毎時大気解析 GPV を用いたリアルタイム 波浪予測システムの開発とその検証

Real-time Wave Prediction using Hourly Analyzed Atmospheric GPV and Its Verification

Tracey, H. Tom¹・間瀬 肇²・安田 誠宏³

Tracey, H. TOM, Hajime MASE and Tomohiro YASUDA

This study developed a real-time wave prediction system by using SWAN (Simulating WAves Nearshore) with the data of hourly analyzed atmospheric GPV (Grid Point Value). The validity of this system was carried out by comparing the predictions with observations from NOWPHAS (Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HArbourS) during one month of December, 2007. The predicted wave heights and periods well corresponded to the observed ones. By using this system, wave situations at present and short-term future can be estimated for locations where there are no wave observation equipments.

1. はじめに

波浪予測は、その予測のリードタイム、予測期間、利 用目的によって予測値の利用価値が決まる.大型船の 運行や、ケーソン据付等の港湾・海洋工事に対しては3 ~4日先の海象状況によってそのスケジュールが予定 され、海水浴、サーフィン、ヨット等の海浜・海域利用 では2~3日先の海の状況によって外出するかどうか の判断がなされる.他の重要な波浪予測には、災害発生 時あるいは災害が予想される時点において、暴浪がどの ような状況になっており、これからどの程度継続するか、 どのように変化するか、現在および数時間先の状況を把 握するためのリアルタイム波浪予測が挙げられる.本研 究は、毎時大気解析 GPV データを用いて、リアルタイ ムで波浪予測を行うシステムの開発を行い、その検証を 行うものである.

緊急時の速やかな状況把握の基本となる現況観測値に ついては、国内最大の波浪観測網である全国港湾海洋波 浪情報網(ナウファス)のように、観測機器が設置され ている全国 61 ヶ所(2005 年時点)の観測点においては、 リアルタイム情報として知ることができるようになって いる.しかし、観測点がない場所については、現況を把 握する術がない.

そこで本研究では,観測機器が設置されていない地点 においても,波浪状況がリアルタイムで把握することが 可能となる予測システムの開発を目指す.

2. リアルタイム波浪予測システム

(1) 毎時大気解析 GPV

1			(株) サーフレ	~ジェンド	システムエンジニア
2	正会員	工博	京都大学教授	防災研究	折
3	正会員	博(工)	京都大学助教	防災研究	所

毎時大気解析 GPV は、1 時間ごとに解析された風と 気温の数値データである.カバーされる領域は北西端 (47.6N, 120E) および南東端 (22.4N, 150E) であり、格子間 隔は 0.05 度 x 0.0625 度(格子数 505 x 481) である.

解析には最適内挿法が用いられ,メソ数値予報値を第 一推定値とし、ウインドプロファイラ等の観測値で修整 される.地上風は、アメダス観測値で修整される.観測 点から離れた領域(例えば、海上)では、観測値と第一 推定値との差から定められる修整量は小さく、解析値は メソ数値予報値と同じになる.

ウィンドプロファイラは,地上から上空に向けて電波 を発射し,空気の屈折率のゆらぎによって生じる電波の 散乱を受信・処理して,上空の風向風速を高度300m毎に, 10分間隔で測定する.ウィンドプロファイラは,2001 年4月から運用が開始され,全国の31か所に設置され ている.各ウィンドプロファイラで得られた観測データ は,気象庁本庁にある中央監視局に集められ,数値予報 に利用されている.この観測・処理システムは,「局地 的気象監視システム」(WINDAS:WInd profiler Network and Data Acquisition System)と呼ばれる.

図-1 は毎時大気解析 GPV が配信される時間経過を示したものである.データは、(財)気象業務支援センターより毎正時から 30 分以内に提供される.





図-1 毎時大気解析GPVの配信

PROCESSING & DATA FLOW DIAGRAM



図-2 毎時大気解析GPVを用いたリアルタイム波浪予測システムの計算フロー (QMA:毎時大気解析GPV;RTVB:リアルタイム仮想ブイ)

(2) リアルタイム波浪予測システム

外部領域は,北緯5度~55度,東経120度~175度 の領域とし,10分間隔の海底地形データと0.5度毎 のGFS (Global Forecast System)風データを用いて SWAN (Simulating WAves Nearshore)により波浪計算を行い,内 部領域に対する境界条件を作成する.

内部領域は北緯 24 度~47 度,東経 126 度~149 度 の領域とし,2分間隔の海底地形データと毎時大気解析 GPV 風データを用いて SWAN により波浪計算を行う.

(3) 予測計算フロー

図-2に示すように、例えば、2:00の時点で1:00と2:00 での風データを時間的に内挿して、2:00に至る波浪追算 をする.この2:00の波浪追算結果を初期条件として、2:00 に得られた GPV 風データをその後の1時間は一定とし て、3:00までの波浪予測計算をする.

