

水害リスク情報を活用した水防活動に向けて

山本陽子・武内慶了・板垣 修

1. はじめに

近年、毎年のように河川氾濫による人的被害を伴う激甚な水災害が発生しており、水防活動等の減災対策が非常に重要になっている。水害時には水防団員の活躍が報道される一方、全国的には水防団員数の減少や、勤務地が遠隔地であるなど制約があるサラリーマン団員の増加が課題になっている。このような状況を踏まえて、より効果的な水防活動を支援する仕組みの構築が必要であるとの問題認識を持ち実施した「水防活動支援技術に関する研究」(平成29～31年度)の内容を紹介する。なお、全国の専任水防団員数は兼任を含む全水防団員数の1.6%(平成31年時点)であり、ほとんどが消防団員の兼任である²⁾が、本稿では全て「水防団」と表記している。

2. 水防活動の活動実態

2.1 ヒアリング調査による活動実態把握

まず、水防団の活動実態を把握するために、近年洪水時の活動実績がある水防団等のうち10団体の水防団員、市町職員(水防管理者)にヒアリング調査を実施した(表-1、写真-1)。

この結果を踏まえて、水防活動の実態を地域、主体別に時系列で整理した「水防活動実施過程の時系列整理図」(図-1)を作成した。実際には浸

表-1 ヒアリング対象自治体・水防団

- ・宮城県大崎市(鳴瀬川水系、北上川水系江合川)
- ・宮城県涌谷町(北上川水系江合川)
- ・秋田県由利本荘市(子吉川)
- ・新潟県三条市(信濃川、五十嵐川)
- ・埼玉県三郷市(利根川水系江戸川、中川)
- ・岐阜県岐阜市(木曾川水系長良川)
- ・愛知県西尾市(矢作川、矢崎川)
- ・京都府福知山市(由良川)
- ・兵庫県豊岡市(円山川)
- ・徳島県阿南市(那賀川)



写真-1 ヒアリング調査の様子

水経験の頻度や都市化の状況等によって活動は多様であったが、地形・河道特性や活動内容の特徴(表-2)により「地方部 河川中流域」と「都市部 河川下流域」に大きく区分して作成した。

2.2 水害リスク低減に向けた水防活動の考え方

ヒアリング前の研究立案段階では、水防団の活動として、主に水防工法に代表される本川の堤防を守る活動を中心に想定していた。しかしヒアリングの結果、実際の水防団の活動は、本川対応に先立つ内水・支川氾濫への対応や避難誘導、地域によっては土砂災害への対応等、多岐に渡るということを理解して認識を改めた。むしろ本川対応を活動の中心と位置付けている水防団はかなりまれであり、本川以外の活動に忙殺されて本川の活動まで手が回らないとの指摘があった地域もあった。しかし今後も多発すると予想される施設規模を超える外水氾濫の可能性まで視野に入れて水害リスクを低減するためには、内水・支川の対策を極力効率化することにより本川の対応時間を確保することがより重要になってくると考えられる。

3. 情報提供による水防活動効率化支援

3.1 支援策の検討

ヒアリングを通して抽出された問題に対して、解決に寄与しうると考えられる支援策を検討した。

(1) 避難誘導の優先箇所情報の提供

特に戸別訪問を行っている地方部の水防団では、

表-2 地形・河道特性と水防団の活動内容の特徴

	「地方部 河川中流域」	「都市部 河川下流域」
地形・河道特性による活動時間の制約	大河川の中上流部で本川の水位上昇速度が早く、また内水浸水、支川氾濫もほぼ同時に発生するため、活動可能な時間が短い	本川の水位上昇速度が遅く、内水→支川→本川対応が時間を追って発生するため、活動時間は相対的に余裕がある
実施する活動の実質的な判断	水防団が地域を熟知しており、どのような水防活動を実施するかは水防団が自立的に判断して自治体に提案していることが多い	指示命令系統が明確であり、水防団は自治体・消防本部からの指示に従って活動していることが多い
活動内容	本・支川、内水対応以外に、土砂災害や住民からの救助要請対応等、多様な活動を実施	自治体職員、消防署職員との役割分担により、水防団は本支川、内水対応に集中する
避難誘導	避難誘導は、各戸への戸別訪問が多い	人口が多いため、避難誘導は広報車からの呼び掛けが多い
救助活動	消防署を補助して内水浸水・支川氾濫の孤立者の救助活動を実施する場合もある	本川氾濫までは浸水深が小さいため救助が必要とならない

