

対象技術 I : 防災・減災に係る雨水浸透技術

透水性保水型路盤を用いた「アーバン・グリーンドラム」プロジェクト事業共同体
「透水性保水型路盤を用いた「アーバン・グリーンドラム」プロジェクト」



都会に緑とダム機能を持たせる

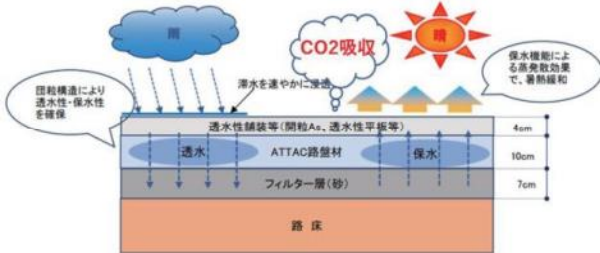


図-1 透水性保水型路盤のイメージ図



写真-1 実証フィールドに設置した供試体の状況

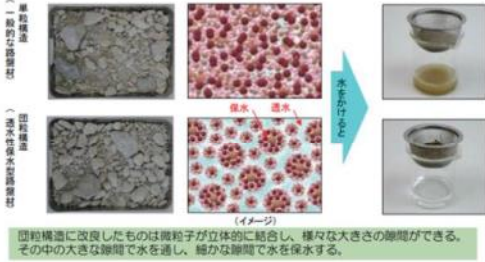


図-2 単粒構造と団粒構造の比較図

取組の位置

背景・課題・目的



【背景・課題】

道路歩道部の路盤部では再生クラッシャーランが多く用いられている。再生クラッシャーランは、一般的に透水性能が高いとされているが、繰り返し降雨により細粒分が不透層を形成し、透水性が低下することで、降雨の流出抑制が低下し、洪水被害等が起こることが問題となっている。

【目的】

本プロジェクトでは、図-1に示すように路盤材として使用されている再生クラッシャーランを団粒構造(図-2)に改良することにより、透水性と保水性を兼ね備えた透水性保水型路盤に改良し、降雨の流出抑制を図り、浸水被害の減少対策、保水機能による蒸発散効果を利用したヒートアイランド対策につなげることを目的とする。
また、路盤材のCO₂吸収性能を検証することによりカーボンニュートラルにつなげることを目的とする。

取組内容

取組効果

実証フィールドに供試体を作成し、以下の項目について実証試験を行う。

- ①都市水害防止…透水性の改善
 - 1) 団粒構造の検証：団粒化指数20以上を目標とする。
 - 2) 透水性の検証：透水係数 $k_{15}=1 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 以上を目標とする。
- ②暑熱緩和…保水性の改善
 - 1) 保水性の検証：保水量 150l/m^3 以上を目標とする。
 - 2) 蒸発散効果の検証：地表面温度が未改良路盤と比べて 4°C 以下を目標とする。
- ③CO₂吸収性能…CO₂の低減技術
 - CO₂吸収性能の検証：未改良路盤と比べて吸収量20%増加を目標とする。

- ①透水性の改善
 - 1) 図-3に示すとおり、改良RC40では団粒化指数38となり、団粒化がよく進んでいることが見られた。
 - 2) 図-4に示すとおり、全ての供試体において $k_{15}=1 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 以上であり、路盤材の団粒化改良による透水性の向上が見られた。
- ②保水性の改善
 - 1) 図-5に示すとおり、実証区においてはほぼ 150l/m^3 であり、路盤材の団粒化改良による保水性の向上が見られた。
 - 2) 晴天時において保水性の無いアスファルトと比べて 4°C 以上の温度低下が見られた。
- ③CO₂吸収性能の改善
 - 団粒化改良により路盤材のCO₂吸収量は15~30%程度増加した。

