

高速回転ディスクによる可溶化汚泥の生分解特性に関する研究

山口大学工学部 ○黒澤 真一（学） 今井 剛（正） 荒金 光弘（学）
浮田 正夫（正） 関根 雅彦（正） 樋口 隆哉（正）

1. 研究背景及び目的

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。我が国の下水処理場からの汚泥排出量は湿重で年間約 8200 万 t(平成 12 年度)であり、そのうち約 50%が有効利用されているものの、残りは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須である。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た。昨年までの研究で高速回転ディスク処理は、余剰汚泥の可溶化に有効であることが確認できた。そこで本研究では嫌気あるいは好氣的条件下での可溶化処理後汚泥の生分解特性を検討することにより、本処理法の有用性を検証する。

本実験で用いた実験装置の概略を図 1 に示す。宇部市東部浄化センターで余剰汚泥を採取し、ろ布による濃縮を行った。濃縮した汚泥 (10L) を図 1 の装置に投入して 60 分間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) を測定した。

2. 嫌気的条件下での生分解性の把握

昨年のバイアル実験(微生物群の酸生成あるいはメタン生成活性を測定する評価方法)の結果よりディスク処理後の汚泥について嫌気的条件下での生分解性の向上が確認できた。しかし、バイアル実験は回分実験であり、実際の嫌気性処理は連続的に行われているため実際の処理に合わせて、より実践的に行う必要がある。よって処理を連続的に行い、メタンガス回収及び減容化の両面から、通常 20~30 日を要する嫌気性処理がディスク処理によりその処理日数をどれだけ短縮できるかを検討した。

2.1 実験装置及び方法(嫌気的条件下における連続処理実験)

図 2 に実験装置の概略を示す。装置は、消化汚泥と基質(処理前あるいは処理後汚泥)を混合し嫌気性処理を行う消化ビンと、発生ガスを水上捕集する発生ガス測定器の 2 つで構成されている。窒素ガスで内部を置換した消化ビン(約 2L)に種汚泥として消化汚泥(1.5L)を投入した。滞留時間を運転条件 1 で未処理汚泥 20 日、処理後汚泥 20、10 日、運転条件 2 で、未処理汚泥 10 日、処理後汚泥 10、5 日に設定し、1 日ごとにサンプリングを行った。各サンプリング後に基質を注入した。実験中、消化ビンは約 36℃に保ち、スターラーによって攪拌した。各サンプルについて MLSS、MLVSS、TOC、DOC を測定した。運転条件を表 1 に示す。

2.2 実験結果及び考察(嫌気的条件下における連続処理実験)

実験結果を図 3、図 4、表 2、に示す。図 3 はメタンガス累積発生量の比較、図 4 はメタンガス転換率の比較を示している。図 3、図 4 より、運転条件 1、2 とも滞留時間が同じ条件において、メタンガス累積発生量、メタンガス転換率に差があることからディスク処理によって汚泥の生分解性が向上したことがわかる。また、図 4 より運転条件 1 において、処理後汚泥 10 日は未処理汚泥 20 日と同等の値を示した。また運転条件 2 から処理後汚泥 10 日が一番高い値を示した。よって処理日数を 10 日に短縮しても処理日数 20 日と同等の処理能力を維持でき

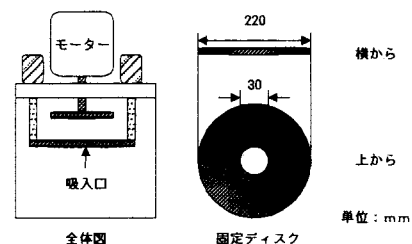


図 1 高速回転ディスク装置の概略

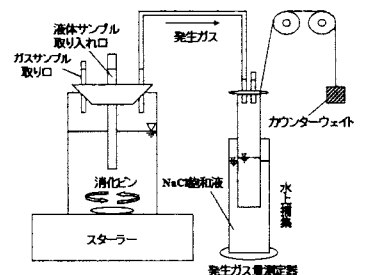


図 2 嫌気的条件下における連続処理実験装置の概略

表 1 嫌気的条件下における連続処理実験の運転条件

運転条件	基質	滞留時間	サンプリング量	温度
1	未処理汚泥	20 日	75 mL	36℃
	処理後汚泥	20 日	75 mL	
	処理後汚泥	10 日	150 mL	
2	未処理汚泥	10 日	150 mL	
	処理後汚泥	10 日	150 mL	
	処理後汚泥	5 日	300 mL	

