

GPS データを用いた南カリフォルニアにおける中規模伝搬性電離圏擾乱の研究

*小竹 論季[1], 大塚 雄一[1], 小川 忠彦[1]

津川 卓也[1], 齋藤 昭則[2], 西岡 未知[2]

名古屋大学太陽地球環境研究所[1], 京都大学大学院理学研究科[2]

国土地理院は日本国内に約 1000 台の 2 周波 GPS 受信機を設置し、常時観測を行っている。この GPS 観測網から、日本上空の全電子数(Total Electron Content; TEC)を高時間・空間分解能で得ることができ、TEC の水平二次元分布が得られる。これまで、この GPS 観測網を用いた日本における中規模伝搬性電離圏擾乱 (Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbance; MSTID) の発生頻度の統計的研究から、日本では夏の夜中と冬の日中に MSTID の発生頻度が高いことが明らかとなり、夜中の MSTID の生成原因はプラズマ不安定であると考えられている。¥

以前の研究では、世界各地で得られた GPS-TEC データを基に MSTID 活動度の季節、地方時及び緯度・経度依存性を統計的に明らかにした。用いた GPS データは、IGS(International GPS Service)で得られたものである。IGS は世界各地に約 350 機の GPS 受信機を持っており、それから得られた TEC データを用いることにより、MSTID の世界分布が明らかになる。統計解析の対象とした地域は日本、南カリフォルニア、アメリカ東海岸、南アメリカ、オーストラリア、ヨーロッパの世界 6 地域で、各地域 5 点ずつ GPS 受信機を選び、1998 年、2000 年、2001 年の 3 年間について統計解析を行った。その結果、日中では、世界 6 地域全てで冬に MSTID 活動度の第一次極大が存在することがわかった。これにより、日中に発生する MSTID の発生頻度は緯度経度に関係なく冬に高いことがわかった。¥

従来の研究では日本においてのみ MSTID の水平二次元構造が明らかに作成されていた。本研究では、南カリフォルニアにも GPS 受信機が比較的密にあることに着眼し、2002 年の IGS、SCIGN(Southern California Integrated GPS Network)、CORS(Continuously Operating Reference Stations)のデータを用いて南カリフォルニア上空で日中の TEC の水平二次元分布図を作成した。用いた GPS 受信機数は約 270 点、解析した緯度・経度の範囲は(30° N, 56° W)から(40° N, 250° W)、平均受信機間距離は南カリフォルニア近郊で約 15km である。この二次元水平分布図を用いて MSTID 発生頻度の地方時依存性、季節依存性、また、伝搬方向、水平波長、水平伝搬速度の季節依存性の統計解析を行い、日本で観測された MSTID の統計解析結果と比較した。

その結果、まず MSTID 発生頻度の月変化を見ると 1 月、12 月に発生頻度が高く、5 月、7 月に発生頻度が低いことがわかった。また、季節・地方時変化を見ると、日中においては冬に最も MSTID の発生頻度が高く、冬とイクイノックスは朝～昼にかけて発生頻度が高いのに対し、夏は夕方に発生頻度が高いことがわかった。MSTID 発生頻度の季節変化について日本の結果と比較すると、同様に冬に最も発生頻度が高いことがわかった。

次に、伝搬方向について解析した。季節変化に着目すると、春、冬は南南東が比較的多く観測されたが、一年を通して伝搬方向は南東に卓越していた。日本では南南東方向に伝搬する MSTID が多く観測されていた。この結果は南向き伝搬という点で結果が一致していると言える。

次に、水平波長の季節変化について解析した。夏・冬は水平波長 200~250km が、イクイノックスでは 150~200km が卓越していた。日本で観測された MSTID の水平波長は冬に 200~350km、夏、イクイノックスでは 200km が卓越しており、水平波長について両観測結果の値は一致していた。

最後に、伝搬速度の季節変化について解析した結果、季節依存性は特になく、100~150m/s の伝搬速度が卓越していた。この値は日本で観測されたものとほぼ一致していた。

以上、経度依存性なく冬の日中に日本で観測されるものと同様な MSTID が南カリフォルニア上空で多く観測された。