

ワークショップを通じた避難情報発令プロセスの可視化

折橋 祐希¹⁾・鈴木 進吾²⁾・丸山 喜久³⁾・浦川 豪⁴⁾

- 1) 兵庫県立大学 大学院減災復興政策研究科 e-mail: hb20z001@stdrg.u-hyogo.ac.jp
- 2) 防災科学技術研究所 災害過程研究部門 e-mail: shingosuz@bosai.go.jp
- 3) 千葉大学 大学院工学研究院 e-mail: ymaruyam@faculty.chiba-u.jp
- 4) 兵庫県立大学 大学院減災復興政策研究科 e-mail: g_urakawa@hq.u-hyogo.ac.jp

本研究では、基礎自治体の職員を対象としたワークショップを通じて、避難情報発令判断は、降水量、洪水・土砂ハザード、河川水位情報を確認するというプロセスを経ることを明らかにした。また実務者の議論を通して、主要河川の越水、溢水の危険性が低いと考えられる場合は、過去の災害履歴に基づき支流の越水、溢水の危険性を考慮し、高齢者人口の高い地域、避難場所の立地等被害の暴露を検討することが明らかになった。

Key words : 災害対応, 避難情報発令, 意思決定, ワークショップ

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年、わが国では毎年のように豪雨による水害・土砂災害が発生している。住民の命を守るための避難行動を促すことを目的として、市町村による避難情報の発令が行われている。しかし、刻々と変わる状況の中で、適切なタイミングで適切な範囲に発令することは困難であり、発令判断を支援するような具体的な方策についてはこれまでも議論がなされてきた¹⁾。本研究では、そうした方策の前提となりうる、避難情報の発令業務の具体的な判断プロセスを明らかにする。

(2) 手法

基礎自治体を対象に、過去の災害を踏まえた仮想シナリオをもとに発令判断を実施するワークショップ(発令判断ワークショップ)を実施する。どのような情報を参照し、優先度を考え、どのタイミングで、どこの地域に、どのような種別の避難関連情報を発令したのかをシステムログ、ワークショップ時の音声データ、ならびに GIS(地理空間情報システム)を活用し可視化した。過去の災害事例において、実際に発令された範囲との比較から考察した。災害シナリオと参照情報の閲覧については、戦略的イノベーションプログラム(SIP)で開発中の市町村災害対応統合システム(IDR4M)を活用した²⁾。IDR4Mは、AI技術を活用し、災害時の市町村の適切なタイミング・範囲での避難指示などの発令判断を支援するシステムである。これまでに発令判断の際に用いられていた降水量や河川水位等の参照情報以外に、浸水ならびに土砂災害の発生リスクに関する情報(災害リスク)、それらを加味しどのエリアにどのレベルの発令を実施するべきかを示す判断支援情報が搭載されている。

(3) 対象

対象となる事象は平成30年7月豪雨、自治体は兵庫県加古川市とした。加古川市は播磨平野の東部に位置し、一級河川である加古川が貫流しており、浸水と土砂災害の危険性がある。平成30年7月豪雨では、指定避難所を13か所開設し、最大で197世帯479名が避難した。7月5日から8日にかけての累積雨量は328mmとなり、7月5日には1時間雨量26mmを観測した。加古川市内中部の国包観測所では、氾濫危険水位を超える4.73mを観測した。

2. 発令判断ワークショップの概要

(1) ワークショップの設計

a) IDR4M を活用した避難関連情報発令・解除プロセスの実施

平成30年7月豪雨と同等規模の災害シナリオにおいて、2つの時間断面を設定（①レベル3を発令、②レベル4を発令する可能性が高い2つの時間断面を設定）し、避難関連情報発令判断に係わる複数の自治体実務者が同時に避難関連情報発令判断とIDR4Mへの情報登録を実施した。今回は①を平成30年7月5日22時、②を同7月6日0時とした。前提として、夜間における対応など、実時間に置き換えた際への時間帯における業務へは考えないものとした。