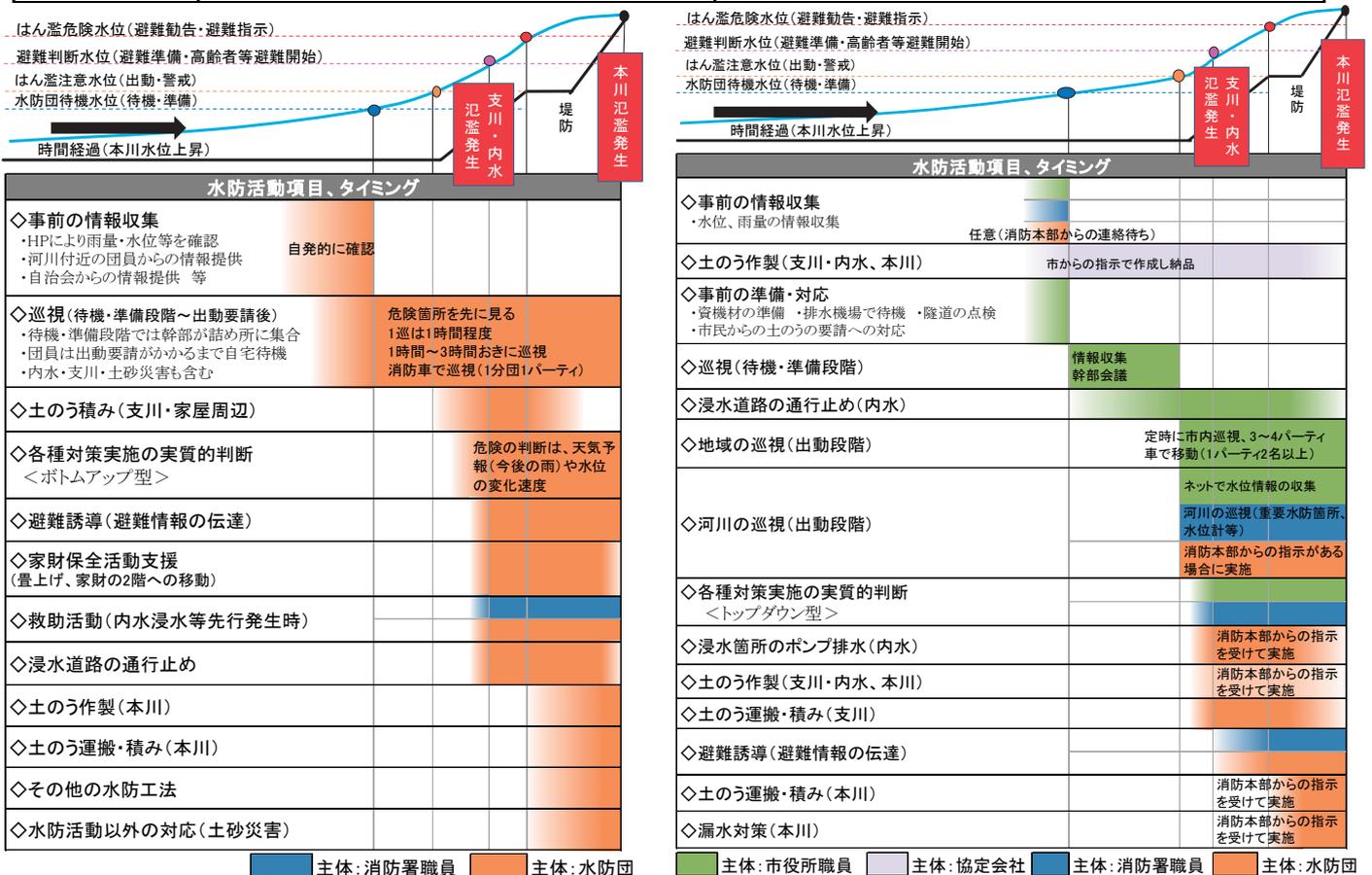


図-1 水防活動実施過程の時系列整理図 一部抜粋 (左:「地方部 河川中流域」、右:「都市部 河川下流域」)

全住民への戸別訪問や避難誘導に時間を要し、それ以外の活動に手が回らない可能性があるとの指摘があった。これに対して開発した「人的被害の起こりやすさに着目したリスク情報図」を3.2で紹介する。

(2) 支川水位情報の提供

支川の情報は本川に比べて少なく、浸水頻度の高い「地方部 河川中流域」では過去に浸水のあった箇所を集中的に巡視している、また「都市部 河川下流域」では、支川の土のう積みは想定していない、または重要水防箇所等に限定してい

るとの回答があった。この場合、想定していた箇所以外からの氾濫が把握できない恐れがある。例えば危機管理型水位計の設置によるリアルタイム水位等、支川の水位情報を活用することにより、早期に危険箇所が把握でき、土のう積みや避難誘導を開始することが可能になると考えられる。

