排出土砂に含まれる粘土粒子の海底堆積量の検討

日本大学大学院　学生会員　○太田　吉陽
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　高吉　亮二

1. はじめに

現在、多量の土砂流入によって引き起こされるダム貯水池内への堆砂は、ダム機能を維持する上で大変深刻な問題となっている。その対策として幾つかのダムでは、排砂ゲートや土砂バイパスにより貯水池内の土砂を直接下流域へ排出する方法が採用されている。

本研究では、その結果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粘土粒子(スメクタイト等)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、その機構において沈降する粘土粒子の海底堆積量の検討を行った。

2. モデルの概要

(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、塩分拡散方程式の各方程式による 3 次元流動モデルを使用した。なお、水温は一様と仮定した。流動モデルの境界条件は、海底は u=v=w=0 とし、海表面の鉛直成分は w=0 とした。沖合や側方方向の外海境界で、流れは１階微分=0、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

粘土粒子は河川の淡水中ではコロイド状態となり沈降せずに流下するが、河口域に達すると自身の持つ電荷とイオン置換の性質によって互いに吸着する。さらに、それらの吸着態は生物遺骸などの有機物と凝集する [1]ことにより比較的短時間で海底に沈降すると考えられている。この、河川から海域に流出する際の粘土粒子の挙動をモデル化するために、本研究では S.L.Clegg & M.Whitfield ら(1990)[2)3)]が放射性物質の濃度解析で使用したスキャベンジングモデルを応用し、粘土粒子の拡散沈降計算を行った。

図-１にモデル概念を示す。

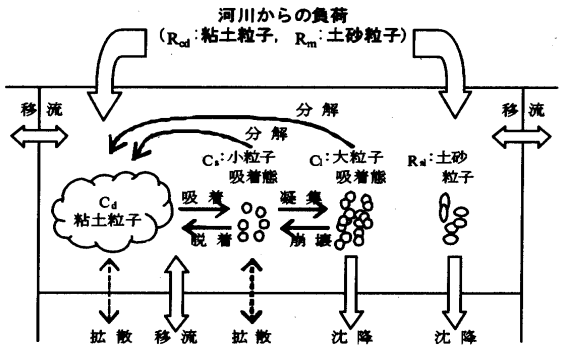
3. 流動解析

(1)計算条件

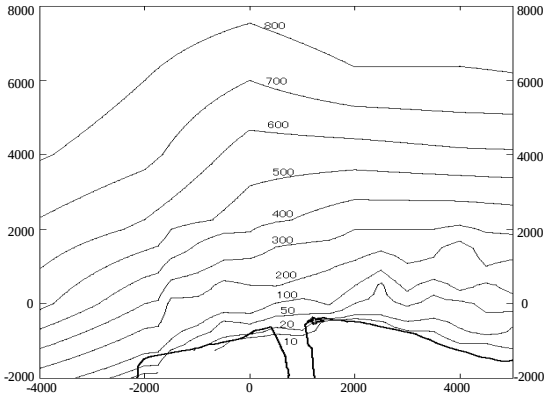
流動計算では、図－2 に示す仮想の海域に流入した河川水による流れのみを考えた。河川流量は、231.5m³/s とし、32 時間放流した。計算格子は水平方向が 200m～600m 格子の不等間隔格子、鉛直方向が上層 2m～下層 170m の層間で最大 26 層に分割した。

(2)解析結果

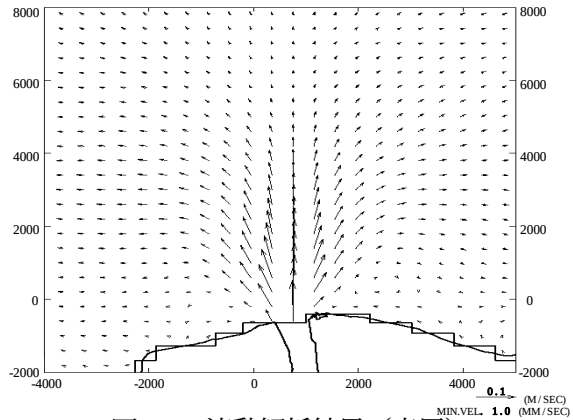
流動解析結果は、図－3 に示す。



図－1　モデル概念図



図－2　対象海域の海底地形



図－3　流動解析結果（表層）

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　ＴＥＬ047-474-2420

4. 拡散沈降解析

(1)計算条件

河川から流入した排出土砂粒子の挙動を検討するため、初期条件では海域内に微細な土砂粒子などは存在しないものとした。また、海域への負荷量は、648.2kg/s と設定し、そのうちの 10%を粘土粒子とし、残りの 90%はスキャベンジング効果の影響を受けない土砂粒子であると仮定した。その他の係数の設定に関しては S.L.Clegg & M.Whitfield ら(1990)[2)3)]の値を基にし、表－1 のように設定した。

