

家屋破壊を考慮した土石流氾濫に関する研究

国土技術政策総合研究所

○奥山悠木

京都大学大学院

中谷加奈, 水山高久

財団法人建設技術研究所 正沢勝幸, 長谷川祐治

1. はじめに

近年の宅地開発により、土石流の流下・堆積域とである扇状地に多くの家屋が立地するようになり、土石流災害の危険が大きくなっている。そのような場所でソフト対策を実施するにあたっては土石流の氾濫範囲の予測が不可欠であるが、家屋が存在すると氾濫堆積に影響を及ぼすことが考えられる^{1), 2)}。また家屋が土石流により破壊されると氾濫範囲が変化する可能性もあり、精度の高い氾濫予測を行うためには家屋の影響を把握しておくことが重要である。そこで本研究では、模型実験および家屋が破壊される場合を含めた数値計算を行うことで土石流の氾濫堆積に対する家屋の影響を確認し、土石流氾濫の予測精度向上に資することを目的とする。

2. 模型実験

実験には写真－1のような扇状地の地形模型を用いた。模型縮尺は 1/30 で、縦断勾配は 1/2.7～1/5.5 である。地形模型の上流端には、勾配 1/2.5、長さ 7.0m、幅 30cm の土石流水路を設置した。水路内には土砂



写真－1 地形模型

を 7.0cm の厚さに敷き詰めて、上流から定常給水を与えて土石流を発生させた。流量は 7.50/s, 5.50/s, 3.50/s の 3 種類、土砂は粒径 3.0mm, 1.4mm の 2 種類の一様砂とした。その上で地形模型下流部に家屋の模型を設置した状態としない状態とで実験を行い、通水後に土砂の堆積厚分布を計測した。

図－1, 2 に流量 5.50/s, 粒径 1.4mm のケースの堆積厚分布を示す。なお、家屋なしのケースでも参考として家屋の位置を表示してある。また図中の数

値は現地スケールに換算した値である。これらの図より、家屋が存在する場合には土石流が家屋に衝突することにより流れの方向が横断方向に向き、家屋がない場合と比べて家屋直上流において堆積範囲が横断方向に広がっていることが分かる。またこの傾向は流量が大きく、粒径が小さい場合により顕著になった。

3. 数値計算

3.1 実験との比較

土石流シミュレーター Kanako2D³⁾ を用いて数値シミュレーションを行った。実験条件は模型実験と同じであるが、数値は現地スケールに換算して計算を行っている。土石流発生水路を 1 次元領域に、地形模型の範囲を 2 次元領域に当てた。なお、家屋ありのケースでは家屋部分の計算点の標高を上げることとで家屋を表現している。またここでは家屋の破壊は考慮しない。図－1, 2 と同じ流量・粒径を現地スケールに換算したケースのシミュレーション結果を図－3, 4 に示す。これらの図からは、家屋ありの場合に家屋直上流で堆積厚が大きくなり、堆積範囲も横断方向に広がっている様子が見て取れ、模型実験と一致する結果となった。

3.2 家屋の破壊を考慮した数値計算

次に家屋破壊を考慮した数値計算を Kanako2D によって行った。家屋破壊の再現方法としては、家屋を構成する複数の計算点グリッドそれぞれについてその近傍の流速と水深の積が一定値を超えた瞬間にそのグリッドの高さを元河床位置まで下げるという簡易的な方法を採用した。実験条件は基本的に 3.1 と同じであるが、ピーク流量に関しては家屋が破壊されやすい条件として現地スケールで 200m³/s と 150m³/s の 2 種類を設定した。各粒径・流量に対して家屋なし、家屋ありで破壊なし、家屋ありで破壊ありの 3 通りについて堆積範囲を比較した。

