

46. 気象観測値を利用したリアルタイム高潮予測

柚上 悟志

1. 目的

高潮災害は、地球温暖化に伴う台風の強大化により、今後甚大化することが懸念されている。高潮被害を最小化するためには、防護施設やハザードマップの整備に加え、実際に台風が来襲した際に生じる高潮の正確な予測が必要となる。現在、高潮予報・警報は気象庁が数値予報モデルを用いて行っており、また、リアルタイム予測のための数値シミュレーションに関する研究も活発に行われている。このような数値シミュレーションによる高潮の予測は、今後、一層発展するものと期待される。しかしながら、数値シミュレーションによる高潮予測の精度は台風の予測精度に左右されるため、高潮の数値モデルが精緻なものであっても、台風の予測精度が向上しなければ、高潮の予測値にも相応の誤差を伴う。

本研究では、予測誤差を伴う台風情報ではなく、実際に観測された気象観測値を直接利用して、数時間後に生じる高潮を精度良く、且つ、簡便に予測するリアルタイム予測モデルの構築を試みた。

2. 内容

2.1 対象海域と観測値の収集

本研究では、過去に高潮災害に見舞われ、将来的にも危険性が懸念される有明海を対象とした。

予測モデルを構築するにあたり、過去に計測された観測値を収集した。まず、有明海に影響を及ぼしたと思われる台風として、熊本、佐賀、長崎から半径 300km 以内を通過した 23 台風を抽出した。

図-1 に抽出した台風の経路を示す。これらの台風の来襲時における潮位（実測潮位，偏差）を大浦・三角・口之津（気象庁）および八代・熊本・本渡瀬戸（港湾局）の 6 地点について収集した。また、気圧，風向・風速は気象庁による九州全域における観測値を収集した。図-2 に観測地点を示す。

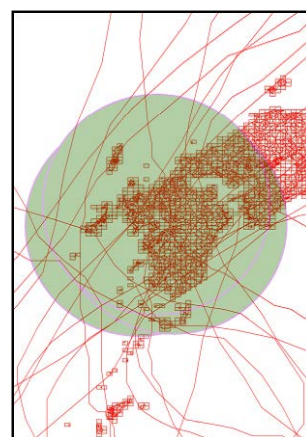


図-1 対象とした既往台風の経路



図-2 観測地点

2.2 観測値と高潮の相関

抽出した 23 台風について、台風来襲時の 3 日間（72 時間）における高潮偏差と気圧・風速の観測値，およびそれらの時間変化量，天文潮位との相関を調べた。図-3 に T0418 と T0514 について大浦の高潮偏差と雲仙岳および阿久根における 2 時間前の気圧との関係を示す。この図は T0418 による大浦の高潮偏差は 2 時間前の雲仙岳の気圧と相関が高く、

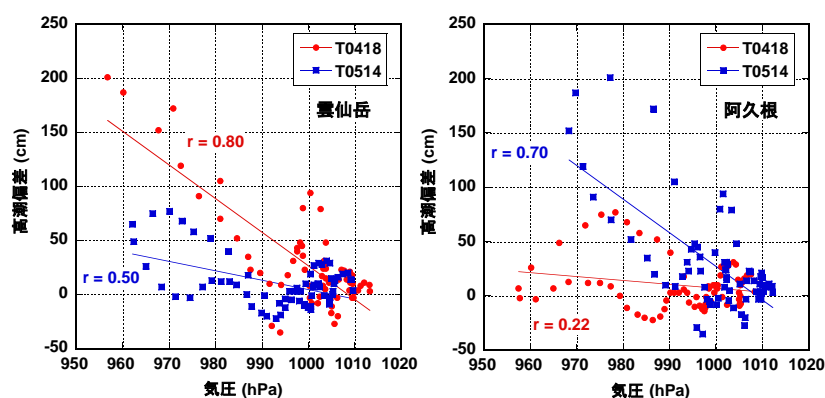


図-3 大浦の高潮偏差と雲仙岳および阿久根の 2 時間前の気圧との関係

阿久根の 2 時間前の気圧とは相関が低い，T0514 については、逆に阿久根の 2 時間前の気圧と相関が高いことを示している。つまり、ある規模とコースの台風による高潮は、ある地点の数時間前の気象観測値と相関が高く、その相関が高い地点は台風によって異なることを意味する。図-4 は大浦の高潮偏差

と雲仙岳の気圧の相関を幾つかの台風について比較したもので、台風によって相関関係が明らかに異なっていることがわかる。

2.3 重回帰分析による予測モデル

相関解析の結果をふまえ、様々なコースや規模の台風に対して高潮を予測するモデルとして、まず、複数地点の気象観測値を説明変数とする重回帰式を考えた。予測精度の高い重回帰式を構築するためにデータの選択等について検討した結果、最終的に以下のような式を得た。

$$\eta = -0.02T_{OU} - 0.89P_{UN} + 1.32\Delta P_{UN} + 1.31P_{MK} + 0.94P_{NB} - 1.20P_{FK} + 0.44W_{KN} + 912.67 \quad (1)$$

