

「的確な住民避難のための情報」に関する 住民アンケート分析

RESIDENT QUESTIONNAIRE ANALYSIS ON “INFORMATION FOR APPROPRIATE RESIDENT EVACUATION”

本多 隆範¹・金枝上 英明²・諸岡 良優³・三谷 泰浩⁴・

塚原 健一⁵・中安 正晃⁶・布村 明彦⁷・山田 正⁸

Takanori HONDA, Hideaki KANAEGAMI, Yoshimasa MOROOKA, Yasuhiro MITANI,
Kenichi TSUKAHARA, Masaaki NAKAYASU, Akihiko NUNOMURA and Tadashi YAMADA

¹非会員 (一財)河川情報センター 河川情報研究所研究第3部 (〒102-8474 東京都千代田区麹町1-3)

²学生会員 中央大学大学院理工学研究科都市環境学専攻 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

³正会員 工博 中央大学大学院理工学研究科都市環境学専攻 (現 国立研究開発法人土木研究所) (同上)

⁴正会員 工博 九州大学大学院工学研究院附属アジア防災研究センター 教授 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

⁵正会員 博(学) 九州大学大学院工学研究院附属アジア防災研究センター 教授 (同上)

⁶正会員 (一財)河川情報センター 河川情報研究所研究第3部 (〒102-8474 東京都千代田区麹町1-3)

⁷正会員 中央大学研究開発機構 教授 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

⁸フェロー会員 工博 中央大学 理工学部都市環境学科 教授 (同上)

Based on the damage situation of Northern Kyushu heavy rain in July 2017, Toho Village in Fukuoka Prefecture decided to improve information and evacuation regime as part of reconstruction of disaster-preparedness. Then they distributed and collected resident questionnaire survey on evacuation behavior. We analyzed questionnaires and examined activity of information contents for judging the evacuation behavior of residents based on them. As a result, it was revealed that it would be effective to provide surrounding risk information such as local rain, water level of rivers in surrounding area, and local damage potential. In addition, we investigated the relation between rainfall and damage occurrence, based on the data of radar rainfall (XRAIN) effective for detailed grasp of rainfall of in a place and the damage situation by the resident questionnaire. Then we investigated how to provide information on the risk of disaster occurrence in the district unit by utilizing radar rainfall.

Key Words : Northern Kyushu heavy rain, resident questionnaire, evacuation behavior
information provision, XRAIN

1. はじめに

平成29年7月九州北部豪雨では、5日昼頃から夜遅くにかけて筑後地方から大分県西部にのびる線状降水帯が形成され、猛烈な雨が降り続き¹⁾、筑後川右岸の広範な地域で甚大な水害・土砂災害が発生した。筑後川右岸の山間部に位置する福岡県東峰村(図-1)においても、土砂災害や小河川の氾濫が発生し、死者3名²⁾の他、浸水、道路寸断等の被害が発生した。

東峰村では、災害復興の一環として防災情報・避難体制の改善を図るため、平成29年12月に「避難行動に関するアンケート調査」を配布・回収した。著者らは、東峰村の依頼を受けアンケート設問の作成及び集計・分析を行い、対応策を整理した。

