

米国・ポートランド市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 Green Infrastructure Implementation Case study in City of Portland, United States - In case of Green Infrastructure with Sustainable Stormwater Management concepts -

福岡 孝則^{1*}・加藤 禎久²

¹工学研究科建築学専攻 持続的住環境創成講座

²国際連合大学サステイナビリティ高等研究所

キーワード： グリーンインフラ、持続的雨水管理、低影響開発

Green Infrastructure, Sustainable Stormwater Management, Low Impact Development

The purpose of this research is to analyze current situation of Green Infrastructure implementation in City of Portland. From nation to citywide perspectives, chronological histories of Green Infrastructure implementation as well as city's Sustainable Stormwater Management organization, holistic perspective from vision to implementation revealed. Through case study analysis of selected Green Infrastructure projects, current conditions and problems towards future Green Infrastructure implementation discovered.

1. はじめに

1-1. 研究の背景と目的

研究の背景として近年、気候変動（地球温暖化）に伴い日本に限らず世界各地で台風や集中豪雨の増加による洪水などの水災害被害が増加していることが挙げられる。一方で、都市化の進展は舗装面積の増加と植生被覆面積の減少を招き、自然の水循環の喪失による雨水流出量の増大や蒸発散による冷却効果の減少（ヒートアイランド現象の一つ）を引き起こす。今後、人口が集中する都市における気候変動対策の一つとして水循環に配慮した持続的な雨水管理の重要性が増すことになる。

こうした問題に対する適応策としてEUではヨーロッパ環境省(European Environmental Agency, 以下EEA)が主体となってグリーンインフラ(Green Infrastructure)の推進を打ち出している。EEAの提案するグリーンインフラ¹⁾は広域の自然地、オープンスペース、水面などを含む多機能型でネットワーク化された緑地でこの中で持続的な雨水管理というのが位置づけられている。また米国では連邦環境保護局(Environmental Protect Agency, 以下EPA)が主体となってグリーンインフラ政策の普及と適用策の実践を推進²⁾している。EPAの位置づけるグリーンインフラは単一機能で排水・治水を主目的としたグレーインフラの代替として、緑地や土壌の持つ雨水の浸透・貯留機能や植物の蒸発散機能など自然の水循環のプロセスを取り込んだグリーンインフラは持続的な雨水管理のみならず洪水抑制や大気浄化など多様な環境効果が望める。

（図1）一方わが国においては、建築の外構や道路部分で雨水流出抑制施設型の整備が雨水貯留浸透技術協会ほかの主導で推進され雨水貯留と浸透を中心とした施設が道路空間地内、公共施設などで整備されてきた経緯があるが、当該敷地内での施設的な適用に限定されるものが多い。わが国では本年度水循環基本法が制定された。萌芽期にあるグリーンインフラという概念を活用してより包括的に屋外空間や緑地と雨水管理の融合を目指し日本型グリーンインフラの適用を推進することが期待されている。グリーンインフラにおいては施策面と適用策面の両方向からの検証が不可欠であるが、本研究では特にわが国で紹介が少ない持続的な雨水管理を核としたグリーンインフラ適用策を取り上げ、日本におけるグリーンインフラ適用策構築に向けた知見を考察する。

