

GPSにより導出した電離圏全電子数の地震発生に伴う周波数帯域別の変動 Variations of total electron content in frequency domain accompanied by earthquakes

阿部 圭吾^{1*}, 中田 裕之¹, 鷹野 敏明¹, 齊藤 昭則²
ABE, Keigo^{1*}, NAKATA, Hiroyuki¹, Toshiaki Takano¹, SAITO, Akinori²

¹ 千葉大学大学院工学研究科, ² 京都大学大学院理学研究科

¹Graduate School of Engineering, Chiba University, ²Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University

電離圏全電子数 (Total Electron Content, 以下 TEC) と地震との関係はこれまでも報告されており、1994年に発生したカリフォルニア地震 [Calais and Minster, 1995] や 2008年に中国?川?での地震 [Afraimovich et al., 2001] そのままで TEC の数分周期の変動が報告されている。それに対し、変動の空間スケールについての報告は必ずしも多くない。空間スケールを調べるためには、国土地理院により整備された GPS 連続観測システム (GEONET) のように密な GPS 観測網が有効である。この GEONET データを用いて、Tsugawa et al. [2011] により、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では震源地付近から波紋状に広がる TEC の変動が報告された。しかしこれほど明確な TEC 変動が観測されることは少ない。

そこで本研究では、地震に伴う TEC 変動の空間スケールを調べるため、地震に伴う TEC 変動の周期が数分程度であることを利用し、TEC の時系列データを周波数分解して、各帯域でのスペクトル強度の時空間変化について解析した。

本研究では、GEONET の GPS 受信機から得られた GPS-TEC データを用い、地震発生時の各帯域における TEC 変動のスペクトル強度を導出した。電離圏は高度 350km にある薄層と仮定し、貫通点を求め、32 分間分のデータに対してフーリエ変換を行った。解析対象は 2000 年～2012 年に日本内陸、近海で起きた M6.5 以上の地震である。

その結果、2011年3月11日に起きた東北地方太平洋沖地震 (M8.4)、2003年9月26日に起きた十勝沖地震 (M8.0) の 2 イベントにおいては 1.56 mHz～9.38 mHz のすべての周波数帯域において震源地から波紋状に広がる TEC の変動が確認できた。この帯域は、電離圏中の大気重力波、音波の周期と一致しており、これらの TEC 変動が地震によって生じたと考えられている。また、2000年10月6日の鳥取県西部地震 (M7.3)、2004年10月23日の新潟県中越沖地震 (M6.8) は 1.56 mHz～7.29 mHz の周波数帯域では TEC の変動は見られなかった。しかし 8.33 mHz、9.38 mHz の高い周波数帯域では震源地付近で変動が確認できた。8.33 mHz、9.38 mHz のように比較的周波数の高い変動は震源地付近で卓越することが数値計算でも確認されており [Matsumura et al., 2011]、今回の結果はそれを支持するものである。

キーワード: 全電子数, 電離圏, 地震, GPS, GEONET

Keywords: total electron content, ionosphere, earthquake, GPS, GEONET