

リングカレントの早い消失過程：シミュレーションとIMAGE衛星観測

海老原 祐輔 [1]; フォック メイチン [2]; Immel Thomas[3]; Brandt Pontus[4]
[1] 名大・高等研究院; [2] NASA/GSFC; [3] UCLA/SSL; [4] JHU/APL

Rapid decay of storm-time ring current: Simulation and IMAGE satellite observations

Yusuke Ebihara[1]; Mei-Ching Fok[2]; Thomas Immel[3]; Pontus Brandt[4]
[1] IAR, Nagoya Univ.; [2] NASA/GSFC; [3] UCLA/SSL; [4] JHU/APL

The storm-time ring current sometimes exhibits rapid decay, as suggested from the Dst index, but the underlying mechanism is unknown. We investigated a rapid decay of the storm-time ring current by means of a simulation with pitch angle scattering due to the field line curvature (FLC), together with the charge exchange and adiabatic loss cone loss. The conditions for the large magnetic storm that occurred on 12 August 2000 were considered. Without FLC scattering, the simulated Dst (Sym-H) index showed a slow recovery with an e-folding time of ~13 h. However, when all three loss processes were included, the Dst (Sym-H) index showed rapid recovery with an e-folding time of ~5 h, which agrees with observations. Overall flux of energetic neutral hydrogen with energy >39 keV was significantly reduced by the FLC scattering, and is consistent with data from high energy neutral analyzer (HENA) onboard the IMAGE satellite. Power of precipitating protons showed a fairly good agreement with data from the far ultraviolet (FUV) imager onboard IMAGE. These good agreements lead to the possible conclusion that the FLC scattering is the most significant loss mechanism for the ring current, and is sufficient to explain the rapid recovery of Dst (Sym-H) for this particular storm. It was also found that FLC scattering results in rapid enhancement of the ring current because of the relaxation of shielding. The FLC scattering may play an important role in the growth and decay of the storm-time ring current.

リングカレントは磁気嵐回復相初期において早い消失を示すことがあるが、その原因については良くわかっていなかった。本研究の目的は、湾曲磁力線によるピッチ角散乱 (field line curvature 散乱または FLC 散乱) によるリングカレントの消失を定量的に見積もり、早い消失への寄与を調査することにある。イオンの曲率半径が磁力線の曲率半径と比べて無視できなくなると第一断熱不変量が保存されず、イオンは強いピッチ角散乱を受ける。これが FLC 散乱である。磁気嵐中、内部磁気圏の磁場はリングカレントによって著しく膨張するため、FLC 散乱は磁気圏内部でも十分起こりうる。2000年8月12日の磁気嵐に着目し、内部磁気圏と電離圏が結合したリングカレントシミュレーション (CRCM) を実行した。磁気嵐時の内部磁気圏磁場を表現するため TS04 型の経験モデルを用い、リングカレントが作る沿磁力線電流に対して自己無撞着な電場を求め粒子の移流を解いた。対流電場の飽和効果が採り入れられている Weimer 2005 型電場モデルを電場ポテンシャルの極側境界条件として与えた。一方、粒子の境界条件として Polar 衛星が夜側の磁気赤道面で観測した陽子の分布関数を与えた。シミュレーションの結果は以下のとおりである。(1) FLC 散乱が無い場合 Dst(Sym-H) 指数の e-folding 時間は約 13 時間であるのに対し、FLC 散乱が有る場合 e-folding 時間は約 5 時間であった。これは観測結果に近い。(2) FLC 散乱によって約 40 keV 以上の陽子が効率よく消失した。電荷交換反応を通して放出される約 40 keV 以上の高速中性水素の全放射量は IMAGE 衛星 HENA の観測結果とよく一致する。(3) 夜側電離圏へ降下する陽子のパワーは IMAGE 衛星 FUV による陽子オーロラの観測結果とよく一致する。これらの結果は、FLC 散乱がリングカレントの早い消失の主要な原因であることを示唆している。また、リングカレントの早い回復だけではなく、FLC 散乱によってリングカレントの成長率が一層高まった。これは、外側のリングカレントが弱まるため遮蔽電場が小さくなり、より多くの陽子が対流電場によって磁気圏の内部へ流入したものと理解される。このように、FLC 散乱はリングカレントの発達と消失の双方にとって重要な役割を担っていると考えられる。