

溪流河川の水質変化機構の解明

豊橋技術科学大学

○宮田章史

同上

正会員

井上隆信

同上

正会員

山田俊郎

1.目的

酸性雨は地球規模の環境問題の1つである。近年、日本では東アジアの急速な発展により酸性物質の一部が偏西風により、わが国に輸送されていると言われている。酸性沈着による陸水の酸性化は、既存の生態系を崩す重要問題である。陸水の中でも溪流河川の酸性化は、その下流の河川や湖沼に大きな影響を及ぼすことが考えられるが、溪流河川の水質変化の様子は明らかになっていない。本研究は溪流水の水質変化特性を把握するとともに、タンクモデルによる流出解析を用いて水質変化シミュレーションを行い、溪流水の水質変化機構を明らかにすることを目的とした。

2.調査地域

調査地域は、岐阜県南部に位置する伊自良川上流域とした(図1)。調査地の流域面積は0.92km²であり、植生はスギ・ヒノキ・サワラ植林である。流域の地質の大部分は堆積岩のチャートである。

3.調査方法

調査は2週間に1度行い、採水は自動採水機による2日に1度の定期採水と降雨時の採水を行った。定期採水は2004年5月30日～10月31日に行った(8月15日～25日は欠測)。また現地には水位、雨量、電気伝導度、pHを10分間隔で測定できる自動観測装置を設置した。河川の流量は、サンプル回収時に測定した流量を基に、流量曲線を作成し、10分間ごとの水位から求めた。

4.水質

図2に定期採水により得られた低流量時(0.05m³/s以下)、高流量時(0.2m/s以上)の平均イオン濃度を示す。低流量時の溪流水には陽イオンではNa⁺、Mg²⁺、Ca²⁺の割合が大きく、陰イオンではHCO₃⁻、SO₄²⁻の割合が大きい。陽イオンでは、高流量時は低流量時に比べてMg²⁺、Ca²⁺濃度が低下し、K⁺濃度は上昇した。陰イオンではHCO₃⁻、SO₄²⁻濃度が低下し、NO₃⁻濃度は上昇している。Na⁺、Cl⁻の変動が少ないのは海塩由来による成分であり、安定していると考えられる。土壌水は流出過程においてイオン交換反応や基盤岩石の風化の影響を受ける。Mg²⁺、Ca²⁺、HCO₃⁻、SO₄²⁻はこれらの作用による土壌水の影響が強いと考えられる。K⁺濃度は流量増加時に上昇し、これは樹幹の接触によるイオン交換反応、及びリター層による影響だと考えられる。

5.流量とpH

降雨期間が長いほど、流量の減少が緩やかであった(図3)。pHと酸緩衝能は、流量の増減に対応するように高流量時に低く、低流量時に高かった(図4)。これは降雨のpHが低く、耐酸性能力が低いためだと考えられる。

