

京大工学部 学生員 ○ 佐藤 雅史
 " 正員 平岡 正勝
 " 正員 武田 信生

1. はじめに 年々、下水道の整備と共に発生量が増加しつつある下水汚泥の処理・処分は、現在、焼却・埋立が中心となっている。しかし、焼却炉ローススにおいては、汚泥の減容化・安定化は一定程度達せられるものの、反面 NO_x , SO_x あるいは、カルシウム存在下で CaO の生成等二次公害をひき起こす可能性の高いことも周知の通りである。そこで、我々の研究室では、汚泥の熱分解・二次燃焼という、いわゆる二次燃焼法を提唱し基礎実験を繰り返してきている。本報ではその一環として、実プラントでは炉内に少量の水蒸気は存在すると予想されることから、熱分解雰囲気中に水蒸気を導入した場合の影響について、主に生成ガスおよび残渣の性状の分析を中心として行った。実験結果を報告する。

2. 実験方法 実験は図1に示した装置による。2行なった。反応管は内径4mm、長さ1,000mmである。試料は下都府下水処理場の混合汚泥脱水ケーキを、粉砕・乾燥状態で用いた。1回の実験に用いた試料量は約11gである。なお、供試汚泥の Ig-loss (800°C, 2hr) は51.61%, C, H, N 含有率はそれぞれ26.03%, 3.77%, 2.96% (乾ベース) である。生成ガスの定量はGC法により、その他に、TOD測定機, CHN分析機, pHメーター等を用いた。BOD₅ はワイニラー-アジ化ナトリウム変法による。種々の妨害物質の存在が予想され、測定法の検討が必要であろう。なお、希釈試験は環境庁告示に準拠した6時間振とう法とした。表1に、熱分解温度と時間との関係を示す。

表 1

温度(°C)	600	650	700	750	800
時間(分)	80	70	60	50	40

3. 結果と考察 図2に各条件下で生成した炭化水素および $\text{CO}_2 + \text{CO}$ 量を炭素重量に換算して示した。なお、今回定量した炭化水素は、 CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_3H_6 , C_3H_8 の5種類であるが、その内、各条件を通じて C_2H_6 , C_3H_8 の生成量は比較的小さかった。図に明らなように、水蒸気の影響は、600°C では認められず、700~800°C で顕著になっている。すなわち、800°C での熱分解の場合、水蒸気を導入すると、炭化水素(特に、 CH_4 , C_2H_4) としてガス化する炭素量が減少し、主に CO_2 としてガス化する炭素量が 증가していることが600°C での熱分解の場合には、両条件間の差は認められないといえる。また、図3に示した残渣中の炭素残留量の変化を見ても、高温での残留量に大きな差があることから、水蒸気を導入した場合に、いわゆる水性ガス反応の起

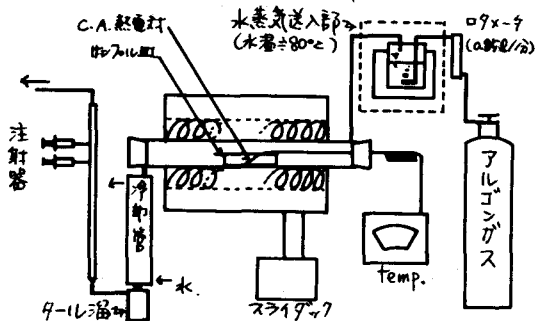


図1 実験装置

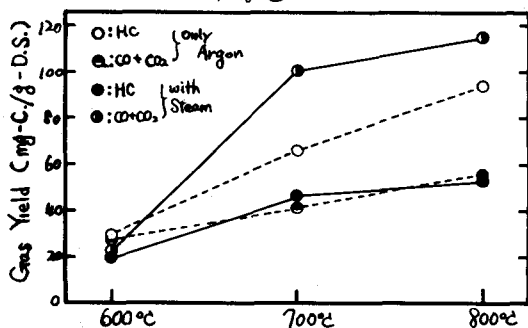


図2 ガス生成量(炭素重量換算)

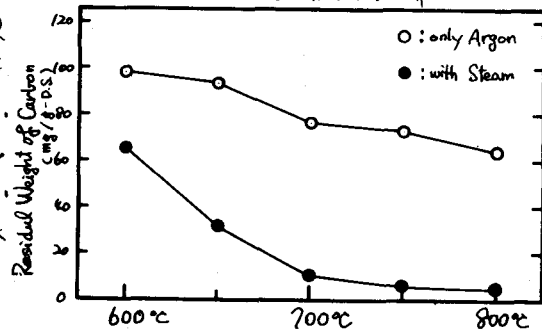


図3 炭素残留量(単位汚泥重量に換算)

