

資源化を目的とした生物処理汚泥の可溶化技術の開発

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
同上	学生員	波多野啓史
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
広島大学工学部	正会員	岡田 光正

1. はじめに

現在、我が国における産業廃棄物の排出量に占める汚泥の割合は 45.4%となっている。また、汚泥の再資源化率は、5%と低い値にとどまっている。下水汚泥のような生物処理汚泥は有機物質を多量に含んでおり、これに着目した資源化技術が望まれる。すなわち、コンポストのような堆肥化だけではなく、汚泥中の有機物を利用する多様な技術が必要とされている。

そこで本研究では、浄化槽汚泥ならびに下水汚泥が有機質および栄養塩類を多量に含むことに着目し、これを効率よく再資源化可能な状態にすることにより、従来のような廃棄物としてではなく、有用資源として利用できる技術を開発することを目的とした。すなわち、オゾン酸化処理あるいはオートクレーブ処理により汚泥を可溶化し、その可溶化液を有用微生物である酵母の培養液として利用することを想定した。

2. 実験方法

オゾン酸化処理による可溶化実験は、図-1に示すようなアクリル製カラム(内径:100mm、高さ:1,000mm、液容量:7,000ml)に汚泥懸濁液を投入し、カラム下部よりオゾン化ガスを供給する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(富士電機㈱、POX-10)を用いて酸素を原料に発生させ、表-1に示す3種の異なる濃度で供給した。汚泥懸濁液は、24時間静置し沈降させた浄化槽汚泥および下水汚泥を、それぞれSS濃度4,000、3,000mg/lとなるよう蒸留水で調節したものである。また、サンプリング時間毎にカラム下部より汚泥懸濁液を採水し、分析に供した。

オートクレーブ処理実験は、通常の滅菌操作等で用いるオートクレーブ(高圧蒸気滅菌釜:HIRAYAMA, HV-25)を使用して実施した。汚泥懸濁液は、オゾン酸化処理と同様に24時間静置し沈降させた汚泥を体積割合40%(SS:9,000mg/l)、80%(SS:18,000mg/l)となるように蒸留水で調整したものである。また、それぞれpH調整を行わないものとpH12に調整したものを用意し、温度を120℃、圧力を1.4kgf/cm²、加熱時間を2時間および4時間に設定し、実験を行った。

3. 実験結果および考察

図-2は、浄化槽汚泥を用いてオゾン酸化処理を行った場合(Run I)の炭素収支を示したものである。Run Iは、オゾン濃度を最も高く設定した実験であるが、30分間のばっ気により、懸濁態有機炭素量(POC)は、

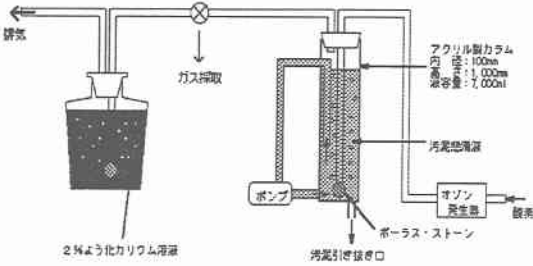


図-1 実験装置図

表-1 オゾン濃度

Run	供給酸素量 (l/min)	オゾン発生量 (mg/h)	オゾン濃度 (mgO ₃ /l)
I	1	841.2	14.0
II	2	744.4	6.2
III	2	428.2	3.6

初期存在の 66.5%となり、減少した POC の 40.5% が可溶化液に溶出している。また、下水汚泥を試料とした場合には、RunⅢによる 8 分間のばっ気により、初期 POC 量の 8.4%にまでに变化した。しかし、可溶化液への溶出は、POC の減少量の 4.6%と小さな値となった。

