

HF ドップラー及び地震計を用いた地震に伴う電離圏擾乱の解析

大野 夏樹 [1]; 中田 裕之 [2]; 大矢 浩代 [3]; 鷹野 敏明 [4]; 細川 敬祐 [5]; 津川 卓也 [6]; 西岡 未知 [6]

[1] 千葉大・工・電気電子; [2] 千葉大・工・電気; [3] 千葉大・工・電気; [4] 千葉大・工; [5] 電通大; [6] 情報通信研究機構

Examination of ionospheric disturbances associated with earthquakes using HF Doppler and seismograph

Natsuki Ono[1]; Hiroyuki Nakata[2]; Hiroyo Ohya[3]; Toshiaki Takano[4]; Keisuke Hosokawa[5]; Takuya Tsugawa[6]; Michi Nishioka[6]

[1] Electrical and Electronic, Chiba Univ.; [2] Grad. School of Eng., Chiba Univ.; [3] Engineering, Chiba Univ.; [4] Chiba Univ.; [5] UEC; [6] NICT

It is reported that ionospheric disturbances occur after giant earthquakes. One of the reasons for these disturbances are the infrasound wave excited by ground motions.

The infrasound wave propagates upward and produces perturbations of the electron density in the ionosphere. Such perturbations are also detected by a network of ground-based GPS receivers as TEC perturbations. Using these TEC perturbations, horizontally propagation of the ionospheric disturbances from the epicenter is examined.

In this study, the coseismic ionospheric disturbances are examined using HF Doppler (HFD), GPS-TEC and seismometer data (F-net). The HF Doppler sounding system used in this study is enable to observe the vertical speed of the ionosphere in the midpoint between the transmitter and the receiver at four different altitudes.

We have found that the Doppler shift data obtained in Sugadaira observatory fluctuated in the events where the seismic intensity is larger than 6 lower and the magnitude is larger than M6. When the maximum ground velocity observed by Onishi seismometer, which is located closest to the reflection point, is larger than 2 mm/s, the long period fluctuation (3 - 20 mHz) dominates but decays as the distance between the observation point and the epicenter increases. In addition, in 3 cases where ionospheric disturbances in the different altitudes were observed by HFD, the long period fluctuation was dominant and the short period fluctuation (21 - 50 mHz) was attenuated as the reflection points become higher. This is because the acoustic wave excited by the seismic wave tend to attenuate at high altitudes.

大規模な地震の発生後に地面変動や津波により生じた音波や大気重力波が電離圏高度まで伝搬し電離圏擾乱が発生することが知られている。本研究で用いる HF ドップラー観測 (HFD) では、異なる送信周波数 (5.006, 6.055, 8.006, 9.595 MHz) の電波を用いることで複数の高度での変動を観測することが可能である。また国土地理院の GNSS 連続観測システム (GNSS Earth Observation Network : GEONET) により導出される GPS-TEC のデータにも同様に地震に伴う変動が確認されることから、防災科学研究所の広帯域地震観測網 (F-net) の地震波形データ (速度) を合わせて、地面変動による電離圏擾乱への影響に注目し解析を行った。

2004 年以降に発生した震度 6 弱, M6 以上の地震 8 イベントで、菅平にて観測されたドップラーシフトデータに変動が確認された。さらにドップラーデータの周波数解析を行った。電波の反射点にもっとも近い鬼石地震計で観測された地面変動速度の最大値が 2mm/s よりも大きい地震では、ドップラーシフトの変動において長周期の変動成分 (3 - 20 mHz) が卓越し、観測点と震央の距離が離れるにつれ、長周期の変動成分は減衰する傾向が確認された。また、複数の周波数において変動が観測できた 3 事例では、電波の反射高度が上がるにつれ、長周期変動成分は卓越し、短周期変動成分 (21 - 50 mHz) は減衰した。これは地震波が励起した音波は高い周波数ほど高高度で減衰するため、比較的高い高度で反射する電波 (8.006, 9.595 MHz) のドップラーシフトデータでは変動が減衰したと考えられる。

現在地震計及び GPS-TEC データも合わせて周波数解析を行っており、発表ではその結果についても報告する予定である。