

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

新潟県における地吹雪発生時の気象場の解析と予測可能性

研究代表者氏名 丹治 星河¹⁾

研究分担者氏名 本田 明治²⁾、山崎 哲³⁾、川瀬 宏明⁴⁾、山根 省三⁵⁾、吉田 聡¹⁾

1) 京都大学²⁾ 新潟大学³⁾ 海洋研究開発機構⁴⁾ 気象庁気象研究所⁵⁾ 同志社大学

吹雪による雪粒子の輸送と堆積は、人の移動や物流の物理的な妨げだけでなく、視程不良による交通障害の原因にもなる。新潟県内では、たびたび強い地吹雪が発生し、道路の通行止めを余儀なくされてきた。しかし、新潟県における体系的な吹雪の解析はこれまで行われていない。そこで本研究では、AMeDASの観測データを用いて新潟県内の複数地点における吹雪時間数を統計的に解析することで、吹雪が発生する際の気象条件を調査する。また、気象再解析データを用いて、吹雪発生時の気象場の特徴を明らかにする。解析の結果、新潟県の5地点における吹雪時間数は、すべての地点で1月が最も多かった。また、吹雪発生時における海面更正気圧分布は、強い西高東低の気圧配置であった。加えて、領域気象モデルを用いて新潟県全域における吹雪時間数のトレンドを解析すると、減少傾向であった。さらに、爆弾低気圧と関連づけて新潟県内で発生する吹雪の将来変化を考察すると、吹雪頻度は少なくなるが、その強さは変化しないと推測された。

A. 研究目的

吹雪による雪粒子の輸送と堆積は、人の移動や物流の物理的な妨げになることに加え、視程低下による交通障害ももたらす。このため、吹雪は冬季の災害発生時の避難活動において弊害となる。寒冷な地域と異なり、新潟県の降雪の大部分は湿雪が占めており、真冬でも地表付近の気温が頻繁に0℃を超えるため、積雪粒子が巻き上がる地吹雪が起こりにくい。しかし、新潟市や上越市などでは低温かつ強風下で地吹雪が発生し、しばしば道路の通行止めを余儀なくされてきた。また、新潟県は道路上の吹雪対策が十分でない地域が多いため、ひとたび吹雪が発生すると甚大な交通障害に発展する恐れがある。

吹雪は周辺の微小地形の影響を受けて1 km以下のスケールで発生するが、先行研究では、吹雪の原因となる強風や降雪は総観規模(数千 km)以上のスケールの気象場にも依存する

ことが示されてきた(Tanji and Inatsu 2019)。また、広大な新潟県では、大雪が発生する地域と発生時の気象場との関係は地域ごとに異なることが知られている。このため、吹雪をもたらす気象条件や気象場も、新潟県内の地域によって異なる可能性がある。

そこで、本研究では、新潟県内の複数地点において吹雪が発生する際の気象条件を調査したうえで、その背景となる気象場の特徴を明らかにする。明らかにされた気象場をもとに、吹雪発生 の 要 因 分 析 を 行 う。

B. 研究方法

本研究では、解析期間を2002/03年から2024/25年の12、1、2月とした。吹雪発生の有無は、風雪項と地吹雪項から成る松澤・竹内(2002)の式を用いて、雪粒子空間濃度および視程を計算することで判断した(Tanji and Inatsu 2021)。これらの式は、風速および降雪強度の関数である。ただし、地吹雪発生 の 条 件 を 課 し、条 件 を 満 た さ ない 場 合 は 地

吹雪項を 0 とした。条件は、高さ 10 m における風速が 5 m/s を越えることと、降雪時以降地上気温が 0°C を超えないことである。吹雪発生は、高さ 1.2 m において計算された視程が 200 m 以下であった場合と定義し、吹雪時間数としてカウントした。

式に代入する風速および降雪強度には、新潟、巻、長岡、柏崎、高田の 5 地点における AMeDAS の 1 時間ごとの観測データを使用した(図 1 左)。また、新潟県全域における吹雪発生を調べるために、領域気象モデルによる数値シミュレーションの結果も使用した。この時用いた領域気象モデルは NHCRM (Sasaki et al. 2008) であり、初期値境界値には JRA-55 (Kobayashi et al. 2015) を用いた。モデルアウトプットは 5 km 解像度かつ 1 時間ごとである(Kawase et al. 2023)。

