

# 流域治水検討用一体型モデル の開発と実用化に関する研究

岩見 収二	(株)建設技術研究所 大阪本社河川部 次長	実流域でのモデル適用
川池 健司	京都大学防災研究所 教授	洪水流モデルの開発
佐山 敬洋	京都大学防災研究所 准教授	RRIモデルの改良
中村 公人	京都大学大学院農学研究科 教授	田んぼダムの機構解明
濱 武英	京都大学大学院農学研究科 准教授	田んぼダムの機構解明
山田 真史	京都大学防災研究所 JSPS特別研究員PD	RRIモデルの改良
吉田 邦伸	(公財)リバーフロント研究所 主席研究員	実務適用性の検討

(五十音順)

## 瀧 健太郎

博士(工学), 技術士(建設部門)

**滋賀県立大学環境科学部 准教授**

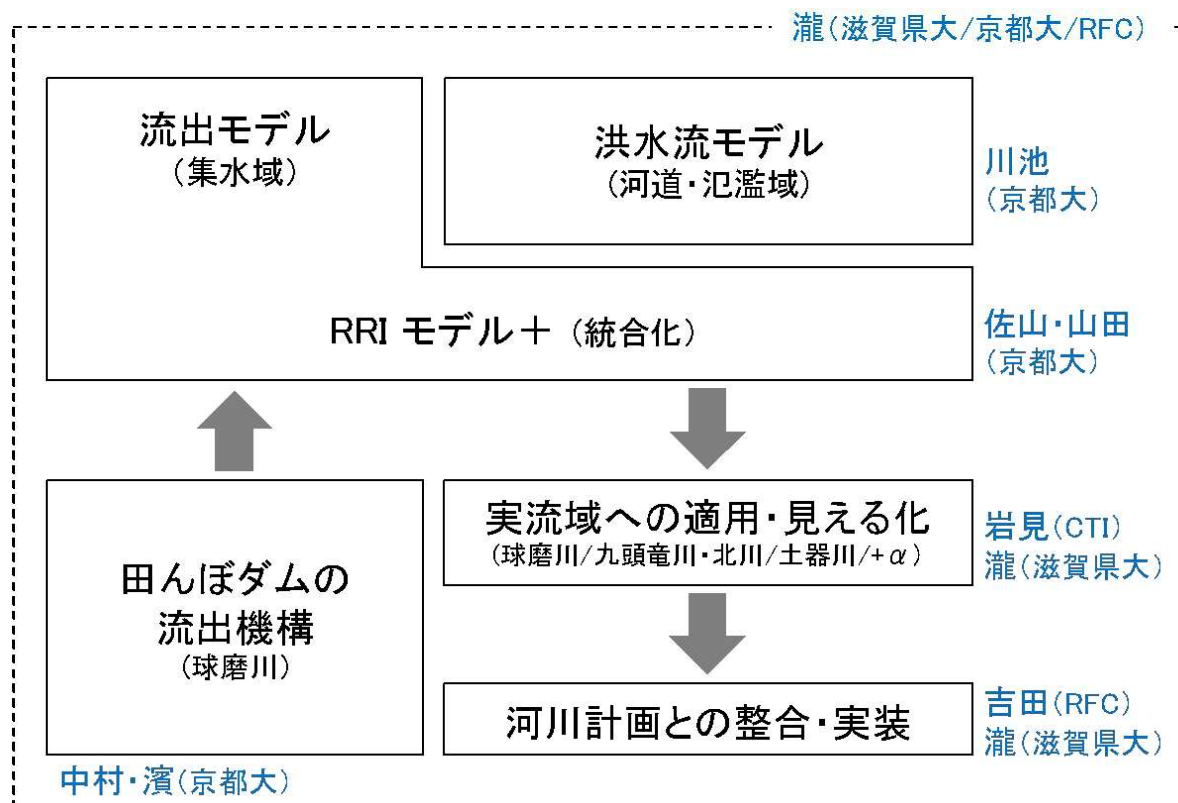
兼 京都大学防災研究所 水資源環境研究センター 客員准教授

兼 公益財産法人 リバーフロント研究所 技術参与

# 研究概要

## 流域治水検討用一体型モデルの開発

- 各種流出抑制対策(田んぼダム・ため池、雨水貯留浸透施設、二線堤など)の効果を適切に評価
- 既存の流出/洪水流モデル及びその連結法について流域治水の観点から機能追加・改良



