

都市の水害対策と 豊かな水循環・生態系の両立にむけた 雨の水みちアクションガイド



雨の水みち TOKYO プロジェクト

2023年3月

目次

本ガイドについて	2
1. 豪雨対策と緑地の活用	3
1.1 都市における内水氾濫の増大	3
集中豪雨が増えている	3
内水氾濫とは？	3
1.2 流域と地形上の水みち	4
流域の水循環	4
東京の都市河川流域	5
集水域における水みち	6
水みちと下水道・緑地の関係	6
1.3 流域での雨水への対策	7
流域における雨水対策	7
雨水の貯留対策と浸透対策	8
1.4 緑を活用した雨水の貯留浸透	9
雨が降った場所(オンサイト)で水をとどめる	9
オンサイト貯留・浸透のための緑活用	10
低影響で副次効果を生む雨水対策	11
2. 市民が学んで取り組む集水域の水みち対策	12
2.1 雨の水みち市民科学とは	12
市民科学とは？	12
雨水排水に対する市民の関わり	12
雨の水みちに対する科学的な関わり	13
雨の水みち市民科学の PDCA	13
2.2 Plan: 調べてみよう	14
水みちの発生源とルートを知ろう	14
雨水を貯めたりしみこませたりできる環境を知ろう	14
アプリで写真と情報を共有してみよう	15
課題を特定しアイデアを収集する	17
機能に応じたアイデアを集める	18
2.3 Do: デザインしよう	19
雨を意識した庭のデザイン	19
雨水流出を抑える庭のデザインのポイント	21
2.4 Check: 効果を確認しよう	24
庭の流出抑制度を診断しよう	24
好事例を共有しよう	24
2.5 Act: 維持管理を展開しよう	25
排水環境の管理課題を確認しよう	25
雨水を介した水・緑・まちの関係を考えよう	25
水みちの維持管理を広めよう	26
3. まちづくりへの展開	27
3.1 街区レベルでの取り組み	27

影響が累積する前に対策する	27
まちの構成に応じた雨の流れやすさ	27
街区レベルで対策をつなげる	28
3.2 グリーンインフラの情報化と活用	29
グリーンインフラを情報化する	29
グリーンインフラを活用する	30
シナジー効果を発揮する	30
3.3 水みちを介したつながりづくり	31
地形に即した表流水の流出抑制	32
地域での多様な主体の連携, 助成金の活用	33
雨の水みち TOKYO プロジェクト HP	34
参考 HP	34

本ガイドについて

このガイドは、街において都市型水害に対する防災機能と環境の質の向上を両立していくために、雨水の貯留・浸透をさせながら緑地の活用も図っていくためのアクションを「市民科学」として考え、実践していくことを目指したガイドです。そのような取り組みを、東京都の都市河川流域から始めていくことを目指し、私たちは、「雨の水みち TOKYO プロジェクト」と名付けました。

このプロジェクトは、東京都市大学(環境学部 環境創生学科 横田樹広・丹羽由佳理)が、「大学研究者による事業提案制度」の令和元年度採択事業「市民科学プログラムによる都市型水害に備えるアイデアの実践」(令和2年度～令和4年度)として東京都の助成を受けて実施した事業の成果によるものです。

市街地の地中環境や緑地の機能を活用しながら、集中豪雨時に流れ出す地表の雨水を最小限に抑えていくためには、分散型の貯留浸透の取り組みが必要です。そして、それを実現するための一人一人、一軒一軒のアクションは、環境条件に応じた方法の選択や維持管理上の工夫が必要です。そのため、個人が雨の水みちを流出させないための環境条件や、流出の仕組み、流出する環境での対策、対策の効果の見直しや改善、といったトータルプロセスに関わっていくことが重要となります。

このように、環境課題や社会課題を科学的に学びながらフィールドで実践していき、それをまた理解していくプロセスは、市民自身による科学＝「市民科学」と呼ばれます。雨の水みちを改善することによって、減災と人の暮らしの豊かさを同時に両立していくためには、個別の敷地や身近な街を対象とした市民科学が重要です。

本ガイドでは、個人住宅やその集水範囲において市民自身が学びながら取り組んでいくための市民科学のあり方を提案します。大切なのは、水循環における自分の住む環境の位置を理解し、そこで責任をもって関わることができるプログラムを考案し、展開していく取り組みを実践することです。ここに挙げるアプローチや事例をもとに、ご自分の街での市民科学プログラムの開発や実践に取り組まれることを期待します。

なお、本ガイドの無断での転載・転用は禁じます。

1. 豪雨対策と緑地の活用

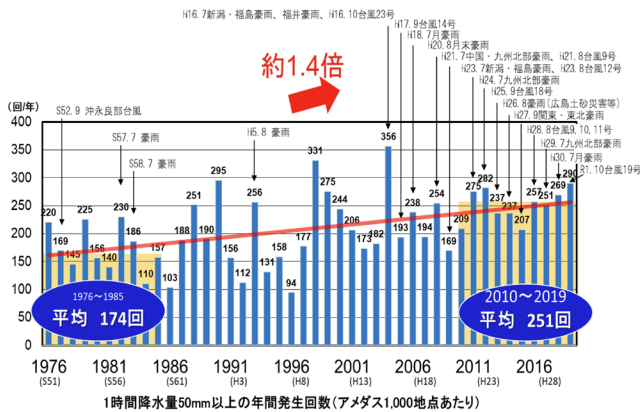
1.1 都市における内水氾濫の増大

集中豪雨が増えている

地球温暖化の進行に伴って異常気象の増大が懸念されています。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書(2021年)よれば、気温がより2度上昇してしまうと、極端な大雨の雨量が14%、発生率は1.7倍増大すると言われています。わが国においても、時間降雨水量50mm以上の年間発生回数は、1976年～1985年は平均174回であったのに対し、2010～2019年では平均251回に増大しており、約1.4倍の発生回数となっていることが報告されています。また、都市の排熱などによって引き起こされるヒートアイランド現象も、短時間で局所的な集中豪雨の発生につながっています。

実際に、東京においても近年時間50mmを超える豪雨が増加しており、このような集中豪雨は、一部地域に偏在して降る傾向となっています。過去20年の時間50mm以上の雨は、環六通り(山手通り)～環八通り間など区部西部付近や多摩西部に、特に強い雨である時間75mm以上の豪雨は、神田川や石神井川の上流部である中野区や練馬区などの区部北西部において、とくに集中していることが報告されています(東京都豪雨対策基本方針,平成26年6月改定)。

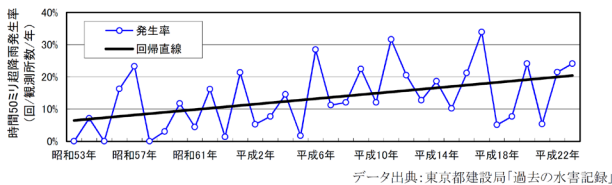


出典：気象庁資料より作成(気象庁が命名した気象現象等を追記)

日本における時間50mm以上の年間発生回数の増加傾向

出典：国土交通省HPカワナビ

<https://www.mlit.go.jp/river/kawanavi/>

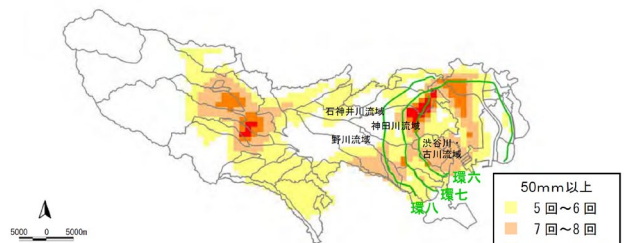


東京における時間50mm以上の年間発生回数の増加傾向

出典：東京都豪雨対策基本方針(平成26年6月改定)

https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gou_houshin/

50mm以上降雨



75mm以上降雨



東京における豪雨の発生分布状況(1kmメッシュ) (過去20年(平成4年～平成23年))

出典：東京都豪雨対策基本方針(平成26年6月改定)

https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gou_houshin/

内水氾濫とは？

これによって、市街地では、集中豪雨や局地的な大雨によって引き起こされる洪水が生活環境あるいは都市環境に作用して都市機能に損害を与える都市型水害のリスクが増大しています。

とくに都市型水害として、河川から溢れて発生する「外水氾濫」に加えて、都市に降った雨が河川等に排水しきれずに発生する「内水氾濫」が問題となっています。河川から氾濫した大量の水が一気に市街地に流入

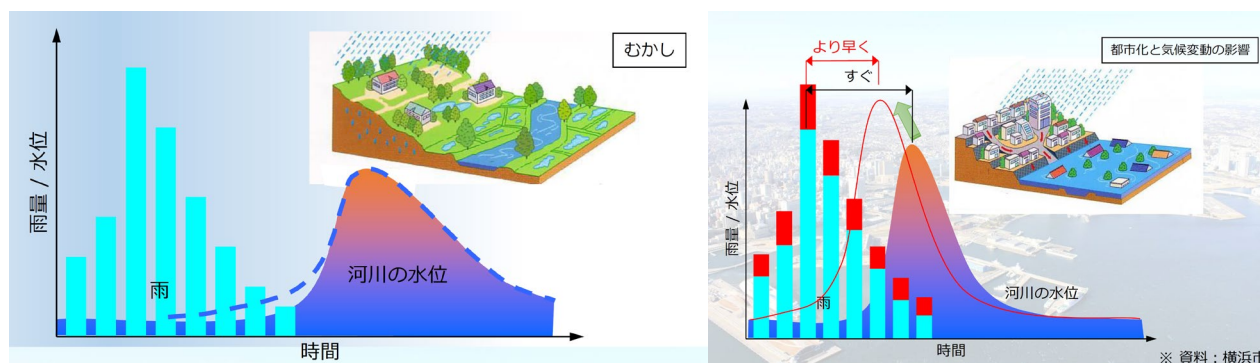
し短時間で広範囲の浸水被害や人的被害を起こす外水氾濫に比べ、内水氾濫は下水道や側溝等の排水路が水を排水しきれなくなることによってその周辺で局地的に生じる氾濫で、溢れだした雨水が建物や土地、道路、地下空間などの浸水被害を引き起こします。



雨水の流出源（例：住宅地内の私道）と流出先

かつては樹林や農地などの緑地が雨水の流出を遅らせていたため、雨が一気に降っても、雨水はゆるやかに遅れて排水されました。しかし都市化が進む現在では、集中して降った雨がすぐに下水道・側溝や河川に流れ出し、短時間で溢れ出すリスクをもたらします。

そのため、雨水が流れ出す流出源や、流れる流路で、できるだけ雨を貯めたりしみこませたりしながら、ゆっくりと雨水を排水するための対策が求められます。さらには、これまで雨水により涵養されていた地下水位を維持できるように、雨を積極的に地下に浸透させ、地下水位を保つための取り組みが重要となります。



出典：国土交通省HP（横浜市資料） <https://www.mlit.go.jp/common/001297376.pdf>

1.2 流域と地形上の水みち

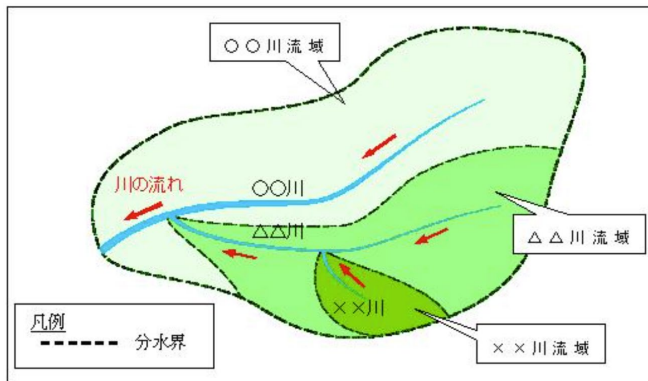
流域の水循環

内水氾濫の発生要因の一つに、「流域」の環境の変化が挙げられます。「流域」とは、降った雨の水や雪が溶けた水が地表を流れて川に流れこみ海にそそぐまでに集める水の範囲のことを言います。流域では、海をはじめとする地表の水が蒸発したり植物から蒸散し、その水蒸気が雲となって雨を降らし、降った雨は地下に浸透して地下水となったり、地表を流れて川となり、また海へと注ぎます。流域は、地表の水の循環の基本単位を形づくっています。

また、流域の水循環は、森林、農地、市街地、沿岸域など、流域の生態系もかたちづくっています。本来の水循環に即して雨を流したりしみこませたりすることは、そこに成立している生態系にとっても貴重な水資

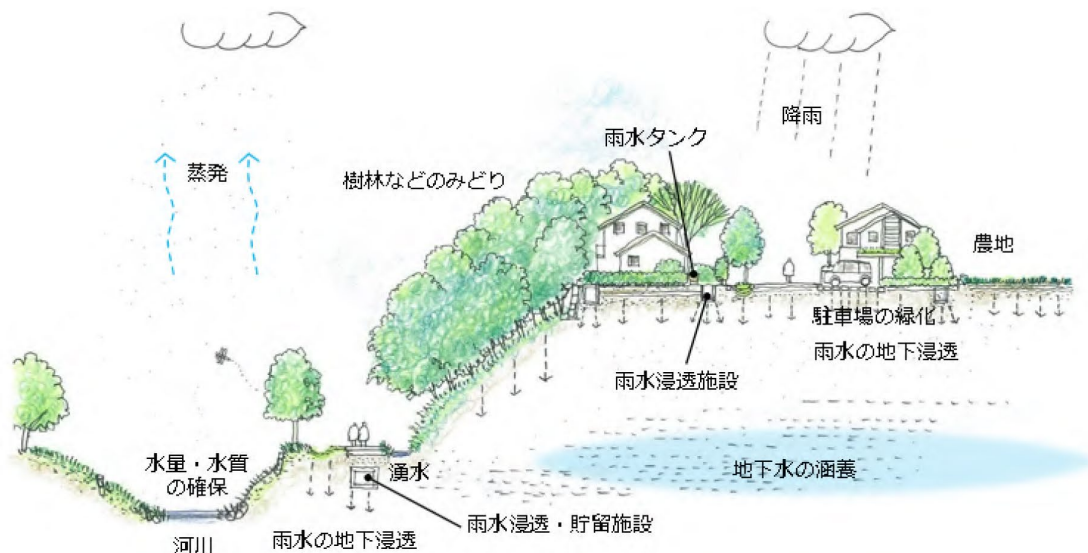
源を維持していくことにつながります。たとえば、台地と低地のあいだに連なる崖線の緑は、涵養された地下水が地表に現れる湧水が分布し、斜面の緑地と一体となって生き物の重要な生息環境になっています。

市街地において、集中して降る雨の水をゆっくりと下水道・側溝や河川等に流し出すためには、この流域を単位として、雨を貯めたり地中にしみこませたりすることが必要です。あわせて、生き物にとっても活用できるような水の貯め方をしたり、自然を活用して雨を地中にしみこませることで、本来その水に依存していた生態系全体の保全にもつながっていきます。



