

富士山山頂における雷雲発生時における高エネルギー放射線の観測

片倉翔¹、鳥居建男²、杉田武志²、保田浩志³、楠研一⁴、鴨川仁¹

1. 東京学芸大学物理学科、2. 日本原子力研究開発機構、
3. 放射線医学総合研究所、4. 気象庁気象研究所

1. はじめに

雷雲および雷放電に起因すると考えられる高エネルギー放射線が、冬季雷では雲底が低い地上観測で、夏季雷では雲底が高いため山岳や航空機などの高高度で観測されている。これらの放射線には、雷雲中の強い電場が原因と考えられる 10 秒以上持続する長時間の放射線変動(Torii et al., 2011)と、雷放電が原因と考えられる 1 ミリ秒程度の短時間の放射線バースト(Moore, et al., 2001)の 2 つのタイプがある。それらのガンマ線のエネルギーは数 MeV から 10 MeV 超と高エネルギーでラドンなどの地殻起源の自然放射線には存在しないエネルギー領域である。前者については、二次宇宙線ないしは大地から放出され雷雲に含まれるラドンの放射性崩壊による電子が雷雲の強い電場領域で加速され雪崩的な衝突を起こすことによって制動放射線(光子)を生成し、その一部が地上まで達したものと考えられる。そこで、本研究では雷活動が盛んな独立峰である富士山の山頂において、高エネルギー放射線発生メカニズムに貢献すべく雷活動時の放射線変動観測を行った。

2. 測定方法

雷雲中の放射線を直近で検知するために、2011 年 7 月 15 日から 8 月 29 日に富士山の山頂で観測した。これらの観測は、2008 年(Torii et al., 2009)、2009–2010 年(Kamogawa et al., 2011)と同様なものである。放射線計測のために旧富士山測候所内に厚さ 2mm のアルミ製のカバーで覆われた 4 インチの円筒型 NaI シンチレーション検出器を設置した。この検出器の測定エネルギー範囲は、150keV から 23MeV である。さらに測候所屋根に Boltek 社製のフィールドミルを用いて雷雲活動で生じる大気電場の測定を行った。

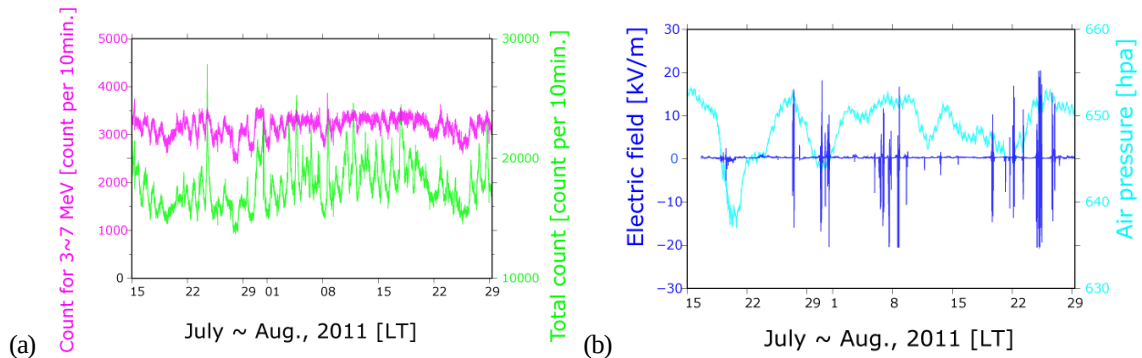


Fig. 1 測定された全観測データおよび測候所での山頂気圧データ(気象庁)。(a)測定された放射線。高エネルギー領域(3~7 MeV)および全エネルギーカウント数。(b)大気電場変動および気圧変動。

3. 測定結果

2011 年の観測では測候所内の商用電源が停止になる雷活動中においても、複数個の無停電電源による運転を行い、欠測なく放射線測定器および大気電場測定装置を稼働させた(Fig. 1)。2011 年では高エネルギーの放射線の変動が 8 月 8 日午後に関測された。放射線変動が見られたとき、2008 および 2009 年度とは異なり線量は小さかったが、強い強度の電場および降雨は存在した(Fig. 2)。電場変動およびレーダーエコーから推測すると近隣に雷放電が発生していた。Fig. 2(b)のデータから判断すると天然放射性核種において 3 MeV 以上の γ 線を放出するものはないためこれらは雷雲起源であると考えられる。