## 実証実験と複数流域への適用

- 実証実験(球磨川流域の田んぼダムでの流出観測)に基づくモデル化
- 流域特性の異なる複数河川流域への適用。



## 現行河川計画制度を踏まえた実務適用法を提案

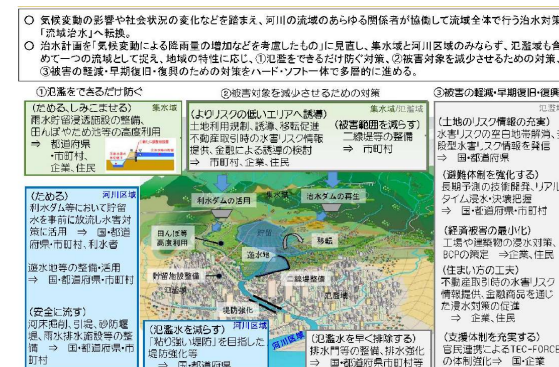
- 河川区域外の流出抑制対策の技術的・政策的不確実性を明らかに

# 研究概要

## 現場実装を目指す上での課題

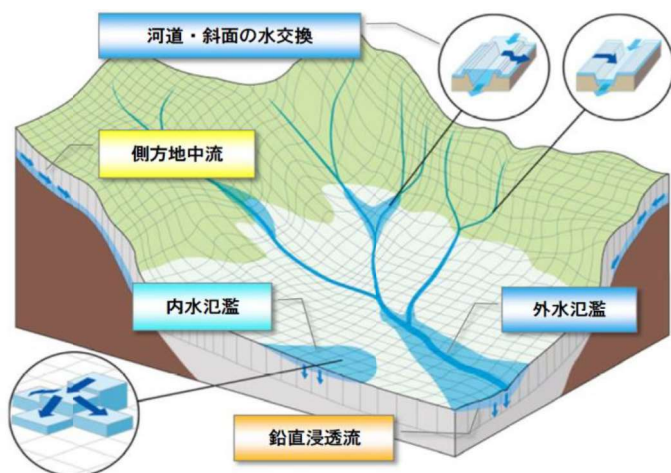
- 流出抑制対策は(河川区域外で実施されるゆえ)協力を得られたものから小規模かつ分散的に漸次普及
- 個別の流出抑制対策は局所的効果を把握することは比較的容易であるが、流域スケールでの効果を計量するのは技術的に困難

河川計画との連携を考えると、



**各種流出抑制対策の効果を、「個別」から「群」として、流域全体で積み上げた評価が必要**

## 技術の現状と課題、当該技術開発の理由



### 流出モデル

- 流域・小流域スケールの流出量を再現を得意とする
- 複雑な地形変化や小規模施設(盛土, 樹林帯, 建物等)を考慮した物理的プロセスの表現に課題

### 洪水流モデル

- 河川流や氾濫流の地形に応じた複雑な動きを表現できる
- 山腹斜面を含む流域スケールでの適用に課題

実務適用においては、以下の2視点が必要。

- 流出モデル・洪水流モデルのそれぞれの改良
- 地形特性に合わせた流出モデル・洪水流モデルの適切な組み合わせ

# 研究概要

## 流出解析・洪水流解析モデルの開発 (技術的革新性)

### RRI (Rainfall-Runoff-Inundation) モデルをベースに機能追加

- 田んぼダムやため池貯留、雨水貯留施設、二線堤・防備林などの流出抑制技術を適切に評価可能なものとする

流域治水検討用に  
バージョンアップ

- 流出モデルおよび洪水流モデルの各機能の改良 (要素モデルの組込等)
- 非構造格子の組み込み、連結またはネスティングのルールを検討

## 降雨流出氾濫モデル RRI (Rainfall-Runoff-Inundation Model)

### 従来の降雨流出モデル:

降雨から河川流量を予測  
(空間分布型のモデルでも氾濫の影響は解けない)

