

VII - 8

生ごみのメタン発酵プロセスにおける脱窒素活性に関する研究

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○八山大輔

東北大学大学院工学研究科前期課程 松本寿美

東北大学大学院工学研究科 正会員 高島寛生

東北大学大学院工学研究科 フェロー 野池達也

1. はじめに

現在、国内における食品廃棄物（生ごみ等）の排出量は、年間約 2,000 万トンに上る。メタン発酵は、高含水有機性廃棄物をメタンガスに変換し、電力・熱としてエネルギーを回収できる生物学的プロセスとして注目されている。しかし、家庭ごみの 30-40%を占める生ごみ中には、動物性残渣（タンパク質等）が多く含まれていることから、メタン発酵に伴ってアンモニアが生成され、脱離液中に高濃度に含有されて排出される問題がある¹⁾。

本研究は、生ごみのメタン発酵の酸生成段階に生物学的窒素除去機能を付加させることにより、脱窒素機能を有するメタン発酵プロセスの開発を目指すものである。本実験では、生ごみを用いたメタン発酵の酸生成段階に及ぼす硝酸性窒素および生ごみの固形物濃度の影響を回分実験によって検討した。

2. 実験

(1) 擬似生ごみ：表 1 に擬似生ごみの組成を示す。各材料は、調理器具で 3 mm 以下に細かく破碎し、組成ごとにブレンダーに投入し、水道水 500mL を加えてスラリー化させた。固形物濃度 (TS) 15.57%，化学的酸素要求量 (COD) 192.5g/L, C/N 比が 16 であった。回分実験に使用する際、各所定 TS 濃度になるように水道水を加えて調整した。

(2) 種汚泥：種汚泥は、有効容積 2.5L の反応槽を用いて、S 市下水処理場の嫌気性消化汚泥に硝酸性窒素と TS3%の疑似生ごみを連続的に供給して馴養した。硝酸性窒素源として硝酸カリウムを使用し、投入基質の COD/NO₃-N 比が 25 になるように生ごみとは別々に添加した。水理学的滞留時間 (HRT) 2 日、培養温度 35℃, pH6.6~7.0 で制御し、半年以上馴養した。

(3) 回分実験：250mL のバイアル瓶に種汚泥 120mL, 生ごみ 40mL を投入した。生ごみの TS は 1%, 3%および 5%に調整した。投入した生ごみの COD/NO₃-N 比が、10, 25, 50 および 100 となるように硝酸カリウムを添加し、無添加のものを blank とした。各バイアル瓶に添加された硝酸性窒素濃度を表 2 に示す。これらの気相部を He ガスで置換、密封後、温度 35℃の恒温室内において、120rpm で振とう培養した。

(4) 分析項目：実験期間中、定期的にガス生成量およびガス組成 (TCD・ガスクロマトグラフ) を測定した。実験終了後には、SS, VSS, COD および全窒素 (T-N) を測定した。揮発性脂肪酸 (VFA) の分析には、FID・ガスクロマトグラフを、アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素については、イオンクロマトグラフを用いて測定した。

表 1 疑似生ごみの組成

食品群	材料	重量	重量%
		[g]	[wt%]
野菜類	キャベツ	130	41
	ニンジン	130	
	ジャガイモ	130	
果物類	バナナの皮	120	25
	オレンジの皮	120	
肉類	牛豚合挽	80	16
魚類	さけフレーク	80	
卵類	鶏卵の殻	30	3
穀類	白飯	100	11
嗜好飲料類	ほうじ茶の茶殻 (水切後)	30	3
計		950	100

表 2 生ごみの COD/NO₃-N 比に基づく硝酸性窒素の添加量と COD

		COD	COD/NO ₃ -N比				
		[g/L]	10	25	50	100	blank
TS [%]	1	11.7	293	117	59	29	0
	3	55.7	1392	557	278	139	0
	5	70.5	1762	705	352	176	0

3. 結果および考察

図 1, 2 に TS5%, COD/NO₃-N 比=10, 100 の条件における窒素成分の経時変化を示す。窒素ガス生成に伴い、硝酸性窒素は減少した。硝酸性窒素が消失し窒素ガス生成が停滞すると、アンモニア性窒素の生成が増大した。図 1 (TS5%, COD/NO₃-N 比=10) と図 2 (TS5%, COD/NO₃-N 比=100) では、窒素ガスおよびアンモニア性窒素の生成量に差異はあるものの、上で示した傾向は共通して観察された。

