

領域海洋モデルを用いた播磨灘における物質輸送特性の評価

Evaluation of characteristics of trace substance transport in Harima-nada by using regional ocean modeling system

○フォン シンウ (大阪大学) 嶋寺 光 (大阪大学)
松尾 智仁 (大阪大学) 近藤 明 (大阪大学)

Chenyu FENG*¹ Hikari SHIMADERA*¹ Tomohito MATSUO*¹ Akira KONDO*¹

*¹ Osaka University

In Harima-nada, oligotrophication has been of increasing concern. In this research, we analyzed the characteristics of trace substance transport in Harima-nada. ROMS (Regional Ocean Modeling System) successfully captured seasonal variations of surface water temperature and salinity in Harima-nada. Forward trajectory analyses were used to evaluate the characteristics of trace substance transport. Each forward trajectory started near the estuary of Kako river, which has the largest basin area among the inflowing rivers of Harima-nada. The results indicated that about 80% of trace substance released near the estuary remained within Harima-nada for 30-day period after the release.

背景・目的

1990年代前半までは瀬戸内海の単位面積当たりの漁獲量は世界最高レベルであったが、その後瀬戸内海東部海域に位置する播磨灘においては水産物の品質と収穫量は低下しており、その原因の一つとして貧栄養化が挙げられている。また、播磨灘の貧栄養化の原因の一つとして、流入河川からの栄養塩負荷の減少が考えられる。効果的な貧栄養化対策を検討するためには、播磨灘における栄養塩の動態把握が求められる。本研究ではその第一段階として、播磨灘における微量物質の輸送特性を評価するために、領域海洋モデルによる流動場を用いた前方流跡線解析を行った。

国土交通省の瀬戸内海総合水質調査における年4回(2月、5月、8月、10月)の観測結果を用いた。**Fig.2**に観測点の位置を示す。

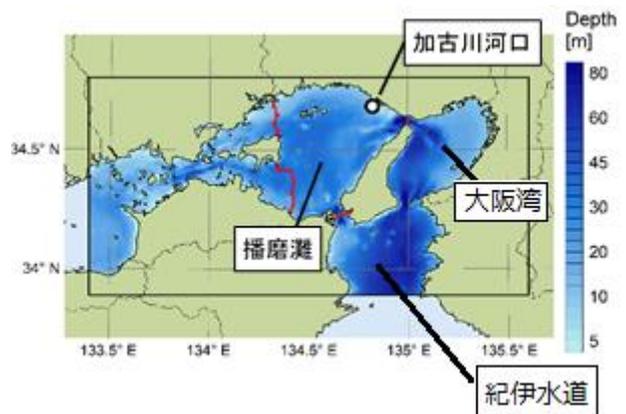


Fig.1 Calculation domain

1. 計算方法

領域海洋モデル ROMS¹⁾ v3.8を用いて、2010年の播磨灘における流動場を計算した。計算領域を**Fig.1**に示す。水平方向は解像度1 km、格子数200×100とし、鉛直方向は海面から海底を30層に分割した。海底地形には日本周辺を水平解像度500 mで整備したJ-EGG500を用いた。初期・境界条件には日本周辺海域の水位、水温、塩分濃度、流速を水平解像度1/12度で整備したJCOPE2M²⁾を用いた。再現性評価には、

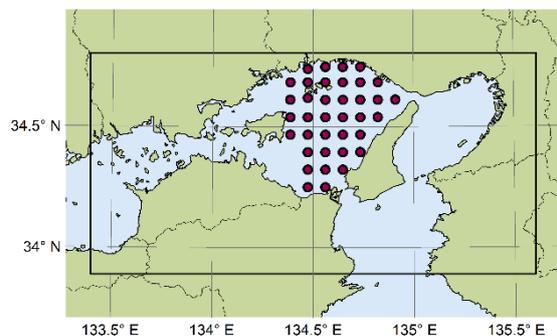


Fig.2 Observation point

モデルの再現性を確認したのち、播磨灘における微量物質の輸送特性を評価するため、ROMS による流動場を用いた前方流跡線解析を実施した。解析の始点は、播磨灘への流入河川の中で流域面積が最大である加古川の河口付近（北緯 34.68 度、東経 134.82 度）（Fig.1）とし、水平方向 5 点×5 点（東西、南北 1 km 間隔）、鉛直方向 3 点（表層：水深約 0.3 m、中層：水深約 7.5 m、底層：水深約 15 m）とした。流跡線解析は 2010 年 2 月 1 日～3 月 2 日、5 月 1 日～30 日、8 月 1 日～30 日、11 月 1 日～30 日の各日 0 時に開始し、解析期間は各開始時間から 30 日間とした。

