

東京大学工学部 学生員 ○花木 啓祐
東京大学工学部 正 員 松尾 友矩

1. はじめに : 多くの下水処理場では余剰活性汚泥を嫌気性消化法で処理しているが、汚泥の成分や量は流入下水負荷や活性汚泥の運転方法によって変動すると考えられ、そのような変動が嫌気性消化プロセスに及ぼす影響について調べる必要がある。そこで筆者らは、人工基質を用いて活性汚泥のバッチ処理を行ない、その過程における種々の状態の汚泥の嫌気性消化実験を実施しその分解特性を調べた。得られた知見をここに報告する。

2. 実験方法 : ① 活性汚泥の馴致…ベビーミルク(以下‘ミルク’と略す)を基質とし、1日1回のfill and draw方式で約50日間培養した。② 嫌気性消化用種汚泥の馴致…下水消化汚泥を最初の種汚泥とし、37℃、連続かくはんの条件下で約1ヶ月間適宜(合計15回)基質を投与した。この際、ミルク投与後2hr程度経過した汚泥を前述の活性汚泥槽から採取し、これとミルクとの混合物を馴致用基質として用いた。基質投与中止後ガス生成がほぼ停止したものを種汚泥として以下のバッチ実験に供した。③ 実験の手順(図-1参照)…

前報^(1,2)を用いたものと同じ2Lの消化槽を4ヶ用とし、あらかじめ各々に同じ種汚泥1.8Lを入れ空槽を消化ガスで置換し37℃、連続かくはんの状態にしておく。一方、活性汚泥槽にミルクを投与し所定の時間経過後混合液2Lを採取し、遠心分離(3500rpm, 3分)で汚泥部分を集め、それに温水を加え200mlの均一なスラリーにする。これを消化槽に導入してバッチ式の嫌気性消化を開始し、時間毎に各揮発酸成分濃度、メタン生成量、pH等を測定した。この4ヶ1組のバッチ実験を2回にわたって実施した。

④ 実験条件…[第I次実験] 600mg/Lのミルク(COD_{Cr}で852mg/L)を活性汚泥に投与し、ミルク投与前、1hr, 4hr, 24hr経過後の各々の汚泥4種を基質にして嫌気性消化を実施した。[第II次実験] 300mg/L, 900mg/Lのミルクを直前に分割した2ヶの活性汚泥槽に各々投与し、ミルク投与前の汚泥、各々の4hr経過後の汚泥の3種の他に、ミルク投与前汚泥とミルク1.8g(活性汚泥槽にミルク900mg/Lが投与されたときの混合液2L分の負荷量に相当する)の両者の混合物をも基質として用いた。これらの実験条件と略号を表-1に示した。なお、I、II共0-汚泥はその前にミルクを投与してから40hr程度は曝気を行った後、上ずみを入れ替えたものである。

3. 実験結果と考察 : 第I次実験の際の活性汚泥槽における遠心分離上ずみTOCとMLVSSの推移を図-2に示す。3hrまでに上ずみからのミルク除去はほぼ完了しており、第II次実験の場合も汚泥を採取した4hrの時点ではそれはほぼ完了していた。

〔酸生成量の推移〕嫌気性消化における酸生成反応は基質の分解特性を直接反映するものである。バッチの各時点での実験酸生成量はメタン生成量と各揮発酸成分濃度から算出でき⁽²⁾その推移を図-3に示す。次に、I、II共各々0-の場合の酸生成量をバックグラウンドと考え、これに比べて過剰に生成した酸の量(酸生成量 excess と表わす)

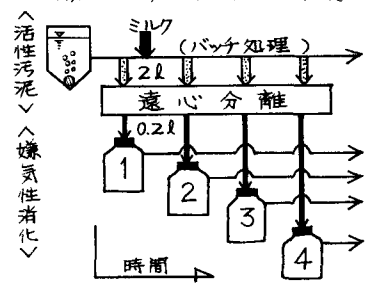


図-1 実験の手順

活性汚泥に投与したミルク量 (mg/L)	汚泥採取時刻	略号
600	1 hr.	600-1h
600	4 hrs.	600-4h
600	24 hrs.	600-24h
	投与前	0- (I)
300	4 hrs.	300-4h
900	4 hrs.	900-4h
	投与前	0- (II)
	投与前汚泥+ミルク1.8g	ミルク900

表-1 嫌気性消化の基質に用いた汚泥

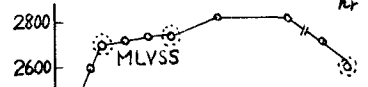
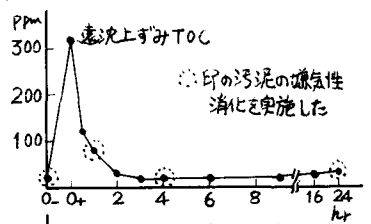


図-2 活性汚泥によるミルク除去(I)

を算出する。この量は、活性汚泥のうちミルクの投与の結果生じた増加分(活性汚泥 excess と表わす)の分解によって生成した酸の量に対応すると考えられよう。(＜ミルク900＞の場合にはミルクのみからの酸生成分に相当する)

