

# 우리나라都市 固形廢棄物의 堆肥化에 關한 研究 (II)

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. 結語

### III-2. 分析方法

最初試料는 廢棄物과 下水슬러지의 水分含量, 有機物, 窒素, 灼熱減量을 測定하여 各 試料의 混合比를 고려하여 計算하였다.

最終堆肥化物質은 各 試料에 대하여 最初試料와 같은 項目을 測定하였으며 肥效 및 安全性을 分析하기 위하여 磷酸, Ca, Mg, Cu, Zn, Cd를 測定하였다.

分析方法으로는 pH, 水分含量, 灼熱減量은 農村振興廳 土壤化學分析法<sup>1)</sup>를 使用하였고 有機物은 Tyurin 法, 窒素는 全窒素定量法, 磷酸은 Lancaster 法, Ca, Mg, Cu, Zn, Cd는 Standard Method<sup>2)</sup>의 원자흡광도법을 使用하였다.

### IV. 實驗結果의 分析

#### IV-1. 우리나라 廢棄物 堆肥化의 適正運營 條件

最初試料의 成分別 含量 分析結果는 <表5>에 나타내었다.

堆肥化 程度의 測定指標로 CO<sub>2</sub>를 利用하여 測定한 各 試料의 CO<sub>2</sub> 發生量은 <그림 3>, <그림 4>, <그림 5>에 나타내었다.

#### IV-1-1. 下水슬러지 混合의 影響

實驗의 結果에 의하면 0.5 cm 粒子에서는 10% 混合試料에서 2日後에 26,400 ml/day의 CO<sub>2</sub> 最高發生量이 나타났다. 2 cm 粒子에서는 0%, 10%, 20%, 33%의 廢으로 CO<sub>2</sub> 發生量이 높게 나타나고 있다. CO<sub>2</sub> 發生日數는 6,000 ml

〈表 5〉 最初試料의 成分分析

試料番號	pH	水分含量 (wet wt.%)	灼熱減量 (dry wt.%)	有機物 (dry wt.%)	C (dry wt.%)	N (dry wt.%)	C/N
1	6.49	71.68	66.58	37.45	21.72	0.707	30.72
2	8.83	71.39	64.15	36.14	20.96	0.860	24.37
3	9.58	71.10	61.72	34.82	20.20	1.014	19.92
4	10.49	70.72	58.47	33.08	19.19	1.218	15.76
5	8.83	71.39	64.15	36.14	20.96	0.860	24.37
6	10.49	70.72	58.47	33.08	19.19	1.218	15.76
7	8.83	71.39	64.15	36.14	20.96	0.860	24.37
8	10.49	70.72	58.47	33.08	19.19	1.218	15.76

/day를 基準으로 하여 10%, 0%, 20%, 33%의 順으로 發生日數가 많았다. 無粉碎試料에서는 모두 12,000~13,800 ml/day의 낮은 CO<sub>2</sub> 發生量을 나타내 충분히 堆肥化되지 않았음을 알 수 있다.

위의 結果를 綜合하면 우리나라 廢棄物의 機械的 堆肥化에서 下水슬러지는 混合하지 않아도 良質의 堆肥를 生産할 수 있으며 슬러지의 混合比는 10%, 20%, 33%의 順으로 堆肥化가 效率的으로 進行된다. 이는 各 試料의 C/N比와도 일치하고 있어 C/N比 30 정도가 最適의 堆肥化 條件임을 알 수 있다. 그러나 本 實驗의 試料는 高·中所得層의 廢棄物을 對象으로 하였으므로 中·低所得層의 廢棄物에서는 窒素源의 供給에 의한 混合堆肥化에 대한 研究가 더욱 必要하다.

IV-1-2. 粒子크기의 影響

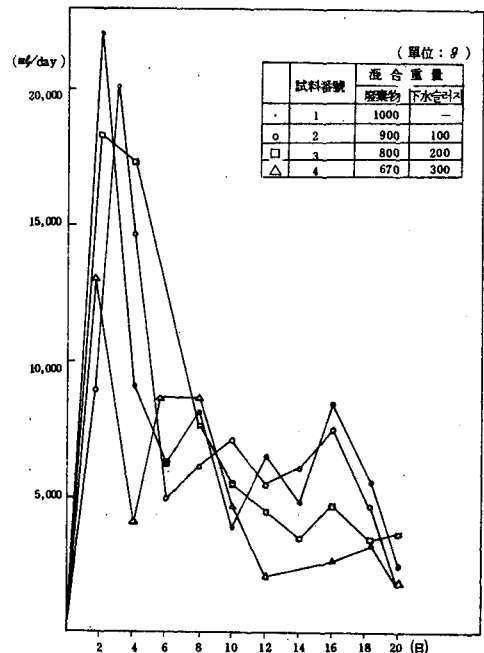
本 實驗의 結果 0.5 cm 粒子가 20,000~26,400 ml/day의 CO<sub>2</sub> 發生量을 나타내 2 cm 粒子의 最高發生量 13,000~22,000 ml/day보다 높으나 0.5 cm 粒子는 CO<sub>2</sub> 最高發生量 以後 發生量이 급격히 低下되어 2 cm 粒子試料보다 낮은 發生量을 보이고 있다. 無粉碎粒子는 11,300~12,700 ml/day의 낮은 CO<sub>2</sub> 最高發生量을 나타내 機械的 堆肥化에는 부적당하다.

