

NDIC

September.2008

NEWS No.39

西部地区自然災害資料センターニュース



	page
巻頭言：防災の科学.....高橋 和雄	2
特集：災害情報伝達および避難行動について	
1. 高齢化・過疎化が進む地域での避難行動と災害情報の伝達	村上 啓介 3
2. giSight を用いた土砂災害危険度マップの表示システム.....	森山 聡之 他4名 9
3. 最近の防災気象情報の見直し.....	加納 裕二 15
4. 2006 年鹿児島県北部豪雨災害における被災者の避難行動・意義.....	橋本 晴行 他2名 19
5. FM ラジオを用いた防災情報伝達システム.....	岡田 将治 他3名 24
6. 災害復旧・復興に関する情報提供.....	渋谷 和久 28
報告：	
2008 年 5 月 12 日中国四川大地震 Ms.8.0 に関する報告.....	陳 光斉 31

内閣府がまとめた平成 10 年から平成 19 年までの 10 年間の統計によれば、自然災害による死者は 1,192 人である。被災の内訳は地震 90 人 (7.6%)、火山 0 人 (0.0%)、風水害 654 人 (54.9%)、雪害 434 人 (36.4%)、その他 14 人 (1.2%) で、九州に多い風水害による被災が半数以上を占める。

内閣府は平成 19 年 12 月に自然災害の「犠牲者ゼロ」を目指す取組みとして、実際に直面する可能性の高い被災事例について必要な対策をまとめ、さらに本年 4 月に対策をハード・ソフト面から進めていくための総合プランを策定した。風水害については土砂災害と外出中の転落等による事故について、土砂災害や洪水・高潮に対するハザードマップの作成・訓練促進、台風・豪雨に関する気象情報の充実、水位情報や浸水情報の提供の充実、災害時要援護者の避難支援対策の促進等の対策を挙げた。公助、共助、自助を効果的に組み合わせ、災害時の防災活動に結び付けることが目的である。

本特集では、最近の災害情報に関連して、気象庁および国土交通省の取組み、土砂災害危険度や河川水位に関する情報伝達システムの構築、高齢化・過疎化が進む地域での住民の避難行動と災害情報の伝達に関する住民アンケート調査を紹介する。主として九州で防災・減災分野で活躍されている産官学の代表者による最新の知見の執筆である。

ここ数年、気象庁は台風、豪雨、竜巻等に関する気象情報を鋭意見直し、新設している。平成 16 年の新潟・福島豪雨、福井豪雨、台風第 23 号などの教訓を踏まえて、市町村の避難勧告等の判断および住民の避難判断によりの確に活用できる情報に見直した結果である。また、土砂災害警戒情報や指定河川洪水予報のように、防災対応を具体的に示す情報が新設された。気象情報の精度には限界があるが、実際の防災活動に結びつける方向性が明確に示された。

住民に避難勧告等を発表し、啓発活動に当たるのは、いうまでもなく市町村であるが、防災の専門家はほとんどいない。国土交通省は河川や道路等の施設防災に関する自前の災害監視システムと豊富な災害対応の経験を持つ。最近、同省はこれらの情報とノウハウを活用して市町村の防災活動や住民の啓発活動を支援し始めた。大学の研究者や NPO もその専門を行政や住民の防災活動に結びつける取組みを始めた。

しかし、各種の調査によれば、災害情報が行政の避難勧告や住民の自主避難に十分に活用されているとは言えない。最近の防災気象情報等を活用して、自然災害による死者ゼロにするにはまだ課題が多い。市町村が気象情報等を避難勧告等に活用するために、市町村の担当者と気象台や国土交通省、研究者等と日頃から顔の見える関係にしておくことが重要である。また、住民が防災マップや気象情報を活用できる啓発や防災教育も必須である。

これらを実現するためには、住民、行政、マスコミ、企業、大学が連携した取組みが必要と考えている。本年度に東京大学大学院情報学環に総合防災情報研究センターが設置された。災害情報をコアとして、地震火山学および防災工学と共同して総合的な防災研究に取り組む日本初の研究組織である。九州・沖縄地区では、大学が連携した防災環境ネットワークがその役割を果たすことを期待している。

2008年5月12日中国四川大地震 Ms8.0に関する報告

九州大学工学研究院
陳 光斉

2008年5月12日14時28分中国四川省汶川県 Ms8.0の大地震が発生した。震央位置は 31.015°N、103.365°E で成都市から WNW で約 75km のところである。震源深さは約 14km で非常に浅い。地震断層は長さ約 350km、幅約 40km、北東-南西の走向の逆断層であるが、右ずれの変位もある。

2008年9月4日に行った中国の「国家汶川地震専門家委員会」の記者会見資料によると、この地震による死者数は 69226 人、行方不明者は 17923 人、直接経済損失は 8451 億元（約 13.1 兆円）となった。その中、住宅被害は 27.4%、住宅以外の建物（学校や病院など）被害は 20.4%、ライフライン（道路、橋を含む）被害は 21.9%となっている。

地震による土砂災害が大量発生し、総損失の 1/3 は 2 次災害の土砂災害によるものであると言われている。航空写真などで確認できた崩壊斜面は 7136 個所で、総計 5 万個所以上の斜面崩壊が推定された。その中、市、村に対する脅威がある崩壊斜面や危険斜面は 4000 個所以上と報告された。また、崩壊斜面の土石による大量の堰き止めダムが造られ、大きな川だけでも 34 個の大きな堰き止めダムが確認された。

成都理工大学の黄潤秋教授により斜面崩壊が 5 つの崩壊型に分類された。① Breach Slide Type（深層地すべり型）、② Breach Collapse Type（深層崩壊型）③ Ejection Type（飛び出し崩壊型）④ Skinning Type（表層崩壊型）⑤ Shattering Type（震裂山体）。また、地震断層の上下盤の斜面崩壊への影響や川両側の斜面崩壊の差異によ

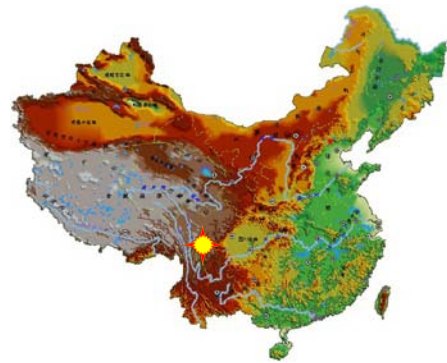


図-1 震源の位置

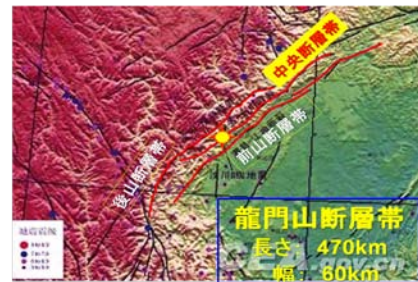


図-2 地震が起こった龍門山断層帯



図-3 震央地の被害状況



図-4 地震による強烈な水平力を受け、放物線のように飛び出す巨大岩塊

って、川による地震動の減衰効果があるとの報告もあった。

2008年5月12日中国四川大地震 Ms8.0に関する報告

九州大学工学研究院
陳 光斉

2008年5月12日14時28分中国四川省汶川県 Ms8.0の大地震が発生した。震央位置は 31.015°N、103.365°E で成都市から WNW で約 75km のところである。震源深さは約 14km で非常に浅い。地震断層は長さ約 350km、幅約 40km、北東-南西の走向の逆断層であるが、右ずれの変位もある。

2008年9月4日に行った中国の「国家汶川地震専門家委員会」の記者会見資料によると、この地震による死者数は 69226 人、行方不明者は 17923 人、直接経済損失は 8451 億元（約 13.1 兆円）となった。その中、住宅被害は 27.4%、住宅以外の建物（学校や病院など）被害は 20.4%、ライフライン（道路、橋を含む）被害は 21.9%となっている。

地震による土砂災害が大量発生し、総損失の 1/3 は 2 次災害の土砂災害によるものであると言われている。航空写真などで確認できた崩壊斜面は 7136 個所で、総計 5 万個所以上の斜面崩壊が推定された。その中、市、村に対する脅威がある崩壊斜面や危険斜面は 4000 個所以上と報告された。また、崩壊斜面の土石による大量の堰き止めダムが造られ、大きな川だけでも 34 個の大きな堰き止めダムが確認された。

成都理工大学の黄潤秋教授により斜面崩壊が 5 つの崩壊型に分類された。① Breach Slide Type（深層地すべり型）、② Breach Collapse Type（深層崩壊型）③ Ejection Type（飛び出し崩壊型）④ Skinning Type（表層崩壊型）⑤ Shattering Type（震裂山体）。また、地震断層の上下盤の斜面崩壊への影響や川両側の斜面崩壊の差異によ

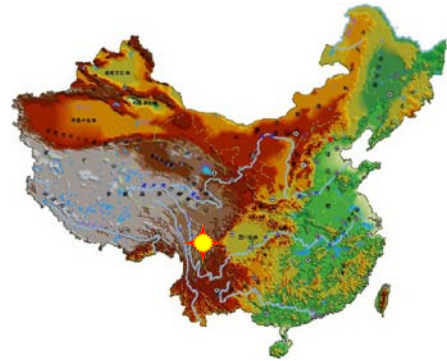


図-1 震源の位置

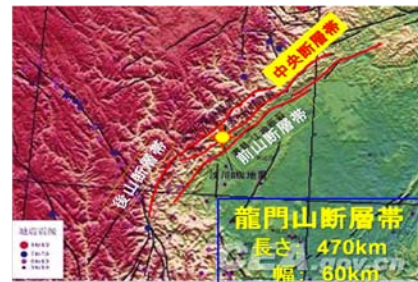


図-2 地震が起こった龍門山断層帯



図-3 震央地の被害状況



図-4 地震による強烈な水平力を受け、放物線のように飛び出す巨大岩塊

って、川による地震動の減衰効果があるとの報告もあった。

2006年鹿児島県北部豪雨災害における被災者の避難行動・意識

九州大学大学院工学研究院
橋本 晴行
西日本電信電話（株）
野末 真史
山口大学人文学部
横田 尚俊

1. はじめに

平成18年7月、梅雨前線の活動により、九州地方では総雨量が多いところで1,200ミリを超え、鹿児島県北部を中心に記録的な大雨となった。川内川では多くの箇所ですべて計画高水位を超え、支川の桶寄川、市山川、羽月川、川間川等では堤防越水により、針持川流域では内水氾濫により広範な浸水被害が発生した。その流域では約35,000世帯82,700人に避難勧告が、約2,700世帯5,900人に避難指示が出された。

本研究は、この水害について、被災者の災害時における避難行動と意識、平常時の防災意識、災害前後の意識変化などについてアンケート調査したものである。

2. 災害概要

川内川上流域においては7月18日から、下流域では20日夜から徐々に雨が降り始め、流域の西ノ野観測所（えびの市）では五日間で年総雨量の約50%にあたる1200mmの雨量を観測した¹⁾。その結果、川

内川流域の鹿児島県薩摩川内市、さつま町、大口市、菱刈町、湧水町、宮崎県えびの市、米ノ津川流域の出水市などにおいて広範な浸水、多くの斜面崩壊が発生した。中でも、大口市では水害により一人が、菱刈町では土砂災害により二人が亡くなった^{2)、3)}。

3. アンケート調査

アンケート調査は川内川流域の大口市、菱刈町、湧水町を対象にし、水害に対する事前・事後の意識、災害当日の避難行動などを調べた。調査対象地域の被害は本川からではなく支川からの氾濫によるものであった。川内川には鶴田ダムがあるが、対象地区はその上流域に位置している。

(1) 調査対象地区

アンケート調査は、災害発生から約5ヶ月後の平成18年12月に大口市の下殿、城下、後村、曾木、諏訪、川西、国ノ十、堂崎地区、菱刈町の本城町、本城麓地区、湧水町の川添地区を対象に行った。調査方法は、各地区の公民会長にアンケート調査用紙を持参し、配布、記入後の回収を依頼し、それを送付してもらう形式で実施した。

(2) 調査内容

アンケートの内容は、日頃からの危機意識や災害に対する備え、過去の水害経験、河川水位や降雨量等の災害情報の受信・伝達、災害時の避難行動、浸水被害状況、水害の教訓および今後の防災体制のあり方等に関する42項目である。また、アンケートは選択式設問と記述式設問から構成した。

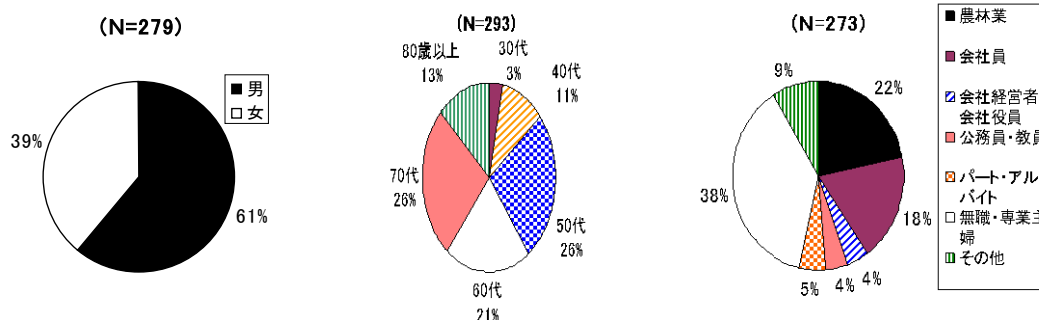


図-1 アンケート回答者の属性

表-1 調査対象地区の特徴

地区名	特徴
下殿地区	氾濫被害の頻発地域、今回は他の地区に比べ被害は少なかった
川西地区	たびたび内水氾濫による被害を受け、今回の災害でも内水氾濫被害が発生した地域
諏訪地区	今回始めて氾濫被害を受けた住家が多く、予想外の出来事によって浸水した地域

(3) 調査結果

アンケートの配布数は459部、回収数は295部、回収率は64.3%であった。図-1に回答者の属性を示す。男性は61%、女性が39%で、70代と50代が26%と最も多く、次いで60代が21%と続き、全体的には50歳以上の割合が8割を超えており、平均年齢の高い構成となっている。また回答者の職業は、38%が無職および専業主婦であり、22%が農林業、18%が会社員であった。

水害時における避難の有無とその意思決定に関する項目について考察を行う。避難行動の意思決定には、コミュニティの結束の強さ、過去の水害経験、当日の被害形態等様々な要因が影響を及ぼすため、地区ごとに避難行動の特性が異なるものと考えられる。そこで本研究では全地区を集計した結果と、地区別に集計した結果とを比較し考察を行う。ここで考察の対象として選んだ3地区の特徴は表-1のとおりである。

まず災害発生以前の意識についての質問であるが(図-2)、全体で、51%の人が「水害が発生するかもしれないと思ったことがある」と答えている。特に、水害頻発地の下殿地区は72%と多くの人水害発生の可能性を感じていた。一方、諏訪地区では水害発生の可能性を感じていた人は23%と比

較的少なかった。

日頃の備えに関して、「自宅において、平素より、浸水を防ぐ準備をしていましたか?」という質問については、90%を超える人が何も準備をしていないと答えている。実際の災害発生時には、一部の地区では土のうや止水版を使って浸水を防いだという人がいたが、全体の90%以上の方は「何もしなかった」と答えており、対策を講じた人はごく少数であった。

次に、「防災訓練の経験はあるか」という質問については(図-3)、一年に一回以上参加という人は全体のわずか一割しかいなかった。下殿地区は他の地区より参加率は高いが、それでも「1年に1回以上必ず参加している」、「2~3年に1回程度参加している」という回答は合わせても27%しかなかった。一方、諏訪地区では「避難訓練(あるいは防災訓練)が地域で実施されていない」という回答が半数に上った。

災害当日浸水被害を受けたかどうかについてであるが(図-4)、全体で45%の人が浸水被害を受けている。中でも諏訪地区は94%もの人が浸水被害を受けている。

水害時の避難率は全体で67%であった。下殿、諏訪地区ではほとんどの人が避難しているが、川西地区では30%以下である(図-5)。

浸水率と避難率の比較では、下殿地区では浸水率に比べ避難率が圧倒的に上回っている。この点でも下殿地区の住民の日頃からの災害への意識の高さが伺える。一方、諏訪地区では浸水し始めてあわてて避難した人が多数に上った。

避難の呼びかけに関しては(図-6)、全体で77%の人が「呼びかけがあった」と回答し、地区別では下殿地区が94%と特に多かった。また避難の呼びかけの発信者は行政機関、知人や近所の人、地区の班長等という回答であった。

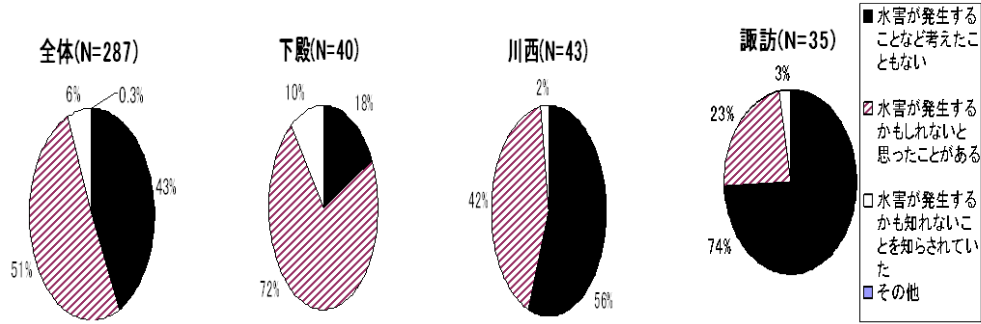


図-2 水害発生の可能性を考えていたか

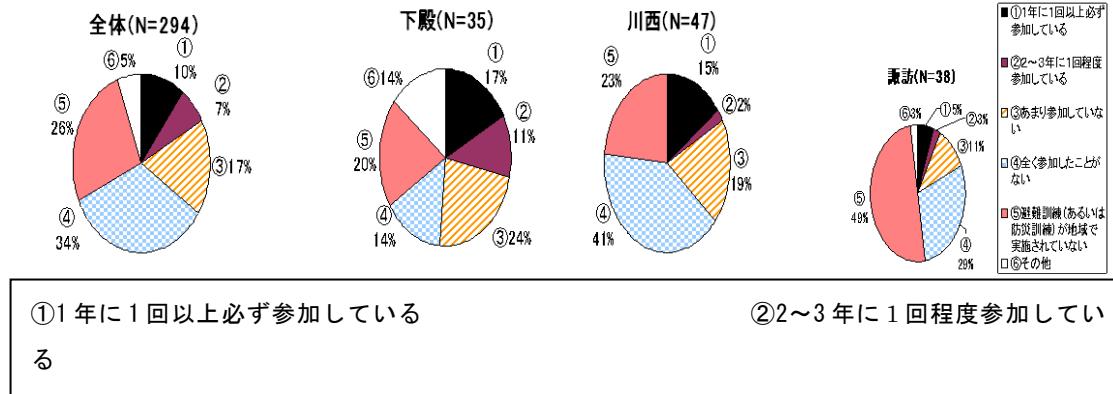


図-3 防災訓練の経験

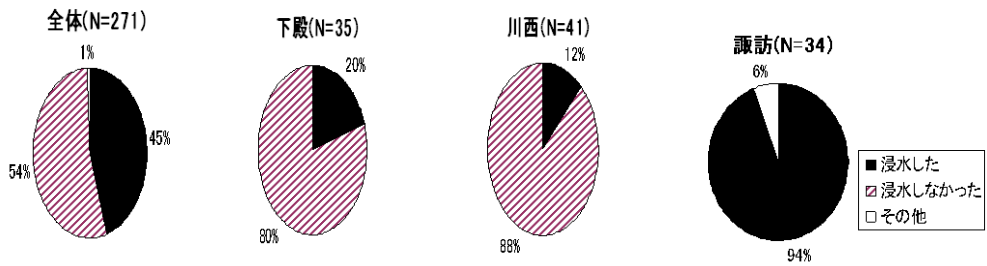


図-4 浸水の有無

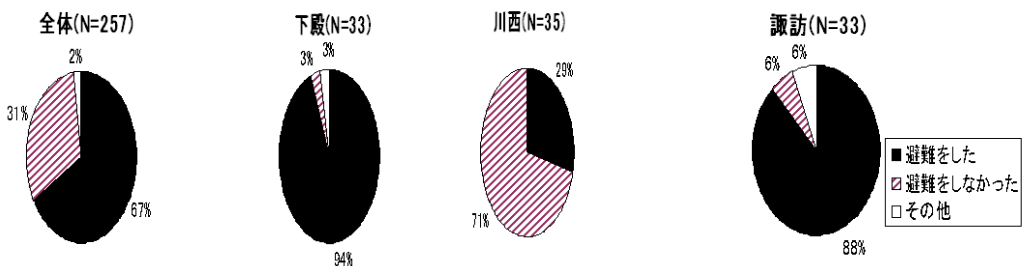


図-5 避難状況

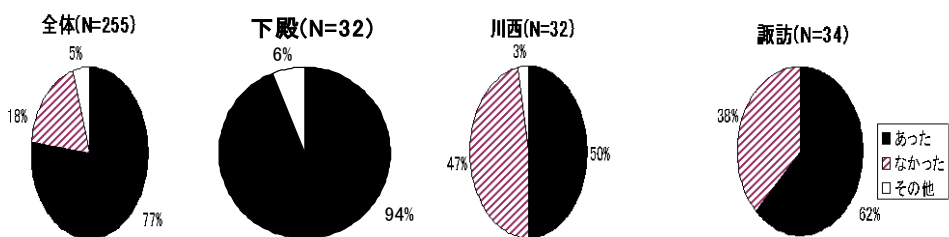


図-6 避難の呼びかけ

今後の行政機関からの避難情報の出し方に関する質問については(図-7)、「当たらないことがあっても避難情報を出してほしい」という回答が全体で85%となり、「確実に避難が必要な場合のみ出してほしい」という回答を圧倒的に上回っていた。また今回の水害で浸水被害を受けた人と、受けていない人を区別した場合でも(図-8)、「当たらないことがあっても避難情報を出してほしい」という回答が浸水の有無に関わらず圧倒的に多かった。

また、「行政機関(市役所、町役場、消防署など)からの避難情報(避難準備情報、避難勧告、避難指示)がなくても、危険な状況が発生すれば自主的に避難しますか?」という質問には73%の人が「はい」と回答している。また自主的に避難する場合の理由としては、河川や周囲の状況を見て、過去の経験と照らし合わせて判断するという回答が多かった。

災害発生時には住民同士の助け合いも必要となってくる。そこで「あなたは、災害

に備えて、地域に自主防災組織(地域の住民が中心になって災害時に活動する組織)をつくることについて、どのようにお考えですか」という問いに対しては、全体で86%、3地区でいずれも80%以上の人が必要であると回答している。「また自主防災組織に期待することは」という問いでは、

「災害時に被害や避難に関する情報を住民に早く知らせること」という回答と、「ひとり暮らしの高齢者や身体の不自由な人が避難するのを助けること」という回答が全体を通じて最も多かった。今回の調査対象地域には地域コミュニティのつながりが比較的強く残っており、自主防災組織は十分に機能するのではないかと考えられる。

最後に、「今回の水害の教訓として、あなたが最も強く感じたことはどのようなことですか」という問いに対して、いくつかの選択肢の中から選んでもらったが、最も多かった回答は「気象台が出す警報や、川や地域の様子等に気をつけて、早めに安全な場所に自主避難すること」であった。

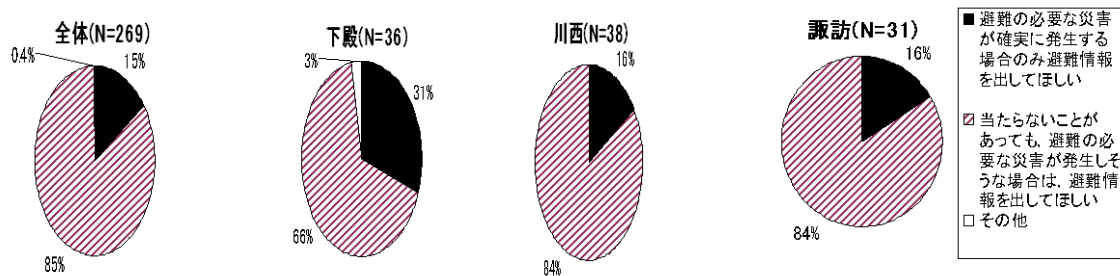


図-7 避難情報の出し方(地区別)

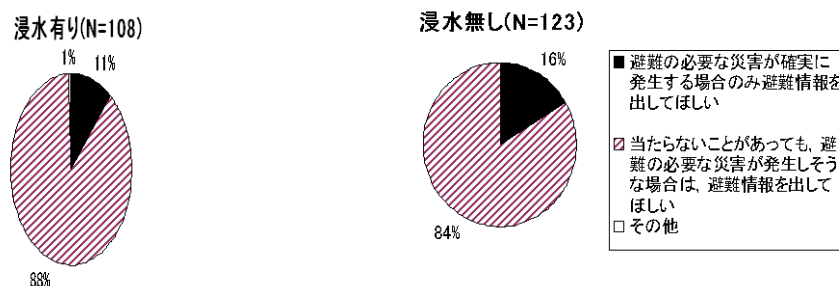


図-8 避難情報の出し方(浸水の有無別)

4. おわりに

本研究は 2006 年鹿児島県北部川内川流域で発生した水害の被災者の災害前後の意識、災害時の行動などについて調査を行った。水害頻発地の下殿地区において災害に対する意識の高さや、地区の特性が避難行動や意識に対して影響を与えていることが明らかになった。

謝辞: 本調査に際しては、大口市、菱刈町、湧水町の各地区公民会長、自治会長を始め多くの住民の方々にはアンケート調査に多大のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：川の防災情報、2006.
- 2) 鹿児島県：平成 18 年 7 月鹿児島県北部豪雨災害に関する情報、平成 18 年 9 月.
- 3) 宮崎県：平成 18 年 7 月 20 日からの大雨による被害状況、平成 18 年 7 月.

