

サブオーロラ帯から磁気赤道における磁気急始 (SC) に伴う地上磁場変動の特徴とその解釈について

Characteristics and interpretation of ground magnetic field variations from subauroral latitude to equator during SCs

新堀 淳樹 [1]; 辻 裕司 [2]; 菊池 崇 [3]; 荒木 徹 [4]; 巨 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。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]。その傾向は、地上に比べて静止軌道付近でより顕著になる [Kokubun, 1983]。近年になって、地上で観測される中・低緯度の SC の振幅が夜側で増加する傾向にあることが見出されている [Russell et al., 1994; 1995; Clauer et al., 2001, Wilson et al., 2001, Sastri et al., 2002, Araki et al., 2006]。Araki et al.[2006] は、その夜側の振幅増大を MI 期に昼間側で形成される領域 1 型の沿磁力線電流の作る磁場効果であると結論付けている。しかしながら、イベント数の不足や中・低緯度の地磁気観測点のみのデータセットの解析に基づいていることから、サブオーロラ帯から磁気赤道における SC の振幅の日変化の磁気緯度依存性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、これらの領域における SC の振幅の磁気地方時と磁気緯度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 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 6 つの地磁気観測点 (ヤップ (0.38 度)、グアム (5.22 度)、沖縄 (16.54 度)、柿岡 (27.18 度)、女満別 (35.16 度)、パラツンカ (45.58 度)、ステコルニー (51.52 度)、キングサーモン (58.09 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磁気緯度の依存性を見出すことができる。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、中緯度からサブオーロラ帯 (35.18-58.09 度) における磁気地方時依存性は、の朝側 (6-12 h, MLT) と午後側 (12-18 h, MLT) の領域で、それぞれ負と正の磁場変化を示し、その変動幅が磁気緯度の増加とともに増加する傾向を示した。この結果から、これらの領域では領域 1 型の沿磁力線電流が駆動する DP 2 型の電離圏 Hall 電流系の作る磁場変動 (DP) が卓越することが言える。そして、低緯度の昼間側における磁気地方時依存性は、昼間側 (11-12 h, MLT) において振幅が最大になり、そこから離れるに従って振幅が小さくなる傾向を示した。この磁場変動の日変化は、既に静止軌道で得られている特徴に類似していることから、昼間側の磁気圏界面を Chapman-Ferraro 電流の作る磁場変動 (DL) によってもたらされていると考えられる。しかし、静止軌道とは異なる朝-夕の非対称性を示していることから、中緯度からサブオーロラ帯で見られる DP 2 電流系の影響を若干受けているものと思われる。ただし、低緯度の振幅に寄与する量として 7% に過ぎず、圧倒的に DL 成分が卓越している。一方、磁気赤道領域における磁場振幅の日変化は、昼間側 (8-16 h, MLT) の領域において低緯度の磁場振幅の 2-3 倍にも増大する特徴的な分布を示した。この赤道増大は、SC の MI 期に赤道電離圏に持ち込まれた朝-夕方向の電場によって駆動される Pedersen 電流が Cowling 効果によって増強されるものによると考えられる。そして、サブオーロラ帯を除く夜側において SC の磁場振幅が増大することが見出され、これは、磁気圏界面電流の作る磁場変動に加えて SC の MI 期に形成される R-1 型の沿磁力線電流の作る磁場変動の重ねあわせとして解釈される。ただし、磁気赤道とサブオーロラ帯では、その磁場振幅が小さくなる傾向が見出され、それらの振幅減衰は、夜側電離圏を流れる西向き電流の効果であると思われる。