### 従来の洪水氾濫モデル:

破堤地点での流入量境界条件をもとに氾濫原の浸水を詳細に解析  
→ 浸水想定区域の計算に利用

### RRIモデル

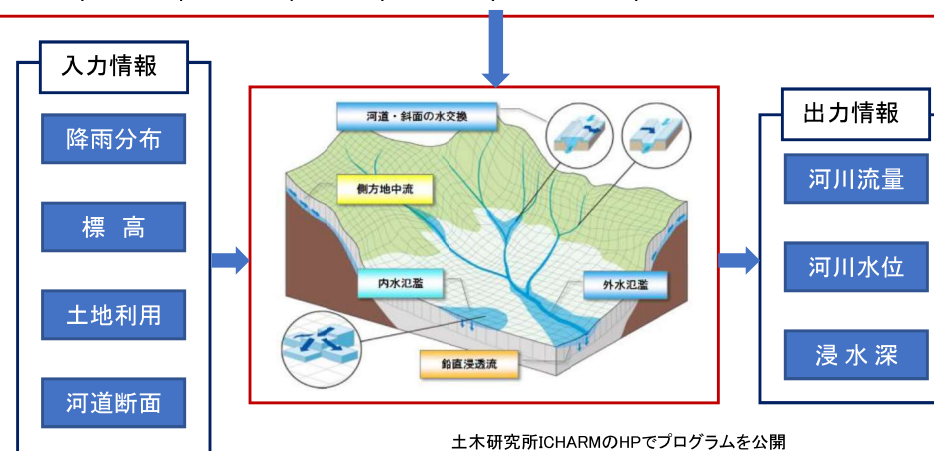
Rainfall-Runoff-Inundation Model

降雨流出から洪水氾濫までを流域全体で一体的に解析

土壌への浸透や地中流など、降雨流出モデルの特性も備える

全国版RRIモデルの開発:  
空間解像度150 m(5秒)で、全国を14地域に分割してカバー。集水面積 1km<sup>2</sup>以上の河川に適用、任意地点の水位や流量を出力。  
第二期SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)(2018年度~2022年度)で開発中