最近の防災気象情報の見直し

長崎海洋気象台
加納 裕二

1. はじめに

最近も大きな自然災害が絶えない。今年に入っても、6月14日に震度6強を記録した岩手・宮城内陸地震が発生し、およそ1ヵ月後には岩手県沿岸北部の地震があった。また、7月下旬から8月上旬には不安定な大気状態による敦賀市での突風、金沢市、神戸市、東京都での集中豪雨など、大きな災害があった。こういった自然の猛威から身を守るためには、建造物の耐震化や河川の整備を進めるのはもちろんであるが、それとともに激しい自然現象が発生するときには住民の避難など適切な行動をする必要がある。

このような近年における情報利用の課題および監視・予測技術の向上を踏まえ、気象庁では従前の気象警報や地震・火山情報などの防災気象情報を見直し、行政の避難指示・勧告などの防災活動や各自の避難判断に役立つ情報提供を目指している。こ

の契機になったのは、2004年の水害や台風被害の多発であった。この年は梅雨期の豪雨災害に始まり、10個の台風が次々と上陸した。さらには、新潟県中越地震による新幹線の脱線など大きな災害が発生し、防災活動におけるさまざまな課題が浮き彫りになった。

住民への避難指示・勧告するのは市町村長なので、気象の警報はこの首長の判断に役立つ情報でなければならない。このため現在は、複数の市町村を含む予報区域で警報を発表しているが、平成22年度を目標に市町村単位で警報を発表することを目指している。避難には精神的・経済的に大きな負担感があるため、精度向上を図りつつ、できるだけ発表区域を絞り込んだ警報の発表が必要となる。

防災対応の明確化のため、警報のレベル化や新たな情報提供も行ってきている。たとえば、火山噴火警報や指定河川洪水予報にはレベル化が取り入れられ、土砂災害警戒情報が発表されるようになった。

情報発表から災害が生じるまでの時間が極めて短く、行政対応が間に合わず、現場の個々人に判断をゆだねる情報も発表さ

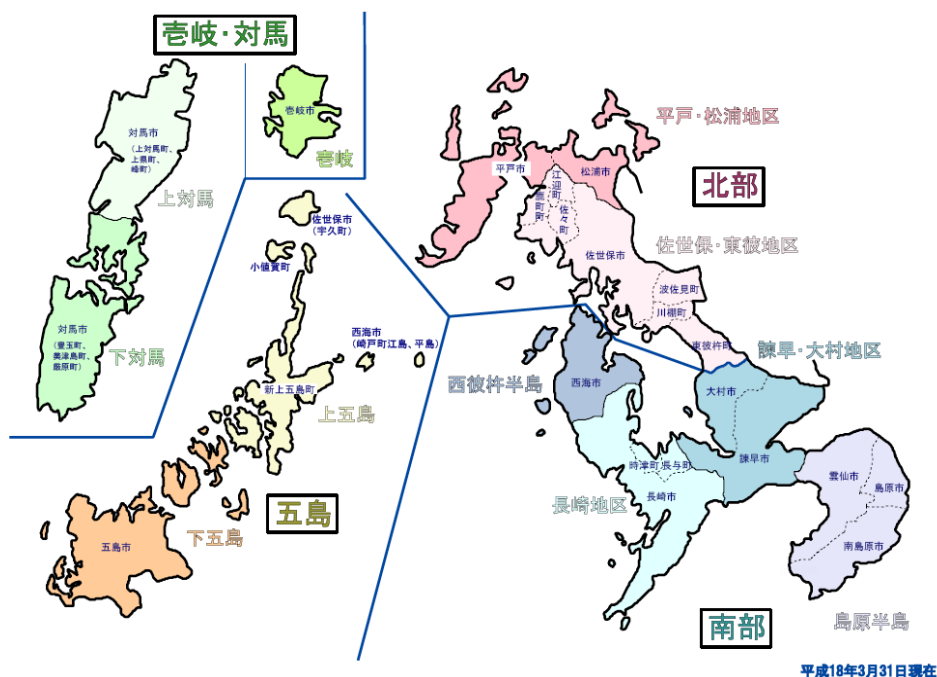


図-1 長崎県の予報区域。囲み文字は一時細分、色のついた区域が二次細分、細線で区分されたところが市と町(村はない)。

れるようになってきている。たとえば、緊急地震速報や 竜巻注意情報などである。

これらについて以下に情報の内容や発表の仕方を示す^{1)~4)}。なお、この小論は主に気象庁や気象台の最近の情報改善の状況を説明するものであるが、個人的な見解も入っていることをお断りしておきたい。

2. 市町村を対象にした警報の発表

市町村長が避難の指示や勧告を行うには、その判断に役立つ詳細で精度の高い情報が必要である。しかし、現状は府県を数区域に分けた一次細分、さらに細かくして市町村を複数含む二次細分で警報の発表を行っている(図-1)。このため、ある二次細分区域に警報が発表されても、市町村長は自らの自治体が対象なのか、隣の町なのかはすぐには判断できない状況であった。

このような状況を改善するため、平成 22 年から市町村ごとの警報発表を行うことを目指している。そのためのステップとして、大雨・洪水・高潮については、本年 5 月 28

日から警報発表の基準を市町村ごとに設定し、どこかの市町村で基準を越えると予想されるときは、その市町村を含む二次細分区域で警報を発表することとした。

技術的な改善としては、従前 1 時間や 3 時間の短期間の雨量に加え、24 時間の積算雨量を監視していたのであるが、本年 5 月からは、24 時間積算雨量に代えて土壌雨量指数や流域雨量指数といった合理的で高度な技術を実用化し監視に使用している。これは、土壌を 3 層のタンクに模し、さらに河川の流域ごとに雨水の移動を計算して、土砂災害の指標となる土壌中の雨量や洪水の指標となる流域に集まる雨量を指数化したものである。これらの指数は、気象庁本庁のコンピュータが常時計算し各府県担当の気象台に配信し、監視に利用されている。

3. 行政対応を明確にした警報のレベル化

自然の脅威が徐々に高まりつつあるようなときには、行政の側では状況に応じて

表-1 噴火警報の呼び方と噴火警戒レベルや対象範囲など

予報及び警報の名称	対象範囲を付した警報の呼び方	対象範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況
噴火警報	噴火警報(居住地域) ↓(略称) 噴火警報	居住地域及びそれより火口側	レベル5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。
	噴火警報(火口周辺) ↓(略称) 火口周辺警報	火口から居住地域近くまでの広い範囲の火口周辺	レベル4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まってきている)。
		火口から少し離れた所までの火口周辺	レベル3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。
噴火予報	-	火口内等	レベル1 (平常)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。

注意、警戒、避難準備、避難勧告など順次、防災活動のレベルを高めていく。従って、防災情報がこれらの行政側のとる措置とうまく対応していると、判断するための利用価値が飛躍的に高まることが期待できる。

そうでない場合には、情報が出ても具体的な対応に迷うことになり、避難時期を逸してしまうことにもなりかねない。このため、河川や火山の防災情報について昨年からはレベル化が図られ行政対応を明確にした。

(1) 火山の噴火警報のレベル化

火山の噴火災害の防止・軽減のため、噴火予測技術の進展を踏まえ、昨年12月1日から噴火警報の発表を開始した。同時に噴火警戒レベルを導入し行政対応が明確になるようにした(表-1)。これは、火山ごとにその噴火の態様や住民への影響を事前に検討し、噴火の状況と行政対応とを関係づけるようレベルを設定したものである。

技術的には、地震計に加えGPS測位計や傾斜計などによる火山監視技術の高度化や有珠山や三宅島噴火における予知の経験などを踏まえたものである。

(2) 指定河川洪水予報のレベル化

気象台は、気象台単独で発表する洪水警報・注意報に加え、国が管理する一級河川と県が管理する主な河川の中で、河川国道事務所(国土交通省九州地方整備局)や県河川課と共同で、あらかじめ河川を指定して洪水警報・注意報を発表している。このため、気象台と河川国道事務所は、降水・河川水位・流量についての観測や予測のデータを共有して共同作業を行っている。これについても昨年4月から、水位の基準で洪水の危険レベルを定め、洪水予報の標題や市町村・住民に求める行動等の対応を明確にして発表している(表-2)。長崎県の場合は、共同して洪水予報を行っているのは諫早市に河口をもつ一級水系の本明川だけである。

表-2 洪水の危険レベルに対応した洪水予報・警報

水位危険度のレベル	洪水予報の標題 [洪水予報の種類]	水位の名称	市町村・住民に求める行動等
レベル5	はん濫発生情報 [洪水警報]	(はん濫発生)	逃げ遅れた住民の救助等 新たにはん濫が及ぶ区域の住民の避難誘導
レベル4	はん濫危険情報 [洪水警報]	はん濫危険水位	住民の避難完了
レベル3	はん濫警戒情報 [洪水警報]	避難判断水位	市町村は避難勧告等の発令を判断 住民は避難を判断
レベル2	はん濫注意情報 [洪水注意報]	はん濫注意水位	市町村は避難準備情報(要援護者避難情報)発令を判断 住民ははん濫に関する情報に注意 水防団出動
レベル1	(発表なし)	水防団待機水位	水防団待機

4. 緊急性のきわめて高い防災情報

情報発表後、災害が発生するまでの時間がきわめて短く、行政が避難指示・勧告などを行う時間的余裕がなく、各個人や現場での判断と行動にゆだねざるを得ない情報も、最近発表されるようになってきている。

たとえば余裕時間が、数秒からせいぜい数十秒のしかない緊急地震速報や数分から数十分程度の竜巻注意情報がある。きわめて短時間の中での的確な行動をとる必要があるため、情報についての理解、常日頃からの災害への備えや訓練などが必要で、これを怠るとせっかくの情報が有効には活かされないであろう。

(1) 緊急地震速報

地震の震源近くの地震計でp波(速度の大きい縦波)を検知したら、そのデータをすぐさま気象庁本庁のコンピュータに送信す

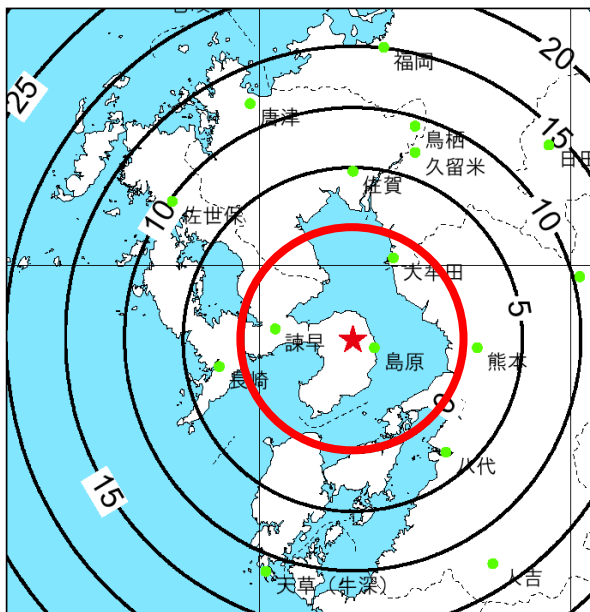


図-2 緊急地震速報の発表から、大きな揺れがくるまでの時間（秒）。震源位置は島原大変（1792）の地震を想定。赤円内では緊急地震速報が間に合わない。

る。素早く震源位置やマグニチュードを解析し、最大の揺れで震度5弱以上が予想されたときには、震度4以上の地域名をすみやかに発表する。鉄道事業者など特定の利用者への提供による試行を経て、昨年10月1日から広く一般の方々にも情報提供が開始された。また、12月の気象業務法の改正により震度5弱以上を予測する緊急地震速報は警報と位置づけられることとなった。

現在の通信や情報処理の技術では、検知してから発表まで5秒程度かかるので震源地に近い所では情報が間に合わないという限界もある（図-2）。すでに、開始から数回発表されたが、予測精度や情報発表の迅速さ、さらには、利用者への周知の点でなお一層の改善の余地がある。

(2) 竜巻注意情報

平成18年9月の宮崎県延岡市や11月の北海道佐呂間町など、最近の竜巻被害の多発を受け、竜巻の予報が強く求められるようになった。また、技術的には各地の気象

レーダーがドップラー化され、降水とともに風について面的で詳細なデータが得られるようになってきた。情報作成・提供の技術開発を進め、その準備が整ったことから、本年3月から竜巻が起りやすい状況になってきたとき、竜巻注意情報を発表することにした。

大気が不安定な状況になりドップラーレーダーなどでメソサイクロンなど竜巻の発生しやすい状況が認められたときに竜巻注意情報を発表する。有効時間はおおむね1時間であり、追加の情報が出されないとき情報は解除となる。

しかしながら、過去資料で調査検討してみたところ、この情報が出てもせいぜい7%しか実際に竜巻は発生していない。従って、この情報が出たからといって、直ちに避難、作業中止や交通規制などを行うのは現実的ではなく、周りの気象状況を確認、急に厚い雲に覆われたり激しい雨が降ってきたりといった変化が認められたときに、実際の対応するのが適切と考えられる。

5. おわりに

以上のように、気象庁や気象台では避難など行政や各自が具体的に行動する際に役立つように防災気象情報や地震・火山情報を改善してきているが、未だ、情報の精度や提供の仕方に課題が多く残されている。技術的な高度化とともに利用者の声を聞きながら、情報の地道な改善に努め、少しでも自然災害の防止・軽減を図っていきたい。

参考文献

- 1) 気象庁(2008)：「気象業務はいま 2008」
- 2) 気象庁(2007)：「気象業務はいま 2007」
- 3) 福岡管区気象台(2008)：「防災気象情報ハンドブック 2008」
- 4) 気象庁ホームページ：「報道参考資料」および「解説資料」

giSight を用いた土砂災害危険度 マップの表示システム

崇城大学 工学部
森山 聡之
(有) シェスタクラブ
中山 比佐雄
NPO法人楽しいモグラクラブ
今 匡太郎
NPO法人防災ネット研究所
平野 宗夫
鹿児島工業高等専門学校 土木工学科
足田 誠

1. 概要

筆者らは2003年7月に発生した熊本県の水俣土石流以来、土砂災害に対応した次世代型防災情報システムを構築してきた¹⁾。2005年の9月5日に九州地方を通過した台風14号(以下T0514)による豪雨を水俣や垂水における土砂災害危険度マップとして作成するとともに、2006年7月豪雨の川内川流域をはじめ阿久根出水水俣地区の土砂災害危険度マップを作成して来た。今回、地域SNSであるgiSightを開発し、これに土砂災害危険度マップを組み込んだ防災情報システムを開発したので報告する。図-1に全体構成図を示す。

2. 地域SNSによる防災情報の共有化

(1) 防災情報の質の担保

掲示板型情報共有システムは、だれでも匿名で書き込めるため、情報の信頼性が問題になっている。これに対し、ソーシャルネットワークサービス(Social Network Service; 以下SNS)のユーザは紹介による登録制であるため、情報の信頼性はユーザの友人関係(人脈)を調べることにより担保される。

SNSを地域に提供し、常時その地域においてコミュニケーションが行われるように

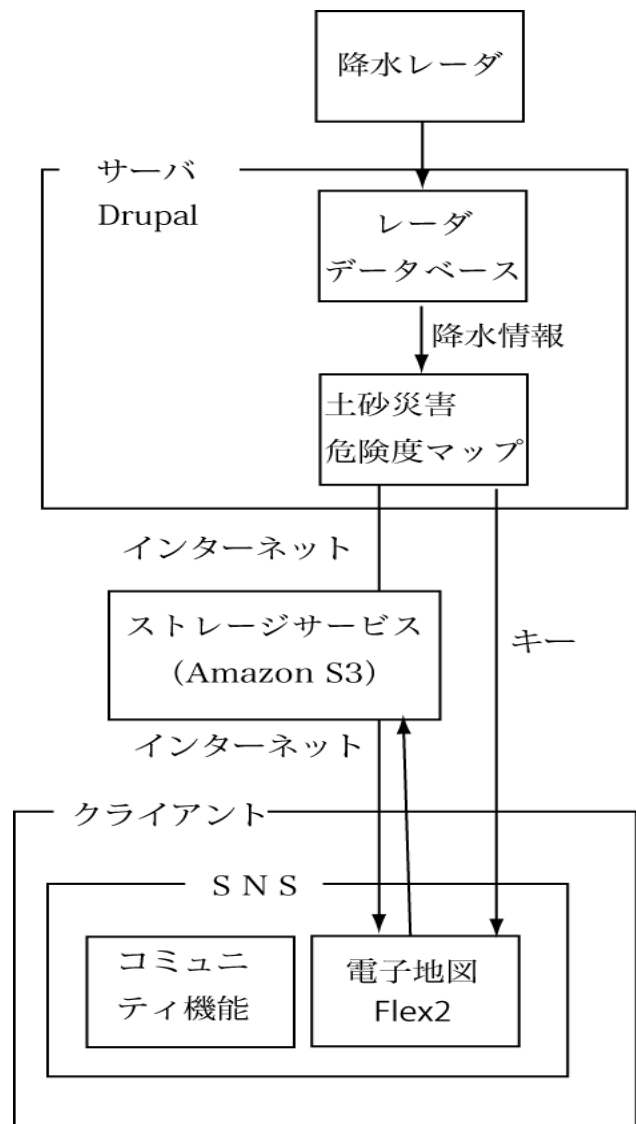


図-1 全体構成図

なれば、災害時の情報共有がスムーズに行われ、地域防災に寄与することが期待できる。

(2) ログインシステム

SNSを利用するには、通常認証が必要である。また、地域の情報を発信する場合は、個人情報も含まれる可能性も有り、不用意にSNSのユーザ以外には公開したくない情報も少なくないと考えられる。コミュニティの内部だからこそ知らせることが可能な情報も存在しうる。

このため、ログインして認証を受けるシステムは必須である。しかし、そうすると、残念ながらGoogle Mapのような公開の場で

のみの利用を許諾するシステムはgiSightでは採用できない。

(3) SNS機能の組み込み

基本的なコンテンツ管理システム(CMS)として、オープンソースで開発が進められているDrupalを採用することにした。Drupalの機能拡張モジュールのうち、Invite, User Realtionship, MySiteなどのモジュールを用いると、SNSにおけるユーザ間の関連を表示したり、ユーザを招待したりすることが可能になる。また、Organic Groups関連のモジュールを用いると、コミュニティ機能を充実させることが可能である。図-2にユーザの関連を示す画面を示す。

アバターを公開しているユーザは、左側に「お友達」一覧として表示されている。なおアバター(Avatar)というのは、ネット上の自分の分身を意味する。



図-2 アバターによる友人リストの例

3. レーダデータベース

(1) レーダデータの受信

レーダデータの受信は国土交通省九州地方整備局(以下九地整)と崇城大学に光ファイバー回線であるBフレッツ回線を設置し、セキュリティが高いフレッツグループというVPNを介して接続している。この回

線はインターネットを介さず、NTT西日本のフレッツ網で直結されているため、ftpの実測で70Mbpsと高速であるが、実際に必要な帯域は64kbps程度で十分である。

九地整から送られてくるデータは九州地方を中心に、国土地理院の1次メッシュで95個分であり、1つのデータは約1km四方の3次メッシュに対応した降雨強度で5分毎に配信されている。このデータは地上雨量計でキャリブレーション済みのものである。

配信されたデータは、レーダデータ受信サーバでXMLに変換後、gzip圧縮してファイルに保存している。この受信プログラムはJava言語で記述した。

(2) レーダデータのデータベース化

レーダデータ受信サーバでXMLで保存されたデータは、さらに、受信サーバからイントラネットを介してXMLデータベースに保存される。データベース(以下DB)に保存せず、土砂災害危険度を逐次計算することも可能である。将来の高負荷時に分散処理を可能とするため、DBに保存して計算することにした。ここで採用したXMLデータベース(以下XML DB)は柔軟性が高いが、高速処理に不向きなのが問題である。今回は、オープンソースのeXistをXML DBとして採用したが、5分毎のデータをデータの重複が無いが、検索してから保存する動作を行うのに、5分以上かかった。このため、標準では全てのデータに対して作成される索引を、時間や無降雨フラグに限定して作成する等の調整を行い、所定時間内に格納可能になった。データ量が増えてくると検索に時間がかかってしまうため、リアルタイム表示に不要な3日以上経過したデータは、データベース上からは逐次消去するなどの対策をとっている。

4. 土砂災害危険度マップ

土砂災害危険度マップは、従来の研究²⁾において、斜面A層に特性曲線法を適用し、表面流発生を土石流の発生条件とすると、土石流の発生限界降雨 r_T は、

$$r_T = \frac{1}{T} \int_0^T r dt \geq \frac{Dk}{\ell} \tan \theta \quad (1)$$

となる。

ここに、 D は斜面の厚さ、 r は降雨強度、 k は透水係数、 θ は斜面の傾斜角、 T は斜面を流下する時の到達時間である。

この斜面要素確率分布モデルを用い、到達時間内の累加雨量の最大値から土砂災害の発生の上下限および土石流の発生の上下限を表示する土砂災害危険度マップを開発した。

2005年の9月5日に九州地方を通過した台風14号（以下T0514）は、鹿児島県と宮崎県に多くの被害をもたらした。台風時にはこのシステムは本稼働状態ではなかったが、レーダ雨量データは蓄積されていたので、このデータを用いてT0514の豪雨により引き起こされた土石流の発生予測に有効であったかどうか検証を行った³⁾。さらに、平成18年7月豪雨（2006年）では水俣・阿久根・出水地区で同様の検証を行った⁴⁾。今回は平成18年7月豪雨の土砂災害危険度マップ⁴⁾をXMLに変換して利用した。

5. 地理情報システム

(1) 概要

地理情報システム（Geographic Information system：以下GIS）は、プロ用の専用ソフトとしては各種のものが存在するが、一般には、Google Mapが良く利用されている。しかしGoogle Mapは公開されているWebサイトでしか利用を許諾されてい

ない。これによりSNSのように、ログインして利用することは出来ない。一方、英語版Yahoo! Mapsであれば、非商用なら自由に使えるとされている。しかし、英語版Yahoo! Mapsの日本における地図および衛星画像は極端に解像度が悪い。レーダの1kmメッシュ程度なら利用可能であるが、地域の防災マップとしては解像度が不足する。

そこで、GISに用いる電子地図は、数10cm/pixelの精度の高解像度航空写真を用いて電子地図を作製し、住民に地域の状況を正確に把握して貰う事を試みることにした。

(2) 巨大ストレージサービスAmazon S3

Amazon Simple Storage Service(以下Amazon S3)は、インターネット書店で有名なAmazon.comが運営する巨大データストレージサービスである。サービスの価格は全て従量制であり、月ごとにクレジットカードで清算される。保存料は、月\$0.18/GB、データの受信は\$0.10/GB、データの送信は10TBまで\$0.18/GBであり、国内の同様なストレージサービスよりもはるかに安価で、なおかつ多数のサーバを並列動作させている為、安定で冗長性が高い。仮に日本国内でどこかに大きな災害が発生してもまずは影響を受けないと考えられる。

(3) Amazon S3を利用した土砂災害危険度マップの保存とキーの伝達

土砂災害危険度マップは、eXistから抽出した5分間雨量データを到達時間分遡って累加計算している。この累加雨量は1次メッシュごとにXMLファイルでサーバに格納することが可能であるが、ここでは、これをgzip形式に圧縮して、キー付きかつ期限付きで順次AmazonS3に保存している。キーは、非同期のXML-RPCライブラリを用い、なおかつSSLを用いて暗号化して、後述のSNSサーバ(Drupal)に伝達している。

(4) ModestMaps

Yahoo! Maps や Live Earth あるいは高精度の航空写真の電子地図を Flex2 を用いて表示するために、ModestMaps を採用した。ModestMaps は Flex/Flash 用のコンポーネントライブラリであり、各地図サービスの API を介さず、またサーバも介さずに直接地図の小片 (Map-Chip) を格納したファイルをクライアント側にダウンロードし表示することが可能である。そこで ModestMaps を Flex2 に組み込んで表示を行なう GIS を開発した。図-3 に Yahoo! Maps 英語版の地図を表示した画面を示す。この GIS を基本とした情報システム全体を giSight と称する事にした。

