

河川・気象情報の住民による主体的な利用を 目指した地域情報としての活用手法の提案

RESEARCH ON A METHOD OF UTILIZING RIVER AND WEATHER
INFORMATION AS LOCAL INFORMATION FOR SUPPORTING INHABITANTS

竹之内健介¹・中北英一²・矢守克也³・田中耕司⁴・養老伸介⁵

¹正会員 情博 三重県 (〒514-8570 三重県津市広明町13番地)

²正会員 工博 京都大学防災研究所教授 気象・水象災害研究部門 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

³非会員 人博 京都大学防災研究所教授 巨大災害研究センター (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

⁴正会員 工博 (株)建設技術研究所 大阪本社水システム部 (〒545-0005 大阪市中央区道修町1-6-7)

⁵非会員 福井県大野市 防災防犯課 (〒912-8666 福井県大野市天神町1番1号)

River and weather information has been highly enhanced and enriched by the professionals, but those improvements haven't enough lead to responsible self-action of users.

This study researched on an approach based on relation between "professional river and weather information" and "inhabitants' social daily life information" and attempted the promotion of social use of river and weather information.

From the trial through disaster education at Ono City, we check the availability of this approach. In the result, the trial showed the approach can produce cooperative relation between those information with their advantages and support consciousness on disaster risk of users. Moreover, we suggested the practical method of this approach by using operational river and weather information.

Key Words : *River information, Weather information, Local disaster risk, Cooperative relation, Responsible self-action*

1. 河川・気象情報の社会利用と発展

(1) 河川・気象情報の課題

2015年に発生した関東・東北豪雨では近年の水害では類を見ないほどの多数の孤立者が発生した。このことを踏まえ、国において大規模氾濫に対する減災のため、水防災意識社会の再構築ビジョン¹⁾の策定が行われた。このビジョンでは、洪水に対するソフト対策として、これまでの河川管理者等の行政目線のものから住民目線のものへと転換すべきであり、利用者のニーズを踏まえた、真に実践的なソフト対策の展開を図る必要があるとされている。

一方で、水害に関する防災情報としては、事前に地域の災害リスクを確認できるハザードマップや、災害時に危険が迫っているか把握可能な河川情報や気象情報が挙げられる。しかし、災害を事前に想起させるこれらの情

報の課題として、ハザードマップは何度も繰り返して確認されることが少ない²⁾、河川・気象情報は現象に関する客観的な表現や一般性の高い汎用的な表現を利用する場合が多く、住民が地域や自身への影響を十分に伝わらないなど³⁾、災害時に十分に有効活用されていない点が挙げられる。実際、過去の調査結果からは、情報が十分に活用されなかった事例が確認される^{4,5)}。

(2) 河川・気象情報の高解像度化

災害時に重要な役割を果たす河川・気象情報については、情報処理技術の発展とともに、質・量ともに顕著な高度化が見られる。例えば、近年では河川水位の評価については観測だけでなく、XRRAIN (水平解像度250m) や流域雨量指数の利用 (水平解像度5km) など、高解像度の観測情報や予測情報の活用が進んでいる。特に集中豪雨の影響を受けやすい中小河川群や水路など管理にお

いて、このような情報の活用が試行されている⁹⁾。

気象情報においても、近年では局地予報モデルLFM（水平解像度2km）などのように水平解像度が数kmの数値予報モデルが現業運用されており、土砂災害警戒メッシュ情報（水平解像度5km）や高解像度ナウキャスト（水平解像度250m）などのように、小学校区程度のスケールについて、評価可能な情報が現業運用されている。

2. 河川・気象情報の社会利用に向けたアプローチ

前章で確認したように、河川・気象情報には課題がある一方で、住民利用を考えた際に、従来よりも地域性を考慮した利用が可能な環境が整備されてきている。では、河川・気象情報の社会利用を考えた際に、どのようなアプローチが考えられるだろうか。ここでは、情報と利用者の関係から3つのアプローチ手法を検討する。

(1) アプローチⅠ：自然科学情報が支配的なアプローチ（図-1(1)）

従来の河川・気象情報は、行政を主体として主に当該分野の専門家が情報について検討する形で形成されている。上述のハザードマップや各種河川・気象情報についても、同様に専門家が主体となって形成されている。これらの情報は、シミュレーション結果や過去の災害実績などを参考に、水位や雨量のような自然現象の物理パラメーターを基にして、内容が検討されている。その結果、利用者である住民には、情報への理解が求められるとともに、情報を基に地域の災害リスクを把握し、どのような対応を採るか検討する必要が生じる。このようなアプローチにおいて、利用者である住民は河川・気象情報に合わせて対応を採ることとなり、従属的な関係となる。

