

**立山室堂平における積雪断面観測**  
**— 2014 年 11 月と 2015 年 4 月の比較による一部融解の影響 —**  
**Snow pit observations at Murodoudaira, Mt. Tateyama**  
**- Comparison of November 2014 and April 2015 -**

浅地泉(北海道大学大学院環境科学院)

島田 互(富山大学大学院理工学研究部)

朴木英治(富山市科学博物館)

青木一真(富山大学大学院理工学研究部)

## 1. はじめに

中部山岳国立公園の北部に位置する立山室堂平は、毎年 6 m～8 m の積雪を記録する世界でも有数の豪雪地帯である。厳冬期には  $-20^{\circ}\text{C}$  を記録する低温な環境であるため、雪の積もり始める 11 月上旬から融雪の始まる翌年の 4 月まで、形成された積雪はほとんど融解することなく堆積し続ける。そのため、積雪層内部には降雪粒子に含まれる様々な化学成分や大気エアロゾル粒子が保持されていると考えられている<sup>1)</sup>。また、室堂平は約 200 m × 200 m の平坦地形であるため、形成される積雪層は地形の凹凸による影響を受けにくい。したがって、積雪の層構造が明瞭に見られることが特徴である。さらに、立山黒部アルペンルートが開通する 4 月中旬までは、ローカルな人為的汚染の影響も少ないため、立山室堂平では一冬季の降雪状況や大気環境等の情報が保存されていると考えられる<sup>2)</sup>。

しかし、積雪層下層は地熱や温度勾配による影響を受けていると予想され、初冬の積雪がそのまま保存されているかどうかには疑問が残る。そこで本研究では、2014 年 11 月と 2015 年 4 月に積雪断面観測を行い、採取した雪試料に含まれる化学成分の比較を行った。そして 11 月と 4 月の積雪下層を比較し、積雪に含まれる化学主成分の保存状態を考察する。

## 2. 研究手法

観測場所は立山室堂平(図 1, 標高 2450 m,  $36.58^{\circ}\text{N}$ ,  $137.60^{\circ}\text{E}$ )で、2014 年 11 月 19 日と 2015 年 4 月 16 日～18 日に積雪断面観測を行った。

観測項目: 雪温, 硬度(高さ 5 cm 間隔で測定)。

雪試料のサンプリング(高さ 3 cm 間隔)。

試料の密度。

立山室堂平は、毎年 4 月中旬には 6～8 m の積雪が見られ、かつ広い平坦地があるために、積雪が水平に堆積し観察しやすいという利点がある。

試料の分析には、富山市科学博物館のイオンクロマトグラフを用いた。測定したイオンは、 $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , である。そして同時に各試料の pH と電気伝導度も計測した。

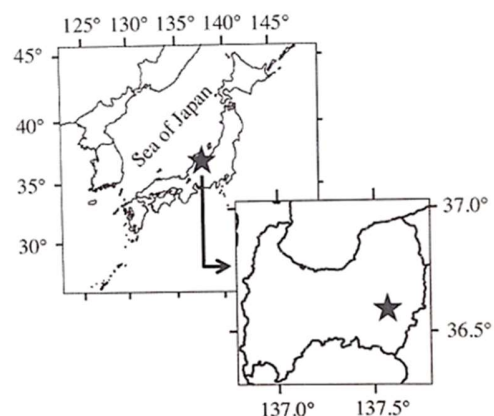


図 1 立山室堂平

### 3. 結果

#### 3.1 積雪断面観測

2014 年 11 月の観測では積雪高は 1 m 12 cm で、積雪水量は 243 mm であった。また、2015 年 4 月の積雪高は例年並の 6 m 36 cm で、積雪水量は 2973 mm であった。2015 年 4 月積雪の最大の特徴は、最下層から積雪高 3 m 付近までの雪質がすべてざらめ雪であったことである。そしてその上には、氷板層とともにしまり雪の層が堆積しており、表面付近では多数の氷板が互層となっていた。また、全層平均雪温は  $-0.45^{\circ}\text{C}$  と例年より高かった(図 2)。

