

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04277

研究課題名（和文）流域治水のための降雨流出・洪水氾濫一体型解析モデルとパラメータ最適化法の開発

研究課題名（英文）Development of rainfall-runoff and flood inundation integrated analysis model and parameter optimization method for basinwide comprehensive flood disaster prevention

研究代表者

重枝 未玲（Shige-eda, Mirei）

九州工業大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：70380730

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、流域治水に供する数値解析法の開発を目的に、流域の地表面流から地中流と河道や氾濫原での洪水流・氾濫流を一体的に取り扱うことで流域全体の雨水の挙動を把握する降雨流出・洪水氾濫一体型解析モデルと、ベイズ推定法を用いた解析パラメータの効率的な最適化法を開発した。実験結果に基づき、降雨流出・洪水氾濫一体型解析モデルの予測精度と最適化法の妥当性を示した後、令和2年7月豪雨時の球磨川流域へ適用し、同解析法が球磨川流域の実績最大浸水域、痕跡水位を概ね再現でき、球磨川流域の降雨流出・洪水氾濫現象と支川流域の水収支を把握できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、豪雨による水害が頻発しており、その対策は喫緊の課題である。流域治水はその効果が期待される対策であり、流域治水の治水効果の評価は極めて重要となる。本研究で開発した降雨流出・洪水氾濫一体型解析モデルを用いることで、大河川だけでなく中小河川での水害リスクや流域治水対策の治水効果を評価できるようになり、これに加え、気候変動下で降雨量の増加が見込まれる将来に対して、流域レベルでの被害最小化策と効果的な危機管理対策の具体を検討する上で有用な情報を提供できるようになると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, two numerical methods were developed for disaster resilience and sustainability of river basins by all. The first method is an integrated rainfall-runoff and flood-inundation numerical model. This model attempts to deal with the surface-to-subsurface flow and flood and inundation flows in a basin in an integrated manner. The model can also capture the behavior of stormwater in the entire basin. The second method was an efficient parameter optimization method using Bayesian estimation methods. The prediction accuracy and validity of these methods were compared with experimental results. These methods were applied to the Kuma River basin during the July 2020 heavy rainfall event. The results showed that these methods could reproduce the observed inundated areas and flood marks in the Kuma River basin. It also showed that the methods were useful for understanding the water balance of the Kuma River basins and its tributary basins.

研究分野：数値流体力学

キーワード：流域治水 降雨流出・洪水氾濫一体型解析モデル パラメータ最適化 令和2年7月豪雨 球磨川流域 実験

1. 研究開始当初の背景

近年、毎年のように記録的な豪雨が発生し、中小河川を含む大河川流域で甚大な被害が生じている。社会インフラの整備に比べ、気候変動による降雨量の増加速度は大きく、将来の降雨量の増加を考慮した治水計画の見直し[1]に加え、流域全体で持続可能な治水を行う流域治水への転換が進められている [2]。

流域治水では、流域・地域の特性に応じて、(1)氾濫を防ぐ防災対策、(2)被害対象の減少、被害の軽減を行う減災対策をハード・ソフトの両面から行う必要がある。そのためには、流域、河道・氾濫原の特性を踏まえた上で洪水・氾濫流を含む流域全体での雨水の挙動を把握することが不可欠である。現在、流域全体での雨水の挙動把握を目的に、以下の【解析モデル A】と【解析モデル B】の2系統のモデルが開発されている。

【解析モデル A】は、流域での流出現象と河道・氾濫原での洪水・氾濫現象のスケールの違いから、流出解析で解析対象の河道の流量を求め、これを洪水氾濫解析の境界条件として解析を実施するモデル[3]、[4]である。その長所は、河道・氾濫原の解析対象領域を限定でき、河道線形や氾濫原の市街地構造などの細かな情報を取り扱い、浸水リスクを評価できる点にある。一方で、その短所は、河道・氾濫原以外の領域は流出解析で取り扱われることになるため、流出解析の対象領域では浸水リスクを評価できず、また、同対象領域での氾濫や雨水貯留の影響は解析パラメータに含まれることになるため、その妥当性を示すためには、流量の情報が必要となるが、中小河川では流量観測が実施されていることが少ない点にある。