流域の範囲（左）と水循環（右）

出典：夏井川流域の会（福島県企画調整部）HP <http://www.natsuigawa.net/catchment.htm>

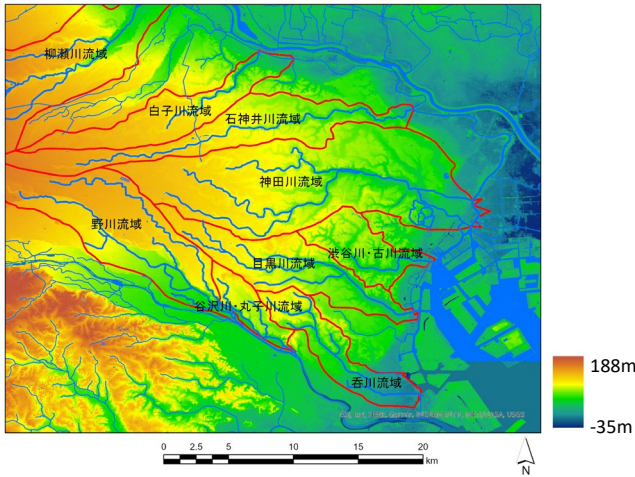


崖線沿いの緑における水循環

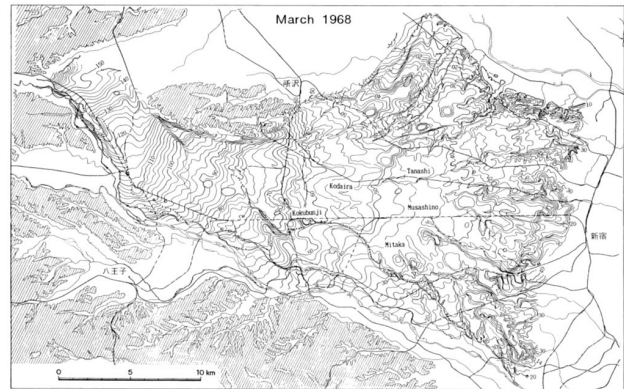
出典：世田谷区みどりの基本計画 2018年度～2027年度 <https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/010/002/001/d00017133.html>

東京の都市河川流域

東京の地形は、西部の山地・丘陵地・台地と、東部の低地から形づくられています。東京の人口は台地とその周辺の低地に集中しており、それらの地域で集中豪雨の発生が多いこと、流域の市街化による内水氾濫のリスクが高いことから、東京都が豪雨対策基本方針において豪雨対策を強化している都市河川流域(対策強化流域)の多くは、この台地と周辺の低地を含む地域に分布しています。これらの地域では、地下水も台地と低地の境界に向けて分布しており、台地の端の崖線沿いで湧水となって湧き出ている環境が分布します。



東京の台地における豪雨対策の対策強化流域



東京の台地における地下水等高線図

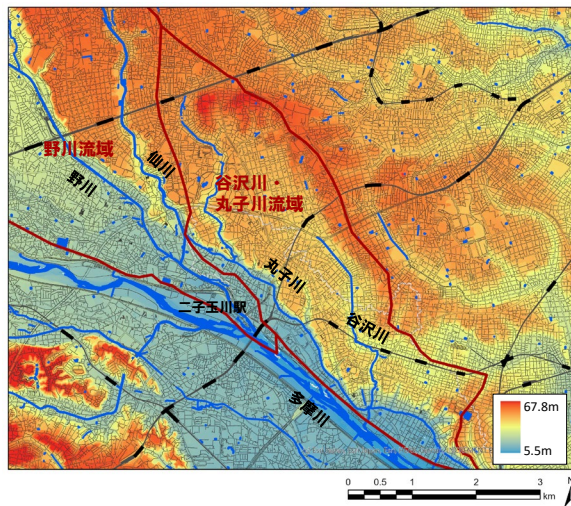
出典：鈴木隆介（2000）
「建設技術者のための地形図読図入門 第3巻段丘・丘陵・山地」

集水域における水みち

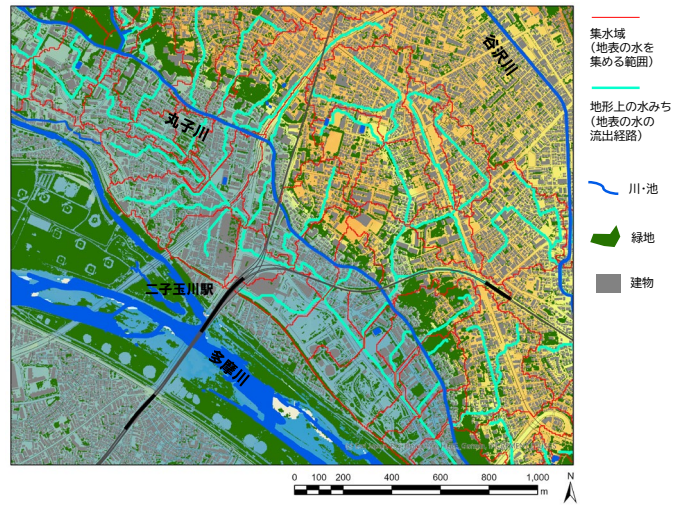
東京の主な都市河川の流域において、地表の雨水は、台地から低地にかけて流れ出しており、台地上、台地と低地の境界、低地上へと集まります。そのように、流域には、地表の雨水を集める範囲である「集水域」と、地形に沿って水が流出する経路である「地形上の水みち」が分布しています。

集水域に降った雨水は、地中に浸透されれば地下水として涵養されますが、地中にしみこまない雨水は、に沿って街の中を流れ出し、低い方へと集まっていきます。この水みちには、集水域ごとに地表に降った水が集まるため、豪雨の際には多くの表流水が発生します。

集水域を単位として、地形上の水みちに雨を流し出さないまちづくりが重要となります。



台地から低地にかけて流れる都市河川の流域
(例：谷沢川・丸子川流域)



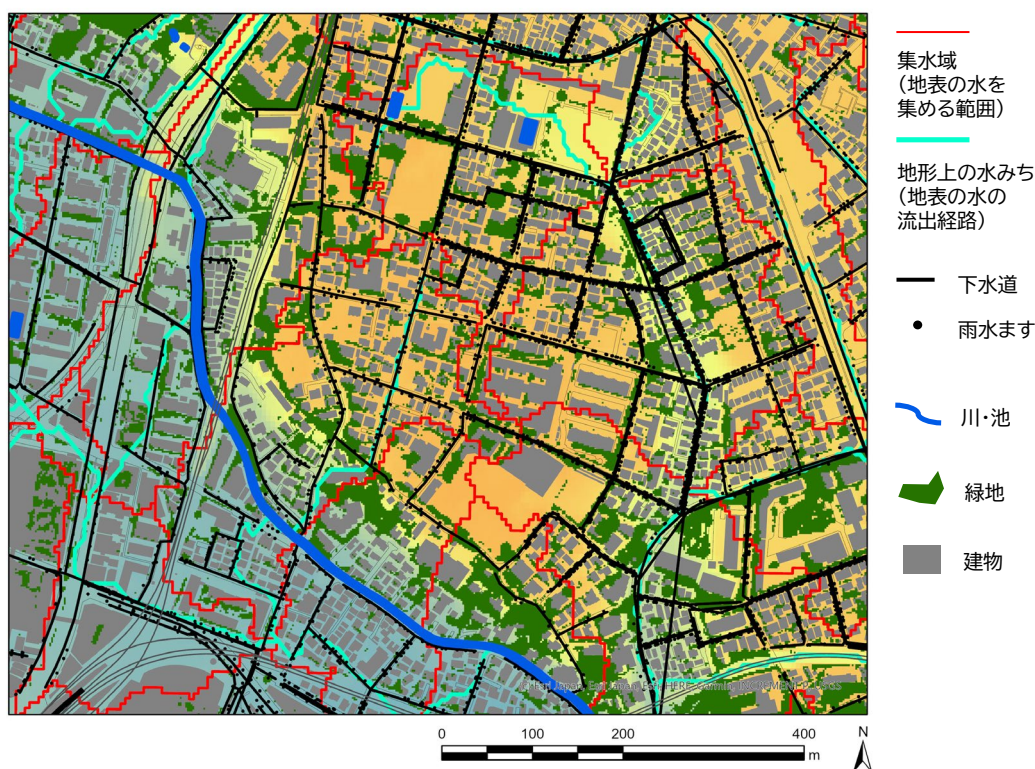
集水域（地表の水を集める範囲）と
地形上の水みち（地表の水の流出経路）

水みちと下水道・緑地の関係

建物の屋根に降った雨は、雨どいなどを伝って下水道や側溝等に流出します。一方で、地表の水が地形上の水みちに集まる過程には、下水道・側溝等のほかに、地表の環境があります。雨が緑地に降ったり、表流水が集まる過程で緑地のなかを通る場合には、雨は緑地に浸透されます。また道路に降った雨も、雨水ますから下水道・側溝等に流出しますが、雨水ます自体が地中に雨をしみこませることができる浸透ますである場合は、集めた雨水を地中に浸透させることができます。

下水道・側溝等に流れ出す雨水を最小限に抑えていくためには、まず建物の屋根に降った雨を貯め、流出する雨を減らすことが重要です。そして、雨水が地表から流れる過程で、緑地や地中の環境を活用し、雨を浸透させたり貯留できる環境を導入することが有効です。

緑地や地中の環境を活用することが、下水道や側溝等への表流水への負荷を軽減し、減災に貢献します。



集水域における地形上の水みちと下水道・緑地の関係

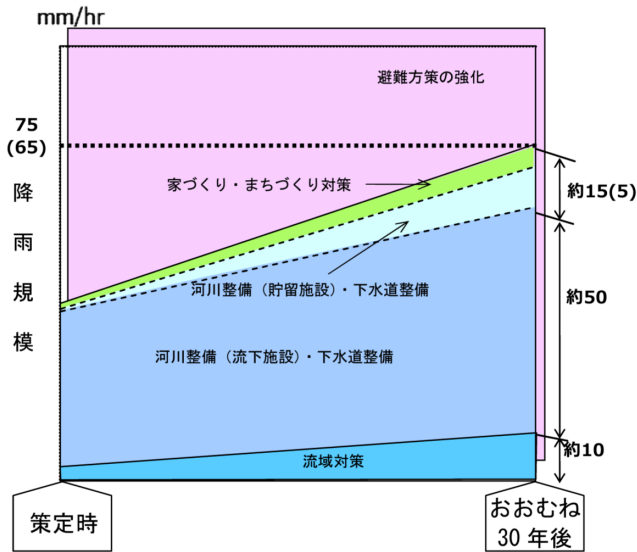
1.3 流域での雨水への対策

流域における雨水対策

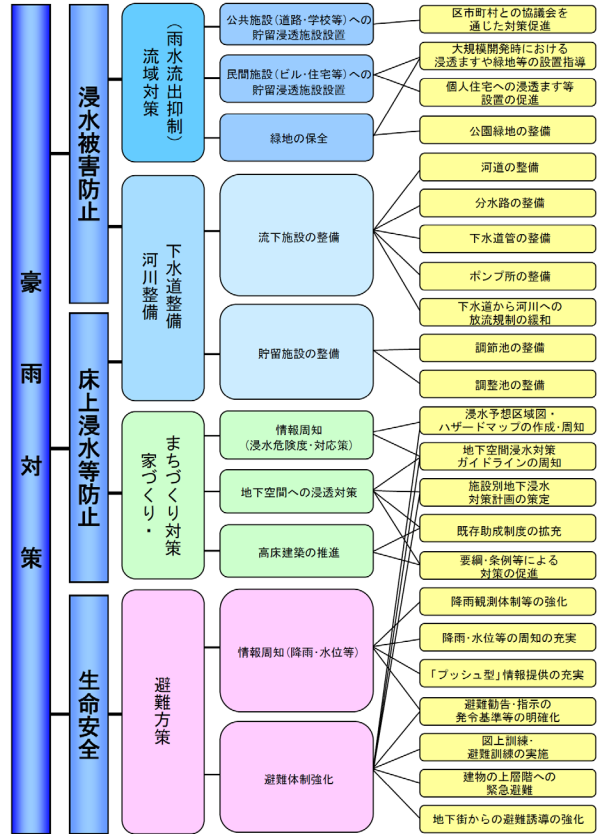
集中豪雨が街のなかの水みちに集まり、水害の発生をもたらさないよう、下水道が整備され、早く雨を排水するための施設の整備や、雨水を大量に一時貯留するための施設が整備されています。あわせて、東京都豪雨対策基本方針(平成26年6月改定)では、1年に1/20の頻度で発生し得る集中豪雨を想定し、区部で時間75mm、多摩部で時間65mmの雨に対して床上浸水等を防止することを長期的な目標として、流域対策、下水道整備・河川整備、家づくり・まちづくり対策、避難方策からなる4つの大きな対策が総合的に実施されています。

このなかで、流域対策(流域で雨水流出を抑制するための対策)としては、公共施設や民間施設への貯留施設(雨水を貯留する雨水タンク・雨水貯留槽)や浸透施設(雨水を地中にしみこませることを促進するための雨水浸透ます・雨水浸透トレンチ)の設置と緑地の保全が位置づけられています。この対策によって、1時間あたり約10mm分の雨を流域の街で貯めたりしみこませたりすることが目指されています。

この流域での雨水への対策は、流域に雨が降った地点で、一人一人が、一軒一軒の土地・建物で取り組むことで効果を発揮する対策です。とくに、個人住宅・店舗等をはじめとする民有地や私道における雨水の貯留浸透は、自助としてだけでなく公助として浸水被害を防止する対策となるものであり、23区のうち品川区・目黒区・大田区・世田谷区・杉並区・北区・板橋区・練馬区の8区で雨水浸透施設設置に対する助成を行っています(令和4年4月現在)。



