

東京湾内における短波レーダーの測定結果に及ぼす海上風の影響及びその特徴

東京都市大学 学生会員 ○黒部 和弘
東京都市大学 フェロー 村上 和男

1. 研究背景と目的

近年、我が国の海洋では漂流ゴミや重油タンカーの座礁による油の流出が問題になっており、海洋における生態系や環境に悪影響を与えている。東京湾もその例外ではなく、これらの問題が発生している。対策としてそれぞれの移動経路を予測し、回収効率を上げることが挙げられる。漂流ゴミや油は表層流によって流れるため、表層流の解析が重要となっている。表層流の解析には海洋短波レーダー（HF レーダー）が用いられる。HF レーダーはレーダー波を海水面に照射し、その反射波を解析し、表面流を測定するものである。しかし、HF レーダーの観測データは表面流の測定結果であるので、潮流や海上風の影響など様々な要因が含まれている。そこで、本研究は HF レーダーの観測データと海上風データを比較することにより、HF レーダーの観測結果に海上風の影響を受けているのかを明らかにすることを目的としている。

2. 解析概要

2.1 HF (High Frequency) レーダーの概要

海流の向きや流速を測定する方法として海洋レーダーが挙げられる。海洋レーダーは、陸上から海に向かって電波を発信し、波で反射して返ってくる電波を受信・解析することにより、表層における海流の向きや速さ、波高などのデータを取得するものである。

2.2 使用データの概要

本研究では、表層流の解析を行うために流向・流速データと海上風データの 2 種類を用いている。以下にデータの諸条件を示す。

1) 流れのデータ

東京湾の流向・流速データは、東京湾環境情報センターが HF レーダーを用いて計測しているデータを用いている。HF レーダーにより観測可能な範囲を図-1 に示す。解析に用いたデータの期間は 2006 年（全 287 箇所）、2007 年（全 241 箇所）の二年間である。

2) 海上風データ

風速、風向のデータは日本海洋データセンターから頂いた千葉灯標、海ほたるのデータ、東京都港湾局が測定している東京灯標のデータ、及び国土交通省が測定している第二海堡のデータをそれぞれ使用している。観測地点の概要を図-1 に示す。期間は 2006 年、2007 年の二年間を用いている。

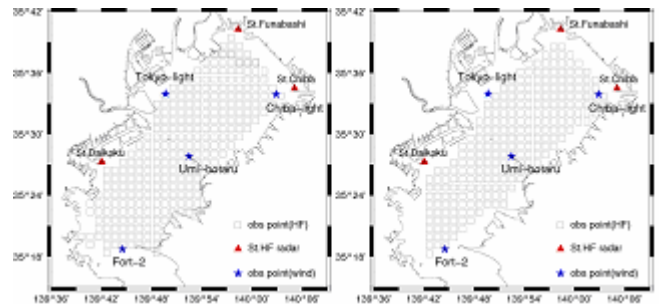


図-1 HF レーダーの観測可能範囲と海上風の観測地点
(左;2006 年観測点全 287 地点, 右;2007 年観測点全 241 地点)
3. 解析結果

3.1 海上風データ

海上風を観測している 4 地点では観測高が異なる。そのため(1)式の $1/7$ 乗則を用い高さを揃えた。

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7} \quad (1)$$

ここで U_{10} は高さ 10m における風速、 U_z は各観測点における風速、 Z は各観測地点の高さである。次に 4 地点の海上風データを用い、東京湾における海上風の平面分布を(2)、(3)式より求めた。

$$U_x = \frac{\sum_{i=1}^n U_{xi} \cdot r_i^{-2}}{\sum_{i=1}^n r_i^{-2}} \quad (2)$$

$$U_y = \frac{\sum_{i=1}^n U_{yi} \cdot r_i^{-2}}{\sum_{i=1}^n r_i^{-2}} \quad (3)$$

ここで、 U_x は東西方向風速、 U_y は南北方向風速、 n は海上風の観測地点数 ($n=4$)、 r_i は HF レーダーの観測地点と海上風の観測地点との距離である。

3.2 流れのデータ

HF レーダーの観測結果から潮流成分を除くために、各測点ごとに 25 時間の移動平均¹⁾を実施した。その結果の一例として 2006 年 8 月の測点 1(図-1 左の最南点)の結果を図-2 に示す。図-2 から海上風と HF レーダーのそれぞれに移動平均を施した結果は類似している事がわかる。

キーワード 東京湾 表層流 HF レーダー 海上風

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 水圏環境工学研究室 TEL:03-5704-0104 内線:3257

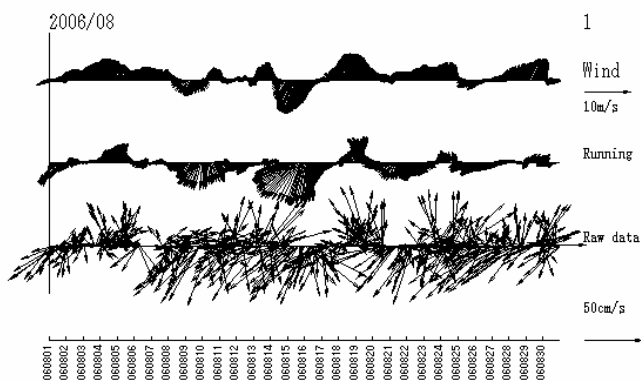


図-2 測点1における2006年8月の結果例

(上から順に海上風の24時間移動平均, HFレーダーデータの25時間移動平均, 観測データ)

