

水俣湾における底泥輸送モデルの開発について

九州大学大学院 学生会員○久野彰大・川瀬颯人・Herawaty RIOGILANG 正会員 矢野真一郎・田井明
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. はじめに

海洋中に存在する水銀のごく一部が、微生物などの働きにより有毒なメチル水銀に変わるといわれており、そのメチル水銀は生物濃縮により大型の肉食魚や海洋ほ乳類に蓄積する。そして、水銀が濃縮したこれら動物を摂食した場合に人体が受ける影響については国際的に懸念されている。日本では、妊婦が一定量を継続して摂食した場合、胎児に軽微な神経障害がみられる可能性があるため摂食制限が厚生労働省から出されている(厚生労働省, 2005)。

八代海南東部に位置する水俣湾は、過去に深刻な水銀汚染を経験しており、現在でも最大 10ppm と微量ではあるが自然界のバックグラウンド濃度(0.06ppm 程度)を超えた総水銀が残留している。1977 年から 1990 年に行われた環境修復事業を受けて、1997 年に熊本県から安全宣言が出されているように湾内の汚染レベルは非常に低いが、微量水銀についてのリスクには不明な点も多いため将来的なリスク管理が求められている。

海水中に存在する水銀は溶存態と懸濁態に分けられ、水俣湾から八代海へ輸送される水銀は懸濁態が支配的であることが分かっている。懸濁態総水銀は底泥に総水銀が付着したものと考えられている。本研究では、微量残留水銀リスクに対し有効な対策を検討するため、水俣湾に残留する水銀の輸送を把握することを目的にまずは底泥輸送モデルの構築を試みた。

2. 数値モデルの概要

本研究では、沿岸域流動モデルである Delft3D をベースに矢野ら(2010)が開発した有明海と八代海の結合モデルを用いた。図 1 に計算領域を示す。本研究では、破線部の開境界で M_2 潮のみを与えた。水平方向には格子間隔約 250m の直交直線座標系を、鉛直方向には σ 座標系(5 層均一)を適用した。水平渦動粘性係数は SGS モデル、鉛直渦動粘性係数は $k-\epsilon$ 乱流モデルで評価し、潮位変動に伴う干潟の干出・水没も考慮している。底質の侵食・堆積過程については Partheniades- Krone の式

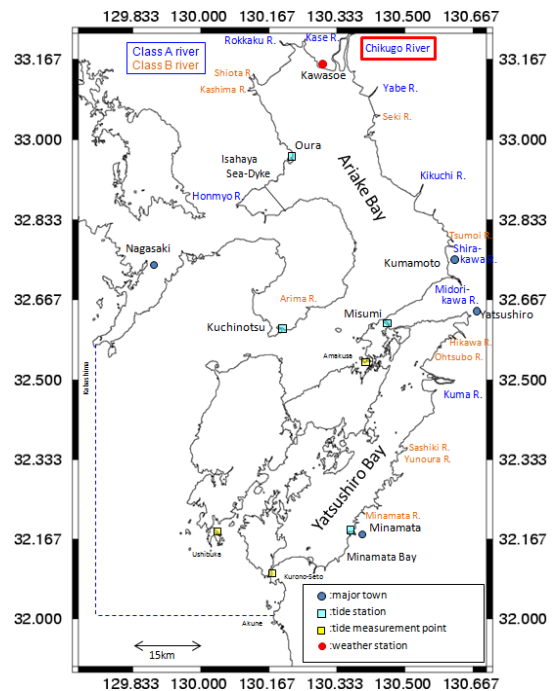


図 1 計算領域(1 級河川, 主要 2 級河川の位置も含む)

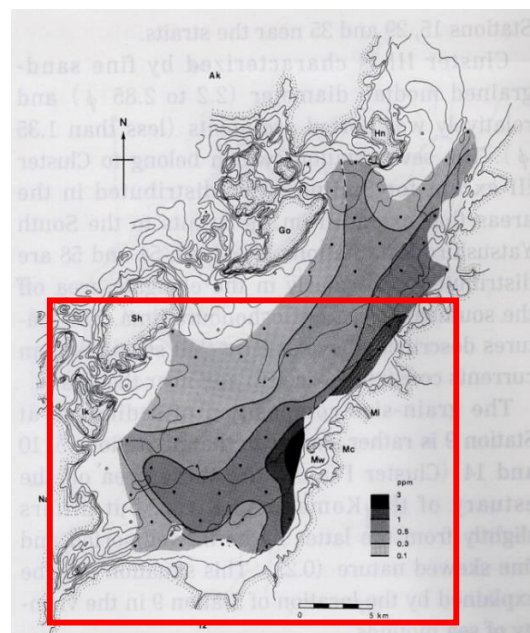


図 2 水俣湾から八代海に拡がった底質中総水銀の分布

(Rifaldi et al. (1998)より. 赤枠が図 3, 4, 5 の表示範囲.)

