

短波海洋レーダによる宗谷暖流の観測

江淵 直人・深町 康・大島 慶一郎・白澤 邦男・石川 正雄・高塚 徹・大坊 孝春・若土 正暁

1. はじめに

宗谷海峡域および紋別沖の海況のモニタリングを目的として5局の短波海洋レーダを設置した。本報では、この海洋レーダシステムの概要を紹介するとともに、宗谷海峡域において行った漂流ブイとの比較実験の結果、巡視船の ADCP 観測データとの比較結果、および宗谷暖流の季節変動に関する解析結果について報告する。

2. 短波海洋レーダシステムの概要と観測例

短波海洋レーダは、沿岸のレーダ局から送信した短波帯の電波が、海面から後方散乱される信号を受信し、そのドップラーシフトから、海洋表層の流速を計測するものである。一つのレーダ局によって、視線方向（レーダ局に近づく、もしくは遠ざかる方向）の流速成分が観測できるので、同一海域を複数のレーダ局によって観測することにより、表層の流速・流向を計測できる。

北大低温研海洋レーダシステムは、宗谷海峡域の3局（ノシャップ岬、宗谷大岬、猿払）および紋別沖海域の2局（紋別、雄武）からなる。レーダ局の位置および想定される観測範囲を図1に示した。各局とも米国 CODAR Ocean Sensors 社製の SeaSonde を採用した。宗谷海峡域の3局は観測周波数が 13.9 MHz で、空間分解能は 3 km、観測レンジは 60~70 km で、宗谷海峡全域をカバーできるように設定した。宗谷海峡域3局の諸元を表1に示した。紋別沖海域の2局は、観測周波数を 24.5 MHz とし、空間分解能 1.5 km、観測レンジ 40~45 km として、沿岸のより小さいスケールの流速場を捉えるとともに、冬季の海氷域における海水の漂流速度の観測の可能性についても調べることを考えた。観測時間間隔は両海域とも1時間に設定した。

各レーダ局および札幌の低温研内に設置した中央局は ISDN 回線によって結ばれ、レーダ局の監視、制御、データ収集などが自動的に行われるシステムになっている。また、2005年9月より、リアルタイムの観測データを環オホーツク観測研究センターのホームページで一般公開しており、6時間毎の最新データおよび過去25時間のアニメーションを見ることができる。

図2に観測された流速場の一例として、2003年8月17日20時（日本時間）の流速ベクトル場を示した。宗谷海峡から猿払沖へ南東方向に流れる宗谷暖流が

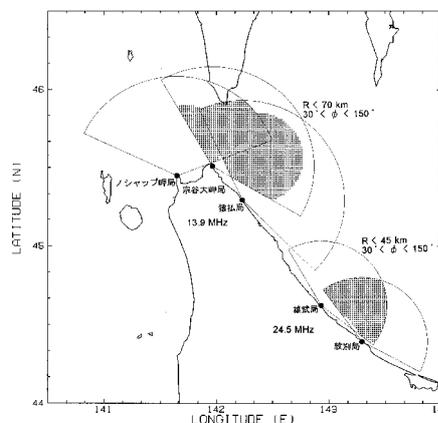


図1. レーダ局の位置および観測範囲

表1. 宗谷海峡域3局の諸元

変調方式	FMICW
中心周波数	13.946 MHz
掃引周波数帯幅	50 kHz
掃引時間間隔	0.5 s
送信出力	80 W (max), 40 W (ave)
レンジ分解能	3.0 km
アジマス分解能	5 deg.
流速分解能	2.25 cm/s
送信アンテナ	twin monopole
受信アンテナ	single cross loop

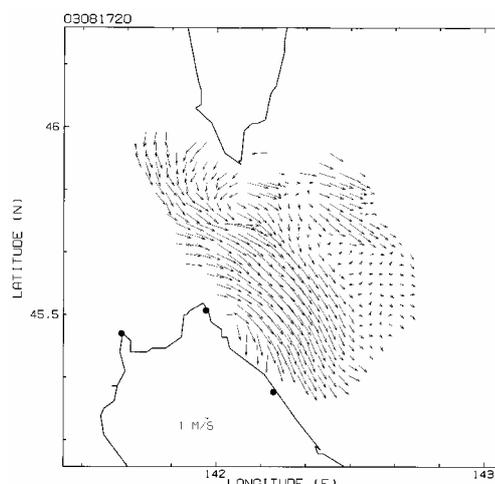


図2. 2003年8月17日20時（日本時間）の流速ベクトル場

捉えられている。また、Ohshima (1994) が数値モデル実験で示したサハリン西岸を南下し宗谷海峡を通過する流れも明瞭に現れている。

図3に示した A~I の代表点について、毎時の流速のスティックダイアグラムを図4に示した。いずれの点でも、日周潮成分が卓越する様子が示されている。また、宗谷暖流が流れる E, F, H, I の各点では、南東向きの強い平均流と日周潮の潮流を重ねた変動を示している。

