

潮汐変動を伴う河口流出流の挙動に関する研究

東京電機大学 学生員 川合 良昌
 東京電機大学 正会員 橋本 彰博
 東京電機大学 正会員 有田 正光

1. はじめに

河口流出流の挙動は環境水理学上の重要な問題として従来から強い関心が持たれている。それ故、実験、現地観測および数値シミュレーション等、様々な研究がなされてきたものの、潮汐を伴う非定常状態の河口流出流に関する知見は今のところほとんど無いのが実情である。そこで、本研究では河口流出流の潮位変動に伴う動的挙動を調べることを目的とした可視化実験結果を報告する。

2. 室内実験の概要

実験装置は図-1 に示すようなプランジャータイプの潮汐発生装置を有した水槽で 幅 0.05m 高さ 0.2m、長さ 6m のアクリル製水路(河道部)と縦 2m 横 7.5m、高さ 0.5m の水槽(海域)から構成されている。実験では、水温差で密度差を模擬している。つまり、温水で河川水を模擬して水路の上流端より放流し、海域を模擬した水槽内に流入させ、その拡がりを観測する。なお表-1 に今回報告する実験ケースの実験条件を示すが、いずれのケースも河道内の平均水深は 5cm、潮汐周期 200 秒、潮位振幅 1cm とした。

実験では、流出流の拡がりの経時変化を可視化するためにサーモトレーサーを用いて河口域の表層温度分布を計測した。また、水表面に浮かべた多数の浮子を追跡により水表面内の流速分布を測定した。また、横断面(流軸に直交する断面)における流動を観察するために河口に流出するウランで着色した温水を、水槽の下からスリット光を照射して可視化した。また、可視化した横断面の挙動はデジタルビデオカメラで撮影したうえで解析した。今回は、潮汐に対する河川水の拡がり方はいずれのケースも同様であったため、ここでは Run1 の結果のみを示すこととする。

3. 実験結果

3-1. 温度分布

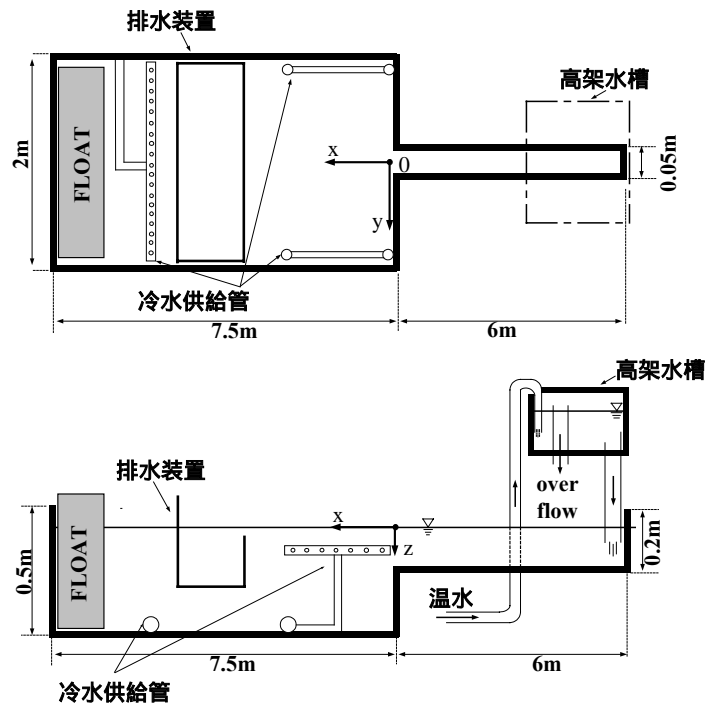


図-1 実験装置

表-1 実験条件

| 実験ケース名 | 潮汐周期 (s) | 潮位振幅 (cm) | 温水 (°C) | 冷水 (°C) | 温水流量 (cm ³ /s) | ρ (g/cm ³) | Fd |
|--------|----------|-----------|---------|---------|---------------------------|-----------------------------|-------|
| Run1 | 200 | 1 | 42.0 | 8.0 | 19.8 | 8.83×10^{-3} | 0.121 |
| Run2 | 200 | 1 | 44.8 | 14.2 | 20.1 | 9.03×10^{-3} | 0.120 |
| Run3 | 200 | 1 | 46.0 | 13.9 | 39.9 | 9.50×10^{-3} | 0.234 |

