

気候変動を踏まえた都市浸水対策の取組み

岡安祐司

1. はじめに

近年、都市化の進展等に伴う浸透面積の減少により、雨水の流出量が増え、河川や下水道にかかる負担が増加していることに加え、気候変動の影響等により、大雨等が頻発し、内水氾濫が発生するリスクが増大している。

令和元年東日本台風においては、河川の氾濫等による被災とともに、全国15都県135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、大雨による急激な雨水の浸入により、管内の水圧・気圧が急激に上昇した結果、下水道管路施設そのものも110か所で被災し、市民生活に多大な影響を与えることになった（写真-1）。

本稿では、先行している河川分野での取り組みを受けて進められている下水道分野での気候変動を踏まえた都市浸水対策の検討（提言）の概要と、提言内容の実現に向けた国総研の今後の調査研究の概要を紹介する。



写真-1 下水道管路施設の被害の例（大雨による急激な雨水の浸入により、管内の水圧・気圧が急激に上昇した結果、マンホール・路面が損壊）

2. 気候変動を踏まえた都市浸水対策

河川分野においては、令和元年10月、国土交通省水管理・国土保全局に設置された「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」（以下「治水計画・検討会」という。）において、「気候

変動を踏まえた治水計画のあり方 提言（以下「治水計画・提言」という。）がとりまとめられた。国土交通省では、当該提言を踏まえ、気候変動による降雨量の増加を反映した治水政策に転換するための具体的な方策について検討を速やかに進め、全力を挙げて、防災・減災対策に取り組んでいくこととしたところである。

一方、下水道分野においては、これまでの下水道による都市浸水対策の取組みを踏まえつつ、気候変動の影響等を考慮した取組みを推進するため、気候変動を踏まえた下水道による浸水対策等について議論を深めることを目的として、令和元年12月に、「気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会」（以下、「都市浸水対策・検討会」という。）が設置された。その後3回にわたる検討会において、筆者も委員として参加し、気候変動に伴う降雨量の増加や短時間豪雨の頻発等の懸念、下水道の施設計画を超過する降雨による内水被害の発生等を踏まえ、現在の知見や「治水計画・提言」での考え方を基に議論が行われ、令和2年6月に、「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 提言」（以下「都市浸水対策・提言」という。）がとりまとめられた。本提言には、下水道による都市浸水対策という観点から、気候変動を踏まえた中長期的な計画の検討、下水道施設の耐水化の推進、早期の安全度の向上、ソフト対策の更なる推進・強化及び多様な主体との連携の強化に関して進めるべき施策について示されている。

3. 近年の現状についての認識

既述の「都市浸水対策・検討会」においては、近年の降雨及び内水被害の発生状況、下水道整備の現状と近年の被害状況等について取りまとめられた。気候変動を踏まえた下水道計画を考える上で留意すべき事項としては、以下の項目が挙げられる。

(1)気候変動に伴う降水量の増加や短時間豪雨の頻発などの懸念。

・気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書によると、気候システムの温暖化については疑う余地がなく、21世紀末までに、世界平均気温が更に0.3～4.8℃上昇するとされている。

・また、気象庁によると、このまま温室効果ガスの排出が続いた場合、短時間豪雨の発生件数が現在の2倍以上に増加する可能性があるとしてい

る。
・さらに、今後、降雨強度の更なる増加と降雨パターンの変化が見込まれている。

(2)近年、度重なる豪雨により多くの内水被害が発生するとともに、河川の氾濫等により下水道施設が浸水し、機能が停止。

・内水氾濫による住家被害は、令和元年東日本台風においては約3万戸、平成30年7月豪雨では約1.5万戸であった。

・過去10年間の全国の水害被害額の約4割、全国の浸水棟数の約7割が内水氾濫によるものであった。

・令和元年東日本台風における下水道施設の浸水被害は、下水処理場で16箇所、ポンプ場で28箇所発生し、一部施設については機能回復までに一定の期間を要した。

(3)下水道整備は一定程度進捗しており、完成施設では効果が発現。一方、下水道整備が途上である地区において内水被害が発生。

・下水道による都市浸水対策についてはこれまでも着実に推進されてきており、浸水被害が生じるおそれがあり都市浸水対策を実施すべき区域の面積のうち、概ね5年に1回程度発生する規模の降雨に対して既に整備が完了している区域の割合（都市浸水対策達成率）は、平成30年度末で約59%まで進捗している。

・この間、施設計画の目標の降雨等に対し一定の内水被害軽減効果を発揮し、令和元年東日本台風及び平成30年7月豪雨においても完成施設にて効果を発現している。

・一方、令和元年東日本台風及び平成30年7月豪雨における内水被害を分析した結果によると、下水道施設が未整備または整備途上の地区で、家屋被害の約9割が発生した。

(4)下水道整備が完了した地区でも下水道の施設計画を超過する降雨により内水被害が発生。

・佐賀市本庄江排水区では、浸水被害を防止軽減するため、厩外雨水ポンプ場を整備し、完成直後の令和元年7月の大雨において、整備効果を直ちに発揮した。一方、施設計画を超過する降雨が観測された令和元年8月の前線に伴う大雨においては、内水氾濫が発生した。

