

# 地域特性に応じた土砂災害対応フローチャートの効果の推定および改良

福井工業高等専門学校 学生会員 ○北野 真優  
福井工業高等専門学校 正会員 辻子 裕二

## 1. はじめに

近年、日本では地球温暖化の影響もあり大雨や集中豪雨が多発しており、それにより起こる土砂災害は社会生活や自然環境の大きな脅威となっている。国内には土砂災害の危険箇所が約 52 万箇所ある。平成 26 年 8 月豪雨により広島県広島市北部の住宅地で発生した土砂災害では、人的被害は死者 74 名、重症者 8 名、軽傷者 36 名、家屋被害は、全壊 133 軒、半壊 122 軒となった。このような大きな被害となった原因の一つに、住民の避難に対する判断基準の不明確さが挙げられる。

土砂災害の避難の基準として、現在は各地気象台が発表する土砂災害警戒情報や大雨警報・注意報があるが、局地的大雨を考慮した場合、自分のいる場所で土砂災害が発生するのかを予測するのは難しい。加えて、高齢者対応を想定した場合、IT に依存しないシステムも望まれる。以上より、本研究では GIS（地理情報システム）を用いて一般住民の土砂災害における避難のタイミングを判断する補助的情報について検討した。

これまでに、土壌雨量指数と 1 時間雨量（R1）との関係性を調査し、図 1 のような土砂災害に対する避難フロー（以下、避難フローと略記）を作成した。この避難フローを平成 25 年 8 月豪雨による広島市の土砂災害に適用したところ、20 分程度であるが、土砂災害発生より早く避難することが可能であったと示された。以下では、広島県の事例以外の土砂災害にも同避難フローを適用し、その特徴を考察した。

## 2. 研究成果

### （1）フローチャートの適用事例

昨年の広島県の事例も含め 25 件の土砂災害の事例に避難フローを適用し、表 1 のような結果を得た。同表中の項目には、避難フローによる避難の成否を確認するために、土砂災害発生日時、避難勧告の有無、避難勧告のタイミング、避難フローによる避難のタイミング、降雨継続時間、R1 基

