

稚内 VHF レーダーと信楽 MU レーダーで観測された夏季中間圏エコーの特性

小川 忠彦 [1]; 大塚 雄一 [2]; 川村 誠治 [1]; 村山 泰啓 [3]; 山本 衛 [4]
[1] NICT; [2] 名大 STE 研; [3] 情報通信研究機構; [4] 京大・生存圏研

Characteristics of mesosphere summer echoes observed with the Wakkanai VHF and Shigaraki MU radars

Tadahiko Ogawa[1]; Yuichi Otsuka[2]; Seiji Kawamura[1]; Yasuhiro Murayama[3]; Mamoru Yamamoto[4]
[1] NICT; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] NICT; [4] RISH, Kyoto Univ.

We present characteristics of mesosphere summer echoes (MSE) observed in 2000-2002 and 2009 with the Wakkanai VHF radar (45.4N, 141.9E) and the Shigaraki MU radar (34.9N, 136.1E). MSE at VHF (VHF-MSE) at Wakkanai are prominent at 80-90 km altitudes mainly during June-July. Echo altitude and intensity are often modulated by short-period gravity waves. Such features are very similar to the characteristics of polar mesosphere summer echoes at high latitudes that are believed to be caused by cold mesopause temperature in summer. According to Kubo et al. (1997), VHF-MSE at Shigaraki showing maximum intensity in June and July appear at 70-85 km altitudes, and the upper end (85 km) seems to be located just below the mesopause. MSE were simultaneous observed at Wakkanai and Shigaraki on twelve days in 2000, 2001 and 2009. However, echo intensity, altitudes and duration at Wakkanai do not always coincide with those at Shigaraki, the reasons of which may be due to differences in the radar power, atmospheric wave activity affecting the formation of Bragg-scale irregularities, mesopause condition, etc.

極域の中間圏界面付近が夏季に極低温になると、夏季極域中間圏エコー (Polar Mesosphere Summer Echoes: PMSE) と呼ばれる特異なレーダーエコーが出現し、主に VHF レーダーで観測されてきた。夏季中間圏エコー (Mesosphere Summer Echoes: MSE) は PMSE と同様の特性を持ち、生成因もほぼ同じと考えられるエコーであり、中緯度帯の高緯度側に位置するドイツ (51.7N, 54.1N) と英国 (52.4N) の VHF レーダーで観測されてきた (VHF-MSE)。

2000年7月に稼働を始めた稚内 (45.4N, 141.9E) の 46.5-MHz レーダーでも 2000~2002年と 2009年の観測期間中、2002年を除いた年に VHF-MSE が観測されが、既報の通り、おおよそ次のような特性を持つ: (1) 強いエコーは夏至付近から7月下旬の日中に発生。(2) 出現高度は主に 80~90 km で、中間圏界面を含む。(3) 強い典型的な VHF-MSE の場合、エコー高度やエコー強度は周期 1~数時間の大気重力波で変調され、厚さ数 km のエコー層は潮汐のために 0.2~0.8 m/s で降下。(4) VHF レーダーに隣接した MF レーダーで観測された VHF-MSE 高度での水平風は南向き (赤道向き) の成分を持つ (最大 80 m/s)。上記 (1)~(3) はドイツや英国で観測されてきた中緯度 VHF-MSE や高緯度 PMSE の特徴と一致する。(4) の事実は、高緯度帯の中間圏界面付近で作られた電波散乱体若しくは氷粒子等が稚内上空に移流してきたことを示唆する。

信楽 (34.9N, 136.1E; 稚内の南南西約 1,200 km) の 46.5-MHz MU レーダーを使った日中の中間圏観測が 1985年12月に開始されて以降、連続5日間の観測がほぼ毎月行われてきた。Kubo et al. (1997) は 1986~1995年の10年間にわたるデータを統計解析し、中間圏エコーの長期変動を明らかにした。それによると、6~7月の夏季エコー (MSE として分類できる) は 70~85 km 高度に出現し、エコー強度は他の季節よりも格段に強い。さらに、エコー域の上端高度 (85 km) は中間圏界面のすぐ下に位置すると推測し、夏季中間圏界面の極低温が MSE 生成に関係している可能性を示唆した。稚内 MSE との大きな違いは、(1) エコー域の上端高度が稚内では約 90 km であり、MU と比べて約 5 km 高い、(2) 稚内では 2002年には全く MSE が観測されなかったが、MU では例年通り観測されたことである。(2) について、この年の北半球の高緯度 PMSE とドイツ・英国の VHF-MSE の活動は例年に比べて弱く、その原因として、南半球のプラネタリー波活動の影響が北半球に及んだ結果、夏季中間圏界面付近の温度が例年より高くなったことが指摘されている。これが、ドイツ・英国よりも緯度が 6~7度低い稚内では全く MSE が観測されなかった理由であろう。

2000-2001年と 2009年の夏季において、稚内レーダーと MU とで VHF-MSE が同時観測された総日数は僅か 12日である。同時観測データを比較すると、エコー強度、エコー高度、エコー継続時間などに違いが見られ、特にエコーの上端高度は稚内で約 5 km 高い。これらの違いの理由として、レーダー出力、ブラッグスケール散乱体の生成に影響を及ぼす大気重力波活動、中間圏界面状態などの違いが考えられるが、さらなる検討を要する。