

強くしなやかな 都市浸水対策に向けて

東京大学大学院
工学系研究科教授
古米 弘明

はじめに

全国のどこかで毎年のように大雨特別警報（警戒レベル5相当）が気象庁から発令されている。この警報は、「台風や集中豪雨による数十年に一度の降水量が予想される場合、または、数十年に一度の強度を持つ台風や、それと同程度の温帯低気圧による大雨が予想される場合」と定義されている。特別警報の運用が開始された当時（2013年11平成25年）では、毎年のように発令することは想定されていなかったものと思われる。ここ数年の気象現象

からも、我々は気候変動の影響が如実に顕在化していることをしっかりと認識すべきである。

このような背景のなかで、平成27年関東・東北豪雨、平成28年の北海道・東北地方を襲った台風10号、平成29年九州北部豪雨による豪雨災害を受けて、気候変動を踏まえた治水計画に見直す手法が検討されてきた。これは、まさに水被害を完全にゼロにすることを目指すのではなく、豪雨の頻発を前提としていかに被害を軽減し、最小化するための適応策を検討していることに他ならない。そして、令和元年10

月に「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言が公表された。これを基礎として、気候変動による降雨量の増加を反映した治水対策に転換するための具体的な方策の検討を進め、防災・減災対策に取り組んでいくこととなった。都市雨水管理を担う下水道分野でも浸水対策等について議論を深めることを目的とした検討会が設置され、令和2年6月末に「気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について」の提言が公表された。

以下に、この提言のポイントをまとめて都市浸水対策の推進について論考

図1 過去10年間の水害被害額と浸水棟数



出典：水害統計（平成20～29年の10年間の合計）より集計

するが、その前に、まず、気候変動を踏まえることの意味をパラダイムシフトとして説明する。そして、内水氾濫のタイプ分けと内水氾濫に伴う水被害軽減の重要性を説明する。

気候変動を踏まえるというパラダイムシフト

今回行われた一連の検討のなかで最も注目すべき点は、過去の観測降雨データのみを活用する計画から将来予測データを活用する計画へ、パラダイムシフトした点である。気候変動のもとで発生しうる降雨に関する科学的知見の活用を本格化させたわけである。不確実性を考慮したりリスクの認識を持って、全国17地域ごとに降雨量変化倍率が設定された。

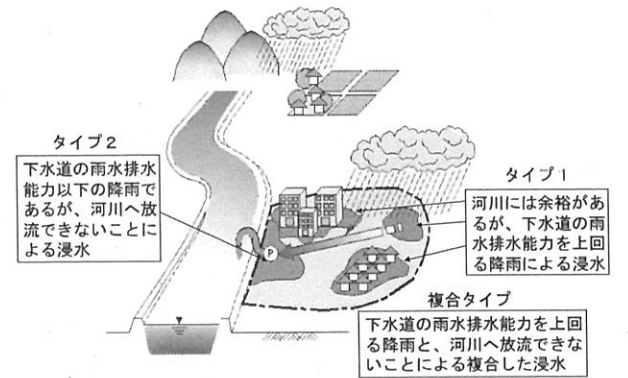
具体的には、全球モデルと領域気象モデルを組み合わせて、現在（1951～2011年）と将来（2051～2111年）の各60年間を対象として、

気温や海面水温の時間変動等を考慮して、それぞれ3000と5400のパターンの降水量の計算結果を得た。すなわち、気象学や水文学の研究に基づくアンサンブル手法や空間ダウンスケールリングを導入して大規模で高度な計算を行うことで、気候変動に伴う降雨の規模、頻度、時空間分布などに関する将来の降雨予測データを生み出した。これは、従来の経験が通用しない現象が発生しており、従来の常識だけでは対処できないことから、「再度災害防止」だけでなく、将来予測データも活用した「事前防災」の整備への転換である。

洪水氾濫に加えて内水氾濫への対応の必要性

図1に過去10年間の水害被害額と浸水棟数を示す。全国の水害被害額は約1・8兆円で約4割が内水氾濫であるが、東京都では約7割が内水氾濫であ

図2 降雨の状況及び河川水位の影響を受ける内水氾濫



る。また、浸水棟数の合計でも、内水氾濫によるものが約22万棟と洪水氾濫より格段に多い。

ここで、洪水氾濫（外水氾濫）と内水氾濫について整理する。外水とは河川水のことであり、内水は堤内地の水である。堤防によって洪水氾濫から守

られている住居や農地のある側を堤内地と呼び、堤防に挟まれて水が流れている河川側を堤外地と呼ぶ。堤防により住民が守られているという意味を持っているものと考えられる。

