

気球観測に基づくエルブスの発生に必要な電磁波強度の推定

近藤 哲志 [1]; 吉田 暁洋 [2]; 高橋 幸弘 [2]; 近田 昌吾 [2]; 足立 透 [3]; 坂野井 健 [4]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 京大 RISH; [4] 東北大・理

Estimated intensity of the electromagnetic pulse necessary for generation of elves based on balloon observation

Satoshi Kondo[1]; Akihiro Yoshida[2]; Yukihiko Takahashi[2]; Shogo Chikada[2]; Toru Adachi[3]; Takeshi Sakanoi[4]
[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.

<http://pat.geophys.tohoku.ac.jp/indexj.html>

Transient optical phenomena in the mesosphere and in the lower ionosphere called TLEs (Transient Luminous Events) have been investigated extensively since the first discovery in 1989. One kind of the TLEs, elves, is the doughnut shape optical phenomenon at the lower ionosphere. Elves are generated by the electromagnetic pulses radiated from the intense lightning current. However, the threshold of the electromagnetic pulses intensity for elves do not found out. On the earth, cameras can not clearly identified elves because of the reduction of the elves' emission by the atmosphere and the blocking by clouds.

We carried out the simultaneous measurements with optical and VLF equipments for TLE events and lightning discharges at Sanriku Balloon Center, using a balloon on the night of August 25 / 26 in 2006. Four CCD cameras fixed on the gondola can clearly image the TLEs without the effects by the atmospheric extinction and the blocking by clouds. Three dipole antennas equipped with the gondola measure the vertical and horizontal electric fields radiated from lightning discharges. Adding the data of vertical electric field observation at Sendai, we can detect the characteristics of the lightning discharges.

At this moment we find out six elves from the images of two cameras, and check maximum amplitudes of the vertical electric field for 22 lightning events including the six elves events, using the data obtained at the balloon and at Sendai. As a result, the maximum amplitudes of the vertical electric field in the five elves events are much larger than those in the other lightning events, and we can determine the threshold of the radiated electric field intensity for elves.

To confirm the validity of the threshold, it is necessary to analyze more lightning events using the image data from the other CCD cameras and VLF data from the balloon and Sendai. We will show the result of these data analysis on this presentation.

This work is supported by Sanriku Balloon Center, Japan Aerospace Exploration Agency. Especially, we would express our appreciation to Professor Yamagami, who is the chief of this flight experiment, Drs Yoshida, Ihzima and Ohta, who are in charge of the optical instruments.

TLE (Transient Luminous Event) と総称される中間圏から下部電離圏での大気発光現象は 1989 年に発見されて以来、様々な研究がなされてきた。下部電離圏において発生するエルブスと呼ばれる現象は、落雷地点上空を中心としたドーナツ状の発光現象であり、雷電流による強い電磁パルスによって誘起されると考えられている。しかし、どれくらいの強度以上の電磁パルスがエルブスを発生させ得るのかといった定量的な関係は未だよく分かっていない。これには次のような理由がある。まず地上観測では、大気によってエルブスの発光が散乱・吸収を受けて減衰してしまうため、正確に発光強度を測定できない。また、雲などの障害物によって遮蔽されてしまうこともあり、光学機器によってエルブスを 100% 捕らえることは不可能である。つまり、十分に強い落雷が発生してもエルブスの発生の有無が不明確になってしまう。

そこで我々は、2006 年 8 月 25 日に気球を用いて高度 26km の上空から、TLE や雷の発光のイメージングと雷起源の VLF 電場の同時観測を行った。三陸大気球観測所から放球を行い、その後 5 時間半にわたって観測を続けた。ゴンドラの各側面には計 4 台のカメラを方位角方向に 90 度間隔で設置し、そのフレームレートは 30 fps である。VLF 電場は 100kHz でサンプリングした。このような高高度からのイメージング観測では、大気による減光や雲による遮蔽が少ないため、エルブスの発生の有無を確実に識別できる。また、気球に搭載した 3 つのダイポールアンテナと仙台における電場観測により、落雷起源の VLF 帯放射電場を観測した。仙台では鉛直電場を観測しており、気球では鉛直電場に加え水平電場も観測することができる。これにより、エルブスの発生の有無により個々の落雷を切り分けて、エルブスを発生させた落雷の特性を、雷雲内での水平放電も含めて調べることが可能となった。

23:20 LT - 00:00 LT において、一部のカメラが捕らえた映像より、現在 6 つのエルブスが確認されている。この時間帯では、伊豆半島沖に発達した雷雲が存在していた。カメラの映像より、この時間帯におよそ 400 ものフラッシュ(放電発光)が発生したと見られる。雷による VLF 鉛直電場の最大振幅を調べたところ、エルブスを伴った 5 つの落雷の電場は他の落雷の電場よりも大きいものであった。仙台のデータでは両者は同程度のオーダーであったが、気球のデータでは前者の方が 3 桁程度も大きいという結果が得られた。これから、エルブスの発生の有無で区別した 2 つの落雷群の放射電場強度の間にエルブスの発生に必要な放射電場の強度が存在すると見られる。

エルブスの発生に必要な電場の強度の推定を確からしいものにするためには、十分なイベント数の確保が求められる。現在エルブスの発生の有無を確認しているのは、23:20 LT - 00:00 LT に一部のカメラが捕らえたイベントに対してであり、残りのカメラが捕らえたイベントについても同様の解析を行う必要がある。当日の発表では残りのカメラに写っているイベントも含めた解析結果を示す予定である。

本研究を行うにあたり、宇宙航空研究開発機構・大気球観測センターのご支援をいただきました。特に、実験主任の山上教授、光学担当の吉田、飯島、太田の各氏には多大なご協力をいただきました。