

気象衛星ひまわりの超高頻度観測により台風の目の変化を検出

～台風強度推定と予報の向上への貢献に期待～

ポイント

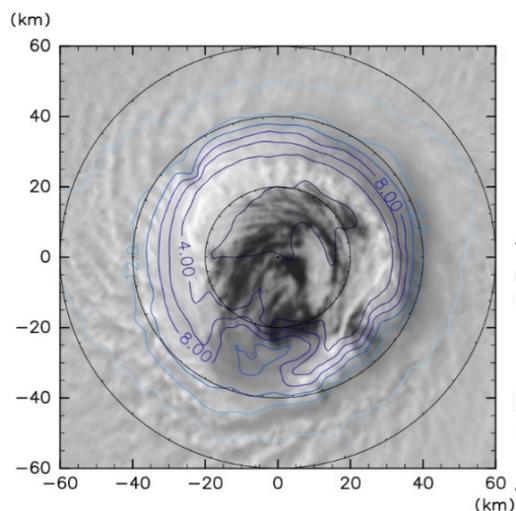
- ・気象衛星ひまわりの特別観測により、台風の目の中の風速の高頻度・高密度な検出に初めて成功。
- ・台風の目の中で風速を加速する新しいメカニズムを発見。
- ・開発した手法の活用により、台風強度の診断のさらなる向上と、台風予測の向上につながると期待。

概要

北海道大学大学院地球環境科学研究院の堀之内武教授と気象庁気象研究所台風・災害気象研究部第一研究室などからなる研究グループは、気象衛星「ひまわり8号」を用い、30秒という非常に短い間隔で行われた特別観測をもとに、台風の目の中の風速の分布を高頻度・高密度に検出することに初めて成功しました。

同グループは、猛烈な勢力に発達したあと沖縄地方を襲い九州に接近して被害を引き起こした2020年の台風第10号(Haishen)の盛期を対象とする研究を実施し、目の中心付近の回転の速さが短時間に大きく変化したこと、その要因が、これまで見過ごされていた新しいメカニズムによることなどを明らかにしました。台風の予報は、防災上きわめて重要ですが、台風強度の予報は難しいことが知られています。その理由の一つは台風の実況把握が難しいことです。台風はその一生のほとんどを海上で過ごすため、主な観測手段は人工衛星になります。より良い実況把握と予報には、衛星観測とその利用法の向上が求められます。この研究で開発された手法は、今後、台風の変動過程に関する科学的な理解のさらなる深化に貢献し、台風の強度や構造の診断の向上につながること、それが台風の予測の向上につながることが期待されます。

なお、本研究成果は、2023年1月16日(月)の、Monthly Weather Review 誌にオンライン掲載されました。



ひまわり8号による2020年の台風第10号の中心付近の可視画像の例。背景の白黒画像。白飛びしないように暗めに彩色。青系色の等高線は凡その雲頂高度(km)。等高線が混んでいるところの内側が目の中。

【背景】

台風の予報は、防災上きわめて重要です。台風の進路の予報精度は年々向上しています。しかし、台風強度の予報は難しく、世界中の予報機関において向上が足踏みしていると言われていています（例：気象庁ホームページ https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typ_kensho/typ_hyoka_top.html）。強度予報が困難であることの理由は様々にありますが、その一つは台風の実況把握が難しいことです。台風はその一生のほとんどを海上で過ごすため、主な観測手段は人工衛星になります。より良い実況把握と予報には、衛星観測とその利用法の向上が求められます。

気象庁は、2015年に世界に先駆けて、「第3世代」とも言われる高性能・高機能な静止気象衛星である「ひまわり8号」の運用を開始しました。現在は、同等の機能を持つ「ひまわり9号」で観測を行っています。ひまわり8,9号では、2.5分間隔で台風を追尾してモニターする「機動観測」が行われており、これまでの気象衛星に比べて格段に観測頻度が上がりました。解像度や、観測に用いられる波長の数も増加しています。静止気象衛星観測は、台風の一生を途切れなく観測できる唯一の手段ですので、その利用法の一層の向上が求められています。

さらに近年は、低軌道衛星の合成開口レーダー^{*1}による海上風推定にもブレイクスルーが起こるなど、台風の衛星観測が進歩しています。静止気象衛星と低軌道衛星の組み合わせによる、総合的な台風観測の向上も求められています。

