

# 糞尿殘渣를 利用한 有機綜合肥料 開發

愼齊晟 · 成耆錫 · 林東圭

## Development of Organic Compound Fertilizer Based on Treated Human Waste

Jae-Sung Shin,\* Ki-Seog Seong\* and Dong-Kyu Lim\*

### Summary

An organic compound fertilizer was manufactured using wet oxidation human waste as principal source of phosphorus and organic matter. The waste was treated with sulfuric and glutamic acids to increase the available and water-soluble  $P_2O_5$  contents.

The treatment of 0.1 N sulfuric acid with 24 hours curing was best way in recovering the maximum percentage of  $P_2O_5$  originally in the waste.

The particle size distribution of trial product varied considerably in the amount of glutamic acid used for granulation. The number of relatively large fertilizer particles was increased as the amount of glutamic acid was increased. The granule crushing strength was generally high in large granules in which 12.5 weight percent of glutamic acid were used for granulation. The trial product showed high moisture absorption due to its porous structure and chemical makeup.

### 緒 論

우리나라에서는 人糞尿가 最近까지 大部分 田畝에 肥料로서 施用되어 왔다.

'70年代初 서울, 釜山 等 대도시를 필두로 糞尿 処理場이 建設됨에 따라 도시 근교에서 糞尿를 衛生的으로 處理하게 되어 生糞을 直接施用하는 진풍경은 더 以上 찾아볼 수 없게 되었다.

人糞尿를 衛生死理하여 副生된 것이 糞尿殘渣이며 糞尿殘渣는 處理施設 및 工程에 따라 몇 種類로 区分된다.

主要 處理方法으로는 濕式酸化, 活性汚泥, 加溫 消化 및 酸化處理法等이 있으며 도시 糞尿處理場은 이들 工程中 단독 또는 一部를 混合한 施設로 糞尿를 處理하고 있다. 이와 같은 處理施設에서 生産된 糞尿殘渣는 一般的으로 生糞尿와는 달리 惡臭, 病虫卵이 除去되었으며 有機成分의 一部가 無機化되는 등 잇점이 있어 肥料로서도 生糞尿에 비해 有利한 점이 많다.<sup>(3)(7)</sup>

우리나라에서 糞尿處理場의 嚆矢는 '72年 竣工된 서울 西部處理場이며 이후 부터 濕式酸化殘渣의 活用性에 對한 研究가 進行되어 왔으며<sup>(1)(2)(4)(5)</sup> 現在 濕式糞尿殘渣는 副產物 肥料로서 肥料工程規格에 設定되어 유통되고 있다.

濕式糞尿殘渣는 高溫, 高壓狀態(210°C, 70kg/cm<sup>2</sup> 以上)로 조절된 밀폐 용기內에 空氣와 함께 連續 連續의 酸化反應에 依하여 分解處理되어 產出된 것으로 有機物含量이 50%以上이고 磷酸含量이 10%以上이며 窒素3.7%, 苦土3.7%, 石灰2.8%等 多量元素가 比較的 많이 含有되어 있고<sup>(6)</sup> Filter press에 依한 水分除去로 다루기가 용이하고 냄새도 심하지 않을 뿐 아니라 磷酸含量이 特히 높아 有機質 및 磷酸質肥料 資源으로 活用性이 크다.

本 試驗에서는 濕式酸化殘渣의 磷酸 및 有機物 成分을 주축으로한 有機綜合肥料試製品을 製造하여 特性을 究明하였고 또한 糞尿殘渣中 磷酸成分의 可溶率 增進을 위하여 황산과 당밀폐액을 利用하여 廢酸類에 依한 磷酸可溶率 향상과 效果를 調査하였다.

\* 農業技術研究所 (Institute of Agricultural Sciences)

材料 및 方法

有機綜合肥料 試製品の 磷酸 및 有機物源으로는 糞尿殘渣, 窒素源으로는 尿素, 加里源은 塩化加里를 使用하였다.

糞尿殘渣의 磷酸可溶率을 높이기 위하여 황산 0.1 0.05, 0.01, 0.005N 濃度와 당밀페액은 10, 5, 1, 0.5% 溶液을 糞尿殘渣와 同量(부피)으로 混合하여 0, 24, 48 時間後의 磷酸可溶率과 pH를 調査하였다.