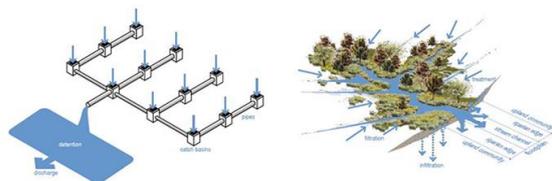


図-1* グレーインフラ（左）と持続的雨水管理を核としたグリーンインフラの概念図（右）

1-2. 研究方法

グリーンインフラを推進する米国の自治体の中で持続的な雨水管理を中核と位置づけ適用策の事例が豊富なポートランド市を分析対象に取り上げる。ポートランド市ではCSO(Combined Sewer Overflow)、合流式下水道の氾濫問題対策が推進されてきた。本研究ではEPA及びポートランド市環境局によって発行されたグリーンインフラ関連の報告書、ポートランド市環境局グリーンインフラ担当者とのインタビュー及び現地による事例調査を通じてポートランド市におけるグリーンインフラ適用策の中での持続的な雨水管理の位置づけを明らかにし、ポートランド市における持続的な雨水プロジェクト整備の実態を類型化し、適用策の特徴や課題を明らかにしたうえでわが国におけるグリーンインフラ適用に向けた課題を考察する。

1-3. 既往研究

グリーンインフラは比較的新しい概念と研究分野である。北米では広域緑地計画やGreen Way(緑道)からグリーンインフラ計画とマネジメントに着目するJack Ahern³⁾らの研究のように生態保全研究や緑地計画に関連した施策・計画に着目したものがあるが、グリーンインフラの適用策として持続的な雨水管理に着目したものは少ない。わが国において水循環・雨水管理に着目した研究として貯留・浸透を中心とした透水性舗装、浸透トレンチなどの雨水流出抑制施設整備のための建築・施設を中心とした雨水活用の背景と効用、手法の概論などは雨の建築学シリーズ⁴⁾などの書籍にて発行されている。グリーンインフラに着目した研究ではまず、井上らのグリーンインフラの概念を使った浸透性街路空間の導入効果やGISを活用した「水みちネットワーク」把握手法の開発⁵⁾など定量的に技術を評価したもの、清水のドイツの緑地保全におけるマルチスケールの緑地の接続形態及び計画手法を施策的に分析したもの⁶⁾片桐の多摩川中流域における旧農業用水網に着目してグリーンインフラの形成可能性を論じるもの⁷⁾など緑地計画の観点からの研究がある。グリーンインフラの施策の着目した研究では遠藤の米国フィラデルフィアにおける雨水流出対策としてのグリーンインフラの関する研究⁸⁾や花井らの米国ポートランド市におけるグリーンストリート施策の研究⁹⁾等がある。このように雨水流出抑制に関連する定量的把握など個別事例の雨水管理に関する研究、グリーンインフラを施策や緑地計画の観点から論じる研究は成されているが、具体的にグリーンインフラ適用策の中で持続的な雨水管理に着目する事例研究は成されていない。本研究ではわが国でグリーンインフラの適用策として持続的な雨水管理と緑地及び外部空間の持つ可能性を見据えて事例の報告を行う。

2. グリーンインフラと持続的な雨水管理戦略

2-1. 連邦政府レベルでのグリーンインフラとBMP, LIDの位置づけ

米国内での雨水管理と基準はEPAが主体となってBest Management Practice (BMP) ガイドライン¹⁰⁾の中に記載する。BMPの根幹となるのが米国で最も重要な水質保全に関する法律Clean Water Actであり、水質の回復など適用策に言及する場合にBMPガイドラインを引用する形式を取る。BMPは各州や自治体で独自の改良を加えたガ

イドラインを作成することを認めている。グリーンインフラに関連するガイドラインと適用策はEPAのGreen Infrastructure Statement of Intent²⁾と2013年に修正されたGreen Infrastructure Strategic Agenda¹¹⁾の中に定義づけられている。BMPを基準に低影響開発(Low Impact Development, 以下LID)が持続的な雨水管理のための計画的な手法と技術的手法を示すもので、新規の敷地開発もしくはリノベーションのどちらにおいてもLIDを適用して持続的な雨水管理を実践向けであるのに対してグリーンインフラはLIDの応用概念としてより広い自然、森林、水面などを対象として雨水の浸透・蒸発散・再利用などのプロセスを統合した水循環に配慮した領域、そしてその理念を啓蒙するための柔軟な考え方の総称であると定義されている。

