

雲仙岳の火砕流堆積域における土石流発生誘因としての降雨流出特性

アジア航測株式会社 ○武石久佳, 平川泰之, 岡野和行, 田中利昌, 金子剛史
国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 植野利康, 光武久修, 下窪和洋※
現所属 ※九州地方整備局川辺川ダム砂防事務所砂防工事課

1. はじめに

雲仙普賢岳の水無川流域では、近年炭酸谷と極楽谷でのみ土石流が発生しており、平成28年度は6月20日に土石流が発生した。過年度には、この2つの溪流でのみ土石流が発生する素因として、平成噴火前の地盤（地山）と平成噴火による火砕流堆積物（新規火砕物）の境界からの地下水湧出が大きく影響していることが示唆された（図-1）¹⁾。それに基づき、昨年度にタンクモデルによる土石流の発生予測を実施し、再現・検証計算共に良い結果が得られた。しかし、タンクモデルは降雨と土石流の関係を検討しており、湧水（中間プロセス）の検討はされていない。

本研究では、湧水の実態を計測し、降雨・湧水・土石流の一連の関係を明らかにすることを目的として、まずは湧水の概略の規模、発生時間などについて観測を行い、降雨状況と合わせてその関係性について検討した。

2. 研究方法

2.1 対象溪流の概要

対象溪流は、水無川流域の炭酸谷のうち、豪雨時に湧水が確認される地点（図-2のB地点、炭酸谷の右岸側）および、湧水の発生は無いと思われる地点（図-2のA地点、炭酸谷の本流）とした。A及びB地点上流の集水面積はどちらも0.1km²程度である。

2.2 観測方法

観測にはインターバルカメラと静電容量式水位計を使用した。設置台数（うち、有効なデータ回収台数）は、B地点ではカメラ5台（4台）と水位計2台（1台）、A地点ではカメラ3台（1台）である。観測間隔は、カメラ5分、水位計10分である。

計11万枚のカメラ画像を目視確認し、流水の発生期間を特定した。夜間の流水有無は、前後の日中の流水状況からできるだけ類推した。B地点では露岩した溪床の一部に土砂が堆積しており、堆積土砂の表面に流水が確認できる場合には比較的流量が多いことを意味する（図-3）。今回は、露岩部と堆積土砂の両方をカメラで捉えたため、流量の増減の時系列推移を把握することが出来た。水位計は、土砂堆積部にあたる。ただし、本体を覆う保護管が土砂で目詰まりしたことにより水が抜けにくくなったため、水位減少過程では参考値として取り扱う。

