

トロムソナトリウムライダーを用いた極域中間圏・下部熱圏における大気重力波の 上方伝搬の研究

Study on upward propagating atmospheric gravity waves in the polar MLT region using the Tromsø sodium LIDAR data

高橋 透^{1*}, 野澤 悟徳¹, 堤 雅基², 津田 卓雄¹, 川原 琢也³, 斎藤 徳人⁴, 大山 伸一郎¹, 和田 智之⁴, 川端 哲也¹, 藤原 均⁵,
Brekke Asgeir⁶, Hall Chris⁶, 藤井 良一¹
TAKAHASHI, Toru^{1*}, NOZAWA, Satonori¹, TSUTSUMI, Masaki², TSUDA, Takuo¹, KAWAHARA, Taku D.³, SAITO, Norihito⁴,
OYAMA, Shin-ichiro¹, WADA, Satoshi⁴, Tetsuya Kawabata¹, FUJIWARA, Hitoshi⁵, BREKKE, Asgeir⁶, HALL, Chris⁶, FUJII,
Ryoichi¹

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 成蹊大・理工, ⁶ トロムソ大・理

¹STEL, Nagoya Univ., ²NIPR, ³Faculty of Engineering, Shinshu Univ., ⁴ASI, RIKEN, ⁵Faculty of Science and Technology, Seikei Univ., ⁶Faculty of Science and Technology, Univ. of Tromsø

中間圏・下部熱圏は下層大気で励起された大気重力波が運動量を解放する高度領域である。また、極域においてこの高度領域の大気は、磁気圏からのエネルギー注入により激しく変動している。このように極域中間圏・下部熱圏は上下方向からのエネルギー注入があるという特徴がある。この高度領域のエネルギー収支の理解のためには、上下方向からのエネルギー注入をそれぞれ分離して、考えなければならない。磁気静穏時において、この高度領域は下層大気からのエネルギー注入のみであると考えられる。そこでまず、下層大気からのエネルギー注入を定量的に理解する必要がある。しかし、大気重力波の中間圏・下部熱圏高度領域での上方伝搬および散逸過程の研究は、極域オーロラ帯においてほとんど行われていない。さらに、より高高度まで伝搬し熱圏大気に影響を与えている大気重力波も存在すると考えられているが、これらの観測的証拠は少なく、未だ理解が不十分である。

本研究ではノルウェー・トロムソ (69.6 deg N, 19.2 deg E) に設置した、ナトリウムライダーにより観測された極域中間圏・下部熱圏の大気温度観測データを用いて、大気重力波についてイベント解析を行った。地磁気静穏日であった、2010年10月29日1630 UTから30日0030 UTにおける、大気温度変動を調べたところ、この変動が周期約4時間、鉛直波長約8.8 km、振幅約15 Kの大気重力波によるものであることが分かった。この大気重力波は2100 UT以前では到達高度が約95 kmまでであったのに対し、2100 UT以降ではより高高度(100 km)まで伝搬していた。この日は大気重力波の到達高度が変化している描像を捉えた非常に特異な観測結果である。この原因として、我々は(1)大気重力波が高度約95 kmにおいて散逸したこと、(2)背景風速が大気重力波の位相速度よりも大きくなり大気重力波が上方伝搬できなくなるフィルタリング効果を受けたことの2つの物理過程を検証した。検証のために、流星レーダーの風速データを併せ用いて、プラントパイサラ振動数とリチャードソン数を計算した。さらに、ホドグラフ解析を行うことで、大気重力波がフィルタリング効果を受ける高度である、クリティカルレイヤーを推定した。これらの解析の結果、(1)より(2)の方が支配的であったため、2100 UT以前に高度約95 km以上へ伝搬し得なかった原因は、背景風のフィルタリング効果によるものである可能性が高いと結論づけられた。

これまで、極域中間圏・下部熱圏における大気重力波の散逸、フィルタリング効果に関して理論的には理解されていたが、観測的に確かめられた結果はなかった。この結果は1例ではあるが、大気重力波の消滅、上方伝搬に対する理論を観測事実から支持することができた重要な結果である。

キーワード: 大気重力波, フィルタリング効果, ナトリウムライダー, 中間圏・下部熱圏

Keywords: gravity wave, filtering effect, sodium LIDAR, MLT region