

第II部門 垂水沿岸における放流水拡散特性の現地観測

神戸大学工学部 学生員 ○本田 翔平

神戸大学大学院自然科学研究科 正会員 中山 昭彦

ハワイ大学 正会員 Jeremy D. Bricker

1. はじめに

垂水海域は大阪湾西部，明石海峡の東側に位置し，明石海峡からの海流と複雑な地形性により，時間変動の大きな複雑な流れ場となっている．沿岸部ではわずかな水温変化や塩分濃度変化に影響される沿岸漁業やのりの養殖が盛んである．また，海岸部には図-1に示すように垂水処理場があり，海底に埋設された放流口より放流水が排出される．そこで，この放流水が周辺海域環境に及ぼす影響評価を行うため，垂水沿岸部の流況を把握し，放流水の拡散特性を解明することを目的とし，現地観測を行った．

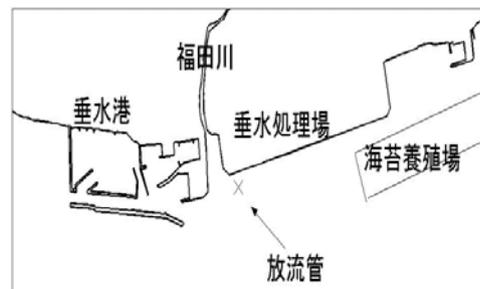


図-1 観測対象域

この海域ではこれまでGPS内蔵の浮標追跡による放流水プルームの挙動解析が行われている¹⁾．本研究ではさらに浮標に水温塩分計を取り付け，ラグランジュ的計測を行った．また，観測船で観測域の流速・流向分布を測定し，鉛直混合の状況を把握するため塩分・水温の鉛直方向の観測を行った．

2. 観測概要

観測は7月4日，13日の8時から18時と11月30日，12月7日の8時から17時に行った．観測場所は放流口より周辺500m程度である．観測は観測船に取り付けたADCP(Acoustic Doppler Current Profiler)により，流速，流向を測定した．ADCPのデータは水深1mのデータを使用し解析を行った．船は30分程度で観測域を1周し，この1周分を同時間のデータみなし解析を行った．浮標は放流口付近から投下し，投下後5分間隔で位置の確認を行った．浮標に取り付けた水温塩分計は水深1m程度に設置し，浮標移動地点における塩分・水温の測定をした．鉛直分布はCTD(Conductivity Temperature and Depth probe)を使用し計測を行った．

垂水周辺海域は満潮時には西流が卓越し，干潮時には東流が卓越する．しかし，須磨から垂水にかけて地形性による反時計回りの反流が生じるため，沿岸部では干潮時でも西流となることが知られている²⁾．

3. 観測結果

7月13日に計測した満潮時の流況を図-2に示す．図-3はこの時間帯の8:16に投入し8:28に回収した浮標の追跡結果であり，図-4はこの浮標移動点での水深1.0mでの塩分・水温計測結果である．満潮時には観測域全体で西向きの流れが観測され，浮標もこれに伴い真西に移動し，岸に漂着するか防波堤内側を移動する結果となっていた．この時の塩分計測結果として，5分以内に変動が小さくなり収束する結果となっていた．浮標の移動距離にしてみると50～100mである．塩分・水温の鉛直分布は観測域全体で一定となっており成層化が見られず混合状態であったと考えられる．

満潮から干潮へ移り変わる時間帯の流況は西向きの流れから徐々に流速が小さくなり東向きの流れへと変化した．この時の浮標は南東，もしくは東へと移動する結果となった．この時の浮標移動地点における塩分濃度は10～20分で収束が小さくなり収束する結果となっていた．移動距離にすると200～300mである．この時間帯における塩分・水温の鉛直分布を図-8に示す．この時間においてはA点，つまり放流口付近で周辺水塊に比べ塩分濃度の低い水が部分的に見られた．他の観測点においては図に示すように一定な分布となっていた．

