

環境系における汚泥制御の研究

The Study on the Reduction of Sludge/Solid Waste in the Environmental Treatment Process

主任研究員名:濱崎 竜英

分担研究員名:菅原 正孝、林 新太郎

現在の有機系排水の処理は、生物処理によって行われていることが多く、その過程から発生する汚泥の処理・処分が問題となっている。発生する有機系汚泥やさらに、固形廃棄物の内、生ごみといった有機系廃棄物も含め、その有効な活用方法に加え、処理工程から可能な限り汚泥を含めた固形廃棄物を発生させない方法が多く研究されている。研究の背景には、一般的な下水処理場やし尿処理場の運転維持管理費の内、汚泥処分費にかかる比重が大きく、地方自治体の財政に大きな負担となっている。汚泥が発生したシステムを構築することが最適ではあるが、汚泥発生を半減するだけでも大きなメリットとなる。このようなことから、平成 15 年度より環境系における汚泥制御の研究を開始した。

初年度では、主に情報収集としたが、平成 16 年度では汚泥減量化や有効活用に関する具体的な実験を企業などともに産学連携研究を行った。平成 16 年度は嫌気性処理による生ごみのバイオガス生成の効率化、好気性処理の汚泥減量化について実験を行った。

高効率メタン発酵技術による有機廃棄物処理の基礎的研究

(分担研究員:菅原 正孝)

超高温嫌気性可溶化菌を用い、分解効率を上げるための基礎データを取得することを目的とした。一般にメタン発酵法では、37℃程度で行う中温消化法と 55℃程度で行う高温消化法が一般的であるが、本研究で取り上げる超高温嫌気性可溶化菌は、80℃程度で高効率に有機物の分解、すなわち固形物から有機酸への転換することができる菌である。メタン発酵法の工程のうち、可溶化をこの超高温嫌気性可溶化菌で行い、別槽でメタン生成菌によるメタン化とする分離方式を採用し、従来法と比較しながら、高効率のための最適条件を見出すこととした。実験の結果、超高温嫌気性可溶化菌を用いた方法によって、メタン生成量が増加し、固形廃棄物を削減することができた。このようなことから、超高温嫌気性可溶化菌を用いた方法の有用性を確認することができた。

標準活性汚泥法の操作条件による汚泥の質・量の影響に関する研究

(分担研究員:林 新太郎)

活性汚泥法は、下水処理方法として最も一般的な処理技術であるが、構造上余剰汚泥が発生し、その汚泥の処理及び処分を行う必要がある。汚泥の処理・処分費は小さくないことから、余剰汚泥量を削減することは下水処理にかかる費用の低減につながる。そこで、活性汚泥法の曝気槽内に汚泥低減材料としてスギチップを用いた実験を行うことにした。実験の結果、汚泥の減量化を確認することができなかったが、汚泥の沈降性が向上し、活性汚泥法の管理指標として用いられる汚泥容量指標 (SVI) の改善を確認することができた。

物理化学的処理技術による発生汚泥の濃縮及び減量化の研究

(主任研究員：濱崎 竜英)

本研究の主たる目的は、汚水から発生もしくは残渣として余剰となる汚泥を可溶化・減量化し、環境への負荷を低減させるシステムを検討することである。このようなことから本研究では、民間企業が開発した汚泥減量化装置の性能を評価し、主に物理的方法について検討し、一部生物学的方法についても検討をおこなった。

24 時間、48 時間及び 72 時間における ATP (アデノシン三リン酸) を測定したが、余剰汚泥 > 汚泥減量化装置済み余剰汚泥、発酵菌有り > 発酵菌無し、という結果となった。ATP は、すべての生体内に存在してエネルギーの伝達体として多くの代謝に関与している物質であり、生物の活性を測る指標として用いられている。この結果から、汚泥減量化装置によって微生物の活性が減少していること、発酵菌液中の微生物がそれ自身、また水槽内の微生物の活性を促進しているものと思われる。測定した水質結果から、D-COD の上昇は見られるものの、全体的に汚泥減量化装置の効果を大きく見出すには至らなかった。ただし、前述の ATP では、汚泥減量化装置と発酵菌を用いた組み合わせの微生物活性が最大となったことは注目できる結果であった。

物理化学的処理技術による発生汚泥の濃縮及び減量化の研究

濱崎 竜英(人間環境学部)

