

北海道電力(株) 正会員 ○奥寺 健彦
 京都大学大学院 学生員 豊田 政史
 京都大学防災研究所 正会員 井上 和也
 京都大学防災研究所 正会員 戸田 圭一

1.はじめに 本研究では、沿岸域における河川流出流の構造を明らかにするために、3次元数値解析モデルを用いた数値実験を行った。また、河川上流端からの浮遊砂の供給を想定して、河口近傍における堆積過程を簡単に検討した。

2.数値解析モデル 密度差に起因する浮力の影響をうけながら水平方向および鉛直方向に拡がる流れを対象としているので、3次元解析法を採用した。基礎方程式は、運動方程式、連続式、密度偏差の保存式、トレーサ濃度の保存式、浮遊砂濃度の保存式および河床の連続式(掃流砂の影響は考慮していない)で構成される。また、トレーサおよび浮遊砂の濃度は水の密度に影響しないとする。ただし、浅水近似を用いて、鉛直方向の運動方程式を静水圧分布式に置き換えた。さらに、水の密度が流れに及ぼす影響は浮力の項に対してのみ考慮するBoussinesq近似を仮定した。これらの基礎方程式をcontrol volumeにおいて積分し、explicitな解法で計算をすすめた。

3.計算条件 本研究では河川流出流の基本的な流動構造と浮遊砂の堆積過程の解明を目的としている。したがって、地形の複雑さの影響を取り除くために、図1に示されるようなきわめて単純なモデル沿岸域を計算対象領域として解析を行った。水平方向の差分格子は $\Delta x = \Delta y = 1000\text{m}$ 、鉛直方向は $\Delta z = 1\text{m}$ とし、計算時間間隔は、 $\Delta t = 10\text{sec}$ とした。なお、初期条件として、全領域で一定の水位および海水の密度 ρ_s を与えた。河川の上流端から計算時間中一定の河川流量(密度 ρ_r は 1000kg/m^3 とする)と一定濃度の浮遊砂(沈降速度 $w_0 = 0.9\text{cm/s}$ 、浮遊砂濃度は $c = 0.01$ とする)を与えて解析をすすめた。

4.計算結果と考察 計算は表1に示す2つの条件下で行った。Run1は河川水と海水の密度差 $\Delta\rho_0 = \rho_r - \rho_s = 22\text{kg/m}^3$ 、Run2は $\Delta\rho_0 = 0\text{kg/m}^3$ として計算を行っている。

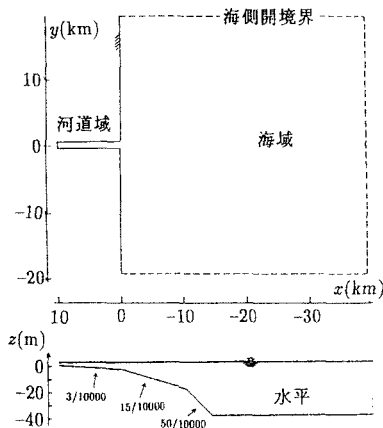


図1 モデル沿岸域

表1 計算条件

	Run1	Run2
流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$	4000.0	4000.0
密度差 $\Delta\rho_0(\text{kg}/\text{m}^3)$	22.0	0.0

浮遊砂

濃度 $c = 0.01(1\%)$

沈降速度 $w_0 = 0.9\text{cm/s}$

粒径 $d_m = 0.01\text{cm}$

図2は計算開始後60時間後の表層流速 u が表層中心軸上流速 u_m の1/2になる幅、すなわち半値半幅 b を示したものである。Run1, Run2ともに $x = -5\text{km}$ 付近までは大きな差はみられないが、それより沖ではRun1は河川

水と海水の密度差に起因する浮力の影響でブルーム的な拡がり方を示すのに対して、Run2ではy方向への河川水の拡がり方がほとんどみられない。図3は、中心軸上のx方向流速uの分布を示したものである。(a)は表層におけるuの分布、(b)はz=-10mにおけるuの分布である(x>-5kmでは、z=-10mは海底以深である)。(a)によると、Run1では河口で一時的加速現象¹⁾を示した直後、緩やかな減少を示すのに対して、Run2では河口から流出直後に急激な単調減少を示している。しかし、(b)によると、逆にRun2の方が大きな値を示しており、しかもRun1は負の値となっている。このことから、Run1は浮力の影響により放射状に拡がり、さらに鉛直方向にも2層の構造をもった流れであり、それに対してRun2は平面的な拡がりをもたず、しかも鉛直方向にも変動の少ない(Run1と比較して)流れであるといえる。

