

北海道大学工学部

正会員

湯浅 晶

北海道大学工学部

正会員

丹保 豊仁

## 1. はじめに

塩素処理により生成するトリハロメタン (THM) の量は、塩素添加濃度・水中有機物濃度・反応時間・pH といった因子に左右されることから、THM 生成量を各因子のべき乗関数形で表現する試みがなされている。

$$[THM] = k [Cl_2]^a [TOC]^b [t]^c [pH - \alpha]^d \dots \text{式(1)}$$

反応時間・pH を一定とすると、THM 生成量と塩素添加濃度 ( $Cl_2$ )、有機物濃度 (TOC) の関係は一般に図1のようになると考えられる。図中の領域①は、還元性無機物と有機物が競合して塩素を消費し、THM が生成し始め、領域②は、塩素量の増加に応じて THM が直線的に増加する。大過剰の塩素が添加される領域④では有機物の全量が THM 生成反応に関与し、THM 生成量はほぼ有機物濃度のみ支配される。領域③は、②から④への遷移領域であり、塩素量と有機物量の両者に支配される。本論文では各種有機廃水の THM 生成能試験の結果を、単位有機物量当りの塩素添加量 ( $Cl_2/TOC$ ) と THM 生成能 (THM/TOC) の関係として整理し、上述の概念が成立するかどうかを検討した。

## 2. 実験方法

パルプ廃水 (KP・SP)、下水放流水 (セオライト処理により  $NH_4^+-N$  を除去したもの)、泥炭地水とそれらの凝集処理水を 0.45 μm メンブレンで濾過し溶解成分を試料とした。これらを精製水 (蒸留+活性炭吸着) で適宜希釈し、NaOCl 溶液を添加して密閉容器中で塩素処理を行なった。THM 測定はヘッドスペース法によるガスクロマトグラフィーを用いた。

## 3. 実験結果

各廃水について THM/TOC と  $Cl_2/TOC$  の関係を両対数紙上にプロットしたものを図2、5~7に示す。各図において  $\log(THM/TOC)$  と  $\log(Cl_2/TOC)$  の関係は2~3段の直線と近似でき、各直線区間においては次式が成立する。図中には各区間を区別して示し、その傾き (m) を示した。

$$[THM/TOC] \propto [Cl_2/TOC]^m \dots \text{式(2)}$$

$$\text{あるいは } [THM] \propto [Cl_2]^m [TOC]^{1-m} \dots \text{式(3)}$$

KP 廃水の THM 生成能 (図2) は、反応時間2日では  $m=1.0$  と  $0.29$  の二領域に分かれ、それぞれ図1中の領域②と③に相当する。反応時間経過とともに領域②の区間は広がる傾向を示している。領域③の傾きは1~6日後までは  $m \approx 0.3$  とほぼ一定であったが、10日目以降は次第に減少し14日目には  $m=0.14$  にまで減少した。反応時

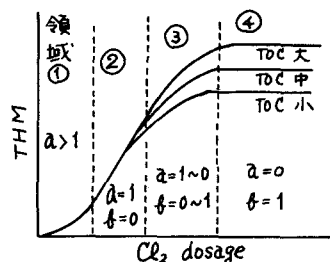


図1 THM生成パターン

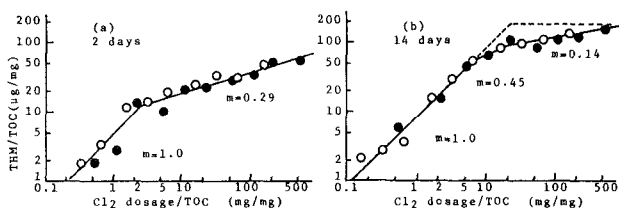


図2 KP 廃水の THM 生成パターン (pH7, 20°C) (●は凝集処理水)

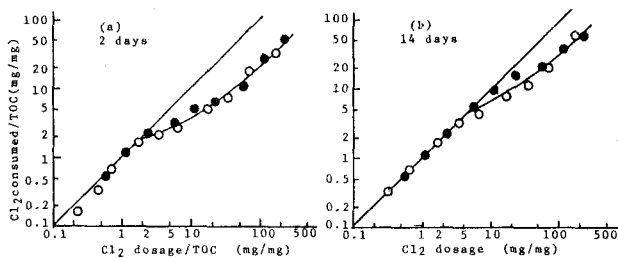


図3 KP 廃水の塩素添加量に対する塩素消費量

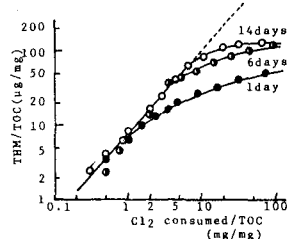


図4 KP 廃水の THM 生成量と塩素消費量の関係

間をより長くすれば、図2(b)に示した破線に近付き、領域④( $m=0$ )に相当する部分が現れるものと思われる。

塩素添加量に対する塩素消費量を図3に示す。塩素添加量が消費量にほぼ等しい領域②と、塩素が残留する領域③の二つに分かれ、前者は図2の領域②( $m=1$ )の区間とほぼ一致する。したがって領域②では添加塩素のほぼ全量がTHM生成に関与する反応に消費され、これとほぼ比例した量のTHMが生成される(図4)。残留塩素が存在する領域③以降では、同一の塩素消費量/TOCに対するTHM/TOCが反応時間経過とともに増加し(図4)、塩素消費にともなって生成したTHM中間体がTHMへと転換していくことが示されている。

