

北海道大学工学部 正会員 ○湯浅 晶, 下水道事業団 三谷 吉文
北海道大学工学部 正会員 円保 豊仁, 札幌市水道局 吉岡 亨

1. はじめに 泥炭地水中に含まれるフミン・フルボ酸が塩素処理により高濃度のトリハロメタン (THM) を生成することが広く知られている。本研究では、北海道の泥炭地水を対象として、その THM 生成量に及ぼす有機質成分濃度とその存在状態 (分子量分画による) および添加塩素濃度の影響について調べ、ついで浄水システムの標準的なプロセスである凝集処理と活性炭吸着処理を行ない、THM 生成量の抑制効果を調べた。

2. THM 生成量に及ぼす添加塩素濃度と原水濃度の影響

1) 実験方法 泥炭地水 (江別市角山にて採取) を 0.45μ メンブレンで濾過したものを原水 (TOC 21.5 mg/l , $E_{260}^{1\text{cm}}$ 0.563 , $E_{220}^{1\text{cm}}$ 1.215 , 色度 34 度) とし、これを精製水で希釈して $1/2 \sim 1/100$ の有機物濃度としたものを試水とした。各希釈度の試水に $2 \sim 20 \text{ mg-Cl}_2/\text{l}$ の塩素 (次亜塩素酸ナトリウム溶液) を添加し、一定時間 25°C で反応させた後で亜硫酸ナトリウムを添加して残留塩素を除去し、ヘッドスペース法で THM 生成量を測定した。

2) 実験結果 図 1 に試水濃度 (希釈度) をパラメータとし、塩素添加量と THM 生成量の関係を示す。添加塩素濃度があるレベルに達すると、すべての曲線群は希釈度に関わりなくほぼ一定の勾配 (略算の結果 0.30) をもった直線群で表わしうる。図 2 に添加塩素濃度をパラメータとし、試水濃度 (希釈度) と THM 生成量の関係を示す。ここでも、ほぼ一定の勾配 (略算の結果 1.0) をもった直線群で示すことが出来る領域が出現する。この領域では、次の実験式が成立する。

$$\text{THM 生成量} = k (\text{先駆物質濃度})^{1.0} (\text{添加塩素濃度})^{0.3} \quad \text{---式(1)}$$

ここで先駆物質濃度を試水の TOC (mg/l)、塩素濃度を Cl_2 (mg/l)、THM 生成量を 25°C で 1 hr 反応後 ($\mu\text{g/l}$) とすると、 k の値は $15 \sim 30$ 程度となる。

図 1, 2 において直線部分からはずれる領域では、添加した塩素のうち THM 生成先駆物質以外の成分成分に消費される割合が大きくなり、THM 生成に参与する反応に分配される塩素の割合が低下したもののと思われる。

式(1)から、THM 生成に対し、添加塩素濃度の影響よりも原水中の先駆物質濃度の影響が大きいことが見い出される。したがって THM の生成を浄水過程で制御するには、塩素添加量を低目に抑えるよりも先駆物質濃度を低下させる処理を行なう方がより有効である。

3. 先駆物質の除去による THM 生成量の制御

前記泥炭地水を硫酸アルミニウムを用い定注入率・変 pH 法でフロッケテストしたところ $\text{pH} 5 \sim 6$ 付近で最も高い除去率 (紫外吸収度、色度、TOC、THM 生成量)

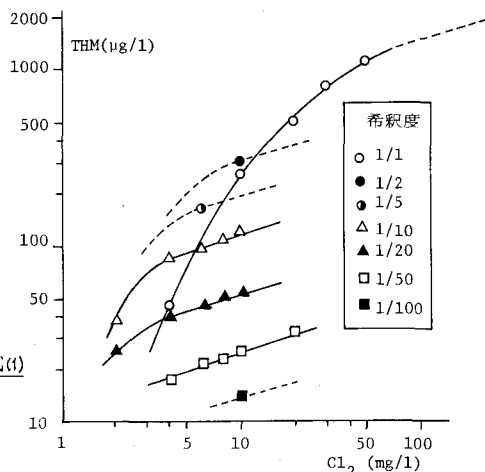


図1 THM生成量に及ぼす添加塩素濃度の影響 (反応時間 1hr, 25°C)

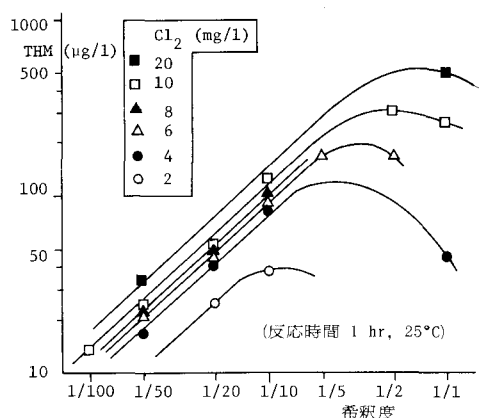


図2 THM生成量に及ぼす先駆物質濃度の影響 (反応時間 1hr, 25°C)

