

庄内突風観測プロジェクトによる冬季雷観測 —雷放電を伴う積乱雲の特徴—

*西橋政秀¹, 下瀬健一¹, 楠研一², 別所康太郎³, 星野俊介², 新井健一郎⁴, 保野聡裕⁴,
足立啓二⁴, 加藤亘⁴, 鈴木修², 中里真久², 益子渉², 山内洋², 林修吾², 猪上華子², 楠目雅子¹

(1: アルファ電子/気象研究所, 2: 気象研究所, 3: 気象庁観測部, 4: 東日本旅客鉄道)

1. はじめに

雷放電と突風はどちらも積乱雲内の活発な上昇気流のもとに発生すると考えられており, 両者の密接な関連性が指摘されてきた (e.g., Goodman et al., 1988; MacGorman et al., 1989; Williams et al., 1989, 1999; Kane, 1991). そのため, 突風直前予測の新たな指標として「雷放電活動」の監視が有効であることが示唆されることから, 気象研究所とJR東日本との共同研究プロジェクト「高精度センシング技術を用いた, 列車運行判断のための災害気象の監視・予測手法の開発」(2009年4月~2012年3月) では, 雷放電, 特に冬の日本海沿岸で発生する冬季雷の実態解明と, 突風・落雷直前予測アルゴリズム開発を目的とした研究を実施している. 本研究では, 雷放電から放射される VHF 帯電磁波パルスを観測して雷放電位置の標定を行う装置を開発し, 2009年10月に庄内高密度地上気象観測網の北縁 (酒田市大浜) に設置して観測を開始した. その結果, 観測点近傍で発生した雷放電の進展様相が可視化されるとともに, レーダーエコーと一致する結果が得られた (西橋ほか, 2010年春季大会 A409).

本研究では, 雷放電を発生させる積乱雲の特徴を理解することで, 積乱雲の発雷可能性判断のための効果的なパラメーターの導出, さらに突風・落雷直前予測アルゴリズムの開発に活かせるのではないかと考え, 道本 (1989) により示されたダイアグラムに着目した. 道本は雷放電方向探知システムと気象レーダーを用いて, 北陸冬季雷時の積乱雲のエコー頂高度を観測した. また, 輪島の高層気象データからエコー頂気温と -10°C 温度層高度を調査し, レーダーエコーにより発雷の有無および一発雷か通常の雷活動かを判別するための基準をダイアグラムに表した. -10°C 温度層が高度1.8kmより低ければ発雷しないか一発雷であり, また, エコー頂気温が -20°C より高くても発雷しないが, エコー頂気温が -20°C 以下かつ -10°C 温度層が1.8km以上の場合は通常の雷活動が発生することが示されている. 本研究では庄内で観測された雷およびレーダーデータを用いて, 同様のダイアグラムを作成し, 比較検証を行った.

2. 解析データ・解析方法

2009年10月30日~2010年3月9日に雷放電位置標定装置で観測された149の雷放電を解析対象とした. この装置では, 雷放電の時刻, 方位角および仰角のデータが得られる. 一方, 庄内空港に設置された気象研 X バンドドップラー気象レーダーで観測されたレーダーエコーデータ (PPI および RHI データ) から発雷前後のデータを抽出し, 雷放電が発生したと推定される積乱雲のレーダーエコー頂高度を

調査した. 併せて, このときの庄内付近の大気鉛直プロファイルを経験的メソ解析 (MANAL) を用いて算出した. 139.7°E , 39°N の格子点を中心に周囲8格子点との平均をとって求めている. 時間解像度は3時間である. このプロファイルデータからエコー頂気温と -10°C 温度層高度を算出した.

3. 解析結果

発雷時のエコー頂気温と -10°C 温度層高度との関係を図1に示す. プロットの記号は3時間あたりの発雷数で区別している. 3時間あたり5回以上の比較的活発な雷活動が観測された際のエコー頂気温は -20°C 以下, および, -10°C 温度層高度は1.7km以上であった. 一方, 一発雷と呼ばれる非常に活動度の低い雷活動の場合, 上記の分布を取り囲むようにプロットされる. つまり, エコー頂気温によらず -10°C 温度層高度が1.7km未満の場合, および, -10°C 温度層高度によらずエコー頂気温が -20°C より高い場合, 活発な雷活動は発生せず, 一発雷となる傾向にあることが明らかにされた.

本報告では道本 (1989) のように, 非発雷エコーの解析は行っていないが, 一発雷と比較的活発な雷活動の場合の -10°C 温度層高度の境界はほぼ一致し, さらに, 活動度の高い雷活動の場合はエコー頂気温が -20°C 以下であることも一致した. つまり, エコー頂高度が -10°C 温度層を大きく上回ることが発雷の条件であると考えられる. 本研究で解析した発雷時のエコー頂高度は, -10°C 温度層高度に対して平均で約2.1倍であった. Takahashi (1984) による着氷電荷分離機構の数値実験結果から指摘されているように, 積乱雲の発雷には -10°C 温度層付近の電荷分離・蓄積過程が重要な要素であることが示唆される. 図1において, エコー頂気温が -20°C より高い領域に低活動度の雷が多数プロットされているが, 道本 (1989) のダイアグラムでは非発雷とされている. 今後は, このような差異が生じた原因の追究, および, 雷放電を伴わないエコーに対しても解析を行う予定である.

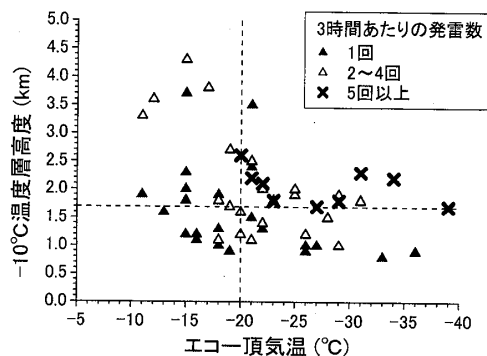


図1 発雷時のエコー頂気温と -10°C 温度層高度との関係.