

台風の最発達強度に着目したバイアス補正手法の開発と  
解適合格子モデルを用いた高潮の将来変化予測

Development of BiasCorrection Method for Tropical Cyclones and Future Change Projection of  
Storm Surge Using AMR Model

○山本 耀介・森 信人・Marc Kjerland

○Yosuke YAMAMOTO, Nobuhito MORI, Marc KJERLAND

As the characteristics of the tropical cyclone (TC) changes, the projection of storm surge is getting more important for coastal mitigation. GCM60 is used to conduct ensemble simulations and its result is widely used to reduce the uncertainty in future change projection, however, it has ignorable bias and needs correction. Thus storm surge calculation is costly and has difficulty in conducting ensemble storm surge calculation. In this study, we developed a bias correction method for TCs and used storm surge model adopts adaptive mesh refinement (AMR) to optimize the number of grid cells and reduce the computation costs for more reliable projection. (102 words).

### 1. はじめに

気候変動による台風特性の変化が報告される中、高潮の長期的な変化を定量化し、かつシームレスに行うことが日本沿岸部の防災において重要な課題となりつつある。このような極端現象の予測には、近年発展してきた気候モデル出力を用いることが一般的であるが、その出力に存在するバイアスの取扱いが問題である。特に、東西および南北の風速成分を持ったベクトル量で時空間的に移動する台風に関するバイアス補正に関する研究例はほとんどされていないのが現状である。また、様々な物理過程を扱う高潮計算はコストが高く、多数のアンサンブル気候計算を用いた高潮計算を行うのは困難である。

本研究では、研究例の少ない全球気候モデル(以下、GCM)において発生した台風に対して、台風のベストトラックデータ IBTrACS を真値とみなしたバイアス補正手法について検討する。また、解適合格子細分化手法(以下、AMR 手法)を採用した高潮計算モデル GeoClaw(Mandli ら, 2014)を使用し、高潮計算における計算コストを抑え、確実性の高い高潮の将来変化を行うことを目的とする。

### 2. 全球気候モデルによる気候計算

温暖化による影響評価研究における不確実性を低減し、その信頼性を向上させるために、気候モデルを用いたアンサンブル計算が行われている。文部科学省気候変動リスク情報創生プログラム

(2012-2016)では、現在気候(1979-2003)、将来気候(2075-2099)のそれぞれ 25 年の計算期間で、複数の雲物理スキーム、海面水温(以下、SST)を様々なに変化させた気候再現実験が行われた。本研究では、雲物理スキームに Kain-Fritsch convention scheme(KF)、Yoshimura scheme(YS)を用い、現在気候については、境界条件に英国気象局ハドレーセンター(Had1-SST)、将来気候については、CMIP5 に登録された全 28 モデルの出力結果の将来 SST 変化傾向を 3 つにクラスター分析し、その平均をとったもの(cluster1-3)、およびそれら全ての平均をとったもの(cluster0)の計 4 パターンを外力とした計算結果を利用した。

### 3. バイアス補正手法

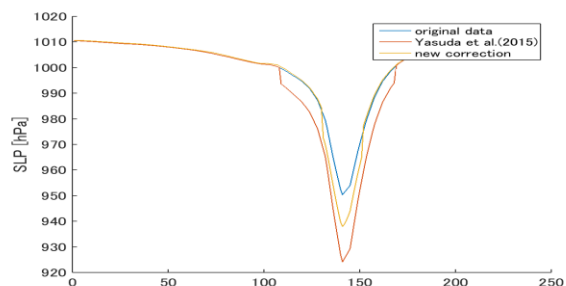
上記のアンサンブル気候再現実験結果より、Murakami ら(2012)の手法によって台風のトラックデータを抽出し、これをベースとして台風の最発達時の台風強度特性について解析した。解像度毎に解析した結果、20km 解像度 GCM(以下、GCM20)は観測に比べ台風強度を過大評価し、60km 解像度 GCM(以下、GCM60)は台風強度を過小評価することが分かった。また、GCM60 を用いた雲物理スキーム毎に解析すると、用いるスキーム毎に異なる台風強度特性が得られた。従って、本研究では気候モデルの解像度毎、雲物理スキーム毎に異なるバイアス補正值を用いることとし、気候実験結果の確率分布が観測 IBTrACS の分布と一致するような

