

VII-59

高温・好気法を用いた下水汚泥の処理に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生会員 山口恭右
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 楊 瑜芳
 京都大学大学院工学研究科 正会員 津村和志
 京都大学大学院工学研究科 正会員 内藤正明

1. はじめに

近年の下水道普及率向上に伴い、下水処理場で発生する最終処分汚泥量は平成7年度で301万tに達し、その処分・処理の方法が大きな問題となっている。現在、その大部分が埋め立てられているが、資源化・循環利用を行うためにもコンポスト化は最も重要な手段といえる。しかし農業利用に関しては、季節や地域によって需給のバランスが取りにくいいため汚泥を処理・減量化して生産量を調節する必要がある。そこで高温菌を利用した生物学的処理方法である高温・好気法が注目されている。

本研究では水分の異なる3種類の下水汚泥を処理対象とし、担体に杉チップ、熱源に食用油廃油を用いて実験を行い、汚泥性状の違いによる反応状態、水分蒸発状態、有機物分解率を比較した。更に、もともとは高濃度有機排水の処理方法である高温・好気法が水分の低い汚泥(特に脱水ケーキ)に対しても適用できるかについても検討した。

2. 実験内容

2.1 試料

下水汚泥は2槽式間欠曝気活性汚泥法を行っている処理場から採取した。3種類の汚泥の性質については表1に示す。また水分蒸発のための熱量を補うために食用油廃油を、実験開始時には微生物の栄養源として米糠を加えた。

2.2 担体

担体としては高温・好気法で利用効果が認められている杉チップを用いた。

2.3 実験方法

実験装置を図2に示す。反応槽は内径44cm高さ50cmの円筒形でステンレス製である。通気は下部から、排気は上部から行い、内部の混合物は自動攪拌される。実験中の反応槽内温度、重量、通気・排気の酸素濃度についてはコンピューターで経時計測した。また、散熱を防ぐために装置全体を発泡スチロールによって覆った。

表1 下水汚泥の性質

	余剰汚泥	濃縮汚泥	脱水ケーキ
含水率(%)	99.23	95.42	77.63
強熱減量(乾燥重量ベース: %)	70.84	70.89	70.22
BOD ₅	1200(mg O ₂ /l)	100(mg O ₂ /g-ds)	93(mg O ₂ /g-ds)
pH	6.5~6.8	6.5~7.0 ¹⁾	4.8 ¹⁾
EC(mS/cm)	0.382~0.535	0.056~0.062 ¹⁾	0.527 ¹⁾
発熱量(cal/g-ds)	4460	4500	4375

*1...10倍希釈で測定

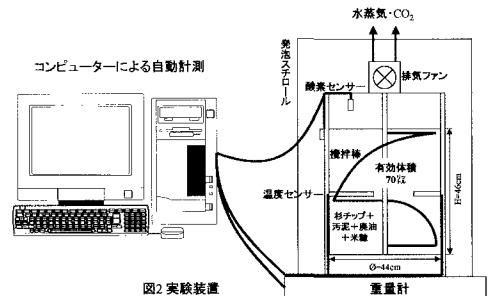


図2 実験装置

キーワード：高温・好気法、下水汚泥、食用油廃油、水分、酸素消費速度

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学工学研究科環境地球工学専攻 環境情報工学研究室

TEL&FAX：075-753-5064

2日を1サイクルとして汚泥、食用油廃油の投入を行った。1回の投入量に関しては投入後混合物の水分が55%、BOD₅負荷が6kg/m³・dayとなるように決定し、投入する際には反応槽内が均一になるよう十分攪拌した。通気量と排気量は300ℓ/m³・min、攪拌は12時間毎に3分間行うように設定した。

投入前後には反応槽内混合物の水分、pH、EC、VS、BOD₅を下水汚泥分析方法に準拠して測定した。

3. 実験の結果及び考察

3.1 反応状態の比較

各汚泥性状投入時の代表サイクルの温度、酸素消費速度、重量減少速度の変化を図3から図6に示す。ただし図3は熱源として用いた食用油廃油のみの反応状態を確認するために行ったものである。温度、酸素消費速度、重量減少速度のグラフには同調性が見られ、ピークに達するまでの時間はほぼ等しくなっている。一方、投入有機物のうちのほとんどが廃油分である図3,4と汚泥の有機分の比率が大きい図5,6を比較すると廃油の有機分は分解されにくく反応がゆっくり進み、汚泥の有機分は分解され易くピーク値も高く出ていることがわかる。

