

衛生處理場 슬러지의 肥料化에 關한 研究

李 燦 基* · 韓 春 鎬**

A Study on the Fertilizer Applicability of Sludge from Nightsoil Treatment Plant

Chan-Ki Lee* · Chun-Ho Han**

Abstract

This study is conducted to provide useful fertilizer or soil conditioner of sludge from nightsoil treatment plant. Several possibilities present themselves. The major sink for disposal of waste sludge is the land, and in this case values will be measured primarily in terms of agricultural benefits.

According to the result of sludge drying experiment, the drying rate with mixing once a day was more increased by three times than the state without mixing. And in sludge, N was 7-9%, P was 0.85-4.14%, and coliform groups in dried sludge were 75 MPN/gr.

1. 序 論

우리나라의 경우 매일 10,946 kl 의 糞尿가 都市地域에서 收去되고 있으며 이 중 約 46% 정도가 衛生處理場에서 處理되고 있으며 繼續인 處理場의 建設로 處理量은 增加될 展望이다.¹⁾ 處理 過程에서 排出 되는 슬러지는 탈수 및 건조가 어렵고 많은 量의 슬러지 處分에도 어려움이 있다. 現在 各種 處理場에서 排出되는 슬러지의 含水율은 농축조인 경우 95% 내외이며 消化槽 沈澱地인 경우도 비슷하여 탈수 장치를 거치거나 直接 廢棄시키고 있다. 탈수 장치를 거칠 경우에도 70%~80%의 含水율로 排出시키고 있다. 이러한 슬러지는 含水율이 커서 운반과정에서 오는 經濟的 損失과 肥料로

利用하려 하여도 施肥에 어려움이 있다.

衛生處理場 排出 슬러지는 대장균 및 기생충 등이 生糞의 경우 보다 많이 감소된 狀態이므로 적당한 조제과정만 거치면 農業이나 森林에 有用한 代替 肥料나 土地改良劑로 使用 可能하다고 생각된다. 슬러지의 農土 還元은 소각이나 매립 처분에서 오는 재오염 문제를 防止할 뿐만 아니라 農產物 및 林木生産에 기여하는 二重效果를 가져올 수 있다.

本 研究은 衛生處理場의 廢棄 슬러지를 再利用하기 위하여 슬러지의 排出特性을 調査하고 肥料成分을 포함한 各種 微量成分을 分析하여 肥料效果 및 土地改良劑로서 適當성을 검토하기 위한 것이다. 한편 슬러지의 건조 및 조제과정을 실험하여 施肥의 용이도 및 악취 제거로 거부감을 감소하기 위한 시도를 하였으며

* 江原大學校 工科大学 土木工學科 助教授

** 江原大學校 工科大学 土木工學科 專任講師

* Assistant Professor, Dept. of Civil Eng., Kangweon Natil. Univ.

** Instructor, Dept. of Civil Eng., Kangweon Natil. Univ.

슬러지 肥料의 製造過程에서 대장균 群의 감소율을 測定하여 衛生的인 側面도 檢討하였다.

2. 實驗方法

슬러지의 건조실험을 수행하기 위하여 Fig. 1 과 같이 자연건조상 3 set 와 vinyl 건조상 2 set

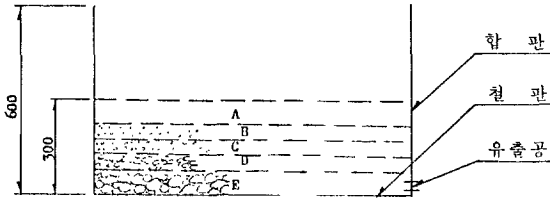
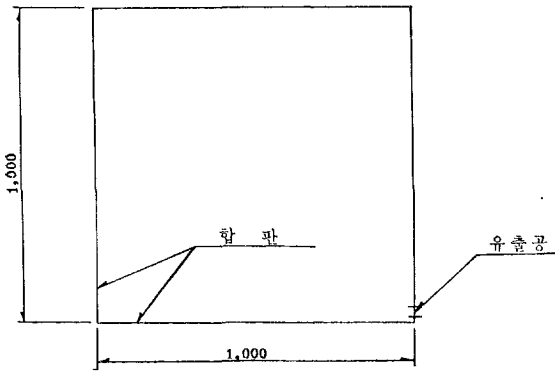


Fig. 1. Sludge Drying Bed

를 設置하였다. 상의 면적은 $1m \times 1m$ 로 하였으며, 높이는 60cm 로 제작되었다. 이중 30cm 를 슬러지 지지층으로 하고 지지층은 체가름에 의한 재료를 설계 치수대로 설치하였다. vinyl 건조상의 상의 면적은 자연 건조상과 동일 規格으로 하였으며 상부의 비닐커버의 경사를 1:10 정도로 하였고 사방측벽도 비닐로 막았다. 그리고 통풍구를 가장 상부에 설치하였다. 건조상 밑면에는 流出水(Dranage)를 모을 수 있도록 $1.1m \times 1.1m$ 되는 철판을 깔아 流出水가 한군데로 모이도록 設置하였다.

