

ELFネットワークデータを用いた全球落雷活動による電流量の評価

Evaluation of net-current by cloud-to-ground lightning discharges using global ELF network data

山下 幸三^{1*}, 高橋 幸弘², 佐藤 光輝², 嘉瀬 裕美¹

Kozo Yamashita^{1*}, Yukihiro Takahashi², Mitsuteru Sato², Hiromi Kase¹

¹東北大学地球物理学専攻, ²北海道大学宇宙理学専攻

¹Dept. of Geophysics, Tohoku Univ., ²Dept. of Cosmo sciences, Hokkaido Univ.

雷放電は広帯域にわたって電磁エネルギーを放射する。3kHz以下のELF帯における電磁場観測は全球の対地雷落雷 (CGs) 分布を導出する有用な手段として特に注目されている。その主な理由として、ELF帯電磁場観測は個々の検出イベントの極性や中和電荷モーメント(Qdl)に関する情報を私たちにもたらす。

先行研究において、一年間もしくは数年間にわたる長期間データを用いた大規模 (|Qdl|>1000 Ckm) な正極性落雷 (PCG) と負極性落雷 (PCG) の全球分布は既に導出されている。他の観測手法を用いた過去研究においてはNCGはPCGの10倍以上の頻度で発生している事が示されているが、それらの解析では検出イベントの大多数はPCGであった。これらの結果は、NCGの発生頻度がQdlの大きさが1000Ckm以下の小規模落雷において支配的である事を示している。しかし、これらの小規模落雷は、そのSN比のために解析対象外とされてきた。

今回、雷放電の位置と中和電荷モーメントの推定を行うための手法を改善した。位置推定のため、時間差到来法 (TOA法) をELF観測網データに適用した。VLF帯での観測網データとの比較を行い、両観測ネットワークで検出された1224イベントを用いて平均的な位置推定誤差を676 kmと見積もった。中和電荷モーメントは空電波形のピーク電流を用いて推定した。この処理は、電磁波源-観測点間の距離により正規化されたピーク振幅値が、FFTを用いた従来の計算法により導出された中和電荷モーメントと相関係数0.85という高い正の相関を示した。これらの改善により、471Ckmまで小規模な落雷の位置推定と中和電荷モーメントの導出を全球の検出感度が一様な状態で行えるようになった。

私たちは、新しい解析アルゴリズムを2004年1月から3月の3ヶ月間のデータに適用した。その結果、100万イベントの解析を完了した。この結果は、今回の解析アルゴリズムの検出感度が、従来のものの10-30倍程度になった事を示すものである。この進展は、従来の衛星観測、地上観測では導出が難しかった全球落雷分布の日々変化を導出する事を可能にした。

新アルゴリズムは、グローバルサーキット (GEC) における落雷の寄与を考察するのも可能にした。GECは、大気圏、電離圏、そして磁気圏に広がる3次元電気回路と考えられる。この回路において、落雷は雷雲下における電荷移動を担う。負極性落雷は下向きの、正極性落雷は上向きの流れを生む。従来の解析法で検出できる程大きなQdlのイベント数は正極性落雷に比べ負極性落雷の方が少ないため、負極性落雷による上向き電流の見積もりは困難であった。新しいアルゴリズムを用いる事で、落雷による電荷移動量の3次元的な様相を導出する事が可能となった。その結果、海洋大陸、アフリカ、アメリカ、そして太平洋において強い上向きの電荷移動が見られた。

Keywords: lightning, thunderstorm activity, Global Electric Circuit