

ポーカークラットMFレーダーおよび気象再解析データを用いた成層圏-中間圏中の 潮汐周期帯の風速変動

村山 泰啓 [1]; 木下 武也 [2]; 川村 誠治 [2]
[1] 情報通信研究機構; [2] NICT

Analysis of strato-/mesospheric wind variation at tidal periods using Poker Flat MF radar and meteorological reanalysis

Yasuhiro Murayama[1]; Takenari Kinoshita[2]; Seiji Kawamura[2]
[1] NICT; [2] NICT

Tidal waves in the middle atmosphere have been studied using observations (mainly ground-based and space-borne) and models. For ground-based wind observations, analyses of various wave characteristics in the MLT region have been intensively carried out, although many studies are based on single-site data of each MLT radar. And also integration of multiple datasets has enabled studies of horizontal structures and wave modes. As for lower altitudes, the meteorological data has increased its top height up to 0.1 hPa or approx. 65km in the lower mesosphere recently. Thanks to advanced assimilation techniques, 8 outputs per day (every 3 hrs) can be provided as global meteorological objective analysis data, which also enable even tidal analysis (e.g., Sakazaki, 2013). However, no studies have been carried out of middle atmosphere tides integrating the MLT radar and global analysis data covering the whole middle atmosphere.

Tides appear almost always everywhere in the atmosphere, having significant amplitudes comparable to those of mean winds, planetary waves, and gravity waves in the MLT region, so their behaviors and effects to other processes are important to understand atmospheric waves and general circulations in the whole middle atmosphere and even in the thermosphere. It is expected that future studies will contribute to comprehensive understanding of tidal waves including the wave sources, and propagation and dissipation processes. Even only for gravity waves, although existence of interactions of gravity and tidal waves has been confirmed directly and indirectly, understanding characteristics of the wave interactions will be useful for understanding mesospheric tidal behaviors as well as the momentum budget of the middle atmosphere and thermosphere which will further contribute to fully understanding the earth's middle atmosphere.

This study presents analysis of wind velocity variation at tidal periodicities from stratosphere to mesosphere using observation data from MF radar deployed at Poker Flat, Alaska and global meteorological reanalysis data (MERRA: Modern Era Retrospective analysis for Research and Applications) from NASA. The previous studies focused on the region from low- to mid-latitude where tidal waves have large amplitudes. Although the Poker Flat MF radar which is operated by the group of the authors is at a high-latitude site, preliminary results will be presented on the tidal-period wind variations in the middle atmosphere.

First, we extracted harmonic oscillation components from the MF radar observation data and MERRA reanalysis 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. The method is applied to 30-minute-average MF radar observation data and 3 hour MERRA reanalysis data to calculate the 5 day running mean amplitude and phase of tidal waves. From the analysis of time variation of harmonic components at Poker Flat obtained by the observation and reanalysis data, it is shown that the amplitude of 24-hour-component of zonal wind velocity increase and decreases in the time scale of almost 10 days on November, 2003. This time variation of amplitude occurs at almost same time from 40 to 90 km heights. Although the value of amplitude differs depending on heights, the value at 60 km height fluctuated from 5 m/s to 15 m/s. Further analyses will be carried out including the phase structure, and the time variation of horizontal and vertical structures on MERRA reanalysis data, and separation of migrating and non-migrating components. Also, to capture the global structure, including horizontal structure in the mesosphere, of wind velocity variation at tidal periodicities, we will also analyze the variation at not only Poker Flat but also Yamagawa, Wakkanai and other available radar sites.

中層大気中に卓越する大気潮汐波は、これまで地上観測データ、衛星データ及びモデルを用いて多くの研究が行われてきた。風速場の観測については、レーダーによる風速測定が可能になって以来、多くは中間圏 下部熱圏領域の1地点観測に限定されるが潮汐周期の風速変動の振幅・位相変動や鉛直波長の観測的研究が精力的におこなわれ、また複数点データの統合解析による水平構造や潮汐モードを推定する研究なども行われてきた。一方、気象データについては、気象予報上の要請もあり計算機モデルの上限は上昇し、近年は下部中間圏(0.1hPa、約65km)に及んでいる。さらにデータ同化技術の発達もあり1日8回(3hrごと)の全球データが提供され、これを用いた潮汐振動の解析も可能な時代となった(例えば坂崎、2013)。しかしながら、これまでレーダー観測と客観解析データを併用した中層大気全域の潮汐振動の研究は行われていない。

潮汐は毎日起こる普遍的な現象だが、とくに中間圏高度では平均風・惑星波・重力波等と同程度の振幅で存在するため、その振る舞いは中層大気全体の大気波動および平均流循環の理解の上で無視できない。対流圏から中間圏までの潮汐振動を解析することで、波動の励起源(対流圏水蒸気・成層圏オゾン層)と伝搬・消散過程までを含めた理解をめざ

すことが可能になると期待される。また中間圏中の重力波は夏・冬極間の子午面循環の駆動源として重要な役割を果たすが、重力波と潮汐波が相互作用することがわかってきており、中間圏潮汐場の変動を理解するうえでも、中層大気の運動量収支の観点からも、広い高度範囲の潮汐振動の振る舞いは有益と考えられる。

本研究では、アラスカ・ポーカーフラットに設置された MF レーダー観測データ及び NASA による全球気象再解析データ MERRA (Modern Era Retrospective analysis for Research and Applications) を用いて、成層圏から中間圏に見られる潮汐周期帯の風速振動の解析を行った。過去の研究は潮汐波の振幅の大きい低中緯度域に焦点があてられてきている。今回は筆者らが運用するレーダーの場所は高緯度ではあるが、これにより中層大気中の潮汐周期振動の振る舞いの初期的な解析を行ったので、その結果を報告したい。

まず、観測及び MERRA 再解析の水平風速データから調和振動の抽出を行った。ここで調和振動成分は 5 日間のデータ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 時間周期成分とした。上記手法を MF レーダーは 30 分間隔ごとに、再解析データは 3 時間ごとに適用し、調和振動各成分の振幅や位相の 5 日間移動平均値を計算した。ポーカーフラットにおける観測・再解析データから得られた調和振動成分の時間変動を調べた結果、2003 年 11 月に、24 時間周期振動の振幅が約 10 日間の時間スケールで増大および減少する様子が見られた。変動は高度約 40~90km の範囲でほぼ同時期に起こり、振幅値は高度によって異なるが高度 60km で約 5m/s から 15m/s の間で変動した。今後は、位相構造、MERRA データにおける水平構造と鉛直構造の変動、太陽同期成分と太陽非同期成分の分離、などを行う予定である。また、アラスカだけでなく山川や稚内、あるいは可能な多地点のレーダーデータを入手できれば、中間圏の水平構造もふくめたグローバルな変動構造を捉えたいと考えている。