また、吹雪発生時の気象場を調べるために、AMeDAS データで推定された吹雪発生時における JRA-3Q (Kosaka et al. 2024) の海面更正気圧データを解析した。

C. 研究結果

AMeDAS における風速、気温、降雪量、積雪量の 1 時間ごとのデータを用いて新潟県内 5 地点(新潟、巻、長岡、柏崎、高田)における吹雪時間数を調べたところ、すべての地点で 1 月の吹雪時間数が最も多いことが分かった(図 1 右)。また、総吹雪時間数には地点ごとにばらつきがあり、巻で特に吹雪時間数が多かった。吹雪時間数を決定する要因を調べるために、吹雪時間数と積雪時間数(積雪が 0 cm でない時間数)との関係を散布図で示した(図 2)。北側の新潟、巻、長岡は両者の相関係数が高く、南側の柏崎、高田は相関係数が低かった。これは、新潟、巻、長岡は積雪の有無が吹雪発生に大きく寄与するというを示唆する。

図 3 は AMeDAS データによる解析で吹雪発生と診断された場合とされなかった場合の海面更正気圧のコンポジット平均を示す。いずれも海面更正気圧は西高東低を示しているが、吹雪が発生した場合は西高東低がより深まっていると言える。西高東低の程度を客観・定量的に議論するために、西高東低指標を導入した。西高東低指標は、東経 130 度から東経 140 度の気圧差と北緯 35 度から北緯 45 度の気圧差との比から求めた。ただ

し、東経 130 度から東経 140 度の気圧差が 8 hPa 以上の場合のみ扱う。この結果、吹雪が発生した際は、西高東低指数が大きくなっていることがわかった。吹雪発生時のうち西高東低と診断された割合は、新潟で 88.0%、巻で 79.8%、長岡で 83.8%、柏崎で 76.4%、高田で 82.8%であった。ただし、西高東低の場合に必ずしも吹雪が発生しているわけではない。

領域気象モデルを用いると、新潟県全域における視程を 1 時間ごとに推定し、その時間変化を再現することができた。これは、吹雪推定に寄与する風速および気温について、モデルの結果が AMeDAS の観測結果とよく一致したためである。図 4 に、モデルによって推定された新潟県全域の吹雪時間数を統計的にまとめた結果を示す。30 年気候値の結果は、吹雪時間数が海岸付近で多くなっていることを示している。特に佐渡の北、新潟県北部、糸魚川市周辺が顕著である。また、1958 年から 2019 年の線形トレンドを見ると、新潟県ほぼ全域で吹雪時間数は減少傾向であることがわかった。

D. 考察

爆弾低気圧と関連づけて、新潟県内の吹雪時間数の将来変化を考察する。爆弾低気圧は中心気圧が急激に減少する低気圧である。爆弾低気圧と関連づける理由は、AMeDAS データから推定された吹雪時間数のうち 6 割以上の場合で日本付近に爆弾低気圧が存在していたからである。d4PDF (Mizuta et al. 2017) のデータを用いて解析すると、日本近傍で発生する爆弾低気圧に伴う新潟県の強風事例は、気候変動下で約 10~20%減少することが示された(図略)。一方、爆弾低気圧に伴う強風の程度は現在と変化しないということもまた示されている。このことから、新潟県において吹雪事例数は減少するものの、強い吹雪は今も起こりうると考えられる。つまり、将来、新潟県内の吹雪は強度を維持しつつ希少なものとなり、その対策が一層困難になると予想される。

E. 結論

本研究の結論は、以下の 5 点である。

1. 新潟県内の 5 地点において吹雪時間数を統計的に解析したところ、どの地点も 1 月の吹雪

時間数がもっとも多かった。

- 積雪面の状態と吹雪発生との関係が深い地点とそうでない地点があり、吹雪の発生要因に地域差が見られた。
- 吹雪発生時の気圧配置は西高東低であり、西高東低指数が大きかった。
- 高解像度化した気象データを用いて、新潟県全域における吹雪時間数のトレンドを解析すると、減少傾向であるということがわかった。
- 吹雪の原因の一つである爆弾低気圧と紐づけると、将来気候において、新潟県内の吹雪事例数は減少するが、強さは変化しないと考えられる。

