

昭和基地と女満別における吹雪発生時の大気電場計測

鈴木裕子¹、門倉昭²、源泰拓³、佐藤光輝⁴、鴨川仁¹

¹ 東京学芸大学

² 国立極地研究所

³ 気象庁地磁気観測所

⁴ 北海道大学

Observation of Atmospheric Electric Field during the blizzard at Showa station, Antarctic and Memanbetsu, Japan

Yuko Suzuki¹, Akira Kadokura², Yasuhiro Minamoto³, Mitsuteru Sato⁴, and Masashi Kamogawa¹

¹ Tokyo Gakugei University

² National Institute of Polar Research

³ Kakioka Magnetic Observatory, Japan Meteorological Agency

⁴ Hokkaido University

The earth consists of two conductive layers which are ionosphere and ground including ocean. These conductive layers construct the global capacitance. On the earth's ground surface, therefore, there is vertical atmospheric electric field. The intensity reaches 100 V/m. Since the air is slightly conductive, the charged capacitance discharges continuously. The total electric current is about 1 kA. Furthermore, thundercloud electrically charges to both the layers though lightning activities. Therefore, measuring of global electrical circuit and lightning intensity should be studied for understanding of the global capacitance. However, it is difficult to measure atmospheric electric field (AEF) between the layers because it is affected by slight air pollution. In addition, the electrostatic charge of the blizzard is the noise of the AEF observation. A study of the AEF caused by snow electrification have been carried out for many years. It is known that when the wind velocity becomes large, the AEF grows in the order of kV/m. Since there is no snowfall at Showa, the blizzard is the main noise of AEF. In this study, we investigate the relationship between AEF and blizzard electrification and report our preliminary results at the Showa station and Memanbetsu. We note that the word "blizzard" is only used for the ground snowstorm without the snowfall in this report.

The AEF observation during the snowfall has been performed by many researchers. Between the AEF and the snowfall electric charge, the inverse correlation relations was found according to several reports. In our observation in Showa and Memanbetsu, we obtained that AEF suddenly increased at the time of blizzard. Furthermore, the main electric charge of the blizzard was minus, while the AEF was a positive. In blizzard, snow particles are gradually charged with electricity to minus due to a collision with the ground snow. At the time of strong wind, the snow particle has a long jump, and there is small number of collisions. In our interpretation, the positive charges covers with the ground surface. Therefore, when a positive charge in the air was generated by a strong wind, it is plausible that the AEF was positive. However, it is insufficient only when the relation between the wind velocity and the charge of the snow particle is considered, because AEF has not been negative during the blizzard in our observation. From this evidence and our interpretation, we conclude that the ground was positively charged while the show was negatively charged.

地球は、電離圏と大地との間で全球的な巨大球殻コンデンサーをなしており、約 100 V/m の大きさの電場がある。このコンデンサーは宇宙線によってわずかに電離させられた大気を通じてたえず放電し、対地雷によって充電されている。全球的電気回路はグローバルサーキットと呼ばれ、大気電場及び世界中の全対地雷強度の測定により推進できると考えられている。しかし、大気電場は僅かな大気汚染にも影響を受けるため、高い時には高度 10 m にまで及ぶ地吹雪の帯電も観測のノイズ源となる。南極昭和基地における雪と大気電場の研究は古くからしばしば行われており(1)、風速が大きくなると kV/m のオーダーまで電場が大きくなることが知られている。昭和基地では雷雲がないことから、この地吹雪は主たる大気電場のノイズ源となる。それらを探るべく、地吹雪の帯電と大気電場の関係を本研究のテーマとする。我々が行った南極・昭和基地と北海道女満別における大気電場測定の結果について述べる。本稿では降雪を伴わない地吹雪のみについて報告する。

数多くの研究者によって降雪時の大気電場測定、降水電荷、空間電荷密度、大気イオン濃度等、多種の大気電気観測や実験は行われて来ており、大気電場と降雪電荷との間には逆相関関係がほとんどの場合で起こることが報告されている(2)。一方、我々の行った昭和基地と女満別の観測においても、過去の様々な研究と同様な地吹雪発生時の大気電場は急激に増加する結果が得えられた(図 1、2)。さらに、地吹雪による雪の主たる電荷は負である

