

令和元年台風第 15 号に関する構造変化プロセスの  
解明について（初期結果）  
～ドップラーレーダーデータを用いた台風の強度・構造解析～

- 気象研究所では、ドップラーレーダーデータを用いて台風の構造変化プロセスの解明について研究しています。今般、9月9日に千葉県南部を中心に記録的な強風をもたらした令和元年台風第 15 号の構造変化について、高度 2 km の風に着目した気流構造を即時的に解析し、地上への影響について考察しました。
- 千葉県南部で地上風の強まりが観測された時間帯に、千葉県南部の高度 2 km の上空では風速 50m/s の風が、最大で 2 時間にわたり吹き続けていたことがわかりました。台風の南側で眼の壁雲(強い降水域)が発達したためと考えられます。今回の解析結果から、千葉県館山で頻繁に観測された 40m/s 以上の最大瞬間風速は、アメダスによる観測のない千葉県南部の沿岸地域全域でも生じていた可能性があったことが示唆されます。
- 今後、多くのデータと精度の高い解析手法を用いて、台風の強風分布や地上風速の推定、眼の壁雲の変化プロセス等、日本に影響があった台風に関する研究を進めていきます。

令和元年台風第 15 号は、9月8日から9日にかけて、伊豆諸島を通過し、関東地方に接近・上陸し、各地で風速 20m/s 以上の暴風が観測されました。また、千葉県南部を中心に観測史上 1 位の最大風速や最大瞬間風速が記録されました。この暴風により各地で甚大な被害が発生しました。

しかし、地上の観測点が限られているため、観測のない地域ではどの程度の風が吹いていたか不明であり、風と被害の関係も明らかになっていません。これらを明らかにするためには、台風の風の面的な分布の実態把握が不可欠です。

気象研究所では、気象庁レーダー(東京)の観測データを用いて、9月9日0時(日本時。以下同様)から 13 時までの高度 2 km の風速分布を即時的に解析しました(手法は別紙1参照)。この結果、以下のことが明らかとなり、また推測できるようになりました。

- 千葉県南部の高度2km の上空では、台風が三浦半島を通過する前の1時 30 分頃から、東京湾を通過中の4時頃にかけて、風速 50m/s 以上の風が吹いていました(図1左)。特に2時 30 分から4時にかけては、台風の南側で眼の壁雲(強い

降水域)の発達が見られ、その風下側で風速が局所的に増加していました(図1中及び右、別紙3の解説を参照)。

- 千葉県南部の上空では、この局所的な風速増加と、地理的に台風の進行方向の右側に位置していたことが影響し、台風の大部分が陸地にあるにもかかわらず、少なくとも4時頃までは風速が衰えませんでした。その結果、千葉県南部の高度2kmの上空では、風速50m/s以上の風が最大で2時間にわたり吹き続けていました(図2右)。また、伊豆半島から関東地方南部、茨城県にかけての広い範囲で、風速40m/s以上の風が高度2kmの上空で吹き続けていました(図2左)。
- 一般に高度2kmの風速と地上で起こる最大瞬間風速の極値は、各観測点で見ると、良い対応関係にあります(別紙2参照)。台風第15号の事例においても概ね良い対応が見られています。沿岸域のアメダスで観測された1分毎の最大瞬間風速とその上空の高度2kmのレーダーで推定された風速の関係をみると、台風第15号では、高度2km風速に相当する最大瞬間風速の極値を地上で観測していたことがわかります(図3)。
- 千葉県館山で観測された1分毎の最大瞬間風速と高度2kmの推定風速の時系列によると、高度2kmで推定風速50m/s以上の風が吹いている間、地上では40m/s以上の最大瞬間風速が頻繁に観測されました(図4)。
- 高度2kmの風速と最大瞬間風速の極値の間の一般的な関係とレーダー解析の結果を合わせて考えると、千葉県館山で観測されたような40m/s以上の最大瞬間風速の極値が、観測データのない千葉県南部の沿岸地域全域でも生じていた可能性があったことが示唆されます。

注1. 本解析手法では、台風と気象レーダーとの位置が近いことの影響を受けて、千葉市に台風が上陸する前後の約1時間(9月9日4時から6時まで)の推定風速が過小評価となっています(別紙1参照)。

注2. 風速と被害の関係については、次のページをご覧ください。

暴風による災害:[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/ame\\_chuui/ame\\_chuui\\_p5.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/ame_chuui/ame_chuui_p5.html)

