

畜産經營과 糞尿處理

옛날에는 農家副業으로 또는 영농수단으로 養畜을 해왔으며, 가축의 糞尿는 귀중한 資源으로 그 가치가 매우 중요시 되었으나, 최근에 와서 갑자기 축산 붐이 일어나고 대형화됨에 따라 畜舍마다 산더미 같이 쌓인 가축의 분뇨는 축산경영 뿐만 아니라 環境保全的인 次元에서도 큰 문제로 대두되고 있다.

김 철 규

((주)현대수기 會長)

우선 이들 허용기준이 얼마나 엄한가를 家畜의 糞尿와 比較해 보면 <표-5>에서와 같이 pH는 별문제가 없으나, 다른 項目들은 약 10 배에서 수백배 이상의 차이가 있음을 알 수 있다.

분명히 현대의 汚水淨化處理技術은 畜舍汚水を 精화처리하는데 어려움이 없다고 하나 環境基準을 만족시키기에는 막대한 經費가 消費될 것이다.

그러면 축사오수처리로서의 活性汚泥方式의 實態를 한번 살펴보기로 한다. 활성오니란 충분한 酸素를 供給하는 條件에서 水中에서 生植할 수 있는 微生物이나 原生動物이 汚水中的의 有機物이나 鹽類를 攝取하여 생활함으로써 汚水中的의 有機物을 分解, 淨化시키는 方法이다. 그러나 현재의 活性汚泥 方法에 의한 오수정화처리는 물에

溶解될 수 있는 有機物 즉 오수중의 착산, 낙산, 당류와 같은 것과 粒子가 작고 분해가 용이한 유기물만이 분해되고 糞尿中の 固形物의 대부분은 微生物이 分解시키지 못하기 때문에 그대로 殘存한다고 해도 과언이 아니다. 따라서 축사오수를 활성오니처리하기 위해서는 前處理過程에서 糞尿中の 固形物의 대부분을 除去시켜야 한다. <표-6>은 양돈분뇨중의 고형물의 입도분포를 표준채로 分級한 수치이다.

그러나 고형물을 제거하고 활성오니처리를 할 경우에도 원생동물이나 미생물의 일부를 剩餘汚泥로 除去하지 않으면 汚水淨化의 機能을 維持해 나갈 수가 없다. 따라서 전처리에서 제거한 固形物과 剩餘汚泥를 합치면 경우에 따라서는 처리전의 糞尿가 가진 고형분보다 많아질 때도 있

〈표-6〉 豚糞·尿中 고형물의 分布

항 목	표준채목 mm	고형물 분포					
		5.0 이상	5.0 ~ 3.0	3.0~1.0	1.0~0.5	0.5~0.14	0.14이하
분·뇨중	%	0.04	0.07	5.15	4.95	1.90	1.90
고형물중	%	0.19	0.33	23.48	22.55	8.65	8.65
SS로서의	g 수	1.27	2.21	157.1	150.80	57.87	57.87

다. 이것이 일반적인 汚水處理法인 활성오니방식의 실태인 것이다. 활성오니방식은 水質許容基準值를 만족시킬 수는 있으나 그 결과는 排出糞尿보다 더 많은 오니를 처리, 처분하지 않으면 안 된다. 뿐만 아니라 活性汚泥 방식은 水質許容基準值를 일등히 능가하는 처리를 했다 해도 窒素와 磷酸은 대부분 제거되지 않고 放流될 것이다. (窒素分の 50%, 磷酸分の 70% 정도는 제거되지 않음) 이것이 논에 放流되면 논作物은 窒素過剩狀態가 되어 作況을 저하시킬 것이고, 또한 바다에 다량 방류할 경우에는 海水에 微生物이 異狀繁殖하여 赤藻 현상의 원인이 될 것이다. 이와 같은 狀況을 고려할 때, 막대한 施設投資와 운전경비를 들여 畜舍汚水を 淨化處理하여 새로운 公害를 發生시키는 것보다는 귀중한 肥料資源으로서 農地에 還元시켜, 地力增進은 물론 畜産經營의 합리화를 圖謀하는 길만이 최선의 방법으로 간주된다.

4. 糞尿의 肥料성분과 유기물 함유량

家畜糞尿가 귀중한 肥料資源인 점은 만인이 알고 있는 사실이다. 그 우수한 性狀은 예나 지금이나 변함이 없다. 그것은 다음 네가지 이유 때문이라고 본다.

