



札幌市下水道事業の取り組み

札幌市／下水道河川局／事業推進部／下水道計画課 柳川尚吾



1. はじめに

札幌市は、南西部では手稲山や藻岩山などの山地が地域の過半を形成しており、東南部では火山灰で形成された月寒台地や野幌丘陵が、北東部では古石狩湾が隆起してできた石狩低地帯が広がり、豊平川によって形成された扇状地を中心として市街地が発達している、北海道の政治・経済の中心的都市になります。

気象は、日本海型気候で夏季はさわやかで冬季は積雪寒冷を特徴としており、鮮明な四季の移り変わりが見られます。年間降雨量は、降雪も含めて約1,150mmであり、8、9月でも1ヵ月の降雨量が130～150mmと、全国の都市と比べて少ないのが特徴になります。

札幌市の下水道事業は、市街地の雨水排除を目的に大正15年に開始されました。その後、昭和47年の札幌冬季オリンピック開催を契機として集中的に下水道の整備が進められ、令和元年度末時点で管路延長は8,300km、処理面積は約25,000ha、処理人口普及率が99.8%に達しており、全国屈指の高普及を達成しています。

2. 過去の浸水被害

全国的にみると降雨量が少ない札幌市ですが、過去には大きな浸水被害を経験しています。

札幌市は昭和40年代以降、急激な都市化に伴い、アスファルトやコンクリート等で覆われた不浸透面積が著しく増加した結果、都市型の浸水被害が多発するようになりました。

特に、昭和56年8月には、台風の影響による二度の豪雨（8月3日～4日：総降雨量293.5mm、8月21日～23日：総降雨量229.0mm）により河川堤防が決壊し、橋の流出、市内各所での床上・床下浸水、道路冠水による通行止めなどの被害が発生しました。

3. 札幌市の雨水対策の歴史

札幌市では、当初、5年に一度程度の確率で降る雨を排除することを目的に下水道整備を進めてきましたが、昭和40年代以降、浸水被害が多発したことを踏まえて、

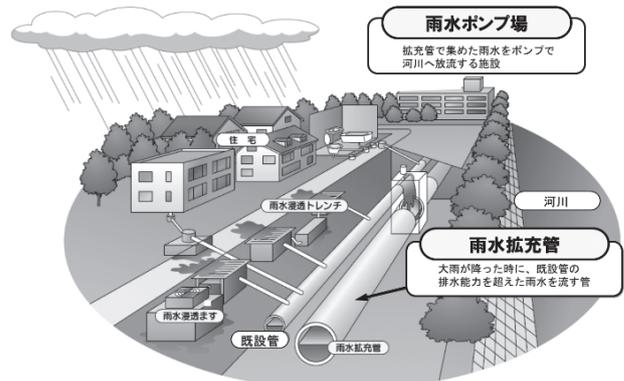


図-1 アクアレインボー計画のイメージ

昭和53年に、10年に一度程度の確率で降る雨（35mm/h）への対応を目標とした「アクアレインボー計画」を策定しました。

この計画は、当初5年確率降雨を対象として整備した地区において、排水能力の増強を目的とした雨水拡充管や雨水ポンプ場などの整備を位置付けた計画で、これまでに、雨水ポンプ場は計画に位置付けた全7箇所、雨水拡充管については計画延長305kmのうち203kmの整備が完了しています。整備効果の高い中大口径の幹線から整備を進めていることから、面的な整備効果を示す都市浸水対策達成率は約9割に達しています。その結果、昔のような大規模な浸水はなくなり、浸水に対する安全度は、着実に高まっています。

4. 近年の気象状況

昨年10月に発生した「令和元年東日本台風」をはじめ、今年7月に九州南部を中心に甚大な被害をもたらした「令和2年7月豪雨」など、近年は全国各地で大雨による被害が多発しています。

北海道においても、平成28年8月には、統計史上初めて3度の台風が上陸し、主に十勝地方において年間降水量に匹敵する豪雨が発生したほか、札幌市でも、平成26年9月11日に、南区で1時間最大雨量71mmとなる大雨を記録し、北海道で初となる大雨特別警報が発表されるなど、近年の気象状況は変わりつつあります。

こういった状況を踏まえ、札幌市では、アクアレイン

ボー計画に基づく雨水拡充管の整備を着実に進めると共に、地区の重点化や減災の観点も持ちながら、ハードとソフトの両面から積極的に浸水対策を進めることとしています。

以下に、札幌市における現在の取組みを紹介します。

5. ハード対策

(1) 雨水拡充管の整備

札幌市では、アクアレインボー計画に基づき、全市的に10年確率降雨35mm/hに対応できるよう雨水拡充管の整備を進めています。

しかし、雨水拡充管の整備には、多額の費用を要することから、国の交付金事業を活用し、地下鉄駅周辺など被害が重大化しやすい箇所を中心に、優先度を定めながら計画的に整備を進めているところです。

ここでは、現在整備を進めている平岸地区の雨水拡充管整備事業についてご紹介いたします。

平岸地区は、市の中心部から南東へ約4kmに位置し、地下鉄平岸駅や国道453号などの主要幹線道路を有する交通機能が集積した地区で、その利便性から地下鉄駅を中心に商業施設が多く、災害時基幹病院も立地するなど、高度な土地利用が進んでいます。

その一方、当地区は10年確率降雨35mm/hに対する整備が完了しておらず、平成26年に1時間最大44mmの大雨が降った際には、道路が冠水するなどの被害が発生したほか、その後も度々、浸水被害が発生していました。

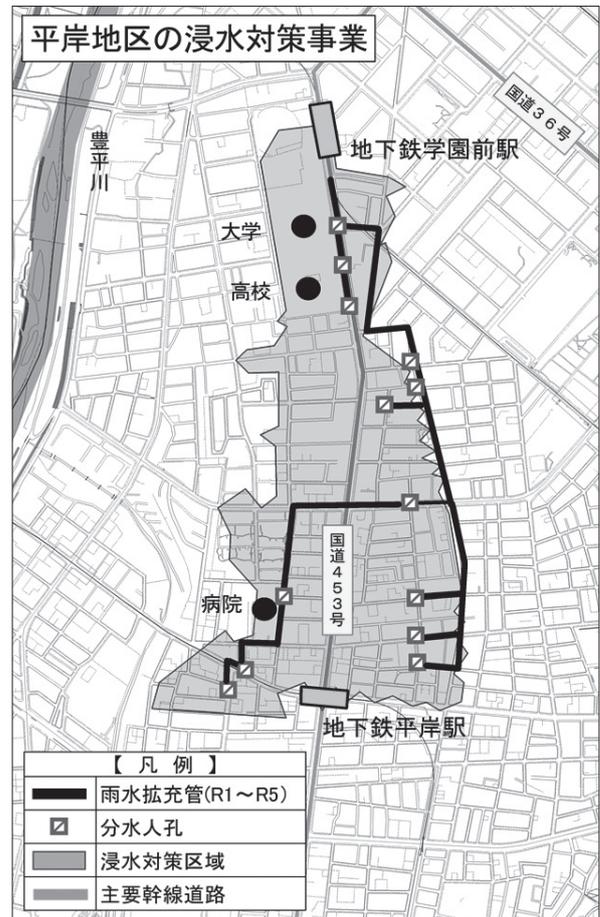
このような状況から、当地区では、令和元年度より、国の交付金事業である「下水道浸水被害軽減総合事業」を活用して、管径300mm～1500mm、総延長3.2kmの雨水拡充管整備に着手しています。

令和元年度は0.4kmを整備し、2年目となる今年度は0.8kmの整備を予定しています。総事業費は約34億円、事業の完了は令和5年度の見込みです。

今後も、国の交付金事業を活用しながら、雨水拡充管の整備を着実に進めていきます。



写真－1 平岸地区での被害状況



図－2 平岸地区の浸水対策事業概要

(2) 雨水が集まりやすい場所への対応

10年確率降雨35mm/hへの対応を目標に、これまで雨水拡充管や雨水ポンプ場の整備を着実に進めてきたことで、広範囲にわたる大きな浸水被害は激減しました。

しかし、近年は全国的に大雨が増加傾向にあり、札幌市でも局地的に下水道の整備水準を超える集中豪雨が度々発生しています。このため、雨水拡充管などの整備が完了した地区においても道路冠水などの浸水被害が発生しており、特に、周辺に比べて土地が低い窪地のような場所では、周辺に降った雨水が集まりやすく、また下水道管から雨水が溢れやすいため、被害が大きくなっています。

そこで、平成25年度より、道路の維持管理部局などと情報共有を図りながら、雨水が集まりやすく浸水被害が度々発生している地区を把握し、河川事業や道路事業と連携しながら、大雨時の浸水被害を少しでも軽減するという観点で、個別対応も進めています。

具体的には、被害箇所の近傍に大雨時でも能力に余裕のある河川がある場合は、道路に溢れた雨水を河川へ排水するためのバイパス管の整備を行い、また下水道管の能力に余裕があるにも関わらず道路に雨水が溜まってしまう場合は、下水道管へ速やかに雨水が流れるように道路雨水枦を増設するなど、周囲の地形状況などに応じた対策を実施しています。



写真-2 窪地での被害状況

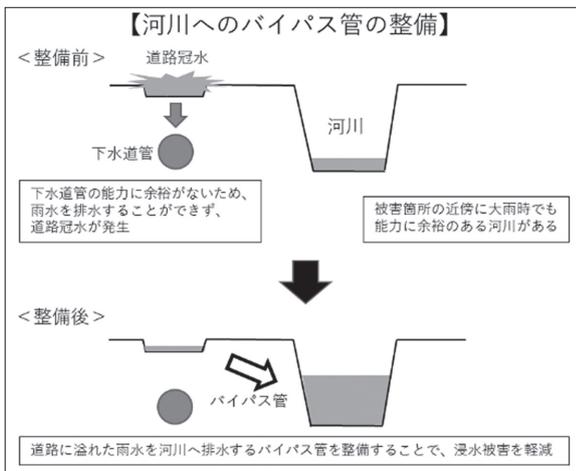


図-3 窪地対策イメージ

現在、このような雨水が集まりやすい場所を約50箇所把握しており、これまでに約30カ所で対策を完了しています。

今後も、下水道管の水位観測などを行いながら、被害の実情に応じた対策を検討し、残りの約20カ所についても順次、被害の軽減に向けた対策を進めていきたいと考えています。

