

京都大学防災研究所 ○諏訪 浩  
 国際航業(株)関西技術所 西村公志  
 防災科学技術研究所 松村正三  
 京都大学理学研究科・院 山越隆雄

12月6日、姫川支流蒲原沢において、前日の50mmを越える降雨と気温上昇に伴う融雪が原因で、土石流が発生し、沢の下流で前年の土砂災害の関連工事に従事していた関係者を巻き込み、死者14名を出す災害となった。発表者らは現地調査と地上測量を行い、収集した資料を解析して以下の点を明らかにした。

**土石流の氾濫・堆積** 土石流は、砂防ダムと流路工の間で図1に示すように溢れて堆積したが、後続部は流路工の中を通り姫川へ流れ込んだ。堆積の中には、粒径が1~5mの大岩塊を多数含んでいたが、粒径が1m程度以下のいわゆる巨礫の比率は低かった。土石流による堆積土砂量は、蒲原沢扇状地に約6,000m<sup>3</sup>、姫川合流地点から下流約200mの間に約18,000m<sup>3</sup>であった。

**土石流サージの繰り返し発生** 現場工事関係者が撮影したビデオ記録、長野放送のビデオ記録および現場工事関係者の証言を総合すると、規模が大きな土石流サージが、初めに3波以上流下し、さらに、小規模な土石流サージが8波以上流下したことになる。一般に、土石流が発生すると、このように土石流のサージが複数回、繰り返し流下するのが普通である。

**後続土石流サージの流速と流量** 地形測量を行い、ビデオに記録された土石流サージの流動深、流動断面積、先端流速およびピーク流量を求めたところ、縦断傾斜角が5°のところで、流動深hが0.5m以下、相対水深h/d<sub>50</sub>が40~50、先端流速V<sub>f</sub>が3.8m/sec以下、ピーク流量Q<sub>p</sub>が20m<sup>3</sup>/sec程度以下、流速係数V<sub>f</sub>/u\*が6程度であった。

**災害を起こした土石流の流速と流量** 流路工の側壁には、ある高さまで泥をかぶった痕が見られた(図1)。その高さは下流に向かって減少していたが、右岸側で高い傾向が認められた。この現象は土石流の偏流またはsuper elevationと呼ぶ。平均流速をU、流路幅をB、流路工の曲率半径をR、重力の加速度をgとすると、兩岸での水位差Δhは(1)式で評価できる。αは補正係数で、概ね1~10の範囲である<sup>1)</sup>。

$$\Delta h = \frac{\alpha U^2 B}{gR} \quad \dots\dots (1) \quad U = \left( \frac{g \Delta h R}{\alpha B} \right)^{1/2} \quad \dots\dots (2)$$

平均流速は(2)式で推定できる。偏流の程度を、①兩岸の泥の痕跡から水位差を評価する場合、②左岸側の水位をゼロと見なす場合、③左岸側の水位が泥の痕跡より低い場合(図2参照)、の3通りを考慮して検討した結果、災害を起こした土石流サージが流路工に流れ込んで、そこを流下したとき、流速は5~11m/sec、ピーク流量は200~500m<sup>3</sup>/secの範囲であったと推定できる。

**土石流のタイプ** 土石流の堆積土砂を採取して、粒径20mm以下の範囲で粒度分布を求め、これを石礫型土石流と泥流型土石流の例と比較したところ、蒲原沢の土石流は粘土を約10%も含み、泥流型に分類できることが分かった。さらに、先端流速と摩擦速度の比V<sub>f</sub>/u\*で流速係数を、流動深と中央粒径の比h/d<sub>50</sub>で相対水深を表し、蒲原沢の後続の土石流サージ、中国蔣家溝の泥流型土石流および焼岳上々堀沢の石礫型土石流について比較すると、図3のようになる。この図からも蒲原沢の土石流が泥流型であることが分かる。

**蒲原沢土石流と地盤振動記録の関係** 防災科学技術研究所、関東・東海地殻活動観測網の小谷観測点の地震計のデータに蒲原沢で発生した土石流に関連するとみられる振動が記録されていた。小谷観測点と蒲原沢の距離は約5kmである。問題の地盤振動は10時41分10秒あたりから始まり、約3分間つづいた。卓越

周波数は1.3Hzであり、この間振幅の増減を十数回繰り返した。大きな振幅がやや長く継続したのは41分42秒からの20秒間である。振動記録の特性などを検討した結果、問題の振動は全てが標高1300mで発生した崩壊によるものと推定した。すなわち、41分10秒に崩壊が始まり、41分42秒で崩壊がクライマックスを迎え、約20秒間でクライマックスが終了し、44分10秒まで小崩壊が散発的につづいた。そして、崩積土の大半が次々と流動化して土石流となり、蒲原沢の下流部を襲ったと推定した。

