

海洋短波レーダーによる下北半島沿岸域の観測

公益財団法人日本海洋科学振興財団 中山 智治・渡邊修一

1.はじめに

下北半島沿岸域における詳細な流動場を把握するため、観測ブイによる定点の時系列観測に加えて、海洋短波レーダーによる空間的かつ連続的な表層流の観測を行った。本報告では、係留式ブイ（観測ブイ）で計測した流向流速・風向風速と海洋短波レーダーによる観測結果を整理して、下北半島沿岸域の流動場にみられる特徴について報告する。

度～155度)を求めた(図2)。また、図3に示す係留式ブイによる観測結果のデータについても合わせて解析を行った。

表1 海洋短波レーダーの諸元一覧表

項目	性能等	
機種	SeaSonde (CodarOceanSensors社製)	
使用周波数	41.75~42.05MHz	
周波数掃引幅	300KHz	
レーダー形式	FMICW方式	
送信出力	25W	
掃引繰り返し周波数	4Hz	
アンテナ	型式	垂直モノポール型(送受)、 クロスループ型(受信)
	偏波	垂直偏波
観測性能	距離分解能	500m
	観測範囲	約0.5km~16km
	計測最大値	2.36m/sec
	流速分解能	2.89cm/sec
	方位分解能	5度

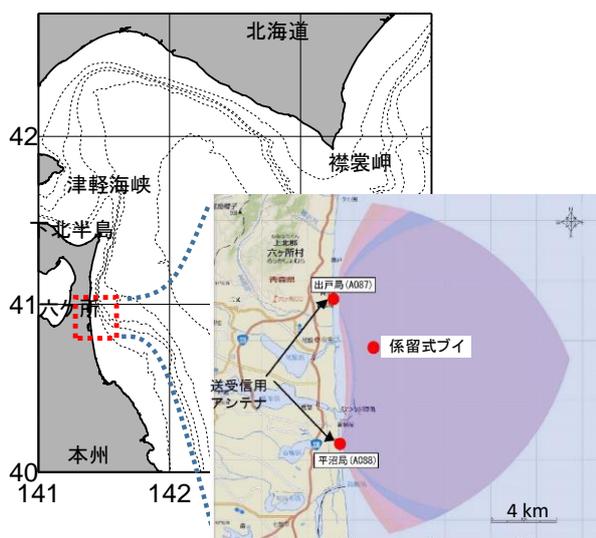


図1 海洋短波レーダー観測位置及び観測範囲と係留式ブイ位置

2.観測方法

海洋短波レーダー(42MHz)の送受信アンテナを青森県六ヶ所村出戸と平沼に二つの局を設置し、図1に示す海域を観測対象として、2011年9月26日~10月12日に15昼夜連続観測を行った。データは視線方向ベクトル(方向分割5度、平均化時間37分、データ間隔30分)から、各格子点の合成ベクトル(流向流速データ:500m格子、平均範囲半径1km、採用交角25

