

河川砂防技術研究開発【成果概要】

| | | | |
|---|---|-------------------------|-----------|
| ①研究代表者 | 氏名 (ふりがな) | 所属 | 役職 |
| | 竹之内 健介 (たけのうち けんすけ) | 香川大学 創造工学部 | 准教授 |
| ②研究テーマ | 名称 | ローカル観測の地域防災への浸透過程に関する分析 | |
| ③研究経費 (単位: 万円) ※端数切り捨て。 | 令和3年度 | 令和4年度 | 合計 |
| | 198.0 万円 | 199.6 万円 | 397.6 万円 |
| ④研究者氏名 | (研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。) | | |
| 氏名 | 所属機関・役職 (※令和5年3月31日現在) | | |
| 松田 曜子 | 長岡技術科学大学・准教授 | | |
| 田中 耕司 | 大阪工業大学・特任教授 | | |
| | | | |
| ⑤技術研究開発の目的・目標 | (様式河提地-2、河提地-3に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。) | | |
| <p>(目的)</p> <p>近年、中小河川などを中心に危機管理型水位計の設置が進められ、河川水位の高密度観測網が構築されつつある。しかし、これらの水位計設置が進む一方で、その利用方法の議論は十分に進んでおらず、状況把握に留まっている場合も多い。このような地域性の高いローカル観測は、行政だけでなく地域防災における活用においても有効であり、ローカル観測を地域防災にどのように浸透させていくか検討することは、水害時における住民の避難を考える上でも、重要な課題と言える。</p> <p>本研究では、ローカル観測の地域防災への浸透を図る中で、住民の観測データに対する意識の変化を分析するとともに、その結果を踏まえ、今後さらに充実していくと考えられるローカル観測の地域防災への活用手法の提案を行う。</p> | | | |
| <p>(目標)</p> <p>本研究では、危機管理型水位計が既に設置されている三重県伊勢市を対象にモデル地区を設定し、住民や行政と連携しながら、危機管理型水位計によるローカル水位情報の利活用について議論を行うとともに、地域防災における実践的な活用を図る。その過程において、住民がローカル水位情報にどのような意識を持つようになっていくか、また地域防災にローカル水位情報がどのように位置づけられていくか、地域の水害に対する地域住民の意識 (ローカルナレッヂ) とローカル水位情報の調和状況を、災害文化やリスク認知の観点からローカル水位情報の地域防災への浸透過程として分析する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 危機管理型水位計に関する利用状況調査 2) モデル地区におけるローカル水位情報の活用手法の検討 3) モデル地区におけるローカル水位情報の浸透状況の定期調査 <p>またモデル地区における降雨-流出特性を評価し、降雨-水位-ローカルナレッヂの整合性を確認することで、危機管理型水位計の地域防災における活用を図る上で、その設置環境にどのような条件が求められるか確認する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) 危機管理型水位計の降雨反応特性の分析 <p>これらのモデル地区における結果を基に、他地区への適用可能性も評価しながら、ローカル観測を地域防災へ浸透させる上での有効な手法や留意点をまとめる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) 他地区における適用可能性の検討 6) 危機管理型水位計の地域防災における効果的な活用手法の検討 | | | |

⑥研究成果

(具体的にかつ明確に記入下さい。4ページ程度。)

2年目の研究成果を中心に本研究全体の成果を大きく4つの視点からまとめる。

1) 利用状況の実態調査

1年目に危機管理型水位計の利用状況把握のため、三重県内の地方自治体と伊勢市内の自治会を対象に、危機管理型水位計の利用状況に関する質問紙調査を実施した。結果、自治体調査では93%で業務に活用されていたが、自治会調査では逆に96%で活用事例が確認されなかった。危機管理型水位計の有効性については、自治体・自治会ともに認める一方、自治会においては、活用方法への理解や議論が進んでいない状況が確認された。

2) モデル地区における取り組みと地域での利活用の浸透状況

関係機関との調整の上、三重県伊勢市汁谷川下流域の8自治会(2,257世帯5,131人(2020年9月30日時点)；図1)をモデル地区として、危機管理型水位計の活用に向けた「汁谷川みんなで地域観測プロジェクト」の取り組みを実施した(今後、令和5年度以降も継続予定)。汁谷川は、一級河川宮川の支流に当たり、流路面積11.68km²、流路延長3.7km、河川勾配1/1000の中小河川である。取り組みとして、ワークショップや防災訓練などによる自治会を中心とした地域の取り組みと、LINEアプリのオ