(2) アプローチⅡ：社会生活情報が支配的なアプローチ（図-1(2)）

アプローチⅠとは異なり、利用者の視点に立ったアプローチもある。例えば、住民自身が普段から気にかけている地域の危険箇所について、どのような時に注意すべきかをシミュレーションなどから検討し、条件設定を検討するような情報利用である。この場合、住民は必要な情報を専門家に要請し、それに応じて専門家は要請に応じた情報を提供することとなる。このような関係において、専門的な自然科学情報は、住民目線の社会生活情報に対し支援する形となり、従属的な関係となる。

(3) アプローチⅢ：自然科学情報と社会生活情報が共生するアプローチ（図-1(3)）

アプローチⅢは、専門的な自然科学情報と住民目線の社会生活情報が共生する関係に基づくものである。つまり、支配的・従属的という関係ではなく、両者の強みや

利点を活かしながら、共生する関係である。自然科学情報だけでは表現できない利用者が必要とする地域性や生活上必要な社会的要素を利用者の社会生活情報が担保し、逆に利用者では十分に評価できない地域の客観的な災害リスクや危険箇所などの情報をシミュレーション結果などの自然科学情報が担保することで、両者が共生する形で河川・気象情報の社会利用を進めるアプローチである。

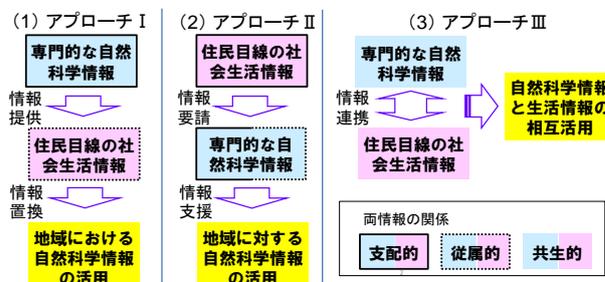


図-1 河川・気象情報の社会利用に向けたアプローチ手法

これまで水害に備えるために、専門的な情報を利用した様々な防災イベントや取組が試みられている。その多くは、地域で河川・気象情報を利用して水害に備える⁷⁾といったアプローチⅠに基づくものである。また地域が独自に観測機器を設置し水害に備える取組等^{8,9)}もあるが、これらの事例はアプローチⅡに属するものであり、シミュレーションの実施や観測機器の設置等に費用がかかることもあり、特定の地域に限られていることが多い。アプローチⅢについては、専門家と住民が共同で、地域に合わせた河川・気象情報を形成することを意味しており、社会制度の枠組みとしては依然整備されていない。

3. 住民による主体的な利用を目指したアプローチ手法の提案

第1章で示した河川・気象情報の課題に対し、住民自身がこれらの情報と日常における地域の知識（地域情報）を結び付けることは、河川・気象情報から自身への災害リスクを把握しやすくし、早期の災害対応に結び付く可能性が考えられ、河川情報などの各種防災情報のより有効な社会利用につながると考えられる。本研究では、アプローチⅢとして、ハザードマップや内外水氾濫解析シミュレーションの結果を利用しながら、身近な地域の危険を知るための地域の災害リスク情報を作成するとともに、それを基に住民自身が実際に運用されている既存の河川・気象情報を災害時に実践的に活用して、主体的に災害に備える手法を提案する。

具体的には、まずハザードマップから災害リスクが高い地域を住民が抽出し、地域の危険がわかりやすく伝わる地点を選択する。さらに複数の降水条件における内外水氾濫解析シミュレーションの結果を基に、それらの地点が危険となる条件を確認し、地域で災害に備える住民

