

オゾン酸化法を用いた生物処理汚泥の資源化

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 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. 目的

現在、我が国での余剰汚泥の発生量は年間 17,711 万 t に達し、これはすべての産業廃棄物の約 44% にあたる量である。汚泥処理方法の一例として、焼却、埋立などが挙げられるが、焼却灰の処分や埋立処分地不足の問題が深刻であると同時に、汚泥からの悪臭などの処分地被害が問題とされている。

そこで本研究では、し尿および生物処理汚泥が有機物および栄養塩類を高濃度に含む点に着目し、酸化力の強いオゾンにより可溶化を行うことで、従来のような廃棄物としてではなく、それを付加価値の高い酵母の基質として利用し、有用微生物または有価物を生産する可能性、すなわち液状廃棄物のゼロエミッション化の手法に検討を加えることを最終的な目標とした。

2. 方法

三角フラスコ(液容量 1,000ml)を用いたオゾン溶解液による基礎実験およびアクリル製カラム(内径:100mm, 高さ:1,000mm, 液容量 7,000ml)を用いたオゾンばっ気による可溶化実験を行った。汚泥試料は、単独および合併浄化槽の混合汚泥を沈殿させ、蒸留水で調整したものを用いた。

基礎実験は、オゾン溶解液(約 1.0mg/l)に汚泥 5.0g を入れ、攪拌器による攪拌を行った。

可溶化実験は、図-1の通り、カラム下部からのオゾンばっ気と循環ポンプによる攪拌を行うことにより実施した。また、サンプリング時間毎に試料懸濁液 500ml をカラム下部から引き抜き、24 時間静置後の上澄み液を可溶化液として、それを分析に供した。

さらに、可溶化実験により得られた可溶化液を試料として、酵母の培養実験を行った。培養に使用した酵母は、雑食性をもつ *Hansenula fabianii* J640 と、栄養源とされる炭素がグルコースなどに限定される協会酵母 7 号 (*Saccharomyces cerevisiae*) という栄養特性が両極に存在する 2 種類である。

3. 結果

まず、オゾン溶解液による三角フラスコを用いた基礎実験について述べる。

オゾン溶解液では、炭素および窒素ともに汚泥から余水へと溶解する量が少なかった。これは、オゾン溶解液の初期オゾン濃度が約 1.0mg/l と非常に微小であるためだと考えられる。

次に、オゾンばっ気による浄化槽汚泥の可溶化実験の結果について述べる。

オゾンばっ気による汚泥中の有機炭素の減少は、低濃度懸濁液の場合 360 分経過後で 91.5%，高濃度

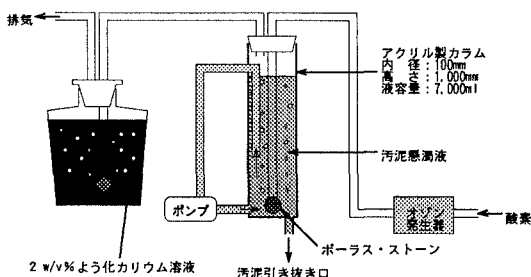


図-1 可溶化実験装置図

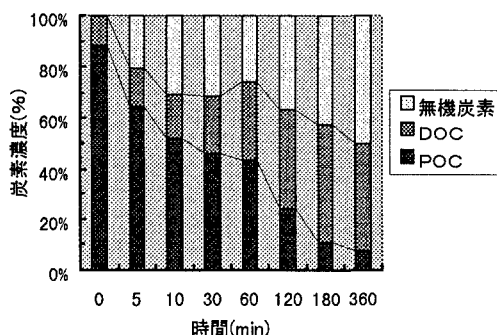


図-2 可溶化実験における炭素収支

懸濁液でも180分経過後で89.1%と非常に高い値が得られた。また、余水中の有機炭素は、180分後に初期濃度の2.2~4.4倍の濃度が得られた。これらのことから、オゾン酸化処理によって初期含有量の50~56%にあたる有機炭素量が二酸化炭素へと無機化され、20~36%が可溶化液中へと溶出していると考えられる。