3. 漂流ブイ観測との比較結果

海洋レーダとの比較を目的として、2003年12月~2005年11月に宗谷海峡域において計13基のオーブコム衛星システム対応型漂流ブイ（ゼニライト社製 ZTB-R1）を投入し、毎時の位置を追跡した。図5に、ブイの漂流速度とレーダで観測された流速と

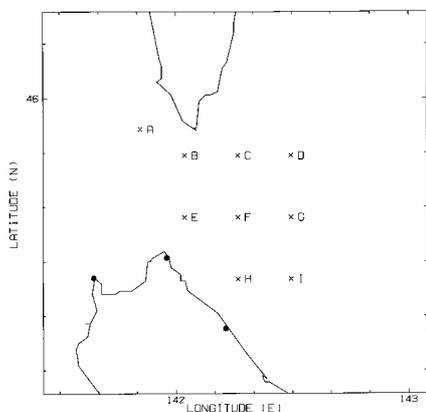


図3. 代表点の配置

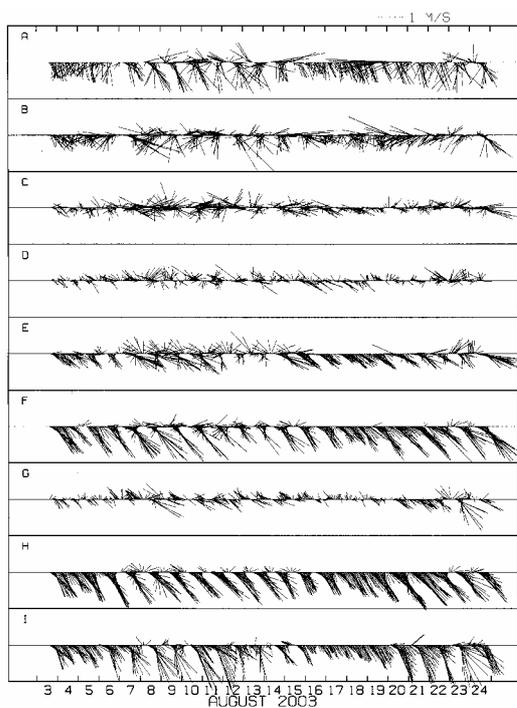


図4. 代表点における流速ベクトルの変動

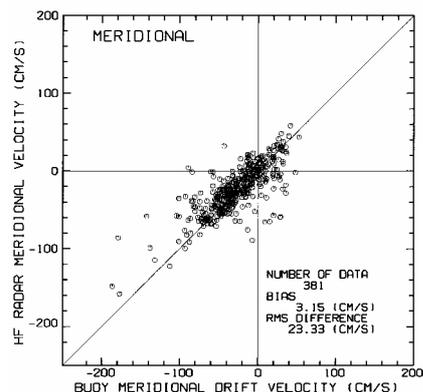
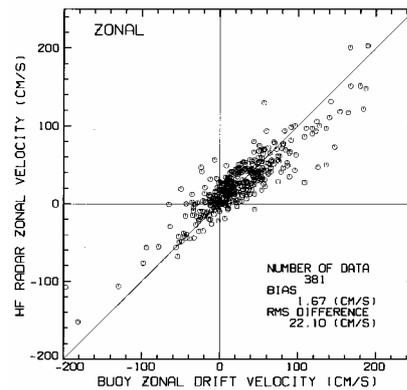


図5. 漂流ブイの移動速度との比較結果 (上段: 東西成分, 下段: 南北成分)

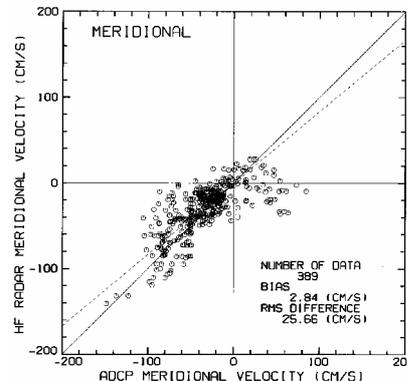
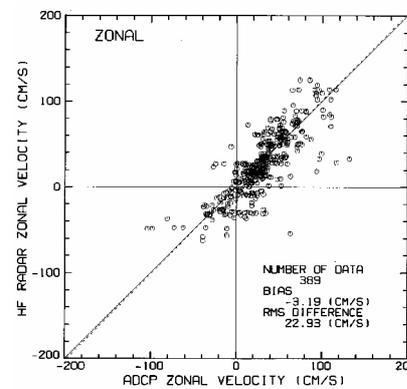


