

SAR画像の偏波比を用いた「うねり」の波高推算手法の提案

防衛大学校 学生会員 ○白戸 伸亮
防衛大学校 正会員 多田 毅

1. 目的

海洋波の特性を空間的に計測することは有用であり、それにはリモートセンシングが適している。これまでに、合成開口レーダ(SAR)による海面画像からうねりの波高を推算する研究¹が行われているが、解析にあたり変調を与える要因を逆解析する必要がある²。その手法は非常に複雑で困難な場合が多いことが分かっている²。そこで本研究は従来とは異なる手法の可能性を探求することとし、未だまだ行われていない、偏波によって異なる2つの振幅強度分布から、偏波比を用いて波高の空間分布を推算することを目的とした。

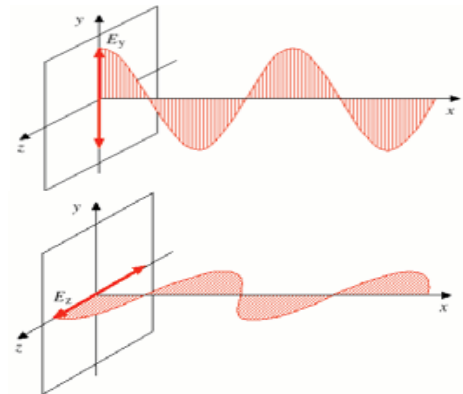


図-1 垂直偏波(上)と水平偏波(下)

2. 偏波比を用いた波高の算定法の概要

ここでいう偏波比とは、観測対象に対する水平偏波と垂直偏波(図-1)の後方散乱値 σ の比率のことである。水面の σ は偏波により異なり、入射角が大きいほどその値の差も大きくなることが知られている³。この関係より、偏波比から海面に対するマイクロ波の局所入射角を逆算することができる。(図-2)そして、局所入射角から局所的な海面の傾きが求められる。この傾きと海洋の波長から幾何学的に波高を推算することができる。

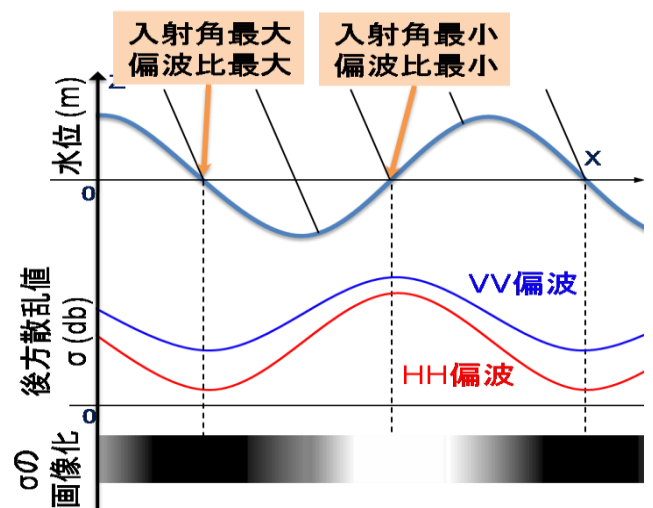


図-2 海面における局所入射角と偏波比の関係

3. 解析対象

SAR データは、日本の観測衛星だいち搭載の PALSAR (Lバンド)で、観測モードは PLR, オフナディア角 21.5°, 観測時間 2006 年 9 月 5 日 01 時の伊豆半島東沖を観測したものを使用した。空間分解能はグランドレンジで 28×5m である。観測時の海域は、太平洋側に台風 0612 号が接近しており、付近の波高計により図-3 に示されるうねりが観測されている。SAR データは JAXA によってプロセッサ処理され、移動平均処理によりノイズを低減し、1 ピクセル毎に偏波比を求めた分布画像を作成し、以降の解析に使用した。

4. 波長と波向の推算

作成された偏波比の画像から 6km×6km の計算領域を多数切り出し、各領域においてスペクトル解析を行い代表波長と代表波向を求めた。図-4 は算出された代表波長の頻度分布である。400m を中心とした波長の分布が得られており、従来の手法と観測値の両者とも一致を示す。



図-3 解析対象解析付近の波高計による観測値

キーワード 波浪推算, 偏波比, 合成開口レーダ, 波浪の空間特性

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 土木環境工学 TEL 046-841-3810 (内線 3524)

