

落雷検出装置の開発

Development of a Lightning Location System

中村 洋一[1], 小門前 寿夫[2], 長野 勇[3], 八木谷 聡[3], 高野 博史[4]

Yoichi Nakamura[1], Hisao Komonmae[2], Isamu Nagano[3], Satoshi Yagitani[3], Hironobu Takano[3]

[1] 金大・自然・電子情報, [2] 金大・自然科学・電子情報, [3] 金沢大・工, [4] 金沢大 工

[1] Electronics and Computer, Kanazawa Univ, [2] Electronics and Computer, [3] Kanazawa Univ.

電離層-大地間をマルチパスで伝搬した波形にはパルスの繰り返し等の特徴がシミュレーションから分かっている。この電離層-大地間を反射して到来した電磁波パルスを用いて落雷位置の標定を行うことができる。現在使われている空電による標定方法は2地点以上に観測装置を配置しなければならず、場所やコストの問題がある。一地点による観測は以前から研究が進められていたが、データ解析や校正方法に問題があり、十分な精度を得ることができなかった。そこで本研究では高度な信号処理技術で従来以上の高精度で落雷位置を検出できる一地点観測による装置の開発を目的としている。雷放電により放射される電磁パルスは数 Hz ~ 数 MHz の広帯域を持つが、ここでは電離層と大地を反射して伝搬する ELF 帯及び VLF 帯を主に観測する。

雷空電観測システムは一地点で落雷位置を標定するにあたり水平磁界 2 成分及び垂直電界 1 成分を観測する。2 軸の直交ループアンテナにより垂直磁界 2 成分及び垂直なダイポールアンテナにより電界 1 成分を受信する。PC に記憶された電界垂直成分、磁界 NS 成分及び磁界 EW 成分の電圧波形を較正して、アンテナで受信される電磁界波形を求める。一地点における落雷点の位置推定を行うために、距離及び到来方向の推定をする必要がある。観測点に直接波及び電離層反射波が観測点に遅延を生じて順に到達し、パルス列となって現れる。受信波形からパルスの到達時間が分かるのでその時間間隔より落雷点までの距離および電離層高度がわかる。空電の到来方向の推定は水平磁界 2 成分の直接波の波高値の比と電界垂直成分の直接波の極性から求める。

実際に、このシステムを用いて金沢大学工学部の屋上で観測を行い、得られた電磁界波形より位置推定を行った。多くの観測例から比較的磁界波形のほうが電界波形よりもパルス列を多く確認できることがわかった。落雷の種類によっては波形が崩れ標定しにくいものがあるがパルス列がはっきり確認できるものについては雷放電位置の推定をおよそつかむことができた。昼間の波形は電離層での吸収のため反射波が見にくいものが多く、標定が難しい。また、距離が極めて近く (~ 数十 km) になると反射波が全く見えず標定できなくなる。また、空電の到来方向によっても標定精度の違いが現れる。現在、観測地点から 90km ~ 700km の範囲で落雷位置を標定可能であることを確認した。

今後、データ解析においては最小 2 乗法を用いることで雷位置標定の精度を向上される予定である。さらに、システムを小型化して、装置のモバイル化を目指す。