

高速回転ディスクによる可溶化処理後汚泥の生分解性に関する研究

山口大学 ○馬場優樹、今井 剛、汐重 啓、浮田正夫
宇部高専 深川勝之 山口大学 関根雅彦、樋口隆哉

1.はじめに

現在、排水の多くは活性汚泥法によって処理されているが、この処理法には大量の余剰汚泥が発生するという問題点がある。我が国の全汚泥の排出量は年間約1.9億tで、産業廃棄物の年間排出量の約48%（平成8年度）を占めている。その中で排水処理とともに排出される余剰汚泥は湿重で約10%程度であり、そのうち50%以上が脱水あるいは焼却後に埋立処分されている。周知のように、最終処分場の絶対的不足からその埋立量の削減が必要である。したがって、新たな処理・処分方法の開発とその有効利用技術の発展が社会的に強く求められている。

そこで本研究ではメタンガスとしてエネルギー回収を行うことを念頭においた余剰汚泥資源化処理の基幹技術となる可溶化技術として、物理的分解法の一つである高速回転ディスク装置を用いた方法に注目し、本装置による処理が余剰汚泥の可溶化に有効であることを検証する。さらに、本装置による余剰汚泥の可溶化を高効率に行う条件を可溶化処理後の生分解性とあわせて検討する。昨年度の研究では、本装置の最適運転条件を把握するために可溶化率の比較を行った。しかし、生分解性からみた処理条件の比較を行っていない。よって、本研究では可溶化処理後汚泥の生分解性の確認と生分解性からみた処理条件の比較を行う。

2.実験装置および方法

2-1.実験装置

本実験で用いた実験装置の概略を図1に示す。構造は非常にシンプルで下部固定ディスクの吸入口からサンプル（汚泥）が2枚のディスク間を遠心力によって通過し、モーターによる上部ディスクの高速回転によって汚泥を破碎するバッチ式の回転ディスク型装置である。ディスクの材質はステンレスである。その直径は下部の固定ディスクで約220mm、上部の回転ディスクで約180mmである。固定ディスクには汚泥吸入のための直径約30mmの開口部があり、外側約75mmが通過部分である。また、ディスク間隔は数十μmから数cmまで任意に調整が可能である。

2-2.実験方法

宇部市東部浄化センターで余剰汚泥を採取し、必要に応じて布による濃縮を行った。濃縮した汚泥(10L)を図1の実験装置に投入して運転し、設定時間ごとにサンプリングを行った。各サンプルについて浮遊物質濃度（MLSS）、揮発性浮遊物質濃度（MLVSS）、全有機炭素量（TOC）、溶解性有機炭素量（DOC）、粒度分布を測定した。なお、実験条件を表1に示す。

2-2-1.可溶化処理後汚泥の好気的条件下での生分解性の把握

可溶化処理後の余剰汚泥の好気的な生分解性を把握するために、そのBOD値の測定を行った。実験において、評価の対象としたのは処理前のろ過液（ブランクとして）、処理後のろ過液（溶解性として）、処理後のSS込み液（トータルとして）である。ここで、採取した余剰汚泥をそのままろ過したものを「処理前ろ過」、余剰汚泥をディスク処理したものを「処理後SS込み」、それをろ過したものを「処理後ろ過」と表記することとする。なお、ろ過に用いたろ紙の粒子保持能力は、1.0 μmである。

2-2-2.可溶化処理後汚泥の嫌気的条件下での生分解性の把握

可溶化処理後の余剰汚泥の嫌気的な生分解性を把握するために、バイアル実験を行った。この実験では、窒素ガスで内部を置換したバイアル瓶（約75mL）に消化汚泥を30mL、基質として可溶化処理後汚泥を10mL入れ、恒温振とう槽（水温36°C、振とう数100回/min）に設置して経時的なメタンガスの発生量を測定した。この実験において、評価の対象としたのは処理前ろ過液（ブランクとして）、設定温度（保持0分）のろ過液（溶解性として）、設定温度（保持120分）のろ過液（溶解性として）、処理後のろ過液（溶解性として）である。なお、ろ過に用いたろ紙は2-2-1と同様である。

