

都市河川の断面形状変化部における潮汐流動特性

名古屋工業大学 学生会員 ○佐々木高士
 名古屋工業大学 正会員 富永晃宏
 フルヤマ建設 門田悠希

1. はじめに 名古屋市を縦断する堀川は、自己水源を持たない、名古屋港の潮汐の影響を受ける感潮河川であるなどの要因により、水質の汚濁やゴミの浮遊、ヘドロの堆積といった問題を抱えている。本研究はゴミやヘドロが溜まり易いといわれている断面形状変化部において、流量、流速、水質等を観測し、堀川における潮汐流動特性を検討するものである。

2. 現地観測方法 堀川における断面形状変化部の中から台形わんどを有する松重閘門、漸拡部を有する北清水橋の2箇所を選定した。超音波流向流速計（SONTEC社製 RiverCAT）を用いて流量・流速を、多項目水質計（東亜 DKK 社製 WQC-24）を用いて水質を計測した。

3. 松重閘門における潮汐流動特性

3-1. 観測条件 観測日は、潮汐の変動が大きい大潮である2006年12月6日（晴天）に行った。計測箇所は、流量および流速については横断3箇所、縦断2箇所の計5箇所、水質は上流入口付近に設置されている松重橋において行った。図-1に形状を示す。

3-2. 計測結果および考察 図-2に上流（A）、中流（C）、下流（B）断面における流量の時間変化と潮位変化を、図-3に塩分濃度の鉛直方向時間変化を示す。流量は、下げ潮および上げ潮ともに最大値は約 $15\text{m}^3/\text{s}$ であった。

計測結果の例として図-4にわんど中流横断面（C）における流速の分布を示す。わんど内において下げ潮時には逆流の発生が、上げ潮時には順流の発生が見られることから、潮汐流動に伴い大きな渦が発生していることがわかる。その他の流速計測結果を総合して、下げ潮、上げ潮において予想される流動形態を図-5に示す。まず、特徴のあった下げ潮時の流動形態に着目してみる。下げ潮時の8時から9時においては、わんど内への大きな流入が2本発生することがわかる。そして、9時から10時にかけて、その流れが下流右岸に集まっていき、中流左岸から中央にかけて右回りの渦が発生すると考えられる。この他に、下げ潮時にはもう一つ特徴的な流動形態が見られた。図-6は10時頃における上流側（A）および下流側（B）の流速コンター図である。

（A）において、上層では順流であるにもかかわらず、低層では逆流がみられる。しかし、（B）において低層の逆流はみられなかった。この要因を考察するにあたり、塩分濃度の時間変化に注目してみると、10時以降から干潮までの間に、低層において塩分濃度が上昇している。ここから、下げ潮時に押し下げられ、わんど内に溜まっていた塩分濃度の高い水塊が、順流の流速が弱まりだし



図-1 わんど形状（松重閘門）

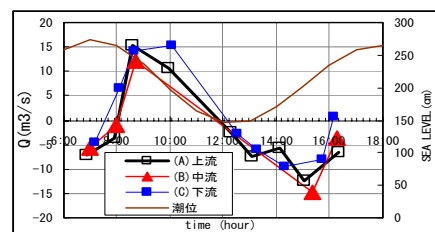


図-2 松重閘門における流量変化

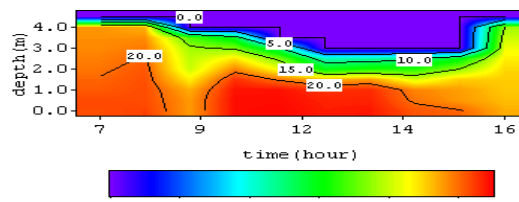


図-3 塩分濃度鉛直分布時間変化

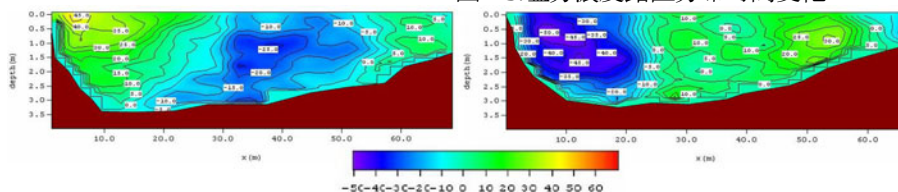


図-4. 中流横断面における上げ潮時(左)および下げ潮時(右)の流速分布



図-5 下げ潮時(左)および上げ潮時(右)のわんど内流動

キーワード：感潮河川、断面形状変化、わんど、水質、密度流

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学工学部都市社会工学科 Tel&Fax 052-755-5490

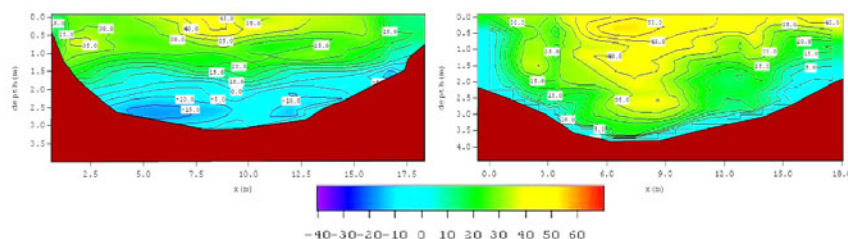


図-6 下げ潮時における上流側(左)および下流側(右)での流速分布

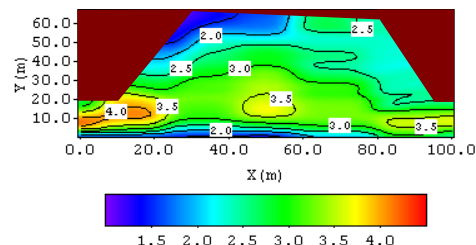


図-7 わんど内水深

た 10 時頃に、渦と塩分濃度差による密度流の影響により、低層で塩分濃度の高い水塊の逆流が発生したと推測される。10 時ごろに上流側の流量よりも下流側の流量が多い要因も、この逆流の発生が影響したためと推測される。次に、上げ潮時の流動形態に着目してみる。わんど内において、上流右岸に向かう大きな流入が発生し、中央では下げ潮とは逆の左回りの渦が発生すると考えられる。また、低層の塩分濃度は大きく上昇していないことから、塩水はわんど内に溜まっていくと考えられる。