5. 波高の推算

本来、偏波比画像から、海面の傾きの空間分布を求め、それを空間積分することで水位分布を求めることができる。しかし、ノイズなどの影響で十分な精度が得られなかったため、うねりを正弦波で近似し、ゼロクロス点での水面の傾きと波長より波高を推算することとした。ゼロクロス点を抽出するため、垂直偏波画像から、1波長ごとに $\sigma_{\max}$ と $\sigma_{\min}$ を抽出し、それぞれの位置での偏波比の平均値からゼロクロス点での海面の傾きを求めた。計算領域ごとに推算された波長の頻度分布を図-4に示す。60%以上が0~2mの範囲に算出されている。図-3の波高計の値と比較して、最高波よりも過大に算出されている値があるが、これは、2方向の波が進行している領域で代表波長が過大に算出されたために波高も高く推算されるなどの原因が考えられる。また、得られたうねりの空間分布を図-6に示す。画像の明暗は垂直偏波の後方散乱値に対応し、ベクトルの向きと長さはそれぞれ波向・波長を、付随する数値は波高を表している。図の下部ほど水深が浅くなっており、陸域に近づくにつれうねりの波高は高くなっていることが確認できる。

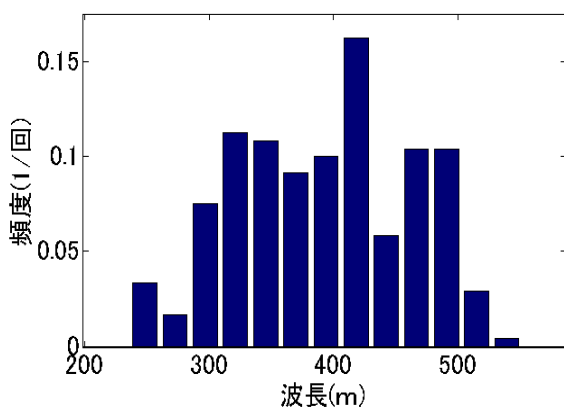


図-4 推算された波長の頻度分布

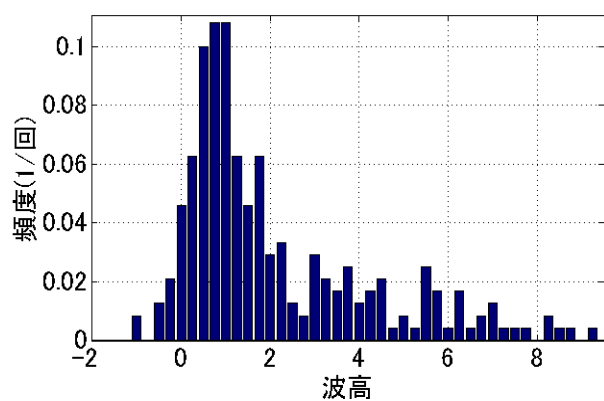


図-5 推算された波高の頻度分布

6. おわりに

本研究では、SAR画像の偏波比を用いた解析手法を初めて実際の海洋に適用し、うねりの波高推定法を提案した。波浪パラメータのうち、波長、波向、波高とも妥当と思われる値が空間分布で推算できた。しかし、本解析は、原理上レンジ方向に一様に進行するうねりの場合のみ解析が可能であり、適用条件は限定的なものである。また、特に波高に関しては過大評価となる場合があり、今後はより詳細な解析法が必要とされることがわかった。

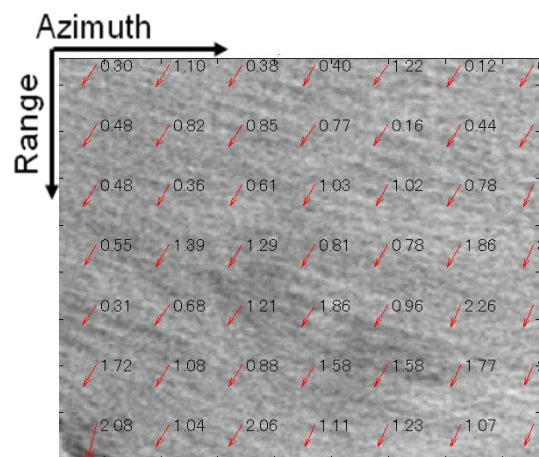


図-6 推算された波高・波長・波向分布
(約 20×20km)

参考文献

- 1) 児島正一郎, 李昊俊, 沢本正樹, ERS1-SAR を用いた御前崎周辺海域の「うねり」の解析, 海岸工学論文集, 第44巻, (1997)
- 2) 泉宮尊司, 居場博之, 合成開口レーダによる海面画像の準線形理論に基づいた逆解析解の存在とその特性, 海岸工学論文集, 第47巻, (2000)
- 3) D. R. Thompson, T. M. Elfouhaily, and B. Chapman, Polarization ratio for microwave backscattering from the ocean surface at low to moderate incidence angles, (1998)