【解析モデル B】は、流出解析をベースとして流域での流出現象と河道・氾濫原での洪水・氾濫現象を一体的に取り扱うモデル[5]である。その長所は、河道・氾濫原を含む流域全体で解析を実施、流域全体で浸水リスクを評価できる点にある。一方で、その短所は、広域の解析が必要となるため、河道線形や氾濫原の市街地構造などの細かな情報を取り扱うことが難しく、また、流域、河道・氾濫原の解析パラメータを同時に最適化する必要があり、最適化法には課題が残る。

このように、いずれのモデルも流域全体での雨水の挙動を把握し流域治水を検討する上で必要な情報を提供できるには至っていないのが実状である。

2. 研究の目的

本研究は、以上のような背景を踏まえ、流域治水に供する「降雨流出・洪水氾濫一体解析モデル」の開発を目的とする。まず、【解析モデル A】と【解析モデル B】の長所を生かし、流域レベルでの地表面流から土壌での雨水と河道や氾濫原での洪水流・氾濫流を一体的に取り扱うことで流域全体の雨水の挙動を把握できるモデルとして【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデルの開発】と、流域全体の雨水の挙動を高精度に把握するために鍵となる技術として【解析パラメータの効率的な最適化法の開発】を行う。次に、開発モデルと手法の予測精度と妥当性を【実験結果の取得とこれに基づくモデルの予測精度と最適化の妥当性の検証】で検証し、最後に、【実流域への適用と予測精度の検証】を行う。

3. 研究の方法

【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデルの開発】では、地表面流・洪水氾濫流を dynamic wave モデルで、地中流を diffusion wave モデルで取り扱い、地表面から土壌の浸透流量と土壌からの地表面の滲出流量で水のやりとりを考慮するモデルを構築した[6]。地中流モデルには、飽和不飽和流れを考慮した流量流積関数式[7]を導入した。図-1にモデルの定義図を示す。

表面流の基礎方程式は式(1)の2次元浅水流方程式である。連続の式には降雨の流域への流入流量、土壌への雨水の浸透流量、土壌からの滲出流量が考慮されている。

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial y} = S_1 + S_2 \quad (1)$$

$$U = (h, uh, vh)^T; E = (uh, u^2h + 1/2 gh^2, uvh)^T;$$

$$F = (vh, uvh, v^2h + 1/2 gh^2)^T; S_2 = (q_r + q_s - f_i, 0, 0)^T;$$

$$S_1 = (0, gh(S_{ox} - S_{Lx} - S_{fx}) - F_x, gh(S_{oy} - S_{Ly} - S_{fy}) - F_y)^T$$

ここに、 U : 保存量ベクトル、 E 、 F : x 、 y 方向の流束ベクトル、 S_1 : 河床・エネルギー損失・摩擦勾配ベクトル、 S_2 : 発生項ベクトル、 h : 水深、 u 、 v : x 、 y 方向の流速、 g : 重力加速度、 q_r : 単位面積当りの流入流量、 q_s : 土壌からの単位面積当たりの滲出流量、 f_i : 土壌への単位面積当たりの浸透流量、 S_{ox} 、 S_{oy} : x 、 y 方向の河床勾配($=-\partial z_b/\partial x$ 、 $-\partial z_b/\partial y$)、 S_{Lx} 、 S_{Ly} : x 、 y 方向のエネルギー損失勾配、 S_{fx} 、 S_{fy} : x 、 y 方向の摩擦勾配、 F_x 、 F_y : 計算メッシュ内に樹木などの物体群が含まれる場合に付加される x 、 y 方向の流体力項、 z_b : 河床位である。

