

# 流域における 減災対策の現場適用に向けた 水害ハザード特性の評価手法 の試案

## 1. 背景・課題・目的

## 2. 評価手法

- ・ 概要
- ・ 「多段階の浸水想定図」を用いて
- ・ 「浸水深と降雨規模の関係図」を用いて

## 3. まとめ・課題

**JICE** (一財)国土技術研究センター 技術・調達政策グループ **井上 清敬**

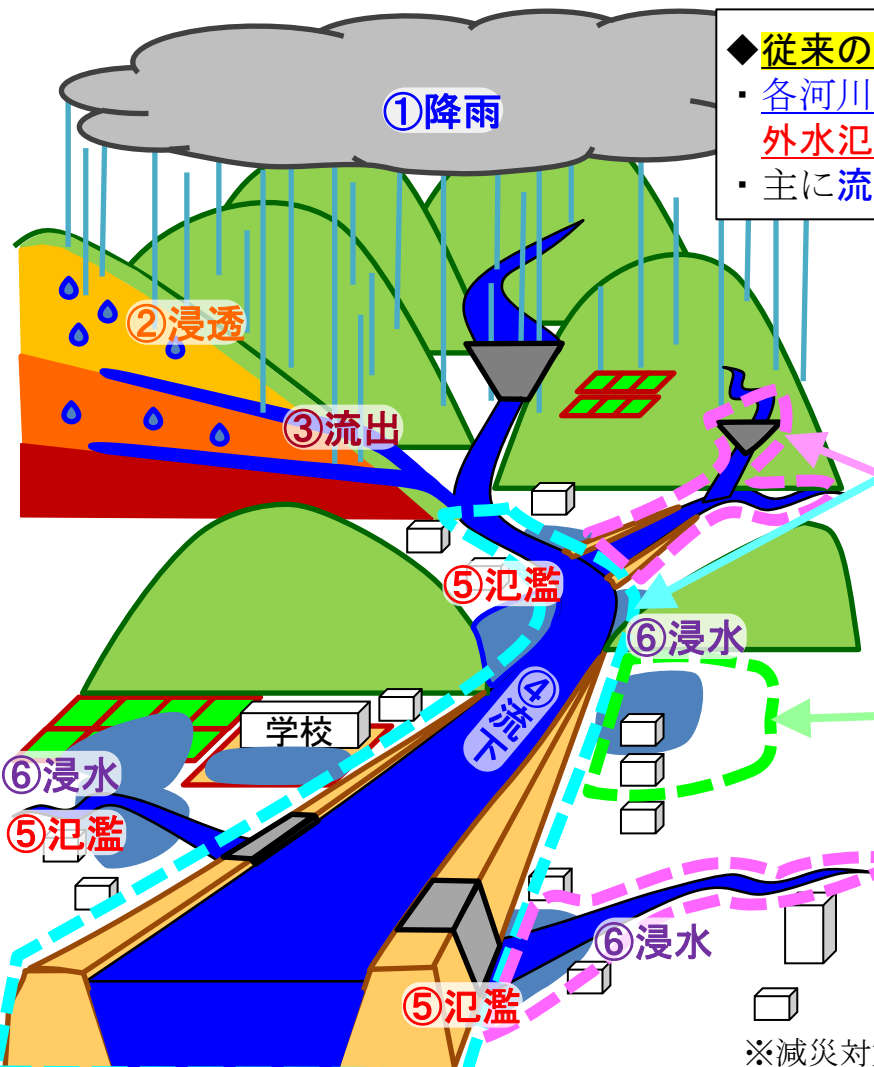
(前：国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室)

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 **武内慶了、山本哲也**

# 1. 背景 ~流域治水により、水害の被害を実質的に減らすために~

## ■背景:

- ・流域治水により、水害の被害を実質的に減らすには、治水事業に加え、**減災対策の現場適用**が重要。
- ・**流域治水の実効性向上**には、**減災対策を「流域治水型の治水計画」に位置づける**ことが重要。
- ・「流域治水型の治水計画」とまちづくりに関する計画との整合を図るため、水害の理解度が様々なまちづくりの関係者・減災対策の実施主体との協働に向け、**水害リスクの丁寧な共有**が重要。



### ◆従来の河川整備計画:

- ・各河川の目標流量を、所定の安全度で河川で流す(基本的に溢れさせない)、**外水氾濫**に着目した**河川管理者の治水事業**が中心の計画。
- ・主に**流下能力確保**の観点【**河川管理者の目線**】で**河道解析**等を実施。

④: 本川の河川整備計画の対象区間  
⑤: 支川の河川整備計画の対象区間

⑥: 内水氾濫の処理計画の対象範囲

### ◆内水処理計画:

- ・目標とする規模の降雨に対して、**内水区域の内水氾濫**(により許容せざるを得ない浸水深)に着目し、**許容湛水位以下**にする、**河川管理者の治水事業と関係機関の減災対策\***の計画。
- ・主に**浸水深**等の観点【**内水区域の住民の目線**】で**氾濫解析**等を実施

※減災対策: 集水域・氾濫域での関係機関による各種対策。(防災まちづくり・田んぼダム等)1

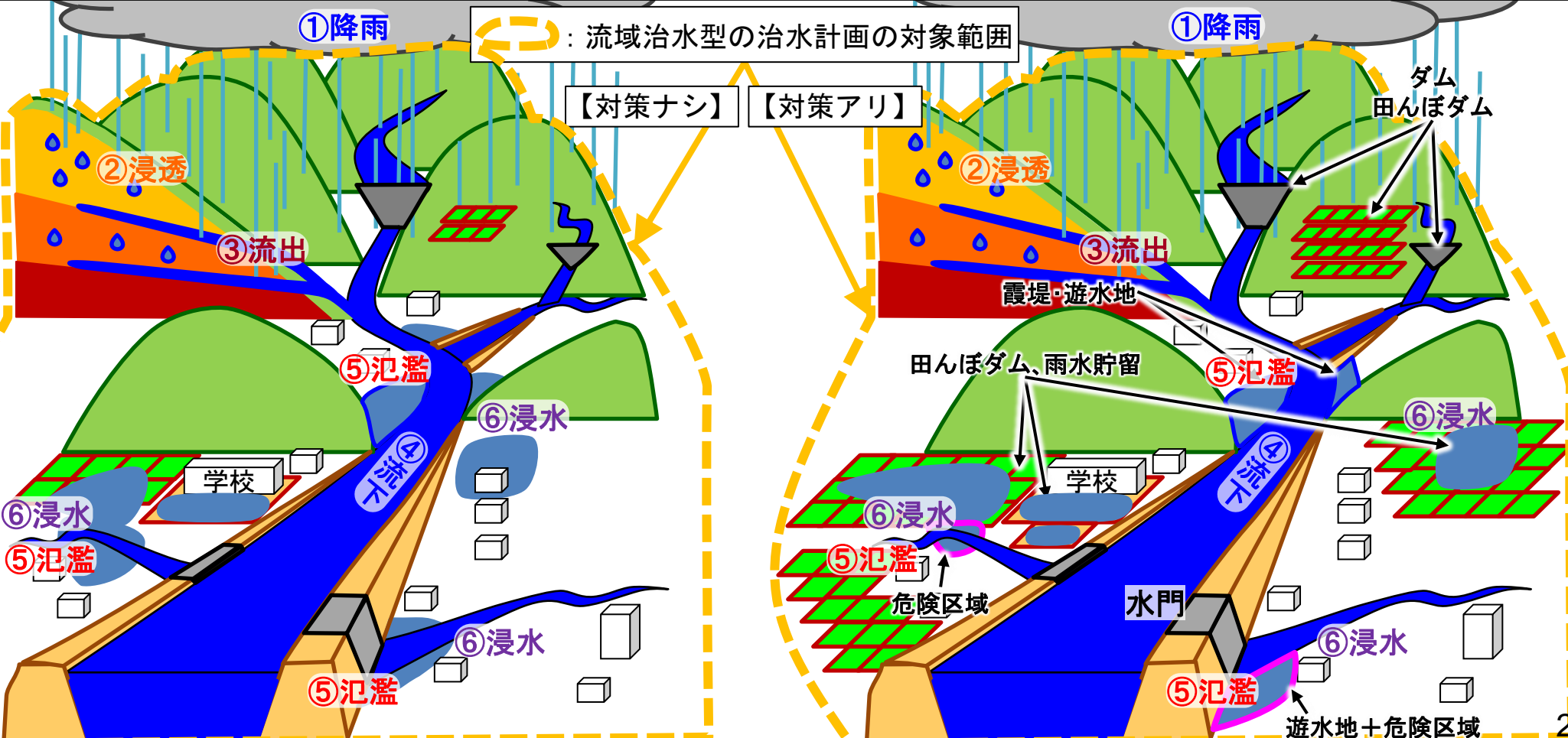
# 1. 課題 ~減災対策の効果の治水計画への計上による、流域治水の実効性向上~