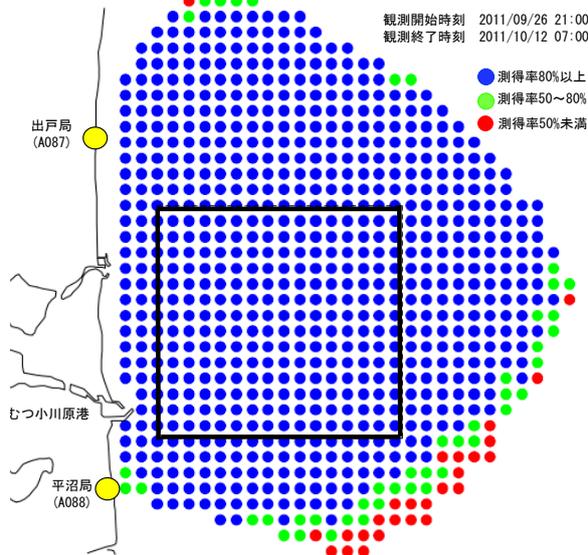


図2 流向流速データを求めた格子点と測得率



図 3 係留式ブイ

観測ブイ計測項目：

- γ線 (4m 深)
- 水温、塩分 (4m 深)
- 流向流速 (10層 鉛直方向)
- 気温、風向風速

3. 観測結果

(1) 海洋短波レーダーと ADCP

海洋短波レーダーで観測された流速データと係留式ブイに搭載された ADCP によって観測された流速データ (以下、ADCP) を図 4 に示す。海洋短波レーダーと ADCP の流速変動は概ね同じような変動傾向であったが、海洋短波レーダーの変動幅が観測ブイに比べて大きい期間がみられる。特に東西成分については、ADCP 8m 深の流速に比べて、海洋短波レーダーの流速は細かな変動が多い (図 4 青矢印)。南北成分では 10 月 8 日前後において、ADCP 8m 深の流速に比べて海洋短波レーダーの流速が大きい状態が継続している (図 4 青ハッチ)。この期間は、深度が浅いほど ADCP の流速が大きく (北向き)、鉛直的なシア構造が推察される。海洋短波レーダーの流速は ADCP 8m 深の流速よりもさらに大きくなり、シア構造に矛盾しないと考えられる。このように海洋短波レーダーによる表層の計測では、ADCP による計測 (8m 以深) で観測できない細かな流速変動や大きな流速が計測されていると考えられる。

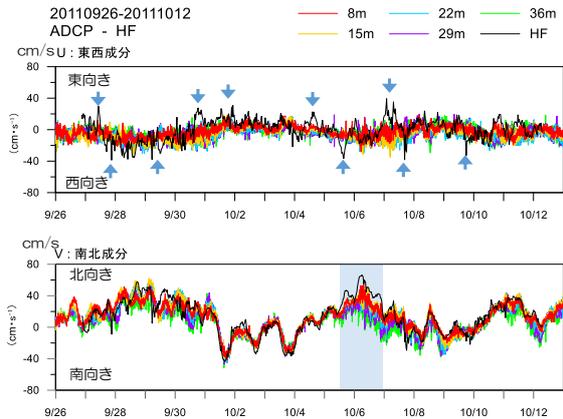


図 4 ADCP による流速と海洋短波レーダー (HF) による流速

(2) 調和解析

2011 年 9 月 26 日～10 月 12 日について、各格子点における主要 4 分潮 (K1、O1、M2、S2) の調和解析を行った (図 5～8)。K1、O1 の日周潮は、それぞれ 10 cm/s 程度の振幅であるが、M2、S2 の半日周潮は数 cm/s 以下の振幅であり、日周期が卓越していることがわかる。

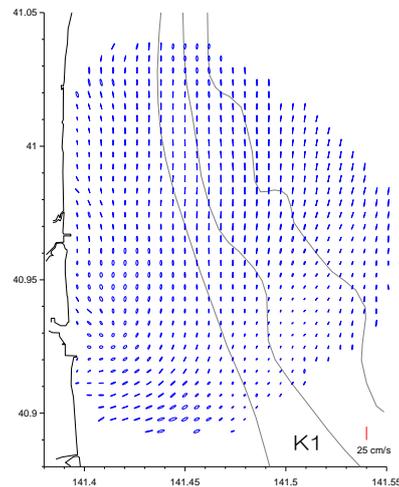


図 5 潮流楕円 (K1)

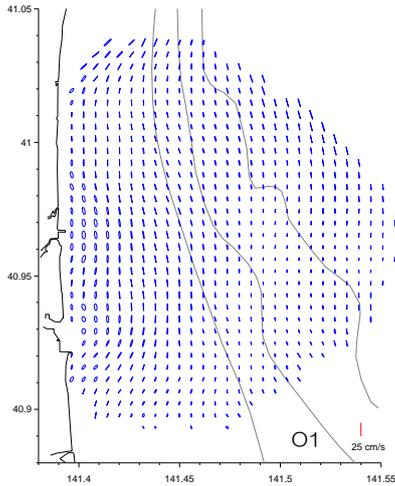


図 6 潮流楕円 (O1)

