

成層圏突然昇温に伴う成層圏重力波変化とその電離圏への影響

山下 千穂子 [1]; Liu Han-Li[2]; Chu Xinzhao[1]
[1] コロラド大学・理工・宇宙; [2] NCAR

Gravity Wave Variations and Their Impacts on the Ionosphere During Stratospheric Sudden Warming

Chihoko Yamashita[1]; Han-Li Liu[2]; Xinzhao Chu[1]
[1] University of Colorado; [2] NCAR

Gravity waves are one of the key elements for driving the atmospheric coupling from the stratosphere to the thermosphere during stratospheric sudden warmings (SSWs). The limited knowledge of gravity wave variations and their source distribution leads to the uncertainty in the SSW simulations. In this study, ECMWF-T799 (25km horizontal resolution and 91 vertical levels up to 0.01 hPa) is used to study gravity wave variations.

Gravity wave activities increase at the edge of the polar jet prior to the 2009 SSW. The magnitude and occurrence of gravity waves correlate well with the location and strength of the polar vortex that is strongly distorted by planetary wave growth. During the development and onset of SSW, the zonal-mean gravity wave potential energy density (GW-Ep) increases prior to the peak SSW in association with the growth of planetary wave wavenumber 1 and wavenumber 2, respectively, and significantly weakens after the SSW. These variations are confirmed by COSMIC/GPS observations. The enhancements of GW-Ep are likely caused by the in-situ gravity wave source, and changes in filtering are responsible for decreases of GW-Ep after wind reversal. These gravity wave variations are implemented into TIME-GCM and examine the upper atmospheric responses. Gravity wave variations alter planetary wave structure and mean flow, resulting in modifications of tidal propagations and nonlinear interactions between tide and planetary waves.

大気重力波は、成層圏突然昇温期間に、成層圏から熱圏を繋ぐ大気上下結合において極めて重要な役割を持つ。しかし、重力波励起機構の知識は未だ十分ではなく、大気循環モデル (General Circulation Model, GCM) において重力波パラメタリゼーションは主要な誤差の要因である。観測史上最も大きな成層圏突然昇温が2009年に北半球で発生し、それに伴い、大きな赤道域電離圏・熱圏の変化が報告されている。しかしながら、極域成層圏と赤道域電離圏・熱圏の結合過程は未だ解明されていない。本研究では、2009年成層圏突然昇温に注目し、大気重力波を介した大気上下結合過程の解明を目指す。研究手法は、(1) 下部大気・高解像度モデル (ECMWF-T799) で解像された重力波変化を解析し、(2) ECMWF-T799により得られた重力波変化を NCAR-TIME-GCM (The Thermosphere Ionosphere Mesosphere Electrodynamic General Circulation Model) に導入し、重力波変化に伴う中間圏・電離圏の変化を分析する。地上から約80キロのモデル領域を持つ高解像度 ECMWF - T799 の水平解像度は約25 kmであり、波長~100km以上の重力波を解像することが可能である。

ECMWF 解析により、重力波活動はプラネタリー波成長に伴い強くなり、強い重力波活動の経度変化がプラネタリー波の波数と一致することが解明された。活発な重力波活動は成層圏突然昇温の1週間前に最大になり、重力波活動は成層圏突然昇温後に極めて弱くなる。これらの重力波変化を、TIME-GCM に導入し、電離圏の変化を解明した。成層圏突然昇温の1週間前に発生した波数2構造をもつ卓越した重力波経度変化構造は、極域のプラネタリー波と背景風を変化させる。それにより、大気潮汐の発生源 (プラネタリー波との非線形相互作用) と伝播経路が変化し、結果として赤道域中間圏・電離圏の半日大気潮汐を弱めることが解明した。反対に、成層圏突然昇温後の極端に弱い極域重力波により、赤道域の半日大気潮汐が強められる。極域重力波に伴う赤道域大気潮汐の変化により、赤道域電離圏全電子数 (TEC) の変化も確認された。