

# 球磨川流域を対象とした 緑の流域治水の概念化と それに基づく実践

熊本県立大学  
特別教授  
島谷幸宏

熊本県立大学  
熊本県  
(株)肥後銀行

PL熊本県立大学  
特別教授  
島谷幸宏



# 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)の概要

## プログラムの概要

- **ウィズ・ポストコロナ時代を見据えつつ、国連の持続可能な開発目標（SDGs）に基づく未来のありたい社会像（拠点ビジョン）**を策定。その達成に向けたバックキャスト※によるイノベーションに資する研究開発と、**自立的・持続的な拠点形成が可能な産学官連携マネジメントシステムの構築**を同時並行で推進する。
- これを通じて、大学等の強みや特色を活かしながら産学官の共創による拠点の形成を推進し、国の成長と地方創生に貢献するとともに、大学等が主導する知識集約型社会への変革を促進する。

**「人が変わる」**  
SDGs×ウィズ/ポストコロナに係るビジョンを共有

新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえ、SDGsに基づく未来のあるべき社会像を探索し、参画する組織のトップ層までビジョンを共有。ウィズ・ポストコロナ時代の国の成長と地方活性化、持続可能な社会の実現を目指す。

**「大学が変わる」**  
持続的な産学共創システムの整備・運営

産学官共創拠点を**自立的に運営**するためのシステム（産学官共創システム）を構築。プロジェクト終了後も、代表機関が中心となり持続的に運営。

**「社会が変わる」**  
科学技術イノベーションによる社会システムの変革

ビジョンからバックキャストし、研究開発目標と課題を設定。組織内外の様々なリソースを統合することで最適な体制を構築し、デジタル技術も活用しつつ、イノベーション創出に向けた研究開発を実施。ビジョン実現に必要な社会実装、社会システム変革を目指す。

## プログラムのコンセプトイメージ

ウィズ・ポストコロナの国の成長と地方活性化 ✕ 持続可能な社会の実現

SDGs×ウィズ/ポストコロナの社会像（ビジョン）共有



共創の場

企業等との共同研究推進

自立的に運営するための仕組みと体制を構築

科学技術イノベーション

産学共創システム

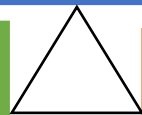
# 地域共創拠点

- バックキャスト
- 地域の課題解決
- 学、地方自治体、企業の連携
- 社会変革
- 社会実装
- SDGs

10年間の研究 年間2億円以内

代表機関 熊本県立大学

幹事自治体 熊本県



幹事機関 (株) 肥後銀行

## 参画団体

### 行政 (1)

熊本県、協力 (国交省、農水省、環境省、文科省、関連市町村12)

### 企業 (14)

肥後銀行、テレビ熊本、ライズナー、東武園緑化

アジア航測、建設技術研究所、東京建設コンサルタント、三井住友海上、城東リプロン

ネオコンクリート、フクユー緑地、リバーヴィレッジ、マザーズロック協会

### 大学・研究機関 (14)

熊本県立大学 (全体)、熊本大学 (治水・環境)、大正大学 (DX)、地方経済研究所 (産業創成)

東京大学 (森林)、東京学芸大学 (展示・デザイン)、聖学院大学 (法律)、名古屋工業大学 (河川)

信州大学 (ランドスケープ)、滋賀県立大学 (流域治水モデル・施策)、九州大学 (浸透・土)

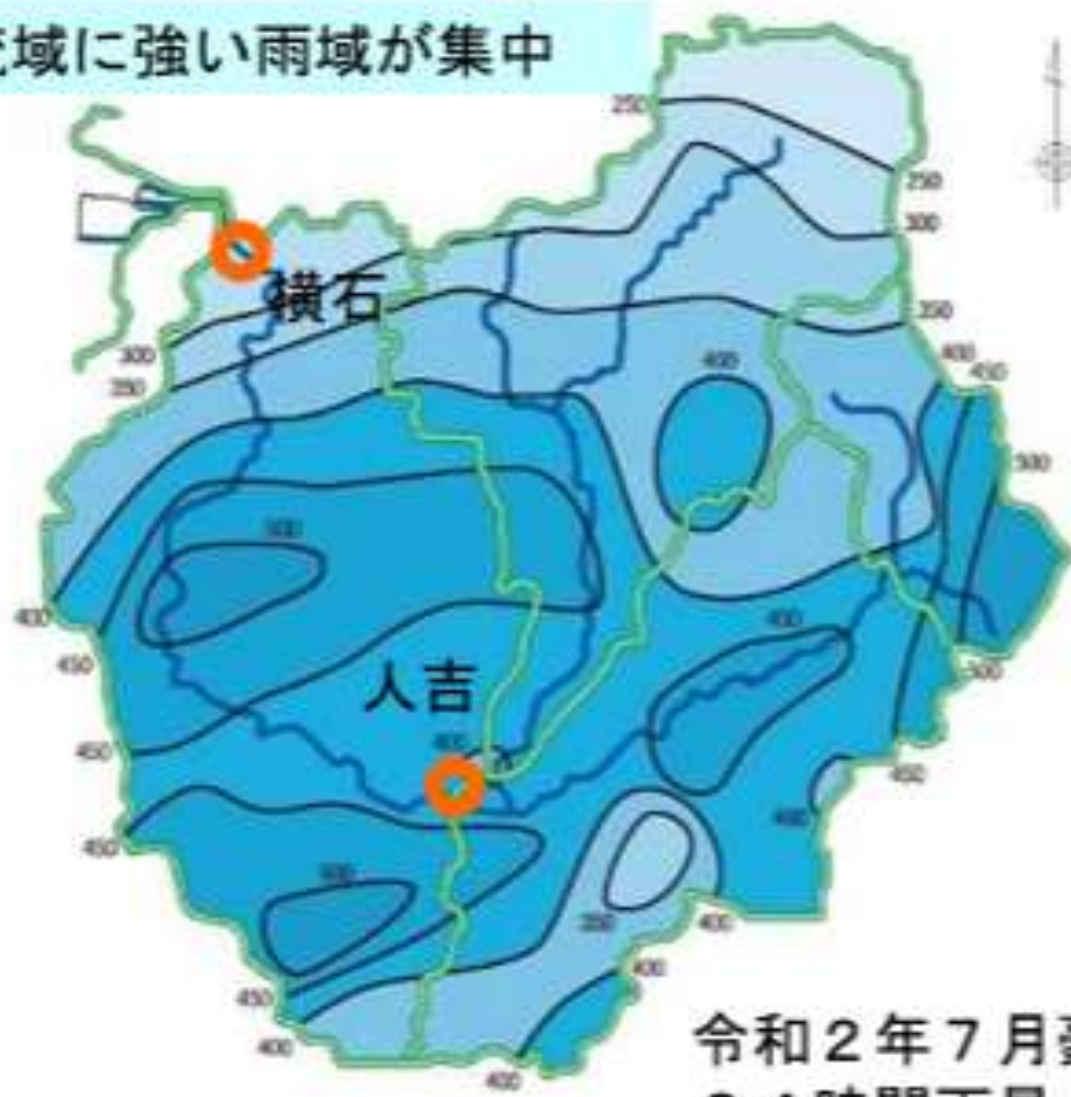
九州オープンユニバーシティ (生態系)、九州産業大学 (IoT)、第一工科大学 (歴史)、熊本高専 (DX)



球磨川流域立体地図

# 等雨量線図

流域に強い雨域が集中



令和2年7月豪雨  
24時間雨量

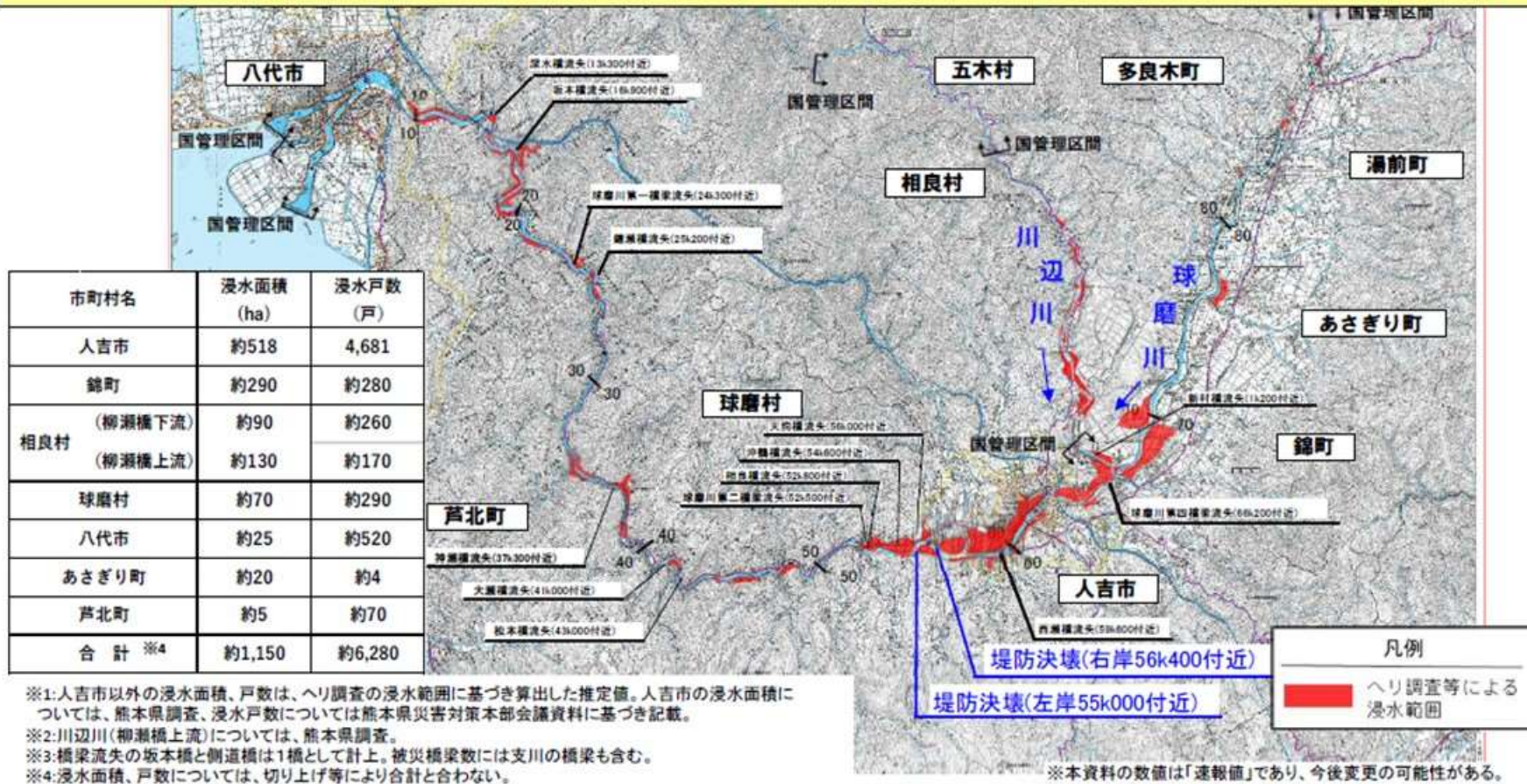
50ピッチ  
色パターン①



凡例 (単位:mm)

0 5 10 15 20km

- 球磨川本川上流域の被害は比較的少ないが、支川川辺川合流点付近から球磨川中流部では至る所で浸水被害や家屋倒壊が発生し、約1,020ha・約6,110戸※1の浸水被害を確認した。
- 支川川辺川においても、約130ha・約170戸(柳瀬橋上流)※2の浸水被害が発生している。
- 球磨川本川で2箇所の堤防決壊が発生し、橋梁17橋※3の流失など国道や鉄道などの甚大な被害も発生している。



# 流域治水とは雨水の分配、水循環の健全化である

- 河川改修をすると下流の流量は増える⇒内水氾濫を外水に転嫁
- 都市開発、道路整備、太陽光、ハウス、森林の獣害⇒浸透能の減少  
(TIAで説明されている)
- 圃場整備⇒流出増（用水路の整備、浸透能の減少）
- 皆伐⇒浸透能の減少、蒸発量の減少



### 3.2. 河川の水文学とピークフローに対する都市化の影響

O'Driscoll, M., Clinton, S., Jefferson, A., Manda, A., & McMillan, S. (2010). Urbanization effects on watershed hydrology and in-stream processes in the southern United States. *Water*, 2(3), 605-648.

- ・リターン期間が短い場合 (1 ~ 2 年) の場合、都市化によるピークフローの増加は、長い場合 (10 年以上) よりも顕著です [29]。

- ・TIA (総非浸透面積、total impervious area) の増加に伴うピークフローの増加の一般的なパターンは十分に確立されていますが、都市化によるピークフローの増加の空間的変動性はあまり理解されていません。

- ・最近の多くの研究は、湿地の範囲と変化、樹木被覆、開発のスタイルなどのパラメーターに対する水文学的反応に焦点を当てています。不浸透エリアの接続。

Brody 等。(2007) 流域内の湿地改変の程度、洪水頻度の増加に寄与する可能性がある。

王ら(2008) モデル シミュレーションを通じて、樹木被覆の増加がピークフローを最大 12% 削減

- ・有効な不浸透域 (EIA、河川に直接接続された不浸透域) は、オーストラリアやその他の環境における河川の水文学に対する都市化の影響の指標であることが示されています

- ・不浸透地域と小川との間の空間的接続の重要性が研究で示されている

調査地域/地形設定	TIAまたは都市の土地利用	流出	ベースフロー	参考文献
Montgomery Co., MD/ピエモンテ	~65% 都市部	森林に覆われた集水域よりも 3 ~ 4 倍大きい 2 年間のピークフロー。	低フロー/ベースフローの減少	[ <a href="#">27</a> ]
バージニア州ロアノーク川流域/ アパラチア山脈	6% TIA	低密度開発は、一人当たりの TIA が最も高いため、水文学的影響が最も大きかった。総流出量の 9% 増加、10 年のピークで 22% の増加、1 ~ 5 年のピークで 73 ~ 95% の増加。	地下水涵養における流域の 12% の減少。	[ <a href="#">29</a> ]
メリーランド州ワッツ支店/ピエモンテ	32% TIA	2 年間のピークフローは 2 倍になりましたが、流域内では、都市化により約 1.25 ~ 3 倍大きくなる可能性があり、合流点で最大の増加が見られます。	なし	[ <a href="#">30</a> ]
メリーランド州ボルチモア/ピエモンテ	30% TIA	樹木は、小規模な降雨イベントの流出を減らし、最大 41% を遮ることができました。樹木被覆が 5 ~ 40% に増加すると、流出量は 3.4% 減少しました。木はピークフローを 12% 減らすことができます。	TIA を 2 倍にすると、ベースフローが 17% 減少しました。	[ <a href="#">31</a> ]
メリーランド州ボルチモア/ピエモンテ	18% TIA	シミュレートされた流出率 (降水量/ストリームフロー) は、80% TIA で 0.09 から 0.75 に増加しました。TIA が 20 ~ 25% を超えた後、および土壌水分が増加すると、流出率は急速に増加しました。	最大 20% のベースフロー減少のシミュレーション。	[ <a href="#">32</a> ]
メリーランド州ボルチモア/ピエモンテ	50%以上の TIA	なし	TIAが増加するにつれて、ベースフローは減少しました。	[ <a href="#">33</a> ]
GA & MD/ピエモンテ	>30% TIA	都市河川の中央流量の 3 倍を超えるイベントが大幅に増加。河川流量の毎日の変化率は、都市化に伴い 15% から 19 ~ 21% に増加しました。	なし	[ <a href="#">34</a> ]
Accotink Ck、バージニア州/ピエモンテと沿岸平野	33% TIA	過去の TIA の 3% から 33% への増加により、1 日あたりの河川流量は、通常の降雨 (>6 mm) の期間で 48%、極端な降雨 (>35 mm) の期間で 75% 増加しました。	低流量の減少と流量変動の増加。	[ <a href="#">35</a> ]

