

有機性廃棄物のコンポストにおける発熱量

国土館大学大学院 学生会員
 (株)栃木コンポスト
 国土館大学大学理工学部

鄧 宇玲
 吉成 一
 正会員 金成英夫

1. はじめに

コンポスト (compost) とは、堆肥のことである。これは有機化合物を微生物で分解したもので、土壌を肥沃にし、または、「農地改良」に使われている。本研究では、食品加工工場の廃水处理汚泥や下水汚泥の脱水ケーキをコンポストしているプラントで試料を採取し、試料の発熱量を測定し、コンポスト化する過程の発熱特性を明らかにした。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置

熱量測定にはカロリーメーターを使用した。

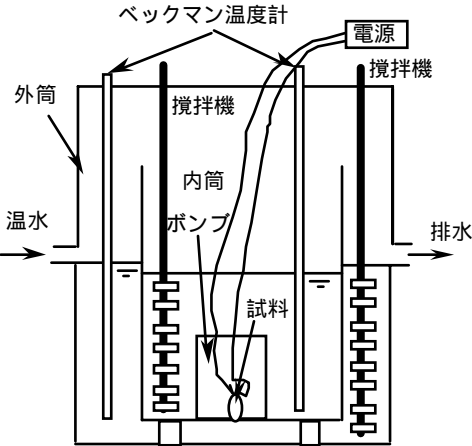


図 - 1 カロリーメーター

表 - 1 コンポスト試料に含まれるVS/TS

試料No.	VS/TS %	試料No.	VS/TS %
1	83.5	6	64.6
2	79.9	7	76.6
3	78.5	8	75.1
4	78.3	9	67.3
5	77.5	10	67.6

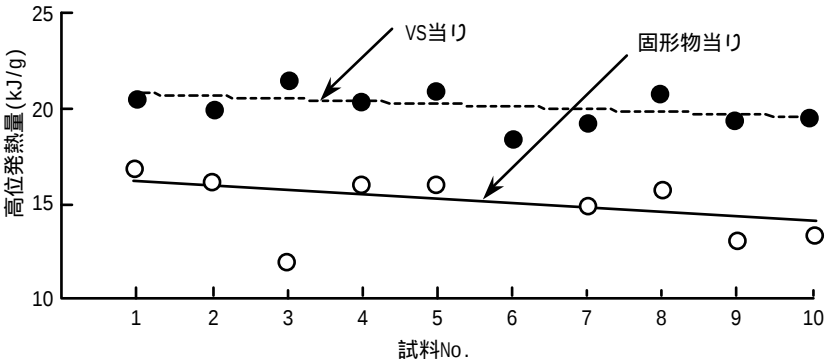


図 - 3 コンポスト試料の高位発熱量

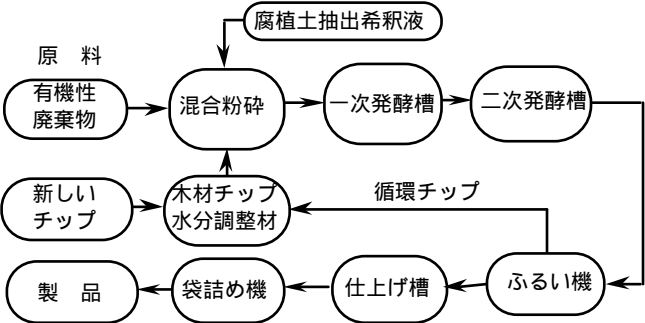


図 - 2 コンポストプラントのフローシート

2.2 実験方法

コンポストプラントでコンポストしている第一発酵槽、第二発酵槽、仕上げ槽、循環チップ、新木材チップの各コンポスト試料を採取した。そのコンポストには、木屑、動植物性残渣、下水汚泥等色々な有機性物質が含まれている。

試料を乾燥させて電気炉 (600) によりコンポスト試料の VS (有機化合物) を測定し、さらにカロリーメーターで試料の発熱量を測定した。

質量を量った試料を雁皮紙に包み、ポンプに入れ、3MPaの酸素を圧入する。次に断熱熱量計 (カロリーメーター) にセットする。さらに、内筒と外筒でベックマン温度計の水銀の高さを同じくらいに合わせる。このときの内筒の温度を初温と

表 - 2 コンポスト試料に含まれる水素含有率

試料No.	水素含有率 %	試料No.	水素含有率 %
1	5.4	6	2.6
2	5.2	7	4.8
3	5.5	8	4.8
4	5.0	9	4.1
5	3.5	10	4.3