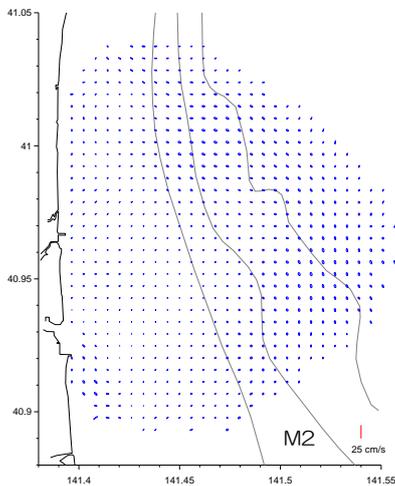


図 7 潮流楕円 (M2)

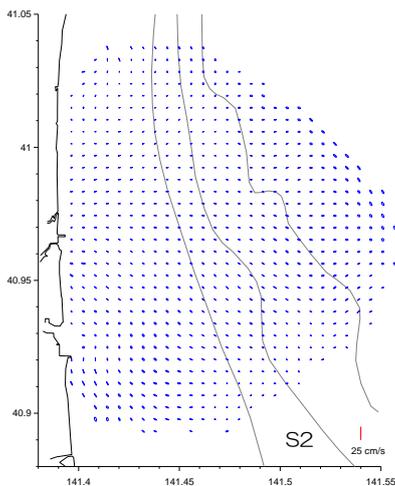


図 8 潮流楕円 (S2)

(3)25 時間移動平均

日周期より長い変動を見るため、図 9 に示す 16 点について、流れの南北成分を 25 時間移動平均し、図 10 に示す。全地点で南向きの流れが 10 月 3 日、8 日は強く、9 月 28 日、10 月 6 日は弱くなっており、一週間程度の周期で変動しているように見える。また、変動の振幅は St.15、St.16 で大きく、St.13 では小さくなっていて、大きさは地点によって異なっていた。

さらに、この変動について検討するために、観測ブイに近い St.5 の流速、観測ブイで測定されている風速、むつ小川原港の水位について 25 時間移動平均したものを図 11 に示す。先に述べたように流速の南北成分には 1 週間程度の周期変動が見られるが、風にも同様に一週間程度の周期的な変動が見られる。9 月 29 日、10 月 6 日を見ると、同時に流速と風速の北向き成分が強くなっており、流れ場と風が対応していることが示唆される。また、この変動はむつ小川原港の水位にも表れており、北向きの流れが強くなる時に、水位が下がっている。このような水位と流速の関係は地衡流として説明できると考えられるが、風、流れ、水位に関する変動のメカニズムについてはさらに詳しい解析が必要である。