Akihiko NAKAYAMA, Jeremy D. Bricker and Shouhei HONDA

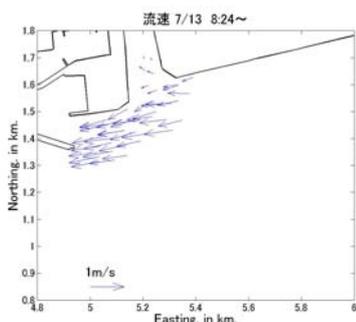


図-2 満潮時の流況

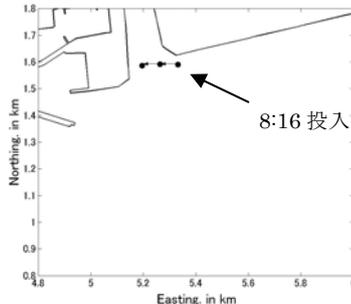


図-3 浮標追跡結果

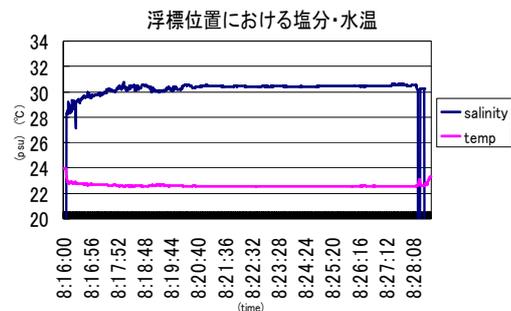


図-4 塩分・水温分布

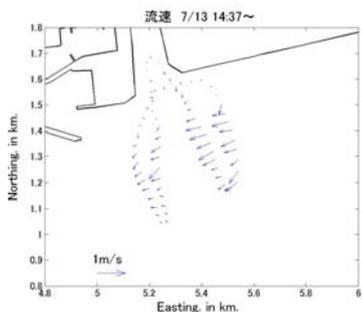


図-5 干潮時の流況

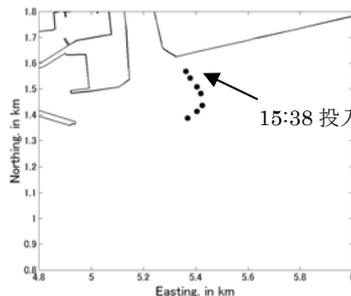


図-6 浮標追跡結果

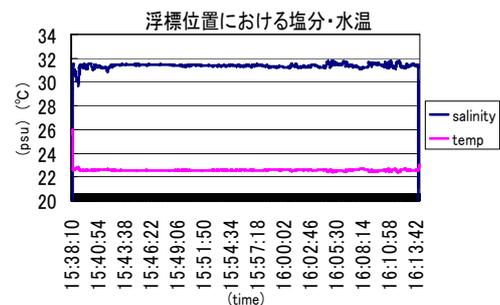


図-7 塩分・水温分布

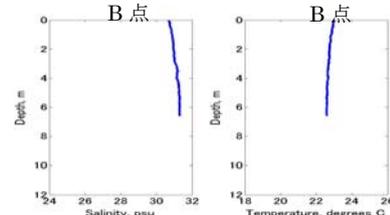
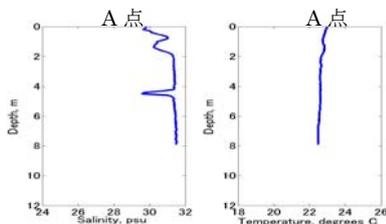
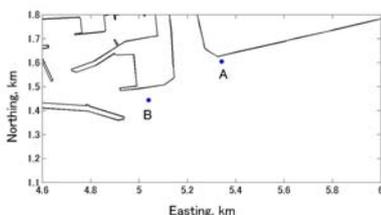


図-8 鉛直分布

干潮時の流況を図-5に示す。図-6はこの時間帯の15:38に投入し16:13に回収した浮標の追跡結果である。また、図-7はこの浮標移動地点における水温・塩分計測結果である。この時の流況は満潮時に比べ流れは小さいが西向きの流れとなっていた。この時の浮標追跡結果は投入点から南ないしは南西方向へ流される結果となっていた。また、浮標移動地点における塩分濃度は20分程度で変動が小さくなり収束するか、浮標回収地点においても変動があり、収束していない結果となっていた。収束する場合において、収束するまでの浮標の移動距離は300m~400mであった。鉛直分布は全域で混合状態となっており成層化は見られなかった。

干潮から満潮へ移り変わる時間帯の流況は観測域全域で西向きの流れが観測された。この時の浮標の移動は、満潮時と同じで真西に移動し、防波堤内側を移動する結果となった。塩分濃度は変動が小さくなり収束するまで10分程度であった。移動距離にしてみると100m程度で収束していた。塩分・水温の鉛直分布は一定で成層化はなく混合状態であった。

4. おわりに

時間変動の大きな流れ場において放流水の拡散状況を把握する場合、オイラー的計測よりもラグランジュ的計測のほうが有用である。今回の観測では、浮標移動地点における塩分が収束する位置と放流水が消散する位置とが一致すると考えられるため、満潮と干潮の間の時間帯から干潮にかけて放流水濃度の高い水塊が広い範囲に広がっていると考えられる。放流水が周辺環境に及ぼす影響を考えるにはこの時間帯を重点的に広い範囲にわたる計測が必要である。

【参考文献】1) Jeremy D. Bricker, 中山昭彦, 青木千夏, 高田誠: 変動の激しい潮流に影響される海域での浮標によるプルーム追跡, 海岸工学論文集, 第53巻, pp346-350, 2006.

2) 藤原建紀, 肥後竹彦, 高杉由夫: 大阪湾の恒流と潮流・渦, 海岸工学論文集, 第36巻, pp209-213, 1989.