

修士論文要旨

低高度衛星で観測される磁気嵐時リングカレントイオンの動特性

松本 陽一

(指導教員：森岡 昭 教授)

平成 17 年

地球内部磁気圏を流れる環電流、リングカレントは、磁気嵐時に大きく変動して地表の磁場に影響を及ぼす。そのため、リングカレントは磁気嵐の重要な要素を担っている。このリングカレントの変動は地上の電力網や地球近傍の人工衛星にも影響を及ぼすことがあるため、リングカレント領域は近年『宇宙天気』研究として注目が集められている領域でもある。しかしながら、これまでの研究では衛星軌道の制約により、個別の磁気嵐に対するリングカレントの状態を調べるか、ある磁気活動レベルに対するリングカレントの状態を調べることにできなかったため、リングカレント変動を時系列として捉え、磁気嵐に於いてリングカレントイオンがどのように分布し変動しているかについて一元的に調べられてはいなかった。

そこで本研究では、リングカレントの大部分を担っているリングカレントイオンについて、磁気嵐の時系列として分析できる時間・空間分解能を持ち、長年にわたり多くの事例が観測されている、低高度極軌道衛星、NOAA 衛星を用いて統計的に調べた。本研究では 1992 年から 1993 年の太陽活動極大期から極小期に向かう期間に起きた 24 例の磁気嵐に対して superposed epoch 解析を行い、リングカレントイオンの統計的分布について調べた。また、本解析で明らかになった磁気嵐回復相 dawn 側に出現する狭域イオンベルトについても併せて考察を行なった。

本解析で得られたリングカレントイオンの統計分布から、リングカレントイオンの空間分布は静穏時でも弱い dawn-dusk 非対称を持つことが示された。また、その非対称は磁気嵐主相で最も大きくなる。このとき dawn 側でもリングカレントイオンの内側境界が磁気嵐の発達に伴って低 L 値へと侵入してきている様子が示された。早期回復相に於いては dusk 側のリングカレントイオンのフラックスは低 L 領域で急速に減衰し、その後フラックスピークはゆっくりと高 L 領域へとシフトしていく。一方、dawn 側のリングカレントイオンのフラックスは高 L 領域では Dst min 直後まで増加を続け、その後減少に転じるが、そのとき低 L 領域では Dst min から約 1.5 日後からフラックスの増大が見受けられる。個別の

磁気嵐の事例を解析すると、このフラックスの増大はL値方向に極めて狭い幅の分布($\Delta L < 1$)を持つことがわかった。

我々は本論文中でこの現象を『狭域イオンベルト』と呼ぶこととし、その生成過程について考察を行なった。

まず、イオンの電荷交換反応によりイオンフラックスが削り取られていく過程で出現するという可能性について考察したが、そもそも狭域イオンベルト現象は周辺よりフラックスが増加している現象であるため、ロス過程によって削り出されるよりも供給過程によって形成されると捉える必要がある。磁気圏対流により狭域にフラックスが増加されるという仮定では、磁気圏対流による電場ドリフトと磁場ドリフトが拮抗することにより、dawn側ではイオンの速度が遅くなる領域が存在する可能性がある。そのため、NOAA衛星の数軌道周期にわたってほぼ同じL値で観測されることが考えられる。しかし、高エネルギーのイオンほどより高L領域で滞留を起すため、より低L領域で滞留が起こるには何らかの電場の存在が必要となる。現在 dawn 側の電場分布は観測が不明瞭で、実際の電場観測の必要性が指摘される。次いで、EMIC波動による NOAA 衛星高度への粒子の供給について考察を行なった。EMIC波動と関連があると考えられている地上 Pc1 脈動と狭域イオンベルトは出現磁気嵐の相や発生領域に於いて良い対応を示した。また、低高度衛星による EMIC波動の観測と狭域イオンベルトも出現 MLT 及び出現緯度に於いて良い対応を示した。この結果より、EMIC波動と狭域イオンベルトとの関連性が強く示唆される。EMIC波動の成長には、その場でのイオン組成や電場、磁場の情報が必要とされるため、狭域イオンベルトの形成と EMIC波動の対応を定量的に示していくには更なる観測による検証が必要である。