Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-07-09

持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策の展開に関する研究

福岡，孝則

(Degree)
博士（学術）
(Date of Degree)
2017-03-07
(Date of Publication)
2018-03-01
(Resource Type)
doctoral thesis
(Report Number)
乙第3325号
(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003325

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

（別紙様式３）

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名　福岡孝則

論文題目　持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策の展開に関する研究

本研究は、グリーンインフラストラクチャー(Green Infrastructure、以下グリーンインフラ)という概念に基づき、展開される具体的なプロジェクトの適用策(実践)の展開に関するものである。この中で本研究は特に自然の水循環プロセスを模倣した「持続的雨水管理」と緑地等の屋外空間を掛け合わせる「持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ」が敷地、街区、都市スケールの建築を含む人工的都市環境においてどのように適用されたかを考察し、持続的雨水管理を核にしたスケール別のグリーンインフラ適用策と適用策推進のための知見及び重要事項を考察することを目的とする。縮退時代の自然資源を基軸にした持続的社会創成に向けた考え方の一つとして、グリーンインフラという概念に基づく適用策の展開（実践）の一端を明らかにする。

第 1 章では、グリーンインフラという新しい概念のもつ社会的背景や位置付け、欧州及び北米における定義とその動向を整理し、特に本研究で取り組む持続的雨水管理に関する定義及び考え方を整理した上で、日本におけるグリーンインフラの定義、持続的雨水管理に関連する施策動向やグリーンインフラ要素技術、展開する対象域を整理した。本研究で着目する持続的雨水管理とは，都市内の雨水管理を屋上緑化，透水性舗装，緑溝などの手法を組み合わせ，分散型で配置し雨水流出量抑制や速度の遅延，雨水浸透や一時貯留，蒸発散を促進し，都市化により喪失・分断された自然の水循環の回復を図る考え方を指す。

グリーンインフラが解決すると期待される社会的課題は、持続的雨水管理を核とした水循環 x 緑地という考え方の他にも多岐にわたる一方で、日本においては人口減少・少子高齢化により縮退する国土像の変化、及び管理の課題、頻発する災害リスクの増大やインフラ等社会資本整備とその維持管理の観点から

グリーンインフラという考え方が期待される。本研究の対象域としては、グリーンインフラ適用策が敷地スケールで完結して限定的になっているケースやマルチスケール間のグリーンインフラ適用策の連動性や関係性が機能していないこと、そして都市スケールでの戦略と敷地スケールでの実践の間の剥離などにあると考え、持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ適用策が展開する３つのスケール（敷地・街区・都市）を対象域と定義した。

第 2 章では、敷地スケールのグリーンインフラ適用策事例を対象に、ドイツ・ニュルンベルグの Prisma、ベルリンの Potsdamer Platz、イギリス Mclaren 研究所、米国ポートランド市における SW12thAvenue を中心とするグリーンストリート等、敷地スケールにおいて展開されるグリーンインフラ適用策計 14 事例の概要、グリーンインフラ要素技術、及び便益の考察を行った。持続的な雨水管理を核とした敷地スケールのグリーンインフラ適用に関して敷地の用途、新規開発・リノベーションの区別、街区・都市スケールのグリーンインフラ適用策との関係性、適用されたグリーンインフラ要素技術、便益、重なり合う空間の機能などの観点から考察を行った。

第 1 に適用されたグリーンインフラ要素技術としては、敷地内でできるだけ効率的な雨水利用を行い、屋外空間または地下空間を活用した雨水滞留池の設置が多く見られた。第 2 に、便益に関してはすべての事例で雨水流出量抑制と速度遅延が見られたのに加えて、水質浄化や微気象緩和にも意識的取り組んでおり、雨水と緑の仕組みに加えて景観の向上などアメニティを意識した事例が多く見られた。重なり合う空間像としては、道路や歩行者空間、近隣緑地など多様な広がりが見られた。本事例で取り上げた敷地スケールのグリーンインフラ適用策事例から、敷地の用途が建築に規定され限定的な場所であっても雨水利用や雨水滞留池などが見られ、敷地スケールにおけるグリーンインフラ要素技術の組み合わせ、持続的雨水管理（水）と屋外空間（緑）を組み合わせることで便益を引き出していることが明らかになった。