北海道大学の堀之内武教授を中心とする研究グループは近年、ひまわりなどの観測を活用して台風の強度推定と予報を向上させるための研究に継続的に取り組んでおり、精力的に論文を発表しています。2020年には、ひまわり8号の2.5分観測の新たな利用法を開発しプレスリリースを行いました（関連する研究成果①）。気象衛星の高頻度観測を用いた台風の研究はまだ乏しく、同グループが世界的に研究をリードしています。本プレスリリースにかかる論文と同時期に同じ専門誌に発表した別の論文（関連する研究成果②）では、ひまわりのデータと上記の合成開口レーダーのデータを突き合わせることで、目がはっきりしている台風においては、ひまわりのデータから風速が最大になる位置が推定できることを示しました。

本研究は、北海道大学と気象庁気象研究所を中心とする複数の研究機関と気象庁の協力により行われました。その目的は、静止気象衛星による台風観測のさらなる高度化を見据え、従来よりも高頻度な観測を行うことの台風実況監視への効果を確かめることでした。

【研究手法】

気象庁気象研究所と気象庁気象衛星センターは、猛烈な勢力に発達したあと沖縄地方を襲い九州に接近して被害を引き起こした2020年の台風第10号（名称：Haishen）の盛期を対象に、30秒間隔で台風の中心付近を観測する特別観測を実施しました。

堀之内武教授らは、台風第10号の強度が最大に近くなりつつあった9月4日の日中について、最も分解能が高い（約500m）可視画像を主に用いて、雲の動きから風速を推定しました。推定には、同教授が開発した、多段階に雲の陰影を追跡するソフトウェアが使われました。

観測期間中、台風第10号はくっきりとした目を持っていました。海上にある台風の目の中では、大気境界層と呼ばれる、地表から高度1km程度までの領域に雲が存在することが通例で、台風第10号でも同様でした。台風に伴う風は大気境界層において最大となり、地表付近の風速は大気境界層の風速で決まるので、強度推定の要となります。

本研究では、雲の動きから得られた目の中の風速の面的な分布と、その時間変化について詳細な解析を実施しました。理論的な解釈を補強するため、目の中の流れを模した数値シミュレーションも実

施しています。

【研究成果】

本研究では、目の中を含む台風の中心付近の風の分布を 2 km 間隔で毎分計算しました（図 1）。各々のデータは 5 km 四方の領域内の運動を反映します。これは前例のない高頻度・高分解能であるだけでなく、台風に伴って回転する流れの変化要因となり得る「角運動量^{*2}の輸送」が算出できる高い精度をもつことが示されました。高精度なデータが得られた要因については、30 秒間隔という通常の 5 倍の頻度で観測したことが鍵であったことも明らかになりました。

解析対象とした日中の 8 時間ほどの間に、台風第 10 号の目の中でも特に中心に近いところでは、大気境界層における回転の速さが倍増したことが明らかになりました。また、台風の回転中心の位置は、目の壁雲の位置から予想される中心に比べて平均的にずれつつ、周期 1 時間ほどで円運動をするなど、複雑な動きをしていたことが明らかになりました（図 1）。このような、目の中の運動の詳細が観測から明らかになったのは、世界的に初めてのことです。そして、この円運動に伴う流れ場こそが、中心付近の回転の速さが倍増するという上記の変化をもたらしたことも明らかになりました。この発見は、科学的な知見として新規性があるだけでなく、見つかった現象が、最大風速をあまり変化させずに中心気圧を下げる効果が持つことから、台風強度の実況把握やその変動過程の理解という観点からも重要な示唆と言えます。

今回見つかった運動形態は、20 年ほど前に理論的には知られていたものの、これまで適切な観測がなかったためか、現実の台風の強度や構造の変化要因として注目されることはありませんでした。しかし、様々な傍証から、この現象が、観測対象となった台風第 10 号に限らず、特に強い強度をもつ台風において重要な役割を果たしている可能性が示唆されつつあります。

【今後への期待】

台風の強度や構造は急激に変化することがありますが、その科学的理解は不足しています。観測手段が限られるため、現在は主に数値モデルによるシミュレーションで研究されています。しかし、本研究は、衛星観測から高精度・高頻度・高分解能で風速が得られることを示しました。今後、観測に基づく研究が進展することが期待されます。

現在の北西太平洋海域における台風強度解析データは、気象庁を含む複数の気象現業機関により「ベストトラックデータ」として発表されています。これらベストトラックデータは機関間で統一されておらず、事例によっては強度差が大きいことがあります。今回の手法で得られるデータは、台風が存在する海上での観測データが非常に少ないという問題を改善し、台風の強度・構造の解析の発展に貢献するという点で、将来重要な役割を果たす可能性があります。台風の強度・構造の解析が向上すれば、台風の強度予測も向上することが期待できます。

