

④高度浄水処理の効果(通常処理との比)

A浄水場の砂ろ過水と粒状活性炭処理を経た浄水について、採水直後と24時間後のハロ酢酸濃度を比較したところ、砂ろ過水では各物質とも24時間後には採水直後の2~4倍に増加していたのに対し、浄水では粒状活性炭処理によってハロ酢酸及びその前駆物質や反応中間体が効果的に除去されていた。

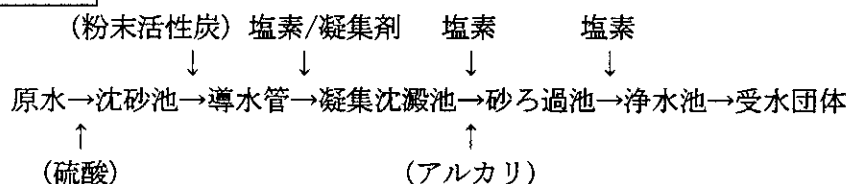
A浄水場における粒状活性炭処理の効果

物質名	砂ろ過池		浄水		備考
	採水直後	24時間後	採水直後	24時間後	
クロ酢酸	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	7) 試料 A浄水場 砂ろ過水及び浄水 (粒状活性炭処理) 1) 実験条件 500ml ねじ口瓶 に採水後、20℃の 恒温槽で24時間 保存
ブromo酢酸	0.002	0.008	<0.001	0.003	
ジクロ酢酸	0.006	0.016	<0.001	0.003	
トリクロ酢酸	0.006	0.015	0.001	0.003	
ブromoクロ酢酸	0.006	0.015	<0.001	0.003	
ブromoジクロ酢酸	0.009	0.026	0.001	0.004	
ジブromo酢酸	0.005	0.010	<0.001	0.005	
ジブromoクロ酢酸	0.007	0.014	<0.001	0.002	
トリブromo酢酸	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	

5.2 北千葉広域水道企業団

①処理フロー

C浄水場



②ハロ酢酸生成能の実態

原水のジクロロ酢酸生成能は 0.19～0.011mg/l、トリクロロ酢酸生成能は 0.13～0.007mg/l の範囲で変動した。最高値が検出されたのは平成 11 年 7 月であり、この時は河川の増水によって原水濁度が 137 度と高い試料であった。また、ジクロロ酢酸及びトリクロロ酢酸生成能は、紫外線吸光度(260nm)と KMnO_4 消費量と正の相関関係が見られた。

C浄水場原水におけるハロ酢酸生成能

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	—	—	—	—	7) 試料 C浄水場原水 1) 測定日 11年4月～12年2月 (月1回:12年12月除く) 2) 生成条件 20℃、pH7、24時間
ブromo酢酸	—	—	—	—	
ジクロ酢酸	0.19	0.011	0.042	22	
トリクロ酢酸	0.13	0.007	0.031	22	
ブromoクロ酢酸	—	—	—	—	
ブromoジクロ酢酸	—	—	—	—	
ジブromo酢酸	—	—	—	—	
ジブromoクロ酢酸	—	—	—	—	
トリブromo酢酸	—	—	—	—	

③送水時の濃度

C浄水場浄水で検出されたのはジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸であり、他のハロ酢酸類については平成 11 年夏期以降定性的に監視したが検出されなかった。ジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸の最高値が検出されたのは平成 10 年 11 月であったが、原水及び浄水の水質からは原因を推定することはできなかった。

C浄水場浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	—	—	—	—	7) 試料 C浄水場浄水 1) 測定日 10年4月～12年2月
ブromo酢酸	—	—	—	—	
ジクロ酢酸	0.007	<0.001	0.002	23	
トリクロ酢酸	0.012	<0.001	0.002	23	
ブromoクロ酢酸	—	—	—	—	
ブromoジクロ酢酸	—	—	—	—	
ジブromo酢酸	—	—	—	—	
ジブromoクロ酢酸	—	—	—	—	
トリブromo酢酸	—	—	—	—	

③送水過程における濃度

受水団体の給水栓で平成 11 年夏期にハロ酢酸類 9 物質を調査したところ、主にジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブromokloro酢酸が検出され、9 物質合計の総ハロ酢酸に対してこれら物質でおよそ 7 割を占めていた。また、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、クロロホルムの間には正の相関関係が見られた。

なお、C 浄水場から給水栓までの正確な到達時間は明らかでないが、およそ 4 日程度と思われる。

C 浄水場系送水過程におけるハロ酢酸濃度

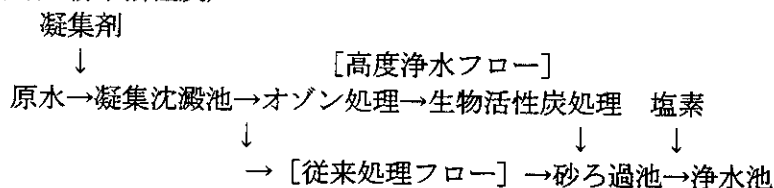
物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	0.001	<0.001	<0.001	17	ア) 試料 C 浄水場系受水団体給水栓 イ) 測定日 11 年 6 月～9 月
ブrom酢酸	0.002	<0.001	<0.001	17	
ジクロ酢酸	0.015	0.005	0.010	17	
トリクロ酢酸	0.013	0.003	0.007	17	
ブromokloro酢酸	0.008	0.005	0.006	15	
ブromジクロ酢酸	0.005	0.002	0.003	15	
ジブrom酢酸	0.005	0.001	0.003	17	
ジブromokloro酢酸	0.003	0.001	0.002	15	
トリブrom酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	15	

5.3 東京都水道局

①処理フロー

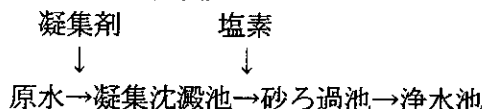
D・E浄水場

(塩素・粉末活性炭)



