

海洋短波レーダーデータの紹介とデータ検証の続報

佐々木建一・山本秀樹・渡邊修一・脇田昌英
国立研究開発法人海洋研究開発機構むつ研究所

1. はじめに

海洋研究開発機構むつ研究所（以下、むつ研究所）では、陸域周辺海域における海洋環境の変動を捉えることを目的に、津軽海峡を試験海域として観測研究を行っている。その観測網の一つとして海峡東部に海洋短波レーダー（以下、HF レーダー）を設置し、2014 年 4 月より海表面の流向流速を準リアルタイムで継続的に計測している。この観測の概要については 2014 年の本報告会にて紹介した通りである（佐々木ら 2015）。HF レーダー観測はリモートセンシング技術であるため、現場観測データを用いた検証が不可欠である。むつ研究所は、北海道大学との連携協定の下で北海道大学附属練習船「うしお丸」による海洋観測を年に数回実施しており、レーダーデータ検証を目的と

して 1 ヶ月間程度の電磁流速計係留観測を年に 1 - 2 回の頻度で行っている。その一部は 2016 年の本報告会で紹介した（佐々木ら 2016）。本稿では、HF レーダー観測で得られたデータの一部を紹介すると共に、データ検証実験結果の続報をまとめることとする。

2. 津軽暖流の季節変動

津軽海峡は、対馬海流からの分岐流である津軽暖流が北太平洋に通り抜ける水路になっている。その津軽暖流の変動は周辺海域の海洋環境に大きく影響するであろう。東経 141 度 15 分ライン上のレーダーデータについて東西成分のみを抽出し、各月毎の平均流速を算出した（図 1）。

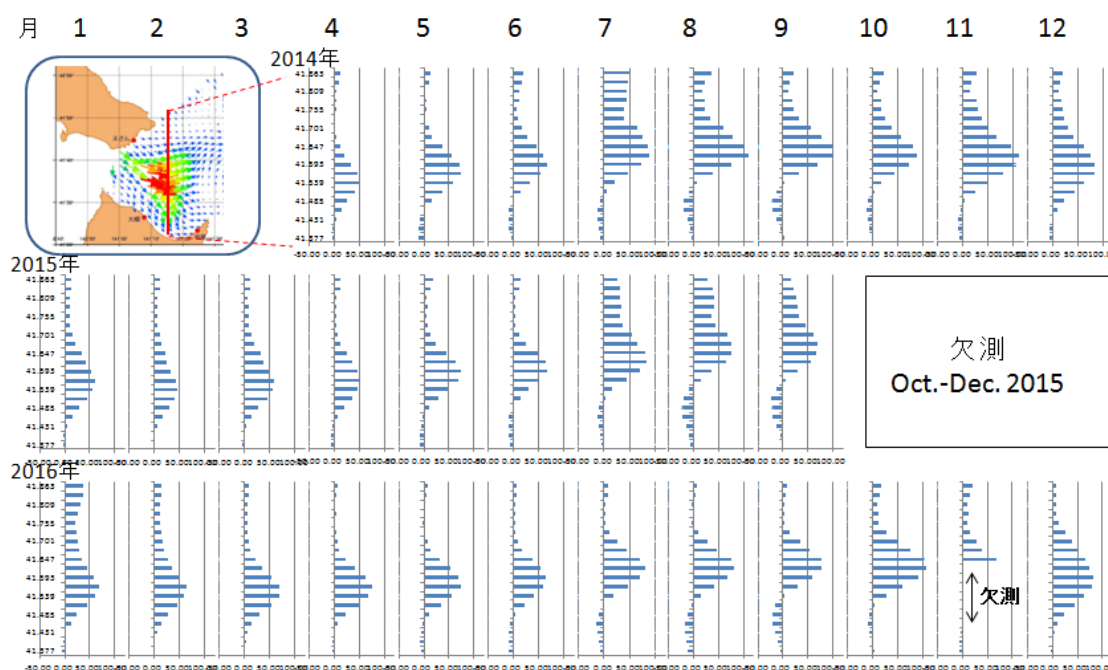


図 1. 東経 141 度 15 分ライン上の表面流速東西流成分の月平均

津軽暖流の影響により、全体的に東向きの流れが卓越していた。表面流速が最も早い流軸の緯度が季節的に変動しており、1-4月には海峡の南側（北緯 41.54 度付近）に位置しているが、その後徐々に北上し、夏から秋に掛けては北緯 41.67 度付近を流軸とする流れとなっていた。また、その平均流速も流軸が南部にある冬期は 50-70cm/s と低く、流軸の北上と共に流速は上がるという季節変動を示した。北太平洋に流出した後の津軽暖流の流れは、三陸沿岸沿いに南下する沿岸モードと、北海道南部海域まで広がる渦モードが季節毎に切り替わることが広く知られており、海峡内の流軸或いは流速の季節変動と密接に関連している可能性が高い。これらの変動は、周辺海域での熱・物質収支の変動、さらには生物生産・漁業資源などにも影響を与えるであろう。今後、定量的な解析への発展が期待される。ただし、HF レーダーで計測できるのは表面流速のみなので、その他の海洋観測データや数値モデルなどを組み合わせた解析が必須となる。

