

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 20 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22560796

研究課題名（和文） 有明海異変の原因解明のための高精度懸濁物質モデルの構築

研究課題名（英文） Accurate sediment transport numerical model development to unravel environmental problems in Ariake Sea

研究代表者

濱田 孝治 (HAMADA TAKAHARU)

佐賀大学・低平地沿岸海域研究センター・准教授

研究者番号：30294979

研究成果の概要（和文）：

有明海異変の原因解明に役立てるための懸濁物質輸送モデルを開発した。本モデルは複数粒径分画、多層底泥に対応している。本モデルはまず鉛直1次元モデルとして開発され、その後3次元モデルとしてFVCOMに組み込まれた。完成したモデルをウェブサイトにて公開した。

モデル構築と並行して諫早湾干拓調整池を含む有明海の底質の再懸濁特性のマッピングを行い、それを用いたシミュレーションを行った。計算結果は有明海の懸濁物質の挙動をよく再現した。

研究成果の概要（英文）：

A new sediment transport numerical model was developed to unravel environmental problems in Ariake Sea. The model treats grain size fraction and bottom sediment layers. The model was developed as vertical 1-dimensional model and then adopted to FVCOM as 3-dimensional model. The source code was distributed online.

3-dimensional erosion property mapping of Ariake Sea was also conducted. The result is applied to the model and the model reproduced the sediment dynamics well.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合工学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：海洋環境

1. 研究開始当初の背景

現在有明海奥部では、様々な異変が顕在化して問題となっているが、その主要なものとして、底質の細粒化や透明度の上昇など、懸濁物質に関する環境の変化が挙げられている。図.1 に、 $Md\phi=7$ の境界線の経年変化

を示す。特に西部海域において、底質の細粒化が進行していることが示唆される。その原因としては、湾奥の潮流減少、諫早湾からの細粒分供給増大や筑後川からの土砂供給の変化など、幾つかのプロセスが考えられているが、いまだ解明には至っていない。その検

証のためには高精度の数値モデル開発が不可欠である。

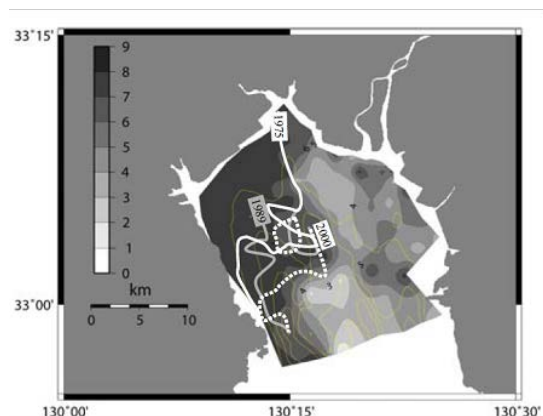


図.1 有明海奥部底泥のMdφの経年変化

2. 研究の目的

上記をふまえ本研究では、有明海奥部の底質と透明度の季節変動、経年変動を表現するのに十分な精度を有する懸濁物質輸送数値モデルを開発することとした。

上記の要請を満たすため、本モデルは以下の機能を持つものとした。

- 再懸濁・沈降特性の異なる2分画以上の粒径の異なる懸濁物(砂シルト/粘土 または 砂/泥)を扱う。
- 再懸濁特性(せん断応力、侵食速度係数)を底質の関数として動的にマッピングする。

3. 研究の方法

懸濁物質を駆動する流動モデルにはFVCOM(Chen et al., 2006)を使用する。懸濁物質モデルプログラム自体は可搬性を高め、プログラムコードへも容易に組み込めるよう、可能な限り特定のプログラム構造に依存しない形で開発し、最終的には

- FVCOMのモジュール
- 汎用性のあるサブルーチンライブラリの双方の形で公開する。

再懸濁特性をはじめとする底質の特性の決定に有明海の実測データを用い、再現計算を行いモデルのチェックを行う。

4. 研究成果

(1)鉛直1次元モデルの開発

再懸濁、沈降のみを考慮した鉛直1次元モデルを開発した。このモデルは特定の数値モデルの構造に依存せず、移流、拡散ルーチンを後から追加することで、水柱の表現に物体適合座標(σ 座標)を用いる任意の3次元流動モデルへの組み込みが可能である。