6. ソフト対策

(1) 協働による雨水流出抑制

札幌市では、平成23年度に「札幌市雨水流出抑制に関する指導要綱」を策定し、市民・企業・行政との協働による雨水流出抑制の取組を進めています。

要綱に基づくこの取組は、下水道への雨水流出を抑制するために、雨水の流出量が多い敷地面積3,000m²以上の大規模な施設を新設・改築する事業者に対して、浸透施設や貯留施設の設置をお願いするものです。

令和元年度末までに340箇所もの施設にご協力をいただいたおかげで、水量にして約25,000m³の流出抑制策を実施したことになり、浸水被害軽減に対して、一定の効果を果たしていると考えています。

今後も引き続き、雨水流出抑制を促進するために、浸透施設などの設置に関する広報を進めていきます。

(2) 内水ハザードマップの作成、公表

札幌市では、「札幌市洪水ハザードマップ」を作成しており、想定し得る最大規模の降雨によって洪水が起きた場合に想定される浸水区域や避難に関する情報を掲載しています。

内水氾濫に関しては、この洪水ハザードマップにおいて過去の浸水実績を掲載しておりますが、大雨時に地表に溢れる雨水により想定される浸水規模や市民が取るべき行動など、市民に提供する情報をさらに充実させるため、現在、内水ハザードマップの作成を進めているところです。

今年度、市内全域の浸水規模を把握する浸水シミュレーションを実施し、結果を取りまとめたくうえで、令和3年度に公表することを予定しています。

(3) 災害に備えた訓練

札幌市では、災害発生時における組織としての対応能力の向上を図るため、年に1回、北海道開発局、陸上自衛隊といった防災関係機関などと連携し、大雨などの災害発生を想定した災害対応訓練を実施しています。

また、下水道部局内においても、維持管理を行う関係課や下水道に係る民間団体を含めて、具体的な災害対応のイメージを持つことなどを目的とした訓練も行っております。



写真-3 下水道部局内の災害対応訓練状況

7. おわりに

近年、全国各地で大雨による被害が多発しており、札幌市でもいつ大規模な被害が発生するかわからない状況です。引き続き、スピード感をもって、これらの取組を進め、下水道河川局一丸となり、災害に強いまちづくりにしっかりと貢献していきます。



とめ 登米市における水道事業の取り組み



宮城県／登米市／上下水道部／次長 千葉智浩



1. はじめに

登米市は、宮城県の北東部に位置し、北部は岩手県、西部は栗原市及び大崎市、南部は石巻市及び涌谷町、東部は気仙沼市及び南三陸町に接し、総面積は536.12km²で、県全体の7.36%を占める県内5位の規模となります。圏域の中心にある迫町と周辺主要都市までの直線距離は、仙台市まで70km、大崎市まで25km、石巻市まで30km、一関市まで30kmとなっています。

地勢は、西部が丘陵地帯、東北部が山間地帯で、その間は広大で平坦肥沃な登米耕土を形成し、県内有数の穀倉地帯となっており、宮城県「ひとめぼれ」などの主産地として有名な地域です。

河川は、迫川、夏川が圏域のほぼ中央を北西から南東に貫流し、圏域東側を北から南に流れる北上川と旧北上川を介して合流しており、農業用水や上水道の水源となっています。また、圏域北西部には白鳥、ガンなどが飛来するラムサール条約湿地の伊豆沼・内沼、長沼、さらに南部には平筒沼があり、水の里としての様相を呈しています。

気候は、内陸性気候で、おおむね冬季の降雪量が少なく、降雪期間も比較的短いことから、寒冷な東北地方においては、比較的温暖な環境にあります。

2. 登米市の状況（水道事業）

(1) 水道事業の沿革と概要

登米市水道事業は平成17年4月1日、登米地方の9町の合併に伴い創設されました。

合併以前の水道事業は、迫町、登米町、中田町、豊里町、米山町、南方町、津山町による一部事務組合「登米地方広域水道企業団」による広域水道事業と東和町水道事業、石越町水道事業、そして津山町横山簡易水道事業がありました。合併にあたっては水道事業を統合し「登米市水道事業」とし、平成19年4月には横山簡易水道を統合し1市1水道を実現しました。

さらに、平成27年3月末に2つの小規模水道を譲り受けて、水道事業に統合しました。

登米地方広域水道企業団は昭和49年5月に用水供給事業として設立され、昭和54年9月に受水団体である登米水道企業団（迫町、登米町）と中田町、豊里町、米山町、南方町、津山町の水道事業と垂直・水平統合し、水道事業を行うことになりました。東和町水道事業は昭和54年に米川簡易水道事業、米谷簡易水道事業を統合創設し、その後楼台簡易水道を平成15年に統合しました。石越町水道事業は平成3年に芦倉簡易水道、小谷地簡易水道、渋川簡易水道を統合創設しました。津山町横山簡易水道事業は平成16年に横山地域の団体営の簡易水道事業や小規模水道事業を統合しました。

(2) 浄水場と処理方式

市内には、大小合わせて9つの浄水場があります。

水源の種類は表流水、伏流水、地下水と多岐にわたり、浄水処理方法も薬品沈殿＋急速ろ過方式が3施設、緩速ろ過方式が1施設、膜ろ過方式が3施設、紫外線処理＋消毒のみ方式が2施設と多様な処理方式の浄水場となっています。

また、登米市の抱えている浄水場のうち、全給水量の約85%を担っているのが、計画一日最大給水量30,700m³/日の保呂羽浄水場で、登米地方広域水道企業団の用水供給事業創設時に建設され、他の浄水場が建設後20年以内であるのに対して、既に42年が経過している状況です。

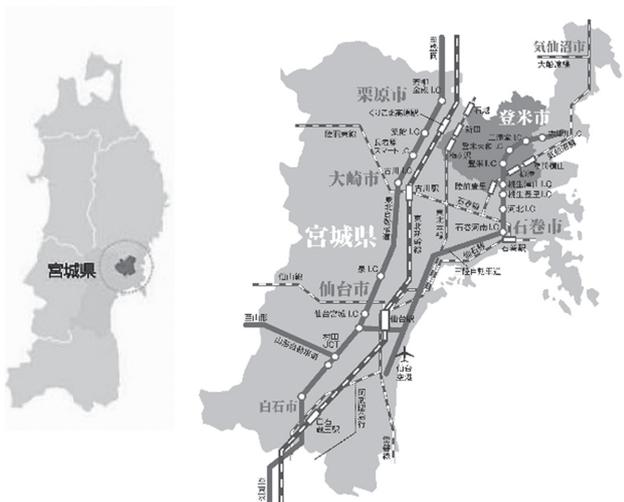


図-1 登米市の位置



図-2 登米市の浄水場

3. 施設更新計画と施設の再構築・再配置

(1) 施設更新計画策定の目的

登米市では、近年の人口減少と節水型社会を背景とした水需要の低迷による給水収益の減少や、老朽施設の更新など水道事業を取り巻く社会情勢がますます厳しさを増してきていること、東日本大震災を経験して、抜本的な危機管理対策を講じなければならないことから、未来に向けた「登米市地域水道ビジョン」を平成26年10月に改定しました。さらに、今後の水道施設は、ダウンサイジング（人口や給水量の減少）の中で効率的な再構築・再配置が必要となることから、現状の把握と水道施設更新に係る必要事項を検討することを目的として、平成27年に「登米市水道事業施設更新計画策定委員会」を設置しました。

委員会での調査・検討は、需要予測や保呂羽浄水場の更新計画を含めた5つの項目についての市長からの諮問を受けて行われました。

(2) 需要予測の検討

人口推計については、平成27年度の国勢調査結果をもとに「コーホート要因法」により算出しました。

その結果、今後も人口減少が進み、給水人口は令和9年度では69,230人（平成27年度対比15.3%減）、令和19年度では59,181人（同27.6%減）との、予測となりました。

水量推計については、過去10年間の用途別有収水量を

表-1 需要予測の推計結果

項目	実績値			推計値		
	2015	2027	2037	H27	R09	R19
行政区内人口（人）	82,487	69,462	59,394			
給水区域内人口（人）	82,200	69,230	59,181			
現在給水人口（人）	81,719	69,230	59,181			
給水普及率（%）	99.4	100	100			
一日平均給水量（m ³ /日）	25,985	22,369	20,231			
一日最大給水量（m ³ /日）	30,150	28,279	25,576			

基にトレンド分析により算出した結果、一日平均給水量は令和9年度では22,369m³/日（平成27年度対比14.0%減）、令和19年度では20,231m³/日（同22.2%減）となり、水量についても人口減少の影響により減少傾向が続くと予測されました。

(3) 保呂羽浄水場再構築の検討

市内9カ所の浄水場のうち、市内への給水量の85%以上を占める基幹となる保呂羽浄水場については、昭和52年の供用開始から42年が経過し、更新の検討をする時期にきていました。

また、建設当時は浄水濁度2度を基準として設計されたろ過システムも、現在ではクリプトスポリジウム等の対策のため、ろ過濁度を0.1度以下に保つ必要があることから、設計当時には考慮していなかった高い浄水能力が求められ、厳しい対応を迫られています。

さらに、北上川の原水水質については、保呂羽浄水場の供用開始からの約30年間は、大きく変動することはなかったものの、近年はゲリラ豪雨に伴う急激な濁度上昇やpHの上昇、更にかび臭などの水質異常が頻発するようになったことから、浄水場従事者の知識や経験による浄水処理と、現在の保呂羽浄水場の浄水システムだけでは、対応することが困難になってきました。

このことから、今後の原水水質の変動に対応するためには、浄水場従事者の経験や工夫だけでは限界にきており、浄水システムそのものの変更が必要であることから施設更新計画策定委員会において、水質や今後の水処理等の検討を行った結果「膜ろ過」を現在の浄水システムに追加して変更することについての答申を受けました。

