

# 豪雨防災情報システムに関する研究

2004年12月

牛山素行

## 目次

第1章	序論	1
1.1.	本研究の背景	1
1.2.	本研究の関心事項	3
1.3.	本研究の構成	4
第2章	情報通信技術の進歩に伴う豪雨防災情報の発達史	6
2.1.	はじめに	6
2.2.	ケーブルテレビ網を活用した小地域対象の気象情報提供	6
2.3.	防災情報におけるインターネット活用の発達史	10
2.4.	まとめ	19
第3章	普及型雨量観測・データ公開システムの開発	21
3.1.	はじめに	21
3.2.	システムの開発	22
3.3.	システム運用上の技術的問題	26
3.4.	システム運用上の制度的問題と提言	27
3.5.	まとめ	28
第4章	携帯電話で参照可能な全国リアルタイム豪雨表示システムの開発	30
4.1.	はじめに	30
4.2.	リアルタイム豪雨表示システムの概要	31
4.3.	システムの利用状況	37
4.4.	成果と課題	38
第5章	豪雨災害時の市町村役場における防災情報の利用実態	40
5.1.	はじめに	40
5.2.	2002年7月台風6号豪雨災害の概要	40
5.3.	本災害時の市町村防災担当者による豪雨防災情報の利用実態	47
5.4.	まとめ	52
第6章	豪雨災害時の住民による防災情報の利用とその効果	54
6.1.	はじめに	54
6.2.	調査手法	54

6.3.	調査結果	55
6.4.	まとめ	61
第7章	リアルタイム豪雨防災情報 web の活用例	64
7.1.	はじめに	64
7.2.	2003年7月九州豪雨災害の概要	64
7.3.	リアルタイム豪雨防災情報を活用した減災例	71
7.4.	まとめ	77
第8章	災害時のリアルタイム防災情報利用可能性の検証	79
8.1.	はじめに	79
8.2.	調査手法	79
8.3.	調査結果	80
8.4.	まとめ	84
第9章	結語	86

# 第1章 序 論

## 1.1. 本研究の背景

従来の日本における防災対策は、ハードウェア整備を中心として行われてきた。豪雨災害を例にとれば、河川改修、治水ダム・砂防ダムの建設などがそれである。しかし、数十年に渡るこれらの防災対策工事にもかかわらず、その整備は決して万全なものにはなっていない。河川においては、時間降水量50mm による氾濫被害を防止するという整備目標に対する整備率は、大河川で63%、中小河川では36%などとなっており、土砂災害対策では目標の20%程度が整備されているに過ぎない(国土庁, 1994)。しかし、中小河川の整備率が低いことに象徴されるように、現在未整備の箇所は、多地点のうえ、整備による防護対象家屋が少ない箇所が中心と考えられ、これらを完全に整備することは容易なことではない。また、近年の国の財政状況悪化に伴う公共事業支出の大幅な削減なども考えると、今後はハードウェア整備率の大きな向上は期待できないことが予想される。また、仮にハードウェア整備のための財源が得られたとしても、国民の中に公共事業に対する批判的な見方も広がりつつあり(小松ほか, 2000)、従来型のハードウェア整備を推進することが困難となる場面が増えることもありうる。

防災対策には、大別するとハードウェア対策とソフトウェア対策があることは従来から認識されてきた。昨今のハードウェア防災対策をめぐる厳しい情勢を鑑みると、ソフトウェア防災対策の重要性が、従来にも増して高まっていると言って差し支えない。ソフトウェア防災対策の内容には幅広いものがある。たとえば山口(1987)は、豪雨災害に対するソフトウェア防災対策に該当する主なものとして、①土地利用規制に関するもの、②雨水貯留に関するもの、③住居など建物の耐水化、④防災情報システム・水防・避難、⑤洪水保険を挙げている。また、河田(1997)は、災害の発生前から発生後にかけて災害に対応し、減災を試みる一連の取り組みを「防災マネジメント」と呼び、これが①ハードウェア、②ソフトウェア、③ヒューマンウェア、④コマンドウェアの4つ(③、④は広義の②に含まれる)から構成されるとし、時系列ごとのマネジメントの例を表.1のように示した。

	エマージェンシーマネジメント (危機管理)	
	リスクマネジメント (災害発生前)	クライシスマネジメント (災害発生後)
ハードウェア	〈減 災〉 再現期間, 遭遇確率, 冗長性やフェイルセーフのシステム	〈復 旧〉 ライフラインの耐震性強化, 仮設住宅の建設など
ソフトウェア	〈豊かさ〉 災害情報, 防災訓練, 防災計画, 防災教育, 避難マニュアルなど	〈情報伝達〉 ライフラインの復旧情報, 救援物資の配布状況など
ヒューマンウェア	〈準 備〉 救急・救命体制, ボランティア, 心理カウンセラーの育成など	〈対 応〉 心的外傷後ストレスのケア, 重症者の転院など
コマンドウェア	〈防災戦術〉 災害対策本部, 指揮系統, 危機管理体制など	〈防災戦略〉 後方支援, 兵站計画, 復興計画など

表 1.1 防災マネジメントの分類(河田, 1997)

河田の挙げる狭義のソフトウェアマネジメントにおける最も基本的なキーワードは「情報」であろう。表 1.1の内容に即して言えば、「防災訓練」や「防災計画」には災害の想定などの「情報」が必要であるし、防災教育には災害のメカニズムなどに関する「情報」が必要であり、「避難」について考えるためには当該地域の自然条件などの「情報」が必要である。事後のマネジメントでは、「情報伝達」が柱として挙げられて

いる。近年、これら、災害・防災・減災と情報の関わりについて考える学問分野として、「災害情報学」が成立しつつある。

日本における災害に関する研究は、1960年に発足した自然災害科学総合研究班、1981年に発足した日本自然災害学会などの場を中心に発展してきた。しかし、その内容はどちらかといえば自然科学的立場からのものが中心であり、災害因(Hazard)である、たとえば地震、水、気象、火山などのメカニズムに関する研究や、防災・減災にかかわる研究としても、ハードウェアに関するものが多かった。「災害情報学」にかかわる調査研究は、社会科学関係の研究者や消防関係などの実務者らを中心におこなわれてきており、災害時の情報伝達実態の事例解析、警報に対する理解状況、災害時の通信の混乱とその対策、災害と流言などのテーマに関して一定の成果(たとえば広瀬、1981、東大新聞研、1986など)を挙げつつある。1990年にスタートした地域安全学会、1999年に発足した日本災害情報学会などの新しい学会を舞台として「災害情報学」に関する議論が行われつつあるが、その取り組みは災害因に関する研究やハードウェア防災に関する研究に比べると、けして十分とは言えない。ことに近年は、情報通信技術の急速な発達による、災害関連情報の伝達手段の革命的な変化もあり、この状況下における「災害情報学」研究は、極めて今日的な課題である。

ハードウェア防災対策は、基本的に行政機関が行うものであり、住民レベルで行えるものではないため、ハードウェア防災対策が中心であった時代においては、住民一人一人の防災において果たすべき責任は相対的に低かった。しかし、ソフトウェア防災対策、特に情報を活用した防災対策においては、情報発信を行う役割は行政機関が主体となるが、それを利用し実際に行動するのは住民であるため、一人一人の責任は相対的に高くなる。たとえば、1999年6月29日の広島周辺における新興住宅地を中心とした土砂災害・豪雨災害などを契機として、土砂災害・豪雨災害の危険性に関する日常的な情報発信や、住民や各種機関の災害情報相互通報システム整備などの重要性が指摘され(総合的な土砂災害対策に関するプロジェクトチーム、1999など)、これらの指摘に沿って河川法の改正や土砂災害対策法の制定も行われた。ここで言われている「相互通報システム」とは、行政からの一方的な情報伝達だけではなく、行政と住民が情報を共有し、災害時の対応を行政に任せきりにせず、住民自身も考えられるよう支援するためのシステムであると読み取れる。すなわち現代は、住民一人一人が、情報を活用して災害を理解し、災害時には起こっていることを把握し、それに対処することが求められるようになったと言えよう。このような状況下における防災対策を巡る諸問題はまだ未解決のものが多い。防災関連の情報や制度整備が比較的進んでいる米国でも、トルネード警報が発表されても半数が避難しない事例の報告(J. D. Mitchem, 2003)や、行政機関間の洪水警報に関する連絡の不徹底などの問題が報告されており(P. W. O'Brien and J. Payne, 1997)、情報の活用による防災力の向上には課題が多いことがうかがえる。「災害情報学」の大きな役割の一つは、このような環境下にある住民を支援するための方策を提案することにあると考えられ、現代における重要な役割を担っていることになる。

災害発生時には被災者となり得る、住民と情報のかかわりを、時系列で整理すると図 1.1のようになる。本研究では、災害発生までに必要な情報を、防災の効果を高めるための情報という意味で「防災情報」、災害発生以後に必要な情報を、災害に対応するための情報という意味で「災害情報」と分けて考える。「防災情報」の役割は、情報の利用者(住民など)の災害に対する理解を高め、災害時にはその災害を短時間かつ的確に把握し、避難などの避災行動を支援することにある。すなわち、住民一人一人の災害への対応責任が増した現代において、重要性を増している情報と言える。

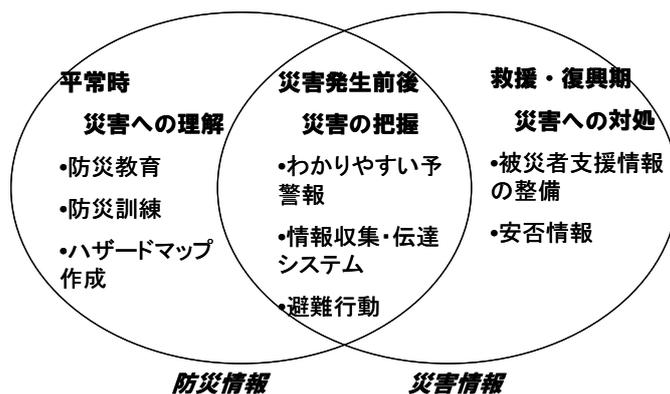


図 1.1 住民を対象とした防災と情報のかかわり

## 1.2. 本研究の関心事項

筆者は、現代における「防災情報」の効果的な提示・活用のありかたに関する調査研究を従来から行ってきた。本論文は、その成果を取りまとめたものである。「防災情報」に関わるテーマは、多岐に渡っている。本論文においては、その中から特に以下の点を基本的な関心事項として議論を進める。

- ①対象とする災害の種類は豪雨災害を中心とする
- ②豪雨防災情報をめぐる近年の変化を整理する
- ③インターネットを中心とした情報通信技術を活用して伝え得る情報のありかたを検討する
- ④インターネット等によるリアルタイム防災情報の実災害時の活用状況を検証する

ひとくちに自然災害と言っても、それぞれ特徴があり、その特徴に応じた「防災情報」の提示方法があるものと思われる。従って、まず特定の災害種別を対象として検討を進めることが効率的であると思われる。ここで豪雨災害を対象としたのは、日本においてその発生頻度が最も高く、国民にとって最も身近な自然災害であると考えたためである。

近年のインターネットを中心とした情報通信技術や、豪雨災害に関わる各種観測技術の急速な発達を背景として、防災関連情報を住民に効率的に伝達することが容易となり、このことに着目した試みがなされつつある(浅田ら, 2000, 干川, 2000など)。また, 1999年以降急速に普及したiモード等の単体でインターネットを参照可能な携帯電話は、住民一人一人に対する防災情報伝達、交換の手段としての期待が高まっている(池田・佐治, 2001)。しかし、インターネットを中心とした情報通信技術は、急速に発達中の技術であり、その利用方法や利用に関するノウハウはまだ定まっておらず、試行錯誤が繰り返されているのが現状である。ことに、iモードのような双方向情報交換のできるタイプの携帯電話の普及は世界的にも日本が先行している。アメリカのような Tone Alert Radio あるいは Weather Radio など(J. Sorensen, 2000), 単純な受信機によって防災情報を個人に伝達する段階を経ずに、急速に個人が直接防災情報を入手できる時代に突入した訳であり、わが国における防災情報をめぐる歴史的過程や課題、可能性を調査研究する意義は大きい。一方で、各種観測データや災害記録等の電子化が進んでおり、これらを加工し、従来なかったような情報を発信できる素地が整いつつある。本論文では、これら近年の変化を防災情報に生かす方策(豪雨防災情報システム)を開発し、このようなシステムの実災害時における活用可能性を検証することを主な課題とする。

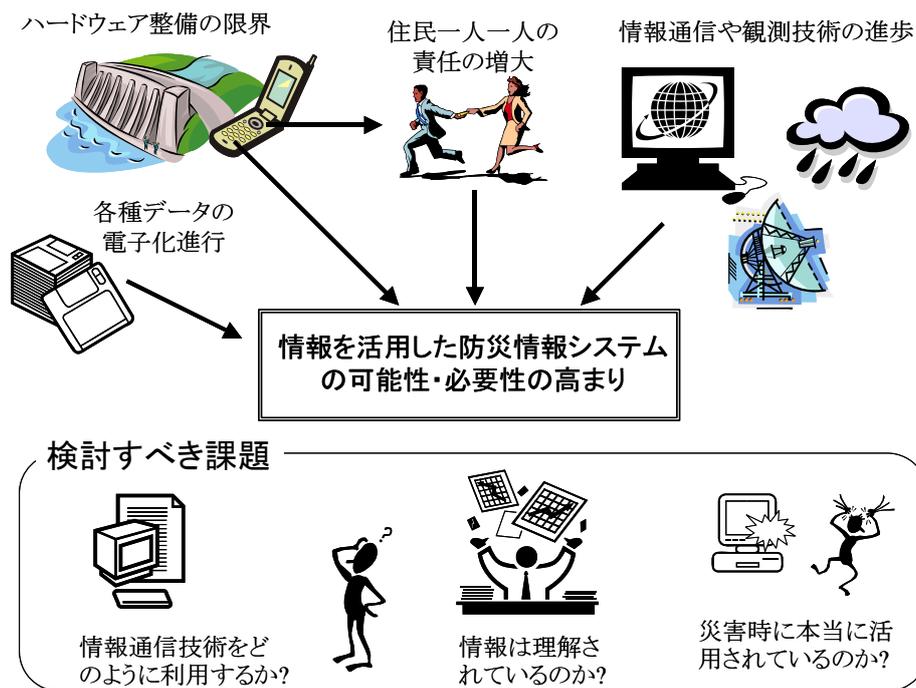


図 1.2 現代の豪雨防災情報をめぐる変化と本研究の関心事項

### 1.3. 本研究の構成

本研究では、まず第 2 章において近年の豪雨防災情報の観測、伝達システムの発達を概観する。第 3 章から第 6 章では、近年発達した情報通信技術を活用した、豪雨防災情報の発信システムについて、いくつかの方法で開発を試みた結果を整理する。第 6 章から第 9 章では、整備が進む豪雨防災情報システムが、実際の災害時に有効に活用されているかどうかについての実証的調査研究の結果を整理する。第 10 章において、これらの結果をまとめる。

### 参考文献

- 浅田純作・片田敏彦・岡島大介・坪井博史, 2000:災害時における Web-Page を用いた情報発信に関する研究, 日本災害情報学会第2回研究発表大会予稿集, pp.23-29
- 広瀬弘忠編, 1981:災害への社会科学的アプローチ, 新曜社
- 干川剛史, 2000:インターネットによる情報支援活動の展開, 日本災害情報学会第2回研究発表大会予稿集, pp.5-13
- 池田茂・佐治実, 2001:i モードによる河川情報提供システムの開発, 砂防学会誌, Vol.54, No.3, pp.72-80
- Jamie D. Mitchem, 2003:An Analysis of the September 20, 2002, Indianapolis Tornado: Public Response to a Tornado Warning and Damage Assessment Difficulties, QUICK RESPONSE RESEARCH REPORT, #161, <http://www.colorado.edu/hazards/qr/qr161/qr161.html>.
- John H. Sorensen, 2000: Hazard Warning System: Review of 20 Years of Progress, Natural Hazards Review, Vol.1, No.2, pp.119-125

国土庁, 1994:防災白書(平成6年版), 大蔵省印刷局.

小松利光ほか, 2000:公共事業とりわけ防災事業に対する住民意識に関する研究調査(速報), 土木学会  
2000年9月東海豪雨災害に関するミニシンポジウム配布資料

河田恵昭, 1997:地域防災計画の実務(京都大学防災研究所編), pp.134-135

Paul W. O'Brien, James Payne, 1997:PUBLIC RESPONSE TO THE 1997 NORTHERN CALIFORNIA FLOODS, Quick Response Report (Natural Hazards Center at the University of Colorado), No.85, <http://www.colorado.edu/hazards/qr/qr97.html>.

総合的な土砂災害対策に関するプロジェクトチーム, 1999:総合的な土砂災害対策に関する検討(報告), [http://www.mlit.go.jp/river/press/9907\\_12/991105b.html](http://www.mlit.go.jp/river/press/9907_12/991105b.html)(国土交通省ホームページ記者発表資料)

東京大学新聞研究所編, 1986:災害と情報, 東京大学出版会

山口高志, 1987:ソフトな防災対策, ・藤田寿雄・木下武雄・小松章一・上原茂次・山口高志, 豪雨・洪水  
防災(高橋 博ほか編), p.291-301, 白亜書房.

## 第2章 情報通信技術の進歩に伴う豪雨防災情報の発達史

### 2.1. はじめに

最近10年ほどの間に、豪雨防災情報をめぐる情勢は大きな変化を遂げた。その主なものを整理すると以下のようになる。

- ①気象レーダー、気象衛星、テレメータ雨量観測所など、豪雨観測技術の発達
- ②短時間降水量予報など、豪雨予報技術の発達
- ③インターネット、ケーブルテレビなどの情報通信技術の発達
- ④気象観測、情報通信関連ハードウェアの低価格化と普及

観測技術、予報技術の発達は、従来と比較にならないほど詳細かつ多量の情報を生産し、情報通信技術の発達は、それらの多量の情報を分単位の即時性で利用者の元に届けることを可能にした。気象観測施設の低価格化は観測技術や情報技術の発達も相乗効果となって、観測施設の大幅な拡充をもたらした。パソコン、携帯電話などの情報通信関連ハードウェアと通信費用の低価格化は、多量に生み出された情報を、ごく一般の市民でも参照可能にした。

本章では、最近約10年間ほどに生じた大きな変化のなかから、ケーブルテレビとインターネットに着目し、これらの技術の豪雨防災情報への応用の歴史を簡単に整理する。

### 2.2. ケーブルテレビ網を活用した小地域対象の気象情報提供

－鳥取県東伯町における事例調査－

#### 2.2.1 農村型 CATV による気象情報提供の概要

CATV とは有線ケーブルを通じて、テレビ放送を行うシステムであり、地方を中心に全国的に普及が進んでいるものである。一般的には、地元 TV 放送局で放映されない都市部など他地域のテレビ番組や、衛星放送、ローカル番組(たとえば東伯町内限定番組)などが放映されている。何らかの形で気象専門チャンネル(24時間気象情報を放映している)を持っていることも多い。

近年、市町村などの地方自治体を単位として、管内に気象観測網を展開し、その情報を他の各種農業関係情報と共に CATV(有線テレビ)や FAX を通じて住民に伝達するシステムを整備する例が増えてきた。1993年の気象業務法改正に伴い、気象情報の提供に関する条件が緩和されたことを受け、1996年に農林水産省が始めた「気象情報地域農業高度利用対策」による観測施設の整備は、その代表的なものである。高谷・能登(1998)によれば、1997年現在で同事業による観測網の整備が全国60市町村以上で行われ、観測所数は222個所に達しているという。これらの観測システムは、主として営農情報の充実に目的として展開されたものであるが、設置された観測所では、ほぼ例外なく降水量の観測も行われており、土砂災害や洪水災害に代表される豪雨災害に関わる防災情報としての活用も期待される。

従来、農業気象の立場からの整備状況の紹介や提案はいくつか為されているが(星川, 1999など)、豪雨災害の防災という観点からこれらの観測システムを具体的にどのように活用すべきか、あるいは実際の活用事例などについての検討・検証はまだほとんど行われていない。これらのシステムは、防災行政無線による音声放送などに比べてはるかに詳しい情報を、画像によって直感的に伝達できるという利点を持つと共に、Internet の WWW 参照などに比べはるかに容易な方法で情報を閲覧することが可能であること

から、情報機器の操作に慣れない人も含めた、より多数の人に充実した情報を伝達することができるという利点を持つ。このため、住民向け、あるいは防災に関する専門知識の少ない行政担当者向けの防災情報伝達手段として有効であるものと思われ、その活用方法を検討していくことは、地域の防災対策を考える上で重要である。ここでは、数年前から観測網の展開が行われている、鳥取県東伯郡東伯町におけるシステム整備の現況調査を行う。

## 2.2.2 調査対象システムの概要

調査地の鳥取県東伯郡東伯町は、鳥取県西部の大山の北東側山麓に位置する、人口12,382人(平成7年国勢調査)、面積82.2km<sup>2</sup>の町である(図 2.1)。町域の多くは、大山付近の標高1700m付近を源流域として日本海に注ぐ流路長約24kmの加勢蛇(カセチ)川の流域であり、上流域では深い谷が形成され、下流域は火砕流台地状の地形が広がっている。町内には、気象庁の気象官署やAMeDAS観測所は存在していない。筆者らは、1999年8月23日に現地を訪れ、観測所の視察や、関係機関での聞き取り調査を行った。

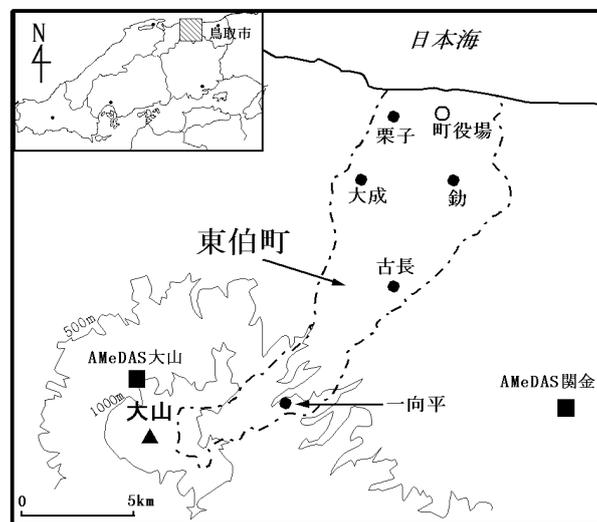


図 2.1 東伯・大栄町内の気象観測所位置

●が農業気象高度利用システムのもの、■が AMeDAS 観測所

東伯町に導入されたシステムは、「農業気象高度利用システム」と呼ばれている(図 2.2)。東伯町側には、気象観測所と観測所管理用コンピュータがある。観測データは衛星回線を通じて東京にある社団法人日本農村情報システム協会に送信され、ここで気象庁のデータなどとあわせて解析され、予測値などが算出される。算出された予測値や、気象衛星画像などは、農村情報システム協会から再び衛星回線を介して東伯町に送られる。東伯町側では、これらのデータを画像情報に変換し、CATV(ケーブルテレビ)を通じて放送している。観測所管理用コンピューターや、画像作成・放送用システムはすべて東伯町内にある東伯地区有線放送株式会社(TCB)に置かれており、隣接する大栄町の観測システムと共に一元的に管理されている。気象観測施設とCATVの運用は、1996年4月から開始されており、当初は観測実況値などの提供だけであったが、1999年4月から、48時間先までの予測値を提供できるようになった。

受信には契約と受信料の支払いが必要で、TCBの場合、加入金20,000円、放送利用料および受信施設利用料月額2,000円が必要である。

気象観測所は、東伯町内に5ヶ所あり、観測項目は、気温、降水量、湿度、日照時間、日射量、風向、

風速(一向平観測所は気温と降水量のみ)となっている。観測データの回収は TCB のケーブル回線を介して行われている。観測所の草刈りなどの日常的な保守は、町の総務課が行っており、システム自体の管理は納入業者が随時行っている。また、5年に1回、観測機器を気象庁に送り、検定作業を行ってもらう必要がある。

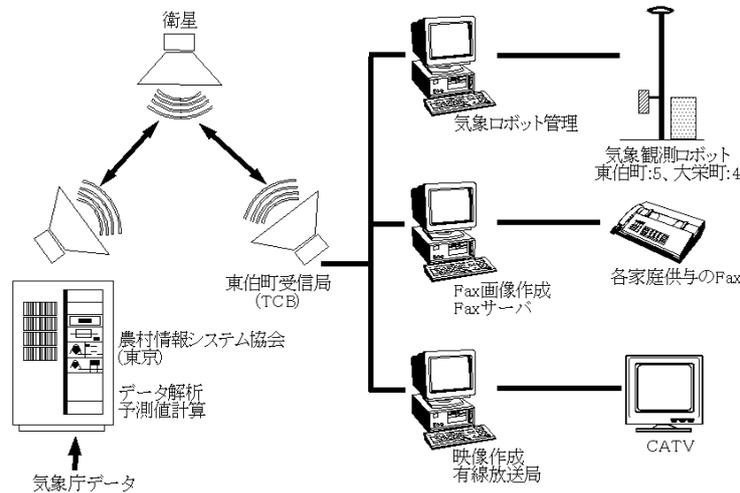


図 2.2 東伯町農業気象高度利用システムの概要



写真 2.1 TCB で使用されている専用 FAX

東伯町内の住民が農業気象高度利用システムの気象情報を入手する方法としては、(1)CATVの放送を見る、(2)FAXで必要な情報を取り寄せる、の2通りの方法がある。CATVは受信料が必要だが、何の操作も必要なく情報を得る事ができる。しかし、情報が一過性で保存しておくことができない事が欠点である。FAXは、データを手元に保管するには便利であるが、若干の操作が必要である。なお、ここで用いられているFAXは、TCBの管内専用のもので汎用のものではないが(NTT回線への接続ができない)、一般的なボタンのほか、最近のコピー機に見られるような液晶タッチパネルによる操作盤を備えており、漢字表示による直感的な操作も可能になっている(写真 2.1)。農協組合員であれば、無償供与される。なお、このFAXで入手できる情報は気象情報に限ったものではなく、農作物の市況情報、農協などからの情報、町からのお知らせなど多岐に渡る。

FAXで入手できる情報の一覧を表 2.1に示す。地元の観測値や予測値のほか、天気図や衛星画像な

どの広域的な気象情報も入手することができる。CATVで見られる情報もこれに近いが、各観測所の実況値や、1kmメッシュの気温・降水量等の実況・予測値など、「現在以降」の情報が重点的に放送されており、昨日からの気温・降水量の変化など、過去のデータは放送されていない。

表 2.1 FAX で取り出せる気象情報の一覧

情報名	内容
観測点グラフ	各観測局で実測された当日のデータを1時間更新で表示 データは気温・降水量・湿度・日照時間・日射量・風向・風速(以下同)
観測点テーブル	観測局の1時間データを一覧表で表示
予測グラフ	観測局毎の48時間分の予測データを表示
予測テーブル	グラフと同じデータを一覧表で表示
天気予報(全国・各地方)	天気図, 衛星画像, 予報, 今後の雨の状況
最新台風情報	

### 2.2.3 観測データの利用実績

CATV や FAX による情報は、実況値や、せいぜい直近2日分程度のデータのみであるが、データ自体はこれとは別に、気象観測所の管理用コンピュータ内に保管されており、適宜フロッピーディスク等でバックアップをとっている。将来的にもデータは保管・蓄積し続ける予定とのことである。定期刊行物などは発行されていないが、データは月報形式等でプリントアウトが可能であり、電子データとしての出力にも対応できる。

これら過去のデータ参照には、TCB が対応しているが、これまでのところ住民の利用はほとんどなく、各種試験場や、建設関係者などの利用が中心とのことである。農協などでは、データが蓄積された段階で、気象状況と作柄を関係づけて考えるなど、気候値的な利用の構想も持っているようであるが、データの蓄積が少ないこともあって、現段階では具体的なものにはなっていない。

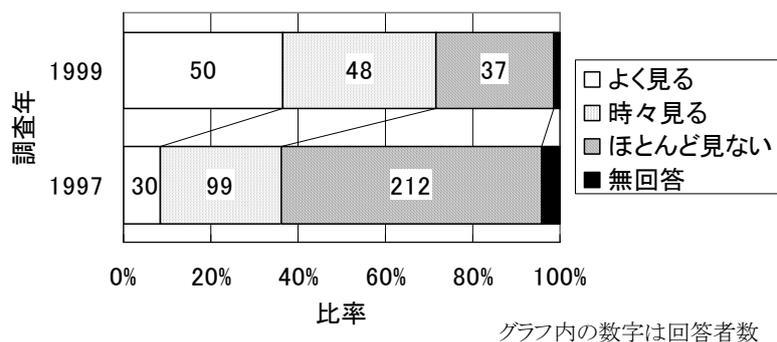


図 2.3 TCB の気象情報についてのアンケート結果

1996年にTCBが放送を開始した後、気象情報に関して寄せられた意見で多かったのは、「実況値だけでは使いようがないので、予報を放送してほしい」という主旨のものであったという。1999年4月にシステムを整備を行い、予測値を放送するようになったのは、こういった意見を背景にしたものだという。TCBでは、利用者に対するアンケート調査を、放送開始約1年後の1997年11月(回答者数[N]=356)と、システム更

新直後の1999年6月(回答者数[N]=137)に行っている。この中の、気象情報の利用に関する設問に対する回答では、「よく利用する」「時々利用する」という回答者の割合が、1997年に比べ1999年の調査ではかなり増加している(図 2.3)。1997年時点の放送内容を実見していないので断定はできないが、予測値という情報が加わったことが、利用者に受け入れられたことを示しているとも考えられる。

農村型ケーブルテレビとともに整備された気象観測網は、極めてきめこまかな降水量情報を、住民に対して提供することを可能にした。しかし、本事例地においてはその降水量情報を、豪雨防災情報として活用するための具体的な方策は立てられておらず、豪雨防災情報として重要な「これまでに降った雨の量」という情報が、利用者に不評であったために簡素化されてしまっただけで、従来の豪雨災害では、豪雨の観測・監視体制の充実がしばしば指摘されてきたが、現在は、観測体制はかなり十分に整備され、その伝達手段の整備も進みつつある。本事例は、整備された情報の利用方法や提示方法のありかたが、十分に検討・普及していないことを示す好例であろう。

## 2.3. 防災情報におけるインターネット活用の発達史

### 2.3.1 1997年頃までのインターネットと防災情報

2001年2月現在における日本のインターネット利用者は3263.6万人、世帯浸透率46.5%とされているが(インターネット協会, 2001)、その歴史はまだ浅い。インターネット普及以前に用いられていた類似のシステムとしてパソコン通信があり、台風接近時に電子掲示板を通じて情報交換がなされた事例(牛山・北澤, 1995)などがある。この掲示板は、全国からの発言・参照があったものの、発言数は3日間で205件、発言参照回数のがのべ約8万回などであり、現代のインターネットにおける掲示板の状況と比較すると、ごく限られた利用者によるものでしかなかった。

日本でインターネットが災害時の情報交換手段として利用され始めたのは、1995年の阪神大震災頃からである(たとえば中村・廣井, 1997)。まず、個人や民間団体による活用が先行し、ホームページが災害時の被災者支援情報の交換などに活用された。1996年頃からは、気象情報会社や研究者による、天気予報、降水量観測データ、気象レーダー情報などの発信が本格化したが、行政機関による災害時の情報発信などにはまだ用いられていなかった。

たとえば、1997年7月に鹿児島県出水市で死者21名を生じる土石流災害が発生したが、この際、出水市役所等がホームページ等を活用することはなかった。しかし、災害以前から同市在住の一住民が開設していたホームページに、同災害の関連情報が多く掲示された(図 2.4)。被災者支援情報やボランティア募集情報など、行政の発表した情報を、このホームページ管理者が入力することによって、情報発信されていたものである。

## 針原川土石流災害

平成9(1997)年7月10日発生

7月8日の昼まではこのまま梅雨が明けるかと思うほどの天気でしたが、雨です。豪雨です。  
9日は通勤路と道路下の田圃の境が分からなくなるほど冠水しました。  
床上浸水などの被害にあったところもあります。  
河川堤防も決壊の恐れがあり、災害対策本部では土嚢を積むなど対応に追われていました。  
水が引き10時40分に消防団員等も自宅待機になりました。  
水が引いて安心して眠りについた10日午前0時40分頃  
出水市北部、境町の針原地区で山が崩れ土石流災害が発生しました。  
アマチュア無線家としては災害対策本部の支援にあたりました。  
現地災害対策本部には亀井建設大臣、須賀県知事、矢野出水市長等が詰めていました。  
11日捜索は終わりました。自衛隊や消防などが引き上げて行きました。  
死者21名となりました。  
友人知人やその妻子が遺体で見られました。  
今は、ご冥福を祈るしかありません。

### 市総務課のまとめ

1997年9月27日入手資料・12月28日入力完了

#### 1 降雨の状況

#### 2 土石流の発生状況

図 2.4 出水市在住の個人が整備した 1997 年土石流災害のホームページ

[http://www2a.biglobe.ne.jp/~uchi\\_a/saigai/halihara.html](http://www2a.biglobe.ne.jp/~uchi_a/saigai/halihara.html)

### 2.3.2 行政機関によるインターネット活用のはじまり

前項のような状況は、1998年頃から大きく変化する。行政機関による最初の本格的なインターネット利用が行われたのは1998年8月末の栃木・福島豪雨災害時である。当時はすでに、ほとんどの自治体が何らかの形でホームページを開設している状況となっており、被災地となった福島、栃木、茨城の各県下でもそれは例外ではなかった。そこで、これらのホームページが、災害情報の発信などに活用されているかどうかを調べることにした。

まず、災害が一段落した1998年8月31日に、この3県内で、なんらかの災害が発生したことが確認された市町村を対象に、インターネット上で市町村が開設したホームページの存在の有無を検索した。ホームページの存在が確認された場合、その中に災害関連の情報が存在するかどうかを調べた。ホームページの存在の確認は、yahoo、gooなどの検索エンジンを利用したほか、各県のホームページなどのリンクも参照した。調査結果を表 2.2に示す。多くの自治体でホームページを開設している事は確認されたが、災害進行中の時点で関連情報を掲載している、すなわちリアルタイム災害情報の発信にホームページを活用していた自治体は、各県庁のほかは、ごく一部の主要な市に限られた。

掲載されていた情報は、時間とともに大きく変化した。おおむね以下のような内容のものが中心であった。

- ①市町村別の詳細な被害発生状況
- ②避難勧告の出されている地域と避難場所の案内
- ③通行止めになっている道路とその位置
- ④被災者に対する救援活動の案内

自治体以外の公的機関では、消防庁、建設省などが、被害状況や、河川の水位情報などを伝えていた。また、公的機関以外によっても多数開設され、その広がりには1997年の出水土石流災害時などとは比較にならない程度にまでなった。開設されたホームページの内容を大別すると、以下のようなものになる。

- ①ボランティア団体からの案内、募集、活動報告等
- ②義捐金や救済制度などの案内
- ③各種団体や研究者の調査報告

- ④報道機関からの情報
- ⑤電子掲示板と呼ばれる参加者が自由に情報を書きこめる場
- ⑥住民や訪問者が撮影した現地の写真

また、災害関連の情報を直接伝えるものばかりでなく、多数の関連ホームページを内容別に整理し、た、「リンク集」と呼ばれる種類のホームページも複数開設された。その中のひとつである、水野義之氏が作成した「1998年8月末の豪雨・台風4号・水害情報について」というリンク集のホームページ(<http://www.yo.rim.or.jp/~ymizuno/typhoon04-199808.html>)によれば、自治体等行政機関、報道機関以外で、少なくとも40～50以上の個人や組織が、関連するホームページを開設したことが確認された。

表 2.2 各自治体ホームページへの災害関連情報掲示の有無(1998/8/31現在)

	ホームページ	災害情報		ホームページ	災害情報
栃木県庁	○	○	福島県庁	○	○
黒磯市	○	×	福島市	○	○
那須町	○	×	二本松市	○	×
黒羽町	?		桑折町	○	×
湯津上村	?		伊達町	○	×
大田原市	○	×	国見町	○	×
矢板市	?		梁川町	○	×
塩谷町	?		保原町	?	
塩原町	○	×	霊山町	○	×
西那須野町	○	※	川俣町	?	
今市市	?		安達町	?	
鹿沼市	?		本宮町	?	
烏山町	?		岩代町	○	×
南那須町	○	×	東和町	○	×
都賀町	?		郡山市	○	○
茂木町	○	×	須賀川市	○	※
藤原町	○	×	長沼町	?	
南河内町	?		天栄村	○	×
市貝町	?		平田村	?	
小山市	?		三春町	○	×
宇都宮市	○	×	小野町	?	
足利市	○	×	大越町	○	×
葛生町	?		常葉町	?	
佐野市	?		船引町	?	
			白河市	○	×
茨城県庁	○	○	西郷村	○	×
水戸市	○	×	泉崎村	○	×
ひたちなか市	○	○	矢吹町	○	×
御前山村	?		大信村	○	×
那珂町	○	×	埴町	○	×
常北町	○	×	猪苗代町	○	×
			浪江町	?	