- ◆従来の河川整備計画：各河川の外水氾濫に着目した河川管理者の治水事業が中心の計画。【河川管理者目線】
- ◆内水処理計画：内水区域の内水氾濫に着目した河川管理者の治水事業と関係機関の減災対策の計画。【区域住民目線】

◆流域治水型の治水計画：流域内の「浸水」に着目した河川管理者の治水事業と関係機関の減災対策の計画。【流域住民目線】  
 (計画上の目標降雨に対して、流域内の本川・支川・内水氾濫による「浸水」を許容するが「被害」の防止・軽減を図る)

<具体的な手法は整理されていない> → 治水事業と減災対策の効果を【面的】・【一体的】に評価する必要。

- 【面的】：「浸水」「被害」が、流域内のどこでどの程度発生するか面的に把握し、対策の有無で比較する必要。
- 【一体的】：本川・支川の治水事業と減災対策の各対策は、目標とする降雨規模、対象とする流域が異なる。



# 1. 背景・課題・目的 ～減災対策の効果の治水計画への計上による、流域治水の実効性向上～

## ■背景：

- ・流域治水により、水害の被害を実質的に減らすには、治水事業に加え、減災対策の現場適用が重要。
- ・流域治水の実効性向上には、減災対策を「流域治水型の治水計画」に位置づけることが重要。
- ・「流域治水型の治水計画」は、流域内の「浸水」に着目した【流域住民目線】の治水事業と減災対策の計画。
- ・「流域治水型の治水計画」とまちづくりに関する計画との整合を図るため、水害の理解度が様々なまちづくりの関係者・減災対策の実施主体との協働にむけ、水害リスクの丁寧な共有が重要。

## ■課題：

- ・治水事業と減災対策の効果を【**面的**】・【**一体的**】に評価する必要。
  - 【**面的**】：「浸水」「被害」が、流域内のどこでどの程度発生するか面的に把握し、対策の有無で比較する必要。
  - 【**一体的**】：本川・支川の治水事業と減災対策の各対策は、目標とする降雨規模や対象とする流域が異なる。

## ■目的：

- ・減災対策の効果を評価し、「流域治水型の治水計画」に計上する手法の構築に向け、水害リスクの基礎情報である水害ハザード特性の評価手法の全体像を示す

## ■評価手法の概要：

内外水統合型の「多段階の浸水想定図」と、それから作成する地点毎の「浸水深と降雨規模の関係図」を用いて、水理学的視点で氾濫流の挙動を解釈して、水害ハザード特性を評価する手法。

※本稿では、手法の全体像を示すことを重視し、主に浸水深を指標に検討。



※減災対策：集水域・氾濫域での関係機関による各種対策。(防災まちづくり・田んぼダム等)3

# 2. 評価手法（概要） ～「多段階の浸水想定図」と「浸水深と降雨規模の関係図」を用いて～

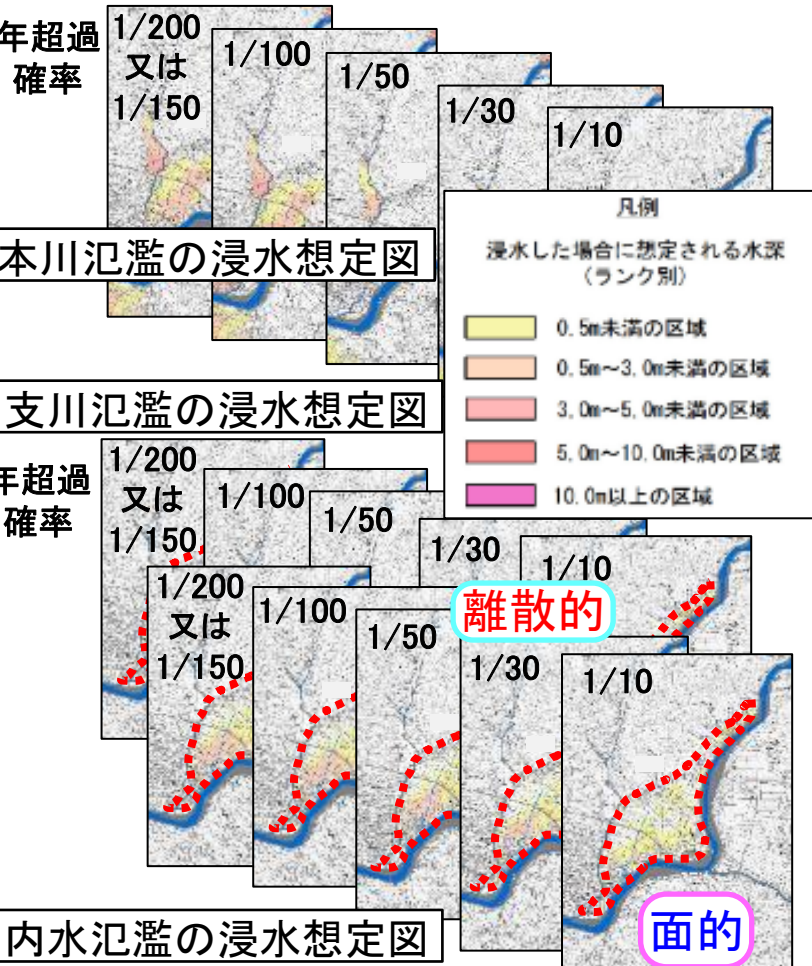
## ■ 内外水統合型の多段階の浸水想定図：

・ 大～小規模の多段階の降雨に対する **本川・支川・内水氾濫**の浸水深を表示。（降雨等の条件は【**離散的**】）  
 → 解析条件に設定した【**治水事業・減災対策の効果**】を【**一体的**】に【**面的**】な浸水深として把握可能。