本研究では、アンケート調査結果から得られた災害時における個々の村民の取得情報と避難行動の関係について評価・分析するとともに、住民の避難行

動を促すことのできる情報について検討した。

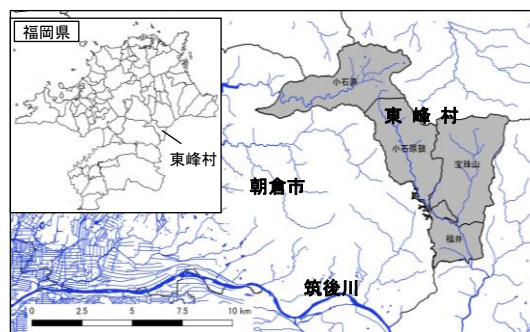


図-1 東峰村の地勢

2. アンケート調査概要

(1) 調査方法

本アンケートは、災害時における村民の行動を把

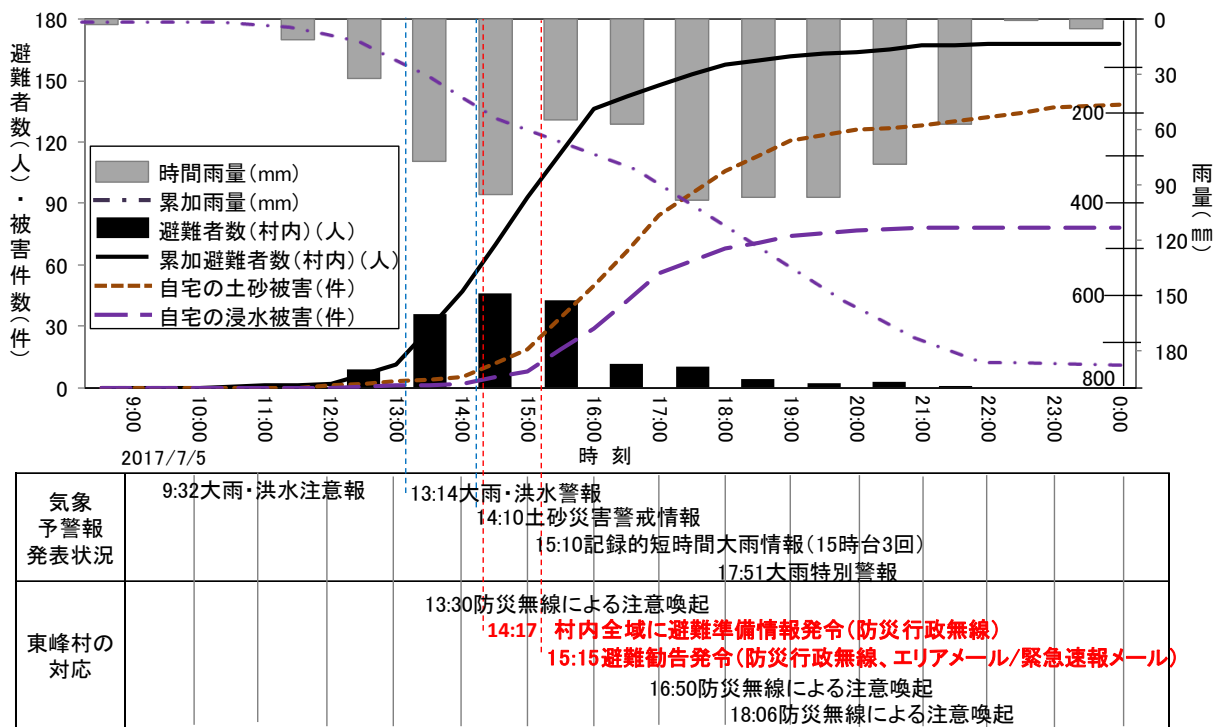


図-2 降雨状況と避難推移，東峰村の対応状況

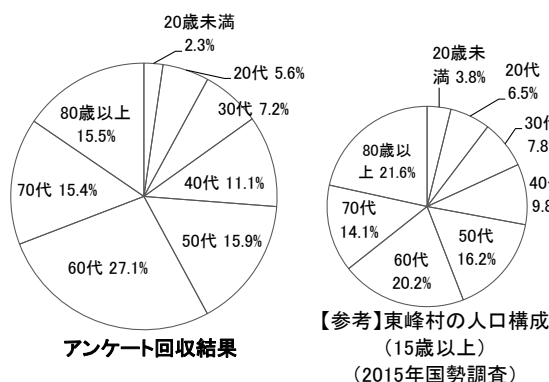


図-3 年齢別の東峰村の人口構成とアンケート回収状況

握するため、豪雨時村内にいたかいなかったかにかかわらず、高校生以上の村民全員1,920名を調査対象とした。調査期間は、平成29年12月1日～12月20日までとし、東峰村各集落の連絡員をととして配布・回収を行った。

アンケートの調査項目は、①自宅の被害状況および被害が発生した時刻、②実際に見聞きした情報の種類や取得した手段、③避難行動をとった契機や避難した場所、避難経路、避難にかかった時間、④災害に備えた平常時の取組などの観点から構成され、全体で約50問を設定した。

(2) 回収状況

アンケートの回収数は1,275部であり、回収率は66.4%であった。年齢別にみると60代が27.1%と最も多く、2015年国勢調査の15歳以上の人口構成と比較して、60代がやや多いが、おおむね同傾向の標本が抽出された³⁾(図-3)。

