

東京大学工学部 学生員 ○坂本 康
 東京大学工学部 正会員 藤田 賢二
 東京都下水道局 黒住 光浩

1. はじめに 一般の汚水処理では、生物処理→固液分離→汚泥の処理・処分というフローをもつが、汚泥の処理まで考えるとかなりの労力・費用が必要であり、またゴミの浸出液のように高濃度の溶解性成分をもつ複雑な汚水の処理は困難である。一方、ゴミ・汚泥など固形廃棄物の処理法としては、コンポストイング(堆肥化)の技術があり、廃棄物の資源化の意味でもすぐれている。本研究は、これらの技術の結合、すなわちコンポストイングの手法を汚水処理にとり入れることで、従来法では処理困難な汚水が処理でき、しかも生物処理から汚泥処理までを一度に行なえるのではないかと、いう考えを基本的発想として生まれた。

2. 本研究の目的 コンポストと濃厚な有機汚水を混合し、保温状態で送気することで、どの程度有機物が分解されるかを調べる。あわせて、処理に必要な操作条件(含水率など)を検討しこの方法の実用化の可能性をさぐる。

3. 実験法 材料(コンポスト+ミルク水)を図1の装置にいれ、各種指標の変化を追う。

(1)材料：都市ゴミコンポストとスギムミルク水、およびブランクとして同じコンポストと水の混合物を用いる。各成分は表1、混合比率は表2のとおりである。RUN1,2,3では同じコンポストをこの順番で3回用いる。RUN4では、加えるミルク水量を変える。

(2)分析法：試料を10倍量の水に溶かし、1時間静置後の上澄みを試料液として用いる。結果は含水率により、乾物：水=1:10のときの値に換算・補正する。指標としては、温度、有機-N、COD(M_w)、COD(C_d)、BOD₅を用いる。ただし、(有機-N)=(K_j-N)-(NH₄-N)として計算する。

4. 結果 各実験の温度の変化は図2,3のとおり、有機物関係の指標の変化は、図4,5,6,7のとおりである。

5. 考察

(1)ミルク水の分解：RUN1では、水の筒(B筒)でも温度上昇があったが、2回目のRUN2ではミルク水の筒(A筒)でだけ温度上昇がみられた。1回目では、まだコンポスト中に分解可能物が残っていたが、2回目にはもはやコンポスト自体の分解はほとんどなく、ミルク水だけが分解したと考えられる。このことは、RUN3でB(水の筒)に薄いミルク水を入れると、再び温度上昇がみられたことでもうかがえる。またRUN3ではミルク濃度の大小と分解による発熱量の大小が対応しており、温度上昇がミルク水の分解によることを裏づけている。

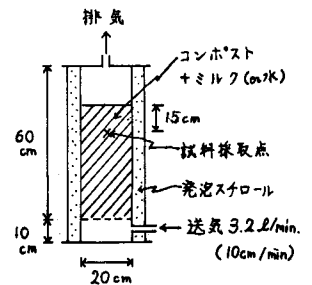


図1 装置

表1 実験材料の成分表

	コンポスト*	5% ミルク
K _j -N (固相)	2.13%	-
K _j -N (液相)	283 ppm	2,630 ppm
NH ₄ -N	4.83	10.1
COD (C _d)	4,780	51,900
COD (M _w)	1,790	18,300
BOD ₅	728	34,400

* K_j-N (固相) 以外は、水溶液 (1:10) の値から換算した値。(乾重ベース)

表2 実験の概要

	RUN 1		RUN 2		RUN 3		RUN 4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
	5% ミルク	水	5% ミルク	水	5% ミルク	1% ミルク	5% ミルク	5% ミルク
コンポスト W (乾重量 kg)	2.97	2.97	3.55	3.31	3.11	3.08	2.13	2.59
ミルク水 Q (L)	2.25	2.25	3.83	3.25	2.35	2.35	3.65	5.00
Q/W	0.758	0.758	1.08	0.982	0.756	0.763	1.71	1.93
含水率 (%)	51.4	52.5	58.1	60.7	57.7	58.9	65.4	68.3

分解の程度を有機物でみてみる。RUN1のA筒では、各指標とも2日後にはミルク水を加える前の値以下になっている。定量的にいうためにはA筒の測定値からコンポストの分解に起因するもの(B筒の測定値にほぼ対応する)を差し引いて考える必要がある。含水率の変化も考慮すると

A,Bの測定値(C_A, C_B)からミルク水濃度(M)を換算する式は、

$$M = \frac{C_A - aC_B}{b} \quad \text{ここに、} \quad \begin{cases} a = \frac{W_A \cdot \alpha \alpha' (\beta + 10) (Q_B + W_B \beta)}{W_B \cdot \beta \beta' (\alpha' + 10) (Q_A + W_A \alpha)} \\ b = \frac{Q_A \alpha'}{(\alpha' + 10) (Q_A + W_A \alpha)} \end{cases}$$

