

우리나라都市 固形廢棄物의 堆肥化에 關한 研究

金 丙 泰

(서울大學校 環境大學院
附設 環境計劃研究所)

— 目 次 —

- I. 序論
- II. 堆肥化의 必要性
- III. 實驗方法
 - III-1. 前處理 및 實驗裝置
 - III-2. 分析方法
- IV. 實驗結果의 分析
 - IV-1. 우리나라 廢棄物 堆肥
化의 適正運營條件
 - IV-1-1. 下水슬러지 混合의
影響
 - IV-1-2. 粒子크기의 影響
 - IV-2. 廢棄物堆肥의 比較 分析
 - IV-3. 廢棄物堆肥의 安全性 分析
 - IV-4. 堆肥化의 效果 및 活用
方案
 - IV-4-1. 經濟的 效果
 - IV-4-2. 廢棄物處理 效果
 - IV-4-3. 堆肥化의 活用方案
- V. 結論

I. 序論

都市 固形廢棄物은 資源으로서의 價値를 喪失한 物質로 認識되어져 廢棄物의 處理에 있어서도 단순히 묻어서 보이지 않으면 滿足한다는 水準에서 考慮되어져 왔다. 그러나 人口의 增加와 都市集中, 生活水準의 向上으로 인한 廢棄物의 急速한 量的 增加는 높은 環境의 質을 追求하는 人間에게 環境의 質을 떨어뜨리는 要因으로 作用하면서부터 廢棄物의 處理에 關心을 나타내게 되었다.

우리나라의 廢棄物 處理는 埋立以外에는 試圖하지 않았으며 燒却工程을 導入하려는 計劃이 있으나 燒却은 工程自體上의 問題點뿐만 아니라 2次의인 環境汚染이 內包되어 있으며 우리나라의 廢棄物은 熱量이 낮아 燒却工程導入에 不利한 條件으로 作用한다.¹⁾

그리고 都市 固形廢棄物의 處理는 廢棄物의 量的 側面에서 뿐만 아니라 質的인 側面에서도 研究되어져야 한다.

우리나라 都市 固形廢棄物은 量的 增加와 함께 質的인 面에서 腐敗性 物質의 含有量도 대폭 增加함으로써 廢棄物內 有機物質의 資源化活用을 위한 處理方法의 改善, 處理前·後의 衛生性, 環境에의 安全性등 廢棄物의 有機物質에 대한 處理問題가 擡頭되고 있는 實情이다.

堆肥化는 古代 農業國家에서부터 農作物의 副産物을 利用하여 堆肥를 生産하여 온 方法이 그 起源이 된다.

그러나 農作物에 主로 使用되어 오던 堆肥化

는 安全性 및 效率性에 對한 理論的 뒷받침이 이루어지지 않았으며 최근의 文明 發達에 따른 必然的인 廢棄物의 發生으로 廢棄物內 有機物 質性分 增加에 따라 廢棄物의 堆肥化가 研究되고 있다. 現代社會에서 廢棄物 堆肥化는 廢棄物의 處理問題뿐만 아니라 耕作土를 유지하기 위한 腐植土(humus) 供給의 問題를 同時에 解決할 수 있는 自然的 處理方法이다.

이와같은 觀點에서 本 研究는 우리나라 都市 固形廢棄物의 약 30%를 차지하고 있는 腐敗性 有機物質의 處理方案으로 機械的 堆肥化에의 適用可能性 및 運營條件을 分析하고 이의 效果 및 活用方案을 研究함으로써 堆肥化를 利用한 都市 固形廢棄物 處理問題의 解決에 接近하고자 한다.

本 研究에서는 우리나라 全體廢棄物 發生量의 약 48%를 차지하고 있는 서울特別市의 家庭廢棄物을 對象으로 하였다.

II. 堆肥化의 必要性

우리나라의 都市 固形廢棄物處理는 收去나 埋立에 依存함으로써 埋立地의 不足을 加重시키고 資源化 可能物質을 浪費하고 있는 實情이다.

특히 埋立地의 不足은 심각하여 서울시의 경우 난지도에 1977년부터 埋立을 始作하여 1983년에 65%를 埋立完了하였으며 1986년에는 完全히 埋立完了될 豫定이나 서울시에서는 以後의 埋立地를 確保하지 못하고 있는 實情이

다.⁶⁾ 따라서 埋立地의 確保問題를 緩和하기 위하여서도 埋立爲主에서 벗어나 廢棄物의 資源化處理가 시급히 推進되어야 한다.

廢棄物의 處理는 排出量, 物理·化學的 性分, 地域的 與件을 고려하여 選擇되어야 한다.

廢棄物 處理方法은 埋立, 燒却, 燃料化, 堆肥化 등의 方法이 있으나 燃料化는 아직 實用化할 수 없으므로 주로 埋立, 燒却, 堆肥化로 大別할 수 있다.