図-2 は河口から流出した温水の拡がり(Run1)の事例を示している。同図に示すように満潮時には温水が明瞭なフロントを形成しながら拡がるのが分かる(図-2(a))。下げ潮時には下げ潮流速が早くなるが、そのとき中心軸上で高温部が認められるとともに、満潮時に拡がった温水を連行しながら沖合に細長く噴流状に流出する(図-2(b))噴流状に流出する。干潮時には下げ潮時とほぼ同様の形状で海域に流出しているが河口からの流出流速が最も早くなるので、周囲水との強い混合を伴いながら噴流状に拡がるのが分かる(図-2(c))。一方、上げ潮時には上げ潮流速が強くなるために、温水の流出量は小さくなるとともに周囲水との連行・混合が弱化する様子が分かる(図-2(d))。

キーワード： 河口流出, 非定常, 可視化

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 Tel:049-296-2911 FAX:049-296-6501

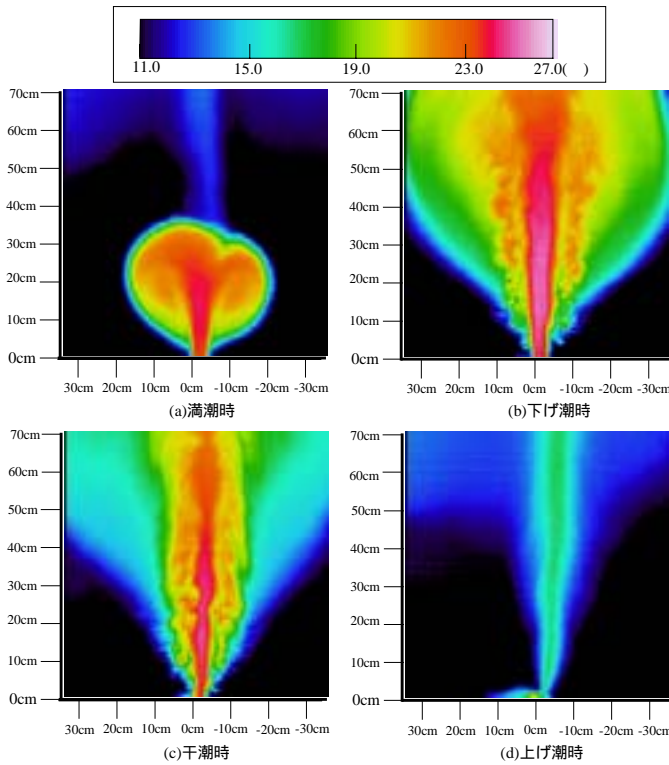


図-2 温度分布

3-2. 流速分布

図-3 に水表面内の流速分布を示す．同図に示すように，満潮時(図-3(a))には扇状の拡がり認められる．下げ潮時(図-3(b))には，噴流状の拡がりとともに，強い中心軸上の冲向きの流れと水平連行が観察される．潮時が進行して干潮時(図-3(c))においても拡がり噴流状であるが，下げ潮流速の低下を受けて全体的に冲向きの流速が小さくなるとともに噴流としての拡がり幅が大きくなっていることが分かる．さらに，上げ潮時(図-3(d))には，上げ潮流速が生じて河口部からの温水の流出量は極めて少なくなるので海域部はほぼ静止した状況となる．なお，間欠的に，河口より河道内に逆流する流れも観察された．

