

地上静電界の多点計測に基づいた対地雷放電の電気的特性の導出

山下研究室

E16136 中里 紘輔

1. 研究背景・目的

近年、観測技術の進展により、落雷活動の空間分布のリアルタイム監視技術は確立されつつある。現在、雷観測における焦点は、雷放電の電気的特性(中和電荷量、放電路長、等)の把握にある。本研究は、地上静電界の多点計測に基づいた雷放電の電気的特性の導出を検討する。静電界の多点計測データを用い、先行研究[1]の手法を用いて中和電荷量および放電路長の導出を検討した。

2. 観測

2.1. 静電界計測

本研究では、2019年夏季に足利市および太田市に計8点のセンサー網を配備し、雷雲に伴う地上静電界の計測を実施した。雷放電により雲内電荷の一部が中和された場合、式(1)で表される静電界強度 $|\Delta E|$ [V/m]の変動が生じる。式(1)において ϵ_0 [F/m]は誘電率、 Q [C]は中和電荷量、 z [m]は放電路長、 d [m]は発雷地点-観測点間の水平距離である。

$$|\Delta E| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2|Q|z}{(z^2 + d^2)^{3/2}} \text{ [V/m]} \quad (1)$$

2.2. 雷観測

本研究にて計測した静電界データを用い、落雷の Q [C]および z [m]を導出した。全国雷観測ネットワーク (Japanese Lightning Detection Network: JLDN) による雷位置データと観測点位置より、式(1)の水平距離 d [m]を算出した。

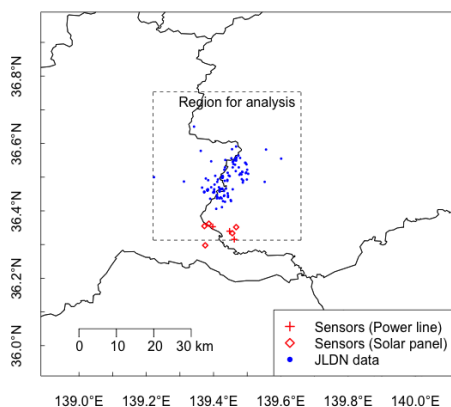


図.1 本研究にて構築した静電界の多点計測網とJLDNで取得された解析領域における2019年8月10日15:30-17:30[JST]の雷分布

3. 結果・考察

解析結果の一例を図.2 および図.3 に示す。図.2 は、計4点で観測された発雷に伴う静電界変動 $|\Delta E|$ [V/m]の取得波形である。図.3 は図.2 の多点

計測データより Q [C]、 z [m]を推定した結果である。中和電荷量 $Q = 19.3$ [C]、放電路長 $z = 8.0$ [km]となった。図.3 実線は、各点で計測された $|\Delta E|$ [V/m]との誤差が最小となるよう推定された Q [C]、 z [km]を式(1)に代入した理論値を示している。各点で得られた地上静電界変動 $|\Delta E|$ [V/m]の計測値は、誤差は含まれるが計算結果に沿った値となった。

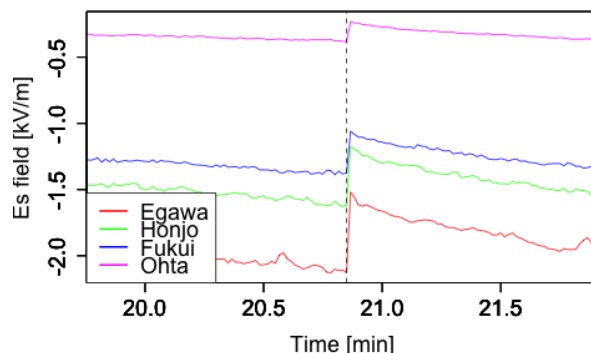


図.2 2019年8月10日16:20:50[JST]に各観測点で観測された雷放電に伴う地上静電界変動

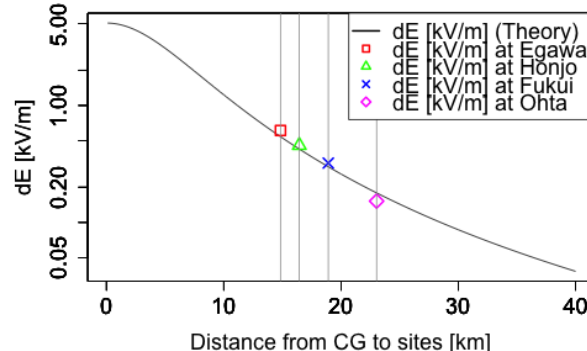


図.3 式(1)を用いて算出した発雷地点からの水平距離と各観測点での地上静電界変動 $|\Delta E|$ [V/m]の計算値と、各観測点における $|\Delta E|$ [V/m]の計測値

4. まとめ、今後の予定

本研究では、地上静電界の多点計測データを用い、対地雷放電の電気的特性を導出した。今後、解析事例を増やすこと、気象レーダデータとの比較から、計算結果の妥当性を検証する予定である。

謝辞

本研究におけるセンサー設置にご協力頂いた足利銀行各支店、テクノパーク太田の皆様へ感謝致します。

参考文献

- [1] Krehbiel, P. R., M. Brook, R. A. McCrory: "An analysis of the charge structure of lightning discharges to ground", J. Geophys. Res. Atmo., Vol.84, C5 (1979)