

フューチャー・アース構想の推進事業
フューチャー・アース：課題解決に向けた
トランスディシプリナリー研究の可能性調査
終了報告書 (Phase1)

課題名「グリーンインフラによる持続的な国土構築に関する可能性調査」

(英語表記 Feasibility study of Green Infrastructure for Sustainable
National Land Formation)

代表者

所属・役職 九州大学工学研究院環境社会部門・教授

(英語表記 Faculty of Engineering, Kyushu University/Professor)

氏 名 島谷幸宏

(英語表記 Yukihiro Shimatani)

目次

1. 課題名	3
2. 可能性調査（FEASIBILITY STUDY, FS）実施の要約	3
2 - 1. 解決すべき課題と、トランスディシプリナリー研究（TD研究）として取り組む社会的必要性／FSのねらい	3
2 - 2. FSの実施内容・方法	3
2 - 3. 主な結果・成果	3
2 - 4. FSの考察・結論	3
3. FSの具体的内容	4
3 - 1. 解決すべき課題と、TD研究として取り組む社会的必要性／FSのねらい	4
3 - 2. FSの実施内容・方法	5
3 - 3. FSの結果・成果	6
3 - 4. FSの考察・結論	27
3 - 5. 会議等の活動	32
4. FSの実施体制図	35
5. FS実施者	35
6. FS成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	38
6 - 1. ワークショップ等	38
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	38
6 - 3. 論文発表	39
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	39

1. 課題名 グリーンインフラによる持続的な国土構築に関する可能性調査

2. 可能性調査（Feasibility Study. FS）実施の要約

2 - 1. 解決すべき課題と、トランスディシプリナリー研究（TD研究）として取り組む社会的必要性／FSのねらい

グリーンインフラは「自然生態系の価値と機能を保全する空間をネットワークとして連結させ、自然の機能が提供する恩恵を人類が享受するシステム」と定義されるが、気候変動、人口減少、大規模な地震や火山噴火などへ対応しうる、持続的で強靱な国土管理手法として導入が期待されている。

本FSでは、国土管理が抱える上記の問題を解決するために、多分野横断のメンバーで、具体的な場所を対象としたケーススタディを実施することによって、我が国あるいはアジアにグリーンインフラを導入する際のステークホルダーとの関係性の構築、具体的なイメージの提示を図るものである。あわせて、世界的な貢献についても考察することを目的とする。

2 - 2. FSの実施内容・方法

- ・グリーンインフラを都市（2地区）、流域（2地区）、災害（2地区）の計6つのケーススタディ地区を設定し、それぞれの地区でグリーンインフラを導入する際の課題、ステークホルダー、イメージについて研究を実施した。
- ・全体会議では上記ケーススタディを題材にグリーンインフラのTD研究としての方向性およびそれらの共通点の抽出、世界やアジアに貢献するための方向性と方策について議論した。

2 - 3. 主な結果・成果

- ① ケーススタディを通して都市、流域、災害それぞれの場面でのグリーンインフラの導入イメージが明らかになり、Future Earthが掲げる問題を横断的に複数同時に解決する手法として有効であることが確認された。
- ② グリーンインフラは多面的な機能を有し、導入の効果として、ゼロエミッション、自然資源の保全、防災減災、ヒト・コミュニティの活性化や維持、歴史的や文化的価値の維持・向上の尊重、ローカルビジネスの6項目があげられ、効果を測定するための評価指標の開発が重要である。
- ③ 熊本地震発生時に自然資源を活用することによってレジリエンスを向上させることが明らかとなり、FS1では、6つの方策をグリーンレジリエンスの向上にとって重要な取り組みとして整理した。
- ④ 「恵みの最大化と災害リスクの最小化」は重要なキーワードであり、災害が多い日本が伝統知と融合させることにより、新しいグリーンインフラの手法として国際的に貢献しうる可能性があることが議論された。
- ⑤ 伝統知としてのEco-DRRや熊本震災を踏まえたグリーンレジリエンスの知見は世界的に注目されているため、PEDRR、IUCNなど国際機関を通して発信し、国際貢献することが重要である。

2 - 4. FSの考察・結論

都市、流域、災害という6つのケーススタディを行うことによって、Future Earthが進めるべき8つの課題群のうち複数を同時に解決する手段としてグリーンインフラは極めて

有効である可能性が示された。単目的の解決策では、複雑化する問題を解決できない現状があるが、生態系の多面的な機能を活かすことにより同時に解決するという常識的ではあるが興味深い結論を得た。

文系、理系の研究者が6つのケーススタディ地区を真摯にステークホルダーの意見を聞きながら、各地区の問題を解決するためにグリーンインフラ計画を模索するという研究方法論によって、グリーンインフラの多様な価値と方法論が示された。この研究手法はTD研究の方法論として興味深く、有効な手法であると考えている。学会が述べるように「研究者は、確立された方法論を持たないまま研究を行い、成果を共有しようとして試行錯誤的に政策的対応に取り組みながら、それらのプロセスのフィードバックを通じてみずから方法を可視化、概念化しようとしている。」ということである。

また、FSを通して、グリーンインフラに係る50名を超える分野横断の研究者のプラットフォームが形成されたことも大きな成果である。

さらにグリーンインフラの一手法であるEco-DRR(ecology based disaster risk reduction) が世界的に注目を集めているが、具体的な方策が乏しいのが現状である。日本は災害も多く、災害技術に関しては伝統技術も含め蓄積があるため、伝統知に科学の目を入れ再構築することによって世界への貢献が期待される。

地球温暖化適応策、生物多様性の保全、都市問題、過疎問題などの課題解決を横断的に解決するグリーンインフラに関する本プロジェクトはまさにFuture Earthの課題にふさわしいTD研究の入り口に立ったと考えている。

3. FSの具体的内容

3 - 1. 解決すべき課題と、TD研究として取り組む社会的必要性／FSのねらい

【構想の対象となる解決すべき課題】

地球温暖化により豪雨災害、高潮あるいは渇水の頻度が上昇することが予測される。しかも我が国では東日本大地震、熊本地震など大地震が頻発しており、首都直下型地震、東南海地震など大型の地震の発生がさらに予想されるなど、大規模な災害の発生が懸念されている。さらに、我が国は世界に先んじて人口が急激に減少しており、国土インフラの維持や管理が大きな課題となっている。国土の開発や人口減少などは、自然資本の劣化やコミュニティの脆弱化をもたらし、負のスパイラルに入ろうとしている。

単目的あるいは従来の国土管理の延長線上の解決策で、これらの不確実で複雑化した問題を解決することは極めて困難となっている。これは世界共通の課題である。

【TD研究として取り組む社会的必要性】

以上の問題を解決するためには、総合的に問題を解決する新たな国土管理手法が必要である。そこで多面的な機能を有する自然資源を活用した新しい国土管理手法としてグリーンインフラに着目し、それを各地域の課題を解決する手法として導入を試みる。

社会的に解決が難しい課題は、境界領域に存在する課題あるいは分野横断的な課題がほとんどである。たとえば都市の水問題を解決することでさえ、直接的な関係者として上水道、下水道、河川、流域のステークホルダーとして公園、住宅、道路、企業など多様なステークホルダーが存在し、違う論理で水を処理している。この様な分野横断的な課題は、その基礎となる学問領域も分断されており、なかなか対応できない。また、国土管理の問

題はそこに住む人々との合意形成が成立しない限り、実装はできない。したがって、現在の課題を解決しようと思えば、分野横断の取り組みが必須であり（interdisciplinary）、多様なステークホルダーとともに解決策を導かなければ（transdisciplinary）、研究成果は絵に描いた餅ということになる。グリーンインフラの複合的な機能は複雑な分野横断の問題を解決する可能性を秘めている。以上のようにグリーンインフラ研究はTD研究として取り組むことがふさわしく現在の課題の解決手法として期待されている。

【FSのねらい】

1. グリーンインフラ（GI）計画素案提示とイメージの共有：グリーンインフラとは「自然生態系の機能を活用したインフラ」と定義される新しい概念であり具体的な姿はまだまだ明確になっていない。特定の地域を対象としたグリーンインフラの最終イメージをCo-Designにより提案し、研究者間、ステークホルダー間で共有する。
2. ステークホルダーの抽出と協力関係の構築：グリーンインフラは、さまざまな水や緑の空間をネットワーク化させることが重要とされる。このことは、多様なステークホルダーの協力なしには効果的なグリーンインフラにならないことを示している。研究対象地に対してステークホルダーの抽出と協力関係の構築を図ることが重要である。将来の実装を考え、現状では協力関係が得られないステークホルダーも含めて抽出を行う。
3. 分野横断の議論の場の構築：グリーンインフラと関連する学術分野は広範である。関係する分野の学術領域の研究者、関連するステークホルダーが集合した分野横断の議論の場として総括グループを結成し、GI計画素案を対象に徹底した議論を行う分野横断型の検討の場を構築する。

3 - 2. FSの実施内容・方法

【研究体制】

1. 総括グループと個別研究グループの大きく2つの枠組みで研究を実施した。アジアの研究者は総括グループに参加した。
2. 総括グループは個別研究グループから提示されたGI計画素案、ステークホルダー、研究課題について、幅広い視点から意見を述べるとともに、グリーンインフラ研究の基本的な考え方を論じた。
3. 個別グループは、都市GI 2チーム、流域GI 2チーム、災害GI 2チームの計6チームからなる。地元の大学が中心となり、文理融合、ステークホルダーもメンバーに加えたチームである。各チームは対象地のGI計画素案を作成し、その案の精度を高めるためのステークホルダーの抽出、関係の構築、研究課題の抽出を行う。

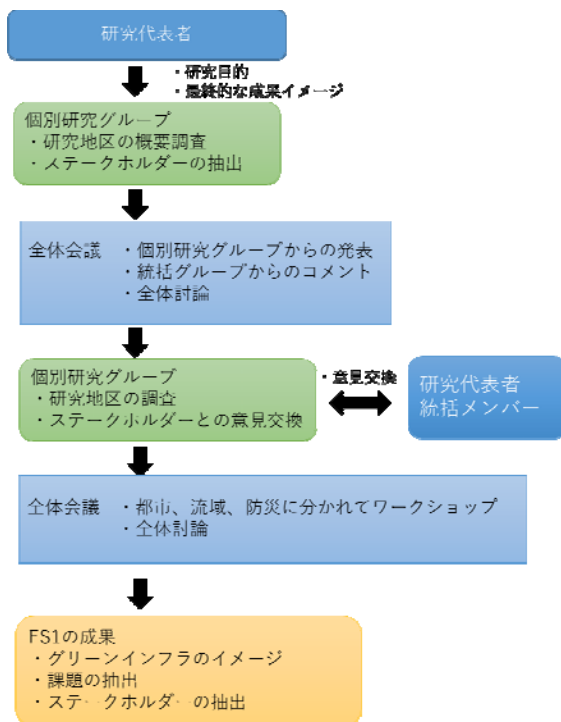


図 1 研究の進め方

【研究対象地】

都市 GI、流域 GI、災害 GI を対象としそれぞれに 2 カ所、計 6 カ所の研究対象地を設定する。

【研究の実施】

1. 全体会議：研究の趣旨説明、いくつかの話題提供、各研究チームからの対象地の概要、今後の進め方、計画立案手法およびグリーンインフラの評価手法、共通で検討すべき事項の討論
2. 個別グループ：GI 計画素案の作成、ステークホルダーの抽出、研究課題の構築
3. 総括グループ：共通検討課題に関する議論
4. 全体会議：個別チームからの結果の説明とそれに関する討議（それぞれ時間をかけて討議）、アジアチームからの話題提供と討議、共通検討課題からの話題提供と討議

3 - 3. FSの結果・成果

3-3-1 都市GI:豊島区および福岡市城南区を対象とした。

【豊島区】

1) 概要

大都市部における対象地として豊島区を設定した。豊島区は日本一人口密度が高い都市で、公園面積は23区中最下位であり、区内の河川はすべて暗渠化されている。また、23区で唯一の消滅可能性都市でもあり、首都直下地震対策なども喫緊の課題である。こうした中、魅力ある街づくり（歩行者中心へ、商店街活用）を行うことと、安全安心なまちづくりを行い「住みたい、訪れたい」まちにすることが区の重点課題の一つとなっている。

こうした課題に共同で対処するため、豊島区と大正大学は平成26年に「としま共創事業」を締結し、特に巣鴨地域を中心とした地域の課題解決のための連携体制を構築していることから、本FSではこの豊島区との連携体制を活用して豊島区においてグリーンインフラを導入することの価値や可能性について検討を行うこととした。

本FS期間中に、豊島区関係者との2回の協議にくわえ、より幅広い参加者を対象とした「としまグリーンインフラ研究会」を3回開催した。なお、これらの会合の概要や関連する事例は、大正大学出版会が発行する雑誌「地域人」の紙面上で発表を行い、より幅広い関係者に向けた意識の醸成活動を平行して行った。

