

焼岳上々堀沢に発生する土石流の特徴と水文量の関係（その3）

○岡野和行 : 京都大学大学院理学研究科（現 アジア航測株式会社）
 諏訪 浩 : 京都大学防災研究所
 神野忠広 : 国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所

1. はじめに

信濃川水系梓川流域に位置する焼岳上々堀沢で発生する土石流には、先頭部に集積する石礫の間隙が泥水で満たされているものと、間隙が泥水で満たされていないものが認められる。また、総流出量、ピーク流量、先端流速などを求めると、これらの量は事例ごとに大きく異なる。

土石流の規模・形態と発生時の降雨量との関係を解析すると、先頭部の間隙が泥水で満たされておらず規模が小さい土石流は、短期集中型の降雨時に発生し、先頭部の間隙が泥水で満たされた土石流は、先行雨量が大きいときに発生する、という傾向があることがわかった¹⁾。

今回は、2008年に実施した水文観測結果をもとに土石流への給水条件を解析し、降雨条件が土石流の特徴を規制するメカニズムを考察する。

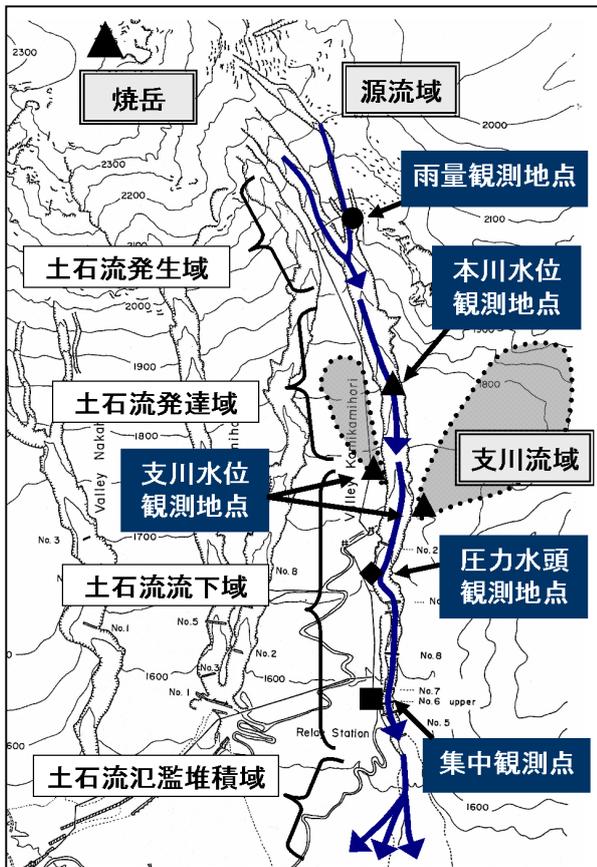


図1 水文観測実施箇所

2. 焼岳上々堀沢における土石流への給水過程

地形条件と土石流発達過程を考慮すると、以下の3つが土石流への主な給水過程であると考えられる。

- ① 土石流発生地点上流からの流入
- ② 支川からの流入
- ③ 侵食に伴う溪床堆積土層内地中水の付加

これらの過程による土石流への給水量と、降雨条件との関係を明らかにするために、水位観測と溪床堆積土層内の圧力水頭の観測を行った。水位および圧力水頭の観測結果を図2に示す。

