

猪名川浸水情報システムによる地域防災情報の共有

Information sharing in regional disaster-prevention: Inagawa River inundation information system

眞間修一¹・竹村仁志¹・山下健作¹・吉田武司¹・刈谷尚夫²・藤田正晴²

Shu-ichi MAMA, Hitoshi TAKEMURA, Kensaku YAMASHITA, Takeshi YOSHIDA, Hisao KARIYA
and Masaharu FUJITA

¹正会員 八千代エンジニアリング株式会社 (〒540-0001 大阪市中央区城見 1-4-70)

²国土交通省近畿地方整備局猪名川河川事務所 (〒563-0027 大阪府池田市上池田 2-2-39)

The Inagawa River inundation information system is the mechanism that sharing inundation information offered by residents through their mobiles. The system designed to achieve their accurate judgment of evacuation with understanding of inundation situation individually. We carried out the demonstration experiment and held workshop for full-scale operation with residents. In the demonstration experiment, we confirmed the residents could share the inundation information with each other. We also studied the problems and correspondence as below: (1) how to secure the users, (2) grasp of inundation, (3) information processing system and (4) a continuity of system.

Key words : inundation information system , information sharing in regional disaster-prevention ,

1. まえがき

兵庫県伊丹市・大阪府豊中市等の市街地を貫流する猪名川沿川では、近年、局所的な大雨や集中豪雨により浸水被害が発生している。例えば、猪名川と支流の藻川に囲まれた尼崎市園田地区では、2006年8月の集中豪雨で床上・床下浸水が発生した。現状では河川管理者でさえ自治体や警察、消防からの通報で浸水状況を把握している。このため、住民自らが浸水状況をリアルタイムで確認し、的確な避難行動に繋げることが困難な状況にある。

豪雨や洪水氾濫発生時に際して、市街地における浸水箇所のリアルタイム把握は、的確な避難行動における貴重な情報源となる。その施策の一つとして、「浸水モニター制度の導入」が提案されている¹⁾。この中で浸水モニター制度は「河川管理者は氾濫域において、コンビニエンスストア、ガソリンスタンド、郵便局等から浸水情報を収集し、浸水状況の情報の収集に努める。」と提案されている。現在、「浸水モニター制度」や類似した住民参加型の災害情報提供は実施、検討され、各地域の特徴にあったルールを適用している²⁾³⁾。

本報告は、猪名川流域を対象として、住民から提供される浸水情報を地域で共有し、水害時の避難など自助、共助に資する「浸水情報システム(携帯電話ウェブによる)」構築に向けた課題と実現可能性について検討した。

2. システム構築に向けた課題と検討内容

(1) 地域の特徴

猪名川流域には川西市・池田市・伊丹市・豊中市・尼

崎市など5市が含まれ、浸水想定区域内人口は52万人に及ぶ。過去に「ゲリラ豪雨」等により浸水被害を受けた地区も点在している。猪名川流域の氾濫や浸水被害軽減対策を目指した「猪名川流域総合治水対策協議会」の「情報伝達や避難体制の構築に係る専門部会」においても、住民が避難を決断するために必要な情報をいかに早く届けるかが重要な課題の一つとされている。

(2) システム構築の方針

流域内のどこで浸水が発生するか予測できない状況下で、行政が特定の専門家に観測を依頼することは困難である。特に、防災に係わる自治体職員や自治会役員は災害時に別の役割があり、浸水観測を委託することは難しい。そこで、行政が情報を集める視点ではなく、地域の情報を市民が自ら得るという「自助・共助」の視点でシステムの実現可能性を検討する方針とした。

具体的には、図-1のように一般市民である浸水モニターから携帯電話ウェブで報告を受け、地域の浸水状況を地図表示し、住民相互で情報共有する仕組みを想定した。



図-1 猪名川浸水情報システムの構築方針

(3) システム構築上の課題

携帯メール、携帯ウェブを利用するシステム構築において、表-1 に示す課題を想定した。本報告では住民相互間の情報共有の実現性を評価するために、主に4つの項目を検証することとした。

