

アラスカ、ポーカークラット MF レーダーで観測された中間圏重力波の日内変動に関する研究

木下 武也 [1]; 村山 泰啓 [2]; 川村 誠治 [1]; 佐藤 薫 [3]
[1] NICT; [2] 情報通信研究機構; [3] 東大・理

A study of the tidal periodicity of mesospheric gravity waves observed with MF radar at Poker Flat, Alaska

Takenari Kinoshita[1]; Yasuhiro Murayama[2]; Seiji Kawamura[1]; Kaoru Sato[3]
[1] NICT; [2] NICT; [3] Graduate School of Science, Univ. of Tokyo

The interaction between gravity waves and tidal waves has been studied by using observations (e.g., Saskatoon, Canada (Manson et al. 1998), Rothera, Antarctica (Beldon and Mitchell, 2010)), although the phase relation between them was not fully understood. In Alaskan region, we have been observing the neutral wind velocity in mesosphere to lower thermosphere with a MF radar since October 1999, deployed at Poker Flat Research Range of Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks (65N, 147W). The long-term wind velocity data at Poker Flat was analysed for 10 years of 1999 - 2008 to show daily and seasonal behaviours and climatology of gravity waves and tides. The purpose of this study is to improve the understanding of coupling processes of gravity waves and tidal waves from observation and modelling data.

First, we extracted these waves from the MF radar observation data. In this study, harmonic analysis was carried out for periods of 48, 24, 12, and 8 hours, which are extracted from the 5 day time series of wind velocity. Gravity waves are defined as the 1 - 12 hour period component of difference between observed wind velocity and these harmonic components. The method is applied to 30-minute-average data to calculate the 5 day running mean amplitude and phase of tidal waves. We made 1-day composite plots of kinetic energy of gravity waves for periods of 1 - 4 hours and harmonic components. The results show that the kinetic energy of gravity waves has two peaks in 3 - 6 UT and 12 - 15 UT respectively, which tend to coincide with the time when easterly wind of the 12 hour component is switched westerly. This feature commonly recognized in April to August.

On the other hand, the phase relation between 12 hour components of zonal wind and kinetic energy of gravity waves shows that their phase agrees for more than 10 days in several years. To examine whether this relation can be explained by some interaction between tidal waves and gravity waves, we add orographic gravity wave drag model (Alexander and Dunkerton 1999) into the background state defined as the sum of monthly mean and harmonic components of zonal wind. The result shows that the gravity wave drag has period of 12 hours and changes in time with the phase of harmonic components. Thus, it is suggested that the phase agreement between 12 hour components of zonal wind and kinetic energy of gravity waves can be interpreted as the result of gravity wave dissipation on the tidal field.

We will also use the simulation data from a high-resolution general circulation model to discuss more detail of underlying physical processes of the observed gravity wave - tidal wave relation.

中間圏における重力波と潮汐波の相互作用に関する観測研究は、以前から多くとも3~4年のデータを用いて行われてきた (e.g., Saskatoon, Canada (Manson et al. 1998), Rothera, Antarctica (Beldon and Mitchell, 2010))。アラスカでは、ポーカークラットに設置された MF レーダーにより中間圏から下部熱圏における中性風速データが 1998 年 10 月から現在に至るまで蓄積されている。NICT では、上記長期間観測データを含む電磁波計測関連データベースを活用した科学アプリケーション開発及び、これを用いた解析研究が進められている。本研究では潮汐波と重力波の結合プロセスの理解を深めるため、10 年間 (1999 ~ 2008 年) の上記観測データを用いて、中間圏重力波と潮汐波の日内および季節変動を調べた。

まず始めに、観測の水平風速データから重力波と潮汐波の抽出を行った。ここで、潮汐波は 30 秒間隔データ 5 日間分からトレンドを除き、非線形最小二乗法を用いて得られた 8, 12, 24, 48 時間周期成分とし、重力波はこれらの残差で 1 ~ 12 時間周期を持つ擾乱と定義した。また上記手法を 30 分間隔ごとに適用し、潮汐波各成分の振幅や位相の 5 日間移動平均値を計算した。得られた潮汐波各成分と重力波の運動エネルギーとの関係を調べた結果、半日潮汐波の振幅が弱まるタイミングで、1 ~ 4 時間周期の重力波の運動エネルギーが増大していることが 5 ~ 8 月で確認された。これは、Saskatoon (Manson et al. 1998)、Rothera, Antarctica (Beldon and Mitchell, 2010) における MF レーダー観測で得られた結果ともよく対応している。続いて、半日潮汐と重力波運動エネルギーの半日周期成分の位相の日変化を解析した結果、半日潮汐の位相に重力波運動エネルギーがロックされる様子が約 10 ~ 20 日間連続で確認された。この現象が、潮汐場と重力波の何等かの相互作用で説明できるか調べるために地形性重力波強制モデル (Alexander and Dunkerton, 1999) を用いた。月平均風速に潮汐波成分を加えた背景場にこの重力波強制を与えた結果、重力波強制が半日周期を持ち、潮汐場と共に時間変化する様子が見られた。従って、潮汐波を背景場として重力波が砕波する結果として解釈可能であると示唆される。