

# 平成24年7月九州北部豪雨時の熊本・阿蘇地域における 防災情報伝達の事例分析と新たな防災ネットワークシステムの提案

新 村 太 郎

A case study on disaster warning system of heavy rain disaster in northern Kyushu in July 2012 and a proposal of new information network system for disaster mitigation in heavy rain in Kumamoto and Aso area,

Kumamoto, SW Japan

by

Taro Shinmura

## 1. はじめに

梅雨前線の影響によって2012年7月12日未明に激しさを増した豪雨は、熊本県北部を中心とした九州北部地域において、河川の氾濫による洪水や山間部での土石流等を引き起こし、多大な被害をもたらした（平成24年7月九州北部豪雨<sup>(1)</sup>）。短時間に豪雨が集中した阿蘇市では、12日の午前0時から7時までの総雨量が500mm（阿蘇市乙姫）を超えた。阿蘇地域（阿蘇市、南阿蘇村および高森町）では死者・行方不明者が25名にも達した<sup>(2)</sup>。阿蘇地域に流れを発する一級河川の白川下流域には、約74万人の人口<sup>(3)</sup>（本論執筆時の2012年9月現在）をかかえる熊本市が位置し、河川の周辺には住宅密集地や市街地が発達している。熊本市では浸水被害があったものの、死者・行方不明者はゼロであった。しかしながら、防災情報の伝達の遅れによって多数の住民が逃げ遅れた。水害の発生した時間帯によっては多くの犠牲者が出た可能性は否定できない。本論では熊本および阿蘇

(1)

地域における災害の状況と防災情報の伝達状況とを時系列で比較し、情報伝達の問題点とそれを軽減するための防災ネットワークシステムについて提案する。

## 2. 熊本・阿蘇地域での豪雨災害と避難情報

図1に阿蘇地域と熊本市における7月12日の午前10時までの累積降雨量を示

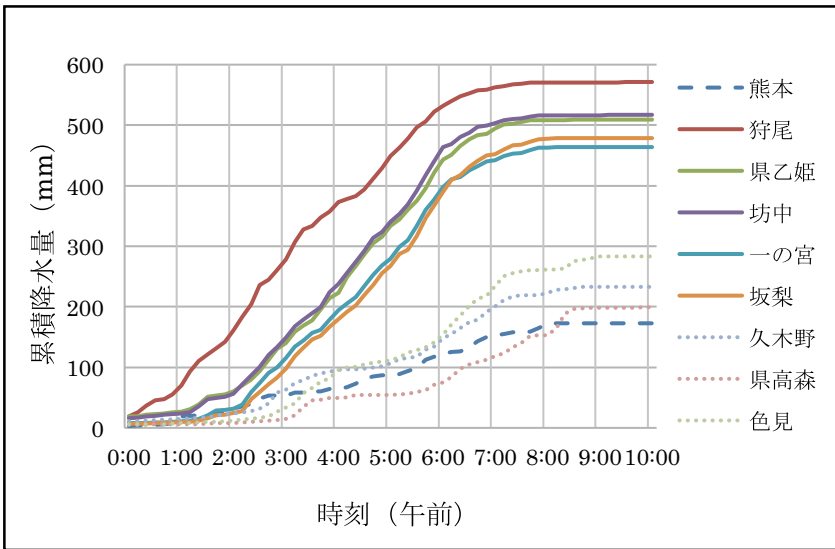


図1 2012年7月12日九州北部豪雨時の阿蘇地域および熊本市における累積降水量の時間変化

熊本県統合型防災情報システム<sup>(4)</sup>において、阿蘇地域および熊本市に熊本県が設置した各ステーションで測定された累積降水量をプロットした。各観測点の位置は図2に示した。データは10分毎に測定されたものである。12日の0時を過ぎて雨は次第に激しくなり、阿蘇市北西部の狩尾では午前1時から2時にかけての降雨量が100mm近くに達しており、激しさを保ったまま午前7時頃まで続いた。阿蘇市北部から北西部の乙姫、坊中および一の宮、坂梨地区では約1時間遅れて強烈な雨が降り始め、1時間あたりの降水量約100mmの状態が6時頃まで続いた。阿蘇市北部では西側ほど降り始めの時間が早い一方で、終息した時刻は全体ではほぼ同じであることから、累積雨量は西側ほど多く、東側との差は最大で100mmにもなる。久木野、高森、色見など阿蘇地域南部においては、1時間あたりの降水量が北部地域の半分程度であったため、累積雨量も約半分の200~290mmであった。熊本市での累積雨量は阿蘇地域南部よりさらに少ない180mmであった。