(5)令和元年東日本台風及び平成30年7月豪雨における内水被害の多くは、排水先河川のピーク水位が計画高水位を上回った地区で発生。

・令和元年東日本台風及び平成30年7月豪雨における内水被害を分析した結果によると、下水道施設の排水先河川の水位が計画高水位を上回った地区で、家屋被害の約8割が発生した。

以上に加えて、(6)内水ハザードマップ、(7)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、についても言及されている。

4. 課題および対応の基本方針

3.に示した現状認識に基づき、気候変動に伴う降雨量の増加や短時間豪雨の頻発等の懸念、下水道の施設計画を超過する降雨による内水被害の発生等を踏まえ、次に示す内容について今後検討する必要があると整理された。

(1)気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

- ① 気候変動の影響を踏まえた計画雨水量の設定
- ② 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の中長期的な計画の策定

(2)下水道施設の耐水化の推進

- ③ 耐水化の対象外力の設定
- ④ 効率的・効果的な対策手法
- ⑤ 段階的な対策の進め方

(3)早期の安全度の向上

- ⑥ 効率的・効果的なハード整備
- ⑦ 既存施設の運用の工夫策
- ⑧ まちづくりとの連携によるリスク軽減手法

(4)ソフト施策の更なる推進・強化

- ⑨ 内水ハザードマップ作成・公表・周知の加速化
- ⑩ 効果的なソフト施策の推進

(5)多様な主体との連携の強化

- ⑪ 既存協議会の活用も含めた多様な主体との連携の枠組みの構築

5. 計画雨水量設定に関する課題の把握

4. で示した課題の一例の例として、(1)気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進 ① 気候変動の影響を踏まえた計画雨水量の設定、について言及する。

「都市浸水対策・提言」では、気候変動の影響を踏まえた将来の下水道による都市浸水対策に係る計画雨水量の設定手法として、現在のハード整備に用いる計画雨水設定の際に用いられている計画降雨強度に、表-1に示す降雨量変化倍率を乗じて設定する手法を採用することが示された。

「都市浸水対策・検討会」においては、d4PDF (database for Policy Decision making for Future climate change、文部科学省 温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース) を用いて、現在気候 (1951年～2010年) に基づく将来気候 (2051年～2110) を予測し、下水道の雨水計画で用いられる5～10年確率の1時間あたりの降雨量 (降雨強度) の変化倍率を、地域ごとに整理したものである。下水道による都市浸水対策の中長期的な計画である「雨水管理総合計画」の策定・見直しを通じて、気候変動を踏まえた計画に見直す必要があるとされた。また、計画における気候変動の影響の扱いについては、パリ協定等における政府としての取り組みの目標及び下水道施設の耐用年数を踏まえ、現時点では2度上昇を考慮することとしている。

計画の見直しにあたっては、計画降雨強度は下水道の雨水計画を定める上で最も基本となる外力設定パラメータであり、その見直しは施設計画全体に影響するため、十分な検討が必要となる。現在用いられている計画降雨強度式の算定根拠となっている雨量データについて、その収集期間が、気候変動予測モデルの現在気候の対象期間 (1951年～2010年、60年間) と大きく乖離している場合は、計画降雨の妥当性について確認することが必要である。

計画降雨強度の算出時の資料の整理法では、毎年最大値法 (統計期間における年ごとの最大値をとって母集団としたもの) と非毎年最大値法 (統計期間内の最大値の順に年数個をとって母集団とするもの) がある。下水道の雨水計画で用いられる5～10年の確率年で計画降雨強度を算出する場合

表-1 降雨量変化倍率

(d4PDFに基づく、将来気候 (2051～2110) の降雨量 / 現在気候 (1951～2010) の降雨量)

地域区分	IPCC第5次評価報告書におけるシナリオ	
	RCP 2.6 (2℃上昇相当)	RCP 8.5 (4℃上昇相当)
北海道北部 北海道南部 九州北西部	1.15(暫定値)	1.5
沖縄等	1.1 (暫定値)	1.3 (暫定値)
その他 12地域	1.1 (暫定値)	1.3

の確率計算は、本来であれば、20年以上分の資料を必要とするが、資料が整備されておらず統計期間が20年よりも短くなる場合には、非毎年最大値法を採用している事例もみられる。国総研下水道研究室が地方公共団体に対して実施した計画降雨強度式の作成方法の実態に関するアンケート調査結果によれば、非毎年最大値法は全体1194例中、203例、約17%で採用されている。現在の計画降雨強度に対して、直接「都市浸水対策・提言」によって示された降雨量変化倍率を乗じて、将来の計画降雨強度を設定するなどの見直しにあたっては、その前提として計画降雨強度の算定根拠となっている雨量データの諸元を確認するなどの検討が必要であると考えられる。