3-3. 横断面の挙動

図-4 は河口 ($x=0\text{cm}$) における横断面($y-z$ 面)の可視化写真(温水は緑色 y 軸のプラス側のみを表示)を示している．同図より，満潮時(図-4(a))では河口 ($y=0$) の温水層厚が約 1.8cm であるが，水平方向に温水層厚が減少している事が分かる．下げ潮時(図-4(b))には河口付近の密度界面に反時計回りの渦が形成される．これは，河口から流出する強い噴流によって生ずる強い鉛直連行によって形成されることが考えられる．この渦は水表面では中心軸から離れる方向，下層では中心軸方向へ向かう方向の周囲水流を誘起する．干潮時(図-4(c))になると，この渦の

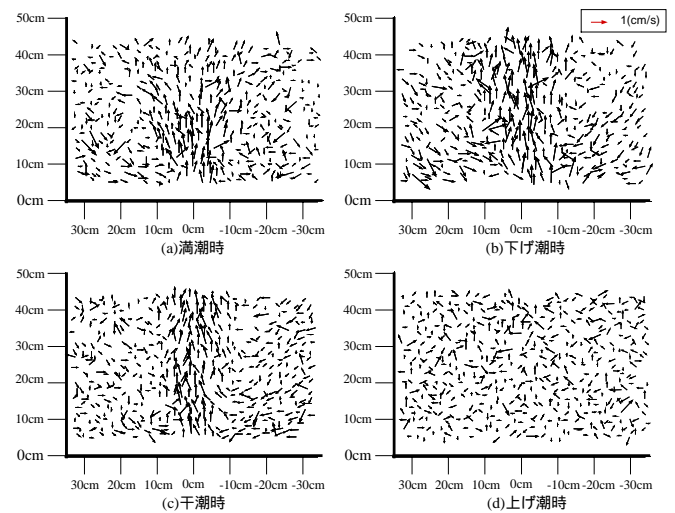


図-3 流速分布

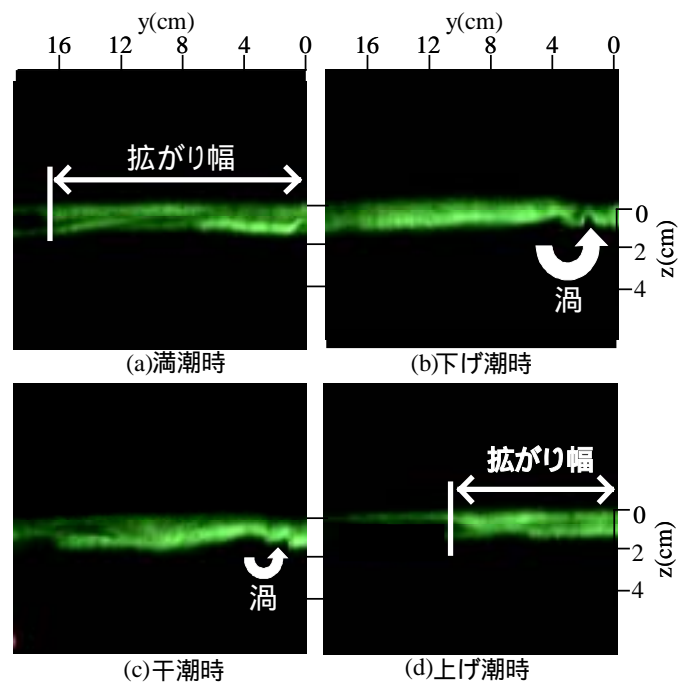


図-4 横断面（河口 0cm）

サイズと強度はともに弱化する．さらに，上げ潮時(図-4(d))には河口からの流出流量の減少に伴って温水の拡がり幅が小さくなる事が分かる．

4. まとめ

本研究は潮汐を伴う非定常の河口流出流の特性を実験的に取り扱ったものである．従来から環境水理学上重要であると考えられながら実験の難しさもあってほとんど研究事例のない分野であるが，本研究により同現象の一端がとらえられたと考える．

参考文献

- 1) 柏村正和・吉田静男：潮汐による河口の flow pattern の変化，第 19 回海岸工学講演会論文集，pp.103-106，1972