

水俣湾におけるコアサンプリング結果に基づく底泥輸送シミュレーション

九州大学大学院 学生会員 ○松野下晃平・Edistri Nur Fathya・谷中敬亮・松本賢
九州大学大学院 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

水俣病の公式確認から 60 年以上が過ぎ、世間の認識において水俣病は解決した問題であるとみなされている。しかし、現在でも加齢による症状の悪化や潜在的な患者の顕在化など問題は続いている。水俣湾では総水銀 25ppm 以上を含む底泥は、1977 年から 1990 年までに実施された環境修復事業において浚渫され、海岸の埋立地に密封された。しかし、現在でも自然界のバックグラウンド濃度(1ppm)と比べると高い最大 10ppm の総水銀が残留している。ただし、この濃度は水俣病の様な重篤な被害を発生するレベルではないため、安全性は確保されている。しかし、将来的なリスク管理の観点からモニタリングの継続や予測技術の開発が必要である。

本研究の最終目的の一つは、水俣湾において浚渫されずに残存している微量水銀の動態を明らかにし、将来の水銀リスクを予測可能とするための数値モデルの開発を行うことである。これまで、矢野ら(2014)は汎用沿岸域流動モデルである DELFT3D を用いた水俣湾起源の底泥輸送モデルを構築してきた。その結果、過去に実施された八代海における広域なコアサンプリングに基づく総水銀分布と類似の輸送パターンを再現しており、少なくとも水俣湾から再懸濁した底泥が八代海で拡散する様子は再現できていた。しかし、底泥の巻き上げに関するパラメータが不明なため、有明海の実測データを用いるなどの対応が行われていた。そこで今回、2012 年に実施した水俣湾内でのコアサンプリング[Matsuyama *et al.* (2014)]により得られた中央粒径の測定結果を用いて底泥輸送における重要な過程の再懸濁を決定するパラメータである限界せん断応力を推定し、さらに水俣湾周辺海域の計算格子の解像度を上げることで信頼性を高めた底泥輸送シミュレーションを試みた。

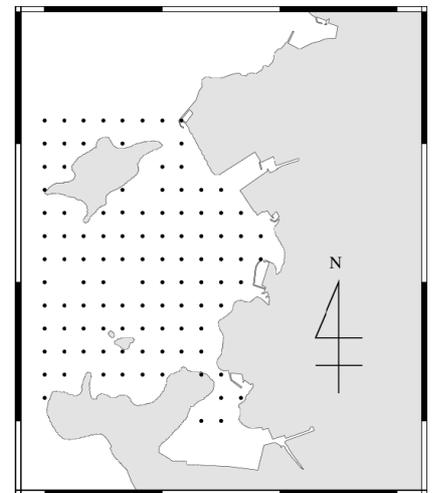


図-1 コアサンプリング地点

2. 研究内容

2.1 底泥輸送モデルによる数値シミュレーション: 本研究では、Fathya *et al.* (2016)が開発した有明海と八代海を結合した計算領域を対象とし、水俣湾周辺の解像度を他海域($\Delta x \approx 250\text{m}$)の 4 倍($\Delta x \approx 60\text{m}$)にした底泥輸送サブモデルをもつ3次元流動モデルを使用する。鉛直層数は σ 座標で5層とした。

図-1 に示す測定点において 2012 年 5 月に実施されたコアサンプリング調査の際に、底泥表面の層(0-10cm)を保管し、粒度分布を測定した。得られた粒度分布から中央粒径値を算出し、無次元限界掃流力の式(シールズ・ダイアグラム)から限界せん断応力 τ_c の分布を推定した(図-2)。

2.2 結果と考察: 底泥輸送シミュレーションを 2003 年 1 月から計算期間 1 ヶ月で行った。比較のために従来から行っている海域全てで限界せん断応力を $\tau_c=0.001 \text{ N/m}^2$ で一定にし、底泥の巻き上げが発生しやすい状況による計算も併せて行った。40 分潮の潮汐を境界条件として与えた。