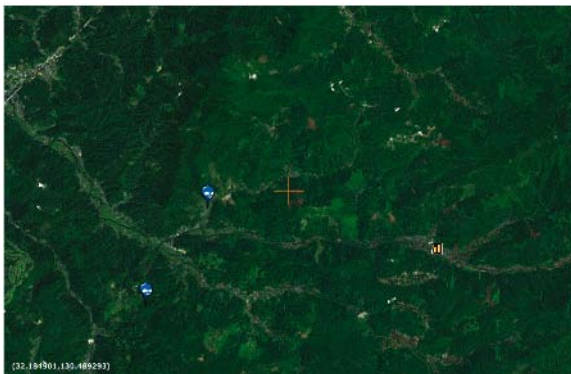


図-3 Yahoo! Maps英語版の表示 (水俣山間部) マーカを設置している

この機能を利用して任意の Map-Chip を格納したファイルも、ファイルの命名法則に従ってダウンロードすることが可能である。熊本県や鹿児島県より入手した高解像度航空写真も表示可能であり、これも giSight に組み込んだ。これらの高解像度航空写真による電子地図は AmazonS3 に保存して利用することにした。図-4 に水俣市全体の高解像度航空写真を、図-5 に 2003 年 7 月 23 日に土石流が発生した現場に建設されている砂防ダムの高解像度航空写真を示す。図-4 の上部には、たまたまキャッ



図-4 高解像度航空写真の表示 (水俣) (白い部分は、海のため航空写真が提供されていない部分)



図-5 高解像度航空写真の表示 (水俣宝河内)

シュに残った Yahoo!Map の画像が表示されているが、これとほぼ継ぎ目無しに表示されていることがわかる。

(5) マーカの表示

ModestMaps 自体にはマーカの表示機能はない。そこで、giSight のバックエンドサーバとして Drupal を採用し、Drupal の基本的な情報単位である node に 3 種類のマーカである「まちなみ」「ライン」「ポリゴン」のデータを格納し、これを Drupal の AMFPHP モジュールを介して、Flex で地図の上に表示させることにした。

図-6 に Drupal 内での giSight による表示の状況を、図-7 にマーカの利用例とポップアップによるマーカの説明例を示す。

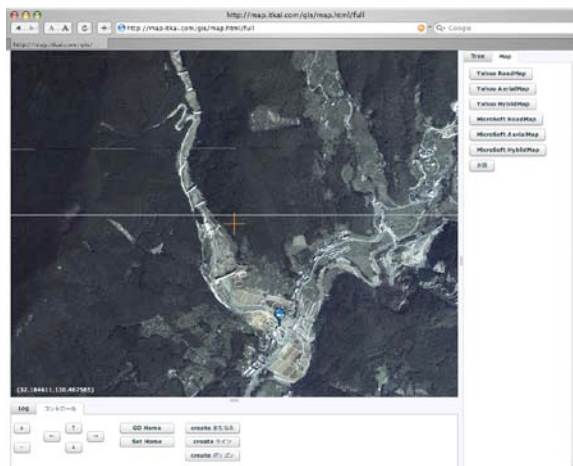


図-6 Drupalを用いたgiSightの表示およびコントロールの状況



図-7 マーカの利用例

さらに、DrupalのWebコンテンツ管理システム(Content Management System ; CMS)機能を利用して、Drupalからマーカの管理をすることにした。マーカはコントロールパネルの「まちなみ」「ライン」「ポリゴン」を押すことで、十字カーソルの位置にダイレクトに作成することが可能であり、この場合、緯度経度の入力はいらない。

(6) 土砂災害危険度マップの表示

土砂災害危険度マップは、Amazon S3に5分間ごとに格納され、そのファイル名とキー名がXML-RPCを介してDrupalに通知される。Drupalは、Flex2にこのファイル名とキー名を知らせることで、各クライアントが航空写真と同じようにXMLに変換されたデータファイルを、Amazon S3からダウ

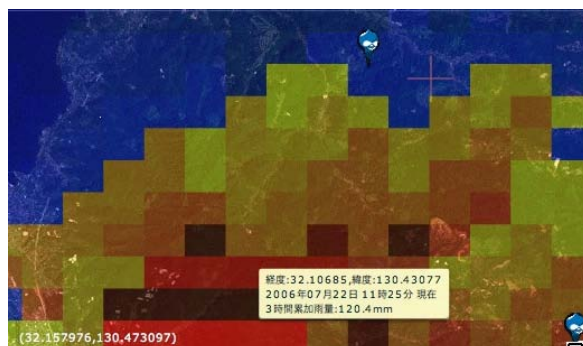


図-8 土砂災害危険度マップの表示例(表示を拡大、平成18年7月豪雨、水俣市)1つのメッシュが1.1kmX0.9kmのメッシュに相当する

ンロードする。図-8に土砂災害危険度マップを表示した例を示す。高解像度航空写真の上に土砂災害危険度マップが表示され、マウスが静止した3次メッシュに該当する緯度・経度・日付と時間・到達時間・到達時間内の累加雨量が、ポップアップで表示されている。

5. 結論

本研究では、住民が日頃から使える地域情報共有システムに土砂災害危険度マップを表示することができた。今後は実際に水俣の住民に利用して頂いてさらに改良をすすめる予定である。

謝辞:本研究は文部科学省科学研究費基盤研究(B)「ITを利用した防災情報システムの構築に関する研究」(平成16~17年度)「降水レーダを用いた次世代土砂災害予警報システムの構築とその応用」(平成18~20年度)の補助および、河川整備基金「土砂災害被害低減のための防災情報システムの実用化研究」の助成を受けた。国土交通省九州地方整備局の河川管理課長川崎正彦氏、前洪水予報係長原和久氏(現川辺川第2砂防工事事務所長)ならびに電気通信課内田康之

前係長（現菊池川河川工事事務所専門職）にはレーダデータ取得に関しご尽力いただいた。また河川情報センター光武富雄氏（現東京建設コンサルタント九州支店）にもご協力いただいた。レーダデータの受信にあたっては（株）東芝九州支社村野隆氏には多くのご示唆を頂いた。また、水俣深川の雨量は、熊本県雨量・気象情報サービス（<http://www.pref.kumamoto.jp/existence/kishou/tenkou.htm>）より入手した。地図は国土地理院の国土数値情報日本座標系2500標高データを使用した。高解像度航空写真は熊本県より借用した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 森山聡之・疋田誠：水俣における防災無線ネットの構築、第60回土木学会全国大会講演概要集、CD-ROM版、2005.
- 2) 平野宗夫・疋田誠・森山聡之：活火山流域における土石流の発生限界と流出規模の予測、第30回水理講演会論文集、181-186、1986.
- 3) 森山聡之、疋田誠：降水レーダを用いたリアルタイム土石流危険度マップ、第3回土砂災害に関するシンポジウム論文集、2006.
- 4) 森山聡之、田中健路、北村良介、杉尾哲：降水レーダから観測した平成18年7月豪雨、河川災害シンポジウム予稿集、2007.

高齢化・過疎化が進む地域での 避難行動と災害情報の伝達

宮崎大学工学部
村上 啓介

1. はじめに

毎年のように各地で発生する災害犠牲者の多くは、高齢者をはじめとする災害弱者で占められる。2004年7月の新潟・福島豪雨では、死亡者の85%以上が65歳以上の高齢者であった¹⁾。また、2005年9月の台風14号でも、死亡者の70%以上が60歳以上であった²⁾。

災害弱者対策の議論は、避難計画の策定から被災直後の避難生活支援や生活再建まで幅広い。これまでも様々な対策が講じられてはきたが、高齢者をはじめとする災害弱者が犠牲者の多くを占める実態は、依然として変わらない。

河川災害は、自然災害の中でも被害の進展が比較的緩やかで、住民の避難が安全に実施されれば人的被害は回避できる。そのためには適切な避難計画の策定が鍵となる。特に、高齢者をはじめとする災害弱者の避難行動や災害情報の伝達の実態調査を積み重ね、避難計画の策定に反映させることが重要となる。

ここでは、2006年7月に南九州を中心に発生した豪雨によって、床上浸水159棟、床下浸水207棟の被害が発生した宮崎県えびの市で実施した災害調査から、高齢化・過疎化が進む地域での住民の避難行動と災害情報の伝達の実態について考察する。

2. 災害時の状況とアンケート調査の概要

(1) 降雨状況と河川水位の変化

2006年7月18日から23日にかけて、川内川流域を含む南九州で1000mmを越える

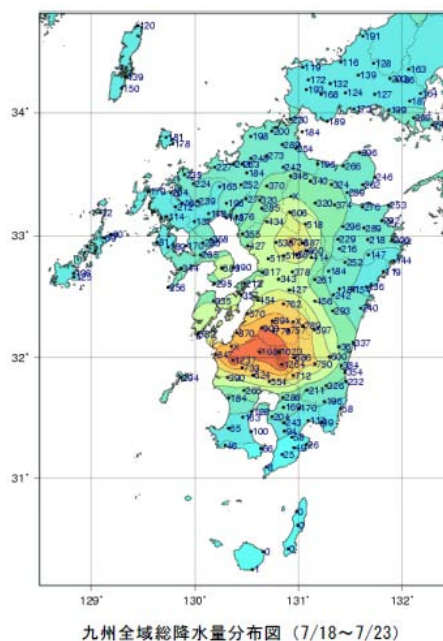


図-1 7月18日から7月23日にかけての総降水量分布図³⁾

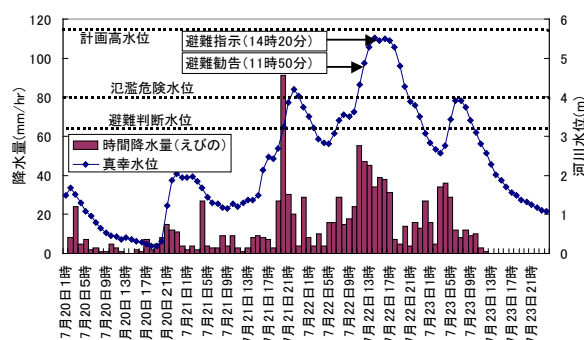


図-2 宮崎県えびのの(アメダス観測地点)における時間降水量の変化と川内川真幸(国土交通省)における河川水位の変化

激しい雨を記録した(図-1)。宮崎県えびの市では、19日の夕刻からやや強い雨が降り始め、20日の夜まで強い雨が断続的に降り続いた。更に、21日から雨脚は徐々に強まり、同日20時に観測歴代3位の92mm/hrの降雨を記録した(図-2)。その後、雨脚は一旦弱まるが、22日未明から徐々に強まり始め、午前11時には51mm/hrに達し、同日午後17時まで30mm/hrを超える激しい雨が継続した。

えびの市中心に近い川内川真幸観測所(国土交通省)での水位変化を図-2に示す。

図中の破線で示した避難判断水位と氾濫危険水位は、2005年9月の台風14号災害で新たに見直された基準である。

えびの市中心を流れる川内川の水位は、降雨に応じて変動しながら上昇した。水位は21日15時から徐々に上がり始め、22時に氾濫危険水位を超える4.21mに達した。その後、水位は一旦下がるが、22日5時から再度上がり始め、22日14時に最高水位5.52mを記録した。

このような状況の中で、えびの市は22日11時50分に京町、東内堅、水流の3地区に避難勧告を発令した。その後の14時20分には、京町、東内堅、水流、柳水流、上向江、亀沢の6地区に避難指示を発令している(図-2)。床上浸水被害が集中したのは京町地区、東内堅地区、水流地区で、川内川の水位上昇に伴う支川への逆流と内水氾濫がその要因と考えられる。

(2) アンケート調査の概要

アンケート調査は、避難指示が発令された京町、東内堅、水流、柳水流、上向江、亀沢の6地区で実施した。各地区の概略の位置を図-3に示す。川内川を挟む京町地区、東内堅地区、水流地区で床上浸水被害が集中した。また、上向江地区、亀沢地区、柳水流地区では、主に床下浸水被害が発生した。

アンケート調査の内容は、回答者の属性、被害の程度、過去の被災経験、避難情報の認知、避難行動、日頃の防災意識に関する37項目である。アンケート調査は、各地区の区長にアンケート用紙の配布と回収を依頼する方法で実施した。各地区の配布・回収の実績を表-1に示す。

3. アンケート調査の結果について

(1) アンケート回答者の属性

えびの市の高齢化率は34%(2007年10月1日現在)で、宮崎県平均24.7%を約10



図-3 アンケート調査実施地区

表-1 アンケートの回収率

地区名	水流	柳水流	東内堅	上向江	亀沢	京町	合計
世帯数	143	51	85	123	53	407	862
回収数	95	40	72	50	39	209	505
回収率	66.4	78.4	84.7	40.7	73.6	51.4	58.6

ポイント上回り、県内では串間市に次いで高齢化率が高い市である。2000年以降の人口の減少率は約11%(宮崎県全体で約3%の減少)で、この減少傾向は最も人口が多かった1950年ごろから続いている。

回答者の属性のうち、年齢、居住年数、世帯同居人数の回答分布を図-4に示す。高齢者の定義は65歳以上とされるが、今回のアンケート調査では、回答者の年齢を60歳以上と60歳未満に分け、60歳以上を“高齢の回答者”と位置づけた。

回答者の年齢分布では、70歳代の回答者が全体の26%と最も多く、60歳以上の割合は63%であった。居住年数は高齢になるほど長くなり、60歳以上の回答者のうち20年以上居住している割合は67%、31年以上居住している割合は47%であった。

世帯同居人数については、一人暮らしの世帯割合は、60歳代で20%、70歳代で29%、80歳代で57%と急激に高くなる。また、二

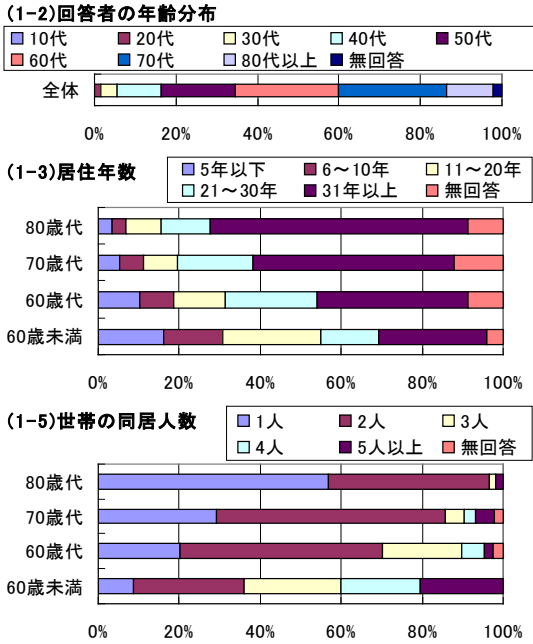


図-4 回答者の属性の特徴

人以下の少人数世帯の割合も高齢になるほど高くなる。

居住年数が長い高齢の一人暮らしや二人暮らしの住民が多くを占める特徴が回答者の属性には見られ、高齢化が進む典型的な過疎地域であることが伺える。なお、60歳未満の回答者であっても、その38%の世帯で65歳以上の高齢者が同居していると回答している。

(2) 災害時の避難行動

今回の豪雨災害で「避難した」と回答した人の割合は40%であった。図-5に避難の有無と避難開始のタイミングの回答結果を年代層別に示す。避難指示の発令前に避難した人の割合は年代層によらず10%前後で、避難指示の発令後に避難をした人の割合の方が高い。

図-6は、自宅が床下浸水以上の被害を受けた回答者が避難行動を選択した理由を示したものである。自宅が浸水し始めたことをきっかけに避難を開始した割合が各年代層で高く、高齢になるほどその割合は高くなる。また、消防団や近隣住民から直接の

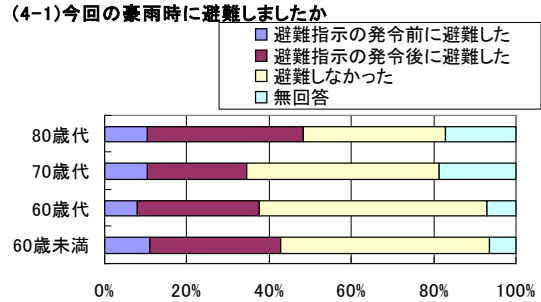


図-5 避難開始の有無とタイミング

(4-5) 避難を開始した主な理由をお聞かせください

(被災を受けた回答者)

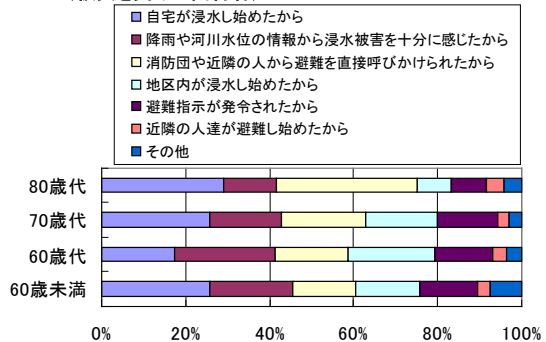


図-6 被災した回答者が避難を開始した理由について

(4-3) どこに避難しましたか

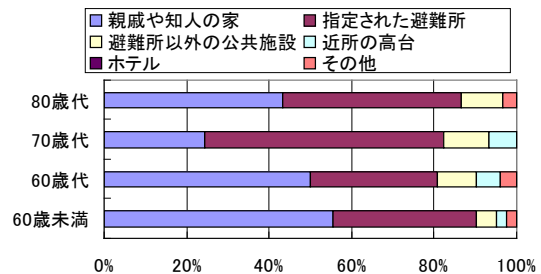


図-7 災害時に避難した場所

呼びかけによって避難を開始した人の割合も、高齢になるほど高くなる傾向にある。特に、80歳代では「周囲からの直接の呼びかけ」が33%と最も高く、避難開始の強い動機付けになっている。

一方で、降雨や河川水位の状況から危険を感じて避難行動を選択した人の割合は、年齢と伴に低くなる傾向にある。一人暮らしや二人暮らしが多数を占める高齢世帯ほど、自己防衛として早めの避難が望まれるが、高齢世帯であっても、ぎりぎりまで避難開

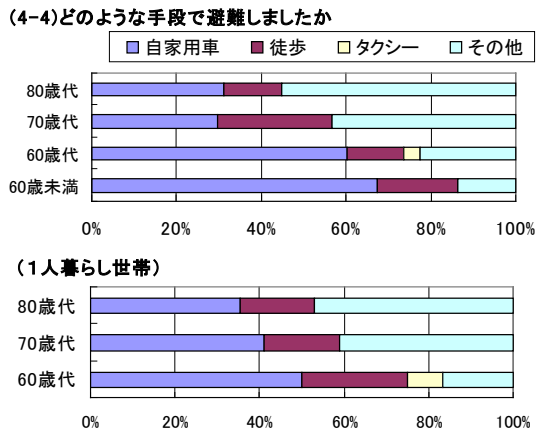


図-8 災害時の避難手段について

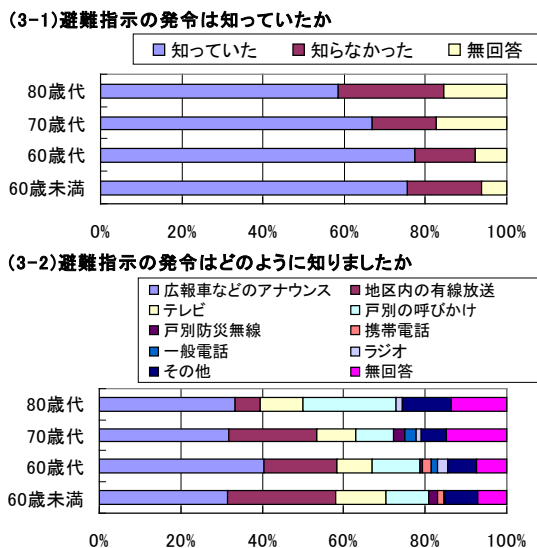


図-9 避難指示情報の認知と情報の入手の手段について

始の判断がつかない実態が伺われる。

住民が避難の必要性を判断するためには、時々刻々の河川状況の把握が重要な一要素となる。また、避難情報が適切なタイミングで発令され確実に伝わることも重要である。これについては(3)以降で述べる。

今回の災害時に避難した場所の回答結果を図-7に示す。70歳代を除けば、親戚や知人の家に避難した人の割合が最も高い。当時、えびの市は市内数箇所指定避難所を開設した。しかし、避難所自体が浸水の危険性が高まったことや、浸水域を横切らな

いと指定避難所へ行けない地区もあった。

また、親戚や知人の家以外にも、地区内の公民館（避難所以外の公共施設）に一時的に避難したとの回答も複数見られた。広い地域をカバーする広域避難所の設置は、その管理・運用面から効率的ではある。ただし、集落が点在する過疎地域では、高齢者の避難のタイミングが遅れると浸水域の拡大によって指定避難所に徒歩で到達できない状況になる。

図-8は、避難手段の回答分布を示したものである。災害時には徒歩での避難が前提とされる一方で、避難手段として自家用車が高い割合で使われる実態がある⁴⁾。今回の調査でも同様の実態が確認された。特に、高齢な世帯であっても、70歳代で30%、80歳代で31%の割合で自家用車を避難の手段として選択している。

比較として、一人暮らし世帯の避難手段を図の下段に示している。70歳代の一人暮らし世帯で41%、80歳代では35%が自家用車で避難をしており、この割合は複数人同居世帯よりも高い。

高齢であっても自家用車で避難する理由としては、地方では自家用車が日常の移動手段となっていることや、高価な家財の一つであること、また、指定避難所まで徒歩では行けない等の理由が推察される。

一方で、高齢になるほど「その他」の回答割合が高くなる。「その他」の回答には“役所の車”、“役所が手配したバス”、“知人（親戚）の車”等の記述が多い。このことは、高齢になるほど災害時に避難するための移動手段を自ら確保することが難しくなっていることを示唆している。

徒歩での避難が困難な高齢者や、避難が遅れてしまった高齢者は、行政や近隣住民が移動手段を提供しない限り避難所に辿りつくことはできない。行政が避難困難者の全てを把握して対応する取り組みも始めら

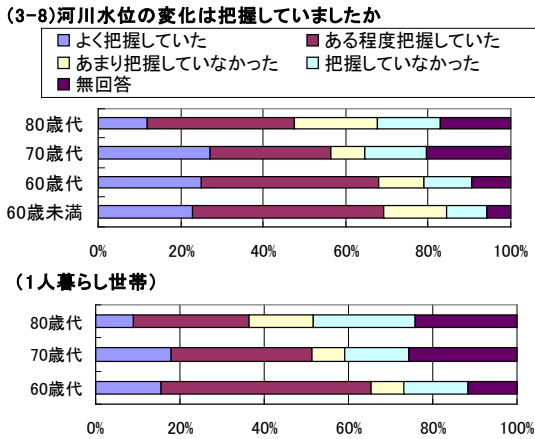


図-10 河川水位の把握状況

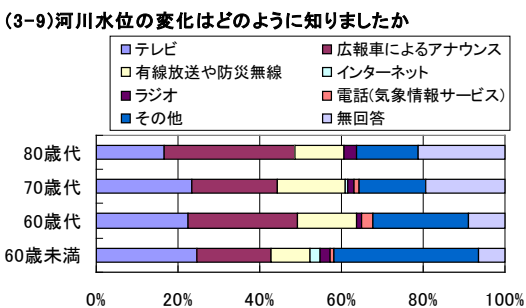


図-11 河川水位情報の入手について

れてはいるが、個人情報保護等の問題から運用が難しい現状がある。

(3) 避難情報の伝達について

氾濫危険水位を超えた22日11時50分に避難勧告が発令され、計画高水位5.75mに23cmまで迫る最高水位を記録した直後の14時20分に避難指示が発令された。

図-9は、避難指示の発令の認知と、その情報入手の手段について示したものである。60歳代では、その77%が「避難指示の発令を知っていた」と回答している。ただし、発令を認知していた割合は、高齢になるほど低下するとともに、発令を知らなかったと回答する割合は年齢とともに高くなる傾向がある。

図の下段には、避難指示情報の主な入手手段を示している。テレビ・ラジオのから情報を入手した割合は極めて少なく、広報車のアナウンスと地区内の屋外有線放送が主要な情報伝達手段となっている。また、

80歳代では、地区内の有線放送の割合が低くなるのに対して、戸別の呼びかけによって避難指示の発令を知った割合が特徴的に高くなっている。

広報車のアナウンスや地区内の有線放送による伝達については、「有線放送の音声聞き取れない」、「豪雨時には広報車のアナウンスが聞こえない」等、音声内容を認識する上での問題点を指摘する記述が多く見られた。同様の指摘は、これまでの災害調査でも度々報告されてきた課題である。

(4) 河川水位情報の認知について

図-10は、住民が今回の豪雨時に河川水位の変化をどの程度把握していたのかを示したものである。「よく把握していた」と回答した割合は、60歳代が25%、70歳代が27%で、80歳代では12%であった。また、図の下段に示した一人暮らし世帯の回答割合は、60歳代が15%、70歳代が18%、80歳代では9%で、複数人同居世帯に比べて更になくなる。

河川水位の情報は、住民が災害発生の危険性を認識して避難開始を判断する基準として極めて重要である。今回の豪雨では、川内川の水位は計画高水位に迫る5.52mまで増水したが、そのような状況を十分に把握していた住民の割合は相当に低かったと言える。

このことは、河川水位情報の入手の手段と関係していると思われる。図-11は、豪雨時の河川水位の状況をどのような手段で入手していたのかについて示したものである。60歳未満や60歳代では、「その他」の回答割合が高く、「自分で河川の様子を確認した」等の記述が多く見られた。増水する河川の様子を見に行く行動は危険であるが、メディアや行政から提供される河川情報は乏しいことから、能動的な情報収集によって時々刻々の河川状況を把握していた様子が伺える。

一方、高齢の回答者になると、広報車や地区内の屋外有線放送等から河川水位の情報を入手していた割合が高くなる。広報車のアナウンスや有線放送は、音声内容を認識する上での問題点がしばしば指摘される。また、時々刻々変化する河川の状況を伝達する手段として、情報量と迅速性に欠ける面もある。最近では、河川の状況がリアルタイムの映像で確認できるようになりつつある。ただし、その提供はインターネットに限られ、現時点では高齢者が容易に利用できる状況にはない。既存の情報伝達の問題点を補う手段として、高齢者であっても河川の状況がリアルタイムの映像で確認できる情報伝達の改善が強く望まれる。

4. まとめ

川内川の水位は、今回の豪雨で計画高水位に迫るところまで増水した。一人暮らしや二人暮らしが多数を占める高齢世帯ほど、自己防衛として早めの避難が望まれる状況であったが、高齢世帯であっても、ぎりぎりまで避難開始の判断がつかない実態が伺われた。

住民が避難の必要性を判断するためには、時々刻々変化する河川水位の把握が重要となる。しかしながら、水位変化を十分に把握していた住民の割合は相当に低かった。特に、一人暮らしの高齢者の把握割合が低い。

河川水位が十分に把握されていなかった要因の一つとして、情報入手の手段が挙げられる。住民は、主に広報車のアナウンスや地区内の有線放送から河川の水位情報を入手していた。これらの手段は、時々刻々変化する河川の状況を伝える手段としては、情報量と迅速性の観点から限界がある。また、音声内容を認識する上での問題点もしばしば指摘されてきた。最近では、河川の

状況がリアルタイムの映像で確認できるようになりつつある。既存の情報伝達の問題点を補う手段として、高齢者であっても河川の状況がリアルタイムの映像で確認できる情報伝達の改善が強く望まれる。

集落が点在する過疎地域では、高齢者の避難のタイミングが遅れると、浸水域の拡大によって指定避難所に徒歩で到達できない状況がある。また、高齢になるほど避難するための移動手段を自ら確保することが難しくなる。高齢者にとって、避難行動は心身ともに負担は大きい。高齢者が日頃から徒歩圏内で利用している（あるいは利用可能な）施設の安全化を図って避難施設として活用する取り組みが重要と考える。

一方で、避難する際に自家用車が高い割合で使われている。また、高齢者であっても、避難手段として自家用車を高い割合で選択する実態がある。このような実態を踏まえると、徒歩での避難を前提としつつも、避難道路の確保と周知、災害時の交通情報の提供、避難情報の早期伝達の徹底など、車での避難を考慮に入れた避難計画の策定と避難情報の提供を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 田中淳：豪雨災害と高齢者（平成 16 年新潟・福島豪雨と福井豪雨を事例として）、消防科学と情報、No.75、2004.
- 2) 牛山泰行、吉田淳美：台風 0514 号豪雨災害による人的被害の分類、東北地域災害科学研究、第 42 巻、pp.143—148、2006.
- 3) 宮崎地方气象台：災害時気象資料、平成 18 年 7 月 25 日.
- 4) 群馬大学工学部建設工学科片田研究室：平成 10 年 8 月末集中豪雨における郡山市民の対応行動に関する調査報告書、平成 11 年 1 月.