○:存在する      ×:存在していない事を確認      ?:存在を確認できないが検索漏れの可能性あり  
 ※:行政による情報提供はないが、一般が自由に情報を書きこめる場(電子掲示板)がある

### 2.3.3 インターネット活用が当然の時代へ

1998年の栃木・福島豪雨災害以降、災害時にインターネットを活用した情報発信、情報交換は飛躍的に活発化した。2000年9月の東海豪雨時には、現地在住の個人や、ボランティア団体によるホームページの開設や、この頃から活発化した電子掲示板を通じた情報交換などのほか、行政機関による情報発信も充実し、愛知県、岐阜県、建設省出先機関などで本災害に関するページが開設された。2000年10月

上旬現在の関係する主なホームページの URL を挙げると以下ようになる。

●建設省河川局 災害情報

<http://www.moc.go.jp/river/temp/saigai/>

●愛知県庁 9月11日からの豪雨による被害状況について

<http://www.pref.aichi.jp/shobo/BOUSAI/index.html>

●岐阜県庁 「恵南豪雨災害」の被害状況

<http://www.pref.gifu.jp/s11115/sougou/saigai.htm>

●名古屋市役所 水害に関するお知らせ

<http://www.city.nagoya.jp/emmer/eminfo.htm>

●筆者作成 2000年9月東海豪雨研究関連情報

<http://fmd.dpri.kyoto-u.ac.jp/~ushiyama/disaster/20000911/>

これらのページはいずれも災害後数日以内に開設されていたが、機関によってその開設速度、内容の充実度などは差があった。たとえば、岐阜県では、あらかじめ準備されていた災害情報用のホームページ内にこの豪雨災害用のページが開設され(図 2.5)、一般的な被害情報・被災者支援情報ばかりでなく、被災者間の情報交換にも一部利用できる体制がとられた。また、県のヘリコプターからの被災地映像を参照できるようにしていたことも注目された。



図 2.5 東海豪雨時に岐阜県が整備したホームページ



図 2.6 ホームページへの情報提供が遅れたことを報ずる新聞記事(9/14朝日新聞)

この災害時に注目されたのは、行政機関ホームページに、本災害の情報が十分掲載されていないことが、新聞記事(9/14朝日新聞, 図 2.6)として指摘されたことである。すなわち、行政機関がホームページを開設したり、活用したりすることが、目新しいこととして新聞記事となる時代が終わり、ホームページが利用されることが当たり前であり、有効活用されないことが問題視される時代に移行したことを示唆しているものと思われる。

### 2.3.4 現在インターネット上で参照できる豪雨災害関連情報

ホームページの利用方法としては、当初は、被害報告、救援・支援関連情報などの情報発信主体で、発災後に臨時的に開設される形態が多かった。しかし、2000年頃からは、行政機関を中心に、常設の災害情報ページを用意するケースが増えるなど、情報の内容も多彩になりつつある。現在、ホームページを通じて公開されている豪雨災害関連情報を整理すると、以下のような種類のものがある。

- 1)明日の天気や降水確率などの一般的な天気予報
- 2)大雨警報など、注意報・警報の発表状況
- 3)気象衛星の雲画像
- 4)気象レーダーによる雨の分布
- 5)気象庁 AMeDAS 観測所の雨量やその分布図
- 6)国土交通省、自治体などの管理する観測所の雨量や河川水位
- 7)数時間先の雨量の予測
- 8)国土交通省、消防庁などの災害情報(被害状況や対応など)
- 9)都道府県・市町村の災害情報(被害状況、被災者支援情報など)
- 10)災害支援・救援ボランティア団体等の発信する情報
- 11)公的機関による災害危険箇所や避難場所などのハザードマップ的信息
- 12)公的機関や研究者による、防災に関する基礎知識、データベースなどの情報

これらの情報が、インターネット普及以前に一般住民が参照できたかに着目して整理すると以下のようになる。

テレビ・新聞等で日常的に見られたもの	1),2),3),5),9)
テレビ等で豪雨時などに限定的に見られたもの	4),7)
図書館や役所などに行けば参照できたもの	11),12)
一般住民は容易に参照できなかったもの	6),8),10)

すなわち、従来は一般住民がそもそも参照することが容易でなかったり、参照できても豪雨発生中には参照不可能であった情報のいくつかは、インターネットを通じて、豪雨発生中などリアルタイムに誰でも参照できるようになったわけである。テレビ等で日常的に見られた情報にしても、従来はテレビの放送時間以外の時間に参照することはできなかった訳で、利用者が必要とする時に参照できるようになった点も大きな変化である。また、別の見方をすれば、従来は災害対策本部などでいわゆる専門家のみが目にしてきたような情報を、誰もが自宅にいながらにして見ることが可能な時代になったとも言える。

### 2.3.5 インターネット接続型携帯電話の普及と活用

日本において世界に先行して普及した情報インフラとして、Internet Accessible Cellular Phoneがある。代表的なのは1999年にサービスが開始されたNTT DoCoMoのiモードであり、インターネットメールの送受信ができることはもちろん、htmlで書かれたホームページを参照することができる。2001年2月現在における日本のインターネット利用者は3263.6万人、世帯浸透率46.5%であるのに対して、携帯電話やPHSによるインターネット利用の世帯浸透率は28.4%と推定されており(インターネット協会, 2001)、携帯電話によるインターネット利用が一般化しつつある。

携帯電話は、画像や動画の扱いに時間がかかったり、一度の操作で参照可能な情報量(文字数)が限られるなどの制限があるが、単体でインターネットに接続できることから、災害発生前後の情報収集・交換手段として期待が持たれる。前項で挙げた、ホームページ上で公開されている12種類の豪雨災害関連情報は、ほぼすべて同等な情報が携帯電話からも参照できる状況になっている。

ホームページや電子掲示板は、利用者が主体的に参照しようとしなければ、いかに豊富な情報発信をしても利用者の元には届かない。インターネットメールも一般的には同じであるが、携帯電話の電子メールは、利用者が主体的にメール参照するための行動を起こさなくても、情報が発せられていること(メールが届いた)を自動的に利用者に知らせることも可能である(図 2.7)。従って、たとえばMLを通じて、豪雨の発生や各種警報の発表をML登録者に自動的に通知するなどの、いわゆる「プッシュ型情報」の発信も可能である。このため、防災情報の伝達手段としての活用可能性が注目されている。

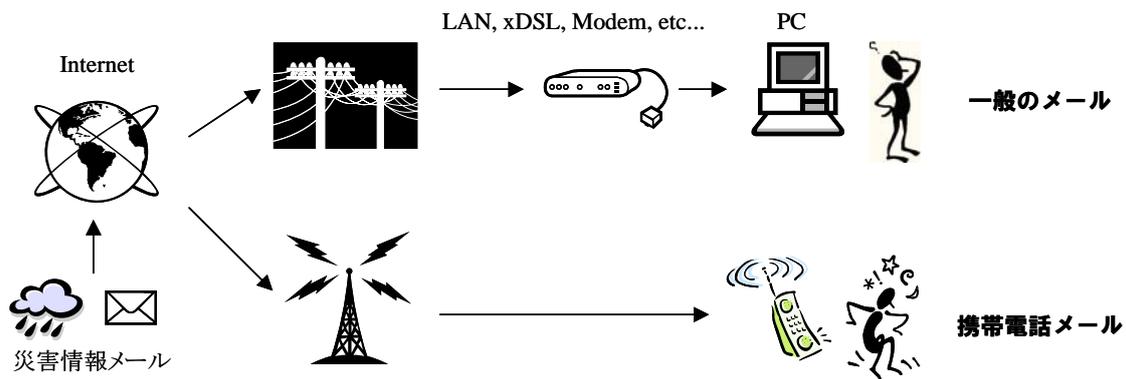


図 2.7 一般のメールと携帯電話(iモード等)メール

### 2.3.6 双方向防災情報交換への関心の高まり

インターネットの防災情報への活用は、これまでに挙げたようにホームページの活用が先行した。しかし、近年はインターネットの持つ双方向情報交換の機能が注目されつつある。序論で挙げたように、近年は行政と住民の情報共有や、相互情報通報の重要性が指摘されるようになっており(総合的な土砂災害対策に関するプロジェクトチーム, 1999など)、このためのツールとしてインターネットへの期待が寄せられている。

インターネットにおいて、不特定多数間での情報交換を行うための主なシステムとしては電子掲示板(BBS)とメーリングリスト(ML)がある。電子掲示板とは、インターネット上に開設された情報交換の場であり、各利用者が発言をしたり、他の利用者の発言を読んだりすることができる。ホームページの機能の一部と言え、Webブラウザから参照・発言ができる。ホームページが基本的に情報発信者からの一方的な情報掲示手段であるのに対して、電子掲示板は開設者だけでなく誰もが情報を発信することができるのが特

徴である(図 2.8). 電子掲示板は, ホームページを作成する言語であるhtmlで書かれたファイルに, CGIというプログラムを併用して運用されるのが一般的である. しかし, ほとんどの場合このプログラムはプロバイダやレンタルサーバ会社によって用意されており(追加料金不要の場合が多い), ホームページ作成の経験がある個人・組織であれば, あらたにインストール作業をしたり, 技術を習得する必要なく, 掲示板を開設することができる.

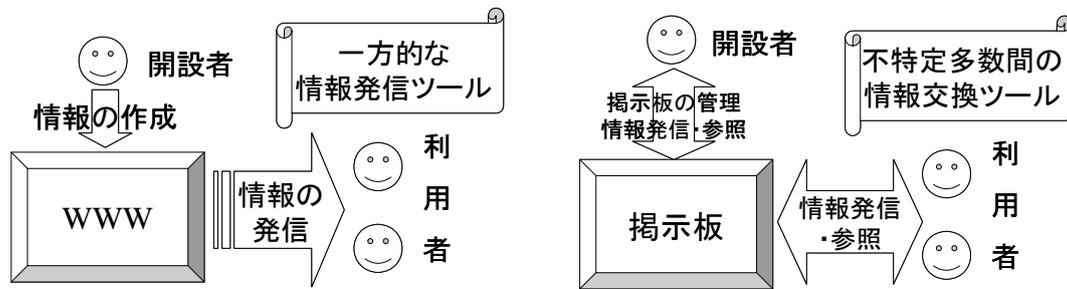


図 2.8 ホームページと電子掲示板の概要

電子掲示板では, 文字による書き込みの他, 画像を貼り付けたり, 他のホームページへのリンクを張ったりすることが行える. また, 書き込まれた情報は, 一時的に表示されるのではなく基本的に保存されるため(保存容量が制限されている場合もある), 過去に書き込まれた情報をさかのぼって参照したり, キーワードを元に検索したりすることも可能である. このため, やり取りされる情報が増えるに従い, 一種の情報データベースに成長する可能性を持っている. また, たとえば「ある専門用語についての質問→専門家による回答」というやりとりが掲示板上の個人間でなされたとしても, その内容は不特定多数の利用者が参照できるため, そのやり取りによって得られた情報は多数の人で共有することができる点が, 単なる電話やメールのやり取りなどとは異なった利点である. これらの特徴から, 電子掲示板は豪雨災害情報の相互通報システムを構成する有力なツールとなる可能性を持っており, いくつかの場面で利用されている. たとえば, 現在インターネット上にある災害関連の電子掲示板としては, 大別すると以下のような形態のものがある.

- 1) 多数の話題についての掲示板を開設できる掲示板群の一部として.

例)yahoo!掲示板(<http://messages.yahoo.co.jp/>), 2ちゃんねる(<http://www.2ch.net/>)など.

- 2) 防災関係の専門家が開設・管理し, 専門家と市民が質問・意見などをやりとりする情報交換掲示板.

例)「ある火山学者のひとりごと」(<http://www.jah.ne.jp/~chili/camp/nagaya.cgi?room=005>)

- 3) 個人・各種団体・行政機関等が開設している, 災害時に安否情報, 現地状況などの情報を交換する場としての掲示板

メーリングリストとメールマガジンは, いずれも電子メールによる多数の利用者間の情報交換手法である. 通常の電子メールは, 個人個人が持つメールアドレスの間で情報をやり取りする手段であるのに対して, メーリングリスト(以下 ML)は, ML のアドレスに対してメールを送ると, その ML に登録された全員に同時にメールが届くものである. ML のアドレスに対しては ML の登録者に限ってメールを送信できるようにしている場合や, 誰でも送信できる場合などがある. したがって, ML でも電子掲示板と同様に, 参加者同士が情報交換や議論を行なうことができるが, 電子掲示板のように, 過去に行われた議論をさかのぼって

繰り返し参照するようなことはしにくいという欠点がある。メールマガジンは ML の一種であるが、発信者と受信者が明確に分けられており、メールマガジンの受信者同士がメールのやり取りをすることはできない。

いずれも基本的には電子メールであるため、ホームページ参照の場合より貧弱な通信端末(携帯電話、ポケベル等)でも情報のやり取りを行うことができるので、災害時などインターネットの利用がしにくい場合でも容易に情報交換が行えることが利点である。

ML はメールサーバの機能の一つであるが、独自のサーバを持っていなくてもほとんどのプロバイダが、利用者が ML を開設できるサービスを用意しており(有料のことが多い)、すでにインターネットを利用している人であれば誰もが開設することが可能である。また、FreeML(<http://www.freeml.com/>)のように、無料で ML を開設できるサービスを用意しているところもいくつかある。災害情報関連でのメーリングリスト・メールマガジンの組織的な活用例としては、主として以下のような形態のものがある。

- 1) 学会が運営する ML など、各種団体がその構成員間の情報交換を目的として開設しているもの。
- 2) 災害救援・支援ボランティア団体や被災地の住民などが自主的な情報交換を目的として開設しているもの。
- 3) 自治体が住民に対して地震、気象災害等発生時に情報を発信することを目的として開設しているもの。

1)や2)は、インターネットの普及初期からあった形態であるが、3)は、行政と住民の「情報共有」「相互通報」などが言われはじめた、2000年頃から見られるようになったものである。たとえば、横浜市(<http://www.city.yokohama.jp/me/bousai/>)では平常時には1日3回の天気予報を配信し、災害時には気象警報・注意報や地震関連情報を配信するメールマガジンタイプのシステムを整備している。また、宇部市では災害時の情報収集・交換と平常時の防災啓発などを目的とした ML(<http://www.city.ube.yamaguchi.jp/benri/bousai.html>)を開設しており、ここでは参加者がお互いに発言しあうこともできるようになっている(井本・広中、2000)。

### 2.3.7 データ公開一元化への動き

すでに述べたように、近年防災関連情報のインターネットを活用しての公開が進んでいる。特にリアルタイム観測・予測情報(雨量・水位など)を、従来の気象庁系の観測所だけでなく、国土交通省や都道府県が所管する観測所についても積極的に公開する動きが、2001年頃から急速に進みつつある。従来から広く公開されていた気象庁 AMeDAS 観測網の雨量観測所は、全国に約1320箇所(平均17km 四方、289km<sup>2</sup>に1箇所)であるが、国土交通省河川局所管の雨量観測所は1995年時点でも約2890箇所あり、これが公開されただけでも、リアルタイムデータが公開されている観測所数は3倍以上になったことになる。

気象庁系の情報は、古くから報道関係でも利用されていたが、インターネットでは1997年9月に、日本気象協会の運営するtenki.jp(およびその前身)などで参照できるようになったのがはじまりである。現在では、yahoo天気をはじめとするほとんどの気象情報ページで参照することができる。また、1999年2月のNTT DoCoMoのiモードサービス開始以後は、携帯電話上の気象情報ページの多くでも参照できるようになった。国土交通省(旧建設省)系の観測情報は、1990年代後半までほとんど一般国民の目に触れることはなかったが、1998年7月に「水質水文データベース」として一部観測所の観測値公開が始まり、2001年6月には「川の防災情報」としてリニューアルされ、ほぼ全観測所のリアルタイム雨量・水位・レーダー等の

観測情報が公開されるようになった。また、同時に携帯電話版も用意され、この時初めて全国規模で河川のリアルタイム水位情報を携帯電話で参照することができるようになった。2003年6月には、従来別々に公開されていた気象庁系観測情報と、国土交通省河川局系観測情報、従来公開されていなかった国土交通省道路局系観測情報などを一元的に参照できる、「防災情報提供センター」(<http://www.bosaijoho.go.jp/>)のサービスが開始された。これらの過程を年表的に整理すると表 2.3 のようになる。

表 2.3 全国規模のリアルタイム豪雨防災情報公開の経緯

年月	事項
1997年9月	気象庁 AMeDAS 観測情報のインターネット本格公開 日本気象協会「防災気象情報サービス」、現在の <a href="http://www.tenki.jp">tenki.jp</a>
1998年7月	建設省(当時)雨量・水位等観測情報の一部のインターネット公開開始 初代「水質水文データベース」
2001年6月	国土交通省河川局所管雨量・水位観測所のほぼすべてがネット公開 「川の防災情報」 <a href="http://www.river.go.jp">http://www.river.go.jp</a> 、携帯版も公開
2002年8月	気象庁自身が過去の情報も含む観測情報の公開開始 気象庁ホームページ <a href="http://www.data.kishou.go.jp/">http://www.data.kishou.go.jp/</a>
2003年6月	国土交通省河川局・道路局・気象庁の観測データを一元化してのネット公開開始 「防災情報提供センター」 <a href="http://www.bosaijoho.go.jp/">http://www.bosaijoho.go.jp/</a>

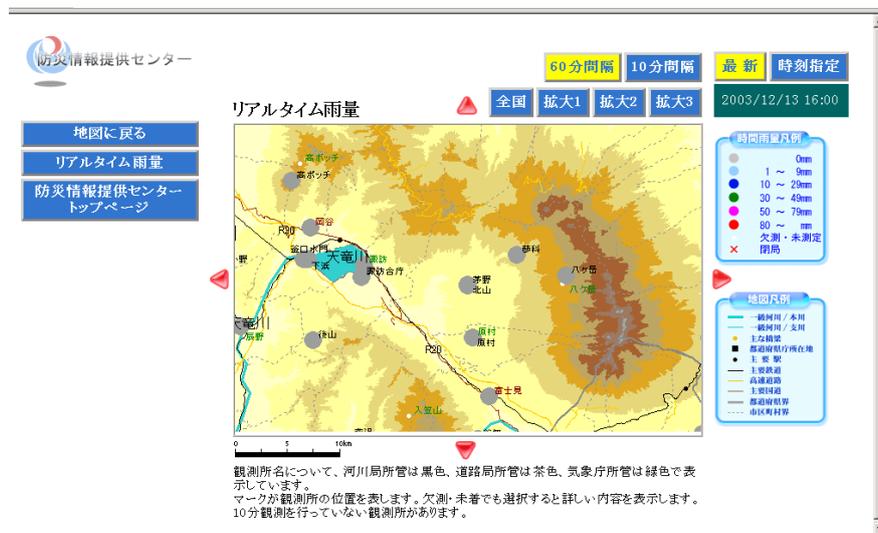


図 2.9 「防災情報提供センター」の観測情報表示例

### 2.3.8 都道府県による豪雨防災情報整備の進展

全国規模の情報整備に少し遅れ、都道府県による防災情報ホームページやリアルタイム豪雨防災情報の整備が進んだ。先進事例としては、たとえば鹿児島県では、1999年にすでに県のホームページで、県が所管する水位・雨量観測所の観測値の公開を始めていた。2003年12月現在では、46都道府県が防災関連のホームページを持ち、36都道府県が独自のリアルタイム豪雨防災情報の公開を行っている。

比較的情報が充実している例としては、たとえば長野県では、2002年4月から、「砂防情報ステーション」というリアルタイム豪雨防災情報のページを公開している(<http://133.105.11.45/>)。このページでは、長野県土木部河川課・砂防課所管の193カ所の雨量観測所と、気象庁所管の48箇所の雨量観測所の

観測値がリアルタイム公開されている。また、観測所ごとに「スネーク曲線」という表現方法を用いて、土砂災害の発生危険度をリアルタイム表示している(図 2.10)。この情報が一般国民に理解しやすいものであるかどうかは議論の余地があるが、意欲的な情報公開の一手法であるとは言えよう。同様な災害発生の危険度を公開している県は、他には岐阜県、和歌山県など数県がみられる。

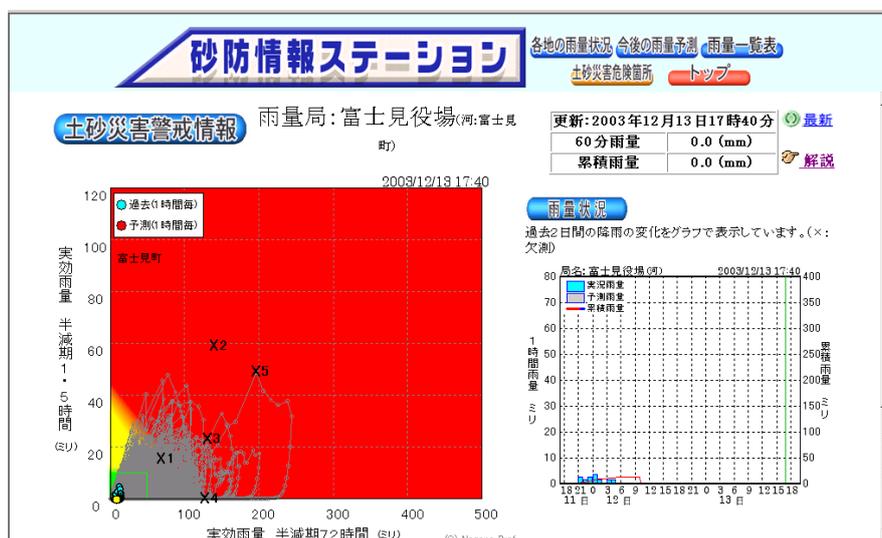


図 2.10 長野県砂防情報ステーションの各観測所情報表示の一例

## 2.4. まとめ

本章の内容をまとめると以下ようになる。

- ①農村型 CATV などの整備された地域が広がりつつある。これら地域では従来考えられなかったような詳細・高度な気象情報を住民が容易に参照できるようになった。農業情報として整備されたシステムを、防災情報としてどのように活用するか of 具体的提案が必要である。
- ②インターネットの普及とともに、防災情報発信・交換における活用例が増えた。行政機関による本格的な活用は1998年福島・栃木豪雨災害頃以降であり、2000年頃には行政機関がインターネットを通じて防災情報を発信することがあたり前と考えられるようになった。
- ③現在インターネット上では多彩な豪雨災害関連情報が得られ、従来ならば専門家しか目にすることが無かったような高度な情報を、リアルタイムに誰でも見ることができる状況になっている。
- ④1999年以降、iモードに代表されるインターネット接続型携帯電話が普及し、簡易な内容であればホームページをいつでもどこでも参照できる状況となった。また、メール到着を自動的に知らせる機能があるため、災害時に情報を住民に伝達する手段としても期待されている。
- ⑤2000年頃から、災害情報を行政と住民の間で共有・相互通報することの重要性が言われるようになり、そのためのツールの一つとしてインターネットの電子掲示板やメーリングリストに関心が持たれている。一部の自治体などでは実用化されており、今後の活用が注目される。
- ⑥気象庁、国土交通省などの全国的な雨量観測網(地上、レーダー)のリアルタイム観測データの公開は、インターネットを活用して1997年頃から始まり、2003年頃からは、所管機関を越えてのデータの一元化が図られるようになってきた。
- ⑦2000年頃からは、都道府県による防災 web の整備が進み、リアルタイム観測情報を中心とした公開が

進みつつある。

本章で触れたように、インターネットを中心とする情報通信技術の発達は、豪雨防災情報の伝達に様々な可能性をもたらした。筆者は、この技術を豪雨防災情報に活用すべく、様々な試みを行ってきた。以下の第3章から第5章では、筆者が開発した豪雨防災情報システムについて触れる。

なお、これらの研究は、1998年から5年間ほどに渡って実施されてきたものであり、2004年時点では、多少陳腐化している部分もある。しかし、ここで開発したシステムは、後に触れるように、インターネット上の評価サイトから高い評価を得るなど、開発時点では先駆的な内容であったことは間違いない。また、本章でも触れた都道府県等の豪雨防災情報システムの開発に当たり、影響を与えた面もある。無論、システムの理念は現在でも陳腐化しているものではない。そこで、記録の意味も含め、本論文では、これらのシステム開発時の記述内容にほぼ従って、表記を行うこととする。

#### 引用文献

橋本良明, 1986:災害と流言, 災害と情報(東京大学新聞研究所編), 東京大学出版会, pp.225-271

廣井脩, 1995:阪神・淡路大震災と災害情報, 東京大学社会情報学研究所研究調査紀要, No.6, pp85-105

井本英文・弘中秀治, 2000:災害時における情報収集と住民への伝達, 季刊消防科学と情報, [http://www.isad.or.jp/magzin/62\\_yamaguti.html](http://www.isad.or.jp/magzin/62_yamaguti.html)

亀田弘行(2001):地震災害情報, 防災学ハンドブック(京都大学防災研究所編), 朝倉書店, pp.653-660  
気象庁, 1975:気象百年史, 日本気象学会

岡部昭正, 1995:天気相談所の窓「雨量って何ですか?」, 気象, pp.39

澁谷覚(1999):事例研究:『踊る大捜査線』—インターネットを利用した 広告プロモーション・モデル—, <http://www.s-shibuya.com/papers/case-odoru/bunseki.html>

総理府(現・内閣府), 1999:防災と情報に関する世論調査, <http://www8.cao.go.jp/survey/>

高谷悟・能登正之, 1998:気象情報農業高度利用システムの概要, 農業気象, Vol.54, p283~287

建設省水文研究会, 1996:水文観測, 全日本建設技術協会

インターネット協会監修, 2001:インターネット白書2001, インプレス

牛山素行・北澤秋司, 1995:パソコン通信による双方向災害情報利用に関する提言 —台風9313号を事例として—, 自然災害科学(日本自然災害学会誌), Vol.14No.2, pp.147-159

中村功・廣井脩, 1997:災害時の安否情報とメディアミックス, 東京大学社会情報学研究所研究調査紀要, No.10, pp.155-179

中村功(2001):2001年芸予地震と通信メディアの問題点, 日本自然災害学会第3回研究発表大会予稿集, pp.72-78

## 第3章 普及型雨量観測・データ公開システムの開発

### 3.1. はじめに

#### 3.1.1 1999年頃の雨量情報をめぐる情勢

すでに指摘したように、1990年代後半頃から、非常に豊富な雨量観測が行われる時代となってきた。また、得られた観測データは、従来からのテレビ・新聞等のメディアばかりでなく、Internet や CATV を通じて、より多様な表現方法で情報伝達が為されるようになってきた。

しかし、主として気象庁等から提供されるこれらの情報は、情報伝達の対象が広くならざるを得ない。すなわち、提供情報が一般的な内容になりがちで、特に豪雨時などに個々の作業現場、自治体、集落単位で作業中止・避難などの対応をする際の判断材料としては、必ずしも十分とは言えない。

また、特に Internet 上での情報整備が始まった当初のリアルタイム雨量情報は、その時点の情報、あるいはその時点の直前1日分などの情報のみを提示する、いわば一過的なものが中心であり、土砂災害や洪水災害の要因・誘因となる土壌水分増加に影響する2日～1ヶ月程度のいわゆる先行降雨を参照することが難しかった。その後、2001年に、「川の防災情報」(<http://www.river.go.jp>)として、国土交通省所管の雨量観測所のほとんどがネット公開された際、最近数年間の観測データをさかのぼって参照できるようになり、2002年に気象庁が全 AMeDAS 観測所の観測開始以来のデータをネット公開するようになって状況はかなり改善された。しかし、自治体等が整備しているリアルタイム雨量情報ページではまだ一過性の情報も多く、また、工事現場や山間地域などにおいては、これらのネット公開されている雨量観測所より更に細かな地域での雨量観測施設を設置するニーズは、現在においても低下してはいない。

#### 3.1.2 普及型雨量観測システム開発の意義

気象庁の観測網は、比較的広い範囲を対象とした予報業務に用いられることを主な目的として設置されているものであることを考えると、個々の地域にとって必要なデータの観測と、情報の効果的な提供をすべて気象庁に期待することは限界がある。あらゆるユーザーが気象庁などの広域観測網に依存するのではなく、個別の目的に応じて、気象庁などの広域観測網の補完的雨量観測システムを整備することが効果的であろう。

従来も、役所や工事現場などでは、独自に雨量計を設置するケースはよくみられた。しかし、よく利用されていたのは、単純な雨量計と記録器(あるいはデータ表示装置)の組み合わせがほとんどであり、その場所での現在の雨量を確認するだけの役割しか果たせない場合が多かった。また、導入単価が安いものでも十数万円程度と高価であり、小規模な現場等での導入は容易ではなかった。広域観測網の補完的雨量観測システムとして機能するためには、観測地点以外の場所からも観測データの参照が容易で、かつなるべく安価であることが重要であろう。

1990年代後半以降、このようなシステムの開発・運用のための条件が進歩した。情報伝達手段としては、Internet のホームページを軸として、多彩な表現を用いた情報伝達が、特殊な環境整備を必要とすることなく誰でもできるようになってきたほか、携帯電話やポケットベルなどの携帯情報機器でも、Internet を介して種々の情報を受信できる体制が整いつつある。気象観測システムに関しても、主として海外製の安価な(10万円以内程度)システムの入手が容易になってきている。

### 3.1.3 本研究の目的

1990年代後半の時点で、すでに、このような観測システムを利用して、Internet 上で気象データをリアルタイム公開する試み(山城, 1998など)や、Internet に接続されているパソコンにセンサーを直結した観測網展開に関する試み(川上ら, 1998)などが行われていた。しかし、これらの試みは、情報系研究者をはじめとする、システム開発自体を目的としたものが主体であり、観測システムのハードウェアに手が加えられていたり、データ回収の段階からプログラム開発が必要であるなど、コンピューターや電子機器に関しての知識がない者が容易に利用しにくい面があった。また、使用目的としては、教育現場での利用を考慮したものなどは見られるが、防災情報としての利用や研究目的の利用を考慮したシステムの開発は、まだほとんど見られなかった。

筆者は、このような状況を踏まえて、1999年半ばに、小規模な自治体や集落、作業現場等が豪雨時に利用することを考慮し、安価でかつシステム構築や運用が容易な観測システムを開発した。本章では、その開発の概要を述べるとともに、その運用に当たって生じる問題点を指摘する。

## 3.2. システムの開発

### 3.2.1 開発理念

本研究で開発するシステムの基本理念は以下の通りである。

- Internet を活用し、観測システムを置いている場所だけでなく、広範な地域からのデータ参照も可能なものとする→必要に応じて、遠隔地に居る研究者や技術者がデータを監視・評価することも可能になる。
- データは一般的な WWW ブラウザで参照できるようにするほか、Internet 接続対応携帯電話(パソコンなど他の機器が不要)でも参照できるようにする→出張先や現場でも携帯電話だけあれば、担当者が離れた場所の観測所雨量などを参照できる。
- 使用する観測機器は購入が容易な市販のセット化されたものとする→観測機器の調整などで悩む必要がなく、無駄が省ける。
- 観測・記録装置やデータ回収ソフトには一切手を加えず、購入時の標準状態で利用可能な機能のみを用いてできる範囲のことをする。
- システム全体の制御用ソフトは自己開発せず、標準添付ソフトや Internet で入手できるソフトをつなぎあわせる形でシステムを構築する→システム構築を容易かつ安定化できる。
- システム環境は、DOS/Windows 環境を用いる→もともと汎用性がある環境を採用することにより応用性が広がる。
- なるべく特殊な技術は用いず、携帯電話や PHS で Internet 接続するような(通信速度が遅い)場合でも、容易に閲覧できるようにする。

### 3.2.2 使用器材

気象観測システムとして利用したのは、アメリカの Davis Instruments 社製の、Weather Wizard III である。同システムでは、気温、風向風速、降水量(オプション)が観測可能である。標準構成に、データ回収用ソフトおよびデータロガー、オプションの専用雨量計を組み合わせ使用した。これら一式の価格は1999年夏現在で約10万円になる。観測システムとホストコンピュータは、RS-232C ポートで直接接続するか、または一般電話回線で接続することができる。電話回線で接続する場合は、データ回収(通信)用に、ホストコンピュータ側、観測システム側双方にモデムが必要である。ホストコンピュータとしては、

一般的な Windows パソコンを利用した。システムのハードウェアには一切手は加えていない。

### 3.2.3 データ自動回収・表示システムの開発

まず、観測されたデータは、Weather Wizard IIIに内蔵されるデータロガー(オプション品)に一旦蓄積される。蓄積された観測データのホストコンピューターへの回収には、Davis 社の専用ソフト(Windows 用)を使用した。回収されたデータは、ホストコンピューター内に専用のバイナリーファイルで保存されると共に、直近2日分のデータに関しては、テキストファイルにも出力することが可能な仕様になっている。以下の作業では、このテキストファイルを利用して、各種の加工を行なう。

回収された観測データは、図 3.1に示すような流れで処理される。一連の作業では、複数のソフトを利用しているが、バッチファイルで自動化されている。観測システムでは風なども観測しているが、WWWで表示するのは、気温と降水量のみとした。使用しているソフトは、いずれもオンラインソフトで、Internet上(例えばVectorなど、<http://www.vector.co.jp/>)でダウンロードできる。データ回収を含む一連の作業は、指定したプログラムを設定時刻に実行させる、「コマンドスケジューラ」というオンラインソフトによって自動的に実行されるようになっている。

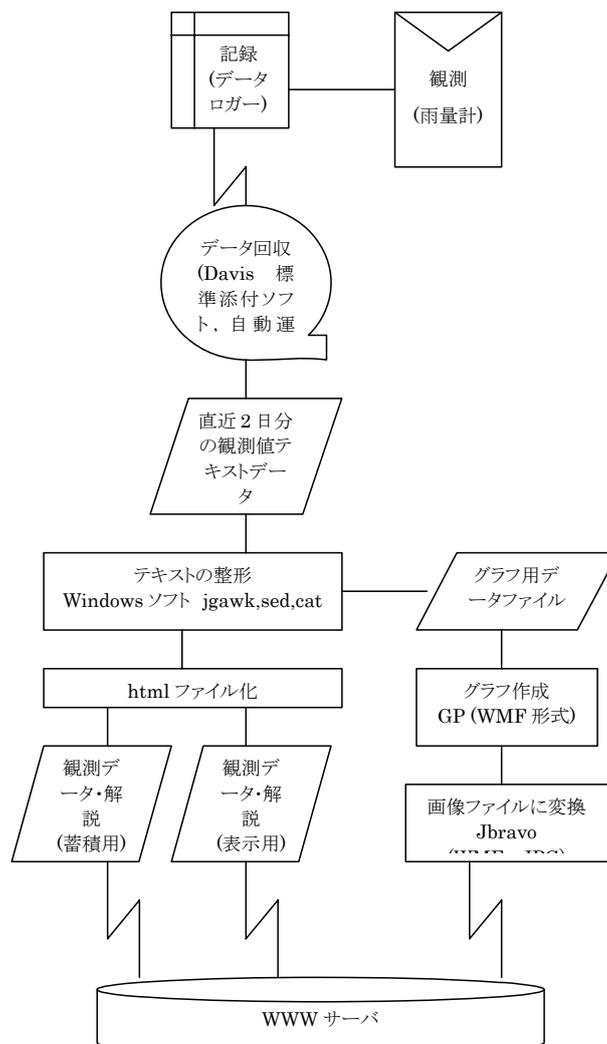


図 3.1 データ回収・表示・蓄積の流れ

### 3.2.4 観測システムの設置と運用

現在運用中のシステム全体を整理すると、図 3.2 のようになる。1999 年末時点では、雨量計などの測器（温度計・風向風速計を併設）は、京都大学防災研究所の屋上に設置している。気象観測システムの設置場所とホストコンピューターの距離が近い為、両者を RS232C ポートで直結しているが、電話回線によるデータ自動回収も特に問題なく行えることは確認済みである。データ回収の時間間隔は任意に設定できるが、ここでは 1 時間毎に回収し、表示データを更新している。システムは、1999 年 2 月に、東京都立大学理学部において試行的運用を行った後、いくつかの改良を行い、1999 年 6 月から京都大学防災研究所において本格的に運用開始した。

