

国立公衆衛生院 正員 〇真柄 泰基
正員 相沢 貴子
正員 合田 健

1. はじめに

わが国の水利用システムでは、河川上流域の有機廃水が下流域の水道水源の有機汚濁源となることが多く、トリハロメタン(THM)の前駆物質にもなっている。したがって、飲料水中のTHMを抑制するには、公共用水域に排出される有機廃水中の前駆物質も低減化することが必要である。そこで、本研究では生活排水に焦点をあて、下水処理におけるTHM生成原因物質の挙動を検討した。

2. 実験方法

2-1 下水処理場水による実験

家庭下水を主として処理している下水処理場の最初沈殿池流出水(Influent)と最終沈殿池流出水(Effluent)の末濾液、および濾液(0.45, 8, 44, 105 μm)を試料に用い、全有機炭素量(TOC), THM生成能(反応条件: 温度20°C, pH 7.0, TOC約5mg/l, 反応時間24 hr, 塩素注入量, 24 hr後の遊離残留塩素が数mg/lになるように注入)等を測定した。

2-2 室内実験

完全混合型曝気槽を用いて、表1の人工下水を基質とし、表2の運転条件で、活性汚泥処理を行った。処理水の末濾液と濾液(0.45 μm)、および曝気槽混合液を試料とし、MLSS, SVI, ゼータ電位($\zeta\text{-P}$), 汚泥の濁質除去能(BAC), TOC, THM生成能等を測定した。BACの測定法は以下のものである。曝気槽混合液200 mlを遠心分離し、沈殿物をビーカーに移し、無機塩溶液200 mlを加えて攪拌し、30分間静置後、上澄水を捨てる。つぎに微粉砕デンプン溶液200 mlを加え、ブレンダーで150 rpm, 30分間攪拌し、静置30分後、上澄液の濁度を測定する。微粉砕デンプン溶液を同様に攪拌、静置したときのの上澄液の濁度と処理水の上澄液の濁度の差をMLSSで除いた値をBACとして算出した。

3. 結果および考察

3-1 下水処理場水 1次処理水と2次処理水の粒径とTOCの関係を図-1に示す。1次処理水のTOCは約40 mg/lであり、そのうち0.45 μm 以下、すなわち溶解性有機物は全体の40%を占め、懸濁性有機物は60%を占める。2次処理水のTOCは約12 mg/lであるが、大部分が溶解性有機物である。したがって、TOCの除去率は全体の70%であるが、懸濁性有機物の除去率は92%、溶解性有機物のそれは38%となり、活性汚泥処理では懸濁性有機物の除去性が高い。粒径とTHM生成能の関係を図-2に、粒径とTHM生成能/TOCの関係を図-3に示す。1次処理水の

表1. 人工下水の組成

バレイショデンプン	400 mg/l
塩化アンモニウム	150 mg/l
リン酸1カリウム	224 mg/l
リン酸2カリウム	87 mg/l
リン酸2ナトリウム	458 mg/l
TOC	178 mg/l
BOD	210 mg/l

表2. 活性汚泥実験運転条件

	流量 (l/day)	容積負荷 mg/ml·day	BOD 負荷		停留時間 (hr)	TOC 除去率 (%)
			SS 負荷 mg BOD/mg	MLSS·day		
			初期	実験時		
Run 1	0.503	0.30	0.15	0.10	20.3	93.4
Run 2	0.891	0.54	0.27	0.14	11.4	92.9
Run 3	1.224	0.74	0.37	0.16	8.3	91.0
Run 4	2.396	1.44	0.72	0.20	4.3	90.8