FM ラジオを用いた防災情報伝達システム

高知工業高等専門学校
 岡田 将治
 (株) ハイドロシステム開発
 橋田 隆史
 (株) 建設技術研究所九州支社
 宮川 朝浩・中島 隆信

1. はじめに

近年、毎年のように全国各地で豪雨災害が起こっており、災害時において、住民への避難勧告等の情報を確実に伝達するシステムの確保が早急な課題となっている。

これまでの防災情報伝達は、テレビ・ラジオ放送、防災行政無線、インターネットでの情報公開、携帯電話、ケーブルテレビ等により進められてきた。しかし、ローカルエリアの情報が伝達されにくい、導入費用が高額となる、IT 技術に不慣れな高齢者等にとって使いにくい等の問題が指摘されてきており、その解決策を問われている。

本稿では、河川水位情報をローカルエリア内で誰でも簡単に、家庭用ラジオを用いてリアルタイムに取得できる情報伝達システムを浸水被害の軽減対策として提案し、運用実験の結果と課題について報告する。

2. ミニ FM ラジオを用いた災害情報伝達システムの開発

(1) 開発の背景

災害時の情報伝達手段として、操作性、携帯性、費用等の面から、市販の携帯ラジオが多く活用されている。特に FM ラジオへの情報提供を行うコミュニティ FM は、これまで多くの災害時に活用されている。しかしながら、全国的にみれば、主に都市部において開設されており、災害を受けやすい中山間地域では受信できない地域も多くある。また、コミュニティ FM の開設にあたっては申請手続きや制約条件、運用コスト面等から、防災目的のみの新規開局・運営は難しいといえる。

ここでは、ラジオの有効性を重視して、コミュニティ FM のような半径 10km 以上の広範囲ではなく、半径 1km 程度のひとつの集落規模を対象とした情報配信のシステムを検討する。

(2) FM 防災ラジオシステムの概要

本システムは、「情報の最終端末を誰にでも不自由なく使用可能な市販ラジオにする」ことを開発コンセプトとし、図-1に示すように、気象庁、国土交通省、各自治体等がウェブ上で一般公開している雨量や河川水位等の防災情報を音声情報として地区住民に送信する新しいタイプの情報提供シ

国土交通省・気象庁・自治体防災情報HP

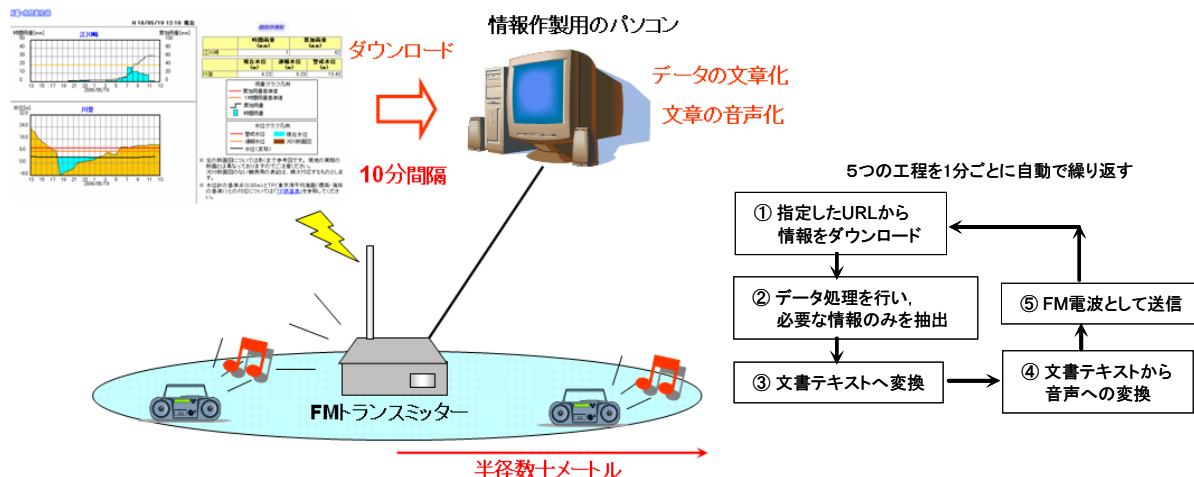


図-1 FM 防災ラジオシステムの概念図

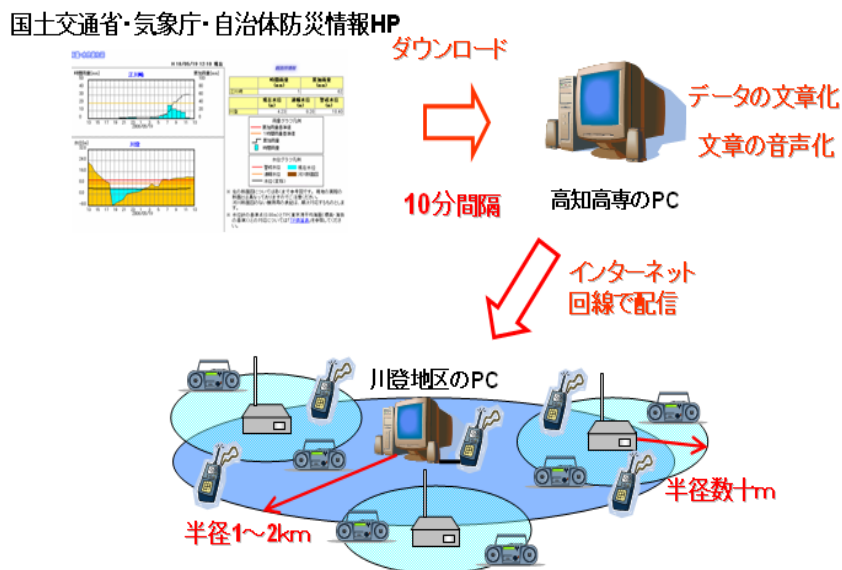


図-2 改良型 FM 防災ラジオシステムの概念図
(特定小電力無線で中継させることにより、半径 1km 以上の範囲で受信可能となった。)

システムである。

情報取得からラジオへの音声配信までは、次の5つの作業がある。

- ① 雨量や水位情報をホームページ上からダウンロードする。
- ② データ処理を行って必要な情報のみを抽出する。
- ③ 情報のテキストファイルを作成する。
- ④ そのテキストファイルを音声ファイルに変換する。
- ⑤ パソコンに接続したFMトランスミッターとアンテナにより、受信可能範囲にあるFMラジオへ情報を送信する。

これらの5つの作業を自動的に繰り返すことにより、初期設定以降の人的作業を必要としないシステムとすることができる。

本システムで用いたミニFM（微弱電波）は、電波法において「無線設備から3mの距離において、電界強度が $500\mu\text{V/m}$ 以下」と規定されており、受信可能エリアは最大でも半径80m程度であるものの、非常に安価である点等から、コミュニティFMに比べ新規導入や運用面での利点は多い。

3. システムの運用実験

本システムの有用性を検証するために、四万十市川登地区において2006年6月から運用実験を行った。この地区は四万十川沿いの集落で、堤防がないため、河川水位の上昇とともに道路や民家が徐々に浸水する。2005年の台風14号では浸水深が7mに達する箇所が見られたり。

地区の中学校校舎内に放送局を設置し、上流に位置する川登観測地点(高知県管理)の水位を高知県総合防災情報システムのホームページからダウンロードして放送することとした。この水位情報に基づいて、ラジオからは「〇月×日△時◇分現在の四万十川 川登地点の観測水位は、3.75m です。はん濫注意水位の 10.4m には、あと 6.65m です。この 10 分間で 0.02m の上昇、30 分間で 0.08m の上昇、1 時間では 0.18m 上昇しています。」のように、現在の水位、はん濫注意水位までの高さおよび水位の上昇量を文章化したものが放送される。これによって、ラジオのリスナーはほぼリアルタイム(約13分遅れ)で河川水位情報を入手でき、

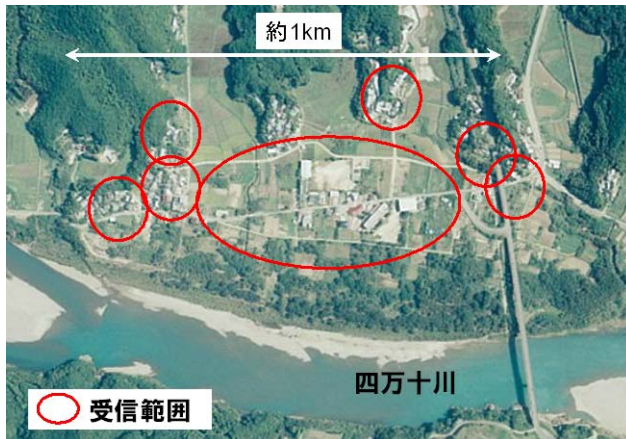


図-3 受信可能範囲の拡大

はん濫注意水位までの高さと同最近 10 分、30 分、1 時間の水位変化量から水位上昇のスピードを推算し、事前に車や荷物の避難準備ができるようになる。

また、ミニ FM の特性上、受信範囲の狭さが課題となったため、図-2 のように、現地で配信された情報をミニ FM と特定小電力無線を組み合わせて配信する方式を取り、範囲拡大の対策を講じた (図-3)。

4. 地域におけるシステムの活用

(1) 地域の取り組み

本システムの効果的な活用を図るために、国土交通省中村河川国道事務所、高知県幡多土木事務所、四万十市役所の協力を得て、近隣地区の住民も参加したミニ防災ワークショップを開催した。その際に、地区の浸水被害特性と本システムの概要、情報入手方法について説明するとともに、放送される河川水位と地区の浸水状況等を記載しカレンダーと一緒に印刷した防災カレンダー (図-4) を配布した。

また、川登地区では、運用実験やワークショップを行っていく過程において、地区住民の浸水被害の軽減に対する意識の向上が見られ、災害時の緊急連絡網の整備、地区防災会の定期開催等が行われた。浸水想定マップに対応した水位を記載した看板を地区内の主要な箇所に設置し、ラジオから

入手できる水位情報を有効活用する等の取り組みも行われた。

(2) 洪水時の活用状況

運用実験中の 2007 年 7 月に台風 4 号が通過し、浸水被害が発生したため、翌日、現地で聞き取り調査を実施した。ワークショップに参加し、活用方法を熟知していた防災会メンバーからは、「家財道具を避難させる際にラジオを聴いてみた。逐一電話で水位を確認する必要がなくて良かった。」「川に水位を見に行く必要がなく、安全に情報を入手できた。」という評価があった。メンバーを中心に緊急連絡網がスムーズに回り、早い段階で河川水位の情報共有を可能にした。一方で、ワークショップに参加していなかった数名の一般住民からは「音質が悪くて聞こえにくかった。」「音声の読み上げが早かった。」といった意見があり、平常時から本システムの活用方法の周知が重要であることがわかった。

このような結果から、本システムと防災カレンダーの活用によって、事前の避難準備が可能になったことが明らかとなった。さらに活用方法に関する説明会を数多く開催し、住民の理解を深めることにより、その効果はさらに広がるものと考えられる。

5. おわりに

本稿において提案する情報配信システムは、ラジオを末端機器とする点で高齢者や IT 技術の不慣れな住民にも情報が容易に入手できることから、インターネットや携帯電話に加えて新たな情報提供ツールとして多目的に活用できる可能性がある。本稿での運用実験は、対象とした配信情報が河川水位であったが、例えば、豪雨時の土砂災害危険情報等の配信にも応用させることができ、対象となる地域特性や災害特性を考慮した効果的な情報配信を行うことができる。

また、ミニ FM と特定小電力無線を組み合わせたシステム構成とすることにより、低コストで、半径 1km 程度の範囲毎にその地区に必要な情報を個別に配信し、住民へのきめ細かい情報提供を可能とする。

今後は、受信状況の改善や緊急的な情報の配信、異なる災害形態を対象とした運用等について改善・実験を計画しており、本システムの実用化に向けた検討を引き続き進める予定である。

謝辞：本調査・運用実験を行うにあたり、国土交通省中村河川国道事務所、高知県、四万十市役所から資料提供いただき、四万十市川登地区をはじめとする沿川の防災会の方々には現地調査の際にご協力をいただいた。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 岡田将治、大年邦雄：2005 年 9 月台風 14 号による四万十川洪水被害調査報告、土木学会四国支部自然災害フォーラム論文集、2006.
- 2) 岡田将治、橋田隆史：FM ラジオを活用した防災情報提供技術の開発と四万十市川登地区における運用実験、土木学会河川技術論文集、第 13 巻、2007 年 6 月.
- 3) 岡田将治、利根浩文、橋田隆史、宮川朝浩、中島隆信：FM 防災ラジオシステムの開発と効果的な運用法に関する実験的研究、日本災害情報学会第 9 回研究発表大会予稿集、2007 年 11 月.



図-4 住民に配布した防災カレンダー (浸水想定マップは河川水位と水位毎の浸水域を表示している。)

災害復旧・復興に関する情報提供

国土交通省大臣官房広報課
渋谷 和久

1. 政府の初動対応

阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、防災関係機関における情報集約・伝達等に関して様々な改善が図られてきた。政府においては、被災状況をはじめとした総理官邸への情報集約の遅れの反省から、緊急参集体制や被害早期把握システムの整備等が進められ、地方においても情報集約・伝達体制が整えられてきた。

具体的には、政府においては、阪神・淡路大震災後、震度6弱（東京23区内では震度5強）以上の地震が発生すると、内閣府防災担当、国土交通省、気象庁、消防庁、警察庁、防衛省など、防災関係機関の局長級の職員は、ただちに官邸危機管理センターに30分以内に緊急参集する。

センターでは、ヘリや各種カメラによる被災地の映像をリアルタイムで見ることができる。また、内閣府の「地震防災情報システム（DIS:Disaster Information Systems）」（全国の地形、地盤状況、人口、建築物、防災施設などの情報をコンピュータ上の数値地図と関連づけて管理する地理情報システム（GIS））を活用し、震度6強や6弱の地域がどの程度の広がりを持つのかという「面的震度分布」と、被害規模のおおまかな把握をする。これにより、国が全面的に支援体制をとるべき災害か否かをまず判断する。そのような災害と判断されると、大臣、副大臣クラスを筆頭にする政府調査団が即日現地入りして関係省庁に対して陣頭指揮をする体制がとられるようになっている。

本年6月に発生した岩手・宮城内陸地震でも、現地に防災担当大臣を長とするに政府現地連絡対策室が即日設置され、緊急消防援助隊、警察広域緊急援助隊、自衛隊の災害派遣等、関係省庁による被災地への広域応援等の対応がただちにとられている。

このような部隊が、都道府県庁等に設置された対策本部に集結することで、災害応急対応に係る各種情報を、国、都道府県、市町村間で迅速かつ正確に共有することができ、意思決定も迅速に行われることになる。また、現地で記者発表等の形で災害応急対応に係る情報を対外公表するほか、内閣府及び各省庁で、情報を集約し、災害発生直後から「災害情報」として記者発表、同時にホームページ上で公開している。こうした情報は逐次アップデートされ、平成16年に発生した新潟県中越地震の場合、昨年まで、62回の更新を重ねている。

2. 災害情報の伝達

九州では、集中豪雨、台風等による災害が毎年発生している。たとえば筆者が九州地方整備局に勤務していた平成19年の7月上旬におきた集中豪雨でも、整備局が直轄管理している河川で、「避難判断水位」を超過した河川が5河川、「はん濫危険水位」を超過した河川が4河川に上った。このような危険な水位で、被害発生のおそれがある場合は、住民の避難を促す必要があるが、災害対策基本法上、住民に避難勧告、避難指示をするのは市町村長だと定められている。そこで、整備局の現場事務所から市町村に対して、迅速かつ正確な情報を提供することが重要となる。

各事務所では、日頃から地域の市町村との連携を密にしているが、災害時、避難勧告等の判断を行う意思決定権者は市町村長である。市町村長に対して、どれだけ正確な情報を迅速にあげるかが、人命被害を最

小限に押さえる上で肝要である。

しかし、小さな市町村では、役場での防災担当者が数名、場合によっては1人しかいないところもある。そこで、事務方を通しての情報提供だけに頼らず、九州地方整備局では、現場の事務所長と市町村長との間で「ホットライン」を形成して、情報のパイプを太くする工夫をしている。

災害時には、水位が危険な状況に近づくと、速やかに事務所長から市町村長に対して、直接、「ホットライン」で情報提供する。

「はんらん危険水位」を超過し、はんらん被害が避けられない等の危機的状況の中では、水位情報のみならず、河川の状況、起こりうる事象の予測など、市町村長の判断に役立つ情報について、事務所長から、専門的見地に立って、的確な情報を提供する。平成18年7月の薩摩地方北部を襲った集中豪雨、浸水被害が2,000戸を超える大災害だったが、その際には、川内川河川事務所長から、流域の6市町村長に対して、ホットラインで情報提供を行い、早期避難に向けた支援を行った。

もちろん、非常時だけのコミュニケーションのみではうまく機能しないことが多いので、平常時から、市町村長にできるだけ現場に来ていただき、事務所長と一緒に現場を見ながらどこが危険な箇所かなどについて認識を共有するように努力している。

地方整備局は、直轄道路、直轄河川等の管理に責任を持つことは言うまでもないが、それだけにとどまらず、地方公共団体の災害対策本部と連携して地域住民の命と暮らしを守ることが使命（ミッション）であると考えている。

地方整備局には、災害対応、特に広域的な災害に対する経験と知識が豊富な職員が多いこと、広域な情報網による最新情報を入手しうる立場にあること、災害時に機能発揮する各種の資機材を保有することから、

様々な手法で、地域の災害対応の支援をすることが可能である。

このため、県庁との連携を密にすることが大切で、災害発生時には、整備局から「リエゾン（情報連絡員）」や災害現場調査班を県庁の災害対策本部や被災現場に派遣し、そこで県等から災害情報を入手して支援活動に反映したり、逆に、整備局で入手した情報を県に提供するなどして、地方公共団体の災害対策本部との連携を密にすることとしている。

昨年7月の集中豪雨災害では、熊本県内で大きな被害が発生したので、熊本県災害対策本部にリエゾンを延べ6名派遣した。その結果、県等の要請を受け、内水被害が生じていた11ヵ所に排水ポンプ車を派遣して排水活動を実施した。

また、道路に関しては、熊本県美里町において土砂災害による孤立箇所が複数発生との報に接し、周辺の事務所から「災害現場調査班」延べ14名を出動させ美里町周辺道路の調査を緊急に行った。そこで把握した、のり面崩壊等の被災現場に照明車や衛星通信車、Ku-sat（衛星小型画像伝送装置）を派遣して県の本部に映像を配信するとともに、美里町へ災害情報を提供した。その後、現場調査班は、道路防災ドクターとともに道路の被害状況調査、復旧工法等に関する技術的支援を行った。（道路防災ドクターとは、地域の地形や地質に精通している専門家で、美里町地区では、熊本大学の北園教授にご指導いただいた。）また、調査班とは別に、被災現場近くの美里町役場雇用庁舎にリエゾン延べ9名を派遣、連絡調整にあたった。こうした取組を全国展開し、本年5月、国土交通省全体で発足したのが緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）である。

TEC-FORCEは、大規模自然災害が発生し、又は発生するおそれがある場合におい

て、被災地方公共団体等が行う災害応急対策に対する技術的な支援を円滑かつ迅速に実施することを目的としたものである。本省、国土技術政策総合研究所、国土地理院、地方支分部局、気象庁に設置され、先遣班、現地支援班、情報通信班、高度技術指導班、被災状況調査班、応急対策班、輸送支援班、地理情報支援班、気象・地象情報提供班より構成される。

大規模自然災害が発生したときは、被災地に TEC-FORCE を派遣し、被害状況の調査、被害の拡大防止、早期復旧に関する地方公共団体等の支援を行うことになる。

岩手・宮城内陸地震では、のべ 1499 人の TEC-FORCE を派遣した。

3. 復興過程の情報提供

災害対応においては、各機関の情報を緊密に連携することが必要となるが、非常災害時の限定された環境下では、その総覧性を保つことは難しく、情報共有、管理のための工夫が特に重要です。この点においては、ニューヨーク同時多発テロの際の「緊急 GIS プロジェクト」の成功例が有名である。

我が国でも、被災状況やライフライン復旧情報等を地理情報システム（GIS）を用いて、一元的にWEB上のデジタルマップに集約し、住民やボランティア団体、防災関係機関等の間での情報共有を図る「GIS プロジェクト」が実際に動き始めている。これにより、災害対応、復興活動を支援するとともに、住民の方々に身近な情報を提供することも可能となる。

平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震の場合、「新潟県中越地震復旧・復興 GIS プロジェクト」が立ち上がり、関係機関、企業の枠を超えた協力により、被災状況やライフライン復旧情報などを地理情報システム（GIS）を用いて一元的にデジタルマップ上に集約し、住民やボランティア団体、防災関係機関等の間での情報共有を図ることができた。

<http://chuetsu-gis.nagaoka-id.ac.jp/index.html>

災害情報は、情報提供の前提として、まずは関係機関での共有化を図ることが重要である。そのためには、こうした「情報共有プラットフォーム」を整備することが効果的であるものと考えている。



(新しくなった自然災害資料センターの様子)

西部地区自然災害資料センター運営委員会

委員長

センター長・大学院工学研究院 教授 善 功企

委員

大学院法学研究院	准教授	嶋田暁文
大学院経済学研究院	准教授	北澤 満
大学院理学研究院	教授	金嶋 聡
大学院理学研究院	准教授	守田 治
大学院工学研究院	教授	大塚久哲
大学院工学研究院	准教授	吉田明德
大学院農学研究院	准教授	東 孝寛
大学院農学研究院	准教授	久保田哲也
大学院人間環境学研究院	教授	前田潤滋
生体防御医学研究所	教授	中山敬一
先導物質化学研究所	教授	丸山 厚
大学院システム情報科学研究院	准教授	坂内英夫
大学院比較社会文化研究院	准教授	大野正夫
応用力学研究所	准教授	鳥谷 隆
応用力学研究所	准教授	吉川 裕
芸術工学研究院	教授	白石君男
芸術工学研究院	准教授	吉岡智和

