

GPS-TEC に見える周期 4.5 分の振動と大気 地球カップリング

Monochromatic TEC oscillation with the period 4.5 minutes and the coupling between the solid earth and atmosphere

日置 幸介 [1]; 小林 直樹 [2]

Kosuke Heki[1]; Naoki Kobayashi[2]

[1] 北大院理自然史; [2] 東工大・地惑

[1] Dept. Natural History Sci., Hokkaido Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Tech

<http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~heki>

全地球測位システム (GPS) の L1, L2 両搬送波の位相差から簡単に計測できる電離圏の全電子密度 (TEC: Total Electron Content) は、様々な現象に「電離圏擾乱」という新しい切り口の研究手法をもたらした。稠密 GPS 網による地震時電離圏擾乱の伝播速度や指向性の観測 (Heki & Ping, 2005)、地震時電離圏擾乱を利用した震源過程の研究 (Heki et al., 2006)、TEC 変動からの火山噴火エネルギー推定 (Heki, 2006)、太陽フレアによる TEC 急増 (日置, 2007)、HII-A ロケット排気中の水蒸気による半径数百キロに及ぶ電離圏の消失 (Furuya & Heki, 2008) 等が報告されている。

地震時電離圏擾乱は、一般に速度 4 km/sec で伝わるレーリー波起源の第一フェーズと 1 km/sec で伝わる直達音波起源の第二フェーズから成るが、Choosakul et al. (2007) は 2004/12/26 のスマトラ地震後に周期 4.5 分の TEC 振動が数時間継続することを見出した。しかし GPS 局の地理的分布が限られており、原因の特定には至らなかった。我々は GEONET の前身である GRAPES・GPS 網のデータから 1994 年 10 月に色丹島近辺で発生した北海道東方沖地震後の TEC 変動を調べ、同様の単色振動の発生を確認した。この振動は、表面波や直達音波による電離圏擾乱の通過後に現れ、0.2-0.3TECU 程度の振幅と大きな Q 値を持ち一時間にわたって継続した。また西日本まで含む多数の GPS 局の観測記録の比較から、この第三のフェーズ (単色振動) は速度 4.0 km/sec というレーリー波と同程度の位相速度を持つことがわかった。同様の現象は不鮮明ながら 2006/11 月と 2007/1 月の千島列島地震でも確認された。

地球の常時自由振動では周波数 3.7 mHz (${}_0S_{29}$: 周期 4.5 分) の成分の振幅が他より大きいことが知られる (Nishida et al., 2000)。これらは固体地球の固有振動数の一つであるが、大気の固有振動数の一つと重なっており共鳴が生じているのである。同様の共鳴は 4.4 mHz (${}_0S_{37}$: 周期 3.8 分) でも生じている。またピナツボ火山の爆発で生じたこれらの周波数の空気振動に励起された表面波が観測されている (Kanamori et al., 1994)。3.7 mHz の大気振動は、中間圏界面に腹、地表に節を持つ音波の定在波である。このような空気振動が 1994 北海道東方沖地震による 3.7mHz の表面波によって励起され、一部のエネルギーが電離圏に達して TEC 振動を起こしたのだろう。大気振動を下から励起している固体地球の上下運動がレーリー波の速度で移動するため、TEC 振動も見かけ上同じ位相速度を持つが、大気の運動は基本的に上下方向である。これはいわゆる大気が独自で自由振動する ${}_0P_{29}$ のような大気モード (Lognonne et al., 1998) ではなく、エネルギーの大半が固体地球に存在する ${}_0S_{29}$ の大気部分を見ている可能性が高い。

文献

Choosakul, N. et al. AOGS@Bangkok, 2007.

Furuya, T. and K. Heki, Earth Planets Space, in press, 2008.

Heki, K. and J. Ping, Earth Planet. Sci. Lett., 236, 845, 2005.

Heki, K., Geophys. Res. Lett., 33, L14303, doi:10.1029/2006GL026249, 2006.

Heki, K. et al., J. Geophys. Res., 111, B09313, doi:10.1029/2005JB004202, 2006.

日置幸介, 測地学会誌, 52, 319-328, 2007.

Kanamori, H. et al., J. Geophys. Res., 22, 21947, 1994.

Lognonne, P. et al., Geophys. J. Int., 135, 388, 1998.

Nishida, K. et al., Science, 287, 2244, 2000.