した。また、主として報道機関から発表された12日午前中の熊本および阿蘇地域における土砂災害と水害に関連する事象と情報を表1にまとめた。12日の0時30分には気象庁から熊本県全域に大雨・洪水警報が発令された。0時を過ぎて降り始めた雨は次第に激しくなり、阿蘇市北西部の狩尾では午前1時から2時にかけての降雨量は100mm近くに達し、降雨強度をほぼ保ったまま午前6時頃まで続いた。狩尾に近い内牧地区では、2時40分頃から道路冠水の報告、市街地付近を流れる黒川およびその支流域での増水に関する報告が増え始めた。阿蘇市中部から西部にかけての乙姫、坊中、一の宮および坂梨でも約1時間遅れて強烈な雨が降り始めた。4時には阿蘇市全域に避難勧告が発令されたが、この時既に阿蘇市での累積雨量は220～370mmに達している。1時間あたりの雨量約100mmの状態が既に2時間以上も続いていることから、既に土砂災害が発生する可能性が高い状態であった。4時頃には内牧で床下浸水の通報が相次ぎ、その後さらに水位は上昇して、当地区の多くの家屋は床上浸水被害を被った。また、避難勧告発令後55分を過ぎた4時55分頃から、阿蘇市で土砂崩れの通報が相次いでいる。熊本市では住民の通報により現地に赴いた消防局員や団員が、龍田陣内地区で白川の氾濫による道路冠水や家屋の浸水被害を確認した。彼らの独自の判断によって避難の広報がなされ、一部の住民は早期に避難することができた。6時45分には気象庁から、新たな「記録的な大雨に関する全般気象情報」として「熊本県と大分県を中心に、これまでに経験したことのないような大雨になっています。この地域の方は厳重に警戒してください。」という情報が出された。この情報と雨量のデータを考慮すれば、この時、各市町村から広範囲に対する避難指示が出されるべきであった。しかしながら気象庁の上記の情報が意味することが正確に伝わらなかったため、限定的な地域に対する避難指示が続くのみであった。7時には阿蘇市での総雨量が500mmを超え、内牧地区および熊本市の龍田陣内地域では浸水被害が深刻化し始めた。龍田陣内地域は、白川が大きく蛇行する部分に住宅地が密集しているながら河川改修が不十分であったため、溢れた水の水位が急激に増していった。7時30分頃には家屋の1階天井付近まで浸水して、多数の住民が

表1 2012年7月12日の熊本および阿蘇地域における土砂災害および水害に関連した事象とそれらに関する情報の時系列変化(熊本日日新聞の記事<sup>(5)・(6)・(7)</sup>をもとに作成)

時刻	事象・通報	防災・気象情報	場 所
0:30		大雨・洪水警報(気象庁)	熊本県(全域)
2:40	道路冠水の情報届き始める		内牧等阿蘇市全域
4:00	床下浸水の連絡急増	避難勧告(各市町村) 避難指示(阿蘇市)	阿蘇市(全域), 植木町(田底, 吉松校区の一部) 内牧(阿蘇市)
4:55 ~	土砂崩れの通報相次ぐ		一の宮三野, 手野, 坂梨等(阿蘇市)
6:05 ~	龍田陣内等で冠水, 浸水を確認(消防局, 消防団)	消防局, 消防団のマイク等による避難公報(熊本市)	龍田陣内等(熊本市)
6:41		「これまでに経験したことのないような大雨」(気象庁)	熊本県と大分県を中心とした地域
7:05		避難指示(熊本市)	碩台小, 黒髪小, 城東小, 慶徳小校区等(熊本市)
7:11		避難指示(南阿蘇村)	立野・新所地区(南阿蘇村)
7:31	浸水被害で取り残された男性が電柱にしがみついているという通報		弓削町(熊本市)
7:45		避難指示(熊本市)	渡鹿, 黒髪の一部, 碩台, 黒髪, 城東, 慶徳, 五福, 古町, 白坪の各小学校区
8:15	床上浸水による住民孤立の通報・避難誘導		龍田陣内(熊本市)
8:50	代継橋右岸で溢水の情報		中心市街地付近(熊本市)
8:53		白川氾濫の危険性の緊急告知(ラジオ, 市防災情報メール, 災害情報エリアメール)(熊本市水防本部)	白川流域全域(熊本市)
9:20		避難指示(熊本市)	白川流域全域(熊本市)
10:30	代継橋で最高水位(6.32m)		中心市街地付近(熊本市)

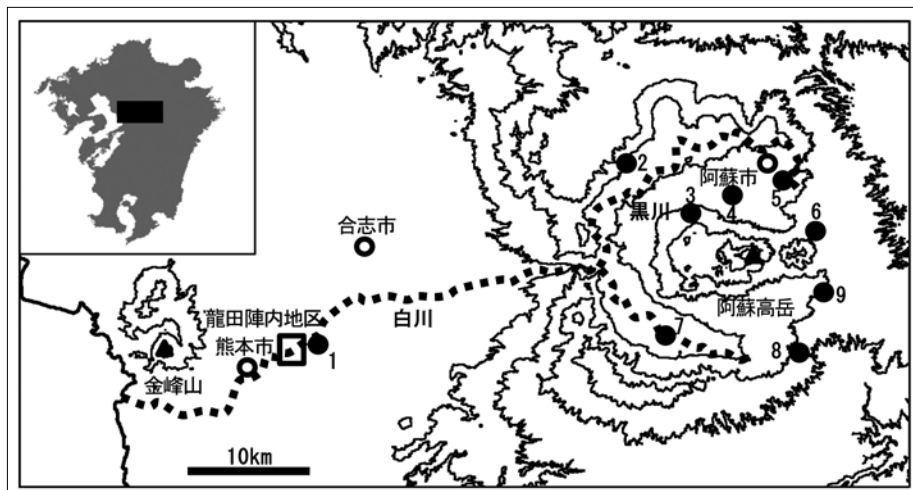


図2 調査位置図(左上)および図1で用いた気象データの観測点位置

調査位置は2012年7月九州北部豪雨で被災した熊本県北部の阿蘇地域から熊本市にかけての白川および黒川流域である。図中の丸印は市役所の位置、破線は白川および黒川、黒丸は図1で使用した熊本県統合型防災情報システムにおける気象観測点で、番号は以下に対応する。1：熊本；2：狩尾；3：県乙姫；4：坊中；5：一の宮；6：坂梨；7：久木野；8：県高森；9：色見。ベースの等高線図は、日本高密10mメッシュ標高図をカシミール3Dを用いて描画した。等高線の間隔は250m。