- ① 各種의 肥料成分이 고르게 含有되어 있다.
- ② 肥料成分이 극단적으로 높지도 낮지도 않다
- ③ 農作物이 바로 攝取하는 速効性成分도 있고, 서서히 효과를 나타내는 持効性成分도 多量含有하고 있다.
- ④ 肥料成分 이외에 다량의 有機물이 함유되어 있다.

즉, 家畜糞尿는 化學肥料에는 없는 여러가지 성분이 고루 함유되어 있는 점이 그 特徵이라고 할 수 있다.

주요한 尿素含有量

〈표-7〉은 대표적인 家畜糞尿의 주요한 요소 함유량을 比較할 것이다.

〈표-7〉 각종 糞尿 및 堆肥의 3요소 함유량

구 분	3 요소	소 산 리		
		질	인	카
계	분	1.60	1.70	0.80
우	분	0.30	0.25	0.10
돈	분	0.60	0.45	0.50
인	분	1.50	1.10	0.40
우	뇨	0.80	-	1.40
돈	뇨	0.30	0.12	0.20
인	뇨	0.60	0.05	0.15
신	선 퇴 비	0.396	0.148	0.511
부	숙 퇴 비	0.444	0.210	0.725

한마디로 家畜 糞尿라 할지라도, 그 內容 成分은 千差萬別임을 알 수 있다. 일반적으로 營養分이 높은 사료를 먹이는 家畜일수록 糞尿中の 肥料成分의 함유량은 높다고 한다.

鷄糞은 人糞에 비하여 인산과 카리 함량이 높다. 이에 반하여, 牛糞은 各 成分이 鷄糞의 1/5 이하의 낮은 함량을 가지고 있고, 豚糞과 馬糞은 鷄糞과 牛糞의 중간 程度의 成分을 가지고 있다.

尿에 관해서는 飼料의 質에 따라 크게 영험이 있으나 질보다 양적인 관계가 더 크다. 일반적으로 濃厚한 사료를 먹여서 尿의 양이 적어지면 尿의 肥料成分은 높아진다. 또한 尿中の 窒素와 카리 成分은 糞보다 높은 점과 인산 함량이 현저하게 적은 점이 尿의 特徵이라 할 수 있다.

家畜 糞尿가 化學肥料와 특히 다른 점은 糞尿中에 有機物質이 다량으로 함유되어 있으며, 그 有機物이 分解가 잘 되는 것이 特徵인 것이다.

5. 資源으로서의 糞尿量

〈표-8〉은 家畜과 人間の 平均 排泄量을 基準으로 한 우리나라에서 排泄되는 糞尿量을 示한 것이다. 實際 數値와는 다소 차이가 있다고 보나, 그 양은 가공할 수치임을 알 수 있다. 한국의 전 인구 4,000 만이 排泄하는 糞尿보다 家畜이 排泄하는 糞尿量이 월등히 많음을 알 수 있다.

家畜에서 排出되는 糞은 人間の 약 22倍인 3,300 만톤이다. 또한 尿도 人間の 약 6倍인 960 만톤이나 排泄되고 있다. 따라서 家畜 糞尿의 總 排泄量은 약 4,260 만톤 정도가 된다. 그리고 糞尿中の 肥料成分 含有量은 앞에서 〈표-7〉의 糞尿中の 肥料成分과 〈표 1,2,3〉까지의 평균적인 糞尿 排泄量을 根據로 計算한 것이 〈표-8〉인 것이다. 牛, 豚 및 鷄를 합하여 年間 窒素 20만톤, 인산 13만톤, 카리 16만톤이 각각 排泄되고 있다. 이것을 우리나라 農耕地 面積 200 ha에 뿌리면 年間的 3要素量은 10 a당

〈표-8〉 家畜糞·尿의 排泄量, BOD 및 肥料尿素 환산량

畜種	인구·가축수	배설량 (kg·ℓ) 1일·두		BOD (ppm)		BOD (g) 1일·두	연간배설량 (t·kℓ)		삼요소 환산량 (t)		
		분	뇨	분	뇨		분	뇨	질산	인산	가리
소	3,034,000	25.0	6.0	24,000	4,000	600	27,306,000	6,553,000	134,000	68,000	119,000
돼지	2,825,000	3.0	3.0	60,000	5,000	200	3,051,000	3,051,000	27,000	17,000	21,000
닭	48,090,000	0.15	-	65,000	-	10	2,600,000		41,000	44,000	21,000
사람	40,000,000	0.10	1.1	13,000		14	1,440,000	1,584,000	31,000	17,000	8,000

窒素 8 kg, 磷酸 4 kg, 카리는 5 kg인 계산이 나온다.

