

インドネシア・スマトラ地域における電離圏総電子数異常と地震活動の関連性

Statistical and case studies of TEC anomalies associated with large earthquakes in Sumatra region, Indonesia

西橋 政秀 [1]; 服部 克巳 [2]; 劉 正彦 [3]

Masahide Nishihashi[1]; Katsumi Hattori[2]; Jann-Yenq Liu[3]

[1] 千葉大院・自然科学・地球生命圏; [2] 千葉大・理; [3] なし

[1] Geosys. and Biosys. Sci. Div., Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ.; [2] Chiba University; [3] Institute of Space Science, National Central University, Taiwan

<http://www-es.s.chiba-u.ac.jp/geoph/ulf/>

電離圏総電子数 (TEC) 異常と地震活動の関連性について明らかにするため、インドネシア・スマトラ地域において、統計解析と事例解析を行った。解析期間は、1998年5月～2008年5月の約10年間で、USGS地震カタログに掲載されているM 6.0、深さ40kmの地震を解析対象とした。また、2004年Sumatra-Andaman地震(2004/12/26, M9.2)と2007年南スマトラ地震(2007/09/12, M8.5)の事例解析を行った。

TECは、インドネシア周辺のIGS(International GNSS Service)とSuGAR(Sumatran GPS Array)観測点のGPSデータから算出した。また、ヨーロッパ軌道決定センター(CODE)が公開しているGIM(Global Ionosphere Maps)データから任意の時空間のTEC(GIM-TEC)を算出した。太陽放射に起因する日変動を除去し、地震に関連するTEC異常を抽出するため、過去15日間の同時刻のTECの平均(TEC_{mean})と標準偏差()を算出してリファレンスモデルを構築した。そして、次式を用いて規格化残差TEC(TEC^* およびGIM- TEC^*)を算出して解析に使用した。

$$TEC^*(t) = (TEC(t) - TEC_{mean}(t)) / \sigma(t)$$

$$GIM-TEC^*(t) = (GIM-TEC(t) - GIM-TEC_{mean}(t)) / \sigma(t)$$

TECとGIM-TECの間の相関が高いことも確認された。また、地磁気擾乱の影響を除去するために、Dst指数を利用して地磁気擾乱期間を定義し、その期間のデータは解析対象から除外した。

GIM- TEC^* データによる統計解析(Superposed Epoch Analysis)の結果、スマトラ島中部から1000km以内の地震の12～4日前(特に6～4日前)、1000～約2800kmの地震の2週間前にGIM- TEC^* 異常が統計的に有意に現れることが明らかにされた。

Sumatra-Andaman地震の事例解析の結果、 TEC^* 異常が地震の24～21、19～17、15、13～11、9、5日前に、GIM- TEC^* 異常が地震の24、22、21、19～17、15～12、9、5日前にスマトラ周辺で観測された。特に地震直前の5日前(2004/12/21)の異常は、震央を中心として南北に30°、東西に40°広がっていたと推定される。

一方、南スマトラ地震の解析の結果、 TEC^* 異常が地震の10～7、3日前に、GIM- TEC^* 異常が地震の8、3日前に震央付近で確認された。特に、地震直前の3日前(2007/09/09)に着目すると、 TEC^* 異常とGIM- TEC^* 異常の出現範囲はほぼ一致し、その領域は、震央を中心とした南北10°、東西40°であると推定される。

以上の統計解析および事例解析により、震央周辺における TEC^* およびGIM- TEC^* の異常は、M 6の地震の前駆的現象であることが示唆される。