b) 判断プロセスの記録（ログ）の可視化による実務者個別判断のふりかえり

a)の操作において、IDR4Mに格納されている情報から、地図操作画面での操作と避難関連情報発令画面における避難準備・高齢者等避難開始、避難勧告・避難指示（緊急）を発令・解除した情報とをシステムログとして出力する。収集されたログ情報は時系列に解析され、時系列にどのレイヤーをどれだけ確認したのかについての解析結果を可視化する。併せて実務者は、付箋に判断根拠を書き出し、個々の発令判断プロセス・結果を可視化し、判断根拠を整理した。

c) 合意形成

実務者の発令判断結果、判断根拠をもとに参加者全体で書き出した個別の付箋を出し合い、全体で体系化した。

(2) 開催日時

日時：令和3年9月28日（火）14:00～16:00

場所：加古川市役所消防庁舎4階 作戦会議室

(3) 参加者

加古川市からはA部長(防災実務経験1年・消防事務)、B係員(防災実務経験4年・行政事務)、C課長(防災実務経験3年・行政事務)が参加し、判断を実施した。B係員のみ平成30年7月豪雨の際に、災害対応を経験している。

3. 発令判断ワークショップの結果

(1) 7月5日22時時点における個別の判断結果（B係員）

B係員の22時時点での発令について、閲覧情報に関するログを図1にて、フローチャートを図2に示す。閲覧ログの上部は閲覧した各情報を示し、下部は発令を実施した区域(赤はレベル3、紫はレベル4)を示す。なお開発

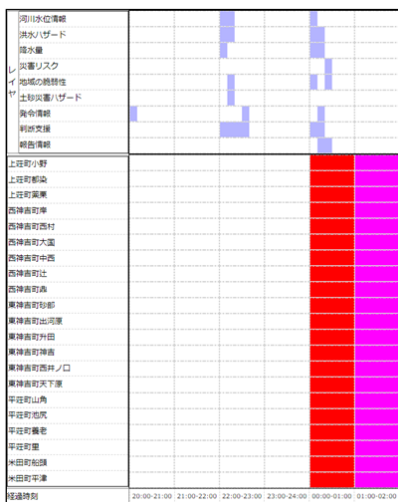


図1 閲覧ログ(22時・B係員)

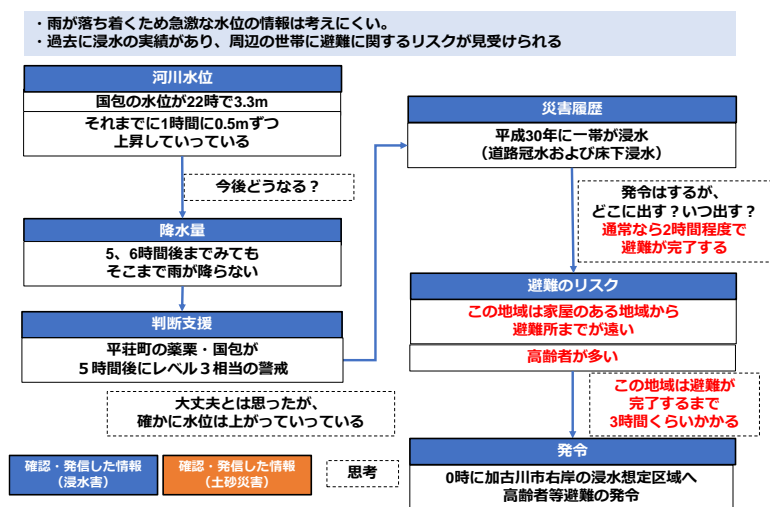


図2 判断プロセス(22時・B係員)