が得られた。そこで次に pH を 6.0 に固定し、 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ を 0 ~ 200 mg/l の範囲でジャーテストを行ない図 3 に示す結果を得た。硫酸アルミニウム 200 mg/l の添加により TOC, THM 生成量とも約 40% 減少させることができた。図 4 は原水のゲルクロマトグラムである。凝集処理の結果、画群 1 は完全に消失し、他の画群もかなり減少して THM 生成量の減少に寄与した。

また前記泥炭地水を活性炭固定層（内径 1 cm, 充填厚 50 cm, 充填密度 $0.478/cm^3$, 活性炭 Filtrasorb 400, 粒径 $0.30 \sim 0.35 mm$, 通水速度（空塔）10 cm/min）で吸着処理した際の破過曲線を図 5 に示す。図から明らかなようにこのような短いカラムでは早期に TOC が漏れ出し、生成 THM 濃度を 100 $\mu g/l$ 以下に抑えようとすると、ほぼ 1 日の有効期間を持つにすぎない。図 6 に処理時間経過による原水成分の漏れを示す。凝集処理では完全に除去しうる画群 1 は、吸着のみでは最初に漏れ出す成分となる。また画群 2, 4, 6 の順に吸着除去率は高くなる。

また図 4 に示した各画群の有機物（TOC）が THM 生成にどの程度寄与するかを原水・凝集処理水・吸着処理水について Cl_2 30 mg/l, $25^\circ C$, 24 hr 反応の条件で実験したところ画群 1 と 6 の THM 生成量が高く、単位 TOC 当りそれぞれ 20 ~ 50 $\mu g/l$, 40 ~ 100 $\mu g/l$ 程度以上の値を示した。それに対して画群 2, 4 は 10 $\mu g/l$ 以下の低い値を示す。

したがって、比較的に高分子のフミン質を多く含む泥炭地水の場合には、凝集処理により画群 1 を有効に除去することができることから、THM 生成量は大幅に抑制できると期待される。さらに活性炭吸着処理を付加することにより画群 2, 4, 6 を除去し、THM 生成量を低下させることができる。とりわけ吸着性の高い画群 6 と凝集除去性の高い画群 1 が大きな THM 生成能を有していることから、凝集処理と活性炭吸着処理の組合せは THM 生成量の大幅抑制に有効であると期待できる。

（参考文献） 亀井・丹保：水道協会雑誌 No. 519（昭和 52 年 12 月）

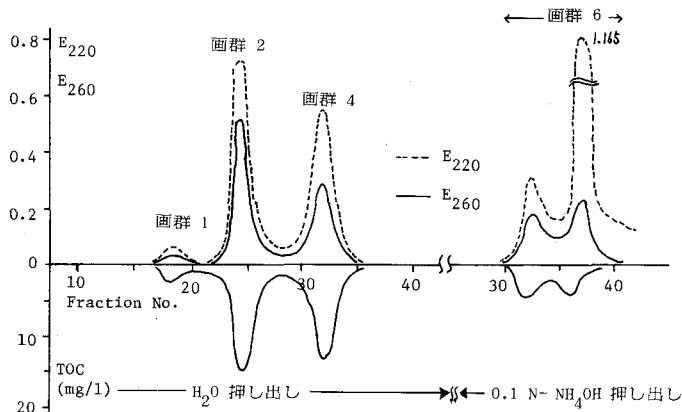


図 4 泥炭地水のゲルクロマトグラム (5倍濃縮)
G-15セファデックスゲル（直径2.5 cm, 長さ 90 cm）
1 fraction 10 ml

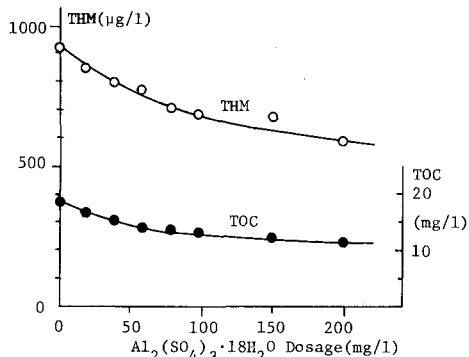


図 3 ジャーテスト (pH 6.0) 結果
(THM 生成条件: Cl_2 30mg/l, 反応時間 24hr, $25^\circ C$)

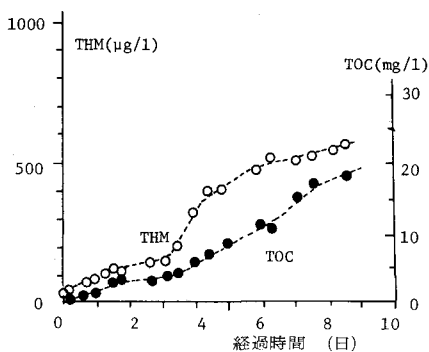


図 5 活性炭吸着カラムからの破過曲線
(THM 生成条件: Cl_2 30mg/l, 反応時間 24hr, $25^\circ C$)

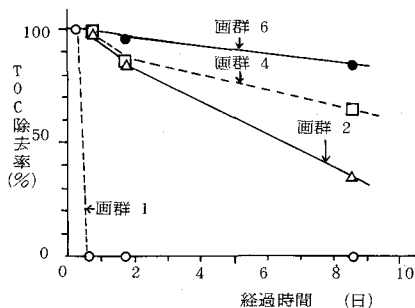


図 6 活性炭吸着処理における各画群の除去率の経時変化