副センター長

大学院工学研究院 准教授 陳 光斉

センター主任

大学院工学研究院 助教 笠間清伸

西部地区自然災害資料センターニュース No. 39 2008年9月 発行

編集 西部地区自然災害資料センター

センター長 大学院工学研究院 教授 善 功企

副センター長 大学院工学研究院 准教授 陳 光斉

主任 大学院工学研究院 助教 笠間清伸

連絡先: 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 2 号館 415 号室

九州大学西部地区自然災害資料センター

編集・事務担当: 折居 良子 TEL:092-802-2546 FAX:092-802-2545

e-mail:ndicwj-a@civil.kyushu-u.ac.jp

副センター長: 陳 光 斉 TEL/FAX : 092-802-3386

e-mail:chen@civil.kyushu-u.ac.jp

ホームページ URL: <http://seibu.ndicwj.kyushu-u.ac.jp>

2008年5月12日中国四川大地震 Ms8.0に関する報告

九州大学工学研究院
陳 光齊

2008年5月12日14時28分中国四川省汶川県 Ms8.0の大地震が発生した。震央位置は 31.015°N、103.365°E で成都市から WNW で約 75km のところである。震源深さは約 14km で非常に浅い。地震断層は長さ約 350km、幅約 40km、北東-南西の走向の逆断層であるが、右ずれの変位もある。

2008年9月4日に行った中国の「国家汶川地震専門家委員会」の記者会見資料によると、この地震による死者数は 69226 人、行方不明者は 17923 人、直接経済損失は 8451 億元（約 13.1 兆円）となった。その中、住宅被害は 27.4%、住宅以外の建物（学校や病院など）被害は 20.4%、ライフライン（道路、橋を含む）被害は 21.9% となっている。

地震による土砂災害が大量発生し、総損失の 1/3 は 2 次災害の土砂災害によるものであると言われている。航空写真などで確認できた崩壊斜面は 7136 個所で、総計 5 万個所以上の斜面崩壊が推定された。その中、市、村に対する脅威がある崩壊斜面や危険斜面は 4000 個所以上と報告された。また、崩壊斜面の土石による大量の堰き止めダムが造られ、大きな川だけでも 34 個の大きな堰き止めダムが確認された。

成都理工大学の黄潤秋教授により斜面崩壊が 5 つの崩壊型に分類された。① Breach Slide Type（深層地すべり型）、② Breach Collapse Type（深層崩壊型）③ Ejection Type（飛び出し崩壊型）④ Skinning Type（表層崩壊型）⑤ Shattering Type（震裂山体）。また、地震断層の上下盤の斜面崩壊への影響や川両側の斜面崩壊の差異によ

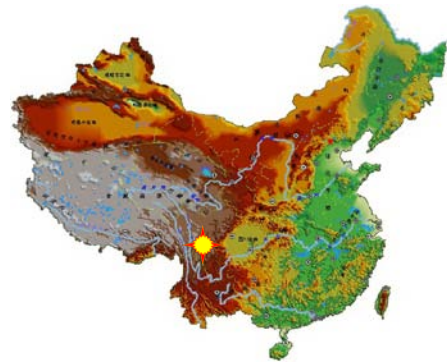


図-1 震源の位置

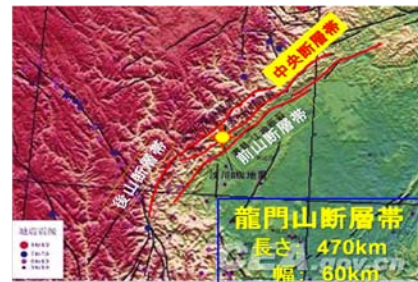


図-2 地震が起こった龍門山断層帯



図-3 震央地の被害状況



図-4 地震による強烈な水平力を受け、放物線のように飛び出す巨大岩塊

って、川による地震動の減衰効果があるとの報告もあった。

2006年鹿児島県北部豪雨災害における被災者の避難行動・意識

九州大学大学院工学研究院
橋本 晴行
西日本電信電話（株）
野末 真史
山口大学人文学部
横田 尚俊

1. はじめに

平成18年7月、梅雨前線の活動により、九州地方では総雨量が多いところで1,200ミリを超え、鹿児島県北部を中心に記録的な大雨となった。川内川では多くの箇所ですべて計画高水位を超え、支川の桶寄川、市山川、羽月川、川間川等では堤防越水により、針持川流域では内水氾濫により広範な浸水被害が発生した。その流域では約35,000世帯82,700人に避難勧告が、約2,700世帯5,900人に避難指示が出された。

本研究は、この水害について、被災者の災害時における避難行動と意識、平常時の防災意識、災害前後の意識変化などについてアンケート調査したものである。

2. 災害概要

川内川上流域においては7月18日から、下流域では20日夜から徐々に雨が降り始め、流域の西ノ野観測所（えびの市）では五日間で年総雨量の約50%にあたる1200mmの雨量を観測した¹⁾。その結果、川

内川流域の鹿児島県薩摩川内市、さつま町、大口市、菱刈町、湧水町、宮崎県えびの市、米ノ津川流域の出水市などにおいて広範な浸水、多くの斜面崩壊が発生した。中でも、大口市では水害により一人が、菱刈町では土砂災害により二人が亡くなった^{2)、3)}。

3. アンケート調査

アンケート調査は川内川流域の大口市、菱刈町、湧水町を対象にし、水害に対する事前・事後の意識、災害当日の避難行動などを調べた。調査対象地域の被害は本川からではなく支川からの氾濫によるものであった。川内川には鶴田ダムがあるが、対象地区はその上流域に位置している。

(1) 調査対象地区

アンケート調査は、災害発生から約5ヶ月後の平成18年12月に大口市の下殿、城下、後村、曾木、諏訪、川西、国ノ十、堂崎地区、菱刈町の本城町、本城麓地区、湧水町の川添地区を対象に行った。調査方法は、各地区の公民会長にアンケート調査用紙を持参し、配布、記入後の回収を依頼し、それを送付してもらう形式で実施した。

(2) 調査内容

アンケートの内容は、日頃からの危機意識や災害に対する備え、過去の水害経験、河川水位や降雨量等の災害情報の受信・伝達、災害時の避難行動、浸水被害状況、水害の教訓および今後の防災体制のあり方等に関する42項目である。また、アンケートは選択式設問と記述式設問から構成した。

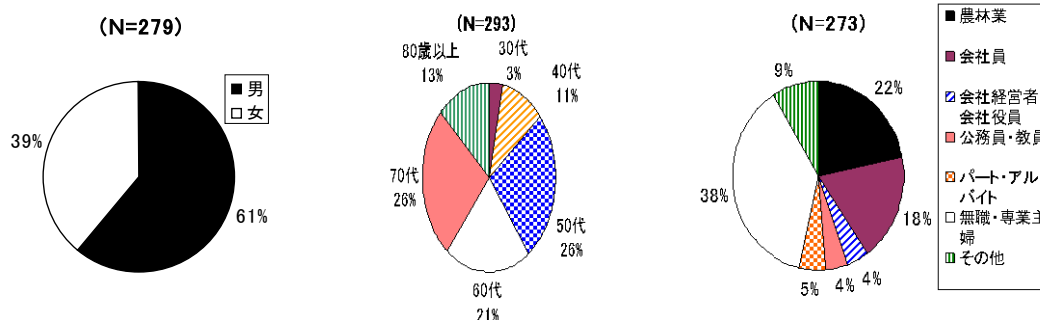


図-1 アンケート回答者の属性

表-1 調査対象地区の特徴

地区名	特徴
下殿地区	氾濫被害の頻発地域、今回は他の地区に比べ被害は少なかった
川西地区	たびたび内水氾濫による被害を受け、今回の災害でも内水氾濫被害が発生した地域
諏訪地区	今回始めて氾濫被害を受けた住家が多く、予想外の出来事によって浸水した地域

(3) 調査結果

アンケートの配布数は459部、回収数は295部、回収率は64.3%であった。図-1に回答者の属性を示す。男性は61%、女性が39%で、70代と50代が26%と最も多く、次いで60代が21%と続き、全体的には50歳以上の割合が8割を超えており、平均年齢の高い構成となっている。また回答者の職業は、38%が無職および専業主婦であり、22%が農林業、18%が会社員であった。

水害時における避難の有無とその意思決定に関する項目について考察を行う。避難行動の意思決定には、コミュニティの結束の強さ、過去の水害経験、当日の被害形態等様々な要因が影響を及ぼすため、地区ごとに避難行動の特性が異なるものと考えられる。そこで本研究では全地区を集計した結果と、地区別に集計した結果とを比較し考察を行う。ここで考察の対象として選んだ3地区の特徴は表-1のとおりである。

まず災害発生以前の意識についての質問であるが(図-2)、全体で、51%の人が「水害が発生するかもしれないと思ったことがある」と答えている。特に、水害頻発地の下殿地区は72%と多くの人水害発生の可能性を感じていた。一方、諏訪地区では水害発生の可能性を感じていた人は23%と比

較的少なかった。

日頃の備えに関して、「自宅において、平素より、浸水を防ぐ準備をしていましたか?」という質問については、90%を超える人が何も準備をしていないと答えている。実際の災害発生時には、一部の地区では土のうや止水版を使って浸水を防いだという人がいたが、全体の90%以上の方は「何もしなかった」と答えており、対策を講じた人はごく少数であった。

次に、「防災訓練の経験はあるか」という質問については(図-3)、一年に一回以上参加という人は全体のわずか一割しかいなかった。下殿地区は他の地区より参加率は高いが、それでも「1年に1回以上必ず参加している」、「2~3年に1回程度参加している」という回答は合わせても27%しかなかった。一方、諏訪地区では「避難訓練(あるいは防災訓練)が地域で実施されていない」という回答が半数に上った。

災害当日浸水被害を受けたかどうかについてであるが(図-4)、全体で45%の人が浸水被害を受けている。中でも諏訪地区は94%もの人が浸水被害を受けている。

水害時の避難率は全体で67%であった。下殿、諏訪地区ではほとんどの人が避難しているが、川西地区では30%以下である(図-5)。

浸水率と避難率の比較では、下殿地区では浸水率に比べ避難率が圧倒的に上回っている。この点でも下殿地区の住民の日頃からの災害への意識の高さが伺える。一方、諏訪地区では浸水し始めてあわてて避難した人が多数に上った。

避難の呼びかけに関しては(図-6)、全体で77%の人が「呼びかけがあった」と回答し、地区別では下殿地区が94%と特に多かった。また避難の呼びかけの発信者は行政機関、知人や近所の人、地区の班長等という回答であった。

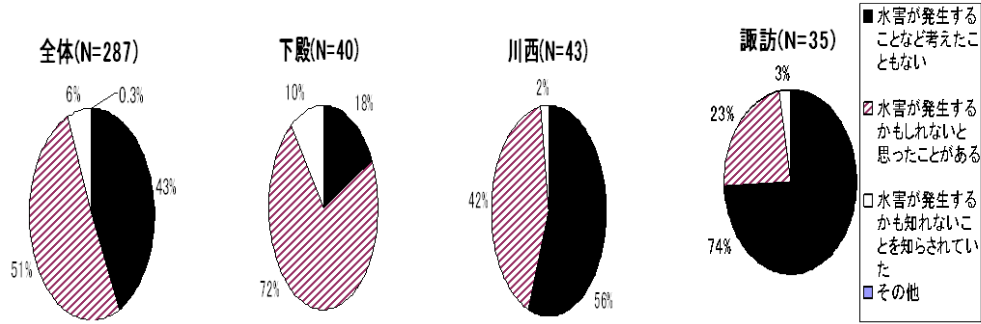
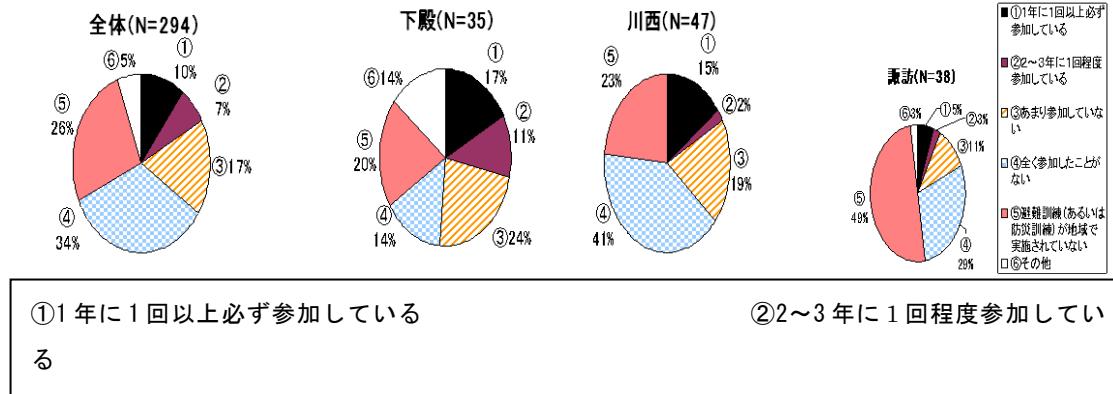


図-2 水害発生の可能性を考えていたか



① 1年に1回以上必ず参加している

② 2～3年に1回程度参加している

図-3 防災訓練の経験

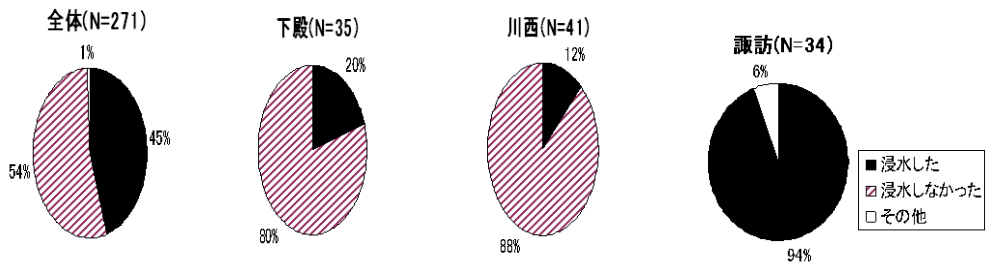


図-4 浸水の有無

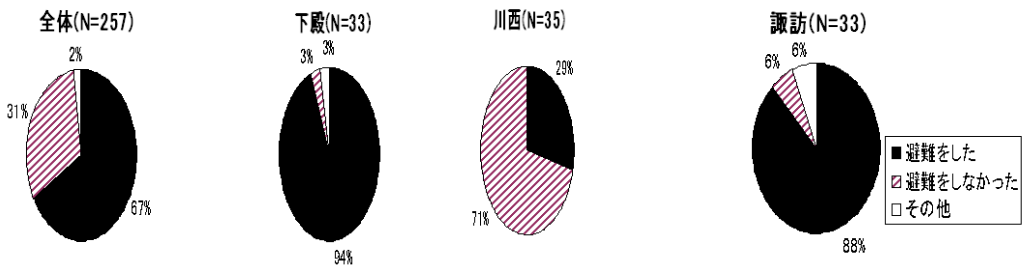


図-5 避難状況

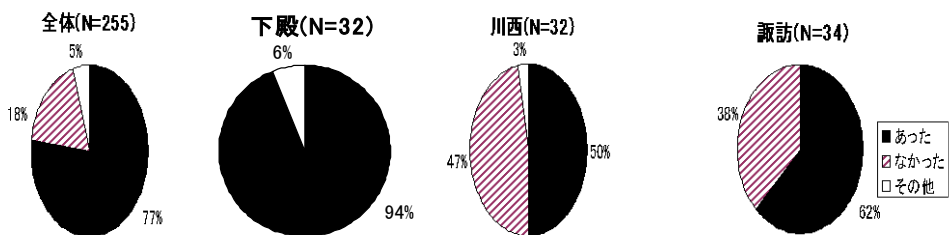


図-6 避難の呼びかけ

今後の行政機関からの避難情報の出し方に関する質問については(図-7)、「当たらないことがあっても避難情報を出してほしい」という回答が全体で85%となり、「確実に避難が必要な場合のみ出してほしい」という回答を圧倒的に上回っていた。また今回の水害で浸水被害を受けた人と、受けていない人を区別した場合でも(図-8)、「当たらないことがあっても避難情報を出してほしい」という回答が浸水の有無に関わらず圧倒的に多かった。

また、「行政機関(市役所、町役場、消防署など)からの避難情報(避難準備情報、避難勧告、避難指示)がなくても、危険な状況が発生すれば自主的に避難しますか?」という質問には73%の人が「はい」と回答している。また自主的に避難する場合の理由としては、河川や周囲の状況を見て、過去の経験と照らし合わせて判断するという回答が多かった。

災害発生時には住民同士の助け合いも必要となってくる。そこで「あなたは、災害

に備えて、地域に自主防災組織(地域の住民が中心になって災害時に活動する組織)をつくることについて、どのようにお考えですか」という問いに対しては、全体で86%、3地区でいずれも80%以上の人が必要であると回答している。「また自主防災組織に期待することは」という問いでは、

「災害時に被害や避難に関する情報を住民に早く知らせること」という回答と、「ひとり暮らしの高齢者や身体の不自由な人が避難するのを助けること」という回答が全体を通じて最も多かった。今回の調査対象地域には地域コミュニティのつながりが比較的強く残っており、自主防災組織は十分に機能するのではないかと考えられる。

最後に、「今回の水害の教訓として、あなたが最も強く感じたことはどのようなことですか」という問いに対して、いくつかの選択肢の中から選んでもらったが、最も多かった回答は「気象台が出す警報や、川や地域の様子等に気をつけて、早めに安全な場所に自主避難すること」であった。

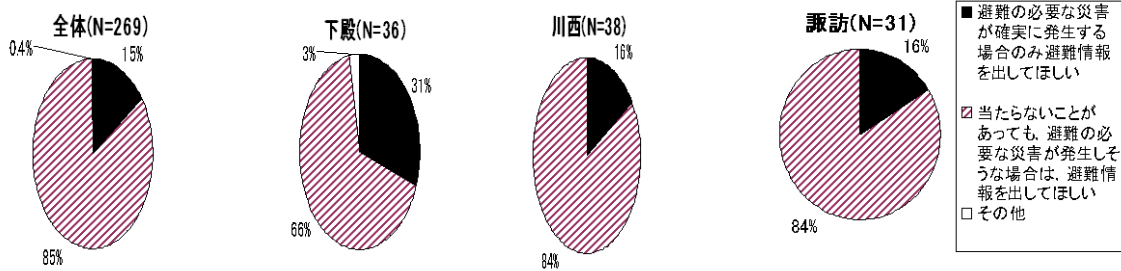


図-7 避難情報の出し方(地区別)

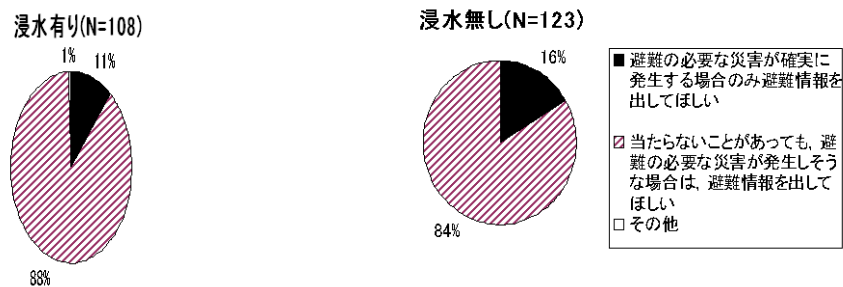


図-8 避難情報の出し方(浸水の有無別)

4. おわりに

本研究は 2006 年鹿児島県北部川内川流域で発生した水害の被災者の災害前後の意識、災害時の行動などについて調査を行った。水害頻発地の下殿地区において災害に対する意識の高さや、地区の特性が避難行動や意識に対して影響を与えていることが明らかになった。

謝辞: 本調査に際しては、大口市、菱刈町、湧水町の各地区公民会長、自治会長を始め多くの住民の方々にはアンケート調査に多大のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：川の防災情報、2006.
- 2) 鹿児島県：平成 18 年 7 月鹿児島県北部豪雨災害に関する情報、平成 18 年 9 月.
- 3) 宮崎県：平成 18 年 7 月 20 日からの大雨による被害状況、平成 18 年 7 月.

最近の防災気象情報の見直し

長崎海洋気象台
加納 裕二

1. はじめに

最近も大きな自然災害が絶えない。今年に入っても、6月14日に震度6強を記録した岩手・宮城内陸地震が発生し、およそ1ヵ月後には岩手県沿岸北部の地震があった。また、7月下旬から8月上旬には不安定な大気状態による敦賀市での突風、金沢市、神戸市、東京都での集中豪雨など、大きな災害があった。こういった自然の猛威から身を守るためには、建造物の耐震化や河川の整備を進めるのはもちろんであるが、それとともに激しい自然現象が発生するときには住民の避難など適切な行動をする必要がある。

このような近年における情報利用の課題および監視・予測技術の向上を踏まえ、気象庁では従前の気象警報や地震・火山情報などの防災気象情報を見直し、行政の避難指示・勧告などの防災活動や各自の避難判断に役立つ情報提供を目指している。こ

の契機になったのは、2004年の水害や台風被害の多発であった。この年は梅雨期の豪雨災害に始まり、10個の台風が次々と上陸した。さらには、新潟県中越地震による新幹線の脱線など大きな災害が発生し、防災活動におけるさまざまな課題が浮き彫りになった。

住民への避難指示・勧告するのは市町村長なので、気象の警報はこの首長の判断に役立つ情報でなければならない。このため現在は、複数の市町村を含む予報区域で警報を発表しているが、平成22年度を目標に市町村単位で警報を発表することを目指している。避難には精神的・経済的に大きな負担感があるため、精度向上を図りつつ、できるだけ発表区域を絞り込んだ警報の発表が必要となる。

防災対応の明確化のため、警報のレベル化や新たな情報提供も行ってきている。たとえば、火山噴火警報や指定河川洪水予報にはレベル化が取り入れられ、土砂災害警戒情報が発表されるようになった。

情報発表から災害が生じるまでの時間が極めて短く、行政対応が間に合わず、現場の個々人に判断をゆだねる情報も発表さ

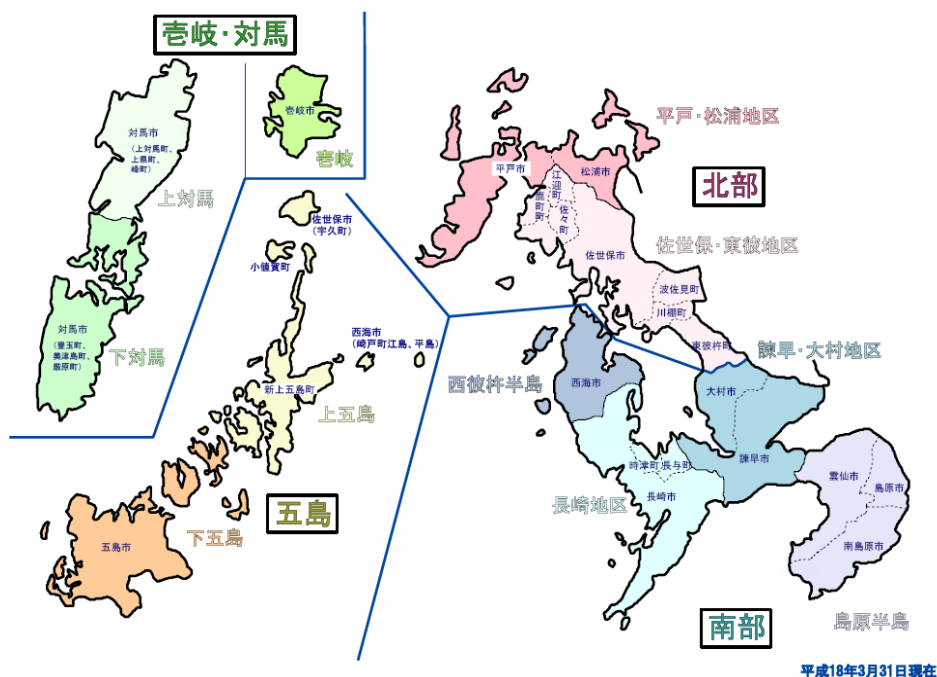


図-1 長崎県の予報区域。囲み文字は一時細分、色のついた区域が二次細分、細線で区分されたところが市と町(村はない)。

れるようになってきている。たとえば、緊急地震速報や 竜巻注意情報などである。

これらについて以下に情報の内容や発表の仕方を示す^{1)~4)}。なお、この小論は主に気象庁や気象台の最近の情報改善の状況を説明するものであるが、個人的な見解も入っていることをお断りしておきたい。

2. 市町村を対象にした警報の発表

市町村長が避難の指示や勧告を行うには、その判断に役立つ詳細で精度の高い情報が必要である。しかし、現状は府県を数区域に分けた一次細分、さらに細かくして市町村を複数含む二次細分で警報の発表を行っている(図-1)。このため、ある二次細分区域に警報が発表されても、市町村長は自らの自治体が対象なのか、隣の町なのか、がすぐには判断できない状況であった。

このような状況を改善するため、平成 22 年から市町村ごとの警報発表を行うことを目指している。そのためのステップとして、大雨・洪水・高潮については、本年 5 月 28

日から警報発表の基準を市町村ごとに設定し、どこかの市町村で基準を越えると予想されるときは、その市町村を含む二次細分区域で警報を発表することとした。

技術的な改善としては、従前 1 時間や 3 時間の短期間の雨量に加え、24 時間の積算雨量を監視していたのであるが、本年 5 月からは、24 時間積算雨量に代えて土壌雨量指数や流域雨量指数といった合理的で高度な技術を実用化し監視に使用している。これは、土壌を 3 層のタンクに模し、さらに河川の流域ごとに雨水の移動を計算して、土砂災害の指標となる土壌中の雨量や洪水の指標となる流域に集まる雨量を指数化したものである。これらの指数は、気象庁本庁のコンピュータが常時計算し各府県担当の気象台に配信し、監視に利用されている。