3. 被害発生・避難状況と東峰村の対応状況

東峰村における平成29年7月九州北部豪雨の被害発生状況、避難状況、東峰村の対応状況について、東峰村役場から収集した資料とアンケート結果をもとに整理した。

図-2に東峰村役場に設置されている自記雨量計で観測された時間雨量(東峰村から提供)、アンケート結果から整理した避難者の避難開始時刻の推移、自宅の土砂被害及び浸水被害件数の推移、気象予警報発表状況¹⁾、東峰村の避難に関する情報の発令状況⁴⁾を示す。

避難したと回答した住民は、豪雨時に村内にいたと回答した住民928人のうち39.9%であった。避難者の避難開始時刻の推移は、避難開始時刻の記入があった回答(168人)から整理した。その結果、避難準備情報や避難勧告が発令された14時台～16時台において避難者が多かったが、時間雨量90mm程度の強い雨が観測された17時台以降は避難者が少なくなっている。また、雨が強く降り始めた13時台という早い段階から、自主避難を行った住民が一定数いたことが分かった。

自宅の土砂被害及び浸水被害件数の推移は、被害に気づいた時刻の記入があった回答(216人)から整理した。その結果、東峰村では、大雨・洪水警報が福岡管区気象台から発表された7月5日13時14分より前から、床下浸水、自宅敷地内への土砂流入等の被害が生じていたことが分かった。

東峰村では、14時17分に避難準備情報(避難準備・高齢者等避難開始の位置づけ)を、15時15分に避難勧告を村内全域に発令した。その後、17時51分

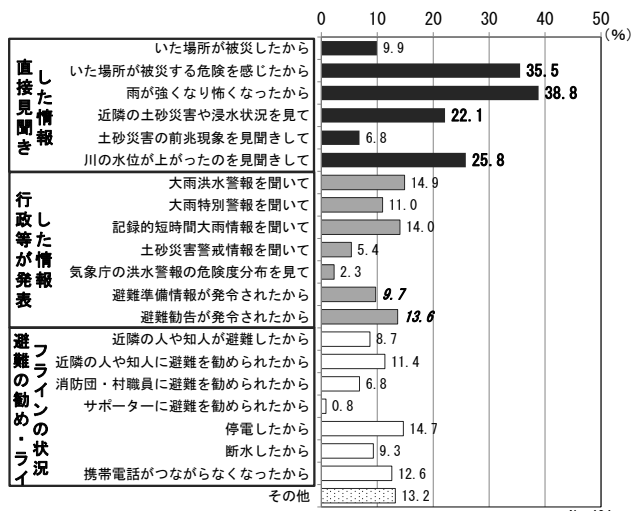


図-4 避難のきっかけ（避難した住民対象）（複数回答）

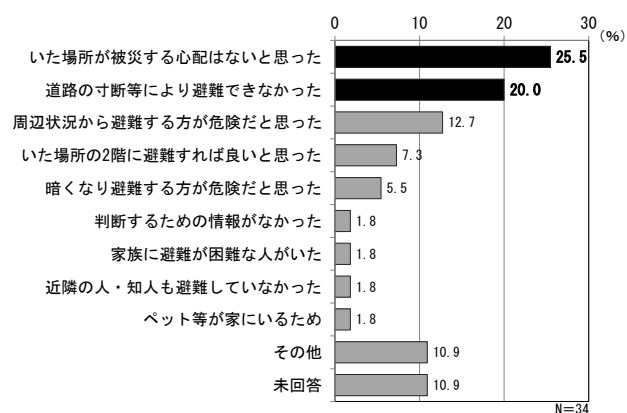


図-5 避難しなかった理由（被災したが避難しなかった住民対象）（複数回答）

に大雨特別警報が福岡県管区气象台から発表され、時間雨量90 mm程度の強い雨が17時～21時の4時間にわたって観測された。これを受けて東峰村では、防災行政無線により、安全確保を呼びかける放送を行った。

4. 住民の避難行動の判断に役立つ情報

アンケート調査・分析結果と検討した対応策について、①住民の避難行動の判断に役立つ情報（コンテンツ）、②避難関係情報の円滑・的確な発令（タイミング）、③確実に伝わるための情報伝達手段の充実（ツール）の3つの観点で整理した。

