

R005-39

Zoom meeting C : 11/2 PM1 (13:45-15:30)

14:15-14:30

ハワイで得られた大気光画像に見られる大気重力波と MSTID の相関及びこれらの波動と対流圏上昇流の相関

#内藤 豪人¹⁾, 塩川 和夫¹⁾, 大塚 雄一¹⁾, 藤波 初木¹⁾, 坂野井 健²⁾, 齊藤 昭則³⁾, 中村 卓司⁴⁾

¹⁾名大宇地研, ²⁾東北大・理, ³⁾京都大・理・地球物理, ⁴⁾極地研

Correlation between AGWs and MSTIDs in airglow images obtained in Hawaii and their relation with the tropospheric upward flow

#Hideto Naito¹⁾, Kazuo Shiokawa¹⁾, Yuichi Otsuka¹⁾, Hatsuki Fujinami¹⁾, Takeshi Sakanoi²⁾, Akinori Saito³⁾, Takuji Nakamura⁴⁾

¹⁾ISEE, Nagoya Univ., ²⁾Grad. School of Science, Tohoku Univ., ³⁾Dept. of Geophysics, Kyoto Univ., ⁴⁾NIPR

Atmospheric gravity waves (AGWs) and medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are important wave phenomena in the upper atmosphere, since they can control global dynamics of the atmosphere and affect GNSS positioning. These waves can be visualized through nighttime airglow imaging. Matsuda et al. [JGR, 2014] proposed a method of deriving the horizontal phase velocity of the power spectral density of waves found in images using three-dimensional Fast Fourier transform. Matsuda et al. [JGR, 2017] applied this method to the airglow images obtained at Syowa (69oS, 40oE), Davis (69oS, 78oE), McMurdo (78oS, 167oE), and Halley (76oS, 27oW), the Antarctic. Takeo et al. [JGR, 2017] applied the method to the airglow images obtained at Shigaraki, Japan (35oN, 136oE). Perwitasari et al. [AnnGeo, 2018] applied the method to the airglow images obtained at Syowa, Shigaraki, and Tomohon, Indonesia (1oN, 122oE). Tsuchiya et al. [JGR, 2018, 2019, 2020] applied the method to the airglow images obtained at Rikubetsu, Japan (44oN, 144oE), Athabasca, Canada (55oN, 247oE), and Magadan, Russia (60oN, 151oE). However, there have been no study of using this method for airglow images obtained at Hawaii whose latitude, longitude, and orography are greatly different from the above observation points. In this study, we applied the analysis method of Matsuda et al. [2014] to the airglow images obtained at wavelengths of 557.7 nm and 630.0 nm during the three years from 2013 to 2016 at Haleakala (21oN, 156oW) in Hawaii. The purpose of this study is to clarify the characteristics and generation mechanism of AGWs and MSTIDs.

We investigated the source of AGWs from the tropospheric upward flow using seasonal averages of reanalysis data in the troposphere. As a result, the upward flow in the troposphere was not strongly observed in the area where the wave source was expected. This is probably due to significant day-to-day variabilities of the tropospheric upward flow which are averaged if we take the seasonal averages. Thus we also used the tropospheric upward flow for each event which is obtained every 4 hours. As a result, the correspondence rate between the upward flow in the troposphere and AGWs was ~70%. This is because of active convection in Hawaii which is located in the subtropical zone. Dependences of the correspondence on season and propagation direction are not discernible in the statistics. These results are consistent with the result reported by Perwitasari et al. [AnnGeo, 2018] that AGWs above Tomohon do not have a specific propagation direction and were caused by upward flow. In the presentation we will also report the correspondence between the upward flow in the troposphere and the power spectral density of AGWs.

The power spectral density of MSTIDs was strongest in winter and the waves propagate mainly in the east-west direction. We consider the possibility of generating these MSTIDs by AGWs in the thermosphere. We investigated the source of the AGWs in the thermosphere from the upward flow in the troposphere using seasonal averages of the reanalysis data. The upward flow in the troposphere was not strongly observed in the east-west direction of Hawaii. Thus we also used the tropospheric upward flow for each event which is obtained every 4 hours. The correspondence rate between the upward flow in the troposphere and MSTIDs was about 68%. This is because of active convection in Hawaii which is located in the subtropical zone. Dependences of the correspondence on season and propagation direction are not discernible in the statistics. We will also report the correspondence between the upward flow in the troposphere and the power spectral density of MSTIDs and the relation between the power spectral density of mesospheric AGWs and MSTIDs.

