

衛星測位データを利用した電離圏観測による 早期津波予測の高精度化に関する研究

上空数百kmの電子数の変動から津波の発生位置と規模を推定します

研究背景

地球表面で起きる上下の振動は、音波となり上空に伝わる。特に津波については、広範囲に押し引きする一連の動きにより振動が増強されるため、電離圏（上空80km~1,000km）にある電子を大きくゆすり、局所的に全電子数（以下、TECと示す）が減少する現象が起きる。これを津波電離圏ホールと呼んでいる（図-1）。この現象は東北地方太平洋沖地震において、世界で初めて明瞭に観測された（図-2）。

本研究では、津波検知・予測に関して、多様な観点および既存設備利用による低コストの観点から、衛星測位データを利用した電離圏観測により捉えられる津波電離圏ホール検知による早期津波予測の有効性について検討した。

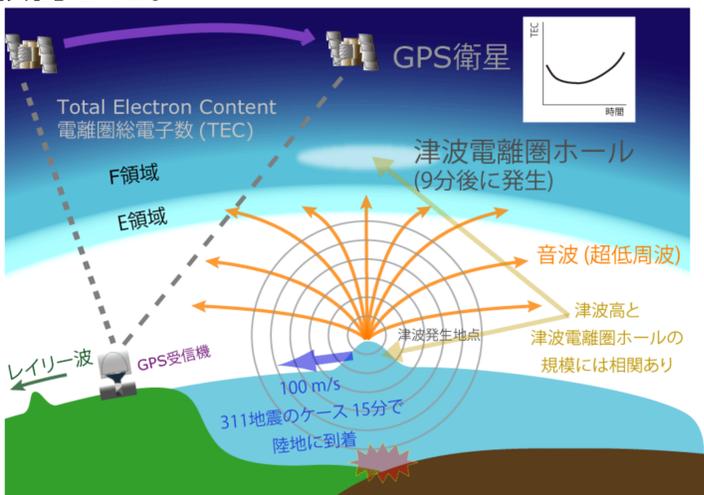


図-1 津波電離圏ホールの生成(津波によって音波が励起されて放射状に伝播。本研究では、GPS衛星と受信点間の全電子数を測定する。)

津波予測に必要な初期津波高については、既往地震での津波シミュレーション結果とその地震で観測されたTEC減少率との関係について、高い相関を確認した（図-3）。

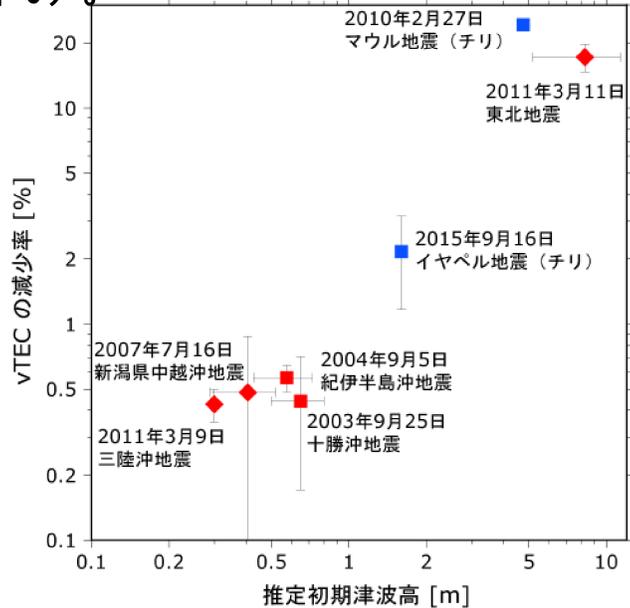


図-3 初期津波高とTEC減少率の関係

今回、電離圏に到達した音波の緯度・経度方向への広がりに着目し、地磁気の影響が少ない経線方向の広がりを幅とし、その変化を近似曲線で予測する時間短縮手法を検討した（図-4）。その結果、津波電離圏ホールの幅の最大値は、地震発生後13分で確認できた（図-5）。

