

## 可視画像を用いた離岸流観測に関する研究

筑波大学 学生会員 ○桜井 崇  
筑波大学 学生会員 山川 泰司

筑波大学 学生会員 町田 龍亮  
筑波大学 正会員 武若 聡

## 1. はじめに

海難事故対策として、離岸流をより迅速に発見、観測する手法の確立が期待されている。Xバンドレーダはマイクロ波を海面に向かって照射し、その反射（エコー）を捉える。エコーデータを画像表示することにより、波浪場の状況を知ることができる。エコーは波峰から強く発生することが知られている。この性質を利用したXバンドレーダでの離岸流観測（山川・武若<sup>1)</sup>, 2006）の有効性を確認するため、ビデオカメラや写真で捉えた画像とXバンドレーダで得られる画像との比較を試みた。カメラ画像を地上平面座標に変換し、レーダ平均画像の座標系とあわせることにより、レーダ画像に捉えられているパターンに関する検討を行った。

## 2. 航空写真とレーダ画像の比較

### 2. 1. レーダ観測

レーダ観測は茨城県鹿島郡波崎町にある（独立行政法人）港湾空港技術研究所の観測栈橋HORSで行った。後浜にある研究施設の屋上にXバンドレーダを設置した。Xバンドレーダの観測範囲は観測栈橋を中心に沿岸方向5556m、岸沖方向2778mの範囲であり、2秒間に一枚1024×512画素の画像を得る。約17分間分の画像、512枚の輝度値を平均化した画像を本研究では、航空写真やビデオ画像と比較した。平均画像の例を図-1に示す。画像中央部に輝度が高く白い線状に写っているのが観測栈橋であり、横方向に伸びる輝度の高い線が汀線である。

### 2. 2. 航空写真の座標変換

レーダ平均画像と碎波の状況とを比較するため、観測栈橋付近の上空から撮影した航空写真（斜め写真、2007年4月12日14時50分から15時の間に撮影）を単写真標定によりレーダ観測座標系に変換し、レーダ平均画像と比較した。単写真標定とは1枚の写真の中に成り立つ共線条件を用いて、写真座標系と地上座標系との関係を確立することである。航空写真とレーダ画像両者に写る4つ以上の標点から、航空写真とレーダ画像の対応関係を求め、航空写真をレーダ画像の座標系に変換した。なお、両者に4つ以上の標点

見つからなかったときは、国土地理院の1/25000の地図から読み取った値を補助的に使用した。図-2に変換前の航空写真と、座標変換後の写真を示す。座標変換した4枚の写真の輝度を平均し1枚の画像を作った（図-3）。図-3と図-1を比較すると、碎波帯のパターンがほぼ一致しているのを見て取れる。このことからレーダ平均画像は、碎波のパターンをよくあらわしていることを確認した。

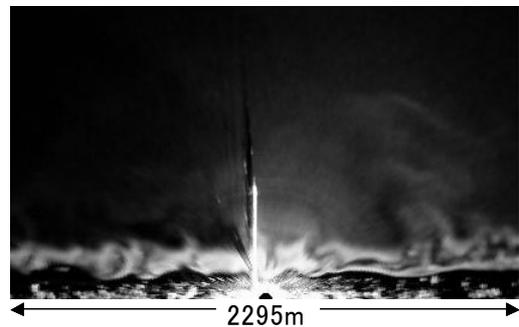


図-1 レーダ平均画像  
(2007年4月12日15時からの平均化画像)

