産官学の共働研究による総合的な消毒副生成物対策の取組み

豊田市上下水道局
○能見　友貴、松下　里美、小宮山　正造、春日部　直樹、伊藤 卓晃

1　はじめに

当市は平成１７年の市町村合併を契機として、従来の上水道事業区域に加え、旧簡易水道事業区域にも浄水場が存在している。このうち、中山間地の表流水を水道水源地とする複数の浄水場では、夏季や降雨時の消毒副生成物の濃度上昇が課題であり、解決に向けた各種対策に取り組んでいる。

従来、当市が水質改善や浄水場の課題解決に取り組む際は、浄水プラントに精通したコンサルタント会社等への調査・設計委託といったハード面の対策が主流であった。今回、水質課題をソフト面から解決する新たな手法として、官学連携による原水水質に着目した共働研究[1)]や民間企業による管網解析を活用した実証実験など、産官学による消毒副生成物の低減化対策について検討したので報告する。

2　消毒副生成物上昇の要因と現状の対応

（１）降雨による高濁度原水の発生と取水管理

市内の一部浄水場では、夏季の降雨時に給水末端で消毒副生成物の濃度が上昇する傾向が見られる。これは、図１に示すように、降雨時に発生する高濁度原水に高濃度の有機物が含まれており、消毒副生成物発生のリスクを高めることが分かっている[2)]。このような浄水場では、原水濁度を指標とした取水管理を行い、高濃度有機物の浄水場内への流入を防ぐ対策を講じている。しかし、降雨が数日間続く場合、有機物濃度が十分に低下する前に次の降雨が発生し、濁度が一時的に下がっても、水中の有機物濃度は上昇し続けることがあるため、原水濁度のみを指標とした取水管理では、消毒副生成物の生成を十分に抑えることは難しい。



図１　降雨時の取水口の様子

（２）配水過程における消毒副生成物の濃度上昇と低減化対策

市内の一部配水区域では、人口分布の影響により配水管網内の滞留時間が数日間に及ぶと言われている。消毒副生成物は配水過程で有機物が塩素と反応することで生成されるため、このような地域では、降雨後に取水された原水の塩素接触時間が長くなるほど、消毒副生成物の濃度が上昇するリスクが高くなる[3)]。このため、配水管網内の低減化対策として放水（以下「ドレン」という。）を行い、滞留時間の短縮を図っている。しかし、配水管網内のどの地点で消毒副生成物が高濃度に達しているかを特定することは困難であり、暫定的な対処として管末地点

でのドレインによる対応が続いている。

3　課題解決のための産官学連携

（1）官学連携の契機

コンサルタント会社等への調査･設計委託では､主流な対策が提案される一方､契約期間等の制約により、当市の実情に即した十分な検証がなされない事例もあった。加えて、浄水処理の変更などハード面の対策は高額な費用を要する場合が多く、施設数の多い当市では、予算上の制約から複数施設で同時に設備対策を行うことが困難であった。

これらの課題を踏まえ、コンサルタント会社に限らず広く有識者の意見を取り入れることとし、当市と市内大学等との包括連携協定を活用して、上下水道事業に精通する豊田工業高等専門学校（以下「高専」という。）に意見を求めた。さらに､市内大学等が行政課題に対して提案を行い､共働によって課題解決を図る「大学・高専発 研究提案」制度に基づき、高専から課題解決に向けた研究計画の提案がなされたことで、計画に沿った長期的な調査及び検証が可能となった。

（2）産官学共働研究への拡大

官学連携のもと、令和４年度から高専とともに、主に原水及び浄水工程水の水質に着目した共働研究に取り組んできたが、配水管網内で生成した消毒副生成物の低減化対策も重要な課題として認識されている。そこで、この課題を解決するため、令和６年度には、共働研究に株式会社ジオプラン・ナムテック（以下「ジオプラン」という。）との管網解析を中心とした実証実験を加える協定を締結し、主に配水過程における消毒副生成物の生成予測と発生時の対策効率化を目指した。