また、豊島区役所の協力を得るなどして、関連する各種行政計画等の基礎資料収集についても本FS期間中に実施をした。

2) 豊島区におけるグリーンインフラ展開の可能性

今後豊島区において展開可能性のある以下の5つのグリーンインフラのプロジェクトアイデアが特定された。

① 巣鴨庚申塚のまちづくりと連動したグリーンインフラ

大正大学は豊島区の巣鴨に立地していることから、大学内の組織「鴨台プロジェクトセンター」を中心にして、大学敷地すぐ横の商店街である巣鴨庚申塚商栄会と大学が連携し、商店街とキャンパス内に季節の花々を植えて魅力的な街づくりをする「すがも花街道プロジェクト」などの地域連携事業を進めてきた。また、街の魅力向上のために大学の敷地内でもさざえ堂や広場整備などを行ってきた。

本プロジェクトはこうした大正大学と地元商店街が進めている連携事業を基盤としてグ



図 2 雑誌「地域人」を活用した本FS調査の活動紹介と意識醸成活動

グリーンインフラの考え方を導入していこうというものである。大正大学敷地に隣接する巢鴨庚申塚商店街から巢鴨駅近くの巢鴨地蔵通り商店街を通る道は旧中山道であり、また江戸の町に飲み水を届けていた「千川上水」が通っていたルートでもある。また、このエリアには江戸時代から種苗業者が軒を連ねていたといたなど、グリーンインフラに関連した歴史や文化が存在している。

本プロジェクトは、こうした地域の歴史性や現在の取り組みを踏まえ、商店街へのグリーンスポットの導入や千川用水の部分的な復活などにより、本エリアに水や緑を導入することによって商店街を中心とした地域の魅力を向上することを目指すものである。これによって、商店街の活性化や、巢鴨駅から大正大学にかけての旧中山道ルート全体の魅力向上、歩行を促すことによる高齢者の福祉や健康の増進などの効果が期待できる。

今後、本プロジェクトアイデアを具体化していくためには、大正大学のキャンパス整備計画や商店街の整備計画とこのグリーンインフラ整備のアイデアを有機的に連携させていく必要がある。また、生物多様性の向上や都市での持続的な緑の在り方、グリーンインフラが健康増進にどのような向上効果を持つのかなど、生態学、都市計画学、福祉学、健康学などの学融合研究が必要である。また主要なステークホルダーとして豊島区、東京都、大正大学、商店街、巢鴨庚申塚まちづくりの会等との協働の取り組みが必要である。



図 3 大正大学と商店街のまちづくりの取り組み

② 池袋東口再開発（歩行者中心の街づくり）へのグリーンインフラの適用

2つ目のプロジェクトアイデアとして特定されたのが、池袋東口再開発（歩行者中心の街づくり）へのグリーンインフラの適用である。豊島区では、明治通りのバイパス整備にあわせ、都市計画事業として池袋東口を再開発によって歩行者中心の街づくりを進めようとしている。この一環として、平成26年にはグリーン大通りにおけるオープンカフェの社会実験なども実施された。

本プロジェクトでは、こうした豊島区が中心になってすすめている都市計画事業に、さらに最新のグリーンインフラのコンセプトや考え方を統合し、よりよい計画にしていこうというものである。

このほか、熟度は低いものの、このほかにも以下の3つのプロジェクトアイデアがこれまでの議論の中で特定された。

③ 気候変動によるゲリラ豪雨対策やヒートアイランド対策としてグリーンインフラの活用（雨水貯留等）

④ 首都直下地震の火災延焼防止対策としてのグリーンインフラ活用

⑤ 都電荒川線の軌道緑化と連動したグリーンインフラ導入

3) 今後の課題

これまでのFS調査によって、上述のような5つのプロジェクトアイデアが特定された。FS2では、これら5つのプロジェクトアイデアの優先付け、ステークホルダーへのアプローチ、事業計画の具体化、研究課題や研究計画の具体化等の作業が必要である。

4) 結論

豊島区は23区で唯一の消滅可能性都市であり人口減少を食い止めること、首都直下地震対策として延焼防止対策など都市の安全性の確保が喫緊の課題である。人口減を止めるためには、歩行者中心の街づくりや商店街活用など魅力的な街づくりを行うこと及び安全安心なまちづくりを行い「住みたい、訪れたい」まちにすることが重点課題の一つとなっている。

この課題を解決するためには、緑の拠点整備及び緑の連続性の確保などのグリーンインフラの導入が複合的な価値をもたらす大きな役割を果たす可能性があることが、明らかになった。また、震災及び洪水対策としてもグリーンインフラは重要な役割を果たし、単に防災機能を持つだけでなく、街の魅力を増進することにも寄与するグリーンインフラは魅力的な施策であることが共有された。

大都市が抱える問題はアジア共通であり、都市のグリーンインフラモデルとして豊島区モデルの研究を実施する意義は大きい。

【福岡】

1) 概要

地方中核都市の対象地として福岡市樋井川流域を対象とする。樋井川は、平成21年に住宅地で大規模な氾濫が発生した。また、福岡市は大洪水、大地震にも見舞われた都市であり、防災意識は高い。チームリーダーらは水害直後、樋井川流域治水市民会議を立ち上げ、43回の会議を開催し、市長・知事への提言、景観や利用にも優れた雨水貯留施設を持つ団地・住宅・ランド・保育園などを対象に開発、実装してきた。これらの実績を活用し、雨水貯留施設と他のグリーンインフラを連結させグリーンインフラを都市施設の中に落とし込む

ことが課題である。

2) 樋井川流域におけるグリーンインフラ計画展開の可能性

① グリーンインフラの計画

グリーンインフラの普及には、日常と非日常を如何に結び付けるか、広域の視野をいかに共有するかが重要である。樋井川流域は福岡市城南区が大半を占め、福岡市域に収まる流域である。日常的な活動としてGIを普及するには、その設置の効果が社会的に有意義であるというだけでなく、感性的に心地よいことが不可欠である。

そこでグリーンインフラのなかでもとくに雨庭に注目し、樋井川流域での可能性と課題を、市民参加の講演会とワークショップで検討した（平成27年11月29日）。我が国における雨庭の本格的な事例は必ずしも多くない。その数少ない事例である京都学園大学太秦キャンパスのデザインを指導した本研究チームメンバーの森本幸裕教授の講演・指導を受けた。森本氏によれば、日本の伝統的な作庭手法の中に雨庭は含まれ、日本の伝統知を掘り起こした雨庭技術の確立が必要である。これを踏まえて、流域内の保存樹、緑地、寺社林・社叢林の位置を事前に調べ、GISで整理したものを使って、流域内の重要地域の同定を行い雨庭普及のための初期ターゲットを絞り込んだ。こうして福岡市城南区の田島・笹岡・長尾地区と松原・太平寺・柏原地区をGI配置計画の優先地区とした。

① ステークホルダー

平成21年7月中国・九州北部豪雨による水害ののちにチームリーダーの山下らの発起により発足・運営された、市民共働の流域治水対策の協議・実施体である「樋井川流域治水市民会議」を、平成27年11月4日開催の45回会議で終了した。福岡県による、樋井川床上浸水対策特別緊急事業が平成27年5月に終了し、行政による事業が一段落した。前半は浸水被害を受けた下流域住民が継続的に会に参加したが、後半は参加者の固定化が目立った。一方、各戸貯留浸透施設の普及は、5年間で容量0.2トンの雨水タンクが106基設置されるにとどまった。福岡市の雨水貯留浸透施設の助成制度の利用者は、平成24年度が114件、25年度が78件、26年度が50件と、減少傾向にある。先般の熊本地震を受けて、避難所での備蓄水の重要度が改めて浮き彫りにされ、この傾向が反転する可能性はあるものの、課題は大きい。非日常の水害対策を日常的な生活の質の向上と結び付けること、都市における水と緑の健全な循環機構を回復すること、そのために、被災住民だけでなく、流域に暮らす市民がステークホルダーとの認識を共有・啓発することの重要性が改めて浮かび上がった。

また、流域内の自治組織である、小学校区単位の自治協議会間の連携が、必ずしも機能していないことが明らかになった。平成27年11月に実施した、福岡市城南区長尾自治協議会に対するヒアリングでは、地域で水と緑の健全化の活動があるものの、他校区との連携がないこと、活動に区役所の支援体制がクリティカルであることなどの課題が見られた。流域横断の機能を、行政と共働しつつも頼り切ることなく発揮する仕組みを考案・実現すべきことが明らかになった。

一方、雨庭に関わる技術や知識を共有し、流域内共働を実現するために、「樋井川流域治水市民会議」に代わる、新たな仕組みを考案・実現する必要がある。このために、国交省が扱う「ミズベリング」を活用することとした。これは従来の流域協議会のようなどちらかというと整然とした制度ではなく、水と緑の健全化に関心のある市民が気軽に参加できる、緩やかな連携のための仕組みであり、本プロジェクトに適していると判断される。長尾校区を含め、下流の鳥飼校区、上流の堤校区の自治協議会にも参加を呼びかけ、また流域管理に関わる福岡市と福岡県、国交省九州地方整備局にも参加を呼びかけ、この仕組

みを動かす準備が整いつつある（平成28年4月22日に発足の合意が得られた）。技術的課題については、平成28年3月6日に（一社）日本建築学会が「雨水活用技術基準」を公開した。これには樋井川流域内で雨水貯留浸透活用を平成24年5月から始めた個人住宅の評価結果が記載され、敷地内で目標とされる100mmの雨量が195%充足されることが示されている。この基準により、流域内の雨庭の機能評価の体系的な実施が期待される。

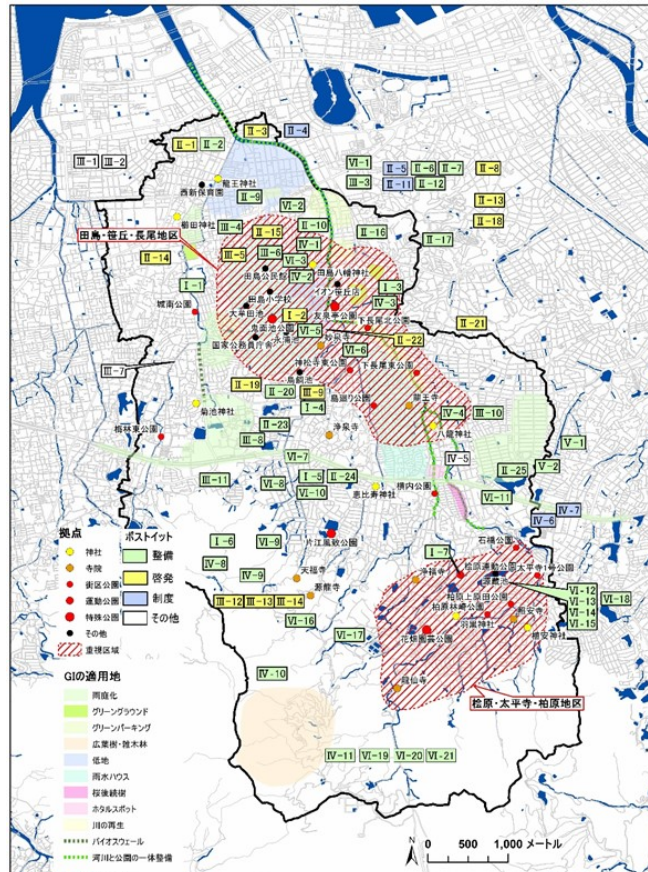


図 4 樋井川流域における雨庭配置の可能性検討図

3) 今後の課題について

課題は流域内で雨庭を普及させるために必要な、1) 客観的な機能評価と、2) それに対する一般市民の感性評価を把握することである。また、3) ミズベリングを母体として、情報と知恵の交換を充実させることである。さらに、流域内の公園や寺社などの公共的空間において、4) 土壌と緑化の実態を把握し、5) ひとつでも実装をし、その機能の確認（と効果的な公開）をすることである。

4) 結論

福岡市城南区を流れる樋井川流域において、雨庭によるグリーンインフラ普及の重点地域を同定し、ミズベリングによる情報共有と担い手の目途が立ったことは、今後の研究展開の大きな基盤となる。

その枠組みに則りこれを充実させるために、雨庭の物理的／生物的、景観的／感性的な機能評価が必要である。そのために、水文学的／生態学的ならびに心理的／感性工学的な実験が不可欠である。これは条件を制御できる実験環境と、ケーススタディのできる場所

での現地観測の両方によらなければならない。とくに後者は地元住民との連携のもとに実施することで、ミズベリングの内実の強化につながることも期待できる。

一方、公共的な敷地における雨庭の効果検証には、地元行政との連携が不可欠である。施設利用の許可には、すでに緑化が図られている箇所の観測から始め、取り組みの意義を行政と徐々に共有し信頼関係を築きながら、より具体的かつ普遍的な効果検証ができるようにすることが課題である。

都市モデルとして治水、利水、環境、震災時対策としての複合的な機能を有する、雨水を利用した総合的な取り組み、さらにその中でもグリーンインフラを明瞭に体现する雨庭の導入は、気候変動下の都市におけるの洪水対策と環境対策を連動させる有力なモデルである。

