

京都大学

正会員 平岡 正勝

学生会員 三野 稔男

学生会員 ○水谷 直樹

1. はじめに

近年、下水道事業の進展に伴い、処理場から発生する汚泥は年々多量化・多様化の傾向を示し、その処理・処分が環境保全のうえで重要な問題となっているが、その適切な処理・処分のためには汚泥性状の正確かつ迅速な把握が望まれるところである。筆者らは従来から行なわれていた元素分析、工業分析等に加えて、熱分解ガスクロマトグラフ法（PGC）法を用いた分析の有効性を述べてきた。¹⁾ 今回は対象汚泥を処理特性、地域特性を考慮して、近畿一円からサンプリングした汚泥とし、試料の一層の充実をはかるとともに、分散分析を用いることにより各種汚泥に対して特徴的なピークを明らかにした。手法的には昨年の報告に準じ、各汚泥のパイログラムの各ピークを固型分あるいは可燃分ベースに換算し、クラスター分析によって汚泥を分類した後、分散分析等によりどのピークがその分類に大きく寄与しているかを調べた。

2. 実験概要

試料としては、3つの処理場から各種汚泥・脱水ケーキ等、19の処理場から濃縮汚泥を採取し、蒸発乾燥後、粉体化したものを用い、さらにこれらとの比較から9種の標準物質も試料に加えた。実験装置としては、柳本のG180型ガスクロマトグラフに熱分解装置としてGPI018型熱分解ピッチャーを接続したものを用いた。PGCの操作条件は表-1に示す。なおPGCのカラム充填剤としては、ポラパックQを用いた。

表-1 PGCの操作条件

PYROLYSIS TEMP.	380°C 700°C
COLUMN PROG.	INITIAL 70°C RATE 5°C/min FINAL 170°C
FID	H ₂ 0.55Kg/cm ² AIR 0.30Kg/cm ² TEMP. 230°C
TCD	230°C
CARRIER GAS	He 0.18Kg/cm ² at 70°C

3. 実験結果及び考察

3つの処理場の各種汚泥・

脱水ケーキ等と標準物質の熱分解温度(P.T.) 380°C、700°CでのFIDに感知される固型分ベースのピークによるクラスター分析の結果としてデンドログラムを図-1、図-2に示す。なお図中のQ、R、Sは各処理場を示し、1~12は汚泥・脱水ケーキ等の種類を示し、それらの対応については表-2に示す。昨年の報告で述

表-2 汚泥対応表

1	Primary Sludge(S.)
2	Primary T.S.
3	Surplus S.
4	Surplus T.S.
5	Thickened Sludge (T.S.)
6	Night Soil
7	Digested S.
8	Elutriated S.
9	Heat Treated S.
10	Filtrated Cake (F.C.)
11	Digested F.C.
12	Heat Treated F.C.
Std.-1	Glucose
Std.-2	Maltose
Std.-3	Cellulose
Std.-4	Starch
Std.-5	Glycine
Std.-6	L-Aspartic Acid
Std.-7	Carnitin
Std.-8	Stearic Acid
Std.-9	Succinic Acid

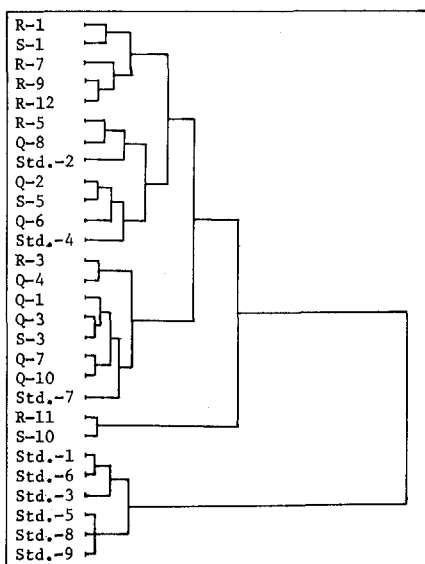


図-1 クラスター分析結果(P.T. 380°C)

べた通り、P.T. 380°Cにおいては汚泥は一般に各処理特性を反映して分類されているが、P.T. 700°Cでは各処理場ごとに、いけば、地域特性を反映して分類されている。しかし、余剰汚泥はP.T. 700°Cの場合でも、地域性を越えて1つに集まる傾向が

あり、他の汚泥と比べて質的に大きく異なることがわかる。また、標準物質と比較すれば、P.T.380℃においては全ての汚泥がデンプン・マルトースに代表される糖類に近い汚泥とカゼインに代表されるタンパク質に近い汚泥とにほぼ半々に分類されているが、P.T.700℃ではほとんどの汚泥がタンパク質に近い汚泥へと移行している。これは一般に糖類の熱分解が360℃程度でほぼ終わるのに対して、タンパク質の熱分解は800℃程度まで続くため、P.T.380℃では糖類の分解が主になり、P.T.700℃ではタンパク質の分解が主になるからである。