3. 行政対応を明確にした警報のレベル化

自然の脅威が徐々に高まりつつあるようなときには、行政の側では状況に応じて

表-1 噴火警報の呼び方と噴火警戒レベルや対象範囲など

予報及び警報の名称	対象範囲を付した警報の呼び方	対象範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況
噴火警報	噴火警報(居住地域) ↓(略称) 噴火警報	居住地域及びそれより火口側	レベル5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。
	噴火警報(火口周辺) ↓(略称) 火口周辺警報	火口から居住地域近くまでの広い範囲の火口周辺	レベル4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まってきている)。
		火口から少し離れた所までの火口周辺	レベル3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。
噴火予報	-	火口内等	レベル1 (平常)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。

注意、警戒、避難準備、避難勧告など順次、防災活動のレベルを高めていく。従って、防災情報がこれらの行政側のとる措置とうまく対応していると、判断するための利用価値が飛躍的に高まることが期待できる。

そうでない場合には、情報が出ても具体的な対応に迷うことになり、避難時期を逸してしまうことにもなりかねない。このため、河川や火山の防災情報について昨年からはレベル化が図られ行政対応を明確にした。

(1) 火山の噴火警報のレベル化

火山の噴火災害の防止・軽減のため、噴火予測技術の進展を踏まえ、昨年12月1日から噴火警報の発表を開始した。同時に噴火警戒レベルを導入し行政対応が明確になるようにした(表-1)。これは、火山ごとにその噴火の態様や住民への影響を事前に検討し、噴火の状況と行政対応とを関係づけるようレベルを設定したものである。

技術的には、地震計に加えGPS測位計や傾斜計などによる火山監視技術の高度化や有珠山や三宅島噴火における予知の経験などを踏まえたものである。

(2) 指定河川洪水予報のレベル化

気象台は、気象台単独で発表する洪水警報・注意報に加え、国が管理する一級河川と県が管理する主な河川の中で、河川国道事務所(国土交通省九州地方整備局)や県河川課と共同で、あらかじめ河川を指定して洪水警報・注意報を発表している。このため、気象台と河川国道事務所は、降水・河川水位・流量についての観測や予測のデータを共有して共同作業を行っている。これについても昨年4月から、水位の基準で洪水の危険レベルを定め、洪水予報の標題や市町村・住民に求める行動等の対応を明確にして発表している(表-2)。長崎県の場合は、共同して洪水予報を行っているのは諫早市に河口をもつ一級水系の本明川だけである。

表-2 洪水の危険レベルに対応した洪水予報・警報

水位危険度のレベル	洪水予報の標題 [洪水予報の種類]	水位の名称	市町村・住民に求める行動等
レベル5	はん濫発生情報 [洪水警報]	(はん濫発生)	逃げ遅れた住民の救助等 新たにはん濫が及ぶ区域の住民の避難誘導
レベル4	はん濫危険情報 [洪水警報]	はん濫危険水位	住民の避難完了
レベル3	はん濫警戒情報 [洪水警報]	避難判断水位	市町村は避難勧告等の発令を判断 住民は避難を判断
レベル2	はん濫注意情報 [洪水注意報]	はん濫注意水位	市町村は避難準備情報(要援護者避難情報)発令を判断 住民ははん濫に関する情報に注意 水防団出動
レベル1	(発表なし)	水防団待機水位	水防団待機

4. 緊急性のきわめて高い防災情報

情報発表後、災害が発生するまでの時間がきわめて短く、行政が避難指示・勧告などを行う時間的余裕がなく、各個人や現場での判断と行動にゆだねざるを得ない情報も、最近発表されるようになってきている。

たとえば余裕時間が、数秒からせいぜい数十秒のしかない緊急地震速報や数分から数十分程度の竜巻注意情報がある。きわめて短時間の中での的確な行動をとる必要があるため、情報についての理解、常日頃からの災害への備えや訓練などが必要で、これを怠るとせっかくの情報が有効には活かされないであろう。

(1) 緊急地震速報

地震の震源近くの地震計でp波(速度の大きい縦波)を検知したら、そのデータをすぐさま気象庁本庁のコンピュータに送信す

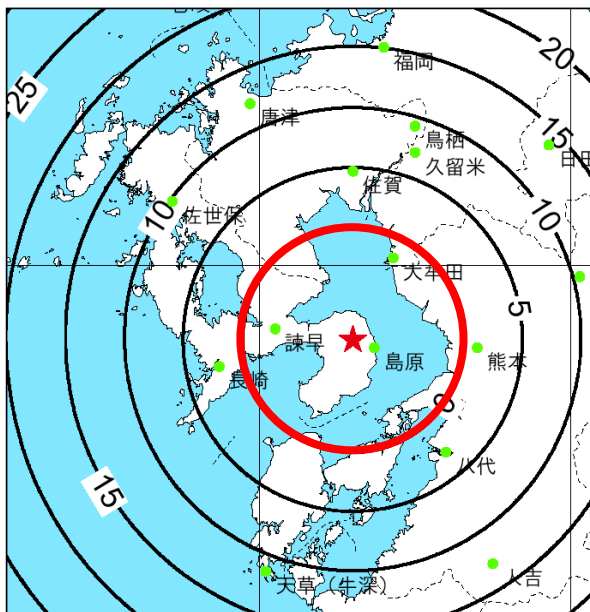


図-2 緊急地震速報の発表から、大きな揺れがくるまでの時間（秒）。震源位置は島原大変（1792）の地震を想定。赤円内では緊急地震速報が間に合わない。

る。素早く震源位置やマグニチュードを解析し、最大の揺れで震度5弱以上が予想されたときには、震度4以上の地域名をすみやかに発表する。鉄道事業者など特定の利用者への提供による試行を経て、昨年10月1日から広く一般の方々にも情報提供が開始された。また、12月の気象業務法の改正により震度5弱以上を予測する緊急地震速報は警報と位置づけられることとなった。

現在の通信や情報処理の技術では、検知してから発表まで5秒程度かかるので震源地に近い所では情報が間に合わないという限界もある（図-2）。すでに、開始から数回発表されたが、予測精度や情報発表の迅速さ、さらには、利用者への周知の点でなお一層の改善の余地がある。

(2) 竜巻注意情報

平成18年9月の宮崎県延岡市や11月の北海道佐呂間町など、最近の竜巻被害の多発を受け、竜巻の予報が強く求められるようになった。また、技術的には各地の気象

レーダーがドップラー化され、降水とともに風について面的で詳細なデータが得られるようになってきた。情報作成・提供の技術開発を進め、その準備が整ったことから、本年3月から竜巻が起りやすい状況になってきたとき、竜巻注意情報を発表することにした。

大気が不安定な状況になりドップラーレーダーなどでメソサイクロンなど竜巻の発生しやすい状況が認められたときに竜巻注意情報を発表する。有効時間はおおむね1時間であり、追加の情報が出されないとき情報は解除となる。

しかしながら、過去資料で調査検討してみたところ、この情報が出てもせいぜい7%しか実際に竜巻は発生していない。従って、この情報が出たからといって、直ちに避難、作業中止や交通規制などを行うのは現実的ではなく、周りの気象状況を確認、急に厚い雲に覆われたり激しい雨が降ってきたりといった変化が認められたときに、実際の対応するのが適切と考えられる。

5. おわりに

以上のように、気象庁や気象台では避難など行政や各自が具体的に行動する際に役立つように防災気象情報や地震・火山情報を改善してきているが、未だ、情報の精度や提供の仕方に課題が多く残されている。技術的な高度化とともに利用者の声を聞きながら、情報の地道な改善に努め、少しでも自然災害の防止・軽減を図っていきたい。

参考文献

- 1) 気象庁(2008)：「気象業務はいま 2008」
- 2) 気象庁(2007)：「気象業務はいま 2007」
- 3) 福岡管区気象台(2008)：「防災気象情報ハンドブック 2008」
- 4) 気象庁ホームページ：「報道参考資料」および「解説資料」

giSight を用いた土砂災害危険度 マップの表示システム

崇城大学 工学部
森山 聡之
(有) シェスタクラブ
中山 比佐雄
NPO法人楽しいモグラクラブ
今 匡太郎
NPO法人防災ネット研究所
平野 宗夫
鹿児島工業高等専門学校 土木工学科
足田 誠

1. 概要

筆者らは2003年7月に発生した熊本県の水俣土石流以来、土砂災害に対応した次世代型防災情報システムを構築してきた¹⁾。2005年の9月5日に九州地方を通過した台風14号(以下T0514)による豪雨を水俣や垂水における土砂災害危険度マップとして作成するとともに、2006年7月豪雨の川内川流域をはじめ阿久根出水水俣地区の土砂災害危険度マップを作成して来た。今回、地域SNSであるgiSightを開発し、これに土砂災害危険度マップを組み込んだ防災情報システムを開発したので報告する。図-1に全体構成図を示す。

2. 地域SNSによる防災情報の共有化

(1) 防災情報の質の担保

掲示板型情報共有システムは、だれでも匿名で書き込めるため、情報の信頼性が問題になっている。これに対し、ソーシャルネットワークサービス(Social Network Service; 以下SNS)のユーザは紹介による登録制であるため、情報の信頼性はユーザの友人関係(人脈)を調べることにより担保される。

SNSを地域に提供し、常時その地域においてコミュニケーションが行われるように

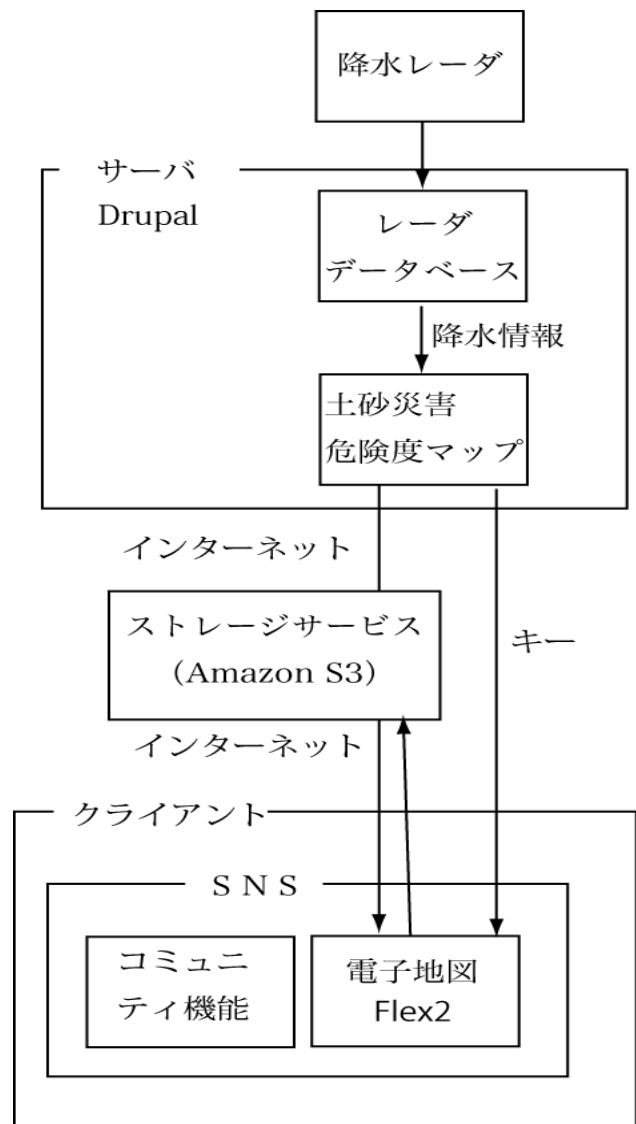


図-1 全体構成図

なれば、災害時の情報共有がスムーズに行われ、地域防災に寄与することが期待できる。

(2) ログインシステム

SNSを利用するには、通常認証が必要である。また、地域の情報を発信する場合は、個人情報も含まれる可能性も有り、不用意にSNSのユーザ以外には公開したくない情報も少なくないと考えられる。コミュニティの内部だからこそ知らせることが可能な情報も存在しうる。

このため、ログインして認証を受けるシステムは必須である。しかし、そうすると、残念ながらGoogle Mapのような公開の場で

のみの利用を許諾するシステムはgiSightでは採用できない。

(3) SNS機能の組み込み

基本的なコンテンツ管理システム(CMS)として、オープンソースで開発が進められているDrupalを採用することにした。Drupalの機能拡張モジュールのうち、Invite, User Realtionship, MySiteなどのモジュールを用いると、SNSにおけるユーザ間の関連を表示したり、ユーザを招待したりすることが可能になる。また、Organic Groups関連のモジュールを用いると、コミュニティ機能を充実させることが可能である。図-2にユーザの関連を示す画面を示す。

アバターを公開しているユーザは、左側に「お友達」一覧として表示されている。なおアバター(Avatar)というのは、ネット上の自分の分身を意味する。

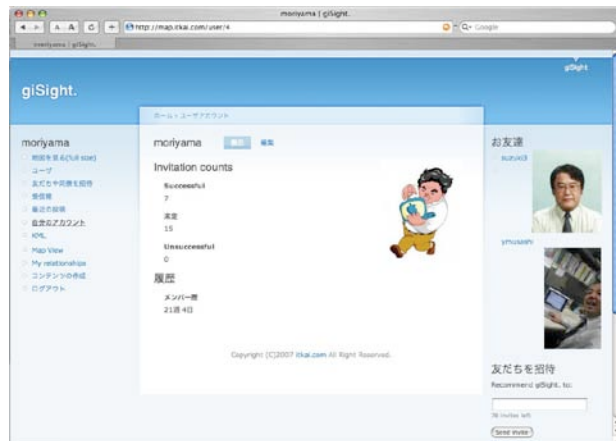


図-2 アバターによる友人リストの例

3. レーダデータベース

(1) レーダデータの受信

レーダデータの受信は国土交通省九州地方整備局(以下九地整)と崇城大学に光ファイバー回線であるBフレッツ回線を設置し、セキュリティが高いフレッツグループというVPNを介して接続している。この回

線はインターネットを介さず、NTT西日本のフレッツ網で直結されているため、ftpの実測で70Mbpsと高速であるが、実際に必要な帯域は64kbps程度で十分である。

九地整から送られてくるデータは九州地方を中心に、国土地理院の1次メッシュで95個分であり、1つのデータは約1km四方の3次メッシュに対応した降雨強度で5分毎に配信されている。このデータは地上雨量計でキャリブレーション済みのものである。

配信されたデータは、レーダデータ受信サーバでXMLに変換後、gzip圧縮してファイルに保存している。この受信プログラムはJava言語で記述した。

(2) レーダデータのデータベース化

レーダデータ受信サーバでXMLで保存されたデータは、さらに、受信サーバからイントラネットを介してXMLデータベースに保存される。データベース(以下DB)に保存せず、土砂災害危険度を逐次計算することも可能である。将来の高負荷時に分散処理を可能とするため、DBに保存して計算することにした。ここで採用したXMLデータベース(以下XML DB)は柔軟性が高いが、高速処理に不向きなのが問題である。今回は、オープンソースのeXistをXML DBとして採用したが、5分毎のデータをデータの重複が無いが、検索してから保存する動作を行うのに、5分以上かかった。このため、標準では全てのデータに対して作成される索引を、時間や無降雨フラグに限定して作成する等の調整を行い、所定時間内に格納可能になった。データ量が増えてくると検索に時間がかかってしまうため、リアルタイム表示に不要な3日以上経過したデータは、データベース上からは逐次消去するなどの対策をとっている。

4. 土砂災害危険度マップ

土砂災害危険度マップは、従来の研究²⁾において、斜面A層に特性曲線法を適用し、表面流発生を土石流の発生条件とすると、土石流の発生限界降雨 r_T は、

$$r_T = \frac{1}{T} \int_0^T r dt \geq \frac{Dk}{\ell} \tan \theta \quad (1)$$

となる。

ここに、 D は斜面の厚さ、 r は降雨強度、 k は透水係数、 θ は斜面の傾斜角、 T は斜面を流下する時の到達時間である。

この斜面要素確率分布モデルを用い、到達時間内の累加雨量の最大値から土砂災害の発生の上下限および土石流の発生の上下限を表示する土砂災害危険度マップを開発した。

2005年の9月5日に九州地方を通過した台風14号（以下T0514）は、鹿児島県と宮崎県に多くの被害をもたらした。台風時にはこのシステムは本稼働状態ではなかったが、レーダ雨量データは蓄積されていたので、このデータを用いてT0514の豪雨により引き起こされた土石流の発生予測に有効であったかどうか検証を行った³⁾。さらに、平成18年7月豪雨（2006年）では水俣・阿久根・出水地区で同様の検証を行った⁴⁾。今回は平成18年7月豪雨の土砂災害危険度マップ⁴⁾をXMLに変換して利用した。

5. 地理情報システム

(1) 概要

地理情報システム（Geographic Information system：以下GIS）は、プロ用の専用ソフトとしては各種のものが存在するが、一般には、Google Mapが良く利用されている。しかしGoogle Mapは公開されているWebサイトでしか利用を許諾されてい

ない。これによりSNSのように、ログインして利用することは出来ない。一方、英語版Yahoo! Mapsであれば、非商用なら自由に使えるとされている。しかし、英語版Yahoo! Mapsの日本における地図および衛星画像は極端に解像度が悪い。レーダの1kmメッシュ程度なら利用可能であるが、地域の防災マップとしては解像度が不足する。

そこで、GISに用いる電子地図は、数10cm/pixelの精度の高解像度航空写真を用いて電子地図を作製し、住民に地域の状況を正確に把握して貰う事を試みることにした。

(2) 巨大ストレージサービスAmazon S3

Amazon Simple Storage Service(以下Amazon S3)は、インターネット書店で有名なAmazon.comが運営する巨大データストレージサービスである。サービスの価格は全て従量制であり、月ごとにクレジットカードで清算される。保存料は、月\$0.18/GB、データの受信は\$0.10/GB、データの送信は10TBまで\$0.18/GBであり、国内の同様なストレージサービスよりもはるかに安価で、なおかつ多数のサーバを並列動作させている為、安定で冗長性が高い。仮に日本国内でどこかに大きな災害が発生してもまずは影響を受けないと考えられる。

(3) Amazon S3を利用した土砂災害危険度マップの保存とキーの伝達

土砂災害危険度マップは、eXistから抽出した5分間雨量データを到達時間分遡って累加計算している。この累加雨量は1次メッシュごとにXMLファイルでサーバに格納することが可能であるが、ここでは、これをgzip形式に圧縮して、キー付きかつ期限付きで順次AmazonS3に保存している。キーは、非同期のXML-RPCライブラリを用い、なおかつSSLを用いて暗号化して、後述のSNSサーバ（Drupal)に伝達している。

(4) ModestMaps

Yahoo! Maps や Live Earth あるいは高精度の航空写真の電子地図を Flex2 を用いて表示するために、ModestMaps を採用した。ModestMaps は Flex/Flash 用のコンポーネントライブラリであり、各地図サービスの API を介さず、またサーバも介さずに直接地図の小片 (Map-Chip) を格納したファイルをクライアント側にダウンロードし表示することが可能である。そこで ModestMaps を Flex2 に組み込んで表示を行なう GIS を開発した。図-3 に Yahoo! Maps 英語版の地図を表示した画面を示す。この GIS を基本とした情報システム全体を giSight と称する事にした。

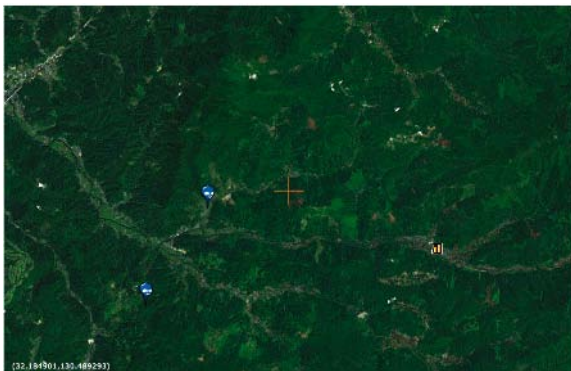


図-3 Yahoo! Maps英語版の表示 (水俣山間部) マーカを設置している

この機能を利用して任意の Map-Chip を格納したファイルも、ファイルの命名法則に従ってダウンロードすることが可能である。熊本県や鹿児島県より入手した高解像度航空写真も表示可能であり、これも giSight に組み込んだ。これらの高解像度航空写真による電子地図は AmazonS3 に保存して利用することにした。図-4 に水俣市全体の高解像度航空写真を、図-5 に 2003 年 7 月 23 日に土石流が発生した現場に建設されている砂防ダムの高解像度航空写真を示す。図-4 の上部には、たまたまキャッ

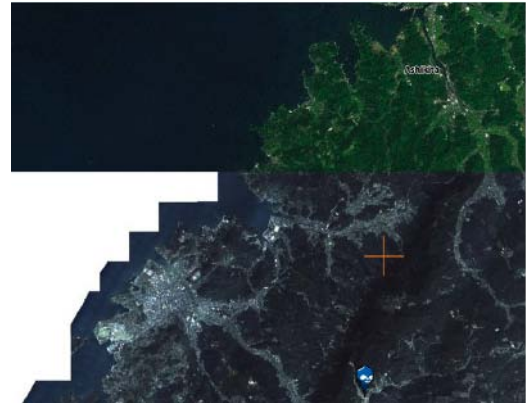


図-4 高解像度航空写真の表示 (水俣) (白い部分は、海のため航空写真が提供されていない部分)



図-5 高解像度航空写真の表示 (水俣宝河内)

シュに残った Yahoo!Map の画像が表示されているが、これとほぼ継ぎ目無しに表示されていることがわかる。

(5) マーカの表示

ModestMaps 自体にはマーカの表示機能はない。そこで、giSight のバックエンドサーバとして Drupal を採用し、Drupal の基本的な情報単位である node に 3 種類のマーカである「まちなみ」「ライン」「ポリゴン」のデータを格納し、これを Drupal の AMFPHP モジュールを介して、Flex で地図の上に表示させることにした。

図-6 に Drupal 内での giSight による表示の状況を、図-7 にマーカの利用例とポップアップによるマーカの説明例を示す。

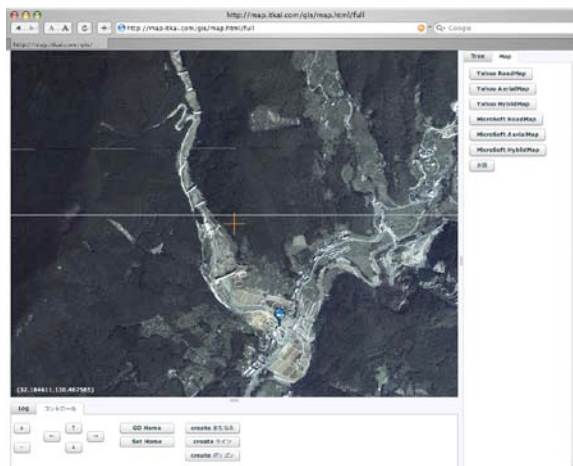


図-6 Drupalを用いたgiSightの表示およびコントロールの状況



図-7 マーカの利用例

さらに、DrupalのWebコンテンツ管理システム(Content Management System ; CMS)機能を利用して、Drupalからマーカの管理をすることにした。マーカはコントロールパネルの「まちなみ」「ライン」「ポリゴン」を押すことで、十字カーソルの位置にダイレクトに作成することが可能であり、この場合、緯度経度の入力はいらない。

(6) 土砂災害危険度マップの表示

土砂災害危険度マップは、Amazon S3に5分間ごとに格納され、そのファイル名とキー名がXML-RPCを介してDrupalに通知される。Drupalは、Flex2にこのファイル名とキー名を知らせることで、各クライアントが航空写真と同じようにXMLに変換されたデータファイルを、Amazon S3からダウ

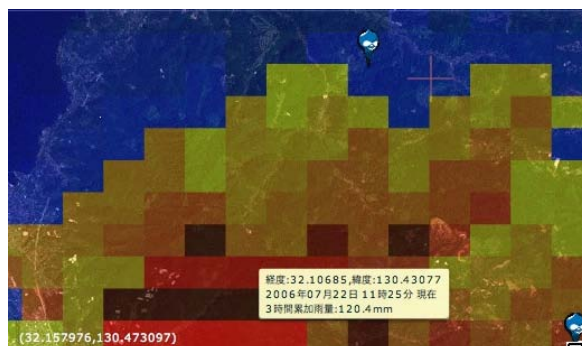


図-8 土砂災害危険度マップの表示例(表示を拡大、平成18年7月豪雨、水俣市)1つのメッシュが1.1kmX0.9kmのメッシュに相当する

ンロードする。図-8に土砂災害危険度マップを表示した例を示す。高解像度航空写真の上に土砂災害危険度マップが表示され、マウスが静止した3次メッシュに該当する緯度・経度・日付と時間・到達時間・到達時間内の累加雨量が、ポップアップで表示されている。

5. 結論

本研究では、住民が日頃から使える地域情報共有システムに土砂災害危険度マップを表示することができた。今後は実際に水俣の住民に利用して頂いてさらに改良をすすめる予定である。

謝辞:本研究は文部科学省科学研究費基盤研究(B)「ITを利用した防災情報システムの構築に関する研究」(平成16~17年度)「降水レーダを用いた次世代土砂災害予警報システムの構築とその応用」(平成18~20年度)の補助および、河川整備基金「土砂災害被害低減のための防災情報システムの実用化研究」の助成を受けた。国土交通省九州地方整備局の河川管理課長川崎正彦氏、前洪水予報係長原和久氏(現川辺川第2砂防工事事務所長)ならびに電気通信課内田康之

前係長（現菊池川河川工事事務所専門職）にはレーダデータ取得に関しご尽力いただいた。また河川情報センター光武富雄氏（現東京建設コンサルタント九州支店）にもご協力いただいた。レーダデータの受信にあたっては（株）東芝九州支社村野隆氏には多くのご示唆を頂いた。また、水俣深川の雨量は、熊本県雨量・気象情報サービス（<http://www.pref.kumamoto.jp/existence/kishou/tenkou.htm>）より入手した。地図は国土地理院の国土数値情報日本座標系2500標高データを使用した。高解像度航空写真は熊本県より借用した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 森山聡之・疋田誠：水俣における防災無線ネットの構築、第60回土木学会全国大会講演概要集、CD-ROM版、2005.
- 2) 平野宗夫・疋田誠・森山聡之：活火山流域における土石流の発生限界と流出規模の予測、第30回水理講演会論文集、181-186、1986.
- 3) 森山聡之、疋田誠：降水レーダを用いたリアルタイム土石流危険度マップ、第3回土砂災害に関するシンポジウム論文集、2006.
- 4) 森山聡之、田中健路、北村良介、杉尾哲：降水レーダから観測した平成18年7月豪雨、河川災害シンポジウム予稿集、2007.