2014 年 11 月から 2015 年 4 月にかけての積雪層は、一部融解を起こしていることが他の観測からも予想された。

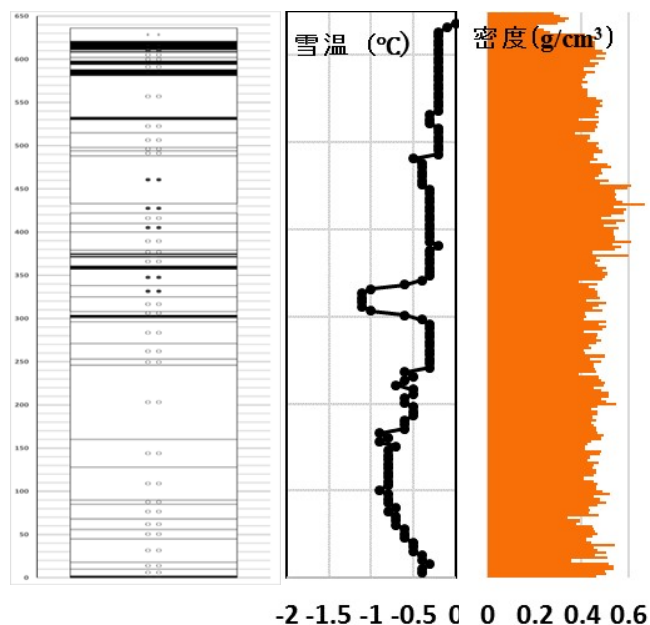


図 2 2015 年 4 月の積雪層位と雪温( $^{\circ}\text{C}$ ), 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

#### 3.2 化学主成分分析

2015 年 4 月積雪の特徴は、積雪下層付近で  $\text{NO}_3^-$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  の濃度が  $0 \mu\text{mol}/\text{L}$  を示す試料がいくつかみられたことである(図 3)。これらは積雪下層付近を占めるざらめ層で特に顕著に見られた。また、海塩成分である  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  については、2 成分のピークが一致していない試料が見られた。そこで  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の比を取ると、 $\text{Cl}^-$  が過剰な試料がいくつかみられた。これらの  $\text{Cl}^-$  の起源は、海塩成分の他には観測地の西側に位置する立山地獄谷の噴気が考えられる。2012 年以降、立山地獄谷では遊歩道が通行禁止となるなど、火山活動が活発化しており、したがって、これらの  $\text{Cl}^-$  が観測に影響している可能性があることを示しているのではないかと考えられる。

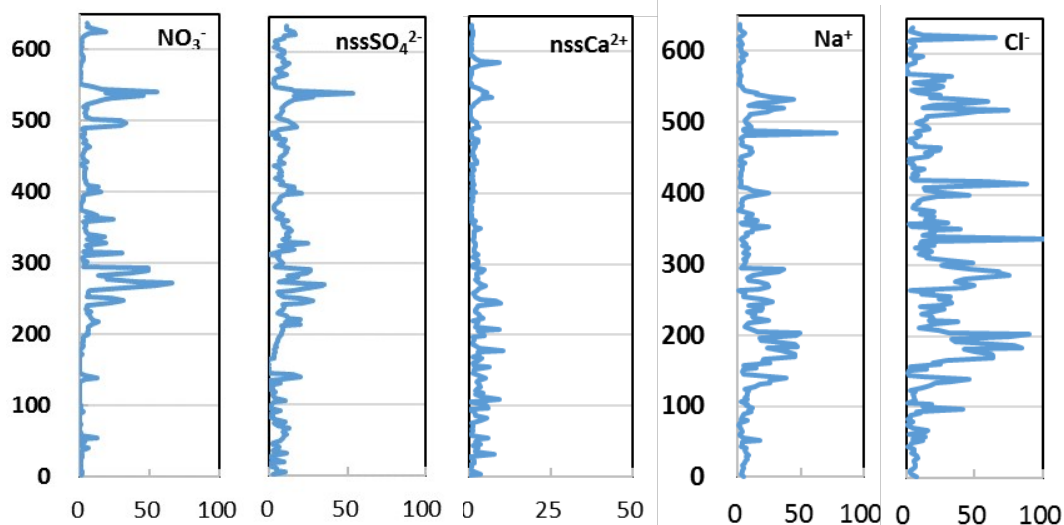


図 3 高さごとの各イオン成分濃度分布。縦軸は積雪高(cm)、横軸は各成分の濃度( $\mu\text{mol}/\text{L}$ )を示す。

#### 4. 考察

積雪融解が起こった際に積雪層内の化学成分はどのように移動するのか、また積雪層のどの部分で化学成分の流下が起きたのかを調べた。まず、11月積雪と4月積雪下層に含まれるイオン成分の沈着量を比較した。このとき、11月積雪は、一冬季を通して圧縮されるため、圧密を考慮した補正を行う必要がある。そこで11月の積雪水量を求め、それに対応する4月の積雪高を求めた。その結果、4月積雪の下層から51 cmの位置で積雪水量の値が11月の値と一致したため、11月積雪と4月積雪のこの高さまでに含まれているイオン成分の沈着量を比較した。

