

西日本を西進した台風の経路を変える寒冷渦との双方向作用

気象・気候ダイナミクス研究室 516364 峯 大誠

指導教員：立花 義裕教授

Keywords : 台風, 寒冷渦, 進路, WRF

1. 序論

台風の進路は周囲の大気場の影響を受けて決定される。日本付近の台風は、太平洋高気圧の縁を沿って時計回りに進むことが多い。しかし中には他の気象要素の影響で複雑な動きをする台風もある。

2018年台風12号は進路を北東向きから徐々に西向きに変え、2018年7月28日16UTC頃に三重県伊勢市付近に上陸した。この台風は紀伊半島に東から上陸し、西日本を西向きに進むという特徴を持つ、前例の無い進路の台風であった。台風自身は北西に向かう流れを持つが、その効果は非常に弱い(Chan and Williams, 1987) [1]ため、この台風は周囲の大気場の影響を大きく受けたと考えられる。気象庁の報道発表では、日本の南に南下してきた寒冷渦(図1)の影響を受け台風が特異な進路をとったとされた[2]。寒冷渦とは上空に寒気を伴った低気圧であるが、地上の天気図には表れないことが多い。今回の事例では、300~200hPa面に明瞭な低温・低圧部が見られた。台風はこの寒冷渦の周りを反時計回りに回るように進んだ(図1, 2)。

台風発生直後は東日本に上陸後日本海に進むと予想されたが、上陸前は実際には予想より大きく東に回り、日本海に進むことなく西から南へと進路を変えた。2018年の数個の台風の予測精度に関する研究では、台風12号の進路・強度の予測精度は低かったと述べられている(Lei et al. 2019)[3]。

また、台風が複雑な進路を取る原因の1つとして、藤原の効果がある。藤原の効果は、2つ以上の熱帯低気圧が相互に影響し合う現象であることが知られている。寒冷渦も低気圧性の渦であるため、今回の事例では台風が寒冷渦の影響を受けただけでなく、台風が寒冷渦に及ぼす影響も大きかったのではないかと考えた。

以上より、本研究では台風12号が前例の無い進路をとった要因を寒冷渦との相互作用に着目して考察することを目的とする。

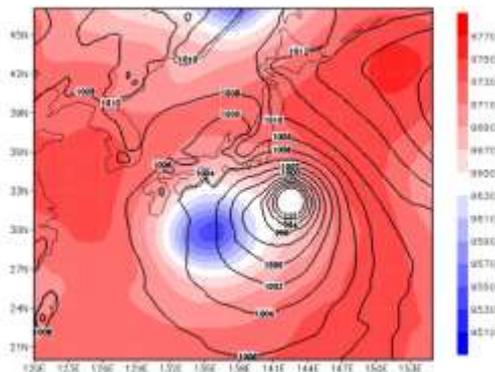


図1 2018年7月28日00時(UTC)の天気図。実線が海面更正気圧(hPa)、陰影が300hPa面のジオポテンシャル高

度(m)。紀伊半島の南にある上空の低圧部が寒冷渦である。

2. 使用データ・解析手法

本研究では、領域気象モデル WRFv3.4.1 (Weather Research and Forecasting) を用いて2種類の実験を行った。

一方は1つの領域 D01 (図2)のみを設定したモデルで、Normal とする。もう一方は2つの領域 D01, D02 (図2)を設定したモデルで、Two way とした。Two way では D01 の計算値を D02 の境界値に用いて D02 が計算され、さらに D02 の計算値を用いて D01 が再計算される。D02 は台風を追従し (Moving Nest), それぞれの領域の計算間隔は D01 で 25km, D02 で 5km に設定した。D02 の計算間隔を細かくしているため、Two way では台風の領域を精度よく計算でき、Normal より正確に台風を再現できると考えられる。また Two way の D01 には、精度良く計算された台風の結果が反映されている。以上の2種類の実験結果を比較することで、台風が周囲に与えた影響を見る。