逃げ遅れて孤立した。同日の午前中いっぱいかかって80名に上る住民が県や自衛隊のヘリコプターによって救助されることになった。8時50分に代継橋右岸で溢水の情報があり、白川氾濫の危険性が高まったと判断され、8時53分には熊本市水防本部より「白川氾濫の危険性高まった」との情報が緊急告知ラジオ、市防災情報メール、災害情報エリアメールを介して住民に流された。9時20分に熊本市の白川流域全域に対して避難指示が出された。しかしこの時既に、早期に避難指示が出されていない市内の多くの各学校では、生徒および学生が登校済みであり、さらに公共交通機関の一部も動くなどして、熊本市内では危機的な状況に晒されているにもかかわらず、通常の活動が開始されていた。上流の阿蘇地域での雨はすでに小康状態になっていたが、白川の水位は依然上昇し、10時30分には

世継橋で計画高水位まであと数十cmに迫る6.32mに達した。その後水位は徐々に下がっていった。

### 3. 防災情報発信の問題点

今回の豪雨災害における熊本市の防災情報発信の遅れについて、すでにマスコミや市の検証委員会によって指摘され、1)市中心部地域の情報に片寄った対応、2)多くの通報が入ってきたため混乱、3)気象庁の新たな全般気象情報の意味を理解できなかった等があげられている<sup>(8)・(9)・(10)・(11)</sup>。実際に現地の消防局員からの通報を受けて、迅速に水防本部に情報を伝える等の行政内部での基本的な情報伝達さえできていなかった様子である。洪水被害で80名が取り残された龍田陣内地区は、1990年の水害でも浸水し、ハザードマップ上では浸水の危険が高い地域として分類されている。また、気象庁と熊本県の気象観測データは、web上ではほぼリアルタイムで確認することができる。さらに、この地域における河川改修工事が不十分であることがもともと指摘されていた。すなわち、非常に危険な状態になることを予測するために十分な客観的データが揃っていたにもかかわらず、判断ができていなかったということである。

洪水や土砂災害は、地震や火山噴火等の予知が難しい自然災害とは異なり、雨量と河川の水位を把握することによって容易に予測が可能なものである。図1の雨量変化から、7時前後に熊本市上流域の阿蘇地域に存在する水量のピークがあったと推測できる。市内の世継橋で白川の水位が10時30分にピークに達したことから、ピークの差は3～4時間である。阿蘇地域で総雨量が200mm、1時間あたりの降水量が100mm程度に達していたのは、狩尾で2時30分頃、乙姫や坊中では3時40分頃である。すなわち、6時から7時頃には熊本市内では洪水被害の可能性が非常に高くなることが予想され、実際にこの時間帯に龍田陣内地域では浸水の報告が始まっている。

ハードウェアの充実による観測体制の強化や組織内の情報伝達の見直しと徹底は、行われるべき課題である。しかしながら、これまでのような市町村等行政が

主体の“人がかかわる”防災情報のみに頼るのでは、今回のような伝達の不備による被害の拡大は無くならないであろう。災害は規模が大きくなればなるほど被害は広範囲に及び、情報の量が指数関数的に増加する。その状況で限られた人数で客観的な判断を迅速に下すのは至難の技である。行政では担当者が数年おきに代わるために、十分訓練された人材が常に担当できる保証がない。組織の問題のみならず人間の特性が起因する防災情報発信への障壁として以下のことがあげられる。人間の活動時間外に起きた災害への対応は、どうしても初動が遅くなる。防災情報を発信する際には、正常性バイアスやオオカミ少年効果への懸念など様々な心理的障壁が生じ、情報発信を遅らせる原因になる。情報の量が増えた場合に、客観的な判断を迅速に行うことが困難になる。

#### 4. 自動防災ネットワークシステム

災害は起きている時間より起きていない時間の方がずっと長い。監視するためには昼夜問わない働きが必要である。さらに、いったん起きると多くの情報が交錯するが、防災のためには迅速で客観的な判断が必要になる。前述の通り人間には生物学的、心理的に様々な特性があり、災害可能性の監視と予測の作業において不利な点がある。IT技術の進化と普及は、人間の不得意とする作業を補い、より効率的、発展的な結果をもたらしている。防災に関しても、気象庁のアメダスシステム<sup>(12)</sup>を始めとした観測網と処理データの発信は日本社会に多くの恩恵を与えている。熊本県の防災システムも同様である。しかしながら、これらは避難の指示を出すための補助的なデータとして位置付けられているのみであり、危険を知らせたり避難指示を出すのは直接人間が携わる。要因が複雑で人間でなければ正しい判断ができないケースもあるが、情報に責任をとるために人間がかかわらなければならないという意識も大きい。しかし、それによって判断が遅れて被害を拡大させることになったならば、その前提は覆されるべきである。