本稿では、そのうち、住民の避難行動の判断に役立つ情報（コンテンツ）について紹介する。

図-4にアンケートから得られた避難を始めたきっかけを示す。

避難を始めたきっかけで回答が多かったのは、「雨が強くなり怖くなったから」（38.8%）、「いた場所が被災する危険を感じたから」（35.5%）、「川の水位が上がったのを見聞きして」（25.8%）、「近隣の土砂の災害や浸水状況を見て」（22.1%）であり、地先の降雨、近くの川の水位、いる場所の

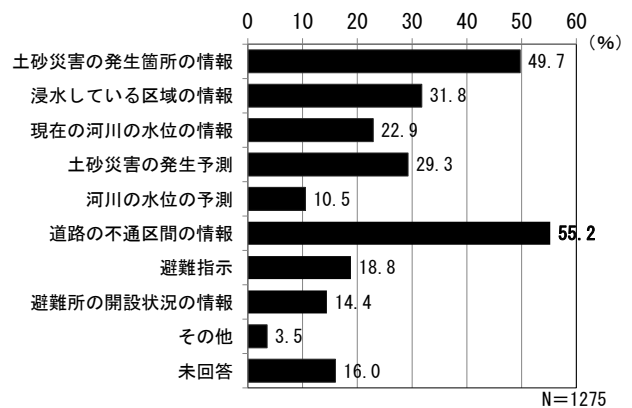


図-6 避難判断の際に欲しかった情報（全住民対象）（複数回答）

被災の危険度など住民が直接見聞きした周辺のリスク情報がきっかけとなっていたことが分かった。

一方、避難を始めたきっかけが、「避難準備情報が発令されたから」、「避難勧告が発令されたから」と回答した住民は合わせて20%程度であった。このことから、これらの情報だけでは、住民にとって自分のいる場所の危険性を具体的に認識できず、「注意報効果」ととどまった可能性がある。

次に、豪雨時に自宅にいて、自宅が被災したにもかかわらず避難しなかった住民を対象に、避難しなかった理由を分析した。その結果を図-5に示す。

図-5をみると、被災に至ったにもかかわらず、「いた場所が被災する心配はないと思った」の回答が一定数あった。これは、自宅周辺の危険性に対する認識が低いためと考えられる。したがって、住民に対して平常時から自宅周辺の危険性の認識を促していく必要がある。また、「道路の寸断等により避難できなかった」の回答も一定数あり、避難するにあたり道路被害の情報は重要だと考えられる。

道路被害の情報の重要性は、「避難を判断する際に、こうした情報があれば良かった、または今後さらに充実してほしいと思われる情報」の回答結果（図-6）において、「道路の不通区間の情報」が55.2%を占めていることから分かる。このように、避難行動の安全性に関する情報を提供していくことも避難の判断の上で重要である。

被災の現況・予測に関する情報では、村内のほぼ全域が土砂災害警戒区域または土砂災害特別警戒区域であることを受けて、「土砂災害が発生した箇所の情報」も49.7%と高かった。また、今後考えられる危険性や予測の情報より、現在の災害発生状況の情報に対するニーズが高いことが分かる。

5. レーダ雨量を活用した情報提供

アンケート分析結果より、居住地周辺のリスク情報が避難のきっかけとなることが明らかになったことから、そのうちの一つである地先の降雨状況をもとに被害発生危険性を明示する手法を検討した。

