

家屋の存在が土石流災害に及ぼす影響 - 被害状況の検証と解析 -

京都大学大学院農学研究科 ○中谷加奈・小杉恵・水山高久
立命館大学理工学部 里深好文

1. 背景と目的

土石流による災害を防止・軽減するには、砂防堰堤など構造物を用いて土砂移動を抑制するハード対策と、ハザードマップに基づき警戒・避難や宅地規制などを行うソフト対策が挙げられる。しかし、全国に十数万存在する土石流危険渓流の全てにハード対策を施すことは難しく、現実的に土石流の氾濫・堆積範囲を予測して危険箇所を把握するソフト対策が重要となる。扇状地は土石流が発生・流下した際にその氾濫・堆積が起きやすい領域であり、家屋などの構造物が存在すると氾濫・堆積過程に影響すると考えられるが、家屋の影響を考慮した検討は少ない。

本研究では、平成 25 年に伊豆大島で発生した土石流災害について家屋の存在に着目して被害状況を検証し、数値シミュレーションを実施して、家屋の存在が土石流災害に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 伊豆大島土石流災害の被害状況の検証

平成 25 年に伊豆大島で発生した土石流災害について、家屋などの構造物の影響に特に着目して、下流の神達地区や元町地区の被害状況を検証する。

図 1 に伊豆大島土石流災害について、全壊・流出した家屋、半壊・一部損壊の家屋、(公社)砂防学会災害報告による土砂流出範囲、並びに(独)土木研究所の流下痕跡調査結果を示している。家屋位置はゼンリン住宅地図を元に作成し、コンターは災害前の地形で 2m 間隔の等高線である。被害状況を以下に示す。



図 1：伊豆大島災害における災害状況と家屋の破壊状況（土砂流出範囲は（公社）砂防学会調査報告より、流出痕跡は（独）土木研究所の調査報告を元にプロット）

- 多量の流木が土石に合わさったことで家屋被害が甚大となるとともに、流木が暗渠や橋梁を閉塞して、流下方向を変えて氾濫範囲を拡大させた。
- 神達地区は、本川を直進してオーバーフローした土石流と、左支川を流下した土石流とが合流したエリアだったことが被害拡大の一因である。
- 上流の神達地区では流出した家屋が多いが、下流の元町地区では一階は被害を受けても二階は被害が殆ど見受けられない家が多く見られる等、家屋の被害状況が場所によって異なる。
- 神達地区は全壊・流出した家が多かったが、被害の小さい家屋も存在した。被害が小さい家は、周囲と比較して地盤が高かったり、周辺に樹林帯が存在したことで流れの直撃を受けなかった。
- 元町地区で被害が大きかったのは、流路沿いで閉塞した橋脚付近に位置する家屋であった。流路沿いは周囲と比較して地盤高が低かった。
- 閉塞した橋脚から溢れた水・土砂は、流路の横断方向に、特に元町の下流では右岸側へ道路沿いに移動した。流木は、あまり横断方向へは移動せず、流路沿いで停止していることが確認された。
- 全壊・流出した家屋は、流出痕跡 1.0m 以上、神達では 1.5m 以上の場所であった。
- 神達地区では被害の多かった上流で痕跡はほとんど 1.5m 以上であり、周辺で大きな違いは見られなかったが、下流の元町地区では狭い範囲で流下痕跡が大きく変化した。

- 図1に示す最下流の流木で閉塞した橋脚付近では、1.5m以上の痕跡が周囲で見られる一方で、1.0-1.5mの地点や、0.75-1.0mの痕跡も見られ、隣接する家屋でもわずかな場所の違いで被害状況が異なることがわかる。
- 橋脚が流木によって閉塞した地点の周囲では、1.5m以上の痕跡が見られ、流木堆積も多く、周辺に被害にあった家屋が多くみられる。特に橋脚に隣接する家ではかなり下流に位置するのにも関わらず、全壊・流出した家屋が数軒確認される。
- 大金沢本川について、特に元町地区では土砂流出範囲の外縁がおおよそ被害家屋であった。
- 神達地区の下流から右岸側の大金沢本川堆積工の方向と、左岸側の方向に流れは分かれたが、左岸側の下流では道路沿いに一部被害のあった家屋は存在するが、全壊・流出した家屋は見られない。流れの本体は、本川沿いに向かったためと考えられる。