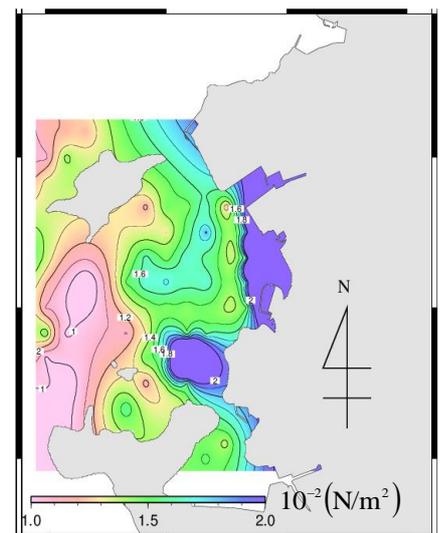


図-2 限界せん断応力推定値の分布

まず、図-3 に τ_c が一定の場合の、1 ヶ月後の底泥の浸食・堆積の累積厚分布を示す。水俣湾から八代海へと

キーワード：底泥輸送 水銀 コアサンプリング シミュレーション 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

底泥が移動することが確認できる。図-4には最下層（第5層）の懸濁物質 SS の平面分布を示した。巻き上がった底泥が水俣湾内から八代海へと拡散することが確認できる。

次に、 τ_c に推定値を与えた場合について、1ヶ月後の累積浸食・堆積厚の分布を図-5に示す。与えられた限界せん断応力 τ_c （図-2）は、一定値で与えた値より1オーダー大きい。再懸濁された底泥の量は τ_c 一定の場合と比べ少ないと考えられ、空間的にも水俣湾周辺海域のみに堆積域が限定され、1ヶ月程では八代海まで広く拡散していない。図-6に最下層のSSの平面分布も示した。水俣湾内のみにSSが分布しており、巻き上げ量が限定的であることが推定される。台風などに起因する巻き上げの発生などの考慮も必要と推測される。

3.結論

水俣湾におけるコアサンプリング結果に基づく限界せん断応力の推定値を用いて、底泥輸送のシミュレーションを行った。その結果、潮流による底泥の再懸濁と拡散する挙動をシミュレートできた。しかし、計算期間が1ヶ月間と短く、実際の状況の再現には数年から数十年の長期的な計算が必要と考えられる。

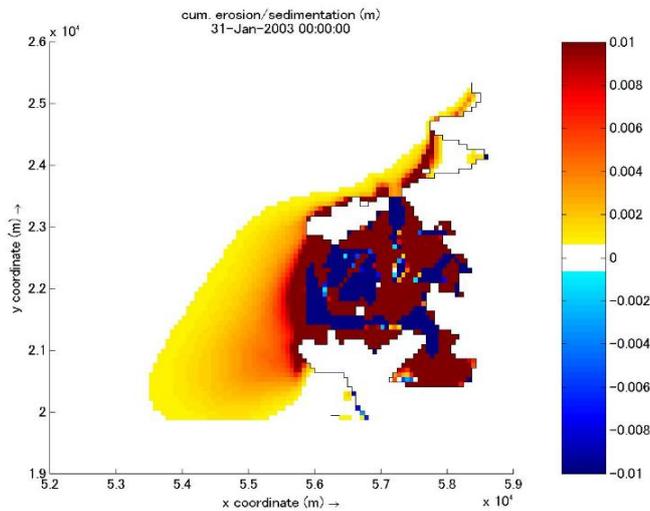


図-3 累積堆積・浸食厚の平面分布 (τ_c 一定. 1/31)

