東北・北関東太平洋沿岸域における放射性物質の海洋分散

○内山雄介[1]・石井倫生[1]・津旨大輔[2]・宮澤泰正[3]
（1：神戸大工，2：電中研，3：JAMSTEC）
キーワード：放射性セシウム 137，多段ネスティング，ROMS，JCOPE2

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う巨大津波により，東京電力福島第一原発の原子炉 3 機で水蒸気爆発が生じ，3 月 12 日から現在に至るまで，炉心や燃料棒の冷却のために海水や淡水が営々と注入されている．注水された水は放射能汚染水となって施設内に貯まり続け，再循環システム稼働以前には重大な漏水事故が惹起された．判明しているだけで 4 月 1〜6 日に 2 号機から 4,700 TBq，4 月 4〜10 日に緊急計画放出により 150 GBq，5 月 10〜11 日に 3 号機から 20 TBq（いずれも推定値）の放射性物質が海洋へ放出されたと報告されている．

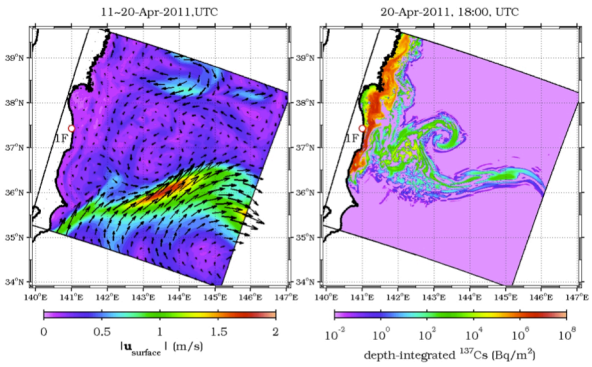
電中研・JAMSTEC/文科省・仏 SIROCCO による先行研究は，いずれも放出後の放射性物質の海洋での分散は速やかに行われ，その大半は黒潮続流により北太平洋中緯度域方向へ輸送されることを示唆していた．しかしながら，沿岸域の流れは海岸海底地形，河川流出，波浪等の影響を受けるため，準地衡流的な沖合流動によるものとは異なる分散パターンを生じる可能性がある．特に半減期 30 年のセシウム 137（^{137}Cs）は海岸周辺の底質に吸着することにより沿岸域を再循環し，中長期にわたって海洋汚染を引き起こす可能性も否定できない．本研究では，領域海洋循環モデル ROMS（Shchepetkin & McWilliams, 2005）を用いたダウンスケーリング高解像度数値実験により沿岸域での放射性物質の分散特性を定量化することを最終的な目的とする．本稿では，2 段階のネスティングにより水平解像度 1 km までダウンスケーリングした結果を用い，再現性の確認と沿岸域での放射性物質（^{137}Cs）濃度出現パターンを解析した結果について報告する．

2. 解析モデル

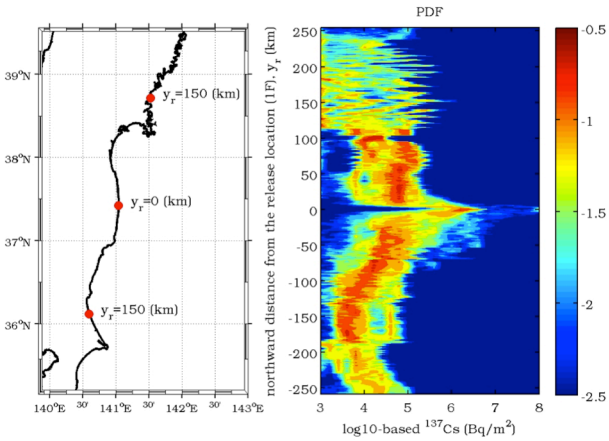
3 次元変分法データ同化を用いた海況再解析・予報システム JCOPE2（Miyazawa *et al*., 2009, 水平解像度約 10km）を境界条件とし，offline nesting により ROMS−L1（水平解像度約 3 km）→ ROMS−L2（同 1 km）へダウンスケールを行い，東北・北関東太平洋沿岸域の高解像度モデリングを行った．海底地形には JEGG500 を STRM30 で補完したデータを用い，海上風には JMA GPV-MSM 時間値を，その他海面フラックスには COADS05, SST には Pathfinder AVHRR の月平均気候値を与えた．また，計 14 本の一級河川を考慮し，河川流量としては雨量・流量年表 DB から求めた 10 年間の月平均値を与えた．点源における ^{137}Cs の放出モデルには Tsunume *et al*. (2011)と同様の手法を適用した．ROMS-L2 領域の計算期間は 2011 年 1 月 1 日から 10 月末までの約 10 ヶ月である．以下では ROMS-L2 モデルの解析結果について述べる．

3. 東北・北関東沿岸域における放射性物質分散

黒潮続流，親潮の流況とそれに伴う溶存態 ^{137}Cs 濃度の大局的な分散パターン，福島周辺における ^{137}Cs 濃度変動などについて概ね良好な再現性が確認された．放流開始から約 25 日後における，水深積分された ^{137}Cs の分散パターンを見ると（**図-1**），親潮に伴う南下流によって黒潮続流域まで到達した ^{137}Cs は黒潮によって東方へ輸送されるが，沿岸域で高濃度領域が形成されていることが分かる．点源を中心とした岸沖 130 km×沿岸 100 km のコントロールボリュームでの ^{137}Cs フラックス収支を求めた結果，^{137}Cs のマクロな滞留時間は 25 日程度であり，沿岸方向への輸送・分散は岸沖方向成分と比較して 1 桁大きいことが分かった．最も岸に近いグリッドにおける水深積分された ^{137}Cs 濃度の出現確率密度分布（**図−2**）から，10^6 Bq/m^2 以上の高濃度 ^{137}Cs は点源直近の±10 km 程度の狭い領域に限定され，北側では 10^5 Bq/m^2 程度の中濃度域が狭い範囲に分布するのに対し，南側では 10^4 Bq/m^2 程度の低濃度域が広範に分布することが分かった． また，牡鹿半島以北のリアス海岸域では，ホットスポット的に中濃度の ^{137}Cs が高頻度で出現する様子が示されている．



図−1　漏洩から約 3 週間後の（左）表層流速の絶対値とベクトル，および（右）水深積分された ^{137}Cs 濃度分布．



図−2　東日本太平洋沿岸浅海域における水深積分された ^{137}Cs 濃度の出現確率密度関数（PDF）．