

昨冬期に道内 4 地点で観測された積雪中 BC 濃度の時空間分布

三村 慧・野口 泉・秋山 雅行・山口 高志・鈴木 啓明
・大屋 祐太（道総研）・堤 拓哉（北教大）

1. はじめに

積雪寒冷地において、雪解けは農業や交通など幅広い分野に直接影響する現象であり、従って融雪予測も社会生活にとって重要な情報となる。しかし融雪予測に重要な日射に関しては、雪面反射率(アルベド)の”雪の汚れ”に起因する変化は積雪変質モデル単体では計算されない。

雪の汚れをもたらす光吸収性エアロゾル(Light-Absorbing Particles: LAPs)に関しては、北海道など季節積雪の地域における影響について札幌での継続的な研究実績がある(例えば、Niwano et al., 2021)が、極域など雪氷圏を対象とする研究と比較すると相対的に事例は少なく、特に時空間分布に関する報告は見当たらない。そこで本研究は、北海道における積雪中 LAPs 濃度の時空間分布や、アルベド変化を介した融雪への影響、LAPs の輸送が積雪中 LAPs 濃度の時空間分布に与える影響について実態を把握し、得られた知見を積雪変質モデルにフィードバックすることを目的とする。本発表では、昨冬期(2024-2025 年)の観測結果について、代表的な LAPs であるブラックカーボン(BC)に着目して考察する。

2. 観測および分析手法

北海道内の 4 地点：札幌(市街地)・旭川(市街地)・美唄(平野部)・上富良野の吹上温泉(山岳部)を観測サイトとし、積雪コアサンプリングを実施した。札幌については、1 月中旬以降におよそ 1 週間間隔、その他 3 地点については 2 月から 3 月にかけて各地点計 3 回ずつ観測を行った。積雪コアは金属製の円筒型サンプラーを用いて、積雪全層分のコアを各観測で 1 本以上採取した。札幌ではこれらに加え、積雪深、積雪重量、各種気象要素、大気中微量成分の連続観測値を得たほか、ガラス製ビーカーにより、およそ 1 週間間隔で降雪試料の採取も行った。

得られた雪試料は、融解・濾過して LAPs をメンブレン濾紙に集積させ、大きなゴミは取り除いた上で積分球を用いて濾紙の吸光度を測定した。さらに一部試料について、Kaneyasu et al. (2020)の手法を参考にカーボンアナライザーを用いて BC の量を直接求めた。

3. 結果

図 1 に各サイトでそれぞれ得られた、

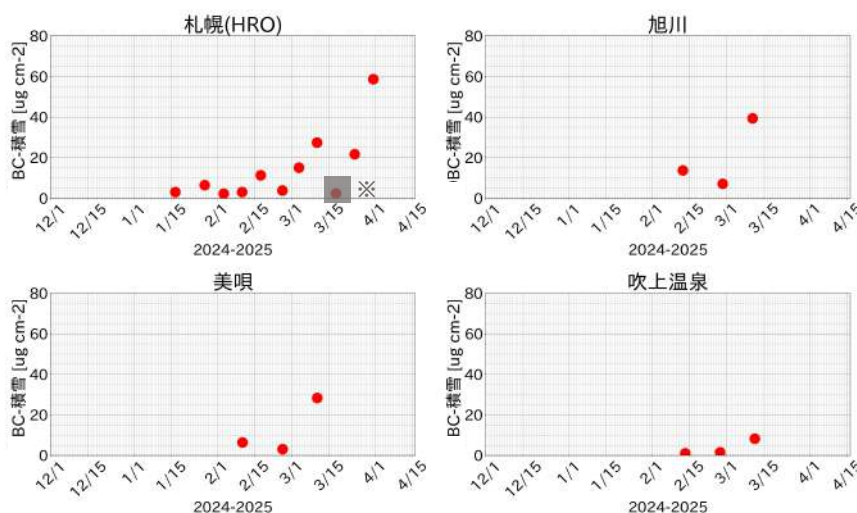


図 1：北海道内の 4 地点で観測された単位面積上の積雪中 BC 濃度の時間変化。

※得られたサンプルの重量と積雪重量観測の比較から、氷板下の弱層が十分に採取できなかった可能性が高い 1 サンプルについて、網掛けとした。

単位面積上の積雪中 BC 濃度の時間変化を示す。4 地点の分布を比較すると、①いずれの地点でも冬の終わりにかけて BC 濃度が増加する傾向が見られた。一方で、②地点による濃度の差も見られ、特に標高の高い吹上温泉では、BC 濃度の増加が小さい結果となった。

