



流域治水

島谷幸宏

ここで示す図や値は研究途上のものであり、確定した数字ではありません。
議論をするための題材であり、あくまでも傾向を示すものです。

国の流域治水

流域のあらゆる関係者との協働により、流域全体で総合的かつ多層的な対策を実施する。

緑の流域治水

流域全体の総合力による“緑の流域治水”

～生命・財産を守る**安全・安心**の最大化と**環境**への影響の最小化のベストミックス～

復旧・復興の進捗状況やその時々
の**地域の実情を踏まえ**、適宜、
プランの取組みの見直しを行い、
被災者のニーズを的確に捉えた取
組みを推進



基本認識

過去に比べて雨水を集めすぎている

河川改修

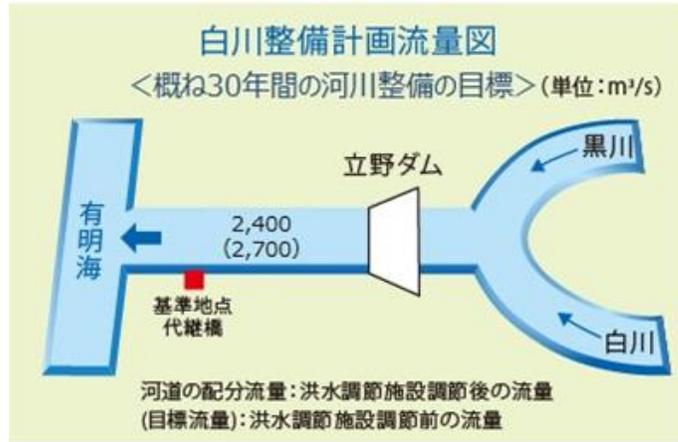
水路の整備

道路の整備

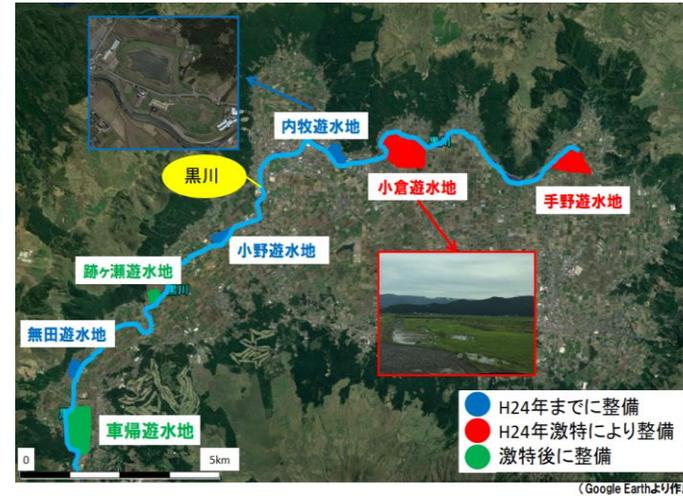
樹林帯の除去

流域全体の集水システムを再生・再構築することが基本的な考え方

例1：阿蘇黒川（熊大、皆川研究室の研究成果） 平成24年7月豪雨



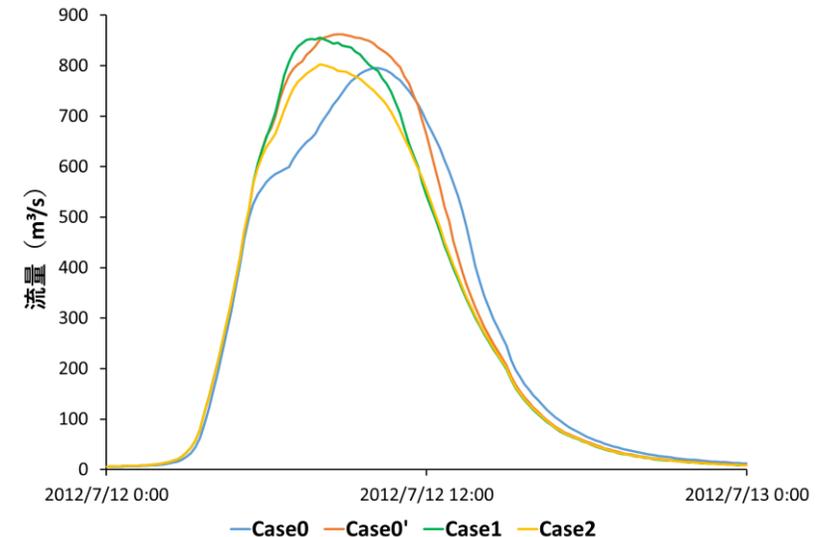
(引用：http://www.qsr.mlit.go.jp/kumamoto/river/shirakawa/shirakawa_kasenseibi/index.html)



黒川最下流端流量(平成24年7月豪雨)

アメダス確率降雨計算プログラム (infoworks)

