

固體廢棄物處理概論

林秋裕 編著

國彰出版社 印行

固體廢棄物處理概論

林秋裕 編著

國彰出版社 印行

著者簡介

姓名：林 秋 裕

籍貫：台灣省雲林縣

年齡：民國四十一年生

學歷：國立成功大學土木工程研究所

經歷：私立逢甲大學水利工程學系講師

私立逢甲大學水利工程學系副教授

固體廢棄物處理概論

中華民國71年8月初版 編著者 林 秋 裕

發行人 林 平 南

出版者 國 彰 出 版 社

地 址：台中市逢甲路六〇號

局版台業字0226號

總經銷 大 學 圖 書 供 應 社

地 址：台中市逢甲路六〇號

電 話：(042)520273

郵政劃撥：中字 23123 號

印刷者 新 東 榮 美 術 印 刷 廠

地 址：台中市西屯路1段

363巷25號

基本定價：肆元整

電 話：(042)274492



序 言

固體廢棄物污染與水污染、空氣污染並列，是環境污染之重要內容。本書乃筆者在教學課餘參考下列書籍及國內專家學者之研究結果編撰而成，特此向原著專家學者致最高謝意，並祈求先進們不吝指正賜教為幸。

1 American Public Works Association :

Municipal Refuse Disposal , 1966

2D. Joseph Hagerty , J.L. Pavori , John E. Heer , Jr. :

Solid Waste Management , 1973

3 Bala G. Liptak :

Enviromental Engineers' Handbook , Vol.3 Land Pollution 1974

4 G. Tchobanoglous , H. Theisen , R. Eliassen :

Solid Wastes, Engineering Principles and Management Issues, 1977

5 U.S. EPA : Sludge Treatment and Disposal, 1979

6 日本建設產業調查會 :

廢棄物處理・再利用，昭和五十三年

林秋裕 于台中

中華民國七十一年七月

目 錄

第一章 概論	1
第二章 固體廢棄物	4
2-1 固體廢棄物的意義	4
2-2 固體廢棄物之組成	10
2-3 固體廢棄物之物理化學性質	14
2-4 垃圾量	22
第三章 固體廢棄物之清運	31
3-1 廢棄物清運與環境衛生	31
3-2 屋內處理、貯存與加工	32
3-3 清運	40
第四章 資源回收與再利用	45
4-1 資源回收之意義	45
4-2 回收物資之規格	46
4-3 回收系統	46
4-4 固體廢棄物資源回收實例	49
第五章 固體廢棄物微生物學	55
5-1 前言	55
5-2 土壤與微生物	56
5-3 土壤細菌	58
5-4 土壤菌類	60
5-5 土壤藻類	61
5-6 土壤原生動物	61
5-7 土壤病毒	62
5-8 土壤條件對微植物之影響	62
5-9 固體廢棄物處分系統中之微生物活性	62
5-10 碳循環	63

5-11	氮循環	66
5-12	硫循環	68
5-13	衛生填土微生物學	70
5-14	堆肥法微生物學	70
第六章	堆肥法	72
6-1	前言	72
6-2	堆肥法之意義	72
6-3	堆肥法之優劣點	73
6-4	堆肥法的操作	74
6-5	堆肥法設計要點	83
6-6	台灣省之堆肥處理法	85
6-7	污泥堆肥法	90
第七章	衛生掩埋法	102
7-1	簡介	102
7-2	衛生掩埋法之經濟	106
7-3	衛生掩埋場地之選擇	108
7-4	掩埋方法與操作	111
7-5	掩埋場內之反應	123
7-6	衛生掩埋法之設計	141
7-7	完成後之衛生掩埋場之用途	152
第八章	食品廢棄物	155
8-1	磨碎處理	156
8-2	家庭用磨碎機	156
8-3	商用磨碎機	160
8-4	市立碾磨站	163
8-5	磨碎機與衛生掩埋和焚化處理	165
8-6	食品廢棄物喂豬處理	165
8-7	厨餘提脂	168