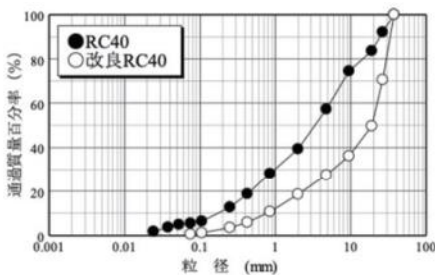


図-3 RC40・改良RC40の粒径加積曲線

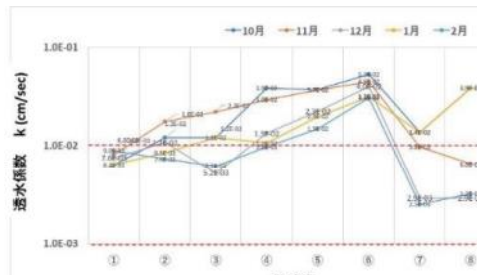


図-4 各供試体の透水係数

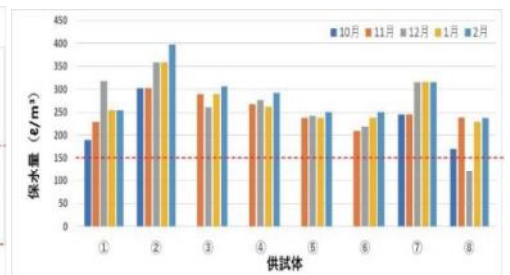


図-5 各供試体の保水量

問い合わせ先

団体名：透水性保水型路盤を用いた「アーバン・グリーンドラム」プロジェクト事業共同体
連絡先：全国トース技術研究組合 / 0943-24-8005/ attac@attac-j.or.jp (代表者：上 俊二)

工夫した点

①プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制は、右図に示すとおり全国トース技術研究組合の企業組合員、研究組合員で構成されている。「産学連携」として産と学が協働（共同）して取り組むプロジェクトとし、共同研究、技術講習会、勉強会を実施することにより、団粒化改良技術の向上発展に努めている。

②団粒化技術（ATTAC工法）の施工技術の向上

本プロジェクトで提案している透水性と保水性を兼ね備えた団粒化技術(ATTAC工法)は、使用する材料の粒度分布によりその性能は変化することが明らかになっている。本プロジェクトでは透水性と保水性が最大限に発揮されるよう使用する材料の粒度調整を行うなど施工技術の向上改善を目指した。

③リサイクル材料の有効利用

本プロジェクトでは、建設発生土やリサイクル材料の有効利用を目的に、再生クラッシャーランを用いた。事前に六価クロム溶出試験を行い、六価クロムの溶出がない環境問題に配慮した再生クラッシャーランを使用した。

プロジェクトの実施体制



今後期待される効果

①治水・温暖化防止の対策

現地土壌の団粒化構造への改良により透水性・保水性を向上し、都市公園や住宅地区の各種ガーデン・路側樹林帯・駐車場緑化等における治水・温暖化防止の対策に期待することが出来る。（写真-2）

②緑地と治水を目的とした地下ダムの役割

本技術は、保水性向上も期待でき、植生の育成にも関与することから、都会に緑地と治水を目的とした地盤に新しい地下ダムとしての役割を期待することが出来る。（写真-2）

③「雨庭」への活用

「雨庭」は、地上に降った雨水を下水道に直接放流することなく一時的に貯留し、ゆっくりと地中に浸透させる構造を持った植栽空間である。本技術を「雨庭」に活用することを試みている。（写真-3）



写真-2 団粒化構造を活用した「アーバン・グリーンダム」プロジェクト

今後の展望

①自然災害や異常降雨など異常気象による災害増加が懸念される状況の中で、自然災害の抑制、雨水の河川流入の削減、温暖化による表面温度上昇抑制などの課題を解決するための事業を行う予定である。

