

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○豊田 政史
 京都大学防災研究所 正会員 井上 和也
 東北電力 正会員 古寄 裕三
 京都大学大学院工学研究科 学生員 奥寺 健彦

1. はじめに

本研究では、沿岸域において河川流出流がどのように拡がり、沿岸域の流れの構造に影響しているかを明らかにすることを目的とし、前報¹⁾につづき、三次元数値解析モデルを用いた数値実験を行う。

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、三次元解析法を採用した。基礎方程式は、運動方程式、連続式、密度偏差の保存式およびトレーサー（河川水に着色する染料に相当するもので、その濃度は密度に影響しないとする）の濃度保存式で構成される。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礎的な流動構造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密度（海水の密度）を与える。河川の上流端から計算時間中一定の河川流量（密度は $\rho_r = 1000\text{kg/m}^3$ とする）を与えて解析をすすめる。

4. 計算結果と考察

計算は表1に示す9つの条件下で行った。RUN1～RUN6は河川流量のみを、RUN7～RUN9は海水と河川水の密度差 $\Delta\rho_0$ のみを変化させている。

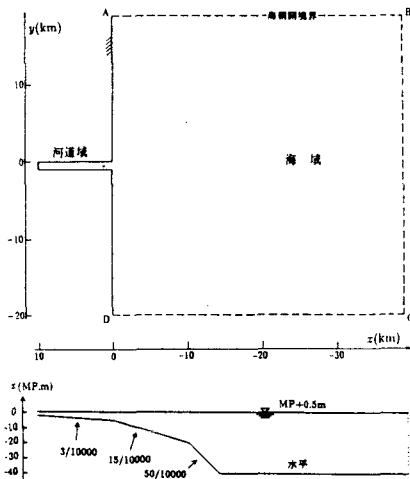


図1 計算対象領域

表1 計算条件

	Q (m^3/s)	$\Delta\rho_0$ (kg/m^3)
Run1	500.0	22.0
Run2	1000.0	22.0
Run3	2000.0	22.0
Run4	4000.0	22.0
Run5	7000.0	22.0
Run6	10000.0	22.0
Run7	4000.0	5.0
Run8	4000.0	10.0
Run9	4000.0	15.0

図2は計算開始後60時間の第1層のトレーサー濃度分布である。河川流量が小さい場合は、河川水が河口を中心に同心円状に拡がるのに対し、河川流量が大きくなるにしたがい河川水の拡がる範囲は大きくなり、その形状はx方向への拡がり卓越した噴流型に近くなる²⁾。このことは、図3(計算開始後60時間の $x=-1.5\text{km}$ におけるy方向(横断方向)の水面形)からもわかる。RUN1とRUN4を比較すると河川流量の大きいRUN4の方が全般的に水位が高くなっているのに対し、RUN4とRUN6を比較すると中心軸付近を除いてRUN4の方が水位が高く、y方向への拡がり大きい。これは、RUN1、RUN4では河川水が顕著な方向性をもっていないためどの方向にも拡がるのに対し、RUN6ではx方向の慣性力が大きくx方向への拡がり卓越した流れになるためと考えられる。

図4(a)および(b)は、計算開始後60時間の河道の延長線上での h_{95} (密度 $\rho = \rho_r + 0.95\Delta\rho_a$ となる水深)および h_s (水平方向の流速の向きが逆転する水深、つまりせん断層厚)の縦断変化である。いずれも、流量が大きくなるほど、また、密度差が小さくなるほど、河川水の影響する範囲が鉛直方向により大きく拡がることを表している。また、河口($x=0$)近傍では両者はほぼ一致しているが、沖へいくにしたがい、 h_{95} は減少の傾向を示すのに対し、 h_s は増加の傾向を示している。このことから河口の近傍では河川水によってせん断層が形成されているのに対し、沖では河川水によって連行される海水によってせん断層が形成されており、その連行される範囲は、河川水が浮上しているにもかかわらず増大することがわかる。

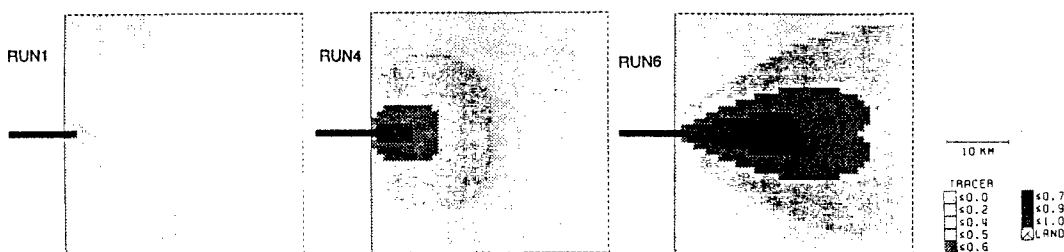


図2 第1層のトレーサの濃度分布

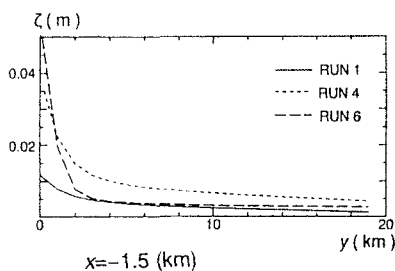


図3 横断面内の水面形

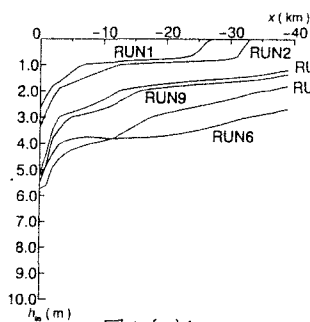


図4(a) h_{95}

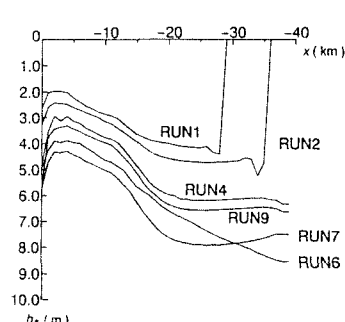


図4(b) h_s

5. おわりに

河川流量や密度差によって河川流出の構造が大きく異なることがみられた。今後は、河川流出の空間的、時間的な拡がり方を定量的に明確にし、流動構造をより一般的に把握することに努めたい。また、実際の地形に即した解析もすすめる予定でいる。

6. 参考文献

- 1) 坂口拓史・井上和也・古寄裕三：沿岸海域に流出する河川の流れの三次元解析，関西支部年次学術講演概要，1994
- 2) 柏村正和・吉田静男：河口を出る淡水の流れ，第13回海岸工学講演会講演集，1966