Green Infrastructure

グリーンインフラ技術レポート

Technical Report 2020

AUTHOR

- 小笠原 奨悟
  パシフィックコンサルタンツ株式会社
- 幸福 智・高橋 栞
  いであ株式会社
- 西田 貴明
  京都産業大学、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
- 長谷川 啓一
  株式会社福山コンサルタント
- 池田 正・吉原 哲
  八千代エンジニヤリング株式会社
- 渡邊 敬史・長野 紀章
  株式会社建設技術研究所
- 瀧 健太郎
  滋賀県立大学環境科学部
- 西廣 淳
  国立環境研究所
- 吉田 丈人
  総合地球環境学研究所、東京大学大学院総合文化研究科

CONTENTS

- 第1章 はじめに：技術レポートの目的
- 第2章 グリーンインフラへの期待
- 第3章 グリーンインフラを実現する技術
- 第4章 グリーンインフラの事例に学ぶ
- 第5章 総合地球環境学研究所Eco-DRRプロジェクトでの社会実装に向けた検討
- 第6章 グリーンインフラの展開に向けた提言

総合地球環境学研究所 Eco-DRRプロジェクト

CONTENTS

第1章 はじめに：技術レポートの目的 …… 1

第2章 グリーンインフラへの期待 …… 2

(1) グリーンインフラに期待されること …… 2

(2) わが国におけるグリーンインフラの動向 …… 3

第3章 グリーンインフラを実現する技術 …… 4

(1) グリーンインフラの展開に向けた計画の役割 …… 4

小笠原 奨悟／パシフィックコンサルタンツ株式会社

(2) グリーンインフラの機能の評価 …… 9

幸福 智／いであ株式会社

(3) グリーンインフラの推進に向けた経済的基盤 …… 14

西田 貴明／京都産業大学、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

第4章 グリーンインフラの事例に学ぶ …… 16

(1) 地方自治体とコンサルタントの官民包括連携による挑戦 …… 16

長谷川 啓一／株式会社福山コンサルタント

(2) 市民参加による都市型グリーンインフラの導入に向けた検討 …… 20

池田 正・吉原 哲／八千代エンジニヤリング株式会社

(3) 農業・農村地域におけるバイオマスの活用とグリーンインフラ …… 25

渡邊 敬史・長野 紀章／株式会社建設技術研究所

第5章 総合地球環境学研究所 Eco-DRRプロジェクトでの社会実装に向けた検討 …… 29

(1) 滋賀サイト：流域治水にEco-DRRの考え方を統合する …… 29

(2) 福井サイト：自然再生にEco-DRRの考え方を統合する …… 31

(3) 千葉サイト：流域管理にEco-DRRの考え方を統合する …… 33

第6章 グリーンインフラの展開に向けた提言 …… 35

おわりに …… 37

はじめに：技術レポートの目的

幸福智 Satoshi KOFUKU
いであ株式会社

日本のグリーンインフラは、一部の研究者や実務者のこれまでの努力、さらには国土交通省等の各省庁やグリーンインフラ研究会をはじめとする各団体の努力によって、多くの実務者に認識されるに至った。しかしながら、総論としてのグリーンインフラの重要性についての理解は進んだものの、評価の方法論や計画論などの各論については十分な議論がなされておらず、そのノウハウが共有された状態とは言いづらい。

グリーンインフラに多くの期待が寄せられているのは、将来的な人口減少や税収の減少、インフラの維持管理費の増加などが背景にある。よって、可能な限り幅広い概念で「グリーンインフラ」という言葉に魂を入れ、将来的なまちづくり等にも使えるような意味ある概念に昇華させる必要がある。逆に言えば、グリーンインフラは一時のブームに終わらせてはならず、経済行為を伴うしっかりとした市場に育て上げることが重要と考える。

このような問題意識のもと、本来であれば同一の市場で互いに切磋琢磨するコンサルタント企業 6 社の実務者が顔を合わせ、あくまでも実務者の視点から、グリーンインフラに関する現状の技術水準や社会に実装するための課題、さらには今後必要な取組について話し合う勉強会を形成した。2018 年以降、10 回以上の議論を経て、グリーンインフラの社会実装等に向けた重点課題は以下の 4 点（思想を含む）に集約されると考えられた。

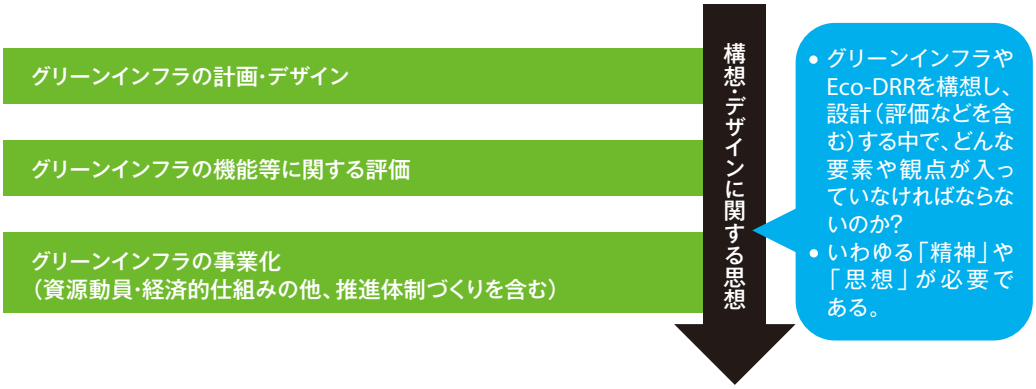

図1　グリーンインフラの社会実装に向けた4点の課題

これらの課題は民間の実務者だけの問題にとどまらず、研究者等にとっても共通の問題であり、相互に力を合わせて作業し、成果を共有することが本質的に重要である。このような背景から、総合地球環境学研究所のプロジェクト「人口減少時代における気候変動適応としての生態系を活用した防災減災（Eco-DRR）の評価と社会実装」の一環として、研究者-コンサルタントが連携する勉強会が設置され、上述の 4 点の課題に対して議論し、実務レベルで活用可能な水準の技術的方法論を整理し、体系化することとなった。本書はその結果を整理した具体的な成果である。

グリーンインフラへの期待

1 グリーンインフラに期待されること

小笠原 奨悟 Shogo OGASAWARA
パシフィックコンサルタンツ株式会社

グリーンインフラは、「自然が持つ多様な機能を巧みに利用するために、地域での既存の取組を見直しつつ、新たに多機能化・広域化の視点を入れることで、持続可能な地域の創造に資する技術である」という点に価値があるといえる。まずは、グリーンインフラという概念の普及によって、地域に固有の自然環境や土地利用のあり方を適切に認識することが、地域本来の魅力・産業の創出や豊かで安全・安心な暮らしの実現に繋がると考えられる。

都市部においては、グリーンインフラの概念を入れることによって、限られた土地を自然環境の機能を利用しながら有効に活用しようとする取組に繋がる。緑地・公園や道路に雨水浸透機能を持たせる取組や調整池の多自然化などは、限られた土地に複数の機能を付加することで有効に活用しようとする取組である。

また、人口減少やコンパクトシティ化によって未利用地･耕作放棄地が増加傾向にある地域においては、利用されていない土地を地域の資源として再定義し、活用することで新たな地域の魅力創出に繋がる可能性がある。

さらに、元来から地域の自然環境と共生した暮らしを営んできた中山間地域や農村地域では、森林や農地の多面的な機能が地域の暮らしを支えていることを認識し、それらが継続的に発揮されるように人が介入し続けることが大切である。

地域固有の価値を磨くことが人を惹きつけ、UIJ ターンやサテライトオフィス、ワーケーションなど、新たなライフスタイル・ワークスタイルの拡大に繋がっているとも考えられる。

また、継続的に自然の機能を発揮させるためには、経済的な循環の仕組みを合わせて考える必要があり、その点からもグリーンインフラの概念を位置付ける価値がある。自然環境には、環境的価値だけではなく、社会・経済的な価値も有することを知ることで、経済的にも循環する仕組みの構築に向けたきっかけとなることが期待される。

さらに、多機能化を図ろうとする取組は、人口減少や気候変動などの社会的課題を抱えるわが国に求められている考え方でもある。人口減少や地方公共団体の人材・財源不足を背景に、各地域で市民や企業が中心となった地域づくりが進められる中で、多機能化を図ろうとする視点は、多元的な価値を内包する取組に繋がり、様々な目的や価値観を持ったステークホルダーの協働を後押しすることになる。また、気候変動などの中長期的で不確実性のある問題への対応策として、将来の災害時に機能を期待するだけでは投資が難しくなっており、平常時にも環境・社会的に多様な機能を有することが事業を進める根拠となりうる。

グリーンインフラは、環境と社会・経済を対立軸で見る概念ではなく、その協働を目指す概念である。SDGs やサステナビリティなどのキーワードの社会的認知が高まっているように、持続可能な社会に対する関心は高まっている。グリーンインフラは、対立･競争の中で生きる現在の私たちにとっても、「豊かさ」や「楽しさ」を感じることができる魅力的な概念であり、多様なステークホルダーの参画によって、グリーンインフラを活用した持続可能な社会の実現が期待される。

2 わが国におけるグリーンインフラの動向

西田 貴明 Takaaki NISHIDA
京都産業大学、三菱UFJリサーチ&コンサルティング

2015年に国土交通省の行政計画（社会資本重点整備計画、国土利用計画）にグリーンインフラ（Green Infrastructure: GI）が明記されて以降、我が国でも多様な分野や主体において活発な議論がなされ、2019年には「グリーンインフラ推進戦略」が国土交通省から公表され、社会実装に向けた機運が大きく高まっている。

欧米では、2010年前後から“グリーンインフラ”という言葉が行政文書に用いられ、生物多様性条約締約国会議や国連防災世界会議においても取り上げられ、世界共通のキーワードとなっている。日本では、グリーンインフラという言葉は、国土交通省の行政計画以外にも、気候変動適応計画や環境基本計画など様々な関係省庁の計画や、緑の基本計画など多くの地方自治体の行政計画に盛り込まれ、様々な分野の政策となりつつある。学術分野では、2014年の日本学術会議の「復興・国土強靭化における生態系インフラストラクチャー活用のすすめ」（日本学術会議　2014）[1]が一つの契機となり、土木、建築、造園、環境経済、生態など多様な分野の研究者からなる、グリーンインフラに関する学際的な研究プロジェクトが立ち上がり、機能評価をはじめ、施工技術、維持管理手法など、幅広いテーマの研究が分野横断的な体制で進められている。

グリーンインフラの定義は、様々な捉え方が紹介されているが、基本的には「自然の機能を活用したインフラ」と捉えられる。多様な分野の研究者や実務家が参加する“グリーンインフラ研究会”では、「自然が持つ多様な機能を賢く利用することで、持続可能な社会と経済の発展に寄与するインフラや土地利用計画を、グリーンインフラと定義する。（グリーンインフラ研究会ら（2017））[2]」と整理している。既存の国内外の行政文書やレポートにおいても、グリーンインフラは様々な位置づけや、多様な捉え方がなされていたが、近年の行政計画において議論が進み、いずれの分野でも「自然の機能を活用する」といった点は共通している。さらに行政や学術の推進状況を踏まえ、民間企業においても建設業、不動産業、造園業、建設コンサルタント、金融機関など、幅広い業界業種の技術・サービスの研究開発、さらには新規事業に向けた検討が進められている。“グリーンインフラ”は言葉が現れてからまだ数年しか経っていないが、近年の環境分野の用語としては最も早く浸透したキーワードであり、大きな注目を集めている。

しかし、グリーンインフラを実現させる自然の多様な機能評価や、地域事業の創出、多様な主体の連携協働においては、既存の情報も少なく、様々な障壁も指摘されている。地域や空間、主体ごとに異なる自然資源を活用するためには、環境や建設分野のコンサルタントが向き合っている様々な活動が参考となる。コンサルタントの豊富な知見や技術の蓄積を今一度、グリーンインフラの視点から捉え直すことで、これからのグリーンインフラの社会実装を進めるアプローチが具体化されると期待される。

---

[1] 日本学術会議（2014）復興・強靭化における生態系インフラストラクチャー活用のすすめ
[2] グリーンインフラ研究会（2017）グリーンインフラとは、決定版！グリーンインフラ、日経BP社、pp.20-24.