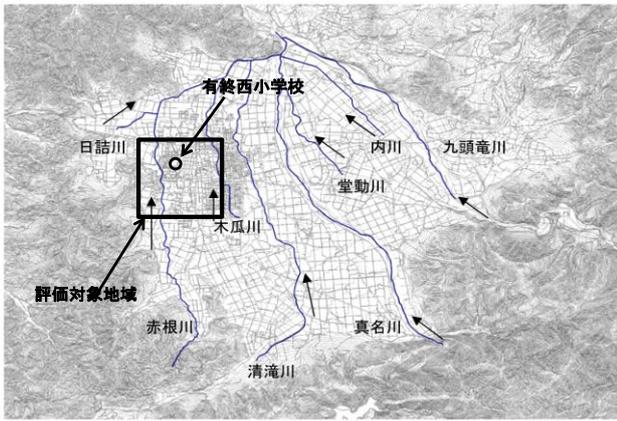


図-2 大野市内中小河川群及び本研究における評価対象地域

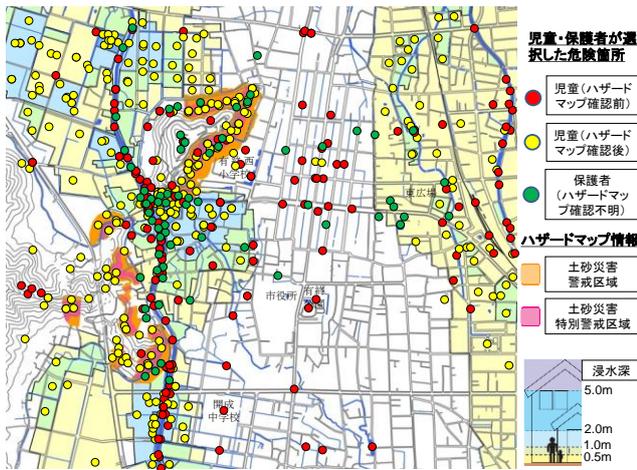


図-3 ハザードマップ情報と児童・保護者による地域の危険箇所

表-1 児童・保護者による地域の危険箇所選定数

選定地点	児童 (ハザードマップ確認前)	児童 (ハザードマップ確認後)	保護者 (ハザードマップ確認不明)
河川上	73 (44.2%)	9 (3.1%)	18 (26.9%)
ハザードマップ 浸水想定地域	33 (20.0%)	176 (60.7%)	20 (29.9%)
ハザードマップ 土砂災害想定地 域	9 (5.5%)	80 (27.6%)	14 (20.9%)
ハザードマップ 災害リスク対象 外	50 (30.3%)	25 (8.6%)	15 (22.4%)

目線でのリスク情報を作成する。最後に、河川情報や気象情報が発表された際のそれらの地点の状況を氾濫解析シミュレーションから確認することで、実際に河川・気象情報から地域の災害リスクを把握し、適切な災害対応につなげることを検討する。住民自身は、これらの思考過程を通して、河川情報や気象情報が発表された際、地域がどのような状況になる可能性があるか理解するとともに、実際にそれらの情報が発表された際に、単に情報が発表されたという事実を知るだけでなく、地域の具体

的な危険を示す住民自身のための情報として利用することにつなげるものである。

4. 提案手法の実践利用に向けた評価

(1) 有終西小学校区における試行

著者らは2014年から水害に関する実践的な防災教育を福井県大野市有終西小学校区(図-2)において実施している¹⁰⁾。今回の提案手法の実施可能性について、同校小学5年生を対象に2015年5月から11月にかけて実施した防災教育を通して確認した。なお、試行は、九頭竜川統合管理事務所、福井県奥越土木事務所、福井地方気象台の協力の下、実施した。手順を以下に示す。

- 手順① 児童及び保護者によるハザードマップを利用した地域の災害危険箇所の確認
- 手順② 確認した災害危険箇所から児童たちが重要と考える代表地点の抽出
- 手順③ 現場確認を通じた代表地点の災害リスクの確認と地域住民へのメッセージ作成
- 手順④ 河川・気象情報との関係性の検討と実践利用に向けたまとめ

まず手順①として、住民(本試行では児童及び保護者)から地域で危険と感じる場所について選定を行った。その際、まずはハザードマップを確認せずに実施することで、専門的な情報に左右されずに日常感覚で回答する形を採用した。児童については、ハザードマップなしでの選定後、ハザードマップを提示し、再度選定を行った。これらの結果を図-3に示す。図-3から、いくつかの特徴が確認される。ハザードマップ確認前では、児童・保護者ともに、河川沿いや山沿いなど、災害が明らかに想定される地点が多く取りあげられている。さらに、児童については、土砂災害の想定があまりできていないことが確認される。また、図-3の地図中央付近にあたる浸水想定の対象外の地域も選択されている。この地域には小さな水路があり、大雨時に水路の流れが速くなるなど、生活上の危険性から取りあげられている。このように、ハザードマップでは想定されていない生活目線の危険箇所が挙げられている点も特徴として確認された。一方で、ハザードマップ確認後の児童の選定箇所としては、河川沿い以外のハザードマップにおける浸水想定地域や土砂災害危険地域が取りあげられている。表-1に児童・保護者の選定した地点を災害リスクに応じて分けた結果を示す。ハザードマップの支援を受けることで、日常生活目線では把握できていない災害リスクを児童たちが把握できるようになっていることがわかる。この地域における近年の災害としては、平成16年の福井豪雨の際の浸水被害が挙げられるが、被害を受けた地域が限定的であったことや福井豪雨を経験していないこともあり、児童は