①登録者や情報提供者を確保可能か、②住民がどの程度の精度で浸水状況を把握できるか、③システムを利用した情報の提供・閲覧ができるか、④継続的に参加できる動機付けを付与できるか。

表-1 猪名川浸水情報システム構築上の課題

階段	項目	課題項目	
①登録者確保	登録者の確保	モニター登録者・情報提供者の拡大	
	信頼性確保	信頼性のある登録者の確保	
②浸水状況把握	視認性	天候・時間・視点場の変化による浸水深判断の困難さ	
	浸水深の把握	主観的浸水深判断における精度(浸水深)把握 浸水深判断における主観差の最小化	
③システム構築	操作の容易性	モニターシステム操作の容易性確保	
	浸水情報発信	入力内容 頻発しない浸水現象に対応した入力内容の設定 位置情報 情報提供場所の特定 逃げ遅れ 情報発信を優先することによるモニター自身の逃げ遅れの発生	
	情報処理	面的情報の変換 単点の浸水情報を面的情報に展開する際の誤差把握 自動処理 異常値の処理	
	情報閲覧	メール配信 地域で報告があった場合に対応した浸水情報のメールでの提供 地図表示 表示地図の拡大縮小機能・鮮明さの確保	
	④システムの継続利用	情報利用	浸水情報を、市民は自らの避難行動にどのように活かすことが可能となるか
		システム継続利用	浸水という希な現象を対象とするシステムの風化対策
⑤通信確保	端末の機能更新	携帯など端末の機能更新への対応	
	通信確保	災害時に携帯の通信確保への対応	

(4) 検討内容

上記課題に対して、ワークショップによる意見聴取、仮システムによる実証実験、アンケート調査を実施した。

ワークショップは、平成 21、22 年に川西市、池田市、豊中市、伊丹市、尼崎市の 6 地区(約 200 人参加)で実施した。ここでは、必要な情報内容、携帯電話の操作性、浸水深の判断などについて意見を集め、システム構築への反映事項を確認した。また、仮システムによる実証実験は、平成 21 年に 1 回⁴⁾、平成 22 年に 2 回行い、実験結果やアンケートに基づき、システム改良を繰り返した。

平成 22 年 2 回目の実験方法を図-2 に示す。実験参加者は事前に募集サイトにアクセスし、登録を行う。当日は猪名川河川事務所から送信した浸水状況をメールで受信し、携帯ウェブにアクセスして提示された浸水状況を参加者が判断し報告する仕組みとした。

本報告は、ワークショップ及び平成 22 年 2 回目の実証実験結果を基に得られた結果をとりまとめた。

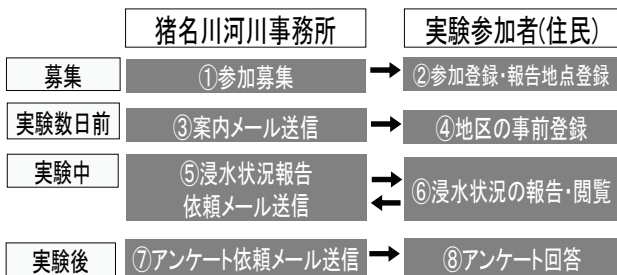


図-2 平成 22 年 2 回目の実証実験の流れ

3. 登録者の確保

(1) 募集方法

登録者の募集は、HP による募集と、特定地区での説明会(ワークショップ)及びチラシ配布を併用した。

特定地区は、過去に浸水実績がある、地域で防災等への取り組みを行っている、などの条件をもとに、豊中市、尼崎市、川西市、池田市の自治会・小学校、伊丹市の企業関係者を抽出した。この募集では、地域特有の”人のつながり”に着目し、地域の中心人物(自治会長、商工会議所等)に趣旨を説明して、協力して頂いた。

HP による募集では、事務所HPに加えて関係自治体HPへの掲載も行った。

(2) 登録方法

高齢の参加者についてもメールアドレスを正確に取得するため、携帯でQRコード等を読み取り、空メールを送る手法を採用した。また、事前の報告地点登録(図-2 手順の②)として自宅、職場等が設定できるようにした。

