

扇状地における家屋が土石流の氾濫・堆積に及ぼす影響 -家屋の破壊までを考慮して-

京都大学大学院農学研究科 ○小杉恵・中谷加奈・水山高久

京都大学防災研究所 長谷川祐治

立命館大学理工学部 里深好文

1. 背景と目的

谷出口から扇状地まで到達した土石流は、勾配が緩くなり谷地形の拘束を受けなくなることから流下範囲が横断方向に広がって停止・堆積することが知られている。扇状地には家屋や塀などが多数存在する住宅地が多く、下流まで流下した土石流の氾濫・堆積状況にはこのような構造物が影響すると考えられる。2013年に発生した伊豆大島での土石流災害では土石流による家屋被害が多数発生し（全壊73戸、半壊45戸、一部損壊84戸）、氾濫・堆積過程に家屋が影響したことが確認されている¹⁾。今後は家屋等の構造物の影響を把握することが、精度よく土石流の氾濫・堆積を予測するために不可欠であるが、このような研究はいまだ多くない²⁾。

本研究では、地形模型実験により土石流の氾濫・堆積に家屋が与える影響について、特に家屋破壊に着目して確認するとともに、数値シミュレーションを実施し、扇状地における家屋の影響を計算で表現することを目的とする。

2. 実験

家屋が土石流挙動に及ぼす影響を確認するために、実験を行った。実験には一般財団法人建設技術研究所の扇状地の地形模型を用いた。想定縮尺を1/50とし、縦断勾配は上流から12°、9°、6°、3°と下流側で緩くなっており横断勾配はない。地形模型の上流には勾配15°、長さ5m、幅10cmの直線水路を設置した。水路には土砂(粒径3.0mmの一樣砂)を10cm厚で敷き詰めて上流から定常給水(流量6.0l/s、通水時間30秒)で土石流を発生させた。



図1：破壊される家屋模型(右上:拡大図、下:破壊状況)

家屋が無い条件、壊れない家屋を設置(家屋模型:20cm×20cm×12cm)、壊れる家屋を設置(家屋模型:20cm×20cm×12cm)した3ケースで実験を実施した。壊れる家屋とは、壁部分が木の丸棒で構成されておりそれをモルタルで接着したもの(図1)で、直線水路の実験により破壊が起きる流量とその状況の確認を行ったものである。模型実験では丸棒が流失して土砂が家屋を通過した時を破壊されたと考えた。なお、家屋の柱は残ったままである。通水中に映像と水位変化を記録し、通水後には堆積厚を測定することで、家屋の有無や破壊による違いを確認した。

通水後の堆積状況と堆積厚分布を図2に示し(上段:家屋無し、中段:壊れない家屋、下段:壊れる家屋)、氾濫範囲を点線で示している。

家屋が存在しない場合、土石流は地形模型の中心部を流下し堆積する(図2上段)。家屋が存在すると流れが構造物に当たることで横断方向に土砂・水が広がり、堆積・氾濫範囲は構造物が存在しない場合に比べて拡大する(図2中段、下段)。壊れる家屋を設置したケースでは、最上流の家屋のみが破壊された。家屋の間の通路への堆積は、家屋が破壊された場合のほうが多くみられた。また家屋が破壊されないケースでは、横断方向への土砂・水の動きがほかのケースよりも多くみられ、通水後の堆積厚もほかのケースより大きな値を示している。図2下段に矢印で示した点に設置した超音波センサの計測結果を図3に示す。壊れない家のケースで最も大きく高い値が継続する。壊れる家と家なしのケースは似た傾向を示すが、壊れる家では10秒付近まで上昇した後下がるのは、上流の家屋が壊れたために壊れた家屋の中を水が抜けるようになったため右岸側のセンサ位置まで流れる水・土砂が減ったことによる。このように、家屋破壊の有無によって、その下流に位置するエリアの堆積状況が異なる。

3. 数値シミュレーション

2. 実験と同様の条件で、汎用土石流シミュレータ KANAKO2D で家屋の影響を検討した。KANAKO2D は実スケールを対象としたメッシュサイズ、計算点間隔を前提としているため、地形や水理条件等はフルード相似則に従うとし、50倍して計算を実施した。家屋は家屋位置の地盤高を6m上げている。今回の計算では家無しの

ケースと壊れる家を設置したケースでの計算を実施しており、また計算で設定した粒径よりも小さい堆積厚は表示していない。

図4に示す通水後の堆積厚結果より、家屋が存在することで氾濫範囲が横断方向に拡大し、堆積が家屋の直上付近へ集中する傾向が確認でき、実験の結果と同様の傾向を示すことが分かった。今後は、水路実験で確認された破壊の起こる流動深と流速が発生した家屋メッシュは破壊されて地盤高が家屋の分小さくなる、という処理を実施して解析を行う予定である。

