

磁気急始 (SC) の振幅の磁気地方時と太陽風 IMF の依存性-2

新堀 淳樹 [1]; 西村 幸敏 [2]; 菊池 崇 [3]; 小野 高幸 [4]; 荒木 徹 [5]

[1] 名大・太陽地球環境研究所; [2] 東北大・理・地球物理; [3] STE 研究所; [4] 東北大・理; [5] なし

MLT and IMF dependence of the SC amplitude-2

Atsuki Shinbori[1]; Yukitoshi Nishimura[2]; Takashi Kikuchi[3]; Takayuki Ono[4]; Tohru Araki[5]

[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [2] Dept. Geophys, Tohoku Univ.

; [3] STELab; [4] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [5] none

1. Introduction

It has been generally believed that the SC amplitude observed in low and middle latitudes tends to be larger in the dayside sector than in the nightside sector [e.g., Russell et al., 1994]. Moreover, the SC amplitude observed in the magnetosphere at 6.6Re also indicates a clear magnetic local time dependence [Kokubun, 1983]. In recent studies, however, several SC events which show that the amplitude is larger in the nightside sector than in the dayside sector have been reported [Russell et al., 1994; 1995]. Russell et al. [1994] and Araki et al. [2006] found that the SC amplitudes in the nightside sector are more enhanced, compared with that in the dayside sector in a case of the southward IMF Bz component. However, in these studies, statistical signature of local time dependence of the SC amplitude on the direction of the IMF Bz component. In the present study, we analyzed 2803 SC events which have been identified in term of the SYM-H index within a period from 1989 to 2002 in order to clarify the dependence of the SC amplitude on magnetic local time and solar wind parameters.

2. Data analysis

We picked up these SC events as a rapid increase of the SYM-H value with more than 5 nT within ten minutes in the SYM-H index data. For each SC event, the precise onset time, rise time, and amplitude were identified by referring the H-component geomagnetic variation from the rapid sampling records with the time resolution of 1 second obtained at Kakioka Magnetic Observatory. On the other hand, we used solar wind data obtained from the Wind and ACE satellites within the data analysis periods from November 1994 to 1997 and from 1998 to 2001, respectively. Moreover, in order to investigate the dependence of the SC amplitude on L-value and magnetic local time in the inner magnetosphere and plasmasphere, we also analyzed the magnetic field data obtained from the Akebono and CRRES satellites.

3. Results

3-1. Ground-based observation

The SC amplitude normalized by the SYM-H value showed a clear dependence on magnetic local time, which indicates that the two peak amplitudes appear in the dayside sector of 10-15 MLT and in the midnight sector of 22-02 MLT, respectively. The peak value of the SC amplitude in the midnight sector tends to be two or three times larger than that in the dayside sector. Moreover, for 1616 SC events which occurred within a period from November, 1994 to December, 2002, we investigated the dependence of the SC amplitude measured at Kakioka on the IMF condition. As a result, the distribution of the normalized SC amplitude does not show a clear dependence on the amplitude and polarity of the IMF By component, but the SC amplitude tends to increase in the case of the southward direction of the IMF Bz component. In particular, for the SC events in the nightside sector of 20-04 MLT, the distribution of the SC amplitude shows a remarkable dependence on the polarity of the IMF Bz component.

Therefore, from these results, a possible mechanism which amplifies SC in the nightside sector is magnetic field disturbances which are produced by the enhanced Region-1 current associated with magnetic reconnection or positive bay of SC triggered substorm.

3-2. Inner magnetosphere and plasmasphere

The SC events in the plasmasphere did not show a clear amplitude dependence on L-value and magnetic local time, while the remarkable dependence was found in the inner magnetosphere beyond L=4.0. The distribution in this region indicates that the SC events with the negative magnetic field variations concentrate in a magnetic local time sector between 18 and 24 hours. Especially, the magnitude of the SC amplitude tends to be large near the pre-midnight sector (21-23 hours). This result suggests that the magnetic field variations can not be explained only in the enhancements of the tail current. In future, we need to investigate the IMF dependence of the SC amplitude in the inner magnetosphere and plasmasphere.

