

# ダム排砂により海域に流入した土粒子の沈降拡散モデルの検討

賀上裕二<sup>1)</sup>, 和田明<sup>2)</sup>, 太田吉陽<sup>3)</sup>

- 1): (株)水圏科学コンサルタント 〒145-0064 東京都大田区上池台 1-14-1  
2): 日本大学 生産工学部 〒275-0006 千葉県習志野市泉町 1-2-1  
3): 日本大学大学院生産工学研究科 〒275-0006 千葉県習志野市泉町 1-2-1

Key words : 粘土粒子, 3次元流動モデル, 沈降拡散モデル, スキャベンジング

## 1. はじめに

ダム貯水池には多量の土砂等が流入・堆積しており、ダム機能等の維持管理のためには土砂管理が必要である。そのために幾つかのダムでは、排砂ゲートや土砂バイパスにより貯水池内の土砂を下流域へ排出する手法が採用されている。ダムから多量の土砂が排出されると、高濁度水が下流域だけでなく河口沿岸域にも到達し、一時的な濁度上昇が起こる。河口域に達する濁水中には粘土粒子が多く含まれている。粘土粒子は、河川を流下している時はコロイド状態で存在しており殆ど沈降しないが、河口域に達すると自らの電荷を失って他の微細粒子と凝集する他、生物遺骸などの有機物との凝集、そして分散を繰り返し比較的速い速度で海底に沈降する。この様に、沈降速度の無いものが、沈降速度の大きな物に吸着して鉛直方向に移動する機構はスキャベンジング効果と呼ばれ、大洋における放射性物質の沈降拡散では良く知られた効果である。

そこで、本研究では河川を流下し海域において一時的な濁度上昇を引き起こす要因となる土粒子の挙動解析にスキャベンジング効果を考慮した数値モデルを構築し、海域に流入した土粒子の濃度分布等の検討を行った。

## 2. モデルの概要

本研究では、ダム排砂に関するデータやシミュレーション結果などが国土交通省北陸地方整備局黒部川事務所により公開されている富山県の黒部川河口前面海域(図-1)を対象とした。

### (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。



図-1 対象海域

### (2)沈降拡散モデル

河川から海域に流出した粘土粒子の挙動をモデル化するために、S.L.Clegg & M.Whitfield (1990,1991) が放射性物質の拡散沈降解析で使用したスキャベンジングモデルを応用した。

図-2 にモデル概念を示す。

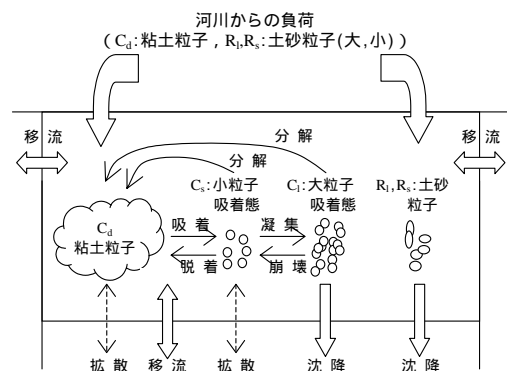


図-2 沈降拡散モデルの概念図

## 3. 流動解析

### (1)計算条件

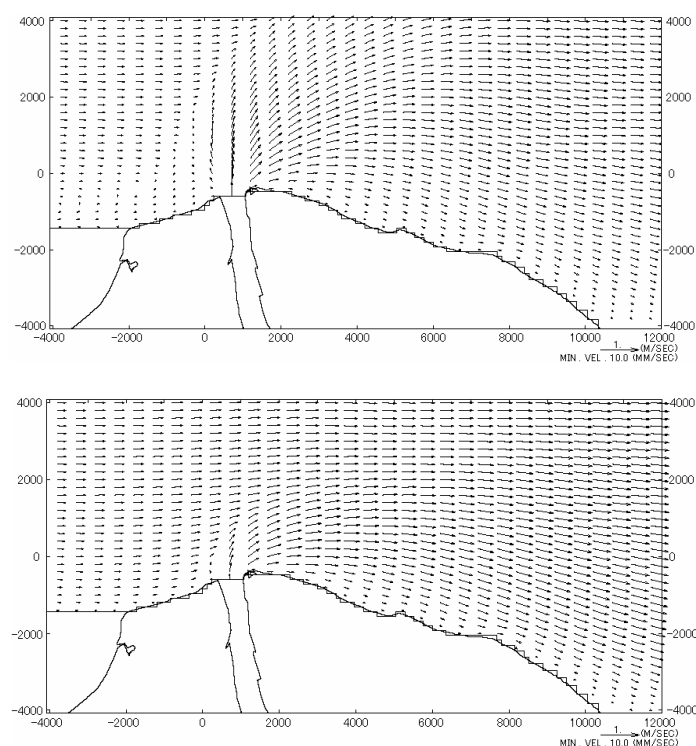
計算は、国土交通省によりシミュレーション結果などが公表されている平成13年6月排砂時を対象とし、計