2-2. ポートランド市における環境局・持続的な雨水管理部門の位置づけ及び射程

ポートランド市の構造は市長直轄の組織とその他4名の統括官(Counselor)の下に組織が置かれる。(図-2)環境局は水資源局と地域芸術文化局と同じグループ下におかれる。次に環境局内の組織構成は図-2に示すように流域圏サービス部、エンジニアリング部、経営部、総務部、公害防止部、下水部の6つの組織から成り、更の中に細分化されたグループがおかれる。インタビューによる質問¹⁾の結果、グリーンインフラの計画・設計・実践の3段階において環境局の中で次のような組織体制が組まれていることが明らかとなった。まず計画段階においては流域圏サービス部の流域圏管理部とエンジニアリング部の設計部と雨水システム再生プログラムの3部門が主体となって計画を進める。次に、設計段階においては流域圏サービス部門の流域圏管理部、持続的な雨水管理部門とエンジニアリング部の設計部とシステム開発部の4部門の協働が進められる。また、実践段階においては流域圏サービス部の流域圏管理部、持続的な雨水管理部門、エンジニアリング部の雨水システム再生プログラムと総務部の渉外部の4部門が担当する。グリーンインフラの管理においては流域圏サービス部の持続的な雨水管理部門とエンジニアリング部の設計部、下水部門のオペレーション管理部門の3部門が行う。このようにグリーンインフラの計画～実践までの混成のチーム編成が環境部門内で形成され、設計～監理までの中心的な役割を担うのが持続的な雨水管理である。

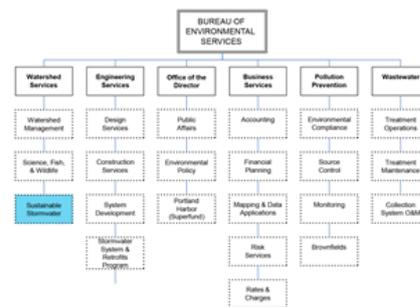


図-2 ポートランド市における環境局・持続的な雨水管理部門の位置づけ

2-3. ポートランド市における持続的な雨水管理に関連するグリーンインフラ適用策の位置づけ

ポートランド市においてグリーンインフラ適用策は流域圏の環境再生、河川再生やコミュニティの流域教育プログラムから都市内の街路樹プログラム、エコ・ルーフプロジェクトまで多様である。現時点で展開される持続的な雨水管理部門が統括するグリーンインフラ適用策は(図-3)のように整理できる。特に中心となるのがLRTなどと一体的に整備されてきた浸透性街路空間、グリーンストリート(Green Street)である。

グリーンストリートの目的は雨水流出量の抑制、雨水流出速度の緩和、そして水質の向上である。言い換えると道路や歩行者空間等の未利用地の活用もしくは機能の読み替え、付加により雨水の一時的な貯留、浸透、浄化というプロセスを適用してから下水に戻す下流に流すというアプローチである。グリーンストリートの適用に際しては以下のような効果があると考えられている。

- A) 雨水の適正な管理による都市の健全な水循環の回復
 - B) 河川に流入する雨水流出量の抑制、流出速度の緩和による洪水の抑制
 - C) 暮らしやすい都市・環境不動産価値の向上
 - D) 緑による微気象の緩和や大気質の向上
 - E) 歩行者や自転車道路と一体的に整備し健康的なライフスタイルの促進
 - F) 車の運行速度の遅延、道路の安全性の向上などの5点である。
- グリーンストリートには大別すると植栽拡張型、雨水プランター型、レインガーデン(雨の庭)型、シンプル・グリーンストリート型の4つの類型があり、それぞれの特徴は以下になる。第1の植栽帯拡張型(写真-2)は住宅地など交通量が少ない地域では既存の道路と植栽帯の配分を変え、植栽帯を道路側に拡張することによりグリーンストリートを創出するタイプ。第2の雨水プランター型は(写真-4)歩道と縁石の間の限られたスペースを活用して地面から掘り下げた雨水プランターを創出し、その中で雨水の浸透、浄化、流出速度の遅延をめざすもの、第3のレイン・ガーデン(写真-3)は道路の交差点など面的な空間に余裕がある場所でコンクリートの舗装を剥ぎ雨水を地中に浸透させる植栽エリアを創出するもの、そして第4はシンプル・ストリート型(写真-1)で既存の道路脇の植栽空間の縁石を部分的に取り除き雨水が流入できるようにし植栽は