本研究の主たる目的は、汚水から発生もしくは残渣として余剰となる汚泥を可溶化・減量化し、環境への負荷を低減させるシステムを検討することである。このようなことから本研究では、民間企業が開発した汚泥減量化装置の性能を評価し、主に物理的方法について検討し、一部生物学的方法についても検討をおこなった。

実験は、大きく分類して実験 1：可溶化検証、実験 2：汚泥減量化装置性能試験及び実験 3：汚泥減量化実験である。それぞれの概要と結果は次のとおりである。

実験 1：可溶化検証

実際のし尿処理場に設置している汚泥減量化装置を用いて、汚泥の可溶化について実験を行った。対象試料は濃縮汚泥及び余剰汚泥(返送汚泥)である。

TS、SS、VTS、VSS 及び T-COD については、濃縮汚泥及び余剰汚泥の両試料において大きな変化はなかったが、D-COD については、増加傾向がみられた。このことから、可溶化が行われていることがわかるが、全量から比較すれば微量であった。

実験 2：汚泥減量化装置性能試験

既存装置と同様の構造の室内実験用装置(汚泥減量化機能付実験装置)を作成し、また対照系として特殊構造としないが汚泥滞留時間が同等の装置(汚泥減量化機能無実験装置)も作成し、可溶化の違いについて実験した。

どの水質項目についても、汚泥減量化機能付実験装置及び汚泥減量化機能無実験装置の顕著な差を確認することはできなかった。実験 1 の可溶化検証と同様に、D-COD の増加がどちらも確認できた。

実験 3：汚泥減量化実験

実際のし尿処理場の処理システムを想定し、汚泥減量化装置及び発酵菌の効果の有無について実験を行った。あらかじめ、余剰汚泥 18L とし尿汚泥（生汚泥）2L を水槽に入れ、その水槽に毎日（24 時間毎）、余剰汚泥 500mL、余剰汚泥 500mL と発酵菌 5%（25mL）、汚泥減量化装置におした余剰汚泥 500mL 及び汚泥減量化装置におした余剰汚泥 500mL と発酵菌 5%（25mL）を投入して、その 4 パターンの比較を行った。測定値は、0 時間は投入後の値、それ以外は投入前の値である。

いずれの条件の場合であっても、生物的及び化学的な酸化が行われ、TS、SS、VTS、VSSなどは安定していた。24 時間、48 時間及び 72 時間における ATP（アデノシン三リン酸）を測定したが、余剰汚泥 > 汚泥減量化装置済み余剰汚泥、発酵菌有り > 発酵菌無し、という結果となった。ATP は、すべての生体内に存在してエネルギーの伝達体として多くの代謝に関与している物質であり、生物の活性を測る指標として用いられている。この結果から、汚泥減量化装置によって微生物の活性が減少していること、発酵菌液中の微生物がそれ自身、また水槽内の微生物の活性を促進しているものと思われる。

高効率メタン発酵技術による有機廃棄物処理の基礎的研究

菅原 正孝(人間環境学部)

超高温嫌気性可溶化菌を用い、分解効率を上げるための基礎データを取得することを目的とした。一般にメタン発酵法では、37℃程度で行う中温消化法と 55℃程度で行う高温消化法が一般的であるが、本研究で取り上げる超高温嫌気性可溶化菌は、80℃程度で高効率に有機物の分解、すなわち固形物から有機酸への転換することができる菌である。メタン発酵法の工程のうち、可溶化をこの超高温嫌気性可溶化菌で行い、別槽でメタン生成菌によるメタン化とする分離方式を採用し、従来法と比較しながら、高効率のための最適条件を見出すこととした。

実験に供した模擬厨芥は、ドッグフード（ペディグリーミキサー）とし、これを粒径 0.5mm に粉砕したものを用いた。可溶化槽を設けた装置（二槽式）と可溶化槽を設けていないコントロールの 2 系統で実験を行った。メタン発酵槽、可溶化槽、ごみ貯留槽及び廃液貯留槽はガラス製であり、槽内の攪拌にはスターラーを用いている。ごみ貯留槽及び廃液貯留槽の外部にジャケットを設けて不凍液を循環させ、冷却機を用いて槽内を 5℃に保持して模擬生ごみの腐敗の進行を抑制した。可溶化槽は、80℃に保温した水を循環機によって保温している。メタン発酵槽は、恒温状態を保つために温度センサーとリボンヒーターを使用している。