2. 結果と考察

2.1 流動場

Fig.3 に、計算領域内における表層の流れ場の計算値を示す。播磨灘における 2 月と 8 月の流れの速度が比較的大きく、一方で 5 月と 11 月は比較の流れが小さい。また、大部分で播磨灘から紀伊水道へ流れが出ており、播磨灘へは西側から入ってきている。さらにこの特徴は 2 月と 8 月に顕著に表れる。また、2 月は播磨灘から大阪湾へ流れの速度が大きい。一方で 8 月では播磨灘内において西側から北へ流れ出ており、この流れが後述する前方流跡線の挙動に影響を与えていると考えられる。

Fig.4 に、計算領域内における表層温度の計算値を示す。播磨灘においては水深が浅くまた熱容量が小さいため、季節変動が大きい。一方、紀伊水道は暖流である黒潮の影響を強く受けるため、年間を通して水温が高い。結果として、夏季は紀伊水道と播磨灘の温度差は小さく、他の季節は紀伊水道の方が水温が高くなった。

Fig.5 に計算領域内における塩分濃度の計算値を示す。一年を通して紀伊水道で塩分濃度は高く、播磨灘沿岸で低い。また、季節変動については、表層が加熱されて水温躍層が発達する夏季に濃度が低く、表層が冷却されて鉛直混合が活発となる冬季に濃度が高くなった。

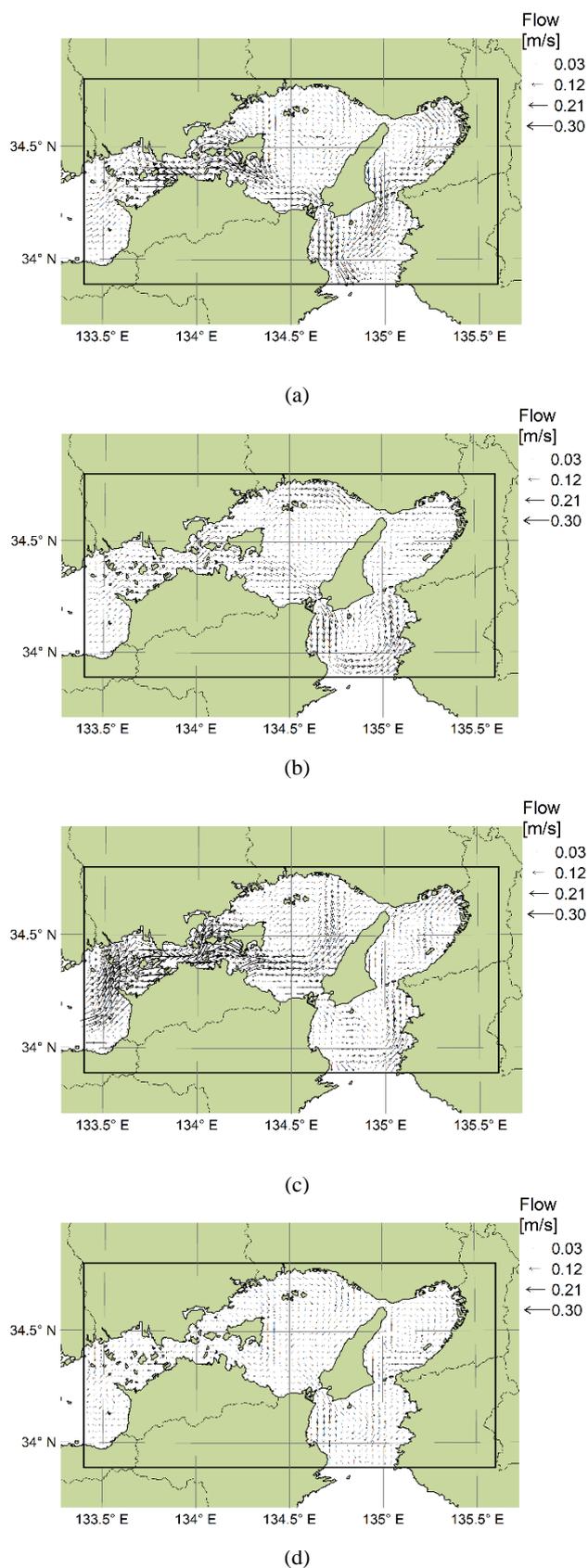
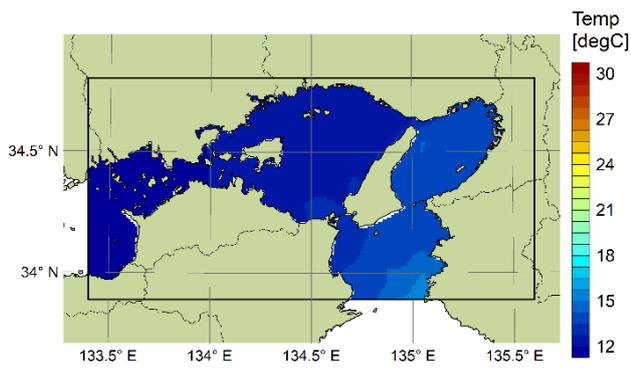
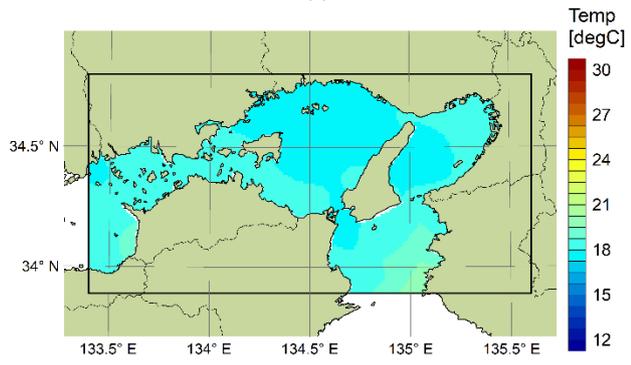


