

海域における排出土砂の拡散沈降モデルの検討

日大生産工(院) ○高吉 亮二 日大総研大学院 和田 明
日大生産工 遠藤 茂勝

1. はじめに

富山県の黒部川に位置する宇奈月ダム、出し平ダムでは、ダム貯水池内の堆砂の進行を抑制する目的で連携排砂が実施されている。

本研究ではこの排砂を再現対象とし、海域へ流出する土砂の拡散沈降モデルを構築してきたが、排砂時の河川流量が特定できなかったために、黒部川の最下流に位置する宇奈月ダムの放水量を排砂時の河川流量として代用してきた。しかし、このたび国土交通省のご協力で排砂時の河川流量が明らかになり、以前に比べ排砂時の流動場をより正確に再現できるようになったと考えている。

そこで、今回は新旧2つの流動場で拡散解析を行い、互いの計算結果を比較する事によりモデルの再現性の変化を見ることとした。

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の公開資料を使用した。

(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・塩分の拡散方程式による正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。

(2) 拡散沈降モデル

排出土砂に含まれる粘土粒子は、負を帶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)^{1,2)}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。

以下の図-1にモデルの概念図を示す。

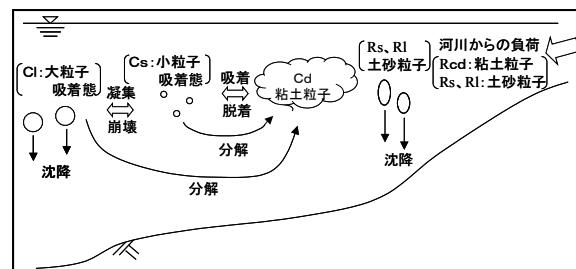


図-1 拡散沈降モデル概念図

3. 流動解析

(1) 計算条件

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 100m の層厚で最大23層に分割した。なお、海域における水温、塩分の水深別初期分布はJODC所蔵の観測データを基に設定した。

また、流動解析に使用する河川流量は、従来通り排砂時のダム放水量を河川流量としたものをケース1、実際に観測された河川流量を使用したものをケース2として、2つの流動場を算出する。

表-1 計算条件

計算ケース	計算条件	ピーク流量
ケース1	ダムの放水量を使用	$650\text{m}^3/\text{s}$
ケース2	実際の河川流量を使用	$587\text{m}^3/\text{s}$

(2) 流動計算結果

計算開始35時間後の流動計算結果（表層）を図-2に示す。両ケースとも黒部川河口より大

A DIFFUSION-SETTLING MODEL OF SAND GRAINS IN MARINE ENVIRONMENT

Ryouji TAKAYOSHI, Akira WADA, Shigekatsu ENDO

量の河川水が流入し、河口付近で沖合方向に最大約44cm/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。(2ケースともほぼ同様のベクトル図を示したため、ケース1のベクトル図を掲載した。)

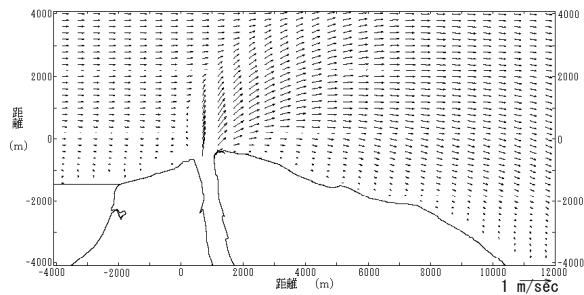


図-2 計算開始 35 時間後の流動場（表層）

4. 拡散沈降解析

モデルの再現性の変化を見るために、算出した2つの流動場それぞれで拡散解析を行う。

（1）計算条件

排砂により海域へ流出する土砂の構成は、粘土粒子、土砂小粒子、土砂大粒子の3粒子とし、各粒子の負荷量は先に設定した河川流量と下黒部橋で連続観測されたSSより算出した。また、各粒子の沈降速度は国土交通省のシミュレーションを参考に土砂小粒子は38.9m/day、土砂大粒子は812.2m/dayとし、大粒子吸着態についてはクレッギングらが数値実験で使用した100m/dayを適用した。

