

II-18

好気性消化に関する基礎的研究

一汚泥構成成分と水質の変化について一

鹿児島工業高専 正 員 森山克美 正 員 西留 清

学生員 〇紺屋弘志 学生員 峯下英俊

1. はじめに

従来、好気性消化に関する研究の多くは、消化による汚泥減少量の指標としてVSSあるいはMLSSを用いており、汚泥中の詳細な構成成分の変動についてはほとんど検討がなされていない。また、VSSには分解可能および分解不可能な有機物が含まれることから、VSSを用いて分解速度に検討を加えることは厳密性を欠くと考えられる。そこで本研究では好気性消化過程に検討を加えるにあたり、汚泥中有機物の主な成分として炭水化物、タンパク質に着目し、より詳細な知見を得ることを試みた。さらに、比較的安定であるといわれている消化脱離液の水質についても汚泥構成成分の変化を考慮して検討を加えた。

2. 実験方法

実験には、都市下水処理場(標準活性汚泥法、処理水量3万t/日)の返送汚泥を使用した。汚泥はMLSS1000mg/lになるように、返送汚泥の適量を無機塩溶液で洗浄、希釈した後曝気し、経日的に汚泥構成成分と液相中水質の変動を測定した。曝気については、好気性消化が酸素律速にならぬように配慮した。無機塩濃度は、返送汚泥希釈後の終濃度として表-1に示す。分析項目、分析方法は表-2に示す。炭水化物はグルコース、タンパク質は牛血清アルブミン、DNAは仔牛胸腺DNAをそれぞれ標準物質とした。

表-1 無機塩濃度 (mg/l)

$K_2H_2PO_4$	7.5
K_4HPO_4	26.0
NaCl	1.3
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	5.0
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	7.5
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	0.5
$MnSO_4 \cdot (4 \sim 6)H_2O$	2.4

3. 実験結果と考察

(1)汚泥構成成分について 先に述べたように、分解不可能な有機物がVSSに含まれていることから、これを用いて好気性消化における汚泥の分解速度定数に検討を加えることは厳密性を欠く。筆者らは、活性汚泥の生物量を示す指標としてDNA濃度が有効であることを報告した³⁾。そこで、本研究においても好気性消化による汚泥分解速度定数を検討するにあたり、DNA濃度を測定した。また、表-3に本実験に用いた都市下水処理場返送汚泥の組成分析結果を示す。これによると、SS中にタンパク質として約4.4%、炭水化物として約1.4%が含まれている。実験結果を図-1, 2に示す。図-1にMLSS, DNA, および汚泥構成成分としてのタンパク質(P_N)、炭水化物(P_C)の経日変化を示す。各項目は、汚泥固形物についての分析結果を汚泥の懸濁液1lの値として求めた。MLSS, タンパク質は8日間で約100mg/l減少し、DNAは25mg/lから18mg/lまで減少している。一方、炭水化物は130~140mg/l程度の一定値を示している。図-2には、図-1における P_N , P_C の値をDNA濃度で除した値を示している。 P_N/X は8日間でわずかに1mg/mgDNA程度の増加を示し、タンパク質の減少はDNAの減少にほぼ比例している。図

表-2 分析項目と分析方法

分析項目	分析方法
炭水化物	フェノール硫酸法
タンパク質	Lowry-Folin法
DNA	前処理後 Diphenylamine Burton変法
MLSS-SS	0.45 μ m Membran Filter法
COD	重クロム酸カリウム法
NH_4^+-N	ネスラー法
$NO_2^- -N$	α -ナフチルアミン・スルファニル酸法
$NO_3^- -N$	ブルシン法

表-3 返送汚泥分析結果

分析項目	濃度(mg/l)	対DNA比(-)
SS	5210	40.7
タンパク質	2280	17.8
DNA	128	-
炭水化物	720	5.63
CODcr	5350	41.8
T-N	328	2.56
TOC	1428	11.1
VSS	71(%)	-