②透水・保水を基軸に必要な災害対策や、温暖化対策、その他への応用研究を行い、実用化に向けての連携を図る予定である。

③本組合で提案する団粒化技術(ATTAC工法)は多岐にわたる可能性があり、早期に研究課題の結果をグリーンインフラに活用していく予定である。

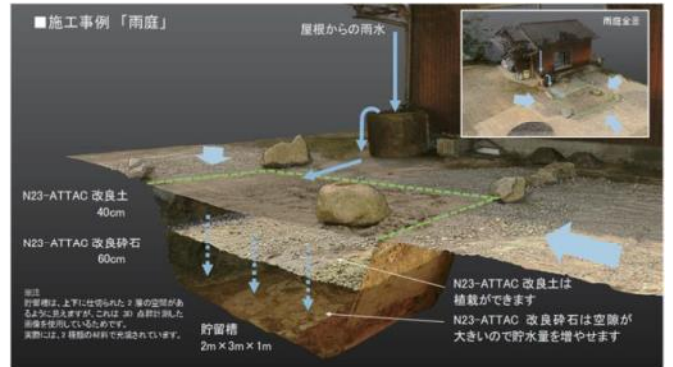


写真-3 N23-ATTAC改良土・改良砕石を用いた雨庭の施工事例



写真-4 施工事例(グラウンド)



写真-5 施工事例(園路)



写真-6 施工事例(人口芝下地)



写真-7 施工事例(防草・緑化)

グリーンインフラDX共同体 「仮設式レインガーデンと多面的機能モニタリング検証」 ～雨水貯留機能・生物多様性・コミュニケーション～



取組の位置

実施場所：滋賀県野洲市
施設名：滋賀県立近江富士花緑公園



背景・課題・目的

【背景・課題】

グリーンインフラ導入で解決したい課題

- ①都市における雨水管理の課題
都市化に伴う雨水流出量の増大と、それに起因する浸水被害の拡大
- ②都市の生物多様性の減少
緑地の減少や分断化により、都市部の生息環境の悪化

グリーンインフラ導入までのハードル

- ①認識共有と合意形成のハードル
現状変更を伴う工事では巻き込む主体が多くなり、担当部署外の認識の不足により合意形成にかかるコストが高くなる
- ②データ/専門性のハードル
導入検討の際に、データにもとづく意思決定や計画などの専門的知見へのアクセスが必要となる
- ③初期導入のハードル
効果の確証がないにもかかわらず、導入のコストが高く、導入後の改修や変更も容易でないため、二の足を踏みやすい
- ④土地の確保
都市部における利活用可能な土地は限られている

初期導入のハードルがボトルネック

グリーンインフラを導入するまでの間にさまざまな障壁が存在する。

⇒これらの課題をまとめて解消するための、あたらしいシステムが必要である。

取組体制

実施主体

グリーンインフラDX共同体

東邦レオ株式会社/京都産業大学
株式会社バイオーム



協力団体

滋賀県
近江富士花緑公園ゆうゆうパートナーズ
一般社団法人グリーンインフラ総研

取組内容

【目的】 仮設式レインガーデンの技術確立により課題を解決する

可動式の植栽柵にグリーンインフラの機能を付与することで、前提条件を覆し導入課題を解決できるのではないかと？

可動式植栽+グリーンインフラ



仮設式レインガーデンに関する有用性の仮説

- ①初期導入コストの低減
仮設式の実現により、現状変更を伴わず、工事の規模も小さくできる。導入時の金銭的・事務的コストを大幅に削減し、様々な場所で手軽に試行錯誤できる環境が整う。
- ②合意形成プロセスの円滑化
仮設式を実証的に取り入れることで、効果検証のデータ収集やモニタリングが可能となる。また、市民や関係部局が実際にグリーンインフラと接する機会が生まれ、理解増進や要望の把握が可能になる。フィードバックを受けて柔軟に変更を加えながら、本格的なグリーンインフラの導入に向けた合意形成を円滑化する。
- ③都市空間活用の柔軟性向上
仮設式レインガーデンは、道路や暫定利用地など、これまで緑化が難しかった空間にも機動的に設置できる。これにより、都市のウォークアビリティ向上や、魅力的な空間形成に寄与できる。

問い合わせ先

団体名：グリーンインフラDX共同体
連絡先：東邦レオ株式会社 / 06-6767-1210 / ooba@toho-leo.co.jp (代表：大庭 義也)

