

塩分濃度・水温計を搭載したGPS浮標による垂水海域での移流・拡散の観測

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 ○本田 翔平
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 中山 昭彦

1. 研究の目的 沿岸域に放出された汚染水や下水処理水はすぐに消散せずプルームを形成し移流するため、環境への影響を考慮するにはこれらの混合物の拡散と流動を正確にとらえることが重要となる。神戸市の垂水沖のように潮流の変動の激しい海域では移動する観測船による流速、塩分、水温の測定では時間空間分布を正確に求められないため効率がよくない。本研究では塩分・水温計を取り付けたGPS機能付の浮標の追跡による処理水の拡散・移動方向の観測によりラグランジュ的観測の有用性を検討することを目的とする。

2. 研究内容 垂水海域は明石海峡からの強い潮流と複雑な沿岸形状と海底形状の効果により、時間空間変動の大きい複雑な流れ場となっている。海岸には垂水下水処理場があり処理場からの排水や河川からの河川水が流入する。また、この海域では水温・塩分濃度に大きく影響される沿岸漁業や海苔の養殖が行われているため、プルームの正確な流動特性と拡散特性の解明が必要である。そこでこの海域において観測船による流速、水温、塩分濃度の3次元分布の測定を行ったが、これと同時に計器を取付けたGPS内蔵の浮標を追跡することにより、処理水の移動軌跡に沿って水温・塩分濃度を計測した。観測域は垂水沖より東西約2km、南北約1kmの範囲である。観測船は約30分で観測域を1周し、水深約1mでの流速、水温、塩分濃度の水平分布を求めた。浮標は処理水放流口付近より投入し、その位置はGPSにより投入後5分間隔で位置を記録した。浮標に付属した水温・塩分計は水深約1m付近でデータサンプリングは1秒毎である。

観測日は8時から12時にかけて満潮であり観測域では西流が卓越する。12時から14時にかけて引き潮となり東流へと転流する。さらに14時から明石海峡では東流となるが、垂水海域では地形性により反時計回りの反流が生じるため西向きの流れとなる。

図-1に8時46分に投入した浮標より得られた結果を示す。この時間帯は観測域全域で西流となる。図-1(a)中の線は海岸線及び防波堤を示す。また、記号●は浮標の投入点を示し、記号○は浮標投入後の5分間隔の位置を示す。投入した浮標の挙動は処理水の挙動とほぼ一致すると考えられる。図-1(b)は浮標に取り付けた水温・塩分濃度計より得られた結果の時間変化である。図-1(c)における記号◆は水温・塩分濃度データより求めた処理水割合の時間変化である。また、拡散方程式より得られた処理水割合の時間変化も示す。処理水割合は短時間で減衰し、ほぼ1%程度まで低下している。この時の拡散方程式より求めた拡散係数は $2.96 \text{ m}^2/\text{s}$ であった。

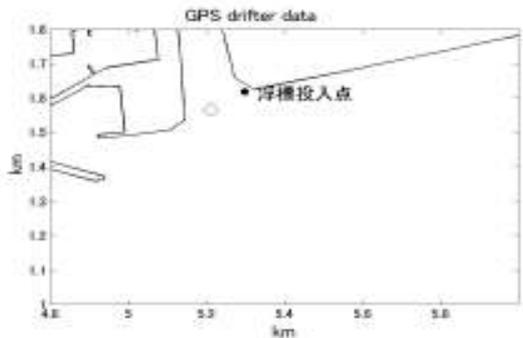
図-2は12時53分に投入した浮標より得られた結果である。この時間帯は流れが大きく変化する。処理水割合は放流後、大きく減少しほぼ1%程度まで低下する。しかし、時間の経過とともに徐々に上昇し2%程度になる。これは、西の方向に流された処理水が東流に転じ、東へと戻ってきたためであると考えられる。この時の拡散方程式より求めた拡散係数は $1.14 \text{ m}^2/\text{s}$ であった。

3. 結論 時間空間変動の大きな流れ場においてオイラー的観測では時間誤差が生じてしまうため、正確な移流・拡散特性を把握することは難しい。しかし、ラグランジュ的観測では時間誤差が生じないため、処理水の移流・拡散特性を精度よく捉えることができた。さらに、精度のよい計器を用いることで処理水割合の変動を捉えることができ、またこの結果より拡散係数を求めることができた。この拡散係数は数値拡散予測計算に用いることができる。

