

working for clean rivers



From Dreams to Reality
The Evolution of Portland's Green Infrastructure Strategy

ENVIRONMENTAL SERVICES
CITY OF PORTLAND
working for clean rivers
NICK FISH, COMMISSIONER | DEAN MARRIOTT, DIRECTOR

Dawn Uchiyama
Stormwater System Program

Tokyo, Japan
November 12, 2014

「夢から実践へ-ポートランド市におけるグリーンインフラ(GI)戦略の最前線」

本日はお招きいただきありがとうございます。ポートランド市がどのように少人数の小さなアイデアをビジネスにまで発展させてきたのかをここでお話させていただくことを光栄に思っております。本日の発表では、いくつかの主要な活動をご紹介しますと共に、我々の将来計画や日本へのアドバイスをお伝えしたいと思います。

Overview

1. Setting the Context
2. Defining Green Infrastructure
3. Timeline and Key Milestones
4. Lessons Learned
5. Looking Ahead

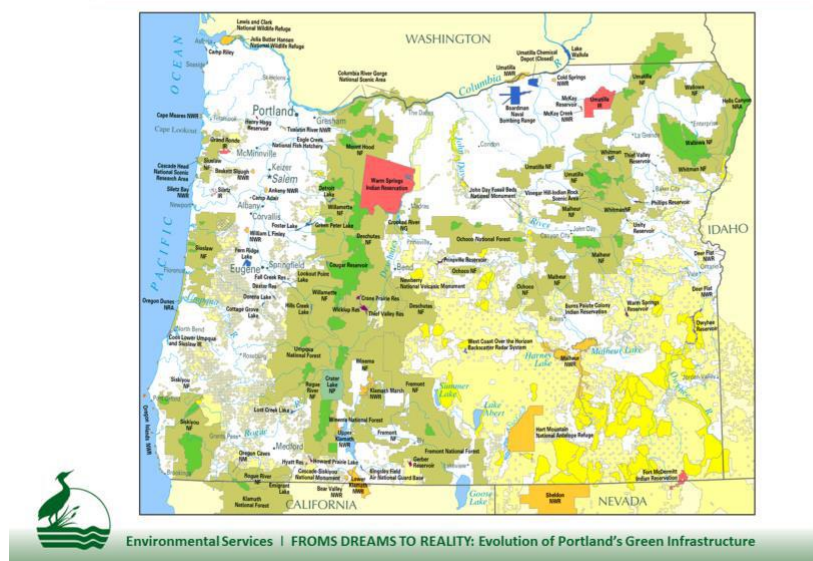


Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「本日の流れ」

まずポートランド市の地理的概要を説明し、次に GI (Green Infrastructure) の定義について話し、そしてこれまでの経緯と主な出来事を見ていきます。最後にそこから学んだ教訓とこれからの展望を簡単にお話しします。

Setting the Context

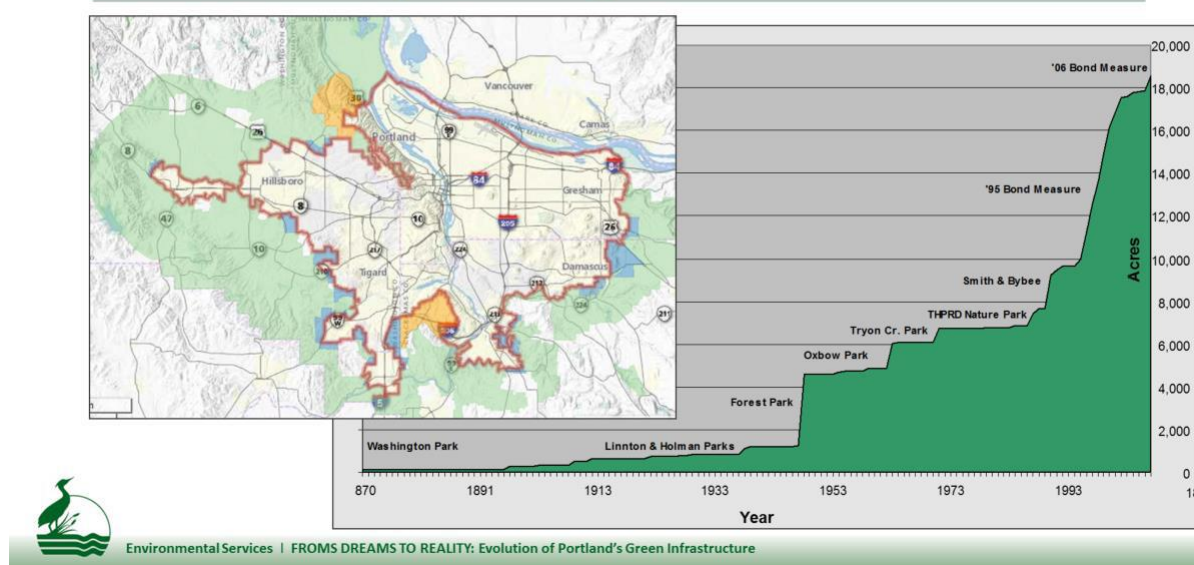


「背景説明」

まずポートランド市は、アメリカ合衆国北部のカスカディア地方として知られる地域に位置しています。それは基本的にはカリフォルニアの北部からアラスカに至る、水・土壌・植物等の自然資源が豊かな温暖な森林地帯です。

ポートランド市は、近代において賢明な土地利用計画への意識が高いオレゴン州に属しており、全米で 4 番目に大きいコロンビア川と 19 番目に大きなウィラメット川が合流する地点に位置します。

Portland Metropolitan Region



「ポートランド市の都市部について」

ポートランド市の都市部は、「Urban Growth Boundary(都市成長境界線)」または略して UGB と呼ばれる土地利用制限線によって囲まれています(スライドの左側の地図参照)。これは都市の無秩序な外延的拡大を防ぎつつ、都市開発を進め、都市の周囲の価値ある農地や森林地帯を守るためのものです。

政府は同時に UGB 内においても、そこに暮らす人々と自然保護のために、価値ある緑地を購入する政策を積極的に行っています。その結果、1950 年と 2000 年を比べると、UGB 内の緑地面積はおおよそ 20km² から 80km² に増えています(スライドの右側の図参照)。



「ポートランド市民の前向きな気質」

ポートランド市の人口は、アメリカの都市の中では中くらいのサイズで、60 万人程度です。

ポートランドは特別な市と私は思っています。未来に向けて新しいことをできるという楽天的な考え方が強くありますし、それに皆で取り組んでいるからです。また、環境問題に対する強い意識もあります。さらに自由に夢を見て良いという考え方があり、人々は気持ちよく何か新しいことやユニークなことを始めることができます。



「環境局について」

私が所属している BES (Bureau of Environmental Services 環境局) は、ポートランド市内の下水道や豪雨処理

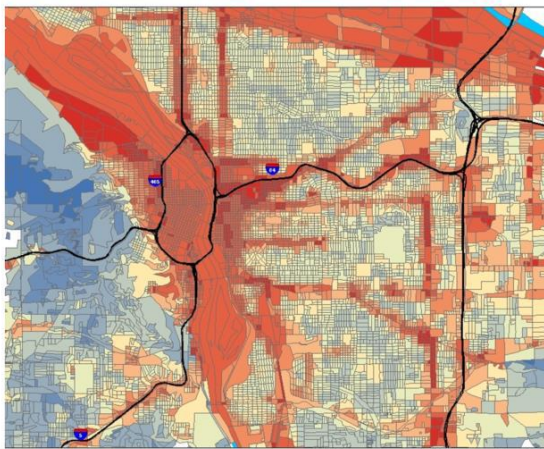
施設の管理を行っています。具体的には、2つの下水処理施設、100箇所のパンプ場、4000kmを超える下水管・雨水管・合流式下水管のオペレーションを行っています。1980年代に、単に公共事業のみを行うだけでなく、政界や地域社会からの強力な支援を得て環境政策にも取り組むようになりました。

環境局のミッションは、以下の通りです。

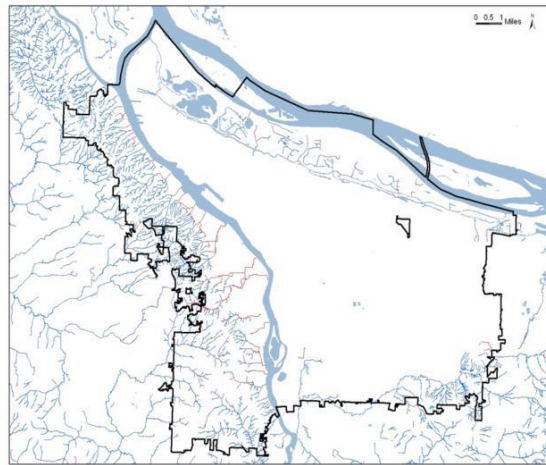
- ・人々の健康、水質、環境の保全
- ・ポートランド市の現在と将来のニーズを満たす、下水道と豪雨収集処理サービスの提供
- ・地表水と地下水を保全し、流域圏生態システムの健全化を促進する事業の展開

Conditions Today

Urban Heat Islands in Portland (U.S. Census Block Boundaries)



Map courtesy of Vivak Shandas, PSU



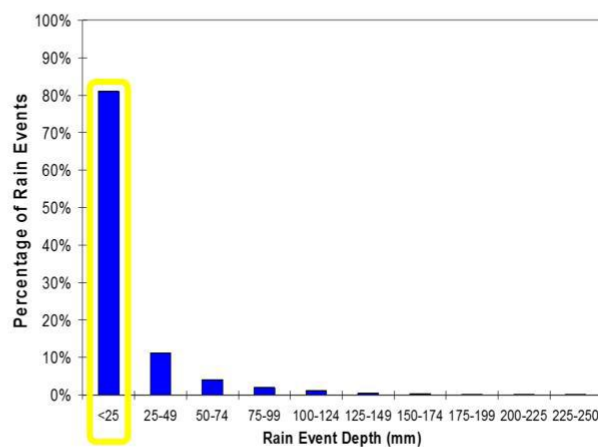
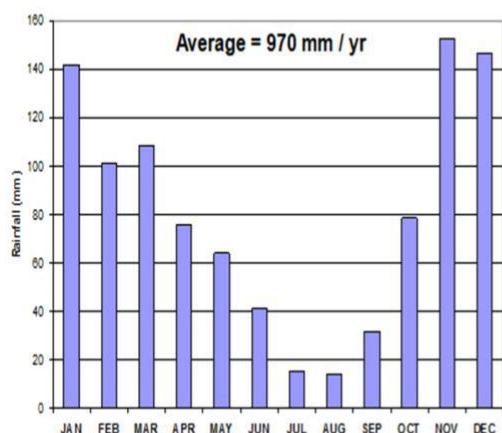
Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「現在の状況」

左はポートランド市の最近の地表面温度の図です。赤い部分がダウンタウンの中心部と工業地区、それに主要な幹線道路です。青い部分は、アメリカ合衆国で最も大きな森林公園であるフォレストパークを含んでいます。それらに住宅街と商業地域が混ざり合っています。

