

マルチシナリオによる住宅地内の土石流リスクの評価方法の検討

○中谷加奈^{1),2)} 青柳昌憲²⁾ 小杉賢一朗³⁾ 里深好文⁴⁾

1)京都大学防災研究所, 2)前・京都大学大学院農学研究科

3) 京都大学大学院農学研究科, 4)立命館大学理工学部

1. はじめに

近年、豪雨による土砂災害が頻発する傾向にある。防災計画で想定した規模より大規模な土石流による被害や、道路沿いに流出した水・土砂による顕著な被害も報告されることから、単一の土石流シナリオや警戒区域の設定方法だけでは住民に十分に危険度を周知できない。複数シナリオを考慮して住宅地内のリスクを把握することが防災上求められており、筆者らはこれまで検討を進めてきた^{1),2)}。

本研究では、2018年7月豪雨により土石流が発生した住宅地を対象として、住宅地の地盤標高データ(Digital Elevation Model, DEM)ならびに建物高を考慮したデータ(Digital Surface Model, DSM)を用いて、複数シナリオを想定したシミュレーションを実施した。土石流リスクを検討する指標には、堆積厚、流動深と堆積厚の和として表される痕跡、建物被害に影響する流体力の三種類を採用して危険度分布の評価方法を検討した。単独の指標だけでなく^{1),2)}、三種類を全て考慮した指標も検討して、効果的な防災対策の提案に繋げることを目的とした。

2. 研究方法

対象は2018年に土石流が発生した広島県安芸郡熊野町川角である。被災状況を図1に示す。広島県から提供された解像度1m×1mのDEMとDSMを用いて、高橋モデル³⁾を採用したHyperKANAKO⁴⁾で土石流シミュレーションを実施した。

2.1 シミュレーションの設定

一次元(1D)領域は計算点間隔5m、河道幅10mに設定し、二次元領域は警戒区域や被災時の土砂流出範囲を囲むよう設定した。均一厚さの移動可能土砂を1D領域に設定し、上流から供給される水で土石流が発生・発達するシナリオを想定した。計算時間600s、粒径0.2m、流体相の密度1180kg/m³、河床の容積濃度0.65に設定し、ハイドログラフ(水のみ)を1D領域の上流端から供給した。流域面積と降雨量を基に想定される災害時のピーク流量は50m³/s、土砂量は13000m³(空隙込)であった。これらのピ

ーク流量と土砂量を基準として0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5倍にした5種類を組み合わせた25ケースを、DEMとDSMのそれぞれで検討した。

0.5~2.5倍としたのは、平成30年7月豪雨により広島で発生した土石流は、災害前に想定された土砂量と比較して約0.5~2倍の範囲で見られたためである。警戒区域の設定時は100年確率規模の降雨量を基にハイドログラフを考慮することが多いが、平成30年7月豪雨や土砂災害が発生した近年の降雨イベントは300-500年確率規模等の大きな降雨量が多々見られるためである。

2.2 リスク評価の方法

リスク評価を行う閾値を、最大痕跡(流動深+堆積厚の最大値)1.0もしくは2.0m、最終堆積厚0.5もしくは1.0m、最大流体力20もしくは50kN/mに設定し、全25ケースで「閾値を超過する確率」を指標に危険度分布を検討した。痕跡2.0mは建物1階部分が水没し、堆積厚1mは建物被害が顕著で、流体力50kN/mは木造建築がほぼ全壊することが知られる。さらに3指標の閾値を全て考慮した危険度分布を新たに設定して、よりリスクの高い領域を抽出することを目的とした。三者の低い方を組み合わせた「閾値L」、高い方を組み合わせた「閾値H」で、3指標の超過確率を足し合わせて3で除したものを25段階で評価し危険度分布を作成した。



図1 川角の被災状況(広島県の資料⁵⁾に加筆)

3. 結果と考察

図2に各指標の危険度分布を、図3に3指標を組み合わせた結果を示す。紙面の制約上、本稿はDSMのみを示した。超過確率1は全25ケースで閾値を超えて相対的に危険度が高く、0では閾値を超えたケースがなく相対的に危険度が低いことを示す。

図2の最大痕跡は両閾値とも谷出口で高い値を示し、谷出口から離れた場所や流下中心線から外れた

場所にも道路沿いで危険度が高い場所がみられた。堆積厚は痕跡と比較して高い値を示す範囲は狭く、閾値による分布の範囲に大きな差はないが、閾値0.5mの方が住宅地中央部での値が高い。流体力は、三者の中で最も高い値を示す範囲が狭い。閾値20kN/mでは、谷出口から離れた場所にも道路沿いに高リスクの範囲が広がった。谷出口付近で危険な場所は流体力や堆積厚で示せるが、特に道路沿いで

