

2019 年台風 19 号の強度変化に対する気候変動影響評価

岐阜大学 学生会員 ○豊田将也
岐阜大学 正会員 吉野 純
岐阜大学 正会員 小林智尚

1. はじめに

地球温暖化は発生する台風の強度や進路等に影響を及ぼすと報告されており（例えば Tsuboki et al., 2015, Yamaguchi et al., 2020）, その影響は、既に現在発生している台風にも表れつつあると考えられる。実際に、2013 年の台風 30 号は地球温暖化の影響を受け、最低中心気圧 895 hPa という記録的な強度にまで発達した台風事例であると報告されている（Takayabu et al., 2015）。そのような背景の中、昨年 10 月に発生した台風 19 号（以降、1919 号）は、発生後、24 時間の気圧低下量が最大 -60 hPa（気象庁, 2019）となる急速発達を引き起こし、最低中心気圧 915 hPa の猛烈な勢力にまで発達した。さらに、強い勢力を維持しながら伊豆半島に上陸、その後、関東地方を通過したことにより、東日本を中心に暴風雨災害を引き起こした。

本研究では、この 1919 号に対して、高解像度台風モデルによる現在気候実験（再現実験）および過去気候実験（擬似温暖化実験）を実施する。これにより、1919 号の強度に対する気候変動影響を定量評価し、本事例の急速発達および猛烈な勢力が既に進行しつつある地球温暖化によりもたらされたものであるかを検証することを目的とする。

2. 数値計算手法

(1) 高解像度台風モデル

本研究で使用する高解像度台風モデルは、メソ気象モデル MM5 をベースとしており（Dudhia, 1993）, 台風内部を高効率かつ高解像度に計算するための自動移動ネスティングや、複数の海面境界の物理過程（海洋混合層過程、波飛沫蒸発過程および粘性散逸加熱過程）を導入することで、高精度な台風強度の推定を可能にしている。本研究では、台風

の周辺環境場を表現する 27 km メッシュ領域（D1）の中に、台風の全体構造を解像する 9 km メッシュ領域（D2）と台風の内部コア構造を解像する 3 km メッシュ領域（D3）を置き、3 段階のネスティング領域により構成される。D2 と D3 は台風の移動を自動追尾することで、台風の発生から消滅までの強度や内部構造を高効率かつ高解像度に表現できる。その他の計算設定は先行研究に倣う（豊田ら, 2018）。

(2) 現在気候実験と過去気候実験

本研究では、まず初期・境界・同化条件として 1919 号の発生から消滅までの期間で、NCEP 全球客観解析データ（FNL データ）をそのままダウンスケーリングする現在気候実験を実施し、それを本研究の基準となる再現実験（以降、Present）とする。そして、その初期・境界・同化条件に対して、全球気候モデル GCM による温暖化気候差分を加算することで擬似温暖化ダウンスケーリング（Sato et al., 2007, 吉野ら, 2015）による過去気候実験を行う（以降、Past）。温暖化気候差分として、CMIP5 が提供する historical データから 1860 年から 1879 年までの 20 年間を過去気候と定義し、現在気候は、2000 年から 2019 年までの 20 年間と定義する。いずれも複数の GCM のアンサンブル平均値を使用する。ここで温暖化気候差分とは、海水面温度 SST, 気温 T, 相対湿度 RH, 風速ベクトル UV に関する過去気候と現在気候との差分を意味する。さらに、入力する物理量の一つずつ過去気候の状態から差し替えた感度実験（Past+ ΔX ; ΔX は各物理量 X の気候差分）を行うことで、各物理量 X の温暖化差分が台風強度に及ぼす寄与についても評価する。本研究では、特に 1 日あたりの最大気圧低下量（MPD）および最低中心気圧（MCP）の 2 種類の結果に着目し議論する。

キーワード 台風 1919 号, 高解像度台風モデル, 擬似温暖化実験

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学大学院工学研究科環境エネルギーシステム専攻自然エネルギー研究室
TEL 058-293-2439 FAX 058-293-2431

3. 結果と考察

(1) 1919号の現在気候実験（再現実験）

はじめに1919号の現在気候実験（Present）の再現性を確認する（図-1）。高解像度台風モデルにより、1919号の台風全生涯の強度を高精度に再現できている。MPDは -42 hPaとなり、観測（ -60 hPa）に比べて若干過小評価ではあるものの、初期の急発達をある程度表現できている。またMCPは、観測値で915 hPa、計算値では905.1 hPaと高精度に再現できている。このPresentを基準として過去気候実験（Past）との比較を行う。