グリーンインフラを実現する技術

1 グリーンインフラの展開に向けた計画の役割

小笠原 奨悟 Shogo OGASAWARA
パシフィックコンサルタンツ株式会社

これまでのグリーンインフラを巡る議論では、主に広域的なグリーンインフラの配置や土地利用を検討する「計画」の視点と、個別のインフラにおいて自然環境の機能を活用しようとする「要素技術」の視点から、社会実装に向けた検討がなされている。

本稿では、前者の「計画」に焦点をあて、特に地方公共団体の行政計画においてどのような可能性があるのか、計画段階でのグリーンインフラの推進に向けた可能性を検討する。

1）計画が有する役割

地方公共団体が策定する行政計画は非常に幅広く、多岐にわたっている。それらを、計画が有する「役割」で分類してみると、大きく2つに分けることができる。1つ目は、地域のビジョンや将来像を示す役割である。地方公共団体の総合計画に代表されるように、将来どのような地域を目指すのか、大きな方針を示すことで、地域での施策を進める上での指針となる。2つ目は、より具体的な施策（アクションプラン）を示すことである。基本的には環境や防災などの分野別に地域の課題や課題解決に向けた施策を示した計画が策定され、それに基づき地方公共団体の施策が展開される。

グリーンインフラを推進する上でも、「地域ビジョンの策定」というトップダウン的なアプローチと、「具体的なアクションプランの策定」というボトムアップ的なアプローチの両面からの計画への位置付けが重要であるといえる。これらの計画の役割を念頭に、トップダウン・ボトムアップの両面から、グリーンインフラの推進に向けたあり方を考えてみたい。

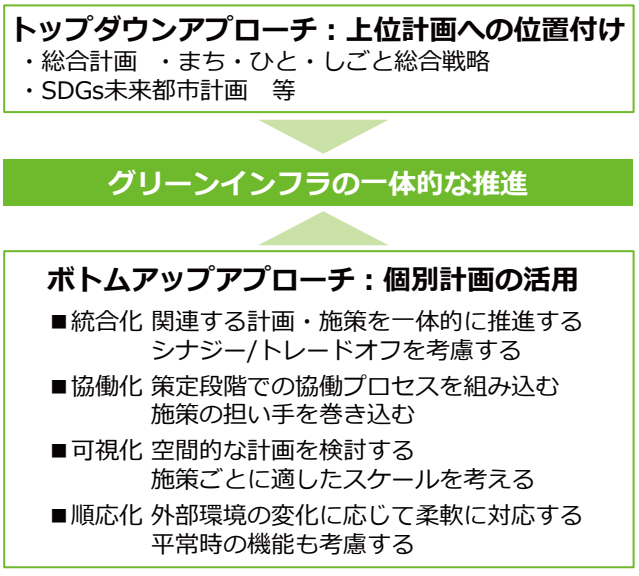

図2　推進に向けた計画のあり方

2）上位計画への位置付け：トップダウン的アプローチ

グリーンインフラは、特定の分野に限定した取組ではなく、分野横断的に検討を進めることによってこそ、多面的な機能を空間的な広がりを持って発揮させることができる。市町村を例にとると、地域の将来ビジョンを統合的に示す計画は「総合計画」であり、分野別の計画についても総合計画が示すビジョンを踏まえた施策を展開することとなる。そのため、各分野の施策にグリーンインフラの視点を位置付けるためには、総合計画等の地域の上位計画にその概念を位置付けることが重要である。

また、地域活性化や地方創生の文脈では、地域の資源を活用した取組を位置付ける計画として「まち・ひと・しごと創生総合戦略」（以下、「総合戦略」という。）の重要性が増している。地域資源として、地域の自然環境の活用を一体的に進めようとする上では、総合戦略にグリーンインフラの概念を位置付けておくことが重要である。まずは、地域の自然資源に価値があることを地域戦略に位置付け、バイオマスエネルギーの活用やエコツーリズムの推進などを一体的に進めることによって、地域の自然環境の社会・経済的な価値を活かした事業の創出に繋げることができる。国の「第２期「まち・ひと・しごと創生総合戦略」」（2019 年 12 月 20 日閣議決定）においても、「持続可能で魅力ある地域づくりのための「グリーンインフラ」の推進」が施策として位置付けられており、今後の更なる展開が期待される。

3）個別計画の活用：ボトムアップ的アプローチ

個別計画を活用しようとするボトムアップ的なアプローチについては、統合化・協働化・視覚化・順応化という４つのキーワードでその可能性を整理する。グリーンインフラが、空間的な繋がりや分野間の連携によって、地域の自然環境の機能の最大化を図ろうとする概念であることを踏まえ、個別計画での展開を図る上での視点を考えてみたい。

① 計画の統合的な策定（統合化）

グリーンインフラを検討する上での重要なポイントとして、「自然環境の多面的な機能を活用する」ことが挙げられる。生態系ネットワークの形成や雨水浸透機能の確保を考慮した緑地・公園の整備方法を検討することや、治水施設としての遊水地の切り下げ高を生物多様性にも配慮して検討をすることは、多面的な機能を活用しようとする取組であるといえる。

一方、行政計画は都市・河川・下水道・道路・環境など分野別に検討されることが一般的であり、グリーンインフラを推進する上では、計画・施策間の統合的な検討を行うことが欠かせない。

例えば、緑地の保全・緑化の推進を目的とした「緑の基本計画」に関しては、「都市緑地法運用指針」（平成 30 年４月１日改正、国土交通省都市局）において、生物多様性の確保の観点を考慮した統合的な施策の検討が求められている。さらに、環境基本計画の策定にあたって、生物多様性地域戦略や地球温暖化対策実行計画（区域施策編）、地域気候変動適応計画、一般廃棄物処理基本計画、流域水循環計画など関連する計画を一体的に検討しようとする地

方公共団体も増えてきており、分野横断的な施策検討に繋がることが期待される。

また、これらの行政計画の統合化を図ろうとする取組は、地方公共団体が抱える「人材・財源の不足」という課題の同時解決に繋がる可能性もある。近年、策定が努力義務とされる行政計画が増加しており、新たな計画を策定する余力がない地方公共団体が多い。グリーンインフラの推進にあたって、既存計画にその概念を位置付けることで推進を図るという考え方は、昨今の地方公共団体の状況を踏まえると重要な視点である。

総合計画等の上位計画へ地域ビジョンとして位置付けるトップダウン的アプローチだけではなく、分野別の個別計画の策定段階においても、関連する計画はないか、連携して推進できる施策はないかなど、統合化を図ろうとする視点を持つことがグリーンインフラの推進に資すると期待される。さらに、都市計画や地域防災計画など、より幅広い分野との連携を図ることが、自然環境を活用した地域づくりや生態系を活用した防災・減災の推進に繋がると考えられる。

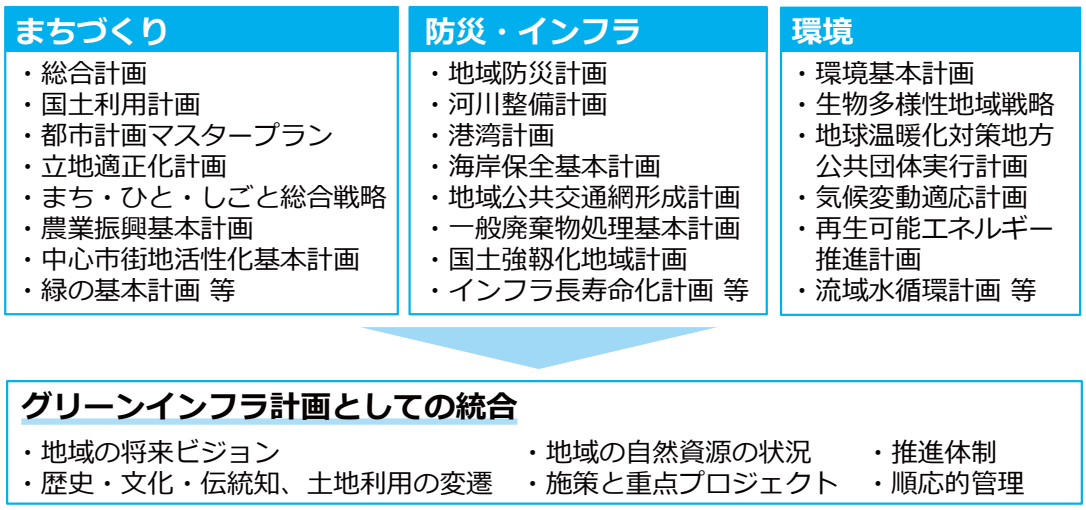

図3　計画の統合的な策定

②計画策定プロセスにおける協働（協働化）

グリーンインフラを地域の資源として継続的に活用するためには、地域住民や民間企業などの多様な主体の関与を促すことが重要であり、計画の策定段階からそのためのプロセスを確保することが望まれる。

例えば、グリーンインフラの事例として挙げられる「上西郷川の多自然川づくり」では、計画段階から学識者の関与の下で徹底した市民参加を行うことによって、河川空間を基軸とした地域コミュニティが形成され、住民による継続的な河川の活用・維持管理に繋がっている[3]。行政計画の策定段階においても、市民ワークショップや市民対話を行うことで、多様な主体の意見を計画に反映しようとする取組が増えてきており、計画策定プロセスにおいて協働を進める意義が広まりつつあるといえる。また、地方公共団体と市民の連携だけではなく、円山川水系での自然再生や舞鶴遊水地での取組に見られるように、河川管理者である国

と流域の市町村が連携することによって、多面的な機能を発揮するグリーンインフラの整備が進んでいるケースも多い。このように、行政主体間の連携も重要な視点である。

③空間的な配置・繋がりの考慮（視覚化）

グリーンインフラとしての機能を最大化するためには、空間的な配置や繋がりを考慮することも重要な視点である。具体的には、「広域的な地形や土地利用を踏まえ最適なグリーンインフラの配置を検討する」アプローチと「対象となる土地・自然環境の機能を最大化するために周辺との繋がりを考慮する」アプローチがあると考えられる。

前者のアプローチについては、例えば、地域の生態系ネットワークの形成に向けた施策を考えるために、緑地や湿地の最適な空間配置を検討するような取組である。森林整備を目的とした「市町村森林整備計画」や風力発電の導入促進に関する施策においては、「ゾーニング」が行われており、地域の特性を踏まえた事業の推進方策が検討されている。グリーンインフラを検討するにあたっても、地域の地形や土地利用、災害リスク、水循環などの空間的な繋がりを踏まえ、施策を検討することが望ましい。

後者のアプローチについては、河川整備や緑地・公園の整備など、事業を実施するエリアが定まっている場合に、より多機能化を図ろうとする際に必要な視点である。動植物の生育・生息場や雨水貯留・浸透機能の確保など、副次的に付加することが望ましい機能を検討するためには、周辺との繋がりを考慮した土地の特性を把握しておくことが求められる。

④順応的な計画の管理（順応化）

「グリーンインフラ推進戦略」（2019年7月、国土交通省）においても、「自然環境が有する不確実性を踏まえた順応的な維持管理を行うことが重要である。」と順応的な管理の重要性が示されており、計画の策定にあたっても考慮することが望まれる。

特に、気温の上昇や大雨の増加に対する気候変動適応策として、グリーンインフラを活用しようとする場合には、将来の気候変動や影響の程度に不確実性があることを十分に理解する必要がある。さらに、自然環境が有する機能にも不確実性があることを踏まえ、定期的なモニタリング・検証を行いながら、順応的な維持管理を行うことが重要である。

また、不確実性を考慮するという観点からは、時間軸を考慮した多機能化を図ることも重要である。将来の気候変動に不確実性がある限り、必ずしも想定している規模の災害が発生するとは限らず、インフラの効果が十分に発揮されないことも想定される。そのため、災害時に機能を発揮するだけではなく、平常時にも環境・社会・経済の側面で多様な機能を発揮するグリーンインフラを整備することが重要であるといえる。

4）グリーンインフラの推進に向けて

本稿では、地域スケールでの一体的なグリーンインフラの推進に向けて、「計画」の側面からの検討を行った。まずは、より上位の計画にビジョン・概念としてグリーンインフラを位置付けること。さらに、個別計画の検討においては、統合化・協働化・視覚化・順応化の4つの

キーワードで計画活用の可能性を検討することを提案した。

自然環境の多様な機能を活用することで、複数の課題の同時解決を目指すグリーンインフラの概念は、17 の目標に対して包括的な課題の解決を目指そうとする SDGs の達成にも貢献するものである。SDGs に関連する施策としては、現行の行政計画の枠組みにとらわれず、経済・社会・環境の統合的取組を推進することを目的とした「SDGs 未来都市計画」の策定や、地域資源を活用したローカルな取組の推進（ローカル SDGs）を目的とした「地域循環共生圏」などが進められている。これらは、既存の枠組みを超えて、経済・社会・環境の統合的な取組を進めようとする施策であり、グリーンインフラを推進する上でも親和性が高い。

地方公共団体の計画策定に関わる行政担当者や建設コンサルタントとしては、既存の計画・枠組みにとらわれず、柔軟に可能性を検討すること、そのために特定の分野に限定せず、幅広い知識・経験を有することが求められる。

---

[3] 国土交通省グリーンインフラポータルサイト【実践編】グリーンインフラを進めよう 先進的な取組事例の紹介（国土交通省）
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000020.html