3.2 有機物分解率

従来行われているBOD除去率に加え、汚泥、廃油の有機分の理論的酸素要求量を計算し、実験値から算出した平均酸素消費速度に代表サイクル時間をかけたものと比較して有機物の分解率を算出した。計算結果については表7に示した。これより水分の少ない汚泥ほど投入した有機物の合計の分解率が良くなっていることがわかる。この原因としては汚泥の有機分が分解しやすいことと窒素、リンなどの栄養源が増えたことにより微生物の活動が活発になったためだと考えられる。

3.3 実用化に向けた提言

実験で得られたデータを利用して実用化プラントの反応槽容積を推算した。その結果脱水ケーキを処理する際の反応槽容積を1とすると濃縮汚泥で4.76倍、余剰汚泥では33.8倍の容積が必要になったことがわかった。

4. まとめ

以上の結果より水分の少ない汚泥(脱水ケーキ)であっても高温・好気法が適用可能であることがわかった。さらに反応状態、有機物分解率、反応槽容積を見ると処理効率は最も良いと考えられる。

今後の課題としてはさらに水分を少なくしても適用できるかを確かめること、長期運転時の反応槽内混合物の有効利用などが考えられる。

参考文献

- 林他：土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第7部、p510-511,1997

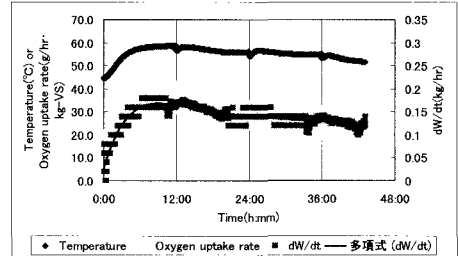


図3 廃油+煮留水投入時の温度・酸素消費速度・重量減少速度の経時変化

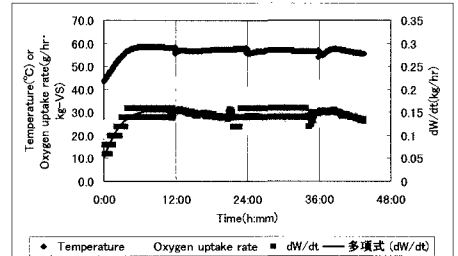


図4 廃油+余剰汚泥投入時の温度・酸素消費速度・重量減少速度の経時変化

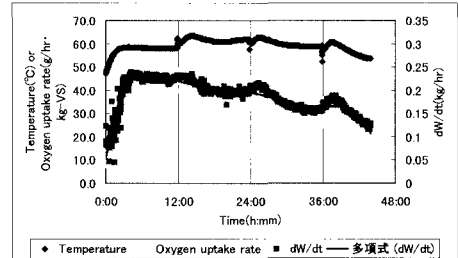


図5 廃油+濃縮汚泥投入時の温度・酸素消費速度・重量減少速度の経時変化

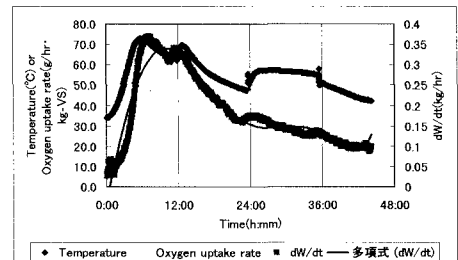


図6 廃油+脱水ケーキ投入時の温度・酸素消費速度・重量減少速度の経時変化

表7 酸素消費速度から算出した有機物分解率

	平均酸素消費速度 (gO ₂ /g VS・hr)		代表サイクル時間 (hr)		酸素消費量 (gO ₂ /kg VS)		ThOD (gO ₂ /kg VS)	
	廃油+汚泥	汚泥のみ	廃油	汚泥のみ	廃油+汚泥	汚泥のみ	合計	汚泥のみ
廃油+煮留水	29.553		48.3	1427.41				2861
廃油+余剰汚泥	31.153	60.438	48.0	1495.34	2901.0			1416
廃油+濃縮汚泥	36.810	53.640	46.5	1711.67	2494.2			1416
廃油+脱水ケーキ	34.470	35.974	47.1	1623.54	1694.3			1416

	実験値からの酸素消費量(gO ₂)		ThODからの酸素要求量(gO ₂)		有機物の分解率(%)	
	合計(廃油+汚泥)	汚泥	合計	汚泥	合計(廃油+汚泥)	汚泥
廃油+煮留水	884.99	1773.82	0	1773.82	49.89	
廃油+余剰汚泥	957.02	1745.21	42.48	1787.69	53.53	
廃油+濃縮汚泥	1403.67	1630.77	354	1984.77	70.72	
廃油+脱水ケーキ	3263.32	1844.67	2180.64	3525.31	92.67	