図1 モデル地区(三重県伊勢市汁谷川下流域)



図2 地域における取り組み(左)およびLINEによる取り組み(右)の様子

表1 モデル地区における取り組み結果

| 自治会名 | WS | 設定した活用テーマ | 防災訓練 | 今後の目標 |
|------|----------------|----------------------------|-----------------|--|
| 掛橋 | 6月11日 (20名) | 地域の状況を共有し、行動するタイミングを決める。 | 10月16日 (17名) | グループラインの作成(まずは組長ライン、その後住民へ)。大雨時にコンビニの駐車場を貸してもらえるように連携。 |
| 下小俣 | 6月25日 (17名) | いつ行動をするのか、どうやって情報伝達をするのか。 | 10月23日 (18名) | できるだけ多くの人に水害について関心を持ってもらう。高齢者や要支援者のことを気にする。 |
| 第一部 | 6月25日 (26名) | 情報を入手し地域で共有する。住民の避難に結びつける。 | 10月16日 (30名) | 災害時要支援者に関する地域体制の整備、ケア方法 |
| 高畑 | 5月29日 (8名) | 共通の危険認識と行動 | 10月30日 (5名) | 情報伝達と避難に対する共通認識を地域の中で作っていく。 |
| 中小俣 | 2月27日 (26名) | 要援護者リストを活用し、要援護者の避難補助する。 | 10月23日 (23名) | 定期的な議論を通じて要支援者の支援体制を検討していく。 |
| 松倉 | 6月11日 (20名) | 災害時の松倉自治区の行動手順の確認と避難のタイミング | 10月2日 (13名) | 各班長による避難者数や避難場所の確認(城田地区との避難連携)。水害おせっかい隊の実施。 |
| 宮前 | 6月25日 (22名) | 情報を収集・共有し、避難ルールにつなげる。 | 10月30日 (22名) | 人が集まる機会を設定し、防災の取り組みについて深く踏み込む。 |

オープンチャット機能を活用した情報共有による個人を中心とした取り組みを実施した。

まず地域の取り組みについて、1年目は新型コロナウイルスの感染拡大の影響により実施時期が予定より遅れる形となったが、2年目は予定どおり各地区における取り組みを実施することができた。2年目の取り組み状況を表1および図2左に示す。1自治会は、従来から自治会としての活動が難しいとの意向があり、7自治会で実施した。内容としては、水位情報を地域でどのような目的で活用していくかというテーマ設定を行うワークショップ（WS）と、まち歩きをしながら洪水発生時の状況を地域目線で確認し、コミュニティタイムラインの案を検討する訓練で構成されている。自治会によって、リスクだけでなく居住者の状況も異なることから、より地域における継続実施につながるよう、自治会別で実施する形を取った。実際、WSで設定されたテーマは各自治会で少しずつ異なり、危機管理型水位計を地域で活用する上では、このようなテーマ設定の違いが影響することが想定される。また各自治会の取り組みを相互に参考にしてもらうとともに、地区全体での取り組みとして位置づけるため、2022年12月18日には、19名の各自治会の代表者が参加し、それぞれで取り組んだ内容を共有する機会を設けた。この中では、災害時の体制が未構築の自治会が体制が構築されている自治会からその方法を聞くなど、今後に向けた意見交換が行われた。そして、年1回は全自治会が参加し、話し合う場を設け、取り組みを継続していくこととなった。

一方、LINEのオープンチャットによる個人を対象とした取り組みは、地域の活動に参加しない人も参加可能な形で実施した。2021年7月15日に運用を開始し、最終的に、2023年3月20日時点で146名が参加し、これまで347件の投稿が行われている。2022年度の大雨季例としては、7月26日から27日にかけての短時間強雨、9月23日の台風14号の事例があった。その際の活用例を図3に示す。このように、個人間の情報共有についても継続可能な環境を構築することができた。