ITの発展と観測体制の充実によって、災害発生時に早期警戒を必要とする分野では、IT技術を活用して自動的にデータを取得、処理そしてユーザーに直接

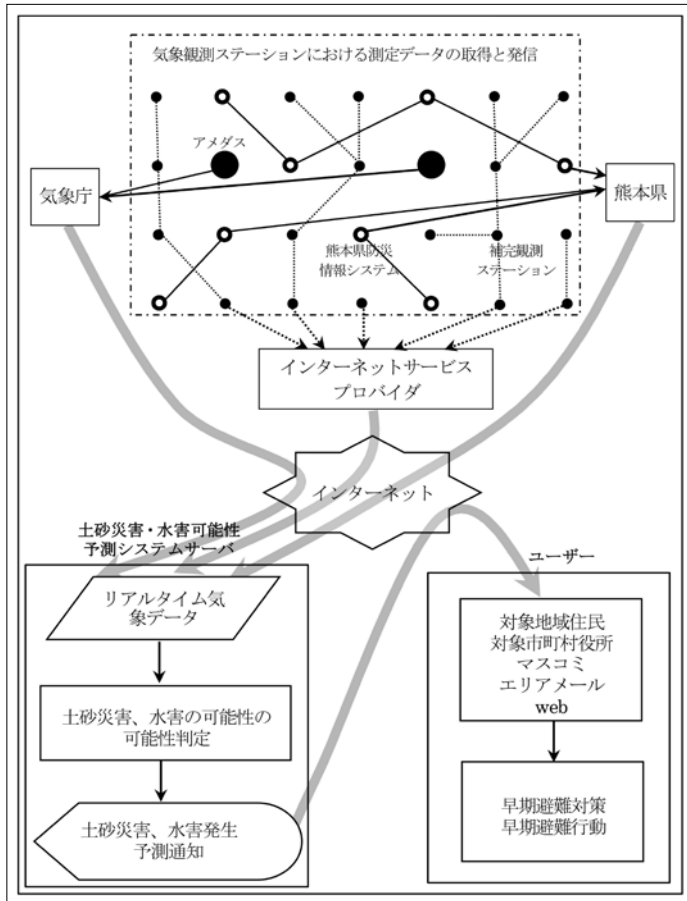


図3 早期土砂災害・水害予測を目的とした自動防災ネットワークシステム

地域の気象状況をより正確に把握するために、気象庁のアメダスシステムと熊本県の防災情報システムを地理的に補完するための補完観測ステーションを設ける。アメダスシステム、県防災情報システムのリアルタイムデータは既にインターネットを通じて取得可能である。補完観測ステーションはDSLやFTTH等の地上の回線や3G等の携帯電話回線を利用してインターネットに接続する。これらのリアルタイム観測データをサーバで取得して、適切なアプリケーションで処理をして、土砂災害、水害の発生可能性を判定する。可能性が高い場合は、インターネット回線を用いて、地域住民等のユーザー、役所、マスコミ、さらにエリアメールを通じて広く伝えることによって、早期の避難対策、行動を促す。



災害予測、状況情報を送る様々なシステムが運用されている。気象庁の緊急地震速報<sup>(3)</sup>は2007年10月より一般向けに配信され始めた。また新村(2001)<sup>(4)</sup>では地球観測衛星を利用した森林火災の早期警戒運用例が報告されている。これらシステムの運用例および今回の豪雨災害における情報伝達の問題点を分析して、地域特性に合ったITを活用した自動防災ネットワークシステムについて考察した。システムの概要を図3に示す。

#### 4-1. 気象観測

最近30年間(1982~2011年)における年間降水量の平均値を過去のアメダスデータ<sup>(5)</sup>から算出すると、熊本市で1997.7mm, 阿蘇乙姫で2852.3mmである。月ごとおよび日ごとの値を比較すると、いずれも降雨量の多い日は7~8月の梅雨時期に集中している。阿蘇地域が熊本市の上流側に位置することも考慮すると、今回のような豪雨災害は阿蘇地域の降水量を詳細に監視することが効果的であることが分かる。

気象庁のアメダスシステムは日本全国を対象として、また熊本県統合型防災情報システムは熊本県内を対象として気象観測を行っており、これらによって得られたリアルタイムもしくは準リアルタイムの気象データは、インターネットを通じて公開されている<sup>(2)・(4)</sup>。阿蘇地域においてアメダスシステムの観測点は3点、熊本県統合型防災情報システムの観測点は23点ある。阿蘇地域の面積を約500km<sup>2</sup>とした場合、4~5km四方に1点の観測点がある割合となる。既存観測点の設置場所には地理的分布に重複や偏りがある。均質で密度の高い観測網は、より精度高く気象状況を把握することを可能にする。そのためには、既存の観測網を補完するための補完観測ステーションを設置する必要がある。観測密度を上げて3~4km四方に1点の観測ステーションを設置する場合は約42点の観測点を配置することになるため、約19点の補完観測点の増設が必要となる。地理的に均質な配置をするためには、さらに若干数の増設が必要となる。

