

花崗岩を母材とする山地源流域における基岩層の水分特性の把握

京都大学大学院農学研究科 ○水谷佑 (現 日本工営株式会社)・桂真也・小杉賢一朗・水山高久
近畿地方整備局六甲砂防事務所 石尾浩市・後藤宏二

1.はじめに

一般に地下水位は降雨に伴って一時的に上昇し、降雨が終了すると速やかに消滅する。しかし兵庫県六甲山系西おたふく山の源頭部では、まとまった降雨をきっかけとして、上昇した地下水位が長期間にわたって維持される現象が観測されている。本研究では、降雨時に一時的に発生する地下水を「EG (Ephemeral Groundwater)」, 一方で長期間にわたり水位が維持される準恒常的な地下水を「SPG (Semi-Perennial Groundwater)」と呼ぶことにする。

SPG の発生・挙動は既往の物理モデルで再現できない (小杉ら, 2002) ことから風化基岩層の寄与が考えられたが、基岩層における水文過程は明らかにされておらず、基岩の水分特性に関する情報も不足している。そこで本研究では、風化基岩層を介した水文過程の解明を目的として詳細な水文観測及びボーリングコアサンプルを用いた室内物理試験を行った。

2.観測流域および方法

対象流域は兵庫県六甲山系西おたふく山流域の山地源流域(流域面積 1.87ha)である(図1)。平均勾配は 35° で年平均降水量は約 1600mm である。流域内の谷筋に沿って4地点(A~D)に土層内井戸を、2地点(R1, R2)にボーリング孔を掘削し、それぞれ内部の水位と温度を計測した。さらに、発生した地下水の SiO_2 濃度をモリブデン黄法によって分析した。

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つのサンプルを選定し、円柱状に整形した。整形した基岩サンプルをアクリル管とシリコンゴムを用いて加工し、空気が残らないように下面から飽和させた。飽和後、変水位透水試験・pF試験(加圧板法)を行い、風化花崗岩の水分特性を計測した。

3.結果と考察

A点(深さ 227 cm)ではEGのみが発生し、C点(深さ 130 cm)では観測期間を通じてSPGが観測された。B(深さ 115 cm)・D点(深さ 140 cm)ではEGとSPGの両方が観察された。EGは SiO_2 濃度が低く、井戸内部温度の季節変動は正弦変化を示した。SPGとR1(深さ 35 m)・R2(深さ 38 m)で観測された基岩内地下水は水位の波形に対応が見られ、ともに SiO_2 濃度が高く、井戸内部温度が約 12°C で安定していた(図2)。以上より、EGは土層へと浸透した雨水が基岩面上に一時的に飽和帯を生じることで形成され、一方でSPGは基岩層へと浸透した水が、斜面下部で土層内に復帰することにより形成されることが考えられた。

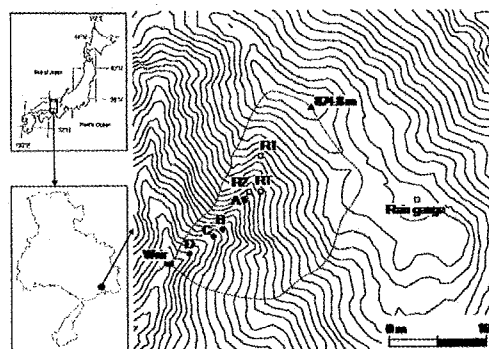
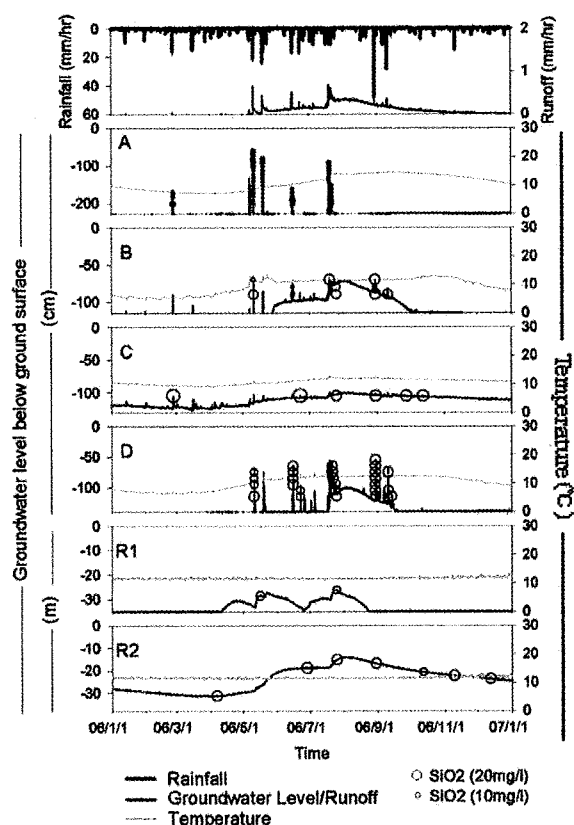


