

大規模崩壊地を有する流域からの土砂動態モニタリング手法と土砂生産源の検討

信州大学農学部 ○平松 晋也・福山 泰治郎

筑波大学生命環境科学研究科 恩田 裕一

京都大学農学研究科 小杉 賢一朗

京都府立大学農学研究科 高濱 淳一郎

天竜川上流河川事務所 草野 慎一・福本 晃久

信州大学農学研究科(現 中央復建コンサルタンツ株式会社) 上田 大輔

1. はじめに

一度発生すると甚大かつ長期的な被害をもたらすことになる大規模崩壊による土砂災害を抑止・軽減するためには、その発生メカニズムを解明することにより、発生場所や発生時刻の予測手法を確立する必要がある。本研究は、上流部に大規模崩壊地(百間ナギ)を有する与田切川流域(花崗岩)を対象地として抽出し、降雨量・流出量・地下水位、流砂量などの観測を行い、豪雨時の土砂生産や流動特性を把握することにより、効果的な土砂処理計画の策定に資することを目的として実施したものである。研究内容は、①基岩内の雨水流動過程の解明と大規模崩壊予測手法の検討、②大規模崩壊地を有する上流域からの土砂量観測と土砂生産源の検討、③本川河道に流入する土砂の供給源やその供給過程の把握 に大別される。ここでは、①に関する成果を紹介する。

2. 研究対象流域

研究対象流域は、図-1 中の●に示す長野県上伊那郡飯島町に位置する与田切川流域内の Y-1 流域(図-2(a))と Y-2 流域(図-2(b))である。Y-1 流域と Y-2 流域の地質は花崗岩であり、ともに崩壊跡地を有している。Y-1 流域と Y-2 流域の流域面積はそれぞれ 1.33ha と 0.64ha であり、河床勾配は 25° と 40° となっている。Y-1 流域の中～下流域右岸側はヒノキ林、その他の地点はブナを主体とした落葉広葉樹林により構成されている。Y-2 流域には、流域を囲むようにして落葉広葉樹が分布している。与田切川流域の年間降水量は、2,000 ～ 3,000mm 程度である。

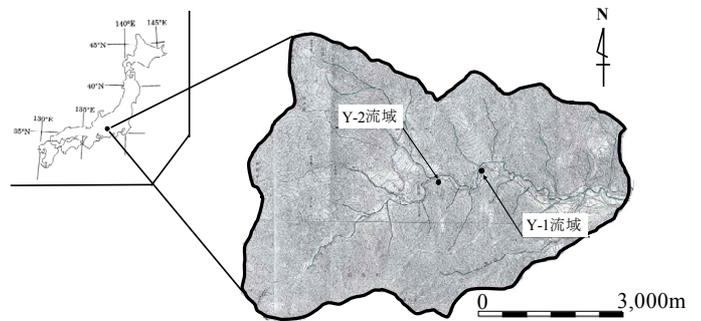


図-1 研究対象流域

岩盤内地下水位は、Y-1 流域を縦断する 4 地点(Y-1Gw1～Y-1Gw4)と Y-2 流域を横断する 2 地点(Y-2Gw1, Y-2Gw2)で観測し、湧水量は、Y-1 流域下部の 2 地点(Y-1Sw1, Y-1Sw2)と Y-2 流域下部の 2 地点(Y-2Sw1, Y-2Sw2)で観測した(図-2)。

