平解像度 $1/10^\circ$ 度で再解析した結果である。データ同化手法には海洋データ同化システム *MRI Multivariate Ocean Variational Estimation* の4次元変分同化(MOVE-4DVAR)が用いられている。同化に用いた観測データは水温、塩分にWOD2013, GTSPPを使用し、SSTに衛星海面水温MGDSST, SSHに衛星海面データ *Along-track multimission altimeter products* を使用している。

(b) WOA13 V2 (World Ocean Atlas Version2)

WOA13 V2はGODS, WODといった観測データを解析し10年気候値として地図上に表現したデータである。データ評価に使用した期間は1985-1994, 1995-2004, 2005-2012の3期間であり、解像度は最も高い $1/4^\circ$ データを使用した。年間平均と季節平均の全5種類のデータが3期間それぞれ存在する。

(c) JCOPE2 (Japan Coastal Ocean Predictability Experiment 2)

JCOPE2はJAMSTECが開発した北西太平洋を対象にした高解像度海洋再解析データである。期間は1993年-2012年で水平解像度は $1/12^\circ$ 度、データ同化手法に3次元変分同化が用いられている。同化データはSSTにAVHRR, MCSST, SSHに衛星海面データ、現場水温、塩分にGTSPPが使用されている。気象庁海洋気象観測船による観測結果

日本近海および北西太平洋の海域において、気象庁の海洋気象観測船が海洋・海上気象観測および温室効果ガスや海洋汚染物質のCTD観測を実施している。本研究ではこの観測結果を観測値として使用した。

(2) 評価方法

FORA-WNP30の日本海における水温および塩分の再現性評価を行った。比較対象としてWOA13 V2, 観測船, JCOPE2を使用した。それぞれ、長期的な水温塩分平面分布, 短期的な水温塩分鉛直分布, 3次元の物理環境の評価を行うために使用した。

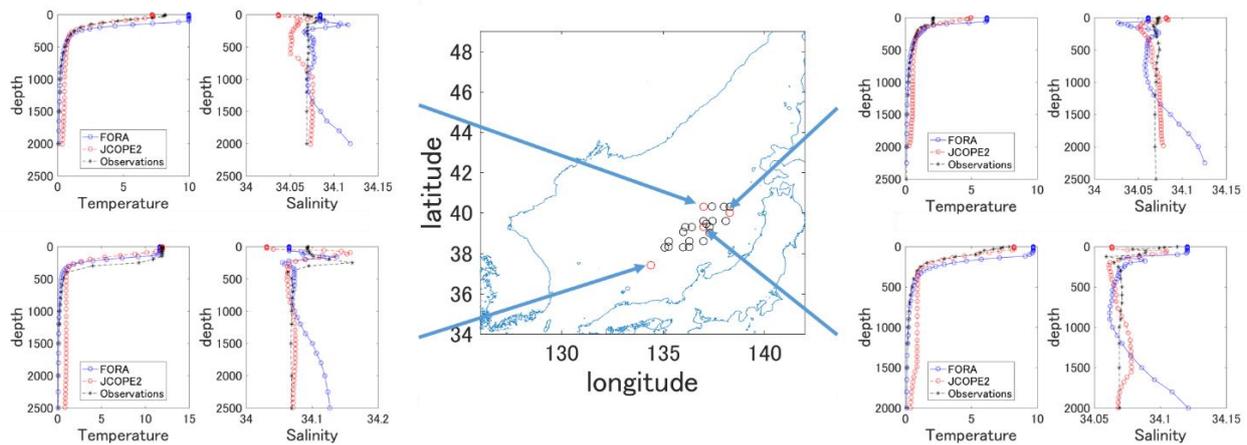


図-1 気象庁観測船観測地点と水温 (左), 塩分 (右) グラフ例

3. FORA-WNP30 の再現性評価

(1) 水温

観測船の観測結果 23 地点の鉛直分布について FORA-WNP30 との相関係数, RMSE, 誤差から水深変化による変動の再現性を評価した (図-1)。水温は水深によって特徴があるため, 全層及び表層(0-100m), 中間層(100-400m), 底層(400m 以降)の 3 層について相関, RMSE を比較した。全層の相関係数の平均は 0.95 を超え, 水温の水深変化について高い再現性を有していることがわかる。層別に見ると, 特に表層の相関が低く, RMSE が高いことが分かった。底層については高い相関を示し RMSE も低い値であった。FORA-WNP30 が 1 日平均値であるのに対し, 観測値は瞬間的な計測値であり, 計測時間や計測時に発生していた事象の影響を強く受けるため, 表層における相関係数が低く, RMSE が高い値を示し, 影響の少ない底層では高い相関係数を示したと考えられる。JCOPE2 との短期的な鉛直分布を比較すると, 相関係数は低く, RMSE が高い傾向にあった。JCOPE2 の方が FORA-WNP30 よりも解像度が高いため, 再現性に差が生じたと考えられる。WOA13 V2 との長期比較では 1985-1994, 1995-2004, 2005-2012 の 3 期間年平均, 季節平均値を使用し, 日本海全域の表層 (WOA: 0m, FORA: 0.5m, JCOPE2: 0-0.2m) の評価を行った。年平均, 季節平均の相関は 3 期間とも 0.95 を超えており, 経年変動, 季節変動について高い再現性を有していることがわかった。JCOPE2 との水平分布の比較では相関係数, RMSE とともに差はほとんどなかった。これは FORA-WNP30 が 4 次元同化を行っているため, 高い再現性を示したと考えられる。

以上より, 水温については長期的な平面分布については高い再現性を示し, 短期的な鉛直分布についても中間層, 底層に関しても高い再現性を示したが, 表層の短期

的な鉛直分布の再現性は高くないことがわかった。

(2) 塩分

水温と同様に塩分の再現性評価を行った。短期的な鉛直分布は平均 RMSE 0.0006, 誤差 0.004 となり, JCOPE2 と比較しても差はほとんど無く, 再現性があるといえる。長期的な平面分布については発表時に述べる。

4. FORA-WNP30 を用いた流況解析

日本海はその地理的特性から海水の流出入が重要である。対馬海峡や津軽海峡などを対象に流量の時間的変動特性や日本海水温の長期変動について解析を行った。これらの結果については発表時に述べる。

参考文献

- 1) Usui et al., 2015, Four-dimensional Variational Ocean Reanalysis: A 30-year high-resolution dataset in the western North Pacific (FORA-WNP30). J. Oceanogr., submitted.
- 2) Locarnini et al, 2013. World Ocean Atlas 2013, Volume 1: Temperature. S. Levitus, Ed., A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 73, 40 pp.
- 3) Zweng et al, 2013, World Ocean Atlas 2013, Volume 2: Salinity. S. Levitus, Ed., A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 74, 39 pp.
- 4) Miyazawa et al, 2009: Water mass variability in the western North Pacific detected in a 15-year eddy resolving ocean reanalysis, J. Oceanogr. 65, 737-756.
- 5) 内山雄介・宮崎大・神吉亮佑・宮澤泰正(2014):土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol70, No.2, I_451-I_455
- 6) 内山雄介・石井翔大・宮澤泰正(2013):土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol69, No.2, p.I_456-I_460.