住所情報は、100m メッシュ当たり 2~4 点の番地情報が付属していたため、番地レベルまでを入力可能とした。

(3) 登録者数

平成 22 年 2 回目の実証実験における全登録者数は 272 人であった。このシステムの目的は、ある地区にどのような浸水が発生しているかを地域住民に提供することである。事前に地区登録(図-2 手順の④)を実施した人数を示した図-3 を見ると、地区単位でまとまった人数の登録が確認できた。一方で、D 地区と F 地区では登録者数に大きな差が出た。これは過去の浸水実績、地域防災活動への取組み意欲等による地域差であり、今後の募集計画で考慮する必要がある。

また、全登録者数を年代別に図-4 に示した。30 代~70 歳以上で幅広く集まったが、若い世代(10 代、20 代)の登録が少ない。その要因は、a. 自治会の集まりに参加していない、b. 説明会を開催できる若い世代の集まりが少ない、c. 実験に「興味がない」等が考えられる。若い世代は情報提供者として期待できるため今後の課題である。

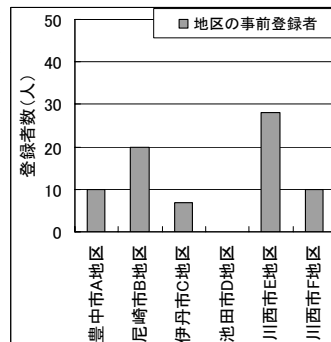


図-3 地区登録者数

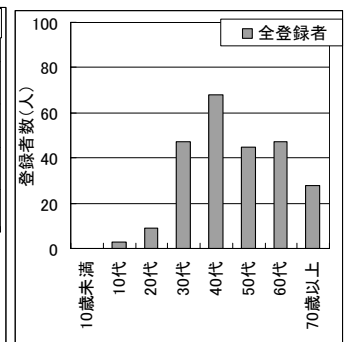


図-4 年代別の登録者数

(4) 今後の募集計画

説明会（ワークショップ）時に、実証実験への参加への意欲を質問した結果の一例を図-5に示す。説明会参加者の約8割が実証実験にも参加すると回答している。これは、「お互い顔が見える”人のつながり”と、地域の役に立ちたいという“共助の考え”があったからであり、登録者の拡充と維持にも不可欠な要素である。

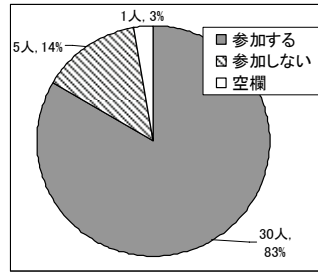


図-5 実験への参加意欲 (説明会参加者の回答)

今後の募集計画では、HP、広報誌等で不特定多数の住民に向けた広報活動に加え、関係自治体と連携を図りながら、お互いの顔が見える場（例えば出前講座等）でシステムの目的や意義を説明していくことが重要である。

4. 浸水状況の把握

(1) 目的

浸水状況の確認場所は、自宅・勤務先あるいは外出先等であり、自らの安全を確保できる屋内等から周辺を監視し、浸水状況を報告するものである。確認には量水標等を用いないため、主観的な値でバラツキが多い可能性がある。そのため、ワークショップ参加者に写真を見てもらい、浸水状況の感じ方を確認し、システムでの設定条件に反映した。