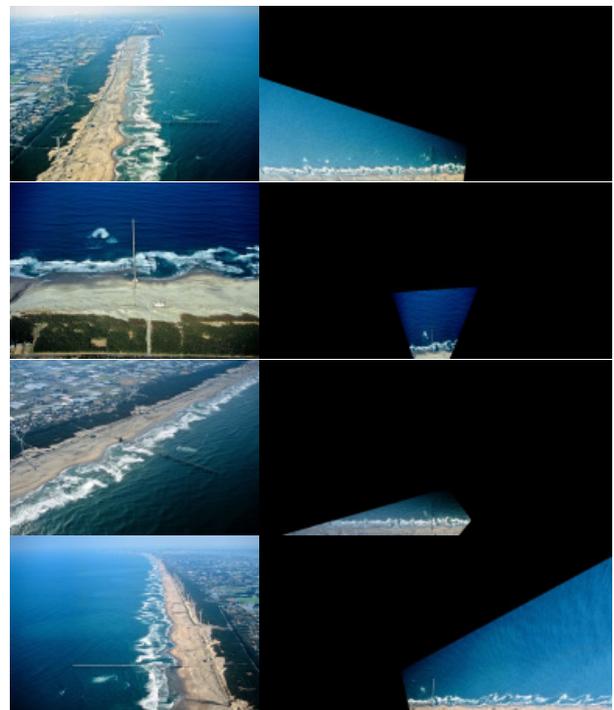


図-2 左：航空写真（2007年4月12日撮影）、  
右：座標変換後の写真

キーワード Xバンドレーダ、離岸流、リモートセンシング

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学システム情報工学研究科 武若研究室

TEL 090-9666-1681 E-mail: sakurai@surface.kz.tsukuba.ac.jp

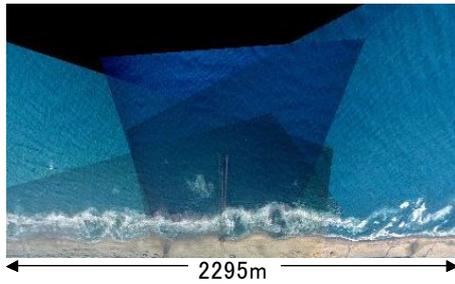


図-3 座標変換後の写真の平均化画像

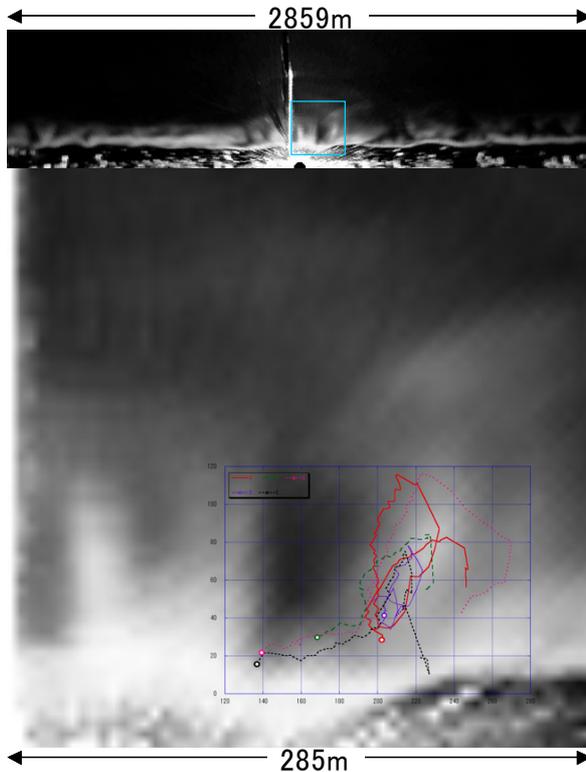


図-4 15時観測のフロートの軌跡

### 3. 離岸流観測

#### 3. 1. 調査概要

Xバンドレーダに離岸流がどのように捉えられるかを確認するため、離岸流の可視化をGPSフロートと海面着色剤を用い試みた。2007年7月31日、波崎観測栈橋HORS付近にて、GPSフロートを浅海域で漂流させ、表層流れを視覚化した。また同時に、海面着色剤を用いて流れを可視化し、ビデオカメラで撮影した。観測は31日の11時、13時、15時に行った。

#### 3. 2. フロートを用いた離岸流観測

GPSフロートは、地形測量データよりリップチャンネルと思われる地点の周辺3ヶ所から同時に漂流させた。この際、離岸流に乗りやすいように汀線から沖方向約30m地点から漂流を開始させた。GPSフロートの軌跡と同時刻のレーダ平均画像を重ねて比較したものを図-4に示す。

上の図の枠内が下画像の観測範囲に相当する。枠内中央部にはリップチャンネルと思われる輝度が低い部分と、その沖合に伸びる白いパターン的一部分が捉えられている。下図はフロートの軌跡とレーダ平均画像の対応を示す。点で示した位置が各フロートの始点を示し、複数のフロートが栈橋から200m付近で沖方向に向かう流れを捉えている。また、離岸流の周辺では循環するような複雑な軌跡が捉えられている。離岸区間のフロートの速さはおおよそ0.5m/sであった。

#### 3. 3. 海面着色剤を用いた観測

海面着色剤を沖合い約50~100m海域と波打ち際から流し、着色された海水が移動していく様子を観察した。同時に汀線から約100m陸側にある港湾空港技術研究所の研究施設の屋上に設置したビデオカメラで撮影した。撮影した画像についてプログラム上で、ゆがみ補正を施した後、単写真標定によりレーダ画像の座標系に置き換えた。座標変換した画像を用いて海面着色剤を流し始めてからの数分間観測した。

海面着色剤が投げ入れられた位置、およその拡散パターンを捉えることができたが、これらを定量化するには至らなかった。砕波のパターンをより広く平面で捉えるため、より高い位置から撮影することが必要である。

#### 4. まとめ

航空写真を座標変換することにより、レーダ平均画像と比較し、砕波帯のパターンが一致することを示した。GPSフロートを用いた観測を行うことで、離岸流を可視化した。GPSの軌跡とレーダ平均画像を重ね合わせることにより、沖方向へのGPSの軌跡が白いすじ状パターンの上に乗ることが確認できた。以上の結果より、航空写真の平均化画像とレーダ平均画像の砕波パターンに類似性が見られることが分かった。また、その砕波パターンの中に離岸流がある可能性を示した。

#### 謝辞

各種の観測データの提供、観測への協力をいただいた港湾空港技術研究所の柳嶋慎一様にこの場をお借りし、感謝の意を表します。

#### 参考文献

1) 山川・武若 (2006) : Xバンドレーダを用いた離岸流の発生探知に関する検討, 海岸工学論文集, 第54巻, pp. 1436-1440.