

岐阜大学大学院連合農学研究科
静岡大学農学部

今泉 文寿
土屋 智・逢坂興宏

1. はじめに

土石流の観測は主に流送域において行われており、土石流の発生域における観測事例は乏しい。土石流の発生域は渓床勾配が急であるため、そこを発生・流下する土石流は、流送域で確認される土石流とは異なる流動形態をとることが考えられる。そこで、安倍川上流域の大谷崩において現地観測を行い、土石流の発生域における流動形態の把握を試みた。

2. 調査地概要

大谷崩は、日本三大崩れのひとつに数えられる大規模崩壊地である。本研究は大谷崩の中でも砂礫生産が最も活発で土石流の発生域となっている「一の沢」上流域を対象として観測を行った（図-1）。流域内は構造運動による断層・褶曲によって破碎が進んでおり、複雑に入り組んだ砂岩・頁岩が露出している。

3. 観測方法

「一の沢」上流域内にビデオカメラを設置して渓床の様子を3分インターバルで定時撮影した（図-2中のV₁～V₃地点）。得られたVTR画像から土石流発生の確認と砂礫の流下状況の判読を行った。

さらに「一の沢」上流域内の4箇所（図-2中のP₁～P₄地点）に水位観測地点を設けた。水位観測地点には超音波式水位計を設置し、土石流流下時における土石流表面の位置を計測した。また、水圧センサーを設置して渓床にかかる間隙水圧を計測した。計測された間隙水圧を密度（=1.0g/m³）で割ることにより、水位に換算した。図-2にはセンサー設置地点P₂において静電容量式水位計（Cwdp）によって計測された水位と、同地点に設置した水圧センサーによって計測された水位を対比したものを示す。図-4は土石流発生時のものであるが、Cwdpによって計測された水位と水圧センサーによって計測された水位は良好な一致がみられる。つまり、水圧センサーによって土石流の水位を計測可能であることがわかる。また、雨量計を設置して、土石流の誘因と考えられる降雨量を観測した。超音波式水位計、水圧センサー、雨量計の測定間隔はいずれも1分とした。

4. 発生域における土石流の流動形態

1998年4月に観測を開始してから2002年11月までの5年間の観測で計33回の土石流がVTR画像あるいは超音波式水位計等による水位観測によって確認された。ビデオカメラによる撮影の結果、V₁およびV₂の両地点において、高濃度の泥水を主体とした流れと石礫を主体としまトリックスに泥水を確認できない流れの2種類の流動形態が確認された。前者は間隙流体が土石流の表面まで達している流れ（図-3(a)）、後者は間隙流体が土石流の表面まで達していない流れ（図-3(b)）と言い換えることができる。土石流の流動形態をより詳細に把握するには土石流内部にある間隙流体の水面の位置を特定する必要がある。そこで超音波式水位計と水圧センサーと同じ地点に設置し、超音波式水位計によって土石流表面の位置（図-3, H）を、水圧

