

下水道による都市浸水対策技術の開発

松浦達郎・岡安祐司

1. はじめに

国土交通省では、下水道事業における様々な課題を解決することを目的に、国総研下水道研究部を実施機関として「下水道革新的技術実証事業（以下「B-DASHプロジェクト」という。）」を実施している。本稿では、B-DASHプロジェクトとして実施した2つの都市浸水対策技術について紹介する。

2. 下水道による浸水対策

一般的に都市は、人口だけでなく資産も集中していることから、浸水の規模が大きくなってもその被害規模は大きくなる傾向がある。都市では、いわゆる「外水氾濫」、「内水氾濫」の両方が発生するが、下水道事業では主に「内水氾濫」を対象として対策を進めている。国総研気候変動適応研究本部によると、2005～2016年の浸水被害額において内水氾濫による被害が占める割合は、全国では40%であるのに対し、大都市を抱える都府県においては、内水氾濫による被害が大きくなる傾向にあることが報告されている¹⁾。

また近年、降雨の特性が変化している可能性が指摘されている。国総研気候変動適応研究本部が、過去の降雨データを用いた統計的手法によって、10分間及び60分間降雨強度の将来的な降雨変化の試算を行っている²⁾。それによると、下水道事業の雨水対策で用いる事が多い年超過確率1/5、及び1/10では、現在よりも最大で1.3～1.4倍程度増加する可能性が指摘されている。

一方、これまで多くの都市では下水道事業として、年超過確率1/5～1/10に相当する、概ね時間雨量50mm程度の降雨に対応できるように、下水管や排水ポンプ施設、貯留施設等のいわゆるハード対策を中心に整備を進めてきた。その結果、対策が必要な面積のうち、年超過確率1/5の降雨に対して整備が完了した割合は、全国平均で約59%（平成30年度末時点）である（図-1）³⁾。

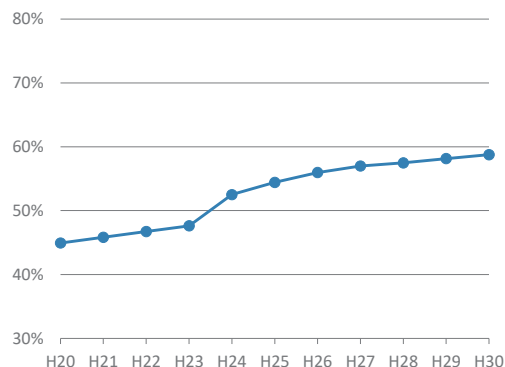


図-1 都市浸水対策達成率の推移
（気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会³⁾ 資料を一部修正）

しかし、ハード対策は一般的に多くの費用や時間が必要であり、図-1に示すように早急な整備は困難である。これに対し都市部では、下水道を含めた様々な施設が既に一定量整備されており、これらを既存ストックとして最大限活用することによって、被害の軽減が期待できる。さらに、浸水に関連する情報を積極的に住民へ提供し、自助・共助活動を促進させることも重要な対策の一つと考えられる。したがって、下水道事業においては、従来からのハード整備は確実に進めつつ、同時に既存ストックや様々な情報を上手く活用しながら浸水被害の軽減を目指すことが重要になる。

また、下水道事業における浸水対策の基本単位となる排水区（河川における流域に相当）の面積は、そのほとんどが200ha未満である。そのため下水道事業における浸水対策は、雨水の流達時間が河川と比べると極めて短く急激な変化を伴い、防災・避難活動のため時間を確保することが難しい。将来的な降雨の変化傾向を踏まえると、降雨時の活動に必要な時間の確保がさらに厳しくなることが想定される。

これらの課題に対応するため、B-DASHプロジェクトでは、降雨時にリアルタイムで流出解析を実施し、予測された下水管内水位や内水による浸水情報を施設管理者や住民へ提供することで浸水被害の軽減を目指す2つの技術について、実証研究を行った。

