

HF レーダーを用いた東京湾における表層流の特徴

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、HF レーダの観測データと海上風データを比較することにより、潮流と吹送流を分離し、HF レーダーの観測結果が何を示し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

2.1HF 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。本研究で用いている HF レーダー（High Frequency：短波レーダー）は海洋レーダーの一種である。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（ブラック散乱）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れの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

流速、流向のデータは東京湾環境情報センターが計測しているデータを用い、東京湾の表層流を解析している。これらのデータは、HF レーダーにより観測されている。HF レーダーは図-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¹。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。

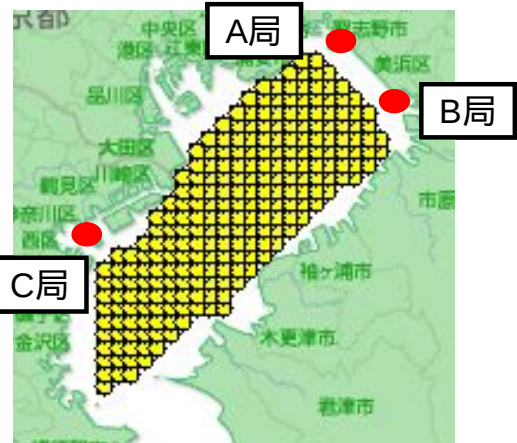


図-1 HF レーダーの観測可能範囲

2)海上風データ

風速、風向のデータは東京湾環境情報センターが千葉灯標で、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-2 に示す。期間は 2006 年の一年間を用いている。

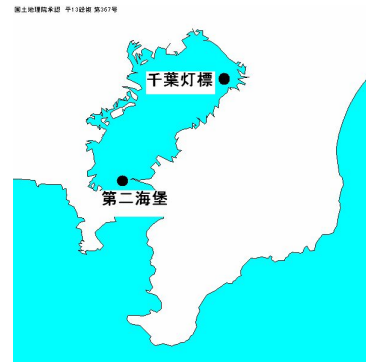


図-2 海上風の観測地点の概要図

3.解析結果

3.1 流れのデータ

HF レーダの観測結果から潮流成分を求めるために、各点ごとに調和解析を実施した。その結果の一例を図-3 に示す。図-3 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、実測値-調和解析結果を示す。図-3 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。図-3 に示したような方法では、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-4 に示す。図-4 に示すのは、図-3 と同じ地点の結果である。

キーワード 東京湾 表層流 HF レーダ 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

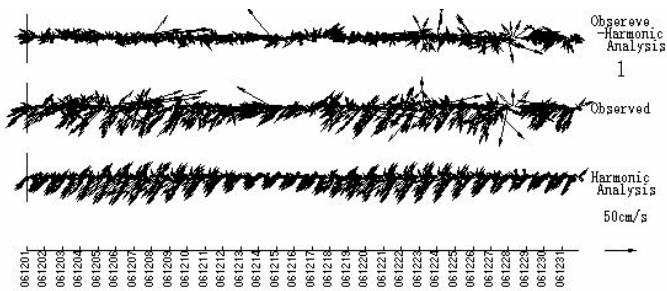


図-3 調和解析結果
(下：調和解析結果の合成値 中：実測値
上：実測値-調和解析結果)

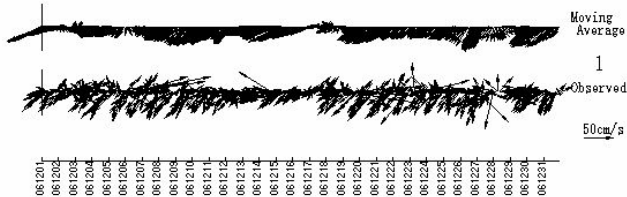


図-4 移動平均法を用いた解析結果
(下：実測値 上：移動平均値)

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取り除くことができた。しかし、図-3から分かるように実測値から潮流成分を引いた結果、他の要因による流れがあることが分かった。そこで、海上風データと移動平均値とで比較を行った。

3.2 海上風データ

両地点とも、観測期間内では夏場に南風が吹き、冬場では北風が吹く傾向にあることが分かった。このことより、両地点で同じような風向を示していることが分かった。以上より、千葉灯標、第二海堡での海上風の挙動が似ていると判断できるので、本研究で扱う海上風データは第二海堡のデータとしている。

4. 流れのデータと海上風データを用いた表層の挙動

図-5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-5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同じような傾向があることが分かった。

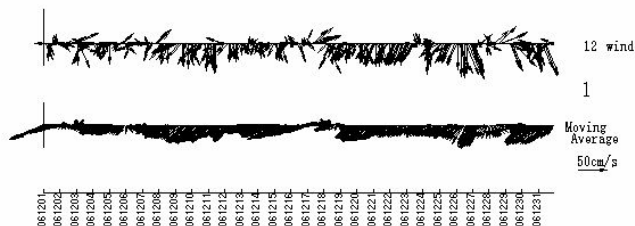


図-5 移動平均値と海上風データ (2006年12月)
(下：移動平均値 上：海上風データ)

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, Wx, Wy)から

相関³⁾を求めた。算出した2006年8月と12月の241測点の相関係数の一例を表-1、表-2にそれぞれ示す。

表-1 各パラメータの相関係数 (2006年8月)

St.	U-Wx	U-Wy	V-Wx	V-Wy
1	0.294	0.49	0.197	0.571
2	0.272	0.45	0.184	0.579
3	0.26	0.413	0.189	0.557

表-2 各パラメータの相関係数 (2006年12月)

St.	U-Wx	U-Wy	V-Wx	V-Wy
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

St.: 地点番号 (1~241)

U-Wx: UとWxの相関係数, U-Wy: UとWyの相関係数

V-Wx: VとWxの相関係数, V-Wy: VとWyの相関係数

その結果、夏(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。一方冬(12月)では、東西方向の流速では、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。

5. 結論

海上風が表層の流れに与える影響を、観測データを潮流と吹送流に分離することで検討した。その結果、観測データから潮流成分を移動平均法により取り除くことができた。このデータと海上風データとの相関をしらべた結果、表面流速は海上風の影響を受けており、夏場では東西方向の流速は特に南北方向の海上風の影響を受けており、南北の流速は同一方向の海上風の影響を受けていることが分かった。一方冬場では、表面流速はそれぞれ同一方向の海上風の影響を受けていることが分かった。

以上より、HFレーダーによる測定結果は、潮流による流速と潮流以外の流速を含んでいることが分かった。また、潮流以外の流速は海上風の影響を受け、特に同一方向の風の影響を受けていることが分かった。しかし、東京湾のどの地域にこの傾向が最も大きいのか、もしくは小さいのかはわからなかった。この点は今後検討していく予定である。

6. 参考文献

- 1) 村上 和男 (1981): 最小自乗法による潮汐・潮流の調和分解とその精度, 港湾技研資料, pp.38
- 2) 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)
- 3) 奥野忠一他著 (1971): 多変量解析, 日科技連出版社, pp.31- pp.32