- case0 改修前 case0' 河道改修のみ
- case1 河道改修 + 遊水地 case2 将来遊水地込み



流域治水

ハード対策

流出抑制 ⇒ **流量**を減らす、**時間**を遅らせる
氾濫流のコントロール ⇒ **氾濫域**を限定、**流速**・**水深**を減

ソフト対策

避難・情報
住宅対策
土地利用
復興支援

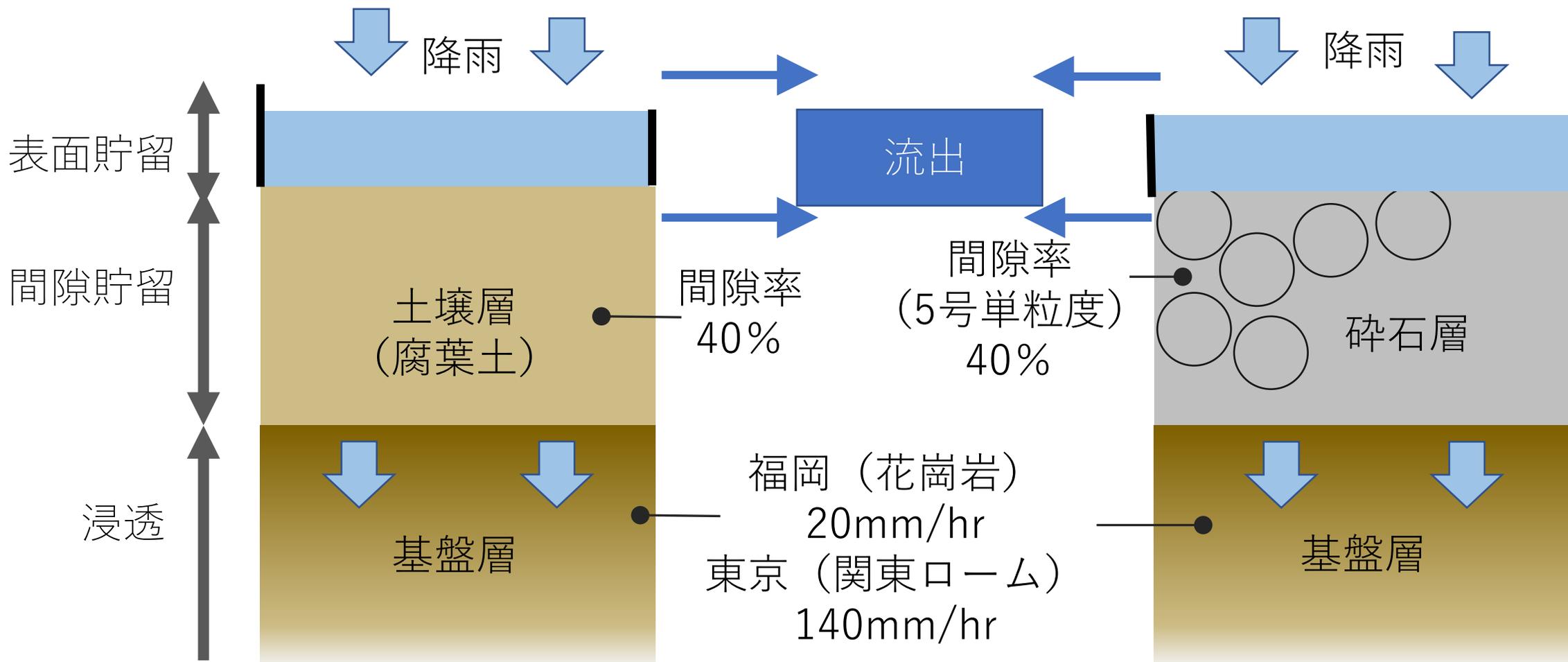
流出抑制の手法

貯留 (retention)

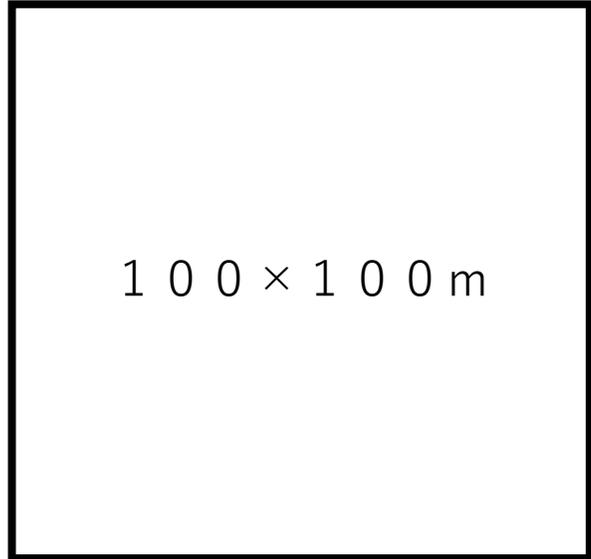
浸透 (infiltration)

遅延 (detention)