4　産官学連携による総合的な消毒副生成物対策の検討

（1）共働研究における３者の役割

図２に、３者の役割と研究手順のイメージを示す。まず、原水水質に関する調

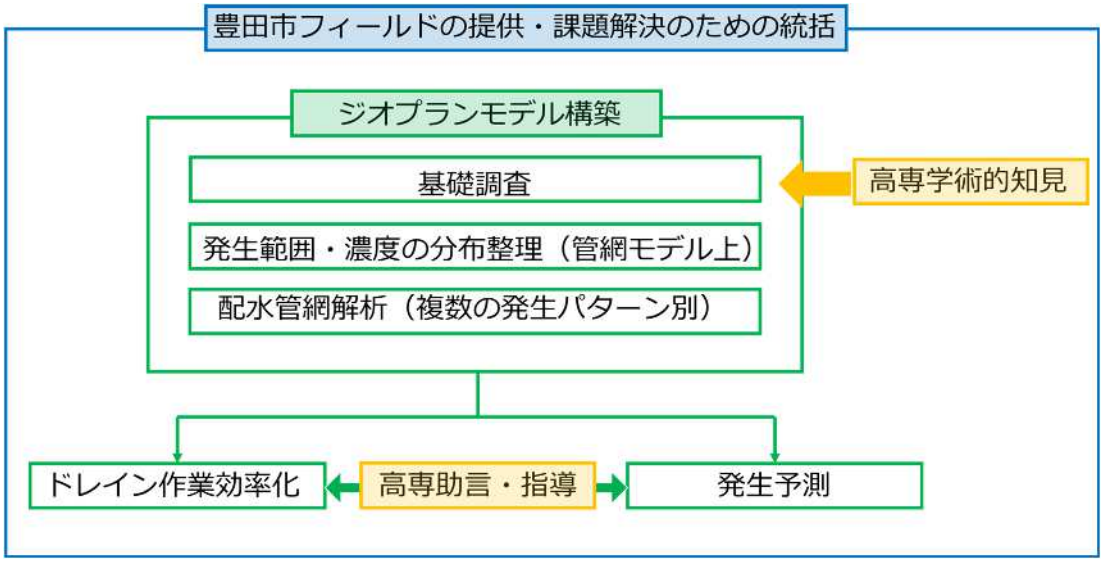

図２　３者による共働研究の役割及びフロー図

査として、当市と高専が共働で採水及び分析を行い、得られたデータを高専が総合的に解析・考察を行った。さらに、配水過程における研究を進めるに当たり、汎用ＧＩＳ及びジオプラン独自の管路管理システムを用いて、当市の管路台帳データ及び水道台帳データを基に管網解析システムのモデルを構築した。本モデルに当市の年間配水量データ、水圧データ、調定水量などを反映させ、管網解析を実施した。当市は情報提供及び研究の統括を担い、ジオプランはドレン作業の効率化に関する検討及び消毒副生成物の発生予測を担当し、高専は学術的立場からの助言、指導を随時行う。また、当市から提供されたデータの中には、高専との共働研究により集積された原水水質データ、原水及び工程水の消毒副生成物の生成能に関するデータも含まれている。

（２）消毒副生成物の発生予測と対策の構築

過去の水道水質データから、消毒副生成物の濃度上昇に影響する因子を統計学的に導き出し、特に天候、気温、水温など容易に取得可能な情報から、消毒副生成物が高濃度となる条件の検討を行った。これにより、消毒副生成物の発生が事前に予測可能となり、取水停止の管理や配水池運用への活用が期待される。今後は、官学連携による取水工程での消毒副生成物発生アラートに加え、産官連携による配水工程での発生アラートも設定し、図３に示すように複数段階で消毒副生成物の生成を抑制する仕組みの構築を目指していく。

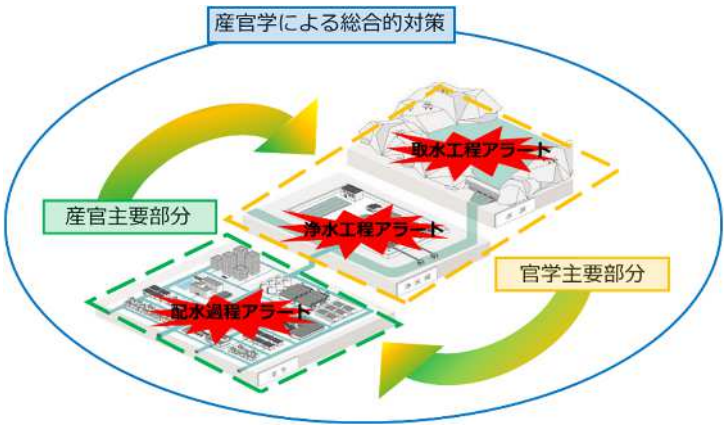

図３　取水・浄水・配水工程での対策検討イメージ

５　おわりに

当市では、高専及び民間企業との共働研究により、民間企業への委託とは異なる長期的な調査・データ収集・解析が可能となった。共働研究では、当市が保有する情報をもとに、高専の学術的知見により原水の性質を明らかにし、さらにジオプランの管網解析技術を複合的に活用することで、実地情報・学術的知見・企業技術が相互に作用する成果が期待される。今後も３者それぞれの知識と技術を一層利活用しながら研究を推進し、課題の解決に向けた取組みを継続していく。

【参考文献】

1）松下　里美　他、令和５年度水道研究発表会講演集、762-763、2023
2）松本　嘉孝　他、日本陸水学会東海支部会第 27 回研究発表会、11、2025
3）江端　一徳　他、第 58 回日本水環境学会年会、3-F-10-4、2024