次に、内水氾濫の発生要因を考慮しながら簡単にタイプ分けをする。図2を用いて、降雨の状況や河川水位との関係から内水氾濫の発生要因を説明する。タイプ1は、河川の流下能力に余裕があり水位も高くない状況であったも、市街地排水を担う下水道の能力を上回る降雨が発生すると浸水が発生する例である。タイプ2は、下水道の能力以下の降雨であったとしても河川の上流側の豪雨等で水位が上昇している状態では市街地排水を河川に放流できないことにより発生する内水氾濫である。また、両タイプが複合するタイプ

も発生している。広域の集中豪雨において効果的な都市浸水対策を推進するには、洪水氾濫に対処する河川と内水

氾濫を担う下水道が一体的に管理されることが必要となっている。

都市浸水対策の提言のポイント

令和元年東日本台風（台風19号）においては、河川の氾濫等による被災とともに全国15都県140市区町村において内水氾濫による浸水被害が発生した。併せて、下水道施設そのものも被災し、市民生活に多大な影響を与えることになった。頻発する大規模水害を防ぎ、その被害を軽減するために都市浸水対策を担う下水道に将来に向けて何が求められるか。その意味では、令和2年6月に公表された「気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について」の提言は、この問いに答えたものである。

提言には、下水道による都市浸水対策の推進における施策として、(1)中長期的な計画の策定の推進、(2)施設の耐水化の推進、(3)早期の安全度の向上、

(4)ソフト施策の更なる推進・強化、(5)多様な主体との連携の強化が掲げられている。ここでは、以下の3つにポイントを再整理して、国、自治体を取り組むべき対策などを論考する。

① 雨水管理総合計画の策定

国は、自治体に対して「雨水管理総

果を踏まえ中長期的な整備の進め方を検討する必要がある。

その際、表1に示される降雨量変化倍率を、ハード整備に用いる計画降雨に乗じて設定する手法を用いる。下水道施設の更新時期や下水道計画の見直しに合わせて、ハード施設の耐用年数

合計画」の策

定を要請しているが、策定率は約1割にとどまっている。計画的に

「事前防災」を進めるためには、気候変動による降雨量の増加を考慮した計画降雨等に対するリスク評価を

行い、その結

表1 地域区分毎の降雨量変化倍率

地方区分	2℃上昇 (RCP2.6) (暫定値)	4℃上昇 (RCP8.5)
北海道北部、北海道南部、九州北西部	1.15	1.5
沖縄等	1.1	1.3 (暫定値)
その他12地域	1.1	1.3

を勘案し、現時点では気温の2℃上昇を考慮することとされた。中長期的な計画の策定において、新たに目標とする整備水準、選択と集中を考慮した実施すべき区域、施設整備の方針等の基本的な事項を定めることは容易ではない。したがって、比較的職員数の少ない自治体においても取り組みやすいように、国が支援する仕組みを検討することが望ましい。その場合、都道府県だけでなく、中核都市や日本下水道事業団等が、その支援組織として想定できる。

② 内水ハザードマップの公表と周知

内水ハザードマップについては「内

水ハザードマップ作成の手引き（案）」の策定・改定等により、その作成を促進するための環境整備が行われてきている。しかし、内水浸水想定区域を示すための情報が十分に揃っていないなどの課題がある。

図3（次ページ）に示されるように、

過去に甚大な浸水被害が発生するなど、内水ハザードマップの早期作成が必要な484地方公共団体のうち25%が、既往最大規模降雨等による内水ハザードマップを公表していない。また、内水浸水により人命への影響が懸念される地下街を有する20地方公共団体のうち、想定最大規模降雨による内水ハザードマップを公表しているのは2団体にとどまっている。

未着手の自治体においては、過去の浸水実績を活用することを含めて内水ハザードマップの早急な作成、公開が求められる。浸水シミュレーションによる内水浸水想定区域図を作成する場