写真-2 植栽帯拡張型



写真-3 レイン・ガーデン型

耐水性があるものに改修するものである。以上のようにグリーンストリートこれは単なる緑量の増加だけではなく、車の運行速度の遅延、道路の安全性の向上などの効果も生む。植栽帯拡張型現在までにポートランド市内で約1300のグリーンストリートが整備されており、約48haのエリアで雨水の浸透可能な地盤面を確保している。その他に持続的な雨水管理部門が統括するグリーンインフラ適用策には雨樋非接続(Downspout Disconnection)のように単純に雨樋から雨水を直接雨水貯留タンクや植栽帯などに誘導して雨水管からの接続を外す手法、緑溝(Bio Swale)や雨水浸透プランター(Stormwater Planter)や雨水滞留池(Stormwater Detention Retention Pond)のように駐車場など一定の面的な空間を活用した手法、エコルーフ(写真-5)と呼ばれる雨水の流出量と流出速度抑制を目指す屋上緑化手法がある。エコルーフは現在までに約420が設置され面積は9.3haとなっている。その他には透水性舗装(Pervious Paving)手法が挙げられる。このようにポートランド市のグリーンインフラ適用策は多岐にわたるが、具体的な事例を通じて持続的な雨水管理実現に向けた適用策の組み合わせなどは3で考察する。

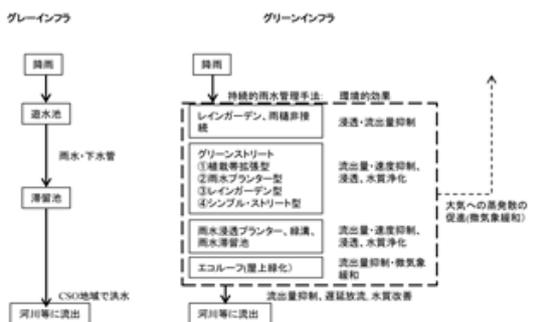


図-3 ポートランド市におけるグリーンインフラ適用策の位置づけ(筆者作成)



写真-1 シンプル・グリーンストリート型



写真-4 雨水プランター型



写真-5 エコルーフ

2-4. ポートランド市における持続的な雨水管理に関連するグリーンインフラ適用策実施の変遷

次にポートランド市における持続的な雨水管理に関連するグリーンインフラ適用実施の時間的変遷を調査^{注1)}した。グリーンインフラの適用がどのような時期に、どのような施策の背景を受けて実現されたかを考察する。

CSO 対策期 (1989~1996) : ポートランド市におけるグリーンインフラという概念が生まれる以前に都市スケールの雨水管理を意識させたのは合流式下水 (CSO) の氾濫による災害対策であった。この時期にポートランド市中心部のウィラメット川を挟んで東西に広がる合流式下水地域 (CSO Area) の住民が地下室への度重なる浸水などの被害に対してポートランド市を相手に訴訟運動が広がり、こうした社会的背景が合流式下水地区内でのポートランド市の水管理対策の実践の大きな原動力となる。この時期に地表面排水 (Surface Runoff) をできるだけ地表面に浸透・貯留させるための緑化屋根や駐車場の改修による雨水浸透プランターの設置などが民間主導で実践されたが、主として環境保護局の水質浄化法 (Clean Water Act) に基づいた適用であった。