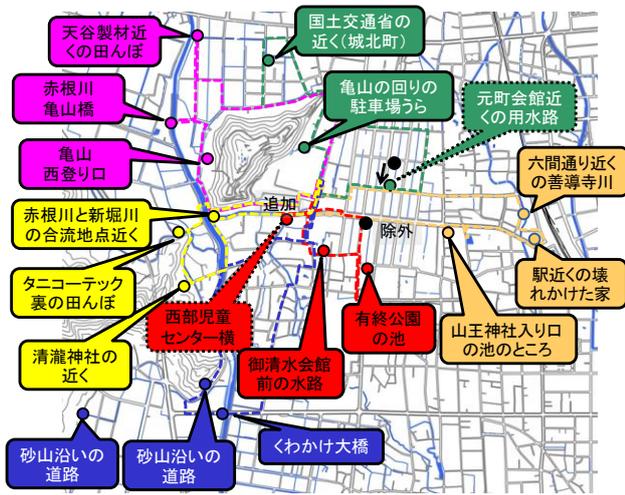


図-4 児童による抽出した代表地点と現場確認ルート

- ※ 実線枠で囲まれた地点：児童たちの抽出地点，点線枠で囲まれた地点：著者等で追加修正した地点。
- ※ 各色は，それぞれの班の現地確認経路と地点を示す。
- ※ 黒色地点は，児童が選択したが，危険度が小さく除外した，もしくは近隣の地点に場所を変更した地点を示す。

表-2 各手順における自然科学情報と社会生活情報の寄与率

	自然科学情報	社会生活情報	寄与率の算定方法
手順①	客観的な災害リスク情報の提供 (64%)	生活の中で災害リスク情報の提供 (36%)	表-1の児童の選定危険箇所455地点中，ハザードマップの確認前地点 ² (165)と確認後地点 ¹ (290)
手順②	客観的な災害リスク情報による対象地点の補正 (11%)	地域の災害リスク上，重要な地点の選定 (89%)	図-4の抽出地点18箇所中，ハザードマップに基づく修正地点 ¹ (2)と未修正地点 ² (16)
手順③	被害想定を考える上での災害リスク情報の提供 (22%)	生活目線からの被害想定とメッセージ作成 (99%)	地域の災害リスク情報18個全90項目中，ハザードマップに基づく項目 ¹ (20)と児童の考えに基づく項目 ² (89)
手順④	河川・気象情報に基づく対応 (100%)	住民独自の情報による対応 (0%)	災害時に実践利用する情報数。本研究では図-5の左端の情報 ¹ (7)。

()内の%値は，各手順における情報の寄与率を示す。算定方法の上付き数値は，1:自然科学情報，2:社会生活情報を意味する。手順③では，両情報の重複を許す形で評価した。

1	①選んだ身近な場所	②危険度	③考えられる災害
注	元町会館近くの用水路	大雨がふったら用水路がみえなくなる	大雨がふって用水路がみえなくなり，はまる可能性がある。
警戒			
特			
記録	④現地の写真		⑤地域の人へのメッセージ
雨			元町会館近くの用水路は，ふたが途中からなくなって，大雨が降って見えなくなったら，はまるかもしれないので，車にも注意しながらあまり端のほうを歩かないようにしましょう。
土警			避難先は学びの里 めいりん
土1			
避難			
水位			
暴風			

日常生活におけるリスク

7	①選んだ身近な場所	②危険度	③考えられる災害
注	西部児童センター近くの新堀川	雨が降って増水したとき	柵などが無い場所があり，浸水すると落ちるかもしれない。おぼれる。浸水する深さが深いから。
警戒			
特			
記録	④現地の写真		⑤地域の人へのメッセージ
雨			浸水する前に避難する。浸水したら垂直避難を忘れずに。1m~2m浸水するかもしれないので，気を付けて。避難先は学びの里 めいりん。
土警			
土1			
避難			
水位			