3. ICTを活用した浸水対策施設運用支援システムの実用化に関する実証研究

3.1 実証研究の概要

本技術は、降雨や下水管内水位等に関する情報の計測や分析、提供等の個別技術を統合したシステムを構築し、現在～数十分後の下水管路内の水位や浸水に関する情報をユーザーである施設管理者等へリアルタイムで提供する。ユーザーがこれらの情報に基づいて、既存の雨水排水ポンプ等の施設を従来よりも柔軟且つ効果的に運用することにより、浸水被害の軽減を目指す技術である（図-2）。実証研究は、合流式下水道で整備された広島市江波排水区（面積329ha）を対象として、国総研より委託を受けた共同研究体（（株）NJS・広島市・日本ヒューム（株）・（一社）日本下水道光ファイバー技術協会）が、平成26～27年度にかけて実施した（図-3）。江波地区は、広島県を流れる太田川の河口部に位置した住宅地を中心に都市化が進んだ地区であり、近年においても度々浸水が発生している。地区のほぼ中心に沿って合流幹線が整備されており、雨天時は地区の下流端にあるポンプ施設より雨水が河川へ放流される一方、地区外（三篠・横川及び吉島地区）からも別のポンプ施設によって雨水が送水されている。したがって、本地区での浸水被害軽減のためには、この3つの既存ポンプ施設をいかに効果的に運用するかが重要となる。実証研究では、複数の地上雨量計や水位計により、地区内の状況を詳細に監視するとともに、リアルタイムで浸水予測や各ポン

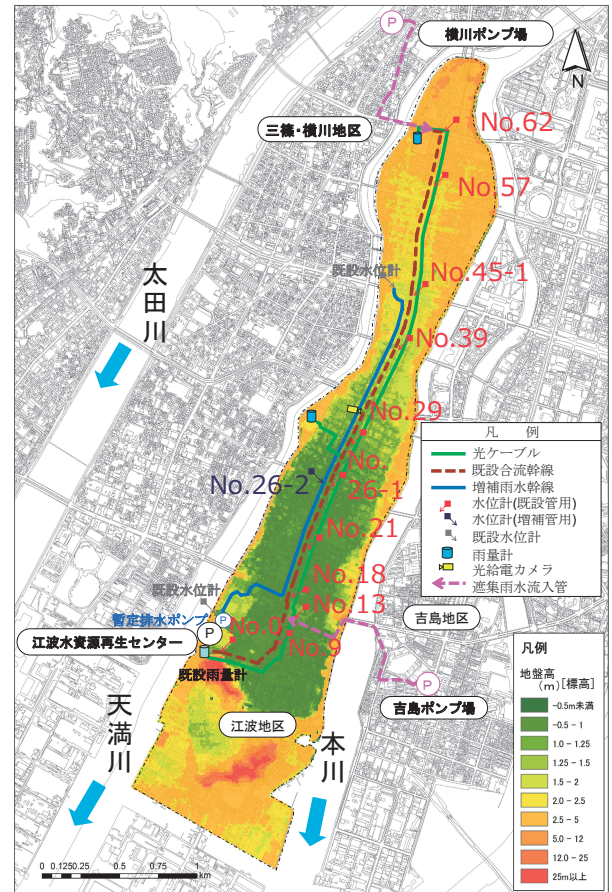


図-3 実証フィールドと施設配置図

プ施設の運用等に関する支援情報の提供を行い、本技術の有効性について評価を行った。その結果、実証期間中に浸水被害が発生した降雨は観測されなかったものの、本技術が導入された場合、一定の効果が期待できる事を確認した⁴⁾。

