

長岡技術科学大学 学 〇北 島 善 孝

正 原 田 秀 樹

正 桃 井 清 至

新日本気象海洋(株) 正 泉 伸 司

1. はじめに；下水汚泥のコンポスト化反応において、一次発酵過程での微生物活性の推移を評価することは、発酵のメカニズムを把握し、その効率化の操作因子の探索に対して重要である。本報告では、生脱水汚泥を用いて小型反応器でコンポスト化回分実験を行い、回分過程で採取した試料の懸濁液について細胞内ATPプールと呼吸活性の推移に及ぼす温度履歴効果を定量したものである。また懸濁液中の可溶性成分についても併せて検討した。

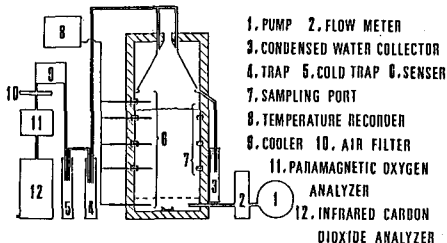
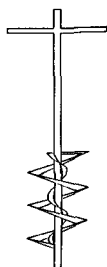


図-1 装置図

2. 実験方法；図-1に装置図を示す。発酵槽は内径30cm, 有効高さ50cm, 有効容積35ℓで、約8cmの断熱材で覆われている。槽内を完全混合状態にするために攪拌翼を設け断続的に攪拌を行った。各温度、排ガスの酸素、炭酸ガス濃度は連続的に測定した。表-1に投入時と排出時の各分析値を示す。植種汚泥は添加していない。回分過程でのサンプリングは通気後20, 24, 28, 44, 68, 92, 116(hr)に行った。サンプリング後直ちに試料を湿潤状態で4.2g秤量し、蒸留水を100ml加え、ヒスコトロンで十分ホモジナイズしたものを非洗浄懸濁液(cell)とした。更に、投入時、温度ピーク時(44hr)、排出時(144hr)については、外部溶解性基質を除去するため、懸濁液をリン酸緩衝液(pH7.0)で遠心分離洗浄し洗浄懸濁液(w cell)を作成した。各懸濁液について、ポラログラフ式酸素モニター(YSIモデル53)による酸素消費速度、ATPフォトメーター(Aminco J4-7441)によるATPプールを測定した。また、投入時、温度ピーク時、排出時の各懸濁液をワールブルグ検圧計を用い、設定温度を変化させ酸素消費速度を測定した。懸濁液の3液の分析項目は、BOD₅, pH, NH₄-N, VFAである。

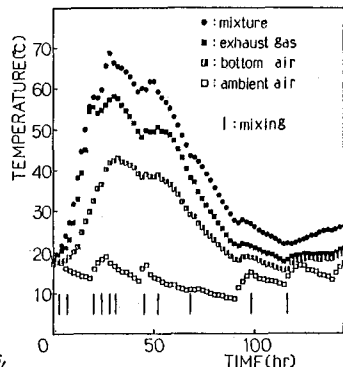


図-2 各温度の経時変化

	Input				Output	
	Sludge	Bulkings	Bulkings	Mixture	Mixture	Mixture
Total Weight	kg	8.75	1.75	1.40	11.90	8.13
Dry Weight	kg	1.60	1.57	0.86	4.03	3.42
Moisture	%	81.74	10.34	38.49	62.72	57.99
Retention Loss	%	74.39	86.36	64.07	75.75	74.03
pH		7.22		8.59	8.05	8.04
BOD ₅	mg/kg	537.6		187.9	224.9	84.9
COD _{Cr}	mg/kg	1351.4		1057.2	1059.0	259.1
T-N	%	5.38	1.10	4.61	3.35	3.05
T-C	%	42.50	42.91	35.40	40.43	37.96
C/N Ratio		7.90	39.15	7.68	12.07	12.45
Inorganic Carbon	mg/g				0.264	0.355
Apparent Density	1/mℓ				0.374	
Aeration Rate	ℓ/min/hr				94.31	
Detention Time	hr				144	
Water Production	ml					1545

注：Yは発酵槽の全排水量
本行測定：モリダ
：上記の汚泥と乾燥土(70A(5mm))と混合したもの

表-1 投入時および排出時分析表

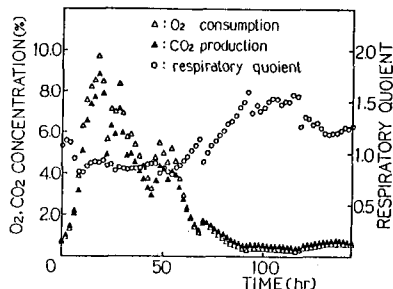


図-3 排ガスの性状の経時変化

3. 結果および考察；図-2, 3に発酵過程での各温度、排ガスの性状の経時変化をそれぞれ示す。返送汚泥の植種が無いのにも関わらず温度は速やかに上昇し、初期ピーク時には69°Cになり一度下降した後44hrに再びピークに達し、その後徐々に下降した。排ガスの性状も同様の傾向を示し、良好な発酵がなされていることが確認で

