

1. はじめに

台風は熱帯海洋上で発生、発達する気象擾乱である。台風の最大風速は気象衛星の雲画像パターンから、経験則に基づき主観的に推定されている（ドボラック法強度推定）。近年、気象衛星ひまわり 8 号は、台風中心を含めた周辺領域を 2.5 分間隔で撮像するターゲット観測を行っており、台風中心付近の雲の流れを滑らかに観測することが可能となった。この高頻度観測画像をもとに台風中心付近の風速分布を客観的に推定する手法（以下「客観手法」）が提案された（文献 1）。しかし、衛星以外の観測機器が限られた海洋上で、客観手法から推定された風速の精度を検証することは困難である。

本研究では、雲解像度数値モデルによる高解像度台風シミュレーションを用いて、客観手法による接線風推定の精度検証を試みる。シミュレーションによる気温、気圧、雲粒の分布をもとに疑似衛星画像を作成し、疑似画像に対して客観手法を適用することで、台風の風速分布を推定する。客観手法による推定風速と台風シミュレーションの風速を比較することで、客観手法の妥当性および精度を評価する。

2. 手法

本研究では、数値モデル Cloud-Resolving Storm Simulator (CReSS) を用いた。2018 年日本に上陸した台風 Trami を対象に、水平解像度 0.02 度（約 2 km）で約 4,000 km 四方の領域（親領域）を、台風の発達前から最盛期、衰退期を含む 9 月 21 日 12 UTC から 28 日 00 UTC まで積分した。さらにこの計算結果を用いて水平解像度 0.00125 度（約 140 m）で約 250 km 四方の領域（子領域）を、台風の最盛期である 24 日 18 UTC から 25 日 00 UTC まで積分した。親領域の計算における初期値、境界値には米国国立環境予測センターにおける水平 0.25 度解像度の客観解析を用いた。子領域の計算結果（2.5 分間隔出力）からの疑似衛星画像の作成には、Satellite Data Simulator Unit (SDSU) を用いた。文献 1 による客観手法は、時間方向に連続した衛星画像から、台風の任意半径での円周上における雲の平均的な移動速度を定量的に求めることができ、その移動速度をその半径での台風風速とする。疑似衛星画像を用いた風速推定は 24 日 21 UTC から 25 日 00 UTC まで 1 時間ごとに実施された。

3. 結果

図 1 a は客観手法による推定とシミュレーションで直接再現された接線風速の距離方向の分布を示している。シミュレーションで再現された接線風は、雲頂高度における接線風の円周平均である。両者の比較から、半径 15 km 以内で客観手法での推定接線風と、シミュレーションの接線風が 3 m s^{-1} 以内で非常によく一致した。一方、半径 15 km から 30 km の範囲では両者の差は大きく、最大で 15 m s^{-1} もの差を引き起こした。この差の要因は、各半径円周上で客観手法の推定に用いられた輝度温度の時間変化から調査された（図 1 b）。風速差が特に大きい半径 20 km では、客観手法で推定された値は 23 m s^{-1} であった。この値は解析期間前半に方位角 180° から 360° の範囲に現れる輝度温度の時間変化（雲の移動）にほぼ対応する（図 1 b 赤線）。客観手法ではこの範囲の雲の移動速度が推定接線風に大きく反映された。一方、シミュレーションされた値は 35 m s^{-1} であった。これは解析期間前半に 0° 付近から始ま

り、期間後半に 180° から 360° の範囲まで移動する雲に対応する (図 1b シアン線). しかしこの雲の移動速度は客観手法による推定接線風には大きく反映されなかった. これは同じ半径に様々な移動速度の雲がある場合、推定誤差が大きくなりうることを示唆する. 台風は対流圏下層と上層で接線風の強さが大きく異なる. そのため局所的に積乱雲が発達するような半径では、特に上記の状況が起こりやすく推定誤差が大きくなりうる.

