

Ⅶ-66

汚泥有機物の有効利用を目的とした可溶化技術の開発

広島大学地域共同研究センター	正会員	今岡 務
広島大学大学院	学生員	野村 典広
国税庁醸造研究所		家藤 治幸
国立公衆衛生院	正会員	井上 雄三
広島大学・工	正会員	岡田 光正

1. はじめに

廃棄物最終処分場の残余容量の逼迫化ならびに用地確保難の深刻化などに伴い、各種廃棄物の減量化、再資源化が求められるようになってきており、汚水処理汚泥ならびにし尿などの液状廃棄物に関しても、資源としてのリサイクルを考えるべき時期に至っている。

本研究では、浄化槽汚泥が他の生物処理汚泥と同様に有機物、栄養塩類を高濃度に含むことから、それを基質とし、利用して有用微生物あるいは有価物を生産することが可能となれば、より多用途で高付加価値な汚泥の資源化につながるものと考えた。そのためには、他の有用生物による利用が容易な形態に汚泥を変換する必要があるが、有用生物としてその用途の多様性あるいは新規性を考え、当面は酵母に着目することとし、各種酵母の利用可能な形態に汚泥を可溶化する技術の開発を第一課題として検討を行った。

2. 実験方法

実験には、合併浄化槽ならびに単独浄化槽からの収集汚泥を用いたが、溶存態有機物の持込み量を低減するため、24時間の静置により沈降、分離し、所定の濃度となるように再度蒸留水で調整した。また、浄化槽汚泥の場合、厨芥の分解残渣を含むなど、微生物フロックを主体とした活性汚泥法等の余剰汚泥とは性状が異なると考えられたため、下水汚泥（エアレーションタンク内汚泥）を試料とした対照実験も実施した。

汚泥の可溶化法としては、当初オゾンばっ気による酸化処理に注目したが、可溶化率が芳しくないため、高温・高圧条件下での処理を意識したオートクレーブ処理も対象とした。

オゾン酸化処理による可溶化実験は、アクリル製カラム（内径：100mm、高さ：1,000mm、液容量：7,000ml）に所定のSS濃度の汚泥懸濁液を投入し、オゾン化ガスでばっ気を行うことにより実施した。オゾンは実験室用小型オゾナイザーを用いて酸素を原料に発生させ、ガス中のオゾン濃度（Run1:14.0, Run2:6.2, Run3:3.6 mg/l）を変化させて実験を行った。懸濁液のSS濃度は、3,000~4,000 mg/l にそれぞれ調整し、オゾンばっ気開始後、適宜カラム下部から試料(500ml)を採取し、分析に供した。下水汚泥の場合(Run4), オゾン濃度を最も低い 3.6mg/l としたが、これ以上高いオゾン濃度では発泡が激しく、実験の継続が困難であったためである。

オートクレーブ処理は、通常の滅菌操作で用いられる高圧蒸気滅菌釜を使用して行い、温度を 120℃、圧力を 1.4kgf/cm²とした。浄化槽汚泥の場合は、沈降汚泥を容積比で 40%および 80%として蒸留水と混合し、SS濃度で 9,000mg/l および 18,000mg/l に調整した懸濁液を用い、下水汚泥では 3,000 mg/l に調整した。また、NaOHの添加により、pHを 12 に調整したものと調整しないものをそれぞれ用意し、500ml 容三角フラスコに 200ml 入れた後、オートクレーブ処理を行った。加熱時間は、2時間および4時間とした。

分析は、懸濁性有機炭素（POC）、溶存性有機炭素（DOC）について、またオゾン処理実験について
キーワード：汚泥：資源化；オゾン酸化処理；高温高圧処理

連絡先：〒739-0046 東広島市鏡山 3-10-31 広島大学地域共同研究センター TEL 0824-21-3644

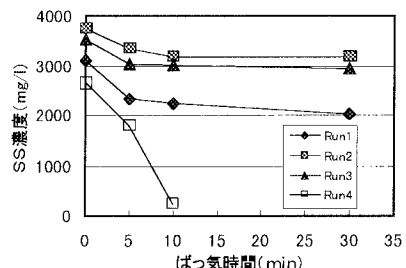


図1 オゾン酸化処理でのSS濃度の時間変化

ては CO₂ ガスもそれぞれ行った。なお、分析に供した試料は、サンプリング後 24 時間程度の静置により固液分離したものである。

3. 実験結果および考察

オゾン酸化処理で得られた SS 濃度の時間変化を図 1 にまとめた。浄化槽汚泥の場合、ばっ気開始後 5 分で一応の減少が認められたが、5 分以降 30 分までそれ以上の顕著な低減は見られなかった。一方、下水汚泥を試料とした場合には、8 分のオゾンばっ気で初期濃度 (2,660mg/l) の 9.0%(240mg/l) にまで低下し、浄化槽汚泥との大きな相違を示した。