グリーンインフラ萌芽期 (1997~2004) : グリーンインフラ適用策への展開に向けてこの時期にポートランド市では相次いで骨格となる施策を制定した。1999 年には雨水管理マニュアルを発行し、公共と民間の 46 m²以上の新 Quality Friendly Streets 施策を打ち出し、交通局と道路におけるグリーンインフラの適用構想を開始し、マニュアルの中には計画・設計者向けの設計指針や水の計算手法などの方針まで示されている。2000 年には環境局の

中に持続的雨水管理部門が新たに創設された。同年~2005 年まで環境保護省 (EPA) の EPA Innovative Wet Weather の第 1 期助成を獲得する。Wet Weather は実践的で前述した雨樋非接続、エコルーフ、グリーンストリートなどのグリーンインフラ適用策の実践をパイロットプロジェクトを通じて支援するプログラムである。

グリーンインフラ急速展開期 (2005~2008) : 2005 年からの 3 年間は関連法の制定など急速な展開が始まった。まず、流域圏マネジメント・マスタープランが制定され流域圏内の水資源の管理や水質、生態系など、より包括的な都市レベルの水管理のビジョンが示される。同時に 2005 年のグリーンビルディング法により具体的なプロジェクトの資金援助が始まり、2006 年にはより広域をグレートとグリーンインフラを融合的に整備する計画 Tabor to the River が策定される。2007 年にはグリーンストリート法が制定され、ポートランド市内の全ての道路空間におけるグリーンストリートの適用及びインセンティブの仕組みが開始される。

グリーンインフラ発展期 (2008~現在) : 2008 年にポートランド市長は雨水税を 0.1%引き上げることで創出した 50 ミリオン米ドルを基金にグレー・トゥ・グリーンイニシアティブ (Grey to Green Initiative) を立ち上げ、絵グリーンストリート (200+)、公領域・私領域における新規植栽 (80,000 本)、エコルーフ (17ha)、持続的雨水管理用の土地買収 (160 ha) などの目標を立ち上げ、市内で包括的なグリーンインフラの適用策を展開している。

3. ポートランド市におけるグリーンインフラ・プロジェクト整備状況と課題

3-1. プロジェクト事例調査対象と目的

今回対象としたのは EPA、ポートランド市環境局のグリーンインフラ戦略に合致する持続的雨水管理を核とするグリーンインフラ適用策を反映するプロジェクト事例を対象とし、前述の CSO 対策期から約 20 年を経たポートランド市におけるグリーンインフラの特徴を明らかにすることを目的としている。具体的にはグリーンストリート、レインガーデンなどポートランド市内のグリーンインフラ適用策を含む 10 プロジェクトを選定し、プロジェクトの概要、敷地における雨水処理面積 (すなわちグリーンインフラ内に流入する地表面排水の総面積)、グリーンインフラ適用策、グリーンインフラ部分工事費、持続的雨水管理を核としたグリーンインフラの環境効果、利用者のタイプ、グリーンインフラに重なり合う空間の機能を文献と現地調査及びインタビュー^{注1,2)}を通して次項の表-2、表-3 にまとめた。

3-2. グリーンインフラ・プロジェクトの整備状況

EPA とポートランド環境局の推奨する米国の自治体の中で持続的雨水管理を核とするグリーンインフラの典型的先進事例を環境局の推奨も経て抽出し、現地で視察調査を行った結果が次項の表-2 および表 3 である。項目別にまとめるとプロジェクトのタイプとしては 10 プロジェクト中ほぼすべてが既存の敷地のリノベーションであった。道路と歩行者空間と植栽帯の配分を変えることによりグリーンストリートの創出につなげているものが多く

表—2 持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ・プロジェクトの現況：事例 1-5 (筆者作成)