NC; アラバマ州、ジョージア州、ピエモンテ州、パラチア山脈	最大 98% 都市部	上昇イベントの頻度が高く、総上昇が総上昇の中央値の 9 倍を超えており、都市の強度に関連しています。ステージの相対的な毎日の変化は、都市の強度と適度に相関していました。	低流量および都市強度との相関関係の欠如。	[ 36 ]
NC & AL/ ピエモンテ州とパラチア山脈	最大 79% の都市部	都市部でのフローの派手さの増加 (ステージが 0.3 ~ 0.9 フィート上昇/下降する 1 時間ごとの周期の頻度)。開発された土地パッチが広がっている場合と凝集している場合の派手さは少なくなります。	都市河川の低段流の持続時間が短い。	[ 37 ]
ノースカロライナ州グリーンビル/沿岸平原	最大 38% の TIA	都市部の嵐のハイドログラフは、農村部と比較して、ピークフローが高く、ベースフローが低く、ラグタイムが短縮されました。都市水路の切開により、地下水面がより深くなりました。	ベースフローは、地方の排出量の 63% から都市部の排出量の 35% に減少しました。	[ 38 ]
ジョージア州アトランタ/ピエモンテ	>35% TIA	都市化はピークフローを増加させました。雨の多い年には総流量が増加し、乾燥した年には減少します。	低流量の減少。	[ 39 ]
ジョージア州チャターチー川/ピエモンテ州	最大 40% の TIA	排出量がメジアンフローの 9 倍を超えた回数は、TIA と正の相関がありました。1 時間で 100% 増加したイベント放電の数は、TIA と正の相関がありました。	なし	[ 40 ]
ジョージア州アトランタ/ピードモントとブルーリッジ	55% アーバン	ピークフローは、周囲の都市部の集水域よりも 30 ~ 100% 大きくなります。都市の暴風雨による景気後退は、周囲の小川よりも 1 ~ 2 日早い	都市部の低流量は、農村部よりも 25 ~ 35% 低くなります。都市の地下水位が低下しました。	[ 41 ]
ジョージア州中西部/ピエモンテ	38%-48% 都市部	年間流出量の増加 (都市河川では約 100% 大きい)。	なし	[ 42 ]
サウスカロライナ州ジョージタウン/沿岸平原	23% ティア	都市流域と農村流域では流出量が 6 倍大きく、流出率は都市部で 15 % 高くなります。	なし	[ 43 ]
インディアン リバー ラグーン、フロリダ州/沿岸平野	最大 35% 都市部	イベントの流出は最大 55% 増加しました。都市化された 2 つの流域では、年間流出量が 49% および 113% 増加しました。	なし	[ 44 ]
フロリダ州マイアミ/沿岸平野	44% DCIA	52 年間で、全流出量の 72% が直接接続された不浸透域 (サイトの 44%) から生成されました。非 DCIA の流出は、大規模な嵐の場合にのみ発生しました。	なし	[ 45 ]
イーコンロックハッチー川、フロリダ州/海岸平原	最大 23% 都市部	農村地域を排水する河川部分は、暴風雨の際に 76% の地下水を受け取り、都市部の 23% まで排水する下流域は 47% の地下水を受け取りました。	Baseflow の入力は、郊外に沿って減少しました。	[ 46 ]
バラタリア盆地、ルイジアナ州/沿岸平野	13% ティア	降雨量が少ないイベント (2.8 cm) と乾燥した土壌では、流出は 9% TIA で 4.2 倍に増加しました。	なし	[ 47 ]
テキサス州ヒューストンエリア/沿岸平野	~8% TIA	コンクリート/アスファルト被覆が 88% 増加すると、流出率は約 15% 増加しました。	なし	[ 48 ]
テキサス州とフロリダ州/沿岸平野	TIA が 17% 増加	測定された降水量、% TIA の変化、および個々の (>0.5 エーカー) および一般的な湿地改変許可の数は、洪水の頻度と直接関連していました。	なし	[ 49 ]
テキサス州ホワイトオークバイユー/沿岸平原	~30% TIA	都市化された流域の年間流出量は 146% (都市化に起因する 77%、降雨の増加に起因する 39%) 増加し、ピークフローは 159% (都市化に起因する 32%、降雨の増加に起因する 96%) 増加しました。	なし	[ 50 ]

# 流域治水はWinWinの世界を作らないと進まない！

- ・治水とは、歴史的には「恵とリスクのマネジメント」である

流域対策を地域に導入してもらう場合、洪水対策のみでは進まない

災害復旧だけでは地域は持続しない（安全にはなるけれど・・・）

# 流出抑制対策を実施した場合の不公平

- 汚水の処理は使用量に応じて負担
- 雨水排出の処理は、排出量に関係なく税金で負担
- 流域治水を進めると、抑制した人の負担論が破綻
- 国土全体に進めるためには、建築、公園法、道路、太陽光、農地などに流出抑制を義務化

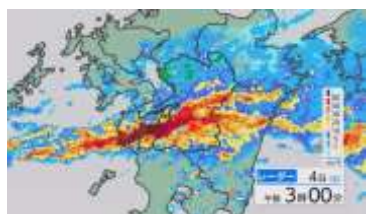
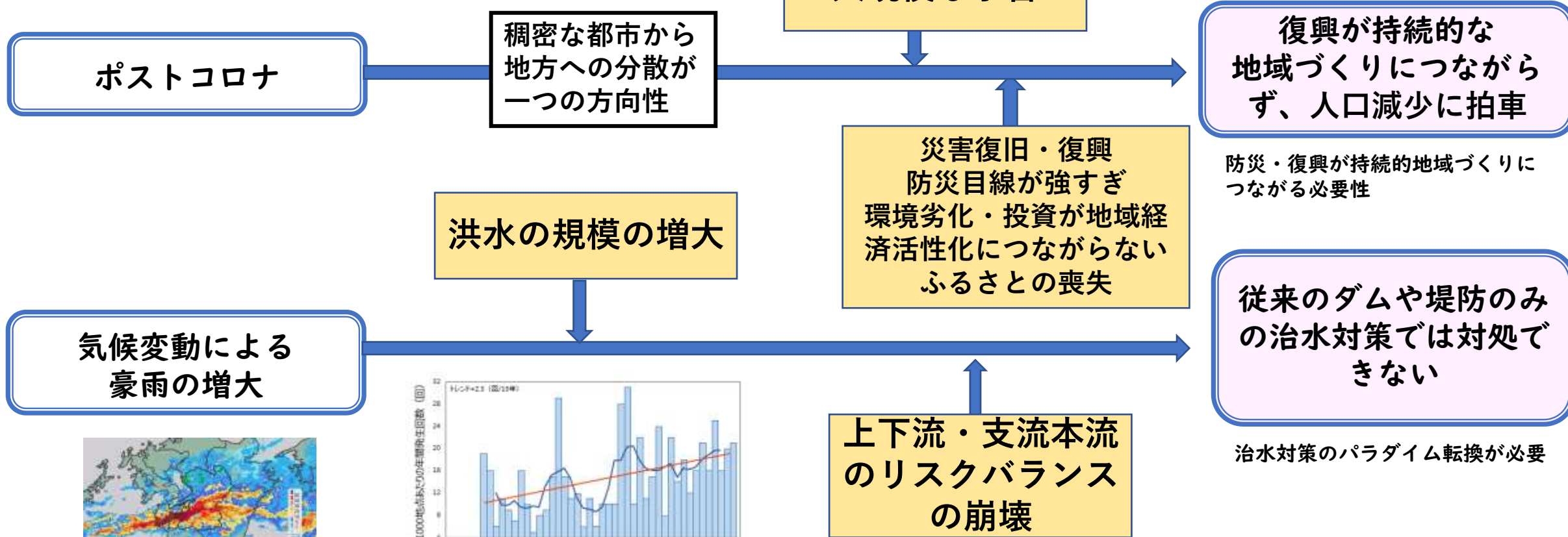
# 災害復興時における 「地域の社会課題」の本質



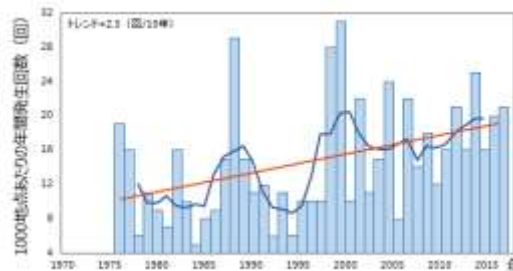
2021年球磨川災害



震災復興の防潮堤

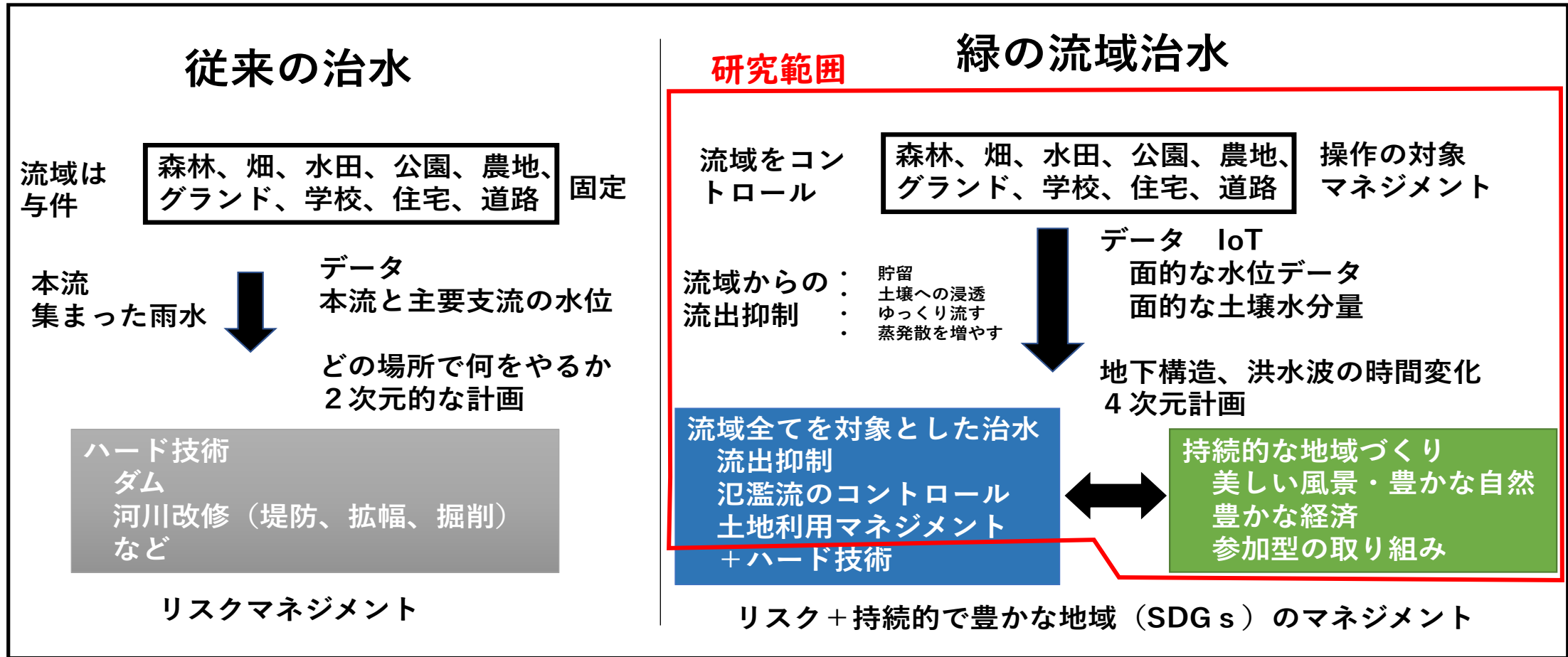


2021年球磨川災害時の線状降水帯



時間80mm以上の降雨は増えている

# 緑の流域治水とは？





JST共創の場  
形成支援プログラム

地域共創拠点

# 流域治水を 核とした 復興を起点とする 持続社会



熊本県立大学  
熊本県  
(株)肥後銀行

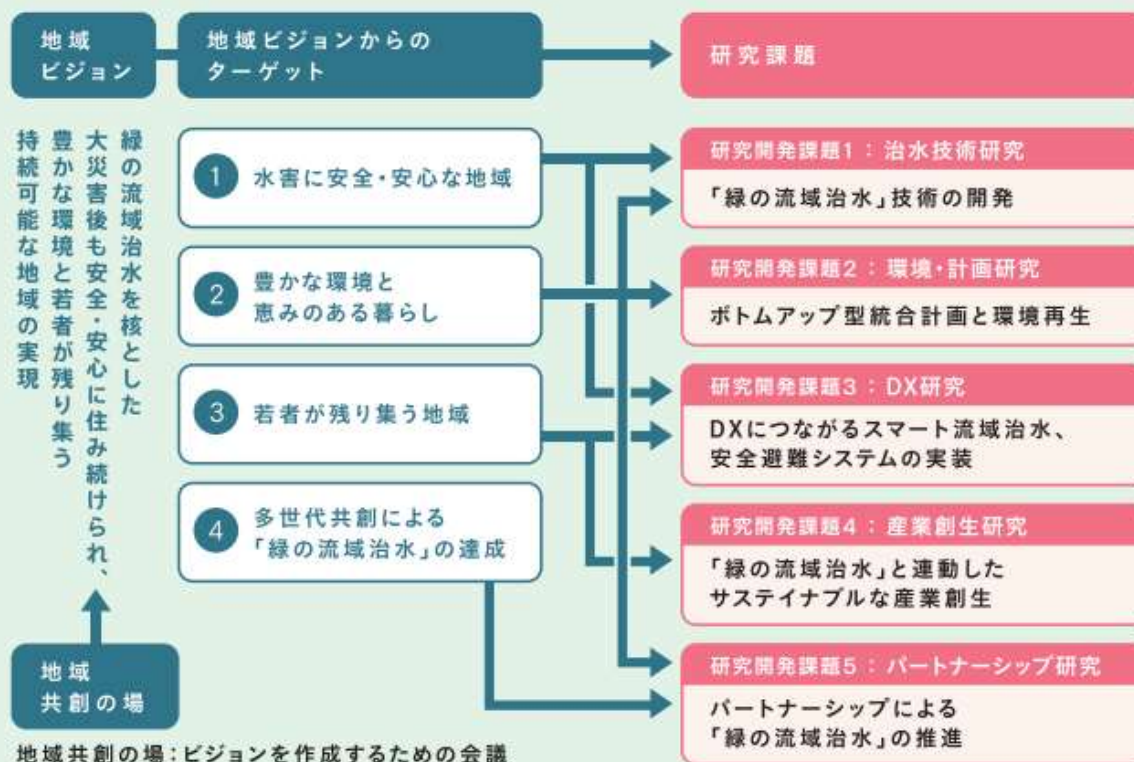
Vol.1

## 10年後の球磨川流域を見据えた、 持続的な地域構築のための「緑の流域治水」。

2020年7月、コロナ禍の中で大水害に見舞われた球磨川流域。災害後においても、持続的な地域を構築するために、代表機関である熊本県立大学、幹事自治体・熊本県、幹事企業・肥後銀行の体制で、「緑の流域治水」を中心的な解決策として「復興」という課題に取り組み、産官学の地域共創拠点をつくり、解決を図るのがこの地域共創拠点です。ポストコロナ時代を見据え、10年後の球磨川流域のあり方を、安全・安心な社会、緑の流域治水の技術や進め方、豊かな環境や風景の恵み、産業創生、多様な世代の社会参画などの実践を通して拠点を形成します。

「緑の流域治水を核とした、大災害後も安全・安心に住み続けられ、豊かな環境と若者が残り集う持続可能な地域の実現」をビジョンにし、それに基づいた4つのターゲットを具体的に設定しました。ターゲットを達成するためにそれらを再構築し、5つの研究開発課題を産学官の連携により実施します。

プロジェクトリーダー 島谷 幸宏



緑の流域治水を核とした  
大災害後も安全・安心に住み続けられ、  
豊かな環境と若者が残り集う  
持続可能な地域の実現



	課題	具体的取組	区分
1	「緑の流域治水」技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流域治水技術開発</li> <li>・土壌浸透調査 ・水理実験、解析 等</li> </ul>	技術開発
2	ボトムアップ型統合計画と環境再生	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流出抑制、生物多様性の保全、地域資源の活用のための基礎情報収集とデータベース化 等</li> <li>・統合計画</li> <li>・湿地再生, 河川の再生</li> </ul>	
3	デジタル技術を活用した「緑の流域治水」のスマート化と地域DXの実現	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流域モニタリングシステムの開発</li> <li>・避難、防災システムの開発</li> </ul>	
4	「緑の流域治水」と連動した持続可能な産業創生	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SDGsに基づく産業創生</li> <li>・地域経済循環モデル構築</li> </ul>	産業創生 地域連携
5	パートナーシップによる「緑の流域治水」の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学びの場</li> <li>・主体形成</li> <li>・連携促進</li> </ul>	

