

## 感潮河川の分岐合流部における塩淡水の流動特性に関する三次元シミュレーション解析

東京都立大学 学生会員 井上 美加

## 1. 目的

感潮域における塩水遡上現象は、農作物への塩害や飲料水の汚染など、人々の生活に様々な影響を与える。このような被害を防ぐため、河口堰の建設や浚渫といった対策がとられているが、これらの対策が水質や生態系へ影響を及ぼすことがしばしば問題となっている。このような被害を防ぐために、感潮域での流動を詳しく解明する必要があるが、多数の支川が流入し、分岐や蛇行しているような複雑な河川での研究例は少ない。

本研究では、荒川・隅田川に分岐合流部を対象として、三次元流体シミュレーションを用い、塩水遡上現象と地形・流速等を関連付けて検討した。

## 2. 研究方法

研究対象地の流域図を図1に示す。この地点は、荒川と隅田川に分岐点、隅田川と新河岸川の合流点に近い位置にあり、非常に複雑な地形となっている。

本研究では、2017年9月7日5:00~9月21日24:00の期間における分岐合流部の河川水の流動について三次元シミュレーションを行い、粒子追跡による河川水の流動の分析を行った。初期条件である上流端流量、潮位を図2に示す。

使用した三次元流体シミュレーションモデルはFantom Refinedである。基礎方程式は、連続式、Navier-Stokes式、塩分の輸送方程式である。離散化手法はコロケート格子有限体積法であり、時間進行は2次精度、移流項は3次精度で離散化した。乱流モデルには一般化された2方程式モデルであるGLS乱流クロージャールを用いた。

## 3. 流動特性

検討した期間の潮汐は大潮である。満潮時における塩分の縦断分布を図3に示す。表層と底層の塩分にほとんどはなく、塩水は強混合で遡上していることが確認できる。また、大潮では検討する領域に塩水は侵入していないことが分かる。次に、東京湾の潮位と、荒川における分岐合流部上流地点、隅田川における分岐合流部下流地点、岩淵水門付近の水位、流速(表層・底層)の時間推移を図4に示す。流速は順流方向を正、逆流方向を負として表現している。水位は、海域の潮汐から1時間ほど遅れてほぼ同じ波形を描いており、

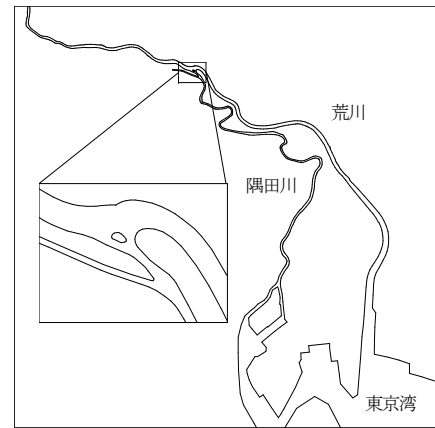


図1 荒川感潮域平面図

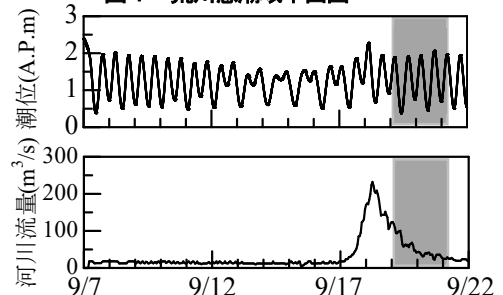


図2 計算期間の潮位・上流端流量

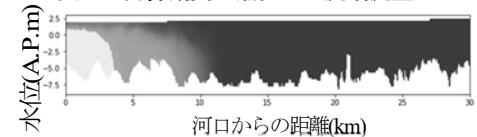


図3 満潮時の塩分の縦断分布

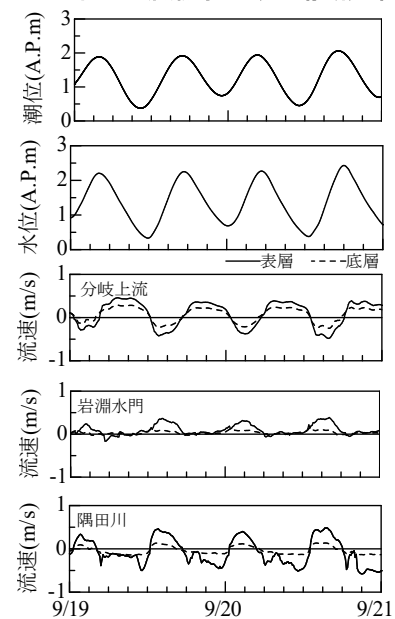


図4 3地点における水位・流速

キーワード 感潮域, 仮想粒子, 三次元シミュレーション, 分岐合流部, 塩水遡上

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 Tel 042-677-1111 (代表)

