

地震発生後を想定した大規模土石流 災害時における住民の避難行動分析 ～平成の鳶崩れを対象として～

吉本 寛之¹・藤生 慎²・高山 純一³・中山 晶一朗⁴

¹学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻（〒920-1192 石川県金沢市角間町）
E-mail:ptfrmu@gmail.com

²正会員 金沢大学助教 理工研究域環境デザイン学系（〒920-1192 石川県金沢市角間町）
E-mail:fujju@se.kanazawa-u.ac.jp

³フェロー 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系（〒920-1192 石川県金沢市角間町）
E-mail:takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系（〒920-1192 石川県金沢市角間町）
E-mail:nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

東日本大震災以降、地震によるリスクが増加している近年において、防災・減災対策の重要性は増している。1858年に富山県で発生した飛越地震による土石流災害は常願寺川の扇状地に甚大な被害をもたらしたが、現在においてそのような災害が発生した場合、防災対策が進んだ現在の社会であれば被害を最小限に抑えることは可能ではないだろうか。しかしハード面の対策だけでは限界があり、実際に「避難」の段階まで必要となるレベルまでの災害が起きた場合、被害を抑えるためには住民による協力が必要不可欠である。本研究はアンケート調査の結果を考慮した避難シミュレーションを行い、住民の避難行動を分析することで広域的な避難の課題を見つけることを目的としている。

Key Words : Evacuation behavior, A large scale debris flow disaster, Questionnaire survey

1. はじめに

富山県を流れる常願寺川は源流から河口までの約3000mの標高差に対して長さ56kmと非常に急流な河川として有名である。1858年4月9日、マグニチュード7.0~7.1と推定される飛越地震が起き、立山連峰の鳶山が山体崩壊を起こした。4.1億立方メートルと推定される崩壊土砂が立山カルデラに流れ込み、流れ込んだ土砂によってできた堰止湖が決壊、常願寺川が大氾濫を起こし、死者140名にもいたる大災害となった。その後も土砂の流出で度々土砂災害が発生しており、立山カルデラでは現在も砂防工事が行われている。常願寺川の河道は現在改修途上であり、洪水を安全に流せる能力は依然として十分でない。そのため、現在の河道で流すことのできる限界以上の洪水が発生すれば、いたる所で堤防の決壊が予想され、破堤に備えた対策・設備を充実させることは常に課題とされている。しかし、ハード面の対策だけでは限界があり、ソフト面の対策も必須である。そこで、本研

究では、富山市民を対象とし土石流災害に関するアンケート調査の実施と、鳶山崩れのような大規模土砂災害を想定し、その避難計画の課題を探るべく、被害想定区域の住民を対象とした避難シミュレーションを行った。

表 2-1 アンケート調査の概要

配布期間	2016年2月8日～10日 (3日間)
対象地域	『平成の鳶崩れ』浸水想定区域
調査項目	1. 『平成の鳶崩れ』発生時の避難行動 (避難のタイミング・避難場所・避難手段) 2. 避難に関する施策案について 3. 防災意識 4. 地域愛着度 5. 個人属性
配布部数	5,000部
回収率	10.6%

