

## 부패성유기폐기물의 석회 안정화에 관한 연구

### The Study On Lime-Stabilization of Decayed Organic Wastes

김 홍 래\*  
Hong Rai Kim

#### ABSTRACT

The aim of this study is, by the Lime-Stabilization of decayed Organic Wastes, in preventing the reclaimed Waste from being another pollution due to reclaiming those things.

1. A perfect reaction is possible by the addition of poor Stabilization-Lime of 5 percent in a short time of 5 minute.
2. PH of the Stabilization-handled Wastes rise over 12.
3. Malodorant of Stabilized Wastes is slight because malodorant Volatllize in the course of the Stabilization or is captured in the handled substance.
4. The second pollution scarcely brings about because a rapid decomposition is impossible on account of the coating of Alkali Substance.

#### 1. 서 론

인간생활에서 불가피하게 배출되는 가장 대표적인 유기폐기물중의 하나인 분뇨(정화조오니)와 최근 도시 하수처리과정에서 발생하는 엄청난 양의 오니는 오니 그 자체가 가지고 있는 악취, 기생충및 병원균 혐오감 등으로 그의 안전한 처리, 처분은 크나큰 사회문제로 대두되고 있다.

이러한 오니의 처분법으로 대부분의 처리장에서는 혐기성 또는 호기성 소화처리법을 채

택하고 있으나 처리후의 잉여오니에 대한 2차 오염 가능성은 상존하고 있는 실정이다.

특히 효율이 저조한 정화조에서 수거한 정화조 오니의 경우 다량의 미소화된 생분뇨가 그대로 포함되어 있으며 이를 단순한 탈수과정만으로 안정화되지 않은 상태에서 매립지에 매립할 경우 매립지에서 급격한 분해가 일어나서 불필요한 가스와 악취를 발생하고 지하수를 오염시키며 오니가 가지고 있는 기생충과 병원균에 의해서 2차오염을 유발한다.

특히 여름철에는 그 정도가 매우 심각하다.

또한 2차 처리시설이 없는 하수처리장에서 소

\*정회원 : 경희대학교 경영대학원

화시키지 않고 단순히 침전탈수된 하수오니 역시 매립지에 그냥 폐기하고 있는 실정이어서 그로 인한 2차오염 또한 문제이다.

따라서 본 연구에서는 분뇨, 하수오니 등의 부패성 유기폐기물을 안정화시켜 처분함으로써 유기성 폐기물로서의 2차오염을 막기 위한 것으로 석회안정화의 이론적 배경처리시설의 원리, 처리물에 대한 시험분석결과를 담고 있다.

## 2. 안정화의 정의 및 이론적 배경

### 2-1 안정화의 정의

유기성 폐기물의 환경오염 측면에서의 악영향은 악취, 기생충 및 병원균의 함유, 폐기지역에서 이들 폐기물의 급격한 분해로 인한 유해가스의 발생과 그 지역의 지하수 오염등을 들 수 있다. 따라서 이러한 유기폐기물의 환경정화에 대한 제반역기능을 정지, 감소 또는 제거시켜주는 처리를 안정화처리라 할 수 있다.

즉 악취를 제거하거나 유기폐기물내에 악취물질을 포획하므로써 서서히 방출되게 하고 기생충 및 병원균을 사멸 시키며 부패성을 억제 또는 감소시켜 자연상태에서 폐기물의 분해가 서서히 일어나게 처리하여 오히려 토양이나 주위 환경에 이롭게 작용하게끔 하는 제반 처리법을 안정화처리라고 한다.

### 2-2 석회안정화의 이론적 배경

미처리 오니에 석회(Lime)를 첨가하는 방법은 탈수를 촉진하기 위한 조정법으로 이용되어 온 방법이지만 안정화제로서의 석회는 비교적 최근에 인식된 것이다.

석회안정화법에서 미처리슬러지나 케익에 석회를 충분히 가하여 PH를 12 이상으로 높인다. PH가 높으면 미생물이 생존할 수 없는 환경이 되며 PH를 높게 유지하는 한 오니가 부패하거나 악취가 나거나 보건상의 위험이 초래되지 않게 된다.

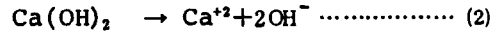
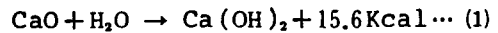
이 방법은 시설 및 운전비용,약품비용이 저

렴하며 오니와 케익내의 병원균이 거의 없어 토지에 환원시 문제가 적다는 장점이 있으나 PH가 11이하로 떨어질 경우 다시 부패할 우려가 있으며 또한 석회의 투입으로 오니케익의 생산량이 감소되지 않고 오히려 증가된다는 점이다.

