

II - 480

嫌気性消化法の統計的分析に関する一考察

東京都立大学工学部 正員 小泉 明
 東京都立大学工学部 正員 稲員 とよの
 東京都立大学工学部 学生員 ○小野寺 えびね

1. はじめに

我々が日常生活を営むことによって排出する下水は一定の基準以上に浄化され、河川に放出されるが、その処理過程で下水汚泥が発生する。汚泥中には有機物が含まれ、その有機物を嫌気性細菌の働きによって無機物に分解する過程を嫌気性消化という。嫌気性消化法は運転操作が比較的容易であるとともに、消化汚泥と発生ガスの有効利用が可能であり、今後のエネルギー資源の有効利用の観点から大いに検討すべき処理技術であるといえる。

本稿は全国の嫌気性消化汚泥タンク257箇所のデータを収集し、統計的な分析を通して、発生ガス量により消化汚泥タンクの評価を行うものである。

2. データの基礎解析

分析に用いるデータ項目は、平成4年度の下水道統計より消化汚泥タンクに関する指標およびそれらの合成指標（例えば、有機物量＝投入汚泥量×平均有機分率など）として20指標、並びに社会・経済・自然に関する7指標を用いることとした。まず、消化汚泥タンクに関するデータについての各指標ごとの分布を知るため、ヒストグラムによる分析を行う。

この結果、投入汚泥の有機分率は平均77%を中心に、含水率は平均97.5%を中心に正規分布に近い分布を示した。一方、投入汚泥量（図1）および発生ガス量はかなり広範囲にばらつき、大小両側にピークを持つ分布が見られた。また消化温度（図2）については30～40℃付近にデータが集中し、消化日数については20～30日をピークに減少していることが明らかとなった。

3. 発生ガス量の要因構造分析

発生ガス量と各要因（指標）との相互関係を把握するため、全要因を用いて相関マトリクスを計算する。そして、発生ガス量との相関係数の大小により各要因を5つのレベルに分類し、レベル間で相関の高い要因を線で結んで図3の要因関連図を得た。ここで、発生ガス量とほとんど相関のない要因（レベル6）は省略している。図3において、汚泥の状態を示すレベル2の3要因間には強い線形関係が見られる。また、レベル3以降の要因については、人口密度をはじめとする社会・経済的要因の関連系列と、消化温度をはじめとする運転管理に関する要因の2つの系列があることが

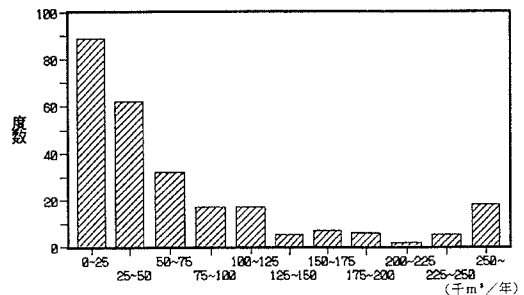


図1 投入汚泥量

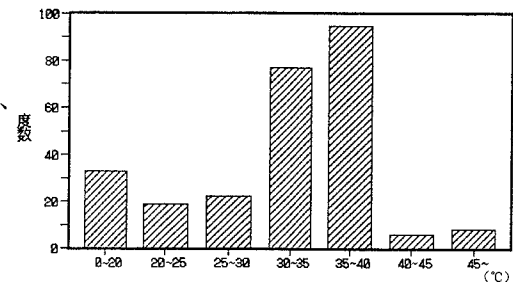


図2 消化温度

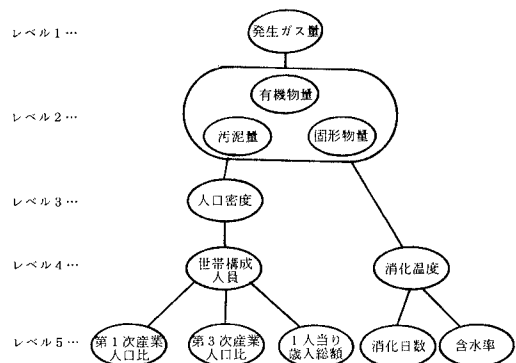


図3 要因関連図

分かった。

この要因関連図より発生ガス量の説明要因として、レベル2の有機物量(X1)、運転管理要因から消化温度(X2)、社会・経済的要因から人口密度(X3)を選び、これらの組み合わせにより重回帰分析を行う。

