

分級モデルによる長期底泥輸送シミュレーション結果に基づく 水俣湾の底泥中残留水銀の拡散状況の分析

九州大学大学院 学生会員 ○松野下 晃平・谷中 敬亮・北岡 泰成 フェロー 矢野 真一郎
長崎大学大学院 正会員 多田 彰秀 環境省国立水俣病総合研究センター 松山 明人

1. 研究目的

近年、世界中の海洋や沿岸域において海水や底泥中に含まれる微量水銀が生物濃縮し、マグロやサメなどの魚肉を摂取する人間への健康被害が懸念されている。そのリスク管理を行う上で、海洋環境中の水銀動態の数値モデル開発が求められている。本研究では、沿岸域における水銀動態数値モデルの開発を目的とし、現在も汚染レベルは低い、自然界のバックグラウンド濃度と比べると高レベルの水銀が底泥中に残留している水俣湾を対象として数値モデルの開発を行っている。水銀は底泥中の土粒子表面に付着し、それらが再懸濁することで輸送されると仮定しているため、底泥輸送シミュレーションを行う必要がある。Fathya *et al.* (2016)は、DELFT3D に Variable Mesh Grid を適用し、底泥の巻き上げに関する限界せん断応力を一定として計算を行った。その結果、八代海南部における底泥中の総水銀濃度分布から推定される水俣湾から輸送された底泥が拡散・堆積したパターンを概ね表現できることを確認している。しかし、本来は底泥の粒径分布により、場所毎に分布があると考えられる限界せん断応力を一定にすることは物理的に問題があると考えられる。そこで、底泥の粒径について分級を行い、各分画の底泥輸送シミュレーションを行った。また、南部八代海で底泥コアサンプリングを実施し、現状での底泥中水銀濃度分布を調べた。

2. 研究内容

2.1 数値モデルについて：本研究では DELFT3D を使用し、計算領域を八代海と有明海を結合した領域に設定した。計算期間は、2003年1月1日から2003年12月31日までの1年間とした。水平計算格子はFathya *et al.* (2016)と同様に Variable Mesh を用い、水俣湾周辺を最高解像度である 62.5m メッシュ、離れるにつれ 125m, 250m へと変化させた直交座標系グリッドを用いた。鉛直方向は σ 座標系で均等 5 層とした。底泥の初期条件として水俣湾内にのみ厚さ 1m の底泥を敷いた。底泥は、粘土($<5\mu\text{m}$)・シルト($5\mu\text{m}\sim 75\mu\text{m}$)・細砂($75\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$)に 3 区分し、代表粒径として中央値を用いて Shields 式から無次元限界せん断応力を 0.05 と仮定して限界せん断応力を算出し、全領域に与えた。また、懸濁物の沈降速度は代表粒径から Rubey 式により与えた。各分画のパラメータは表-1 に示すとおりである。

2.2 コアサンプリングについて：2017年に過去に同様な調査が実施されていない天草沿岸域を含む南部八代海においてコアサンプリング調査を実施した。底泥中総水銀濃度分布(海底面から 5cm までの平均値)を図-1 に示す。白点は砂質土のためエックマンバージ採泥器で採取した地点である。

2.3 結果と考察：図-2, 3 に計算開始 1, 3, 6, 12 ヶ月後における南部八代海の各分画の累積浸食・堆積厚の計算結果を示す。細砂については拡がらないため結果を示していない。最も微細な粘土は、南部八代海と天草側へ拡がっているが、シルトは水俣湾周辺のみしか分布しないことが分かる。図-4, 5 に水俣湾周辺のみ(図 2, 3 中の赤枠)を拡大した 6 ヶ月後の計算結果を示す。粘土は限界せん断応力が小さいため水俣湾内の小さい潮流流速でも巻き上げが発生し、外海となる八代海へ移動している。一方シルトは輸送がほとんど見られなかった。粘土とシルトでは限界せん断応力が 1 オーダー異なることから、潮流が大きくなる狭窄部のみ巻き上げが発生し、底泥を供給できる海域が限定されていた。底泥中水銀濃度分布と比較すると粘土の分布が類似しており、微細分が水俣湾から水銀を定常的に拡散させる媒質となっていると考えられる。

キーワード：底泥輸送 分級 水俣湾

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

3. 結論 底泥の粒径分級に基づいた底泥輸送シミュレーションを水俣湾について行った。底泥中総水銀濃度と粘土の分布パターンが類似していたことから、水銀が粘土などの微細分に付着して移動した可能性が高いことが示された。

[謝辞] 本研究は科研費基盤研究(B)(JP17H04478)により実施された。[参考文献] 1)Fathya *et al.*(2016), 土論 B2(海岸工学), 72(2), I_1285-I_1290.