(2) 回答方法

ワークショップで配布した回答用紙の例を図-6に示した。回答では、複数の写真を提示して、浸水状況等を判断してもらった。

写真は、対象物の有無、夜間、浸水面を斜めから見た状況、雨だけで浸水していない状況などの状況が異なる15枚を用意した。

写真番号	No.5	
情報として...	報告する	報告しない
報告する	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
報告しない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
報告する理由	<input type="checkbox"/> 異常な雨(ゲリラ豪雨) <input type="checkbox"/> 側溝から水が溢れる <input type="checkbox"/> マンホールから水が溢れる <input type="checkbox"/> 周辺が浸水している	
浸水状況 (体を基準に)	<input type="checkbox"/> 浸水なし <input type="checkbox"/> 足首まで浸かる <input type="checkbox"/> ひざまで浸かる <input type="checkbox"/> 膝まで浸かる <input type="checkbox"/> 腰まで浸かる	
浸水状況 (高さで答える)	<input type="checkbox"/> 5cm程度 <input type="checkbox"/> 10cm程度 <input type="checkbox"/> 20cm程度 <input type="checkbox"/> 30cm程度 <input type="checkbox"/> 40cm程度 <input type="checkbox"/> 50cm程度 <input type="checkbox"/> 60cm程度 <input type="checkbox"/> 70cm以上	
状況を判断したもの	<input type="checkbox"/> 人 <input type="checkbox"/> 車 <input type="checkbox"/> 全体の見た感じ	

図-6 回答用紙 (例)

(3) 浸水判断の精度

全データの的中率評価を図-7に示す。的中率は60~70%程度となった。また、全体的に浸水深の判断は危険側（浸水深を大きめ）に回答することが確認でき、「期待する回答+期待する回答の1ランク上の回答」では80~90%程度となった。

写真による確認であるため現場で目撃する状況とは異なることに留意する必要があるが、地域の浸水状況の傾向は概ね把握できる結果となった。

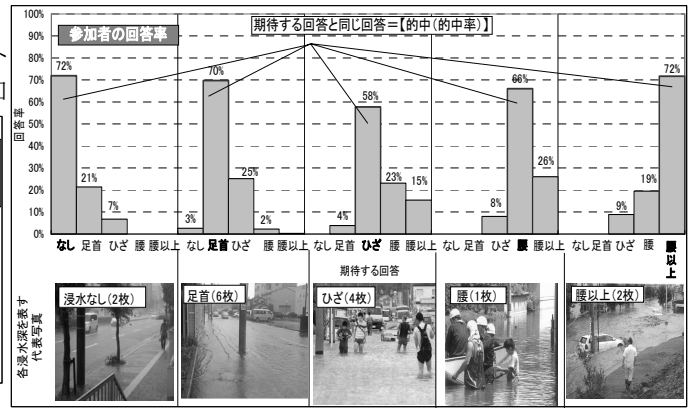
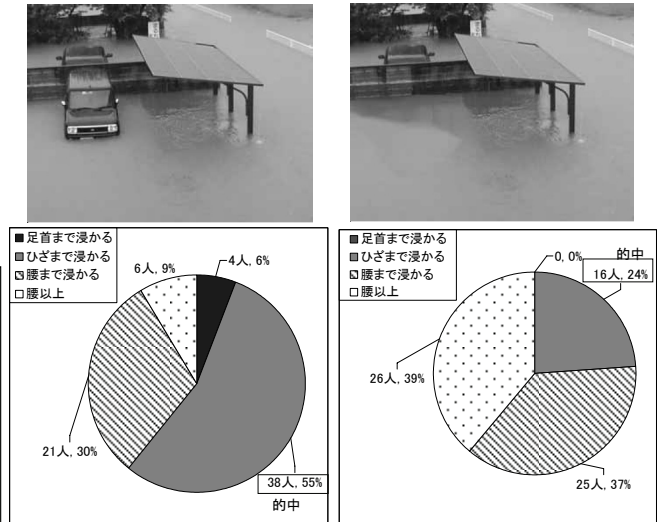


図-7 的中率の比較

(4) 視認誤差の最小化

自動車やそのタイヤなど市中に多数存在する比較対象物の有無による的中率の比較を図-8に示す。

対象物モノサシとして利用することで、視認誤差は縮小した。浸水深判断の目安となる対象物（足首や膝など体の部位、自動車など）を事前に提示することで、浸水深判断の主観差の最小化が図れると判断できる。



(比較対象物：有) (比較対象物：無)
図-8 比較対象物の有無による的中率

(5) 浸水の高さの表現方法

浸水深 (cm) を具体的に報告してもらった場合と大体の高さが想像しやすい体を基準とした報告の両方を実施した。体を基準として目安となる高さで表示することで、判断の簡便性が図れるという意見が多かった。