内外水氾濫リスク

11	①選んだ身近な場所	②危険度	③考えられる災害
注	清瀧神社の近く	土砂がずれて木などが落ちてきた時	土砂がずれて近くの家が壊れたりするかもしれないからあぶない。
警戒			
特			
記録	④現地の写真		⑤地域の人へのメッセージ
雨			清瀧神社の奥のほうに行くとき急な斜面があってその上に木などがあって大雨や強風がくると土砂崩れがあるので近づかない方がいいです。あと木などが落ちてきてあぶないです。避難先は開成中学校
土警			
土1			
避難			
水位			

土砂災害リスク

15	①選んだ身近な場所	②危険度	③考えられる災害
注	赤根川 かめ山橋	30cm浸水したとしても危ない。田んぼがたくさんあって，道路がわからなくなる。草があるとこるでは，滑って転んでおぼれる。	水があふれたら近くの家がこわれる。他の川と合流して大きくなって，ひ害が大きくなる
警戒			
特			
記録	④現地の写真		⑤地域の人へのメッセージ
雨			川が氾濫したら，土(土のう)を家の前において，水が入らないようにする。他にも高いところに逃げる。雨の日は川に近寄らないで。避難先は乾側小学校
土警			
土1			
避難			
水位			

外水氾濫リスク

図-5 児童が作成した地域の災害リスク情報と関連する河川・気象情報との関係

浸水被害の想定を十分にできていなかったことが伺える。一方で，保護者の中には，地域の浸水リスクや土砂災害リスクを認識している人もいることがわかる。このように，手順①の結果として，児童たちは日常生活の中で災害リスクを直感的に確認可能な河川沿いや街中の水路沿

いなどは危険を感じるものの，経験のない浸水想定は十分に認識できていなかったことが確認された。

次に，手順②として，選定された危険箇所の中から，日常生活に影響が大きいと考える地点や，浸水などの被害が大きいと考えられる地点を代表地点として，児童が

抽出する作業を行った。本試行では、授業の関係上、6班に分かれ地域を割り当て、それぞれ3か所を選定した。抽出後、手順③の際に児童たちが実際に現場確認を実施しており、そのルートと合わせて、抽出箇所を図-4に示す。抽出地点の内「元町会館近くの用水路」については付近のより危険度が高い場所が存在したことから著者らで地点を微修正し、また浸水深の深い地点として「西部児童センター横」を追加した。なお、1カ所については現地確認等の結果、危険度が小さいことから除外した。

手順③として、図-4のルートに従い、児童たちが実際に選択した地点の現場確認を行い、その地点で考えられる被害想定と地域住民へのメッセージを考え、カードにまとめた。例を図-5に示す。児童たちの目線でシミュレーション結果に基づく各地の浸水深を確認し、災害時にどのような危険があるかを考え、それを基に周辺住民が注意すべき点をメッセージとして伝えている。メッセージの中では、児童たちの言葉でわかりやすく地域の危険が記述されており、従来の河川・気象情報では十分に伝えきれない地域の災害リスクを児童が地域の目線で、具体的なイメージとして伝えられている。

最後に手順④として、既存の河川・気象情報の活用について検討を行った。浸水リスクについては、内外水氾濫解析シミュレーションを利用し、手順②で抽出した地点が0.10m以上浸水することを条件に検討を行った。その際、内水氾濫については大雨注意報、大雨警報、大雨特別警報、記録的短時間大雨情報との関係进行评估し、外水氾濫については避難判断の行動が求められる避難判断水位を一律条件として設定した。また土砂災害リスクについては、土砂災害警戒メッシュ情報が現状として地域性を最も評価していることから、メッシュ情報のレベル1に該当した場合を条件として設定するとともに、危険度が高まり土砂災害警戒情報が発表された場合も参考として示した。その結果として、各地点で注意が必要となる河川・気象情報を取りまとめ、図-5の各情報の左端に合わせて示すことで、その地点の災害リスクを把握するための情報を確認できるようにし、実践的に利用できる仕組みを設けた。このように、上述の単に外部から提供される河川・気象情報に対して理解するというアプローチⅠではなく、またアプローチⅡのように氾濫解析モデルの結果などのサポートを受けるだけでなく、最終的に災害時の利用も想定しアプローチⅢとして、児童が選択した地域の災害リスク情報と既存の河川・気象情報の共生を図りながら、実践利用可能なものとしている。