図6. 船舶搭載 ADCP 観測データとの比較結果 (上段: 東西成分, 下段: 南北成分)

1 時間毎の値の比較結果を示す。東西成分、南北成分とも、非常によい一致を示し、残差の標準偏差は 20 cm/s 程度であった。

4. ADCP 観測データとの比較結果

第一管区海上保安本部 海洋情報部より提供いただいた巡視船による ADCP 観測データとの比較を行った。最浅観測層の 5 分毎の生データを 15 分移動平均して、船の移動距離と海洋レーダの分解能 (3 km) がほぼ一致するようにした。比較結果を図 6 に示す。東西成分、南北成分ともよい一致を示し、残差の標準偏差は 20 cm/s 程度であった。漂流ブイとの比較結果に比べて若干ばらつきが大きいのは、ADCP と海洋レーダの観測深度の違いによるものと考えられる。

5. 宗谷暖流の季節変動

潮流成分を除いた宗谷暖流の変動を見るために、各格子点の時系列データに 25 時間の移動平均を掛けた後、日平均値を計算した。図 7 に示した浜鬼志別沖のラインを横切る南東流成分の月平均プロフィールを図 8 に示した。

このラインでは、宗谷暖流は幅 40~50 km にわたり、最大流速は岸から 20~30 km に存在する。また、最大流速は、8 月~9 月に最大となり、1 m/s を超える値を示している。また、1 2 月から急激に流速が弱くなる様子が見られる。これらの特徴は、過去の船舶観測、係留観測等で知られている宗谷暖

流の特徴 (例えば、青田, 1975; 1984; 松山他, 1999 など) とよく一致している。

宗谷暖流の駆動源は、日本海とオホーツク海の水位差と考えられており、水位差の変動と宗谷暖流には密接な関係があることが知られている (例えば、青田, 1975; 1984; 松山他, 1999)。図 7 のラインを横切る南東流成分から求めた宗谷暖流の表面流量と稚内~網走の潮位差の日平均値の比較を図 9 に示した。稚内、網走の毎時潮位データに 48 時間タイドキラーフィルターを施した後、日平均潮位を求め、気象官署の日平均気圧データで気圧補正を行って、潮位差の日平均値を求めた。10 日前後の短周期の変動および季節変動について非常によい一致が見られる (相関係数は 0.75)。

