

余剰汚泥のコンポスト化微生物資源としての利用に関する実験的研究

山口大学 ○呂 樹光、今井 剛、李 華芳、浮田正夫、関根雅彦、樋口隆哉

1 研究背景および目的

コンポスト(compost)とは堆肥のことで、土壌を改良し、農作物に必要な養分をバランス良く供給する働きを持つ。かつて化学肥料への依存度が高まったことがあったが、近年化学肥料への過度の依存が問題視される様になり堆肥利用の必要性が再認識されている。また、有機性廃棄物の焼却によるダイオキシン類の発生が社会問題化し、有機性廃棄物のコンポスト化技術が注目されている。コンポスト化技術の最適化については多くの経験的技術の蓄積があるが、学術的データは充分とはいえない状況にある。そこで本研究では下水処理場で発生する余剰汚泥を有機廃棄物のコンポスト化で働く微生物群として用い、様々な条件下での反応物の温度変化等を調べるとともに温度以外の側面から汚泥内微生物の活性を把握する方法を見出していく。そしてそれらを踏まえた上で余剰汚泥のコンポスト化微生物資源としての利用価値について検討する。

2 実験装置および方法

2.1 余剰汚泥を用いた嫌気、強制通気実験

強制通気・嫌気的条件下におけるドッグフード(生ごみ代替物)、余剰汚泥(山口県内のA社より入手)、木屑の混合物の温度変化、有機物減少率、含水率を測定した。(強制通気量 試料番号6:0.05L/min、試料番号7:0.1L/min、試料番号8:0.2L/min、試料番号9:0.4L/min)

2.2 微生物製剤を用いた嫌気、強制通気実験

微生物製剤を余剰汚泥の代替として用いた場合の温度変化、実験終了時の各試料の有機物減少率、含水率を測定した。(強制通気量 試料番号2、7:0.05L/min、試料番号3、8:0.1L/min、試料番号4、9:0.2L/min、試料番号5、10:0.4L/min)

2.3 余剰汚泥を用いた場合の間欠曝気実験

全試料の配合および通気量を一定(1L/min)にして強制通気、嫌気の通気条件を交互に切り替えた場合のドッグフード、余剰汚泥、木屑、水の混合物の温度変化の測定を行い、各試料の反応の進行状況を知るためにpH、含水率を測定した。強制通気・嫌気の切り替えはタイマーで行い、全試料の配合、通気条件はそれぞれ表2、表3の通りとした。

3 実験結果及び考察

3.1 余剰汚泥を用いた嫌気、強制通気実験について

表4に示すように、嫌気的条件下で汚泥の量が多いほど到達温度が高くなる傾向が認められ、実験終了時の含水率は汚泥の量によらず開始時の60%から73~76%に増加した。よって嫌気的条件下における温度変化には汚泥量が影響するといえる。一方、強制通気では通気量が多いほど試料到達温度が低く、最も通気量の多かった試料では実験開始5日後付近から室温(約30℃)を下回った。これは実験途中で試料が乾燥し、微生物の活動が停止したためと考えられる。有機物減少率については、嫌気的条件下では強制通気と変わらず、通気量の少ない試料では高かった。よってこの実験で設定した通気量の中で最も少ない0.05L/minが最も適当な通気量であると判断できる。しかしながら0.05L/minより少ない通気量ではさらに高い有機物減少率が得られるかどうかについて実験的に確認する必要がある。また、余剰汚泥単独ではコンポスト化の促進や有害微生物を死滅させるのに必要な高温を維持できなかったため、微生物製剤などを余剰汚泥に加える方法についても検討する必要がある。

3.2 微生物製剤を用いた嫌気、強制通気実験について

実験2.2では嫌気的条件下で微生物製剤4.0gを加えた方が高温を維持していた(図2参照)。強制通気条件では試料8(4.0g、0.1L/min)を除き、初期の急激な温度上昇後の下降の程度が余