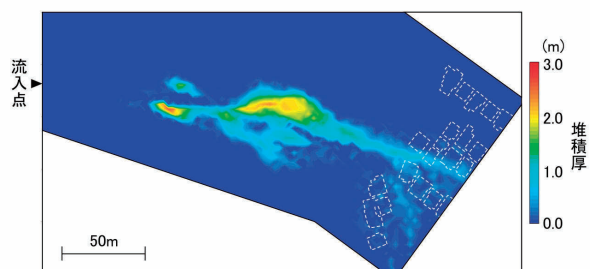


図-1 実験結果（家屋なし）

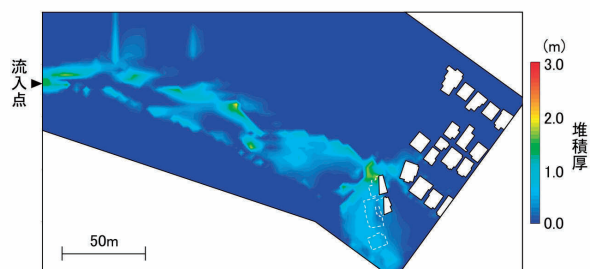


図-6 計算結果（家屋破壊あり）

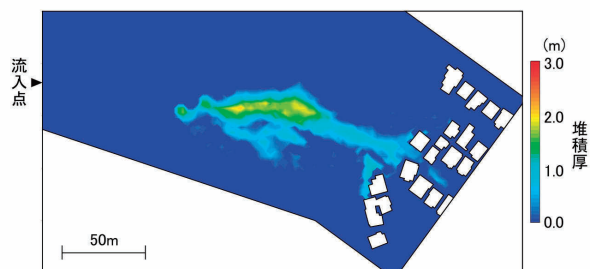


図-2 実験結果（家屋あり）

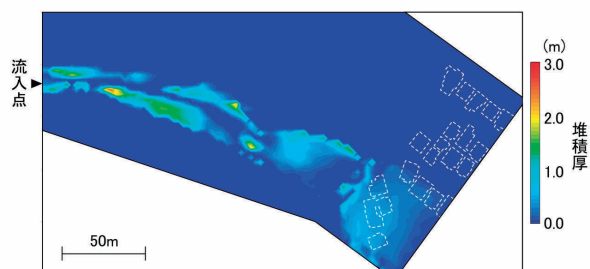


図-3 計算結果（家屋なし）

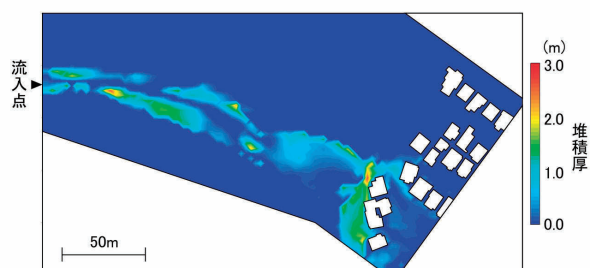


図-4 計算結果（家屋あり）

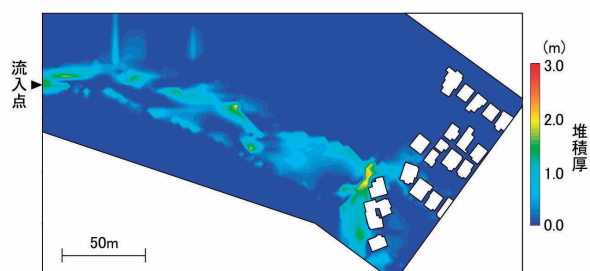


図-5 計算結果（家屋破壊なし）

図-5, 6に流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ 、粒径 9.0cm のケースの堆積厚分布を示す。図より、家屋破壊を考慮したケースでは土石流の直撃を受けた右岸側の家屋が破壊されている。ただし上流側の家屋の一部が破壊されずに残存しており、その直下流には土砂がほとんど堆積していない。また流量と粒径の組み合わせによって残存部分の位置が異なったり、まったく残存しなかったりする結果が得られた。

4. まとめ

本研究では扇状地上の家屋が土石流の氾濫堆積に与える影響を実験と計算によって検証したが、いずれの場合にも家屋が存在すると土石流の氾濫範囲が家屋直上流で横断方向に広がる現象が見られた。この傾向は流量が大きく、粒径が小さいほど顕著であった。また家屋破壊を考慮した計算では、家屋が破壊されると家屋が初めから存在しない場合の堆積範囲に近くなるものの、流量や粒径によってその範囲は大きく変化することが分かった。このように、土石流の氾濫予測を行う際には家屋の影響を取り入れ、さらには家屋の破壊を考慮することの重要性が本研究から明らかとなった。

参考文献

- 1) 水山高久, 石川芳治: 土石流による家屋の被災度, 砂防学会誌, Vol.42, No.1, p.22-25, 1989
- 2) 石川芳治, 草野慎一, 福澤誠: 熊本県一の宮町における泥流・流木の氾濫・堆積特性と家屋の被害, 土木技術資料, Vol.34, No.6, p.40-45, 1992
- 3) 中谷加奈, Sumaryono, 里深好文, 水山高久: 汎用土石流シミュレータ Kanako の実地形への適用, 水工学論文集, Vol.53, 2009