

Handout for Chapter 9 Solid Waste Management and Resource Recovery

1/16/2003

國立高雄大學/土木與環境工程系

連興隆老師 (lien-course@nuk.edu.tw)

永續(Sustainability)利用的精神----3R : Reduce, Recycle, Reuse

Advanced courses: 環境化學(A1, B3) 環工程序學(A1) 廢棄物處理及資源化(A1)、
廢棄物熱處理工程 (A2)。

法規：廢棄物清理法 (母法) <http://w3.epa.gov.tw/epalaw/index.htm>

1. 廢棄物之分類：一般廢棄物、事業廢棄物。

■ 一般廢棄物：由家戶或其他非事業所產生之垃圾、糞尿、動物屍體等，足以污染環境衛生之固體或液體廢棄物。

■ 事業廢棄物：

✓ 有害事業廢棄物：由事業所產生具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康或污染環境之廢棄物：

毒性有害事業廢棄物、溶出毒性事業廢棄物、腐蝕性事業廢棄物、易燃性事業廢棄物、反應性事業廢棄物、感染性事業廢棄物、石棉及其製品廢棄物、多氯聯苯有害事業廢棄物、單一非鐵金屬有害廢料。

✓ 一般事業廢棄物：由事業所產生有害事業廢棄物以外之廢棄物。

■ 游離輻射之放射性廢棄物之清理，依原子能相關法令之規定。

2. 垃圾的組成：依分析方法分--直接分析 (Proximate) 元素分析 (Ultimate)。

直接分析：水分、揮發性物質、固定碳、不可燃份、發熱值 (8000~15000 KJ/Kg)。

元素分析：水分、碳、氫、氧、氮、硫。

3. 產品之生命週期評估 (life-cycle assessment)：

完整的產品生命週期係包括從原料的開採、處理到產品的製造及運輸銷售以至於使用及廢棄整個過程中物料的使用、能源的消耗以及污染的生成狀況之了解作一完整分析，故生命週期評估所考慮的實為系統化(即「搖籃至墳墓」)之實體生命流程。

這是一個非常不易量化的評估！試想利用生命週期評估法，評估一個紙袋子與塑膠袋何者較佳？ << 我們的環保署做了嗎？ ? 有提供大兆這方面的資訊嗎？ ? >>

4. 回收分選技術：Screening, Shredding, Magnetic separations, Air classification.

5. 收集與轉運：略

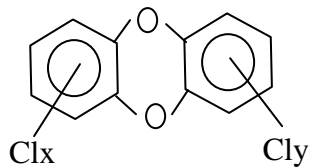
6. 處理技術：堆肥 (Composting) 焚化 (Incinerator) 垃圾衍伸性燃料 (Refuse-derived fuel, RDF) 掩埋 (Landfills)。

■ 垃圾衍伸性燃料：垃圾含有可燃份，如塑膠，可提供熱值，故將垃圾中之水分及不燃份去除後，製成之燃料稱之。→工研院有相關之研究。一般熱值為 14,000 KJ/Kg ~18,000 KJ/Kg，主要最為燃煤燃料之輔助燃料用。

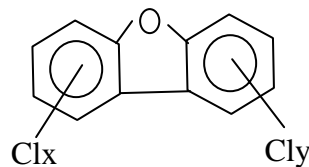
■ 焚化爐之設計 (一般操作溫度：750 至 950)：請參考環保法規---『垃圾焚化處理設施設置規範』。

- 焚化處理設施：計量設備、貯存進料設備、燃燒設備、燃燒氣體冷卻設備、廢氣處理設備、廢熱利用設備、通風利用設備、灰渣排出設備、廢水處理設備。
 - ◆ 燃燒設備：進給漏斗、添料裝置、焚化爐本體、助燃裝置。
 - 焚化爐本體：燃燒室、爐床、爐條、流動床式燃燒爐體、旋轉窯式燃燒爐體、低量空氣系統燃燒爐體。
- 焚化處理之環境衝擊（Environmental Impacts）：戴奧辛/呋喃（Dioxins and Furans）、重金屬、飛灰（Ash）。

戴奧辛/呋喃：



Dioxins



Furans

在焚化爐中生成的戴奧辛，一部份包含於煙道氣中為氣相之戴奧辛，另一部份則包含在飛灰和灰燼之中。而戴奧辛是含氯物質，推測氯的發生來源是被送入焚化設施中燃燒之含氯乙烯（chloroethylene）的塑膠類製品。焚燒垃圾時產生戴奧辛的主要原因是完全燃燒所致。其次，排氣處理設備等內部的氣體在溫度降至 300 左右的低溫時，也可能因為飛灰表面的催化作用而合成戴奧辛。