3. 波浪予測結果の検証

(1)比較に用いる波浪観測データ

リアルタイム波浪予測を2007年12月1日から31日 まで行った.その予測結果を,外洋に開いた観測点とみ なされる輪島,金沢,鳥取,浜田,紋別,十勝,むつ小 川原の7地点のナウファス観測結果と比較・検討した.

図-3は、予測計算結果の例を示したものである.計 算結果から比較対象とする地点の波高と周期の時系列 データを抽出して、観測結果と比較した.

(2) 予測結果と観測結果の比較

図-4は、5地点における1ヶ月間の波浪予測結果と観

測結果の時系列を示したものである. 左段の図は有義波 高,右段の図は周期である. ただし,周期に関しては,





図-4 波高と周期の時系列に関する予測結果と観測結果の比較



図-5 有義波高に関する予測値と観測値の比較

計算結果は1次のスペクトルモーメントから求めた平均 周期,観測値は時間波形から求めた有義波周期であり, 一般的に前者は後者より小さくなる.これらの図から予 測結果と観測結果の時間対応は非常に良いことがわか る.

図-5に、横軸に有義波高の予測値、縦軸に観測値を プロットし、直接それらの対応を比較する. 図中には両 者の相関係数の値も示してある. 鳥取においては高波高 領域で予測値が大きくなる傾向を示し,他の地点におい ては予測値の方が若干小さめになる傾向を示している が、全体的に両者の対応が良いことがわかる.

一方,図-6の周期に関しては,周期の定義から予測 値が小さく(*T*_{1/3}=1.2*T*_m;本田・光易(1978)),波高に比べ ると,予測値と観測値とのばらつきが大きくなる.特に, 十勝およびむつ小川原で大きくなっている.しかし,全 体的に両者の対応は良い.

(3)考察

間瀬ら (2005) の研究においては,予測値は観測値に 比べて平均的に小さくなっていた.本研究においても 若干その傾向が現れているが,目立ったものではない. その理由は,Tomら (2006)の研究に示されたように, Lalbeharryら (2004)の修正を行った SWAN を利用したの で,間瀬ら (2005)の予測結果に比べて予測精度が良く なったと考えられる.また,入力条件として用いる風デー タそのものの精度が良くなっていることも大きな要因で ある.

本システムの毎時大気解析 GPV による予測計算では, 初期条件として1時間前の GPV 風データとその時点で 得られた GPV 風データを線形に時間内挿した風データ を用いて追算を行い,その計算結果を初期条件として新 たな予測計算を行った(図-7参照).線形内挿した風デー タを使った追算結果と1時間前の風データをその後1時 間一定とした予測結果との一致度を調べた結果,両者の 結果はほとんど変わらないことがわかった.ただし,風 況が1時間のうちに顕著に変化する場合には,予測結果 と追算結果にずれが生じることが予想される.この点に ついては,台風期において,今回試みたのと同じ予測結 果と観測結果の比較を行うこととする.

4. まとめ

観測機器が設置されていない地点においても,波浪災 害発生時,あるいは災害が予想される時点において,波 浪がどのような状況になっており,これからどの程度継 続するか,どのように変化するか等,現在および数時間 先の状況を精度高く,リアルタイム把握することが可能 となる波浪予測システムの開発を目指した.波浪予測に



図-6 周期に関する予測値と観測値の比較



図-7 毎時大気解析GPVを用いる予測計算と追算計算

おいて重要な要素である風のデータを,毎時大気解析 GPVを用いることで精度向上を図った.

外洋に開いた7観測地点の観測結果と予測結果を比 較して、その予測精度が良いことを確認した.

今後は、台風期に予測値と観測値の比較を行い、こ のシステムのさらなる検討をする.

本研究を行うに当たり,(独)港湾空港技術研究所海 象情報研究室の皆様には,波浪観測結果の取得に関し てお世話になりましたことをここに感謝いたします. また,本研究は,第2著者の(財)鹿島学術振興財団 研究助成,第3著者の科学研究費若手研究(B)による研 究の一部であることをここに付記し,感謝いたします.

参考文献

- 間瀬 肇・木村雄一郎・Tracey H. Tom・小川和幸 (2005):GFS-WRF-SWAN 援用波浪推算システムの構築と検証,海岸工学論文集,第 52巻, pp.181-185.
- Tracey H. Tom・間瀬 肇・勝井 伸悟・安田 誠宏・小川 和幸 (2006): ハリケーン・カトリーナによる高波の解析,海岸工学論文集,第 53 巻, pp.421-425.
- GFS: A medium range synoptic forecasting system developed and processed, NCEP, http://www.emc.ncep.noaa.gov/ modelinfo.
- Lalbeharry, R., A. Behrens, H. Guenther and L. Wilson (2004): An evaluation of wave model performances with linear and nonlinear dissipation source terms in Lake Erie, Proc. 8th Int. Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Hawaii, USA.
- SWAN: A numerical wave model for obtaining realistic estimates of wave parameters in coastal areas, lakes and estuaries from given wind-, bottom-, and current conditions, Delft University of Technology, http://fluidmechanics.tudelft. nl/swan/default.htm.