

融雪期の山岳域における積雪中の化学成分の特徴および保存中の濃度変化

渡辺幸一¹・中西彩水¹・牧ちさと¹・増田竜之¹・竹内由香里²・岩本玲佳³・田中大祐³・酒徳昭宏³・中村省吾³

(1: 富山県立大学工学部 2: 森林総合研究所十日町試験地 3: 富山大学理学部)

1. はじめに

立山などの融雪期の山岳域では、雪氷藻類や非水溶性物質の影響で赤や黒色などに着色した表層雪が観測される。雪が着色することによりアルベドが低下し、融雪を促進させることとなり、温暖化の影響が懸念される中、雪氷藻類や黒色炭素などの影響がグローバルな観点においても非常に重要視されている。通常、融雪期の積雪試料は化学成分の溶脱が大幅に進行しているため、水溶性のイオン成分などは非常に低濃度である。そのため、雪氷藻類などと化学成分との関連性について詳しく検討された事例は少ない。本研究では融雪期の立山などにおいて表層雪の採取を行い、化学成分の分析、冷蔵保存中の変化および雪氷藻類などの観察を行った。

2. 方法

2021, 2022 年 4 月の立山・室堂平において積雪断面観測(底部までは掘らず)を行い、積雪試料を採取した。試料は融解させないまま富山県立大学まで持ち帰り、冷凍保存した。試料融解後、主要イオン成分などをイオンクロマトグラフ法で分析した。また、融雪期の室堂周辺や弥陀ヶ原において、「赤雪」、「黒雪」など着色した表層雪試料を採取した。比較のために、森林総合研究所十日町試験地(新潟県)において「黒雪」試料の採取や、山形県の月山においても「赤雪」、「緑雪」の試料採取を行い、イオン成分の分析を行った。融雪期の表層雪試料については、ろ過(孔径 0.45 μm)、未ろ過試料別に分け、冷蔵保存中の化学成分の変質について評価した。さらに、一部の雪試料について、Fast DNA Spin Kit for Soil マニュアルに従い、富山大学理学部の田中研究室内で DNA 抽出を行った。その後、16S rRNA V3/V4 領域のアンプリコンシーケンス解析(EzBioCloud 16S database 使用)を、株式会社生物技研(<https://gikenbio.com/>)に依頼した。

3. 結果と考察

2021 年 4 月の積雪層は、主にざらめ雪で形成されており、化学成分の大幅な溶脱がみられたが、2022 年 4 月の積雪については化学成分が比較的良く保存されていた。融雪期の室堂周辺で採取した表層雪のイオン成分は通常低濃度であったが「赤雪」試料については、 NH_4^+ 濃度や K^+ 濃度が比較的高く、(通常の積雪断面観測ではほとんどみられない)リン酸イオンおよびギ酸イオンなどの有機酸類も検出された。ハイマツ林内からの栄養塩の溶出が雪氷藻類の生育に影響している可能性が考えられる。

立山・室堂周辺で採取された着色表層雪試料では、未ろ過状態で冷蔵保存している間に pH が大幅に低下し、 SO_4^{2-} 濃度が大きく増加する現象が(特に黒く着色した雪試料で)みられた(図 1)。一方で、ろ過した試料については pH の低下(SO_4^{2-} 濃度の増加)はみとめられなかった。硫黄酸化細菌による(未酸化状態の硫黄成分からの)硫酸生成が起こっている可能性が考えられる。また、「赤雪」試料については、冷蔵保存中に NH_4^+ 濃度も大きく増加した。有機態窒素のアンモニア化が保存中に進行したものと考えられる。

十日町試験地や月山で採取した着色雪試料については、冷蔵保存中の大幅な SO_4^{2-} 濃度増加や pH の低下は認められず、保存中の硫酸生成は立山・室堂周辺に限られた現象であると考えられ、室堂近郊に存在する弥陀ヶ原火山(気象庁の表記)の噴気孔である地獄谷由来の硫黄が原因と考えられる。

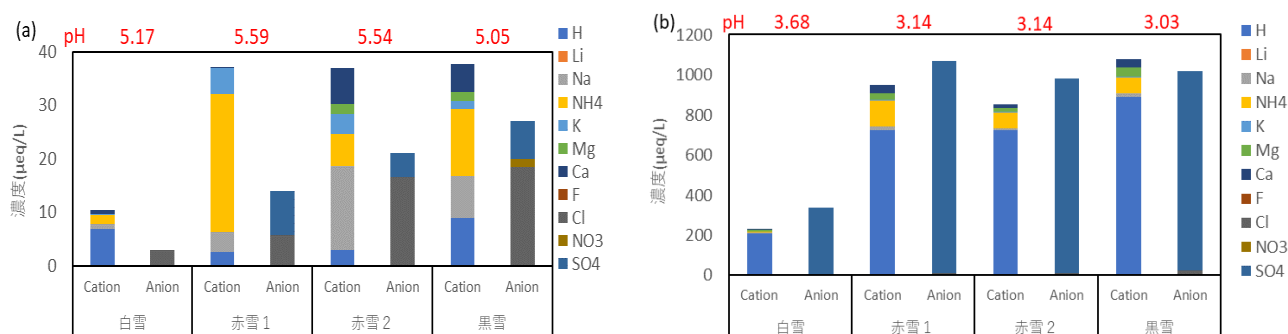


図 1 立山・室堂周辺における融雪期の表層雪(2022 年 7 月 7 日採取)中の無機イオン成分濃度(a: 7 月 8 日分析, b: 9 月 5 日分析)