風の強さと吹き方:[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo\\_hp/kazehyo.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kazehyo.html)

問合せ先：気象研究所 台風・災害気象研究部 第一研究室

主任研究官 嶋田

電話 029-853-8672 FAX 029-853-8735

企画室 広報担当

電話 029-853-8535 FAX 029-853-8546

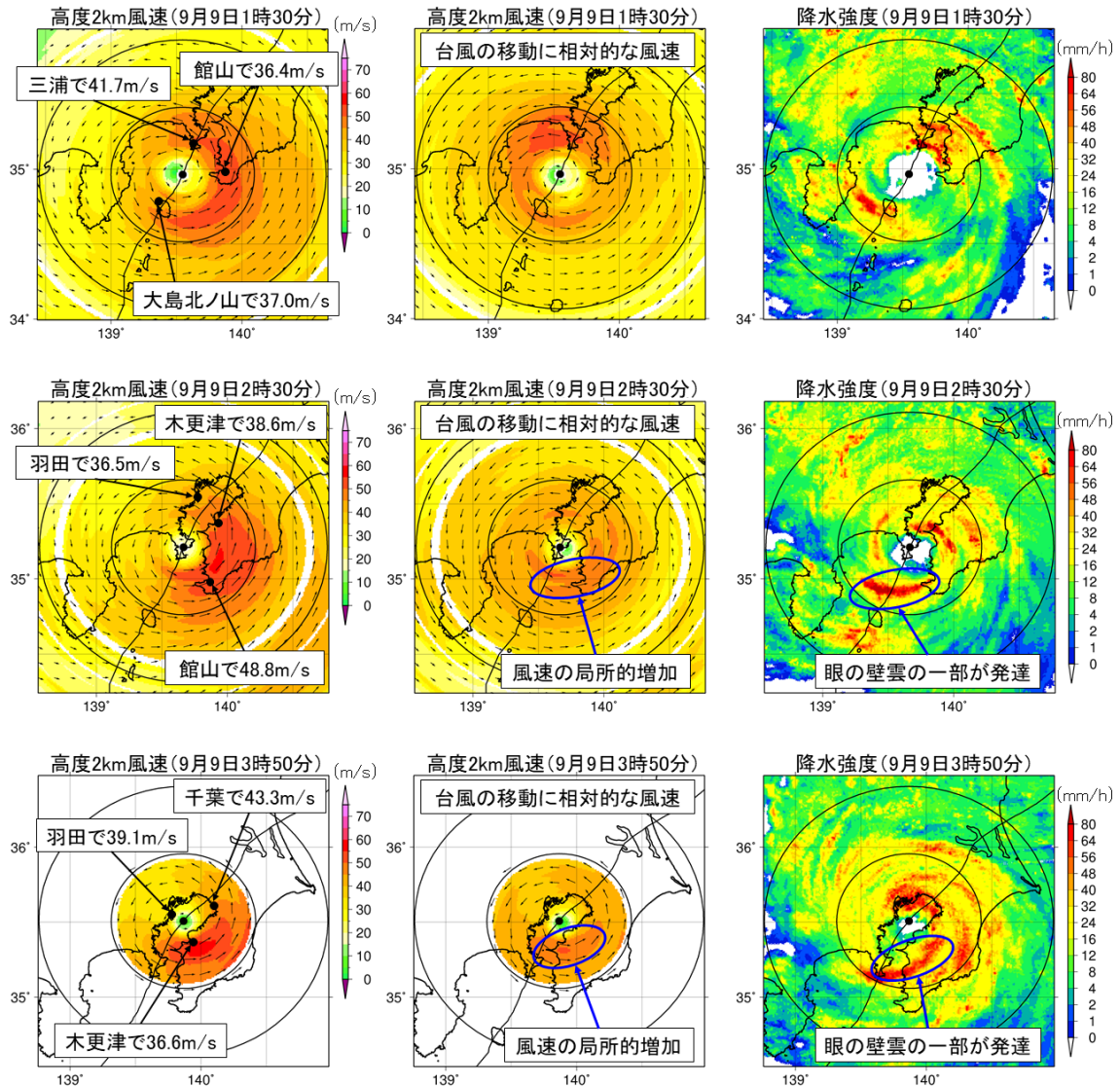


図1 ドップラー速度データから推定された高度2 kmの風速(左側)、高度2 kmの風速から移動速度を差し引いて求めた台風の移動に相対的な風速(真ん中)及び降水(右側)の分布。上段は9月9日1時30分、中段は9月9日2時45分、下段は9月9日3時50分

