（8-11）中山間地の浄水場におけるトリクロロ酢酸（TCAA）の低減化に向けた検討

○小宮山正造（豊田市上下水道局）　春日部直樹（豊田市上下水道局）
伊藤　卓晃（豊田市上下水道局）　江端　一徳（豊田工業高等専門学校）
松本　嘉孝（豊田工業高等専門学校）

１．はじめに

豊田市の水道事業は、平成 17 年の市町村合併を契機に順次、旧町村の簡易水道事業を統合し、広大な給水区域を有している。本市の中山間地に位置する一部の浄水場では、夏季に消毒副生成物であるトリクロロ酢酸（以下「TCAA」と言う。）の濃度が上昇する水質課題を抱えている。今回検討した A 浄水場の浄水処理フローは、図１に示すように緩速ろ過であり、令和６年度配水量は平均 141m³/日の小規模浄水場である。対策として主に管末放水や配水池の半池運用等で浄水の滞留時間の短縮や取水管理（ピークカット）による低減化を行ってきたが、降雨時に TCAA の濃度が特に上昇する [1]ため、効果は必ずしも十分でなかった。また、浄水場の管理状況を確認したところ、当該浄水場では PAC による凝集処理設備が備わっているが、ろ過池閉塞 [2]が懸念されるため、TCAA の原因物質であるフミン質が多くなる降雨時 [3]には十分に稼働ができていない。そのため、降雨時に凝集処理が適切に行われれば、TCAA を低減できる可能性があるのではないかと考えた。本研究では、配水過程で TCAA が増大することを考慮し、経時的な変化について検討を行った。また、市内の地域や水源が異なる浄水場についても調査を行った。



図１　A 浄水場の浄水処理フロー

２．調査内容

A 浄水場において、原水及びろ過水を採水した。PAC 注入率を変化させてジャーテストを行い、TCAA 生成能試験は、水温 25℃、次亜塩素酸ナトリウム溶液による塩素反応時間 24 時間後、96 時間後（4 日後）、168 時間後（7 日後）に残留塩素が 1～2mg/L の条件で行った。
また、他に３か所の浄水場でも同様の実験条件でジャーテストを行い、生成能を測定した。

３．調査結果

（１）ろ過水色度と TCAA 生成能の関係

TCAA は、色度成分のフミン質と消毒剤の塩素が反応して生成すると言われている [2]。そこで、本調査では、A 浄水場のろ過水色度と TCAA 生成能の関係を求めた。ろ過水色度と TCAA 生成能の相関関係について、塩素反応時間 24 時間後、96 時間後の結果を図２に示す。いずれも良好な直線関係が得られ、色度と TCAA の関係性から生成予測式を求めることができた。

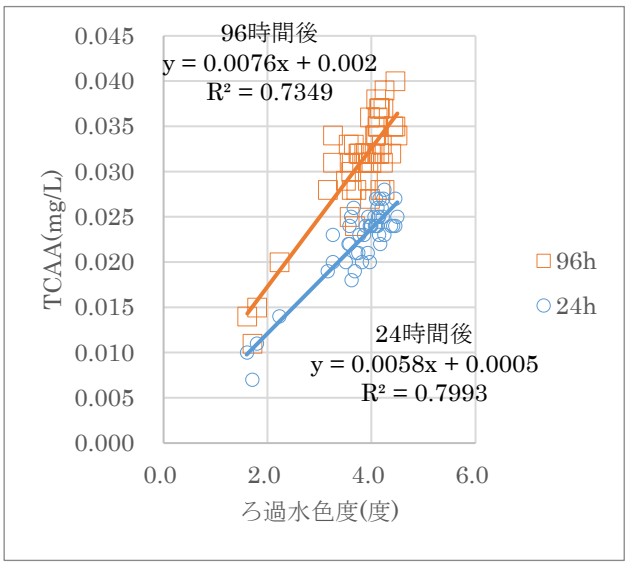

図２　ろ過水色度と TCAA 生成能の相関関係

（２）PAC 注入率が TCAA 生成に与える影響

A 浄水場の原水に PAC 注入率を変えてジャーテストをした際の TCAA 生成能の変化を確認した。図３は、PAC 注入率を変更した際の塩素反応時間と TCAA の関係を表す。給水末端までの到達を想定して、最大 168 時間後までの TCAA を測定して経時変化を確認した。塩素反応時間 24 時間後と 96 時間後の TCAA 濃度を比較すると増大している。これは、塩素反応時間が長くなるにつれて、TCAA 生成量が増加するためである。また、96 時間後と 168 時間後の TCAA 生成能を比較すると、生成能の変化はほとんど見られなかった。すなわち、今回の結果からは、TCAA 生成能は塩素反応後、配水過程において４日間程度

は増大するが、その後はあまり上昇しないことから平衡に達すると見込まれる。図４は、塩素反応時間ごとの PAC 注入率と TCAA 生成能の関係を示したものである。PAC 注入率の増加に伴い、ジャーテスト後の試料水色度は低減する。また、TCAA 生成能も低減し、40ppm 以上では 168 時間後においても基準値を満たした。このことから、浄水処理において、色度を低減することにより、TCAA の低減が可能になると考えられる。一方、PAC 注入率にかかわらず、TCAA 生成能比率（96 時間後／24 時間後）は、約 1.5～約 2 倍でおおよそ一定であり（図５）、PAC 処理後の TCAA 前駆体濃度に依存しないと考えられる。また、時間経過に伴い一定の割合で TCAA 生成能が増加するため、配水の滞留解消などの運用も必要であると思われる。

