

RRIを用いた洪水ハザードマップの作成

いとう ひろき むらかみのりたか はせ が わけんいち い が ら し ゆ う た つちだ ひろき
伊藤拓輝¹・村上宗隆²・長谷川健一²・五十嵐友太²・土田拓輝²

¹三井共同建設コンサルタント（株）関西支社（〒552-0007 大阪府大阪市港区弁天1-2-1-900）

²三井共同建設コンサルタント（株）中部支社（〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内3-20-3-7）

近年、これまでに経験したことの無い降雨が多発しており、河川の氾濫や土砂災害等が相次いでいる。超過降雨時には河川氾濫や地滑り等が発生し、ソフト対策の更なる充実が求められる。本検討では、浸水情報の空白地帯についてRRIモデルを用いて洪水浸水想定区域を算定した。また、避難の一助となる洪水ハザードマップへの掲載情報の検討を行った。

Key Words : 洪水ハザードマップ, RRI, 水害リスク

1. はじめに

平成27年の水防法改正により洪水浸水想定区域図は、これまでに作成されていた計画規模降雨に加え、想定し得る最大規模降雨を対象として作成することとなった。近年、これまでに経験したことの無い降雨が多発しており、河川の氾濫や土砂災害等が相次いでいることから、リスク情報空白地域の解消を目標とし令和3年に水防法が一部改正された。これにより、これまで作成されていた洪水予報河川及び水位周知河川に加えそれ以外の都道府県管理河川についても洪水浸水想定区域図の作成が義務付けられることとなった。

超過降雨時には河川氾濫や地滑り等が発生し、ソフト対策の更なる充実が求められる。特に近年の災害では、大河川の氾濫に加え中小河川の氾濫や内水氾濫等による浸水被害も多発しており、国や都道府県、市町村が公表する様々なハザード情報をいかに住民に知ってもらえるかが課題となっている。中でもハザードマップは、避難方法や災害リスクの情報提供等の重要な役割を担うため、地域における課題を踏まえた解りやすいハザードマップづくりが求められる。

本検討の対象となる愛知県豊田市は平成12年の東海豪雨において、土砂災害が発生し、矢作川の氾濫が発生している市である。令和元年度及び令和2年度豊田市ハザードマップ策定業務委託では、全国初となるRRIモデルを活用した中小河川における洪水浸水想定区域の作成を行い、ハザードマップに活用することで、RRIモデルの有用性と利活用方法を示した。また、豊田市における風水害に関するハザード

情報の掲載方法について検討を行った。

2. 課題

(1) 市管理河川の浸水想定区域

国や都道府県により管理されている一級河川、二級河川については水防法に基づき作成された浸水想定区域図等によって浸水区域が想定されているが、市町村が管理する準用河川等についてはそれらの情報が整理されていない。このため、約600の市管理河川を有する豊田市においては、河川氾濫による浸水想定情報の空白地帯が広く存在しており、市管理河川からの浸水想定区域を把握する必要があった（図-1）。

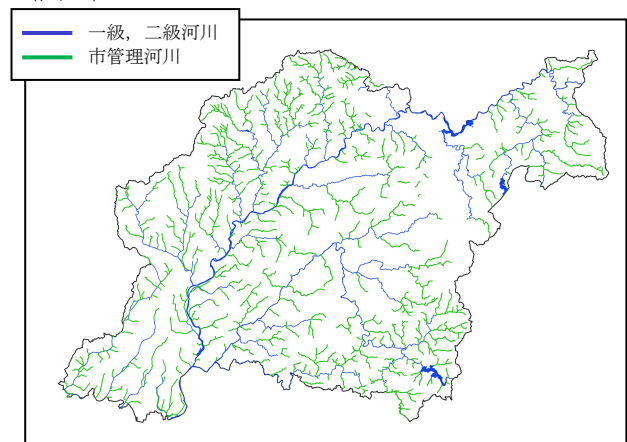


図-1 市管理河川位置図

(2) 様々なハザード情報

a) 複数の浸水想定区域の整理

豊田市は、地形や過去の災害特性から市を2つの地域に分類することができる。一方は、市街地を含む低平地で、直轄河川の氾濫原であると同時に、中小河川や下水道施設等による内水氾濫のリスクを有する地域である。