プロジェクト番号	1	2	3	4	5
名称・呼称	PSU Urban Center Plaza	Smith Memorial Student Union Plaza	SE21st and Tibbets Green Street	Tabor SE57th Avenue Green Street	Mt. Tabor Middle School Rain Garden
所在地	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA
新規開発/リノベーション	リノベーション	リノベーション	リノベーション(拡幅)	リノベーション	リノベーション
土地利用	研究・教育機関内の都市型広場	研究・教育機関内の小広場	道路、歩行者専用道	道路、歩行者専用道	公園(+学校・河川敷)
周辺グリーンインフラ計画との関連	New Montgomery Street Planの一環	New Montgomery Street Planの一環	NA	Tabor To River Green Street Plan	Tabor To River Green Street Planの一環
所有者	PSU(大学、民間)	PSU(大学、民間)	ポートランド市	ポートランド市	ポートランド市
主な利用者	大学生、遊歩道へ通り抜け利用の人	大学生、遊歩道へ通り抜け利用の人	近隣住民、車利用者、自転車利用者	近隣住民、通学の中学生、自転車利用者	中学生、教員、保護者
運営・管理方法	大学管理会社による管理・運営	大学管理会社による管理・運営	ポートランド市環境局管理・オペレーション部	ポートランド市環境局管理・オペレーション部	ポートランド市環境局管理・オペレーション部
敷地における雨水処理面積	743 m ²	464 m ² 以下	418 m ²	1115 m ²	370 m ²
グリーンインフラ部分工事費	\$100,000~\$500,000	\$100,000~\$500,000	\$100,000~\$500,000	\$100,000~\$500,000	\$100,000~\$500,000
グリーンインフラ適用策	雨種非接続、雨水浸透プランター、生態滞留池	雨種非接続、連続する雨水浸透プランター、生態滞留池	グリーンストリート(植栽帯拡張型+雨水浸透プランター型)	グリーンストリート(植栽帯拡張型+雨水浸透プランター型)	レインガーデン、雨種非接続
持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ環境効果	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留	雨水浸透(地下水涵養)、雨水流出量抑制、水質浄化
グリーンインフラに重なり合う空間の機能	多機能型都市広場 自転車置き場 ライトレール駅 建築低層の店舗	建築に連続 自転車置き場 ベンチ 帯状の植栽帯	道路・自転車道 路上駐車場 歩行者専用道 周辺店舗の雨種非接続プログラム	道路・自転車道 歩行者専用道 中学校におけるレインガーデン	周辺にグリーンストリート 中学校校舎

表—3 持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ・プロジェクトの現況：事例 6-10 (筆者作成)

