

山腹斜面流出における水質変化特性に関する研究

名古屋大学大学院 ○ 野口 宏

名古屋大学工学部 正会員 松林 宇一郎

名古屋大学工学部 フェロー 高木 不折

1. 序論

近年、組成・量などが経路に大きく依存するイオン濃度などをトレーサーとした、河川水・山腹斜面土中水についての、質・量を共に表現する物理モデルの構築が試みられている。

本研究では、山腹斜面での水質形成過程及び流出過程を明らかにすることを目的とし、風化花崗岩層地帯での山腹斜面において、4回の降雨現象について、雨水・土壌水・河川水を採取し、溶存イオン濃度の時間的・空間的挙動を調べ、検討した。

2. 観測法・解析法

本研究で対象とした兼平試験流域は岐阜県恵那郡山岡町に位置し、庄内川水系小里川左支川兼平川の源流部である。植生は大部分がスギの人工林である。表層は約1mあり、まだ有機物が分解されていない生物のA₀層と有機質で黒褐色のA層と栗色の粘土質のB層で構成されている。これらに覆われた地質は深部まで風化の進んだ花崗岩層(マサ層)となっている。

表層(A, B)土中水については山腹斜面の中腹、沢の水面から標高約10mに10, 30, 60, 100cmの深さにポーラスカップを埋め込み、1時間毎に吸引圧をかけ採取した。また、雨水・河川水も採取した。採取した土中水・河川水・雨水について、各種イオン濃度([Na⁺], [NH₄⁺], [K⁺], [Mg²⁺], [Ca²⁺], [F⁻], [Cl⁻], [NO₃⁻], [SO₄²⁻], 但し単位はmeq/l(ミリ・モル当量毎リットル))と比電気伝導度およびpHを測定した。イオン濃度については、イオンクロマトグラフ(米国ダイオネクス社製 DX-100)を用い名古屋大学工学部土木工学科で測定した。この他、土壌毛管吸引圧と沢の流量およびその地点での比電気伝導度も自動測定記録した。

3. 結果と得られた知見

河川水・土中水・雨水のサンプリングを行なった降雨現象は1995年6月3~4日、7月1日、同4~5日、9月16日の4回であり、各々7時間から20時間行なった。以下、便宜のためそれぞれ出水1, 2, 3, 4と称す。

出水1, 2, 4は過去10日間の降水量が8~31mmで、当日の降水量は22~76mmであった。これに対し、出水3は前期降雨は過去10日間で162mmと多く、当日の降水量は35.5mmである。そのため毛管吸引圧は他の出水より小さかった。