農耕地이면 누구든지 알겠지만 이 3要素量은 벼농사 1回作에 必要로한 施肥量에 거의 匹敵하는 量에 해당된다. 다시 말하면 화학비료에 의존하지 않고 家畜糞尿만으로도 充足시킬 수 있는 施肥量인 것이다.

예부터 農耕地에 대하여 堆肥等 有機物을 1回作에 1톤, 年間 2톤 정도가 化學肥料 이외로 施用되어 왔다. 堆肥中の 3要素 含有量은 原料에 따라 差異가 많으나 평균하면 각각 0.5% 전후일 것이다. 그러므로 10 a당 施用하는 3要素

量은 5~10 kg 정도에 불과함을 알 수 있다. 우리나라에서 배설되는 家畜糞尿가 農耕地에 還元되면 化學肥料의 缺點을 보완하고, 또한 地力을 유지시키며 수확이 증대되며 農家所得에 지대한 貢獻을 할 것이다.

6. MM식 화학반응脫臭處理方式에 의한 糞尿처리

지난 1983년에 일본악취공해연구회에서 발표한 "마기하라"씨의 「地域에 共存하는 畜産業 糞尿公害의 解決」이란 세미나 자료를 畜産糞尿處理의 성공 事例로서 紹介한다.

가. 머리말

過剩으로 이온화하고 있는 생체내외의 원자 및 분자와 그 增加要因에 수반하여 $Fe^{+2} \rightleftharpoons Fe^{+3}$ 의 酸化還元이 盛行됨으로, $CaO \rightarrow Ca(OH)_2$ 의 中和反應이 進行되면, OH^- 와 e^- 의 放出과, 取得이 일어나기 때문에 ion이 分子化 하고, 均衡이 이루어져서 외측에 $Ca(HCO_3)_2$ 및 $CaCO_3$ 의 皮膜이 形成되고, 내핵에는 안정화된 유기수산화염을 가진 「Hangeron」구조의 1단인 순식간에 이루어진다. 이에 따라

- ① 수분의 이탈이 進行되고,
- ② 취기의 확산이 없어지며,
- ③ 물리 吸着의 增大에 수반하여 生活環境이 시작되고,
- ④ 處理物의 有效 利用으로 토양환경까지 改造하는 획기적인 成果가 기대된다.

먼저 家畜糞尿의 Sol 상 폐세유기물에 Mg/Ca 의 비율을 考慮한 고활성도의 $CaO(4N-HCl - V_{10} = 300 ml)$ 를 廢棄物 重量비로 3~5% 添加하여 단시간에 反應시키면 Organic electronics에 의하여 脫臭 및 殺菌이 되고, 迅速하게 Tetra Pyrrole 을 함유한 「 $Ca(HCO_3)_3 \cdot Mx(OH)_y \cdot CaCO_3$ 」가 生成되어 ① 公害除去, ② 地力保全, ③ 環境改造에 가장 效果的인 手段임을 紹介한다.

畜産公害란?

① 惡臭, ② 蟲害, ③ 水質汚染이 그 原因이며 公害는 도시 근교에만 該當되는 것이 아니며 農村에도 發生하고 있음을 指摘하고 싶다.

최근 畜産業界의 動向은 經營規模의 대형화 가 급속도로 進行되고 設備面에서도 生産性만이 重要視 될 뿐 排泄量 處理는 경시하고 있는 실정이다. 公害防止 對策은 마이너스 投資임으로 경제적인 문제가 적지 않다. 그러나 公害處理를 放置해 둘 수는 없는 일이다.

국가와 공공단체의 조성금융과 제도용자 등을 활용하는 방법도 있으나 Recycle(재이용)에 의한 Running cost의 回收方法도 있음으로 廢棄有機物處理까지 포함시킨 經營합리화를 확립해야 한다고 본다.

(1) 糞尿處理의 條件

家畜糞尿에는 窒素, 磷酸, 카리의 3要素가 다량 함유되어 있다. 이 排泄物은 토양 改良材 또는 유기질비료로써 토양재생을 위하여 다량이 필요하다. 그러나 生糞尿를 매년 다량 사용하면 초산 태질소 및 카리의 蓄積으로 토양과 작물에 障害가 되고 악취공해의 원인이 된다. 지금까지의 家畜糞尿處理 방법은 천일 화력에 의한 건조방식과 퇴비화가 주된 방법이었으나 어느 방법이든 經費, 管理, 惡臭處理등에 問題가 되고 있다.