東峰村の地形上の特性から浸水被害の大部分は、外水氾濫ではなく沢の溢水などによるものと考えら

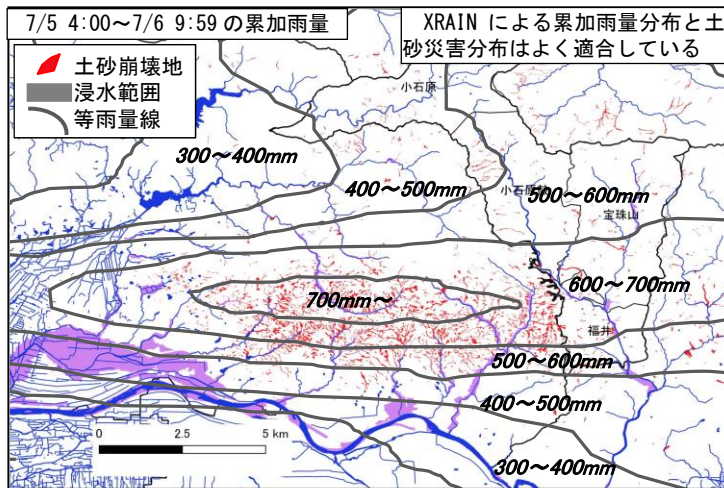


図-7 XRAINによる累加雨量分布と土砂災害分布

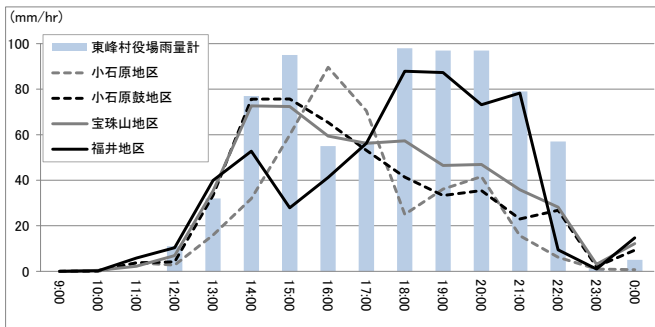


図-8 XRAINによる各地区の1時間雨量の推移

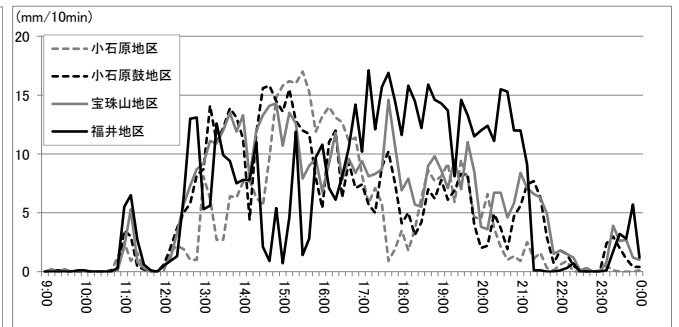


図-9 XRAINによる各地区の10分雨量の推移

表-1 自宅被害件数

被害種別	件数
自宅の敷地内に土砂が入ってきた	73
建物内に土砂が入ってきた	24
土砂により建物が一部損傷を受けた	25
土砂により建物の半分近くが損傷を受けた	5
土砂により建物の大部分が損傷を受けた	11
床下浸水	49
床上浸水(1階のみ)	27
床上浸水した(2階も浸水)	2
土砂による被害	138
浸水による被害	78
合計	216

れ、土砂災害と同様に浸水被害と地先の雨量の間には密接な関係があるといえる。

降雨をもとにした被害発生危険性については、気象庁から「大雨警報（土砂災害）の危険度分布」⁵⁾等が提供されている。これは、レーダ雨量計、地上雨量計を組み合わせた解析雨量をもとにして、土壌雨量指数と60分積算雨量の2指標を用いて判定しているが、1kmメッシュで計算しており、地先の雨量をきめ細かく把握することは難しい。

地先の雨量を把握するには、250mメッシュで面的に観測するXRAINの活用が効果的である。図-7にXRAINによる7月5日4時00分から7月6日9時59分までの30時間の累加雨量分布と土砂災害発生状況⁶⁾を示す。これをみると、同じ村内でも大字（小石原、小石原鼓、宝珠山、福井）によって、累加雨量が違ってくる。また、累加雨量が多い地帯は、土砂災害が多発している地帯とよく一致しており、東峰村で被害発生を考える際、XRAINで雨量を把握するのは重要だといえる。

