

土石流氾濫域におけるまちづくりのための土石流シミュレーションの活用方法

京都大学大学院工学研究科
京都大学防災研究所

○米田光佑
藤田正治

京都大学防災研究所

竹林洋史

1. はじめに

台風等による豪雨の頻発するわが国では土砂災害が多発しており、その要因としては、平野部が少ないわが国では、山裾、時には山地の斜面を開発し家屋を建てているということがある。まちづくりに土石流の流動特性が考慮されることが望ましいが、現在そのような手法は十分に開発されていない状況にある。土石流の数値シミュレーション結果は、土砂災害に強いまちづくりを行うための貴重な情報となると考えられ、本研究では土石流氾濫域におけるまちづくりのための土石流シミュレーションの活用方法を検討することを目的とする。

2. まちづくりの検討手法

2.1 概要

本研究では、広島市安佐南区八木三丁目を対象領域とする。図1に2008年、1974年における広島市安佐南区の空中写真を示す。各写真の中央部が県営緑丘住宅である。図より1974年では、土石流溪流の上流部にあたる里山部分の開発が進み始めていることが分かり、本解析では1974年(図1(b))の宅地の状態を基本として検討を行う。解析を行うケースとして、家屋を全く考慮しないケース、1974年時点の家屋の状態でのケース、そこから開発が進み6軒の家屋を建設することを仮定した2つのケースの計4つのケースにおいて、次節で述べるリスクマップ評価手法を用いて考察を行う。まとめると以下のようである。

- Case1 家屋の存在を全く考慮しない。
- Case2 1974年(昭和49年)時点で存在する家屋を考慮する。
- Case3 Case2に新たな家屋を加える(切り開かれていた里山の南東側から建設されたとする)。
- Case4 Case2に新たな家屋を加える(切り開かれていた里山の北東側に家屋が建設されたとする)。



(a) 2008年 (b) 1974年
図1 安佐南区八木三丁目

2. リスクマップ評価

本研究では、1つの家屋配置条件に対して土砂量を変えて3種類の数値解析を行い、それぞれの土石流の最大流動深が0.5m以上となる領域を危険領域とし、それらを重ね合わせることで領域ごとの危険度を段階的に評価する。重ね合わせた結果からその領域が何種類の数値解析により最大流動深0.5m以上となったか調べることににより、領域ごとの土石流に対する危険度をLevel1からLevel4までの4段階で評価した。

3. 解析条件

本解析では、竹林らの研究(2015)を参考に、土石流は斜面崩壊を発端として発生するとし、土砂量は流下中の土石流が地盤を浸食する深さの最大値(最大浸食深)を変更することで表現した。本解析では0.1m、0.3m、0.5mの3種類とした。家屋を考慮する場合、それらは不透過で非越流の破壊しない構造物としてとして扱った。Case3、Case4で追加する家屋は一般的な広さのものとして、10m×10mの正方形の家屋とした。図2にCase3、Case4で考慮する家屋を赤色で示す。土石流溪流の上流側で開発の準備がされている領域に、Case3では南側に、Case4では東側に家屋を6軒追加している。

解析に用いた地形データは、国土交通省による平成21年度1mDEMデータをすべてのケースで用いた。解析格子は、2m×2mの正方形格子とした。

4. 計算結果

Case1からCase4の解析結果を図3から図6に、1974年(昭和49年)の写真とともに以下に示す。危険度は以下のように色分けし表示している。



(a) Case3 (b) Case4

図2 各ケースで考慮する家屋

- Level 4 紫色(3つの危険領域すべてに含まれる領域)
- Level 3 赤色(2つの危険領域に含まれる領域)
- Level 2 黄色(1つの危険領域に含まれる領域)
- Level 1 色なし(どの危険領域にも含まれない領域)