熱風乾燥 실험을 위하여 실험실용 열풍 건조장치가 제작되었으며 그 상세도는 Fig. 2와 같다. 건조상의 중간에 슬러지를 지지할 수 있는

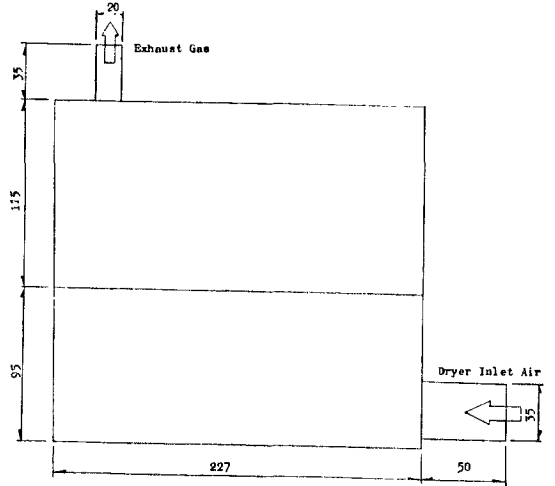


Fig. 2. Heat-Drying Bed

세철풀망과 이것을 지지해주는 조철풀망으로 설계되었다. 열풍기는 100V, 60Hz, 600W 의 전기 열풍기로서, 열풍을 불어 냉도록 장치되었다. 건조 실험은 衛生處理場 排出 슬러지를 採取하여 實驗室에서 分析하였다.

슬러지 肥料의 固形化(大型 固形肥料)를 위하여 Fig. 3과 같은 몰드를 2 set 製作하여 1회에

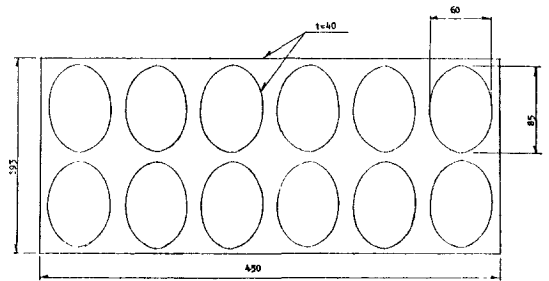


Fig. 3. Mould for Sludge Blanket

12개의 대형 고풍비료가 제작되었으며 實驗用으로 約 500여개를 제작하여 邑목(묘포장)에 施肥하였으며 냄새 및 보관실험용으로 使用하였다.

分析項目은 各 時間別 含水율을 測定하였으며 슬러지의 量, 氣溫, 濕度, 降雨量, 熱風溫度 등도 測定되었다. 濕度 및 降雨量은 實驗地域의 측후소의 資料를 活用하였다. 한편 各 時間 시료를 일정량 채취하여 대장균군, 기생충, 슬러지의 성분 등이 분석되었다. 슬러지의 비

료의 성분 및 증급속으로는 C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Si, Co, Na 이 분석되었다. 모든 분석은 환경오염 공정 시험법²⁾ 및 Standard Method³⁾에 의거 분석되었다.

3. 實驗結果 및 分析

1) 슬러지의 沈澱 및 탈수 特性

消化槽 슬러지의 沈澱 特性을 分析한 結果가 Table 1, 2, 3에 나타려 있다. 消化溫度가 35°C

Table 1. Sludge Characteristics of Single Stage Digester

Time (hr)	Sludge Volume (ml)	Clear Liquid Volume (ml)
14 : 30	500	0
16 : 00	265	0
17 : 30	235	5
10 : 00	200	10
14 : 30	195	12
14 : 30	195	13
14 : 30	195	0

Table 2. Settling Efficiencies of Single Stage Digester

	SS(mg/l)		VSS(mg/l)	
	Effluent	Settled Sludge	Effluent	Settled Sludge
	16,235	28,360	13,456	25,760
	15,878	26,536	12,780	23,382
Ave.	16,359	27,448	13,128	24,321

Table 4. Sludge Characteristics of Anaerobic Digester

Sludge type	Concentration (mg/l)							
	TBOD	SBOD	TCOD	SCOD	SS	VSS	TS	V3
1st Stage Digester	24,966	19,121	54,365	21,428	17,800	14,800	44,666	24,660
	13,300	9,340	—	—	—	—	62,600	40,500
2nd Stage Digester	—	—	—	—	21,375	18,000	42,000	26,000

Table 3. Wasting Sludge Concentration of Two Stage Digester

	Eff. SS(mg/l)	Sludge Concentration (mg/l)
	3,275	37,050
	6,644	34,345
	6,100	43,955
	5,200	48,370
Ave.	5,304	40,930

일 때 HRT 와 SRT 가 20日인 경우의 消化槽 流出水를 500ml 採取하여 沈澱實驗을 實施한 結果 1시간 30분 후 約 47%가 沈澱되었으나 流出水의 색상이 진하였던 관계로 슬러지 層과 上澄液의 區別이 불분명하였으며 沈澱時間이 오래 될수록 層의 區別이 뚜렷하여 졌다. 沈澱을 시작한 후 3시간이 경과했을 때 슬러지層이 235ml 로 53%의 上澄液層이 形成되었고 24時間 후에는 슬러지 容積이 195ml 로 61%의 上液澄層이 形成되었다.