右は河川の地図です。大きな白いエリアでは過去には河川が沢山流れていましたが、このエリアは平坦なので、その後河川は排水管を設置して埋められ、その上に都市が作られました。

Portland Rainfall



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

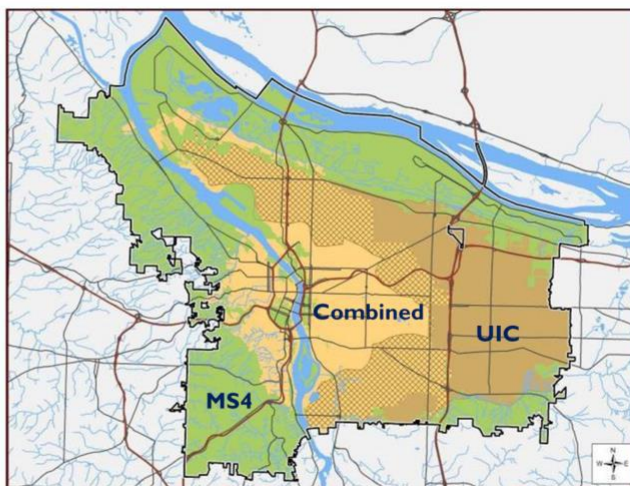
「ポートランド市の降雨について」

左は月別の降水量のグラフです。年平均降雨量は 970mm です(日本の半分量くらいかと思います)。1 年を通して雨が降らない月はほとんどありませんが、変化としては 11 月から 3 月までが雨季、7・8 月が乾季となっています。右は降雨強度別の構成比率です。降雨時の 80%は 1 時間降雨量 25mm 以下となっています。

Stormwater Systems

Portland's Regulated Stormwater Systems

- **Combined** - sanitary waste and stormwater in one system
- **MS4** - municipal separated storm sewer system (streams and rivers)
- **UIC** - underground injection controls (sumps)



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「豪雨処理システムについて」

- ポートランド市で行われている豪雨処理システムは 3 種類あります。
- ・合流式下水道: 汚水と豪雨流出水が同じシステムで処理されます。
 - ・MS4(M は Municipal の頭文字、S4 は S で始まる 4 つの単語を意味する): 自治体によって個別に豪雨の流出を規制するシステムを持っています。(小川や河川をそのまま残していることが多い。)

- ・UIC (Underground Injection Controls) : 地表面から地下 2-10m に sump と呼ばれる円柱のコンクリート有孔管を垂直に設置し、そこから徐々に地下に雨水を浸透させていきます。



「グリーンインフラについて」

ポートランド市におけるグリーンインフラの定義は、植物と土壌を用い、自然の機能やプロセスを模倣し、発生源に近いところで雨水の地表面流出水を遅らせ、濾過し、地中に浸透させる、自然と構造物との融合システムです。

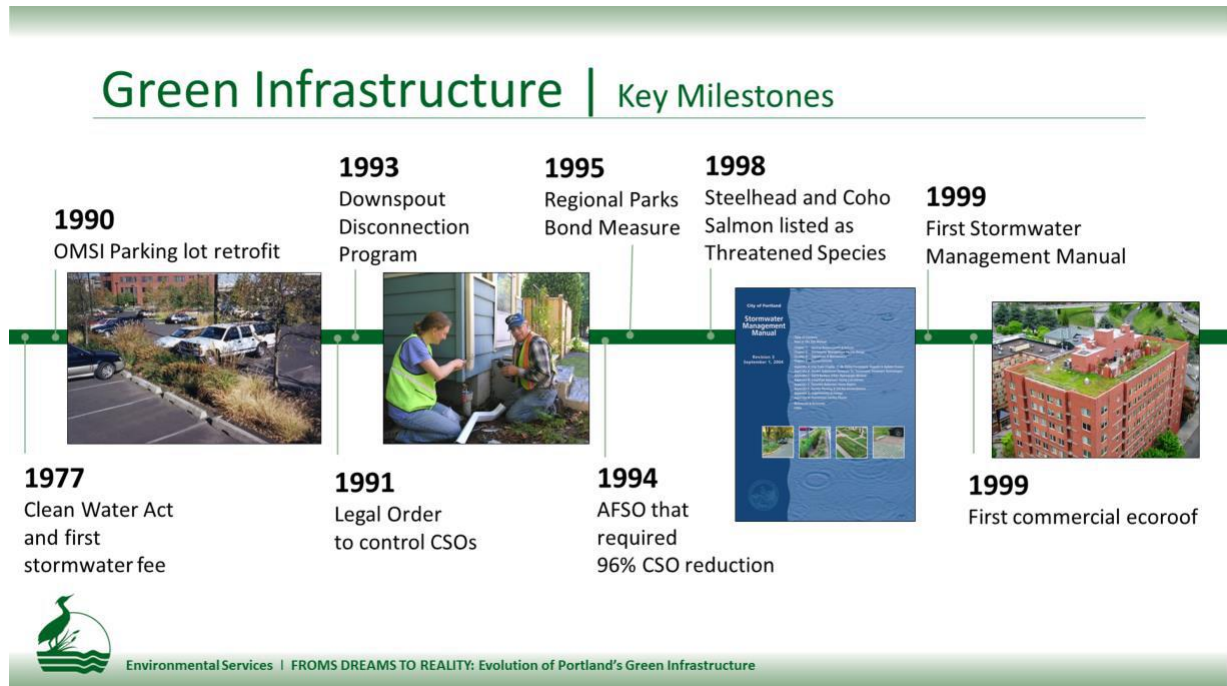


「グリーンインフラ: 自然と構造物との相互接続システム」

アメリカ合衆国の環境保護庁 (EPA) による GI (グリーンインフラ) の定義は地域スケールのものと即地スケール

のものに区分しています。

GI は、植物・土壌・そして自然のプロセスを用いて豪雨を処理し、都市のより健全な環境を創出するものです。地域スケールでは、生物に住処を与え、洪水を防止し、より清潔な空気と水を提供する自然地域のネットワークを意味します。近隣や即地のスケールでは、自然を模倣して豪雨を浸透・貯留するシステムや施設を意味します。ポートランド市では両方のスケールでの定義が該当しますが、本日は主に後者について述べていきます。



「グリーンインフラの主な出来事」

グリーンインフラの主な出来事を時系列に示しています。最初の 10 年は、連邦による規制、実験、パイロットプロジェクトの実施でした。

1977 年：クリーンウォーター法が制定され、豪雨対策税を創設。

1990 年：OMSI(Oregon Museum of Science and Industry オレゴン科学産業博物館)の駐車場の改良工事で植栽帯を創出。

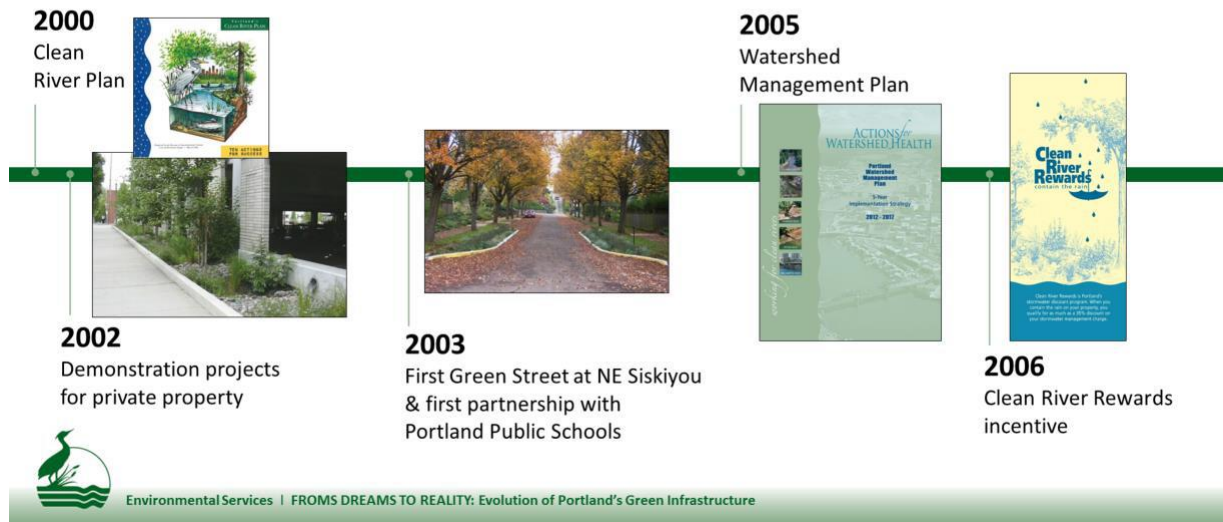
1991 年：CSOs(Combined Sewer Overflows 合流式下水道からのオーバーフロー)の法規制開始。

1993 年：住宅の縦樋の下水管への接続廃止プログラム開始。

1998 年：ニジマスとギンザケが絶滅危惧種に指定。

1999 年：豪雨マネジメントマニュアル第一版の発行。商業施設に初のエコルーフ。

Green Infrastructure | Key Milestones



「グリーンインフラの主な出来事」

次の 10 年弱の主な出来事です。より多くのデモンストレーションプロジェクトが実施されましたが、計画やプログラムとして組まれた、より政策として発展したものが多くなりました。

2000 年：クリーンリバー計画を作成

2002 年：私有地におけるグリーンインフラのパイロットプロジェクトを開始。

2003 年：ノースイースト Siskiyou 通りで最初のグリーンストリートに着手。ポートランド市の公立校と初めて管理協定を結ぶ。

2005 年：流域圏マネジメント計画を作成。

2006 年：奨励策としてクリーンリバー報奨制度を開始。

Green Infrastructure | Key Milestones

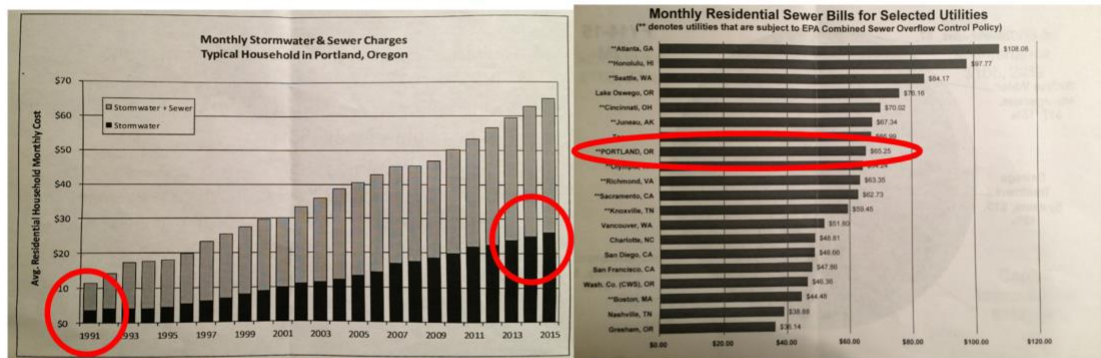


「グリーンインフラの主な出来事」

最後に 2007 年から現在までの出来事です。より包括的なプログラムに発展し、CSO (Combined Sewer Overflow) プログラムも完了しました。今、私たちは次に何をすべきか、改めて自分たちに問いかけているところです。