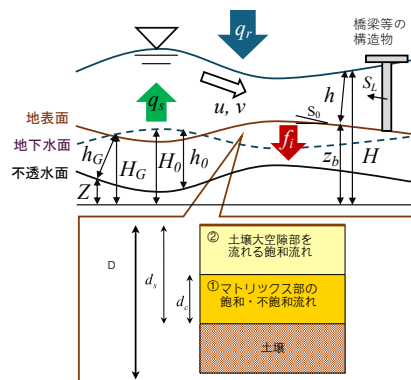


図-1 モデルの定義図

地中流の基礎方程式は、式(2)に示す自由水面地下水流の連続の式と式(3)に示す飽和不飽和流れを考慮した流量積関数式である。

$$\partial h_G / \partial t + \partial q_{Gx} / \partial x + \partial q_{Gy} / \partial y = f_i - q_s \quad (2)$$

$$q_{Gx} = \Theta \cdot \partial H / \partial x; \quad q_{Gy} = \Theta \cdot \partial H / \partial y$$

$$\Theta = \begin{cases} -K_c \cdot h_G \cdot (h_G/d_c)^\beta & (0 \leq h_G \leq d_c) \\ -\{K_c \cdot d_c + K_a \cdot (h + h_G - d_c)\} & (d_c < h_G) \end{cases} \quad (3)$$

ここに、 q_{Gx}, q_{Gy} : x, y 方向の単位幅流量、 K_a : 重力水が卓越する A 層内の飽和透水係数、 $K_c = K_a/\beta$ 、 β : 重力水部と不飽和水部との飽和透水係数の比、 h_G : 地下水の流動水深、 d_c : マトリックス部の最大水分量を水深で表した値、 d_s : 重力水を含めて表層土壤中に存在しうる最大水分量を水深で表した値、 H : 水位(= $h+h_G+Z$)、 Z : 土壌底面の標高(= z_b-D)、 D : 土層厚である。

地表面と土壌での水のやりとりは、地表面から土壌については浸透流量で、土壌からの地表面については滲出流量で取り扱われる。単位面積当りの流入流量 q_r 、土壌からの単位面積当りの滲出流量 q_s 、土壌への単位面積当りの浸透流量 f_i は、それぞれ式(4)、(5)、(6)で算定した。

$$q_r = f \cdot R / 3.6 \times 10^{-6} \quad (4); \quad q_s = \begin{cases} \frac{\partial(H_G - H_0)}{\partial t} & \text{if } H_G > H_0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5);$$

$$f_i = \begin{cases} 0 & \text{if } H_G > H_0 \\ \begin{cases} q_r(t) & \text{if } q_r(t) \leq f_p(t) \\ f_p(t) & \text{if } q_r(t) > f_p(t) \end{cases} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

ここに、 f : 流出係数、 R : 降雨強度、 $H_0 = Z + h_0 = z_b$ 、 f_p : 浸透能である。流出係数 f は $f=1.0$ とした。浸透能 f_p は、雨水の全て直接土壌に浸透させる方法($f_p = \infty$)を用いた。

【解析パラメータの効率的最適化法の開発】では、観測流量との差の二乗和を目的関数として、関数形が不明な最小値を効率的に求めるベイズ最適化法に基づく手法を開発した。ベイズ最適化は、未知の目的関数に対して、与えられたデータから関数形を学習しながら、大局的な最適解を探る手法である。図-2に、最適化手順の概要を示す。その手順は、(1)初期サンプリング点での目的関数の算出、(2)(1)の結果に基づく目的関数の応答曲面の推定、(3)目的関数の応答曲面を更新するためのパラメータ値の推定、(4)(3)の結果に基づく応答曲面の更新、(5)終了条件の確認である。(5)の終了条件を満たすまで(2)~(4)を繰り返し、目的関数を最大・最小とするパラメータ値を最適パラメータとする。(2)や(4)の応答曲面の推定や更新は、ガウス過程などの統計モデルで行う。(3)のパラメータ値は、最適化の過程で求められる獲得関数の値が最大となるように決定する。

ここでは、獲得関数には改善量の期待値を表す Expected Improvement (EI) を、目的関数には下流端流量の観測値と計算結果の平均絶対誤差(MAE)を用いた。(5)の終了条件には、目的関数の評価値の最大・最小値を有意に改善する最小の量として単位量を設定し、EI の最大値が単位量の1%を下回った場合とした。なお、単位量はピーク流量の1%とした。