消化槽의 沈澱效率는 沈澱 前의 SS 는 約 16,000mg/l 가 24時間後 約 27,000mg/l 정도로 濃縮되었으며 VSS 는 約 13,000mg/l 에서 約 25,000mg/l 정도로 濃縮되었다. 이것은 SS 중 約 66% 정도가 24時間 동안에 沈澱된 것이다. 實驗室用 二段消化槽의 沈澱 슬러지 濃도는 40,930mg/l 로 상당히 우수한 濃縮 效果를 나타내고 있다. 이 경우 沈澱槽 滯留時間은 9.3日 이었다.

嫌氣性 消化式으로 處理되고 있는 既存 衛生 處理場에서 排出되고 있는 슬러지의 水質을 分析한 것이 Table 4에 있으며 이 경우의 固形物

濃度は約 2% 内外로 나타나고 있다. 위와 같은 약 2%의 슬러지는 탈수 또는 濃縮過程을 거쳐 高濃度の 固形物로 排出 되는데 消化 슬

러지를 부상 濃縮시키고 있는 기존 處理場 (100kg/day 시설용량)의 슬러지를 分析한 結果가 Table 5와 같다.

Table 5. Solids Concentration from Flotation System

試料 採取 場所 및 滯留時間	함 수 율 (%)	슬러지 배출원
부상조에서 2日間 滯留후 배출 슬러지	72-77	1消化槽, 2消化槽
야적장에서 10日 이상 머문후 처분된 슬러지	67	消化槽 슬러지
야적장에서 10日 이상 머문후 처분된 슬러지	57	Zimpo, 슬러지

부상조 滯留時間이 2日일 경우 부상되는 슬러지의 固形物 濃度は 約 20~30% 사이로 濃縮되고 있다. 이 슬러지가 슬러지 야적장에서 10日 이상 체류될 경우에는 固形物 濃도가 33~43% 정도로 增加되고 있다. 만약 衛生 處理場 內의 슬러지 건조상이 施設되어 야적장대신 排出 슬러지가 적당한 두께로 살포되어 건조된다면 훨씬 固形物比가 增加될 것이고 슬러지 운반 비용이 절감될 것이다. 즉, 슬러지의 濃縮은 肥料化를 위해서만이 아니고 운반과정의 便利와 운반경비의 절감을 위해서도 절대로 필요하다고 생각된다.

2) 乾燥床에 의한 슬러지 脫水效果 分析

슬러지를 乾燥하기 위하여 1m²의 지붕이 없는 건조상(일반 건조상) 및 비닐 건조상이 사용되었는데, 슬러지 試料의 살포 두께를 一般 乾燥床인 경우에 5, 10, 15, 20, 30cm로 變化시켰으며, 비닐 乾燥床인 경우에 5, 10, 20cm로 變化시켜 각 단계별 脫水實驗을 수행하였다.

슬러지 混合이 없을 경우의 一般 乾燥床 實驗 結果가 Table 6이며, 試料 살포두께 5cm 때에는 12日의 乾燥期間 동안에 원시료의 함수율

Table 6. Sludge Dewatering Efficiencies Drying Bed System(Without Mixing)

Time (days)	5cm Depth			10cm Depth					
	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)
0	74.40	70	20.0	74.40	70	20.0	78	73	5.2
1	65.30	72	21.9	67.2	72	21.9	72	83	7.7
2	63.20	70	22.9	67.3	70	22.9	73	78	8.9
3	63.00	68	23.0	66.2	68	23.0	67	81	7.7
4	62.50	59	24.8	64.10	59	24.8	66	72	9.7
5	60.40	58	23.9	62.70	58	23.9	70	69	10.4
6	58.40	65	22.7	61.60	65	22.7	68	72	10.8
7	56.44	81	19.7	60.63	81	19.7	—	—	—
8	55.65	68	22.8	60.28	68	22.8	—	—	—
9	53.65	69	24.0	59.63	69	24.0	—	—	—
10	53.61	72	22.8	54.77	72	22.8	—	—	—
11	53.68	73	23.5	54.37	73	23.5	—	—	—
12	51.16	69	23.0	52.74	69	23	—	—	—

Time (days)	15cm Depth			20cm Depth			30cm Depth		
	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)
0	74.4	70	20.0	78	73	5.2	78	73	5.2
1	71.0	72	21.9	74	83	7.7	76	83	7.7
2	68.5	70	22.9	71	78	8.9	73	78	8.9
3	68.5	68	23.0	71	81	7.7	72	81	7.7
4	68.4	59	24.8	72	72	9.7	72	72	9.7
5	62.2	58	23.9	70	69	10.4	72	69	10.4
6	62.1	65	22.7	71	72	10.8	71	72	10.8
7	62.12	81	19.7	—	—	—	—	—	—
8	62.42	68	22.8	—	—	—	—	—	—
9	60.32	69	24.0	—	—	—	—	—	—
10	56.53	72	22.8	—	—	—	—	—	—
11	54.66	73	23.5	—	—	—	—	—	—
12	54.58	69	23.0	—	—	—	—	—	—