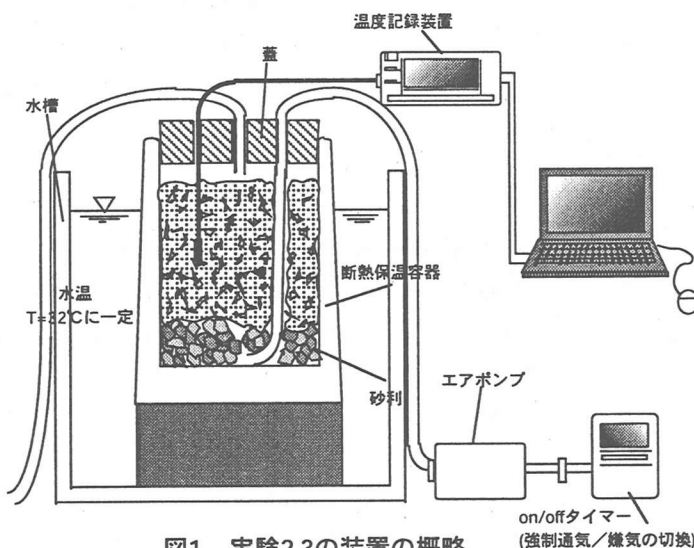


図1 実験2.3の装置の概略

表1 各実験試料配合表
(上:実験2.1 下:実験2.2)

試料番号	ドッグフード(g)	汚泥(mL)	水(mL)	木屑(g)
1	50	130	0	25
2	50	105	25	25
3	50	75	55	25
4	50	50	80	25
5	50	0	130	25
好気(6~9)	100	100	70	25

試料番号	ドッグフード(g)	微生物製剤(g)	水(mL)	木屑(g)
1~5	160	0.6	210	20
6~10	160	4.0	210	20

表2 実験2.3の試料配合表

材料	分量
ドッグフード	50g
木屑	25g
汚泥	50ml
水	55ml

表3 実験2.3の通気条件

試料番号	ON(min)	OFF(min)
1,2	1	5
3,4	1	10
5,6	1	20
7,8	1	40

剩汚泥の場合より急激であった。最も通気量の多かった試料5(0.6g、0.4L/min)においては通気量が多すぎたためにコンポスの含水率が著しく低下し、微生物の活動が抑制されて温度が低下したと考えられる。0.6gの場合と4.0gの場合の温度変化および含水率を比較すると微生物製剤の量が多いほど高温に達し、含水率は通気量が多くなっても実験開始時の値をほぼ維持していたことがわかる。表5に示すように、有機物減少率については余剩汚泥を用いた場合と同様、通気量が少ないほど高い傾向がみられた。微生物製剤を用いた場合と余剩汚泥を用いた場合とを比較すると温度変化や有機物の減少傾向に大きな差はみられなかった。しかしながら、製剤の量が多いほど温度の上昇が認められたため製剤を添加することによる温度上昇の効果が期待できると考えられる。

3.3 余剩汚泥を用いた場合の間欠曝気実験について

3.2の2種類の実験は実験期間を通じて通気条件を一定にして行ったが、ここでは実験の途中で強制通気・嫌気を切り替える操作をした場合にどのような温度変化をするかについて実験を行った。強制通気・嫌気の通気条件が切り替わることにより温度変化の様子が変わることを予想したが、各試料ともほぼ同様な温度変化を示し、強制通気を行った場合に近い温度変化を得た。

通気量は1L/minと、今までより多く設定したが各試料とも、1分間の強制通気の後、嫌気の時間を設けたので通気の過多による急激な含水率の低下はなく微生物の活動が停止することはなかった。しかしながら、最終的にはどの試料も病原微生物を死滅させるのに必要とされる高温には達しなかった。実験では、断熱保温容器を一定の温度に保つため、水浴中に配置するなど工夫を施したが、冬場の実験であり実験室内が寒冷であったため、各試料ともその影響を受けたものと考えられる。表6に示すように1分間強制通気をした後10分間嫌気状態にした試料4についてはpHが最も低く、含水率も低かった。pHについては、反応の途中で有機酸が生成されたことに起因すると考えられ、含水率が低下したことから発熱も多かったと考えられる。

