

大気電場計による吹雪と地吹雪の判別の可能性

Possibility of distinction of the blowing snow events using an electric field monitor

大宮 哲, 原田 裕介, 松澤 勝 ((独) 土木研究所 寒地土木研究所)

Satoshi OMIYA, Yusuke HARADA, Masaru MATSUZAWA

1. はじめに

吹雪対策を検討するうえで吹雪量は重要な指標であるが、直接計測することが困難なため、風速から推定した値を用いることが多い。吹雪量を精度良く推定するためには、“降雪を伴う吹雪”と降雪を伴わない“地吹雪”を区別して解析する必要がある。その解析には、降雪を伴う吹雪および地吹雪が発生する時の気象や雪面状態等のデータの収集が必須である^{1,2)}など。しかし、強風時には降水量計の捕捉率が低下し、また新積雪が吹き払われるため、気象データから降雪の有無を精度良く判断することは容易でない。また、現地観測やビデオカメラ等による目視判断は人的・時間的労力を必要とし、連続観測は困難である。そこで、連続的かつ簡便な方法で吹雪から地吹雪を判別する方法が必要とされている。

一般的に、晴天無風時における大気電場は安定しており、平均すると+100V/mを示すことが知られている。しかし、降雪時や地吹雪時には、これら飛雪粒子が帯電していることに起因し、大気電場が変動することが分かっている^{3), 4)}など。そこで本研究では、野外において冬期の大気電場の連続観測を行い、その変動特性の違いから吹雪の発生検知および地吹雪判別の可能性を検討した。

2. 観測概要

大気電場観測は、2014年1月14日～2月28日に、寒地土木研究所石狩吹雪実験場(N43°12', E141°23')で実施した。本実験場では、気温、風向風速、積雪深、視程などの気象観測を常時実施している⁵⁾。“降雪のみ”および“降雪を伴う吹雪”、“地吹雪”の判別は、Webカメラによる目視観測および現地観測から判断した。

使用した大気電場計(Boltek社製EFM100)を図1に示す。この測器によって、大気中に形成された電場強度とその向きを測定する事ができる。本測器は昼夜を問わず連続観測する事が可能であり、また時間分解能が高いため、突発的な電場変化を捉えることが可能である。設置の様子を図2に示す。センサー高度は、地面上2.7mの位置に設置した。

本測器のセンサーは、図1右に示すように固定部分Aと回転部分Bからなる2重構造であり、両者は絶縁されている。周囲に帯電体が存在する時、静電誘導によって帯電体

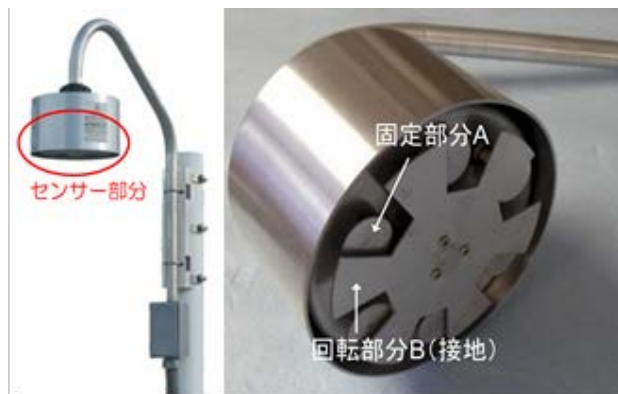


図1 使用した大気電場計
(左:大気電場計 右:センサー部分)

とは逆符号の電荷がセンサー表面に集まるが、B の回転によって A の電氣的シールドのオン・オフが繰り返される。その結果生じた誘導電流をもとに測定結果が出力される。

3. 観測結果と考察

3.1 無降雪時

降雪が無く、地吹雪も発生していなかった日の観測結果（2月26日のケース）を図3に示す。大気電場の瞬時値（測定周波数 2Hz）を実線で、10 分間平均風速および 10 分間平均気温をそれぞれ破線、点線で示してある。なお、Web カメラのキャプチャ画像も付記してある。

この日は1日を通して快晴であり、平均風速は常に 5m/s 未満（吹雪の発生臨界風速は 5m/s¹⁾）、Web カメラ映像からも降雪ならびに地吹雪の発生は確認されなかった。大気電場に変動は見られず、常に安定していた（平均で +164 V/m）。なお、この日以外にも、降雪が無くかつ風が弱い日には、大気電場に顕著な変動は見られなかった。