2022年7月26-27日の短時間強雨の事例



2022年9月23日の台風事例

図3 LINEアプリによるオープンチャットの活用例

これらの取り組みを踏まえて、危機管理型水位計の活用がモデル地区に置いて、どの程度浸透しているかを確認するため、Prochaska et al.(1994)が提唱する多理論統合モデル (Transtheoretical Model, TTM) により評価を行った。多理論統合モデルは、依存症などの分野で活用されており、依存状況の改善状況の評価するものであり、定着が簡単ではないという点でローカル水位情報の浸透状況の変化を評価することにも応用可能である。本研究では、各住民のローカル水位情報の浸透状況をTTMで評価し、それを基に地区での浸透状況を評価した。

モデル地区の全世帯を対象に、取り組み開始前の2021年10月（回答数780、回収率34%）と取り組み開始後の2022年12月時点（回答数541、回収率24%）に実施したローカル水位情報の浸透状況の結果を図4上2段に示す。この結果から、事前と比較して事後は、前熟考期の割合が半数以下になり、一度は水位情報を確かめたことがある準備期以降の段階の割合が45%と倍増している。取り組みにおける議論においても、すべての人が水位情報を確認する必要はなく、少なくともスマートフォンなどのデバイスに精通している人が水位情報を確認し、それが地域で共有されればよいという意見もあった。少なくとも、大雨時に水位情報を見るようになっていく実行期以降の割合も事後は27%となっており、そのような環境構築が進んでいる可能性が確認された。TTMにおいて重視されるセルフエフィカシー（自己効力感）と意思決定については、水位情報の浸透状況のTTMの結果との間において、

Spearman の順位相関係数が、水位計を活用できるという自信について 0.306、水位計を利用して災害に備えるという意思決定について 0.255 と相関関係があることが確認された。

事後調査では、地域活動および個人活動についても同様に TTM による評価を行い、それぞれ活動低（準備期以下）と活動高（実行期以上）に分類し、水位情報の浸透状況に対する TTM に基づく結果とのクロス集計を実施した。結果を図 4 下 4 段に示す。この結果から、各活動の参加が進むほど、水位情報の活用が浸透している傾向にあるが、地域活動の方が個人活動より水位情報の活用が進んでいることが確認された。なお、Spearman の順位相関係数も地域活動（4.30）の方が個人活動（3.81）より高かった。これらの結果から、活動内容の違いが危機管理型水位計の活用に影響を与えており、その傾向を TTM により比較評価できることが確認された。

本研究期間では、結果的に 2 回の調査結果のみの比較となったが、今後同様の調査を継続することで、長期的にローカル観測がどのように地域に定着していくか、逆に定着しない要因は何なのか、議論することが可能と言える。またさまざまな地域防災の取り組みが行われる中で、その取り組みの継続性やローカル観測の地域への浸透の違いから、効果的な取り組み手法を評価することも可能と言える。

