

極域中間圏・下部熱圏における大気重力波の上方伝搬過程の研究

高橋 透 [1]; 野澤 悟徳 [1]; 堤 雅基 [2]; 津田 卓雄 [2]; 大山 伸一郎 [1]; 川原 琢也 [3]; 斎藤 徳人 [4]; 和田 智之 [4]; 鈴木 臣 [5]; 川端 哲也 [1]; 藤原 均 [6]; Brekke Asgeir[7]; Hall Chris[8]; 藤井 良一 [1]
[1] 名大・太陽研; [2] 極地研; [3] 信州大・工; [4] 理化学研究所基幹研; [5] 名大 STEL; [6] 成蹊大・理工; [7] トロムソ大・理工; [8] トロムソ大・TGO

A case study on upward propagating gravity wave at polar MLT region

Toru Takahashi[1]; Satonori Nozawa[1]; Masaki Tsutsumi[2]; Takuo Tsuda[2]; Shin-ichiro Oyama[1]; Takuya Kawahara[3]; Norihito Saito[4]; Satoshi Wada[4]; Shin Suzuki[5]; Tetsuya Kawabata[1]; Hitoshi Fujiwara[6]; Asgeir Brekke[7]; Chris Hall[8]; Ryoichi Fujii[1]
[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] NIPR; [3] Faculty of Engineering, Shinshu University; [4] ASI, RIKEN; [5] STEL, Nagoya Univ.; [6] Faculty of Science and Technology, Seikei University; [7] Science and Technology, UiTo; [8] TGO, UiTO

The atmospheric gravity waves (AGWs) transfer their momentum flux from lower atmosphere to upper atmosphere and release their momentum flux to background at mesopause region through wave saturation. It is important to understand the propagation process of AGWs for energy balance at mesosphere and lower thermosphere (MLT) region. During the last one and half decades, a number of studies have been made by utilizing All Sky Cameras (ASCs). It has been thought that AGWs are dissipated or blocked in the mesopause region due to atmospheric instability and/or wind filtering effect. In recent years, some evidence has been reported that sometimes AGWs penetrate into the lower Thermosphere. Since ASCs have no capability of altitude resolution, they cannot be used for research of the upward propagation of AGWs into the lower thermosphere. Since upper limitations for observational altitude of MF radars and meteor radars are about 90-95 km, they cannot be used either for this research.

The sodium LIDAR installed at Tromso, Norway (69.6deg N, 19.2deg E) has measured atmospheric temperature and sodium density in the height region from 80 km to 110 km with high time (10 min) and altitude (1 km) resolutions. In this paper, we have focused on an event occurring from 1630 to 2430 UT on October 29, 2010. The sodium LIDAR observations captured prominent AGW signature. Derived vertical wavelength, amplitude, and apparent oscillation period are about 16 km, about 15 K, and about 4 hours, respectively. Of particular interest is temporal development of the altitude where the AGW reached. While the upward propagation appeared to be broken down around 95 km height between 1630 and 2100 UT, after 2100 UT the AGW propagated to higher altitudes (at least 100 km). We evaluated two possible mechanisms, which can affect the upward propagation, wind filtering effect and wave breaking using data from the sodium LIDAR, meteor radar, and MF radar.

The propagation direction, phase velocity and background wind velocity were derived by hodograph method from meteor radar wind data to evaluate the wind filtering effect. We have derived the Brunt-Vaisala frequency and investigated variations of echo power of the MF radar to evaluate a wave breaking process. As a result of the analysis, the phase velocity is significantly larger than the background wind velocity. The Brunt-Vaisala frequency and the echo power of the MF radar decreased after around 2100 UT. These results suggest that the wave breaking occurred before 2100 UT below 95 km height. In this talk, we will report what kind of mechanisms was able to modify the lower thermosphere.

大気重力波は主に対流圏の擾乱を励起源とする大気波動の一種であり、下層大気から上層大気へエネルギーを輸送し、砕波することで中間圏・下部熱圏に運動量を解放していることは広く知られている。大気重力波の砕波によるエネルギー解放過程は中間圏・下部熱圏の下層大気からのエネルギー注入を理解する上で非常に重要である。ここ 15 年間、大気重力波の季節変動や水平伝搬に関する多くの研究が高感度全天カメラを用いてなされ、多くの知見が得られている。通常、大気重力波は中間圏界面付近で砕波・散逸すると考えられている。そのメカニズムとして、大気不安定、フィルタリング効果などが挙げられる。最近、特に大気重力波の下部熱圏への侵入が注目を浴びている。高感度全天カメラは、高度分解能を持たないため、この種の研究には適さない。一方、MF レーダーや流星レーダーを用いた研究は、高度伝搬の議論は可能であるが、上限観測高度が 90 km-95 km であり、下部熱圏へ上方伝搬しているのかどうかの判断はできない。本研究では、上部中間圏・下部熱圏を一つの観測装置で観測できるナトリウムライダーを用いて、大気重力波の下部熱圏への侵入を、どのような条件（背景場、伝搬方向等）が可能にしているかについて着目した。

ノルウェー・トロムソ (69.6deg N, 19.2deg E) にて、2010 年 10 月から稼働しているナトリウムライダーは、上部中間圏・下部熱圏 (80 km ~ 110 km) を、高時間分解能 (10 分)、高高度分解能 (1 km) にて、大気温度とナトリウム密度の観測を行ってきた (累計大気温度データ: 約 1100 時間)。我々は 2 シーズンの観測データ中で、特に顕著な大気重力波の描像を示した 2010 年 10 月 29 日 1630UT から 0030UT の観測結果に注目した。この夜に観測された大気温度変動は、大気重力波の位相の下方伝搬を明瞭に捉えており、その周期は約 4 時間、振幅が高度 86 km で最大値約 15 K であった。特に興味深いこととして、2100 UT までの時間帯では大気重力波は高度約 95 km まで伝搬していたのに対し、2100 UT 以降はそれより高高度へ伝搬していたことである。我々は 2100 UT 以前に大気重力波はフィルタリング効果を受けていた、または、砕波・散逸していたと推測し、ナトリウムライダーの大気温度データに加えて、同時観測していた流星レーダーの風速データ、MF レーダーの受信強度の解析を行った。再解析をした結果、大気重力波の鉛直波長が約 16 km であることがわかった。さらに、MF レーダーの受信強度を用いて、大気乱流活動に顕著な時間変動があるかを調べた。

流星レーダーの風速データからナトリウムライダーと同じ成分を抽出し、ホドグラフ解析を行い、この大気重力波の

伝搬方向、位相速度を導出した。そして、伝搬方向に沿った背景風速と位相速度を比較し、フィルタリング効果の検証を行った。大半の時間で背景風速度は位相速度より小さく、フィルタリング効果を受けないことが分かった。さらに、2100 UT 以前では伝搬方向が南東であったのに対し、2100 UT 以後では北東および東に変化していたことが分かった。大気重力波の砕波の検証のためにナトリウムライダーの温度データからプラントバイサラ振動数を導出した。プラントバイサラ振動数の2乗値は1630 UT から2100 UT の高度95 km 付近で負であった。MF レーダーの受信強度は2100 UT を境に低くなっていた。これらの結果は、1630 UT から2100 UT において、高度95 km 付近で大気が不安定であったことを示しており、大気重力波は1630 UT から2100 UT までの間は、高度95 km 付近で砕波・散逸していたと考えることができる。本講演では、これらの観測結果を示し、2100 UT 前後で、どのように伝搬条件が変化したかについて議論する予定である。