もう一方は、村落が点在する山地で、平成26年8月豪雨で大きな被害が発生した広島県安佐地区と同じ風化した花崗岩を有している。そのため土砂災害の危険性が非常に高く、また市管理河川からの外水氾濫リスクも有する地域であり、この2つの異なる災害特性をいかに見やすく表示するかが課題であった。

b) 複数の浸水想定区域の整理

豊田市においては、直轄管理河川を含め6種類の浸水想定区域図が存在する。また、豊田市の一部は内水地域でもあり、下水道施設等からの浸水を示す内水浸水想定区域図も存在する。これらの浸水想定区域は降雨規模がそれぞれ異なっており、重ねて表示すると多くの浸水エリアは直轄の氾濫原に覆われてしまう。市民の防災意識を高め逃げ遅れを防ぐためには、大河川からの氾濫だけでなく、中小河川や下水道施設からの内水氾濫リスクについても周知する必要があったため、掲載方法に工夫が必要であった。

3. 解決方法

(1) RRIモデルを活用した浸水想定区域の設定

市街地を流下する市管理河川は、一級河川や二級河川の浸水想定区域図に包絡される。そのため、本検討では、浸水情報の空白地帯となる山地を流下する市管理河川を対象として浸水想定区域を設定することとした。

しかし、山地を流下する市管理河川に関する測量成果が十分に蓄積されておらず、また、従来の氾濫解析手法では、流出計算と氾濫解析をすべての河川で個別に実施する必要があり、膨大な時間を要することが懸念された。そのため、広域を対象として、地形情報から河道形状を生成でき、流出計算と氾濫解析を一体モデルとして高速解析できる降雨流出氾濫モデル（RRIモデル）を使用した。

a) RRIモデル

RRIモデルはオープンソースで土木研究所ICHARM¹⁾によって開発・公開されている²⁾。降雨を入力し、降雨-流出から流出-氾濫までを流域スケールで一体的に表現ができ、内水・外水同時氾濫等、実態に近い複合氾濫解析が実現できる解析モデルである³⁾（図-2）。

b) モデル構築

豊田市は二級河川境川流域と一級河川矢作川流域で構成される。豊田市上流域へ流入する河道流量を適切に設定するため、岐阜県や長野県を含む範囲までモデル化を行った（図-3）。メッシュサイズが細かなほど、小河川や地形が表現でき計算精度は向上

するが、計算負荷が大きくなるため、地形特性を踏まえて適切に設定することが必要である。対象が山地を流下する中小河川であることを考慮し、対象河川形状が概ね表現可能な2秒メッシュで作成した。

モデルには地盤高、流下方向、上流集水メッシュ数データが必要であるが、これらは山崎により整備されている1秒データの「日本域表面流向マップ/Japan Flow Direction Map」⁴⁾を使用し2秒メッシュにスケールアップした。土地利用は「国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ」⁵⁾を使用した。

c) 河道データ

RRIモデルではレジューム則に準じた式(1)による設定を基本とするが、住宅が河川沿いにある7河川については台帳より実測の河道断面を設定し、精度の向上を図った。

$$W = c_w \cdot A^{S_w} \quad , \quad D = c_d \cdot A^{S_d} \quad (1)$$

上流面積 $A(\text{m}^2)$ に対する河道幅 $W(\text{m})$ 、河道深さ $D(\text{m})$ を準用河川台帳より下流端の断面積を確認し、これらに漸近する河道幅係数 c_w 、 S_w 及び河道深さ係数 c_d 、 S_d を設定することにより各河道メッシュの河道形状を設定した。