본 연구에서의 석회안정화 처리과정은 처리대상유기폐기물에 산화칼슘(CaO)을 주성분으로 한 석회안정화제(공업용 CaO 95%+유기용집제 5%)를 투입하고 반응기에서 폐기물과 완전혼합 반응시켜 폐기물의 제반 환경오염의 기능을 정지시키는 것으로 본 연구의 안정화처리에 관한 이론적 배경은 다음과 같다.

#### 2-2-1 화학반응

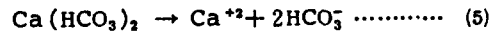
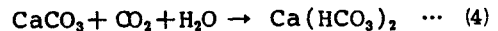
\*반응기내 - 산화칼슘이 물과 반응시 발생되는 열로 인하여 처리물의 온도가 40-50℃까지 상승하며 수산화칼슘의 해리로 처리물의 pH가 12-13까지 증가하여 강알칼리성을 유지하게 된다.



\*공기중 - 반응기에서 나온 처리물이 건조되면서 공기중의 CO<sub>2</sub>와 결합하여 탄산칼슘이 생성되며 이때 pH는 감소한다.



\*토양중 - 처리물을 토양에 살포하였을 때 토양중에 CO<sub>2</sub>가 녹아 있는 물과 처리물의 탄산칼슘이 반응하여 중탄산칼슘이 생성되고 이것은 해리하여 약알칼리성 상태가 되어 산성토양을 중화한다.



#### 2-2-2 탈취

\*화학적탈취 - 슬러지상태의 처리물이 고화하면서 악취발생물질을 포획한다.

○ 악취물질이 안정화제와 결합하여 염이 형성되어 이들 물질의 배출이 억제된다.

○ 반응열에 의한 온도의 상승은 NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S 등의 악취발생물질을 취산시킨다

\* 물리적탈취 - 처리물은 Fig.1과 같은 입단구조를 형성하여 악취물질을 포획하며 포획된 악취물질은 Ca(OH)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub> 등의 미립자의 작은 공극에 흡착되어 확산이 일어나지 않는다.

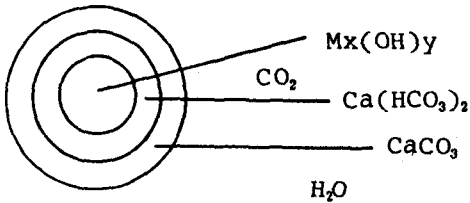


Fig.1 Granulation Structure of Stabilized Waste

### 2-2-3 살충및 살균

수산화칼슘 생성시의 발열과 수산화칼슘및 중탄산칼슘의 OH<sup>-</sup>와 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 등의 알칼리에 의하여 살충및 살균된다.

## 3. 안정화처리의 기본방향

### 3-1 유기성 폐기물의 특성

- 유기물의 농도가 높다.
- 악취가 발생한다.
- 기생충및 병원균을 함유하고 있다.
- 불안정하여 토양에 주입시 급격한 분해로 유해가스가 발생한다.
- 혐오감을 주고 취급이 어렵다.
- 수분이 과다하다.

### 3-2 처리시설의 기본방향

- 유기물을 그대로 유지시켜 토양에 환원할 수 있도록 한다.
- 악취를 제거한다.
- 살균및 살충되어야 한다.
- 토양환원시 분해가 서서히 일어나도록

안정화되어야 한다.

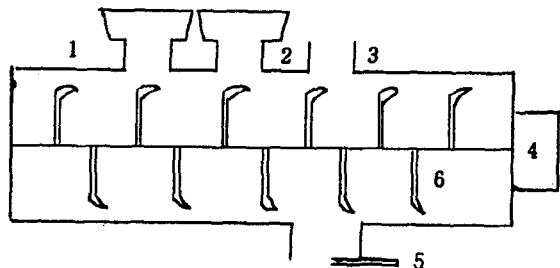
- 처리물의 혐오감이 적어야 한다.
- 처리공정이 간단하고 운전이 용이하여 고도의 전문가를 필요치 않아야 한다.
- 소규모시설로 많은 양처리가 가능해야 한다.
- 처리시설및 처리물에 의한 2차공해가 유발되지 않아야 한다.

## 4. 안정화 처리실험

### 4-1 반응기

본 반응기는 유기성 폐기물에 안정화제(공업용 CaO + 유기용질제)를 투입하여 반응시키는 것으로 반응물의 완전한 혼합을 위해 가동과 동시에 내부의 회전식교반기에 의해 반응물이 반응기의 공간내부에서 상호교차되면서 비교적 단시간 내에 균일한 혼합및 반응이 이루어진다. 이 반응기는 Fig2와 같이 원통형(50 × 100 cm) 모양으로 재질은 철판(3 mm)을 사용하였다.

