

山地小流域におけるイオン濃度を利用した流出経路の推定

○名古屋大学大学院 森網 健之
 名古屋大学工学部 正会員 松林 宇一郎
 名古屋大学工学部 正会員 高木 不折

1. はじめに

現在、山地流域における利用形態の変更をもたらす影響・効果の事前予測、汚染物質の移動の予測などの様々な問題から、貯留関数法や単位図法などの従来の概念的なモデルを通してではなく、山地流域の流出現象そのものを把握する必要性が高まっている。著者らは、このような背景のもと、平成5年9月から岐阜県兼平試験流域上部流域において観測を開始した。本研究では、流域内の流出現象の理解の第一歩として、流出経路により流出水のイオン濃度が大きく異なることを利用して、現地観測結果と現地土壌を用いた実験結果から、本流域の流出経路を解明することを目的とする。

2. 試験地概要及び観測結果

観測を行った兼平試験流域上部流域(面積4.7ha)は、岐阜県恵那郡に位置し、兼平川源流にあたる。斜面の土壌は有機質で濃褐色の土が表層から50cmから1m程度続き、それ以深は花崗岩の風化が進んだマサがかなり深部まで広がり、次第に風化の程度を弱めながら新鮮な花崗岩に続いている。参考として、図2.1に本流域付近で行われたボーリング調査結果を示す。

本流域において著者らは、流量、水温、SC(溶存イオンの総量を概ね示す)、降雨量の連続観測及び水質測定のための河川水、雨水のサンプリングを行った。平成5年9月30日の流量、SC(10℃に変換して示す)、降雨量の関係図を図2.2に、この時の河川水の1時間毎のイオン濃度を図2.3に示す。イオン濃度測定には、イオン・クロマトグラフィーを用いた。図2.2及び図2.3から、本流域においては、降雨による流量増加に伴って河川水のSCが増加し、また、イオン濃度については、流量が増加すると、 Na^+ 濃度が減少し、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 濃度が増加している事が確認できる。

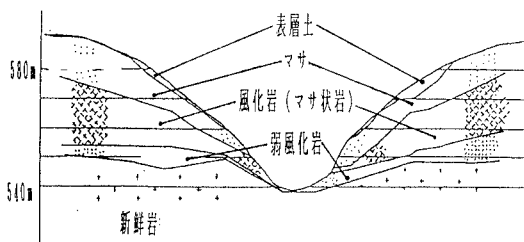


図2.1 流域付近のボーリング調査結果

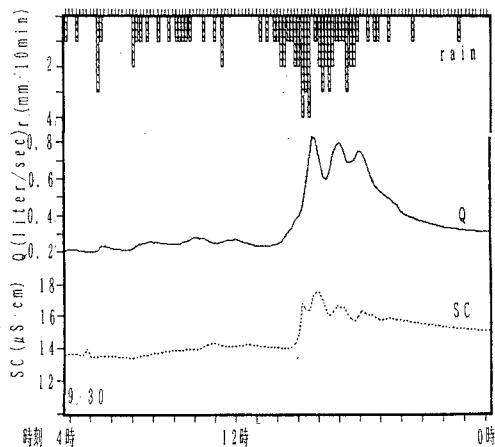


図2.2 流量、SC、降雨量関係図

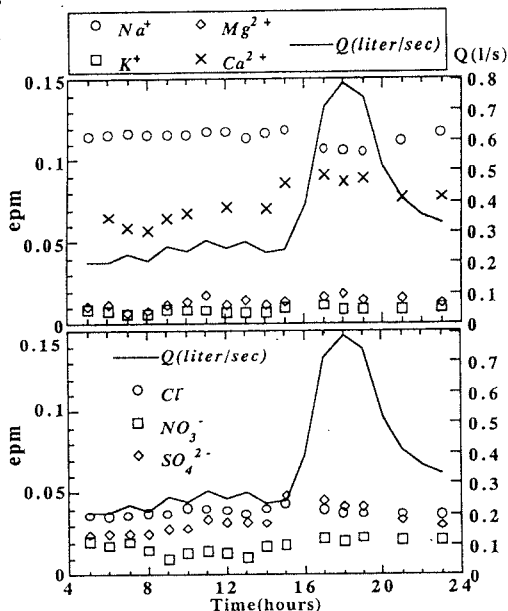


図2.3 河川水のイオン濃度変化

3. 現地土壌を用いた室内実験及び流出経路の推定

著者らは、この様な流量増加時の水質変動は、流出経路が低水時と洪水時で異なることが原因と考え、現地土壌を用いて、流出経路ごとの流出水の各イオン濃度を実験的に調べた。兼平試験流域は、表層土から花崗岩に至るまで土壌の性質は連続的に変化しており、これを細かく分類することは困難であるが、実験は流出水の水質の傾向を明らかにすることを目的とすることから、流域は、表層土、マサ層(花崗岩風化層の代表として定義する)、花崗岩層によって構成されていると単純化して考えることとした。花崗岩は不透水層とすれば、流出経路は以下に示す2つのルートが考えられる。