保呂羽浄水場の施設規模は高度経済成長時の需要見込みで建設されましたが、その後は計画ほどの需要の伸びはなく、施設能力の拡張は必要ありませんでした。

今後の需要予測により、現在の保呂羽浄水場の施設能力で将来の市内全域の給水量を賄える結果となっています。

しかし、保呂羽浄水場が基幹の浄水場であることに加え、連絡管により他の5浄水場への水の融通を行える能



写真－1 保呂羽浄水場

表－2 これまでに発生した水質異常

年	月	発生事象	原因	対応
2012	10	原水濁度 1,600 度	豪雨	取水停止 4.5h
2013	8	原水濁度 1,545 度	豪雨	取水停止 6.0h
2014	1	pH 8.0	不明	炭酸ガス注入
	7	かび臭	不明	活性炭処理
		pH 8.0	不明	炭酸ガス注入
	9	かび臭	上流ダム	活性炭処理

力を有していることから、小規模な浄水場の今後の統廃合も考慮すると、現在の施設能力を維持することが望ましいと考えています。

(4) 保呂羽浄水場以外の施設の統廃合計画

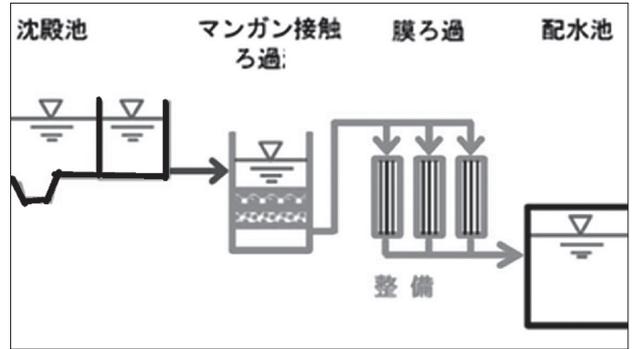
既存施設を現状のまま維持することは、資産を抱え、管理コストにも影響することから、浄水場ごとの施設能力や浄水コスト等も考慮して、統廃合の検討を行いました。

その結果、需要予測による市内全域で必要となる給水量は、保呂羽浄水場のみで給水可能となりますが、東日本大震災の教訓による地域的な給水量の確保や浄水事故に係るリスク分散に対応するため、一部の施設については更新を進めながら、統廃合を進めていくことが必要であると考えています。

保呂羽浄水場の再構築事業については、浄水作業を行いながら建築物も併せて更新することから、事業期間を10年間程度と考えています。リスク管理の上からも、基幹となる保呂羽浄水場の再構築事業の完了後に、速やかに、他の施設の統廃合を行うことが望ましいことから、各施設の具体的な統廃合計画については、今後、策定することとしています。

(5) 保呂羽浄水場再構築事業のスケジュール

保呂羽浄水場再構築事業の基本設計業務と官民連携方



図－3 変更する浄水処理フロー

式導入可能性調査については、平成30年度からの2年間で行いました。

基本設計においては、膜ろ過を採用するものの、有機・無機の材質や浸漬・ケーシングの設置形態については、一長一短があることなどから、両方の設置形態での設計及び総事業費の算定を行いました。

また、詳細設計を始めてから約8年間の事業スケジュールも取りまとめました。

さらに、官民連携方式の導入可能性調査については、様々な方式について検討を行いました。官民連携導入可能性の簡易判定、VFMの試算と民間事業者の参入可能性調査による総合評価により、最も評価点の高い官民連携方式により事業を進めていく予定です。

今後は、保呂羽浄水場再構築事業に係る財源確保を図りながら、事業者選定に向けた業務を進めていくこととしています。

4. おわりに

令和2年7月豪雨により被害を受けられた皆様方に、心からお見舞い申し上げます。

また、令和元年東日本台風では、本市でも浄水場をはじめとして管路等の水道施設が被害を受け、現在、災害復旧事業を進めているところです。

近年は、台風や豪雨をはじめとした災害が、日本全国で、いつ、どこで起きても不思議ではない状況にあります。

しかし、社会生活に欠かすことのできない、このライフラインが豪雨や地震などの災害時にも安定して水道水を供給できるよう、浄水場での浄水処理をはじめ、管路等についても災害に強いシステム作りが求められています。

登米市においても、人口減少などによる経営の課題も山積していますが、強靱な水道施設の構築への取り組みを加速させていきたいと考えています。



事例報告 気候変動を踏まえた上下水道事業のあり方

横浜市における下水道事業の 取り組みについて

横浜市／環境創造局／下水道計画調整部／部長 竹内徹也



1. はじめに

横浜市の本格的な下水道事業は、毎年のように発生する鶴見川流域での浸水対策が大きな課題で、1950年に鶴見区潮田地区の下水道管整備とポンプ場の設置から始まった。その後公衆衛生確保・水洗化普及を第一に整備を進め、1962年に中部下水処理場で水処理を開始してから昨年度ようやく水洗化普及率100パーセント概成にこぎつけた。工事着手から60年以上かかった。その一方で浸水対策事業は着手以来留まることなく進めている。

大規模な浸水被害が全国的に毎年発生している。記憶に新しいところでは鬼怒川豪雨、九州北部豪雨、西日本豪雨、そして今年の台風19号、今年の球磨川氾濫をはじめとした令和2年7月豪雨など、毎年発生している。



写真一 マンホール蓋の損傷



写真二 高潮による海水流入

横浜では昨年、既往最大降雨76mmを更新する、1時間100mmという、これまで経験したことがない降雨を記録した。

この豪雨は、高台の住宅地でも道路冠水が発生するなど、現在の整備水準では、とても対応できない気象現象であった。

下水道管路内への急激な雨水の流入により、多くのマンホール蓋や舗装が損傷した。また台風による高潮が発生し海水による、下水処理場の浸水被害も発生した。

2. 現在の雨水整備

本市の雨水整備は、都市計画審議会答申に基づき、5年確率降雨50mmを基本とし、地盤の低いポンプ排水区域については10年確率60mmに対応した整備を進めている。

人口やインフラ資産が集中し都市化が進んだ大部分の地域は、地盤の低い地域であり、雨水整備を進めるには、幹線・ポンプ場と、巨大な施設が必要となる。

以前は、浸水リスクがあっても被害が発生してない地区での下水道整備には、市民の理解が得られないこともあったため、一時的に整備スピードが遅れた時期もあったが、現在は気候変動による豪雨災害が国内で多く発生しているため、浸水対策について理解は進み、抜本的対策としての幹線整備を進めている。これまで汚水・雨水あわせてではあるが、資産額で3兆円を超える膨大な投資を行っており、整備途上である。

整備指標は実際に浸水被害を受けた地区のうち重点整備が完了した地区数としており、現在の進捗はポンプ排水区域90%、自然排水区83%となっている。ただ、近年は局地的豪雨が多発し、整備を進めても、分母が増加するため達成できない状況にある。

3. 鶴見川流域の浸水対策

本市では、市域全域を対象に下水道認可区域とし、雨水幹線計画を策定している。

代表的な浸水対策として、鶴見川流域の大部分のポン



図-1 新羽末広幹線

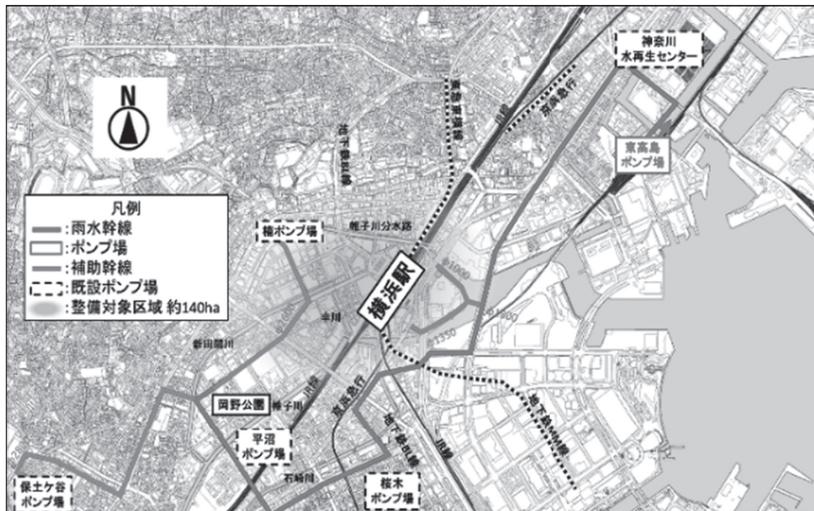


図-2 横浜駅周辺浸水対策

プ場をネットワークする新羽末広幹線と小机千若雨水幹線を整備してきた。

鶴見川は、高度経済成長期に流域の大部分を宅地開発したため、毎年のように水害が発生する典型的な都市河川となった。国、自治体（河川管理者、下水道管理者）が一体となって、総合的な治水対策を全国に先駆けて行い特定都市河川指定第一号である。

毎年のように発生する浸水被害の解決が急がれていた。

本市では鶴見川流域にポンプ場を17か所（水再生センター併設を含）設置しているが、下水道の整備は放流先河川の能力に大きく制限されており、ポンプ排水能力はすべて50mm対応である。本市の10年確率降雨である60mm対応とするには、超過降雨を貯留するか直接海に放流するしかなかった。そこで、鶴見川下流域と中流域のポンプ場をつなぐ新羽末広雨水幹線と小机千若雨水幹線を計画した。新羽末広幹線は流域に降った雨の42万³

を貯留、最大径8.5m、延長20km。

もう一方、小机千若雨水幹線は、貯留量25万³、最大径8.5m、延長20kmで放流先は東京湾で、平成23年に完成し大幅に浸水被害を軽減させた。

4. 横浜駅周辺の浸水対策

横浜駅周辺は本市最大の商業地区で地下街が発達し高度に地下空間が利用されており、既に60mm整備は完了しているが、ひとたび浸水が発生すると甚大な被害が予測される。平成16年10月の台風22号では、市内で74mmの雨を経験しており、それとほぼ同等の30年確率降雨に対応するため、新たな雨水幹線およびポンプ場の整備を進めている。事業内容は、雨水幹線（φ3,750mm、約4.8km）、雨水ポンプ場排水能力：約6.0³/sで今年度幹線着手の予定である。