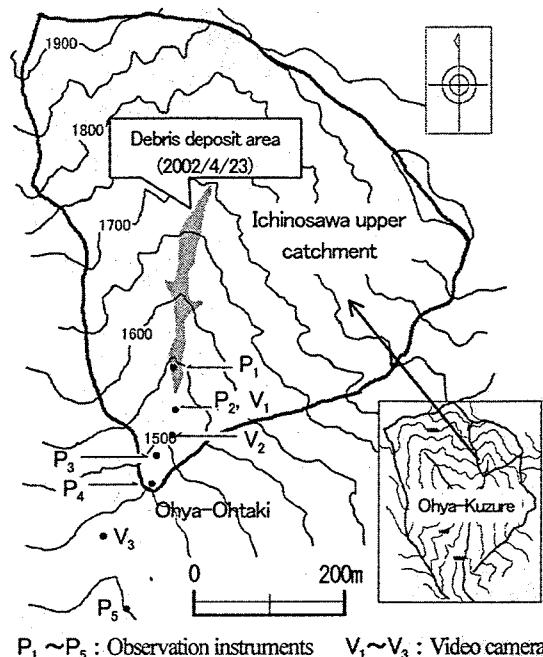


図-1 「一の沢」上流域の地形図

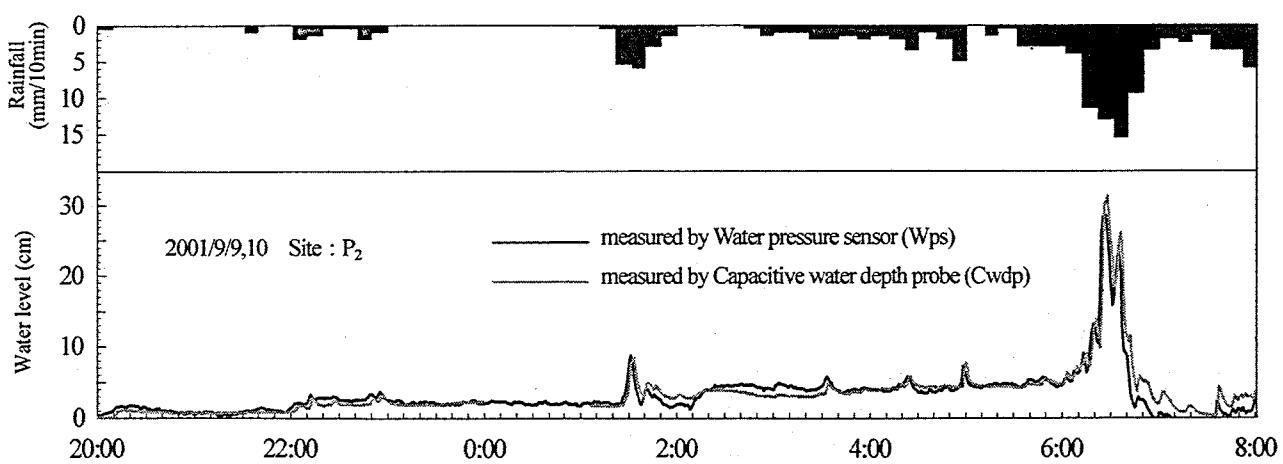


図-2 水圧センサーおよび静電容量式水位計によって計測した水位の対比

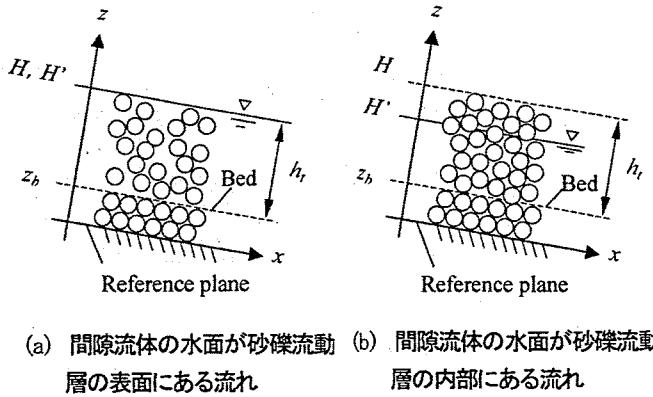


図-3 土石流の流動形態の模式図

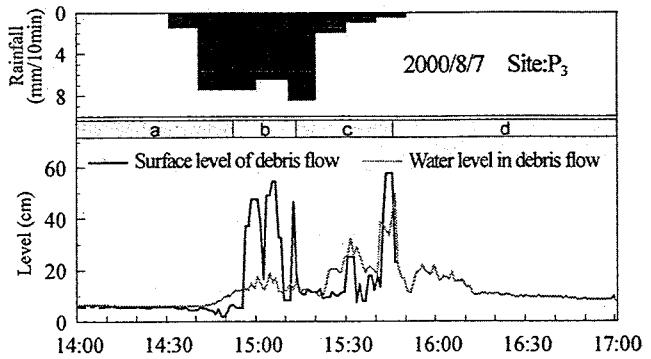


図-4 土石流表面および間隙流体の水面の位置の変動

センサーによって間隙流体の水面の位置を計測した。2000年8月7日に発生した土石流のP₃地点における観測結果を図-4に示す。下段d期間は超音波式水位計による計測が欠測である。V₂地点に設置したビデオカメラによって撮影されたVTR画像(P₂地点付近を撮影)によると、土石流が流下する以前はわずかな表面流が流れるのみであったが(図-3下段のa期間)，14時55分に石礫を主体とした流動形態(図-3(b))の段波が確認され、その後急激な流量の増減が繰り返された(b期間)。そして、泥水を主体とした流動形態(図-3(a))が確認されるようになり(c期間)，しだいにその流量が落ち着いた(d期間)。超音波式水位計によって計測された土石流表面の位置Hの変動は、VTR画像によって確認される土石流の様子と良好な一致をみせる(図-4下段)。一方、水圧センサーによって計測された間隙流体の水面の位置H'は、期間によって変動の様子が異なる。つまり、VTR画像によって図-3(b)の流動形態が確認されるb期間では土石流表面の位置(H)と比較して間隙流体の水面の位置(H')が低く、VTR画像によって図-3(a)の流動形態が確認されるc期間においてはHとH'がほぼ一致している。