반응기 내부에는 완전한 교반이 가능하도록 IMPELLER (너비 5 cm, 길이 17 cm, 두께 3 mm 철판으로 만든 HOOK TYPE)를 부착한 것으로 전원과 회전수, 오니, 약품투입량 등을 조절할 수 있도록 CONTROL PANEL 를 두고 있다.



- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1. WASTE HOPPER    | 4. MOTOR       |
| 2. ADDITIVE HOPPER | 5. OUTLET GATE |
| 3. DEODORIZER      | 6. IMPELLER    |

Fig2. Schematics of Stabilization reactor

4-2 실험용시료의 채취

시료는 서울시 한강관리사업소 하수처리장에서 정화조오니 하수오니 처리시 발생하는 오니케익을 사용하였다.

4-3 안정화제 투입량

반응기내에 유기성 폐기물과 함께 첨가하여 안정화반응을 진행시킬 안정화제투입량은 유기성폐기물의 특성에 따라 안정화처리대상 폐기물의 3-10 %를 사용하고, 안정화제투입량의 결정은 본 안정화처리목적인 탈취, 살균및 살충등 유기물의 안정화에 필요한 최소량으로서 반응기 내부에서 미세입자로 완전히 혼합되고, 각 유기물의 미립자를 모두 Coating 하면서 이론상 처리물의 PH를 최대로 할 수 있는 양이다.

따라서 처리대상 유기폐기물에 따른 안정화제의 최적량을 이론적으로 산출해 내는 것은 처리대상물성의 제요인이 다르기 때문에 매우 힘든 것이다. 그러므로 여러번의 반응기 가동에 의한 시험결과치와 실험결과를 토대로 결정하는 것이 합리적이라 하겠다. 본 실험에서는 시료에 대하여 5 %를 투입하였다.

4-4 반응시간

반응기내에서 반응시간도 처리대상 유기폐기물과 안정화제의 반응이 균일하게 완성되는데 필요한 최소의 시간으로서 교반에 의한 미립자의 균일한 혼합을 요하므로 고도의 혼합기술을 전제로 하는 것이다.

본 연구에서 사용한 반응기에서는 실험적으로 5분정도 이면 충분히 혼합및 반응이 완성되는 것으로 나타났다.

5. 안정화처리물의 시험분석및 고찰

5-1 처리물의 시험분석

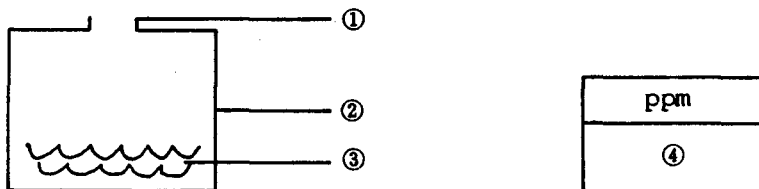
본 연구에서는 유기폐기물의 안정화정도를 알아보기 위하여 안정화처리전의 유기폐기물(정화조 오니케익, 하수오니케익)과 안정화과정을 거친 처리물에 대한 이화학적 성분을 시험분석하고, 아울러 안정화 처리뒤의 악취저감정도및 안정화 처리전후 Sludge Cake의 PH변화를 측정하였다.

(1) 악취저감정도 측정실험

악취저감도실험에 있어서 하수나 정화조오니의 악취원인물질은 암모니아, 유화수소, 메틸메르캅탄, 디메틸설파이드, 디메틸디설파이드 등인데 본 연구에서는 주원인물질인 NH<sub>3</sub>와 H<sub>2</sub>S의 휘산실험과 관능법으로 악취저감도를 동시에 측정하였다.

① 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 유화수소(H<sub>2</sub>S)의 휘산실험

\* 실험방법 - Fig3와 같이 체적이 1000 cm<sup>3</sup>인 원통모양(φ:8.1cm, H:19cm)의 폴리에틸렌의 병에 안정화처리전후의 Sludge Cake을 각각 300g씩 넣은후 병의 상부에 φ7mm의 구멍을 뚫어 GASTEC(GOMHC-3A)을 사용하여 일정시간간격으로 가스농도(ppm)을 측정하고 그 결과를 Table 1에 나타냈다.



