

余剰汚泥を微生物資源として用いた場合のコンポスティングの効率化に関する研究

山口大学 松尾暁洋 今井剛 李華芳 浮田正夫 樋口隆哉

1. 研究背景および目的

戦後の食料増産時代や高度経済成長時代に農地において化学肥料への依存度が高まったが、近年過度の依存による地力衰退が問題視されるようになり、堆肥利用の必要性が再認識されている。また現在、生ごみ、し尿汚泥、下水汚泥などの有機性廃棄物が大量に排出され、大きな社会問題となっている。余剰汚泥の多くは最終的には焼却、埋立処分されているが、周知のように最終処分場が絶対的に不足しており、埋立量の削減が緊急の課題である。よって有機性廃棄物の再資源化による循環利用が強く求められている。これまで、コンポスト化技術については多くの経験的技術の蓄積があるものの学術的データは十分とはいえない状況にある。昨年度の研究から廃水処理過程で発生する余剰汚泥が有機性廃棄物のコンポスト化に有効であることがわかった。しかし、汚泥には重金属類が含まれていることが多い。そこで本研究では余剰汚泥をコンポスト化微生物資源として用いる場合にそれに含まれる重金属が及ぼす影響について把握し、コンポスティングの効率化について検討する。本研究では汚泥に最も多く含まれている重金属の1つとして亜鉛(Zn)に着目した。また、微生物製剤として高温菌を添加した場合のコンポスティングの効率化に及ぼす影響について検討する。

2. 実験装置および方法

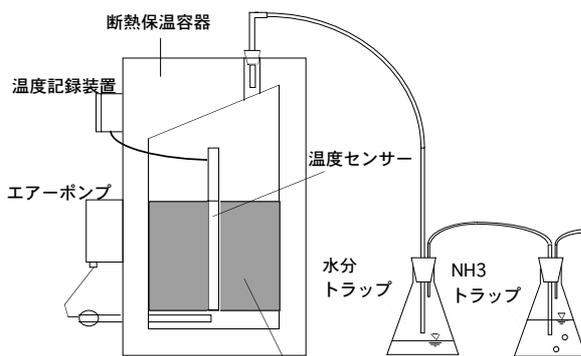
実験装置図を図1に示す。本装置は直径25cm、高さ29.5cmの円筒状の小型コンポスト化実験装置である。装置底部には送気が行えるようメッシュプレートが取り付けられている。装置は反応熱の発散を防ぐため、断熱材を使った木箱内に設置してある。また、装置中央部に温度測定のためのセンサーが設置されている。

2.1 コンポスティングにおけるZnの影響に関する実験

試料としては生ごみの代替としてのドッグフード(扱いやすく、均質な試料が得られるため)、余剰汚泥、水、木屑の混合物に亜鉛を加えたものを用いた。混合割合を100(ドッグフード):100(余剰汚泥):70(水):25(木屑)(重量比)とした。試料の全重量は約5kg(湿重)である。試料の配合表を表1に示す。上記の試料を実験装置にセットし、装置底部より0.5L/minで送気した。装置から排出されるガスを採取し、アンモニア(NH₃)、二酸化炭素(CO₂)濃度を測定した。微生物と試料をよく接触させるための切返しを0、1、3、5、7、9、11.5、14、17、21、24、28、35、42日目に行った。サンプルを0、3、7、14、21、28、35、42日目に採取し、pH、全有機炭素量(TOC)、酵素分析、および一般細菌、放線菌、真菌の培養をそれぞれ行った。

2.2 微生物製剤添加の影響に関する実験

ドッグフード、余剰汚泥、水、木屑の混合物に微生物製剤として高温菌を加えたものを用いた。高温菌を加えることで高温域で有効に働く細菌数が増加し、より早いコンポスト化の進行が期待できる。試料の配合表を表2に示す。測定、分析は2.1と同様に行った。



試料(ドッグフード、余剰汚泥、水、木屑の混合物)

図1 実験装置概略図

表1 2.1の実験に関する試料配合表

試料	ドッグフード(g)	汚泥(ml)	水(ml)	木屑(g)	亜鉛(g)
control	1700	1700	1190	425	0
Zn(0.4g)	1700	1700	1190	425	0.4
Zn(1.0g)	1700	1700	1190	425	1.0
Zn(4.0g)	1700	1700	1190	425	4.0

