

## 二、採樣理論

一個合理適當的廢棄物採樣計畫，必須要符合科學的方法，而此又以統計學為理論基礎，因評估廢棄物的特性過程中，首先且最重要的步驟是採樣的設計，因為後續的分析步驟完全依據採樣樣品的代表性，若採樣設計不當，所得分析數據不足採信，尤其在掩埋場及焚化爐的設置上，影響更大。所以一個完善的採樣方法，必須考量到科學上的目的，而目標訂定後，即依據基本統計方法，發展一套適切且正確的採樣設計。

其實在採樣過程中，目標為收集具代表性的樣品，而這些代表性的樣品是當作這整個母體廢棄物的平均性，但以統計學而言，所採集的樣品間仍有其變異性，而就整體而言，如何使其差異性縮小，就必須訂定標準做採樣精密度上的要求。一般而言，在一固定時間內必須採集足夠的樣品。而另外在準確度 (accuracy) 方面，是希望樣品值與真值的差距在可允許的範圍下愈小愈好。

由實地採樣分析結果，每次必有一組量測值( $X_i$ )，因而產生一平均值( $\bar{X}$ )及變異值( $S^2$ )，此變異值的平方根( $S$ )稱為標準偏差，而變異值或標準偏差可用來表示樣品數據的精密度(precision)，假設廢棄物的成分含量之分布是屬於常態分布時，則可利用樣品平均值，即 $\bar{X}$ ，與樣品平均值的標準偏差，即 $S_{\bar{X}}$ ，來估算廢棄物的真值所可能存在的範圍，亦即是統計學上所稱的信賴區間(Confidence interval，簡稱 CI)。在固態廢棄物的評估中，吾人參考美國環保署的標準，將信賴區間的信賴度訂為 80%。

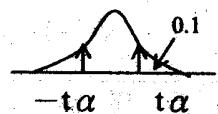
而在測量數據的信賴區間 CI 求出後，將其信賴上限 (confidence upper limit) 及信賴下限 (confidence lower limit) 與常規臨界值 (regulatory threshold) 作比較，若超過此限，表示此次樣品中性質有疑義，可作進一步探討其採樣步驟是否產生問題或肇因於其它因素。表 2.1 是廢棄物各類

採樣方法中的基本統計術語，表 2.2 為學生(student) “t” 值表。

表 2.1 廢棄物採樣標準方法之基本統計術語表

統計術語	符號	數學表示式	項次
變數 (如單位體積密度)	X		
個別測定值或變數	X <sub>i</sub>		
所有變數之平均值 (族群母體真值)	μ	$n \rightarrow \infty$ $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$ , n : 母體數量	(1)
樣品測定值之平均值	$\bar{X}$	當 $n \rightarrow \infty$ , $\bar{X} \rightarrow \mu$ a. 簡易隨機採樣 $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$ , n : 測定數量 b. 分層隨機採樣 $\bar{X} = \sum_{k=1}^r W_k X_k$ $X_k$ : 第 k 層之平均值 $r$ : 層數 $W_k$ : 第 k 層所占比例	(2a) (2b)
樣品之變異值 ( variance )	$S^2$	a. 簡易隨機採樣 $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2 / n}{n-1}$ b. 分層隨機採樣 $S^2 = \sum_{k=1}^r W_k S_k^2$ $S_k$ : 第 k 層之變異 $r$ : 層數 A $W$ : k 所占比例	(3a) (3b)
樣品標準偏差	σ	$\sigma = S$	(4)
標準誤差 ( standard error )	$\sigma_{\bar{X}}$	$\sigma_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = S_{\bar{X}}$	(5)
真值之信賴區間	CI	$CI = \bar{X} \pm t_{0.1} S_{\bar{X}}$ 其中 $t_{0.1}$ 由表 2.2 得之	(6)
管制標準	RT	依不同變數而各有所標準	(7)
廢棄物採樣之約略數量	n	$n = \frac{t_{0.1}^2 \cdot S^2}{\Delta^2}, \Delta =  RT - \bar{X} $	(8)
自由度	df	$df = n - 1$	(9)
註：在一般有害廢棄物的均值 ( $\mu$ ) 的上限值 CI (upper) 與規定的管制標準 (RT) 比較，若上限超過管制標準，表示此物質已達危害污染程度。而在一般都市廢棄物中 RT 值則為一經驗值，若上限超過則代表此樣本所代表族群需作進一步探究背景原因。			

表 2.2 Student “t” 值表



自由度，d.f.=(n-1)(a)	t <sub>0.1</sub> 值(b)
1	3.078
2	1.886
3	1.638
4	1.533
5	1.476
6	1.440
7	1.415
8	1.397
9	1.383
10	1.372
11	1.363
12	1.356
13	1.350
14	1.345
15	1.341
16	1.337
17	1.333
18	1.330
19	1.328
20	1.325
21	1.323
22	1.321
23	1.319
24	1.318
25	1.316
26	1.315
27	1.314
28	1.313
29	1.311
30	1.310
40	1.303
60	1.296
120	1.289
∞	1.282

(a) 自由度等於採樣數(n)減 1

(b)t<sub>0.1</sub> 值代表在兩端之可信賴區域以外機率為 0.2，即信賴區間外各為 0.1。