参考文献

- Kawase, H. et al. (2023) PEPS, 10. <https://doi.org/10.1186/s40645-023-00536-4>
- Kobayashi, S. et al. (2015) J. Meteor. Soc. Japan, 93, 5-48. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>
- Kosaka, Y. et al. (2024) J. Meteor. Soc. Japan, 102, 49-109. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2024-004>
- 松澤勝、竹内政夫 (2002) 雪氷, 64, 77-85.
- Mizuta, R. et al. (2017) Bull. Amer. Meteor. Soc., <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0099.1>.
- Sasaki, H. et al. (2011) SOLA, 7, 173-176. <https://doi.org/10.2151/sola.2011-044>
- Tanji, S., and Inatsu, M. (2019) SOLA, 15, 32-36. <https://doi.org/10.2151/sola.2019-007>

F. 研究発表

1.論文発表

該当なし

2.学会発表

丹治星河、本田明治、山崎哲、川瀬宏明、山根省三、吉田聡、新潟県における地吹雪発生時の気象場の解析と予測可能性、JpGU-AGU Joint Meeting 2026、2026年5月24日(予定)

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

該当なし

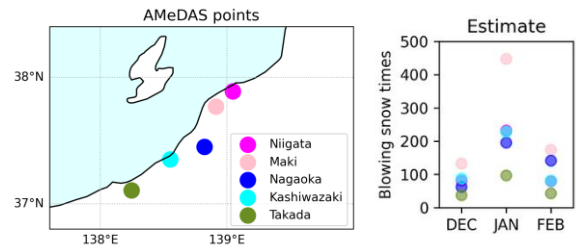


図1(左)AMeDASの位置。(右)月別の吹雪発生時間数。濃いピンクが新潟、薄いピンクが巻、青が長岡、水色が柏崎、緑が高田を示す。

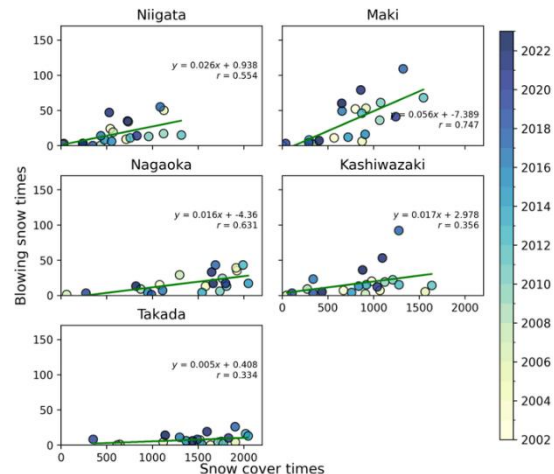


図2(左上)新潟、(右上)巻、(左中)長岡、(右中)柏崎、(左下)高田における年別の吹雪発生時間数と積雪時間数との関係。マーク内の色が年を表す。ただし、「2002年」は2002年12月から2003年2月の結果を示す。

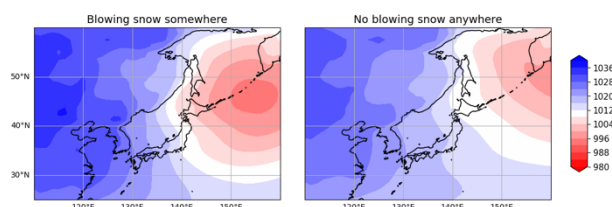


図3(a)5地点のいずれかで吹雪が発生した場合と(b)すべての地点で発生しなかった場合の海面更正気圧(hPa)のコンポジット平均。

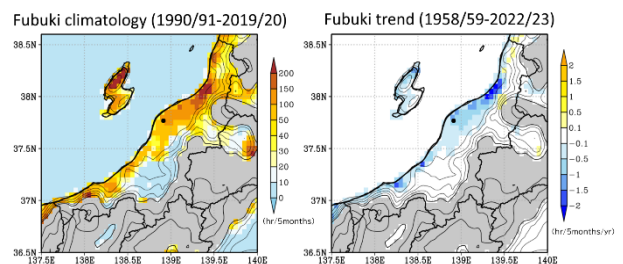


図4(左)1990年から2010年における吹雪時間数の気候値、(右)1958年から2019年における線形トレンド。ただし、標高500m以上は表示していない。コンターは標高の等高線(500m以下は100m間隔、500m以上は500m間隔)を示す。