実証システム概要

仮設式レインガーデンのコンセプト検証として、右図のような試験体を作成した。

①集水機能

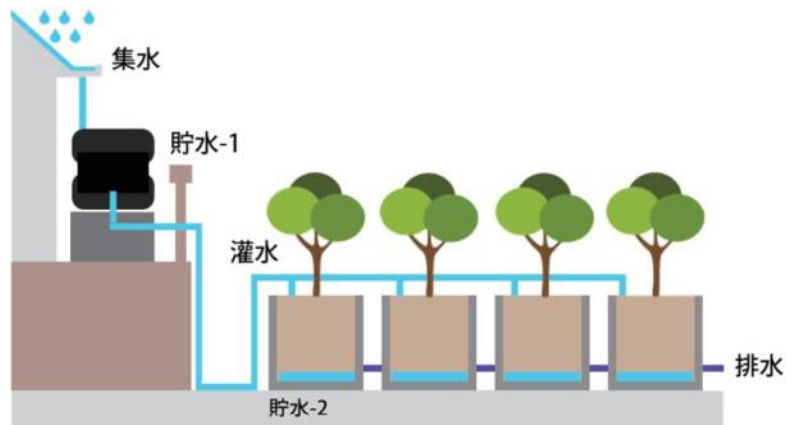
建築物の屋根などを活用し集水域を拡張することで、樹木の生育に必要な水を確保し、雨水流出削減を実現

②貯水機能

集水した雨水はタンクと植栽底面に段階的に貯留
これにより、雨水貯留機能を確保しつつ、植栽への安定的な灌水が可能となり、水道に頼らないオフグリッドな仕組みを実現

③オーバーフロー機構

雨水が過剰に貯まると植栽の生育に影響が出るため、一定以上の水位に達すると外部に排水される機構を実装



取組の工夫

ソフトウェアソリューションとしてのグリーンインフラ

仮設式レインガーデンは、ハードウェアとソフトウェアが密接に連携した、統合的なグリーンインフラソリューションとして捉えることができる。レインガーデン自体の設計・施工におけるモジュール化や柔軟性の追求は、ソフトウェア的なアプローチと親和性が高く、データモニタリング手法やデータ駆動型のシステムと組み合わせることで、どこにでも展開可能な汎用性の高いシステムの実現につながる。

本実証実験では、仮設式レインガーデンの設置に加え、ソフトウェアとの連携により、グリーンインフラのポテンシャルを最大限に引き出すことを目指した。具体的には、以下の3つのアプローチを採用した。

①仮設物への掲示物

普及啓発やデジタルコンテンツとの融合

②生物調査アプリ

生物多様性モニタリングと普及啓発

③イベント連携

市民や関係者との合意形成手法のプログラム検討



取組効果

仮設式レインガーデンのコンセプト実現

期間内に枯損した樹木は1本もなかった。
グリーンインフラとしての雨水貯留効果を確保しつつ、自然降雨のみで仮設式レインガーデンの維持に成功した。

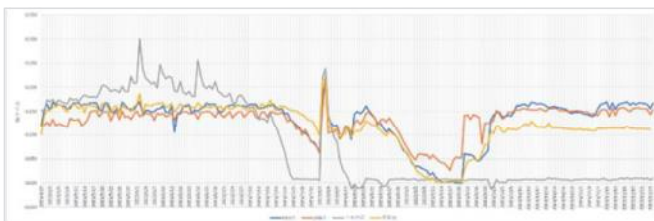
機能性検証

①雨水貯留浸透機能

植栽内部の水位変化から、集水域を通じて貯留した雨水の継続的な自動灌水によって植栽が順調に生育し、その結果、過剰な雨水供給もなく安定して雨水貯留効果は発揮できていることが確認された。

②生物多様性機能-普及啓発機能

仮設式レインガーデンと連携したモニタリングシステムにより、生物多様性情報に関する情報は、レインガーデン設置前に比べて大幅に増加した。また、レインガーデン内で飛来性の生物の活動も確認された。



