

R005-36

Zoom meeting C : 11/2 AM2 (10:45-12:30)

11:45~12:00

HFDを用いた地震に伴う電離圏擾乱の3次元空間分布の解析

#堀切 友晃¹⁾, 中田 裕之²⁾, 大矢 浩代³⁾, 細川 敬祐⁴⁾

(¹⁾千葉大学院融合理工学府, (²⁾千葉大・工, (³⁾千葉大・工・電気, (⁴⁾電通大)

Analysis of 3-dimensional spatial distributions of coseismic ionospheric disturbances using HFD

#Tomoaki Horikiri¹⁾, Hiroyuki Nakata²⁾, Hiroyo Ohya³⁾, Keisuke Hosokawa⁴⁾

(¹Graduate School of Science and Engineering, Chiba Univ., (²Grad. School of Eng., Chiba Univ., (³Engineering, Chiba Univ., (⁴UEC

Since acoustic waves and/or atmospheric gravitational waves generated by ground motions and/or tsunamis associated with large earthquakes propagate upward, the coseismic ionospheric disturbances occurs. The horizontal propagation of ionospheric disturbances is examined by using GPS observations. On the other hand, the vertical propagations of the coseismic disturbances are rarely reported. Since HF Doppler sounding system(HFD), which is operated by the University at Electro-Communications, is enable to receive the four radio waves (5.006, 6.055, 8.006 and 9.595 MHz) simultaneously, three-dimensional distributions of various ionospheric disturbances can be examined by this system. In this study, therefore we examined the 3-dimensional distribution of ionospheric disturbances associated with earthquakes by using the HF Doppler sounding system. In this study, we examined the ionospheric disturbances associated with the earthquake occurred at Hamadori, Fukushima Prefecture on April 11, 2011(the location of epicenter is at latitude 36 degrees 33 minute north, 140 degrees 24 minutes of east longitude). The largest disturbances of Doppler frequencies ware observed at Iitate which is the closest to the epicenter. The vertical velocities of neutral atmospheric particles at the ionospheric reflection height were estimated as, 59.3 m/s for 5.006 MHz and 56.3 m/s for 8.006 MHz. The variation of Doppler frequency at Kakioka was about 1.2Hz which corresponds to 34.9 m/s for the vertical velocity. The magnitude of the disturbance decreased as the distance form the epicenter increased. By using the International Reference Ionosphere (IRI), the reflection altitudes of the radio waves received at Sugadaira were found to be about 193 km at 5.006 MHz, 230 km at 6.055 MHz, and 240 km at 8.006 MHz. To determine the propagation path of the disturbance, we calculated the arrival times of the disturbances in the case that the disturbances arrived directly from the epicenter as an acoustic wave and the case that the an acoustic wave generated by the Rayleigh wave propagated from the epicenter excite the ionospheric disturbance. As a result, the observed disturbances in the HFD are considered to be caused by the latter case. From these results, it is confirmed that the disturbances propagated over an distance of about 240 km from the epicenter of a M7 earthquake.

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。地震に伴う電離圏擾乱の伝搬特性はGPS観測等を用いた研究により、水平方向の伝搬については詳細に調べられてきたが、鉛直方向の伝搬に関する解析はきわめて少ない。現在電気通信大学を中心に行われているHFドップラー観測(HFD)は、日本全国に広がる観測点で複数の電波が受信できる観測システムであり、様々な電離圏変動の空間的な広がりを調べることが可能である。そこで本研究では地震に伴う電離圏擾乱の鉛直方向の伝搬特性に特に注目し解析を行った。研究で用いたHFドップラー観測では、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変動を観測できる。本研究では福島県浜通りで2011年4月11日に発生したマグニチュード7.0の地震(震源の位置36.56°N, 140.40°E)に伴う変動について解析を行った。HFD反射点が地震源に一番近い飯舘で取得されたデータでは、他の受信局と比べ変動が大きかった。HFDでの変動を電離圏反射高度においての中性大気粒子の上下動速度に換算すると、5.006 MHzで59.3 m/s、8.006 MHzでは56.3 m/s程度の変動が確認された。また、6.055 MHzのデータの中で震源に近い柿岡では34.9 m/s程度の変動であった。このようにHFD反射点での中性大気粒子の上下動速度比較では、震央から距離が離れるにつれ擾乱が小さくなる様子が見られた。さらに、国際標準電離圏モデル(IRI)を用いて各周波数の電離圏反射高度を求めたところ、5.006 MHzで200 km、6.055 MHzで230 km、8.006 MHzで240 km程度の反射高度となった。変動の伝搬経路を明らかにするため、変動が音波として震源から直接到達する場合と、震源で発生したレイリー波によって大気波動が生じそれが電離圏に到達した場合での変動到達時間の比較を行った。結果として、HFDで観測された変動はレイリー波による影響であると考えられる。M7の地震で震源を中心に約240kmにわたる範囲に変動が伝搬していく様子が確認できた。さらに事例を追加し、マグニチュードと変動の広がりについての関係を明らかにしていく。