

京都大学大学院農学研究科 ○山本信博・小杉賢一朗・水山高久

1.はじめに

山地小流域における雨水流出過程に関する研究において、水文学的基礎面よりも下層へ浸透する成分については、これまで詳細な議論がなされてこなかった。近年流域最源頭部における詳細な水文観測が精力的に行われるにつれ、基岩層内への浸透及びそこからの流出が、ハイドログラフの形状や溪流水質に重要な影響を及ぼす可能性が指摘されるようになってきた。そこで本研究ではテンシオメーターによる計測を密に行い基岩の圧力水頭を直接的に計測し、二次元的な土壤・基岩系の浸透水の挙動を解明することを課題とする。

2.方法

滋賀県南西部、田上山にある桐生水文試験地内の赤壁流域と呼ばれる小流域を計測地に設定した。基岩は風化花崗岩であり、流域は植林されたヒノキで覆われ、下層にはヒサカキなどの低木とシダ類が見られた。流域面積は 0.024ha である。計測は 2002 年 10 月～11 月にかけて行った。

図-1 のようにテンシオメーターを、土層では地点 P1(深さ 18cm), P2 (深さ 10,20cm), Pa (深さ 10,21cm)、P3 (深さ 10,20,30,40,50cm), P6 (深さ 10,30,60,94cm), P8 (深さ 10,30,50,76cm), P9 (深さ 10,30,50,60cm) に計 22 本、基岩では地点 ya1～ya4 (それぞれ風化基岩表面からの深さ 10,20,40cm) に計 12 本、また堆砂地に 1 本、設置した。また同時に雨量と斜面土層からの流出量 (図 1 の流出量計測地点) も計測した。全てのデータは 10 分間隔で記録した。

3.結果

図-2,3 は図-1 の地点 ya1 から地点 P3 の範囲の縦断面における圧力水頭と水理水頭の分布および浸透水の流动方向を表した図である。

縦断図において、濃淡の塗り分けは圧力水頭値の分布を表し (20cm 毎に塗り分けていて濃い色ほど湿润であることを意味する), 太線は地下水水面の位置を表している。また、圧力水頭と鉛直距離から導かれる水理水頭の等值線を、20cm 間隔で示している (図中の細線)。さらに、水理水頭の等值線から推定される浸透水の流線方向を矢印で示している。ただし、土層や風化基岩層の透水係数が未知であるため、矢印の長さが流束に対応しているわけではない。また図中の左上部分には、縦断図に示した圧力水頭分布が観測された時刻までに計測されたハイエトグラフと斜面土層流出量を示している。