또한 無粉碎粒子試料는 實驗중의 뒤집기時 完全히 섞여지지 않아 堆肥의 質的 均一性을 이루기 가 어려울 것이다.

따라서 機械的 堆肥化의 最適 粒子크기는 CO<sub>2</sub> 最高發生量과 以後의 發生量을 고려하면 2 cm가 最適이다.

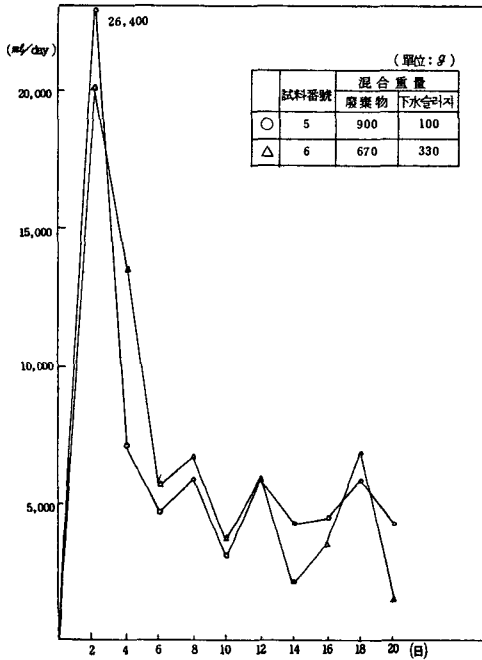
以上的 粒子크기와 下水슬러지 混合堆肥化를 綜合하면 우리나라 廢棄物의 機械的 堆肥化에 適合한 粒子크기는 2 cm로서 下水슬러지의 混合이 없어도 良質의 堆肥를 生産할 수 있으나 廢棄物의 構成 成分을 고려하여 10%의 下水슬러지 混合堆肥化工程도 가능한 것으로 分析된다.

〈그림 3〉 2 cm 粒子試料의 CO<sub>2</sub> 發生量

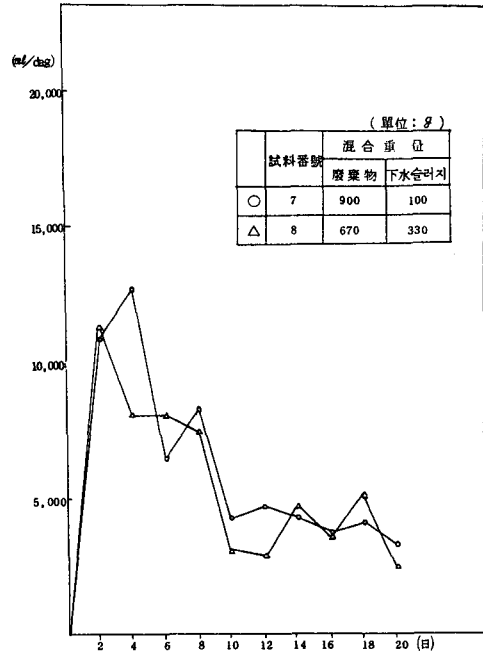


또한 機械的 堆肥化에서 反應槽內的 廢棄物 滯留期間을 設計할 수 있는 冷却期 完了日은 平均 6 日로 나타났다.

〈그림 4〉 0.5 cm 粒子試料의 CO<sub>2</sub> 發生量



〈그림 5〉 未分碎試料의 CO<sub>2</sub> 發生量



#### IV-2. 廢棄物堆肥의 肥效 分析

本 實驗의 最終試料에 대한 成分 分析의 結果는 〈表 6〉에 나타내었다.

堆肥의 肥效를 나타내는 重要한 成分으로는 植物의 營養素로 利用되는 窒素의 含量이다.