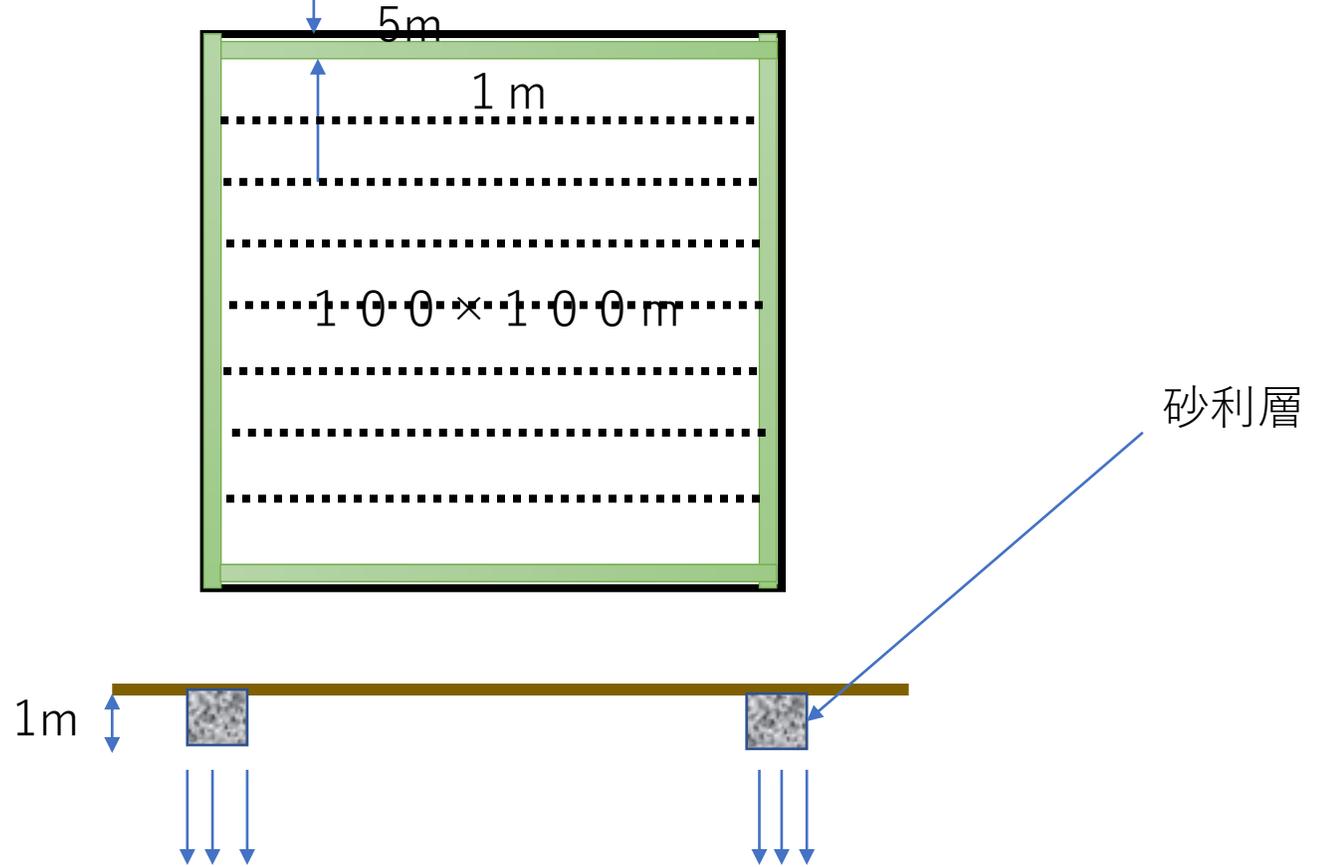
オンサイト 流出抑制施設の流出抑制計算手法



例えば グランドからの流出抑制



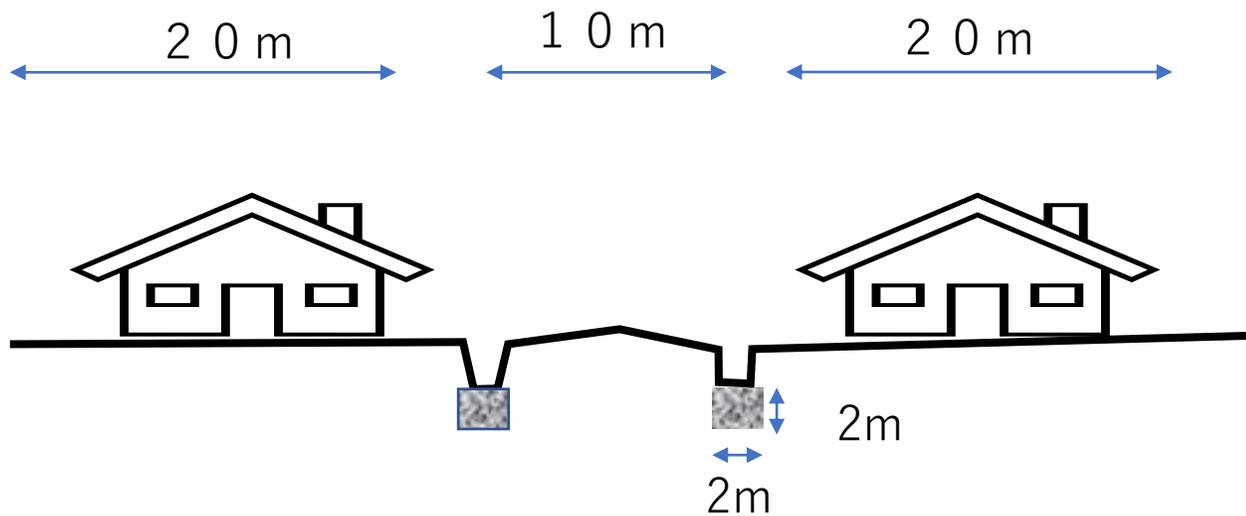
ここに時間雨量100 mmの雨が降ると、1時間で1000m³
1秒当たり0.28m³/s



貯留 $95 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 0.4 = 760 \text{ m}^3$

浸透 $(95 \cdot 4 \cdot 5 + 95 \cdot 8) \cdot (0.02 \sim 0.14) = 66 \sim 372 \text{ m}^3/\text{m}^2$

例えば 道路からの流出抑制

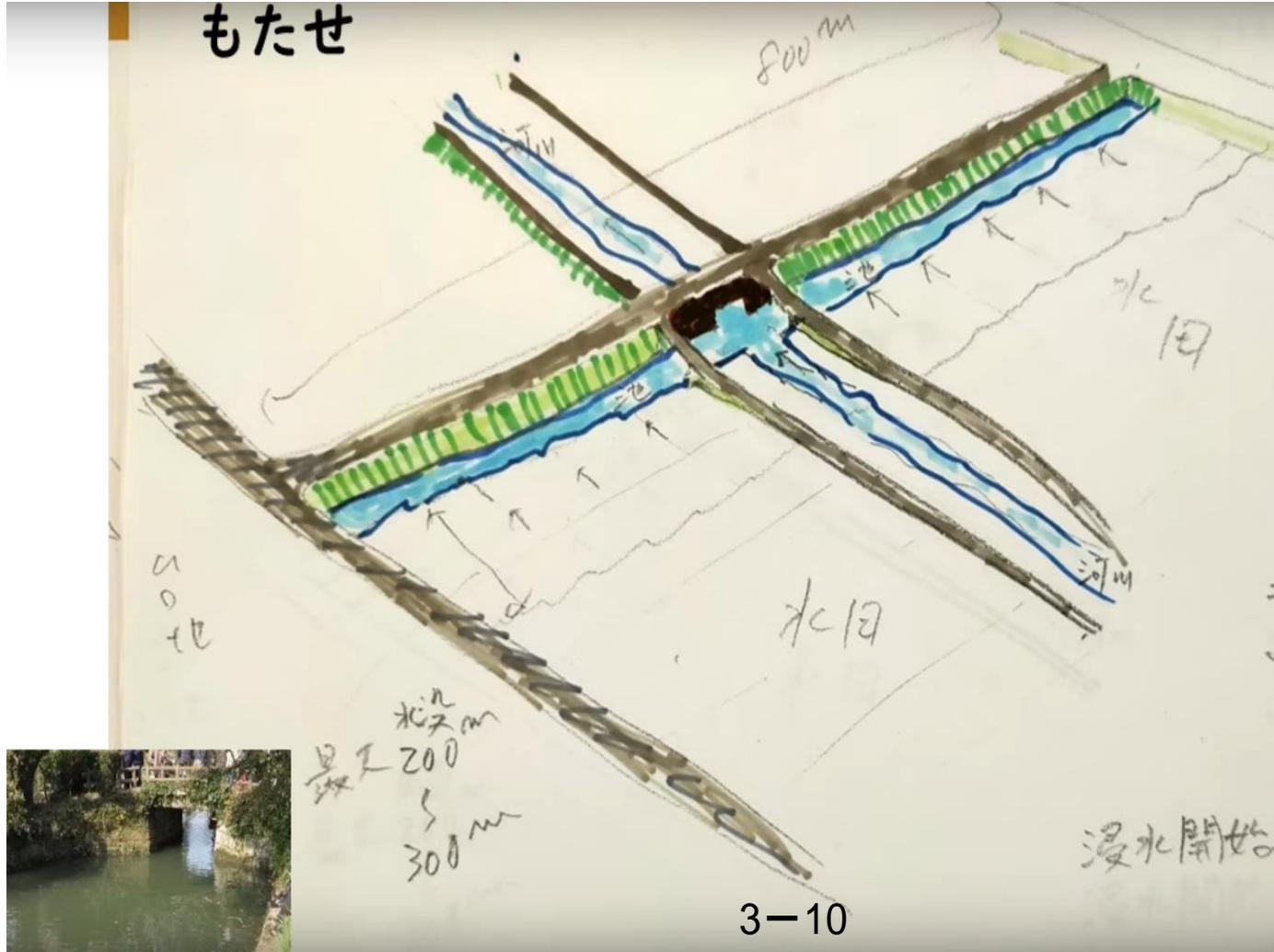


延長 1 k m ここに時間雨量100 mmの雨が降ると、1時間で
 5000m^3
 1秒あたり $1.39\text{m}^3/\text{s}$

貯留 $4 * 2 * 0.4 * 1000 = 3200\text{m}^3$
 浸透 単純に底面からのみの浸透を考慮 浸透速度 $0.02 \sim 0.14\text{m}/\text{hour}$ 4m^2 なので
 1時間 $80 \sim 560\text{m}^3$



