

グリーンインフラ等を活用した 浸水対策



横浜市環境創造局下水道事業マネジメント課長 石井 智博

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う気候変動の影響と思われる豪雨が全国各地で発生しています。

平成30年7月豪雨では、西日本から東日本にかけて広い範囲で記録的大雨となり、甚大な被害をもたらしました。また、今年9月には、横浜市においても記録的な大雨に襲われ、浸水被害をはじめ、農地や公園・樹林地などでも土砂の流出や倒木等の被害が発生しています。

横浜市では、目標整備水準を定めて浸水対策を進めてきましたが、整備水準を上回る豪雨（以下、超過降雨という）に対応していくには、これまでの取組みに加え、被害を最小化・回避することが重要であり、既存施設の最大限の活用や市民の皆様の一層の自助・共助の推進とともに、雨水をゆっくり流す対策が必要です。

公園、樹林地、農地など様々な自然環境が持つ多様な機能に着目したグリーンインフラの活用は、保水・浸透機能を高め、雨水をゆっくり流すことによる浸水対策の強化や、地下水のかん養などによる水循環の再生を期待できる取組みです。この取組みを効果的に推進するためには、公園、農業、河川、道路等の関連する事業のほか、市民や民間事業者など、あらゆる主体と連携する必要があります。本稿では、グリーンインフラ等を活用した浸水対策をテーマとして、現在、横浜市が進めている、様々な主体と連携したグリーンインフラを活用した取組みについて紹介します。

2. 横浜市の浸水対策の考え方

横浜市における浸水対策では、ハード対策とソ

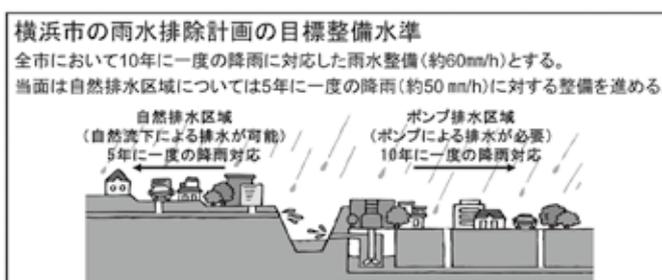


図-1 横浜市の雨水排除計画の目標整備水準

フト対策を組み合わせた総合的な雨水管理計画を推進しています（図-1）。

ハード対策としては、これまで浸水被害が発生した地域に対し、目標整備水準レベルの整備を重点的に進めています。目標整備水準は、原則として全市域に対し10年確率の降雨としておりますが、地域ごとに長期的な目標を定め、段階的に整備水準の向上を図る必要があると考え、当面は、雨水を自然流下で川や海へ放流する区域（自然排水区域）については5年確率の降雨、地盤が低いことから雨水をポンプでくみ上げて川や海へ放流する地域（ポンプ排水区域）については10年確率の降雨を対象として整備を進めています。

首都圏有数の拠点で地下街等都市機能が集積する横浜駅周辺においては、近年の局地的な大雨の増加などに対して高まるリスクへの対応として、30年確率の降雨を対象としています。また、平成27年に国土交通省が創設した「特定地域都市浸水被害対策事業」を活用し、全国初の取り組みとして官民が連携した浸水対策を進めています。本事業は、都市機能が集積し、公共下水道の整備のみでは浸水被害の防止を図ることが困難な地域において、官民連携による浸水対策を推進していく必要がある区域を、公共下水道管理者が「浸水被害対策区域」として指定することが

できるようになったことを受けて創設されたものです。横浜市では、平成 28 年 12 月に横浜市下水道条例を改正して浸水被害対策区域を指定できる規定を追加し、平成 29 年 1 月 25 日、エキサイトよこはま 22 センターゾーンを全国で初めて浸水被害対策区域に指定しました。これにより、浸水被害対策区域における雨水貯留施設等の整備に対し、国が民間事業者に直接補助することが可能となりました。補助率は最大 1/3（ただし市町村等が並行して支援する額の範囲まで）とされています。横浜市では、官民が連携した浸水対策に取り組むために、民間が設置する雨水貯留施設等の整備に対し、国と同様に市が直接民間に支援を行い、横浜駅西口では、JR 東日本が事業主体となって（仮称）横浜駅西口開発ビルの建設が進められています。本市による浸水対策（30 年確率降雨）と併せて、民間事業者による雨水貯留施設等の整備を行うことで、50 年確立降雨への対応を目指しています。