(2) 家畜糞尿의 公害處理

家畜糞尿의 公害처리는 糞과 尿가 同時에 處理되고, 처리공정에 있어서도 대기오염, 악취방지법 등 규제대상허용기준치를 준수하는 조건으로서,

- ① 탈취,
- ② 파리, 구더기가 생기지 않도록 하는 殺菌作用
- ③ 유해 處理水를 排出하지 말 것
- ④ 處理物의 2次公害가 없을 것
- ⑤ 有效하게 利用이 될 것

등이 必要하다고 본다. 특히 운전경비가 저렴하고 처리관리가 간편하며 장치의 耐久年數가 오래 갈 것 등 家畜糞尿處理에 무엇보다 중요한 필수조건인 것이다.

나. MM-式 化學反應脫臭處理法

(2) 개요

PAT 기구에 의하여 家畜糞尿等 腐敗性 廢棄物의 化學的 特異性 및 각 폐기물의 特殊性을 綜合적으로 考慮하여 신속한 반응에 의한 脫臭 殺菌을 하는 방법이다. 즉 소량의 添加劑 등으로 화학반응을 시켜 電子還元, 전하분해 등 전자구성에 의한 구조로 변환시켜 전자와 ion의 작용으로 化學的인 變化를 시키는 것이다.

脫臭-MM-Organic electronics 에 의한 Deodorize 방식

殺菌- $Ca(HCO_3)_2$ 를 생성시켜 알카리 살균
脫水-전자이동에 의한 탈수 분해
排氣脫臭- ClO_2 의 發生基酸素의 산화작용에 의한 탈취

再이용-토양에 미생물을 繁殖시켜 땅을 활성화 시키는 비료로써 활용

(2) 機具와 處理能力

본 裝置는 全自動과 手動方式으로 되어 있다. 處理能力은 600 kg/H ~ 5,000 kg/H 까지 있으며 代表的인 處理工程圖는 <그림 1>과 같다.

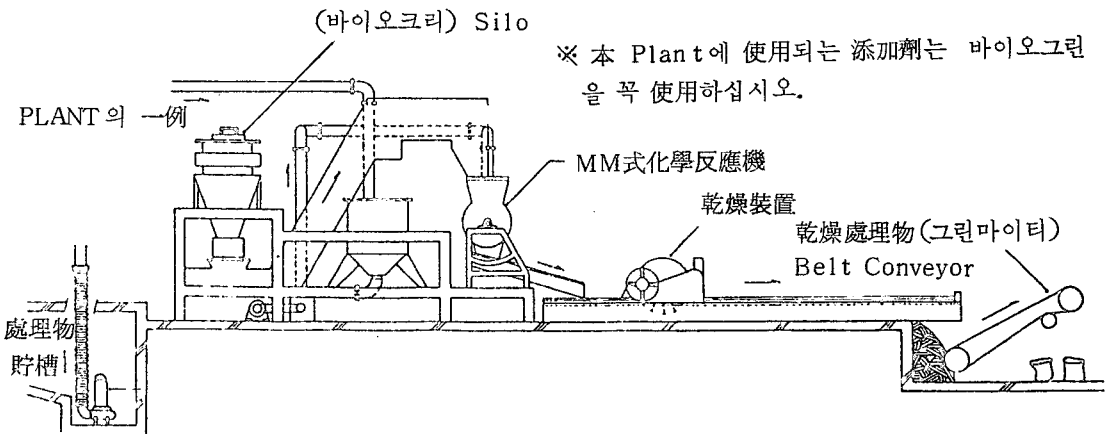
(3) 耐久性

添加材로써 CaO 를 사용함으로써 硝酸등에 의

한 부식이 防止되므로 耐久性이 좋은 裝置이다.

(4) 完全反應 Bland

家畜糞尿등의 배설물은 지질, 미생물의 집합체로 凝固性이 높다. 첨가제로 사용하는 CaO도 凝固性이 강한 물질이기 때문에 완전히 Bland-ing 하기가 어렵다고 본다. 일반적인 방법으로 장시간에 걸쳐 Blanding 하면 배설물과 첨가제가 석고화 하게 되고 또한 단시간에는 불완전한 Blanding 이 되기 쉽다.



<그림-1> 처리공정도

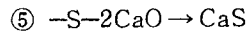
이와 같은 物性條件을 根據로 하여 완전한 Blanding 이 되도록 하려면, 반응 Tank 내에서 Blanding 과 化學反應에 필요로 하는 酸素量의 공간을 확보하고, 물성에 따른 교반 Blad의 Lead, Pitch, Tank 의 형상, 回轉數등이 이상적 設計되어야 한다.

이와같은 종래의 불가능한 諸條件을 가능토록 설계 제작한 것이 MM-化學反應脫臭處理裝置이다.

