

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4～7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

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x0.0625度（格子数505x481）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。

ウイ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。ウイ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ヶ所に設置されている。各ウイ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。

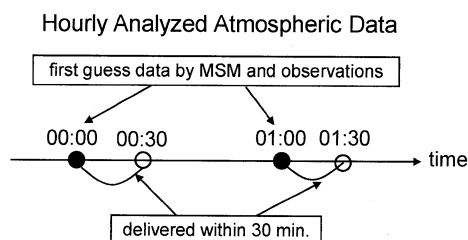


図-1 毎時大気解析GPVの配信

1 (株)サーフフレンド システムエンジニア
2 正 会 員 工 博 京都大学教授 防災研究所
3 正 会 員 博(工)京都大学助教 防災研究所

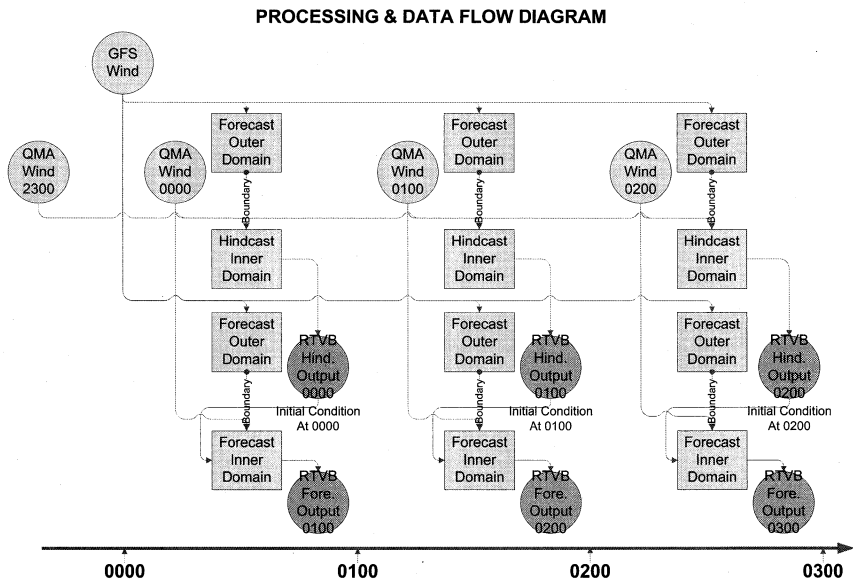


図-2 毎時大気解析GPVを用いたリアルタイム波浪予測システムの計算フロー
(QMA: 毎時大気解析GPV; RTVB: リアルタイム仮想ブイ)

(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) の風データを用いて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(図中に示したQMA Wind 0100とQMA Wind 0200)を時間的に内挿して、2:00に至る波浪追算をする(Hindcast Inner Domain)。この2:00の波浪追算結果(RTVB Hindcast Output 0200)を初期条件として、2:00に得られた毎時GPV 風データ(QMA Wind 0200)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(Forecast Inner Domain)をし、その結果(RTVB Forecast Output 0300)を得る。なお、外部領域の計算結果(Forecast Outer Domain)は毎時に出し、内部領域の境界条件として用いている。

