

ナトリウムイオン濃度に着目した、堆積岩山地における 溪流流量・水質に基岩内地下水が及ぼす影響

京都大学大学院農学研究科 ○木治佐保, 小杉賢一朗, 勝山正則, 正岡直也, 小松正弥

1. はじめに

森林の水源涵養機能や土砂災害軽減機能が社会的に注目される中、森林流域における降雨流出には森林土壌や植生が与える影響が大きいとされ盛んに研究されている一方で、山地河川の流出量の変化に対して基岩地質の影響が大きいという指摘や、山地河川の基底流は基岩からの流出により維持されている²⁾という指摘もされている。よって森林の水源涵養機能・土砂災害軽減機能を定量的に評価するためには土層と基岩のそれぞれが果たしている役割を解明する必要がある。降雨後すぐに生じる土層からの流出とは異なり、無降雨時の溪流水を直接涵養しているとされる基岩内地下水では、基岩内の水移動を地表面地形から予測することができない³⁾。さらに、基岩内部における亀裂は応力状態、地質構造、岩石組織、地形、地史の条件、気候など複数の要因が相互に関連しあって発達する⁴⁾ため、その存在箇所の推定や確認が困難であり、基岩内地下水挙動の解明は難しい。そこで本研究では、溪流水・湧水の水質・流量を比較し、基岩内地下水の移動や流出プロセスを検討した。

2. 調査地と方法

観測は琵琶湖の南部にある滋賀県甲賀市信楽町の金山（以下「信楽流域」）で行った。基岩地質は中古生層堆積岩であり、約1億7600万年前～1億4600万年前の中～後期ジュラ紀に海溝で複雑に変形した地層を有する。信楽流域内の小流域のうち隣り合うC・D1・D2流域（図-1）にて、2017年11月5日に各湧水・溪流水及び対象流域内のボーリング孔31地点64孔（1地点に複数深度掘削）より基岩内地下水の一斉採水を行った（図-1）。またいくつかの溪流水・湧水採水地点で流量観測も行った。これらのサンプルを実験室にて濾過作業を行った後、溶存イオン濃度の指標として用いられる電気伝導度(EC)測定、イオンクロマトグラフィー法による主要イオン濃度測定、 HCO_3^- 濃度算出のためpH値及び溶存 CO_2 濃度測定を行った。