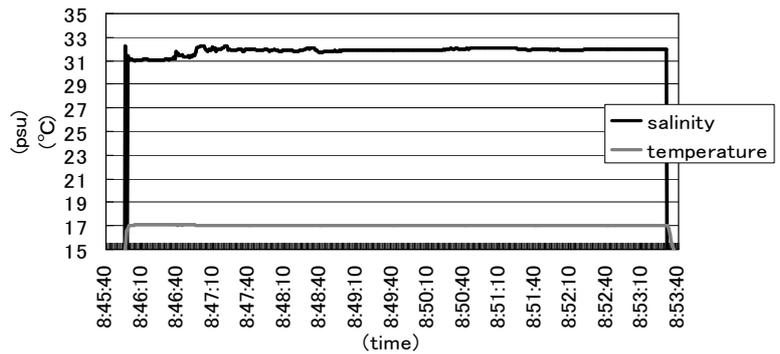
キーワード 潮流・プルーム・拡散・移流

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL 078-803-6280

(a) 8:46 に投入した浮標の軌跡



(b) 浮標投入後の水温・塩分濃度の時間変化



(c) 浮標投入後の処理水割合の時間変化-

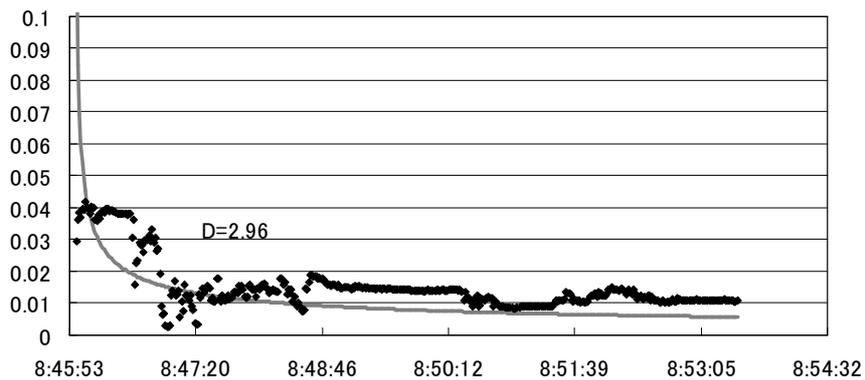
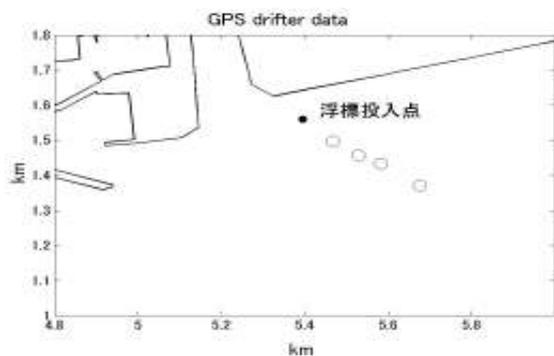
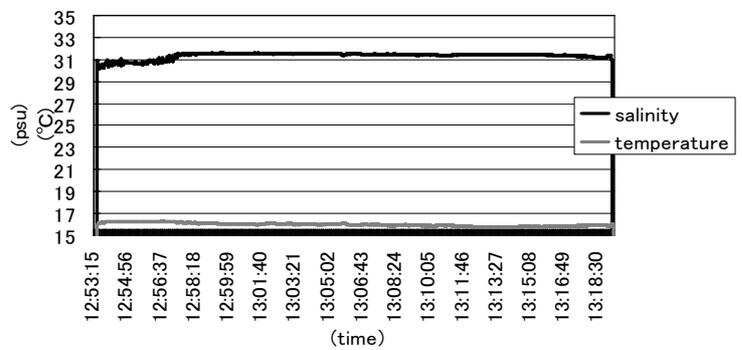


図-1 浮標の軌跡, 浮標に沿った水温・塩分の時間変化, 処理水割合の時間変化

(a) 12:53 に投入した浮標の軌跡



(b) 浮標投入後の水温・塩分濃度の時間変化



(c) 浮標投入後の処理水割合の時間変化

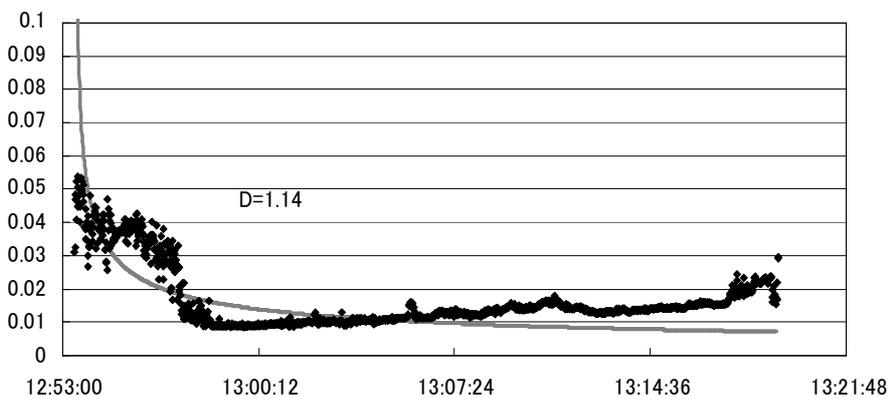


図-2 浮標の軌跡, 浮標に沿った水温・塩分の時間変化, 処理水割合の時間変化