

## < 研修報告 >

### 令和5年度研究課程

## 浄水処理工程におけるハロ酢酸類の生成実態と対応策に関する研究

岸本由紀子

## A study on haloacetic acids formation and its control measures in drinking water treatment process

KISHIMOTO Yukiko

### Abstract

The formation potentials of haloacetic acids (HAAs) in raw water and the behavior of HAAs in process waters and finished water were investigated during the high turbidity of raw water associated with typhoons and heavy rains and normal turbidity conditions. During the high turbidity conditions, the HAA formation potentials increased with an increase in total organic carbon. In case of high turbidity levels of raw water, the concentrations of HAAs, particularly dichloroacetic acid (DCAA) and trichloroacetic acid (TCAA), in process water and finished water were higher due to prechlorination. The decrease of removal rate of the DCAA formation potentials in the coagulation and sedimentation processes by prechlorination was greater than those of TCAA. For both substances, the removal rates of their formation potentials were lower for the longer prechlorination time, and the percentage of reduction was about the same level. In the high turbidity levels of raw water, the removal rate of the HAA formation potentials by the coagulation and sedimentation processes was high, but the formation potentials after prechlorination significantly increased from normal turbidity levels.

**keywords:** disinfection by-products, haloacetic acids, formation potentials of haloacetic acids, heavy rains, coagulation and sedimentation

### I. 目的

消毒副生成物は、消毒剤である塩素と水中に存在する有機物が反応することにより生成し、その生成量は有機物の量、消毒剤注入量、接触時間、水温等により左右される。近年、台風に伴う大雨や豪雨によって原水が高濁度になった際、水道水中に消毒副生成物の一種であるハロ酢酸類（HAA）が高濃度で検出される事例が注目されている。しかしながら大雨や豪雨時における消毒副生成物前駆物質や消毒副生成物の挙動についての報告は限られている。また、消毒副生成物低減化方法の検討においては、浄水処理工程における凝集沈澱処理が消毒副生成物前駆物質の除去に有効であることは知られている。しかし、凝集沈澱処理の前に注入される塩素（前塩素）は消毒副生成物の生成を増加させるが、凝集沈澱処理と塩素添加の条件がどの程度消毒副生成物前駆物質の除去に影響しているかまでは評価されていない。

本研究では、神奈川県企業庁寒川浄水場を対象に、台

風に伴う大雨や豪雨時の原水のHAA生成能やHAAの浄水プロセスでの挙動について評価した。同浄水場は、前塩素処理、中間塩素処理、後塩素処理を行っている急速砂ろ過方式の浄水場である。また、豪雨時の原水を用いて、凝集沈澱処理によるHAA前駆物質の除去に伴うHAA生成の低減に与える前塩素処理の影響について評価した。

### II. 方法

#### 1. 台風に伴う大雨や豪雨時の挙動調査

台風に伴う大雨や豪雨等発生時の寒川浄水場において原水の濁度変化に伴い試料を採取し、一般水質項目及びHAA、HAA生成能を測定した。対象試料は、原水、工程水（沈澱池出口水、砂ろ過水）、浄水とした。HAA生成能試験は、塩素反応時間24時間後の残留塩素濃度が1～2 mg/L（一部の試料は0.8 mg/L）、pH値が7、水温が20℃の条件で行った。

指導教官：小坂浩司、三浦尚之（生活環境研究部）

2. 塩素処理適用時の凝集沈澱処理

1. において採取した高濁度時原水及び平常時原水を用いて、凝集沈澱処理によるHAA生成低減へ前塩素処理時間の影響について検討した。前塩素処理時間は、実際の浄水処理を想定して設定（凝集剤注入と同時に、1, 30, 60分）し、対照として凝集沈澱処理のみの実験も行った。対象試料の原水に、各々の条件で塩素及び凝集剤を添加後攪拌し、その上澄水に対して、HAA生成量（HAA生成能）を測定した。

III. 結果及び考察

1. 台風に伴う大雨や豪雨時の挙動調査

1-1. 原水の測定結果

各原水の濁度とHAA生成能の推移を図1に示す。濁度の高低に対応してTOCとHAA生成能の値が変動しており、HAAの前駆物質となる有機物量が変動していたためHAA生成能も変動したと考えられた。いずれも原水の濁度が最も高い場合にTOC及びHAA生成能が最大となったが、濁度上昇時の方が濁度低下時よりもTOCの値が高く、それに伴いHAA生成能も濁度上昇時の方が高いことがわかった。また、原水中のHAA生成能はジクロロ酢酸（DCAA）及びトリクロロ酢酸（TCAA）の寄与が大きく、台風や豪雨による高濁度時にはDCAA及びTCAAのHAA生成能が大きく上昇することがわかった。