ここからは今まで紹介した出来事の中から、重要な部分をより詳しく説明していきます。

Green Infrastructure | Stormwater Fee - 1977



2014-15 Monthly rates

- Single family residential \$26/month
- Multi-family and commercial \$12/month per 100 sq m



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 豪雨対策税-1977 年」

左は 1977 年に始まった豪雨対策税のグラフです。税額は個人邸において、1戸当たり 1991 年で月約 3 ドル、2001 年で月 10 ドル、2014 年で月 26 ドルとなっています。複数の家族が住むアパートや商業施設では敷地内の不透水面積 100 m²ごとに税金が課され、2014 年では月 12 ドル/100 m²となっています。

年々税額は高くなっていますが、全米の主要都市と比較すると(右図)平均的な金額です。全米の中で税額が高いのはアトランタやホノルルです。

Green Infrastructure | CSO Program

Combined Sewer Overflow (CSO) Program

- 1991 – 2011
- control 22,7 million cubic meters of combined sewerage overflow each year
- relied primarily on large storage tunnels
- total cost ~ \$1.4 Billion



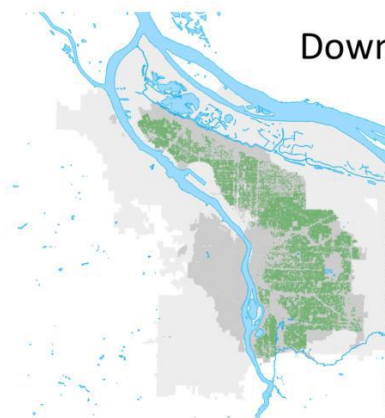
Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ:CSO プログラム-1991~2011 年」

次に CSO (Combined Sewer Overflow) プログラムの説明です。CSO プログラムはポートランド市の史上最大の公共事業で、総計 14 億ドルを費やして行われた 20 年計画の事業です。巨大な貯留管を設置して、合流式下水道からのオーバーフローを年間 2200 万 m³ 以上抑制管理するプロジェクトです。市の西側に直径 4.3m、東側に直径 6.7m の 2 つの巨大貯留管を設置(河川の下へ最大 50m の深さで設置)しました。2 つの管は 1 つのポンプ場で合流し、1 つの下水処理場で処理されます。これによって、年間 50 回ほど発生していたオーバーフローが年間 4 回以下に減りました。

Green Infrastructure | Roof Downspouts

Downspout Disconnection Program (1993-2011)



- over 56,000 disconnected downspouts disconnected from the combined sewer at over 26,000 residential homes
- annual volume reduction estimated at almost 4.5 million cubic meters
- cost of \$13M



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ:縦樋の配水管への接続廃止プログラム-1993~2011 年」

次に住宅の縦樋の配水管への接続廃止プログラムを説明します。

- ・26,000 戸以上の住宅で実施し、合流式下水道につながる 56,000 個以上の縦樋の配水管への接続を廃止しました。(1 つの縦樋分断に 50 ドルの費用発生)
- ・下水管に流れ込む雨水を年間最大で約 450 万 m³削減しています。
- ・1300 万ドルを掛けて行われましたが、結果として 3 億ドル以上の経費を削減。
- ・建築法規の大幅な変更が必要でした。
- ・エンジニアサイドの保守的な考え方により、最初の頃は反対されたプロジェクトでした。

Green Infrastructure | Private Property

Early Private Property Projects (1989 – 1996)

- opportunity driven
- impending water quality regulations



OMSI Parking Lot Swales (1992)



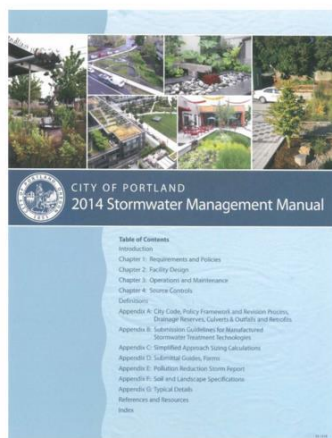
Liptan garage (1996)

「グリーンインフラ: 私有地における初期のプロジェクト-1989～1996 年」

私有地におけるグリーンインフラの取り組みです。1990 年代初期に始まり、いくつかのシンプルな考え方が試験的に実施されました。

左の写真はOMSI (Oregon Museum of Science and Industry オレゴン科学工業博物館) の駐車場に雨水貯留浸透用の植栽帯を作った事例です。右の写真は、オレゴン市の環境局で以前働いていたリプトン氏が自宅のガレージの平屋根の上に作ったグリーンルーフの事例です。

Green Infrastructure | Stormwater Management Manual



Applies to:

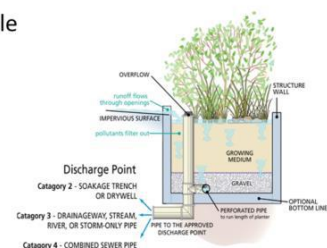
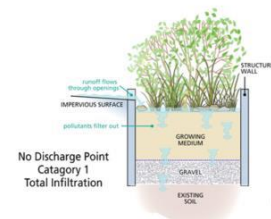
- new development and redevelopment
- public and private land

Triggers:

- > 46 sq m of impervious area
- new connection to public system

Requirements:

- retain as much runoff on site as possible
- control peak flows
- use green infrastructure whenever possible
- design storms
 - 10-yr Storm (86 mm)
 - Water Quality Storm (21 mm)



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ：豪雨マネジメントマニュアル」

豪雨マネジメントマニュアルは 1999 年に発行され、これまでに 4-5 回改訂されています。

このマニュアルの特徴は、①新しい開発と再開発のすべてに適用されること、②公共地・私有地問わず適用されること、③不透水面積が 46 m²を超える計画にはすべて適用されること、です。46 m²というのはオレゴンにおいてガレージ1つ位の大きさなので、ほとんどの計画に適用されることとなります。

グリーンインフラの作り方としては、図中右側の断面図の上のパターンを理想としています。これは、敷地に降った雨が全部ゆっくり直接地下へ浸透していく形です。ただし、地下の土壤が汚染されている場合や、直近に建築物がある場合などには断面図の下のパターンも可能としています。これは、植栽帯の底面・側面を遮水シートで覆い、植栽帯の中の土壤をゆっくり降下してきた雨水が排水管を通じて外に排出される形です。排水先には河川・小川、雨水管、合流式下水管などがありますが、基本的に合流式下水管への排水は最後の手段となります。実際には都市部では地下階を持つ建物が多いため、不動産を守るために下のパターンを採用することが多いのが現状です。

詳しくは次のリンク先をご参照下さい。→<https://www.portlandoregon.gov/bes/64040>

Green Infrastructure | Stormwater Management Manual

- Design guidelines and drawings
- Sizing tools

Basin Vegetated Facility for the Simplified and Presumptive Approaches

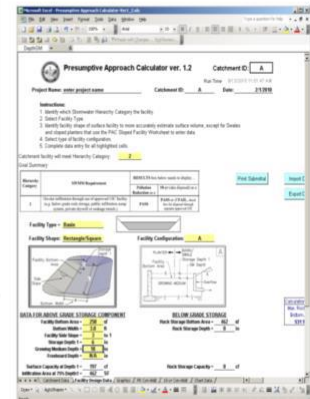


Figure 2-10: Various Submittal Details. See Appendix 2.1 for submittal details.

Facility Description
Vegetated infiltration basins are flat-bottomed, shallow landscaped depressions used to collect and hold stormwater runoff, allowing pollutants to settle and filter out as the water infiltrates into the ground. They are either excavated or created with bermed side slopes. An inlet pipe or sheet flow over impervious area carries the stormwater into the basin, where it is temporarily stored until it infiltrates into the ground. Basins also provide complete infiltration for small storm events. They can be sized to infiltrate large storms to areas where side drain work or overflow to an approved discharge point. Basins can have a formal or informal design that can be used to help fulfill a site's landscape requirements.

Design Requirements
• **Site suitability:** Existing infiltration rates will determine if the facility can be designed to achieve infiltration, partial infiltration, or allow the stormwater to flow through the facility. See Appendix 2.2 for infiltration testing procedures. For the Simplified Approach (Section 2.2.1), if the tested infiltration rate is greater than or equal to 2 inches per hour, the basin must overflow to a subsurface infiltration facility. If the tested infiltration rate is less than 2 inches per hour, the basin should be designed as a partial infiltration or flow through facility.

Chapter 2 Facility Design
Portland Stormwater Management Manual - August 1, 2008



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 豪雨マネジメントマニュアル」

豪雨マネジメントマニュアルは非常に分厚い冊子なので、ここではその一部を紹介します。マニュアルは、様々なグリーンインフラの概要説明や、設計図の紹介、植栽帯のサイズのシミュレーションなどを盛り込んでいます。

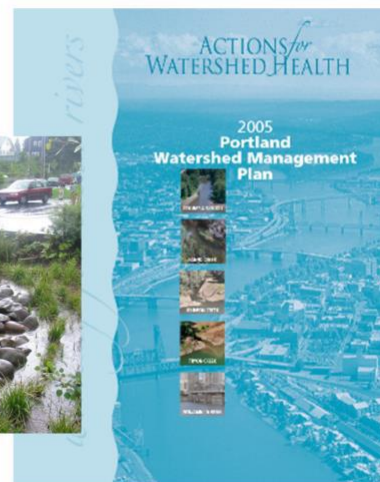
Green Infrastructure | Watersheds

Watershed Management Plan (2005)

Watershed Health Goals

- Hydrology
- Water Quality
- Physical Habitat
- Biological Communities

Watershed Health Index



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 流域圏マネジメント計画」

2005 年には、流域圏マネジメント計画を作成しました。ここでのポイントは、科学技術とビジョンは密接に関連しており、我々が都市の中で行うことは我々の流域圏や豪雨対策システムに影響を与えるということです。定められた市の流域圏保全の主なゴールは、水循環・水質・生息地・生態系の 4 つが健全であることです。そして州や連邦の規制を基本的に1つの総合的なグリーンインフラ戦略に織り込むための手引書になっています。

詳しくは次のリンク先をご参照下さい。→<http://www.portlandoregon.gov/bes/38965>

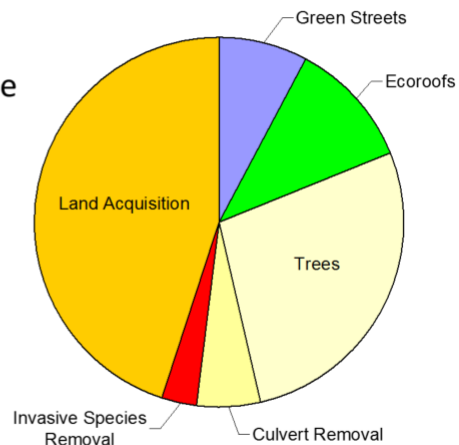
Green Infrastructure | Grey to Green (2008-13)