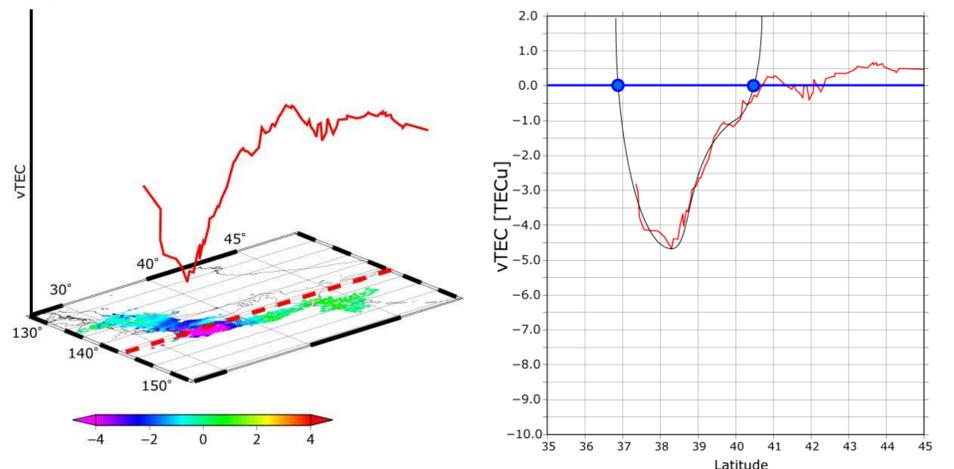


図-4 震央の南北方向のTEC変動(左)およびTEC変動を4次関数で概算(右) 変動領域幅は4次関数の幅から算出する。

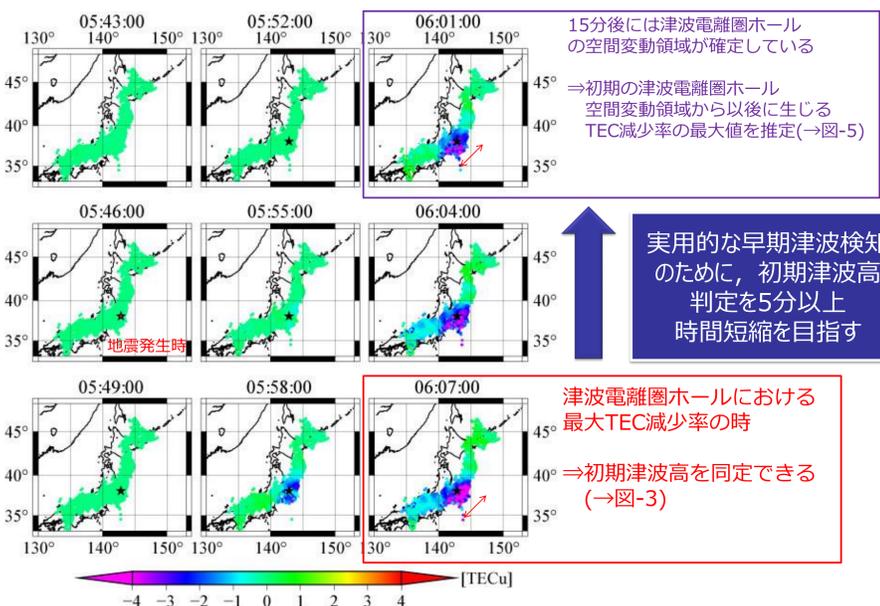
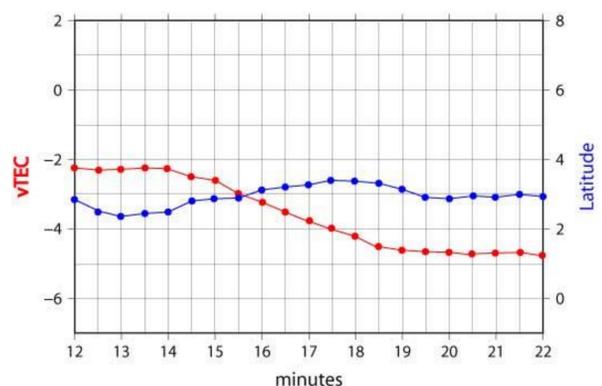


図-2 東北地方太平洋沖地震時の全電子数の変動(全国観測点とGPS衛星を結んだ線と電離圏の交点を投影。衛星一つにつき日本列島の形が浮かび上がる。)および初期津波高決定の時間短縮方法について

地震発生後の津波電離圏ホールにおけるTEC変動量(赤)および変動領域幅(青)。TEC変動量は地震発生19分後に最大減少となるが、変動領域幅は12分後以降大きく変動していないことから、地震発生13分後には、最大TEC減少率を予測できる。



研究の内容・成果

電離圏のTECは全国GPS受信点（約1200点）で常時観測しており、津波電離圏ホールが発生すれば検知できる。ただし、音波が電離圏まで伝わるには地震発生から約9分程度必要であり、さらに津波の発生領域を捉えるには、同ホールのTEC減少率が最大となる地震後20分以降まで観測が必要となる。

まとめと今後の展望

図-3の相関や図-4, 5の時間短縮の知見を用い、津波の到達前に平面的な初期津波高を把握できれば、新しい津波予測システムが可能となるため、そのシステム化の可能性について引き続き検討する。