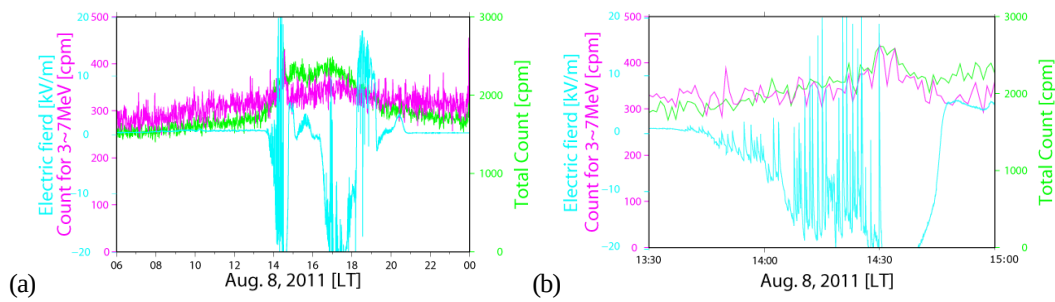


Fig. 2 雷雲活動に関係すると思われる放射線変動および大気電場。

(a) 2011 年 8 月 8 日の時系列。(b) 雷雲に関連する高エネルギー放射線が観測された周辺の時系列。

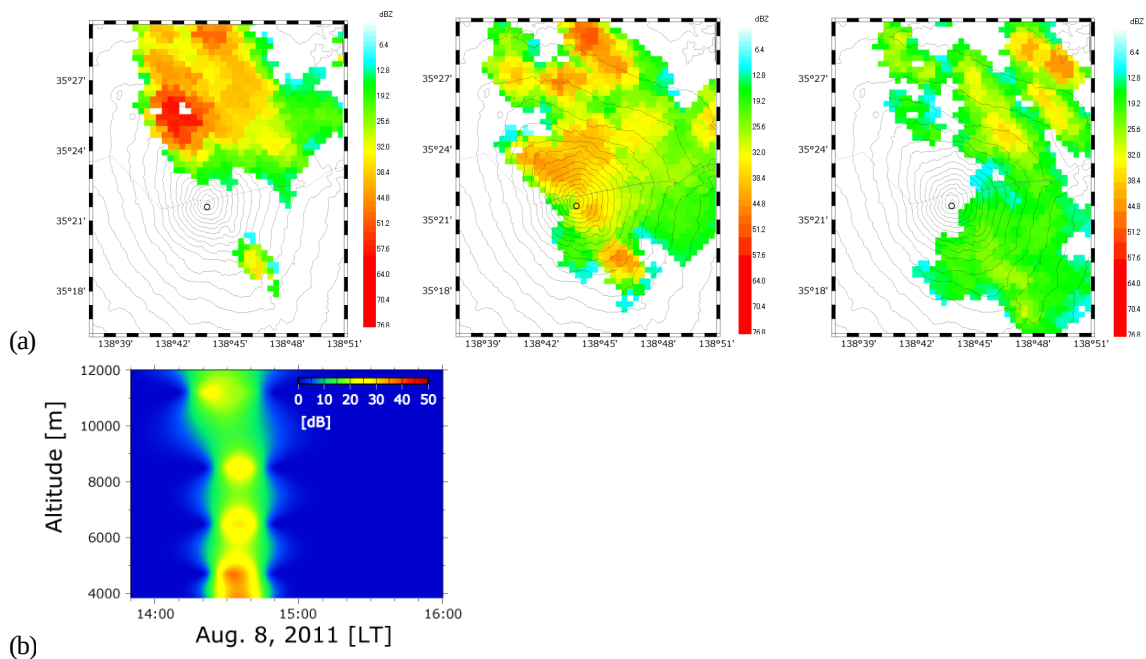


Fig. 3 レーダーエコーデータ

(a) 水平分布。左から 14:10 [LT]、14:30、14:50。(b) 測候所上空の鉛直レーダーエコーの時系列。

参考文献

- Torii, T., Sugita, T., Kamogawa, M., Watanabe, Y., Kusunoki, K. (2011), Migrating source of energetic radiation generated by thunderstorm activity, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L24801, doi:10.1029/2011GL049731.
- Moore, C. B., Eack, K. B., Aulich, G. D., and Rison, W. (2001), Energetic radiation associated with lightning stepped-leaders, *Geophys. Res. Lett.*, 28, 2141-2144.
- Torii, T., Sugita, T., Tanabe, S., Kimura, Y., Kamogawa, M., Yajima, K., and Yasuda, H. (2009), Gradual increase of energetic radiation associated with thunderstorm activity at the top of Mt. Fuji, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L13804, doi:10.1029/2008GL037105.
- Kamogawa, M., Torii, T., Tanaka, A., Sugita, T., Ikuta, M., Watanabe, Y., Hashimoto, S., Katakura, S., Yasuda, H., and Kusunoki, K., (2011), Energetic radiation associated with summer thunderstorm activity on Mt. Fuji, The 14th International Conference of Atmospheric Electricity, Rio de Janeiro, Brazil 8-12, August.

*連絡先: 鴨川仁(Masashi KAMOGAWA)、kamogawa@u-gakugei.ac.jp