水理的視点で氾濫流の挙動を解釈して、不足する情報を相互に補間

## ■ 被害と豪雨規模の関係（リスクカーブ）：

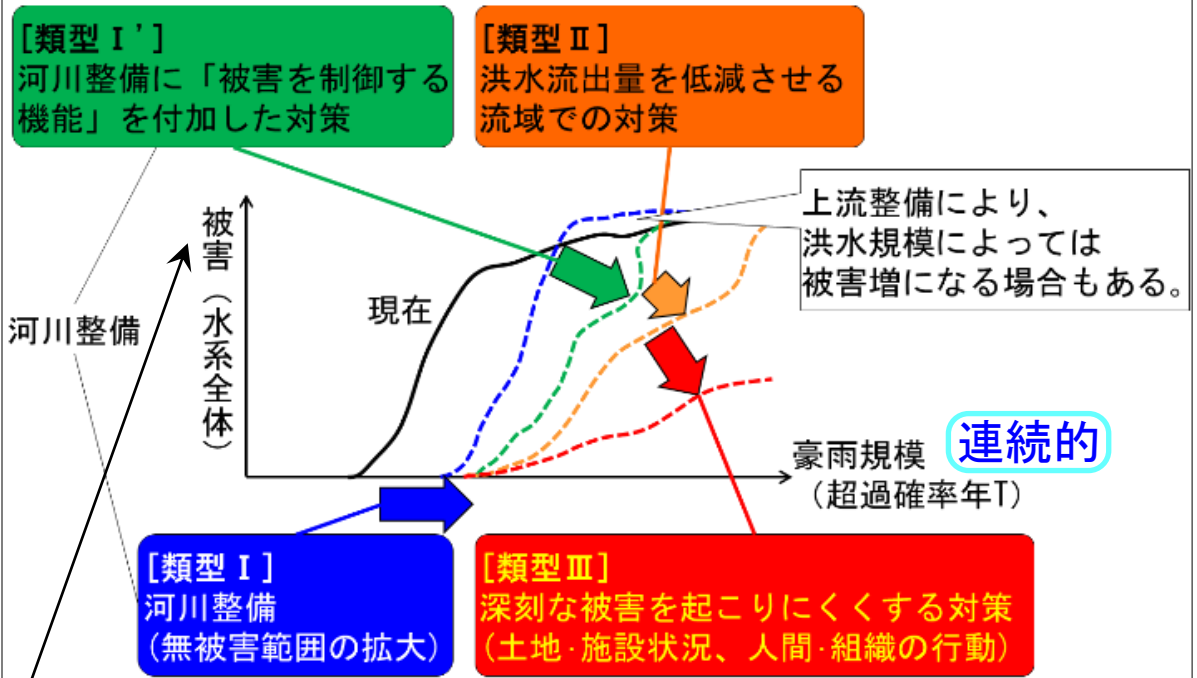
・ 降雨の規模に対する浸水被害の関係。（浸水被害の**対象範囲**の観点で【**離散的**】）  
 → **降雨規模**に関して【**連続的**】に、治水事業・減災対策の事業メニューの妥当性を【**一体的**】に評価等が可能。