SP廃水(図5)では、領域①と③の二つに分かれており、領域②は出現していない。pH未調整の場合には塩素添加量の増加に伴うpH上昇のためにpH7の場合よりも領域①の傾きが大きくなっている。この広範囲な領域①の出現はSP廃水中に多量の亜硫酸が存在するためと思われる。

下水放流水(図6)では、KP廃水の場合と同様なパターンを示し、領域②と③が出現している。 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ を除去しない場合には、SP廃水の場合のように領域①が出現するものと思われる。

泥炭地水(図7)では、反応時間が短い1時間後のデータではTOCレベルによる差異が大きいが、 $\text{Cl}_2/\text{TOC}$ が増加するにつれて、 $m=1.7$ から0.36へと段々と減少する傾向を示している。反応時間経過につれてTOCレベルによる差異が縮小し、24時間後には領域①( $m=1.7$ )、領域②( $m=1.0$ )、領域③( $m=0.05$ )の三領域の存在が明瞭となってくる。

#### 4. まとめ

THM生成能( $\text{THM}/\text{TOC}$ )は添加塩素濃度レベル( $\text{Cl}_2/\text{TOC}$ )によって図8に示すような領域に分かれる。領域①は典型的な還元性無機物である亜硫酸を多量に含むSP廃水で顕著に出現した。領域②はSP廃水を除く他の試料すべてに出現し、反応時間経過につれてその範囲を広げていく傾向を示す。領域③はすべての試料にみられ、おおむね $m=0.2\sim0.3$ 程度であるが必ずしも一定値とは限らず、反応時間経過とともに領域②および④へ移行する部分があると思われる。その範囲は縮小し傾き( $m$ )も変化する。反応時間が短い場合にはTOCレベルによる差異もあらわれる。領域④は、実験条件の範囲内では明瞭には出現しなかったが、反応時間が長くなると領域③の一部がこの領域④へと遷移する様子が見られる。(参考文献)1)浦野・和田;オ15回日本水質汚濁研究会年誌 p.104, 2)相次・鈴木・真柄;オ18回衛生工学研究討論会講演集 p.247

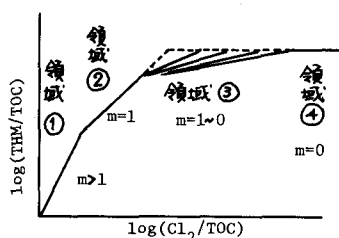


図8 THM生成パターン

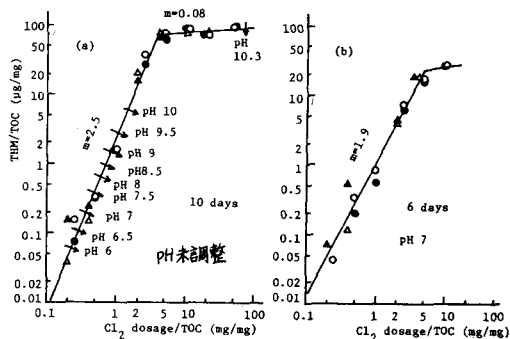


図5 SP廃水のTHM生成パターン(20°C)  
(黒めきは凝集処理水)

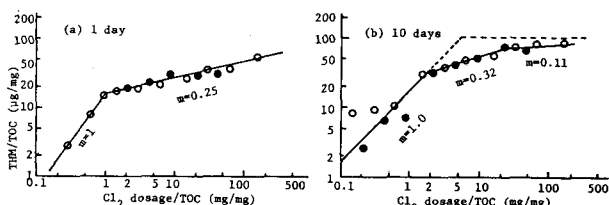


図6 下水放流水のTHM生成パターン(pH7, 20°C)  
(●は凝集処理水)

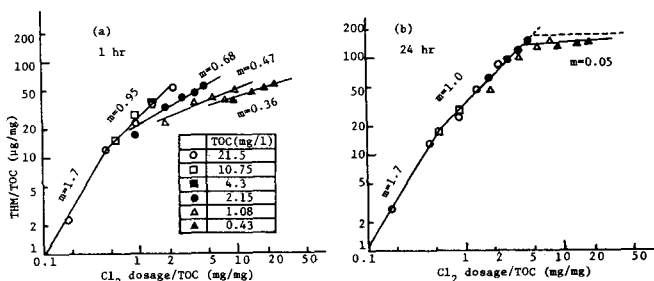


図7 泥炭地水のTHM生成パターン(25°C)