3. 観測結果及び考察

3.1 観測結果

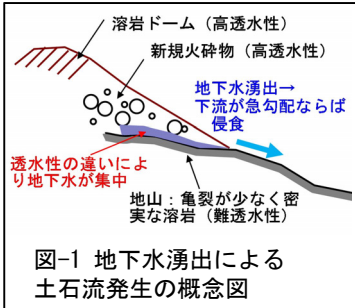


図-1 地下水湧出による土石流発生の概念図

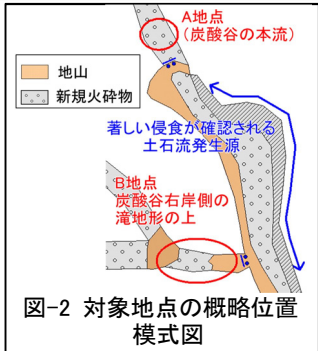


図-2 対象地点の概略位置模式図

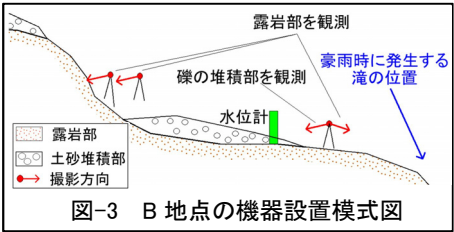


図-3 B地点の機器設置模式図

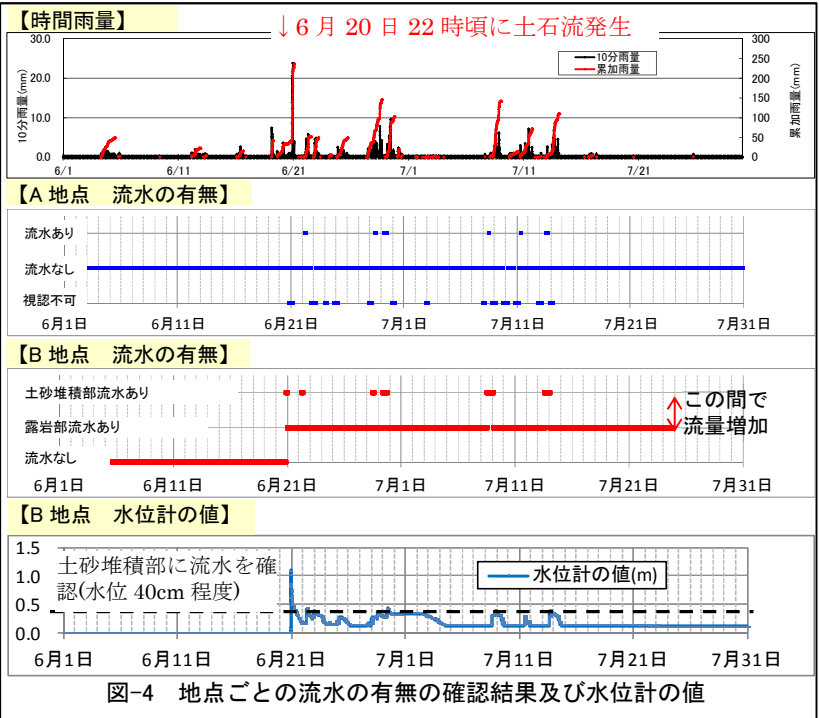


図-4 地点ごとの流水の有無の確認結果及び水位計の値

各地点の流水の有無の確認結果を図-4に示す。

【B地点】溪床の露岩部を撮影した地点では、平成28年6月20日に発生した大規模な土石流以降、カメラが停止するまでの一ヶ月以上に渡って溪床に流水が確認され続けた。さらに、土砂堆積部では降雨時のみ流水が確認されたことで、降雨時の流量の増加が確認された。なお、流水は、10月末に実施した現地調査時には確認されなかった。

【A地点】B地点の土砂堆積部と同様に降雨時のみ流水が確認され、降雨の終了後、短時間で流水が確認されなくなる傾向が見られた。

3. 2降雨流出特性の考察

上記の結果から、B地点では長期降雨による流水と短期降雨による流水の両方が存在し、A地点では短期降雨による流水が存在すると考えられた。これは、当初想定していた「B地点には湧水が存在し、A地点には存在しない」というモデルと整合する。次に、上記の短期・長期降雨による影響を、実効雨量により再現することを試みた（図-5）。

B地点では半減期 240 時間で実効雨量 100mm 程度とした場合に流水有無と整合的であり、半減期 3 時間で実効雨量を 40mm 程度とした場合に流量の増減と整合的となる。A地点では半減期 1.5 時間で実効雨量 25mm 程度とした場合に、流水有無と整合的である。

次に、B地点における短期・長期降雨による影響を示すため、試行的ではあるが半減期 3 時間の場合と 240 時間の場合を合計した結果を図-6に示す。合わせて、土石流発生後に実効雨量が減少する 6 月 22 日と、実効雨量が増加する 6 月 29 日の流水の状況（図-7）を示す。右に示す 29 日の方が、明らかに流量が多いことから、この結果は実効雨量の増減傾向と整合的である。

これにより、炭酸谷における湧水の発生地点（B地点）では、半減期の長い長期降雨に対応した湧水の流出があり、またその流量は短時間降雨によって増減することが明らかになった。この増減が、地下水の増加によるものか、表面流によるものかは確認できていないが、①炭酸谷本流の A 地点では表面流による出水が考えられること、②B 地点の流量の増減は短期降雨に依存すること、③AB 地点の流域面積は大きく変わらないことなどから、B 地点でも A 地点と同様に表面流が発生している可能性が考えられる（図-8）。

4. まとめと課題

今回の観測により、炭酸谷で発生する流水の発生状況や流量の増減傾向について確認することができた。一方で、土石流との関係を示すための、定量的な観測が現段階で実施できていない。また、湧水発生地点に置いても表面流が流量の増減に影響している可能性があることが分かった。今後、より定量的な値を得ることで、土石流の誘因となる湧水や表面流の実態について解明を進めていきたい。

【参考文献】1)：平川ら(2016)：雲仙水無川における土石流の発生条件について、平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集,p.B-252

