

VHF 海洋レーダによる伊勢湾湾奥の表層流観測の試み

○中部電力(株) 正員 服部 孝之 正員 杉山 陽一 中村 昭男
(財)電力中央研究所 正員 水島 雅文 正員 坂井 伸一

1 まえがき 海洋レーダは電波を用いて面的な流速分布を測定するリモートセンシング技術であり、流動場の空間分布を効率的に測定できる手段として注目されている。我が国では郵政省通信総合研究所により開発された短波(HF)レーダを使った研究成果¹⁾が蓄積されている。本研究で用いた超短波(VHF)レーダは、徳田ら²⁾によって開発された機器で、短波レーダより細かい時空間分解能を有しているが、一般海域における測定精度の検証が十分なされていない。中部電力(株)と(財)電力中央研究所は共同で、本VHFレーダの表層流速観測への適用性について検討するため、伊勢湾奥部海域を対象とした現地観測を行った。本報では、この観測結果の概要を速報する。

2 VHF レーダの測定原理 沿岸部に設置されたレーダから発射された電波は、電波の $1/2$ の波長を持ちレーダの視線方向に伝播する海面波により強く後方散乱されレーダに戻ってくる。その結果、受信電波のドップラー・スペクトル上には正負ほぼ対象な位置に1次散乱と呼ばれる強いピークが形成される。正のピークはレーダに近づく波、負のピークはレーダから遠ざかる波によるものである。海域に流れがない場合、このドップラーシフトは対象となる海面波の移送速度に依存し、微小振幅波の深海条件よりシフト量 $\pm f_{D0}$ が求められる。ただし、実際に得られるドップラー・スペクトルは図-1に示すように2つのピークは正負とも $\pm f_{D0}$ から等間隔に右または左にずれている。これは実際には海水がレーダ方向に動いているためである。従って、このピークのずれ Δf を測ることにより、海流の速度を求めることができる。ただし、この速度は視線方向成分だけなので、流速ベクトルを計測するにはレーダを2台用いる必要がある。

3 観測概要 使用したVHFレーダの性能諸元は次の通りである。ビームの周波数は41.9MHzでHFレーダの約2倍である。視線方向の距離分解能は500m、測定範囲は0.5~50km、流速測定精度は2.89cm/s、測定流速は海面下30cmの流速に相当する。観測期間は1997年10月23日から11月26日である。図-2に対象海域と各測点およびレーダの照射図を示す。VHFレーダは西名古屋火力発電所構内(st-A)と川越火力発電所構内(st-B)のいずれも海際で対象海域が見とおせる場所に設置した。ビーム照射角はst-Aが9°刻み、st-Bが6°刻みでそれぞれ11方向、1ビームあたりの測定時間は5分間とした。従って対象海域全域の流速分布は1時間毎に得られることになる。また、検証用データの取得のためレーダ観測と同様の期間において2つの測点(st-1,2)、海面下1.2mの2層において流速連続観測を実施した。波浪影響の大きい海面下1mは電磁式流速計、海面下2mはアーンデラー流速計を用いた。なお、その他にプロベラ流速計(CM-2)を用いた船上観測と表層(0.5m)の水温塩分の観測を数日間実施した。

4 観測結果 VHFレーダにより観測された表層流速分布の一例として平成9年10月23日の3時間毎(図-3の潮位図参照)の平面分布を図-4に示す。図-4の上段と下段はともに左から下げ潮、干潮、上げ潮、満潮のものである。この日は日潮不等が大きく下段に較べて上段の方の潮位変動が大きい。気象状態は平穏(平均風で2m/s弱)であった。また、10月はほとんど降雨はなく観測期間中の河川からの淡水流入量は小さかったと考えられる。図-4を時系列的にみていくと、流れが時計方向に徐々に転流している様子がみてとれる。特に、(a)~(d)にみられるように愛知県側では南下流が強く、(e)~(g)では三重県側で北上流が強い傾向がある。これらの結果から杉山ら³⁾が示した時計廻りの残差流の存在がうかがえる。

で北上流が強い傾向がある。これらの結果から杉山ら³⁾が示した時計廻りの残差流の存在がうかがえる。以上のように、今回のレーダ観測結果は定点観測ではあまり意識されることはなかったが、平面的な流速パターンの変化をより鮮明にとらえているものと考えられる。広域の流速分布の連続的な変化は過去に行われた海上観測では十分に把握されておらず、海洋レーダーによる観測により大規模な湾などの流動特性を把握できると期待される。

参考文献: 1) 坂井伸一・水鳥雅文ら: 2 台の短波海洋レーダによる福島沖の流動観測, 水工論文集, pp789-794., 1994. 2) 徳田正幸・村上和男ら: VHF レーダ沿岸海洋レーダーの開発と流れの観測, 海岸工学論文集, pp1276-1280, 1997. 3) 杉山陽一・藤原建紀ら: 伊勢湾北部海域の密度成層と残差流, 海岸工学論文集, pp291-295, 1994.