図3より、Case1は、家屋を考慮していないことから、Level 2とLevel 3の領域が扇型に広がっていることが分かる。一方で、図4より、Case2では、家屋の間を縫うように進んだことで、全体的に土石流が広がらず、より直線的な結果となり、危険領域はCase1に比べて狭くなった。これは家屋の上流側で土砂が堆積することで、下流部に流れ込む土砂の量が減少するためである。Case1と異なり、県営住宅付近で土石流が家屋に衝突することによって、南西の県営住宅の西側に危険領域が分布しており、家屋の存在を考慮することによって新たに危険領域となる場所があることが分かる。また、図5より、Case3に関しては土石流が新設した家屋を避けるよう進んだことで、Case2と比較すると新設した家屋の東側領域でLevel 3、Level 2の範囲が広がっている。今回新設した家屋が土石流に対し最も危険な場所に存在することが分かる。また図6より、Case4は家屋を東側に新設したことにより危険領域は東側には広がらない結果となった。図5と図6を比較すると、Case4は特にLevel 4の範囲で顕著であるが、Case3より上流で堆積する土砂量が少ないことから、県営住宅の間を流れる土砂量はCase3より増加している。このように家屋を新設する位置のみでも危険領域に大きな差がみられ、まちづくりにおける土石流数値シミュレーションの有用性がわかる。

5. 土石流の流動特性を考慮したまちづくり

本地域の地形特性を考慮すると、Case1の危険領域に家屋は建てるのは危険であり、この範囲の外側に家屋等は建設すべきである。この範囲内に家屋を建設するなら



図3 Case1



図4 Case2



図5 Case3



図6 Case4

ば塀を設けることや、土石流に対する強度の確認、地盤の高さを上げる等の対策が必要であると考えられる。ただし、この範囲外であっても氾濫域内の上流部で家屋が新設される等の変化があった場合に、危険領域は横断方向に広がり、Case1で安全だった地域も危険領域となる可能性がある。下流部であればCase1で安全だった地域が新たに危険領域となる可能性は低く、家屋などの人が長時間滞在する建物を建設するならばこの領域やより外側に建設することが望ましい。一方、土石流では、構造物上流部に土砂が堆積することによって下流部の氾濫範囲が狭くなるという性質を持つ。よって、上流部において、危険であるという理由で家屋を移転させた場合でも、下流部がより危険になることで地域全体として被害の大きさは大きく変化しないといった可能性が考えられる。

また、氾濫域の上流部は土石流に対しより危険であると言える。上流部に家屋を新設することは望ましいとは言えないが、上流部に構造物があれば下流部の被害は減らすことができる。よって、土石流氾濫域内の上流部の危険性の高い領域では、例えば鉄筋コンクリート製の倉庫のような人が長時間滞在しない構造物が建設されることが望ましい。また、例えばキャンプ場のように、豪雨中は人が滞在しない施設であれば、その管理棟を鉄筋コンクリート製にしておくといった対策も考えられる。

このような土石流の流動特性を考慮した新たな制度の実現が求められる。本研究のような土石流数値シミュレーションを用いた評価は比較的短時間で行えるものであるので、常に変化していくまちづくりにおける、土砂災害の減災に対しても有用な手段になると考えられる。

家屋を新設することによって他の家屋の土砂災害の危険性を高めてしまう可能性があるため、第三者による冷静な判断が求められる。例えば、土砂災害警戒区域の制定は全国で進みつつあるので、土砂災害警戒区域内で建築物を建てる際は土石流数値シミュレーションを行い、危険である、または下流部の被害を大きくしてしまう可能性が高いと判断した場合には、建築の許可を与えないといった制度が考えられる。

6. まとめ

本研究では、安佐南区八木地区をモデルに、土石流数値シミュレーションを用いたまちづくりの検討を試みた。リスクマップ評価を行うことで土石流に対する危険領域を視覚的に捉えられ、新設する家屋の危険度や下流への影響を評価できることを示した。上流部に構造物がある場合、下流部の危険領域は狭まるといった土石流の流動特性を考慮した制度の実現が求められる。

参考文献

竹林洋史・藤田正治・江頭進治：2014年8月に広島で発生した土石流の流動・氾濫特性、京都大学防災研究所年報 No.58A, p.34-39, 2015