観測点を多く設置するためには、観測機器ができるだけ低いコストで導入でき

ることが望まれる。米国では大規模農業が多く、広大な農地の気温、湿度、降水量等の気象データを始めとした諸状況をリアルタイムで把握する必要があるため、自動気象観測装置とそのネットワーク化が進んでいる。気象観測に関する法については、後述する日本のものに比較して緩やかであり、NOAA（アメリカ海洋大気圏局）では、民間の気象観測装置を利用した気象観測データを収集して活用しているほどである。特に米国Davis社製のVantage Proシリーズの気象観測装置は世界中で使用されており、ネットワークを通じてリアルタイムで個人や民間団体に設置した観測地点のデータを参照することが可能である<sup>(6)</sup>。熊本学園大学経済学部では2008年より教育目的で同観測装置を導入して、キャンパス内の気象状況を観測し、そのリアルタイムデータをネットワーク上に公開している<sup>(7)</sup>。身近な環境の定量的数値を把握して諸気象現象と対応させること、および環境データ収集、処理および配信に関するネットワーク活用を学習する教育のた



図4 熊本学園大学内に設置された気象観測装置（米国Davis社製 VantagePro2）

- (a): 中央にあるセンサーユニットは専用三脚で支持されており、ポール先端には風向風速計が取り付けられている。三脚はアンカー杭と土嚢だけで固定されている。
- (b): センサーユニットは降雨計、温度計、湿度計、気圧計、日射量および紫外線量の計測を行っており、計測データは無線によってリアルタイムでコンソールに送信され、さらにPCを通じて専用サーバにアップロードされる。観測とデータ送信のための電源は、付属の太陽電池とバッテリーの組み合わせで供給されている。
- (c): 大学の授業の一環で、装置とネットワークシステムについて学ぶ。データはいつでもホームページ上で確認できるため、リアルタイム性を実感できる。過去のデータをアーカイブしているため、気象データの統計的解析の学習も行っている。

めに毎年活用されている。(図4)同装置はこれまで約5年間、故障や必要なメンテナンスはなく、連続して気象データをネットワーク上に配信し続けている。また、最寄りのアメダス観測点(熊本)と比較して、観測データはほとんど差がなく、十分な測定精度を持つと考えられる。導入費用はトータルで10万円程度であり、設置以後の費用もほとんど必要でないため、小中学校を含めた学校単位での導入が可能と思われる。

気象観測を行ってそのデータを活用することに関して、気象業務法が使用機器も含めた規定を定めている。第6条は「気象庁以外の政府機関又は地方公共団体が気象の観測を行う場合には、国土交通省令で定める技術上の基準に従ってこれを行わなければならない。但し、左に掲げる気象の観測を行う場合は、この限りでない。1 研究のために行う気象の観測、2 教育のために行う気象の観測、3 国土交通省令で定める気象の観測」。また、同第2項では「政府機関及び地方公共団体以外の者が次に掲げる気象の観測を行う場合には、前項の技術上の基準に従ってこれを行わなければならない。ただし、国土交通省令で定める気象の観測を行う場合は、この限りでない。1 その成果を発表するための気象の観測、2 その成果を災害の防止に利用するための気象の観測。」すなわち、防災の目的で気象観測点を設置するならば、設置者が行政か民間であるかを問わず、観測機器が同法の技術上の基準に従わなければならない。同法の技術上の基準にクリアできる観測機器は精度が高く、過酷な環境に耐え、寿命の長いものである。そのため一般的に非常に高価であることが多い。このことは、気象観測点の増設に対して大きな障壁となる。熊本市と阿蘇地域の阿蘇市、南阿蘇村および高森町等で、気象観測とその防災へ応用に関する構造改革特別区域として申請する等の施策が望まれる。

図4のように観測装置一式が三脚に載っているため、観測装置の設置に必要な作業は固定のみである。専門知識や特別な工事は必要ないため、容易に設置が可能である。前述のように教育にも活用できることから、小中学校や高等学校をはじめとした各種学校、観光センター、老人施設等に設置することによって、観測

データ提供以外の用途としても利用できる。気象データを身近に感じることは、自然の変化に敏感になることにつながり、ひいては災害時の避難が迅速に行われることが期待できる。

#### 4-2. 気象データの取得

前述のように、気象庁のアメダスシステムと熊本県統合型防災情報システムのデータは、インターネットを通じてほぼリアルタイムで取得することが可能である。上記の補完観測ステーションに用いる機器は図5のように無線でコンソールにデータを送ってから、PCを通じて任意のFTPサーバにデータをアップロードできる。専用IPインターフェースはPCの代替として使用できる。これらを含むデータ受信・処理・アップロード部分は屋内もしくは風雨の影響を受けないボックス等に収容する。設置場所にLAN, FTTH, ADSL等の設備があれば、それを利用してインターネットに接続する。阿蘇市では「阿蘇インターネット光<sup>18)</sup>」によってほとんどすべての公共および民間施設、個人宅にFTTHが整備されているため、多くの補完観測ステーションでは、データのアップロードのための接

