

御嶽山南麓の無機酸性河川の酸形成過程についての検討

*松本嘉孝（豊田高専）、江端一徳（豊田高専）、宇佐見亜希子（名大減災）

1. 研究背景および目的

御嶽山南麓を流下する濁沢川は有史以来初めての1979年の噴火前より無機酸性河川であることが確認されている。2014年の噴火直後は濁沢川が合流する王滝川まで pH 低下が影響したが、年を経る毎に王滝川の pH は徐々に上昇することが水資源機構愛知用水総合管理所による定期観測により確認された。

本研究で対象としている濁沢川は、上流部で濁沢川、伝上川と分かれ、地獄谷を源流とする濁沢川から酸性物質がもたらされる（松本ら、2020）。地獄谷は、標高2500m付近に位置し、継続的に噴煙を上げている。そしてこの、御嶽山の南側は古期御嶽火山と新期御嶽火山の2回の活動期によって噴出した溶岩や火砕流といった火山噴出物が堆積した地質が現れている。また、1984年に起きた長野県西部地震の斜面崩壊により、伝上川および濁沢川との合流周辺とその下流には岩屑なだれが堆積している。

この陸水における無機酸性化が生じる原因について、田瀬と杉原（2011）は4つの原因をあげており、このうち御嶽山南麓は、「酸性泉の流入」もしくは、「酸化鉄の酸化による酸性浸出水の流入」の要因であると考えられる。そこで本研究では、濁沢川の無機酸性化形成過程（発生源と河川への流下過程）について検討を行う。

2. 研究方法

今回研究対象とした濁沢川の場所は、伝上川との合流地点より50mほど上流である。その場所にて pH や EC 等の一般水質を測定すると共に、流量観測も行った。採水した試料水は実験室に持ち帰りイオン分析を行った。調査は2018年11月10日から2022年8月29日の計22回行った。

調査地周辺の濁沢川は堆積物を2m程度侵食した底部を流下している。その調査地点付近右岸の堆積層斜面部には湧水地点（湧水河岸）がある。その湧水地点から砂礫堆積帯の上を50mほど河川に直角に進んだ地点にも湧水地点（湧水山地）がある。この地点は山塊斜面の末端にあることから、両湧水は堆積層に浸透する前の湧水と浸透後の湧水の位置関係にある。この2地点の湧水を2022年8月26日と11月23日に調査した。

硫黄安定同位対比 $\delta^{34}\text{S}$ の測定は、ろ過後に BaCl_2 を加え、固体化した沈澱物を分析した。濁沢川の試料は2019年3月26日、2019年4月25日、2020年8月28日の3回行った。合わせて、濁沢川調査地付近の堆積層の上層部（底面から1.5m）と下層部（底面から0.5m）でも試料を採取した。

3. 結果および考察

調査を行った期間の濁沢川の pH 平均値は3.7、変動係数は9.0%となり、季節、年間を通した変化は小さいといえる。 SO_4^{2-} の平均値は 167.8 mgL^{-1} 、変動係数は33.0%であり、pH よりも大きな変動を示した。特に SO_4^{2-} が最も大きくなった日（2019年4月25日）の濃度は平均の2倍以上となり、pH も2.8と最も低くなった。この日は融雪期に加え、前日からの降雨で流量が大きく増加していた。ここで、濁沢川の SO_4^{2-} の濃度は他のイオンに比べ圧倒的に大きいため、pH の低下は硫化物起源であることがわかる。

まず始めに、濁沢川の酸の発生源について検討する。濁沢川の $\delta^{34}\text{S}$ の平均値は-3.8‰、堆積層の上層部は-5.6‰、下層部は-6.3‰となった。日本の火山地域の高温ガス中の $\delta^{34}\text{S}$ は+2 ~ +9‰であり、2014年御嶽噴火後に採取された火山砕屑物の $\delta^{34}\text{S}$ は-5.24 ~ -3.77‰であった。加えて、濁沢川両岸は山地斜面が続く渓谷景観であることから、硫酸還元菌による異化的硫酸還元が起こる止水環境がほとんどないことを考えると、濁沢川の SO_4^{2-} の S 起源は火山砕屑物であると考えられる。

次に酸の発生源から河川への流下について検討する。濁沢川に流入する直前の湧水河岸の pH は4.0と3.8であり、火山砕屑物が堆積した砂礫帯に入る前の湧水山地の pH は6.4と7.2であった。このことは、河道周辺の火山砕屑物の堆積層を浸透することで、酸が負荷されているといえる。 $\delta^{34}\text{S}$ の結果と合わせると、濁沢川の酸性化は、堆積した火山砕屑物内を通過した水によりもたらされているといえる。

この酸性をもたらす鉱物は火山帯に多く存在する黄鉄鉱 (FeS_2) と考えられる。その酸化により生成する SO_4^{2-} と H^+ の化学式を用いて、濁沢川の推定平均 pH を求めると2.5となり、濁沢川平均値よりも低くなった。ただ、濁沢川はさらに上流で pH4.8 の白川と同じ流量規模で合流しており、その合流前の濁沢川（赤川と呼称される）の pH は2.6であったことから（2022年11月24日測定）、火山砕屑物中の黄鉄鉱が濁沢川の酸の発生源であるといえる。

さらに、濁沢川の流量と pH との関係性を解析したところ、流量の増加により pH は減少する傾向が見られた。河川流量の増加は、河道周辺の堆積層を浸透した流出経路からの水が増え、それが河川の pH を下げていると示唆された。

参考文献

- 松本ら（2020）陸の水，87，11-22。
田瀬と杉原（2011）日本水文科学会誌，41，39-46。

本研究の一部は科学研究費補助金基盤B（19H04318、代表：田代喬）によって実施された。