

全運動量フラックスの新しい推定法

佐藤 薫¹、富川喜弘²、Julio T. Bacmeister³、渡辺真吾⁴

¹東京大学大学院理学系研究科

²国立極地研究所

³National Center for Atmospheric Research

⁴海洋研究開発機構

A new method to estimate total momentum fluxes

Kaoru Sato¹, Yoshihiro Tomikawa², Julio T. Bacmeister³, and Shingo Watanabe⁴

¹Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

²National Institute of Polar Research

³National Center for Atmospheric Research

⁴JAMSTEC

The momentum flux associated with gravity waves is an important quantity to evaluate their effects on the global circulations and large-scale thermal structure in the middle atmosphere. As the gravity waves have various sources, it is likely that multiple gravity waves propagating in different directions are usually superposed. In such situation, even if all physical quantities are available, it is generally difficult to estimate the total momentum flux of gravity waves (i.e., a sum of absolute values of momentum fluxes of respective waves). In the present study, a new formula has been derived to estimate the total momentum fluxes. This theoretical formula contains variances of three dimensional wind and temperature fluctuations and includes neither wavenumbers nor frequencies explicitly. This formula requires that wave fields are decomposed into monochromatic waves and overestimates the momentum fluxes whenever wave fields are not decomposed. Formulae to estimate the other wave properties such as intrinsic frequencies, horizontal and vertical wave numbers, total vertical fluxes of zonal and meridional momentum are also derived. This method was applied to the outputs from three-year simulation of a gravity-wave resolving general circulation model, which covers the height region from the surface to the upper mesosphere. Some implications of the results of total momentum fluxes are discussed.

中層大気における重力波の力学特性や季節特性、大気大循環への寄与やそれに伴うエネルギー収支を議論するためには、波の運動量フラックスを用いる必要がある。なぜなら波のエネルギーは、波の発生や減衰がなくても、背景風や鉛直安定度に依存して変化する量だからである。これに対し運動量フラックスは保存量であり、その収束や発散は大気大循環の駆動に直接結び付く。

現実大気中の重力波はさまざまな発生源から放射され、その伝播方向はまちまちであり、各々異なる符号を持つ運動量フラックスを伴っている。複数の重力波による運動量輸送を定量的に評価するためには、正味の運動量フラックス（運動量フラックスのベクトル和）だけでなく全運動量フラックス（運動量フラックスのスカラー和）を推定する必要がある。なぜなら正味の運動量フラックスは大きな正と負の運動量フラックスの和となっている可能性があり、平均風加速はそれぞれの重力波の減衰や砕波に伴って起こるので別々に評価しなければならないからである。しかし、すべての物理量を知ることができたとしても全運動量フラックスの推定は容易ではない。そのためにはそれぞれの波の伝播方向を知る必要があるが、それはたいてい難しい。そこで、本研究では、伝播方向を知らなくても推定できる全運動量フラックスの理論式を導いた。次に、この理論式を重力波解像可能な大気大循環モデルのシミュレーションデータに適用した。その解析により得られたいくつかの新しい知見を紹介する。