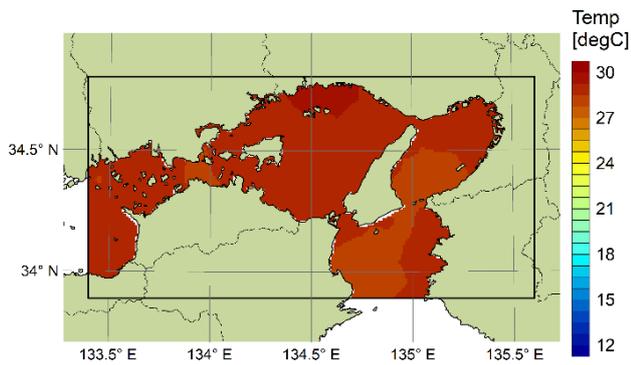
Fig.3 Flow field in (a) February, (b) May, (c) August and (d) November.



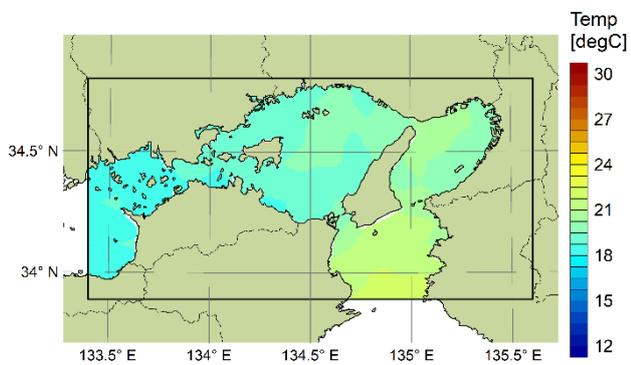
(a)



(b)