例3 水田への溢水 Diovista

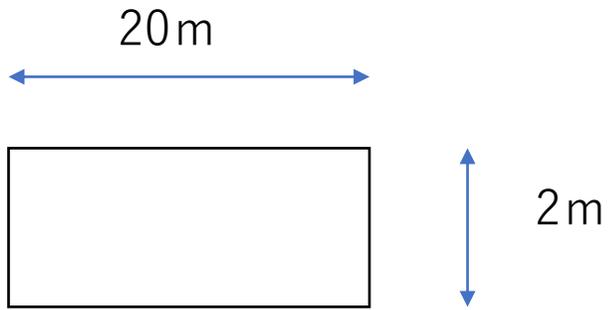




例えば
免田川に導
入したら？

概略検討



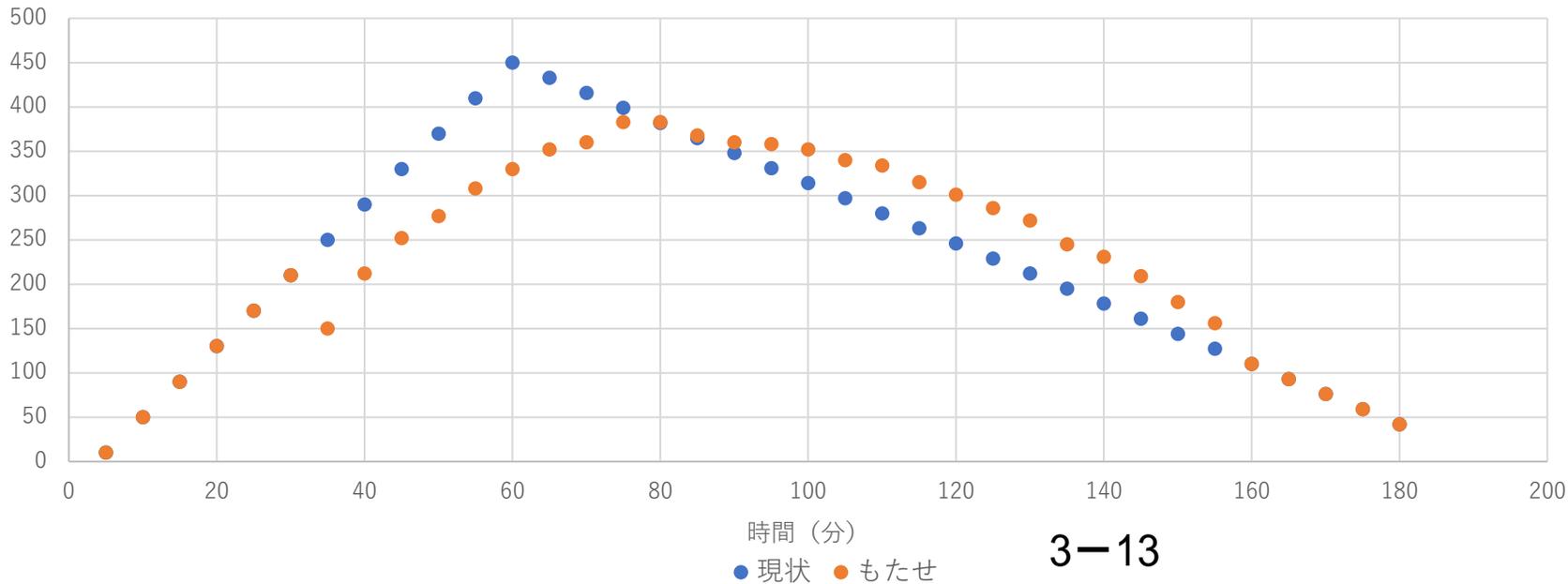
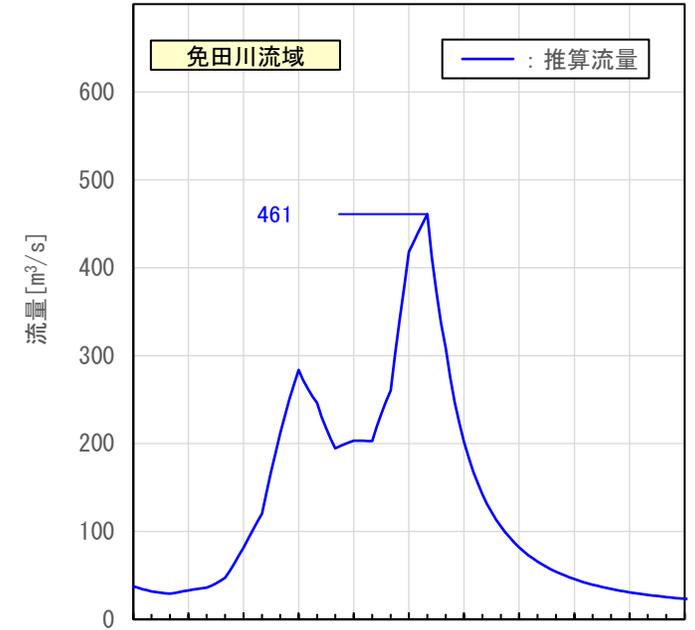


