

特集報文：流域治水の推進に向けて

流域での減災対策の進展に向けた水害リスクマップの活用

井上清敬・武内慶了・山本哲也

1. はじめに

令和2年7月に「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」がとりまとめられて以降、令和3年3月に全国の1級水系や一部の2級水系で流域治水プロジェクトが公表され、流域内の様々な関係者と“協働”する体制が整えられる等、流域治水の本格的な社会実装に向けた取組みが進んでいる。国語辞典によれば、協働とは“協力して働くこと”であり、協力とは“ある目的のために心をあわせて努力すること”とある。

流域内の様々な関係者は、水害に対する理解度や役割が異なる。この多様な関係者が“協働”するためには、例えば「このままではまずい。何とかしなければ。」という危機感を深く共有する過程を辿ることが、まずもって不可欠であると考えられる。そして、この危機感の共有のためには、河川管理者が(1) どのような道具を用意し、(2) どのようにそれを使いこなして情報提供するか、さらに、(3) 水害に対する理解度や役割が異なる関係者の側に立って丁寧に対応する姿勢が重要となろう。

本稿では、(1) その道具として有力となりうる水害リスクマップの概要を示し、(2) 活用の一助として、水害リスクマップの読み解き方を例示しつつ、(3) 流域治水を進めるための様々な関係者との協働・合意形成の場面を想定し、(4) 道具としての意義と今後の展望を考察する。

2. 水害リスクマップの概要

従来作成されてきた洪水浸水想定区域図には、浸水深や浸水継続時間、家屋倒壊等氾濫想定区域が、想定最大規模等の降雨に対して示されている。

これに対し、水害リスクマップには、0.5m以上、3.0m以上といった特定の浸水深の範囲毎に降雨の規模（年超過確率）が示されている。なお、水害リスクマップでは、これを活用する者の理解促進の観点で、降雨の規模が「浸水頻度」と表現されているため、本稿でもこの表現を踏襲している。

水害リスクマップの作成手法は、以下の通りである（図-1）。(1) 本川・支川・内水の氾濫の各々について、降雨規模を高頻度のケースまで段階的に変化させ、「多段階の浸水想定図」を作成する。(2) (1)で作成したもののうち、「本川氾濫

の多段階の浸水想定図」を重ね合わせ、特定の浸水深の範囲毎に浸水頻度を描いた「本川氾濫の水害リスクマップ」を作成する。(3) 同様に(1)で作成した「支川氾濫と内水氾濫の多段階の浸水想定図」を重ね合わせて「支川・内水氾濫の水害リスクマップ」を作成する。(4) (2)と(3)で作成した2種類の水害リスクマップを重ね合わせて「内外水統合型水害リスクマップ」

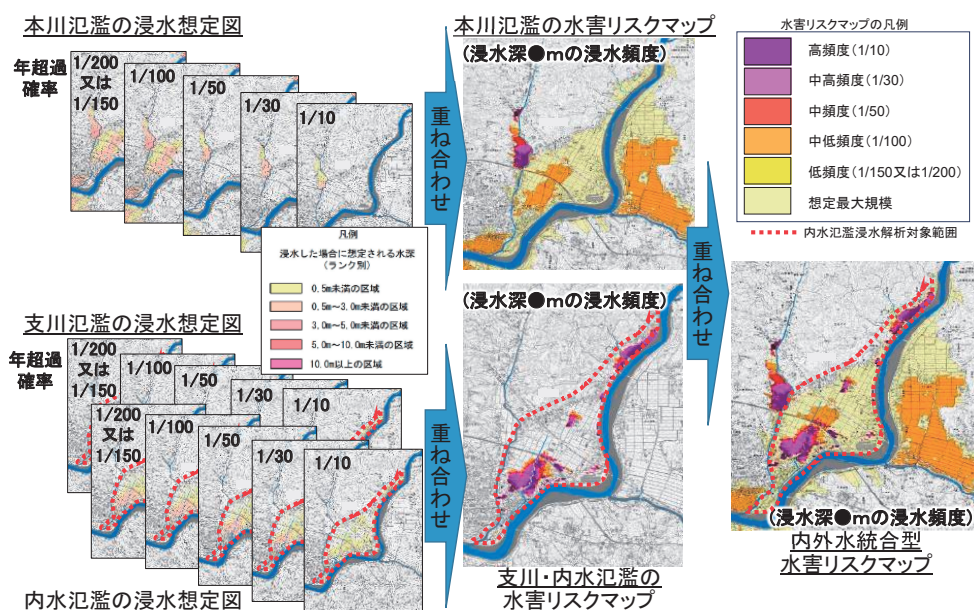


図-1 リスクマップの作成イメージ

を作成する。なお、浸水頻度毎に着色を変え、相対的に浸水し易い範囲が視覚的に理解しやすくなる工夫が施されている。

本稿では、浸水被害を発生させる水理的事象を「水害ハザード」と称し、これを説明する定量的指標として、浸水深、浸水継続時間、流速等の水理的諸量を「水害ハザード情報」と称する。また、水害リスクは、水害ハザード、暴露（資産等）、脆弱性（被害の受け易さ）の3因子で決定される被害規模に、水害ハザードの発生確率を勘案して評価される¹⁾。