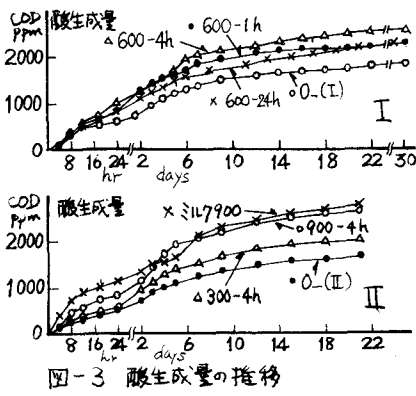


図-3 酸生成量の推移

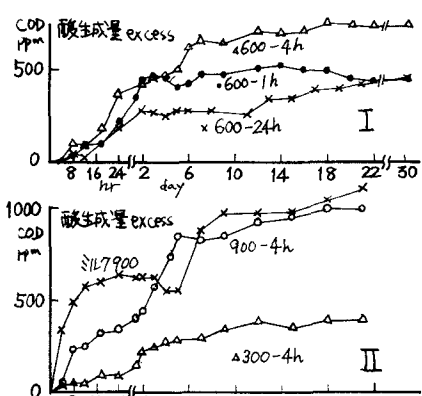


図-4 酸生成量 excess の推移

図-4に酸生成量 excess の推移を示す。＜ミルク900＞の場合は初期に第1段の反応として急速に酸が生成したあと、前報^(1,2)でも見られたような中休み期間が出現している。他の場合は、図-3の＜O-＞汚泥の場合と比較すると酸生成反応が早い時期に完了してしまっているが＜ミルク900＞の第1段の反応ほど急速な酸生成は見られておらず、活性汚泥 excess の分解速度は＜O-＞汚泥の場合より大きく、ミルクの場合より小さいことが推定される。

[メタン生成総量] バッチ開始後21日目にはメタンの新たな生成は少なくなっているの、21日目までのメタン生成量累積値で最終的なメタン生成総量を代表させ、実験条件等との関係を整理したのが表-2である。まず、投与VSあたりのメタン生成量(e欄)の比較と、投与VS excess あたりのメタン生成量 excess (f欄)の値が大きいことから、活性汚泥 excess は＜O-＞汚泥に比べ嫌気性消化プロセスにおける分解率がかなり高いことがわかる。次に、ミルクとして活性汚泥に投与したCOD成分のうちメタンに転換したものの比率を示したのがg欄の値であり、4hrばつ気の場合で0.76～0.91、24hrばつ気でも0.48と高い値になっている。活性汚泥プロセスで酸化されずに汚泥に転換したCOD成分の比率

		Q1)	b	C2)	d	e	f	g	h
		投与VS mg/l	同 excess mg/l	メタン 生成量 COD mg/l	同 excess COD mg/l	C/a	d/b	$\frac{d}{投与COD}$	$\frac{b}{投与ミルク}$
汚泥の種類									
I	600-1h	2708	348	2138	432	0.789	1.24	0.638 ³⁾	0.730 ³⁾
	600-4h	2740	380	2429	723	0.887	1.90	0.849	0.633
	600-24h	2596	236	2112	406	0.813	1.72	0.476	0.393
	O-(I)	2360	—	1706	—	0.723	—	—	—
II	300-4h	3012	157	1984	329	0.659	2.47	0.912	0.523
	900-4h	3533	678	2562	967	0.725	1.42	0.756	0.753
	ミルク900	3755	900	2666	1071	0.710	1.19	0.838	—
	O-(II)	2855	—	1595	—	0.559	—	—	—

a～dは消化槽混合液1lあたりの値。
 1) この欄の数字は活性汚泥槽のMLVSSに等しい。
 2) メタン生成量(0°C, ml) = メタン生成量(COD mg) × 0.350。
 3) 上ずみから除去されたCODをミルクあたりの値。

表-2 メタン生成総量と他の条件との関係

はこれらの数字に嫌気プロセスでの生物転換分を加えた値となり、MLVSS測定値から算出した各々の汚泥生成率(h欄)に比べ更に高い比率のミルクが実際には汚泥に転換している可能性をこの結果は示している。また、＜ミルク900＞と＜900-4h＞の各々のメタン生成量 excess の値から4hrの間に活性汚泥によって酸化されたミルクの比率を試算すると、 $(1 - 967/1071) \times 100 = 9.7\%$ と極めて小さい数値が得られた。

4. まとめ：活性汚泥に投与された有機物の大部分は酸化されずに‘活性汚泥 excess’として嫌気性消化を受けメタンに転換することがわかった。そしてこの‘活性汚泥 excess’は内生呼吸期の汚泥に比べると嫌気プロセスにおける分解速度、分解率が高く、そのことから比較的分解しやすい生体物質を多く含むと考えられる。また今回の結果は、下水処理場に流入する有機物の大部分はそのまま汚泥処理系に対する負荷になっている可能性を強く示唆している。

参考文献 (1) 花木、松尾；嫌気性消化における基質分解過程について、32回年講(1977)
 (2) 花木、松尾；嫌気性消化の反応機構に関する研究、第14回衛生工学研究討論会(1978)