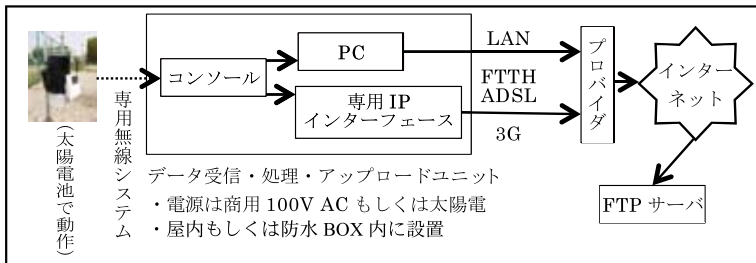


図5 VantagePro2を用いたリアルタイム気象観測データ転送

測定データは1秒おきにセンサーユニットにある送信装置から専用の無線システムを介してコンソールに送られる。送信可能範囲は見通しで約100m。コンソールからPCにはUSB接続によってデータが送られ、専用アプリケーションによって任意のFTPへデータをアップロードできる。専用IPインターフェースはPCのかわりにデータのアップロードを行う。インターネットへの接続は、設置場所のLAN, FTTHやADSL等の公衆回線もしくはモバイルルータを介して3Gによる無線接続を利用する。

続が容易である。施設や住宅以外の屋外でこのようなネットワークがない場合は、モバイルルータ経由で3G回線を通じてインターネットへの接続が可能である。

#### 4-3. データ処理

##### 4-3-1. 阿蘇地域における土砂災害に対する避難指示通知のための最適時刻

土砂災害は降り始めからの総雨量と直近の1時間あたりの雨量によって判断されている。表1から、阿蘇市の北部から北西部地域では、7月12日の午前5時頃に土砂崩れの通報が相次いでいる。この時坂梨と一の宮の降り始めてからの総雨量は260mmであり、直近の2時間には1時間あたり80~100mmの猛烈な雨が降り続いている。土砂崩れの発生が通報時刻とあまり変わらないと過程した場合、避難指示を通知すべき時刻は、最寄りの気象観測点の観測データが以下の条件に達した時で、

$$\left[ \left\{ \left( \begin{array}{c} \text{降り始めてからの総雨量} \\ 260\text{mm 以上} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{1時間あたりの雨量} \\ 80\text{mm 以上} \end{array} \right) \right\} \text{の時刻} \right] - \left( \begin{array}{c} \text{避難に} \\ \text{要する時間} \end{array} \right)$$

となる。避難に要する時間を1時間とした場合、午前4時が通知すべき時刻である。この時刻では、総雨量が約180mmで1時間あたり80mm近い雨が降っているため、このペースで1時間降り続くと災害が発生することになる。すなわち、

$$\left\{ \left( \begin{array}{c} \text{降り始めてからの総雨量} \\ 180\text{mm 以上} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{1時間あたりの雨量} \\ 80\text{mm 以上} \end{array} \right) \right\} \text{の時刻}$$

が通知すべきであった時刻である。阿蘇地域におけるリアルタイムの降雨データが上記に至った時点で、阿蘇地域の土砂災害に関する防災情報を発信することがデータ処理の過程で行われるべきことである。

##### 4-3-2. 熊本市龍田陣内地域の水害に対する避難指示通知のための最適時刻

前述の通り、白川の水位のピークと阿蘇地域での降雨の時間変化から、3~4時間かけて阿蘇地域から熊本市中心部付近へ水が流れ下っていると推定した。熊

本市内の龍田陣内地区での白川の氾濫は午前6時頃から始まり、その3～4時間前の阿蘇の狩尾では、降り始めからの総雨量が140mm～260mmで、100mm程度の1時間あたり雨量が約2時間続いている。この程度の雨が阿蘇地域で降れば、龍田陣内地区で深刻な浸水被害が起きる可能性が高いということになる。降り始めからの総雨量を140mmと260mmの中間値、流れ下る時間を安全側の3時間とすると、避難指示を通知すべき時刻は、阿蘇地域の観測点の中で以下の雨量が観測された時刻、

$$\left[ \left( \begin{array}{c} \left( \text{降り始めてからの} \\ \text{総雨量} \\ \text{200mm 以上} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{1時間あたりの} \\ \text{雨量} \\ \text{100mm 以上} \end{array} \right) \right) \text{の時刻} \right] + (3 \text{ 時間}) - \left( \begin{array}{c} \text{避難に} \\ \text{要する} \\ \text{時間} \end{array} \right)$$

となる。阿蘇の狩尾で降り始めからの総雨量が200mm、1時間あたりの雨量が100mmに達したのは午前2時20分頃で、3時間後の午前5時20分頃に熊本市の龍田陣内地区で深刻な浸水被害が始まるという計算結果になる。実際に当地域で道路の冠水や浸水が消防局員によって確認されたのが午前6時頃であるため、適切な予測と言え、さらに避難に要する時間を差し引いた時刻が通報に最適な時刻となる。

#### 4-3-3. 土砂災害、水害予想のためのアプリケーション

以上の2例のように、適切な避難指示情報を発信するタイミングは、気象データと災害発生時刻との比較によって適切な見積が十分に可能である。それぞれの地域における今回以前の災害における履歴を分析することによって、より詳細で正確な予想を行うことが可能になるであろう。