3. 水害リスクマップの読み解き方の例

水害による危機感の共有に繋げるためには、まず、水害をもたらす洪水・氾濫事象を表す水害ハザード情報や浸水頻度の理解が重要と考えられる。したがって、これらの情報が示された水害リスクマップや多段階の浸水想定図（以下「水害リスクマップ等」という。）を読み解くことが有効な手法であろう。

本稿では、国管理河川の支川流域で作成された水害リスクマップを用いて、流域の水害ハザードの特性の読み解き方を例示する。

まず、従来の洪水浸水想定区域図は、河川毎に作成されており、複数の図面を見比べる必要がある。これに対し、内外水統合型の水害リスクマップ（図-2(a,b)）には、本川氾濫と支川氾濫・内水氾濫も含んだ情報（浸水頻度）が示されている。そのため、河川毎の洪水浸水想定区域図を見比べること無く、地点毎の情報（浸水頻度）として、地域に立脚した情報を確認できる。

次に、床上浸水相当の浸水深0.5m以上の水害リスクマップ図-2(a)では、浸水頻度が高い「高頻度」「中高頻度」の範囲が広域である。一方、軒下浸水相当の浸水深3.0m以上の水害リスクマップ図-2(b)では、浸水頻度が高い「中高頻度」等の範囲が狭い。図-2(a)と(b)の比較から、床上浸水の発生頻度が高い範囲は広域的だが、そこに留まると命に関わる大きな浸水深が中高頻度で発生する範囲は限定的と読み解くことができる。

さらに、支川・内水氾濫の水害リスクマップ図-2(c)を図-2(a)と比較すると、本川氾濫に内包されていた支川・内水氾濫の範囲が分かる。支川・内水氾濫は、一般に本川氾濫の発生前に起こり得

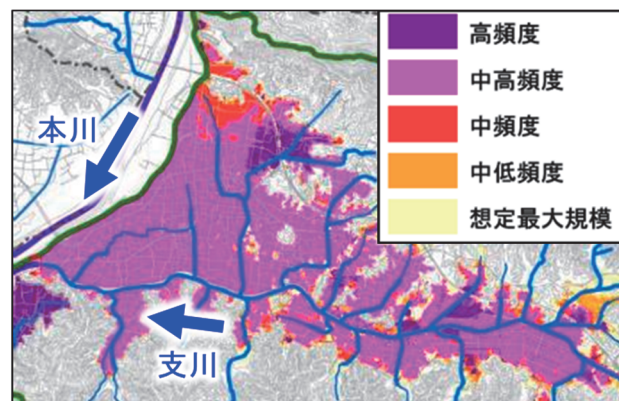


図-2(a) 水害リスクマップの例
(浸水深0.5m以上 (内外水統合型))

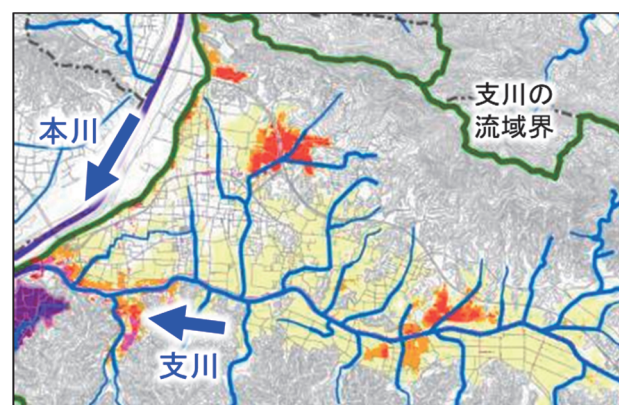


図-2(b) 水害リスクマップの例
(浸水深3.0m以上 (内外水統合型))