# 私たちの目指す姿

- 災害にも強く、自然豊かで、持続的に暮らすことができる世界
- ゆっくり水を流す国土⇒国土改変
- 参加型の取り組み（包摂、パートナーシップ）
- コミュニティ治水
- 自然に基づく（nature-based solution）
- 地域循環共生圏⇒経済循環率向上、生産年齢人口↑、外部との連携
- Win win の姿を作る
- 先端科学（IoT、洪水波形の変形）
- 適正技術
- 次世代の育成

# 河川技術から流域技術へ

## 流出抑制対策

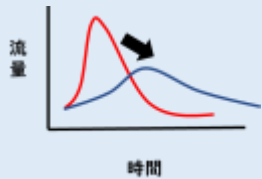
### 発生源対策



貯留する  
浸透させる  
蒸発散を増やす

山地	水田
畑地	ビニールハウス
住宅・学校・役所	
商業施設	道路
太陽光パネル	

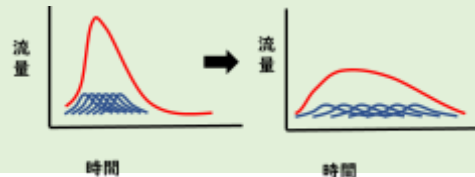
### 流達過程の対策



洪水波をつぶす

溪流	河川	水路
----	----	----

### 合算時の対策



ピークをずらす

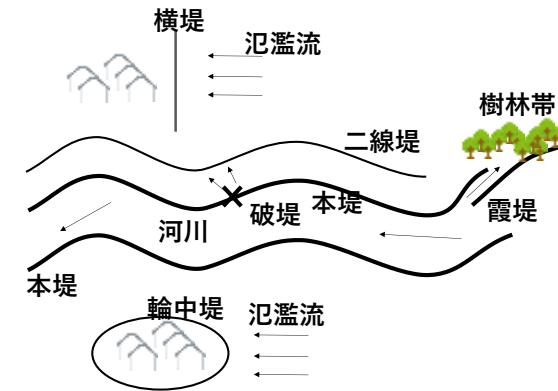
## 氾濫流コントロール対策

氾濫地域の限定

氾濫流の流速低減

氾濫域の水深低減

モデル小流域を対象とした手法開発



## 流域治水ソフト対策

耐水建築

誘導策

都市計画

法律

# 流出抑制技術

## 発生源対策

q

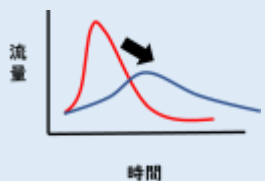


貯留する  
浸透させる  
ゆっくり流す  
蒸発散を増やす

- 山地
- 水田
- 畑地
- ビニールハウス
- 住宅・学校・役所
- 商業施設
- 道路
- 太陽光パネル

## 流達過程の対策

f



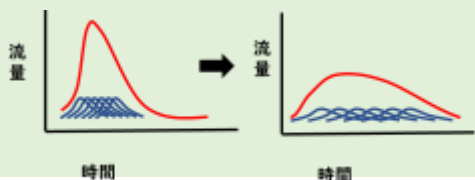
河道内貯留  
粗度増加  
蛇行  
狭窄部  
氾濫域の確保

洪水波をつぶす

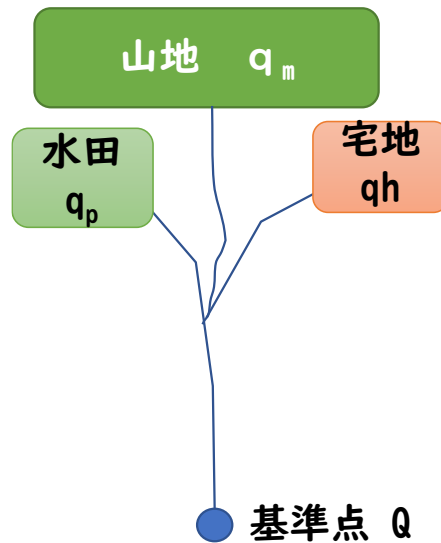
- 河川
- 水路
- 溪流

## 合算時の対策

Σ



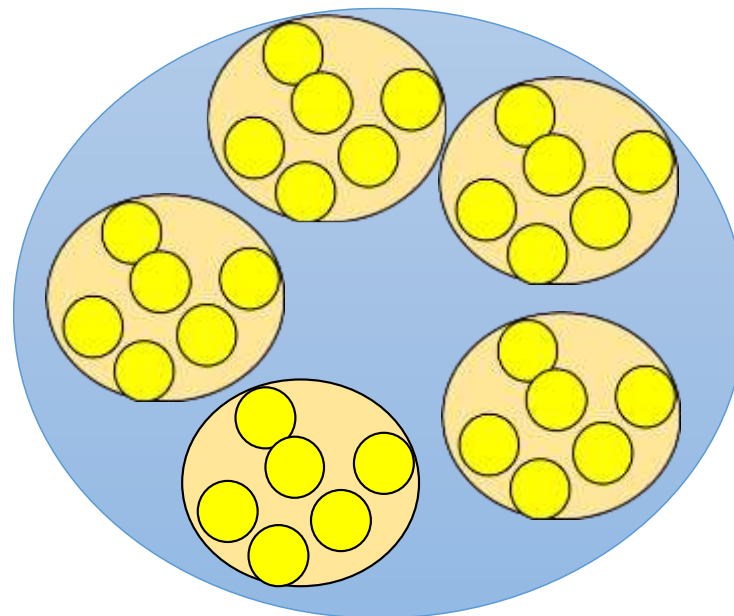
ピークをずらす



Q: 基準地点の流量  
q: 発生源の流量  
f: 流達率

Q、q: 時間の関数  
f: 河道の形態、氾濫、  
流量波形などの関数

$$Q = f_1 \times q_m + f_2 \times q_h + f_3 \times q_p$$



- 流域レベル 国
- 支流レベル 県
- 土地レベル コミュニティ

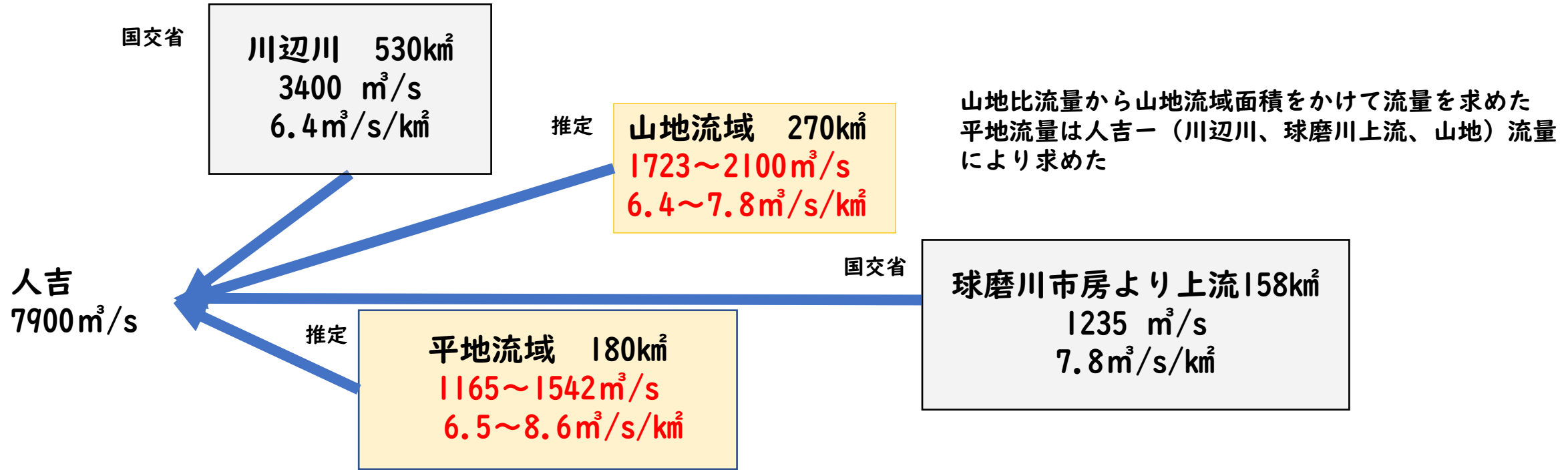
# 流域治水の流出抑制対策

基準点の流量は  $Q(t) = \sum f_i * q_i$

流出抑制とは $Q(t)$ をどれぐらい減らすことができるかということ

- ① 発生源対策 ( $q$ ): 発生源からの流出抑制対策 (貯留、浸透、蒸発散)
- ② 流出過程対策 ( $f$ ): 流出過程におけ流達率の低減 (河道貯留、氾濫)
- ③ 加算時における流出抑制; ピークをずらす (遅く流せばそうなる)

# 到達率込みの各流域からの流出量（令和2年洪水 国土交通省資料より作成）



平地流域は流出原単位をどの程度低減できるかがカギ（流達率の評価も必要）、 $-2\text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \Rightarrow -360$  ,  $-3\text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \Rightarrow -480\text{ m}^3/\text{s}$   
 流達率の低下：パーセントで表せる。今後の研究によるが数パーセントから20%程度か？  
 山地からの流出抑制：土壌の流亡地などが特定できれば対策は可能、どの程度かは未知数  
 加算時における流出抑制：技術的に未知数であるが、到達時間を遅くすることにより流出抑制できる可能性はある  
 球磨川上流は市房ダム、川辺川ダム計画 により低減

# 水文観測

## 問題意識

近年数が極めて少なくなった、平地部の水文観測  
どこからどの程度の量が出てきているのかわからない？  
観測する

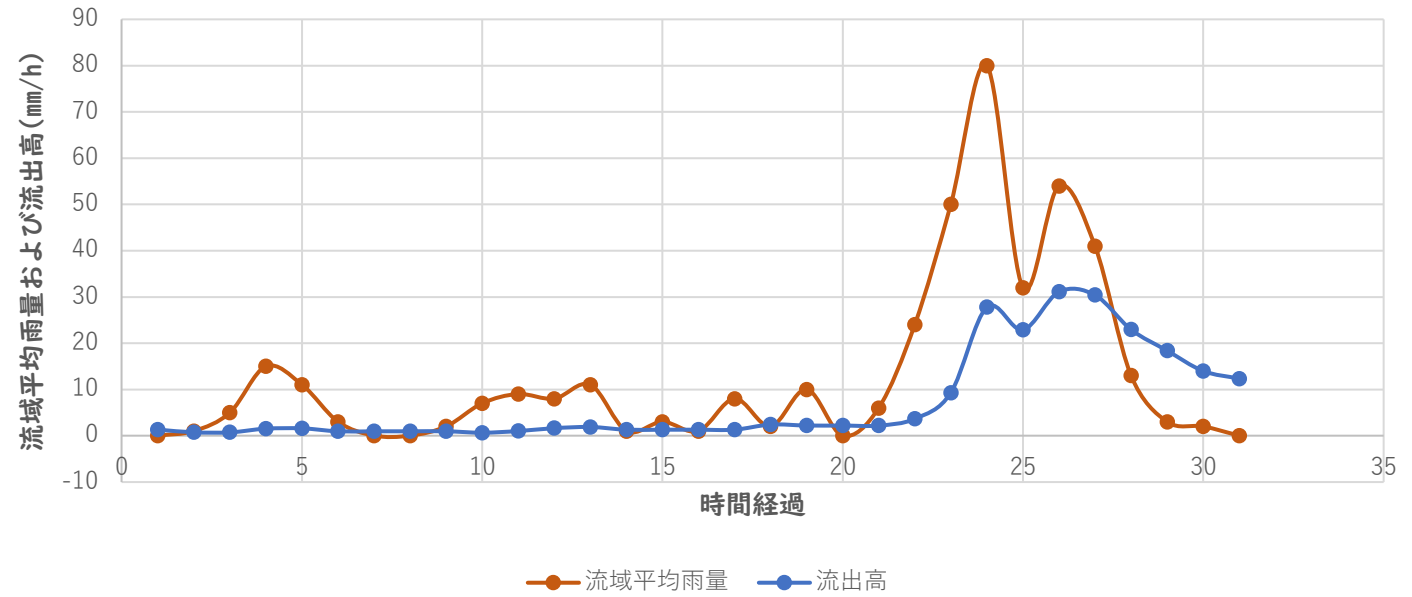
## 森林水文学は継続的進展

圃場整備、都市開発の影響は日本では近年観測例が少ない  
河川改修による水文現象の変化の研究例も少ない

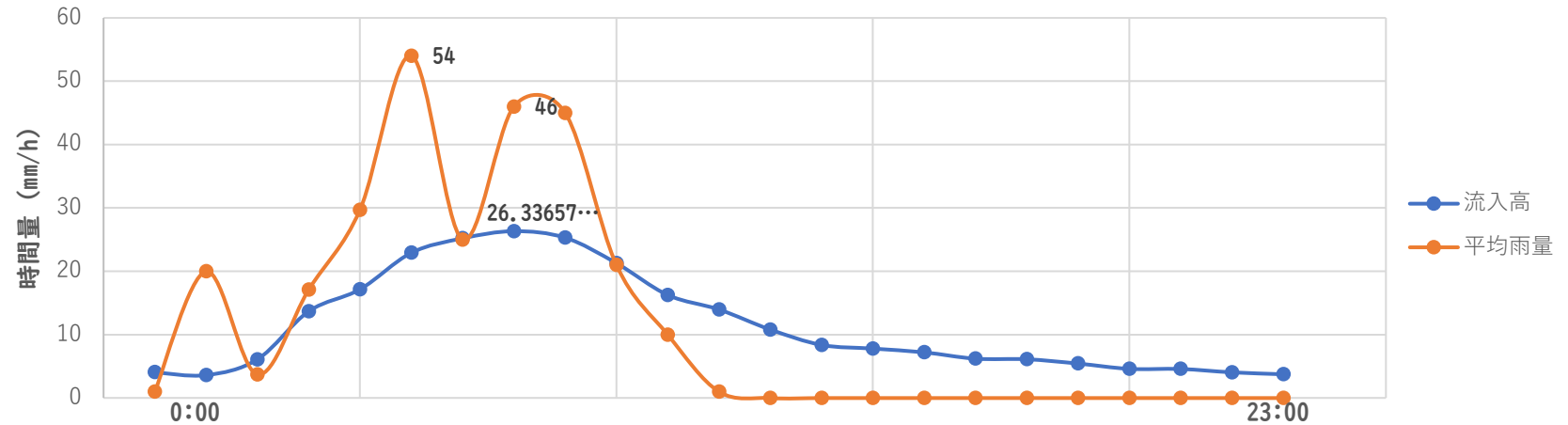
# 流出の話

実態はよくわかっていない

Aダム

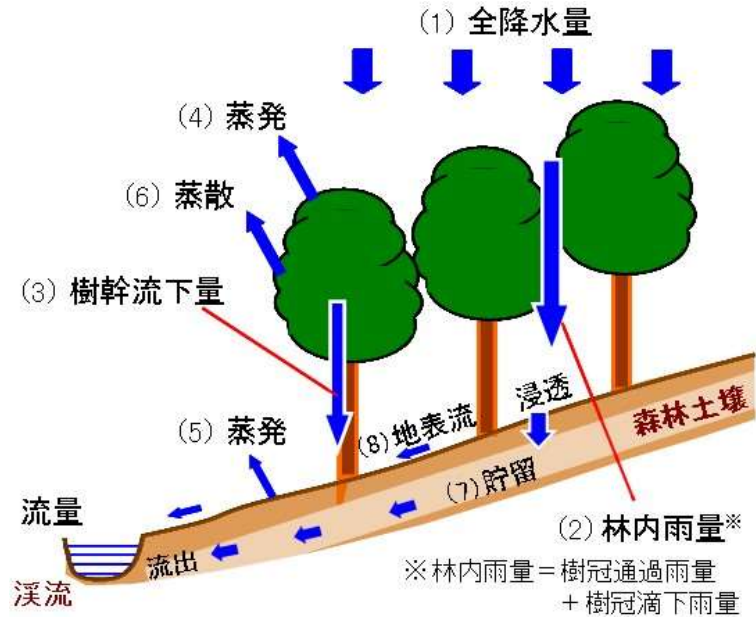


市房ダム平均雨量と流入高の関係





# 森林管理（適正な森林管理は流出を抑制する）



間伐が森林の水源かん養機能に及ぼす効果の検証に取り組んでいます  
(岐阜県森林研究所) 久田 善純

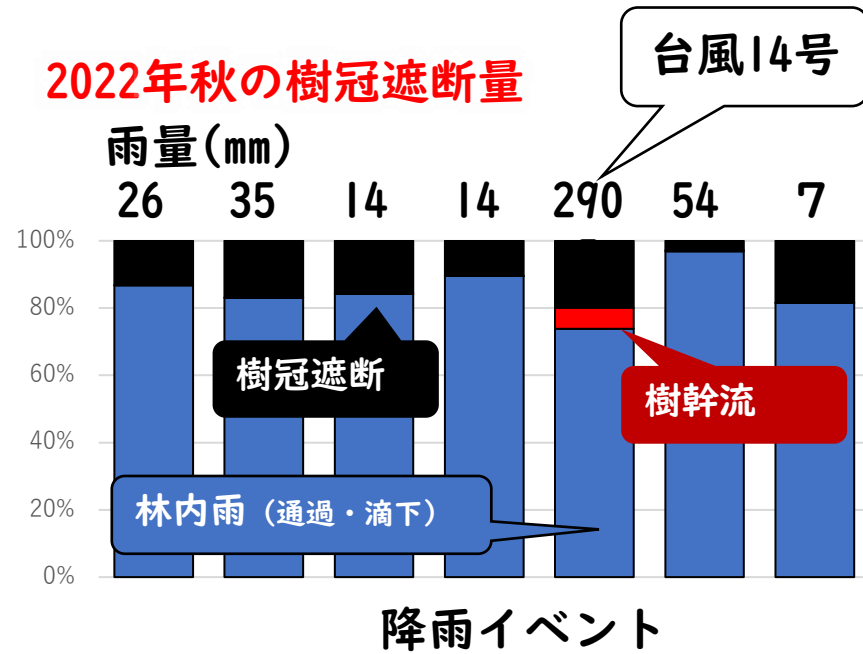
## 森林保水力の 定量化



- 南陵高校演習林における測定（写真）  
東大蔵治先生，県立大一柳・高田，熊大大内＋南陵高校学生
- あさぎり町町有林における皆伐 VS 間伐 VS 伐採なし  
において基礎的データ収集中