黒線はレーダー解析に用いた台風経路(レーダー解析に最適な循環の中心点であり、気象庁が発表する台風中心点とは異なる)。円は内側から順に、台風中心点から50km、100kmの距離を示す。対象時刻の前後5分以内に地上で観測された最大瞬間風速の極値を黒枠内に示す。

風速の空白域は、ドップラー速度の観測値がないため、風速が推定できなかったことを示す。風速場推定手法の精度的限界のため、風向には不確実性があることに注意が必要である。別紙1に詳しい説明を示す。

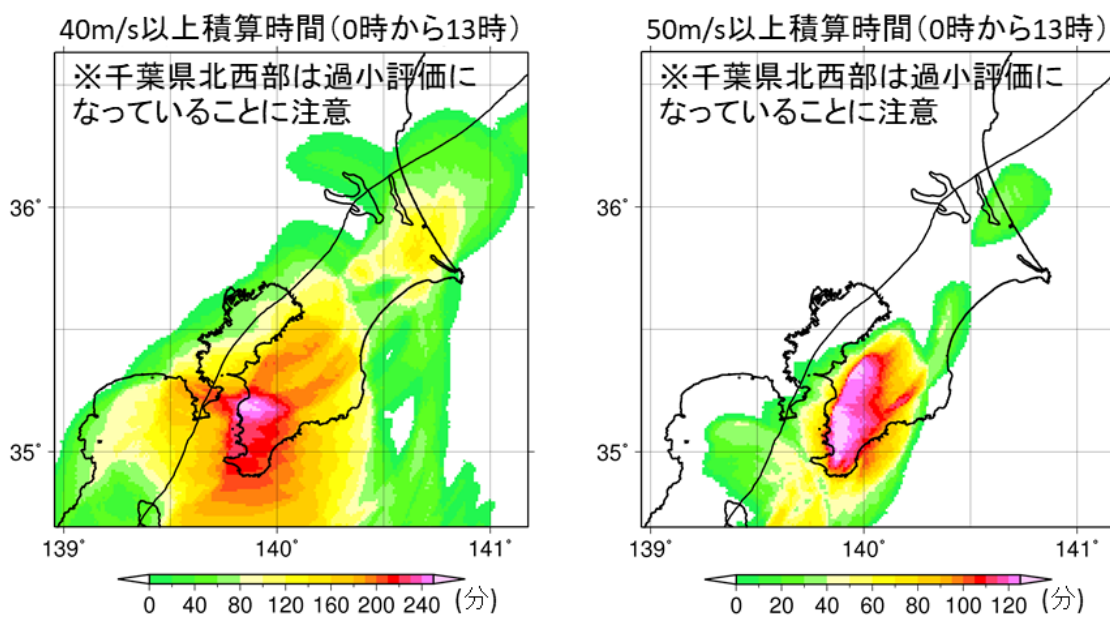


図2 高度2km付近で風速40m/s以上(左図)、及び風速50m/s以上(右図)の風が吹いていたと推定される積算時間(分)。積算は9月9日0時から13時まで。

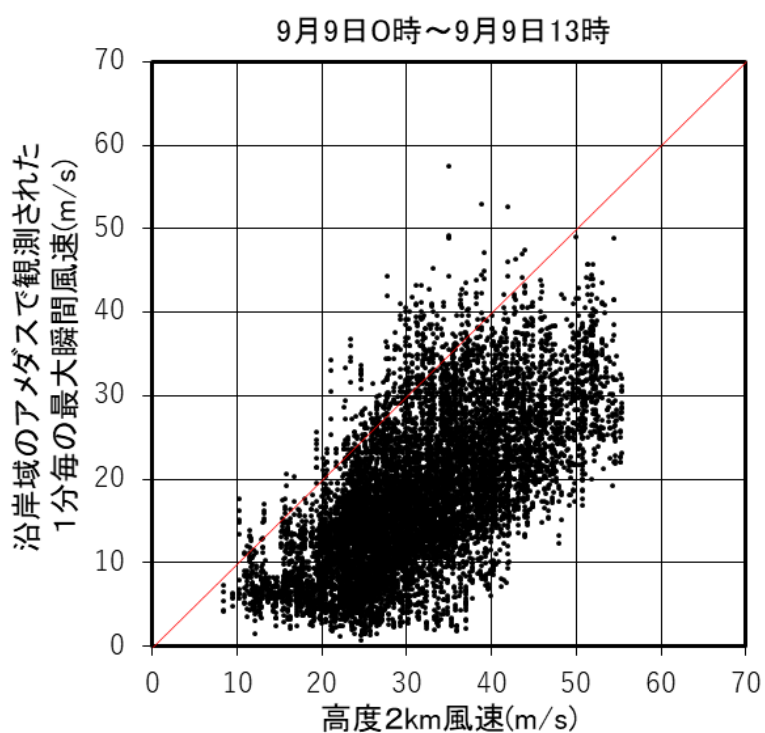


図3 沿岸域のアメダスで観測された1分毎の最大瞬間風速と高度2kmの推定風速の散布図(9月9日0時から13時まで)。

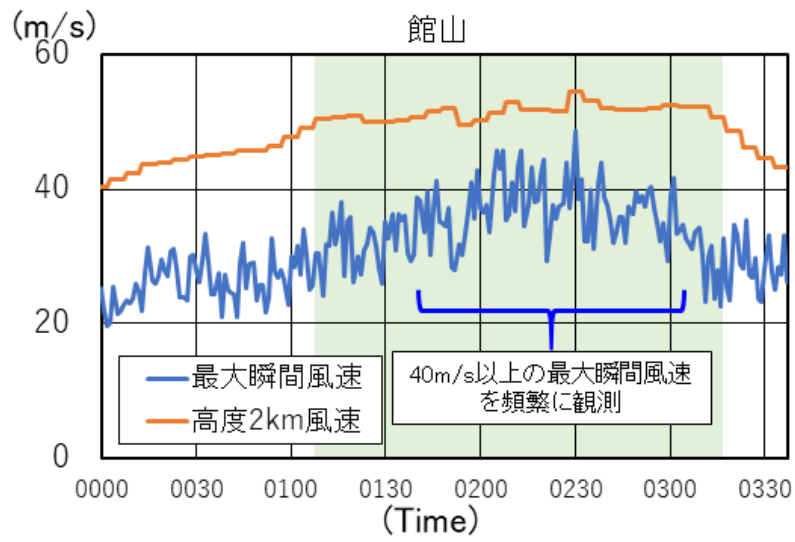