対象領域が潮汐の影響を直接的に受けていることが分かった。続いて、流速に着目する。荒川での流速は、水位より4時間ほど遅れてほぼ同じ周期で上下する。これに対して隅田川の流速は、水位の上昇よりも3時間ほど早く上がり始め、下降し始める時刻も同様に3時間ほど早くなっている。岩淵水門付近では、潮汐によって多少の変動はあるものの、荒川・隅田川と比較すると全体的に流速は小さい。

**4. 分派特性**

大潮時における分岐合流部の河川水の分派特性について、仮想的な粒子を用いて解析を行った。計算した期間のうち、大潮である期間（図2の網掛け部分）について検討した。図5は、それぞれ下げ潮時に荒川における分岐合流部上流地点、上げ潮時に隅田川における分岐合流部下流地点から粒子を流した場合の1時間後の粒子の分布を表したものである。荒川上流から下流に流れる粒子は、そのほとんどが隅田川に分派せず、主流である荒川に流れ込んでいる。これは、「3. 流動特性」で示したように、岩淵水門付近の流速がほとんど無いことと合致している。また、上げ潮時において隅田川における分岐合流部下流地点に粒子を置いた場合の粒子数の時系列変化を図7に示す。表層の粒子は全て岩淵水門を通過し荒川に流れ込むが、底層では新河岸川に8割ほどが流入することが分かった。これについて、図8は、上げ始めてから1時間半後の水面標高の水平分布である。底層に置いた場合は荒川上流よりも水面標高が低い新河岸川に吸い込まれると考えられるが、表層に置いた場合はすべて荒川に流入する。これより、水面勾配が粒子の挙動に及ぼす影響は表層よりも底層のほうが大きいと考えられる。

**5. まとめ**

- ・荒川において、大潮時の塩水遡上形態は強混合となる。
- ・荒川から分岐合流部へ流れ込んだ河川水は、隅田川にはほぼ分派しない。これは、岩淵水門付近の流速がほとんどないことに起因すると考えられる。
- ・粒子の流れはおおむね水面勾配の低いほうに流れるが、その影響は表層より底層のほうが大きい。

**参考文献**

稲川翔太：広域的な塩水遡上が都市中小河川感潮域の流動・水質に与える影響に関するシミュレーション解析，2020

松村健史：分岐合流を有する感潮河道における塩水遡上運動の三次元流動シミュレーション，2017

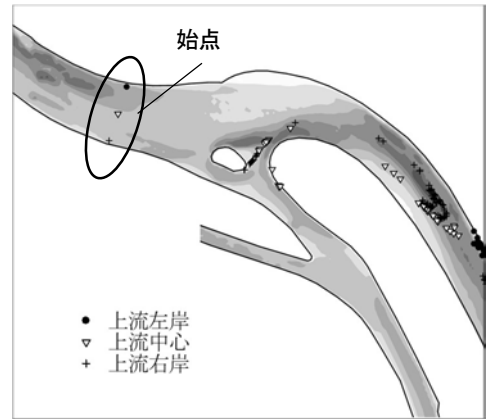


図5 1時間後の粒子の分布（分岐上流・表層）

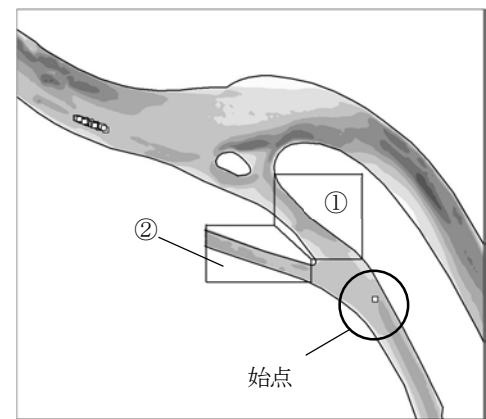


図6 1時間後の粒子の分布（分岐下流・表層）

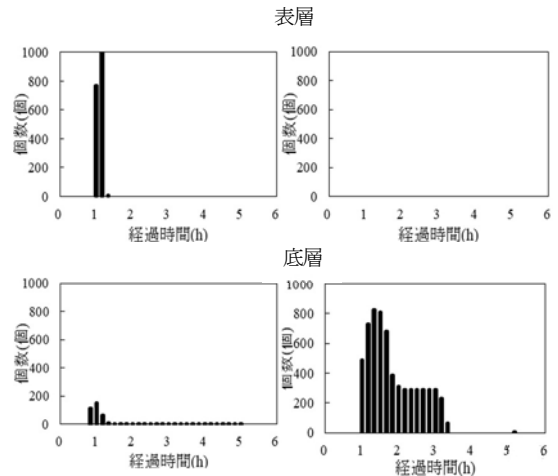


図7 粒子数の時間変化(左:領域①, 右:領域②)



図8 水面標高の水平分布(上げ始めから1時間半後)