3-3-2 流域GI:新潟県三面川、福岡県加茂川を対象とする。

【三面川】

1) 概要

比較的規模の大きな流域として新潟県の三面川を対象とした。サケの川として古くから著名で、平安時代末期に三面のサケが天皇に献上された。江戸時代、村上藩の藩士・青戸武平次がサケの母川回帰について初述し、河川整備や魚附林の保護に力をいれ、サケの捕獲量が大幅に増加し、村上藩を支える重要な資源となった。また、明治期にはサケ漁で得た財による、さけっ子制度（奨学金）をもうけ、優秀な人材を国内外に出し、優れた知識を村上に持ち帰るような取り組みを行った。

三面川グループでは、河川工学、生態学、環境社会学、合意形成学という観点から、流域全体の河川調査と、ステークホルダーへのヒアリング調査を行った。異なる立場の人びとが三面川の河川環境をいかに認識しているか、共通点と違いを明らかにするため、フィールド調査では多様なステークホルダーに同行を依頼し、課題点を議論しながら調査を進めた。

まず、河川環境の全体的な把握を行い、三面川の環境の課題について整理を行った。次に、環境悪化が顕著に見られる地点を重点的に調査し、河川工学、生態学的な視点から河川環境の課題を検討した。また、グリーンインフラで重視される多角的な課題認識を行なうため、漁業関係者、観光・教育関係者、行政関係者（新潟県・村上市）にヒアリングを行い、河川、漁業、暮らし、林業、エネルギー、教育等の観点から、流域にどのような特徴や課題があるかを整理した。

現地調査の結果を踏まえ、ステークホルダー連関図の作成や、関係者のインタレスト分析を行い、三面川流域のグリーンインフラ整備に必要な観点とプロセスと考察した。

FS期間中に、以下4回の現地調査を行い、三面川流域の課題を把握するとともに、グリーンインフラ整備の展開の方向性について検討を行った。

2) 三面川におけるグリーンインフラの展開の可能性

漁業者の環境問題の認識は、中流部の環境に集中している。アユの生息数が激減し、漁業の低迷につながっているため、漁業関係者は、藻類の遷移の停滞や、石へのマンガン付着を問題視しており、その技術的解決の必要性を強く主張している。

中流部の問題の要因として、ダムの造成による環境の変化（水量のコントロール、供給される土砂の減少など）がある。土砂供給の減少により、海岸部では浜の侵食も進む。

中流部に見られる課題の技術的解決策として、ダム直下への置き砂や、天地返しの実施

が考えられる。天地返しについては、漁協との協議のうえ、県が実施しており、効果が確認できている。ただし、応急策にとどまるため、課題の根本的解決にはつながらない。流域のダムは、水力発電にも利用されているが、発電による利益が流域環境整備に活用されているとは限らない。新潟県企業局との連携を図りながら、ダムの利益を生かした流域インフラ整備の可能性を検討していく必要がある。

河川環境の評価基準が、行政・漁協によって異なっている。市民と行政が協働で、どのような川を目指すのか合意形成を図る必要がある。資源は上流部と下流部に、課題は中流部に集中している。中流部の解決のためには、上流・下流部の資源を有効に活用することが重要であるが、どのように資源と課題をつなげていくかが見えづらい。

村上市関係者へのヒアリングによると、流域の森林はうまく活用されていない。間伐材は、主にベニヤ加工、集積材加工に活用されているが、買い取り価格が低く、産業としては成り立たない状況である。木質バイオマスの利活用も、十分に進んでいない。中流部の環境課題について考えるにあたり、ステークホルダーの範囲が狭い。流域全体の環境資源や課題とつなげて検討することで、関与者・参画者を増やし、地域の総合的な事業として昇華させていく必要がある。



図 5 三面川流域の資源と課題の整理

ダム設置の第一の目的は災害対策である。グリーンインフラでも防災・減災は重要な目標の一つであるが、三面川の場合、その対策によって河川環境が悪化することになった。課題解決を検討するプロセスにおいても、再度流域の水害の履歴と、今後の対策について検討していく必要がある。

グリーンインフラ整備を進めていく主体は誰なのかということが、具体的な事業を検討していく上で重要な観点である。河川管理者は新潟県であるが、新潟県が主体となって進める事業では、議論が河川やダムの課題に限定されてしまう。総合的な視野を重視すると村上市の果たす役割が大きい。県管理の河川環境について市が中心になって議論を進めていくことは難しい。多様な資源と課題を踏まえて地域の魅力やレジリエンスを高めるためには、異なる立場の人々がつながるプラットフォームを形成していく必要がある。

三面川流域の多様な資源と課題をつなげ、流域環境を考える包括的視点とそうした視点から見えてくる理念を醸成することが重要である。今回の調査でその最初の手がかりとしてコンセプトマップを作成した。多様な価値がつながりあって一つのストーリーが見えてきたときに、グリーンインフラの方向性が見えてくる。多様な情報をもとにストーリーを

紡いでいくためのツール開発も必要であることが明らかになった。

3) 今後の課題

FS期間の調査をもとに、流域ベースのグリーンインフラ整備の検討に向けて、今後次の課題に取り組む必要がある。

① 協働プラットフォーム形成の可能性調査

全国環境整備事業において、さまざまな主体をつなぐためのプラットフォーム形成の試みが徐々に蓄積されつつある。他地域の事例を整理するとともに、事例から示されるモデルと三面川流域のステークホルダー分析を重ね合わせ、三面川流域グリーンインフラを進めていくために必要な協働プラットフォームの条件を明らかにする必要がある。

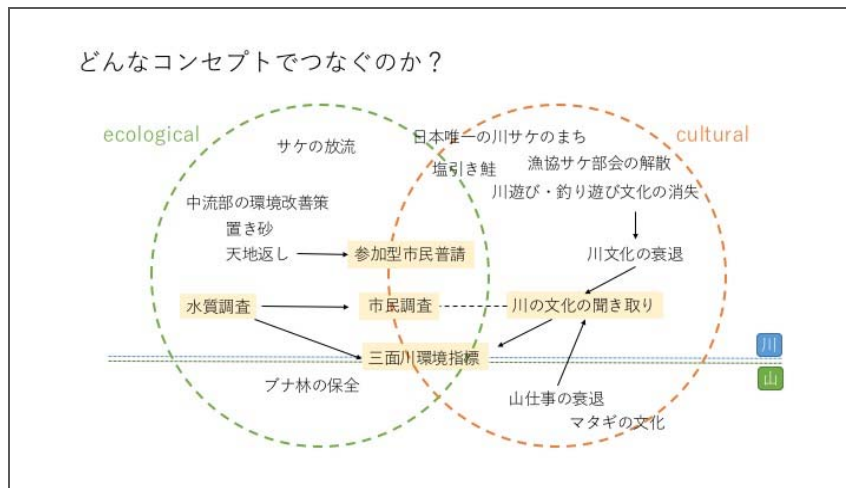


図 6 コンセプトの連結

② 風土に根ざしたグリーンインフラのプランニングを行なうためのツール開発

地域のさまざまな情報をマッピングしながら、地域空間のポテンシャルを総合的に捉え、グリーンインフラの道筋を描いていくためのツール開発が必要である。自然資源のポテンシャルと課題、生態系の特徴、災害の履歴、産業、伝統と文化、生活空間の広がりなどの情報を統合し、地域の魅力とレジリエンスを高めていくためのコンセプトづくりやストーリーづくりを行なうためのツールがあることで、風土性を重視したグリーンインフラの方向性が示される。どのようなツール（例えば映像やマップなど）があれば、多様な主体が合意を計りながら、地域の包括的整備を検討することができるかを明らかにする必要がある。

③ 流域資源の循環と活用に向けた課題と可能性の評価

河川、農地、森林、海岸など、地域の自然環境を生かして、持続可能な流域グリーンインフラ整備を進めていくためには、環境保全と地域経済の循環をリンクさせていくことが重要である。例えば、河川環境改善による産業振興、ダムによる発電利益の地域還元、森林活用による地元資源由来の燃料・エネルギー調達などの可能性を整理し、環境、産業、暮らしを相互的に高めていく地域経済の可能性について検討していくことが重要である。

4) 結論

三面川は、サケの川として古くから著名で、特に近世以降、河川整備や魚附林の保護などによりサケの捕獲量が大幅に増加し、村上藩を支える重要な資源であり、グリーンインフラとして機能してきた。しかしながら、近年の開発や環境劣化、自然資源の経済的な価値の低下などにより、三面川でさえ、グリーンインフラとして十分に機能しなくなっている。しかしながら、現在においても上流域には貴重なブナ林が存在し、森林資源も豊富で、サケに対する市民の愛着も強く、流域の自然に対する誇りも強く、水害での被害も何度も蒙

ってきたが、三面川の環境再生が望まれている。

村上市も分にもれず少子高齢化に見舞われており、豊富に存在する自然資源を活用したローカルビジネスの構築は市の喫緊の課題である。水力や木質バイオマスの利用による資金の確保、三面川再生によるより一層の漁獲量の増加と観光資源化などグリーンインフラを用いた地域創生モデルの構築の可能性が高い流域であり、流域モデルとして研究する価値は高い。

【加茂川】

1) 概要

規模の小さい流域として加茂川（流域面積7km²）を設定する。小さい流域であるが、森林の荒廃、砂防ダムによる土砂抑止と水質悪化、河道の劣化、河口の人工化など、河川で見られる上流から下流に至る典型的環境劣化が発生している。このためアユやシロウオの資源量の減少、水質の悪化による親水機能の低下、景観劣化などの問題が発生している。加茂川は福岡市に近いこともあり、環境改善は観光客の増加になる。地元住民の流域再生への思いが強い流域である。九州大学と糸島市は連携協定をしていることもあり、2014年度より九州大学と地域住民と流域再生ワークショップを実施している。加茂川は流域が小さいことから、グリーンインフラの実装の効果が直接測定できるモデルプロジェクトとしての利点がある。

2) 加茂川のグリーンインフラ計画

加茂川では流域再生を目標として2014年10月から河川の現地調査やワークショップを開催した。活動の契機となったのは、加茂川が流下する福岡県糸島市佐波集落が2013年4月に策定した「佐波区長期計画」である。この計画に記載された「もういちど20年かけて、もとの加茂川にもどそう」という目標に向け、現在の加茂川の状況や改善案について調査を行い、地域住民との意見交換や合同現地調査から流域再生のための具体的な対策や再生目標を立案した。加茂川では、かつては豊富な漁業資源や清澄な河川水など流域資源からの恵みを楽しんでいた。しかし、水害対策のための河川改修による河川環境の劣化、砂防堰堤での長期湛水による水質悪化に伴い、自然資源が劣化している。一方で、地域社会も若年層の都市への移住により人口減少、高齢化が進んでいる。

加茂川チームは、「流域再生による地域資源を活用した持続可能な地域づくり」を目標として、地域との協働による課題の抽出や流域再生の目標を行ってきた。以下にCo-Designの成果としてまとめた成果を示す。

① 地域資源と集落の持続可能性

持続可能な集落形成のためには、地域資源の適切な管理と活用が重要である。ここでは、加茂川集落が有する自然資源について整理を行った。

- a) 水産資源： 加茂川かつてはシロウオ、アユ、ツガニ等が多く生息し、食料資源として活用されてきた。しかし、近年では河川環境の劣化や水質の悪化によって生息数が減少してきており、河川再生によるこれらの種の回復は急務である。
- b) 森林資源： 加茂川流域の多くは森林であり、上流域ではスギの植林地が大部分を占め、福岡県森林組合が間伐等の維持管理を行っている。また、民家に近い場所では、耕作放棄地の竹林化といった課題を有している。森林資源は建材、土木資材、バイオマス発電の燃料として活用可能であるため、森林の適切な管理や利用方法について検討が必要である。
- c) 水資源： 加茂川流域の大部分は山地であり、水量が豊富な河川である。現在でも隣接する流域へ農業用水を供給している。豊富な水量を活用した小水力発電、源流部の採水

場（真名子の銘水）を活用した水のブランド化等水資源を活用した地域活性化の方策について検討が必要である。

- d) 石材：流域の大部分は花崗岩類であり、上流では多くの巨岩がみられる。集落の棚田はこれらの巨岩を活用した石積みによって形成されており、地域には現在でも地場の石積み技術が継承されている。周辺地域における公共事業等でこれらの資源や技術を活用する。
- e) 景観資源：加茂川上流部は滝が連続する景勝地であり、福岡都市近郊ということもあり景観資源としての活用が可能である。

加茂川流域に存在する地域資源はいずれも自然資源であり、グリーンインフラとしての活用が可能である。

② 目指すべき地域像

地域資源を活用し、産業振興、雇用の創出を実現させ持続可能なコミュニティを実現する。持続可能なコミュニティ実現のために、達成すべき地域の姿は以下の通りである。

- a) 流域ゼロエミッション：加茂川の豊富な森林資源によるバイオマス発電、水資源を活用した小水力発電によって、エネルギーの完全自給を目指す。
- b) ローカルビジネスの立上げ：地域資源を活用した産業の振興、景観資源を活用した観光、農園体験等のグリーンツーリズムのビジネス等による地域の活性化、雇用創出による若年層の域外への流出を防ぎ持続可能な集落形成を目指す。
- c) 地域の結社会再生・強化：加茂川流域にある佐波集落では人口減少、高齢化が進行しており、空き家が数多くみられる。空き家への若者・子育て世代の移住社会実験による地域の結社会のレジリエンス向上を目指す。
- d) 災害に対するレジリエンスの強化：加茂川では1991年9月に土砂災害が発生し、家屋倒壊などの被害が発生した。流域内では急傾斜地崩壊危険箇所が8箇所存在しており、土砂災害、水害対策は重要である。現在は、コンクリート護岸や砂防・治山堰堤によって災害対策が実施されているが、グリーンインフラの概念に基づき、地域資源の石材や木材を活用し、環境改善も含めた災害対策の実施が必要である。