補正値を求め、これを台風中心に対する補正値とすることとした。

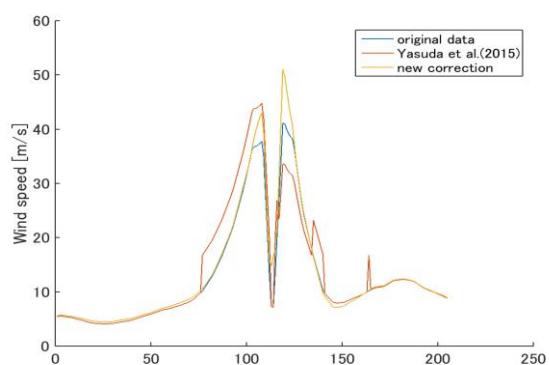
続いて、得られた台風中心に対する補正値を台風場全体に適用した。本研究では、台風の気圧場が Myers の気圧分布に従うと仮定し、台風場に対して時空間的に補正を適用することとした。ここで、台風半径には港空研の台風の最大風速半径に関するモデルを用いた。補正の適用例を図1に示す。ここでは補正前の台風データの断面形状、安田ら(2015)による手法および本研究において開発した補正手法それぞれを適用した補正後の台風データの断面形状を示している。安田らの手法では、風速について台風の形状を維持することが出来ていないのに対して、本研究において開発した手法では元の台風構造を維持しつつ、台風強度を引き上げることが出来ている。本研究ではこの補正手法を各アンサンブルで発生した台風に適用し、高潮計算を行った。

#### 4. 解適合格子モデル GeoClaw

高潮計算には、AMR 手法を取り入れた GeoClaw



(a) 気圧の断面形状



(b) 風速の断面形状

図1: 最発達時における台風の断面形状の比較 (青: 補正前の GCM 出力データ, 赤: 安田ら[5]の補正手法適用後のデータ, 黄: 本研究において開発した補正手法適用後のデータ)

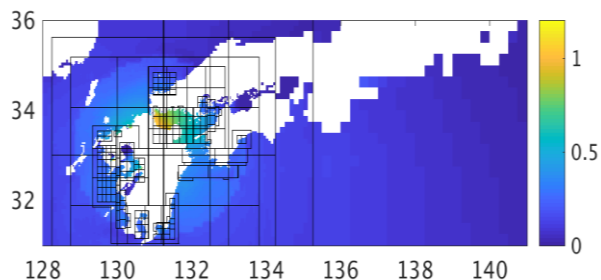


図2: 高潮計算のあるタイムステップにおいて最適化された格子の様子。四角で示した格子が小さい程、精密な計算がされている。

(Geophysical Conservation law model)を用いた。

AMR 手法の最大の特徴は、設定した細分化基準に従って、時空間的に計算メッシュのサイズを変化させ、計算の領域を最適化することが出来ることである。図2は、高潮計算のあるタイムステップにおいて最適化された格子の様子を示している。この手法により、必要な箇所に重点的に計算格子を集中させ、飛躍的に計算時間を短縮することが可能である。

このモデルを用いて、現在気候・将来気候のそれぞれに対して各台風の最大高潮偏差を極大値資料とした極値統計解析を行い、高潮偏差の空間分布を求めた。また、現在と将来の差を取ることによって高潮偏差の将来変化量を求めた。

#### 参考文献

- Murakami, H., R. Mizuta, E. Shindo(2012): Future changes in tropical cyclone activity projected by multi-physics and multi-SST ensemble experiments using the 60-km-mesh MRI-AGCM, *Climate Dynamics*, Vol.39, Issue9, pp.2569-2584.
- 河合弘泰, 本多和彦, 富田孝史, 柿沼太郎(2005) : 2004年に発生した台風の特徴と高潮の予測・再現計算, *港湾技術研究所資料*, No.1103
- 安田誠宏, 片平成明, 森 信人, 間瀬 肇, 澁谷容子(2015): 気候モデル台風のバイアス補正手法の開発と高潮の将来変化のアンサンブル予測, *土木学会論文集 B2(海岸工学)*, Vol.71, No.2, pp.I\_1507-1512
- Kyle T. Mandli, Clint N. Dawson (2014): Adaptive Mesh Refinement for Storm Surge, *Elsevier*, Vol. 75, pp. 36-50