

十、垃圾採樣及分析步驟

10.1 採樣步驟

1. 將選定之垃圾車之垃圾共約三噸，全部傾倒於足夠面積之平板上，去除廢電冰箱、廢電視機等無代表性之垃圾，並將其他巨大之垃圾，予以破碎後，按四分法之縮分次數比例，採取適當之量加回以先用網格法或四分法完成後篩分之樣品中。再將成袋之垃圾抖散，以機械或人工（用鏟子等）予以充分攪拌混合。
2. 將混合後之垃圾分成四堆，捨棄其中對角之二堆後，再將剩餘之兩堆充分混合，繼續再分成四等分，捨棄其中對角二堆。重覆此一程序，直到垃圾僅剩餘約大於 0.3 立方公尺為止，並進行以下之分析。

10.2 分析步驟

1. 單位容積重：

- (1) 儀器及設備：

- A. 已知重量之 0.1 立方公尺之立方體（0.5m×0.5m×0.4m 高）鐵盒（最好為不鏽鋼或鍍鋅材質）或木盒。

- B. 磅秤。

- (2) 步驟：

- 於採樣現場，將 10.1 節所得之樣品裝入 0.1 立方公尺之鐵盒或木盒中，於八分滿時，由兩人提至離地 30 公分，令其自由落下，使垃圾積實，再填滿樣品，重覆三次，秤得總量 W_1 (kg)。

- (3) 計算：

- 若空盒重為 W_0 (kg)，則單位容積重 r_0 (kg/m^3)可用下式求得。

$$r_0 (\text{kg/m}^3) = (W_1 - W_0) / 0.1。$$

2. 水分測定

(1) 儀器及設備：

A. 磅秤。

B. 105°C 之循環送風式烘箱。

(2) 步驟：

A. 將 1.(2) 所得已知重量之樣品（或再縮分至 5kg 左右）精秤其重為 W_2 ，以塑膠袋妥予包裝後，運回實驗室。

B. 將重 W_2 之樣品，置於 105°C ± 5°C 之烘箱中乾燥 3~5 天秤得恆重 W_3 。

(3) 計算：

$$\text{水分 } W(\%) = [(W_2 - W_3) / W_2] \times 100\%$$

3. 物理組成分析：(濕基)

(1) 儀器及設備：

A. 平板或帆布及容器。

B. 磅秤。

C. 上皿天平。

D. 5mm 篩。

(2) 步驟(註:物理組成分析建議在現場即予完成，如果無法在現場執行時，才予帶回實驗室依本步驟進行分析)：

A. 將 2.(2) 所得之樣品，在露天下放置 12 小時，使其含水量與大氣濕度平衡，以磅秤秤得總重量 W_4 後，平鋪於平板上。

B. 依(A)紙類(B)纖維布類(C)木竹稻草類(D)廚餘類(E)塑膠類(F)皮革橡膠類(G)金屬類(H)玻璃類(I)陶瓷類(J)石頭及 5mm 以上之土砂(k)其它（含 5mm 以下之雜物）之分類，分別將樣品中各物理

組成置於容器中，以磅秤或上皿天平測得重量 W_{5i} 。

(3) 計算：

濕基垃圾各物理組成重量百分率 $A_i(\%) = (W_{5i}/W_4) \times 100\%$ 。濕基垃圾各物理組成重量百分率，可視實際需要分別測定。

4. 灰分之測定：

(1) 儀器及設備：

- A. 粉碎機（可將樣品粉碎至 1 mm 以下）。
- B. 105°C 之循環送風式烘箱。
- C. 乾燥器。
- D. 坩鍋。
- E. 分析天平。
- F. 800°C 之高溫爐。

(2) 步驟：

- A. 3.(2)B. 所得之各類樣品〔(G)(H)(I)(J)類捨棄不用〕，先以剪刀剪細後，以粉碎機分別粉碎至 1 mm 以下。
- B. 將粉碎後之各類樣品，各取約 2g 置於坩鍋中，於 105°C ± 5°C 烘箱中乾燥 2 小時，置於乾燥器中冷卻，以分析天平精秤其重 W_{6i} 。
- C. 再將各類樣品置於 800°C 高溫爐中 3 小時，並於乾燥器中冷卻 30 分後，以分析天平精秤得重量 W_{7i} 。