河川幅 40m
水深2m

2mまでマンニング $V = 1/n * R^{2/3} * |^{1/2}$

2m以上 オリフィス $V = C * \text{SQRT}(2g(h-1))$

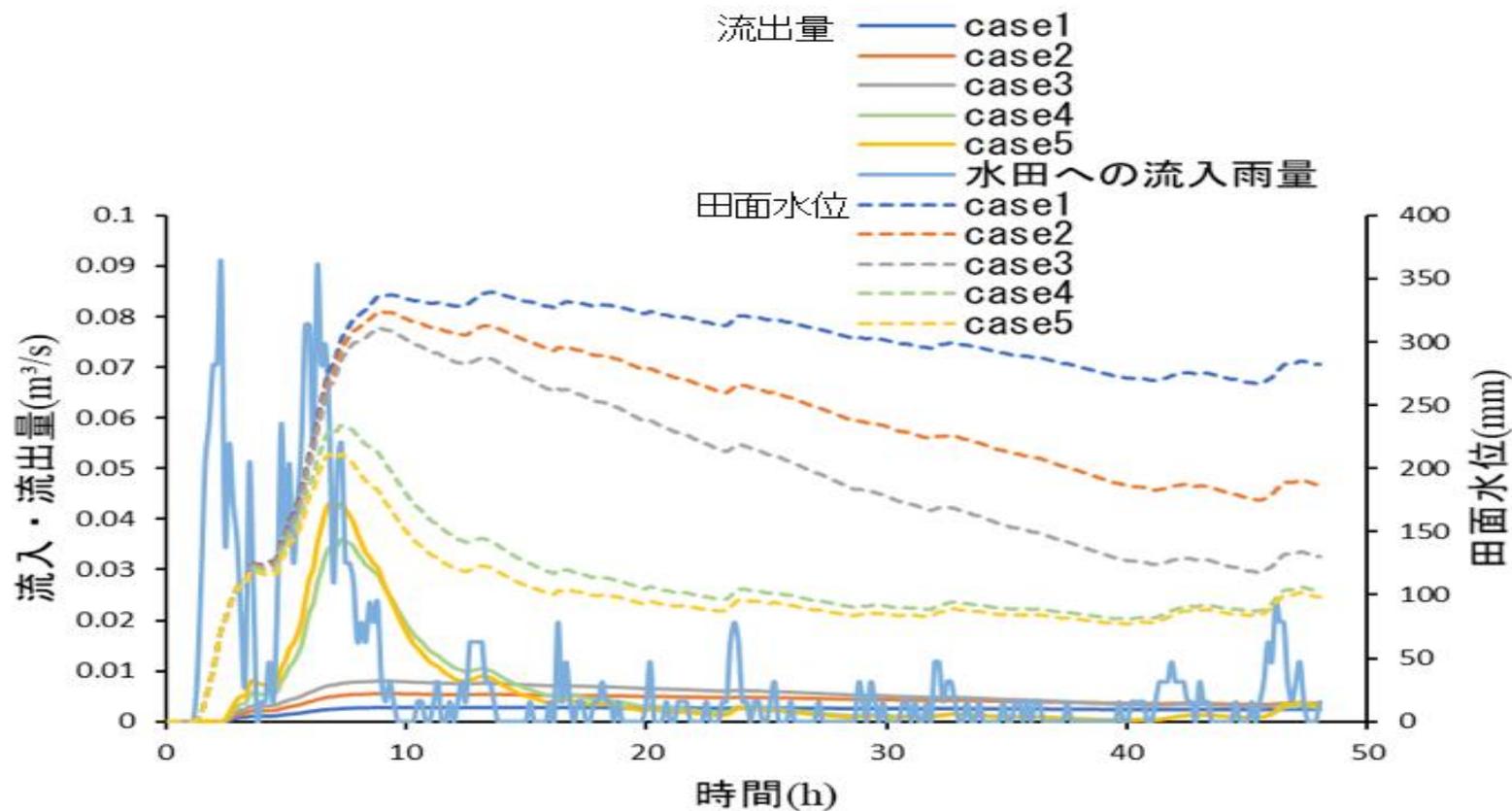
もたせ



1つのもたせでピーク 67
m³/sカット
時間 ピーク時間15分遅れ

田んぼダム 流出孔の調整で確率規模への対応を変えることは可能

機能分離型（灌漑機能と洪水調節機能）にする必要性（吉川、新潟大学）



00年確率の水田1枚からの流出量と田面水位 阿蘇を対象に（研究途上 皆川研）

