

河川感潮域における土砂輸送シミュレーション

広島大学 学生会員 ○荒木 大志
 広島大学 正会員 川西 澄

1. 本研究の目的

河川感潮域では、水位や流速に潮の干満に応じた周期的な変動が起こる。感潮域を循環する土砂粒子は窒素・リン等の栄養塩の吸・脱着を生じるため、その挙動を把握することは、感潮域における水質・生態系を考える上で重要である。そこで本研究では、流動、水温・塩分と土砂濃度の長期観測データとの比較により再現性を確認した上で、平水時と出水時の2ケースを想定した土砂輸送シミュレーションを行い、それぞれのケースにおける土砂の挙動や底質の変動特性とそのメカニズムを把握することを目的とする。

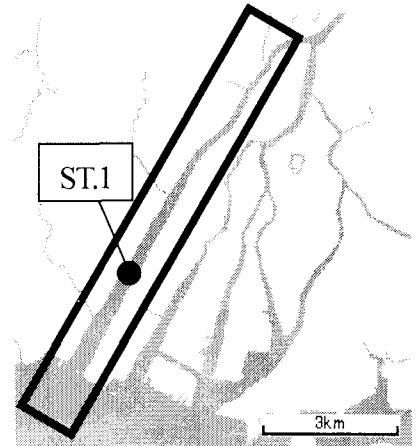


図-1 計算領域 (枠内)

2. 数値モデル概要

数値モデルには、海洋モデルとして汎用性の高いPOMをベースとし、堆積や再懸濁といった土砂輸送現象の一連のプロセスを組み込んだ3次元モデル (ECOMSED) を使用した。このモデルの特徴は、様々な水環境下に適応できるように輸送される土砂粒子を粘着性物質、非粘着性物質に分類して取り扱っていることである。粘着性物質と非粘着性物質に分類して土砂濃度を算出することによって、図-1に示す太田川放水路における粘土・シルト分と砂分それぞれの再懸濁輸送過程をシミュレートした。計算条件は表-1に示す通りである。粘性土の沈降速度については、Burbanの式を用いている。また、非粘性土の沈降速度は2cm/sとした。これは粒径200μmの粒子を想定して、Stokes式より求めたものである。その他の土砂輸送モデル中での限界せん断応力や底質特性のパラメーターは、現地観測値と計算結果を比較し、試行錯誤的に与えた。

表-1 計算条件

モデル グリッド	水平格子	5×163
	鉛直分割	10層
タイム ステップ	外部ステップ(s)	0.1
	内部ステップ(s)	10
初期条件	水温(°C)	22
	塩分濃度(psu)	5
上流境界	流量(m³/s)	14(平),200(出)
	水温(°C)	22
	塩分濃度(psu)	5(平),0(出)
河口境界	潮汐変動	M ₂ ,S ₂ ,K ₁ ,O ₁
	水温(°C)	22
	塩分濃度(psu)	32
沈降速度 (cm/s)	粘着性土	Burbanの式
	非粘着性土	2.0

3. 計算結果と考察

①流況、再懸濁特性の再現性

太田川放水路の河口から約2.8km上流地点(ST.1)の現地観測値を用いて計算結果の再現性の検討を行った。図-2に位相平均流速の鉛直分布の観測結果と計算結果を示す。上げ潮期に対数則に従い、下げ潮期に対数+直線則となるという傾向や流速値がほぼ一致しており、流況の再現性が確認される。再懸濁特性についても、図-3に

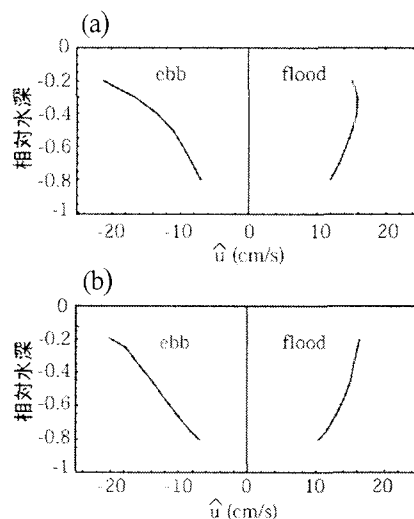


図-2 位相平均流速値

(a)観測値 (b)計算結果

Burbanの式

$$W_s = \alpha (CG)^\beta$$

C: 土砂濃度, G: せん断力

Barbanの室内実験より

$$\alpha = 2.42$$

$$\beta = 0.22$$

示す観測結果に見られる干潮前後に発生する強い再懸濁を捉えており、再現性は良好であった。今回の計算では土砂の境界濃度を与えていないにもかかわらず観測値に近い再現性を得られたことから、土砂濃度変動は放水路河道内の底質の再懸濁が支配的であるといえる。

②平水時、出水時における堆積分布傾向

図-4 に放水路における平水時と出水時の堆積厚分布を示す。平水時は潮汐の影響を強く受け、河口域での底面せん断力が大きくなる。そのため、図-4(a)に示すように、河口域において再懸濁が発生し、浸食傾向が見られる結果となった。しかし、基本的には堆積傾向が計算領域全体を占めている。特に、2~5km 付近において強い堆積傾向がみられる。また、水深が深い地点においての堆積が強い。これは水深が深いと底面せん断力の発生が弱く、再懸濁は生じないため、堆積の進行が促進された結果である。一方、図-4 (b)をみると、出水の影響を強く受け、上流域で非常に大きな底面せん断力が発生する。そのため、平水時とは逆に上流域で強い浸食が起こり、河口域において堆積傾向が見られる。