第九章	焚化法	170
9-1	概論	170
9-2	廢棄物焚化之歷史	172
9-3	基本設計資料	172
9-4	焚化爐成本	178
9-5	場地位置與設計	178
9-6	焚燒計算	180
9-7	焦析法	186
第十章	水肥處理	189
10-1	水肥量與成份	189
10-2	廐肥量與成份	192
10-3	水肥處理之重要性	193
10-4	水肥處理	195
10-5	台灣省水肥處理現況	201
第十一章	農畜林產固體廢棄物	205
11-1	農產固體廢棄物	205
11-2	畜產固體廢棄物	215
11-3	林產廢棄物(廢材)	226
11-4	台省防制畜牧場糞尿污染工作	229
第十二章	有害廢棄物	230
12-1	有害廢棄物之鑒別	230
12-2	有害廢棄物之分類	233
12-3	有害廢棄物之貯存	234
12-4	有害廢棄物之處理與處置	235
附 錄		
	廢棄物清理法	244
	廢棄物清理法台灣省施行細則	249

第一章 概論

人類爲了維生與享受生活，不斷地使用地球表面的水、空氣、土地與食物等資源，結果造成環境污染，改變了生態平衡，影響到地球上所有植物與動物的生命動態。在越來越受重視的三大環境污染問題中之水污染與空氣污染，目前已有較詳盡的了解，且有許多解決方法，各國政府亦頒訂許多法令來預防、控制污染。有“第三污染(third pollution)”之稱的土地污染，主要是由處分固體廢物所引起的；在美國，這個第三污染從六十年代中期才開始被注意，而於 1965 年通過固體廢棄物清理法(Solid Waste Disposal Act)。

起步雖然慢，但是最近幾年在土地污染防治方面的發展却進行得很快；到今天爲止世界各國對固體廢物之管理已達一個新境界，而民衆對於固體廢棄物的收集與處分也不再是漠不關心了；在研究與規劃解決方面亦投資了許多金錢。

全世界已開發國家與開發中國家，農村與都市之發展均不平衡，人口集中於都市，且工廠林立，除遭受空氣污染外，並帶來大量的垃圾、水肥、造成都市的髒亂，此爲環境衛生之本，故垃圾水肥之妥善處理，是改進環境衛生之根本方法。在垃圾與水肥問題中，水肥較易處理，可與污水同時解決，而垃圾處理則頗費周章。此種固體廢棄物分工業垃圾與家庭垃圾，兩種垃圾之本質雖有顯著之差別，但均具改良土壤之功能，經適當處理(堆肥法)後可製成天然有機肥料，不但可消除都市之髒亂，並可爲農業帶來許多裨益。

台灣省工商發達都市繁榮，國民衣食住行育樂滿足，相對地文明之產物一垃圾水肥產量也愈見增加。在水肥方面，台北都會區內之水

肥因衛生下水道尚未完成，水肥處理容量有限，日產八十噸之水肥形成嚴重的困擾。垃圾方面，台北都會區日產二千二百噸，台北市約佔百分之七十達一千五百噸，填於內湖葫蘆里已達飽和程度，垃圾之長期出路尚無法解決，而填海問題與台北縣八里鄉漁民及縣省公級單位亦發生爭執。

世界各國處理垃圾之方式極多。1975年國際衛生專家於瑞士召開第一次國際性垃圾大會，提出之垃圾專題研究達百篇，經大會討論「垃圾究是廢物，抑是原料或燃料？」經一致認為今後應提倡「處理垃圾」而不是「消滅垃圾」。儘管日本與比利時、瑞士之工業大學、義大利專家、加拿大垃圾公司、英國垃圾公司、紐約垃圾工廠、西德垃圾處理試驗中心等，均各有不同之處理方式，但目標却均趨向將垃圾變為「能源」與「肥料」之用途，將最大公害轉變為最大之公益，這就是「垃圾可以化成黃金」。