# 森林保水力の定量化 × 次世代育成

次世代育成



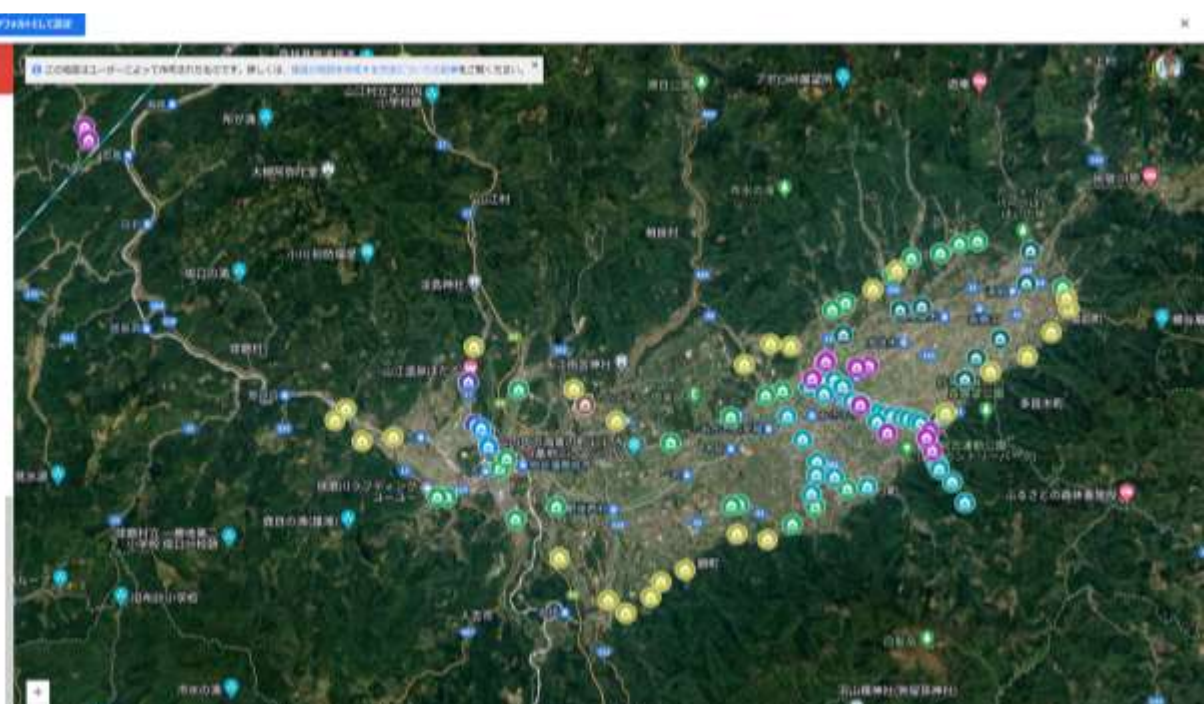
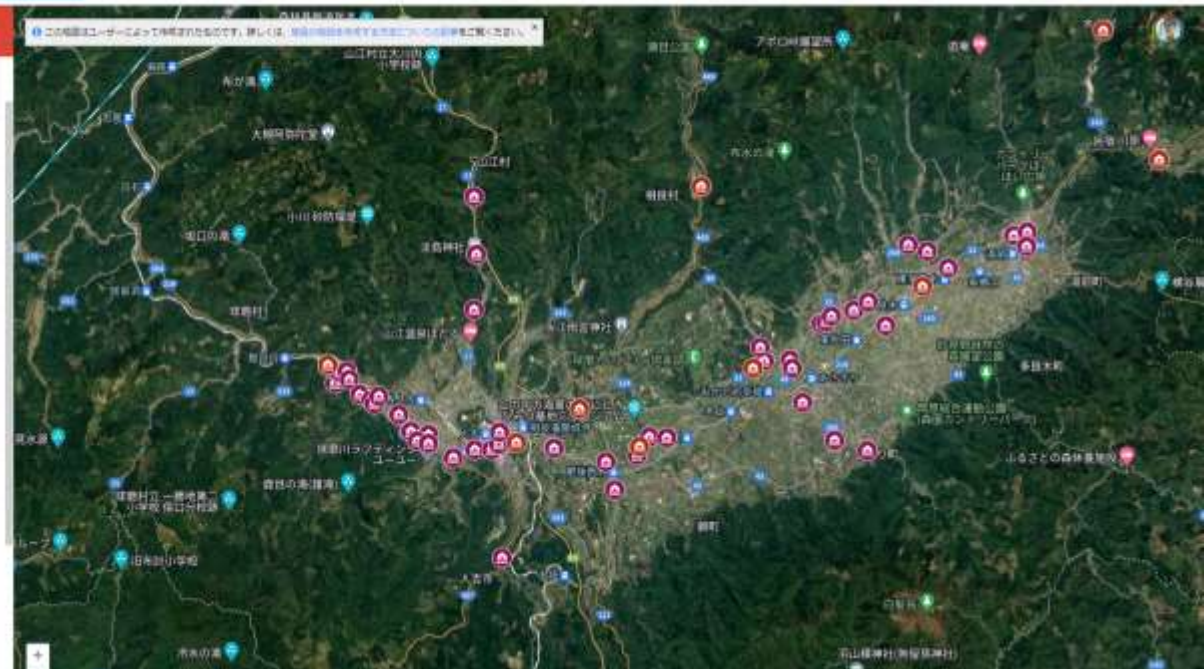
・南陵高校演習林における測定 (写真)