が、電場は正の値を示した。地吹雪粒子は雪面との衝突により徐々に負に帯電するが、強風の場合は跳躍距離が長く衝突回数が少ないため、正電荷が多く残るとされている(3)。従って、正の電荷が強風で正の電荷が多く残っている場合においては、電場が正になることは考えられる。

しかしながら、我々の研究においては、特に南極昭和基地での観測において、地吹雪時は負の電場を示したことがないことから、風速と雪粒子の電荷の関係における理由だけでは不十分である。そこで、湿度に注目してみる。湿度と電荷の間には逆相関が確認されており(4)、湿度が大きいほど電荷量は小さくなり、湿度が小さいほど電荷量は大きくなるということである。この結果は地吹雪粒子の帯電に影響を与えているが、大きさに関わらず、いずれにしても電荷量は負を示していることから、やはりなぜ大気電場が正を示すか、という疑問への解消には繋がらない。以上の考察から、図3に示すように、地吹雪発生時には全球的電気回路起源の鉛直大気電場と地吹雪による電場が生じる。地吹雪が負に帯電することにより、相対的に地面の表面には正に帯電していると考えられる。ゆえに、我々はこの地表面に集まる正の電荷によって、大気電場が正に大きく変動したのだと解釈した。しかしながらこの結果は定量的であるとは言えないため、計測の継続と、更なる研究が必要である。

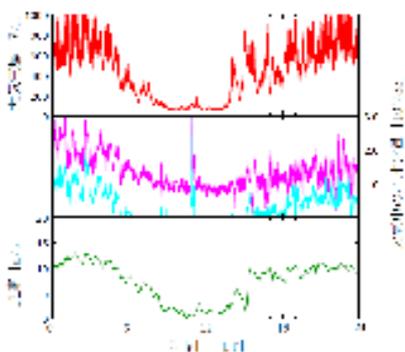


Figure 1. Data of AEF, Snow ion (pink shows negative and blue shows positive) and wind speed in Showa at Oct. 1, 2010.

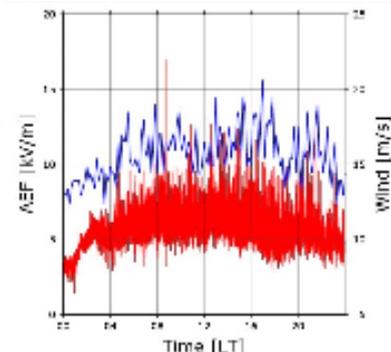


Figure 2. Data of AEF (Red) and wind speed (blue) in Memanbetsu at Feb. 17, 2014.

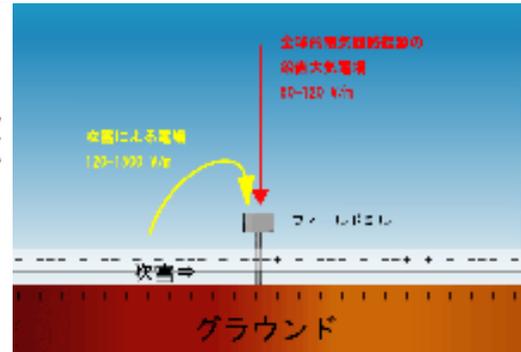


Figure 3. Electric charge distribution at the time of the blizzard occur and state of the AEF.

図1 南極・昭和基地における大気電場、帯電した雪(イオン量として計測。値が大きい変動が負電荷成分)風速の変動。2010年10月1日のデータ。

図2 北海道女満別・地磁気観測所における大気電場(赤線)、風速の変動(青線)。2014年2月17日のデータ。

図3 地吹雪発生時の電荷分布と大気電場の様子。

References

- (1) 前野紀一, 秋田谷英次, 竹内政夫, 遠藤八十一, 小林俊一, 福田正己, 雪崩と地吹雪 (基礎雪氷学講座), 古今書院, pp. 236 (2000)
- (2) 遠藤辰雄, 谷口恭, 降雪時の大気電気要素の測定法と測定結果の相互関係に関する研究, HUSCAP Ser. A, 43, (1984)
- (3) 大宮哲, 佐藤篤司, 吹雪粒子の帯電と跳躍回数に関する風洞実験, 日本雪氷学会誌 雪氷, 73(4), 205-212, (2011)
- (4) 大宮哲, 佐藤篤司, 吹雪粒子が持つ電荷に関する野外観測, CTC11-I-004, (2011)