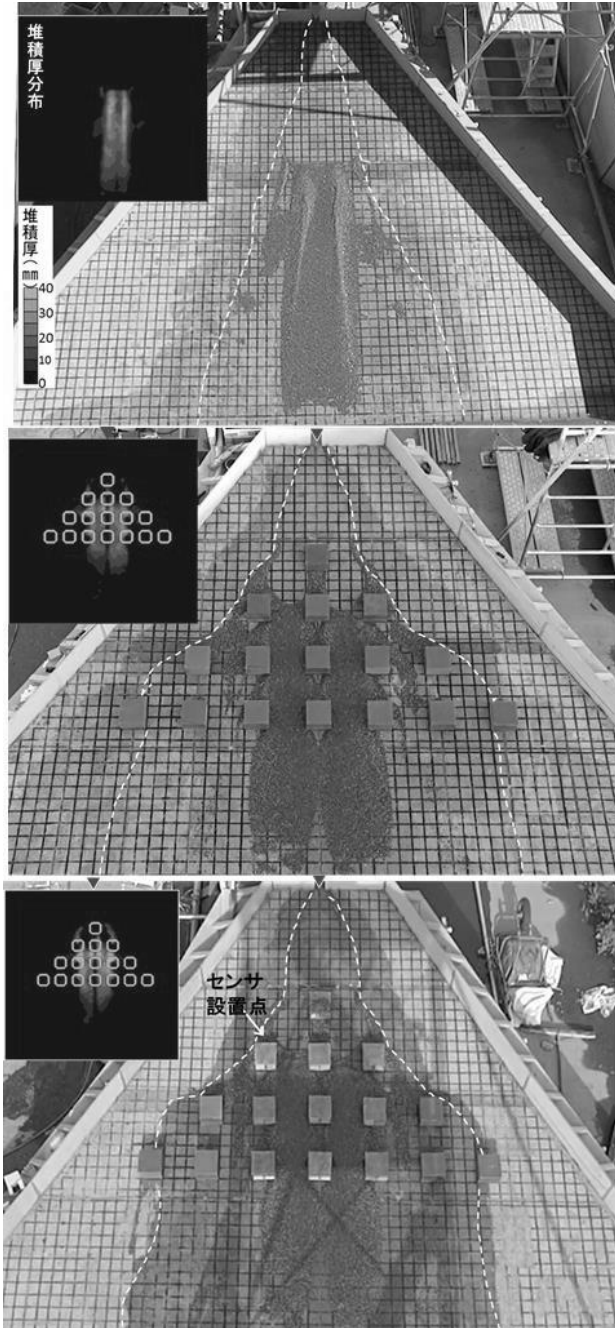


図2:通水後の堆積状況(上段:家無し、中段:壊れない家を設置、下段:壊れる家を設置、点線は氾濫範囲、左上は堆積厚分布で、▽が土石流流入点)

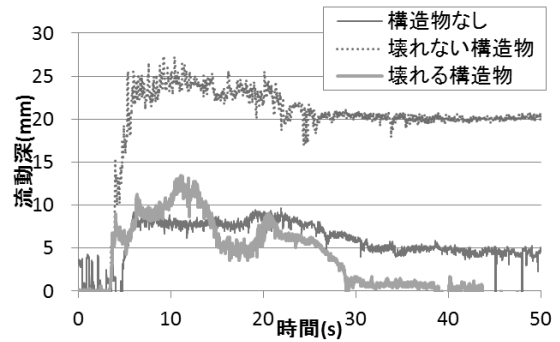


図3:超音波センサによる計測結果

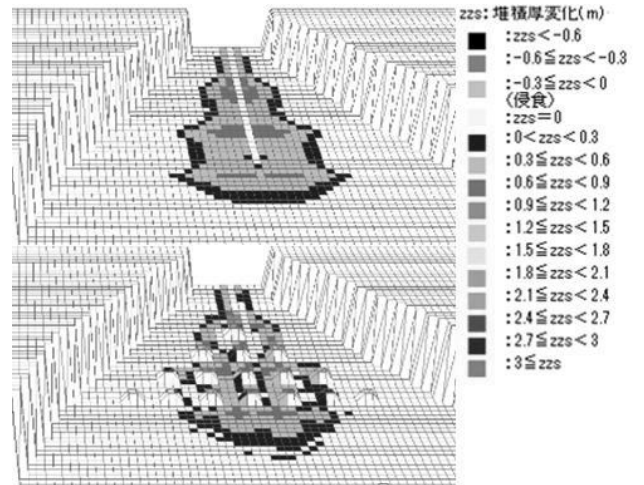


図4:KANAKO2Dで計算された通水後の堆積厚(上段:家なし、下段:壊れない家を設置、現地換算値)

4. おわりに

本研究では、家屋の破壊に着目して家屋が土石流の氾濫・堆積過程に及ぼす影響を検討した。最上流の家屋が破壊されて壊れた家屋の内部を土石流が流下することで、家屋間の通路へ堆積が発生したと考えられる。また家屋が破壊されることで土石流の流れが弱まり、より下流の家屋が破壊されなかったと考えられる。一方、家屋が破壊されなかった場合、土石流は直進でなく家屋の横方向へ流下するので、下部部や横断方向においてより堆積がみられるようになると考えられる。

今後は、家屋が破壊される際の流体力を検討するとともに、扇状地の住宅地における家屋配置も確認したうえで家屋破壊が伴う土石流の氾濫・堆積シミュレーションを行い、より高精度な土石流ハザードマップを作ることが期待される。また、土石流による家屋破壊が起こらない耐力の強い家屋の技術開発も望まれる。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 80613801 の助成を受けたものです。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 石川ら (2013) : 2013年10月16日台風26号による伊豆大島土砂災害, 砂防学会誌, Vol.66, No.5, pp.61-72
- 2) 中谷・奥山ら (2012) 扇状地における家屋が土石流の氾濫・堆積に与える影響, 砂防学会誌, Vol.65, No.4, pp.15-23