

あけぼの衛星が観測した極冠域電離圏高密度プラズマ

Observations of the high-density plasma in the ionosphere of the polar cap by AKEBONO satellite

市川 洋一[1], 阿部 琢美[1], 小山 孝一郎[1]

Yoichi Ichikawa[1], Takumi Abe[1], Koh-ichiro Oyama[1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS

今まで極冠域、高度 3000km 以上における電子温度の直接観測は、プラズマの密度が非常に低い等の理由からほとんどなされておらずその領域での熱収支構造がどのようになっているのか知られていない。あけぼの衛星に搭載された TED (熱的電子エネルギー測定器)による観測においても、通常そのような高度では電子温度を算出するだけの十分な電流値を得ることができない。

しかし、このような高度領域において非常に稀に衛星が高密度のプラズマ塊に遭遇し、そのエネルギー分布を観測することがある。本発表ではあけぼの衛星による観測データをもとに、そのようなプラズマ密度の異常上昇時における電子温度、イオン密度及び速度に関する解析結果を示す。

電子温度の観測は低、中緯度だけでなく高緯度電離圏においても数多くなされてきた。しかし極域電離圏、特に極冠域の高度 3000km 以上の領域では電子密度が非常に低いため、電子温度の観測例は非常に少なくそこでの熱的プラズマ分布の様相は明らかになっていない。「あけぼの」衛星に搭載された TED (Thermal Electron Energy Distribution) は、0 ~ 3 eV の熱的電子エネルギー分布の測定が可能で、その観測から電子温度を算出することができる。TED では電子温度算出が可能な電子密度の下限値は約 1000 [/cc] であり、極冠域ではおおよそ高度 2000 ~ 3000km がしきい値となる。そのため通常この高度以上では、エネルギー分布を測定するほどの十分なプローブ電流を得ることができない。

しかしながら、このような高度領域において非常に稀に衛星が高密度のプラズマ塊に遭遇し、そのエネルギー分布を観測することがある。特殊な例としては 1992 年 4 月 13 日から 17 日までの 5 日間の極冠域、高度 4000km 以上の領域における観測データを調べた中で、4 月 13 日 11 時 59 分 UT から 12 時 10 分までの 11 分間の高度約 5000km の領域において高密度 (~ 3×1000 [/cc]) のプラズマが TED によって観測された。その領域におけるプラズマ密度の急激な増加については超熱的イオン質量分析器 (SMS) から得られたイオン密度が同時刻に 2 ~ 5 倍ほど増加していることからもうかがえる。また 4 月 13 日のイベントが観測された時間から 24 時間後の 4 月 14 日の高度、緯度、MLT とともに同じような領域における観測データを調べたところ、13 日で観測されたプラズマよりも若干低いながらも通常より高い値の密度が観測されていた。しかしその後 3 日間 (4 月 15 日から 17 日) の観測では、13 日、14 日で観測されたような密度上昇は無かった。またこのイベントにおいては電子温度は 2000 ~ 5000 [K] と比較的 low、 「あけぼの」で観測した極冠域、高度 3000 km 以下の 1989 ~ 98 年の平均的な電子温度高度プロファイルと比較してみると高度数百 ~ 1000 km の温度に近いことから電離圏起源のプラズマがその高度において多く存在していると考えられる。更なる特徴として、高密度プラズマ発生時にはイオン (特に H + イオン) の沿磁力線方向の速度が通常の場合に比べて遅くなっているという結果が得られた。

また統計的な解析の結果として、このイベントは、(1)大きさにして数千 km のものが 1989 ~ 98 年の間に約 10 例ほど、確率にして約 0.1% 未満の頻度で観測され、(2)そのほとんどが 89 ~ 92 年の太陽活動度が活発な時期に集中している。(3)ローカルタイムで 10 ~ 22 時の比較的昼から夜にかけて発生しやすい。(4)この現象は北半球の場合 IMF By は負、南半球では By が正の条件のもとで発生し、その絶対値は通常の場合に比べて大きい、事がわかった。

以上の結果よりここで報告した現象は、低高度 (約 1000km 以下) の極域の昼側で生成された高密度なプラズマが何らかの過程を経て極冠域に流れ込み、この領域内での密度分布が変化した結果、高高度における高密度なプラズマとして観測されたと思われる。しかし、発生頻度の低さからこのような現象が起こるためには上述した以外にも条件があると考えられる。今後我々はこのような高高度における高密度プラズマの発生のために予測されるメカニズムを検討し、この現象に関する更なる研究を進める予定である。