

土壤浸透水直接採取による流域水物質循環の解明

Characterizing Hydrological Processes in Vadose Zone by Direct Infiltration Water Sampling

高田 直*, 森 也寸志*, 東 直子**, 宗村広昭*, 武田育郎*, 井上光弘***

Sunao Takada, Yasushi Mori, Naoko Higashi, Hiroaki Somura, Ikuo Takeda and Mitsuhiro Inoue

1. はじめに 水質汚濁の調査法としては、従来採水が容易な河川や暗渠に流出した水を採水し分析を行っていた。しかし、土壤浸透水の水質と河川水の水質には濃度に差があることが分かり、土壤浸透水を直接採取し、モニタリングすることを考えた。安価で容易に扱える土壤浸透水直接採水装置として、グラスファイバー採水装置の開発を行い、土壤浸透水直接採取から流域における水物質循環の解明を試みた。

2. 試験地及び実験の方法

採水装置

グラスファイバー溶質の吸着がほとんど行われず、腐食が起こりにくい。グラスファイバーの毛管力を利用すると吸引装置として働き、サクシオンを外部からかけることなく、不飽和土壤から土壤水を吸引する。土壤を掘り起こすことを避けるため、採水装置は土壤側面から挿し込む構造とし、また、真に浸透水を採水するため、Fig.1のように限られた面積で採水を行うことにした。グラスファイバーは排水位置によるサクシオンをかけるため、土壤に挿していない方の末端を採水部分の高さから50cmの位置に垂らしておく。毛管力で3kPaほどの吸引圧が働くことを確認し、この合計が採水装置のサクシオンと考えた。

野外実験

島根県宍道町内にある馬鞍山のスギ・ヒノキ人工林の山林において、実際の植生がある自然状態の土壤で採水が行われるか実験を行った。間伐などのある程度の管理が行われ、下層植生が存在する西側斜面と、粗放的な管理しかされておらず、下層植生が貧弱化している南側斜面の近接する2斜面において実験を行った。両斜面において3ヶ所ずつ合計6ヶ所に装置を設置し、採水を行った。また、それぞれの斜面の下部に設置してある堰から渓流水の採水を行った。2週間おきに採水し、採取した液はイオンクロマトグラフィー（PIA-1000：島津製作所製）を利用して、陰イオン濃度を測定した。グラスファイバーによる採水量と比較するため、気象観測ステーションを西側・南側それぞれの

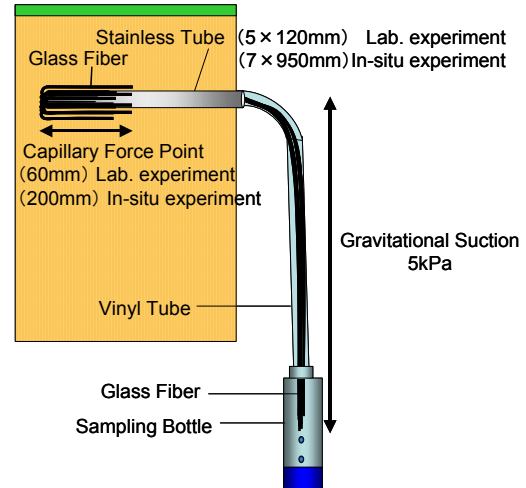


Fig.1 Schematic representation of glass fiber flux collector.

斜面に設置して、山林内の降水量を計測した。

さらに林外雨、林内雨、樹幹流の採水を行い、含まれている陰イオン濃度の測定を行ない、山林生態系における各部分の溶存物質濃度の垂直変化をみた。

3. 実験結果と考察

土壤の浸透性

渓流水では毎回同程度の陰イオン濃度が確認され、土壤中での滞留時間が長く、深層を通過し土壤中の化学的反応を十分に受けていることが最も影響していると考えられた。ここで、Fig.2の224日目（7月24日）の水質に注目すると、Cl⁻とSO₄²⁻の濃度が雨水のそれに近づくように変動していることが確認できる。224日目の土壤浸透水の陰イオン濃度の部分を拡大したグラフを図3に示す。SO₄²⁻は西側斜面の全ての採水箇所において検出されたが、南側斜面では全く検出されなかった。これは土壤の浸透特性が異なることにより、南側斜面では浸透特性が弱く、降雨が十分に土壤中に浸透しなかったと推測される。Cl⁻は土壤への吸着が弱く、少ない降雨の浸透でも土壤深くまで影響を及ぼし、SO₄²⁻はCl⁻に比べると土壤への吸着が行われやすいため、浸透量が少ないと土壤に吸着されやすいためと考えられる。そのため、SO₄²⁻が検出された西側斜面は土壤の浸透特性が高く、

*島根大学, **九州大学農学部演習林, ***鳥取大学乾燥地研究センター *Shimane University, **Research Institute of Kyusyu University Forest, ***Arid Land Research Center, Tottori University
キーワード：土壤浸透水, 水文循環, 人工林

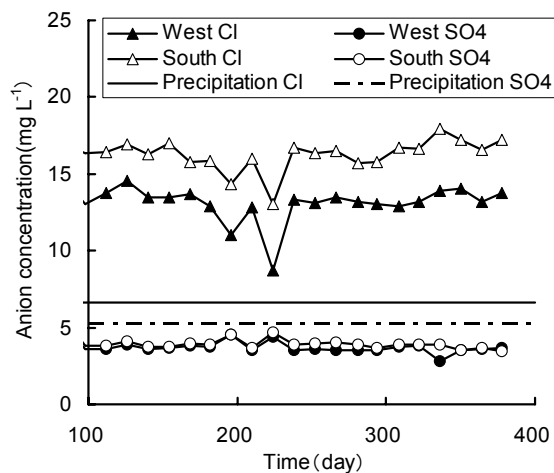


Fig.2 Anion concentration in precipitation and stream water.

