

神戸大学工学部

学生員 ○徳永 夏樹

神戸大学大学院工学研究科

正会員 内山 雄介

1. 研究背景及び目的

福島県新田川流域には福島第一原発事故直後に大量の放射性 ^{137}Cs が大気経由で沈着し、高濃度の懸濁態 ^{137}Cs として河道に集積した。それらは出水毎に海域へ放出され、沿岸域の底生生態系に影響を与えることが危惧されている。そのため、河口から流出した陸域起源核種の海洋中における分散過程を定量的に把握し、輸送経路の特定とそのメカニズムを理解することは極めて重要な課題である。本研究では、台風 201326 号に伴う出水イベントに着目し、出水直後に実施された海底堆積物調査結果と、それを表現する高精度海洋モデルを用いて、新田川起源の懸濁態放射性核種の海底での堆積状況を把握し、その形成メカニズムを明らかにすることを目的とした解析を行った。

2. 研究方法

新田川河口付近の 8 地点 (Sta.1~Sta.8) において底質サンプリングを行った (図-1)。底質採取は Sta.6 から Sta.8 は台風通過 2 日後の 2013/10/18 に、Sta.1 から Sta.5 では台風通過 15 日後の 10/31 に行った。数値モデルは、内山ら (2017, 海講) によって開発された 4 段ネスト超高解像度海洋流動モデルに河川流出・波浪推算モデル等を統合したモデルを用いた。本モデルでは、解像度 50m での流動、混合粒径土砂輸送、懸濁態 ^{137}Cs 濃度の 3 次元構造の把握が可能である。

3. 結果

観測による海底堆積層表層の ^{137}Cs と、海底面下 10 cm までの ^{137}Cs のインベントリの空間分布は定性的に一致している (図-2a, b)。直近の出水イベントの影響を表す表層濃度と、事故後約 2 年半に生じた出水の履歴効果を表すインベントリに高い相関があることから、過去の出水イベントにおいても、この台風出水イベントと同様のプロセスで懸濁質の輸送と堆積が生じたことが強く示唆される。また、

