

山地小流域からの流出機構について

—— 地球化学的手法を用いた結果 ——

神戸大学工学部 ○沖村 孝

京都大学防災研究所 吉岡龍馬

神戸大学大学院 李 津

1. はじめに

流出機構を研究する手法の一つとして流出水中の溶存化学物質の濃度変化を計測する地球化学的手法がしばしば用いられている¹⁾。本報でも六甲山系の山地小流域を対象として降雨時に流量観測および採水を行い、水質試料は実験室で分析を行ったので、その結果について報告する。

2. 調査地および観測結果

調査地としては、六甲山系西南端に位置する横尾山(311m)の北斜面にある小流域(2,980m²)とした。本調査地の地形図を図-1に示す。この調査地は、東側、西側の尾根が切り取られており、そこには切り取り斜面が出現している。本調査地はそれらに挟まれた小谷で、比高は約50mである。地質は花崗岩で、植生は高さ4~5mの低木が主体で一部ササも見られる。簡易貫入試験結果より表土層の厚さは0.4~1.7mで、下流ほど厚くなっていること、また表土層と基岩との境界はシャープであることが明らかになっている。本調査地の流末には小堰堤が建設されており、流量の観測は小堰堤の水通し部で行った。観測は1988年6月29日、1989年5月11日、8月30日、9月19日の4回行った。第1回と第4回の観測結果を図-2、図-3に示す。水質分析はNa⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、HCO₃⁻、SO₄²⁻、SiO₂の8項目について行った。図-2、図-3より流量の変化によく対応しているものはHCO₃⁻であるので、以下ではこの溶存化学物質を用いて検討を進める。

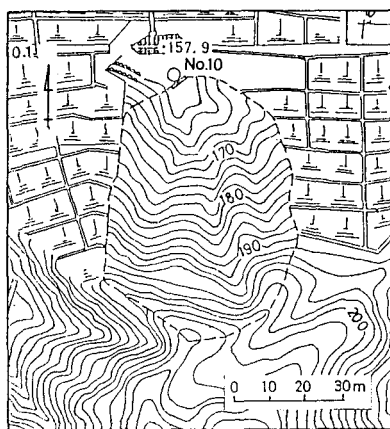


図-1 調査地位置図

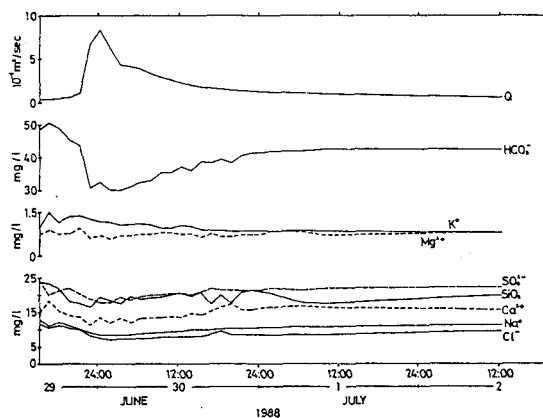


図-2 第1回観測結果

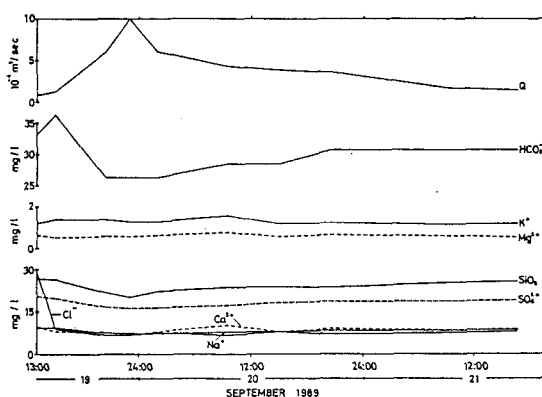


図-3 第4回観測結果

Takashi OKIMURA, Ryuma YOSHIOKA, Jin Li

3. 解析結果

図-4、図-5は第1回および第4回観測時の流量と HCO_3^- 濃度の変化の関係である。これらの図より流出初期の段階では HCO_3^- 濃度が上昇していること、それ以降では流量の増大とともに濃度は減少しているが、ピーク前に濃度は再び増大もしくは横ばいの現象を示すことがうかがえる。雨水の HCO_3^- 濃度はほとんどゼロであること、また雨水が地表から浸透し流出に至るまでの間に溶出される HCO_3^- 濃度も、溶出実験結果より無視できることが判明している²⁾ ため、雨水が鉛直浸透後、表層内の自由水面に達し、これが流出量の増大につながるなら、その濃度は当然希釈されるはずである。日野らは以前に土壤中に不飽和の形で保持されていた「古い雨水」が地表から供給された「新しい雨水」に押し出される (translatory flow) ことを述べている³⁾。したがって、本調査地においてもこのような押し出し流が流出開始当初に出現したため、濃度が増大したものと思われる。