(3) 浸水箇所情報の提供

本川の氾濫に先立って、支川氾濫や内水氾濫による浸水が、避難や水防活動の妨げになることが多い。国土技術政策総合研究所で開発している浸

水予測システム³⁾を導入することにより、支川・内水を含めた浸水状況を把握し、浸水が予測される家屋から先に避難誘導を開始する等の機動的な対応が可能になると考えられる。

(4) 本川の危険情報の事前提供

出水中は支川・内水対応等、水防活動が多岐に渡るため、本川の活動にまで手が回らないとの指摘があった。本川の縦断水位予測情報の提供により越流箇所や規模が予測できれば、予め土のうを積む、避難を呼びかける等の対応が可能になると考えられる。

3.2 人的被害の起こりやすさに着目したリスク情報図の作成

本川の氾濫に先立ち、内水や支川氾濫が生じているのが一般的であり、避難誘導にあたって経路が浸水していることで避難の呼びかけや避難行動に支障をきたす場合がある。そのため、内水・支川氾濫によって避難が困難になりやすく、かつ本川氾濫による浸水深が大きく人的被害の発生しやすい高リスク地区から先に避難誘導することにより効果的に被害防止を図ることができる可能性がある。このような高リスク地区を抽出するため、内水浸水域と本川浸水域を重ね合わせた「人的被害の起こりやすさに着目したリスク情報図」(図-2、以下「リスク情報図」という。)の作成手法を開発し、一級河川と支川の合流点のモデル地区(2.45km²、40世帯、図-2)を対象にリスク情報図を作成した⁴⁾。なお試算⁴⁾によれば、リスク情報図を活用して高リスク地区から優先的に避難誘導した場合、高リスク地区の避難誘導に要する時

間は117分間から85分間へ約30分短縮可能であった。リスク情報図により、高リスク地区の人的被害リスクを効果的に低減するとともに、避難誘導に要する時間の短縮により得られた時間を本川の対応等の活動に充てられることが期待される。

3.3 支援策の複合的な効果の試算

効果の評価指標として避難成功世帯数を設定し、「地方部 河川中流域」、「都市部 河川下流域」の2地域を対象に、3.1(1)～(4)の支援策を組み合わせ実施した場合の効果を試算した。

(1) 「地方部 河川中流域」

3.2と同じモデル地区を対象にした。内水浸水予測情報に基づき30分早く避難誘導を始めるとともに、リスク情報図に基づき高リスク世帯から優先的に避難誘導を行う。また水位情報に基づき本・支川の土のう積みにより越水開始時間を遅らせることができると仮定した。

試算の結果、本川の水防団待機水位からピーク水位までの間の水防団ののべ活動量(人・時間)は2%の増加に留まる一方で、避難成功世帯数を1.3倍に増加させ、自宅での浸水孤立世帯数を6割に減少させることができた。30分早く避難誘導を開始することによる内水浸水前の避難と、リスク情報図による高リスク地区の優先的な誘導の組み合わせによる効果が高い。さらに支川の土のう積みは、本川氾濫直前の氾濫面積を63%、氾濫水量を45%に減少させ、避難成功率を高める。一方、本川堤防の土のう積みは越水時間を遅らせるが、その分、避難誘導を行う水防団の人員が減るために避難成功世帯を増やす効果は限定的だった。

(2) 「都市部 河川下流域」

一級河川本川下流域平野部のモデル地区(3.34km²、8,701世帯)を対象にした。水防団は避難勧告が発令されるまでは地域住民の要請による内水対策等に従事し、避難勧告時点から避難誘導を開始するが、水位予測情報(本川9時間前、支川1時間前)に基づく土のう積みの効果により本川氾濫開始が遅くなり、避難誘導可能時間をより長くできると仮定した。ここで避難誘導は、道路冠水深が30cm未満であれば消防車両(20km/h)、道路冠水深が30cm以上の場合はボート(2km/h)から避難を呼びかけ、半径100m以内の世帯のうち1/10が避難を開始する(誘導率10%)としている。

