

嫌気性消化に及ぼす硝酸性窒素の影響

東北大学大学院土木工学専攻 学生会員 ○ 具 仁秀
 正会員 宮原高志
 フェロー会員 野池達也

1. はじめに

汚泥処理における嫌気性消化は、下水汚泥の減量化、質的安定化、病原菌の死滅等の無害化、発生したメタンガスの有効利用、及び汚泥処理システムの管理の適正化を主目的として行われてきた。嫌気性消化によって汚泥の約3分の1が減量でき、消化せずに直接脱水する方式と比較して、脱水ケーキ量の減少、脱水性能の改善と安定化等の利点がある。日本の汚泥処理施設の約30%は嫌気性消化を処理プロセスに組み込んでおり、全国で発生する下水汚泥の約50%が嫌気性消化法で処理されている。嫌気性消化の副生成物である脱離液の中には、汚泥中の蛋白質成分の分解により生成するアンモニア態窒素が含まれており、新しい排水基準を満たすためにはこの処理を含めた新しい汚泥処理システムの構築が必要である。

本研究では、脱離液から窒素を除去する方法として、生物学的硝化脱窒法を用いるために必要な脱窒槽として嫌気性消化槽を用いることの可能性を明らかにすることであり、嫌気性消化反応・脱窒反応の同時進行を目指す研究である。

2. 実験装置および実験方法

(1) 種汚泥

本実験に用いた種汚泥は、仙台市の下水消化汚泥を溶解性 skim milk を半連続的に投入して、35℃の温度および HRT 10 日の条件で3ヶ月以上馴養したものである。基質として使った溶解性 skim milk は 3828mgCOD/l であった。

(2) 回分実験の実験装置及び実験方法

種汚泥の状況は、流出CODは1680mg/L、COD除去率は56.2%、ガス発生量は125～140mL/L/day、メタン含有率は60～65%であった。これを定常状態と見なし、回分実験を始めた。回分実験に用いた種汚泥の性状を表-1に示した。120mLバイアル瓶に種汚泥、培地を加えて、全量を80mLとした。培地のpH値は1N-NaOH、0.1N-HClを用いて7.0～7.2に調節し、嫌気条

表-1 回分実験に用いた種汚泥の性状

分析項目	範囲
pH	7.03～7.18
SS(g/L)	1.09～1.95
VSS(g/L)	1.01～1.48
全COD(g/L)	1.68～1.01
溶解性COD(g/L)	0.11～0.13
全タンパク質(g/L)	0.55～0.65
溶解性タンパク質(g/L)	0.03～0.09
全炭水化物(g/L)	0.013～0.018
溶解性炭水化物(g/L)	0.003～0.006
アンモニア性窒素(g/L)	0.25～0.27

件にするためにCO₂ガスで置換しながら、種汚泥と培地を加えて速やかにブチルゴム栓とアルミ製締金属で密栓した。35℃で攪拌し、全ガス量とガス組成を測定した。ガス生成量はガラスシリンジによるガス平衡により測定し、標準状態（0度、1atm）に換算した。生成ガスの組成はTCD-ガスクロマトグラフ法（カラム温度：70度、検出器温度：100度、キャリアガス：He）により測定した。

3. 実験結果および考察

各COD/Nにおける累積N₂生成量と累積メタン生成量を図-1に示した。図-1は回分実験開始後600時間までの累積N₂生成量と累積メタンガス生成量を示した。メタンガス発生は回分実験開始後30時間目にBlankで観察された。種汚泥からメタンガスの発生がある場合を仮定し、Blankと比較するために種汚泥と無機塩のみを加えた瓶も用意したがガス発生は観察されなかった。C/N3に調整した瓶にはCH₄ガスの発生が観察されなかった。C/Nの低下に伴って、メタン生成率が減少し、さらにメタン生成反応が起り始める時間も遅くなった。酢酸のみを加えたblankでは

表-2 各C/Nにおける N_2CH_4 に利用されたCODの比率

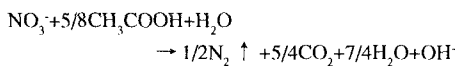
	(%)						
C/N	3	6	15	30	50	100	blank
N_2	46.9	48	24.5	14.5	11.3	7.9	7.3
CH_4	0	17.9	42.6	52.8	59.1	65.0	66.7

表-3 各C/Nにおける投入した KNO_3 -Nから発生した N_2 ガスの比率

	(%)					
C/N	3	6	15	30	50	(100)
N_2	41.5	85.3	89.9	75.9	71.2	(24)

30.5 (ml/VSS,g) のメタンガスが生成され、CODで換算すると 1087.5mg/L になる。これはバイアル瓶の全 COD1630mg/L の 66.7% である。このようにして算出した物質収支を表-2 に示した。

N_2 ガス発生は同分実験開始後 60 時間目から観察された。脱窒反応が起こり始める時間は C/N に影響されず、また、各 C/N において、メタン生成反応が起こり始める時間より先に起きた。各 C/N における投入した KNO_3 -N から脱窒された量の比率を表-3 に示した。発生した N_2 ガス量は C/N の増大に伴って減少したが投入 KNO_3 -N 当たりの N_2 発生量は、



の化学量論式を用いて換算すると C/N6、15、30、50 の場合、加えた KNO_3 -N の 70～90% が脱窒された。しかし、C/N3 の場合、加えた KNO_3 -N の 41.5% しか脱窒されなかった。このことから高濃度の硝酸性窒素 (C/N3 の場合) が存在すると脱窒反応も阻害を受けることが分かる。

4. おわりに

嫌気性消化槽を脱窒槽として利用する可能性を明らかにするために必要な、メタン生成反応への硝酸性窒素の影響を検討した結果、2 タイプの阻害作用を受けていることが明らかになった。

C/N の低下に伴って脱窒反応に利用される COD の比率が高くなり、それに伴ってメタン生成に利用される比率が低下した。また、脱窒反応及びメタン生成反応に利用された COD の総量も C/N の低下に伴って

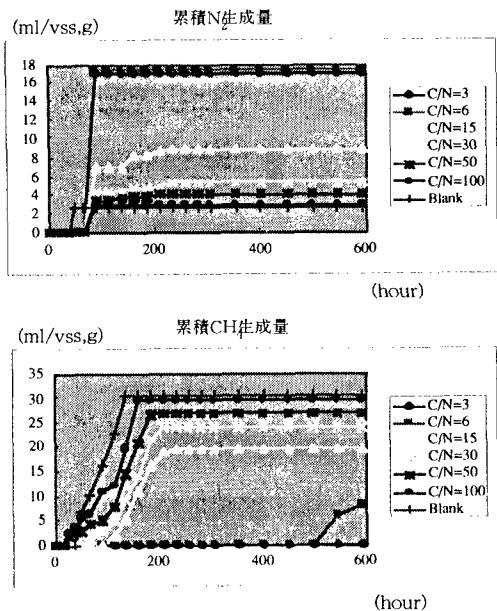


図-1 COD/ NO_3 -Nによる累積 N_2CH_4 生成量

減少した。これらのことから、硝酸性窒素がメタン生成槽に流入することで、メタン生成細菌と脱窒細菌の間での基質を巡る競争関係及び硝酸性窒素による阻害作用の2種類の負の影響がメタン生成反応に対して起こっていたと考えられた。