4 まとめ

本研究を通じて、通気量が少ないほど優れたコンポスト反応の結果が得られることが示唆された。また、嫌気的条件下において余剩汚泥単独では反応の促進や病原微生物を死滅させるために必要な高温の維持は難しかったため、微生物製剤などを余剩汚泥に加える方法についても今後検討する必要がある。また、通気条件を終始一定にした場合と比較して強制通気・嫌気を切り替える方法が有効であるというはっきりとした結果は得られなかった。この理由としては、冬場の実験であり温度管理が不十分であったために所要の温度に達しなかったとも考えられる。今後は、余剩汚泥と微生物製剤とを併用した場合にどのような効果が得られるかを検討する必要がある。

表4 実験2.1の含水率、表5 実験2.2の含水率、有機物減少率

試料番号	含水率 (%)	有機物減少率 (%)
1	73.6	42.2
2	75.1	44.6
3	74	42.5
4	75.2	46.5
5	76.3	46.5
6	62.3	43.3
7	43.5	39.2
8	40.9	43.1
9	16.8	38.5

1~5:嫌気
実験開始時の含水率 63.4%

6~9:強制通気
実験開始時の含水率 57.5%

試料番号	含水率 (%)	有機物減少率 (%)
1	69.6	39.5
2	62.0	40.0
3	66.1	36.6
4	40.2	45.0
5	26.6	33.7
6	70.0	43.5
7	65.7	41.5
8	56.6	46.6
9	56.8	42.5
10	53.6	39.0

実験開始時の含水率 56.5%

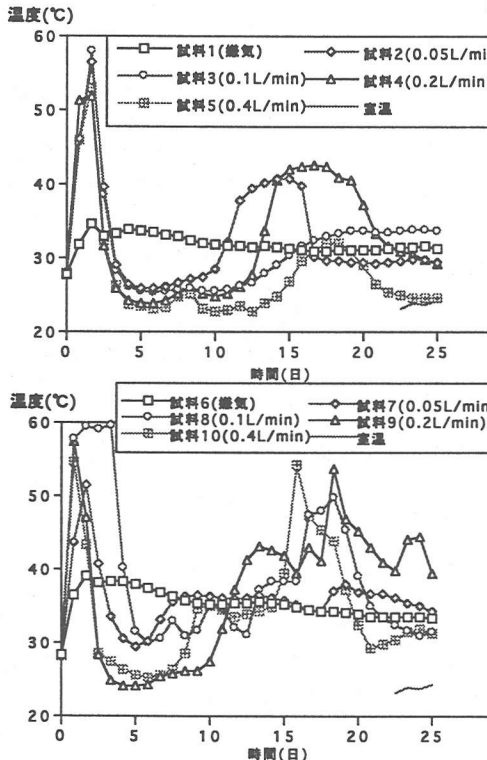


図2 実験2.2の温度変化
(上:0.6g添加 下:4.0g添加)

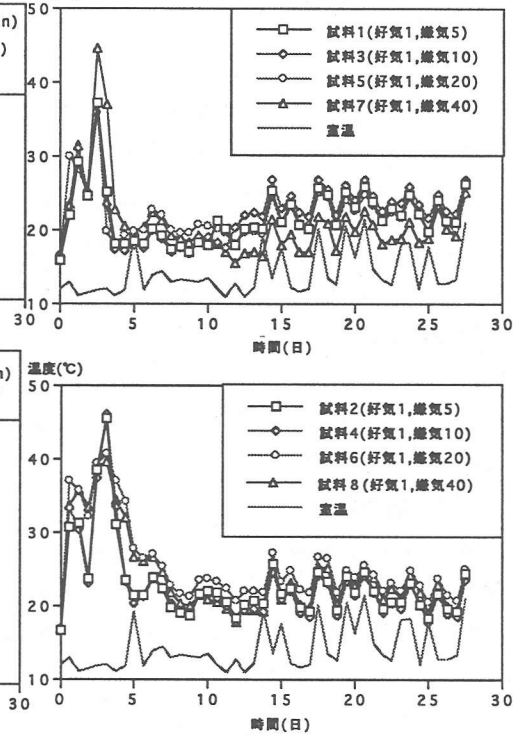


図3 実験2.3の温度変化

表6 実験2.3終了後のpH、含水率

試料番号	pH	含水率 (%)
1	8.16	67.96
2	7.49	54.81
3	—	—
4	7.39	41.34
5	7.84	57.66
6	8.04	51.52
7	8.74	72.78
8	8.74	70.92