ソフト対策としては、近年最も被害の大きかった降雨（平成 16 年台風 22 号）で作成した内水ハザードマップを公表することで、市民の防災意識の啓発を行っています。現在、このマップをより多くの方に知ってもらい有効に活用してもらえよう、地域の防災イベントにおいて説明会を開催するなど、普及啓発活動を継続的に実施しています。その他に、ハード対策で補えない雨に対する緩和策として流出抑制等の雨水をゆっくり流すことにより既設排水施設の負担を軽減する浸透ますや貯留タンク、グリーンインフラを活用した浸水対策を行っています。

3. グリーンインフラを活用した浸水対策

グリーンインフラとは、米国で発案された社会資本整備手法で、自然環境が有する多様な機能をインフラ整備に活用するという考え方を基本としており、持続可能で魅力ある都市づくりを進めるための社会資本のことであり、近年、欧米を中心に取組が進められています。横浜市では、下水道の事業運営や、それに基づく施策展開の目標と取組みを掲げた 4 か年計画（2018 年～ 2021 年）「横浜市下水道事業中期経営計画 2018」より、浸水

対策の施策目標の一つとして、公園、農業、河川等他分野事業や、樹林地所有者、民間事業者等あらゆる主体と連携し、流域全体で積極的にグリーンインフラの活用を推進することとしています。

（1）グランモール公園

平成 29 年にリニューアル工事が完成した横浜美術館の前にあるグランモール公園は、公園の再整備に併せてグリーンインフラを活用した代表的な事例です。

みなとみらい 21 地区内は、桜木町駅方面から海に向かう「クイーン軸」、横浜駅方面から海に向かう「キング軸」、街の中央部でこれらをつなぐ「グランモール軸」の三つの都市軸を主要な歩行者軸とした多様な歩行者空間が整備されています。

グランモール公園は、「クイーン軸」と「キング軸」を結ぶ形で直交する「グランモール軸」を形成する公園であり、みなとみらい 21 地区の中央で街の骨格を形成しており、平成元年、市政 100 周年・開港 130 周年記念の横浜博覧会にあわせて一部開園し、街の発展とともに段階的に整備された、面積約 2.3ha、延長約 700 m の都市公園です。

グランモール公園においてグリーンインフラを活用した背景には、平成 23 年 12 月に国から「環境未来都市」として選定されたことが背景にあります。（現在は「環境未来都市」の構想を更に発展させた「SDGs 未来都市」として選定されています。）「環境未来都市」とは、環境問題や超高齢化への対応等の様々な社会的課題に総合的に取り組んで活力ある都市をつくる、国家的なプロジェクトの一つです。横浜市の環境未来都市に関わるプロジェクトのうち、みなとみらい 21 地区では、「みなとみらい 2050 プロジェクト」が進められています。「世界を魅了する最もスマートな環境未来都市」を目指して、エネルギー、グリーン、アクティビティ、エコ・モビリティの 4 つの分野で取組みを進めており、グランモール公園は「快適な環境を次世代に継承するグリーン」という取組みに位置付けられています。昭和 58 年に事業着手したみなとみらい 21 地区は、その開発・発展に伴い商業や住宅等の機能が集積し、来街者も増加しました。一方で、公園の活用や周辺街区と連携した賑わいづくりへの対応や、埋立地ゆえの緑の

少なさ、施設・整備の老朽化等が課題となり、公園の再整備事業を進めることとなりました。再整備事業での環境未来都市計画への取組みの柱は、水や風を利用した「体感できる心地よさ」、実感できる緑の創出や生物多様性に配慮した「緑と生きものへの優しさ」、太陽光発電や既存施設のリユースを行う「みらいへのつながり」の3つです。中でも、水、緑、風を利用したグリーンインフラの活用がその根幹となっています。

グランモール公園は、「水」をテーマに公園下部に雨水貯留浸透基盤材を導入しました。雨水貯留浸透基盤材とは、単粒度コンクリート再生砕石に腐植（土壌を暗色に色づけている有機化合物群の総称）をコーティングしたもので、一般的な単粒度砕石が30～35%に対して空隙が41%と大きく、かつ目詰まり抑制機能も高いという特徴を有しています。