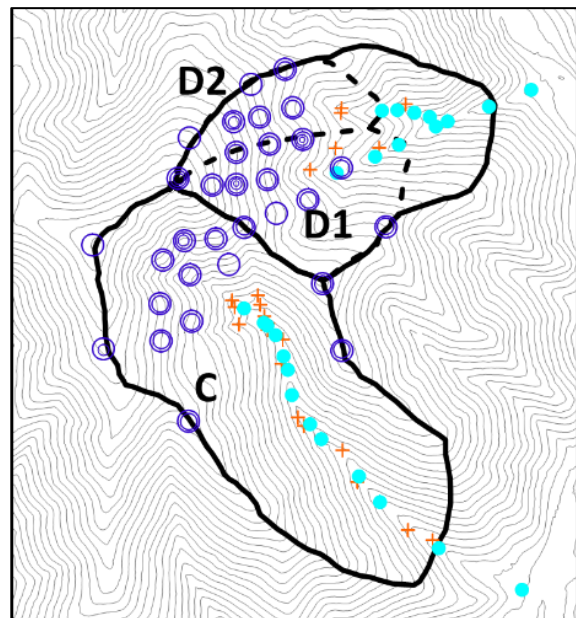


図-1 対象流域の流域界および名称
ただし、○：基岩内地下水採水可能ボーリング孔位置（同一地点に複数深度掘削）、
●：溪流水採水地点、＋：湧水採水地点

3. 結果と考察

流量観測（図-2）より、C 流域源頭部での流量は 0.27 L/sec、C 流域出口では 0.73 L/sec であるのに対し、D1 流域源頭部での流量は 0.99 L/sec、D1 流域出口では 1.17 L/sec であり、D1 流域は C 流域よりも流量が多いことがわかった。また、比流量を見てみると、C 流域では少なくほぼ一定であるのに対し、D 流域では、D1 源頭部で非常に多いことがわかった。次に、EC に対する各イオンの寄与率の平均値を理論式⁵⁾⁶⁾により算出すると、Na⁺ が信楽流域における水質形成に支配的な影響を及ぼしていることがわかった。そこで以下では Na⁺ 濃度に注目する。C 流域では下流に向かうにつれて渓流水の Na⁺ 濃度が 0.14 mmol/L から 0.18 mmol/L へと徐々に上昇していることがわかった。溪流各区間の渓流水の Na⁺ の収支からその区間で供給される湧水の Na⁺ 濃度を推定し、基岩内地下水と比較したところ、C 流域の Na⁺ 濃度上昇は下流に向かうにつれて尾根沿いの Na⁺ 濃度が高い基岩内地下水が湧出することによると考えられた。一方 D1 流域では、ゼロ次谷に大規模に存在する Na⁺ 濃度が低い基岩内地下水が源頭部において多量に湧出し、また溪流内での湧水も濃度が低いいため、渓流水の流下に伴う濃度上昇が抑えられるが、D2 流域との合流点付近まで流下すると、尾根沿いの Na⁺ 濃度の高い基岩内地下水が湧出し、濃度上昇を示すことが考えられた。以上のように、流域間の流量・水質の違いには、基岩内地下水の流動状況の違いが大きく影響していることが示された。

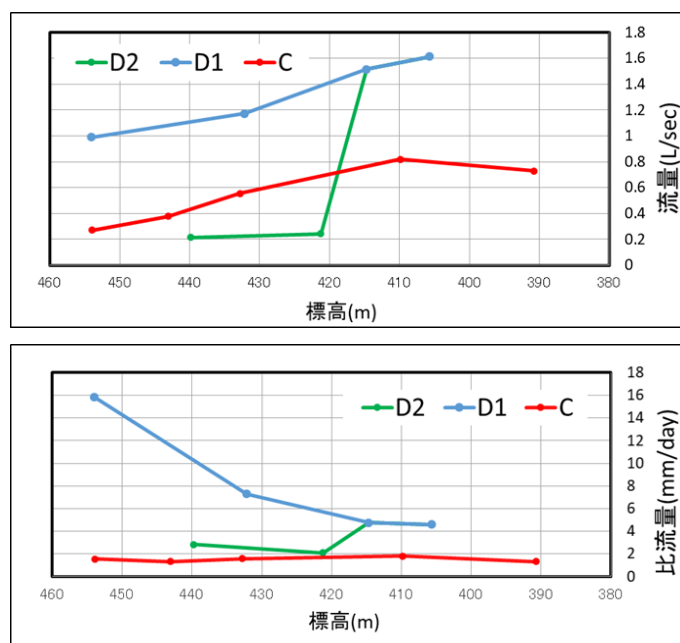


図-2 対象流域の流量と比流量の観測データ

出版会、5)David R. Lide (2004) : HANDBOOK of CHEMISTRY and PHYSICS, 84th edition, CRC、6)Mary A. Allan (2004) : MANUAL FOR THE GAW PRECIPITATION CHEMISTRY PROGRAMME, GAW Precipitation Chemistry Science Advisory Group, p39

引用文献

- 1)志水俊夫(1980) : 山地流域における湧水量と表層地質・傾斜・植生との関係、林試験報、310、pp.109-128、
- 2)Mulholland P.J. (1993) : Hydrometric and stream chemistry evidence of three storm flowpaths in Walker Branch Watershed. J. Hydrol. 151:291-316、
- 3)Masaoka N., Kosugi K., Katsuyama M., Mizuyama T., Miyata S., Tsutsumi D. (2014) : Effects of Groundwater and Geological Structure on Hydrological Process in Mountainous Watersheds, INTERPREVENT 2014、
- 4)西田一彦 (1986) : 風化残積土の工学的性質、鹿島