これらを踏まえ、レーダ雨量（XRAIN）のデータと、アンケートから得られた被害発生状況をもとに、大字単位の平均雨量と被害発生との関係を調べた。

(1) 時系列に沿った災害発生状況の整理

アンケートで、7月5日に自宅が土砂または浸水

の被害を受けたと回答した住民のうち、被災時刻が記載されていた回答から、地区別、時間別の件数を集計した。なお、被害発生時刻の記載は分単位と時間単位があった。時刻の回答は住民の感覚に基づくものであり、分単位の正確性が確保されているとは限らないことから、時間単位で整理した。集計結果は、表-1に示すように土砂による被害が138件、浸水による被害が78件であった。被害の種別では、「自宅の敷地内に土砂が入ってきた」という比較的小規模な被害の回答が最も多く、33.8%を占めた。地区毎の被害件数は、小石原地区21件、小石原鼓地区49件、宝珠山地区71件、福井地区75件であり、累加雨量が最も多かった福井地区の被害件数が最も多かった。

(2) レーダ雨量計による被害発生時の降雨状況

レーダ雨量（XRAIN）のデータを用いて、各地区の平均雨量を算出した。60分毎の平均雨量を図-8、10分毎の平均雨量を図-9に示す。図-8をみると、福井地区では、15時に時間雨量30mm程度とやや雨が弱くなり、その後18時から時間雨量80mm程度の強い雨が継続している。このように、各地区で降雨の様子が異なっていることが分かる。

XRAINは、1分単位で観測しているため、各地区の10分雨量の算出も可能である。図-9をみると、1時間の間に雨が一樣の強さで降ったのではなく、さ

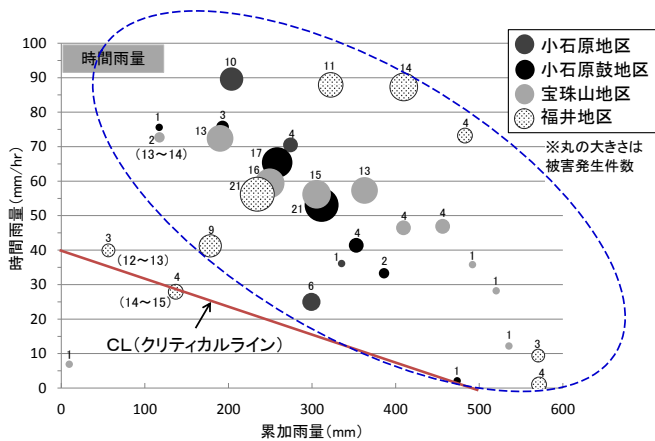


図-10 累加雨量～時間雨量と被害発生状況

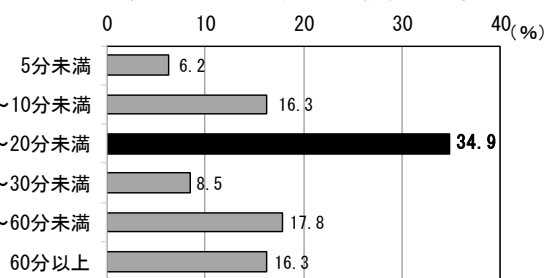


図-12 避難行動にかかった時間（避難した住民対象）
（自由回答）

らに短いインターバルで降雨の強弱を繰り返している様子が見られる。また、11～12時の間に村全域において雨が一度止み、その後急激に降り出したということも分かる。

(3) 累加雨量～雨量強度と被害発生状況の關係の整理

雨量と斜面崩壊発生との対応關係の解析において、小杉⁷⁾によると、長期的雨量指標としては累加雨量、実効雨量、土壤雨量指数等が用いられているが、地下水位上昇の様子を最も良く表現できる雨量指標は地点ごとに異なっていると考えられるべきとされている。本稿では、XRAINを用いる際、平面的にも時間的にも計算量が増加することから、長期的雨量指標として最も単純な累加雨量を採用した。累加雨量を横軸、時間雨量を縦軸にとり、地区ごとに被害が発生した時間帯の累加雨量と時間雨量をグラフにプロットした結果を図-10に示す。なお、被害が発生していない時間帯はプロットしていない。

この図から、被害発生のプロットは点線枠内に集中し、原点に近いエリアでは被害が発生しておらず、被害が発生する目安（クリティカルライン、以下CLとする）の存在が示唆される。しかし、福井地区の12～13時、14～15時のプロットが、他とやや離れて原点近くに位置している（図-10）。