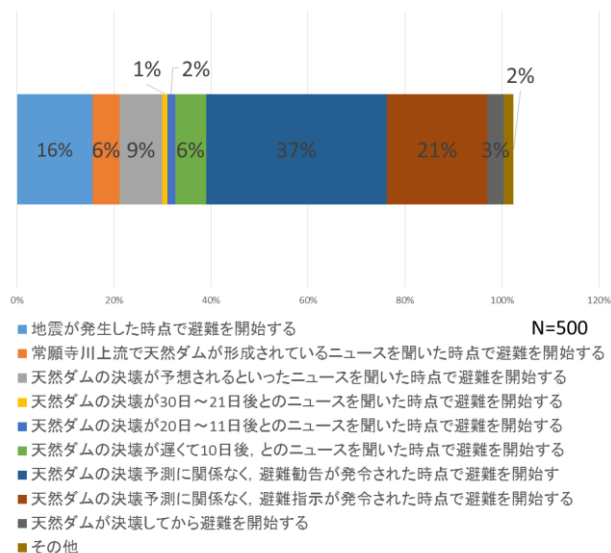


図 3-1 CaseAにおける避難開始タイミング

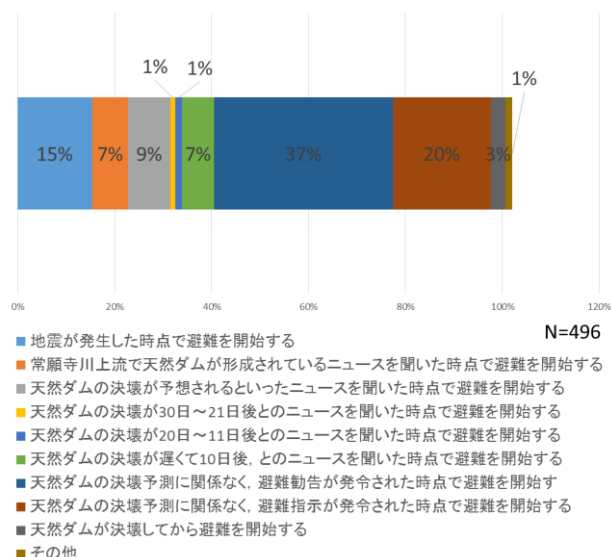


図 3-2 CaseBにおける避難開始タイミング

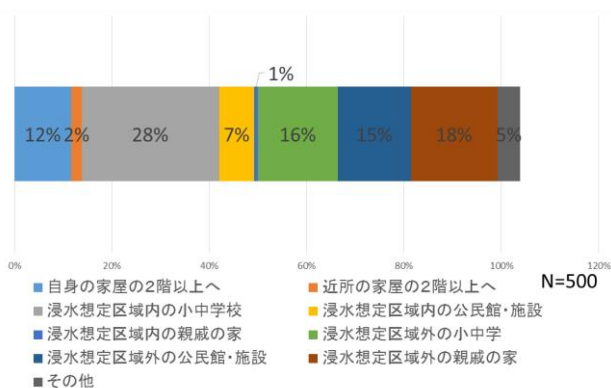


図 3-3 CaseAにおける選択避難場所

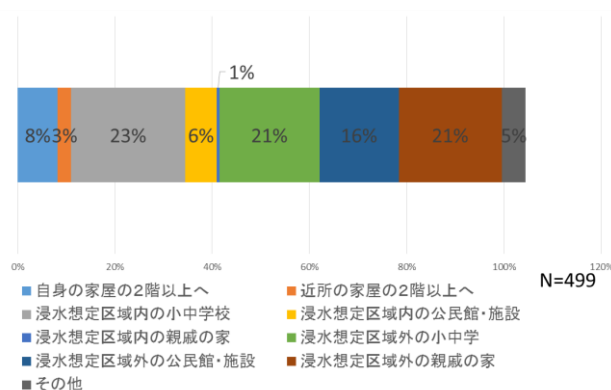


図 3-4 CaseBにおける選択避難場所

2. アンケート調査の概要

今回実施したアンケート調査の概要を前ページの表2-1に示す。①住民の防災意識、②『平成の鳶崩れ』発生時の避難行動を想定したSP調査を実施した。アンケートの配布期間、部数、回収率については表の通りである。

3. アンケート調査の集計結果

避難シミュレーションシナリオへの適応も考慮し、『平成の鳶崩れ』発生時の避難行動についての集計結果を示す。後に示すのは、震度6強～7の地震が発生し、二次災害として『平成の鳶崩れ』（住宅地を襲う河川の氾濫・天然ダム決壊による土石流）が発生することを想定した質問の集計結果である。図3-1、図3-2は自宅から避難する場合、「CaseA:土石流とまではいかない少し土が混ざった河川の水が氾濫してくると想定した場合」と「CaseB:土を多く含んだドロドロの土石流が押し寄せてくると想定した場合」の避難開始タイミング、図3-3、