3. データ検証

リモートセンシング技術である HF レーダーデータを定量的な解析に使用するならば、なおさらそのデータ検証の重要性は高くなる。むつ研究所では、これまでに計 5 回の電磁流速計係留による現場観測をレーダ観測海域で行っている（うち最初の 1 回は試験として 1 日程度のデータ取得に終わっている）。2015 年 9 月上旬から約 1 ヶ月間行った現場観測との比較では、流速の南北成分（V 成分）は比較的良好に一致するが、東西成分（U 成分）は HF レーダーデータが過小評価していると思われる結果が得られている（佐々木ら 2016）。その後、追実験として 2016 年 5 月、9 月、そして 2017 年 9 月と 3 回の現場観測を行った。ここでは、

それらを続報として紹介する。

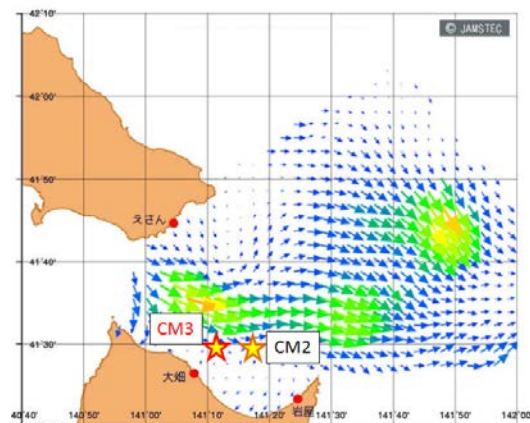


図2. 観測地点の地図。HF レーダー計測範囲を示すため、流況図上に重ねた。

2016 年 5 月と 9 月に観測点 CM2 で係留観測を行った（図 2）。この点は 2015 年 9 月に行った係留観測（佐々木ら 2016）と同じで、係留系の構成もほぼ同じである。水深約 2.5m の電磁流速計データをレーダーデータと比較すると、2015 年 9 月の結果と同様に、V 成分は良好一致を示した（図 3 a および図 4 a）。

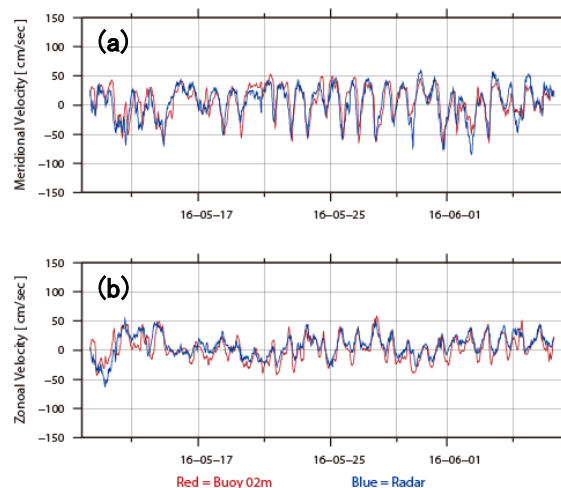


図3. 2016 年 5 月から 6 月にかけて行った CM2 での電磁流速計係留観測（現場観測）と HF レーダーデータとの比較。

a: 南北流成分の時系列変動の比較。赤線が現場観測データ、青線が HF レーダーデータを示す。

b: 東西流成分についての同様のグラフ。

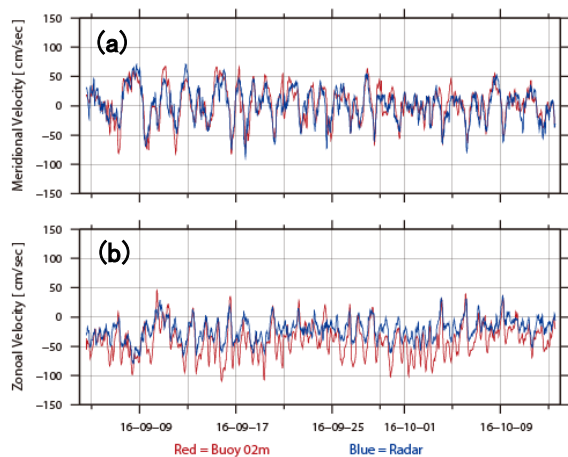


図4. 図3と同様のグラフで、2016年9月上旬から10月上旬にかけての観測についてのもの。

U成分は、流速が低い5月期には比較的良好一致をしているが、流速が早くなる9月には以前の結果と同様にHFレーダーデータが過小評価している可能性を示す結果となった(図3bおよび図4b)。これらの結果から、U成分流速が大きくなるとHFレーダーが追従できず、過小評価となるものと思われる。