\$50 million

Funded by a 0.1% stormwater rate increase

Program Goals:

- 200+ green streets
- 80,000+ private / public trees
- 17 hectares of ecoroof
- 3,000 hectares invasive species removal
- 160+ hectares land purchase
- 9 culverts removed



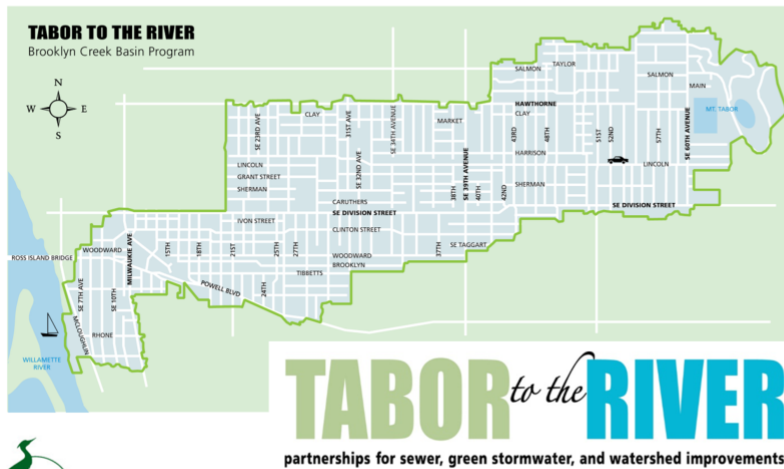
Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: グレー・トゥー・グリーン (2008～2013 年)」

グレー・トゥー・グリーンは 5 カ年計画で、流域圏マネジメント計画に則ってグリーンインフラの既存事業、計画事業を促進・増強する目的で行われました。予算は豪雨対策税を 0.1% 増やすことで得た 5000 万ドルを使って行われました。事業のゴールは、下記の通りです。

- ・200 箇所以上でのグリーンストリートの実施
- ・80,000 箇所以上での私有・公共樹木の植栽
- ・17 ヘクタールのエコルーフの創出
- ・3,000 ヘクタールにおける侵入外来種の除去
- ・160 ヘクタール以上の土地購入
- ・魚の行き来を阻む 9 箇所での暗渠の撤去と再設計

Tabor to the River | Basin Characterization



- Approximately 6 sq km combined sewer basin
- Primarily high-density, single-family residential development (70%) with some commercial along major arterials
- 37% impervious surface
- 5 km from Mt Tabor Park to the Willamette River



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

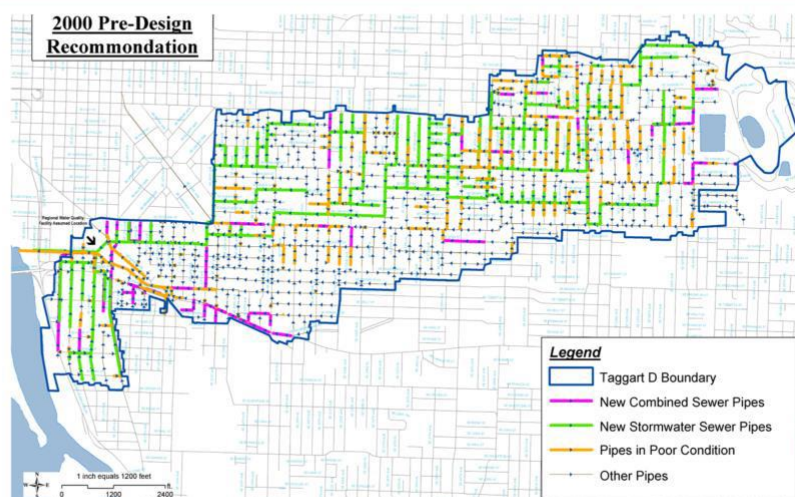
「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：対象エリアの特徴」

テイバー・トゥー・ザ・リバー計画は、ポートランド市東部にあるテイバー山公園とウィラメット川を結ぶエリアで行われた豪雨マネジメント事業です。このエリアの特徴は以下の通りです。

- ・約 6km² の合流式下水道エリア
- ・基本的に高密度の地域で、一戸建住居が多い。主要幹線道路に沿って商業施設が開発されている。
- ・地表面の 37% が不透水舗装
- ・テイバー山公園からウィラメット川まで 5km

Tabor to the River | Original Plan

Address basement flooding and failing pipes through sewer separation, pipe upsizing and new combined pipes



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：最初の計画」

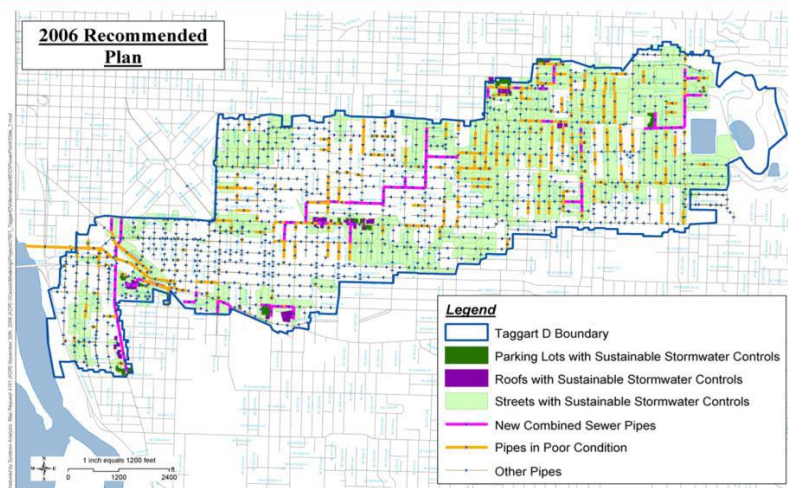
2000年にテイバー・トゥー・ザ・リバー計画が最初に作られた時は、地下階で発生する下水の逆流を防止するた

めの下水管のサイズ拡張と、劣化した下水管の修繕を主に進める予定でした。

地下階での下水逆流のリスクについては、豪雨時に下水管が雨水・下水の両方を流しきれず、水位の低い地下階に未処理の下水が逆流するトラブルが頻発していました。このため、豪雨を下水システムからなるべく切り離す必要がありました。

Tabor to the River | Pre-design Revised Strategy

Green
stormwater
infrastructure
and fewer new
pipes



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：計画の改訂」

しかし 2000 年の計画には予算がかかり過ぎることが分かったため、2006 年に計画の見直しを行い、下水管のみに依存した計画から、グリーンストリート等のグリーンインフラを取り入れた計画へと変更しました。

地図の中で示された緑色の部分が、下水管の改善からグリーンインフラに切り替えたエリアです。

改訂されたゴールは以下の通りです。

- ・地下階が浸水する危険な状態を取り除く
- ・各地の下水道管を保全して改善する
- ・CSO (Combined Sewer Overflow 合流式下水道のオーバーフロー) が起こる排水管への流入量を減らす
- ・費用対効果を最大化する
- ・地表水が地下に浸透して地下水となるように水循環を改善する
- ・都市の環境と住みやすさを改善する

Tabor to the River | Public Outreach

- Variety of communication methods
- Rain garden workshops
- Art of Stormwater Exhibition



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：人々への喚起提言」

- 豪雨対策についての説明を様々な方法で展開する
- レインガーデンのワークショップを開催する
- 豪雨対策技術の展示会を開催する

Tabor to the River | Green Streets



GREEN STREET Planting Designs



For a more formal, manicured neighborhood setting. The plants are tidy and compact with an emphasis on year-round flower and foliage color. Full sun.



blooming



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：グリーンストリート」

グリーンストリートは計画から施工まで近隣住民の理解・協力を得て進めていきます。

まず道路に植栽帯のデザインを描きこんで示し、近隣住民の方へこれからどのようなものが出来上がるのかをイメージしてもらいます。次に植栽帯に植える植物を近隣住民の方と一緒に選びます。そして時には皆で一緒に植栽します。

Tabor to the River | Private Property Retrofits



Budgeted for \$64 / m²;
early projects ~ \$53 / m²



Nuestra Cocina



Dara Apts



Terrazzo



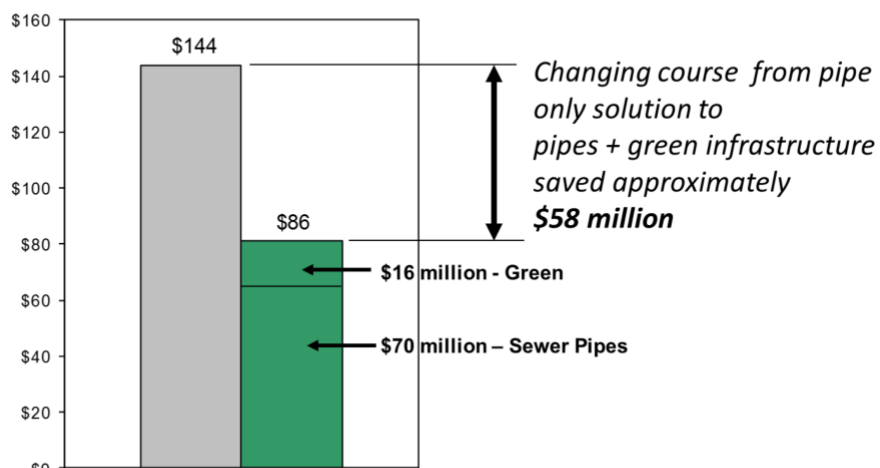
Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：私有地での改修」

ここで示した写真はテイバー・トゥー・ザ・リバー計画の目標を達成するために、私有地のオーナーと市が協働で行ったグリーンインフラです。このプロジェクトでは、施工費はポートランド市が負担し、メンテナンス費は土地のオーナーが負担します。市の予算で作るグリーンインフラなので、オーナーが勝手に用途を変えたり、撤去することが出来ません。