引用文献：1) 諏訪ほか(1983) 焼岳上々堀沢の谷壁と渓床における地形変化過程, 京都大防災研年報, 26B-1, 413-433

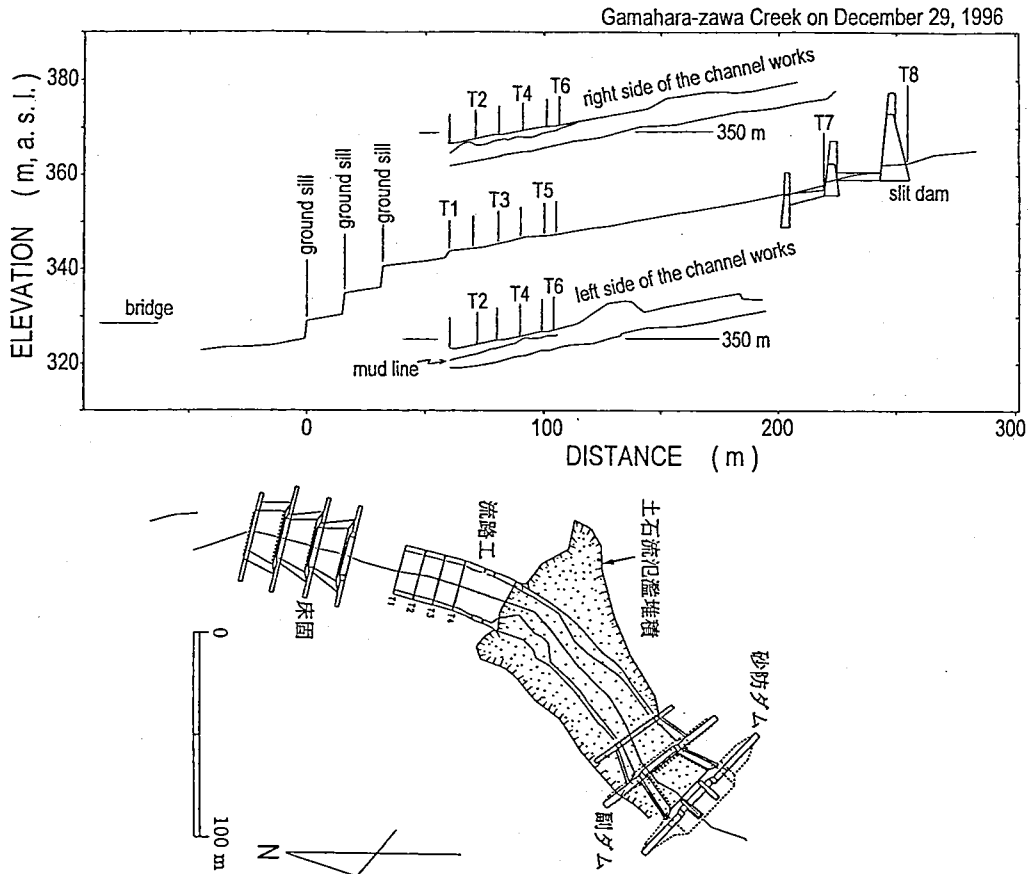


図1 蒲原沢扇状地における土石流の氾濫状況、および流路工の縦断形と泥の痕跡

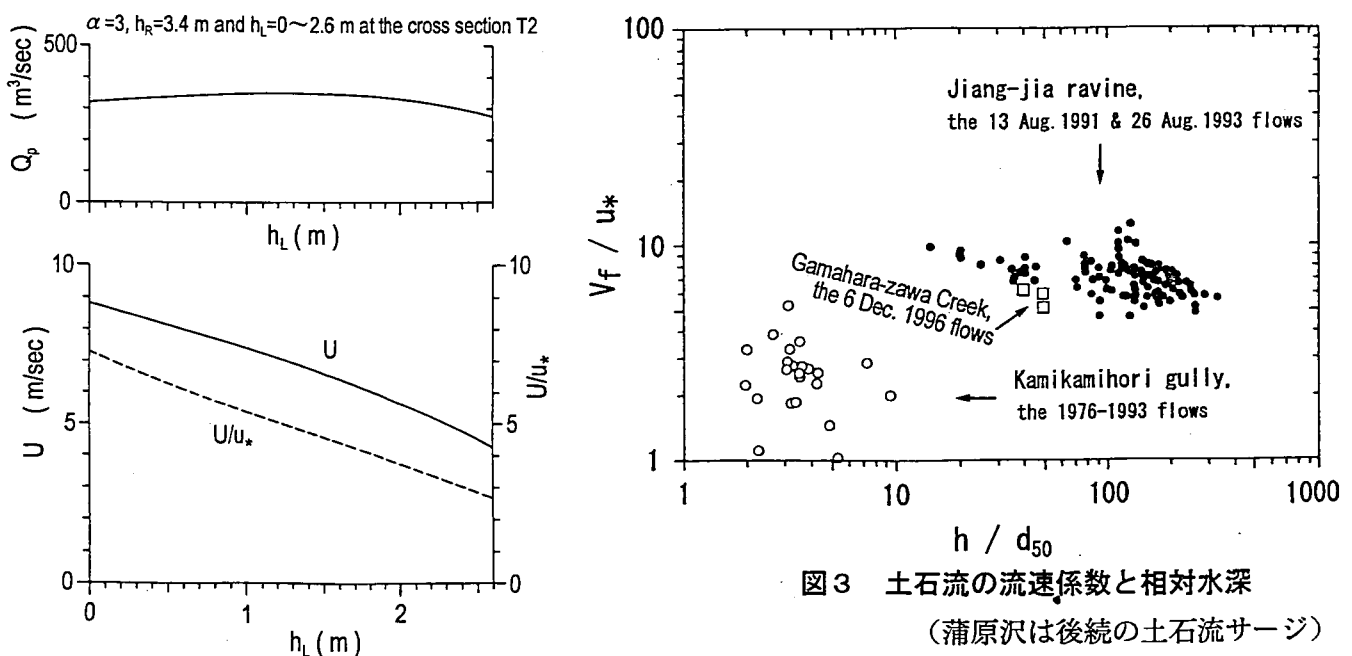


図3 土石流の流速係数と相対水深

(蒲原沢は後続の土石流サージ)

図2 災害を起こした土石流の流速と流量の推定 (左岸側の水位が泥の痕跡より低い場合)