図 3 に、各固形物濃度における窒素ガス生成量に及ぼす硝酸性窒素投与量の影響を示す。この図から、投与した硝酸性窒素の量に比例して窒素ガス生成量も増大した。これは、硝酸性窒素からの窒素ガス転換率は、投与する硝酸性窒素および固形物濃度に依存せず一定であることを示している。

図 4 に、TS5%の各 COD/NO₃-N 比におけるアンモニア性窒素の経時変化を示す。各 COD/NO₃-N 比において窒素ガスが生成している間、アンモニア性窒素は減少したが、硝酸性窒素が消失するとアンモニア性窒素は増大する傾向にあった。投与する硝酸性窒素濃度が大きくなる (COD/NO₃-N 比が小さくなる) とアンモニア性窒素の減少量は、大きくなる傾向があった。初期のアンモニア性窒素の減少は、増殖した脱窒素細菌が同化の為に摂取したためと考えられる。また、硝酸性窒素の消失後にアンモニア性窒素の増大が観察されたことから、それらは生ごみ由来の窒素分から生成されたと考えられる。しかし、脱窒素とアンモニア生成の関連については不明な点が多く、今後の研究の発展が期待される。

4. まとめ

実験初期において、硝酸性窒素の減少に伴い窒素ガスが増大した。その際、アンモニア性窒素の生成が抑制された。投与した硝酸性窒素が窒素ガスに還元された後、アンモニア性窒素が生成された。また、硝酸性窒素からの窒素ガス転換率は、投与する硝酸性窒素および固形物濃度に依存せず一定だった。

参考文献

- 1) 中村一夫：厨芥類を中心とする今後のごみ処理システムと資源循環型システムの方向性について，環境技術，

29 (9) pp.662-668 (2000)

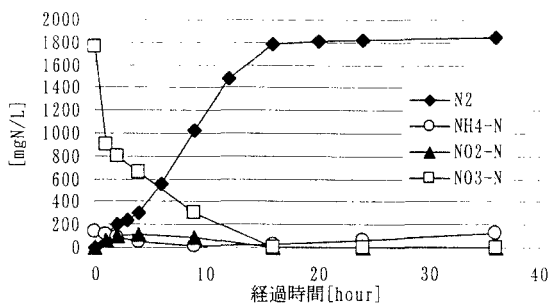


図 1 窒素成分の経時変化(TS5%,COD/NO₃-N 比=10)

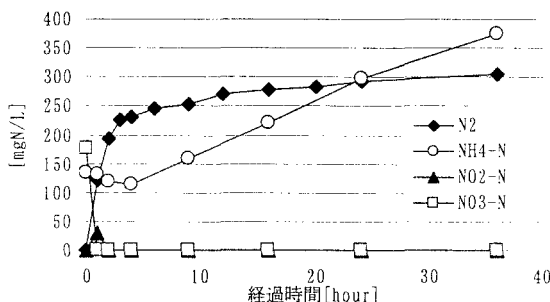


図 2 窒素成分の経時変化(TS5%,COD/NO₃-N 比=100)

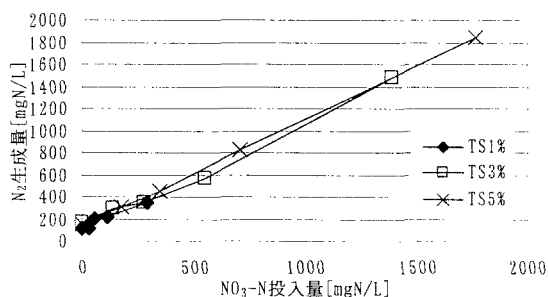


図 3 各 TS における N₂ 生成量に及ぼす NO₃-N 投与量の影響

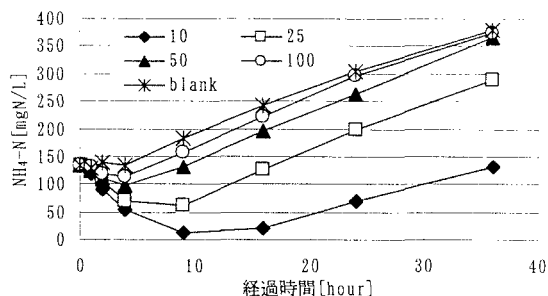


図 4 各 COD/NO₃-N 比における NH₄-N の経時変化(TS5%)