③ Co-designによるグリーンインフラ計画

加茂川の流域再生にあたり、地域と合同で2014年9月24日に現地調査を行った。地元佐波区からは、河川環境の劣化や水質悪化によるアユ、シロウオ等の生息減少が説明され、その原因となっている環境が劣化した河口域（砂浜の消失）、河床低下箇所、上流部に建設された砂防堰堤の視察を行った。合同現地調査の後に九州大学グリーンインフラ研究会にて再生のためのプロジェクトを立案した（図-7）。また、2014年10月20日に作成したプロジェクト案について地域住民と意見交換を行った。その結果、流域全体の環境改善のため以下のグリーンインフラ計画がCo-designにより提案された。

- ① 河口域の再生、② 河道の自然再生、③ 真子砂防堰堤の水質浄化対策
- ④ 二丈渓谷の滝見分けと観光への活用、⑤ 森林再生、⑥ 小水力発電所の導入

3) 今後の課題

流域再生のためのグリーンインフラ整備の検討に向けて、以下のステークホルダーとの関係性の構築が必要である。

- ① 森林再管理者、
- ② 加布里湾の関係者

福岡県森林組合が加茂川上流域のスギ植林や間伐事業を実施しており、加茂川の流況や土砂動態に影響を与えている。また、間伐材等は地域資源としてバイオマス発電等の産業振興に活用可能であることから、森林管理者は流域再生に重要な利害関係者である。加茂川流域再生のシンボルとなるシロウオやアユは、海と川を行き来し利用する魚類であり、その再生には河川環境だけでなく湾内環境も重要な要因である。地域との意見交換のなかで、湾内のアマモ場の消失がアユの減少に繋がっているとの指摘もあり、加茂川が流入する加布里湾の再生に関するステークホルダーを巻き込むことが必要である。長期的には加茂川流域再生の関係機関、関係者からなる「加茂川流域再生協議会（仮称）」を設立し、財政や制度といった観点から流域再生の具体化に向けた議論が必要である。



図 7 加茂川流域再生のためのプロジェクト

4) 結論

加茂川は小流域であるため、流域全体にグリーンインフラ計画を立案し、実装することにより、流域レベルでのグリーンインフラの効果が明瞭に現れる場所として、実装研究の優先度は高い。地域のコミュニティがしっかりとしており、Co-design、Co-productionが達成できFS研究としての成果が得られた。今後、実装に向けた本格研究が必要である。

3-3-3 災害GI: 阿蘇盆地および徳島県の海陽町

【阿蘇】

1) 概要

大阿蘇くじゅう国立公園、世界ジオパーク、世界農業遺産に指定されている阿蘇は、ヒゴタイやツクシマツモト等の九州と大陸が陸続きだった氷河期に渡ってきた「大陸系遺依植物」や、草原に代表される二次的な自然は生物多様性の保全において大変貴重な地域である。熊本県全域の観光客総数約 62 百万人のうち、美しい草原景観をもつ阿蘇地域の観光客は約 26%を占め、訪問者数が多い地域である（熊本県資料）。阿蘇山周辺の年間降雨量は3200mmと大きく、地下へ浸透した水は、多くの地点で大量の水（白川水源の湧水量は毎分約60トン）が湧水として湧き出て地域住民の生活に活用されてきた。また、熊本市の水道水源は100%地下水であるが、阿蘇谷や南郷谷から湧き出た水は最終的には白川とその

支流の黒川に流入し、白川中流域で取水され農業用水として利用され、高い浸透能をもつ「ザル田」とよばれる水田から地下に浸透した地下水が利用されている。阿蘇は白川の



写真1 2012年氾濫被害((株)パスコ撮影)と遊水地計画(黄線)



写真2 平成28熊本地震による土砂崩壊

みでなく、緑川、菊池川、筑後川、大野川、五ヶ瀬川の合計6河川の水源地でもあり、阿蘇カルデラ地形と草原はそれらの河川流量の維持に大きく寄与している。

以上のように、阿蘇から地域が受けている生態系サービスは大きいですが、草原を維持する放牧、採草、野焼きの担い手である農畜産業従事者は昭和40年代から減少し、現在の肉用牛飼養戸数は昭和40年代の1/8(H19/S45)に大きく低下し、これに伴い草原の面積も大きく減少した。この状況を踏まえ、阿蘇の持続的な草原管理を実現することを目的に、2005年に阿蘇自然再生協議会が設立し、2007年に阿蘇草原再生の全体構想が策定され、ボランティアによる野焼きや農産品のブランド化など様々な取り組みが行われている。しかしながら、農畜産業従事者の減少に歯止めはかからず、草原の存続は危機的状況にある。

このような中、阿蘇では2012年7月の北部九州豪雨で甚大な土砂災害と主に阿蘇谷北部を流下する黒川（白川支流）は内牧温泉を水没させる大規模な水害被害が生じた。水害に関して熊本県は河積容量を確保するため河道掘削や川幅拡幅などを行う他、近世初期の加藤清正の技術を踏襲し、黒川に遊水地を設置し、家屋は輪中堤を設置する計画を立案し、現在工事が行われている。さらに2016年4月に平成28年熊本地震が発生し、土砂崩壊、亀裂、家屋倒壊等の甚大な被害が生じた。草原地帯は森林地帯よりも土砂崩壊の規模が小さいことが報告されている。現在草原を維持しているのは牧野組合であり、牧野の減少は大規模な土砂崩壊が発生するリスクを高める可能性がある。

阿蘇グループでは、本FS期間中において、防災、地域づくり、景観、環境社会学、農業、自然再生を専門とする研究者とステークホルダーが、恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現するグリーンインフラの展



図8 牧野組合の分布（環境省）

開の可能性と課題を抽出した。

3) 阿蘇地域におけるグリーンインフラ計画展開の可能性

① グリーンインフラ計画

恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現するグリーンインフラ計画を立案するための基本認識として、恵みと災害リスク、コモンズ・共創、暮らし方とその現状（課題）を整理した。

a) 恵み

ステークホルダーへのヒアリング、過去の文献等を整理すると、阿蘇には自然資源からの多様な恵みが存在する。以下に恵みの現状と課題を示す。

特異な火山地形を有し世界ジオパークに指定されており、地域の魅力となっている。温泉地や湧水などは、火山地形にもとづく恵みであり観光に用いられているが、地熱や水力の高い自然エネルギーポテンシャルを有しているが未利用資源多く、これらから恵みを得る大きな可能性を秘めている。また豊富な湧水は水路網、水田などの水系の維持や管理を通して地域の農のコミュニティにとって重要である。

草原は世界農業遺産、水資源涵養、生物多様性など大きな価値を有している。世界農業遺産は草原景観と放牧、採草、火入れによる伝統的な管理の価値が認められ指定されている。草原は森林に比べ蒸発散量が少ないため、九州中北部の水資源涵養地として大きな価値を持っている。さらに草原は草原固有種の生息場となっており、全国的に草原が減少する中で生物多様性保全にとって重要な場所になっている。しかしながら、草の資源的な価値の低下、高齢化・人手不足・後継者不足等により牧野の維持が難しくなっており、環境省が自然再生事業を導入しているが、牧野の従事者は減少しており、新たな保全策への進展は喫緊の課題である。

また、阿蘇カルデラ内は広大な平野で穀倉地帯になっている。近世までは阿蘇神社が有する湿地であり、萱場として活用され、経済の場であるとともに多くの生物の生息の場となっていた。北部九州豪雨で甚大な水害に見舞われたが、熊本県は遊水地計画を実施中であり、その構造等を工夫することによりツルの飛来地となるなど新たな環境的な恵みをもたらす可能性がある。

b) 災害リスク

阿蘇の災害リスクは、カルデラ内の水害、外輪山の降雨や地震に伴う斜面崩壊、地震による温泉や湧水の枯渇、阿蘇地域全体の火山災害である。

北部九州豪雨ではカルデラ内ではとくに北部の黒川流域で浸水被害が、外輪山では山地斜面崩壊が発生した。特に水害対策では下流の熊本市への流出抑制、温暖化によるリスク増大に対応するために遊水地や輪中堤による治水対策を実施している。また、北部九州豪雨時の山地斜面崩壊は草地に比べて、藪化、森林化した斜面の崩壊深度が大きく被害が大きかったという報告がなされている。また、地元住民からも同様の意見が見られる。大規模な斜面崩壊の防止という観点からも草原の維持が求められている。

c) コモンズ・共創、暮らし方と変化

昔の土地利用は山地斜面に接して家屋は作られておらず、傾斜地－水田－家屋という斜面崩壊時にも大きな被害を受けない土地利用システムとなっていたが、近年の別荘地の開発などは伝統的な土地利用システムを変更することにより、災害時のレジリエンスは低下している。人口減少下の長期的視点からは、危険地区からは人間は撤退し、災害を受け止めるバッファー的なコモンズ空間としての位置づけの検討が必要である。

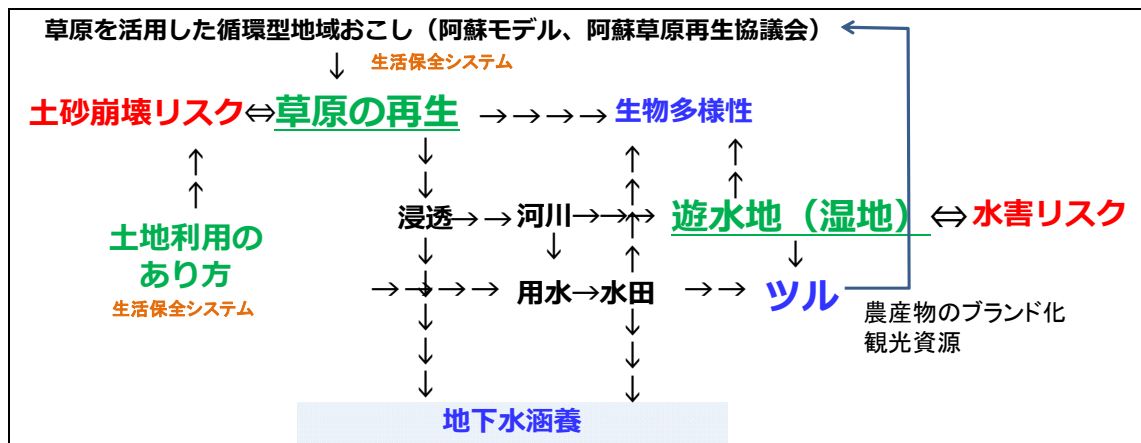


図 9 草原の再生とツル越湿地の整備を軸とする恵みの最大化と災害リスクの最小化

また湧水—水路網を軸としたむらコミュニティが形成され、湧水—水路網が災害時の緊急用水として利用されコミュニティが災害時の共助システムとして機能するなどレジリエンスの高いシステムとなっているため、グリーンインフラを通じた地域コミュニティ維持は重要な視点である。

以上を踏まえ、草原の再生が土砂災害リスクの軽減を含むグリーンインフラ計画における一つの軸となること、さらに、黒川で整備中の遊水地を含め阿蘇カルデラ内の水田を含む湿地を、ツルの越冬地として整備することが、氾濫リスクを軽減し、かつ、農産物のブランド化、地域活性化を図り、地域を活用した地域おこし（草原の再生）を後押するもう一つの軸となり得ることが議論された。なお、ツルは過去に阿蘇への飛来が確認されていること、日本を代表する越冬地、鹿児島県出水市においてツルが過密化し、越冬地の分散化が必要とされていることから抽出されたものである。恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現することが重要である。

3) 今後の課題

a) 草原の自然再生

2007年に阿蘇草原再生の全体構想が策定されたが、農畜産業従事者の減少は現在も進行している。その課題について、環境省の自然再生事業担当者にヒアリングを行った結果、草原の再生を地域おこしにつなげることで、草原保全の募金を継続するための計画立案、産業との連携、野草のたい肥化と農業の連携、草原の保全と観光との連携が必要であることがあげられた。まず、草原を活用とした循環型地域おこしにおける課題を抽出することが必要である。

b) ツルの越冬地としての遊水地の整備

ツルの越冬地としての遊水地整備の可能性について行政と議論した結果、治水機能を担保するためには貯水容量を確保しておく必要があるが、ツルの休息場および餌場として機能する湿地とするには、ある程度水を貯留する必要がある。相反するそれぞれの条件を満たす掘削方法や運用方法の検討が必要であることが挙げられた。

c) 災害リスク回避のための土地利用のあり方の検討

災害リスクを低減するためには

d) 再生可能エネルギーなどの開発とグリーンインフラ計画を連携しうるか？

e) ステークホルダー

阿蘇が抱えている問題は九州中北部全体、外輪山を含んだ阿蘇地域、阿蘇カルデラ、下流の白川流域などスケールの異なる問題が輻輳している。そのためステークホルダーも多様であり、九州経済界、九州住民、熊本市民、阿蘇住民、農、林、行政、各種団体、学、企業などが挙げられるが、FS2では、本研究を実施する際の課題の絞り込みとそれに対応したステークホルダーの抽出が重要である。

f) 研究課題

現在考えられる研究課題を列挙する。

- ① GIの機能を最大化する方法論（多面的価値の評価方法）の確立
たとえば阿蘇草原には貴重な野生生物が生息するが、今一步、観光と連携していない
- ② GI全体を考え、最大化のための政策立案、実行機関がない、地方経営主体をどう考えるか？
- ③ 災害防除する方法論にGIをどう組み込むか？ ⇒現遊水地計画と湿地のリンク、土砂災害防止とGI、火山災害をどう考えるか？
- ④ 同時に人口減少などの社会的背景も連携させなければならない