これらの流動の特徴から、潮汐による流動形態と河床高との関係を考察してみる。図-7 は基準水面からの水深を表すコンター図である。河床高は、本流からわんど内へと高くなっており、特に下流右岸側がもっとも高くなっている。わんど内への強い流入によって、ヘドロや砂が運ばれ、わんど内で発生する渦の影響により多く堆積したと考えられる。

4. 北清水橋の潮汐流動特性

4-1. 観測条件 (A) 9 月 22 日晴天日および (B) 10 月 6 日雨天日の 2 日間現地観測を行い、いずれも大潮であった。計測箇所は漸拡部より約 100m 下流とし、RiverCAT を用いて流量、流速を計測した。

4-2. 計測結果および考察 図-8 に流量の測定結果を示す。晴天日を見ると、満潮時から緩やかに流量が変化し、干潮を過ぎて流量が減少するも負にならなかった。最大流量は、下げ潮時 $1.6\text{m}^3/\text{s}$ 、上げ潮時 $-0.5\text{m}^3/\text{s}$ であった。雨天日は、降雨時は最大流量が $5.0\text{m}^3/\text{s}$ と多いが、降雨の終了後、流量が激減した。最大流量は、下げ潮時 $5.0\text{m}^3/\text{s}$ 、上げ潮時 $-0.5\text{m}^3/\text{s}$ となった。晴天日、雨天日を比較すると、下げ潮時では 4 倍近い流量の差があったが、上げ潮時にはほとんど差は無く、同程度の流量であった。次に、流速測定結果について考察する。図-9 は晴天日、雨天日における流速分布のコンター図である。晴天日では、流速は下げ潮で弱い順流、上げ潮で停滞した流れであった。雨天日では、流速は下げ潮で強い順流が見られたが、降雨の終了した上げ潮では停滞した流れであった。

以上の結果より、晴天時では、上げ潮、下げ潮ともに流れは遅く、全体的に停滞した流れとなっている。雨天日では、降雨中は流量が増加し流れも速くなるが、雨が止むとその影響はすぐに消えてしまうことがわかる。北清水橋ではヘドロの堆積が確認されているが、その原因は漸拡により川幅が広く停滞した流れとなること、雨天時には流量が増加するものの、影響が一時的であることなどが考えられる。

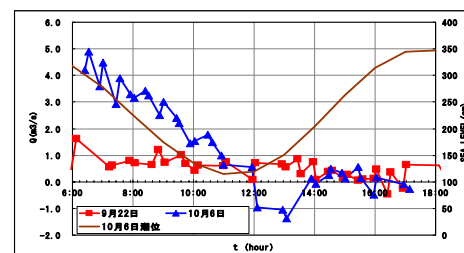


図-8 北清水橋における流量変化

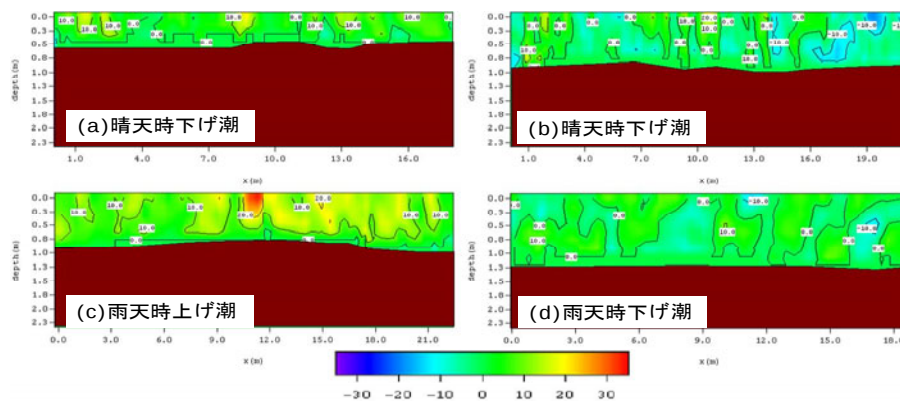


図-9 北清水橋漸拡部における流速分布

5. おわりに 松重閘門においては、塩分濃度の特異変化や、わんど内のヘドロの堆積等、潮汐を伴うわんど部の流れ特性が、本川の流動や水質に影響を与えていると考えられる。ゴミに関して考えると、わんど内への流入が流出よりも強いことや、渦の影響によりわんど内にゴミが溜まり易いと考えられる。また、わずかな時間が経過するだけで、激しい流動変化がみられた。北清水橋においては、感潮域の末端部であることや、川幅が広がっていることにより、流れは常に遅いため、底層の堆積物の移動に必要な掃流力が得られないこと、更に、雨天時における流量増加は一時的であることなどが原因でヘドロが堆積し易い場所となっていると考えられる。

今後は流量・流速および水質の計測を複数回行い、塩分や浮遊物などの時間変化を含めた断面変化部での流動特性を解明することが課題である。

<参考文献> 富永・川上 感潮都市河川の塩水遡上と鉛直混合特性の現地観測 第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集