

VHFパルス観測による多重落雷と多地点落雷の判別

観測技術の高度化による落雷現象の解明をめざして

Determination of Lightning Flash with Multiple Strokes and Multipoint Lightning Flash through VHF Pulse Observation
Aiming to clarify lightning phenomena through an advanced observation technique

(電力技術研究所 流通G 送変電T)

(Transmission and Substation Team, Power system Group, Electric Power Research and Development Center)

現在、夏季雷および冬季雷の多発地域にてVHF広帯域干渉計を用いた雷観測を実施している。その結果、第1雷撃と後続雷撃の直前に放射されるVHFパルスの放射特性に違いが見られることが明らかになってきた。この特徴を利用して多重落雷と多地点落雷を判別する手法について、観測事例とともに紹介する。

Currently, lightning observations using VHF broadband- interferometer have been carried out in areas where lightning flash occur in summer and the winter. As a result, it becomes clear that there is a difference in the radiation characteristics of VHF pulses emitted before the first strokes and the subsequent strokes of lightning. This report introduces a method for determining lightning flash with multiple strokes and multipoint lightning flash by utilizing these features, and explains the observed event.

1 はじめに

現在、当社では夏季および冬季に落雷発生時の電磁波観測を実施している。そして、電磁波観測データを詳細に分析することで、落雷の様相がより鮮明にわかるようになってきた。

例えば、多重落雷と多地点落雷を明確に判別することが可能となった。多重落雷は、同一箇所に放電が継続することで放電電荷量が累積され、架空地線の損傷につながる懸念される。一方、多地点落雷は複数の送電鉄塔で故障が発生し、雷サージの発生源が複数地点に亘ることで、送電線の雷故障様相を複雑なものとする。

この2つの現象を正しく判別できるようにすることで、送電線故障後に行う巡視・点検業務を効率的に実施することができる。

そこで、この2種類の現象をVHF放射パルスの放射特性の違いにより判別する手法を検討し、多重落雷と多地点落雷の特性について評価した結果を述べる。

落雷する多地点落雷も混在していた可能性がある。しかし、観測の難しさからこの2つの現象を明確に判別する取り組みは行われていなかった。

そこで、落雷時に発生する電磁波を詳細に観測して、この2つの現象を判別する手法を適用して解析した結果を紹介する。

2 多重雷と多地点落雷

多重落雷を「第1雷撃で形成された放電路と同じ放電路を経て発生する雷撃にて構成される落雷」、多地点落雷を「1回の放電現象(概ね1秒以内)にて異なる大地上の場所への落雷」と定義する。

第1図に観測で得られた多重落雷と多地点落雷の写真を示す。第1図(a)では、複数回の雷撃の間に放電路が風に流されているが1つの放電路を介して送電線架空地線に落雷していることがわかる。

一方、第1図(b)では写真を撮影するためにシャッターを開放しているわずかな時間(1/60秒)の間に異なる地点への雷撃が複数発生していることが確認できる。

観測環境が十分でなかった過去の雷観測において、複数の雷撃が同じ放電路を通して起こる多重落雷と考えられていた現象の中には、わずかな時間間隔で別の地点に



(※高速ビデオ観測より後続の雷撃があることを確認)

(a) 多重落雷



(b) 多地点落雷

第1図 多重落雷と多地点落雷

3 観測体制

現在、雷観測は夏季雷の襲撃頻度の高い岐阜県東濃地区、冬季雷が多く発生する新潟県上越地区の2箇所で行っている。第2図に、観測場所および観測に使用しているVHF広帯域干渉計の設置状況を示す。この2地域には超高压送電線が経過しており、それらの送電線への落雷を観測対象としている。

雷放電が1回発生すると、主放電の発生前後で数千以上のVHFパルスが放射される。VHF広帯域干渉計はその放射源の仰角、方位角を複数のアンテナにより測定し、雷放電の進展様相を可視化する装置である。