F・G・H・I浄水場

(塩素・粉末活性炭)



②送水時の濃度

ジクロロ酢酸及びトリクロロ酢酸は水温の高い5月と8月に高くなった。最高値は8月のH及びI浄水場で0.009mg/lが検出され、指針値の45%程度であった。同様にF浄水場でも5月と8月に0.008mg/lと高い値になった。この他のハロ酢酸ではブromokloro酢酸、ジブromopro酢酸が検出されたが、クロロ酢酸、ブromopro酢酸、ブromojikloro酢酸、ジブromokloro酢酸、トリブromopro酢酸は定量下限値以下であった。

D～I浄水場浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	0.000	0.000	0.000	24	7) 試料 D～I浄水場浄水 (各4回測定) 1) 測定日 11年5月、8月、11月 及び12年2月
ブromopro酢酸	0.000	0.000	0.000	24	
ジクロ酢酸	0.009	0.000	0.004	24	
トリクロ酢酸	0.009	0.000	0.004	24	
ブromokloro酢酸	0.004	0.000	0.002	24	
ブromojikloro酢酸	0.000	0.000	0.000	24	
ジブromopro酢酸	0.002	0.000	0.000	24	
ジブromokloro酢酸	0.000	0.000	0.000	24	
トリブromopro酢酸	0.000	0.000	0.000	24	

③送水過程における濃度

33個所の給水栓について、年7回測定を行ったところ、7月に4地点でジクロロ酢酸が指針値の70%を超え、最高値は0.016mg/l(指針値の80%)であった。これらの地点ではF系浄水の混合割合が68%以上であり、この他にもF系浄水が混合している給水栓でジクロロ酢酸の濃度が比較的高かった。全給水栓の6割以上で指針値の10%を超えていた。また、昨年の最高値は8月の0.016mg/lであり、今年度と同等の値であった。

トリクロロ酢酸の最高値は7月に検出され、ジクロロ酢酸と同様の傾向を示した。この他のハロ酢酸であるブromokloro酢酸、ジブromopro酢酸、ブromopro酢酸は低い値であった。また、2月に測定したブromojikloro酢酸等3物質はすべて定量下限値以下であった。

これらの結果を総合すると、ハロ酢酸類の比較的高い配水系統はF及びG系であった。

送水過程におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	0.000	0.000	0.000	231	7) 試料 給水栓 33 箇所 1) 測定日 11 年 5 月、6 月、7 月、 8 月、9 月、11 月及び 12 年 2 月
ブロ酢酸	0.000	0.000	0.000	231	
ジクロ酢酸	0.016	0.000	0.006	231	
トリクロ酢酸	0.019	0.000	0.006	231	
ブブロ酢酸	0.005	0.000	0.003	231	
ブロジクロ酢酸	0.000	0.000	0.000	33	
ジブブロ酢酸	0.004	0.000	0.001	231	
ジブブロ酢酸	0.000	0.000	0.000	33	
トリブブロ酢酸	0.000	0.000	0.000	33	

④高度浄水処理の効果(通常処理との比)

D及びE浄水場では一部高度処理を導入しているため、高度処理によるハロ酢酸生成能の除去効果を調べた。なお、調査当日は両浄水場とも通常処理系には5~10ppmの粉末活性炭が注入されていた。

D浄水場では、生物活性炭処理でジクロ酢酸生成能はほとんど除去された。一方、E浄水場のジクロ酢酸生成能の推移を対原水除去率で見ると、沈澱水で60%、オゾン処理では45%となった。これはオゾンによって高分子有機物が低分子化して、塩素との反応性が増したことが除去率の減少につながったものと推測したが、生物活性炭処理で75%まで除去率が増加した。なお、砂ろ過を経た高度ろ過水では、ほぼ100%除去された。トリクロ酢酸生成能の挙動も、ジクロ酢酸の場合と同じ挙動を示し、高度処理で100%除去できた。

一方、通常処理におけるろ過水のジクロ酢酸の濃度は、E浄水場では24時間後もそれほど増加しなかったが、D浄水場ではほぼ2倍となった。

以上の結果から、オゾン-生物活性炭処理による高度処理はハロ酢酸類の除去に有効であった。

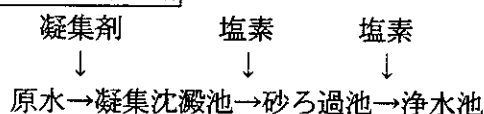
D浄水場及びE浄水場における高度処理の効果

	ジクロ酢酸生成能		トリクロ酢酸生成能		備考
	D浄水場	E浄水場	D浄水場	E浄水場	
原水	0.012	0.020	0.021	0.032	7) 採水 D浄水場(6/21) E浄水場(6/14) 1) 実験条件 20℃、24時間後 通常ろ過水の() 内は塩素接触時間
沈澱水	0.006	0.008	0.008	0.012	
オゾン処理水	0.004	0.011	0.004	0.018	
生物活性炭	0.000	0.005	0.000	0.009	
高度ろ過水	0.001	0.000	0.000	0.000	
通常ろ過水(5)	0.004	0.010	0.004	0.011	
通常ろ過水(24)	0.007	0.011	0.005	0.012	

5.4 横浜市水道局

①処理フロー

J・K・L浄水場



②送水時の濃度

浄水で検出されたのはジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブromokloro酢酸、ブromojikloro酢酸、ジブromo酢酸の5種類であった。このうち、ブromojikloro酢酸、ジブromo酢酸は水温の低い(平均9.9℃)1月の調査で検出された。