74.4%에서 51.16%로 乾燥되어 22.8%의 乾燥率을 나타내고 있다. 살포두께 10cm, 15cm의 12日間 乾燥率은 각각 21.6%, 19.82%로 나타내고 있다. 이때의 氣溫은 19.7~24.8°C이었으며 공기중 습도는 58~81% 범위였다. 한편 氣溫이 5.2~10.8°C, 濕度가 69~83% 일 때 試料 살포두께 20cm 및 30cm에서의 乾燥率은 6日 동안에 7%로 나타나고 있다.

원 시료 함수율 74.4%, 살포두께 10cm, 건조 기간중 평균 습도 77%, 평균 기온 27°C의 조

건에서 6日間 乾燥率은 12.8%이었으며, 원시료 함수율 78%, 살포두께 10cm, 건조기간중 평균 습도 82%, 평균 기온 10°C의 조건에서 6日間 乾燥率은 10%로서 氣溫과 습도가 乾燥率에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 살포두께의 增加에 따른 乾燥率의 變化는 5, 15, 20, 30cm의 경우에 日當 乾燥率이 각각 1.90, 1.80, 1.65, 1.17%로 감소되어 살포두께 5cm에 비해 30cm의 경우에는 約 38% 정도로 乾燥率이 감소되고 있다. Table 7은 비닐 乾燥床

Table 7. Sludge Dewatering Efficiencies in Drying Bed System (Vinyl House Type) (Without Mixing)

Time (days)	5cm Depth			10cm Depth						20cm Depth		
	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)
0	74.40	70	20.0	74.40	70	20.0	78.00	73	5.2	78.00	73	5.2
1	69.90	72	21.9	69.20	72	21.9	74.00	83	7.7	74.00	83	7.7
2	69.90	70	22.9	69.20	70	22.9	70.50	78	8.9	71.00	78	8.9
3	68.30	68	23.0	67.30	68	23.0	69.00	81	7.7	69.00	81	7.7
4	68.00	59	24.8	65.80	59	24.8	70.00	72	9.7	71.00	72	9.7
5	64.30	58	23.9	62.90	58	23.9	70.00	69	10.4	71.00	69	10.4
6	64.20	65	22.7	62.60	65	22.7	67.00	72	10.8	68.00	72	10.8
7	57.63	81	19.7	62.68	81	19.7	—	—	—	—	—	—
8	57.75	68	22.8	62.44	68	22.8	—	—	—	—	—	—
9	57.67	69	24.0	59.54	69	24.0	—	—	—	—	—	—
10	55.86	72	22.8	58.25	72	22.8	—	—	—	—	—	—
11	50.94	73	23.0	51.09	73	23.5	—	—	—	—	—	—
12	46.79	69	—	49.56	69	23.0	—	—	—	—	—	—

에 의한 슬러지 乾燥結果로 試料의 混合이 없을 경우이다. 슬러지를 5cm 두께로 살포 했을 때 12日間에 含水율이 74.4%에서 46.79%로 감소되어 一般乾燥床의 5cm 살포時보다 4.81% 정도 乾燥가 빠르다. 살포두께 5, 10, 20cm 時

의 비닐 乾燥床의 日當 乾燥率은 각각 2.30, 2.07, 1.07%로서 一般乾燥床보다 비교적 크게 나타나고 있다. 乾燥床에서 乾燥시키고 있는 슬러지를 매일 1回씩 混合시킨 結果 Table 8과 같은 乾燥結果를 얻었다.

Table 8. Sludge Dewatering Efficiencies in Drying Bed System

Time (days)	5cm Depth			10cm Depth			15cm Depth		
	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Maisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)
0	74.4	78	20.5	74.4	78	20.5	74.4	78	20.5
1	73.0	82	22.2	74.0	82	22.2	75.0	82	22.2
2	66.5	77	23.0	69.2	77	23.0	68.1	77	23.0
3	57.0	74	22.6	66.8	77	22.6	70.10	74	22.6
4	50.2	78	23.0	63.9	78	23.0	67.7	78	23.0

※ 1日 1回 試料混合

5cm 살포時의 日當 乾燥率은 6.06%로서 동일 조건인 非混合時에 비해 무려 3배나 增加되고 있다. 이러한 사실은 混合이 슬러지 乾燥에 대단히 必要하다는 것을 말하며 氣溫이나 濕度보

다 영향이 크다. 살포두께 10cm 와 15cm 의 경우 日當 乾燥率은 각각 2.63, 1.68%로서 살포 두께가 增加할수록 混合의 영향은 작아지고 있다. Table 9는 1日 1回 混合時의 비닐 乾燥床

Table 9. Sludge Dewatering Efficiencies in Drying Bed System (Vinyl House Type)