図6にリアルタイム気象観測データと災害履歴等をもとにした災害予測のフローチャートを示した。前述の2例では、それぞれ限られた範囲、すなわち広域的に見た場合は“点”における災害予測であるが、ハザードマップ、地形データ等の面的データと照らし合わせることによって広域的な災害予測、防災情報の発信が可能となる。河川や傾斜地における各種災害対策改修工事の状況、避難に必

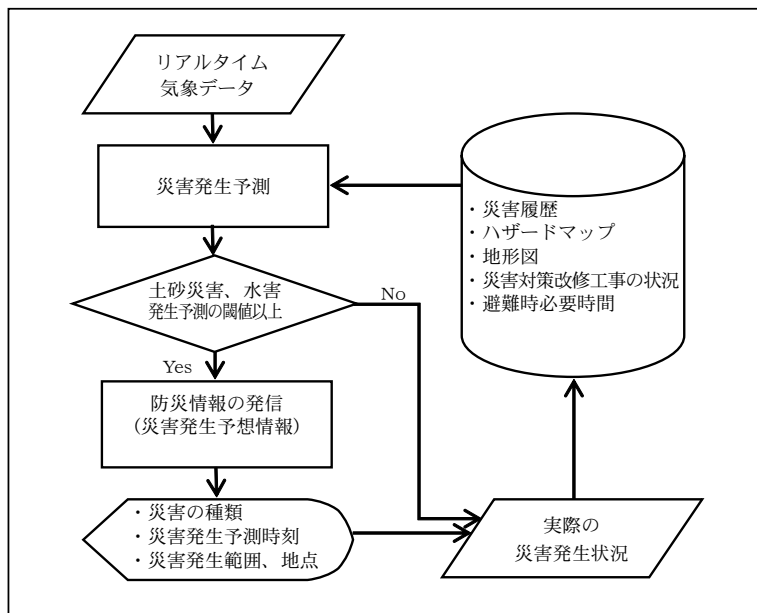


図6 土砂災害、水害発生予測判断のためのフローチャート

防災データ配信のためのサーバ内で実行される、土砂災害および水害の発生予測を行うためのアプリケーションにおけるデータ処理のフローチャート。リアルタイム気象データを、データベース中にある各種情報（災害履歴、ハザードマップ、地形図、災害対策改修工事の状況、避難時必要時間）と照合して、土砂災害および水害の発生の可能性を判断する。可能性ありと判断した場合は、災害発生予測情報として、災害の種類、予測時刻、発生範囲、地点を含む防災情報を発信する。可能性がないと判断した場合の実際の状況は、データベースに履歴として残される。また、災害ありと判断した場合は、実際に災害が発生したかどうか、またどのような発生状況であったか、防災情報が適切であったか等の情報をデータベースに履歴として入力する。データベースは履歴の蓄積によって成長し、災害発生の予測の確率が上昇し、さらにより詳細は予測が可能になっていく。

要な時間等を関連付けることによって、より詳細で正確かつ具体的な災害予測情報となる。以上の情報は、データベースとしてアプリケーションに組み込む。さらに、リアルタイム気象データから、災害発生判断において、可能性がないと判断した場合、実際に災害が発生したかどうか、またその状況が、データベースに履歴として残される。また、可能性ありと判断した場合は同様に、実際に災害が

発生したかどうか、またどのような発生状況であったか、防災情報が適切であったか等の情報をデータベースに履歴として残す。データベースの入力は、主として人間が行うことになる。履歴の蓄積によってデータベースは成長し、災害発生の予測の確率の上昇、より詳細は予測が可能になっていくと考えられる。このような災害データベースをベースにした判断は、人間が災害状況を判断することと比較した場合、次のようなメリットがあげられる。防災担当者が代っても防災情報の質を保つことができること。また、処理するためのデータ量が増えたとしても人間のように情報の交錯が生じることがなく、より精度の高い判断を迅速に行うことができることである。過去の災害に学ぶことが重要であるということが常に言われ続けている。しかしながら、実際には大きな災害でさえ時間とともに風化していつてしまうことが多い。このようなデータベースの作成は、過去に学ぶことを確実にしていくことにつながり、時間とともにより質の高い予測を可能にすることが期待される。

#### 4-4. 防災情報の配信

図6のように前述のアプリケーションでは、リアルタイム気象データから災害発生の可能性が予測された場合、発生が予測される災害の内容、予測時刻、範囲や地点さらに避難場所等の情報を発信する。この情報はインターネットを經由して、対象となる地域住民、市町村役場、マスコミ、エリアメールに配信する。市町村役場からは各地域の防災無線等の防災ネットワークシステムを通じて公報される。一般的には、システム上でユーザー登録をした場合、登録した地域の災害発生予測に限定される。地域の住民に対しては効果を発揮するが、観光客等外部から来た人には届かないことになる。したがって、配信システムでは、携帯端末の位置情報を利用して、登録したユーザーの位置情報に応じた災害発生予測情報を知らせるしくみが必要である。



## 5. 自動化システムの限界と人間のネットワーク

今回提案した前述のシステムは、自動気象観測装置、コンピュータのアプリケーションによるデータの自動取得、処理、配信、さらにインターネット等の既存のネットワークを活用し、すべてにおいて自動化されている。人間が介在することによって生じる判断ミスや遅れをほとんどなくすることができ、より早期に避難情報を出すことが可能になる。すなわち、今回の九州北部豪雨で阿蘇および熊本地域で生じた土石流災害や洪水による人的被害を軽減することにつながる。しかしながら配信された情報を受け取るのは現地の人間であり、非難するかどうか判断するのも同様である。そこには、情報を受け取る方法とその解釈に関する問題が残る。