山地溪流の復旧 粗度を小さくしない

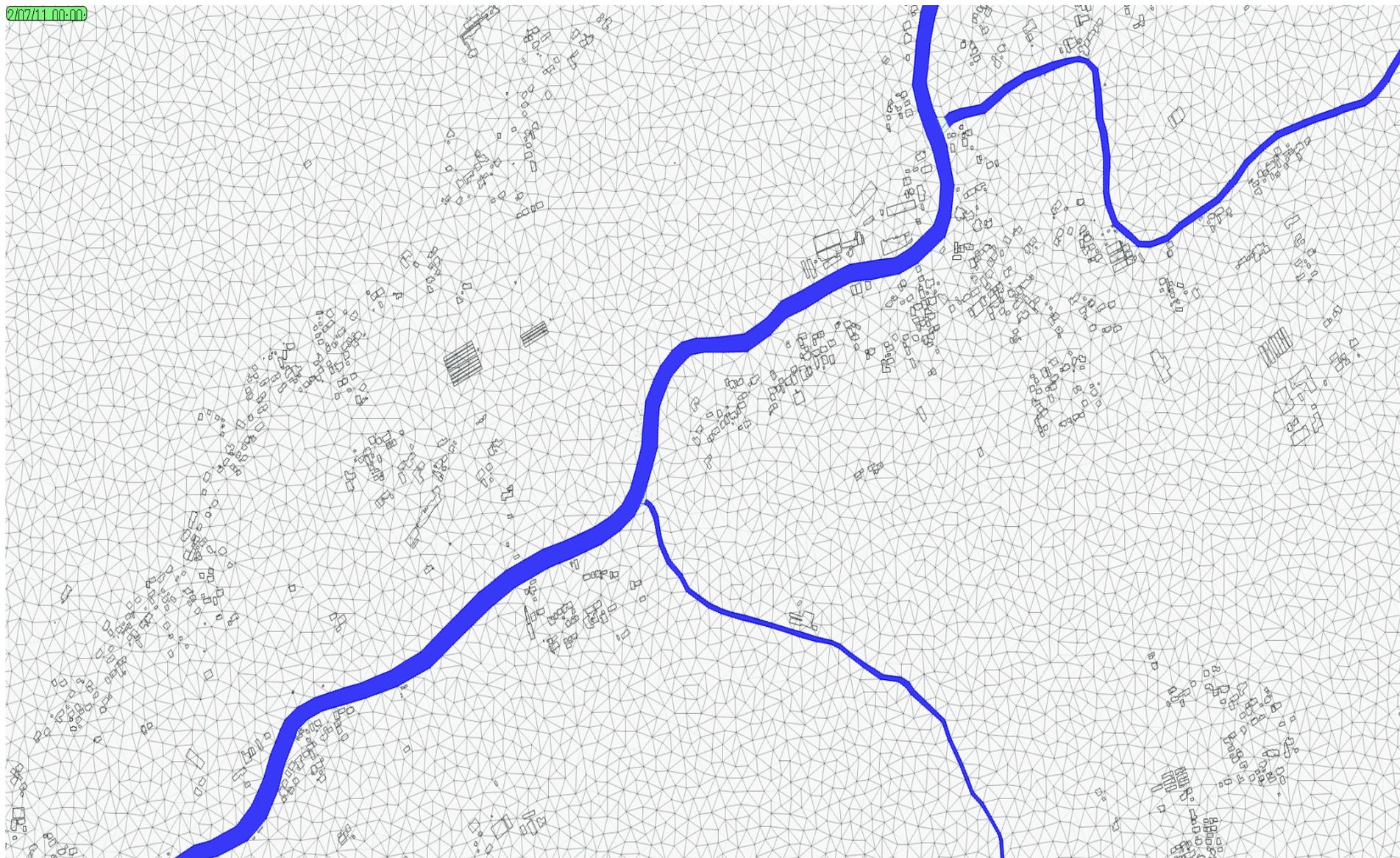


氾濫流のコントロール

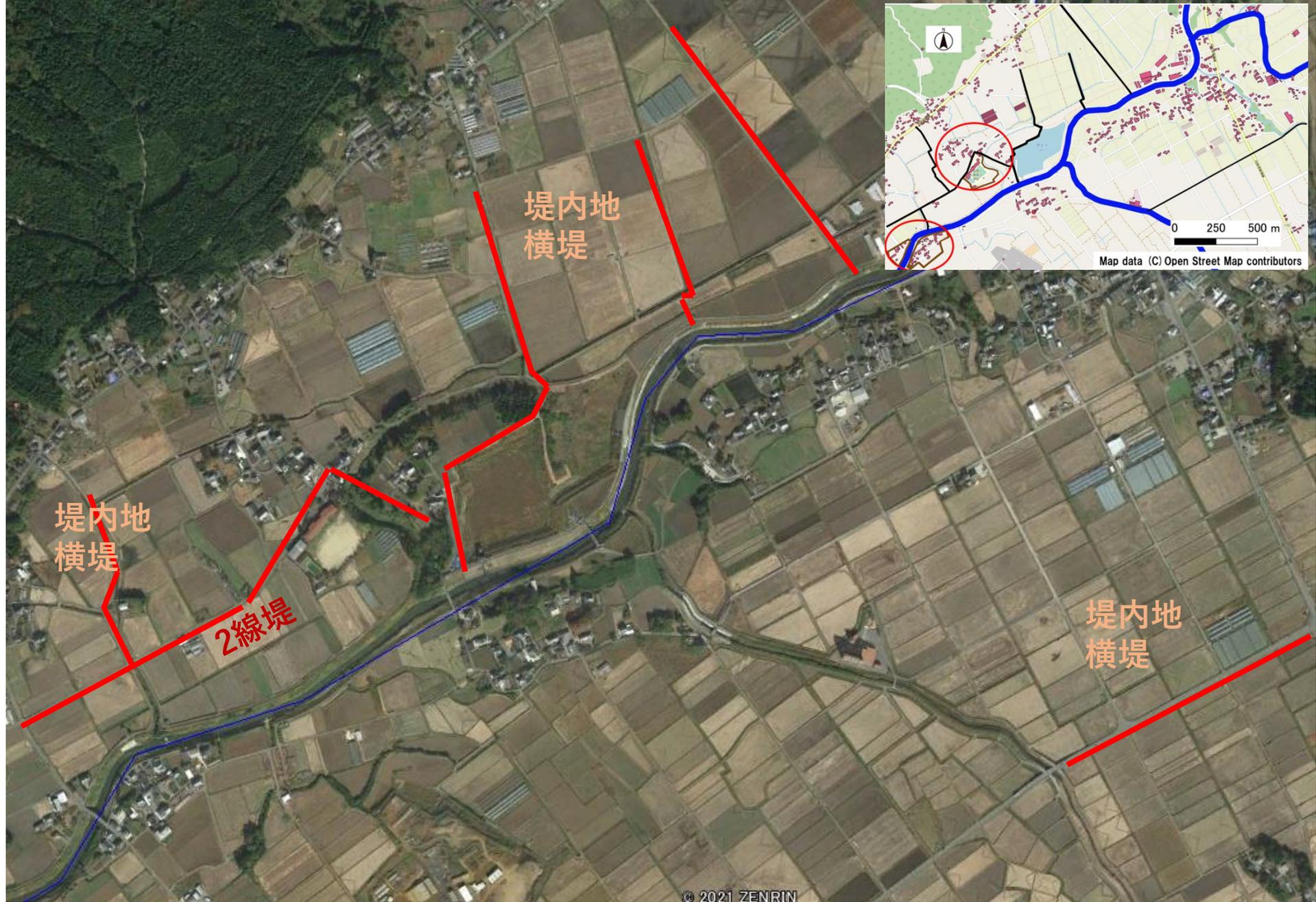
- ・ 氾濫域の限定
- ・ 流速の低減
- ・ 水深の低減

氾濫流の抑制

Case 1 1/300 ← 0.1-0.5 ← 0.5-1.0 ← 1.0-1.5 ← 1.5-2.0 ← 2.0-2.5 ← 2.5-



流速(m/s)

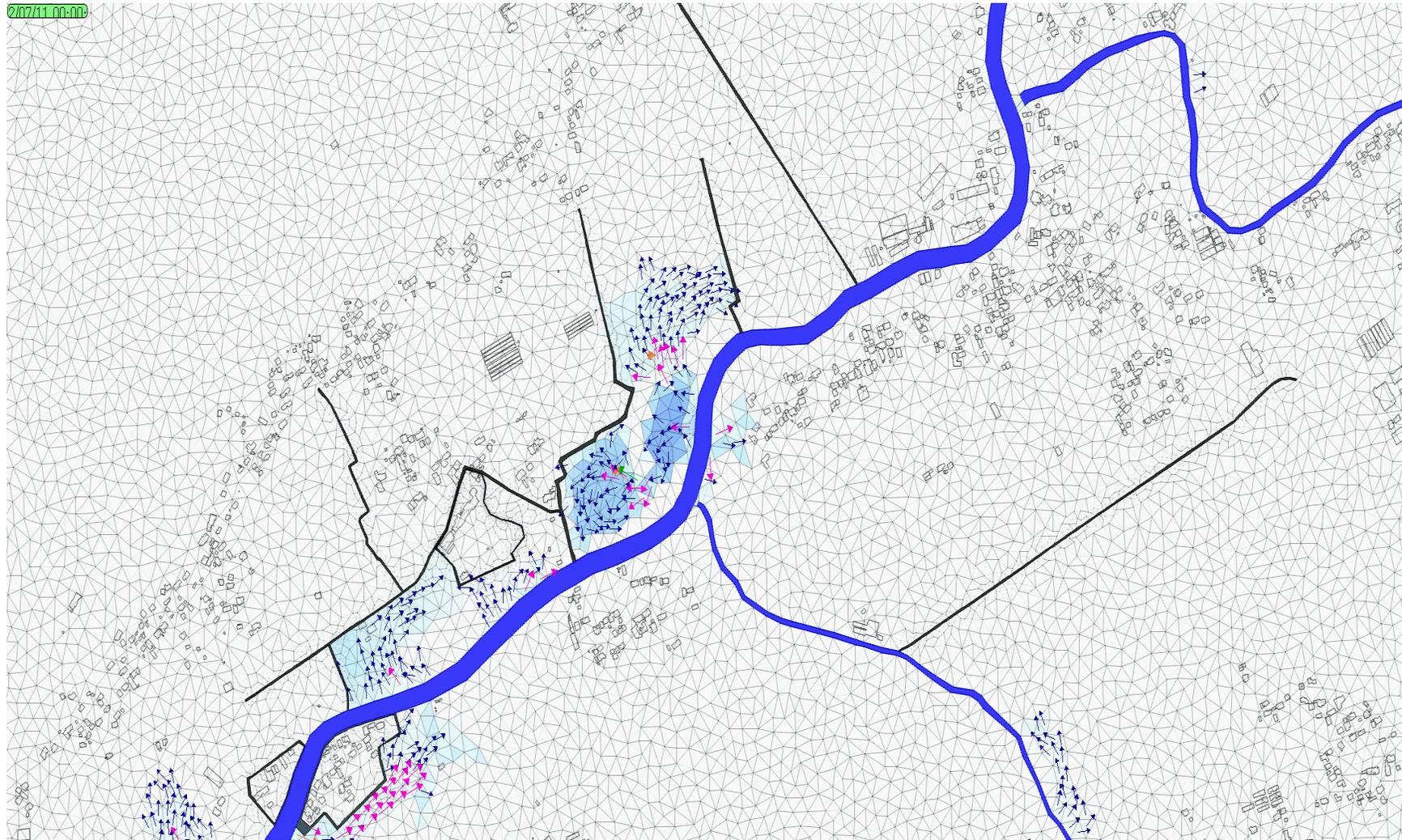


既存道路を活用

(Google earthより作成)

