

ニューラルネットワークを用いた台風モデルの風場の補正手法に関する研究

九州大学 学生会員 ○高良 匠
九州大学 正会員 井手喜彦
九州大学 正会員 山城 賢
九州大学 フェロー 橋本典明

1. はじめに

1.1 背景・目的

高潮の数値シミュレーションを行う際、外力である風場の作成には、よく経験的台風モデルあるいは局地気象モデルが用いられる。経験的台風モデルは、計算コストが低く、仮想的な台風モデルについても容易に計算できるため、実際の台風経路を平行移動させるなど、台風経路の影響について検討する際などに便利である。しかし、経験的台風モデルは台風の中心気圧と最大旋衡風速半径から単純な経験則に基づいて風場を導出する手法であるため、地形の影響が考慮されず高精度な風場が得られないという欠点がある。一方、局地気象モデルは陸上地形の影響を考慮した高精度な結果を得ることができるが、計算には多くの境界値を入力する必要があり、計算コストも高い。また、仮想的な台風について計算することは難しい。経験的台風モデルから得られた風場から、局地気象モデルに近い精度の風場を得ることができれば、短時間でより高精度な高潮の数値シミュレーションを実施することができる。そこで本研究では、経験的台風モデルによって求めた風場を局地気象モデルの結果と比較し補正することで、局地気象モデルより低い計算コスト、かつ経験的台風モデルより高精度な風場を得るための補正手法の構築を目的とする。その後、2020年10号台風に補正手法を適用し、台風の経路や強さなどの条件が異なっていた場合において、よりリアルな気象場で高潮推算を実施し台風条件の違いによる高潮の変化について検討する。

1.2 既往研究

台風モデルにより推算された風場の補正手法に関する研究として、井手ら¹⁾が挙げられる。井手らは、簡易的で計算コストが低い経験的台風モデルによって求めた風場を、高精度な局地気象モデルの結果と比較し補正することで、局地気象モデルより低コストで経験的台風モデルより高精度な風場の作成法を構築した。構築した補正法を台風モデルに適用した結果、地形の影響が考慮されたより精度の高い風場を得ることができている。さらに海洋流動モデルを用いた高潮推算を行い、構築した補正法により推算の精度が向上することを確認した。しかし、井手らの補正手法では、補正式が線形であることやその場の風の情報のみを使用し補正を行うなど、精度面で改良の余地が残っている。

2. 補正手法の概要

台風モデルにより推算された風場を実際（に近い）の風場と比較し、台風モデルの風場に作用させたときできる限り正確に実際の風場に近づくような補正手法を構築した。補正手法の概念図を図-1に示す。まず台風モデルと局地気象モデル(MSM)の風速差を格子点ごとに算出し、その風速差を教師データとしてニューラルネットワークで格子点ごとに補正量を設定する。その後、台風モデルの風場に補正量を考慮することで、低い計算コストで高精度な風場を作成する。

3. 対象台風の選定

補正法の構築に使用する台風は、最終的に九州沿岸での高潮シミュレーションの外力として使用することを想定し、九州付近を通過した一定以上の勢力を持つ台風を選定した。詳細な台風の選定条件を表-1に示す。本条

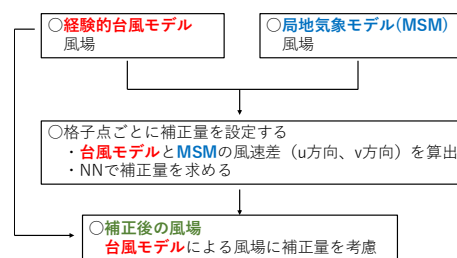


図-1 風場の補正手法の概念図

表-1 台風の選定条件

条件1	2002年～2020年に発生
条件2	最低中心気圧980hPa以下
条件3	有明海を中心に半径500km以内を通過

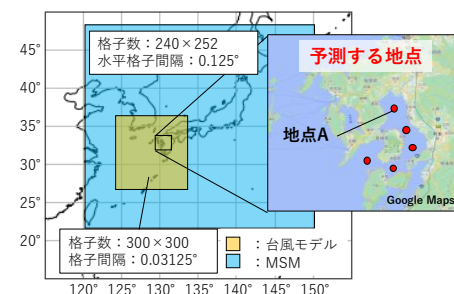


図-2 台風モデルとMSMの計算領域

件を満たす台風は計 65 個であった。

4. 使用データ

局地気象モデルとして、ここではメソ数値予報モデル GPV(MSM)のデータを使用した。MSM は解像度が約 11 km または約 5 km であるが、本研究では約 11 km 間隔で 1 時間ごとの気圧・風速のデータを取得した。一方、台風モデルは気圧分布の計算に使用実績の多い Myers 式を採用した。台風の中心位置、中心気圧は MSM の計算値から算出し、最大旋衡風速半径は MSM の気圧を Myers 式に代入し算出した。MSM と台風モデルの計算領域を図-2 に示す。