1. はじめに

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。従来から、中・低緯度で観測される SC の振幅は、夜側で小さく、昼間側で大きくなるという傾向を持つことが知られている [e.g., Russell et al., 1994]。特に静止軌道付近で観測される SC の振幅に対しては、その傾向が顕著である [Kokubun, 1983]。一方、近年になって中・低緯度で観測される SC の振幅が昼間側に比べて夜側の方が大きくなる例が見出されている [Russell et al., 1994; 1995; Clauer et al., 2001]。Russell et al. [1994] や Araki et al. [2006] は、事例解析において惑星空間磁場 (IMF) が南向きを向く場合、夜側における SC の振幅が昼間側のものよりも大きくなることを報告している。しかしながら、SC の振幅の IMF の方向ならびにその強度に対する依存性についての統計的描像は明らかにされていない。本研究では、SC の振幅の磁気地方時依存性並びにその IMF の方向に対する依存性を明

らかにするために、1989年から2002年までSYM-H指数データから同定された2803例のSCについて解析を行った。

2. データ解析

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す現象をSCとして定義している。また、各SCに対して開始時刻、上昇時間並びに振幅を精密に決定するために柿岡地磁気観測所で得られた地磁気の1分値を用いている。また、太陽風のデータとの比較を行うために、本研究では1994年11月から1997年まではWind衛星、1998年から2002年まではACE衛星から得られたデータを使用した。さらに、内部磁気圏・プラズマ圏におけるSCの振幅に対するL値や磁気地方時の依存性を調べるために、あけぼの衛星とCRRES衛星の磁場データを用いた。このとき、これらの衛星で観測された磁場データから変動成分を見るために、IGRF90モデル磁場を用いてそれとの差分を解析した。

3. 解析結果

3-1. 地上観測

まず、SYM-H指数におけるSCの振幅で規格化した柿岡でのSCの振幅の分布は、昼間側の10-15時付近と真夜中側の22-02時付近において極大値をとり、明け方側の06-09時付近と夕方側の15-18時付近において極小値をとるという顕著な磁気地方時依存性を示した。さらに、真夜中側のSCの振幅は、昼間側のものと比べて約2-3倍大きくなる傾向を示している。一方、1994年11月から2002年12月までの期間内に発生した1616例のSCに対して太陽風磁場の大きさ並びにその方向に対するSCの振幅の依存性を調べた結果、IMFの東西(By)成分に対するSCの振幅の顕著な依存性は、ほとんど見受けられなかったが、IMFの南北成分については、それが南向きを向いている場合にその振幅が増加する傾向が見出された。特に、磁気地方時が20-04時の夜側で観測されるSCに対してその傾向が顕著に現れ、IMFの南北成分の大きさが大きくなるにしたがってSCの振幅が増加する傾向が明らかになった。

これらの観測事実から夜側でSCの振幅を増加させる機構としては太陽風動圧によってもたらされる磁気圏界面電流による効果に加え、昼間側の磁気圏界面における磁気再結合過程に伴って強められた沿磁力線(R-1)電流の作る2次的な磁場擾乱または、SCによって印加されたサブストームに伴うpositive bayの効果と考えられる。

3-2 内部磁気圏・プラズマ圏

プラズマ圏内におけるSCの振幅には顕著な磁気地方時やL値の依存性は見受けられなかったが、L=4以遠の環電流領域では、18-24時の磁気地方時の領域において負の方向の磁場変動が集中して現れ、特に21-23時付近においてその振幅が大きくなる傾向が見出された。この観測事実は、従来、静止軌道上のSCの振幅の磁気地方時に対する依存性とは異なっており、夜側で負の方向への磁場変化の原因が、磁気中性面電流の増大だけでは説明つかないことを示唆している。

今後は、静止軌道上におけるSCの振幅の磁気地方時に対する依存性や太陽風IMF依存性について調べ、その領域で負の方向の磁場変動が集中する原因を解明する必要がある。