Time (days)	5cm Depth			10cm Depth		
	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)	Moisture (%)	Humidity (%)	Temp. (°C)
0	74.4	78	20.5	74.4	78	20.5
1	74.0	82	22.2	74.0	82	22.2
2	67.8	77	23.0	68.8	77	23.0
3	66.6	74	22.6	67.5	74	22.6
4	64.5	78	23.0	66.6	78	23.0

※ 1日 1回 試料混合

에 의한 슬러지 乾燥結果로 살포두께 5cm 와 10cm 時의 日當 乾燥率은 각각 2.48, 1.95%이 었다. 이 경우는 一般乾燥床보다 效率이 떨어지고 있으며 동일조건인 非混合時의 乾燥率과 비슷한 結果를 나타내고 있다. 이것은 비닐 乾燥床의 通풍이 一般乾燥床보다 작기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 비닐 乾燥床은 通풍구 하나만 설치되어 있는 乾燥床 内部의 溫度가 높고 雨水의 영향을 입지 않는 유리한 點이 있는 대신

에 강제 通풍을 해야 한다는 불리한 點도 있다.

一般乾燥床 및 비닐 乾燥床에 의한 實驗結果를 토대로 회귀직선에 의한 分析을 시도하여 슬러지 肥料化를 위한 乾燥期間을 計算한것이 Table 10이다.

그리고 살포두께의 變化에 따른 乾燥率을 나타낸 것이 Fig. 4~6이다.

슬러지를 肥料化하기 위한 적정 含水율은 분쇄, 고형화를 위한 성형성, 작업의 난이도 및

Table 10. Drying Period for Fertilizer Production from Waste Sludge

		Depth (cm)	Drying Period(days)			
			Fine Granule (35±5%Hu)	Coarse Granule (40~45%Hu)		
Without Mixing	Open Drying Beds	5	18—25	15—18		
		10	21—27	17—21		
		15	21—28	18—21		
		20	34—44	30—34		
		30	34—44	30—34		
	Vinyl House Drying Beds	5	17—22	14—17		
		10	19—27	16—21		
		20	22—28	19—22		
		Mixing(Once a day)	Open Drying Beds	5	6—7	5—6
				10	12—16	10—12
15	18—23			15—18		
Vinyl House Drying Beds	5		12—16	11—12		
	10		15—19	13—15		

※ Hu : Moisture Content

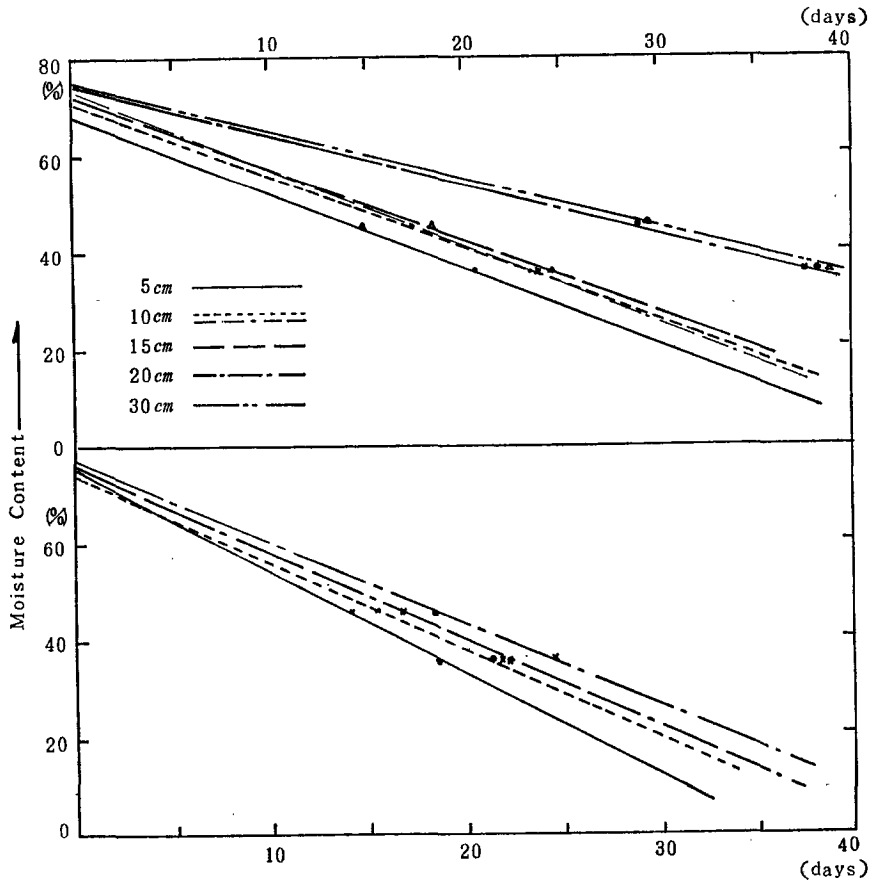


Fig. 4. Sludge Dewatering in Open Drying Beds(above) and Vinyl House Drying Beds (below). (Without Mixing)