台風の接線風は高度約 1 km の大気境界層上端付近で最大となる (図 1a 黒線). 最大接線風となる半径 ($20\text{-}22\text{ km}$) では雲頂高度で方位角平均した接線風 ($35\text{-}40\text{ m s}^{-1}$) と、高度 1 km での方位角平均した接線風 ($60\text{-}65\text{ m s}^{-1}$) で差が大きくなっている (図 1a). この半径は発達した積乱雲がリング状に形成しており、雲頂高度が高度 1 km より対流圏上層にあるためである. 同じ理由から、客観手法により推定された接線風も、高度 1 km での接線風より大きく過小評価されている. 本研究から、客観手法による推定接線風は、個々の雲の動きがある程度一様な状況 (各半径の円周上において高度が同程度の雲で占められる状況) で、その半径の方位角平均した接線風とよく一致することが示された. 一方で局所的に積乱雲が発達する半径では推定誤差が大きく、壁雲半径では最大風速を捉えることが難しいことが示された. 今後は推定精度がよい半径において、客観手法により推定された接線風 (観測値) をデータ同化し、現実の大気場を反映した数値シミュレーションから台風の最大接線風を推定する可能性を調査する.

研究成果 (学会発表全 2 件, 以下主なもの)

1. Tsujino, S., T. Horinouchi, T. Tsukada, H.-C. Kuo, H. Yamada, and K. Tsuboki, 2020: Inner-core tangential winds in an inner eyewall dissipation of Typhoon Trami (2018): A quantitative estimation based on the Himawari-8 satellite. American Geophysical Union Fall Meeting 2020, Online, December 1-17 2020, (poster).

文献 1 : Tsukada and Horinouchi (2020), <https://doi.org/10.1029/2020GL087637>

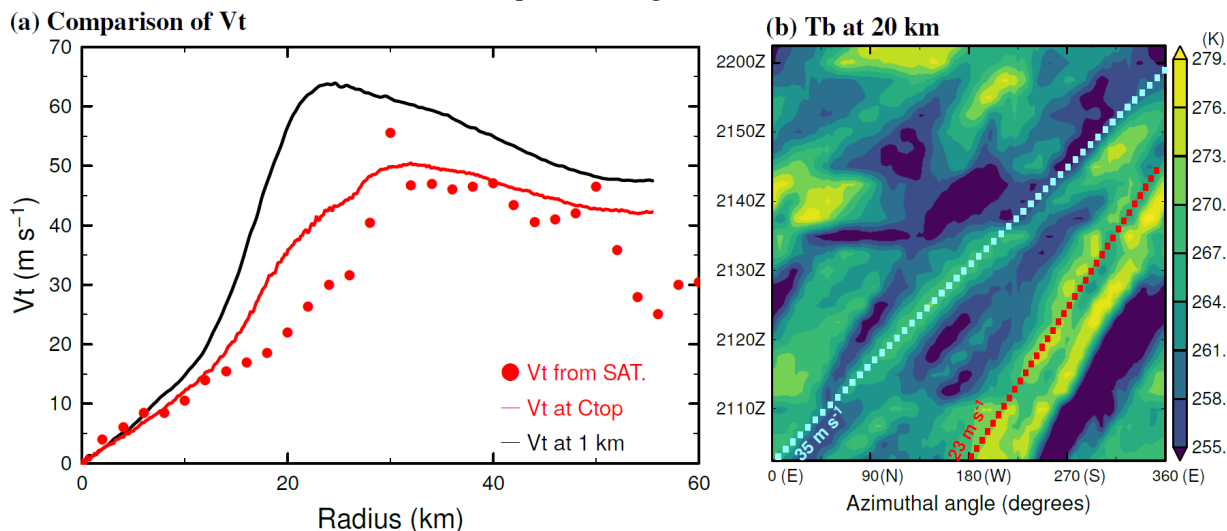


図 1 : (a) 9 月 24 日 21 UTC でのシミュレーションにおける接線風 (黒線 : 高度 1 km 平均, 赤線 : 雲頂での円周平均), および疑似衛星画像に基づく客観手法による推定接線風 (赤点) の距離分布, (b) 疑似衛星画像に基づく半径 20 km での輝度温度 (カラー) の方位角-時間断面 (21 UTC から 22 UTC まで). (b) におけるシアン破線はシミュレーションで直接再現される円周平均接線風に伴う雲の移動速度の傾き, 赤破線は客観手法で推定された接線風の傾きを表す.