③出水前後における底質の変動特性

図-5 は底質の調査結果(a)と、計算結果(b)(c)(d)である。(b)(c)(d)は平水時と出水時における粘着性土の変動傾向を把握することを目的としたため、30 日間計算を行っている。計算結果は、調査結果(a)の最も河口よりの地点を想定し、河口から約 500m の位置での定点における計算を示したものである。9 月 1 日と 9 月 14 日の間に大きな出水が起きている。調査結果(a)をみると出水直後は、河口での泥分が大きく上昇しており、出水の3ヶ月後には出水前の泥分に落ち着いている。計算結果を見ると出水時(d)に粘着性土の堆積が起こり、平水時(c)に少しずつ浸食される様子が見られる。これらの結果から、出水時に上流から再懸濁された粘着性土が河口で沈降・堆積し、これが平水時に潮流によって巻き上げられて上流方向に輸送され、出水前の底質に戻る事がわかる。

4. 今後の課題

- 1) 干潟の干出に対応できるようにモデルの改良を行う。
- 2) 開境界における境界値を現地調査によって取得する。

参考文献

Pierre-Yves Burban, Yao-Jun Xu, Joe McNeil, and Wilbert Lick : "Settling Speeds of Flocs in Fresh Water and Seawater", Journal Of Geophysical Research, Vol.95, No.C10, 18,213-18.220, 1990

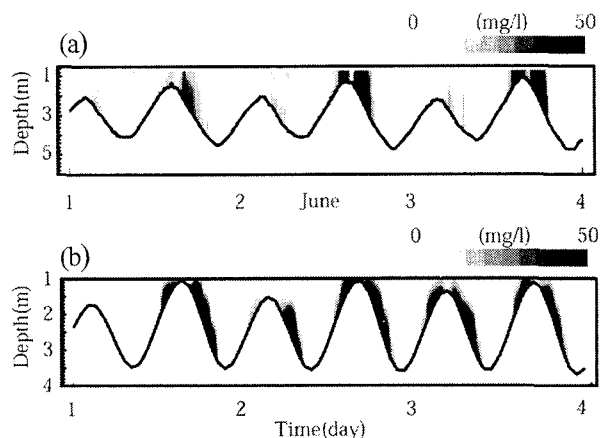


図-3 大潮期における土砂濃度分布の経時変化
(a)観測値, (b)計算結果

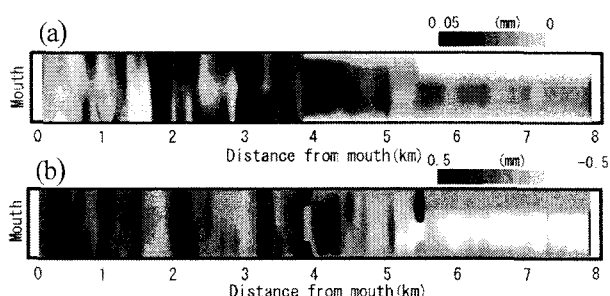


図-4 堆積厚分布 (a)平水時, (b)出水時

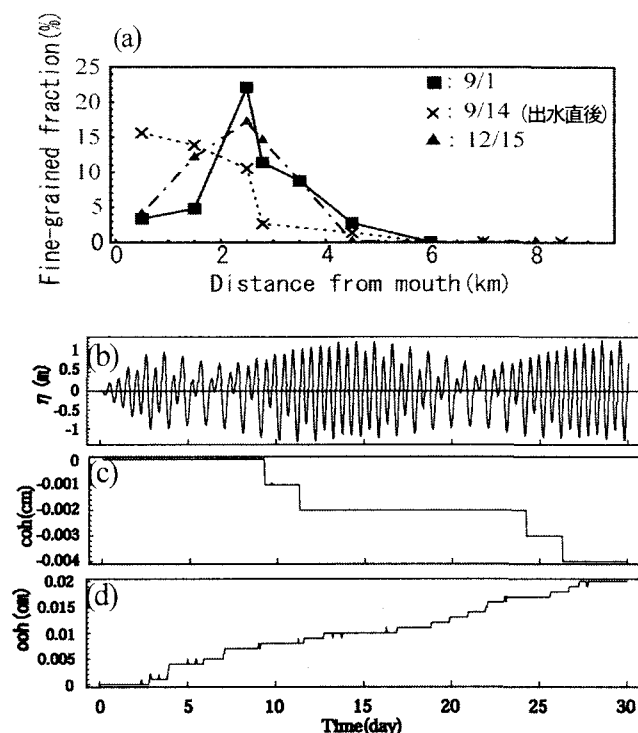


図-5 (a)泥分の縦断変化, (b)水位 (c)平水時の粘着性土堆積厚 (d)出水時の粘着性土堆積厚、の経時変化