表2 2.2の実験に関する試料配合表

試料	ドッグフード(g)	汚泥(ml)	水(ml)	木屑(g)	微生物製剤(g)
control	1700	2915	0	425	0
試料1	1700	2915	0	425	7.56
試料2	1700	292	2502	425	7.38
試料3	1700	29	2752	425	7.36

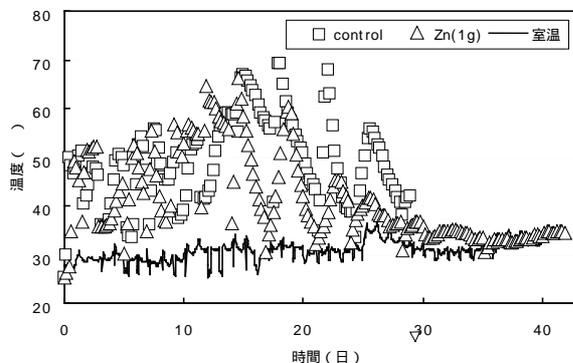


図2 2.1の実験における温度変化

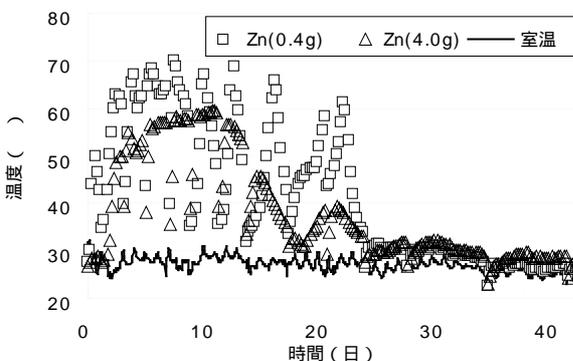


図3 2.1の実験における温度変化

キーワード：コンポスト、微生物製剤、余剰汚泥、亜鉛、高温菌

連絡先：〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1 TEL:0836-85-9312 FAX:0836-85-9301

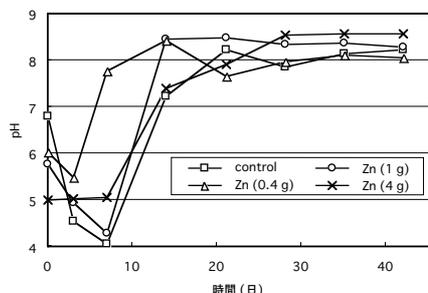


図4 pHの変化

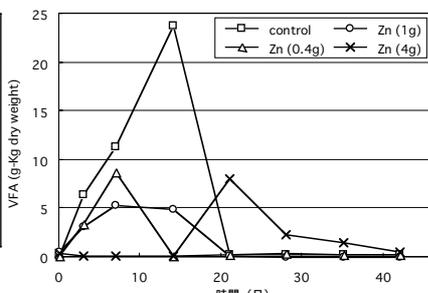


図5 VFA変化

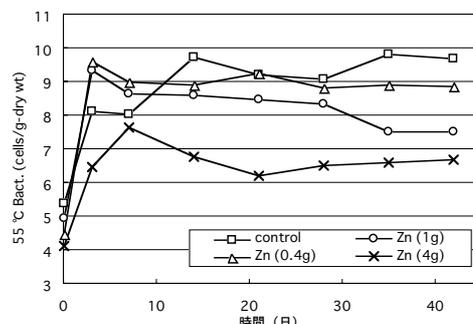


図6 高温性バクテリアの変化

3. 実験結果および考察

3.1 コンポスティングにおけるZnの影響に関する検討

コンポスティングにおける温度の経時変化を図2、図3に示す。初期段階で上昇した後低下し、切り返しを行った後に大きく上昇した後再び低下する傾向を示した。これは、微生物による有機物の分解過程で熱が発生するためであると考えられる。

pH、揮発性脂肪酸（VFA）の変化をそれぞれ図4、図5に示す。pHはZn（0.4g）を除いて、初期で減少し5を下回ったが14日目付近から大きく増加し、その後ほぼ一定の値となった。初期段階の減少はコンポスティングの初期に発生したVFAによるもので、14日目付近からの増加はNH₃の発生とほぼ同時期であったため、NH₃の影響だと考えられる。その後一定となるのはpHが高くなるとNH₃が遊離し、ガスとして揮散したためと考えられる。pHは全体的にZn系の方が高い値を示した。これはcontrol系の方がより分解が進み、VFAが多く生成されたことによるものと考えられる。VFAは一般に嫌気的環境で生成されやすいものであるが、微生物の活動が最も活発となる初期段階で一部嫌気的な部位が生じたものと考えられる。

