

要旨

地球磁気圏へのプラズマの供給源としては、太陽風プラズマに加え、極域電離圏内のイオンが挙げられる。この極域電離圏からのイオン流出は地球磁力線に沿って発生し、酸素や窒素などの電離圏を構成するほぼすべての原子・分子イオンが含まれている。特に磁気嵐のときには電離圏起源の酸素イオン密度が増加することにより磁気圏内のイオン組成や平均質量が変化するほどの影響を与えることが明らかにされつつある。さらに、サブストームの規模が大きい時は、小さい時に比べ約 10 倍のフラックスでイオンが磁気圏へと流出していることが報告されている。この極域電離圏から磁気圏へのイオンの流出過程の全容を理解する事は、磁気圏-電離圏結合を理解する上で非常に重要である。しかしながら、実際にイオンが流出し始める極域電離圏内では、サブストームとイオンの沿磁力線上向きの流れ（イオン上昇流）の発生機構に関する因果関係が未だ十分に明らかにされていない。そこで本論文では、2000 年 5 月から 2002 年 12 月までの EISCAT（欧州非干渉散乱）レーダーデータと IMAGE（Imager for Magnetopause – to – Aurora Global Exploration）衛星 WIC（Wideband Imaging Camera）データの同時観測からサブストームを含む特徴的な 13 イベントを抽出し、オーロラサブストームとイオン上昇流との因果関係を精査した。その結果、イオン上昇流の規模に (1) サブストームのバルジ発生領域との相対的位置関係と (2) サブストームのフェーズに依存した、以下の特徴が得られた。

- (1) オーロラサブストーム発生中のバルジの高緯度側内部及びその高緯度側境界では、低緯度側内部やその低緯度側境界に比べて、沿磁力線イオン速度及びフラックスが約 3 倍大きかった。特にイオンの沿磁力線上向き速度とフラックスはバルジの高緯度側境界領域で最大値を示し（それぞれの平均値は約 180 m s^{-1} と $3.7 \times 10^{13} \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）、平均電子温度も 2400 K と高かった。イオン温度とイオンの沿磁力線上向き圧力勾配力もバルジの高緯度側境界領域で最も高い値を示していた。このイオン温度の上昇は、電離圏対流電場の増大による摩擦加熱に起因する。そのため、この速度の大きいイオン上昇流は、バルジの高緯度側境界に特有な南北成分の強い電場領域で発生していた可能性を指摘した。
- (2) サブストームのバルジに対する領域の違いによって、サブストームのフェーズによるイオン上昇流の特徴に違いが見られた。バルジの高緯度側外部以外の領域ではエクспанションフェーズからリカバリーフェーズにかけて平均沿磁力線イオン速度が小さくなるのに対し、バルジの高緯度側外部では 10 m s^{-1} から 100 m s^{-1} へと大きくなっていった。これらの解析結果から、リカバリーフェーズには極冠域でイオン上昇流を引き起こす加速源が発生していると考えられる。