国総研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」第三部-2, 2017

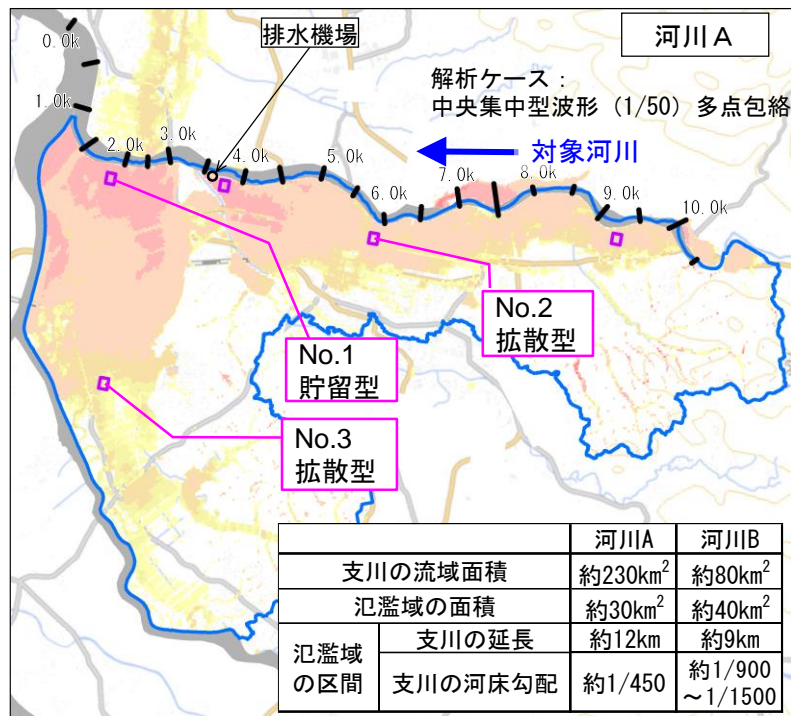
## 新しい治水フレーム実現の方向性

■ リスクカーブ(被害～豪雨規模関係)を“寝かせる”ため、様々な類型から成る“**施策を総動員**”していく。



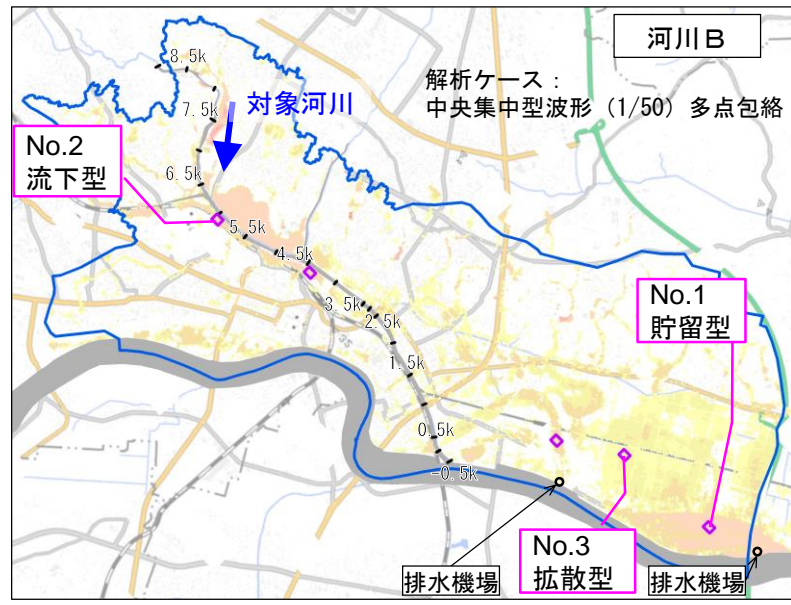
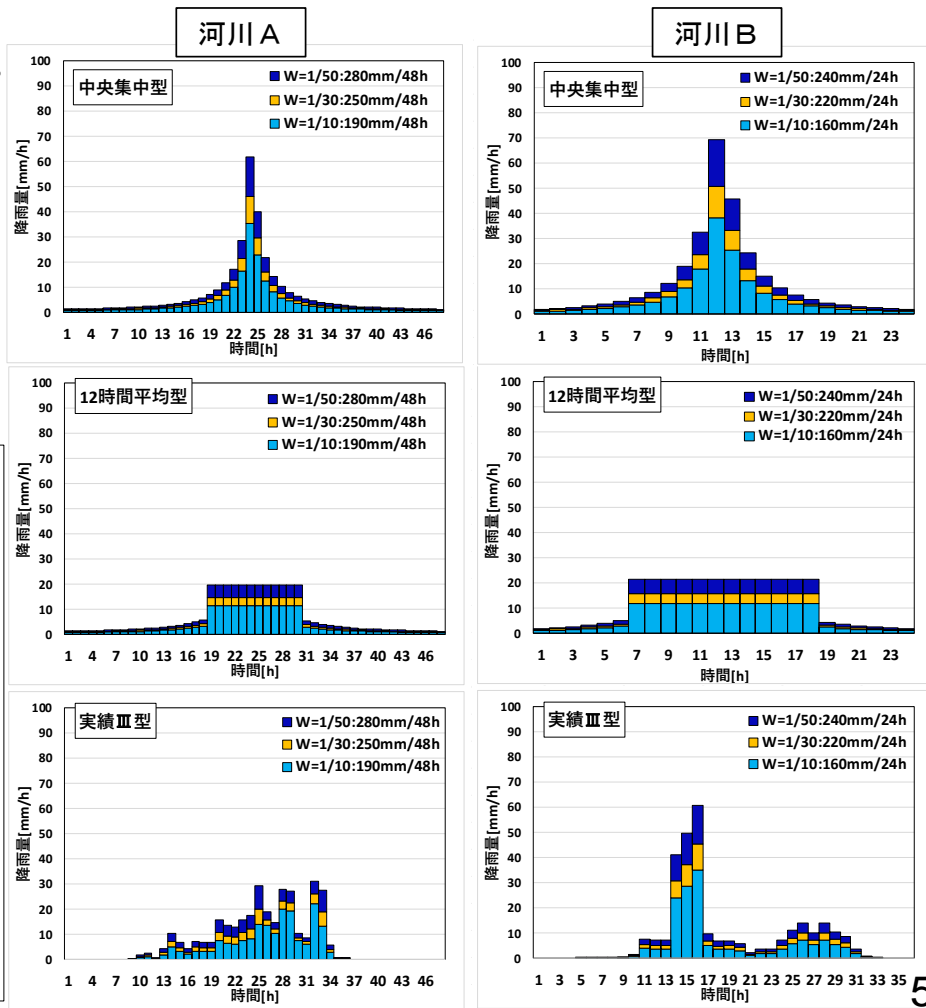
※本稿では、手法の全体像を示すことを重視し、主に浸水深を指標に検討。

# 2. 評価手法（概要） ～検討対象河川と数値解析手法～



- ### 解析手法の概要：
- 「多段階の浸水想定図及び水害リスクマップの検討・作成に関するガイドライン」に示された手法を基本。
  - 降雨等の解析条件を変化させる**感度分析**を実施。
  - 降雨波形：【中央集中型】 【12時間平均型】 【実績波形】
  - 破堤条件：【順次破堤(天端)】 【順次破堤(HWL)】 【多点包絡】

※内外水統合型。  
本川氾濫はしない設定。  
(支川・内水氾濫のみ)



- ### 凡例
- 氾濫域
  - 浸水深 ※0.1m以上
  - 0.3m未満
  - 0.3m以上0.5m未満
  - 0.5m以上1m未満
  - 1m以上3m未満
  - 3m以上5m未満
  - 5m以上10m未満
  - 10m以上

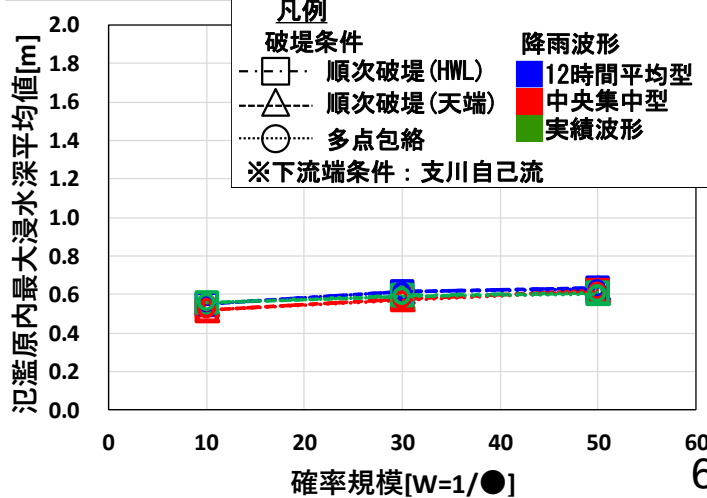
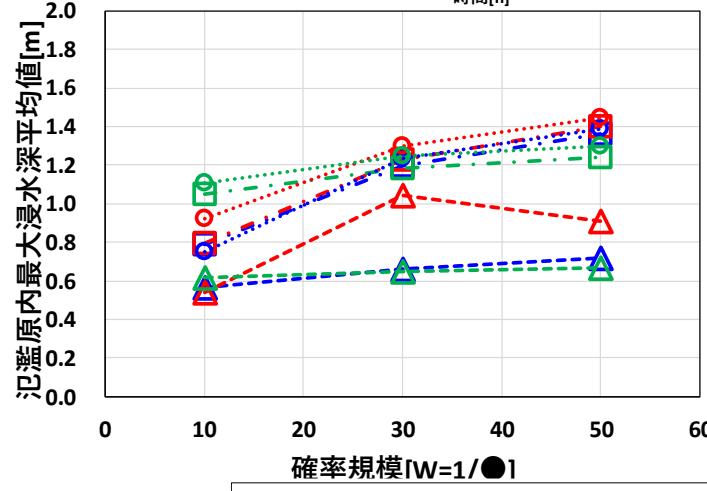
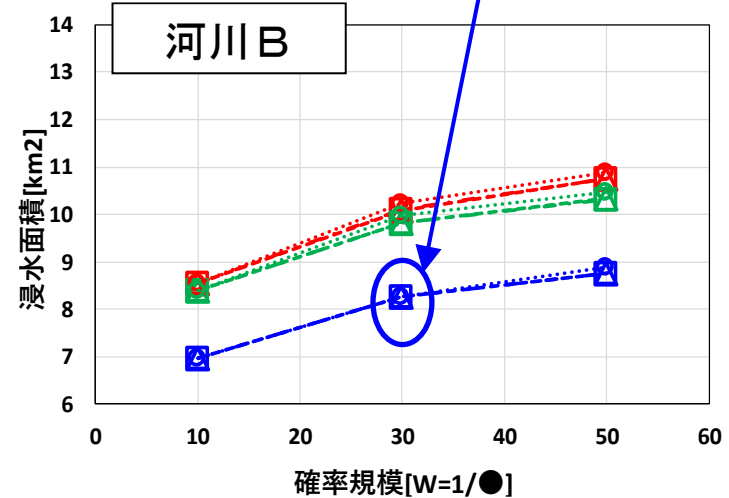
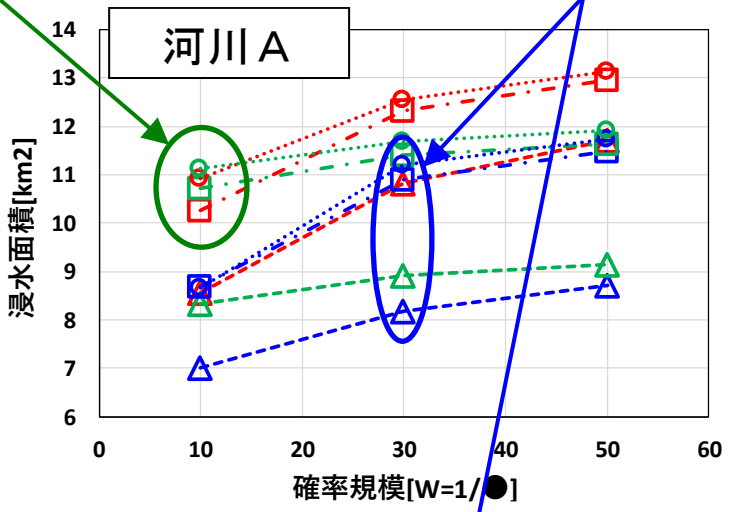
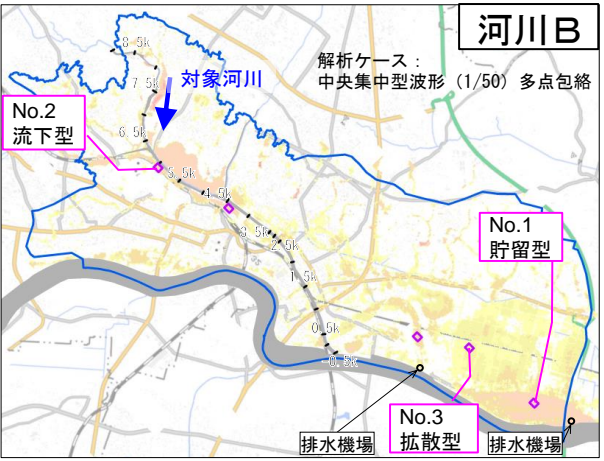
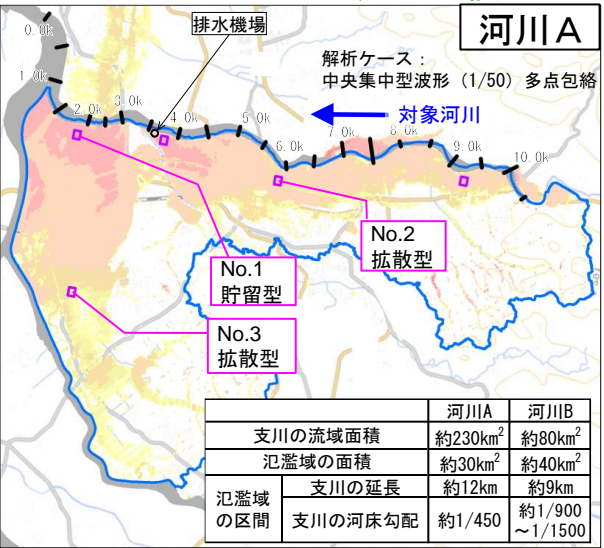
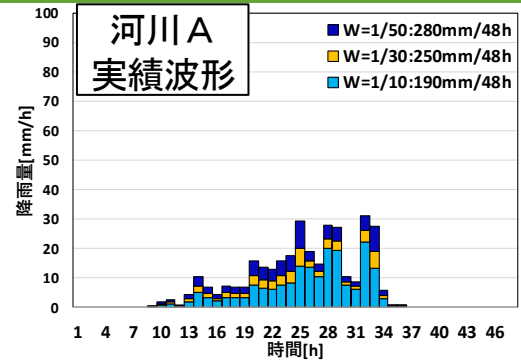
# 2. 評価手法（浸水想定図） ～氾濫域全体のハザード特性～