水素含有率の平均値 4.5%

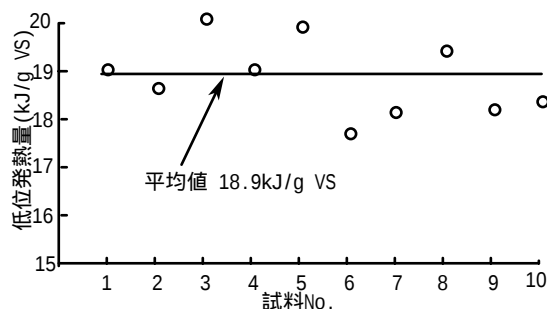


図-4 コンポスト試料のVS当りの低位発熱量

する。点火をし、内筒の温度上昇に追従して外筒の温度も調整する。内筒の温度を1分間に3回読み取り、温度に変化がなければそのときの温度を測定値とした。

表-1に試料No.とVS/TSを示す。ここで、VS/TSの大きい試料をNo.1として、小さい試料をNo.10とした。すなわち、No.1はコンポストプラントに搬入されて間もない試料、No.10はコンポストが完了した試料である。

図-2に調査したコンポストプラントのフローシートを示す。

3. 測定結果と考察

3.1 実験結果

図-3に試料番号とその試料の固形物およびVS当りの高位発熱量を示す。固形物1g当りの発熱量はVS/TSが小さくなると、低下している。

図-3から、コンポストが進行しても、VS当たりの発熱量はほとんど変わらないことがわかる。

3.2 考察

コンポストは、約80程度の発酵温度になっているので、発生した水蒸気はほとんどそのまま大気中に放散される。この場合の発熱量は高位発熱量でなく、低位発熱量を採用しなければならない。ここで、高位発熱量と低位発熱量は次のように表せる。

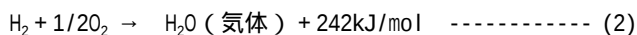
低位発熱量 = 高位発熱量

- 水蒸気の凝縮潜熱 × 水蒸気量 ----- (1)

1gの乾燥試料に含まれる水素の割合をa%とすると、1gの試料に含まれる水素量は、

$$1g \times a/100(g)$$

となる。この水素は酸素と反応して水が生じる。その反応は、



となる。したがって、 H_2 1gに対して H_2O が9g発生することになる。

ここで、1gの試料当りの水の発生量は、

$$\text{水の発生量} = 0.09a(g \text{ 水}/g \text{ 試料})$$

となる。

カロリーメーターの測定温度は約20であるので、試料の燃焼で発生した H_2O は液体の水となる。このため、カロリーメーターでは高位発熱量が測定されることになる。ところが、コンポストでは、前述のように、低位発熱量を用いなければならない。つまり、 H_2O が気体(100)で放出される場合の

H_2 による熱量は(2)式で表せる。

一方、 H_2O が100からカロリーメーター内の温度(約20)に低下するときには発生する熱量は、

$$(100 - 20) \times 4.18J \times 18g/mol = 6kJ/mol$$

となる。1molの水の蒸発潜熱は次のようになる。

$$H_2O(液体) = H_2O(気体) \cdot 44kJ/mol \quad \text{----- (3)}$$

したがって、水蒸気(100)1molが20の液体になるまでには、

$$(6 + 44) kJ/mol = 2.78kJ/g \text{ 水}$$

熱量を放出する。

このため、コンポスト試料1gの低位発熱量と高位発熱量との関係は、

$$\begin{aligned} \text{低位発熱量}(kJ/g \text{ 試料}) &= \text{高位発熱量}(kJ/g \text{ 試料}) \\ &\quad - 2.78 \times 0.09a(kJ/g \text{ 試料}) \quad \text{----- (4)} \end{aligned}$$

a: コンポスト試料の水素含有率(%)

となる。

表-2に採取したコンポスト試料中の水素含有率(平均4.5%)を示す。この含有率はMooreらが示している6.6%¹⁾に近い値である。乾燥コンポスト試料のVS当りの低位発熱量を図-4に示す。試料のVS当りの低位発熱量は平均すると18.9kJ/g VSである。

このことから、コンポストプラントにおける発熱量は次のように考えることができる。

$$\begin{aligned} \text{発熱量}(MJ/日) &= \{ \text{搬入物重量}(kg/日) \times (1 - \text{含水率}) \times \text{VS率} \\ &\quad + \text{搬出物重量}(kg/日) \times (1 - \text{含水率}) \times \text{VS率} \} \times 18.9MJ/kg \quad \text{----- (5)} \end{aligned}$$

(5)式を用いることでコンポストプラントへの搬入試料および搬出するコンポストの重量、含水率、VSを測定することで、コンポスト過程における発熱量を求めることができる。

4. まとめ

コンポストの発熱量について測定した結果をまとめると、以下ようになる。

- (1) コンポスト化を行っていく過程でコンポスト試料当りの発熱量は減少している。
- (2) コンポスト化を行っていく過程でコンポスト試料のVS当りの発熱量はほぼ一定である。

参考文献

- 1) John W. Moore & Elizabeth A Moore 著、岩本辰夫訳：環境理解のための基礎化学、東京化学同人、p.298、1986