

インド(13N,79E)におけるレイリーライダー観測による中層大気中の大気波動のエネルギープロファイル

Energy profile of the atmospheric waves by Rayleigh lidar observations in India (13N,79E)

澤井 志彦 [1], 中村 卓司 [1], 津田 敏隆 [1], 水谷 耕平 [2], 板部 敏和 [2], インド国立MSTレーダー観測所グループ P. B. Rao

Yukihiro Sawai [1], Takuji Nakamura [2], Toshitaka Tsuda [2], Kohei Mizutani [3], Toshikazu Itabe [3], P. B. Rao National MST Radar Facility, India

[1] 京大・超高層, [2] 通総研

[1] RASC, Kyoto Univ, [2] RASC, Kyoto Univ., [3] CRL

郵政省通信総合研究所とインドがガダンキ(13N,79E)で1998年1月から1998年7月に行ったレイリーライダーによる共同観測でのデータと過去の観測との比較をすることにより、重力波の活動について赤道域と中緯度域との比較を行った。

重力波のエネルギーについて、成層圏では対流圏や下部成層圏での大気活動が活発である赤道域の方が中緯度域よりも数倍大きいのにに対し、下部中間圏では赤道域と中緯度域に成層圏程の差は見られなかった。これは成層圏上部で何らかの原因で重力波のエネルギーが制限されているため緯度による格差が小さくなると考えられる。

赤道域中層大気は積雲対流などによる対流圏内での大気擾乱が中高緯度域よりも活発であり、またコリオリ力が小さく低周波数の波動まで鉛直伝搬が可能となるので、重力波や潮汐波、赤道波が上方伝搬して多大なエネルギーや運動量を輸送し、全地球規模的な大気循環に大きな影響を与えている領域と考えられている。

しかし、高度20km-60kmはレーダーでは観測できない領域であるため成層圏、中間圏下部は時間高度に連続した高分解能観測は充分には行われていなかった。この高度領域を定常観測する手段としてレイリーライダーがある。レイリーライダーは光波を大気に向けて照射し、そのレイリー散乱光強度から高度30kmから高度70,80km程度までの各高度の大気分子密度を観測することができる。大気分子密度の高度プロファイルから各高度の大気温度を計算することができる。また、装置によってはドップラー観測による風速の測定も可能である。

レイリーライダー観測は、中緯度域では、中層大気中の重力波の観測に用いられてきたが、赤道域の観測は進んでいない。郵政省通信総合研究所は、インドの国立MSTレーダー観測所(NMRF)と共同でガダンキ(13N,79E)におけるレイリーライダー観測を開始し、1998年1月から7月まで18晩に、時間分解能250秒、高度分解能300mのライダープロファイルデータを得た。今回は、このデータを解析し、赤道域の中層大気中の大気波動の活動を中緯度と比較したので報告する。

レイリーライダー観測により大気温度と大気密度の高度プロファイルが得られるが、重力波による相対変動成分は大気密度のデータを用いて計算した。背景場は大気密度の1晩平均とし、重力波による相対変動成分を各高度計算した。この変動成分と重力加速度とブラントパイサラ振動数から波数スペクトルを計算することにより各波数成分の単位質量当たりのポテンシャルエネルギーが計算できる。これをエネルギースペクトルと呼ぶことにする。ただし、ブラントパイサラ振動数はレイリーライダー観測から得られた大気温度のデータを用いて計算している。

このエネルギースペクトルを高度30kmから45km、高度40kmから55km、高度50kmから65kmの範囲について計算した結果、高度40km-55kmと高度50km-65kmはエネルギースペクトルの大きさは各波数成分で高度とともに大きくなっていったのに対し、高度30km-45kmの範囲と高度40km-55kmの範囲ではエネルギースペクトルの大きさに各波数成分で大差がなかった。単位質量当たりのポテンシャルエネルギーは大気波動は鉛直に伝搬し、エネルギーが保存されるとき、高度が高くなると大気分子密度が指数関数的に減少するのに伴い、指数関数的に増大する。よって、高度30km-45kmと高度40km-55kmでエネルギースペクトルの大きさに大差がないのは、高度40km-50kmで重力波のエネルギーが何らかの原因で保存されていないことを意味する。

同じエネルギースペクトルを3月における過去の赤道域での観測と比較すると高度30km-45kmでは波長10kmの成分で赤道域では 7×10^4 (J*m/kg)であったのに対し、赤道域では 2×10^5 (J*m/kg)であった。これは赤道域の方が対流圏、下部成層圏での大気活動が活発であるためと考えられる。これに対し、高度40km-55kmでは同じく波長10kmの成分で赤道域では 2×10^5 (J*m/kg)であったのに対し、赤道域では 3×10^5 (J*m/kg)であった。赤道域では重力波の飽和によってエネルギーが制限されているため、赤道域とスペクトルの大きさに大差がないと考えられる。