高温性一般細菌（バクテリア）の変化を図6に示す。コンポスト化過程の3日目で増加し、その後はほぼ同じ値を示した。Zn系はcontrol系より少ない値を示した。さらにZn系（1g、4g）の高温性バクテリアは徐々に減少していたことから、Znの影響を受けた可能性が高い。これらの結果から、Znが含まれている環境ではコンポスト化の進行が妨げられる可能性があると考えられる。

3.2 微生物製剤添加の影響に関する検討

コンポスティングにおける温度の経時変化を図7に示す。余剰汚泥のみを用いた実験と同様の傾向を示したことがわかる。試料3が3日目には70℃を超えており、他の試料の70℃到達時間と比較すると大きな差がみられた。試料3以外については目立った差はみられなかった。このことから、試料3の配合が高温到達時間の面で最も効率が良いと考えられる。

pH、アンモニアの変化を図8、図9に示す。pHは試料3を除いて余剰汚泥のみを用いた実験と同様の傾向を示した。試料3はコンポスト化過程初期から増加し14日目に最高値に達した後に徐々に減少した。これはアンモニアの変化と同様な傾向であった。pH、アンモニアともにコンポスティングの初期に増加傾向を示したことから他の試料よりも早くコンポスト化が進行したのと考えられる。よって、微生物製剤の添加はコンポスト化に効果があったと考えられる。

4. まとめ

以上の結果より、全般的にcontrol系の方が優れたコンポスティングが行われており、Znが存在することでコンポスト化過程に少なからず悪影響を与えたものと考えられる。またZnの含有量が多いほどコンポスト化の進行が遅くなる傾向がみられた。よってZnを含む余剰汚泥を微生物資源として用いた場合にはコンポスト化反応は進むが阻害が生じる可能性があり、対策を考慮する必要がある。また、微生物製剤を用いた場合、配合次第では早期のコンポスト化の促進効果が期待できる。よって微生物製剤はコンポスティングの効率化に有効であることがわかった。

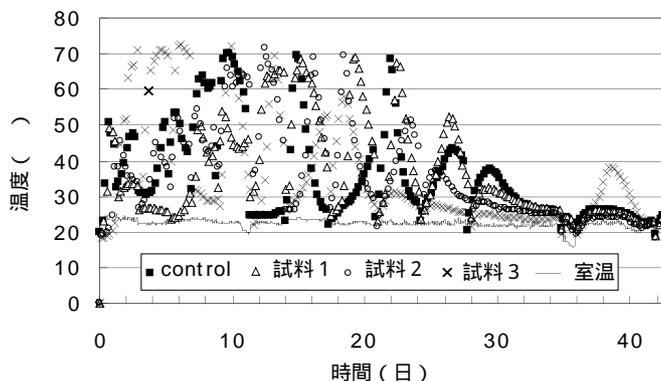


図7 2.2の実験における温度変化

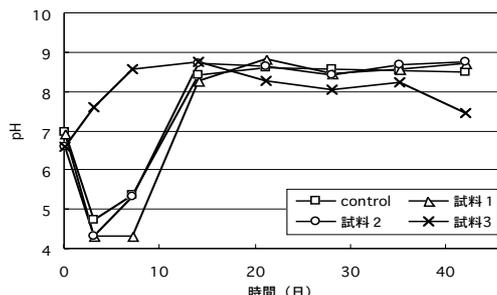


図8 pHの変化

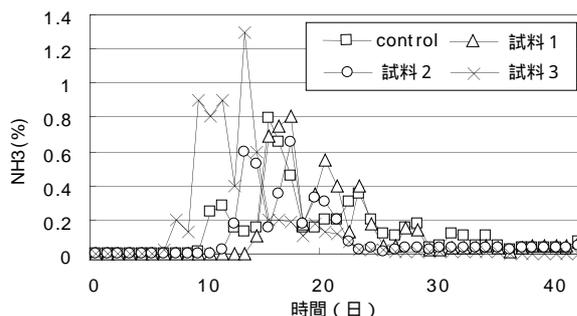


図9 アンモニアの変化