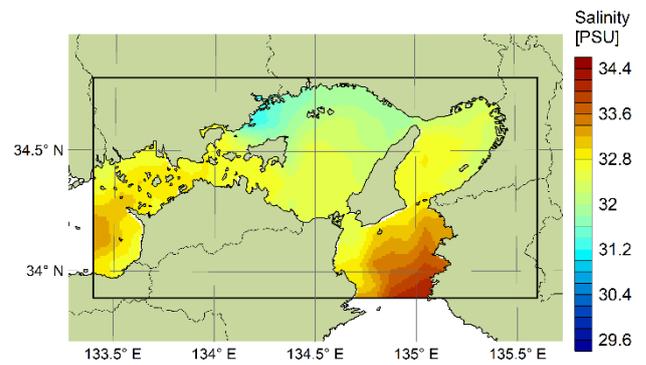


(c)

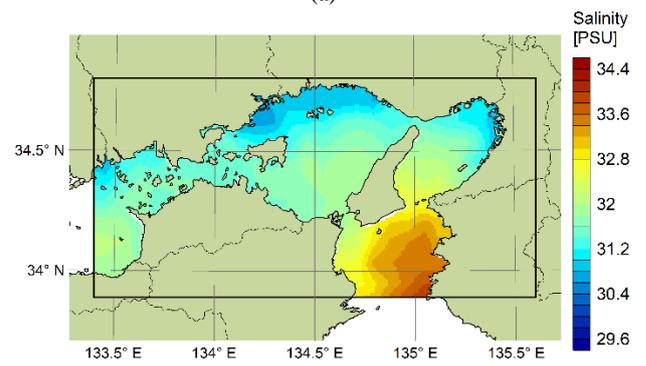


(d)

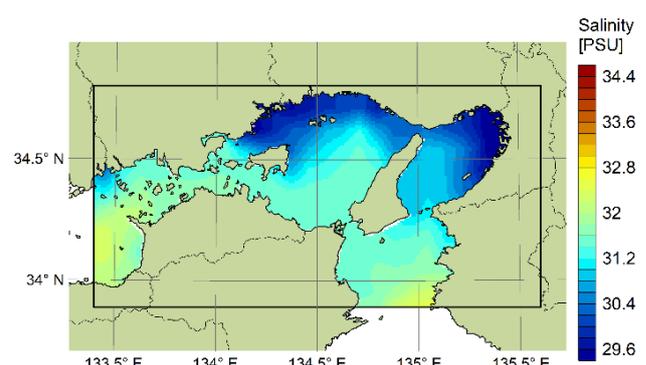
Fig.4 Surface temperature in (a) February, (b) May, (c) August and (d) November



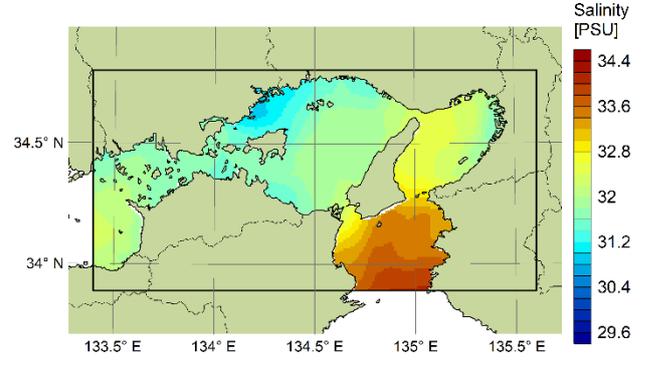
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig.5 Salinity in (a) February, (b) May, (c) August and (d) November

2.2 再現性評価

再現性評価の結果として、**Fig.6** に播磨灘における表層の水温および塩分濃度の観測値と計算値の比較を示す。表層水温については、計算期間を通して季節変動を非常に良く再現できた。また、表層塩分濃度については、5月にやや過小評価された場合もあるが、季節変動を概ね良好に再現した。

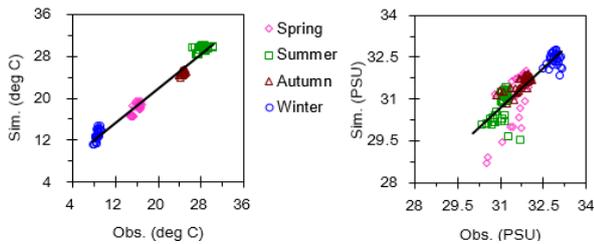


Fig.6 Comparison of measured value with simulating value about surface temperature (left) and salinity (right)

