

生物処理過程におけるトリハロメタン前駆物質の挙動に関する研究

東北大学 学生員 ○中山拓郎
同 正会員 佐藤和明
同 学生員 吉村憲児

1. はじめに

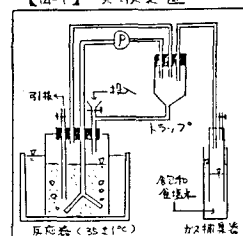
トリハロメタン(HA THM)が、多くの官能基を持つフミン質との反応で生成されることは、よく知られている。一方、好気性菌、嫌気性菌が有機物を分解する際に生じる代謝産物は、フミン質と性質の似た生物難分解性物質であるという点も指摘されている。そこで、本研究では、し尿処理場の嫌気性消化相に着目し、高濃度の有機酸、デンファン、ヘプトンおよび生じ尿を基質として半連続状態で運転を行ない、処理前後でのTHM前駆物質の挙動を調べた。又、半連続実験で用いたものと同じ基質を用いて回分実験を行ない、嫌気性菌により有機物が CH_4 と CO_2 に分解されていく過程でのTHM前駆物質の挙動も追ってみた。

2. 半連続実験

実験装置を図-1に示す。1日1回、200mlの処理水の引き抜きおよび基質投入を行ない、SRTを15日に設定した。Run1の基質である有機酸は、酸生成菌により生成される有機酸の大半を占める酢酸、プロピオン酸、酪酸を、COD換算で2:1:1に混合し10000mg/lに調整したものを用いた。試水としては、0.45μmメンブレンフィルターでろ過した成分と、試料そのままのTotal成分の両方を用いた。又、THMの測定は、次のようにして行なった。試料を、TOC=5mg/lまで精製水で希釈し、それにNaOCl(濃度2500mg/l)を24時間塩素接触後、遊離残留塩素が、1mg/l以上となるように加え、希硫酸および希酸化トリウムでそれぞれpH=7.00±0.05に調整する。この溶液をバイアル瓶(50ml)に満水にして入れ、密栓後20℃の恒温槽中で24時間反応させた後、ヘッドスペース法により、各THM濃度を求める。

各系の基質、処理水(定常値)のTOC、THMF(生成した各THM化合物の合計:mg/l)、THMFI(THMFをTOCで割った値:mg/mg)および生物難分解性物質の指標として用いた $\{COD-BOD\}/COD \times 100$ の値を表-1に示す。メタン生成相のみでのTHM前駆物質の挙動を調べたRun1では、メタン菌の代謝作用によりTHMFIの高い生物難分解性物質が生成しているのがわかる。しかし、THMFの値は他の系と比較してかなり低く、メタン生成相では、THM前駆物質の量は、それほど増加しないと思われる。タンパク質の代表としてヘプトンを用いた系(Run2)では、95%以上のタンパク質除去率が得られたが、処理水中に、THMFIの非常に低い酢酸、プロピオン酸が蓄積したため、THMFIの値が、処理の前後でほとんど変化しなかった。このことは、生物難分解性物質の変化(33.9%→38.6%)からもわかる。炭水化物の代表としてデンファンを用いた系(Run3)では、処理水のTotal成分のTHMFが大きいのが目立つ。これは主に菌体由来によると思われる。Soluble成分は、難分解性物質の割合が増加(49.4%→86.2%)していることを反映して、THMFIが処理の前後で大幅に変化している。以上、純物質を用いたRun1～Run3の結果より、嫌気性菌による有機物の分解で、生物難分解性の代謝産物が生成され、それらにより

【図-1】 実験装置



系	Run1	Run2	Run3	Run4
基質の種類	酢酸、プロピオン、デンファン	タンパク	デンファン	生じ尿
濃度(mg/l)	10000	15000	15000	—
TOC(mg/l)	5	4914	10035	7677
(%)	T	—	—	—
THMF(mg/l)	S	3496	29403	2971
(%)	T	—	—	—
THMFI(mg/mg)	S	0.71	2.93	0.39
(%)	T	—	—	—
$\{COD-BOD\}/COD$	S	49.2	33.9	49.4
(%)	T	—	—	—
TOC(mg/l)	S	15	3235	147
(%)	T	42	3311	1249
THMF(mg/l)	S	218	12743	4620
(%)	T	442	16814	54621
THMFI(mg/mg)	S	16.2	3.9	31.4
(%)	T	10.2	5.1	43.9
$\{COD-BOD\}/COD$	S	49.0	38.6	86.2
(%)	T	84.1	43.2	61.7