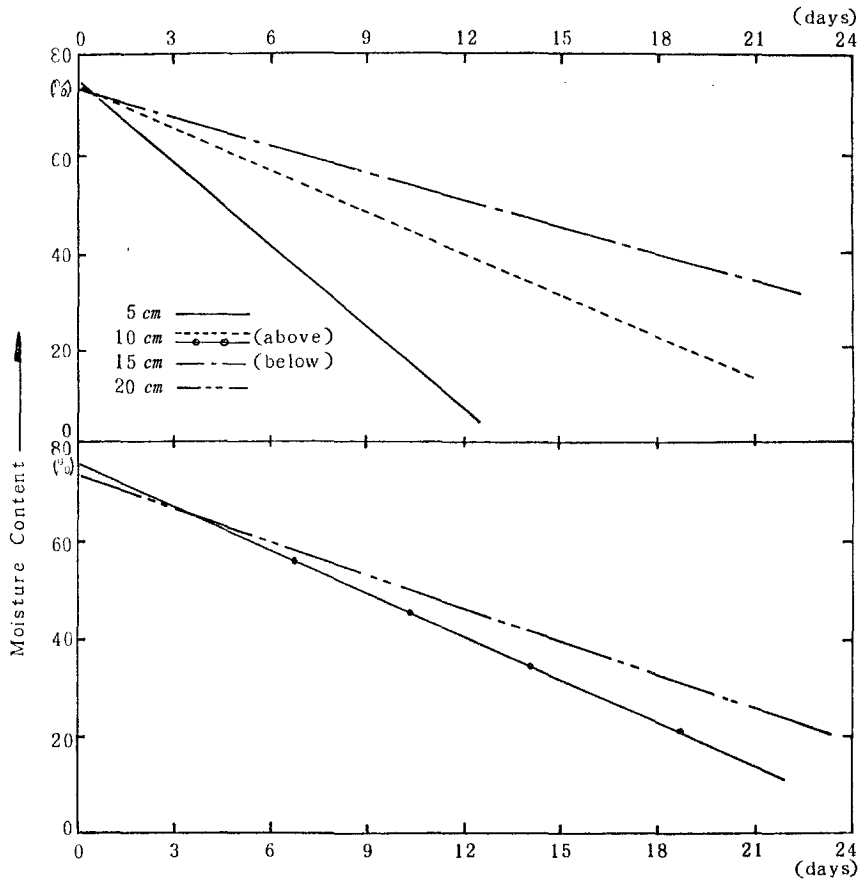


Fig. 5. Heat-Drying for Fertilizer Production from Waste Sludge. (Mixing)

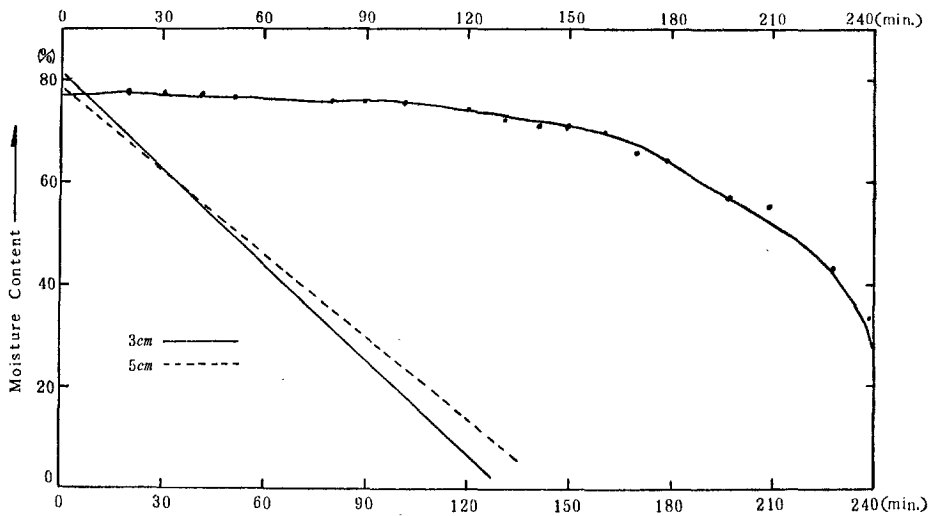


Fig. 6. Heat-Drying for Fertilizer Production from Waste Sludge.

보관상의 문제 등 다양한 요인이 작용하지만 實驗結果 소입자 고품비료(Fine Granule)의 경우에는 35±5% 함수율, 대형고형 비료(Coarse Granule)의 경우에는 40~45%의 함수율이 작업상 좋은 것으로 나타났다. 하루에 1 ton의 乾燥슬러지(40% 乾燥슬러지)를 生産하기 위한 乾燥床面積은 非混合時 15~30cm의 두께로 살포할 경우 約 300m²정도로 美國 E. P. A. 기준⁴⁾인 2,280m²보다 훨씬 작은데 이것은 本 研究時는 원시료의 함수율 約 75%를 40%로 乾燥시키기 위한 것이고 E. P. A 기준은 5% 內외의

濃縮슬러지를 40%로 乾燥시키는데, 必要한 面積이기 때문인 것으로 생각된다. 乾燥時에 混合을 실시할 경우 混合의 回數에 따라 乾燥床面積은 감소될 것으로 보이며 살포두께 15cm에서 非混合時에 비해 1回混合時는 約 16%의 乾燥時間을 단축 시키고 있다.

