

下水処理場から排出される汚泥の生分解性調査

呉高専専攻科 学○ 岡本由美子 正 山口隆司 正 市坪 誠
高知高専 正 山崎慎一 長岡技科大 正 原田秀樹

1 はじめに

下水処理場より排出される汚泥処理プロセスの一つとして、嫌気性消化法(メタン発酵法)がある。これは汚泥の減溶化・安定化が可能であり、副生するメタンガスを回収し有効利用することで化石燃料の使用量削減にもつながる。今後、メタンガスの有効利用とともに、メタン収率を向上させるための検討が必要と考えられる。そこで本研究では、下水処理場から排出される汚泥（生汚泥、余剰汚泥、消化汚泥）の生分解性を評価し、メタン転換について検討をおこなった。実験では、全国 3 カ所の処理場より汚泥を採取し、メタン転換をバイアル回分試験によって評価した。

2 実験方法

メタンへの生分解性を評価する回分試験を行うために供試汚泥を全国 3 カ所（地域）の下水処理場から 12 月に採取した。基質汚泥として、最初沈殿池で排出される生汚泥、および活性汚泥法の結果排出される余剰汚泥を対象とした。A 処理場には、生汚泥と余剰汚泥が混ざった混合汚泥があったので、これを基質汚泥として試験に用いた。また、メタン発酵のための植種汚泥としては各処理場の消化汚泥を用いた。

表-1 は、汚泥の混合割合及び回分試験初期汚泥濃度を示す。回分条件は、バイアル呼称 A2～C4 までの 11 条件とした。生分解性回分実験は、容量 122 ml のバイアル瓶に、汚泥濃度（基質汚泥＋植種汚泥）が 20000 mgSS/L 以下となるように蒸留水で希釈調整して 50 ml 注入した。蒸留水以外のバイアル内への添加物は、酸化還元指示薬であるレサズリン 1 mg/L のみとした。気層部は窒素ガスでパージし嫌氣的にして、速やかにブチルゴム、アルミ栓で密栓した。pH を 7.0 とした後、ロータリー・シェーカー（37 ± 1℃、120 rpm）で振とう培養した。実験の開始は試料を投入したバイアル瓶をシェーカーに移した後、約 1 時間振とう培養を行い温度の安定を待ち、気層部の分圧は 1atm に調節して、その時点を経過時間 0 とし、嫌気性生分解試験の開始時刻とした。

ガラスシリンジで発生するメタン量を経時的に測定し、同時に TCD でガス組成を測定した。回分試験期間中 pH は、1 N-HCl または 1 N-NaOH を加え 6.6～7.4 を保った（適時 7.0 ± 0.1 に調整した）。分析は、下水試験方法に従った。

表-1 汚泥の混合割合及び回分試験初期汚泥濃度

処理場 (地域)	バイアル 呼称	混合割合 (v/v,%)				初期濃度 (mg/l)	
		生汚泥	余剰汚泥	混合汚泥	消化汚泥	全 CODcr	SS
A 処理場 (北陸)	A2		50		50	16833	19100
	A3			50 生＋余剰	50	18054	16300
	A4				100	14941	15900
B 処理場 (中国)	B1	50			50	17054	20000
	B2		50		50	15790	20000
	B3	30	30		40	16573	20000
	B4				100	11859	15800
C 処理場 (九州)	C1	50			50	18000	19600
	C2		50		50	13045	13700
	C3	30	30		40	15732	16900
	C4				100	14472	15400

3 実験結果および考察

図-1は、パイアルに投入した全CODcr量に対するメタン生成量の比率の経日変化（%, $\text{gCH}_4\text{-COD/g in-CODcr}$ ）を、3処理場の汚泥について示す。

植種汚泥としてパイアルに投入した消化汚泥（A4, B4, C4）のメタン転換率は、3処理場分ともに20日でメタン転換率10%程度であり、76日目においても20%程度のレベルにとどまった。