C浄水場浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.0048	<0.0048	<0.0048	12	ア) 試料 J・K・L浄水場浄水 イ) 測定日 11年10月、12年1月
ブrom酢酸	<0.0015	<0.0015	<0.0015	12	
ジクロ酢酸	0.0037	<0.0021	<0.0021	12	
トリクロ酢酸	0.0043	<0.0013	0.0018	12	
ブromokloro酢酸	0.0016	<0.0008	<0.0008	12	
ブromojikloro酢酸	0.0017	<0.0016	<0.0016	12	
ジブrom酢酸	0.0005	<0.0003	<0.0003	12	
ジブromokloro酢酸	<0.0058	<0.0058	<0.0058	12	
トリブrom酢酸	<0.0061	<0.0061	<0.0061	12	

③送水過程における濃度

市内給水栓でハロ酢酸類9物質を調査したところ、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブromokloro酢酸、クロロ酢酸、ジブromo酢酸、ブromojikloro酢酸が検出された。特に、11年10月の調査では給水栓からクロロ酢酸が特異的に検出されたが、原因は不明である。また、1月にジブromo酢酸、ブromojikloro酢酸が検出されたが、低水温のため分解あるいは反応が進まず残存したことも考えられたが詳細は検討中である。

市内送水過程におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	0.0074	<0.0048	<0.0048		ア) 試料 市内給水栓11個所 イ) 測定日 11年10月、12年1月
ブrom酢酸	<0.0015	<0.0015	<0.0015	17	
ジクロ酢酸	0.0041	<0.0021	<0.0021	17	
トリクロ酢酸	0.0049	<0.0013	0.0026	17	
ブromokloro酢酸	0.0017	<0.0008	<0.0008	15	
ブromojikloro酢酸	<0.0016	<0.0016	<0.0016	15	
ジブrom酢酸	0.0005	<0.0003	<0.0003	17	
ジブromokloro酢酸	<0.0058	<0.0058	<0.0058	15	
トリブrom酢酸	<0.0061	<0.0061	<0.0061	15	

送水過程におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.01	<0.01	<0.01	5	ア) 試料 送水幹線 13 箇所 イ) 測定日 11 年 10 月、11 月、12 月、12 年 1 月及び 2 月
ブロ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	5	
ジクロ酢酸	0.001	<0.001	<0.001	5	
トリクロ酢酸	0.001	<0.001	<0.001	5	
ブromoクロ酢酸	0.002	0.001	0.001	1	
ブromoジクロ酢酸	<0.01	<0.01	<0.01	5	
ジブromo酢酸	0.002	<0.001	<0.001	5	
ジブromoクロ酢酸	<0.02	<0.02	<0.02	5	
トリブromo酢酸	<0.06	<0.06	<0.06	5	

⑤高度浄水処理の効果(通常処理との比較)

ア)従来处理

平成 6 年から 9 年にかけて送水系でジクロロ酢酸を 440 回測定したところ、(新)指針値 0.02mg/l を超過したのは 39 回あり、そのほとんどが水温の高い夏期に集中していた。

イ)高度浄水処理以後

高度浄水処理稼働後 1 年 7 ヶ月経過した 12 年 1 月時点で、ジクロロ酢酸は最大でも 0.002mg/l であり、極めて低濃度で推移している。

⑥その他

ジクロロ酢酸の低減化手法について

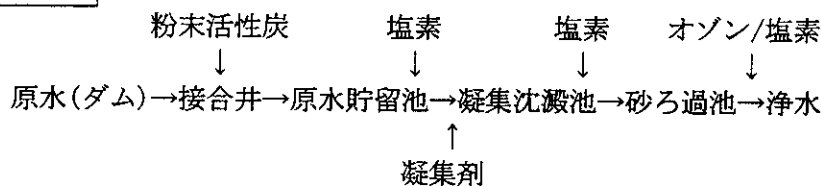
従来处理(前塩素併用)を採用していた時期における M 浄水場原水のジクロロ酢酸生成能の平均値は 0.022mg/l(平成 5 年から 9 年、20 回試験)、浄水のそれは 0.017mg/l であった。除去率は 23% であり、THM の約 65% に比較して約 1/3 程度である。前塩素を併用した従来处理ではジクロロ酢酸は低減が難しい成分である。

上記の期間での沈澱処理水の生成能の平均は 0.011mg/l(前塩素併用なし)であり、原水に対する除去率は 50% であった。ジクロロ酢酸の低減化には前記したようにオゾン・GAC 処理が極めて有効であるが、上記した沈澱過程での除去性は中間塩素処理においても低減が期待できることを示している。浄水のジクロロ酢酸濃度が高く、指針値を超過するような事業体にあつては、当面は中間塩素処理により対応する方法が考えられる。

5.6 奈良県水道局

①処理フロー

N浄水場



②ハロ酢酸生成能の実態

高度浄水処理実験プラントで取得している原水のハロ酢酸生成能を測定したところ、クロロ酢酸、プロモ酢酸、トリプロモ酢酸については生成能が認められなかったが、他のハロ酢酸類については生成能を有することが分かった。この中で、トリクロロ酢酸の生成能が最も高かった。

N浄水場原水におけるハロ酢酸生成能

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.01	<0.01	<0.01	30	ア) 試料 N浄水場原水 イ) 測定日 10年1月～11年12月
プロ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	30	
ジクロ酢酸	0.042	0.008	0.016	30	
トリクロ酢酸	0.074	0.013	0.026	30	
プロモクロ酢酸	0.004	0.002	0.003	30	
プロモジクロ酢酸	0.007	0.003	0.005	30	
ジプロ酢酸	0.0008	<0.0005	<0.0005	30	
ジプロモクロ酢酸	0.0007	<0.0005	<0.0005	30	
トリプロ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	30	

③送水時の濃度

N浄水場浄水で検出されたのはジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、プロモクロロ酢酸、プロモジクロロ酢酸、ジプロモ酢酸、ジプロモクロロ酢酸であり、他のハロ酢酸類については検出されなかった。

浄水ではジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸が各々40%、プロモクロロ酢酸、プロモジクロロ酢酸が共に10%近くを占め、2臭素化物であるジプロモ酢酸、ジプロモクロロ酢酸は各1%程度と微量成分であり、臭素化されたものほど生成濃度が低下する傾向があった。