(5) 脫臭 理由

- ① ion화 되어 있는 Sol 상을 Gel 화 한다.
- ② $2(\text{CH}_3\text{SH}) + \text{CaO} \rightarrow (\text{CH}_3\text{S})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$
- ③ $2(\text{RCOOH}) + \text{CaO} \rightarrow (\text{R-COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$
- ④ $4(\text{R}-\text{NH}_2-\text{COOH}) + \text{CaO} \rightarrow (\text{R}-\text{NH}_2-\text{COO})_2\text{Ca} +$

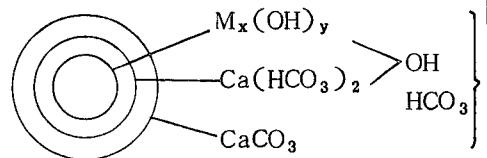
H_2O



<취 산>

$\text{NH}_3, \text{H}_2\text{S}, (\text{CH}_3)_3\text{N}$ 등 gas체 또는 악취물 로 휘산된다.

(6) 물리적 요인



(유기물·유기수산화염) 알카리가 된다.

상기를 MM-Organic electronics의 Hangaron 이라 한다.

전자구성에 의한 구조의 입단이 신속하게 조성되고 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 微粒子的 세공내에 吸着하여 臭氣의 擴散이 없어진다.

反應工程에서 排出되는 처리물은 각각 Ca, Mg Fe 등 복염을 生成하고 알칼리성이기 때문에 공기와 接觸하여 腐敗에 의한 악취가 없어진다.

(7) 살균

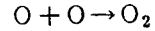
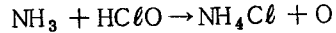
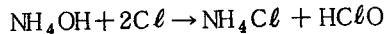
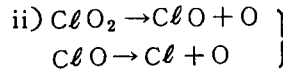
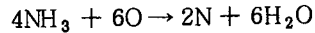
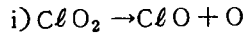
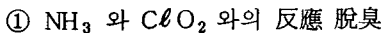
알칼리 殺菌을 目的으로 하나, $\text{CaO}(\text{pH}_{13})$ 로 pH를 높이는 것이 아니고 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 를 생성시켜 살균을 하기 위한 것이므로 排泄物의 pH가 6.0 ~ 6.3인 糞尿일지라도 排泄物의 重量比로 3% ~ 5%의 첨가량만으로 살균이 완전히 가능해진다.

(8) 脫水

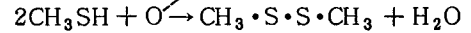
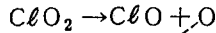
有機物등에 吸着된 水分은 전자이동에 의하여 고형물과 분리되고 수분은 Calcium의 작용으로 표면에 이탈되기 때문에 乾燥가 신속히 일어난다.

(9) 排氣脫臭

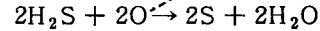
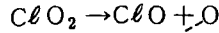
反應 Tank 내의 化學反應으로 발생하는 臭氣는 風量 $25 \text{ m}^3/\text{min} \sim 85 \text{ m}^3/\text{min}$ 의 排氣 Fan에 의하여 第2脫臭氣에 送氣되어 安定化 2酸化鹽素의 發生基酸素의 강력한 酸化作用에 의하여 惡臭를 완전 제거한다. 즉,



② CH_3SH 와 ClO_2 와의 反應탈취



③ H_2S 와 ClO_2 와의 反應탈취



제 2 탈취기는 安定화 2 산화염소액 50,000ppm을 5 ~ 10 mm φ로 된 Bease (PVF)에 吸着시켜 통기통에 充塡시킨 것으로 악취배기를 통과하는 것만으로 탈취가 되는 장치이다.

(10) 處理物

5分程度의 反應처리 공정을 거쳐 배출할 處理物은 앞에서 설명한 理論的인 根據에 의하여 악취가 나지 않으며, 파리, 구더기등이 발생하지 않고 노천에 放置해 두어도 變質하지 않는다. 乾燥物을 노천에다 積置했을 때 비가 오거나 濕度가 높아도 표면만 젖을뿐 내부에 수분이 吸收되지 않는다. ② < 다음호에 계속 >

회원 및 독자 여러분...

本協會報의 발송을 이제부터 모두 전산화시키기로 했습니다. 이로 인해 혹 本報를 계속 받아 오시다가 누락된분, 또는 주소 변경으로 인해 받지 못하고 있는 분, 기타 여러가지 이유로 인해 협회보를 받지 못하시는 會員 및 독자 여러분은 저희 홍보부로 연락해 주십시오.

서울시 중구 남대문로 4가 45 (사) 환경보전협회 TEL. 753-7669