## ■ 氾濫域全体の浸水面積と浸水深（最大値の平均値）：

- ・ 降雨規模の増加に伴い浸水深等は増加。
- ・ ピーク雨量だけでは整理できず、**氾濫流量に着目**する必要。
- ・ 氾濫域全体だけでなく、**地点毎の評価**が重要。

ピーク雨量が小さい実績波形の  
浸水面積が大きい。

堤防の比高差が小さい河川Bでは、  
破堤条件の違いの影響は小さい。



凡例  
 破堤条件  
 -□- 順次破堤 (HWL)  
 -△- 順次破堤 (天端)  
 ○ 多点包絡  
 ※下流端条件：支川自己流  
 降雨波形  
 ■ 12時間平均型  
 ■ 中央集中型  
 ■ 実績波形

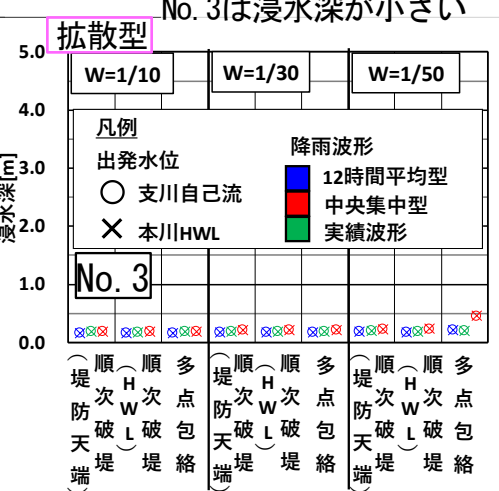
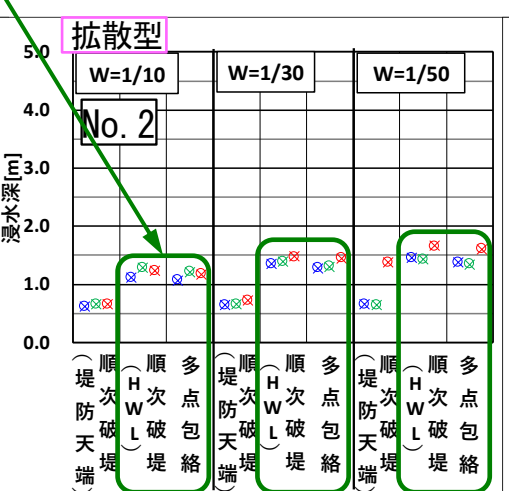
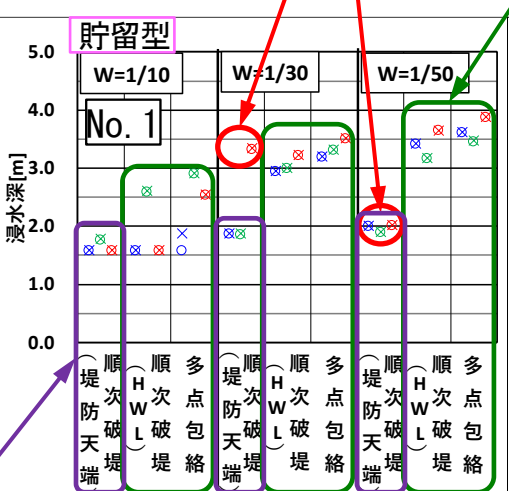
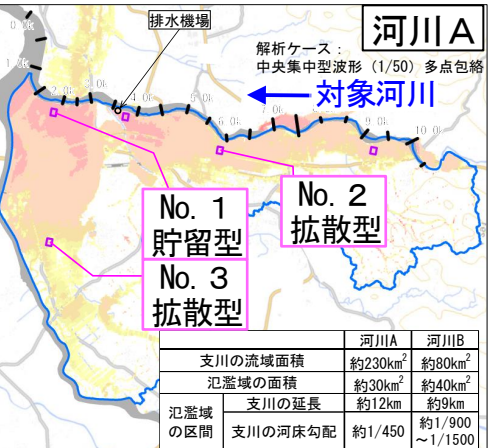
# 2. 評価手法（浸水想定図）～地点毎のハザード特性（浸水がどこでどの程度発生？）～

