

土砂災害警戒避難に影響を及ぼすハザード群に関する研究
A Study on the Multi-Hazards Which Influences Evacuation against Sediment Disaster

○山野井一輝, 藤田正治

○Kazuki YAMANOI, Masaharu FUJITA

Not only large-scale hazards (e.g. deep-seated landslide, debris flow) but also small-scale hazards (e.g. rainfall, small landslides, and inundation) occur during the sediment disaster. If the small-scale hazards block the evacuation, the total damage of the disaster can be serious. In this study, the numerical model related to the sediment production, supply, and transport was applied to the sediment disaster located in the Tanba city and discussed about the temporal change of evacuation risks due to multi hazards. As a result of the application, evacuation risk due to inundation was high because of sediment production when plural landslides occur. (99 words)

1. 背景と目的

土砂災害の現場では、直接的被害を及ぼす大規模な現象だけでなく、雨による道路の冠水や、浸水、倒木、土砂の流出等、大きな被害を生じない比較的小規模な現象群（本研究では小規模ハザード群と定義）がしばしば発生する。災害時に小規模ハザード群による避難の阻害が起こった場合、人的被害を助長する可能性が高い。このため、大規模現象による被害から逃れるためには、小規模ハザード群による避難の阻害が生じるより前に避難を行う必要がある。しかし、現在気象庁および都道府県にて運用されている土砂災害警戒情報は、斜面崩壊および土石流のみを対象としており、発表時に避難自体が可能であるかどうかは考慮されていない。また、自治体単位で運用される避難勧告・指示においても、発表時に安全な避難ができるかどうか、担当者が把握するのは困難である。

例えば、2011年台風12号による紀伊半島で発生した土砂災害では、直接的被害が発生した土石流や深層崩壊の発生より前に、避難経路になり得る道路の橋梁が土砂流出によって破壊されていたことが確認されている（奈良県, 2012）。また、2014年8月に兵庫県丹波市前山川流域で発生した土砂災害では、約15km²程度の狭い流域で多くの箇所にて土砂生産が発生し、土砂流出や河床上昇に伴う洪水の助長が発生したことが確認できる（図1）。これにより災害発生時刻付近には洪水によって避難が困難であったことが推察される。

以上の背景を踏まえ、本研究では小規模ハザ-

ードとして、a)路面冠水を生じさせる程度の強い降雨強度、b)河川水位上昇に伴う洪水、c)斜面崩壊に伴う土砂流出の3現象を対象とし、数値解析による発生時刻の推定と適切な避難のタイミングについて考察を行なった。数値解析は丹波市をモデルとして実施した。

2. 手法

数値モデルは既存の研究と同様、土砂の生産・供給・輸送を統合したモデル（山野井, 藤田, 2014）を用いた。土砂生産モデルには（Chen, 2014）による重回帰分析を用いた崩壊計算モデルを用いた。ここで提案されているモデルは宇治市志津川流域を対象としたものであるが、丹波市前山川流域は地質的特性が比較的類似している（いずれもジュラ紀の付加コンプレックス）ため、志津川と同様の条件で計算をおこなった。なお、比較のために災害前、災害後のDEMデータの差分から直接土砂生産量を求めた値も用いるものとした。

対象とした前山川流域の単位河道・単位斜面は図2に示す。ここには斜面崩壊モデルで計算対象とした斜面群も併記した。集落部は斜面崩壊の計算の対象外とした。計算ケースはDEMから得られた土砂生産量を使用したもの(Case1)、モデル計算によって得られた土砂生産量を使用したもの(Case2)、土砂生産を考慮しないもの(Case0)の3ケースとした。

3. 計算結果および考察

Point A におけるハイトグラフと水位の時間変化は図 3 のようになった。ここでは、初期河床の高さを基準とした水面の高さを水位としており、河床が上昇した場合はその分の高さが水位に加わっている。土砂生産を考慮した計算では、17 日の 3:00 頃に土砂が生産・流入して河床が上昇することで、土砂生産を考慮しない場合と比較して水位が急激に上昇するため、洪水が助長されたことが分かる。ここで、洪水が発生する水位を 2m と仮定すると、0 時頃から 3 時頃までは洪水危険度が徐々に上昇し、3 時頃に急激に危険性が上昇すると考えられる。