在 1940 年，美國始設垃圾廠，歷經數十餘年之研究處理，未能將垃圾處理得當。在 1973 年即阿拉伯石油禁運震撼西方經濟以前，美國境內僅有兩座小型的「資源再使用」工廠，將垃圾處理成爲能源；目前已操作者達二十數座，尚有興建中者。最近加入這種把垃圾轉化爲能源活動的大都市是紐約市，市政當局與曼哈頓區艾希蒙公司磋商，在前屬布魯克林海軍船塢基地興建一座每天可處理兩千四百噸垃圾之廢料處理廠，並供應暖氣與電氣給附近的工業用戶。芝加哥目前的市有廢料處理廠，每天處理 700 噸垃圾，一年所產生之能源相當於 12 萬噸的煤用量。

台省垃圾處理爲垃圾問題最弱之一環，原設有堆肥廠二十二處（包括屏東市、羅東鎮、台東市、高雄市、陽明山、中壢市、花蓮市、彰化市、嘉義市、楊梅鎮、南投市、斗南鎮、善化鎮、鳳山市、朴子鎮、台南市、內埔鄉、台中市、虎尾鎮、鹿港鎮、高雄區、馬公鎮等

）每天可處理垃圾一千一百五十噸，雖其處理效果甚佳，惟因近年來化學肥料工業之發達及廉價供售，影響有機堆肥成品之出路及維護管理用費編列問題無法解決，而引致上列堆肥場中將近三分之二以上在停工狀態。目前除新竹縣竹北、新埔鎮合建焚化爐日可焚化處理垃圾十公噸，順利運轉外，台北縣中和、永和市、新店鎮合建二百二十五噸／日焚化爐一座，已經在民國六十八年底竣工啟用，另新竹縣湖口新豐鄉合建三十噸／日焚化爐一座，已完成設計，且已經發包施工完成，及宜蘭縣蘇澳鎮擬興建二十噸／日焚化爐一座，正勘選用地中。其他各市鎮每日產生垃圾由下表統計可看出其填低窪地者佔百分之四十三，衛生掩埋者佔百分之五十五，堆肥處理佔百分之二，焚化處理僅佔百分之〇點一；其所謂填低窪地者幾乎均屬曠野傾倒，尤其衛生掩埋者也為有名無實之原始處理方法。也即百分之九七點九之垃圾均未有衛生之處理，平時處理場蒼蠅、鼠類密集，臭氣冲天，一遇豪雨，其垃圾及染水更是到處漂流而污染水源。況且近年來，政府極力推行消除髒亂，擴大清運區域，增加清運工具及人力，可說對於垃圾之集運工作已極成功，但隨而增加之垃圾量却因缺乏適當之處理設施以及受地形之限制，所引起之公害問題益形嚴重，可說當今對於垃圾處理設施之興建，仍克不容緩，應即極力辦理解決之首要工作。

— 4 — 固體廢棄物處理概論

臺灣地區垃圾清運處理統計表

縣市別	清運量噸/日	處理方式		備註
		處理方式	處理量噸/日	
台北市	1468.4	衛生掩埋	1468.4	
高雄市	729.4	衛生掩埋	729.4	專業廢棄物 367.4 噸/日未予計列
基隆市	250	衛生掩埋	250	八斗子海邊築堤掩埋
台中市	270.4	衛生掩埋	270.4	
台南市	298.3	衛生掩埋	279.6	仁德糖廠廢耕地
		堆肥	18.3	
台北縣	1035.7	填低窪地	506.3	
		衛生掩埋	529.4	
宜蘭縣	164.5	填低窪地	89.5	
		衛生掩埋	75	
桃園縣	265.3	填低窪地	137.3	
新竹縣	237.7	填低窪地	90.4	竹北新埔焚化廠一座竹市南寮海邊
		焚化	10	
		衛生掩埋	137.3	
苗栗縣	146.8	填低窪地	146.8	
台中縣	236.5	填低窪地	236.5	
彰化縣	273.1	填低窪地	261.1	鹿港堆肥場
		堆肥	12	
南投縣	82.5	填低窪地	82.5	
雲林縣	187.6	填低窪地	187.6	
嘉義縣	200.2	填低窪地	157.6	嘉義市堆肥場
		堆肥	42.6	
台南縣	296.4	填低窪地	296.4	
高雄縣	360.4	填低窪地	346.6	
		堆肥	11.3	
屏東縣	299.5	填低窪地	193.5	
		衛生掩埋	106	
台東縣	71.3	填低窪地	55.1	台東市堆肥
		堆肥	16.2	
花蓮縣	83.5	填低窪地	67.3	花蓮市堆肥場
		堆肥	16.2	
澎湖縣	39.3	填低窪地	19.3	馬公鎮堆肥場
		堆肥	20	
合計	6991.8	填低窪地	3003.8	42.92%
		衛生掩埋	3845.4	54.96%
		堆肥	137.6	1.97%
		焚化	10	0.15%