図3-4はそれぞれの避難場所の集計結果である。

図3-1、図3-2を見ると、避難開始のタイミングとしては、過半数の人が自らの判断ではなく避難勧告・指示に従う傾向にあるとわかる。また、その他に割合として多いものは、「地震が発生した時点で避難する」であるが、これは二次災害として想定している『平成の鳶崩れ』の発生は関係なく、地震に対してのみの避難行動である可能性がある。また、CaseAとCaseBに大きな違いは見られないことから、土石流の土の量は避難開始のタイミングには影響していないことがわかった。図3-3、図3-4では、浸水想定区域内に留まる人と浸水想定区域外へ避難する人の割合はCaseAでは半々だが、CaseBでは浸水想定区域外へ避難する人の割合の方が多結果となっている。

以上より、土石流の土の量は避難開始のタイミングには影響を及ぼしていないが、避難場所に関しては土石流の土の量が多いことに危機感を持つためか、多少の影響を与えていることが明らかとなった。しかしながら、『平成の鳶崩れ』は大規模な土石流災害であるにも関わらず、約半数の回答者が「浸水想定区域内に留まる」と

表 4-1 避難シミュレーションパターン

Case1	一斉避難	避難対象地域内の車両がすべて同時に避難開始
Case2	段階避難	破堤部から1時間ごとに10km,15km,20kmの順で避難

表 4-2 「Sim.1」の設定条件

道路ネットワークの規模	国道・県道
発生車両数	102,839台
避難場所	浸水想定区域外の小・中学校

表 4-3 「Sim.2」の設定条件

道路ネットワークの規模	国道・県道
発生車両数	CaseBの結果を反映 区域内の避難所へ避難: 43,189台 区域外の避難所へ避難: 59,650台
避難場所	浸水想定区域内・外の小・中学校

回答している。自宅の位置や避難場所が破堤部・河川から離れたところにあるためなどと考えられるが、今後、集計結果をさらに分析して明らかにしていきたい。

4. 大規模土石流からの避難シミュレーション

4.1 避難シミュレーションの概要

大規模な土石流災害、『平成の鳶崩れ』を想定しているため、本研究では広域的な避難を前提としている。そのため、避難手段としては自動車をを用いての避難を考える。『平成の鳶崩れ』を想定するにあたり、避難シミュレーションの対象地域は当災害の浸水想定区域を選定し、また、シミュレーションソフトはAimsunを使用した。

シミュレーションの手順としては、まずソフト内に道路ネットワークを作成、今回は国道・県道の道路のみでネットワークを構築した。次に車両の発生地点・目的地の設定を行い、様々なパターンでのシミュレーションを行う。

表4-1、表4-2のパターン・条件を「Sim.1」とした。これは発生車両数を1世帯で1台の車両で避難するとして決定、つまり、世帯数と同じだけ車両を発生させたものである。また、想定した災害が『平成の鳶崩れ』と規模が大きいものであるため、全世帯を浸水想定区域外へ避難させるという前提の下、避難場所である目的地は浸水想

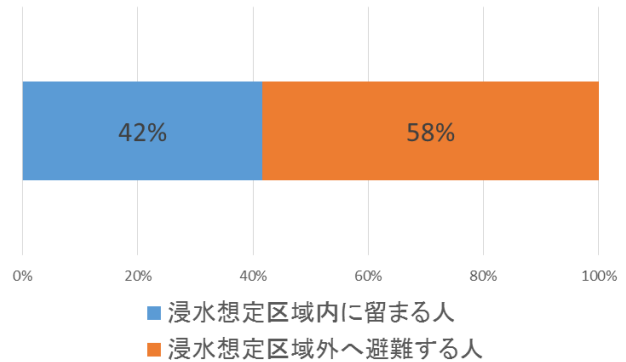


図 4-1 浸水想定区域内・外へ避難する割合(CaseB)

