

魚沼丘陵の影響に着目した十日町と塩沢における雪密度と雪粒子の観測

高見和弥¹・勝山祐太²・鈴木賢士³・高橋大介¹・勝島隆史²・竹内由香里²

(1:鉄道総合技術研究所 2:森林総合研究所十日町試験地 3:山口大学)

1. はじめに

山間地域の降雪は地形によって励起される上昇流の影響を受けることが知られている。本研究では丘陵地形に励起される上昇流の影響を受けると考えられる、丘陵地形の風上側、風下側での雪粒子の違いを調べることを目的とした。新潟県に位置する森林総合研究所十日町試験地と鉄道総合技術研究所塩沢雪害防止実験所は、標高約 750 m の魚沼丘陵をはさんで、冬型の気圧配置時における風上側(北西側, 十日町市)と風下側(南東側, 南魚沼市)に位置している(図 1)。2 地点間の距離は 12.3 km, 標高は両地点ともに約 200 m である。十日町市, 南魚沼市での雪のほとんどは冬型の気圧配置のもとで降ることから, 本研究では十日町で雪を降らせた雪雲が魚沼丘陵を越え, 塩沢でも雪を降らせることを仮定し, 両地点で過去に観測された日降雪の観測データ, 2023 年-2024 年冬期に観測した雪粒子の観測データを分析することで魚沼丘陵の影響による雪密度, 雪粒子の変化を調べた。

2. 日降雪密度の観測

十日町試験地(以下, 十日町)と塩沢雪害防止実験所(以下, 塩沢)では, 毎朝 9 時(0:00UTC)に雪板の上の降雪深と相当水量を計測し, 日降雪密度を計算している。相当水量は十日町試験地では断面積 40cm², 塩沢雪害防止実験所では 50cm² の円筒サンプラーを利用して測定した。なお, 十日町の観測は主に平日のみ行われているため観測日数が塩沢より少ない。本研究では 12 月~2 月を冬期として, 2013 年-2014 年冬期から 2022 年-2023 年冬期までの 10 冬期を対象とした。10 冬期 902 日間のうち, 十日町試験地では 291 日間, 塩沢雪害防止実験所では 494 日間観測が実施されていた。

降雪深が少ない日のデータは日降雪密度の測定誤差や融解, 圧密の影響が大きいと考えられるため, 両地点で日降雪 10 cm 以上の日(160 日間)を対象として分析を行った。その結果, 十日町の日降雪深の平均値は塩沢の 1.06 倍, 相当水量は 1.15 倍, 日降雪密度は 1.09 倍であった。なお, 両地点の湿球温度の日最大が 0 °C 未満の, 乾いた雪の事例(53 日間)に限定すると, 十日町の日降雪密度の平均値は塩沢の 1.12 倍であった。対象とした 160 日間の日平均気温, 相対湿度を調べると(図 2), 2 地点の日平均気温は相関が高く(R=0.96)大きな差が見られないのに対し, 相対湿度は塩沢の方が低いことが分かった。このことから, 過冷却水滴の量, ひいてはライミングの度合いの違いによって 2 地点の日降雪密度の違いがもたらされている可能性がある。一方で, 日平均湿球温度範囲 1 °C ごとの日降雪密度の平均値と標準偏差を調べたところ, 同じ湿球温度の範囲でも十日町の方が塩沢より日降雪密度が大きいことが分かった(図 3)。このことから, 地上での気象観測値だけでは両地点の雪密度の違いを評価することは難しいことが示唆された。同じ湿球温度の範囲における両地点の日降雪密度の違いは, 丘陵地形の風上側で地形に励起された上昇流によって空気が持ち上げられ, ライミングが活発になっていることが一因である可能性がある。

3. 雪粒子の観測

2023 年-2024 年冬期に両地点における雪粒子の観測を実施した。両地点に光学式ディストロメータ(OTT 社, Parsivel²), パーティクルゾンデを地上観測用に改造したビデオディストロメータ(明星電気, Rainscope, Suzuki et al., 2023), K バンド鉛直レーダー(METEK 社, Micro Rain Radar)を設置した。また, 両地点からみて, それぞれ魚沼丘陵の反対側に数 km 離れた地点に X バンド 2 重偏波レーダー(古野電気, WR-2100)を設置し, ボリュームスキャンを行った。Parsivel², Rainscope は風の影響を避けるために防雪ネット内に設置した。2023 年 12 月から 2024 年 1 月の気温 0 °C 未満の時刻を対象に, Parsivel² で観測した 20 分間積算の粒径・落下速度分布を用いて, 両地点での平均的なライミングの度合い(Takami et al., 2022)の違いを調べた(図 4)。結果, 塩沢に比べて十日町でライミングの度合いが大きい, つまり重い雪粒子が降っている時刻が多いことが分かった。Rainscope で取得した雪粒子の画像やレーダー観測の分析については当日発表する。