6. まとめと今後の課題

(1) 下水道分野における、最近の、気候変動を踏まえた浸水対策の取り組みについて紹介した。令和2年6月に示された「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 提言」では、幅広い内容がとりまとめられている。本提言では、気候変動の影響を踏まえた計画雨水量の設定に際しては、現在用いられている計画降雨強度に、気候変動予測モデルにより算出された降雨量変化倍率を乗じて、将来の計画降雨強度を設定する手法が示されている。計画の見直しにあたっては、現在用いられている計画降雨強度式の算定根拠となっている雨量データの収集期間を調査した上で、提言の手法の適用の妥当性について確認することが必要であると考えられる。

現状の問題点、背景

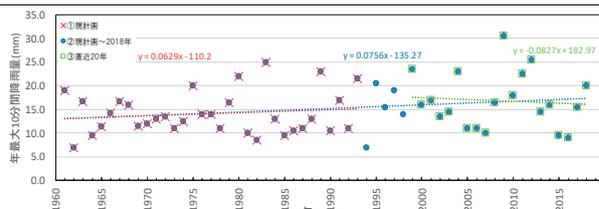
- ・令和元年東日本台風のように、近年、下水道施設の能力を超える雨水の流入に伴い、多数の都市において浸水被害が発生。
- ・下水道事業においては、年超過確率1/5～1/10程度の降雨強度を対象として対策を行っているが、計画策定時点から20～30年以上経過している自治体も多く、現在の降雨に対して適切な計画規模となっているか再確認が必要。

調査の目的

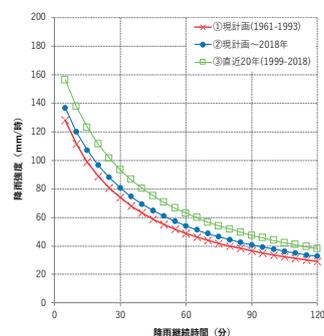
計画降雨の見直しに関する考え方や方法について検討するための基礎資料として、下水道事業の雨水計画で用いる計画降雨強度式について、作成に用いるデータ期間の違いが与える影響や、降雨データに対する定常性検討の必要性等について整理する。

調査内容

- ①計画降雨強度式作成関連資料等の収集整理
- ②データ期間別確率降雨強度式の作成
- ③降雨データ期間が降雨強度式に与える影響の整理
- ④降雨強度式作成に用いる降雨データの定常性に関する検討



データ期間毎の変化傾向の違い



データ期間別確率降雨強度式

③降雨データ期間が降雨強度式に与える影響の整理
 ○影響を受ける団体の実態を把握し、共通する特徴を整理
 ○現計画とデータ期間毎の確率降雨強度式を比較し、**現計画の特性を把握**

④降雨強度式に用いる降雨データの定常性に関する検討
 ○従来は、降雨データの**定常性等を仮定**すること多かった。
 ○近年、気候変動による降雨状況の変化が指摘されていることから、計画に用いる降雨データについて、**定常性の検討を行いその必要性について整理**する。

計画降雨強度式見直しの必要性検討のための基礎資料

計画降雨強度式作成にあたって必要となる降雨データ検定のための基礎資料

計画降雨の見直しの考え方や具体的な手法について提案

図-1 計画降雨強度式の現状と作成方法に関する調査

国総研下水道研究室では、今後は、図-1に示すように、今回紹介した将来の計画降雨強度の設定手法の妥当性に関する検討を実施していく予定である。

(2) 計画降雨に関する議論もさることながら、(4)に示されているように、下水道整備が完了した地区でも、下水道の施設計画を超過する降雨による内水被害が発生しているのが現状である。最新の設計指針³⁾においては、近年計画を上回る降雨の頻発により浸水被害の危険性が增大していることを踏まえ、計画を上回る降雨のうち現在対策の対象とする降雨として「照査降雨」が定義された。また、照査降雨への対応として、管内の一定程度の圧力状況（通常は自由水面流れが基本）の許容、既存施設能力の最大限の活用などの基本的な考え方が示されているが、具体的な対策については未確立の状況である。国総研下水道研究室では、これまでも下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）において局所豪雨に対する雨水管理技術の開発等に携わってきたところである（本号現地レポート（富山市）参照）が、

さらに今後は、計画を超過する降雨による下水道管路施設の被害実態の把握、管内の水理現象の把握、施設の被害発生の機構の解明、これらの知見に基づいた下水道管路施設の設計・維持管理手法の検討を実施していく予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局、気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言、2019.10
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部、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、2020.6
- 3) 日本下水道協会、下水道施設計画・設計指針と解説 -2019年版-

岡安祐司



国土交通省国土技術政策総合研究所
 下水道研究部下水道研究室長、博士
 (工学)
 Dr.OKAYASU Yuji