

早稲田大学理工学部 正員 遠藤郁夫

早稲田大学理工学部 学生員 〇井頭和也

1. 緒論

下水処理場は昭和42年4月1日現在稼働している総数は142ヶ所, そのうち, 何らかの方法で汚泥処理を行っているのが127ヶ所である。処理人口は1,075万人, 処理下水量は24億 m^3 /年, 発生汚泥量は0.23億 m^3 /年である。このように絶えず発生する膨大な汚泥の処理或は処分の問題が下水処理の重要な要素ともいえる。汚泥処理の有効適切な方法はその地域の特質を十分考慮するとともに, 本質的にはどんな方法を採用するかどうかということではなく, もっとも経済的になるようにつとめることが肝要である。汚泥の熱処理は脱水の前処理として脱水性および沈殿性の改善, 更に, 殺菌効果などの実効がかなり効果的であることがすでに認められている。本研究は, 汚泥の熱処理に関して, 脱水性, 沈殿性, 反応温度および反応時間などの影響について検討したものである。

2. 実験方法

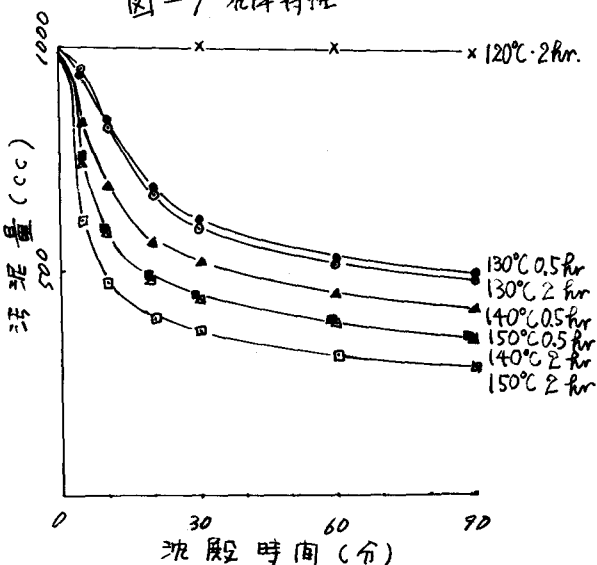
汚泥の熱処理には円筒形オートクレーブ(容量3L, 許容圧力100 kg/cm^2)を用いた。反応温度は

120℃, 130℃, 140℃および150℃とし, 反応時間と15分, 30分, 60分, 90分および120分とした。

処理後一昼夜静置し, 室温状態でオートクレーブより取り出し, 固液分離のための静置沈殿を90分間行ない, スッチエによる真空汁漉実験を行った。

汁布面積および汁漉圧力はそれぞれ40.7 cm^2 , 400 $mmHg$ とした。実験に使用した汚泥は最初沈殿池汚泥と余剰汚泥の混合汚泥である。また, 濃度は約3%であった。

図一 / 沈降特性



反応温度 (°C)	反応時間 (分)	比抵抗 ($\times 10^{-11} g/g$)	沈殿汚泥 濃度(%)	含水率 (%)	COD(原) (ppm)	COD(清) (ppm)	MPH(濃) (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	pH	T.S. (ppm)	V.S. (ppm)	D.S. (ppm)
120	30	90.6	3.15	92.8	640	1280	450	38	6.13	3812	812	3280
	120	90.7	3.09	72.1	360	1260	450	42	6.06	4092	952	3156
130	30	47.7	4.56	59.3	960	1600	650	66	5.49	5660	1868	5048
	120	35.2	4.72	60.7	880	1640	650	64	5.65	4968	1256	4432
140	30	20.9	6.00	59.9	780	1360	800	71	5.80	5360	184	4828
	120	18.4	5.75	56.8	980	1340	700		5.53	5700	1244	4280
150	30	15.9	7.47	63.5	770	1535	700		5.51	5864	703	5238
	120	8.7	7.43	65.4	1040	1500	820	76	5.50	6392	1108	5596

表一 / 熱処理汚泥及び汁液の性状

3. 実験結果と考察

反応温度 120~150℃ の範囲の汚泥について、沈降特性を
図-1 に、スッチエによる真空沈降実験を表-1 にそれぞれ示した。
また、図-2 は反応温度と比抵抗との関係である。脱水性は
反応温度の増加とともに良くなるが、140℃ 以上では反応
時間による差も小さく、著しく改善された。また、処理後の
汚泥の沈降性即ち、濃縮度は図-1 に見られるように、140℃
以上では 90 分で 6~7% となり、処理前の濃度の 2 倍となる。
60 分時における圧縮速度は 8.9×10^{-6} m/sec であった。表-1 より
汚泥の COD(消)および $\text{NH}_4\text{-N}$ は反応温度の上昇とともに
増加し、140℃ 以上はそれぞれ 1500 或は 70 ppm と増大