6.水質変化シミュレーション

降雨時に河川に流入する水は、地表面上を流れる表面流出、土壌の浅い部分を通る早い中間流出、土壌

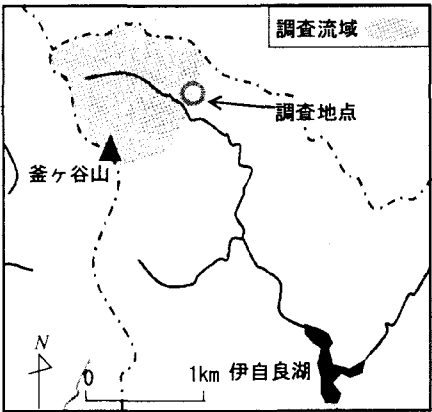


図1 調査地点

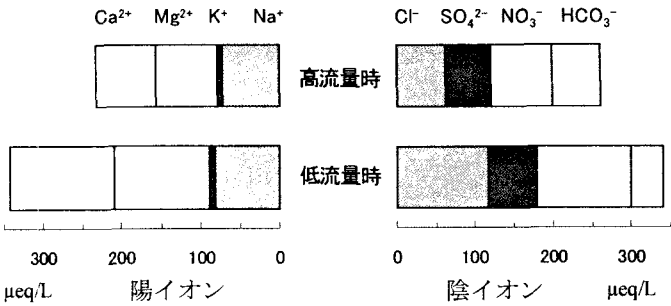


図2 イオン形成

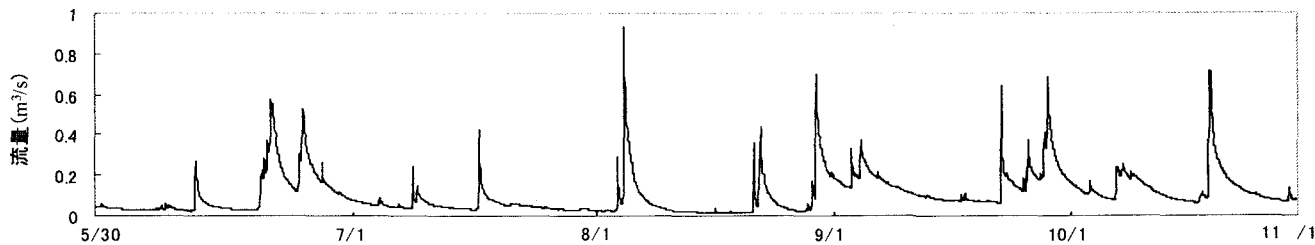


図3 流量の経時変化

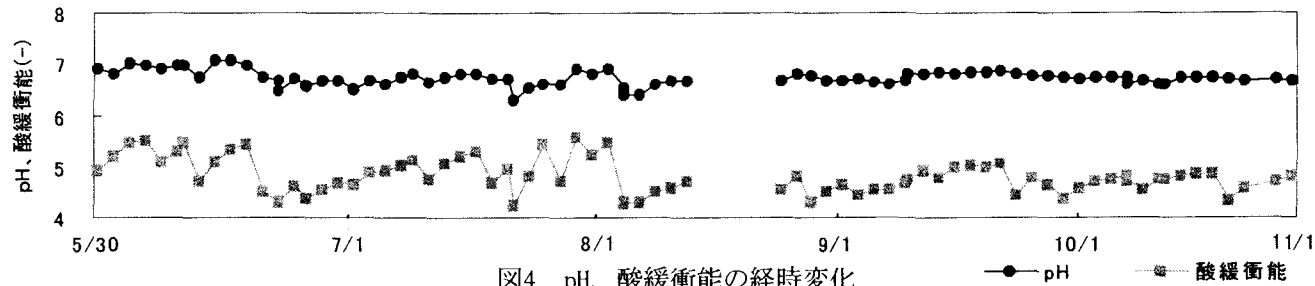


図4 pH、酸緩衝能の経時変化

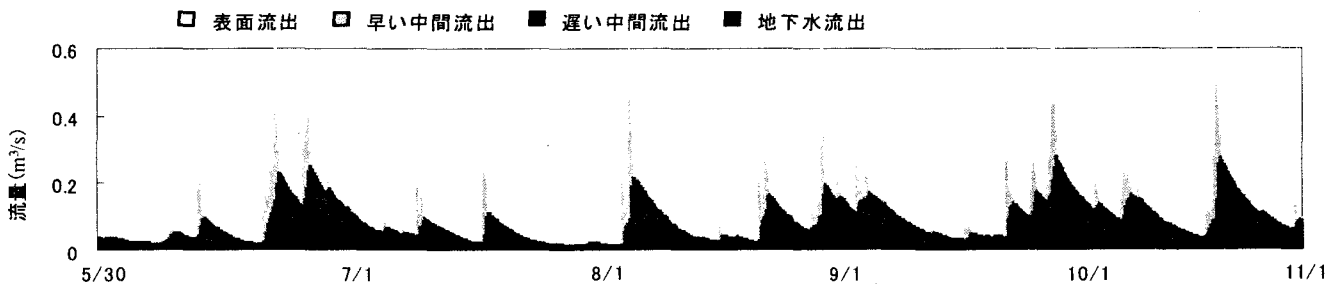


図5 計算流量の経時変化

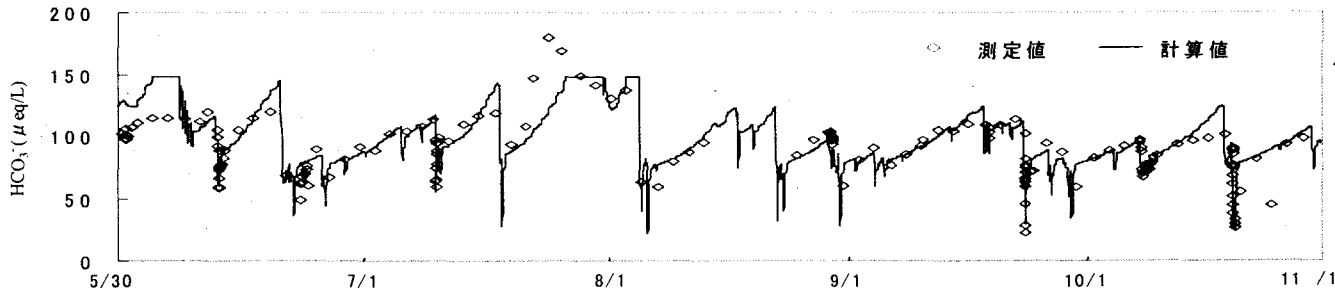


図6 測定、及び計算HCO₃⁻濃度の経時変化

の深い部分を通る遅い中間流出、地下水帯から流出する地下水流出の4成分から成り立つとして、1段目のタンクに2つの流出孔がある直列3段タンクモデルを用い、4成分の流量の算定を行った。渓流水の水質は4成分の混合比により決定するとし、河川の水質を求めた。

タンクモデルによる計算流量を、各流出成分に分離したハイドログラフを図5に示す。流量増加時には早い中間流出の寄与が大きく、時間の経過とともに遅い中間流出が増加する。表面流出は高流量時にのみ発生し、地下水流出成分は変動が小さい。図6に一例として、酸緩衝能力の指標の一つであるHCO₃⁻濃度の実測値と計算値の経時変化を示す。流量の増加に伴いHCO₃⁻濃度は急激に減少した。これは表面流出、早い中間流出成分のHCO₃⁻は低濃度であり、地下水流出、及び遅い中間流出成分で構成していた低流量時のHCO₃⁻濃度を希釈したためだと考えられる。

7.まとめ

降雨による流量増加時に渓流水のpH、酸緩衝能、Na⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻濃度は低下し、K⁺、NO₃⁻濃度は上昇した。濃度が低下したpHやイオン等は地下水流出成分の寄与が大きく、濃度が上昇したイオンは早い中間流出である、表層面に近い土壌の寄与が大きいことが分かった。濃度が低下したイオンは地下水流出成分の寄与が大きく、降雨によって希釈されたと考えられる。