っていることも予想される。しかし、一般に水性ガス反応は、アルカリ金属等の存在下ではその触媒作用のためより低い温度でも起り得るが、通常1,000℃以上で起るといふ、この反応式も、 $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ であり、むしろCOを生成する反応である。これらのことから、今回の実験では、燃料は水性ガス反応は起らずに類似した反応、あるいは、他の反応と複合した反応が起ったと考えられる。なお、図4に窒素および水素の残存量の変化を示した図、いずれも水蒸気の進入により、高温になる程、ガス化が大きく促進されていることが分かる。今回の実験では、どのような形態で窒素や水素がガス化しているかを明らかにすることはできなかったが、 NH_3 、 NO_x 、 HCN 、 H_2 等として生成している可能性も考えられる。一方、熱分解残渣の埋立処分も考慮する場合、浸出水の水質もひとつの重要な要素となる。今回の実験では、図5に示したTOD、pHの他に BOD_5 も測定した。先に述べたように種々の腐敗物質の存在が予想され、熱分解残渣中に溶出性の炭素系有機物や一定程度、残存するもの即断はできず、分析手法の検討と共に、TOD、 CO_2 等他の指標の測定も考慮する必要がある。TOD値の変化については、以前に発表されたごとく、温度の上昇と共に、いったん下ったTOD値が再び上昇する現象がみられた。これは、水蒸気進入の有無によらずみられる傾向であるが、ピークの現れる温度に若干のずれがある。また、残渣分析の結果もあわせてみると、特に高温での水蒸気の影響が固相にも大きくおそわれていると予想される。すなわち、両条件のTOD変化曲線を比較すると、水蒸気進入の場合の曲線が圧にみられていると考えられ、より低い温度でも活発な構成物質の分解・可溶化が促進されているといえる。また、残渣溶出液の場合TOD値にも関係していると思われる炭素に着目してみると、800℃での熱分解では、水蒸気進入の有無により残留炭素量は10倍以上の差があるにもかかわらず、TOD値は、逆に、水蒸気進入の場合の方が低値になり、していることも、このことを裏付けていると思われる。なお、溶出液のpHについては、いずれもかなり高い値となったが、水蒸気進入の影響は余り受けおらず、活発化中に含まれるカルシウムに由来する部分が多いと思われる。

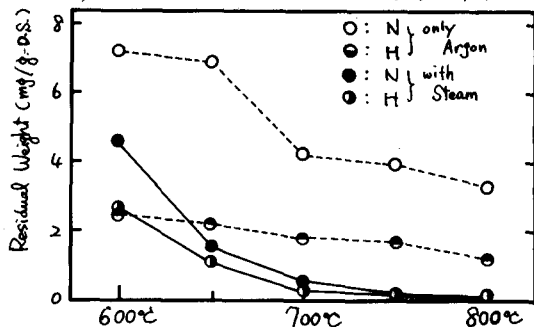


図4 窒素、水素残存量

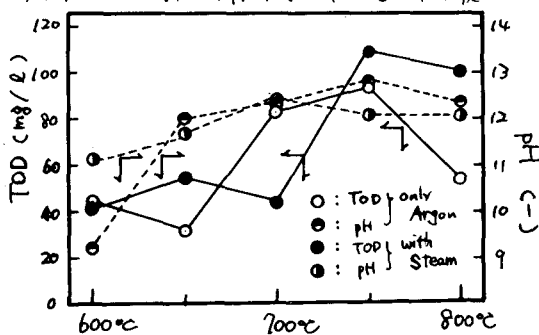


図5 溶出液のTODおよびpH

表2

	Temp(°C)	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	CO	CO ₂	TOD	BOD ₅	pH
純アルゴン	600	3.3	9.6	2.2	11.2	2.5	5.1	14.4	44	25	9.2
	700	15.7	24.0	4.8	19.5	2.0	21.2	25.6	83	33	12.3
	800	20.5	40.4	3.4	26.5	2.3	35.6	17.3	53	17	12.4
水蒸気進入	600	3.6	3.4	2.3	14.5	4.4	2.7	20.0	42	26	11.1
	700	5.1	6.8	1.6	21.2	3.0	40.1	60.1	44	4	12.4
	800	10.5	10.2	3.1	31.0	0.3	42.3	73.0	100	25	12.1

ガス生成量(mg-C/g.d.s.), TOD・BOD₅(mg/l), pH(-)

本報は、京大工学部 片桐健一、伊東俊光様らとの共同研究をもとにしたものである。