これについて、12～13時、14～15時における福井地区の10分雨量（図-9）をみると、1時間の中で短時間の強い雨や弱い雨が降っているが、時間雨量

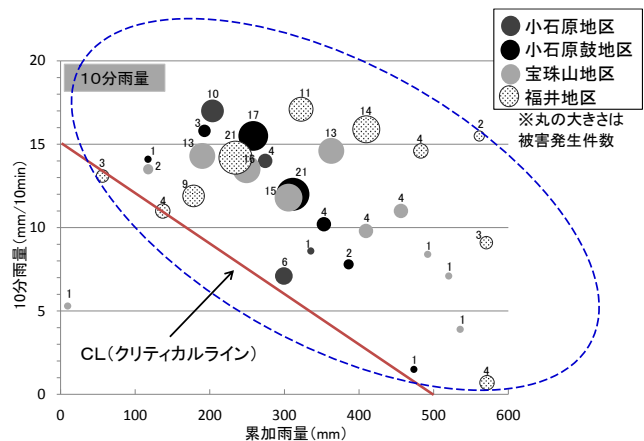


図-11 累加雨量～10分雨量と被害発生状況

（図-8）をみると、強い雨と弱い雨が相殺され、それぞれ39.9mm、27.9mmとなっている。一方、13～14時の宝珠山地区の10分雨量をみると、強い雨が継続しており、時間雨量は70mmを超えている。このため、図-10で宝珠山地区の13～14時のプロットは、福井地区の12～13時、14～15時のプロットよりかなり上方に位置している。

今回抽出された被害は、小規模な法崩れや沢の溢水などが多くを占めているものと考えられ、それまでの降雨による土壌中の水分量の他に、局所的な短時間の強い雨も関係している可能性がある。このため、短時間の10分雨量などでも同様の評価をした。

累加雨量を横軸、被害が発生した時間帯の10分雨量のピーク値を縦軸にとり、被害発生状況をプロットしたものを図-11に示す。図-10と比べ短時間の強い雨が反映された結果、被害発生のプロットが点線枠内に集中し、明確にCLを引くことができる。同様に、被害が発生した時間帯の20分雨量のピーク値、30分雨量のピーク値を縦軸にとり、被害発生状況をプロットしたが、10分の平均雨量で評価した結果が最もアンケートから得られた被害発生状況と合致した。

以上より、アンケートで得られた住民の自宅周辺の比較的小規模な被害の発生する危険性を考えた場合、短期的雨量指標を時間雨量で評価すると短時間の激しい降雨が埋没してしまうため、10分雨量などで評価した方が合致度は高くなるものと考えられる。

次に、短期的雨量指標を10分雨量とした場合のグラフを活用して、住民に避難のための注意喚起を行う目安を考えた。アンケート結果から、避難者の避難行動にかかった時間で最も多いのは10～20分であり、約35%を占めた（図-12）。また、60%弱の避難者の避難行動時間は20分以内であった。