각 工程의 適當 處理費用은 埋立이 가장 낮고 堆肥化, 燒却의 順으로 높아지며 이들의 比는 1:2.4:3.4(回收熱의 電氣生産燒却) 라는 結果가 있다.⁷⁾

外國에서는 埋立과 함께 燒却이 主工程이 되고 있으며 이는 <表 1>에 나타난 바와 같다.

1974년부터 1981년까지의 서울시 廢棄物發生量 및 物理的 組成은 <表 2>에 나타나고 있다.

<表 2>에서 現在로서는 資源化할 수 없는 煉炭灰가 1981年 56.11%를 차지하여 資源化處理를 위하여는 煉炭灰의 分離收去가 必須的이다.

堆肥化性 物質은 1974年의 12.58%에서 1981年 30.64%로 약 2.4배의 組成變化를 보였으며 이는 總量으로 약 6.8배의 量的 增加를 가져오고 있다. 可燃性 物質은 1981年 堆肥化 物質의 1/4.7에 지나지 않아 發生量 및 物理的 組成으로는 堆肥化가 우리나라 廢棄物

<表 1> 外國의 廢棄物 處理 實態

	埋 立	燒 却	堆 肥 化	기타(自然處理)
獨 逸	72	25	3	
네 델 란 드	50	30	20	
英 國	91	9	< 1	
벨 기 에	62	29	9	
日 本 (1976) ¹⁾	26.9	60.6	1.6	10.9
프랑스(파리, 1974) ¹⁾	7	89	4	

資料; H., Aler et al., Solid Waste Conversion to Energy, New York: Marcel Dekker Inc., 1980, p. 30

1) 신성철, "都市 廢棄物의 에너지化," 에너지管理工團, 「에너지管理」, 1983. 1., Vol. 8, No. 80, p. 71.

〈表 2〉 서울시 固形廢棄物의 發生量 및 物理的 組成

(단위 : %), () 안은 연탄재 불포함

		1974	1976	1978	1980	1981	
發 生 量 (톤)		2,767,858	3,243,920	4,203,602	5,924,454	7,743,319	
堆肥化 性物質	小 計	12.58(85.06)	14.85(74.81)	12.57(62.85)	20.00(63.00)	30.64(69.81)	
	紙 類	1.27(8.59)	3.25(16.37)	3.55(17.75)	5.76(18.14)	7.20(16.40)	
	廚 芥 類	11.31(76.47)	11.60(58.44)	8.37(41.85)	11.01(34.68)	17.67(40.26)	
	其 他			0.65(3.25)	3.23(10.18)	5.77(13.15)	
小 計		87.42(14.94)	85.15(25.19)	87.43(37.15)	80.00(37.00)	69.36(30.19)	
非堆 肥化 性物質	可 燃 性 物 質	計	1.40(9.47)	3.50(17.63)	5.78(28.90)	6.23(19.64)	6.56(14.95)
	비닐, 플라스틱類	0.31(2.10)	1.20(6.05)	1.93(9.65)	2.30(7.25)	2.93(6.68)	
	木 材 類	0.71(4.80)	1.13(5.69)	0.71(3.55)	1.64(5.17)	1.77(4.03)	
	纖 維 類	0.38(2.57)	1.17(5.89)	1.84(9.20)	1.91(6.02)	1.44(3.28)	
	고 무 가 축 類			1.30(6.50)	0.38(1.20)	0.42(0.96)	
	不 燃 性 物 質	計	86.02(5.47)	81.65(7.56)	81.65(8.25)	73.77(17.36)	62.80(15.24)
	煉 炭 類	85.21	80.15	80.00	68.26	56.11	
	金 屬 類	0.15(1.01)	0.44(2.22)	0.75(3.75)	1.77(5.58)	0.87(1.98)	
	초자, 도자기類	0.66(4.46)	1.06(5.34)	0.88(4.40)	0.89(2.80)	2.01(4.58)	
	其 他			0.02(0.10)	2.85(8.98)	3.81(8.68)	
		100(100)	100(100)	100(100)	100(100)	100(100)	

資料; 서울시 清掃課

〈表 3〉 우리나라 廢棄物의 化學的 組成

區 分	水 分 含 量 (%)			發 熱 量 ²⁾ (cal/g)		C/N 比 ²⁾	
	1978	1981.6.20	1982 ²⁾	乾量基準	濕量基準		
可 燃 性 物 質	廚 芥 類	63.25	50.65	85.9	3,020	430	
	紙 類	22.22	65.96	46.0	4,820	2,600	
	「플라스틱」類	17.43	30.91	23.2	7,820	6,010	
	纖 維 類	23.75	38.15	21.4	5,600	4,400	
	木 材 類	14.51	43.88	24.3	5,300	4,010	
	고 무 類	18.2	7.32	5.5	6,740	6,370	
	其 他	37.96 ¹⁾	63.10 ¹⁾	16.0	740	620	
不 燃 性 質	유 리 類		8.06				
	金 屬 類	6.6	0				
	非金屬類(연탄재包含)	2.98	21.97				
平 均				54.8	3,960	1,790	23.7