降雨(Rainfall) - 流出 (Runoff) - 氾濫 (Inundation) □ RRIモデル



土木研究所ICHARMのHPでプログラムを公開  
[http://www.icharm.pwri.go.jp/research/rri/rri\\_top.html](http://www.icharm.pwri.go.jp/research/rri/rri_top.html)  
Sayama et al. (2012) Hydrological Sciences Journal



# 研究概要

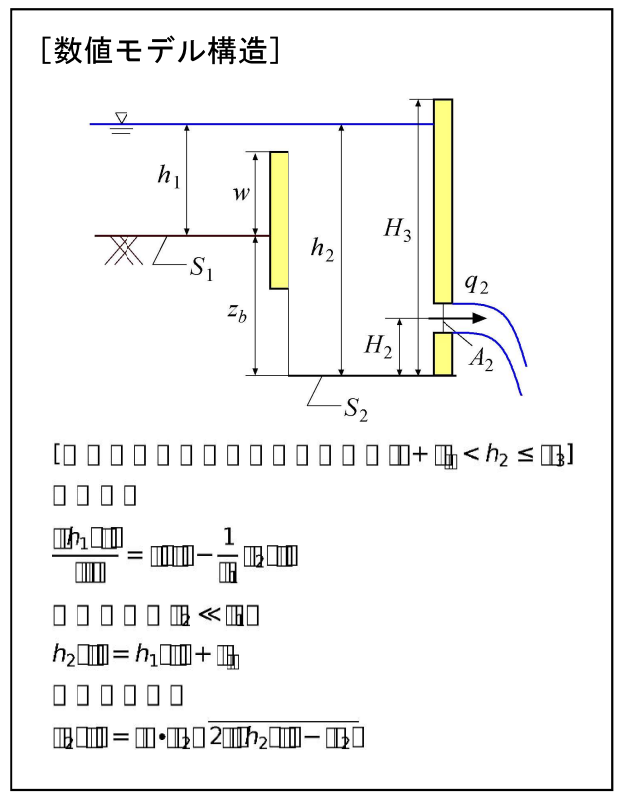
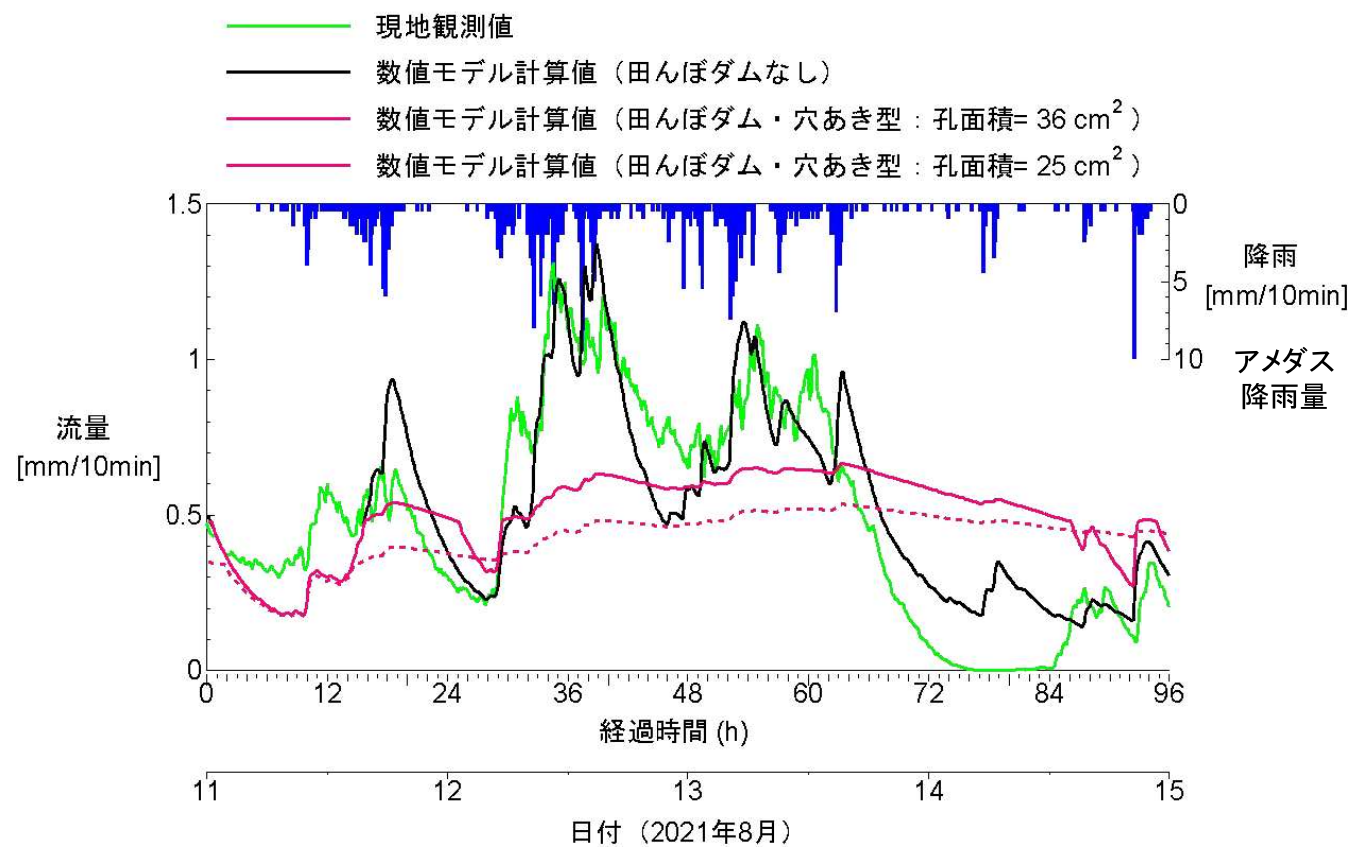
## 田んぼダムのモデル化

