

R005-21

A 会場 : 11/25 AM1 (9:00-10:15)

9:45~10:00

## 地上磁場データを用いた台風がもたらす電離圏擾乱の解析

#西村 美紀<sup>1)</sup>, 吉川 顕正<sup>2)</sup>, 魚住 禎司<sup>3)</sup>

(<sup>1</sup>九州大学大学院理学府, (<sup>2</sup>九大/理学研究院, (<sup>3</sup>九州大学国際宇宙惑星環境研究センター

## Analysis of Ionospheric Disturbances Caused by Typhoons Using Ground Magnetic Field Data

#Miki Nishimura<sup>1)</sup>, Akimasa Yoshikawa<sup>2)</sup>, Teiji Uozumi<sup>3)</sup>

(<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, (<sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, (<sup>3</sup>International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University

In recent years, it has become increasingly evident that intense convection activities, such as typhoons occurring in the troposphere, can have various impacts on the ionosphere. The SWARM satellite, orbiting at an altitude of about 500 km, observed small-scale geomagnetic fluctuations when passing over a typhoon [Aoyama et al., 2017]. These fluctuations might also influence the dynamics of the F-layer plasma [Du, X., 2023].

Typhoon VONGFONG, which formed in October 2014, intensified into a powerful storm with a minimum pressure of 900 hPa around 3:00 JST on October 8th, and later made landfall near Makurazaki City in Kagoshima Prefecture around 8:30 JST on the 13th. When two SWARM satellites passed over the typhoon around 10:00 JST on the 8th, magnetic field fluctuations with an amplitude of approximately 1.5 nT in the x-component (directed toward Earth along the geomagnetic meridian) and about 0.5 nT in the y-component (perpendicular to the geomagnetic meridian) were observed. These fluctuations suggest the presence of field-aligned currents, which may have been generated by a dynamo excited by acoustic waves propagating from the lower atmosphere to the ionosphere [V.A. Martines-Vedenko et al., 2019].

However, there are no reported cases of direct geomagnetic fluctuations caused by typhoons, and reports of magnetic field fluctuations observed by the SWARM satellite are still scarce. Therefore, further research is needed to establish the morphology of typhoon-induced magnetic field fluctuations. Our investigation focuses on whether geomagnetic fluctuations observed before and after the passage of a typhoon are caused by fluctuations in ionospheric currents.

The data used in this study comes from the ground-based geomagnetic observation network MAGDAS (Magnetic Data Acquisition System), which is globally deployed by Kyushu University's International Research Center for Space and Planetary Environmental Science (i-SPES), and from geomagnetic data provided by the Japan Meteorological Agency (JMA) geomagnetic observatories. Both datasets have a time resolution of one second. We analyzed the raw H and D component data, their time derivatives, and the five-minute standard deviation of the derivatives. The five-minute standard deviation of the time derivatives indicates the degree of data dispersion within each five-minute period.

We conducted a detailed analysis of data from Kanoya in Kagoshima Prefecture and Kakioka in Ibaraki Prefecture (provided by the JMA), as well as Kuju in Oita Prefecture and Ashibetsu in Hokkaido (MAGDAS), focusing on October 12th and 13th, 2014, around the time when Typhoon VONGFONG, previously confirmed to have caused magnetic fluctuations observed by the SWARM satellite, made landfall in Kagoshima Prefecture around 8:30 JST on October 13th. Our analysis revealed that in Kanoya, the time derivative of the H component increased by approximately 1.5 times between 11:30 and 12:30 JST on October 13th compared to other days without the typhoon. In Kuju, we observed that the time derivatives of both the H and D components and their five-minute standard deviations increased by about 2 to 3 times between 15:00 and 18:30 JST on October 13th, compared to other days without the typhoon.

Additionally, frequency analysis revealed that, particularly in Kuju, a spectral peak appeared in the 0.5 – 1 mHz range, which corresponds to the frequency band of atmospheric gravity waves, during the time period when fluctuations were observed. Such fluctuations were not observed at the observation points in Kakioka or Ashibetsu, which are located farther from the typhoon's center. Moreover, the minimum Dst index value during the period from 9:00 to 21:00 JST on October 13, 2014, was – 3 nT, indicating that no geomagnetic storm occurred. To further investigate whether these ground magnetic field fluctuations were caused by the typhoon, we analyzed approximately one year's worth of raw data, time derivatives, and their five-minute standard deviations from Kuju, covering the period from October 1, 2013, to the end of September 2014. We found no similar changes on days without typhoons.