東大 蔵治先生, 県立大一柳・高田, 熊大大内 + 南陵高校学生

# 水位計の設置

国と県の水位計  
51か所

研究チーム  
112か所  
設置予定



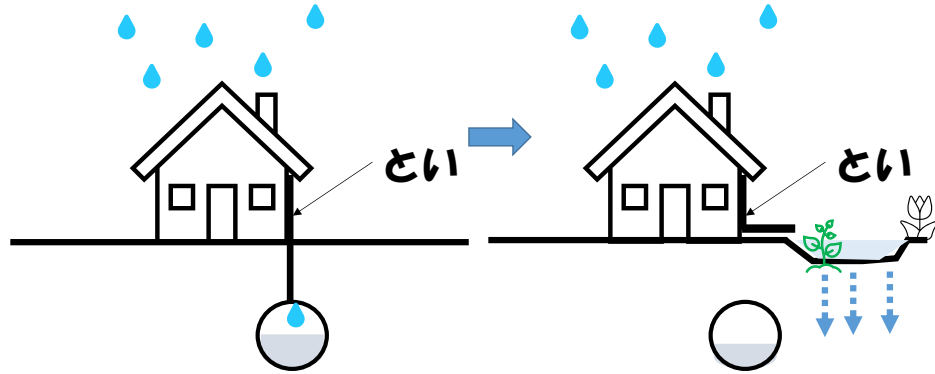
# 流出抑制手法

発生源対策（貯留、浸透、遅滞、蒸発）

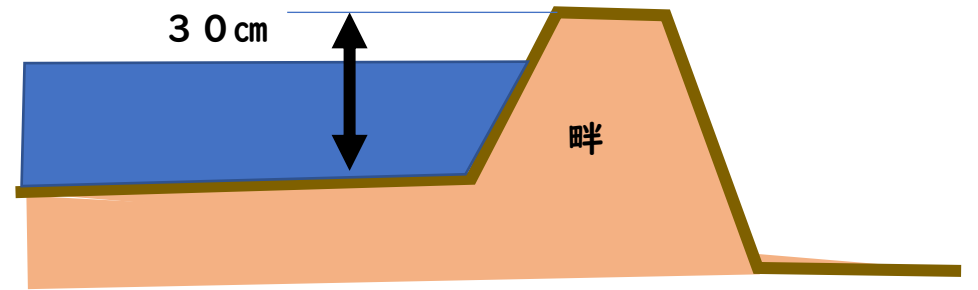
洪水波形の変形

合流時差によるピークカット

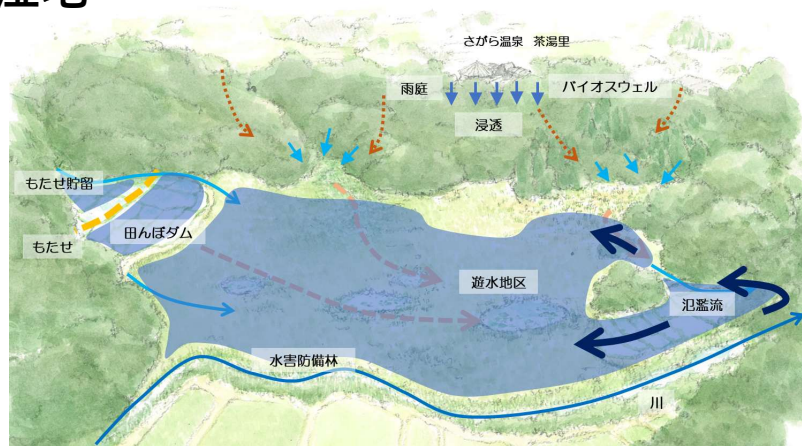
## 雨庭（非浸透域、半浸透域対策）



## 田んぼダム



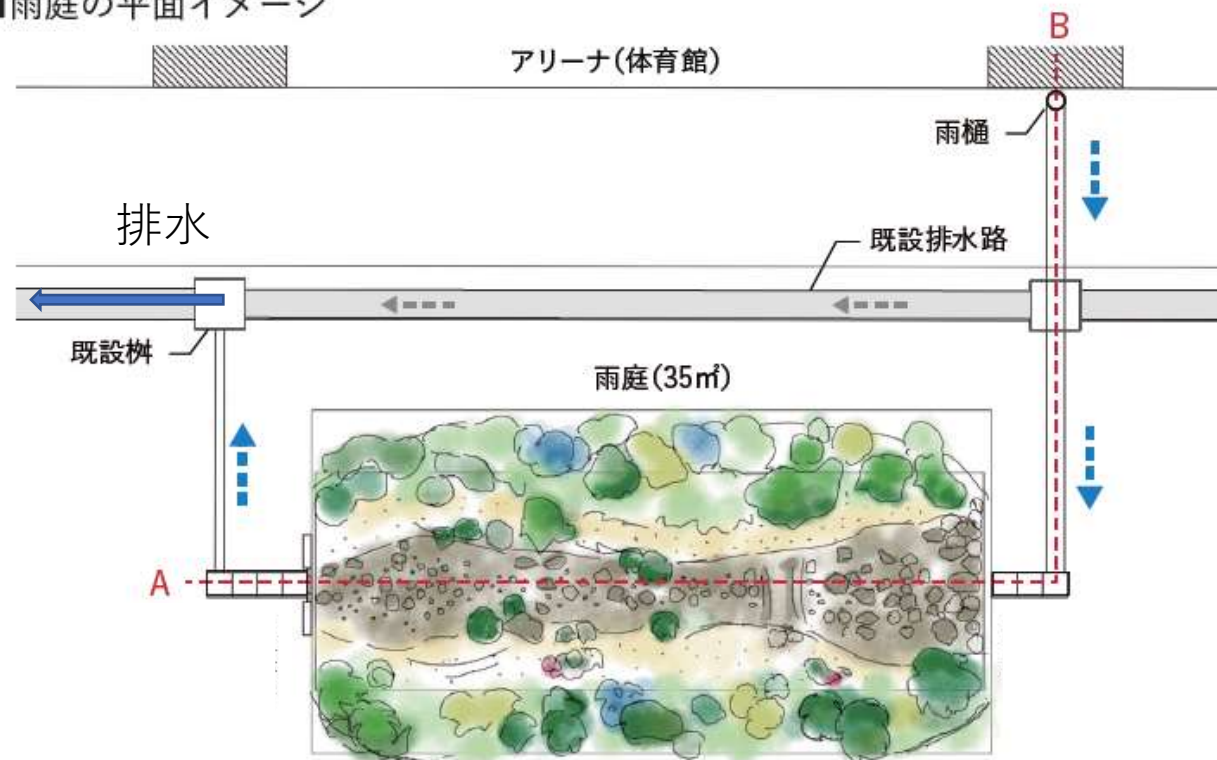
## 迫湿地



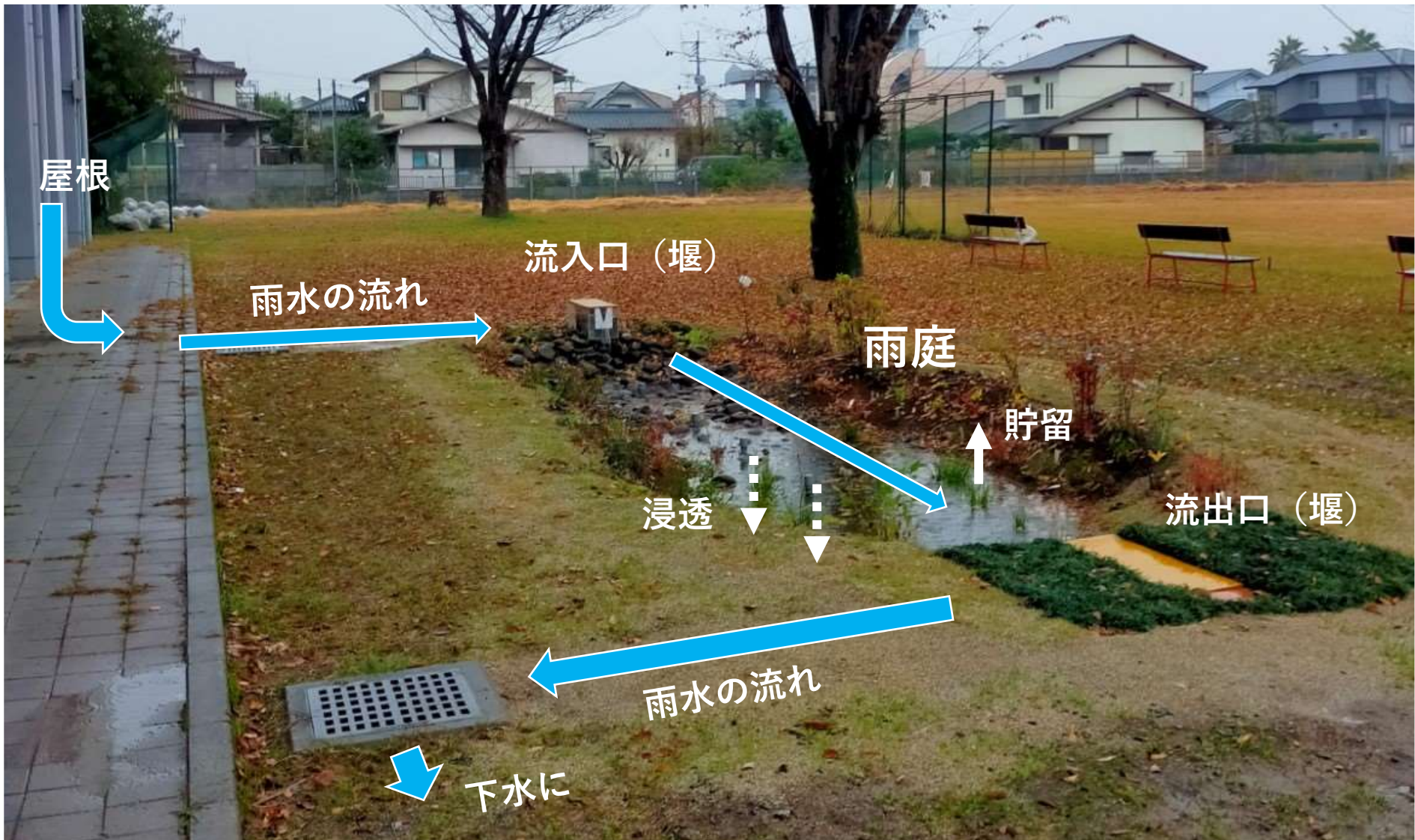
# 熊本県立大学での雨庭



## ■雨庭の平面イメージ

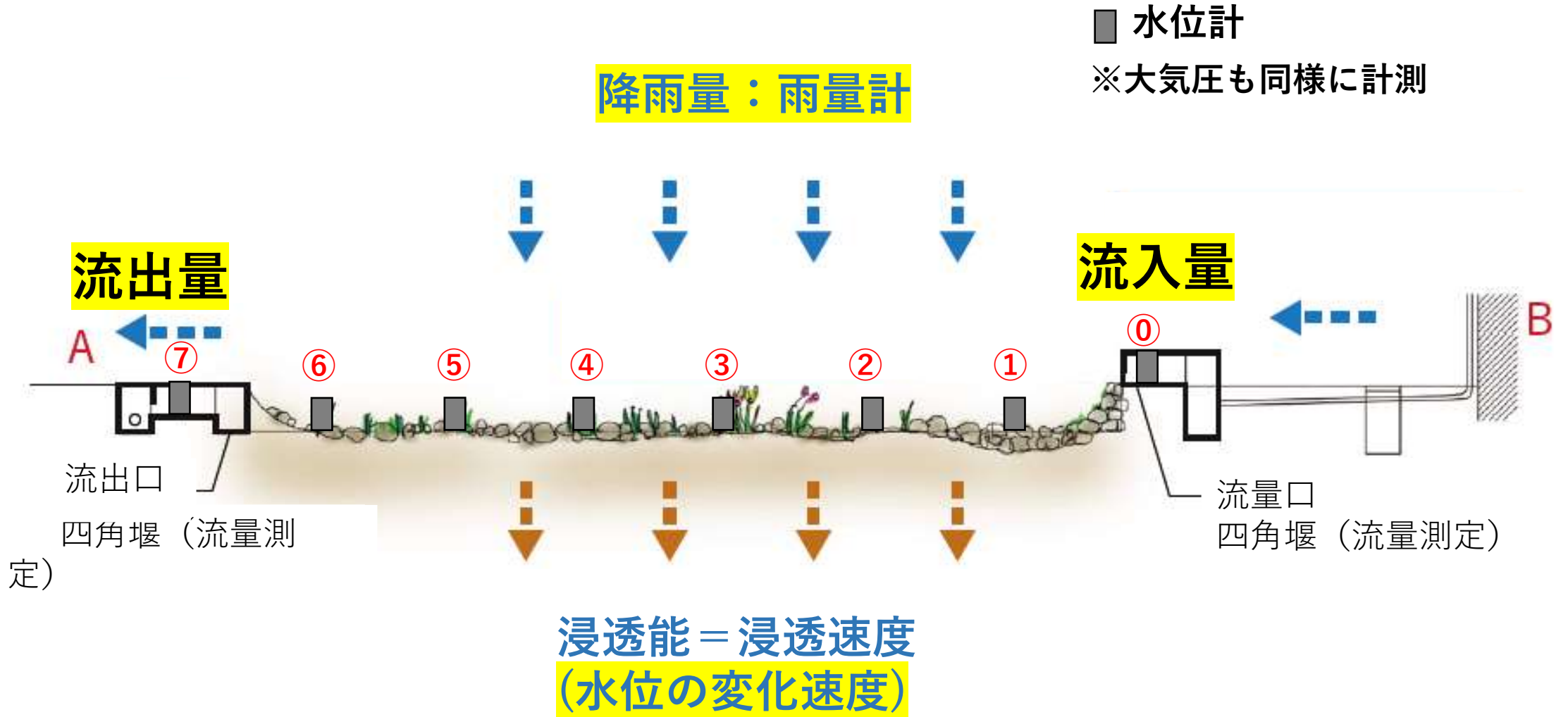


雨庭で浸透させて流出抑制を行う



# 流出抑制効果のモニタリング

## ■雨庭の断面イメージ (A-B 断面)







堰  
(三角堰・四角堰を試している)



# 水位計測



# モニタリング

【期間】 2021年12/7-2022年2/20, 3/25-12/27 (およそ1年間)

【流入・流出総量】

雨庭に流入した総量： 655,829L (約659m<sup>3</sup>)

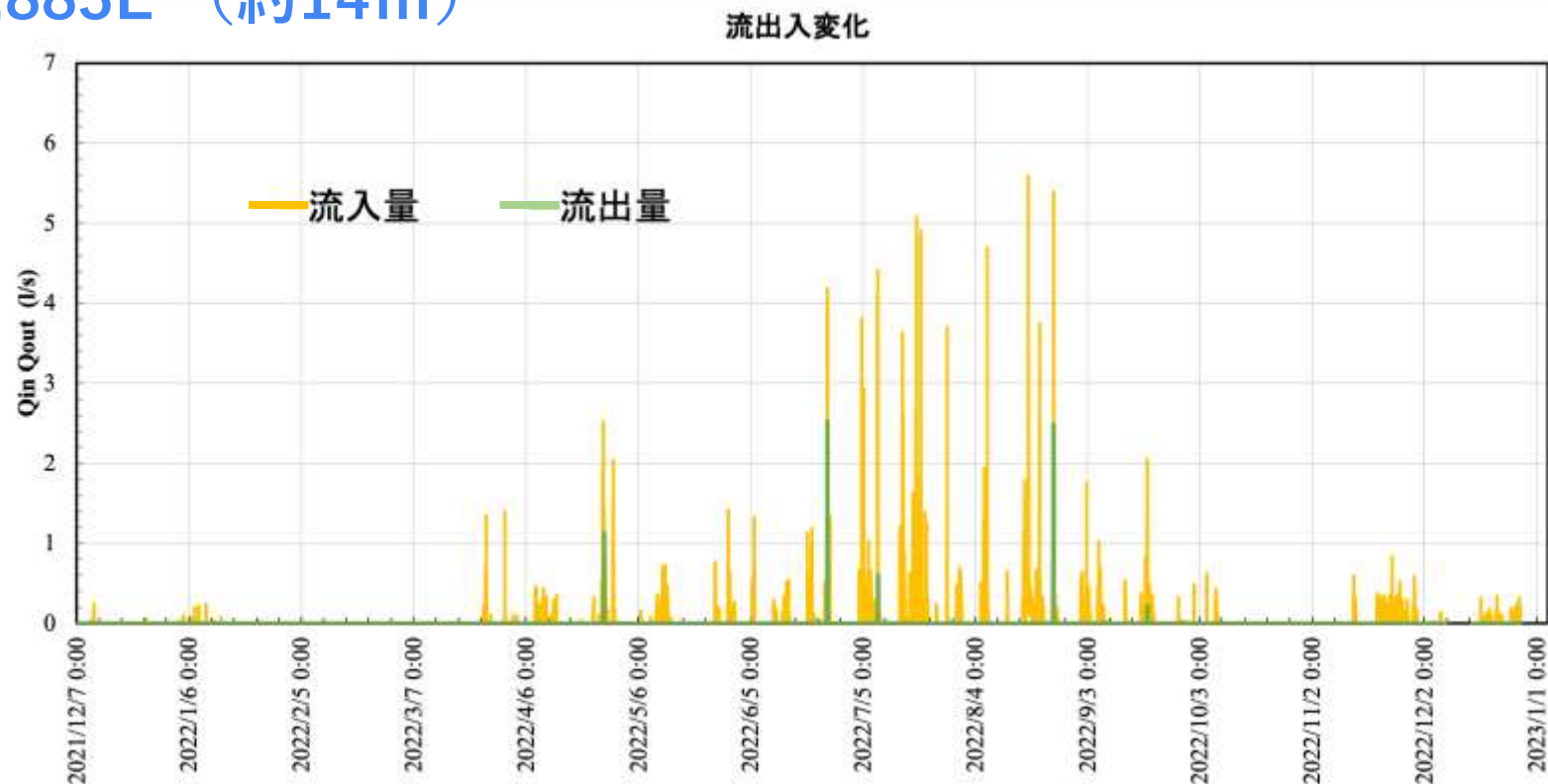
雨庭から流出した総量： 13,883L (約14m<sup>3</sup>)

流出率 2.1%

97.9%は地下浸透

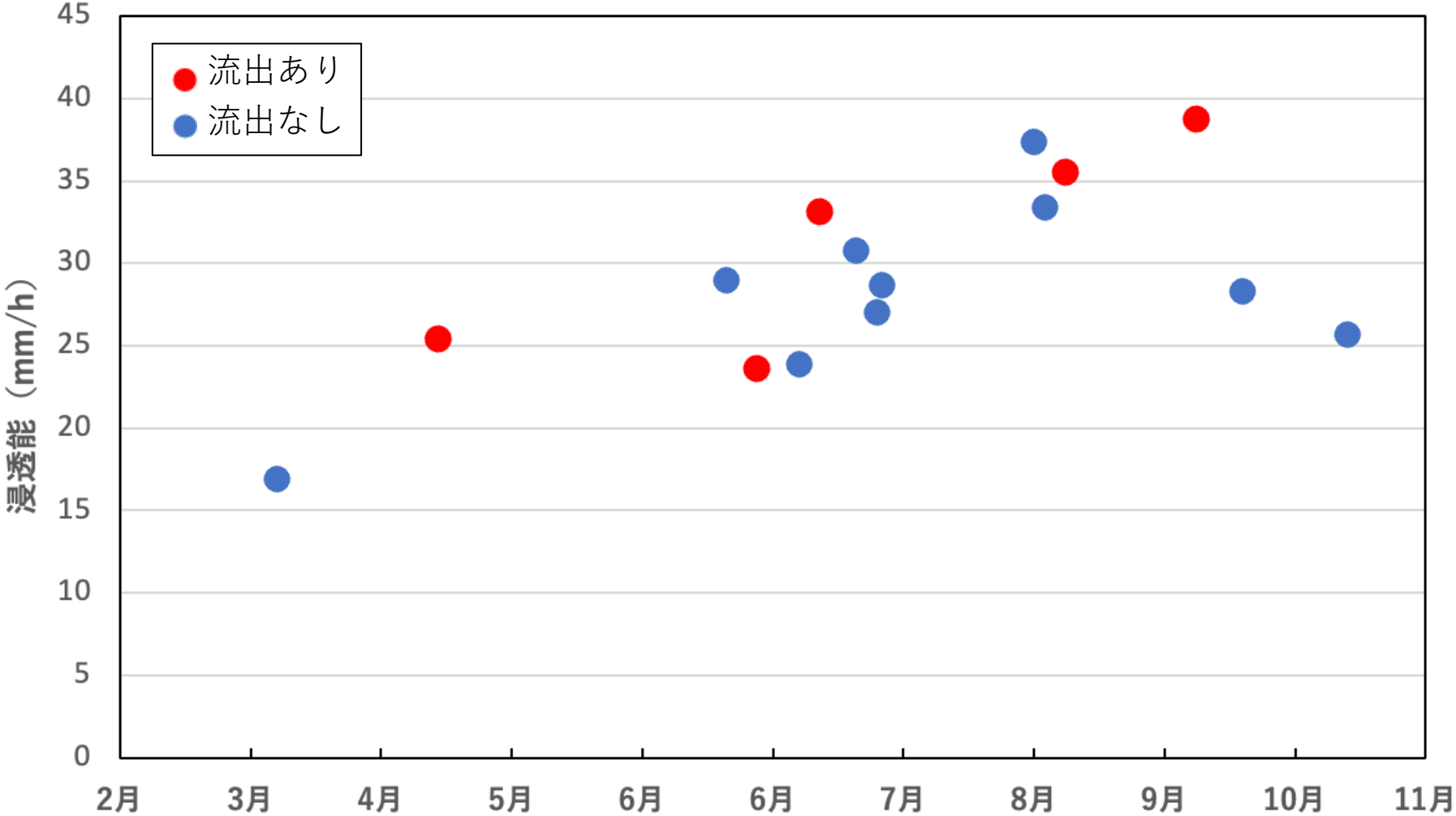
【雨庭から流出したイベント】

- ①2022.4/26-28
- ②2022.6/25-27
- ③2022.7/9-10
- ④2022.8/24-26
- ⑤2022.9/18-20



# 浸透能の変化

流入量が多い上位15イベントでの降雨後の平均浸透能



夏季に高くなっているが、気候変化や植生によって変わるのか？ 今後確認



2022/1/18



2022/9/9

# 球磨地域振興局における“雨庭”整備

○屋根からの集水に加え、敷地内の道路に降った雨の一部も集水し、留・浸透させる県内初の構造。

## 【概要】

★整備箇所  
進入路左側の植樹帯 約33㎡

★工事期間  
令和5年2月20日～3月6日



「工事前(R4.8)」



「工事後(R5.3)」

菊陽、合志グラウンドあわせて3 ha超の面積。両グラウンドともに非常に高い雨水浸透率を誇る。試算上、年間15万トンもの地下水供給に貢献。（約1,000人分）

施設名	面積 (m <sup>2</sup> )	年間地下水涵養量 (m <sup>3</sup> ≒ t)	年間水使用量換算 (人分)
合志運動場	16,824	28,853	376
菊陽グラウンド	28,059	48,121	627



- ◆ 駐車場の水捌けに課題有り
- ◆ 赤枠部分に窪地型の雨庭を設置
- ◆ 地盤沈下で出来た傾斜を利用し、駐車場に降った雨水と、グラウンドから流れ出る雨水を雨庭へ流す⇒**初の駐車場モデル**
- ◆ 5月22日施工開始、5月末完成予定。



# 肥後銀行免田支店プランター型雨庭

- 4月15日、五木村森林組合、南稜高校、熊本県立大学協働の下、**プランター型雨庭**を設置。
- 効果測定を行ったうえで、五木村山村活性化協議会で規格製品化し、販売普及・設置拡大に繋げる。
- 産学連携し、地元森林組合と連携した持続可能な産業の創生を目指す。



