

HF レーダーを用いた東京湾における表層流の測定とその特徴

武蔵工業大学 学生会員 ○黒部 和弘
武蔵工業大学 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、HF レーダーを用いて東京湾環境情報センターにより計測されている。HF レーダーのアンテナは図-1 に示す A,B,C の3地点に設置され、周波数が24.515MHz のレーダー波を照射し観測を行っている。HF レーダーにより観測可能な範囲を図-1 (全241箇所) に示す。解析に用いたデータの期間は2006年8月と12月の二ヶ月である。

2) 海上風データ

風速、風向のデータは海上保安庁が千葉灯標で、国土交通省が第二海堡で計測している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年の一年間を用いている。

3.解析結果

3.1 流れのデータ

HF レーダーの観測結果から潮流成分を求めるために、

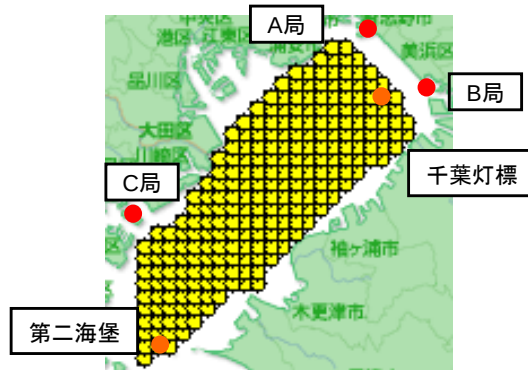


図-1 HFレーダーの観測可能範囲と海上風の観測地点

各測点ごとに調和解析を実施した。その結果の一例を図-2 に示す。図-2 に示すのは、2006年12月の測点1(図-1 内の一番下の点)の結果である。下から、調和解析結果の合成値、実測値を示す。図-2 から潮流成分は周期的に上げ潮、下げ潮を繰り返していることが分かる。

次に潮流成分以外の流れについて考察する。実測値から合成値を引く方法では、潮流成分が精度良く取り除けないので、25時間の移動平均を実施することで取り除くこととした。その結果の一例を図-3 に示す。図-3 に示すのは、図-2 と同じ地点の結果である。

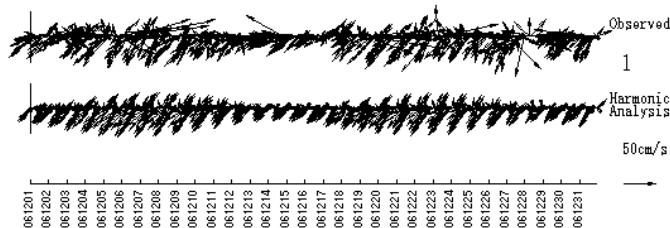


図-2 調和解析結果(下:合成値 上:実測値)

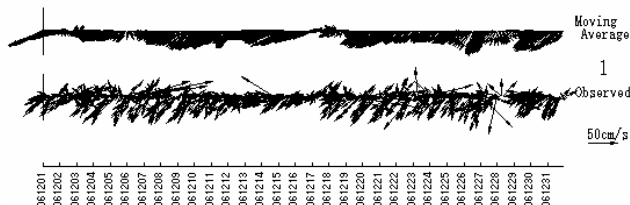


図-3 移動平均法を用いた解析結果(下:実測値 上:移動平均値)

移動平均を行った結果、2006年8月と12月の両期間で潮流成分を比較的精度良く取り除くことができた。そ

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 武蔵工業大学 水圏環境工学研究室 TEL:03-3703-3111 内線:3257

3.2 海上風データ

千葉灯標の風と第二海堡の風を比較したところ、風向・風速ともほぼ同じ傾向を示すと判断されたので、本研究では、東京湾全域の風を第二海堡の観測結果で代表させて、以下の解析を実施した。

4. 流れのデータと海上風データを用いた表層の挙動

図-4に2006年12月の移動平均値と海上風データの関係を示す。図-4から12月と、ここには示さないが8月の両期間でどの観測地点においても移動平均値と海上風データはほぼ似た傾向にあることが分かった。

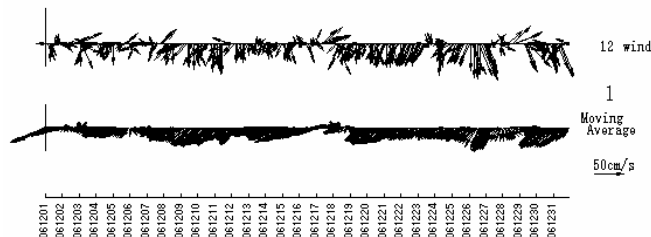


図-4 移動平均値と海上風データ(2006年12月)

