

磁気赤道における磁気急始 (SC) の振幅の日変化の季節依存性

Seasonal dependence of diurnal variations of SC amplitude at the magnetic equator

新堀 淳樹 [1]; 辻 裕司 [2]; 菊池 崇 [3]; 荒木 徹 [4]; 亘 慎一 [5]

Atsuki Shinbori[1]; Yuji Tsuji[2]; Takashi Kikuchi[3]; Tohru Araki[4]; Shinichi Watari[5]

[1] 名大・太陽地球環境研究所; [2] 名大・理・素粒子宇宙; [3] STE 研; [4] 中国極地研; [5] 情通機構

[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [2] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ.; [3] STEL; [4] PRIC; [5] NICT

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。そして、地上で観測される SC の磁場波形は、磁気緯度と地方時によって大きく異なる様相を示し [e.g., Matsushita, 1962, Araki, 1977]、特に MI 期においては、その磁場変動は、磁気圏界面電流の作る磁場に加えて、磁気圏対流の増大による領域 1 型の沿磁力線電流系の作る磁場効果の重ねあわせとして解釈できる [Araki, 1977, 1994]。一方、領域 1 型の沿磁力線電流によって持ち込まれた朝-夕方向の対流電場が極域から磁気赤道へ伝播し、その電場によってもたらされる電離圏 Pedersen 電流が赤道の Cowling 効果によって強められる。その強められた電流は、昼間側赤道域で SC の磁場振幅を増大させる。しかしながら、イベント数の不足などによって磁気赤道における SC の磁場振幅の日変化の季節変動についての詳細な統計的描像は明らかにされていない。本研究では、この領域における SC の振幅の日変化の季節依存性を明らかにするために、1981 年 1 月から 2008 年 3 月までの期間において SYM-H 指数から同定された 7556 例の SC イベントについて解析を行った。

ここでは、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し、その時間変化が 1.5 nT min^{-1} である変動現象を SC として定義した。そこで得られた各 SC の振幅で赤道付近に位置する 2 つの地磁気観測点 (ヤップ (0.38 度)、グアム (5.22 度)) で得られた SC 時の磁場振幅を規格化した。この規格化によって個々の太陽風動圧の違いによる影響を小さくすることができ、磁気圏界面電流以外の電流によってもたらされる電流系による磁場変動の磁気地方時とその季節依存性を見出すことができる。また、赤道域の季節変動の特異性を示すため、中・低緯度の 4 つの地磁気観測点 (沖縄 (16.54 度)、柿岡 (27.18 度)、女満別 (35.16 度)、及び、パラツンカ (45.58 度)) で得られた SC 時の磁場振幅との比較解析を行った。また、太陽風動圧の飛びの確認に IMP-8 衛星、Geotail 衛星、Wind 衛星、ACE 衛星からそれぞれ得られたデータを使用している。

その結果、昼間側のヤップ (0.38 度) における SC の振幅分布は、全ての季節に共通して赤道増加が見受けられたが、その最大振幅には顕著な季節変動が現れていた。それは、2 月と 10 月を中心とした春・秋の季節に最大になり、6 月と 12 月を中心とする夏季と冬季の時期に最小となる傾向を示した。春、夏、秋及び冬の季節における最大点の振幅とそれを与える磁気地方時は、規格化された値で、それぞれ 3.4 (10 h)、2.7 (10 h)、3.7 (11 h)、2.9 (11 h) であった。この季節依存性は、Chapman and Rao [1965] によって示されている地磁気の日変化の赤道ジェット電流の季節変動に類似している。そして、振幅の値が 1.4 以上を示す磁気地方時の範囲もまた昼間側の振幅が最も大きくなる季節に呼応して広がる傾向が見受けられた。このことは、春と秋の季節に最も赤道電離圏の伝導度が大きくなり、逆に、夏季においてはそれが最も小さくなることを示している。そして、ヤップにおける太陽天頂角の季節変化を考慮すると、この電離圏の伝導度の季節依存性は、最も冬の季節に小さくなることが予想されるが、実際の観測結果は、そのような季節依存性を示していない。このようなことから、赤道電離圏の電気伝導度の季節変動は、太陽天頂角の季節変化に伴う中性大気電離効果だけでは説明できないことを案じている。一方、夜明け前 (4-5 h) と日没付近 (18-21 h) の領域で、夏の季節の時期に SC の振幅が最も小さくなる傾向を示していた。これは、夏の季節において夜側を流れる西向きの赤道電離圏電流の大きさが最も大きくなることを意味している。同様な季節変動が、磁気赤道よりも少し離れたグアム (5.22 度) においても見受けられた。しかし、夜側 (21-02 h) の夏の季節において振幅が増加する傾向が見受けられ、この傾向は、ヤップでは見られなかったものである。おそらく、このことは、夜側の磁気赤道に配位した朝-夕方向の対流電場がもたらす西向きの赤道電流によって打ち消され、その効果が最も夏季の期間に大きくなると考えられる。この結果は、夜明け前 (4-5 h) と日没付近 (18-21 h) の領域で、夏の季節の時期に SC の振幅が最も小さくなる傾向に一致する。以上の結果と解釈から、この赤道帯における振幅の季節変動は、単純に赤道電離圏高度での太陽天頂角の季節変化のみでは説明することが出来ず、中性風による輸送や消滅過程に伴う赤道における中性大気電離に関する季節変動を考慮する必要がある。