下水汚泥の場合、主たる SS の内容物である微生物フロックがオゾンにより破壊され、SS の顕著な減少につながったと推測される。しかしながら、オゾン酸化によるこのような SS 濃度の減少は図 2 の炭素収支に示すように期待した溶解性有機物の増加にはつながらなかった。

一方、オートクレーブ処理においては、いずれも顕著な SS 濃度の減少が見られ、pH を 12 に調整した場合では初期値に対して 40% 前後の減少率となった。すなわち、アルカリ性で処理することによる効果は大きいことが明らかとなり、加熱時間の延長は予想したほど影響しなかった。また、下水汚泥を用いた場合はさらに効果が明確であり、pH を 12 とした場合には、2 時間で 77% の減少率となった。図 3 に示すように、POC に DOC を加算した懸濁液中の全有機炭素量と比較して、処理前の値と処理後の値が概ね等しいことから、オゾン酸化処理とは異なり、マスバランスがとれていることを示した。すなわち、SS の減少に対応して、溶解性の有機炭素が増加しており、オートクレーブ処理により汚泥の可溶化が進行し、また pH の調整によりそれが促進されることが明示された。表 1 に各条件での可溶化率等をまとめた。

表 1 各実験条件での炭素の変化および可溶化率

処理法	試料	処理時間	pH	POC[mgC/l]	DOC[mgC/l]	糖[mgC/l]	糖/DOC[%]	Δ DOC[mgC/l]	可溶化率(%)
オゾン酸化	浄化槽汚泥 (Run1)	0min		1184	316	31.4	9.9	—	—
		30min		787	478	65.8	13.8	162	13.7
	下水汚泥(Run4)	0min		1123	15	0.9	5.8	—	—
		8min		94	70	4.5	6.4	55	4.9
オートクレーブ	浄化槽汚泥 (SS=17,600mg/l)	0hr		6979	1042	306.2	29.4	—	—
		2hr	7	5615	2856	187.1	6.6	1814	26.0
		2hr	12	3558	4520	626.1	13.9	3478	49.8
		4hr	7	6831	1167	398.7	34.2	—	—
		4hr	12	5445	3964	865.8	21.8	2797	40.9
		4hr	12	3196	5480	681.1	12.4	4313	63.1
	下水汚泥 (SS=2,860 mg/l)	0hr		1211	11	1.5	14.1	—	—
		2hr	7	811	304	114.5	37.7	293	24.2
		2hr	12	186	804	313.6	39.0	793	65.5
		4hr	7	1146	5	0.8	17.0	—	—
		4hr	12	711	261	191.2	73.3	256	22.3
		4hr	12	370	704	202.6	28.8	699	61.0

(注) 可溶化率(%)=[(DOC₀-DOC_p)/POC] × 100

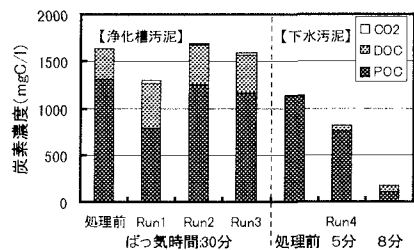


図2 オゾン酸化処理における炭素収支

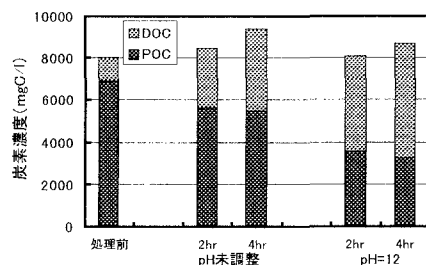


図3 オートクレーブ処理における炭素収支
[浄化槽汚泥(SS=17,600mg/l)]

4. おわりに

今後、上述の処理により得られた可溶化液を培養液として、酵母の培養実験を行う予定である。また、各処理法において、さらなる可溶化率の向上が必要であるため、オゾン酸化処理については適性オゾン濃度、オートクレーブ処理については圧力の影響などについて検討していくこととしている。