※()書きは多摩部



東京都豪雨対策基本方針における豪雨対策の体系

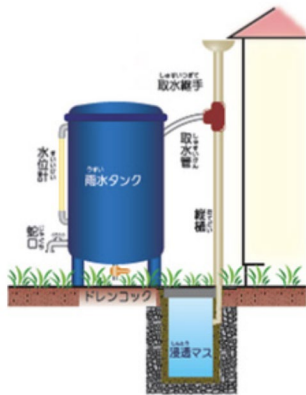
出典：東京都豪雨対策基本方針（平成26年6月改定）

https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gou_houshin/



貯留施設

地表に降った雨水を一旦貯めて川や下水道の水位が低下した後に排水する施設です。代表例として、防災調整池や学校の校庭の地下に設置している貯留施設等があります。



個人住宅への雨水タンクの設置例



浸透施設

地表に降った雨水を直接、地下に浸透させ、河川や下水道への流出を抑制する施設です。代表例として、雨水浸透ます、雨水浸透トレンチなどがあります。



雨水浸透ます



雨水浸透トレンチ

出典：東京都総合治水対策協議会HP

https://sougouchisui-kyougikai.jp/about/about_shisetu.html

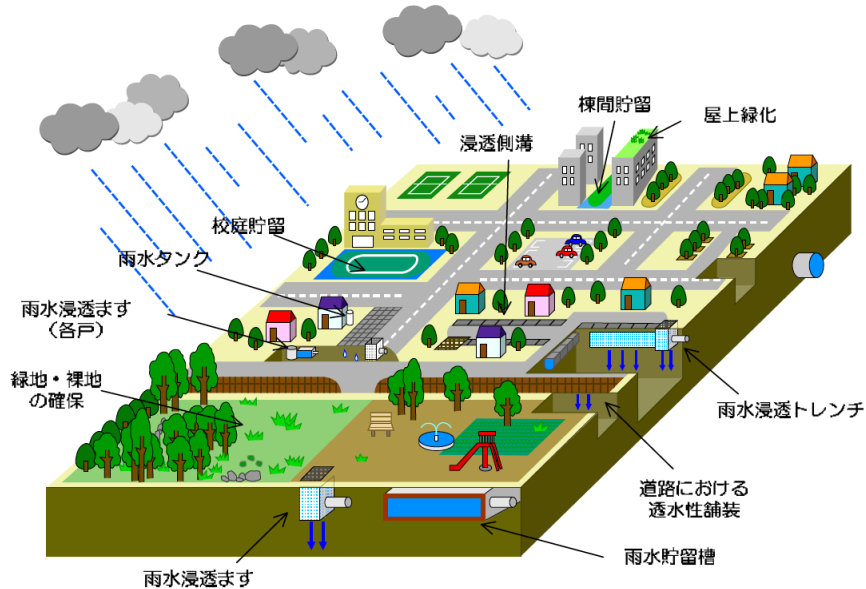
雨水の貯留対策と浸透対策

雨水を貯留することには、雨の流出のピークをカットし、下水道・側溝等や河川への集中的な流入負担を減らす効果があります。雨水貯留槽などの貯留施設は、大規模な都市開発地の地下や、公園・校庭の地下などのまとまった空地で大きな効果を発揮します。雨水タンクや植栽の土壌環境に礫の層を設けて雨水を貯留する施設は、戸建住宅や集合住宅の外構でも導入できます。

また、雨水の浸透対策は、地中に水が浸透しやすい安定した台地上などで推奨される対策で、地中に雨を浸み込ませることで、雨のベースをカットし、下水道・側溝等や河川へ流れ出す雨の量そのものを減らす効果があります。透水性舗装や浸透ます・浸透トレンチ(雨水を地中に浸透させやすくする地中管)などの浸透施

設は、道路や駐車場などの路面から流れ出す雨水を減らし、地下水を涵養することで湧水環境の保全にもつながる対策です。

流域で雨水流出を抑制するためには、これらの貯留・浸透施設を、さまざまな土地を活用して導入していく必要があります。あわせて、緑地の植物や土壌環境のもつ機能を活用することで、貯留・浸透施設への負荷を軽減し、複合的な効果を得ることができます。



流域で雨水流出を抑制する対策

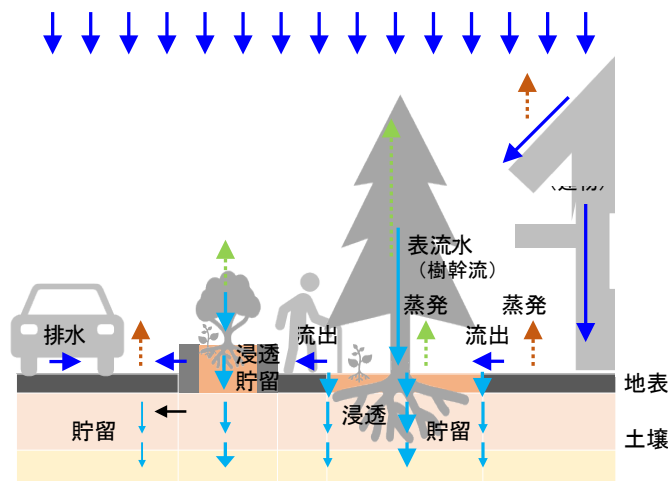
出典：世田谷区豪雨対策基本方針（平成28年3月）

<https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/kurashi/005/003/007/d00027833.html>

1.4 緑を活用した雨水の貯留浸透

雨が降った場所(オンサイト)で水をとどめる

街に降った雨は、建物の屋根や緑地の樹木に当たります。屋根に降った雨水は、雨どいから集水をされたり、建物の表面を流れたりします。一方で、樹木に降った雨は、樹冠でいったんとどまり、葉から蒸発・蒸散し



庭の植栽のまわりの雨水の流れ

たり、樹木を伝って地中に浸透されます。また、地表で生じた表流水も、植栽のなかに導かれれば、地中に貯留・浸透されるほか、植物によって利用され、蒸散されることとなります。植物は、雨水を集水して空中や地中に返す、自然の集水装置です。

多くの場合、建物に降った雨は雨どいを伝って集水され、緑地以外のアスファルトなどの浸透性の低い地表面に降った雨とあわせて、下水道・側溝等に排水されます。建物や地表から流れ出す水を減らすためには、まず雨水が流れ出さない配慮が必要です。すなわち、敷地内で雨が下水道や側溝等に入る前に、なるべく雨が降ったその場所(オンサイト)で、雨水を貯留・浸透することが重要です。

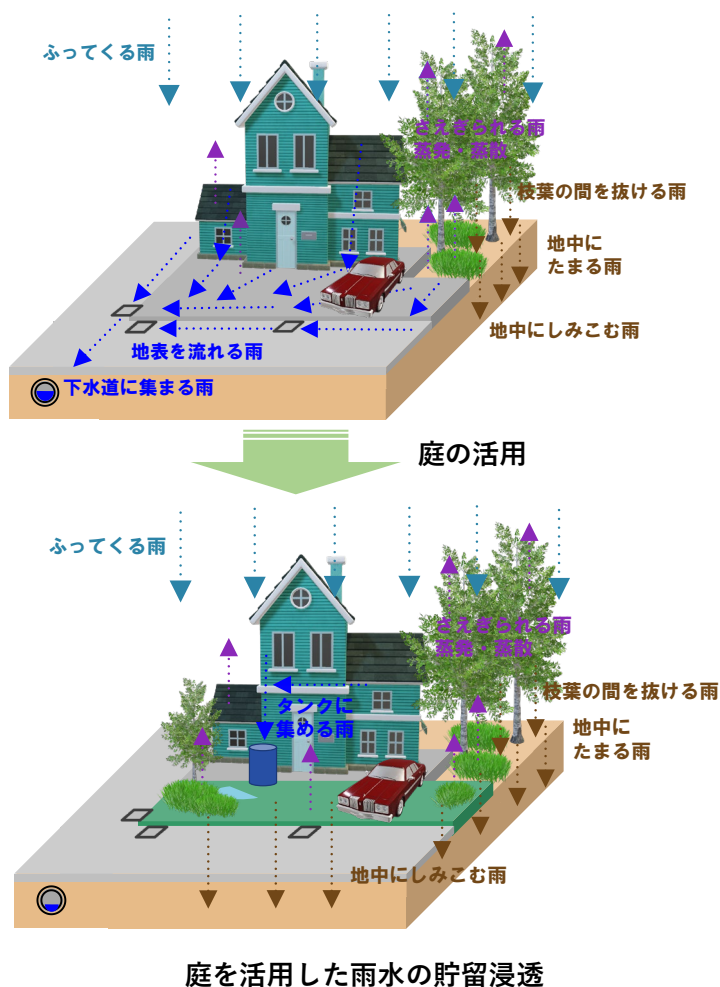
オンサイト貯留・浸透のための緑活用

できるだけオンサイトで雨水を貯留・浸透させるには、敷地の排水計画において、緑の活用を検討しましょう。緑の立体的な構造を活かした植栽づくりをしたり、植栽配置を工夫して雨水を地中に集め、あわせて地中に雨水浸透設備(浸透ます・浸透トレンチ)を導入して雨水を浸透させやすい環境づくりをすることが必要です。

まずは樹木を配置することで、雨を一定程度遮断し、大気中に蒸発散させることに寄与します。これには、樹冠が大きく広がる樹木を植えたり、高木と中低木を組み合わせた階層的な植栽を施すことが有効です。

樹木の枝葉の間を抜けたら、幹を辿って地表に到達した雨に対しては、地形に沿って地表を流れ出す過程で地中に浸透できるような緑の溝(緑溝)を設けたり、集まった水を地中に貯留浸透させるレインガーデンや浸透目地(敷地境界などで溝を設けて緑化することで地表の水浸透させる隙間状の緑化空間)を配置することが有効です。

集水効果によって浸透させる必要のある水の量は増大することから、浸透設備と植栽基盤の貯留浸透層の組み合わせによって、浸透性能のさらなる向上を図ることが重要となります。そのうえで、排水勾配に沿って敷地から流出する表流水に対しては、敷地境界に緑を配置することが必要です。



低影響で副次効果を生む雨水対策

屋根の水に対しては、雨水タンクなどに一時貯留をすることで、家屋からの雨水流出を遅延させることができますが、部分的に分散をさせて地中の浸透ますや裏庭などの緑地に導くといった複合的な手段によって直接流出をなくすことに貢献できます。

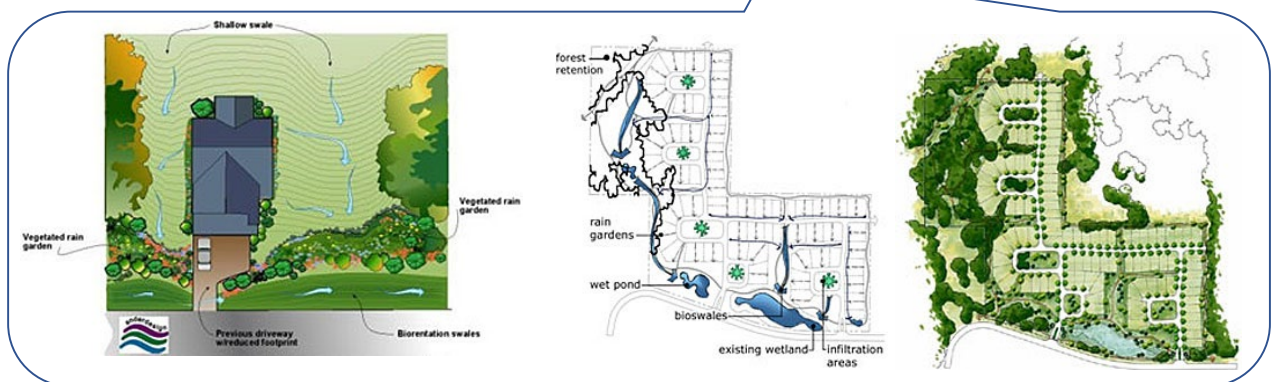
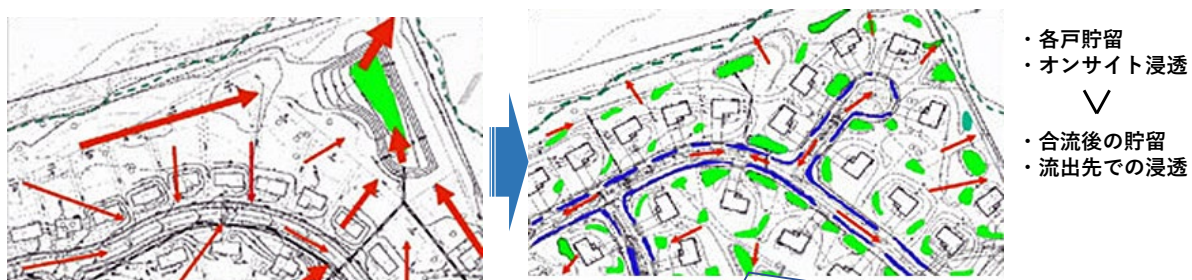
このように、敷地レベルで緑地も活用しながら総合的な対策を施し、雨水の流出をゼロに近づけていくことが重要です。そのためには、流出先で浸透をさせたり合流後に貯留をするのではなく、オンサイトで浸透、各戸貯留を原則とし、分散型の対策によってトータルに雨水を自然に返しながらかちにとどめること、そこで緑を活用し、連続的・連結的な作用をもたらすことで、さまざまな二次的な効果をもたらすことが期待されます。このような開発のコンセプトは、米国などでは、「Low impact development(低影響開発)」と呼ばれます。

水みちに沿った貯留浸透環境としての緑のネットワークづくりは、たとえば、ヒートアイランド現象の緩和(クールスポットの創出)や家屋に対する冷暖房負荷の低減、生き物の利用できる環境のつながりづくり、街並み景観の改善など、さまざまな副次的効果が期待できます。このような副次的効果は、水みちにおける生態系のサービスと言えます。個々の緑自体の貯留浸透機能を高めることと同時に、それを実現する緑において、さまざまな恵みを生み出し、つなげていくことが期待されます。

大切なことは、「上流から対策する」ことです。街のなかで高い場所があれば、そこが最初の水みち対策のフィールドになります。家の中でも、家の屋根などの構造物も含めて、高い場所からの流出をまずとどめることが必要です。

上流(より高いところ)での対策をつなげていけば、生態系にとっても豊かなつながりが生まれていきます。屋上緑化で生き物の生息場所が繋がったり、尾根や斜面で生態系の軸となる環境が保たれたりすることを目指します。そこから集まる水みちと水が流れつく先の環境は、上流側の環境とつながって豊かになる環境です。水みちに沿って生き物が移動できたり、下流側の環境で湿地になって生息地ができあがったりすることで、ネットワークはより豊かになります。

上流から下流にかけての水みちを、水循環に対しても生態系に対してもより良い形でデザインすることで、全体としての水と生態系のネットワークをつくりあげましょう。



出典：National Institute of Building Sciences

<https://www.wbdg.org/resources/low-impact-development-technologies>

低影響開発 (Low impact development) のコンセプト

2. 市民が学んで取り組む集水域の水みち対策

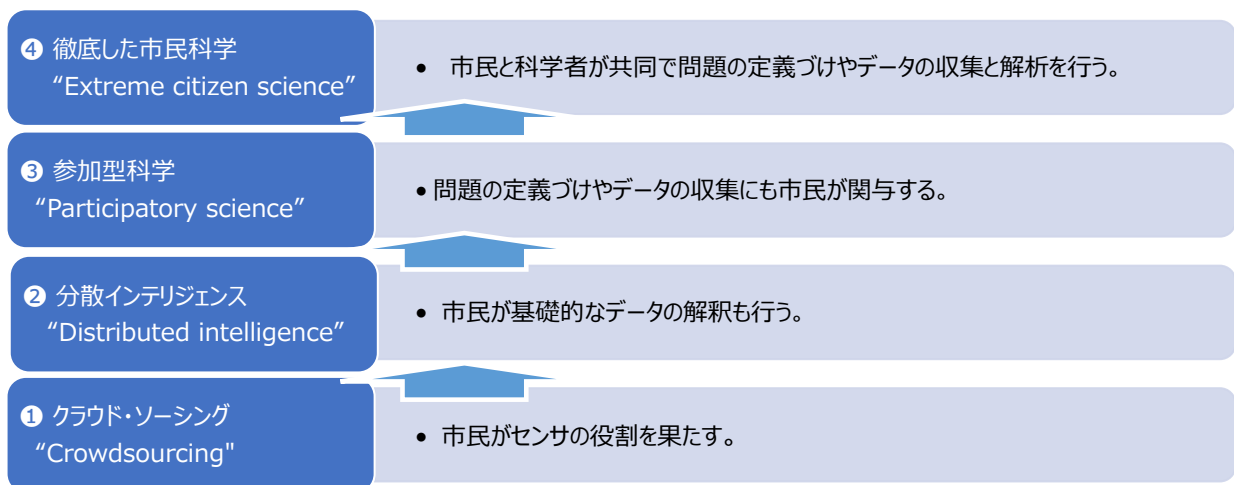
2.1 雨の水みち市民科学とは

市民科学とは？

市民科学とは、市民自身が問題となる事象を観測したり、その分析を行い、科学を通じて課題解決に取り組むことを意味します。市民ひとりひとりが問題に対する関心を深め、単独の科学者だけではなし得ない広域的な観測や、地域に応じた問題の解明に取り組むことが、市民科学のアプローチです。