次に、標準物質を除き、採取汚泥の全てをクラスター分析により5つのクラスターに分類した結果、Class1={A-5, R-9}, Class2={B-5, D-5, S-1, R-12, E-5, P-5, N-5, R-1}, Class3={R-7, R-11, S-10}, Class4={R-3, Q-1, Q-3, Q-8, Q-4, S-3}, Class5={C-5, J-5, I-5, G-5, H-5, L-5, M-5, O-5, F-5, R-5, K-5, Q-2, Q-7, S-5, Q-6, Q-10}となった。この分類では、Class1は比較的ピークが大きいもののグループ、Class2, Class5は一般的な汚泥とみなせるグループ、Class3はこの分類が固形分ベースのため、有機分が少なく、試料1mg当りのピーク高さが全般的に小さいもののグループ、Class4は余剰汚泥を中心としたグループとなっている。この分類に対する各ピークの効果の結果を表-3に示す。この結果から「各々のピークの各クラスターごとの平均値は等しい」という仮定はすべてのピークにおいて5%の有意水準で棄却され、P2, P4, P8, P12においては1%の有意水準で棄却される。そしてこの分類では特にP2の効果が強く反映されていると考えられる。また、Class4は余剰汚泥を中心としたクラスターであるが、このクラスターの特徴的なピークというのはデータからP4, P8であることがわかり、またこれらのピークはカゼイン等においても特徴的であり、逆に糖類においてはあまり顕著ではなく、これらはタンパク質系の物質の特徴を示すピークといえる。

4. おわりに

今回の実験では、3.に示したようにタンパク質系の物質の特徴的なピークを見い出すことができ、また糖類系の物質、脂肪系の物質にも特徴的なピークの存在が確かめられた。このようにPGC分析が汚泥性状の相違を反映できる有効な分析手法となることがわかったが、さらにカラム充填剤にアミン、窒素化合物を吸着するフロモソープ系のものを併用することにより、汚泥中のN分について調べることがPGC分析で可能であると思われる、それにより汚泥性状がより一層把握できうるものと思われる。

<参考文献>

1.) 平岡, 酒井, 三野: 熱分解ガスクロマトグラフィー法を用いた汚泥分析

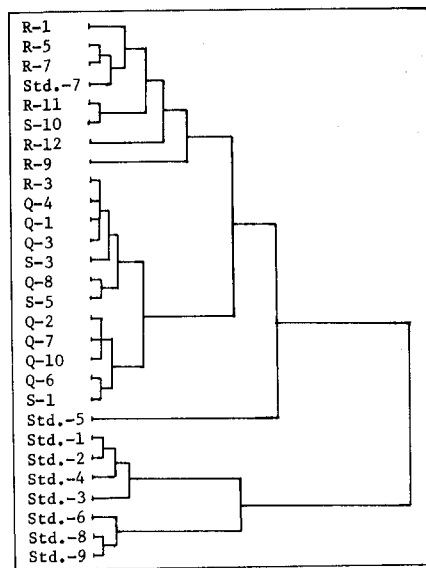


図-2 クラスター分析結果 (P.T. 700℃)

表-3 分散分析表 (P.T. 700℃)

ANOVA F(0.05)=2.69 F(0.01)=4.02				
FACTOR	f	S	V	F
A(P2)	4	609.042	152.261	22.173
e	30	206.011	6.867	
TOTAL	34	815.053	23.972	
A(P4)	4	3.638	0.910	9.171
e	30	2.975	0.099	
TOTAL	34	6.613	0.195	
A(P8)	4	0.821	0.205	5.681
e	30	1.084	0.036	
TOTAL	34	1.905	0.056	
A(P12)	4	1.157	0.289	4.890
e	30	1.782	0.059	
TOTAL	34	2.939	0.086	
A(P14)	4	0.411	0.103	2.852
e	30	1.081	0.036	
TOTAL	34	1.492	0.040	
A(P16)	4	1.509	0.377	2.996
e	30	3.778	0.126	
TOTAL	34	5.287	0.156	
FACTOR	f	S	V	F
A()	fA	SA	VA	VA/VE
e	fe	Se	Ve	
TOTAL	N-1	ST	ST/N-1	
f: 自由度 S: 平方和 fA=a-1 fe=N-a SA=ΣXi ² /ni-C Se=ST-SA ST=ΣXi ² -C VA=SA/fA Ve=Se/fA C=(ΣXi ²)/N				
V: 分散 F: 分散比 a: 組の数 N: 観測値数 ni: i番目の観測値数 N=Σni Xi: i番目の観測値 Xij: j番目の観測値				