

風化花崗岩層における水移動が斜面土層内の地下水変動に及ぼす影響

京都大学大学院農学研究科 ○水谷佑・桂真也・小杉賢一朗・水山高久

1. はじめに

兵庫県六甲山系西おたふく山の森林流域では、まとまった降雨をきっかけとして地下水位が上昇したあと長期間にわたって水位が維持される現象が観測されている(奥中, 2004)。本研究ではこのような地下水を「恒常地下水」と呼ぶことにする。恒常地下水は表層崩壊の発生に大きく寄与すると考えられるが、その発生や挙動のメカニズムを解明するためには基岩を介した水文過程を明らかにする必要がある。そのためには、基岩の水分特性に関する情報が不可欠となるが、十分な情報が得られていない。そこで本研究では、恒常地下水の挙動・発生のメカニズムを解明するための第一歩として、水文観測・ボーリング調査及び飽和透水試験を行った。

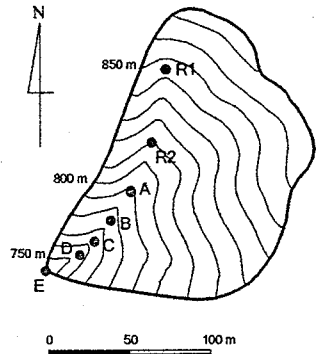


図1 流域の地形図

2. 水文観測・ボーリング調査

2.1 方法

対象流域は兵庫県六甲山系西おたふく山山頂西側に位置する森林流域である。流域面積は 1.87 ha で、基岩地質は風化花崗岩である。図1のA~D地点にて観測井戸を設置し、地下水位・水温を観測した。E点にて堰を設置し、渓流水の流量・水温を観測した。また、流域外にて林外雨量を観測した。さらに、R1・R2の2地点にてそれぞれ深さ 35 m、38 mのボーリング調査を行い、直径約 5 cm の基岩サンプルを不攪乱採取した。ボーリング調査が完了した後、R1・R2点でも地下水位・水温の観測を開始した。地下水・林外雨・渓流水を採水し、SiO₂濃度を計測した。

2.2 結果

2005年の水文観測の結果を図2に示す。SiO₂濃度については濃度が高いものほど丸が大きくなるように示した。恒常地下水はB点・C点で観測された。恒常地下水は通常の地下水より水温が安定していて、SiO₂濃度が高かった。R2点の地下水位は観測開始から低下し続けた。図3に地質断面図を示す。得られた基岩サンプルの岩盤区分はD_L~C_M級で、概ね表層部ほど風化が進んでいた。

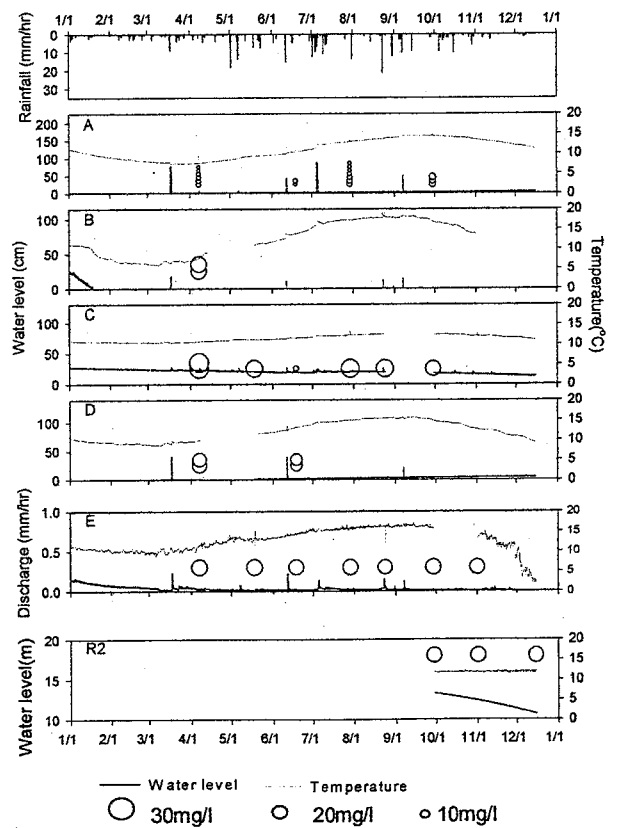


図2 2005年の水文観測の結果

3. 飽和透水試験

3.1 方法

R1のボーリングコアサンプルの各風化区分から1つまたは2つの試料を選定し、高さ5~11cmの円柱形になるように整形した。各試料をそれよりやや大きめのアクリル管に入れ、試料とアクリル管との隙間に不透水性の液体シリコンゴムを流し込み、シリコンゴムが硬化するまで放置した。シリコンゴムの硬化後、余分なシリコンゴムを除去して試料の部分だけ透水できるようにした。試料を飽和させた後に変水位透水試験を行い、

ダルシー則から導かれる理論式が実測値に最もよく適合するように飽和透水係数を定めた (Katsura et al., 2006)。

3. 2 結果

飽和透水試験の結果の一例 (R1の深さ 7.4 m から得られたサンプル) を図4に示す。Ks=2.51×10⁻⁴ cm/s とすると試験結果に最もよく適合し、その適合性は非常に良好であった。他の試料についても同様に良好な適合性を示した。このことから、各試料内ではダルシー則に従う流れが生じているといえる。さらに、最適値の2倍や2分の1の値を代入すると試験結果から大きく逸脱することから、本手法により飽和透水係数を精度良く定めることができたといえる。