下水道法改正に伴う取組み

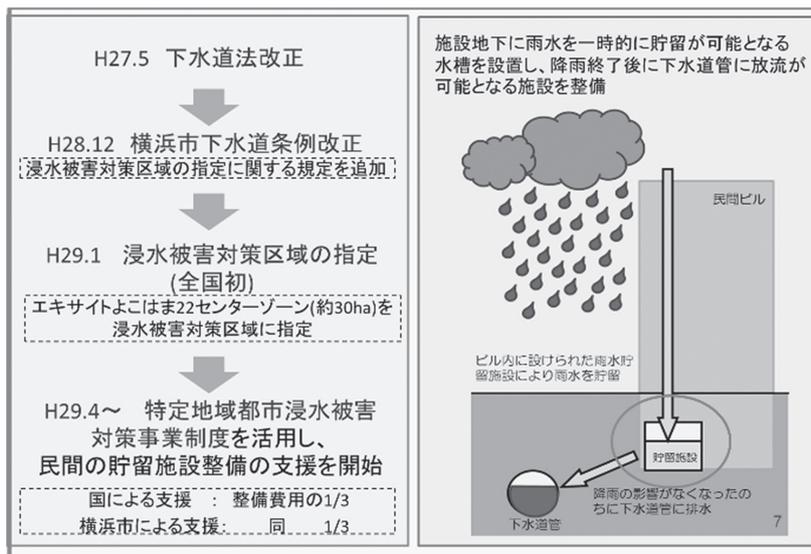


図-3 下水道法改正に伴う取組み



水位周知下水道の概要図

図-4 ICTを活用した下水水位情報の提供

5. 下水道法改正に伴う取組

下水道法改正に伴う取組みとして、横浜駅周辺では地下街を含む中心部を公民連携で浸水対策を推進する区域に指定し、市による浸水対策と併せて、民間事業者による雨水貯留施設等の整備により、50年確率降雨（1時間当たり約82mmの降雨）への対応を目指している。

6. 郊外区における浸水対策

気候変動により1000年に一回レベルの雨が、国内のどこかで発生しており、方策を考えるべき時が来たと実感している。

本市の整備水準は地盤の低いポンプ排水区域については時間降雨量60mmとお話したが、ポンプ排水区でも、郊外区の河川沿いの地下街がある駅周辺では、まだ50mm整備地区のままであり、このような地区については、早急に60mm相当に引き上げるだけでなく、地下街部分については横浜駅周辺同様に、整備水準を30年確率降雨対応にレベルアップすることとし、現在、計画を策

定中である。

7. おわりに

ICTの活用とグリーンインフラの取組みについて記述する。

浸水対策の新たな取組みとして、水防法改正を受け、横浜駅周辺でICTを活用した地下街管理者等への水位情報の提供に向け、現在測定・検証を進めている。

横浜市環境創造局は、下水道部門と公園部門が同一の局で、双方の連携を行った浸水対策事業としてグリーンインフラの活用を進めている。事例として、公園の再整備の際テラス空間等の舗装下部に雨水貯留機能を持つ砕石層を設置し、植栽への水の供給ができる仕組みの導入や、農地の傾斜改善工事による流出抑制などのモデル施工を行い、浸透効果の検証を進める。

まだ、色々な施策があるが、気候変動に合わせた浸水対策は雨水の排除だけでは、もはや対応が難しい。今後は、街づくりの視点をもって、多くの施策と連携するなど、多面的に進めていく必要がある。



事例報告 気候変動を踏まえた上下水道事業のあり方 ～長野県飯田市の 上水道事業事例報告～



長野県・飯田市／上下水道局／水道課／課長 佐々木 力



1. はじめに

近年の気候変動は、世界規模で自然環境及び人間活動に影響を与えてきています。飯田市でも、昨今顕在化してきた極端な気温上昇や、局所的な強い降雨の増加により、水供給の重要なインフラ事業である水道事業を停止させるリスクが高まっています。

持続可能な水道事業であるために、水道事業者は、気候変動がもたらす水道事業への影響である、渇水による水源水量の減少、集中豪雨に伴う急激な濁度上昇による取水停止、水源であるダム湖などの水温上昇による富栄養化等、様々な課題について適切に対応していく必要があります。

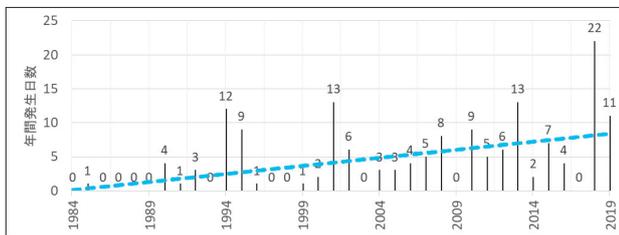


図-1 年間猛暑日(35℃以上)発生日数 飯田市

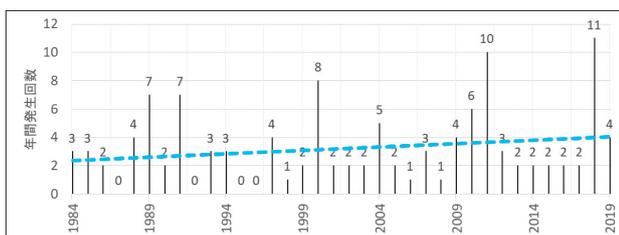


図-2 アメダス20mm/hを超える年間発生回数 飯田市(南信濃)

2. 飯田市の状況(飯田市水道事業)

(1) 事業の概要

飯田市は、日本のほぼ中央に位置し、人口は約10万人、面積は658.66km²を有する、古くから東西文化の交流結節点として栄えてきた長野県南部伊那谷における中核都市です。

市の東には赤石山脈、西には木曾山脈がそびえ、山脈の隆起による断層と天竜川やその支流による浸食の働き

により出来た複合段丘が、高低差のある起伏にとんだ地形となり、美しい自然景観を形成しています。

本市の水道事業は、旧市地区を事業区域とする飯田市上水道事業と平成17年度の合併地区である上村・南信濃村を事業区域とする遠山簡易水道で構成され、市全体で26水系になります。

飯田市上水道事業は、昭和3年に旧市街地(図の青色)から給水を開始し、以降20箇所を超える周辺の簡易水道を徐々に統合し、平成22年度に現在の給水エリアになりました。上水道事業の給水区域は、7箇所の浄水場系に区分され、その中で、妙琴系の市内最大の妙琴浄水場(浄水能力27,000m³/日)が、市内の配水量の概ね6割を占めています。

遠山簡易水道は、合併を機に、旧上村・南信濃村内に点在した公営の簡易水道、飲料水供給施設、簡易水道施設等合計23施設の統合により、平成19年度に発足しました。複雑に起伏するV字谷地形の中に、浄水量(5～540m³)の小規模な13箇所の浄水場系と6箇所の井戸水系が点在しています。



図-3 飯田市の水道事業

(2) 多様な水源水質

市民の皆様へ安全なおいしい水道水を供給するため、浄水場系と井戸水系を合わせた市内26水系では、表流水、伏流水、湧水、地下水といった水源特性に応じた、濁度成分の除去、急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過といった、様々な凝集沈殿、ろ過方式による浄水を行っています。それぞれの水源では、降水、流況、地質構造（中央構造線の内帯、外帯）、地層への接触時間が異なることから水道原水の水質に大きな差があります。

水質を表す図としては、通常、ヘキサダイアグラムが用いられますが、飯田市の水道水質をいくつか抜粋したものが以下の図になります。飯田市は、水系によって水道水の水質が大きく異なることを示しています。また、原水と給水とのヘキサダイアグラムに変化がないことから、どのようなろ過方式であっても原水と給水の水質に差異がないこと、すなわち、水道水は、原水の水質をそのまま引き継いでいることがわかります。

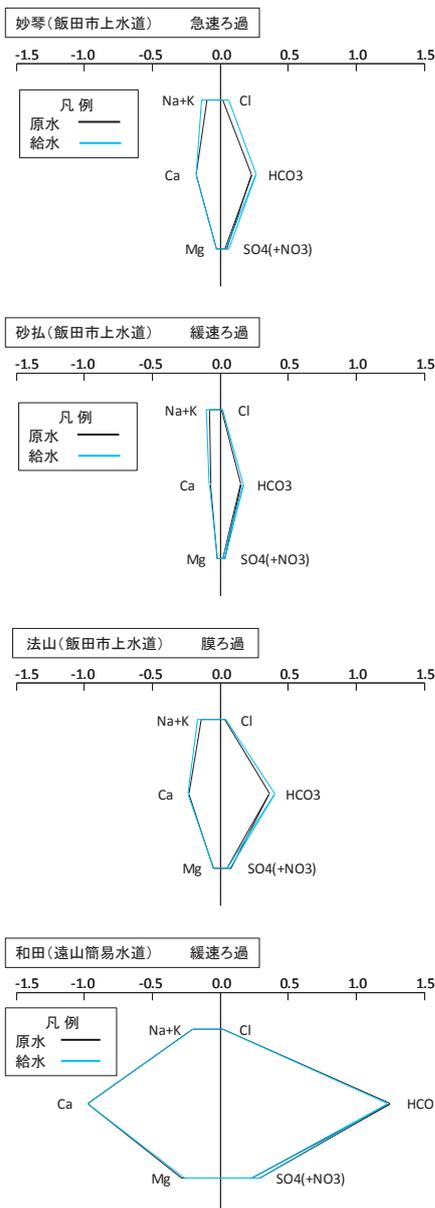
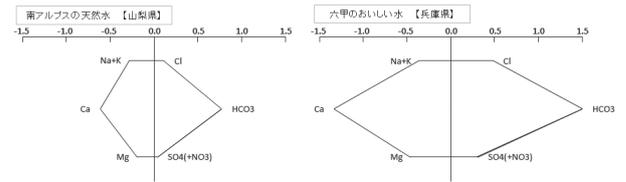


図-4 水道水のヘキサダイアグラム (2015年度測定結果)

参考 ミネラルウォーターのヘキサダイアグラム



市販ミネラルウォーター類の成分組成 (1992) 伊藤より

(3) ダム湖等の水源への具体的影響

市内最大の妙琴浄水場は、取水口から1.3 km上流にある松川ダムを原水としています。松川ダムでは、長野県により、毎月、湖心（ダム堤体から150m）において、水質に関する調査（気温、風向、濁度、DO、pH、BOD、COD、SS、大腸菌群数、全窒素、全リン、クロロフィルa等）を実施しています。