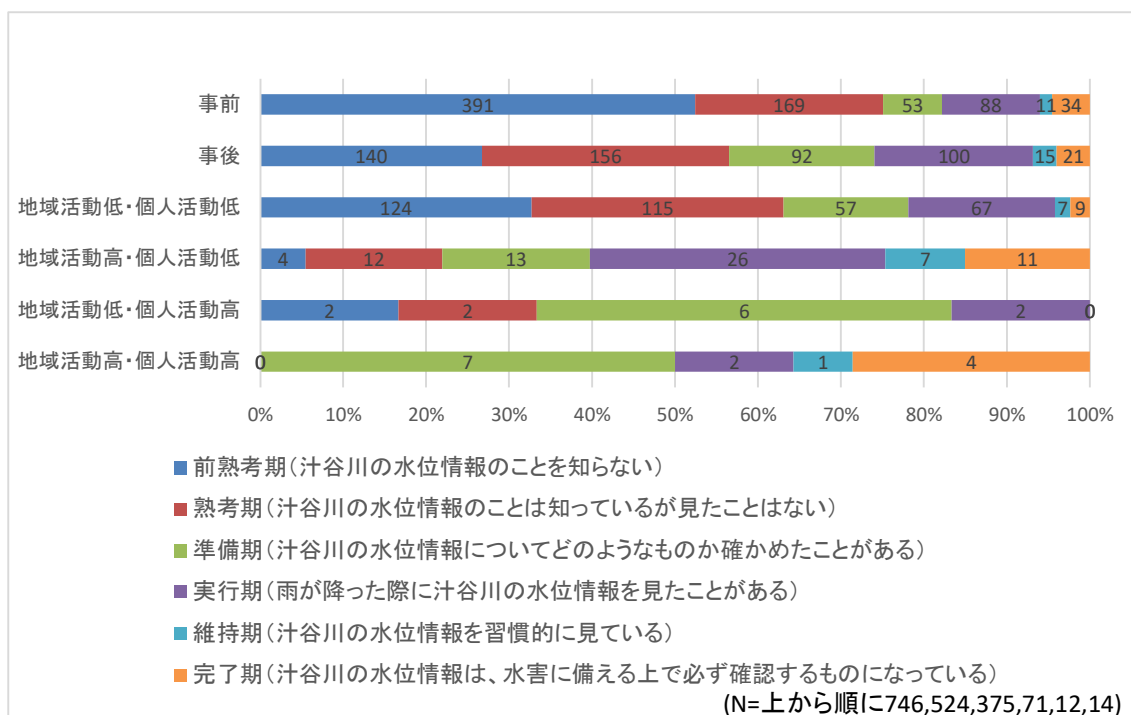


図 4 危機管理型水位計の水位情報に関するモデル地区における浸透状況評価
 ※上 2 段は活動開始前と活動開始後の比較、下 4 段は活動の参加状況別の結果を示す。
 活動低は準備期以下、活動高は実行期以上を示す。

3) 降雨反応特性に基づく地域防災にとって効果的な運用

1 年目の成果では、宮川合流部の排水機場と水門操作を考慮し、汁谷川と菱川の氾濫について検討を行った。しかしながら、ワークショップにおいて住民から、これらの河川に接続する小河川や農業用水路、雨水排水路の溢水と田畑の浸水が、これらの河川の氾濫より時間的に早いことが指摘された。また掛橋地区では、地域での災害対応を考慮した場合、掛橋水位観測所よりも支川ムコセコ川の水位を必要としていた。これを受け、これらの小河川や排水路を現地で簡易測量し、氾濫モデルを改良した (DioVISTA を利用)。対象地域は田畑が多く分布することから、入力した降雨波形から損失雨量 50mm を考慮した結果、図 5 に示すように宮古橋の実績水位を良好に再現することができた。結果、図 5,6 に示すように、住民の指摘と同様、汁谷川よりも先に、汁谷川に接続する支川ムコセコ川沿いの氾濫が顕著であることが、シミュレーションからも確認された。また支川ムコセコ川上流域から汁谷川に流入する水量は、田畑の損失や浸水により時間的に遅れることが推察された。そのため、掛橋地区の判断として、汁谷川本川の水位では時間的に遅くなるため、支川に水位計を設置した方が当該地区の判断には有効であることも確認され、シミュレーションに基づき危機管理型水位計の運用を議論することで、地域防災への活用を図ることが可能であることが確認された。

さらに、この解析結果を基に、モデル地区の避難判断に繋がる情報の作成を試みた。その整理方法として、各地区における田畑浸水・道路冠水・床上浸水・床下浸水が最も早く起きうる雨量を整理した。その際に、汁谷川流域の雨量を変数として扱い、下流端の排水機場・水門の操作条件は、2017年台風21号での実績水位を与えた。その結果を図8に示す。それぞれの浸水の発生に幅はあるものの、このようなシミュレーション結果を住民と共有することは、地域防災における備えという観点から、地域の危険な雨を理解する上で有効な手段となることが期待できる。

