

大気球による TLE と雷放電の電波及び光学観測

Sferic and optical observation of TLEs and lightning discharges using a balloon

近藤 哲志 [1]; 近田 昌吾 [2]; 吉田 暁洋 [2]; 高橋 幸弘 [2]; 足立 透 [3]; 坂野井 健 [4]

Satoshi Kondo[1]; Shogo Chikada[2]; Akihiro Yoshida[2]; Yukihiko Takahashi[2]; Toru Adachi[3]; Takeshi Sakanoi[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

[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.

TLE (Transient Luminous Event) と総称される中間圏から熱圏・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。TLE は主に雷雲地上間の垂直放電によって誘発されることが知られているが、近年雷雲間や雷雲内の水平放電も TLE の発生やその形状に関与していることを示唆する観測結果が報告されている。しかし地上観測では低周波の水平電流を検知できないため、TLE イベントについて水平電流成分に起因する空電と、光学発光の同時観測は未だ実現されておらず、水平放電の寄与については殆ど未解明な状態にある。

空電の VLF 及び ELF 帯の水平電場は地上では観測できないが、およそ高度 10km 以上の上空では観測可能となる。そこで我々は 2006 年 8 月 25 日の晩に大気球を用いた TLE 及び雷放電の電波・光学同時観測を実施した。気球のゴンドラに取り付けた、CCD カメラと青色と赤色のフィルタを持つフォトメータを用いた光学観測と、ダイポールアンテナを用いた VLF 帯電場の鉛直・水平 3 成分の観測を行った。気球は日本標準時 18:36 (以下全て同様) に JAXA の三陸大気球観測所から放球され、まず高度約 13km で 140km ほど東に飛行した。その後上昇して 20:55 頃高度 26km に達し、高度を維持したままゆっくりと西進して三陸海岸に戻る軌道をとった。着水は 00:44 であった。観測の期間中、気球の視程内で雷活動の活発な地域は 2 箇所あった。1 つは長野県諏訪地方で 18:30 から 20:00 の間、もう 1 つは静岡県伊豆半島沖で 21:30 から 00:00 の間に多くの雷放電起源の空電が確認された。気球からこれらの雷雲までの距離は、それぞれおよそ 550km、600km であった。

放球から着水までの間、殆どの観測機器が正常に動作し、およそ 5 時間半にわたる連続的なデータの取得に成功した。画像データから空電の到来方向が分かり、2 つの雷雲の落雷発生数の時間的推移を極性別でモニターできる。これにより TLE が発生したときの雷雲の状態を推察することが可能である。さらに 2 つの雷雲について、1 フラッシュの多重度や放電の鉛直・水平成分の比率の時間的推移なども、雷雲が発達し減衰するまで終始追跡することができる。また、気球が高度 26km の上空にあった 20:55 から 00:10 の間、少なくとも 4 例の TLE を、世界で初めて気球から撮像することに成功した。これらの 4 つの TLE はその形状、水平スケール及び発光高度から全てエルプスであると判断される。これらのエルプスのうち、その中心に穴の開いた軸対象のものが 1 例、穴の不鮮明な非対称型のものが 3 例であった。こうした形状の違いは原因となる雷放電の鉛直・水平成分の強度の比率によると推測される。本発表では、発生したエルプスの形状と VLF 電場の鉛直及び水平成分の強度の関係について解析結果を示すと共に、エルプスを発生した落雷とそうでない落雷の違いについて考察する。

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。