重金屬：高溫中溶解汽化。以汞之污染最為重要，因沸點最低。

飛灰：須由溶出試驗（TCLP）決定是否為有害事業廢棄物。

- 掩埋（Landfills）：請參考環保法規---『一般廢棄物衛生掩埋場設置規範』。
 - 基本功能：貯存功能、阻斷功能（需有不水層，透水係數須在 10^{-5} 公分 / 秒以下）、處理功能。
 - 重要相關設施：滲出水（Leachate）處理設施、廢氣（甲烷氣）處理設施、地下水監測設施。
 - 掩埋場之規模：
 - 掩埋場之規模以計畫總掩埋容量或計畫掩埋場面積為準。如無法正確求得計畫總掩埋容量時，可用下面之近似式計算：

VT : V×計畫掩埋年數

$$V = \frac{P \times E \times 365 / 1000 \times C}{P} \times \left(1 - \frac{Q}{100}\right)$$

VT : 計畫總掩埋容量 (立方公尺)

V : 每年掩埋處置容量 (立方公尺)

P : 計畫平均清運人口數 (人)

E : 計畫平均每人每日清運廢棄物量 (公斤 / 日 / 人)

D : 掩埋廢棄物之單位容積重 (公噸 / 立方公尺) , 一般垃圾為 0.25 ~ 0.4

C : 覆土之體積以掩埋廢棄物之 17% ~ 33% 計算時, C 值為 1.07 ~ 1.33

Q : 體積減少率, 視掩埋施工情況而定, 一般可取 30% ~ 40%。

■ 甲烷之生成 (如下圖):

掩埋場垃圾中有機廢棄物藉著細菌活動來分解, 而形成甲烷和二氧化碳 (合稱沼氣或稱生物廢氣)。在分解初始階段 (好氧分解), 有機物質分解形成可溶的較小分子, 如各種醣類。之後 (厭氧分解) 更進一步分解成氫、CO₂、氫氧基酸(OH-Acids), 這些酸和氫、二氧化碳被轉換形成醋酸, 再由甲烷生成菌分解這些有機物 (絕對厭氧), 其最終生成物除了甲烷與二氧化碳, NH₃ 或是硫化氫。沼氣中體積組成大約 50% 甲烷及 50% 二氧化碳。

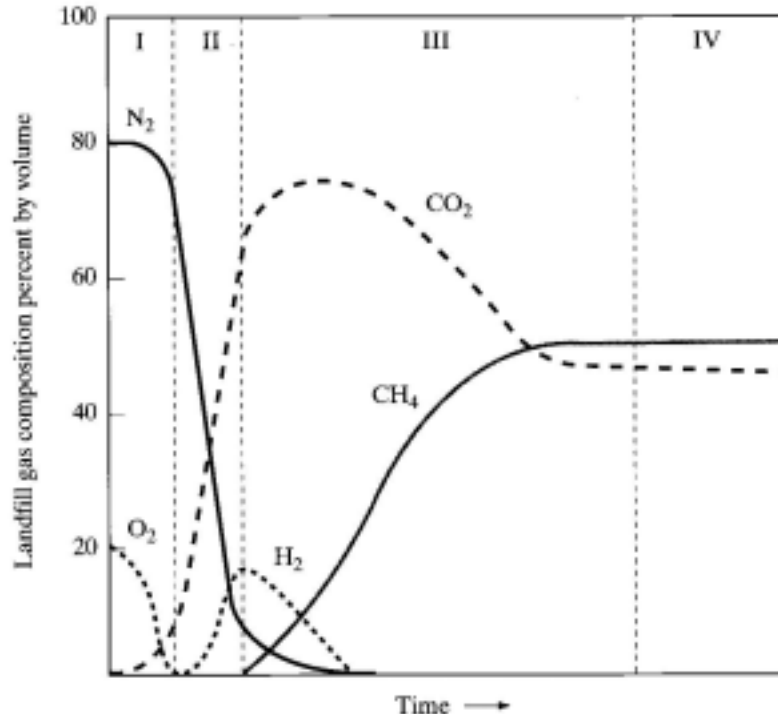


FIGURE 9.43 Changes in the composition of landfill gases help define a four-phase decomposition process. Phase I— aerobic; Phase II— acidogenesis; Phase III— unsteady methanogenesis; Phase IV— steady methanogenesis. (Source: *Solid Waste Landfill Engineering and Design* by McBean & Rovers, © 1994. Reprinted by permission of Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.)