

駒の湯温泉土石流災害に関する一考察

(財) 砂防・地すべり技術センター 池谷浩、○松井宗廣、道畑亮一
国土技術政策総合研究所（前砂防・地すべり技術センター） 鈴木拓郎

1. はじめに

2008年6月14日午前8時43分頃に発生した岩手・宮城内陸地震により、栗駒山山頂付近で大規模崩壊が発生した。崩壊土砂は流動化し土石流となって宮城県栗駒市三迫川左支川裏沢中流域右岸に位置する「駒の湯温泉」を被災させ、死者5名・行方不明者2名を生じさせた。この土石流について2次元氾濫シミュレーションにより到達時間などの流動状況の再現を試みた。一方、土石流により建物に閉じ込められ、建物ごと上流方向に流されながらも一命を取りとめた駒ノ湯温泉の菅原昭夫氏から土石流の様子などを伺うことができた。これらの結果をもとに、土石流の流動実態等について報告する。

2. 大規模崩壊の概要

2.1 崩壊位置等

土石流の発生源となったのは裏沢の支流ドゾウ沢上流の東栗駒山（標高1,434m）の東山腹斜面（標高1,360m付近）の大規模崩壊である（写真-1）。崩壊地から駒の湯温泉までの距離は4.8km、平均河床勾配は9.6°

（1/5.9）と急峻である¹⁾。駒の湯温泉はドゾウ沢と新湯沢の合流点下流の裏沢右岸（写真-2）、標高約575m付近に位置している。

崩壊地が位置する東栗駒山は、第四紀の栗駒火山の一部で、周辺地質は安山岩質の溶岩・凝灰岩・溶結凝灰岩から構成され、基盤地質は新第三紀の堆積岩・凝灰岩・溶結凝灰岩などの火砕岩が主体となっている¹⁾。



写真-1 土石流流下後の状況



写真-2 災害前の駒の湯温泉（菅原昭夫氏提供）

2.2 崩壊地の規模等

航空写真の判読結果から崩壊地の最大幅は約250m、最大長は約150m、崩壊土量は約55万m³で、発生前の斜面勾配は約23°である。崩壊発生後の航空写真には崩壊地周辺の沢筋や凹地に残雪が認められることから、崩壊発生前に残雪があったと推定される¹⁾。また、裏沢を挟んで駒の湯温泉の対岸側（左岸側）に生じた崩壊は幅約400m、長さ約130m、崩壊土量は約250万m³と推定される。

3. 土石流の2次元氾濫シミュレーション

3.1 計算の概要

再現計算は土石流が駒の湯温泉に到達するまでの時間、到達時の流動状況の検証を主目的とした。また、駒の湯温泉の対岸の崩壊が無かった場合についても計算を実施し、対岸の崩壊の影響を検証した。計算モデルには、侵食速度式を導入した宮本・伊藤²⁾のモデルを用いて、2次元不定流計算を実施した。

3.2 計算条件

①ピーク流量

土石流発生後のレーザ測量、航空写真により湾曲部の流下痕跡を判読し、偏流高さから流速を推定する(1)式から、土石流の流速を算出した³⁾。この流速に流下断面積を乗じて土石流のピーク流量を算定した。

$$\Delta h = \alpha \frac{v^2 \cdot b}{g \cdot r_c} \quad (1) \text{ 式}$$

ここに、 Δh は左右岸の水位差、 α は係数（=10）、 v は流速、 b は流路幅、 g は重力加速度、 r_c は曲率半径である。いくつかの断面で算出したところ、ほぼ3,000～4,000m³/secとなったため、平均的な値である約3,500m³/secをピーク流量とした。

②地形データ

メッシュサイズ10mのDEM（Digital Elevation Model）を用いた。対岸の崩壊後の地形については、土石流発生後のレーザ測量結果を分析して作成した。

3.2 計算結果

駒の湯温泉までの土石流の到達時間は約9分（図-1）、温泉付近の水深は2～3m（図-2）、流速ベクトルは温泉付近で上流方向を示し、流速は約2～3m/s（図-3）という結果を得た。なお、対岸の崩壊が無い場合における最大流動深（図-4）の計算結果によれば、駒の湯温泉は被害を受けなかった可能性が高い結果となった。