—1で示されたように、炭水化物濃度は一定であった為 P_g/X は約 5 mg/mgDNA から 8 mg/mgDNA 程度まで増加している。このことから、汚泥内炭水化物の大部分は、その代謝分解が困難であることが推察される。ここで、DNAの減少を自己分解速度定数 k_d を用いて検討すると次のようになる。活性汚泥の基質除去、代謝に関する動力学モデルでは、基質が与えられない好気性消化におけるDNAの減少は一般的に次式で示される。

$$\frac{1}{X} \frac{dc}{dt} = -k_d \text{ ----- (1)}$$

ここで、 X : DNA濃度 (mg/l) , k_d : DNAの自己分解速度定数 (day^{-1})
式(1)を初期条件 [$t=0$, $X=X_0$] で解くと、

$$k_d = \frac{\ln(X_0/X)}{t} \text{ ----- (2)}$$

が得られる。式(2)に図-1のDNAの実測値 ($t=8 \text{ days}$, $X_0=25 \text{ mg/l}$, $X=18 \text{ mg/l}$) を与えると、 $k_d=0.04 \text{ day}^{-1}$ となる。この値は、一般的にいわれている活性汚泥の k_d 値にほぼ一致し、図-1におけるDNAの減少は、活性汚泥微生物の自己分解を表わしていると考えられる。

(2)水質について 液相についての分析結果を、図-3に示す。タンパク質は、実験期間を通して 6 mg/l 程度でほぼ一定であり、炭水化物も約 2 mg/l 増加した程度である。一方、 COD_{cr} は 7 mg/l から 20 mg/l へ、 T-N は 10 mg/l から 27 mg/l へ増加している。 COD_{cr} および T-N は他の成分と比べて著しく増加しており、これはMLSSあるいは汚泥内タンパク質の減少に起因していると考えられる。液相中の窒素収支を考えると、8日間で約 16 mg/l の窒素が増加しており、この量は汚泥内タンパク質の減少量 100 mg/l に対して 16% であり、タンパク質の標準的な窒素含有率にほぼ一致している。 T-N の増加分のほとんどは、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ である。このことは、好気性消化時の曝気槽内 DO 濃度によっては、タンパク質の分解によって生成される $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ のほとんどが硝化されることを示している。 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ は、実験期間を通して 0.1 mg/l 以下であった。

4. おわりに

以上の考察の結果から、好気性消化の汚泥の分解速度定数はDNAを指標として表わすことができ、汚泥内タンパク質は活性汚泥微生物の自己分解速度と同程度の速度で分解されることが示された。一方、汚泥内炭水化物の大部分は、好気性消化では代謝分解の困難なものであることが認められた。また、消化脱離液についての従来の研究ではその水質は比較的稳定であるといわれているが、汚泥の減少に伴い COD 成分および T-N が増加していることが明らかとなった。また、槽内 DO 濃度によっては、 T-N のほとんどが $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 段階にまで硝化されることが明らかとなった。

一参考文献一

- 1) Hashimoto, S. et al.: Stabilization of Waste-Activated Sludge Through the Anoxic-Aerobic Digestion Process, Biotechnology and Bioengineering, Vol. 24, pp. 1789-1802, 1982.
- 2) Ganczarczyk, J. et al.: Performance of Aerobic Digestion at Different Sludge Solid Levels and Operation Patterns, Water Research, Vol. 14, pp. 627-623, 1979.
- 3) 森山・粟谷・久米: 活性汚泥の基質除去・代謝に関する動力学モデル, 土木学会論文報告集, 第339号, pp. 89-95, 1983.
- 4) 副島・菅原: (生物学実験法, A一般分析法3) 蛋白質の定量法, 東京大学出版会, p. 21, 1971.

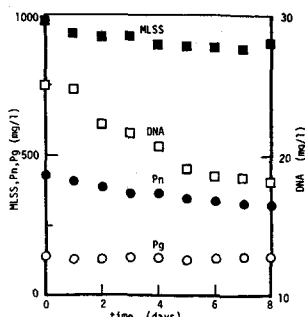


図-1 活性汚泥分析結果

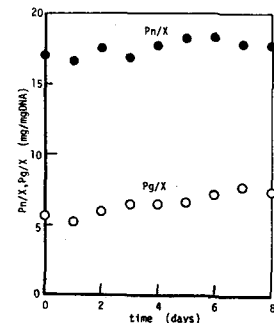


図-2 活性汚泥分析結果 (対DNA比)

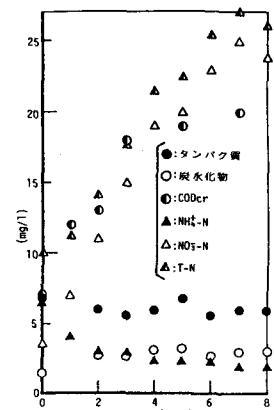


図-3 液相分析結果