

MU レーダーによる中間圏の乱流エコー構造に関する研究

A Study on the Structures of Turbulence Echo Layers in the Mesosphere Observed with the MU Radar

松ヶ谷 篤史[1]; 中村 卓司[2]; 津田 敏隆[2]

Atsushi Matsugatani[1]; Takuji Nakamura[2]; Toshitaka Tsuda[2]

[1] 京大・情・通信情報システム; [2] 京大・生存研

[1] Communications and Computer Engi., Kyoto Univ; [2] RISH, Kyoto Univ.

中間圏の大気は太陽活動や地表付近の気象変動といった様々な要因によって複雑な動きをしている。例えば、対流圏で起こった大気波動に関して、高度上昇に伴う気圧の指数関数的な減少により振幅増大し、振幅の飽和により背景風に運動量が輸送される(砕波)。最近の研究では地球環境変化によって中間圏が大きく変動することも報告されており、中間圏の変動のメカニズムを解明することは、興味深くまた火急的な課題であると認識されている。このため、MST レーダー、ライダー、衛星といった様々な方法での観測が行われている。

京都大学の信楽 MU レーダー(Middle and Upper Atmosphere Radar)は 1984 年の開設以来中間圏の研究にも使用されており、風速変動・乱流のデータから大気波動やその砕波、大気大循環への影響など多くのことが研究されてきた。中間圏観測は 1986 年 3 月からおよそ 20 年間、月中に 4,5 日の連続観測をされているものが多い。一方、2 週間を超えるような観測も数回行われている。中間圏の乱流散乱エコーの特性は未だに明らかになっていない事が多いが、以前の研究から、大気波動の位相伝搬がエコー層の高度変動に影響を与えることは明らかになってきた。しかし、数日に及ぶようなエコー層の変動に関する研究は行われていない。本研究では過去およそ 20 年の MU レーダー観測による乱流散乱エコーから、大気乱流の高度分布・日々変化の季節的変動を調べ、乱流層の原因となる大気波動の特性を明らかにすることを目的とする。

解析に当たって 1986 年 3 月から 1994 年 12 月までの MU レーダーによる中間圏観測データからエコー層の高度時間情報を求めるアルゴリズムを開発した。乱流散乱エコーの SN 比のデータの上位 5 %が抽出されるよう閾値を与え 2 値化し、強いエコー層を取り出した。また基本的に 4-5 日以上での観測期間に対応させるため時間分解能を 30 分に整理し、流星エコーはエコー層の高度時間分布に影響を及ぼさないように、その時間独立性を利用して除去された。高度分解能は 300m である。こうして整理されたエコー層のデータからエコー層の重心の高度、観測時間を決定し、各エコー層について 1 点の高度、時間情報を与えた。次に、長期間の観測例(89 年 10 月 19 日間, 90 年 7 月 20 日間)を用いて、エコー層の重心の日経過に伴う高度変動を調べた。各月、同一エコーの高度変動を「上昇」、「下降」、「変動小」と分類し、中間圏の季節温度変動に照らし、春(3, 4 月)、夏(5~8 月)、秋(9, 10 月)、冬(11~2 月)の各季節に応じてその高度変化率の統計を取った。その結果、エコー層の高度変動率は年中を通して下降傾向があり、その平均は夏に大きく変化し(-0.89 km/day)、冬に変化率が小さい(-0.39 km/day)ことが明らかになった。春、秋はその間の変化率(-0.52 km/day)をとる。これにより、観測されるエコーは発生高度から下降することがわかる。その一方で、その分散は冬(1.8 km²/day²)、夏(1.7 km²/day²)に大きく、春(1.5 km²/day²)・秋(1.6 km²/day²)で比較的小さい。冬には数月に強いエコー層の下降(-4.1 km/day, -3.7 km/day)が起こっていることが原因である。夏季には大気活動が活発であり、これにより比較的大きい分散が得られたと推測できる。

またエコーの高度変動と特定の高度での風速変動に相関が見られ、とりわけ南北風の変動とエコー層の高度変動に関して比較的良好な相関が見られた。その原因に関して、また、温度構造への大気波動の影響について考察すると、大気波動の位相伝搬による負の温度勾配が平均的に負である中間圏の温度勾配と重畳し対流不安定域を生む事により乱流が発生し、位相伝搬とともにエコー高度の降下が見られると考えられるが、これを確かめるには温度観測が必要になる。今後 MU レーダーの中間圏観測と比較可能な TIMED 衛星/SABER による温度観測を利用し、2002 年以降のデータに関して比較解析を進めるとともに、さらに 1995 年以降の観測データについても解析を拡張する予定である。