4) 結論

阿蘇地域全体が現在においても大きなグリーンインフラであり、九州北中部、阿蘇地域、カルデラ内、下流地域など空間レベルに応じたグリーンインフラの恵みを享受している。しかしながら、人口減少や災害の頻発、社会構造の変化に伴って阿蘇地域のグリーンインフラの機能は劣化しつつある。阿蘇のグリーンインフラ計画の基本理念は生態系の持つ恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現することである。九州中北部地域の持続的な発展を考えると阿蘇地域のグリーンインフラの機能の保持あるいは強化は極めて重要かつ喫緊の課題である。これまでも環境省の自然再生の取り組みやジオパークや世界農業遺産などの取り組みが精力的に行われてきた。しかし成果が十分というレベルには達していない。その理由は分野横断の取り組みが難しく不十分であるからと考えられる。従来の取り組みを連携し、さらに防災と恵み、暮らしと産業や環境との連携などを図りながら、さまざまなステークホルダーが連携し、学際的な科学研究が下地になった、TD研究によりグリーンインフラ計画を立案、実行することが求められている。熊本地震があり甚大な被害を受けた阿蘇地域であるからこそ、グリーンインフラの再評価と再構築が重要である。本研究では阿蘇地域をグリーンインフラ研究の重点地域と位置付け、地震の被害や地震時にグリーンインフラが果たした役割を地道にヒ調査することから始める必要がある。緊急時の地域知から新しいTD研究の知を生むよう努力する。

【徳島県 海陽町】

1) 概要

徳島県の海陽町は、旧宍喰町、旧海部町、旧海南町が合併してできた町で、宍喰や海部の漁港周辺は、昔から地震・津波の被害にあってきた、災害リスクの高い地域である。最も古い記録である1512年の永世の地震と津波の際には、宍喰浦で約3700人の死者がでて、生存者は約1500人との記録がある。永世、慶長、宝永、嘉永、昭和と過去の記録をみると、約100年に一回、大地震と津波による定期的な大攪乱が起こっている。そして、これから約

30年以内に同様の地震や津波が起こることも指摘されている。繰り返される大災害にもかかわらず、この地域の歴史は古く、現在も一万人弱の人々が生活している。

海陽町の防災チームは、生態学、河川海岸工学、社会学、財政学、都市計画の研究者を中心に構成され、海陽町教育委員会の岡田教育長と早くから議論を重ね、海陽町の防災の取り組みを進める上で検討すべき事項や、ステークホルダーについて検討を重ねてきた。その結果、①災害、②歴史・文化、③自然資源について、それぞれステークホルダーへのヒアリングと現地踏査を行い、情報の整理と課題の抽出を行った。

2) 海陽町におけるグリーンインフラ計画立案のための基礎情報の整理

①災害について

海陽町の過去の津波被害そして現在の津波リスクを整理すると、宍喰、海部、海南では津波による災害リスクが地区で異なっていた。宍喰は宍喰川河口に開けた集落で、過去の津波被害は他の地区と比べて大きく、津波の到達時間は10分と短く、津波の被害を受ける範囲も広いと、津波リスクはとてつもない。宍喰地区の避難場は愛宕神社と八幡神社だが、津波が到達するまでの時間が短く、集落の家屋は密集して木造のため、地震により建物が倒壊し避難に時間が要する可能性がある。そのため、最近では集落内に津波タワーが建設されているが、高齢化が進行しており、行政が主体となって取り組む避難訓練の参加者は少ない。宍喰には、田井家（昔の庄屋）や大日寺に多くの古文書が残されており、過去の災害について詳細に知ることができる。

海部は海部川河口の漁村で、宍喰同様津波の到達時間は短く、過去の津波被害もある。また、海部の鞆浦における家屋の密集度合いは海陽町で最も高く、鞆浦と宍喰には、ミセづくりという折りたたみ式の縁側があり、向かい両隣の家々とは親密な付き合いが行われ、その小さい単位で常会（コミュニティ）が存在する。現在でも常会単位で様々な取り決めが議論されている。海部の津波リスクは高いが、集落周辺に避難場となる寺や神社が多くあるため、宍喰より短時間での避難が可能と思われる。集落の一部は海部川河口を埋めて造成しており、地震時の液状化により建物が傾く等の被害が懸念されているが、液状化の診断は行われていない。

海南は海部川河口の左岸に広がる集落で、過去の津波被害は小さく、津波リスクも低い。海南の大里地区には海岸段丘上に松林があり、その松林の管理は地元の自治組織によって行われている。海岸段丘の地盤は約9mあり、この上に松林があることから、津波や高潮の被害は松林で軽減されているがその評価はされていない。さらに、この松林にある八幡神社では徳島県で唯一のだんじり祭が行われるなど、地域住民による松林の利用は活発である。基本的に地盤が高いことから海南地区全体の津波リスクは低いと、津波が川を遡り氾濫する内水氾濫を考慮したリスク評価は行われていない。さらに、松林のある大里海岸の砂浜が痩せているといった課題が明らかになった。

宍喰、海部、海南地区はそれぞれ災害リスクが異なること、宍喰と海部は小さいコミュニティ（常会）ベースで物事を議論するが、海南地区ではそれらと比べると規模が大きい自治組織ベースで議論することが明らかになった。全ての地区で高齢化が進行しているがその程度も異なり、また、コミュニティの形成プロセスが異なるため、町が進める避難訓練への対応も様々で、防災に関する取り組みは地域間で温度差があることが示された。また、現状の津波リスクは徳島県がだしている資料にまとめられているが、地震に伴う液状化や津波による内水氾濫の予測はなく、さらに、海岸の松林や沿岸の藻場がもつ津波の

低減効果についての検討も不足しており、防災面からそれらの整備が求められている。

② 歴史・文化

海陽町立博物館へのヒアリングから、鎌倉時代から江戸時代にかけて海部川沿いでは刀づくりが盛んに行われていたことが示された。黒潮を活用した舟運が盛んに行われ、海部や宍喰から近畿圏に向けて木材や海産物を運び、それで得た財で刀の原料のたたら（砂鉄）を購入し、海部川沿いでは盛んに刀づくりが行われたが、現在は海陽町に刀鍛冶はおらず、海部刀の面影はない。さらに、歴史的資源の理解が特に若い世代で薄くなっているのも課題である。

海陽町では、宍喰の八坂神社の祇園祭り、海部の井上神社祭り、轟神社の夏祭り・秋祭り、海南の八幡神社のだんじり祭りなど、地区ごとの祭りが継承されている。しかし、地区をまたぐ祭りの意味や役割についての理解は弱まっているといった課題が確認された。

③ 自然資源について

海陽町の歴史を知るなかで、黒潮を活用した舟運や豊富な海産物や木材による交易が、海陽町の自然資源として重要であることが明らかになった。しかし、漁業者や森林組合へのヒアリングから、海産物の資源量が減少していること、海産物の加工に従事する人の減少も課題であることが確認された。森林資源については、最近10年ではスギ人工林の伐採は行っておらず、ほぼ活用していないことが明らかになった。また、川の漁業者へのヒアリングから、海部川の中流から下流にかけて、以前と比べて、川底に土砂が堆積していること、アユ産卵場の劣化が著しいことが課題としてあげられた。

地元サーファーへのヒアリングから、海部川河口は国内外から多くのサーファーが集まる1級のポイントであること、海部川から出水によって供給される多量の土砂が、優れたサーフスポットを形成していることが明らかになった。



図 10 折り畳み式縁台

④ グリーンインフラ計画



図 11 宍喰地区のグリーンインフラ素案

海陽町のグリーンインフラ計画の基本は災害を防ぎ、生態系の恵みを活用し地域産業を創生することである。阿蘇と同様、リスクの最小化と恵みの最大化である。

たとえば宍喰地区では海からの津波は海岸によって守られるが、宍喰川から侵入する津波に対する対策は万全ではない。高い場所までの避難は距離的に困難な場所も多く、宍喰川からの津波を防ぐ方策の立案が重要である。将来的な人口減少を踏まえ、左岸沿いの土地から人が撤退し、緑の輪中堤として整備することが考えられる。津波を上流方向の水田に導き、水田で氾濫させることにより被害を最小化する。また、林地の観光地や自然材の採取場としての機能についても検討する必要がある。

流域全体を見回すと森林資源、河川資源、海洋資源は豊富であり、森林資源の活用（集成材で公共物の建設）、アカウミガメ、アユ産卵環境の再生、サーフィン、川あそびで地域づくり、など生態系の恵みを活用したローカルビジネス化は必須である。

3) 今後の課題

防災の課題を整理すると、宍喰、海部、海南地区では、津波リスクや、各地区におけるコミュニティの形成プロセスが異なるため、海陽町一律での防災計画でなく、旧の町村に対応した細やかな防災対策が必要と考えられる。どの地区も人口減少や高齢化が深刻な課題であり、それぞれの地区に応じた人口動態の把握と、地震による液状化や、内水氾濫の面的な予測図を作成し、津波リスクと併せて災害リスクの低い場所（安全な避難場）の抽出が求められる。それに加え、湧水の位置や災害時に使える自然資源の地図化が必要と考えられる。

大里松原で行われるだんじり祭りは、海南地区だけでなく宍喰や海部からも山車がでる、地区をまたぐ祭りで、海岸部における地区間の連携が維持されていると考えられる。一方、海部川上流の轟神社の秋祭りは、海部川河口・輛浦の漁師が参加しているが、海の民が山に訪れ、祭りに参加する歴史の継承は参加者が限られているため部分的になっている。海部川流域における自然資源を利用していく上で、山と川と海の繋がりの継承は不可欠であり、祭りを通じた地区間・地区内の連携の強化は重要な課題と考えられる。

海陽町における比較的新しい自然資源であるサーフィンにおいても、山から川そして海のつながりの健全性（土砂動態）の維持が指摘されており、ダムのない海部川の魅力を伝えるべきと思われる。一方、海部川河口の大里海岸では砂浜が後退しているといった意見もあり、また、海部川河口のアユの産卵場の劣化も起こっていることから、海部川流域における山-川-海の土砂動態の健全性について調べる必要があると思われる。海部川における山-川-海の物質的な繋がりや、お祭りを通じた精神的な繋がり、その両方が海陽町の歴史や文化、自然資源の利用において重要であると思われる。

4) 結論

海陽町のグリーンインフラ計画も阿蘇と同様、生態系の持つ恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現することである。海陽町の防災計画にグリーンインフラを活用する場合、災害リスクの評価（津波、液状化、内水氾濫）と自然資源(Eco-DRR)の評価（松林、海藻、輪中堤などによる津波による外力の低減効果、湧水、災害時に使用可能な木材資源、海部川流域の土砂動態）、文化的資源の評価（寺や神社の位置と役割の整理、お祭りに関わる人のネットワーク）人口動態（年齢構成の予測）、そして災害リスクの低い場所の抽出が必要とされる。さらに、地域の歴史や文化、災害、自然資源についての理解について、地域を担う若者に伝える場とその体制（人的ネットワーク）づくりが求められる。

津波災害に対するグリーンインフラが果たす役割は重要な視点であり、F S 2の対象地域として海陽町を設定する予定である。

3-3-4 アジアGI:アジアでの展開を探る

韓国、マレーシアの関係者に全体会合に参加を依頼し、グリーンインフラの概念を理解してもらい、それぞれの国でのグリーンインフラ展開の可能性を議論した。

韓国では、イミョンバク政権下、5大運河計画などの大規模な公共事業が展開され、それらがグリーン政策と呼ばれていたこともあり、現在の朴政権下ではグリーンという言葉はネガティブに捉えられており、グリーンインフラという名称での展開は難しく、名称を変更するなどの対策が必要である。韓国においてもグリーンインフラの導入が必要なことは理解できるが、韓国における展開は慎重に進める必要があり、具体的なサイトを準備できる段階ではないとの意見であった。

マレーシアではグリーンインフラに関する話題が少しずつ出てき始めており、シンポジウムなどをぜひ開催して欲しいという希望がなされた。しかし、具体的なサイトを用意するところまでは展開できなかった。