64ドル/㎡の予算が当てられ、初期のプロジェクトは最大 53ドル/㎡で実施されました。

Tabor to the River | Cost Savings



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「テイバー・トゥー・ザ・リバー計画：コストの削減」

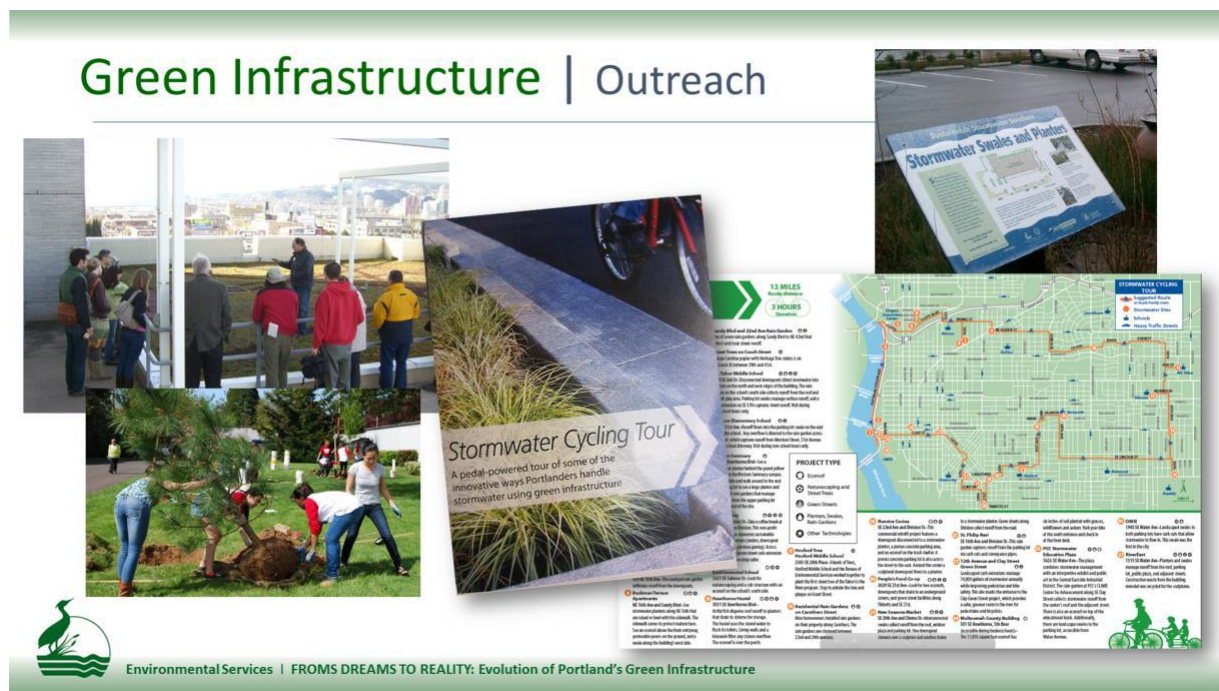
2000 年当初の下水管のみに依存した計画では 1 億 4400 万ドルかかる想定でしたが、ポートランド市は2006

年に行った計画の見直しで、グリーンとグレーを組み合わせた戦略的で重要な転換を行いました。

新計画の内容は以下のとおりです。

- ・10カ年計画
- ・500箇所のグリーンストリートを作る
- ・33箇所の私有地で施設を作る
- ・81,000フィートの下水管を改修する

この結果、費用を8600万ドルへ軽減させ、当初の計画より5800万ドルの削減を達成しました。



「グリーンインフラ:人々への呼びかけ」

グリーンインフラが出来上がった後も、その後の状態を市民へ見せる取り組みを行っています。左上の写真は現地見学会開催の様子、右上は緑地へのパネルの設置、そして右下はサイクリングツアーマップです。ティバー・トゥー・ザ・リバー計画のエリアを中心に、創出したグリーンインフラを結ぶサイクリングルートを設定し、人々が気軽にグリーンインフラを見学できる工夫をしています。

これらの取り組みは、グリーンインフラへの税金の使い道を納税者へ示す意味でも重要です。

Green Infrastructure | Incentives

Clean River Rewards (2006-)

- up to a 35% stormwater fee reduction

Ecoroof Incentive (2008-2013)

- up to \$54 / m²

Treebate Program (2008-)

- reimburse up to 50% of the cost of private property trees



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 奨励制度」

- ・クリーンリバー報奨制度(2006年～): 豪雨対策税を最大で35%免除する
- ・エコルーフ奨励制度(2008～2013年): 最大で54ドル/㎡助成する
- ・ツリーベイトプログラム(2008年～): 私有地に植える樹木の費用を最大で50%払い戻す

Green Infrastructure | Lessons Learned

- What have we accomplished?
- Is it working?
- Do we really save money?
- What are the challenges?



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 学んだ教訓」

ここからは、以下について述べていきます。

- ・我々は何を達成してきたのか？
- ・グリーンインフラは実際に効果が出ているのだろうか？
- ・グリーンインフラは本当にお金の節約になったのか？

・何が課題なのか？

Green Infrastructure | Accomplishments



Over 3,000 green facilities on private property as a result of Stormwater Management Manual.

- ecoroofs
- swales
- planters
- basins
- ponds

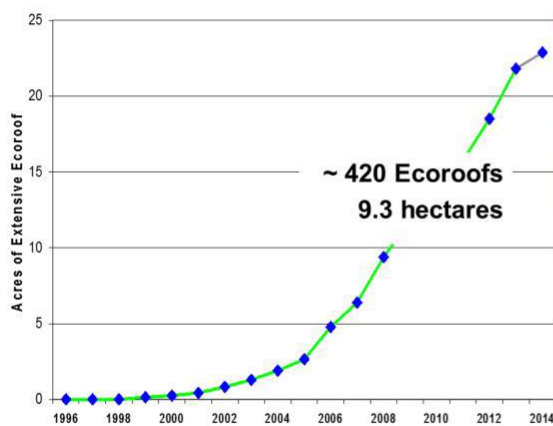


Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 達成したこと」

1999 年に雨水マネジメントマニュアルが作成されて以来、3,000 箇所以上のグリーンインフラによる豪雨対策施設が私有地に創出されました。

Ecoroofs | (1996-2014)



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「エコルーフ: 1996～2014 年」

これまでに私有地・公共地を共に含めて 420 箇所(9.3 ヘクタール)のエコルーフを創出しました。これとは別に 150 箇所で約 7 ヘクタールの屋上庭園が創出されています。



エコルーフの例1：ハミルトンアパート(新築工事)



エコルーフの例2：ポートランドビルディング(改修工事)

※環境局の事務所がこのビルの中に入っています。



エコルーフの例3: グリーンインフラと他技術の組み合わせ (写真はソーラーパネルとの組み合わせ)

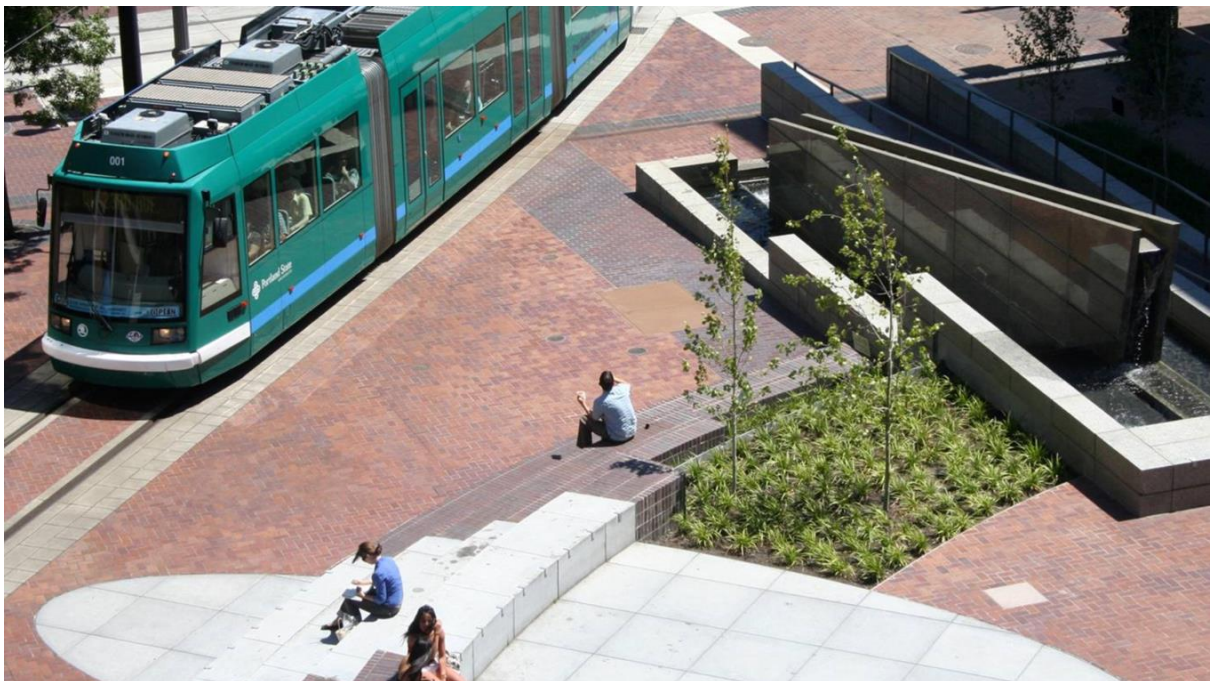


エコルーフの例4: 奨励金制度の効果によってエコルーフが多く作られたエリア (容積率のボーナスが与えられています)

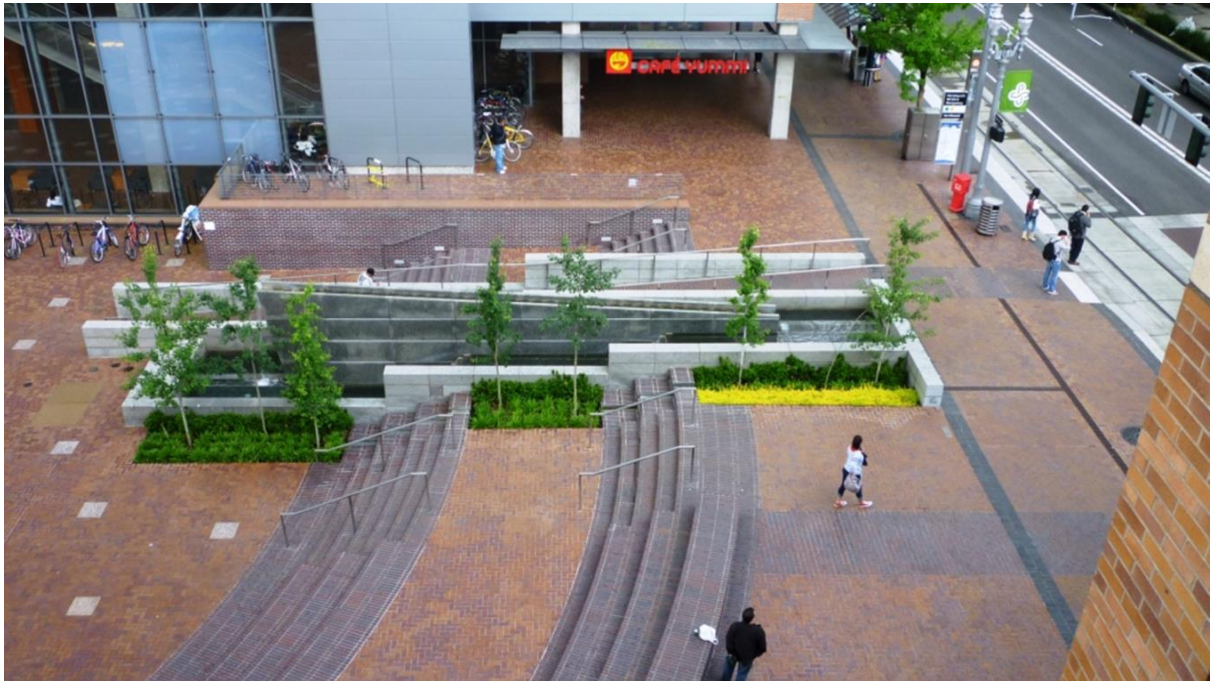
フラを創出しました。広いキャンパスに取り入れたグリーンインフラは、ランドスケープデザインとしても美しい景観を生み出しています。