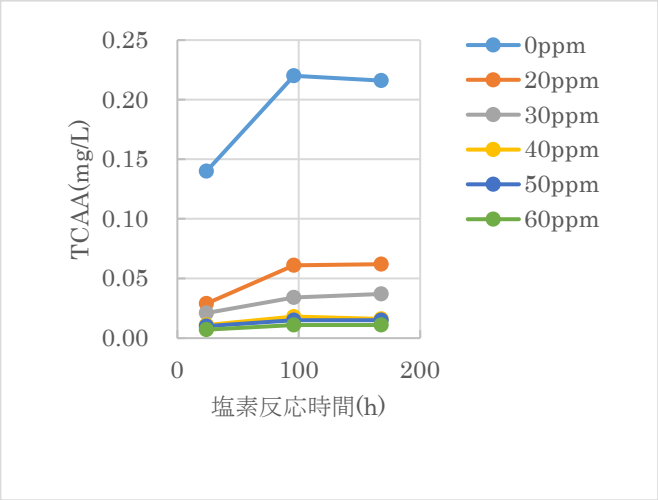

図３　塩素反応時間と TCAA 生成能の関係

（３）その他の機場における TCAA 低減化の検討

本市では、他にも中山間地に多くの浄水場が存在する。PAC 注入による低減効果は地域や水源が異なる浄水場においても適用できるのではないかと考え、他の３つの浄水場で同様に PAC 注入率を変えてジャーテストを行い、TCAA 生成能を測定した。いずれも PAC 注入率増加に伴う TCAA 低減効果を確認した。

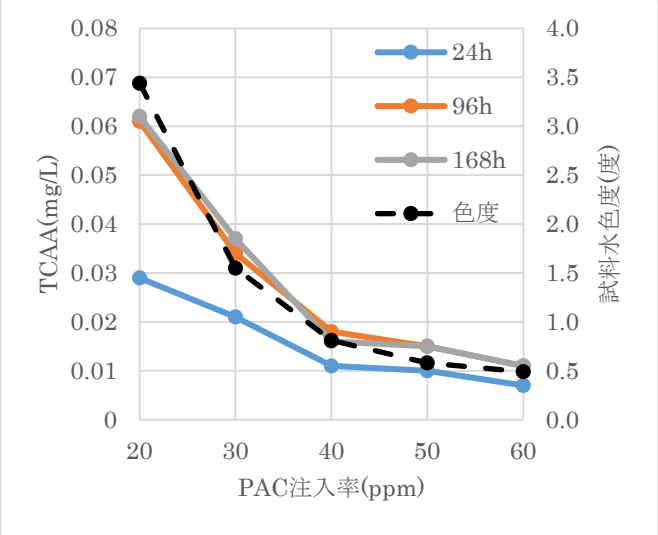

図４　PAC 注入率と TCAA 生成能、試料水色度の関係

４．まとめ

消毒副生成物のハロ酢酸が水質課題である A 浄水場において、ろ過水色度と TCAA 生成能の関係を明らかにした。また、PAC 注入率の増加による色度及び TCAA の低減効果を確認するとともに、配水過程を踏まえた経時的な変化を調査した。当該浄水場とは地域や水源が異なる浄水場においても同様に低減効果を確認した。今後は、浄水場において PAC による実証実験を行い、実機場における TCAA 低減効果を検証していく予定である。

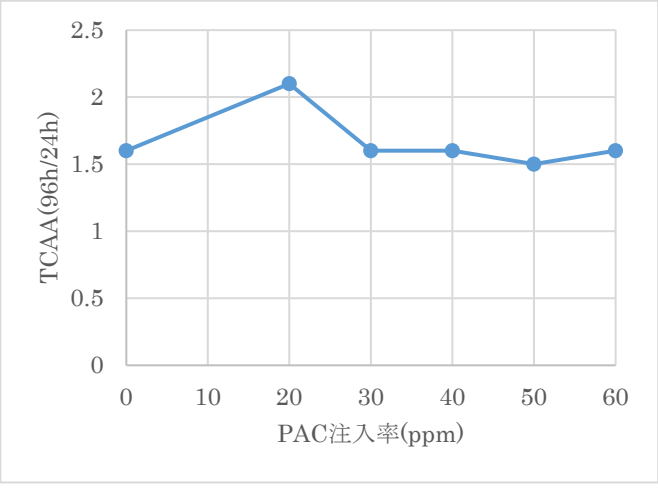

図５　PAC 注入率と TCAA 生成能(96h／24h)の関係

【参考文献】

１）松本義孝, 江端一徳, 小宮山正造, 春日部直樹（2025）中山間地域における水道中消毒副生成物について, 日本陸水学会東海支部第２７回研究発表会要旨

２）（一社）名古屋環未来研究所，緩速ろ過−基本整理と課題対応−(2016 年版), p. 82−83

３）(一社)名古屋環未来研究所, 緩速ろ過−基本整理と課題対応−（2016 年版）, p. 112