

신항식 박사

(한국과학기술원 토목공학과 교수)



유기질 비료를 생산하는 양돈산업으로

1. 서론

최근 환경오염문제가 심각한 사회문제로 대두되면서 전국민적인 관심사가 되고 있다. 이에 고농도의 유기성 폐수를 배출하는 양돈산업을 비롯한 각종 축산업도 주요한 환경오염원의 하나로 인식되고 있다. 축산분뇨와 같은 고농도의 유기성 폐수가 적절히 처리되지 않고 하천이나 호수로 유입되는 경우 수질악화 및 부영양화 현상을

초래하는 것으로 알려져 있다. 또한 악취발생, 위생해충의 번식, 농업용수의 오염으로 인한 농작물의 수확량 감소 등의 문제를 유발시켜 인근 주민들의 잦은 민원의 대상이 되기도 한다.

한편 최근의 양돈분뇨를 비롯한 축산분뇨에 의한 환경오염의 심각성은 전반적인 축산규모의 증대로 인한 분뇨발생의 격증과 화학비료 사용으로 인한 축산분뇨의 농지 환원량

저조, 적정 처리시설의 미비 등에서 그 원인을 찾을 수 있다. 그 중에서도 환경오염 방지시설 설치의 미비를 가장 큰 문제로 들 수 있다. 이러한 현상은 대부분의 축산농가가 영세하고 환경오염 방지시설의 운전엔 전문적인 지식을 필요로 하는 경우가 많아 환경오염 방지시설의 설치가 미흡할 뿐만 아니라 설치된 시설도 적절히 운전할 수 없기 때문이다. 따라서 비교적 적은 비용과 쉽게 운전할

수 있는 방법으로 돈분뇨를 비롯한 축산분뇨를 처리함이 바람직하다. 아울러 환경오염물질의 처리에 국한하지 않고 처리된 부산물을 자원으로 재활용할 수 있는 기술이 더욱 바람직하다.

이에 본 고에서는 양돈업에서 발생하는 돈분뇨를 유기질 비료로 재활용하는 기술에 대하여 살펴보기로 한다. 유기질 비료의 생산 및 토양에의 적용은 돈분뇨가 가지고 있는 비료 성분을 효과적으로 활용하면서 분뇨처리 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 화학비료의 과다사용으로 인해 산성화되고 척박해진 토양을 비옥한 토질로 개선하는데 유용하게 사용될 수 있다.

2. 돈분뇨의 유기질 비료화

양돈분뇨를 비롯한 축산분뇨를 유기질 비료로 전환하는 방법은 여러가지가 있으며, 대체로 분리된 분은 톱밥, 볏짚 등과 같은 통기개량제와 혼합하여 퇴비화하고, 뇨와 청소수는 오수처리시설을 통하여 처리한 후 방류하는 방법이 주로 사용된다. 아울러 분과 같은 고형물을 통기개량제와 혼합하여 퇴비화하는 일반적인 방법 외에

석회를 혼합하여 단시간내에 고온으로 반응시키고 암모니아를 탈기하여 냄새가 적은 토양개량제를 생산하는 석화안정화법이 있다.

또한 돼지를 톱밥과 미생물 균주를 혼합한 톱밥발효상에서 사육하면서 가축이 배설하는 분과 뇨를 톱밥이 흡수, 처리하여 별도의 분뇨처리시설이 필요하지 않은 톱밥발효돈사법이 있기도 하다. 이러한 톱밥발효돈사의 경우 주기적으로 혼합하면서 미생물 균주를 주입하면 최종적으로 안정화되고 비료성분이 많이 축적된 유기질 비료를 생산할 수 있다.

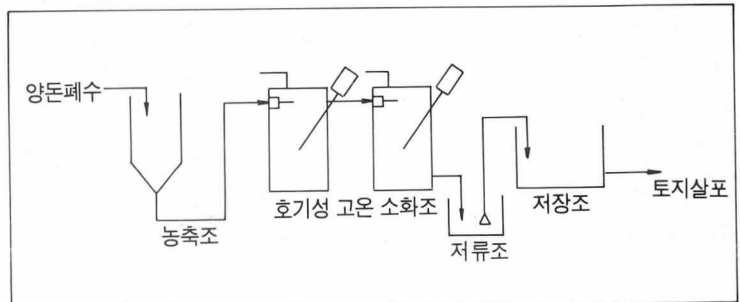
그러나 본 고에서는 위에서 언급한 바와 같이 잘 알려진 유기질 비료화법은 제외하고 비교적 잘 알려지지 않았지만, 최근 유럽에서 많이 사용되고 있는 호기성 고온 소화법을 소개하기로 한다. 호기성 고온 소화법은 분과 뇨를 동시에 처리할 수 있는 방법으로 자세히 소개하면 다음과 같다.