そこで、全体会議の中で世界的な動向の中でのグリーンインフラの位置づけと展開が必要であるとの意見に基づき、世界の状況を再整理した。

2005年1月に兵庫県神戸市で開催された国連防災世界会議において、「兵庫行動枠組2005-2015」が採択されたが、そこには「災害リスクは、危険事象ハザードが物理的・社会的・経済的・環境的な脆弱性と相互作用するとき発生する」とし、災害、特にリスク管理と軽減が世界規模の問題であるとした。潜在的なリスク要素の軽減に資する方策としては、第一に「生態系の適切な管理」があげられている。

このような流れをうけて、2008年に発足した国連の各機関、NGOおよび専門家の国際的な連合組織である「環境・災害リスク低減のためのパートナーシップ (the Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction (PEDRR))」は、Eco-DRRを促進し、規模を拡大し、「兵庫枠組み」と関連した国際、国家、地域レベルでの開発計画における主流化をめざして活動しており、Eco-DRRの概念と技術の普及に資するプログラムを提供している。そこでのEco-DRRの定義は、「災害リスクを低減するべく生態系を持続可能な形で管理、保全、修復すること」としている。

日本学術会議は2014年9月「復興・国土強靱化における生態系インフラストラクチャー(EI)活用のすすめ」を提言し、EIの重要性と今後の研究の必要性を提言している。なお学術会議の提言では、EIを用いている。GIから人工的な緑地/水域を除いたものをEIとした造語であるが、本質的にはGIと同じ意味を持つ。本領域では国際的に広く用いられ定着しているGIを用いる。

学術会議の提言は研究に関する提言も行っている。「関連分野の研究者は、事業主体や住民による具体的な検討・評価を可能にするために、日本の国土の多様な条件に適合したEIに関する科学的研究と技術開発を早急にすすめる必要がある。そのためには自然再生事業の現場等において事業主体や住民を含め、多様な分野の研究者などが協働する統合的な研究プロジェクトおよびモデル事業が必要である。また、伝統的な土地利用や営み・智慧に具現されている合理的なEIの要素を抽出して現代に活かす里地・里山研究が重要である。」「日本はモンスーン気候帯にあり古くから水田稲作が行われてきたアジアは、自然災害による人命喪失や経済的被害額が世界の他地域に突出して大きい。EIによるEco-DRR

は、発展途上国でも利用が容易な防災・減災の手法である。国は、気候、農業、伝統的な土地利用などにおいて共通性が高いアジア地域の模範ともなるような、合意形成から事業化までを含む実践的なモデルを国内で確立し、そこで蓄積された経験にもとづく具体的な支援をアジア諸国に提供すべきである。」としている。

以上のような状況から、災害と環境をベースとし、日本との関係性がある程度構築されている場所をケーススタディで抽出することが重要であるという全体会議での議論をベースにラムサールジャパン、グリーンレジリエンス事務局にヒアリングを実施し、下記2地区をアジアにおけるグリーンインフラの研究対象地として絞り込んだ。

【アユタヤ北部地区】

アユタヤ北部に位置する食料関係の日系A企業はもみ殻を燃料とするバイオマスコジェネレーションシステムをアユタヤ工場に導入している。このバイオマスコジェネレーションシステムの導入により、年間約6万トンのCO2が削減され、工場で使用される電気の約4分の1を自家発電で賄うことが可能となっている。

この地域はタイ水害にも見舞われた氾濫原稲作地帯であり水害のリスクはあるが、稲作が盛んでももみ殻がA企業の燃料として近傍から安価に提供するという特徴がある。一方、タイ政府が進めている治水対策が進めば、都市開発が進み、もみ殻を遠方から入手することが必要となりコスト面からバイオマスコジェネレーションが続かなくなる可能性が懸念される。さらにA企業が立地する周辺はコウノトリ（スキハシコウ）の生息地となっており、開発により希少鳥類の生息場が失われる可能性がある。

アユタヤでは、この地域が米作によって持続的に維持でき、コウノトリの保全、コウノトリ米などのコメのブランド化、バイオマス燃料の供給、治水機能の向上、湿地による水質浄化、アユタヤの環境都市としてのブランド化などを複合的に達成するグリーンインフラモデルプランの作成を行う。環境負荷が小さく、経済的にも自立するアユタヤ地区の提案である。本研究グループでは、生態系調査、もみ殻などの需給調査、水害分析などの基礎的な調査を行い、地域のNGO、アユタヤ市、農業者、日本企業などのステークホルダーと協力してグリーンインフラ計画を作成することによって、アジア展開を図る。



図 12 スキハシコウ
タイの切手



図 13 氾濫原に位置する工場

【ベンガル湾】

ベンガル湾は面積220万平方キロメートル、バングラディッシュ、インド、マレーシア、ミャンマー、タイ、スリランカの7か国に接する巨大な湾である。ベンガル湾は数千万人に及ぶ移民の海のハイウェイともいわれ、1840-1940年の100年間に約3000万人の人が仕事を求めて海を越えた。また貴重生物が生息することもでも有名であり、イルカ、クジラ、ジュゴンなどが生息し、13のラムサールサイトがある。ベンガル湾の最大の危機は海面上昇と認識されているが、水質悪化、洪水、高潮災害なども大きな問題となっている。

ラムサールジャパンは2015年よりトヨタ環境財団の助成事業として、「インド国ベンガル湾沿岸村落の復興と防災のための持続可能な生活林再生事業」を実施し、2016年2月にはインドで日本の経団連支援によりシンポジウムを開催している。これらの一連の動きを受けて、ベンガル湾の持続的な発展のため、ラムサールジャパンは研究者と連携したいとの意向を持っている。本研究の代表者である島谷が日本湿地学会会長をしていることもあり、このFuture Earthのグリーンインフラ研究の成果を活かしながら、ベンガル湾の支援をしてほしいとのオファーがっている。



図 14 ベンガル湾位置図



図 15 2016年5月 サイクロンでの被害（バングラディッシュ、ベンガル湾岸）

本研究グループとしては、ベンガル湾は規模が大きく、Future Earthの研究規模から考えて全体を扱うことは難しいと考えられるが、日本側とインド、バングラデシュ側の関係も良好であることからラムサールジャパンと協力し、FS2のサイトとしたいと考えている。ベンガル湾のステークホルダーとしては、インド側、NGOのPallishree（パリシユリ）、NET COAST（ネットコースト）、漁業協同組合、国際NGOのWetlands International South Asia、オリッサ州政府（森林・環境部局およびチリカ開発公社）、バングラデシュ側ではNGOのBangladesh POUISH（バングラデシュポーシュ）、コミュニティグループ、CBO、バングラデシュ政府の環境局と森林局、コックスバザール県の行政府などである。

2016年6月6-7日バンコクで開催される「International Workshop on Conservation and Wise Use of Wetlands along the Coast of the Bay of Bengal」に参加し、グリーンインフラ研究の成果を発表するとともに関係者と協議し、今後の計画を明確化する予定である。

3 - 4. FSの考察・結論

【個別グリーンインフラ計画から見えてくること】

6つの地区において関係するステークホルダーとの討議、グリーンインフラ計画の概念計画の立案を行ったが、都市、流域、防災それぞれの場面での、国土管理手法としてのグリーンインフラの役割やイメージは明確になってきた。さらにグリーンインフラは複合的な機能を持ち、持続可能性という視点からは都市、流域、災害のそれぞれの場面で有効性を持つが、その担い手をどうするかという課題、さらに科学的な裏付けや評価手法をどうしていくのかという点については、今後さらに研究していく必要がある。6つのケーススタディ地区を設定したことは、色々なバリエーションがあるため見えてくることも多く有効な手法であった。

欧米においてもグリーンインフラが導入されはじめているが、日本ならではの特徴として特に2点が抽出された。日本のグリーンインフラは、災害の視点が欠かせないことである。2点目は、伝統知の中に多くのグリーンインフラの知が含まれている点である。

災害に関していえば、恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現するグリーンインフラ計画という視点である。また、伝統的治水工法、造園技術、日本建築技術の伝統の中にグリーンインフラとして評価できるものが多数ある。失われたものも含めて、科学的な視点からの伝統知の再評価が必要である。災害グリーンインフラ、伝統知に基づいたグリーンインフラの2つの点が国際的な優位性があり貢献できる分野であり、研究を強化すべき点である。特にアジア地域では、文化的に共通の点も多く、災害が多発するという共通点もあり、日本のグリーンインフラ研究が大きく貢献できる。

詳細を見てみると、都市域では、緑の量と質を向上させ連携させること、雨水の処理をグリーンインフラの手法で行うことがグリーンインフラ導入の基本手法であり、それによって環境向上、健康増進、防災、街の活性化など多様な価値が発生することが理解できた。都市の場合ステークホルダーが多様であり、目標の共有、ステークホルダー間の利害関係の調整、グリーンインフラを導入した場合の効果の評価手法の確立などが課題である。

流域では、流域の中の自然資源を保全しさらに活用することがグリーンインフラの基本的な考え方である。地方では経済的な自立は最重要ポイントであり、地方に豊富に存在する自然資源を上手に活用し、ローカルビジネスへとつなげ、その過程でゼロエミッション社会、環境共生社会、災害に強い社会を実現することが鍵である。ローカルビジネスのデザインと母体の形成が重要であり、経済的なセクターとの連携が求められる。

防災に関しては、ハードな整備のみで限界があることは東日本大震災の経験から自明であり、自然の機能を保全・強化した防災、危険個所からの撤退、防災カ所のグリーン化、災害時の自然資本の活用などが重要な考え方である。特に重要な考え方は恵みの最大化と災害リスクの最小化を実現するグリーンインフラ計画である具体的には草原再生、遊水地、砂丘上の松林の保全、緑の輪中堤などの手法が提案されたが、その科学的な効果の検証とステークホルダーと協力したグリーンインフラが維持されるための社会システムの構築が課題である。これは流域の課題と共通しており、自然資源を防災に活用するとともにそれを産業の中に落とし込むことが重要である。

【グリーンインフラを進めるための6つの効果と評価指標】

6か所のケーススタディを通して、共通のグリーンインフラを進めることによる5つの効果が抽出された。グリーンインフラを進める場合、この6つの効果を発揮する計画の立案が必要である。

① ゼロエミッション

ゼロエミッションとは排出量ゼロを指す用語であるが、ここではグリーンインフラを用いて環境負荷をゼロに近づけることを指す。グリーンインフラの導入によって、CO₂がどの程度削減されたかは重要なポイントであり、Future Earthを考える場合には欠かせない視点である。水質、熱、有害物質、水循環など場面によって効果は異なるものと考えられる。

② 自然資源の保全

生物多様性の保全や自然地形の保全など自然資源を保全する視点はグリーンインフラの導入では必須である。都市の中で緑を増加させる際も単に緑を増加させるだけではなく、生物多様性の保全や生態系の保全にどう寄与するかは重要な視点である。

③ 防災・減災

グリーンインフラの導入によって、どの程度防災・減災に寄与するのかという視点である。災害時の自然資源の活用も含まれる。

④ ヒト・コミュニティ

グリーンインフラを導入するにあたって、どのような地域コミュニティがグリーンインフラに関与するのか、あるいは地域コミュニティを強化するためにグリーンインフラはどのように役に立つのかなどの視点である。

また、それぞれの人の健康や福祉が増進するかどうかも重要な視点である。

⑤ 歴史・文化

昔の暮らしや文化はその地域の自然の特性を反映している。伝統的な祭りは、自然資源への畏敬とともにコミュニティの結束を高め、過去の災害記憶の継承、災害時の集団行動への準備としての社会装置としての機能も持っている。

グリーンインフラの導入が地域の歴史文化と矛盾しないか、知己の歴史文化を活用した導入になっているかを評価する必要がある。

⑥ ローカルビジネス

特に地方において豊富に存在する自然資源を用いた産業創成は極めて重要なポイントである。自然資源をエネルギーや土木建築資材、観光資源、食料などへの活用を通してローカルビジネスとして成立させ、持続させることが必要である。仕事がないかぎり、それぞれの地方は維持できないため、ローカルビジネスとグリーンインフラとをどのように連携させ、その主体の構築、ファイナンスなどは重要な視点である。

以上、グリーンインフラを導入する際の5つの効果とポイントを示したが、5つの効果を計測する指標形成し、グリーンインフラ導入の効果を評価する必要がある。

【熊本地震におけるグリーンレジリエンス】

2016年4月14日、16日熊本において大地震が発生し、今回研究サイトとした阿蘇を含む九州中央部において甚大な被害が発生した。FS1の研究期間は終了していたが、研究メンバーに呼びかけ、メール審議によって、自然資本を活用した緊急時のレジリエンス向上のための6つの方策をまとめた。

大災害時には、人工的なインフラは途絶し、身の回りにある自然資本を有効に活用することによってレジリエンスを高めることが出来る。熊本地震においても、水や周辺の食料、薪などのエネルギーを有効に活用し緊急時を過ごした人々が観察された。本研究グループでは、都市部あるいは阿蘇地域において自然資源が震災時にどのように活用されたかを調査し、グリーンレジリエンスの重要性を明確にする必要がある。