五木村山村活性化協議会と連携し、**誰もが組み立て易いプランターキット**を開発

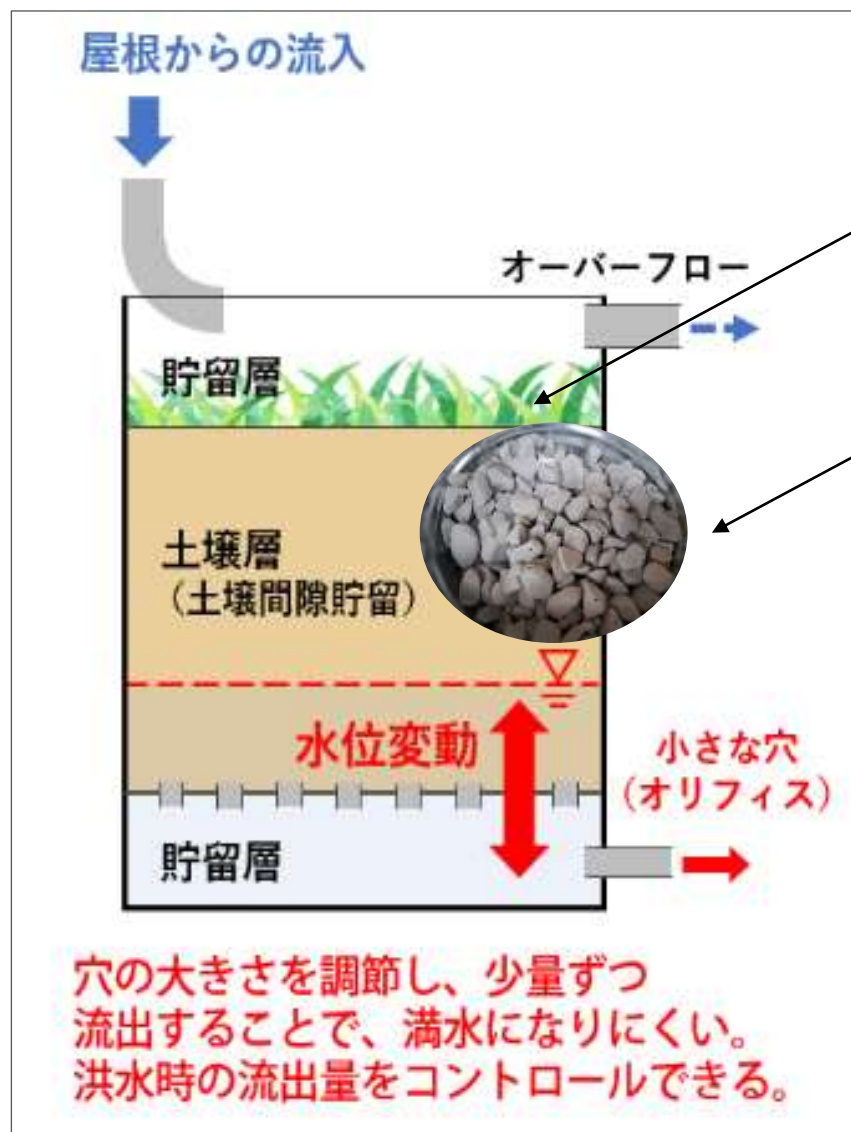


**「天然葉がらし乾燥材」で製作**、一部**間伐材を使用**することで、**環境に配慮**した製品化を実現



南稜高校と連携することで、次世代を担う人材の教育ならびに**地域へのPR効果**が期待できる

**県内のSDGsに関心が高い自治体・企業・その他団体への啓蒙・普及**



南稜高校で栽培した植物を使用

焼酎瓶の空きビンを利用してつくった「スーパーソル」を使用





# 南稜高校グランド 雨庭



雨庭とは、「雨水を排水路に直接放流することなく、ゆっくりと地中に浸透あるいは流出を遅らせる構造を持つよう人為的に改変された空間」を指し、治水（流出抑制）や地下水かん養等に寄与することを目的とするものです。南稜高校グランドでは、グランドに降った表面を流れる雨を対象とし、プロジェクトに参加する企業のもつ技術や修景の仕組みを導入した雨庭の実験施設をつくりました。



※雨庭0は、次年度以降に南稜高校と相談しながら進める予定

## 1 透水性保水型改良土を用いた流出抑制 株式会社 フクユー緑地

立体網目状の団粒構造に改良した土壌を用い（ATTAC 工法）、基盤土壌とした雨庭。この土壌は、雨水の透水性と保水性を高めることができます。

## 2 庭霧 株式会社 東武園緑化

球磨川産の砂利と景石を利用した雨庭。川霧のような幻想的な空間を表現しています。下部には浸透性を高めるための下穴、堆肥を用いた保水層が設けられています。

## 3 水を流さない側溝「浸透側溝」 株式会社 ネオコンクリート

雨水を導水するのではなく、周辺地盤に浸透させることを主たる目的とした流さない側溝です。側壁・底版の水抜き孔から排水する仕様。上部に植栽用鋼製蓋を取り付けることで植栽も可能です。

※浸透側溝は通常道路脇に設置されることから、集水面積は一般的な道路幅 4m×延長 25m 程度の面積を想定。

## 4 プラスチック製雨庭貯留浸透施設 城東リブロン 株式会社

①には、軽量ながらも強度・耐久性の高い構造体を組み上げた地下貯留浸透施設（ハイドロスタッフ）、②には縦型の透水性パイプ（スティックフィルター）を導入しています。

- ①貯留浸透施設 6.43 ㎡
- ②縦型透水性パイプ 3 基

南稜グランド  
1

## 透水性保水型改良土を用いた流出抑制

株式会社 フクユー緑地

土を立体網目状の団粒構造に改良することにより雨水の透水性と保水性を高めます。団粒化材と少量の固化材（中性固化材やセメント系固化材）を混合攪拌し、団粒構造に変えることで、微細なシルト分が流出しにくくなります。

母材（土）の性能によりますが 透水係数 10×-2 ~ -3 (cm/sec) 程度、保水量 240 % / m<sup>3</sup> 程度 現況土を透水性保水型に改良することが可能で、土のリサイクルと性能向上が可能です。

施工費例

- 透水性保水型改良土 6 ㎡、
- 植物（フィリヤブラン、フィリアオキ、カレックス、アベリアコンフィー）、
- 張芝（高麗芝）15 ㎡ ¥350,000-（掘削別途）
- 工期：3 日程度



タイトルは、「川霧」のような幻想的な空間がこの雨庭でも表現できたらという願いを込めて。

施工場所は流入口から流出口までの直線距離が短いという特徴がありました。路床の横断の断面を積み勾配にすることで、雨水をA及びB地点へ誘導する計画としました。アースオーガにて路床部にφ100、深さ300の下穴を掘り浸透度を高めました。砂利の下地材として堆肥(約5% 自社製の牛ふん堆肥)+ボラ土(約95%)を数均し保水層を設けました。化粧材には球磨川産の砂利と景石を使用しています。

#### 施工費例

・材料費 (72,000 円) ・労務費 (60,000 円) ・その他経費 (28,000 円)

#### 工期

・2日 (※施工後の経過観察及び灌水作業を除く)



路床整備状況



φ108 mm × 深さ 300 mm オーガ削孔状況



土壤改良材 (ボラ土 95%+牛糞堆肥 5%混合)  
土壤改良材数均し状況



球磨川産+川辺川産砂利  
砂利数均し状況



# 水を流さない側溝「浸透側溝」

株式会社 ネオコンクリート

日本における自然災害で近年増加しているのが風水害による被害です。毎年、日本各地において局地的な集中豪雨が頻繁に発生しています。集中豪雨が発生すると、都市部においては舗装されている面積が多いことから、雨水のほとんどが排水溝から下水道または貯水設備等へと一挙に流入しますが、極端に大量の雨が降り、その処理能力の限界を超えてしまうと、下水道から水があふれ出し、道路の冠水や住宅の浸水が生じます。一方で、地方においては集中豪雨により河川の氾濫や、土砂災害が生じ、家屋の流出や倒壊などから、残念ながら死傷者が出てしまう非常事態も見られます。

このような近年の災害発生状況を鑑みて、弊社ができる減災対策の一環として開発に取り組んでいるのが、当該「浸透側溝」です。

浸透側溝を開発するにあたっては、まず「水を流さない側溝」をテーマとしております。一般的に側溝とは雨水を導水する設備を指しますが、当該浸透側溝は雨水を導水するのではなく、周辺地盤に浸透させることを主たる目的としております。側溝周辺（側面及び底面）に碎石を充填することで、側溝内部に取り込んだ雨水を碎石部に導水貯留し、また周辺地盤に浸透させ、雨水流出量をピークカットします。これにより、雨水の河川への短時間の集中流入を抑制し、洪水や冠水、河川氾濫の発生を防除します。また、初期雨水を周辺地盤に浸透させることは河川や海の汚れの軽減にも効果が期待できます。さらに、

都市部においてはヒートアイランド現象の抑制や地下水の増加も期待でき、街路樹等、植物の育成にも寄与します。地方においては地下水の涵養とともに、微生物等の目には見えない力を利用して、自然が本来持っている豊かさを回復する効果が期待できます。浸透施設の周囲には、土壌菌やミミズ等が集まってきて、土を栄養豊富にするほか、酸素を提供する孔を造ってくれます。

ここで、当該浸透側溝の仕様としては、設計荷重を「T-25 荷重」としております。これにより、道路脇、駐車場または公園内に設置が可能です。道路脇に設置する場合はコンクリート製集水蓋から雨水を集水します。また、側溝上部に植栽用鋼製蓋を取り付けることにより、側溝上部を植栽することも可能です。一般的な既存浸透側溝はポーラスコンクリート（砂利と砂利の間に間隙があるコンクリート）を介して碎石部へ導水させますが、目詰まりによる浸透量減少が憂慮されますので、当該浸透側溝は側壁 8 か所×2、底版 7 か所の水抜き孔から排水する仕様としております。

今後、実証実験を通じて浸透量及び効果を数値化していく予定となっております。

## 直接工事費

道路脇タイプ 直接工事費 ¥203,660- (10m当り)

植栽型タイプ 直接工事費 ¥598,500- (10m当り)



現地写真（植栽前）

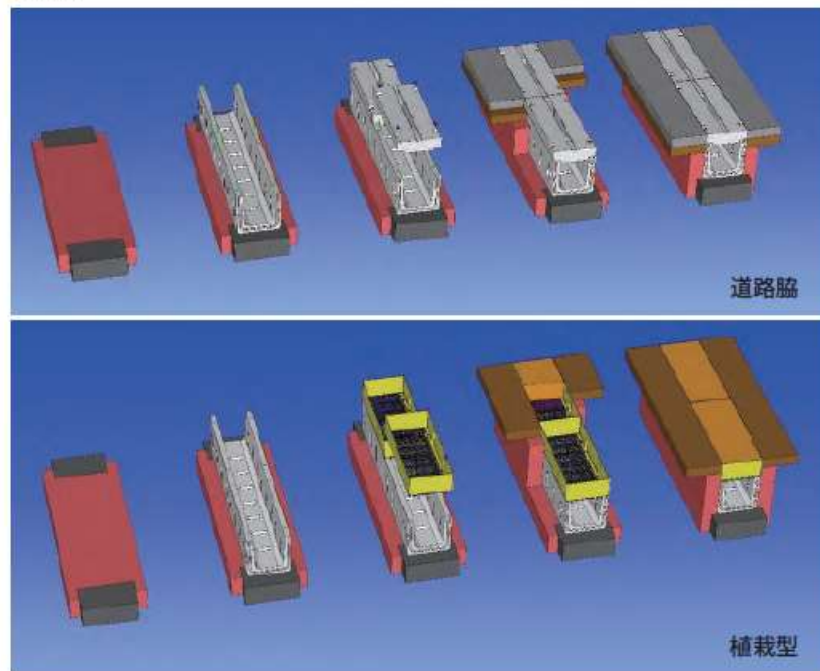


## 形状



3：水を流さない側溝「浸透側溝」

## 施工例

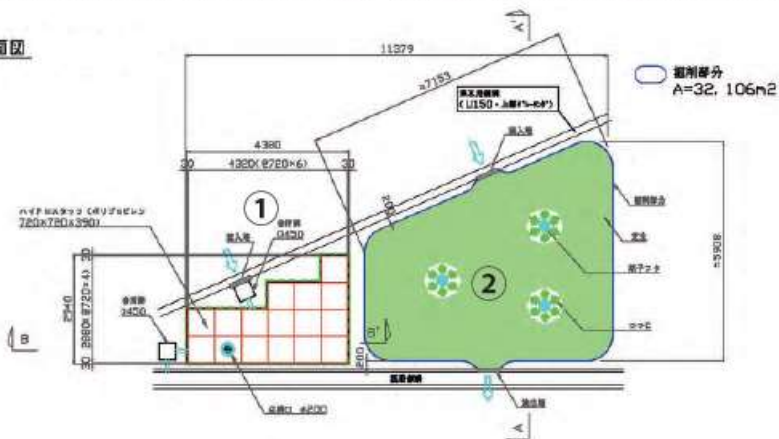


道路脇

植栽型

雨庭4では、北側にプラスチック製地下貯留浸透施設、南側に縦型浸透性パイプの2種類を導入しています。

平面図



## ①プラスチック製地下貯留浸透施設 (製品名称：ハイドロスタッフ)

72 cm × 72 cmの板の上にテーパの付いた高さ 39 cmの柱が 2本載っている構造体 (図1) を 1ユニットとし、これを上下左右に繋ぎ合わせて、所定の大きさの骨組み構造を構築します (写真1)。素材はポリプロピレンで、いわゆるプラスチック製となります。この骨組み構造を止水シートで包むと貯留施設になり、透水シートで包むと貯留浸透施設になります。1ユニットの重さは、4kg程度と軽いので所定の容量の構造物を人力で構築することが可能です。従

来のコンクリート製に比べて、同等の強度、耐久性を有しているにもかかわらず、人力のみの作業が可能で工期の短縮によりコストダウンが図れます。(公社) 雨水貯留浸透技術協会の技術評価認定および国土交通省のNETIS登録済です。また、リサイクル性も高いため、地球環境への配慮にも貢献します。導入延べ実績 1500件以上・延べ納入貯留量 40万 m<sup>3</sup>以上と多方面の皆様から評価を頂いている確かな製品です。

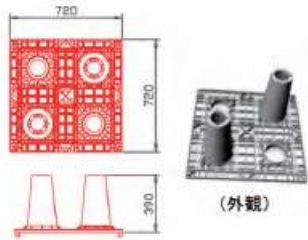
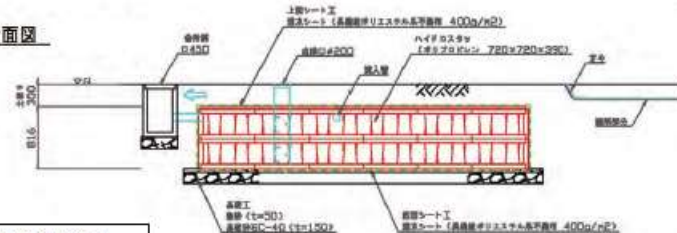


図1 構造体の1ユニット



写真1 掘削と組立

B-B' 断面図



雨水貯留浸透施設  
計画諸元 (ハイドロスタッフ)

面積 A=8.2944 m<sup>2</sup>  
高さ H=0.816 m  
有効貯留水深 h=0.816 m  
容量 V=A×h×0.95  
=6.43 m<sup>3</sup>



## ②縦型透水性パイプ (製品名称：スティックフィルター)

図2は、雨水ますの底部を削削してスティックフィルターをセットした場合の図です。外径 100mm、内径 85mmの円筒形のポリプロピレン製のパイプで、円周部は樹脂骨格に透水シートを貼り付けており、鉛直方向に流入した雨水が周辺の地盤に浸透するしくみになっています。この縦型浸透は、より高い水頭圧が見込めるので、効率の良い浸透効果が期待できます。実際の施工では、バックホウ、ハンドオーガーなどの汎用機械でφ150の穴を掘削し、スティック

クフィルターを建て込み、周辺を粗目の洗砂で埋戻します。最大埋設深度はGL-5m、内部の点検清掃が可能で、先端に土砂採取カップをセットすることにより、堆積物の回収が可能です。(公社) 雨水貯留浸透技術協会の技術評価認定および国土交通省のNETIS登録済です。

パイプ型浸透施設  
計画諸元 (スティックフィルター)