N浄水場浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.01	<0.01	<0.01	40	ア) 試料 N浄水場浄水 イ) 測定日 11年4月～12年1月
プロ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	40	
ジクロ酢酸	0.020	0.005	0.009	40	
トリクロ酢酸	0.016	0.005	0.009	40	
プロモクロ酢酸	0.004	0.001	0.002	40	
プロモジクロ酢酸	0.004	0.001	0.002	40	
ジプロ酢酸	0.0005	<0.0005	<0.0005	40	
ジプロモクロ酢酸	0.0006	<0.0005	<0.0005	40	
トリプロ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	40	

④送水過程における濃度

到達時間 3 日間の給水末端でハロ酢酸類 9 物質を調査したところ、クロロ酢酸、プロモ酢酸、トリプロモ酢酸を除く 6 物質が検出された。

ジクロロ酢酸については 8 月から 0.02mg/l に達し、9 月 13 日～10 月 6 日までクロロホルム対策として平均 8ppm の粉末活性炭処理を行った期間を除き、11 月上旬まで指針値を超過した。粉末活性炭処理によるジクロロ酢酸除去効果は、給水末端で 0.025mg/l から 0.020mg/l と低減することができ、ほぼ指針値以下に達成できた。しかし、活性炭注入中においても一時的な濁水流入時には 0.024mg/l まで上昇した。

浄水から末端までのジクロロ酢酸増加率は平均 160%であった。

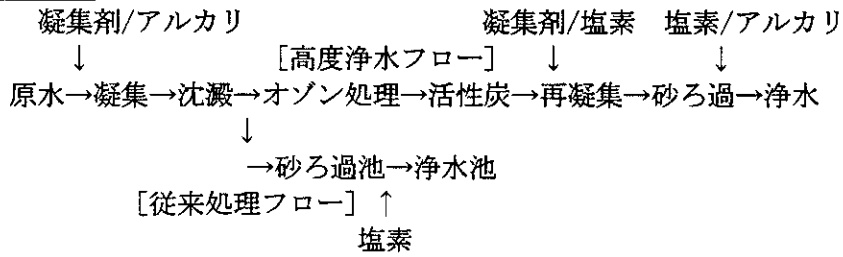
N浄水場系送水過程におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.01	<0.01	<0.01	19	ア) 試料 N浄水場系給水栓 イ) 測定日 11年4月～12年1月
プロモ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	19	
ジクロ酢酸	0.031	0.007	0.016	19	
トリクロ酢酸	0.025	0.008	0.016	19	
プロモクロ酢酸	0.005	0.003	0.004	19	
プロモジクロ酢酸	0.006	0.003	0.004	19	
ジプロモ酢酸	0.0006	<0.0005	<0.0005	19	
ジプロモクロ酢酸	0.0008	<0.0005	<0.0005	19	
トリプロモ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	19	

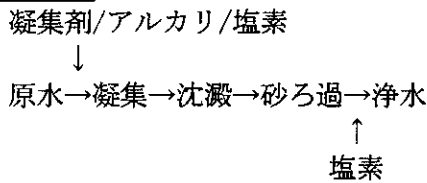
5.7 阪神水道企業団

①処理フロー

○浄水場



P浄水場



②ハロ酢酸生成能の実態

原水(河川表流水)のハロ酢酸生成能を測定するとともに、ジャーテストを用いた凝集剤注入率増加による生成能除去効果を調べたところ、ジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸生成能の処理性は、pH による差は認められなかったものの、凝集剤注入率の増加に伴う処理性の向上がわずかながら認められた。

○浄水場原水におけるハロ酢酸生成能

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.005	—	—	1	ア) 試料 P浄水場原水 イ) 測定日 11年8月 ウ) 生成条件 20°C、pH7、24時間
ブロモ酢酸	<0.005	—	—	1	
ジクロ酢酸	0.020	—	—	1	
トリクロ酢酸	0.041	—	—	1	
ブロモクロ酢酸	0.003	—	—	1	
ブロモジクロ酢酸	<0.010	—	—	1	
ジブロモ酢酸	<0.001	—	—	1	
ジブロモクロ酢酸	<0.030	—	—	1	
トリブロモ酢酸	<0.050	—	—	1	

③送水時の濃度

○浄水場とP浄水場における通常処理浄水から検出されたのはジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブロモクロロ酢酸であり、他のハロ酢酸類については定量下限値以下であった。ただし、クロロ酢酸とブロモ酢酸については定量下限値以下ではあるものの若干の生成が認められた。

通常処理浄水では、生成されたハロ酢酸は総トリハロメタンについて高く、その総和はトリハロメタンと同程度か超える濃度となったが、今回の調査では USEPA で示された飲料水中のハロ酢酸の基準値 0.06mg/l を超えることはなかった。

○浄水場及びP浄水場通常処理浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	8	7) 試料 ○浄水場及びP浄水場通常処理浄水 1) 測定日 11年6月～12年2月
ブロ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	8	
ジクロ酢酸	0.012	0.004	0.007	8	
トリクロ酢酸	0.011	0.005	0.008	8	
ブロモクロ酢酸	0.005	0.001	0.002	8	
ブロモジクロ酢酸	<0.010	<0.010	<0.010	8	
ジブロモ酢酸	0.001	<0.001	<0.001	8	
ジブロモクロ酢酸	<0.030	<0.030	<0.030	8	
トリブロモ酢酸	<0.050	<0.050	<0.050	8	

④高度浄水処理の効果(通常処理との比較)