第二章 固體廢棄物

要瞭解固體廢棄物的管制問題，需先瞭解固體廢棄物的內容、量與性質，其理由如下：(1)規劃未來的收集和處理系統須知道全部的垃圾量，而所採行的系統亦與垃圾性質有關。(2)無論是焚化法、堆肥法或衛生填土法，各種處理法均受垃圾之物理、化學性質之影響。(3)垃圾收集及處理系統之整體規劃尤賴於該垃圾量與性質之基本數據，例如，選擇收集與運送設備、選擇路線、選擇壓實器之輔助設備，以及各種清運處理方法所需的經費問題，均需垃圾的根本資料方能求得最經濟可行的計劃。

可是，具使用價值的固體廢棄物資料甚為缺乏，其原因如下：(1)固體廢棄物的測定與分類甚難，因此類物質成分很雜且隨季節而有量的變化；(2)到目前為止尚無收集和表示數據的標準方法；(3)有許多情形，具能力或有機會收集這些資料的個人或機構却未被承受，故這方面之資料仍付厥如。

2—1 固體廢棄物的意義

固體廢棄物指所有者不再認為具有保存價值之固體或半固體物。對於固體廢棄物的稱呼，衆說紛云莫衷一是；以下是根據 APHA (American Public Health Association) 在垃圾收集實務 (Refuse Collection Practice) 一書內之定義。

2-1-1 廢棄物 (Waste)

廢棄物指由正常的社會活動所產生的無用 (Useless)、不要

的(Unwanted)或丟棄(Discarded)的物質，包括固體、液體與氣體。大氣廢棄物包括顆粒如灰塵、烟霧、薰烟與氣體。液體廢棄物主要指污水與工業廢水，包括溶解物與浮懸狀固體物。固體廢棄物則稱為垃圾(Refuse)，分類成家庭、商業、工業、建築與破壞物、農業、機構與其他等。廢棄物的物理狀態在運送或處理過程中可能發生變化。例如，由廢水處理廠的污泥脫水後成為固體廢棄物；厨餘經磨碎沖入下水道而成為液體廢污；由煙道氣去除所得的飛灰可以固體或液體廢棄物型式處理之。

依我國63年7月26日公佈之廢棄物清理法之定義，所謂廢棄物分成二種：

- 1 一般廢棄物：垃圾、糞尿、動物屍體及其他已失原效用或足以污染環境衛生之固體或液體廢棄物。
- 2 事業廢棄物：由事業單位生產過程所產生之灰渣、污泥、廢油、廢酸、廢碱、廢塑膠及其他廢化學物質或經主管機關認定之廢棄物。

2-1-2 垃圾(Refuse)