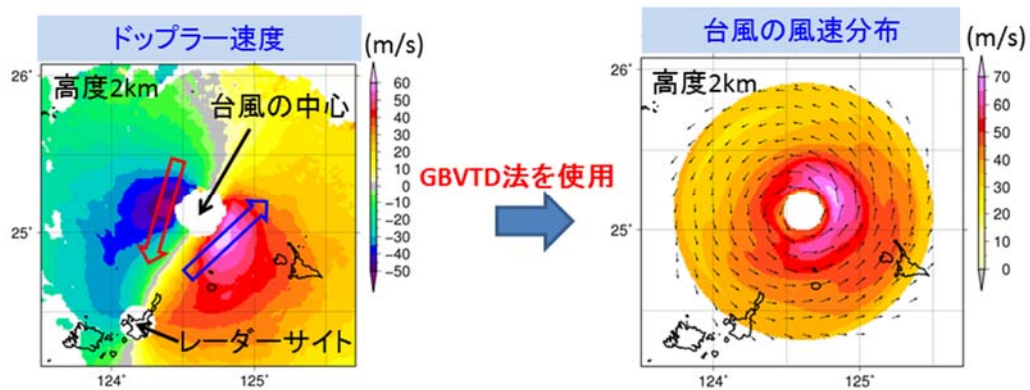


図4 千葉県館山で観測された1分毎の最大瞬間風速と高度2kmの推定風速の時系列(9月9日0時から3時36分まで)。緑色は推定風速が50m/s以上の期間を表わす。

## ドップラー速度から台風の風速を推定する手法



ドップラー速度は、レーダーのビーム方向の速度のみのため、通常これだけでは台風の風の二次元分布はわからない。しかし、台風特有の同心円状の風分布を仮定することで精度良く台風の風速分布を推定できる手法（GBVTD法という）を使用すると、ドップラーレーダーで5分毎に観測されたドップラー速度データから5分毎の台風周辺の風分布を推定することができる（Shimada et al. 2016）。台風の構造等にも依存するが、台風中心がレーダーサイトからおおよそ150km以内で、かつ、レーダーサイトが台風の眼付近にない間、この方法で台風の風速分布を5分毎に推定することが可能である。ただし、風向・風速の推定値には、観測誤差や推定手法の限界で誤差が含まれることに注意が必要である。

