

衛星観測に基づく磁気圏内におけるSCの磁場振幅の日変化

Diurnal variations of SC amplitude in the magnetosphere observed by satellites

新堀 淳樹 [1]; 菊池 崇 [2]; 辻 裕司 [3]; 荒木 徹 [4]; 西村 幸敏 [5]; 越石 英樹 [6]; 松本 晴久 [7]; 五家 建夫 [8]

Atsuki Shinbori[1]; Takashi Kikuchi[2]; Yuji Tsuji[3]; Tohru Araki[4]; Yukitoshi Nishimura[5]; Hideki Koshiishi[6]; Haruhisa Matsumoto[7]; tateo goka[8]

[1] 名大・太陽地球環境研究所; [2] STE 研究所; [3] 名大・理・素粒子宇宙; [4] 中国極地研; [5] 東北大・理・地球物理; [6] 宇宙機構; [7] 宇宙航空研究開発機構; [8] 宇宙機構 総研本部

[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [2] STELab; [3] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ.; [4] PRIC; [5] Department of Geophysics, Tohoku University; [6] JAXA; [7] JAXA; [8] IAT JAXA

磁気急始 (SC) は、太陽風中に含まれる衝撃波や不連続面が磁気圏を急激に圧縮することによって磁気圏界面で発生した電磁流体波が磁気圏・プラズマ圏・電離圏へ伝搬し、その情報が地上に到達したときに地磁気の水平成分の急峻な立ち上がりとして観測される。これまでの地上・衛星観測結果から、静止軌道上の磁気圏内や地上の中・低緯度で観測される SC の磁場波形は、単純な階段関数的な変動を示し、その振幅は、昼間側で大きく、夜側で小さくなる傾向を持つことが見出されている [e.g., Russell et al., 1994; Kokubun, 1983]。特に静止軌道上における SC の磁場振幅の日変化はその傾向が非常に強く、地上に比べると昼-夜の非対称が大きい [Kokubun, 1983]。また、Kuwashima and Fukunishi [1986] は、夜側において SC の磁場変動が負の変動を示すことを報告している。しかしながら、これまでの磁気圏内における SC の磁場振幅に関する報告は、静止軌道衛星に基づいたものがほとんどであるため、低緯度の内部磁気圏全体の領域にわたる SC の磁場振幅の分布が明らかにされていない。ここでは、内部磁気圏をくまなく観測しているあけぼの、つばさ、CRRES、Polar そして GOES 衛星群の磁場観測データを解析することによって磁気圏内の SC の磁場振幅の地心距離と磁気地方時の依存性について明らかにする。

本研究では、1976 年から 2007 年までの期間において SYM-H 指数データから同定された 12202 例の SC イベントの中で、上記の衛星群の観測に対応した SC イベント (1985 例) について解析を行った。ここでの SC 現象の定義は、SYM-H 指数データにおいて 10 分以内で約 5nT 以上の急峻な増加を示す変動としている。また、本解析では、個々の太陽風動圧の違いによる影響を小さくするために、その SYM-H 指数から求められた SC の振幅で磁気圏内の SC の振幅を規格化している。

その結果、まず、昼間側における SC の磁場振幅の分布は、静止軌道よりも遠い領域 (7.0Re 以上)、すなわち磁気圏界面電流に近い領域ほどその磁場振幅が急激に増加するという顕著な日変化を示した。特に、正午付近 (09-16 h MLT) に限ってその磁場変動の最大振幅は、地上で観測されるものと比べて約 2.0-2.3 倍以上である。このことは、太陽風の急激な動圧変化によって磁気圏が効率よく圧縮される領域が磁気地方時にして 9 時頃から 16 時頃までの範囲であり、この領域で最も効率よく磁気圏界面電流が急増されることを意味している。

静止軌道よりも地球に近い領域、つまりプラズマ圏に相当する領域 (6.0Re 以内) では、静止軌道よりも遠い領域で見受けられた SC の磁場振幅に関する強い磁気地方時と地心距離の依存性は、かなり小さくなっている。ただし、プラズマ圏界面付近 (4.0-5.0Re) で、かつ正午付近 (10-14 時) の領域において SC の磁場振幅が一時的に増加しているが、これは、プラズマ圏界面を通過することによって背景のプラズマ密度が急激に狭い距離範囲で増加するために、磁気圏内を伝搬する磁気流体波の伝搬速度が激減することによる磁場振幅増加を表していると考えられる。

次に、SC による磁場変動が負の方向を示すイベントについて調べた結果、夕方 (19 時) ごろから真夜中過ぎ (2 時) までの磁気地方時で、地心距離にして 4Re から 6Re までの夜側の範囲にそのイベントが集中して現れていることがわかった。特に、その SC による負の方向の磁場振幅が最大となる領域は、夕方側に偏って分布していて、磁気地方時 22 時で 5Re 付近に出現している。この領域は、従来から指摘されているように最も環電流が発達しやすい領域に相当しており、磁気圏の圧縮によって周囲の環電流の種となる粒子が磁力線に対して垂直方向に加速されて、環電流が一時的に強まったと解釈することが出来る。さらに、その環電流の作る磁場によってそれよりも内側の領域での SC の磁場振幅が減少しており、夜側のプラズマ圏内 (2.0Re から 4.0Re まで) の領域での SC の磁場振幅には弱い朝-夕の非対称が存在している。特に、朝-夕の非対称な構造を持つこの部分環電流は、R-2 型の沿磁力線電流の電源として機能するために、この発見は、これまで SC に関して考慮されてこなかったこの R-2 型の沿磁力線電流の強度変化による SC の磁場振幅の日変化への影響について議論することを可能にした。また、夜側の環電流領域の外側に相当する近尾部電流領域の SC の磁場振幅にも、朝-夕の非対称性を持つことが明らかとなったが、環電流領域に比べるとその大きさは小さいという分布を示した。