

SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーを用いた夏季中間圏エコー発生特性の研究

津屋太志¹、西谷望¹、小川忠彦²、堤雅基³、行松彰³

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所

² 情報通信研究機構

³ 国立極地研究所

Occurrence characteristics of Mesosphere Summer Echoes observed by the SuperDARN Hokkaido HF radar

Taishi Tsuya¹, Nozomu Nishitani¹, Tadahiko Ogawa², Masaki Tsutsumi³ and Akira Sessai Yukimatu³

¹ *Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University*

² *National Institute of Information and Communications Technology*

³ *National Institute of Polar Research*

The mesopause, located around 80 to 100 km altitude, is where the neutral temperature is lowest in the earth's atmosphere. The mesopause temperature is largely affected by the global meridional circulation in the middle atmosphere, and mesopause temperature is more variable than lower atmosphere temperature. Therefore study of the mesopause region is very important for understanding environmental changes including global warming.

When the mesopause neutral temperature goes below 150 K, heavy charged ice aerosol particles are generated, which reduce electron diffusivity. Neutral air turbulence in combination with the reduced electron diffusivity leads to the creation of structures at half-wave scales which backscatter radio waves (Rapp and Lübken, ACP, 2004). As a result, the echoes backscattered at mesopause are frequently observed in summer in the polar region as Polar Mesosphere Summer Echoes (PMSEs). In recent years mesosphere echoes are observed not only in the polar region but also at midlatitudes as Mesosphere Summer Echoes (MSEs) (Ogawa et al., JASTP, 2011).

In this study, we make statistical analysis of MSEs observed by the SuperDARN Hokkaido HF radar at midlatitude (geographic latitude: +43.53 N deg). We make use of the criteria for identifying MSEs adopted by Ogawa et al. (EPS, 2013) which performed event study of MSE using the SuperDARN Hokkaido radar. As a result, MSEs are observed more frequently in the daytime (07 to 18 LT) and summer (in particular June and July) than other time and seasons, which is similar to PMSEs reported by Hosokawa et al. (GRL, 2005) using the high latitude SuperDARN radars and NLC reported by Gerding et al. (GRL, 2013) using midlatitude lidar.

MSEs are often contaminated with echoes from the Es layer. In order to identify MSEs exactly and understand the generation mechanisms of MSEs at midlatitude, it is important to obtain neutral wind information near the mesopause because some MSE structures might be transported from higher latitudes by neutral winds (Singer et al., ASR, 2003), which affect the Doppler velocity of MSEs. If the Doppler velocity of MSEs corresponds to the neutral wind velocity, it is likely that the echoes are MSEs. In this aspect we can set more appropriate criterion for identifying MSEs by taking into account altitude distribution of neutral winds, which can be obtained by using meteor echoes observed by the radar. In order to estimate altitude distribution of MSEs and neutral winds, we use the technique employed by Yukimatu and Tsutsumi (GRL, 2002) and Tsutsumi et al. (Radio Sci., 2009) which obtain neutral wind information from meteor echoes using the SuperDARN radars. Details of analysis will be presented.

中間圏界面は高度 80 km から 100 km 付近に存在する領域であり、地球大気の中でも最も温度が低い領域である。中間圏界面の温度は下層大気を含む大規模な子午面循環(南北循環)の影響を受けている。従って中間圏界面の研究は、地球温暖化を含めた環境変動を理解する上で非常に重要である。

中間圏界面温度が極低温(150 K 以下)となった時、帯電した重い氷エアロゾルが発生し、そのイオンによって電子拡散が弱められる。中性大気の乱流が電子拡散の減少と相まってレーダーの半波長スケールの構造をつくり、それらの構造が電波を後方散乱する(Rapp and Lübken, ACP, 2004)。その結果、中間圏界面で後方散乱されたエコーが極域の夏季において Polar Mesosphere Summer Echoes (PMSEs) としてしばしば観測される。近年では、極域だけに限らず中緯度においても中間圏エコーが Mesosphere Summer Echoes (MSEs) として観測されている(Ogawa et al., JASTP, 2011)。

本研究では、中緯度の北海道-陸別 HF レーダー(地理緯度: 北緯 43.53 度)によって観測された MSEs の統計解析を行った。統計解析を行うにあたり、北海道-陸別 HF レーダーを用いた MSEs のイベント解析である Ogawa et al. (EPS,

2013)を参考にMSEsの判別条件を決定し、夏季中間圏エコーを同定した。その結果、同定したエコーに、昼間(7時から18時)、また夏季(特に6月、7月)に多く観測されるという特性が得られた。これは極域でPMSEsの統計解析を行ったHosokawa et al. (GRL, 2005)で報告されたPMSEsの特性と一致する結果となった。また中緯度においてNLCのライダー観測を行ったGerding et al. (GRL, 2013)で報告されたNLCの特性とも一致する結果となった。

北海道の夏季日中ではEs層からのエコーとMSEsが混在する場合があります、MSEsを同定することが難しい場合があります。より正確にMSEsを同定するため、また中緯度におけるMSEsの発生機構を理解するためには、エコーの高度分布を得ること、また中間圏界面付近の中性風の情報を得ることが重要である。

そのため、本研究では流星エコーを用いた。流星エコーは高度70 kmから110 kmに分布し、中性風によって運ばれる。Yukimatu and Tsutsumi (GRL, 2002)及びTsutsumi et al. (Radio Sci., 2009)では、SuperDARNレーダーを用いて流星エコーから中性風速度の情報を得た。本研究でも同様の手法を用いて、流星エコー及び中性風速度の高度分布を求め、同定したエコーの高度及びドップラー速度との比較を試みている。

流星エコーの高度領域(70 kmから110 km)とMSEsの高度領域(80 kmから100 km)は近いため、本研究では流星エコーと同定したエコーを相対的に比較した。その結果、同定したエコーの高度分布は流星エコーの高度分布よりも低いという結果を得た。この結果は、MSEsを同定する判別条件の正確さを担保するものである。

またMSEs構造の一部は中性風によって高緯度から運ばれるとされる(Singer et al., ASR, 2003)ため、流星エコーから求まる中性風速度とMSEsのドップラー速度に整合性が確認できれば、エコーがMSEsであるという信憑性が高まる。そのため中性風速度の高度分布とエコーのドップラー速度を比較することによって、より適切なMSEsの判別条件を設定することが可能であると考えられる。判別条件により同定したエコーのドップラー速度と中性風速度との比較結果については講演で述べる。