1. VOLATILE HOLE                      3. SLUDGE CAKE  
2. POLY ETHYLENE VESSEL          4. GASTEC

Fig.3 Experiment of malodorant volatilization

부패성유기폐기물의 석회 안정화에 관한 연구

Table1. Results of malodorous volatile experiment

Unit:ppm

| Item | Time<br>Sample | 0    | 2hrs | 5hr  | 1days | 2day | 4day | 8day | 15day |
|------|----------------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
|      |                | NH   | 처리전  | 25.4 | 21.2  | 16.5 | 7.46 | 5.14 | 4.02  |
| 처리후  | 268            |      | 167  | 95.0 | 85.7  | 20.4 | 9.41 | 6.61 | 3.62  |
| HS   | 처리전            | 2.85 | 2.51 | 2.40 | 1.62  | 0.26 | 0.18 | 0    | *     |
|      | 처리후            | 3.76 | 1.64 | 1.23 | 0.98  | 0.67 | 0.65 | 0.34 | 0.21  |

② 관능법에 의한 악취실험

\* 실험방법 - Fig4와 같이 투명유리 비커 부터 7cm의 거리를 두고 일정시간 간격으로 (φ10.5cm, 높이 11cm)에 안정화처리 전후의 냄새를 맡는다. 그 결과는 Table 3에 나타냈다.  
Sludge Cake을 각각 200g씩 달아 비커의 바닥에 고루 퍼놓은 후 Sludge Cake 으로

Table2. Table of malodorous judgment

| 악취도 | 악취감지구분                             |
|-----|------------------------------------|
| 0   | 무취(취기를 감지하지 못함) : none             |
| 1   | 확실한 취(확실한 취기를 감지) : definite       |
| 2   | 보통 취(보통 취기를 감지) : moderate         |
| 3   | 강취(강한 취기를 감지) : strong             |
| 4   | 극심한 취(아주 강한 취기) : very strong      |
| 5   | 참기 어려운 취(견딜 수 없는 취기) : over strong |

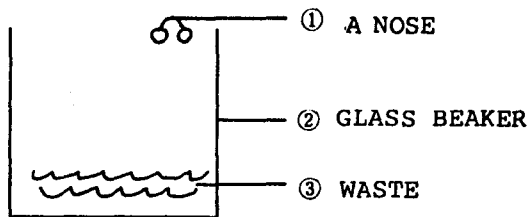


Fig4. Malodorous experiment of organic function method

Table3. Results of malodorous judgment

| Sample | T i m e |     |     |      |      |      |      |       |
|--------|---------|-----|-----|------|------|------|------|-------|
|        | 0       | 3hr | 6hr | 12hr | 24hr | 2day | 4day | 10day |
| 처리전    | 5       | 5   | 4   | 4    | 4    | 3    | 3    | 2     |
| 처리후    | 6       | 6   | 4   | 3    | 3    | 2    | 2    | 2     |

(2) 안정화처리 전후의 이화학적 성분변화 여 H<sub>2</sub>O, CaO 유기물 등의 성분을 분석하여 그 결과 안정화 처리전후의 Sludge Cake에 대한 과를 Table 4에 나타냈다.

Table 4. Results of chemical analysis for Waste

Unit: WT% Dry Base

| Item<br>Sample | H <sub>2</sub> O | PH    | O.M   | T-N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | T-S  | K <sub>2</sub> O |
|----------------|------------------|-------|-------|------|-------------------------------|------|------------------|
| 안정화처리전         | 72.21            | 7.41  | 82.63 | 3.44 | 2.45                          | 1.05 | 0.72             |
| // 처리후         | 65.92            | 12.72 | 61.47 | 2.13 | 0.96                          | 0.67 | 0.65             |

(3) 안정화 처리전후 Sludge Cake의 PH /mv)로 PH를 측정하고 시간의 경과에 따른 변화 변화를 Fig 5에 나타내었다.