今回の試行結果から、河川情報などの各種災害情報と地域の状況を結びつけることが十分に可能であることを確認するとともに、試行を通じて作成した地域の災害リスク情報マップを基に、災害時に河川・気象情報を利用して実践的に災害に備える情報を作成できることを確認することができた。

本試行結果を踏まえ、専門的な自然科学情報（既存の

各種災害情報）と社会生活情報（児童たちが考える地域災害リスク情報）の提案手法の各手順における寄与率について、基準を設けて評価した。寄与率の算定方法とその結果を表-2に示す。手順①ではハザードマップ確認前後の児童による危険箇所選定数で、手順②では抽出した代表地点のハザードマップによる補正状況でそれぞれ評価した。手順③では、地域の災害リスク情報を構成する5項目中、浸水深などの情報を含む項目を自然科学情報、それ以外の児童の意見に基づく項目を社会生活情報とそれぞれみなし、重複を許す形で評価した。なお、ハザードマップを確認した結果に基づく地域の危険性など、間接的にハザードマップの影響を受けた可能性のある項目については自然科学情報として扱っていないため、注意が必要である。手順④では、既存の河川・気象情報の活用を本試行では前提としたため、自然科学情報が100%の寄与率となっている。表-2の各手順における両者の寄与率が示すように、両者の強みを活かしつつ、両者が共生する形で、提案手法が実施されたことを確認した。

(2) 提案手法の社会適用に向けて

試行結果を踏まえ、提案手法の社会制度としての利用可能性を検討する。

2014年3月末時点で、全国におけるハザードマップ整備率は、97%（洪水）、58%（内水）、82%（土砂災害）である¹¹⁾。この状況を踏まえれば、これらの情報を基に、手順①の実施は多くの地域で可能である。課題としては、手順②及び手順③を含め、地域におけるこのような取組実施に向けた気運向上が挙げられるが、2015年に災害対策基本法にボトムアップ型の考え方による地区防災計画制度が導入されており¹²⁾、本手法を実践的な地区防災計画としてのモデル手法として位置づけることで一定の普及が可能である。手順④として、既存の河川・気象情報と地域の災害リスク情報としての関係評価が課題となる。第2で取りあげたように、各種情報は高分解能化により地域性を考慮した利用が可能となってきているが、住民による専門的な情報の評価は容易ではない。そのため、ここでは専門家による支援が必要不可欠と考える。流域雨量指数や浸水雨量指数など高解像度のメッシュ情報の運用も予定されており¹³⁾、中小河川群を含め、今後こういった情報と地域の関係評価が重要となってくる。また、既存の河川・気象情報の枠組みに住民参加の余地を設けることにより、河川・気象情報により地域防災を支援する体制を設ける方法や、洪水ハザードマップ作成時に各種降水条件（各種情報との関係）を評価しておく方法が考えられる。後者について、既存のハザードマップにおいて詳細な降水条件に基づく評価を実施している場合は、その情報を活用する方法も考えられるが、そのような情報がない場合は、過去の地域の状況と降水状況の関係を評価することも一つとなる。また今後検討が重要視されている大規模河川におけるL2想定

における洪水リスク評価の際に¹⁴⁾、このような点を検討することも考えられる。いずれにせよ、社会的に地域防災との連携を念頭に置いた災害リスク評価と河川・気象情報の体制構築が重要と言える。

5. まとめ

本研究では、河川情報などの各種災害情報の社会的な有効活用を促進し、住民による主体的な利用を可能とするための手法として、住民の生活目線の地域の災害リスク情報と既存の河川・気象情報が互いに共生する形で、実践的な災害対応につなげる手法を提案した。

これまで、河川・気象情報においては、基本的には自然科学情報の考え方を前提に情報が形成され、それを前提に社会で情報を利用する環境が構築されてきた。このような専門的な情報であっても、減災に貢献し、一定の効果を挙げてきたことも事実である。しかし、冒頭で取りあげた関東・東北豪雨が示すように住民による利用を考えた際に課題があるのも事実である。そのような課題に対し、情報そのものに利用者である住民が把握している地域性を加味し活用することは、住民の情報を活用した主体的な災害対応を促進する上で重要である。有終西小学校の研究成果は、既存の枠組みの中でも、住民が参画することで、十分にそのような利用方法が可能であることを示している。今回参加した河川管理者や気象台の専門家からは以下のような意見が挙げられた。