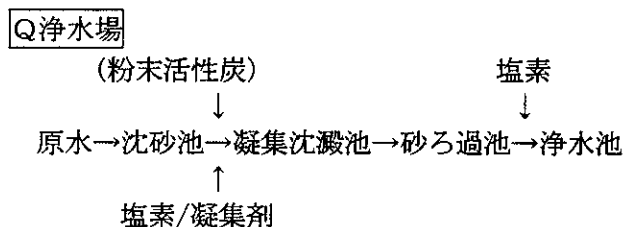
○浄水場における高度処理浄水と通常処理浄水の水質を、平成11年6月、7月、10月、12年2月の4回について比較したところ、両方式ともジクロ酢酸、トリクロ酢酸、ブロモジクロ酢酸の生成が認められたが、高度処理においては定量下限値程度の値であり通常処理に比べ良好に処理されていた。

○浄水場高度処理浄水と通常処理浄水のハロ酢酸濃度

物質名	高度処理浄水			通常処理浄水			回数
	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	
クロ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	4
ブロ酢酸	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	4
ジクロ酢酸	0.002	<0.001	0.001	0.010	0.004	0.007	4
トリクロ酢酸	0.001	<0.001	<0.001	0.009	0.005	0.007	4
ブロモクロ酢酸	0.001	<0.001	0.001	0.003	0.001	0.002	4
ブロモジクロ酢酸	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	4
ジブロモ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	4
ジブロモクロ酢酸	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	4
トリブロモ酢酸	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	4

5.8 福岡県南広域水道企業団

①処理フロー



②送水時の濃度

Q浄水場浄水で検出されたのはジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブromokloro酢酸、ブromozikloro酢酸、ジブrom酢酸、ジブromokloro酢酸の6物質であり、他のハロ酢酸類は検出されなかった。

C浄水場浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	7	ア) 試料 Q浄水場浄水 イ) 測定日 11年7月～12年1月
ブrom酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	7	
ジクロ酢酸	0.0064	0.0006	0.0025	7	
トリクロ酢酸	0.0117	0.0025	0.0062	7	
ブromokloro酢酸	0.0030	0.0000	0.0010	7	
ブromozikloro酢酸	0.0064	0.0020	0.0029	7	
ジブrom酢酸	0.0010	0.0000	0.0002	7	
ジブromokloro酢酸	0.0031	0.0000	0.0013	7	
トリブrom酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	7	

③送水過程における濃度

受水団体の給水栓3個所でハロ酢酸類9物質を調査したところ、主にジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブromokloro酢酸、ブromozikloro酢酸、ジブromokloro酢酸が検出された。また、クロロ酢酸が定量下限値以下ではあるものの微量が検出された。

なお、Q浄水場から給水栓まで到達時間はほぼ3日程度と見られるが、ハロ酢酸類は浄水濃度の約1.7～2.7倍程度の値を示した。

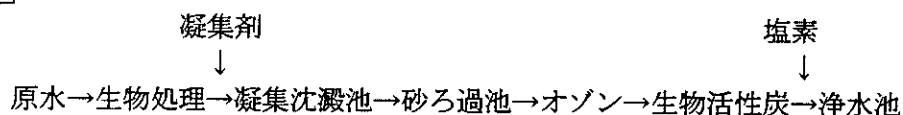
Q浄水場系送水過程におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	34	ア) 試料 Q浄水場系受水団体給水栓 イ) 測定日 11年7月～12年1月
ブrom酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	34	
ジクロ酢酸	0.0157	0.0026	0.0059	34	
トリクロ酢酸	0.0355	0.0058	0.0133	34	
ブromokloro酢酸	0.0065	0.0006	0.0027	34	
ブromozikloro酢酸	0.0106	0.0014	0.0047	34	
ジブrom酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	34	
ジブromokloro酢酸	0.0037	0.0000	0.0017	34	
トリブrom酢酸	0.0000	0.0000	0.0000	34	

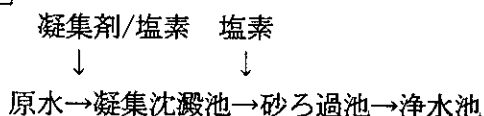
5.9 沖縄県企業局

①処理フロー

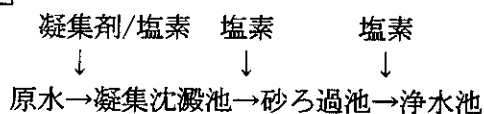
R浄水場



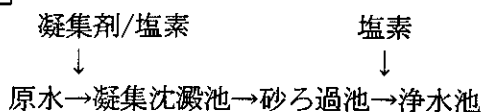
S浄水場



T浄水場



U浄水場



②ハロ酢酸生成能の実態

原水のジクロロ酢酸生成能は 0.018~0.00016mg/l、トリクロロ酢酸生成能は 0.247~0.0013mg/l の範囲で変動した。

なお、S浄水場では河川表流水と他浄水場の一次処理水を原水としている。

S浄水場原水及びU浄水場原水におけるハロ酢酸生成能

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	—	—	—	—	7) 試料 S浄水場原水及び U浄水場原水 1) 測定日 11年3月~12月
ブロモ酢酸	—	—	—	—	
ジクロ酢酸	0.018	0.0016	0.0066	4	
トリクロ酢酸	0.247	0.0013	0.0082	4	
ブロモクロ酢酸	—	—	—	—	
ブロモジクロ酢酸	—	—	—	—	
ジブロモ酢酸	—	—	—	—	
ジブロモクロ酢酸	—	—	—	—	
トリブロモ酢酸	—	—	—	—	

③送水時の濃度

R~U浄水場浄水からは、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブロモクロ酢酸、ブロモジクロロ酢酸が検出された。クロロ酢酸、ブロモ酢酸、ジブロモ酢酸は検出されなかったが、ジブロモクロ酢酸及びトリクロロ酢酸については測定値の再確認中である。