(2) 1919号の過去気候実験（擬似温暖化実験）

次に、Present（図-2；黒点線）とPast（図-2；赤線）の結果を比較する。PastのMPDは -47.5 hPaとなり、Present以上に急激な発達が生じ、MCPは999.2 hPaと現在気候に比べてより強化され、Presentに比べて -5.9 hPaの変化量となった。一方で、日本列島に接近し始める8640分以降では台風強度はPresentに比べて弱くなっている（上陸時で $+1.0$ hPa）。以上より、現在気候下で生じている温暖化により、熱帯域では台風を弱化させ、中緯度域では台風を強化させていることが明らかとなった。

続いて、Pastにおいて入力する4つの物理量（気温T、海面温度SST、東西南北風速UV、および相対湿度RH）を1つずつPASTの状態に加算することで、各物理量の気候変化が台風強度に及ぼす影響について感度実験を行った（図-2および表-1）。最も台風強度を弱く表現したのは、Tのみ現在気候の状態になった場合（Past+ ΔT ）であり（図-2中の緑線）、MPDは -32.1 hPaとなり、MCPは927.1 hPaとなった。一方で、最も台風強度を強く表現したのは、SSTのみ現在気候の状態になった場合（Past+ Δ SST）であり（図-2中の黄線）、MPDは -52.7 hPaとなり、MCPは993.0 hPaとなった。その他の物理量については台風強度に大きく影響していない。以上の結果より、現在気候では、 ΔT と Δ SSTの温暖化影響がそれぞれ相殺しているものと考えられる。また、特に急速発達を遂げる熱帯域では、 ΔT の影響で大気が安定化するため弱化され、中緯度域では、 Δ SSTの影響で熱供給が促進するため強化されると推察される。

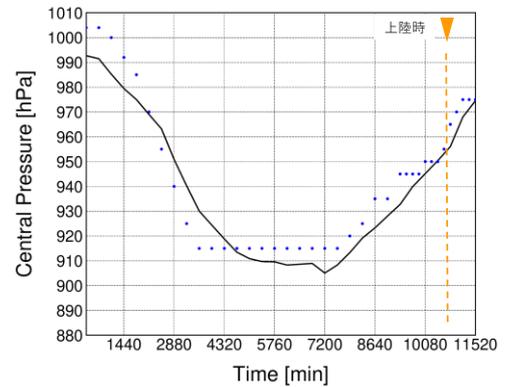


図-1 現在気候実験における中心気圧の時系列（黒線：計算値，青点線：観測値）

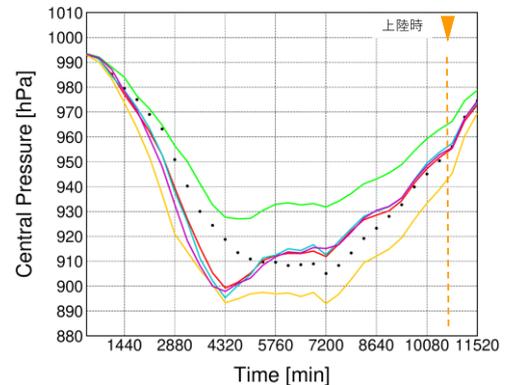


図-2 擬似温暖化実験における中心気圧の時系列（黒点線：Present，赤線：Past，緑線：Past+T，橙線：Past+SST，水色線：Past+UV，紫線：Past+RH

表-1 擬似温暖化実験の計算結果（MPDおよびMCP）の一覧

	MPD (hPa)	MCP (hPa)
Present	-42.0	905.1
Past	-47.5	899.2
Past+ ΔT	-32.1	927.1
Past+ Δ SST	-52.7	893.0
Past+ Δ UV	-52.2	895.3
Past+ Δ RH	-52.4	897.9

4. 結論

本研究では、2019年台風19号を対象として、高解像度台風モデルを用いて現在気候実験および過去気候実験を実施した。過去気候の熱帯域では、現在気候に比べてより台風の急速発達が生じやすく、一方で、過去気候の中緯度域では、現在気候に比べて台風はより弱化されやすいことが明らかとなった。また、入力する各要素の温暖化気候差分に関する感度実験を行ったところ、気温と海面温度の温暖化影響は台風強度に対して相反する効果を有しており、熱帯域では気温の上昇により台風は弱化し、中緯度域では海面温度の上昇により台風が強化されると結論づけられた。