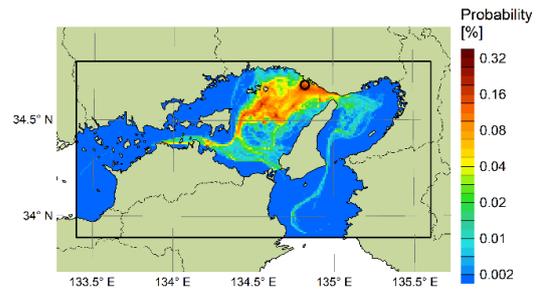
2.3 前方流跡線解析

Fig.7 に加古川河口付近からの前方流跡線の通過位置を、ROMSの各水平格子で集計した解析期間中の確率分布で示す。加古川河口付近からの前方流跡線は、各30日間の解析期間において、一部は明石海峡を通過して大阪湾へと流出したが、大部分は播磨灘に留まっていた。解析期間内で流跡線が播磨灘に留まる確率は、2月、5月、8月、11月でそれぞれ80%、86%、68%、92%で、平均81%であった。8月は他の季節に比べて値が小さく、また11月で高いのは、前述した流れ場のように、8月は西から北への流れが主流であり、また11月は全体的に流れの速度が大きくないことが原因と考えられる。以上より、加古川河口付近から微量物質が継続的に放出された場合、放出後～30日間において、放出された物質の80%程度は播磨灘に滞留すると考えられる。

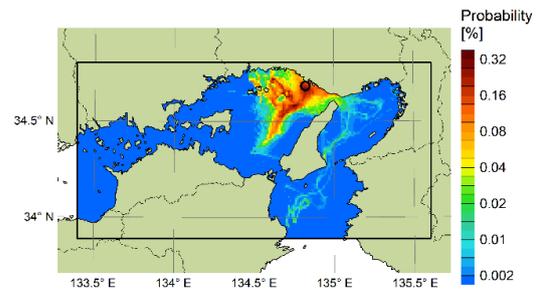
3. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

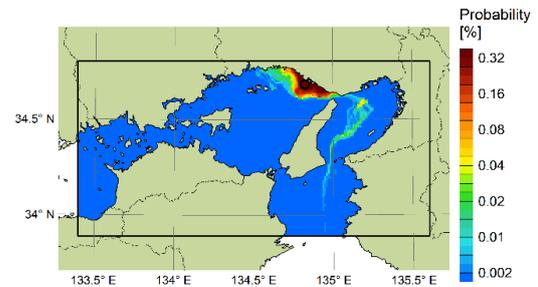
- 領域海洋モデルが播磨灘における水温、塩分濃度を良好に再現できることを示した。
- 播磨灘における微量物質の輸送特性として、加古川河口付近からの放出物質は、放出後～30日間において、80%程度が播磨灘に滞留することを示した。



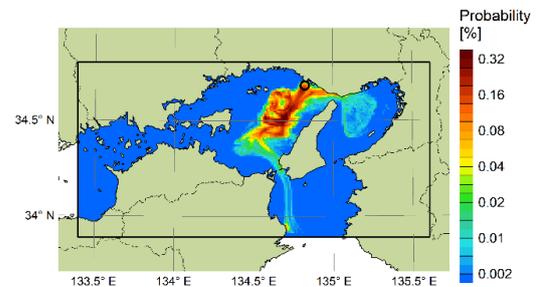
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig.7 Probability of trajectory pathway in (a) February, (b) May, (c) August and (d) November

参考文献

- 1) Hedstrom, K, 2018, Technical Manual for a Coupled Sea-Ice/Ocean Circulation Model (Version 5). U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Alaska OCS Region. OCS Study BOEM 2016-037. 169 pp
- 2) Miyazawa, Y., A. Kuwano-Yoshida, T. Doi, H. Nishikawa, T. Narazaki, T. Fukuoka, and K. Sato, 2019: Temperature profiling measurements by sea turtles improve ocean state estimation in the Kuroshio-Oyashio Confluence region, Ocean Dynamics, 69, 267-282.