垃圾包括社區所有的固體廢棄物，包含半流體或含水不多的濕狀廢棄物。

垃圾的構成物有數種分類法。對某些問題言，其來源較重要；由此觀點，它是由家庭、機構、商業、工業、農業或街道等垃圾所構成。對其他問題而言，其來源可能比不上垃圾物本身的性質更具重要性，故可依有機性或無機性、易腐敗物或不腐敗物、可燃性或不可燃性等性質來分類。其中最有用的分類法是按垃圾物質的性狀來分，包括厨餘(Garbage)、廢物(Rubbish)、灰燼(Ashes)、大體積廢物(Bulky Waste)、街道垃圾(Street Refuse)、死動物

(Dead Animal)、廢棄車輛 (Abandoned Vehicle)、建築與拆除廢物 (Construction and Demolition Waste)、工業垃圾 (Industrial Refuse)、農業廢物 (Agricultural Waste) 與特殊廢物 (Special Waste)，如表 2-1 所示。

表 2-1 垃圾分類與組成、來源

種類	組成物	來源
廚餘	準備、烹調、膳後之廢棄食物；市場廢棄物；貯存、加工及銷售之廢物。	家庭、餐廳、食堂、機關、學校、商店、學校、市場
廢物	可燃物：紙、紙板、箱子、木桶、木材、木屑、樹枝、葉、木製傢俱、木床、襯板	
	不燃物：金屬、罐頭、金屬傢俱、泥土、玻璃、陶器、礦物質	
灰燼	烹調、加熱及焚化爐之殘餘灰燼	
街道垃圾	掃集物、泥土、葉枝、沉砂池泥土	街道、人行道、巷弄、空地
動物屍體	貓、狗、馬、牛	
廢棄車輛	棄置街道之車輛	
工業廢棄物	食品加工廢棄物、鍋爐餘燼煤渣、木片、金屬屑	工廠、發電廠
工程拆除物	木材、水管、磚、石塊及其他	擴建場
建築廢料	木材、水管及其他建料	新建工程、整修
特殊廢棄物	有害廢棄物、爆炸物、致病性廢物、放射性廢料	家庭、醫院、旅館、機構、商店、工業
污水處理殘餘物	欄篩物、沉砂池、污泥	污水處理廠

2 - 1 - 3 厨餘

厨餘係製備、烹煮食物所產生之動物性與植物性廢棄物，主要成份為易腐化之有機物與原有之含水量。厨餘並不包含罐頭、屠宰、食品包裝等食品加工廠之工業廢水，亦不含貝殼類等之貝殼。厨餘主要來自厨房、商店、市場、餐廳、飯店及其他調製食品之處。

厨餘極易腐化分解，尤以夏季為最，而產生惡臭；若處置存放不當，則為老鼠、蟑螂之食物，且易繁殖蒼蠅。

2 - 1 - 4 廢物 (rubbish)

廢物包括各種可燃與不可燃之固體廢棄物，來自家庭、商店與機關建築。此類廢棄物可分為“可燃廢物”與“不可燃廢物”，若僅稱“廢物”則泛指可燃與不可燃之混合物。

1 可燃廢物——可燃廢物可由各類可燃燒物質構成，通常為廢物之有機組成部份，包括紙、破布、紙盒、木材、木屑、傢俱、橡皮、羽毛、花草、樹葉、塑膠等物。可燃廢物雖屬有機物，但不易腐化而可存放較長時間；它具有很高之發熱值 (Heat Value)，乾燥時極易燃燒，不需輔助燃料。厨餘與可燃廢料皆屬有機、可燃，兩者主要差別在於前者富含水份而且極易腐敗。

2 不可燃廢物——由各種垃圾構成，指在普通的焚化爐操作溫度 (1300 °F ~ 2000 °F) 下不能燃燒氧化者，係廢物之無機組成部份，包括金屬空罐、金屬、泥土、陶瓷器、玻璃等。不可燃廢物性質雖很穩定，但處置存放不當，將成老鼠、蟑螂等物之庇護所。

3 庭園廢物—— (Yard Rubbish) ——由草坪、雜草、樹枝、樹葉等所構成，係整理修剪庭園花草樹木之廢物，這些綠色植物若有適當水份或適當堆置，則亦會迅速分解。

