

岩手・宮城内陸地震前後の電離圏全電子数の変動

Variation of ionospheric TEC before and after the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008

菅原 守 [1]; 日置 幸介 [2]

Mamoru Sugawara[1]; Kosuke Heki[2]

[1] 北大・理・自然史; [2] 北大院理自然史

[1] Natural History Sciences, Hokkaido Univ; [2] Dept. Natural History Sci., Hokkaido Univ.

全球測位システム (GPS) を用いた電離圏全電子数 (TEC) の計測は比較的手軽なため、電離圏のさまざまな擾乱現象の観測手法として広く利用されている。特に我が国では国土地理院の GPS 稠密観測網 (GEONET) の連続観測データが利用できるため、地震時電離圏擾乱 (CID) や移動性電離圏擾乱 (TID)、火山噴火による擾乱など、様々な現象の研究に応用されている。

中国、台湾、米国等で、地震前 3-5 日に TEC が減少する事例がいくつか報告されている。グローバル電離層分布図 (Global Ionospheric Map, GIM) が世界中の GPS 局のデータから作成され、ウェブで公開されている。Liu et al (2009) は、これらの GIM を解析し、2008 年 May.12 中国四川大地震 (Mw:7.9) の 4 日前から 6 日前の 3 日間の午後、および地震 3 日前の夜に TEC 値の異常な減少が生じたことを報告している。また、この地震だけでなく 1998 年から May.1 から 2008 年 April.30 の 10 年間中国で発生した 35 の M6 以上の地震の GPS-TEC を調べ、17 の M6.3 以上の地震で 3~5 日前に震源上空で TEC 値が減少していたことを見出した。

2008 年 Jun.13 岩手宮城内陸地震 (Mw:7.1) は、緻密 GPS 網が存在する日本列島の文字通り内陸部で発生した比較的大きな地震であり、電磁気的な前兆の有無の議論に好条件が揃っている。本研究では GPS で得られた TEC の時間的、空間的な変動を解析し、地震に伴う電離圏の変動 (CID) を調べるだけでなく、過去に中国等で報告されたような地震に先行する TEC 変動の有無を検討する。

本研究ではおもに地震前後の GEONET・GPS データから直接 TEC を推定する方法を用いた。GEONET の時間分解能は 30 秒であり、GEONET は数十キロメートルの空間分解能を持つため、直接 GPS 生データから TEC を求める手法は、TEC 変動の細かな空間的時間的変動をとらえるのに適している。まず地震時の CID は 0.1-0.2 TECU 程度の正の変動で始まる擾乱が地震十分後に発生し、音速で南方に移動するのが確認された。

次に岩手・宮城内陸地震の震源に程近い水沢 GPS 局の地震前後 1 か月の RINEX データを解析し、中国四川省の事例のような地震前の異常が存在するかどうかを検討した。GEONET では GPS 局の分布が国内に限られているため、本研究では GIM も補助的に用いた。GIM は広域の変動を簡単にとらえることが出来るが、時間分解能 (2 時間) や空間分解能 (緯度で 2.5 度、経度は 5 度) は不十分である。本研究では双方の利点を生かして目的に応じて両者を用いる。

GPS 生データ (RINEX file) を用いた解析では、天頂方向の TEC が一時間毎に折れ線状に変化すると仮定し、さらに L1-L2 の位相バイアスは衛星毎に一定として、それらのパラメータを最小二乗法で求めた。生データは一日毎に異なるファイルとして提供されるが、日の切り替わり (朝九時) 付近における TEC 推定値の安定化のため、その前後の同一衛星のバイアスや朝九時の TEC 値が同一値となるよう拘束した。また視線が高度 300km の F 層に交わる点の地上投影点 (Subionospheric Point, SIP) の経度差を時間差に換算することによって更なる安定化を図った。

岩手宮城内陸地震の発生は TEC が急激に上昇する朝九時前である。現時点では地震との関連は未検討であるが、水沢の TEC 時系列で見る限り、地震発生直前に極小を持ち地震発生前後数時間継続する TEC の減少が見られた。本研究ではさらに Liu et al. (2000) や Dautermann et al. (2007) で用いられている Envelope Method をこの地震に適用し前後 1 週間に通常の TEC に客観的な異常が見られるかも検討する。

GIM データを解析した全球電離圏マップを見てみると、地震数日前に、振幅が幾分小さい日が存在するが、地震後や地震数週間前にも同様の振幅があり、また他地域でも振幅の増減が見られるため、地震との関連は不明である。今後、GEONET の水沢観測局の TEC と GIM の水沢観測局の TEC の比較や、地震前後の TEC 減少が起こっている高度の分布等も調べる予定である。

文献

Dautermann, T. et al. J. Geophys. Res., 112, B02106, 2007.

Liu, J. et al., J. Geophys. Res., in press, 2009.

Liu, J. et al., Geophys. Res. Lett., 27, 3113-3116, 2000.