3.実験結果および考察

3-1.好気的条件下での処理後汚泥の生分解性に関する検討

図2、図3、図4にBODの結果を示す。図2は80°C前加温（保持120分）+ディスク処理したもの、図3は60°C前加温（保持120分）+ディスク処理したもの、図4は40°C前加温（保持120分）+ディスク処理したものである。これらの図から処理後ろ過と処理後SS込みはともにBOD値が増加したことがわかる。処理後ろ過と処理前ろ過とを比較すると、ディスク処理により余剰汚泥の可溶化が起こり明らかに汚泥が生分解しやすくなつたことがわかる。BOD₁₀について処理後SS込みが処理後ろ過よりも顕著に増加したのは、SSの主成分である細胞壁が難分解性であり、時間の経過とともにそれが易分解化したことによると考えられる。ここで、処理条件の比較を行う。それぞれの実験において汚泥の濃度が異なるため、BOD値で直接比較することができない。よって、BOD値を炭素由来の理論的酸素要求

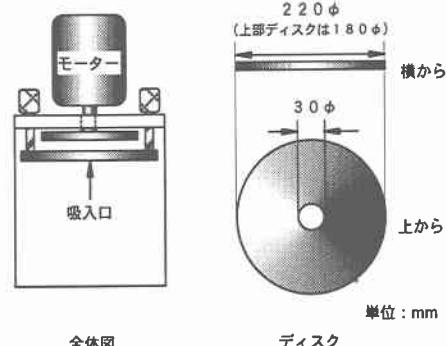


図1 実験装置の概略図

表1 実験条件のパラメータ

	汚泥の濃度 (mg/L)	前加温の設定温度 (°C)	処理時間 (min)	ディスク間隔 (mm)	回転数 (rpm)
実験条件	18000~25000	40, 60, 80	45	10	5000

量(C-ThOD)で除した相対値で比較を行う。C-ThODは、TOCの測定値から算出した。図5にBOD/C-ThODを比較したものを示す。図5からわかるように80°C前加温したものの方が値が大きく、好気的生分解性について有効な処理条件であることがわかった。

3-2. 嫌気的条件下での処理後汚泥の生分解性に関する検討

図6、図7にバイアル実験におけるメタンガスの累積発生量と経過時間の関係を示す。図6は80°C前加温(保持120分)+ディスク処理したもの、図7は60°C前加温(保持120分)+ディスク処理したものの結果である。これらの図から可溶化処理を行ったものと行わなかったものではかなり差があることがわかる。前加温のみの場合と前加温+ディスク処理したものの場合にも差があったことからディスク処理の有効性が確認できたといえる。これらのことからディスク処理した汚泥はその生分解性が増していることが確認された。ここで、処理条件の比較を行う。それぞれの実験において汚泥濃度が異なるため、メタンガスの累積発生量で直接比較ができない。よって投入した基質のどの程度の割合がメタンガスとして回収できたかをメタン転換率として図8に示す。ここではプランクとして設定した自己消化のガス発生量を差し引いて解析した。図8からわかるように80°C前加温したものの方が値が大きく、嫌気的条件からみても有効な処理条件であることがわかった。

3-3. 各処理方法の消費熱量による比較

直接コスト計算ができないため、可溶化された汚泥乾重1gあたりの消費熱量で比較(図9)を行った。図から、ディスク処理のみと比べて前処理として加温を行うと余分に熱量が必要であることがわかる。しかし、汚泥の粘性の低下によりディスク処理に要する消費熱量は低下した。したがって回転ディスク装置の負担が少ないという点では80°C前加温(保持120分)+ディスク処理が有利であるといえる。さらに、加温については汚泥等の嫌気性消化によってメタンガスが得られる施設においてはコスト的に有利になると考えられ、この前処理としての加温は場所や状況により判断すべきであろう。例えば、他に加温で有利になると考えられる施設は、廃熱を利用できる施設として焼却場、民間工場における排水処理プラント等がある。

4.まとめ

本研究により以下のことが明らかになった。ディスク処理によって可溶化された汚泥の生分解性は、好気、嫌気の両面でともに増加した。生分解性の面から有利な処理方法は、80°C前加温(保持120分)+ディスク処理であることがわかった。消費熱量の面からは、ディスク処理のみよりも前処理として加温を行うと余分に熱量が必要であるため、廃熱や余剰熱を利用する施設においては、前加温+ディスク処理が有効な処理方法であるといえる。

