

東京湾の表層流と海上風の関係

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

1. 緒言

経済の発展とともに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あたえるため、拡散の防止・早期回収が望まれる。漂流ごみなどは表層流(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。

東京湾では海洋短波レーダー(HFR: High Frequency Radar)が3地点設置され、そこからレーダーを送信し、その反射波を受信することにより表層流を広範囲で常時観測している。

野村ら¹⁾の研究によると、無風時において 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、潮流などの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ていると考えられる。つまり HFR によって測定された表層流のデータから、潮流成分と海上風成分に分離することで、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、本研究では表層流の予測の前段階として、風向に特徴のある夏期・冬期のデータを分析することにより、海上風が表層流に与える影響の平面的特徴を調べることを目的としている。

2. 使用データ

本研究では流況データと、風データを用い分析を行っている。以下にこれらの概要を示す。また、図1に東京湾における HFR の設置箇所(▲)とその観測地点(●)、および風の観測地点(★)を示す。

2.1 流況データ

流況データには東京湾における 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り、本研究における分析期間は2006年、2007年の時系列データである。

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地点における時系列観測結果を用いる。これらの観測地点は観測高さが異なる。それらを高さ 10m の海上風にそろえるため、式(1)に示す7分の1乗則を用いた。風データの分析期間は流況データと同じである。

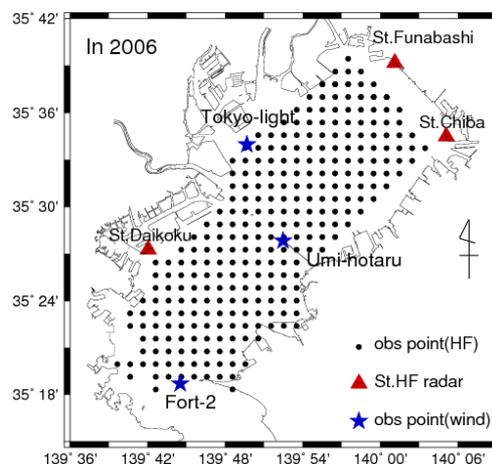


図1:2006年、2007年 HFR の観測範囲と風の観測地点
(▲:HFR の設置地点, ●:HFR の観測範囲,
★:風の観測地点)

$$w_{10} = w_z \left(\frac{10m}{z} \right)^{1/7} \quad (1)$$

w_{10} :海上 10m における推定風速[m/s]

w_z :観測点の風速データ[m/s]

z :観測点の高さ[m]

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 killer といわれる Rory O.R.Y. Thompson⁴⁾の重み付き移動平均法を用い、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

キーワード 東京湾, 海洋短波レーダー, 表層流, 海上風, 吹送流

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 水研環境工学研究室 1jz.td06@gmail.com

えられるため、24時間の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の観測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(2006年8月期 Point026)を示す。a(上段)は海上風に24時間移動平均を行った非海陸風成分、b(下段)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より非海陸風成分と非潮流成分は類似していることより、表層流を海上風で表せると仮定し、式(2)、式(3)に示す重回帰式で表層流と海上風の間係数を表す。海上風の影響が表層に伝搬する時間差を考慮し、 $\tau=0, 1, 2, 3$ 時間で計算した結果、 $\tau=2$ 時間での流れと海上風との相互相関係数が一番高かった。そこで、 $\tau=2$ の時間差を与えた。

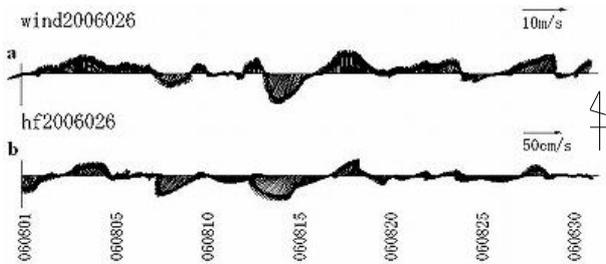


図2: 分析結果の一例(2006年8月期 Point026)
a: 非海陸風成分の風, b: 非潮流成分の流れ

$$u(t) = a_0 + a_1 w_x(t-\tau) + a_2 w_y(t-\tau) \quad (2)$$

$$v(t) = b_0 + b_1 w_x(t-\tau) + b_2 w_y(t-\tau) \quad (3)$$

$u(t)$: 表層流(非潮流成分)の東西方向

$v(t)$: 表層流(非潮流成分)の南北方向

$w_x(t)$: 風(非海陸風成分)の東西方向,

$w_y(t)$: 風(非海陸風成分)の南北方向

a_1, a_2, b_1, b_2 : 偏回帰係数, a_0, b_0 : 定数項

重回帰式における季節ごとの偏回帰係数の平均値を表1に示す。表1より夏期において a_1 と b_2 が大きいいため、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。

表1: 偏回帰係数の平均値

期間	a_1	a_2	b_1	b_2
2006.08(夏期)	2.795	2.297	-2.394	4.107
2006.12(冬期)	2.607	0.724	-0.691	1.433

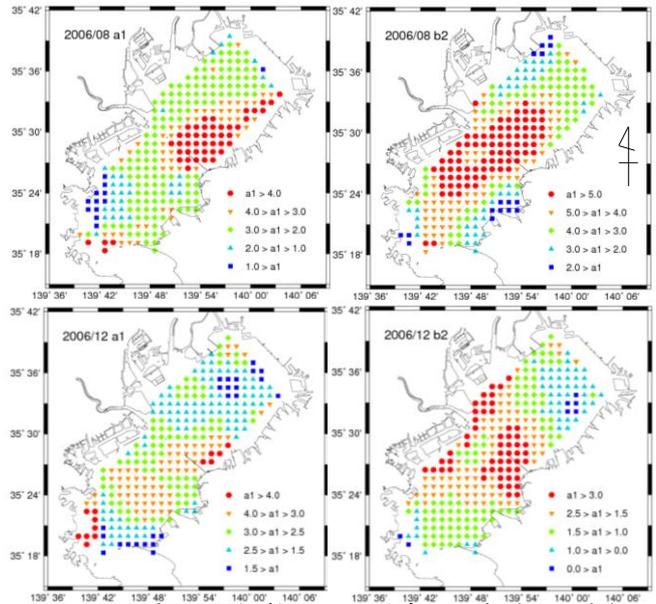


図3: 偏回帰係数の平面分布の一例(2006年)

同様に冬期においても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与えていると考えられる。

ここで影響の大きい偏回帰係数の平面分布の一例を図3に示す。

平面分布より、東西の海上風は沿岸部で海上風の影響を受けやすく、南北の海上風は湾奥部・東京神奈川沿岸部で海上風の影響が大きいと考えられる。東京湾は南北方向に広いため、このような結果になったと考えられる。湾最奥部では海上風の影響が小さく、千葉県の本更津沖では海上風の影響が大きい。前者は地形により表層流の流れが制限されたため海上風の影響を受けにくく、後者は水深が浅いことが原因であると考えられる。

5. 結論

東京湾における海上風が表層流に与える影響の平面的特徴を調べた結果、湾奥部と本更津付近での海上風の影響より、地形と水深による考慮が必要である可能性が示唆された。

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.tbci.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