1-2. 工程水及び浄水の測定結果

平常時と高濁度時において各工程水及び浄水の濁度及びTOCの値に大きな変化は見られなかったが、高濁度時のHAA濃度は平常時と比較して上昇し、浄水のDCAA、TCAAの濃度は最大 10 µg/L程度まで増加した。高濁度時は塩素注入率の上昇、原水TOCの上昇によりHAA濃度が上昇したと考えられる。高濁度時の原水水質の変化は、HAAの種類など工程水及び浄水の水質に影響を与えることが明らかとなった。

2. 塩素処理適用時の凝集沈澱処理

高濁度時原水を用いて、凝集沈澱処理によるHAA生成能の低減に与える前塩素処理の反応時間の影響を検討した結果を図2に示す。凝集沈澱処理によりDCAAとTCAAの生成能はそれぞれ最大 95%、96%低下し、それぞれの生成能の値は平常時と同程度となった。前塩素処理を行った場合、両物質とも原水の生成能の除去率は、凝集沈澱処理のみに比べて低下したが、除去率は平常時に比べて高かった。また、除去率の低下の程度はDCAAの方が大きかった。高濁度時と平常時で前塩素処理後の凝集沈澱水の生成能を比較すると、TCAAの方が高く、特に濁度上昇期で顕著であった。これは、原水の

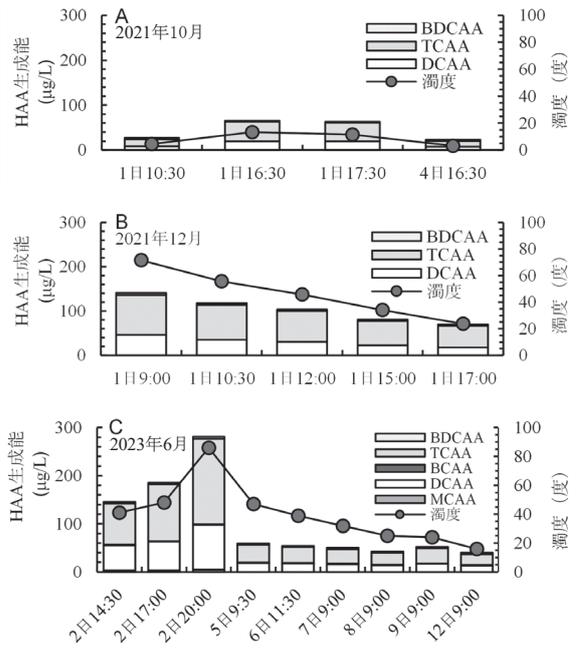


図1 高濁度時の濁度とHAA生成能の推移

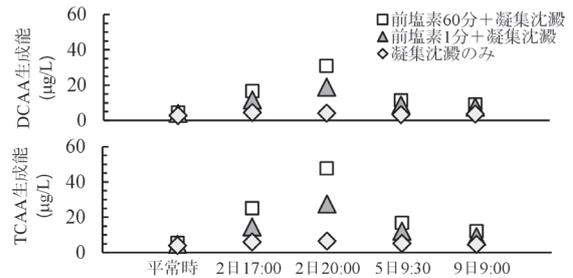


図2 高濁度時の原水を用いた凝集沈澱処理によるHAA生成能結果

生成能がTCAAの方が高かったためと考えられた。前塩素処理時間が1分と60分の凝集沈澱水の生成能の値を比較すると、DCAAとTCAAのいずれも60分の方が大きく、TCAAの方が差が大きかったが、除去率ではDCAAとTCAAで同程度であった。

IV. まとめ

台風に伴う大雨や豪雨による高濁度時の原水及び工程水のHAA生成実態調査を行い、高濁度時の原水水質はHAA生成能の値や工程水の水質に影響を及ぼすことが分かった。また、凝集沈澱処理実験から、前塩素処理の条件を検討することで生成抑制が可能であることが示された。