R1ボーリングコアサンプルの飽和透水係数の鉛直分布を図5に示す。各試料の飽和透水係数を、その試料を取り出した区分の代表値として表している。ただし、試料を整形できなかった区分や1ヶ月以上水に浸しても飽和しなかった試料があったため、その部分の飽和透水係数は示していない。得られた飽和透水係数は 4.13×10⁻⁵ cm/s～1.05×10⁻³ cm/s であった。

4. まとめ

本研究により、今までほとんど計測されていなかった基岩深部 (~35 m) の飽和透水係数を境界条件の明確な室内実験で計測することができた。本研究で得られた基岩層の飽和透水係数には、水文学的な不透水層とされている 10⁻⁵ cm/s (塚本編, 1992) よりも大きい値が含まれており、基岩層が山地源流域での水文過程に大きく寄与していると考えられる。今後はR2から得られた基岩サンプルも用いて、不飽和領域も含めた水分特性の計測を行い、観測井戸やボーリング孔内の水位変動の計測結果とも関連させた解析を進めることにより、山地源流域での基岩層を含めた水文過程をさらに解明していく予定である。

【参考文献】 奥中季美 (2004) 京都大学大学院農学研究科修士論文, pp. 68; Katsura et al. (2006) Vadose Zone J. 5, 35-47; 塚本編(1992)森林水文学, pp.319

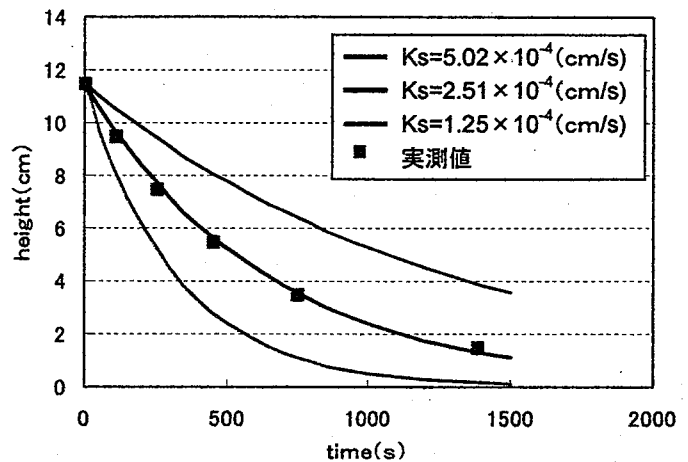
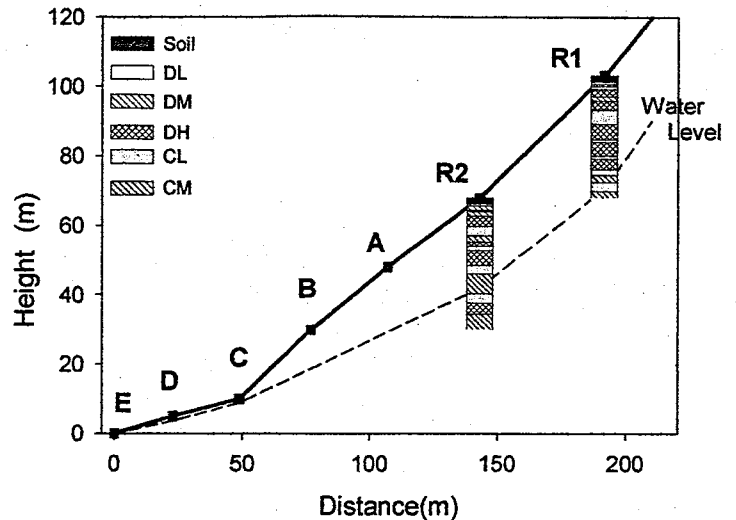


図4 飽和透水試験の結果

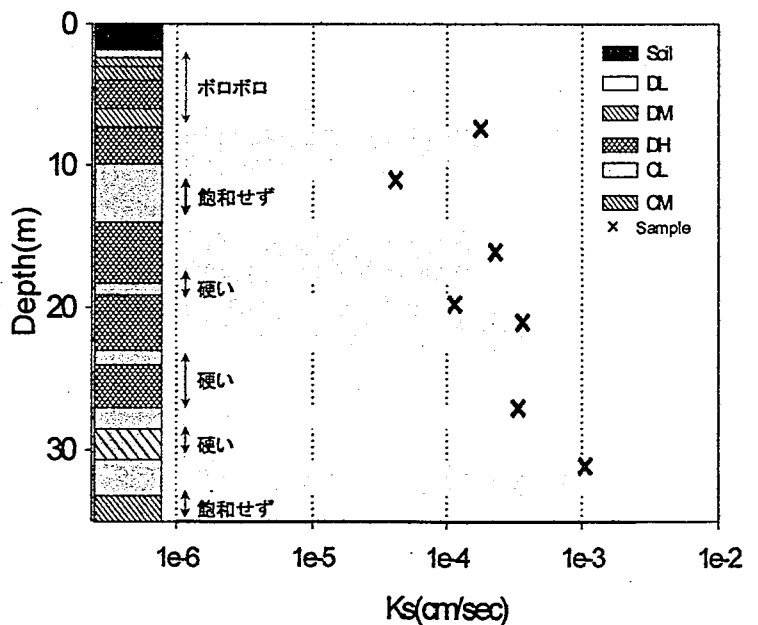


図5 飽和透水係数の鉛直分布