2 グリーンインフラの機能の評価

幸福　智　Satoshi KOFUKU
いであ株式会社

1）グリーンインフラの機能評価方法論の検討において着目した事項

国土交通省は、グリーンインフラを「社会資本整備や土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能（生物の生息の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等）を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるもの」とした。つまり、グリーンインフラは多機能性を有することが特徴であり、多くの期待を集める一つの要因となっている。また、その中に公共財的性格を含んでいること、さらには多機能かつ空間的に広がりをもちえる自然資本であるがゆえに、複数の分野や管理主体をまたがる「分野・空間横断的」であることも特徴と言える。よって、ここでは以下を評価方法論の検討における主な論点としてとらえた。

- ○ 多機能性をいかにして表現するか
- ○ 私的財と公共財の違いやその性格・特徴をいかにして表現できるか
- ○ 複数の分野や地域にまたがる「分野・空間横断性」をいかにして表現するか
- ○ 分野・空間横断性を活かして、その他の社会資本と併用することで生じる「相互補完性」や「シナジー効果」をどのように表現するか

2）評価方法論の分類

評価方法は、まず経済的な評価とその他の指標を設定した評価に大きく分けられる。近年、生態系サービスの経済評価の推進等を背景に、自然資本から得られる便益の経済評価が主流になりつつあるが、評価の目的によって方法論を選定すべきであり、経済評価は必須ではない。

3）個別解説

①経済評価

経済評価は、特定の目的（計画作成・立案、事業評価、予算獲得、PES（生態系サービスに対する金銭支払い）等の資金メカニズム等）に対しては有効であるが、前述のとおり必須ではない。

表1　経済評価の主な用途

分類	項目
計画作成、施策立案	土地利用計画策定、保護区の設定、規制
価値測定、自然調査	生態系サービスの種類や大きさの把握、自然資本のストックの状態計測
政策的判断、優先順位付け	環境影響評価
合意形成	利害衝突の特定、トレードオフ関係にある関係者との調整
事業評価	パフォーマンス・メトリクス、B/C評価、効率性分析
予算	予算配分、予算獲得
資金メカニズム	環境税、PES、入場料の設定
普及啓発	自然価値の認識

出典：「TEEB（The Economics of Ecosystem and Biodiversity（生態系と生物多様性の経済学））」を基にいであ株式会社が作成

経済評価は「金額」という統一の単位で表されることで、複数の便益の合算やグリーンインフラがもたらす複数の機能間の相互比較が可能になる。これにより、他の資本との優位性等に関する相互比較が可能となるなど多くのメリットが存在するが、取り扱いに注意が必要な評価方法論があるとともに、グリーンインフラの価値が「わかった気になる」だけで終わらないよう留意が必要である。

経済評価手法には大きく分けて顕示選好法と表明選好法がある。うち、顕示選好法を代表するトラベルコスト法及び代替法については、多機能性の評価可能性や要素間重複、他の資本の影響を排除できない等の問題から、グリーンインフラの評価には適さない。

表明選好法を用いた自然資本やグリーンインフラに対する評価の事例の一つに、霞ヶ浦を自然資本と位置づけ、ここから得られる複数種の便益を属性として設定し、選択型実験を行った例がある。ただし、選択型実験を行う際の留意点として、私的財と公共財を混ぜて評価を行うことができないという問題点がある。実際に霞ヶ浦の事例でも、主に公共財として解釈される便益を属性として採用しており、純然たる私的財は属性から除かれている。しかし、グリーンインフラはその多機能性そのものが特徴であり、公共財と私的財のバランス等が評価できることが望ましく、表明選好法を用いた評価の課題とも言える。

②指標に基づく評価

ここでは、金銭ではないその他の指標に基づく評価手法について解説する。大きくは表2に示すパターンが考えられる。

うち、分類①及び②について、国内では具体的な事例は確認されていない。分類③については新潟県の「田んぼダム」の事例が該当する。そのほか、石川[4,5]らは江戸時代の百間川や黒部川を対象に不等流計算等を行い、霞堤やその後背地（遊水地として利用）が超過洪水対策としてどのように機能していたか、評価している。

図4　田んぼダムの評価事例
出典：田んぼダムパンフレット（新潟県）　https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/nosonkankyo/1285704028085.html

表2　指標に基づく評価の分類及びメリット・デメリット

分類		メリット	デメリット・課題
単一指標による評価	①標準化された単一指標による評価	・単純でわかりやすい。 ・複数のグリーンインフラを比較し、効率性等を含めて事業評価等に用いやすい。	・多機能性の評価が困難。 ・地域特有の問題や文化に根差した資本形成の考えになじまない。 ・標準化が必要。
	②複数の要素を統合した統合指標による評価		・全ての機能を横断的に評価できる単位・評価方法論が必要。グリーンインフラの本質に関するより深い議論を経た標準化が必要。
	③評価ケースの目的等に応じて任意に設定される単一指標による評価	・単純でわかりやすい。 ・地域特有の問題や地域の文化に根差した評価が可能。	・多機能性の評価が困難。
複数の指標群による評価	④標準化されたフレームワークや指標群に沿った評価	・指標設定で悩む必要が無い。 ・評価方法論に沿った評価事例が蓄積され、知見が共有されやすい。 ・複数のグリーンインフラを比較し、事業評価等に用いやすい。	・決められたフレーム外の概念が導入できず、概念の固定化につながる。 ・地域特有の問題や文化に根差した資本形成の考えになじまない。 ・標準化が必要。
	⑤評価ケースの目的等に応じて任意に設定される指標群による評価	・地域特有の問題や地域の文化に根差した評価が可能。 ・多機能性の評価が可能。 ・概念の固定化につながらない、柔軟な評価が可能。	・既往事例の無い指標を採用する際には評価方法の開発が必要。

分類④については、国連生態系ミレニアムアセスメントや TEEB で提示された「生態系サービスのフレームワーク」に沿った評価が該当する。実際に霞ヶ浦では、霞ケ浦を自然資本として位置づけ、ここから得られる便益・効用を生態系サービスの分類に沿って詳細に評価した（表3参照）。分類⑤については、国内では具体的な事例は確認されていない。

表3　霞ヶ浦を自然資として位置付けて評価した生態系サービスの分類・指標

サービス	中項目	小項目	指標
供給サービス	食料・原材料	農作物	レンコン（生産量）
		水産物（漁業）	漁獲量
		水産業（養殖）	淡水真珠（生産量）
			コイ、その他魚類（生産量）
	水供給	取水量	農業用取水量
			工業用取水量
			水道用取水量
調整サービス	水の調整	水資源涵養量	地下水涵養量
		水質浄化	脱窒量
	気候の調整	潜熱効果	蒸発散量
	災害の防護	洪水調節	治水容量
文化的サービス	宗教・祭り	水神の数	
	教育	霞ヶ浦での体験学習、環境教育	
	景観、観光・レクリエーション	レクリエーション利用者数	帆引き船利用者数
			釣り利用者数
			水遊び人数
	伝統芸能・伝統工芸	伝統的建造物	茅葺材料の植物の採取（面積、生産量）
		伝統的水産加工品	佃煮等生産量（ワカサギ、エビ等）

出典：いであ株式会社（2019）霞ヶ浦の生態系サービス及び経済価値の評価、I-NET、Vol.51

4）課題

①評価の方法論に関する課題

グリーンインフラの評価についてこれまで整理してきたが、他方で以下に示すような課題が残されている。

(ア)多機能性を広い視野で捉えた指標群設定（幅と奥行を意識した、本質的な多機能性評価：以下に詳述）

(イ)人間の福利（健康や安全・安心、選択の自由等）に対する貢献を評価する手法の開発

(ウ)公共財・私的財の違いを踏まえた評価手法の開発（産官連携によるグリーンインフラの維持管理スキームの開発に寄与）

(エ)事業評価に活用可能な評価手法の開発（特に公共財としての性格の強いグリーンインフラの維持管理コストの妥当性検証）

(オ)地域経営の経営判断に活用可能な評価手法の開発（ESG投資の呼び込みやグリーンインフラを活用した地域経営において、適切な財務環境・財務状況をマネジメントするためのKPI（Key Performance Index）の設定）

その中でも、グリーンインフラの持つ本質的意味合いを小さな議論に矮小化させず、より広い視野で「多機能性」という言葉を本質的に理解し、「腹落ちしやすいグリーンインフラの導入意義」を訴えられる評価方法論の確立が重要である（図5参照）。一般的に「多機能性」と

言えば、複数の機能分類を指す。例えば海岸砂丘の場合、防災・減災機能や地域の憩いの場等としての機能、さらには観光としての機能等、複数の分類の機能が存在することが認識される。他方、同じ機能分類の中でも視座や評価期間の設定を変えることによって、上記とは異なる多機能性を見出すことができる。森林における防災・減災機能を例にとれば、被災規模の軽減機能に加え、他の社会資本の延命や維持管理頻度の低下効果が期待できる。また、被災後の復旧や復興段階まで検討範囲に含めれば、木質資源を活用した自立的エネルギーシステムの基盤として活用可能であり、地域としてのレジリエンスの強化にも貢献できると考えられる。

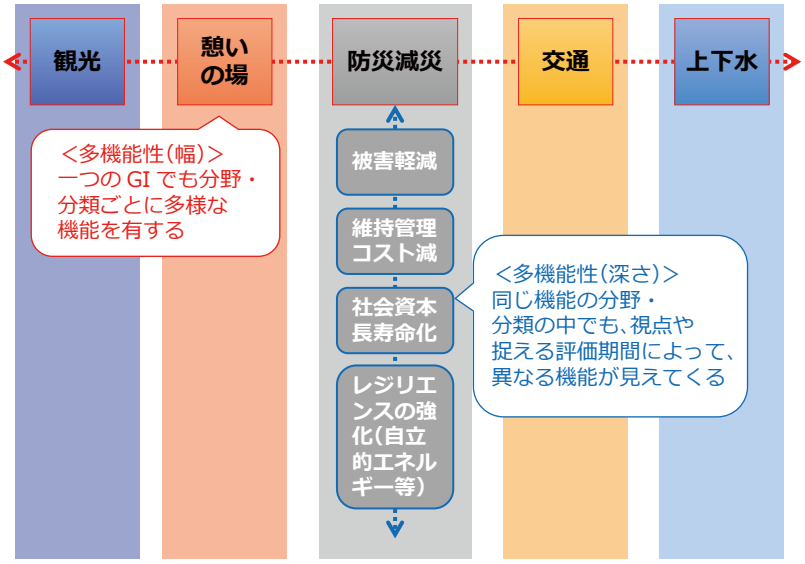

図5　多様な視点から見た多機能性

②評価方法論の検討から見えるグリーンインフラ社会実装の課題

グリーンインフラに関する本質的議論を深めるためにも、グリーンインフラの設計にあたる思想の確立も必要である。特に、グリーンインフラの定義を狭めるためではなく、既存の社会資本に何を加えればグリーンインフラと呼び得るのか、「引き算」ではない「足し算」の議論が必要と考える。これは、これから数十年の地域管理のあり方に直結するものであり、公共部門だけではなく、産官学連携による議論の推進が期待される。

また、グリーンインフラは多機能性を有する点に優位性があると考えられるが、公共財と私的財の両方の価値を提供する資本であることを示している。公共財的性格の強いサービスについては公共部門によって予算措置がなされ、必要な維持管理がなされるべきとも考えられるが、私的財的性格の強いサービスについては、受益者が特定できる以上、受益者が必要な負担を行うべきであり、その仲介者は企業のような民間組織でも構わない。今後の人口減少及び地方行政の財政課題を念頭に置くと、将来的には公共部門だけではなく、民間組織も私的財を活用しながら、主体的に維持管理等に関与できるような革新的な事業スキームの開発が望まれる。

[4] 石川忠晴・赤穂良輔・吉川秀夫・小林裕貴（2015）江戸期の百間川構造に関する水理学的考察、水工学論文集、第59巻、pp.613-618.