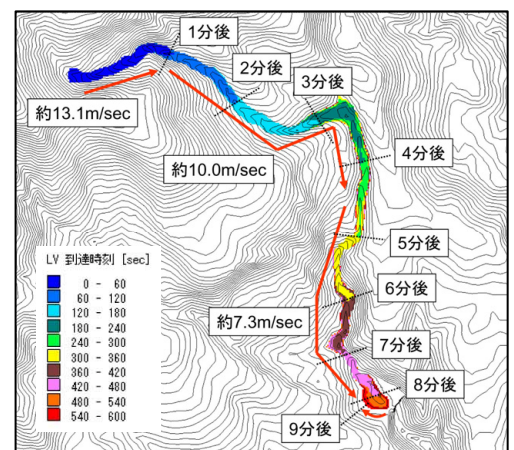


図-1 土石流の到達時間

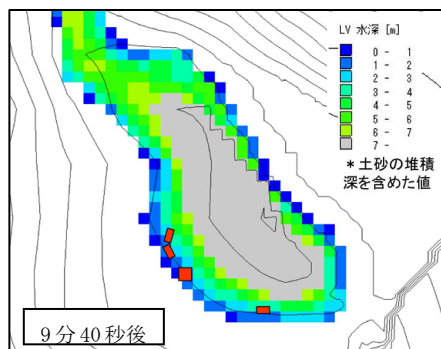


図-2 土石流の水深

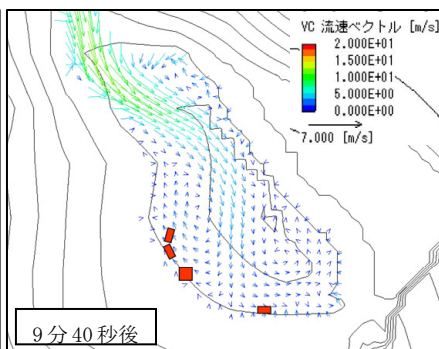


図-3 流速ベクトル

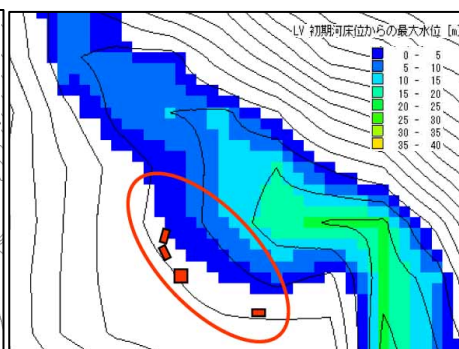


図-4 対岸の崩壊無し（最大流動深）

4. 菅原昭夫氏の証言

- 同氏は旅館事務室において地震を感じた。その後体験されたことについての主な証言と時間経過を表-1に示す。
- 地震の揺れが落ち着き、通路を確保するためロビーや廊下の倒壊したものを片付けていた時、離れの部屋に泊まっている宿泊客が駆けつけてきて、対岸が崩壊していることを告げられたので建物の外に出て見た。
 - 外で、旅館前の駐車場の20～30cmの地割れや一段低い駐車場（写真-2）に泥水が溜まり始めるのを見た。
 - 振り返ると、「建物の1階くらいの高さに盛り上がった土石流」が迫ってくるのが見えたので、危険を感じてすぐ建物に戻り、一番安全と思われた山側の部屋（洗濯室）に行った。
 - 洗濯部屋に駆け込んだ時、隣の部屋が順に壊されていく「ガシャ、ガシャ」という音を聞いた。
 - 間もなく壁とか瓦礫などが迫ってきて、挟まれそうになりながら建物ごと流された。
 - 一瞬建物が浮いた感じがした。建物ごと流された時の速度は人が歩くよりやや速い感じ。
 - 約30m離れたところに高さ1.5mくらいのマウンドがあり、建物はこれに引っかかって止まったと思う。池の上を通ったことになる（写真-2）。