市民科学には、市民がセンサの役割を果たすにとどまるレベルから、市民と科学者が協働で問題の定義づけやデータの収集・解析を行うレベルまで、いくつかのレベルがあるとされています。まずは市民がセンサの役割を果たすレベルでの参加が広まる必要がありますが、その成果から問題のポイントが見えてきたら、市民も科学者も行政も、一緒にデータを集めたり分析していったりするような活動まで展開していくことができます。

雨水の管理は、市民がセンサの役割を果たす意義が大きい課題です。雨が流れ出す環境は多様であり、その問題解決の方法も多様です。問題の背景にある仕組みを理解し、多くの人に取り組むべき課題を共有し、そこに関わっていくための市民科学プログラムが求められます。



市民科学における参加のレベル (Haklay M. *et al.*, 2012 をもとに作成)

雨水排水に対する市民の関わり

日本では、開発に伴う雨水排水の増大に対しては、開発者に対して条例等による規制があります。一方、雨水は自然現象に由来し、市街地から雨水を排除する受益は広く及ぶことから、その費用には公費(税金)が充てられています。(汚水の浄化は下水道使用料=私費により賄われ、「雨水公費・汚水私費」の原則と呼ばれます。)しかし、雨水の排水が都市型水害の原因となっている以上、市民は関与する必要がないわけではありません。私有地に降った雨は、その土地の所有者が貯めたりしみこませたりすることができれば、下流側の水害リスクを軽減できます。住民がこれを実践しても直接の経済的な利益はないことから、貯留・浸透施設の設置に対して助成制度をもつ自治体も多くあります。

市民が自ら雨水をうまく管理することに関わり、少しだけ責任をもって地域の防災機能や環境の質の改善に取り組むための方法を、自ら学ぶ必要があります。このようなアプローチは、コミュニティをベースとして市民個人がアクションの必要性や方法を学び、その実践を蓄積していけるものであり、市民科学そのものです。

雨の水みちに対する科学的な関わり

雨水は流れていく過程で、私たちに様々な科学的情報や働きかけの機会を与えてくれます。

雨水が地球の水循環全体においてどのように表れているか(水循環)、都市の中をどのように流れたり排水されたりしているか(流出環境)、災害に関わる場合どのような形で現われるか(氾濫リスク)、災害への対策として必要なハード対策・ソフト対策はどのような取り組みか(対策)、など、学ぶ情報や機会はさまざまです。海外では、河川の水位などの洪水に関わる環境を市民自ら観測し、情報共有をしているような事例もあります。

水循環	流出環境	氾濫リスク	対策 (ハード対策)	対策 (ソフト対策)
<ul style="list-style-type: none"> ・降雨量 ・土地利用 ・浸透環境 ・集水環境 ・水位 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ・流出経路 ・流出量 ・排水系統 ・貯留環境 ・最終処理 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水危険地域 ・予想浸水深 ・リスク情報 ・避難所・経路 ・被災影響 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ・流出環境改善 ・接続環境改善 ・浸透・貯留設備 ・浸透・貯留量 ・抑制効果検証 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ・土地管理 ・設備管理 ・モニタリング ・情報共有 ・社会的効果検証 etc.

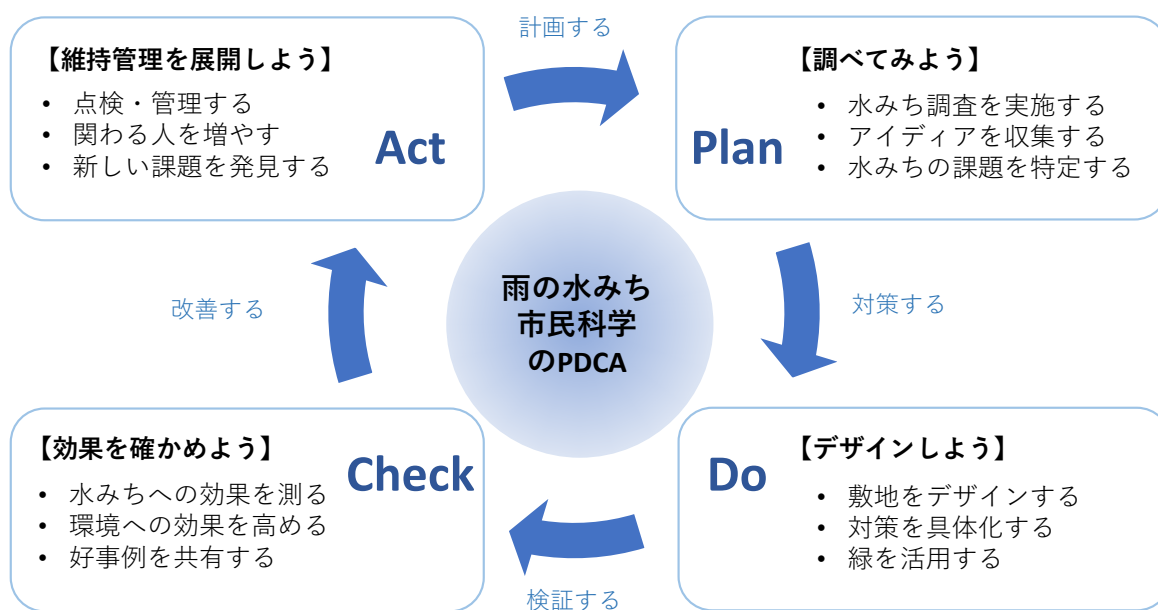
流域の水みちに対する科学的な関わりを生む情報・機会

雨の水みち市民科学のPDCA

本ガイドで目指す市民科学のゴールは、雨の水みちに市民個人が関わることで、地域の防災機能や環境の質を高めるための小さなアクションを考え実践し、その効果を確認しながらアクションを地域に広めたり、地域への効果をつなげたりすることにあります。そのためには、PDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクルで、発見を次のアクションにつなげていくことが大切です。

身近な雨の水みちを水循環として知り、そこで問題になりそうな課題を特定し、対策を具体化して実践することで、小さくても実質的に、地域の防災機能と環境の質の両立に貢献できます。

このガイドでは、Plan(調べてみよう)、Do(デザインしよう)、Check(効果を確認めよう)、Act(維持管理を展開しよう)のステップごとに、市民科学の手段やその考え方についてご紹介します。



雨の水みち市民科学のPDCA

2.2 Plan: 調べてみよう

水みちの発生源とルートを知ろう

身のまわりの身近な環境で、雨が降った時に、雨はどのように流れるのか、考えて調べてみましょう。

雨は地表のさまざまな地物に到達します。建物に降った雨は建物の屋根、植物に降った雨は植物の葉や枝・幹、地面に降った雨は地表面に、一定時間とどまります。その間に蒸発すれば、地表を流れることはありませんが、より多くの雨が降れば、蒸発する量を超えて貯まる雨が増え、いずれ雨は流れ出します。このようなプロセスは、雨の「流出プロセス」といいます。

さて、みなさんの身近な場所、たとえば家の周りで、

- ・ 雨が一番最初に流れ出す場所はどこでしょうか？そのような場所は、街に流れ出す雨の「水みちの発生源」となります。
- ・ 流れ出した雨が流れとなりそうなルートはどこでしょうか？そのような場所は、流れ出した水が街の下水道に合流するまでの「水みちのルート」です。

まずは、この「水みちの発生源」「水みちのルート」を発見して、それらがどのような環境か、調べてみましょう。そして、「流れ出しやすいのか」、考えてみましょう。

雨水を貯めたりしみこませたりするためには、まず雨水が流れ出しにくい環境をつくるのが大切です。どのような理由で雨がすぐに流れ出してしまうのか、考えてみましょう。それが、水みちに取り組むうえでの最初の課題となります。



家の屋根（雨樋）



私道



通路



駐車場



側溝

街区における様々な表流水の流出源

雨水を貯めたりしみこませたりできる環境を知ろう

「水みちの発生源」「水みちのルート」において、雨水を貯めたりしみこませたりできる環境を広げていくことが重要です。雨水を貯める＝「貯留」するためには、水みちが集める雨を貯めることができる容量のある空間を創出したり、雨水タンクや雨水貯留槽のような貯留のための設備を導入する必要があります。また、雨水をしみこませる＝「浸透」させるためには、水みちに沿ってしみこみやすい土壌環境を連続させたり、水みちで集水される雨水をまとめてしみこませることを促進する浸透環境を整備する必要があります。

「貯留」はタンクのような人工的な設備やコンクリートで囲まれた調整池によっても実現することができますが、「浸透」は土壌環境の機能を活かす必要があります。また、「貯留」はあらかじめその容量を計算しやすいですが、「浸透」は、どれだけのしみこみやすさがどれくらいの時間継続するか、土壌環境によっても異なり、「浸透」に適した場所を有効活用する必要があります。たとえば、川の近くや埋立地は、そもそも「浸透」に

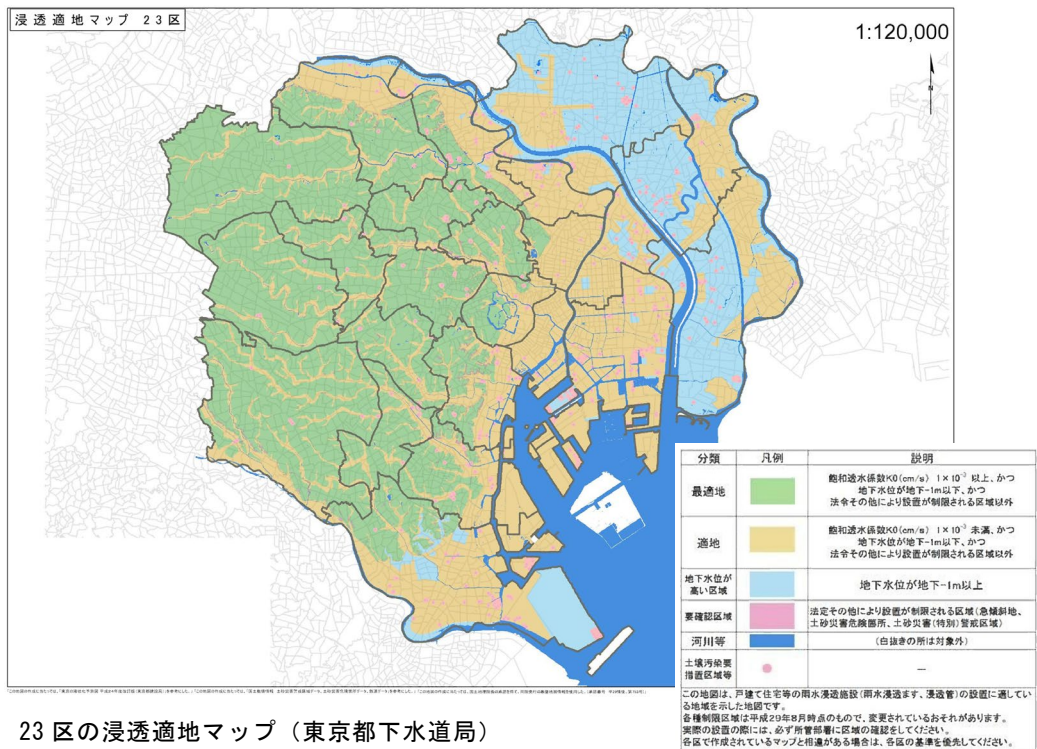
適した地盤ではない環境の代表例です。そのため、自治体に応じて、「浸透適地マップ」として、雨水をしみこませやすい立地の分布を地図にして提供されています。

たとえば東京都では、『雨水浸透ハンドブック』（東京都下水道局、平成30年3月）において、23区の浸透適地マップを作成・提供されており、主に武蔵野台地上が浸透の最適地とされています。浸透適地では、雨水の「貯留」に加えて積極的な「浸透」を図ることによって、雨水を流出させず、しかも地下水の涵養にもつながる機能をもった環境を拡大していくことが重要です。



公園における雨水を
地中に浸透させるレインガーデン
(世田谷区上用賀公園)

一時貯留させる遊水池機能をもった公園
(世田谷区桜丘宇山緑地)



23 区の浸透適地マップ (東京都下水道局)

アプリで写真と情報を共有してみよう

「水みちの発生源」や「水みちのルート」が身近な環境にどのように分布しているかを知ることは、都市型水害の要因の把握として重要です。そこで雨水が流れ出したり流れになりやすそうな環境を特定することで、雨を貯めたりしみこませたりする必要性の高い環境を共有できます。

また、「雨水を貯めたりしみこませたりできる環境」を身近な環境のなかから探し出し、そこを有効活用するためのアイデアを共有することで、都市型水害に対するアクションを具体的にしていけることができます。

本プロジェクトでは、これらの情報を写真と位置情報とあわせて調査し、その結果を共有するための水みち調査アプリを HP にて公開しています。

東京都が豪雨対策を強化している流域にお住まいの都民を対象に、雨水を浸透させられるとよい場所を写真で送付してもらったインターネットアンケート(有効回答数 426 名)を実施したところ、土地利用としては道路・線路、公園・オープンスペースに関する写真がとくに多く、そこでの土地被覆はコンクリート・アスファルトと緑の環境が混在していました。

人々は単にコンクリート上の水たまりや水みちだけを浸透させられるとよい環境と考えているだけでなく、本来しみこませられる緑がコンクリート環境と一体となっている空間で、その緑を浸透環境として活用できるとよいと考えていることが分かります。

1. 水みちの発生源

(例)



2. 水みちのルート

(例)



3. 雨水を染み込ませたり貯めたりできる環境

(例)



大雨のときに雨水の水みちとなりそうな場所や、雨水をためたりしみこませたりできそうな場所を見つけて、写真をとりましょう。

1. 水みちの発生源

水が流れ出しやすそうな「水みちの発生源」を見つけたら、チェックしてください。

屋根 路面 雨どい その他()

写真の発生源にはどのような課題がありそうでしょうか？

2. 水みちのルート

水が流れになりそうな「水みちの発生源」を見つけたら、チェックしてください。

路面 雨水ます 側溝 水路・河川 窪地・湿地 その他()

写真の水みちルートにはどのような課題がありそうでしょうか？

3. 雨水を染み込ませたり貯めたりできる環境

雨水を染み込ませたり貯めたりできる環境を見つけたら、チェックしてください。

雨水タンク 透水性舗装 庭 樹木・植えやす 草地 砂利・碎石 浸透ます 雨水貯留槽 調整池・遊水池 その他()