[5] 妹尾泰史・石川忠晴（2018）数値シミュレーションによる江戸時代の後期の黒部川扇状地霞提システムの洪水調整機能の評価、土木学会、第62回水工学講演会

3 グリーンインフラの推進に向けた経済的基盤

西田 貴明 Takaaki NISHIDA
京都産業大学、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

2020年現在、グリーンインフラの取組の必要性は、関係省庁や地方自治体の行政計画に掲げられ、今まさに具体的な事業のあり方が模索されている。2019年7月の国土交通省「グリーンインフラ推進戦略」では、グリーンインフラを導入すべき場面や実現に向けた取組の方向性が示され、2020年春にはグリーンインフラ官民連携プラットフォームも立ち上がり、まさに本格的なグリーンインフラ事業の展開が期待される段階に来ている。日本におけるグリーンインフラの事業としては、近年頻発化する豪雨災害を目の当たりしたこともあり、防災減災の側面が特に注目されているが、まちづくりや地域経済の振興に関する取組にも大きな期待が集まっている。グリーンインフラ事業としてあげられる例には、レクリエーション利用と遊水機能を備えた河川や海岸整備、雨水浸透貯留機能を高めた公園緑地や民間緑地、耕作放棄地や荒廃森林の自然林への移行など様々なインフラ整備や土地利用があり得るが、いずれの事業の現場においても事業の財源、経済的基盤の構築が最大の課題となっている。日本の1700余りある基礎自治体のうち健全な財政状況はわずかであり、厳しい予算的制約の中で、既存の財源だけで新たな事業を立ち上げ、持続的な維持管理を行うことは難しい状況にある。このような状況下において、グリーンインフラの事業の推進には、まず地域への新たな財源、経済的基盤を検討することが欠かせない。欧米のグリーンインフラの先進事例では、緑地の整備による地価の向上、グリーン・エコツーリズムや環境配慮型の農産物の売上などの自然環境を起点とした収益事業や、優れた自然環境・景観を目的とした訪問者からの入場料、雨水管理などの環境負荷に対する税金など、さまざまな形で民間と公共が連携したアプローチで自然環境の整備、維持管理の費用を集めている。近年、官民連携による自然環境に活用できる財源については日本でも広がりつつあり、様々なグリーンインフラの経済的な基盤を検討する必要がある。

1）地域活動に活用できる資金確保

地域の社会的価値の高い取組を始める資金確保には、ここ数年で様々なアプローチが生まれている。特に、クラウドファンディングをはじめとして、地域の保全活動や低未利用地の再活用などの比較的小規模な取組に関して適用できる資金は増えており、地域外から直接的に活動資金を得ることでグリーンインフラの取組を始めやすくなった。加えて、ふるさと納税や森林環境税といったグリーンインフラの取組に親和性の高い財源も相次いで制度化されており、国民全体で自然資源を支える仕組みも整えられつつある。さらに、休眠預金活用法により、国民の10年間使われていなかった預金「休眠預金」が民間の公益的な活動に活用されることになっており、これもグリーンインフラの事業の財源にもなる可能性がある。まずは、近年の様々な金融的な制度や仕組みをうまく活用することで、地域におけるグリーンインフラの事業を模索すべきである。

2）自然環境における官民連携

都市におけるグリーンインフラを推進する経済的な基盤としては、公園や緑地、道路などの公共空間における民間企業の利活用による事業に期待が集まっている。Park-PFI と呼ばれる緑地や公園など自然環境を有する公共空間でも官民連携が進められており、民間企業が公共空間の長期間の管理運営を担い、そこで得られた収益を活かして施設や空間の整備を行うことができる仕組みに注目が集まっている。特に、都市公園では、良好な自然環境や景観は、収益施設である飲食店などの集客効果と繋がるため、事業収益の一部を自然環境の維持管理に充てる仕組みが生まれる可能性はある。さらに、良好な自然環境による民間事業が広がり、自然的な空間の整備や維持管理が自律的に広がっていくことも期待される。一方で、都市公園における民間事業では事業収益と自然環境の管理の関係を紐付けていなければ、本来の自然環境の持つ価値を十分に活かされない空間になってしまう可能性もある。公園や緑地などの公共空間は、本来は周辺の景観や自然環境も含めた社会的価値を持っており、今後の広がっていく官民連携による事業においても、グリーンインフラの視点を含めた事業計画を検討して頂きたい。

3）生物資源の活用による収益化

農山村や郊外で考えられるアプローチとしては古典的ではあるが、グリーンインフラの整備や維持管理による資源を活用した事業である。これまでも道路路側帯の植生、街路樹、都市緑地、森林などの自然環境においては、それらの維持管理による植物系の廃棄物を多大な労力をかけて資源化する試みは数多くなされてきた。さらに、生物多様性保全に対する社会的な高まりを受けて、農産物や海産物の認証商品を開発することで、環境保全貢献による付加価値を高めるブランド化も全国各地で展開されてきた。これまでの資源化やブランド化の取組は必ずしも大きな成果が得られたものばかりではないが、近年の持続可能な資源やエネルギーの確保に対する社会的要請の高まりはこれまでの取組を後押しする機会となると見込まれる。特に、消費者だけでなく投資家が環境保全や持続可能性に対して直視するようになり、企業の資源調達におけるプラスチックからバイオマスへの転換が大きな潮流になる可能性がある。これまでのバイオマスの資源の活用や環境価値のブランド化の取組の延長としたグリーンインフラの資源や環境価値が地域の新たな経済的基盤となる可能性は十分にある。

地域の現場においてグリーンインフラの事業を進めるためには、多様な主体の連携や協働が欠かせない。しかし、地域においても行政計画への位置づけが全国各地で始まり、様々な学会や民間団体も関わりつつ、全国的なネットワークが形成されようとしている。今後、既存の学問分野や主体の枠を超えた情報共有や連携の場において、グリーンインフラの経済的基盤の検討が深まることで、グリーンインフラの事業の社会的な導入が大きく進むと期待される。

グリーンインフラの事例に学ぶ

1 地方自治体とコンサルタントの官民包括連携による挑戦

長谷川　啓一 Keiichi　HASEGAWA
株式会社　福山コンサルタント／もりやグリーンインフラ推進協議会 事務局

地方自治体において、グリーンインフラを個別の事業（例えば特定の河川における多自然川づくりや、特定施設の雨水浸透施設など）ではなく、本格的に広域の地域インフラとして捉えて活用していくためには、いくつかの課題がある。最も大きな実務的な課題としては、多主体が関係する分野横断的な概念であるため、取組主体が不明確になるという点があげられる。実際に推進するためには、行政のどの部局の所管で進めるか（環境、建設、都市、防災、下水道、観光、福祉、教育、地域協働等）、公共なのか民間なのか、どの主体がどの根拠法でどの予算で推進するのか等、推進体制の見えにくさが実務的な取組の支障となる。

本稿では、このような課題解決の一つの形として、茨城県守谷市において行政内部を横串で通した横断的推進体制を構築し、地方自治体とコンサルタントが官民連携の体制で取組を開始している事例の一部を紹介する。

1）茨城県守谷市における官民連携のグリーンインフラ推進

茨城県守谷市が推進しているグリーンインフラ推進プロジェクト[6]（以下、守谷版グリーンインフラ）の基本理念は、都心からアクセス性が良い守谷市に残される里山の自然を地域の資本と捉えて、持続的かつ魅力あるまちづくりに活用することである。守谷版グリーンインフラの施策を計画的に進めることで、「住民の高齢化」「子育て環境の充実」「都市間競争力強化」といった、市の課題解決を目指している。これらを推進するために、あらゆる施策を展開し、公費のみには頼らずにクラウドファンディング等により民間資本を活用する点、ICT 技術を活用した取組とする点をプロジェクトのコンセプトとして設定している（図6）[7]。

守谷市は、守谷版グリーンインフラを推進するための施策として、2017 年 11 月に福山コンサルタントとグリーンインフラ推進に関する官民包括連携協定を締結した。協定期間は 3 年間と定め、庁内横断的な組織を立ち上げながら、市の上位計画への位置づけや、公園利用の活性化、調節池のグリーンインフラ化等の計画を推進している。

この協定の取組は、委託業務契約は取り交わしておらず、当初は具体的な事業

図6　守谷版グリーンインフラプロジェクト：コンセプト

も公費の予算も設定していない。官民で連携し、市の持つ盤石な地域ネットワークと、コンサルタントの社会課題解決スキルと機動性の高さを生かし、グリーンインフラの理念にもとづく都市の持続性を高めるために必要なプロジェクトを立ち上げ、必要な体制構築や費用調達をおこなうことを狙った新たな取組である。これまでに、国交省スマートシティ重点事業化促進プロジェクト等を立ち上げている。

2）具体的な取組内容の紹介

守谷版グリーンインフラの取組は、2017 年 11 月から 3 年間の協定で進めており、まずは市内での活動基盤づくりと広報活動を主としたソフト施策に関する事業を展開した。その後、具体的な公園計画やオープンスペースの整備等、本格的な取組が進められている。以下に主に活動基盤づくりに関する取組を紹介する。

①グリーンインフラ推進庁内検討会の立ち上げ

守谷市でグリーンインフラを推進していくためのスタートとして、「市内部の共通理解の構築」、「取組を自分ごとにする」2 点が重要と考えた。そこで、まずは市職員を対象とした「守谷市グリーンインフラ推進庁内検討会」を設立・開催した。検討会は、19 課 20 名の若手メンバーで市役所に横串を通した横断的な検討会を立ち上げた。まずは計 5 回の検討会とワークショップを実施し、最終的には 4 ～ 5 名のプロジェクトチームを結成し、守谷市内におけるグリーンインフラの具体的な政策提案コンペを実施した。政策提案コンペは、採算性や継続性、マーケットや競争性等を考慮し、民間資本を取り入れるコンセプトを課題として設定した。

②Moriya Green Beerプロジェクト

次に、庁内検討会から出たアイデアをもとに、東京都狛江市における取組を参考としながら「MORIYA GREEN BEER プロジェクト」[8] を立ち上げた。

プロジェクトの概要は、「1. ホップを栽培」、「2. グリーンカーテンに活用」、「3. ホップでオリジナルクラフトビールを作る」、「4. 売り上げの一部をグリーンインフラ推進に活用する資金とする」という取組である（図 7）。守谷産のビールを飲んでもっと守谷を自然豊かにするというコンセプトを持った商品開発を行った。初年度は、市役所でホップを栽培し、約 5,000 本のビールを製造した。市内酒店で販売するとともに、ふるさと納税の返礼品にも登録したが、反響は予想以上に大きく 2 週間で完売した。現在は、市内の小中学校、イオンタウン守谷、茨城県のアンテナショップ等と連携し、取組を広げている。

図7　MORIYA GREEN BEER循環スキーム

③MORIYAいきもの調査隊・エコハイクラリー

守谷市の市民生活総合支援アプリ「Morinfo（もりんふぉ）」というスマートフォンアプリを活用し「MORIYA いきもの調査隊」という企画を実施した（図 8）。この取組は、市民にスマートフォンから撮影した生き物の写真と位置情報を投稿してもらい、福山コンサルタントの自然環境技術者が種名や特徴等を解説するというサービスである。最終的に良い投稿者 6 名をいきもの調査隊隊長に任命し、市長表彰等を授与した。

また同様に Morinfo を活用した取組として、「エコハイクラリー」も開催した（図 9）。参加者は自然観察道の各所に設定してあるポイントでアプリを操作することで、GPS スタンプを集めることができる。これを全てそろえることで、エコハイクラリー達成として景品と引き換えることができる仕組みとした。

これらの取組は、夏休みの自由研究への活用や、親子の自然観察と子供の自然体験の増加、外に出て歩くことでの健康増進など、守谷市の有する自然資本をより活用してもらうことで市民 QOL（生活の質）を高めることを狙ったものである。

図8　いきもの調査隊のＰＲ開催期間中の
市の公式ＨＰのトップ画像

図9　エコハイクラリーの開催地　守谷野鳥の道の木道

3）持続的な運営・マネジメント体制の構築

守谷版グリーンインフラを持続的に運営していくために、経済活動の中で推進する体制・方策を目指している。具体的には、官民連携コンソーシアムである「もりやグリーンインフラ推進協議会」を立ち上げており、グリーンインフラに関する関連事業を増やしていきながら、統合的に運営・マネジメントを進めていくことを開始している（図 10）。

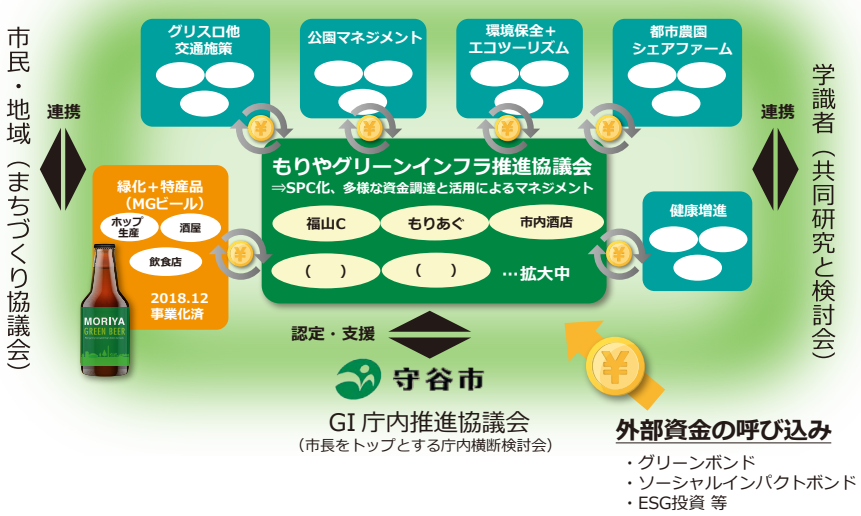

図10　持続的な運営・マネジメント体制のイメージ（構想）

4）地方自治体とコンサルタントの官民包括連携による挑戦からの学び

ここで紹介した守谷版グリーンインフラの取組は，まだ開始したばかりの取組ではあるが、この取組から得た学びとして、グリーンインフラを推進していくために重要と考えられる 2 つのポイントを提案する．

