

朝谷川流域を対象とした大規模崩壊予測のための基岩内地下水動態の解析

京都大学大学院農学研究科 ○小杉賢一朗
京都府立大学生命環境科学研究科 松村和樹
高知工科大学社会マネジメント研究所 馬淵 泰
四国山地砂防事務所 桜井 亘・福岡 文典・新谷 大吾

1. はじめに

山地流域における大規模崩壊を予測するためには、基岩内部の雨水流動特性を把握することが不可欠である。本研究では、吉野川上流域の朝谷川流域を対象として、複数の源頭部流域からの流出ハイドログラフを観測すると共に、調査ボーリングを実施し、流域の地質構造と基岩内地下水の動態について検討を加えた。以下にその成果を報告する。

2. 観測流域の地質構造と観測方法

朝谷川流域の空中写真を図-1 に示した。流域全体は、標高差が 500 m 程度の中起伏山地に属し、急峻な山地地形を呈する。地質的には三波川変成岩類に属し、石英片岩・緑色片岩・黒色片岩が多く見られる。流出の観測を行った内部流域は、図中の B, D, E, F 流域である（それぞれの面積は 0.017, 0.023, 0.023, 0.157 km²）。B, E 流域は全体が森林で覆われており、流域内部に表層崩壊の痕跡は認められない。これに対して D 流域では、中流部の右岸側と中下流部の主谷に沿って荒廃裸地が広がっており、近年、表層崩壊と土石流が発生したものと考えられた。F 流域は、C, D, E 流域を内包しており、その面積は他の流域と比べて 8 倍程度大きい。B および D 流域の末端部（図-1 の BS および DS 地点）では、土層内に井戸を掘削し、土層内地下水を連続計測した。

流域の地質構造を把握するために、E 流域末端の P1 地点、D 流域中央部の P2 地点、E 流域中央部の P3 および P4 地点で、調査ボーリングを実施した。P1 地点の標高は 875 m、他の地点の標高は全て 930 m である。図-2 にボーリング柱状図を、図-3 に P2, P3, P4 孔を結ぶラインにおける推定地質断面図を示した。いずれの地点も、地表部は厚さ 0.7~2.5 m の崖錐堆積物に覆われていた。風化の進んだ D 級岩盤の厚さは 0.2~1.9 m と小さく、直ちに風化程度の小さい CL 級岩盤が現れた。CL 級岩盤の厚さは P1~P3 地点では 6.5~7.7 m であったのに対し、P4 地点では 2.6 m と薄くなっていた。CL 級岩盤より深部は、CM~CH 級岩盤となっていたが、所々亀裂が発達した CL 級岩盤が検出された。P1, P2, P3 孔では、1.2~4 m 以深に有孔管を挿入し、基岩地下水水位を計測した。P4 孔では、GL-17.5~22.5m を掘削した際に孔内水位が急激に上昇し、被圧水を確認した。GL-20.7~21.8m 間に顕著な亀裂が発達していたため、20 m 以深を有孔管とし、被圧地下水の水位を計測した。それと同時に、地表付近の不圧水を計測するために、同地点に P5 孔を掘削した。P5 孔の深さは 17 m であり、有孔管は 2.7 m 以下に挿入した。各孔の水位は、10 分間隔で連続計測した。

3. 結果と考察

図-4 に 2009 年 11~12 月に観測されたハイドログラフを示した。B 流域、D 流域とも、降雨に対応した明瞭な流出ピークを示したが、D 流域の方が、ピークが大きく逡減が素早い特徴を有していた。D 流域内部に表層崩壊跡地が存在し、地表流の発生が顕著であるためと考えられる。E 流域では、期間の前半で欠測が生じたため明瞭な傾向は示されていないが、他の期間については、B 流域に似た流出特性を示していた。

ボーリング孔内水位は、いずれの孔でも、GL-6m 以上の非常に浅い位置に認められた（図-5）。P1, P2, P3 孔の水位は降雨に敏感に感応し、ピークの発生時刻は、BS および DS 地点の土層内水位とほぼ同様であった。一方、P4, P5 孔の水位変動は緩やかであり、11 月 14 日の期間最大降雨に対して、3.5 日後にピークを示した。また、基岩深部の地下水水位（P4 孔）が、浅部の地下水水位（P5 孔）よりも常に高くなっており、鉛直上向きの地下水流動があることが示唆された。