写真の環境や好事例はどのようなところが良いのでしょうか？

水みち調査アプリ（入門編）における調査項目 写真 + 位置情報を投稿

土地利用

土地利用	回答数	回答割合 (%)
道路・線路	123	28.9%
公園・オープンスペース	109	25.6%
庭・家周り	56	13.1%
街路樹	29	6.8%
屋上	29	6.8%
場所不明	28	6.6%
駐車場	23	5.4%
川・川沿い	22	5.2%
側溝	4	0.9%
街・地域	3	0.7%
総計	426	100.0%

土地被覆

土地被覆	回答数	回答割合 (%)
コンクリート・アスファルト	307	29.5%
緑	281	27.0%
樹木あり	191	18.4%
土	144	13.8%
砂・礫	75	7.2%
水たまり・水みち	42	4.0%
総計	1040	100.0%

土地被覆の類型化

土地被覆クラスター	回答数	回答割合 (%)	土	緑	樹木あり	水たまり	砂・礫	コンクリート・アスファルト
コンクリートメイン	129	28.64	2.33	1.55	0.00	0.00	13.18	82.95
水たまり有り	132	9.86	12.88	13.64	10.61	31.82	7.58	23.48
樹木最多	172	15.96	39.53	39.53	20.93	0.00	0.00	0.00
砂最多	200	11.27	24.00	23.50	17.00	0.00	24.00	11.50
緑とコンクリート	545	34.27	26.79	26.79	19.63	0.00	0.00	26.79

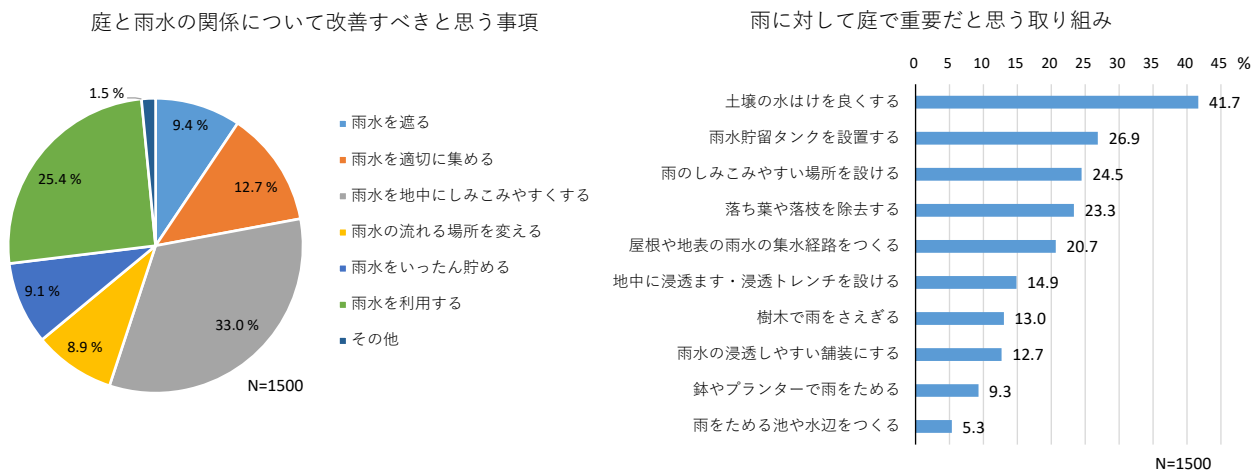
浸透させられるとよい場所の写真と土地利用・土地被覆（対策強化流域, N=426）

課題を特定しアイデアを収集する

街の水循環を改善し、生態系の保全にも貢献する緑のアイデアを収集するための身近な環境として、「庭」が挙げられます。とくに個人の関与が重要となる民有地の庭で、雨水の発生源対策を進めることによって、水害対策と生態系の両立を期待することができます。

庭のある住宅に住む都民に対する意識調査では、庭と雨水の関係について改善すべき事項として回答が多かったのは、「雨水を地中にしみこみやすくする(33.0%)」「雨水を利用する(25.4%)」「雨水を適切に集める(12.7%)」でした。また、雨に対して庭で重要だと思う取り組み(複数回答可)として最も多かったのは「土壌の水はけを良くする(41.7%)」であり、次いで、「雨水貯留タンクを設置する(26.9%)」「雨のしみこみやすい場所を設ける(24.5%)」「落ち葉や落枝を除去する(23.3%)」の順に多く回答されました。

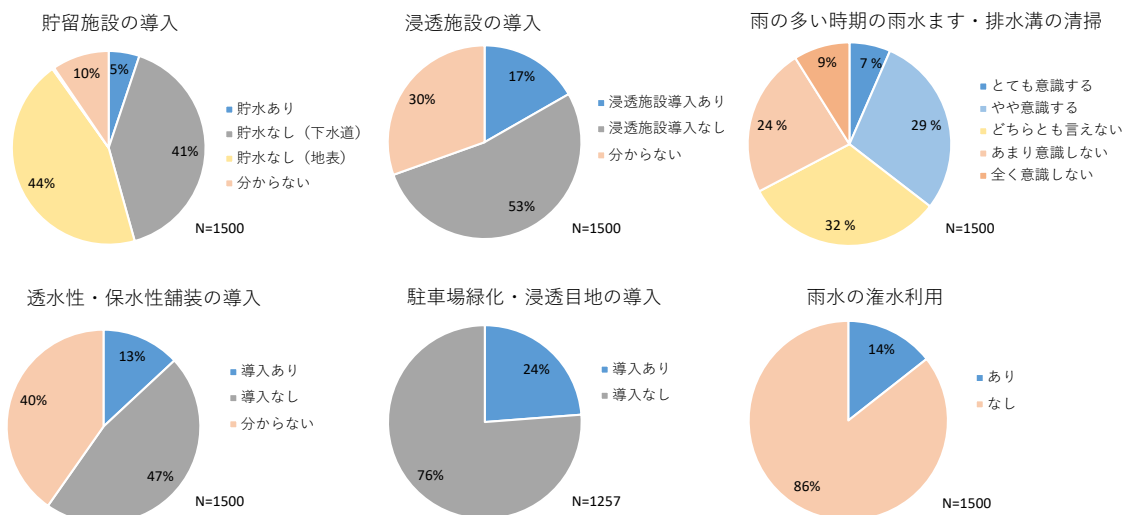
雨水の浸透や雨水の利用に対する改善の必要性は認識されていますが、庭で雨水をいったん貯めることの改善の必要性は十分に認識されていませんでした。その理由としては、既存の庭に対策を導入しにくいという認識が影響していることが考えられます。しかし、土壌の水はけを良くしたり、雨水貯留タンクを設置するといった具体的な手段に対する重要性は高く認識されていました。



庭のある住宅に住む都民が重視する庭での雨に対する取り組み

一方、これらの都民の庭において、貯留施設の導入割合は5%、浸透施設の導入割合は17%、透水性・保水性舗装の導入割合は13%、駐車場緑化・浸透目地の導入割合は24%と、貯留・浸透施設等の導入状況はまだ十分ではありません。

また、雨水の管理・活用に関して、雨の多い時期に雨水ます・排水溝の清掃を「とても意識する」「やや意識



庭のある住宅に住む都民による貯留・浸透施設等の導入状況

する」人は全体の 36%、雨水の植栽への灌水に利用をしている人は全体の 14%のみでした。雨水のための庭の管理・活用も、意識される頻度はまだ少ないようです。

機能に応じたアイデアを集める

敷地から雨を流し出さない庭づくりのアイデアを、敷地内の水循環において緑の果たす機能に応じて集めましょう。敷地内で、雨に対する機能と生態系に対する機能の相乗効果(シナジー)をもたらすための要素を、敷地にあった形で適用していくためのアイデアが重要になります。

・ 降雨の遮断

敷地内に降る雨が地表に到達する前に、降雨を遮断するためのアイデアを集めましょう。樹木は、樹冠に広げた葉によって降雨を遮断し、雨の一部を保持してくれたり、蒸発散によって大気中に還元してくれますが、その効果は葉の密度やその広がり方などによっても異なります。

構造物によって遮断する際は、それ自体が雨水の流出源とならないよう、工夫が必要となります。

・ 敷地内の流出源における貯留・浸透

建物の屋上や壁面において、屋上緑化や壁面緑化を施し、雨水を流出させないためのアイデアが必要です。より雨を貯めやすい構造や、どれくらい貯まっているかが分かる構造を工夫しましょう。雨水タンクを設置する際も、どの範囲でどれくらいの雨を貯められるのか、想定が必要です。降雨の前にタンクを空にしておくなど、使い方におけるアイデアも大切です。

地表の流出源である駐車場や通路などにおいて、緑化や透水性の舗装を施すことも重要です。浸透ますや浸透トレンチを導入すると浸透性能がどれくらい異なるのかを調べることも有効です。

・ 敷地内の流出先における貯留・浸透

集水された水が敷地外に流出しないよう、池やレインガーデン、浸透目地、浸透側溝などの貯留・浸透環境のアイデアを広げましょう。とくに重要になるのは、生態系との両立、多機能な環境づくりのためのアイデアです。雨が降ることによって、水が限られた範囲に広がったり、水辺の植生とともにとどまったりすることで、生物の生息や景観にとっての効果をもたらします。また、浸透性能を高めた空間で、集水された地中の水分が夏の酷暑緩和につながるよう、木陰とセットでクールスポットとなる浸透環境を作り出したりするなど、環境の機能性にも考慮した浸透環境のデザインのためのアイデアを集めていきましょう。



庭レベルでの水循環の改善アイデア要素 (例)

2.3 Do: デザインしよう

雨を意識した庭のデザイン

雨水の貯留・浸透機能の高いみどりのデザインのあり方を考えるために、身近な庭を対象に、模型をつくってみましょう。雨水を流出させない庭づくりのために、どのような設備を導入することが有効か、どのような緑の配置が大切か、考えることができます。

雨を貯めたりしみこませたりできる雨庭(レインガーデン)をデザインするため、まず敷地の計画を考えます。庭や通路の位置を変えると、地表の水の流れ方も変わります。

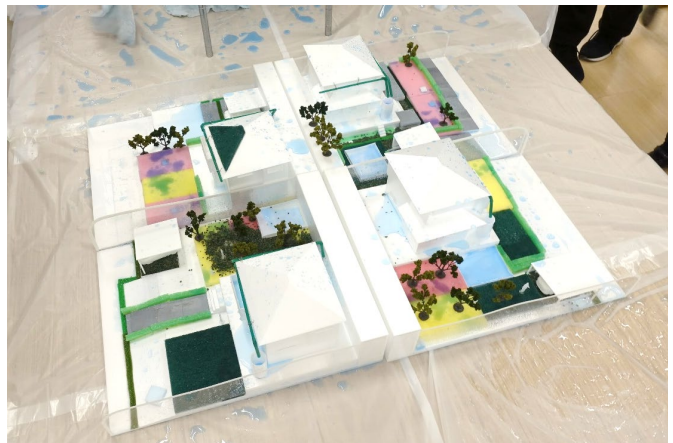
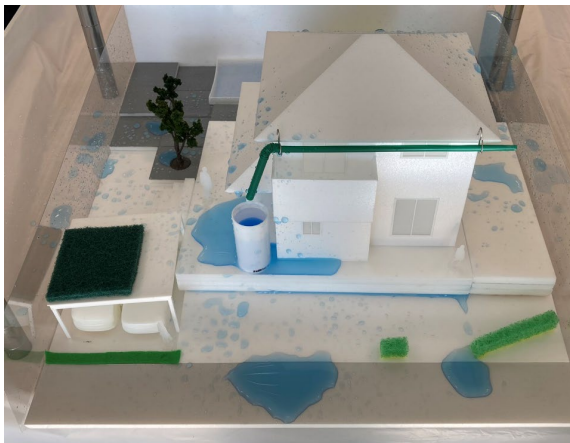
庭の位置が決まったら、地面の性状や緑の配置を考えます。浸透性能の高い地表面で、雨の流出自体を抑えることを考えたり、水が流れる先で緑の植栽を配置することで、敷地内で流出した水を敷地内で浸透させることにつながります。

そして、最も大きい流出源である屋根からの水を流出させないためには、屋根自体の緑化や、雨どいから雨水タンクへの接続など、複合的な手段で雨水をとどまらせることが必要です。そのような流出抑制手段をメニュー化し、庭に配置します。雨どい、浸透ます、浸透目地、雨水タンク、池・ビオトープ、植栽を組み合わせ、敷地内での貯留・浸透機能を高めます。これらのメニューを異なる素材で表現していくことで、水をとどめる庭のデザインを完成させます。

これらの模型はスチレンボードやスポンジ素材などを用いて作り、模型が出来上がったら、雨(青い色水)をスポンジなどを使って均等に模型にかけてみます。かけた水の量に対して、どれくらいの水が外に溢れ出したかを計ると、敷地内に雨をどれくらいとどめることができたか、数字で理解できます。また、流出をゼロにするためにはどのような配慮がさらに必要か、考えることができます。

出来上がった模型による庭のデザインは、改めて平面図にして描いてみると、デザインの工夫を振り返ることができます。流出、溢水、集水、貯留、浸透のポイントを振り返ります。

また、模型を隣り合わせにして街区をつくれれば、雨を流出させないまちづくりのイメージを体験することができます。



雨が流れ出しにくい庭の模型を作成 → 降水実験により流出抑制の必要性を理解

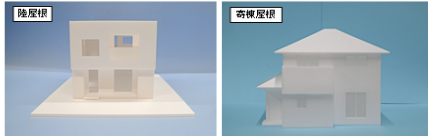
流出 (りゅうしゅつ)	1. 屋根や段差から直接流れ出す水をへらせたかな？
溢水 (いっすい)	2. 植栽やタンクからあふれ出す水をへらせたかな？
集水 (しゅうすい)	3. 屋根や地表の水をうまくみどりにあつめられたかな？
	4. 樹木であめをさえぎることはできたかな？
貯留 (ちりゅう)	5. 雨水タンクに水がたまったかな？
浸透 (しんとう)	6. 土に水をたくさんしみこませることはできたかな？

My rain garden 模型制作ワークショップ



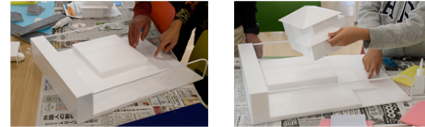
自分の家を決めよう！

屋根の種類は陸屋根（平たい屋根）と寄棟屋根（三角の屋根）があるよ。好きな形を選んでね。



庭をどこに作るか決めよう！

道路側にしようかな？奥側にしようかな？庭の位置によって水の流れやたまる場所が変わるから、そこも考えてみよう！



庭の地面を決めよう！

家の周りにはどんな土かな？土・砂利・コンクリートの三種類があるよ。水の通り道をどうやって作るか坂や段差の配置を考えて見よう！



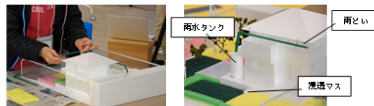
庭に線を置いてみよう！

見た目もきれいになるけど、水が流れ出すのを食い止めるのにも役に立つんだ。考えながら置いていこう！



雨水貯留浸透施設の設置

雨どいや雨水タンクはどこに置けば一番効果が出るのかな？他にも雨水貯留浸透施設はどんなものがあるのかな？カードで学びながら設置していこう！

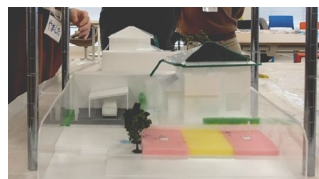
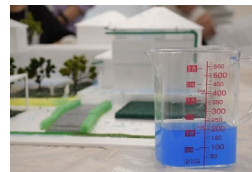


