

番匠川河口域における潮汐による水質変化と流動構造の関係

九州大学 学生会員 ○平島英恵 学生会員 石川泰助 正会員 矢野真一郎 フェロー 小松利光
 国土環境株式会社 非会員 中茂義晶 港湾空港技術研究所 正会員 井上徹教
 西日本技術開発 正会員 井芹 寧 大分高専 正会員 東野 誠 正会員 高見 徹
 国土交通省九州地方整備局佐伯河川国道事務所 西川勝義 荒巻重則

1. 研究背景及び目的

番匠川は大分県南海部郡本匠村三国峠を水源とする幹川流路延長 38km, 流域面積 464km² の比較的小規模な一級河川である。番匠川河口域では 1994 年頃からアサリの漁獲量が激減し, 現在もほとんど回復していない¹⁾。また, 2002 年夏季に行った現地調査では, DO の低い水塊の発生が確認された²⁾。この低酸素の水塊はアサリの個体数密度が最も多い地点付近で確認されており, その挙動次第では重大な生息阻害要因となり得る。

そこで本研究では, 現地観測により航路内の測点において潮汐による水質変動を追うとともに, 河口域の流動特性を明らかにし, それが低酸素の水塊の挙動に与える影響について考察を行った。

2. 調査方法

2004 年 8 月 24 日(小潮)に干潮からの 1 潮汐間に計 6 回, 小型漁船の側舷に取り付けた超音波ドップラー流速計(RD-Instruments 社製, Workhorse ADCP1200kHz)と DGPS を用いた曳航観測により, 河口域の断面流速分布を測定した。測線は図-1 に示す河口近傍の測線 2 ~ 10 の計 9 本である。同時に, N1 ~ N6 の計 6 地点において, 多項目水質計(YSI ナノテック社製, YSI6600)により水質観測を行った。さらに, エクマン・バージ採泥器で採取した底質の表層を 1cm の厚さでサンプリングし, H₂S 検知管による AVS 分析を行った。

また, 前日の 23 日 14 時から 24 日 19 時までの 29 時間, N2, N5, N6 の 3 地点に, 塩分水温計, 電磁流速計を水底から 30cm 上に係留し, N2 には水深計も併設した。

3. 結果と考察

1) 水質変動と潮汐の対応

図-2 に, 2004 年 8 月 24 日(小潮)に実施した水質観測による DO の縦断分布を示す。観測時間帯は, 同図の上部の潮位グラフに示したとおりである。

観測日は塩分 17 ~ 25psu の淡水層が表層に薄く広がっており, 水深 0.5m 以深で 32 ~ 34psu 程度の海水層が見られた。また, この図より上げ潮によって佐伯湾から DO が過飽和の海水が流入している様子がわかる。地点 N4, N5 の底層にあった DO60% 以下の低酸素の水塊は, 水深が N4 から N5 にかけて深くなっていることもあり, 上げ潮中でも底層に留まっていた。その後潮が引いていくにつれ, 比較的 DO の低い水が, 上流から河口へ流下していく様子が見てとれる。同時に, 上げ潮時に縮小