球磨川左岸域での実証実験の実測結果 一 区画ごと、支川ごとに流量・水位観測

- 流出モデル及び洪水流モデルに田んぼダムの（**浸透能, 畦畔高(容量), 落水口の形状・配置等に応じた**）流出抑制機能を組み込む
- 地形特性と降雨特性に応じて流出モデルに組み込む場合と洪水流モデルに組み込む場合があるため、その**切り替えに対応**できるよう検討

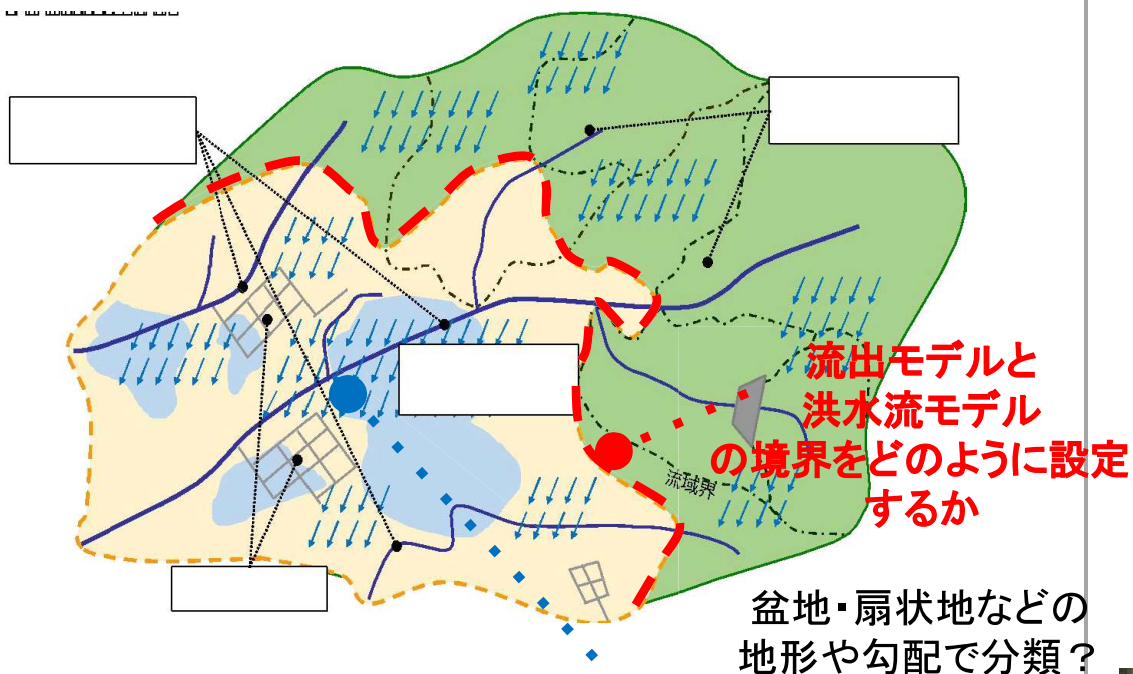
## 2021年8月11日～15日の降雨イベント・通常田んぼダム水田の数値モデルによる降雨流出応答の再現