次に、浄化槽汚泥を用いてオートクレーブ処理を行った場合、pH 調整の有・無により POC の可溶化に顕著な相違が見られた。図-3 にその例(汚泥割合 80%，加熱時間 4 時間)を示した。pH 調整を行わない場合、処理後の POC 量は初期の 79.7%となり、減少した POC 量のほとんどが可溶化液に溶出した。また、pH 調整を行った場合は、初期 POC 量の 46.8%となり、この場合においても、減少した POC 量のほとんどが可溶化した。すなわち、30 分間のオゾンばっ気による炭素の可溶化率(=100×[DOC 増加量]/[POC 減少量])が 13.7%であったのに対し、オートクレーブ処理においては、pH 調整を行わない場合で 40.9%，pH 調整を行った場合で 63.1%となった。したがって、オートクレーブ処理における可溶化率がオゾン酸化処理より明らかに高く、pH 調整によってさらに効率が高まることが示された。

次に、図-4 にオートクレーブ処理の窒素収支を示した。窒素の可溶化率は、pH 調整を行わない場合は 45.2%となり、pH 調整を行った場合は 52.0%となった。窒素においては、pH 調整による可溶化率の違いは炭素ほど顕著ではなかった。

オートクレーブ処理(試料:浄化槽汚泥)によって得られた可溶化液中の糖を分析した結果、表-2 に示すように DOC 中の炭素の 6.5~21.8%を占めることが明らかとなった。糖分は酵母の培養基礎として重要な栄養素であることが知られており、この結果は汚泥の可溶化液が各種酵母の培養液として利用できることを示唆するものといえる。

4. 結論

本研究において、炭素・窒素の可溶化効率および有用微生物の培養に関する諸条件を考慮した場合、オートクレーブ処理は、酵母の培養における基質となり得る可能性を確認できた。実用化に向けては、可溶化液における炭素の形態把握、加熱時間短縮などによるコスト面における改善などが課題として挙げられ、検討を行って行く考えである。

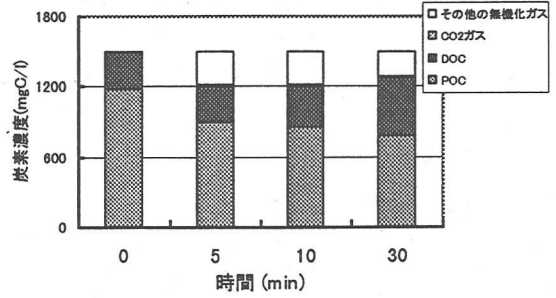


図-2 オゾン酸化処理(Run I)における炭素収支

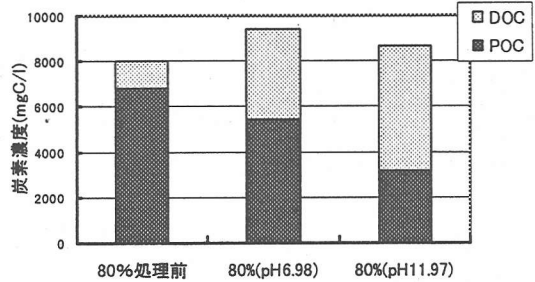


図-3 オートクレーブ処理(試料:浄化槽汚泥)における炭素収支

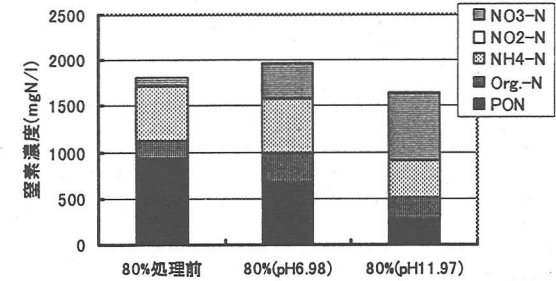


図-4 オートクレーブ処理(試料:浄化槽汚泥)における窒素収支

表-2 可溶化液における糖の濃

試料	可溶化時間 (hr)	pH調整	糖 (炭素換算) (mg/l)	糖が処理後のDOC に占める割合(%)
浄化槽汚泥	4	無	863	21.8
		有	678	12.4
	2	無	186	6.5
		有	623	13.8