

FORMOSAT-2/ISUAL によって観測されたエルブス全球分布の季節依存性とその光学的特徴

Seasonal Dependence of Global Distribution of Elves and Their Optical Characteristics Obtained by the FORMOSAT-2/ISUAL

近田 昌吾 [1]; 福西 浩 [1]; 高橋 幸弘 [1]; 足立 透 [2]; 吉田 暁洋 [1]; Hsu Rue-Ron[3]; Su Han-Tzong[3]; Chen Alfred Bing-Chih[3]; Frey H.U.[4]; Mende S.B.[4]; Lee Lou-Chuang[5]

Shogo Chikada[1]; Hiroshi Fukunishi[1]; Yukihiro Takahashi[1]; Toru Adachi[2]; Akihiro Yoshida[1]; Rue-Ron Hsu[3]; Han-Tzong Su[3]; Alfred Bing-Chih Chen[3]; H.U. Frey[4]; S.B. Mende[4]; Lou-Chuang Lee[5]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 京大・RISH; [3] 台湾成功大・物理; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] Cheng Kung Univ.; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

落雷にともない雷雲上空で発生するドーナツ状の発光現象はエルブスと呼ばれている。その発光メカニズムは、落雷から放射された電磁パルス (EMP: Electromagnetic Pulse) により下部電離圏において電子が加速され、周りの大気分子との衝突によってそれらが励起され発光が起きる [Inan et al., 1996] と考えられている。これまでエルブスの地上観測が精力的に行われてきたが、観測場所や観測範囲に限られていることからその全球分布や地域依存性は明らかになっていない。また地上観測では観測場所の天候に大きく影響を受けることや、光量がかせげないといった理由により、エルブスを観測すること自体に大きな制約があり、その光学的特徴の統計的な解析ができていない。

FORMOSAT-2 衛星に搭載された ISUAL (Imager of Sprites and Upper Atmospheric Lightning) は宇宙から長期にわたって TLEs を観測する初めての観測機であり、それにより、エルブスを含む TLEs の全球分布や光学的特徴が始めて明らかになると期待される。この衛星は 2004 年 5 月 20 日に打ち上げられ、高度 891 km の太陽同期極軌道 (9:30-21:30 LT) を飛翔している。ISUAL は 3 つの観測器からなり、トリガー方式で地球のリムを観測している。

本発表では、FORMOSAT-2 衛星搭載 ISUAL 観測器によって得られたエルブスの全球発生分布や発生率からその季節依存性や地域依存性を明らかにし、さらにエルブスの直径やエルブスを引き起こした雷放電の光学的特徴を明らかにすることを目的とする。

ISUAL は 2004 年 7 月から 2005 年 6 月の 1 年間に 924 例のエルブスを観測した。それらの多くは、カリブ海や東南アジアなどの地域で発生した。季節ごとに見ると、北半球の夏時期 (2004 年 7 月 - 2005 年 6 月) においては観測されたエルブスのうち 80 % が北半球で発生し、一方で北半球の冬時期 (2005 年 1 月 - 2005 年 3 月) においては 68 % が南半球で発生した。地域的特徴として、地中海地方では夏に比べ冬のほうが多数のエルブスが観測された。また東南アジアでは季節変動にともないエルブスの発生地域も南北に振動することが明らかになった。アフリカ大陸では、雷の発生数は多いがエルブスの発生数は極端に少ない。ISUAL が観測したエルブスの全球発生分布と、東北大学の ELF 観測ネットワークにより求められた雷活動度の全球分布 [Yoshida et al., 2006] を比較したところ、負極性落雷の割合が高いカリブ海および東南アジアでは、エルブスも多数観測されていることがわかった。これにより、エルブスは負極性落雷により発生しやすいことが示唆される。さらに、エルブス発生数を雷放電発生数で割ったエルブス発生率について調べると、エルブスが多数発生する地域から少し離れた海洋上で発生率が高いことが明らかになった。

次に、このようなエルブスの全球分布をつくりだす雷放電の特徴を調べるため、アレイフォトメータ (AP) データからエルブス、スプライトヘイロー、スプライトストリーマを引き起こした雷放電の時定数 (立ち上がり時間) および EMP 強度を求めた。ここで雷発光データにおける時間微分の最大値が EMP 強度に比例すると仮定している。エルブスを引き起こした雷放電の時定数は平均 0.43 ミリ秒であり、その多くは 0.5 ミリ秒以下に集中している。それに比べヘイロー誘起雷 (0.53 ミリ秒) やストリーマ誘起雷 (0.91 ミリ秒) は時定数が長く、かつ 0.3 ミリ秒から 1 ミリ秒まで広く分布することが明らかになった。さらに EMP 強度の平均値はエルブス誘起雷が最も大きいことがわかった。これらの結果から、海洋上では、時定数が短く EMP 強度が大きい雷放電がおおいたため、発生率が高いことが示唆される。

またイメージャデータから 64 例のエルブスについて直径を調べたところ、平均直径は 442 km であった。最小直径は 290 km、最大直径は 591 km であり、エルブスの直径がバリエーションに富んでいることが定量的に初めて明らかになった。