

ごみ焼却残渣の熱灼減量と熱灼残渣中の 炭酸含有量に関する考察

Investigations on the relationship between ignition
losses and the amount of carbonates in ash
residues in refuse incinerators

三山 義輝* 宮川 隆* 金子 勉*

Yoshiteru Miyama, Takashi Miyagawa, Tutomu Kaneko

二見 寿之*

and Hisayuki Futami

1. はじめに

ごみ焼却処理施設の性能を判断する上で、焼却残渣の熱灼減量の測定値は最も重要な指標の一つであり、また、焼却残渣の埋立処分における埋立法や、公害防止対策の選択の上でも重要な役割を持つものである。

熱灼減量の測定方法は、各都道府県あての厚生省水道環境部環境整備課長通知第95号（昭和52年11月4日）において、熱灼温度 600°C、熱灼時間 3 時間と指定されているが、この測定条件についてはすでにいくつかの知見が出されており、とくに熱灼中に発生する炭酸ガス等が熱灼減量の測定値に影響を及ぼすことが報告されている^{1),2),3),4)}。

このうち、熱灼温度が高くなると熱灼残渣中の炭酸が揮散し、熱灼減量の測定値が高くなる影響については宮川ら⁴⁾が明らかにしているが、この中で 600°C で熱灼した場合には炭酸含有量が増加し、熱灼減量が低く表示される場合があることが同時に指摘されている。このような影響は、熱灼減量の測定意義を低くするばかりか、条件しだいでは熱灼減量の測定値がマイナスになることも考えられる。

そこで著者らは、比較的熱灼減量の低い焼却残渣を試料として 600°C 熱灼前後の炭酸含有量を測定し、炭酸含有量の増加が熱灼減量にどのような影響を与えるかについて検討を試みた。

2. 試験方法

ごみ焼却残渣を熱灼するさいに発生する炭酸ガスが、熱灼減量の測定値に与える影響を明らかにするため、3 種の試料について熱灼減量と熱灼残渣中の炭酸含有量を測定し、両者の関係を比較検討することとした。また、その反応条件等について若干の検討を加えるため、酸化カルシウムとブドウ糖を 6 : 1 モルの割合で混合した試料及びごみ焼却残渣にそれぞれ 2.5%、5% の炭素粉末（後述のとおり調整したもの）を加えた試料についても同様の試験を行うこととした。

(1) 試料調整

測定用試料には、連続炉の EP ダストを含まない焼却残渣 12 検体の中から、比較的熱灼減量の低い 3 検体を選び、それぞれ試料 No. 1 ~ 3 として孔眼寸法 4.76mm (Mesh No. 4) のふるいを用いて分級し、さらにふるい上の試料についてはピンセット等を用いて未燃分と不燃分とに分類後、未燃分を粉碎し、ふるい下の試料に混合して用いることとした。

また、酸化カルシウムとブドウ糖の混合試料は粉末の試薬を 6 : 1 モルの割合で測り取ってルツボ中で十分混合して用いることとし、炭素粉末の添加試料は前述と同様に調整した原灰に、0.5mm 以下に粉碎した活性炭末をそれぞれ 2.5% 及び 5% ずつ加え、ルツボ中で十分混合して用いることとした。

(2) 熱灼減量の測定

熱灼減量の測定方法は、以下に示すとおりである。なお、図 1 は試料調整から熱灼減量測定までのフローシー

* 日本環境衛生センター衛生工学部
Department of Sanitary Engineering, Japan
Environmental Sanitation Center

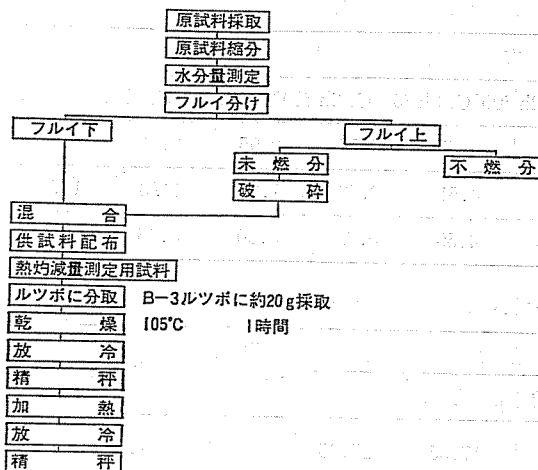


図 1 試料調整から熱灼減量測定までのフローシート

トである。

- ア) あらかじめ恒量にし、精秤したルツボ(B-3型100 ml) に約20gの試料を入れ、105°Cで1時間乾燥した後、デシケータ中で室温まで放冷し精秤する。
- イ) このルツボにふたをつけて電気炉内に入れ、所定の温度(600または800°C)まで昇温した後、ルツボのふたをはずし一定時間(2または3時間)強熱する。
- ウ) 一定時間強熱後、ただちにルツボをとり出し、デシケータ中で室温まで放冷する。
- エ) これを精秤し、強熱前後の差から熱灼減量を求める。