特徴①について、札幌での観測を基に乾性沈着(野口ら, 2011)と湿性沈着(採取した降雪試料を基に推計)それぞれによる積雪への BC 沈着量を推計した(図 2)。その結果、推計された BC の総沈着量は観測された積雪中 BC 濃度より過小であったものの、両者のオーダーは一致しており、時間と共に濃度が増加する傾向も共通して見られた。また、推計した乾性沈着量と湿性沈着量を比較したところ、当年については湿性沈着による寄与が支配的であったことが示唆された。

特徴②については、各観測地点を起点とする観測期間中の後方流跡線を確認したところ、積雪中 BC 濃度が低い吹上温泉とその他地点との間で大気の水方向の移流経路に違いは見られず、より局地的な影響が地点間の濃度の違いに寄与した可能性が考えられた。この点については、本発表にて改めて議論したい。

4. まとめと今後

昨冬期に地理的特徴が異なる北海道内の 4 地点で採取した積雪中の BC 濃度を分析した。その結果、各地点とも時間と共に BC 濃度が増加した一方で、地点間で比較すると BC 濃度の多寡の違いが見られた。前者については、降雪による BC の沈着が寄与したことが推計結果から示唆された。後者については、後方流跡線では解像されない局地的な影響の寄与が考えられ、今後より深く議論したい。

今冬期に向けては、引き続き各分析を継続するほか、新たに設置したアルベド計を用いて、積雪中 BC 濃度と雪面アルベドの対応関係を考察する。

謝辞：積雪観測について、旭川では北海道教育大学旭川校の敷地内にて、美唄では農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター美唄試験地敷地内にて、吹上温泉では吹上温泉保養センター白銀荘の管理敷地内にて、それぞれ実施させて頂いた。吸光度は北海道大学大学院工学研究院環境工学部門地域環境研究室の積分球を用いて測定させて頂いた。

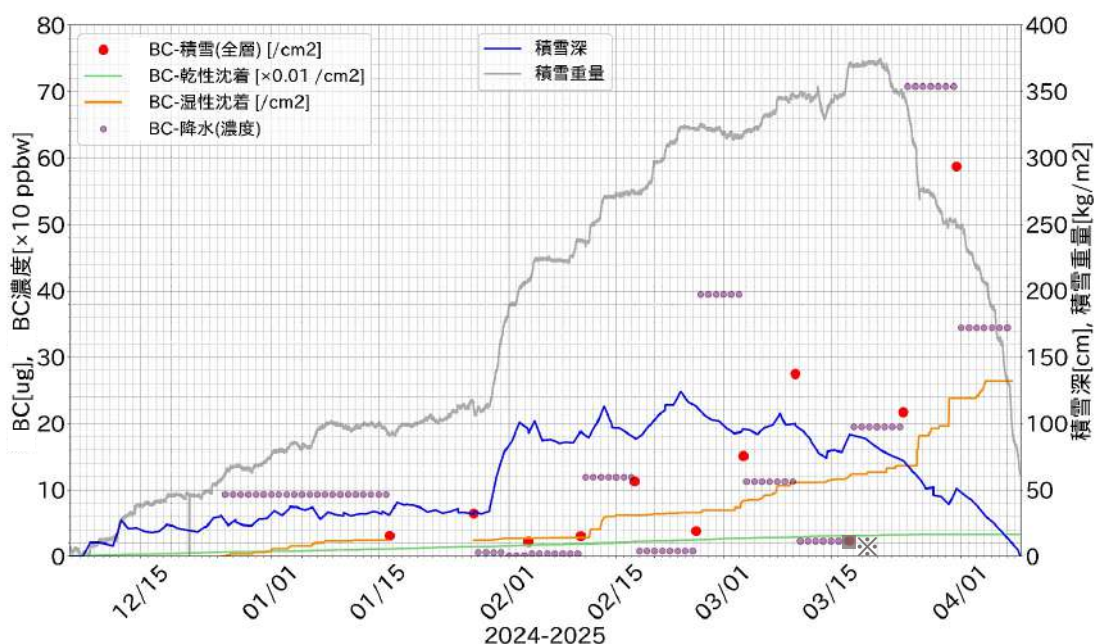


図 2：札幌で観測された積雪の深さ・重量(青・灰色)と単位面積上の積雪中 BC 濃度(赤; 図 1 に示すものと同じ)、降水試料中の BC 濃度(紫; 観測期間中の日平均値)、および各種観測データから推計した BC の積雪面への乾性・湿性沈着量(緑・橙)の時間変化。