

R005-38

B会場：9/25 PM2 (15:45-18:15)

17:15~17:30

あらせ衛星とGNSS-TECデータ解析に基づく、2022年トンガ火山噴火後の赤道プラズマバブルの発生について

#新堀 淳樹¹⁾, 惣宇利 卓弥²⁾, 大塚 雄一³⁾, 西岡 未知⁴⁾, PERWITASARI SEPTI⁴⁾, 津田 卓雄⁵⁾, 熊本 篤志⁶⁾, 土屋 史紀⁷⁾, 松田 昇也⁸⁾, 笠原 禎也⁸⁾, 松岡 彩子⁹⁾, 中村 紗都子¹⁾, 三好 由純¹⁾, 篠原 育¹⁰⁾

¹⁾名古屋大学宇宙地球環境研究所, ²⁾名大 ISEE, ³⁾名大・宇地研, ⁴⁾情報通信研究機構, ⁵⁾電通大, ⁶⁾東北大・理・地球物理, ⁷⁾東北大・理・惑星プラズマ大気, ⁸⁾金沢大学, ⁹⁾京都大学, ¹⁰⁾宇宙研/宇宙機構

Generation of equatorial plasma bubble after the 2022 Tonga volcanic eruption based on the analysis of Arase and GNSS-TEC data

#Atsuki Shinbori¹⁾, Takuya Sori²⁾, Yuichi Otsuka³⁾, Michi Nishioka⁴⁾, SEPTI PERWITASARI⁴⁾, Takuo Tsuda⁵⁾, Atsushi Kumamoto⁶⁾, Fuminori Tsuchiya⁷⁾, Shoya Matsuda⁸⁾, Yoshiya Kasahara⁸⁾, Ayako Matsuoka⁹⁾, Satoko Nakamura¹⁾, Yoshizumi Miyoshi¹⁾, Iku Shinohara¹⁰⁾

¹⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ²⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ³⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ⁴⁾National Institute of Information and Communications Technology, ⁵⁾University of Electro-Communications, ⁶⁾Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, ⁷⁾Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, ⁸⁾Kanazawa University, ⁹⁾Graduate School of Science, Kyoto University, ¹⁰⁾Japan Aerospace Exploration Agency/Institute of Space and Astronautical Science

Equatorial plasma bubbles (EPBs) are "holes in the ionosphere" that occur in the equatorial ionosphere, where the electron density drops by two orders of magnitude compared to that in the surrounding area. Because the EPBs have a spatially disturbed electron density structure inside the depressed region, they severely affect satellite positioning and communications. Therefore, predicting and forecasting when and where plasma bubbles occur is one of the important issues in space weather research. On 15 January 2022, the explosive eruption of the undersea volcanic eruption off the coast of Tonga, which is said to occur once every 1,000 years, caused a powerful shock wave and pressure wave all over the world, and the pressure wave generated a high-speed tsunami. Upper atmospheric and ionospheric observations have confirmed that the eruption's influence penetrated the troposphere and stratosphere to reach the ionosphere at the top of the atmosphere. Further, the eruption caused a plasma bubble in the equatorial ionosphere. In this study, we analyzed Arase and Himawari-8 satellite, ionosonde, and GNSS-TEC observation data to demonstrate that an air pressure wave triggered by the Tonga volcanic eruption could cause the generation of an equatorial plasma bubble. The most prominent observation result shows a sudden increase of electron density and height of the ionosphere several ten minutes to hours before the initial arrival of the air pressure wave in the lower atmosphere. The propagation speed of ionospheric electron density variations was ~480 – 540 m/s, whose speed was higher than that of a Lamb wave (~315 m/s) in the troposphere. The electron density variations started larger in the Northern Hemisphere than in the Southern Hemisphere. The fast response of the ionosphere could be caused by an instantaneous transmission of the electric field to the magnetic conjugate ionosphere along the magnetic field lines. After the ionospheric perturbations, electron density depletion appeared in the equatorial and low-latitude ionosphere of the Asia-Pacific region and extended at least up to +/-25° in geomagnetic latitude. The apex altitude was estimated as 2000 km, corresponding to the lower plasmasphere. Such EPBs have been rarely observed except for a storm-time case. The above results observationally demonstrated the formation process of EPBs through the disturbances in the lower atmosphere, which had little observational support until now. It will greatly help in understanding the factors involved in generating ordinary EPBs. Further, our observational fact suggests that space weather research, focusing on the mechanism and forecast of EPB generated by solar activity, should also include natural phenomena occurring on the Earth's surface, such as volcanic eruptions, in the research targets.

赤道プラズマバブル (EPB) は、赤道電離圏で発生する「電離層の穴」で、周辺に比べて電子密度が2桁ほど低下した構造を持つ。EPBは、その内部に電子密度の不規則構造をもつため、衛星の測位や通信に深刻な影響を与えることが知られている。そのため、プラズマバブルがいつ、どこで発生するかを予測・予報することは、宇宙天気研究の重要な課題の一つとなっている。2022年1月15日、1000年に一度といわれるトンガ沖の海底火山の爆発的噴火は、世界中に強力な衝撃波と圧力波をもたらし、圧力波によって高速伝搬する津波が発生した。この噴火の影響は対流圏、成層圏を超え、大気圏上部の電離圏に到達していることが超高層大気と電離圏観測で確認されている。さらに、この噴火は赤道電離圏にプラズマバブルを発生させた。本研究では、トンガ火山噴火に伴う気圧波が赤道プラズマバブルを発生させることを観測的に実証するために、あらせ衛星とひまわり8号機衛星、イオノゾンデ、GNSS-TECの観測データを解析した。最も重要な結果は、気圧波が下層大気に最初に到達する数10分から数時間前に、電子密度と電離圏高度が急激に増加したことである。電離圏の電子密度変動の伝播速度は~480~540 m/sで、対流圏のラム波(~315 m/s)よりも高速であった。その電子密度変動は、南半球よりも北半球で大きく始まる傾向にあった。その電離圏変動の高速応答は、電場が磁力線に沿って磁気共役電離圏に瞬時に伝達されることによって引き起こされたと考えられる。その電離圏擾乱の後、赤道域から

低緯度における電離圏に電子密度の減少がアジア-太平洋域で出現し、少なくとも地磁気緯度 $\pm 25^\circ$ まで緯度方向に拡大していた。その最高高度は2000kmと推定され、プラズマ圏の下部に相当する。このようなEPBは、磁気嵐時の事例を除くとほとんど観測されていない。上記の結果は、これまで観測的な裏付けが少なかった下層大気の擾乱を介したEPBの形成過程を、観測的に実証した。これは、通常のEPBの発生要因を解明するにあたり、大きく役立つと考えられる。さらに、今回の観測事実は、太陽活動によって発生するEPBの発生機構や予測に焦点を当てた宇宙天気研究において、火山噴火など地表で発生する自然現象も研究対象に含めるべきことを示唆する。