실험방법 - 처리전후 Sludge Cake 을 1:5 로 하여 PH meter (HI 8418 printing PH

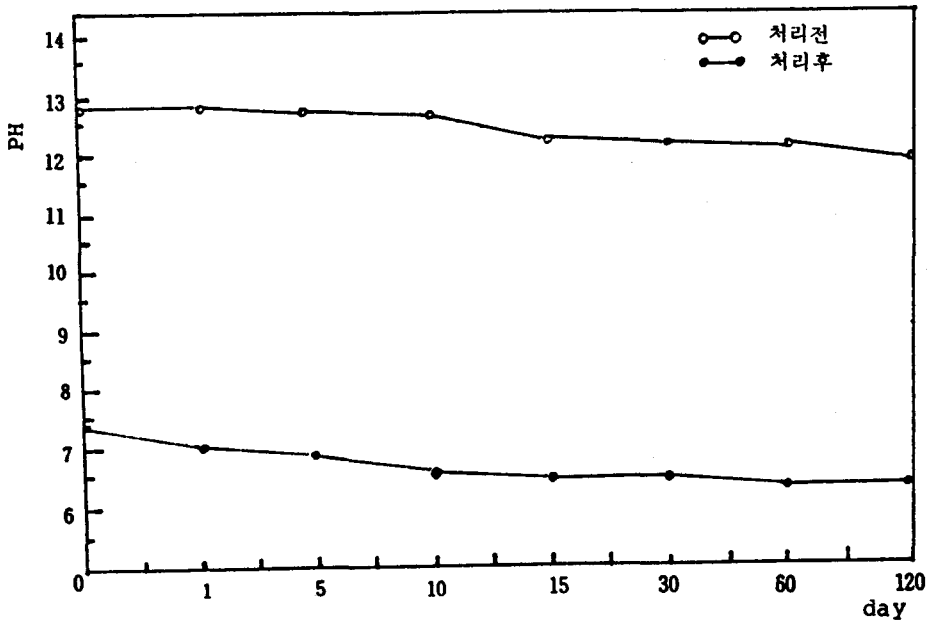


Fig 5. Relationship between PH and time

5-2 분석결과 및 고찰  
유기폐기물(하수, 정화조처리시 발생되는오니)의 안정화전후의 성분분석결과를 Table 4에 나타내었는데 그 결과를 보면 안정화처리직후 처리물의 PH는 12 이상으로 나타나 처리물이

강한 알카리성을 나타낸다는 것을 알 수 있었고, 또 처리물의 pH는 Fig 5와 같이 서서히 변화였다. 또 T-N(Total-Nitrogen) 분석 결과를 보면 처리직후 농도가 감소하는 것을 볼 수 있는데 이는 반응시 NH<sub>3</sub> 등의 질소 함유 가

스가 휘산하는데 기인된 것이다.

반응기를 가동시 강한 암모니아취를 감지할 수 있는 것도 이 때문이다. 그러나 2일과 4일뒤의 분석치가 별반차이를 나타내지 않는 것으로 보아 일정량이 휘산된뒤 처리물은 안정되어 더 이상의 강한 취기를 나타내지 않음을 알 수 있다.

이러한 변화는 Sulfer의 분석결과에서 더욱 뚜렷한 현상을 볼 수 있다. 즉 반응중 또는 처리직후 H<sub>2</sub>S 등의 휘산으로 농도가 현저히 감소하나 2일과 4일뒤에는 안정이 되고 있다.

## 6. 결 론

인간생활에서 배출되는 분뇨(정화조오니)와 도시하수 처리과정에서 발생하는 다량의 부패성 유기폐기물을 안정화시켜 처리함으로써 악취, 지하수오염, 불필요한 가스의 발생, 병원균으로 인한 오염등 2차오염을 막기 위한 것으로 본 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 연구실험에서 3-10% 정도의 낮은 안정화제의 첨가율과 5분 정도의 짧은 반응시간에서 처리물의 pH가 12 이상까지 상승한다.

2. 악취 물질은 안정화제와 결합하여 염이 형성되거나 처리물에 포획되어 배출이 억제되며 비교적 휘산하기 쉬운 물질은 반응열 또는 알카리에 의해 안정화처리중에 휘산된다.

3. 반응기에서 안정화제와 함께 혼합처리된 처리물은 유기물이 알카리물질에 의해 Coating 되어 급격한 분해가 불가능하며 분해가 일어나더라도 서서히 진행되므로 2차오염문제의 유발가능성이 희박하다.

## 참 고 문 헌

1. 최의소, 폐기물처리와 자원화, 청문각, 1987
2. 김수생, 김희정, 분뇨, 하폐수오니의 처리, 녹원출판사, 1986
3. 조광명, 최의소, 환경공학, 청문각, 1982
4. 조영일의 7인, 폐수처리공학, 동화기술, 1987.
5. Vesilind, P.A, Treatment and Disposal of Waste Water Sludge Revised Edition, Ann Arbor Science
6. 서울특별시, 환경보전법, 서울특별시, 1988
7. 김남천, 이완구, 하폐수분석, 동화기술, 1984
8. 정문식의, 환경위생학, 신광출판사, 1988
9. 한국과학기술원, 유기성 폐기물의 자연환원과 활용에 관한 연구. 한국과학기술원, 1988.
10. APHA AWWA WPCF, STANDARD METHODS For the Examination of Water and Wastewater, 16th Ed. 1985.