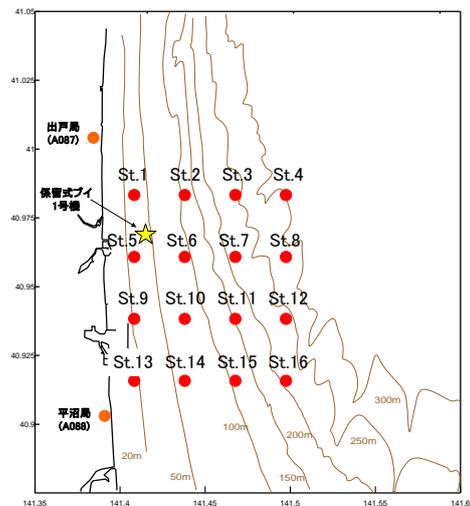


図 9 海洋短波レーダー測点図

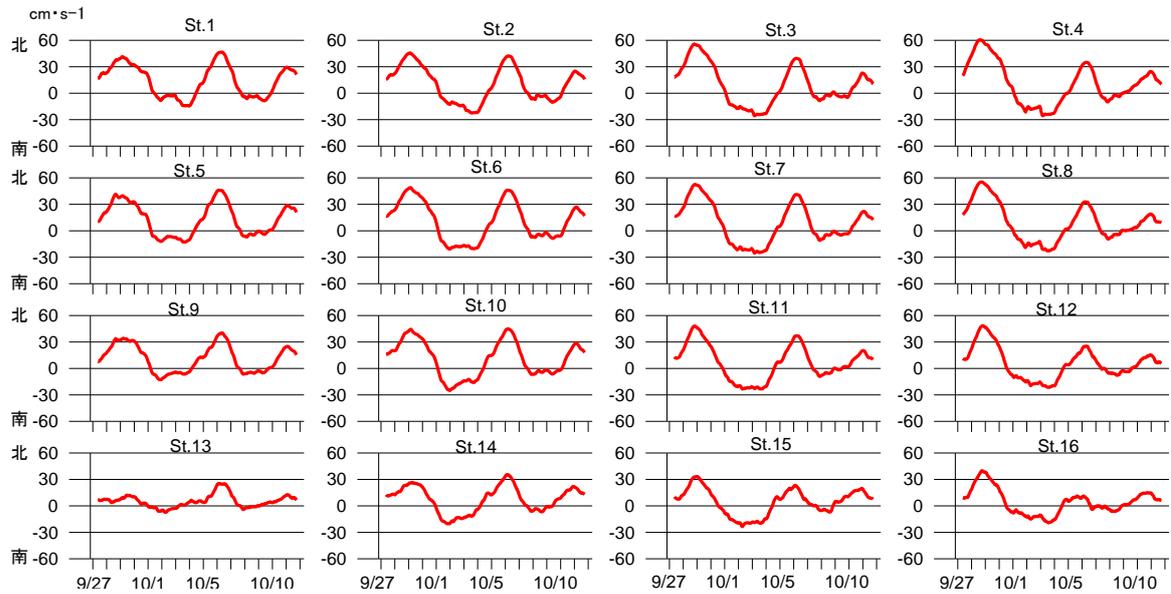


図 10 流速の南北成分の 25 時間移動平均(9 月 27 日～10 月 11 日)

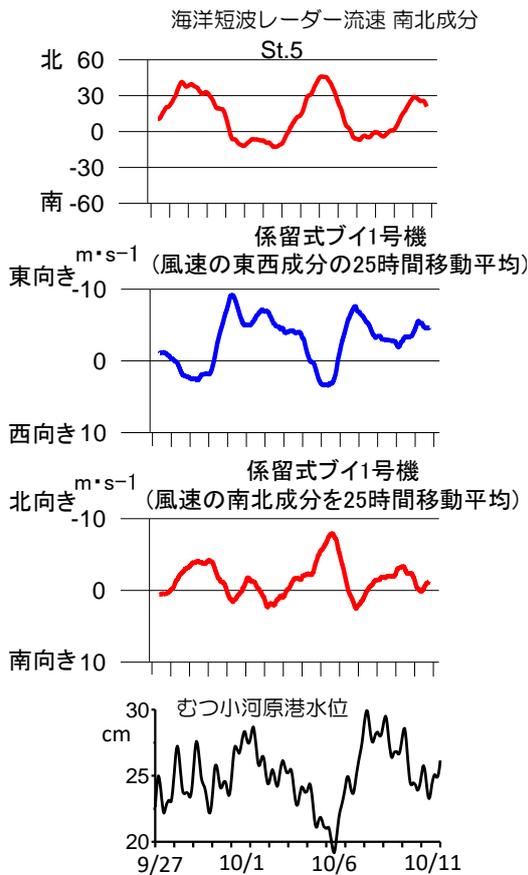


図 11 海洋短波レーダー流速、係留式ブイ風速、むつ小川原港水位 (9/27～10/11)