超高層大気の波動現象である大気重力波や中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID) は、大気のグローバルな循環や衛星測位に大きな影響を与えることが知られている。夜間大気光の撮像を通して、これらの波動を可視化することができる。Matsuda et al. [JGR, 2014]は、3次元高速フーリエ変換を用いて大気光画像中に見られる波のパワースペクトル密度の水平位相速度分布の導出手法を提案した。この手法は、Matsuda et al. [JGR, 2017]によって南極大陸の昭和基地 (69oS, 40oE)及びデイビス基地 (69oS, 78oE)及びマクマード基地 (78oS, 167oE)及びハリー基地 (76oS, 27oW)、Takeo et al. [JGR, 2017]によって滋賀県の信楽 (35oN, 136oE)、Perwitasari et al. [AnnGeo, 2018]によって昭和基地及び信楽及びインドネシアのトモホン (1oN, 122oE)、Tsuchiya et al. [JGR, 2018, 2019, 2020]によって北海道の陸別 (44oN, 144oE)及びカナダのアサバスカ (55oN, 247oE)及びロシアのマガダン (60oN, 151oE)で得られた大気光画像に適用された。しかし、この手法を上述の観測点と緯度・経度・地形が大きく異なるハワイのハレアカラ観測点(21oN, 156oW)で得られた大気光画像の解析に用いた例はない。ハワイは周りが海に囲まれていて、高い山

が点在するという他とは異なる地形を持つ。本研究は、ハレアカラ観測点で 2013 年から 2016 年の 3 年間に得られた波長 557.7 nm と 630.0 nm の大気光画像に Matsuda et al. [JGR, 2014] の解析方法を適用し、ハワイ上空の大気重力波と MSTID の特徴と生成機構を明らかにすることを目的としている。

大気重力波の波源について、対流圏の再解析データの季節平均を用いて、対流圏の上昇流から季節ごとに考察を行った。その結果、大気重力波の波源が期待される方向に対流圏の強い上昇流は見られなかった。これは季節平均を取った際に、日々の変動が激しい対流圏の上昇流が平均化されたことが原因である可能性があるため、4 時間ごとに得られたイベントごとに対流圏の上昇流との比較を行った。この結果、対流圏の上昇流と大気重力波の対応率がおよそ 70% であった。これはハワイが亜熱帯に位置し対流が活発であるためだと考えられる。また、対応率の季節依存性や伝搬方向依存性は統計誤差の範囲内であり、統計的に有意な差ではなかった。これらの結果は Perwitasari et al. [AnnGeo, 2018] によって報告されたトモホン上空の大気重力波の伝搬方向が特定の方向に決まっておらず、それらが対流によって生成されると考えられることと一致している。講演ではさらに、対流圏の上昇流と大気重力波の対応をさらに詳しく考察するために、上昇流の速度と大気重力波のパワースペクトル密度の相関解析を行った結果も発表する。

MSTID においては、パワースペクトル密度に関しては冬が最も強く、主に東西方向に波が伝搬していたことから、その生成機構は熱圏の大気重力波によるものだと考えられる。この MSTID の生成に関わる、熱圏の大気重力波の波源を調べるために、同様に対流圏の再解析データの季節平均を用いて、対流圏の上昇流から季節ごとに考察を行った。その結果、波源が期待される東西方向に強い対流圏の上昇流は見られなかった。これは季節平均を取った際に、日々の変動が激しい対流圏の上昇流が平均化されたことが原因である可能性があるため、4 時間ごとに得られたイベントごとに対流圏の上昇流との比較を行った。その結果、MSTID と対流圏の上昇流の対応率がおよそ 68% であることがわかった。これもハワイが亜熱帯に位置し対流が活発であるからだと考えられる。また、対応率の季節依存性や伝搬方向依存性は統計誤差の範囲内であり、統計的に有意な差ではなかった。講演ではさらに、対流圏の上昇流と MSTID の対応をさらに詳しく考察するために、上昇流の速度と MSTID のパワースペクトル密度の相関解析、中間圏の大気重力波と MSTID のパワースペクトル密度の相関解析を行った結果も発表する。