段階のため、一部発令地域については表示されない区域も存在した。まず河川水位を確認し、市内中心部近くに設置され、加古川市内における主要な水位観測所である国包の水位状況を確認した。河川水位が微増している状況を受け、5、6 時間後の降水予測を確認したところ、雨が落ち着くため急激な水位の情報は考えにくいと考えた。次に判断支援情報を確認したところ、加古川の右岸にあたる平荘町の菓栗・国包が 5 時間後にレベル 3 相当の警戒が見受けられた。その地点は、平成 30 年に一帯が道路冠水ならびに床下浸水したため、発令を実施する方向で考えた。続けて、避難のリスクから発令時間ならびに発令レベルを検討した。避難にかかる時間について、通常なら 2 時間程度で完了すると想定したが、発令を検討する地域については家屋がある地域から避難所までが遠いこと、高齢者が多いことから、通常よりも時間がかかることが予測された。結果、過去に浸水の実績があること、周辺の世帯に避難に関するリスクが見受けられることから、2 時間後の 7 月 6 日 0 時時点で、判断支援情報が見受けられた平荘町よりも広い範囲にあたる、加古川市右岸の浸水想定区域へ高齢者等避難の発令を決定した。

(2) 7 月 5 日 22 時時点における個別の判断結果 (C 課長)

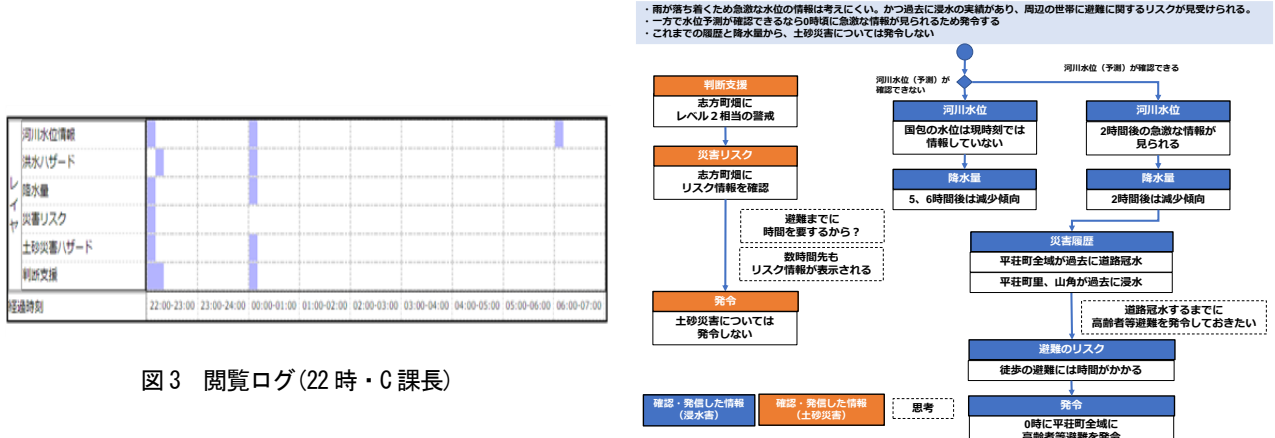


図 3 閲覧ログ (22 時・C 課長)

図 4 判断プロセス (22 時・C 課長)

C 課長の 22 時時点での発令について、閲覧情報に関するログを図 3 にて、フローチャートを図 4 にて示す。C 課長は、土砂災害に関する状況から確認した。市内北部の志方町において判断支援ならびに災害リスクを確認し、多少のリスクが見受けられた。山間部のため避難までに時間を要するためであると判断し、これまでの災害履歴と降水量から、土砂災害については発令しないという判断を行った。浸水害についても同様に、判断支援情報を確認し、加古川右岸の平荘町の一部で 5 時間後に判断する必要性が現れた。現状、IDR 4 M 内では、河川水位は実況値のみ確認が仕様となっているが、B 課長は予測値が確認できた場合における判断も実施した。加古川の国包地点の河川水位は上昇しておらず、降水予測についても 5、6 時間後には減少傾向であったため、発令を実施しない判断を行った。水位予測が可能である場合について、2 時間後の値に急激な上昇が見られたが、降水量に関しては、2 時間後には減少傾向に至っていた。該当する加古川右岸の平荘町においては、過去に道路冠水、一部住家の浸水があった。そのため、避難のリスクを鑑みた際に、道路冠水が発生した際には避難に時間がかかると判断し、2 時間後の 7 月 6 日 0 時に右岸側の浸水想定区域の一部にあたる平荘町全域に高齢者等避難の発令を行った。

