

高温好気法における環境因子の変化が及ぼす処理障害に関する研究

東北大学 学生会員 ○佐川 正浩

東北大学 田 庚昊

東北大学 正会員 千葉 信男, 中野 和典, 野村 宗弘, 西村 修

1. はじめに

高温好気法は高濃度有機性廃水や廃棄物を処理する方法として近年開発され、有機物の完全分解、水分の完全蒸発が可能で汚泥が発生しないという特性を有している。本研究グループは豚舎廃棄物を処理対象として補助熱源(食用油)を用いることで高温での高い分解速度が期待できる高温好気法のメリットを明らかにしてきた¹⁾。しかし、これまで高温好気法による長期間処理に伴う処理障害の検討についてはまだ知見が少ない。そこで本研究では高温好気法における長期間処理の処理障害に影響を与える環境因子として担体の粒度と塩濃度に焦点を当て、環境因子の変化が微生物の活性に与える影響の検討を行った。

2. 実験材料及び実験方法

(1) 実験材料

本研究では処理廃棄物として 4℃の低温室に保存している豚舎廃棄物を用いた。補助熱源には市販の食用油を用いた。その各々の性状を表 1 に示した。TOC 及びカロリーの測定はそれぞれ TOC-5000 (Shimadzu), デジタルカロリーメーター(小川サンプリング)を用いて測定した。担体は市販のコンポスト化用杉チップ(EH43101L 生ゴミイーター交換用バイオチップ, National)を使用した。

(2) リアクター実験

図 1 に長期処理実験に用いたリアクターを示した。容積 19Lのリアクターに木材チップ 2.3kgを投入し水分率を 50%に調整した。24h毎に投入する有機廃棄物と補助熱源として最適投入量、投入間隔が分かっている豚舎廃棄物と食用油をそれぞれ 300g, 45gを投入し¹⁾、通気量を 100L/m³/min, 攪拌時間は 10min/cycleとして、連続処理を 150 日間継続した。

(3) 微生物活性の測定

好気性発酵では微生物の増殖速度と酸素消費速度との間に次式 1 のような関係が成り立ち、酸素消費速度から微生物の活性を知ることができる²⁾。

$$dO_2 / dt = Y_0 dX / dt \quad (\text{式 1})$$

ただし、 Y_0 : 比例定数、 X : 菌体量である。

微生物活性の測定に用いた O₂ Up Tester (Titech Inc. Japan) を図 2 に示した。本装置は恒温水槽で温度を一定に維持できる培養瓶とシリンダーで構成されており高温好気条件下において投入した処理対象物質の分解に伴う酸素の消費と二酸化炭素の発生から酸素消費量を算定し、酸素消費速度を求めた。高温好気発酵において反応速度を最大にする温度範囲が 55~60℃であるという既往の知見¹⁾から、温度 60℃の下で測定を行った。

微生物活性の測定で用いた担体中の ATP 濃度を光電子計数法で UDP-8000 (明電舎) により測定を行った。

表 1. 性状の比較

	豚舎廃棄物	食用油
TOC(mg/L)	52,757	728,900
Calorie	4,496	9,073
Water Contents(%)	90	0

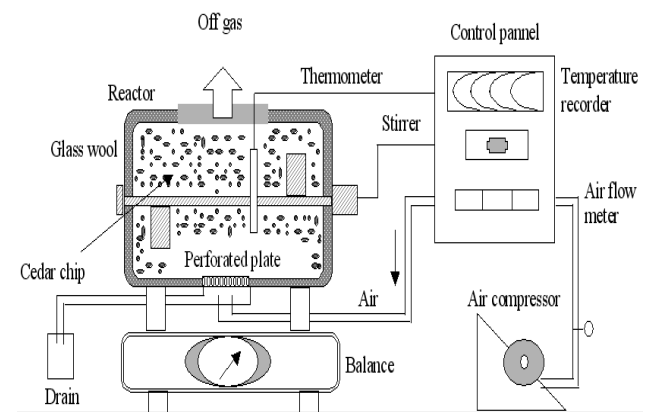


図 1. 高温好気法ベンチスケールリアクタの構造

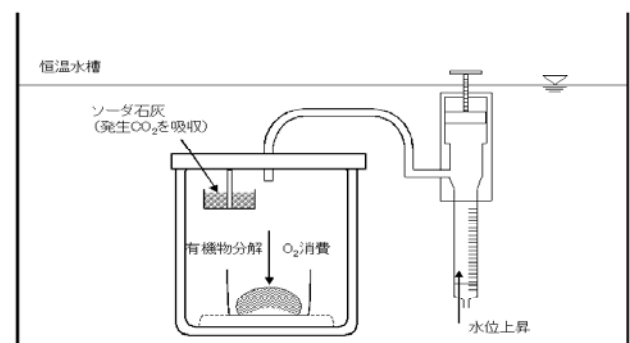


図 2. O₂ Up Tester 実験装置の構造

(4) 粒径分布の測定

高温好気処理において処理期間中に担体の交換や抜き取りが行われないため投入された廃棄物中に含まれる有機物や塩、分解し生成された腐食質が蓄積する³⁾。その結果、リアクター内の担体同士が結合し塊状化が発生し、分解率の低下が生じることが考えられる。そこで、リアクター内における担体の塊状化を測定した。