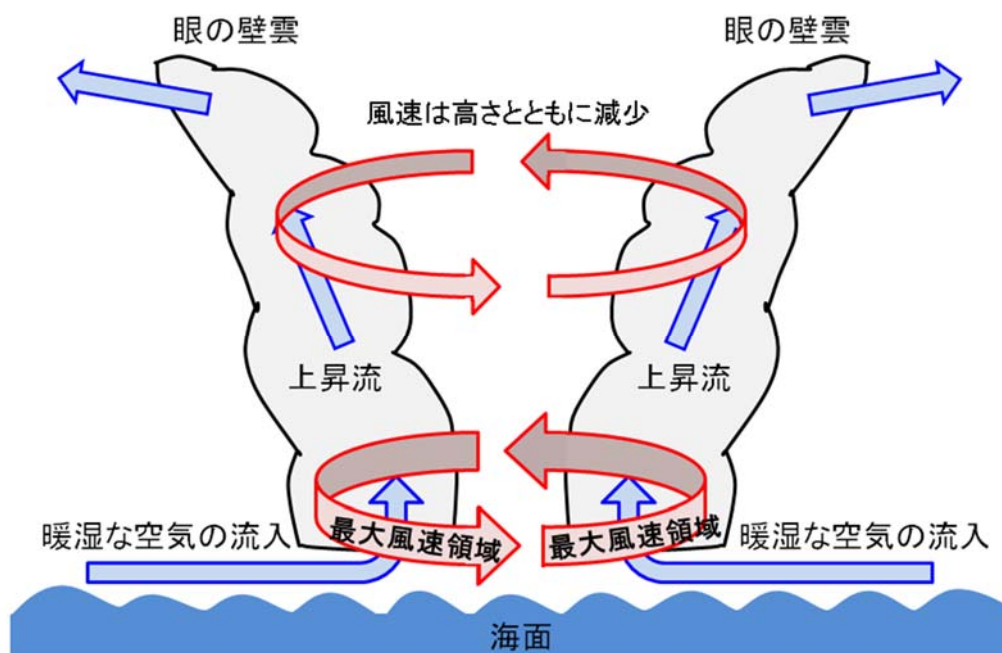
Shimada, U., M. Sawada, and H. Yamada, 2016: Evaluation of the Accuracy and Utility of Tropical Cyclone Intensity Estimation Using Single Ground-Based Doppler Radar Observations. *Monthly Weather Review*, **144**, 1823-1840, doi:10.1175/MWR-D-15-0254.1.

## 高度 2 kmの風速と地上風速の一般的関係について

台風の眼の壁雲（強い降水域）付近では、高度 2 kmの風速に匹敵する最大瞬間風速の極値が地上（沿岸地域）でしばしば観測される。ゆえに、高度 2 kmの風速は、地上（沿岸地域）で起こる最大瞬間風速の極値をある程度推測できる高度の風と言える。

熱帯低気圧の観測研究や理論研究によると、台風の眼の壁雲付近では、地上の 10分平均風速が高度 2 km風速の約 0.8 倍になる関係が知られている。また、地上 10分平均風速と最大瞬間風速（3 秒平均風速）の極値は、約 1.2 倍になることが知られている。結果的に、レーダーで観測される高度 2 km風速と地上（沿岸地域）で観測される最大瞬間風速の極値はほぼ同じになりうる。

### 眼の壁雲（強い降水域）と最大風速の位置関係について



台風は巨大な反時計回りの渦である。その中心付近の基本的構造は、「眼」と呼ばれる中心付近の比較的風が弱い領域と、その領域を取り囲む「眼の壁雲」と呼ばれる発達した強い降水域（積乱雲群の領域）からなる。眼の壁雲付近では最も強い風が吹いている。

最も強い風が吹いている領域（最大風速領域）では、地表面摩擦の影響で暖湿な空気が台風の外側領域から集まってくる。集まった暖湿な空気は上昇し、積乱雲（眼の壁雲）を発達させる。積乱雲から放出される凝結熱は、上昇流をさらに強め、まわりの空気をさらに眼の壁雲領域に集める。この時、フィギュアスケートのスピンと同じ原理で、外側から集まった空気は風速を増大させ、地表面摩擦に対抗して、最大風速を維持する。

このように、台風の中心付近の構造は一般に、対流の活発な領域（眼の壁雲）と風速最大の領域がほぼ同じところに位置する関係になっている。