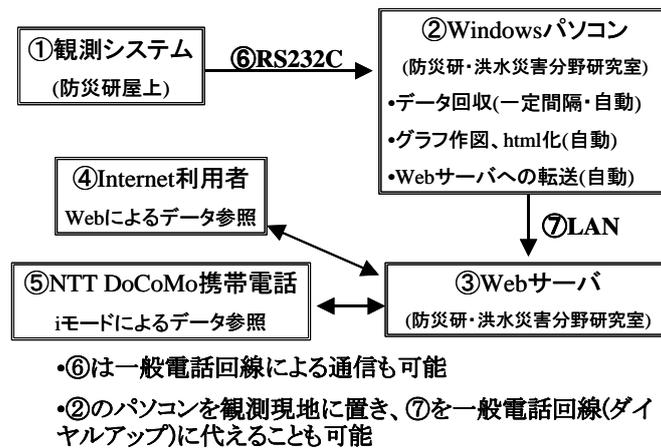


図 3.2 運用中のシステムの全体構成

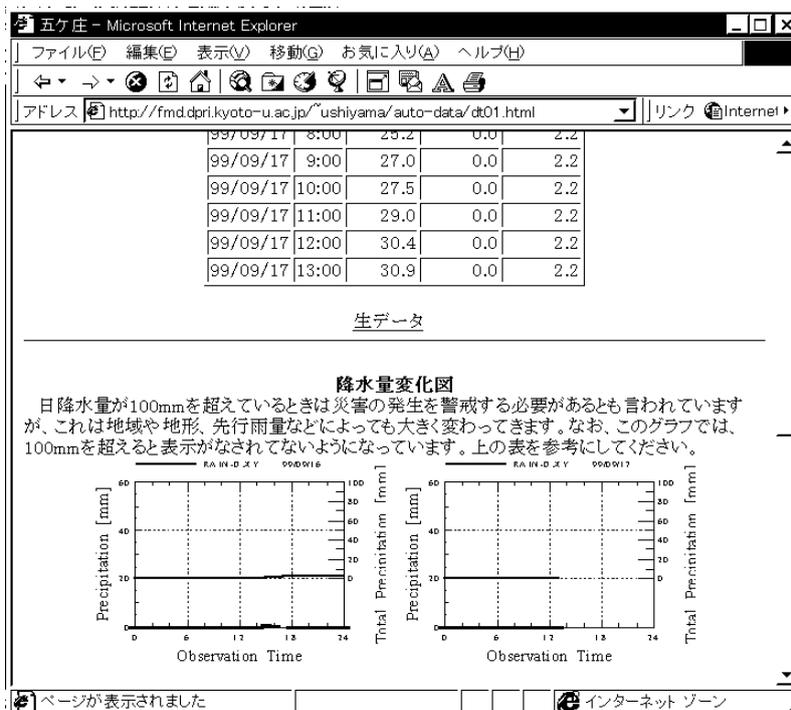


図 3.3 データ参照用 web の表示例

自動表示されている観測データをWWWブラウザで参照すると、図 3.3のようになる。1時間毎の気温、時間降水量、前日からの積算降水量が数値で表示されると共に、2日分の降水量、気温がグラフで表示されている。過去の観測値、グラフを参照することもできるようになっている。データはInternet接続環境があれば、どこからでも参照することができる。

Internet 上では、十分な知識を持たない利用者が、WWW に掲載されている情報を独自の解釈で利用したり、他人の作成したデータを盗用したりすることが珍しくない。これを防ぐために、表示されるページにはすべて製作者(牛山)の氏名およびメールアドレスを記入し、部分的にリンクを張られた場合でも管理者が明示されるようにした。また、データを表示しているページには、観測所の写真、測器に関する説明、試行的観測である旨の説明を併記し、誤用を少しでも回避できるよう心がけた。必要に応じて、パスワードを設けるなどして参照者を限定することも可能である。

観測データは Internet 接続対応の携帯電話でも参照できる。これは、複数の携帯電話会社が1999年から始めたサービスの一つで、このサービスに対応した携帯電話があれば、パソコンなどを必要とせず、携帯電話単体で Internet 上の WWW を参照したり、電子メールを受信したりすることができるものであり、「i モード」、「EZweb」などのサービス名で呼ばれている。携帯電話による参照について注意しておく、WWW は、一般的な html で書かれたものであれば参照可能であるが、大きな画像があったり、複雑な作りになっているものは参照しにくく、文字主体のものの方が容易に参照できる。

本システムでも、グラフなどが表示されているWWWブラウザ向けのデータ表示ページとは別に、いわば縮小版的な、気温、降水量の毎時観測値と日積算降水量のみを表示するページを用意している。図 3.4にそのイメージを示す。「iモード」、「EZweb」などのサービスは、携帯電話が使用可能なエリアであればおおむね使用することが可能である。したがって、ここで試作したようなデータ表示WWWを作成しておけば、例えば災害発生が懸念されるような場合に、担当者が管理している複数の観測所の観測値を、まったく離れた場所に居ても参照するようなことも可能である。

五ヶ庄 気象概況		
99/09/15		
時	気温	降水
0	26.5	0.0
1	26.1	1.0
2	25.9	0.2
3	26.0	0.2
4	26.1	0.0
5	26.1	0.2
6	25.7	0.4
積算降水量:		
2.0mm		
-----		
観測データ目次		

図 3.4 Internet 接続対応携帯電話によるデータ表示(イメージ)

### 3.2.5 過去の観測データ蓄積

観測データ表示用のページで表示しているのは、直近2日分の降水量・気温観測値、およびそれらのグラフのみであるが、図 3.1にも示したように、データの蓄積も自動的に行っている。蓄積しているのは、降水量・気温の観測値を1日毎に1ファイルとしたものと、降水量・気温のグラフ(画像ファイル)である。各ファイルには年月日がつけられており、ファイルリストの中から必要なデータを参照することが出来る(図 3.

5). この参照は、Internet接続対応携帯電話からも可能になっている。

現在の観測システム設置場所については、過去の長期間の観測データがないため、既往豪雨記録などをリアルタイム観測値と共に表示することは出来ない。しかし、本システムの開発とは別に、気象庁の A MeDAS 観測所(全国約1300箇所)の既往1時間降水量の上位5位、日降水量の上位5位などを観測所別に整理し、参照できるようにした。比較参考値としては、これを利用することも可能である。

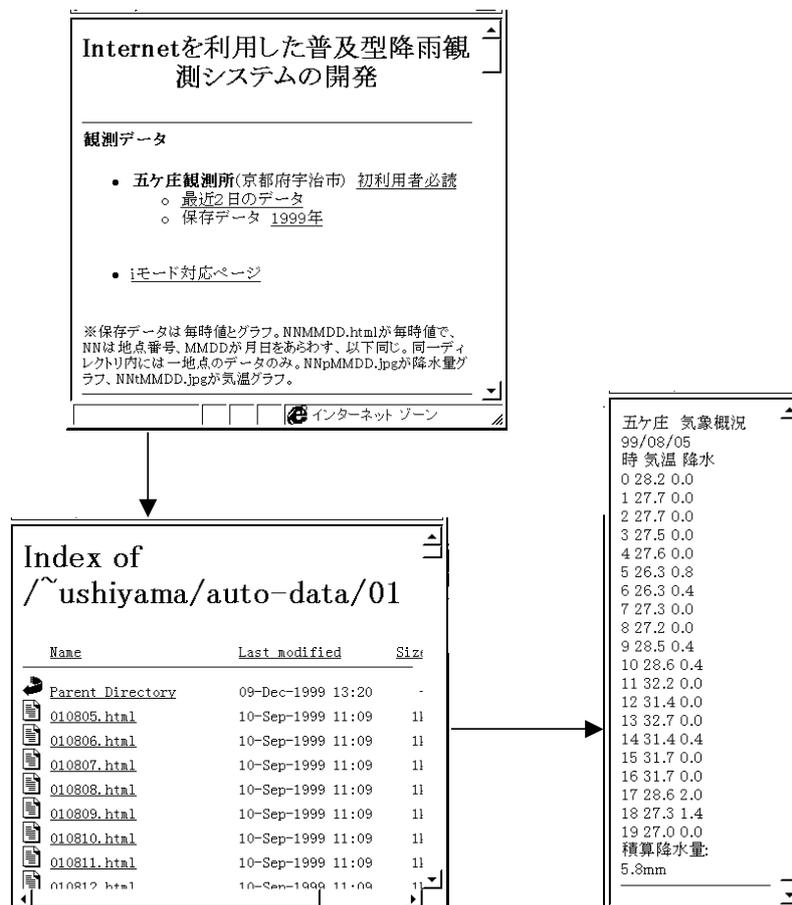


図 3.5 過去の観測データの表示例

### 3.3. システム運用上の技術的問題

#### 3.3.1 雨量計の問題

本システムで用いている気象観測システムは、安価なこともあり、従来使用されている気象測器とはやや異なった作りになっている。特に雨量計(以下ではDavis型雨量計)は、転倒ますの転倒が0.2mm毎であるほか、従来日本で一般的に用いられているものと、受水口径や形状が異なっており、観測値が従来の雨量計によるものと直接比較可能かどうかなどはあきらかになっていない。これについて、現在防災研究所屋上に設置している本システムの雨量計の協約5mに、従来型雨量計が設置されていることから、1999/6/15~1999/11/15の間の1時間降水量観測値をもとに両者を比較してみたところ、図 3.6のようになった。1時間降水量10mm以上のまとまった降水量の時には、比較的よい相関を示しているが、10mm未満の場合は、全般にDavis型雨量計の観測値の方が大きくなっている。この間の積算降水量で見ると、Davis型雨量計が889.0mm、従来型雨量計が657.0mmと、200mm以上の差が生じている。

この原因としては、まず転倒ますの最小単位が異なっている影響が考えられる。しかし、その影響は降

雨の降り始めや降り終わりの際に消失する分だとすると、量的には1mm 前後のはずであるが、ここで見られるのはもっと大きな差である。また、強雨時には転倒ますが転倒している間に雨量計に入る降水を取りこぼすことがあり、転倒ますの大きさが異なるとこの取りこぼし分も異なることが考えられるが、強雨時にどちらかの雨量計が常に大きい観測値を示しているわけではないので、この原因とも断定できない。このほかに、風の強さによる影響も大きいと思われるが、比較観測期間が短いため十分評価できなかった。

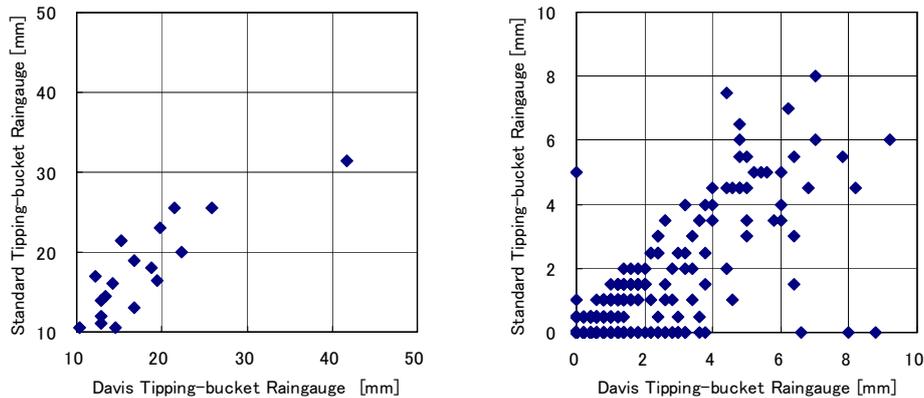


図 3.6 Davis 型雨量計と従来型雨量計の 1 時間降水量観測値の比較(1999/6/15～1999/11/15)

### 3.3.2 システムの安定性

観測装置やソフトウェアの動作に関しては、大きな問題は生じていない。プログラムを自己開発しなかったため、複数のプログラムを使用することとなったが、このことによる問題、あるいはコンピューターの不意なハングアップなどは、連続運用開始後約5ヶ月を経た時点で、特に生じていない。

## 3.4. システム運用上の制度的問題と提言

### 3.4.1 Internet でデータ公開することに伴って生じる問題

技術的問題以上に大きな問題は、観測データを Internet で参照できるようにすることによる、制度的な問題である。現在の気象業務法では、「政府機関及び地方公共団体以外の者」が、「その成果を発表するための気象の観測」を行う場合は、運輸省令で定める技術上の基準に従って観測を行い、必要な届け出を行わなければならないとされている(気象庁, 1992)。ここで試みたような、観測データの Internet の表示というのは、「その成果を公開」することに該当するのだとすれば、現在行っている観測・データ表示は、実際には気象業務法に抵触している可能性がないとは言いきれない。「技術上の基準」とは、すなわち気象庁の測器検定を受けることであり、これには多額の費用が必要となり、本システムのメリットである必要予算の少なさが損なわれる可能性がある。また、届け出なども、煩雑なことであり、例えば災害直後に緊急展開するといった場面では、対応することができない。

### 3.4.2 新たな観測データ公開指針についての提案

本報告で紹介したように、気象観測を自動的にを行い、それを Internet の WWW で表示するということは、技術的にも予算的にも、もはや何ら特殊なことではなくなっている。データ表示システムの開設者自身が、不特定多数への公開を特に意図しなくても、Internet を利用することは、結果的に「不特定多数への公開」となってしまう。また、気象業務法による規定があることや、観測方法によって観測値が大きく変

わってしまう(例えば温度計を直射日光に当てるのと百葉箱に収めるのとでは同じ場所でも10~20℃程度の差が生じる)などということがまったく念頭にない人達が、次々にこのような観測値の公開を始めていくという事態も想定される。

パスワードを設けるなどして、参照者を限定することにより、「不特定多数への公開」という状態にしない、という解決策も考えられる。しかし、これでは、情報の必要な人が、必要性の生じた時にデータを参照できるという Internet の利点をそぐことになり、あらかじめ参照を予定している人でないと情報を参照できないという不便な状態になるほか、パスワードを失念し、災害時などの最も重要な時にデータを参照できないなどという事態も想定される。また、不確実な気象データをみだりに発表することを制限しようとしているものと思われる気象業務法の趣旨を考えると、抜本的な解決策ではない。気象観測システムの利用やデータ公開がこれほど容易になった現状を踏まえ、新たな指針を策定しておく必要があるのではなかろうか。

気象庁の観測所や公的機関による観測など、信頼性を求められる観測施設の存在意義は今後も変わらないと思われるので、公的機関による観測に関しては、気象庁による検定制度は継続されるべきであろう。しかし、民間企業や任意団体、個人(研究者や教師なども含む)による気象観測とそのデータ公開に関しては、これとは別の指針を用意すればよいのではなかろうか。測器については、詳細な指針を決めても、技術の進歩により情勢が変わってしまうと意味が薄れると思われるので、むしろ観測機器の設置方法についての指針を明確にしておいた方がよいであろう。

また、データの公開自体は規制せず、責任の所在や範囲を明らかにする意味で、公開に際しては以下の事項を明示することを決めておいてはどうであろうか。

- ・ 観測実施・データ公開責任者名と連絡先
- ・ 利用している測器の種類、メーカー等
- ・ 観測所の位置と周囲の状況
- ・ 利用測器の気象庁検定の有無
- ・ データ利用に当たってのデータ提供者としての責任範囲

指針は、最終的には気象業務法の改正によって規定されるべきであるが、その前の段階では、学会等の団体による提案とし、まず研究機関等が連携して指針を遵守するようにしていくのがよいと考える。

### 3.5. まとめ

本章の結果を整理すると以下ようになる。

①約10万円の気象観測システムと、数種類のオンラインソフトを活用して、降水量のリアルタイム観測データ表示システムを構築した。データは数値、グラフ双方で表示し、インターネットを通じてどこからでも参照できるようにした。また、携帯電話からも参照可能にした。

②本システムを応用することにより、観測システムとデータ回収用パソコン、データ公開用 web スペース(独自のサーバを用意する必要はなくプロパイダ契約で十分)を設置すれば、どのような地域でも携帯電話参照可能なリアルタイム雨量観測・公開システムの構築を可能にした。

③用いた観測システムによる降水量と、一般的な雨量計による降水量の間には、5ヶ月間で約200mmの差が生じた。観測システムの精度については検討の余地がある。

④このようなシステムによる観測データの公開には、気象業務法による制限が存在し、たとえば災害直後の緊急展開などに支障を来すことが考えられる。観測方法の明記を義務づけるなど、制限を代替する方策を検討していく必要がある。

本システムでは、本システムの開発開始直前の1999年2月にサービスが開始された Internet 接続型携

帯電話(iモード等)で、リアルタイム雨量情報を参照することを可能にした。iモード等では、サービス開始当初から天気予報の情報提供サービスはあったが、リアルタイム観測値の提供はなかった。iモード等をこのようなリアルタイム豪雨情報の提供に実際に利用できることを示したのは、本研究が初めてであると言ってよい。本システムは、1地点のみの観測データをリアルタイム公開するものであったが、観測データさえ得られれば、本システムを改良することにより、全国的なデータを携帯電話から参照できるようにすることも可能であると思われた。次章では、この試みについて触れる。

#### 引用文献

- 川上真哉・森厚・丸山健人・雨宮百合子, 1998:PC を使った微小スケールの気象観測, 日本気象学会1998年秋季大会講演予稿集, p. 340.
- 気象庁監修, 1992:気象業務関係法令集 平成4年版, ぎょうせい, pp. 261.
- 気象庁監修, 1998:気象庁月報 平成10年1月(CD-ROM), 気象業務支援センター.
- 長野地方気象台監修, 1996:長野県気象月報 平成8年1月, 日本気象協会長野センター.
- 山城新吾, 1998:教育用環境測定 WWW ネットワークの開発と利用(2), <http://candy.hus.osaka-u.ac.jp/esthome/yamasiro/research/jet98.html> (日本教育工学会第14回大会予稿集).

## 第4章 携帯電話で参照可能な全国リアルタイム豪雨表示システムの開発

### 4.1. はじめに

1990年代後半以降、インターネット上において多くの気象情報を得る事が可能となった。豪雨災害と関連の深い降水量も例外ではなく、さまざまなページで、カラフルな情報を目にすることができるようになった。2000年半ばの時点においては、たとえば、気象庁 AMeDAS 観測所などの現在降水量観測値の分布や、気象レーダーの画像などの「実況情報」は、気象情報専門のホームページをはじめ、報道機関のホームページなど随所で目にすることができた。また、「予報情報」としては、「はれ、雨」などの従来型の天気予報的信息はきわめて多くのページで目にすることができる他、短時間降水量予報など、従来一般には目にすることが少なかったような詳細な予報情報も、主として民間気象会社のホームページなどで参照することができるようになっていた。すなわち、降水量の「実況情報」と、「予報情報」に関しては、2000年時点ですでに豊富に情報が提供されており、かつ専門家でない個人でもそれらを容易に参照可能な状況になっていた。

しかし、豪雨による災害(洪水災害、土砂災害等)の危険があるような場合、それを判断するために必要になる情報としては、これら「実況情報」と「予報情報」だけでは不十分であり、「これまでどのくらい雨が降ったのか」という、過去にさかのぼった情報も必要になる。しかし、この種の情報、たとえば24時間積算値などを知ることができるページは、2000年時点ではまだ少なかった。また、降水量は地域差が大きく、同じ量であってもそれが災害に結びつくかどうかは異なるはずであるが、個々の地域の降水量の特徴、たとえば観測史上最大の日降水量などを端的に知ることができるようなページは2000年時点では皆無と言ってよく、2004年の現在でも十分整備されているとは言い難い。

1999年以降、i モードに代表される携帯電話によるインターネット利用が急速に発達しており、2001年2月現在の日本のインターネット利用者は3263.6万人、世帯浸透率は46.5%、携帯電話や PHS によるインターネット利用の世帯浸透率は28.4%と推定されている(インターネット協会、2001)。携帯電話による情報参照は、時と場所を選ばないこと、データ量が軽いページ構成になるためにアクセスの集中による障害に比較的強いことなどから、豪雨災害時の情報提供・交換手段として有望である。i モードで参照可能なページでも気象情報など豪雨災害関連情報の提供が進みつつあるが、天気予報などが中心であり、個々の観測点の実況値を参照できるページは、2000年時点では存在していなかった。また、積算降水量や、過去の最大降水量などを参照できるページもほとんどなく、特に過去の最大値に関しては、2004年度水理実験でも整備が進んでいない。

また、降水量などの生の観測値が情報として与えられても、それが十分理解されていないという調査結果もある(牛山、1999、2001)。生データの提供にとどまらず、データについての解説情報の充実も必要である。

筆者は、このような状況を踏まえ、豪雨時の警戒・避難などの際の判断材料を提供することを目的とし、2000年秋から2001年初頭にかけて、第3章で開発した技術を基礎とし、インターネットおよび携帯電話で参照可能な、日本全国を対象とした「リアルタイム豪雨表示システム」を開発・公開した。本章では、システム開発の理念、構築手法について説明するとともに、システム公開後約半年間の本システムの利用状況を集計し、本システムの実用性について検討する。

## 4.2. リアルタイム豪雨表示システムの概要

### 4.2.1 開発方針

本システムは以下のような方針で開発に当たった。

- ①データを分布図(画像)と数値表の双方で参照できるようにすること。
- ②数時間～24時間程度の積算降水量を表示すること。
- ③過去20年程度の間の最大降水量を各観測所ごとに参照できること、またその値と現在の観測値の関係をひと目で確認できること。
- ④ページの構成は極力軽くし、画像等を多用しないこと。動画は絶対に使用しない。→災害時などの通信混雑時の利便性を考慮。
- ⑤参照に当たって、標準的な構成のパソコンにインストールされていないような特殊なソフトのインストールを必要としないこと。
- ⑥一度作成した分布図等は消去せず保管し、利用者が自由にダウンロードできるようにしておくこと。
- ⑦表示データはiモード等の携帯電話でも容易に参照できるような形式とすること。
- ⑧観測データについての解説をなるべく丁寧に表示すること。また、その解説は、インターネット、携帯電話いずれからでも参照可能にしておくこと。
- ⑨システムは基本的に一人でも管理可能な規模としておくこと。

### 4.2.2 システムの構成

#### 1) 全体概要

本システムの基礎データとしては、気象庁 AMeDAS 観測所のデータを用いることとした。この理由は、他に全国の降水量観測データを一括して入手できる観測網がないこと、観測所の位置や履歴に関する情報がよく整備されていること、既往観測データ(AMeDAS 観測網の整備完了は1979年)がよく整備されており、容易に入手できること、などである。

受信システムとしては、(財)日本気象協会のMICOS受信用パソコン(Windows2000)を1台研究室に設置し、自動的に配信されてくるAMeDASのリアルタイムデータを用いることとした。研究室には、受信用パソコンのほかに、データ処理およびweb公開サーバ用パソコン(Windows2000)を1台用意し、受信データをまずこのサーバマシンに転送し、このマシン上でデータ整理、作図を行なうこととした。システムの概要を図 4.1に示す。

#### 2) 気象データ受信部分

MICOS は、日本気象協会が提供している気象情報配信システムであり、通常はデータ受信用パソコンに日本気象協会作成のソフトをインストールし、表示される画像を閲覧したり、印刷したりするという使用方法が一般的である。しかし、受信用パソコンには、気象情報が同時に生の観測値としても配信されているため、本研究ではこれを取り出して、独自の加工を行うこととした。

MICOS 気象データ受信用パソコンには、日本気象協会作成のデータ受信用ソフトがインストールされており、このソフトの制御により、配信されるデータを自動受信している。また、受信されたデータはそのままの形式でデータ処理・web 公開サーバ用パソコンにコピーされている。

#### 3) 受信データ加工部分

MICOS 気象データ受信用パソコンには、多種多様な気象データが配信されてくる。本研究では、その

うち AMeDAS 関係のデータのみをデータ処理用パソコンにコピーし、これをもとにデータ変換・加工している。

AMeDAS 観測所の位置情報、過去の最大値などの情報は、気象庁(2000)、気象庁(2001)を参考にしている。最大値は1979～1999年の最大値(ただし観測所によってはより短期間の場合もある)であり、常にこの値と最新の観測値を比較している。すなわち、仮にこの値を上回る値が記録された場合でも、その値を新たな最大値として採用しないようにしている。このようにした理由は下記である。

①リアルタイム観測値にはエラーが含まれる場合が少なくなく、それをもとにした新「最大値」より、気象庁による整理済みのデータと比較した方が望ましい。

②特に24時間降水量の場合、比較対象の最大値を常時更新する仕様にした場合、「過去最大値更新」の状態が短時間で終了してしまうことになりかねず、警戒指標として望ましくない。

それぞれのデータ変換、計算は awk および perl のスクリプトを作成し、Windows2000のスクリプトファイル(バッチファイル)にまとめて処理している。降水量分布図などは、Hawaii 大学が開発しているデータ図化ソフト GMT を用いて作成している。GMT の出力は PS(PostScript)ファイルであるので、そのままでは web ブラウザ等で参照できない。PS ファイルから、ブラウザで参照できる PNG 画像ファイルへの変換は PostScript ファイル処理ツール Ghostscript に含まれる gswin32を用いた。また、i モードでは PNG 画像を参照することができないため、レタッチソフト Dicre Image Touch で PNG から GIF 画像にも変換している。

AMeDAS 観測データの配信は、おおむね毎時05分頃に行われるが、しばしば遅延する。そこで、本システムでは一連の計算、作図処理を毎時15分頃に行っている。一連の自動処理は、Windows2000の標準機能である「タスク」によって行っている。

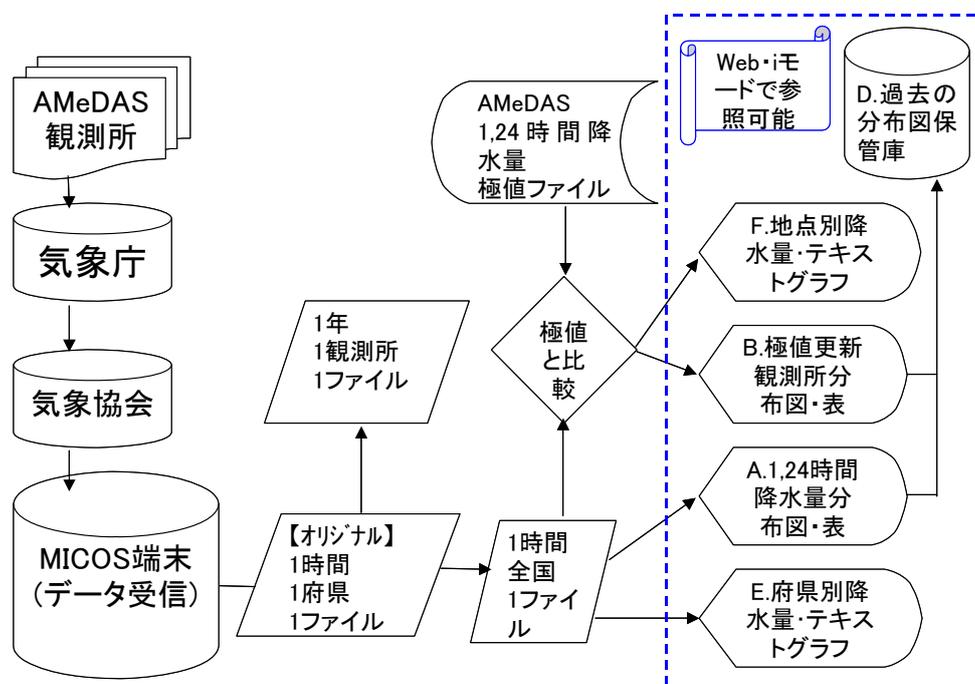


図 4.1 リアルタイム豪雨表示システム概念図

### 4.2.3 表示内容

#### 1) トップページ

本システムのトップページは図 4.2 のようになっている。一般のインターネットブラウザ用の通常版(日本語・英語)とiモード版がある。iモード版ページは基本的にはNTT DoCoMoのiモード対応携帯電話用であるが、画像表示を除けば、J-PhoneのJ-Sky対応携帯電話からも参照可能である。また、iモード版ページは一般のインターネット用ブラウザからの参照も可能である。

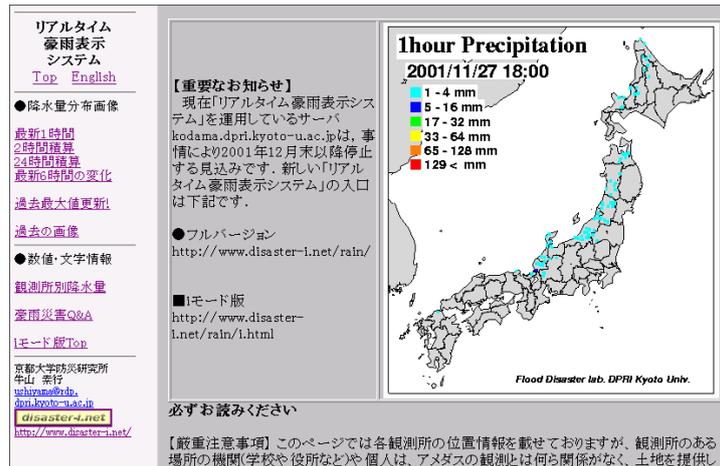


図 4.2 インターネットブラウザ用トップページ

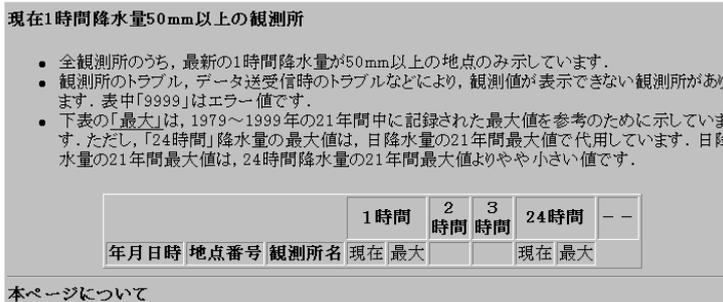
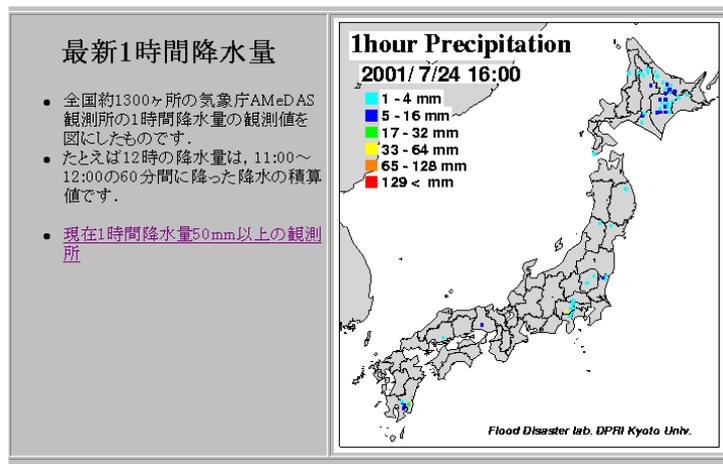


図 4.3 1時間降水量分布表示ページ

## 2) 降水量分布図

最新降水量データの分布図としては、1, 2, 24時間降水量の分布図を作成している(図 4.3). それぞれ、単に図を示すだけでなく、その降水量についての簡単な説明を付け加えている. また、1時間降水量50mm以上、24時間降水量100mm以上を記録している観測所があった場合、それらの観測所の観測値の一覧を表で示すことができるようにしている.

## 3) 最大降水量更新観測所分布図

最新の1時間降水量・24時間降水量が、1979～1999年の最大1時間降水量・日降水量を上回った観測所があった場合、その位置を地図上に赤色の★印で示した分布図を作成している(図 4.4). また、それらの観測所の観測値も同時に表で示している. 単に「24時間降水量××mm以上が記録されている地域」という情報でなく、各地域の過去の豪雨記録と対比して、「最近約20年間で最大規模の豪雨が発生している地域」を直感的に把握することを目的に作成しているものである.



図 4.4 過去の最大降水量を更新する観測値を記録した観測所の分布図表示例

## 4) 過去の分布図の保管庫

本システムで作成した降水量分布画像はすべて消去せず保管し、利用者が自由に参照できるようにしている. ただし、管理上の理由から ftp アクセスは許可しておらず、http アクセス、すなわち Web ブラウザで画像を表示し、必要ならばブラウザ上から保存するという利用方法になっている. ただし、どうしても多量の画像を入手したいという希望者があれば、筆者が個別に対応する事になっている.

現時点で、画像の検索システムは導入しておらず、画像の種類別・月別に作成されたディレクトリ名から必要な画像の所在地を探索し、ファイル名から必要な画像の日時を調べるという方式である.