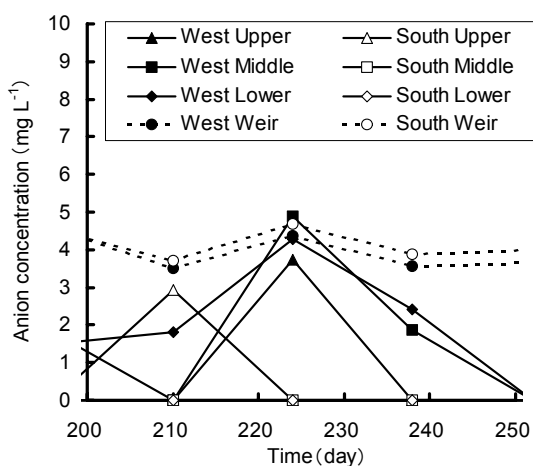


Fig.3 Sulfate ion concentration as affected by precipitation and infiltration process.

SO₄²⁻が検出されなかった南側斜面は浸透特性が低いと推察できる。実際、西側と南側では不飽和浸透特性で傾きが異なり、飽和浸透係数も1オーダー違うことが分かった。南側の浸透特性が低いことが確認され、土壌水から推測されたことが正しかったことが明らかになった。

山林における水質濃度変化

林外雨、林内雨、樹幹流、土壌水、渓流水の陰イオン濃度を測定した結果を Fig.4 に示した。降雨、林内雨、樹幹流の順に溶存元素が多くなり、土壌水は樹幹流より低い濃度を示し、渓流水では最も低い濃度を示した。林内雨、樹幹流は、降雨が葉や枝、幹を流れる際に、乾性沈着物や有機酸を洗脱するため濃度が増加し、土壌水は土壌による吸着や微生物の利用による濃度が減少し、渓流水は滞水時間が長く、深層を通過し土壌中の化学的反応を十分に受けることにより減少していることが原因と考えられる。南側斜面では土壌水より渓流水の方がイオン濃度が高くなっており、西側に比べて土壌が

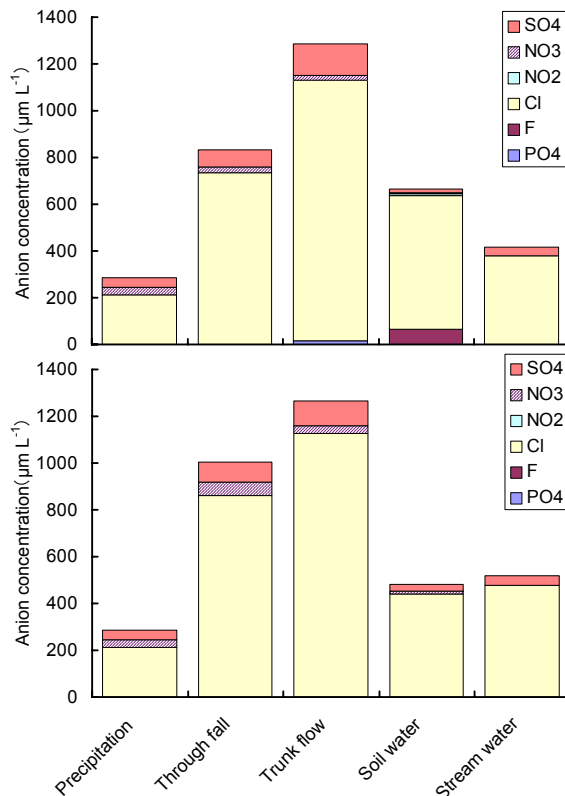


Fig.4 Anion concentration at sampling point Upper: west slope, lower: south slope.

環境負荷物質の緩衝帯としてあまり機能していない様子が観察された。

4. まとめ 一般に採水が困難であるといわれている山林において、安価な装置で採水できることが確認され、土壌浸透水の多点計測に可能性をひらくことができた。下層植生の貧弱な斜面では浸透性が低いことが推測され、渓流水のみの計測では分からなかった土壌内部のメカニズムについて言及することが出来た。また、降雨から土壌、渓流水に至るまでの山林生態系における溶存物質濃度の垂直変化が把握でき、土壌緩衝能の働きの違いを明確に示すことが出来た。すなわち、渓流水で観察される事象は土壌水の浸透機構から説明可能で、流域における負荷物質の動向把握と予防的措置のために、土壌浸透水計測の意義が明らかになった。

謝辞

本研究は、学術振興会科学研究費(課題番号16380159,16380221)、島根大学プロジェクト研究推進機構「汽水域の自然・環境再生研究拠点形成プロジェクト」の支援を受けて行われた。