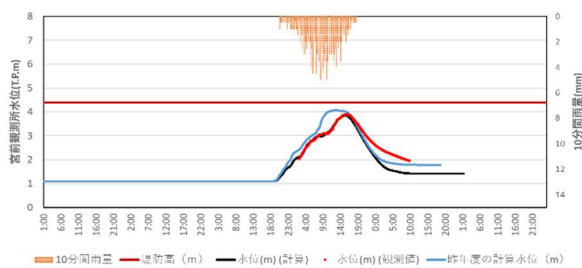


図5 汁谷川流域の小水路・支川を反映した計算結果（昨年度結果（水色線）との比較）

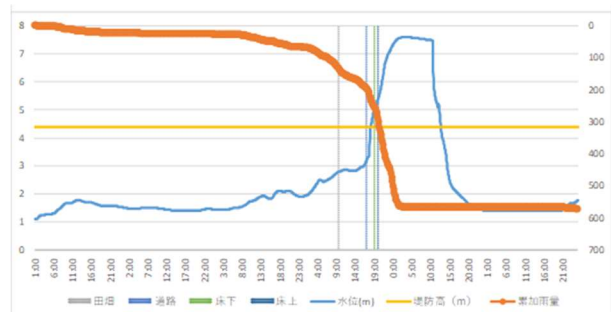


図6 水位観測所の水位よりも早く地区内の浸水が発生する様子（2017年台風21号掛橋）

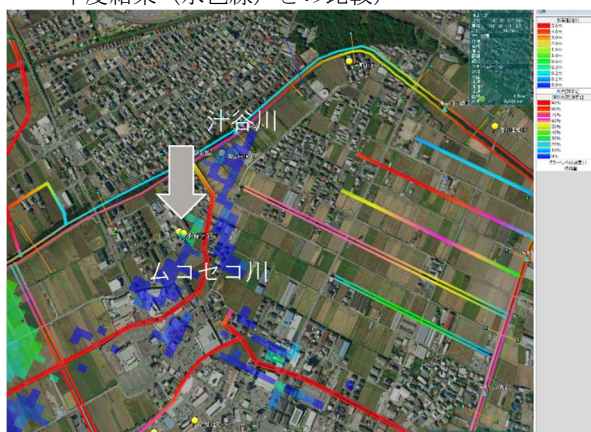


図7 掛橋地区における道路浸水状況の一例
※矢印：掛橋地区の注意箇所

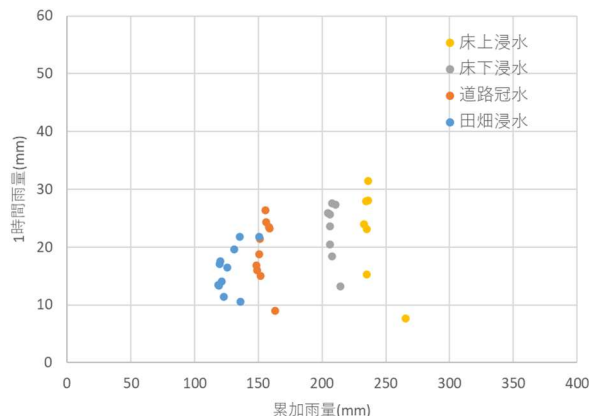


図8 掛橋地区における各浸水の発生雨量

4) 地域防災への活用に向けた調査とまとめ

モデル地区の取り組みを踏まえ、地域において水位情報の活用を促進するために着目すべき項目として、「必要な取り組み、活用目的、情報確認者、対応者、参考情報、対応開始のタイミング、情報の確認方法、情報の共有方法、説明要望、取り組みの周知方法、必要な日常活動、対応上の困難、継続上の重要点」について、実態調査と同じ伊勢市内の149自治会を対象に調査を行った。そして、その結果を取り組み内容別に、実際に地域防災への活用を検討する上での参考事例としてとりまとめた。一例を表2に示す。今後、とりまとめ結果を参考にしながら、他地区への展開へとつなげていく。

本研究では、危機管理型水位計を対象にアンケート調査、モデル地区における実践、シミュレーションの結果による評価を基に、ローカル観測の現状と地域防災に活用していくための方策を議論した。現状としてローカル観測の地域防災への浸透は十分とは言えず、本研究の結果も参考に、設置段階から地域と連携していくことが必要と考える。今後、住民に身近な観測は増加することが予想され、モデル地区での実践継続など通じて、活用を促進するための知見を充実させていきたい。