①今ある取組に少しづつ付加していく

グリーンインフラの考え方は、理念としては新しいが、個々の取組は決して新しいものばかりではない。また、トップダウン方式で進める従来型の行政の進め方では行き詰まることも多い。具体的に取組を始めるためには、従来からの地域の取組をよく理解し、グリーンインフラの理念で発展や統合させていく視点が重要である。

②市民に興味を持ってもらう仕掛けを作る

グリーンインフラを推進する際には、どんな取組を実施するかという点に意識が行きがちである。しかし、地域に広く深くグリーンインフラの理念を根付かせるためには、市民に興味を持ってもらうための仕掛けがとても重要な点となる。

この点において、行政や研究者にはない新たな視点や発想を生み出す役割を、多くのコンサルタントが各地で担っていくことを期待したい。

---

[6] お金になる「持続可能」自治体が先鞭つけるグリーンインフラ（2018）日経コンストラクション
[7] 日経新聞（2018）移住したい街、守谷市の魅力磨く「グリーンインフラ」
[8] 守谷版グリーンインフラの推進（守谷市）https://www.city.moriya.ibaraki.jp/shikumi/project/green/index.html

2 市民参加による都市型グリーンインフラの導入に向けた検討

池田　正 Tadashi IKEDA, 吉原　哲 Satoru YOSHIIHARA
八千代エンジニヤリング株式会社

気候変動によるゲリラ豪雨の頻発や都市化の進行に伴い浸水被害が発生していることを受け、近年都市域における対策の一つとしてグリーンインフラの導入に注目が集まっている。横浜市では、「横浜市中期4か年計画 2018 ～ 2021」における「局地的大雨等に強いまちづくり」の中で、また、世田谷区では「豪雨対策行動計画」（2018年）の中でグリーンインフラによる浸水被害対策の強化を位置づけるなど、自治体の行政計画にグリーンインフラを位置づけた例が見られるようになってきた。このような動きを踏まえ、我々は市民参加による、真の地域課題解決に資するグリーンインフラ導入を進めることで、これが良好なモデルケースとなり、グリーンインフラの社会実装（自治体の施策としての他地域への展開）につながると考えた。

そこで横浜市旭区の白根地区において、地域住民の話し合いにより地域課題を抽出し、その課題解決策としてグリーンインフラ導入を進める取組を開始した。地域住民による検討会を開催し、現地視察や情報共有を行いながら議論を重ね、地域住民の実感を可視化し、グリーンインフラ導入に向けた地域ビジョンの作成に至った。

1）対象地域の状況

対象とした白根地区は、横浜市を流下する帷子川支流の中堀川の流域にある。中堀川は延長1.15kmの都市河川で、横浜市の事業によりせせらぎ水路、遊歩道が整備されており、地域住民によるプロムナードの修景や、ホタルの再生活動など積極的な河川空間の利活用が行われている。一部にバイパス水路が流下している区間があり、バイパスと中堀川本川の再合流点では浸水被害が頻発していた。

2）検討会の開催

日頃から中堀川を利用して活動している地域住民の呼びかけにより3回の検討会が開催され、中堀川流域の白根地区町内会自治会連合会、旭北地区連合自治会の住民が参加した。その他、「帷子川グリーンインフラ勉強会」の有志（地域住民、横浜市環境創造局下水道事業マネジメント課、東京都市大学横田樹広研究室、相模グループ、三菱UFJリサーチ＆コンサルティング、水辺総研、八千代エンジニヤリング）がオブザーバーとして参加した。

表4　検討会において共有した情報と検討内容

検討会	共有した情報	検討内容
第1回	・小流域区分 ・地表水の流向 ・下水道の位置 ・浸水ハザードマップ	・対象地域の現地視察とワークショップの開催 ・治水や環境に関する住民の課題・要望についての聞き取り
第2回	・雨水流出量の推定値 ・インタレストマップ ・白根渓谷再生ビジョン案	・第1回検討会での住民意見を地図上に示したインタレストマップによる課題や要望の共有 ・「白根渓谷再生ビジョン案」を提示
第3回	・白根渓谷再生ビジョン案 ・区提案反映制度概要	・行政計画にどのように地域ビジョンを取り入れうるか検討

第1回検討会（2018年11月20日）では、中堀川が流下する白根公園、白根神社周辺から帷子川合流点までの「合同現地視察」を行った後、水に関連する様々な地域課題や要望について議論した。第2回検討会（2019年2月27日）では、「帷子川グリーンインフラ勉強会」による雨水流出量の推定結果を住民に提示するとともに、第1回検討会で議論した地域課題や地域住民の要望を地図上に示して共有した。また、白根地区における「グリーンインフラ導入ビジョン案」を提示し、これをたたき台として地域住民が望む地域の姿について議論した。第3回検討会（2019年6月10日）では、これまでの議論を踏まえた上で、行政計画にどのようにグリーンインフラ地域ビジョンを取り入れうるか検討を行った（表4）。

3）市民への情報提供

検討会では、地域住民の議論を促進するため、オブザーバー（「帷子川グリーンインフラ勉強会」の有志）から地域課題とこれに関連する科学的情報等を提供し、参加者間で共有した（表4）。

①地表水の流向や下水道の位置、浸水ハザードマップとの重ね合わせ図

数値標高モデル（DEM）をArcGISによって解析し、中堀川下流部の白根地区周辺の小流域と地表水の流れを把握し、その結果をハザードマップや下水道位置図と重ね合わせ、第1回検討会において共有した（図11）。

図11　共有した重ね合わせ図

地表水の流向を確認したところ、上流部の“斉藤橋付近”とバイパス水路合流点の直下流の“不動橋付近”において降雨時に地表水が集中しやすいことが判明した。また、”一条の滝”へは、3つの小流域の地表水が流入する地形となっているものの、雨水管により雨水の大部分が下流に流されていることが判明した。

地域住民と現地視察を行った際に、“斎藤橋付近”では道路が狭窄部になっており道路拡幅の地元要求があるが、河積阻害上の理由で拡幅事業が進まないこと、“不動橋付近”にて浸水被害が多発していること、白根神社付近の“一条の滝”は、雨天時にしか流水が見られないことが明らか

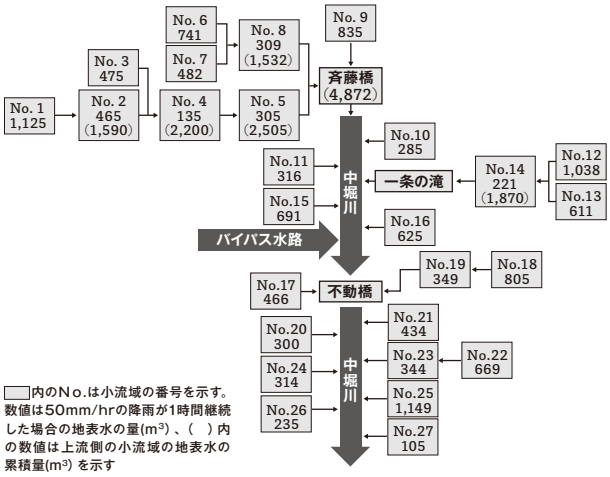

図12　雨水流出量の推定値を表現した模式図

となっていた。このような地域住民が生活の中で実感している課題は、雨水の流れと連動していることが示唆された。

②小流域ごとの雨水流出量の推定

第1回検討会で提示した「地表水の流向」を定量的に把握することを目的とし、土地利用図を作成し、土地利用の種別ごとに流出係数を設定の上で、降雨量に流出係数を乗ずることにより小流域ごとの流出量を算出し、第2回検討会において共有した（図12）。

白根地区全体では、降雨量の約70%（19,811m^3/hrの降雨に対し13,827 m^3/hrが流出）が浸透せずに流出することが推定された。地表水が集中する“斉藤橋付近”では4,871 m^3/hrが、浸水被害が発生しやすい“不動橋付近”では1,620 m^3/hrの地表水が集まりうることが示された。また“一条の滝”では、上流側の小流域の1,870mm分の雨水が、雨水管を通じ滝ではなく下流側の中堀川に直接排水されていることが示された。この結果は、住民の水循環リスクに関する経験知が、定量的に裏付けられたことを示すものであった。

4）市民の意見の集約

第1回検討会において挙げられた意見には、治水に関するものや、生活、住民の活動、自然環境、景観に関するものなど、多様な意見が挙げられた（表5）。その概要を第1回検討会において共有した重ね合わせ図の上に具体的な位置とともに意見を記載し、インタレストマップとして整理し、第2回検討会において共有した（図13）。

表5　第1回検討会における地域住民の意見概要

項目		内容
治水	浸水被害	大雨時に浸水しやすい箇所がある。
	大雨時の増水	バイパス水路合流付近は大雨時にかなり増水する。
生活	道路の拡幅	斉藤橋付近は通学路にもなっているが、道幅が狭い上に交通量が多いが歩道が確保できず危険である。 道路が拡幅され歩道が確保されるとよい。しかし、治水上の理由により河積を確保するために道路を拡幅できない。
住民活動	河床へのアクセス性改善	清掃活動を実施したいが、河床へのアクセスが困難である。
環境・景観等	在来魚の遡上	アユでなくても、在来魚が遡上できる川にしたい。
	ホタルの生息環境再生	ホタルが生息する川にしたい。 降雨時に公園から雨水が流れ込む斜面がある。晴天時は乾燥しているが、晴天時も湿った斜面になれば、ホタルが帰ってくるのではないか。
	渓谷景観再生	渓谷景観を再生させたい。
	一条の滝再生	晴天時は地表水はなく、降雨時にのみ地表水が見られる。

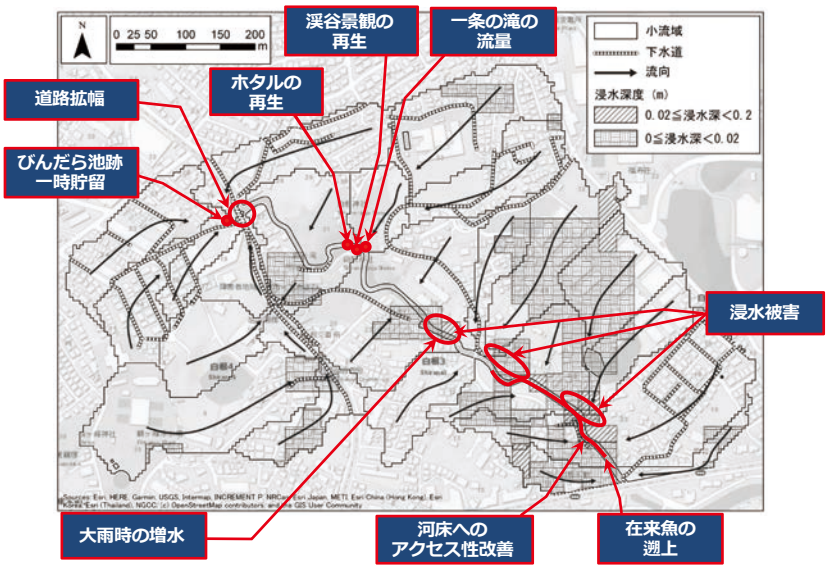

図13　インタレストマップのイメージ

5）白根地区における水循環健全化に向けた考え方

現地視察や情報共有により、地域住民が日頃より感じていた課題が数値や図で示されることになり、課題の発生メカニズムの理解につながった。また、地域住民自らが議論の中で課題を示すことで、地域共通の課題として認識するきっかけとなった。

住宅地において雨水貯留浸透の取組を推進することが、浸水被害の軽減と一条の滝の再生に繋がることが地域住民に理解された。浸水被害が発生しやすい箇所に直接流入する小流域での雨水貯留浸透対策の必要性や、一条の滝の再生のための雨水管への流入量減少、上流側の小学校や住宅地における雨水貯留浸透対策の実現可能性などが議論された。

6）白根地区におけるグリーンインフラ導入ビジョン

上記の検討による白根地区における水循環の現状および、地域住民の議論を踏まえた上で、地域コミュニティの核となっている白根公園、白根神社周辺のオープンスペースにおけるグリーンインフラ導入ビジョンを作成し、第３回検討会において共有した。白根公園付近における地域住民の要望として、一条の滝の再生、中堀川の渓谷景観の再生、ホタルの生息環境の再生などが挙げられていたことから、これらの住民の要望を実現することをビジョンの目的とした。具体的には、一条の滝背後の不動

