

II-610 河口砂州が河川流出水の挙動に及ぼす影響に関する基礎的実験

東京理科大学院 学生員○松尾 和俊
 東京都 加藤隆太郎
 運輸省 正会員 河合 弘泰
 東京理科大学教授 正会員 大西 外明

1. はじめに

近年の地球環境問題に対する関心の高まりと相まって、河川流出水が沿岸域に及ぼす影響について検討することの重要性が高まっている。河川流出水は、河口の形状、河川水と海水との密度比、放流水の流速、潮汐・海流等の沿岸流及び地球自転効果などにより様々な影響を受ける。このうち、河口形状が流出水の拡散域に及ぼす影響については、従来から十分に検討されていないように思われる。我々は、その河川流出水の拡散形態を支配する重要な要素の一つである河口砂州に着目した。そこで、本研究においては河口砂州が片岸から延びている場合と、両側から延びている場合について、砂州の長さや河川水と海水の密度差が流出水の拡散形態に及ぼす影響について模型実験により考察する。

2. 実験方法

本研究で用いた実験水槽は、図-1に示すように海域を想定した縦 2,000×横 3,000×深さ 100(mm)の長方形水槽と、河川を想定した長さ 1,800×幅 100×水深 10(mm)、底勾配 1/1,000の開水路からなっている。流量は河川の上流部に設けた堰により調節する。風の影響を防ぐために水槽はシートで覆ってある。水槽の上方 3,000(mm)にはカメラを設置し、リモコンにより制御する。

実験条件は表-1に示す通りである。実験は、河口の右岸のみに砂州を設置する場合、両岸から同じ長さの砂州を設置する場合の2つに大別される。この砂州の幅は 10(mm)に統一し、その先端部には丸みを持たせている。放流水（水道水）の流量も $30.2(\text{cm}^3/\text{s})$ に統一している。また、実験装置の設計では沿岸流を発生させることも可能であるが、今回の実験においては基礎的な研究を目指しており、静水域への流出についてのみ検討した。

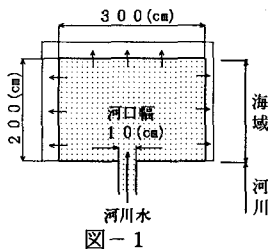


表-1 実験条件

砂州の長さ (mm)	（右岸のみ）	0, 10, 20, 30, 40, 50, 60
	（両 岸）	0, 10, 20, 30
塩分濃度差 (%)	（共 通）	0, 0.01, 0.1, 0.3, 1, 3

実験方法は以下のようなものである。

塩分濃度を調整した周囲水を海域部に注入し、流れを静止させた後、15(mm)角の青色に着色した浮遊粒子を8～10個まく。この粒子の動きにより周囲水の挙動を知ることができる。次に、河川からの放流を開始し、河川部からは15(mm)角の赤色に着色した浮遊粒子を適宜放流し、10(sec)間隔で水槽上部に設置したカメラにより撮影する。流出水の流軸はこの粒子の流跡により算定できる。また、ウォーター・ブルーを10(sec)間隔でパルス状に放流することにより、放流水のフロントの動きを可視化することができる。

3. 実験結果

(1) 砂州の長さ、塩分濃度が流軸に及ぼす影響

まず、片側砂州については、砂州が長いほど流出水の流軸は偏向する（図-2）が、その偏向角度には限

界値があり、今回の実験においては最大で約 30° であった。しかし、この流軸の向きには塩分濃度の影響は受けない。次に、本実験の両側砂州の場合、すなわち、同じ長さの砂州が両岸にある時は、砂州の長さに関わらず流軸は偏向しない。いずれも偏向角が $\pm 5^\circ$ の範囲におまっており、本実験による流軸の算定の精度を裏付けるものである。

(2) フロントの進行と拡散面積 S の変化

実験条件にかかわらず、時間に対する密度フロントの進行速度は時間の約 0.7 乗に比例する。また、拡散面積 S は時間に比例することがわかった。このため、フロントの進行は河口から沖合いに進むにつれて減速するが、面積の増加量は一定であるといえる。また、片側砂州、両側砂州のいずれについても、砂州が長くなるほど放出される河川水の幅は狭くなるが、水深はほとんど変化せず、流速のみが増加している。

砂州の長さや拡散面積 S の関係については、片側砂州の場合、流量が一定なので砂州が長くなるほど河川放流水は勢いよく放流され、広がりやすくなる（図-3）。これに対して両側砂州の場合には、流量が一定なので、砂州が長くなるほど河川放流水の流速は速くなる。このため、放流水は進行方向には、大きく拡散するが、それと垂直方向には、ほとんど拡散しない。したがって、拡散面積 S はほぼ一定になる。塩分濃度と拡散面積 S の関係については、海域水の塩分濃度が高いほど、すなわち、河川水と海域水の密度差が大きいほど、河川放流水と海域水は混合しにくくなり、上層（河川放流水）の層厚 h は薄くなり（図-4）、流速は速くなる。このため、河川放流水は薄く広がりやすくなる（図-5）。

これらのことから、同じ河川の時、河川放流水の拡散面積 S は、左右の砂州の長さの差が大きいほど、海水域の塩分濃度が濃いほど薄く大きくなるといえる。

(3) フロントの分岐現象

河口におけるレイノルズ数が 500 以下の場合に、放流水のフロントが二又

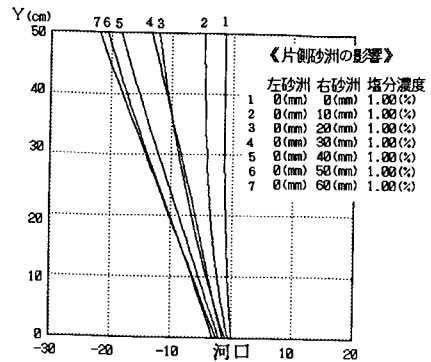


図-2 流軸

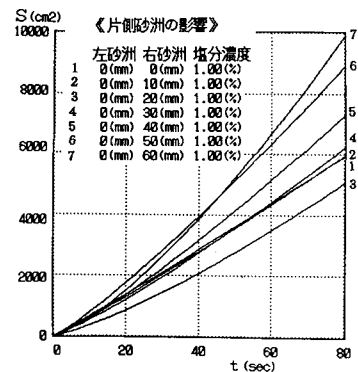


図-3 拡散面積の時間的変化

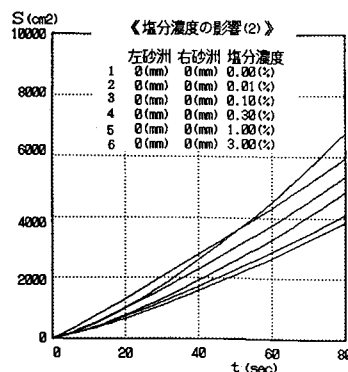


図-4 拡散面積の時間的変化

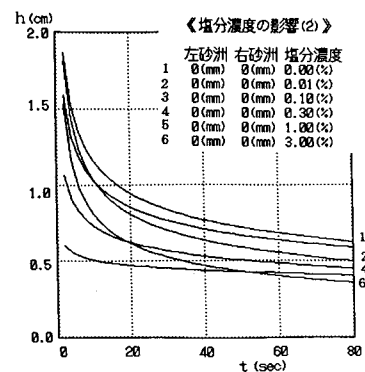


図-5 上層厚の時間的変化

に分岐する現象が見受けられた。なお、従来の研究では高いレイノルズ数の流れにおいて先端分岐現象が発生することが報告されているが、本研究で得られた現象とは特性が異なるものとする。