

排出土砂に含まれる粘土粒子の拡散沈降モデルの検討

日本大学大学院 学生会員 ○高吉 亮二
日本大学生産工学部 正会員 和田 明
日本大学大学院 学生会員 太田 吉陽

1. はじめに

現在、多くのダム貯水池で堆砂が進行し、ダム機能の低下や下流域の河床低下などの問題が発生している。解決策として幾つかの方策が存在するが、自然の洪水流と共に堆積土砂を下流へ排出させる排砂ゲートや土砂バイパストンネルを利用したものが、河川流域一帯の総合的な土砂管理の面からも注目を集めている。

しかし、排砂が実施されると海域において排出土砂に含まれる粘土粒子（スメクタイト）に起因する一時的な濁度上昇が引き起こされてしまう。

そこで、本研究では排出土砂に含まれる粘土粒子の海域における挙動に着目したモデルを構築し、実際に排砂が行われている富山県の黒部川河口前面（図-1）を対象海域として表層における濃度分布の検討を行った。

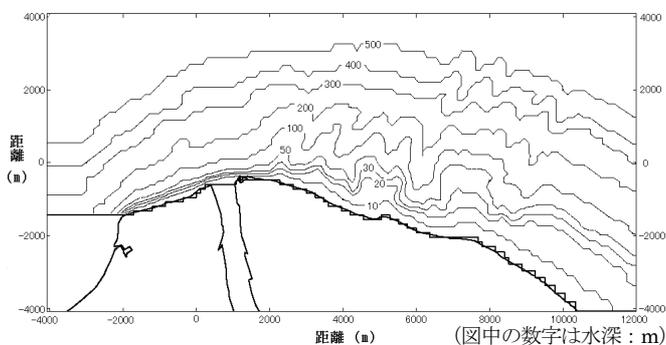


図-1 対象海域

2. モデル概要

本研究では、平成14年7月に行われた連携排砂を対象として検討を行い、使用するダム排砂に関するデータは国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所より公開されているものを使用した。

(1) 流動モデル

流動計算では、海域の密度構造と河川流入を考慮し、連続式、運動方程式、水温・塩分の拡散方程式の各方程式による3次元モデルを使用した。境界条件は、海底は $u=v=w=0$ とし、海表面の鉛直成分は $w=0$ とした。側方方

向の外海境界で、流れは1階微分=0、水温、塩分の流入時は外海値が流入し、流出時は1階微分=0とした。

計算領域とした黒部川河口前面の海底地形は、図-1に示すように急峻な形状を呈しており、富山湾特有の海底谷も多く存在している。

(2) 拡散沈降モデル

排出土砂に含まれる粘土粒子は、負を帯電していることから河川を流下しているときは互いの電荷同士が反発しあい吸着しないが、海域に達すると海水中の陽イオンにより表面電荷が中和されスキャベンジング¹⁾（生物遺骸や懸濁物質などと吸脱着を繰り返しながら比較的早い速度で海底に沈降する現象）を示すと考えられている。

そこで、本研究ではS.L.Clegg and M.Whitfield (1990, 1991)¹⁾が放射性物質の拡散沈降解析で使用したモデルを応用し、排出土砂に含まれる粘土粒子の海域での挙動のモデル化を行った。

以下の図-2にモデルの概念図を示す。

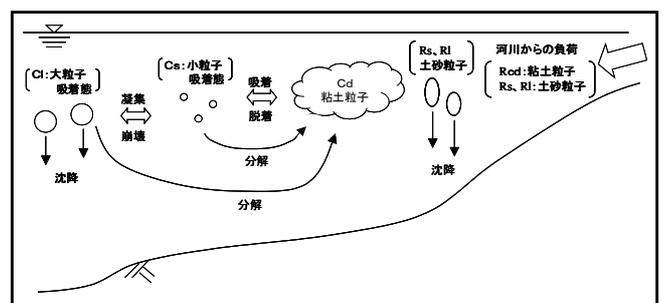


図-2 拡散沈降モデル概念図

3. 流動解析

平成14年の連携排砂を対象とした拡散沈降解析を行うにあたり、計算領域における流動場を再現する必要がある。ここでは、国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所が公開している連携排砂期間のデータを使用し河川流量の設定を行った。

(1) 計算条件

格子分割は水平方向が、120m×120m～180m×255mの不

キーワード 粘土粒子, 3次元流動・拡散沈降モデル, スキャベンジング

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学大学院生産工学研究科 TEL 047-474-2420

等加間隔格子、鉛直方向が上層 2m～下層 100m の層厚で最大 23 層に分割した。なお、水温、塩分の水深別初期分布は JODC 所蔵のデータより、計算領域に最も近い観測点の過去 10 年間の観測結果を平均したもので設定した。

河川流量は、連携排砂期間において大きく変化することから、本研究では再現性を高めるために連携排砂開始直後で 429.7m³/s、連携排砂中期で 194.1 m³/s、連携排砂終了後で 87.3m³/s のように分割して計算を行った。