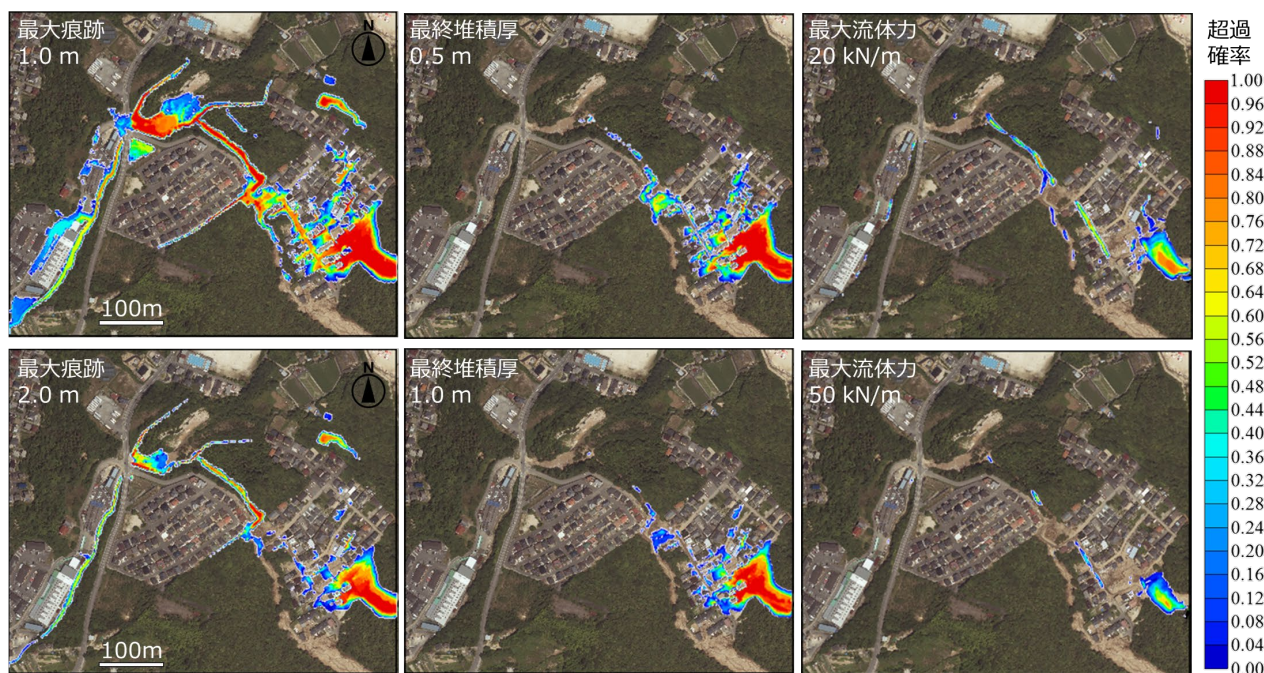


図2 DSMを用いた各指標での閾値による住宅地の危険度分布

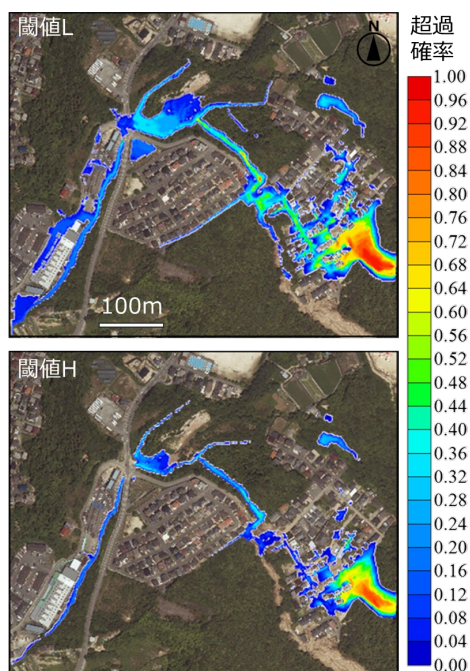


図3 三つの指標を組み合わせた住宅地の危険度分布
谷出口から離れた下流側のリスクは痕跡でしか表現されないことがわかる。

図3では、被害が大きい谷出口は閾値L、Hの両者とも高い危険度を示した。閾値Lでは谷出口で0.64~1.00を示して危険度は大きく、警戒区域の中央部の被害が生じた範囲では閾値Lで0.52付近の危険度となり、災害実態をよく表現した。警戒区域外でみられた顕著な堆積範囲(図1の○)では、閾値L、Hの両方で周囲よりも顕著に大きな危険度が得られ、警戒区域外における危険箇所を表現した。

対象地のような山間部の住宅地では、道路沿いに土砂が流出することで警戒区域外にまで著しい被害が生じることがあるが、その危険性は認識され難い。本研究で示した危険度分布の評価方法は、そのような場所の抽出に活用できることが示された。

謝辞 本研究にあたり、広島県土木建築局より災害前後のLPデータを提供頂きました。本研究は広島大学の長谷川祐治先生の取り組みを契機に実施したものです。

参考文献 1)長谷川ら(2019), 土木学会論文集B1(水工学)75(2), 2)長谷川ら(2020), 第10回土砂災害に関するシンポジウム論文集, 3)高橋・中川(1991), 砂防学会誌, 44(3), 4)堀内ら(2012) 砂防学会誌, 64(6), 5)広島県(2018), 土砂災害警戒区域等における検討事項, 第1回砂防部会資料4-1