

谷頭小流域において降雨および越年性雪溪の融雪水がもたらす渓流水の時空間的な水質変動

清水啓紀・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大学）

1. はじめに

水環境の持続的な活用のために、山岳地域の源流部における水循環の時間・空間的な理解は不可欠である。水循環の理解には渓流水のみならず、降雨、融雪水、地下水等の河道への入力量および水質を明らかにせねばならない。しかしながら、高山帯における高頻度かつ長期にわたる水質調査は、十分に実施されていないのが現状である。中部山岳地域に属する乗鞍岳の東斜面谷頭部に位置する小流域は、乗鞍大雪溪として知られる越年性雪溪を有し、春季から秋季にかけて降雨および融雪水により涵養される周氷河地域である。

本研究では谷頭小流域で見られる地表流の時空間的な水質変動を明らかにするため、対象集水域にて、気象および地表流の流量観測と水質調査を実施した。水試料の主要イオン濃度および水素・酸素安定同位体比の測定により、融雪水、地下水、降雨の入力がもたらす地表流の水質変動を明らかにする。

2. 研究方法

調査対象とした集水域は、乗鞍岳東斜面の標高約2600～3000 mで流域面積は0.59 km²であり、この集水域から下流へと3本の河道が延びる。このうち1本の河道の標高2598 m地点に観測局を設置し、2017年3月～2017年10月にわたり、水位、水温、電気伝導度の自動連続観測（10分毎）と、自動採水器を用いた渓流水の採取を実施した。また、観測局脇の裸地面に、常時解放型バルクサンプラーを置いて降雨を採取した。加えて、3本の河道の上流側と下流側の2カ所にそれぞれ採水地点を設け、原則として週一度、地表流を採水した。このうち数地点では流量観測を行った。10分間降水量の観測は、集水域の北方に位置する富士見岳山頂付近で実施した。また、越年性雪溪の融雪が著しい6月には積雪断面観測を実施し、積雪試料を採取した。

採取した地表水、積雪および降雨の各試料は、ろ過処理を行い、電気伝導度、pH、HCO₃⁻濃度（硫酸滴定）、主要イオン濃度（イオンクロマトグラフィー）、水素・酸素安定同位体比を測定した。

3. 結果と考察

各河道における地表水の主要イオン濃度は、地表流への地下水および融雪水の入力パターンの違いにより、2つの特徴的な時間変動を示した。1つは、地表流が涸れない6月初頭から7月末にかけての融雪期にみられる、溶存イオン濃度の通減傾向である。この水質変動は、地表流に対して溶存イオン濃度の比較的低い融雪水がもたらす、希釈作用が要因として挙げられる。もう一方の時間変動は、集水域内の融雪水量に左右されない、安定した水質の遷移である。この流路は恒常的に地表流がみられ、積雪層中のHCO₃⁻濃度、SO₄²⁻濃度とは明らかに異なる、高濃度のHCO₃⁻、SO₄²⁻が観測された。流路上流部には、熱水変質作用で形成されたと考えられる硫化鉄がみられ、高いSO₄²⁻濃度は硫化鉄の酸化によるSO₄²⁻の地表流への付加が要因と推測される。水の安定同位体比は、3本の河道のうち、6月時点で流出高が最大を記録する河道の上流側において、融雪の進行に伴い、徐々にδ¹⁸Oが増加する傾向が見られた。これは、水の相変化に伴う同位体分別により、融解と再凍結が生じる積雪層内から軽い水が選択的に流出していくためと推定される。

乗鞍大雪溪が後退し、雪溪末端の標高がおおよそ2700 m以上になると、雪溪の融雪水が河道へ直接流入す様子はみられなくなる。平水時において融雪水は地下に浸透し、集水域内の湧水地点から復帰流として河道に流入する。このプロセスにより地殻由来のイオンが融雪水に付加され、地下水の性質を帯びる。乗鞍岳東斜面の谷頭小流域では、降雨による間欠的かつ面的な水の入力と、融雪による長期的かつ局所的な水の入力が、集水域内の空間的な水質のばらつきと時間的な変動をもたらしていると考えられる。