試製品の 製造工程은 그림 1 과 같으며 糞尿殘渣의 量과 同量의 酸處理(황산0.5N)를 하여 후속(24

hr)시킨 다음 試製品の 目標成分(表 2) 含量에 맞도록 尿素, 塩化加里, 硼砂를 添加하고 製粒機(Pan granulator)에서 製粒하였다.

製粒된 試製品은 40~50℃ 乾燥機에서 乾燥, 粒度가 3~5 mm되도록 篩別한 것을 供試材料로 하였다.

試製品에 對한 粒度別 硬度는 10kg 저울위에 肥料粒子를 놓고 눌러 깨지기 始作할 때의 抵抗으로 表示하였으며 水分吸收率은 18℃, 100% 相對濕度 條件에서 試製品の 水分含量을 調査하였다.

其他 特性分析은 農技研 標準肥料 分析法에 準하였다.

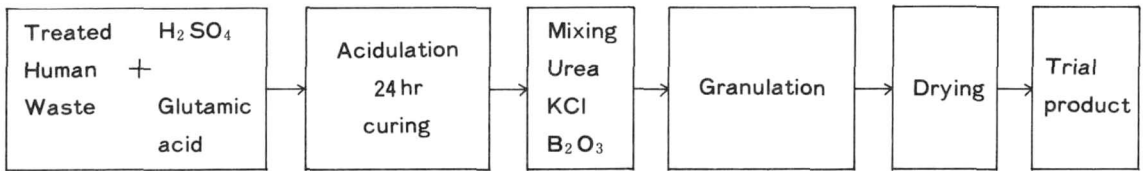


Fig. 1. Schematic representation of manufacturing process of trial product.

Table 1. Chemical composition of raw materials used.

Material	Constituent	pH (1:5)	(DM : %)						
			H <sub>2</sub> O	OM	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Treated human waste		7.4	40.2	52.2	3.7	12.9	0.3	2.8	3.7
Glutamic acid		3.2	58.5	82.7	9.5	0.4	8.7	0.8	0.7
Byproduct	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>								92.7

Table 2. Proposed nutrient composition of trial product.

(Expressed as : %)					
T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	OM
11	10	10	3	0.2	40

結果 및 考察

濕式糞尿 殘渣中の 磷酸成分은 遲效性磷酸으로 쉽게 作物에 吸收利用되지 않으며 酸處理에 依하여 水溶性 磷酸含量이 增加되므로 糞尿殘渣를 황산 및 당밀페액으로 酸處理하여 使用하였다.<sup>(2) (4)</sup>

糞尿殘渣中の 枸溶性내지 難溶性 磷酸鹽이 酸分解에 依하여 水溶性 磷酸으로 分解되는 過程은 濕式 磷酸質 肥料 製造의 基本原理로서 表 3에서 보는 바

와 같이 酸處理에 依하여 磷酸枸溶率이 增加되었다.

酸種類別로는 황산을 處理한 糞尿殘渣의 磷酸枸溶率이 당밀페액 處理보다 높은 傾向이었으며 황산 濃度別로는 0.1N에서 磷酸은 거의 전부가 枸溶化된 반면 당밀페액 10%處理에서 98에 이르렀으며 황산 및 당밀페액 濃度에 따라 枸溶率의 差異가 있었으나 그 差異는 크지 않았고 實際 糞尿殘渣中の 枸溶性 磷酸含量은 90% 内外로 황산 및 당밀페액에 依한 枸溶率 增大效果는 最大 10%이었다.

黃酸 및 당밀페액에 依한 枸溶率增大는 酸處理後 24時間後에 最高에 達했으며 時間이 經過함에 따라 枸溶性 磷酸含量이 減少되었다. 특히 당밀페액의 境遇에 枸溶性 磷酸이 크게 減少되는 것으로 나타났으며 일단 可溶化되었던 磷酸이 不溶性 磷酸鹽으로 轉換은 당밀페액에서 添加된 各種 鹽에 起因된 것으로 思料된다.

**Table 3.** Changes in citric acid soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of treated human waste during acidulation in specific reference to time and concentration of acid treatment. (%)

Time(Hr)	Acid				Glutamic acid (%)			
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (N)							
	0.1	0.05	0.01	0.005	10	5	1	0.5
0	92.9	93.8	94.0	93.6	92.4	94.0	92.4	92.7
24	100.0	98.2	94.7	96.4	98.2	96.4	92.9	96.4
48	95.5	94.2	93.0	91.8	83.2	79.6	93.0	86.9

당밀폐액 處理에 의한 拘溶率增大는 糞尿殘渣의 pH와 相關이 있었다.