図3 内水ハザードマップの作成状況

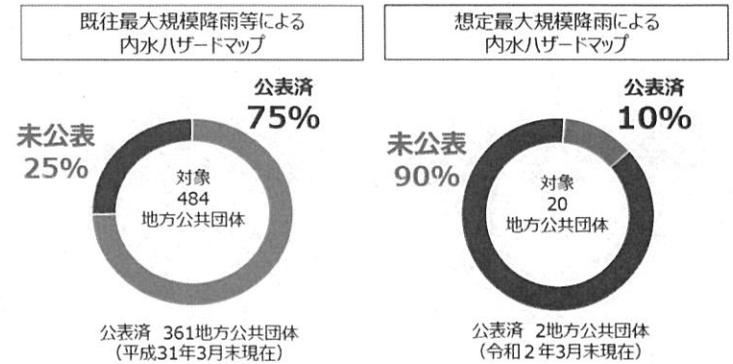
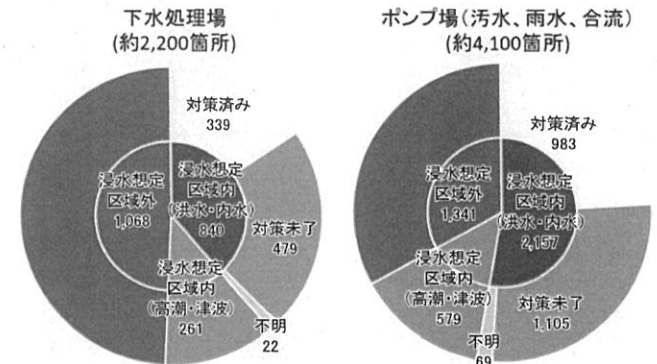


図4 浸水想定区域内に立地している施設と耐水化の実施状況



合には、既往最大規模降雨などの単一想定ではなく、計画降雨を含む複数の降雨外力や河川水位の様々なシナリオによる浸水想定や浸水リスク評価を行

い多層的な結果を公表すべきである。そして、作成・公表に加えて、内水氾濫想定地域の認知度を向上するための周知の取り組みが必須である。また、内水氾濫による浸水リスク情報である内水ハザードマップは、今後のまちづ

くりや建築物における電気設備の浸水対策の推進への活用も指摘できる。

③ 下水道施設の耐水化

平成30年7月豪雨や令和元年東日本台風では、河川の氾濫等による浸水により下水道施設の機能停止が発生した。地下深くからポンプによる下水の汲み上げが必要で、仮設ポンプの設置スペースの確保が困難な施設では、機能回復に時間を要したケースも存在した。図4に示されるように、下水処理場の約5割、ポンプ場の約7割が浸水想定区域内に立地しており、潜在的に同様のリスクがあると考えられる。

洪水氾濫等に伴う浸水によっても下水の排除及び処理に支障がないことは、浸水からの早期の復旧、また災害時の最低限の水供給と一体化した排水・処理機能を保持することにつながる。地域住民のライフラインとしての機能を確保することは非常に重要である。国は、下水道施設の耐水化を促進

する制度化を検討し、自治体では耐水化計画を組み込んだ事業継続計画の早急な見直しを行うことが求められる。

おわりに

今回の提言には将来に向けた課題も示されている。まず、利用した気候変動予測モデルの降雨データの時空間解像度と予測精度の向上である。今回の最小の空間および時間解像度は2kmと1時間であった。下水道排水区のサイズは平均で1km以下であり、河川流域とは大きく異なる。都市浸水対策にはさらに微細化された解像度での降雨予測データが求められる。

内水ハザードマップの作成に関連し

て、下水道施設データの電子化の推進が一層求められる。大都市を除き、多くの自治体では電子化が遅れている。将来に向けて、リアルタイムでの浸水予測や排水施設の運転管理などが期待されている。既存ストックの最大活用のためにも、シミュレーションモデルの基礎データとなる下水道施設データの電子化を戦略的に推進すべきである。また、最新のセンシング技術を活用して下水管内の水位情報や浸水状況を把握することで、河川部局、防災部局と連携した避難行動や水防活動の促進に生かすことが考えられる。さらに、都市部局とも連携して雨水流出抑制機能も有するグリーンインフラの充実な

どに自治体は努めることが期待される。まさに、ICT等の革新技術の活用と様々な主体による連携や協働を組み合わせ、気候変動を踏まえた強くなやかな都市浸水対策へとつなげることが求められる。

【参考文献】

- 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会(2019年)：「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言 <https://www.mlit.go.jp/river/shingikai_blog/chisuikentoukai/index.html>
- 気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会(2020年)：「気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について」提言 <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewera/mizukokudo_sewera_1k000659.html>
- 国土交通省水管理・国土保全局下水道部(2016年)：「内水浸水想定区域図作成マニュアル(案)」 <https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/souteizu_manual.pdf>



ふるまい・ひろあき

東京大学卒、同大学院博士課程修了。工学博士(都市工学)。東北大学助手、九州大学助教授、米スタンフォード大学及びイリノイ大学客員研究員、茨城大学助教授などを経て現職。2003~04年まで東京大学大学院工学系研究科附属水環境制御研究センターのセンター長を兼任。国土交通省の気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会委員長を務める。