

HF Radar の観測結果を用いた東京湾の表層流の特徴とその予測

東京都市大学大学院 学生会員 ○小澤 裕介
東京都市大学 フェロー 村上 和男

1. 緒言

経済の発展に伴い、海域では油の流出や漂流ごみの問題が顕著になっている。これらは環境に悪影響を与えるため、拡散の防止・早期回収が望まれる。漂流ごみ等は表層流(深度 0.3~0.5m までの流れ)により輸送される。つまり、これらの問題の対策には表層流の把握・予測が重要である。

東京湾では国土交通省により、海洋短波レーダー(HFR:High Frequency Radar)を用いた表層流の観測が行われている。その HFR は3地点設置され、そこからレーダーを照射し、海面からの反射波を受信・解析することにより表層流を広範囲で常時観測している。また、ごみ回収船による漂流ごみ等の回収も行われている。

中島ら¹⁾の研究によると、HFR は測定精度の高い多層流向流速計(ADCP)の最上層(深度 1m 程度)の観測結果と相関が高いと報告されている。このことから、HFR は表層ではあるが、流れの観測に有効であるといえる。しかし、表層流は海上風の影響を受けるため、HFR によって測定された表層流のデータの分析により、潮流および吹送流等の各成分の平面的な分布の把握が可能となる。

そこで本研究では、東京湾において、表層流と海上風のデータを分析することにより、海上風が表層流に及ぼす影響の平面的特徴を調べ、その分析結果を用いて海洋数値モデル POM(Princeton Ocean Model)による、表層流の予測を目的としている。

2. 使用データ

本研究では 2006 年 4 月から 2007 年 12 月までの時系列流況データと風データを用い分析を行った。また、図 1 に東京湾における HFR の設置箇所(▲)とその流れの解析地点(●)、および風の観測地点(★)を示す。

2.1. 流況データ

東京湾における HFR の観測結果を用いる。このデータは東京湾環境情報センター²⁾により、web 上に公開されているものである。

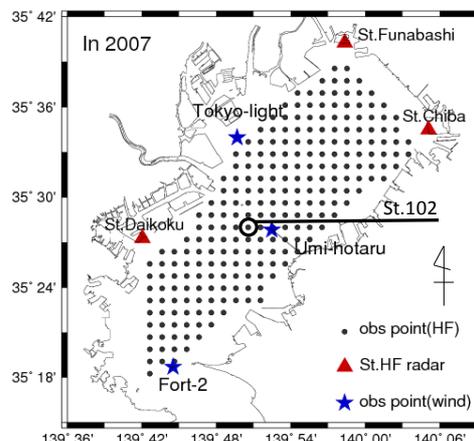


図 1:2007 年 HFR の観測範囲と風の観測地点

2.2. 風データ

風データ³⁾には東京灯標・海ほたる・第二海堡の3地点の観測結果を用いる。これらの観測地点は観測高さがそれぞれ異なるため、7分の1乗則を用い、高さ10mの推定風にそろえ、海上風とした。

3. 分析手法

3.1. 表層流

HFR の観測結果には潮流成分・吹送流成分・その他の成分が含まれていると考えられる。したがって、海上風の影響を調べるためには潮流成分を取り除く必要がある。そこで Tide Killer⁴⁾を用い、潮流成分を取り除いた。

3.2. 海上風

海上風データには 24 時間周期の海陸風の影響が考えられるため、24 時間移動平均法を用いた。また 3 地点の観測データには観測点の距離を重み付けした風速重み付き補完法を用い、HFR の流れの解析点上空の推定海上風とした。

4. 分析結果

図 2 に分析結果の一例(2007 年 5 月 St.102)を示す。a は 24 時間移動平均後の海上風成分、b は HFR の観測結果から潮流成分を取り除いた非潮流成分である。図 2 より、移動平均後の海上風成分(平均済み)と非潮流成分は類似しているため、表層流を海上風で表せると仮定し、式(1)、式(2)に示す重回帰式で表層流と海上風の間係を表した。

キーワード 東京湾, 表層流, 海洋短波レーダー, シミュレーション, 海洋数値モデル POM

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 mail: g1081705@tcu.ac.jp

$$u(t) = a_0 + a_1 w_x(t - \tau) + a_2 w_y(t - \tau) \quad \text{式(1)}$$

$$v(t) = b_0 + b_1 w_x(t - \tau) + b_2 w_y(t - \tau) \quad \text{式(2)}$$

$u(t)$:非潮流の東西方向[cm/s], $v(t)$:非潮流の南北方向[cm/s]

$w_x(t)$:移動平均後の海上風の東西方向[m/s]

$w_y(t)$:移動平均後の海上風の南北方向[m/s]

a_1, a_2, b_1, b_2 :偏回帰係数, a_0, b_0 :定数項, τ :時間差(=1[hour])

