

2 度上昇・4 度上昇の気候変化に対する 2018 年台風 21 号 (Jebi) の上陸直前の強度・構造の応答

Response of Intensity and Structure of Typhoon Jebi (2018) before Landfall to 2-K and 4-K Warmed Future Climates

○藤原圭太・竹見哲也・森信人

○Keita FUJIWARA, Tetsuya TAKEMI, Nobuhito MORI

To investigate the effects of global warming on Typhoon Jebi (2018), we performed high-resolution pseudo-global 2-K and 4-K warming simulations using a regional atmospheric model. The pseudo-global warming experiments demonstrated the further facilitation of Jebi's development with a higher rise in the temperature. The intensity over the ocean to the south of Japan increased by 8% (20%) in the climate warmed 2-K (4-K) to the current climate. Typhoon Jebi, in the 4-K warming simulations, maintained a robust inner core characterized by a compact and deep eyewall and well-developed primary and secondary circulations even immediately before landfall, in contrast to the result in the 2-K warming simulations. The sustained robust axisymmetric structure immediately before landfall in the 4-K warming runs were strongly associated with the drastic changes in the midlatitude's thermodynamic and dynamic environments under climate changes resulting from 2-K to 4-K global warming. (143 words)

【1. はじめに】

2018 年台風 21 号は、過去 25 年間 (1994-2018 年) において最も強い勢力で西日本に上陸し、過去の顕著台風 (1934 年室戸台風や 1961 年第二室戸台風) に匹敵する甚大な暴風・高潮被害を西日本にもたらした。地球温暖化に関する高解像度シミュレーションは、中緯度における台風強度が将来の温暖化に伴って増大することを予測している^{[1][2]}。そのため、将来の気温上昇が台風 21 号に与える影響を調査することは、将来想定される最悪クラスの自然災害に関する有用な知見を提供することが期待される。

本発表は、領域気象モデルによる再現実験と擬似温暖化実験を通じて、将来の温暖化シナリオに対する台風 21 号の応答について報告する。

【2. 気象モデルと擬似温暖化実験の設定】

本研究では、領域気象モデルの一つである Weather Research and Forecasting (WRF) モデルを用いた。東アジア域 (D1) を水平解像度 5 km、近畿地方 (D2) を水平解像度 1 km で網羅し、2 つの domain は双方向ネスティングで接続されている。シミュレーションの不確実性を考慮し、D1 の初期時刻は 2018 年 8 月 30 日から 9 月 2 日の各日 00、06、12、18 UTC (合計 16 メンバー) に設定した。D2 の 16 のアンサンブルシミュレーションの計算期間は、2018 年 9 月 4 日 00-12

UTC である。加えて、D1 の計算にスペクトルナッジングを適用している。初期値・境界値には、米国環境予測センターが公開している NCEP-FNL を用いた。現在気候データを使用した数値実験を再現実験と表記する。

擬似温暖化実験では、地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d2PDF/d4PDF) に収録されている 2 度上昇実験・4 度上昇実験・過去実験の月平均データのアンサンブル平均を利用した。本研究では、将来気候の 30 年平均値 (2051-2080 年) から現在気候の 30 年平均値 (1981-2010 年) を引いた値を、温暖化差分として定義する。温暖化差分は、将来気候において有意な変化がみられる気温・地上気温・海面水温の 3 要素^[3]について作成し、北西太平洋域 (東経 110-180 度) で東西平均した差分を再現実験の初期値・境界値に加算する。

【3. 結果とまとめ】

温暖化による台風 21 号の進路への影響は小さいが、西日本に上陸する直前の移動速度は 4 度上昇時に大きく減少していた (図略)。上陸直前の台風強度に関しては、4 度上昇時に台風 21 号が再発達する特徴がより明瞭に現れた (図 1)。日本南海上の台風 21 号の最大風速は、再現実験に対して、2 度上昇時には 8% 程度増加した一方、4 度上昇時の増加率は約 20% に達した。

図 2 は、台風 21 号の再発達期間における台風の内部コアの構造を表している。再現実験では、対流圏下層の台風中心から約 70–80 km 付近に接線風速の極大が現れている。4 度上昇実験では、非常に強い降水活動を伴うコンパクトかつ背の高い壁雲の構造が明瞭である。壁雲の活発な対流活動は壁雲周辺の大気境界層内における内向きの流れを強めることで、同領域の絶対角運動量の動径移流を顕著に促進する。その結果、4 度上昇実験の接線風速は、再現実験に対して最大風速半径付近にて約 20 m s^{-1} も加速されている。一方、2 度上昇時の台風壁雲の対流活動の強化は不明瞭であるため、内部コアの構造は再現実験の様相と類似している。

この結果は、台風 21 号は極端な温暖化気候

(4 度上昇時) の下では、強固な軸対称構造を維持したまま西日本に上陸することを示唆する。また、台風強度に影響を与える環境場パラメータの解析から、4 度上昇実験時の壁雲の対流活動の顕著な強化は、温暖化に伴う気温上昇が 2 度から 4 度へ進むことにより、中緯度の熱力学的・力学的環境場が大きく変化したこと起因していた (図略)。

研究発表講演会当日は、京阪神地区の台風 21 号に関連する災害リスク (高潮や暴風) の気温上昇に伴う変化も紹介する予定である。

【参考文献】

- [1] Kanada, et al., 2020. *SOLA*, **16**, 57–63.
- [2] Tsuboki, et al., 2015. *Geophys. Res. Lett.*, **42**, 646–652.
- [3] Takemi, et al., 2012. *JMSJ*, **90A**, 189–212.