3.2 本技術による浸水被害軽減効果

実証研究終了後から現在まで共同研究体が、引き続き計測データの蓄積、及び本技術の性能確認

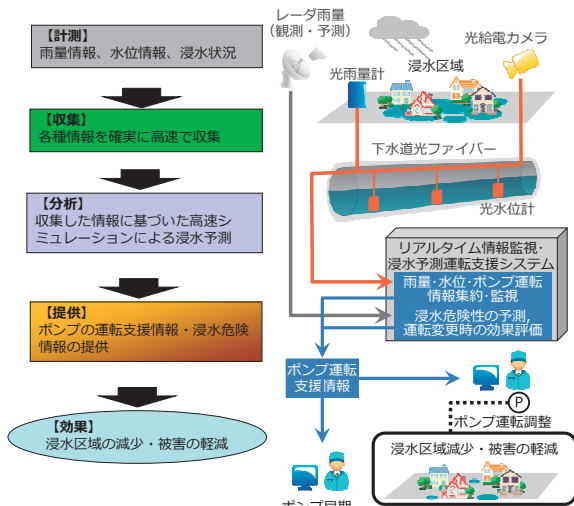


図-2 技術の概要

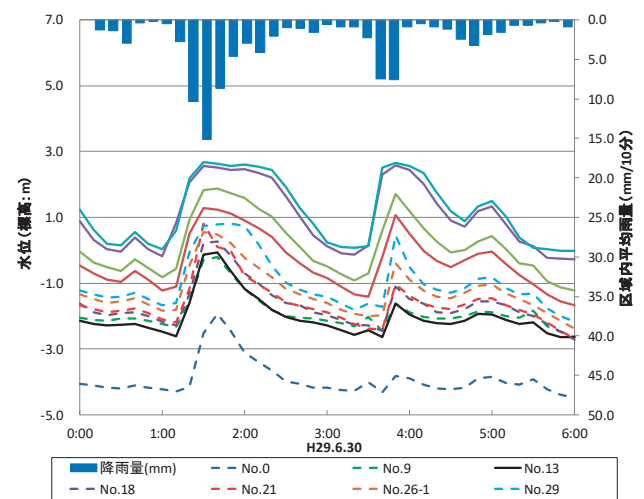


図-4 観測結果（平成29年6月30日）

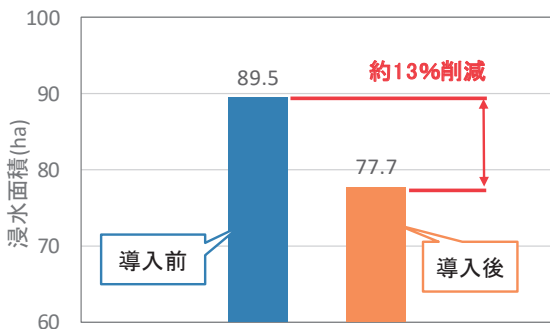


図-5 技術導入による浸水面積削減効果

等を実施している。そのうち、実際に浸水被害が確認された降雨(平成29年6月30日)を対象に、本技術導入による浸水被害軽減効果を試算した。

図-4は、XRAINによる降雨と合流幹線内水位の計測結果である。この時は1時間最大降雨量約46mm、総降雨量約96mmが計測され、広島市では、床上浸水4件、床下浸水7件等の浸水被害が発生している。この降雨に対し、現状のポンプ運用時の浸水面積と、本技術導入によって各ポンプ施設の運用を変更した場合の浸水面積を各々シミュレーションによって試算した。その結果、本技術によってポンプ施設の運用を変更した場合、江波排水区では現状に対して、約13%の浸水面積削減効果が期待できる結果となった(図-5)。

4. 都市域における局所的集中豪雨に対する雨水管理技術に関する実証研究

4.1 技術の概要

本技術は、レーダ雨量計や水位計の情報を基に、リアルタイムで降雨予測及び流出解析を実施し、予測された5～25分後までの降雨や下水管内水位、内水による浸水情報等を施設管理者や住民へ提供し、雨水貯留管等の既存浸水対策施設の効果的運用による浸水被害の軽減や、住民による自助・共助活動の促進を目的とした技術である。(図-6)。

