海域における排出土砂の拡散沈降モデルの検討

日本大学大学院	学生会員	○高吉

1. はじめに

富山県の黒部川水系に位置する宇奈月ダム、出し平ダ ムでは堆砂対策として連携排砂(同一河川の上流側ダム とその下流に位置するダムの排砂ゲートを同時期に開け、 堆積物を下流へ排出させる操作)が平成13年以降毎年 実施されている。本研究ではこの連携排砂を対象とし、 これまでに排出土砂に含まれる粘土粒子の海水中におけ る挙動に着目した数値モデルを構築し拡散解析を行って きた。¹⁾

今回は、自然現象を考慮したモデルを構築する為に海 域に流出する土砂の粒度組成に着目し、平成 16 年に実 施された連携排砂を対象とした拡散解析を実施した。

2. モデル概要

本研究で使用する連携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。



日本大学大学院	学生会員	○高吉	亮二
日本大学大学院	正会員	和田	明

(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²⁰(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) ²⁾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、排出土砂中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。





図-2 拡散沈降モデル概念図

3. 流動解析

拡散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 等間隔格子、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、その変化に対応させて河川流量を設定した。

(2) 流動計算結果

計算開始30時間後の流動計算結果(表層)を図-3に

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



4. 拡散沈降解析

(1)計算条件

海域への流入量は、先に設定した河川流量と黒部川最 下流部の下黒部橋で連続観測された SS から設定した。ま た、本研究においては連携排砂期間における SS の粒度組 成に着目し、図-4 に示した時系列毎の SS 粒度組成を使 用したものと、SS ピーク時の粒径加積曲線より粒度組成 を算出したものとの2ケースで計算を行った。また、国 土交通省のシミュレーションを参考に各粒子の沈降速度 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。

	計算ケース SS の粒度組成の設定法		
	ケース1	時系列毎の SS 粒度組成を使用	
	ケース2 SS ピーク時の粒径加積曲線より算出		
00% 90% 80% 70% 50% 30% 20% 10%	7月17日 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	7月18日 7月10日 7月20日 0.005 私店知底(%) 0.005~0.05 私店知底(%) 0.05~0	
	図 一 4 連携	排砂期間における SS の粒度組成	

表一1 計算条件

(2)計算結果

連携排砂中期、本計算における計算開始 30 時間後の 表層での濃度分布を図-5 に示す。(ここではケース1、 ケース2ともほぼ同様の拡散範囲となったため、ケース 1のコンター図を掲載した。)

その拡散範囲は、高濃度の 1500mg/l の範囲が河口か ら約 1.5km 沖合まで分布し、50mg/l の範囲が沖合方向 約 4.1km、汀線方向に約 5.1km 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-6、図-7はそれぞれケース1、ケース2の相関図 であり、ケース1では相関係数 R=0.73、ケース2では 相関係数 R=0.66 という値が得られた。



6. まとめ

本研究では、これまでに排出土砂に含まれる粘土粒子 にスキャベンジングを考慮したモデルを構築し、拡散解 析を行ってきた。今回は、自然現象を考慮したモデルを 構築する為に、従来までは一定としていた SS の粒度組成 を時間毎に変化させて拡散解析を行った。

その結果、高濃度の部分でよい再現性を示し強い相関 が得られたことから、今後のモデル利用の可能性に期待 出来る結果となった。

7. 参考文献

 太田吉陽,和田明,賀上裕二,三浦正一:海洋における粘土粒 子の拡散解析,水工学論文集,第49巻,pp1345-1350,2005.
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.
国交省黒部河川事務所:海域濁り拡散・沈降シミュレーション

の概要(速報), 第12回黒部川ダム排砂評価委員会, 資料-5, 2002.