

レーダを用いた離岸流観測に関する基礎的検討

筑波大学第三学群工学システム学類 学生会員 山川 泰司
 筑波大学システム情報工学研究科 正会員 武若 聡
 筑波大学システム情報工学研究科 学生会員 笹倉 慎也

1. はじめに

長大な海岸線を有する日本では海難事故への対策が重要である。特に突発的に発生する離岸流は予測が困難であり、海難事故の大きな原因となっている。この研究では X バンドレーダ観測で得られる平均画像の解析から離岸流発生の有無を調べることにについて基礎的な検討を行った。

観測は（独法）港湾空港技術研究所の波崎観測棧橋観測 HORS で行った。棧橋の後浜にある研究施設上に X バンドレーダを設置した。解析の対象は 2005 年 4 月から 2005 年 11 月までの期間に取得された毎正時の平均画像データである（図 - 1）。

2. すじ状パターンの発生と海況

図 - 1 に示すレーダ画像中の白い部分は、砕波や波の峰の影響でレーダ波の反射が強い部分である。毎正時から約 17 分間の平均画像には、砕波帯付近から沖に伸びる白いすじ状パターンを捉えられることがある。一見したところパターンの形状、数、大きさ、発生スパンについて規則性は見られない。

このパターンの発生が離岸流と関係していると仮説を立て、パターン発生が多く見られる海況の条件を調べた。X バンドレーダ平均画像及び鹿島港におけるナウファス波浪データを用い、パターン発生の有無と波浪データの関係を調べた。

具体的には 2005 年の 5 月と 7 月の 2 ヶ月間における毎正時の平均画像に含まれるパターンの発生強度を目視で 4 段階に分類し、(波高, 波向, 周期) と比較した。なお、全体の 1 割の時間帯で有義波高が 2m 以上あり、海面の荒れがレーダ画像に影響されてパターンが確認できないため比較対象から除外した。

波の入射が汀線に対して垂直に近いときに、パターンの発生が多く見られた（図 - 2, 表 - 1）。

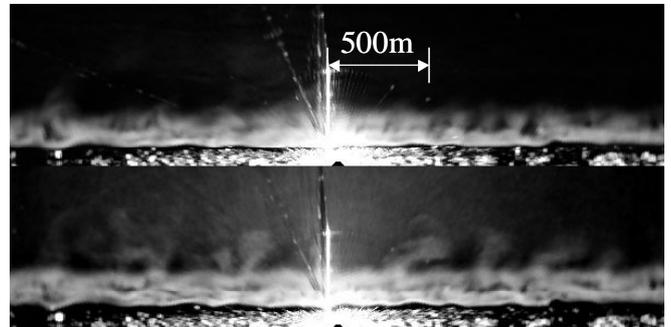


図 - 1 平均画像の例（上）パターン発生例（下）

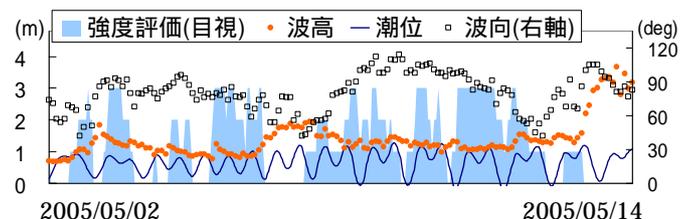


図 - 2 パターン発生の時系列変化と波浪との関係

表 - 1 パターン発生（目視）と波浪データの関係

発生の有無	発生が強い	発生が弱い
サンプル数	169	392
平均周期 (s)	8.1	7.6
平均波高 (m)	1.08	1.05
平均潮位 (m)	0.68	0.64
汀線に垂直方向からの入射角 度のずれの平均値 (deg)	13.5	23.5

これは離岸流は波の入射が汀線に対して垂直に近いときに強く発生しやすいと報告されている (Rip Currents: Nearshore Fundamentals, 2006) ことと整合する。

パターン発生と海況との相関関係の客観性をさらに高め一般化するため、パターン発生強度評価を画像処理で行うことを試みた。

キーワード：X バンドレーダ・離岸流・ナウファス波浪データ

連絡先：住所；茨城県つくば市天王台 1 丁目 1 - 1 筑波大学内 第三学群 E 棟 211 号室

TEL; 029-853-5600 (8268) FAX; 029-853-5207 E-mail; yamakawa@surface.kz.tsukuba.ac.jp

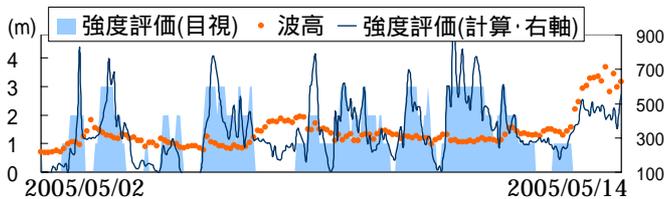


図 - 3 画像処理による強度評価の妥当性

表 - 2 パターン発生 (画像解析) と波浪データの関係

発生強度	400~	399~200	~199	全体
サンプル数	1309	2302	1985	5596
平均周期 (s)	7.88	7.70	8.44	8.05
平均波高 (m)	1.28	1.22	0.84	1.08
平均潮位 (m)	0.67	0.70	0.72	0.70
汀線に垂直方向からの入射角度のずれ (deg)	15.9	22.4	24.9	21.9