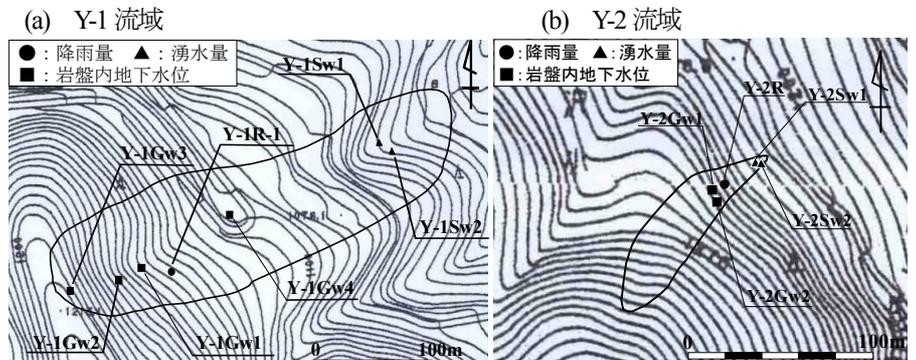


図-2 計測機器の設置状況

3. 岩盤内地下水位と湧水量 の降雨応答特性

Y-1 流域内の岩盤内地下水位 Y-1Gw1～Y-1Gw4 と湧水量 Y-1Sw1 と Y-1Sw2 の経時変化を示す図-3 より、岩盤内地下水位 Y-1Gw1 は降雨量の増加とともに、ゆるやかに上昇する傾向を示した。これに対して、Y-1Gw2 は降雨に対して鋭敏に反応し、ピーク後速やかに排水され、一定水位まで減少している。また、Y-1Gw1 と Y-1Gw2 では、岩盤内地下水位がそれぞれ、1,127.35m～1,127.65m と 1,142.38m～1,142.78m に到達すると、降水量の増加に関わらず、それ以上上昇しないことが確認できる。一方、湧水量に関しては、数m程度しか離れていないにもかかわらず、Y-1Sw1 の方が降雨に対してより鋭敏に反応していることがわかる。

Y-2 流域では、岩盤内地下水位 Y-2Gw1 と Y-2Gw2 は降雨に対して概ね同様の波形を示している(図-4)。湧水量 Y-2Sw1 と Y-2Sw2 では大規模降雨に対しては同様の傾向を示しているものの、小規模降雨時に対しては Y-2Sw2 の方が反応は小さくなり、無降雨時では流出しなくなるといった場合もみられた。Y-2Sw1 の降雨に対する挙動は、Y-2Gw1 や Y-2Gw2 での岩盤内地下水位の挙動と概ね相似形を呈していることがわかる。

