

Development of regional downscaling capability in STEAMER ocean prediction system based on multi-nested ROMS model

1. 研究の目的 東京電力福島第一原子力発電所 (1F) 事故を教訓として、緊急時に放射性物質の海洋拡散を予測するシステムの必要性が高まっている。日本原子力研究開発機構では緊急時海洋環境放射能評価システム、STEAMER (Kobayashi et al., 2017)の開発を行ってきた。STEAMER は予め計算された予報海況場データを海洋拡散モデルに入力値として与え、仮想放出条件を用いた拡散予測計算を毎日行っている。本研究では STEAMER にダウンスケーリングによる沿岸域の高解像度モデルを導入することで、システムを高度化することを目的とする。さらに、構築したシステムを用いて 2016 年 1 月寒冷期の福島県沖の流動構造、濃度分布への水平解像度及び潮汐が与える影響を評価した。

2. 研究内容 (1) 計算条件: 気象庁気象研究所が開発した北西太平洋の海洋データ同化システム MOVE/MRI.COM-WNP (水平解像度 10 km, 潮汐非考慮) による予報データを初期及び最外側境界条件とし、領域海洋モデリングシステム ROMS を用いたネスティング計算によって、ROMS-L1 (水平解像度 3 km) から ROMS-L2 (水平解像度 1 km) へダウンスケーリングによる高解像度化を行った。潮汐を考慮した計算では、TPXO7.0 による全球主要 10 分潮調和定数を用いて開境界から海面高度の外力として与えた。これらの ROMS による計算結果及び MOVE/MRI.COM-WNP の 3 次元海流データを海洋拡散モデルに入力値として与えた。対象核種は ^{137}Cs とし、1F から直接漏洩を仮定し、単位放出率 1 Bq h^{-1} で与えた。(2) 解析結果: ROMS による計算結果は密度分布、平均海表面流速、潮汐などについて現地及び衛星観測データとの比較から評価を行い、いずれも観測値との良好な一致を確認している。放出開始 10 日後の表層 ^{137}Cs の濃度分布を見ると (Figure 7, 図は採択済み論文を参照), 高解像モデルでは低解像度モデルに比べ、沖合への輸送が抑制されている。また、ROMS-L2(潮汐考慮)では沖合への輸送抑制に加え、福島県沿岸に高濃度が張り付いた分布形状を示している。これらの差異の原因を考察するため、変動成分の比較を行う。表層渦運動エネルギー(EKE)を見ると (Figure 5(a)-(c)), 水平解像度の向上に伴い EKE が強化されている。ROMS による海表面平均流速を見ると小さなスケールのフロントや渦が再現され、特に沿岸付近で複雑な流動構造を示している。一方、ROMS-L2(潮汐考慮)と ROMS-L2(潮汐非考慮)による EKE の差分 (Figure 5 (d))を見ると、全体的に EKE の差分が負の値を示し、潮汐を考慮した場合、特に親潮付近、1F 近傍で EKE が抑制されている。次に、海表面から海底まで平均された鉛直流速の分散を見ると (Figure 6 (a)-(c)), 高解像度化に伴い、鉛直流速の分散が増大し変動性が強化されている。ROMS-L2(潮汐考慮)と ROMS-L2(潮汐非考慮)による鉛直流速の分散の差分 (Figure 6 (d))を見ると、潮汐を考慮した場合、沖合の深海域をピークに、差分が全体的に正の値を示し、潮汐によって鉛直流速の変動性が増大している。これらの結果から、高解像度モデルでは水平混合が強化される一方で鉛直混合も強化された結果、 ^{137}Cs が鉛直方向に輸送される傾向が増加し、沖方向への輸送が低減されることが推察される。また、潮汐は水平混合を抑制する一方で鉛直混合を強化し、結果として潮汐非考慮では見られない福島県沿岸に張り付いた濃度分布を形成していたことが示唆される。

3. 主要な結論 STEAMER に ROMS によるダウンスケーリングシステムを導入し、海況場及び原子力施設から放出された放射性物質の濃度分布の予測が可能となるシステムを構築した。本研究の結果は放射性物質を対象とした沿岸域の海洋拡散予測システムではダウンスケーリングシステムの導入によってより精緻な予測結果を得られることを示している。

採択された論文の情報

論文題目: Development of regional downscaling capability in STEAMER ocean prediction system based on multi-nested ROMS model

著者氏名: Yuki Kamidaira¹, Hideyuki Kawamura¹, Takuya Kobayashi¹, and Yusuke Uchiyama²

¹Nuclear Science and Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency, Tokai, Japan,

²Department of Civil Engineering, Kobe University, Kobe, Japan

SCI ジャーナル名: Journal of Nuclear Science and Technology

出版社: Taylor & Francis

巻号, ページ: Volume 56, 2019 - Issue 8, pp. 752-763

出版年月日: 2019 年 8 月

doi:10.1080/00223131.2019.1613269