流出抑制のための雨水貯留浸透施設、植栽等の役割をカードで学びながらパーツを活用して模型に実装



降水実験

- ①降水
実際に雨を降らせてみよう！
水がどうやって流れていくかを観察してみてね
- ②記録_インパクト
流れ出した雨水の量を記録しよう！どれだけ減らせたかな？

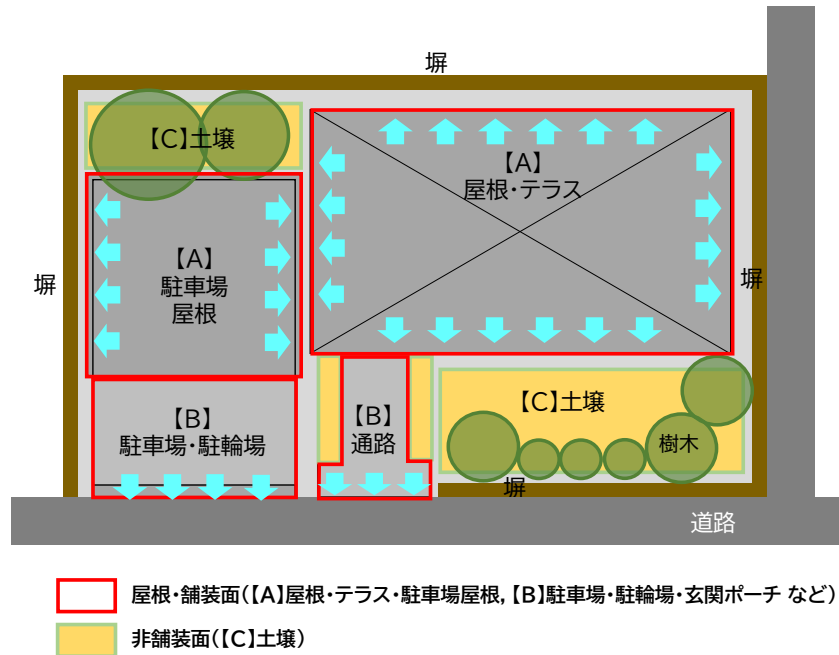


模型による庭のデザインプロセスと効果の確認

雨水流出を抑える庭のデザインのポイント

敷地における雨水流出環境は、大きく、空中の流出源となる屋根・テラス・駐車場屋根等の屋根面（【A】）と、地表の流出源となる駐車場・駐輪場・玄関ポーチ・通路等の舗装面（【B】）とがあります。これに対して、土壌のある庭等の非舗装面（【C】）は、浸透環境として活用することが可能な空間です。

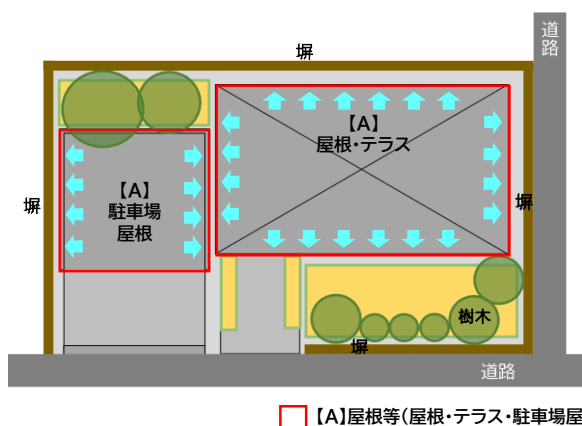
敷地から流出する雨水を最小限に抑えるためには、まず、①屋根等（A）から直接流出する雨を回収し貯留・浸透させること、②舗装面（B）から直接流出する雨を抑えるために舗装面自体の質を浸透性の高い舗装に改善したり地表の雨水を集水することで表流水を浸透させること、が挙げられます。



雨水の流出環境としての屋根・舗装面と浸透環境としての非舗装面

① 屋根等を対象とした雨水発生源対策

屋根等から直接流出する雨水を回収し、貯留させるためには、雨どいで集水した屋根の雨を雨水タンクや水がめ・水鉢、雨水貯留槽などで貯留することが必要です。また、屋根等の雨水を地中に浸透させるためには、雨どいを地中の浸透ますや植栽帯に接続することが必要です。その際、雨どいに接続した浸透ますや植栽帯は、貯留・浸透性能を高めておくことが重要となります。



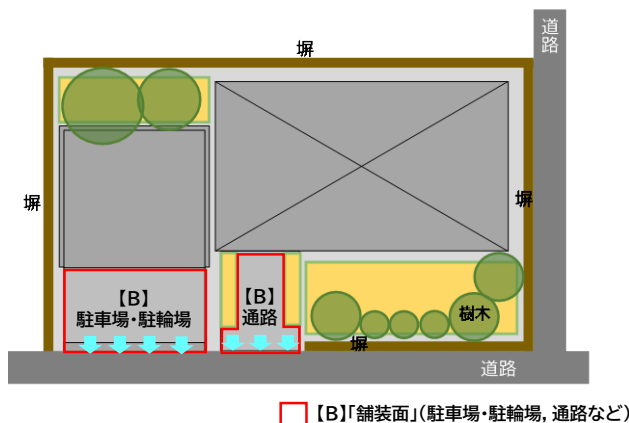
【A】屋根等を対象とした雨水発生源対策



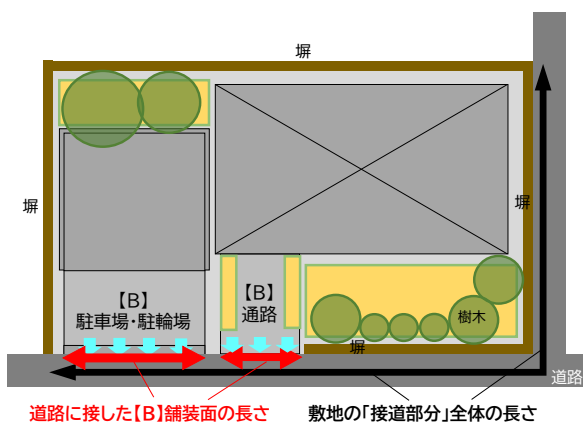
② 舗装面を対象とした地表の流出経路対策

舗装面(B)から直接流出する雨を抑えるために、舗装面自体の質を浸透性の高い舗装に改善する具体的な方法は、舗装面を砂利敷きに変更したり、芝地などの土壌面に置き換えることが挙げられます。また、地表の雨水を集水することで表流水を浸透させる手段として、線的な植栽土壌による目地(浸透目地)を配置し、そこで浸透をさせることが可能です。透水性の舗装と浸透目地を組み合わせることで、舗装面からの流出を最小化していくことができます。

また、浸透目地は、敷地からの最終的な流出ポイントとなる敷地境界に配置することで、集水機能を高めることができます。敷地の「接道部分」全体の長さに対して、道路に接した舗装面の長さを減らしておくことで、敷地からの流出先を限定し、そのうえで浸透目地を境界部分に配置することで、地表面の集水機能を最大化できます。



【B】 舗装面を対象とした地表の流出経路対策



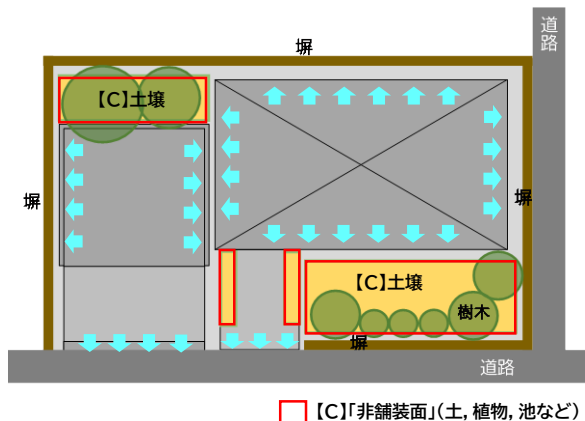
【B】 敷地境界での流出抑制対策

③ 非舗装面を対象とした流出抑制

地中に雨を浸透させることができる非舗装面では、地表面の改善と合わせて、植栽の効果を最大限発揮させることが重要です。非舗装面の地中に、礫や細石などによって貯留・浸透を高めた層を構成することは、非舗装面自体の貯留性能を高めます。また、植栽のプランターは、雨水の流入口と流出口を設けたうえで、根鉢の空間に雨水を貯める構造を構成することができます。

主たる非舗装面(庭)において、中・高木を植栽することができれば、舗装面に降る雨水を事前に遮断し、晴れた日に植物の蒸発散によって大気中に雨水を還元することができます。また、樹木に降った雨は、樹幹

流(樹木の幹を通る水みち)となって樹木の植え柵に雨水を導くため、植え柵での貯留・浸透機能を高めることで、植え柵内の土壌の浸透能を向上させることとあわせて、総合的な雨水の流出抑制につながります。



【C】 非舗装面を対象とした浸透・貯留促進対策

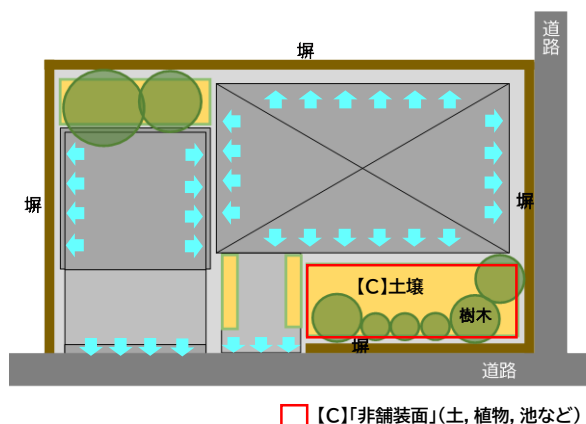
庭のなかで緑を立体化できる部分があれば、階層的な環境をつくりだし、地表面では雨水を活かした雨庭を創出するなど、生態系と水循環のバランスを図りましょう。また、敷地境界に立体的な緑を配置することで、沿道の緑の景観を向上することにも貢献できます。

また、敷地内の舗装と道路とが接続する環境の近くに庭がある場合は、敷地内の通路などからの表流水を土壌のある側に導くなどの配慮が可能です。路面と植栽の段差をなくし、路面から庭への水みちを創出することで、効果的に敷地内からの流出を抑制できます。

駐車場の屋根も含めて、屋根の雨樋が付近にある場合は、雨樋からの水を庭の方に導き、地表面で活用することを検討できます。雨水タンクや池などに雨樋からの雨水を貯留し、植栽の散水などに活用することも、豪雨の流出抑制に貢献する雨水活用です。

道路側の側溝付近に水が溜まりやすい環境があれば、敷地内の庭側に水を導き、表流水を浸透させるような環境を設置することも可能です。そのような場合は、必ずしも土壌だけでなく、礫などの透水性の高い基盤を導入し、緑の植栽とセットになった排水溝(バイオスウェル)として整備することも考えられます。

沿道の庭を様々な形で活かし、敷地内からの雨水を集水して浸透させたり、屋根等からの雨水を貯留・活用するための拠点としましょう。



【C】 主な浸透・貯留環境の積極的な活用

2.4 Check: 効果を確認しよう

庭の流出抑制度を診断しよう

庭でどのように雨の流出を抑えることができているかを、庭における配慮事項の充足度でチェックしましょう。雨水の流出のしやすさに対して、雨水流出の抑制に関わる条件がどれくらい満たされているかを確認することによって、庭が果たす雨水流出抑制機能を自己診断します。流出や溢水は敷地からの雨の流れ出しやすさの条件を、集水・貯留・浸透は敷地内に雨を留めるための条件を評価します。雨水がより流れ出しにくく、雨水をよりとどめやすい庭の構造的な条件をチェックし、庭の改修や維持管理において少しでも配慮事項が多くなるようにしていくことを目指しましょう。

雨水の流出のしやすさ、とどめやすさに関わる諸条件（例）

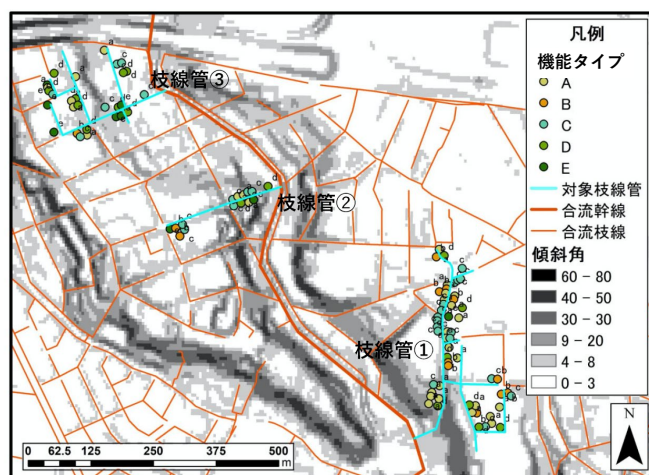
雨水の流出のしやすさに関わる条件		雨水のとどめやすさに関わる条件	
流出	<input type="checkbox"/> 屋根・テラスの面積	集水	<input type="checkbox"/> 屋根・テラスから非舗装面、浸透ます・トレンチ等への導水の有無
	<input type="checkbox"/> 舗装面の面積		<input type="checkbox"/> 屋根・テラスから雨水タンク等の導水の有無
	<input type="checkbox"/> 舗装面の水の流れやすさ		<input type="checkbox"/> 地表から非舗装面への流れ込み
溢水	<input type="checkbox"/> 非舗装面（土壌、植物）の面積・深さ	貯留	<input type="checkbox"/> 屋根・テラス等の緑化
	<input type="checkbox"/> 接道部分の長さに対する道路に接した舗装面の長さの割合		<input type="checkbox"/> 非舗装面におけるプランター・鉢による緑化
	<input type="checkbox"/> 非舗装面の舗装面に対する位置・高さ		<input type="checkbox"/> 非舗装面における樹木の割合
		浸透	<input type="checkbox"/> 雨水の灌水への利用
			<input type="checkbox"/> 舗装面における透水性・保水性舗装の使用
			<input type="checkbox"/> 非舗装面の緑化割合
			<input type="checkbox"/> 非舗装面における土壌の割合
			<input type="checkbox"/> 非舗装面での浸透配慮（砂利敷き、浸透ます・浸透トレンチなど）
			<input type="checkbox"/> 敷地境界における浸透目地の設置

$$\text{庭の流出抑制度} = \frac{\text{遮断・浸透・貯留}}{\text{集水・溢水}}$$

好事例を共有しよう

水みち調査や模型によるデザインを通じて発見した、効果的な庭のデザインを共有しましょう。その際、地表の雨水に対して庭のどのような条件がどのような効果をもたらしているかを共有することは、デザインや維持管理における新たなアイデアの提供につながります。そして、デザインの効果についても、庭の診断や模型による実験などで評価した結果を共有しましょう。