Case 4-2 1/300

流速(m/s) ← 0.1-0.5 ← 0.5-1.0 ← 1.0-1.5 ← 1.5-2.0 ← 2.0-2.5 ← 2.5-



二線堤、輪中堤→集落の浸水被害は回避することができるが
上流域では浸水域・浸水深は大きくなる³ことから上下流バランスの検討が必要⁴⁹

流域治水は有効であるが、対策のメニューが多い導入の手順をどう考えるのか？

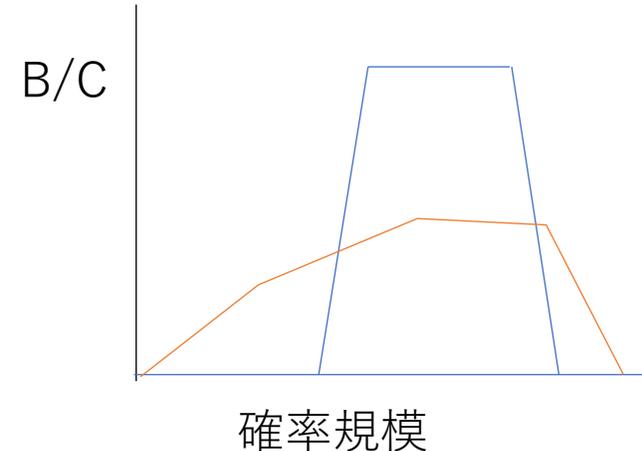
ボリューム優先の概念ではなく、

B/Cが大きいものから優先的に導入することが望ましい

B：治水＋環境＋地域経済

C：建設費＋補償＋合意形成コスト

- ・流量減少、到達時間増加
- ・氾濫流コントロール
- ・土地利用コントロール



分布型の水文水理モデルへの転換が必須！

合意形成が大変だからという言い訳をしない！（コストとしてみる）

おわりに

流域対策で**流出抑制・氾濫流コントロール**などの方法を**まず検討**し、そののうち全体の計画を立てる。

支流ごとの対策案の検討

要素技術の開発と現地での実証

ガイドライン

技術の開発に対応した、**計画の柔軟な変更**

下流の流量を増やす取り組み（**過剰な河道掘削、流路工、河道整正**）は、極力避けて欲しい

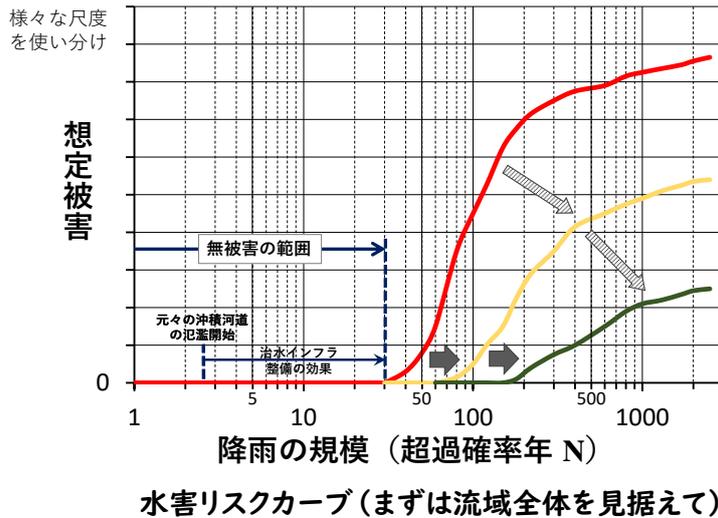
地域づくりの視点、**環境保全、地域との協働**にも万全の注力を

球磨川流域治水プロジェクトを具体化するにあたって考慮すべきと考えること

<第2回学識経験者等の意見を聴く場(2021.3.5)>

中央大学客員教授 藤田光一

1. 進め方全体に関する基本的な考え



気候変動・超過洪水生起を踏まえた治水フレームの考え方を説明する概念図

[国土技術政策総合研究所 気候変動適応研究本部「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 豪雨による水害への対応, 国総研プロジェクト研究報告, 第56号, 2017] より.

➡ 水害リスクカーブを右に押しやる:
治水インフラ整備によって「無被害で済む(氾濫が防止される)」豪雨規模を大きくする.

▢ 水害リスクカーブを下に寝かせる:
超過洪水で氾濫が起ころうとしても、ひどい被害にならない(打撃が小さくて済む)ようにする.

- 両方を目指すことが肝要.
- [下に寝かせる]アプローチは、地域の皆さんにしっかりした取り組みを求め、不利な条件を持つケースにしわ寄せが行く性格を持つ「厳しい施策」の面も。→包摂性を意識した丁寧かつ実効性ある取り組みがポイントになる。
- [右に押しやる]アプローチは、対応可能豪雨外力までは「無被害」であり、その確実性は高く、その限りにおいては高い包摂性を持つ。しかし、その外力を超えると被害が起こる。前者に頼り切って、後者への対応がおろそかになってはならない。また、治水インフラ整備において、地域の核心的資源・魅力の維持が充分考慮されなければならない。
- 両アプローチ、そして地域発展の方策が相乗効果を発揮するようになることがベスト。
- 水害リスクカーブの制御・マネジメントを検討する上で、令和2年7月豪雨災害を踏まえることは必須。ただし、それだけに着目するのではなく、「地域のために、水害リスクカーブ(豪雨および災害の起こり方の全体像を捉え、それ)をどうして行くか?」を主眼に置くことが大事。

2. 「治水対策の各メニューがどれくらい・どう効くのかの科学・技術的評価」のバックボーンとして、球磨川流域・水系・河道の特徴を、技術的評価との関連付けを意識して捉えておくことが大事。

2.1 以下のようなエリア区分と、各区分が持つ特徴の概略把握を起点にしたらどうか。（数字も含め概略整理です）。

| 区分 | 名称 | 距離標 (距離) 水源山地部 を出て以降 | 河道と河川 沿い氾濫原 の縦断勾配 (山地を出て 以降) | 氾濫原の横 断幅 | 河川からの 氾濫形態, 河 川洪水流との やり取り | 備考 |
|----|---------------------------|-----------------------------------|--|-----------------|---|---|
| 1 | 本川上流部 (川辺川合流 点より上流) | 66～86km (20km) | 1/300～1/400 | 800～2000m 規模 | 洪水規模との 関係でどうな るか? | 支川流入多し。 左支川の勾配は 1/100～1/180 程 度。 |
| 2 | 川辺川 | (11km 程 度) | 1/300～1/400 | 掘り込み状 | あまりなさそう | |
| 3 | “喉”のような 狭窄区間 | 63～66km (3km) | | 掘り込み状 | ほとんどない | |
| 4 | 人吉市街部 | 59～63km (4km) | 1/500～1/600 | 500～700m | 複断面河道流 れに近い状況 になった(市街 地部が高水敷 に相当) | 支川(山田川, 胸 川)流入 (勾配 1/80～ 1/150 程度) |
| 5 | ～渡 | 53～59km (4km) | 1/500～1/600 | 400～700m | 複断面蛇行流 れの状況にな った(氾濫エリ アが高水敷的 働き) | ・渡付近で支川 (小川)が流入 ・支川(万江川) 流入(勾配 1/100 ～1/150 程度) |
| 6 | ～横石 | 9～53km (44km) | 1/600 ぐらいを 中心に | 山間狭窄 | ほとんどない。 河道縁辺部に 高流速も。 | 山地部から支川 が多数流入(急 勾配が多い) |
| 7 | 八代平野 | ～9km | Level～1/1000 | 沖積平野 | 典型的な築堤 河川 | |

※区分4と区分5に堤防があるが、区分7のような典型的な築堤河川と比較して、堤防が洪水流、氾濫流を制御する度合いが相対的には小さいと言えそう。理由:地盤からの堤防高がさほど大きくない;氾濫原の幅が限定的;よって、一定以上の超過洪水では、堤防が潜り状態になりやすい。

2.2 上記を踏まえてのいくつかのポイント(座長提供の被害分析も活用)

(1) 超過洪水で氾濫が起ころうとしても、ひどい被害にならない方策の検討に際して

■区分4

- ・「縦断勾配が 1/500～1/600 とそこそこ急な複断面河道流れにおける高水敷に市街地がある状況になる」という特性を踏まえる必要がある。
- ・建物が密集していると粗度効果で流速が大きくなるはならないが、その配置や微地形によっては、建物の安全にとっても厳しい水理条件になり得ることに留意。

- ・水理的評価は、河道と氾濫原一体の解析で行うことが基本になる。
- ・堤防が発揮しうる機能にも着眼して検討する。

■区分5

- ・複断面蛇行河道流れの特徴を反映できる解析手法が基本になる。
- ・下流端近くは、氾濫エリアを含む川幅が小さくなるので、上記特性に加え、浸水深も大きくなり、非常に厳しい水理条件になることに留意。
- ・河川および周辺地形の特性に応じて局所的に発生する高流速・高水深などのハイリスク箇所を押さえる。
- ・氾濫生起がピーク洪水流量低減に及ぼす効果を調べる→次項(2)と関連。
- ・堤防が発揮しうる機能にも着眼して検討する(逆破堤対策の必要性の有無, 上記の流量低減効果との関係を含む)。

