

土地利用並びに地形データ解像度が土石流挙動に及ぼす影響

京都大学大学院農学研究科 ○林聖也・中谷加奈・小杉賢一朗

広島大学大学院総合科学研究科（前所属・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. 研究背景と目的

扇状地に到達した土石流は、家屋などの建物の影響により氾濫・堆積過程が変化することが示されている。障害物の少ない道路を流れる土石流は下流まで流下するのに対し、建物で流れが阻害され上流で堆積する場合もある^{1),2),3)}。より安全な防災計画を検討するためには、建物や道路などを考慮した土石流挙動の予測が必要である。近年の研究では、数値シミュレーションで建物を考慮することで、建物による流下経路の変化や局所的に変化する危険度分布が予測できることが報告されている。また、測量技術の向上からより詳細な地形データが利用可能になっている。しかし、適切な解像度の設定方法までは定量化されていない。また、建物を考慮した既往研究は住宅地を対象としたものが多く、建物が少ない地域での検討は少ない。本研究では、地形データ解像度が及ぼす影響の定量化を目的とし、土地利用の異なる2つの地域を対象として計算を実施し、結果を比較した。

2. 対象地と条件設定

土石流シミュレーションシステムに高橋モデルを採用したHyperKANAKO⁴⁾を使用する。建物が多く谷出口付近から住宅地が形成されている広島市安佐南区阿武の里団地(以降、広島とする)及び、建物が少なく田畑が広がる農村の京都府亀岡市千歳町(以下、亀岡とする)を対象とした。

1次元及び2次元領域は図1、2のように設定した。地形データは亀岡では2017年に取得した谷出口付近の建物高を除いたDEMと建物高を含むDSMを使用した。広島の地形データは2014年の土砂災害(以下、広島災害)前に取られたDEMを使用し、建物を考慮する場合は国土地理院の基盤地図情報を用いて補正した。また、千歳町では2017年に撮影した範囲外の1次元及び2次元領域の一部で国土地理院の5mメッシュを使用した。

供給ハイドログラフは広島災害での24時間雨量247mmを基に対象地の流域面積から設定し、千歳町では広島災害と同規模、ならびに0.5倍の小規模なハイドログラフでも検討を行った。土砂量は文献^{2),3)}を参考に広島、亀岡とも1次元領域に移動可能土砂2mを設定し、土砂量はそれぞれ22,000m³、7,600m³(空隙込)であった。

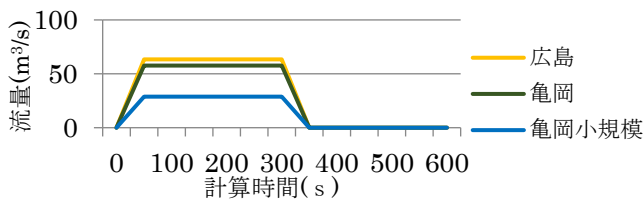


図3 供給ハイドログラフ

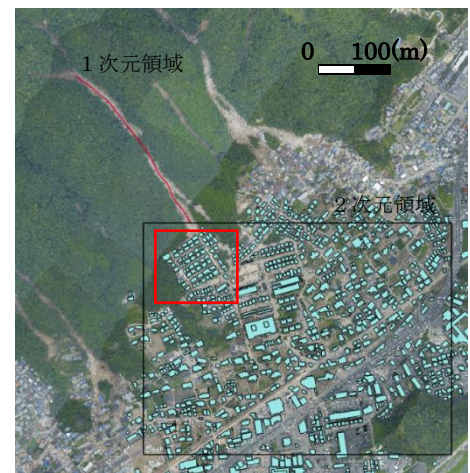


図1 広島計算領域及び建物位置(水色)