文献

- Suzuki, K., Hara, Y., Sugidachi, T., Shimizu, K., Fujiwara, M. 2023: Development of a new particle imaging radiosonde with particle fall velocity measurements in clouds. *SOLA*, **19**, 261-268.
- Takami, K., Kamamoto, R., Suzuki, K., Yamaguchi, K., Nakakita, E. 2022: Relationship between newly fallen snow density and degree of riming estimated by particles' fall speed in Niigata Prefecture, Japan. *Hydrological Research Letters*, **16**, 87-92



図1 十日町試験地と塩沢雪害防止実験所の位置, 地理院地図に加筆

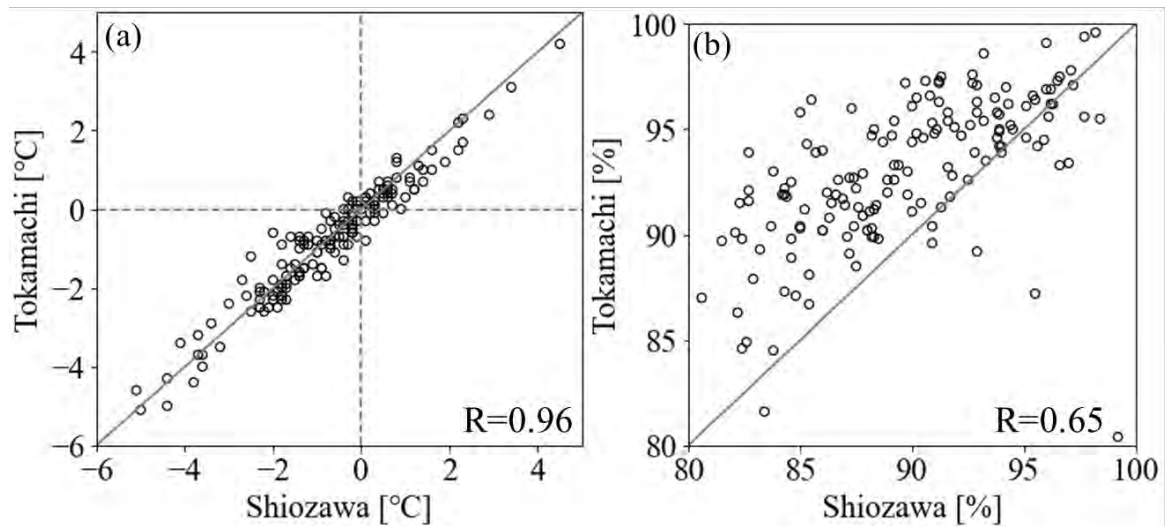


図2 十日町試験地と塩沢雪害防止実験所における日降雪深 10 cm 以上時の(a)日平均気温, (b)相対湿度

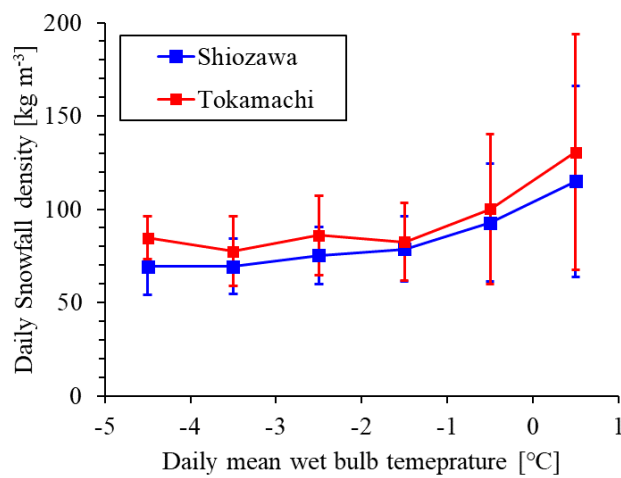


図3 日平均湿球温度範囲 1 °C ごとの日降雪密度の平均値と標準偏差

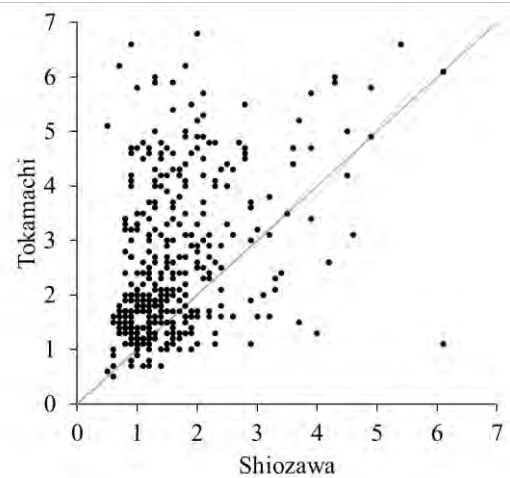


図4 気温 0 °C 未満時における 20 分ごとの平均的なライミング度合い, 2023 年 12 月-2024 年 1 月