(3) 計算：

各類樣品之灰分 $B_i(\%) = (W_{7i}/W_{6i}) \times 100\%$

$$\text{乾基垃圾之灰分 } B(\%) = \frac{\sum_{i=1}^{11} (A_i \times B_i)}{\sum_{i=1}^{11} A_i}$$

但 A_i 為乾基垃圾各物理組成之重量百分比(%)

(G)(H)(I)(J)類之 Bi 以 100%計算

$$\text{濕基垃圾之灰分 Br(\%)} = B \times \frac{100 - W}{100}$$

W：垃圾之水分(%)

5. 濕基可燃分之推估：

$$\text{垃圾可燃分(\%)} = 100 - W - \text{Br}$$

6. 發熱量之測量：

(1) 儀器設備：

A. 粉碎機（可將樣品粉碎至 1 mm 以下）。

B. 105°C 之循環送風式烘箱。

C. 乾燥器。

D. 分析天平。

E. 上皿天平。

F. 燃燒彈熱卡計。

(2) 步驟：

A. 將 3.(2)B. 所得之各類樣品〔(G)(H)(I)(J)類捨棄不用〕，先以剪刀剪細後，以粉碎機分別粉碎至 1 mm 以下。

B. 粉碎後之各類樣品，各取約 2g 置於坩鍋中，於 105°C ± 5°C 烘箱中乾燥 2 小時，置於乾燥器中冷卻，以分析天平精秤其重 W_{gi} 。

C. 將秤重後樣品，用特製「雁皮紙」包裝，或用成型器壓成型，置於熱量計中之燃燒彈筒之燃燒皿上，使用點火之鎳鉻線，將它纏起，線之兩端，連接到發火之電極，再將彈筒蓋緊，通入壓力 25kg/cm² 氧氣。

D. 內圓筒放入約 2.0~2.2kg 之水，以上皿天平秤量精度至 0.1g。再開動攪拌器，使內圓筒之溫度變化停止，然後點火。數秒後，內

圓筒水溫開始上昇。如有外圓筒時，同時於外圓筒中添加熱水，以期內外之水溫經常維持一致（溫度差在 0.3°C 以內）。

E. 至內圓筒之水溫不上昇時，讀出其溫度。

(3) 計算：

各類樣品乾基發熱量 h_i (kcal/kg) = [上昇溫度 × (內圓筒水量 + 水當量) × 1 cal/g°C - 發熱補正值] / 樣品重量 W_{gi} 。

發熱補正值為扣除包裝用「雁皮」紙及鎳鉻線點火後所發出熱量，如未使用雁皮紙則不必扣除。標準雁皮紙之發熱量約為 3,800 ~ 3,900 cal/g。一張雁皮紙之重量約 0.04g (若使用其他包裝時，應先測其發熱量)，鎳鉻線一條之發熱量約為 5 ~ 8 cal。

「水當量」可用 1g 之苯甲酸，依上述方法加以燃燒，以下式計算出。此時苯甲酸之燃燒，不須使用雁皮紙包裝，可用成型器壓擠成型，置於燃燒皿中，進行測定。

$$\text{水當量(g)} = \frac{[\text{苯甲酸之發熱量(cal/g)}] \times [\text{苯甲酸重量(g)}]}{\text{上昇溫度} \times 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}} - \text{內圓筒水量(g)}$$

$$\text{乾基垃圾之高位發熱量 } h(\text{kcal/kg}) = \frac{\sum_{i=1}^{11} (h_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^{11} A_i}$$

A_i ：各類樣品重量百分比

(G)(H)(I)(J)類之 h_i ，以 0 kcal/kg 計算

$$\text{濕基垃圾之高位發熱量 } H_h(\text{kcal/kg}) = \frac{100 - W}{100} \times h$$

$$\text{濕基垃圾之低位發熱量 } H_L(\text{kcal/kg}) = H_h - 6(9H + W)$$

W ：垃圾水分，%

H ：垃圾元素分析值中之濕基氫含量，%

7. 元素分析

(1) 全自動元素分析儀法（碳、氫、氧、氮、硫）

A. 儀器及設備：

- (A) 粉碎機（可將樣品粉碎至 1mm 以下）。
- (B) 105°C 之循環送風式烘箱。
- (C) 乾燥器。
- (D) 微量天平。
- (E) 全自動元素分析儀。