【実験結果の取得とこれに基づくモデルの予測精度と最適化の妥当性の検証】では、水士壌パラメータが明確な地中流・地表面流の実験を新たに実施し、同結果に基づき、著者らが開発中の降雨流出・洪水氾濫解析モデルが地中流と表面流が混在する流れを再現できる能力を有しているか検討するとともに、ベイズ最適化によるモデルパラメータ推定法の妥当性について検討し

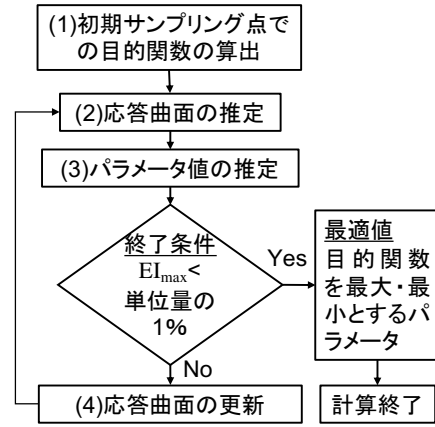


図-2 最適化の手順

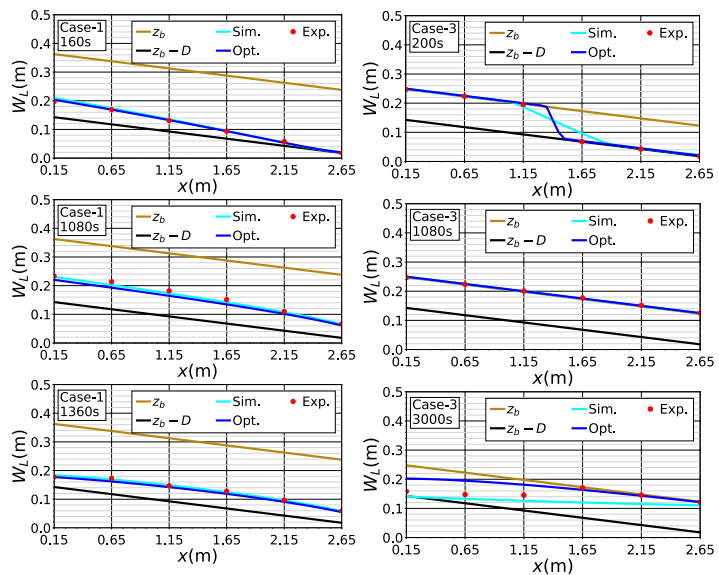


図-3 水面形の経時変化

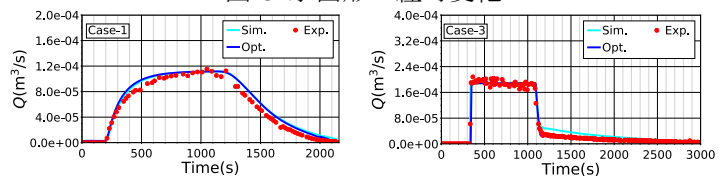


図-4 流量ハイドログラフ

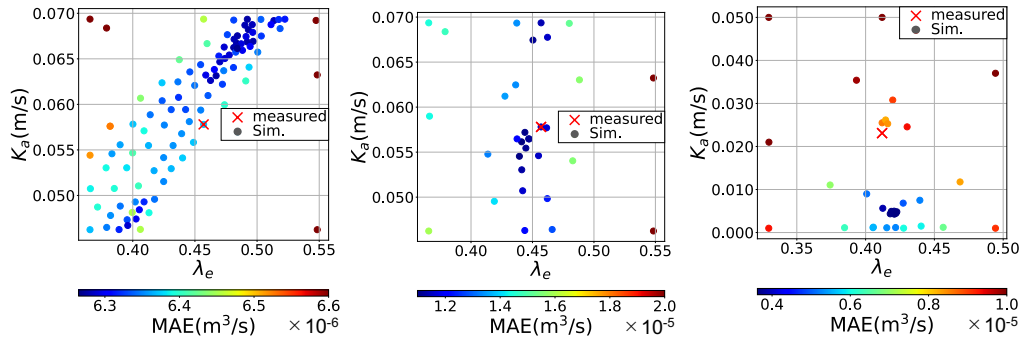


図-5 計算に用いたパラメータ値 K_a と λ_e の組み合わせと目的関数の平均絶対誤差(MAE)