きる。呼吸商は発酵後期に1.3程度まで上昇する。表-2に各懸濁液のSS濃度とVS比を示す。SS濃度は約15000~20000 mg/lに調整した。VS比は75%程度であった。これらの懸濁液-酸素モニターによる35℃での呼吸活性とATPプールを図-4に示す。図中、○はcell, ●はwcellで、添字はサンプリング時間を示す。懸濁液の活性は投入時に最も高く、その後急速に減少し発酵温度ピーク付近で一担上昇した後、ほぼ一定の値を示し、排出時(144hr)には再び上昇している。これは汚泥中の有機物が急速に分解されると伴に呼吸熱により温度が上昇し、投入時汚泥中の微生物相が遷移するためと考えられる。また、wcellの活性はcellに対して投入時では1/2程度であったが、温度ピーク時では差が縮まり、排出時では上回っている。このことから、コンポスト化反応初期においては可溶性有機物のうち、微生物によって分解されやすい易分解性有機物が減少し、排出時には何らかの阻害効果をもつ成分の存在が推測される。また、酸素モニターによる呼吸活性とATPプールには正の相関が認められる。特にコンポスト化反応の様な生物と基質が固形性有機物として扱われる系では、ATPプールは微生物活性の適当な指標となり得る事を示している。図-5に懸濁液の3過渡の分析結果を示す。

Sample		SS (mg/l)	VSS (g)
Time (h)	Name		
0	Cell 10	15 568	77.67
20	Cell 11	16 118	76.61
24	Cell 12	18 968	77.04
28	Cell 13	15 104	75.64
44	Cell 20	19 004	74.86
68	Cell 21	19 186	74.38
92	Cell 22	19 356	76.48
116	Cell 23	20 854	76.48
144	Cell 30	15 168	72.24

表-2 懸濁液のSS濃度とVS比

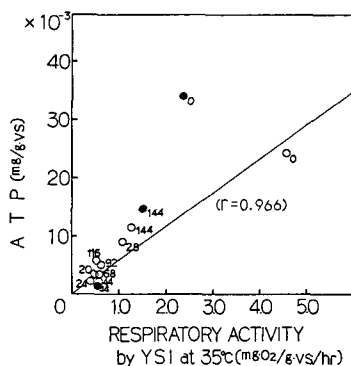


図-4 酸素モニターによる呼吸活性とATPプール

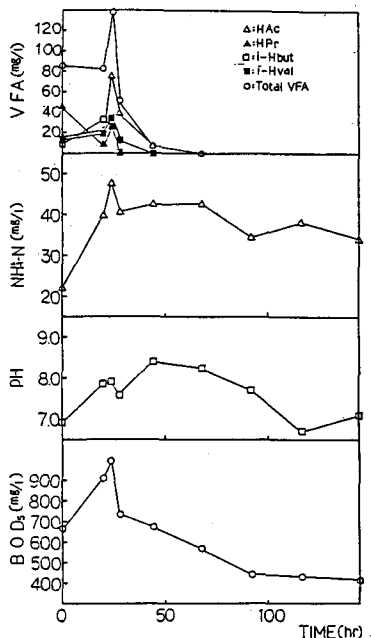


図-5 3過渡の分析結果

BOD₅は発酵温度の上昇と共に増加し、その後減少傾向を示している。このことから易分解性有機物の減少が確認できる。尚、温度上昇時に一担増加するのは固形性有機物が熱変性し、常温では溶出しなかった栄養物質が高温時に細胞から漏れてくるためだと考えられる。NH₄-Nは発酵温度の上昇に伴い熱変性し、脱アミノ作用により急速に増加し、ピーク後はわずかに減少した。VFAは20hrから24hrの間に急激に増加し、68hrには消失している。これがBOD₅の増加の一部分であることが推測できる。図-6は投入時、温度ピーク時、排出時の細胞懸濁液の呼吸活性の温度依存性をワールブルグ検圧計によって測定した結果である。投入時には30℃の呼吸活性が最も大きく、温度上昇と共に減少し、45℃以上で再び活性が上がった。発酵温度ピーク時のサンプルは投入時と同様の傾向であるが全体的に活性が低い。排出時のサンプルは、温度上昇と共に活性が増加する傾向が見られた。以上の様な各サンプルの温度依存性から、投入時に生息していた中温菌が減少し、温度ピーク直後は生菌数が少なく、その後好熱性の微生物相に遷移している様相が観察できる。

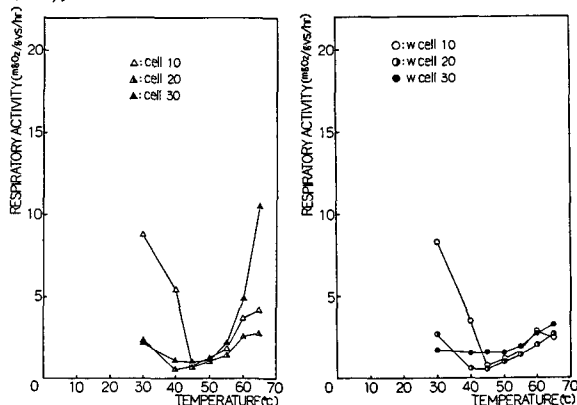


図-6 ワールブルグ検圧計による呼吸活性

投入時には30℃の呼吸活性が最も大きく、温度上昇と共に減少し、45℃以上で再び活性が上がった。発酵温度ピーク時のサンプルは投入時と同様の傾向であるが全体的に活性が低い。排出時のサンプルは、温度上昇と共に活性が増加する傾向が見られた。以上の様な各サンプルの温度依存性から、投入時に生息していた中温菌が減少し、温度ピーク直後は生菌数が少なく、その後好熱性の微生物相に遷移している様相が観察できる。