(中村・濱)



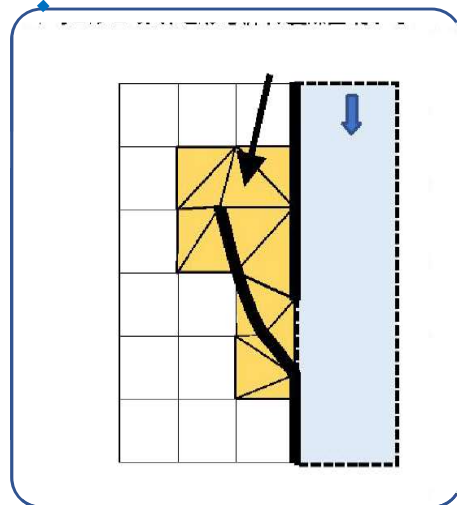
# 研究概要

## 流出モデルと洪水流モデルの結合ルール

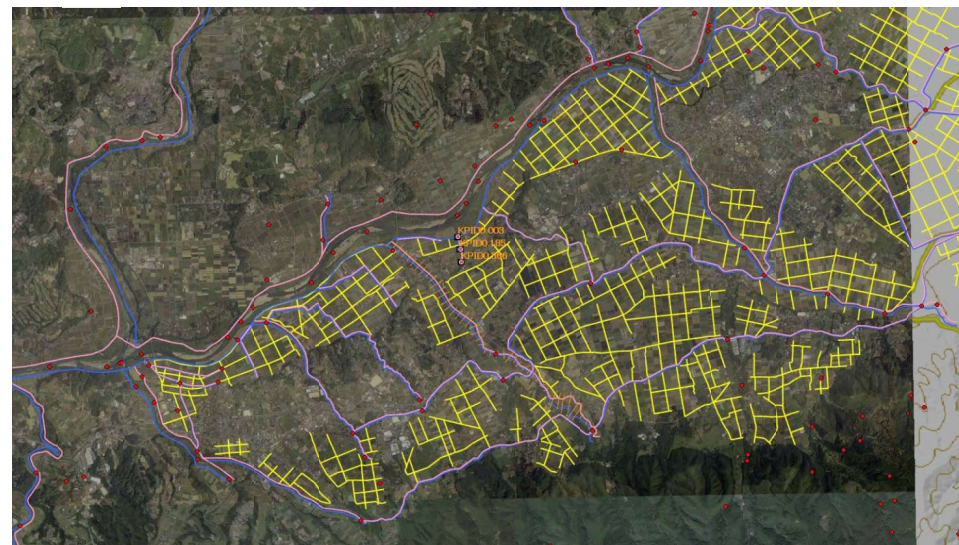
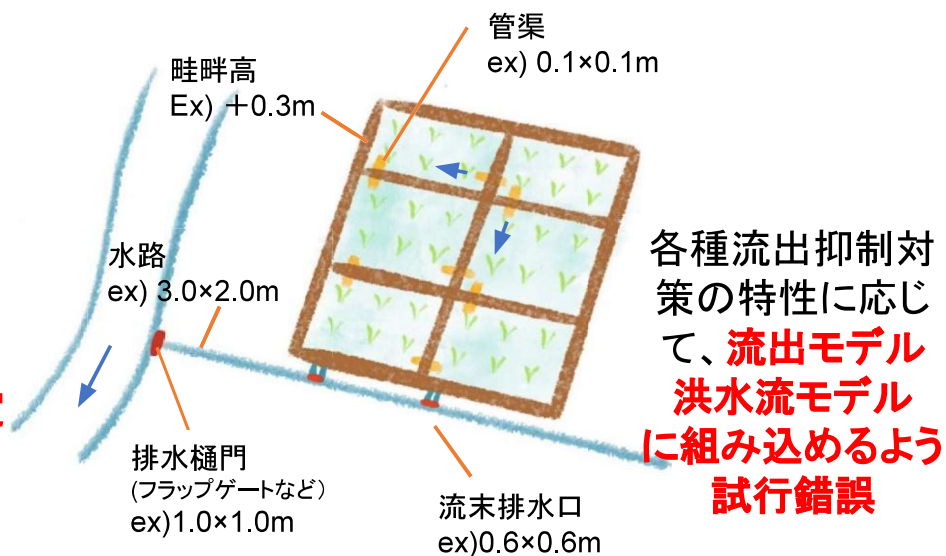