なお、R浄水場については高度浄水処理を導入しており、ここの浄水からはジクロロ酢酸が最大0.001mg/l 検出されたのみであった。

R～U浄水場浄水におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	4	ア) 試料 R～U浄水場浄水 イ) 測定日 10年4月～12年2月 ただし、4回測定のものに ついては12年2月のみ実施
ブロ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	4	
ジクロ酢酸	0.012	0.000	0.003	15	
トリクロ酢酸	0.007	0.000	0.002	15	
ブロクロ酢酸	0.0011	0.0006	0.0009	4	
ブロジクロ酢酸	0.0085	<0.0025	0.0006	4	
ジブロ酢酸	<0.001	<0.001	<0.001	4	
ジブロクロ酢酸	—	—	—	—	
トリブロ酢酸	—	—	—	—	

④送水過程における濃度

受水市町村の給水栓で平成11年夏期からハロ酢酸類を調査したところ、ジクロ酢酸、トリクロ酢酸ともに浄水場送水と比べ時間経過による濃度増加を示した。

これらの結果を解析したところ、以下の関係が求められた。

$$(\text{給水末端ジクロ酢酸}) = 0.20 * (\text{水温}) + 1.08 * (\text{送水ジクロ酢酸}) - 3.06$$

$$(\text{給水末端トリクロ酢酸}) = 0.19 * (\text{水温}) + 1.14 * (\text{送水トリクロ酢酸}) - 3.33$$

なお、ここではハロ酢酸濃度がある程度高く、浄水場送水と給水末端で濃度の逆転が生じなかったS浄水場系とT浄水場系のデータを用いた。

S浄水場及びT浄水場系送水過程におけるハロ酢酸濃度

物質名	最高値	最低値	平均値	回数	備考
クロ酢酸	—	—	—	—	ア) 試料 S浄水場系及びT 浄水場系給水末端 イ) 測定日 11年8月～12年2月
ブロ酢酸	—	—	—	—	
ジクロ酢酸	0.010	0.001	0.007	49	
トリクロ酢酸	0.007	0.001	0.003	49	
ブロクロ酢酸	—	—	—	—	
ブロジクロ酢酸	—	—	—	—	
ジブロ酢酸	—	—	—	—	
ジブロクロ酢酸	—	—	—	—	
トリブロ酢酸	—	—	—	—	

5.10 まとめ

本分科会を構成する、茨城県企業局、北千葉広域水道企業団、東京都水道局、横浜市水道局、大阪府水道部、奈良県水道局、阪神水道企業団、福岡県南広域水道企業団、沖縄県企業局の9水道事業体においてハロ酢酸類（モノクロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ブロモ酢酸、ジブロモ酢酸のいわゆるハロ酢酸5物質に加えてトリブロモ酢酸、ブロモクロロ酢酸、ジブロモクロロ酢酸、ブロモジクロロ酢酸の9物質）に関する実態調査を実施した。

2) ハロ酢酸5物質

- ・ 従来処理浄水（前塩素急速ろ過法）において、主に検出されるのはジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸であった。ジクロロ酢酸は新指針値 0.02mg/L(暫定値)を超過する場合も報告されているが、粉末活性炭処理や凝集強化により対応している。
- ・ 高度浄水処理浄水ではジクロロ酢酸は指針値の 1/10 程度に抑制されており、すぐれた処理性を持つことが示された。

2) ハロ酢酸追加4物質

- ・ 従来処理浄水において検出されるのはブロモクロロ酢酸とブロモジクロロ酢酸であるが、その濃度は 0.001 から 0.01mg/L 程度であった。ジブロモクロロ酢酸とトリブロモ酢酸はほとんど検出されなかった。現状の測定法による両物質の検出限界が高いことが原因の一つとして考えられ、今後は測定法の検討を含めた実態調査が必要である。
- ・ 高度浄水処理ではハロ酢酸追加4物質はほとんど検出されなかった。

6. ハロ酢酸低減化に関する処理技術

6.1 アンケート調査の結果

平成 8～9 年度の監視項目調査地点において、浄水中のハロ酢酸濃度が旧指針値(0.04mg/L)の70%を超過した地点 22 地点(13 都道府県)を対象に水質要因や処理方法を調査するとともに、ハロ酢酸低減化に向けて導入可能な手法を抽出することを目的としたアンケート調査を行った。

調査地点の原水水質は、水道統計データと比較すると過マンガン酸カリウム消費量、濁度及び色度等が高い。このような水質では、ハロ酢酸の前駆物質となりうる有機物が多いと考えられた。しかし、浄水水質に関しては、水道統計データと同程度の過マンガン酸カリウム消費量を示しており、浄水処理によって原水中の有機物が除去されたり、塩素処理等による酸化を受けている傾向が見られた。

処理技術との関連性について、調査当該地点の浄水処理方法に関しても調査を行ったが、今回の対象となった浄水場においては、前塩素処理を行っているところが多く、高度浄水処理を行っているところはなかった。また、浄水場の施設規模は<100m³/日・1ヶ所、200～500m³/日・3ヶ所、1000～2000m³/日・2ヶ所、5000～10000m³/日・3ヶ所、20000m³/日・2ヶ所、70000～100000m³/日・2ヶ所であり、処理水量 50000m³/日以下のところが 11/13 と施設規模が比較的小さな浄水場が大半を占めた。

ハロ酢酸の低減化技術についてのアンケート調査の結果では、原水の前駆有機物質の排出抑制(1件)、粉末活性炭注入(5件)、凝集時の pH 制御(3件)、凝集剤の注入量増加(5件)、塩素注入量の低減化(1件)、前塩素工程の変更(5件)、配水時間の短縮(1件)、配水における追加塩素注入(3件)が導入可能な技術との回答が得られており、ハロ酢酸低減化に関して導入の可能性が最も高い手法としては、凝集沈澱の強化と前塩素工程の変更、及び粉末活性炭の添加が挙げられていた。

