小規模浄水場における設備投資によらない産官学連携水質管理の確立

１．背景

当市に位置する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上昇が課題となっている。課題解決の手法として、浄水処理施設等への設備投資ではなく、取水管理や配水過程での低減化対策を目的として、令和６年度から産官学による消毒副生成物の低減化対策に関する共働研究に取り組んできた。本研究では、限られた人的資源や物的資源を効率的に用いる新たな水質管理手法の構築を目指し、現在までの研究過程と今後の展望について報告する。

２．課題と目指す解決方法の姿

（１） 設備投資による解決手法の課題

水質課題の解決手法としては、活性炭処理施設等の高度浄水処理設備の導入が考えられる。しかしながら、これらの施設は導入費用に加え、維持管理に多大なコストを要する。一方、当市において消毒副生成物対策が必要な浄水場はいずれも配水世帯数が数十～数百世帯規模の小規模浄水場である。このため、浄水場能力に対してランニングコストの負担が大きく、設備導入の大きな障害となっている。

また、消毒副生成物の高濃度化は定期採水時の水質検査によって初めて確認されるため、年間を通じた発生傾向や潜在的リスクを十分に把握することは困難である。仮に高濃度化事象が一時的または限定的なものであった場合、新たな浄水処理施設の導入は過剰投資となる可能性があり、将来的な水道事業経営を圧迫する要因となり得る。そのため、設備導入にあたっては慎重な判断が求められる。

（２） 水道事業における人的資源活用の課題

当市における高濃度消毒副生成物対策は、主として取水管理および排水作業による滞留水の入替対応を中心として実施している。対策対象となる浄水場は 9 機場に及び、発生状況や各浄水場の特性に応じて個別対応が必要となることから、過去の対応記録が十分に蓄積されていない事例も多い。その結果、現場対応は口頭伝承や担当職員の経験に依存している状況にある。しかし、熟練職員の異動や退職に伴い、過去の知見を活用した適切な対応を継続することは、今後さらに困難になることが懸念される。したがって、属人的な対応に依存しない対策手法を構築し、継続的かつ統一的に運用可能な体制を整備することは、限られた人的資源を有効活用する観点からも重要である。

（３） 産官学連携による課題解決のための手法

本研究の特徴は、「産官学連携」により課題解決を図る点にある。具体的には、原水水質の特性把握および消毒副生成物濃度上昇メカニズムの科学的解明を担う「学」の視点、水質特性と管網特性を既存技術によって総合的に活用する「産」の視点、並びに現地フィールドの提供と実証を担う「官」の視点を組み合わせた研究体制を構築している。

本研究では、これらの連携体制を活用し、①消毒副生成物の高濃度化を事前に予測し発生を最小限に抑制する未然防止、②高濃度化発生時における迅速かつ適切な対応手法の選択、③対応手法の標準化に向けた判断基準の確立、の３点を主な目的としている。今年度は、これら各手法の有効性について実証的検討を行った。

３．各手法の取組み内容と期待される効果

（１） 高濃度化の事前予測と未然防止

高濃度化の予測には、原水濁度等の既存水質測定器や総雨量、気温等の公開データから容易に取得可能な項目を活用している。これにより、取水口や浄水場出口における水質検査を行うことなく、消毒副生成物の発生傾向を簡易的に予測することが可能となる。また、年間を通じて、どの程度、高濃度化が発生しているのかを把握し、潜在的リスクの実態把握につなげることを目的としている。現在は、予測値から高濃度化の可能性が確認された場合に実際の採水および水質検査を実施し、予測式の精度検証を行っている。併せて、予測値と実測値との比較検討を進めるとともに、予測式の精度向上のため、

追加データの収集を実施している。

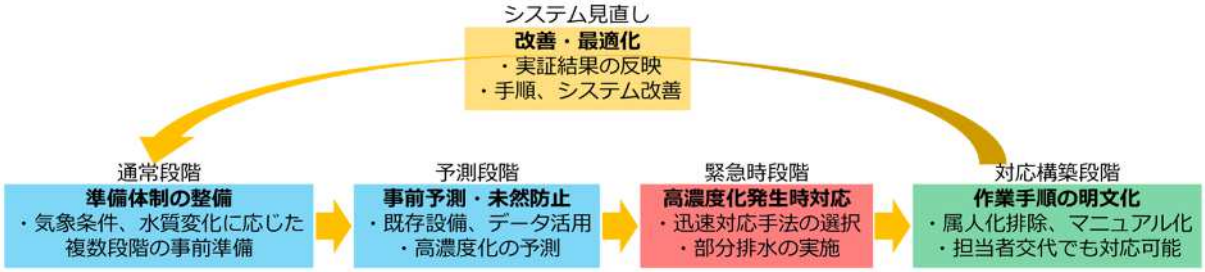
（２） 排水作業内容の検討と方法選択

産官学連携による研究成果の一つとして、消毒副生成物が塩素接触後に高濃度化するまでの時間、及び高濃度水が配水管網内を移動する時間を明らかにした[2)]。従来、当市では末端排水によって管網内の水を全面的に入れ替える対応を経験的に実施してきた。しかし、高濃度化までの時間と高濃度水の到達時間を把握したことで、水道施設を拠点とした部分排水を選択的に実施することが可能となった。

現在職員が計算シートへ各種条件を入力し、複数の排水パターンを比較できる仕組みとして整備を進めている。排水作業に複数の選択肢を持たせることで、消毒副生成物濃度の早期低減と高濃度範囲の拡大防止を両立できることが期待される。

（３） 複数段階における準備体制と現場作業の明文化

高濃度化の未然防止および発生時の早期収束には、水質管理のみならず、水運用の観点を含めた総合的な対応が必要である。当市では、消毒副生成物の高濃度化が降雨時および高気温時に発生しやすい傾向を確認している[3)]。このため、気象条件や原水水質の変化に応じて複数の準備段階を設定し、それぞれの段階に応じた水質管理および水運用条件を判断する実証を進めている。さらに、判断条件および対応行動の明文化に取り組むとともに、水道施設において実施されている各種作業内容をマニュアルへ反映することで、作業員交代による影響を最小限に抑えることを目指している。これにより、担当職員の異動や世代交代が生じた場合においても、継続的かつ安定した水質管理体制の確立を図る。



図－１　水質管理体制と手順確立のイメージ図

４．おわりに

浄水設備の更新や追加は、安全・安心な水道水の安定的な供給に必要である。しかし、人口減少や水道料金の見直しなど、さまざまな経営課題が存在する中で、設備投資にかかる多大なコストは水道事業の健全な運営に制約をもたらす場合がある。

本研究では、容易に入手可能なデータ・条件を活用した未然防止、高濃度化発生時の迅速な対応手法の選択、及び長期にわたり水道施設で実施されてきた作業内容の明文化を通じ、設備投資に限らない新たな水質管理手法の確立を目指した。

今年度の実証実験を通じて得られた知見は、現行手順やシステムの改善に反映され、実践的な水質管理の精度向上につながる。今後は、これらの成果を基盤として、新たな水質管理手法をさらに体系化・最適化し、安定した水道水供給を持続可能な形で実現することを目指す。

【参考文献】

1）松下　里美　他，令和 7 年度全国会議（水道研究発表会）講演集、760-761、2025
2）江端　一徳　他、第 58 回日本水環境学会年会、3-F-10-4、2024
3）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