表 1 研究サイトのグリーンインフラ導入の効果

	豊島	福岡	三面川	加茂川	海陽町	阿蘇
ゼロエミッション	・都市の緑化によるCO2削減	・雨庭導入によるCO2削減	・森林資源の活用	・森林資源、小水力を用いたゼロエミッション社会	・森林資源の活用（集材材で公共物の建設）	阿蘇全体でのゼロエミッション計画
自然資源の保全	・町の緑での生物多様性向上	・地下水資源の保全	・河川環境の再生による水生生物の保全・ブナ林保全	・砂防ダム、河床低ト、河川環境の劣化などの再生が必要	・森林を含めた自然地形の保全 ・アカウミガメ、アコウ類保護の再生	・草原の自然再生 ・湿地の再生
防災・減災	・都市水害 ・伝統的防川	・砂山抑制 ・震災時緊急用水	・洪水対策、海岸浸食との関係	・土砂災害の危険性の緩和	・津波剔除のための輸中足 ・地震時グリーンレジリエンス	・GIを用いた水害、土砂災害の防除 ・地震時グリーンレジリエンス
ヒト・コミュニティ	・緑道による健康増進	・都市のコミュニティの連携としてのミズベリング協議	・麓を中心とした地域づくり	・安家への若者、子育て世代の移住社会実験による、地域の粘（ゆい）社会のレジリエンス向上	・コミュニティの性格に基づいた防災計画 ・サーフィン、川あそびで地域づくり	・草原を支えるコミュニティの維持
歴史・文化	・豊島商店街、下川上水などの歴史を活かす	・伝統的な雨庭手法の提案	・リケ文化に基づく地域づくり ・伝統治水工法として相築流床	・シロワオ魚	・がんじり祭り	・牧野組合 ・阿蘇神社 ・水路網 ・まつり
ローカルビジネス	・宿泊業の活性化	・地場産業への波及	・三面川の再生を軸にローカルビジネスが展開出来るかどうかカギ	・観光、再生可能エネルギー、農業産物を用いたローカルビジネス	・観光、サーフィン、水産・森林資源を用いたローカルビジネス化は必須	・草原の自然再生を支える水牛の二層のブランド化 ・震災後の観光客数の増加策

① ブルーストック：雨水の貯留や自然の水の場所の確認する

避難所や家庭での雨水貯留は断水時にトイレ用水や生活用水として利用でき大きな力を発揮する。自然の沢水や湧き水も非常用水源となる。場所を確認し、確保しておくことが重要。例：雨水貯留、沢水、湧き水、温泉

② グリーンストック：自然資源を食料や燃料として貯蔵する

熊本地震では家庭内に食糧、周辺に樹木があるにもかかわらず活用されなかった。これらをグリーンストックの観点から再評価されなかった。例：家庭内の食料、農地や家庭菜園の食料、薪

③ グリーン・デザスターリダクション：自然資源や自然の仕組みを用いて減災する

熊本地震ではたくさんのブロック塀が倒壊したが、樹林は地盤が崩れない限り倒壊していない。町の公開空地は地震発生時の避難場所となった。また断層上の家の倒壊は激しかった。自然の仕組みを活用すること、危険な場所から撤退することなどは減災のための基本である。例：生け垣、公開空地、水害防備林、海岸林、断層からの撤去

④ グリーンネットワーク：自然資源をうまく使うための人、場所のネットワークを構築する

自然資源を活用するためには、自然資源のことを理解し自然資源をつなぐ人々の連携、連携を図るための拠点、それらを結ぶための移手段などが重要である。例：人のネットワーク、連携拠点、自転車、リヤカー、カヤック、馬、子供の遊び場、ペットの居場所

⑤ グリーンレジリエンス・テクノロジー：グリーンレジリエンスを支える技術

災害時には分散型・自立型の自然資源の活用が基本であり、現代のテクノロジーにより、自然資源の機能を強化し、レジリエンスをさらに高めることができる。例：自立型の太陽光発電、太陽熱、雨水の浄水器、高性能薪ストーブ、電動自転車、アシストリヤカー、パワードスーツ

⑥ グリーン・サバイバルトレーニング：災害時に自然資源を活用するための教育、訓練

現代人のサバイバル能力は著しく劣化している。災害時に自然資源を活用するために防災教育、環境教育を進化させる必要がある。例：災害時の火、水、電気の利用方法を知る、

炊き出しの練習、体力の維持手法、排せつ処理、チーム理論の学習

5月12日に東京で開催されたグリーンレジリエンスシンポジウムではグリーンレジリエンスのリーフレットを配布し発表した。また6月14-16日にドイツのボンで開催される PEDRRのInnovating Engineering and Ecosystem-based Approaches for Disaster Risk Reduction, International Science-Policy Workshopにおいて発表し、討議の材料とする。

熊本地震において阿蘇地域は大きな被害を受けたが、自然資源は緊急時の水、エネルギー、食糧として活用され、地域のレジリエンスに寄与した。このような報告は断片的であるため、地震被害とグリーンインフラの果たした役割の関係性の実態を調査し、体系化することが重要である。



図 16 グリーンレジリエンスのリーフレット

【今後の展望】

都市、流域、災害という6つのケーススタディを行うことによって、Future Earthが進めるべき8つの課題群のうち複数を同時に解決する手段としてグリーンインフラは極めて有効である可能性が示された。単目的の解決策では、複雑化する問題を解決できない現状があるが、生態系の多面的な機能を活かすことにより同時に解決するという常識的ではあるが興味深い結論を得た。

文系、理系の研究者が6つのケーススタディ地区を真摯にステークホルダーの意見を聞きながら、各地区の問題を解決するためにグリーンインフラ計画を模索するという研究方法論によって、グリーンインフラの多様な価値と方法論が示された。この研究手法はTD研究の方法論として興味深く、有効な手法であると考えている。学会会議が述べるように「研究者は、確立された方法論を持たないまま研究を行い、成果を共有しようとして試行錯誤的に政策的対応に取り組みながら、それらのプロセスのフィードバックを通じてみずからの方法を可視化、概念化しようとしている。」ということである。

また、FSを通して、グリーンインフラに係る50名近い分野横断の研究者のプラットフォームが形成されたことも大きな成果である。

さらにグリーンインフラの一手法であるEco-DRR(ecology based disaster risk reduction) が世界的に注目を集めているが、具体的な方策が乏しいのが現状である。日本は災害も多く、災害技術に関しては伝統技術も含め蓄積があるため、伝統知に科学の目を入れ再構築することによって世界への貢献が期待される。

地球温暖化適応策、生物多様性の保全、都市問題、過疎問題などの課題解決を横断的に解決するグリーンインフラに関する本プロジェクトはまさにFuture Earthの課題にふさわしいTD研究の入り口に立ったと考えている。

グリーンインフラが有効な手法であることは明らかになったため、FS2の研究として以下のアジェンダを立案した。

① 縦糸と横糸

場所を特定した地域に根差した縦糸の研究とサイトに共通の原理的な横糸の研究を組み合わせる。

② 研究サイト

日本の研究サイトを4つに絞り込む。都市グループの内、福岡は「多世代共創社会のデザイン」の研究費が獲得できているためFS2の対象としない。流域グループの内、加茂川は地元のステークホルダーとの議論が進んでおり、すでに本研究の実施の段階にあるためFS2の対象としない。災害グループは重要であるため2つのサイトとも実施する。その結果、日本のサイトとしては豊島区、三面川、海陽町、阿蘇の4か所をFS2のサイトとする。FS2では、ステークホルダーとの共同研究体制の構築と研究項目、研究手法の特定を行う。

アジアのサイトとして、アユタヤ、ベンガル湾をFS2のサイトとして設定し、現地を訪問し、研究課題の洗い出し、ステークホルダーの特定を行う。

③ 横断的な課題への対応

本研究に入る前に解決すべき横断的な課題として以下の4点についてFS2で研究する。

- a) グリーンインフラ導入による評価手法の構築：本研究に先立ち6項目に対応した評価手法を構築する。
- b) 熊本地震に対応したグリーンレジリエンス：熊本地震が発生したため震災時に自然資源がどのように活用されたのかを広域的に調査し、グリーンレジリエンスのガイドラインを作成し発信する。
- c) 伝統知の収集：伝統的治水技術、建築技術、造園技術などについてグリーンインフラとみなすことが出来る伝統知を伝統知のステークホルダーの一つである現場技術者へのヒアリングなどから本研究での科学的評価を前提に洗い出す。

④ 親会議の設置

全体的な議論をする場として親会を設置する。

3 - 5. 会議等の活動

全体会議

年月日	名称	場所	概要
H27.10.16	第1回グリーンインフラ 会合	博多バスターミ ナル会議室	Future earthグリーンインフラ研究展 開に関する意見交換
H27.3.2	第2回グリーンインフラ 会合	JR博多シティ会 議室	Future earthグリーンインフラ研究成 果（Phase1）に関する意見交換

豊島

年月日	名称	場所	概要
H27.10.21	豊島区と大正大学第一 回検討会	豊島区役所	・企画、土木、環境政策、防災など関連 部署の課長級と本FSの目的や進め方 について協議とGI可能性ブレーンストー ミング
H27.12.17	豊島区と大正大学第二 回検討会	豊島区役所	・企画、都市計画関連部署の課長級と協 議し、「としまグリーンインフラ研究会」 を立ち上げ、運営していくことで合意
H28.1.15	第1回としまグリーンイ ンフラ研究会	豊島区役所	・神戸大学福岡准教授の欧米のブルー・ グリーンインフラの事例講演及び豊島 区における展開の可能性の議論 ・豊島区、国、大正大学、民間企業
H28.2.22	第2回としまグリーンイ ンフラ研究会	豊島区役所	・本FS研究代表者島谷より河川事例の講 演の後、展開の可能性について議論 ・豊島区、国、大正大学、民間企業
H28.3.17	第3回としまグリーンイ ンフラ研究会	豊島区役所	・法政大学神谷先生の野川における取り 組みの講演の後、議論 ・豊島区、国、大正大学関係者

福岡

年月日	名称	場所	概要
H27.10.11	京都雨庭ツアー	京都学園大学	雨庭の生態系サービスを視察により把 握。生物回復のモニタリングを実施。
H27.11.29	あまみずコーディネー タ講座：試行編	福岡大学	樋井川流域における雨庭の普及の可能 性を、市民参加のWS形式で検討。
H27.12.4	長尾校区自治協議会懇 談会	そば千力（雨水 活用施設設置個 所）	地域の意見聴取。水と緑の活動の実態と 課題の把握。
H28.1.27	第1回都市GI福岡研究 会	九州産業大学	GI普及の社会的要件を追究。

H28.2.22	第2回都市GI福岡研究会	九州産業大学	都市GIの展開の母体組織の構成を検討。
H28.3.23	第3回都市GI福岡研究会	九州産業大学	都市GI展開母体としての「ミズベリング」の活用準備。

三面川

年月日	名称	場所	概要
H27.10.9	意見交換会	衆議院会館	流域全体の課題の把握、新潟県村上地域振興局関係者との意見交換
H27.11.25-26	現地視察、意見交換会	三面川	中流部の生態調査、村上市環境課関係者との意見交換
H27.12.1-2	事例調査	三面河口地域	流域エネルギー活用事例調査
H28.2.24	ヒアリング	三面川漁業協同組合	三面川鮭産漁業協同組合関係者へのヒアリング

加茂川

年月日	名称	場所	概要
H27.10.30	第6回加茂川流域再生WS	糸島市佐波区二丈分校会館	ゆらりんこ橋の照明デザインについて
H27.11.1	第3回佐波区・九州大学 合同現地調査	加茂川	二丈溪谷の観光価値向上のための滝見分け（第2回）
H28.1.31	第7回加茂川流域再生WS	糸島市佐波区二丈分校会館	流域再生計画（技術報告）素案について
H28.3.20	第2回佐波区・九州大学合同現地視察	長崎県西海市、佐賀県唐津市	砂防堰堤、ダム貯水池における水質改善対策の先進地視察
H28.4.3	佐波区総会	糸島市佐波区二丈分校会館	これまでの加茂川流域再生の取組みについて講演

阿蘇

年月日	名称	場所	概要
H27.10.7	第1回阿蘇GI研究会キックオフ	熊本大学	阿蘇におけるGI計画の方向性に関する検討 研究チーム、野鳥の会、阿蘇市、熊本県、環境省、企業
H27.10.19	黒川遊水地現地視察	阿蘇	治水施設としての遊水地整備計画について整備実施者の熊本県と意見交換
H27.2.9	第2回阿蘇GI研究会	熊本大学	対象とする災害リスク（土砂災害、水害）要因とGIによるリスク軽減の可能性に関する意見交換（研究チーム）
H27.2.17	第3回阿蘇GI研究会	熊本大学	阿蘇特有の生態系サービス（水循環システム（湧水－用水－水田－地下水涵養））、生活保全システムと減災との関

			係に関する意見交換（研究チーム）
H28.3.2	ツル越冬可能性に関するヒアリング	九州大学サテライトオフィス	阿蘇におけるツル越冬地分散計画を検討している日本生態系協会、日本野鳥の会へのヒアリング
H28.3.8	阿蘇草原再生に関するヒアリング	環境省本省	阿蘇草原再生（自然再生事業）の課題等の環境省へのヒアリング
H28.4.6	阿蘇遊水地整備状況の確認とツル越冬地としての可能性に関する検討	阿蘇	ツルの越冬地分散計画を検討中の日本生態系協会、日本野鳥の会及び熊本県とツルの越冬可能性に関する現地調査及び意見交換