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

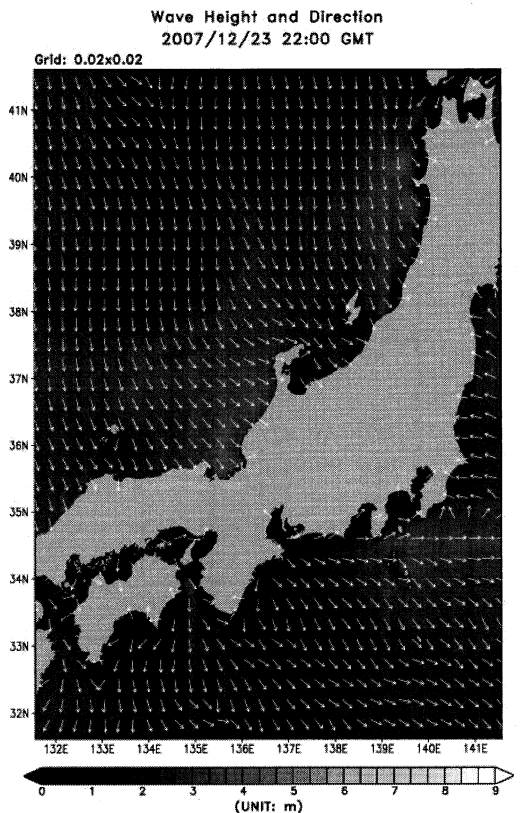


図-3 リアルタイム波浪予測システムによる計算例

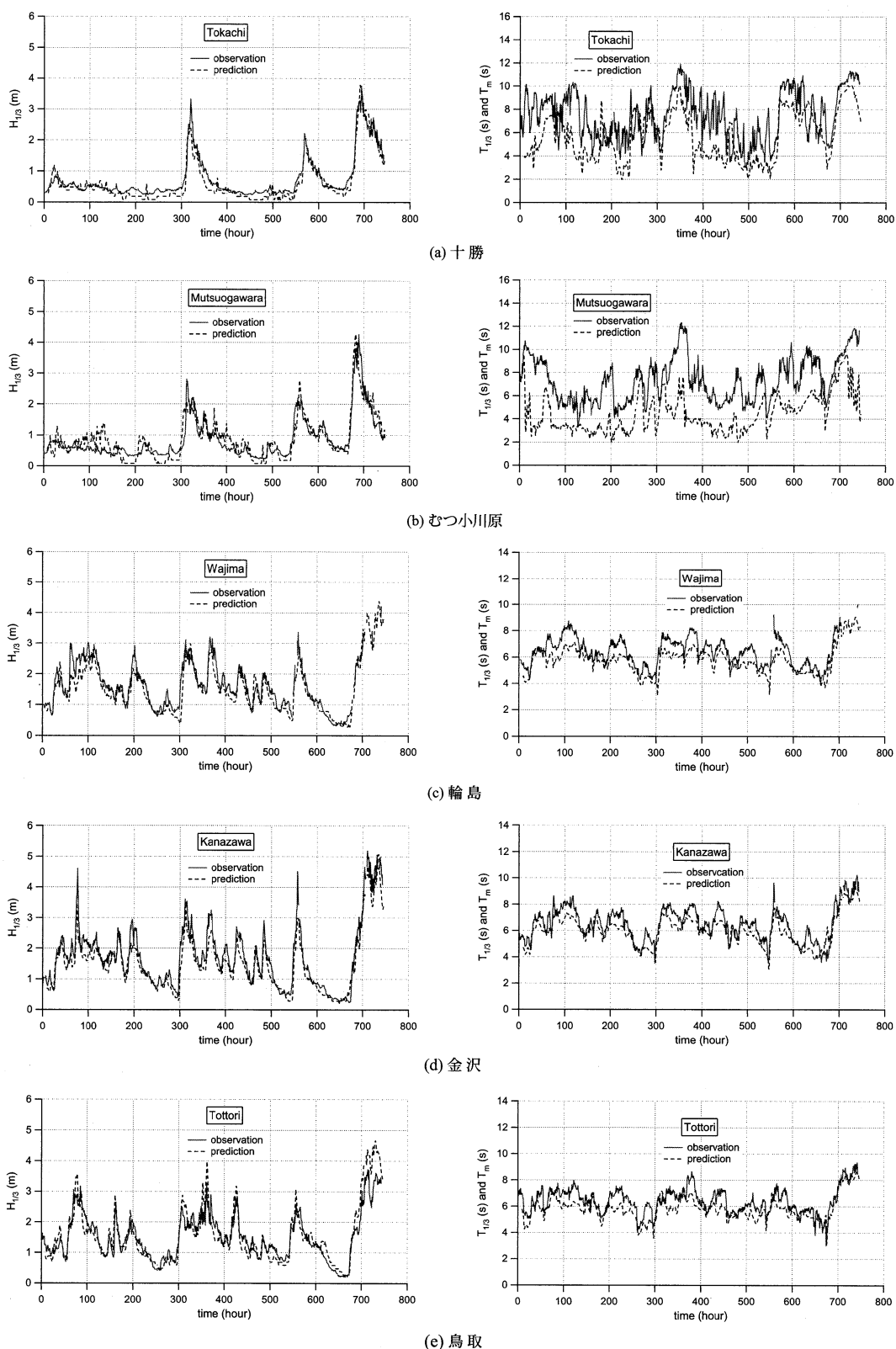


図-4 波高と周期の時系列に関する予測結果と観測結果の比較

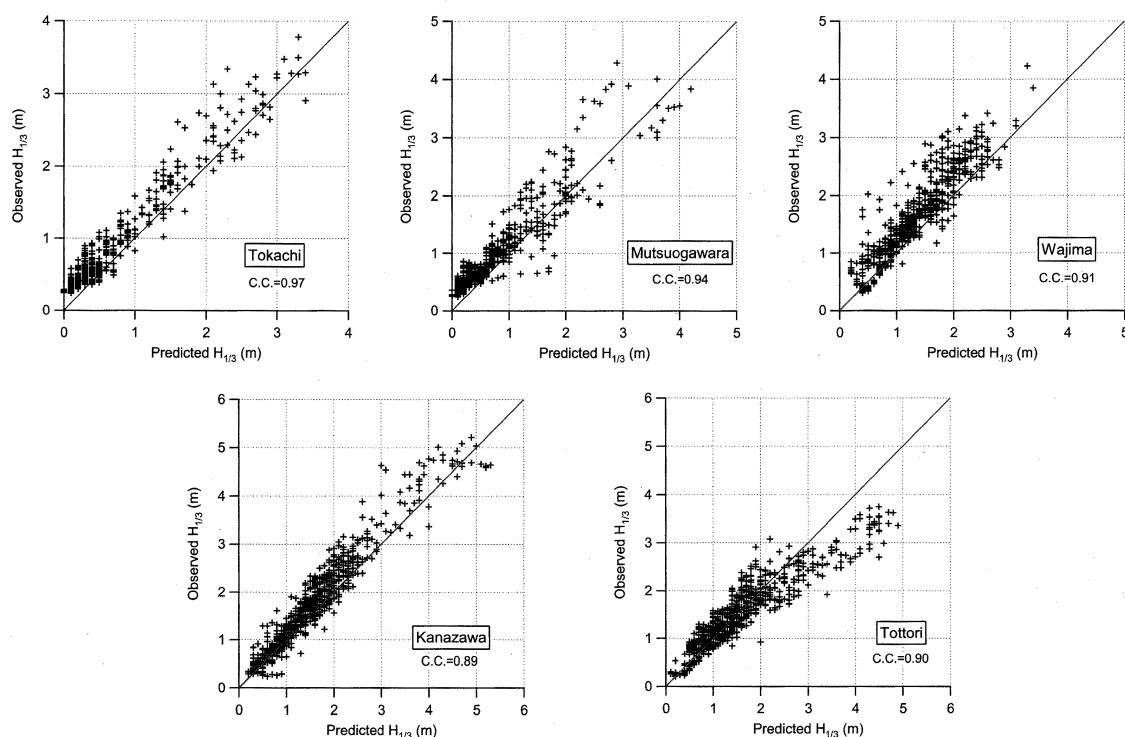


図-5 有義波高に関する予測値と観測値の比較

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、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く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 ($T_{1/3}=1.2T_m$; 本田・光男 (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、波浪の予測値は