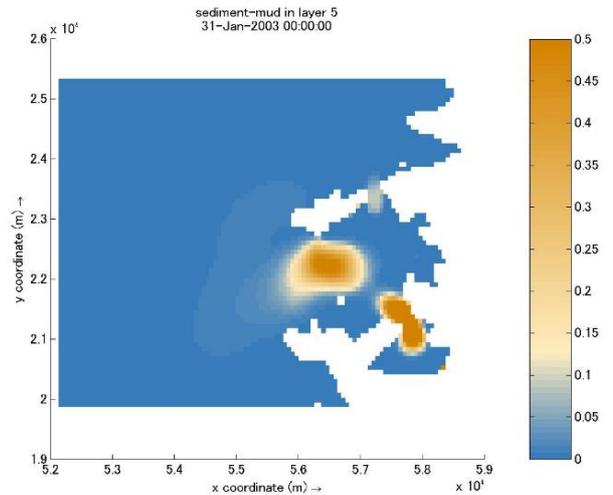


図-4 第5層におけるSS平面分布 (τ_c 一定. 1/31)

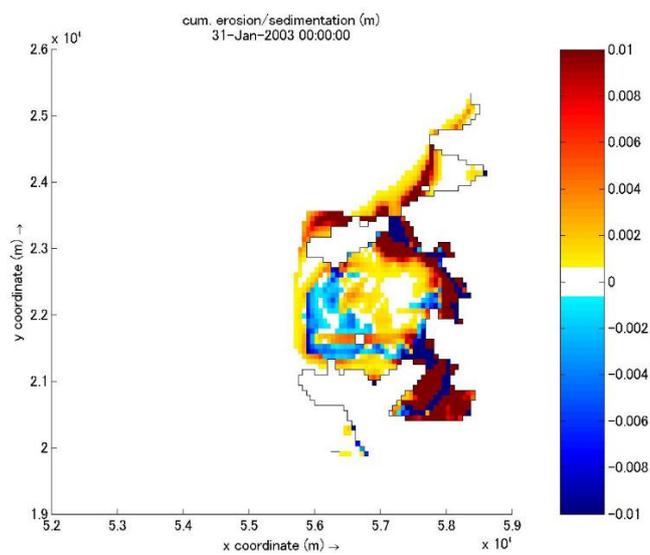


図-5 累積堆積・浸食厚の平面分布 (τ_c 分布. 1/31)

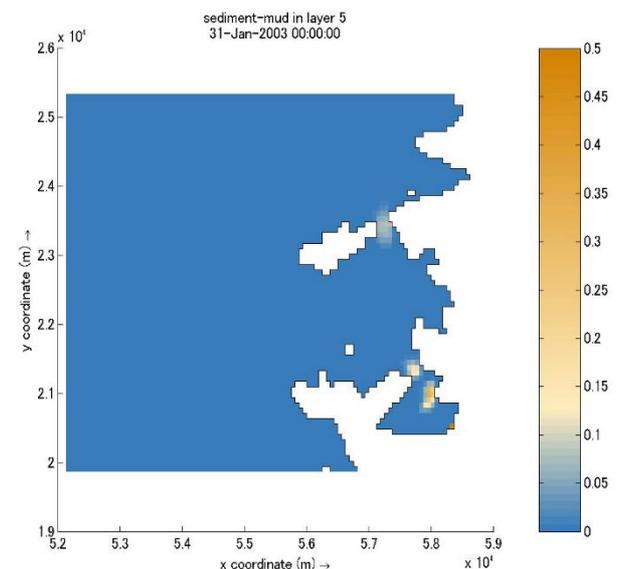


図-6 第5層におけるSS平面分布 (τ_c 分布. 1/31)

謝辞：本研究は科研費基盤研究(B) (24360200)により実施された。

参考文献：1)矢野ら(2014), 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 70(2), I_416-I_420., 2) Fathya et al. (2016), J of JSCE B2, 72(2), I_1285-I_1290., 3) Matsuyama et al.(2014), Marine Pollution Bulletin, 89(12), 112-120., 4) Matsuyama et al.(2016), Marine Pollution Bulletin, 109, 378-385.