この結果を表1に示す。表1の式はいずれも自由度調整済み重相関係数 R^* が0.97以上という高い値となっており、有意水準5%のF検定においてもすべて有意であったことから、最もシンプルなモデル式として4番目の式を選定する。

$$Y = 3.058 + 469.481 \cdot X1 \quad \dots (1)$$

$X1$: 有機物量 (千 m^3 /年)

Y : 発生ガス量 (千 m^3 /年)

4. 発生ガス量推計式による消化汚泥タンクの評価

上記の(1)式より算出される発生ガス量の値を基準値として、実際のデータと比較し如何に効率よく消化汚泥タンクが運転されているか評価する。すなわち、発生ガス量について相対度数の累積ヒストグラムを作成し、それにより消化汚泥タンクを評価する。

まず、各指標を5～6の階級に分け、階級別に評価を行ない、それぞれ比較できるよう相対度数のヒストグラムに表わす。

その結果、投入汚泥量の大きい処理場(図4)、人口密度が大きい地域の処理場(図5)、世帯構成人員が少ない地域の処理場ほど実測値が基準値を上回る割合が大きい。つまり、ガスの発生率が高いということである。また、消化温度30℃以上の中温・高温消化を行なっている処理場では8割が基準値を上回っている。さらに、産業別人口構成比のヒストグラムより第3次産業人口の占める割合が大きい地域の処理場が最もガス発生がよい。その一方で、水温や1人当りの歳入総額の違いによる影響は余り見られない。ガス発生率が高い処理場の特徴は大都市にある大規模処理場に共通するものである。つまり、大規模な処理場ほど効率よく消化が行なわれていると言える。

5. おわりに

本稿ではデータの基礎解析を行ない、発生ガス量との要因関連図から選出した要因による重回帰分析の結果を検討し、1つのモデル式を導いた。その発生ガス量推計式によって消化汚泥タンクを評価した結果、大規模処理場の消化タンクほどガス発生がよく、効率よく運転されているという結論が得られた。

なお、今回の分析結果は嫌気性消化を行っている処理場を一体として見た場合のものであり、今後個々の消化プロセスの時系列分析もふまえ、中・小規模の処理場における運転管理の効率化を検討する必要があると考えている。

	目的変数 Y 発生ガス量	定数項 b0	偏回帰係数 b_i			F値	R^2 値
			有機物量 X1	消化温度 X2	人口密度 X3		
1	$Y =$	-505.850	$+429.768 X1$	$+13.573 X2$	$+0.059 X3$	1690.7	0.975
2	$Y =$	-539.984	$+456.078 X1$	$+17.346 X2$		1388.0	0.973
3	$Y =$	-98.455	$+434.148 X1$		$+0.071 X3$	2376.3	0.973
④	$Y =$	3.058	$+469.481 X1$			4214.9	0.970

表1 分析結果

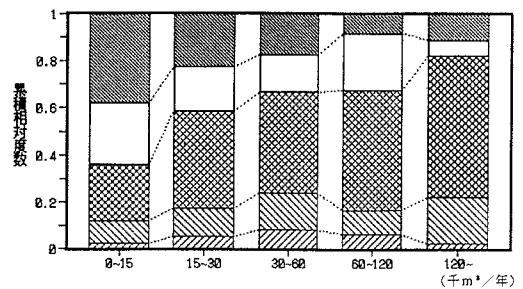


図4 投入汚泥量と発生ガス量の関係

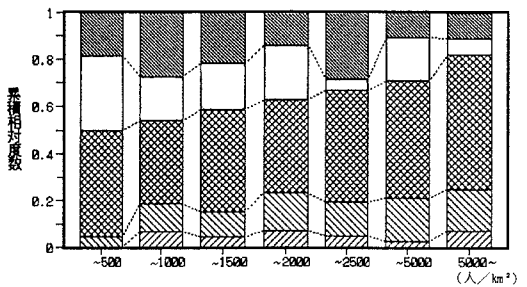


図5 人口密度と発生ガス量の関係

注) (1)式より発生ガス量の基準値を算出し、実際のデータと比較して、

ガス発生が非常によい処理場:
 ガス発生がよい処理場:
 ガス発生がふつうの処理場:
 ガス発生が悪い処理場:
 ガス発生が非常に悪い処理場:

とする。