図4は2014年11月と2015年4月下層に含まれる各イオン成分の積算沈着量を表したグラフである。縦軸は積算降水量を示す。このグラフから、多くのイオン成分において4月の積雪内の沈着量が11月と比べて減少していることが分かった。また、イオン成分の種類によって積雪層内での保存率が異なり、なかでも $\text{NO}_3^-$ は最も保持率が悪かった。11月から4月にかけて、 $\text{nssSO}_4^{2-}$ が51.3%残っているのに対して、9.3%しか残っていなかったことが分かった。一般的には、積雪層内の化学成分は積雪融解があった場合は保存されず、堆積時期の推定を行うことが難しいとされている。しかし、本研究ではこの $\text{NO}_3^-$ を用いることで、融解が起きたとされる積雪層のどの部分でイオン成分の流下が起きているのかを判定することができると推測した。

図5は、縦軸を積算降水量(mm)に置き換えた積雪層位図と、横軸に $\text{NO}_3^-$ と $\text{nssSO}_4^{2-}$ の沈着量の合計値(積算沈着量)をとったグラフである。このグラフの傾きから、2015年4月の積雪層の融解部分の判別を行った。

まず、グラフの傾きに注目する。太枠で囲った部分は $\text{NO}_3^-$ のグラフの傾きが急である。これは、降水量に対してイオン成分が少ないことを示している。この部分は、層位図ではざらめ雪が占めているため、これは積雪融解による融け落ちた部分と判別した。そして次に、点線の枠で囲った部分に着目すると、こちらも $\text{NO}_3^-$ のグラフの傾きは急ではあるが、積雪層位図ではしまり雪が占めている。したがって、こちらは融解の影響ではなく、もともと化学成分濃度の低い雪が積もったと考えられる。更に、積算降水量が1250 mmから1400 mmの間の部分は、グラフの傾きが緩やかであり、積算降水量に対してイオン成分の沈着量が多い。この部分は融け落ちた成分が溜まり、滞水層になっているのではないかと考察した。