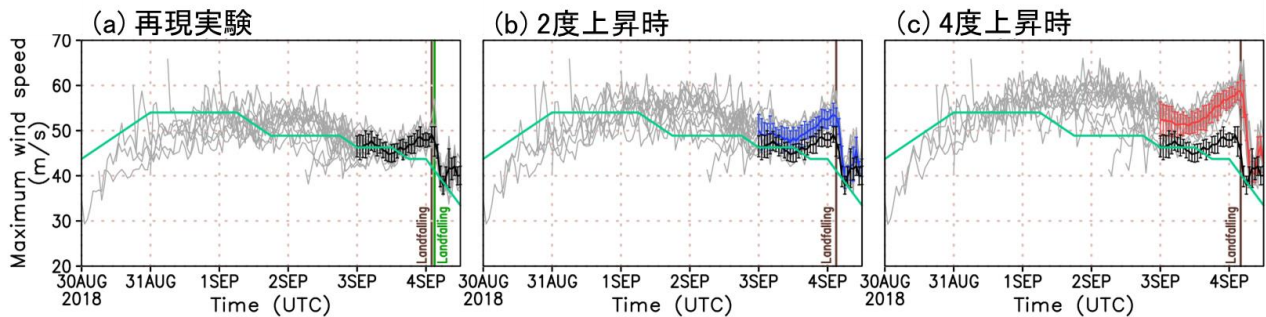


図 1. (a) 気象庁ベストトラックデータ (緑線) と CTLrun の各メンバー (灰線) から得られた台風の最大風速。9 月 3 日 00 UTC から 9 月 4 日 12 UTC までのアンサンブル平均値は黒線で描かれている。エラーバーは $\pm 1\sigma$ を表す。縦棒はベストトラックデータ (緑線) と CTLrun のアンサンブル平均の台風経路 (茶線) に基づく上陸時刻を示す。(b) 図 1a と同様であるが、2 度上昇時の結果。青 (灰) 線は 2 度上昇時のアンサンブル平均値 (各メンバーの値) を示す。(c) 図 1a と同様であるが、4 度上昇時の結果。赤 (灰) 線は 4 度上昇時のアンサンブル平均値 (各メンバーの値) を示す。

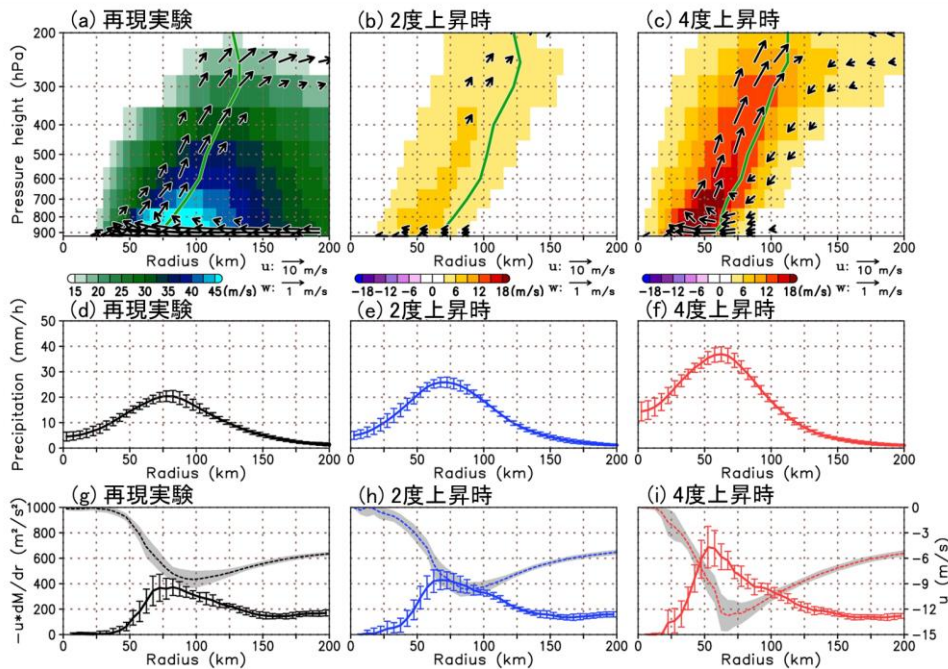


図 2. (a) 再現実験の方位角平均した接線風速 (陰影) と台風 2 次循環 (ベクトル) のアンサンブル平均の半径高度断面図。各物理量は再発達期間で時間平均している。緑線は各高度の最大風速半径を表す。2 m s^{-1} 未満のベクトルは描かれていない。(d) 再発達期間で方位角平均した降水量のアンサンブル平均。エラーバーは $\pm 1\sigma$ を表す。(g) 再発達期間で方位角平均した絶対角運動量の動径移流 ($-u \cdot dM/dr$: 実線) と動径風速 (u : 点線) のアンサンブル平均値。エラーバーと陰影は、 $\pm 1\sigma$ を表す。(b and c) 図 2a と同様であるが、2 度・4 度上昇時の結果。ただし、陰影とベクトルは、擬似温暖化実験と再現実験の差 (前者 minus 後者) を表す。2 m s^{-1} 未満の差分ベクトルは描いていない。(e and h) 図 2d and g と同様であるが、2 度上昇実験の結果。(f and i) 図 2d and g と同様であるが、4 度上昇実験の結果。