5. 土石流による侵食・堆積現象

図-5は2002年7月10日に発生した土石流の間隙流体の水面の位置を示しており、センサー設置地点P₁(渓床勾配30°)において水圧センサーによって計測されたものである。センサー設置地点P₁は渓床堆積物が厚く堆積する区間であるため、水圧センサーによって計測される変動量は、渓床位(図-3のz_b)と間隙流体の厚さ(図-3(b)のH'-z_b)の変動量の和となる。図-5には併せて、VTR画像から推定された流動深h_t(図-3(a)の流れのときはH'-z_bと一致)と水圧センサーによって計測された水位H'を対比させることによって判断した、P₁地点における渓床の侵食・堆積の様子を示した。

図-5によれば7月10日の8時から10時半にかけて複数回の段波が到達し、その後10時半から13時にかけて水位が約50cmで落ちている。VTR画像によると、この時間帯のh_tは10~15cm程度で推移している。つまり、水位が高い位置にあるのは渓床位の上昇によるもので、土石流通過時に堆積現象がおきたことを意味する。また、14時に再び土石流の段波が確認され、15時以降は水位が相対的に低い位置を推移している。これは侵食現象がおきたことを意味する。

土石流の流下に伴う侵食現象は、渓床勾配で流下可能な土砂濃度よりも流下中の土石流の土砂濃度が低いことを示している。それに対し堆積現象は、渓床勾配で流下可能な土砂濃度よりも流下中の土石流の土砂濃度が高いことを示している。つまり、「一の沢」上流域を流下する土石流は、その濃度が流れによって大きく変化していることがわかる。

6. おわりに

土石流の発生域である「一の沢」上流域において観測を行った結果、VTR画像により土石流表面に間隙流体を確認できる流れと確認できない流れの2種類の流れが確認された。超音波式水位計と水圧センサーを用いた計測を行った結果、前者は土石流表面と間隙流体の水面が一致し、後者は土石流表面よりも間隙流体水面が下にあることが確認された。さらに侵食・堆積現象から、土石流の濃度が大きく変化していることがわかった。

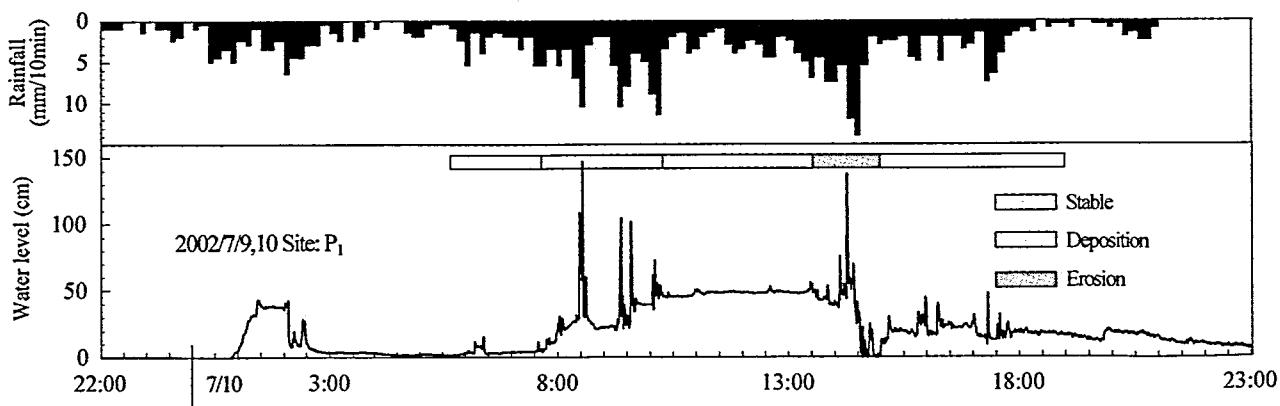


図-5 土石流発生時における水位の変化と侵食・堆積現象