次に、2回目の濃度増加の原因について考察する。第1回観測の場合には流出量の増大にもかかわらず、濃度も増大している。この原因としては高濃度の水源から新たに流出寄与があったものと推定される。このため流出成分の分離を行った。本報では日野らが提案した数値フィルターによる成分分離⁴⁾を試みた。その結果を図-6、図-7に示す。図中の○印内の数値は観測サンプル番号で、これは図-4、図-5のそれと対応している。これによると、地下水流出は徐々に増加してきているが、第1回観測では⑥付近より、第4回観測では③付近より急にその量が增大してきていることが示された。これらは図-4、図-5で濃度が増加もしくは横ばいになった時刻とほぼ一致する。したがって、この濃度の増大は地下水流量の増大に起因することが推定される。この濃度増大を伴う地下水流量増加の原因は(1)流域外からの地下水の供給、(2)表土層の二層構造に起因する下層からの押し出し現象、(3)流出分布域の平面的な違い、(4)流域上流部からの古い雨水の流出等が考えられるが、いずれの機構かは不明である。今後、詳細な調査を行う予定である。

参考文献: 1) 例えば、竹内邦良ほか: NO_3^- を用いた流量成分分離と他の方法による分析結果の比較、第28回水理講演会論文集、pp.557-565、1984。 2) 沖村 孝ほか: 豪雨中における山腹表層内の地中水の分布と流出について、土地造成工学研究施設報告、7、pp.67-104、1989。 3) 日野幹雄ほか共訳: 新しい水文学、朝倉書店、330p.、1983。 4) 日野幹雄ほか: 水文流出解析、森北出版、254p.、1985。

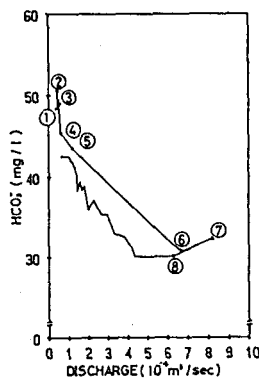


図-4 HCO_3^- 濃度と流量
(第1回観測)

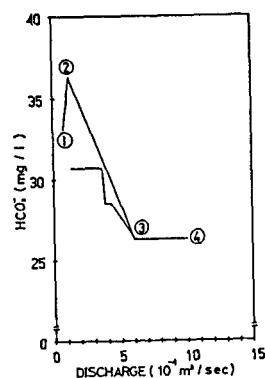


図-5 HCO_3^- 濃度と流量
(第4回観測)

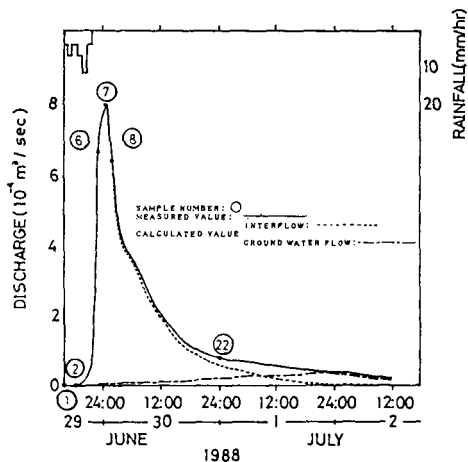


図-6 フィルター分離法による成分分離
結果 (第1回観測)

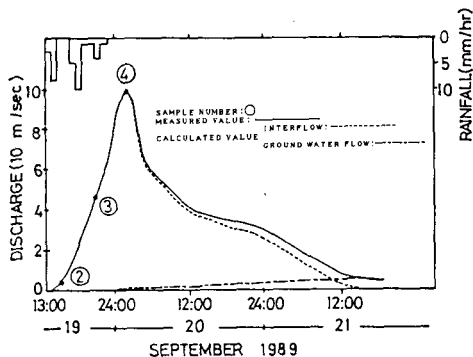


図-7 フィルター分離法による成分分離
結果 (第4回観測)