

京都大学 正 員 平岡 正勝
 “ “ 武田 信生
 “ 学生員 ○ 酒井 伸一

1. 目的

下水汚泥の燃料性状とその変動特性の把握は下水汚泥処理、特にその熱操作プロセスにおいて重要である¹⁾。今回、燃料性状の中でも特に重要な発熱量について、示差走査熱量分析(DSC)を用い、DSC反応熱量の定量性の議論を行った。また、下水汚泥の性状変動特性を捉える上でDSCの有効性について考察する。

2. 示差走査熱量分析(DSC)

今回用いた示差走査熱量天秤のフローは図1に示した通りで基準物質(α-アルミナ)との温度差が零となるように差圧電力補償を行い、その補償電力量を記録するものである。DSCによる反応熱定量についてはJ. P. Dumasによる記述があり、これに基づきDSCピークを積分することによって行った。図2にDSC分析の結果の一例を示す。〇処理場の熱処理脱水ケーキ、消化脱水ケーキに関するTG-DSC曲線であるが、横軸に反応温度TEMP, 縦軸に固形分残存率1-X, 分解速度 dX/dt と示差走査熱量DSCを示してある。分析条件は空気雰囲気、常温より800℃まで10℃/minで昇温した。

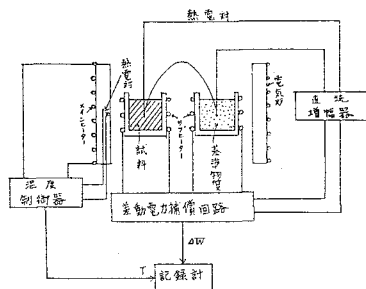
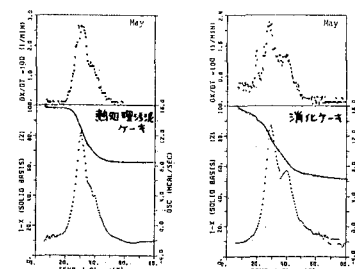


図1. 示差走査熱量計(DSC)の構成



3. 下水汚泥のDSC熱量と高位発熱量の関係

まず近畿一内各下水処理場より採取した下水汚泥脱水ケーキ(19サンプル)についてDSC反応熱量を求めた。脱水ケーキは処理場立地特性、脱水前処理、季節性も考慮してサンプリングしている。同時にボンガ熱量計により脱水ケーキの高位発熱量(固形分ベース)を測定した。この両者の関係を図3に示す。DSC熱量[DSC-C.V.]と高位発熱量[H.C.V.]の関係は

$$[DSC-C.V.] = 0.7141 \times [H.C.V.] \quad (1)$$

で示され、(1)式はDSC熱量の高位発熱量に対する収率が約70%であることを意味する。この約30%のDSC熱量ロスの原因として、まず考えらるゝのが汚泥中水素分の水分生成に伴う蒸発潜熱ロスである。今回は乾燥汚泥試料を用いているため、汚泥中水素分による蒸発潜熱量を補正して求めた補正DSC熱量の収率は77.68%と約7%上昇した。また図3に示した分布に興味深い傾向がみられ、回帰式も境に上部のデータは大部分が無機炭素法脱水ケーキのデータであり、下部はその大部分が熱処理脱水ケーキのデータである。すなわち、下水汚泥の熱処理プロセスの有無により、DSC熱量は大きく変化すると見える。

そこで無機炭素法ケーキ、熱処理ケーキにわけて、

図4. 汚泥種も考慮したときの補正DSC熱量と高位発熱量の関係

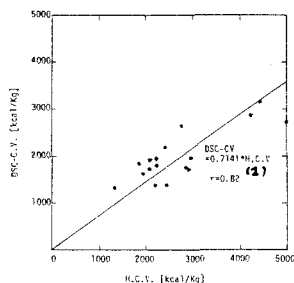
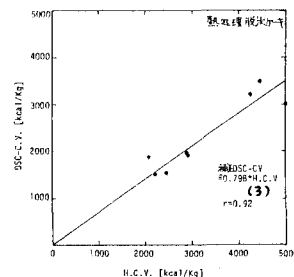
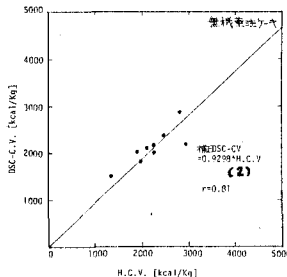


図3. DSC熱量と高位発熱量の関係



両者の関係を示したのが図4である。図4に示した回歸式の通り、傾きに明確な差がみられ前者が収率93%、後者が80%となっている。これから脱水ケーキの生成水分以外の熱量ロスはいずれも200~300℃における熱分解解ガス揮散ロスによるものと推察され、この量に無機炭素ケーキと熱処理ケーキの固で大きな差があるといえる。また式(1)ならびに脱水ケーキ種別のロスC熱量と高位発熱量の関係式(2),(3)を用いればDSC分析により高位発熱量は推定しうる。 **4. 下水汚泥燃料性状の変動特性**