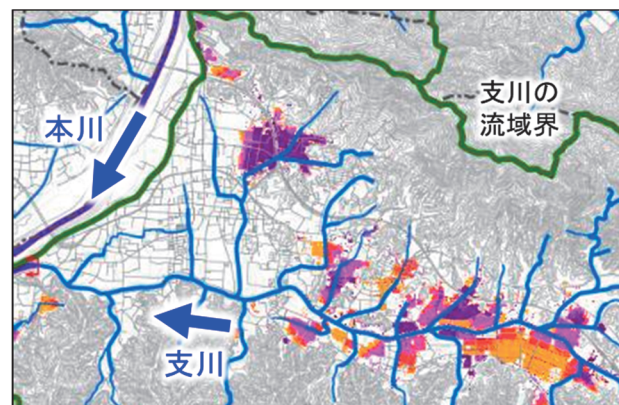


図-2(c) 水害リスクマップの例
(浸水深0.5m以上 (支川・内水氾濫))

るが、そのようなケースにおける地域の浸水の進展過程を想定することができる。

以上、水害リスクマップを浸水深毎や、本川氾濫と支川・内水氾濫別に読み解いた。一例ではあるが、従来の洪水浸水想定区域図に比べ、より地域に立脚した「浸水の起こり方」が見える化され、「このままではまずい。何とかしなければ。」という、危機感の共有に繋がると期待される。

4. 減災対策の進展に向けて

4.1. 減災対策の概要

気候変動の影響により、水害の激甚化・頻発化が懸念されている。治水施設が整備途上の段階や、治水施設が目標とする治水安全度まで整備された段階でも、治水施設で防ぎきれない洪水の頻発が想定される。

これに対して、流域治水として、治水施設や排水機場の整備のようなハード対策（以下「河川整備等」という。）や避難対策に加え、氾濫する洪水の量を減らしたり、浸水しても被害を小さくしたりする集水域や氾濫域での各種対策（田んぼダムやため池の活用、雨水貯留施設の設置、宅地かさ上げ、止水壁の設置、土地利用の規制、重要施設や家屋の移転等）（以下「減災対策」という。）の推進が、被害の軽減に繋がると考えられる^{2),3)}。

4.2. 減災対策の合意形成過程の概要

減災対策は、事業主体が農地や民地、民間施設の所有者等、多岐に渡る。また、減災対策の効果により安全度が上がる場所がある一方、減災対策により、田んぼダムや浸水被害防止区域のように降雨や洪水の貯留、浸水の許容、相応の負担が求められる場所がある。

そのため、減災対策の推進には、流域内の多くの事業主体・関係者間での利害調整や合意形成に取り組むことが重要である。

この合意形成を、2つの過程で構成されると考える（図-3）。第1が、「このままではまずい。何とかしなければ。」という危機感を共有し、減災対策を推進することを合意する過程である。第2が、当該現場に適用する減災対策の適用案の組合せや規模・形状等を具体的に検討・調整し、合意する過程である。

これら各過程で合意形成を図るには、質の異なる水害ハザード情報が求められると考えられる。第1の過程では、現在や河川整備等が進展した将来でも残存する水害ハザード情報が想定される。第2の過程では、減災対策の適用による効果として、水害ハザードがどこでどのように小さくなる