表-1 各分画のパラメータ値

分級	粘土	シルト	細砂
代表粒径 (μm)	2.5	40	162.5
τ_c (Pa)	2.02×10^{-3}	3.24×10^{-2}	1.32×10^{-1}
沈降速度 (cm/s)	5.56×10^{-4}	1.42×10^{-1}	1.88

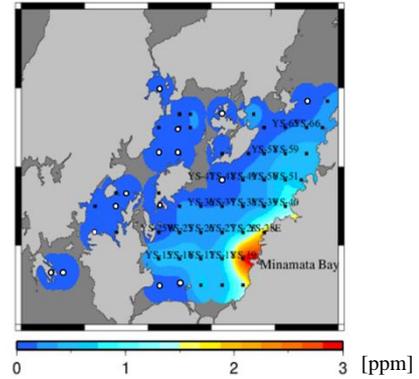


図-1 底泥中総水銀濃度の分布

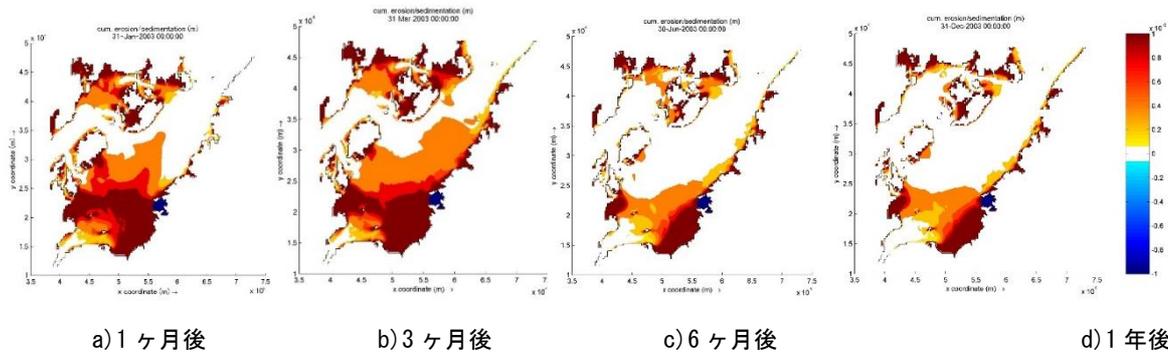


図-2 粘土の累積浸食・堆積厚分布の計算結果

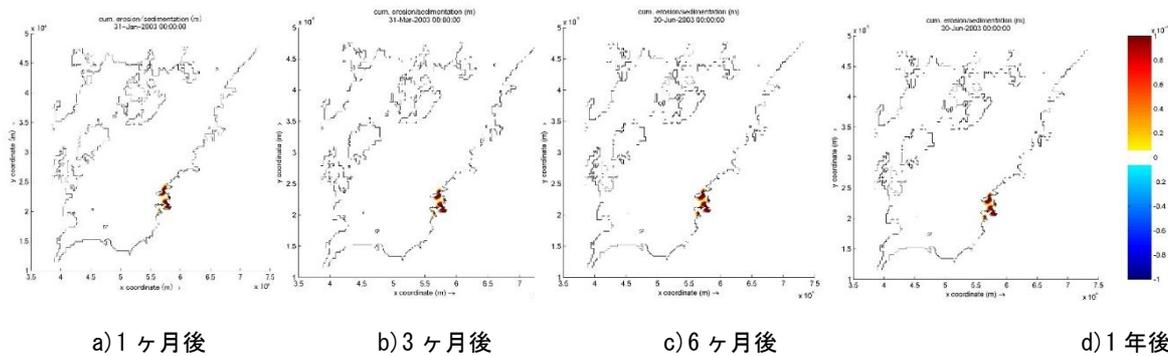


図-3 シルトの累積浸食・堆積厚分布の計算結果

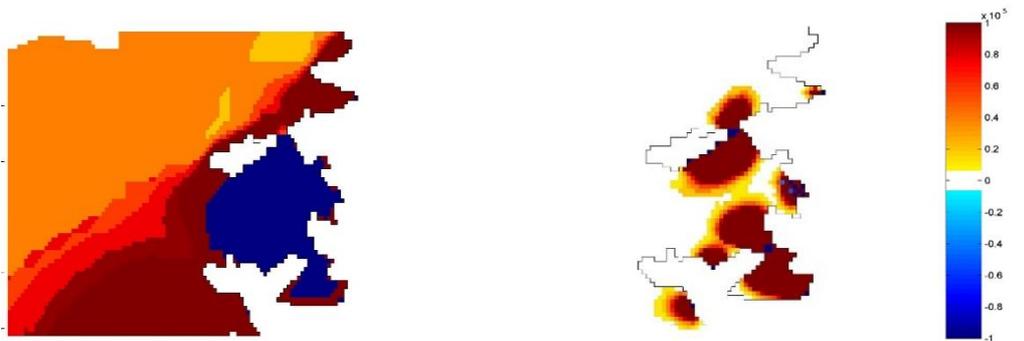


図-4 粘土の累積浸食・堆積厚分布の計算結果 (6ヶ月後、水俣湾周辺海域のみ)

図-5 シルトの累積浸食・堆積厚分布の計算結果 (6ヶ月後、水俣湾周辺海域のみ)