(3) 炭酸含有量の測定

1) 試 薬

- ア) 40%水酸化カリウム溶液
- イ) 8N 硫酸
- ウ) 0.5N 水酸化バリウム溶液
- エ) 0.5N 塩酸
- オ) フェノールフタレイン溶液

2) 測定装置

装置の基本構造は、図2に示すとおりである。

3) 測定方法

- ア) 原灰及び熱灼残渣をめのう乳鉢で粉碎後乾燥する。
- イ) 粉碎試料の適当量(約1~2g)を正確に秤量し、反応びんに入れ蒸留水50mlを加える。
- ウ) 2本の吸収びんの各々に約0.5N水酸化バリウム溶液を正確に25mlずつ加える。
- エ) 各々のすり合せの部分に白色ワセリンを塗り、す

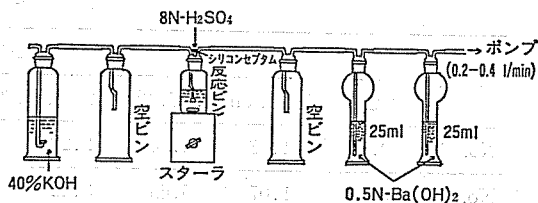


図 2 炭酸含有量測定装置

り合せをしっかりと密着させた後、ゴム管をつないで実験装置をセットする。

- オ) ポンプで適度に吸引しながら、反応びんの中へ注射器で硫酸を約10ml注入する。
- カ) スターラで試料をよく攪拌する。
- キ) 約30分間、空気による曝気を続ける。
- ク) 吸収びんの中の水酸化バリウム溶液を清潔なビーカーにあげ、これをフェノールフタレイン指示薬を用いて、0.5N塩酸で滴定する。
- ケ) 空試験は、吸収液50mlを0.5N塩酸で滴定する。また、吸収液を新しく調整した場合は、その都度空試験を行うものとする。

4) 計 算

炭酸含有量(CO₂%)は、次式により求める。

$$\text{炭酸含有量 (CO}_2\% \text{)} = \frac{1.5 \times f_{\text{HCl}} \times (B - A)}{W}$$

ここで、 f_{HCl} : 0.5NHClのファクター

A: 滴定量 (ml)

B: 空試験滴定量 (ml)

W: 試料重量 (g)

3. 結果及び考察

試料 No. 1~3の熱灼減量及び炭酸含有量の測定結果は、表1に示すとおりである。熱灼減量は、いずれの試料も600°C・2時間加熱より600°C・3時間加熱の方がやや高い値を示しており、800°C・2時間加熱では著しい増加が認められる。

一方、炭酸含有量は原灰が2.22~3.22%であるのに対して、600°C・2時間熱灼後では5.44~7.45%、600°C・3時間熱灼後では4.51~4.65%と明らかに増加しており、逆に800°C・2時間熱灼後では0.63~0.74%と非常に減少している。

また、熱灼前後の炭酸含有量の差から、次式を用いて補正熱灼減量を求めてみると600°C・2時間、600°C・3時間、800°C・2時間のいずれの条件でも近似の値を示すことがわかる。

$$I' = I - (\text{原灰の } A \times 0.73 - \text{熱灼残渣中の } A \times 0.73 \times$$

表 1 試料 No. 1~3 の熱灼減量及び炭酸含有量

試料	熱灼減量 [%]			CO ₃ ²⁻ 含有量 [%]				補正熱灼減量 [%]		
	600°C, 2h	600°C, 3h	800°C, 2h	原灰	600°C, 2h	600°C, 3h	800°C, 2h	600°C, 2h	600°C, 3h	800°C, 2h
No. 1	0.61	1.58	4.94	2.22	5.44	4.65	0.74	2.95	3.31	3.82
No. 2	0.32	1.07	3.63	3.22	5.45	4.51	0.63	1.95	1.98	1.70
No. 3	0.27	1.93	5.25	2.48	7.45	4.59	0.69	3.80	3.46	3.89

表 2 酸化カルシウムとブドウ糖の混合試料の実験結果

試料	項目 条件	熱灼減量 測定値 (%)	炭酸含有量 (%)			熱灼減量 理論値 (%)	補正 熱灼減量 (%)
			熱灼前	熱灼後	差		
CaO 6モル + C ₆ H ₁₂ O ₆ 1モル	600°C 3hr	22.53	0	17.35	17.35	36.36	32.34
同上	800°C 2hr	33.94	0	3.67	3.67	36.36	35.71

