

2011年東北沖地震発生40分前に始まったGPS-TECと地磁気偏角の前兆変動について On the GPS-TEC and geomagnetic declination precursors

日置 幸介¹; 榎本 祐嗣^{2*}

HEKI, Kosuke¹; ENOMOTO, Yuji^{2*}

¹ 北大院理, ² 信州大学 信州科学技術総合振興センター

¹Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, ²Sinshu Advanced Science and Technology Center (SASTec)

2011 東北沖地震発生約 40 分前から電離層電子の総数 (TEC) の増加 (Heki, GRL, 2011) とそれに同期した地磁気偏角の正の変動が観測された (Heki & Enomoto, JGR 2013). これに対して、地震発生後と津波で生じた電離層の擾乱 (Kakinami et al. GRL, 2012; Kamogawa & Kakinami, JGR, 2013) あるいは磁気嵐の影響とする説 (Utada & Shimizu, JGR, 2014; Masci et al. JGR, 2015) が出ている. しかし地震に先行した正の変動はいずれの現象も地震発生後の約 10 分以内に元に戻っており、この時間帯に磁気嵐の影響を受けているとは考えにくいこと、TEC と地磁気変動との同時性や Wyss の判定条件をほぼ満足していることから、我々は TEC 変動、地磁気変動ともに地震先行現象であると考えている (Heki & Enomoto, JGR, 2013, 2014). 本発表では、上述の磁気嵐影響説に対して再論する.

江刺での水平成分 H の平常値は 29037nT 程度で磁北は真北から西に 6.9° ほど振れている. それが地震発生約 40 分前から + (東側) に変動し、地震直前時には +0.34 分 (9.9×10^{-5} rad) となった. 地震前兆の磁場変動分を δB とすると、 $\Delta D \ll 1$ なので、 $\delta B \approx H \cdot \Delta D$ 関係が成り立つ. この関係から $\delta B = 29037\text{nT} \times 9.89 \times 10^{-5} \text{ rad} = 2.9\text{nT}$ となり、 ΔH にもその程度の変動 (約 2.0nT) を確認できる (Enomoto & Heki, GJI 投稿中). この前兆変動はピエゾ磁気効果でない. すなわち、'食い違い弾性論' もとづくピエゾ地磁気の変動量は、震源域周辺の江刺辺りで北西方向、大きさは 1nT 程度である (Utada et al. EPSL, 2011). 前述したように江刺での水平成分は真北から西に 6.9° 偏っているため、これとピエゾ地磁気変動ベクトル (真北から 45° 西) とのベクトル和はさらに西向き ($\sim -0.12\text{arcmin}$) になるはずであるが、それだと (+) 側の変動を示した観測事実と合わない.

さらに Utada ら (JGR, 2014) は 3.11 (地震日) の地震直前の 15:10-15:46U.T. と磁気嵐が顕著だった 21:35-21:54 の地磁気偏角の各観測点での + 変動の大きさが観測地点の緯度が高いほど大きいこと、双方の時間帯での偏角変動の相関係数が大きいことを理由に磁気嵐の影響であると主張した. 偏角 ΔD だけでなく伏角あるいは $\Delta (Z/H)$ についても検討する必要がある. 地震直前での ΔD と $\Delta (Z/H)$ の相関係数は 0.138 (相関なし) であったのに対して磁気嵐が顕著な時間帯での相関係数は -0.971 (強い相関) であった. このことは両時間帯で起きている ΔD と $\Delta (Z/H)$ の変動は同じ原因といえないことを示唆している.

上述の前兆現象を説明するメカニズムについては現在投稿中である (Enomoto & Heki, GJI).

キーワード: 2011 東北沖地震, 電離層全電子数, 地磁気偏角, 前兆現象

Keywords: 2011Tohoku-Oki earthquake, ionosphere total electron content, geomagnetic declination, precursors