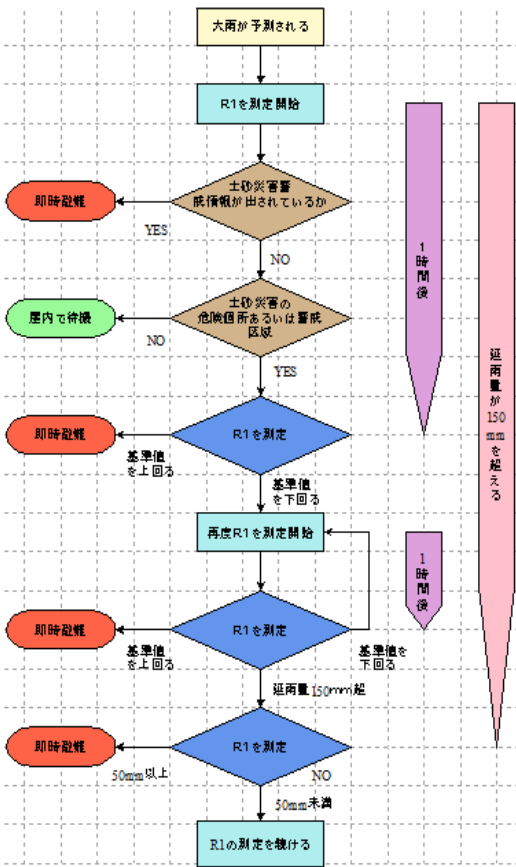


図 1 土砂災害に対する避難フロー

表 1 避難フロー適用事例

| 年    | 災害発生場所   | 人的被害   | 避難勧告 | 避難勧告のタイミング | 避難フローによる避難 | 避難フローのタイミング | 降雨継続時間 | 総雨量 (mm) | 警戒 R1(mm) |
|------|----------|--------|------|------------|------------|-------------|--------|----------|-----------|
| 2014 | 長野県南木曽町  | 死者1名   | ○    | ×          | ×          | ×           | 23     | 118.5    | 70        |
|      | 山口県岩国市   | 死者1名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 20     | 243.5    | 60        |
|      | 兵庫県丹波市   | 死者1名   | ○    | ○          | ×          | ×           | 35     | 275      | 60        |
|      | 広島県広島市   | 死者3名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 13     | 256.5    | 60        |
|      | 広島県広島市   | 死者66名  | ○    | ×          | ○          | ○           | 11     | 247      | 60        |
|      | 北海道礼文町   | 死者2名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 39     | 207.5 ※  | 23.3      |
|      | 神奈川県横浜市  | 死者2名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 31     | 352      | 45        |
| 2013 | 東京都大島町   | 死者35名  | ×    | ×          | ○          | ○           | 31     | 824      | 70        |
| 2011 | 新潟県三条市   | 死者1名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 63     | 348      | 40        |
|      | 福島県南会津郡  | なし     | ○    | ○          | ×          | ×           | 57     | 249      | 70        |
|      | 福島県南会津郡  | 行方不明1名 | ○    | ○          | ○          | ○           | 61     | 673      | 80        |
| 2010 | 鹿児島県霧島市  | 死者1名   | ×    | ×          | ×          | ×           | 33     | 234      | 60        |
|      | 宮崎県都城市   | 行方不明1名 | ○    | ×          | ×          | ×           | 23     | 221.5    | 70        |
|      | 広島県世羅郡   | 死者2名   | ○    | ×          | ×          | ×           | 59     | 242.5    | 60        |
|      | 広島県呉市    | 安浦死者2名 | ○    | ×          | ×          | ×           | 56     | 241      | 60        |
|      | 広島県庄原市   | 死者1名   | ×    | ×          | ×          | ×           | 4      | 65.5     | 70        |
| 2009 | 山口県防府市   | 死者7名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 17     | 275      | 50        |
|      | 長崎県佐賀市   | 死者2名   | ×    | ×          | ○          | ○           | 25     | 313.5    | 70        |
|      | 福岡県田川郡   | 死者1名   | ○    | ○          | ○          | ○           | 23     | 271      | 60        |
|      | 福岡県糟屋郡   | 死者2名   | ○    | ○          | ○          | ○           | 29     | 327      | 60        |
| 2008 | 岡山県美作市   | 死者1名   | ○    | ×          | ○          | ○           | 38     | 251.5 ※  | 36.7      |
|      | 大分県玖珠郡   | 死者9名   | ×    | ×          | ×          | ×           | 37     | 140.5    | 70        |
|      | 熊本県球磨郡   | 死者1名   | ×    | ×          | ○          | ○           | 72     | 320      | 70        |
| 2004 | 福井県福井市   | 死者1名   | ○    | ○          | ○          | ○           | 12     | 285      | 50        |
| 1994 | 鹿児島県鹿児島市 | 死者71人  | ×    | ×          | ○          | ×           | 24     | 268.5    | 70        |

準値を含めた。25 件の災害事例を選ぶにあたっては、土砂災害による死者が発生した事例とした。表 1 の「避難勧告」の項目をみると、避難勧告が発令された事例は 18 件であったのに対し、「避難勧告のタイミング」の項目より、避難勧告の発令

された時間が土砂災害発生よりも早かった（避難勧告のタイミングを“○”で表記）事例は、5 件であった。これより、多くの事例で避難勧告が発令されているが、土砂災害発生には間に合っていないということがわかる。また、同表の「避難フローによる避難」の項目より、避難フローの基準で避難に至った事例が 16 件であるのに対し、「避難フローのタイミング」の項目で示されるように、土砂災害発生よりも早く避難できた事例は 15 件であり、避難フローの基準に従えば、避難勧告よりも高確率で土砂災害発生前に避難できることが確認された。また、避難勧告は出されなかったが、避難フローでは避難の基準に至ったという事例も数件あり、行政の出す避難勧告と本研究の避難フローを併用することで、今よりも被災する可能性を減らせるのではないかと考えられる。