た。また、分流水路での非定常実験を実施し、水位ハイドログラフを境界条件とした解析の水位・流量の再現性を検討した。

【実流域への適用と予測精度の検証】では、令和2年7月豪雨で被害が生じた球磨川流域に本モデルを適用し、実現象の再現性を検証するとともに、支川流域への降雨量と支川流域末端での流量の時間積分値と流域での貯留量、すなわち水収支と、これらに基づく支川流域を含めた降雨流出、洪水流下と氾濫現象の把握を行った。

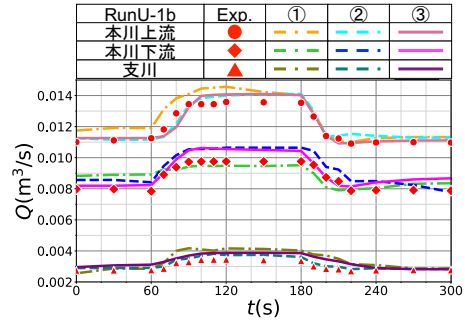


図-6 分流水路での流量ハイドログラフ

4. 研究成果

図-3, 4 に、【実験結果の取得とこれに基づくモデルの予測精度と最適化の妥当性の検証】で実施した地中流・地表面流の実験値(Exp.), 再現解析結果(Sim.), 最適パラメータを用いた解析結果(Opt.)との比較を示す。図-3には、水面形の経時変化, 図-4には流量ハイドログラフの一例を示す。また、図-5に計算に用いたパラメータ値 K_a と λ_e の組み合わせと目的関数の平均絶対誤差(MAE)の値をカラーバーで示す。カラーバーが青色に近いほど、誤差は小さくなる。これらから、

【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデル】は、(1)サクシンの小さい条件では、水位や流量の変動プロセスを再現でき、(2)地表面流が発生し、かつサクシンの小さい条件ではモデルパラメータの推定が可能であること、(3)(2)の最適パラメータを用いることで、今回の条件においては、本モデルは高い精度で実験結果を再現できることが確認された。一方で、(4)実土壌のパラメータ推定は、サクシンの小さい条件で地表面流が発生する状況であれば可能と考えられるが、そうでない場合には、土質試験に基づくパラメータの把握が必要となり、点計測による面的な推定は今後の課題と考えられる。