実証フィールドの概要を表-1及び図-7に示す。実証研究は、福井市及び富山市を対象に、国総研より委託を受けた共同研究体(メタウォーター(株)・(株)新日本コンサルタント・古野電気(株)・江守商事(株)・(株)日水コン・神戸大学・福井市・富山市)が、平成27～28年度にかけて実施した。また、図-7に示した計測機器以外に、各実証フィールドの周囲に設置した3台のXバンド小型レーダ雨量計によって雨量情報も計測した。

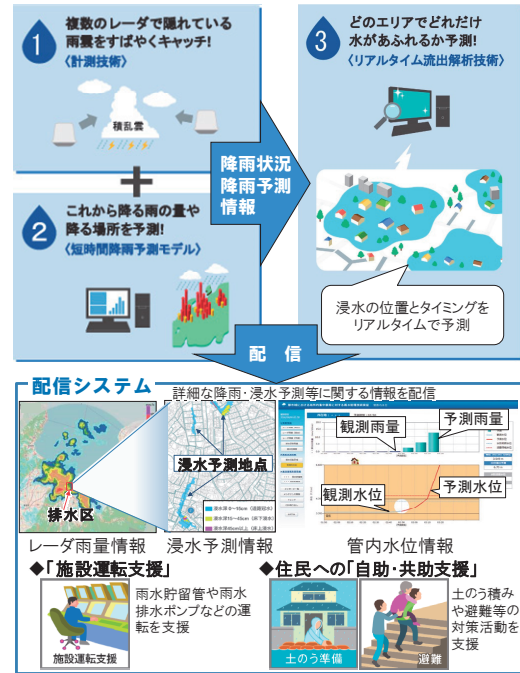


図-6 技術の概要

表-1 実証フィールドの概要

実証内容	対象都市	対象地区(面積)	対象施設(貯留量)
施設運転支援	福井市	狐川右岸第6排水区(255.0ha)	月見・みのり雨水貯留管(12700m ³)
		下北野排水区(29.4ha)	下北野雨水貯留管(1930m ³)
自助・共助支援	福井市	加茂河原・小山谷排水区(50.3ha)	
	富山市	橋南排水区(187.9ha)	
	富山市	呉羽排水区(200ha)	

なお福井市では、施設運転支援効果と自助・共助活動促進効果を、富山市では自助・共助活動促進効果を対象に実証を行ったが、本稿では自助・共助活動促進効果の実証結果について紹介する。

4.2 本技術による自助・共助活動促進効果

本技術による自助・共助活動の促進効果を確認するために、近年浸水被害が頻発している地区(表-1、図-7参照)を実証フィールドとして選定し、その住民に対するアンケート調査を実施した。

まず本技術導入前に、過去に浸水被害を経験したことがある世帯(福井市:88世帯、富山市:17世帯)を対象に、過去の浸水時に実施した活動内容について調査した。その結果、福井市・富山市ともに、「土のう、または止水板の設置」や「自家用車の移動」が多いことがわかった。このうち、「土のう、または止水板の設置」について過去の浸水時に実施した世帯の割合は、福井市31%、富山市35%であった。