次に、計算開始から60時間後のRun1、Run2の浮遊砂堆積高の平面分布を図4に示す。河口部に河口砂州などが発達している河川や上流からの輸送土砂量の多い河川では、洪水時に流出土砂が沖合いに広く堆積し、河口テラス²⁾とよばれるブーメラン型の地形が形成されることが知られているが、Run1、Run2ともに堆積分布の形状には、堆積高はそれほど大きくないが(これは、想定した土砂供給量に依存)、そのような傾向が現れている。また、Run1では図3(a)に示したように表層におけるx方向流速がRun2より大きいにも関わらず、Run2の方が沖合いに引き延ばされた分布形状を示している。これは、図3(b)に示したように、Run1では下層に逆流が存在し、沈降する浮遊砂が河口付近に押し戻されるためと思われる。また、y方向への堆積高の分布をみると、図2に示された流れの傾向が浮遊砂の堆積に影響を及ぼしていることがわかる。

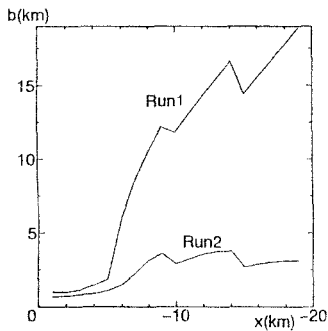
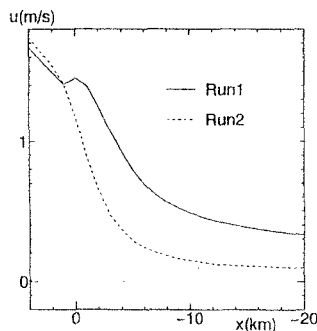
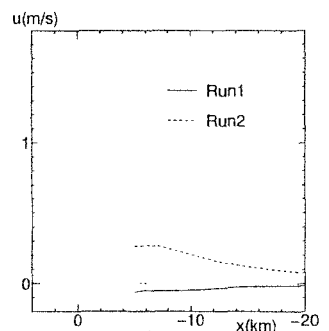


図2 半値半幅



(a) 表層



(b) z=-10m

図3 中心軸上のx方向流速uの分布

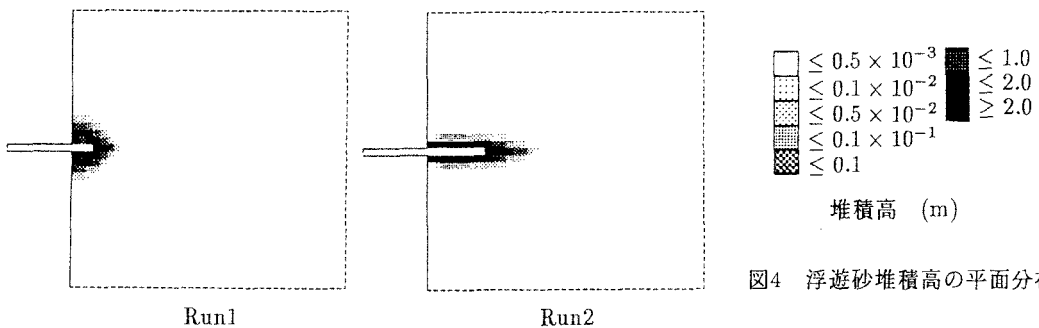


図4 浮遊砂堆積高の平面分布

5. おわりに 沿岸域には河川水と海水の密度差による3次元的な構造をもった流れが存在し、河川から流出する浮遊砂の堆積過程にも大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。今後は、掃流砂の影響を含めたさらに詳しい解析を行う予定である。

6. 参考文献

- 1) 柏村正和・吉田静男：河口流の実態，第17回海岸工学講演会講演集，1970。2) 須賀堯三・石川忠晴・田中 仁：河口前面テラスの形成とその消長，土木学会論文集第381号，1987。