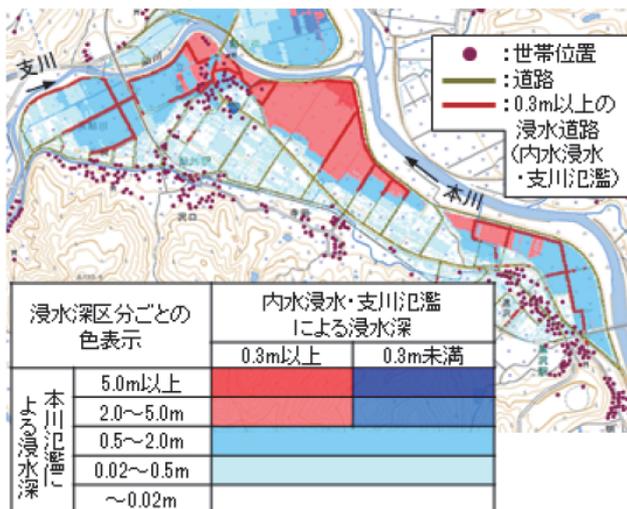


図-2 人的被害の起こりやすさに着目したリスク情報図(赤で表示されるのが高リスク地区)

試算の結果、水防団ののべ活動量（人・時間）の増加は4%だった一方、避難成功世帯は1.8倍に増加した。本支川の土のう積みにより浸水や氾濫開始時間を遅らせ、避難時間を延長できた効果が大きかった。ただし、全ての世帯に避難を呼びかける時間は確保できたが、その時点で内水による浸水深が30cm以上に達していることにより避難所にたどり着けない世帯が35%残存した。避難呼びかけを遅らせる要因として、避難呼びかけ、ポンプ排水の両方に必要な消防車両の不足が抽出され、浸水の恐れのない地域等からの車両の借用が有効と考えられる。

4. 水防活動支援情報共有システム構築

以上の成果の社会実装を目指して、水防団と自治体・河川管理者等がリアルタイムで情報共有する「水防活動支援情報共有システム（仮称）」（図-3）の研究開発を現在進めている。令和2年度は、いくつかの市でプロトタイプシステムを構築しており、主な機能としては下記を考えている。

(1) リアルタイムの水防活動状況の共有機能

水防活動の活動位置や現場写真を地図上で一元的に共有する。また、対応の履歴を時系列（クロノロジー）で表示する。

(2) 水防活動の現場に必要な情報の共有機能

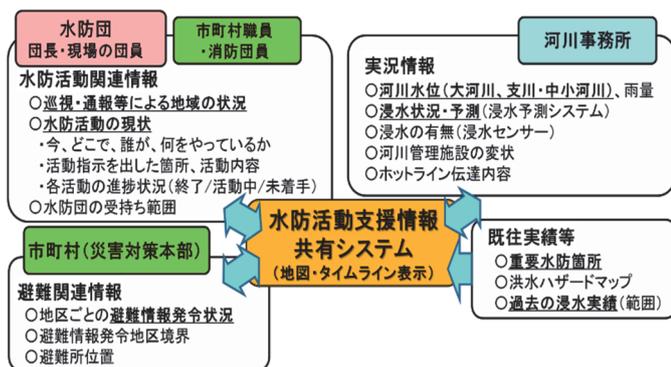


図-3 水防活動支援情報共有システムの共有情報(案)

河川水位や降雨等の現況の他、重要水防箇所や洪水浸水想定区域、過去の浸水実績等、現場状況の把握と活動の意思決定に必要な情報を地図上に選択表示可能とする。

5. まとめ

モデルケースの試算からは、事前の浸水リスク情報の把握による避難誘導の優先順位付けと、本支川水位・浸水予測情報等を共有することによる早期の水防活動開始が、人的被害低減に効果的であることが示された。一方で、水防工法実施、ポンプ排水と避難誘導など複数の活動間で人員や資材（車両等）が競合すると、それぞれの活動が十分に効果を発揮できない場合があることから、人員・資材の配置や他地域との連携体制が課題となる。引き続き水防団と関係機関の情報共有の円滑化等の研究開発を進めてまいりたい。

謝 辞

ヒアリングにご協力いただいた水防団、自治体、河川事務所の皆様、モデル地域としてご協力いただいている皆様に御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 武内慶了、板垣修：地域が丸となって対応する"水防活動"を"支援"する"技術"、国総研レポート、2020、<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/2020report/ar2020hp023.pdf>
- 2) 国土交通省：水防の基礎知識、表-6、<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/kitotishiki/index2.html>
- 3) 板垣修、瀬能真一：浸水予測システムによる都市浸水時の被害・混乱防止対策、土木技術資料、第62巻、第1号、pp.10～15、2020
- 4) 武内慶了、小林正和、板垣修：水防活動実態の把握及び避難誘導に着目した水防活動支援技術の提案、河川技術論文集、第25巻、2019年6月

山本陽子



国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究部水害研究室 主任研究官
YAMAMOTO Yoko

武内慶了



研究当時 国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部水害研究室
主任研究官、現 国土交通省中国地方
整備局出雲河川事務所事務所長
TAKEUCHI Yoshinori

板垣 修



国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究部水害研究室長
ITAGAKI Osamu