モデルは砂、泥、粘度など複数の分画に対応し、それぞれについて再懸濁・沈降特性を与えることができる。また、底泥は物体適合

座標により鉛直方向分割し、再懸濁、層序を表現できるようになっている。

佐賀大学有明海総合研究プロジェクトによって取得された有明海奥部の流速・濁度時系列実測データを用いてモデルの検証を行った。複数点の係留データのうち、特にウェーブレット解析により水平移流の影響が小さいことが示唆された西部海域のものを用い検証を行った。モデルは表層付近の懸濁物質濃度を過大評価する傾向があり、沈降速度を10倍としたとき実測と計算はもっともよく一致した(図.2)。これについては、フラックスベースで評価された沈降速度式(内山ら, 2011)を用いることにより改善される可能性がある(山本, 私信)。

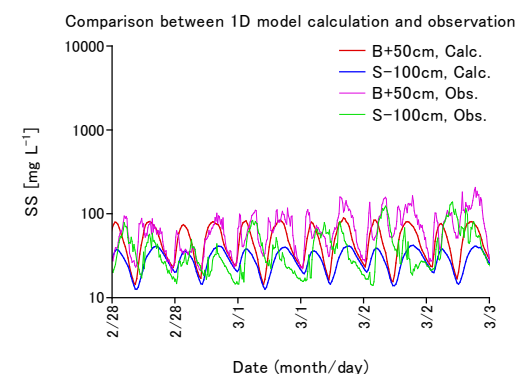


図.2 鉛直1次元モデルの結果と実測値との比較(沈降速度を10倍とした場合)

(2)有明海の再懸濁特性マッピング

実測データと文献値を元に有明海の再懸濁特性のマッピングを行い、それを用いて再現計算を行った。

再懸濁特性は再懸濁速度係数 M_E ($\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)であらわすこととし、乾燥密度、せん断強度、粘度含有率によって決定した(山本ら, 2009)。有明海奥部については山本ら(2009)の結果をそのまま用い、諫早湾・調整池についてはJia(2011)、その他の海域については近藤ら(2003)の底質データから算出した。ただし、

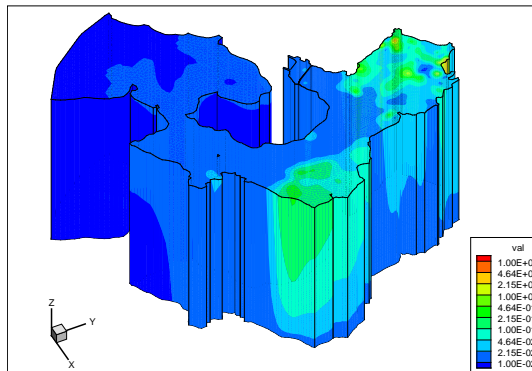


図.3 再懸濁速度係数(ME)の三次元マッピング結果

近藤らは粘度含有率及びせん断強度の調査を実施していないため、Md ϕ と砂含有率から粘度含有率とせん断強度を推定した。諫早湾および調整池については、3次元的に再懸濁特性を求めた。その他の海域については表層のみ実測値から推定し、十分深い土中では一定値を仮定した。図.3に3次元マッピングの結果を示す。

(3)FVCOM への適用と有明海の懸濁物質輸送の再現計算

(1)の鉛直1次元モデルをベースにFVCOMの懸濁物質輸送モジュールを開発した。底質の侵食、堆積に伴う再懸濁特性の更新については、圧密過程についての情報が不足しているため、新たに堆積した場合のみナッジングによって実測値に収束するものとした。