(3) 7 月 6 日 0 時時点における個別の判断結果 (A 部長)

A 部長の 0 時時点での発令について、閲覧情報に関するログを図 5 にて、フローチャートを図 6 にて示す。まず判断支援情報を確認し、加古川右岸ならびに左岸にレベル 4 相当の発令の必要性を確認した。次に河川水位を確認し、加古川国包地点の水位が増加傾向にあり、上流である大島地点(小野市)も同様に増加傾向にあることを確認した。降水量の予測値が今後は減少傾向にあったことから、加古川の急激な河川水位の上昇の可能性は低いが、累積雨量からみてそれなりに上昇傾向にはあると判断した。対象となる地域に関しては過去に浸水している地域では

レイヤ	河川水位情報			
	洪水ハザード			
	降水量			
	土砂災害ハザード			
	発令情報			
判断支援				
加古川町大野				
平荘町池尻				
平荘町里				
経過時刻		00:00-01:00	01:00-02:00	

図5 閲覧ログ(0時・A部長)

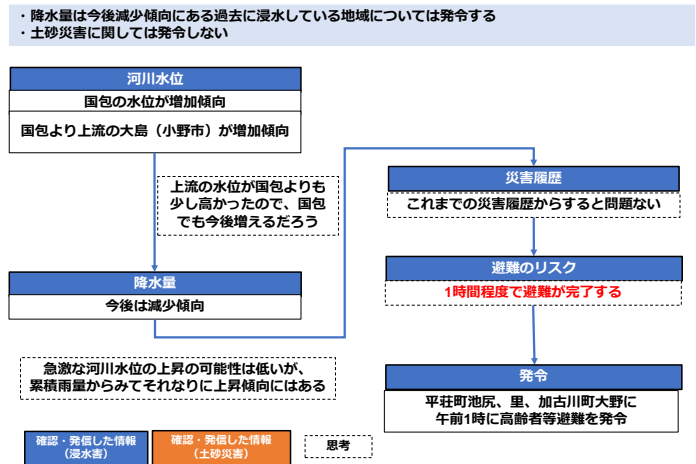


図6 判断プロセス(0時・A部長)

あるが、すぐ大きな被害には至らない、加えて避難に関しても1時間程度で完了するとの見込みから、1時間後の7月6日1時に高齢者等避難の発令を決定した。

(4) 7月6日0時時点における個別の判断結果 (B係員)

B係員の0時時点での発令について、閲覧情報に関するログを図7にて、フローチャートを図8にて示す。まず河川水位を確認し、加古川の国包時点での推移が避難判断水位である4.3mに到達していることを確認した。続けて降水量を確認し、今後予想される雨量が5mmから10mmであった。そのため、加古川の堤防が決壊するまでには至らないこと、0時時点で避難所開設と高齢者等避難の発令を実施していることから避難指示への移行が円滑に進むと判断したことから、加古川右岸の浸水想定区域に避難指示を発令した。なお、通常なら全域での発令を実施するが、判断支援情報に従って、区域を絞った形で発令が行われた。土砂災害に関しては、土砂ハザードにて市内北部の志方町にてレベル3相当の情報が示されていた。その後、降水量を確認し、0時段階の実況値が20mm程度で、かつ6時間程度は5mm程度あった。「50mmとか80mm程度の雨が降る」、もしくは「20mm程度の雨がずっと降ら降り続く」という基準から見ると、被害の発生はあまり見込まれないと判断した。また人家を加味し、警戒は行うが発令は行わないとした。