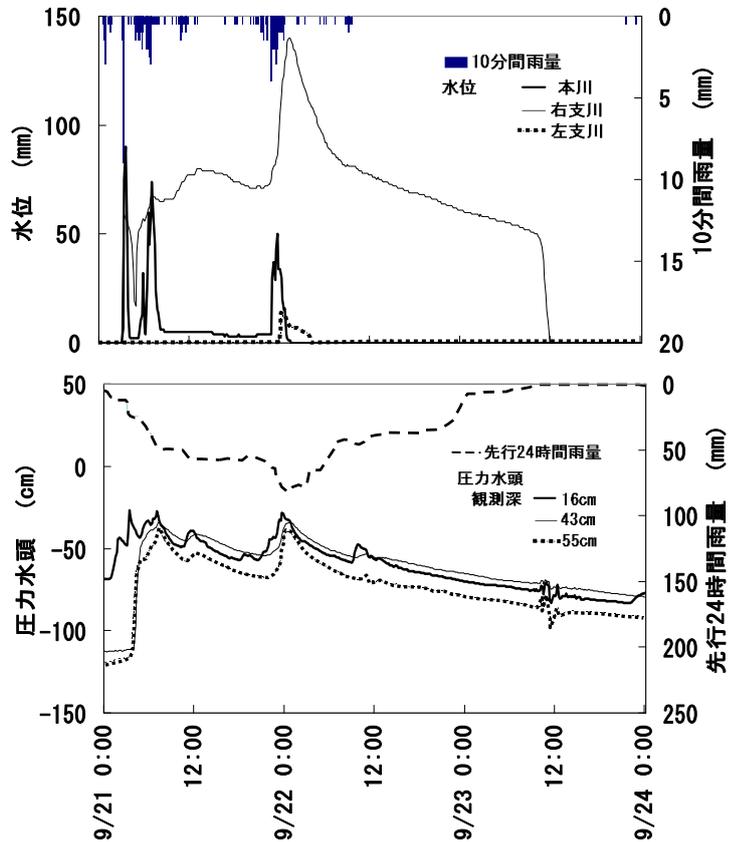


図2 水文観測結果

3. 降雨条件と土石流への給水条件の関係

水位および圧力水頭と、雨量の時系列変化を比較すると、以下のことがわかる。

本川上流の水位は、短時間の降雨強度と対応がよい。すなわち、10分間雨量に対する時間遅れは小さく、降雨強度が低下すると、短時間で流出が

終了する。侵食谷の溪床は裸地であるため、源流域の支谷で検討された結果²⁾と同様に、Horton 地表流による流出が主体であると推察される。

支川の水位は、長時間すなわち 24 時間の先行雨量と対応がよい。上昇開始やピーク水位発生時刻が、10 分間雨量に対して遅れる傾向にあり、水位が下降を始めてからも、流出は長時間継続する傾向にある。支川流域では、源流域で見られる Horton 地表流を主体とする降雨流出とは異なり、斜面地中流を主体とするものとなっていると推察される。この特徴は右支川でとくに著しい。

土層内の圧力水頭は、短時間の降雨強度に対して上昇開始が遅れる。また、一度上昇した圧力水頭は緩やかに下降する。深さ 55cm の観測値は、16cm のものに対して、上昇開始が数時間遅れ、無降雨期間が続くと数日程度でもとの含水率まで下がる。従って、数時間以上にわたり先行雨量がある場合には、堆積層内の含水率は土石流発生時に既に上昇しているが、降り始めから数時間以内に土石流が発生した場合には、堆積層内の含水率は、降雨開始以前と同程度であると推察される。

4. 土石流への給水条件と発達過程の関係

高橋³⁾に基づく、勾配 θ の溪床上で発達する土石流が平衡状態に到達した場合、上流から供給される水量 q_0 と発達後の土石流の流量 q とは、以下の式で関係付けられる。ただし、 $C_{d\infty}$ は、溪床勾配 θ における流動中の土石流の容積土砂濃度である。

$$q = \frac{C_*}{C_* - (\theta_v + C_*)C_{d\infty}} q_0$$

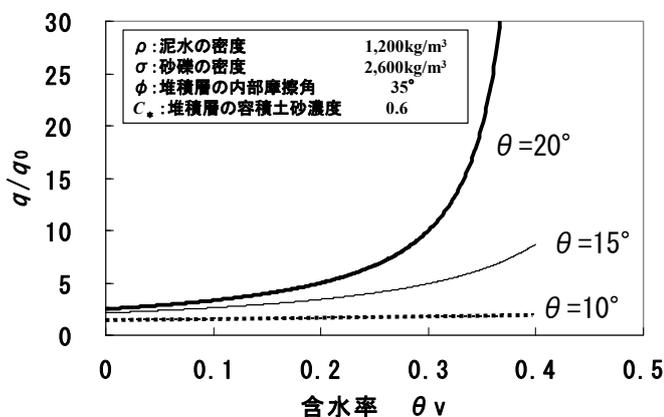


図3 土石流の流量と上流から供給される水量との比

この式を用いると、流出する土石流の流量と上流から供給される水量との比は、図3のようにな

る。なお、土質定数等は図中に示す一般値を用いている。

この図から、土石流は発達過程で、流量が上流からの給水量の数倍から数十倍になることが解る。また、流出する土石流の流量が堆積土層内の含水率に大きく依存することが解る。

5. 土石流の特徴を規制するメカニズム

土石流への給水過程と発達過程を考察した結果、降雨条件が土石流の規模・形態を規制するメカニズムは以下であると推察される。

短時間の降雨強度と長時間の先行雨量が共に大きい条件下で土石流が起きると、本川上流からの多量の流入水が期待でき、また土石流が含水率の高い堆積層を侵食し、大きく発達する。さらに、支川からも給水されて規模が大きく、先頭部が泥水で満たされた土石流となる。短時間の降雨強度は大きい、長時間の先行雨量が少ない条件下で発生すると、本川上流からの流入水量は多いが、含水率の低い堆積層を侵食するため、土石流は水を多く取り込めず、あまり発達しない。支川からの流入が少なく、水が不足気味となる。その結果、規模が小さく先頭部が泥水を欠く土石流となる。長時間の先行雨量が多く、短時間の降雨強度が小さい場合の土石流では、本川上流からの流入水量は少ないが、堆積層の含水率が高いためある程度発達し、支川からも給水される。その結果、規模は小さいが先頭部が泥水で満たされた土石流となる。

6. おわりに

昨年度検討した降雨量と土石流の規模・形態との関係を、給水過程と土石流発達過程を考察することによって説明することができた。今後は、数値シミュレーション等の手法を用いて、より定量的に現象を検証していくことが必要である。

<参考文献>

- 岡野和行・諏訪 浩・植野利康：焼岳上々堀沢に発生する土石流の特徴と水文量の関係（その2）、平成20年度砂防学会 研究発表会概要集 p.24-25, 2008
- 山越隆雄・水山高久・諏訪 浩・奥西一夫・仲野公章：焼岳上々堀沢源流域斜面における降雨流出特性の20年間の経年変化、砂防学会誌, Vol.54, No.4, p.22-32, 2001
- 高橋 保：土石流の流動と発生に関する研究、京大防災研究所年報 29B-2, p.405-435, 1977