

レーダー長期観測による赤道域の中間圏・下部熱圏における大気力学過程の研究 Equatorial MLT dynamics using long-term radar observation

松本 直樹^{1*}; 新堀 淳樹¹; 津田 敏隆¹
MATSUMOTO, Naoki^{1*}; SHINBORI, Atsuki¹; TSUDA, Toshitaka¹

¹ 京都大学生存圏研究所

¹ Research Institute for Sustainable Humanosphere

赤道域では、対流圏で励起された大気波動が上方伝搬する過程で、成層圏下部における準2年周期振動 (Stratospheric Quasi-Biennial Oscillation: SQBO、平均周期は26-28ヶ月)、成層圏上部の半年周期振動 (Semi-Annual Oscillation: SAO) および MLT 領域では成層圏と逆相の半年周期振動 (MSAO) を駆動していると考えられている。

本研究では、インドネシアで長期間運用している流星レーダー等のデータを用いて、赤道域の中間圏・下部熱圏 (Mesosphere-Lower Thermosphere: MLT) の高度70-110 km における風速の周期振動ならびにそれら不規則変動を研究する。特に MSAO の西向き風が2-4月 (北半球の春分季) に2年乃至3年の不定期間隔で非常に大きくなる特異現象 (Mesospheric Quasi-Biennial Enhancement: MQBE) に着目する。M-QBE は秋分季 (9-10月) に発生せず、2-4月頃に限定的に発生する。よって1年周期を律するプロセスが重畳することで、M-QBE が2-4月のみに発生すると考えられるが、そのメカニズムは未解明である。本研究では2つのメカニズムを検討した。

(1)

南北風との相関

赤道 MLT 域では南北風が夏半球から冬半球に風が吹くことから、1年周期 (AO: Annual Oscillation) を示す。南北風と東西風とが結合する何らかのプロセスがあるならば、東西風に1年の周期性を生み出しうる。実際の観測により東西風と南北風の長期変動を調べると、南北風 AO と東西風 SAO の長期変動の間に同様の变化傾向が見られた。これにより、南北風と東西風とが結合する何らかのプロセスが存在する可能性が示唆された。

(2)

大気重力波による M-QBE の駆動

M-QBE の西向き風増大と MLT 高度での大気重力波強度の増加が明らかに同期していたことが先行研究で報告されている (N.V. Rao et al., 2012)。したがって、大気重力波が M-QBE を駆動している可能性がある。しかし、大気重力波と M-QBE の関係を明らかにするには、重力波の強度 (風速分散) だけでは不十分で、波動にともなう運動量フラックスを測定する必要がある。

運動量フラックスは水平風と鉛直風の摂動分の分散 ($u' w'$) だが、2次の微小量であることから観測は容易ではない。大型大気レーダーについて、beam pair 法を用いて $u' w'$ を測定する画期的な方法が開発された

(Vincent and Reid, 1983)。しかし、MU レーダー級の高性能大型レーダーは世界に数ヶ所しかないため、大気波動の効果の全球分布を知るには新たな計測手法の開発が求められた。

MU レーダーより小型簡便な流星レーダーを用いて beam pair 法を模擬し、 $u' w'$ を推定する手法が提案された (Hocking, 2005)。しかし、その測定精度に疑義が提示されている。

我々はインドネシアで同一仕様の2台の流星レーダーを同じ緯度 (赤道上) で水平に約4,000 km 離れた観測点で運用している。これら2台の流星レーダーによる $u' w'$ の測定結果を統計的に比較し、観測手法の妥当性を検討した。

まず、約4,000 km 離れた東西端のパプア (Biak) と西スマトラ (Koto Tabang) で2011年以降に断続的に行われた同時観測のデータを用い、Hocking 法で $u' w'$ を解析し結果を比較する。運動量フラックスのよく一致している期間は、Koto Tabang および Biak の両者においてデータ利用率が高い期間に含まれている。このことから、Koto Tabang および Biak における観測によって、ノイズではない、運動量フラックスの類似した変動を観測することができたといえる。

また、Koto Tabang では10年以上観測が継続されていることから、季節変動および年々変動、さらに高度層による差違を検討したところ、2月と8月に運動量フラックスが大きな正の値を取り、6月と11月に小さな値あるいは負の値をとる傾向が見受けられた。

M-SQO が大気波動の影響を受けているならば、 $u' w'$ にも半年周期が現れると期待されるが、本研究により、その予想と矛盾しない観測結果を得た。今後、大気重力波が MQBE を駆動している具体的なメカニズムを解明していくことが重要である。

PEM06-11

会場:A01

時間:5月27日 10:30-10:45

キーワード: 中間圏・下部熱圏, 準二年周期振動, 運動量フラックス

Keywords: Mesosphere and Lower Thermosphere, Quasi-biennial Oscillation, momentum flux, Hocking