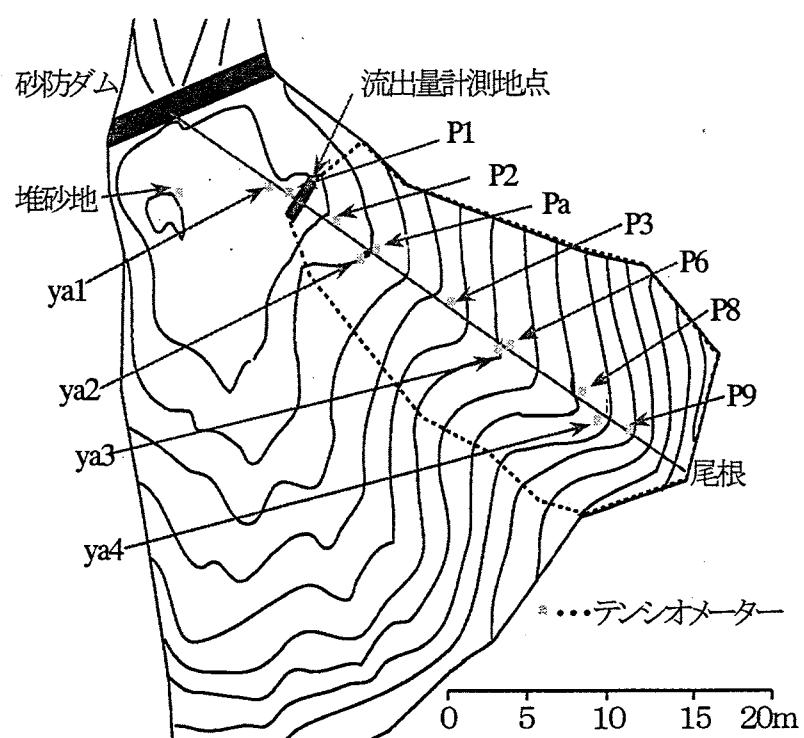


図-1 赤壁流域とテンシオメーター設置位置およびその地点名

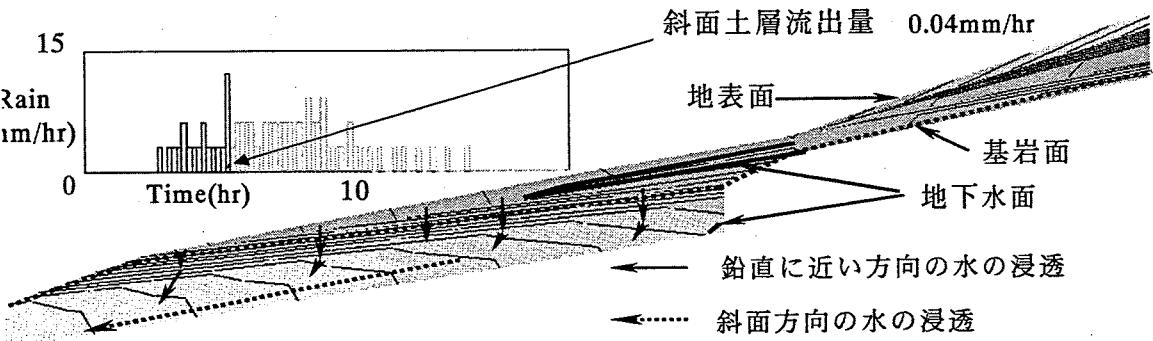


図-2 2002年11月1日5:00における圧力水頭、水理水頭の分布

図-2は2002年11月1日における降雨イベントでの降雨ピーク時の結果である。土層内の含水率は大きく上昇しており、一部で地下水面が生じている。そして、土壤から基岩への鉛直浸透が顕著になり、基岩上部の含水率も比較的大きくなっていることが分かる。ただし、地下水面は基岩真上の土層内にとどまつたままである。一方、上流側の基岩の最下部にわずかながらも地下水面が生じていることが分かる。この時点で、鉛直浸透水は基岩の底面に達していないことから、この地点よりも上流側で浸透した雨水が基岩下部において素早く側方流出した事が考えられる。

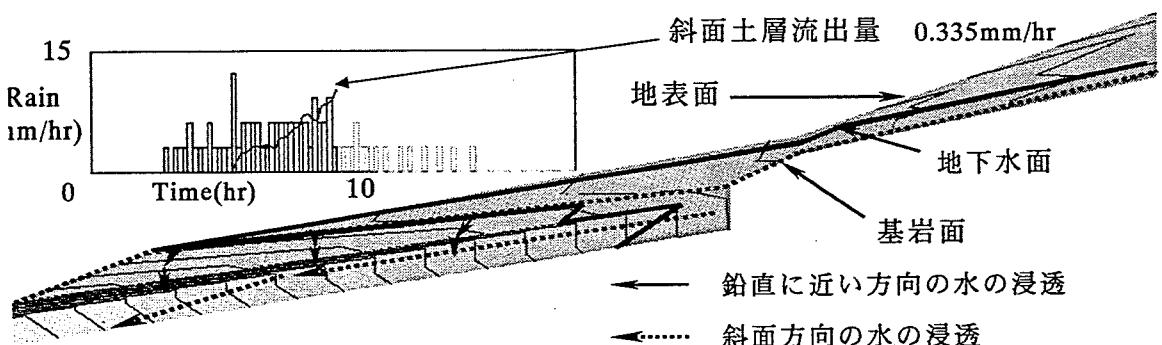


図-3 2002年11月1日8:30における圧力水頭、水理水頭の分布

次に、図-3は、この降雨イベントにおいて斜面土層流出量が最大値となった時点の結果である。この時刻は、土層が最も湿潤となった時刻と一致していた。図-3より、土層全体に地下水帯が広がっていることが分かる。上流側の基岩の上部では、鉛直浸透に由来する地下水帯が拡大している。ただしこの地下水面の下降を待たずに、基岩の下部でも地下水帯が発達しており、この部分では鉛直流よりも側方流が卓越していることが分かる。

これ以後の浸透の様子は図示していないが、土層が乾燥へと向かう一方、土壤から基岩への鉛直浸透が継続し、地下水面が土壤から基岩へと徐々に移行していく様子が観測された。基岩が湿潤のピークを迎えるのは、土壤が湿潤のピークを迎えてから約8時間後であった。

4.まとめ

基岩への雨水の鉛直浸透は土層への浸透に対して緩慢であり、基岩の湿潤のピークは土層の湿潤のピークに比べて8時間遅れた。これは、基岩の透水性の低さに起因していると考えられる。

同時に、基岩内の湿潤過程では、特にその初期において基岩下部での側方浸透の影響が鉛直浸透よりも素早く現れ、支配的であった。このことより、基岩内に側方への素早い水の伝達経路が存在することが示唆された。