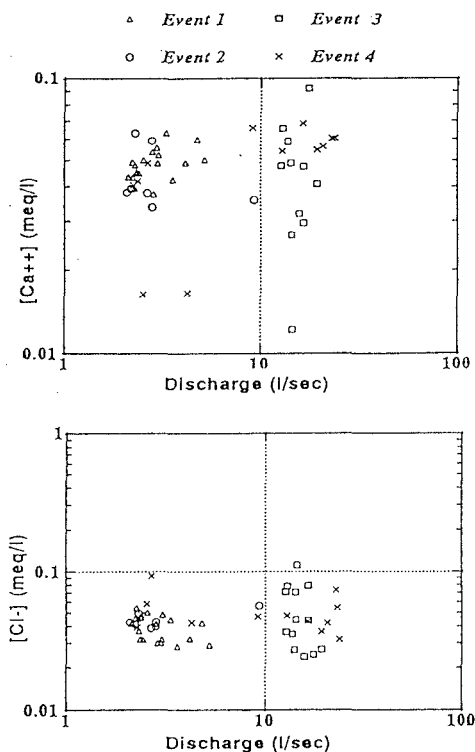


図1. 河川流量と河川水溶存イオン濃度の関係

(1) 前期降雨の多寡の流出水質への影響

図1に $[Ca^{2+}]$, $[Cl^-]$ と河川流量の関係を示した。地下水位が高く前期降雨の多い出水3は濃度変動が激しい。出水1, 2, 4は、河川水濃度はほぼ一定である。また、時間的にも規則性はなかった。この流域では一旦マサ層に貯留されてからの流出が卓越することが分かっている。以下のように考えられる。降水量が比較的少ない内は、マサ層内貯留での化学的平衡を保つ作用により、水質を一定に整えてから放出する作用があるが、出水3のように、雨水の供給が非常に多いと、土中水の不均一性を緩和しないままマサ層から河川水に出力される。言い替えると、マサ層内でも通常は飽和水面より上方にある部分では、流入した表層土中水に依存してイオン濃度分布が時間的に不均一であるが、連続降水量が少ないとほぼ全量がそのまま飽和水面下へ流出するが、流入水量が特に多く一時的に地下水位が上がった場合には水質緩衝作用を受けないまま河川へ流出する。

(2) 表面流

図2に出水3の雨水・河川水・土中水の $[NO_3^-]$ の時間変化を示した。出水3ではマサ層から放出されると考えられる基底流出の割合が、相対的に多く、 $[NO_3^-]$ は低いことが予想されたが、実際には必ずしもそうではなかった。このことからマサ層以外からの供給が考えられる。 $[NO_3^-]$ については深度10cmと河川水にのみほぼ等しい濃度で認められ、30, 60, 100cmでは極めて低濃度でしか存在しなかった。これは他の出水でも同様であった。このことより、硝酸イオンの多くは、表層のみを通してマサ層まで浸透せず直接河川に入り込んでいる可能性がある。また、雨水中の $[NO_3^-]$ と河川水中の $[NO_3^-]$ とは特に関係がなかった。これは主要な供給源が雨でなくA₀層およびA層であるからである。以上より、 $[NO_3^-]$ の極めて高い少量の表面流が生じていると推論される。

また、 $[Ca^{2+}]$ も深度10cm土中水サンプルかと30cm土中水サンプルとの間で、大幅に減っていて、減少幅が0.03meq/lから0.05meq/lで、これは $[NO_3^-]$ の場合とはほぼ等しいので、表面流中の NO_3^- とともに存在するイオンの主成分は Ca^{2+} であると思われる。

4. 結論

表層の最上部の土中水と河川水にはほぼ同じ濃度の硝酸イオンが存在しながら、表層の他の部分の土中水ではこれより低い濃度でしか検出されない。地表に達した水のは全てそのまま土中に浸透するのではなく、一部は直接河川に流入する可能性が高い。

時間変動の大きい表層通過水質は、飽和水面の低い平常時は一度マサ層に貯留されてほぼ一定の水質で流出するのに対し、河川流量が多く飽和水面が高い出水では時間的・空間的不均一性を帯びたまま流出する場合もある。

5. 参考文献

半谷高久, 小倉紀夫: 水質調査法第3版, 丸善, 1995

森綱健之: 兼平試験流域における水質変動を利用した流出過程の解明, 名古屋大学工学部卒業論文, 1994

平田健正, 村岡浩爾: 山地小流域にける溶存物質の降雨流出特性について(2), 第31回水理学講演会論文集, 1987,

pp59-64

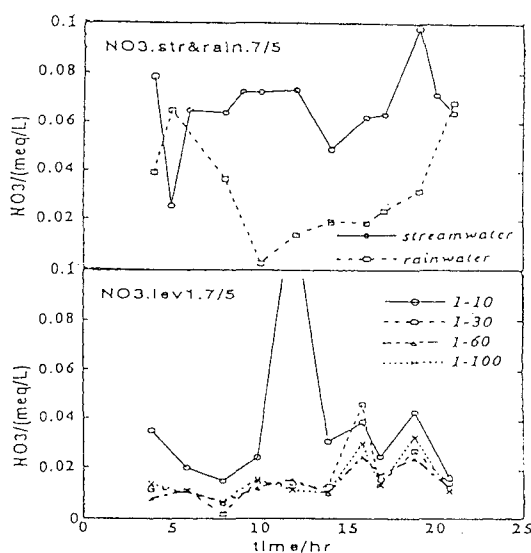


図2. 雨・河川・土壌水の $[NO_3^-]$ の時間変化(出水3)