註: 1) 짚, 풀類 2) 서울, 仁川, 利川, 加平 4 個地域 平均

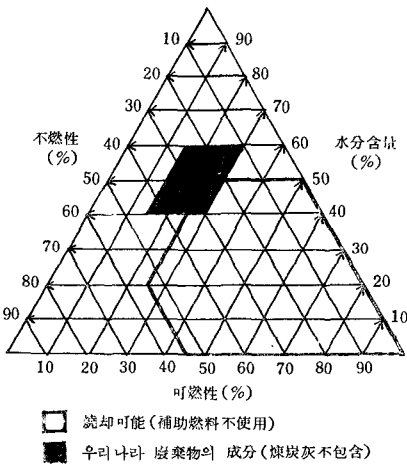
資料: 1) 李 承務, 「都市廢棄物 埋立地 安全度 調査研究」, 延世大學校 産業技術研究所, 1981. 10, p. 30.

2) 서울시廳 清掃課 3) 環境廳

資源化處理의 基本方法이 되어야 하고 外國의 處理實態(〈表 1〉 參照)와는 다르게 處理되어야 함을 示唆하여 주고 있다.

또한 質의 側面에서의 處理方法 選擇에 考慮되어지는 項目은 水分含量, 發熱量, C/N 比로서 우리나라 廢棄物의 組成은 〈表 3〉과 같다. 〈表 3〉을 이용하면 燒却可能物質은 1981年 廢棄物의 13.76%에 해당하며 水分含量으로는 약 1/4에 해당하여 (〈圖 1〉 參照) 燒却處理에는 補助燃料나 脫水의 過程이 必然的이 되어 經濟的 側面에서 不利하다.

〈圖 1〉 廢棄物 燒却 構成範圍



堆肥化에 適合한 條件은 水分含量 50% C/N比 20~30의 範圍로서 우리나라 廢棄物은 水分含量 54.8%, C/N比 23.7로 堆肥化에 適合한 條件을 갖추고 있다.

더우기 우리나라는 農業이 基盤을 形成하고 있으나 土壤은 63%가 低位生産力을 나타내고 있으며 農藥 및 化學肥料의 使用增加로 因하여 物理·化學的 性質의 變化로 土壤의 地力減少가 심하다. 또한 堆肥의 生産도 勞動力과 農業有機資源의 不足으로 農家自體의 自給이 어려워지고 있어 都市 固形廢棄物의 堆肥化에 의한 堆肥供給이 強調되고 있다.

따라서 우리나라의 廢棄物은 土壤環境의 側面에서도 堆肥에 대한 需要가 增加하고 있으므로 廢棄物의 處理를 위해서는 堆肥化가 우선적으로 實施되어야 하고, 多量의 廢棄物을 處理하기 위해서는 機械的 堆肥化가 必要하다.

III. 實驗方法

우리나라 廢棄物의 機械的 堆肥化 運營條件으로서 廢棄物 粒子크기와 下水슬러지와의 混合堆肥率을 測定하고자 하였다.

III-1. 前處理 및 實驗裝置

本 實驗의 試料은 용산구 서부이촌동의 煉炭을 使用하지 않는 아파트廢棄物을 1983年 9月에 收去하여 우선 非堆肥化性 物質을 選別 除去한 후 切斷機로 0.5 cm, 2 cm의 粉碎試料과 無粉碎試料로 나누었다.

또한 각 粒子크기別 試料에 대하여 0%, 10%, 20%, 33%의 下水슬러지를 混合한 全體重量 1kg을 本 實驗의 試料로 使用하였다.

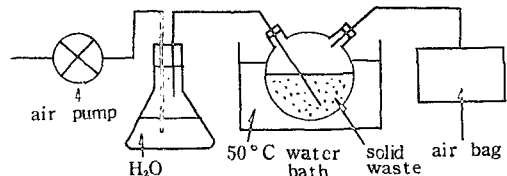
各 試料에 대한 粒子크기와 下水슬러지와의 混合量은 〈表 4〉에 나타나 있다.

〈表 4〉 試料의 粒子크기와 混合重量

項 試料番號	粒子크기 (cm)	混合重量 (g)	
		廢棄物	下水슬러지
1	2	1,000	-
2	2	900	100
3	2	800	200
4	2	670	330
5	0.5	900	100
6	0.5	670	330
7	未粉碎	900	100
8	未粉碎	670	330

各 試料은 2日間 陰地에서 通風乾燥하여 水分含量을 調節한 後 20日 동안 堆肥化하였다. 實驗裝置는 試料의 內容에 따라 8基를 설치하였으며 이의 裝置設計는 〈圖 2〉와 같다.

〈圖 2〉 實驗裝置의 設計



試料의 有機物質分解에 의한 發生가스는 에어백 (air bag)에 포집하여 가스內의 CO₂ 濃度를 測定함으로써 堆肥化 程度의 判斷指標로 삼았다.

〈다음 號 계속〉