プロジェクト番号	6	7	8	9	10
名称・呼称	NE Siskiyou Green Street	Headwaters at Tyrone Creek	South Waterfront 再開発	NE Sandy Boulevard Rain Gardens	Mt. Tabor Middle School Rain Garden
所在地	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA	Portland, OR, USA
新規開発/リノベーション	リノベーション	リノベーション	新規 リバーフロントの再開発	リノベーション	リノベーション
土地利用	道路、歩行者専用道	多世代型集合住宅	道路、歩行者専用道	道路、歩行者専用道	公園(+学校・河川敷)
周辺グリーンインフラ計画との関連	NA	Tyrone Creek 雨水滞留池、グリーンストリート(民間開発と一体的に整備)	Willamette川沿いの緑地	Sandy Boulevard Corridor Green Street	Peral District Green Street
所有者	ポートランド市	Jim Winkler (ディベロッパー)	複数のディベロッパーが所有	ポートランド市	Ecotrust (ディベロッパー)
主な利用者	近隣住民、車利用者、自転車利用者	多世代の居住者(多世代)、近隣住民	多世代の居住者、通勤、観光客	近隣住民、通学の中学生、自転車利用者	近隣住民、市民、観光客
運営・管理方法	ポートランド市環境局管理・オペレーション部	多世代の居住者、近隣住民	NA	ポートランド市環境局管理・オペレーション部	NA
敷地における雨水処理面積	55 m ²	20,200 m ²	20,200 m ² +	500~4,040 m ²	500 m ²
グリーンインフラ部分工事費	\$ 20,000 +	\$1,000,000~\$5,000,000	\$500,000 +	\$500,000~\$1,000,000	\$100,000~\$500,000
グリーンインフラ適用策	グリーンストリート(植栽拡張型+シンプル・グリーンストリート型)	雨種非接続、雨水浸透プランター、生態滞留池、レインガーデン、生態緑溝、エコルーフ、透水性舗装、シンプル・グリーンストリート	雨種非接続、雨水浸透プランター、生態滞留池、レインガーデン、生態緑溝、エコルーフ、透水性舗装、シンプル・グリーンストリート	グリーンストリート(レインガーデン型)	生態緑溝、透水性舗装
持続的雨水管理を核としたグリーンインフラ環境効果	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留、微気象緩和、生物多様性の創出、持続的な雨水システムとして機能	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留、微気象緩和、生物多様性の創出、持続的な雨水システムとして機能	雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留	雨水浸透(地下水涵養)、雨水流出量抑制、敷地における一時的な雨水貯留、水質浄化、生物多様性の創出(原生植栽)
グリーンインフラに重なり合う空間の機能	近隣道路・自転車道 歩行者空間 住宅地 既存の緑地	集合住宅に囲繞 遊歩道 駐車場・自転車置き場・ベンチ 川沿いの植栽帯(地下1メートル) 近隣緑地	道路・自転車道 高層複合ビルに囲繞 歩行者空間 商業施設・オフィス 公園・河川沿いの緑地	幹線道路・自転車道 歩行者空間 商業・住宅地	周辺街区内にグリーンストリート L R T 商業施設 駐車場 歩行者空間・自転車道

見られた。土地利用としては歩行者空間、道路、公園、学校・教育施設、都市広場、集合住宅などがありグリーンインフラ適用には敷地の特性に関わらず可能性があると考えられる。周辺のグリーンインフラ計画との関連では個別敷地のグリーンインフラ適用策が周辺街区や歩行者空間のグリーンインフラ計画と一体的に構想されたものが10件中8件見られた。土地所有者はポートランド市が所有するグリーンストリートが5件、その他のグリーンインフラ・プロジェクトは民間のディベロッパーによるものが3件、大学・教育期間が2軒であった。主な利用者としては敷地の特性別に学生、居住者、近隣住民と異なるが、歩行者道、自転車道、車道の3つの機能とグリーンインフラの関係が7件で確認された。

次に敷地における雨水処理面積だがグリーンストリートでは50～500㎡が最も多く、周辺のグリーンストリートと連動して計画されている事例では1000㎡以上のものも見られた。また敷地が複合開発や集合住宅として計画されたものは20,000㎡以上と非常に高い表面排水(雨水)の処理面積があることがわかった。グリーンインフラの適用策としてはグリーンストリートの場合は2-2に記載した4タイプ(植栽拡張型、レインガーデン型、雨水プランター型、シンプル・グリーンストリート型)のいずれかの組み合わせが見られた。複合開発や集合住宅においては雨樋非接続、雨水浸透プランター、生態滞留池、レインガーデン、生態緑溝、エコルーフ、透水性舗装、シンプル・グリーンストリートが適用されており、包括的な持続的な雨水管理が実現されていることが確認できた。持続的雨水管理を核としたグリーンインフラの環境効果に関しては、ほぼ全てのプロジェクトにおいて雨水浸透(地下水涵養)、流出量及び流出速度抑制、水質浄化、敷地における一時的な雨水貯留が確認できた。し敷地規模の大きい民間開発においては更に水質浄化、微気象緩和、生物多様性の創出等の環境効果も加わり、包括的な持続的雨水管理が行われていることが分かった。グリーンインフラに重なり合う機能に関しては、歩行者空間、道路、自転車道、LRTの駅など交通とグリーンインフラが一体的に整備されている事例が確認できた。