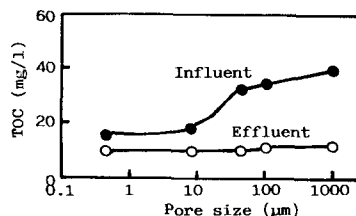


図-1 下水処理水の粒径とTOCとの関係

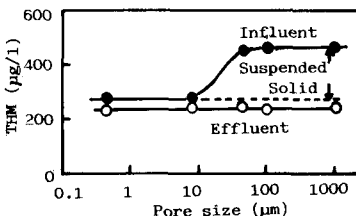


図-2 下水処理水の粒径とTHMとの関係

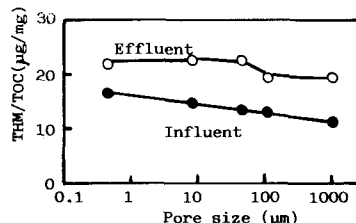


図-3 下水処理水の粒径とTHM/TOCとの関係

THM生成能は460 $\mu\text{g/l}$ であり、そのうち溶解性有機物からの生成能が270 $\mu\text{g/l}$ 、懸濁性有機物からが190 $\mu\text{g/l}$ を占める。2次処理水のTHM生成能は230 $\mu\text{g/l}$ であり、大部分が溶解性有機物に起因する。THM前駆物質の除去率は約50%であり、TOCに比べ低い。図-3より、THM生成能/TOCは1次処理水より2次処理水の方が高いことから、活性汚泥法におけるTHM前駆物質の挙動について次のようなことが示唆された。(1) 活性汚泥法によりTHMを生成しない有機物が選択的に除去される。(2) 流入下水中の有機物が活性汚泥の代謝作用により、THMを生成しやすい有機物に変化する。

3-2 室内実験 活性汚泥法の処理効率の良否は、汚泥への有機物の吸着・吸収性と、汚泥の凝集・沈降性に左右される。図-4は曝気槽滞留時間(ART)と活性汚泥の性状との関係を示す。凝集性の指標(Z・P)は、ARTが短いほど絶対値が増大し、凝集性が悪化した。また、沈降性の指標であるSVIも、ARTが短いと大きくなる傾向が認められるが、ARTがSVIに及ぼす影響は明らかにすることはできなかった。しかし、BACはARTが短いと濁質除去能は低く、ARTが4.3時間と一番短い条件下の活性汚泥では吸着していたデンプンが脱着し、負の値を示した。

ARTと処理水のTOC、THM生成能、THM生成能/TOCの関係を、図-5は未沈液、図-6は沈液について示す。処理水のTOC除去率は、いずれのARTにおいても約90%と良好の結果となった。

処理水を塩素処理した結果、すべての処理水がTHMを生成した。実験に用いた基質は、塩素処理を行ってもTHMを生成しない有機物であることから、活性汚泥の代謝作用によって、THMを生成しない有機物がTHMを生成する有機物に変化することが明らかになった。図-5より処理水未沈液では、THM生成能、THM生成能/TOCとも最小になる滞留時間が存在する。滞留時間の短い条件では、活性汚泥の沈降性が悪く処理水に活性汚泥が流出したためか、あるいは活性汚泥によるバレイショデンプンの代謝中間産物でTHMを生成する有機物、例えば、ピルビン酸やフエン酸が十分に分解されない状態で残存していたためと考えられる。このことについては、今後さらに検討したい。

図-6より、処理水沈液ではTHM生成能、THM生成能/TOCのいずれもARTが長くなるほど大きくなる。これはARTが長くなるほど有機物の生物分解のほか活性汚泥の自己分解が卓越し、処理水中には生物の代謝産物であるフミン質類似の溶解性有機物濃度が高くなるためであると考えられる。

4. まとめ

バレイショデンプンを用いた本実験では、活性汚泥がTHMを生成しない有機物を分解する過程で、THMを生成する有機物に変化することが明らかになった。また、活性汚泥法の処理条件とTHMを生成する有機物濃度との関係、および活性汚泥の沈降性状との関係は、相反するものであることが認められた。

〈参考文献〉 真柄、南部、"活性汚泥の沈降性を支配する生物化学的因子に関する実験的研究"、下水道協会誌、Vol.

11, No. 126, 1974,

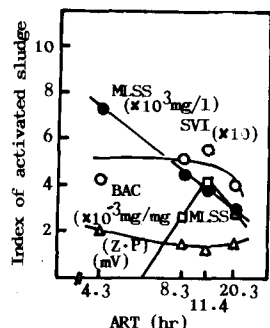


図-4 ARTと活性汚泥の性状との関係

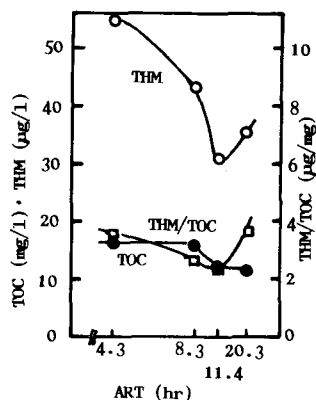


図-5 ARTと処理水未沈液のTHM, THM/TOCとの関係

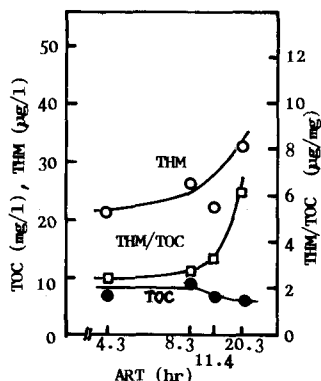


図-6 ARTと処理水沈液のTHM, THM/TOCとの関係