図1. 対象流域

図2. 地下水位・井戸内部の温度・ SiO_2 濃度

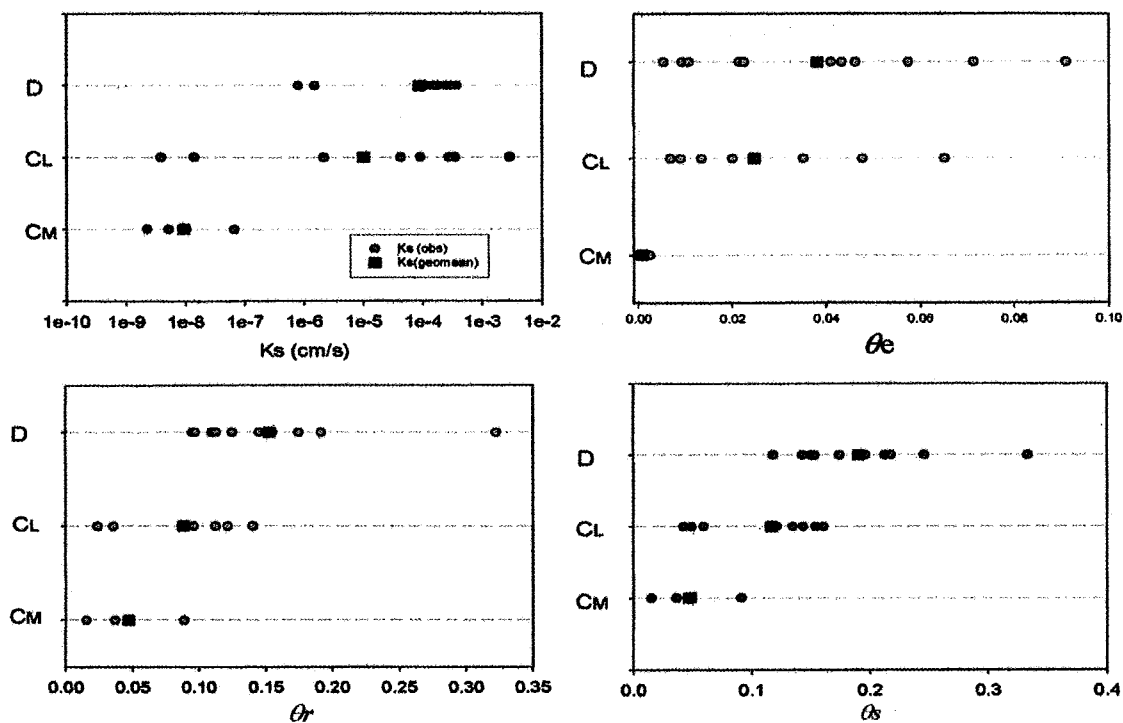


図3. 風化花崗岩の水分特性 (■は平均値を示す)

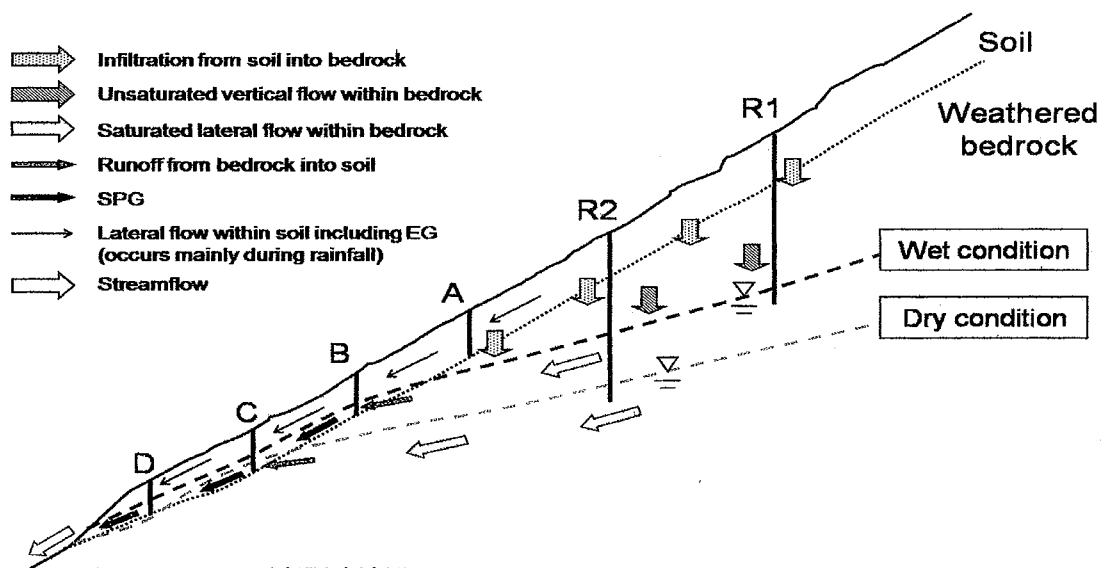


図4. EG・SPG 形成過程概念図

室内物理試験によって、境界条件の明確な状態で飽和透水係数および水分特性曲線を得ることが出来た。本流域の花崗岩では、飽和透水係数 K_s ・飽和体積含水率 θ_s ・残留体積含水率 θ_r ・有効孔隙率 θ_e のいずれも風化の進行に伴って増加することが明らかとなった。D 級・CL 級に区分される風化花崗岩は飽和透水係数が約 $1.0 \times 10^{-5} \sim 10^{-4} \text{cm/s}$ 、有効孔隙率が約 $0.1 \sim 0.2$ であり、CM 級に区分される弱風化花崗岩は飽和透水係数が約 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、有効孔隙率が約 1.0×10^{-4} であった (図3)。また、本流域の土層の飽和透水係数は約 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ であり (小杉ら, 2002)、風化基岩層のそれよりも 2 オーダー程度大きかった。以上より、土層—風化基岩層境界面における飽和透水係数の差異によって EG が発生し、D 級・CL 級の風化基岩層に浸透し貯留された水が CM 級の弱風化基岩層に浸透できずに、SPG として斜面下部で土層内に復帰することが推察される (図4)。今後の課題として、本研究では大きなクラックや破碎帯のない部分の基岩サンプルを用いた計測・検討を行っており、それらの特性・分布についての検討が今後の課題として残されている。