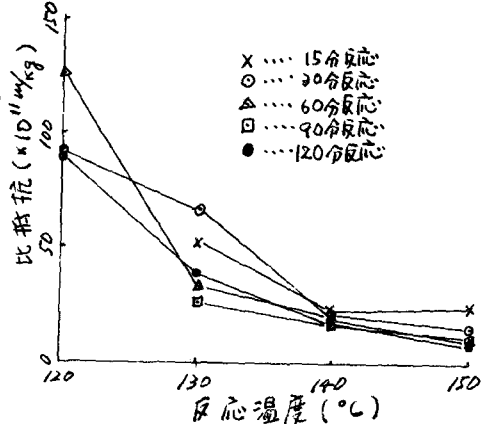


図-2 比抵抗と反応温度の関係

している。BOD は 3,000~5,000 ppm の
範囲であると考えられる。図-3 は脱水性と
反応時間との関係である。この関係は単
分子反応型と見ることができ、140℃ と
150℃ の場合には反応時間と比抵抗との間に
それぞれ次の関係が成立する。すなわち

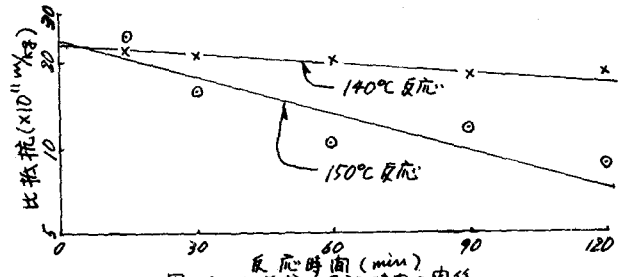


図-3 比抵抗と反応時間の関係

$$\alpha = 28.4e^{-2.66 \times 10^{-3}t} \quad \dots 140^\circ\text{C の場合} \quad \dots (1)$$

$$\alpha = 28.5e^{-4.97 \times 10^{-3}t} \quad \dots 150^\circ\text{C の場合} \quad \dots (2)$$

となる。また、140℃ と 150℃ の場合について Van't
Hoff-Arrhenius 式を適用して見ると、

$$\log k_2/k_1 = \Delta E \cdot [(T_2 - T_1)/(T_2 \times T_1)] / (2.3R) \quad \dots (3)$$

k_1 : 140℃ の場合の反応速度, k_2 : 150℃ の場合の反応速度, ΔE : 活性化エネルギー,
 R : 気体定数, T : 絶対温度

$\Delta E = 4.66 \times 10^4$ cal/mole $\dots (4)$ となる。従って、温度と反応
速度との関係は、 $\log k_2/k_1 = 1.02 \times 10^4 \{ (t_2 - t_1)/t_2 t_1 \}$ $\dots (5)$ となる。

しかしながら、(4)式および(5)式は、実験資料が少なく未だ実験中であるので、
更に多くの資料に比し検討が必要である。下水の生物処理における活性化エネルギーは
12,000~20,000 cal/mole の範囲にある。特に汚泥の嫌気性消化の活性化エネルギーは 12,000~14,000
位である。この値に比較すれば、資料の量に問題はあるが、 4.6×10^4 cal/mole は、かなり大きい値といえる。

4. 結論

汚泥の熱処理について、今回は 120~150℃ の範囲について検討した。現在実験的研究を継続中、必ずしも十分な資料に比して、
吟味はありてはないうが、少なくとも反応温度 150℃ 反応時間 30 分以上であれば、極めて脱水性は改善されること認められた。

また、表-1 および表-2 から認められるように、処理上汚泥の BOD は、COD(消)の 2~3 倍あり、汚泥濃度 3~4% の範囲の物では、
5,000~7,000 ppm もあり、二次処理の問題が重要な課題である。この点については検討中であるが、必ずしも困難ではない。また、
臭気の問題についても特別な配慮が必要であろう。

	生汚泥	熱処理汚泥上澄液 (90分静置)
T.S. (ppm)	41190	10684 (37604)
V.S. (ppm)	23968	9316 (21900)
COD(消)(ppm)	7533	2484
COD(PR)(ppm)	3920	1700
PH	5.43	5.33
$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	57.0*	87.6
BOD (ppm)	15200	7110
透明度		0.90

表-2 生汚泥および熱処理汚泥上澄液の性状

* ; 4000 rpm, 5min の遠沈による上澄液 () ; 熱処理汚泥混合液