また、ハザードマップや浸水想定の情報提供のランクが50cm単位であることを考慮すると、浸水深表示を50~100cm程度とすることで、現在公表している情報と同じレベルの情報提供が可能となる。

これより、体を基準とした目安が適していると判断し、システムで報告する浸水の高さは「浸水なし」「足首まで(10cm程度)」「膝まで(50cm程度)」「腰まで(100cm程度)」「腰以上」と目安の高さを併記した項目から選択できる形式とした。

5. 猪名川浸水情報システムの構築

システム構築にあたっては、ワークショップやアンケートによる意見聴取、仮システムによる実証実験を基に浸水情報発信・データ処理・浸水情報閲覧で挙げた課題への対応を検討した。

(1) 浸水情報発信

1) 入力内容

入力内容は浸水の報告のみを対象とすると、登録者の記憶は風化し、いざ浸水が発生したときに情報提供量が少なくなる可能性がある。このため、対象とする現象を浸水発生以前の豪雨、雷雨まで拡張し、少なくとも年に数回以上利用機会が発生するシステムとした(図-9)。

また、任意の報告として、コメントや写真の添付機能を追加し、閲覧者が地先の情報を集めやすいようにした。

2) 位置情報

浸水状況の報告場所は、登録者の自宅あるいは勤務先等の住所を事前登録する方法とした。これは、事前のアンケートにおいて「浸水状況を報告する場所として、自宅、勤務先が上位を占めた」ことを参考にした。

また、事前の報告地点登録以外にも、GPSによる現在位置、住所選択、ランドマークや駅等の名前検索で目撃場所を複数から選択できる機能を追加した。

(2) 情報処理

1) 面的情報への変換

報告された浸水状況をオリジナルの点情報で提供するか浸水面に変換するかは、次の理由から点情報で提供する方針とした。

- ・浸水情報システムで収集する低い水位による浸水面の展開では十分な精度が確保できない課題がある。
- ・報告数が少ない場合は、浸水面の展開の精度に課題があるが、運用当初にはこの状態を想定する必要がある。
- ・推定した浸水面は誤解を与える可能性がある。
- ・身近な地域の浸水状況の共有が目的であり、近隣の大きな地形状況は各人が把握していることを期待する。

2) 異常値の自動処理

異常値に対する処理は、時刻の入力ミス(将来の情報を入れて入力した場合)に実施する。

浸水状況の異常値処理は、1点相対的に大きい値の場合でも、窪地の情報提供のケースも想定されるため判断が難しい。そのため、現時点では実施せず、将来的には直近の降雨状況等を活用した処理方法を検討する。

(3) 浸水情報閲覧

1) メール配信

自身の登録場所(自宅、職場、実家、子供の学校や通学路等)の浸水情報に関するメールの自動配信に対する要望が多かった。メール配信により登録地区の浸水発生

を地域住民に「気付き」として提供する。

2) 地図表示

浸水状況を表示する地図画面の見やすさは、浸水情報システムが根付くための必須改善事項であり、Googleマップを基図として利用することとした(図-10)。なお、実証実験時はGISベースマップを利用した。

図-9 情報発信画面

図-10 閲覧画面

(4) 浸水情報データベースによる情報の蓄積・提供

豪雨あるいは浸水発生事例を、浸水データベースとして共有することで、地域にどんな危険が起こるのかを普段から地域住民が理解し、心づもりを持つことができる。そのため、魅力的なコンテンツづくりの一つとして、浸水履歴及び浸水常襲箇所に関する情報共有を進めるデータベースシステムを構築した。PC向けのサイトとして、データの閲覧・ダウンロードが行えるようにした(図-11)。

浸水状況の集計
 雨の状況の集計 | | | | | | | | | |

</table>
 The map shows various locations in the Inagawa area with markers indicating flooding levels."/>

図-11 浸水情報データベース

(5) 演習モード機能の設定

地域にあった助け合いや避難誘導に役立てるには地域の防災ルールに従った防災訓練を実施することが重要である。地域ごとのローカルルールに沿った訓練にも対応できるように、演習モードのシステム機能を設定した。