サウスウエスト・モンゴメリー通りのグリーンインフラの写真1



サウスウエスト・モンゴメリー通りのグリーンインフラの写真2



サウスウエスト・モンゴメリー通りのグリーンインフラの写真3



サウスウエスト・モンゴメリー通りのグリーンインフラの写真4



サウスウエスト・モンゴメリー通りのグリーンインフラの写真5

Greens Streets | SE Clay Street

SE CLAY GREEN STREET PROJECT
ROUTE TO THE RIVER
DECEMBER 2009



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンストリート: サウスウエスト・クレイ通り」

市内の工業エリアにおけるグリーンストリートの事例です。トラックが頻繁に通る工業エリアにおけるグリーンインフラの可能性を示すプロジェクトとなりました。



サウスイースト・クレイ通りのグリーンインフラの写真1

施工後のサウスイースト・クレイ通りの様子です。



サウスイースト・クレイ通りのグリーンインフラの写真2

サウスイースト・クレイ通りにある、ポートランドコミュニティーカレッジ敷地内に創出したグリーンインフラです。



サウスイースト・クレイ通りのグリーンインフラの写真3

サウスイースト・クレイ通り沿いの別の場所で撮影した写真です。写真奥がウィラメット川に通じており、写真下側が高く、上部が低くなっています。写真下側に見える雨水流入口から雨水が植栽帯へ流れ込みます。植栽帯の中に設けたいくつかのバッファー（茶色の薄い壁）によって、雨水が一気に水下に流れていかない工夫をしています。



ティーパー山中学校でのグリーンインフラの写真1

このティーパー山中学校は、ティーパー・トゥー・ザ・リバー計画のプロジェクトエリア北東側の近くに位置します。ここでは豪雨時の下水のオーバーフローが大きな課題となっていました。写真はグリーンインフラを取り入れる前の駐車場の写真です。



テーパー山中学校でのグリーンインフラの写真2

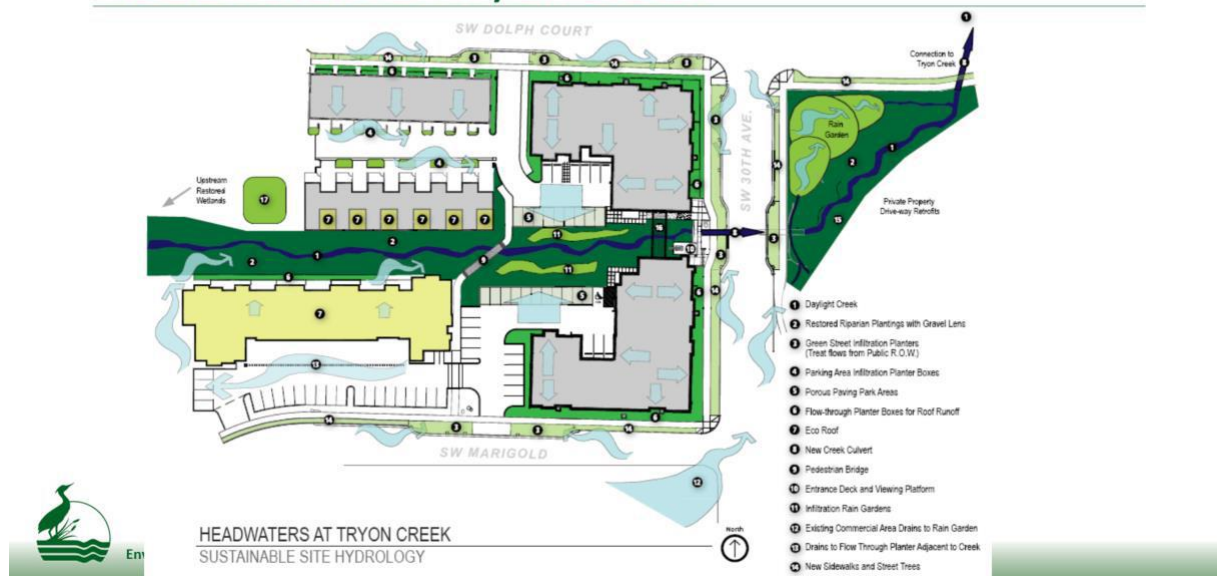
ここでは下水管の改修は一切行わず、駐車場に設けたグリーンインフラのみによって豪雨対策を行いました。



テーパー山中学校でのグリーンインフラの写真3

中学校という場所柄、創出したグリーンインフラは教育教材としても用いられています。また、これまで駐車場は夏場に非常に熱くなるのが課題でしたが、グリーンインフラによって冷却効果も得られました。

Headwaters at Tryon Creek



「トライオンクリーク源流でのプロジェクト」

これは、埋設された川にもう一度目を見せようというプロジェクトの一例です。トライオンクリーク地域ヘアパートの新築計画が挙げた時に実施されました。



トライオンクリーク源流でのプロジェクトの写真1

これはプロジェクト実施前の敷地写真です。見捨てられた駐車場空間が広がっていました。源流がこの駐車場の地下 30 フィートのところに埋もれていました。



トライオンクリーク源流でのプロジェクトの写真2

プロジェクトはまず源流を探すところから始まりました。



トライオンクリーク源流でのプロジェクトの写真3

現在ではアパート住民の憩いの場として機能しています。



トライオンクリーク源流でのプロジェクトの写真4

こちらはアパートに隣接する街路で、この下に埋まっている川にも日の目を見せる計画が実施されました。



トライオンクリークの源流プロジェクトの写真5

こちらが実施後の写真です。街路を迂回させ、川の流れを復元しました。

Green Infrastructure | Capacity and Partnerships

- Intuition capacity within BES (huge!)
- Within Transportation, Parks, Water (huge!)
- Community partnerships (really huge!):

- Watershed Councils
- Developers
- Neighborhood Associations
- Schools, Colleges and Universities
- Hospitals
- Businesses
- Homeowners



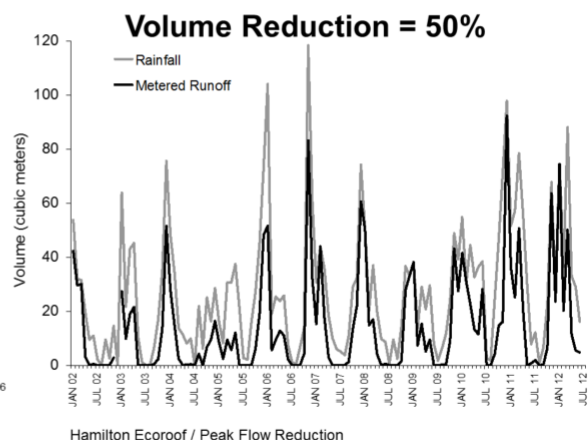
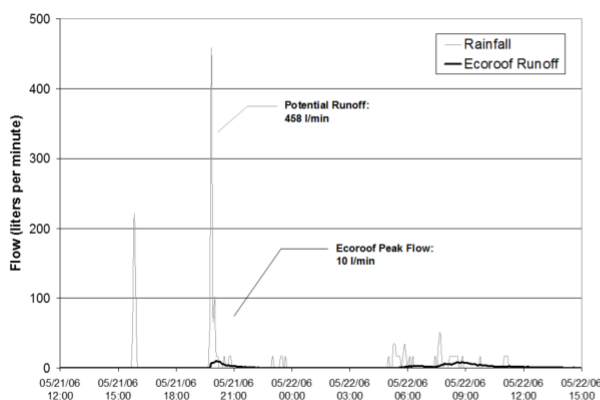
Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 能力とパートナーシップ」

- ・環境局内の能力(すごい！)
- ・交通局、公園局、水道局の能力(すごい！)
- ・コミュニティとの連携(本当にすごい！)

生み出したグリーンインフラの施設数も重要ですが、それ以上に我々は環境サービス局として、そして市全体として、経験を通じてすごい直感的な能力を獲得してきました。そしてまた我々は、グリーンインフラ創出の途上で様々なパートナーシップや連携を築き、非常に大きなコミュニティの力を築きました。我々は雨水システムの全てを保有しているわけではないので、これらの連携に頼り、予算を投入しなければなりません。パートナーシップや連携は地上に何かを構築するのと同様に重要な要素です。

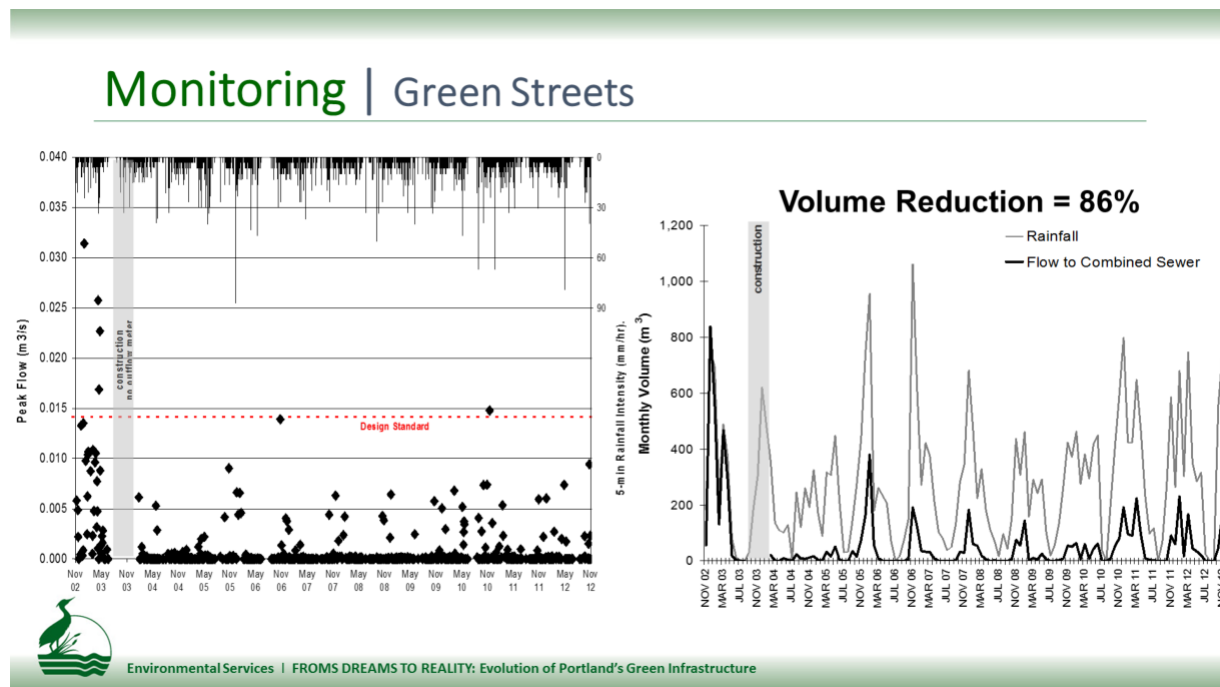
Monitoring | Ecoroofs



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「モニタリング: エコルーフ」

左のグラフは、ハミルトンアパートのエコルーフにおける降雨強度と雨水流出強度（リットル／分）の経時変化図です。エコルーフの施工前と比較すると、雨水流出強度が小さくなっていることが分かります。右のグラフは月別の降雨量と雨水流出量の経時変化図です。エコルーフの施工前と比べて平均すると 50%減っています。