B. 步驟：

- (A) 將 3.(2)B. 所得之各類樣品（(G)(H)(I)(J) 類捨棄不用），先以剪刀剪細後，以粉碎機分別粉碎至 1mm 以下。
- (B) 將粉碎後之各類樣品各取約 2mg，於 105°C ± 5°C 烘箱中乾燥 2 小時，置於乾燥器中冷卻，以微量天平精秤其重。
- (C) 以全自動元素分析儀，測定各類樣品之碳、氫、氧、氮、硫之成分。

C. 計算：

乾基垃圾可燃物中之元素分析值（C'、H'、N'、O'、S'）

$$= \sum_{i=1}^7 (\text{各類樣品元素分析值}) \times \frac{A_i}{100} (\%)$$

濕基垃圾之元素分析值（C、H、N、O、S）

$$= (\text{乾基垃圾可燃物元素分析值}) \times \frac{100 - W}{100}$$

(2) 管狀燃燒法（碳、氫、硫、氮）

A. 儀器設備、藥品：

- (A) 粉碎機（可將樣品粉碎至 1mm 以下）。

- (B) 105°C 之循環送風式烘箱。
- (C) 乾燥器。
- (D) 分析天平。
- (E) 管狀燃燒爐。
- (F) 滴定設備。
- (G) 如「步驟」所列之藥品。

B. 步驟：

- (A) 將 3.(2)B. 所得之各類樣品〔(G)(H)(I)(J)類捨棄不用〕，先以剪刀剪細後，以粉碎機分別粉碎至 1mm 以下。
- (B) 將粉碎後之各類樣品，各取約 0.5~1g 置於磁舟中，於 105°C±5°C 烘箱中乾燥 2 小時，置於乾燥器中冷卻，以分析天平精秤其重。
- (C) 碳、氫之測定：

將磁舟置於燃燒管內，將氧氣以每分鐘約 1,500(mL) 速度送入，藉推入棒送磁舟至 350°C~400°C 位置，經過 5~10 分鐘，使揮發性物質燃燒。然後藉推入棒送磁舟至 800°C 位置，經過 5~8 分鐘，使試料完全燃燒，所發生之水蒸氣流過裝有無水氯化鈣或過氯酸鎂之吸收瓶，發生二氧化碳流過裝有蘇打石棉之吸收瓶及二氧化碳保護瓶，然後精秤其所增加之重量。

- (D) 硫、有機氯之測定：

將磁舟置於燃燒管內，將氧氣流（流量每分鐘 1,500mL）中以 800°C 燃燒，保持約 30 分鐘，所發生之氣體用二個吸收瓶吸收，兩個吸收瓶各裝 1~3% H_2O_2 溶液 200mL。將兩個吸收瓶液混合後，稀釋至 500mL 定量，從中取 50mL 置於 500mL

三角瓶中，加入酚鈦指示劑，再以 N/10 或 N/100NaOH 液滴定，滴定後所需 NaOH 毫升(mL)數為 a_1 ，另做一空白試驗其所需 NaOH 毫升(mL)數為 b_1 。

再從混合稀釋液中取 50mL 置於 500mL 三角瓶內，加入 5mL 10%硝酸、10mL 0.1N 硝酸銀、3 mL 硝基苯及 1mL 硫酸銨亞鐵 [$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$] 做指示劑，再以 0.1N NH_4SCN 溶液滴定，所滴定之 mL 數為 a_2 ，同上一步驟做一空白試驗得 NH_4SCN 滴定 mL 數為 b_2 。

C. 計算：

乾基垃圾可燃物中各成分元素分析值如下：

$$\text{碳 Ci(\%)} = \frac{\text{CO}_2\text{吸收瓶增量(g)} + \text{保護瓶增量(g)}}{\text{樣品重(g)}} \times \frac{12}{44} \times 100\%$$

$$\text{氮 Hi(\%)} = \frac{\text{無水氯化鈣或過氯酸鎂之吸收瓶增量(g)}}{\text{樣品重(g)}} \times \frac{2}{18} \times 100\%$$

$$\text{硫 Si(\%)} = \frac{500}{50} \times \frac{\frac{N_1}{1000}(a_1 - b_1) - \frac{N_2}{1000}(b_2 - a_2)}{\text{樣品重(g)}} \times 16 \times 100\%$$

$$\text{有機氯 Cli(\%)} = \frac{500}{50} \times \frac{\frac{N_2}{1000}(b_2 - a_2)}{\text{樣品重(g)}} \times 35.5 \times 100\%$$