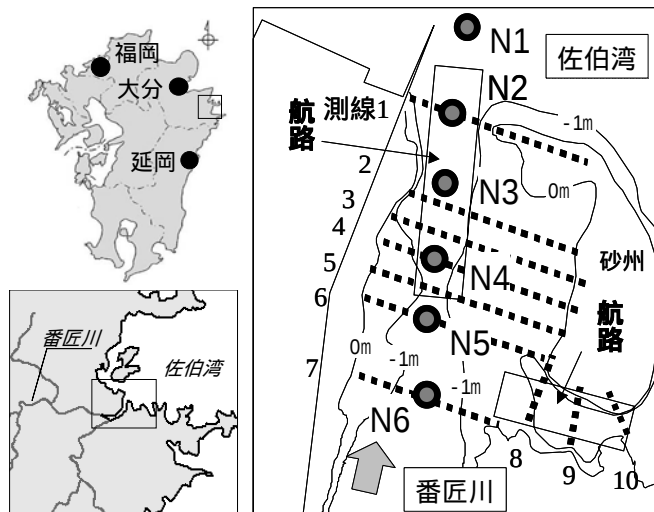


図-1 番匠川調査地点図

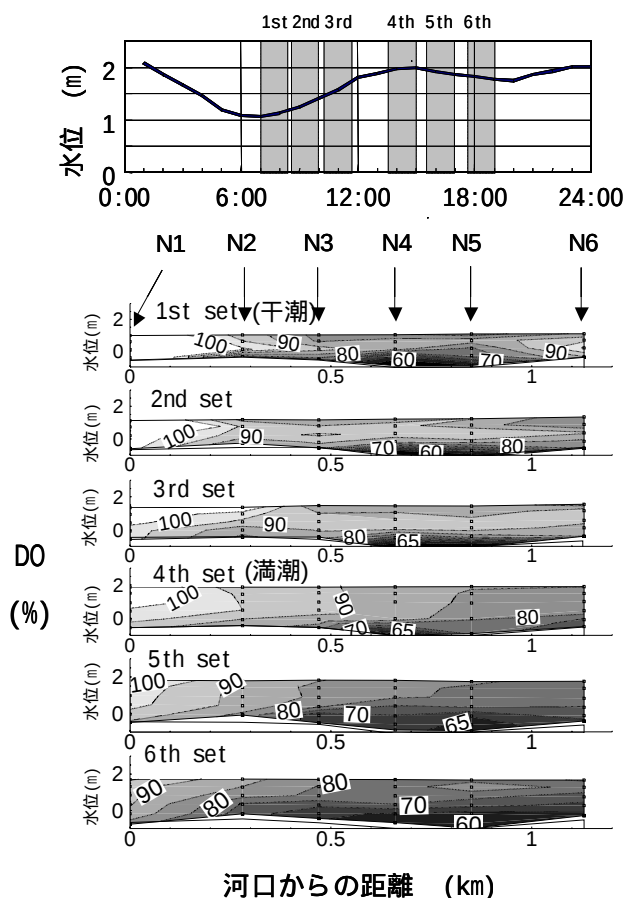


図-2 DO空間分布の時間変化

していた底層の DO65%(4.5mg/L)以下の水塊は, 下げ潮時に N3 から N6 にかけて拡大していた。観測された DO の最低値は 3 回目の N5 地点の底層で, 48.2%(3.3mg/L)であった。

河口域の底質分布は、N3、N4、N5の3点が泥質であった。AVS値はN5で最も高く、 1.7mg/gDW と嫌気的狀態であった。特に、底層でのD0が低いN5では、観測船が打ったアンカーに海藻が大量に絡みつく様子が見られるなど流動の停滞が推測され、底質悪化や酸素消費に關与している可能性が考えられる。過去には貧酸素水塊が地点N6で見られており、航路内のSODも最大で $2.44\text{g/m}^2/\text{d}$ と高かった²⁾。また、同じ時期に上流の河道部で底質が泥質であった地点も確認されている。したがって、河口域で見られる低酸素の水塊は、上流からの移流と河口域内での酸素消費との複合的な原因によるものと考えられる。

2) 河口の流動特性

a) 2004年8月小潮期の流速分布

ADCP 曳航観測により得られた、上げ潮時と下げ潮時の水深平均流速分布を図-3に示す。上げ潮時には測線2～6は左岸側で最大 17cm/s と他と較べて大きな流速となっており、海水が航路を通じて遡上してきていると推察される。測線8～10では流速は 15cm/s 程度であるが、水深が大きく流量が多いため、測線7の右岸側で流速が大きくなっていた。2003年9月の中潮期には測線7では、航路から流入する南西の強い流れのみが観測されたが²⁾、小潮期では、航路からの流れと航路からの流れが合流している様子がはっきりと見られる。下げ潮時は、日潮不等により潮差が 13cm と小さかったため測線2～4の流速は非常に小さく、ほぼ停滞していた。しかし、測線5～10では右岸側を中心に 10cm/s 程度の流速でゆるやかに扇状に広がる流れとなっていた。