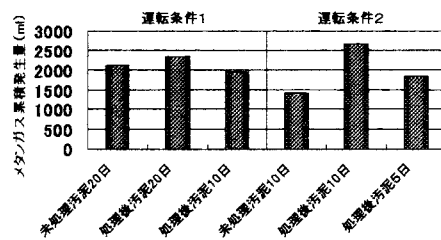


図 3 メタンガス累積発生量の比較

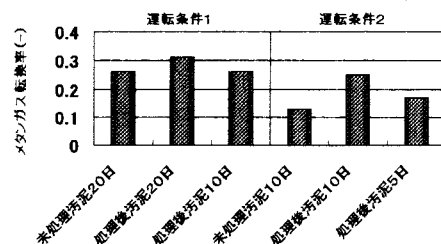


図 4 メタンガス転換率の比較

ることが示された。また、表 2 は設定滞留時間経過後の MLSS、MLVSS の減少率を比較するため、未処理汚泥を 1 とした相対値で表している。運転条件 1 では処理後汚泥 10 日の MLSS 減少率が 1.20 倍増加、MLVSS 減少率は 1.17 倍増加した。運転条件 2 では処理後汚泥 10 日は MLSS、MLVSS 両方とも未処理汚泥 10 日を上回った。よってこのことから処理日数を 10 日に短縮することが可能であることが示された。一方、処理後汚泥 5 日は MLSS、MLVSS 減少率両方とも未処理汚泥 10 日を下回る結果となった。処理後 5 日の場合、種汚泥に対する基質の負荷が高すぎて、消化しきれなかったと考えられる。このことから処理日数を 5 日まで短縮するとメタンガスへの転換のための日数が足りず、消化時間が十分でなかったことがわかる。以上のことから処理日数を 10 日程度まで短縮できることが明らかとなった。

3. 好気的条件下での生分解性の把握

通常、活性汚泥法から生じた余剰汚泥は嫌気性処理によるメタンガス回収・減容化後に処理・処分されているが、小規模の処理場では余剰汚泥の処理施設を持たず、その処理・処分を業者に委託しているところも多い。そこで好気性処理のみで余剰汚泥の減容化を行うことを目的として、今回ディスク処理した汚泥を再び活性汚泥法に返送することでどれほど減容化が可能であるかを検討する。一方で、ディスク処理した汚泥を返送すると曝気槽内及び処理水の水質が悪化する恐れがある。よって曝気槽内及び処理水の水質も把握する。

3.1 実験装置及び方法（好気的条件下における連続処理実験）

図 5 に実験装置の概略を示す。装置は好気性処理を行う曝気槽と沈殿槽の 2 つで構成されており、投入基質としてグルコースを主な炭素源として流入 BOD で約 200mg/L となるように調整し、曝気槽内に供給した（表 3 参照）。運転条件について、曝気槽内にインストールした活性汚泥は 20L で、滞留時間が 24 時間、曝気槽内の MLSS は 1000~2000mg/L に設定した。連続実験の日数は 20 日とした。この過程から発生する余剰汚泥を濃縮後にディスク処理したものを曝気槽内に返送し、曝気槽内及び処理水の水質について検討した。対照系としては可溶化汚泥を返送しない通常の好気性処理を行った。処理水と曝気槽内から 1 日 1 回サンプリングし、MLSS、MLVSS、TOC、DOC、BOD、T-N、T-P を測定した。