現在、ダム湖の富栄養化の指標となるクロロフィルa濃度の相対的な上昇は見られないものの、pHの上昇、DOの低下、CODの上昇といった原水水質傾向が確認されます。

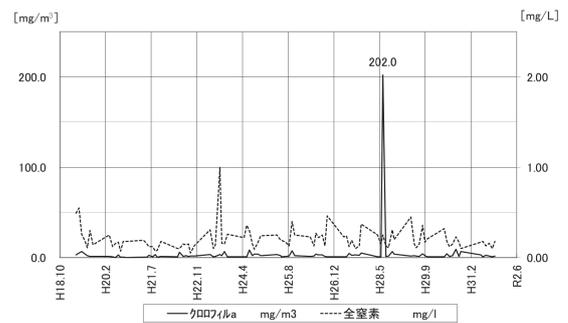


図-5-1 松川ダム (クロロフィルa 全窒素)

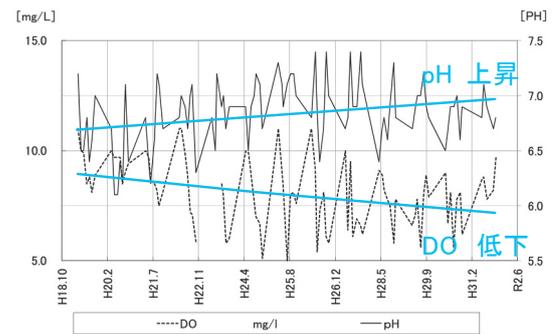


図-5-2 松川ダム (DO PH)

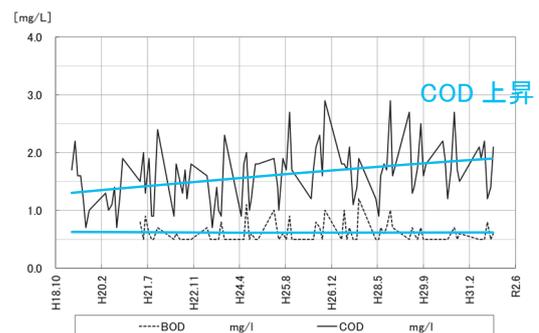


図-5-3 松川ダム (BOD COD)

3. 飯田市における気候変動に対する対策

(1) 気候変動に強い施設への見直し

気候変動により局所的な強い雨が增加する状況の中で、表流水を水源とし降雨等による高濁度の対応を有する小規模の水系については、降雨時でも安定した水質が確保できる深井戸水源への切替え、膜ろ過施設の導入を進めてきました。

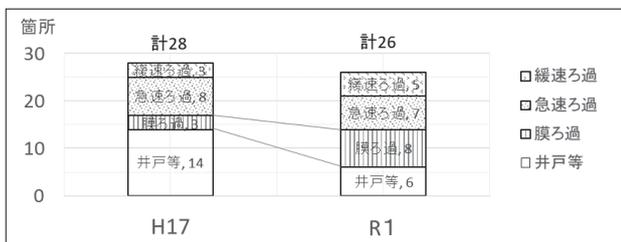


図-6 浄水方式の見直し

(2) 遠方監視制御装置の導入

飯田市上水道事業については平成14年度から、遠山簡易水道事業については平成24年度から、浄配水施設に監視システムの整備を行い、浄水濁度、配水池水位、配水量、ポンプ運転状況等の情報について、中央監視室（妙琴浄水場）及び水道課庁舎内で、監視制御を行っています。委託業者による中央監視室での市内を一括した24時間の監視制御と、水道課庁舎内での職員による監視とを併用し、施設異常時の早期対応に努めています。

2016（平成28）年度に着手した妙琴浄水場更新整備事業のひとつとして、昨年度から、より災害時の不具合リスクを軽減した、遠方監視制御装置の更新を進めています。このシステムは、オンプレミス方式（監視室内にデータサーバーを置く）とクラウド方式を併用したハイブリット型で、データをオンプレミス側とクラウド側の両方で取り扱うため、どちらかのシステムが異常により利用できない場合でも、片方のシステムで監視の継続が出来るシステムとなっています。

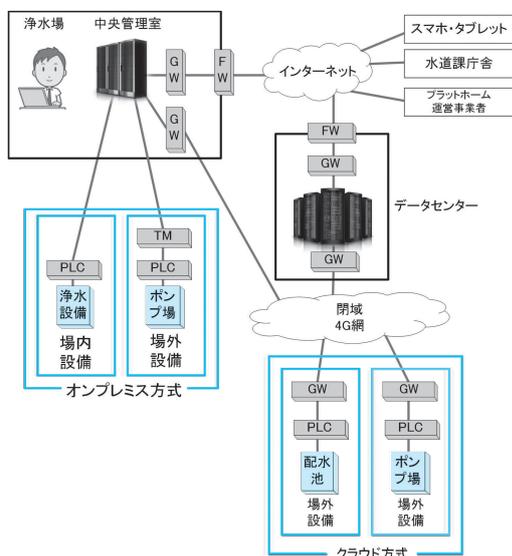


図-7 更新中の遠方監視制御装置

(3) ダム湖水源の浄水場異臭味対策

ダム湖等を水源とする浄水場では、大雨の時のダム放流時に2-MIB、ジェオスミン等の異臭味が発生する可能性があります。妙琴浄水場でも、ダム放流時に水道水の臭いの発生について市民の皆様から問い合わせをいただくことがありました。そこで、平成30年度に、粉末活性炭注入実験装置を設置し、ダム放流の高濁度発生時の異臭味発生に備えた対応をしています。

処理水量	注入率	最大	最小
	27,000m ³ /日		10mg/L 540kg/日 22.5kg/h

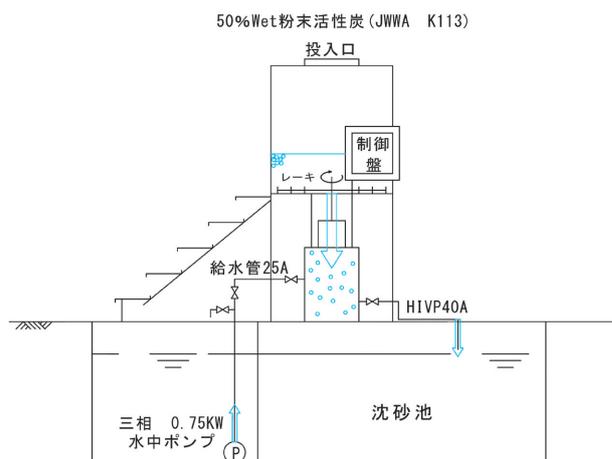


図-8 粉末活性炭注入実験装置

4. おわりに

人口減少により使用水量が今後ますます減少し、水道事業の経営がさらに厳しくなっている昨今において、気候変動による水道事業へのリスクが増大し、今まで通りの水道水を維持するために、未然防止を含めた新たな投資が必要となってきています。

飯田市では、市民の皆様が「水道を快適に利用されているか」、毎年調査をさせていただいておりますが、令和元年度では90.5%の方が快適に利用しているとのご回答をいただきました。（H30年度 87.3%、H29年度88.5%）また、具体的に、「水道水がおいしい。」「他県で生活したらわかります。」等のご意見をいただきました。

今後とも、飯田市上下水道局は、いつまでも、市民の皆様が誇りを持てる水道水でいられるように、水道ビジョンに定める基本目標「安全でおいしい水道水を安定して供給する」を、最小限の経費で実現できるよう取り組んで参ります。

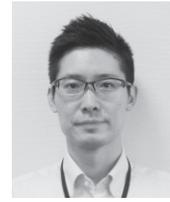




事例報告 気候変動を踏まえた上下水道事業のあり方

池田市における下水道事業の 取り組みについて

大阪府／池田市／上下水道部／経営企画課／主任技師 **上枝 聡**



1. はじめに

池田市は、大阪府の北西部に位置し、人口約10万人、面積22.14km²の都市で、五月山の緑と猪名川の清流をはじめとした自然豊かな、歴史・伝統・文化の香りが漂うまちです(図-1)。加えて交通網が整備され利便性がよく住みやすいまちです。また、二人の織り姫が織物や染色の技術を伝えたという「織り姫伝説」や20世紀最大の発明の一つと称される世界初のインスタントラーメン「チキンラーメン」が生まれ、日本で最初に「建売分譲」「長期割賦」方式による住宅販売が行われた、衣・食・住における「事始めのまち」でもあります。

令和元年10月に、下水道広報プラットフォーム共催・猪名川流域下水道関連自治体ご協力のもと、「第9回マンホールサミットin池田」を開催し、約4,500人という大勢の方々が来場され、マンホールに関する様々な催しを楽しんでいただきました。また、昨今ブームにもなっているマンホールカードを5種類発行しております(写真-1)。本市は、「カップヌードルミュージアム 大阪池田」、梅の花や花菖蒲が楽しめる「水月公園」、大阪府指定無形民俗文化財「がんがら火*」、夏の夜空を彩る「猪名川花火大会*」など見どころ満載のまちです。お越しの際は、マンホールカード片手に観光を楽しんでいただければ幸いです(※令和2年度は新型コロナウイルス感染症の関係で中止)。



図-1 池田市位置図



写真-1 池田市のマンホールカード

2. 池田市の下水道事業

本市の下水道事業は昭和28年度に密集市街地の浸水対策から始まり、昭和37年度には都市環境の改善を目的とした「下水道整備計画」を策定し、汚水整備に着手しました。その後も整備を進め、普及率は昭和52年度末には90%を超え、平成26年度末に100%になりました。また、昭和51年度に細河地区が大阪府下で初めて特定環境保全公共下水道認可を取得しました。

終末処理場である池田市下水処理場は、昭和43年度に処理能力14,000m³/日の供用を開始し、昭和47年度に当初全体計画の35,000m³/日の施設が完成しました。その後、昭和51年度に、都市の急速な発展による生活水準の向上に伴う流入量の増加により、計画処理能力を78,000m³/日に変更、平成9年度末には63,600m³/日の施設が完成しました。また、平成12年度に大阪湾流域別下水道整備総合計画が策定されたことを受け、これに整合した水質基準を達成するため平成16年度に下水道事業計画の変更を行い、平成24年度末に74,400m³/日の施設が完成、高度処理化率は53%となっています。