このことを踏まえ、今回の降雨でCLに到達する30分程度前に注意喚起を行えるように目安を考えると、図-13に示す一点鎖線のようにCLの横軸切片

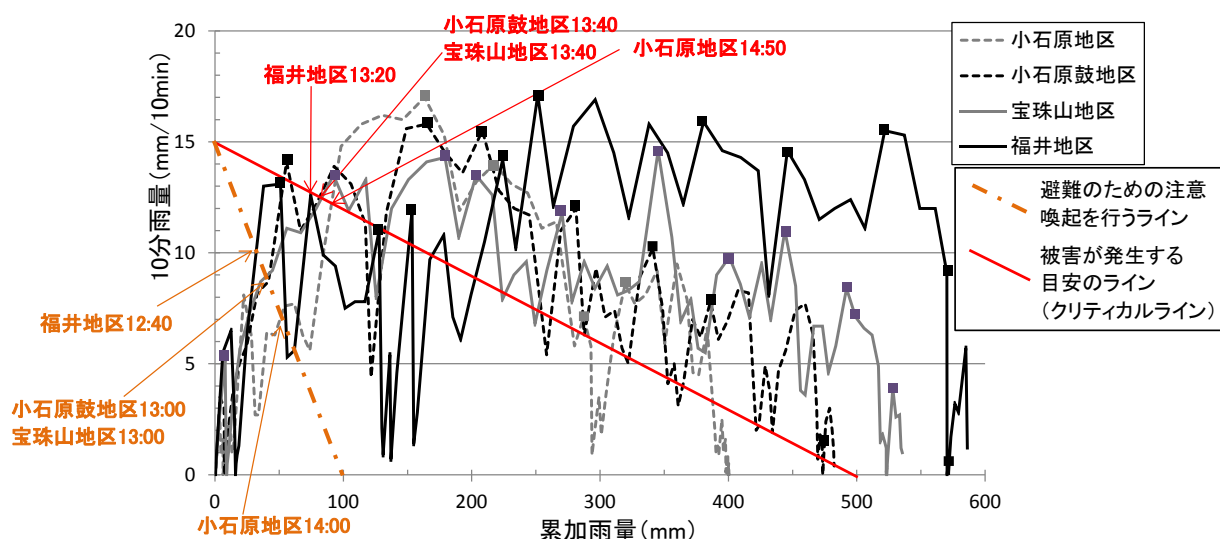


図-13 住民に避難のための注意喚起を呼びかける目安

を1/5の100mmで設定した際に、どの地区でもCLに到達する時刻より30分以上の時間を確保できる結果となった。

この一点鎖線（図-13）を住民に避難のための注意喚起を行う目安とすると、いずれの地区でも被害が発生する前に住民に注意喚起を行うことが可能となる。また、小石原鼓、宝珠山、福井地区でみた場合、東峰村が防災無線により注意喚起を行った時刻である13時30分（図-1）よりも早い段階で、被害発生危険性を周知することができる。

6. おわりに

得られた知見を以下に示す。

- 1) アンケートの結果から、住民の避難行動のきっかけとなった情報としては、地先の降雨、近くの川の水位、いる場所の被災の危険度など周辺のリスク情報の方が、避難勧告等の情報よりも比率が高かった。
- 2) 避難行動の判断の際にあればよかった情報としては、道路の不通区間や土砂災害の発生箇所の情報があげられた。周辺のリスク情報だけでなく、これら避難行動の安全性に関する情報を提供していくことが、住民の避難行動の判断を促す上で重要と考えられる。
- 3) XRAINによる雨量の推移と、住民アンケートによる被害の発生状況の関係を調べた。気象庁が提供している「大雨警報（土砂災害）の危険度分布」では、短期的雨量指標として60分積算雨量の指標を用いているが、今回の東峰村における豪雨では、強い雨のエリアが細かく分布し、しかも短時間で変化しているため、大字毎の10分平均雨量で評価した。この結果、アンケートで得られた被害の発生状況との合致度は高くなった。

- 4) XRAINのデータを用いて地先の雨をきめ細かく把握し、大字毎に周辺のリスク情報を提供していくことが、東峰村における被害の軽減に有用であると考えられる。

今後は、レーダ雨量（XRAIN）を用いた大字毎の災害リスク情報提供システムを構築し、避難のための注意喚起のタイミングなど適用における課題について地元と協議しながら、実装に向けて取り組んでいくこととしている。

謝辞：「避難行動に関する住民アンケート」の分析は、福岡県東峰村からの依頼により実施した。アンケート回答結果を提供してくださった東峰村に御礼を申し上げます。また、アンケートの配布・回収を行った連絡員の皆様、回答してくださった住民の皆様に対して敬意を表します。

参考文献

- 1) 福岡管区気象台：災害時気象資料 - 平成29年7月5日から6日にかけての福岡県・大分県の大雨について（速報），2017.7
- 2) 総務省消防庁：平成29年6月30日からの梅雨前線に伴う大雨及び台風第3号の被害状況及び消防機関等の対応状況等について（第75報），2018.2
- 3) 総務省統計局：平成27年国勢調査結果
- 4) 東峰村：広報東峰，2017.8
- 5) 気象庁：大雨警報（土砂災害）の危険度分布（土砂災害警戒判定メッシュ情報）<https://www.jma.go.jp/jp/dosh/amesh/index.html>
- 6) 国土地理院：平成29年7月九州北部豪雨に伴う被害状況判読図，<https://saigai.gsi.go.jp/3/20170726handokuzu/handokuzu.pdf>，2017.7
- 7) 小杉賢一朗：斜面崩壊の誘因となった降雨の評価手法，砂防学会誌 Vol.67, No.5, p.12-23, 2015

（2019.4.2受付）