

P-3 土石流来襲予兆現象について

広島大学総合科学部 海堀正博

1. はじめに

土石流来襲予兆現象に関してはすでにいくつもの報告がなされている(たとえば谷山・水山, 1988)ので、あらためて項目を挙げることは行わない。しかし、その中で水流変化、特に、土石流来襲の直前に水位が低下する現象がはっきりと目撃されている場合(たとえば栃木ら(1989)で示された例)と、その現象が起らなかったことが確認されている場合(たとえば谷口・高橋(1988)で示された例)とがある。前者は広島県加計町を中心とする地域が約200年ぶりに土石流が多発したもので、多くが風化の進んだ花崗岩類地帯であった。一方、後者は活火山地域の噴出物がたまっている溪流で発生した土石流の場合であり、この溪流ではふだんから頻繁に土石流が発生している。同じ桜島の野尻川で発生した4種類の土石流のVTRを、建設省大隅工事事務所の御協力を得て見る機会があったが、いずれの場合も水位低下という現象が起きることなく、土石流本体が流下していた。その点について検討することにする。

2. 昭和63年7月の広島県加計町での土石流災害の場合

2.1 前兆現象に関するインタビュー

土石流とその前兆現象の様子を具体的にイメージするために、加計ライオンズクラブや殿賀福祉会によってまとめられた災害史を参考に、当時の土石流災害に実際に遭遇しながらも助かったという7溪流8人の方々へのインタビューを行った。ここではそのうち千本川での土石流の発生状況について見ていくことにする。

2.2 千本地区平岡生馬氏へのインタビュー

<時間経過による状況の変化>

PM10:30頃～激しい雨が降り始める。まだ断続的ではないが、激しくなったり、緩くなったりする感じ。(トタン貼りの藁葺き屋根で、パチンコ玉を投げつけるような激しい音がする。)雷の音、稲光がひっきりなしに12:30頃まで続く。

AM1:10頃～合羽を着ていても痛く感じるほどの激しい雨が連続的に降り始める。激しい雨のためにたらいやバケツが見る間にいっぱいになり、また斜面も含め地面から40～50cm位までの深さで水が流れている。この間、まだ水の流れはけっこう澄んでいる。

AM2:40頃～水が濁りだし、黒い泥水が流れ始める。谷川からは石の流れる音が聞こえ、何か不気味な感じ。しばらくして、地震のような地響きがあり、川の水が止まる。その間はわずかな時間(2～3分?)で、その後、赤土のドロドロした水が木の根や草などと一緒にどっと流れてくる。(これは土石流と言うよりは、大水、鉄砲水といった感じか? この時はまだ、流路沿いにあった母屋は床上浸水程度の被害だった。地鳴り、水位の減少から土石流までの時間はおよそ10分位のものである。)

AM3:00前頃～雨は同じように降り続けているが、再びわずかな時間だけ谷川の水が止まる。しばらくして、また地鳴りと地震のような揺れを感じる。そのうち、土石流(大水、鉄砲水?)。多くの流木が、石と混ざって流れてくる。この土石流も母屋を崩壊させるほどではなく、裏から表へと家の中を通り抜けていく。川のそばの小屋は流される。母屋には電気がついたまま。また、この時雷はなっていない。

(そして30分位のうちに)さらに流水の停止があった後、また地震のような地響きを感じる。しばらくして、土石流の発生。「黒い大きな塊のような」土石流が母屋をつぶし流下。それまでついていた家の明かりも消えてしまう。土石流が流れ出てくる方向がぼやーっと明るくなり、夜中であるにもかかわらず、土石流(黒い塊)が流れてくるのが分かる。(ぼやーっとした光は、稲妻ではないらしい。)

2.3 千本川周辺の地質・地形・土地利用等の状況

図1に示すように集落から分水嶺に向かって小さな扇形をしており、千本川は北東から南西に細かく何度も向きを変えながらも、ほぼ東向きに流れている。流域の上流側は泥質岩、下流側は花崗岩類からなる。露岩観察から、花崗岩の節理が発達していて、それに従った階段状の溪床となつているところが随所に見られる。流域内崩壊発生場所は7カ所であり、全ての崩壊地の土砂は流動化して流下していた。現地調査から求められた崩壊土砂量の合計は約1200m³、途中の溪床や溪岸の岩盤露出の状況から見て、土石流は侵食した土砂を巻き込みながら生長したことがわかる。また、インタビューの答にもあるように、谷筋の樹木が巻き込まれて流木となっていた

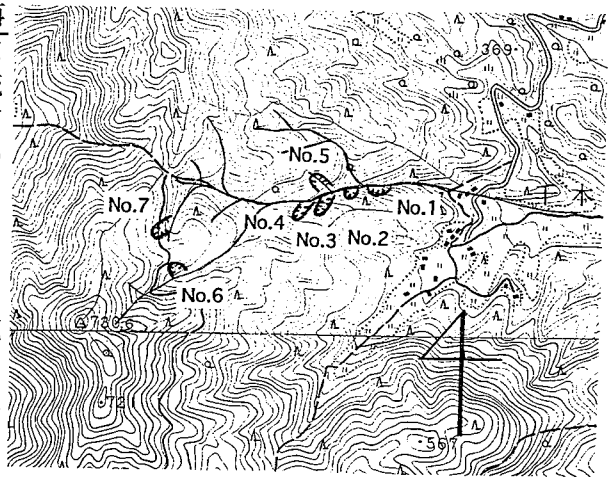


図1 千本川流域の崩壊位置図

点も、堰止め要因を発生させるにつながったものと考えられる。

3. 水路実験その1 Water Sliderを使った実験

3.1 実験の概要

Water Sliderはプールに敷設されているものを使い、ここでは人間が土石流物体となる。規模の異なる4種類のWater Sliderを利用させてもらい、水路末端において、人間がすべて来るときの水位変化に着目した。ここでは実験に協力していただき、VTR撮影の許可をもらえた広島県湯来町にあるクアハウス湯の山での実験状況について説明する。