高齢化・過疎化が進む地域での 避難行動と災害情報の伝達

宮崎大学工学部
村上 啓介

1. はじめに

毎年のように各地で発生する災害犠牲者の多くは、高齢者をはじめとする災害弱者で占められる。2004年7月の新潟・福島豪雨では、死亡者の85%以上が65歳以上の高齢者であった¹⁾。また、2005年9月の台風14号でも、死亡者の70%以上が60歳以上であった²⁾。

災害弱者対策の議論は、避難計画の策定から被災直後の避難生活支援や生活再建まで幅広い。これまでも様々な対策が講じられてはきたが、高齢者をはじめとする災害弱者が犠牲者の多くを占める実態は、依然として変わらない。

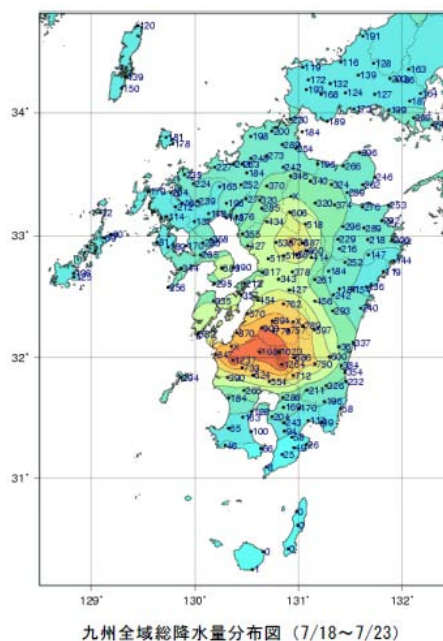
河川災害は、自然災害の中でも被害の進展が比較的緩やかで、住民の避難が安全に実施されれば人的被害は回避できる。そのためには適切な避難計画の策定が鍵となる。特に、高齢者をはじめとする災害弱者の避難行動や災害情報の伝達の実態調査を積み重ね、避難計画の策定に反映させることが重要となる。

ここでは、2006年7月に南九州を中心に発生した豪雨によって、床上浸水159棟、床下浸水207棟の被害が発生した宮崎県えびの市で実施した災害調査から、高齢化・過疎化が進む地域での住民の避難行動と災害情報の伝達の実態について考察する。

2. 災害時の状況とアンケート調査の概要

(1) 降雨状況と河川水位の変化

2006年7月18日から23日にかけて、川内川流域を含む南九州で1000mmを越える



九州全域総降水量分布図 (7/18~7/23)
図-1 7月18日から7月23日にかけての総降水量分布図³⁾

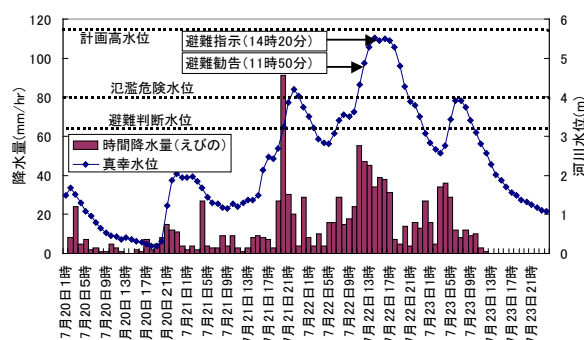


図-2 宮崎県えびの(アメダス観測地点)における時間降水量の変化と川内川真幸(国土交通省)における河川水位の変化

激しい雨を記録した(図-1)。宮崎県えびの市では、19日の夕刻からやや強い雨が降り始め、20日の夜まで強い雨が断続的に降り続いた。更に、21日から雨脚は徐々に強まり、同日20時に観測歴代3位の92mm/hrの降雨を記録した(図-2)。その後、雨脚は一旦弱まるが、22日未明から徐々に強まり始め、午前11時には51mm/hrに達し、同日午後17時まで30mm/hrを超える激しい雨が継続した。

えびの市中心に近い川内川真幸観測所(国土交通省)での水位変化を図-2に示す。

図中の破線で示した避難判断水位と氾濫危険水位は、2005年9月の台風14号災害で新たに見直された基準である。

えびの市中心を流れる川内川の水位は、降雨に応じて変動しながら上昇した。水位は21日15時から徐々に上がり始め、22時に氾濫危険水位を超える4.21mに達した。その後、水位は一旦下がるが、22日5時から再度上がり始め、22日14時に最高水位5.52mを記録した。

このような状況の中で、えびの市は22日11時50分に京町、東内堅、水流の3地区に避難勧告を発令した。その後の14時20分には、京町、東内堅、水流、柳水流、上向江、亀沢の6地区に避難指示を発令している(図-2)。床上浸水被害が集中したのは京町地区、東内堅地区、水流地区で、川内川の水位上昇に伴う支川への逆流と内水氾濫がその要因と考えられる。

(2) アンケート調査の概要

アンケート調査は、避難指示が発令された京町、東内堅、水流、柳水流、上向江、亀沢の6地区で実施した。各地区の概略の位置を図-3に示す。川内川を挟む京町地区、東内堅地区、水流地区で床上浸水被害が集中した。また、上向江地区、亀沢地区、柳水流地区では、主に床下浸水被害が発生した。

アンケート調査の内容は、回答者の属性、被害の程度、過去の被災経験、避難情報の認知、避難行動、日頃の防災意識に関する37項目である。アンケート調査は、各地区の区長にアンケート用紙の配布と回収を依頼する方法で実施した。各地区の配布・回収の実績を表-1に示す。

3. アンケート調査の結果について

(1) アンケート回答者の属性

えびの市の高齢化率は34%(2007年10月1日現在)で、宮崎県平均24.7%を約10



図-3 アンケート調査実施地区

表-1 アンケートの回収率

地区名	水流	柳水流	東内堅	上向江	亀沢	京町	合計
世帯数	143	51	85	123	53	407	862
回収数	95	40	72	50	39	209	505
回収率	66.4	78.4	84.7	40.7	73.6	51.4	58.6

ポイント上回り、県内では串間市に次いで高齢化率が高い市である。2000年以降の人口の減少率は約11%(宮崎県全体で約3%の減少)で、この減少傾向は最も人口が多かった1950年ごろから続いている。

回答者の属性のうち、年齢、居住年数、世帯同居人数の回答分布を図-4に示す。高齢者の定義は65歳以上とされるが、今回のアンケート調査では、回答者の年齢を60歳以上と60歳未満に分け、60歳以上を“高齢の回答者”と位置づけた。

回答者の年齢分布では、70歳代の回答者が全体の26%と最も多く、60歳以上の割合は63%であった。居住年数は高齢になるほど長くなり、60歳以上の回答者のうち20年以上居住している割合は67%、31年以上居住している割合は47%であった。

世帯同居人数については、一人暮らしの世帯割合は、60歳代で20%、70歳代で29%、80歳代で57%と急激に高くなる。また、二

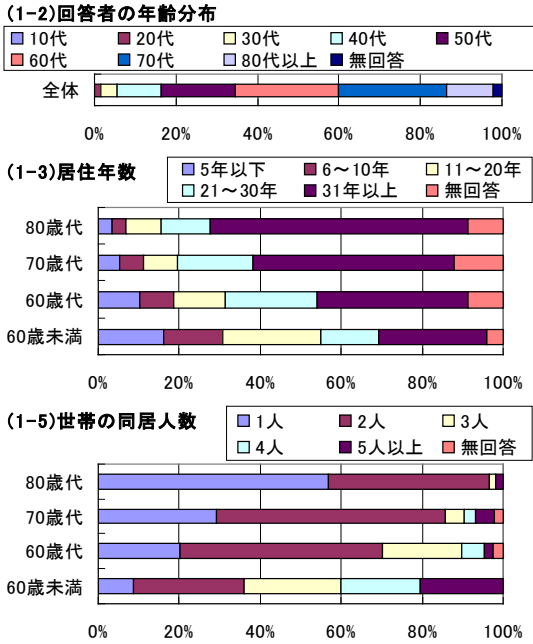


図-4 回答者の属性の特徴

人以下の少人数世帯の割合も高齢になるほど高くなる。

居住年数が長い高齢の一人暮らしや二人暮らしの住民が多くを占める特徴が回答者の属性には見られ、高齢化が進む典型的な過疎地域であることが伺える。なお、60歳未満の回答者であっても、その38%の世帯で65歳以上の高齢者が同居していると回答している。

(2) 災害時の避難行動

今回の豪雨災害で「避難した」と回答した人の割合は40%であった。図-5に避難の有無と避難開始のタイミングの回答結果を年代層別に示す。避難指示の発令前に避難した人の割合は年代層によらず10%前後で、避難指示の発令後に避難をした人の割合の方が高い。

図-6は、自宅が床下浸水以上の被害を受けた回答者が避難行動を選択した理由を示したものである。自宅が浸水し始めたことをきっかけに避難を開始した割合が各年代層で高く、高齢になるほどその割合は高くなる。また、消防団や近隣住民から直接の

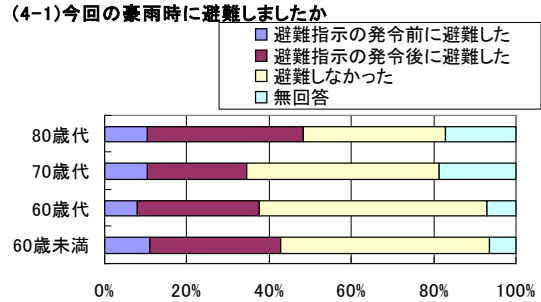


図-5 避難開始の有無とタイミング

(4-5) 避難を開始した主な理由をお聞かせください

(被災を受けた回答者)

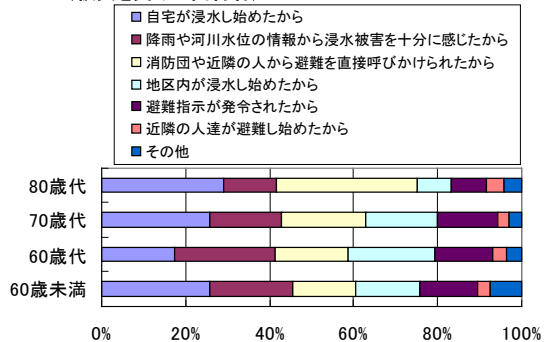


図-6 被災した回答者が避難を開始した理由について

(4-3) どこに避難しましたか

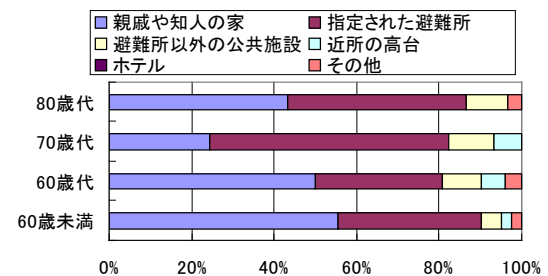


図-7 災害時に避難した場所

呼びかけによって避難を開始した人の割合も、高齢になるほど高くなる傾向にある。特に、80歳代では「周囲からの直接の呼びかけ」が33%と最も高く、避難開始の強い動機付けになっている。

一方で、降雨や河川水位の状況から危険を感じて避難行動を選択した人の割合は、年齢と伴に低くなる傾向にある。一人暮らしや二人暮らしが多数を占める高齢世帯ほど、自己防衛として早めの避難が望まれるが、高齢世帯であっても、ぎりぎりまで避難開

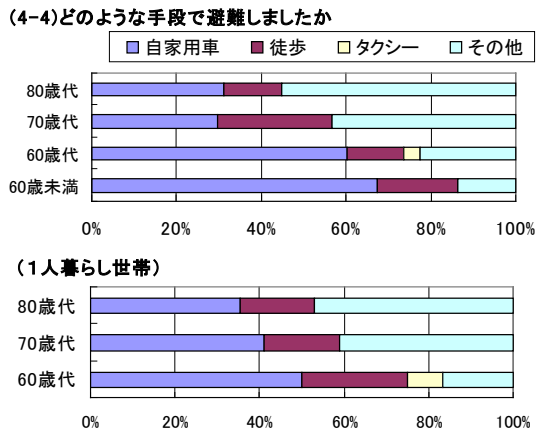


図-8 災害時の避難手段について

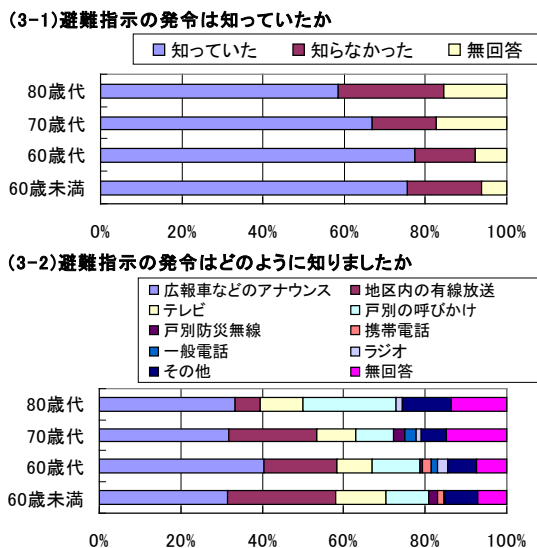


図-9 避難指示情報の認知と情報の入手の手段について

始の判断がつかない実態が伺われる。

住民が避難の必要性を判断するためには、時々刻々の河川状況の把握が重要な一要素となる。また、避難情報が適切なタイミングで発令され確実に伝わることも重要である。これについては(3)以降で述べる。

今回の災害時に避難した場所の回答結果を図-7に示す。70歳代を除けば、親戚や知人の家に避難した人の割合が最も高い。当時、えびの市は市内数箇所指定避難所を開設した。しかし、避難所自体が浸水の危険性が高まったことや、浸水域を横切らな

いと指定避難所へ行けない地区もあった。

また、親戚や知人の家以外にも、地区内の公民館（避難所以外の公共施設）に一時的に避難したとの回答も複数見られた。広い地域をカバーする広域避難所の設置は、その管理・運用面から効率的ではある。ただし、集落が点在する過疎地域では、高齢者の避難のタイミングが遅れると浸水域の拡大によって指定避難所に徒歩で到達できない状況になる。

図-8は、避難手段の回答分布を示したものである。災害時には徒歩での避難が前提とされる一方で、避難手段として自家用車が高い割合で使われる実態がある⁴⁾。今回の調査でも同様の実態が確認された。特に、高齢な世帯であっても、70歳代で30%、80歳代で31%の割合で自家用車を避難の手段として選択している。

比較として、一人暮らし世帯の避難手段を図の下段に示している。70歳代の一人暮らし世帯で41%、80歳代では35%が自家用車で避難をしており、この割合は複数人同居世帯よりも高い。

高齢であっても自家用車で避難する理由としては、地方では自家用車が日常の移動手段となっていることや、高価な家財の一つであること、また、指定避難所まで徒歩では行けない等の理由が推察される。

一方で、高齢になるほど「その他」の回答割合が高くなる。「その他」の回答には“役所の車”、“役所が手配したバス”、“知人（親戚）の車”等の記述が多い。このことは、高齢になるほど災害時に避難するための移動手段を自ら確保することが難しくなっていることを示唆している。

徒歩での避難が困難な高齢者や、避難が遅れてしまった高齢者は、行政や近隣住民が移動手段を提供しない限り避難所に辿りつくことはできない。行政が避難困難者の全てを把握して対応する取り組みも始めら

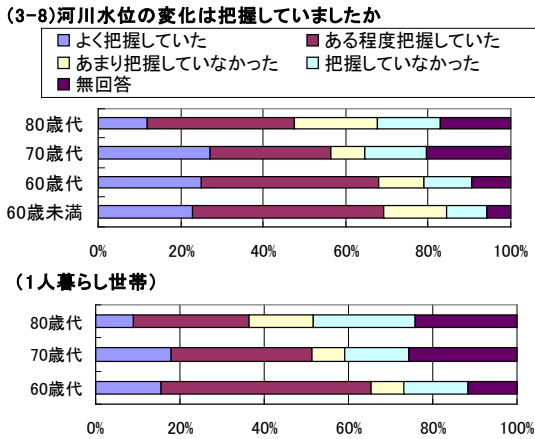


図-10 河川水位の把握状況

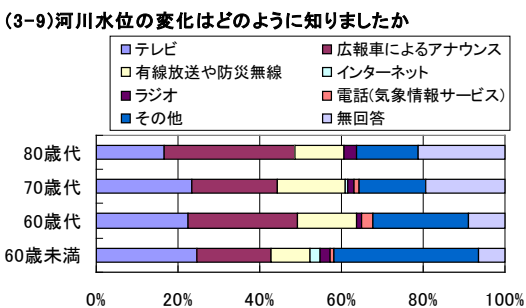


図-11 河川水位情報の入手について

れてはいるが、個人情報保護等の問題から運用が難しい現状がある。

(3) 避難情報の伝達について

氾濫危険水位を超えた 22 日 11 時 50 分に避難勧告が発令され、計画高水位 5.75m に 23cm まで迫る最高水位を記録した直後の 14 時 20 分に避難指示が発令された。

図-9 は、避難指示の発令の認知と、その情報入手の手段について示したものである。60 歳代では、その 77% が「避難指示の発令を知っていた」と回答している。ただし、発令を認知していた割合は、高齢になるほど低下するとともに、発令を知らなかったと回答する割合は年齢とともに高くなる傾向がある。

図の下段には、避難指示情報の主な入手手段を示している。テレビ・ラジオのから情報を入手した割合は極めて少なく、広報車のアナウンスと地区内の屋外有線放送が主要な情報伝達手段となっている。また、

80 歳代では、地区内の有線放送の割合が低くなるのに対して、戸別の呼びかけによって避難指示の発令を知った割合が特徴的に高くなっている。

広報車のアナウンスや地区内の有線放送による伝達については、「有線放送の音声聞き取れない」、「豪雨時には広報車のアナウンスが聞こえない」等、音声内容を認識する上での問題点を指摘する記述が多く見られた。同様の指摘は、これまでの災害調査でも度々報告されてきた課題である。

(4) 河川水位情報の認知について

図-10 は、住民が今回の豪雨時に河川水位の変化をどの程度把握していたのかを示したものである。「よく把握していた」と回答した割合は、60 歳代が 25%、70 歳代が 27% で、80 歳代では 12% であった。また、図の下段に示した一人暮らし世帯の回答割合は、60 歳代が 15%、70 歳代が 18%、80 歳代では 9% で、複数人同居世帯に比べて更になくなる。

河川水位の情報は、住民が災害発生の危険性を認識して避難開始を判断する基準として極めて重要である。今回の豪雨では、川内川の水位は計画高水位に迫る 5.52m まで増水したが、そのような状況を十分に把握していた住民の割合は相当に低かったと言える。

このことは、河川水位情報の入手の手段と関係していると思われる。図-11 は、豪雨時の河川水位の状況をどのような手段で入手していたのかについて示したものである。60 歳未満や 60 歳代では、「その他」の回答割合が高く、「自分で河川の様子を確認した」等の記述が多く見られた。増水する河川の様子を見に行く行動は危険であるが、メディアや行政から提供される河川情報は乏しいことから、能動的な情報収集によって時々刻々の河川状況を把握していた様子が伺える。

一方、高齢の回答者になると、広報車や地区内の屋外有線放送等から河川水位の情報を入手していた割合が高くなる。広報車のアナウンスや有線放送は、音声内容を認識する上での問題点がしばしば指摘される。また、時々刻々変化する河川の状況を伝達する手段として、情報量と迅速性に欠ける面もある。最近では、河川の状況がリアルタイムの映像で確認できるようになりつつある。ただし、その提供はインターネットに限られ、現時点では高齢者が容易に利用できる状況にはない。既存の情報伝達の問題点を補う手段として、高齢者であっても河川の状況がリアルタイムの映像で確認できる情報伝達の改善が強く望まれる。

4. まとめ

川内川の水位は、今回の豪雨で計画高水位に迫るところまで増水した。一人暮らしや二人暮らしが多数を占める高齢世帯ほど、自己防衛として早めの避難が望まれる状況であったが、高齢世帯であっても、ぎりぎりまで避難開始の判断がつかない実態が伺われた。

住民が避難の必要性を判断するためには、時々刻々変化する河川水位の把握が重要となる。しかしながら、水位変化を十分に把握していた住民の割合は相当に低かった。特に、一人暮らしの高齢者の把握割合が低い。

河川水位が十分に把握されていなかった要因の一つとして、情報入手の手段が挙げられる。住民は、主に広報車のアナウンスや地区内の有線放送から河川の水位情報を入手していた。これらの手段は、時々刻々変化する河川の状況を伝える手段としては、情報量と迅速性の観点から限界がある。また、音声内容を認識する上での問題点もしばしば指摘されてきた。最近では、河川の

状況がリアルタイムの映像で確認できるようになりつつある。既存の情報伝達の問題点を補う手段として、高齢者であっても河川の状況がリアルタイムの映像で確認できる情報伝達の改善が強く望まれる。

集落が点在する過疎地域では、高齢者の避難のタイミングが遅れると、浸水域の拡大によって指定避難所に徒歩で到達できない状況がある。また、高齢になるほど避難するための移動手段を自ら確保することが難しくなる。高齢者にとって、避難行動は心身ともに負担は大きい。高齢者が日頃から徒歩圏内で利用している（あるいは利用可能な）施設の安全化を図って避難施設として活用する取り組みが重要と考える。

一方で、避難する際に自家用車が高い割合で使われている。また、高齢者であっても、避難手段として自家用車を高い割合で選択する実態がある。このような実態を踏まえると、徒歩での避難を前提としつつも、避難道路の確保と周知、災害時の交通情報の提供、避難情報の早期伝達の徹底など、車での避難を考慮に入れた避難計画の策定と避難情報の提供を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 田中淳：豪雨災害と高齢者（平成 16 年新潟・福島豪雨と福井豪雨を事例として）、消防科学と情報、No.75、2004.
- 2) 牛山泰行、吉田淳美：台風 0514 号豪雨災害による人的被害の分類、東北地域災害科学研究、第 42 巻、pp.143—148、2006.
- 3) 宮崎地方气象台：災害時気象資料、平成 18 年 7 月 25 日.
- 4) 群馬大学工学部建設工学科片田研究室：平成 10 年 8 月末集中豪雨における郡山市民の対応行動に関する調査報告書、平成 11 年 1 月.