5. 補正方法の構築

陸域による影響を考慮するため、陸域の影響を大きく受ける有明海内の 5 地点 (図-2) について、地点ごとの風速補正量をニューラルネットワークで予測した。学習データには、台風モデルの領域から等間隔に 100 地点分の風速を抽出したものを使用した。予測した 5 地点以外の格子点については、5 地点からの距離に応じて重みづけを行うことで補正量を決定した。

6. 補正結果

補正結果の例として、2004 年 16 号台風来襲時の地点 A (図-2) における風速の時系列を図-3 に示す。補正により、ピークの過大評価が解消され、ピーク前後の変動も精度よく再現されている。さらに、MSM に対する RMSE が 3.1m/s 程減少している。また、2020 年 10 号台風における風場平面図を図-4 に示す。MSM は風速が海上で大きく陸域では減衰しており、陸地の影響が反映されていることが分かる。一方、台風モデルは陸地の影響を考慮できていない。補正後の結果は、有明海に注目すると、陸地の影響による風の減衰が反映されており、補正の効果が認められる。

7. 2020 年 10 号台風についての高潮シミュレーション

補正手法の構築後、2020 年 10 号台風を対象として、本研究の補正手法を用いて風場を作成し、それを外力とした高潮シミュレーションを実施する予定である。2020 年 10 号台風は特別警報級の勢力で九州に接近の恐れがあると予報されていたが、実際には接近前の予想ほど大きな被害とはならなかった。これは台風接近時に沿岸部各地が満潮ではなかったことや、台風の勢力が予想よりも弱まったこと、および経路が当初の予報より少し西にずれたことなどが原因として考えられている。そこで本研究では、2020 年 10 号台風の経路や勢力などの条件を少しずつ変えた仮想の台風を作成し、予報通りの勢力や経路で来襲した場合での九州の沿岸部各地の高潮推算を行う。

8. おわりに

本研究では、高精度な MSM の推算結果をもとに経験的台風モデルによる風場を高精度化する方法を構築した。さらに、本補正法は仮想の台風による高潮推算を行う際にも有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 井手喜彦, 山上澤, 山城賢, 橋本典明: 経験的台風モデルにより推算された風場の補正法の構築, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 第 73 巻 2 号, p.I_144-I_149, 2017.

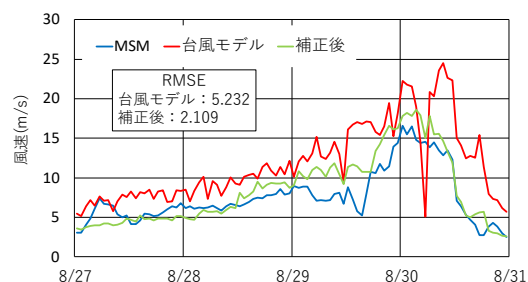


図-3 風速の時系列の比較 (地点 A)

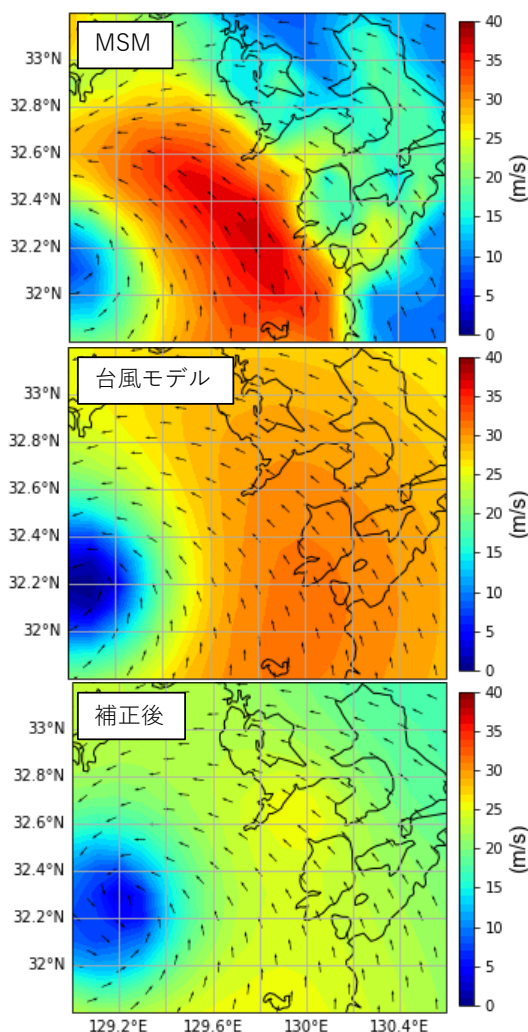


図-4 2020 年 10 号台風の風場平面図 (9/6 16:00)