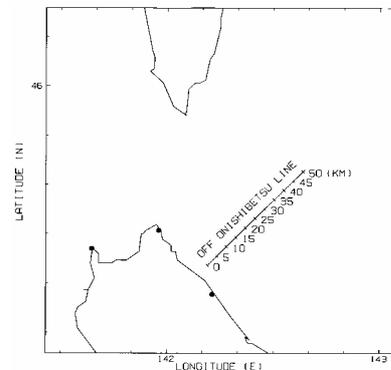


図 7 . 浜鬼志別沖ラインの位置

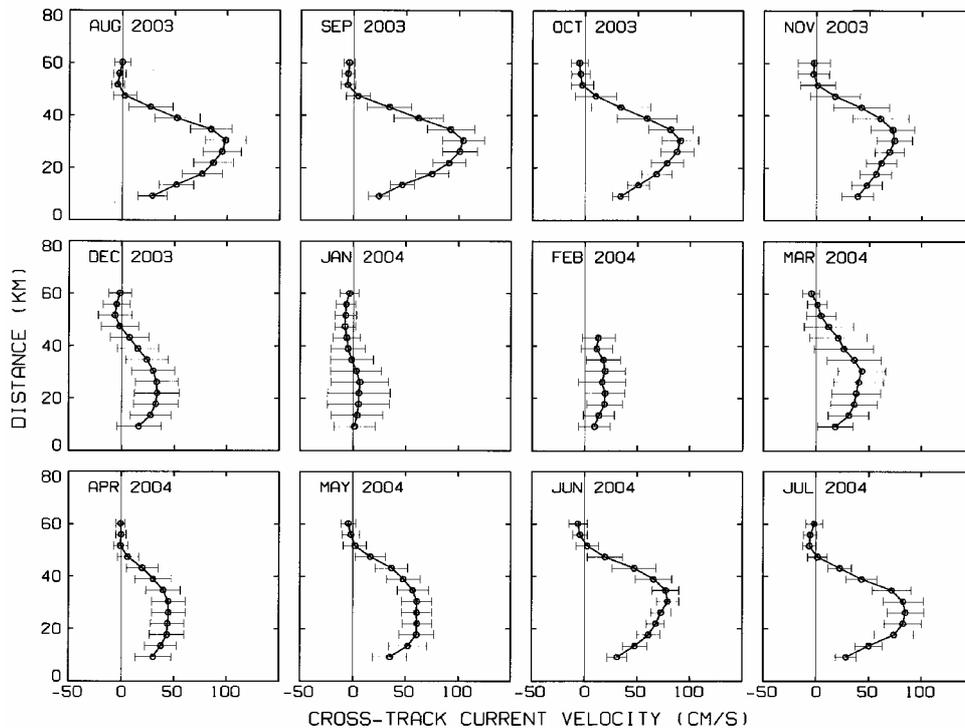


図 8 . 浜鬼志別沖ラインを横切る南東流成分の月平均プロフィール

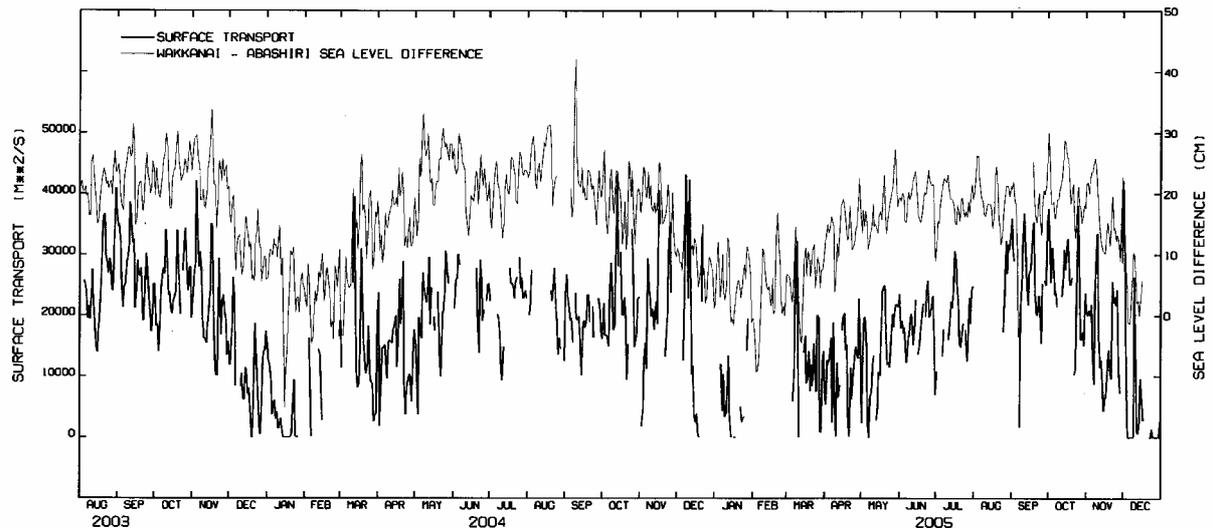


図9. 浜鬼志別沖ラインを横切る南東流の表層流量（太線）と稚内ー網走の水位差（細線）

謝辞

短波海洋レーダ局の設置に関して、北海道稚内土木現業所、網走土木現業所、紋別市、雄武町、猿払村、宗谷漁協、猿払漁協、紋別漁協、稚内市青少年科学館、稚内市江戸正治氏のご協力をいただいた。また、漂流ブイ観測を行うにあたり、北海道立中央水産試験場海洋環境部長 大槻 知寛 氏、同 主任研究員 田中 伊織 氏、稚内水産試験場資源管理部長 吉田 英雄 氏、稚内水産試験場 試験調査船 北洋丸の船長ならびに乗組員、乗船研究員の皆様のご協力をいただいた。巡視船による ADCP 観測データは、第一管区海上保安本部海洋情報部より提供を受けた。沿岸潮位のデータは日本海洋情報センターのウェブ

サイトから、気圧の日平均データは気象庁ウェブサイトから取得した。関係各位に深謝する。

参考文献

- 青田昌秋, 1975, 低温科学, **33**, 151-172.
- 青田昌秋, 1984, 沿岸研究ノート, **22**, 30-39.
- 花輪公雄・三寺史夫, 1985, 沿岸研究ノート, **22**, 67-82.
- Ohshima, K.I., 1994, *J. Geophys. Res.*, **99**, 9928-9940.
- 松山優治・青田昌秋・小笠原勇・松山佐和, 1999, 海の研究, **8**, 333-338.