平成21年4月より、健全経営と事業運営の効率化をめざし、地方公営企業法の全部を適用するとともに、水道事業部局と組織統合を行い上下水道部が創設されました。平成23年度には池田市上下水道ビジョンを策定し、「A・Q・U・A Rise -美しい水を未来へ-」を基本理念として、水循環全体を見据えた事業を推進しています。

3. 災害が頻発する中での下水道の役割

下水道普及率が全国的に向上している中で、使用者にとって下水道は「あって当たり前」の存在になっています。しかし、近年気候変動等の影響による災害が頻発している中で、「浸水防除」の役割も果たす下水道の価値が改めて見直されていると考えています。

本市では、過去より頻繁に豪雨に見舞われ、その都度、浸水被害が起きた経緯があります。過去最大の豪雨は平成6年9月6日で時間最大雨量130ミリ、家屋のみならず大阪国際空港も冠水し、大きな被害を受けました。その後事業計画を見直し、浸水対策の整備を重点的に進めてきましたが、平成26年度に時間最大雨量89ミリ、115ミリと2度の豪雨に見舞われ、再び多くの家屋で浸水被害が起きました（写真－2）。

本市では、安心して下水道を使用していただけるよう事業を進めていますが、「あって当たり前である公衆衛生の確保」のみならず、「浸水防除」という役割を担った下水道の価値を今後いかに持続・発展させていくかが大きな課題です。

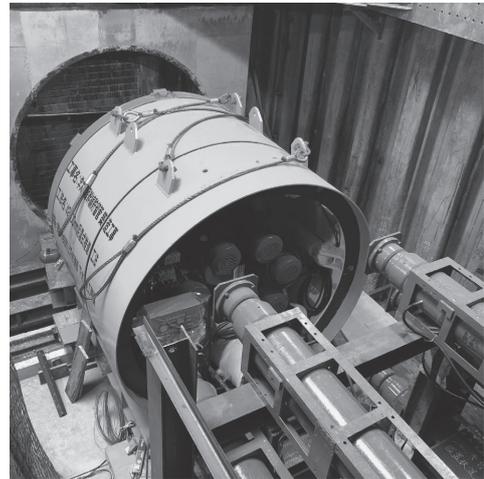


写真－2 平成26年度の豪雨の様子

4. 自然災害に備えて

(1) 浸水対策

平成26年度の浸水被害を受けて、平成27年度に浸水シミュレーションを実施し、床上浸水及び緊急輸送路の冠水の解消を目的に「浸水被害軽減総合計画」を策定、平成30年度より整備を進めています。浸水の主な要因は、既存雨水渠からの溢水などであることから、バイパス管や貯留施設の構築を行っています。二本の雨水開渠が合流する地点において取水施設を構築し、下流雨水開渠下にバイパス管の埋設を行い、下流側の既存貯水池の貯留量を増やしています。これにより浸水常襲地区での床上浸水が解消されるとともに、緊急輸送路の確保が可能となります。また、当初は「下水道浸水被害軽減総合計画」の制度において事業を展開しておりましたが、令和元年度に新たに「下水道床上浸水対策事業」が創設され、要



写真－3 下水道床上浸水対策事業の現場

件も合致していたこと、また個別補助制度を活用することで、施策の重要性、緊急性をPRでき、浸水に対する安全性を早急に高められることから、計画を移行し整備に着手しているところです（写真－3）。

(2) 地震対策

耐震事業は、平成26年度に国の支援事業を活用し「池田市下水道総合地震対策計画」を策定しました。災害時に災害医療センターとして機能する市立池田病院と池田市下水処理場を結ぶ路線を防災拠点からの排水を受ける重要な幹線と位置づけ、対象管路にしました。また、対象管路のほとんどが昭和40年代に整備されていたこともあり、耐震化を含めた改築・更新を管更生工法により実施しました。

下水処理場においても、段階的な防災を実施すべき対象施設を整理し、災害時でも最低限の処理機能が確保できるよう、順次対策を行っています。

令和元年度には、第1期の地震対策計画を完了させ、第2期池田市下水道総合地震対策計画を策定、また「池田市下水道ストックマネジメント計画」も策定し、老朽化も含めた対策を実施していきます。

(3) ソフト対策

本市は、平成7年に阪神・淡路大震災を経験し、その際は大きな被害は出なかったものの、今後南海トラフにおける海溝型地震、有馬高槻断層帯における直下型地震に備えた対策が必要になってくることを踏まえ、平成26年度に「池田市上下水道BCP（地震編）」を策定しました。このBCPでは想定震度を6強と設定し、下水道施設の被害想定をおこなっています。また、BCPは池田市内で震度5弱以上を観測した際に自動発動するものとしてあります。そのため、職員には迅速に対応するためのポケットマニュアルを配布しています。このマニュアルには過去の災害の教訓を踏まえ、まずは自分と家族の命を守

り、安全を確保し、その上で10万市民の上下水道インフラを確保するために迅速に行動する対応手順が記されています。また、災害後の行動フローの確実な実行、職員への周知徹底のため全体訓練を毎年実施し、訓練で判明した課題をフィードバックして、BCPの改定を行っています。今後は、風水害やその他のリスクについてもBCPを策定し、危機管理体制の強化を図っていきたいと考えています。

また、必要な事業を推進していくためには市民の方々のご理解とご協力が不可欠になってきます。そこで本市では、市民の方々と相互理解にある関係を築いていくために、平成27年度に「池田市上下水道部広報戦略～水恋（みずこい）プロジェクト～」を策定しました。サブタイトルである「水恋」は、市民の方々と本市が相互理解にある関係を「恋をしている関係」になぞらえたものです。広報活動による成果を「水恋指数」として指数化し、今後の事業に活用できるよう努めています。さらに市民公募による「上下水道サポーター会議」において、老朽化や災害などについてディスカッション形式で議論するなど、市民のご意見をいただきながら、事業を進めているところです。

5. 新技術の導入

「事始めのまち」として、新しい技術の導入に取り組んでいます。

まず、池田市下水処理場（写真－4）では、国土交通省による下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）に、平成25年度と平成30年度の2度にわたり参画させていただきました。平成25年度は「脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム」をテーマとして、100t規模の試算において従来技術に比べ、ライフサイクルコスト31%・エネルギー消費量77%・温室効果ガス排出量65%低減の効果が得られることが実証研究の成果として確認でき、導入ガイドライン（案）が策定されました。平成30年度は「クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システム」をテーマとして、ICTを活用した効率的な下水道の施設管理について実証研究を行い、今後導入ガイドライン（案）として取りまとめる予定です。

また、令和元年度耐震事業の管更生工法において、関西地方初として次世代型SPR工法「SPR-NX工法」を施工しました（写真－5）。新規開発の小型製管機などの導入により、施工中の流入阻害の最小化のみならず、支保工レスによる大幅な工期短縮を実現するなど、省力化や安



写真－4 平成25・30年度B-DASHのフィールドとなった池田市下水処理場



写真－5 SPR-NX工法の現場

全対策の観点で従来技術と一線を画す工法となっています。

6. おわりに

今後も、激甚化する災害への備えを推進しなくてはなりません。平成21年4月の上下水道部創設以降、上下水道ビジョンや上下水道部BCP（地震編）、アセットマネジメント導入戦略、広報戦略、経営戦略を、「上水道」と「下水道」の垣根を越えた職員が「自ら」議論を重ね作成してきました。それらは、上下水道部職員のバイブルになっています。

今年で創部12年目になりますが、「自助・共助・公助」のもと、職員そして市民の方々と災害対応力を高め、「自分たちのまちは自分たちでまもる」取組みを推進していくことが重要だと考えています。



備前市水道事業の取り組み

岡山県／備前市／建設部／水道課長 杉本成彦



1. はじめに

備前市は、岡山県南東部に位置し、総面積の80%が山林で、平野部は極めて少なく、集落が各地に分散して形成されている面積258.14km²、人口34,003人（令和2年3月31日）のまちです。南部に瀬戸内海国立公園の中央に位置する日生諸島を擁し、西端に岡山県三大河川の一つ吉井川が流れ、東部は兵庫県赤穂市、上郡町、西部は岡山市、和気町、瀬戸内市、北部は美作市に接しています。

平成17年3月22日に備前市、日生町、吉永町が合併して新しい備前市が誕生したことで、備前市水道事業は平成17年3月の市町村合併と同時に、東備水道企業団と吉永町水道事業が統合し誕生しました。



図-1 備前市位置図

2. 備前市の水道事業の概要

水源は、岡山県三大河川のひとつとされる吉井川とその支流に依存しており、吉井川の地下水及び伏流水、支流である金剛川の地下水や八塔寺川の表流水を取水しています。

浄水場は3か所あり、全体の9割の水量を受け持つ坂根浄水場では、8本の浅井戸から取水して19,400m³/日の浄水処理を行い、市民へ水道水を供給しています。

しかしながら、当市の水道施設は、高度経済成長期に急速に整備され、今後は更新のピークを迎えることから、以下のような課題を抱えています。

- (1) 社会の要請として、エネルギーの効率化と事業活動に伴う環境負荷を低減する取組が必要となったこと。
- (2) 老朽化が進行した水道施設の更新と今後が発生が予想される異常気象による洪水への備えが必要であること。
- (3) 団塊の世代の退職により職員数が減少して、事業運営に必要な技術を継続した継承が必要であること。
- (4) 少子高齢化による人口減少社会の到来と節水意識の高まりにより、水需要が低迷していることから、給水収益の減少に伴い運営基盤の強化が必要であること。

これらの課題から、次のような取り組みを実施してきました。

3. 備前市の気候変動を踏まえた対策

(1) 温室効果ガスの削減について

坂根浄水場は、吉井川の下流域に位置しており、標高の低い位置で取水して、標高の高い地域へ送配水するため数多くのポンプを使用しています。当市の水道事業で使用する電力量は、全体の87%が送配水の過程で使用していることから、エネルギーの効率化が重要となってきました。