大量의 乾燥슬러지를 단시간에 生産하기 위한 熱風乾燥實驗은 有機物이 파괴되지 않는 범위내에서 수행 되었으며, 實驗結果는 Table 11과 같다.

實驗室用 熱風乾燥床을 利用하여 試料 살포

Table 11. Heat-Drying Efficiencies of Waste Sludge

Time (min.)	3cm Depth		5cm Depth		8cm Depth	
	Moisture (%)	Temp. of the Gas Stream(°C)	Moisture (%)	Temp. of the Gas Stream(°C)	Moisture (%)	Temp. of the Gas Stream(°C)
0	82	—	78	—	78.8	—
10	—	—	75	71	70.6	100
20	71.76	73	67	75	78.8	100
30	—	—	63	65	78.6	93
40	60.46	68	59	70	78.4	85
50	—	—	55	65	78.1	97
60	46.76	66	45	69	73.4	100
70	—	—	40	72	68.3	100
80	30.85	68	35	65	67.7	100
90	—	—	29	69	65.1	100
100	22.90	68	25	67	64.6	100
110	—	68	19	71	—	100
120	—	—	14	66	60.4	100
130	—	—	—	—	59.3	100
140	—	—	—	—	57.5	100
150	—	—	—	—	56.4	97.5
160	—	—	—	—	55.0	82
170	—	—	—	—	53.7	85
180	—	—	—	—	51.8	82
190	—	—	—	—	50.0	82
200	—	—	—	—	47.5	80
210	—	—	—	—	44.6	80
220	—	—	—	—	42.5	83
230	—	—	—	—	38.2	82
240	—	—	—	—	34.5	83

※ Temperature of the Raw Sludge=15.5°C
Temperature of the Drying Sludge=57°C

두께 3, 5, 8cm의 熱風乾燥結果 3cm와 5cm의 경우에는 乾燥率이 비슷하게 나타나며 8cm의 경우에는 乾燥率이 낮아지고 있다. 즉, 試料 살포두께 3, 5, 8cm의 경우 分當乾燥率은 각각

0.59, 0.53, 0.19%로서 3cm, 5cm의 乾燥率은 8cm의 경우보다 約 3배정도 높다. 슬러지의 함수율을 40%로 乾燥시키는데 소요되는 時間은 3, 5cm의 경우에 約 70분, 8cm의 경

우에는 225분 정도가 소요 되었으며 熱風溫度는 65~100°C 이었다. 熱風溫度는 초기에 높았으며 乾燥가 진행됨에 따라 감소 되었는데 이것은 초기에 水分에 의한 유막 현상으로 熱風이 통과하는데 저항이 컸던 것으로 생각된다. 40% 슬러지 1kg을 生産하기 위한 전력

량은 3cm에서 1.87kwh, 5cm에서 0.93kwh, 8cm에서 1.76kwh로서 5cm 살포시에 가장 적은 에너지를 요구하였다.

3) 슬러지 肥料

슬러지의 肥料效果를 검토하기 위해 슬러지

Table 12. Sludge Characteristics of Raw and Dried Samples

Samples	Concentration(%)				Concentration(ppm)		
	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Mn
Raw Anaerobic Digested Sludge	7.89	3.53	2.48	2.64	3680	1740	581
Raw Aerobic Digested Sludge	9.43	2.60	2.69	2.08	2780	1490	701
Drying Beds Sludge	8.63	4.14	2.96	3.08	3820	1710	697
Heat-Drying Sludge	8.80	3.46	2.80	2.53	4370	1818	580
Composting Sludge	9.82	1.73	1.92	1.23	4470	1116	548
Coarse Granule	7.33	0.85	2.69	2.08	—	1490	701

Samples	Concentration(ppm)						
	Zn	Cu	B	Mo	Si	Ca	Na
Raw Anaerobic Digested Sludge	3961	57	18.5	6.8	443	0.4	7977
Raw Aerobic Digested Sludge	477	73	18.4	9.0	488	1.6	2387
Drying Beds Sludge	391	46.1	22.2	8.2	416	0.8	8238
Heat-Drying Sludge	493	69	24.5	8.5	522	0.4	9090
Composting Sludge	328	53	11.6	4.4	1044	0.1	4033
Coarse Granule	477	73	18.4	9.0	488	1.6	2387

※ % or ppm of Dried Sample.

成分을 分析한 것이 Table 12이다.

슬러지의 대장균을 검사한 것이 Table 13이다.