表 3 カーボン添加試料の実験結果

試料	項目 条件	熱灼減量 測定値 (%)	炭酸含有量 (%)			熱灼減量 理論値 (%)	補正 熱灼減量 (%)
			熱灼前	熱灼後	差		
原灰		3.79	4.16	7.40	3.24	—	5.95
原灰 + 炭素粉末 0.5g	600°C 3hr	5.83	4.56	8.43	3.38	8.47	8.30
原灰 + 炭素粉末 1g	600°C 3hr	7.45	2.98	8.22	4.63	10.83	10.83

$$\frac{100-I}{100}$$

ここで、I' : 補正熱灼減量 (%)

I : 熱灼減量 (%)

A : 炭酸含有量 (CO₃²⁻ %)

次に、酸化カルシウムとブドウ糖を 6 : 1モルの割合で混合した試料の熱灼減量及び炭酸含有量の測定結果を表 2 に示す。800°C・2時間熱灼後では炭酸含有量が 3.67%増加している。この場合熱灼減量の測定値、ブドウ糖が完全に炭酸ガスとして揮散した場合の熱灼減量の理論値、及び補正熱灼減量に大きな違いは認められない。これに対し 600°C・3時間熱灼後の炭酸含有量は 17.35%と大幅に増加しており、この場合の熱灼減量の測定値は、その理論値及び補正熱灼減量よりそれぞれ 38%及び 30%低い値となっている。これは、ブドウ糖が燃焼して生じた CO₂ のうち約 7%が CaO と反応したことを示している。

また、炭素粉末 0.5g 及び 1g を熱灼残渣に添加した試料のいずれも、表 3 に示すように熱灼後には炭酸含有量の増加が認められ、補正熱灼減量と炭酸粉末が完全に炭酸ガスとして揮散した場合の熱灼減量の理論値とはよく一致している。しかし、熱灼前後の炭酸含有量の差と CO₂ の発生源である炭素粉末の添加量との間には明確な関係は認められず、炭酸ガスの分圧が比較的低い場合でも炭酸塩の生成が進行しうるものと思われる。

以上の結果からいえることは、いずれの場合も 600°C の熱灼条件では未燃分の燃焼によって生ずる CO₂ が、焼却残渣中の CaO 等と反応し炭酸塩を生成するために熱灼減量の測定値がこの分だけ低くなることであり、とくに熱灼減量の低いごみ焼却残渣では、この影響は無視できないものである。したがって、今後必要に応じて熱灼減量の炭酸補正を行うことが望ましい。なお、今回は報告するまでにはいかなかったが、熱灼後の炭酸含有量の増加によって熱灼減量の測定値がマイナスになるものも数例あり、この影響に関しては今後さらに検討を重ね

る必要がある。

4. ま と め

熱灼減量の測定値は、熱灼過程において生成・分解する炭酸塩等の無機質によって大きく影響されることが報告されている。

本報告は、これらのうちごみ焼却残渣中の未燃分が燃焼する際に生成する炭酸ガスと、同じく焼却残渣中に存在する酸化カルシウム等とが反応することに起因する熱灼減量への影響について検討したものである。その結果、600°C・3時間という熱灼条件においては比較的未燃分が少なく、熱灼中に炭酸ガスの分圧がさほど高くないと思われる試料でも、炭酸ガスと酸化カルシウム等との反応によって炭酸塩が生成するために、熱灼減量の測定値が低くなることが明らかとなった。従って、炭酸含有量の変化による熱灼減量への影響が無視しえない試料については、熱灼前後の炭酸含有量を測定し、熱灼減量を補正することが望ましいといえる。

また、炭酸ガスの影響については他にも不明な点が残されており、熱灼減量と熱灼残渣中の炭酸含有量については、今後さらに多くの検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 坂上元男：熱灼減量の測定法について，東京都

清掃技報，No. 3：49～57，1978.

- 2) 日本環境衛生センター：焼却残渣の熱灼減量の測定法に関する研究，ごみ焼却処理施設のアッシュ及びダストの処理処分に関する調査研究報告書（厚生省委託研究），86～127，1979.
- 3) 強熱残留物の測定，下水試験法，73～74，1974.
- 4) 宮川 隆，今込孝一郎，二見寿之，矢込堅太郎：ごみ焼却灰の熱灼減量と熱灼残渣中の炭酸含有量に関する考察，日環せ所報，No. 7：49～54，1980.

Summary

It has been suggested that the value of ignition losses measured on refuse incinerator ash is variable, depending on the production and degradation of CaCO_3 due to the heating process. The influence of ignition losses caused by CaCO_3 production was investigated.

As a result, the value of ignition losses measured under the condition of heating for 3 hrs at 600°C were disturbed by the presence of CaCO_3 produced by the heating process.

Consequently, it was suggested that the value of ignition losses be corrected by measuring the amount of carbonates contained in sample ash and incinerated ash.