両実験ともに初期値・境界値には大気場データとして気象庁 GSM (Global Spectral Model), 海面水温データとして RTGSST (Gemmill et al. 2007) [4]を用いて、2018年7月26日00UTCから8月1日00UTCまで計算を行った。実験の再現性の確認のため、実際の台風の進路は気象庁のベストトラックデータ[5]を使用した。

本研究ではまず、台風が寒冷渦へもたらした影響を考察する。Normal と台風を精度よく計算した Two way で寒冷渦にどのような違いが表れるかを比較した。その違いを見ることで台風が寒冷渦へどう影響したかが分かる。次に両モデルで寒冷渦が台風上空にどのような大気の流れを作ったかを比較し、寒冷渦が台風に与えた影響を考察した。

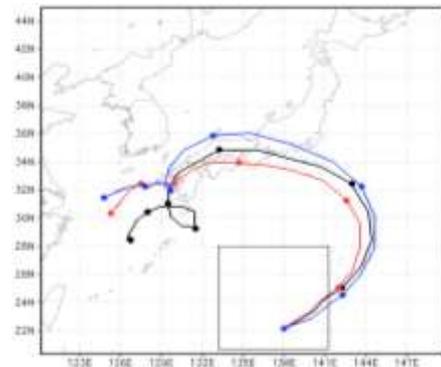


図2 台風経路。黒線：ベストトラック、赤線：Normal, 青線：Two way. 経路の図では7月26日00時(UTC)以降24時間ごとに点を付けてある。D01 (20.3-44.9° N, 120.2-149.8° E, 水平格子間隔 25km). D02 (20.7-28.0° N, 133.3-141.3° E, 水平格子間隔 5km)

3. 結果・考察

(i) 再現性の確認

まず、モデルの再現性の確認をする。台風の進

路(図2)は7月28日00UTCまで、強度(図略)は7月29日00UTCまでそれぞれ再現性はTwo wayの方が高かった。寒冷渦については、進路のモデル間の差は小さいが、強度はTwo wayの方が精度よく再現していることが確認できた。ここでは寒冷渦の強度の確認として300hPa面のジオポテンシャル高度を比較している。以上より、今回の実験ではTwo wayを現実場として、台風の進路の再現性が高かった7月28日00UTCまでを解析対象とする。

(ii) 台風が寒冷渦に及ぼす影響

NormalではTwo wayと比較して台風の勢力を過小評価した。また、それとともに、Normalの寒冷渦はTwo wayより早く衰弱した。このことから台風の発達に寒冷渦の勢力維持に影響する可能性が示唆された。

(iii) 寒冷渦が台風に影響

Two wayではNormalと比較して台風の影響によって寒冷渦が現実に近い強度を保っていた。Two wayからNormalの結果を引くことで、強い寒冷渦が台風の進路にもたらす影響を検討した。寒冷渦による風の影響を見るためにモデルの出力結果から、1.5°間隔にスムージングした風向と風速の値を考察した。中心の低圧部が寒冷渦でその東に台風が存在する(図3)。Two wayの台風が存在する付近ではNormalと比較して寒冷渦の外側に向かう成分の風が吹いていたことが分かる

(図3)。寒冷渦の強度が台風の進路に影響を及ぼすことが示唆された。

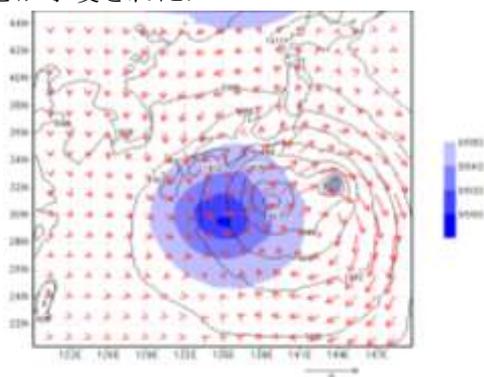


図3 7月28日00時(UTC)のTwo wayにおける300hPa面のジオポテンシャル高度(m)とTwo way-Normalの500hPa面の風(m/s)。風向風速はスムージングしてある。