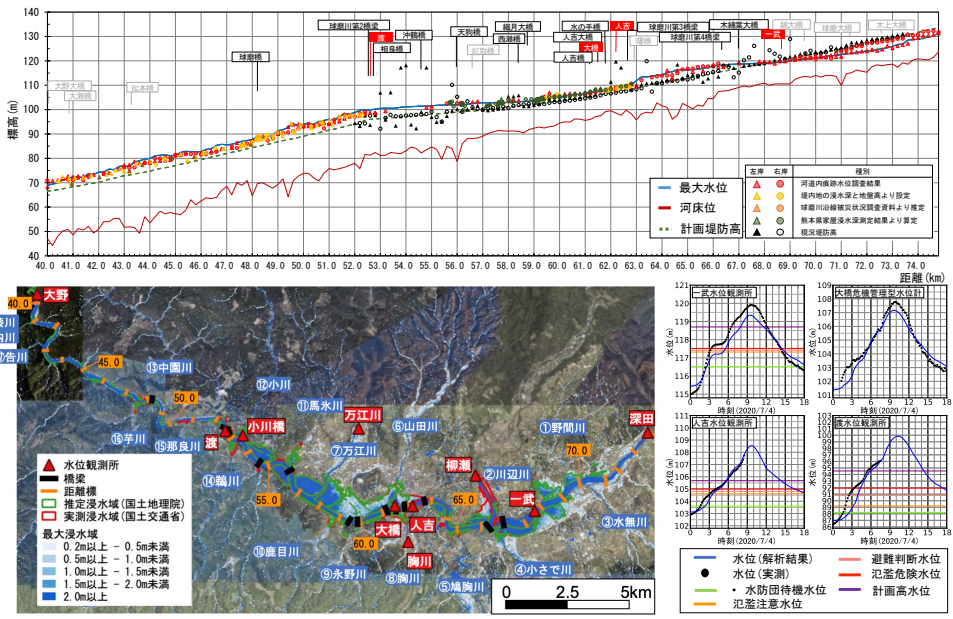


図-7 実測と解析最大浸水域, 痕跡水位と解析最大水位, 実測と解析水位との比較

【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデル】の解析結果は、図中の②の結果である。この結果から、(1)流量を再現可能であること、分流水路を含めた解析では、(2)堰上げ背水の場合には3次元性の強い流れが生じるため、流量の再現精度が低下すること、(3)一方で、低下背水の場合には、支川の流量には改善の余地が残るものの、本川流量を再現可能であること、などが確認された。

図-6に分流水路での非定常実験結果に、水位を境界・与条件とした数値解析モデルを適用し、流量の再現性について検討した結果の一例を示す。【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデル】の解析結果は、図中の②の結果である。この結果から、(1)流量を再現可能であること、分流水路を含めた解析では、(2)堰上げ背水の場合には3次元性の強い流れが生じるため、流量の再現精度が低下すること、(3)一方で、低下背水の場合には、支川の流量には改善の余地が残るものの、本川流量を再現可能であること、などが確認された。

【実流域への適用と精度検証】から、(1)【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデル】は図-7に示すように、最大浸水域、痕跡水位を概ね再現可能であること

