

SCに伴う磁気圏内プラズマ波動擾乱域の発生と伝播に関する研究

Plasma wave phenomena triggered by SC and Si in the plasmasphere

新堀 淳樹[1], 小野 高幸[2], 大家 寛[3]

Atsuki Shinbori[1], Takayuki Ono[2], Hiroshi Oya[3]

[1] 東北大・理・地球物理学, [2] 東北大・理, [3] 福井工大・宇宙通信

[1] Geophys. and Astron., Tohoku Univ., [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ., [3] Space Commu. Fukui Univ.

SCに伴うMHD波のエネルギーが磁気圏、プラズマ圏内を伝播してゆく様相を解明するため、あけぼの衛星SDBデータを基に、この期間に発生したSC、及びSiの解析を行った。その結果、SCに伴いプラズマ圏内で1分以内の精度でLHR周波数付近のホイッスラー波の出現とイオンサイクロトロン波の出現が認められた。また、このホイッスラー波は、30kHzにまで至る。一方、VLF帯プラズマ波動の発生域が磁気赤道面付近に存在し、そこで発生した波動が磁力線方向に伝播するものと仮定した解析では、赤道域を擾乱域が約340(km/sec)の速度を持って昼間側から夜側へ向かって伝播して行く様相が示された。

1. はじめに

太陽風中の衝撃波と地球磁気圏との会合で生ずるSC、及びSiに伴い、MHD波が磁気圏、プラズマ圏、及び電離圏へ伝播していく際に励起される電流や電場についての研究の歴史は長い。一方、これらの研究とは別にSC、及びSiに伴うULF、VLF帯プラズマ波動強度変調の報告例がある。これらの研究は、ほとんどが極地で観測されたものだけに限られており、当時の観測の時間分解能、用意された観測項目、現象の発生頻度の問題により、磁気圏内の広範な領域にわたってのSCに伴うエネルギー粒子の発生過程、プラズマ波動擾乱域の伝播経路などは明らかにされていない。このような背景にあって本研究では、高時間分解能をもち、長期間継続的で広範な領域にわたって観測しているあけぼの衛星観測データと柿岡地磁気観測所による1秒値を比較することで、SCに伴う磁気圏内擾乱域の伝播経路を明確にすること、そして、磁気圏内の各領域で発生する波動のモードの決定、それに関わるエネルギー粒子との関係について究明することを目的としている。

2. 解析方法

プラズマ波動観測データは、あけぼの衛星ではPWS、VLF、及びELF波動データが用いられ、低エネルギー粒子データはあけぼの衛星におけるLEP粒子データが用いられる。使用したデータは、あけぼの衛星のSDBデータを基にしている。SC、及びSiの事象は、1989年3月から2000年9月までの約12年間において601例が見い出された。その方法として時間分解能1分値のSYMを用い、そのデータにおいて10分間に5(nT)以上の急な立ち上がりを示す事象についてSC、及びSiとして同定した。データは、SCの立ち上がり時間を精密に決定するため上記の様に求められたSC、Siの事象に対応する磁場観測データとしては時間分解能1秒の柿岡磁場データを用いている。これら事象の中で、1989年3月から1999年10月までの11年間において、あけぼの衛星では168の観測例が見い出され、その中のプラズマ圏内に属する62例について詳細な解析が行われた。

3. データ例と解析結果

3-1. データ例

1990年3月30日の例では、あけぼの衛星は磁気赤道付近の低緯度プラズマ圏に位置していた。この場合、SCに伴い電場(時としては磁場も同様に)で測定されたプラズマ波動は、SCよりも約36秒先行し、約2-5kHzのLHR周波数の下方または、その付近でスペクトルの強度増大がまず認められ、直後にその周波数がLHR周波数よりも上方へ上昇するのが認められた。このホイッスラーモードの波は時として周波数の上限が約30kHzにまで至る場合がある。さらに、ELF帯の周波数領域ではSCよりも約10秒ほど早く5Hz以下の周波数帯にPc1脈動と思われるMHD波動が励起し、ヘリウムイオン、及び酸素イオンのサイクロトロン周波数付近で電場の方が強いイオンサイクロトロン波が励起している様相がうかがえられる。

3-2. 遅延時間の解析結果

VLF帯プラズマ波動の発生域が磁気赤道面付近に存在し、そこで発生した波動が磁力線方向に伝播するものと仮定した場合、衛星で観測されるプラズマ波動は赤道面を擾乱域が伝播してゆく様相に呼応してプラズマ波動観測の時間には遅延を生ずることが考えられる。柿岡での磁場の立ち上がりの時間を基準にとり、VLF帯プラズマ波動がそれよりも早く発生する場合は負、遅れていれば正として、この遅延時間の解析を行った。太陽方向を正とし、あけぼの衛星を横切る磁力線が磁気赤道面と交わるx座標 を用いて、62例についての解析を行った。その結果、遅延時間の分布は、赤道域伝播の仮定が正しいことを示し、その直線の傾きから赤道域を擾乱域が約340(km/sec)の速度を持って昼間側から夜側へ向かって進む様相が示される。このことから、あけぼの衛星がプラズマ圏内に存在するとき観測されるLHR周波数付近の電磁波モードのプラズマ波動の発生源は、赤道域に存在

するのとも考えられる。

4．結論

本研究では、まずプラズマ圏内においてSC、及びSiに伴い、極めて良い対応を持ってULF帯、VLF帯プラズマ波動が励起されていることを示した。これまで地上観測ならび静止衛星軌道(L=6.6)付近に限られた事例しか報告がなかったが、本研究では、SCによるVLF強度変調についてプラズマ圏の広範な領域において敏感にプラズマ波動が発生することを示すものとなった。また、プラズマ圏では、LHR周波数付近に出現するホイッスラーモードの波動を主体であること、特に磁気赤道付近では、イオンサイクロトロン波の強度変調が引き起こされるということが見出された。SCに伴う磁気圏内擾乱域がプラズマ圏内を伝搬してゆく経路は、約340(km/sec)の速度を持って赤道域付近を昼間側から夜側へ伝播することが明らかになった。今後、この領域における伝播経路に対する速度の意味することを検討する必要がある。