ルートA：雨水→表層土表面もしくは表層土内→河川水

ルートB：雨水→表層土内→マサ層内→河川水

実験は、現地から採取した土壌を塩ビパイプに詰め、装置上端から給水、下端から排出する水を採取、水質測定後にその水を再び上端から給水する作業を繰り返すことにより行った。ルートAについては、表層土を詰め、蒸留水を初めに給水することにより調べた。(実験Aとする) ルートBについては、マサを詰めたパイプに表層土を通過させた水(実験Aとは別に作成)を初めに給水することにより調べた。(実験Bとする)

実験結果を図3.1, 図3.2に示す。実験Bの初めに給水する表層土通過水の水質は、図3.2の0 CYCLE上に示す。実験A結果から、 Ca^{2+} , SO_4^{2-} 濃度が高く、 Na^+ は Ca^{2+} に比べてかなり低いことが確認される。実験Bの結果からは、表層土通過水はマサを通過すると Ca^{2+} 等が減少し、 Na^+ 濃度が増加するが、陽イオンの総量やSCは変化しないことが確認される。マサに蒸留水を供給した予備実験においては、流出水の各イオン濃度は低レベルに抑えられていたことを考え合わせると、マサは自らが静電的に保持するイオンを交換させ、溶存イオン総量を変化させずに各陽イオン濃度のみを変化させる、大きなイオン置換能力を持つと考えられる。

次に、前述した実験結果を用いて流出経路を推定する。低水時の河川水は、実験Bと同じ水質傾向にあることから、主にルートBから流出していると考えられる。つまり、風化層内に浸透した表層土通過水は、そこで生じるイオン置換によって Na^+ 濃度を上昇、 Ca^{2+} 濃度を減少させ、難溶性化合物形成等によってSCが低く押さえられて流出する。一方、洪水時には、観測及び実験A結果から、ルートBに加えてルートAからの流出が増加し、その影響で水質が変動する(Na^+ の減少等)と考えられる。以上のように、本流域の洪水時の水質変動は、低水時と洪水時の流出経路の相違により説明される。

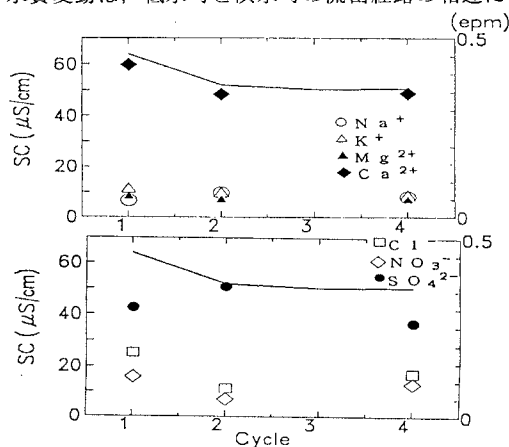


図3.1 実験A結果

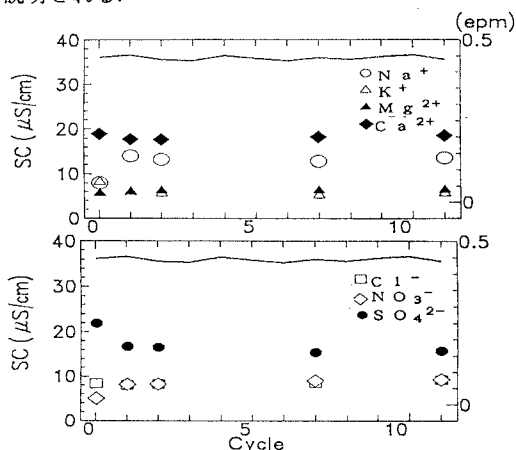


図3.2 実験B結果

4. おわりに

本研究では、流量増加時に生じる河川水のイオン濃度の変動から、低水時及び洪水時の流出経路を推定した。現在、室内実験を更に実際の現象に近づけるべく、実験方法の改良を行っており、今後は、水質を含めた多角的な議論から本流域の流出機構を解明し、より一般的な流出現象の理解に近づきたいと考えている。