今回使用した雨水貯留浸透基盤材は、骨材である再生砕石の表面で5%の保水性があり、1㎡当たり50ℓを保水します。また、通常の土壌の保水量は108ℓ程度に対し腐植は1㎡あたり214ℓの水を保水します。この腐植が骨材間に1㎡当たり12%配合されていることから、雨水貯留浸透基盤材の保水量は1㎡当たり合計で76ℓとなります。さらに、腐植の毛細管現象により、通常の単粒度砕石は約8cmしか水を吸い上げませんが、雨水貯留浸透基盤材は約60cm吸い上げます。また、一般的な歩道などで使用している骨材では、植樹柵内で行き場を失った根が表面仕上げ材の下の砂層などに伸び、地表面を持ち上げる根上りが生じ

ることがあり、歩行者の転倒などに繋がる恐れがありました。しかし、雨水貯留浸透基盤材を設けると、根が貯留砕石の腐植コーティングの保水を求め伸長し、空隙が伸長を助長するため、深く広く伸長するため値上がり防止されます。また、雨水を吸い上げる機能や緑道の植栽等の蒸発散効果により、涼しい空間を創出することができます（図-2）。

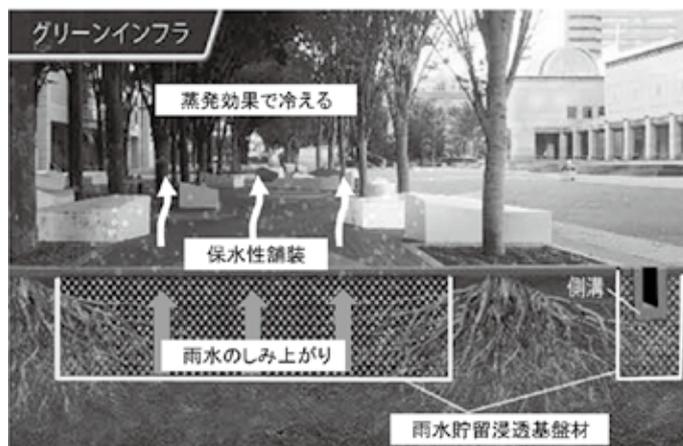


図-2 グランモール公園

環境改善の検証として、整備後の気象計測を行ったところ、雨水貯留浸透基盤材を設けた場所と設けていない場所では、地上1.5mの位置における気温差で、最大5℃程度の差が発生したことが確認できました。また雨水貯留浸透基盤材は、高空隙率であることから、雨水の貯留浸透の促進、流出量の抑制等による都市型集中豪雨の被害の抑制の効果を期待できます（図-3）。