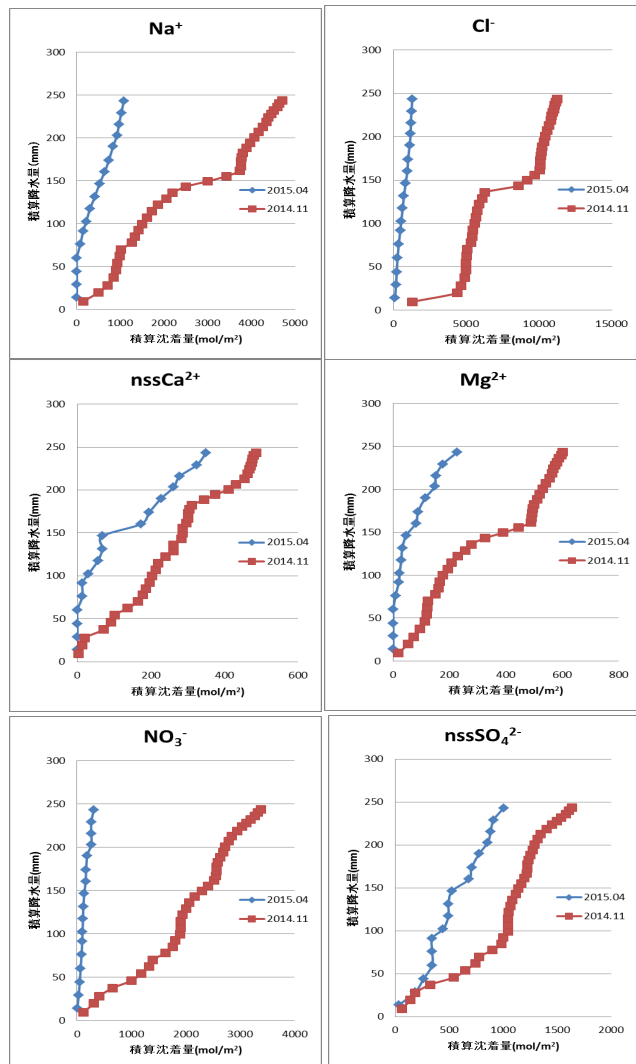


図4 2014年11月と2015年4月下層の化学成分による比較

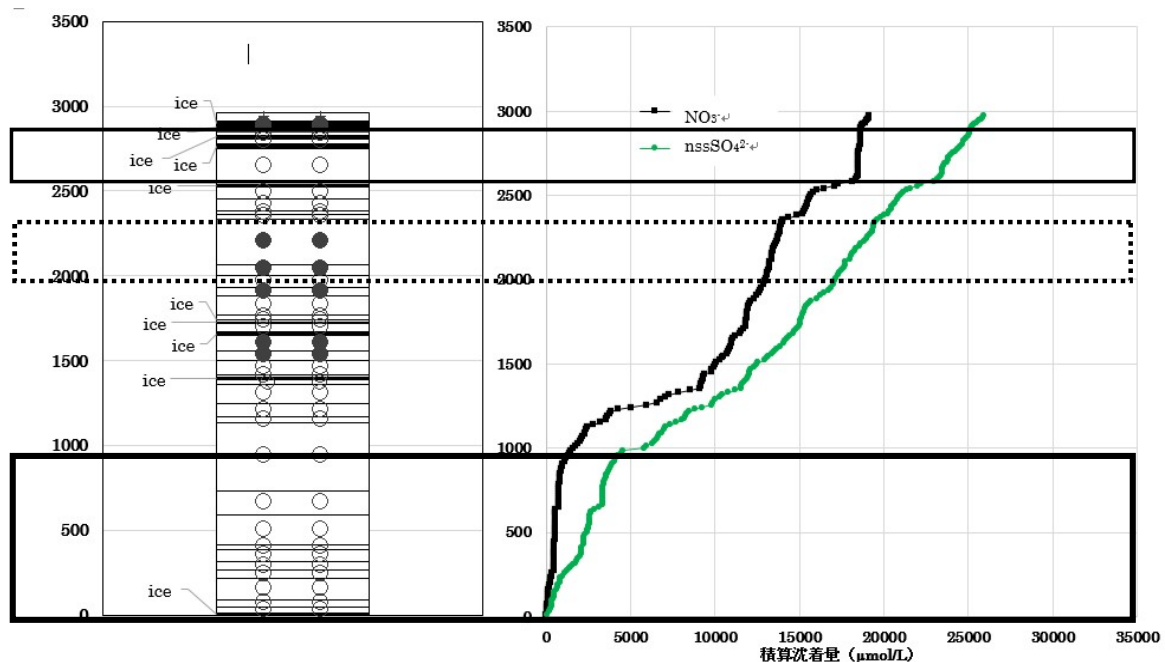


図5 2015年4月積雪 積算降水量(mm)とした積雪層位図と $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{nssSO}_4^{2-}$ の積算沈着量グラフ

## 5. まとめ

2014年11月から2015年4月にかけて立山室堂平に形成された積雪に対して2014年11月と2015年4月の2回に渡り積雪断面観測を行い、その際に採取した雪試料に対して化学分析を行った。そして2014年11月積雪と2015年4月積雪の下層の成分を比較することで、積雪が一冬季を通して保存されているのか検証した。その結果、積雪層内では何度か融解が起こっていたことが明らかになった。

そこで、縦軸を積算降水量に変換した積雪層位図と保存率の低い $\text{NO}_3^-$ を用いて、積雪融解が起こったとされる2015年4月積雪に対して、融解の起こった層の判別を行った。その結果、グラフの傾きと雪質から、融解の起こったと考えられる部分はグラフの傾きが急であり、かつ雪質がざらめ層である部分と考えられた。

## 6. 参考文献

- 1) 木戸瑞佳, 1997: 立山・室堂平における積雪層の堆積時期の推定, 雪氷, **59**, 181-188
- 2) 長田和雄, 2000: 立山・室堂平の春季積雪に含まれる化学成分の深度分布, 雪氷, **62**, 3-14