(4) 海洋短波レーダーで観測される表層の流れ

海洋短波レーダーでは、表層約 30cm の流れを計測しており、係留式ブイに搭載された ADCP よりも浅い深度の流速を計測している。そこで、海洋短波レーダーと ADCP による観測結果の比較から、ADCP では測定できていない海面近くの流れの特徴について解析を行う。先に述べたよう (図 4) に、海洋短波レーダーの流速の東西成分では ADCP 観測とは異なる細かな流速変動 (1 日程度以下の変動) が見られる。また、ADCP 観測の 8m 深～36m 深にはそれほど流速に違いは見られないことから、8m 深よりも浅い表層の流速だけが変動していると考えられる。そこで、海洋短波レーダーだけに観測されている流速変動を調べるために、図 12 に海洋短波レーダーと ADCP 観測 (8 m 深) との流速差、係留式ブイにおける風速について、1 日周期以下の変動成分を抜き出し東西成分、南北成分を示した。海洋短波レーダーと ADCP 観測 (8m 深) の流速の差をとることは、表層の流速から 8m 深以下の流速変動を取り除くことになり、8m 以浅だけにみられる流れを表していると考えられる。東西成分は観測期間を通

して、西向きの風には西向きの流れ、東向きの風には東向きの流れが対応している。また、流速と風速のXYプロット(図13)から、風速数m/sに対して10cm/s程度の流速変動が対応していることが推察される。南北成分についても東西成分ほど明確ではないものの同様な関係が見られる。これらのことから、表層には8m以深には見られない流速変動が存在し、風に対応していることが示唆される。

4. まとめ

海洋短波レーダーによる表層流観測、係留式ブイによるADCP観測・風向風速観測から、流れと風の関係について、その特徴を簡単にとりまとめたが、今後はそのメカニズム等についてさらに解析を進める必要があると考える。

5. 謝辞

本発表は青森県が実施した「六ヶ所村沖合海洋放射能等調査」の成果を活用したものです。御礼申し上げます。

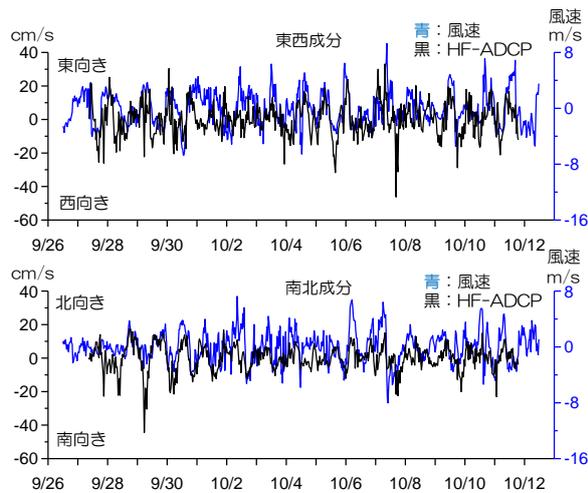


図12 海洋短波レーダーとADCPの差(流速)と風速の比較(1日周期以下の変動成分)

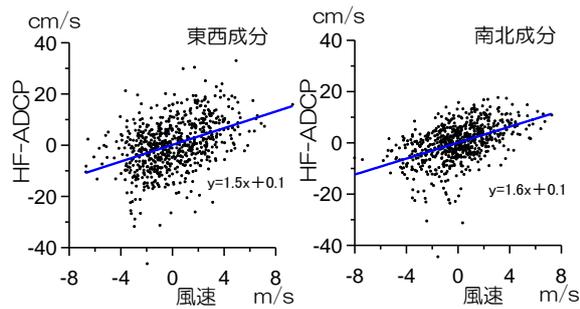


図13 海洋短波レーダーとADCPの差(流速)と風速の比較(1日周期以下の変動成分)