## 非構造格子の部分適用

- 不連続堤に隣接した遊水機能を有する水田周辺に非構造格子を適用
- 非構造格子の適用範囲の設定



## 田んぼダムの組み込み例 (洪水流モデル)

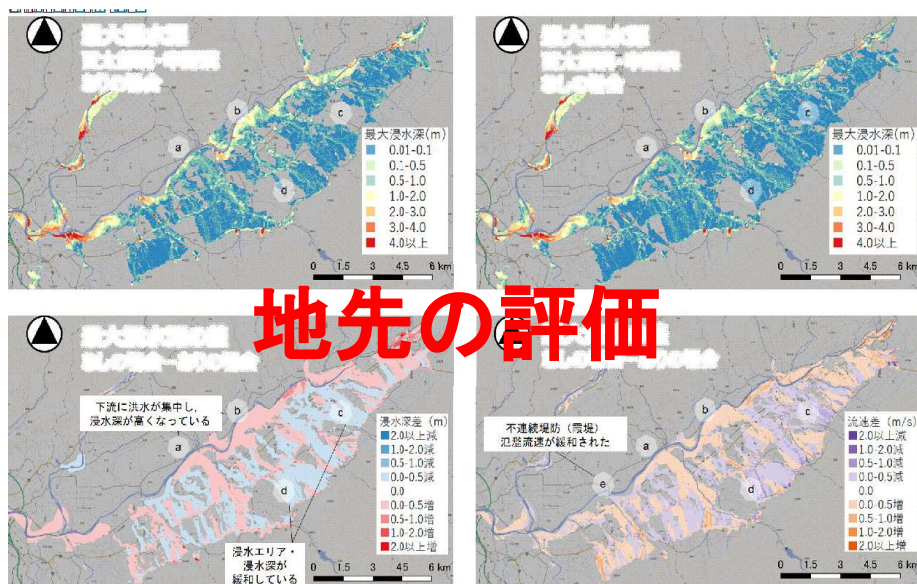




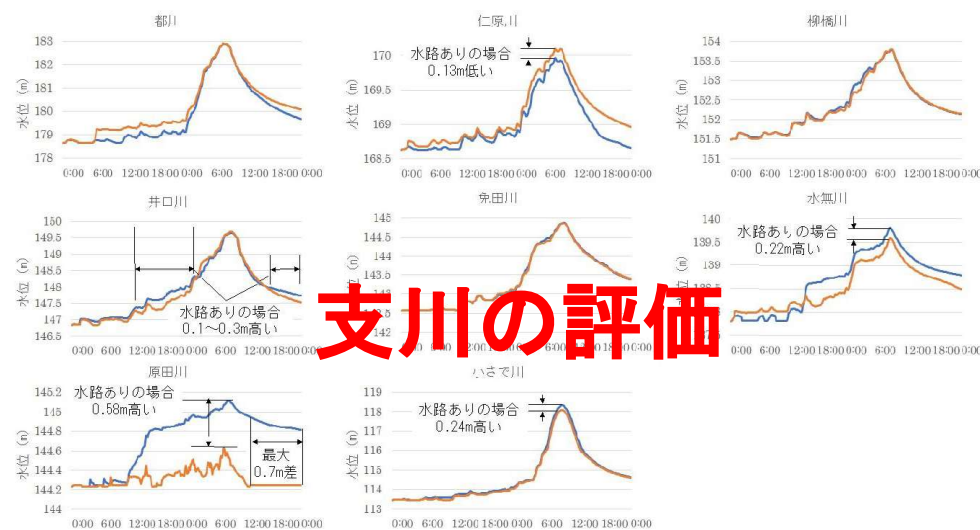
# 研究概要

## 流出抑制対策に適した治水効果の見える化(実現可能性)

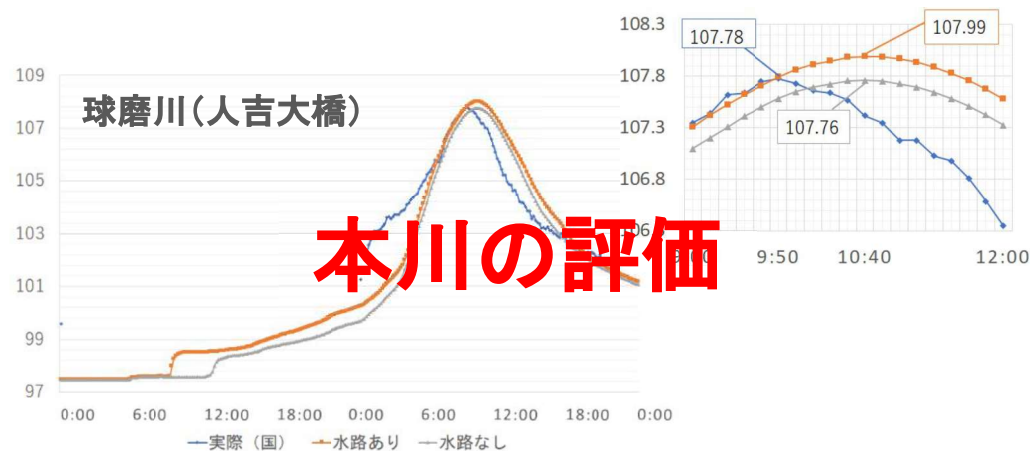
- 河川計画と連動して流域治水を本格実施するには、河川管理者以外の協力が不可欠
- 河川の水位縦断の時間変化に加え、支川群の水位変化はもちろん、(地権者・管理者の関心が高い)氾濫域の水位・流速の変化を正確に予測し見える化。