3.2 実験結果及び考察（好気的条件下における連続処理実験）

結果を図 6、表 4 に示す。図 6 は余剰汚泥の発生量の比較を、表 4 では処理水質の比較を示している。図 6 より対照系と比較してディスク処理系では汚泥生成量が 62%減少したことがわかる。よってディスク処理した汚泥が曝気槽内で生分解され減容化されたと考えられる。また表 4 より処理水質も対照系との差はほとんどなく良好な状態で運転でき、ディスク処理による処理水質への影響はほとんどないことが確認できた。ただし、T-P の値が対照系、ディスク処理とも高い値を示した。これは基質としてグルコースとともに投入した無機塩類中の T-P が 26mg/L と高かったため、槽内で処理されずそのまま処理水として流出したことによると考えられる。以上のことからディスク処理によって好気的条件下での汚泥の生分解性が向上したことが確認できた。

4. まとめ

嫌気的条件下における連続処理実験からディスク処理後の汚泥について嫌気的条件下での生分解性の増加が確認できた。滞留時間を半分(10 日)と設定した処理後汚泥は、滞留時間 2 倍(20 日)の未処理汚泥と比べても MLSS、MLVSS の減少率が高い値を示したことから処理日数を約 10 日に短縮できることが示された。また、ディスク処理を行った汚泥を好気性処理へと返送することにより、曝気槽内での汚泥生成量が 62%減少した。また、処理水質においても対照系との差がほとんどなく良好な状態で運転でき、ディスク処理による処理水質への影響はほとんどないことが確認できた。以上のことからディスク処理によって好気的条件下での汚泥の生分解性が向上していることが確認できた。

表 2 MLSS、MLVSS の減少率の比較

運転条件	基質	滞留時間	MLSS減少率の比較	MLVSS減少率の比較
1	未処理汚泥	20日	1.00	1.00
	処理後汚泥	20日	1.33	1.26
	処理後汚泥	10日	1.20	1.17
2	未処理汚泥	10日	1.00	1.00
	処理後汚泥	10日	1.10	1.17
	処理後汚泥	5日	0.71	0.87

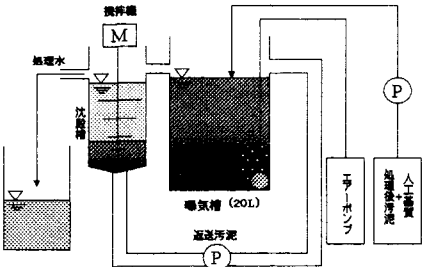


図 5 好気的条件下における連続処理実験装置の概略

表 3 基質組成表（200mg-BOD/L）

グルコース基質		無機栄養塩類	
グルコース	0.28(g/L)	A	(NH ₄) ₂ HPO ₄ 350.0(g/L)
A液	0.06(mL/L)		KCl 75.0(g/L)
B液	0.30(mL/L)		NH ₄ Cl 85.0(g/L)
C液	0.03(mL/L)	B	FeCl ₃ ・6H ₂ O 42.0(g/L)
NaHCO ₃	0.12(g/L)		MgCl ₂ ・6H ₂ O 81.0(g/L)
K ₂ HPO ₄	0.12(g/L)		MgSO ₄ ・7H ₂ O 25.0(g/L)
酵母エキス	0.003(g/L)		CoCl ₂ ・6H ₂ O 1.8(g/L)
		C	CaCl ₂ ・6H ₂ O 150.0(g/L)

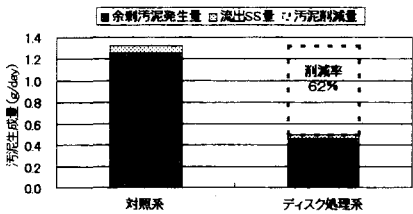


図 6 余剰汚泥の発生量の比較

表 4 処理水質の比較

項目	単位	対照系	ディスク処理系
SS	mg/L	4.1	2.1
BOD	mg/L	8.8	5.4
TOC	mg/L	6.6	2.1
DOC	mg/L	5.4	1.3
T-N	mg/L	4.1	3.6
T-P	mg/L	22.4	19.5