雨水に対してどのような役割が大きい庭かを評価することは、雨水流出抑制への貢献の仕方を個々の民有地レベルで考えることにつながります。たとえば、豪雨時に雨が流出しやすい坂道沿いを単位として、どのような特徴の庭があるかを地図化すると、坂道沿い全体で流出抑制に取り組むうえでのさまざまなアプローチを共有できます。さまざまな工夫や機能を見える化することで、地域で一体になった雨水流出抑制への取り組みを広めることにつながります。



坂道に応じて庭の雨水流出抑制機能のタイプの分布を地図化した例

2.5 Act: 維持管理を展開しよう

排水環境の管理課題を確認しよう

屋根等からの雨樋を地中の浸透ますに連結したり、地表の表流水を導いて非舗装面で浸透させたりするなかで、表流水に運ばれたごみや落ち葉が流れつきます。道路の浸透ますや側溝、敷地内の雨水タンクや浸透ますは、定期的に点検をし、排水阻害が生じていないかを確認することが重要です。

あわせて、道路の側溝沿いや敷地内の境界部付近で、水みちを阻害する障害物がないかどうか、定期的に確認をするようにしましょう。

このような点検は、初夏の梅雨期前や、夏から秋にかけての台風シーズンの前に、降雨の前に重点的に行うことが重要です。



道路浸透ますの内部状況の確認



側溝の内部堆積物の確認

個人宅（雨水タンク，浸透ます）

貯留・浸透施設の維持管理状況調査

雨水を介した水・緑・まちの関係を考えよう

緑の維持管理は、単にその敷地だけの問題だけでなく、地域の課題解決に効果を発揮することが期待されます。雨水の管理が、地域の課題とどのようにつながっているかを考えるためには、地域に関わるさまざまな立場の人の関与が必要です。また、雨水と緑の管理の課題をまちの課題と関連して考えていくための横断的な情報が必要です。そのために、緑の分布、下水道のつながり、地形上の水みち、ハザードマップなど、異なる情報をレイヤーを分けて地図化することで、お互いの関係性について考えてみましょう。

洪水リスクであるハザードマップの浸水深も、下水道のネットワークだけが影響しているのではなく、そこに雨水が入るまでの地形上の水みちや、雨水の浸透環境である緑の分布との関わりもあることを認識できます。下水道の集水環境としての水みちや緑を、街の景観や環境の維持のためにどのように管理していくかを一緒に考えることで、下水道への雨水の流出を減らすためのアイデアにつなげていきましょう。

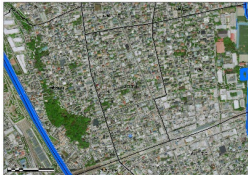


疑問	みず	応答
疑問	みどり	応答
疑問	まち	応答

みず・みどり・まちの管理上の疑問とそれに対するアイデアを抽出・整理



ベースマップ（レイヤーの組み合わせ）



土地被覆



みどり



下水道



地形上の水みち（累積流量）

ハザードマップ浸水深

みず・みどり・まちの管理課題を考えるワークショップ

水みちの維持管理を広めよう

下水道の集水域の維持管理においては、雨水の流れやすさとしみこみやすさを確保することが重要です。連続して雨が降りやすくなる梅雨の時期や集中的な豪雨になりやすい台風シーズンに入る前に、水みちの流れを阻害する環境を維持管理するためのアクションを広めることが必要となります。そのような時期には、日常の緑の管理の中でも、水みちに対する植物や堆積物の影響を考慮し、重点的に点検をしていくことが大切です。

具体的には、道路の落ち葉清掃とあわせて排水溝に集積したり柵内に堆積した落ち葉やごみを除去したり、植物の植え替えとあわせて根詰まりした土壌を耕したりすることが重要になります。

また、浸透枳などの土壌中の浸透性能を高める施設を設置している場合も、目詰まりによって浸透性能が低下していくことを想定し、雨の多くなる時期の前に高圧洗浄をしておくなど、浸透性能の確保のための維持管理を計画することが重要です。雨水タンクやプランターなどに屋根等の雨水を導水している場合は、集中豪雨に備えてあらかじめ事前の貯水分を排水し、降雨を集水する容量を確保しておくことが重要となります。



排水口への落ち葉の集積



柵内へのごみの堆積



根詰まりによる土壌の浸透能の低下

雨水の排水・浸透阻害をもたらす諸条件

3. まちづくりへの展開

3.1 街区レベルでの取り組み

影響が累積する前に対策する

雨水流出抑制の対策量は、対策できる面積が小さくなると、より大きな対策量を設定する必要が生じます。

たとえば、戸建て住宅において1時間当たり30mmの雨を流し出さないことが目標となっている場合、敷地の全ての範囲で雨が降ったその場所でためる・しみこませること(オンサイト貯留・浸透)が可能であれば、対策量はどこでも30mmです。しかし、地表の雨水が流れ出し、その先の半分の面積の土地でしか対策ができなければ、そこでの対策量は50mmや60mmに設定される必要が生じます。

水を集めた先での(オフサイトでの)対策は、もともとの対策よりも上乗せさせなければなりません。必要な対策が上乗せされると、対策に必要な施設も大きくせざるを得なくなり、限られた土地に配置することが困難になっていきます。したがって、貯留・浸透の効果を高めていくためには、流出の影響が累積する前に、オンサイトで取り組みを展開していくことが有効です。



まちの構成に応じた雨の流れやすさ

雨水が降った場所から流れ出す際の流れ出しやすさ(敷地に降ったすべての雨のうち何%が流れ出すか)は、「流出係数」と呼ばれます。流出係数は地表面の性状や土地利用の種別によって異なり、それぞれ標準的な値が設定されています。たとえば、舗装された路面の流出係数 0.75~0.95 は、降った雨のうちの75~95%が流出することを意味します。

ある地域全体の平均的な流出係数は、地表面・土地利用の割合にそれぞれの地表面・土地利用の流出係数をかけ合わせて平均化することで求められます。概算レベルで、自分の街の街区を対象に計算をしてみましょう。もし家の周りの街区の流出係数が高ければ、家の周りには雨が溢れ出しやすい環境にあると言えるかもしれません。

実際に雨水が流れ出す割合と流出係数とは、必ずしも一致しないかもしれません。それは、地形の影響やより細かな土地の条件(たとえば土壌の質や硬さなど)が影響しているためです。自分の家の敷地が、何%の雨を流出しているかを計測することは困難ですが、それを意識することで、より流出係数を下げるための

取り組みを考えることにつながります。

地表面の工種別基礎流出係数		
地表面の種類		流出係数
路面	舗装	0.70 ~ 0.95
	砂利道	0.30 ~ 0.70
路肩、のり面など	細粒土	0.40 ~ 0.65
	粗粒土	0.10 ~ 0.30
	硬岩	0.70 ~ 0.85
	軟岩	0.50 ~ 0.75
砂質土の芝生	勾配 0~2%	0.05 ~ 0.10
	// 2~7%	0.10 ~ 0.15
	// 7%以上	0.15 ~ 0.20
粘性土の芝生	勾配 0~2%	0.13 ~ 0.17
	// 2~7%	0.18 ~ 0.22
	// 7%以上	0.25 ~ 0.35
屋根		0.75 ~ 0.95
間地		0.20 ~ 0.40
芝、樹林の多い公園		0.10 ~ 0.25
勾配の緩い山地		0.20 ~ 0.40
勾配の急な山地		0.40 ~ 0.60
田、水面		0.70 ~ 0.80
畑		0.10 ~ 0.30

用途地域別平均流出係数		
用途地域の種類		流出係数
商業地域	下町	0.70 ~ 0.95
	下町の近接区域	0.50 ~ 0.70
工業地域	あまり密集していない地域	0.50 ~ 0.80
	密集している地域	0.60 ~ 0.90
住宅地域	間地の少ない住宅区域	0.65 ~ 0.80
	アパート区域	0.50 ~ 0.70
	間地庭園の多い住宅区域	0.30 ~ 0.50
緑地 その他	公園、墓地	0.10 ~ 0.25
	競技場	0.20 ~ 0.35
	鉄道操車場	0.20 ~ 0.40
	田畑、林など	0.10 ~ 0.30

地表面や土地利用に応じた雨水の流出係数（日本道路協会編「道路土工－排水工指針」より）

出典：

<https://isabou.net/soft/petit/common/waterway/flowcalc/ReferSurfaceFlowoutCoef.asp>

街区レベルで対策をつなげる

地区レベルで雨水の流出を最小限に抑えるためには、個別の街区ごとに雨水を流出させないことが重要となります。そこでの流出抑制の方策の優先順位は、戸建て住宅における庭のデザインの優先順位と同じです。

まず、街区内の建物の屋上・壁面を緑化したり雨水タンクを設置し、屋根からの流出を抑えることが重要



みどりを活かした街区レベルでの水循環の改善アイデア要素（例）

です。あわせて、樹木により雨を遮断し、地表に到達する雨を減らすことが有効です。

地表に到達した雨水を街区から流出させないためには、地表の舗装面を透水性舗装とするほか、流出源となりやすい私道や駐車場に、浸透ますや浸透目地を連続的に設けたり、生垣を連ねることで流出環境を限定させることができます。あわせて、道路面からの表流水を導水させて地中浸透させる浸透側溝や街路樹帯を設けることで、流路自体をなくしていくことが有効です。

このように雨水の流出環境において緑を活用していくことは、水みち沿いに緑が連続していくことにつながります。崖線の斜面や湧水の流れる湿地など生態系としての価値の高い緑地と、雨水の貯留・浸透のための機能の高い緑地を、一体的につなげていくことが重要となります。水循環と生態系の両方にとっての機能が両立した緑のネットワークを目指していきましょう。

3.2 グリーンインフラの情報化と活用

グリーンインフラを情報化する

街のなかで水循環に貢献する緑地を連続的に保全・創出していくためには、機能の高い緑地の情報を共有し、地域の防災・環境のシナジースポットとしていくことが大切です。とくに、水循環や環境の調節に対する機能の高い緑＝グリーンインフラの情報を共有し、地域の拠点としていくことが期待されます。

「せたがやグリーンインフラライブラリー 2023」(世田谷区)は、多様な機能をもつ区内のグリーンインフラを地図化し、それぞれの機能に対する特徴を整理して紹介している情報源の好例です。具体的には、グリーンインフラの持つ「地下水涵養」、「流域対策」、「緑化」、「みどりの保全」、「雨水利用」、「ヒートアイランド対策」の6つの機能に着目し、このうち3つ以上の機能を持ち、みどりの基本計画策定以降に整備した道路、公園、建物等の施設について紹介することを目的に作成されたものです。流域ごとにモデルとなるグリーンインフラの構造や機能が紹介され、新たに整備する緑地において環境保全機能を考えるうえでの参照とすることができます。



せたがやグリーンインフラライブラリーの見方

施設の名前、所在地、種別、設置日、面積、その他の中にある主なグリーンインフラ施設を掲載しています。

施設の持つ機能のアイコンを表示しています。

施設の案内図や見取図を掲載しています。

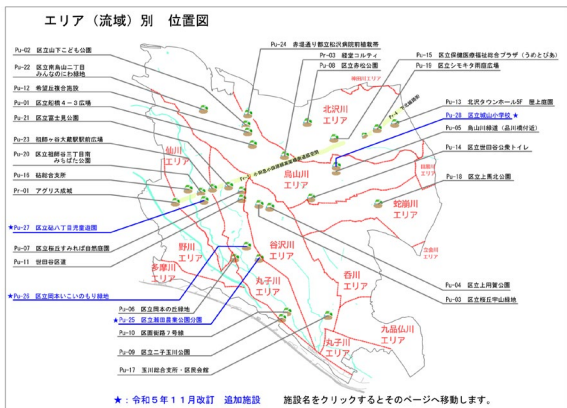
台帳の通し番号を記載しています。

施設の写真や雨水貯留容量、特徴的な樹種などグリーンインフラの各機能について記載しています。

主なグリーンインフラ施設の写真を掲載しています。

効果のアイコンについて

- 地下水涵養
雨水透過による地下水涵養効果
- 流域対策
雨水貯留透過による河川や下水道等への流入負荷を軽減する効果
- 緑化
屋上緑化や壁面緑化のような緑地以外を緑地化する効果
- みどりの保全
みどりを守り、健全な状態に保つ効果
- 雨水利用
雨水を有効活用し、水資源を活用する効果
- ヒートアイランド対策
ヒートアイランド等の熱環境を改善する効果



名称	区立桜丘宇山緑地	所在地	桜丘3-28-10	種別	公園
設置日	平成16年3月31日	主なグリーンインフラ施設	広場を兼ねた遊水池		
面積	1,470.32㎡	施設写真等			
案内図					
概要	桜丘宇山緑地は、以前は農地だったこともあり、広がりのある空間を草広場として残しつつ、新たな植栽などにより緑を多く感じられる公園となっています。 また、この公園は、南側水路の水位が上昇すると緑地に水が入り、遊水池となるよう、くぼ地状の風広場を整備しています。				
雨水貯留量	合計400㎡				
雨水透過量					

せたがやグリーンインフラライブラリー

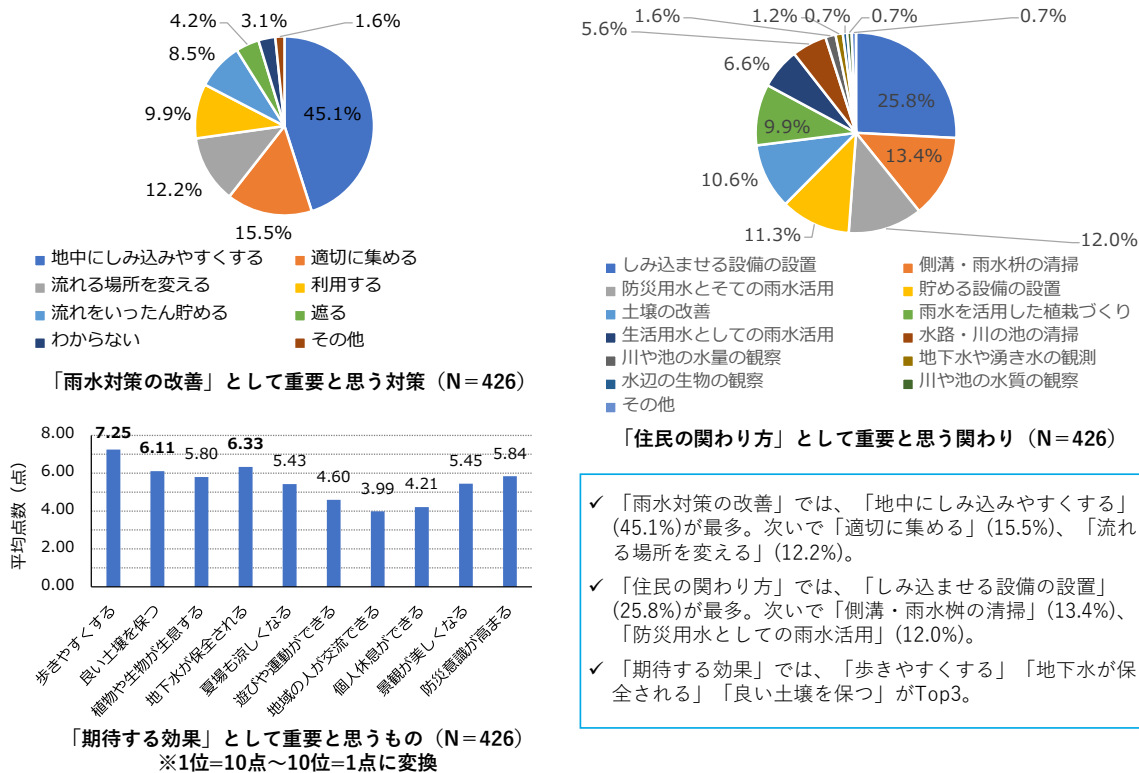
出典: 世田谷区HP https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/009/d00188532_d/fil/188532-1.pdf