#### 5) iモード用降水量分布画像

iモード携帯電話からは、これまでに紹介したような大きなサイズの降水量分布画像(385×432ピクセル)を参照することは不可能である。また、表示画面が小さいことから、1画面に日本全国が入るような画像を作成しても情報として役立たないと思われる。そこで、iモード用に、日本列島を数地域に分割した縮小サイズ(96×80ピクセル)の降水量分布画像を作成している。また、階級区分した降水強度をわかりやすくするために、それぞれの降水強度の際における周囲の状況について、気象庁予報部(2000)を参考にし、同じページに説明として付記している(図 4.5)。

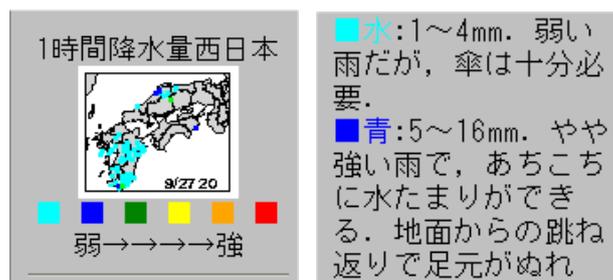


図 4.5 iモード用降水量分布図の表示例

#### 6) 各観測所のデータ表示

各観測所の観測値の表示ページは、Webブラウザ用、iモード用共通で作成した。各観測所のページへの入り方は複数用意しているが、たとえば、iモード版トップページ→府県別24時間降水量→観測所名という手順で参照すると図 4.6のようになる。

各観測所ページは、iモードからの参照を考慮するとともに、豪雨時などにアクセスが集中してサーバやネットワークに負荷がかかっている場合でも、より高速に表示されるよう、画像等は一切使用せず、文字のみで構成している。ただし、少しでもわかりやすくするために、文字を利用した簡易グラフ表示の手法を用いている。

これは、「=」記号を用いて擬似的な横棒グラフ(テキストグラフ、あるいはキャラクタグラフなどとも呼ばれる)を作成しているもので、1時間降水量の場合は「=」1個を10mm相当、24時間降水量の場合は「=」1個を25mm相当として表示している。府県別の観測所名リストにこのグラフを表示し、府県内のどこで強い雨が降っているかを直感的にわかりやすくしている。観測所ごとのページ内では、過去の最大1・24時間降水量との対比に用いており、現在の1・24時間降水量が過去の最大記録を上回っているか、それほどでもないかを直感的にわかるようにしている。また、「=」記号だけでは大雑把にしかわからないので、過去の上位3位までの記録については、具体的な数値と発生日月日もページ内に併記している。

また、各観測所のページには、観測所の所在住所と標高を示している。AMeDAS観測所の場合、市町村名と同じ名称の観測所であっても、その所在地が市町村の中心部から数km以上離れているような場合がしばしばある(牛山, 1999)。降水量の場合、数km離れば数十mm単位で観測値が異なることが珍しくなく、せっかく詳しいデータが表示されても、データを見た人がイメージする位置と、実際の観測所の位置が大きく乖離していると、データの意義が低下する。AMeDAS観測所の具体的な所在地を知ることができるホームページも少ないので、本システムでは特にこれを書き加えている。

A.トップページ → B.府県名リスト → C.観測所リスト

<p>リアルタイム豪雨表示システムiモード版</p> <p>●ミニ知識</p> <p><a href="#">府県別1時間降水量</a></p> <p><a href="#">府県別24時間降水量</a></p> <p><a href="#">画像・西日本</a></p> <p><a href="#">画像・近畿～関東</a></p> <p>◆初訪問者必読</p>	<p>【府県別24時間降水量】</p> <p><a href="#">地点別降水量</a></p> <p><a href="#">府県別1時間降水量</a></p> <hr/> <p>北海道</p> <table border="0"> <tr> <td><a href="#">宗谷</a></td> <td><a href="#">上川</a></td> <td><a href="#">留萌</a></td> </tr> <tr> <td><a href="#">石狩</a></td> <td><a href="#">空知</a></td> <td><a href="#">後志</a></td> </tr> <tr> <td><a href="#">網走</a></td> <td><a href="#">根室</a></td> <td><a href="#">釧路</a></td> </tr> <tr> <td><a href="#">十勝</a></td> <td><a href="#">胆振</a></td> <td><a href="#">日高</a></td> </tr> </table>	<a href="#">宗谷</a>	<a href="#">上川</a>	<a href="#">留萌</a>	<a href="#">石狩</a>	<a href="#">空知</a>	<a href="#">後志</a>	<a href="#">網走</a>	<a href="#">根室</a>	<a href="#">釧路</a>	<a href="#">十勝</a>	<a href="#">胆振</a>	<a href="#">日高</a>	<p>■留萌:24時間降水量</p> <p>09月27日20時</p> <p>「=」1個が25mm相当</p> <p><a href="#">天塩</a>=</p> <p><a href="#">遠別</a>==</p> <p><a href="#">初山</a>=</p> <p><a href="#">烧尻</a>=</p> <p><a href="#">羽幌</a>=</p> <p><a href="#">古丹</a>=</p>
<a href="#">宗谷</a>	<a href="#">上川</a>	<a href="#">留萌</a>												
<a href="#">石狩</a>	<a href="#">空知</a>	<a href="#">後志</a>												
<a href="#">網走</a>	<a href="#">根室</a>	<a href="#">釧路</a>												
<a href="#">十勝</a>	<a href="#">胆振</a>	<a href="#">日高</a>												

D.各観測所ページに収録されている情報

D1. 観測所位置などの情報

D2. 過去記録との比較

D3. 過去の記録

<p>■13086 遠別</p> <p>ENBETU</p> <p>天塩郡遠別町幸和</p> <p>276</p> <p>標高:10m</p> <hr/> <p>●現在の観測値</p> <p>09月27日20時: 10mm</p> <p>24時間積算: 34mm</p> <p>19時: 9mm</p>	<p>●最大記録(1979-1999)との比較</p> <p>○24時間降水量</p> <p>最大====</p> <p>現在==</p> <p>「=」1個が25mm相当</p> <hr/> <p>○1時間降水量</p> <p>最大====</p> <p>現在==</p>	<p>●過去の記録上位3位</p> <p>統計期間:1979-1999</p> <p>○1時間降水量[mm]</p> <p>33:1990/08/22</p> <p>32:1982/07/12</p> <p>27:1997/08/03</p> <p>○日降水量[mm]</p> <p>88:1997/10/04</p> <p>84:1999/08/20</p>
---	--	--

図 4.6 各観測所ページの概要



図 4.7 iモード携帯電話に着信した豪雨発生通知メールの例

#### 7) 豪雨発生通知メールシステム

本システムでは、あらかじめ設定しておいた降水量を越える値を記録した観測所があった場合、その観測所名と観測値を自動的にメールで通知する機能(豪雨発生通知メールシステム)を用意している。降水

量の設定方法は任意であるが、現在は、「全国のどこかの観測所で、2時間50mm以上を記録した場合」と設定している。特に、携帯電話で着信することを意識して作成しており、送信されるデータは最低限のものにしている。図 4.7はiモード携帯電話に着信した例であるが、都道府県名(2文字に短縮)、観測所名(同)、1, 2, 24時間降水量を表示している。メールの末尾には月日・時刻と、本システムのiモード版トップページのURLが表記してある。iモードのメール画面をはじめ、多くのメーラでは、URL表記をクリックするとそのページにジャンプできるので、このような構成となっている。

### 4.3. システムの利用状況

#### 4.3.1 開発スケジュール

2000年

7月 日本気象協会関西支社とMICOS データ受信方法について打ち合わせ

10月 データ受信の試行開始。Web サーバの準備。

12月 データ処理システム試作開始。

2001年

3月 一部のユーザに公開、データ処理システム、サーバ設定の改良。

4月 全面公開、関係メーリングリスト等で紹介。筆者ホームページ(日平均参照者200名以上)等からリンク。

7月 豪雨発生通知メールシステムを公開。

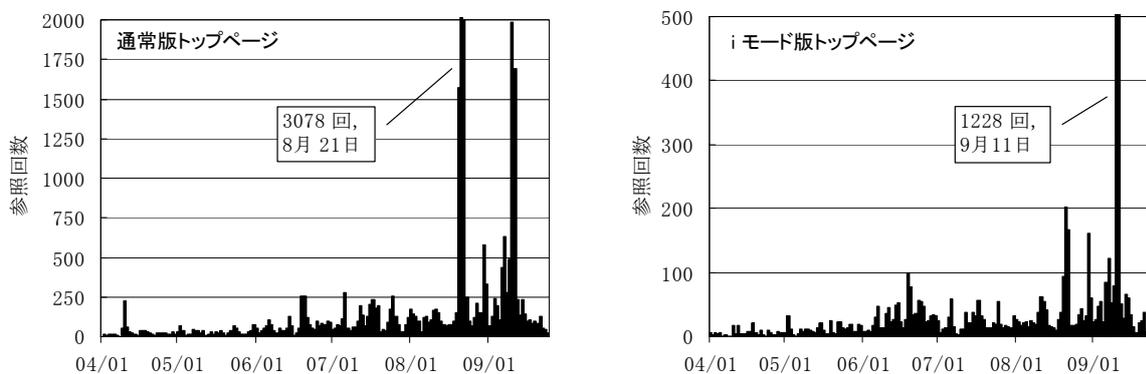


図 4.8 本システムのトップページが参照された回数の推移(2001年4月1日～9月24日)

#### 4.3.2 参照回数の推移

本システムの通常版トップページが参照された回数およびiモード版トップページが携帯電話から参照された回数(パソコン等からのアクセスを除外)の推移を図 4.8に示す。参照数からは、筆者自身によるアクセスは除外している。いずれのアクセス者数も公開後漸増しており、全面公開した2001年4月12日～9月24日の平均では、通常版トップページの参照回数は1日平均305.9回、iモード版は74.6回であった。最も多く参照した参照者(利用インターネット端末のIPアドレス)の参照回数でも全参照回数の1.1%程度であり、参照回数の多い上位5位までの参照者を合計しても4.1%を占めるに過ぎず、特定の利用者だけに利用されているという状況ではない。

参照回数は、豪雨発生時に急増する傾向にある。集計期間中の最大参照回数は、2001年8月21日の

3078回で、翌22日も2001回となっている。8月21～23日はは台風0111号が日本付近に接近・上陸し、近畿地方～北海道にかけての広い範囲に豪雨をもたらしたときである。8月20日の参照も約1600回と非常に多いが、当日の降水量は、紀伊半島のごく一部で100mm に達している程度でありまだ全国的な豪雨にはなっていない。豪雨の最中よりも、その前に参照が増えたことを示唆しているとも思われ、興味深い。8月21日前後に次いで参照が多いのは9月11～12日であるが、この時は台風0115号が日本付近に接近し、東日本を中心に豪雨をもたらしたときである。

携帯電話からの参照は、総じて通常版トップページの参照回数より少ない。ただ、最大参照回数を記録した9月11日は、通常版トップページの参照回数に匹敵しており、この原因はよくわからない。

#### 4.3.3 参照情報の特徴

本システムで用意している情報別(ページ別)の参照状況を見ると図 4.9のようになる。トップページ以外では、1時間降水量分布図のページが特に多くなっているのが目立つ。通常版、iモード版ともに、24時間降水量のページより1時間降水量のページの参照回数が多くなっており、「これまでに降った雨量」よりも「直近の降水量」を知ろうとする人が多いようである。また、本システムの大きな特徴である「極値更新観測所」(最近21年間の最大値を更新した観測所)のページ参照はやや少なく、1時間降水量分布図ページの参照回数の29%程度にとどまっている。

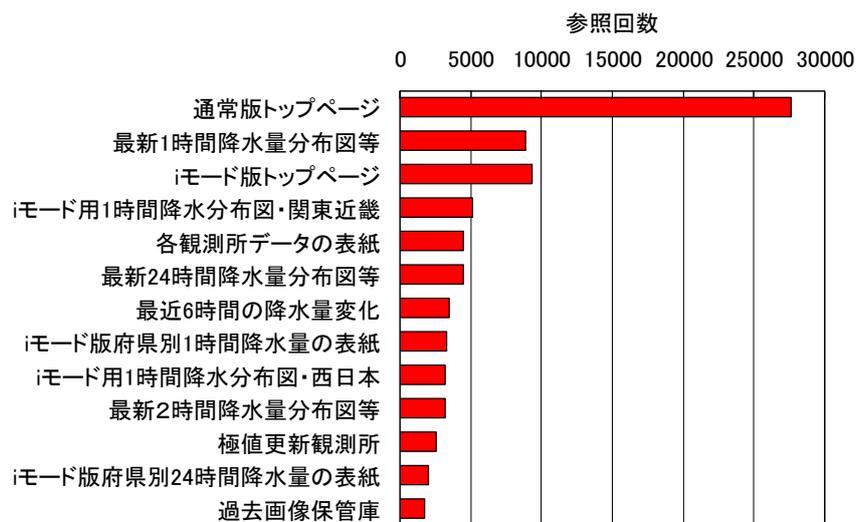


図 4.9 主要なページ別参照回数の総計(2001年4月1日～9月24日)

#### 4.4. 成果と課題

本研究によって開発した「リアルタイム豪雨表示システム」は、当初目的とした情報内容・構成をほぼ満たす内容が完成した。システムが公開された2001年4月の時点で、携帯電話で参照可能な、全国規模のリアルタイム雨量公開システムは他に存在しておらず(携帯表示に対応した国土交通省「川の防災情報」の公開は2001年7月)、わが国において実用化された最初のシステムであったと言って差し支えない。また、雨量が特定の値に達するとメールが配信されるシステムも、その後複数登場しているが、2001年時点では存在しておらず、全国規模のシステムとしては本システムが最初のものであると言ってよい。

その後のシステムの利用も順調であり、トップページの参照回数は最大時で1日3000回以上、1日平均300回以上となっている。携帯電話からの参照も多く、通常版トップページ参照回数の2割以上に相当す

る参照がみられた。トップページを含む全ページ(ファイル)の参照回数の合計は、最大時の2001年9月11日が約21,500回, 8月21日が約21,000回であった。国土交通省の「川の防災情報」では、9月11日の全ページの参照回数が合計約100万回であったと報告されている(鶴田ら, 2001)。ページの構成方法が異なるので直接の比較はできないが、公的機関による大規模サイトの数%に相当する利用者が得られたことは確かであろう。

本システムについては、開設時の ML 等での告知や、筆者のホームページからのリンクをしたほかは、特に積極的な PR 活動は行っていない。しかし、これまでに確認した限りで少なくとも数十箇所以上のホームページからリンクを受けている。また、i モード用ホームページの評価専門サイトの「ギガチョイス」(<http://www.gigahz.net/choice/>)2001年10月26日号で「今週のキング」(最高レベル)として評価されたのをはじめ、ケータイウォッチ(<http://k-tai.impress.co.jp/>)2001年11月22日号など複数の評価サイト、関連雑誌等で紹介されている。一般紙(京都新聞, 神戸新聞など)でも紹介記事が掲載されている。この後、都道府県などでも携帯電話対応のリアルタイム雨量情報システムの整備が進んだが、これらのシステム整備に当たり、本システムの開発過程やポリシーが、システム開発に当たった気象情報会社において参考にされたとの話を個人的に聞いている。これらのことから、本システムは単なる試作品ではなく、すでに社会から一定の評価を受けており、住民に豪雨災害時の警戒・避難に当たっての判断材料を提供するという開発目的を達成したと言っている。

その後、類似したシステムは各地で運用され始めており、このようなシステムの開発自体は、災害研究の場に置いてもはや目新しいことではなくなった。しかし、システムの急速な発達に、利用者がうまく適応していないことも懸念され、災害研究における課題は、開発されたシステムの検証、評価に移ったと思われる。次章以降では、このような問題意識から、リアルタイム防災情報システムをはじめとする、近年整備が進んだ防災情報の、災害現場における利用実態の把握と、その効果の評価についてのいくつかの試みを行う。

#### 引用文献

- 池田茂・佐治実, 2001:i モードによる河川情報提供システムの開発, 砂防学会誌, Vol. 54, No. 3, pp. 72-80
- インターネット協会監修, 2001:インターネット白書2001, インプレス
- 鶴田圭一・中尾忠彦・池田茂・清水敬生・斎藤貴裕, 2001:インターネット対応型携帯電話による河川情報提供システムの開発, 日本災害情報学会第3回研究発表大会予稿集, pp. 97-99
- 牛山素行, 1999: 雨量情報に対する認識について, 日本災害情報学会1999年研究発表会予稿集, pp. 143-146
- 牛山素行, 2001:三重県藤原町における土砂災害防災訓練の状況と今後の課題, 砂防学会誌, Vol. 54, No. 2, pp. 54-59
- 気象庁, 2000:平成11年アメダス年報(CD), 気象業務支援センター
- 気象庁予報部, 2000:雨や風の強さについての解説表, 気象, No. 521, pp. 34-35
- 気象庁, 2001:地域気象観測所一覧表, 気象業務支援センター

## 第5章 豪雨災害時の市町村役場における防災情報の利用実態

－2002年7月台風6号豪雨災害を例として－

### 5.1. はじめに

第4章で開発したリアルタイム雨量表示システムは、その後いくつかの自治体が類似したシステムを整備しつつある。2001年～2002年にかけての福岡市におけるシステム整備に際しては、筆者が直接技術的な助言に携わったほか、いくつかの自治体におけるシステム整備に際しては、筆者の研究成果が参考にされていると聞く。また、第2章で整理したように、リアルタイム観測情報ばかりでなく、多くの豪雨防災関連情報が、インターネット等を通じて公開されつつあるのが現状である。筆者が1990年代前半から試みてきた、コンピュータネットワークを活用した防災情報の発信・交換が、我が国においてもほぼ一般化したと言っていいたい。

ハードウェア防災対策は、その効果の現れ方が明確である。たとえば、洪水調節ダムは、完成すればその日から計画通りの洪水調節をすることが可能である。一方、防災情報システムのようなソフトウェア防災対策は、システムを整備しただけでは効果を発揮せず、またその効果を測定することも容易ではない。しかし、第1章で述べたように、ソフトウェア防災対策の重要性は高まっており、対策の技術的改良を図っていく上でも、その効果の検討を行っていくことは必要不可欠である。

第5章から第8章では、2002年から2003年にかけて発生したいくつかの災害を事例として実施した、災害時の防災情報システムの利用状況や、その課題に関しての実証的調査研究の結果をとりまとめる。

### 5.2. 2002年7月台風6号豪雨災害の概要

#### 5.2.1 概況

2002年7月9日から12日にかけて、台風0206号(CHATAAN)およびその北側に発達した停滞前線(梅雨前線)の影響により、ほぼ全国的に豪雨となった。この豪雨により、全国で死者・行方不明者7名、住家の全壊・半壊39棟、床上浸水2,475棟、床下浸水7,310棟などの被害を生じた(7月19日現在の総務省消防庁の資料による)。

#### 5.2.2 降水量の特徴

##### 1) 気象概要

2002年の梅雨前線は、6月中旬以降、本州南岸に見られるようになり、6月10日頃に九州南部・北部、6月11日頃に四国から東北北部までが梅雨入りした。しかし、その後梅雨前線の活動は活発でなく、6月の月降水量は本州以南のほとんどの地域で平年を下回る少雨傾向であった(気象庁, 2002a)。しかし、7月に入ると、3日から4日にかけて台風5号が南西諸島を通過し、6日には日本海で温帯低気圧となり(気象庁, 2002b)、梅雨前線が活発化して九州などでまとまった雨が降った。

台風6号は、7月8日に南大東島付近を通過し、次第に北上した。これにともない、梅雨前線の活動が活発化し、8日頃から九州付近でまとまった雨となった。台風は、9日午後から進路を北東に変え、日本列島の南岸を通過し、11日00時30分頃千葉県富津市付近に上陸した。その後、東日本の太平洋岸を通過し、21時頃北海道釧路市付近に再上陸し、12日00時頃オホーツク海で温帯低気圧に変わった(図 5.1)。

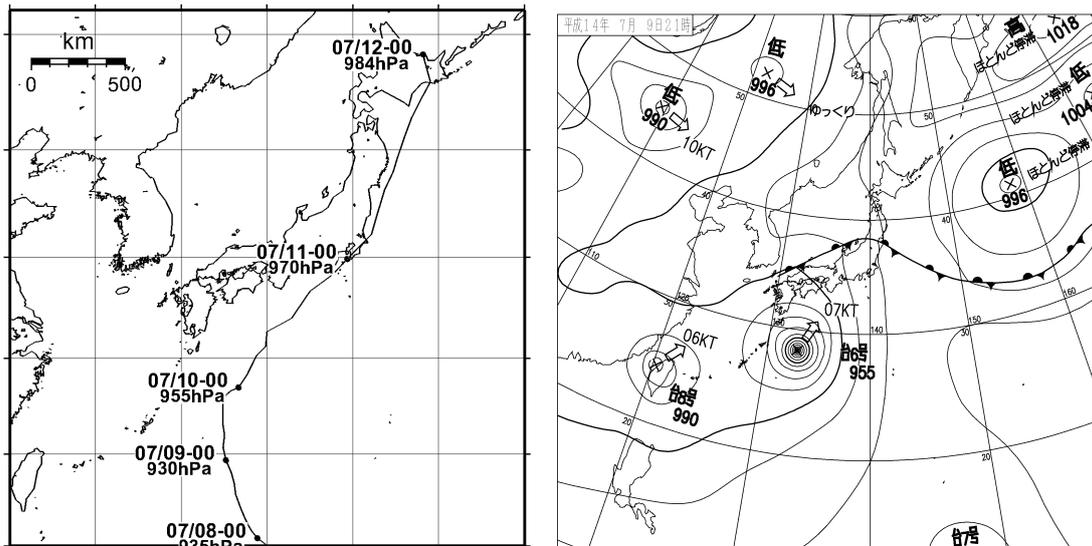


図 5.1 台風 0206 号の経路と接近時(7月9日 21時)の地上天気図

天気図は仙台管区气象台提供

## 2) 降水量分布

台風6号の中心は、陸地をほとんど通過しなかったが、その北側にあった梅雨前線と、台風の北東側に発達した雨雲により、ほぼ全国的に豪雨となった。主な豪雨域は、(1)岐阜県西部、(2)静岡県東部～山梨県西部、(3)群馬県北部～栃木県北部であり、これらの地域では7月10日から11日の48時間降水量(ほぼ今回の降雨イベントの一雨雨量と考えてよい)が、300mmを越え、岐阜県西部の根尾村樽見などでは500mm前後に達した(図 5.2)。また、岩手県の太平洋側の一部でも300mmを越えている。

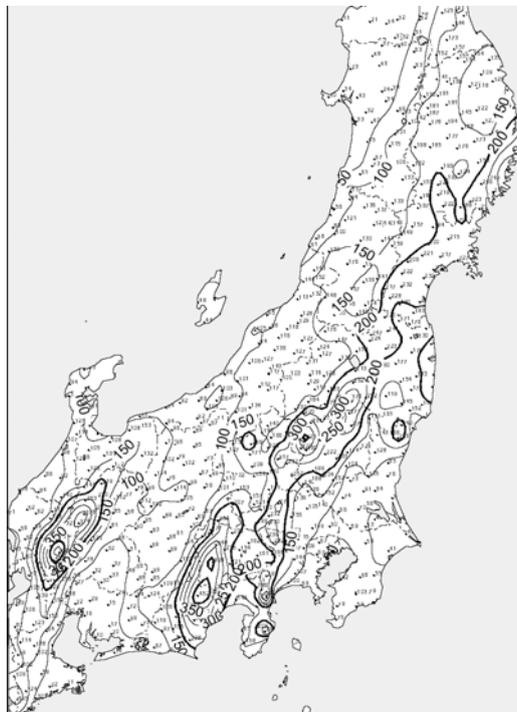


図 5.2 7月10日～11日の48時間降水量分布

### 3) 降雨の経過

今回、全国のAMeDAS観測所で最も大きな48時間降水量の506mmを記録した岐阜県樽見(本巣郡根尾村)と、最も大きな浸水被害を生じた岩手県南部の代表例として岩手県一関(一関市)の降水量の推移を図 5.3に示す。

樽見では、7月10日未明に降雨が始まり、降雨開始直後にもっとも強い1時間降水量(93mm)が記録され、その後、2回の小康状態をはさんで1時間20mm以上の豪雨が10日12時頃まで継続し、10日夕方までに終了している(最大48時間降水量506mm, 24時間でも同じ)。一関では、10日朝から降雨が始まり、10日は1時間数mm程度の雨が続けているが、11日未明から1時間20mm前後の豪雨となり、11日朝にピークとなっている(最大48時間降水量223mm)。

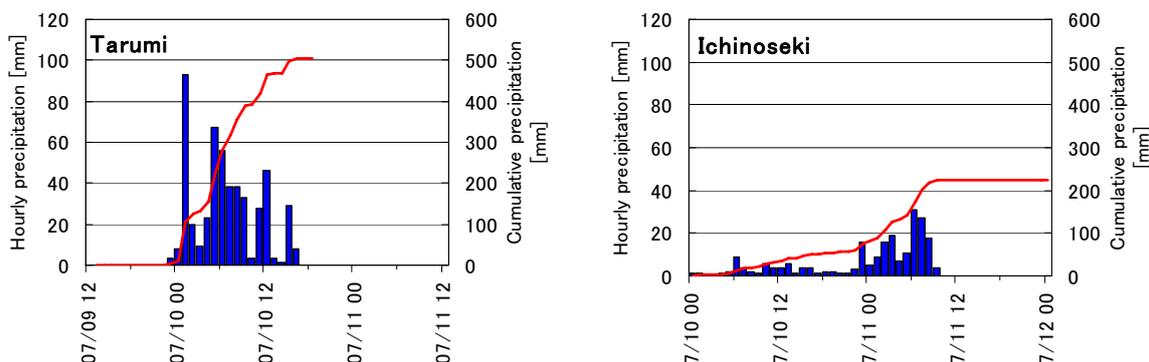


図 5.3 樽見・一ノ関の降水の推移

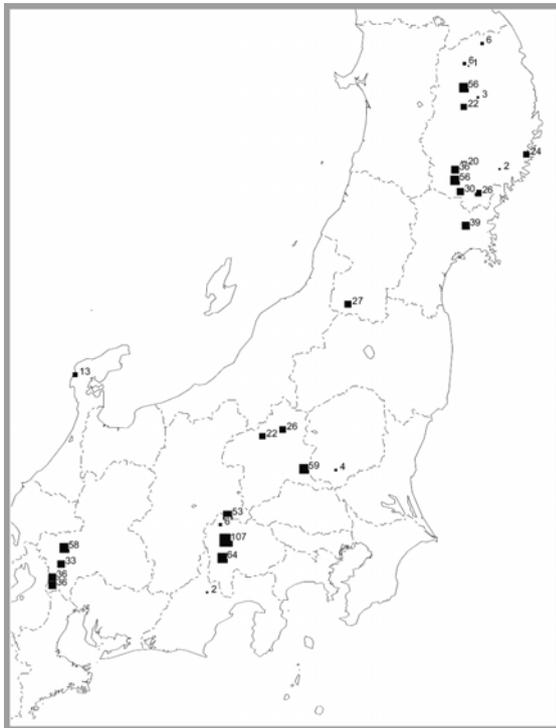
### 4) 既往豪雨記録との比較

全国の気象庁 AMeDAS 観測所のうち、1979年の観測開始から2000年までの間で、20年以上の統計値が得られる観測所1,150ヶ所で、今回の豪雨において1時間降水量の最大値(気象庁, 2001)を更新した観測所は9ヶ所であった。また、筆者が独自に計算した、全 AMeDAS 観測所の1979年以降(AMeDAS の整備完了以降)の24時間降水量、48時間降水量の最大値と比較すると、それぞれ32ヶ所、33ヶ所で更新した。また、筆者は、実効雨量(半減期48時間)、土壌雨量指数(岡田ら, 2001)に関しても、全 AMeDAS 観測所の1979年以降の最大値を計算している。実効雨量や土壌雨量指数は、時間的に近い降雨の重みを大きくした積算降水量と考えてもよい。主に、土砂災害などの警戒基準指標として利用されているが、洪水などの警戒指標としての利用可能性もあると思われる。これらと比較すると、実効雨量に関しては30ヶ所、土壌雨量指数については27ヶ所で最大値が更新された。1時間降水量の最大値更新観測所が9ヶ所に対して、24時間などの積算降水量の最大値更新箇所が30ヶ所前後であることから、今回の豪雨は、短時間雨量より、長時間雨量の大きさが目立つ事例であったと言える。

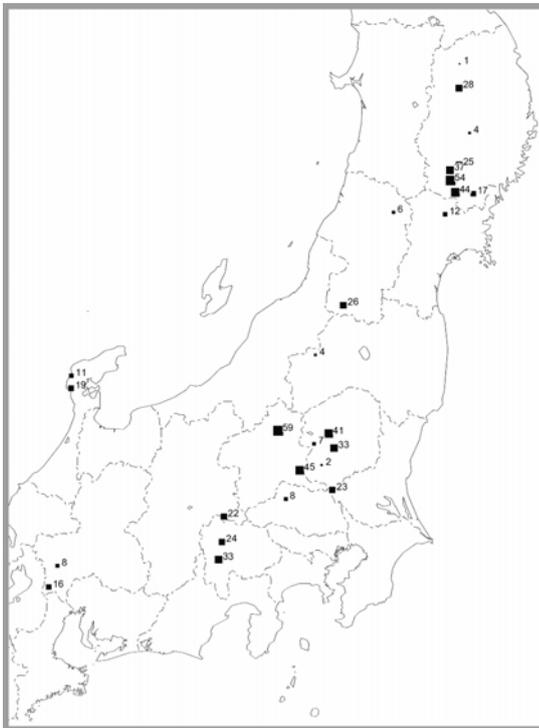
これら、1979年以降の最大値(以下、単に最大値)を更新した観測所(以下、更新観測所)の位置を、図 5.4に示す。なお、1時間降水量については図を省略したが、そのほとんどは岐阜県西部付近である。まず、24時間降水量に着目すると、2.2で指摘した今回の豪雨域である、岐阜県西部、静岡県～山梨県、群馬県北部において、最大値を大きく更新した観測所が複数存在しているが、この他に岩手県内にも更新観測所が多く見られる事がわかる。48時間降水量で見ると、岐阜県西部では、更新観測所数、更新した大きさ共に少なくなるが、岩手県では南部を中心に多くの更新観測所がみられ、更新した値も小さくない。実効雨量や、土壌雨量指数で見ると、岐阜県西部は更新観測所が見られなくなり、岩手県では更新

観測所の数, 更新した値ともに大きくなっていることがわかる.

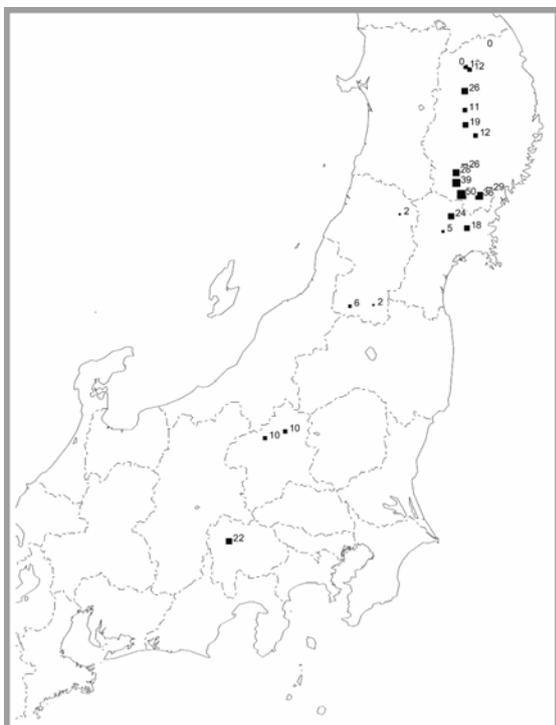
24 時間降水量



48 時間降水量



実効雨量(半減期 48 時間)



土壌雨量指数



図 5.4 積算降水量・実効雨量・土壌雨量指数の 1979 年以降最大値を更新した観測所  
数字は 1979 年～2000 年の最大値と今回の最大値の差. ■の大きさが差の大きさを表す.

すなわち, 2. 2 で指摘した 3 つの豪雨域は, 24 時間降水量で見れば, 今回の豪雨は最近約 20 年間の

最大記録を大きく更新する規模の豪雨であったといえるが、より長時間で見ればそれほどではないと言っている。また、より土砂災害や洪水災害とかかわりの深い、実効雨量や土壌雨量指数で見ると、これらの地域の更新観測所は目立たなくなり、特に岐阜県西部には1ヶ所も無くなる。

一方、岩手県南部付近では、隣接する5～6ヶ所の観測所で、24時間降水量、48時間降水量とも、最大値を20mm以上更新しており、実効雨量や土壌雨量指数で見ると、他地域より大きく更新している。最近約20年間の豪雨記録と対比した、今回の豪雨のインパクトという意味では、岩手県南部付近がもっとも大きかったと言える。

これら多雨域での被害をみると、岐阜県西部では、揖斐川流域の大垣市などで約900棟の浸水を生じたほか、特に豪雨の激しかった揖斐川上流域で斜面崩壊や土砂流出などが発生した(たとえば県所管の林道被害317ヶ所、道路被害229ヶ所など)。また、群馬県北部でも土砂災害が多く発生し、水上町大穴地区では土石流により2棟が全壊したほか、同町の一部、片品村、利根村が一時孤立状態になった。山梨県内でも、土砂崩れによる道路損壊が記録されている。岩手県南部では、今回全国最大の浸水被害が記録されたほか、土砂災害も多く発生した。たとえば、釜石市で死者2名を伴う土砂災害が発生し、土砂災害によるものとその他の原因によるものが厳密には区別されていないが、県所管の林業施設関係被害979ヶ所、道路被害969ヶ所などが記録されている(7月19日現在岩手県資料)。すなわち、ここで指摘した4つの多雨域では、いずれも浸水災害、土砂災害が生じており、ことに、実効雨量や土壌雨量指数が過去最大値を上回った観測所が集中した岩手県南部で、他地域より多くの浸水被害や土砂災害が生じたと言ってよさそうである。

AMeDAS 整備以前の記録と、今回の豪雨の対比については、まだ十分作業を行っていない。現在までに確認している限りでは、たとえば岩手県南部において、長期の観測記録が存在している一関、千厩(東磐井郡千厩町)の、1901年以降約100年間の年最大日降水量記録をみると、今回一関で記録された最大24時間降水量202mmを明らかに超過する記録としては、1908年の217mmが確認されるのみであった。

### 5.2.3 被害の特徴

#### 1) 全国の被害概要

総務省消防庁の7月19日現在の資料によれば、今回の台風による被害は表 5.1のようになっている。今回、人的被害と住家の損壊関係の被害は比較的少なく、浸水被害がやや目立った。2000年東海豪雨以後では最大の被害となったが(牛山, 2002)、近年の主要豪雨災害事例である1998年8月栃木・福島豪雨災害(牛山, 1998)、1999年6月広島・福岡豪雨災害(牛山ら, 1999)などに比べると、全国の浸水家屋数は2/3程度であった。浸水家屋数で見た、都道府県別の最大の被害は岩手県で記録され、床上・床下浸水合わせて約3,500棟が記録された。これは、岩手県における1971年以降の浸水被害としては最大になった(気象庁, 1999)。岩手について被害が多かったのは宮城県であり、他に、福島県、岐阜県などの被害が目立った。

死者・行方不明者のうち、青森県五戸町、秋田県千畑町、宮城白石市、大分市での4名は、誤って川に転落して流されたことによる犠牲者であり、岐阜市の1名は、川の中州に取り残されて流されたことによる。岩手県釜石市の2名は土砂災害による犠牲者である。比較的古い時代に開発されたと思われる住宅地の、それぞれ別の家屋に居住していた一人住まいの老人であった。当時、付近の住民の一部は自主的に避難を開始していたとのことで(7月12日付岩手日報記事による)、高齢化社会における防災のあり方について考えさせられる事例であった。また、土砂災害より、市内中心を流れる甲子川の増水に注意が向けら

れていたとの報道(同記事)もあり, 1997年鹿児島県出水市土石流災害のときにも見られた, 豪雨による災害として, まず川の増水を考えてしまい, 土砂災害に注意が払われなかったという問題(森脇ら, 1998)が, ここでも見られたようである.

表 5.1 台風 6 号による都道府県別被害状況

総務省消防庁の7月19日現在の資料による

	死者・不明者	全壊	半壊	住家被害(棟)			災害対策本部開設(市町村)
				一部破損	床上浸水	床下浸水	
北海道							13
青森	1			2	72	163	1
岩手	2	4	10	21	983	2,509	36
宮城	1	1	1	9	515	2,649	43
秋田	1						
山形					2	59	
福島		1		4	404	716	23
茨城				1	12	39	9
栃木					48	139	
群馬		9	11	78	8	36	5
埼玉					6	85	1
千葉				1			
東京			1	2	1	1	2
神奈川			1			3	
新潟						5	
石川				1	3	126	3
福井				1			1
山梨					1	50	8
長野						1	
岐阜	1			2	391	515	36
静岡				1	26	124	1
愛知							10
三重						1	69
滋賀						16	1
京都						7	
兵庫						1	
奈良					1		
島根							1
岡山						3	
徳島					2	60	
大分	1					2	1
計	7	15	24	123	2,475	7,310	264

## 2) 岩手県東山町付近の浸水

今回の豪雨で岩手県内は, 総降水量で見れば全国的には特に目立たなかったが, 最近約20年間の記録との比較という観点では, 非常にインパクトの大きい豪雨に見舞われたことになる. 岩手県内の最大河川である北上川は, 岩手県南部付近では7月11日午後から夜にかけて, 水位がピークとなった. 花巻市朝日橋地点などで危険水位を超え, 川崎村諏訪前地点では12日午前1時に危険水位を3.01m 超えた(岩手工事事務所, 2002). 計画高水位まで達した地点はなかったようであるが, 一関市狐禅寺地点の最高水位は, 1947年9月カスリン台風, 1948年8月アイオン台風に次ぐ, 1945年以降3番目の記録となった. 北上川での破堤はなく一関遊水池が機能したこともあり, 北上川本川に直接起因する被害は目立たなかったが, 支川との合流部や支川上流域での浸水が各地で生じた.

もっとも被害が大きかったのは, 砂鉄川流域の東山町で, 住家半壊2棟, 床上浸水382棟, 床下浸水19

5棟の被害を生じた(7月22日付岩手県資料による).市町村別の床上浸水数では、おそらく今回の事例で最大の被害である.東山町の世帯数は平成12年国勢調査によれば2,277世帯であり、岩手県資料によれば今回の被害では棟数=世帯数であるので、全世帯の25%が浸水被害を受けたことになる.砂鉄川では、7月11日午前2時頃から水位が急激に上昇しはじめ、町中心部で砂鉄川に合流する猿沢川の増水もあり、浸水が生じ、11日午前6時45分に、町役場のある長坂地区と、松川地区に避難勧告が出された(写真 5.1). 人的被害はなかったが、東山町内だけで少なくとも7名がヘリコプターで、21名がボートで救出された.

筆者が7月13日に現地調査したところ、最大浸水深は、長坂地区の町役場付近で1.5m前後、やや下流のJR陸中松川駅付近では2m以上に達し、地盤を1m程度高くしている民家が床上浸水しているケースも見られた(写真 5.2). また、東山町付近の砂鉄川、猿沢川ともに、破堤したような個所は確認できなかったが、ほとんど無堤区間と言ってよいような場所も多く、これらの地点からの越流によって被害が生じたものと思われる. この付近では、小溪流沿いなどで土砂流出や斜面崩壊はいくつか確認されたが、いずれも規模が小さく、居住地区に数万m<sup>3</sup>規模の土砂流出があるような事例は、現地で見た限りでは確認されなかった.



写真 5.1 7月11日朝の東山町役場付近の浸水状況  
東山町役場撮影.



写真 5.2 JR 陸中松川駅付近の浸水家屋  
筆者が7月13日に撮影. 1mほど地盤をかかさ上げしているが床上まで浸水. ブロック塀が流水によって破壊された模様.

#### 5.2.4 本災害の特徴

本災害の特徴を整理すると以下のようになる.

①今回の豪雨による被害は、2000年東海豪雨以後最大の被害であるが、東海豪雨よりははるかに少なく、1999年福岡・広島豪雨災害、1998年栃木・福島豪雨災害などと比べても、浸水家屋数はそれらの2/3以下であり、人的被害や家屋の損壊関係の被害は更に少なかった.