3. 数値シミュレーション

GISと連携した土石流シミュレーションシステムHyper KANAKOを利用して、伊豆大島土石流の数値シミュレーションを実施した。地形データは国土地理院が公開している災害前の数値データを利用し、計算対象は大金沢本川のみとして、右支川や左支川については対象外とした。本稿では家屋を考慮しないケースのみを示す。

一般的な土石流計算では急勾配の土石流の流動領域を一次元領域とし、氾濫開始点付近を二次元領域との境界に設定するが、今回の災害では比較的上流の急勾配領域についても流れが横断方向に広がるため、境界の設定方法を変えて計算を実施した。Case1では氾濫開始点を境界とし、Case2では境界を通常よりも上流に設定した。その他の条件は同じとして、ピーク流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ 、継続時間600秒、土砂濃度30%として上流から土石流を供給し、粒径は20cm、細粒が多いことから流体相密度 $1200\text{kg}/\text{m}^3$ とした。不安定土砂は考慮していない。計算終了時における痕跡(水深+堆積厚の最大値)を図2に示す。

氾濫開始点を境界としたCase1では二次元領域の上流部で3m程度の痕跡が発生する。しかし、痕跡は流路沿いにしか見られず、元町で流路沿いだけでなく右岸側にまで広がった氾濫や土砂移動は全く表現されていない。地形の設定方法によるものだが神達の水・土砂の挙動も表現できない。

通常よりも上流に境界を設定したCase2では、大金沢本川の流下範囲とよく一致しており、元町での氾濫状況や下流における右岸への広がり、大金沢堆積工で

の堆積状況、堆積工の上流で5m程度の痕跡が見られる点などは、災害前後の土砂移動ともよく対応している。また、流れは堆積工より上流で二方向に分かれ、一方はそのまま堆積工へと流れるが、もう一方は神達の方へ流れて一部で5m以上の痕跡も見られ、本川から神達へ土石流が到達した状況を示している。先述した様に神達では、左支川から発生した土石流やこれらが合わさった影響も大きいため、今後は左支川からの検討や、これらを合わせた検討も必要である。

今回の災害では通常より上流から二次元領域として設定するCase2が適していることが確認された。今後は、このような上流域から二次元領域として解析する手法を採用して、下流に位置する家屋の地盤高を上げて解析した結果と、家屋を考慮しない結果との比較を実施し、特に元町について実災害との検証を実施していく。

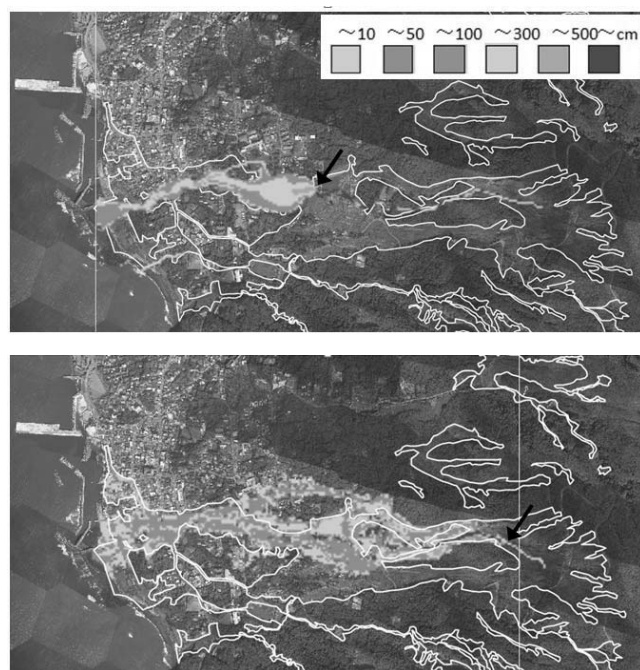


図2: HyperKANAKOによる解析結果(上段:氾濫開始点を境界とするCase1、下段:境界を上流側に設定したCase2、矢印が一次元領域と二次元領域の境界、枠線は(独)土木研究所による流下範囲)

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 80613801、(一財) 砂防・地すべり技術センター受託研究「大規模土砂移動の影響範囲の予測とその対応手法の整理」の助成を受けたものです。また、土石流の流下範囲や流下痕跡については独立行政法人土木研究所 火山・土石流チームに貴重なデータを提供頂いた。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) 堀内ら (2012): LP データを活用した土石流シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発, 砂防学会誌, Vol. 64, No. 6, pp. 25-3