作成：（株）水辺総研

図14　白根渓谷再生ビジョン案

丸小学校での雨水浸透貯留、ビオトープづくり、校庭浸透促進を組み合わせ、滝の流量を確保すること、また、隣接する白根公園での雨水浸透促進、レインガーデン、ビオトープづくりを促進し、ホタルの生息に適した湿地環境を中堀川右岸側に再生することを目指している。この案を我々は、「白根渓谷再生ビジョン」と名付けた。このビジョンを実現するために、小学校や自治会、地域の団体と連携し、雨水浸透貯留、市民普請工事、生き物調べなどを行うプロセスの実施を今後予定している。

7）地域住民の実感の可視化の効果

地域住民と共に現地を歩き、地域住民主導の話し合いにより把握した浸水状況や水循環上の課題を、地表水の流向や雨水流出量の推定値などの科学的情報と照合することによって、住民が生活の中で目撃した表面流出や浸水被害の状況を、より客観的な事象として検討会参加者の間で共有することが可能となった。さらに、地域住民が感じた課題や要望をハザードマップなどと重ね合わせた図上に表現することにより、水害リスクと連動して空間的に把握することが可能となった。このような手法は、地域住民の水循環に関する生活実感の可視化技術として有効であると考えられた。

8）地域課題の解決のためのグリーンインフラ

治水や水質改善といった河川計画や管理上の必要性から方針を検討するだけでなく、地域住民が直面している課題に沿った方針を地域住民と共に検討することによって、グリーンインフラ導入に関する地域住民の理解や共感を促すことにつながったと考えられる。

早い段階からの地域住民参加による検討は、グリーンインフラ導入の初期段階の手法として有用と考えられた。

3 農業・農村地域におけるバイオマスの活用とグリーンインフラ

渡邊 敬史 Takashi WATANABE, 長野 紀章 Noriaki NAGANO
株式会社 建設技術研究所

グリーンインフラを、自然の仕組みや機能を有効活用した社会資本整備及び土地利用管理と捉えた場合、かつての農業・農村地域は、集落（ムラ）－畑地（ノラ）－二次林（ヤマ）それぞれの立地と自然の機能及びバイオマスをうまく活用し、生物多様性の面でも里山と呼ばれる独特な生態系を持続的に築いていた点において、グリーンインフラの典型的な場であったと言えるであろう。

一方、現代の農業・農村地域は、担い手の減少による耕作放棄地の増加、竹林拡大や林相変化等の里山の荒廃と鳥獣被害の増加、経済性や効率性を優先した農地・水路整備や農薬・化学肥料による生物多様性保全機能の低下などの問題を抱えている。そして、今後人口減少の進行に伴い、さらに荒廃する可能性がある地域となっている。

このような農業・農村地域を持続可能な地域とする方策について、地域に豊富に存在するバイオマス・グリーンインフラ資源の有効活用の視点から整理した。

1）農業・農村地域の現状と将来

今後の人口減少、少子高齢化、核家族化の進行に伴い、2015 年～ 45 年の 30 年間で、山間農業地域の人口は半減し，中間農業地域で 4 割以上、平地農業地域でも 3 割以上人口が減少すると見込まれている[9]（図 15）。つまり、多くの農業・農村地域は人口が半減するとともに、地域をけん引すべき若者や優秀な人材等が流出する負のスパイラルに陥ると想定される。

また、現状においても、自主財源で運営できている地方自治体が少ないことを踏まえれば、人口が半減すれば、自治体の経済は立ち行かなくなり、基本的なインフラを維持することさえ困難になることは想像に難くない。どんな方法を選択したとしても、現在ある全ての農業・農村地域を維持することは不可能であると考えられるため、多くの人が地域の自然を有効活用する方法を理解し、日本を豊かにしていく共通認識を持つことが重要となってくる。

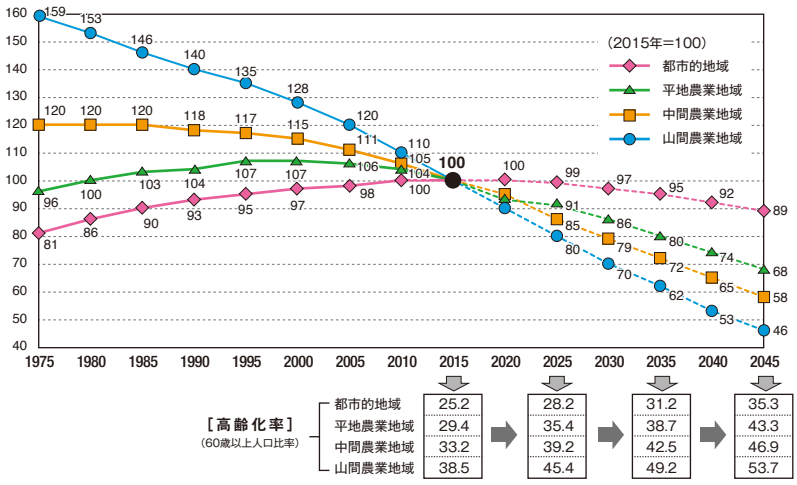

図15　農業地域類型別の人口推移と将来予測[10]

出典：農村地域人口と農業集落の将来予測結果について（農林水産省）
https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/kihyo01/190830_15.html

2）農業・農村地域を持続可能な地域とするために不可欠な要素

人口・税収減少が進むと都市部から地方への財政還元が難しくなり、農業・農村地域のインフラサービスは低下し、さらに人口流出が加速するであろう。このような状況において農業・農村地域を維持・活性化するには、地域内で循環する資源とお金の比率を上げ、地域内の消費が地域の雇用を生み出す仕組みをつくる必要がある[11]。さらに、高齢化が進行する地域では、街をコンパクトに集約し、マイカー主体の交通手段から公共交通主体に転換することも必要となるであろう。

これらを実現するためには、既存の社会システムを大きく変えるトップダウンの政策の実施が不可欠であり、強いリーダーシップと各組織の横断的連携により、持続的に成立可能な姿へ社会を誘導する必要があるだろう。

一方、このような社会情勢においても新規住戸やマンションが次々と作られ続ける等、将来よりも現在の市場原理を最優先する我が国の行政感覚を鑑みると、トップダウンによる社会システムの変革を期待して待つことは非常に危険であると言わざるを得ない。

3）農業・農村地域を持続可能な地域とするための手段

農業・農村地域を活力ある地域として維持し続けるためには、トップダウンによる社会構造の変革が必須であるが、これについて我々建設コンサルタントはほとんど関与できないであろう。一方､バイオマスの活用を含めたグリーンインフラという社会資本整備の手段を熟成させ、将来来るチャンスの基盤をつくっておく役割は果たせるのではないだろうか。

ここでは、農業・農村地域を持続可能な地域とするための手段について整理した。

①バイオマスエネルギーの活用

農業・農村地域の活性化には、豊富に存在する低コストで調達可能なバイオマス資源を最大限に有効活用する必要がある。

バイオマスエネルギーは、森林の間伐材、家畜の排泄物、食品廃棄物など、さまざまなものを地域特性に合わせて資源エネルギーに変換できる。これらのバイオマスエネルギーを風力や太陽光発電と組み合わせ、雇用とエネルギーの地域循環を図ることが重要である。

なお、現在、主要なバイオマスエネルギーの一つである木質バイオマスは、各地の雇用を生み、地域経済への恩恵を生んでいる。一方、山主への利益還元が低く、化石燃料発電よりも発電コストが高価になることが明らかになってきたなど課題もある[12]。ただし、間伐材や近年問題となっている竹林などの廃材をエネルギーとして有効活用する点において、木質バイオマスの活用は農業・農村地域における重要なインフラの一つであると考えられる。

②バイオマス資源の維持管理と地域循環の促進

農業・農村地域の自然資源を有効活用するためには、耕作地及び里山等の適切な維持管理が必要である。特に現在の農業は、かつての畑地（ノラ）－二次林（ヤマ）で構成された肥

料と水循環を特に必要としなくなったため、耕作地以外の里山等の維持管理のインセンティブの確保をどのように行うかが重要となってくる。

維持管理の担い手を確保する方法としては、環境教育等により農村・里山環境の防災や生物多様性の重要性の認知度を高め、維持管理をボランティアで賄う方法や自然との触れ合いの場としての活用を通じて維持管理を行う方法が考えられる。しかし、安定的な維持管理システムを構築するには、農業への直接的な利益や経済的利益を背景とした活動である必要があるであろう。これには、例えば、維持管理で発生した木材等のバイオマス資源を肥料等の農業資材として活用したり、タケノコなどを販売し収益を上げることができる仕組みが必要である。

③グリーンインフラによる防災・減災

頻発する台風や局地的豪雨による洪水や土砂災害に対して、従前どおりの防災対策にお金を使う余力は将来の農業・農村地域にはないだろう。住居区域や優良農地を災害から守る一方で、被災の可能性が高い地域や生産性の低い農地は、霞堤遊水地や土砂停止促進効果を期待した山麓樹林帯にするなど、ランニングコストの低減が期待でき、生物多様性保全機能や自然との触れ合いの場として活用できる防災・減災エリアとして積極的に活用する考え方が必要となってくる。

4）竹バイオマスを活用した地域循環モデルの実験・検証事例

里山における竹林問題を題材として、里山の維持管理とバイオマスの地域循環の可能性を確認するために実際に実験・検証した事例を紹介する。

①実験の内容

管理されていない竹林は、獣害や防災機能の低下などの問題を引き起こすが、竹バイオマスを有効活用すれば、堆肥・除草コストの削減、水源環境機能の回復等の複数のメリットを得られる（図 16）。

本事例は、奈良県の放棄茶畑を自然農法により再生・営農している農家をモデルフィールドとして、周辺の里山で拡大する竹林の有効活用の実験を行ったものである。

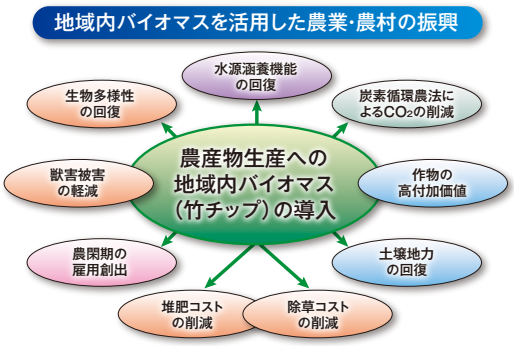

図16　農村地域において竹バイオマスを有効活用した際に想定されるプラスの効果

②実験結果

農園の周辺にある竹林を伐採し、チップ・パウダー化を行い、茶畑に撒き、その効果とコストを検証した（図 17）。

竹チップ、竹パウダーを撒き出した土壌は、撒き出しを行わなかった土壌よりも総細菌数

が増加しており、土壌中の微生物環境が改善していることが確認された。また、チップ化した竹の撒き出しは、マルチングとしての防草効用が確認された。

労力とコスト面では、竹チップ・竹パウダーを土壌改良剤として計 442kg（竹チップ約 182kg、竹パウダー約 260kg）活用でき、一般的な竹パウダーの市場平均価格に当てはめると約 9.3 万円程度の土壌改良剤に相当した。この作業（竹の伐採、搬出、チップ化、巻き出し）にかかった労力は、24 時間・人であり、8 時間労働に換算すると 3 人・日程度の労力となり、樹木粉砕機レンタル料の 5.5 万円程度を差し引くと、一人当たり 1.3 万円程度の日当分の作業と試算された。また、農閑期に竹のチップ化等を行えば人件費はほとんどかからないと想定され、竹林の維持管理作業は、コスト面でも継続可能と考えられるものであった。

竹の伐採　　チップ化の状況　　竹チップ

図17　竹の伐採・チップ化作業と巻き出しした竹チップ

5）持続可能な農業・農村地域を作り上げるための課題

農業・農村地域を含む地方の活性化には、トップダウンによる半強制的な市場原理への働きかけが不可欠である。一方、我々建設コンサルタントは、以下の準備を続けること重要であろう。

①グリーンインフラの多面的機能の見える化ツールの開発

組織横断的な様々なアイデアを組み合わせて最適な地域づくりを模索するためには、自然の機能を活用したアイデアの効果を簡易かつ迅速に見える化するツールが必要である。

②個人や小組織の活動を活性化する仕組みや情報群の提供

里山等の管理作業を進めるためには、個人や小組織による多くの参画が必要である。この際、個人や小組織の活動を活性化する仕組みをつくならければ、農業・農村地域の自然資源の有効活用は進まない。竹バイオマスを用いた実験例を定着させるためには、コストのほか、機械の調達や関係機関等の調整等の支援や情報提供などが必要な要素になると考えられる。

