

信楽の長期大気光撮像データを用いた中間圏大気重力波の水平位相速度スペクトルの解析：対流圏再解析データとの比較

Long-term variation of horizontal phase velocity spectrum of mesospheric gravity waves observed by an airglow imager at Shigaraki : Comparison with tropospheric re-analysis data

*竹生 大輝¹、塩川 和夫¹、藤波 初木¹、大塚 雄一¹、松田 貴嗣²、江尻 省²、中村 卓司²、山本 衛³
 *Daiki Takeo¹, Kazuo Shiokawa¹, Hatsuki Fujinami¹, Yuichi Otsuka¹, Takashi S. Matsuda², Mitsumu K. Ejiri², Takuji Nakamura², Mamoru Yamamoto³

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立極地研究所、3.京都大学生存圏研究所

1.Institute for Space-Earth Environmental Research Nagoya University, 2.National Institute of Polar Research, 3.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

下層大気で生成された大気重力波は運動量を成層圏・中間圏へ運搬し、中間圏界面で砕破した際に運動量を放出する。放出された運動量が大規模な子午面循環を引き起こし、中層大気における物質の輸送に大きな影響を与える。この運動量の運搬を伴う大気重力波の中層大気への伝播は、大気重力波の水平位相速度に大きく依存している。大気重力波に関する研究は過去にも多くあり、レーダーや大気光画像を用いて波長や位相速度などのパラメータの解析が行われてきたが、大気光画像で観測できる中間圏の小規模大気重力波の10年以上の長期にわたる水平位相速度スペクトルの解析はまだ行われていない。

そこで我々は、京都大学の信楽MU観測所(北緯34.8度、東経136.1度)に設置された超高層大気イメージングシステム(OMTI)の全天大気光イメージャーの長期観測データ(1998年10月1日~2015年7月26日)を用いて、大気重力波の水平位相速度スペクトルの長期解析を行った。解析法として、Matsuda et al. (JGR, 2014)により提案された手法を用いた。この手法は、3次元フーリエ変換を用いて大量の画像データに対して自動的に水平位相速度スペクトルの計算を行うことができるため、長期データの解析に適している。

この約17年の解析の結果、信楽上空の大気重力波の伝播方向は、春は北東と南西、夏は北東、秋は北西、そして冬は南西方向に伝播する波が卓越し、毎年同じような季節変動をすることがわかった。とりわけ夏の北東方向と冬の南西方向が顕著な違いとして現れた。また、冬と春はそれぞれ7-8年、2-3年の時間スケールでパワースペクトル密度が変化していることもわかった。

そこで我々は、夏と冬の伝播方向の違いに着目した。夏は北東、冬は南西と、東西方向にも南北方向にも伝播方向が入れ替わっている。東西方向については、高度70km付近で夏は西向き、冬は東向きに吹く中間圏ジェット気流によるウィンドフィルタリングで中間圏の大気重力波の伝播方向が変わるという先行研究の考察と一致する(e.g., Nakamura et al., EPS, 1999; Ejiri et al., JGR, 2003)。しかし、南北の伝播方向の季節変化はウィンドフィルタリングでは説明できない。そこで、夏は北向き、冬は南向きの伝播方向の変化は大気重力波の波源の位置の変化によるものであると予想し、対流圏の上昇流速の再解析データを用いて、季節ごとの対流圏の上昇流速の速度分布を調べた。すると、日本付近では、夏は日本の南の梅雨前線、冬は日本の北東のカムチャッカ半島沖で冬型の気圧配置による低気圧により、夏は日本の南、冬は日本の北で強い上昇流が発生していることがわかった。このことより、夏と冬の南北の伝播方向の入れ替わりは、大気重力波の波源の位置の変化によるものであると考えられる。

次に我々は、大気重力波の水平位相速度のパワースペクトル密度が、冬は7-8年、春は2-3年といったように季節ごとに特徴的な年変動していることに着目した。そこで、パワースペクトル密度の夏と冬の年変動と、対流圏の上昇流速の再解析データ、エルニーニョ・南方振動(NINOインデックス)、北極振動(AOインデックス)、太陽黒点数の年変動との相関係数を計算した。その結果、大気重力波の水平位相速度のパワースペクトル密度の年変動と、対流圏の上昇流速の再解析データの間、夏は日本の南側、冬は日本の北東の領域において強い相関が見られた。この領域は、夏は日本の南の梅雨前線、冬は日本の北東のカムチャッカ半島沖で冬型の気圧配置による低気圧の位置とほぼ一致する。この結果は、先ほどの夏と冬の南北の伝播方向の入れ替わりは、大気重力波の波源の位置の変化によるものであるという考察をより確かなものとする。また、エルニーニョ・南方振動(NINOインデックス)、北極振動(AOインデックス)、太陽黒点数の年変動との相関はほとんど見られなかった。

キーワード：中間圏大気重力波、水平位相速度スペクトル、長期解析、大気光画像、対流圏再解析データ
Keywords: mesospheric gravity waves, horizontal phase velocity spectrum, long-term analysis, airglow imager, tropospheric re-analysis data