図-6 には、P4 孔と P5 孔の水位差の時系列を、ハイトグラフと共に示した。比較的規模の大きな降雨中やその直後には水位差は一端減る傾向があるが、11 月 14 日の降雨の後、水位差は徐々に上昇し、3.5 日後に最大となった。これまで、降雨のピークに遅れた大規模崩壊の発生が報告されているが、このような岩盤地下水の挙動がその誘因の一つとなる可能性がある。

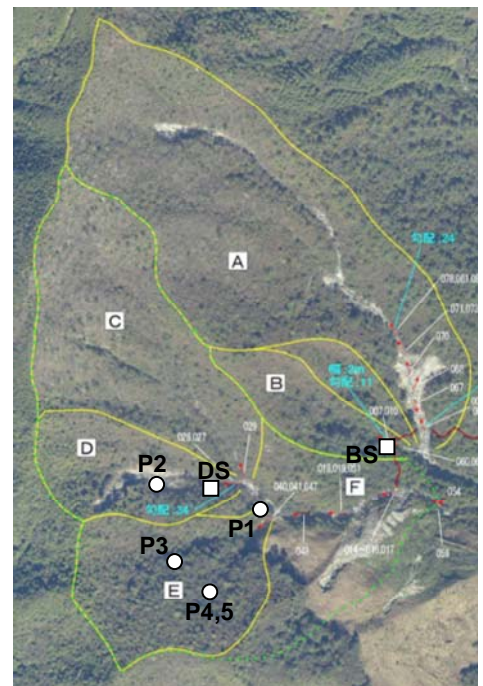


図-1 朝谷川流域の様子

○印は調査ボーリング孔、□印は土層内井戸を表す

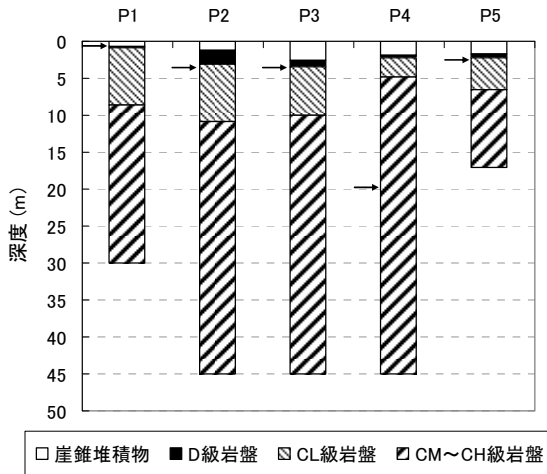


図-2 ボーリング柱状図 (→は無孔管下端)