個人や小組織の活動を活性化するためには、①対象となる作業の手順が理解でき、②かかる労力、③かかる時間、④かかるコスト、⑤得られる効果、⑥得られる収入の 6 要素が容易に認識でき、行動しやすくするための情報提供が必要である。これらの情報を整理し提供できるようにしておくことも、インフラ整備を担う建設コンサルタントの役割と言えるであろう。

---

9 農林水産政策研究所（2019）農村地域人口と農業集落の将来予測－西暦 2045 年における農村構造

10 農村地域人口と農業集落の将来予測結果について（農林水産省）https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/kihyo01/190830_15.html

11 村上敦（2017）ドイツのコンパクトシティはなぜ成功するのか - 近距離移動が地方都市を活性化する -

12 NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク（2019）バイオマス白書 2019 サイト版（本版）

総合地球環境学研究所Eco-DRRプロジェクトでの社会実装に向けた検討

総合地球環境学研究所のプロジェクト「人口減少時代における気候変動適応としての生態系を活用した防災減災（Eco-DRR）の評価と社会実装」では、自然災害リスクの可視化やEco-DRR多機能性の評価・予測に加え、滋賀県・福井県・千葉県を対象として、Eco-DRRの社会実装に向けた研究と実践を進めている。本章では、各サイトで研究・実践の内容について、その概要を紹介する。

1 滋賀サイト：流域治水にEco-DRRの考え方を統合する

渡邊 敬史 Takashi WATANABE／株式会社 建設技術研究所
瀧 健太郎 Kentaro TAKI／滋賀県立大学

1）目的

自然災害リスクの可視化（過去・現在・将来）、Eco-DRR 多機能性の評価・予測、Eco-DRR 利用の社会・経済的インセンティブの開発を目的として、浸水災害のリスクと生態系サービスの評価（滋賀県全域）、霞堤の機能評価や空間デザインなどの研究（安曇川周辺）及び土砂災害に注目した自然資源の利用と災害の関係（比良山麓）の研究を進めている。

2）実施体制

滋賀サイトグループ（リーダー：深町加津枝　京都大学地球環境学堂）では、大きく安曇川班・比良山麓班に分かれて研究を進めている。滋賀県全域及び安曇川流域では、流域治水と氾濫原生態系の保全・整備を進めるため、同プロジェクトのグループ１（自然災害リスク評価）、グループ２（多機能性評価）及び滋賀県土木部流域政策局や琵琶湖環境部琵琶湖保全再生課と連携し研究を進めている。比良山麓では、伝統的土地利用や伝統的防災構造物の防災効果及び生物多様性への貢献について研究を進めるため、グループ３（伝統・地域知サブグループ）やNPO 法人 比良の里人、びわ湖自然環境ネットワーク等と連携し社会実装研究を進めている。

3）「これまでの取組」と「Eco-DRRの視点での新たな取組」

滋賀県では、2014 年に流域治水条例（滋賀県流域治水の推進に関する条例）を定め、川の中の対策だけではなく、「ためる」「とどめる」「そなえる」対策（川の外の対策）を総合的に実施する流域治水を進め、「氾濫原減災対策」として浸水リスクが高いエリアの土地利用・建築規制を行っている。（図 18）

Eco-DRR 研究プロジェクト滋賀サイトの滋賀県全域・安曇川流域では、この浸水リスクが高いエリアが生態系保全上も重要なエリアであることを定量的に示し、このエリアを土地利用的Eco-DRR（グリーンインフラ）として位置づけ、保全・整備を促す展開を目指している。また、比

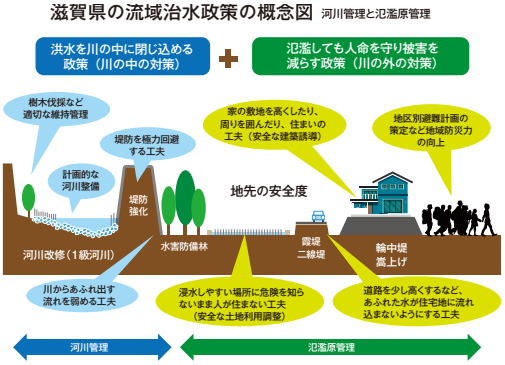

図18　滋賀の流域治水政策の概念図

良山麓では、土砂災害対策の過去の土地利用や土石流緩衝林・伝統的防災構造物の効果及びその生物多様性保全機能を明らかにし、土砂災害に対する Eco-DRR の社会実装を目指している。

4）研究プロジェクトでの検討の概要

①滋賀県全域・安曇川流域

滋賀県のシミュレーション結果では、浸水頻度が高く浸水深も大きい箇所は、図 19 の 4 つに集約される。

狭窄部上流や築堤河川の合流部は堤防が不連続になっている（いた）個所も多く、霞堤による合理的な治水が行われていた。また、その周辺の多くは水田として利用され、用排水路網が本川と連続し湿地が形成されやすい等、水生生物の生息場及び生態系ネットワークの観点から重要度の高い地域でもある。このように、浸水被害を受けやすい場所の価値を食糧生産や生物多様性保全等の多様な観点から定量的に明らかにし、かつ人口構造物のみに頼らない合理的な治水を行う場として位置付ける土地利用的 Eco-DRR（グリーンインフラ）の社会実装研究を進めている。

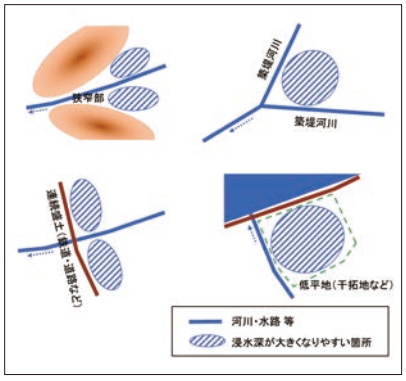

図19　氾濫時に浸水深が大きくなりやすい箇所

②比良山麓

土砂災害危険区域を避けていた過去の土地利用から現在までの変遷の解析、土石流緩衝林（砂防林）・伝統的防災構造物（石垣等）による土石流減勢効果と生物多様性への貢献について研究を進めている。また、これらの解析結果を用いて、防災に関する住民意識の向上や自主防災活動における土砂災害危険性の周知手法に関する実践的研究を進めている。

図20　土石流緩衝樹林帯（砂防林）

5）社会実装に向けて求められる技術

急速な人口減少時代を迎える我が国において活力ある国土を維持するためには、ドラスティックな改革が不可欠である。グリーンインフラはこのドラスティックな改革の一つとなる可能性があるが、その基本は「そこにあるものを有効活用」するという考え方であり、古来よりその考え方は常に正しく、目指すべき方向性として疑いの余地はない。

一方で、浸水リスクの高い地域に多くの資産が集中する我が国の状況において、浸水リスクの低い地域に資産を誘導していくといった施策は、方向性の正しさは明らかではあるものの、個別かつ短期的な観点からは不利益も多く、ドラスティックな方針転換はなかなか難しい。

このような状況においては、意思決定の基礎となる情報を見える化することが重要である。見える化とは、可視化と定量化であり、向かうべき方向性や結果をイメージすることができ、量的な比較を時間をかけずにできることが必要となってくる。滋賀サイトの検討は、Eco-DRR による治水・防災効果、生物多様性への貢献度、過去の土地利用や土地の人々の具体的な活動を可視化・定量化する研究であり、グリーンインフラの推進に大きく貢献するものと期待できる。

2 福井サイト：自然再生にEco-DRRの考え方を統合する

幸福　智 Satoshi KOFUKU／いであ株式会社
吉田　丈人 Takehito YOSHIDA／総合地球環境学研究所、東京大学総合文化研究科

1）目的

福井県三方五湖では、平成23年5月に自然再生推進法に基づく三方五湖自然再生協議会が設立され、三方五湖自然再生全体構想を作成・公表し、自然再生の取組が実施されている。

この中でも自然護岸再生部会では、自然と人がよりそって災害に対応し、豊かな三方五湖の自然を再生するため、今後の自然護岸再生を進めるための検討を行っている。

2）実施体制

三方五湖自然再生協議会自然護岸再生部会（漁業関係者、地域NGO、行政関係者（自然環境、河川管理、水産）、研究者などにより構成）が主体となって検討を行い、これに本プロジェクトの福井サイトグループ（リーダー：吉田丈人　総合地球環境学研究所・東京大学総合文化研究科）が協力している。

3）「これまでの取組」と「Eco-DRRの視点での新たな取組」

自然再生推進法における自然再生とは、過去に損なわれた自然環境を取り戻すため、関係行政機関、関係地方公共団体、地域住民、ＮＰＯ、専門家等の地域の多様な主体が参加して、自然環境の保全、再生、創出等を行うことと定義されている。2019年12月に改訂された自然再生基本方針には、自然再生がEco-DRRやグリーンインフラと深いつながりがあるとされているが、これらを連携させた取組みは始まったばかりである。

三方五湖自然再生全体構想では、この自然再生推進法の理念や定義に従い、以下の３つのテーマにより構成される自然再生のビジョンが設定された。保全や再生だけでなく、自然がもつ多様な機能や地域社会との関係が重視されている。

自然再生のビジョン

①多様な魚介類がすみ、水鳥が羽ばたく水辺の再生と保全

②三方五湖の自然を活かした地域のにぎわい再生

③生活の中で受け継がれてきた湖の文化の伝承

図21　三方五湖地域における自然再生のビジョン（自然再生全体構想）

自然護岸再生部会では、植生帯や浅場をコンクリート護岸と組み合わせて用いるなど、野生生物の生息場所や自然のもつ多様な機能を活かしつつ、災害への防御機能を向上させる「Eco－DRR」（生態系を活用した防災・減災）の概念を積極的に取り込む検討を行っている。地域の多様な関係者による丁寧な議論の結果は、「久々子湖、水月湖、菅湖、三方湖、及びはす川等の自然護岸再生の手引き」としてまとめられ、近く公表される予定である。

4）研究プロジェクトでの検討の概要

①手引きの位置づけ

三方五湖（日向湖を除く）の湖岸と三方五湖に流入する河川を対象に、新たに護岸整備や環境整備、河川等の維持管理（護岸の災害復旧を含む）を実施する際の配慮事項を、三方五湖の地域特性やそれぞれの湖沼・河川の特徴を踏まえて、それぞれの湖沼・河川ごとにとりまとめている。

②自然護岸再生の考え方（手引きからの一部抜粋）

●護岸の再生・改良を実施する際には、個別の湖等において検討した「自然護岸再生モデル」を参考にする。

●護岸を再生・改良しようとする際には、既往の護岸（コンクリート製）と自然護岸を組み合わせて、防災・減災機能を確保しながら、湖の生態系機能を向上させる。

●残されている自然湖岸の環境をできるだけ維持する。

●関係機関の理解と協力のもとに実施する。

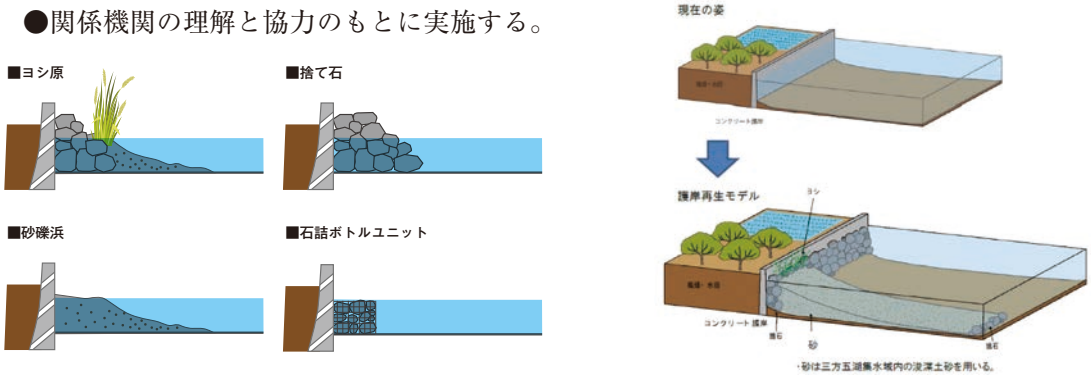

図22　三方湖における自然再生のモデル

5）社会実装に向けて求められる技術

この手引きでは、Eco-DRR を踏まえた護岸の標準断面を含む再生モデルが示されたが、これを関係者が共有し、行動に移すことが必要である。この手引きは、河川法や多自然川づくり基本指針のほか、文化財保護法や自然公園法等に関連するものと位置付けられており、各種法令にもとづく取組みを実施する際に参考とすることが望まれている。この手引きの実効性を担保するためには、関連計画においてこの手引きを明示的に位置づけることも必要になってくる。

また、実務においては、基本設計・実施設計段階で Eco-DRR がどの程度防災・減災に寄与するかを予測評価し、その構造の安定性や耐久性、ミニマムメンテナンスに向けた対策検討が必要となる。おおよそ既存の要素技術の範囲で対応可能と考えられるが、実際にどのような要素技術が必要となるか、体系的な整理が求められる。