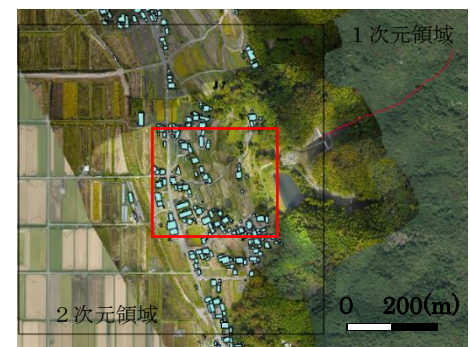


図2 亀岡計算領域及び建物位置(水色)

表1 計算パラメータ

パラメータ	広島	亀岡
計算時間(s)	600	600
計算の時間間隔(s)	0.01	0.01
粒径(m)	0.2	0.1
砂礫の密度(kg/m ³)	2650	2650
河床の容積濃度	0.6	0.65
侵食速度係数	0.0007	0.0007
堆積速度係数	0.05	0.05
マニングの粗度係数(s/m ^{1/3})	0.03	0.03

表2 計算 Case

Case	対象地	建物	解像度(m)	土石流規模
1	広島	×	1	
2		○		
3		○		
4	亀岡	×	1	小規模
5		○		
6		○		
7		×	1	広島と同規模
8		○		
9		○		