津軽海峡に導入されているCODAR社製のダイポール・クロスループアンテナを用いたHFレーダーは、レーダー局のアンテナパターンにデータが大きく左右される計測方式となっており、視線角が少し違えば全く異なる結果となることも予想される。2017年9月には、これまでの観測点より少し西方に設定したCM3での係留観測を行い、同様の比較を行った(図5)。HFレーダーがU成分で過小評価気味である点はこれまでと同様であった。さらにV成分についてもHFレーダーが若干過小評価をしている可能性を示す結果となった。ただし、変動パターンには大きな不一致はなかった。前節で述べた流況パターン解析については信頼できると思われるが、流速の絶対値は全体的に過小(あるいは場所によっては過大)評価されている可能性がある。これらの原因は現時

点で完全には把握しきれていないが、先に述べたアンテナパターンの検討、各局からの視線流速データをベクトル合成する際のパラメータチューニングなど、現在いくつかの可能性を探っており、一部の検討結果では改善傾向が見られている。一定程度の検討が終了した時点でHFレーダーシステムに反映し、より質の高い流向流速データを取得していく予定である。また、過去のデータに遡って再計算できる場合もあり、データ公開システム上のアーカイブデータも更新される可能性がある。

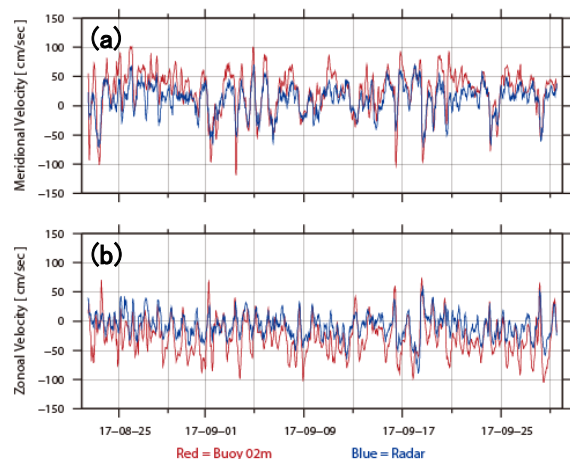


図5. 観測点CM3で2017年8月下旬から9月下旬にかけて行った係留観測結果とHFレーダーデータの比較。様式は図3、4と同様。

4. まとめ

津軽海峡東部で継続している海洋短波レーダー観測データから、津軽暖流の流軸や流速の季節変動パターンが明らかとなった。ただし、現場観測データを用いたデータ検証の追実験では、海洋短波レーダが流速の定量性には問題が残されている可能性が示された。その原因については今後も調査することとしている。

5. 謝辞

HFレーダー地方局の設置にあたり、北海

道函館市えさん漁業協同組合、青森県むつ市大畑町漁業協同組合、青森県東通村岩屋漁業協同組合の関係者各位にご理解とご協力を頂いた。データ検証用の係留観測には、北海道大学水産学部附属練習船「うしお丸」の船長および乗組員、大畑町漁業協同組合所属の「第五十八 八王丸」、「第八十八 金亀丸」、「第十八 金城丸」の船長および乗組員および同漁業共同組合職員の方々にご協力頂いた。HF レーダーデータと現場観測データの比較に際し、データベース化や作図について株式会社マリン・ワーク・ジャパンの橋向高幸氏のご協力を頂いた。ここに深く感謝申し上げる。

6. 参考文献

- 佐々木建一、渡邊修一、脇田昌英、田中義幸、山本秀樹、津幡圭介、吉川泰司（2015）海洋短波レーダーによる津軽海峡東口表面流観測. 東北海区海洋調査技術連絡会報、64、16-19.
- 佐々木建一、渡邊修一、山本秀樹、脇田昌英、田中義幸（2016）津軽海峡東部海洋短波レーダー観測について～データ公開と検証の試み～. 観測. 東北海区海洋調査技術連絡会報、65、47-52.