

SuperDARN 北海道-陸別短波レーダーで観測された2011年東北地方太平洋沖地震による電離圏擾乱(その2): 詳細解析

小川 忠彦 [1]; 西谷 望 [2]; 津川 卓也 [3]
[1] NICT; [2] 名大 STE 研; [3] 情報通信研究機構

SuperDARN Hokkaido radar observations of ionospheric disturbances after the 2011 Tohoku earthquake - 2: Full analysis

Tadahiko Ogawa[1]; Nozomu Nishitani[2]; Takuya Tsugawa[3]
[1] NICT; [2] STELAB, Nagoya Univ.; [3] NICT

We present full analyses of echoes observed with the SuperDARN HF radar at Rikubetsu in Hokkaido (43.5N, 143.6E) after the 2011 Tohoku earthquake (M=9.0). The echoes are due to sea surface scatter via ionospheric F region reflection in the daytime. Doppler velocity data with high time resolution (8 s) allow us to investigate ionospheric disturbances in detail. Within 10 min after the first shock arrival, strong disturbances propagated northward with periods of 1-3 min and with velocities between 6.2 and 1.8 km/s including the Rayleigh wave velocities of 4.5-3.5 km/s. A high propagation velocity of 6.7 km/s due to an aftershock was also discernible. There appeared oscillations with periods of 2-3 min, perhaps caused by the acoustic resonance between the ground and the lower thermosphere, and those associated with northward-propagating atmospheric gravity waves. A comparison between the radar and GPS-TEC observations indicates that the features revealed by the radar are not always consistent with those seen in the TEC data.

2011年3月11日05:46:23 UTに東北地方太平洋沖で発生した巨大地震(M=9.0)により、大きな電離圏擾乱が発生したことは既知である。北海道陸別町のSuperDARN北海道-陸別短波レーダー(43.5N, 143.6E)でも、震央から800 km以上離れたオホーツク海上の電離圏擾乱が観測された。16本の斜めビームを有するこのレーダーが受信するエコーは、日中では電離圏F層を介した海面散乱エコーが主である。地震に伴う下層からの大気波動(主として音波)や熱圏を伝搬する大気重力波(AGW)がF層プラズマの上下振動を誘発するため、これに応じてレーダーエコーのドップラー速度が変動する。レーダーの時間分解能は通常は1分若しくは2分であるが、幸運にも、地震の影響がレーダー視野に届いた直後から16ビームのうち一つのビーム(beam 4)上で時間分解能8秒の観測が始まった結果、擾乱の詳細な時間的・空間の様相が明らかになった。Nishitani et al. (EPS特集号, 2011)の初期解析によると、擾乱が始まってからの数分内に、周期1~2分の激しいドップラー速度の変動(最大の変動幅はpeak-to-peakで約200 m/s)が現れ、この変動領域が時間と共に6.2, 4.5, 3.9, 3.5 km/s(後者3つはRayleigh波の速度)の速度分散を示しながら北へ移動した。分散性の原因は不明である。

本発表では、Nishitani et al.の初期解析では触れられていない点も含め、詳細な解析結果を報告する。主な内容は以下の次の通りである。(1) Rayleigh波よりも遅い、2-3分の周期を持つ2.6, 1.8 km/sの伝搬も見られる。(2) 上記の6.2 km/sの速度は地震に伴うP-波であると推測されるが、強い余震(M=7.4)に伴う6.7 km/sの擾乱伝搬もある。(3) 音波共鳴が原因と思われる周期約2-3分の振動が地震発生後の110-140分と180-220分において観測された(現段階では、地磁気脈動Pc5の可能性もある)。(4) AGWの北方伝搬に伴う数百m/sの擾乱が散見される。(5) GPS-TEC変動との比較から、レーダーで観測されたRayleigh波とそれよりも速い伝搬速度を持つ擾乱がオホーツク海に達した兆候がTEC変動には見られない。また、TECデータにはAGWの明瞭な北方伝搬が見られるが、レーダーで観測されたAGW擾乱との対応は必ずしも良くない。原因の一つとして、観測手法の違いが考えられる。