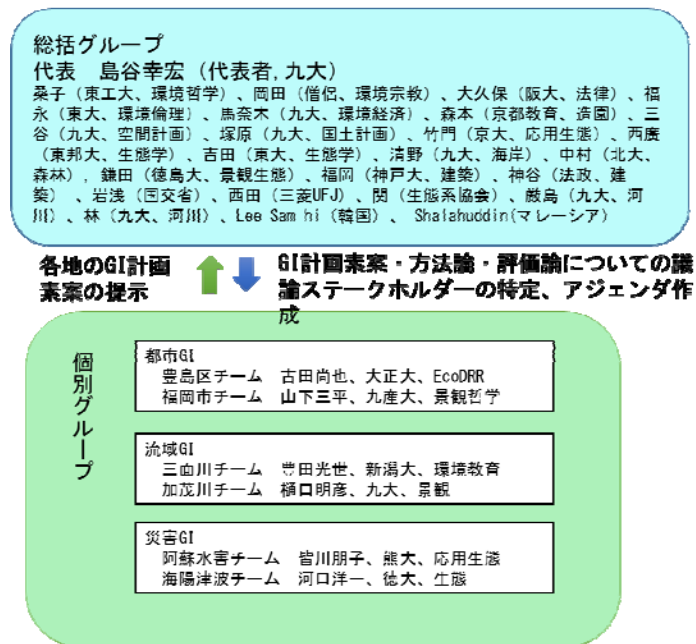
海洋町

年月日	名称	場所	概要
H27.10.29	現地踏査と意見交換会	海部川漁業協同組合	海部川下流のアユ産卵場の劣化や河床の土砂堆積について意見交換
H27.11.13	意見交換会	海陽町教育委員会	海陽町の防災や歴史に関する意見交換
H28.2.22	意見交換会	海陽町博物館	海陽町の歴史の理解と海部刀そして林業についてヒアリング
H28.2.22	意見交換会	海陽町役場	海陽町役場の危機管理課、まちづくり課の関係者と防災について意見交換
H28.2.22	意見交換会	海陽町役場（地元サーファー）	海部川河口のサーフスポットやお祭りについてヒアリング
H28.2.22	意見交換会	大日寺（田井さん）	宍喰の防災の歴史について意見交換
H28.2.23	現地踏査	宍喰、海部、海南	各地区を踏査し、津波時の避難を検討

アジア

年月日	名称	場所	概要
H27.12.1	意見交換会	東京	レジリエンスジャパンの原口氏と海外のGI研究適地に関する意見交換
H27.12.25	意見交換会	福岡	レジリエンスジャパンの原口氏と海外のGI研究適地に関する意見交換
H28.1.27	意見交換会	佐賀	ラムサールジャパンの中村玲子氏とベンガル湾の情報交換

4. FSの実施体制図



5. FS実施者

5-1 総括グループ (グループリーダー島谷幸宏)

実施者

氏名	所属	役職(身分)	実施項目	分野
代表者 島谷幸宏	九州大学工学研究院	教授	統括、調整	河川工学 合意形成
桑子敏雄	東京工業大学社会理工学研究科	教授	哲学の視点、サブリーダー	環境哲学
西廣淳	東邦大学理学部	准教授	生態計画論、サブリーダー	保全生態
吉田丈人	東京大学総合文化研究科	准教授	生態学的評価、サブリーダー	生態学
巖島怜	九州大学決断科学センター	助教	GI計画素案、総括補佐	河川工学
林博徳	九州大学工学研究院	助教	GI計画素案、総括補佐	河川環境
岩浅有記	国土交通省国土政策局	専門調査官	行政の視点	行政
大久保規子	大阪大学法学研究科	教授	法学の視点	法学
岡田真美子	兵庫県立大学	名誉教授	宗教の視点	環境宗教学
鎌田磨人	徳島大学テクノソサエティ研究部	教授	景観生態学の視点	景観生態学
神谷 博	法政大学エコ地域デザイン研究所	兼任研究員	雨水貯留の観点	建築学
清野聡子	九州大学工学研究院	准教授	海岸環境の視点	海岸生態
関 健志	生態系協会	事務局長	デザイン案検討	環境政策
竹門康弘	京都大学防災研究所	准教授	Eco-DRRの視点	応用生態
塚原健一	九州大学工学研究院	教授	計画論の検討	国土計画
中村太士	北海道大学農学研究科	教授	林学、森林生態学の視点	森林生態

西田貴明	三菱UFJリサーチ&コンサルティング	副主任研究員	計画論の整理	広域計画
福岡孝則	神戸大学工学研究科	特命准教授	建築学の視点	ランドスケープ
福永真弓	東京大学新領域科学研究科	准教授	環境倫理、社会学の視点	環境倫理
馬奈木俊介	九州大学工学研究院	教授	GIの価値評価	環境経済
三谷泰浩	九州大学工学研究院	教授	計画論の確立	G I S
森本幸裕	京都学園大学	教授	造園の視点	造園学
李参ヒ	韓国建設技術院	専門研究委員	韓国の情報	環境学
Mohd Shalahuddin	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM),	准教授	マレーシアの情報	環境学

協力者

氏名、または組織名(所属 役職)	本プロジェクトへの協力内容	これまでの協力関係の有無
山田泰司 (日本の最も美しい村連合事務局長)	中山間地のアドバイス	有
木村尚 (NPO海辺つくり研究会 事務局長)	海関係のアドバイス	有
レジリエンスジャパン	タイの情報の提供	有
ラムサールジャパン	ベンガル湾の情報の提供	

5-2 都市G I 豊島区チーム (チームリーダー古田尚也)

実施者

氏名	所属	役職	実施項目	分野
○古田尚也	大正大学地域構想研究所	教授	統括/ステークホルダーとのCo-Design	環境、防災・減災政策
白木悦夫	大正大学人間学部	准教授	地域振興策検討	地域振興
出川真也	大正大学地域構想研究所	准教授	社会教育分野への展開	社会教育
寺井学	大林組技術研究所	課長	GIの具体策検討	緑化技術

協力者

氏名、または組織名	本プロジェクトへの協力内容	協力関係の有無
小嶋知善 (大正大学副学長)	大正大と豊島区の包括連携協定責任者	有
豊島区	プロジェクトに協力	有

5-3 都市G I 福岡市チーム (チームリーダー山下三平)

実施者

氏名	所属	役職	実施項目	分野
○山下三平	九州産業大学工学部	教授	統括・概念整理	景観哲学
日高圭一郎	九州産業大学工学部	教授	都市GIの行政連関	都市計画
渡辺亮一	福岡大学工学部	准教授	GIの実装評価と課題整理	環境工学
浜田晃規	福岡大学工学部	助手	GIの研究課題整理	河川工学
伊豫岡宏樹	福岡大学工学部	助教	計画立案	環境工学
角銅久美子	建築士会	顧問	ステークホルダーとの調整	建築学

本チームへの協力者

氏名、または組織名	本プロジェクトへの協力内容	協力関係の有無
-----------	---------------	---------

福岡県庁河川課	助言、協力	有
鳥飼4丁目、樋井川5丁目、長尾自治会	雨水施設実装のステークホルダー	有
仁愛、西新保育園	保育園のステークホルダー	有
笹丘、堤、田島小学校	市民普請、環境教育などの協力	有
福岡市建築士会	建築関係の協力	有
福岡市造園建設業協会	緑のステークホルダー	有

5-4 流域G I 三面川チーム (チームリーダー-豊田光世)

実施者

氏名	所属	役職	実施項目	分野
○豊田光世	新潟大学自然再生研究センター	准教授	統括/Co-Design	環境教育
関島恒夫	新潟大学自然科学研究科	准教授	GI研究課題抽出	動物生態学
福永真弓	東京大学新領域	准教授	社会調査	環境社会学
高田知紀	神戸高等専門学校	講師	GI計画素案	地域計画、合意形成
林博徳	九州大学工学研究院	助教	GI計画素案	河川工学

協力者

組織名	本プロジェクトへの協力内容	協力関係の有無
三面川漁業協同組合	漁業資源ステークホルダーとしての参加	有
いよぼや会館	観光関係ステークホルダーとしての参加	有

5-5 流域G I 加茂川チーム (チームリーダー-樋口明彦)

実施者

氏名	所属	役職	実施項目	分野
○樋口明彦	九州大学工学研究院	准教授	統括/景観検討	景観
鹿野雄一	九州大学決断科学センター	准教授	生態系計画	生態学
巖島怜	九州大学決断科学センター	助教	河川修復	河川工学
菊池梓	九州大学決断科学センター	助教	Co-design	環境心理学
宇根豊	佐波地区住民	百姓	Co-design	農業

協力者

氏名、または組織名	本プロジェクトへの協力内容	協力関係の有無
福岡県河川課	砂防ダムのステークホルダーとしての参加	有
糸島市企画部地域振興課	地元自治体としての参加	有
佐波100年計画	地元地区住民のコアメンバーとして参加	有
NPO法人 いとなみ	森林分野の再生関係のステークホルダー	有

5-6 災害G I 阿蘇水害チーム (チームリーダー-皆川朋子)

実施者

氏名	所属	役職	実施項目	分野
○皆川朋子	熊本大学自然科学研究科	准教授	統括/アジェンダ作成	応用生態工学
牧野厚史	熊本大学総合人間学科	教授	Co-design設計	環境社会学

田中尚人	熊本大学政策創造教育研究センター	准教授	Co-design設計	土木史
星野裕司	熊本大学社会環境工学科	准教授	GI案の検討	景観
濱 武英	熊本大学自然科学研究科	准教授	GI案の検討	農業水文学
竹内裕希子	熊本大学減災型社会システムセンター	准教授	地域防災の検討	地域防災

協力者

氏名、または組織名（所属 役職）	本プロジェクトへの協力内容	協力関係
環境省阿蘇自然環境事務所	阿蘇自然再生ステークホルダーとしての参加	有
熊本県河川課	遊水地群ステークホルダーとしての参加	有
阿蘇市	地元行政としての参加	無
サントリー	天然水の森のステークホルダーとしての参加	有

5-7 災害GIグループ 海陽津波チーム（チームリーダー河口洋一）

実施者

氏名	所属	役職	実施項目	分野
○河口洋一	徳島大学リサーチセンター	准教授	統括／計画案検討	生態学
武藤裕則	徳島大学リサーチセンター	教授	津波防災のEco-DRR計画	河川海岸工学
山 泰幸	関西学院大学人間福祉学部	教授	社会調査	社会学
石田和之	徳島大学リサーチセンター	准教授	Co-design	財政学
渡辺公次郎	徳島大学リサーチセンター	助教	GI計画素案立案	都市計画

協力者

組織名	本プロジェクトへの協力内容	協力関係の有無
大里松原地区協議会	松原の保全のステークホルダーとしての参加	有
NPO徳島防災ネットワーク	津波防災関係ステークホルダーとしての参加	有
海部ネイチャーネットワーク	アカウミガメ関係のステークホルダーとしての参加	有
漁業協同組合	河川のステークホルダーとしての参加	有

6. FS 成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

6-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
H28.3.2	グリーンインフラワークショップ	エルガーラ博多駅	約50名	親会とケーススタディメンバーによるワークショップ

6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

- (1) 書籍、DVD なし
- (2) ウェブサイト構築 なし
- (3) 学会 なし
- (4) その他

古田尚也、都市を支えるみどりの創出を目指してーグリーンインフラへの挑戦、「地域人」2015、4号、P56-57、大正大学出版会
 古田尚也、水辺環境と地域の再生ー上西郷川、「地域人」2015、4号、P86-91、大正大学出版会

古田尚也、水辺環境と地域の再生ーアザメの瀬ほか、「地域人」2015、5号、P60-65、大正大学出版会

古田尚也、日本型グリーンインフラを目指してー野川、「地域人」2016、6号、P74-79、大正大学出版会

古田尚也、「グリーンインフラ」の適用に向けた課題と豊島区での可能性を探る、「地域人」2016、6号、P106-107、大正大学出版会

古田尚也、第2回としまグリーンインフラ研究会ーグリーンインフラと素敵なまちづくり、「地域人」2016、7号、P106-107、大正大学出版会

伊藤紳一郎、杉本英夫、グリーンインフラの全体会議に参加しました、「地域人」2016、8号、P103、大正大学出版会

一寸木紀夫、第3回グリーンインフラ研究会よりー川の自然を取り戻して地域の環境を守る、「地域人」2016、9号、P110-111、大正大学出版会

6 - 3. 論文発表 なし

6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議 1 件、国際会議 件）

島谷幸宏、グリーンレジリエンスの意義、グリーンレジリエンスシンポジウム、東京、H27.12.1

(2) 口頭発表（国内会議 1 件、国際会議 件）

巖島怜：グリーンインフラと加茂川流域再生、糸島市創エネルギーフォーラム、H28.1.26