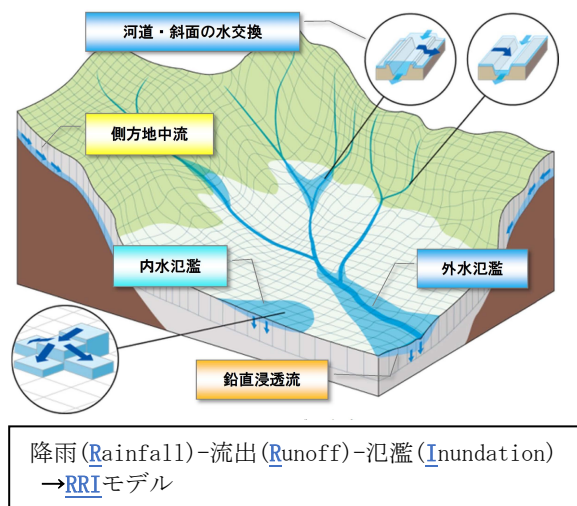


図-2 RRIモデル概念図

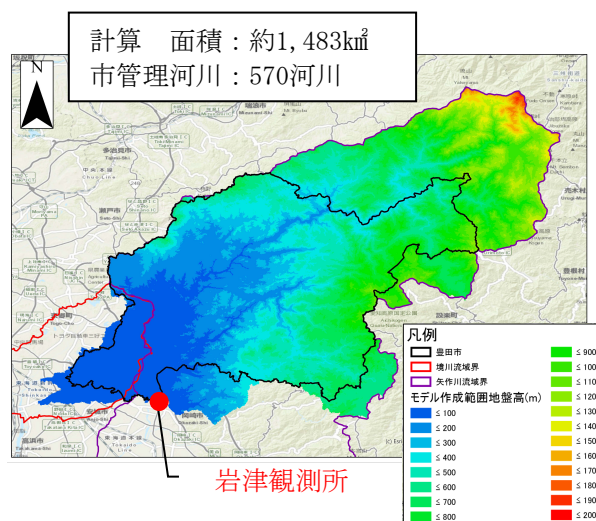


図-3 モデル作成範囲

d) キャリブレーション

山地の市管理河川は一級河川矢作川の支川であるため、矢作川の流量観測所である岩津観測所にてキャリブレーションを行った。雨量データは気象庁の解析降雨データ(1kmメッシュ)を使用した。このデータは2006年から入手できるため2006年以降に岩津観測所で流量が大きくなった2013年9月16日洪水を対象とし、キャリブレーションを行い、精度向上を図った。その結果、ピーク流量比が97%, nash係数※が0.76となり高い再現性があることを確認した(図-4)。※nash係数が0.7以上で再現性が高いとされている。

e) 洪水浸水想定区域の作成

矢作川洪水浸水想定区域図(想定最大規模)とその検討に使用した降雨を外力としたRRI解析結果を比較することにより、RRIモデルでの浸水の妥当性を確認した。検証の結果、概ね同じ結果が得ることができた(図-5)。

また、浸水深の精度向上として、RRIモデルにより出力される2秒メッシュ(解析メッシュ)の浸水深を浸水位に変換し、これを1秒メッシュの地盤高に落とし込み浸水深の表示を行った。これにより、更に解像度を高めた市管理河川による洪水浸水想定区域を作成することができた。

f) 洪水浸水想定区域の表示

作成したRRIモデルによる山地を流下する市管理河川の洪水浸水想定区域を洪水ハザードマップに掲載した。今回作成した洪水浸水想定区域は、国や県が公表している洪水浸水想定区域の空白地帯を補完する位置付けであるため、国や県が公表した洪水浸水想定区域を優先して表示をすることとした(図-6)。

(2) ハザードマップの掲載情報

a) 降雨規模の異なる浸水想定区域の整理

本検討では、市民からの意見を集約するための委員会に加え、学識経験者からの意見や技術的指導を得るための技術検討会を設けた。

委員会では豊田市内在中の市民から実際に活用するうえでの意見について、技術検討会では主に掲載内容の精査や掲載方法について、ヒアリングを行った。

技術検討会では、市街地においては、降雨規模によって、氾濫する河川や浸水範囲等が大きく異なることが指摘された。そのため、降雨規模による異なるハザード情報の整理方針として、対象降雨の規模の順で「内水氾濫」、「県管理河川による氾濫」、「直轄管理河川による氾濫」を並べて掲載した。また、裏面には想定最大規模の包絡図を掲載することで雨の強さと浸水被害の拡大を4段階で示した。これにより、降雨の強さによって、氾濫する河川や浸水深、浸水範囲が異なること等を説明できるハザードマップとなった。(図-7)。