算条件も公表データを参考に設定した。河川流量および流入水温は排砂時と排砂終了後で異なり、排砂時に  $464.0\text{m}^3/\text{s}$ 、排砂終了後に  $181.8\text{m}^3/\text{s}$  を与えた。格子分割は、水平方向が  $120\text{m} \times 120\text{m} \sim 180\text{m} \times 255\text{m}$  の不等間隔格子、鉛直方向が上層  $2\text{m} \sim$  下層  $100\text{m}$  の層厚で最大 23 層に分割した。

なお、水温、塩分の初期分布は富山県水産試験場の観測結果より設定した。

## (2) 解析結果

流動解析結果は、図-3 に示す通りであり、排砂時と排砂終了後は河口から沖方向および下流側に違いが見られた。



上段図：排砂時，下段図：排砂終了後

図-3 流動解析結果

## 4. 沈降拡散解析

### (1) 計算条件

海域への粒子流入量は、設定した河川流入量と排砂時および排砂終了後に黒部川の最下流部の測点で連続観測された SS 濃度より、排砂時に  $388.4\text{kg}/\text{s}$ 、排砂終了後に  $110.1\text{kg}/\text{s}$  を設定した。また、流入粒子の土砂大粒子：土砂小粒子：粘土粒子比および沈降速度は国交省のシミュレーション条件より設定した。存在比の設定値は 12 : 62 : 26、沈降速度は粘土粒子が吸着した大粒子を  $38.9\text{m}/\text{day}$ 、河川から流入した土砂小粒子を  $38.9\text{m}/\text{day}$ 、土砂大粒子を  $812.2\text{m}/\text{day}$  とした。

### (2) 解析結果

解析結果は図-4 に示す通りであり、ここでは、排砂終了直後の SS 濃度が観測された時間に相当する計算開始 45 時間後の結果を示す。排砂終了直後は河口から約  $1.6\text{km}$  沖までの海域が  $100\text{mg}/\text{l}$  以上の高濃度な分布となり、 $20\text{mg}/\text{l}$  以上の分布域は沖方向に最大約  $5.0\text{km}$ 、汀線方向に約  $8.0\text{km}$  の広範囲に広がった。

この計算結果の妥当性の検討として、ほぼ同時刻で実施された SS 濃度観測結果との比較を図-5 に実施した。この結果、計算結果が観測結果よりも低濃度となる傾向が見られたが、両者に良い対応を見る事が出来た。なお、両者の相関を計算した結果  $R^2=0.7$  が得られた。

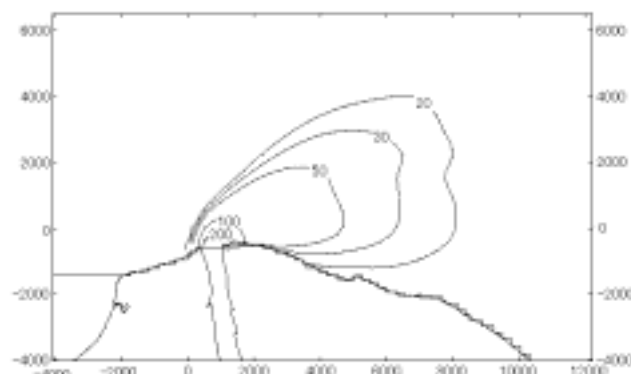


図-4 計算開始 45 時間後の拡散計算結果

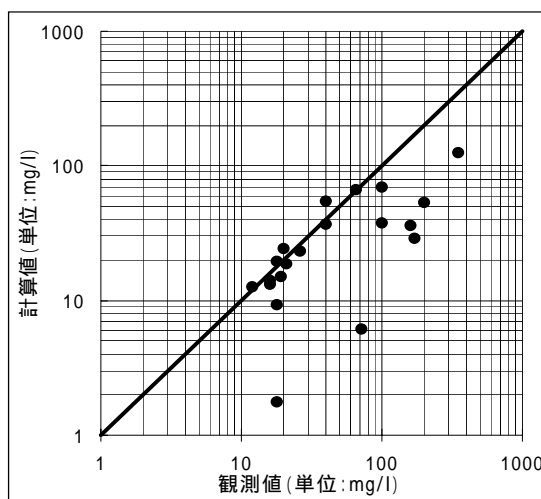


図-5 計算結果と観測値との比較

## 5. まとめ

スキャベンジング効果を考慮した拡散沈降モデルにより、実測値と良い対応を示す結果を得る事ができた。しかし、全般的な傾向として計算結果が実測値より小さな値となっている事より、土砂粒子の沈降速度の設定等が今後の課題となる。