平均画像中の碎波帯から伸びるすじ状パターンの輝度の変化を読み取り、その変動度合いを数値化した。その際、レーダとの相対位置やノイズなどによる影響などを最小限にするための補正を行った。画像処理で得られた発生強度が目視による発生強度と乖離していないか比較検討を行った結果、代替が可能であり、より客観的であると判断した (図 - 3)。なお、図 - 4 中の 5 月 14 日付近には目視と画像処理計算の強度評価に乖離がある。これは波高が大きくレーダ平均画像の輝度が全体的に上昇したことにより生じた。パターンが判別できないこのような時間帯は全体の 1 割程度あり、目視の場合と同様に比較対象から除外した。

2005 年 4 月から 11 月までの 8 ヶ月間について画像処理によるパターン発生強度評価の解析を行った。パターンの発生を明確に確認できる発生強度を 400 以上、パターンの発生を確認できない強度を 200 未満とし、発生強度と波浪データとの関係を調べた (表 - 2)。発生強度と波高の関係より波が穏やかな海況ではパターンは発生しにくいと考えられる。

波向とパターン発生強度の関係を、波高別にプロットして調べた (図 - 4)。波高が小さいときは発生強度が小さくなる。波高が 1.3m 以下の時には波の入射角が汀線に対して垂直に近い時にパターン発生強度が大きくなる。一方、波高が大きいときは、波向とパターン発生関係は逆の相関を示した。

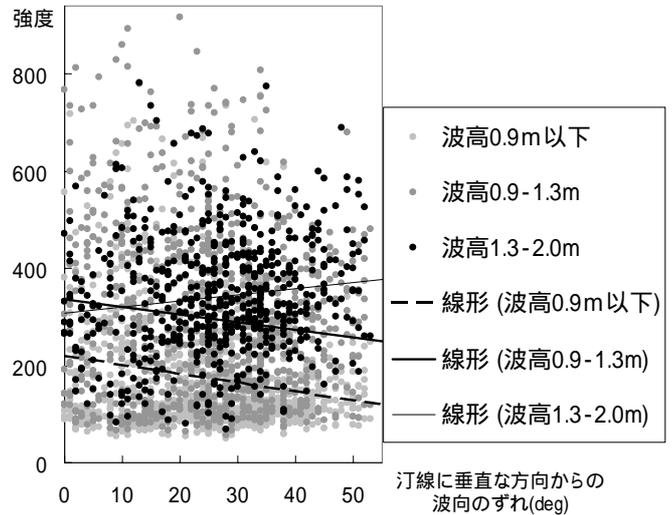


図 - 4 波向 - 発生強度関係

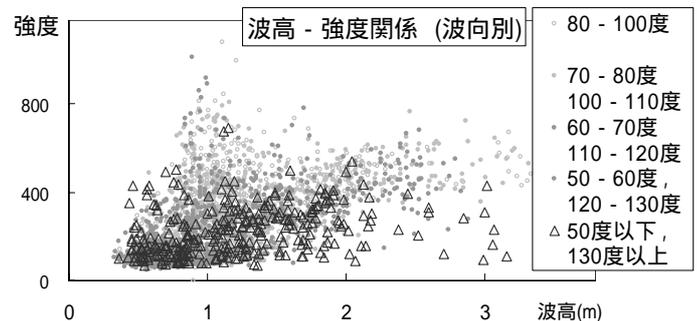


図 - 5 波高 - 発生強度関係

波高と発生強度の関係を、汀線垂直方向からの角度のずれの大きさごとにプロットして調べた (図 - 5)。全体的に正の相関であるのは波高が大きいほどレーダ波の反射が強くなるためである。しかし、汀線に対して波の入射角度が小さいときは波高が大きくても強度は大きくなりにくい。一方、波高 1m 付近には強度の大きいデータが集中している。

西ら (2003) の研究では、離岸流は潮位が小さいとき強くなると報告されているが、画像処理による解析結果においても潮位が小さい時間帯にパターンの発生強度が大きい傾向があった。

3. まとめ

レーダ平均画像中の碎波帯から伸びるすじ状パターンの発生と波浪との関係を調べ、すじ状パターンの発生が離岸流が発生しやすいとされる海況の時に大きいことを示した。今後の課題として、パターンの発生と同じ時間帯に実際に同海域の観測を行い、パターンの発生の物理的背景を確かめる必要がある。

4. 参考文献

Rip Currents: Nearshore Fundamentals : (<http://meted.ucar.edu/marine/ripcurrents/NSF/index.htm>)
 西他 (2003): 宮崎県青島海岸での離岸流観測 水難事故予防のために - , 海岸工学論文集, 第 50 巻, p156-p160