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、入力条件としての風データとして、3時間毎のGFS全球予報値を線形内挿したものを用いる代わりに、観測データに基づいた解析値を用いた事により、風データ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って検証することとする。

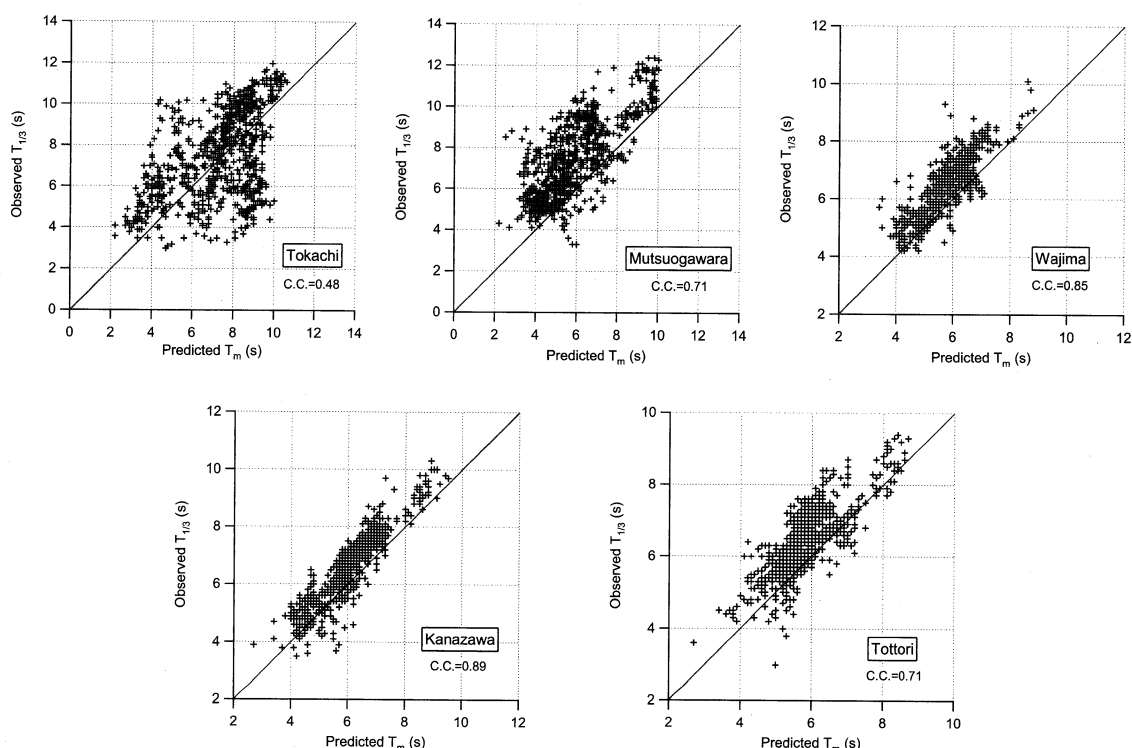


図-6 周期に関する予測値と観測値の比較

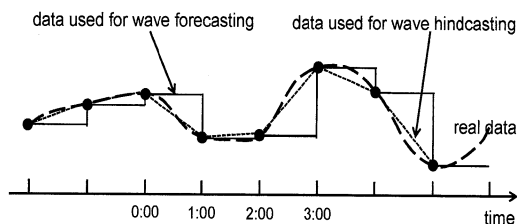


図-7 毎時大気解析GPVを用いる予測計算と追算計算

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および国交省建設技術研究開発助成制度、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>.