(下:移動平均値 上:海上風データ)

そこで、移動平均値と海上風データのそれぞれ東西方向と南北方向の4種類の成分(U, V, W_x, W_y)から相関を求めた。算出した2006年12月の241測点の相関係数の一例を表-1に示す。

表-1 各パラメータの相関係数(2006年12月)

St.	U-W _x	U-W _y	V-W _x	V-W _y
1	0.392	0.318	0.233	0.443
2	0.441	0.318	0.202	0.434
3	0.464	0.274	0.081	0.423
4	0.506	0.251	0.103	0.506
5	0.449	0.3	-0.069	0.308

St.: 地点番号 (1~5)

U-W_x: UとW_xの相関係数, U-W_y: UとW_yの相関係数

V-W_x: VとW_xの相関係数, V-W_y: VとW_yの相関係数

その結果、冬期(12月)では、東西方向の流速は、東西方向の海上風の影響を受けており、南北方向の流速では、南北方向の海上風の影響を受けていることが分かった。一方、ここでは示さなかったが夏期(8月)では、東西方向の流速では南北方向の海上風の影響を受けており、南北方向の流速では、南北方向の海上風の影響を受けていることがわかった。

次に東京湾内のどの地点で海上風の影響を大きく受けているか調べるために重回帰分析を行った。用いた重回帰式を以下に示す。この解析結果の一例を表-2に示す。また、図-5に一例として2006年12月の各偏回帰係数の平面分布を示す。

$$u = a_0 + a_1 W_x + a_2 W_y \quad (1)$$

$$v = b_0 + b_1 W_x + b_2 W_y \quad (2)$$

表-2 2006年12月の偏回帰係数の一例

St.	a0	a1	a2	r ²	b0	b1	b2	R ²
1	-8.237	0.865	0.601	0.772	-7.760	0.189	0.398	0.772
2	-8.163	0.914	0.547	0.734	-5.997	0.181	0.450	0.789
3	-12.633	1.025	0.471	0.737	-7.053	0.039	0.490	0.820
4	-12.862	1.156	0.420	0.707	-7.934	0.055	0.587	0.742
5	-12.890	0.995	0.537	0.737	-3.918	-0.140	0.378	0.893

ここでr², R²はそれぞれ東西方向、南北方向の決定係数である。それぞれ約0.7~0.8を示しているの、今回の重回帰分析は比較的精度良く行われたものと考えられる。表-2から、a₁, b₂の値が大きいことがわかる。そのため、重回帰式におけるa₁W_xとb₂W_yの値が大きくなるため、東西方向の流速は東西方向の海上風の影響を受け、南北方向の流速は南北方向の海上風の影響を受けていることがわかる。一方、ここには示さないが、夏期(8月)の偏回帰係数はa₁, b₁の値が大きいことがわかった。このことから、どの方向の流速は同一方向の海上風の影響を受けていると考えられる。

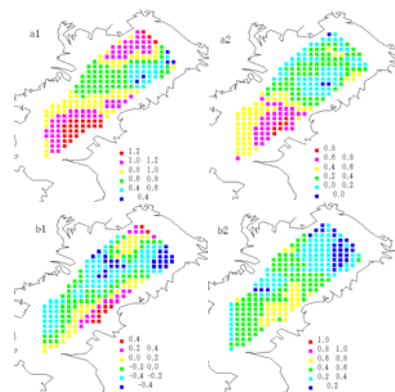


図-5 2006年12月の偏回帰係数

(左上:a1 右上:a2 左下:b1 右下:b2)

また、図-5に示す偏回帰係数の分布を見ると、湾中央部の千葉県側の海域で偏回帰係数の値が大きくなっていることが分かる。また、夏期と冬期で偏回帰係数を比較すると夏期の方が偏回帰係数の値が大きいことがわかった。これは、夏期が躍層期であり、冬期が混合期であることが原因であると考えられる。

5. 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レーダーの観測結果の解析を行った。その結果、東京湾では潮流成分は湾口部で大きく、湾奥部で小さくなっている結果が得られた。次に、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、重回帰分析の結果、表層流は混合期の12月よりも躍層期の8月の方が風の影響が大きいことが示された。また、東京湾内で水深の浅い千葉県側で海上風の影響が大きいことが示された。しかし、今回の解析は8月と12月の2ヶ月間のみの結果であるので、今後は他の月でも解析を行い、更なる検討が必要である。