## （２）避難フローの改良

上記避難フローにおいては、土砂災害の前に避難できることを成功とするとその成功率は 15/25 であり、改良が必要である。そこで、避難フローの基準値を少し変え、25 件の事例に適用した。まず、R1 の基準値を、10 mm、20 mm ずつ下げたところ、それぞれの成功率は 17/25、19/25 と確率は高くなった。一方で、R1 から 20 mm も基準を下げてしてしまうと、安全な状態でもすぐに避難の基準に至ってしまう、過剰な状態を生むこととなる。同様に、延雨量が 150mm を超えるという条件を、140mm と 130mm に変えて適用してみたが、この条件を変えることで成功率が上がることは無かった。

さらに、現状の避難フローの問題点として、長時間に渡り雨量の観測を続けるのは困難であるという問題点も挙げられる。表 1 中の降雨継続時間より、1 番長いもので 72 時間にもわたり降雨が続いていることがわかる。表 2 は避難フローで避難の基準に至った事例の内、避難に至るまでの降雨観測時間を示したものである。同表より、24 時間以上の観測を要する事例が 5 件ある。このような長時間の観測を続けることは、過去に発生した土砂災害の約 70% が深夜に発生していることも考えても、非常に困難であると言わざるを得ない。そこで、IT を使うことになるが、高解像度降水ナウ

表 2 雨量観測時間

| 災害発生場所           | 雨量観測時間(h) |
|------------------|-----------|
| 山口県岩国市           | 17        |
| 広島県広島市三入地区       | 10        |
| 広島県広島市緑井・八木地区    | 10        |
| 北海道礼文町           | 31        |
| 神奈川県横浜市          | 28        |
| 東京都大島町           | 15        |
| 新潟県三条市牛野尾谷地区     | 37        |
| 福島県南会津郡只見町       | 42        |
| 山口県防府市真尾地区       | 4         |
| 長崎県杵岐市郷ノ浦町初山西触地区 | 13        |
| 福岡県田川郡福智町弁域地区    | 11        |
| 福岡県糟屋郡篠栗町篠栗地区    | 13        |
| 岡山県美作市田原地区       | 20        |
| 熊本県球磨郡多良木町       | 70        |
| 福井県福井市美山町        | 6         |
| 鹿児島県鹿児島市花倉、竜ヶ水地区 | 20        |

キャストに注目した。高解像度降水ナウキャストは、気象レーダーの観測データを利用し、250m 解像度で提供される降水の短時間予報であり、パソコンや携帯電話で閲覧することができる。高解像度降水ナウキャストが 250m 解像度で提供する最長時間である 30 分後の予測がどのくらいの確率で当たるのかを、実際に降水量を調査して比較した。2 日間で 10 分ごとに 30 分後の予測について計 10 時間調査したところ、すべての予測が、10mm/h 以下の誤差に収まった。また、誤差のでた予測の大半が実際の降水量よりも、多い量の降水を予測していることがわかった。したがって、高解像度降水ナウキャストは R1 を実際に測定するのに代わる手段となり得ると考えられる。さらに、まとまった雨が降ることを予測し、早い時間に避難行動を開始することを可能とする点や、R1 を測定するより降水量の確認が容易である点からみると、R1 を測定するよりも有効な手段であるとも考えられる。

## 3. まとめ

本研究では、25 件の事例に、提案した避難フローを適用し、その成功率を調べた。住民が同フローに従って行動するとの前提であるものの、避難の成功率を向上する可能性が示された。同フローで改良すべき点の一つについては、高解像度降水ナウキャスト利用の有効性を示した。今後は、実際の「行動」に結びつくような視点を加え、他の指標等も用いて、より正確な判断が行える避難フローの構築を目指す必要がある。