b) 異なる災害特性

本検討では、異なる災害特性を有する地域(市街

観測流量Qmax= 3547 m³/s

計算流量Qmax= 3429 m³/s

ピーク流量比(計算Qmax/観測Qmax)= 97%

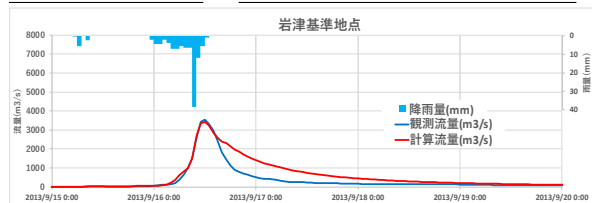


図-4 キャリブレーション結果

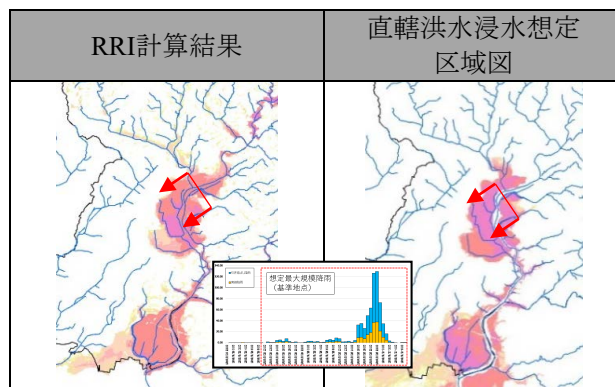


図-5 洪水浸水想定区域図の比較

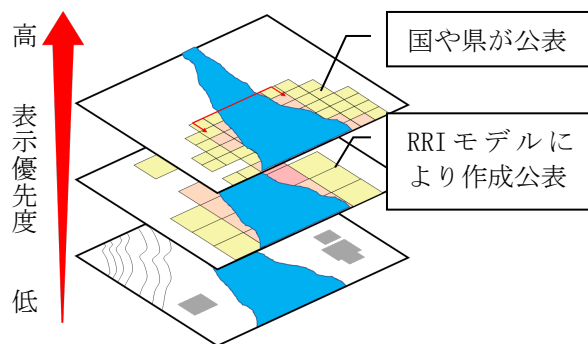


図-6 洪水浸水想定区域図の比較

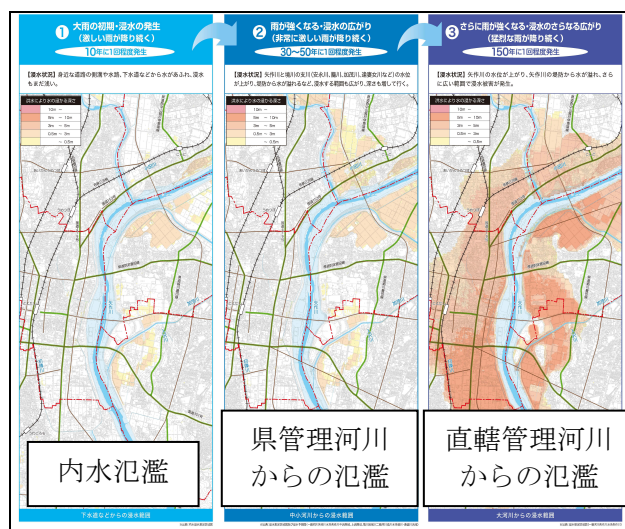
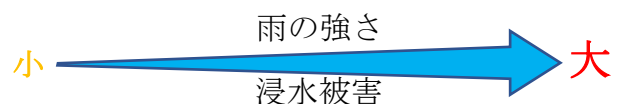


図-7 浸水被害状況変化図

地、山地)を分け、掲載データの種類が違う2種類の洪水ハザードマップを作成した。

市街地の洪水ハザードマップでは、洪水氾濫を主として示しており各河川の洪水浸水想定区域図の最大包絡図とした。また、想定最大規模降雨による洪水発生時にはため池の決壊による氾濫も想定されることから、「ため池ハザードマップ」解析結果も包絡図に掲載した。さらに、一部に土砂災害の危険区域が含まれることから、「土砂災害特別警戒区域」「土砂災害警戒区域」に加え「土砂災害危険箇所」についても掲載した(図-8)。