A処理場のメタン転換をみると、A2, A3ともに20日で、約40%メタンに転換し、その後はA4と同様の傾きとなった。この結果から、余剰汚泥、混合汚泥ともに、消化汚泥との混合比率50:50の条件下において、20日程度の滞留時間で1次のメタン転換が終了することがわかった。

B処理場についてみると、最終的なメタン転換率は、B1（生）、B3（生+余剰）、B2（余剰）、B4（消化のみ）の順であった。このことから、生汚泥はメタン創出のためのよいソースとなると考えられる（生汚泥のほとんど、また、余剰汚泥の8割程度は、メタンに転換される）。

一方、C処理場の結果についてみると、C1（生）のメタン転換は、30日を経過してからゆっくりと進行している。メタンへの転換は、10日頃までではC2（余剰）が速やかに進行している。しかし、最終的なメタンへの転換割合としては、C3（生+余剰）が40日頃までに50%に達した。これは、第1段階として余剰汚泥を基質としてメタン転換に有効な微生物が増殖し、その微生物により第2段階として生汚泥基質が利用され、結果的にメタンへの転換率が高まったためと考えられる。

4 まとめ

- (1) 消化汚泥と余剰汚泥を混合することで、汚泥当たりのメタン転換率が約3倍、さらに生汚泥を混合することで約4倍向上し、汚泥の分解促進につながる。
- (2) 汚泥からのメタン収率を高めるためには、地域あるいは処理場毎に最適な生汚泥、余剰汚泥、消化汚泥の混合比を求めることが望まれる。

【謝 辞】

供試汚泥サンプルを提供していただきました下水処理場の皆様、また、資料整理にあたりご指導いただきました下水道事業団技術開発部田中松生氏ならびに関係各位の皆様に深く感謝致します。

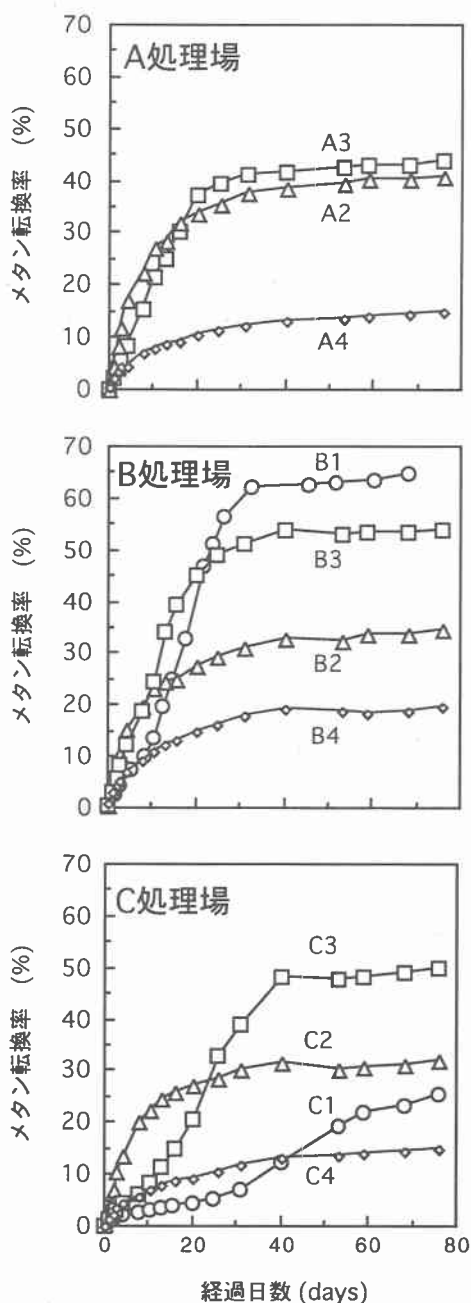


図-1 汚泥のメタンへの転換率の経日変化
(%, $\text{gCH}_4\text{-COD/g in-CODcr}$)