丸タマラス φ300 高さ400  
スティックフィルター-上部 φ100  
スティックフィルター-下部 φ105  
スティックフィルター-総高さ 750

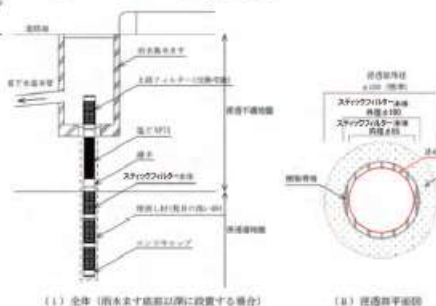


図2 スティックフィルター標準構造図

A-A' 断面図



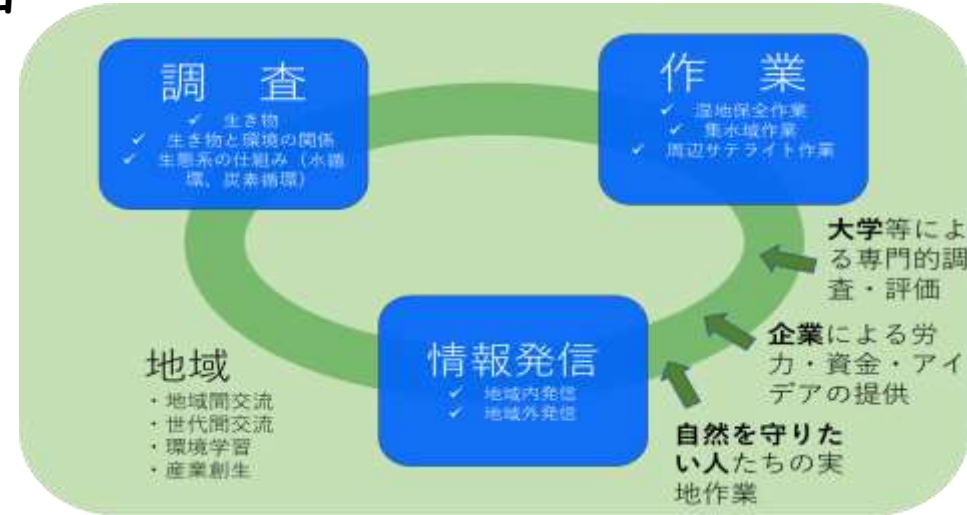
### 施工費例

- ハイドロスタッフ (プラスチック構成材ユニットのジョイント組み立て)  
材工込み (掘削除く) 1m<sup>3</sup> 当たり 35,000 ~ 40,000 円 (運送別)
- スティックフィルター (パイプ状の透水性プラスチック材の鉛直建て込み)  
材料のみ (長さ 1 m) 1セット 40,000 円 ~ (運送別)

# 生物多様性保全 × 流域治水 with MS&AD (企業連携)

## ★絶滅危惧種生息場としての迫の放棄水田

⇒ 人の手入れによる開放的水面の再生



## ★流域治水としての源における流出抑制

⇒ 貯留機能の維持・強化



## OECDによる価値づけと企業参加

**OECD** Other Effective area-based Conservation Measures

- 30 by 30 : 2030年までに世界の陸域と海域の30%以上を保護区にする (生物多様性条約)
- 民間等の取り組みにより保全が図られている地域や、保全を目的としない管理が結果として自然環境を保持することに貢献している地域を「自然共生サイト」として認定
  - ・ 既存の土地利用・管理の継続の促進
  - ・ 地域資産としての認知・利用・支援
  - ・ 多様な主体の連携・共同
  - ・ 企業やNGOの価値の向上 (ESG投資等への反映)
  - ・ 地方公共団体等の生物多様性保全の成果指標





# 相良村 瀬戸堤自然生態園 未来イメージ図



## 湿地生態系の再生・創出

※このイラストは、案のひとつをイメージ化したもので、具体的な整備計画を示すものではありません。

# 相良村 瀬戸堤自然生態園 未来イメージ



## 流出抑制機能の強化

※このイラストは、案のひとつをイメージ化したもので、具体的な整備計画を示すものではありません。

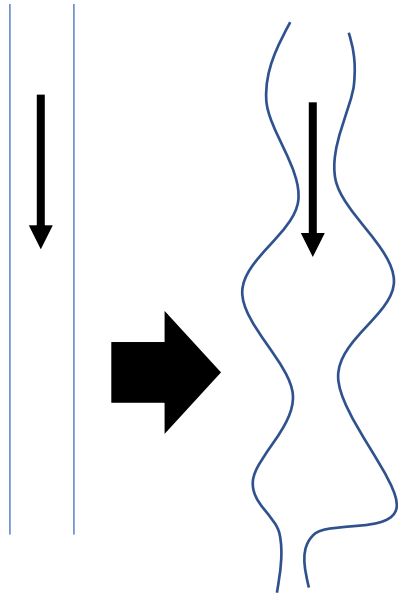
# 問題意識

- 汚水の処理は使用量に応じて負担
- 雨水排出の処理は、排出量に関係なく税金で負担
- 流域治水を進めると、抑制した人の税負担はどうなる？
- 国土全体に進めるためには、建築、公園法、道路、太陽光、農地などに流出抑制を義務化

# 到達の過程で流達率を減らす

## 川の作り方

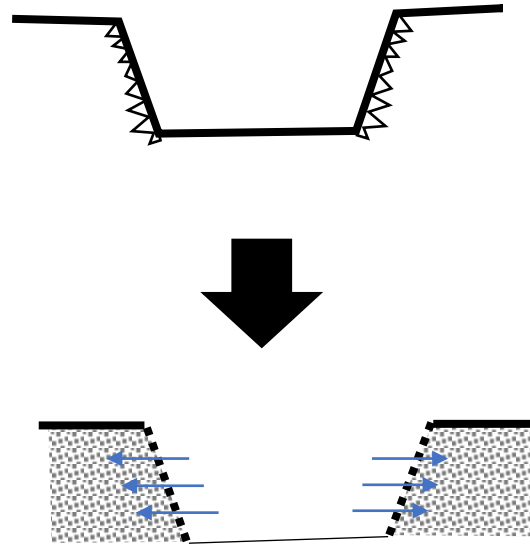
上からみた図



輪切りにした図



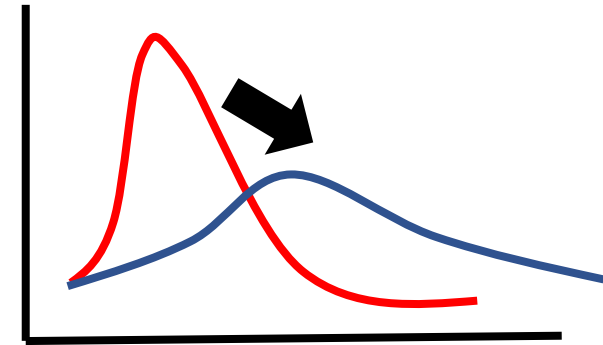
## 管理用道路の利用



蛇行再生  
ワンド創出  
粗度増加、霞堤

カテゴリー	手法
A. 流出抑制技術	1. ゆっくりながす
	2. 貯留する
	3. 浸透させる
	4. 蒸発散を増やす
B. 氾濫流対策技術	1. 氾濫域の限定
	2. 流速の低減
	3. 水深の低減
	4. 耐水建築
C. ソフト技術	1. 土地利用マネジメント (法整備、誘導策、規制)
	2. 保険制度
	3. 避難
	4. 災害リテラシー (災害伝承、知識)

流量



時間

# 森林管理



密生した森林の間伐  
枝打ち  
伐採した樹木の活用

# 流量観測、雨量観測、カメラ設置



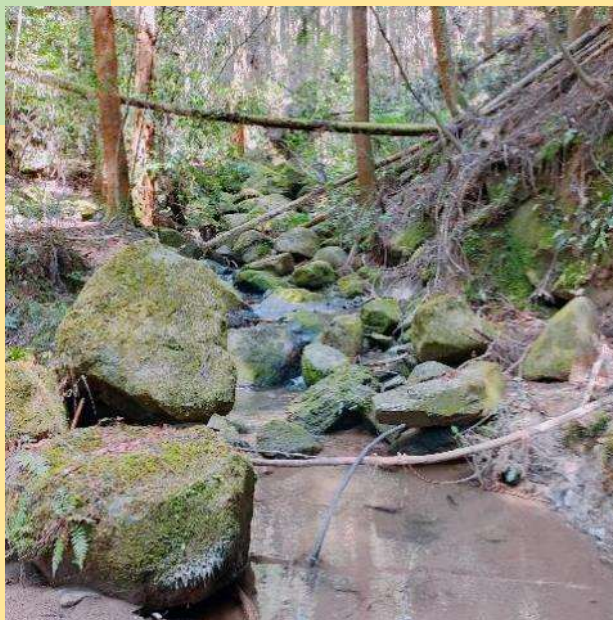
林内雨量



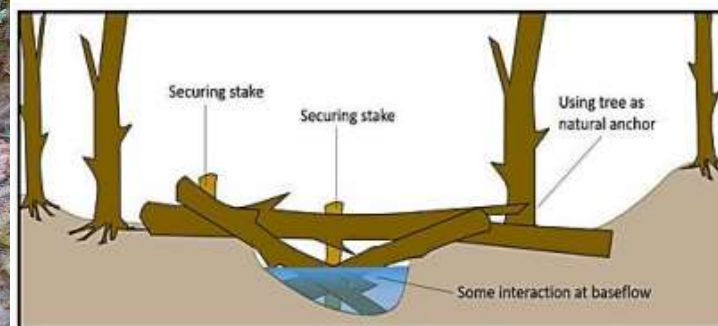
カメラ

# 溪流管理

役割分担  
全体 地域との合意  
皆川・浅田（熊大）  
森林管理  
蔵治・浅田（東大・熊大）  
溪流管理  
萱場・浅田（名工大・熊大）



木材を利用したリーキーダム  
などの導入

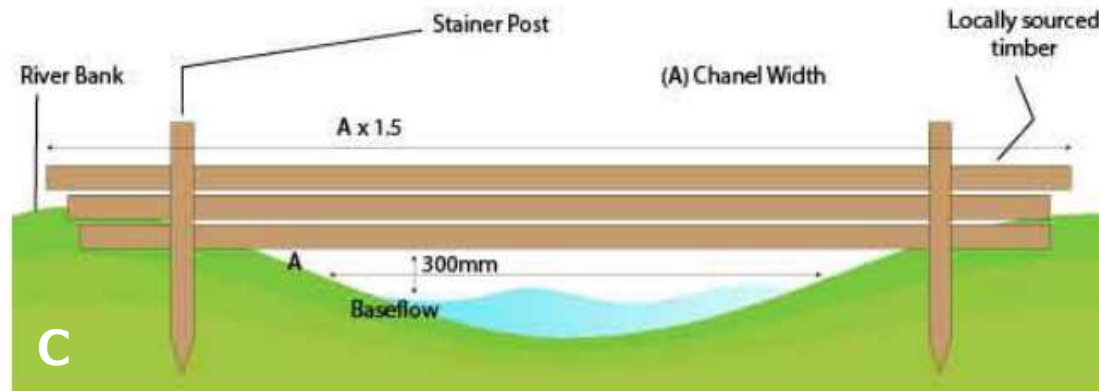
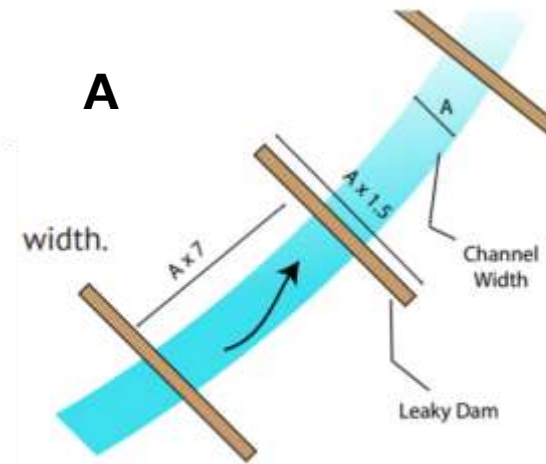
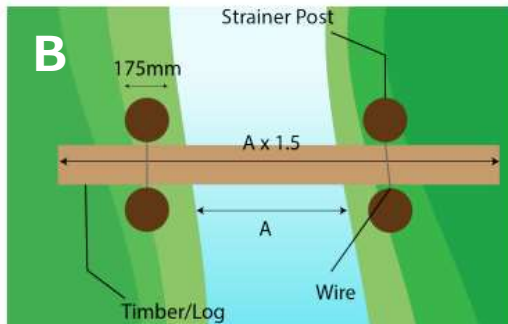


# リーキーダム（漏水型ダム）の機能

- ▶ リーキーダムは洪水の流量抑制だけでなく、土壌侵食の防止、河岸の安定化、水生生物の生息場所等の機能があるとされています。

## リーキーダムの構造

- ▶ リーキーダム（くさび型）の構造は以下の図のようになっています。



間隔は水路幅の7倍であること (A)。丸太の長さは水路幅の1.5倍、丸太は流れに対して90°に設置する (B)、高さは基準流量の水面より300mm高く設定する (C)。また、丸太の直径は400mm 以下とする。可能な限り、材料は地元で調達されるものとする。







40cm

100cm

50m

バスレスト  
バスレスト  
バスレスト

バスレスト



# A川 河道拡幅を用いた改修案

- 主流路を右岸側に形成し、樹林帯の潤辺を増やすこと、また、急蛇行による流速の低減を図る。
- 主流路は走路から距離を取ることで、局所的な水位上昇による冠水を回避
- 流路には巨石を存置して流速の低減を図る。
- 左岸側はテラスとして水辺利用に活用する。



約5000㎡の貯留  
空間確保  
勾配1/100程度

どの程度の効果  
があるか？

カテゴリー	手法
A. 流出抑制技術	1. ゆっくりながす
	2. 貯留する
	3. 浸透させる
	4. 蒸発散を増やす
B. 氾濫流対策技術	1. 氾濫域の限定
	2. 流速の低減
	3. 水深の低減
	4. 耐水建築
C. ソフト技術	1. 土地利用マネジメント (法整備、誘導策、規制)
	2. 保険制度
	3. 避難
	4. 災害リテラシー (災害伝承、知識)



## 板櫃川の部分拡幅部分



# デジタル技術を活用した「緑の流域治水」のスマート化と地域DXの実現

参画機関：大正大学，九州産業大学，第一工科大学，熊本高専，熊本県立大学

## 市民参加型のIoT

地域住民が，災害時に欲しい情報を自ら取得し，考え，共有し，避難を行う。

球磨村・神瀬地区パイロットプロジェクト（R4～）

### 流域治水との掛け算

a. 生物多様性

b. 観光

c. IoT

d. 再エネ

e. カボンニュートラル

f. 教育・リテラシー向上

g. 企業活動

h. コミュニティ強化

i. 地域連携

### ・徹底したユーザー視点

- ・ 誰が，どこの，どのような情報が必要であるかを一緒に考え
- ・ 都会にいる子供と共有
- ・ 誰もが使える

### ・適正技術

- ・ 低価格な汎用品を活用

### ・主体形成

- ・ 地域が設置したい場所に一緒に設置

### ・防災情報を超える



# 「地域共創型集落IoT」の構成要素

- くまカメ（集落カメラシステム）
- くまセンサー（河川水位、雨量観測システム）
- くまネット（衛星インターネット＋メッシュWiFi, LoRa）
  
- くまがわDX（将来的な事業主体）



# 活動拠点：神瀬集落について

球磨郡球磨村の下流部  
全世帯の40%が被災





# 球磨村・神瀬地区パイロットプロジェクト (R4~)

## ●みんなでつくる・みんなのためのIOT

自分たちで作り、直し、調べる、安価で手軽なIOT

## ●安心・安全

行政に頼らない、自分たちで安全安心を確認する、離れて住む子どもたちが見守れる

## ●地域づくりに役立つ (DX)

治水を軸に復興、街づくり、農・林業、観光、などと連携します！

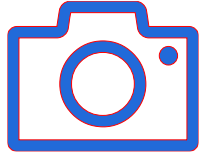
## ●協働 (老若男女、大学、高校生などが力を合わせて実施する)