地先の評価



支川の評価

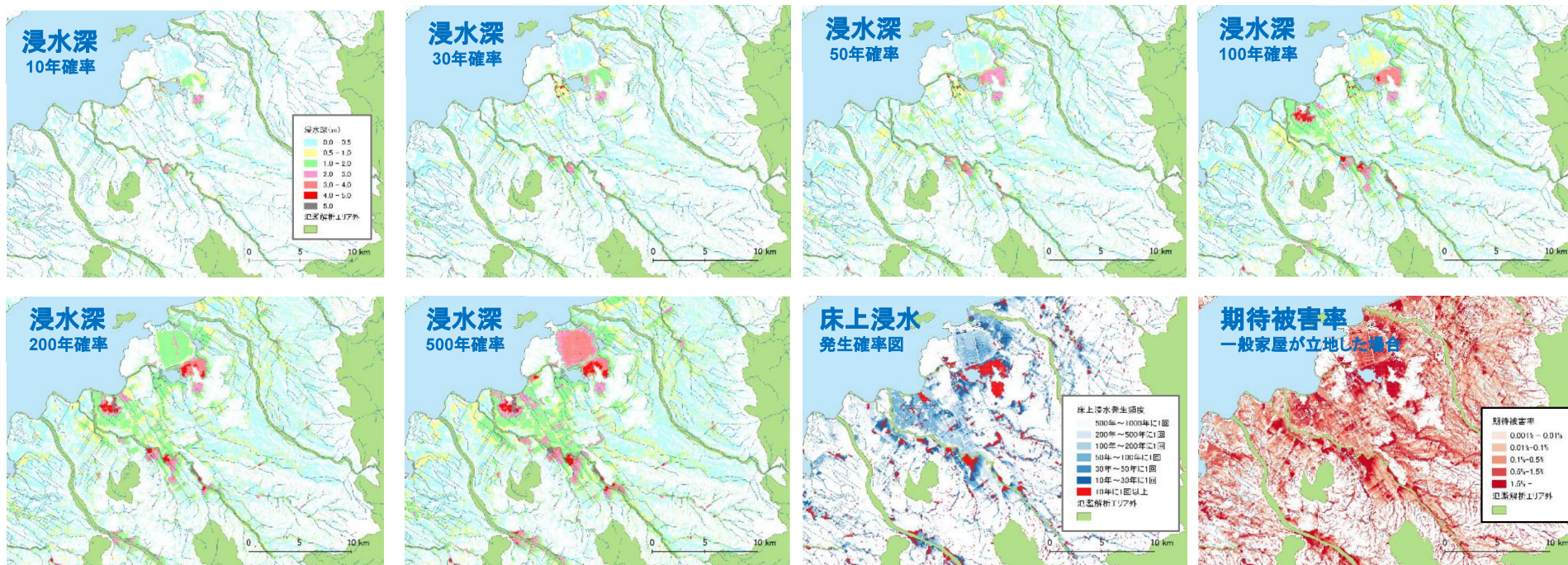


本川の評価

# 研究概要

## 流出抑制対策に適した治水効果の見える化(実現可能性)

- 中規模(支川計画規模, 数十年に1回)～低頻度(本川計画規模, 100～200年に1回)を外力として、多段階で評価する。



### (流出抑制対策の効果)

- 治水経済調査マニュアルに準じて **想定被害額等を算出、実施前後の差分で評価**
- 効果を関係者の関心に合わせて伝えるため、頻度別の浸水深・流速の時空間分布から、**床上浸水、家屋水没・流失、農業被害の発生確率の変化も地図化**
- これらの見える化は滋賀県等で一部試行。本研究を通じた技術的裏打ちがあれば表現方法の改善も加えることができ、導入可能性は高い。



# 研究概要

## 流出抑制対策の最適配置・運用の検討

- ため池等の既存施設については活用の有無だけでなく、技術的に実施可能な運用をした場合の効果を検討
- 複数の対象流域にて、田んぼダムや雨水貯留施設、二線堤・防備林は、地形特性に応じたさまざまな組み合わせで試行錯誤

## 精度検証のための現地の実証実験 - 実流域への適用(実現可能性)

- 田んぼダムについては、球磨川流域において中村・濱らが既の実証実験を開始
- これを継続するとともに得られた実測値を再現できるようモデル化

## 対象流域(必要に応じて変更・追加)

- ① 球磨川流域 ② 九頭竜川・北川、土器川 ③ 大規模出水があった流域を追加

- 対象流域の雨量・水位データを常に入手し、過去の出水および研究期間中の出水の再現性を確認。
- 研究期間中に国内で大規模な出水が生じた場合には、対象流域に緊急的に追加する。

### 実証実験を通じ、実務に耐え得る最も蓋然性の高い解析法を提案

- 流出モデル・洪水流モデルの持つべき機能、  
ベストなカップリング
- 空間解像度や破堤条件、その他の設定
  - 入手可能なデータや技術的制約  
(モデルの限界、計算機の処理能力等)

実務への適用に向けて

- 流出抑制対策の検証結果を踏まえ、**技術的・政策的信頼性を吟味**
- 河川法の主旨に則りどの対策を**どの程度河川計画の内数として見込めるのか**を整理
- 各種対策について河川計画に反映するための**最低限の技術的要件を整理**

# 実施計画

<p>1 年 目</p>	<p>基本モデルの構築と適用</p> <p>田んぼダムでの実証実験</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>流出モデル・洪水流モデルの改良</b>（過去洪水や実証実験の結果を反映）。</li> <li>• 流出モデル・洪水流の <b>結合アルゴリズム</b> を検討。</li> <li>• 球磨川流域ほか対象流域での基本モデルを作成，試算（再現計算）。</li> </ul> <p>• 球磨川左岸(地区)での <b>田んぼダムでの水文観測</b></p> <p>水上村，湯前町，多良木町，山江村，錦町，あさぎり町，人吉市にわたり，3種類の田んぼダムの方式と慣行区を設定し，圃場レベルと複数の圃場からなるブロックレベルの水収支観測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水田排水先の <b>複数支川での水位観測</b>（9か所）</li> </ul>
<p>2 年 目</p>	<p>田んぼダムでの実証実験</p> <p>最適配置・運用の検討および解析モデルの改良</p> <p>一体型モデルの精度検証と解析手法の確立</p> <p>治水効果の見える化</p> <p>河川計画との連動方法の検討</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 田んぼダム及び排水支川(複数)での水文観測の継続</li> <li>• モデルを用いて田んぼダム等の流出抑制対策の配置・運用を試行錯誤</li> <li>• 現地観測及び上記の試行錯誤を踏まえ、<b>個別モデルの改良と結合法を検討</b>する。</li> <li>• 対象流域での本川・支川の水位縦断の時間変化，氾濫域での浸水深・流速の時間変化とともに、<b>各種被害(家屋，農地被害等)の発生確率の地図化</b>を試行する。</li> <li>• 流出抑制対策の効果を実施前後の差分で表現（<b>地先・支川・本川</b>）</li> <li>• 解析結果から流出抑制対策の <b>技術的な不確実性</b> を明らかにする。</li> <li>• 河川法及び主要判例が規定する河川管理の義務的責任を考慮し、<b>流出抑制対策の効果を河川計画の内数としてどこまで見込めるのか</b> を明らかにする。</li> </ul>