で評価した。侵食と堆積に対する限界せん断応力は、それぞれ 0.001Pa と 1.0Pa とした。侵食速度パラメータと懸濁物質(SS)の沈降速度は、Nakagawa&Yoshida(2008)に

よる有明海の実測値である $M=3.3 \times 10^{-4} \text{kg/m}^2/\text{s}$, $w_s=1.8 \text{mm/s}$ を適用した. 計算期間は一年間とし, 助走計算を 10 日間行い潮汐が安定した後に浸食・堆積が始まるようにした. 初期条件として水俣湾内にはのみ輸送対象である底泥を厚さ 1m で一様に敷き詰め, 水俣湾を除く海域には初期状態では底泥がないと設定した. なお, 河川からの淡水流入は考慮したが, 土砂流入は考慮していない.

3. 結果

図 2 に Rifardi *et al.*(1998)により測定された水俣湾から南部八代海に広がった底泥中総水銀濃度分布を, 図 3, 4, 5 に計算開始からそれぞれ 1 ヶ月後, 2 ヶ月後, ならびに 1 年後における累積の侵食・堆積底泥厚さの計算結果を示している. 潮流により再懸濁した水俣湾内の底泥は, 八代海の東岸沿いに北東および南西方向に輸送されて堆積していた. 図 2 に示された底泥中の残留水銀分布から推定される水俣湾起源の底泥の移動状況を良好に再現したとみなせる. しかしながら, 図 5 の 1 年後では, 水俣湾および水俣湾周辺の底泥が概ね全て輸送されていることが分かる. これは, 浸食に対する限界せん断応力の設定や, 河川などからの土砂供給が無いことなどが原因であると推測される. 本海域の限界せん断応力は実測されていないが, 有明海での実測値が 0.025Pa であることを考慮すると, 本研究での設定値は小さいと考えられる. 今後の実測が求められる.

4. まとめ

水俣湾における懸濁態水銀輸送モデル開発のために底泥輸送モデルを構築した. 1 年間の計算を行い, 水俣湾内の底泥が再懸濁し, 南部八代海へ流出し堆積する過程を再現した. 水俣湾は閉鎖性で潮流の小さい海域であるが, 波的作用によって底面せん断応力が強化されることも考えられる. 今後は, 台風などの気象イベントにより湾内の底面せん断応力が受ける影響を評価するために, 波浪推算モデルとのカップリング計算を行う予定である. また, 河川からの土砂供給についてもモデル化し, より現実的な計算を試みたい.

〔謝辞〕本研究は, 科学研究費補助金基盤研究 (B) [研究代表者: 松山明人] ならびに同基盤研究 (B) [研究代表者: 矢野真一郎] により実施された. ここに記し謝意を表する.

〔参考文献〕1) 矢野ら(2010): 土木学会論文集 B2, 66(1),

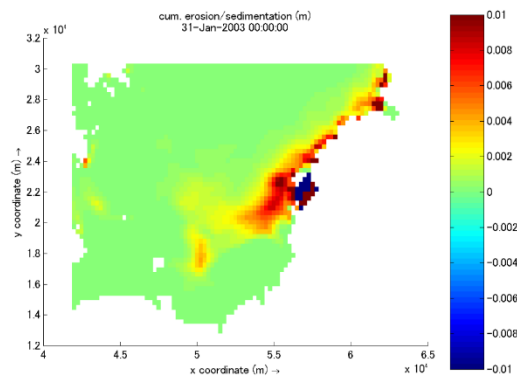


図 3 水俣湾起源底質の堆積・侵食厚さの計算結果
(初期から 1 ヶ月後. 単位: m)

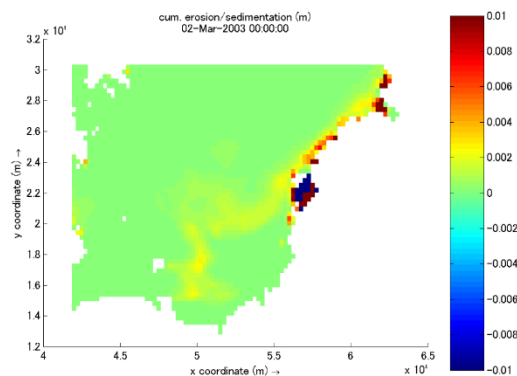


図 4 水俣湾起源底質の堆積・侵食厚さの計算結果
(初期から 2 ヶ月後. 単位: m)

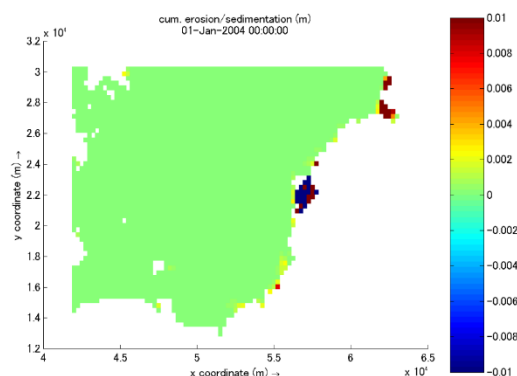


図 5 水俣湾起源底質の堆積・侵食厚さの計算結果
(初期から 1 年後. 単位: m)

341-345. 2) Nakagawa & Yoshida (2008): *Sediment and Ecohydraulics*, 155-163.

3) Rifardi *et al.* (1998): *J. Sediment. Soc. Jpn.*, 48, 67-84.

4) 厚生労働省(2005): 妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項, <http://www.mhlw.go.jp/>.