3.3 移動平均の結果の比較

移動平均を施したHFレーダーデータと海上風データがほぼ類似した傾向があることがわかった。そこで、それぞれのデータの東西方向成分, 南北方向成分を用いて(4), (5)式により主成分分析²⁾を行った。

$$U = a_0 + a_1 \cdot Wx + a_2 \cdot Wy \quad (4)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot Wx + b_2 \cdot Wy \quad (5)$$

ここで、U は移動平均値の東西方向の流速、V は移動平均値の南北方向の流速、Wx は海上風の移動平均値の東西方向の風速、Wy は海上風の移動平均値の南北方向の風速である。表-1、表-2 に2006年と2007年の8月と12月の各偏回帰係数を示す。全観測地点数が異なるため、表内の地点番号が異なっているが同じ観測地である。また、図-3に偏回帰係数のa1の2006年と2007年の12月における平面分布を、図-4に偏回帰係数のb2の2006年と2007年の8月における平面分布図をそれぞれ示す。表-1、表-2 から全期間で偏回帰係数a1とb2の値が高い事がわかる。この事から東西方向の流れは東西方向の海上風の影響を、南北方向の流れは南北方向の海上風の影響をそれぞれ強く受けていると考えられる。また、図-3、図-4からa1は千葉県側の海域で、b2は湾中央部で値が大きくなっていることがわかる。千葉県側で値が大きくなった原因として、この地域の水深が浅い事が考えられる。一方、湾中央部で値が大きくなった原因については今後の検討課題である。

表-1 2006年8月と12月の偏回帰係数

	St.	a0	a1	a2	b0	b1	b2
200608	149	-13.66	2.916	0.49	2.101	-1.397	2.735
	150	-16.184	3.495	0.068	0.916	-1.22	2.626
	151	-18.212	3.957	-0.299	-0.977	-0.906	2.422
	152	-18.88	4.188	-0.526	-2.684	-0.593	2.172
	153	-21.101	4.756	-0.776	-4.455	-0.252	1.898
200612	149	-12.994	3.133	0.482	-0.147	-0.68	2.274
	150	-13.76	3.333	0.323	-1.805	-0.513	2.222
	151	-13.498	3.525	0.096	-3.121	-0.375	2.143
	152	-14.015	4.34	-0.353	-4.388	-0.248	2.061
	153	-0.987	1.915	0.886	-9.66	0.321	1.956

表-2 2007年8月と12月の偏回帰係数

	St.	a0	a1	a2	b0	b1	b2
200708	177	0.047	1.361	0.854	3.37	-0.83	2.511
	178	-0.088	1.378	0.861	5.86	-0.783	2.642
	179	-0.104	1.347	0.945	6.711	-0.76	2.517
	180	0.237	1.335	1.05	5.667	-0.716	2.306
	181	0.514	1.343	1.073	3.05	-0.662	2.088
200712	177	1.205	1.578	0.747	2.724	-0.637	2.21
	178	1.278	1.529	0.804	2.744	-0.709	2.233
	179	1.353	1.485	0.863	2.54	-0.711	2.088
	180	1.367	1.456	0.876	2.223	-0.645	1.856
	181	1.33	1.44	0.852	1.958	-0.624	1.665

St ; HFレーダーの観測番号

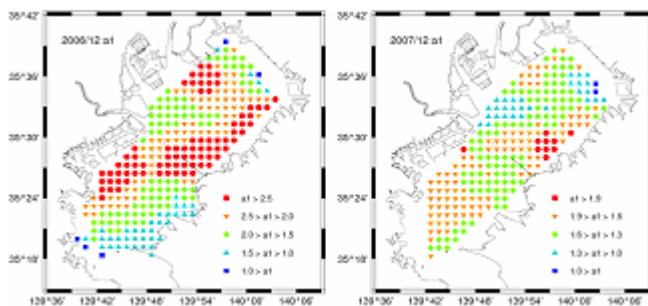


図-3 2006年、2007年のa1

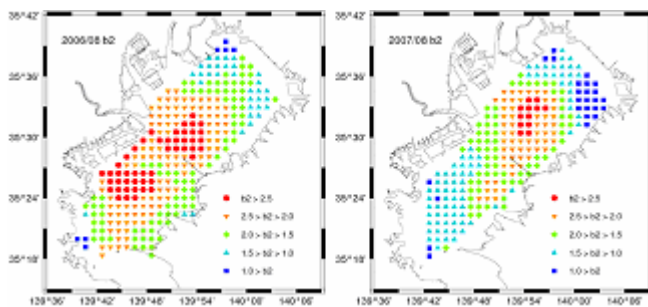


図-4 2006年、2007年のb2

4. 結論

HFレーダーの観測結果が海上風の影響を受けているのかを明らかにするために、まず、HFレーダーのデータについて25時間の移動平均により潮流成分を取り除いたところ、移動平均値は24時間の移動平均を施した海上風の傾向とほぼ一致していた。このことから、潮流以外の流れは、風による吹送流が卓越していることが示された。また、主成分分析の結果、夏期と冬期において海上風の影響にほとんど差がない事が示された。また、東京湾内で水深の浅い千葉県側では東西方向の海上風の影響が大きいこと、湾中央部では南北方向の海上風の影響が大きいことが示された。しかし、湾中央部で海上風の影響が大きくなった原因については、今後更なる検討が必要である。

参考文献

- 堀川 明著： 共立出版株式会社， ランダム変動の解析， pp. 15- pp. 17 (2005)
- 奥野忠一他著 (1971)： 多変量解析， 日科技連出版社， pp. 31- pp. 32