

高高度発光現象「スプライトハロー」の形態と成因

辻本敬斗^{1*}, 池田郁也¹, 伊藤有羽¹

¹ 静岡県立磐田南高等学校

1 動機・目的

高高度発光現象の観測を続ける中で、2008年11月21日0時54分、スプライトに伴ってその上部に発光部分を持つ「スプライトハロー」と呼ばれる現象を発見した。「スプライトハロー」について文献で調べてみたが、ほとんど記載がないことがわかった。そこで私達は観測された27イベントの「スプライトハロー」の高度と大きさ、体積、形状、発生地点、発生電波を調べ、スプライトハローの形態と成因について調べてみることにした。

2 スプライトハローとは

スプライトとは高高度発光現象 (TLE) の一つで、1/10秒以下の瞬間的な発光をする現象である。落雷に伴う電場の変動によって引き起こされると考えられている。このうちスプライトハローとは、スプライトの上部にぼんやりとした暗い発光部を伴うスプライトである。発生頻度は一般的なスプライトに比べてはるかに低い。

3 観測システム

光学観測には Watec 高感度 CCD ビデオカメラを3台使用し、動体検出ソフト「UFO Capture」を使用してパソコンに動画を記録した。電波観測には本校で自作した直径100cmの直交ループアンテナ1基を本校屋上に設置し、VLF帯電波を受信した。

4 スプライトハローの形状

スプライトハローの形状をスプライト部とハロー部に分け、静止画を用いて調べた。その結果、スプライト部の形状についてはカラム型スプライト、キャロット型スプライト、妖精型スプライトの3種類があることがわかった。このうちカラム型スプライトが60.3%、次にキャロット型スプライトが36.2%と発生頻度が高い。スプライトハローのスプライト部と一般的なスプライトを比較すると、キャロット型スプライトの割合は36.2%で、これは一般的なスプライトの5.8%に比べ高い。ハロー部の形状については楕円体、逆円錐の2種類あることがわかった。各形状の割合は楕円体が59.3%、逆円錐が40.7%であった。

5 発生高度・大きさ

同時観測したスプライトハローの上端と下端の高度を三角測量より求めた。同時観測できなかったものは、下端が同時観測でわかったスプライトハローの下端の平均値63.1kmと仮定し、上端を求めた。その結果、スプライト部の下端の平均高度は63.1km、上端が79.5km、ハロー部の下端の平均高度は76.9km、上端が92.9kmであった。このことから、スプライト部は中間圏で発生しているのに対して、ハロー部は中間圏上層から熱圏下層で発生したことがわかった。また、スプライト部の平均の大きさは16.1km、ハロー部の平均の大きさは16.5kmであった。

6 スプライトハローの体積

スプライトハローのスプライト部と一般的なスプライトを円錐，ハロー部を楕円体または円錐と仮定して，各スプライトの体積を求め，比較した．その結果，スプライトハローの平均の体積は 5802km^3 であるのに対し，一般的なスプライトの平均の体積は 3913km^3 であった．このことから，スプライトハローは一般的なスプライトよりも大きな発光であることがわかった．

7 VLF 帯電波の解析

直交ループアンテナを使用してスプライトハローから発生した電波を観測し，それを音声に変換した．さらに電波解析ソフト「Wave Spectra」を利用して電波の状態を調べた．その結果，スプライトハローの電波の平均継続時間は 24. 62ms，一般的なスプライトの電波の平均継続時間は 13. 68ms であった．これよりスプライトハローの方が長時間電波を放出していることがわかった．

8 スプライト発生モデル

A. ブレッケ (2003) によると，ハロー部が発光する熱圏下層(80~100km)では大気中の酸素分子や窒素分子がイオンとなり電子を作りだしている．従って，この領域では電流が流れやすい状態になっている．以上からハローの成因を次のように考えた．

まず，放電エネルギーが大きい正極性落雷によって雷雲上空に準静電場が形成される．次にこの準静電場により，スプライトの発光高度の電子が加速され，絶縁破壊を引き起こし発光する．特にエネルギーの大きなスプライトが発生すると，そのエネルギーが中間圏より上空の電流の流れやすい熱圏下層(80~100km)にまで及ぶ．そこでイオン化した酸素や窒素の粒子を含む希薄な大気と衝突することによって，スプライトの直上で楕円体または逆円錐型のスプライト本体とは異なる発光を起こす．これがハローとなって見られる．

9 参考文献

- A. ブレッケ，奥澤隆志・田口聡訳，2003，超高層大気物理学，愛智出版，448P