6. 実証実験によるシステムの検証

構築したシステムによる実証実験で、各機能の利用状況や実験後のアンケートによる意見聴取を実施した。

(1) シナリオ設定

実証実験では、登録者に浸水状況報告ページへのリンクを添付したメールを送信し、メールに設定された浸水状況を見て報告画面に入力する方法とした。シナリオは、表-2のように浸水状況を物語のように表現した。報告は1時間間隔で2回、これを昼夜で求めるシナリオとして12/17(金)、12/19(日)の2日で同時刻に実施した。

表-2 実証実験のシナリオ

	メール文	イラスト
12時	「屋前から降り始めた雨がやや強くなってきました。店の軒先で雨宿りをする人が何人か見られます。側溝から水が溢れ始めていますが、まだ道路は浸水していません。」	
13時	「雨はさらに強くなり、どしゃ降りとなってきました。スーパーからの買い物ですが、多くの人たちが足首まで浸かりながら、歩いています。」	
18時	「屋前から降り続く雨はバケツをひっくり返した様で、視界が悪く遠くを見通せません。外を見ると、車がボンネットまで浸水しています。」	
19時	「雨がバツパリと止まりました。家の前の道路では、早くも濁水が引き始めています。しかし、まだ膝あたりまで浸かる状態です。」	

(2) 浸水情報発信

1) 報告率

登録者(272名)のうち浸水状況を報告した情報提供者は72名で報告率は約26%であった(図-12)。

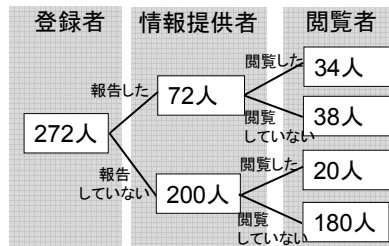


図-12 登録者・情報提供者の人数

実験では情報提供者以外に地図閲覧や警報メールを確認した人が1割以上いたため、登録者には受信側と発信側の両方がいる結果となった。

報告率を年代別に示した図-13を見ると、30~50代が3~4割程度と高く、60、70代の報告率は1~2割と低い。60、70代は防災について興味があるが、携帯操作に不慣れであること、受信側で登録した人もいることが考えられる。また、事前の地区登録者の報告率を図-14に示した。B、C、Eの地区では報告率は60%を越えたことから、過去の浸水実績、地域防災活動への取組み意欲がある地区では、報告率も高くなる傾向があった。

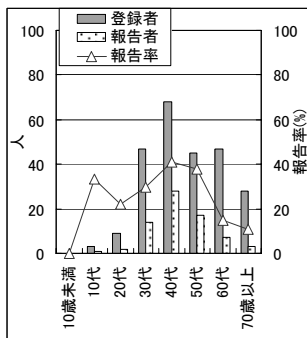


図-13 年代別の報告率

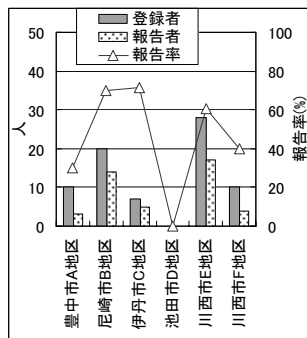


図-14 地区別の報告率

2) 報告に要する時間

浸水情報収集の課題として、報告の時間遅れがある。時々刻々変化する浸水状況に対して、報告時間遅れは精度を低下させる要因となる。登録時間と目撃時間(メール送信時間)の時間差を評価した(図-15)。情報提供者の約9割が10分未満で登録できており、情報提供者に限れば操作性は問題ないことが確認できた。