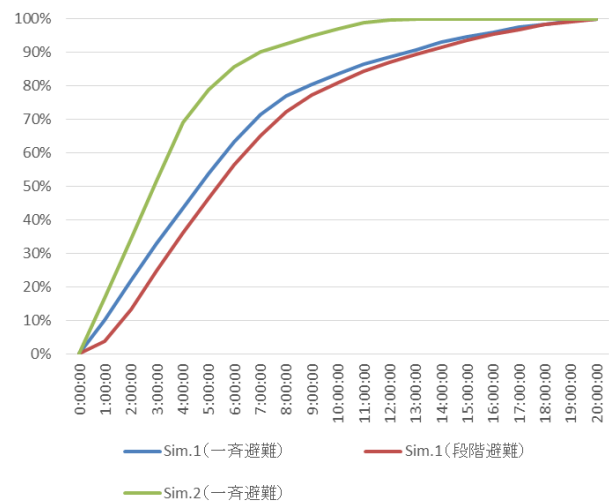


図 4-2 「Sim.1」と「Sim.2」の避難完了率

定区域外に設定した。

次に、区域内の住民をすべて区域外へ避難させることはあまり現実的ではなく、住む地域によっては垂直避難で充分であるため、より現実に近い状況でシミュレーションを行うために、3章のアンケート結果を反映させた。これは全車両を浸水想定区域外へ避難させるのではなく、今回はCaseBの結果(図4-1)を考慮し、浸水想定区域内に留まる人と区域外へ避難する人の割合から総避難車両数は変えずに区域内の避難所へ避難する車両数と区域外へ避難する車両数を分配、表4-3の条件で「Sim.2」として行ったシミュレーションである。実施に避難シミュレーションで設定した避難場所は図4-3、図4-4に示す通りである。

4.2 シミュレーションの結果

「Sim.1」と「Sim.2」の結果として、避難完了率を図4-2に示す。まず「Sim.1」の一斉避難の結果を見ると、避難開始8時間後以降は数値が緩やかになっており、混雑がピークであることがわかる。しかし、それ以降、変化は見られず、混雑の程度はそのままに避難が完了して



図 4-3 「Sim.1」の設定避難場所



図 4-4 「Sim.2」の設定避難場所

いる。人口の集中している地区は車両の発生数も多いため、そのような地区ではかなりの混雑が確認できた。全車両が避難完了までにかかった時間は 20 時間であった。

「Sim.1」の段階避難のシミュレーション結果では、一斉避難時のグラフと比較すると、避難開始直後の避難完了率の挙動に違いはあるものの、全体としてみると大きな違いは見られない。避難完了時間も一斉避難と同様に 20 時間と結果は変わらなかった。

今回、「Sim.2」では一斉避難の場合のみ結果を示したが、これを見ると、全車両が避難完了までにかかる時間が大幅に短縮されていることがわかる。避難開始から 4 時間ほどで避難完了率はすでに 70%、8 時間後には 90%に達している。「Sim.1」と比較しても避難完了までにかかる時間は 7 時間も短縮されたことになり、浸水想定区域内と区域外とで避難させる車両を分配したことによる効果といえる。

しかしながら、シミュレーションにはまだ課題が多いのは明らかである。例えば、今回はアンケート結果の避難場所選択のみを考慮しているが、避難開始のタイミングや平日・祝日、また、避難する時間帯、天候なども考慮する必要がある。さらに、浸水想定区域内の避難所へ避難する人の避難手段として今回は自動車を用いた避難を想定したが、本当にそれで良いのかなど、まだまだ熟考すべき点は多い。これらを徐々に反映させ、しっかりとシナリオを作り上げる必要がある。

5. まとめと今後の方針

『平成の鳶崩れ』を主体としたアンケート調査を行った。回答者の避難についての考え方がわかり、かなり貴重なアンケート結果であると実感している。そして、「Sim.1」、「Sim.2」と条件を替え避難シミュレーションを行った。「Sim.1」はあまり現実的ではない条件、そして結果となったが、平成 27 年度実施のアンケート結果を反映させることでより現実的な条件・結果に近づいている。

今後は、実施したアンケートの結果をシミュレーションに用いるだけでなく、さらに分析を進めると同時に 4.2 に述べたようなシミュレーションにおける課題の改善に努めていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所『平成の鳶崩れに備える』防災訓練パンフレット
- 2) 国土交通省北陸地方整備局富山河川国道事務所 (2015/4/20)