

Xバンド海洋観測レーダによる海底地形推定の試み

岐阜大学大学院 ○ 柴田武志
 岐阜大学 小倉拓哉
 岐阜大学大学院 正会員 小林智尚
 岐阜大学大学院 フェロー 安田孝志

1. 目的

海洋開発が増加の一途をたどる今日において、海底情報を得ることは必要不可欠である。従来の測深方法では1地点ごとに計測を行い正確なデータを得た。しかし広範囲・高頻度にデータを収集するための人的コストは非常に大きく、荒天時にデータを得ることは困難である。そこで今日では、広域な水深データを容易に得る方法として、数値計算結果と観測データを用いた推定法や、カメラを用いた推定法などが国内外で報告されている(武若ら, 2001)。しかしこれらの方法は天候の影響・解析領域・方法・精度などに多くの課題が残っており実用化に至っていない。そこで本研究では海洋沿岸を空間的に把握可能な X バンド海洋観測レーダを用い、海底地形を空間的に捉えることを試みた。

2. 研究内容

2.1 Xバンド海洋観測レーダ

本研究で用いる X バンド海洋観測レーダの機器構成を図-1 に示す。X バンド海洋観測レーダは民生用船舶レーダを改良した映像レーダであり、海洋観測用途としてはアンテナを中心とした半径 5km 程度領域を面的に把握することができる。また夜間も含め連続して定常観測することも可能である。レーダ画像の一例を図-2 に示す。この図では原点の位置にレーダのアンテナが位置しており、汀線を境に上側が海域で、波峰が白く示されている。このレーダ画像を解析し波浪方向スペクトルや海表面流速分布を計測する(たとえば、土木学会研究現況レビュー小委員会, 2001)。また映像レーダであるため、得られた画像から白波砕波被覆率など海岸沿岸域のさまざまな情報を取得することが可能である(小林ら, 2006)。

2.2 海底地形推定法

本研究では京都大学防災研究所大渦波浪観測所所有の観測栈橋(岸沖方向長さ 300m)の先端に X バンド海洋観測レーダを設置し、大渦海岸での海底地形の把握を試みた。大渦海岸は砂浜海岸であり、冬季日本海波浪や近隣の直江津港防波堤の影響などにより侵食が進んでいる。観測は 2003 年から 2005 年までの冬季(12 月～翌年 2 月)に実施した。この期間中、X バンド海洋観測レーダでは毎正時に 1.5 秒間隔で 70 枚程度の連続画像を取得している。本研究ではこの連続画像を複数の小領域に分割し、領域ごとに 3 次元スペクトル解析にもとづく画像解析を行った。そして、海面流速ベクトル U を含んだ波浪の分散関係式(1)を水深 h で Taylor 展開した一次近似式(2)を用いて最小二乗法により小領域ごとの水深 h を推定した。

$$\omega = \sqrt{gk \cdot \tanh kh} + k \cdot U \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\omega = \sqrt{gk \cdot \tanh kh_0} + \frac{\sqrt{gk^3 \cdot \operatorname{sech}^2(kh_0)}}{2\sqrt{\tanh(kh_0)}} \cdot h' + k \cdot U \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 ω は角周波数、 k は波数ベクトル、 $k = |k|$ 、 $h = h_0 + h'$ である。得られた毎時の水深は、様々な影響を受け誤差を含んでいる。そこで、対象時刻より前後 3 時間計 7 時間の推定値の平均を推定水深とした。結果の一例として、2004 年 1 月 13 日 17 時、1 月 19 日 15 時、1 月 28 日 15 時、2 月 6 日 4 時の 4 日間における観測栈橋先端から沖までの岸沖方向の水深分布推定結果を図-3 に示す。図中、横軸は汀線から沖方向への

距離, 縦軸は水深を示す. 推定地点は, 汀線から 540 m, 1020 m, 1500 m, 1980 m の 4 地点の水深を示している. 図-3 より, 540 m 付近で 3 m, 1020 m 付近で 5 m, 1500 m 付近で 12 m 程度の水深を示している. これは, 大湊海岸水深図 (図-4) と比較し, 概ね正しく水深変化の傾向を捉えることが出来たと考えられる. また, 推定値の標準偏差は, 540 m 地点で 1.4 m であるのに対して 1980 m 地点で 5.9 m であり, 推定地点が沖になるに従って推定精度は低下した. これは, 分散関係式 (1) では水深 h が含まれている関数 $\tanh$ の特性上, 水深が大きくなると推定精度が低下するためと考えられる. また, 図-3 の 2004 年 1 月 13 日の水深推定結果は他の推定値に比べ大きな値を示している. 図-5 に示すこの日のレーダ画像を図-2 などと比較すると, この日の波浪は方向集中度, 周波数集中度が高く, 他の日の波浪とは特性が異なっていた.