②主な豪雨域は、岐阜県西部、静岡県東部～山梨県西部、群馬県北部～栃木県北部であり、7月10日から11日の48時間降水量が、300mm を越え、岐阜県西部では500mm を越えた. 最近約20年間の記録と比較すると、岩手県南部付近でこれまでの記録を更新したところが多かった. 特に土砂災害や洪水災害とかかわりの深い実効雨量や土壌雨量指数の過去最大値を大きく更新した観測所が、岩手県南部で目立った.

③被害の中心は浸水による被害で、家屋の全半壊などの被害や、人的被害は比較的少なかった。都道府県別の被害では、岩手県が最も多く、宮城、福島、岐阜などの被害がそれに次いだ。市町村別では、岩手県東山町、岐阜県大垣市での浸水被害が多かった。

本災害で見られた、今後の豪雨防災を考える上での課題を整理すると以下ようになる。

- ①岩手県釜石市での独居老人2世帯の犠牲者に見られたような、高齢化社会が進行する中で、独居老人のような災害弱者に、防災情報をいかに伝え、支援をしていくべきか。
- ②大垣市で見られたような、「堤防を水が越えることを考慮して建設されている構造物」が存在し、それを早急に撤去・改修するのがむずかしいことについて、いかに社会の理解を得ていくか。
- ③岩手県東山町・川崎村で見られたような、その地域で従来経験した災害と、その種類(ここでは水害)は同じでも異なる形態の災害が発生したときの社会の対応の実態把握。そういった固定的な災害への理解を、より柔軟な理解にしてもらうためにはどのような方策があるか。
- ④近年急速に整備が進んでいる、市町村程度の分解能で提供されている水文・防災情報が、実際の防災活動にどのように役立てられたか。

### 5.3. 本災害時の市町村防災担当者による豪雨防災情報の利用実態

#### 5.3.1 調査手法

前節で述べたように、2000年9月の東海豪雨以来最大規模の被害を生じた豪雨災害事例である。また、近年の高度な豪雨防災情報整備が行われて以降最初に迎えた本格的な豪雨災害であったともいえる。筆者は、本災害時の豪雨関連情報の、行政および住民による周知状況、利用状況、災害対応や避難行動との関係などを把握する目的で、①被害を生じた各県内の市町村を対象とした調査、②特に被害の大きかった岩手県砂鉄川流域の住民を対象とした調査を実施した。本節ではまず市町村を対象とした調査結果を整理する。

今回の豪雨による被害は、浸水被害が中心であった。そこで、調査対象として浸水被害が約1000棟以上に達した岩手県(床上・床下浸水3492棟)、宮城県(同3164棟)、福島県(同1120棟)、岐阜県(同906棟)を選定した。また、被害はほとんど生じなかったものの、全市町村で災害対策本部が設置された三重県(同1棟)も調査対象に加えた。同一県内でも被害の軽重に差はあるが、結果的に被害が生じなかったとしても、降水量分布(図 5.2)などから考えてこれらの県内ではほとんどの地域で台風や前線の豪雨の影響を受け得る状況下であったと思われる。そこで、調査対象はこれら5県内の全自治体(393区市町村)とした。

調査方法は郵送調査法とし、「××役場 防災担当 御中」という宛名とした。調査票には、回答者が災害時の状況を思い起こしやすくするために、台風接近時の気象衛星画像、警報等の発表時刻、主要被害の発生時刻を示した参考資料を添付した。調査票は、2002年8月14日に発送し、9月11日現在で230件(回収率59%)が回収された。本研究では、この時点での回収調査票をもとに集計を行った。

#### 5.3.2 回答市町村の属性

回答市町村における被害状況や避難勧告等の発令状況を図 5.5に示す。災害対策本部は全体の55%で設置されている。避難勧告または避難指示を発令したのは15%(35市町村)であり、避難勧告あるいは避難指示の発令を検討したが発令にはいたらなかったという回答が26%(59市町村)ある。被害の代表例として床下浸水を見ると、49%(112市町村)で発生が記録されている。他の被害(人的被害、家屋の損

壊, 床上浸水)が発生して床下浸水は発生していないというケースは一般にほとんど無いので, 床下浸水の発生市町村数がほぼ被害の発生市町村数と考えてよい。床下浸水の発生市町村の32%で避難勧告または避難指示が出されており, 特に床上浸水50棟以上のところではすべて出されている。

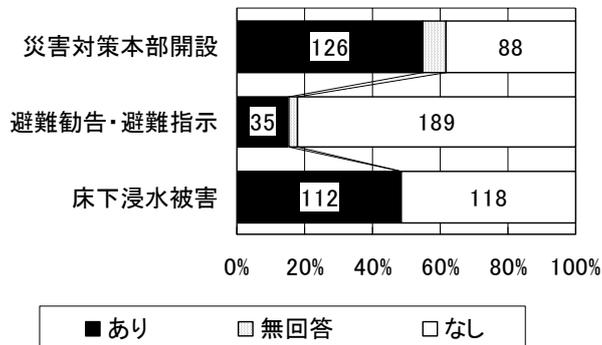


図 5.5 回答市町村の属性情報

### 5.3.3 災害対策本部・避難勧告

災害対策本部を設置した市町村と, 避難勧告もしくは避難指示を発令した市町村に対して, それぞれの設置・発令の決め手となった情報を1つ挙げてもらった結果が図 5.6である。災害対策本部の設置には, 各種警報や雨量などの, 「警戒指標的情報」が決め手となるのに対し, 避難勧告や避難指示は, 浸水や土砂災害など実際の被害の発生や水位の上昇といった, 「はっきりと目に見える情報」が決め手となる傾向がある。選択肢には, 2000年から気象庁が「土壌雨量指数」(岡田ら, 2001)をもとにして発表するようになった「過去数年間で最も土砂災害が発生しやすい状況であるとの情報」も挙げているが, 災害対策本部設置・避難勧告等発令の決め手となった情報としてこれを挙げた市町村は1ヶ所もなかった。また, 避難勧告・避難指示を発令した市町村のほぼ半数(16市町村)が, 発令の決め手として被害の発生を挙げているということは, 被害の発生前に避難勧告や避難指示が発令される状況は, 50%程度の割合でしか期待できないとも理解される。

災害対策本部設置の決め手となる情報に関しては, 地域差が見られた(図 5.7)。三重県では, ほぼすべての市町村が, 大雨警報等の発表を災害対策本部設置の決め手として挙げている。三重県内では全市町村で災害対策本部が設置されていること(表 5.1)も考え合わせると, 災害対策本部設置がある程度自動的に行われているものと思われる。三重県以外では, 決め手となる情報は分散している。岐阜, 福島では, 雨の降り方や河川水位を見ての設置が半数以上で, 特に岐阜では河川水位に気を配っている様子がうかがえる。宮城, 岩手では浸水の発生や土砂災害のなど被害の発生を決め手とする市町村が多くなり, 特に岩手では半数が被害の発生が決め手となっている。すなわち, 岩手や宮城においては, 事前に災害の発生することをあまり予期していなかったにもかかわらず, 災害が発生してしまった状況も推測できる。「今回の災害対策本部の設置のタイミング(時刻等)については, どのように自己評価されていますか」という設問に対して, 15市町村(災害対策本部設置市町村数の12%)が「もっと早い時点で設置すべきであった」と答えており, うち岩手県が3, 宮城県が8となっており, この推測を裏付けていると思われる。

三重県のように, 警報発表に伴って機械的に災害対策本部を設置する方法は, 早期に警戒体制を整える意味では望ましい方法である。しかし, 結果的に被害が起らなかった場合, 過剰対応であったとの印象が残りがちと思われる。実際, 災害対策本部の設置タイミングについての設問で, 9市町村が「もっと後でもよかった」「災害対策本部の設置は過剰な対応であったかもしれない」と回答しているが, このうち

8市町村は三重県内であった。結果的に被害が生じなかったことをもって、本当に「災害対策本部設置は過剰対応」という「反省」としてとらえてよいかどうか、災害対策本部の役割も含めて、十分検証しておく必要があると思われる。

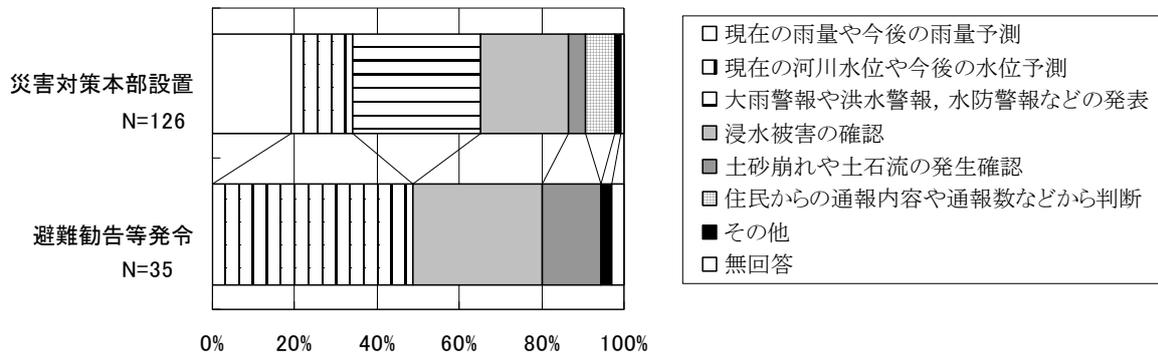


図 5.6 災害対策本部設置・避難勧告等発令の決め手となった情報

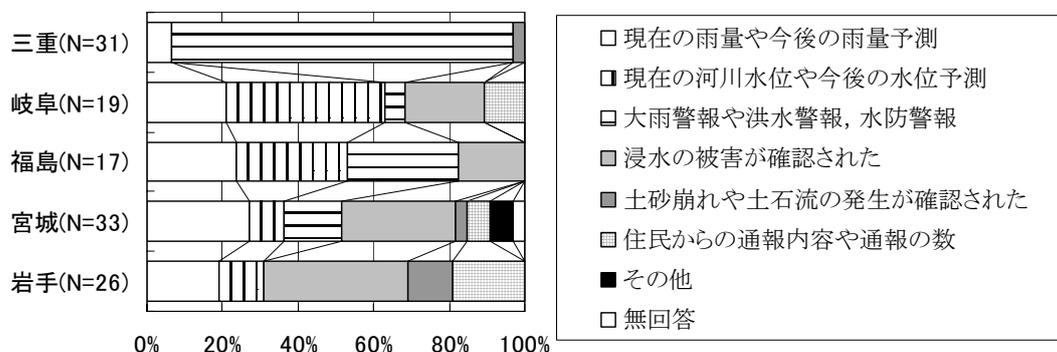


図 5.7 県別の災害対策本部設置の決め手となった情報

### 5.3.4 雨量・水位等の情報取得・利用状況

わが国では、気象庁と国土交通省がそれぞれ独自に雨量(地上・レーダー)観測網を展開し、さらに近年は都道府県や市町村による独自の観測網も整備が進んでいる。これらの雨量・水位等の観測・予測情報が、市町村の防災担当者のもとでどの程度利用されているかについての質問を設定した。設問ではまず、「気象庁レーダーや短時間予報」「気象庁 AMeDAS データ」「国交省の水位観測所情報」「国交省の雨量観測所情報」「県所管の水位観測所情報」「県所管の雨量観測所情報」「道路公団・電力会社・消防署等他機関の雨量情報」「市町村役場庁舎内の雨量計」に関して、それぞれ、その情報の取得方法を尋ねた。

雨量・水位情報の取得体制について整理したのが図 5.8である。専用端末・インターネット・FAXまでを含めれば、気象庁の情報については92%、国交省情報は72%、県情報は78%の市町村でリアルタイムに取得できる状況になっており、予想以上に低い数字である。気象庁情報と国交省情報は、インターネットまたは携帯電話でリアルタイムにどこからでも参照できるはずであり、これらの情報に関して「リアルタイムに情報を入手していない」というのは、その事実が知られていないか、知っていても日常的にインターネットや携帯電話を参照する状況にないということかと思われる。なお、「庁舎内雨量計」の「リアルタイムに情報を入手していない」は、「庁舎内には雨量計が設置されていない」という回答を読み替えたものである。

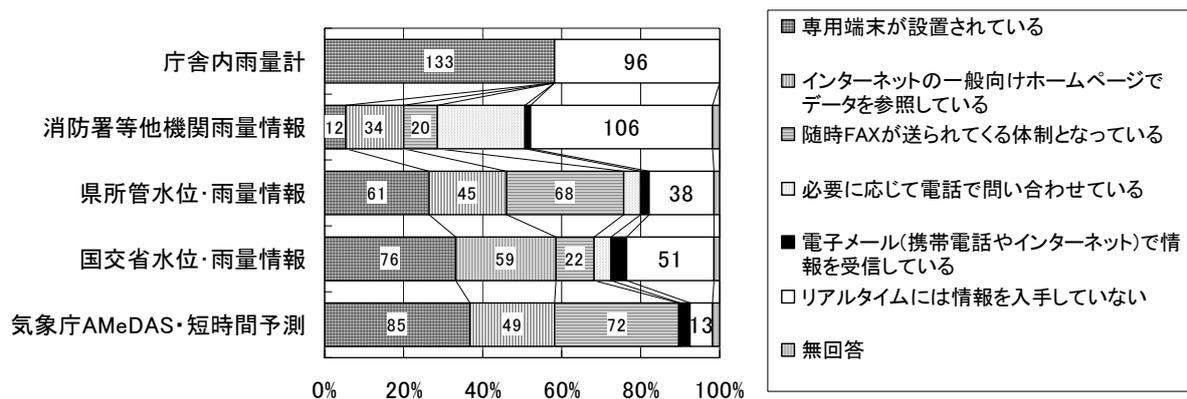


図 5.8 各種雨量・水位情報の取得体制

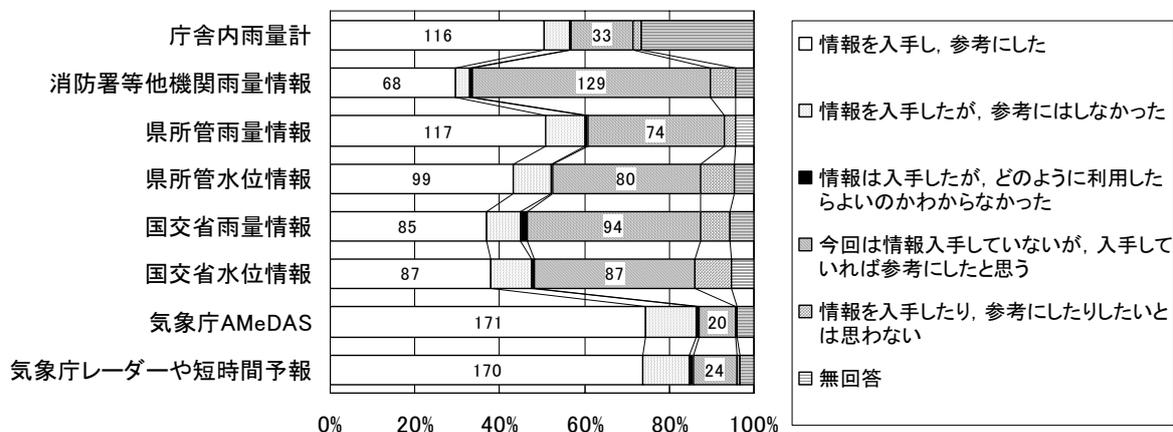


図 5.9 今回の災害時において各種雨量・水位情報を参考にしたか

今回の災害において、これらの情報それぞれについて「避難勧告・避難指示や、災害対策本部設置の判断に際して参考にしましたか」と尋ねた結果が図 5.9である。気象庁情報を挙げる回答が最も多く、74%の市町村が「情報を入手し参考にした」としている。国土交通省、県の情報を「参考にした」とする市町村は40～50%程度で、先の設問でリアルタイムに情報を取得できる体制にあると答えた市町村数より20%以上少ない。「情報を入手したが、参考にはしなかった」という回答は、気象庁情報、国交省情報、県情報いずれも10%前後と変わらない。したがって、国交省情報と県情報については、リアルタイムに情報取得できる体制になっているにもかかわらず、今回の災害時においては実際には防災担当者の手元に情報がとどかず、参考にされなかったということになる。「情報を入手していれば参考にしたと思う」との回答は国交省情報、県情報ともに多いので、これらの情報が信頼されていないということではないと思われる。すなわち、国交省情報、県情報に関しては、防災担当者のもとにスムーズに情報が届く体制をよりいっそう整備することが必要であると考えられる。

庁舎内雨量計については、設置している133市町村の87%(116市町村)が「参考にした」としており、非常に頼りにされている情報源である。仮に役場近傍に他機関の雨量計があったとしても、災害時のような非常時には、自己管理で手に届くところにある雨量計は強い信頼が置ける。自動記録でデジタル表示機

能付雨量計を設置したとしても、昨今はせいぜい数万円の投資に過ぎず、他機関の雨量観測網に対して過剰投資とも思えない。高価な観測網整備も重要であるが、単純な雨量計を、すべての役場に設置することも大いに意義があると思われる。

### 5.3.5 ハザードマップについて

本災害の時点で、ハザードマップを作成していたのは、洪水対象のハザードマップについては23市町村(10%)、土砂災害対象のハザードマップが34市町村(15%)であった。ハザードマップの作成が法的に制度化されたとはいえ、その作成はまだ進んでいないことがわかる。

これらのハザードマップを「今回の豪雨における避難勧告・避難指示や災害対策本部設置の判断に際して参考にしましたか」という質問に対する回答が図 5.10である。今回の災害直後に、多くの洪水被害を受けた岩手県東山町、川崎村での現地調査では、避難勧告地域の設定などの場面でハザードマップを参考にし、役立ったとの証言を得た。しかし、今回の調査では、ハザードマップを参考にした市町村は、洪水ハザードマップについては半数程度、土砂災害ハザードマップについては3割程度に過ぎなかった。ハザードマップ作成後、実際に役立っているかどうかを検証し、改訂に役立てて行く必要がある。

一方、今回の災害を踏まえて、ハザードマップを「作成する方向で具体的な検討をはじめている」という回答も9市町村あった。今回特に被害を生じていないところがほとんどだが、岩手県大東町(床上・床下浸水171棟、住家全半壊54棟)などは、今回の災害の教訓を踏まえてマップ作成を考えているのかもしれない。一方で、ハザードマップについて、「あまり作成したいとは思っていない」「まったく考えていない」という回答も17市町村あった。岩手県 X 町(約4100世帯)のように、床上浸水44棟、床下浸水71棟という少なからぬ被害を生じているにもかかわらず、「まったく考えていない」と回答するところもあり、被害の発生がハザードマップ作成の意欲に結びつくわけでは必ずしもなさそうである。

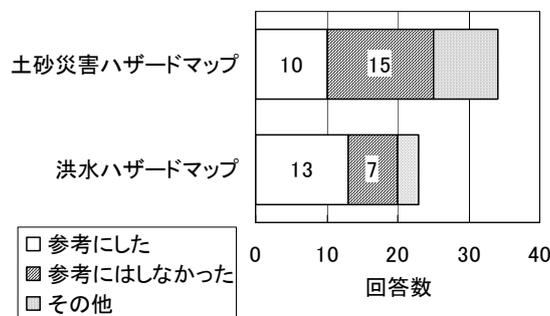


図 5.10 ハザードマップの利用状況

### 5.3.6 土砂災害危険度表示システムへの関心

今回の調査対象5県のうち、Q 県では、県によって「砂防情報システム」が運用され、ホームページで公開されている。これは、ほぼ全市町村にある雨量観測所の観測値を用いて、実効雨量と短時間雨量の関係図を常時自動的に作成し、観測所ごとに設定されている危険線をもとに、土石流・がけ崩れの発生危険度を、観測所ごとに表示するものである。無論、雨量そのものも表示されており、全国的に見ても非常に優れたシステムである。

ところが、「貴市町村あるいは所属する県・地域では、地域毎の土砂災害の危険度を、リアルタイムに予測するシステムが稼動していますか」という質問をしたところ、Q 県の市町村の回答は、「稼動している」16(27%)、「稼動しているが当役所ではリアルタイムには参照できない」4(7%)、「稼動していない」16(27%)、

「詳しくわからない」21(36%)という結果であった。また、「今回の豪雨における避難勧告・避難指示や災害対策本部設置の判断に際して、上記の土砂災害危険度予測システム情報は参考になりましたか」という質問に対しては、「情報入手し参考にした」9(15%)、「情報入手したが参考にはしなかった」4(7%)という回答であった。すなわち、これだけ優れたシステムが運用され、インターネットで公開されている(=だれでもリアルタイムに見られる)という事実を、3割以下の自治体しか認識しておらず、今回の豪雨に際しても1割程度の自治体しか参考にしていないという結果となった。なぜこのような実態となってしまったのか、追跡調査が必要である。

#### 5.4. まとめ

本章の結果を整理すると以下の通りである。

- ・災害対策本部設置には、警報や雨量など「警戒指標的情報」が決め手となるのに対し、避難勧告や避難指示は、浸水など実際の被害発生や水位上昇など「はっきりと目に見える情報」が決め手となる。
- ・避難勧告・避難指示を発令した市町村の半数(16市町村)が、決め手として被害発生を挙げた。被害発生前に避難勧告や避難指示が発令されることは、50%程度の確率でしか期待できないとも言える。
- ・三重県では全市町村で災害対策本部が設置され、ほぼすべての市町村が大雨警報等を災害対策本部設置の決め手として挙げた。宮城、岩手では浸水など被害の発生を決め手とする市町村が多く、事前に災害発生を予期しないまま災害が発生した可能性がある。三重県のような、いわば機械的設置方式は、早期警戒の意味では望ましいが、被害が起ころなかった場合に過剰対応であったとの印象が残ることもある。
- ・気象庁の雨量情報は92%、国交省の雨量・水位情報は72%、県情報は78%の市町村でリアルタイムに取得できる。今災害における避難勧告や災害対策本部設置の判断に際して、気象庁情報は74%、国土交通省、県情報は40～50%程度の市町村が「参考にした」と回答した。情報に対する信頼性の問題ではなく、国土交通省、県情報が気象庁情報に比べて届きにくい状況と思われる。もっとも頻繁に参照されている気象庁情報を軸に、所管の区別なく雨量・水位等の情報を参照できるようなシステム構築が望ましい。
- ・58%の市町村役場では自己管理の雨量計を保有し、それらの87%が避難勧告・災害対策本部設置の際の参考にされており、非常に頼られる情報源である。自動記録かつデジタル表示タイプでも数万円程度の品であり、全市町村への設置を推奨したい。
- ・洪水ハザードマップは23市町村(全体の10%)で作成されていたが、ハザードマップを避難勧告や災害対策本部設置の判断に際し参考にした市町村はその半数程度だった。なぜ参考にされなかったのか、既存のハザードマップの問題点について検証を進める必要がある。
- ・Q 県では、リアルタイム土砂災害危険度表示システムがホームページで公開されているが、この存在を、3割以下の自治体しか認識しておらず、今回の豪雨に際しても参考にしたのは1割程度だった。

本調査の結果、2002年夏の時点では、リアルタイム公開されている気象庁系、国土交通省系などの雨量、水位観測情報について、一部の自治体防災担当者に周知されていない可能性が認められた。また、一部の県で整備されているリアルタイム土砂災害危険度情報については、更に周知の程度が低かった。このような、リアルタイム豪雨防災情報の認知度に関する広域的な調査は、本研究以前には例がなく、リアルタイム情報を整備しただけでは、必ずしも活用されないことを示す、最初の実証例になったと言える。

## 参考文献

- 池田茂・佐治実, 2001:i モードによる河川情報提供システムの開発, 砂防学会誌, Vol.54, No.3, pp.72-80.
- 岩手工事事務所, 2002:平成14年7月11日洪水 北上川上流水状況 第2報.
- 気象庁, 1999:気象災害の統計 1971年～1997年(CD-ROM),気象業務支援センター.
- 気象庁, 2001:アメダス観測年報 2000年(CD-ROM), 気象業務支援センター.
- 気象庁, 2002a:6月の天候, [http://www.jma.go.jp/JMA\\_HP/jma/press/0207/01b/tenko0206.pdf](http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/0207/01b/tenko0206.pdf).
- 気象庁, 2002b:7月の天候, [http://www.jma.go.jp/JMA\\_HP/jma/press/0208/01b/tenko0207.pdf](http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/0208/01b/tenko0207.pdf).
- 国土技術政策総合研究所水害研究室, 2002:台風6号による大垣市の水害, <http://www.nilim.go.jp/japanese/saigai/h14taihu06/oogaki.pdf>.
- 森脇寛・佐藤照子・千葉長, 1998:1997年7月鹿児島県出水市針原川土石流災害調査報告, 防災科学技術研究所主要災害調査, No.35, pp.36-64.
- 岡田憲治・牧原康隆・新保明彦・永田和彦・国次雅司・斉藤清, 2001:土壌雨量指数, 天気, Vol.48, No.5, pp.349-356.
- 総務省消防庁, 2002:平成14年台風6号による被害状況について(第19報), <http://www.fdma.go.jp/html/infor/140709taifu6.pdf>.
- 武田晴夫・本橋和志・加納章・望月嘉徳・松村昌広, 2002:静岡県土砂災害雨量情報システム, 砂防学会誌, Vol.54, No.5, pp.81-85.
- 東京管区气象台, 2002:平成14年7月 台風第6号に関する気象資料, [http://www.tokyo-jma.go.jp/sub\\_index/kikou/disaster/ty0207/ty0207.htm](http://www.tokyo-jma.go.jp/sub_index/kikou/disaster/ty0207/ty0207.htm).
- 牛山素行, 1998:1998年8月26日～31日に栃木・福島県で発生した豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.17, pp.237-243.
- 牛山素行・里深好文・海堀正博, 1999:1999年6月29日に広島市周辺で発生した豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.18, pp.165-175.
- 牛山素行, 2002:2001年の日本の豪雨災害, 土木学会誌, Vol.87, No.3, pp.59-63.

## 第6章 豪雨災害時の住民による防災情報の利用とその効果

－2002年7月台風6号豪雨災害を例として－

### 6.1. はじめに

前章までにもたびたび触れたように、近年の情報通信技術や観測・予報技術の進歩により、インターネット等を活用して豊富な豪雨災害関連情報が急速に整備されつつある。しかし、このようなインターネット等の情報が、特に一般の住民によって災害時に活用され、減災に効果を発揮するかどうかについての検証例はまだ多くない。たとえば、2000年東海豪雨時の調査例(片田, 2001)では、災害時にインターネットで情報収集をした回答者が調査対象の1%に満たなかったとしている。また、2001年3月芸予地震の事例(中村, 2001)では、災害時の情報伝達手段として期待されている携帯電話のメールについて、調査対象者の8割以上が通じにくい状況にあったとされている。警報・情報システムが技術的に進歩しても、災害現場での利用ができないなどの問題があることは海外でも指摘されている(J. H. Sorensen, 2000)。また、日本以上に情報技術・予警報システムが整備されていると思われるアメリカでも、Tornado 来襲時に警報伝達が遅れたことにより人的被害が増した可能性が指摘される例(B. K. Paul and Jeanenne Leven, 2002)があるなど、現代の高度情報環境下でも、防災情報の伝達を巡る課題は多い。また、最新の情報技術に過大に期待するばかりでなく、発災時における調査研究を重ね、具体的な問題点の抽出を図っていくことが重要になっている。

第5章で触れたように、筆者は2002年7月台風6号豪雨災害を事例とし、①近年整備されているリアルタイム豪雨情報が実際にどのように利用されたか、②それらの情報が避難や避災行動に影響をもたらしたか(役立ったか)に着目した調査を実施した。本章では、特に住民を対象として実施した調査結果について考察する。

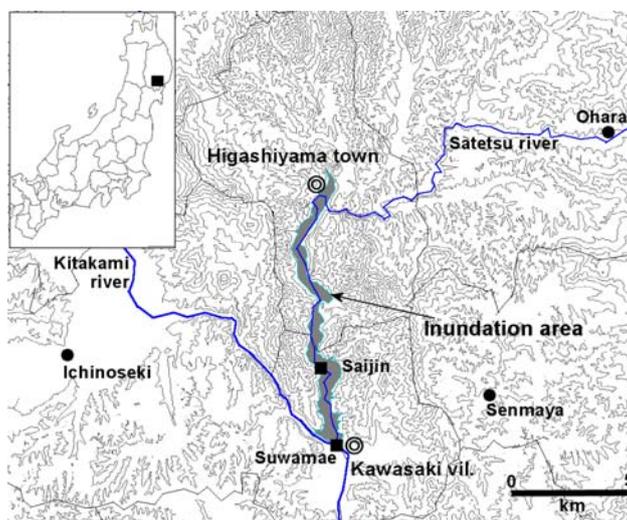


図 6.1 調査対象地域略図

■:水位観測所. ●:雨量観測所

### 6.2. 調査手法

本調査で対象としたのは、2002年台風6号豪雨災害時に、府県別で全国最大の浸水被害を生じた岩手県南部の、東磐井郡東山町(浸水家屋577棟)、同川崎村(同122棟)の2町村である(図 6.1)。

調査は東山町、川崎村のうち、浸水被害を受けた27地区の全世帯1803世帯を対象とした。すなわち、今回の災害による被害を直接被ったり、避難勧告を受けるなど身近に災害を経験した住民からの回答を得ることを目的とした。調査票は発災約1ヵ月後の8月下旬に、町内会を通じて配布し、郵送回収法で回収した。有効回答数は700で回収率は39%であった。

### 6.3. 調査結果

#### 6.3.1 住民の水害経験

調査対象地は、北上川とその支川である砂鉄川の合流点から中流域に位置しており、北上川本川の増水に伴う背水による洪水被害を過去にしばしば受けて来た地域である。東山町役場(2002)によれば、1998年8月26～31日(床上浸水65棟)、1990年11月(同99棟)、1981年8月(同33棟)などの被害が記録されており、近年にも比較的大きな浸水被害がたびたび生じている。

回答結果によると、今回の災害より前に浸水被害を経験した回答者は39.7%であり、浸水被害を目撃したことがあるという回答者と合わせると88.4%であった。地域別では、川崎村でより浸水被害経験者が多かった(50.8%、東山町36.1%)。これは、一般的な地域における水害被災経験者比率の4倍以上に相当し(総理府、1999)、水害経験を多く持っている地域と言える。しかし、今回の規模の被害が「起こり得るとは思っていなかった」という回答者が70.9%、また実際に浸水被害を受けた回答者の中でも「浸水被害を受ける可能性はないと思っていた」という回答者が36.1%であった。すなわち、今回の災害は、過去の経験に基づく住民の予想を越える大規模な事例であったと言える。

災害直後の現地での聞き取りや、今回のアンケートの自由回答では、「従来の水害は北上川の水位が上昇してから砂鉄川の水位が上がり、時間的余裕があった、今回は水位上昇が早かった所以对応が遅れた」という趣旨の意見が見られた。また過去の災害時の水位上昇との違いを問う設問では、「水位の上昇が早かったと思う」という回答者が89.7%となり、災害の進行が従来と違っていたと多くの住民が感じていることが確認された。

この住民の認識の妥当性を、水文観測データから確認するため、記録のある最近20年ほどの間に、東山町付近で浸水被害をもたらした1981年(床上浸水33戸)、1990年(同99戸)、1998年(同65棟)の各豪雨時の、北上川(諏訪前)、砂鉄川(妻神)の水位と、近傍の降水量(AMeDAS千厩)の関係をみた(図 6.2)。2002年の事例では、途中から欠測となってしまうが、水位の高さがこれらの事例の中では最も高くなったことは確かである。洪水波形を見ると、1981年、1998年の事例は、北上川の水位上昇が先にあり、遅れて砂鉄川の水位が上昇している。一方1990年の事例では、砂鉄川の水位の方が先に上昇している。次に水位の上昇速度について見る。東山町洪水避難地図によると、妻神の水位が6mを越えると居住地の一部が浸水するとされている。そこで、妻神の水位が1mから6mに達するまでの速度を各事例ごとに算出してみると、1981年豪雨0.45m/h、1990年0.90m/h、1998年0.27m/h、2002年0.62m/hであり、特に今回の水位上昇速度が速かったわけではない。また、砂鉄川下流域の降雨状況と水位上昇の関係を見るため、千厩の降り始めからの積算降水量が89mm(千厩の2年確率年最大日降水量)を越えてから、妻神の水位が6mに達するまでの時間を調べたところ、各事例とも4または5時間と大きな違いはなかった。すなわち、降雨から、水位上昇までの時間が、今回の事例で特に早かったというわけではない。

すなわち、砂鉄川(妻神)における水位上昇は、「北上川が先に上昇して遅れて砂鉄川が上昇する」というパターンとは限らず、砂鉄川が先に上昇して、それによって被害が生じている事例が比較的近年にも生じている。また、砂鉄川の水位上昇速度が今回と同等以上であった事例も存在している。それにもかかわらず、住民に「北上川が先に上昇して遅れて砂鉄川が上昇する」、あるいは「今回は水位が上がるのが速

かった」という認識があった理由としては、急速な水位上昇があった1990年の事例では、最大水位が今回ほどではなく、多くの人の印象に残らなかったことなどが考えられる。また、今回のような砂鉄川流域内の豪雨では、支川からの出水の影響をまず受けると思われ、砂鉄川下流部の妻神の水位だけでは、住民の感じた「水位上昇の速さ」を十分とらえられなかったことも考えられる。

過去の災害経験が、迅速な災害対応をもたらすことはよく知られているが(たとえば三上, 1986), 過去の災害時と同じような現象が常に発生するとは限らない。今回の砂鉄川の例では、流域内の降水量や最大水位が、過去20年間で最大規模であったことが、災害の直接的な誘因であることは確かである。これに加えて、過去の水害に関する思い込みから、一部で「先に北上川の水位が上がるので対応に時間的余裕がある」という、結果的に誤った予測が生じ対応が遅れが出るなど、過去の経験がむしろマイナスに働いた可能性もある。自由回答では、「最近の洪水では支川からの水の方が心配だ」という声もあり、住民の考え方にも幅がありそうである。過去に災害経験のある地域では、その「経験」がどのように認識・記憶されているかを把握し、過去の災害時の状況について、観測データや住民の声を合わせ、河川管理者・地元自治体・住民が認識を共有していく必要があると思われる。

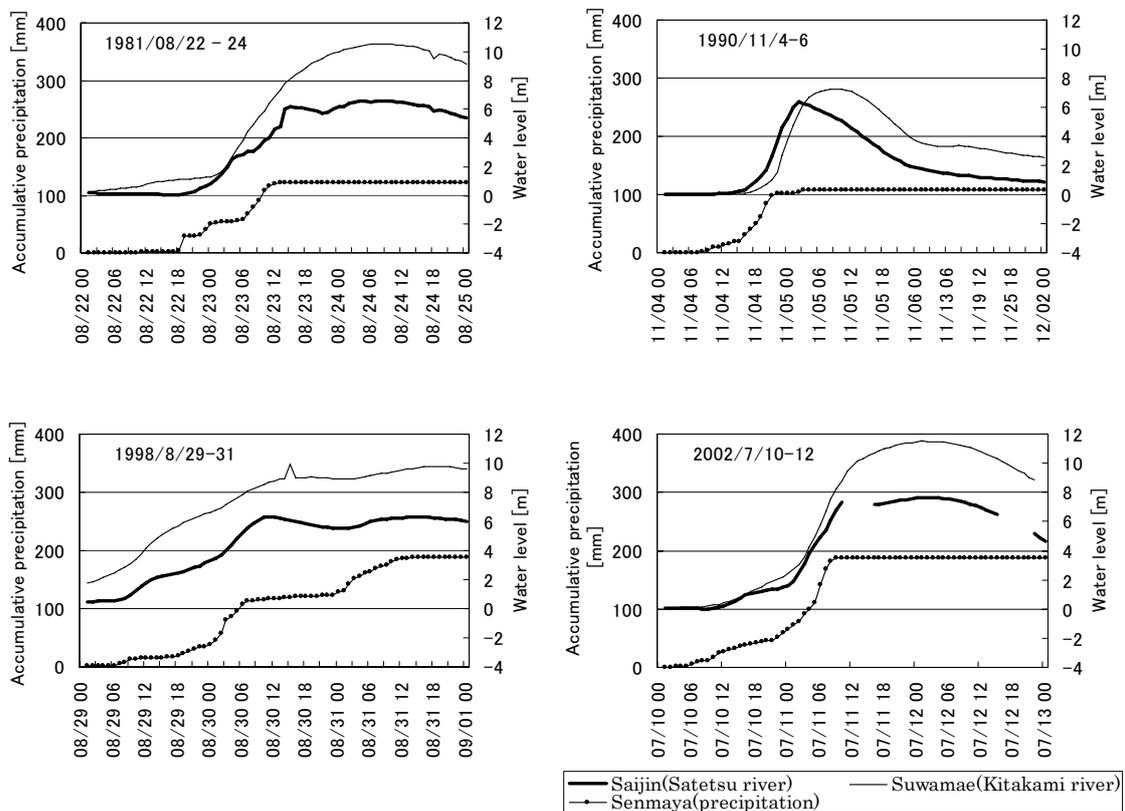


図 6.2 砂鉄川・北上川における過去の主要豪雨時のハイドログラフ

### 6.3.2 避難の状況

調査対象地区は、ほとんどが避難勧告の対象地区であるが、家族の一部のみの場合も含めて「避難した」とする世帯(以下では避難率)は、回答者全体の18%、床上・床下浸水の被害を受けた世帯の32%であった。これは、2000年東海豪雨時の西枇杷島町(浸水世帯92%)の避難率が80%であった結果(片田研究室, 2001)と比べると、かなり低いことになる。調査対象地が、水害経験のある地域であることから、避難の必要がないと独自に判断されやすかったこと、浸水の継続時間が東海豪雨に比べれば短かったこと