In this presentation, we will discuss the mechanisms of typhoon-induced ground magnetic field fluctuations, focusing on this event and several other events currently under analysis.

近年、対流圏で発生する台風等の激しい対流活動が電離圏にさまざまな影響を及ぼしていることが明らかになりつつある。高度約 500km の軌道を飛行する SWARM 衛星が台風上空を通過時に、小規模な地磁気変動を観測し [Aoyama et al., 2017]、その影響は F 層プラズマダイナミクスにも及んでいる可能性がある [Du, X., 2023]。

2014 年 10 月に発生した台風 VONGFONG は、10 月 8 日 3 時 JST 頃に最低気圧 900hPa の猛烈な勢力に発達し、その後、13 日 8 時半 JST 頃に鹿児島県枕崎市付近に上陸した。8 日 10 時 JST 頃に 2 機の SWARM 衛星が台風の上空を通過

した際には、地球に向かう方向（地磁気子午面内）の x 成分でおよそ 1.5 nT、地磁気子午面に垂直な y 成分でおよそ 0.5 nT の振幅の磁場変動が観測された。この変動は、下層大気から電離圏へ伝播する音響波によって励起されるダイナモによって生成された沿磁力線電流の空間構造を反映している可能性を示唆している [V.A.Martines-Vedenko et al.,2019]。

しかし、台風を起因とする直接的な地上磁場変動の報告例はまだなく、SWARM 衛星による磁場変動の報告も少ないため、台風起源の磁場変動に関するモルフォロジーを確立するためには、更なる研究を積み重ねる必要がある。そこで、我々はまず台風通過前後における地上磁場の変動が、電離圏電流の変動に起因するかどうかという観点から調査を進めている。

使用データは、九州大学際宇宙惑星環境研究センターがグローバルに展開している地上磁場観測網 MAGDAS(Magnetic Acquisition System) および気象庁地磁気観測所が提供している地上磁場データである。データはいずれも 1 秒の時間分解能であり、H 成分と D 成分の生データとその時間微分値、微分値の 5 分間標準偏差を調べた。時間微分値の 5 分間標準偏差は、5 分間のなかでデータの散らばりがどの程度あるのかを表すものである。

我々は、先述した既に SWARM 衛星で磁場変動が確認されている 2014 年の台風 VONGFONG が 10 月 13 日 8 時半 JST 頃に鹿児島県に上陸する前後の 12 日と 13 日の鹿児島県鹿屋と茨城県柿岡（気象庁）、大分県久住と北海道芦別 (MAGDAS) のデータを詳細に解析した。その結果、鹿屋では H 成分の時間微分値が 13 日 11 時半から 12 時半 JST 頃に台風が来ていない他の日と比べて 1.5 倍程度大きくなることを、久住では H 成分・D 成分ともに時間微分値とその 5 分間標準偏差が 13 日 15 時から 18 時半 JST 頃に、同様に 2～3 倍程度、大きくなることを確認した。

また、周波数解析の結果から、特に久住では変動が見られた時間帯に大気重力波の周波数帯域である 0.5～1mHz でスペクトルのピークが現れた。このような変動は、台風の中心から離れた柿岡や芦別の観測点では見られないものだった。なお、2014 年 10 月 13 日の 9 時から 21 時 JST の時間帯における Dst 指数の最小値は - 3nT であり、磁気嵐は発生していない。この地上磁場変動が台風の影響によるものなのかをさらに精査するため、2013 年 10 月 1 日から 2014 年 9 月末までのおよそ 1 年分の久住の生データ、時間微分値とその 5 分間標準偏差を調べたが、台風が来ていない日に同様の変化は見られなかった。

本講演は、このイベントと現在、解析を進めている複数のイベントに対して、台風を起因とする地上磁場変動の発生機構に関して議論を行う。