近年、スマートフォンを始めとする多機能携帯端末の普及が進んでおり、そのような機器を活用した防災情報の取得は、より効果的になる。一方で、高齢化社会によって、進んだIT端末を使わない人の割合および、避難に時間を要したり、困難になる人も多くなることが予想される。そこでは、防災情報をオフラインの状態人間が直接伝えあったり、避難を手伝うなど、地域の間人間のネットワークが重要である。

災害予測は安全側で行うために、予測した災害が起きないことが多い。このことを予測が“はずれた”と表現されるが、多くの場合、災害要因が一定の閾値に達していないだけで、十分な危険性が存在していることは事実である。予測が“はずれた”ことが続くことによって、予測情報に対する信頼を失い、結果的に避難をしなくなることが“オオカミ少年効果”と呼ばれる。しかし、防災予測は上記のように、オオカミ少年のように嘘を言っているわけではない。このような防災予測の判断のしくみと災害および自然現象について、住民が十分理解しなければ、進んだ防災システムが存在しても、避難の遅れはなくなる。学校教育や、行政による地域への啓蒙活動、広報活動を通じて、徹底した防災に関する理解の浸透が必要である。防災に限ったことではないが、機械に依存すべきところは積極的に依存し、その分、人間でしかできない部分を強化していく体制作りが必要

である。

## 注

- (1) 気象庁ホームページ「平成24年7月11日から14日に九州北部地方で発生した豪雨の命名について」  
[http://www.jma.go.jp/jma/press/1207/15a/20120715\\_gouumeimei.html](http://www.jma.go.jp/jma/press/1207/15a/20120715_gouumeimei.html) (2012.09.22 入手)
- (2) 「12日で「7・12豪雨災害」から1カ月 暮らし再建, なお遠く 被害復旧, 急ピッチ 阿蘇豪雨 九州北部豪雨」『熊本日日新聞』2012.08.12・朝刊(1)
- (3) 熊本市ホームページ「統計でみる熊本市—人口について」  
[http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/kiji\\_detail.asp?ID=11927&mid=9&LS=41](http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/kiji_detail.asp?ID=11927&mid=9&LS=41)(2012.09.01入手)
- (4) 熊本県ホームページ「熊本県統合型防災情報システム」  
<http://www.bousai.pref.kumamoto.jp/> (2012.07.18入手)
- (5) 「7・12豪雨 阿蘇市の記録と証言 土砂崩れ次々, 住民悲鳴「家がつぶれた」「生き埋め」多数 阿蘇豪雨 九州北部豪雨」『熊本日日新聞』2012.07.23・朝刊(3)
- (6) 「7・12豪雨 熊本市ドキュメント 九州北部豪雨」『熊本日日新聞』2012.07.27・朝刊(2)
- (7) 「これまでの動き 7・12豪雨災害から1カ月 7.12豪雨 九州北部豪雨 阿蘇豪雨」『熊本日日新聞』2012.08.12・朝刊(3)
- (8) 「熊本市の避難発令遅れ 危機管理を見直し 7.12豪雨 九州北部豪雨 阿蘇豪雨」2012.08.12・朝刊(3)
- (9) 「「危険箇所, 思い込みも」避難指示遅れ委員から指摘 検証部会の第2回会合 7.12豪雨 九州北部豪雨 阿蘇豪雨」『熊本日日新聞』2012.08.08・朝刊(1)
- (10) 「熊本市の豪雨避難指示遅れ 消防情報, 市本部に届かず 検証部会が第1回会合 7.12豪雨 九州北部豪雨 阿蘇豪雨」『熊本日日新聞』2012.07.27・朝刊(1)
- (11) 「龍田地区の危機的状況, 避難指示時も把握できず 熊本市水防本部 消防情報, 熊本市本部に届かず 7.12豪雨 阿蘇豪雨 九州北部豪雨」『熊本日日新聞』2012.07.27・朝刊(2)
- (12) 気象庁ホームページ「気象観測データ」  
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/obsmenu.html> (2012.09.01入手)
- (13) 気象庁ホームページ「緊急地震速報について」  
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/> (2012.09.01入手)
- (14) Taro Shinmura (2001): Real Time Forest Fire Detection in Southeast Asia Using NOAA /AVHRR, ACT-JST project report of Asia Pacific Network for disaster monitoring using Earth observation satellites, 40-41.
- (15) 気象庁ホームページ「過去の気象データ検索」

<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2012.09.01入手)

- (16) Davis社ホームページ「WeatherLink Station Map」

<http://www.weatherlink.com/map.php> (2012.09.01入手)

- (17) 熊本学園大学内ホームページ「気象観測装置VantageProによるキャンパス内のリアルタイム気象データ」

<http://aso.econ.kumagaku.ac.jp/metec/> (2012.09.01入手)

- (18) 阿蘇テレワークセンターホームページ「光事業概要」

<http://hikari.aso.ne.jp/outline/> (2012.09.01入手)