

2004年12月26日のスマトラ島西方沖地震後の電離圏全電子数変動

GPS detection of total electron content variations following the 26 December 2004 earthquake

大塚 雄一[1]; 津川 卓也[1]; 小竹 論季[2]; 塩川 和夫[1]; 小川 忠彦[3]

Yuichi Otsuka[1]; Takuya Tsugawa[1]; Nobuki Kotake[2]; Kazuo Shiokawa[1]; Tadahiko Ogawa[3]

[1] 名大・STE 研; [2] 名古屋大・STELab; [3] 名大・STE 研

[1] STE Lab., Nagoya Univ.; [2] STELab, Nagoya Univ.; [3] STE Lab., Nagoya Univ

<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/member/otsuka/index.html>

GPS 衛星から送信される二つの周波数の電波(L1=1575.42MHz, L2=1227.60MHz)を受信することにより、電波の経路上にある全電子数(Total Electron Content; TEC)を算出することができる。この TEC を解析することにより、これまでに伝搬性電離圏擾乱(Traveling Ionospheric Disturbance; TID)などが観測されている。TID には、大気重力波による中性大気の振動によって電離圏プラズマが動かされることが原因であると考えられるものがある。この大気重力波は、中層・下層大気から電離圏高度まで上方伝搬してきたと考えられるが、その励起源は特定されていない。本研究では、地震が励起源と考えられる TEC 変動について調べる。

2004年12月26日00時58分UT頃、インドネシア・スマトラ島の西方沖でM9.0の地震が発生した。我々は、スマトラ島のバダン(0.9°S, 100.5°E)とメダン(3.6°N, 98.7°E)に設置されたGPS受信機で得られたTECを解析し、地震後のTEC変動を調べた。地震発生後の14分後と16分後に、各々バダンとメダンの受信機でPRN13衛星からの電波で得られたTECに急速な増大が見られた。PRN13衛星から送信された電波がバダン及びメダンで受信されるまでに電離層高度を貫通する場所(電離層貫通点)は、それぞれ震央から北に約300kmと600km離れた点であった。このことから、震央から遠ざかる方向にTECの増大が伝搬していたことが分かる。TEC増大の大きさは、バダンとメダンで各4.0TECUと7.0TECU(鉛直方向に換算すると1.5TECUと3.0TECU)であった。また、震央の南約240kmの電離層貫通点においても0.7TECUの増大が見られた。しかし、震央の東側ではTECの増大は見られなかった。これらの観測結果から、震央からの方向によってTEC増大の大きさが異なることが分かる。

これらのTEC変動は、地震に伴って発生した音波が原因と考えられる。我々は、MSISモデルを使って地上から電離層高度までの音速の高度分布を求め、海面からTECが観測された点までの音波の伝搬時間を計算した。計算によって得られた伝搬時間は約14-20分であり、観測結果とほぼ一致する。音波による中性大気の振動方向は、音波の伝搬方向と平行である。電離圏中のプラズマは、中性大気との衝突によって磁力線平行方向にのみ動かされる。よって、中性大気振動の振幅が同じ場合でも、音波の伝搬方向と磁力線が平行に近いほどTECの変動は大きく表れる。震央付近は磁気傾角が-14度であるので、音波が北向きに伝搬する場合に最もTEC変動が大きくなると考えられる。また、磁力線と直交する方向の中性大気の振動はイオン抗力を受けるため、中性大気の振動が減衰する。これによっても、北向きに伝搬する音波によるTEC変動が、他の方向に比べて大きくなると考えられる。以上のことから、地震発生後にGPSによって観測されたTECの増大は、地震によって発生した音波が電離圏高度まで伝搬し、電離圏プラズマ密度の変動を起こしたためと考えられる。

謝辞: メダンのGPSデータは、Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) から提供して頂きました。