などが原因かと思われる。

浸水被害を受けた世帯における避難先に関する回答は、指定避難場所16%、知人や親戚宅48%、その他の場所35%となった。東山町役場の調べでも、900世帯2100人に対して避難勧告が出されたが、町の用意した避難場所への避難者は、7月11日15時の時点で59人とどまったとのことである。避難する場合でも、用意された指定避難場所がほとんど活用されていない状況であったといえる。

浸水被害世帯の回答者を対象に、今回避難した、または避難しなかったことが、結果的によかったと思うか、よくなかったと思うかを質問したところ、図 6.3のようになった。避難した世帯、避難しなかった世帯とも、その判断に対して「よかった」とする肯定的な回答が多数派であった。この傾向は被害程度(床上、床下)に関わらず同様であった。すなわち、避難行動を失敗したという認識はあまり生じていないと考えられる。

豪雨災害に際して、浸水被害を受けても避難しない住民が少なからず存在することは、1989年千葉県茂原水害(三上ら、1990)など、いくつかの調査事例でも指摘されている。今回の事例でも、実際に浸水被害を受けながらも避難せず、かつそれを肯定的に考える世帯が、被害世帯の半数程度存在することが確認された。このような住民の判断が、妥当なものであったか(実際に危険がなかったといえるか)を検証することがまず必要だが、その上で、地域の実情に応じて、避難以外の災害対応のあり方についても検討をして行く必要があると思われる。

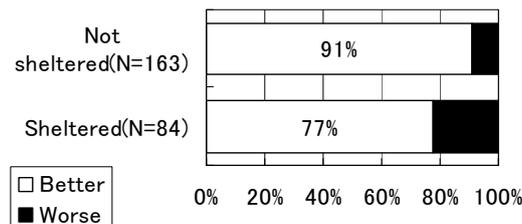


図 6.3 避難行動に対する自己評価(浸水被害世帯の回答者)

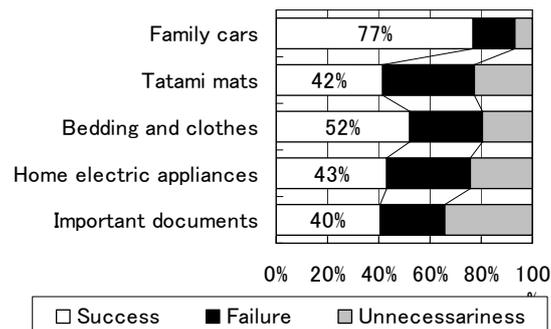


図 6.4 家財保全行動の成否(浸水被害世帯の回答者)

### 6.3.3 家財の保全行動

床上・床下浸水の被害を受けた世帯において、畳上げや車の移動などの家財保全行動(被害軽減行動)を行うことができたかどうかを尋ねた結果が図 6.4である。これに見るように、質問したすべての行動について、4割以上の世帯が家財保全行動に成功(「行った」と回答)していた。これは東海豪雨時の西枇杷島町での同様な調査結果(片田研究室、2001)の2~3倍に相当し、この地域の家財保全行動が比較的迅速であったことが示唆された。しかし、保全行動を「行うつもりだったができなかった」とする回答、すな

わち失敗率は30%前後と、西枇杷島における回答と同程度である。災害の進行状況や規模が、住民の予想(経験)を越えていれば、被災経験の多い地域でも、対応の意思があっても行動が遅れる住民が、被災経験の少ない地域と同程度生じる可能性があることが示唆された。

保全対象別で東海豪雨時の結果と比較すると、①「自家用車の移動」を「行うつもりだったができなかった」とする率(失敗率)が非常に小さかったこと(西枇杷島町での失敗率は43.0%), ②「重要書類の移動」があまり行われていないこと、などが特徴的である。①は、今回の被災地(中山間地域)が、東海豪雨の被災地(大都市部)より、自家用車の重要性が高い地域であったことや、周囲に山地があり、高所への移動が容易であったことが背景にあると思われる。②については原因がよくわからない。設問の方法は西枇杷島町での調査とほぼ同様であり、調査手法上の理由とは考えられない。

### 6.3.4 リアルタイムデータの利用実態

現在、砂鉄川流域には国土交通省の雨量観測所が2箇所、水位観測所が2箇所ある。隣接する一関市や千厩町には気象庁 AMeDAS 観測所もある。特にこの地域に特化したリアルタイムデータの公開用システムが整備されているわけではないが、一般的な気象情報サイトや、国土交通省の「川の防災情報」ページなど、インターネットおよび携帯電話を通じてリアルタイムにデータ公開されている。

しかし、今回の回答者のうち、災害時にこれらの情報を「インターネットで見た」および「携帯電話で見た」という回答は、雨量情報、水位情報ともわずか5～6%しか得られなかった。このような情報が公開されていることを「知らなかった」とする回答者が7割を占めた(図 6.5)。2000年東海豪雨時の西枇杷島町における調査では、インターネットで情報収集(天気予報なども含みリアルタイム雨量・水位情報に限らない)したという回答が2.8%であり、これよりは多いが(危険率5%で統計的に有意な差)、依然として、災害時の情報収集手段として、インターネットや携帯電話(によるネットアクセス)が一般的なものになっているとは言いがたい。

また、このような情報があることを「知っていたが、見なかった」という回答が、雨量、水位とも24%程度あることも注目される。すなわち、リアルタイムデータ公開システムの存在を周知しただけでは、災害時の利用につながるわけではないことも示唆された。

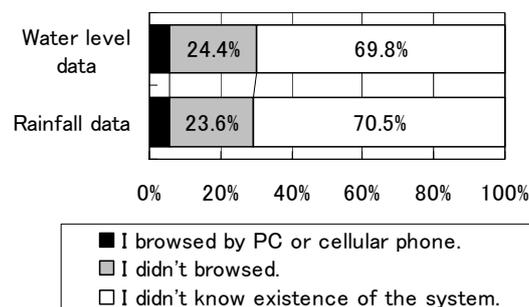


図 6.5 インターネット・携帯電話でのリアルタイム雨量・水位情報の利用実態

### 6.3.5 雨量・水位情報の取得と避災行動

「今回の災害で避難をするかどうか決める際に、東山・川崎周辺の雨量や北上川・砂鉄川の水位などの情報を参考にしましたか」という設問に対しては、全体の49%が「参考にした」、27%が「参考にしなかったがどこに情報があるかわからなかった」と答えている。図 6.5に見るように、インターネットや携帯電話で参照できるリアルタイム雨量・水位情報の利用者は少ないが、災害時の雨量・水位情報に対して関心が低い

わけではなく、インターネットや携帯電話以外の情報媒体で情報を得たか、情報を得たいと思っていたが得られなかった住民が多かったとみられる。

この設問の回答に関しては、地域差が明瞭に現れ、川崎村では「参考にした」が多く、東山町では「どこに情報があるかわからなかった」が多くなった(図 6.6)。当日、川崎村では防災行政無線(各戸受信機が設置済み)を通じて、国土交通省観測の北上川(諏訪前)・砂鉄川(妻神)の毎時の水位観測値と、一部時間帯では水位予測についても放送していたとのことであり、これが住民にとって参考になった可能性がある。東山町でも同様な防災行政無線の整備は行われていたが、雨量・水位に関する放送は役場付近の観測結果に限られ、具体的な水位予測の放送はなかったようである。このような情報内容の差が、回答の差に関与した可能性がある。また、過去の浸水被害経験の差(川崎村の方が被害経験者が多い)も関係している可能性がある。

自由回答には、防災行政無線で、上流域も含む雨量・水位情報の放送を望む声が散見された。また、インターネットで災害時の情報を伝えることが現実的ではないとの声も複数見られた。インターネット系情報システムだけでなく、防災行政無線なども組み合わせ、複数の情報伝達システムでリアルタイム観測情報を住民に伝えることが重要と思われる。

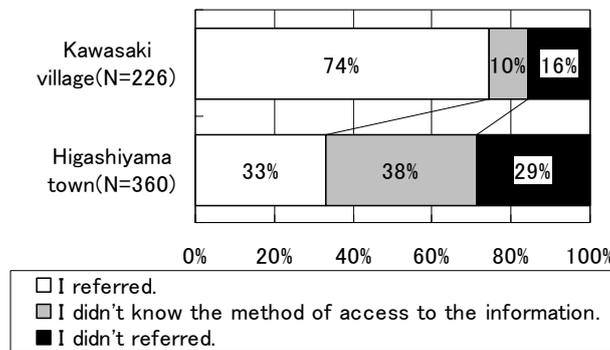


図 6.6 「避難するか決める際に雨量・水位情報を参考にしましたか」に対する回答

特に雨量に関して、どのような情報が伝えられれば参考になるかを尋ねた設問では、「『これまでの雨量は××ミリ』などの単純な量的情報」を挙げた回答者が、全体の18%、「『これまでの雨量は最近20年間で最大』など、過去の豪雨記録と比較した情報」を挙げた回答者が45%であった。すなわち、単純な観測値でなく、過去の記録など比較の目安となる情報とともに伝えることが重要であろう。

浸水による被害を受けた世帯を集計対象として、雨量・水位情報を「参考にした」「参考にしたかったがどこに情報があるかわからなかった」「参考にしようとは思わなかった」という回答と、家財保全行動を「行った」「行うつもりだったができなかった」「行うつもりは無かった」という回答の関係をクロス集計したものが表 6.1である。全般に、雨量・水位情報を「参考にした」回答者は、家財の保全行動を「行うつもりだったができなかった」という率(失敗率)が低く、「行った」(成功率)が高くなっている傾向がある。雨量・水位情報の利用と家財保全行動の関係を調べるために、 $\chi^2$ 検定(危険率5%)を行ったところ、「家電製品の移動」と「布団・衣類の移動」については、情報利用と保全行動の間に何らかの関係があるという結果となった。「自動車の移動」は多くの回答者が行う意思があったことから、優先順位が高く、早期に行われる保全行動であるとみなせる。このため、情報の利用との関係が現れにくかったものと思われる。それ以外の保全行動は、「自動車の移動」より優先順位が低く、後に行われる行動であったと思われる。作業の手順から考えると、「自動車」以外の保全行動のなかでは、「家電製品の移動」と「布団・衣類の移動」が先であり、

「畳上げ」はその後になるものと思われる。すなわち、「家電製品の移動」と「布団・衣類の移動」について、情報利用の有無と保全行動に関係が見られたということは、雨量・水位情報を「参考にした」回答者が、家財保全行動を開始する時間が、より早かったものと推測される。

表 6.1 家財保全行動と雨量・水位情報の取得の間のクロス集計表(浸水被害世帯の回答者)

Carrying out of household goods	Reference of rainfall or river water level information			Chi-square test
	I referred	I didn't know access method	I didn't referred	
<b>Important documents</b>				--
Success	35(45%)	36(41%)	25(34%)	
Failure	17(22%)	28(32%)	15(21%)	
Unnecessariness	25(32%)	24(27%)	33(45%)	
<b>Home electric appliances</b>				Significant
Success	45(56%)	38(42%)	23(30%)	
Failure	18(22%)	33(36%)	29(38%)	
Unnecessariness	18(22%)	20(22%)	24(32%)	
<b>Beddings and clothes</b>				Significant
Success	50(63%)	46(49%)	34(45%)	
Failure	13(16%)	31(33%)	24(32%)	
Unnecessariness	17(21%)	16(17%)	18(24%)	
<b>Tatami mats</b>				--
Success	35(44%)	40(43%)	31(42%)	
Failure	26(33%)	35(37%)	23(31%)	
Unnecessariness	18(23%)	19(20%)	20(27%)	
<b>Family cars</b>				--
Success	63(82%)	71(77%)	49(70%)	
Failure	9(12%)	16(17%)	15(21%)	
Unnecessariness	5(6%)	5(5%)	6(9%)	

### 6.3.6 ハザードマップへの評価

今回調査対象の東山町、川崎村では、1999年に「洪水避難地図」(以下ではハザードマップ)を作成・配布している。A0版両面刷りで、1990年および1998年の災害時の浸水範囲をもとにした予想浸水深分布、地区毎の避難場所、砂鉄川の水位観測所水位と浸水可能性のある範囲や浸水深の関係などが多色刷りで明示されている。単純な浸水実績図や、避難場所のみを提示したような「ハザードマップ」も少なくないことを考えると、比較的充実したハザードマップとっていい。

このハザードマップを「見た事がある」という回答者は53%で、半数以上の回答者がハザードマップの存在自体は認知していた。「見た事がある」とした回答者を対象に、「今回の災害で、『洪水避難地図』はあなたにとって役に立ちましたか」という質問をしたところ、52%が、今回「役に立たなかった」と否定的な評価をした(図 6.7)。自由回答では、「避難場所の指定が非現実的」、「支流からの氾濫を考慮していない」など、地域毎の実情にあっていないとの意見が複数見られた。

「これほどの被害が起こり得ると思っていましたか」という質問に対して、「そう思っていた」とする回答は、ハザードマップを「見た事がある」回答者では21%、「見た事がない」回答者は15%となった(図 6.8)。これらの比率の差は危険率5%で統計的に有意な差であった。すなわち、ハザードマップを見た事がある回答者は、この地域で発生する洪水災害の規模を、見た事がない回答者より適切に想定していた可能性がある。

しかし、家財保全行動や、避難など、他の回答については、ハザードマップを「見た事がある」「見た事がない」回答者間で、明確な違いは見出せなかった。すなわち、今回の災害時における東山町、川崎村においては、ハザードマップの存在が、防災上明確な効果をもたらしたという結果は、確認できなかったといえる。この原因については、今回の調査では明確な結論は得られなかった。ただし、東山町役場、川崎村役場によると、マップ作成後の説明会・検討会などは特になされていないとのことである。比較的充実したハザードマップを作成したものの、それを生かすための運用や内容の改善が不十分であったため、このような住民の印象を生んだ可能性はある。

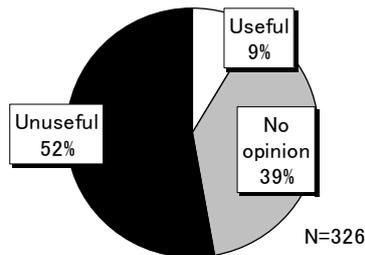


図 6.7 洪水避難地図に対する評価

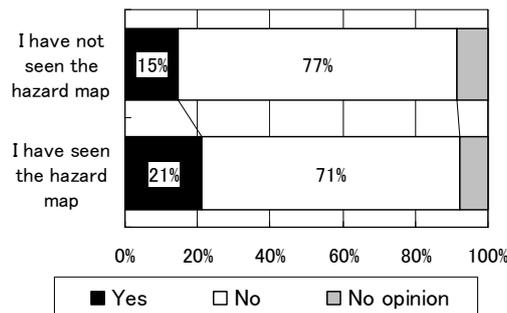


図 6.8 「これほどの災害が起こりうると思っていましたか」に対する回答と洪水避難地図の認知の関係

#### 6.4. まとめ

本調査の結果、以下のような結果が見出された。

- ①調査対象地域は洪水経験を複数持つ地域であったが、洪水の形態について一部で思い込みが生じ、過去の経験がマイナスに働いた可能性もある。防災対策を考える上では、「過去の被災経験」が、その地域でどのように認識され、その認識が実態と乖離していないかを把握するとともに、過去の災害の実態について、河川管理者・地元自治体・住民で認識を共有していく必要がある。
- ②今回の災害時に、家族の一部でも避難したと回答したのは全体の18%、浸水の被害世帯の32%であり、避難先として指定避難場所を利用した住民は更に少なかった。また、避難しなかったことを、91%の回答者が「よかった」と評価している。避難しなかったことが本当に適切な選択であったのか検証が必要だが、避難が常に最善の対応策であるかどうかについての検討も必要である。
- ③インターネットのリアルタイム雨量・水位情報の利用はまだ回答者の5%程度で、東海豪雨じの1%未満よりはやや増加したが、一般化したとは言えない。また、情報の存在を知っていても利用しなかった住民も全体の25%ほどおり、仮に情報の存在を周知しても、多くの人が利用するとは限らないことが示唆された。
- ④避難などを決める際に、雨量・水位情報を「参考にした」という回答は全体の49%であり、「参考にした

かったがどこに情報があるかわからなかった」という回答が27%であった。雨量・水位情報に対するニーズ自体は高く、インターネットなど最新技術のみに依存せず、防災無線など複数の手段で伝達する必要がある。また、生の観測値だけでなく、過去の記録など比較の目安を示すことも重要である。

⑤雨量・水位情報を参考にした住民は、参考にしなかった住民より、家財保全行動を早期に開始できていた可能性がある。

⑥ハザードマップに対する住民の評価は低かった。また、ハザードマップ参照の有無と、避難や家財保全行動の間には、明瞭な関係は見出せなかった。

本調査が取り扱った、実際の災害時におけるリアルタイム豪雨情報の一般住民による活用状況に関する調査も、2002年の時点ではほぼ存在せず、本調査が最初の実証的研究例である。

③で述べたように、リアルタイム豪雨情報の存在を知っていても、災害時に実際には利用しなかったという回答者が、利用したとする回答者の数倍存在するという事実は、従来まったく知られていなかった事実である。これは、リアルタイム豪雨情報について、その存在を広報するだけでは、活用に関わらないことを示唆するものであり、情報提供者は、情報の具体的な活用法についても、情報整備と合わせて考えることが必要であると思われる。

インターネット系情報以外も含めた、リアルタイム豪雨情報を入手した住民の方が、入手しなかった住民より避災行動に成功している率が統計的に有意に高いことが示されたのも、本研究のオリジナルな成果である。リアルタイム情報自体に効果があることが実証的に示されたわけであり、インターネット系情報にこだわらず、種々の方法でリアルタイム情報をユーザにわかりやすく伝えていくことの重要性があらためて示されたと言える。

#### 参考文献

B. K. Paul and J. Leven, 2002:Emergency Support Satisfaction Among 2001 Hoisington, Kansas, Tornado Victims, Quick Response Report, No.154, <http://www.colorado.edu/hazards/qr/qr154.html>

群馬大学工学部片田研究室(2001):東海豪雨災害に関する実態調査(CD)

東山町役場(2002):台風6号被害, 広報ひがしやま, No.514, p.2-5

池田茂・佐治実(2001):i モードによる河川情報提供システムの開発, 砂防学会誌, Vol.54, No.3, pp.72-80

J. H. Sorensen, 2000:Hazard Warning Systems: Review of 20 years of Progress, Natural Hazards Review, Vol.1, No.2, pp.119-125

三上俊治, 1986:災害と情報(東京大学新聞研究所編), 東京大学出版会, p.80

三上俊治・橋本良明・野田隆・水野博介, 1990:水害時の避難と情報行動 -1989年茂原水害に関する調査報告-, 東京大学新聞研究所紀要, No.42, pp.49-107

中村功, 2001:2001年芸予地震と通信メディアの問題点, 日本災害情報学会第3回研究発表大会予稿集, pp.72-78

総理府, 1999:防災と情報に関する世論調査(平成11年6月)

武田晴夫・本橋和志・加納章・望月嘉徳・松村昌広, 2002:静岡県土砂災害雨量情報システム, 砂防学会誌, Vol.54, No.5, pp.81-85.

牛山素行, 2002:2002年7月9日～12日の台風6号による豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.21, No. 3, pp285-297

牛山素行・今村文彦・片田敏孝・越村俊一, 2003:豪雨時の自治体における防災情報の利用, 水工学論文集, No.47, pp.349-354

## 第7章 リアルタイム豪雨防災情報 web の活用例

－2003年7月九州豪雨災害を例として－

### 7.1. はじめに

すでに述べたように、防災情報などのソフトウェア防災対策が、減災に対して具体的にどのような効果を発揮したかを確認することは容易ではない。第6章、第7章で取り上げた2002年台風6号豪雨災害の事例では、雨量・水位情報を入手した住民と、入手していない住民の間で、家財保全行動の成功率に差があることを確認するという手法で、防災情報の効果を確認することを試みた。このような社会調査的、統計的手法による検討とともに、より具体的な避災事例を確認することも重要である。本章では、2003年7月の九州地区での豪雨災害時に確認された、豪雨防災情報が利用され、被害の軽減に役だった具体的な事例について検討する。

### 7.2. 2003年7月九州豪雨災害の概要

#### 7.2.1 概況

2003年7月19日から21日にかけて、梅雨前線の影響により、九州地方を中心に豪雨となった。この豪雨により、全国で死者23名(うち熊本県19名)、住家の全壊・半壊104棟、床上浸水3539棟、床下浸水4213棟などの被害を生じた(9月9日現在の総務省消防庁資料による)。23名の人的被害を生じた豪雨災害は、1999年6月の広島豪雨災害(全国の死者40名、牛山ら、1999)以来のことであり、近年の豪雨災害の中でも規模が大きい事例と考えられる。この災害の発生を受けて筆者は、被災地を7月22日に熊本県、鹿児島県内、7月31日に福岡県内を現地調査し、8月27日、28日に役所などで聞き取り調査を行った。

#### 7.2.2 全国の降水に関する特徴

2003年の梅雨前線は、6月上旬以降、本州南岸に見られるようになり、6月9日～12日頃にかけて九州から東北までが梅雨入りした(気象庁、2003a)。西日本太平洋側では、6月中旬の降水量が平年を上回り、6月下旬から7月上旬は平年並みであった。西日本日本海側では、6月中旬から下旬の降水量は平年並みで、7月上旬は平年を上回った(気象庁、2003b)。

7月中旬に入ってしばらく、梅雨前線は九州に大きな影響をもたらさなかったが、18日夕方頃から九州に接近した。久保田(2003)によれば、梅雨前線付近では、大陸方面からの水蒸気を含んだ西寄り下層ジェット及び、はるか南方の台風7号により多量の水蒸気を供給された太平高気圧縁辺流が、九州西方東シナ海上で収束し、寒気が残る700hpa 高度や850hpa 高度に暖かい水蒸気に富んだ空気が供給され、強い降水が継続する状態にあった。

この結果、福岡県を中心とした地域で、18日夕方から19日朝にかけて、激しい降雨が記録された。この雨域は、19日朝から午後にかけて、九州南部から海上に移動し、九州地方の降雨は一旦終了した。その後、20日0時頃から長崎、熊本県付近を中心に激しい降雨が生じ、20日午後まで降雨が継続した。

全国の気象庁AMeDAS観測所のうち、1979年の観測開始から2002年までの間で、15年以上の統計値が得られる観測所で、今回の豪雨において1時間、24時間、48時間降水量の最大値を更新した観測所を表 7.1に示す。これに見るように、今回の豪雨において最大値を更新したのは、九州を中心とした5カ所と、比較的少ない。たとえば、前年の2002年7月の台風6号豪雨災害時には、全国で1時間降水量の最大値更新観測所が9ヶ所、24時間などの積算降水量の最大値更新箇所が30ヶ所前後である(牛山、

2002). すなわち、今回の豪雨は、狭い範囲に記録的な豪雨をもたらすタイプの豪雨であったといえる。

表 7.1 本豪雨で最大記録を更新した AMeDAS 観測所

県名	観測所名	観測期間 記録(mm)	今回の記録		過去最大記録	
			記録日	記録(mm)	記録日	記録(mm)
<b>1 時間降水量</b>						
福岡県	飯塚	1979-2002	80	2003/7/19	60	1983/7/5
福岡県	太宰府	1979-2002	99	2003/7/19	77	1999/6/29
佐賀県	八幡岳	1979-2002	70	2003/7/19	66	2001/6/19
<b>24 時間降水量</b>						
高知県	安芸	1979-2002	250	2003/7/19	247	1987/10/17
福岡県	飯塚	1979-2002	315	2003/7/19	270	1979/6/27
福岡県	太宰府	1979-2002	353	2003/7/19	230	1980/8/30
宮崎県	加久藤	1979-2002	369	2003/7/20	347	1997/9/16
<b>48 時間降水量</b>						
福岡県	飯塚	1979-2002	329	2003/7/19	326	1979/7/1

表 7.2 県別の被害状況

	死者 (人)	全壊 (棟)	半壊 (棟)	一部 破損 (棟)	床上 浸水 (棟)	床下 浸水 (棟)
岡山県						3
広島県				2	1	10
山口県				70	12	164
徳島県		1			82	241
愛媛県						6
高知県						13
福岡県	1	26	52	68	3305	3308
佐賀県				8	1	21
長崎県	1	2		7	3	63
熊本県	19	21	1	1	132	327
宮崎県						8
鹿児島県	2	1			3	49
計	23	51	53	156	3539	4213

表 7.3 最近 10 年間の主要豪雨災害による被害

県名	災害の期間	死者・ 不明者 (人)	全壊 (棟)	半壊・ 一部 破損	床上 浸水 (棟)	床下 浸水 (棟)	気象状況
鹿児島県	1993/7/31-8/2	23	148	108	1167	4809	停滞前線「平成5年8月豪雨」
鹿児島県	1993/8/6-8/6	49	305	174	8535	2516	停滞前線「平成5年8月豪雨」
鹿児島県	1993/9/2-9/3	33	209	626	1376	3645	台風
鹿児島県	1997/7/6-7/13	21	20	4	3	90	停滞前線. 出水市土石流
高知県	1998/9/23-10/1	8	25	116	8341	8966	台風, 停滞前線
広島県	1999/6/23-6/30	32	145	367	1258	2569	停滞前線
山口県	1999/9/23-9/24	2	82	993	3425	7502	台風
愛知県	2000/9/11-9/12	7	18	483	23896	39544	台風, 停滞前線. 東海豪雨*
福岡県	2003/7/19-7/20	1	26	120	3305	3308	停滞前線
熊本県	2003/7/19-7/20	19	21	2	132	327	停滞前線

2003 年の事例は消防庁資料, 他の事例は気象庁資料による。

死者 19 名以上または床上浸水 3300 棟以上の事例を抽出。

\* 「東海豪雨」は通称。「平成 5 年 8 月豪雨」は気象庁による正式名称。

### 7.2.3 全国の被害状況

8月14日現在の総務省消防庁資料による、全国の被害状況を表 7.2に示す。最近10年間(1993年以降)について、今回の災害より人的被害および床上浸水が多かった事例を抽出すると表 7.3のようになる。今回の災害は、人的被害、浸水被害が多かったことが特徴であり、人的被害については1999年6月の広島での豪雨以来(牛山ら, 1999), 浸水被害については、2000年9月東海豪雨以来(牛山ら, 2000)の規模である。ただし、最近10年の災害の中でも最大規模というほどではない。

人的被害のうち熊本県の19名は、水俣市宝川内・集地区(15名)、同市深川・新屋敷地区(4名)の2箇所が発生した土石流による犠牲者であり、被害の発生形態としては、1997年7月の鹿児島県出水市における土石流災害(死者・不明者21名)と似ている。福岡県の死者1名(太宰府市三条)、鹿児島県の死者2名(菱刈町前目)も土砂災害による犠牲者であり、人的被害のほとんどは土砂災害によるものであった。

浸水被害は福岡県に集中した。8月13日の福岡県資料によれば、もっとも被害が大きかったのは飯塚市(床上浸水1241棟, 床下浸水705棟)で、このほか福岡市(同678棟, 674棟)、穂波町(460棟, 341棟)などで被害が目立った。

### 7.2.4 7月19日九州北部の豪雨と災害

気象庁AMeDAS観測所、および国土交通省所管観測所のデータを用いて、九州北部の7月17日24時～7月19日24時の48時間降水量分布図を作成すると、図 7.1のようになる。九州北部に、東西に延びる帯状の多雨域があり、特に福岡県北東部で激しい豪雨が記録された。もっとも大きな降水量を記録したのは福岡県の太宰府で、48時間361mm、24時間315mmであった。また、飯塚(同329mm、267mm)など筑豊地方でも豪雨が記録された。

今回の豪雨は、ほぼ7月19日1時～6時の5時間ほどの間に集中して発生した(図 7.2)。太宰府(気象庁AMeDAS)では、7月18日夕方に33mmほどの降水が記録された後、7月19日1時頃から1時間30mm以上の激しい雨となった。7月19日04時には81mm、05時には99mmの猛烈な雨が記録されている。太宰府の1979～2002年の最大1時間降水量は77mmであり、2時間にわたってこの記録を上回ったことになる。

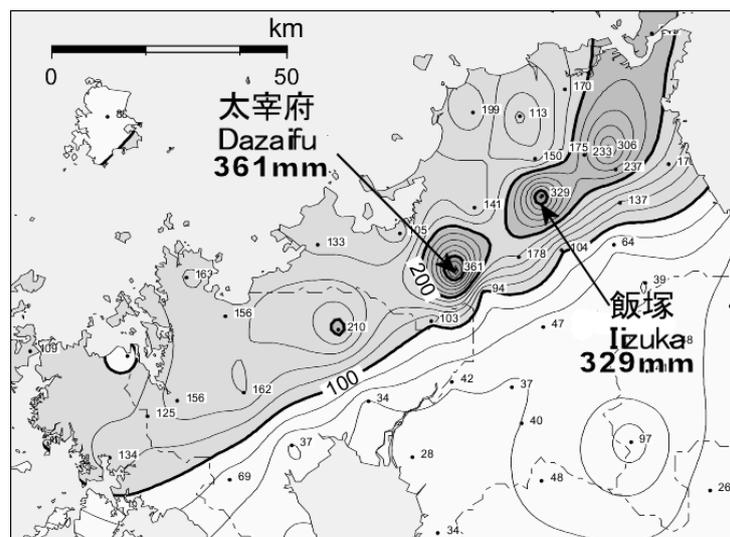


図 7.1 2003年7月19日24時の48時間降水量分布

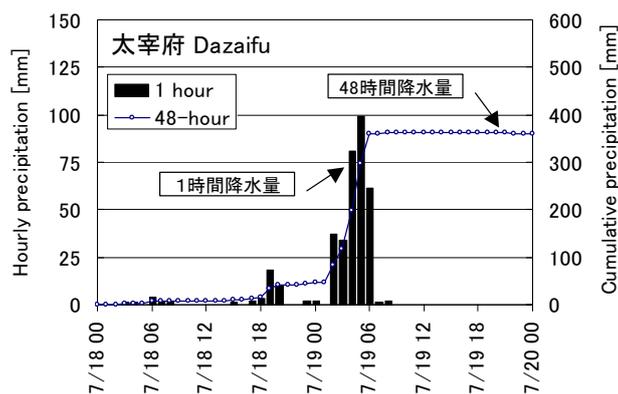


図 7.2 太宰府の1時間・48時間降水量

この豪雨により、福岡県内の各地で斜面崩壊、土石流が発生した。特に、7月19日05時43分頃に、太宰府市三条1丁目で発生した土石流は、40棟に被害を与え、1名が死亡した(消防庁資料による)。

御笠川下流の福岡市街地では、降水量自体はそれほど多くなかったが(7月19日24時の48時間降水量105mm)、上流域の豪雨の影響で、堤防未改修区間の一部で越流するなどして、浸水被害(床上浸水678棟、床下浸水674棟)をもたらした。福岡市博多区の山王橋観測所では、7月19日3時50分頃に危険水位(4.7m、計画高水位7.2m)を越え、6時頃に最大水位(5.9m)を記録した。山王橋の1kmほど下流のJR博多駅周辺では、5時頃から浸水が始まったようであり(日本気象協会九州支社, 2003)、博多駅地下街や市営地下鉄など、多くの施設が被害を受けた。福岡市中心部では、1999年6月にも豪雨による大規模な浸水被害(地下室での死者1名、床上浸水305棟、床下浸水735棟など。福岡市, 2001)を受けているが、今回も同程度の被害を受けたものと言ってよい。

### 7.2.5 7月20日熊本県南部付近の豪雨と災害

気象庁AMeDAS観測所、国土交通省所管観測所、熊本県所管観測所のデータを用いて、熊本県南部付近の7月18日24時～7月20日24時の48時間降水量分布図を作成すると、図7.3のようになる。熊本・鹿児島県境付近で豪雨が発生しており、熊本県水俣市付近、宮崎県えびの市付近の2箇所ですべてに激しい豪雨が記録されている。

水俣市付近でもっとも大きな降水量を記録した観測所は深川(熊本県所管、図7.4、図7.5)で、最大4時間降水量397mm、48時間降水量428mmを記録した。豪雨は7月20日0時～6時の6時間にほぼ集中し、4時には87mm、5時には91mmという猛烈な豪雨が記録された。深川観測所から4kmほど離れた水俣市街地の48時間降水量は250mmであり、48時間降水量400mm以上の雨域は半径2,3km程度の狭い範囲に限定されたものと思われる。深川の過去の記録は十分整備されていないので、水俣市街地にあるAMeDAS水俣の記録を見ると、1979～2002年の最大1時間降水量は75mm(1989年7月10日)であり、この記録と比較すれば、2時間にわたってこの記録を上回ったことになる。AMeDAS水俣の最大24時間降水量は377mm、同48時間降水量は486mm(いずれも1997年7月11日)であるので、今回の深川の記録はこれらと同程度かやや下回っている。すなわち、今回の豪雨は、短時間の降水量の多さに特徴があった事例と思われる。

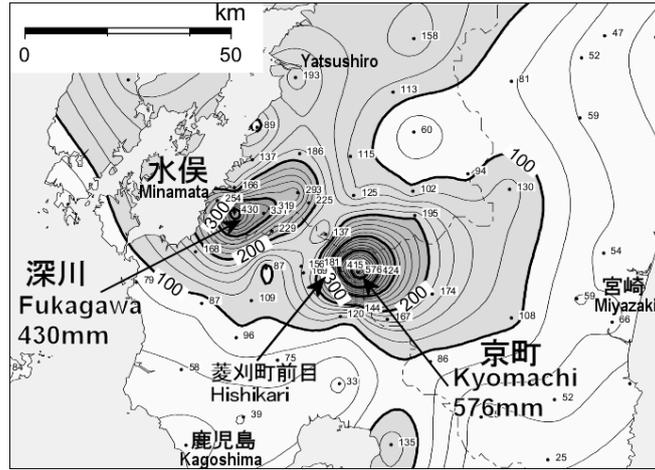


図 7.3 2003年7月20日24時の48時間降水量分布

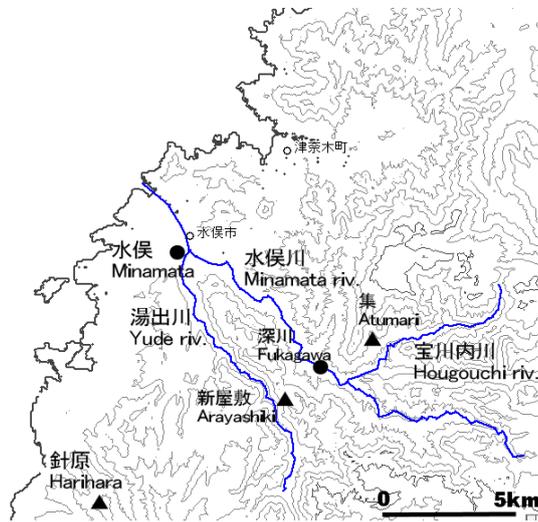


図 7.4 水俣市付近略図

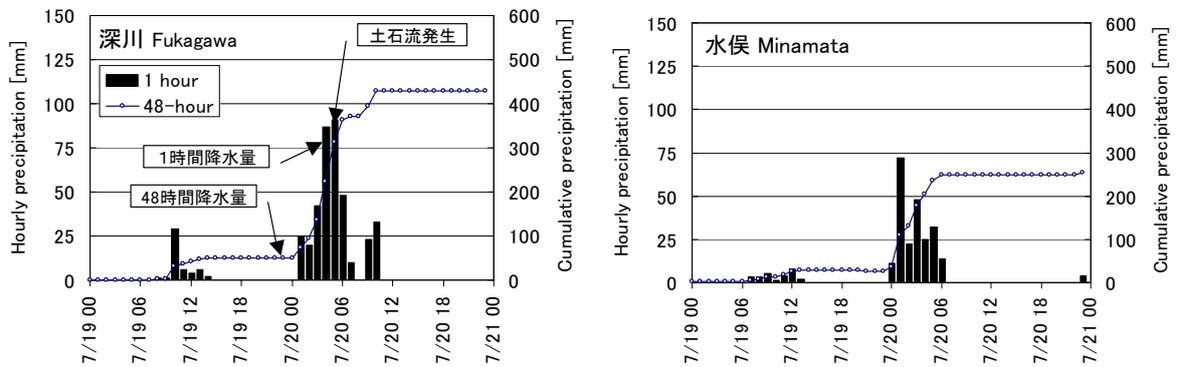


図 7.5 深川, 水俣の1時間・48時間降水量

この豪雨によるもっとも大きな人的被害は、水俣川支川宝川内川流域の水俣市宝川内・集(ほうごうち・あつまり)地区での土石流災害によって発生した。砂防学会(2003)によれば、崩壊の規模は幅80~100

m, 斜面長約170m, 最大崩壊深15~20m, 崩壊土量5~10万立方メートルと推定されている。集落付近でも、直径1m以上の巨礫が見られた。崩壊源頭部から集落付近まで、約1kmほどを流下したものとされる。