上げ潮時の流量は測線5では $18\text{m}^3/\text{s}$ であったのに対し、測線8では $55\text{m}^3/\text{s}$ であった。下げ潮時には測線5の流量は $39\text{m}^3/\text{s}$ 、測線8では $22\text{m}^3/\text{s}$ であった。したがって、上げ潮時に航路を遡上した海水が下げ潮時に航路を下っていく、流れの非対称構造が見られた。

b) 係留系による時系列データ

図-4に、2004年8月23～24日(小潮)の地点N5、N6において係留系から得られた時系列データを示す。地点N6の流向は、上げ潮時には南西方向が、下げ潮時には北東方向が卓越していた。これは地点N6の近傍にある航路から流出入する流れが存在し、その影響を受けたためと考えられる。N5の流速は終日 2cm/s 程度に留まり、潮流の変動は非常に小さかった。N6では流速は最大で 6.5cm/s 程度であった。

また、N6における塩分濃度は干潮にあわせて大きく低下することが特徴である。これはN6が航路の前面に位置しているため、流下する河川水にさらされるためと考えられる。

3) 流況とD0変動の関連性についての考察

航路は佐伯湾まで 1km 程度の延長を持つことから、

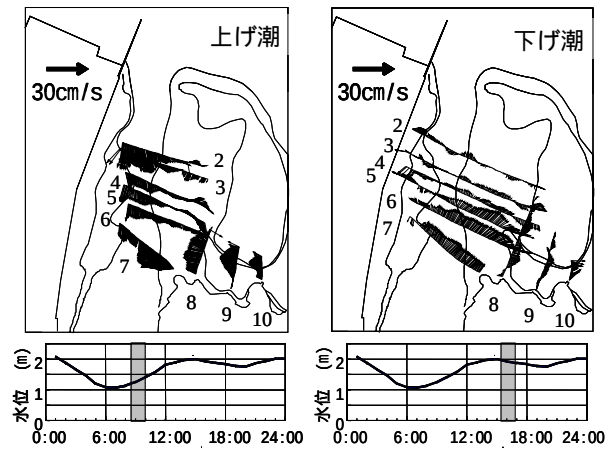


図-3 水深平均流速の空間分布

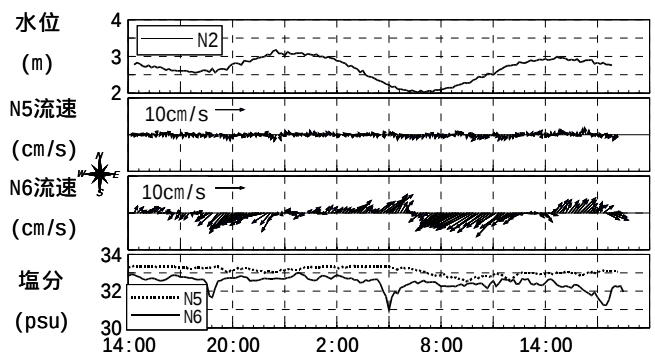


図-4 水位、流速、塩分の時系列データ

半潮汐間(6時間)に航路内の停滞水が完全に入れ替わるには平均して 5cm/s 以上の流速が必要とされる。小潮のように潮差が小さいときには航路の底層ではこの条件は満足されておらず、底層水の停滞が考えられる。

次に、酸素消費が大きい水域として、底質が泥質である航路内が考えられる。また、地点N6より上流においても、これまでの観測から底質が泥質の地点があることがわかっており、酸素の消費が大きい可能性が考えられる。したがって、上流域での酸素消費が大きく、潮差が小さい状態が続いた時には、航路内へ低酸素の水塊が供給され、それが停滞することで貧酸素化が加速することが推測される。

4. 結論

本研究では、番匠川河口域の流動と水質変動について、現地観測に基づいて以下のような知見が得られた。

- (1) 航路内では、上げ潮時に表層から中層でD0が上昇するが、底層では低酸素状態が維持される。下げ潮時には上流域よりD0の低い水が流下してくる。
- (2) 河口では、上げ潮時に航路を遡上した海水が下げ潮時に航路を下っていく、流れの非対称構造が見られた。

参考文献

- 1) 河口干潟の環境と水産生物資源の変動に関する現地観測：高見徹ら、水工学論文集第47巻，pp.1081-1086
- 2) 番匠川河口域における流動構造と水質変化の關係：平島英恵，矢野真一郎ら、水工学論文集第49巻