

融雪期における雪面上への模擬降雨散水実験

—積雪底面流出水の水同位体比とイオン濃度の時間変化—

*石井吉之, 中坪俊一, 森章一, 的場澄人(北大低温研), 平島寛行, 山口悟(防災科研)

1. はじめに

積雪全層が 0°C となる融雪期に、雪面上に 100mm 以上の大雨が降った時を想定した模擬降雨散水実験を、北海道母子里において 2011~2013 年の 3 融雪期に実施した。積雪底面からの流出が顕著に現れる場合とほとんど現れない場合とが観測された。流出状況は散水量や積雪深には関係がなく、その時の積雪の層構造に応じて多様、すなわち、積雪内部で鉛直下向きの浸透が顕著な場合と水平方向の流動が顕著な場合のどちらも起こり得ることが改めて明らかになった。本報告では、主として 2013 年 4 月 30 日(積雪深 116cm)に行った鉛直浸透が顕著な場合の実験(総量 120mm 相当の模擬降雨散水実験)における積雪底面流出水の水同位体比とイオン濃度の時間変化について考察した。

2. 実験方法

具体的な実験方法等は昨年報告済みなので省略する(陸水物理研究会報 2013(別府大会要旨集 14)参照)。

3. 結果と考察

同位体比の重い岩内町海洋深層水の脱塩水($\delta D=0\text{ ‰}$)を 1m×1m の領域に 207 分間にわたって散水したところ、散水開始後 40 分から積雪底面流出が始まり、90 分後にピークとなって以降はほぼ一定の流出量が続いた(図 1)。207 分に散水を終了した後は、220 分頃から流出量が急激に減少し始め、360 分にはピーク流出量の 1/10 以下まで少なくなった。総雨量 120 mm に対する総流出量は 85 mm、流出率は 0.71 であった。トレーサーとして用いた δD の時間変化は、散水前の -102 ‰ から流出量のピークまで一気に -39 ‰ まで重くなり、その後も -18 ‰ まで漸増した。しかし、模擬降雨の δD まで近づくことはなかった。逆に、流出量が激減後も $-20\sim -30\text{ ‰}$ を保ち続け、この時の模擬降雨が全流出量に占める割合は 6~7 割もあった。積雪全層水を古い水($\delta D = -96\text{ ‰}$)、模擬降雨を新しい水($\delta D = 0\text{ ‰}$)とみなして成分分離した結果、流出水中の模擬降雨の割合は 0.67 となり、散布した水の 2/3 が積雪底面から流出したことが分かった(図 2)。なお、重力排水が十分に進んだ散水終了から 15 時間後の全層積雪水と底面流出水の δD はそれぞれ -82.4 ‰ 、 -35.4 ‰ であった。一方、Na, K, Mg, Ca の各イオン濃度の変化は Na と K, Ca と Mg とがそれぞれ類似した変化を示した。Na 濃度は実験前の積雪全層水よりも模擬降雨の方が大きいため、流出水の Na 濃度は散水開始 40 分後から 90 分後にかけて急増加するが、150 分にかけて一旦減少した後に再び増加し、散水終了後は高い濃度のままでほぼ一定値となる(図 3)。

δD が漸増する時間帯に一時的に減少し再増加するという同位体比とは異なった濃度変化を示した。Na と Ca 濃度は模擬降雨の方が小さいので Na 濃度とは逆向きの変化になるが、150 分後に減少していた濃度が再び増加し、散水後は Na 濃度と同様にほぼ一定値となった。

流出量と δD は変化のタイミングがよく対応するので、図 2 のような単純な 2 成分混合で考えられる。しかし、Na 濃度は濃い水を薄い積雪層に散布したにもかかわらず、さらに濃い水が流出するので、雪粒間での再凍結や水みち形成などの機構を考える必要がある。

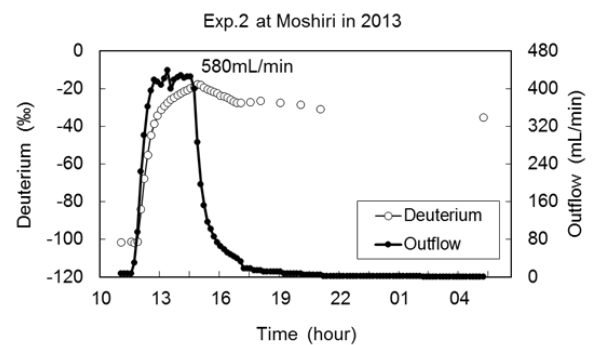


図 1. 底面流出量と同位体比の時間変化

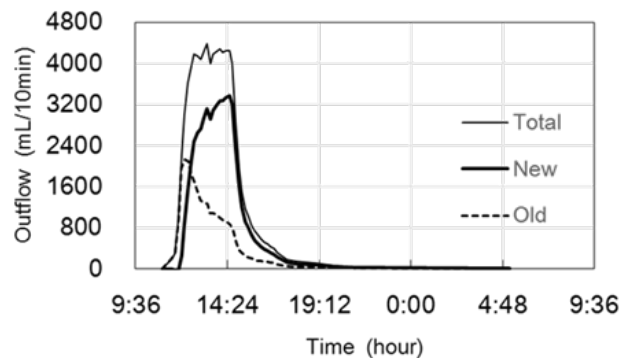


図 2. 新しい水と古い水の流出量の時間変化

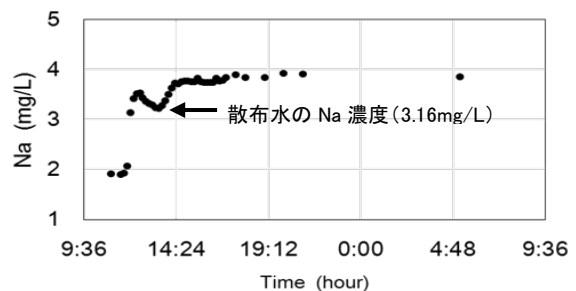


図 3. 底面流出水の Na 濃度の時間変化