グリーンインフラを活用する

東京都の豪雨対策において対策強化流域となっている地域の住民(N=426人)に対するアンケートによれば、「雨水対策の改善」として重要と思う対策は、「地中にしみこみやすくする(45.1%)」「適切に集める(15.5%)」「流れる場所を変える(12.2%)」の順に多く回答され、雨水の浸透環境だけでなく、雨水の流れる環境自体の改善も重要と考えられていることが分かります。

また、「住民の関わり方」として重要と思う関わりは多岐にわたり、「しみこませる設備の設置(25.8%)」「側溝・雨水枡の清掃(13.4%)」「防災用水としての雨水活用(12.0%)」「貯める設備の設置(11.3%)」「土壌の改善(10.6%)」のように、雨水の浸透・貯留に関わる設備の設置や維持管理が総じて重要と考えられていました。

これに対して、雨水対策により「期待する効果」として重要と思う効果(1位=10点~10位=1点に変換して点数化)については、「歩きやすくなる(7.25点)」「地下水が保全される(6.33点)」「良い土壌を保つ(6.11点)」が上位を占め、都市型水害や内水氾濫に直結はしない歩行環境の快適性や自然環境の保全に対して重要性が高いことが分かります。このことから、雨水対策に期待する効果として、生活環境や自然環境の課題を達成するための手段としての雨水対策に注目していくことがポイントとなります。



✓ 「雨水対策の改善」では、「地中にしみ込みやすくなる」(45.1%)が最多。次いで「適切に集める」(15.5%)、「流れる場所を変える」(12.2%)。

✓ 「住民の関わり方」では、「しみこませる設備の設置」(25.8%)が最多。次いで「側溝・雨水枡の清掃」(13.4%)、「防災用水としての雨水活用」(12.0%)。

✓ 「期待する効果」では、「歩きやすくなる」「地下水が保全される」「良い土壌を保つ」がTop3。

流域住民が期待する対策と期待効果、重要と思う関わり (対策強化流域, N=426)

シナジー効果を発揮する

グリーンインフラでは、緑による人へのさまざまな恵みを活かし、その多機能性を発揮させることが重要です。

公園・公共施設の緑地や民有地の公開空地など、一般の人がアクセスできる緑において、街の中に残る文化的な緑において水循環をテーマにあらたな活用を考えたり、雨水を活用した新たな外構空間づくりを進めていくことは、雨に対する気づきの機会を広げます。雨を一時的に貯留・浸透させるレインガーデン(雨庭)を設置し、その目的について啓発することは、市民の雨水に関する教育の機会の拡充につながります。

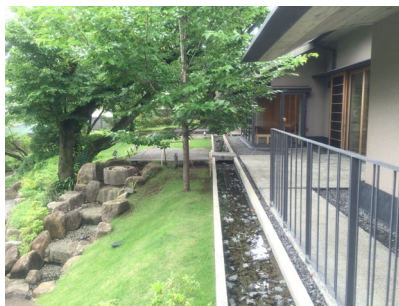
また、街区のレベルで緑がつながって機能する環境をつくることは、街並みの美観と快適性に貢献します。

そして、ヒートアイランド現象の緩和や、災害時の避難経路の確保など、気候変動や自然災害への適応の機会を広げます。

このようなシナジー効果は、緑の維持管理においてとくに目標としやすい課題です。たとえば、高木の育成・保全において緑陰だけでなく雨の遮断にも貢献するように樹冠を形成することは、クールスポットづくりと地表への降雨影響の緩和を両立します。また、落ち葉の管理において、歩きやすさのために積極的に落ち葉を除去するエリアと雨水の貯留・浸透のために落ち葉を残しながら土壌を保全するエリアを分けることは、生態系に配慮した管理のためのゾーニングとして重要です。



雨の遮断・浸透環境の拡充



雨を活かした外構空間づくり



区画での一体的な取り組み



隣地がつながり機能する環境づくり

まちづくりにつながる浸透環境づくり

3.3 水みちを介したつながりづくり

上流域と下流域のつながりづくり

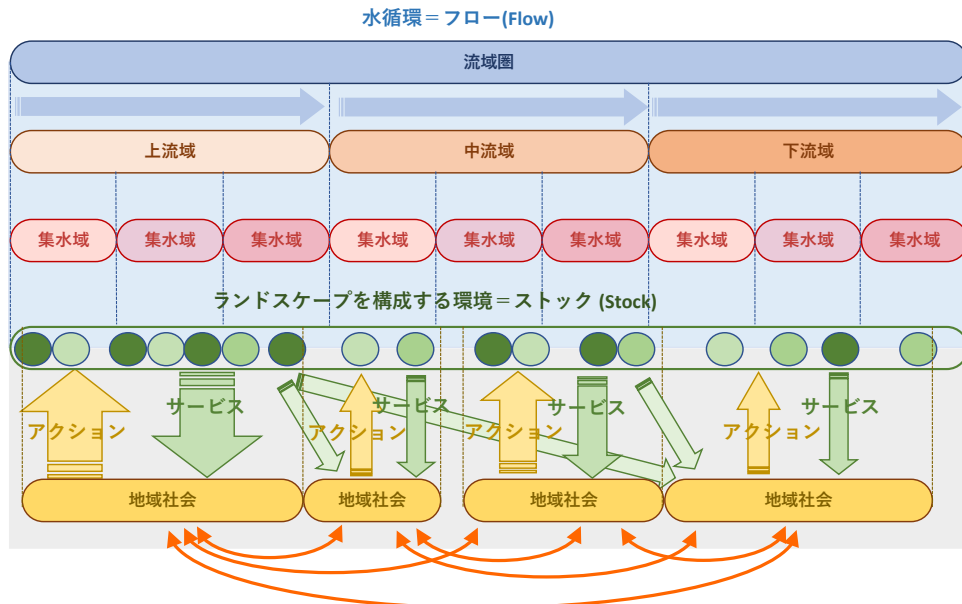
河川流域は、水源に近い上流域から沿岸に近い下流域まで、多様な環境により構成されています。

上流域では、水源となる浸透環境や湧水環境を有し、雨水が地中にしみこむことや地下水が地中から湧き出すことによって生態系が成立し、そのような土地や資源を利用することで地域社会はさまざまな生態系の恵み(サービス)を享受しています。また下流域では、表流水の流出先となる水辺のネットワークが形成され、地域社会における人と水との関わりも多様に成立し、水の環境に応じたサービスを享受しています。それぞれの地域でのアクションは、その土地の水環境に応じた管理・活用のアクションですが、流域スケールで見れば、それぞれ、土地や水資源と地域社会の関わりあいのあり方の一形態として位置づけられます。

しかし、流域レベルで見ると、上流域は表流水の発生する環境を多く含み、下流域は表流水の集中する環境を多く含みます。また、上流域の中においても、下流域の中においても、上流が発生源、下流が影響先となる関係は、それぞれ存在しています。

このような入れ子状の関係にあるなかで、雨水に対する対策も、一律的ではなく、適材適所で展開していくことが必要です。上流の浸透適地においては、浸透が主体となったアクションが重要であり、下流の浸透不適地で無理に浸透環境をつくって浸透をさせることは不自然です。また、下流での雨水の調整は、上流側で影響が小さいうちに実施した方が、より効果的です。そして、上流でそのような浸透・調整の取り組みを広げるには、下流から上流への働きかけや投資が必要です。

市街化された流域であっても、影響の要因とリスクに関する情報や、それぞれの地域での対策の必要性を共有し、流域全体でそのための課題解決に取り組むことが求められます。



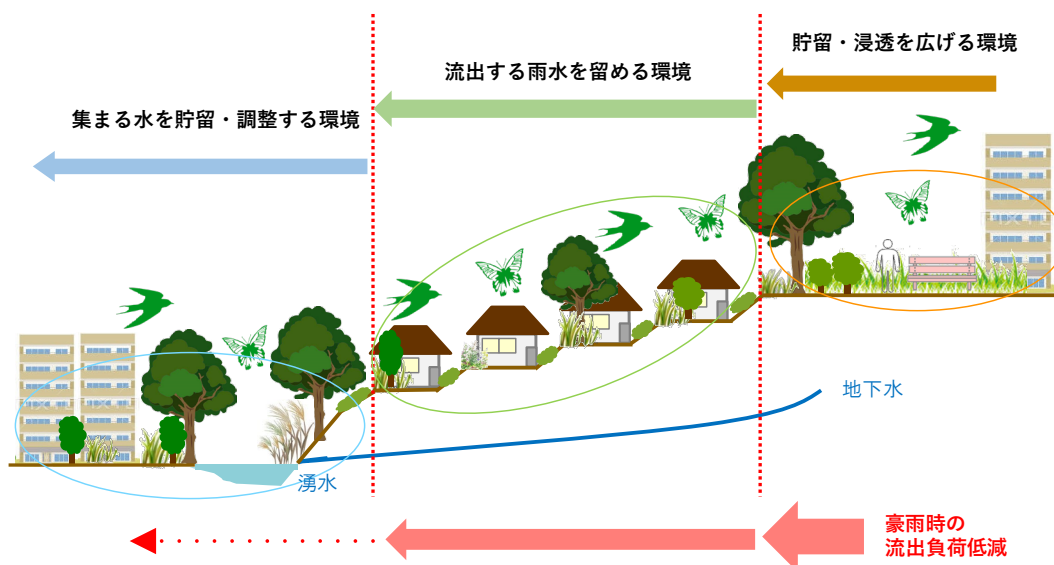
地形に即した表流水の流出抑制

都市型水害は地形によりもたらされる水害であり、その要因は雨水が低地に集積することにあります。そのため、対策となるアクションも、地形に即して雨水が低地に集積しないようなつながりを作っていくことが重要となります。そのためには、微地形も含めて地形上の水の集まり方や流れ方を把握し、地表の水を集める範囲となる集水域を単位として、地形に即して対策をレイアウトしていく必要があります。

集水域において相対的に土地が高い場所では、まず雨水の流出を抑えることが重要です。建物や緑を活用し、建物の緑化や雨水タンク・貯留槽などで雨をとどめたり、浸透能の高い緑地を保全・創出してそこに表流水を導いて浸透させることで、貯留・浸透を広げる環境を充実させていくアクションが求められます。

雨水が表流水として流れやすい傾斜地においては、地形の保全とあわせて流出の抑制を考える必要があります。急傾斜地は、土地の安定上、雨水の浸透には適していないため、それぞれの土地のなかで雨水を貯留させて留める取り組みが重要です。

相対的に土地が低い低地では、雨水が集積しやすい地点での貯留が重要となりますが、表流水の集積度によっては貯留の限界性も認識する必要があります。とくに表流水が集積しやすい場所では、空間を確保する



地形に即した表流水の流出抑制への一体的な取り組み

土地利用のレベルでの対策もあわせて必要です。遊水的な空間を広げることによって、親水性にも貢献した環境を作っていくことも有効です。

地形の断面に即して対策をつなげていくなかで、緑地の活用を図り、緑と水が一体的に機能する環境をつなげていくことが重要です。そのような自然にもとづく問題解決は、Nature-based Solutions(NbS)と呼ばれます。NbS においては、雨や表流水を積極的に活用するデザインや取り組みが重要となります。そのためには、水質の管理についても考慮しながら、人やコミュニティが雨水との関わりを多様化できるような環境活用が必要です。

地域での多様な主体の連携, 助成金の活用

雨の水みちに対するアクションを地域で広げていくためには、地域の多様な主体が連携して学びあう機会が大切です。世田谷区・一般財団法人世田谷トラストまちづくりが実践している「グリーンインフラ学校」は、産・官・学・民が連携して水循環における緑の役割を学び雨庭づくりを実地で学ぶプログラムの好例です。現地で雨庭づくりのポイントやその効果を学びながら、その土地らしいグリーンインフラを創出するプロセスを体験することができます。庭づくりや建築に関わる多様な人の連携によって学びの機会を運営することで、地域で専門的スキルをもった方の知見を活かして、その土地の環境のポテンシャルを活用していくことにつながります。

雨水貯留・浸透施設に対する助成金も多くの自治体が提供していますが、世田谷区では令和3年4月1日より「シンボルツリー植栽の助成」と「雨水タンク設置の助成」をセットで受ける場合の助成の内容を広げ、セット助成を拡充しています。このように、水循環に対する取り組みと緑化に対する取り組みを両立させるための横断的な助成を拡充することは、環境全体を改善することを促し、相乗効果をもたらすことが期待されます。今後は、個人住宅の単位だけでなく、街区の単位でも、水循環の改善と街並み緑化の取り組みを一体的に支援するための助成も期待されます。

学校や自治会などと連携し、地域の環境学習や体験のプログラムとして街のなかの水みちを調べたり、雨水管理のためのみどりの活用アイデアを寄せ合ったりすることで、平常時の環境保全だけでなく、豪雨時の雨の影響についても意識していくことにつながります。そのなかで、各戸での貯留浸透の取り組みとともに、水循環のなかで重要な緑地の保全管理活動や、地域の拠点となるグリーンインフラの創出なども実現されていくことが期待されます。

雨の水みち TOKYO プロジェクト HP

このアクションガイドで整理した雨の水みちに対するアクションとして、具体的なプログラムやその素材、活用方法は、以下の雨の水みち TOKYO プロジェクトの HP にて紹介されています。

雨の水みち TOKYO プロジェクト <https://mizumichi.tokyo/>



身近な環境を対象に水みちの課題を発見したり緑の活用可能性を調査してみたり、模型作成のアプローチ、庭のグリーンインフラ度の診断などを体験することができます。東京都の対策強化流域を対象に実践していくことを想定していますが、その他の地域でも参照・活用していただくことが可能です。

参考 HP

東京都における豪雨対策のうち、とくに本アクションガイドに関連する情報源は以下の通りです。

- 東京都豪雨対策基本方針(改定) (平成 26 年 6 月)
https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gouu_houshin/
- 東京都豪雨対策アクションプラン(令和 2 年 1 月)
https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gouu_houshin/action_plan.html
- 東京都総合治水対策協議会 HP
<http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/>
- 東京都雨水貯留・浸透施設技術指針(平成 21 年 2 月)
<http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/shishin/shishin.pdf>
- 公共施設における一時貯留施設等の設置に係る技術指針(平成 28 年 3 月)
<http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/shishin/GijutuShishin.pdf>
- 東京都下水道局 雨水浸透ハンドブック(平成 30 年 3 月)
<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/topics/pdf/90064126e4624bd414b82f702c6ac17042129c07.pdf>