N_1 ：NaOH 當量濃度

N_2 ： NH_4SCN 當量濃度

乾基垃圾中之元素分析值 (C'、H'、S'、Cl') (%)

$$= \sum_{i=1}^7 [\text{乾基垃圾可燃物中各成分元素分析值}] \times \frac{A_i}{100}$$

A_i ：各成分重量百分比(%)

(3) 凱氏 (氮) 分析法：

A. 儀器設備、藥品：

(A) 粉碎機（可將樣品粉碎至 1mm 以下）。

(B) 105°C 之循環送風式烘箱。

(C) 乾燥器。

(D) 分析天平。

(E) 凱氏分解器、蒸餾器。

(F) 滴定設備。

(G) 如「步驟」所列之藥品。

B. 步驟：

(A) 將 3.(2)B. 所得之各類樣品〔(G)(H)(I)(J)類捨棄不用〕，先以剪刀剪細後，以粉碎機分別粉碎至 1mm 以下。

(B) 將粉碎後之各類樣品，各取約 2g 於 105°C ± 5°C 烘箱中乾燥 2 小時，置於乾燥器中冷卻，以分析天平精秤其重。

(C) 將精秤後之樣品置於 500mL 之分解瓶（凱氏瓶）中，加入催化劑 3g (K₂SO₄ : CuSO₄ = 9 : 1) 再加入濃硫酸 20mL，進行加熱使有機物分解，迄至溶呈透明狀，即達分解終點，冷卻後加入沸石或玻璃珠（防止溶液劇烈振盪），並用無氨水稀釋至 500mL，用 10N 之氫氧化鈉溶液使之成鹼性（用酚酞指示液試之），轉至於凱氏蒸餾器中蒸餾，蒸餾液以 50mL 飽和硼酸溶液吸收之。

(D) 所收集之蒸餾液約 300mL 加入 M (Methyl Red) M (Methyl Blue) 混合指示劑，再以 1/10N 硫酸滴定至終點，此時求出所需硫酸 mL 數 a，另以一 500mL 無氨水，依上述步驟加入相同量之各類試劑，做為空白試驗，求得所需硫酸 mL 數 b。

C. 計算：

乾基垃圾可燃物中各成分氮分析值 Ni(%)

$$= \frac{(a-b) \times N \times 14}{\text{樣品重(g)}} \times \frac{100}{1000}$$

N：硫酸之當量濃度

乾基垃圾中氮分析值(N')

$$= \sum_{i=1}^7 [\text{乾基垃圾可燃物中各成分之氮分析值}] \times \frac{A_i}{100}$$

A_i：各成分重量百分比(%)

(4) 氧之測定

乾基垃圾中氧之計算值 O' (%)

$$= \text{乾基垃圾可燃分} - (C' + H' + N' + S' + Cl')$$

(5) 垃圾元素分析值 (C、H、S、N、Cl、O)

$$= (C'、H'、S'、N'、O'、Cl') \times \left(\frac{\text{垃圾可燃分}}{C' + H' + S' + O' + Cl' + N'} \right)$$

