

北陸地方における冬季スプライト発生時の気象場の特徴

小笠原 麻喜・*新野 宏(東大・海洋研)・高橋 幸弘(東北大院・理)

1. はじめに

スプライトは落雷に伴って、高度40~90km の中間圏で発生する大気発光現象である。1989年、Franz et al. (1990)が米国ミネソタ州で偶然ビデオ撮影に成功して以来、世界各地で盛んに観測されるようになったが、それらは全て夏季の雷雲に伴うものであった。東北大学スプライト研究グループは、冬季、日本海沿岸で発生する雷に着目し、1989年世界で初めて冬季スプライトの観測に成功した。

スプライトの研究は、大気電気の立場からは盛んに行われているが、気象場の解析は必ずしも十分には行われていない。本研究の目的は、世界的にも珍しい冬季北陸地方のスプライトについて、気象場から見た発生環境を明らかにすることである。

2. 解析方法と使用データ

スプライトの観測データは、東北大学スプライト研究グループと SonotaCo Network (<http://www65.tok2.com/home2/SonotaCo/Sprite/2003-4.html>)、落雷データはフランクリン・ジャパン(株)による。気象データは、輪島の地上観測、高層観測、静止衛星の雲頂温度、レーダー強度・エコー頂高度(いずれも気象庁提供)を用いた。

解析は、まず、2003年~2004年の冬にスプライトが観測された日と観測されなかった日の気象場の違いを調べ、次に、スプライトが発生した2日について、スプライトの発生時刻における気象場の特徴を調べた。

3. スプライト発生日の気象場の特徴

2003年12月1日~2004年2月29日のうち、観測地(世田谷区)の天気がよく、スプライトが発生すれば観測できたと思われる69日について解析を行った。まず、この69日を気圧配置から寒冷前線通過型、冬型、その他の3種類に分類した。その結果、寒冷前線通過型は14日、冬型は38日、その他は17日で、スプライトが観測されたのはそれぞれ8日、4日、2日であった。

気象場の解析から、地上の相対湿度73%以上で500hPa高度との温度差が33°C以上、雲頂温度-20°C以下、エコー頂高度3.5km以上のときにスプライトが発生しやすいことがわかった。

特にスプライトの発生条件はMichimoto(1993;以下M93)の提案した発雷環境とよく対応していることがわかった。M93は北陸地方の冬季雷の発生がエコー頂高度と-10°C高度によって分類され(図1)、領域Iでは活発な雷活動、領域IIでは一発雷か非発雷、領域IIIでは非発雷であったとした。スプライト発生時の条件を図1にプロットすると、領域Iでは高い確率でスプライトが観測されていることがわかる。領域IIでも-10°C高度が1.4kmより高いときにはスプライトが観測されているが、これは一発雷に伴うものと考えられる。領域IIIではスプライトは観測されていない。注目すべきは寒冷前線通過型で、スプライトが観測された日は全て領域Iに含まれていた。このことから、寒冷前線が通過すると活発な雷活動が起こり、それに伴ってスプライトが観測されると考えられる。実際、寒冷前線が北陸地方を夜通過した8日についてはすべてスプライトが観測されていた。

領域Iに属し、落雷は発生したがスプライトが観測されなかった12/12と1/2の2日について気象場を調べたところ、この2日はスプライトが観測された日に比べてエコー強度30dBZ以上の面積が小さいことがわかった。しかし、このことを信頼できる形で示すためには、更に事例を蓄積する必要がある。

4. スプライト発生時刻の気象場の特徴

2003年12月15日と2004年1月7日の2日のスプライト発生時刻前後の気象場について解析をした。両日も津軽海峡の西に低気圧があり、それに伴う寒冷前線が北陸地方を宵のうちから夜遅くにかけて通過していた。スプライトは、寒冷前線がほぼ輪島を通過する時刻かこれよりやや遅れて発生していた。また、スプライトは強エコーの面積、エコー頂面積共に減衰を始める時間帯に発生していた。スプライトを生じた雷放電は海岸付近が多く、16mm/h以上の強エコーの近くでおきていた。スプライトはこれらの雷放電から50km以内で起きていた(図略)。

5. まとめと今後の課題

冬季北陸地方のスプライトの発生環境は、M93によって提唱されたエコー頂高度と-10°C高度に基づく発雷環境との整合性が非常によいことがわかった。すなわち、M93で活発な雷活動があるとされる場合は高い確率でスプライトが発生し、一発雷があるとされる場合にも-10°C高度が1.4kmより高いときにはスプライトが発生する可能性があることがわかった。寒冷前線が夜北陸地方を通過す場合には100%スプライトが発生していた。

寒冷前線が通過する場合の発生時刻前後の気象場の解析から、スプライトは寒冷前線が輪島を通過した時刻かやや遅れて発生し、エコー強度・エコー頂高度が減衰する時間帯に発生したことがわかった。スプライトを生じたと考えられる雷活動は海岸付近で多く起こり、その50km以内でスプライトが発生していた。今後は観測事例を蓄積し、雷活動があるにもかかわらずスプライトが観測されていない場合の環境場と、スプライトが観測された環境場との違いを明らかにすることが重要と思われる。

<謝辞> SonotaCo Network を主催する SonotaCo 氏からは貴重なスプライト観測日時データの提供を受けた。

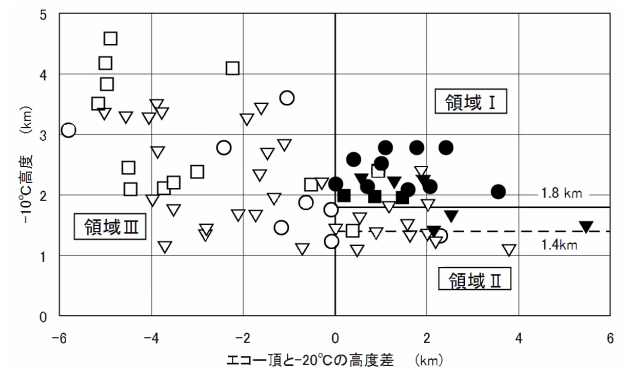


図1: スプライトが観測されたときの条件を●●■で、観測されなかった日の12UTCの条件を○▽□で示す。○●は寒冷前線通過型、▽は冬型、□■はその他。(Michimoto, 1993の分類法を利用)。