第 3 章では、街区スケールのグリーンインフラ適用策事例を対象とし、フランス・Bottiere-Chenaie 街区、ドイツ・Scharnhauser 街区、Winnenden 街区、Kronsberg 街区の住宅地や複合開発を核としたもの、オーストリア・リンツの Solar City、ドイツの Pfaffenhofen 街区、ポートランドの Tabor to the River 街区の計 7 事例に関して街区スケールにおいて展開されるグリーンインフラ適用策の概要、街区内におけるグリーンインフラ適用策の連関、適用されたグリ

ーンインフラ要素技術、グリーンインフラが適用された空間の特徴及び便益の考察を行った。

第 1 に適用されたグリーンインフラ要素技術としては、街区内で非常に多様な要素技術が屋外空間を中心に連関して適用されていることがわかった。第 2 に、便益に関してはすべての事例で雨水流出量抑制と速度遅延などが見られたのに加えて、水質浄化や微気象緩和、生物多様性の向上なども達成していることがわかった。重なり合う空間像としては、道路や歩行者空間、近隣緑地など多様な広がりが見られ、小河川や湿地など地域自然環境との接続を意識してグリーンインフラ適用策が展開されていることが明らかになった。街区スケールのグリーンインフラ適用策展開の特徴としては、敷地スケールにおけるグリーンインフラ類型が連関しながら多機能化され、水と緑の機能に加えて空間の特徴を活かしたアメニティの向上や健康・レクリエーションなどの多様な便益が達成されていることがわかった。明らかになった。

第 4 章では、都市スケールにおける持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ適用策事例を対象にケーススタディーを行った。第 1 にポートランド市のグリーンインフラ適用策を 1)グリーンインフラ推進体制（組織体制）2) 適用策実施の変遷から、敷地・街区スケールのグリーンインフラ適用策展開のためにポートランド市の都市スケールにおけるグリーンインフラ適用策の取り組みに関して考察した。第 2 に、都市スケールで展開されるシンガポール ABC 水のデザイン・ガイドラインの構成や重要事項、認証制度やプロジェクトとの連動性などについてまとめた。第 3 に、今後の日本におけるグリーンインフラ適用でも重要になる縮退都市における空地緑化の動向を米国フィラデルフィア市、デトロイト市、ピッツバーグ市の都市スケールにおいて展開されるグリーンインフラ適用策に関連する動向についても考察を行った。

持続的な雨水管理を核とした都市スケールのグリーンインフラ適用に関して，ポートランド市及びシンガポール公益事業庁の ABC 水のデザインガイドライン事例に関して主体、敷地・街区スケールのグリーンインフラ適用策との関係性、適用されたグリーンインフラ要素技術、グリーンインフラが適用された対象空間、重なり合う空間の機能などの観点から考察を行った。また、さらに縮退都市における空地緑化戦略を展開する都市スケールの 3 事例に関しては、主体、街区・都市スケールのグリーンインフラ適用策との関係性、適用されたグリーンインフラ要素技術、便益、重なり合う空間の機能などの観点から考察を行った。

第 1 に適用されたグリーンインフラ要素技術は、敷地及び街区スケールと同等のものを取り入れており、対象域とする空間像も都市緑化、庭、道路・歩行者空間、都市緑地、河川などすべてのグリーンインフラ類型を対象とし、それらが連関しながら機能していることがわかった。第 2 に、都市スケールを対象域としてグリーンインフラの適用策を包括的に展開するためには、柔軟な推進組織体制の確立やデザインガイドラインなどの啓蒙媒体、また設計マニュアルなどより広い市民や読者層を設定したグリーンインフラ適用策が共有されるための推進手法が重要であることが明らかになった。また、組織体制としてはグリーンインフラの計画・設計・施工・管理それぞれの段階において，既存の組織構造は変えずに柔軟に多部局間連携のチーム編成を行うポートランド市の手法は，機能分化の進んだ日本の組織においても解決策の一つとして有効だと考えられる。加えて、認証制度や人材育成プログラムなど、多領域の専門家の連携及び参加を促すシンガポール ABC-WDG の仕組みにも、都市スケールにおけるグリーンインフラ適用策推進において制度、実践、評価などがリンクして機能している。第 3 に、敷地・街区・都市スケールで定義した 6 つのグリーンインフラ類型の中でも、今後縮退が進む中で増加が見込まれる空地や未利用地におけるグリーンインフラ適用策整備に関して、北米の 3 都市における空地緑化戦略の整理から、公園緑地などと異なる新しいタイプのグリーンインフラ適用の萌芽的取り組みが見られた。今後は対象域として、既存都市内のグリーンインフラ適用可能空間に加えて、新たに派生する空地や工業跡地などにおけるグリーンインフラ適用も視野に入れた適用策の戦略が必要となると考えられる。