【表-1】 基質及び処理水の成分分析値

THMFIが増加する事がわかった。次に、Run1～Run3の基質で用いた有機酸、タンパク質、炭水化物をすべて含有している生し尿を用いた場合の結果を見てみる。THMFPは、T₁成分で25%、S₁成分で79%除去されており、嫌気性菌の作用により、THM前駆物質がある程度除去されているのかわかる。THMFIとみると、T₁成分の場合 43.0 μg → 620 μg と増加しており、THM生成率の低いセルロース等が選択的に除去され、分解に時間の有する固形分が残存し、むしろ高いTHMFIを発現したと思われる。S₁成分は、TOCおよびTHMFPの両方が、生し尿の1/2に減少したため、THMFIには変化が見られなかった。ここでも、生物易分解性でTHM生成能を有する物質が優先的に除去された様である。

3. 回分実験

実験装置及びTHM測定方法は、半連続実験と同じである。種汚泥2gに基質1gを加え、全量3gとし、気相部分を混合ガス(水:CO₂ = 85:35)で完全に置換した状態をスタートにし、適当な時間が経過するごとに80mlずつサンプリングを行った。ここでは、溶解性成分のみの挙動に注目して見る。又、THMFIと相関の高い $\frac{E_{260}}{TOC}$ の挙動も考察の対象とした。

メタン生成相のみでのTHM前駆物質の挙動を調べた結果を図-2に、炭水化物→有機酸→メタンの過程を調べた結果を図-3に、生し尿→有機酸→メタンの過程を調べた結果を図-4に示す。なお、Run4において、生し尿:種汚泥 = 1:2 では、反応が早く終了して、THM前駆物質の挙動は、より把握できなかったため、昨年度行った生し尿:種汚泥 = 2:1 の場合の回分実験結果を図-5に示す。

これらの回分実験から得られた知見を以下にまとめて示す。

① 基質投入 → 酸生成

基質中のTHM生成能を有する物質が酸生成菌により分解除去されると同時に、酸生成菌によって作られる中間生成物、最終生成物に、THM生成能を有する物質が新たに生じる。

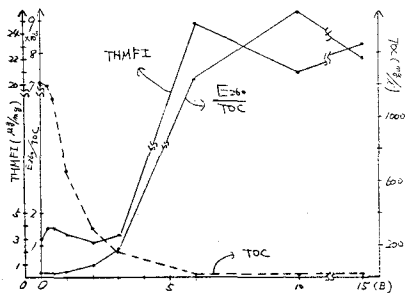
② 酸生成 → メタン生成

酸生成菌によって作られた生物易分解性のTHM前駆物質がメタン菌によって除去される。メタン生成菌による代謝産物には、THMFIの高いTHM前駆物質は少ない。

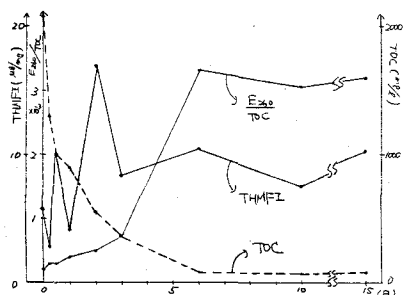
③ 自己分解 → 死滅

自己分解期に菌体から放出される有機物には、高いTHMFIを持つ物質が多い。

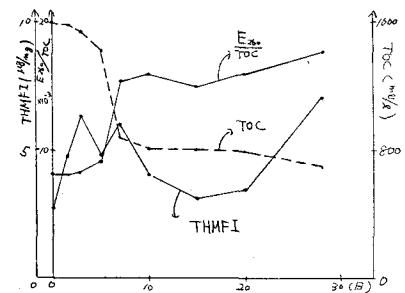
④ 酸生成相は、 $\frac{E_{260}}{TOC}$ と $\frac{THMFP}{TOC}$ の相関が悪いが、メタン生成相以後は、非常に相関が良い。酸生成相では、 E_{260} 発現性を持たないTHMFIの高い物質が生じている。



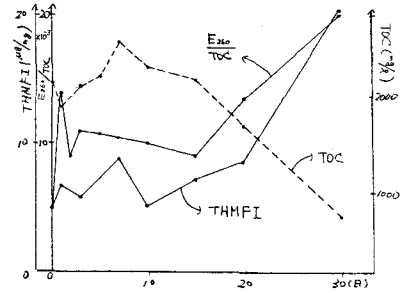
【図-2】Run 1 の経日変化



【図-3】Run 3 の経日変化



【図-4】Run 4 の経日変化



【図-5】し尿:種汚泥 = 2:1 の回分実験