堆肥化가 가장 活發하게 進行된 試料 1, 2, 5, 7의 窒素含量은 0.77~0.98%로 平均 0.907%로 나타나 우리나라 農村의 퇴구비 0.6%보다 우수한 肥效를 나타내고 있다.<sup>4)</sup>

廢棄物堆肥의 施肥에 의한 地力增加의 效果는

〈表 6〉 廢棄物 堆肥의 成分 分析

試料番號	pH	水分含量 (drywt.%)	灼熱減量 (drywt.%)	腐蝕含量 (drywt.%)	N (drywt.%)	C/N	P (ppm)	Ca (%)	Mg (%)
1	8.53	64.80	41.47	25.74	0.973	15.34	333.92	0.916	0.275
2	8.43	59.69	42.87	27.58	0.77	20.26	239.36	0.628	0.177
3	8.32	59.39	42.12	25.34	1.008	14.58	78.51	0.810	0.248
4	8.01	52.29	40.90	22.76	1.106	11.93	66.07	0.710	0.229
5	8.26	54.66	44.10	16.55	0.905	10.61	294.74	0.811	0.293
6	8.03	53.96	41.83	23.27	1.064	12.69	57.45	0.792	0.256
7	8.41	62.08	43.88	24.14	0.98	20.20	261.7	0.560	0.179
8	8.08	68.15	40.90	22.23	1.008	12.80	64.15	0.838	0.270

주로 腐蝕含量과 pH에 기인한다.

腐蝕은 地力測定의 指標로서 水分의 含有率을 높임으로써 土壤粒子的 파괴를 抑制시키고 土壤內 營養素의 流失을 줄이는 역할을 한다.

本 實驗의 結果로 나타난 試料 1, 2, 5, 7의 腐蝕含量 平均은 24%로 매우 우수한 腐蝕土이다.<sup>3)</sup>

또한 pH는 8.01 ~ 8.03의 범위로 우리나라 논토양의 平均 pH는 5.5이므로 廢棄物堆肥를 施肥하면 土壤을 中和시켜 土壤의 物理性을 改良시킬 수 있다.

土壤의 pH가 낮으면 重金屬이 물에 容解되어 植物體內에 吸收되므로 重金屬 피해가 우려되나 알칼리성인 廢棄物堆肥는 이의 作用을 防止할 수 있는 效果를 기대할 수 있다.

#### IV-3. 廢棄物堆肥의 安全性 分析

本 實驗의 結果 廢棄物堆肥의 重金屬含有量은 <表 7>에 나타나 있다.

<表 7> 廢棄物 堆肥의 重金屬 含量

試料番號	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
1	1.93	93.95	1.57
2	1.50	60.41	0.82
3	1.41	12.58	0.54
4	1.35	7.20	0.75
5	1.73	57.10	0.80
6	1.84	2.56	1.67
7	1.21	30.57	0.54
8	2.33	79.01	1.68

이 含量은 Higgins가 分類한 堆肥內의 重金屬含量基準과 比較하여 모두 下級에 속하여 人體에 대하여 安全함을 보여주고 있다. (<表 8> 參照)

#### IV-4. 堆肥化의 效果 및 活用方案

##### IV-4-1. 經濟的 效果

우리나라 廢棄物에 對한 堆肥化를 活用하기 위하여는 他 處理方法과 比較하여 經濟性이 높

<表 8> 堆肥의 重金屬 含量 分類

(單位: mg / kg)

	下	中	上
Pb	100 ~ 400	400 ~ 100	1,000
Zn	100 ~ 1,200	1,200 ~ 2,000	2,000
Cu	100 ~ 600	600 ~ 1,200	1,200
Ni	20 ~ 100	100 ~ 200	200
Cd	1 ~ 15	15 ~ 35	35

資料: A. J. Higgins, "Technical Issues Involving Sludge and Compost Use," Biocycle, Vol. 24, No. 1, 1983, p. 42.

아야 한다.

本 項에서는 廢棄物處理에 一般的으로 使用되는 埋立, 堆肥化, 燃燒 燒却, 스팀生産 燒却으로 區分하여 分析하였다.

處理技術의 經濟性은 再活用實態, 技術水準, 地域의 與件에 따른 販賣網의 確保, 收去實態등에 따라 달라지나 本 項에서의 分析前提는 다음과 같다.

埋立費用은 서울시 廢棄物處理費用의 內譯으로 算定하였다. 堆肥化費用 및 燒却費用은 煉炭灰를 除外한 1984年의 廢棄物 發生量에 대하여 紙類(40% 回收), 비닐·플라스틱類(90% 回收), 金屬類(90% 回收)의 再活用과 堆肥 및 스팀의 販賣를 고려하여 算正하였다.

廢棄物 相當 埋立處理費의 算定結果는 <表 9>에 나타나 있다.

<表 9> 埋立處理費用의 算定

廢棄物處理(埋立)費	內譯(단위): 千원	相當處理費(1982년 가격/톤)
管理費用(1982)	419,958	87.62
施設費用	2,256,747	486.53
作業場費(1977년)	356,747	
機防費(1976년)	1,300,000	
土地買入(1977년)	5,050,981	1,861
計		2,435.15

資料: 1) 서울特別市, 「一般會計收入支出 決算書」, 1975 ~ 1981.

2) 서울特別市, 濟經課

「다음호 계속」