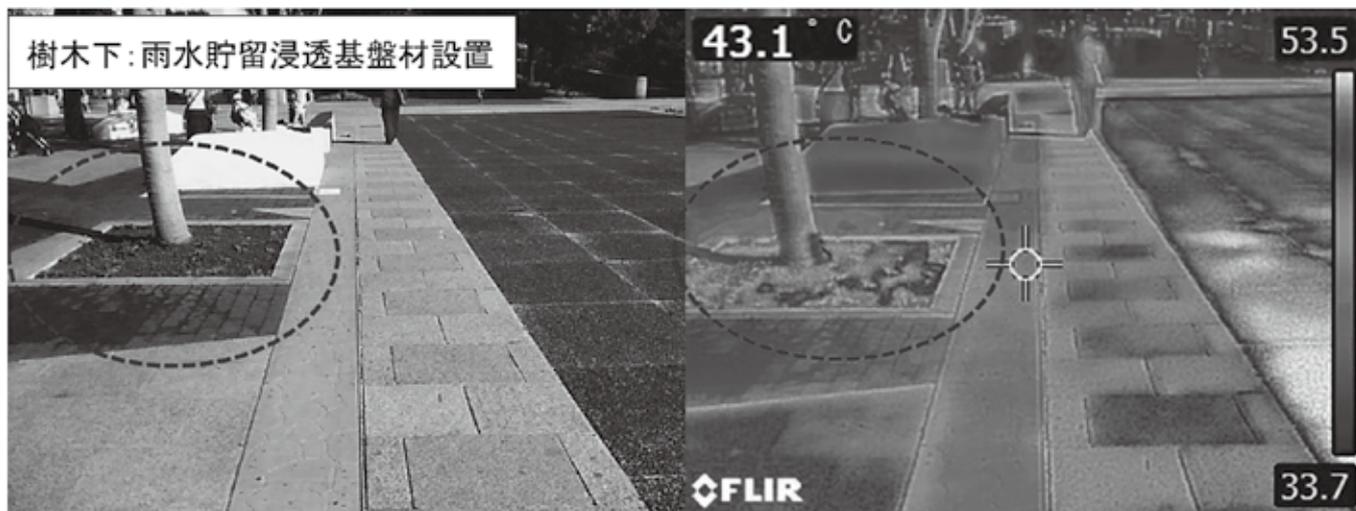


図-3 雨水貯留浸透基盤材の効果

(2) 帷子川プロムナード計画

横浜市は、起伏が多い地形を有しており、多くの水路が残っています。水路を活用した取組みは、道路用地や公園用地、せせらぎ緑道等の親水施設など様々ですが、本事業では河川改修に伴い廃川となった水路（以下、旧河道という）を活用したグリーンインフラの取組みを行っています。

本事業は、主要ターミナルである横浜駅を流末にもつ帷子川の上流部（日影橋～前山橋）に位置する旭区において、延長約1km、幅8～10mの旧河道を活用したプロムナード整備です。旧河道には、現在も道路や家庭からの雨水の流入があるため、それらを流す能力を有する下水道管（ボックスカルバート）を設置したうえで、旧河道全体を周辺地盤と同程度の高さまで埋め戻し、プロムナードの基盤を生成します。その後、上部を公園（緑道）として整備する計画です。

通常、下水道管の埋め戻しには土砂を使用しますが、超過降雨に対して下流（帷子川）への負担軽減を図るため、グランモール公園と同様、雨水貯留浸透基盤材を使用し、設置する下水道管にオーバーフロー管（有孔管）を使用することで超過降雨時に溢水する前にオーバーフロー管を介して雨水貯留浸透基盤材に貯留することができます。今後整備予定の貯留碎石層の容積は全部で約8,100m³であり、空隙率41%を乗じる単純計算で貯留量を求めると約3,300m³となります。概ねこの貯留量分は貯留碎石層を通してゆっくり流れることにより、帷子川の治水安全度の向上につながると考えます。また、役割を終えた旧河道をあえてグリーンインフラ化することで浸水対策だけでなく、環境保全や地域の魅力の創出など多様な効果を得ることができると考えます（図-4）。

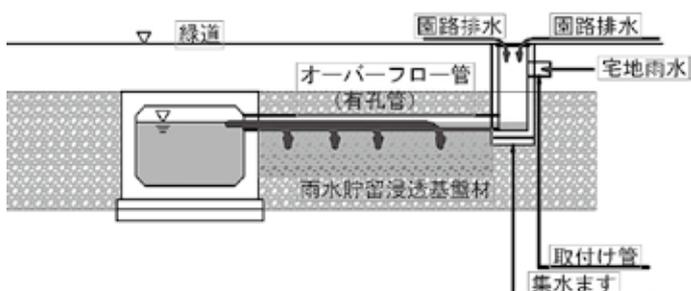


図-4 雨水流出抑制のイメージ

(3) 柏葉公園

本事業は、2016年7月に柏葉公園周辺で浸水

被害が起きたことが背景にあります。被害発生箇所の上流から下流にかけての帯で、下水道管の能力が不足しているほか、高地にある道路から低地の住宅へ流れ込む水として、路面排水、公園内の老朽化した樹木の落枝の横断側溝の目詰まり、それに伴う雨水流出等が原因であると考えられます。

対策として、雨水管の公園内の引き込みを行い、オフサイトの対策を行います。また、高地からの落水対策にグリーンインフラを活用することにより、公園が本来持っている土地の保水・浸透機能をさらに高め、公園内に降った雨を植樹帯に浸透させることで公園からの雨水流出を防ぐことが可能となります。そこへ降った雨だけではなく、オフサイトのグリーンインフラの活用は、本市では柏葉公園が初めてとなります。