省エネ法では、異なるエネルギーを比べる物差しとして原油換算エネルギー使用量があり、発熱量と原油換算係数(0.0258kL/GJ)を乗じることで原油換算エネルギー使用量(kL)を求めることが規定されています。そして、省エネ法施行規則第4条関連として、原油は38.2GJ/kL、A重油は39.1GJ/kLなど種類ごとの発熱量と、昼間電力は9,970kJ/kWh、夜間電力は9,280kJ/kWhと規定されています。つまり、1kWhの電力量を昼間から夜間に置き換えることで約7%の原油換算エネルギー使用量を削減したことになります。

また、夜間の電力料金は、電力会社の料金メニューによって昼間より電力料金が安く設定されていることか

ら、動力費などのランニングコストを抑制することで温室効果ガスの削減にも貢献できます。

最も使用電力の多いピーク時の使用電力を削減し、電力の使用量そのものを低減させる取り組みで電力の需要を平準化するためピークカットを行いました。この方法は、最大需要電力の低減によって、電気の基本料金が安価になり、ランニングコストを低減できるという大きなメリットがあります。

これを実行するため、取水量から配水量までを調査分析することで、ポンプの能力と費用対効果の検証を進め、高効率のポンプを活用することでダウンサイジングし、電力使用量の改善を行いました。

また、電力の使用量そのものを低減させるピークカットや配水量の多い時間帯から、電力の使用量が少ない夜間の時間帯にシフトさせるなど、使用電力を平準化させる方法も採用しました。

具体的には、揚水発電のように夜間の需要の少ない時間帯に有効容量の大きな配水池へ水をくみ上げておき、一般的に最も電力を使用する昼間の時間帯に、送水ポンプの運転を抑制することで、最大需要電力を低く抑えながら夜間の時間帯を活用するように送水ポンプを台数制御することでピークシフトにつなげる方法です。

この運転実績から、坂根浄水場では平成25年度は使用電力量2,916,900kWhのうち夜間電力量1,617,936kWhで、夜間率55.5%でしたが、平成30年度には使用電力量2,888,688kWhのうち夜間電力量が1,885,320kWhで、夜間率64.3%とピークシフトが進みました。

(2) 水道施設における再生可能エネルギー導入について

再生可能エネルギーの導入拡大や未利用エネルギーの活用による環境負荷の低減のため、小水力発電としてマイクロ水力発電の導入を考え、調査、計画、設計、工事監督、運用方法、効果検証までを実施しました。

市域の約8割が山林で平坦地が少なく点在しており、水道水の安定供給のため、加圧ポンプ施設から高台の配



写真-1 小水力発電の施工状況

水池に送水して、自然流下により配水を行っています。そのため、配水管に水車を設置するとエネルギー回収のため給水圧力が低下します。また、配水量の変化は発電量に比例するため、安定給水とエネルギー効率の確保が課題となりました。

管路システムと中央監視の配水量データを基に、多くの流量が確保できる配水本管を調査対象として絞り込みました。次に、発電に適した流量と落差を把握するための動水圧の調査結果から、受水槽の流入管で発生する圧力損失を活用することに着目しました。受水槽では発電によって流入水圧が低下しても、流入水をポンプの送水量に合わせることで、ポンプの運転と配水池の運用で配水調整が可能であることから、運用上の問題は発生しないと判断しました。次に、候補地の検討では、①210m³/hの流量と50mの落差から出力が18kW、②300m³/hの流量と40mの落差から出力が20kW、この2か所の諸元と発電時間を考慮したうえで、2台のインライン水車を直列に配置することで、小さな設置スペースでも多くの発電量が期待できる①案を採用することとしました。

これにより、得られたエネルギーは当初計画を上回る12万kWhの電力量であり、約68tの温室効果ガス削減に貢献しました。また、導入検討に収集したデータは、更なる未利用エネルギーを活用するための大きな資産となりました。

4. DBO方式の導入による浄水場及び加圧ポンプ場整備事業

老朽化が進む坂根浄水場と三石第一加圧ポンプ場の更新整備に加えて、クリプトスポリジウム等への対策強化のため、坂根浄水場に紫外線処理施設を導入するとともに、運営する水道施設等（小規模水道）の運転管理を一つの事業として発注しました。本事業はPFI法（Private Finance Initiative：民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律）の趣旨に準じたDBO（Design Build Operate：設計、建設、運転管理一括発注）方式を採用した事業です。

事業名は、坂根浄水場及び三石第一加圧ポンプ場整備事業で、内容は坂根浄水場及び三石第一加圧ポンプ場の設計・建設及び、両機場を加えた市内の全水道施設等の運転管理を行うものです。

事業期間は令和2年3月～令和8年3月（【設計・建設期間】令和2年3月～令和5年6月、【運転管理期間】令和2年4月～令和8年3月）であり、施設能力は計画浄水量：19,400m³/日（坂根浄水場）、計画最大送水量：7,400m³/日（三石第一加圧ポンプ場）であり、契約金額は約30億円（税込）となっています。

特に、以下の洪水への備えの提案が高く評価されました。



写真－2 坂根浄水場の状況

①自家発電設備

坂根浄水場の自家発電設備は、停電時に計画給水量の施設運転が可能な設備容量とし、燃料タンクは48時間分を確保します。最重要施設の坂根浄水場では十分な設備容量の自家発電設備と燃料を準備することにより、停電が長期化した場合でも、浄水処理の継続が可能となります。

②施設整備の視点からの浸水対策

坂根浄水場の管理等は計画降雨時の浸水を想定して1階に防水区画を設け、送水ポンプ室と次亜室を配置し、受電設備、自家発電設備、監視室、紫外線室などの電気設備関連諸室は2階に配置します。1階に防水区画の設置、2階に電気設備を配置することにより、浸水時にも浄水・送水機能を維持することが可能となります。

③洪水時の給水能力

計画降雨による浸水発生時において、浄水施設機能を確保するために、管理等の防水区画のほか取水井（3号井、4号井）と浄水池を耐水化します。計画降雨の浸水深を想定して対策を実施することで段階ごとの被害を最小限に留め、浸水発生時においても計画給水量の約5割を確保することができ、浄水場の早期復旧が期待できます。

5. おわりに

DBO手法の導入については、水道事業の先進事例を参考にして市場調査を行いました。また、今回の事業で、学識経験者2名、他の水道事業体職員1名、市職員2名あわせて5名で事業者選定審議会を設置し、5回の審議を行っています。

事業の概要から、事業手法、発注方式の検討、要求水準、評価基準の検討、実施方針、募集要項などを作成しました。

参加表明及びプロポーザル参加資格書の提出期間に4グループから参加表明がありました。最後の審議会で、2グループから最終的な提案を受け、最優秀提案者を選定しました。

最優秀提案者として決定したグループの優れた点を紹介すると、施設整備については、施設配置と機械・電気設備の配置計画が適切で、かつ随所に災害への対策として具体的な提案がありました。さらに、その他の事項についても、地域経済及び地域活動への貢献が期待できる提案と、さらに事業継承をサポートすることになっていた点です。

そして、距離の離れた2つの工事を1つの事業にまとめ、さらには市全域の小規模水道も含めた水道施設等の運転管理まで組み合わせたDBO事業は、これまで国内に前例がないものであると思われます。しかしながら、現在活用可能な方法を用いて、我々のニーズを形にしたものがこの事業方式であり、市の事業の効率化に大きく寄与するものと考えています。

最後に、今後の持続と成長が可能な次世代の水道を構築していく中で、SDGsの「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」の達成を目指して事業を推進していきたいと考えています。



事例報告 気候変動を踏まえた上下水道事業のあり方 熊本市下水道事業の取り組み

～ 熊本地震での経験と教訓を活かしつつ、
さらに「実践的で実効的な下水道 BCP」へ～

熊本県／熊本市／上下水道局／
維持管理部／管路維持課／課長

藤本 仁



1. はじめに

熊本市は、まちの中心部にそびえる勇壮な熊本城、清らかな地下水と豊かな緑、良質な農水産物など歴史文化と自然の恵みにあふれたまちです。

特に、阿蘇西麓で育まれた地下水で上水道の全てを賄っており、この良質な地下水を保存するための取り組みは、国際的にも高い評価を得ている「日本一の地下水都市」であります。

そのような本市に平成28年4月、わが国観測史上初めての2度にわたる震度7クラスの大地震や4,300回を超える余震が発生、避難者数は熊本市内だけで最大11万人にも達し、熊本市のシンボルである熊本城も壊滅的な被害(写真-1)を受けました。



写真-1 熊本城の被災状況(天守閣)

上水道においては、本震後、市内全約32万6千戸が断水するなど上水道施設も甚大な被害を受けました。

一方、下水道においては、管路全延長2,566km(平成27年度末時点)のうち47.4kmにおいて、管路破損や管のたわみによる滞水等の被害が確認されました。また、マンホール隆起や道路陥没といった被害も多数生じました。特に、震源地に近い東部処理区沼山津地区や活断層に沿った城南処理区・富合処理区において被害が集中して発生しました。(図-1)

下水道施設では5つの浄化センター全てにおいて被害が生じましたが、速やかな応急復旧に取り組んだことに

■ 下水道管路の被害状況

区分		単位	被害状況
管路	被災延長	km	47.4
	マンホール隆起	箇所	87
	道路陥没	箇所	618

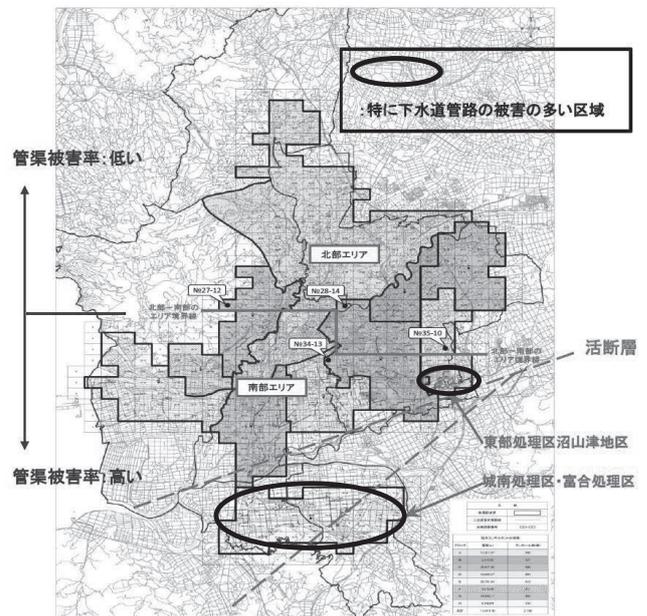


図-1 下水道管路の被害状況

より、各浄化センターとも揚水機能・水処理機能が停止するまでには至りませんでした。

そこで熊本市上下水道局(以下、「当局」という。)では、平成29年6月、上下水道事業の復旧復興への考え方を示すとともに、取り組むべき主要施策や具体的な取り組みを体系的にまとめた「熊本市上下水道事業震災復旧復興計画」を策定し、4年間で震災復旧復興事業を着実に推進しました。