粒径分布の測定はリアクターから取り出した担体を用い、網ふるいによって分析を行った。担体の粒径分布の測定は粗粒分(75 μm ~ 75mm)についてのみ行った。

3. 結果および考察

(1) 粒径加積曲線

処理開始から 60 日、120 日の担体を採取し、測定した。粒度分布の測定の結果を粒径加積曲線として **図 3** に示した。処理開始時の粒径分布と比較すると、処理期間が長くなるにつれて粒径が大きくなり、粒径 3.0 mm 以上の担体は処理開始時の 20% から 120 日目には 40% まで増加していたことが明らかになった。その結果、担体の比表面積を著しく減少させ、分解速度の低下に影響を与えていると考えられた。

(2) 微生物の活性

a) 粒度と微生物の活性

粒度と微生物の活性との関係を調べるため、リアクターから取り出した担体をふるいにより粒径ごとに分けそれぞれの酸素消費量を測定した。乾燥試料 1g 当たりの酸素消費量の経時変化から、酸素消費速度を求めた。同時に粒径ごとの ATP 濃度を測定し **図 4** に示した。その結果、粒径の増加に伴い酸素消費速度が低下することが確認できた。粒径が大きくなると有機物に接触する面積が減少するため、酸素消費速度が低下したことが示された。

b) 塩濃度と微生物の活性

塩濃度と微生物の活性との関係を調べるため、塩濃度を変化させ、酸素消費量の測定を行った。a) の結果から粒径を均一にするために予めふるいによって粒径を 2.0 ~ 3.37 mm で選別した担体について塩濃度の調整を行いそれぞれの酸素消費量を測定した。a) と同様に酸素消費速度と ATP 濃度を **図 5** に示した。その結果、塩濃度の増加に伴い酸素消費量が低下することが確認できた。塩濃度の変化は、耐塩性のない微生物の増殖停止をもたらす³⁾ため活性の低下が生じたと考えられる。

4. まとめ及び今後の展望

高温好気法において処理の長期化に伴う担体の塊状化

が生じる。この塊状化と塩濃度の上昇が反応槽内の微生物活性の低下に影響を与えていることが示された。

高温好気法において担体の塊状化、塩濃度の蓄積が微生物の活性化に与える影響を予測することで処理の長期化、安定化が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 田 庚昊, 高温好気法における高濃度有機廃棄物処理過程のモデル化と最適制御に関する研究, 東北大学大学院博士論文 (2005)
- 2) 金子 栄廣, 堆肥化反応における水分の限界に関する研究, 土木学会論文集, pp.303-309 (1986)
- 3) 食品包装便覧編集委員会, 食品包装便覧 (1988)

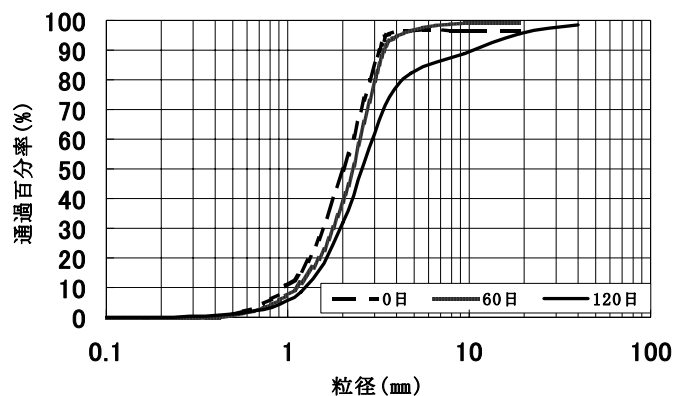


図 3. 処理の長期化による粒度分布の変化

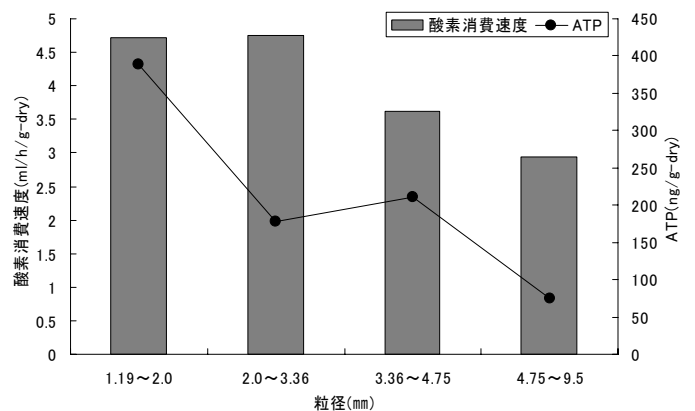


図 4. 粒度による酸素消費速度と ATP 濃度の変化

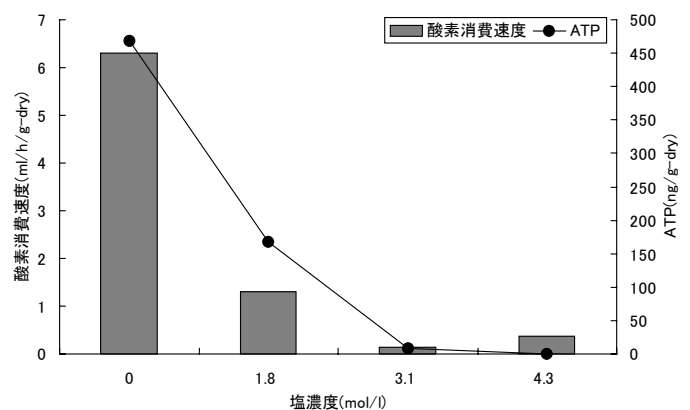


図 5. 塩濃度による酸素消費速度と ATP 濃度の変化