W_A, W_B : A,Bのコンポスト湿重量 [kg]
 Q_A, Q_B : A,Bに加えたミルク量あるいは水量 [ℓ]
 α, β : A,Bの実験開始時の含水比 [-]
 α', β' : A,Bの測定時の含水比 [-]
 10: 試料の希釈倍率 [-]

RUN1について、こうして求めた値を表3に示す。同じミルク水を室温に放置したときは2日後にBOD₅ 27.0%, 有機-N 17.2%がへり、COD_(a, H₂O) はややふえるが、RUN1ではBOD₅, COD_(H₂O)の大きな減少がみられる。COD_(a)の除去率が小さいのはC₀の減少が大きいので、コンポスト中のCOD_(a)にこの条件下で分解可能なものが多かったことを示す。

RUN2では各指標により変化のしかたが異なり、RUN1のような結果はえられなかった。2回目ではコンポストとミルク水の混合物が比較的大きな固まりになるためであろう。

(2)処理の操作条件: RUN1,2,3の3回の連続実験で、最高温度はしだいに下がってきた。このことから、回数とともに分解の能力が落ちていくことが推察される。連続使用により、初めは細粒状であったコンポストとミルク水の混合物が次第に大きな固りとなり、処理に有効な表面積がへることなどによると考えられる。このため、同じコンポストの複数回の使用には限界があるといえる。

次に含水率の異なるものを比べる。含水率が50~65%であるRUN1,2および4のA筒は55~65まで温度が上がるが、68%のRUN4のB筒は温度が25~30に留まる。このことから、含水率65%ぐらいが分解がよい状態で起こる限界と考えられる。

6. 結論 本研究から、適当な条件で高濃度有機汚水をコンポストに混ぜて処理すれば、液中有機物を固体化・安定化できるといえる。ゴミ浸出液・尿など実際の汚水ではどうか、安定化の程度はどうか今後の課題である。

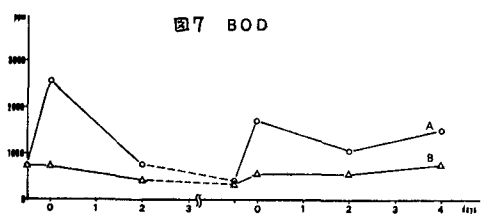
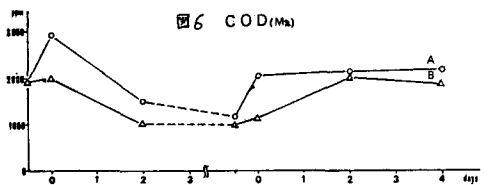
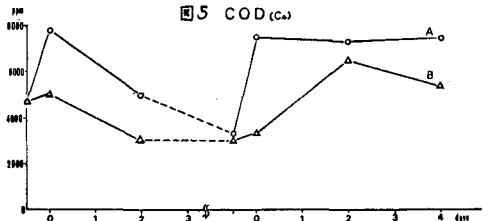
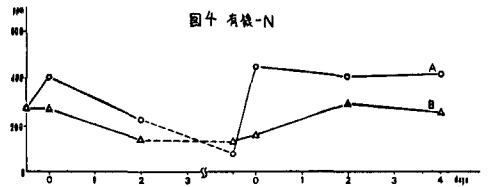
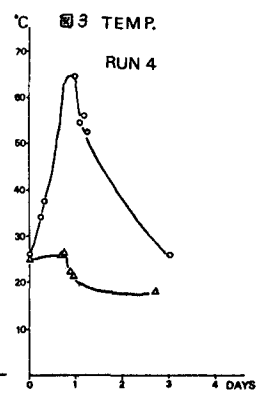
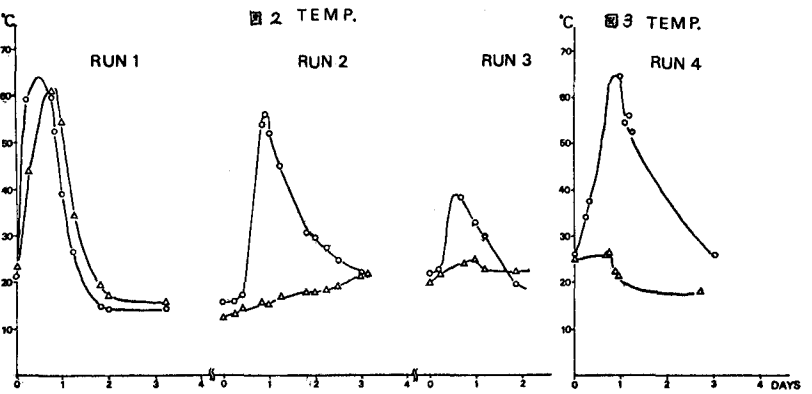


表3 ミルク水の分解*(RUN1)

	有機-N (ppm)	COD(C _a) (ppm)	COD(H ₂ O) (ppm)	BOD (ppm)
0日	2,150	48,200	17,200	28,900
2日	1,640	46,200	11,300	7,430
除去率 (%)	23.7	4.15	33.9	74.3

* 式 $M = (C_A - aC_B) / b$ から換算した値。