

㈱富士電機総研 正会員 ○星川 寛 鈴木鎮男 森岡崇行
富士電機製造㈱ 中村寿男 上田清勝

1. はじめに

近年、上水源の水質の悪化に伴い、浄水の塩素処理プロセスにおいてトリハロメタン（以下 THM と略す）等の有機塩素化合物が生成することが問題となり、当該浄水場では種々の措置を講じている。上水源の汚染は上流汚染源からの放流水の流入によるもので、し尿処理施設は有機汚濁排出量が多く、然も放流水の THM 生成能が高い¹⁾ことからその一因と考えられている。今回、我々は TOC、色度、紫外吸光度を THM 前駆物質の指標として、凝集-オゾン併用法を中心に併せて活性炭法によるし尿二次処理水の THM 前駆物質の除去特性及び THM 生成能の低減化技術について検討したので、以下にその結果を紹介する。

2. 実験（供試水と実験方法）

2-1) 供試水：海水稀釈嫌気性消化処理方式のし尿二次処理水を 0.45 nm のメンブレンフィルターで濾過し、その濾水を実験に供した。濾水の水質を表 1 に示す。

2-2) 実験方法：a) 凝集処理：六連型のジャーテスタを使用し、凝集剤として硫酸バンド溶液（ Al_2O_3 8% 含有）100～1000 mg/l、凝集助剤アニオン系高分子凝集助剤 1 mg/l を添加して所定の攪拌処理をした後静置し上澄水を採取した。

b) オゾン処理：凝集処理水をオゾン処理原水として回分式オゾン通気装置を用いて行った。c) 活性炭処理：3 種類の試水（二次処理水、凝集処理水、凝集-オゾン併用処理水）について等温吸着実験と吸着速度実験を実施した。使用した活性炭は Filtrasorb-400 で、予めふるい分け、洗浄、脱気処理等の前処理を施した後使用した。尚、水温は 25℃ とした。d) THM 生成能試験：TOC 約 5 mg/l に希釈した試水に塩素水（有効塩素 240 mg/l）を添加、pH 7 に調整後密栓して 20℃ の恒温槽に 24 時間放置する。24 時間後、塩素処理水を脱塩素処理し、ヘッドスペースガスクロマトグラフィーにより水中の THM を測定した。e) ゲルクロマトグラフィーによる溶存有機物の分画：再蒸留水を展開液として、TOC 約 300～500 ppm に濃縮した試水をゲル分画処理した。尚、ゲルはセファデックス G-25、カラムの仕様は 3 cmφ×100 cm である。

表 1；し尿二次処理水質

水質項目	分析値
pH	7.8
COD (mg/l)	3.0
TOC (mg/l)	3.7
吸光度 (1cmセル)	
E260	0.50
E220	1.15
色度 [度]	63
Cl^- (mg/l)	18800
Br^- (mg/l)	67
NH_4-N (mg/l)	152
T-N (mg/l)	192

3. 結果と考察

3-1) 通常の凝集-オゾン処理条件における THM 前駆物質の除去特性

し尿二次処理水の凝集-オゾン併用処理は従来懸濁性有機物の除去及び脱色を主目的として、その処理条件が設定されている。図 1 は通常の処理条件、つまり凝集剤添加量 300 mg/l（凝集時の pH 無調整）、オゾン添加量 25 mg/l における処理水のゲルクロマトグラムを示したもののだが、従来凝集処理により容易に除去されるものとみなされている分子量の最も大きな画群の THM 前駆物質除去率も高々 30% 程度であることを表わしている。一方、オゾン処理においては各画群の THM 前駆物質の除去効果はほぼ一様で、物質別では T

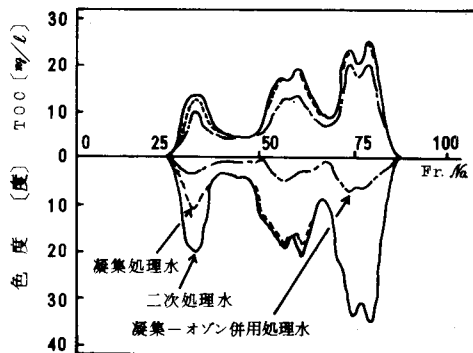


図 1；各プロセス試水のゲルクロマトグラム

00 に比較して色度, E260 の除去率が優れており、オゾンで二重結合部を酸化、開裂することにより THM 生成能を低減できるものと考えられる。しかし、THM 生成能 (但し、供試水では $2.6 \mu\text{M} / \text{mM TOC}$) の低減化率は凝集処理で約 10%, オゾン処理併用で 25% 程度と当初予測した値より大分低かった。この原因は供試水に多量の臭素イオンが存在し、臭素化 THM 生成能を高めていることによるものである。

