

新しい水平運動量の鉛直フラックスの推定法：重力波解像可能な GCM データへの適用

A new estimation method of the momentum fluxes associated with gravity waves

大野 知紀^{1*}, 佐藤 薫¹, 渡辺真吾²

Tomoki Ohno^{1*}, Kaoru Sato¹, Shingo Watanabe²

¹ 東京大学, ² 海洋研究開発機構

¹The University of Tokyo, ²JAMSTEC

重力波は運動量を鉛直に伝播し中層大気において砕波・減衰することで、大循環の駆動また放射平衡からかけ離れた温度構造の維持に重要な役割を持つ。したがって運動量フラックスの推定は重力波の寄与を定量的に評価する上で重要である。しかし、重力波の起源は山岳や対流、ジェットフロントシステム等多様であるため、常に伝播の方向の異なる複数の重力波が重なりあっている可能性がある。このような場合、すべての物理量の場が得られていたとしても運動量フラックスの総量を見積もることは難しい。

そこで、本研究では新しい重力波の運動量フラックスの推定方法を考案した。これは、全ての物理量の分散が得られる場合に、重力波の波数及び振動数を仮定しないで推定する理論式である。ただし、この理論式は単色波を仮定しているため、波の場を単色波にまで分解する必要があるため、擾乱が単色波でない場合にはいつでも運動量フラックスを過大評価するという性質を持つ。また、同様に物理量の分散のみを用いることで、重力波の東西及び南北波数、鉛直波数、固有振動数、運動量フラックスの東西成分及び南北成分の絶対値を推定する式を導出した。重力波解像可能な大気大循環モデルの出力データを用いて運動量フラックス及び重力波の性質を示す量の推定を試みた。モデルは水平解像度 T213、地表から高度 85km まで鉛直 256 層、中層大気においては 300m 間隔の鉛直グリッドを持つ (Watanabe et al., JGR, 2008)。重力波パラメタリゼーションを使っていないので、モデル内の重力波は全て対流や山岳、不安定、ジェットフロントシステムなどから自発的に生じたものである。このモデルでは中層大気において現実的な大規模循環が再現されることが Watanabe et al. により示されている。

22 以上の全水平波数をもつ擾乱成分を重力波の場とし、これを単色波の仮定を満たす程度の異なる次の 3 つの場合において、導出した理論式を用いて運動量フラックスの推定を行った。各グリッドにおいて、1) 擾乱成分全体を単色の重力波とみなす、2) 鉛直方向にスペクトル分解する、3) 鉛直方向及び時間方向にスペクトル分解する。1) と 2) の結果において、下部成層圏において一部 40% 程度の大きな領域があったが、推定値の差は、概ね 20% 程度に納まっていた。推定値の差が大きな領域は運動量フラックスが小さい領域である。一方で、2) と 3) の結果はほぼ同じであった。すなわち運動量フラックスの推定値は 2), 3) で収束しているので、これを真値とみなすことができる。したがって、20% 程度の誤差で 1) の方法で重力波の全運動量フラックスを推定できることがわかった。この方法では時系列に対して分散を計算すれば、3 次元空間の各点での運動量フラックスが求まることになる。同様に重力波の固有振動数、水平波数、鉛直波数、全東西運動量の鉛直フラックス、全南北運動量の鉛直フラックスも推定することができる。

キーワード: 重力波, 高解像 GCM

Keywords: Gravity wave, High resolution GCM