表 4 에서와 같이 황산 및 당밀폐액 處理에 의하여 糞尿殘渣의 pH는 떨어지는 傾向이었으며 0.1 N 황산 處理의 境遇 24時間後에 가장 낮았으며 당밀폐액의 境遇에도 10%處理區가 낮아 磷酸可溶率과 pH와는 一定한 關係가 있었다.

酸處理한 糞尿殘渣의 pH는 후속期間이 길어질수록 增加하여 48時間後에는 다시 높아지는 傾向이었다. 다만 당밀폐액 處理 糞尿殘渣의 境遇 pH의 經時的 變化는 황산處理에 比하여 微微한 것이 特徵이었다.

試製品은 酸處理(0.1 N 황산, 24時間후속)에 의하여 磷酸拘溶率을 높인 糞尿殘渣를 主軸으로 하여 試製品의 目標成分含量에 맞게 N, K<sub>2</sub>O를 化學肥料의 單肥로 添加하고(表 5) 당밀폐액을 接着劑로(Binder)하여 製造하였다.

試製品의 粒度分布 및 강도(Granule Crushing S-

trength)는 使用된 당밀폐액量에 따라 差異가 있었다.

그림 2 에서와 같이 가는 粒子(10mesh)는 당밀폐액量이 增加될수록 감소하는 傾向이었으며 굵은 粒子(6 mesh)의 量은 반대로 당밀폐액量이 增加할수록 增加하였다.

試製品 粒子의 강도(그림 3)는 당밀폐액 10% 添加한 것이 15%添加 製粒된 것에 比하여 높았다. 따라서 有機物이 40%含有된 3種複肥 製造時 강도가 좋은 粒子를 만들기 위해서는 接着劑로 당밀폐액의 添加量을 10%線으로 하는 것이 알맞은 것으로 보인다.

吸濕度는 相對濕度100% 18℃에서 試製品에서 大端히 높아 5.8%에 이르고 있다(그림 4).

試製品의 吸濕性이 比較的 높은 것은 有機物源으로 使用된 糞尿殘渣 및 당밀폐액의 物理化學的 特性 특히 水分吸收 能力에 起因되는 것으로 보인다.

**Table 4.** pH changes of treated human waste during acidulation.

Time(Hr)	Acid				Glutamic acid (%)			
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (N)							
	0.1	0.05	0.01	0.005	10	5	1	0.5
0	6.8	7.0	7.3	7.4	6.6	6.9	7.3	7.2
24	6.3	6.7	7.1	7.2	6.9	7.0	7.2	7.2
48	6.7	6.8	7.3	7.3	7.0	7.0	7.3	7.3

**Table 5.** Formulations of trial products using treated human waste, Urea, KCl, and B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%)

Constituents	Treated human waste	Glutamic acid liquid waste	Urea	KCl	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Trial product I	69.5	5.0	13.5	11.8	0.25
" II	68.8	6.0	13.5	11.5	0.25
" III	68.0	7.0	13.3	11.5	0.25
" IV	55.9	5.3	14.2	14.2	0.25

試製品の 水中溶出様相(그림 5)은 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 共히 初期에 大部分의 成分이 溶出되었으며 特히 化學肥料로 添加된 N 및 K<sub>2</sub>O 成分은 매우 높은데 반하여 水溶性 磷酸成分은 매우 낮은 것이 特徵으로 酸處理에 依하여도 水溶性 磷酸은 크게 增加되지 않은 것으로 보인다.

試製品은 3 種複肥로서 3 要素, 有機物外에 CaO MgO 其他 微量元素가 들어있어 園藝作物等에 特히 有用한 것으로 判斷되었다.

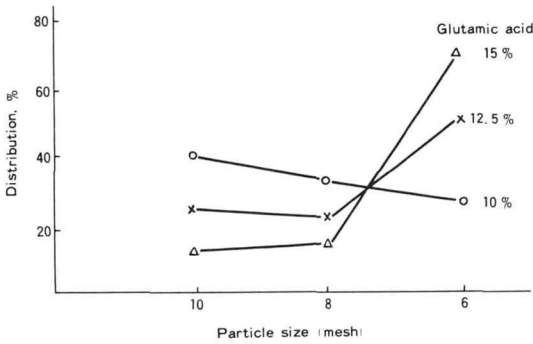


Fig. 2. Effect of amount of glutamic acid as binding source on particle size distribution.