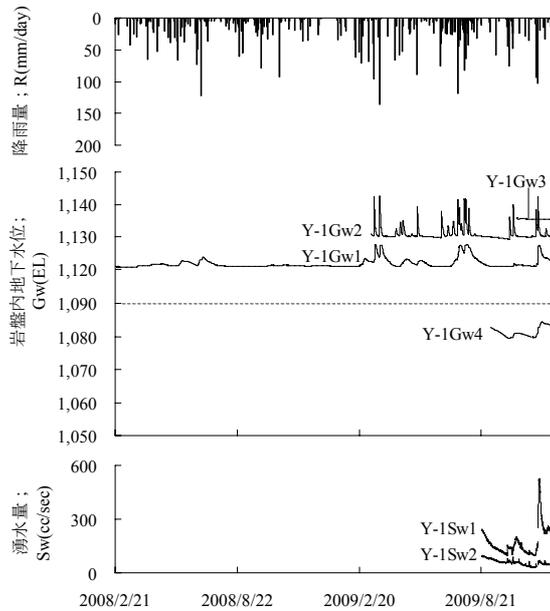


図-3 Y-1 流域での水文観測結果

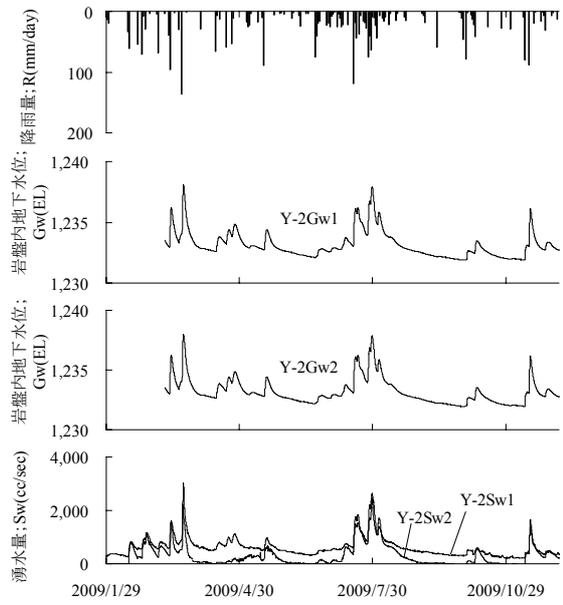


図-4 Y-2 流域での水文観測結果

4. 岩盤内での地下水流動プロセスの推定

Y-1Gw1 と Y-1Gw2 で採取されたボーリングコアの性状を観察すると、Y-1Gw1 の水位が一定値を示すようになる 1,127.35m~1,127.65m では、岩が風化しマサ土状となっていることが確認できる。Y-1 流域内での岩盤内地下水位の観測結果やボーリングコアの性状把握より、ある閾値(図-5)以上に岩盤内地下水位が上昇を続けようとする、岩盤内での亀裂や岩の変質といった新たな水みちの出現により見かけの排水速度の増加といった地下水流動特性の変化が示唆される。Y-2 流域を縦断する岩盤内地下水位と湧水量の岩盤内地下水位(Y-2Gw1)と湧水量(Y-2Sw1) との関係を示す図-6 より、湧水量は岩盤内地下水位の増加と共に増加するものの、変曲点を境に岩盤内地下水位が 1,237m~1,238m で推移しているのに対して、湧水量は急激に増加するようになることがわかる。Y-2Gw1 で採取されたボーリングコアの性状を観察すると、1,222m~1,227m で岩が変質し、砕けている層が確認できる。このことから、Y-2Gw1 では地下水位の上昇に伴い地下水圧が増大することにより、地下深部の亀裂からの排水速度が増加することが示唆された。

以上の結果より、大規模降雨時の Y-1 流域や Y-2 流域内での岩盤内地下水位の挙動は、図-7に

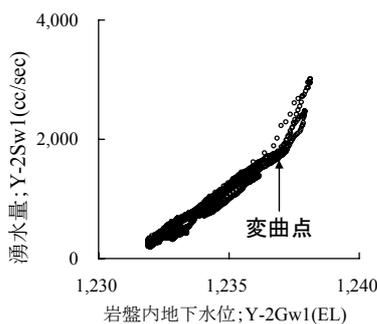


図-6 Y-2Gw1 と Y-2Sw1 との関係

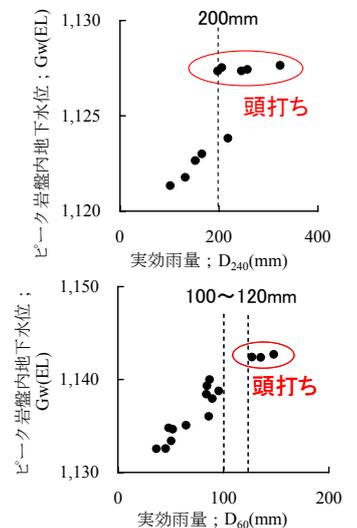


図-5 Y-1 流域内での岩盤地下水位の変動特性

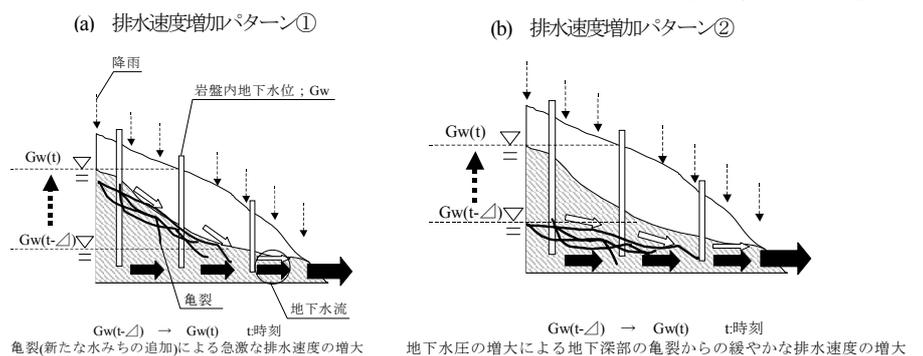


図-7 地下水位上昇に伴う地下水流動特性の変化の推定

示す 2 通りのパターンが想定され、このような現象が生じた場合、下流部では岩盤内地下水の集中化に伴う局所的な地下水位の上昇などにより、大規模崩壊発生の可能性が高まることになる。

5. おわりに

岩盤内地下水位がある閾値を上回り岩盤内で新たな水みちが追加され排水速度が増大すると、多雨期などの高水位期には下流部の岩盤内地下水位が局所的に増加し、その結果として大規模崩壊を引き起こす可能性が示唆された。今後さらに観測データを蓄積し、今回得られた知見の妥当性や汎用性について考察していく予定である。