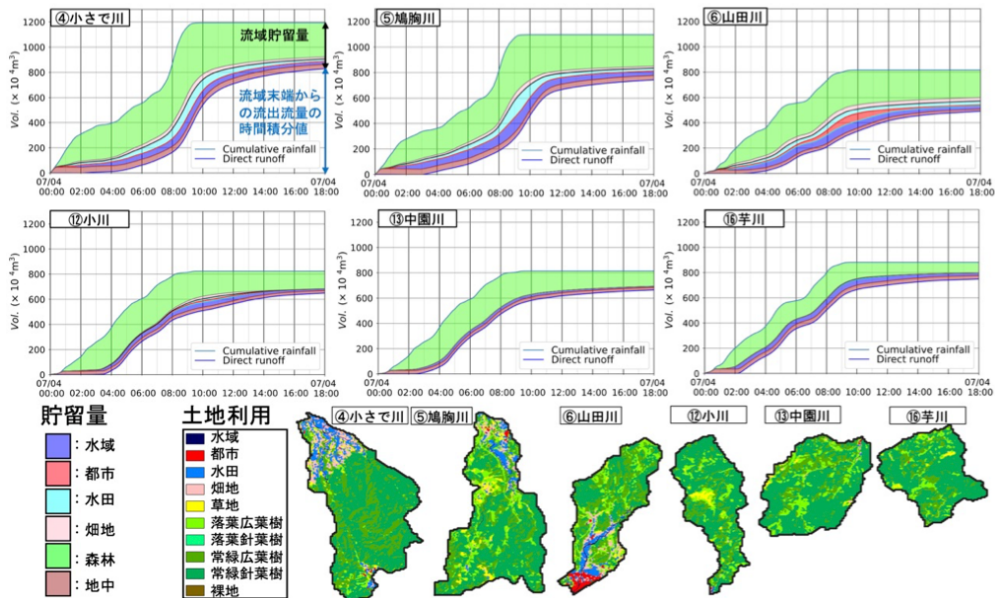


図-8 小流域の水収支と土地利用

と、(2)各小流域での貯留量や流域末端での流出流量すなわち支川流域の水収支は、図-8に示す通りであること、(3)球磨川本川の流量は、川辺川合流部上流の氾濫により低下するが、合流後には2倍程度となり、川辺川を含む図-9の黄色の小流域から本川流量と同程度の流入があったこと、(4)被害が甚大であった人吉～渡区間では、本川流量は氾濫や氾濫戻しの影響で増減するが、区間全体では図-9の紫の小流域から本川流量の16%程度の1,300 m³/sの流量が流入したこと、(5)今回の豪雨パターンは、人吉水位観測所よりも上流の川辺川・小きで川・鳩胸川からの流入流量と本川の一武・人吉水位観測所の流量のピーク発生時刻を概ね一致させ、人吉水位観測所の流量を増加させることに加え、被害を増大させる降雨パターンであること、(6)被害軽減には、治水施設により支川流域からの流出流量の低下あるいはピークの発生時刻を遅らせ人吉水位観測所での流量を低減させることが不可欠であること、などが確認された。

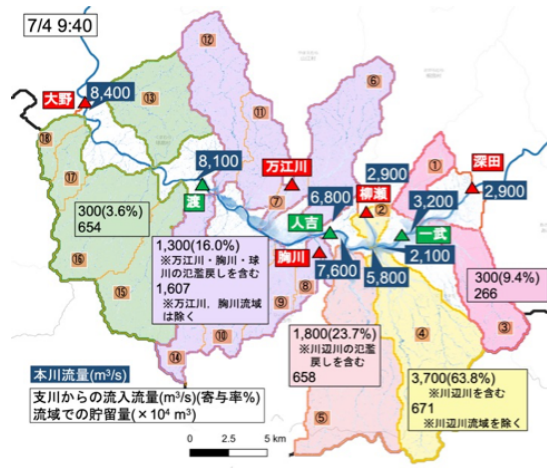


図-9 本川流量と支川流域からの流入流量の把握

このように、本研究で開発した【降雨流出・洪水氾濫一体解析モデル】は、大河川だけでなく中小河川での水害リスクや流域治水対策の治水効果を評価できるようになる。つまり、気候変動下で降雨量の増加が見込まれる将来に対して、流域レベルでの被害最小化策と効果的な危機管理対策の具体を検討する上で有用な情報を提供できると考えられる。