- ・各種情報は、利用されて始めて存在意義を持つ。情報を利用してもらうためには、利用者の視点から考えることが不可欠である。
- ・情報（単語）は（大人にとっても）専門的で難しく理解しがたい情報でしょう。しかし、身近な視点からその情報（単語）に触れることで、情報（単語）そのものが身近に起こり得る危険と条件反射的に結びつくのではないかと感じました。
- ・赤根川は将来的に改修する予定の河川です。そのことも踏まえ、県の河川管理者という立場から見ると、子供たちが考えたことは参考になります。

一方、児童からも次のような意見が挙げられた。

- ・身近に通る道などAの時何cm、Bの時何cmなのかわかって大雨の時にどこにひなんすればいいかわかってよかったです。そして、Bの結果で私のしんちょうをこえる所があるなんてびっくりしました。
- ・私たちが周った地域は20cm以内のしん水で最初は安心したけど茶色くにごった水で地面が見えず転んでしまうかもしれない、ということが分かりこわいと思いました。もし本当に災害がここ大野でおきて洪水になってもこの勉強を生かしてあわてずにげたいです。

これらの意見は、まさに河川や気象の専門家側も住民目線での情報を、情報利用や政策検討する上で必要として

いるとともに、利用者側も身近な視点から災害リスクを確認することが災害対応に有効であることを感じていることを示している。

本研究では、専門的な自然科学情報と住民目線の社会生活情報の関係性の視点からアプローチ手法を検討した。今後、実践的に活用する上で、シミュレーションなどの自然科学情報による地域の災害の再現性向上を図るとともに、実際の地域における現象の発現状況などを住民が確認することを通じ、本手法の有効性の検証を進めていきたい。このような実践利用に向けた検証においても、両者は共生可能と言える。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会：大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築に向けて～答申, 2015.
- 2) 池谷浩, 松井宗廣, 吉田真也：21世紀型ハザードマップへの取り組み, 土と基礎, Vol.56-3, pp52-59, 2008.
- 3) 吉井博明：避難勧告・指示と住民の避難行動--水害の被災現場から学ぶこと (特集 近年の災害多発は、わが国の防災をどう変えたのか?), 災害情報, Vol.4, pp.13-22, 2006.
- 4) 清水誠, 高橋和雄, 中村聖三：2009年7月山口豪雨災害における防災機関と地域住民の対応, 土木学会安全問題研究論文集, Vol.5, pp.91-96, 2010.
- 5) 内閣府：関東・東北豪雨における課題・実態と今後の対策の方向性, 水害時の避難・応急対策検討ワーキンググループ第2回ワーキンググループ 資料1, 2015.
- 6) 中北英一：豪雨から見た近年の水害の特徴と将来変化, 土木学会平成26年度全国大会研究討論会資料, 2014.
- 7) 内閣府：地域コミュニティの力を活用した風水害対策の活動事例 (参照年月日：2016年3月29日)
<http://www.bousai.go.jp/fusuigai/sonota/index.html>, 2005.
- 8) 山田文彦, 柿本竜治, 山本幸, 迫大介, 岡裕二, 大本照憲：水害に対する地域防災力向上を目指したリスクコミュニケーションの実践的研究, 自然災害科学, 27(1), pp.25-43, 2008.
- 9) 新井昇：9月8日台風9号災害における小山町の対応について (特集平成22年の災害), 河川, 67(2), pp.42-47, 2011.
- 10) 竹之内健介, 中島秀明, 田中耕司, 中北英一, 矢守克也・養老伸介, 羽生雅則：中小河川群の氾濫解析と気象情報を利用した地域防災計画が想定する災害イメージの事前構築, 土木学会論文集F6(安全問題), Vol.70, No.2, pp.L_37-L_44, 2015.
- 11) 内閣府：平成27年版防災白書, 日経印刷, 2015.
- 12) 西澤雅道, 筒井智士：地区防災計画制度の法制化とその課題に関する考察, 地区防災計画学会誌, Vol.1, pp.42-49, 2014.
- 13) 気象庁予報部：平成27年度予報技術研修テキスト (予報課), 2016.
- 14) 中央防災会議大規模水害対策に関する専門調査会：大規模水害対策に関する専門調査会報告 首都圏水没～被害軽減のために取るべき対策とは～, 2010.

(2016. 4. 4受付)