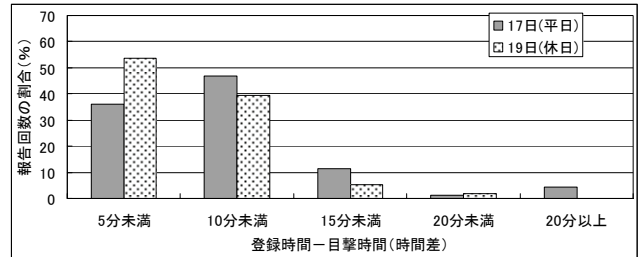


図-15 登録時間と目撃時間の時間差

3) 報告場所

報告場所は、①登録地点(最大3つ)、②現在位置(GPSで取得)、③任意地点が選択できるようにした。

報告場所の割合を示した図-16を見ると、登録地点1と現在位置(GPS)が多く、情報提供者が場所を選択して報告している状況が確認できた。場所は複数から選択できるため、本格運用時には情報提供者が安全な場所に移動して報告することの周知徹底が必要である。

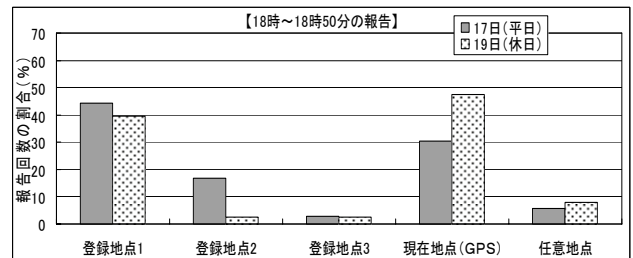


図-16 情報提供者が選択した報告場所

(3) 情報処理

浸水状況は、地図上にポイントで表示させることにした(図-17)。これに対するアンケート結果では、周辺の浸水状況はイメージできた人が8割を占めた(図-18)。

点情報表示で周辺の浸水状況はイメージできるため、点情報で提供の方針でよいと判断した。

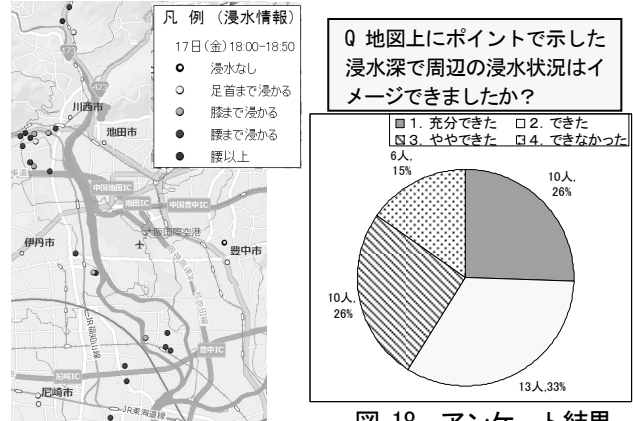


図-17 地図表示例

図-18 アンケート結果(実験参加者の回答)

(4) 情報閲覧

閲覧内容として、「浸水情報」、「雨の情報」、「地区別の情報提供者情報」、「コメント・写真」の4つを設定した。情報別の閲覧回数を図-19に示す。

最も閲覧が多かったのは、「浸水情報」で約350～450回のアクセスがあった。

また、「コメント・写真」の閲覧で両日とも約100回のアクセスがあった。コメントは想定シナリオに沿って、様々な表現で浸水状況を伝える内容が多かった。また、携帯カメラからの報告写真は「電柱」や「車」など浸水状況を把握できるアングルで浸水状況を伝える工夫が見られた。

本システムでは情報を集めるだけでなく、閲覧機能により住民相互間の情報共有が図れる状況が確認できた。

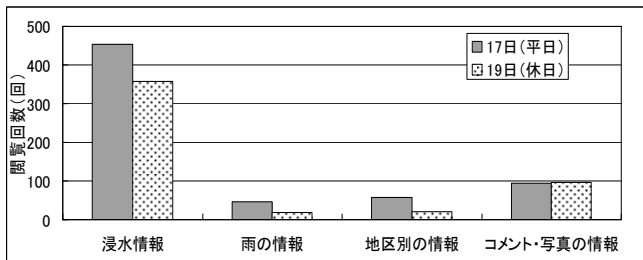


図-19 閲覧件数

(5) 実験後のアンケート調査

実験後のアンケート調査では、本システムの運用について図-20のように80%が自身の報告が地域防災に貢献できると考えており、好意的あるいは期待感ある回答が得られた。地域参加型の防災システムとして最も重要な地域の関心を得られるシステムであることは確認できた。