3.2 降雪時

降雪（吹雪発生なし）があった日の観測結果（2月5日のケース）を図4に示す。なお、参考として石狩吹雪実験場で測定された1時間降雪量（cm）を図の上部に示してある。これは積雪深差から求めた値であり、表記の無い時間帯は、積雪深の増加が無かったことを示す。

Web カメラ映像によっ



図2 設置の様子

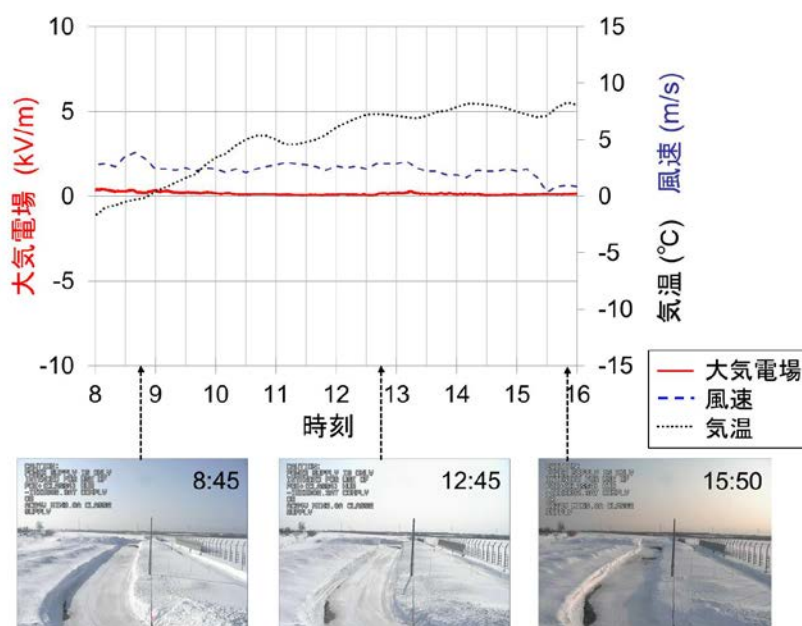


図3 無降雪時の観測結果（2月26日）

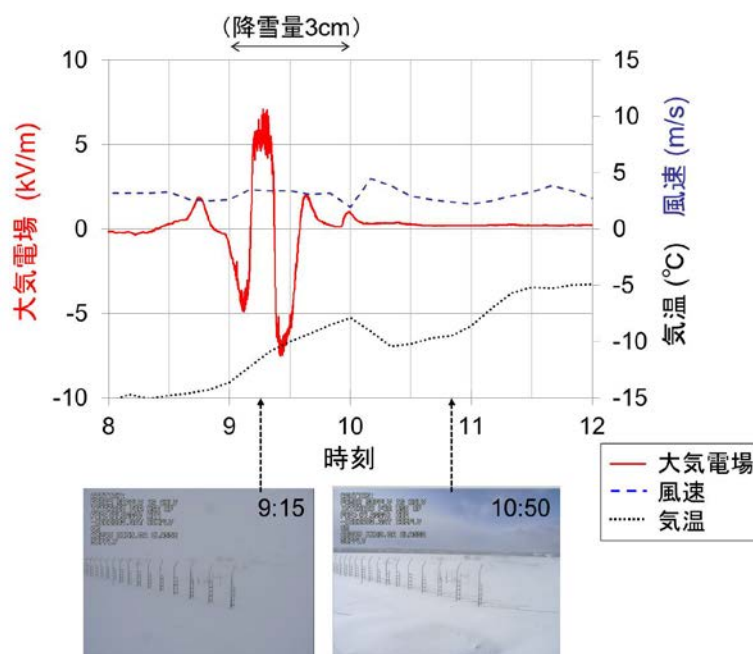


図4 降雪時の観測結果（2月5日）

て 9 時 15 分に降雪（吹雪発生なし）を確認した．このときの大気電場は正負に大きく変動した（ $-7.5 \sim +7.3$ kV/m）が，この観測結果は既往研究³⁾と定性的に一致している．これは帯電した降雪粒子の存在によって大気電場が乱されたためと推察される．その後，10 時 50 分には降雪は止んでおり，地吹雪も発生していなかった．この時の大気電場は図 3 に示した観測結果と同様，ほぼ一定で安定していた．