仮設式レインガーデンの貯留雨水の水位の変化

今後の展望

①都市域での実証と展開

都市の道路や広場などでグリーンインフラ機能を発揮する仮設物として、さらに実証を進める。施工性や規制面など都市域ならではの課題検証を通じて、都市への展開を広げる。

②機能性と拡張性の発展

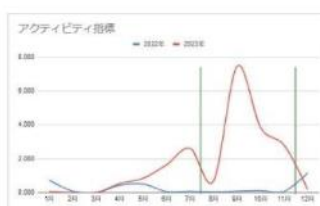
モジュールの機能を追加することで、仮設式レインガーデンの設置効果を充実させる。たとえば、集水域も含めたオフグリッド性の確保や、生物多様性に的確に寄与する植栽環境のバリエーションの充実などが考えられる。

③ソフトウェアコンテンツの充実

モニタリングデータをソフトウェア側で処理し、灌水制御や植生管理にフィードバックする双方向連携により、環境の変化に動的に適応する機能を実現。



拡張イメージ



市民による生物モニタリング活動の変化(前年比較)



アオスジアゲハの産卵行動

東急建設株式会社「大型商業施設における雨庭・バイオスウェルの 雨水流出抑制効果のモニタリング」



取組の位置

大型商業施設グランベリーパーク内の
雨庭及びバイオスウェルを検証対象とした



背景・課題・目的

【背景・課題】

- 雨水流出抑制を目的としたグリーンインフラの社会実装を促進するためには、グリーンインフラ施設の設計・技術指針や基準を確立することが必要である。しかし、運用開始後のグリーンインフラ施設の性能を評価した事例は殆どなく、グリーンインフラの社会的な価値が明らかにされていない。

【目的】

- 運用中の雨庭・バイオスウェルの雨水流出抑制効果を定量的に評価し、その実施性能である浸透量を確認する
- 新規または既存の商業施設・民間施設などへの雨水流出抑制基準を満たすグリーンインフラの導入可能性を検証する

取組内容

- 計測・モニタリングを実施（2023年6月～10月）
 - ・ 敷地内の降雨量の計測
 - ・ 雨庭及びバイオスウェルの水位変動の計測
 - ・ 雨水貯留槽内の水位変動の計測
- 雨水貯留槽の貯留量変化から雨庭とバイオスウェルへの雨水流入量を把握し、浸透量を算出した
- 雨水貯留浸透技術協会（雨水協）の技術指針の手法で設計浸透量を計算し、浸透量の実測値と比較検証を行った

取組効果

- 商業施設にて運用中の雨庭及びバイオスウェルが雨水を浸透し、雨水流出抑制に寄与していることを確認することができた
- 雨庭では、雨水協の技術指針の手法で、浸透量を設計計算可能であることが示唆された
- 既存施設へのグリーンインフラ導入では、雨水貯留槽と連携することで、限られた敷地においても効果的な雨水流出抑制及び雨水の再利用が可能であることが示唆された

工夫した点

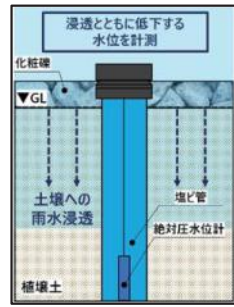
- ① 計測設備のプロトタイプを製作し、計測期間中の商業施設の利用者の安全面について、入念に検討した
- ② 関係者を招待した見学会を開催し、産官学による意見交換を実施した
- ③ 雨水貯留槽と連携したグランベリーパーク方式※右概念図参照に着目し、貯留量の変化から雨庭及びバイオスウェルへの雨水流入量を定量的に把握した
- ④ 流量計測装置を設置することが困難だったため、計測方法を工夫することで、オーバーフローの発生・収束日時を把握し、浸透量を算出した