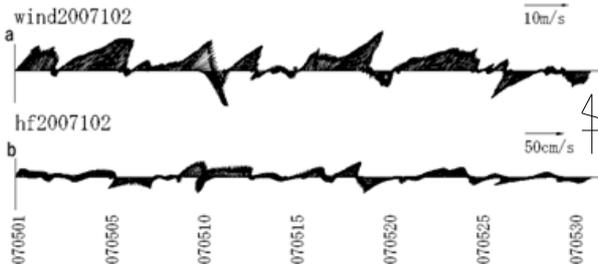


図 2:分析結果の一例(2007.05 St.102)

(a:移動平均後の海上風成分, b:非潮流成分)

表 1:偏回帰係数の一例(2006.09)

| 期間 | a_1 | a_2 | b_1 | b_2 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 2006.09 | 1.74 | 1.24 | -0.13 | 1.82 |

偏回帰係数より, 海上風が表層流に及ぼす影響がどの程度か把握することができる. 一例として, 表 1 に 2007 年 5 月の偏回帰係数の平均値を示す. $|a_1| > |a_2|$, $|b_1| < |b_2|$ より, 東西の流れには東西の海上風, 南北の流れには南北の海上風が影響を強く与えていると考えられる.

5.シミュレーション

5.1. シミュレーション概要

本研究では, 海洋数値モデル POM に海上風により起こる風応力の影響を組み込み, 使用している. 流れの計算領域を図 3 に, 計算条件を表 2 に示す.

5.2.シミュレーション結果

ここでは示さないが, 計算結果において, 羽田, 君津, 金田で一日二潮汐を確認できたため, 東京湾の流れは再現できていると考えられる. 図 4 に HFR の第二海堡付近の流速鉛直分布の計算結果の一例を示す. ケース 1(a)とケース 2(b)より, 海上風の影響が組み込まれていることが確認できる. また, ケース 1 と ケース 2 の最上層の流速差と海上風より, 海上風は東西方向で 0.9%, 南北方向で 2.1%となる計算結果となった.

表 1 に示す $a_1=1.74$, $b_2=1.82$ より, 東西方向では分析値より計算結果の方が海上風の影響が小さく, 南北方向で

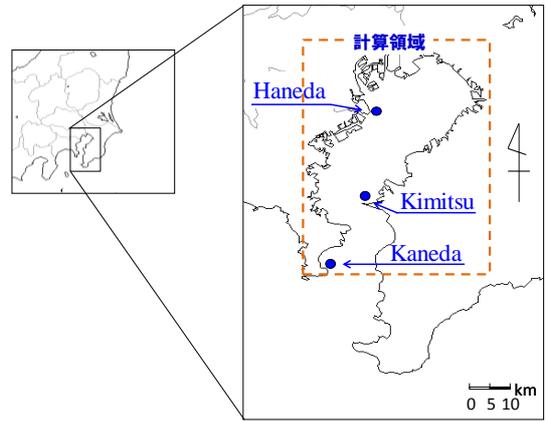


図 3:計算領域と計算地点

表 2:計算条件

| 設定項目 | 設定値 |
|---------|-----------------------------------|
| 計算期間 | 2007.05.01-16 |
| 海上風 | 第二海堡の観測結果 |
| 鉛直拡散係数 | $K_M=K_H=0.02\text{m}^2/\text{s}$ |
| ケース | 1.海上風なし 2.海上風あり |
| 格子幅 | 1000m × 1000m |
| 格子数 | 44 × 76 |
| 鉛直分割数 | 16層(シグマ座標) |
| タイムステップ | 30s |

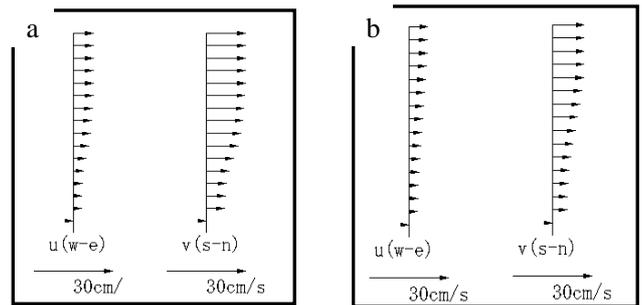


図 4:第二海堡付近の流速の鉛直分布例

(a:ケース 1, b:ケース 2)

は計算結果の方が海上風の影響が大きくなった.

6.まとめ

海上風が表層流に与える影響を調べ, 実測値と計算値の比較を行ったが, 異なる結果であった. 鉛直拡散係数や風応力の影響を検討し, 感度解析により, 実測値との整合性を向上させる必要がある.

参考文献

- 1)中島謙二郎, 野村茂, 宮石晶史, 橋本典明, 日向博文, 峰本健正:海洋短波レーダーによる有明海広域表層流況・波浪観測の高度化について, 海洋開発論文集, 第 24 巻, p.p.849-854, 2008
- 2)東京湾環境情報センター <http://www.tbeic.go.jp/>
- 3)海上保安庁 海の相談室
- 4)Rory O.R.Y.Thompson:Low-Pass Filters to Suppress Inertial and Tidal Frequencies, Journal Of Oceanography, vol.13, p.p.1077-1083, 1983