レイヤ	河川水位情報								
	洪水ハザード								
	降水量								
	災害リスク								
	地域の脆弱性								
	土砂災害ハザード								
	発令情報								
	判断支援								
	経過時刻								
	経過時刻		20:00-21:00	21:00-22:00	22:00-23:00	23:00-24:00	00:00-01:00	01:00-02:00	

図7 閲覧ログ(0時・B係員)

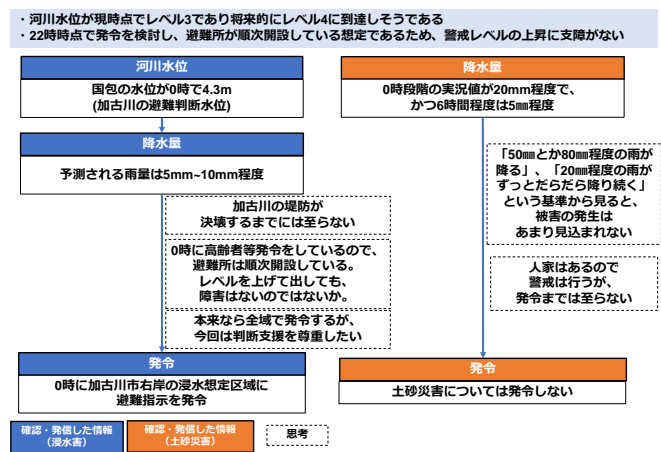


図8 判断プロセス(0時・B係員)

(5) 7月6日0時時点における個別の判断結果 (C課長)

C課長の0時時点での発令について、閲覧情報に関するログを図9にて、フローチャートを図10にて示す。まず判断支援を確認し、加古川下流について左岸を中心にレベル4相当の発令の必要性を確認した。下流に関しても発令の必要性が示されていたが、これまでの災害履歴から必要はないものと判断した。次に河川水位の実況値のみで判断する場合、加古川の国包地点が0時時点の河川水位が4.3mであったため、実況値のみなら、加古川左岸に

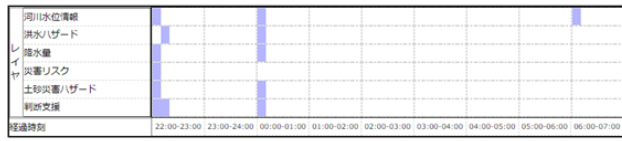


図9 閲覧ログ(0時・C課長)

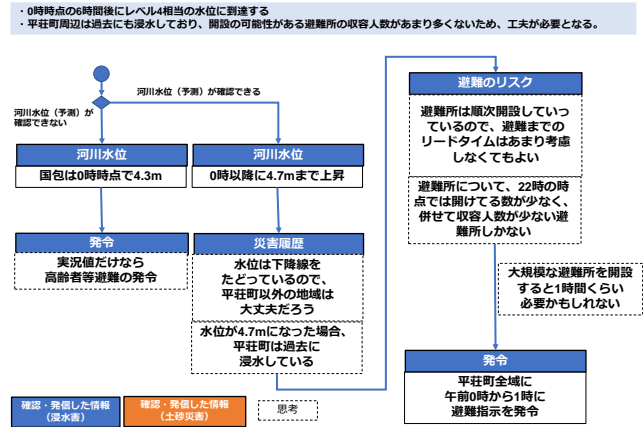


図10 判断プロセス(0時・C課長)

対して高齢者等避難を発令するものとした。一方で河川水位の予測値が確認できた場合、国包地点の水位が6時以降に4.7mまで上昇することが確認できた。高齢者等避難を発令した地点について、水位は下降線をたどっているため、加古川右岸の浸水想定区域の一部である平荘町地点の地域は問題ないが、4.7mに到達すると平荘町は浸水する可能性があるとして判断した。次に避難のリスクについて検討した。避難所については順次開設しているため、住民の避難までのリードタイムはあまり考慮する必要はないとした。ただ現段階では開設している避難所が限定的であり、収容人数が少ないものしかないため、規模の大きい避難所を開設するとなると、対応までに1時間程は要すると思った。結果、平荘町全域に対して、1時間後の7月6日1時に平荘町全域に避難指示の発令を決定した。