表2 地域において水位情報の活用を促進するために着目すべき点の例 ※避難の呼び掛け (N=26) から一部抜粋

| 活用方法 | 参考情報 | 対応開始のタイミング | 情報の確認方法 | 情報の共有方法 | 説明要望 | 取り組みの周知方法 | 必要な日常活動 |
|---------------|-----------------------------|--|-------------------------------|-------------------|-----------|-------------|---------------------|
| 情報伝達 (65%) | 気象情報 (89%)、避難情報 (89%) | 台風接近や大雨が予測されているが雨は降り始めている(31%)、用水路や側溝の水位が上昇開始(31%) | 各自がパソコンや携帯電話・スマホで水位情報を確認(50%) | サイレンや放送による共有(46%) | 設置場所(65%) | 自治会の会合(65%) | 対応についての勉強会・説明会(65%) |

⑦研究成果の発表状況・予定

(本技術研究開発の成果について、論文や学会への投稿等又はその予定があれば記入して下さい。)(以下記入例)

- ・これまでに発表した代表的な論文
- ・著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)
- ・国際会議、学会等における発表状況
- ・主要雑誌・新聞等への研究成果発表
- ・学術誌へ投稿中の論文(掲載が決定しているものに限る)
- ・研究成果としての事業化、製品化などの普及状況
- ・企業とのタイアップ状況
- ・特許など、知的財産権の取得状況
- ・研究成果による受賞、表彰等

査読論文

(受理済み) 日野田圭祐・竹之内健介・田中耕司・松田曜子(2022): 危機管理型水位計の活用実態と地域における活用に向けた課題, 自然災害科学, Vol.41, 特別号, pp.125-140.

(投稿予定) 危機管理型水位計の地域防災への活用方策、投稿先: 自然災害科学

(投稿予定) ローカル観測の地域防災への浸透評価、投稿先: 災害情報

(投稿予定) 危機管理型水位計の降雨反応特性に基づく評価、投稿先: 土木学会(安全問題)

学会発表

Takenouchi, K., and Hinoda, K. (2023): Study of IoT-Community Observation System utilizing Flood Crisis Management Water Level Gauge, 6th Global Summit of GADRI: Towards GADRI Objectives of Achieving a Sustainable Disaster-Resilient World, Uji.

Takenouchi, K. (2021): Research on IoT Community Observation System Collaborated with Community Activities, 2021 Disaster & Emergency Management Conference, online, Gold Coast.

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

公開イベントとして、地域住民を対象に、危機管理型水位計の活用に向けた勉強会を実施した。

2021年12月5日 汁谷川みんなで地域観測プロジェクト第2回ワークショップ

テーマ: 地域の雨と危機管理型水位計、参加者: 49名

⑨表彰、受賞歴

(単なる研究成果発表は⑧⑨に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)

該当なし。

⑩技術研究開発の今後の課題・展望等

(研究目的の進捗状況・達成状況や得られた研究成果を踏まえ、技術研究開発の更なる発展や河川政策の質の向上への貢献等に向けた、技術研究開発の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

本研究では、危機管理型水位計による水位情報の地域防災への活用に向けた着眼点を取りまとめた。今後、成果を現場に落とし込むための取り組みを社会で推進する必要がある。まずは、伊勢市においてモデル地区以外の他地区への危機管理型水位計の活用展開を検討していることから、その取り組みを通じて、議論を進めていきたい。

また本研究は2か年と限られた期間であるため、長期的に危機管理型水位計の活用意識がどのように変化しうるのか、モデル地区におけるローカル水位情報の浸透状況について、継続的な調査が必要である。この点については、今後の課題としてモデル地区と連携しながら評価を継続したい。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本技術研究開発で得られた研究成果の実務への反映等、河川政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

研究成果として、危機管理型水位計による水位情報の地域防災における活用について、現状理解や活用を進める上で留意すべき点、また取り組みの評価方法やそれを踏まえた取り組み内容の選択や改善、シミュレーションの活用による設置環境の地域特性の把握など、河川行政において危機管理型水位計を社会展開する上で、参考となる知見を得た。今後、ローカル観測は充実が期待されており、地域へ効果的に波及および還元していくための議論につながりうる。

また近年、流域治水の議論が改めて加速する中で、河川行政における議論を住民不在のものとして、地域に根付いた形でどのように議論を進めるかを検討する上での参考となる。