3-2) 臭素化 THM 生成能に及ぼす前オゾン処理効果

含臭素試水の前オゾン処理は、その後の塩素処理における臭素化 THM 生成能を高めることも考えられるが、本実験では大過剰のオゾンを追加 ($\Delta \text{O}_3 / \text{Br} \approx 2$) しない限り臭素化 THM 生成能は増加しないことが判明した。(図 2 参照) このことは、海水の影響をうけて臭素化 THM 生成能が高く、苦慮している浄水場に前オゾン処理プロセスを導入することは THM 低減化対策の面から有効であることを示唆している。

3-3) 凝集処理における pH と凝集剤添加量の影響

二次処理水中の THM 前駆物質をより高度除去することを目的として、最適凝集 pH とされている $\text{pH} = 5^2)$ において凝集剤添加量を前述の範囲で変化させ、前駆物質の除去特性及び THM 生成能の低減化率を調査した。(図 3 参照) 凝集時の pH を調整することにより、凝集処理水の TOC, 色度, E260 は凝集剤添加量の増加に伴い顕著に減少すると共に pH 無調整凝集処理の場合に比較して各前駆物質の除去率は 15~20%, THM 生成能の低減化率も約 25% 向上している。更に pH 5 調整凝集処理後、オゾン処理をすることにより pH は中性付近に復帰するので、pH 調整凝集処理法は溶存有機物の除去及び THM 生成能の低減化技術として有効である。し尿二次処理水の緩衝作用が強く、pH 調整用硫酸のランニングコストが高いことから現在実用化されていないが、今後放流水質規制が強化された場合には、低稀釈脱窒処理水等の凝集処理の分野で実施されるものと思われる。

3-4) 活性炭法による THM 前駆物質の除去特性

図 4 に活性炭処理における E260 基準の等温吸着結果を示す。いずれもフロイントリヒ型の等温吸着式となり、吸着速度試験結果と併せて解析した結果、二次処理水を前凝集-オゾン併用処理することにより活性炭の破過特性を改善できることが明らかになった。しかしながら、TOC 基準の等温吸着線は二段に折れ、解析が難しく、今後の課題としたい。

4. まとめ; 以上の結果から、本供試水は上流汚染源の試水としては必ずしも適当ではないが、pH 調整凝集-オゾン併用処理及び活性炭処理を行うことにより THM 前駆物質の低減化がはかれることが明らかになった。

<謝辞> 本研究を遂行するにあたり、北大工学部湯浅昌氏に御指導頂いたことに対し厚くお礼申し上げます。

・参考文献 1) 相沢, 真柄, “トリハロメタン生成能による水質評価 (第 2 報)” 第 15 回日本水質汚濁研究会年次学術講演会講演集 ('80). 2) 中村, 上田, 吉水, “オゾンによるし尿二次処理水の脱色” 富士時報 vol 51 № 7 ('78).

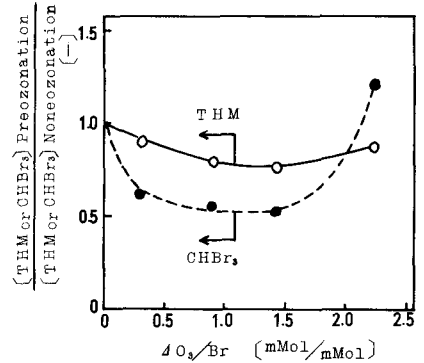


図 2 ; 臭素化 THM 生成能に及ぼす前オゾン処理の効果

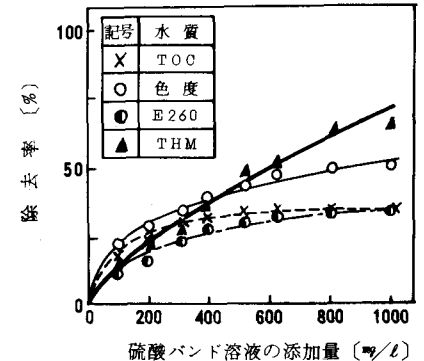


図 3 ; pH 調整凝集処理における凝集剤添加量の影響

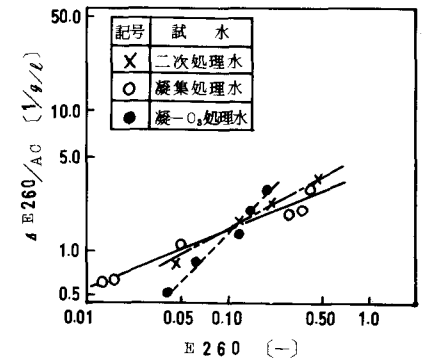


図 4 ; 等温吸着実験結果 (E260)