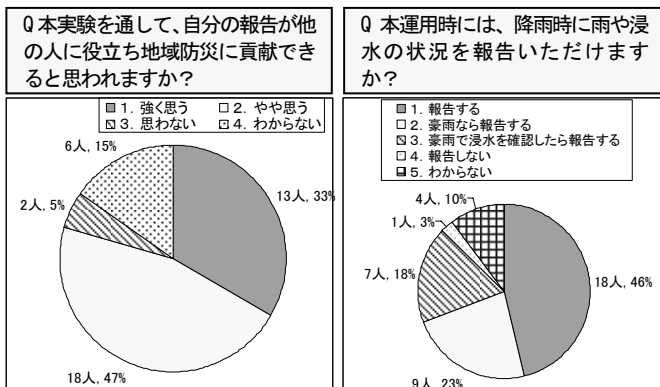


図-20 アンケート結果(実験参加者の回答)

7. 考察

本検討の成果は次の4点である。

①情報の収集：浸水シナリオを設定した実証実験で得られた報告率は26%（報告者／実験登録者）であった。

猪名川氾濫原の上下流方向の地形勾配は概ね1/550（延長250mで0.5m程度の比高差）である。従って、浸水想定区域図相当の浸水深精度である0.5mを目安とすれば、250mメッシュ当たり1点の浸水情報が得られ

ば良い。これより、当面の浸水モニターの目標数を、次の通り想定した。これは5市の浸水想定区域内15歳以上人口の約1%で、実現可能目標として設定可能と考える。

必要モニター数【3,300人】＝浸水想定区域内250mメッシュ数【865】／報告率【0.26】

②情報の精度：報告時の浸水深精度は、ワークショップで明度や対象物が異なる浸水状況写真で示し確認した。人や車などを目安とすることで視認誤差が縮小し、浸水想定区域図レベルの精度を確保できることが解った。

③収集した情報の提供：浸水状況をオリジナルの点情報で提供するか浸水面に変換するかは、点を補間することによる誤認の拡大、また報告の時間差も考慮し、点情報で提供する方針とした。実験参加者の意見からも、点情報で十分に浸水の危険性認識が可能と考えられる。

④システム参加への動機付け：浸水は希にしか生じない現象であることから、継続参加の実現が重要である。この対策として、住民のニーズに適合した機能の実装と、報告する楽しさの実感を重視した。このため、任意登録地点で浸水の報告があるとメールが配信される機能、浸水状況に限らず、雨の状況も写真、コメントと合わせて報告できる機能へ設定した。また、浸水履歴等の情報共有を図るデータベースシステムにより、地域にどんな危険が起こるのかを普段から地域住民が理解し、心づもりを持ってもらうことを期待した

最後に、実験後のアンケートでは参加者の80%が自身の報告が地域防災に貢献できると考えており、今後の進展が期待できる結果も得られた。

今後は、浸水情報システムの本運用を図り地域に浸透させることが重要である。浸水という希な事象に対応するための浸水情報システムを、どのような工夫で平常時も利活用を進めてもらえるかという点に留意し、登録者の確保を図る必要がある。例えば、地域でマイハザードマップを作成する際には、現地調査を行うことが多いが、浸水情報システムの「写真、コメントの地図表示機能」「浸水情報データベースシステム」利用により、位置情報を含め地図への展開が容易に行える。

このシステム利用を一つのキッカケにして地域コミュニティの防災活動に役立てることが必要と考える。

参考文献

- 1) 大規模降雨災害対策検討会：洪水氾濫時・土砂災害発生時における被害最小化策のあり方, 2005. 12.
- 2) 岡田康夫：愛知県における河川防災情報周知戦略, 予防時報 229, 2007.
- 3) ウェザーニューズHP：
<http://weathernews.com/jp/c/press/2008/080730.html>
- 4) 田村友秀：猪名川河川事務所における浸水モニター制度構築に向けた実証実験について, 平成22年度近畿地方整備局研究発表会 論文集, 2010. 7.

(2011. 6. 23 受付)