第 5 章では第 1 章〜4 章までを総覧し、持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策を敷地、街区、都市スケールというマルチスケールでの適用・推進のための重要な知見を考察し、今後の課題と展望についてまとめた。日本においても今後は、現在の単一機能の構造物を主体としたグレーインフラを中心とした整備から，第 2〜4 章で考察したグリーンインフラ適用策整備事例を参考に，敷地・街区・都市スケールにおいて建築の屋外空間から都市緑地まで人工的な都市環境を対象に、持続的雨水管理の仕組みと、対象となる空間像を一体的に構想することで雨水の流出量抑制や流出速度の遅延、水質浄化などの環境的便益に加えて微気象緩和，生物多様性の向上まで多便益を生むことができるといえる。

（別紙１）

論文審査の結果の要旨

氏名	福岡孝則		
論文題目	持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策の展開に関する研究		
審査委員	区　分	職　名	氏　　名
	主　査	教授	遠藤秀平
	副　査	教授	山崎寿一
	副　査	教授	北後明彦
	副　査	准教授	槻橋修
	副　査		印

要　　旨

本論文は、グリーンインフラストラクチャー（Green Infrastructure、以下グリーンインフラ）という概念に基づいた具体的なプロジェクトの適用策（実践）の展開に関する研究である。グリーンインフラは、近年世界的にも注目される概念であるが、その定義・位置付け・動向などが筆者により体系的に整理され、日本におけるグリーンインフラ導入に向けた位置付けを明確にしている。特に、本論文では「持続的雨水管理」という自然の水循環に添う仕組みと都市緑地や公園などの屋外空間のもつ機能を複合化する「持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ」が敷地・街区・都市スケールの人工的都市環境という対象域においてどのように適用されたかをケーススタディーを通じて考察し、スケール別のグリーンインフラ要素技術や空間の特徴、便益などに関して空間像をともないながらまとめている点に独創性がある。

また、雨水や水循環などの水環境学、緑地や公園などのランドスケープ学、そして環境デザイン学など多領域の分野にまたがり、十分に研究されていないグリーンインフラという課題を明確に位置付ける重要な視点を提起し、その具体的な実践に向けてどのような手法や技術をともないながら都市環境の再生に資するグリーンインフラの適用策の推進を行うかまでの知見を得ている点において、新規性、創造性と社会への導入を想定した現実性に富んだ研究であるといえる。

論文の構成としては、第１章でグリーンインフラに関する定義・動向・要素技術や対象域、日本におけるグリーンインフラに資する取り組みなどを整理した上で、第２章で敷地スケール、第３章で街区スケール、第４章で都市スケールにおける持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策の展開に関するケーススタディーを行い、第５章で持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策の展開について得られた知見をまとめ、今後の課題について論じている。

第１章は、極端化する気候に伴う水災害の頻発など広範にわたる社会的課題と背景をグリーンインフラと関連付けながらまとめた上で、欧州・北米におけるグリーンインフラ概念と動向を整理している。持続的雨水管理という雨水排水や水環境学に関わる考え方について整理した上で、研究の対象とする持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラとは何かを体系的に位置付けている。

加えて、日本におけるグリーンインフラに資する関連動向や定義、雨水管理に関する施策動向を明らかにした上で、日本に本概念を導入する上でどのような課題と可能性があるのかを明確に示している。グリーンインフラの要素技術や各手法が連関することによってもたらされる便益を整理した上で、グリーンインフラ展開の対象域を人工的な都市環境として道路・歩行空間から都市緑地までの空間像を示し、研究の対象域・構成・方法を示している。

第２章では、敷地スケールにおけるグリーンインフラ適用策14事例を対象にケーススタディーを行い、グリーンインフラ適用策の概要、グリーンインフラ要素技術、及び便益の考察を行った。選定した敷地スケールのグリーンインフラ適用に関して、敷地の用途・新規開発・リノベーションの区別・街区・都市スケールのグリーンインフラ適用策との関係性、適用されたグリーンインフラ要素技術・便益・重なり合う空間の機能などの観点から考察を行い、もっとも展開可能性のある敷地スケールのグリーンインフラ適用策について実践に向けて重要な技術手法の組み合わせや目指すべき便益を示している。