プロトタイプによる計測設備の検討



水位計設置完了



水位計測の概念図

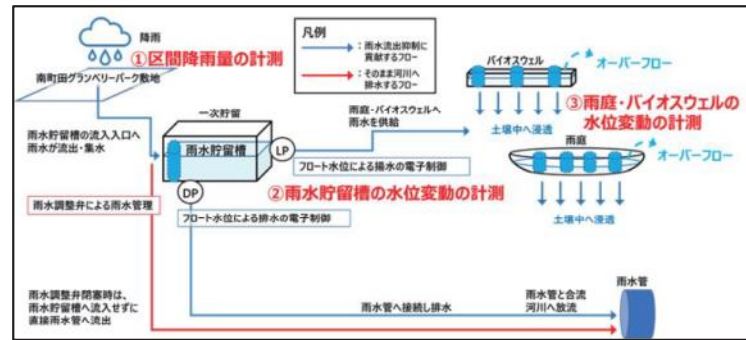


実証フィールドの全体平面図と計測概要

本研究事業より雨庭について、雨水協の技術指針の手法で、浸透量の設計計算が可能であることが示唆された。

また、雨水貯留槽との連携により既存施設へのグリーンインフラ導入の幅が広がるとともに、水位計による水位変動の計測が施設の浸透状況のモニタリングに有効である可能性が示された。

今後は、より多くの事例を蓄積し、グリーンインフラ施設の実施性能を把握することで、一般化可能な精度の高い設計手法の確立とさらなるグリーンインフラの社会実装に貢献したい。



グランベリーパーク方式の雨水流出抑制システムと計測内容の概念図

今後の展望

- ① さらに多くの実施性能の計測・モニタリング事例の蓄積
- ② 施設設計に適用可能な雨水流出抑制効果の設計手法の開発
- ③ 施工時の品質管理と維持管理を通じて、設計通りの浸透機能を確保、維持する手法の確立



雨庭の水位計設置状況



バイオスウェルの水位計設置状況



雨水貯留槽内の水位計設置状況

清水国環研共同体 「低未利用地のインフラ機能を高める水のアクティブ制御技術」



取組の位置



背景・課題・目的

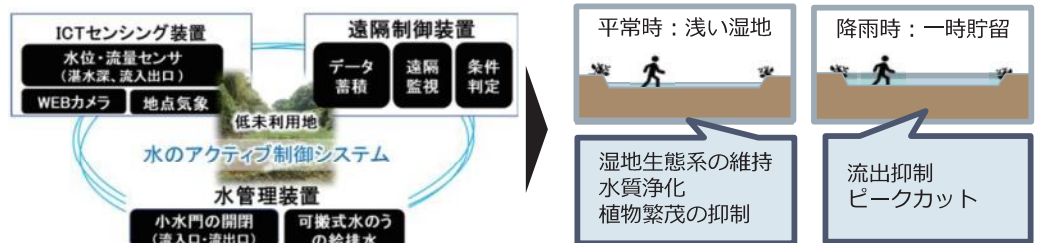
【背景・課題】

気候変動に伴う水害リスクが増大するなか、河川の流域範囲で多様な利害関係者が役割を分担しつつ水害を低減する「流域治水」に資するグリーンインフラ（以下、GI）への期待が高まっている。郊外部における遊休農地などの低未利用地は、大都市圏・地方都市の集水域に多数分布しており、降雨時に雨水を一時貯留・浸透することができれば流域治水に貢献するGIとして活用できるポテンシャルが高い。

しかし、流域治水の観点から、低未利用地を活かしたGIを創出し、多機能性を発現させるには、a) 一時貯留・浸透のための簡易インフラ整備や水・植生管理に多くの労力がかかる、b) 水は自然流下に委ねられインフラ機能発現の空間的・時間的な偏りが大きい、といった課題がある。