3.3 降雪を伴う吹雪および地吹雪時

降雪を伴う吹雪および地吹雪が発生した日の観測結果（1 月 31 日のケース）を図 5 に示す．11 時 30 分および 14 時 10 分に降雪を伴う吹雪が発生しており，大気電場が正負に大きく変動（それぞれ $-9.1 \sim +7.5$ kV/m および $-7 \sim +5.8$ kV/m）した．この変動は図 4 で示した降雪時（吹雪なし）の変動に比べ，振動数が多かった．また，12 時 40 分には降雪が止んでおり，地吹雪も発生していなかった．この時には図 3 の全観測結果と図 4 の 10 時 50 分の観測結果と同様，大気電場に変動は見られなかった．なお，16 時 30 分に地吹雪の発生を確認した．このときの大気電場は連続的に細かい振動を示し，“降雪のみ”時および“降雪を伴う吹雪”時とは異なった変動傾向を示した．なお，目視観測によって“降雪あり”と判断した時間帯にはそれぞれ積雪深の増加が認められ，降雪が記録されていた．

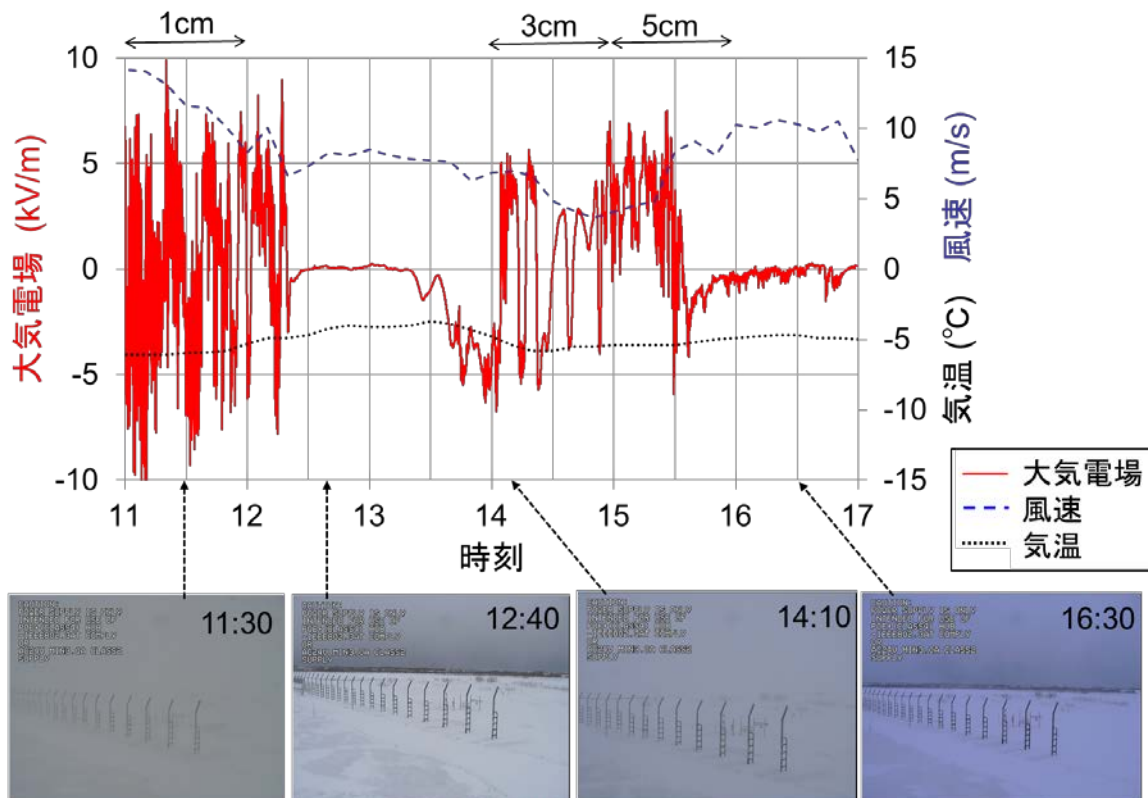


図 5 降雪を伴う吹雪時および地吹雪時の観測結果（1 月 31 日）

3.4 地吹雪時

地吹雪が発生した日の観測結果（2 月 6 日のケース）を図 6 に示す．この日観測を行った 10 時 55 分，12 時 40 分，14 時 00 分にはいずれも降雪が無く，地吹雪が発生していた．この地吹雪時の大気電場は，図 5 で示した 16 時 30 分の事例に類似しており，連続的に細かい振動を示した．その後 16 時 00 分には地吹雪は止んでいたが，その時間の大気電場には地吹雪時のような細かい変動は確認されず，安定していた．

