

## 浸透流出現象における植生の影響に関する研究

名古屋大学工学部 正員 松林宇一郎、高木不折  
 名古屋大学大学院 学生員 ○ 神田 慶

### 1. 本研究の目的

今日まで、山腹斜面の土層内部での水の挙動の解明には、飽和・不飽和浸透理論を基礎とした斜面流出モデルが用いられてきた。しかし、これらの流出モデルの評価は、流域末端での観測ハイドログラフの再現性の善し悪しといった議論に集中し、流出モデルの再現する斜面土層内の流れの場と実現象の流れの場との差異については、あまり議論されなかった。こうした点を踏まえて、津山<sup>1)</sup>・牧<sup>2)</sup>は流出モデルを評価するために、マーカー追跡やFickの拡散方程式を用いることで、単に水量だけでなく水質( $\delta^{18}O$ )の時間変化についても再現されているかを確かめた。その結果、Richardsの不飽和浸透方程式を基とした浸透流出モデルと比べ、実際の流出現象はハイドログラフのピーク時において新水(雨水の濃度を持った水)が多く流れていることがわかった。つまり、土層内部には流出モデルでは再現できなかった局所的で流速の大きな地中流が存在していると思われる。では、この流出成分はどのように発生したのか。本研究は、この疑問を降雨時、無降雨時における野外観察および散水実験をもとに解明することを目的とする。

### 2. 犬山流域の特性と流出の概況

本研究の対象流域は、愛知県犬山市にある名古屋大学地震観測所付近の犬山流域(流域面積: 6400 m<sup>2</sup>)である。図-1に流域の概要を示す。

水文観測としては、流域末端において三角堰による流量測定と自記雨量計による(林外)降雨の測定、および山腹斜面の林内雨として樹冠通過雨量を降雨集水装置(集水部断面: 0.5 m<sup>2</sup>ないし0.16 m<sup>2</sup>)を数カ所配置して測定し、樹幹流については樹木の根元付近に直接ガーゼを巻き集水ビンに導くことで測定した。

この流域に関する報告<sup>3)</sup>によれば、基岩は古生層のチャート・頁岩を主とする岩盤であり、その上を表土層が尾根部で約0.3 m、河道付近では1~1.5 mの厚さで覆っている。植生については高さ5~10 mの樹木に覆われ、尾根付近では背の低い雑木やシダ類が、河道付近では広葉樹が密生している。

土壌の垂直構造を調査するために斜面部に数カ所のトレンチを掘削した。各トレンチにつき共通して言えることは、表面を覆う落葉の下に、7~15 cmの厚さで有機土が堆積し、ここから下層の上部7~10 cmの間に直径2~5 mm程度の根やそれ以下の細い根が、存在する。それ以外の根の有無、下層の土性・色等、礫の有無・大きさについては、各トレンチ毎にまちまちであった。

ところで従来、局所的な地下水流の例としてパイプ流がよく挙げられるが、斜面表層の崩れたあとにモグラの穴らしき跡が2・3カ所で見つかったものの、トレンチ断面では北原<sup>4)</sup>らが指摘するようなパイプは発見されなかった。このことから本流域ではいわゆるパイプ流は生じないか、生じても一部の斜面の現象として、流域全体としては考慮する必要はないと思われる。また表面流は斜面に点在するむきだしの岩盤上やその周辺近傍のみであり、流出としては主に地中流として生じていると思われる。