次にDSC分析により下水汚泥発熱量を推定することから各種要因による下水汚泥燃料性状の変動特性を考察した。まず図5にO処理場の各処理プロセス汚泥の高位発熱量の変化を示す。また、K処理場脱水ケーキ発熱量の年間変動を図6に示し、図7に5か所の下水処理場より発生する脱水ケーキの高位発熱量をはじめ、水分、可燃分の変化を示す。紙面の都合上、図5~図7の説明は年発表時に行おうが、下水汚泥の燃料性状は汚泥処理レベル、処理場立地特性、季節特性などにより、かなり大きく変動し、熱操作プロセスをはじめ下水汚泥処理プロセスに大きな影響を与えることが予想される。今後はこのような性状変動に対する影響因子の考察が必要となってこようが、その意味でDSC分析をはじめとする熱分解、燃焼反応のふくむ反応器からの情報の解析は有用であると思われる。図8に今回分析を行ったO処理場春期の初次汚泥、曝気槽汚泥、余剰汚泥、混合濃縮汚泥、消化汚泥、熱処理汚泥に関するTG-DSC曲線を示す。この結果より各汚泥のTG-DSC曲線には明確な差がみられ、たとえば曝気槽汚泥、余剰汚泥では500℃前後のDTG、DSCピークが大きい、初次汚泥では300℃前後のピークが大きいといった特徴がみられる。 **5. おわりに**

以上、下水汚泥の燃料性状を知ろうとてTG-DSC分析は定性的、定量的に有用であると言え、下水汚泥処理プロセスの設計、維持管理に応用しよう。最後に本研究で初又繁氏の実験協力を得たことを記し、謝意を表します。

参考文献 1) 平田正勝、笠倉忠雄; 月刊下水道 Vol. 4, No. 12 (1981) 2) J.P. Dumas; Appl. Phys., 11, 2

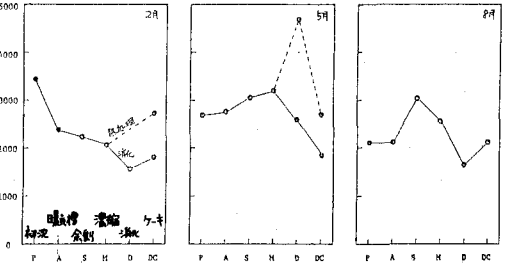


図5. O処理場 各プロセス汚泥の高位発熱量の変化

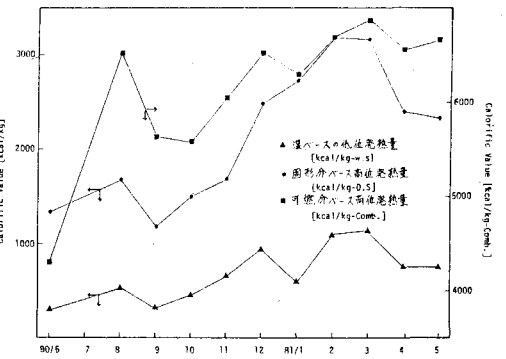


図6. K処理場 脱水ケーキ発熱量の年間変動

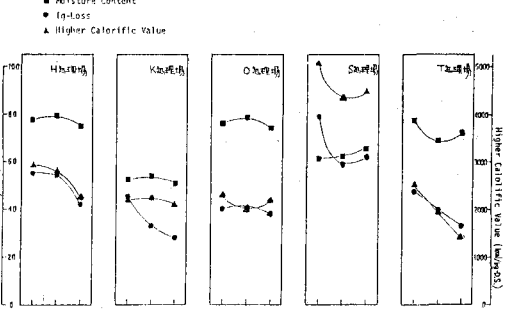


図7. 近畿地方5処理場 脱水ケーキの燃料性状変動

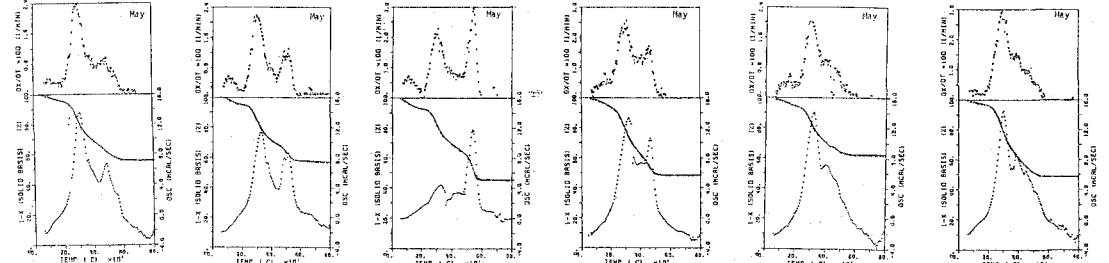


図8. O処理場 各プロセス汚泥(春季)のTG-DSC曲線