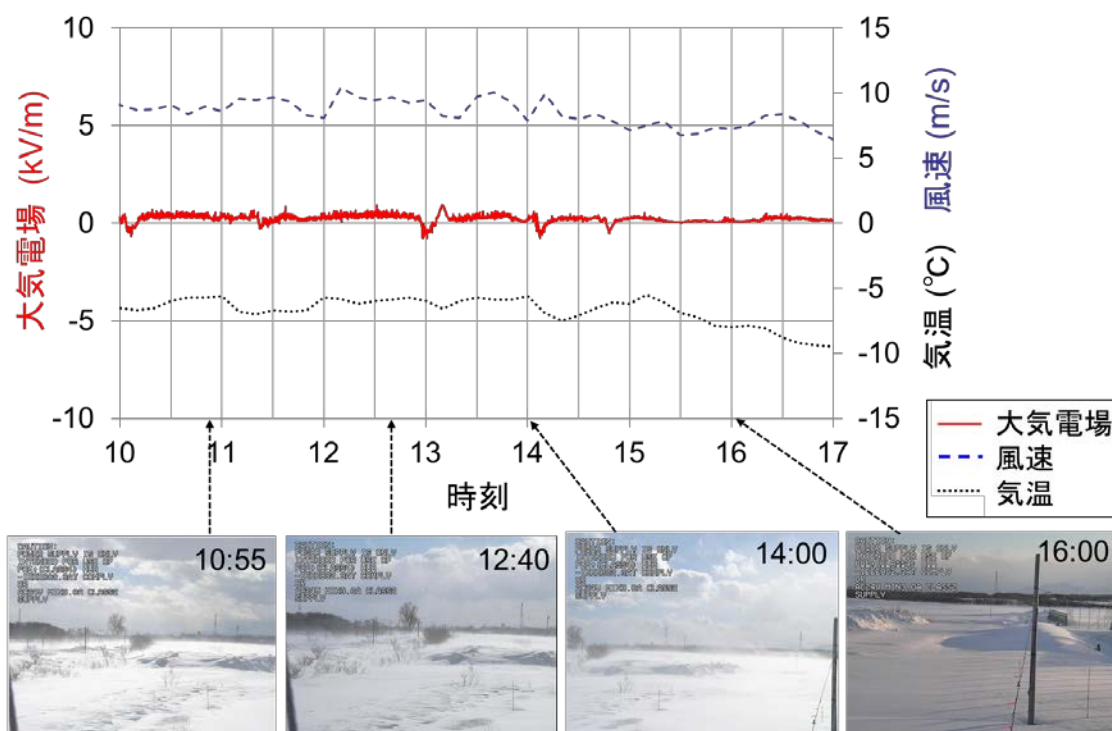


図6 地吹雪時の観測結果 (2月6日)

これらの結果から，“降雪のみ”時，“降雪を伴う吹雪”時，“地吹雪”時の大気電場変動はそれぞれ変動特性に特長があり，その違いからそれぞれを判別できる可能性を見いだすことができた。

4. まとめ

吹雪と地吹雪の判別に大気電場計が有用かどうかを探るため，大気電場の連続観測を行った．その結果，“降雪のみ”時，“降雪を伴う吹雪”時，“地吹雪”時の大気電場の変動特性には違いがある事が示唆され，吹雪と地吹雪を判別できる可能性を見いだす事ができた．この大気電場計は観測範囲が狭いゆえ，広域にわたる吹雪のモニタリングには適さない．ただし，地吹雪の発生有無を判定し，その発生条件を把握するためには有用なツールであると考えられる．今後も継続的に観測を行うことでさらなるデータ収集に努めたい．

参考文献

- 1) 竹内ら, 1986 : 降雪時の高い地吹雪の発生限界風速, 昭和 61 年度日本雪氷学会予稿集, 252.
- 2) 武知ら, 2010 : 地吹雪発生時の気象条件に関する一考察, 雪氷研究大会講演要旨集, 216.
- 3) 織笠, 1962 : 降雨及び降雪に伴う空中電場の擾乱, 北海道大学地球物理学研究報告, 9, 123-160.
- 4) Kikuchi, 1970 : Observations of the atmospheric electric field at Syowa Station, Antarctica. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 48, 5, 452-460.
- 5) 川中ら, 2012 : 吹雪観測システムネットワークの構築, 寒地土木研究所月報, 709, 31-37.