2 - 1 - 5 灰燼

灰燼係住宅、商店、機構與小工廠為了加熱、烹煮與處分可燃物

，燃燒木材、煤、焦炭及其他可燃物所得之剩餘物質。火力電廠所產生之大量煤渣則不包括在此範圍內。

灰燼通常包括細粉末殘留物、煤渣及部份未燃或燃燒不完全之燃料或其他物質。都市灰燼收集物則常含有金屬、玻璃與少部份可燃物。灰燼混合大部份為無機物，故極適於低地填土，亦可做為衛生填土操作之覆土。除了易生灰塵外，灰燼甚少造成美觀及衛生上之困擾。

2-1-6 大體積廢棄物

大體積廢物指日用品、傢俱、汽車設備、樹枝、木頭、浮物等來自住宅區、商業區、公園、街道、海灘或空地等處所。此類佔空間之廢棄物常需特殊收集工具。有些廢棄物如箱子、籃筐經簡單處理後即可大大減少體積，便於收集處分。

2-1-7 街道垃圾

街道垃圾係經人工與機械設備自街道、人行道等掃集物或沉砂池之淤砂，包括泥砂、樹葉、紙張等物。

2-1-8 動物屍體

動物屍體之垃圾物指因疾病或意外殺害而死亡之動物。屠宰場之類處所之丟廢死動物或肢體則不屬於本範圍，另歸於工業垃圾。

動物屍體可依體型大小分類，大者如馬、牛、羊、豬等，具有商業價值，例如油脂及皮革可資利用，但收集時需有特殊設備；小型者如狗、貓、兔、雞、鴨、鼠等，較容易收集處分之。

動物屍體在衛生與美觀方面極具困擾，故需迅速收集處分——通常可以緊急電召處理之。它們極易腐化，尤以夏季潮濕氣候為最，常引來大量蒼蠅與昆蟲。

2-1-9 廢棄車輛

廢棄車輛包括客車、卡車、拖車等廢棄不用而棄置於街道或其他公共場所者，常缺乏車燈、輪胎及其他易脫落零件。其餘除處理須經

市政當局之監督，為清潔機構或公路單位或警察之責任。

2 - 1 - 10 建築廢料

建築廢料指住宅、機構、舖路等之施工或拆除建物等之廢棄物，包括挖坊、石子、混凝土、磚塊、瓦片、灰泥、木材、絕緣材料及水管材料、電線等。此類廢棄物僅少部份允許與家庭垃圾一道收集處分，大部份均得個別收集處分。

2 - 1 - 11 工業垃圾

工業垃圾指來自工廠、加工廠及其他生產製造廠之固體廢棄物，不同之工業常有特殊之廢棄物；其處理需由工廠本身行之。此類垃圾包括食品加工與屠宰場之易腐有機物、丟棄物、電廠、焚化爐與大工廠之煤渣灰燼，以及其他各種特殊廢物。易腐化之工業垃圾可能引起令人厭惡之臭味、蚊蠅、昆蟲，甚至危害公共健康，故其儲存、搬運與處分均需受市政當局之監督。

2 - 1 - 12 特殊廢物

有害廢物指致病性、爆炸性、放射性與毒性類之難處理物質，須要小心管制及適當處分以免人類或動物受到感染。此類廢物通常由排放之機構或工廠自行處分，但來自住宅區或商業區者則常與其他垃圾混合由市政當局收集之。

2 - 1 - 13 動物與農業廢棄物

農業廢棄物主要是各種農產場所；包括乳酪農場、家禽家畜蓄養場之糞便與穀類殘餘物，雖然農業與市政似是分別不同，但有許多城市（如台北市、台中市）仍設有農業區，甚至有牧場者。於某些情況下，住宅區、商業區與工業區常濱臨農業區，一般的農業廢棄物處理法即不實用，甚至引致公害或造成衛生問題。雖然大部份農業廢棄物不與都市垃圾合併收集，但兩者合併處理或處分，往往能達滿意與經濟的要求。