6.2 低減化対策として導入可能な処理技術

6.2.1 中間塩素処理

北千葉広域水道企業団での事例を示す。中間塩素処理を行っている北千葉浄水場の浄水(浄水池出口、中間塩素処理後の塩素接触時間 3 時間程度)における平成 5 年 12 月～11 年 3 月までのジクロロ酢酸及びトリクロロ酢酸濃度の推移を図-6.1 に示すが、浄水のこれら 2 種類のハロ酢酸はほぼ 0.01mg/L 以下で推移しており、最大でジクロロ酢酸 0.008mg/L、トリクロロ酢酸 0.012mg/L と、総じて低い値を示した。生成濃度が高くなると考えられる夏期に比較的濃度が低くなっているのは、7～9 月に THMs 低減化対策で粉末活性炭の連続注入を行っているためである。また、給水地点(塩素接触時間、概ね 8～24 時間)における平成 10 年 4 月～11 年 3 月までの濃度の推移を図-6.2 に示すが、最大値でジクロロ酢酸は 0.011 mg/L、トリクロロ酢酸は 0.010 mg/L 検出された。

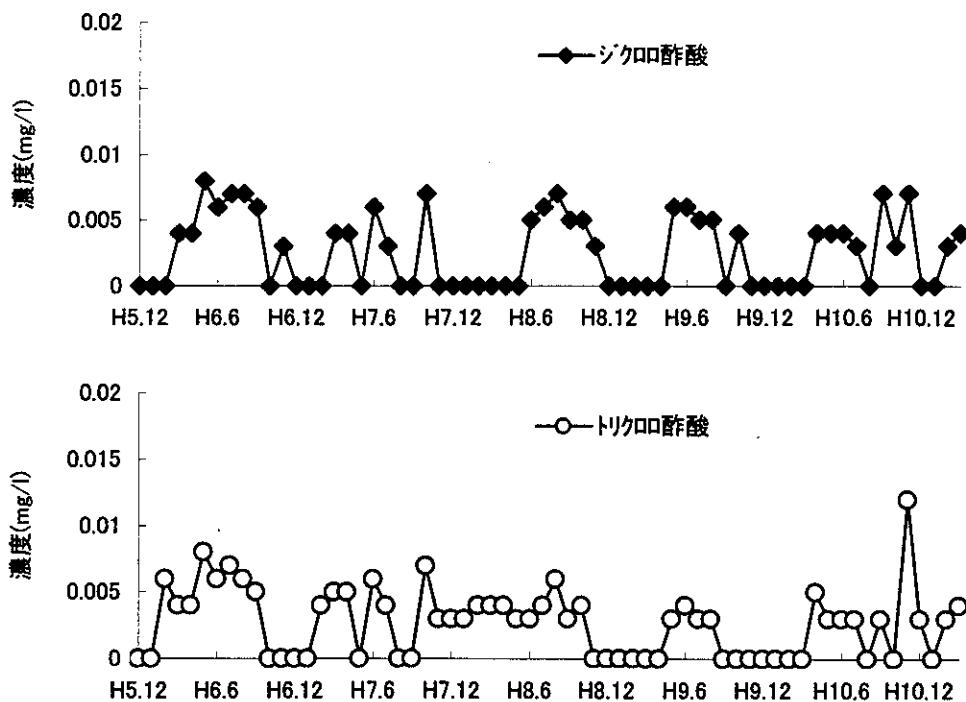


図-6.1 浄水出口におけるジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸の推移
(北千葉広域水道企業団の事例)

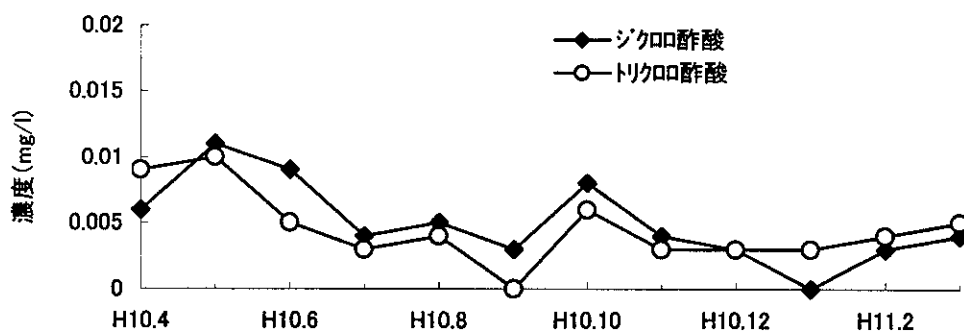


図-6.2 給水地点におけるジクロロ酢酸とトリクロロ酢酸の推移
(北千葉広域水道企業団の事例)

沖縄県企業局での事例を示す。名護浄水場(凝集沈澱・砂ろ過/前塩素処理)、石川浄水場(同/中間塩素処理)、西原浄水場(同/中間塩素処理)、北谷浄水場(凝集沈澱・砂ろ過後にオゾン・活性炭処理/高度浄水処理)の各浄水における平成10年4月～12年2月までのジクロロ酢酸およびトリクロロ酢酸の検出状況を表-6.1に示すが、高度浄水処理を行っている北谷浄水場の浄水ではジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸はほとんど検出されていない。中間塩素処理を行っている石川、西原両浄水場では5～10月に前塩素注入が行われているが、前塩素処理

の名護浄水場浄水と比較して上記 2 種類のハロ酢酸は低い濃度となっていた。また、石川浄水場での塩素注入点の違いによる処理性の比較については、図-6.3 に示すように浄水のハロ酢酸検出濃度は、中間塩素処理時(平成 11 年 6 月の調査結果)でジクロロ酢酸は <0.001mg/L、トリクロロ酢酸は 0.001mg/L、前塩素処理時(平成 11 年 12 月の調査結果)ではジクロロ酢酸は 0.002mg/L、トリクロロ酢酸は 0.001mg/L という結果であり、中間塩素処理によってジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸の生成を抑制できている。