表-1 地震後の時間経過

経過時間	菅原氏の感じたこと、行動など
地震発生	8時43分頃事務室で地震感知、立っているのがやつの状態。
4～5分間	通路確保のため、まわりの倒壊した物を片付けた。 離れの部屋の宿泊客から「山が崩れた」と知らせを受ける。
1～2分間	外に出て駐車場に20～30cmの亀裂が入っているのを確認。 一段低い駐車場に泥水が入ってくる状況を見た。 その間、地響きの様な音がずっとしていた。
1～2分間	建物の1階部分くらいの高さの、盛り上がった土石流が向かってくるのを目撃したので、建物に逃げた。 より安全と思った建物の端（洗濯室）に逃げた。 さら洗濯部屋から逃げようとした。外への戸が開かなかった。 その間、順に部屋が押しつぶされていく音を聞いた。
合計 6～9分間	土台ごととはがされたような感じで、建物ごと移動した。 流された速度は人が歩くよりやや速い感じがした。

5. 氏の証言と計算結果等の考察

- 離れの宿泊客の証言のタイミングから、対岸の崩壊は地震発生直後に発生した可能性が高いと考えられる。
- 氏が下の駐車場（写真-2）に泥水が溜まり始めたのを見たのは土石流ではなく、河道を塞いだ対岸の崩壊土砂の上の泥水を見たと考えられる。これは氏が泥水を現認した後に、振り返ったところ『建物の1階部分くらいの高さの盛り上がった土石流』が迫ってくるのを見て、危険を感じて建物に戻ったことから明らかである。
- 地震発生から、流された建物が止まるまでの合計の経過時間は、氏の証言によると6～9分間（表-1）程度となり、シミュレーション結果による到達時間（9分程度）と調和的である。
- 温泉付近の流速ベクトルは上流方向を示しており、旅館が上流方向に移動した事実と整合している。
- 建物が流される速度は人の歩速よりやや速い感じという証言や、土石流の痕跡が建物の1階部分にとどまっている事実から、計算結果の流速（2～3m/s）および水深（2～3m）も実現象とほぼ整合している。
- 駒の湯温泉の対岸（左岸側）の崩壊が無かった場合は、土石流の影響を受けなかった可能性が高い。
- 氏は外で『地響きの様な音』を聞いたと証言しているが、これは土石流の流下してくる音を聞いた可能性がある。
- 警戒避難の視点からは、対岸の崩壊と上流の崩壊の土石流化という2つの土砂移動現象が重なった特異なケースといえ、一般住民が自らこのような土砂移動現象を想像し、危険を感じて事前避難することは困難と考えられる。
- 建物の被災状況からすると、2階の方がより安全であったと考えられる。したがって、安全な場所への避難が間に合わない場合などには、2階への避難が次善の策として有力な手段となる可能性があると考えられる。

6. まとめ

駒の湯温泉を襲った土石流を（財）砂防・地すべり技術センターが開発した2次元氾濫シミュレーションプログラム（New-SASS）により再現計算した結果、到達時間や温泉付近の流動状況について再現できたと考えられる。

今後、さらに土砂移動現象の再現計算と実現象の比較・検証実績を積み重ねて、計算結果の信頼性を向上させることにより、土砂災害の防止・軽減に役立つように取り組んでいきたい。

おわりに、一刻も早い地域社会の復旧と復興を祈念するとともに、ご親族をはじめ関係の方々を亡くされ、ご自身も負傷するなど大変痛ましい体験であったにもかかわらず、終始、懇切・丁寧に土石流などの災害状況についてお話を聞かせて頂いた菅原昭夫氏に、記して感謝の意を表します。

参考文献

- 平成20年岩手・宮城内陸地震に係る土砂災害対策技術検討委員会報告書、平成20年12月、p.20～25
- 宮本邦明・伊藤隆敦：支配方程式に侵食速度式を導入した場合の土石流の数値シミュレーション手法、砂防学会誌、Vol.55, No.2, p.24～35, 2002
- 水山高久・上原信司：湾曲水路における土石流の挙動、土木技術資料、23-5, p.243-248, 1981