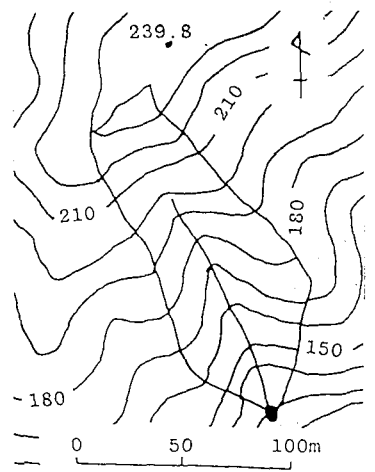


図-1 犬山流域の概要

### 3. 樹冠通過雨ならびに樹幹流

本研究では樹木に覆われた山腹斜面において植生の影響を考慮するため、斜面に降った雨を樹冠通過雨と樹幹流の二種類に分類した。前者は林外雨同様 雨水を面的に土層へ供給し、後者は点的に 集中して供給するものと考えた。平成3年11月8日(総降雨量23mm)および27・28日(総降雨量108mm)の降雨についての観測の結果、樹冠通過雨量は全降雨量の50~75%を占める。また樹幹流は根元の直径 20.0, 8.9, 5.4, 2.0 cmの樹木についてそれぞれ最大値 372, 180, 33.7, 2.1 ml/min を記録した。津山、牧の用いた流出モデルでは考慮されなかった樹幹流は、全降雨に占める割合の大きさから考えてその効果を再検討する必要がある。

### 4. 土中水の挙動

植生により二種類の降雨に分けられて土層へ供給される雨水の土層内部での挙動について考察する。

まず、樹幹流により点的に供給される場合について考える。前節の観測結果と、野外観測で降雨時には樹木が容易に揺らぐほど根元付近の土壌は高湿でゆるんだ状態であることから、樹幹流のかたちで幹をつたわってきた雨水は、土中でもそのまま主根をつたって土層内部へ浸透する。それにより、樹木の基部を中心に深部まで飽和しないしそれにちかい領域を形成・発達すると考えられる。この林内に点在する部分的飽和域の土中水はさらに主根から横方向に伸びる支根をつたわり斜面流下方向に浸透することが推測される。

次に、樹冠通過雨により面的に供給される場合について考える。トレンチ断面で観察したところ、土壌マトリックスでは、降雨時 雨水による “ぬれ前線” は地表面からおよそ20cm前後の深さまでしか浸透せず、降雨の翌日ないし翌々日でトレンチの底部まで浸透することがわかった。これは牧の研究においても新水の斜面垂直方向の浸透は遅いことが指摘されている。しかし、降雨の前日に先行降雨があり土壌の含水率が高い場合においては、透水係数が高くなるため浸透速度が大きくなると推定される。

実際に、平成3年10月1日の降雨(総降雨52mm)の翌日、土壌はやや湿潤状態のとき斜面部において散水し浸透状況をトレンチにおいて観察した。散水方法としては トレンチより 30~70cm上の斜面部にトレンチと平行になるように6リットルの水を7分おきに散水した。その結果 2回目の散水のあとに トレンチ断面に水が浸出してきた。浸出箇所は、表土面から25cmより深いところにある 根・礫の周り 小石の集中する場所であり、土壌マトリックス自身からのしみだしはなかった。また、その流れの応答は速く、3回以後の散水からは、散水して1~2分で浸出が始まり5分とたたないうちに止まった。今回の実験での散水量は実際の降雨よりかなり多いが それでもおおよその土中水の流れの傾向は把握できる。つまり 樹冠通過雨により土壌部を垂直方向に浸透してきた土中水は、根や岩石に到着するとその近傍で含水率が高くなり(透水係数が大きくなり)斜面流下方向の流れになる。少なくとも実際の降雨時の観察で、礫・根の周りが湿っていたことから土層内の根・礫は、不飽和浸透を部分的ではあるがより飽和に近い流れにかえる効果があると思われる。この時 先の樹幹流を起因とする支根をつたわる流れ との相互関係を知る必要がある。そこでテンションメータを用いて、支根の周りの土中水の挙動を計る予定である。

以上、本稿では野外観察をもとに定性的ではあるが山腹斜面の浸透流出について植生の影響に注目して議論した。もう少し定量的な議論は発表時におこないたいと思う。

### 参考文献

- 1) 松林・津山・高木：トレーサーによる流出機構解明の1手法、水水学会1990年研究発表会要旨集
- 2) 牧・松林・高木：トレーサーの拡散解析を用いた斜面浸透流出の解析、水水学会1991年研究発表会要旨
- 3) 渡辺・茂木・志知：破碎帯内地下水流れの特徴とその数値シミュレーション、応用地質、vol. 22
- 4) 北原：山地土層中における不均質性地下水流れの諸特性、水水学会1989年研究発表会要旨集