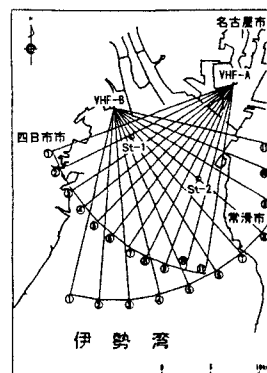


図-2 観測海域と電波照射図

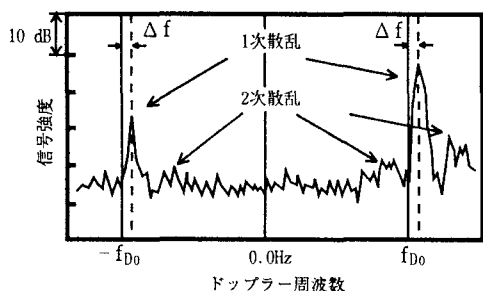


図-1 受信されたドップラースペクトル

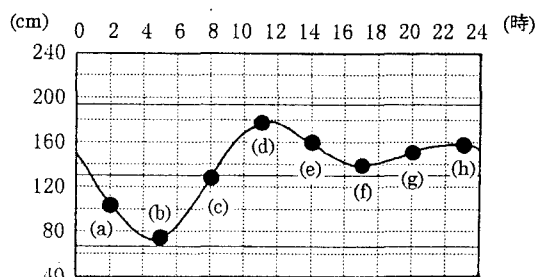


図-3 観測時の潮位変動

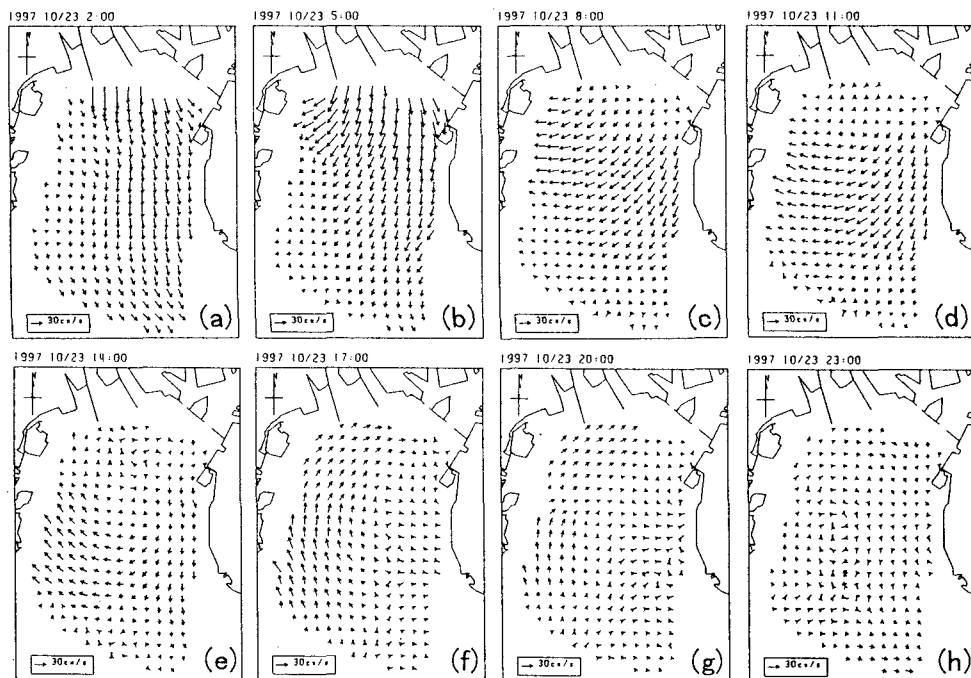


図-4 VHF レーダーによる観測結果 (平成9年10月23日)