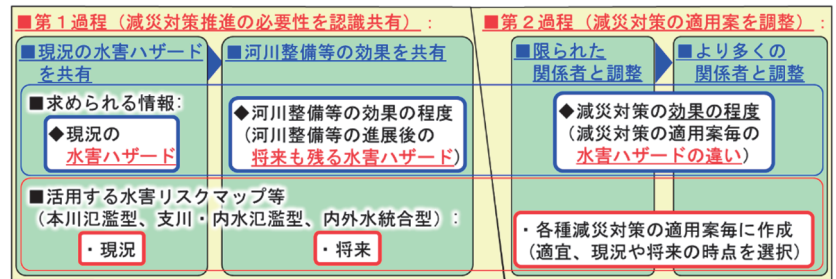


図-3 減災対策の合意形成過程で活用する水害リスクマップ等

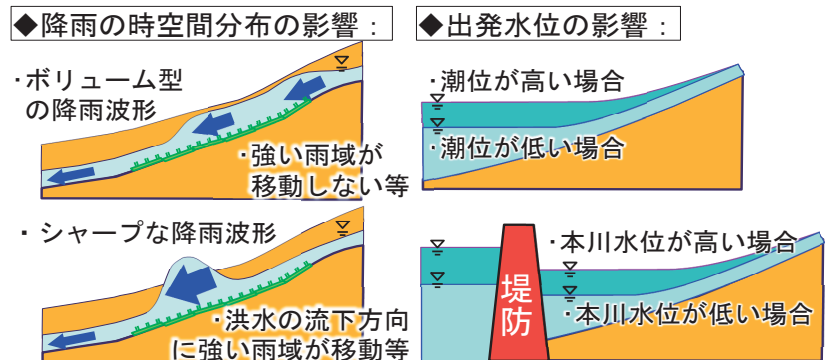


図-4 水害ハザードに影響を及ぼす多様な自然現象の例（イメージ）

か、水害ハザード情報の変化が想定される。

これら各過程で求められる水害ハザードの評価には、3.で示したように、水害リスクマップ等を読み解くことが効果的と考えられる。

4.3. 今後の課題と対応案

4.3.1. 水害リスクマップの作成手法の標準化

合意形成の第2の過程では、減災対策の具体案を試行錯誤し、様々な関係者に、数値解析で求めた減災対策の効果をも、水害リスクマップを用いて示すことが想定される。水害リスクマップを作成する際の数値解析は、降雨の時空間分布や出発水位等の各条件を一意に設定して解析する。これに対し、自然現象である実際の水害は、水害ハザードが一意的には決まらない。例えば、同規模の降雨量でも時空間分布が多様で、これに応じて河道水位や氾濫・浸水現象が異なるからである（図-4）。つまり、減災対策の効果は、数値解析で求めざるを得ないものの、その結果は、多様な自然現象のうちの限られたケースであるため、実際の水害ハザードの様相とは少なからず乖離することが問題である。

また、減災対策の効果は、中小規模の浸水被害に対して評価される場合もあるため、微地形や水路、下水管等のモデル化の影響を受け易い。その

ため、数値解析の精度確保が求められるが、モデル化の精緻化は、コスト（費用・時間）が掛かることも問題である。

今後、減災対策の合意形成過程で活用が求められる水害リスクマップ等が、適正なコストで必要な精度が得られるよう、作成手法の標準化に取り組んでいく。

4.3.2. 水害リスクマップ等の活用手法の開発

減災対策の合意形成の第1の過程では、現況や将来の水害ハザードの特性の評価が求められ、第2の過程では減災対策の効果の評価が求められる。3.では、水害リスクマップの読み解き方を例示した。しかし、実際の水害ハザード特性は、河川や内水の特性、地形特性等に応じて、流域毎や氾濫ブロック毎に異なることが想定される。河川管理者には、水害リスクマップ等を活用して、水害ハザード特性を読み解き、説明し、合意形成を支援する役割が期待される。また、その際、動画や3次元表示、VRの活用等⁴⁾、分かり易い説明が求められる。

今後、多様な地形特性や河川特性等に対する水害ハザード特性を、水害リスクマップ等から読み解く手法や説明する手法の開発に取り組んでいく。

4.3.3. 減災対策の多様化・高度化への支援

民間企業により、自社で想定される浸水深や浸水リスク低減のための対応策等の情報が主体的に開示される取組みが進められている。これは、気候変動に伴う社会の流れとして、「気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)」の提言⁵⁾やESG投資を踏まえ、気候変動関連のリスク情報を開示する動きである。また、水害保険の保険料率の精緻化等も想定される。これら民間企業の取組みは、減災対策の進展に直結する意義深いものと考ええる。

このような多様化・高度化する減災対策に対して、水害ハザード情報が用途に合った精度と公正さで提供され、広く活用されるよう、水害リスクマップの活用手法の幅を広げていく。

5. まとめ

本稿では、水害リスクマップに関して、減災対策の進展に向けた合意形成過程で求められる水害ハザード特性の読み解き方の例と、活用の方向性を示した。

減災対策の進展には、様々な関係者との合意形成が重要である。合意形成の過程では、現在や将来の水害ハザード特性や減災対策の効果の共有が求められる。水害ハザード特性や減災対策の効果の適切かつ定量的な評価手法や、分かり易い説明手法の構築・標準化が現場サイドから求められると考えられる。諸課題の解決に取り組み、多様化・高度化する減災対策の進展を支援していく。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局、水管理・国土保全局、住宅局：水災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドライン、2021。
- 2) 社会資本整備審議会：気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～、2020。
- 3) 国土技術政策総合研究所：国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告No.56、河川・海岸分野の気候変動適応策に関する研究－「気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発」の成果をコアとして－、Ⅲ-2、2017。
- 4) 諸岡良優、土屋修一、銭潮潮、竹下哲也：VR技術を用いた河川水位予測情報の3次元表示に関する技術開発、河川技術論文集、第28巻、p.37~42、2022。
- 5) 気候変動関連財務情報開示タスクフォース：最終報告書、気候変動関連財務情報開示タスクフォースによる提言、2017。

井上清敬



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
INOUE Kiyotaka

武内慶了



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
TAKEUCHI Yoshinori

山本哲也



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 研究官
YAMAMOTO Tetsuya