

京大工学部 学生員 後 藤 雅 史
同 王 員 平 岡 正 勝
同 学生員 片 柳 健 一

1 はじめに.

現在, 下水処理場等で発生する余剰汚泥は, 主に, 薬注脱水焼却残灰埋立. することにより処分されている. しかし, 焼却時の排ガス・埋立地での浸出水. による二次汚染等, 多くの問題点が明らかになってきている. そこで本報では, 焼却に代る新しい汚泥処分法として熱分解を考へる際, その評価の一基礎とするべく, バンクス・ケールでの実験により得られた, 熱分解時に発生するガス成分に関する若干の知見を報告する.

2 方法.

熱分解は 円筒型の電気炉内に装てんした石英製反応管内で行う. ふん風気は Ar ガスとし, 所定温度に保ち, 反応管内に, 予乾後粉碎した試料をボートに乗せて挿入し, 予備実験により決定した所定時間 反応管内に保持した. また, 実験に用いた試料は, 3系統も種の汚泥脱水ケーキであるが, 本報では, 試料Tについて得られた結果を中心に述べていく. なお, 測定項目・方法は, 以下に示す通りである.

・含水率: $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 24h の減量, ・強熱減量:

800°C , 2h の減量, ・アンモニア: JIS K0099, ・シアン化水素: 蒸留処理後イオン交換による. ・塩化水素: JIS K0107, ・硫化水素: JIS K0108, ・いおう酸化亜鉛: JIS K0103, ・炭素・チ, 素・水素: CHN コーダによる.

3 結果および考察 (1) アンモニア・シアン化水素

アンモニアに関する結果を図-1, シアン化水素に関する結果を図-2 に示す. 温度範囲は, 前者が $450 \sim 900^{\circ}\text{C}$, 後者が

$600 \sim 900^{\circ}\text{C}$ である. 図より, 両者とも, 生成量は温度上昇と共に増加する傾向を示

しているが, 増加割合はシアン化水素の方が大きい. また, 図-2 では $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 付近に極小値が現われている. これは, おしる分析操作の複雑さ及び絶対量の少なさによる誤差の影響が大きいとも思われるが, 600°C 以下のシアン化水素生成の不安定性を示していると考えられる. このことを踏まえた上で, 汚泥中の, N , H , C 分の分解特性ならアンモニア及びシアン化水素の生成を捉えてみると, 図1, 2(破線)になる. 図より, アンモニアに関し

ては, 分解された N 分のアンモニア生成への寄与率は, $450 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 及び $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ では温度と共に増加し, $600 \sim 800^{\circ}\text{C}$ ではほぼ一定であることが解る. また, シアン化水素に關しては, 同じく N 分の寄与率は, $450 \sim 600^{\circ}\text{C}$ では若干の不安定性を含めつつほぼ一定, $600 \sim 900^{\circ}\text{C}$ では温度と共に増大していることが解る.

このことより, 寄与率の増加する温度範囲では, アンモニア, シアン化水素とも N 分の分解の増大割合以上にその生成量が増加していることになる. また, 寄与率がほぼ一定の温度範囲では, N 分の分解の増大割合と同じ程度でその生成量が増えていることになる. つまり, 熱分解ガスは温度の上昇と共に低分子化すると考え

表-1. 熱分解時間

温度($^{\circ}\text{C}$)	350	400	450	500	600	700	800	900
時間(h)	57	51	45	40	30~31	22~25	19~20	17~20

* 焼却も同条件.

表-2. 試料特性

番号	発生源	前処理	予乾後強熱減量(%)	備考
T	都市下水 ろ過式	薬注 20:5	9.16	57.16
S	固形排水 ろ過式	熱処理	3.92	65.75
K ₁	流域下水 ろ過式	薬注 20:2	8.02	29.92
K ₂	"	薬注 20:5	6.14	31.11
K ₃	"	薬注 20:5	8.75	30.31
K ₄	"	熱処理	3.23	29.44

** 数字は $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 注入時%

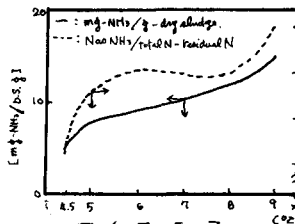


図-1 アンモニア

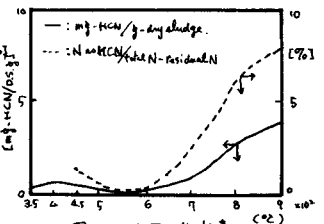


図-2 シアン化水素

られるが、シアン化水素の生成に関与するような低分子化は、600~900℃で一様に進行しているのに対し、アンモニアの生成に関与するような低分子化は、600~800℃で一様ではないこと、が予想される。表-3. いろいろ酸化物

② 硫化水素およびいろいろ酸化物:

硫化水素に関する結果を図3に示す。

温度範囲は600~900℃である。図より、硫化水素の発生量も温度の上昇と共に増加していることが解るが、その量は微量であった。表-3に いろいろ酸化物の生成量を示すが、比較のため、同一の温度条件での焼却実験の結果も併せ記した。これより、明らかに焼却に於いていろいろ酸化に比べ、いろいろ酸化物に転化していることが解る。ここで、いろいろ酸化物の生成過程としては、ガス化したいろいろ化合物の酸化と、固相中を拡散した酸素によるいろいろ分の酸化によるものと推定されるが、他の実験報告⁽¹⁾より、前者が主な過程であることが解っている。しかし、先に述べたように、硫化水素の発生量は熱分解実験に於いて微量であり、焼却実験でのいろいろ酸化物発生量なら推定して、他のガス状いろいろ化合物の発生が予想され、更なる検討が必要であろう。

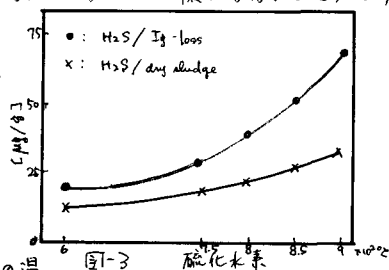


図-3 硫化水素

試料	条件	温度	H ₂ S/dry sludge (mg/kg)	H ₂ S/Ig-1000 (mg/kg)
T	熱分解	800	0.199	0.348
	焼却	800	0.876	1.532
S	熱分解	800	0.644	0.979
	焼却	800	7.162	10.892
K ₁	熱分解	800	0.0022	0.072
	焼却	800	0.881	2.833
K ₂	熱分解	800	N.D.	N.D.
	焼却	800	9.207	30.379
K ₃	熱分解	800	0.017	0.058
	焼却	800	2.912	9.197
K ₄	熱分解	800	0.016	0.056
	焼却	800	7.899	26.764

度条件での焼却実験の結果も併せ記した。これより、明らかに焼却に於いていろいろ分が酸化され、いろいろ酸化物に転化していることが解る。ここで、いろいろ酸化物の生成過程としては、ガス化したいろいろ化合物の酸化と、固相中を拡散した酸素によるいろいろ分の酸化によるものと推定されるが、他の実験報告⁽¹⁾より、前者が主な過程であることが解っている。しかし、先に述べたように、硫化水素の発生量は熱分解実験に於いて微量であり、焼却実験でのいろいろ酸化物発生量なら推定して、他のガス状いろいろ化合物の発生が予想され、更なる検討が必要であろう。

③ 塩化水素:

結果を図4に示す。温度条件は450~900℃であり、800℃での焼却実験結果も併せて示した。これより 450~600℃では、ほぼ一定の生成量であり、600~900℃では、温度の上昇と共に発生量が増加していることが解る。また、焼却との比較では、若干焼却での発生量の方が多いが、他の試料(S, K₁, K₂, K₃, K₄)については、両者の差はほとんどないが、逆に焼却での発生量の方が少ない(K₄)との結果を得た。また、当初の予想に反して、兼注・熱処理汚でい間での差は認められず、むしろ熱処理汚でいの方が多い塩化水素生成量を示した。(表-4)

このことは、熱分解或いは焼却過程で発生した

表-4. 塩化水素

塩化水素とアルカリとの反応。及び、汚でい中での安定な形で塩素分の存在。を示唆していると考えられる。つまり、汚でい中、或いは熱分解又は焼却過程に於いて、NaCl, CaCl₂等の安定な形で塩素分が存在しているため、表4に見られるような結果になったものと考えられる。(但し、NaCl, CaCl₂に関しては、両者とも、高温で水蒸気の存在下では、塩化水素を発生すると報告^{(2),(3)}もある。)

試料	条件	温度	HCl/dry sludge (mg/kg)	HCl/Ig-1000 (mg/kg)
T	熱分解	500	6.08	9.35
	熱分解	800	16.48	25.06
	焼却	800	11.04	16.79
	焼却	800	4.98	15.70
K ₁	熱分解	500	0.93	2.99
	熱分解	800	4.88	15.70
	焼却	800	4.06	13.06
	焼却	800	4.06	13.06

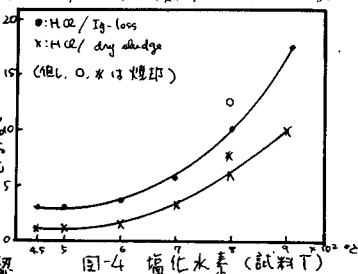


図-4 塩化水素 (試料T)

試料	条件	温度	HCl/dry sludge (mg/kg)	HCl/Ig-1000 (mg/kg)
K ₂	熱分解	500	0.71	2.35
	熱分解	800	3.82	12.60
	焼却	800	4.54	14.98
K ₃	熱分解	500	0.86	2.88
	熱分解	800	3.43	11.53
	焼却	800	3.02	10.15
K ₄	熱分解	500	1.21	4.09
	熱分解	800	6.98	23.71
	焼却	800	3.81	12.95

参考文献: (1) Takada, N and Hiraoka, M. (投稿中)

(2) 本多, 井上: 下水汚泥脱水機 - 干焼却に於ける2次公害の問題点, 下水道協会誌 2 (89), (1971)

(3) 岩崎, 鹿田, 野口: ゴムの揮発性塩素中に与える食塩の影響について, 昭和48年度東京都環境研究所研究報告 61 (1975)

。本報は、京大工学部 武田信生, 中村一, 河井正 らとの共同研究をもとにしたものである。