表－1　その他の計算条件

項目		設定値
渦動粘性係数	水平	1.0 ㎡/s
	鉛直	1.0×10^{-4} ㎡/s
渦動拡散係数	水平	1.0 ㎡/s
	鉛直	1.0×10^{-4} ㎡/s
大粒子沈降速度		100 m/day
分解速度		0.1 /day(0～10m)
凝集速度		0.8 /day(0～10m)
崩壊速度		16.7 /day(0～10m)
吸着速度		0.1 /day(0～10m)
脱着速度		0.005 /day

本研究では、表－2 に示すようにスキャベンジングモデルの吸着速度を変化させて計算を実施し、各ケース間における粘土粒子の海底堆積量の違いを差分によって検討した。なお、浮遊する粘土粒子の濁質濃度については、第 31 回関東支部技術研究発表会(2004)[4)]で報告済みである。

表－2　吸着速度設定値

Case1	0.1 /day(0～10m)(基準)
Case2	0.01 /day(0～10m)
Case3	1.0 /day(0～10m)

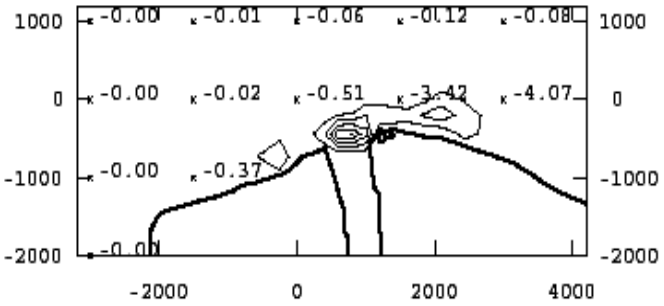
(2)解析結果

図－3 及び図－4 には河川から流入した土砂粒子がおおむね海底に沈降したと思われる、計算開始 200 時間後の海底堆積量を Case1（基準）との差分によって示してある。

Case1 と Case2 の差分図では、河口から沖合約 200m 以上の海域では差が極めて小さいが、岸側の海域では Case1 が 40kg/㎡以上多く堆積することがわかった。

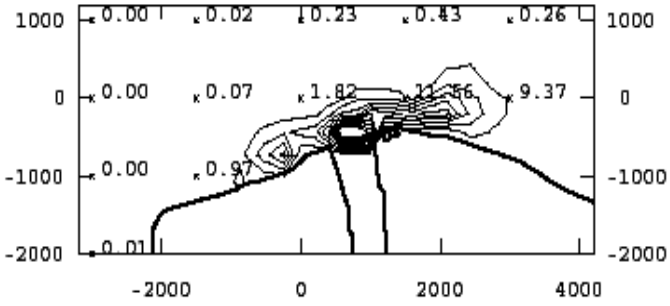
また、Case1 と Case3 の差分図においても、河口から沖合約 200m 以上の海域では同様に差が小さいが、岸側の海域になると Case3 の堆積量が極めて大きくなり、河口部で 100kg/㎡以上の差がみられた。

これらの結果より、海底堆積量に大きな差が現れる河口から沖合約 200m までの水深 100m 以浅の海域は、スキャベンジング効果を考慮した場合、流入した粘土粒子が堆積し易くなる事がわかった。



※等値線は-40～-10(kg /m²)を描画

図－3　海底堆積量差分図（Case2－Case1）



※等値線は 10～100(kg /m²)を描画

図－4　海底堆積量差分図（Case3－Case1）

5. まとめ

本研究では、スキャベンジング効果の適用により単体では殆ど沈降しないとされる粘土粒子の海底堆積量の検討を行った。その結果、海域に流入した粘土粒子の殆どは浮遊するが、一部沿岸域の海底に堆積することが確認できた。このような結果は、実際に海域で起きている現象を表しているものと考えられる。

今回の数値実験ではパラメータなどに幾つかの仮定を設けて行ったため、今後は粘土粒子に適用した係数・パラメータの取得を目指していきたい。

6. 参考文献

1)足立泰久,岩田進午 編著：土のコロイド現象 土・水環境の物理化学と工学的基礎,学会出版センター,2003.

2)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.,Vol37, pp 809-832,1990.

3)S.L.Clegg and Michael Whitfield：A generalized model for the scavenging of trace metals in the open ocean-Ⅱ.Thorium scavenging,Deep-Sea Research., Vol.38,pp.91-120,1991.

4)太田吉陽,和田明:海域における粘土粒子の拡散沈降モデルの検討,第 31 回関東支部技術研究発表会,2004