3-2. ポートランド市におけるグリーンインフラ適用策の課題と今後の展望

グリーンインフラは適用策に関する調査、及びポートランド市環境局持続的雨水管理部、都市計画・サステナビリティ部のインタビュー^{注1)}^{注2)}を通じて現時点でのグリーンインフラ整備の課題が明らかになった。第1に本論の2-2に示す通りポートランド市内でグリーンインフラ政策決定、計画、適用、管理と3つのプロジェクト段階においてチームの編成が組まれていることが分かった。特にポートランド市では交通局との20年以上に渡る市全域の交通計画の見直し、LRTの導入によって道路やの機能読み替え、自転車道の新規整備、歩行者空間のリノベーションと一体的にグリーンインフラの適用が進められていることが分かった。第2に本論の2-3の通り、ポートランド市の先進的なグリーンインフラ適用はCS0(合流式下水)の氾濫の訴訟、水質改善運動が導入のきっかけであり、その後まず民間のプロジェクトでのグリーンインフラ適用が行われた後、EPAの助成な

どを契機にプロジェクトへの適用が急速に増加し現在に至るが、グリーンインフラ策定計画という都市レベルの計画は存在しない。不確定な既存インフラの状況や更新時期の調査を進めながら可能な場所ではグリーンインフラを適用する中で機会を捉えてグリーンインフラ推進を進めてきたが、今後は既存のグリーンインフラの適用状況とグリーンインフラの更新時期を更に精査して最も効果的なグリーンインフラの配置戦略を立てていく必要がある。第3には管理・運営の課題であるが、基本的にポートランド市内のグリーンストリートは環境局によって管理されるため急速に拡大するグリーンインフラの管理を一定のレベルで行うことが喫緊の課題である。管理者のレベルや周辺住民の使い方によってもグリーンインフラの状態は異なるが管理方針と住民による自主的な植栽管理の在り方などを市全体でどのように位置づけるかが議論されている。最後にグリーンインフラ適用から20年を迎えるポートランド市では住民の意識調査、周辺の不動産価値(環境価値)の状、広域水資源管理的な視点からの流出量調査^{注2)}などが始まっており、グリーンインフラの価値を再定義し、今後の更なる展開を構想している。

<補注>

注1) ポートランド市環境局持続的雨水管理部現地インタビュー調査5月5日 14時～16時30分

注2) ポートランド市都市計画・サステナビリティ部現地インタビュー調査5月6日 11時～12時30分

<参考文献>

- 1) Connecting Smart and Sustainable growth(2012), European Commission, Region and Urban Policy
- 2) Green Infrastructure Statement of Intent(2007), U.S. Environmental Protection Agency (EPA)
- 3) Ahern, J. (1995), Greenways as a planning strategy, Landscape and Urban Planning 33(1-3): 131-55
- 4) 日本建築学会編、雨の建築学シリーズ、技法堂出版
- 5) 井上薫ほか、グリーンインフラの概念を用いた浸透性街路デザイン空間の導入効果、日本建築学会計画系論文集 76(600)、335-340
- 6) 清水裕之、ドイツの緑地保全における地域計画、景観計画、土地利用計画、地区詳細計画及び緑地整備計画の接続、都市計画学会論文集Vol. 47, No. 3 235-240
- 7) 片桐由紀子、多摩川中流域における旧農業用水路網を軸としたグリーンインフラストラクチャの形成可能性に関する研究、ランドスケープ研究
- 8) 遠藤新、米国都市における雨水流出管理政策としてのグリーンインフラ計画に関する研究、都市計画学会論文集、Vol. 46, No. 3, 649-654
- 9) 花井建太・遠藤新、米国ポートランド市におけるグリーンストリート施策の研究、都市計画学会論文集 Vol46, NO. 3, 655-660
- 10) Stormwater Best Management Practice Design Guide(2004), Environmental Protection Agency
- 11) Green Infrastructure Strategic Agenda (2013), Environmental Protection Agency