「モニタリング: グリーンストリート」

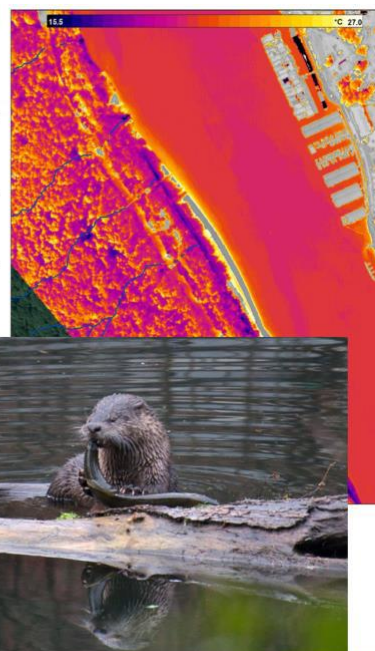
こちらは、あるグリーンストリートにおける計測グラフです。左のグラフで黒い点は雨水のピーク流出流量（ m^3 ）の経時変化を、黒い縦線は降雨強度の経時変化を示しています。横方向の赤い破線はグリーンストリート設計時の設定ピーク流量値を示し、グレーの縦帯はグリーンストリートの施工時期を示しています。グリーンストリート施工後にピーク流量が減り、設計値以下に抑えられていることが分かります。右のグラフは月別の降雨量と下水道への流出量（ m^3 ）の経時変化図です。グリーンストリートの施工前と比べて下水道への流出量が平均して 86%減っており、大きな効果を出していることが分かります。

Green Infrastructure | Is It Working?

- Basements no longer backing up with sewage
- Contributing to pedestrian and bicycle safety
- Temperatures decreasing (or protected) at key projects
- Fish and other wildlife returning where they haven't been in over 50 years
- Improving livability



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure



「グリーンインフラ: 実際に効果が出ているのだろうか？」

- 地下階は下水の逆流が無くなった。
- 歩行者と自転車通行者への安全に寄与。
- 主なプロジェクトにおいて、気温の低減に寄与。
- 50年ぶりに魚や他の野生生物が戻ってきた。(右下の写真はカワウソがニジマスを食べているところ)
- 都市の住みやすさ改善に寄与。

グリーンインフラは、都市の住みやすさ改善に特に寄与しています。雨水対策を行うことで、街路を横断する安全性を高めたり、コミュニティが集う場を提供したりしています。気候変動に直面する中で、自然地での生物多様性を増進することは、地球温暖化に対する回復力を増強するのに役立ちます。植樹したりエコルーフを創出したりすることは、夏の暑さが強くなってきている中で、都市部の気温を下げ、コミュニティの安全性を維持してくれます。昔あった氾濫原を復元することは、コミュニティと都市の基盤施設と水質を保護してくれます。

Green Infrastructure | Are We Saving Money?

Risk Reduction is the business case for each green infrastructure project. To date most cost effective (measured in dollars) for:

- Cost avoidance of building major grey infrastructure
- Local capacity relief- avoiding cost of basement sewer backups

Risk-based analyses also identifies **measurable benefits & values** expected from green infrastructure (typically measured qualitatively as value added).

- Water quality improvements
- Habitat improvements
- Community livability



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure



「グリーンインフラ:我々はグリーンインフラによってお金を節約している?」

リスク軽減は、それぞれのグリーンインフラプロジェクトにとってその正当性を示す重要な項目です。費用対効果の最も大きいものとしては(ドル換算して)、以下のようなものがあります。

- グレーインフラの建設費用を回避。
- 各地域の雨水処理能力の不足を補い、地下階への下水逆流を防止するための費用を回避。
リスクによる分析は、他にもグリーンインフラによる以下のようなメリットや価値を浮かび上がらせます。
- 水質の改善
- 生物の生息地の改善
- コミュニティーの住みやすさの改善

グリーンインフラの強かつ迅速な発達は、重大なビジネスリスクに対して費用対効果の大きい解決策を示したことによってもたらされました。最初は CSO (Combined Sewer Overflow 合流式下水道のオーバーフロー) 対策のための主要なインフラ施設の費用の回避でした。(地下階への下水流入リスクを軽減)

リスク分析は、豪雨対策としてのグリーンインフラによる数量化できるメリットと価値を明確に示すのに必要です。

すべてのプロジェクトは計画づくりから始まり、出来上がった物のライフサイクルが終わるまで運営されます。最初はパイロットプロジェクトから始まり、それが実証プロジェクトに導かれ、プログラム化されるようになり、最後には標準化された事業になります。標準化された事業には、ビジネスとして成り立つかどうかの分析も含まれます。それは、グリーンインフラから得られる数量化可能なメリットを明確にし、プロジェクトの正当性をために必要です。

リスク軽減はあらゆるプロジェクトにとって、その必要性を説明する重要な項目です。グリーンインフラによる豪雨対策は、ある土地で生じた問題をその土地で解決するという観点で見ると、地下階の浸水リスクに対して最も費用対効果の高い手法となっています。

Green Infrastructure | What are the Challenges?

- Organizational Silos
- Problems with design and construction
- Public/private shared facility policy
- Lack adequate funding for maintenance
- Rate payers demanding more accountability
- Moving from perceptions of 'random acts of kindness' to defensible system performance measures
- Quantifying ecosystem services (in dollars?)
- Patience and timing on everyone's part



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 挑戦すべき課題は何か？」

- 組織のサイロ(=縦割り構造): 組織ごとに異なった考えを持つことが多く、相互理解が難しい。
- 設計・施工上の問題。
- 公共と民間の両方が一緒になって施設を作り運営するという施策
- メンテナンスに必要な適切な資金の不足
- 納税者からますます求められている説明責任
- 「各自の自発的な慈善活動」という認識から、システムパフォーマンスの説得力のある計測への移行
- エコシステム効果の数値化(ドルへの換算など)
- すべての当事者が忍耐強く良いタイミングで活動すること

Lessons Learned

- Partnerships are essential for funding, maintenance and long-term support.
- Success is built on sound science and technical specifications, as well vision, innovation and relationships.
- Start small and know that every piece matters.
- People are part of the infrastructure – must balance the technical requirements of project with social values to be successful.



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「学んだ教訓」

- ・パートナーシップは予算確保やメンテナンス、長期的なサポートを得るために非常に重要。
- ・プロジェクトの成功の鍵は、ビジョン、革新性、そして関係者の協調性に加えて、科学技術的に適切な明細規定。
- ・最初から大きなことをやろうと意気込むのではなく、小さなプロジェクトから始めることが重要。そして全てのことがつながりを持つ重要な部分であると理解すべき。
- ・人々もインフラの一部です。グリーンインフラを成功させるには、プロジェクトが求める技術内容と、社会的な価値のバランスを取ることが重要。

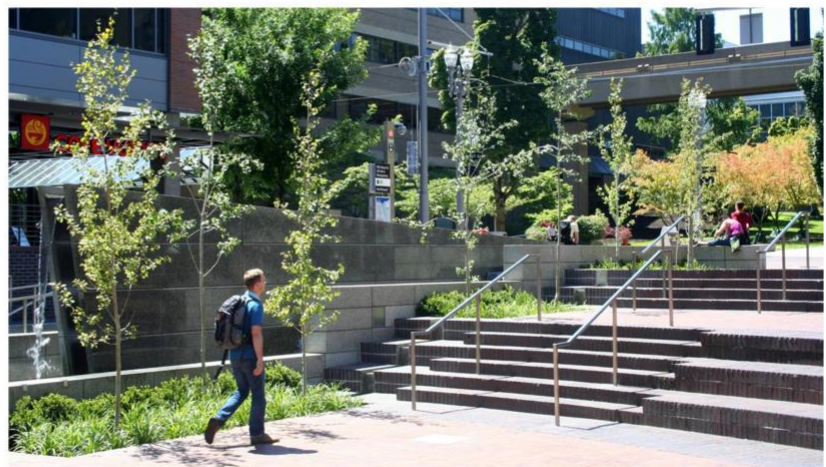
Green Infrastructure | Looking Forward

Must continue to find integrated solutions for stormwater management plus so much more...

- Ecodistricts
- City wide system planning



Environmental Services | FROMS DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure



「グリーンインフラ:これからの展望」

豪雨対策にその他の多くのもの、例えばエコ地区や市全体にわたるシステムの計画、を加えた総合的な解決策を見つけ続けていく必要があります。

費用対効果の高い解決方法は、様々な要求に応えた統合的で適用可能な戦略を持つものでなければなりません。統合的な解決方法は、グレーとグリーンの両方を含んでいます。グリーンインフラの進行過程で、通行人の安全や公共空間の創出、野生生物の生息地の確保など、他の様々な公共的メリットが生み出されます。他の価値を導入することで、公共空間に出来ることはまだまだあります。他のシステムと重層的、総合的であるということは、どれか一つの課題が主導権を握るというものではありません。

以下のスライドで、エコ地区と豪雨対策システムの計画という2つのオプションについて説明していきます。

Green Infrastructure | Ecodistricts

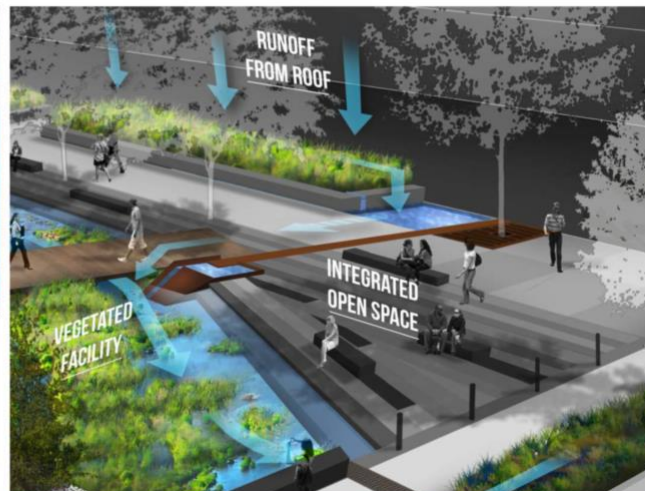
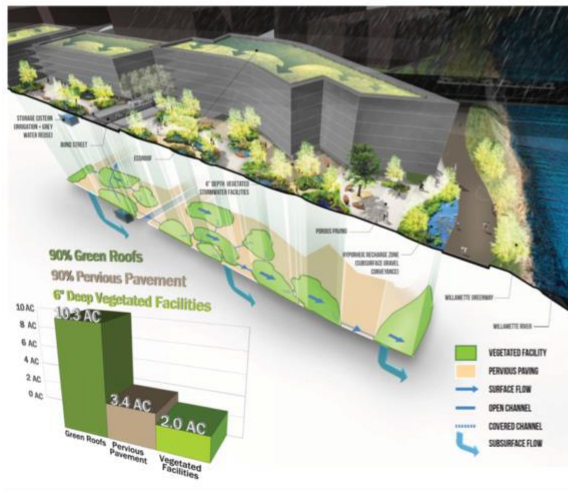


Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ:エコ地区」

ウィラメット川沿いに想定したエコ地区をご覧ください。ここは以前造船所があった場所です。たびたび洪水が起きて、浸水していた地域でした。

Green Infrastructure | Ecodistricts



「グリーンインフラ:エコ地区」

エコ地区のようなより広いスケールの場合、統合された豪雨対策システムを構築しています。そこでは、エコルーフ、プランター、レインガーデンなどを組み合わせ、全体としてより効果の出る計画を決定することができます。

Green Infrastructure | Ecodistricts



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

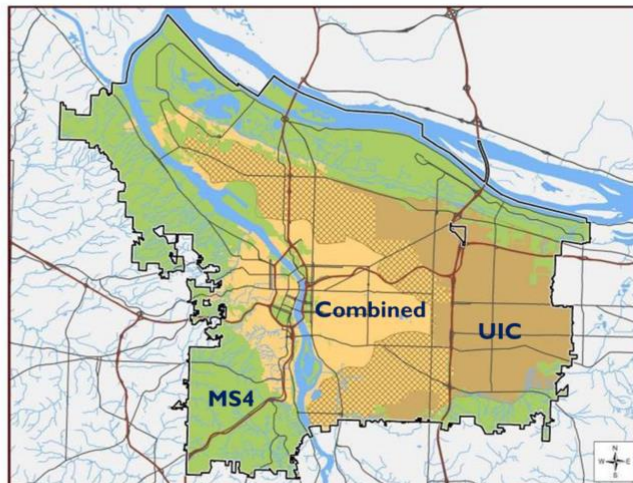
「グリーンインフラ:エコ地区」

こちらがエコ地区のイメージパースです。

Stormwater Systems

Must prioritize risk city wide in a transparent and strategic decision making framework.

To create a integrated system of regional facilities, supported by an adequate conveyance network and local site solutions.



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「豪雨対策システム」

豪雨対策システムは、透明性のある戦略的な意思決定の枠組みの中で、市全体にわたってリスクを調べ、優先順位をつけて取り組んでいく必要があります。

各地域に設置された施設を統合したシステムを作るには、十分な雨水流出経路のネットワークを確保し、各地域でその場で解決する方法も組み合わせる必要があります。

Green Infrastructure | Stormwater System Planning

Strategic Commitments	Service Categories
<i>Stormwater is managed to meet regulations in a watershed context to achieve:</i>	Services delivered to the customer – What we manage to reduce risk & improve conditions:
<i>Protection of public health and property & improvement of public safety</i>	• sanitary sewage releases • erosion and landslide hazards • localized/nuisance flooding • groundwater contamination
<i>Protection of biological communities and improvement of ecological function</i>	• surface water & sediment contamination • disruption to hydrologic cycle • loss of habitat
<i>Support community needs</i>	• infrastructure deficiencies that impede community improvements



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 豪雨対策システムの計画」

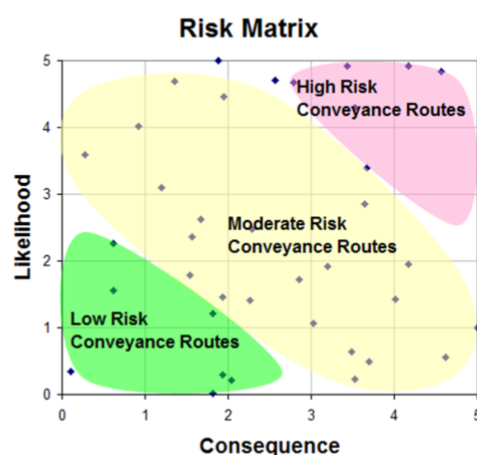
これまで私たちは 20 年以上、雨水流出量の軽減に力を注ぎ、下水システムへの要求に応える形で私たちの活動を認めてもらってきました。

しかし市全体での豪雨対策システムの計画を立てる時、下水処理の他にも、土地の浸食や土砂崩れの防止、地下水の汚染の防止、生物の生息地の確保、コミュニティーの改善など、様々な分野の関係者が力を合わせて取り組んでいく必要があります。

Green Infrastructure | Stormwater System Planning

Using Asset Management Framework to analyze risk:

- Identify failure modes
- Determine the likelihood and consequence of those failures occurring
- Weight likelihoods and consequences to determine total risk associated with each stormwater asset



Environmental Services | FROM DREAMS TO REALITY: Evolution of Portland's Green Infrastructure

「グリーンインフラ: 豪雨対策システムの計画」

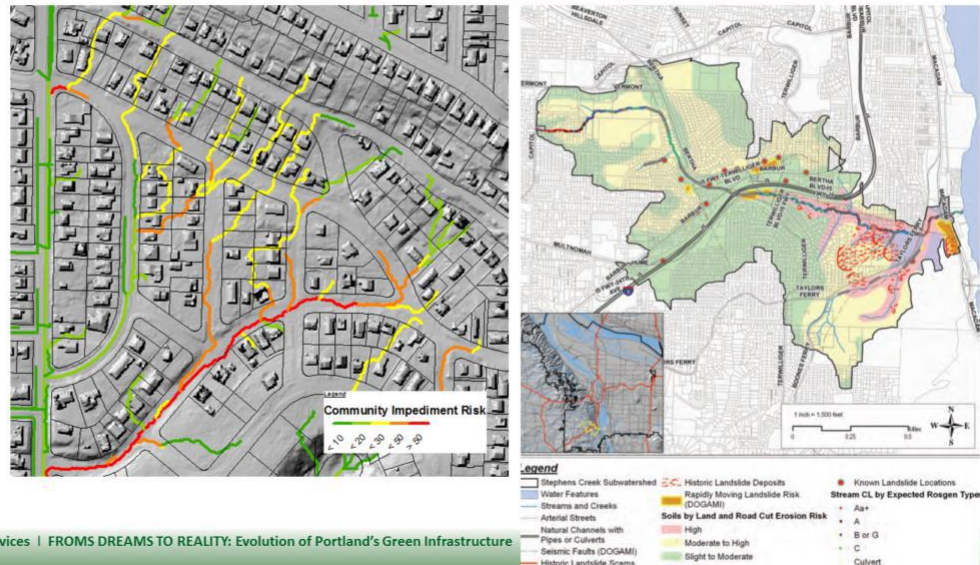
アセットマネジメントの手法を用いてリスク分析を行います。

・問題となるリスクの中身を明確にする。

- ・そのリスクの起こり易さと結果の重大性を決定する。
- ・リスクの起こり易さとその結果の重大性を数値化し、各豪雨対策施設に係わるトータルリスクを決定する。

Green Infrastructure | Stormwater System Planning

Conveyance
Risk Assessment
Results



「グリーンインフラ: 豪雨対策システムの計画」

これはステファンクリークの豪雨対策システムの計画です。

(詳細はこちら→<https://www.portlandoregon.gov/bes/article/432977>)

雨水流出ルートのリスクアセスメントの結果を右側の地図に表しています(緑色が小リスク、黄色が中リスク、赤色が高リスク)。我々は、豪雨対策システムの必要性に対する理解を深め、技術や手法を高めていく必要があります。

我々はこの仕事が小川や河川の回復に必要と直感的に信じていても、効果の相互関係を示しにくく、我々の活動が効果をあげているという証拠をはっきり示せないことが残念な点です。自然のシステムはそれほど大変複雑で微妙なのです。



「結びに」

最後に、考えるべきいくつかのことをお伝えします。

1. グリーンインフラ作りは誰の仕事なのか？について。グリーンインフラ作りはすべての人々の仕事であることを私は強調します。グリーンインフラは多岐に渡る分野の仕事なので、誰にでも貢献できることがあります。

- ・政策づくりや予算確保をできる人が必要です。
- ・広域的で深刻な人命の安全に関わる問題を社会に訴える人が必要です。
- ・水源地全体の規模での問題解決と各地での改善を同時に図れる人が必要です。
- ・そしてさらにそれらをデザインに落とし込み、資材の仕様を決め施工やモニタリングをする人等が必要です。

グリーンインフラは非常に多くの仕事が発生する大変な仕事です。無駄なエネルギーを省いて協力的に仕事を進めていく必要があります。

是非今まで参加したことのないワークグループや組織へ足を運んで交流して下さい。事を成し遂げるようにしている人を見つけ、一緒に事を進めてください。これは難しく、複雑な仕事です。成功させるために、皆で一つの船に乗った気持ちで力を合わせて事を成し遂げて下さい。

2. グリーンインフラをどう呼ぶべきかについて、あまり気かけ過ぎないで下さい。柔軟に考え、グリーンインフラはまだまだ発展途中の存在であることを認識して下さい。時間をかけて洗練させ、いくつかの定義に収束するように最善を尽くして下さい。
3. 次の世代を今呼び込み、アイデアを共有して、一緒に問題を解決していこうと呼び掛けてください。次の世代の人々が問題解決の主導者になり、未来への橋渡しに力添えすることがとても重要なのです。



「終わりに」

私は日本に大きく期待しています。あなた方には素晴らしいことを成し遂げる力があると信じています。私は日本から学べるようになることを期待しています。

あなた方はグリーンインフラを進める上で鍵となる以下のような素質をすでに備えています。:

- ・自然への愛
- ・自然の力への理解
- ・練達した効率的な空間の使い方
- ・最も進んだ技術と強靱で賢明な労働力

特に、日本の歴史豊かな素晴らしい庭園文化、そのデザイン・施工技術・メンテナンス技術を活用し、再発展させていける素晴らしい機会があると信じています。日本庭園はアイデアと技術の宝庫です。

各家庭の庭と同じように、グリーンインフラを美しく作ってください。そうすれば人々はグリーンインフラへの関心を高めていきます。これこそが本当の持続可能性です。

日本のグリーンインフラを見ても分かるように、日本には部分部分をキルトのパッチワークのように上手に組み合わせさせて創出した、世界中で最も先進的でパフォーマンス性の高いシステムの例が多くあります。

今回は私がグリーンインフラの最新情報を日本の皆さまへご紹介しましたが、次に私たちが会う時には、是非日本が独自に進めたグリーンインフラの形をポートランド市、そして他の全世界の都市と共有できるようにして頂ければと思います。

Domo arigato gozaimashita!

(文責／原田宏美・野島義照 東邦レオ株式会社)