【関連する研究成果】

① 2020 年 6 月 1 日プレスリリース

気象衛星による"台風目"の中の風の観測に初めて成功～台風の強度推定の向上への貢献に期待～
URL: <https://www.hokudai.ac.jp/news/2020/06/post-680.html>

② 2023 年 2 月 1 日論文公開

論文名 Strong Relationship between Eye Radius and Radius of Maximum Wind of Tropical Cyclones （台風の目の半径と最大風速半径の強固な関係）

著者 塚田大河¹・堀之内武^{1, 2} (¹北海道大学環境科学院、²北海道大学地球環境科学研究院)

雑誌名 Monthly Weather Review (気象学の専門誌)

DOI 10.1175/MWR-D-22-0106.1

論文情報

論文名 Stationary and Transient Asymmetric Features in Tropical Cyclone Eye with Wavenumber-1 Instability: Case Study for Typhoon Haishen (2020) with Atmospheric Motion Vectors from 30-Second Imaging (台風の目の中の定常及び非定常構造と波数1不安定: 30秒撮像による大気追跡風を用いた台風 Haishen (2020) のケーススタディ)

著者名 堀之内武¹、辻野智紀²、林 昌宏²、嶋田宇大²、柳瀬 亘²、和田章義²、山田広幸³ (¹北海道大学大学院地球環境科学研究院、²気象庁気象研究所、³琉球大学理学部)

雑誌名 Monthly Weather Review (気象学の専門誌)

DOI 10.1175/MWR-D-22-0179.1

公表日 2023年1月16日(月) オンライン公開

お問い合わせ先

北海道大学大学院地球環境科学研究院 教授 堀之内武 (ほりのうちたけし)

TEL 011-706-2366 メール horinout@ees.hokudai.ac.jp

URL <http://wwwoa.ees.hokudai.ac.jp/people/horinout/>

<http://wwwoa.ees.hokudai.ac.jp/people/horinouchi-lab/TC/index.html>

気象庁気象研究所台風・災害気象研究部 第一研究室長 和田章義 (わだあきよし)

メール awada@mri-jma.go.jp

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

TEL 011-706-2610 FAX 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

気象庁気象研究所企画室 (〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-1)

TEL 029-853-8535 メール ngmn11ts@mri-jma.go.jp

【参考図】

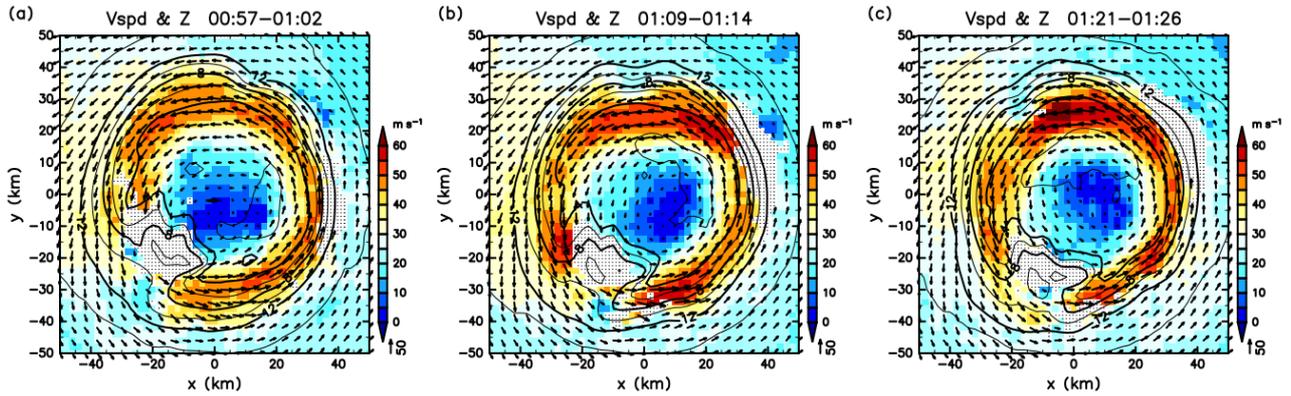


図 1：得られた風速分布の例。図上に記載の 5 分間（9 月 4 日の時刻を世界標準時で表記）の平均風を示す（矢印の向きと長さは台風の移動に相対的な風向と風速を、色は風速を表す）。等高線は凡その雲頂高度（km）で、得られた風速はそこから一定の深さまでの運動を反映する。赤系の強い風速を示すところから内側が目の中の風速に対応する。風速が弱い青い部分が時間とともに反時計回りに回転していることがわかる。

【用語解説】

- *1 合成開口レーダー … 移動することによって仮想的に大きな開口面として働くレーダー
- *2 角運動量 … 回転の強さを表す物理的な指標。その「輸送」は、回転の変化をもたらす。