お互い学び合い、力を合わせながら地域の主体力をつける

- ✓ ワークショップで、カメラや雨量観測機の設置個所を検討。
- ✓ 場所、電力、WIFI通信環境を住民が提供
- ✓ 一緒にセンサーやカメラを設置。
  
- ✓ カメラを8か所に設置
- ✓ リアルタイムで河川の状態を確認できるLINEやアレクサなどを使ったシステムを構築。



# 球磨村・神瀬地区パイロットプロジェクト (R4~)



右記のQRコードをスマホで読み込むと神瀬地区の河川の状況をリアルタイムで確認可能（11月2日以降実装）。



2022年7月豪雨時のカメラ映像



神瀬地区防災情報サイト（構築途中）



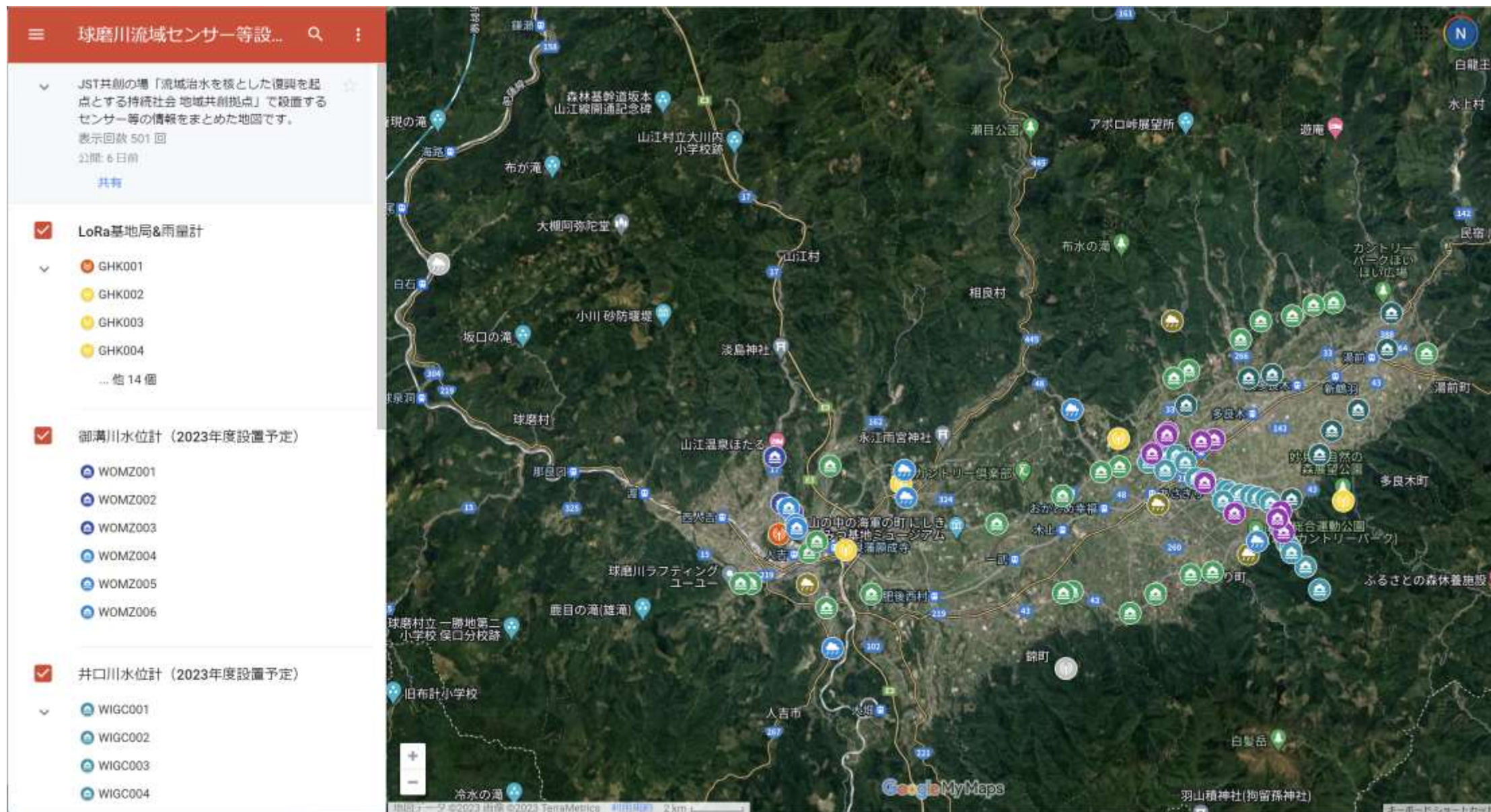


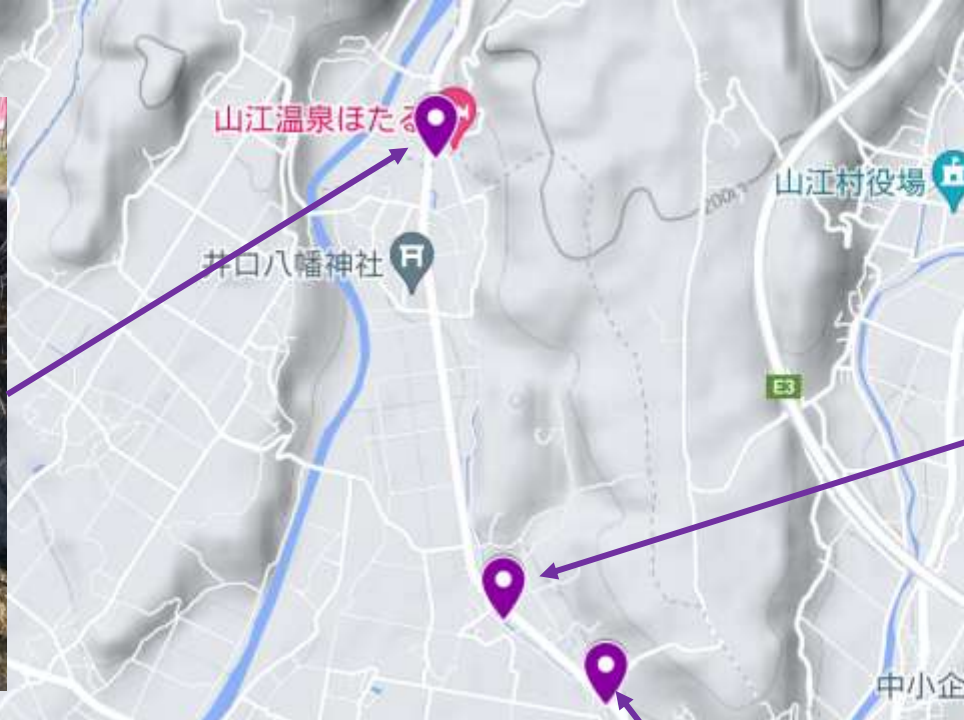


  
ATOM

2022-07-09 02:24:18

# くまセンサー（河川水位、雨量観測システム）





# くまがわDX（将来的な事業主体）

- 持続可能なビジネスモデルの検討
- そのための仕組みづくり
- 人材育成（中学、高校、高専、大学など）
- 他地域（国内外）への普及



ソーラー式 フィールドカメラ  
の  
つくりかた



# スタディツアー：シラバス、テキスト

目的：

- ① 全国、世界への球磨川における流域治水の思想と技術の普及
- ② 社会実装の経済貢献
- ③ ガイド養成による、地域の流域治水リテラシーの向上
- ④ 地域間交流の促進
- ⑤ スタディツアーによるシナジー効果の発揮（田んぼダム米の提供など）

**課題** 地元の方々へのサービス供給  
ガイドの不足







## 連続展示 緑の流域治水展

2023年5月10日(水)～2024年2月27日(火)

会場：肥後銀行人吉支店 1F 〒868-0004 熊本県人吉市九日町82-1

展示時間：9時～17時

休展日：なし

観覧料：無料

開催

「流域治水を核とした復興を起点とする持続社会」地域共創拠点

お問合せ

熊本県立大学 緑の流域治水研究室

TEL：096-234-6835 MAIL：midori-lab@pu-kumamoto.ac.jp

### 連続展示スケジュール予定

- ① 5月10～30日 防災と暮らしのIoT
- ② 6月7～27日 緑の流域治水とパートナーシップ
- ③ 7月5～25日 スタディツアー
- ④ 8月9～29日 湿地の生物多様性の保全
- ⑤ 9月6～26日 小水力発電
- ⑥ 10月11～31日 球磨川流域の魚類相
- ⑦ 11月8～28日 治水技術(河道総編、霞場等)
- ⑧ 12月6～26日 森林管理
- ⑨ 1月10～30日 流域治水に関する法制度
- ⑩ 2月7～27日 雨庭

### イベント

展示期間中のイベント情報は追加の案内をご覧ください

ホームページ



最新情報はこちらをご覧ください



- 地域住民主導で進めるIoT導入 -

## 防災と暮らしのIoT展

# 5/10～5/30

肥後銀行人吉支店 1F

【開館時間】9:00～17:00

【観覧料】無料

【場所】〒868-0004 熊本県人吉市九日町82-1

【TEL】096-234-6835

熊本県立大学 緑の流域治水研究室

お問合せ：midori-lab@pu-kumamoto.ac.jp

### 個別相談会

(金)  
**5/26** 13:30～16:30  
肥後銀行人吉支店 1F

専門家と個別相談ができます！

- ・IoTを使った技術について詳しく知りたい方
- ・自分の地域にも欲しいと思っている方

相談員

九州産業大学：佐藤辰郎 教授  
第一工科大学：寺村淳 教授

事前にご登録ください



### IoTワークショップ

(土)  
**5/27** 13:30～16:30  
肥後銀行人吉支店 1F

見て、触って、理解する、新しい防災技術

イベントでは河川カメラを導入した地域の方のお話を聞いたり、実際に機器を見て、触って仕組みを知ることができます！



防災と暮らしのIoT展担当：佐藤 (sato-taku@pu-kumamoto.ac.jp)

人数把握のため事前登録にご協力をお願いします

飛び入り参加  
大歓迎！

# くまもと雨庭パートナーシップ オープニング開催

2030年までに熊本県内に2030か所の雨庭を整備することを目標に、産学官民が連携した任意団体「くまもと雨庭パートナーシップ」のオープニングを開催いたしました。

ここでいう「パートナーシップ」とは、組織や市民が緩やかに連携し、それぞれが出来る範囲で互いに協力しながら目標を達成するためのチームです。義務やノルマによるのではなく、自発的に雨庭の整備と普及に貢献するために活動します。

開催日時：2023年5月22日（月）

場所：肥後銀行本店 大会議室

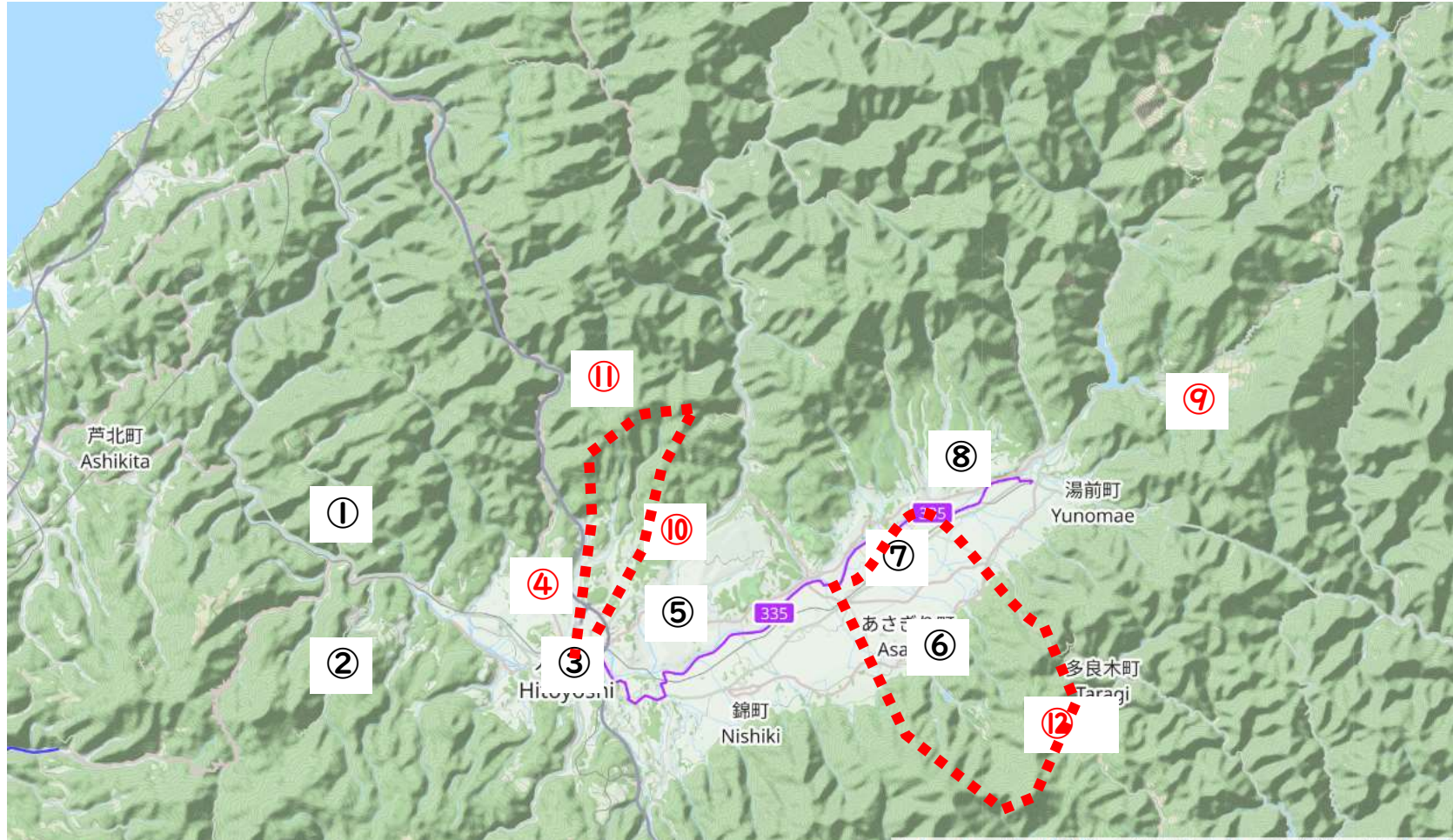
参加団体：

国土交通省 八代河川国道事務所、環境省 九州地方環境事務所、熊本県、熊本市、人吉市、菊陽町、大津町、あさぎり町、熊本県立大学、熊本大学、九州大学、南稜高校、熊本トヨタ自動車（株）、（株）肥後銀行、（株）南日本銀行、（公財）地方経済総合研究所、（公財）肥後の水とみどりの愛護基金、（株）テレビ熊本、（株）東武園緑化、（株）オジックテクノロジーズ、三井住友海上火災保険（株）、NTT西日本（株）、（株）熊本シティエフエム、（株）百花園、松尾建設（株）、（株）勇工務店、五木村山村活性化協議会、（株）小林衛生公社、雨庭サポーター

（29団体66名にご参加いただきました！）



# スタディサイト・ケーススタディ河川 MAP



## Case study site

- ①神瀬 IOT III
- ②芦北 川幅拡幅 I
- ③人吉GI I II
- ④山江 森林溪流管理 I II III
- ⑤相良村 迫湿地 I II III IV
- ⑥あさぎり町有林 I
- ⑦南稜高校グラウンド I V
- ⑧南稜高校演習林 I V
- ⑨水上湯前小水カタウン I II IV
- ⑩川辺川 流水型遊水地

## Case study river

- ⑪山田川流域
- ⑫井口川・免田川流域

# 拠点全体のスケジュール

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
要素技術開発	雨庭	迫湿地 雨庭プラン ター	グラウンド 側溝 リーキーダ ム	太陽光 茶畑 河道拡幅	管理用道路 下空間	モニタリング改良				ガイド ライン	
スタディサイ ト（要素技 術）		神瀬IoT、 南陵高校演 習林、瀬戸 堤生態園、 南陵高校な ど	万江川森林 管理、水上 小水力							ガイド ライン	
スタディ支流 （統合計画）			支流計画 （田んぼダ ム、道路、 市街地、森 林管理、湿 地創生、遊 水地）	実装・モニタリング						評価	ガイド ライン
モニタリング		機器選定	面的、線的、 拠点的 Clime core	流速計の設 置						データ バンク	
産業創成		球磨川NP	ツアー 五木小水力	OECM協会 グリーン ボンド							
パートナー シップ	県庁学習会	南陵高校	雨庭パート ナーシップ 連続展示								

				地域共創 流域治水	国の流域 治水	県の緑の 流域治水
流域対策	流出抑制対策	発生源	貯留	○田んぼ ダム、迫 湿地	△	○
			浸透	○雨庭、 浸透側溝	△浸透ま す	○
			遅延	○	×	未
			蒸発散	○都市の 緑化、樹 林の保全	×	未
		到達過程	一部拡幅	○ 川幅 の一部拡 幅	×	○
			粗度上昇	△	×	×
			狭窄部	○	×	×
			氾濫原の確保	○迫湿地	×	△
			遊水地	△	○	○
			自然再生	○		
	道路下空間	△				

以上