(iv) 台風の発達が寒冷渦の強度を維持

Normalの寒冷渦の衰弱は7月27日18UTCから7月28日00UTCにかけて特に顕著に見られた。7月28日00UTC時点で、Normalの寒冷渦中心のすぐ東に上昇流が生じていたことが分かった(図略)。この位置の上昇流はTwo wayや再解析には見られない。そこで、Normalで上昇流が生じた東経135.3°において北緯28~32°の鉛直断面を比較した(図4)。図より、Normalでは上昇流の上端で雲が発生していること、300~200hPa面で潜熱加熱が強いことが確認できる。以上より、雲が形成される過程で生じた潜熱加熱によってNormalの寒冷渦が衰弱したと考えられる。次に寒冷渦の位置の鉛直流形成の要因を考察するために、両モデルの台風と寒冷渦付近の収束・発散を

比較した。Normalの台風は、下層の収束と上層の発散がTwo wayの台風よりも不明瞭であった。また、Two wayでは寒冷渦の上空での収束と下層での発散が弱いながらも確認できたが、Normalでは確認できなかった。以上より台風が発達することによって、下層では寒冷渦から台風へ、上層では台風から寒冷渦に向かう成分を持つ大気の流れが形成されることが示唆された。すなわち、Normalでは台風の発達が弱かったため、上記のような寒冷渦付近での上昇流を抑制する流れが形成されず潜熱加熱があったと考えられる。

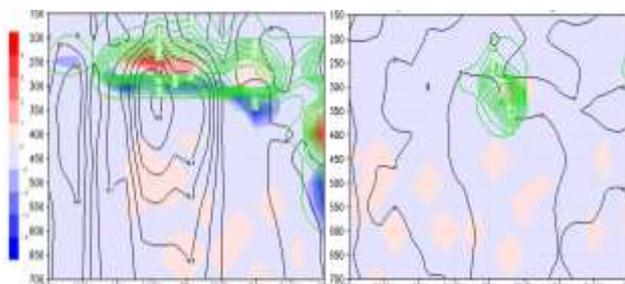


図4 黒線が鉛直流(m/s)、緑線が雲比率、色が潜熱加熱($\times 10^{-4}K/s$)を表す。左がNormal、右がTwo way。

4. まとめ

Two wayとNormalの二つの実験を行い比較することで、台風が寒冷渦に影響を及ぼし、台風の影響を受けた寒冷渦が台風に影響を及ぼす可能性について議論することができた。台風が発達することにより寒冷渦も強度を保ったまま移動することを示唆する結果が得られた。また、寒冷渦が強度を保って移動することにより、そうでない場合に比べて台風を大きく反時計回りに動かす風の流れを作っていたことが分かった。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導頂いた立花義裕教授に深く感謝いたします。また、同研究室の小松謙介博士、安藤雄太氏、杉原直樹氏、松岡優輝氏、太田圭祐氏、中西友恵氏、その他研究室の皆様へ感謝の意を表します。

参考文献

[1] Chan, C. L., and R. T. Williams, 1987: Analytical and numerical studies of the beta-effect in tropical cyclone motion. Part I: Zero mean flow. *J. Atmos. Sci.*, **44**, 1257-1265.
 [2] 気象庁報道発表資料(2018年7月27日)
<https://www.jma.go.jp/jma/press/1807/27d/kaisetsu2018072714.pdf>
 [3] Lei L, Ge Y, Tan Z, Bao X. 2020. An evaluation and improvement of tropical cyclone prediction in the western North Pacific basin from global ensemble forecasts. *Science China Earth Sciences*, **63**: 12-26
 [4] Gemmill et al. 2007 Daily real-time global sea surface temperature NOAA/NWS/NCEP/MMAB Office Note **260**,1-39,2007
 [5] 気象庁台風経路図
https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/bstv2018.html