(6) 夜間帯における発令

時間を加味した発令判断について、災害シナリオ規模の場合、参加した3者とも、越水、破堤の可能性が低いため、夜間・深夜帯でも発令しないとされた。災害シナリオ以上の被害が見込まれる(加古川の越水、破堤が観測される)場合、A部長とC課長については、夜間ならびに深夜帯においても発令する可能性があるとした。B係員は、加古川の水位がレベル3もしくは4相当を確実に超過するならば、夜間・深夜帯でも発令する可能性があるとした。また加古川支流の西川ならびに草谷川については、過去に浸水の実績があるため、特に注視しているエリアであることが明らかになった。

(7) 判断結果と実績の比較

ワークショップにおける判断結果と実際の発令結果について、図11にて、レベル3相当の発令結果、図12にてレベル4相当の発令結果をそれぞれ可視化したものを示す。平成30年7月豪雨時の加古川市は、当時のレベル3相当である避難準備・高齢者等避難開始と当時のレベル4相当である避難勧告が発令された。それぞれの発令範囲においては、加古川市の内部資料を参照した。発令レベルについて、現在のレベル3である高齢者等避難と避難準備情報を赤色、現在のレベル4である避難指示を、避難勧告と同じとみなして紫で表現している。レベル3においては、自主避難所として開設されていた各公民館が指定避難所に移行し、避難対象は9,512世帯、22,265人となった。発令地域と避難所の立地について、灰色が塗られている面については発令地域を示すが、内部資料に明確な発令地域の記載がなかったため、公民館等の指定避難所を含む大字を発令地域と仮定して作成した。行政区域は、e-stat内の国勢調査小地域(2015)を使用した。赤枠で囲まれた区域は、ワークショップ時にレベル3が発令された範囲を示す。黒枠は共通して発令された区域を示し、今回は加古川右岸の浸水想定区域の一部である平荘町の一部地域であった。レベル4では、6小学校・3中学校の避難所が新たに開設され、避難の対象は67,843世帯、160,589人となった。同様に明確な発令地域が記録になかったため、e-stat内の洪水浸水想定区域(計画最大規模・2012)を含む行政区域内の全大字の世帯及び住民数を算出し、その数が67,638世帯178,206人であり、近い数字であったため、仮の発令地域として示した。紫枠で囲まれた区域は、ワークショップ時にレベル4が発令された範囲を示す。黒枠は共通して発令された区域を示し、今回は加古川右岸の浸水想定区域の一部である平荘町一帯であった。レベ

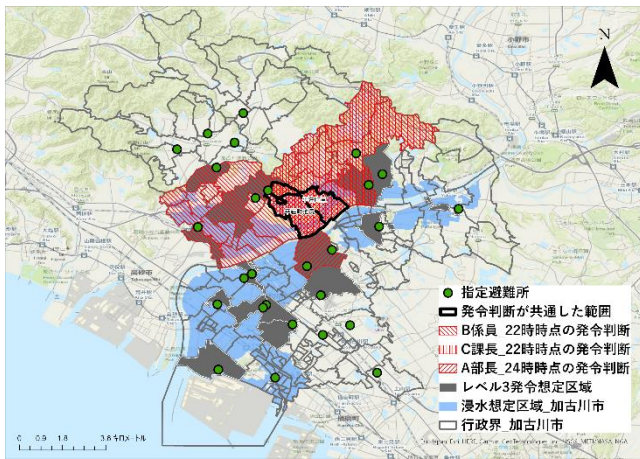


図 11 判断結果と実績の範囲比較(警戒レベル 3 相当)