■地点毎の浸水深（最大値）：（※氾濫ブロック内の氾濫形態を細分化して、特徴的な地点を抽出）  
 ○平易な水理学的視点で、氾濫形態に応じた水害ハザードの因子の変化に着目（地形・氾濫流量等）し、  
 氾濫流の挙動を解釈することで、水害ハザード特性の物理的意味を理解し、水害ハザード特性を【面的】に類推可能。

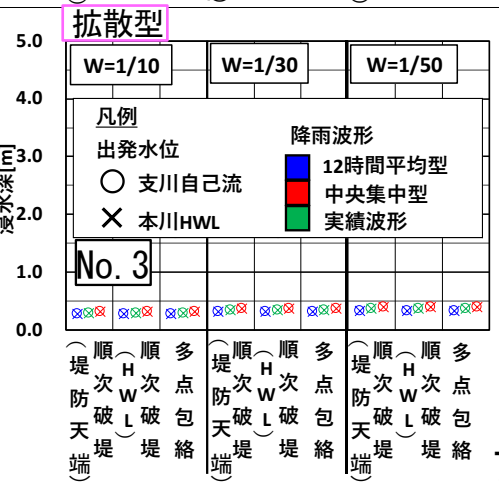
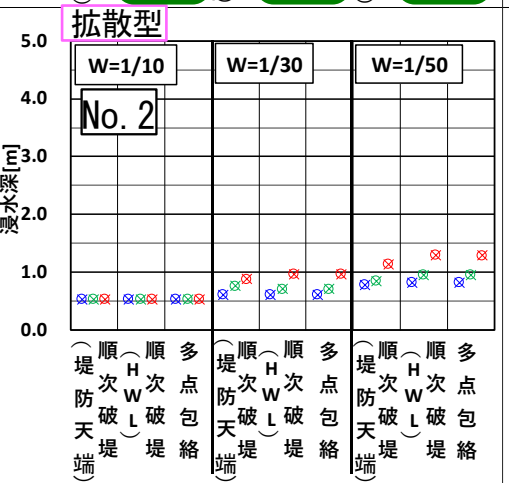
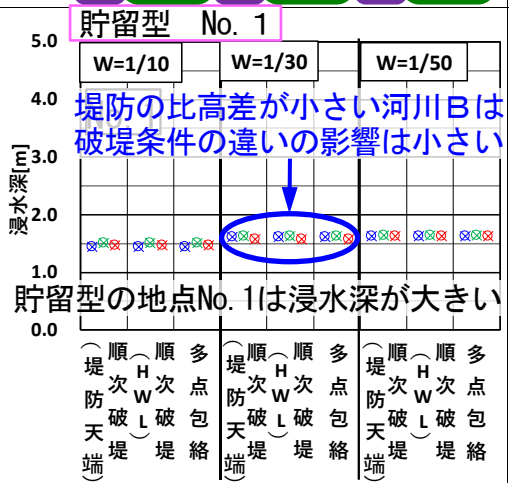
単位幅流量、湛水量  
**【拡散型・流下型】** :  $h = \left( \frac{Q}{B} \frac{n}{\sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{5}}$  地形 (流路幅、湛水面積等)  
**【貯留型】** :  $V = \sum_i (A_i h_i)$

1/30の浸水深が1/50より大きい  
 (1/50では氾濫流がNo. 1に影響する点で破堤しておらず、湛水量Vの影響が小さいため)  
 順次破堤(HWL)は多点包絡と比較して、No. 1は小さい、No. 2は同等  
 (No. 2では、Q/Bが順次破堤と多点包絡で同等のため)

拡散型で、破堤点から遠い  
 No. 3は浸水深が小さい



順次破堤(天端)の浸水深は他より小さいまたは同等  
 (破堤に伴う湛水量Vの増加が、順次破堤(天端)は小さい場合があるため)

