

MIS036-P187

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:15-16:15

## 2011年東北地方太平洋沖地震の直前に起こった電離圏全電子数の正の異常 Ionospheric electron enhancement immediately before the 2011 NE Japan earthquake

日置 幸介<sup>1\*</sup>

Kosuke Heki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北大院理自然史科学

<sup>1</sup>Natural History Sci., Hokkaido Univ.

電磁気的な地震前兆は多く知られているが、それらの多くは特定の観測点における特殊な観測によるものであり、普遍性や追試容易性に欠けていた。2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)に際し、地震約40分前から震源域上空の電離圏で最大一割近くに達する全電子数(TEC)の正の異常が観測された。これは我が国に多数展開された全地球測位システム(GPS)のキャリア位相差の時系列から得られたもので、データの入手と解析はともに簡単で追試が容易である。同様の前兆変化は2010年2月のチリ地震、2004年12月のスマトラ地震、および1994年北海道東方沖地震においても見出されており、巨大地震に普遍的なものである可能性が高い。将来の地震直前予知の実用化に向けた新手法として有望と思われる。

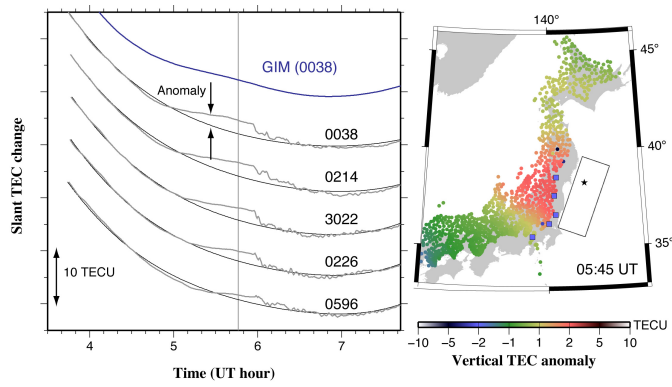
GPS連続観測網GEONETの生データは国土地理院からftpで入手、L1/L2の位相差をTEC時系列に変換した。図1左に、全国各地のGPS局で15番衛星を通して見たTECの地震前後の変化を示す。それらは下に凸な曲線を描くが、衛星仰角の変化によって電離圏を視線が貫く厚さが変化することによる見かけの変化が大きい。地震の約十分後に、地震による地面および海面の上下運動が励起した大気中の音波が電離圏高度に到達する。それと同時に大気基本モードである周期約4.5分の振動が始まり場所によっては数時間継続する。これは地震時電離圏変動(CID)と呼ばれる既知現象である(Heki and Ping, EPSL 2005)。

今回注目するのは、地震の約40分前に始まって地震波が電離圏に到達するまで継続するTECの正異常である。異常分は地上局と衛星を結ぶ視線ベクトルが電離圏の最大電子密度高度(約300km)を貫く点(その地上投影点をSIPと呼ぶ)が震源上空にあるGPS点で大きく(鉛直TECで2TECU程度)、震源から離れるに従って小さくなる。また震源から十分に離れた電離圏では逆にTECの負異常が見られる。なおTEC異常はCIDによる電離圏大気の振動が治まった後に元にもどっている。

このような地震直前のTEC変化に関して、地震に伴う異常部分(UT5.2-6.0)を除いて推定したモデル(図1左のなめらかな曲線、鉛直TECを時間の三次式でモデル化)からの差を鉛直TECの異常に換算して地図上にプロットした(図1右)。これは排気中の水蒸気による電子の枯渇を利用した北朝鮮のミサイル航跡の解析(Ozeki and Heki, JGR 2010)と同じ手法である。地震直前の時点で明瞭な正のTEC異常が震源近傍上空に分布している。なお同様の図は26/27番衛星を用いても描くことができる。図の詳細は英文要旨を参照されたい。

この現象の普遍性を調べるため、同様の規模の海溝型地震として2010年2月に発生したチリ地震(Mw8.8)前後のTEC変化を調べた。チリとアルゼンチンにはかなりの数のGPS連続観測局が存在するが、ウェブで公開されているアルゼンチンの生データを中心に東北と同様の解析を行った。これらのGPS局から17番衛星を通じて震源上空の電離圏を見た時のTEC時系列を見ると、正のTEC異常が今回と同じく地震の約40分前に始まり、CID発生まで継続していることがわかった。異常の大きさは東北地方太平洋沖地震の半分程度であった。同様のTEC正異常は2004年12月のスマトラ・アンダマン地震(Mw9.2)でも見られ、地震前1時間半に亘って鉛直TECで3TECUを超える大きな正異常が見られた(PHKT局、衛星20)。その他これまでGEONETで明瞭なCIDが見いだされたいくつかの地震について、地震直前のTEC異常を調べた。その結果1994年北海道東方沖地震(Mw8.3)、2006年千島地震(Mw8.2)では小さな正異常が見いだされたが、2003年十勝沖地震(Mw8.0)、2004年紀伊半島沖地震前震(Mw6.9)では(地震に伴うCIDは明瞭であるが)地震前のTEC正異常は確認できなかった。これらから、本現象はM9に近い巨大地震に特有なものであることがわかる。

電磁気的な地震前兆の多くは地震の準備課程において地表近傍に現れた正常電エアロゾルで説明できることが知られている。また正電荷の起源として、圧縮された火成岩から発生し拡散してきた正孔や、地殻から放出されたラドンやアルファ崩壊等が考えられている。地震前のTEC正異常の物理メカニズムは現時点で明確ではないが、地表近くに濃集した正電荷が作る静電場によって電離圏F層の電子が磁力線に沿って下降したことが原因である可能性が高い。



キーワード: 電離圏全電子数, GPS, 2011 東北地方太平洋沖地震, 前兆, 2010 チリ地震, 2004 スマトラ地震  
 Keywords: TEC, GPS, 2011 Tohoku Earthquake, precursor, 2010 Maule Earthquake, 2004 Sumatra Earthquake