まず、水路の規模であるが、流路長27.7m、高度差3.7m、平均勾配7.7°であり、末端の5~6mだけが急になる以外は流路途中には大きな勾配変化はない。常水だけの平均流速は3.2m/sec、流量は測定できなかった。

実験方法は、水路上流端で人間が常水の中に入った状態で待機し、スタートとともに時間を計測する。同時に水路末端付近でVTR撮影を行い、水流の変化の記録をする。流れていく途中で人間が横に転がったり、プレーキをかけるような仕草をしたりして流速の変化をおこしてみたりするなど、何種類かのすべり方を繰り返した。

3.2 実験結果と考察

人間は土石流物質と違って多孔質ではないから水を含むことがない。そのため、人間が水路上端で流れの中に入ることによって、最初は乱された流れの中に水だけの段波が生じるが、それもしばらく経つと人間を溢流する状態で定常的なものとなる。しかし、人間が動き始めることにより、あらたな攪乱が水流の中に発生する。この水流の乱れは段波となって下流に伝播するが、人間の流下速度と段波の伝播速度との差がある長さの流路を流れる間に、水路末端部での水流の乱れの発現と本体到着の時間差となって現れる。人間の流下速度を横軸に、時間差を縦軸にとってそれらの関係を見てみると、左上がりの曲線となる。実測値は若干のばらつきはあるものの計算上の曲線の周囲に位置する。

4. 水路実験その2 樋を使った実験

4.1 実験の概要

水路の形状や疑似土石流物体の違いによる影響を見るために、樋の水路を使った実験を行った。水路の全長は約5.3m、流路幅は約10cm、水路勾配は7°または11°で固定。水路の材料として、既成のプラスチック製の樋か、節をくり抜いて二つ割りにした竹製の樋を使った。水路の上流端から定常水を流し、その上で疑似土石流物体を流下させ、流路末端で起きる水流の乱れをVTR撮影すると同時に、水圧センサーで水圧の変化を計測した。疑似土石流物体としては固形石鱈、雪製ボールを使った。

4.2 実験結果と考察

固形石鱈の場合も雪ボールの場合も、流路上流端に置くことによる水流の乱れの影響が下流端になくなってから、流下させた。石鱈は多孔質でないが、雪は多孔質であり土石流物質に近いと考えられる。石鱈に比べると、雪の場合の方がはるかに水流の乱れに大きく影響を与えることがわかった。石鱈の場合でも、水路床がなめらかではない竹製水路の実験においては、くり抜いてはあるものの節の部分でのわずかな段差が原因の段波が発生し、それが下流に伝播する様子が観察されたが、水圧センサーで検知できるほどではなかった。一方、雪の場合は、流下が始まってからでも徐々に水を吸収していくため、その影響が明らかな水位の減少となり、水路末端に本体が来る前の前兆現象として認めることができた。ここではその結果の一例を図2にあげておく。また、この水位変化は水圧センサーでも顕著に捉えることができることもわかった。

5. まとめ

- ・多孔質である崩壊土砂が土石流の発生に絡む場合に水位低下の前兆が現れやすい。
- ・頻繁に土石流の発生していない花崗岩類地帯の溪流では流路周辺から供給された流木も水流を堰止める原因となる。そのため水位低下現象が土石流来襲の前兆となることが多い。
- ・溪床がなめらかよりは凹凸のある方が、また、なめらかでも流路に屈曲のある方が、土石流物質が流下することによる水流の乱れが起きやすい。これが土石流来襲の前兆として検知できる可能性がある。
- ・水流の流速と比べて同程度の平均流速をもつ土石流では、前兆現象としての水流の乱れから土石流来襲までの時間的余裕が短い。これには流路の長さも大きく影響すると考えられるが、この点はまだ検討不足である。

<謝辞> 本研究は(財)砂防地すべり技術センターの研究助成を受けて行うことができた。また、研究の実施にあたり、建設省大隅工事事務所、松本砂防工事事務所、広島県土木建築部砂防課の皆さまはじめ多くの方に便宜を図っていただいた。また、調査・実験他の実施にあたり本学砂防学研究室の濱崎恵美子氏(現在、日本植生(株))、木村三知栄氏(現在、香川県立高校)には常時協力を得た。ここに記して、心より感謝いたします。

<文献> 谷口・高橋(1988): 新砂防, 41(4), 26-28./ 谷山・水山(1988): 新砂防, 40(6), 31-32./ 栃木ら(1989): 砂防学会研究発表会概要集, 9-12.

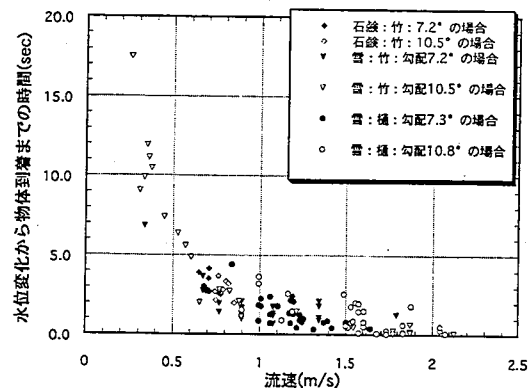


図2 水路に物体を流したときの流速と水位変化から物体到着までの時間との関係