<引用文献>

- [1] 国土交通省：台風19号による被災状況と今後の対応について、<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001317859.pdf>, 2019.
- [2] 土木学会台風第19号災害総合調査団：台風第19号を踏まえた今後の防災・減災に関する提言、https://www.jsce.or.jp/strategy/files/hagibis_20200123.pdf, 2020.
- [3] 川池 健司, 井上 和也, 戸田 圭一, 野口 正人：低平地河川流域での豪雨による都市氾濫解析, 土木学会論文集, No.761/II-67, pp.57-68, 2004.
- [4] 重枝未玲：降雨を外力とした流域流出・洪水氾濫解析, ながれ, 第37巻, No.1, pp.33-40, 2018.
- [5] 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, 平成26年6月号, pp.18-21, 2014.
- [6] 重枝 未玲, 秋山 壽一郎, Adelaida Castillo DURAN, 伊藤 翔吾, 林 泰史：令和2年7月豪雨時の球磨川流域を対象にした降雨流出・洪水氾濫プロセスの検討, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.78, No.2, pp. I_685-690, 2022.
- [7] 立川康人, 永谷 言, 寶 馨：飽和・不飽和流れの機構を導入した流量流積関係式の開発, 水工学論文集, 第48巻, pp.7-12, 2004.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 重枝未玲, 濱田信吾, 田中博登, 林泰史, 中村亜紀 | 4. 巻 80 |
| 2. 論文標題 降雨流出・洪水氾濫解析モデルの地中流と地表面流の再現性の検討とパラメータ推定 | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.23-16162 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 重枝未玲, 濱田信吾, 中村亜紀 | 4. 巻 80 |
| 2. 論文標題 観測水位を用いた分流水路での流量推定 | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.23-16167 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 松尾尚輝, 重枝未玲 | 4. 巻 11-39 |
| 2. 論文標題 令和2年7月豪雨時の支川流域を含めた球磨川流域の降雨流出・洪水・氾濫現象の把握 | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 令和5年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 | 6. 最初と最後の頁 169-170 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 重枝未玲, 秋山 壽一郎, Adelaida Castillo DURAN, 伊藤 翔吾, 林 泰史 | 4. 巻 Vol.78, No.2 |
| 2. 論文標題 令和2年7月豪雨時の球磨川流域を対象にした降雨流出・洪水氾濫プロセスの検討 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学) | 6. 最初と最後の頁 I_685-690 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Mirei SHIGE-EDA, Juichiro AKIYAMA, Adelaida Castillo DURAN, Yasufumi HAYASHI, Syougo ITOU | 4. 巻 Vol.10, Issue 1 |
| 2. 論文標題 INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF FLOOD FLOWS IN THE CHIKUGO RIVER SYSTEM BASED ON WATER-LEVEL INFORMATION DURING THE HEAVY RAINFALL IN JULY 2020 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Journal of JSCE | 6. 最初と最後の頁 557-566 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 林 泰史, 重枝 未玲 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 ベイズ最適化を用いたセル分布型流出解析モデルのパラメータ最適化 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 | 6. 最初と最後の頁 183-184 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 梢 華伸子, 重枝 未玲, 林 泰史 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 令和2年7月豪雨時の球磨川上・中流域における小流域からの流入流量の算出 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 | 6. 最初と最後の頁 187-188 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 田中 博登, 重枝 未玲, 伊藤 翔吾 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 降雨流出・洪水氾濫解析モデルの地中流の再現精度の検証 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 | 6. 最初と最後の頁 247-248 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 中村 亜紀, 重枝 未玲, 林 泰史 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 水位を与条件とした洪水解析の分流部流れの再現性の検証 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 | 6. 最初と最後の頁 255-256 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 2. 重枝 未玲, 秋山 壽一郎, Adelaida Castillo DURAN, 林 泰史, 伊藤 翔吾 | 4. 巻 Vol.77, No.11 |
| 2. 論文標題 水位情報に基づく令和2年7月豪雨時の筑後川水系の出水状況の把握 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学) | 6. 最初と最後の頁 215-223 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

[学会発表] 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 重枝未玲 |
| 2. 発表標題 降雨流出・洪水氾濫解析モデルの地中流と地表面流の再現性の検討とパラメータ推定 |
| 3. 学会等名 第68回水工学講演会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名 中村亜紀 |
| 2. 発表標題 観測水位を用いた分流水路での流量推定 |
| 3. 学会等名 第68回水工学講演会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松尾尚輝 |
| 2. 発表標題 令和2年7月豪雨時の支川流域を含めた球磨川流域の降雨流出・洪水・氾濫現象の把握 |
| 3. 学会等名 令和5年度土木学会西部支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林 泰史 |
| 2. 発表標題 令和2年7月豪雨時の球磨川流域を対象にした降雨流出・洪水氾濫プロセスの検討 |
| 3. 学会等名 第67回水工学講演会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 林 泰史 |
| 2. 発表標題 ベイズ最適化を用いたセル分布型流出解析モデルのパラメータ最適化 |
| 3. 学会等名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 梢 華伸子 |
| 2. 発表標題 令和2年7月豪雨時の球磨川上・中流域における小流域からの流入流量の算出 |
| 3. 学会等名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 田中 博登 |
| 2. 発表標題 降雨流出・洪水氾濫解析モデルの地中流の再現精度の検証 |
| 3. 学会等名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中村 亜紀 |
| 2. 発表標題 水位を与条件とした洪水流解析の分流部流れの再現性の検証 |
| 3. 学会等名 令和4年度土木学会西部支部研究発表会 |
| 4. 発表年 2023年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| 九州工業大学大学院 工学研究院 建設社会工学研究系 水環境工学研究室ホームページ https://www.civil.kyutech.ac.jp/pub/mirei/index.html |
|---|

| | | |
|---------------------------|-----------------------|----|
| 6. 研究組織 | | |
| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|