

北陸冬季雷に伴うスプライト・エルブスの発見

Discovery of Sprites and Elves Induced by Winter Lightnings in the Hokuriku District

高橋 幸弘 [1], 内田 亮宏 [2], 世良 匡晃 [2], 佐藤 光輝 [1], 足立 和寛 [2], 宮里 梨奈 [3], 福西 浩 [4], 河崎 善一郎 [5], 長野 勇 [6], Martin Fuellekrug [7]

Yukihiro Takahashi [1], Akihiro Uchida [2], masaaki sera [2], Mitsuteru Sato [3], Kazuhiro Adachi [4], Rina Miyasato [5], Hiroshi Fukunishi [6], Zen-ichiro Kawasaki [7], Isamu Nagano [8], Martin Fuellekrug [9]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理, [3] 東北大・理・惑星大気, [4] 東北大・理・地物, [5] 阪大・工・電気工学, [6] 金沢大・工, [7] フランクフルト大・気象地物研

[1] Dept. Geophysics, Tohoku University, [2] Science, Tohoku Univ., [3] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ, [4] Science, Tohoku Univ, [5] Planetary Atmosphere, Tohoku Univ, [6] Department of Geophysics, Tohoku Univ., [7] Electrical Engineering Faculty of Engineering, Osaka Univ., [8] Kanazawa Univ., [9] Inst. f. Met. & Geophys., Univ. of Frankfurt

北陸地方の海岸沿いで冬季に発生する雷雲は、一回の放電電荷量の非常に大きな正極性放電(300 C)を引き起こすことから、スプライトが観測される可能性が高いと考えられていた。我々は、1998年12月から1999年2月にかけて、国立天文台堂平観測所(36.0°N, 139.2°E)と東北大学の青葉山校舎から(34.7°N, 135.4°E)、光学観測と雷空電観測を実施した。その結果、3晩に計21個のスプライトを、4晩に数10個のエルブスを捕えることに成功した。これらの発光は、これまで北アメリカ及びオーストラリアの夏季でのみ観測されており、冬季としては初めてのデータである。

はじめに

我々は4年間にわたり、夏季の米国コロラド州において雲-地上間放電(CG)に伴う中層・超高層大気での発光現象(スプライト及びエルブス)の光学観測を行ってきた。スプライトは正極性のCGに伴い、またエルブスは極性に関係なく放電のピーク電流の大きなCGに起因することが分かっている。一方、新潟から北陸地方にかけての海岸沿いで冬季(11-3月)に発生する雷雲は、一回の放電電荷量の非常に大きな正極性放電(300 C)を引き起こすことで世界に知られた存在である。そのために、スプライトを発生させる可能性が高いとされ、我々はその観測準備を進めてきた。冬季の雷雲は夏季のものに比べて極端に高度が低く(雲頂数km)、また雷雲上空の電離圏構造も異なると予想されるために、現象の有無や形態の相違が、発光のメカニズムを解く鍵となる可能性が高い。今回我々のグループでは、冬季雷によるスプライト及びエルブスを捕えるために初めて本格的な光学観測を実施し、イメージおよびフォトメータデータの取得に成功した。

観測

光学観測を行うため、冬の晴天率と空の明るさ、視界などを考慮して、埼玉県秩父山地に位置する国立天文台堂平観測所(36.0°N, 139.2°E, 標高870m)を第一観測点とした。91cm反射望遠鏡ドームのテラスに、多チャンネル高速フォトメータ(MAP)2台、イメージインテンシファイドCCDカメラ(IICCD)などの光学観測器を可動架台上に設置し、同時にVLF受信器により雷空電(sferics)も観測した。観測所からみると、現象の発生は北西を中心とした方向で、距離は200-300km程度と予想される。これはコロラドでの平均的な観測距離に比べ半分程度の近距離である。我々はさらに立体観測を目的として、仙台市青葉山の東北大学理学部12階建校舎屋上(34.7°N, 135.4°E)からもCCDカメラとVLF受信器による観測を行った。仙台からみた日本海側の雷放電の方向は北西から西で、距離は400-500km位になり、堂平との2点観測から発光の3次元構造の推定が可能である。堂平での観測は12月17-26日と1月22-27日の計16晩、仙台からは1月27-29日の2晩と、2月2日からは堂平の観測システムを仙台に移し観測体制を継続している。スプライトやエルブスの研究をする上でCGの情報は不可欠であるが、12月と1月は大阪大を中心とする北陸雷放電観測キャンペーンが実施されており、これまでの米国での観測にない詳細な情報を入手することが可能である。

結果

堂平において、12月19日、1月27日にそれぞれ5個と16個のスプライトをIICCDで捕えることに成功した。そのうちの6個はMAPでも記録された(本学会講演、世良他参照)。観測されたイメージは、コロラドで得られたものと異なる形状がいくつか観測されており、メカニズムの違いを示唆している(本学会講演、宮里他参照)。1月27日には仙台においてもスプライトがCCDカメラによって観測され、立体的なデータの取得に成功した(本学会

講演、足立他参照)。エルブスは12月19日、1月25日、27日に堂平で、2月9日には仙台で、その様子をMAP及びHICCDで捕えることができた。コロラドと類似した時間空間構造を有しているが、今後詳しい解析が必要である(本学会講演、内田他参照)。スプライト・エルブスが観測された日は、いずれも寒冷前線が日本を通過し、激しい雷放電活動がおこっていた。また、発光現象を引き起こしたCGによると思われるELF-ULF帯の波動が、米国カリフォルニアに設置されたサーチコイル磁力計によって確認されており、スプライトのグローバル観測の可能性を示唆している。

今回日本の北陸で多数のイベントが観測されたことで、これまで主に夏季に集中していると考えられていた発光が、季節によらず世界で頻発していることが推測される。特に、気象条件の似ているといわれる冬季の北欧地方は有力な候補である。

謝辞

堂平観測所での観測を許可下さった所長の安藤教授、観測に便宜を計って下さった東北大学天文学教室の関教授、および観測に際にしてお世話になりました国立天文台の柴崎技官にお礼申し上げます。