(2) 流動計算結果

連携排砂開始直後の流動計算結果を図-3 に示す。黒部川河口より大量の河川水が流入し、河口付近で沖合方向に最大約 35cm/s の流れが見られた。また汀線付近においては数 cm/s と弱い流れを示す結果となった。

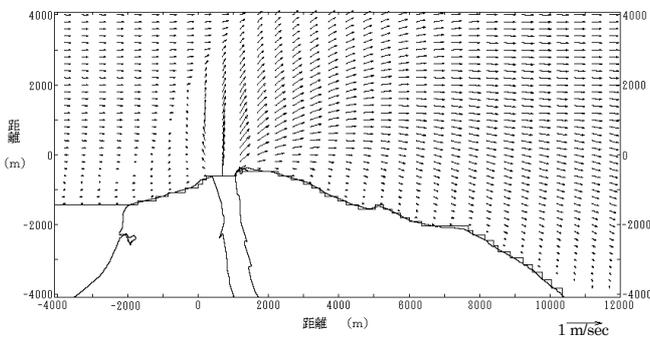


図-3 連携排砂開始直後の流動場 (表層)

4. 拡散沈降解析

(1) 計算条件

海域への流入量は、黒部川の最下流部に位置する下黒部橋で観測された SS を使用し連携排砂開始直後で 208.0kg/s、連携排砂中期で 297.4kg/s、連携排砂終了後で 35.0kg/s と設定した。また、国土交通省のシミュレーション²⁾を参考に流入土砂の組成を粘土粒子：土砂小粒子：土砂大粒子=9：68：23 とし、各粒子の沈降速度は大粒子吸着体と土砂小粒子を 38.9m/day、土砂大粒子は 812.2m/day と設定した。

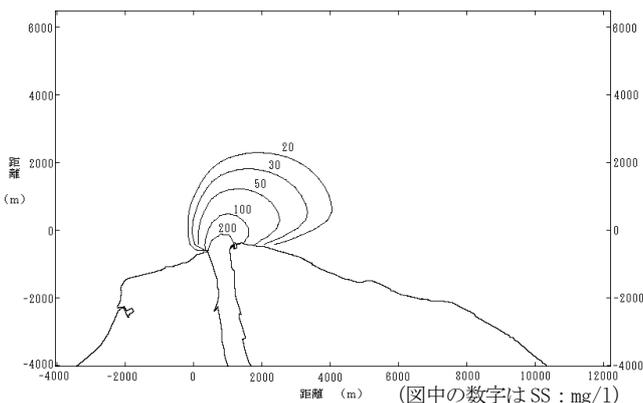


図-4 19 時間後の濃度分布 (表層)

(2) 計算結果

連携排砂開始直後、本計算における計算開始 19 時間後の結果を図-4 に示す。表層において 200mg/l の範囲が河口から約 0.5km 沖合まで分布し、20mg/l の範囲は沖合方向約 3.0km、汀線方向に約 4.0km という広範囲に渡って分布する結果となった。

5. 再現性の検討

計算結果の再現性を検討するために、ほぼ同時刻の海域における SS の観測値との比較を行った。

図-5 はその結果を示したものであり、関連の計算を行ったところ R²=0.67 と有意な相関が得られた。

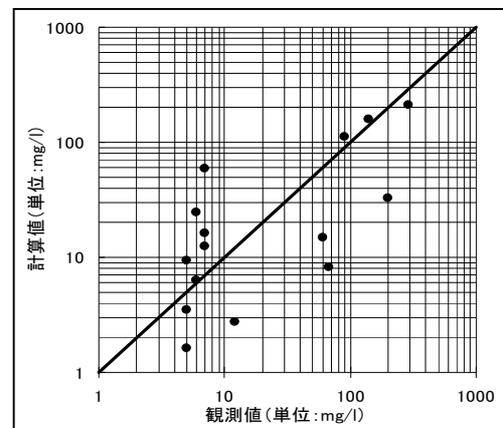


図-5 計算値と観測値との比較

6. まとめ

平成14年7月の連携排砂を対象とした拡散沈降解析において相関を調査した結果、有意な相関を得る事ができたが、一部において計算値と観測値との間に大きな開きがあるところが存在した。

そのような点を改善するために、河川から海域へ負荷される SS の構成比や連携排砂期間における河川流量と SS との関係性を再検討する必要があり、今後も自然現象を考慮したモデルの構築を進めていきたい。

7. 参考文献

- 1) S. L. Clegg and Michael Whitfield : A generalized model for the scavenging of trace metals in the open ocean- I .Particle cycling, deep-sea Research. ,Vol. 37, pp. 809-832, 1990.
- 2) 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所,海域濁り拡散・沈降シミュレーションの概要(続報), 第12回黒部川ダム排砂評価委員会, 資料-5, 2002.