表-6.1 浄水場のハロ酢酸検出状況(平成 10 年 4 月～12 年 2 月)

項目		名護浄水場		石川浄水場		西原浄水場		北谷浄水場	
		浄水	本部	浄水	金武	浄水	百名	浄水	大名
ジクロロ酢酸	最高	12	15	7	8	6	10	1	2
	最低	0	0	0	1	1	1	0	0
	平均	4	6	3	5	3	5	0	1
トリクロロ酢酸	最高	7	10	4	7	4	7	0	1
	最低	0	1	1	1	1	1	0	0
	平均	2	3	2	3	2	3	0	0

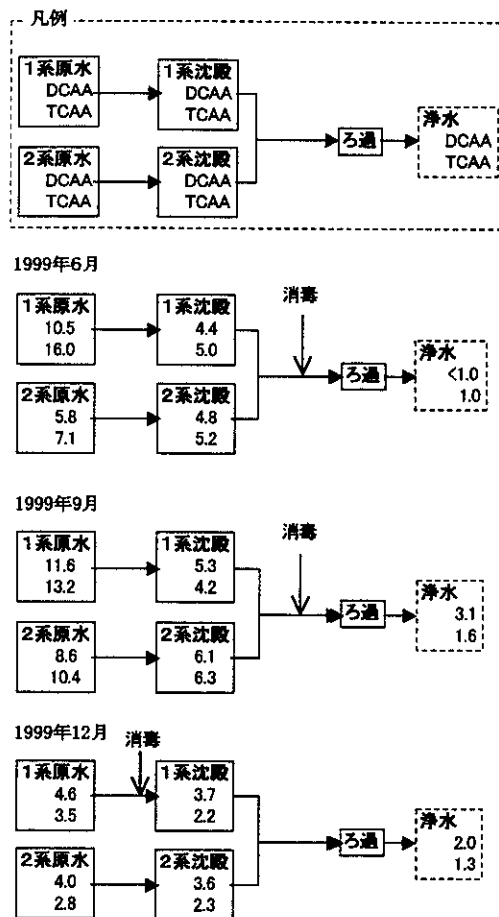


図-6.3 石川浄水場における各処理過程のジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸生成濃度(単位:mg/L)
(沖縄県企業局の事例)

福岡県南広域水道企業団での事例を示す。中間塩素処理を想定した実験結果を図-6.4～6.6に示す。本実験は試料水(原水を0.45 μ mメンブレンフィルターでろ過したろ液)を塩素処理(次亜塩素酸ナトリウムを2mg/L、4mg/L注入)して20℃で保存し、1、3、5日経過後の総ハロ酢酸、THMsの生成濃度を確認したものである。粉末活性炭・前塩素処理を想定した実験結果と比較した場合、残留塩素濃度が多少異なるものの、3日後では明らかに総ハロ酢酸の生成濃度が低く、中間塩素処理は低減化に有効であることが示されていた。また、塩素注入率が低いほど総ハロ酢酸の生成は抑えられている。

実験条件	①	②	③	④	A	B	浄水
	原水	原水	原水	原水	原水	原水	
AC	0	2	5	10	0	0	0
NaClO	5	5	5	5	2	4	0
pH	7.52	7.52	7.49	7.48	7.55	7.46	7.22

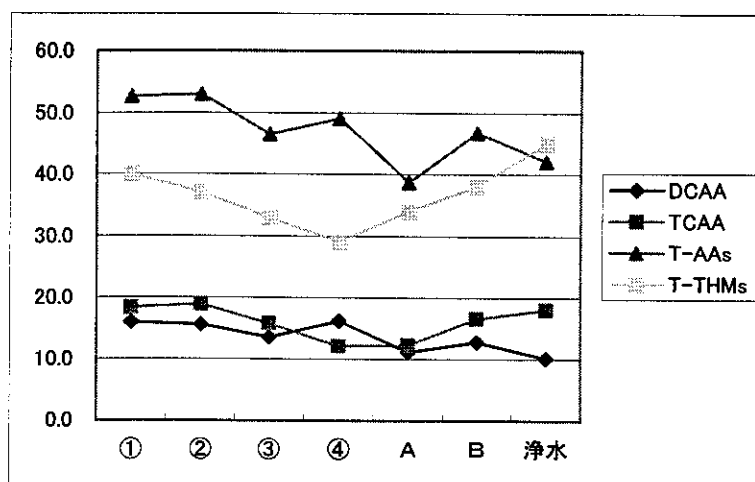


図-6.4 中間塩素処理を想定した実験結果① 1日後 (福岡県南広域水道企業団の事例)

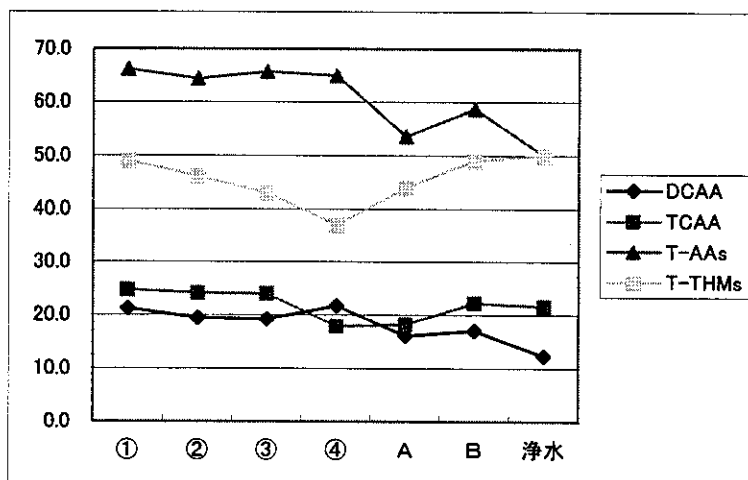


図-6.5 中間塩素処理を想定した実験結果② 3日後 (福岡県南広域水道企業団の事例)