上記のモデルに(2)の再懸濁特性データを用い再現計算を行った。シミュレーションは大潮・小潮変動などの特徴をよく再現した(図.4)。

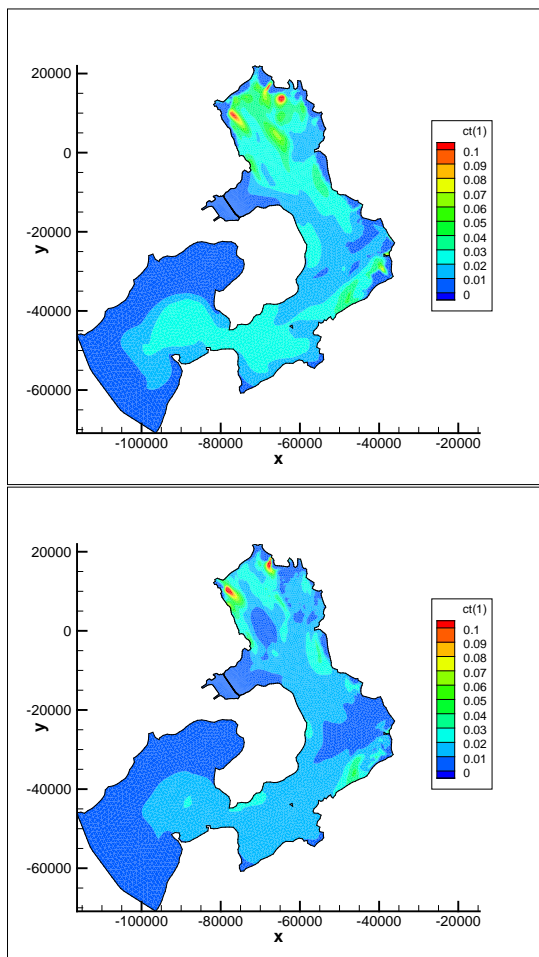


図. 4 大潮期(上),小潮期(下)干潮時の表層懸濁物質濃度の比較。

(4)プログラムコードの公開

開発したプログラムコードをウェブサイトで公開した。現在ドキュメント等を整備中

であり、モデルの検証計算の結果も含め公開を進めていく予定である。

参考文献

Chen, Changsheng, Robert C. Beardsley, and Geoffrey Cowles, An Unstructured Grid, Finite-Volume Coastal Ocean Model FVCOM User Manual. 2006.

内山 卓也, 山本 浩一, 古谷 貴子, 横山 勝英, 関根 雅彦, 濱田 孝治, フロックカメラを用いた筑後川感潮域における懸濁物質の沈降特性に関する研究. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2011. 67(2): 881-885.

山本 浩一, 速水 祐一, 笠置 尚史, 濱田 孝治, 吉野 健児, 大串 浩一郎, 平川 隆一, 横山 勝英, 有明海・諫早湾における底泥の再懸濁速度の分布特性に関する研究. 環境工学研究論文集, 2009. 46: 613-621.

Jia, R., Hino, T., Hamada, T., Chai, J. & Yoshioka, M. Density and undrained shear strength of bed sediment from ND-CPT. Ocean Dynamics 63, 507-517 (2013).

近藤 寛, 東 幹夫, 西之首 英之. 有明海における海底堆積物の粒度分布とCN組成. 長崎大学教育学部紀要, 自然科学 68, 1-14 (2003).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

① 濱田 孝治, 諫早湾潮受け堤防水門開門による環境変化. 最終報告シンポジウム「佐賀大学 有明海における環境変化の解明と予測プロジェクト」(2013年3月11日). 佐賀大学

② Takaharu Hamada, Soichi Yamaguchi, Koichi Yamamoto, Yuichi Hayami, Kenji Yoshino, Koichiro Ohgushi, Toshiya Katano, Makoto Yoshida, Ryuichi Hirakawa. Numerical simulation of sediment transport in Ariake Bay. 11th International Conference of Cohesive Sediment Transport Processes (INTERCOH XI) (poster) (2011年11月18-21日). Shanghai-China

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.ilt.saga-u.ac.jp/hamada/wiki/>
(多分画・多層底泥に対応した懸濁物質輸送モデル)

報告書

濱田孝治(代表) 平成23年度数値解析モデル
による有明海再生方策に関する研究(諫早
湾潮受堤防排水門開門による環境改善効
果), 86 pages (2012).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

濱田 孝治 (HAMADA TAKAHARU)
佐賀大学・低平地沿岸海域研究センター・
准教授
研究者番号：30294979

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

経塚 雄策 (KYOZUKA YUSAKU)
九州大学・大学院総合理工学研究院・教授
研究者番号：80177948