3. 計算結果と考察

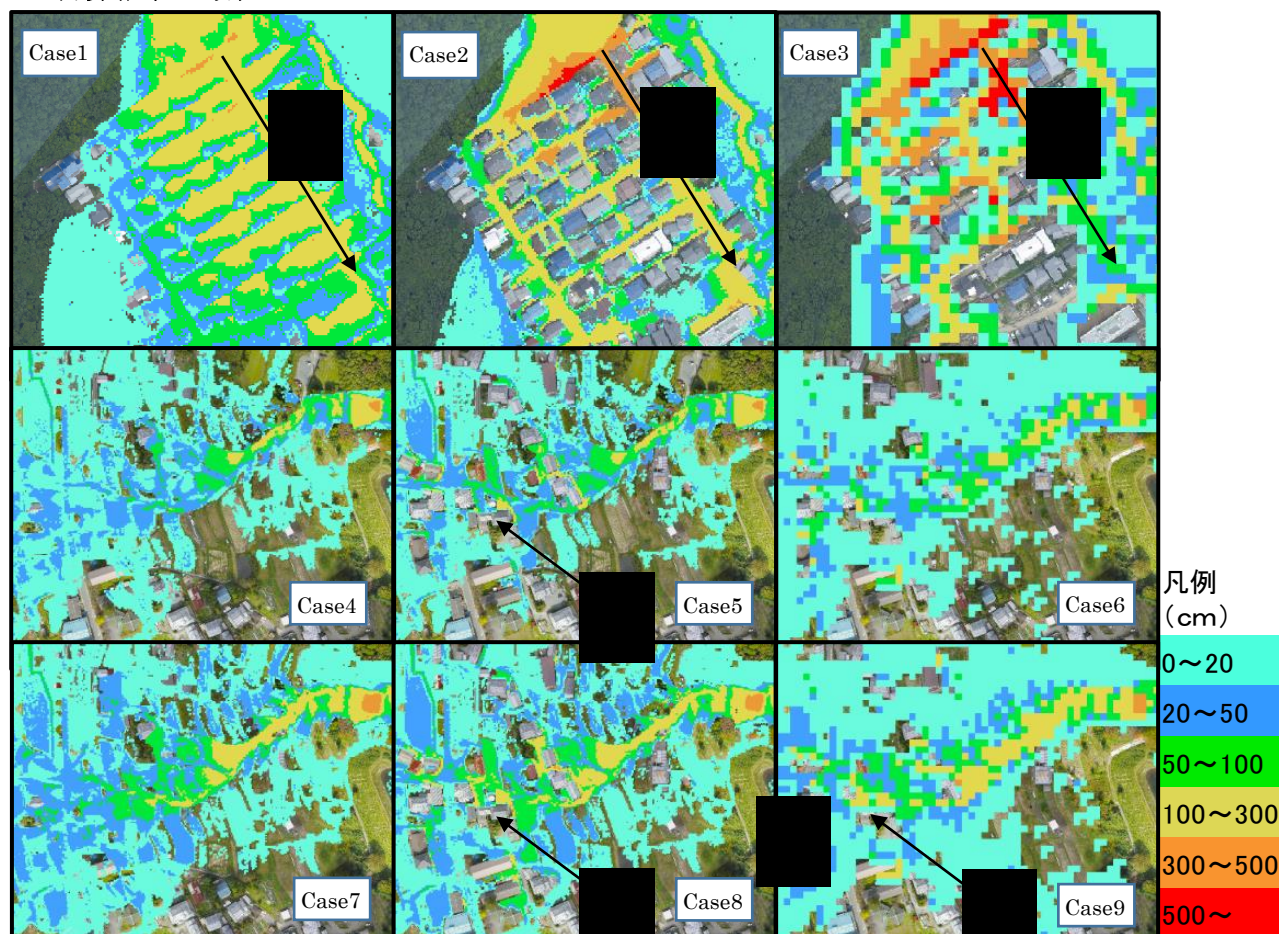


図4 計算結果

図4に図1及び図2の赤線の範囲の計算結果を示す。計算結果は各メッシュの最大水位(流動深+堆積厚の最大値)を表し、これは災害調査で得られる最大痕跡に相当する。

広島 DEM を用いた Case 1 では、建物位置の盛土による階段状地形に沿って土石流が流下するのに対して、建物を考慮した Case 2 では建物に阻害され住宅地のの上流部で特に最大水位が大きい。また、解像度による差を比較すると、Case 2 では A の道路に沿って下流側まで流下するのに対して、Case 3 では住宅地のの上流側で最大水位が 500cm 以上及び 300cm から 500cm の範囲が横断方向に広がり、A の道路では下流側には 300cm 以上の箇所がほとんどないことから、建物の存在により A の道路沿いでの流下が阻害されたと考えられる。広島災害の調査報告では、道路 A 沿いの建物で特に被害が大きいことや、住宅地の内部ではあまり被害が見られないことなど、Case 2 の計算結果と対応している。以上より、5 m の解像度では道路に沿った土石流の流下が正確に再現できないため、建物が多い住宅地では 1 m などの詳細な解像度が望ましいと考えられる。

亀岡では Case 4 と 5 及び 7 と 8 をそれぞれ比較すると、建物の有無による差は広島より小さい。解像度による差も広島より小さいが、詳細に見ると Case 8 では地点 B での土石流の移動量が少ないが、Case 9 では C 地点への主要な流下経路になるなど、解像度によって局所的に土石流の挙動が変化する箇所が見られた。土石流規模の異なる Case 5 と 8 を比較すると、Case 5 では地点 B の建物に到達した土石流は主に建物の北側を流下するが、Case 8 では南側にも多くが流下するなどの変化が見られた。また、Case 5, 8 では、詳細な地形データを用いることで田畑での土石流の流下・堆積が考慮できることが示唆された。

参考文献

- 1) 土木学会:2014 年広島豪雨災害報告書(最終版),2015
- 2) 中谷ら:家屋や道路が土石流の氾濫・堆積に及ぼす影響—2014 年 8 月に発生した広島土砂災害を対象として—, 砂防学会誌, Vol.69, No.5, p.3-10, 2017
- 3) 中谷ら:平成 24 年 7 月に京都府亀岡市南条で発生した土石流の検討:構造物の影響を考慮して, 自然災害科学, Vol.33, No.1, p.17-27, 2014
- 4) 堀内ら:LP データを活用した土石流数値シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発, 砂防学会誌, Vol.61, No.2, p.36-40, 2008

謝辞

本研究は、(一財)砂防・地すべり技術センターの研究助成を受けたものです。広島の DEM データは国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所から提供して頂いた。京都府亀岡市自治防災課ならびに千歳町の関係各位には本研究の遂行にご協力頂いた。ここに記して感謝いたします。