【目的】

ICTを活用して低未利用地の水をアクティブに制御する技術を開発・評価



ICTを活用して環境変動に応じて順応的に水管理することでGIのコバネフィット発現を目指す

取組内容

①水のアクティブ制御システムの試作

ICT センシング装置や水管理装置を組み合わせ遊休農地の水位を遠隔制御するシステムのプロトタイプを試作

②フィールド実証によるコバネフィット評価

遊休農地の遊水池化による多様な効果をフィールドで実証。
平時：生物多様性、水質浄化、管理省力化／降雨時：流出抑制

【①プロトタイプ試作】

ICT技術を活用したアクティブに水を制御するシステムの技術的な成立可能性の検証

目標：
平常時の低水位（水深約10cm程度）
降雨時の高水位（水深約30cm程度）を遠隔センシングで制御できるシステムの実現



【②フィールド実証】

低未利用地における水のアクティブ制御の基本性能・導入効果の実証

目標：
水位制御、流出抑制、水質浄化、生物多様性、経済性（水・植生管理の省力化）等の多機能性の実証データ、課題抽出（生態系サービス等）

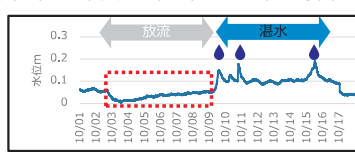


【研究の枠組み】

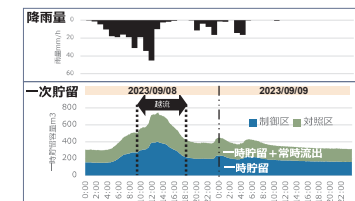
取組効果

①遠隔制御で平常時の水位維持や降雨時の貯留容量確保が技術的に可能であることを確認

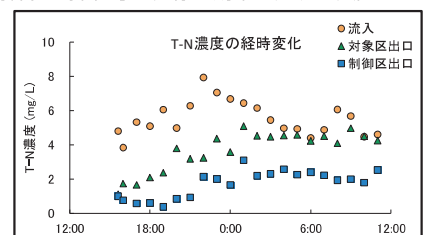
②遊水池化によって流出遅延や湿地生態系の回復（レッドリスト記載種を含む水生動植物の出現）、栄養塩（窒素・リン）の抑制、樹林化の抑制等、多様な効果の発現を実証



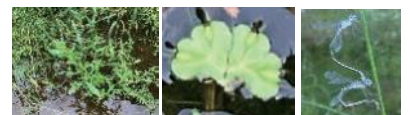
【マクロな水管理の例（事前放流）】



【流出抑制（台風時）】



【水質浄化（平常時）】



【生物多様性（湿地生態系の回復）】

問い合わせ先

団体名：清水国環研共同体

連絡先：清水建設株式会社 / 090.2664.2819 / jun.Hashimoto@shimz.co.jp（代表：橋本 純）

工夫した点

- 産官学民連携によるフィールド実証
 - 企業（清水建設）と研究機関（国立環境研究所）、双方の技術・知見・リソースを活用し、産学連携の共同体を組織。
 - 一部を専門会社に再委託することでプロジェクト遂行の円滑化。
 - 地域のステークホルダー等との連携体制を構築し、プロジェクトの企画から整備・実証の各プロセスを実施。
 - ⇒低未利用地の荒廃を抑制できるGI創出について対話・体験を通じた理解浸透の機会を確保することで社会実装にむけた体制を構築
- 上流域の低未利用地の暫定利用
 - 流域全体として治水の可能性・バランスを考慮し、今後、上流域で増加が見込まれる低未利用地を活用したGI創出・展開の可能性を検討
 - 現状、使用されていない低未利用地を遊水池として暫定利用することを前提に大規模工事を伴わず容易に原状復帰できる活用方を試行
 - ⇒低未利用地のGI化の導入可能性・実現性を向上させ流域治水に貢献
- コストを抑えてアクティブに水を制御する仕組みづくり
 - スマート農業の既存技術を組み合わせAPI連携で遠隔管理を試作・検証
 - 可動式水門の導入で畔整備の簡略化を検討・実施
 - ⇒グリーンインフラ導入時と低未利用地の維持管理コスト抑制に貢献