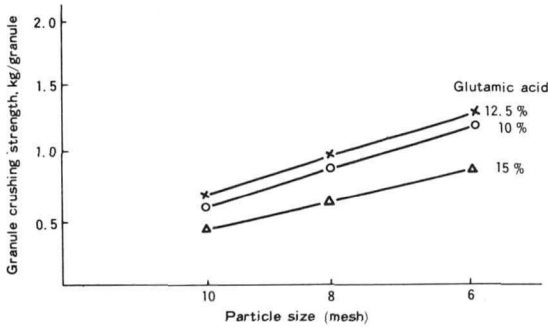


Fig. 3. Effect of particle size of trial product on granule crushing strength.

### 摘 要

濕式 糞尿殘渣中の 磷酸 및 有機物을 主軸으로 하여 有機綜合肥料를 製造하였다. 糞尿殘渣中の 磷酸 可溶率을 增加시키기 위하여 황산 및 당밀폐액을 處理하여 후숙시켰으며 황산 0.1N處理後 24時間 후숙시킨 것이 磷酸의 可溶率이 가장 높았다.

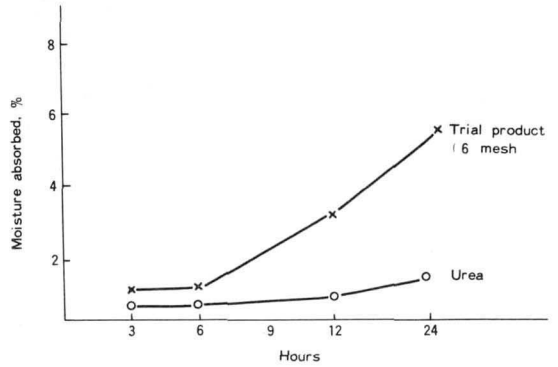


Fig. 4. Relationship between time and moisture absorption of trial product and urea at 20°C, 100 R. H. conditions.

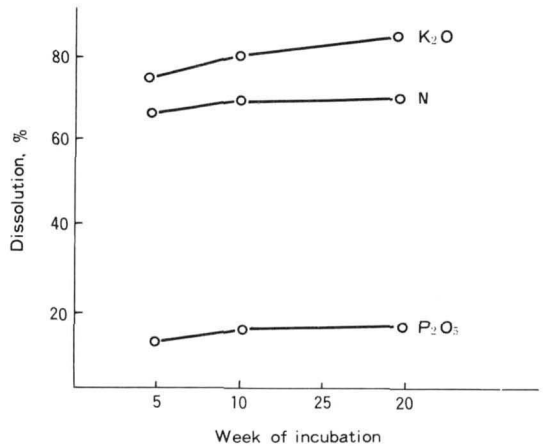


Fig. 5. Dissolution of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O components of trial product in water.

試製品の 粒度分布는 接着劑로 添加된 당밀폐액 量에 따라 差異가 있었으며 量이 增加될수록 粒度가 增加되었다.

試製品の 粒度가 클수록 硬度는 增加되었으며 接着劑로 添加된 당밀폐액量이 12.5%일 때 粒子의 硬度가 가장 높게 나타났다.

試製品の 吸濕度는 尿素에 比하여 大端히 높았으며 이는 試製品の 物理 化學的 特性에 起因되었다.

### 引 用 文 獻

1. 韓基確. 1978. 有機質 肥料 資源으로서의 産業廢棄物. 韓土肥誌, 11(3): 195-209.

2. 허일봉, 허범량, 이윤환. 1974. 肥料資源開發에 關한 試驗. 農技研報告書, pp. 86-90.
3. Olson R. J., J. J. Almy, J. J. Hanway and V. J. Kilmer. (ed) 1976. Fertilizer Technology and Use.
4. 박영대, 허일봉, 김규식, 심준우. 1976. 産業廢棄物 肥料化에 關한 試驗. 農技研報告書, pp. 21-44.
5. 성기석, 신제성. 1981. 産業廢棄物을 利用한 綜合 肥料開發. 農技研報告書, pp. 71-74.
6. 신제성, 임동규. 1982. 부존자원의 비료화 연구. 농기연보고서, pp. 56-58.
7. 山添文雄. 1982. 生活·産業 廢棄物の 農業利用に伴ら 地力的 諸問題. 農業おとび園藝, 57: 243-248.