3. 主要な結論

本研究では, X バンド海洋観測レーダを用いて, 対象とした大湊海岸の海底地形を捉えることに成功した. 本手法は自動化できるので, この手法により海洋観測レーダを用いて任意の時間の海底地形やその時間変化を捉える事が可能となる.

参考文献

土木学会研究現況レビュー小委員会 (2001): 陸上設置型レーダによる沿岸海洋観測 土木学会 202 p

小林智尚・柴田武志・安田孝志 (2006): 海洋観測レーダと波浪推算モデルを用いた実海域での白波被覆率の解析, 海工論文集, 第 53 巻 pp.386-390.

稲葉徹・森本佳緒理・武若聡・西村仁嗣 (2001): 波浪場画像の解析による水深分布の推定, 海工論文集, 第 48 巻, pp.1416-1420.

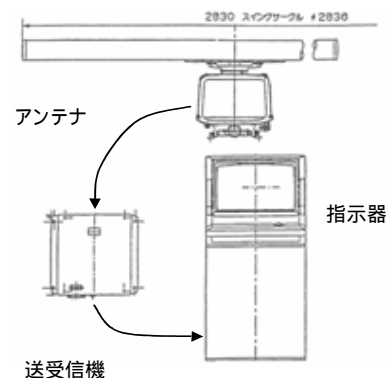


図-1 機器構成

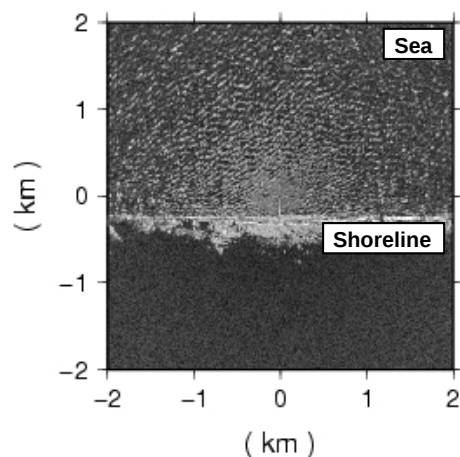


図-2 レーダ画像例 (2004年1月28日15時)

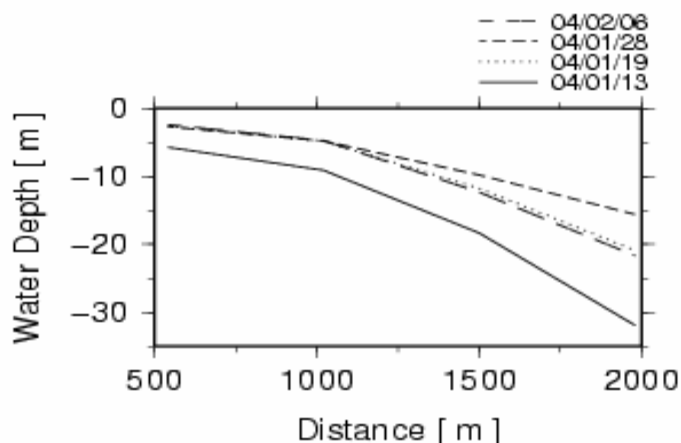


図-3 水深推定結果

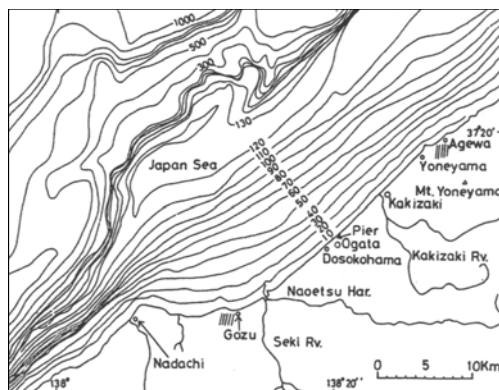


図-4 大湊海岸水深地形図

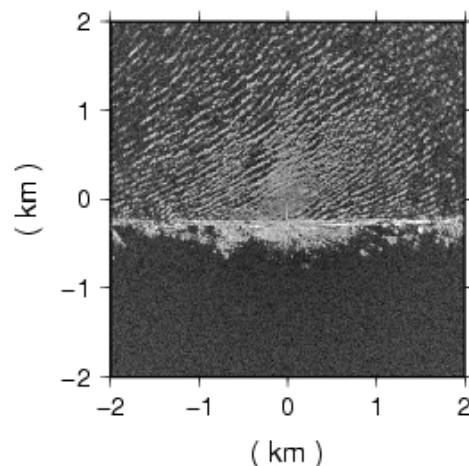


図-5 レーダ画像 (2004年1月13日17時)