以上の考察を避難リスクという形でまとめると、図 4 のように表わされる。図 4 には降雨に伴う道路冠水による避難リスクの変化と、斜面崩壊モデルによって推定した避難リスクの変化を併記した。ここでは、降雨強度は 30~50mm/hour をリスク中、自動車の運転が危険とされる 50mm/hour 以上をリスク大とした。また斜面崩壊についてはモデル計算で崩壊が発生し始める時刻をリスク中となる開始時刻とし、重点的に発生する時間帯をリスク大とした。これによると、3 時前後の斜面崩壊による避難リスクが大きい時間帯には、洪水のリスクも土砂生産によって上昇していることが分かり、被害が生じる直前の避難は困難であったことが推定された。以上の計算より、本災害では雨量が強くなるまでの 1 時頃までが避難が可能な時間帯であり、その後の斜面崩壊が発生し始める時間帯になると避難は困難であったと考えられる。

本研究では兵庫県砂防課から貴重なデータの提供を受けた。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- ・気象庁，リーフレット「雨と風（雨と風の階級表）」，2000
- ・山野井一輝，藤田正治：土砂生産・土砂供給・土砂輸送堆積統合型モデルの開発と山地流域への適用，水工学論文集，vol.58,pp.925-930,2014
- ・奈良県県土マネジメント部深層崩壊対策室：紀伊半島大水害大規模土砂災害アーカイブ，2012 (<http://shinsouhoukai.sakura.ne.jp/top.html>)
- ・Chen, Chen-Yu: A Decision Support System for Warning and Evacuation against Multi Sediment Hazards,2014



図 1. 丹波市における災害後の河床の様子

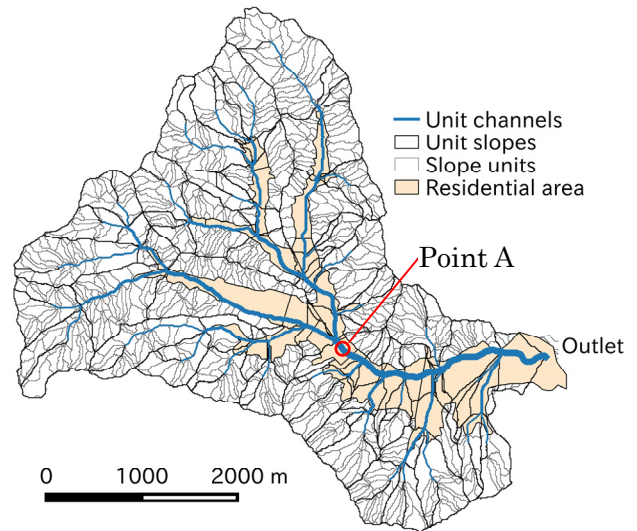


図 2. 対象流域（兵庫県丹波市前山川流域）

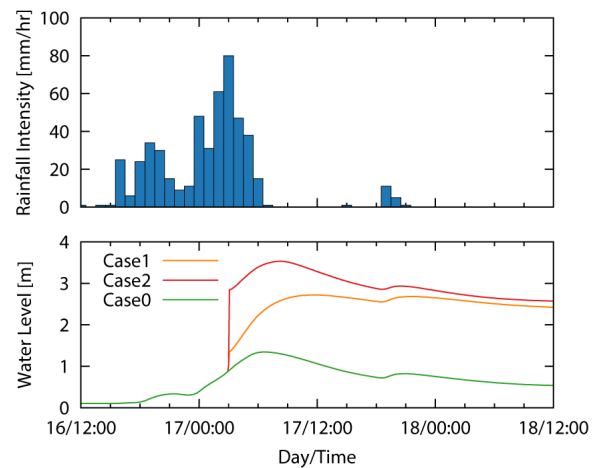


図 3. Point A におけるハイトグラフと水位の計算結果

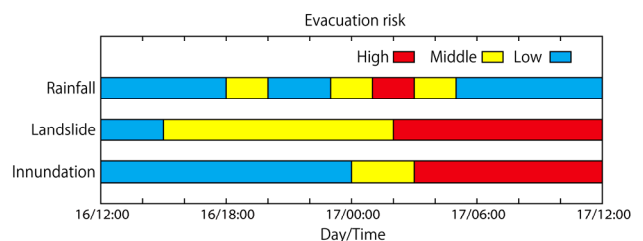


図 4. 各小規模ハザードに起因する避難リスクの時間変化