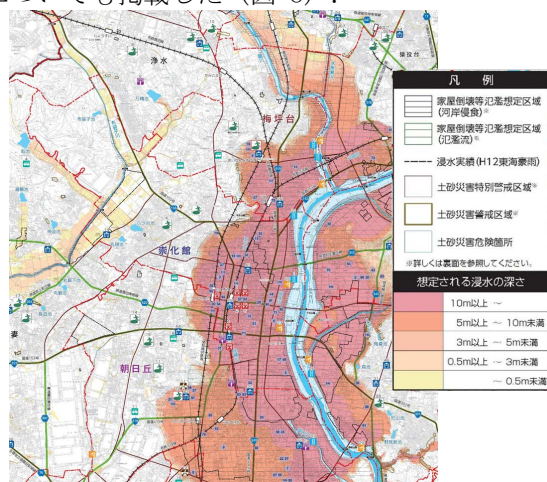


図-8 洪水ハザードマップ(市街地)

山地の洪水ハザードマップでは、国や県が作成した洪水浸水想定区域に加え、本検討で作成したRRIモデルによる市管理河川からの溢水による浸水想定区域を掲載することで、浸水情報の空白地帯をなくすことが出来た。また、河川の浸水想定区域と「土砂災害特別警戒区域」等が重なる箇所が多いことから、区別しやすい着色にすると共に、裏面に主要部の拡大図を示し、洪水や土砂のハザード情報を見やすく工夫した(図-9)。

想定し得る水災害に対応したハザードマップとした。

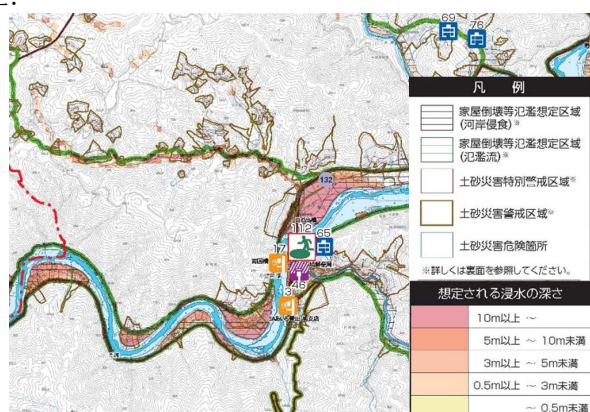


図-9 洪水ハザードマップ(山地 拡大図)

4. まとめ

本業務において、全国的にも先行した事例として、RRIモデルを用いたハザードマップを作成したが、令和2年6月に出された「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」⁶⁾でも解析手法としてRRIモデルが示されており、RRIモデルは広域な小規模河川のハザードマップ作成に有効であると考えられる。また、解析にRRIモデルを使用することで今後、洪水予測への発展等のさらなる防災対策との連携が期待される。

また、対象市の災害特性を適確に把握することにより、それぞれの地域に適したハザードマップとして活用することができた。地区毎の災害特性によって掲載データを変えることで、その地域での危険度が高いハザードが何かを捉えることができ、避難について分かりやすく検討する一助になったと考える。特に市街地では、浸水を降雨規模別で示すことで、降雨規模により浸水区域が拡大していくことや、降雨が続くことで内水から順に浸水が始まることを示すことができ、早期避難を促すことができるマップを作成することができた。

さらに今後、作成したハザードマップの活用方法や、Webページとの連携の強化等より良いハザードマップの活用について地域防災計画との連携強化を行うこととなる。

謝辞：本論文は、豊田市河川課の「令和元年度豊田市ハザードマップ策定業務委託」及び「令和2年度豊田市ハザードマップ策定業務委託」の成果の一部である。ここに記して、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター，
https://www.pwri.go.jp/icharm/index_j.html, 2021.8.2現在
- 2) RRI Modelダウンロードサイト:土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター，
https://www.pwri.go.jp/icharm/research/rri/rri_top.html, 2021.8.2現在
- 3) 佐山敬洋, 岩見洋一:降雨流出氾濫(RRI)モデルの開発と応用, 土木技術資料56-6
- 4) 日本城表面流向マップ, <http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamada/JapanDir/>, 2021.8.2現在
- 5) 国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>, 2021.8.2現在
- 6) 水管理・国土保全局河川環境課水防企画室, 国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室:小規模河川の氾濫推定図作成の手引き, 令和2年6月