次に浸水被害を経験した世帯のうち、継続的に協力が得られた世帯(福井市:28世帯、富山

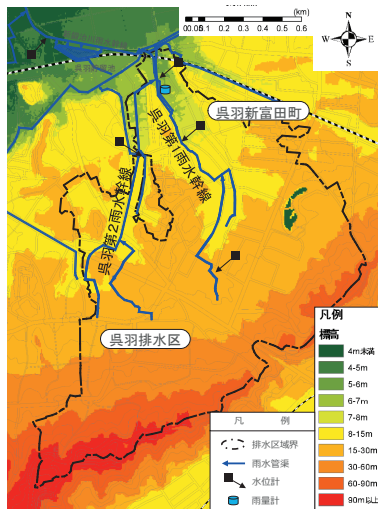
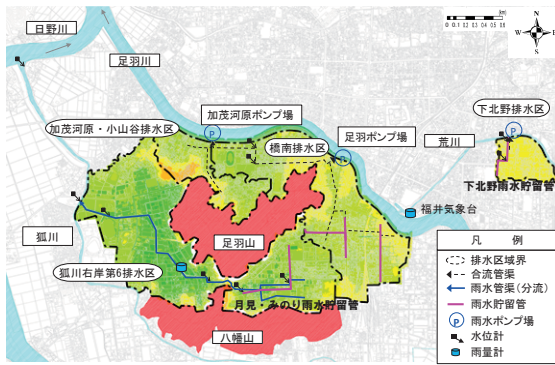


図-7 実証フィールド概要図
(上：福井市、下：富山市)

市：5世帯）を対象に、一定期間本技術による情報提供を実施した後に再度調査した結果、浸水時に支援情報に基づいて「土のう、または止水板の設置」を実施したいと回答した世帯は、福井市84%、富山市80%であり、導入前の行動率と比較すると、両市ともに50%程度の意識向上が期待できる結果となった（図-8）。なお、実証期間中は浸水被害が発生しなかったことから、ここで示した導入後の調査結果は、浸水時における実際の行動率ではなく、あくまでも行動意識であることに留意する必要があるが、実証フィールドでは本技術を導入することによって、一定の自助・共助活

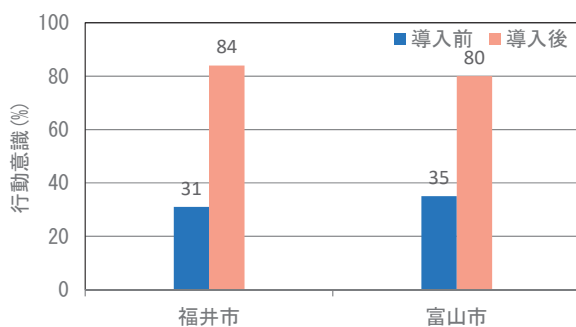


図-8 技術導入による自助・共助活動意識の変化

動促進効果を期待できることがわかった。

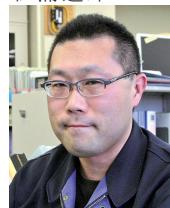
5. おわりに

下水道は都市における浸水対策施設の一つとして、これまでの整備により浸水被害に対する安全度向上に寄与してきた。しかし、近年の地下空間の発達を始めとする土地利用の高度化や気候変動に伴う降雨状況の変化の影響を受けて、従来の計画だけでは十分な対応が困難となりつつある。したがって下水道の浸水対策においては、従来からのハード整備は確実に進めつつ、同時に既存ストックや様々な情報を上手く活用しながら浸水被害の軽減を目指すことが重要であり、本稿で紹介した技術がその一助になると考えている。なお、今回紹介した技術の導入方法や実証結果の詳細は、技術導入ガイドライン（案）^{4),5)}としてまとめている。これらは、技術を導入するための基本的な考え方をまとめたものであるが、各都市における浸水対策を検討する際の参考資料としても活用が可能である。

参考文献

- 1) 気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発、国総研資料、No.1080、2019年7月
- 2) 河川・海岸分野の気候変動適応策に関する研究－「気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発」の成果をコアとして－、国総研プロジェクト研究報告、No.56、2017年4月
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局：気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会、令和元年12月18日
- 4) ICTを活用した浸水対策施設運用支援システム導入ガイドライン（案）、国総研資料、No.940、2016年12月
- 5) 都市域における局所的集中豪雨に対する雨水管理技術導入ガイドライン（案）、国総研資料、No.998、2018年3月

松浦達郎



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 主任研究
官
MATSUURA Tatsuro

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
OKAYASU Yuji