■区分6

- ・水理評価のポイントは、強蛇行に伴って河道縁辺部に局所的に発生する高流速箇所を的確に把握すること。
- ・水理解析に関しては、流れの3次元性を考慮できるものを用いることが基本(蛇行に伴うラセン流が平面流速分布に与える影響を表現できるように)。
- ・また、洪水位(水面高)の平面分布も考慮する(Fr数(流れの勢い)が大きく蛇行がきついと、局所的にかなり水位差がつく可能性がある)。
- ・本区分では、河道が山裾で制約されているため、洪水流量の超過割合が増していった時に、河道縁辺部の居住地等に作用する水理力が頭打ちにならず引き続き増大していくという特性を持つ(氾濫原を持つ区間との違い)。このことを様々に考慮することが大事。
- ・本区分では、土砂害対応も重要な持つべき考慮点。河道から離れることだけにとらわれないように注意。

■区分7

- ・当然ここも重要であるが、本メモでは対応し切れず、スキップします。

(2) 河川における洪水流の流下および河川周囲への氾濫に伴って、洪水ピーク流量がどの程度減少するか?の検討に際して

■全般事項: 勾配が相対的に急であることの捉え方

前ページのエリア区分表からわかるように、区分7を除いて、河床勾配は 1/300~1/600 程度と、低平地河川の河床勾配に比較して急である(流入支川になると、さらにもう一段急になる)。日本の河川の洪水流について一般的には、この程度の勾配を持つ河道においては、洪水波が Kinematic wave の特徴を持つ。この場合、洪水ピーク流量は下流に向かって有意には減少しない。河道内での単純な洪水流下状況が維持される限り、 $H \sim Q$ (水位~流量) 関係を引き上げて、上記の河床勾配では Kinematic wave の特徴は失われにくい。このことから、洪水ピーク流量の有意な減衰を得るための必要条件として、河道と周囲との洪水の活発

なやり取り(氾濫,そこでの一時貯留,戻り流れ,大きな高水敷粗度を持つ複断面蛇行流れなど)が出てくる.[土木学会水工学委員会:水理公式集 2018年版,第2編 2.6]

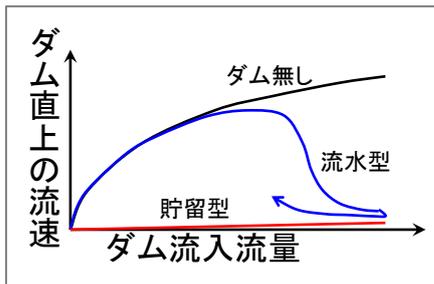
- この「河道と周囲との活発なやり取り」について,どのような状況でどの程度のピーク流量低減が得られるかについては,たとえば,座長提供の被害分析のために用いられたような水理計算の結果から,区分4や区分5での水理量を整理することで,その度合いが技術的にきちんと評価できる.そのことは,対策のメニュー出し・選択の参考として有用である.
- なお河道から周囲に氾濫が起こり,それが一定時間貯留される場合,それによるピーク流量低減が起こる.そしてその度合いは,流入洪水流量のハイドログラフの特性と貯留量規模(氾濫原勾配も急な条件で,どのようにボリュームを稼ぐかの方策検討も含む),貯留・還元のタイミングとの相対関係で基本的には決まる.

3. 「球磨川水系における洪水という非定常現象の全体像を捉えること」の重要性について

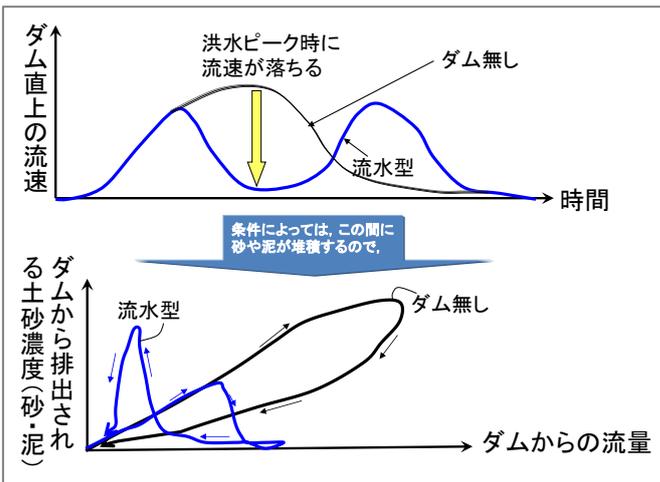
- 球磨川流域・水系は,大局的には羽状流域の集合体あるいは,その変形態と捉えることができる.すなわち,(やや太った)2つの羽状流域(区分1と区分2に対応)が区分3で1つに合わさり,そこから,区分4~5~6と,本川に支川が次々流入する形態になる.
- このため,支川が本川に与える影響に時差が出やすい特性を元々持ち,それに豪雨の時空間分布特性が合わさって,その特性が強調されたり,薄らいだりするという見方ができる.実際,今次洪水では,人吉,渡から横石にかけて,支川合流の影響でハイドロにかなりの変形が見られる.
- したがって,水系の各所で対策を講じ,特にそれがハイドロ調節の機能を持つ場合,個々の場所での効果はもちろん,総合効果を評価しておくことがとても重要である.
- このために,球磨川水系における洪水現象を非定常の水理・水文過程として定量的に記述する手法を基本にして,施策評価を行うことになる.

4. 流水型ダムを検討において留意すべきこと(一側面)

- 洪水調節を目的とするダムは,水と土砂の流れを変換する装置と言える.
- 貯留型ダムは「完全コントロール型」
- 流水型ダムは「部分コントロール型」
 - ・ふだんの水や小さな洪水は,貯めず,流速を落とさず流す.
 - ・大きな洪水だけ,一時的に貯め,流速を落とす過程を持ち込む.
 - 多くの土砂を通過させる.ただし,いつも,全てが通過するとは限らない.
- 流水型ダムの変換の基本的特性は以下に集約できる(いずれも概念図).



- ・大きな流速でしか動かない石を止める場合がある。
→ダム上流の河床が少しずつ上がる？
- ・大きな洪水では、砂や泥がいったん堆積した後に出ていくパターンになる場合がある。
→流量と土砂濃度(砂・泥)の関係をずらす。



流量と土砂濃度(砂・泥)の関係がずれる原理と、ずれ方の典型の説明は左図。

- このため、流水型ダムによる制御の結果に、「元々の河道の特性や土砂供給・流送状況」が強く関係してくる場合が出てくる。たとえば、山地部河道の主材料の流送特性、谷地形の形状特性、流域土砂生産特性など。
- ゆえに、流水型ダムは、諸状況によっては、貯留型とは違った面で“繊細な検討”が必要となる場合がある。
- ➔ 流水型という“型の選択”で「自ずと良くなる」と機械的に捉えずに、流水型にすることの効用が最大限発揮できるよう、一般論でなく、当該ダム・河川について具体的に丁寧に検討していくことが大事。

以上です。