FM ラジオを用いた防災情報伝達システム

高知工業高等専門学校
 岡田 将治
 (株) ハイドロシステム開発
 橋田 隆史
 (株) 建設技術研究所九州支社
 宮川 朝浩・中島 隆信

1. はじめに

近年、毎年のように全国各地で豪雨災害が起こっており、災害時において、住民への避難勧告等の情報を確実に伝達するシステムの確保が早急な課題となっている。

これまでの防災情報伝達は、テレビ・ラジオ放送、防災行政無線、インターネットでの情報公開、携帯電話、ケーブルテレビ等により進められてきた。しかし、ローカルエリアの情報が伝達されにくい、導入費用が高額となる、IT 技術に不慣れな高齢者等にとって使いにくい等の問題が指摘されてきており、その解決策を問われている。

本稿では、河川水位情報をローカルエリア内で誰でも簡単に、家庭用ラジオを用いてリアルタイムに取得できる情報伝達システムを浸水被害の軽減対策として提案し、運用実験の結果と課題について報告する。

2. ミニ FM ラジオを用いた災害情報伝達システムの開発

(1) 開発の背景

災害時の情報伝達手段として、操作性、携帯性、費用等の面から、市販の携帯ラジオが多く活用されている。特に FM ラジオへの情報提供を行うコミュニティ FM は、これまで多くの災害時に活用されている。しかしながら、全国的にみれば、主に都市部において開設されており、災害を受けやすい中山間地域では受信できない地域も多くある。また、コミュニティ FM の開設にあたっては申請手続きや制約条件、運用コスト面等から、防災目的のみの新規開局・運営は難しいといえる。

ここでは、ラジオの有効性を重視して、コミュニティ FM のような半径 10km 以上の広範囲ではなく、半径 1km 程度のひとつの集落規模を対象とした情報配信のシステムを検討する。

(2) FM 防災ラジオシステムの概要

本システムは、「情報の最終端末を誰にでも不自由なく使用可能な市販ラジオにする」ことを開発コンセプトとし、図-1に示すように、気象庁、国土交通省、各自治体等がウェブ上で一般公開している雨量や河川水位等の防災情報を音声情報として地区住民に送信する新しいタイプの情報提供シ

国土交通省・気象庁・自治体防災情報HP

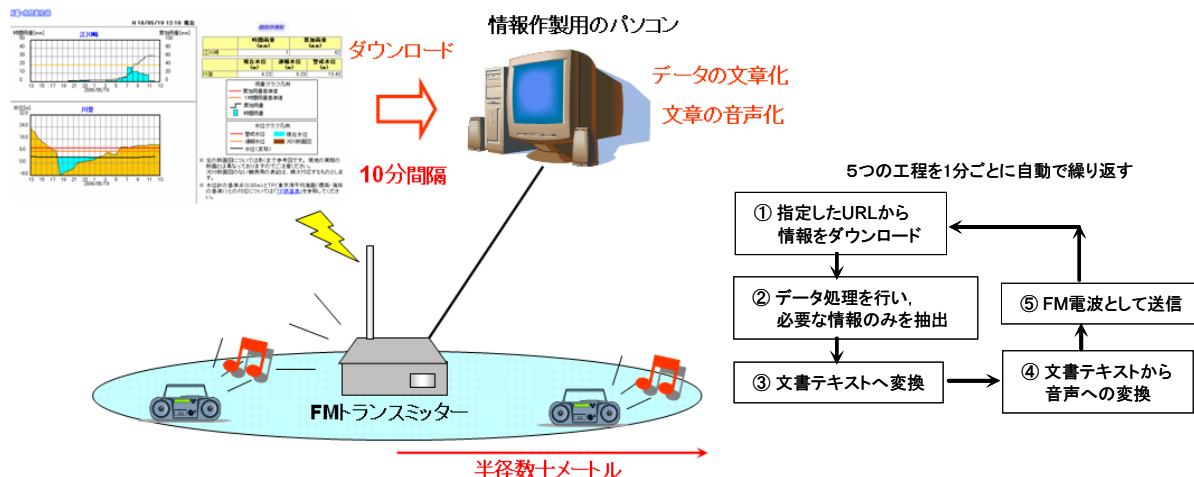


図-1 FM 防災ラジオシステムの概念図

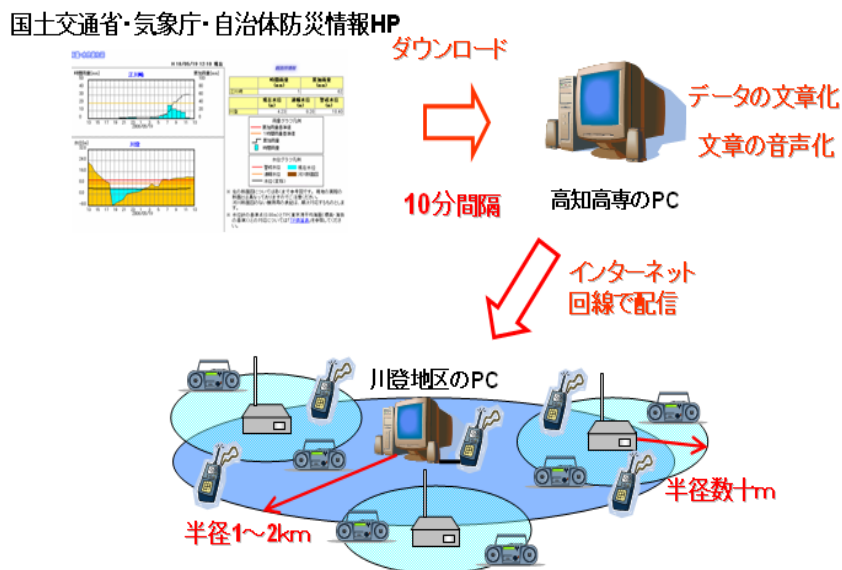


図-2 改良型 FM 防災ラジオシステムの概念図
(特定小電力無線で中継させることにより、半径 1km 以上の範囲で受信可能となった。)

システムである。

情報取得からラジオへの音声配信までは、次の5つの作業がある。

- ① 雨量や水位情報をホームページ上からダウンロードする。
- ② データ処理を行って必要な情報のみを抽出する。
- ③ 情報のテキストファイルを作成する。
- ④ そのテキストファイルを音声ファイルに変換する。
- ⑤ パソコンに接続したFMトランスミッターとアンテナにより、受信可能範囲にあるFMラジオへ情報を送信する。

これらの5つの作業を自動的に繰り返すことにより、初期設定以降の人的作業を必要としないシステムとすることができる。

本システムで用いたミニFM（微弱電波）は、電波法において「無線設備から3mの距離において、電界強度が500 μ V/m以下」と規定されており、受信可能エリアは最大でも半径80m程度であるものの、非常に安価である点等から、コミュニティFMに比べ新規導入や運用面での利点は多い。

3. システムの運用実験

本システムの有用性を検証するために、四万十市川登地区において2006年6月から運用実験を行った。この地区は四万十川沿いの集落で、堤防がないため、河川水位の上昇とともに道路や民家が徐々に浸水する。2005年の台風14号では浸水深が7mに達する箇所が見られたり。

地区の中学校校舎内に放送局を設置し、上流に位置する川登観測地点(高知県管理)の水位を高知県総合防災情報システムのホームページからダウンロードして放送することとした。この水位情報に基づいて、ラジオからは「〇月×日△時◇分現在の四万十川 川登地点の観測水位は、3.75m です。はん濫注意水位の 10.4m には、あと 6.65m です。この 10 分間で 0.02m の上昇、30 分間で 0.08m の上昇、1 時間では 0.18m 上昇しています。」のように、現在の水位、はん濫注意水位までの高さおよび水位の上昇量を文章化したものが放送される。これによって、ラジオのリスナーはほぼリアルタイム(約13分遅れ)で河川水位情報を入手でき、

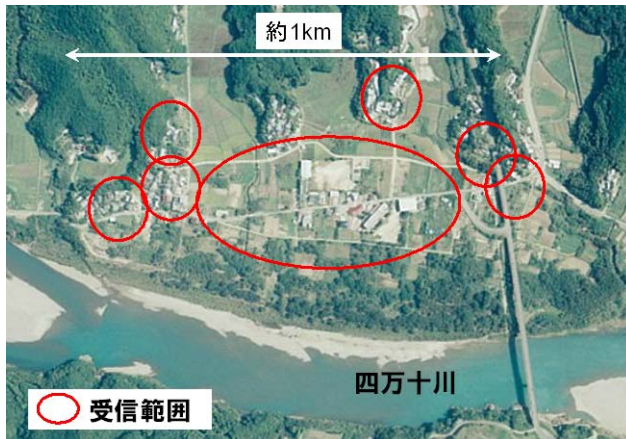


図-3 受信可能範囲の拡大

はん濫注意水位までの高さと同最近 10 分、30 分、1 時間の水位変化量から水位上昇のスピードを推算し、事前に車や荷物の避難準備ができるようになる。

また、ミニ FM の特性上、受信範囲の狭さが課題となったため、図-2 のように、現地で配信された情報をミニ FM と特定小電力無線を組み合わせて配信する方式を取り、範囲拡大の対策を講じた (図-3)。

4. 地域におけるシステムの活用

(1) 地域の取り組み

本システムの効果的な活用を図るために、国土交通省中村河川国道事務所、高知県幡多土木事務所、四万十市役所の協力を得て、近隣地区の住民も参加したミニ防災ワークショップを開催した。その際に、地区の浸水被害特性と本システムの概要、情報入手方法について説明するとともに、放送される河川水位と地区の浸水状況等を記載しカレンダーと一緒に印刷した防災カレンダー (図-4) を配布した。

また、川登地区では、運用実験やワークショップを行っていく過程において、地区住民の浸水被害の軽減に対する意識の向上が見られ、災害時の緊急連絡網の整備、地区防災会の定期開催等が行われた。浸水想定マップに対応した水位を記載した看板を地区内の主要な箇所に設置し、ラジオから

入手できる水位情報を有効活用する等の取り組みも行われた。

(2) 洪水時の活用状況

運用実験中の 2007 年 7 月に台風 4 号が通過し、浸水被害が発生したため、翌日、現地で聞き取り調査を実施した。ワークショップに参加し、活用方法を熟知していた防災会メンバーからは、「家財道具を避難させる際にラジオを聴いてみた。逐一電話で水位を確認する必要がなくて良かった。」「川に水位を見に行く必要がなく、安全に情報を入手できた。」という評価があった。メンバーを中心に緊急連絡網がスムーズに回り、早い段階で河川水位の情報共有を可能にした。一方で、ワークショップに参加していなかった数名の一般住民からは「音質が悪くて聞こえにくかった。」「音声の読み上げが早かった。」といった意見があり、平常時から本システムの活用方法の周知が重要であることがわかった。

このような結果から、本システムと防災カレンダーの活用によって、事前の避難準備が可能になったことが明らかとなった。さらに活用方法に関する説明会を数多く開催し、住民の理解を深めることにより、その効果はさらに広がるものと考えられる。

5. おわりに

本稿において提案する情報配信システムは、ラジオを末端機器とする点で高齢者や IT 技術の不慣れな住民にも情報が容易に入手できることから、インターネットや携帯電話に加えて新たな情報提供ツールとして多目的に活用できる可能性がある。本稿での運用実験は、対象とした配信情報が河川水位であったが、例えば、豪雨時の土砂災害危険情報等の配信にも応用させることができ、対象となる地域特性や災害特性を考慮した効果的な情報配信を行うことができる。

また、ミニ FM と特定小電力無線を組み合わせたシステム構成とすることにより、低コストで、半径 1km 程度の範囲毎にその地区に必要な情報を個別に配信し、住民へのきめ細かい情報提供を可能とする。

今後は、受信状況の改善や緊急的な情報の配信、異なる災害形態を対象とした運用等について改善・実験を計画しており、本システムの実用化に向けた検討を引き続き進める予定である。

謝辞：本調査・運用実験を行うにあたり、国土交通省中村河川国道事務所、高知県、四万十市役所から資料提供いただき、四万十市川登地区をはじめとする沿川の防災会の方々には現地調査の際にご協力をいただいた。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 岡田将治、大年邦雄：2005 年 9 月台風 14 号による四万十川洪水被害調査報告、土木学会四国支部自然災害フォーラム論文集、2006.
- 2) 岡田将治、橋田隆史：FM ラジオを活用した防災情報提供技術の開発と四万十市川登地区における運用実験、土木学会河川技術論文集、第 13 巻、2007 年 6 月.
- 3) 岡田将治、利根浩文、橋田隆史、宮川朝浩、中島隆信：FM 防災ラジオシステムの開発と効果的な運用法に関する実験的研究、日本災害情報学会第 9 回研究発表大会予稿集、2007 年 11 月.



図-4 住民に配布した防災カレンダー
(浸水想定マップは河川水位と水位毎の浸水域を表示している。)

災害復旧・復興に関する情報提供

国土交通省大臣官房広報課
渋谷 和久

1. 政府の初動対応

阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、防災関係機関における情報集約・伝達等に関して様々な改善が図られてきた。政府においては、被災状況をはじめとした総理官邸への情報集約の遅れの反省から、緊急参集体制や被害早期把握システムの整備等が進められ、地方においても情報集約・伝達体制が整えられてきた。

具体的には、政府においては、阪神・淡路大震災後、震度6弱（東京23区内では震度5強）以上の地震が発生すると、内閣府防災担当、国土交通省、気象庁、消防庁、警察庁、防衛省など、防災関係機関の局長級の職員は、ただちに官邸危機管理センターに30分以内に緊急参集する。

センターでは、ヘリや各種カメラによる被災地の映像をリアルタイムで見ることができる。また、内閣府の「地震防災情報システム（DIS:Disaster Information Systems）」（全国の地形、地盤状況、人口、建築物、防災施設などの情報をコンピュータ上の数値地図と関連づけて管理する地理情報システム（GIS））を活用し、震度6強や6弱の地域がどの程度の広がりを持つのかという「面的震度分布」と、被害規模のおおまかな把握をする。これにより、国が全面的に支援体制をとるべき災害か否かをまず判断する。そのような災害と判断されると、大臣、副大臣クラスを筆頭にする政府調査団が即日現地入りして関係省庁に対して陣頭指揮をする体制がとられるようになっている。

本年6月に発生した岩手・宮城内陸地震でも、現地に防災担当大臣を長とするに政府現地連絡対策室が即日設置され、緊急消防援助隊、警察広域緊急援助隊、自衛隊の災害派遣等、関係省庁による被災地への広域応援等の対応がただちにとられている。

このような部隊が、都道府県庁等に設置された対策本部に集結することで、災害応急対応に係る各種情報を、国、都道府県、市町村間で迅速かつ正確に共有することができ、意思決定も迅速に行われることになる。また、現地で記者発表等の形で災害応急対応に係る情報を対外公表するほか、内閣府及び各省庁で、情報を集約し、災害発生直後から「災害情報」として記者発表、同時にホームページ上で公開している。こうした情報は逐次アップデートされ、平成16年に発生した新潟県中越地震の場合、昨年まで、62回の更新を重ねている。

2. 災害情報の伝達

九州では、集中豪雨、台風等による災害が毎年発生している。たとえば筆者が九州地方整備局に勤務していた平成19年の7月上旬におきた集中豪雨でも、整備局が直轄管理している河川で、「避難判断水位」を超過した河川が5河川、「はん濫危険水位」を超過した河川が4河川に上った。このような危険な水位で、被害発生のおそれがある場合は、住民の避難を促す必要があるが、災害対策基本法上、住民に避難勧告、避難指示をするのは市町村長だと定められている。そこで、整備局の現場事務所から市町村に対して、迅速かつ正確な情報を提供することが重要となる。

各事務所では、日頃から地域の市町村との連携を密にしているが、災害時、避難勧告等の判断を行う意思決定権者は市町村長である。市町村長に対して、どれだけ正確な情報を迅速にあげるかが、人命被害を最

小限に押さえる上で肝要である。

しかし、小さな市町村では、役場での防災担当者が数名、場合によっては1人しかいないところもある。そこで、事務方を通しての情報提供だけに頼らず、九州地方整備局では、現場の事務所長と市町村長との間で「ホットライン」を形成して、情報のパイプを太くする工夫をしている。

災害時には、水位が危険な状況に近づくと、速やかに事務所長から市町村長に対して、直接、「ホットライン」で情報提供する。

「はんらん危険水位」を超過し、はんらん被害が避けられない等の危機的状況の中では、水位情報のみならず、河川の状況、起こりうる事象の予測など、市町村長の判断に役立つ情報について、事務所長から、専門的見地に立って、的確な情報を提供する。平成18年7月の薩摩地方北部を襲った集中豪雨、浸水被害が2,000戸を超える大災害だったが、その際には、川内川河川事務所長から、流域の6市町村長に対して、ホットラインで情報提供を行い、早期避難に向けた支援を行った。

もちろん、非常時だけのコミュニケーションのみではうまく機能しないことが多いので、平常時から、市町村長にできるだけ現場に来ていただき、事務所長と一緒に現場を見ながらどこが危険な箇所かなどについて認識を共有するように努力している。

地方整備局は、直轄道路、直轄河川等の管理に責任を持つことは言うまでもないが、それだけにとどまらず、地方公共団体の災害対策本部と連携して地域住民の命と暮らしを守ることが使命（ミッション）であると考えている。

地方整備局には、災害対応、特に広域的な災害に対する経験と知識が豊富な職員が多いこと、広域な情報網による最新情報を入手しうる立場にあること、災害時に機能発揮する各種の資機材を保有することから、

様々な手法で、地域の災害対応の支援をすることが可能である。

このため、県庁との連携を密にすることが大切で、災害発生時には、整備局から「リエゾン（情報連絡員）」や災害現場調査班を県庁の災害対策本部や被災現場に派遣し、そこで県等から災害情報を入手して支援活動に反映したり、逆に、整備局で入手した情報を県に提供するなどして、地方公共団体の災害対策本部との連携を密にすることとしている。

昨年7月の集中豪雨災害では、熊本県内で大きな被害が発生したので、熊本県災害対策本部にリエゾンを延べ6名派遣した。その結果、県等の要請を受け、内水被害が生じていた11ヵ所に排水ポンプ車を派遣して排水活動を実施した。

また、道路に関しては、熊本県美里町において土砂災害による孤立箇所が複数発生との報に接し、周辺の事務所から「災害現場調査班」延べ14名を出動させ美里町周辺道路の調査を緊急に行った。そこで把握した、のり面崩壊等の被災現場に照明車や衛星通信車、Ku-sat（衛星小型画像伝送装置）を派遣して県の本部に映像を配信するとともに、美里町へ災害情報を提供した。その後、現場調査班は、道路防災ドクターとともに道路の被害状況調査、復旧工法等に関する技術的支援を行った。（道路防災ドクターとは、地域の地形や地質に精通している専門家で、美里町地区では、熊本大学の北園教授にご指導いただいた。）また、調査班とは別に、被災現場近くの美里町役場専用庁舎にリエゾン延べ9名を派遣、連絡調整にあたった。こうした取組を全国展開し、本年5月、国土交通省全体で発足したのが緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）である。

TEC-FORCEは、大規模自然災害が発生し、又は発生するおそれがある場合におい

て、被災地方公共団体等が行う災害応急対策に対する技術的な支援を円滑かつ迅速に実施することを目的としたものである。本省、国土技術政策総合研究所、国土地理院、地方支分部局、気象庁に設置され、先遣班、現地支援班、情報通信班、高度技術指導班、被災状況調査班、応急対策班、輸送支援班、地理情報支援班、気象・地象情報提供班より構成される。

大規模自然災害が発生したときは、被災地に TEC-FORCE を派遣し、被害状況の調査、被害の拡大防止、早期復旧に関する地方公共団体等の支援を行うことになる。

岩手・宮城内陸地震では、のべ 1499 人の TEC-FORCE を派遣した。

3. 復興過程の情報提供

災害対応においては、各機関の情報を緊密に連携することが必要となるが、非常災害時の限定された環境下では、その総覧性を保つことは難しく、情報共有、管理のための工夫が特に重要です。この点においては、ニューヨーク同時多発テロの際の「緊急 GIS プロジェクト」の成功例が有名である。

我が国でも、被災状況やライフライン復旧情報等を地理情報システム（GIS）を用いて、一元的にWEB上のデジタルマップに集約し、住民やボランティア団体、防災関係機関等の間での情報共有を図る「GIS プロジェクト」が実際に動き始めている。これにより、災害対応、復興活動を支援するとともに、住民の方々に身近な情報を提供することも可能となる。

平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震の場合、「新潟県中越地震復旧・復興 GIS プロジェクト」が立ち上がり、関係機関、企業の枠を超えた協力により、被災状況やライフライン復旧情報などを地理情報システム（GIS）を用いて一元的にデジタルマップ上に集約し、住民やボランティア団体、防災関係機関等の間での情報共有を図ることができた。

<http://chuetsu-gis.nagaoka-id.ac.jp/index.html>

災害情報は、情報提供の前提として、まずは関係機関での共有化を図ることが重要である。そのためには、こうした「情報共有婦ラットフォーム」を整備することが効果的であるものと考えている。

内閣府がまとめた平成 10 年から平成 19 年までの 10 年間の統計によれば、自然災害による死者は 1,192 人である。被災の内訳は地震 90 人 (7.6%)、火山 0 人 (0.0%)、風水害 654 人 (54.9%)、雪害 434 人 (36.4%)、その他 14 人 (1.2%) で、九州に多い風水害による被災が半数以上を占める。

内閣府は平成 19 年 12 月に自然災害の「犠牲者ゼロ」を目指す取組みとして、実際に直面する可能性の高い被災事例について必要な対策をまとめ、さらに本年 4 月に対策をハード・ソフト面から進めていくための総合プランを策定した。風水害については土砂災害と外出中の転落等による事故について、土砂災害や洪水・高潮に対するハザードマップの作成・訓練促進、台風・豪雨に関する気象情報の充実、水位情報や浸水情報の提供の充実、災害時要援護者の避難支援対策の促進等の対策を挙げた。公助、共助、自助を効果的に組み合わせ、災害時の防災活動に結び付けることが目的である。

本特集では、最近の災害情報に関連して、気象庁および国土交通省の取組み、土砂災害危険度や河川水位に関する情報伝達システムの構築、高齢化・過疎化が進む地域での住民の避難行動と災害情報の伝達に関する住民アンケート調査を紹介する。主として九州で防災・減災分野で活躍されている産官学の代表者による最新の知見の執筆である。

ここ数年、気象庁は台風、豪雨、竜巻等に関する気象情報を鋭意見直し、新設している。平成 16 年の新潟・福島豪雨、福井豪雨、台風第 23 号などの教訓を踏まえて、市町村の避難勧告等の判断および住民の避難判断によりの確に活用できる情報に見直した結果である。また、土砂災害警戒情報や指定河川洪水予報のように、防災対応を具体的に示す情報が新設された。気象情報の精度には限界があるが、実際の防災活動に結びつける方向性が明確に示された。

住民に避難勧告等を発表し、啓発活動に当たるのは、いうまでもなく市町村であるが、防災の専門家はほとんどいない。国土交通省は河川や道路等の施設防災に関する自前の災害監視システムと豊富な災害対応の経験を持つ。最近、同省はこれらの情報とノウハウを活用して市町村の防災活動や住民の啓発活動を支援し始めた。大学の研究者や NPO もその専門を行政や住民の防災活動に結びつける取組みを始めた。

しかし、各種の調査によれば、災害情報が行政の避難勧告や住民の自主避難に十分に活用されているとは言えない。最近の防災気象情報等を活用して、自然災害による死者ゼロにするにはまだ課題が多い。市町村が気象情報等を避難勧告等に活用するために、市町村の担当者と気象台や国土交通省、研究者等と日頃から顔の見える関係にしておくことが重要である。また、住民が防災マップや気象情報を活用できる啓発や防災教育も必須である。

これらを実現するためには、住民、行政、マスコミ、企業、大学が連携した取組みが必要と考えている。本年度に東京大学大学院情報学環に総合防災情報研究センターが設置された。災害情報をコアとして、地震火山学および防災工学と共同して総合的な防災研究に取り組む日本初の研究組織である。九州・沖縄地区では、大学が連携した防災環境ネットワークがその役割を果たすことを期待している。

NDIC

September.2008

NEWS No.39

西部地区自然災害資料センターニュース



	page
巻頭言：防災の科学.....高橋 和雄	2
特集：災害情報伝達および避難行動について	
1. 高齢化・過疎化が進む地域での避難行動と災害情報の伝達	村上 啓介 3
2. giSight を用いた土砂災害危険度マップの表示システム.....	森山 聡之 他4名 9
3. 最近の防災気象情報の見直し.....	加納 裕二 15
4. 2006 年鹿児島県北部豪雨災害における被災者の避難行動・意義.....	橋本 晴行 他2名 19
5. FM ラジオを用いた防災情報伝達システム.....	岡田 将治 他3名 24
6. 災害復旧・復興に関する情報提供.....	渋谷 和久 28
報告：	
2008 年 5 月 12 日中国四川大地震 Ms.8.0 に関する報告.....	陳 光斉 31



(新しくなった自然災害資料センターの様子)

西部地区自然災害資料センター運営委員会

委員長

センター長・大学院工学研究院 教授 善 功企

委員

大学院法学研究院	准教授	嶋田暁文
大学院経済学研究院	准教授	北澤 満
大学院理学研究院	教授	金嶋 聡
大学院理学研究院	准教授	守田 治
大学院工学研究院	教授	大塚久哲
大学院工学研究院	准教授	吉田明德
大学院農学研究院	准教授	東 孝寛
大学院農学研究院	准教授	久保田哲也
大学院人間環境学研究院	教授	前田潤滋
生体防御医学研究所	教授	中山敬一
先導物質化学研究所	教授	丸山 厚
大学院システム情報科学研究院	准教授	坂内英夫
大学院比較社会文化研究院	准教授	大野正夫
応用力学研究所	准教授	鳥谷 隆
応用力学研究所	准教授	吉川 裕
芸術工学研究院	教授	白石君男
芸術工学研究院	准教授	吉岡智和

副センター長

大学院工学研究院 准教授 陳 光斉

センター主任

大学院工学研究院 助教 笠間清伸

西部地区自然災害資料センターニュース No. 39 2008年9月 発行

編集 西部地区自然災害資料センター

センター長 大学院工学研究院 教授 善 功企

副センター長 大学院工学研究院 准教授 陳 光斉

主任 大学院工学研究院 助教 笠間清伸

連絡先: 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 2 号館 415 号室

九州大学西部地区自然災害資料センター

編集・事務担当: 折居 良子 TEL:092-802-2546 FAX:092-802-2545

e-mail:ndicwj-a@civil.kyushu-u.ac.jp

副センター長: 陳 光 斉 TEL/FAX : 092-802-3386

e-mail:chen@civil.kyushu-u.ac.jp

ホームページ URL: <http://seibu.ndicwj.kyushu-u.ac.jp>