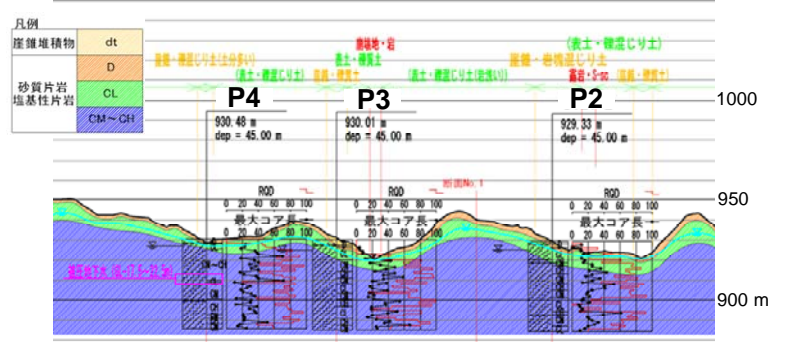


図-3 推定地質断面図

図-1 に示した、P2、P3、P4 孔を横切る断面。P4 孔の 17.5~22.5 m には、被圧した地下水が存在。

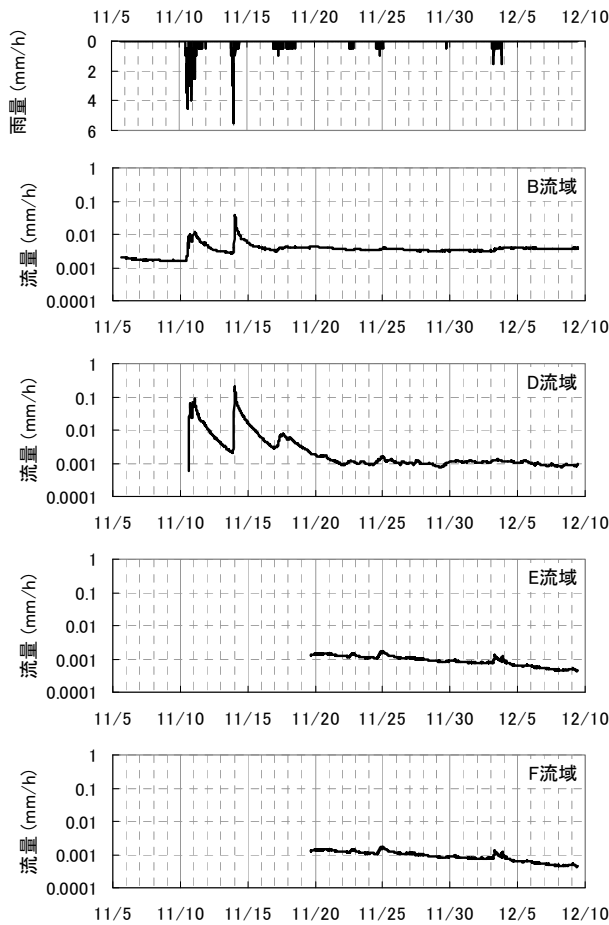


図-4 ハイエットグラフとハイドログラフ

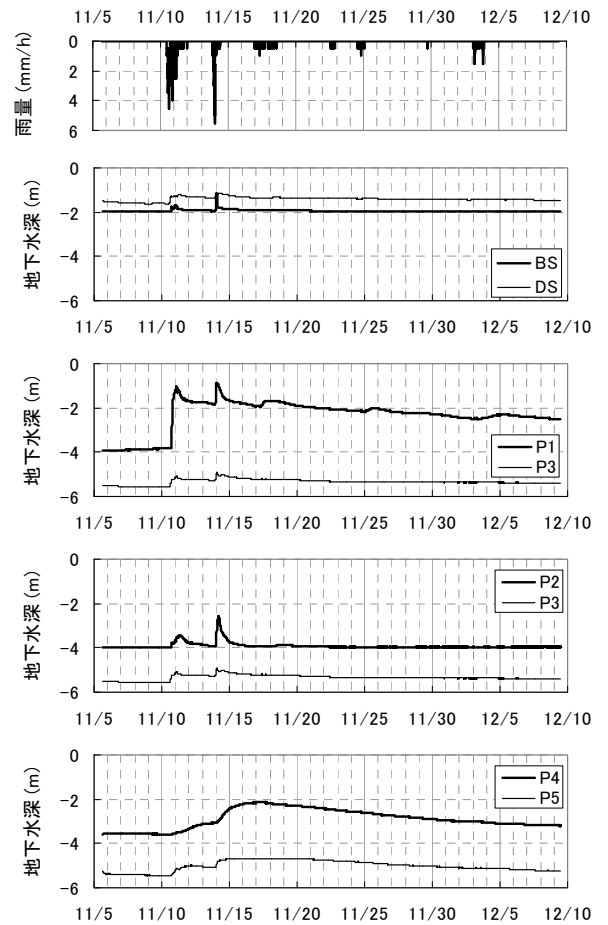


図-5 ハイエットグラフと地下水深

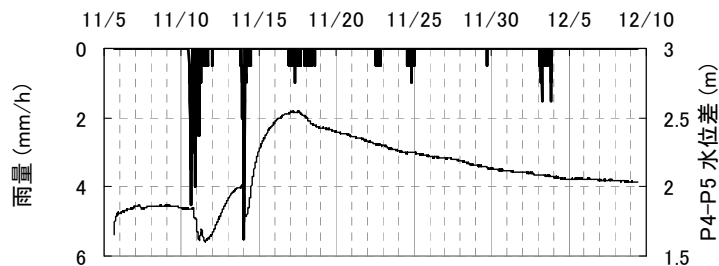


図-6 ハイエットグラフおよびボーリング孔 P4 と P5 の水位差