また、グリーンインフラの基本単位である敷地スケールにおけるグリーンインフラ適用策の類型化を行い、空間像を伴いながら日常時及び非常時の空間動態の変化も含めて視覚化しながら明確に提示している。

氏名	福岡孝則

第３章では、敷地スケールのグリーンインフラ類型（都市緑化、庭、道路・歩行者空間、都市緑地、河川等）に基づいて、街区スケールにおけるグリーンインフラ適用策７事例を対象にケーススタディーを行い、街区スケールにおいて展開されるグリーンインフラ適用策（グリーンインフラ要素技術、便益、空間の機能等）に関する考察を行うことにより、類型別の街区スケールのグリーンインフラ要素技術がどのように連関することで、降雨から雨水の街区外への流出までのプロセスに貯留・浸透・蒸発散や水質浄化などの機能を果たしているかを提示している。

加えて、グリーンインフラが適用された空間像の特徴として、住宅や庭・建築の屋上など小さい面的な屋外空間・道路、歩行者空間に沿って整備されるグリーンストリート、緑溝のような線形・帯状の屋外空間から、遊水池や氾濫原を内包した面的な都市緑地までが、街区スケールの特徴を活かして主に連続する屋外空間が持続的雨水管理の機能をどのように担うことができるか空間像をともないながら示している。

また、適用されたグリーンインフラの便益として敷地スケールでも見られた雨水流出量抑制と流出速度遅延などに加えて街区スケールでは、微気象の緩和や生物多様性の向上、アメニティの向上などの多便益を生むという知見を示している。

第４章では、都市スケールにおける持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ適用策の展開について敷地スケール及び街区スケールのグリーンインフラ適用策を都市スケールで推進・展開するための３つのケーススタディーを行っている。

一つ目に、グリーンインフラ適用策の推進で先進的な米国ポートランド市におけるグリーンインフラ適用策の整備状況、グリーンインフラ推進の組織体制、そして適用策実施の変遷についてまとめた上で、都市スケールにおけるグリーンインフラ適用策の展開手法について考察している。

二つ目に、都市スケールでボトムアップ型のグリーンインフラ適用策を推進するためにマスタープランとは異なるデザインガイドラインに着目し、個別な点的なプロジェクトが都市スケールで広く展開されるためには、グリーンインフラ戦略の共有、手法や技術の共有に加えてインセンティブや人材育成、デザインガイドラインと連動したパイロットプロジェクトなど包括的な都市スケールのグリーンインフラ適用策の展開方法についての知見を示している。

三つ目に、今後縮退が進む日本において、増加が見込まれる空地や未利用地におけるグリーンインフラ適用策導入の可能性について、北米の縮退都市における空地緑化の動向をまとめ、都市スケールのグリーンインフラ適用策の新しい対象域における展開可能性を示唆している。

第５章では、第１～４章を総覧し、持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策及び対象域に関して改めて整理した上で、敷地・街区・都市スケールにおけるグリーンインフラ適用策の展開を総覧し、スケール別のグリーンインフラ要素技術や連関、空間像の特徴や便益についてまとめ、持続的雨水管理を核にしたグリーンインフラ適用策を展開するために、課題やグリーンインフラの目標像を明確にした上で人工的な都市環境における屋外空間に、持続的雨水管理を適切な形で適用し、多機能化させることで、多便益を生みそれらを最大化にすることが持続的な都市創成の基盤づくりにつながると結論づけている。

以上本論文では、日本では新規性の高いグリーンインフラというテーマに着目しその動向や定義、対象域など空間像をともないながら実践を前提にした設計者の視点で整理している点、そして通常は多分野にまたがる領域を俯瞰的に、かつ体系的な知見としてまとめている点に独創性があり、成熟した人工的な都市環境において自然の力を活かしたグリーンインフラという考え方がどのような技術と手法をもって空間として展開可能かを研究することにより新たな知見を得ている。

これらは近未来の日本における都市環境形成に対して、危機の回避と快適性の向上を具体化するための重要な視点と可能性を示唆する知見である。

本研究はグリーンインフラに関して、その持続的雨水管理を核にした研究したものであり適応策に関する展開について重要な知見を得たものとして価値ある集積である。提出された論文は工学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の福岡孝則は、博士(学術)の学位を得る資格があると認める。

・特記事項
・特許登録数　　件
・発表論文数　　４編