8. 碳—氮比之計算：

以 7. 元素分析所得之碳氮含量相除即得。

$$C/N = \frac{C(\%)}{N(\%)}$$

10.3 記錄格式

一般廢棄物理化特性分析包括單位容積重、物理組成、三成分、元素分析及熱值等表 10 為垃圾採樣分析結果之登記表，事業廢棄物之分析結果視分析項目而另予斟酌設計。

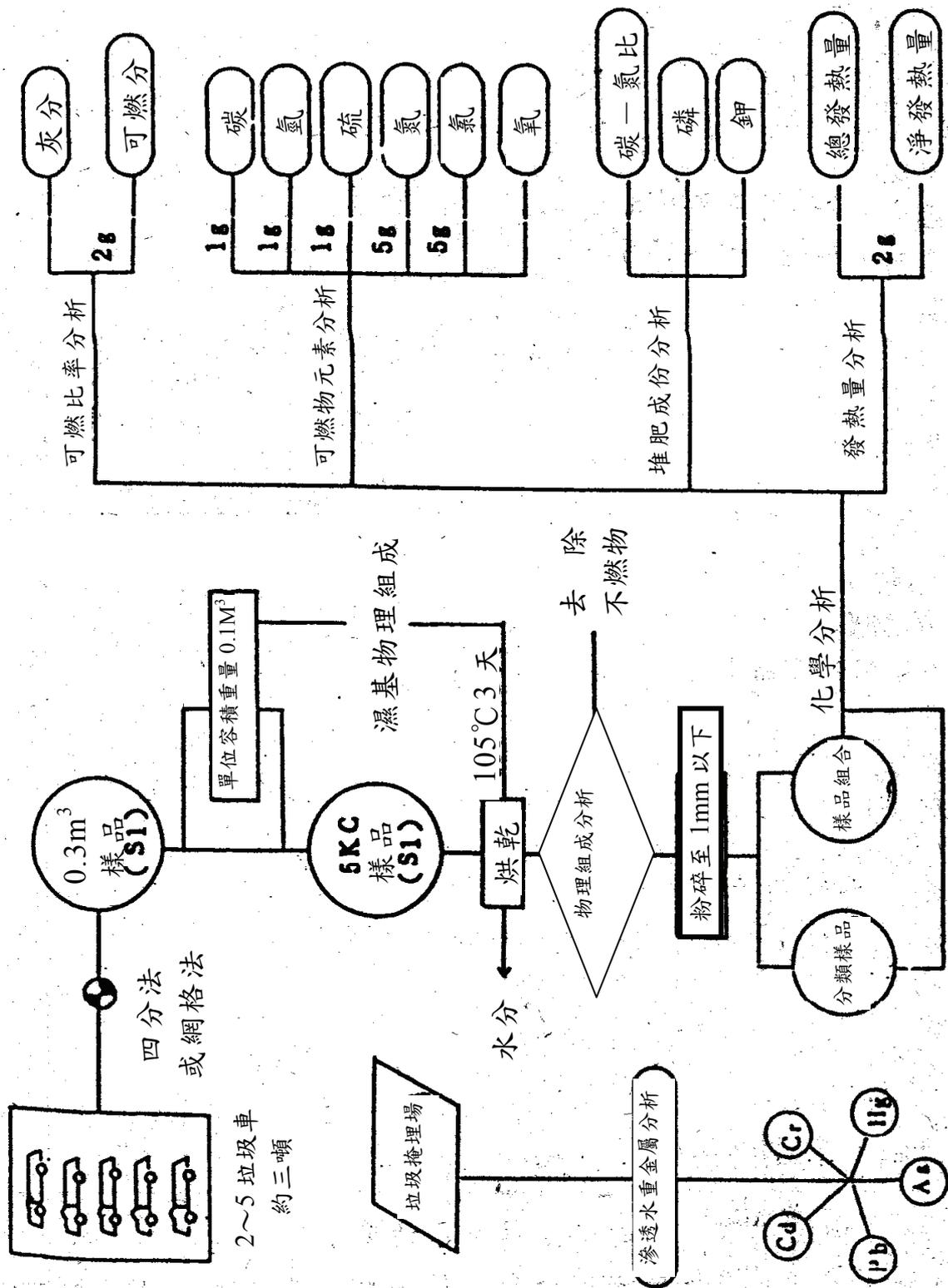


圖 10.1 垃圾化驗流程圖

表 10 垃圾採樣分析結果報告

項目		日期					平均值
		天氣					
單位容積重 (kg/m ³)							
物理組成 (濕基)	可燃物	紙類 (%)					
		纖維布類 (%)					
		木竹、稻草、落葉類 (%)					
		廚餘類 (%)					
		塑膠類 (%)					
		皮革、橡膠類 (%)					
		其他 (%)					
	合計 (%)						
	不燃物	金屬類 (%)					
		玻璃類 (%)					
陶瓷類 (%)							
石頭類及 5mm 以上之土砂 (%)							
合計 (%)							
化學分析 (乾基)	水分 (%)						
	灰分 (%)						
	可燃分 (%)						
	碳 (%)						
	氫 (%)						
	氧 (%)						
	氮 (%)						
	硫 (%)						
	氯 (%)						
	碳氮比(C/N) (%)						
溼基	高位發熱量 Kcal/kg						
	低位發熱量 Kcal/kg						