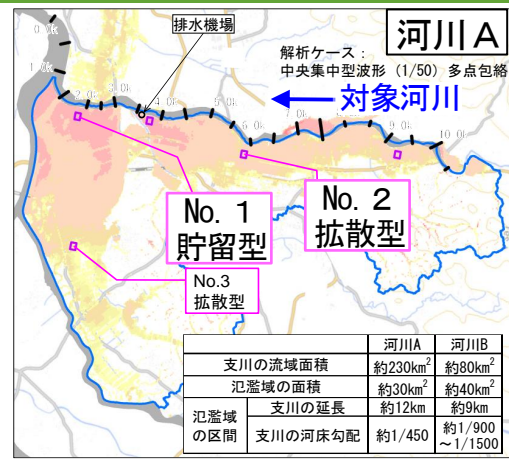




# 2. 評価手法（浸水深と降雨規模の関係図）～降雨規模に関して連続的なハザード特性～

■ **浸水深と降雨規模の関係図：**（※河川AのNo. 1とNo. 2を抽出）

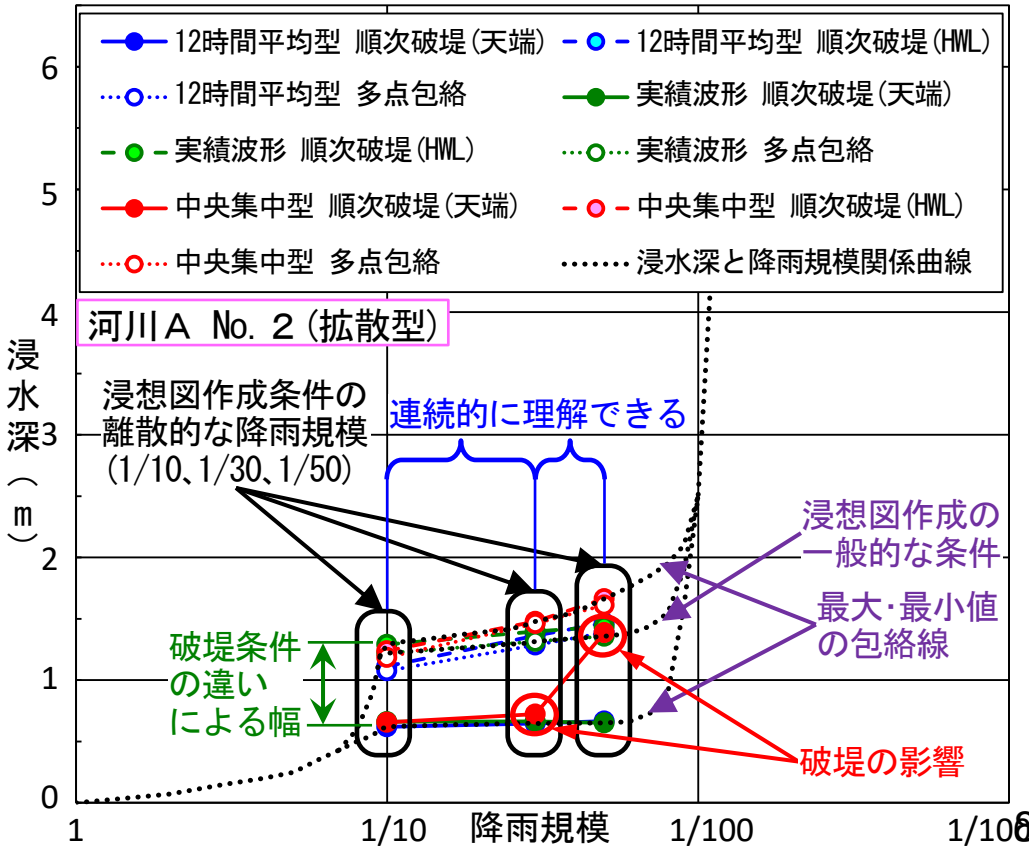
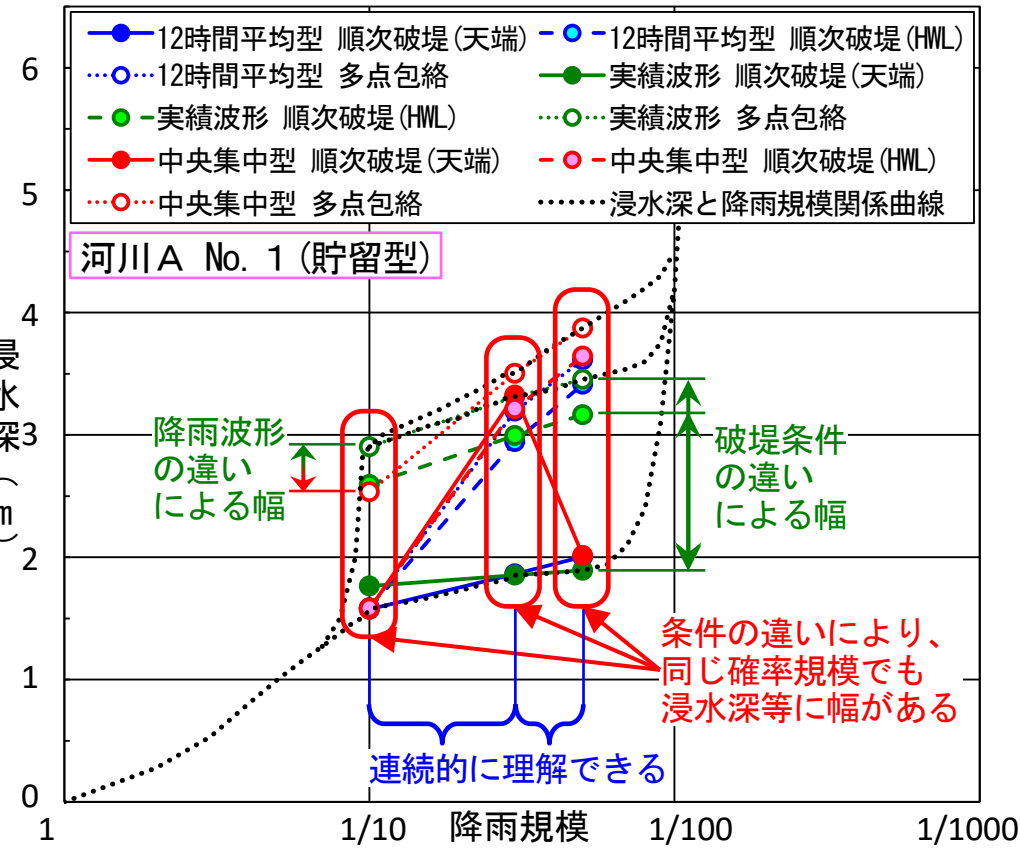
- 1本の関係曲線を想定することで、  
**地点毎の水害ハザード特性**を、降雨規模に関して【**連続的**】【**定量的**】に理解できる。  
 → **浸水想定図**の降雨規模に関する【**離散的**】側面、**定性的側面**を補間できる。
- **実水害（の不確実性）**と**氾濫解析結果との乖離（浸水深の幅）**を  
 降雨規模に関して【**連続的**】に理解できる。



【**拡散型・流下型**】：
$$h = \left( \frac{Qn}{B\sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{5}}$$
 **地形** (流路幅、湛水面積等)

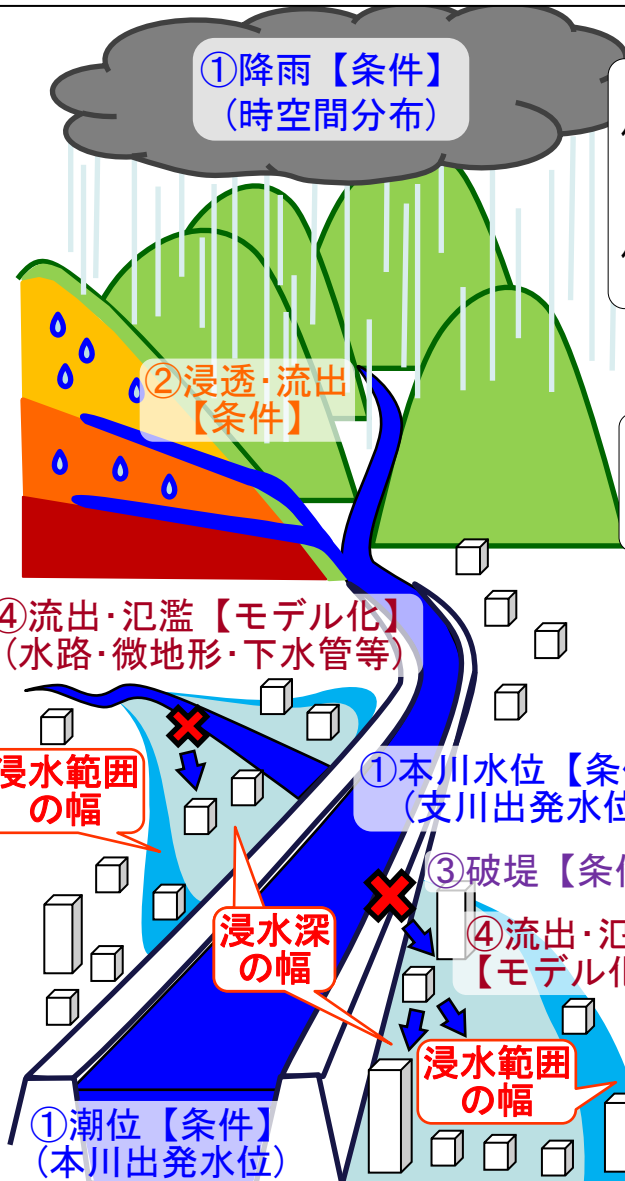
【**貯留型**】：
$$V = \sum_i (A_i h_i)$$

地点の違いにより、**氾濫形態・氾濫流の挙動**が異なるため、**水害ハザード特性**が異なる。



## 2. 評価手法（参考）～実水害と氾濫解析の乖離～

- ・ 実際の水害は自然現象であり、様々な条件の不確実性により、同じ確率規模でも浸水深等に幅がある。
- ・ 条件を一意に定めて解析する氾濫解析結果は、実際の水害の浸水深と乖離する。