この土石流が集落付近に達したのは、7月20日4時20分頃で、この土石流により17棟が全壊、15名が死亡した(7月30日現在、熊本県資料による)。現地付近では豪雨を警戒し、宝川内地区を担当する消防団第六分団10部長(集地区在住)の判断で、20日1時30分~2時頃から消防団が見回りなどの活動を開始しており、消防団の誘導や独自の判断で、特に川に近いところに住む住民は親戚宅などに避難を始めていたようである(水俣市役所の後日の調査による)。しかし、全員の避難が終わる前に土石流が集落内に到達し、避難を誘導していた消防団員3名を含む多くの人命が失われる結果となった。

今回の豪雨では、集地区ばかりでなく、水俣川流域付近に数多くの斜面崩壊・土石流の発生が見られた。水俣川支川湯出川流域の水俣市新屋敷地区では、7月20日4時15分頃に土石流が発生し、4棟が全壊、うち1世帯4人が死亡した。

激しい雨とともに、雷も激しかったようである。7月22日の現地付近での住民への聞き取りによると、(1)激しい雷の音のため、雨脚など周囲の状況がわからなかった、(2)落雷への恐怖心から避難行動を躊躇した、などの声が聞かれた。水俣市井良迫地区での聞き取りでは、住家の目前に土砂や多量の立木が流出していたにもかかわらず、落雷の音に紛れて、この土砂流出が発生したことに住民は気がつかなかったとのことである。

このほか、水俣市内では水俣川からの越流によると思われる浸水が発生し、床上浸水109棟、床下浸水242棟の被害を生じた(7月30日現在の熊本県資料による)。

水俣付近での近年の豪雨イベントとしては、1997年7月10日未明に、隣接する鹿児島県出水市の針原地区(図 5)で土石流災害(死者21名)が発生させた豪雨が思い浮かぶ。AMeDAS 水俣観測所の観測開始(1979年)以降最大24時間降水量、48時間降水量もこの日に記録されたものである。ただし、この豪雨によって水俣市内では目立った土砂災害は発生しなかった。

この豪雨と比較するため、1997年豪雨時のAMeDAS水俣における降水状況と、今回の深川における降水状況を、同じ5日間でグラフにしたところ、図 7.6のようになった。API48は、土砂災害の発生基準雨量などでよく使われる、半減期48時間実効雨量である。また、両豪雨イベント時(2003年は土石流が発生した7月20日5時までの記録)の継続時間毎の最大降水量(DD関係)を図 7.7に示す。これらの図に見るように、1~6時間降水量は2003年豪雨の方が大きい、48時間降水量、実効雨量は1997年豪雨の方が大きい。先行降雨は1997年豪雨の方が遙かに多く、2003年豪雨では、前日の7月19日に50mm程度の雨が降ったものの、それ以前の4日間はほとんど降水がない状態であった。また、半減期を3日~180日まで変化させて実効雨量の計算を試みたほか、気象庁が用いている土壌雨量指数も計算してみたが、いずれの場合も、2003年豪雨時の深川の記録は、1997年豪雨時のAMeDAS水俣での記録を上回ってはいなかった。

すなわち、2003年豪雨は、先行降雨を考慮すると大きな値にならないが、短時間降水量が大きかったことが大きな特徴といえる。しかし、短時間降水量の強さだけで、集地区で見られたような大規模な崩壊に結びつくかどうかはよくわからない。1997年の豪雨時の針原地区での土石流は、降雨終了数時間後に発生したのに対して、今回の集地区や新屋敷地区の土石流は、降雨がもっとも激しかった時間帯に発生したという違いもある。地質特性なども考慮し、今後検討を進めていくべき課題である。

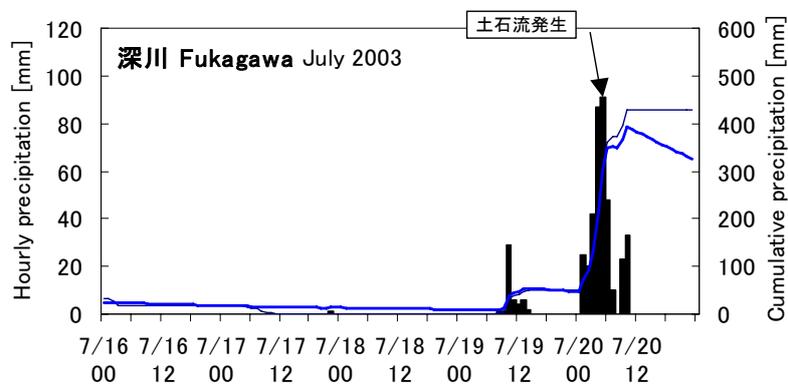
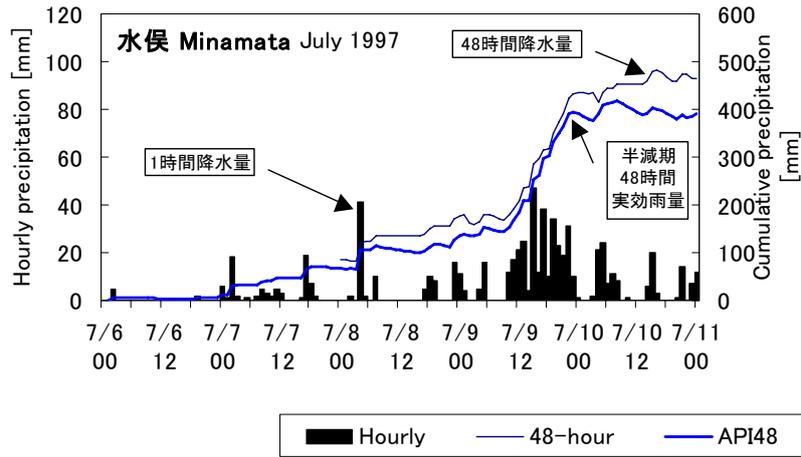


図 7.6 1997 年豪雨と 2003 年豪雨の比較

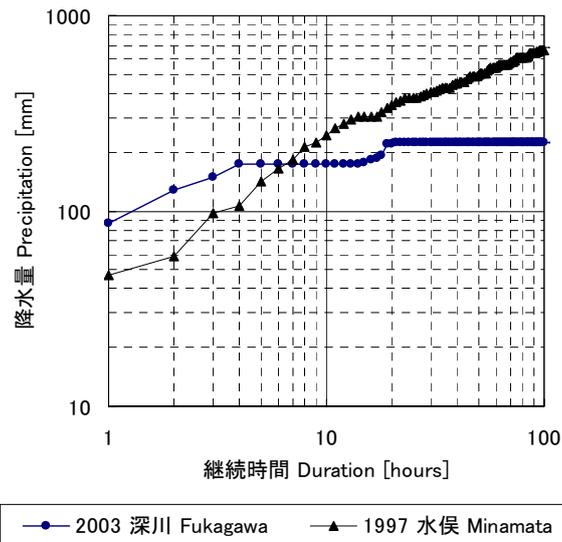


図 7.7 1997 年豪雨と 2003 年豪雨の比較(DD 関係)

## 7.2.6 本災害の特徴

本災害の特徴を整理すると以下のようになる。

- ①2003年7月19日から21日にかけて、梅雨前線により九州地方を中心に豪雨が発生し死者・不明者23名、床上浸水3,539棟、床下浸水4,213棟などの被害を生じた。人的被害が比較的多く、1999年6月の広島での豪雨災害以来最大であった。また、浸水被害は2000年9月東海豪雨以来最大規模であった。
- ②人的被害のほとんどは、土砂災害によって生じ、特に熊本県水俣市宝川内・集地区では、土石流により15名が死亡した。住民は自主的に避難を始めていたが、間にあわなかった。
- ③特に降水量が多かったのは、福岡県、熊本県南部などであり、48時間降水量が300mm を越えた。特に1時間など短時間降水量が大きく、福岡県太宰府で1時間99mm、水俣市深川で91mm などが記録された。
- ④今回の豪雨においてAMeDAS観測所で1時間降水量、24時間降水量、48時間降水量の最大値を更新したのは、九州を中心とした5カ所であり、これは前年の2002年7月の台風6号豪雨災害時よりはるかに少ない。狭い範囲に記録的な豪雨をもたらすタイプの豪雨であったといえる。

## 7.3. リアルタイム豪雨防災情報を活用した減災例

### 7.3.1 博多都ホテルにおける浸水対応

この豪雨災害事例では、一部でリアルタイム情報を活用したことによって被害を軽減した事例を確認することができた。ここでは、この事例の概要を整理するとともに、同豪雨時にリアルタイム情報を十分活用できなかった事例とも対比しつつ、情報が活用された背景について考察する。

調査は、現地での関係者へのヒアリングおよび水文、気象情報の収集・解析によって行った。現地の被害状況の調査は2003年7月22～23日、7月31日に実施した。また、関係機関へのヒアリング調査を、8月27～28日に実施した。水文データとしては、気象庁 AMeDAS 観測所データ、国土交通省雨量・水位観測所データ、福岡市水位観測所データを用いた。

この豪雨により浸水被害を受けた JR 博多駅周辺地区の中で、博多駅筑紫口にある博多都ホテルでは、リアルタイム情報を利用して早期に止水板を設置することに成功し、水が引いた7月19日午後からは宿泊客の受け入れが可能になり、事実上被害を生じなかった。

同ホテルは、1999年6月29日の豪雨災害の際に地下室を中心に浸水し、約3週間の休業を余儀なくされた。この災害を教訓として、ホテルの開口部9カ所の止水板をより本格的なものに交換するとともに、「止水板取付作業運営要領」を見直して運用しており、当日もこれに従って対応がなされたとのことである。同要領の概要を以下に示す。

- ・取付作業責任者は同ホテルビル管理受託部ディレクター。夜間等不在時は、保安室責任者(24時間担当者所在)。
- ・作業者は昼夜間とも4名。
- ・取付作業責任者は、気象情報、博多湾潮見表、御笠川水位等の状況から、止水板取付を判断する。情報源は福岡市防災対策ホームページなど。
- ・設置箇所は9カ所。人だけが出入りする7カ所を先に設置し、その後に車が入り出す2カ所を設置。
- ・定期点検、訓練を年1回実施する。

実際に情報収集をはじめるとなるのは、警報の発表によることが多いとのことである。警報発表を自動的にホテルに通報するようなシステムは存在していないが、ホテルには常時複数の勤務者がおり、テレビなどを通じて警報発表についてはほぼ遅滞なく認知できているとのことである。御笠川水位などの情報源は、ほぼ福岡市のホームページのみを利用しており、状況によっては現地を見に行くこともあるという。福岡市ホームページの整備以前は、情報源として福岡土木事務所、福岡市河川課、博多消防署などに電話で確認することとなっていたが、情報入手に時間を要することもあったという。止水板はいずれも金属製で、大きなものでも作業員2名で設置できるという。設置の訓練も予定通り年1回実施していた。また、大きな浸水には至っていないものの毎年1、2回は豪雨時に実際に止水板を設置した実績があるとのことである。



図 7.8 博多都ホテル付近の位置図。1:25000 地形図「福岡」「福岡南部」より。

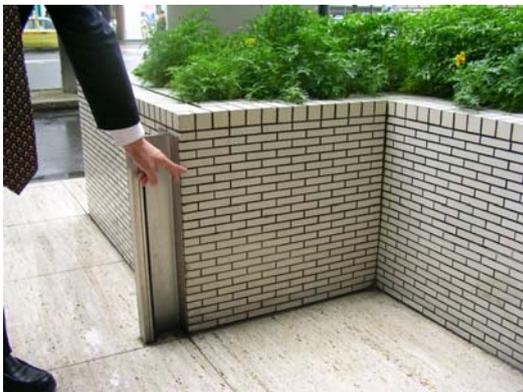


写真 7.1 博多都ホテルの止水板取り付け金具。指の位置まで浸水したとのこと



写真 7.2 設置箇所脇に用意されている止水板

ホテルでのヒアリング結果などをもとに、7月18日から19日の同ホテルにおける状況を整理すると、以下のようなになる。

7月18日

22:35 福岡地方に大雨・洪水警報発表。

7月19日

0時頃 ディレクターは自宅から福岡市ホームページを参照(ADSL)し御笠川水位などを確認. ホテルとは電話で連絡を取り合う.

03:30頃 02時頃からの御笠川水位の急上昇を確認し(図 7.9), ディレクターも出勤, この前後に止水板設置作業始まる.

03:50 山王橋水位観測所水位が危険水位を超過.

04:20頃 ホテル付近で浸水がはじまる. この時点以前に止水板設置作業は完了.

10時頃 ホテル付近の浸水が引く.

当日の警報発表時には, 責任者(ディレクター)は帰宅していたが, ホテル側でもホームページでリアルタイム情報を確認していた. このディレクターが特に気象情報に関心を持って日頃から対応しているというわけではなく, それぞれの時点で止水板設置の判断をする立場にある担当者が, ホームページのリアルタイム情報を確認することが, 日常的なことになっているとのことである.

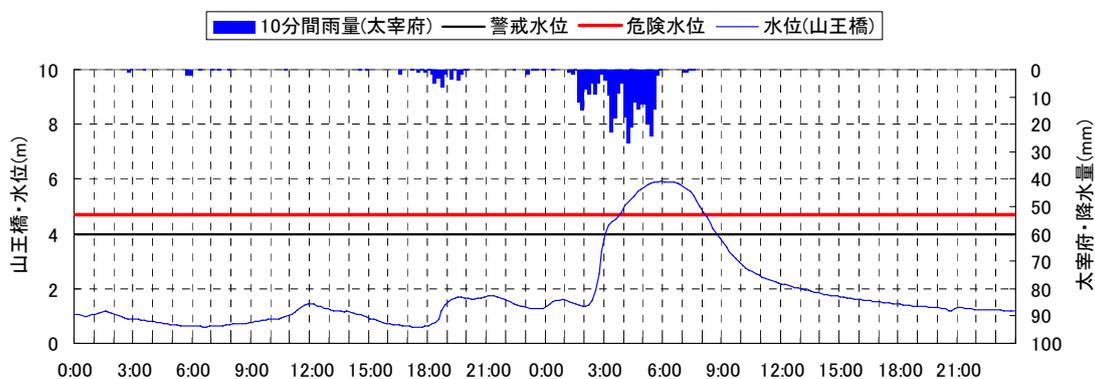


図 7.9 福岡市内の御笠川水位(山王橋)と上流の 10 分間雨量(太宰府)

[日本気象協会九州支社提供]

### 7.3.2 福岡市防災対策ホームページと本災害

博多都ホテルが参照していたのは, 「福岡市防災対策ホームページ」(<http://bousai.city.fukuoka.jp/>)である. 福岡市市民局総務部防災課が開設しており, 情報整備などの実務面は, 日本気象協会九州支社が請け負っている. 2002年6月に開設され, 約1年の運用実績がある.

参照できる主な情報は, ①リアルタイム雨量・水位, ②防災マップ, ③那珂川・御笠川・宇美川のライブカメラ, ④潮位情報, ⑤防災対策の基礎知識などである. 雨量情報としては福岡市が11カ所の雨量観測所の観測値, 水位情報としては, 市内5河川・7カ所の水位観測所の観測値が参照できるほか, 福岡市周辺に福岡県や気象庁が設置している雨量観測所の観測値も見ることができる. 雨量, 水位情報ともに10分ごとにデータは更新される. 水位情報のページでは, 過去20時間分の水位変化がグラフ・数値で示されるとともに, 河道断面の略図と警戒水位, 危険水位, 計画高水位が背景に示され, 現在の水位がどの程度危険であるかを直感的に理解できるようになっている(図 7.10). グラフィカルなページの外, 携帯電話からの参照を考慮した軽量版のページも用意されている.

また, Warning情報を自動的に伝える目的で, 「防災メール」という, 特定の状況が発生した際に, 登録者に自動的に情報を配信するサービスも用意している(図 7.11). 利用は誰でもでき, 無料である. 「防災メール」が配信されるのは, ①気象警報の発表・解除(警報からの切り替え)の際, ②福岡市所管雨量観測

所の60分雨量が基準値(30mm)を超えた場合、③福岡市所管水位観測所の水位が危険水位を超えた場合、④避難勧告をだした場合である。また、動作確認の目的もあり、毎週金曜日午前11時に福岡地方の週末の天気予報を配信している。配信される情報は、携帯電話での受信を考慮して必要最低限のもので、詳細はメール内に書かれたリンク先を参照することで確認できるようになっている。2003年7月現在で、約2500名が登録しているという。地方自治体による同様なメール配信システムは、横浜市、宇部市(井本・弘中、2000)などで先行して実施されている。横浜市よりは平常時の配信頻度が低いこと(多すぎるとかえって利用されない可能性もある)、宇部市のように人手での入力ではなく自動処理されていること、水位情報が充実していることなどが特徴といえる。

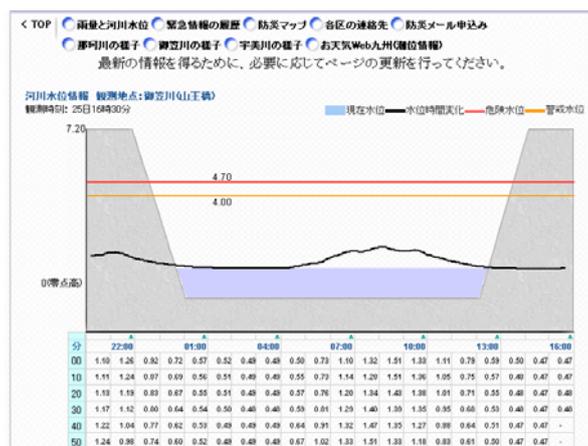


図 7.10 福岡市防災対策ホームページ(水位情報)

福岡市河川水位情報  
**【発表時刻】**  
 19日4時00分  
 以下の観測地点で河川水位が危険水位を超えました。  
**【宇美川(二又瀬橋)】**  
 3.11m ↑ (上昇中)  
**【宇美川(片峰新橋)】**  
 4.64m → (横ばい)  
**【御笠川(山王橋)】**  
 5.04m ↑ (上昇中)  
**【御笠川(隅田橋)】**  
 3.54m ↑ (上昇中)  
**【詳細情報】**  
<http://bousai.city.fukuoka.jp/i/riverm.html>  
**【防災情報HOME】**  
<http://bousai.city.fukuoka.jp/i/>

図 7.11 福岡市「防災メール」の例

7月18日から19日にかけて、「防災メール」は15回配信された。これは、2002年6月の運用開始後、約1日の間に配信されたメールとしては最多であった。最初の配信は、18日22:35の大雨・洪水警報発表を知らせるもので、その後、危険水位超過を知らせるものが11回、基準雨量超過を知らせるものが2回、注意報切り替えを知らせるものが1回配信された。今回の豪雨で、配信された「防災メール」の情報を見て自動車を高所に移動し、浸水を免れたことを報告してきた利用者が1名いたとのことである。情報に満足している利用者が積極的に報告をしていくことは少ないと思われるので、他にも「防災メール」が被害軽減に役だった例が存在する可能性はある。問題点としては、最初の配信が22時半過ぎとすでに遅い時間であったため、就寝中、あるいは携帯の電源を切っており、配信に気がつかなかったという声が、福岡市には寄

せられている。メール受信方法のポリシーは、利用者次第であるので、この状況を改善することは困難と思われる。メール送信者毎に着信音を切り替える機能の活用などもあり得るが、電源を切ってしまう場合は解決とならない。防災担当者など特に重要な配信先の場合は、緊急業務通信用の携帯を別途確保してもらうなどの方法もあり得る。いずれにせよ、メールによる **Warning** 情報は、情報配信の一つの手段として位置付け、これに依存しすぎないことが必要だと思われる。なお、災害時など通信が輻輳する際には、携帯メールが送受信困難となることが確認されているが、今回の事例では、福岡市および日本気象協会九州支社が得ている情報の範囲内では、そのような状況は確認されなかったとのことである。浸水の発生が深夜であったことや、浸水の影響範囲がそれほど広域ではなかったことから、通信輻輳につながらなかったものと考えられる。

なお、前述の博多都ホテルでは、「防災メール」の利用はしていなかった。ただし、警報発表段階から情報収集に入れる体制であるので、特に問題は感じないとのことである。

### 7.3.3 水俣市の事例との対比

今回の豪雨では、水俣市など熊本県南部でも大きな被害が発生した。もっとも大きな人的被害を生じた水俣市宝川内・集地区では、人的被害発生前の避難勧告は実行できなかった。総務省消防庁資料、気象庁資料、水俣市役所でのヒアリング結果などから、当時の状況を整理すると以下のようになる。

7月20日

01:55 芦北地方(水俣市)に大雨・洪水警報発表。水俣市役所には FAX 配信(アラーム鳴動)、職員呼集開始。

02:00 AMeDAS 水俣で1時間72mm(1979年以降2位)。

02時頃 宝川内地区の消防団が自主的に活動開始、避難の誘導が行われ始めた模様。

03時頃 水俣市役所に職員が登庁開始。

04:00 深川(集から2km)で1時間87mm,24時間223mm。

04:20 宝川内地区に土石流到達, 17棟全壊, 15名死亡。

05:20 水俣市全域に避難勧告。

水俣市役所には、気象協会のMICOS端末が設置されていた。しかし、この端末でレーダーAMeDAS解析雨量や、短時間降水予測などが参照できることは、十分理解されていなかったように思われた。宝川内地区近傍の深川観測所は県の所管で、このデータは県の専用端末で参照できるが、当時はこの端末が不具合により動作していなかった。深川観測所のデータは、インターネット上の「熊本県雨量・気象情報サービス」(図 7.12, <http://www.pref.kumamoto.jp/existence/kishou/tenkou.htm>, 携帯版もあり)でも公開されていたが、残念ながら水俣市防災消防対策室では、このことを知らなかったとのことである。そもそも水俣市役所の庁内のパソコンからは、基本的にインターネット上のホームページを参照することができないようになっており、防災消防対策室からもインターネットは利用できないとのことである。

試みに、博多都ホテルにおける対応と、水俣市役所における対応を、対照表にすると表 7.4のようになる。決定的に異なるのは、対応担当者と現場との距離であり、水俣市の担当者にとって、広範囲な担当区域内の中から、被災場所に特に注意を向けることは困難だったとは思われる。雨量などのデータを的確に入手できたとしても、深川の1時間雨量が非常に大きな値であることを把握できたのは4時前後と思われ、この時点で深川、宝川内付近に注意が向けられたとしても、どの程度の被害軽減に結びついたかは未知

数である。警報発表から、発災までのいわばLead timeが、水俣の方がずっと短いことも大きな違いである。また、水俣市では近年目立った土砂災害を経験しておらず、数年前の大きな被災経験を持つ博多都ホテルとでは、災害の発生に対する警戒感にも違いがあったと思われる。



図 7.12 熊本県雨量・気象情報サービスの雨量分布図

表 7.4 博多都ホテルと水俣市役所の災害対応の対照表

	博多都ホテル	水俣市役所
発生した災害	浸水	土石流
主要な対応	止水板の設置(実施)	避難勧告・避難誘導(非実施)
最近数年間の同様な被災経験	あり(1999年)	なし
対応者所在地から発災場所までの距離	0.0km	6.4km
警報発表から発災までの時間	約6時間	約2時間
警報発表時の実働要員数	4名	0名(連絡役の非職員のみ)
雨量・水位等の専用情報端末	なし	2台(気象庁, 県)
発災場所近傍の観測所(距離)	山王橋水位観測所(1.5km)	深川雨量観測所(2.0km)
その観測データのリアルタイム入手	可能(インターネット)	可能(専用端末*, インターネット)
FAX等での雨量情報配信	なし	あり
インターネットでの雨量等情報収集	実施	実施せず(インターネット接続が不便)

\*深川雨量観測所のデータを表示する端末は、当日動作不良の状態であった。

水俣での大きな被害の発生は、種々の要因や、不幸な偶然が関係して生じたものと思われ、特定の要因に責任を帰することは建設的だと思わない。しかし、MICOS 端末などが正常に機能しており、インターネットでも情報が公開されていたにもかかわらず、これらの情報が、水俣市の対応に直接的な影響をもたらさなかったことから、リアルタイム情報は、整備するだけでは防災力にならないものである、ということだけは言ってよいと思われる。新聞などでは、水俣市役所の熊本県の雨量情報端末が、故障したままになっていたこと(7月23日共同通信)などが批判的に報道されている。しかし、すでに述べたように、同様な情報は、水俣市役所において、他の手段で情報入手することは可能であったはずであり、本質的な問題とは思えない。むしろ、他の手段で情報入手できることが知られていなかった(担当者の不慣れ)ことの方が問

題と思われる。これは、2, 3年ですぐ異動してしまう市町村の防災担当者の制度も一因ではなかろうか。高頻度な防災担当者への教育の実施, 比較的長期にわたり任務に就く消防団員を対象としたリアルタイム情報に関する教育の実施などが, 改善策として考えられる。

情報の一元化も重要である。博多都ホテルでは, 福岡市ホームページに必要な情報が集約されているため, これ以外は特に参照していないとのことであった。同ページに一元化された情報が, 同ホテルにとっては必要十分だったことになる。一方, 水俣市役所では, 県の消防防災からのFAX, 県の砂防からのFAX, MICOSなど, 情報源が多すぎ扱いにくいとの声も聞かれた(図 7.13)。国交省, 気象庁関係のデータを一元化した防災情報提供センター(<http://www.bosaijoho.go.jp/>)のような国レベルでの一元化も一つの方向であるが, それぞれの地域に応じて, 必要な情報をカスタマイズするサービス体制もできつつあり, 地域の事情を考慮したシステム選択が望まれる。

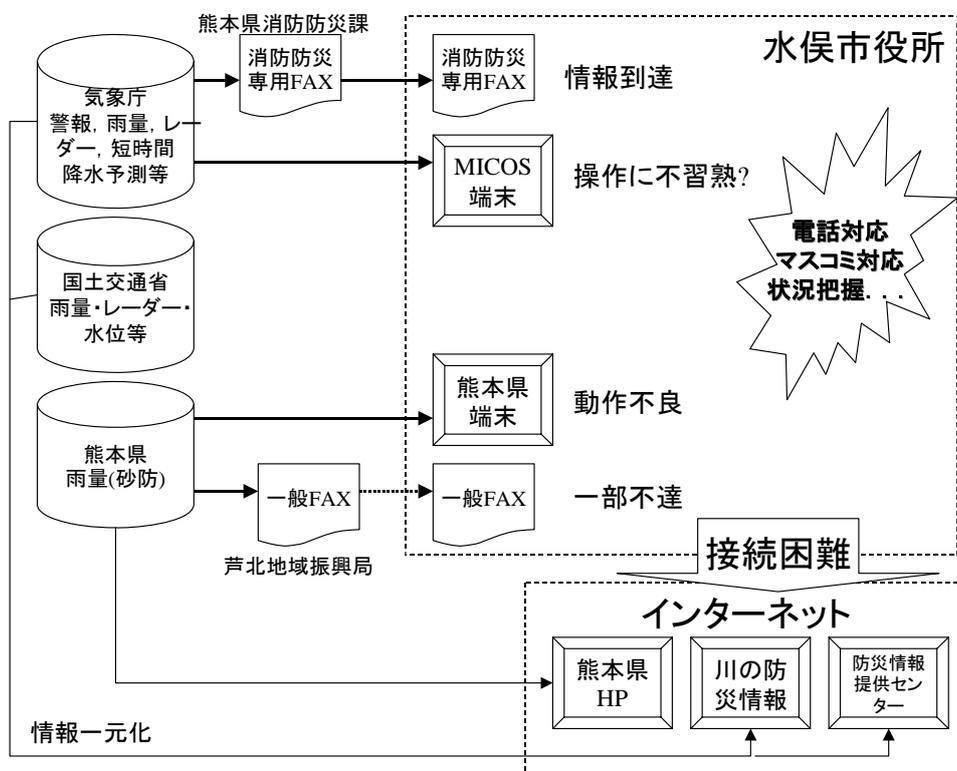


図 7.13 水俣市役所へのリアルタイム雨量情報伝達経路

#### 7.4. まとめ

本章の結果を整理すると以下の通りである。

- ・2003年7月19日未明の福岡市内の浸水災害において, 博多都ホテルでは, 福岡市ホームページのリアルタイム雨量・水位情報を参照し, 早期に止水板を設置し, 浸水被害をほぼ免れた。1999年6月の浸水災害の経験を経て改善された「止水板取付作業運営要領」にもとづき, 特定個人の能力・関心に依存するのではなく, 割り振られた担当者が情報収集を行うことが日常化していたことが, スムースな対応につながったものと思われる。

- ・福岡市では, 2002年6月から, 市内の雨量・水位などをリアルタイム公開するホームページと, 基準値を超えた際に自動配信される「防災メール」システムを運用していた。「防災メール」による被害軽減例も一部確認されたが, 深夜のためメール配信に気がつきにくかったという課題も残った。

・土石流により19人の死者が出た水俣市では、MICOS などのリアルタイム雨量・水位情報が利用できる状況でありながら、ほとんど生かされなかった。リアルタイム情報を整備しただけでは防災力向上に即つながらるものではなく、その活用方法に関する、反復的、継続的な普及・教育が必要である。

本調査によって明らかにされた、博多都ホテルと福岡市防災メールにおける減災事例は、リアルタイム豪雨防災情報が減災につながったことを具体的に確認した、数少ない実証例である。一方、水俣市における事例は、従来通り、整備されたリアルタイム情報が十分活用されなかったことがあらためて確認された事例である。博多都ホテルの事例では、数年前の大きな被害の経験、具体的な情報収集マニュアルの存在、マニュアルに基づいた日常からの行動などがポイントであろう。福岡市防災メールの事例は、メールという、いわゆるプッシュ型情報の有効性を示唆したものである。しかし、これは断片的な実証とも言える。今後、このようなリアルタイム情報の具体的な活用例を収集、検証し、減災に成功するパターンを解析していく必要がある。

#### 参考文献

- 福岡市, 2001:1999.6.29福岡豪雨災害～博多駅周辺の状況～, <http://bousai.city.fukuoka.jp/19990629hakataeki.html>.
- 日本気象協会九州支社, 2003:2003年7月18日～23日の九州各地の大雨, <http://www.jwaq.gr.jp/jwaaq/sg200301.html>.
- 井本英文・弘中秀治, 2000:災害時における情報収集と住民への伝達, 消防科学と情報, No.62, <http://www.isad.or.jp/>.
- 菊地時夫, 2003:高知大学気象情報頁, <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>.
- 気象庁, 2003a:6月の天候, <http://www.data.kishou.go.jp/stat/tenko0306.pdf>.
- 気象庁, 2003b:7月の天候, <http://www.data.kishou.go.jp/stat/tenko0307.pdf>.
- 久保田哲也, 2003:2003年7月の九州地方土砂災害調査速報(中間報告), <http://ffpsc.agr.kyushu-u.ac.jp/control/0307.html>.
- 日本気象協会九州支社, 2003:2003年7月18日～23日の九州各地の大雨, <http://www.jwaq.gr.jp/jwaaq/sg200301.html>.
- 砂防学会, 2003:水俣土砂災害調査報告(速報), <http://www.jsece.or.jp/survey/20030720/sokuho.pdf>.
- 牛山素行・里深好文・海堀正博, 1999:1999年6月29日に広島市周辺で発生した豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.18, pp.165-175.
- 牛山素行・石垣泰輔・戸田圭一・千木良雅弘, 2000:2000年9月11～12日に東海地方で発生した豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.19, No.3, pp.359-373.
- 牛山素行, 2002:2002年7月9日～12日の台風6号による豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.21, No.3, pp.285-297.
- 牛山素行・今村文彦・片田敏孝・越村俊一, 2003:豪雨時の自治体における防災情報の利用, 水工学論文集, No.47, pp.349-354, 2003.