그리고 生슬러지와 각 方法에 의해 건조된

슬러지 肥料를 施肥에 용이하도록 건조, 분

Table 13. Total and Fecal Coliform of Raw and Dried Samples

Samples	Total Coliform(MPN/gr)	Fecal Coliform(MPN/gr)
Raw Anaerobic Digested Sludge	1.2×10^4	$4.4 \times 10^3 \sim 1.2 \times 10^4$
Raw Aerobic Digested Sludge	1.2×10^6	2.2×10^5
5cm Beds Sludge	4.5×10^1	2.0×10^1
10cm Beds Sludge	$4.5 \times 10^2 \sim 1.2 \times 10^3$	$2.0 \times 10^2 \sim 1.2 \times 10^3$
15cm Beds Sludge	$2.0 \times 10^2 \sim 3.6 \times 10^4$	$1.0 \times 10^3 \sim 1.9 \times 10^3$
5cm Vinyl Beds Sludge	2.0×10^2	2.0×10^1
10cm Vinyl Beds Sludge	1.2×10^3	2.0×10^1
Heat-Drying Sludge	4.3×10^4	4.3×10^4
Fine Granul.	7.5×10^1	3.3×10^1
Coarse Granul	1.2×10^3	1.2×10^3

쇄한 소입자 고품비료는 직경 0.2~5mm 사이의 분포를, 대형 고품비료는 40g, 80g, 112g의 세가지 모델로 제작 되었다. 제조된 슬러지肥料는 생슬러지에 비해 냄새가 상당히 제거된 상태로 거부감을 유발하는 악취는 없고 소입자에서는 퇴비 냄새가 나으며 대형 고품에서는 거의 냄새가 나지 않았다.

Table 12의 결과에서 질소분은 7~9% 사이의 분포를 보이고 있는데 4.7~6.7%의 분포를 보이는 活性 슬러지의 경우보다 높은 편이다.⁶⁾ Anderson⁶⁾은 活性 슬러지內的 질소함량을 2.4~5.0%로 表示하고 있는데 슬러지 內에 포함된 질소분은 슬러지의 종류 및 處理 程度에 따라 차이가 있는 것으로 보인다. 인의 함량은 0.85~4.14%의 범위로서 活性 슬러지 內的 인의 함량인 1.22~4.80% 보다 약간 적은 편이다. K의 함량은 約 0.28~0.45%로서 活性 슬러지의 경우인 0.42~0.58% 보다 적은 편이다.

슬러지 內的 대장균은 Table 13의 결과에서 乾燥前의 嫌氣性 消化 슬러지가 1.2×10^4 MPN/gr 으로 好氣性 消化 슬러지의 1.2×10^6 MPN/gr 보다 적게 검출 되었다. 活性 슬러지 內的 대장균은 1.15×10^7 MPN/gr 으로 검출되고 있다.⁷⁾ 슬러지 內的 대장균은 乾燥時에 많이 감소되어 소입자 고품비료에서 7.5×10^1 MPN/gr, 대형 고품비료에서 1.2×10^3 MPN/gr 이 검출 되었다.

4. 結 論

衛生處理場에서 排出되는 廢슬러지를 農土에 利用하고자 슬러지의 肥料化 可能性을 검토한 結果 다음과 같다.

1) 부상조 체류시간이 2日 일 경우 부상되는 슬러지의 고품물 농도는 20~30%로 농축되고

있으며 야적장에서 10日 이상 체류될 경우 고품물 농도가 33~43% 정도로 증가 되고있다.

2) 슬러지 乾燥實驗結果 非混合時의 乾燥率은 슬러지 살포두께에 영향을 받았으며 살포두께 5cm 에 비해 30cm 의 경우에는 約 38% 정도의 乾燥率이 감소 되었다.

3) 건조 과정중에 슬러지를 1日 1회씩 混合 시킨 結果 非混合時에 비해 5cm 살포일 경우에 3倍 정도 乾燥率이 증가 하였으며 살포두께가 증가 할 수록 混合의 영향은 적었다.

4) 슬러지의 熱風乾燥結果 슬러지 살포두께 3~5cm 의 경우가 8cm 의 경우보다 約 3倍정도 높은 乾燥率을 나타 내었다.

5) 슬러지 內的 肥料成分은 N이 7~9%, P가 0.85~4.14%, K의 함량이 0.28~0.45% 정도이었다.

6) 슬러지 內的 대장균은 乾燥時에 많이 감소되어 소입자 고품일 경우 7.5×10^3 MPN/gr 정도 검출 되었다.

參 考 文 獻

1. 環境廳; 糞尿終末處理 施設 設置現況 (1981. 12)
2. 環境廳; 糞尿終末處理 施設 設置現況 (1983)
3. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edition, Amer. Pub. Health Assn., N. W. (1976)
4. Sludge Treatment and Disposal, E. P. A. Manual Series, Vol. IV (1979)
5. Wuhrmann, K., "High-Rate Activated Sludge Aeration and its Relation to Stream Sanitation", Sewage and Industrial Wastes, Vol. 26, (1) (1954)
6. Anderson, M. S., "Comparative Analysis of Sewage Sludge", Sewage and Industrial Wastes, Vol. 28, (2) (1965)
7. 崔義昭外, "糞尿의 衛生的 處理와 肥料化에 關한 研究", 國立環境研究所 研究報告書 (1982. 12)