5.今後の課題

- ・壁面の衝突が汚泥の可溶化に及ぼす影響を把握する。
- ・加温の保持時間の適正値を検討する。
- ・生分解性についての検討をする。

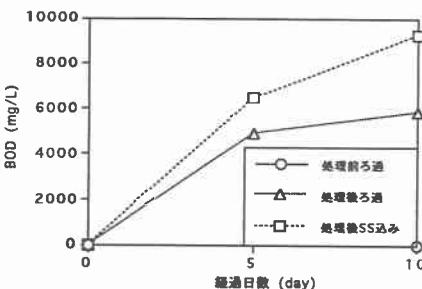


図2 好気的生分解性の経日変化
(80°C前加温+ディスク)

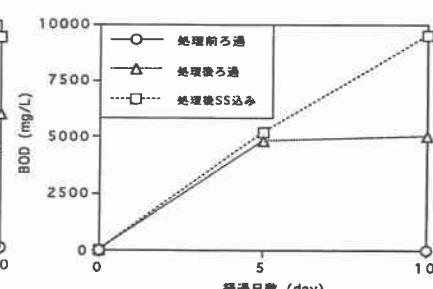


図3 好気的生分解性の経日変化
(60°C前加温+ディスク)

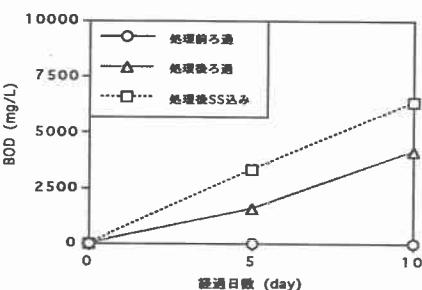


図4 好気的生分解性の経日変化
(40°C前加温+ディスク)

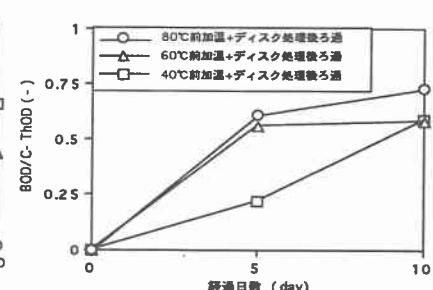


図5 BOD/C-ThOD の比較

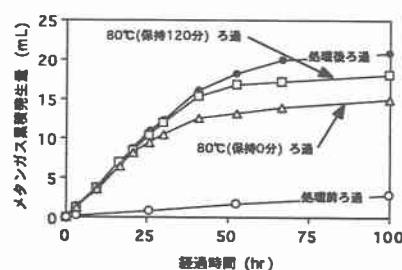


図6 メタンガス累積発生量
の経時変化 (80°C)

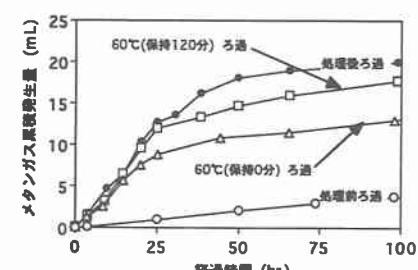


図7 メタンガス累積発生量
の経時変化 (60°C)

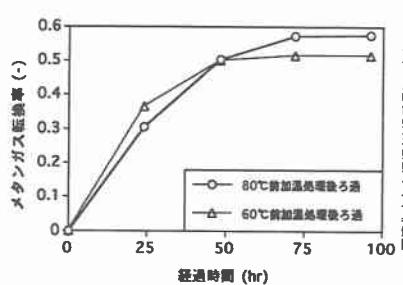


図8 メタンガス転換率
での比較

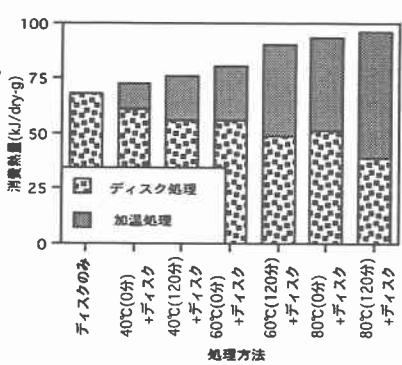


図9 可溶化された汚泥(乾燥重量)
1gあたりの熱量の比較