結果を下表に示す。

	55℃-80℃二槽 二槽式	55℃単槽 コントロール
①投入生ごみ (g)	9.30	9.44
②メタン発生量 (mL/投入 VTS g)	425	334
③CO ₂ 発生量 (mL/投入 VTS g)	213	192
④有機残渣発生率 (廃棄 VTS/投入 VTS) %	11.61	26.25
⑤廃棄固形物量発生率 (廃棄 SS/投入 VTS) %	7.84	18.08
メタン増加量 ②二槽式 ÷ ②コントロール	127%	
固形廃棄物削減率 ⑤二槽式 ÷ ⑤コントロール	△56.6%	

以上の結果から次のようにまとめることができる。

1. 二槽式、コントロールとも、装置は正常に働き、ほぼ同等の生ごみが試験期間を通じて投入された。
 2. メタン発生量は、二槽式において 27%増加した。
 3. CO₂発生量は、二槽式において微増となった。メタン発生量のみが増加した理由は、二槽式の pH が高いため CO₂溶解量が多いこと、またより分解しにくいたんぱく質、脂質が分解したためと考えられる。
 4. 廃棄固形物は、二槽式において 56.6%削減できた。
- このように、二槽式超高温メタン発酵システムの優位性が示された。

標準活性汚泥法の操作条件による汚泥の 質・量の影響に関する研究

林 新太郎(工学部)

活性汚泥法は、下水処理方法として最も一般的な処理技術であるが、構造上余剰汚泥が発生し、その汚泥の処理及び処分を行う必要がある。汚泥の処理・処分費は小さくないことから、余剰汚泥量を削減することは下水処理にかかる費用の低減につながる。そこで、活性汚泥法の曝気槽内に汚泥低減材料としてスギチップを用いた実験を行うことにした。このスギチップは企業によって開発された商品で、生ゴミのコンポスト化、浄化槽の効率化及び消臭などに用いられている。

実験方法は、活性汚泥を投入したビーカーにスギチップを入れた場合と入れない場合の 2 系統で行った。開始時刻を 0 分として、60 分後、120 分後、1 週間後について BOD、MLSS、SV₃₀等を測定した。

実験結果は次のとおりとなった。

1. BOD

スギチップを投入した場合、スギチップを投入しない場合よりも低くなった。これは、スギチップを活性汚泥に入れることにより、活性汚泥の BOD 数値が低くなる可能性が高いと言える。

2. SV₃₀

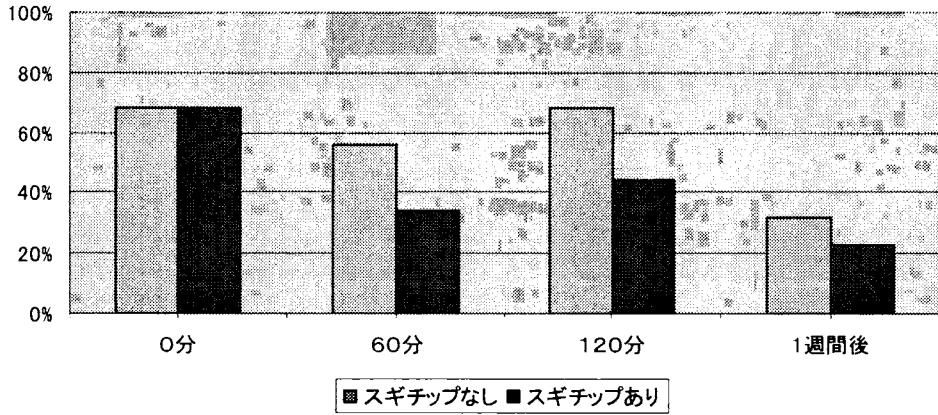
スギチップを投入した場合、スギチップを投入しない場合よりも低くなった。この測定結果より、スギチップを入れることにより活性汚泥の沈降性が向上したと言える。

3. MLSS

スギチップを投入した場合とスギチップを投入していない場合に顕著な差は見られなかった。

SV₃₀と MLSS の結果から、SVI を算出することができる。SVI とは、一般的に曝気槽の SVI 値は 100ml ~150ml の数値が望ましいと言われている。それより高い SVI 数値と言うのは、凝集性・沈降性が悪い汚泥であることを示している。スギチップを投入した場合と投入していない場合を比較すると、おおよそスギチップを投入した方が小さな値となった。この結果により、スギチップを投入することにより、曝気槽内での活性汚泥の凝集性・沈降性が良くなると言える。

1回目SV30のスキップ有り無しの比較



2回目SV30のスキップ有り無しの比較