窒素の収支から、低濃度懸濁液および高濃度懸濁液のどちらの条件においても、汚泥中の窒素は大幅な減少が、可溶化液中の窒素の全量は顕著な増加がそれぞれみられた。可溶化液中の形態別では、有機態窒素の増加の割合が非常に大きく、一方、アンモニア性窒素は減少傾向を示した。

オゾン消費量当たりの懸濁性有機炭素の分解量および溶存有機炭素の生成量は、いずれも早い時間で高い値を示した。これは、SS濃度の減少が大きな要因になっていると考えられる。したがって、高いSS濃度の状態を保つことにより、可溶化の効率を高めることができると推察される。

最後に、オゾン酸化処理による汚泥可溶化液を用いた酵母の培養実験の結果について述べる。

高濃度懸濁液による可溶化実験で得られた可溶化液を、そのまま用いた原液と、それを濃縮した濃縮液の2種類を酵母培養の培地として用い、2種の酵母について実験を行った。その結果、原液による培養では、一つの種の増殖がみられたものの、もう一方の種の増殖は認められなかった。濃縮液による培養では、どちらの種も増殖がみられ、その増殖量は30~106倍というものであった。この結果は、原液と濃縮液の栄養量および2種の酵母の栄養特性の相違から予測できたことであった。また、可溶化液をそのまま用いた原液では、まだ培地としての栄養源が不足していることが推察された。しかしながら、酵母の増殖が原液でも認められたことから有用微生物の生産の可能性は示唆された。

4. 結論

以上の結果より、オゾン酸化処理が、生物処理汚泥の処理・処分に対して有効な方法となりうる可能性があることが確認できた。今後の課題として、今回の実験より高いSS濃度での可溶化実験の実施、培養実験に向けて可溶化液に含まれる糖の定量などがあげられる。また実用化に向けては、適正オゾン供給量と最適オゾン濃度の設定、さらに需要のある有用微生物の生産性の向上が、コスト的な観点から重要な課題になると考えられる。

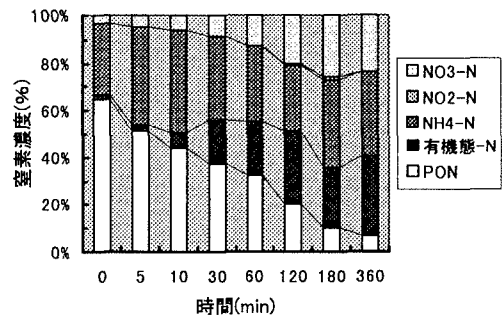


図-3 可溶化実験における窒素収支

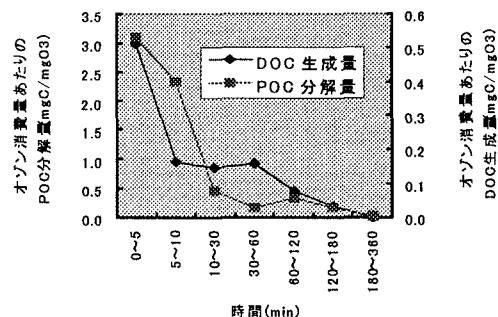


図-4 可溶化実験におけるオゾン消費量あたりPOC分解量およびDOC生成量

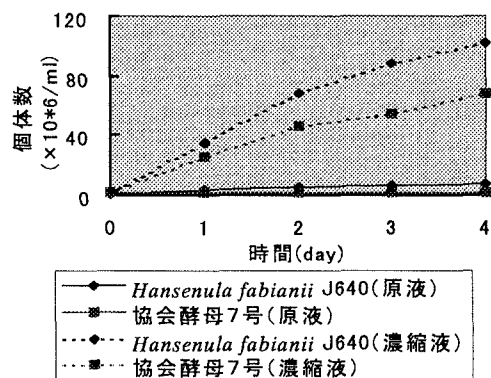


図-5 培養による酵母数の変化