

## MUレーダーによる中間圏散乱エコー強度特性の研究(2)

## Study on scattered echoes from the mesosphere with the MU radar (2)

# 久保 幸司[1], 杉山 卓也[2], 深尾 昌一郎[1], 村岡 良和[3], 山本 衛[1]

# Koji Kubo[1], Takuya Sugiyama[2], Shoichiro Fukao[1], Yoshikazu Muraoka[3], Mamoru Yamamoto[1]

[1] 京大・宙空電波, [2] 京大超高層, [3] 兵庫医大・物理

[1] RASC, Kyoto Univ., [2] RASC, Kyoto Univ, [3] Dept. of Phys., Hyogo Col. Med.

<http://www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/~kubo>

京都大学宙空電波科学研究センターのMUレーダーで観測される中間圏エコーは電子密度勾配が大きくかつ乱流のスケールがBragg波長に近い領域で発生しやすく、電子密度勾配と乱流スケールの高度分布で発生しやすい領域が限られていると考えられる。本研究では昨年7月に行った観測の結果のうち高度70km付近に発生したエコー層の振動現象に着目し波動のスケールや周期などを求め、エコー層の発生に関わる波動の性質を調べる。また、高度80km付近にみられる下降するエコー層(2km/h)と波動との関連についても考察する。

京都大学宙空電波科学研究センターではMUレーダーを用いたGRATMAC観測を継続して行っており、ドップラー風速場に基づく重力波などの波動の観測において様々な成果をあげている。レーダー観測の電波散乱強度はその絶対値を求めるためにはノイズレベルの較正や内部雑音の補正などを行う必要があるため、統計的な解析は容易ではなかった。これまでの解析で我々は銀河背景雑音を利用することでノイズレベルの較正が実現できることを確認し、中間圏散乱エコーには夏季に高度70~85km付近で最も強くなる1年周期の変動が存在することなど、季節や年に依存するような長期的変動が明らかにした。次いで、散乱エコーの原因とされる電子密度や乱流強度のエコーへの寄与を定量的に解釈するために散乱強度の評価式を構築した。これは、電子密度勾配の存在下で乱流が発生し分布に不均一を生じるために屈折率の揺らぎすなわち電波散乱がおこるという仮定に基づくものである。MUレーダー観測のスペクトル幅データに加えて大気温度や電子密度のモデルの数値を用いて散乱強度の高度分布を調べたところ、中間圏界面付近における電波散乱には電子密度勾配とBragg波長のスケールの乱流が強く関与しているということがわかってきた。高高度で大気密度が減少するにつれて大気分子運動には分子粘性が大きく寄与するようになる。生成され得る等方的乱流の最小のスケールは分子粘性の増加にともない大きくなるので、小さなスケールの乱渦がもつエネルギーは熱に変換され、より大きなスケールの乱渦のみしか大気中に存在し得なくなる。このため、高高度ほど電子密度勾配は大きいにもかかわらず、等方乱流が発生できないために電子密度の不均一が生じず電波散乱が起こらなくなると考えられる。

実際、MUレーダー中間圏観測ではほとんどのエコーは高度65kmから85kmの高度領域にしか存在しない。これは、電子密度が下層に比べて十分に存在する領域で、しかも乱流のスケールがBragg波長に比べて同じオーダー以下であるような領域である。電波散乱はこの領域に限って発生するということが予想される。これまでの解析では乱流の最小スケールがBragg波長に等しい高度がエコー強度のピークに一致するケースが多く確認された。だが、高度80km以上に観測されるエコー層は高度が時間とともに下降する現象がみられ、現在の評価式ではこれを説明することはできない。

本研究では、これらの散乱エコー層の性質をより詳細に調べるために、時間・高度分解能を上げて昨年7月に行った観測のデータを解析した。この観測では高度70km付近鉛直に振動するエコー層が観測され、また、高度80km付近から下降するエコー層をいくつかとらえることができた。高度70km付近のエコー層は周期約25分で振動し、非鉛直ビームに見られるエコー層との相互相関からその波動は北東の方向におよそ15m/sの位相速度をもつことがわかった。エコー層内の鉛直ドップラー速度が層の鉛直位相速度と非常に相関がよいことからドップラー速度は散乱体の移動速度を観測したものであると考えられる。上でも述べたとおり高度70km付近は電子密度と乱流スケールの双方の条件が整っており、エコー発生が最も頻度の高い領域と考えられるので伝播してきた波動が顕著に見られたのではないかと考えられる。一方、高度80km付近で発生し時間とともに下降するエコー層は4層観測され、ある層が高度70km付近にまで下降した時刻には高度80km付近に新たなエコー層が発生していた。この高度は分子粘性が効いて乱流は発生しにくいものの元々電子密度が高く、高度70km付近に次いでエコーが発生しやすい領域と考えられる。また、約10km離れた2つのエコー層がほぼ同じ速度で降下しているのが観測されており、これらの層の関係を詳細に調べることでエコー層の発生に関与する波動の性質を考察する。本講演ではエコー層の発生に関与する背景の電子密度や乱流にさまざまな波動がどのように関わっているのかを調べ、エコー層生成のメカニズムを解明することを目指す。