下水道全体の被害額は約78億円に上りましたが、令和元年度中に全て災害復旧工事を終えたところでありす。

今回、熊本地震での経験と教訓を活かし、どのように熊本市下水道業務継続計画(以下、「下水道BCP」という。)を見直したのか、また、気候変動を踏まえ、どのように取り組んでいくのかをご紹介します。

2. 熊本市下水道BCP【地震編】—初版—の策定

当局が下水道BCPを策定するきっかけとなったのは、平成23年3月11日に発生した東日本大震災です。

平成24年当時、私は担当主査として下水道総合地震対策計画の立案と併せて下水道BCPを検討する立場でした。また、災害時支援大都市連絡会議の熊本市幹事でもありました。

策定にあたっては、平成24年3月に策定された「下水道BCP策定マニュアル～第2版～（地震・津波編）（以下、「国マニュアル第2版」という。）」を参照しながら、また、下水道災害時における大都市間の連絡・連携に関するルール（以下、「大都市ルール」という。）を踏まえて担当と一緒に取り纏めていきました。

国マニュアル第2版に沿って、業務範囲、対応拠点、対応体制及び指揮命令系統を定め、非常時対応計画、事前対策計画及び訓練・維持改善計画を立てていきました。

工夫した点は、災害時支援大都市連絡会議での大都市間情報連絡訓練をヒントに、あらかじめ市域を20に分け、支援の際、各都市にどこを受け持っていただくかを担当割したこと、また、台帳システムがダウンしても管路調査が円滑にできるよう、各エリアにA1サイズ製本を2冊ずつ準備したことでした。

時間を要してしまいましたが、平成26年12月、下水道BCP【地震編】—初版—を策定することができました。

策定当時は振り返ってみると、下水道BCPに携わっていた私でさえ、「熊本に大地震が起こることはまずないだろう」と思っていましたし、ほとんどの下水道業務に従事する職員も同じ気持ちだったと思います。

3. 熊本地震で浮き彫りとなった課題

熊本地震が発生した平成28年4月、私は総務部門へ異動したばかりでした。私自身、上下水道局連絡調整（議会・広報）担当という立場上、直接、下水道BCPに基づいて行動していませんでした。

当局の水道部門では水道BCPを策定しておらず、局災害対策マニュアルの中で災害発生直後における応急対策や職員の具体的な行動を定め、速やかな災害復旧に取り組むこととしていましたが、うまく機能しませんでした。

水道、下水道とも想定以上の被害規模であったこともあり、全国からの支援都市等を受け入れる体制が確立できていなかったことが一番の課題でした。

当時、受援体制が構築されていなかったことから、それぞれの部門の職員が市民からの電話応対に追われたことで、支援都市を受け入れる受援体制の整備に手が回らなかったこと、また、応急給水、漏水調査、漏水修理、下水道管路調査といった支援都市の受け入れをそれぞれの部署で行ったことがその最たる例でした。支援都市の人

数は、ピーク時に1日700～800人に及び、宿泊先や滞在拠点、会議スペース、駐車場等の調整が難航しました。

2つ目の課題は、下水道における受援の拠点施設と位置づけていた東部浄化センターが、本市の災害対策本部において東区の物資拠点となるなど下水道BCPで当初想定していなかったことが次々と起こったことでした。

また、水道の管路復旧を優先したため、管路応急復旧班の指揮命令系統がうまく機能せず、班対策部すらない状態であったため、情報収集・集約に苦勞し、市民の苦情等への対応が遅くなったことが3つ目の課題でした。

4. 熊本市下水道BCP【地震・津波編】—第2版—の策定

当局では、災害発生時のリソースの制約状況下において下水道機能の早期回復を目指し、前提となる被害想定、非常時対応計画の発動と運用、非常時優先業務の選定と実施体制、事前対策計画、中長期的な取り組み等の必要な措置を取りまとめ、平成31年1月、熊本市下水道BCP【地震・津波編】—第2版—（以下、「下水道BCP第2版」という。）を策定しました。

前回、含めていなかった津波を位置付けるとともに、熊本地震の経験と教訓を活かした内容へ変更しました。

主な変更点は3つであります。

(1) 対応体制・指揮命令系統を明確に

熊本地震では、下水道BCPに基づいた体制が早期に整わず、適切に機能しなかったことを受けて、前回より詳しく下水道部門の誰がどのような役割を果たすのか、図（図-2）や表で明確に示しました。

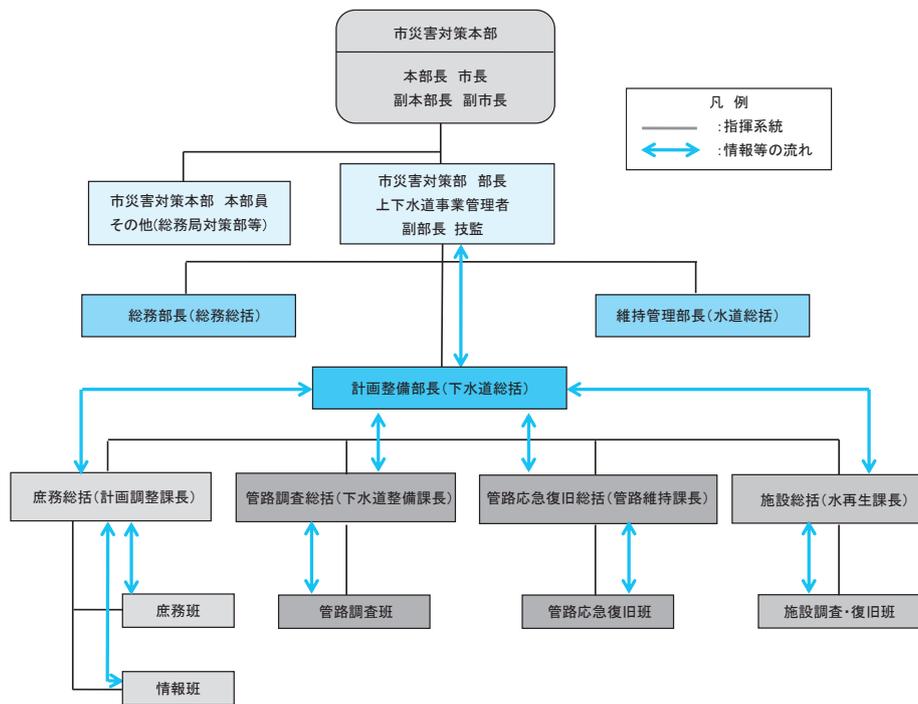
(2) 下水道対策本部と各班などの対応拠点を明確に

熊本地震では、水道復旧を優先にしたことや下水道の受援拠点が急遽変更になったことなどを受けて、災害直後における下水道対策本部などの対応拠点を上下水道局施設のどこで行うのか、図で明確にしました。

(3) 下水道関係団体からの協力や支援を明確に

熊本地震では、下水道管路調査や災害査定資料作成支援業務などについて、下水道関係団体と協定を締結し、協力や支援を頂いたことを受けて、どの団体へ依頼し必要な人員を確保するのか、表で明確にしました。

当局では、下水道BCP第2版の策定を契機に、下水道が代替の利かないライフラインであることを改めて認識し、災害時に継続的な市民への下水道サービスを実現させるための手順書として定着化を図るとともに、平時における災害への危機意識を持続させ、災害時対応力の向上を目指すこととしました。



図－2 熊本市下水道BCPの指揮系統図

5. 下水道BCP策定マニュアル2019年版へ改訂

近年の猛烈な豪雨や台風による大規模水害が多発し、平成30年7月豪雨では下水処理場などの下水道施設も被災するなど市民生活に多大な影響を及ぼしています。

また、平成30年北海道胆振東部地震や令和元年台風19号では、ブラックアウトや広域長期停電が発生し、直接的な被害がなかった地域や施設においても、下水道施設の浸水被害に対する対応や、電力、燃料等の長期的、広域的な供給停止に対する対応など新たな課題が露呈しました。

国では、令和2年4月、「下水道BCP策定マニュアル2019年版（地震・津波、水害編）へ改訂し、従来の視点から地方公共団体全体で取り組む自治体BCP策定と連携し、さらに実行性の高い下水道BCPへの改善を求めています。また、「気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会」の議論を踏まえて通知された、「下水道の施設浸水対策の推進について」（令和2年5月21日付け国水下水道第13号）などにあるとおり、令和2年度中に施設浸水対策を含むBCPの見直しを行うよう求めています。

6. さらに「実践的で実効的な下水道BCP」へ

そこで当局では、令和2年度中に見直しを行い、熊本市下水道BCP【地震・津波、水害編】—第3版—（以下、「下水道BCP第3版」という。）を策定する予定です。

下水道BCP第3版では、浸水時や広域・長期停電時に



写真－2 ロールプレイング形式訓練風景

おける燃料供給体制として、発災後72時間の業務継続が可能となるように努めることや速やかな応急復旧対応を図るための資機材の配備などの必要な措置を講じるとともに、令和2年1月、本市と公益財団法人日本下水道新技術機構が行った「熊本市下水道BCP訓練に関する共同研究」でのロールプレイング形式訓練（写真－2）を通じて得られた課題を踏まえ、当局職員がより理解しやすく、行動しやすい内容に修正することとしています。

当局は、市民の生活に欠かすことのできないライフライン事業者として、令和2年3月に策定した当局水道BCPと連携しながら、令和2年度の改訂後も訓練を踏まえたPDCAサイクルによる継続的な下水道BCPの見直しを行い、さらに「実践的で実効的な下水道BCP」へとブラッシュアップし続けてまいります。