

山地源流域の水の流出経路に関する考察

Analysis of flowpath dynamics in steep unchanneled hollows

内田 太郎[1]

Taro Uchida[1]

[1] 京大・農・森林科学

[1] Forestry, Agri, Kyoto Univ.

山地源流域内の水の流出経路を明らかにすることは、崩壊発生予測などの上で、重要であるため、1970年代以降、多くの研究がなされてきた。近年、基盤地質の影響やパイプ流の重要性が指摘されてきている。そこで、花崗岩と中古生層の堆積岩を基岩とする山地源流域で、物理的な水文観測とトレーサーを用いた手法を組み合わせることによって、降雨時の水の流出経路に関する考察を行った。

観測は、京都大学芦生演習林トヒノ谷流域と滋賀県田上山地不動寺流域において行った。いずれの流域も、谷筋の平均勾配が35度を越える急峻な0次谷流域である。トヒノ谷流域は中古生層の堆積岩を基岩とし、谷筋の土層厚は20~80cmである。一方、不動寺流域の基岩地質は花崗岩で、谷筋の土層厚は60~120cmである。

それぞれの流域において、流域末端に量水堰を設置し、流域からの流出水量の計測を行い、同時に、トヒノ谷流域ではパイプ流量、不動寺流域ではパイプ流量および岩盤からの湧水の流出水量をそれぞれ測定した。また、谷筋に8~10本のテンシオメータを設置し、土壌層内の圧力水頭分布を測定した。さらに、温度をトレーサーとして用いる目的で、地温の分布および流出水温を測定した。

その結果、いずれの流域においても、湧水点近傍の地点には、恒常的な飽和地下水帯が岩盤上に存在していることがわかった。さらに、基底流量の変動は湧水点近傍の基岩直上における土壌水ポテンシャルの変動に良く対応していた。このとき、いずれの流域においても岩盤内からの水の流出が湧水の形成に大きく寄与していることが、地温及び湧水温の変動から示唆された。

しかしながら、降雨時には、流域末端の土壌水ポテンシャルの変動はいずれの流域においても小さく、変動幅は10cm以下であった。また、土壌圧力水頭分布の測定結果に基づき算出した豪雨時の土層の有効飽和透水係数は、トヒノ谷では約46000mm/h、不動寺では約40000mm/hと、ほぼ同程度であり、土壌の飽和透水係数と比べて、2~6オーダー大きかった。さらに、このとき、流出水量と湧水点近傍（湧水点から1~2m）の土壌水ポテンシャルには相関関係は見られず、流出水量は流域末端から6~10mの地点の土壌水ポテンシャルと相関が高かった。また、湧水温の変動も、流域末端から6~10mの地点における土壌-岩盤境界面の地温変動に応じた変化を示した。これらの結果から、豪雨時には、トヒノ谷、不動寺とも、湧水点近傍のみならず、斜面上部から、湧水点近傍を通過するような選択的な側方流によって、水がもたらされることが示された。

夏はいずれの流域においても、地温は測定深度が深くなるに従い低下した。また、いずれの流域においても、夏の中規模の降雨時（総雨量50mm程度）には、土壌-岩盤境界面の地温は上昇し、主として、浅い土壌水や林内雨が飽和地下水帯の発生に寄与していることを示していた。一方、大規模な降雨時（総雨量が80mm以上）において、不動寺流域では、中規模降雨同様、土壌-岩盤境界面の地温は上昇したが、トヒノ谷では降雨の終了後、土壌-岩盤境界面の水ポテンシャルは即座に変化しないにも関わらず、地温は降雨終了直後に急激な低下を示した。この結果は、トヒノ谷流域においては、大規模降雨終了後、岩盤からの水の流出が、飽和地下水帯形成に寄与していることを示している。さらに、このとき、湧水温も地温の急激な低下に応じて、急激な低下を示した。

以上の結果、トヒノ谷、不動寺の2つの流域間で飽和地下水帯から渓流水にいたる流出経路は類似しており、いずれの流域においても、土壌層内の選択的な側方流が寄与し、流出寄与域が斜面上部に拡大した。しかしながら、大規模降雨時における飽和地下水帯に水をもたらす経路は両者で差が見られ、花崗岩流域である不動寺では主として、土壌層内の経路によって水がもたらされるのに対し、中古生層の堆積岩を基岩とするトヒノ谷では、岩盤からの流出経路の寄与が大きいことが示唆された。その結果、流出水中に占める岩盤地下水の寄与は、花崗岩流域である不動寺にくらべて、堆積岩流域のトヒノ谷では大きかった。