## 第8章 災害時のリアルタイム防災情報利用可能性の検証

－2003年5月26日「三陸南地震」を例として－

### 8.1. はじめに

これまでに触れたように、災害情報の伝達手段として、インターネット関連技術が注目され、様々な技術開発や、情報提供システムの整備が進んできている。しかし、これらの情報提供システムが、実際の災害時における実用性についてはまだ十分検証されていない。特に、通信回線の輻輳などによって、被災地においてインターネットへの接続ができなくなる可能性が懸念されているが、実際の検証例はまだすくない。また、第8章でも示したように、整備された情報システムが周知されていなかったり、システムが存在を知ってはいても利用されていなかったりという問題もある。これらの問題については、今後生じる災害時に、十分な検証を行っていく必要がある。

本章では、このような観点から、2003年5月26日18:24頃に、宮城県沖を震源として発生したマグニチュード7.0の地震(以下では三陸南地震)を事例として、地震直後の住民による通信回線や防災関連情報の利用状況、避難行動などを調査した結果について考察する。



図 8.1 調査票配布箇所(●地点)

### 8.2. 調査手法

調査は、三陸地方の住民を対象とした調査(以下では三陸調査)と、インターネットを通じた岩手県・宮城県・東京都の住民を対象とした調査(以下ではネット調査)の2種類を実施した。

三陸調査は、三陸地方沿岸の、田老町、宮古市、山田町、大槌町、釜石市(中心部および郊外)、大船渡市、旧三陸町、陸前高田市、志津川町、女川町の各市町で実施した。津波による影響を受けうる地域を抽出するため、それぞれの市町で、標高10m以下に所在し、かつ世帯数が200～300程度になる地区を1地区選定し、対象地区内に全戸配布するものとして計2727世帯を対象とした(図 8.1)。調査票は町内会経由で配布し、郵送回収した。配布は2003年8月上旬に行い、8月末までに1105通(回収率40.5%)を回収した。

ネット調査は、NTT-X 社の goo リサーチを利用して行った。宮城県・岩手県・東京都在住のモニターを対象とし、2003年6月26日に実施し、宮城・岩手546通、東京217通を回収した。ネット調査の回答者の8

6%はインターネットを1週間当たり5時間以上利用するなどインターネットを日常的に利用している者である。

### 8.3. 調査結果

#### 8.3.1 地震直後の情報収集

地震直後(30分以内)に見聞きし、参考にした情報についての回答結果が図 8.2である。テレビがもっとも参考にされており、これとほぼ同等な情報源が防災無線であった。新聞社HPや携帯電話のニュース等のインターネット系情報源は、「参考になった」と「利用したかったができなかった」を合わせた「利用する意志があった回答者」がそれぞれ19%, 13%になった。ネット調査ではそれぞれ29%, 25%であり、これよりはやや少ないが、1~2割の回答者が、地震直後の情報源としてインターネット系の情報を考えていたことになる。

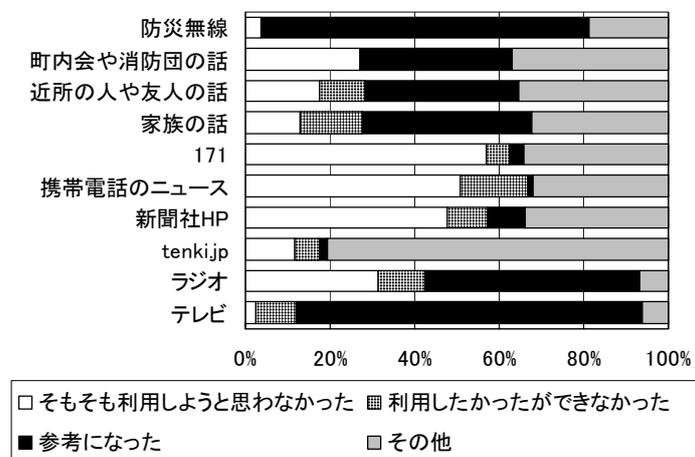


図 8.2 地震直後に参考にした情報源(三陸調査)

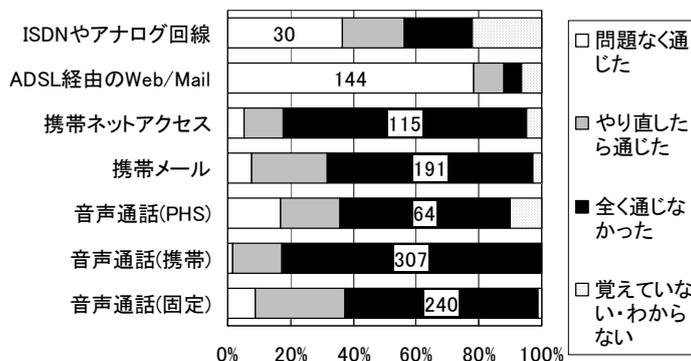
地震直後(30分後)の各通信手段の疎通状況についての回答が図 8.3である。地震直後、宮城県内間の固定電話だけでも通常の10倍の通話申込みがあり、50%の通信制御が行われたとのことである。携帯電話も同等かそれ以上の通話申込み・規制が行われた(東北総合通信局, 2003)。この結果、音声通話はほとんどつながらない状態となったものと思われ、アンケート結果もこれを示している。図 8.3の三陸調査の結果では、ISDNやADSL経由でのインターネット接続もつながりにくい状況であったような印象を受ける。ただし、ADSLに関しての有効回答はわずか17であり、全体の傾向を表しているかは疑問である。ネット調査の結果では、宮城・岩手在住者のADSLに関しての有効回答が191あり、この75%が「問題なく通じた」と回答している。ADSLに関しては、電話回線を利用することから、音声通信の輻輳の影響を受ける可能性も懸念されていたが(中村, 2001)、今回の結果で見ると、輻輳の影響はほとんど受けなかったものと思われる。これは、同時期に実施された他の調査でも同様な結果が報告されている(中村, 2003)。

携帯メールは支障なくつながったという見方が一部にあるが(たとえば, 2003年8月27日付読売新聞)、図2の結果からは携帯メールも音声通話同様に地震直後はほとんど利用できなかったと思われる。ネット調査の結果や、他の調査(中村, 2003)の結果も同様な傾向を示しており、携帯メールとインターネットメールが混同されている可能性もある。また、携帯からのネットアクセス(iモード等の利用)もほとんどできな

い状況であった。

災害時に携帯メールが利用できないことについては、地震前から「起こる可能性が高い・起こる可能性はある」と考えていた回答者が54.2%であった。ネット調査の結果では75.8%であったのでこれよりは低いですが、半数以上の人は、この状況のある程度予期はしていたようである。

ネット調査(岩手県・宮城県)



三陸調査

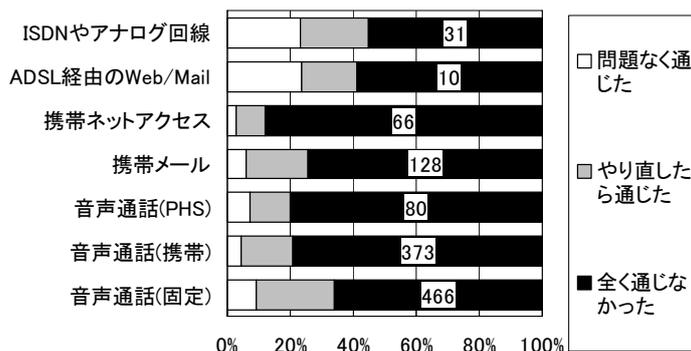


図 8.3 地震直後の各通信手段の疎通状況

### 8.3.2 地震直後の津波に対する行動

今回の地震は震源が海であり、津波発生の可能性があったが、18:24の地震発生後、気象庁が「津波による被害の心配無し」と発表したのは18:36であり、約12分間津波に関する情報がない状態が続いた。

今回の地震の時点における気象庁の方針では、津波に関する情報の発表方法は以下のようになっていた(図 8.4, 気象庁, 2003)。

- (1)震度3以上を観測する地震が発生した場合で、津波発生が予報された場合は速やかに(数分後)「津波予報」を発表。
- (2)震度3以上を観測する地震が発生した場合で、津波の心配がないと判断された場合には、地震発生約3分後にその地震の震源要素と「津波の心配なし」を『震源に関する情報』として発表。
- (3)津波予報(予想される津波の高さが20cm以上)に至らないものの、被害のおそれのない海面変動(津波の高さが20cm未満)が予想される場合は、その旨を地震発生から5～8分後に発表される『震源・震度に関する情報』に含めて発表。



図 8.4 震度 3 以上の地震発生時における情報発表の流れ(気象庁, 2003 より引用)

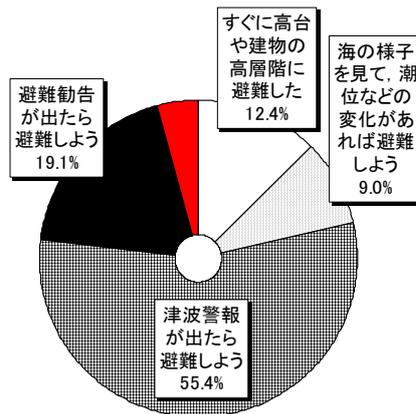


図 8.5 地震直後の津波に対する住民の行動(三陸調査)

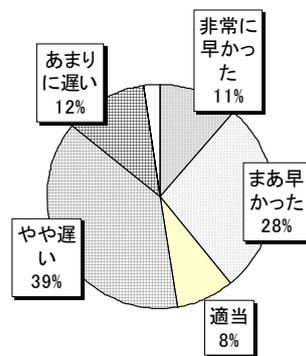


図 8.6 津波情報発表までの時間(12分)に対する評価(三陸調査)

今回の地震は、このうち(3)に該当したものであり、気象庁はこのルールに従って情報を発表したもので

あったが、地震に直面した現場において、結果的に12分間の「津波が発生するのかもしれないのか公式な情報がない時間」が発生したことになり、初動対応を考える上での課題となった。

これについて、住民がどのように受け止めているかを知るために、この12分間に、津波が発生する可能性があると思ったかどうかを尋ねたところ、91.5%の回答者が「津波発生の可能性があった」とまたは「可能性が高いと思った」と回答した。しかし、実際に避難をしたかどうかを尋ねたところ、図 8.5 のようになり、すぐに避難したとする回答者は12.4%にとどまった。すなわち、7割以上の回答者は、「津波警報・避難勧告待ち」の状態であった訳であり、もし津波が発生し、かつ警報・勧告が間に合わなければ、重大な被害をもたらすことが示唆された。

では、今後、もし海岸付近にいるときに今回と同程度の震度5強以上の地震が発生したら海岸から離れるかどうかを尋ねたところ、「避難する」とした回答者は59.0%であった。この結果は、「地震が来たら海岸から避難しますか」と尋ねられれば、半数以上の人々が「避難する」と答えるが、実際に地震に遭遇して避難する人は「避難すると答える人」よりずっと少ないことを意味する。津波に対して少しでも早く行動を起こすことに対する理解を広めていく必要がある。

地震から「津波による被害の心配無し」発表まで12分間かかったことをどう評価するかを尋ねた結果が、図 8.6 である。ほぼ半数の回答者が「適当」「早かった」と肯定的に評価している。1993年北海道南西沖地震津波は、地震後3～5分、1983年日本海中部地震津波は7～8分で陸上に到達しており、地震から情報発表までの時間が12分というのはけして十分な時間ではないが、このことを住民が理解していない可能性もある。

### 8.3.3 災害に対する備え

災害に対する備えを、今回の地震以前から実施していたかどうかを尋ねた結果が図 8.7 である。「実施率」とは、「実施していた」とする回答者／有効回答の比率である。三陸沿岸住民は、ネット調査の東京在住者、宮城・岩手在住者と比べ、多くの「備え」について、高い割合で実施していることがわかる。特に、避難場所の確認や、近所の危険箇所の確認などでその差が目立つ。一方、食料・水の備蓄や家具の固定などの実施率は、ネット調査の結果と同程度である。家の外に対しては注意が向いているが、家の中のことに対してはやや注意が払われていないとも読み取れる。

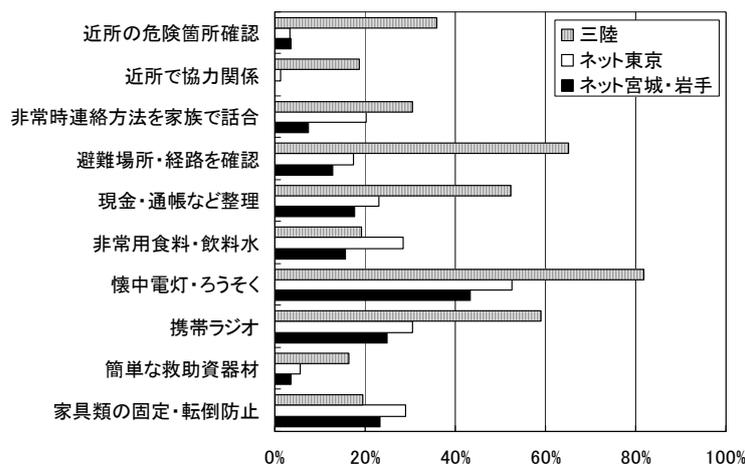


図 8.7 災害に対する備えの実施率

三陸:三陸調査の結果。ネット東京:ネット調査の東京在住者、ネット宮城・岩手:ネット調査の宮城県・岩手県在住者。

### 8.3.4 地震・津波に関する俗説に対する認識

地震直後に三陸沿岸でのヒアリング調査を行ったところ、「津波が来るときは海水面が下がるから事前にわかる」という話を多く聞いた。確かにそのような場合もあるが、震源域との位置関係によっては必ずしもそうとは限らず、正しい理解ではない。このような理解がどの程度広がっているかを尋ねた結果が図 8.8である。ネット調査の結果でも、「正しい」とする回答者は6割を越え、三陸沿岸の結果では8割を越えている。このような「前兆」があると信じられていることが、地震直後に実際に避難しないという行動につながっている可能性もある。

地震はすでに予知されている、という俗説に対する認識を尋ねた結果が図 8.9である。この俗説を「正しくない」と回答する率は、いずれのグループでも5～6割であり、「正しい」と思っている人も1～2割存在している。専門家にとって荒唐無稽と思われるような話が、一般にはある程度受け入れられていることを、専門家はもっと現実として受け止めるべきだろう。

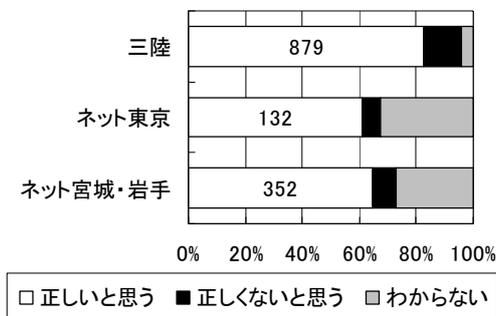


図 8.8 「大きな津波が来るときは、必ず海の水位が下がる(潮が引く)」は正しいと思うか

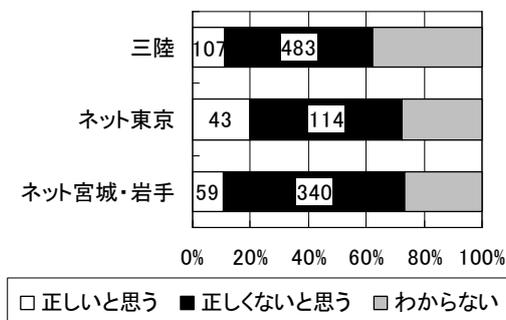


図 8.9 「地震の予知はすでにほぼ可能だが、パニックの発生を恐れて秘密にされている」は正しいと思うか

### 8.4. まとめ

本章で得られた結果を整理すると以下のようになる。

(1)地震直後の情報源はテレビが圧倒的に多いが、1～2割の者はインターネット系情報も利用していた。災害時の情報収集手段として、インターネット系メディアはまだ主流ではなっていないことがあらためて確認された。

(2)災害時の疎通性が懸念されていた ADSL に関しては、地震直後 ADSL 経由のネットアクセスはほぼ支障がなかったことが確認された。一方、携帯メール、携帯からのネットアクセスは、従来から懸念されて

いたとおり、ほとんど利用できない状態だったことが確認された。「災害時にもメールは使える」との理解は必ずしも正しくなく、インターネット系のメディアは、いくつかある災害時情報伝達手段の一つとして位置づけるべきである、という状況は変わっていない。

(3)地震直後に91.5%の回答者が津波発生を考えたが、実際に避難行動をとったのは12.4%であった。7割以上の回答者は、津波警報や避難勧告の発表を待って行動しようとしていた。津波情報発表までの12分かかったことを、半数の回答者は肯定的に評価していた。大多数の住民が、「津波警報」や「避難勧告」に強く依存していることが確認されたわけであり、この現実を踏まえての警報等の運用のあり方を考えていく必要がある。

(4)「津波の前には潮が引く」という俗説を8割以上が正しいと考えており、ことに津波の経験を持っている三陸地方でその傾向が顕著である。津波のメカニズムなどの知識普及を図る際に、「津波の前には潮が引くとは限らない」という知識を、重点的に普及していくことが必要である。

#### 参考文献

中村功, 2001:2001年芸予地震と通信メディアの問題点, 日本災害情報学会第3回研究発表大会予稿集, pp.72-78

中村功, 2003:災害とブロードバンド, 日本災害情報学会第5回研究発表大会予稿集, pp.27-32

東北総合通信局, 2003:「災害時における情報通信システムの利用に関する検討会」報告書, <http://www.ttb.go.jp/saigai/pdf/h-gaiyou.pdf>

気象庁, 2003:「震源に関する情報」に若干の海面変動がある旨を付加して発表することについて,[http://www.jma.go.jp/JMA\\_HP/jma/press/0311/26a/kaimenhendo.pdf](http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/0311/26a/kaimenhendo.pdf)

## 第9章 結語

本研究では、近年その重要性が高まっているソフトウェア防災対策のうち、特に防災情報に着目し、豪雨災害を主な事例として、以下のような検討を行った。

- 1)1990年代後半以降の、豪雨防災情報システム及びその関連技術の発達史(第2章)
- 2)リアルタイム豪雨防災情報提供システムの開発(第3章, 第4章)
- 3)整備された豪雨防災情報システムの実災害時における利用実態把握と課題の指摘(第5章, 第6章, 第7章, 第8章)

筆者が第3章～第4章で開発したようなシステムは、その後自治体などでも導入されていった。特に、雨量、水位などの観測・予測情報のインターネットを利用したリアルタイム提供は、全国規模の整備はすでにほぼ完了し、近年は都道府県による整備が急速に進んでいる(2003年末現在で36都道府県)。

しかし、防災情報システムは、ダムなどのハード防災対策と異なり、システムを整備しただけでは防災力向上に即寄与するものではない。災害に直面した組織や個人が、その情報を入手し、利用して初めて効果が発揮されるものである。しかし、現状はまだこれらのシステムが有効活用しているとは言えない。2002年台風6号豪雨災害(第5章)や、2003年7月九州豪雨災害(第7章)で明らかになったように、情報整備が進んでも、災害対策の最前線である市町村の防災担当レベルですら、どのような情報が整備されているかを十分把握していないのが現状である。2002年台風6号豪雨災害の被災地では、住民レベルで、インターネット上でこのような情報整備が行われていることを知っていたのは30%ほどであったが、災害時に実際に参照したのは5%程度にとどまった(第6章)。すなわち、整備された情報システムの存在を周知したとしても、そのシステムが実際の災害時に利用されるとは限らないことが確認された。また、通信輻輳などにより、インターネット系の情報が災害時に入手できなくなるという課題も現実のものになった(第8章)。

一方、リアルタイム情報を入手することにより、避災行動に成功する事例も確認されつつある(第6章, 第7章)。このようないわば成功例についてのデータ蓄積を図り、その背景について考察を進めることが必要である。

現代の我が国の防災情報システムは、不特定多数に対して充実した情報を提供することが可能になった段階にあると言える。今後は、防災情報を減災につなげていくために、整備した情報システムを、いつ、だれが、どのように利用することが効果的であるかを、各地域の実情に合わせて考えていくことが重要である。

以下では、各章で得られた結果を要約する。

第2章では、1990年代後半以降の我が国における豪雨防災情報システムの発達について概観した。主な結果は以下の通りである。

- ・ 農村型 CATV などの整備された地域が広がりつつある。これら地域では従来考えられなかったような詳細・高度な気象情報を住民が容易に参照できるようになった。農業情報として整備されたシステムを、防災情報としてどのように活用するか具体的な提案が必要である。
- ・ インターネットの普及とともに、防災情報発信・交換における活用例が増えた。行政機関による本格的な活用は1998年福島・栃木豪雨災害頃以降であり、2000年頃には行政機関がインターネットを通じ

て防災情報を発信することがあたり前と考えられるようになった。

- ・ 現在インターネット上では多彩な豪雨災害関連情報が得られ、従来ならば専門家しか目にすることが無かったような高度な情報を、リアルタイムに誰でも見ることができる状況になっている。
- ・ 1999年以降、i モードに代表されるインターネット接続型携帯電話が普及し、簡易な内容であればホームページをいつでもどこでも参照できる状況となった。また、メール到着を自動的に知らせる機能があるため、災害時に情報を住民に伝達する手段としても期待されている。
- ・ 2000年頃から、災害情報を行政と住民の間で共有・相互通報することの重要性が言われるようになり、そのためのツールの一つとしてインターネットの電子掲示板やメーリングリストに関心が持たれている。一部の自治体などでは実用化されており、今後の活用が注目される。
- ・ 気象庁、国土交通省などの全国的な雨量観測網(地上、レーダー)のリアルタイム観測データの公開は、インターネットを活用して1997年頃から始まり、2003年頃からは、所管機関を越えてのデータの一元化が図られるようになってきた。
- ・ 2000年頃からは、都道府県による防災 web の整備が進み、リアルタイム観測情報を中心とした公開が進みつつある。

第3章では、低価格の気象観測システムとインターネット関連技術を用いて、リアルタイム雨量表示システムを開発した。主な結果は以下の通りである。

- ・ 約10万円の気象観測システムと、数種類のオンラインソフトを活用して、降水量のリアルタイム観測データ表示システムを構築した。データはインターネットを通じてどこからでも参照でき、携帯電話からも参照可能にした。
- ・ このようなシステムによる観測データの公開には、気象業務法による制限が存在し、たとえば災害直後の緊急展開などに支障を来すことが考えられる。観測方法の明記を義務づけるなど、制限を代替する方策を検討していく必要がある。
- ・ 本システムでは、本システムの開発開始直前の1999年2月にサービスが開始された **Internet** 接続型携帯電話(i モード等)で、リアルタイム雨量情報を参照することを可能にした。i モード等では、サービス開始当初から天気予報の情報提供サービスはあったが、リアルタイム観測値の提供はなかった。i モード等をこのようなリアルタイム豪雨情報の提供に実際に利用できることを示したのは、本研究が初めてであると言ってよい。
- ・ 本システムは、1地点のみの観測データをリアルタイム公開するものであったが、観測データさえ得られれば、本システムを改良することにより、全国的なデータを携帯電話から参照できるようにすることも可能であると思われた。

第4章では、インターネットを活用して、全国の豪雨の発生状況をリアルタイムに表示するシステムを開発した。主な結果は以下の通りである。

- ・ 本研究によって開発した「リアルタイム豪雨表示システム」は、当初目的とした情報内容・構成をほぼ満たす内容が完成した。システムが公開された2001年4月の時点で、携帯電話で参照可能な、全国規模のリアルタイム雨量公開システムは他に存在しておらず(携帯表示に対応した国土交通省「川の防災情報」の公開は2001年7月)、わが国において実用化された最初のシステムであったと言って差し支えない。
- ・ また、雨量が特定の値に達するとメールが配信されるシステムも、その後複数登場しているが、200

1年時点では存在しておらず、全国規模のシステムとしては本システムが最初のものであると云ってよい。

- その後のシステムの利用も順調であり、トップページの参照回数は最大時で1日3000回以上、1日平均300回以上となっている。携帯電話からの参照も多く、通常版トップページ参照回数の2割以上に相当する参照がみられた。トップページを含む全ページ(ファイル)の参照回数の合計は、最大時の2001年9月11日が約21,500回、8月21日が約21,000回であった。国土交通省の「川の防災情報」では、9月11日の全ページの参照回数が合計約100万回であったと報告されている(鶴田ら, 2001)。ページの構成方法が異なるので直接の比較はできないが、公的機関による大規模サイトの数%に相当する利用者が得られたことは確かであろう。
- 本システムについては、開設時の ML 等での告知や、筆者のホームページからのリンクをしたほかは、特に積極的な PR 活動は行っていない。しかし、これまでに確認した限りで少なくとも数十箇所以上のホームページからリンクを受けている。また、i モード用ホームページの評価専門サイトの「ギガチョイス」(<http://www.gigahz.net/choice/>)2001年10月26日号で「今週のキング」(最高レベル)として評価されたのをはじめ、ケータイウォッチ(<http://k-tai.impress.co.jp/>)2001年11月22日号など複数の評価サイト、関連雑誌等で紹介されている。一般紙(京都新聞、神戸新聞など)でも紹介記事が掲載されている。
- この後、都道府県などでも携帯電話対応のリアルタイム雨量情報システムの整備が進んだが、これらのシステム整備に当たり、本システムの開発過程やポリシーが、システム開発に当たった気象情報会社において参考にされたとの話を個人的に聞いている。これらのことから、本システムは単なる試作品ではなく、すでに社会から一定の評価を受けており、住民に豪雨災害時の警戒・避難に当たった判断材料を提供するという開発目的を達成したと云っていい。
- その後、類似したシステムは各地で運用され始めており、このようなシステムの開発自体は、災害研究の場に置いてははや目新しいことではなくなった。しかし、システムの急速な発達に、利用者がうまく適応していないことも懸念され、災害研究における課題は、開発されたシステムの検証、評価に移ったと思われる。

第5章では、2002年台風6号豪雨災害を事例として、市町村の防災担当者レベルにおける災害時の防災情報の利用実態を調べた。主な結果は以下の通りである。

- 災害対策本部設置には、警報や雨量など「警戒指標的情報」が決め手となるのに対し、避難勧告や避難指示は、浸水など実際の被害発生や水位上昇など「はっきりと目に見える情報」が決め手となる。
- 避難勧告・避難指示を発令した市町村の半数(16市町村)が、決め手として被害発生を挙げた。被害発生前に避難勧告や避難指示が発令されることは、50%程度の確率でしか期待できないとも言える。
- 三重県では全市町村で災害対策本部が設置され、ほぼすべての市町村が大雨警報等を災害対策本部設置の決め手として挙げた。宮城、岩手では浸水など被害の発生を決め手とする市町村が多く、事前に災害発生を予期しないまま災害が発生した可能性がある。三重県のような、いわば機械的設置方式は、早期警戒の意味では望ましいが、被害が起こらなかった場合に過剰対応であったとの印象が残ることもある。
- 気象庁の雨量情報は92%、国交省の雨量・水位情報は72%、県情報は78%の市町村でリアルタイム

に取得できる。今災害における避難勧告や災害対策本部設置の判断に際して、気象庁情報は74%、国土交通省、県情報は40～50%程度の市町村が「参考にした」と回答した。情報に対する信頼性の問題ではなく、国土交通省、県情報が気象庁情報に比べて届きにくい状況と思われる。もっとも頻繁に参照されている気象庁情報を軸に、所管の区別なく雨量・水位等の情報を参照できるようなシステム構築が望ましい。

- ・ 58%の市町村役場では自己管理の雨量計を保有し、それらの87%が避難勧告・災害対策本部設置の際の参考にされており、非常に頼られる情報源である。自動記録かつデジタル表示タイプでも数万円程度の品であり、全市町村への設置を推奨したい。
- ・ 洪水ハザードマップは23市町村(全体の10%)で作成されていたが、ハザードマップを避難勧告や災害対策本部設置の判断に際し参考にした市町村はその半数程度だった。なぜ参考にされなかったのか、既存のハザードマップの問題点について検証を進める必要がある。
- ・ Q 県では、リアルタイム土砂災害危険度表示システムがホームページで公開されているが、この存在を、3割以下の自治体しか認識しておらず、今回の豪雨に際しても参考にしたのは1割程度だった。
- ・ 本調査の結果、2002年夏の時点では、リアルタイム公開されている気象庁系、国土交通省系などの雨量、水位観測情報について、一部の自治体防災担当者に周知されていない可能性が認められた。また、一部の県で整備されているリアルタイム土砂災害危険度情報については、更に周知の程度が低かった。このような、リアルタイム豪雨防災情報の認知度に関する広域的な調査は、本研究以前には例がなく、リアルタイム情報を整備しただけでは、必ずしも活用されないことを示す、最初の実証例になったと言える。

第6章では、2002年台風6号豪雨災害によって浸水被害を受けた岩手県砂鉄川流域の住民を対象として、住民レベルでの災害時の防災情報の利用実態について調べた。主な結果は以下の通りである。

- ・ 調査対象地域は洪水経験を複数持つ地域であったが、洪水の形態について一部で思い込みが生じ、過去の経験がマイナスに働いた可能性もある。防災対策を考える上では、「過去の被災経験」が、その地域でどのように認識され、その認識が実態と乖離していないかを把握するとともに、過去の災害の実態について、河川管理者・地元自治体・住民で認識を共有していく必要がある。
- ・ 今回の災害時に、家族の一部でも避難したと回答したのは全体の18%、浸水の被害世帯の32%であり、避難先として指定避難場所を利用した住民は更に少なかった。また、避難しなかったことを、91%の回答者が「よかった」と評価している。避難しなかったことが本当に適切な選択であったのか検証が必要だが、避難が常に最善の対応策であるかどうかについての検討も必要である。
- ・ インターネットのリアルタイム雨量・水位情報の利用はまだ回答者の5%程度で、一般化していない。また、情報の存在を知っていても利用しなかった住民も全体の25%ほどおり、仮に情報の存在を周知しても、多くの人が利用するとは限らないことが示唆された。
- ・ 避難などを決める際に、雨量・水位情報を「参考にした」という回答は全体の49%であり、「参考にしたかったがどこに情報があるかわからなかった」という回答が27%であった。雨量・水位情報に対するニーズ自体は高く、インターネットなど最新技術のみに依存せず、防災無線など複数の手段で伝達する必要がある。また、生の観測値だけでなく、過去の記録など比較の目安を示すことも重要である。
- ・ 雨量・水位情報を参考にした住民は、参考にしなかった住民より、家財保全行動を早期に開始できていた可能性がある。
- ・ ハザードマップに対する住民の評価は低かった。また、ハザードマップ参照の有無と、避難や家財保

全行動の間には、明瞭な関係は見出せなかった。

- ・ 本調査が取り扱った、実際の災害時におけるリアルタイム豪雨情報の一般住民による活用状況に関する調査も、2002年の時点ではほぼ存在せず、本調査が最初の実証的研究例である。
- ・ 上で述べたように、リアルタイム豪雨情報の存在を知っていても、災害時に実際には利用しなかったという回答者が、利用したとする回答者の数倍存在するという事実は、従来まったく知られていなかった事実である。これは、リアルタイム豪雨情報について、その存在を広報するだけでは、活用に繋がらないことを示唆するものであり、情報提供者は、情報の具体的な活用法についても、情報整備と合わせて考えておくことが必要であると思われる。
- ・ インターネット系情報以外も含めた、リアルタイム豪雨情報を入手した住民の方が、入手しなかった住民より避災行動に成功している率が統計的に有意に高いことが示されたのも、本研究のオリジナルな成果である。リアルタイム情報自体に効果があることが実証的に示されたわけであり、インターネット系情報にこだわらず、種々の方法でリアルタイム情報をユーザにわかりやすく伝えていくことの重要性があらためて示されたと言える。

第7章では、2003年7月九州豪雨災害時の、福岡市、水俣市における防災情報の活用事例について調べた。主な結果は以下の通りである。

- ・ 2003年7月19日未明の福岡市内の浸水災害において、博多都ホテルでは、福岡市ホームページのリアルタイム雨量・水位情報を参照し、早期に止水板を設置し、浸水被害をほぼ免れた。1999年6月の浸水災害の経験を経て改善された「止水板取付作業運営要領」にもとづき、特定個人の能力・関心に依存するのではなく、割り振られた担当者が情報収集を行うことが日常化していたことが、スムーズな対応につながったものと思われる。
- ・ 福岡市では、2002年6月から、市内の雨量・水位などをリアルタイム公開するホームページと、基準値を超えた際に自動配信される「防災メール」システムを運用していた。「防災メール」による被害軽減例も一部確認されたが、深夜のためメール配信に気がつきにくかったという課題も残った。
- ・ 土石流により19人の死者が出た水俣市では、MICOSなどのリアルタイム雨量・水位情報が利用できる状況でありながら、ほとんど生かされなかった。リアルタイム情報を整備しただけでは防災力向上に即つながるものではなく、その活用方法に関する、反復的、継続的な普及・教育が必要である。
- ・ 本調査によって明らかにされた、博多都ホテルと福岡市防災メールにおける減災事例は、リアルタイム豪雨防災情報が減災につながったことを具体的に確認した、数少ない実証例である。一方、水俣市における事例は、従来通り、整備されたリアルタイム情報が十分活用されなかったことがあらためて確認された事例である。博多都ホテルの事例では、数年前の大きな被害の経験、具体的な情報収集マニュアルの存在、マニュアルに基づいた日常からの行動などがポイントであろう。福岡市防災メールの事例は、メールという、いわゆるプッシュ型情報の有効性を示唆したものである。しかし、これは断片的な実証とも言える。今後、このようなリアルタイム情報の具体的な活用例を収集、検証し、減災に成功するパターンを解析していく必要がある。

第8章では、2003年5月26日の「三陸南地震」時における住民レベルの防災情報利用実態について調べた。主な結果は以下の通りである。

- ・ 地震直後の情報源はテレビが圧倒的に多いが、1～2割の者はインターネット系情報も利用していた。災害時の情報収集手段として、インターネット系メディアはまだ主流ではない。

- ・ 地震直後 ADSL 経由のネットアクセスはほぼ支障がなかったことが確認された。一方、携帯メール、携帯からのネットアクセスはほとんど利用できない状態だった。「災害時にもメールは使える」との理解は必ずしも正しくなく、インターネット系のメディアは、いくつかある災害時情報伝達手段の一つとして位置づけるべきである、という状況は変わっていない。
- ・ 地震直後に91.5%の回答者が津波発生を考えたが、実際に避難行動をとったのは12.4%であった。7割以上の回答者は、津波警報や避難勧告の発表を待って行動しようとしていた。津波情報発表までの12分かかったことを、半数の回答者は肯定的に評価していた。大多数の住民が、「津波警報」や「避難勧告」に強く依存していることが確認されたわけであり、この現実を踏まえての警報等の運用のあり方を考えていく必要がある。
- ・ 「津波の前には潮が引く」という俗説を8割以上が正しいと考えており、ことに津波の経験を持っている三陸地方でその傾向が顕著である。津波のメカニズムなどの知識普及を図る際に、「津波の前には潮が引くとは限らない」という知識を、重点的に普及していくことが必要である。

なお、本論文の多くの部分は、既発表の学術論文を修正、加筆したものである。各章の初出論文は以下の通りである。

## 第2章

牛山素行・久保田哲也,2000:防災面から見た鳥取県東伯町における気象情報システムの現状と課題,砂防学会誌,Vol.53,No.2,pp.62-65

牛山素行, 2002:豪雨災害に関する研究情報の Web 蓄積とその利用状況, 東京大学空間情報科学研究センターDiscussion Paper, No.50,p.25-30

## 第3章

牛山素行・寶馨・市川温,2000:Internet を活用した普及型雨量観測システムの開発と提言,水文・水資源学会誌,Vol.13,No.3,pp.198-205

## 第4章

Motoyuki USHIYAMA and Kaoru TAKARA, 2002:An Internet-based Real-time Heavy Rainfall Display System, Journal of Natural Disaster Science, Vol.24, No.2, pp.43-49.

牛山素行, 2002:インターネットを活用したリアルタイム豪雨表示システムの開発, 水文・水資源学会誌, Vol.15,No.4,pp.381-390

## 第5章

牛山素行, 2002:2002年7月9日～12日の台風6号による豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.21, No.3, pp285-297

牛山素行・今村文彦・片田敏孝・越村俊一, 2003:豪雨時の自治体における防災情報の利用, 水工学論文集, No.47, pp.349-354

## 第6章

牛山素行・今村文彦・片田敏孝・吉田健一, 2004:高度防災情報時代における豪雨災害時の住民行動

－2002年7月台風6号豪雨災害を例として－, 水文・水資源学会誌, Vol.17, No.2, pp.150-158.

#### 第7章

牛山素行, 2004:2003年7月19日～21日の九州における豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.22, No.4, pp.373-385.

牛山素行, 2004:2003年九州豪雨時のリアルタイム雨量情報の利用, 水工学論文集, No.48, pp.439-444.

#### 第8章

牛山素行・今村文彦, 2004: 2003年5月26日「三陸南沖地震」時の住民と防災情報(基礎資料), 津波工学研究報告, No.21, pp.57-82.

## 謝 辞

本研究は、京都大学防災研究所水災害研究部門洪水災害分野教授寶馨先生の、懇切なご指導のもとに行ったものである。寶先生には、1999年～2002年までの筆者の同分野在職中から今日に至るまで、研究活動に関わる様々な面でひとかたならぬお世話をいただいた。ここに記して、衷心より感謝申し上げたい。また、本研究の遂行に当たって適切なご指導、ご助言をいただいた、京都大学大学院工学研究科の椎葉充晴教授、京都大学防災研究所水災害研究部門の立川康人助教授に、厚くお礼を申し上げたい。

本研究の初期に行った、「普及型雨量観測・データ公開システム」の開発にあたっては、当時ポスドクとして在職していた東京都立大学理学部地理学教室教授の三上岳彦先生より、気象・気候観測に関わる様々なご指導をいただいた。「携帯電話で参照可能な全国リアルタイム豪雨表示システム」の開発に当たっては、当時、同じ研究室で研究を進められていた、京都大学大学院工学研究科(当時・京都大学防災研究所水災害研究部門助手)の市川温先生、東京都立大学理学部地理学教室助手(当時・京都大学防災研究所中核的研究機関研究員)の中山大地先生より、技術面を中心に多くのご教示をいただいた。2002年台風6号豪雨災害時の各種調査以降の、災害時の各種社会調査に際しては、群馬大学工学部助教授の片田敏孝先生より様々なご助言をいただいた。筆者が2002年から赴任した東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授の今村文彦先生からは、災害に関わる調査研究の全般にわたって、適切なご指導、ご助言をいただいた。また、本研究のベースとなったのは、学部から最初の学位取得までご指導をいただいた信州大学農学部名誉教授の北澤秋司先生、信州大学農学部助教授の宮崎敏孝先生、信州大学人文学部教授の吉田隆彦先生からいただいた知見によるところが大きい。本研究を実施していた間に在職した、東京都立大学理学部地理学教室、京都大学防災研究所、東北大学大学院工学研究科土木工学専攻の関係教員、学生各位からは、さまざまなご協力、ご助言をいただいている。ここに合わせて、心よりお礼を申し上げたい。

本研究の実施にあたっては、複数の文部科学省科学研究費、河川情報センター研究開発助成、砂防・地すべり技術センター研究開発助成、京都大学防災研究所特定共同研究などからの研究補助をいただいている。また、財団法人日本気象協会からは、気象情報に関わる様々なご協力をいただいている。研究資源をご提供いただいた各位に、心よりお礼を申し上げたい。

本研究では、データ収集、現地ヒアリング、アンケート調査などで、行政機関、一般市民など様々な方々からのご協力をいただいている。筆者の研究の目的は、災害による犠牲、被害を少しでも減少させることであり、この目的に少しでも近づくことにより、ご協力をいただいた方々へのお礼に代えさせていただければと考えている。

最後に、筆者の研究活動を常に支えてくれている妻、ならびにここまで筆者を育てていただいた両親に心より感謝したい。