

磁気嵐時の過遮蔽に伴うグローバルな電離圏電流の時間・空間発展について

辻 裕司 [1]; 新堀 淳樹 [2]; 西村 幸敏 [3]; 菊池 崇 [4]; 長妻 努 [5]; 亘 慎一 [6]

[1] 名大・理・素粒子宇宙; [2] 京大・生存研; [3] 名大・STEL; [4] 名大 STE 研; [5] NICT; [6] 情報通信研究機構

Temporal and spatial developments of global ionospheric current associated with storm-time overshielding

Yuji Tsuji[1]; Atsuki Shinbori[2]; Yukitoshi Nishimura[3]; Takashi Kikuchi[4]; Tsutomu Nagatsuma[5]; Shinichi Watari[6]

[1] Particle and Astrophysical Science, Nagoya Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] STEL, Nagoya Univ.; [4] STEL, Nagoya Univ.; [5] NICT; [6] NICT

During the strong southward interplanetary magnetic field (IMF), the convection electric field originating from the region-1 field-aligned currents (R1 FACs) causes a two-cell ionospheric current at high latitudes. The convection electric field penetrates to the magnetic equator, and drives the eastward equatorial electrojet (EEJ). Subsequently, when the southward IMF weakens, the reversed ionospheric current, equatorial counter electrojet (CEJ), is driven by the developed shielding electric field originating from the region-2 field-aligned currents (R2 FACs). Its condition is called a 'overshielding' because the shielding electric field relatively overcomes the reduced convection field in lower latitudes of the R2 FACs [e.g., Kelley et al., 1979]. However, the temporal and spatial relationship of a global ionospheric current hasn't been yet established during the storm-time overshielding. In this paper, we investigated magnetic field variations in high-low latitudes in the 21 CEJ events (overshielding events) during storms occurred during the period from 2001 to 2002. In high-middle latitudes during the period, the developed auroral electrojet (AEJ) moved poleward with ~3-8 degrees in the unit of magnetic latitude, maintaining the strength. This indicates a contraction of the auroral oval. Subsequently, the strength rapidly decreased without such a poleward shift. This result supports that the overshielding electric field is strengthened by the poleward shift of the R1 FACs [Kikuchi et al., 2008]. Moreover, in the 8 of 21 CEJ events, the magnetic field variation in lower latitudes than the above AEJ region showed a reversed direction with 10 % magnitude, comparing with the AEJ. This variation was generated by the ionospheric Hall currents associated with the overshielding electric field. Here, it is also found that the observed life time of CEJ, about 15-470 min, was either equal to or up to 3.8 times than that of the overshielding current at the middle latitudes (about 15-200 min). This fact implies that the CEJ at the equator is driven by the ionospheric disturbance dynamo with the life time of several to dozen hours [Blanc and Richmond, 1980] as well as the overshielding electric field with that of several tens of minute [e.g., Peymirat et al., 2000]. Thus, it is possible that we identify global ionospheric current associated with the overshielding and derive the life time of the disturbance dynamo.

中緯度電離圏では、極域電離圏から侵入した対流電場と内部磁気圏で生成された遮蔽電場とが合成された電場が、中緯度から磁気赤道までの電離圏電流の様相を決定し、それに対応した地上磁場変動を引き起こす。また、これら2種類の電場は直ちに磁気赤道まで伝搬し、対流電場が支配的な時は昼側赤道で東向きジェット電流 (EEJ) が、遮蔽電場が支配的な時 (過遮蔽状態) は西向きジェット電流 (CEJ) が観測される。しかし、磁気嵐における中緯度領域の過遮蔽電流系の詳細な空間構造・時間発展の理解は不十分であり、中緯度領域と赤道・高緯度で観測される電流系との対応関係も調べられてこなかった。そこで、2001-2002年の2年間に発生した磁気嵐 [最小SYM-Hが-50 nT以下] 280例のうち、顕著なEEJ・CEJが見受けられた21例のイベントに対して、高緯度から磁気赤道にわたる磁力計観測網を用いて、磁気嵐における過遮蔽電流系の時間・空間発展について調べた。その解析の結果、CEJが観測されていた時間帯において、高緯度から中緯度にかけての領域では次の変動が見受けられた。まず高緯度では、磁気嵐主相中に発達していた領域1沿磁力線電流 (R1 FACs) に伴う電離圏電流が、その強度を維持したまま高緯度側に3-8度移動し、その後強度が急減する様子が捉えられた。これは、南向きIMFの減少にともなって対流電場が急減したことにより遮蔽電場が卓越したことに加えて、極冠のサイズが縮小したことによりその低緯度側の対流電場が減少したことも過遮蔽を引き起こす原因になり得るといふKikuchi et al. (2008)を支持する結果である。また、21例中8例について、その高緯度電離圏電流の低緯度側では、それとは逆向きの磁場変動が赤道のCEJ発生と同時に観測された。さらに、等価電流ベクトルのグローバルマップから、R1 FACsに伴う電離圏Hall電流の低緯度側にそれとは逆向きの2セル電流が現れていたことが分かった。これは過遮蔽時に特徴的なR2 FACsに伴う電離圏Hall電流によるものであり、その時定数は40-90分程度であった。残りの13例について、11例は中緯度においてそのような特徴的な変動は見られず、2例はデータ欠落により不明であった。ここでその8例のイベントにおいて、赤道のCEJは中緯度 (15-200分) より1.0-3.8倍程度長い時定数 (15-470分) を持っていた。この結果は、赤道CEJが数十分の時定数 [e.g., Peymirat et al., 2000] を持つ過遮蔽電場だけでなく、数時間-10数時間の時定数 [Blanc and Richmond, 1980] を持つ電離圏擾乱ダイナモによっても作られていることを示唆している。先行研究において、過遮蔽電場の時定数の同定と、その電場と電離圏擾乱ダイナモとの分離の重要性が指摘されている [e.g., Huang et al, Eos, 2006]。本研究の結果から、R2 FACsに伴う電離圏電流を同定し過遮蔽のグローバルな挙動を捉えたことにより、電離圏擾乱ダイナモとの分離が可能であることが分かった。