今後期待される効果

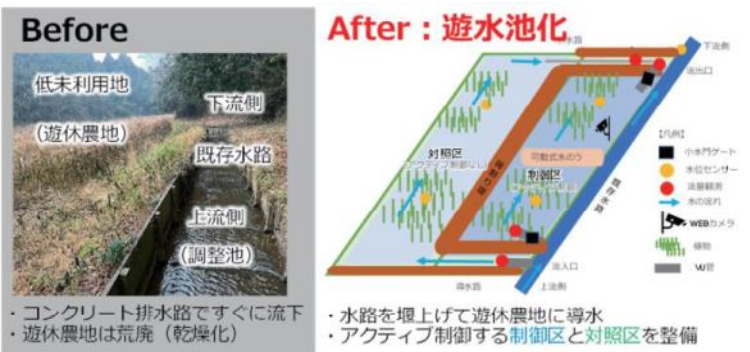
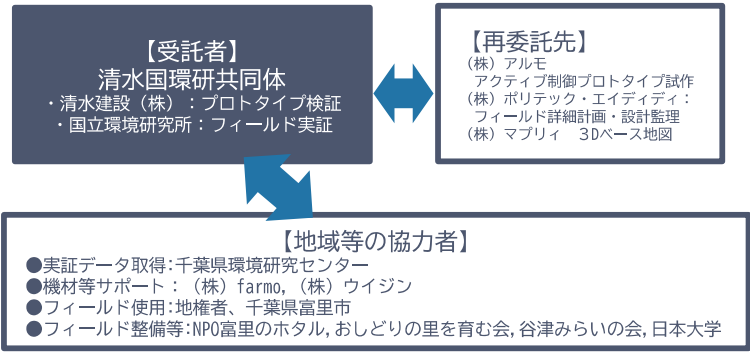
- 低未利用地の遊水池化によって降雨時の流出抑制効果を高めることができ流域治水への貢献が期待できる。
- 低未利用地の水深を平常時に低水位で維持することで湿地生態系の回復および水質浄化が可能となり、ネイチャーポジティブへの貢献が期待できる。

今後の展望

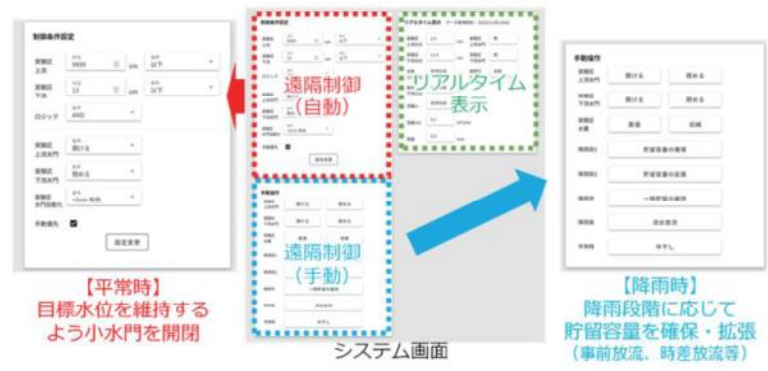
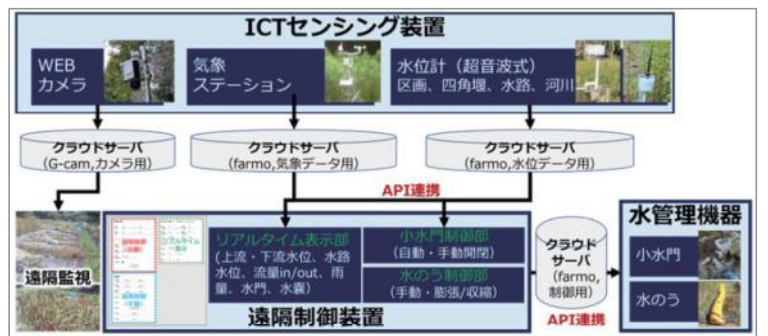
- 流域治水に貢献するグリーンインフラ技術にむけて多様な低未利用地での検証・改善を重ねていく。特に本成果を活用して実証フィールドの位置する高崎川流域に先行展開し、地権者等との連携促進を含めGI導入機会を拡大
- 水のアクティブ制御による生物多様性や水質浄化の効果について検証を継続
- 広域的な流域治水のシステムへの展開可能性を検討。気象予測や河川の水位観測など外部システムと連携することで河川以外の民有地の複数区画を広域的に一括管理する流域治水の管理システムへの発展が期待



【フィールド実証】



【低未利用地の遊水池化】



【プロトタイプの概略システム】