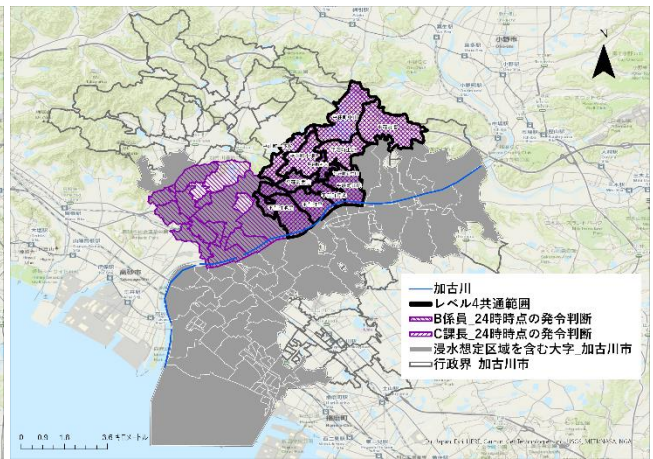


図 12 判断結果と実績の範囲比較(警戒レベル 4 相当)

ル 4 についても同様に、発令地域が限定されていることが明らかになった。

4. まとめ

本ワークショップでは、平成 30 年 7 月豪雨相当の降雨シナリオをもとに発令判断を実施した。発令地域に関しては、一部地域は三者間で異なったが、おおむね加古川右岸の浸水想定区域を含む大字となり、過去発令されたと推定される範囲よりも限定的となった。これらは判断支援情報の影響によるものと推察できる。発令までの時間についても、避難所開設にかかる時間、地域住民が避難に要する時間、避難行動の際に起こりうる危険性が影響し、1 時間程度の差が生まれた。判断プロセスについては、図 12 のように判断支援情報を確認し、土砂災害による危険性が低いことを判断

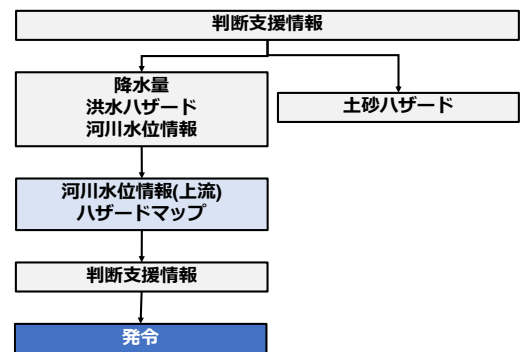


図 12 発令判断プロセス

し、洪水に係わる避難情報発令判断を行った。その際、降水量、洪水ハザード、河川水位情報を確認し、再度、判断支援情報を確認するというプロセスを経て、発令を判断した。実務者の議論を通して、主要河川の越水、溢水の危険性が低いと考えられる場合は、過去の災害履歴に基づき支流の越水、溢水の危険性を考慮すること、その際、高齢者人口の高い地域、避難場所の立地など被害の暴露を考慮することが明らかとなった。越水、溢水の危険性が高いと考えられる場合は、流域の広い地域に避難関連情報を発令した。また、ワークショップ中に見られた土砂災害における降水量と判断の関係性のよう、実務者が業務に活用している暗黙的な知見を明らかにするとともに、それらを実務者同士で共有する機会にもなった。避難情報の発令のような、正解のない判断を伴う業務を実施するためには、組織的な判断を、構成員のそれぞれが理解し先回りするような組織文化の構築が求められる³⁾。平常時から実践していくための手段として、継続的な研修の実施が求められる。

参考文献

- 1) 令和 3 年 7 月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会：令和 3 年 7 月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難のあり方について（報告）、令和 4 年 2 月
- 2) 防災科学技術研究所、国家レジリエンス研究推進センター、市町村災害統合システム開発、<https://www.bosai.go.jp/nr/nr7.html>
- 3) 折橋祐希・浦川豪(2021)：効率的な災害対応を実施するための意思決定手法の検討、都市防災研究論文集、第 8 巻、pp.55-