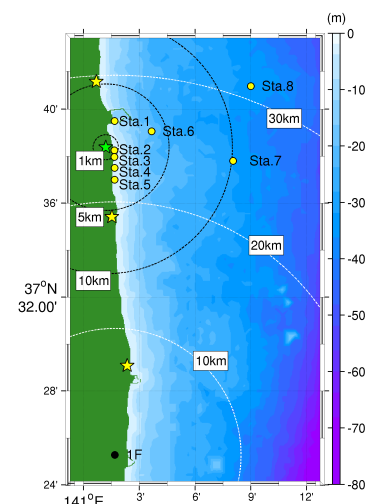


図-1 解析対象領域。カラー：水深、黄丸：各観測地点、緑星：新田川河口、黄星：他二級河川河口、黒丸：福島第一原子力発電所の位置を表す。

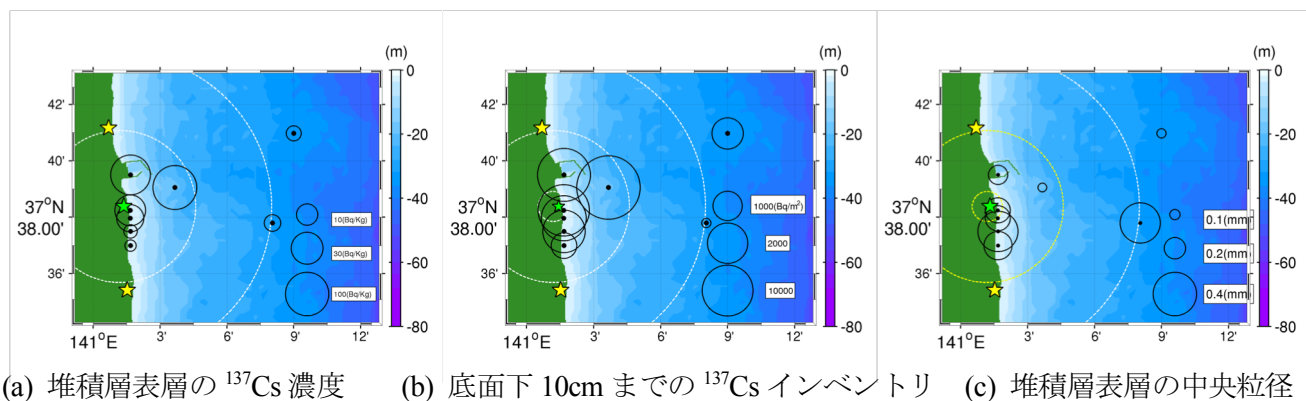


図-2 海底堆積層コアサンプリング結果。円の大きさは各項目(a)~(c)の値に対応。黒丸：観測地点。

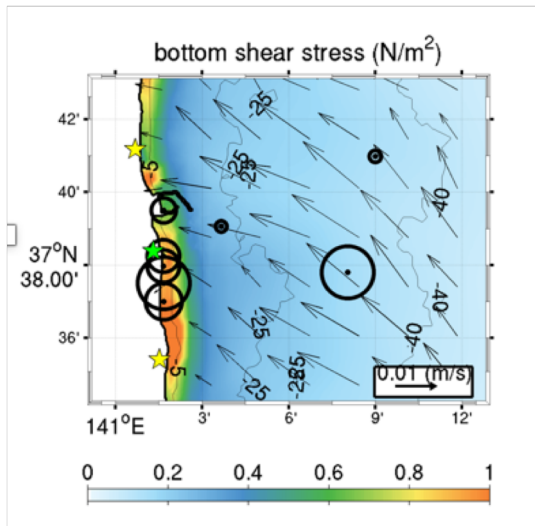


図-3 4段ネストモデルによる計算期間（10/1～11/30）の平均底面せん断応力（カラー）、平均底層流速ベクトル、円は中央粒径の観測値。

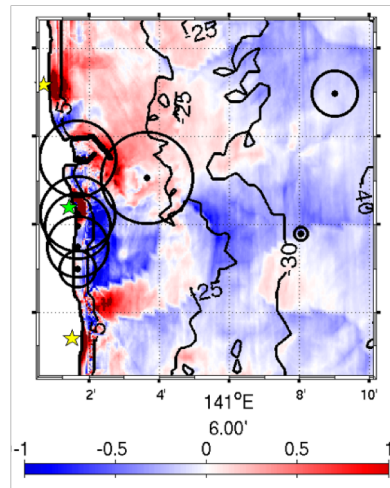


図-4 モデルによるシルト画分の堆積量空間分布（カラー、10/1～11/30の積分値）。赤：堆積、青：浸食。円は堆積層中 ^{137}Cs インベントリ観測値。

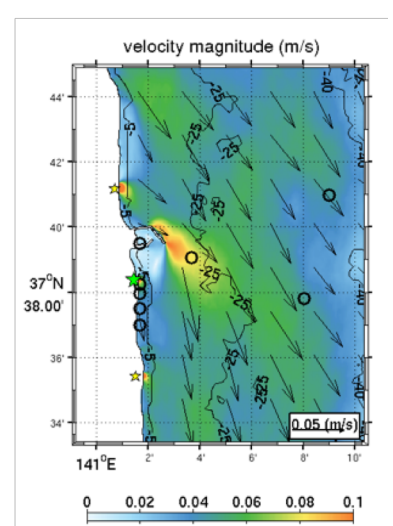


図-5 モデルによる計算期間平均の表層流速ベクトルとその絶対値（カラー）。

^{137}Cs の吸着特性を支配する海底表層の中央粒径分布（図-2c）から、河口南側海浜を中心に海岸沿いの底質粒径は大きく、沖合や河口域では小さい傾向となることが分かる。

4. 考察

モデル解析期間（10/1～11/30）で時間平均された底面せん断応力分布と堆積層表層の中央粒径の観測値の関係をみると、全体的にせん断応力が大きい場所ほど中央粒径が大きく、海底面に作用する波浪や底層流などの外力の影響を受けて底質粒径が決まっていることが確認される（図-3）。図-4に懸濁態 ^{137}Cs の吸着量を主に決定するシルト画分の堆積・浸食量分布（10/1～11/30の積分値）を示す。侵食（青）・堆積（赤）は、輸送された土砂フラックスの発散と収束に対応しており、輸送特性の時間積分効果を表すことになる。堆積層中の ^{137}Cs インベントリ観測値は、河口周辺などのシルト堆積域で高く、沖合海域などの侵食域で低いなど、両者のパターンは良好に一致している。なお、Sta.6は新田川河口から離れているにも関わらず堆積傾向にあるが、領域北側から原町発電所防波堤に沿って南東方向へ伸びる堆積域の形成が関与していることが分かる。粒径の小さな土砂が最も影響を受ける表層流分布（10/1～11/30の時間平均値）を見ると（図-5）、平均的に岸に沿って南向きの流れが発達しており、防波堤や河口部の地形の影響を受けて流れが偏向、強化されている。防波堤沖側の Sta.6 は表層流が強い場所に位置していることから、北側海域からの細粒土砂輸送の影響を受け、弱い底面せん断応力によって細粒分の集積域が形成されたものと考察される。

5. 結論

懸濁態 ^{137}Cs は、堆積層表層とインベントリともに同様な分布パターンを示しており、着目した201326号台風イベントだけではなく、過去の出水の履歴効果も今回の解析結果と同様のメカニズムで発生したことが示唆された。また、超高解像度モデルによる平均流動構造、底面せん断応力分布、土砂輸送収支（侵食・堆積）は現地観測の傾向と定性的に良好な一致を示してしており、観測による堆積層中 ^{137}Cs ・混合粒径土砂分布の形成機構について明確な説明を与えることに成功した。

参考文献

内山雄介・東 晃平・小谷瑛千花・岩崎理樹・津旨大輔・上平雄基・清水康行・恩田裕一（2017），土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol. 73, No. 2, pp. I_685-I_690, doi:10.2208/kaigan.73.I_685.