### 数値解析の解析条件の観点（自然現象の多様性）

例) 同じ確率規模でも、降雨の時空間分布・出発水位波形(本川水位・潮位)が違えば、河道の水位波形・氾濫ボリュームが異なる。

例) 同じ水位波形でも、破堤点・破堤敷高等(氾濫ボリューム)が異なる。

### 数値解析のモデル化の観点

例) 確率統計、流出、河道、氾濫、下水道、水路、盛土・カルバート、田んぼ等

#### ◆降雨の時空間分布の影響：

・ ボリューム型の降雨波形  

 ・ 強い雨域が移動しない等

・ シャープな降雨波形  

 ・ 洪水の流下方向に強い雨域が移動等

#### ◆出発水位の影響：

・ 潮位が高い場合  

 ・ 潮位が低い場合

・ 本川水位が高い場合  

 ・ 本川水位が低い場合

#### ◆破堤の影響：

・ 破堤ナシの場合
 
 ・ HWL破堤の場合

・ スライドダウン+HWL破堤の場合

# まとめ ~減災対策の効果治水計画への計上による、流域治水の実効性向上~

## ○背景・目的:

- 流域治水により、水害の被害を実質的に減らすには、治水事業に加え、**減災対策の現場適用**が重要。
- 流域治水の実効性向上のため、**減災対策の効果**を評価して「**流域治水型の治水計画**」に計上する手法の構築に向け、水害リスクの基礎情報である**水害ハザード特性の評価手法**の全体像を示した。

## ○手法の概要:

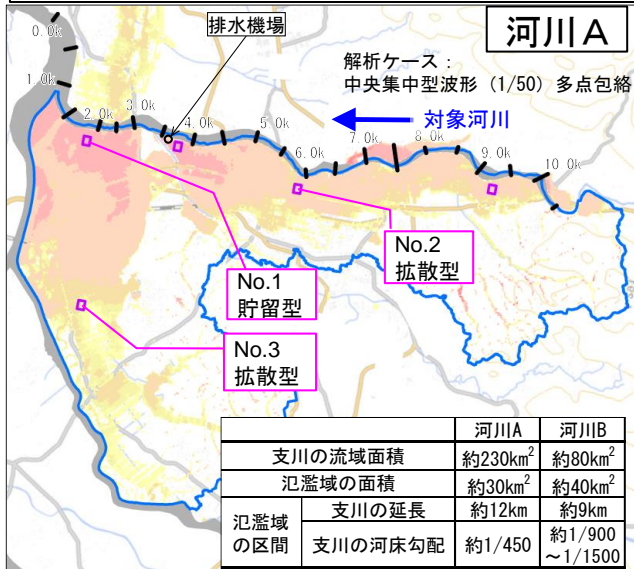
- 内外水統合型の「**多段階の浸水想定図**」とそれから作成する地点毎の「**浸水深と降雨規模の関係図**」を用いて、**水理学的視点で氾濫流の挙動を解釈**して**水害ハザード特性を評価**する手法。
- 水系全体で【**面的**】に、降雨規模に関して【**連続的**】に評価可能。

### 【汎用性】

- 対象流域**、治水事業・減災対策の**組み合わせ方やモデル化手法**を選ばない。(氾濫解析の条件・手法として設定)
- 水害リスク評価指標**を自由に選択可能。(氾濫解析結果を整理する指標の選択)

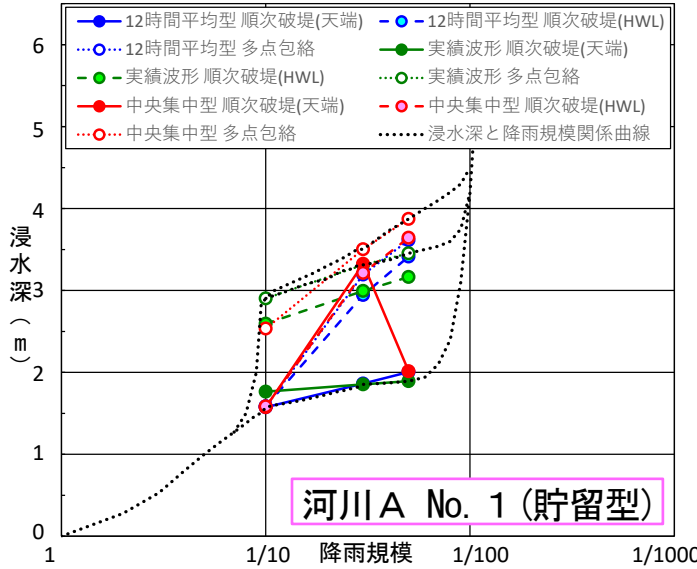
### 【拡張性】

- 治水事業と減災対策の効果を【**一体的**】に評価可能。(治水事業・減災対策の有無の条件で解析結果を比較)



単位幅流量、湛水量  
 【拡散型・流下型】  $h = \left( \frac{Qn}{B\sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{5}}$  地形 (流路幅、湛水面積等)  
 【貯留型】  $V = \sum_i (A_i h_i)$

平易な水理学的視点で**氾濫流の挙動を解釈**。  
**水害ハザード特性の物理的意味を理解**し、  
 各々の離散性による**不足情報を相互に補完**。



解析条件の観点で**離散的**。

水系全体で**面的**に評価可能。

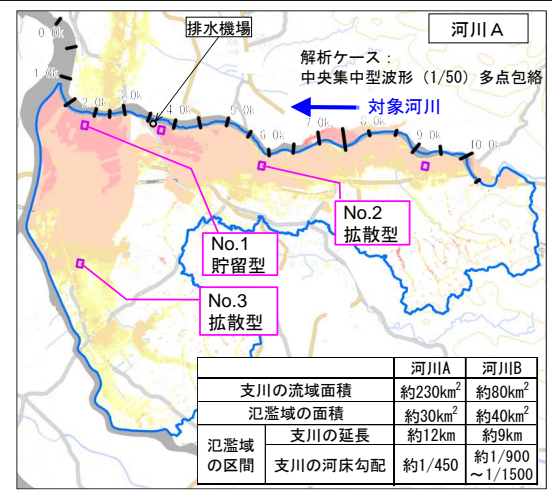
地点の観点で**離散的**。

降雨規模に関して**連続的・定量的**に評価可能。

# 今後の課題 ~減災対策の効果治水計画への計上による、流域治水の実効性向上~

- ①水害ハザード特性の評価手法の汎用性の検証 (浸水深以外の指標、降雨規模の範囲を広げる等)
- ②「流域治水型の治水計画」に計上する手法への拡張性の検証 (治水事業と減災対策の効果を一体的に評価)
- ③水害リスクの指標の設定・評価手法の構築 (重要視する被害指標は、場所毎に価値観が異なる)
- ④水害リスクを水系全体で総合評価する手法の構築 (まちづくりの方向性を含め)
- ⑤不確実性により幅がある対策の効果の「目標安全度の達成」を判定する考え方の整理
- ⑥流域内の様々な関係者に水害リスク等を理解いただく分かり易い手法の構築

## ⑥分かり易さ



②拡張性  
(治水事業と減災対策の効果を一体的に評価)  
(治水計画に計上)

①汎用性 (対象流域、対策の組み合わせ・モデル化手法)

④水系全体で総合評価

③水害リスクの指標 (設定・評価手法)

⑤不確実性による幅 (目標安全度達成の考え方)

①汎用性 (浸水深以外の指標) (降雨規模の範囲)