この式は大浦の高潮偏差の予測式であり、 η は大浦の高潮偏差、 T_{OU} は大浦の天文潮位、 P_{UN} は雲仙岳の気圧、 P_{MK} は枕崎の気圧、 P_{FK} は福江の気圧、 P_{NB} は延岡の気圧、 $W_{KN} \cdot W_{KE}$ はそれぞれ熊本の風速の南北成分と東西成分で、全ての説明変数は3時間前の観測値である。図-5にこの予測モデルによる予測値と実測値の比較を示す。図中には実測値の $\pm 25\text{cm}$ の範囲を示しており、予測値の93.89%がその範囲に収まるものの1mを超える高潮偏差を過小評価しており、十分な予測モデルとはいえない。

2.4 ニューラルネットワークによる予測モデル

高潮は来襲する台風の気圧分布パターンとその時間変化に非線形に対応すると考え、ニューラルネットワークを適用した。ニューラルネットワークはパターン認識に優れており、教師データと呼ばれる学習用のデータから、パターンなどを分析し、それをもとに新たな予測値を算出することができる。適用したニューラルネットワークは入力層、中間層、出力層の3層からなる階層型ニューラルネットワークで、教師データに23台風のうち半分を利用し、残りの半分を検証用として、入力するデータおよび中間層のユニット数を変化させ、予測値の精度向上を図った。最終的に、入力データは、(1)式に利用した地点の3時間前の気圧、4時間前から3時間前までの気圧の変化量、5時間前から4時間前の気圧の変化量、および、潮位観測値点の天文潮位である。また、中間層のユニット数は10とした。図-6は構築したネットワークによる予測値と観測値を比較したものである。予測誤差 $\pm 25\text{cm}$ の範囲に94.27%が収まっており、これは重回帰式による予測精度と同程度だが、大きな高潮については重回帰式よりも精度良く予測できている。

3. 結論

気象観測値から数時間後の高潮を精度良く予測するために、重回帰分析およびニューラルネットワークによる予測モデルを構築した。このうち、ニューラルネットワークによる十分な精度で予測できることが確認でき、したがって、台風の予測精度によらない高潮の予測モデルが構築できた。ニューラルネットワークは設定項目が幾つかあるため、さらに精度向上の可能性はある。

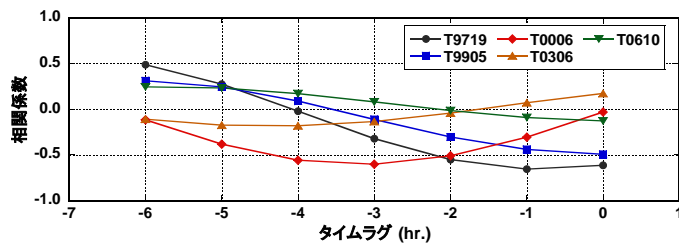


図-4 各台風における大浦の高潮偏差と雲仙岳との相関

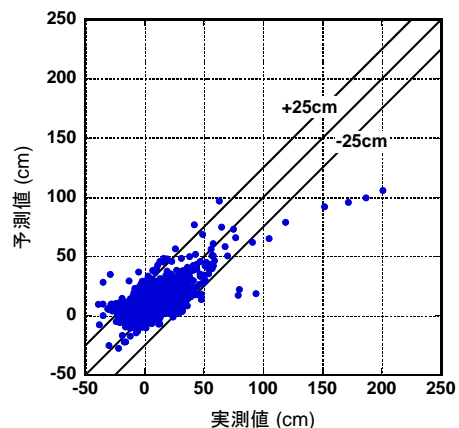


図-5 重回帰式による予測値と実測値の比較

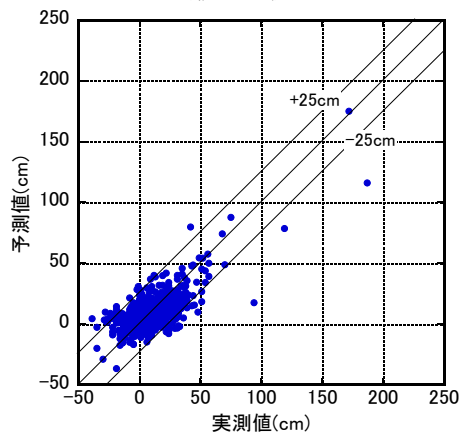


図-6 ニューラルネットワークによる予測値と実測値の比較