具体的な対策は、公園内のコンクリート舗装の園路やダスト舗装となっていたグラウンド入口を透水性コンクリート舗装に入れ替え、雨水浸透貯留施設を設置しました。雨水浸透貯留施設は、設置後の植栽の根の生育を考慮し、通常の単粒度碎石ではなく、腐植をコーティングしたものを採用しました。また、超過降雨時の溢水を防ぐために設置する浸透トレンチ管については、土砂の堆積・目詰まりの解消・植物の根の侵入を防止できるものを採用しました。また、公園管理者（土木事務所）と連携し、老朽化した樹木の伐採・抜根を併せて行い、伐採箇所における新木の植栽については、開花時期をずらすなど、落枝に対する管理が容易になるように計画的な更新を行っていきます（図-5）。



図-5 柏葉公園整備

(4) レインガーデン

レインガーデンは降雨時に道路等に降った雨水

を一時的に貯留し、時間をかけて地下へ浸透させる植栽スペースです。アメリカ、ニューヨーク市で最も一般的なグリーンインフラであり、横浜市では町内会と区役所が連携し、港北区新横浜駅前に設置されました。計画する場所により、集水量や浸透量が異なるため、現地に適した材料や植栽等を選定し、調和の図ったデザインにしています。レインガーデンにより下水道負荷を軽減するとともに、水質浄化を図り、地下水の涵養を促進します。また、蒸発散による温熱環境の改善など、ヒートアイランド対策としても有効です。

(5) 歩道内の整備

青葉区の一部の歩道では、道路事業である街路樹整備事業（樹木の値上がり対策）と併せて、雨水貯留浸透基盤材を歩道内に設置しています。植樹ます及び周辺の歩道を活用して、歩道に降った雨水の浸透・保水機能を向上させるとともに、路盤への根の誘導性を高め将来的な根上がり抑制、内水効果によるヒートアイランド現象抑制効果などを図ります。

また、今後はまちづくりと連携した歩道整備工事にあわせて、浸透貯留型の保水ブロックを整備することを検討しています。コンクリート平板の目地などを通して、道路へ降った雨水を地中に浸透させることにより、路盤における浸透・保水機能を確保することが可能となります。

4. おわりに

地球温暖化の影響を受け、短時間に集中した降雨が今後増加していくことが予測されている中、下水道事業のみで浸水対策を講じることは益々困難な状況となると考えられます。グリーンインフラの活用は、保水・浸透機能を高め、雨水をゆっ

くり流すことによる浸水対策の強化だけでなく地下水のかん養などによる水循環の再生を期待できる取り組みです。

横浜市は、市民生活の身近な場所に樹林地や農地、公園、せせらぎ、水辺など、変化に富んだ豊かな水・緑環境を有しています。そのような中、横浜らしい魅力ある水と緑を守り、つくり、育てるために、平成18年に策定された、水と緑を一体的にとらえた総合的な計画「横浜水と緑の基本計画」に基づき、自然的な水環境の保全と人工的な水循環の創出により、健全な水循環の再生にも取り組んでいます。その中でも、環境創造局は、雨水の排水や貯留浸透による浸水軽減・水循環に取り組んでいる下水道部門、主要なグリーンインフラである緑地・公園を所管する緑政部門及び農地を所管する農政部門を所管しており、グリーンインフラの活用に関する取組みを先導的に進める絶好の体制を有しています。特に、浸水対策を進めている下水道事業が、効果的にグリーンインフラを推進していくために、河川、道路、公園、農業等の関連する事業や民間事業者、市民などあらゆる主体と連携し取り組んでいきます。

また、横浜市と同様に下水道分野と公園分野と同じ局で所管する大阪市建設局とSDGsと親和性の高いグリーンインフラを浸水対策の事業に位置付けるための制度設計に向けた取組みについて、連携して進めるために、平成31年3月に共同宣言を行いました。

より強靱で、魅力的な横浜市を目指して、国や他都市など様々な主体と連携し、強力なスクラムを組んでグリーンインフラ等を活用した浸水対策を進めていきたいと考えておりますので、ご協力をお願いいたします。

(いしい ともひろ)