3 千葉サイト：流域管理にEco-DRRの考え方を統合する

小笠原 奨悟 Shogo OGASAWARA／パシフィックコンサルタンツ株式会社
西廣 淳 Jun NISHIHIRO／国立環境研究所

1）目的

千葉県印旛沼流域において、北総地域に特徴的な自然環境である台地、谷津、低地の多面的な機能を活用し、防災や魅力的な地域づくりに役立てる工夫を「里山グリーンインフラ」と呼び、地域への実装に向けた検討を行っている。

2）実施体制

本プロジェクトの千葉サイトグループ（リーダー：西廣淳　国立環境研究所）において、「印旛沼流域水循環健全化会議」（千葉県、流域市町、研究者などにより構成）や印旛沼流域における気候変動による影響や適応策を検討する「印旛沼流域適応策検討推進協議会」（「環境省平成 29-31 年度地域適応コンソーシアム関東地域事業委託業務」により設置・運営）と連携・情報共有を図りながら、地域の里山保全活動を行っている市民団体や農業関係者と協働した取組を行っている。

3）「これまでの取組」と「Eco-DRRの視点での新たな取組」

印旛沼は、千葉県の北西部に位置する沼で、流域面積（541km²）は千葉県の面積の約 10%に相当し、流域には 13 の市町が含まれている。印旛沼では、流域の人口密度が全国の湖沼で最も高いことなども起因し、水質の悪化等が課題となっており、平成 13 年に「印旛沼流域水循環健全化会議」を設立し、「恵みの沼の再生」を目標とした取組が進められている。

さらに、近年は気候変動の影響による気温の上昇、短時間強雨や大雨の発生頻度の増加等によって、水質悪化や水害リスクの増加が懸念されており、さらなる施策が求められている。

本研究では、かつて里山として活用されてきた台地、谷津、低地を、気候変動適応という今日的な課題への対応に活用する「里山グリーンインフラ」を検討している。現在は、台地上への雨水浸透、谷津の谷頭部や辺縁部での湧水、谷津の再湿地化等による河川への緩やかな流下という一連の水循環の連続性を確保することによる Eco-DRR 機能とコベネフィットの評価を実践的に進めている。

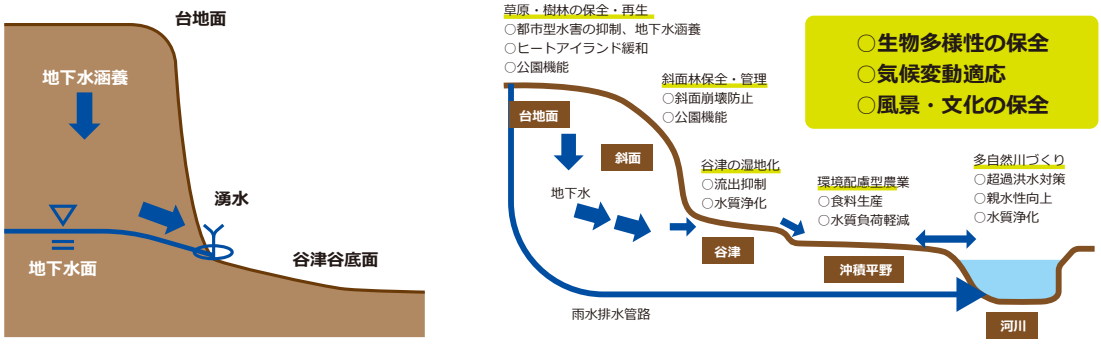

図23　谷津と台地の横断図（左）・里山グリーンインフラとして考えられる取組（右）

西廣ら（2020）「里山グリーンインフラ」による気候変動適応：印旛沼流域における谷津の耕作放棄田の多面的活用の可能性、応用生態工学、22(2)、pp.175-185.、里山グリーンインフラ勉強会「手引き書製作チーム」（2020）自然と関わり豊かに暮らす 北総地域における里山グリーンインフラの手引き【谷津編】より改図

4）研究プロジェクトでの検討の概要

①「里山グリーンインフラ」に期待される効果の把握

台地上の緑地・樹林を保全・再生し、雨水の浸透を確保する取組や谷津の耕作放棄水田を湿地化する取組には、河川への雨水流出遅延や流出率低減によるEco-DRRの効果があることが検証されつつある。さらに、水質浄化、生物多様性保全、復田可能性の維持、自然環境教育など、多様なコベネフィットも認められている。[13]

図24　谷津の湿地化の取組例 [14]

②環境経済学的な機能の評価

防災と自然環境保全へのニーズを評価することを目的に、環境経済学的な分析を行っている。少なくとも平常時においては、防災以上に水質浄化や自然環境保全などへのニーズが高く、Eco-DRRの多面的機能を活かした取組の重要性が支持されている。

③実装に向けた仕組みの検討

研究成果を共有するとともに、里山保全活動をまちづくりの活動に発展させていくことを目指した「里山グリーンインフラ勉強会」を原則として毎月開催し、市民団体、行政、研究者等、多様な主体の連携を構築している。また、谷津などの自然資源管理に向けて、農林水産省の「多面的機能支払交付金」などの経済的支援策や都市との交流のあり方等についての検討を行っている。さらに、谷津を活用する際のポイントを説明した「自然と関わり豊かに暮らす 北総地域における里山グリーンインフラの手引き【谷津編】」を作成し、市民･行政･事業者などの多様な主体が取組を進めることを後押しするための情報提供を行っている。

5）社会実装に向けて求められる技術

緑地・樹林や谷津などの自然環境の多面的な機能を定量的に把握することは、特に公共事業としてこれらの取組を推進するための根拠として有用な情報となり得る。また、谷津の再湿地化を行う際に留意すべきポイントなど、自然環境の機能を引き出すための具体的な工夫は、今後の取組の拡大を図るにあたって重要な情報である。本研究では、機能の定量化と機能を引き出すための知見の蓄積を行うことが、「里山グリーンインフラ」の推進に資すると考えられる。さらに、台地上での緑地・樹林の保全や谷津の有効活用を一体的な取組として推進するためには、地方公共団体の総合計画や都市計画マスタープラン等に「里山グリーンインフラ」の考え方を位置付けることが望ましい。

[13] 西廣ら（2020）「里山グリーンインフラ」による気候変動適応：印旛沼流域における谷津の耕作放棄田の多面的活用の可能性、応用生態工学、22(2)、pp.175-185.
[14] 里山グリーンインフラ勉強会「手引き書製作チーム」（2020）自然と関わり豊かに暮らす 北総地域における里山グリーンインフラの手引き【谷津編】https://www.chikyu.ac.jp/publicity/publications/others/#yatsu

グリーンインフラの展開に向けた提言

本レポートは、日本各地で急速に取り組みが広がりつつあるグリーンインフラについて具体的な取組を進めたいと考えている行政担当者やコンサルタントに向けて、「計画の役割」「評価の手法」「経済的な枠組み」「具体的な事例」など実務的な観点から『グリーンインフラを進める上でのヒント』を取りまとめた。グリーンインフラに取り組んでみたいという興味のある方は、本レポートを是非参考にしていただきたい。

では実際に、どのような地域や自治体であればグリーンインフラを実装することが可能だろうか。著者らがグリーンインフラを適用しやすいと考える地域や自治体の条件は、「空間」「自然環境」「バイオマス」の3点のいずれかを有していることである（図25）。これらを具体的に考えていくと、おそらく国内であればほとんどの地域や自治体が有しているだろう。すなわち、グリーンインフラは、活用しやすさやアプローチの方法は異なることが想定されるが、国内ではどのような地域や自治体でも活用可能な取組であると考えられる。

空間	・空き地や耕作放棄地が多い。または、人口減少等に伴い増加する可能性がある ・公園・緑地や草地、街路、河川敷などのオープンスペースがある
自然環境	・居住地域に近接して、身近な里山や河川がある ・地域の自然資源を活用した特徴的な観光資源を有する
バイオマス	・間伐材、もみ殻、竹など、バイオマス資源の賦存量が多い ・獣害や外来種の侵入などの課題が生じており、持続的な管理が必要

図25　グリーンインフラの実装が可能な地域や自治体の条件（いずれかを有すること）

また、グリーンインフラを導入するために必要なプロセスと求められる技術を整理すると、「①計画・デザイン」「②評価」「③事業化」の3段階のプロセスが必要と考えられる（図26）。建設コンサルタントは、公共性の高い事業においてこれらのプロセスを一連で実施するプロフェッショナルであり、地域や自治体でグリーンインフラを推進するためのパートナーとして適任と考えられる。

図26　グリーンインフラ導入に必要なプロセスと、コンサルタントの有する技術

同時に、グリーンインフラに関わることは、コンサルタント等の実務者にとっても大きな変化と発展が期待される。本レポートの第4章や第5章で紹介した事例に見られるように、グリーンインフラの取組を推進する際には、地域住民・行政・研究者・そしてコンサルタント等で連携しながら、対象となる地域を良く知り、関係者や地域の合意を図り、その地に応じた進め方を考えていくプロセスが重要となる。

従来、特に建設コンサルタントは、公共を技術的に支えるエンジニアとして、陰ながらサポートに徹する役割が多かった。しかし、グリーンインフラを推進していく中では、従来のスキルを活かしながら、パブリックマインドと民間経営のバランス感覚を持って地域経営に深くかかわり、持続的な地域経営に導く民間組織として変化と発展を遂げていくことだろう。

最後に、本レポートがグリーンインフラ推進の取組を一層推進させるきっかけとなり、我が国の豊かな自然資源の持続的な活用に資することを期待したい。

おわりに

吉田丈人
（総合地球環境学研究所・東京大学大学院総合文化研究科）

「持続可能な社会と経済の発展に、自然が持つ多様な機能を利用する」というグリーンインフラの理念を具現化するには、多様な機能をうまく引き出す技術が必要である。その技術が対象にするのは自然環境や多様な生物であり、変動性と恒常性・受動性と自律性・固有性と共通性など相反する性質を兼ね備えていて、時と場所によって様変わりする。そのため、地域のさまざまな文脈に適合しつつ臨機応変に用いられる技術が必要であり、グリーンインフラを実装するための新たな技術体系の構築が求められる。本技術レポートは、その端緒となるものとして、グリーンインフラに関わる実務者と研究者の協働により作られた。特に、普段はライバル関係にあるコンサルタント企業６社の実務者有志が協力し、グリーンインフラのあるべき技術体系を議論し始めたことは意義が大きい。グリーンインフラは発展途上の社会基盤技術であり、持続可能な社会と経済の実現に欠かすことができないインフラである。多様なバックグラウンドを持つ実務者と研究者とが垣根を越えて連携することで、グリーンインフラの新たな技術体系の構築に向けて残された多くの課題が、解決されていくことが期待される。いや、そうでなければ、持続可能な社会と経済の実現は、いつまでもやって来ないだろう。

グリーンインフラ技術レポート

著者　**小笠原 奨悟**／パシフィックコンサルタンツ株式会社（連絡先 shougo.ogasawara@os.pacific.co.jp）
幸福 智・高橋 栞／いであ株式会社
（連絡先 kfk20603@ideacon.co.jp, tkh21816@ideacon.co.jp）
中尾 健良・西田 貴明／三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
（連絡先 nakao@murc.jp, nishida@cc.kyoto-su.ac.jp）
長谷川 啓一／株式会社福山コンサルタント（連絡先 k.hasegawa@fukuyamaconsul.co.jp）
池田 正・吉原 哲／八千代エンジニヤリング株式会社
（連絡先 td-ikeda@yachiyo-eng.co.jp, yoshihara@yachiyo-eng.co.jp）
渡邊 敬史・長野 紀章／株式会社建設技術研究所
（連絡先 t-watanabe@ctie.co.jp, nagano@ctie.co.jp）
瀧 健太郎／滋賀県立大学環境科学部
西廣 淳／国立環境研究所
吉田 丈人／総合地球環境学研究所、東京大学大学院総合文化研究科

発行　**総合地球環境学研究所 Eco-DRRプロジェクト**
ISBN: 978-4-906888-69-6
2020年6月 発行

クレジットを表記し、非営利目的で、内容を改変せずに使用する限り、配付や再配布が認められます。
標準的なクレジット表記：
総合地球環境学研究所（2020）グリーンインフラ技術レポート

Green Infrastructure Technical Report 2020

グリーンインフラ技術レポート

総合地球環境学研究所
Eco-DRRプロジェクト

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構
総合地球環境学研究所

Pacific Consultants

いであ株式会社

MUFG
三菱UFJリサーチ&コンサルティング

株式会社 福山コンサルタント
FUKUYAMA CONSULTANTS CO.,LTD.

yec 八千代エンジニヤリング株式会社

CTI 株式会社 建設技術研究所