VHF広帯域干渉計で観測するVHFパルスの放射には以下の特徴があることが明らかになってきた。

(1) VHFパルスは主放電に先行して雲内から地上に向けて進展する負極性リーダの先端から放射される。



第2図 観測場所およびVHF広帯域干渉計(アンテナ)設置状況

(2) 第1雷撃に先行するリーダの進展速度 ($10^5 \sim 10^6 \text{m/s}$) と後続雷撃に先行するリーダの進展速度 ($10^6 \sim 10^7 \text{m/s}$) の違いで主放電前のパルス放射時間が異なる。

4 観測事例(多重落雷と多地点落雷)

第3図に1つの落雷で多重落雷と多地点落雷が同時に観測された事例(2014/07/20 19:49:19)を示す。第3図の横軸は時刻(ミリ秒)を、縦軸は電磁波が到来してきた仰角(0° は地平線、 90° は天頂)を示す。色付き直線(縦方向)はLLS(落雷位置標定システム)にて観測された雷撃時刻を示している。第1表にはLLSで観測された雷撃データと第3図のパルス放射時間、パルス数を示す。

第1表 LLSにより観測された雷撃データ(2014/07/20)

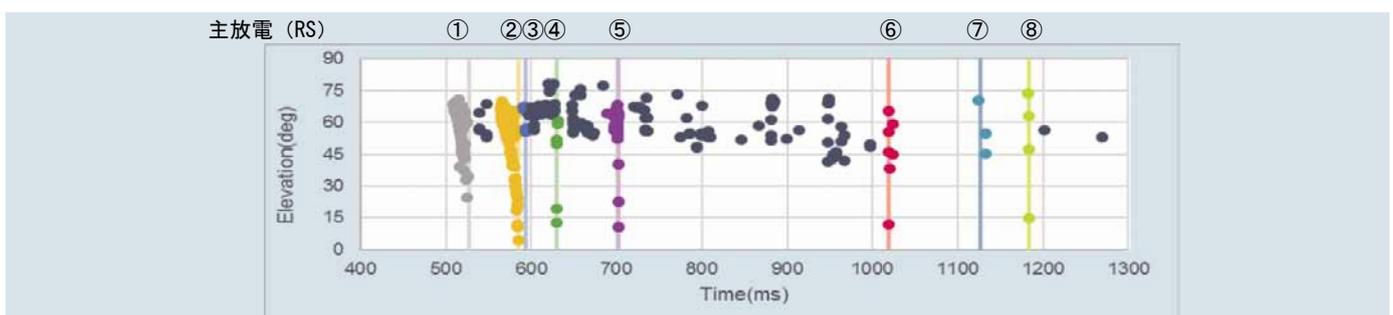
	雷撃発生時刻	パルス放射時間 [ms]	パルス数	電流波高値[kA]
RS①	19:49:19.527	509-527 (18)	101	-67.2
RS②	19:49:19.585	564-585 (21)	138	-13.0
RS③	19:49:19.593	590-593 (3)	12	-42.1
RS④	19:49:19.630	629-631 (2)	6	-45.4
RS⑤	19:49:19.702	689-702 (13)	26	-81.7
RS⑥	19:49:20.019	018-024 (6)	7	-40.0
RS⑦	19:49:20.127	124-133 (9)	3	-16.0
RS⑧	19:49:20.183	182-183 (1)	4	-22.8

RS①、RS②は他の雷撃と比較すると主放電前に観測されたパルス放射時間が18ms、21msと長く、パルス数も多い。この結果とVHFパルスの放射特性から、①と②は異なる地点への雷撃であり、②に続く③~⑧の雷撃はLLSによる位置標定データが①の近傍に存在していることから、①の後続雷撃であることがわかった。

他の事象でも、VHFパルスの放射時間とパルス数に着目することにより、多重落雷と多地点落雷を判別できることが確認できた。今後は、この手法を活用して、落雷様相の詳細な分析に活用し、データを蓄積していく予定である。

謝辞

雷観測の実施にあたり、ご協力いただきました(一財)電力中央研究所、(株)サンコーシヤおよび近畿大学森本健志准教授に感謝いたします。



第3図 1つの落雷で多重落雷と多地点落雷が同時に観測された事例(2014/07/20 19:49:19)



執筆者/清水雅仁