（2）計算結果

ケース1の流動場を初期条件として拡散解析を行った結果を図-3に示す。

高濃度の1000mg/lの範囲が河口から約2.7km沖合まで分布し、50mg/lの範囲が沖合方向約5.3km、汀線方向に約7.5kmにわたり分布する結果となった。

次に、ケース2の流動場を初期条件として拡散計算を行った結果を図-4に示す。

ケース1に比べ高濃度の1000mg/lの範囲は河口から約1.6kmと狭くなり、50mg/lの範囲は沖合方向約4.6km、汀線方向に約10.4kmと下流方向へ広く分布する結果となった。

5. モデルの再現性

モデルの再現性を検討するために、ほぼ同時刻に観測されたSSとの比較を行う。

図-5、図-6は、ケース1、ケース2の相関図であるが、ケース1では相関係数R=0.69、ケース2ではR=0.72という値が得られた。

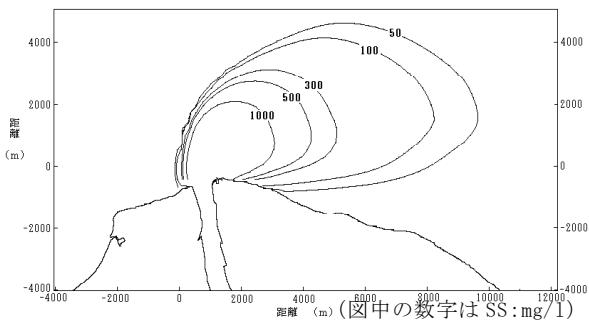


図-3 35 時間後の濃度分布（表層）ケース 1

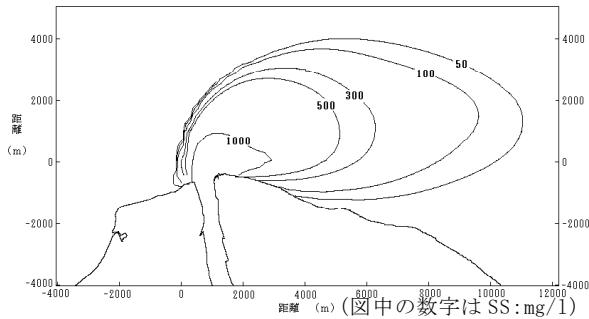


図-4 35 時間後の濃度分布（表層）ケース 2

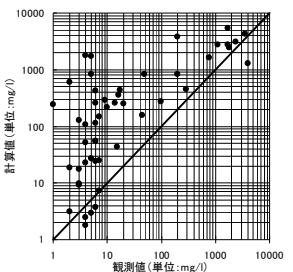


図-5 ケース 1 の相関図

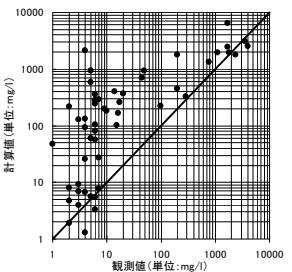


図-6 ケース 2 の相関図

6. まとめ

今回は2つの異なる条件で流動場を算出し、それぞれで拡散解析を行うことでモデルの再現性を検討した。その結果、排砂期間に観測された河川流量を使用したケース2の拡散解析において、高濃度と低濃度の部分で良い再現性を示し、相関係数もケース1に比べ良い結果を得る事ができた。しかしながら、全体的に計算値が観測値よりも高い値を示しており、該当個所の濃度を低下させる事が今後の課題となる。

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 , Deep-Sea Research, Vol. 37, No5, pp. 809-832, 1990.
- 2) S. L. Clegg and Michael Whitfield : A generalized model for the scavenging of trace metals in the open ocean- II . Deep-Sea Research, Vol. 38, No1, pp. 91-120, 1991.