

冬季雷の放電特性 -200m高の煙突での観測結果-

Characteristics of Lightning Discharge in Winter -Observational results at 200m-high chimney-

和田 淳[1], 浅川 聡[1], 新藤 孝敏[1]

Atsushi Wada[1], Satoshi Asakawa[2], Takatoshi Shindo[3]

[1] 電中研・狛江研・電気絶縁

[1] Electrical Insulation Dep.,CRIEPI, [2] Electrical Insulation, Komae Lab,CRIEPI, [3] Electrical Insulation, Komae Lab, CRIEPI

1. はじめに

宇宙空間には種々のプラズマ現象が存在する。我々の一番身近なものに、オーロラや雷の放電現象があり、特に雷雲と地上間の放電現象である落雷は視覚的に容易に確認できる。近年、地上への落雷に伴って雷雲の上端から上方に向かって放電が発生することが確かめられている。地上からの観測や航空機やスペースシャトルを用いた観測により、強い落雷時に雷雲上空の成層圏、中間圏、下部熱圏（電離圏）で3タイプの発光現象(blue jets, red sprites, elves)が確認され、これらの発光現象に伴い、X線やガンマ線が放射されていることが明らかにされた。特に、雷雲中の正電荷が地上へ運ばれる強い正極性の雷の際に発光現象が多く観測されることから、正極性落雷を基にした発光現象の発生メカニズムが種々提案され、発光現象解明のための研究が精力的に進められている。雷雲上端から上空に向かう発光現象は、新たに通信障害を引き起こす可能性が指摘され、宇宙時代を迎えた現代において重要な研究テーマの一つになっている。

日本の冬季には正極性の雷がしばしば発生することが知られており、近年、冬季に発生した雷により雷雲上空へ向かう発光現象(sprites, elves)が東北大学の研究チームにより確認された。この発光現象の発生メカニズムを解明するには、まず発光現象を引き起こす基となる正極性の落雷現象を正確に把握し、落雷と発光現象の関係を明らかにする必要がある。

2. 冬季雷の特徴

日本の様々な地点で冬季雷の観測が行われ、種々のデータが得られている。これらのデータを用いて冬季雷の主な特徴をまとめると次のようになる。

(1)夏季に発生する雷は、落雷のほとんどが雷雲中の負極性電荷を地上へ放電する負極性雷撃であるのに対して、冬季に発生する雷は、雷雲中の正極性電荷を地上へ放電する正極性雷撃が約半数を占める。

(2)冬季の正極性雷撃の電流波形には、電流の継続時間が数百msにも及ぶものがあり、落雷により中和する電荷量が数百クーロンに達するものがある。

(3)冬季に発生する正極性の雷は、一つの雷雲からの雷撃数が少なく、多くの雷が連続電流成分を含む。

(4)冬季に発生する雷の電流波形には、負から正へまたは正から負へ電流の極性が反転するものがある。

(5)冬季に発生する雷は、夏季に発生する雷に比べて雲底高度が低いいため、地上の高構造物から雷雲に向けて上向き放電で現象が始まる割合が高い。

(6)冬季に発生する雷には、数km以内の異なった地点へ、数十msの間に多数の雷撃が同時に生じる現象が見られる。

(7)冬季に発生する正極性の雷は、電流波高値が100kAを超える大きいものが時々発生する。

3. 200m高の煙突での雷観測

雷現象は地域特性があり、雷放電に関する種々の物理パラメータにはばらつきがある。このため雷放電の特性を詳細に把握するには、様々な観測装置を集結して同一地点で観測を行い、一雷撃ごとに雷放電の物理パラメータを抽出し、統計データを蓄積していく必要がある。このような理由から、我々は福井県三国町に位置する(株)北陸電力所有の福井火力発電所構内の200m高煙突への雷撃を対象に、冬季雷の観測を実施してきた。この煙突には一冬に約30~40回雷撃が生じる。観測項目は、(1)雷撃電流、(2)発光現象、(3)放射電磁界、に大別される。主な観測結果は以下の通りである。

3.1 雷の発生条件

地上電磁界測定により、地上電界が10kV/m以上に達した時に煙突から上空に向い上向き放電が発生しやすく、この放電が発生する20ms~40ms前に高度4~5kmの雷雲内で放電が発生し、この雲内放電が上向き放電発生のトリガー要因の一つと考えられることを明らかにした。ドップラーレーダを用いた雷雲観測により、煙突への雷は、地上高1.5km以下で16m/s以上の激しい下降気流であられを伴う雲の活動期に生じることを認めた。

3.2 雷の性状

200m高の煙突における雷は、そのほとんどが上向き放電で開始し、その極性は正極性 90%、負極性 10%の割合である。上向き放電のタイプには大別して、強い発光と数十 kA 以上の大電流を伴うタイプと弱い発光と数 kA 以下の小さい電流で継続時間の長いものが存在し、電流波高値、継続時間などの雷電流波形パラメータは両者で大きく異なる。上向き放電進展後に、雷雲から進展する下向き放電とこれが地上に達して生じるリターンストロークからなる後続雷撃現象を観測し、この後続雷撃現象中に放電電荷量の大きな正極性の雷が含まれることを明らかにした。

本報告は、近年の 200m高の煙突における雷観測結果を中心に冬季雷の特徴について述べ、正極性落雷時に生じる雷雲上端から電離圏にまで達する発光現象の解明に向けた総合的な観測手法を提案する。