가. 호기성 고온 소화법

고형물이 다량 포함되어 있는 고농도의 유기성 폐수를 호기성으로 소화, 안정화하여 토양에 액비의 형태로 살포하는 공법으로 독일을 중심으로한 유럽에서 많이 사용되고 있다. 폐수를 반응기에 주입함으로써 반응기내의 온도를 약 50~60℃ 범위로 유지할 수 있다. 이와 같은 고온에서 유입폐수중에 포함된 병원균이 사멸되며, 악취가 나지 않는 부식물질이 최종적으로 생성된다.

1) 공정개요

처리공정은 주로 다음의<그림1>과 같이 농축조, 호기성 고온 소화조(I, II), 저류조, 농축조 등으로 구성되어 있다. 호기성 고온 소화조에는 유기물의 분해시 발생하는 열손실을 최소화하기 위해 단열재를 사용하여 단열하며, 혼합장치, 폭기장치, 거품제거 장치 등이 설치되어 있다.



<그림 1> 호기성 고온 소화법의 공정 개요도

① 유입폐수 및 농축

고온 소화조의 용량을 감소시키기 위하여 유입폐수를 농축시키며, 농축된 폐수의 휘발성 고형분 함량이 약 2.5% 이상을 유지하면 고온소화조의 고온유지에 적합한 것으로 보고되고 있다.

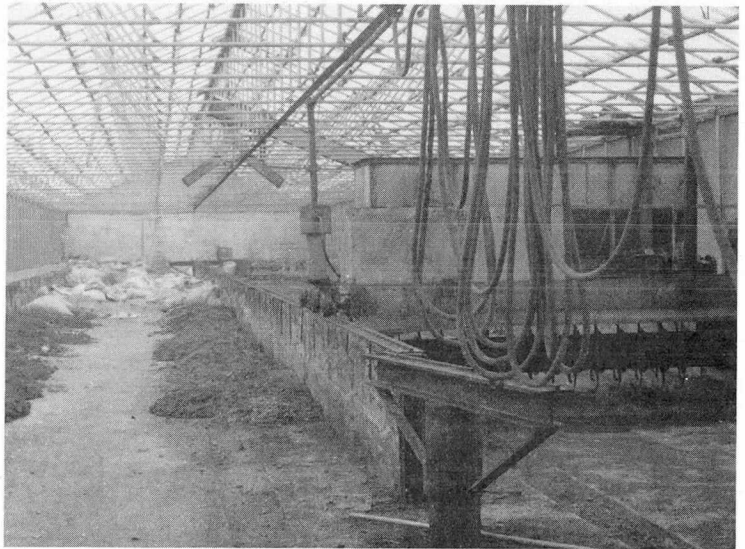
② 호기성 고온 소화조

고온 소화조는 2개 또는 그 이상으로 설치하며, 폐수를 매일 주입하는 화분식으로 운전된다. 수리학적 체류시간(HRT Hydraulic Retention Time)은 대체로 5~6일 정도로 2단식으로 설치하는 경우 각 소화조에서 2.5~3일이 된다. 또한 폭기와 혼합을 적절히 행해야 하는데, 이는 높은 폭기 효율과 열손실을 최소화해야 하는 두가지 목적을 이룰 수 있어야 한다. 대체로 혼합장치에 폭기를 위한 공기주입구를 설치하여 운전한다. 주입공기량은 4m³/h 반응조 용적의 비율로 주입하면 적당하다.

온도는 1차 반응조의 경우 35~50°C, 2차 반응조의 경우 50~65°C 정도를 유지한다. 화분식으로 폐수가 유입되면 1차 반응조에서는 약 5~10°C 정도 떨어져서 시간당 1°C 정도로 회복된다. 한편 2차 반응조에서는 4~6°C 정도 떨어졌다가 빠른 속

도로 회복된다. pH는 인위적으로 조정하지 않아도 1차 반응조에서는 8.0 정도를 유지한다.

반응조에는 거품층이 두껍게 형성되는데 이는 산소전달효율의 향상, 미생물 활성 증대, 단열 등의 효과를 나타낸다. 따라서 약 0.5~1.0m 높이의 상부공간에 압착된 거품층이 형성되도록 기계적 장치로 거품의 크기를 작게 한다.



③ 처리수의 저장 및 농축

호기성 고온 소화된 폐액은 주로 농토에 액비의 형태로 살포되는데, 농토에 바로 살포할 수 없는 경우에 대비하여 약 3개월정도 저장할 수 있는 저장조를 설치하는 것이 바람직하다. 폐수가 완전히 안정화되면 저장기간중에 악취가 발생하거나 병원균이 다시 활성을 회복

하는 경우는 드물며, 저장기간 중에 따로 폭기할 필요는 없다.

④ 병원균의 사멸

호기성 고온 소화에서의 병원균의 사멸율은 체류시간보다는 온도에 더 깊은 관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 50°C 이상을 2~3일간 유지시키면 폐수중에 포함된 병원균은 대체로 기준치 이하로 감소된다.

⑤ 냄새

호기성 고온 소화에서 발생하는 냄새유발 물질은 주로 암모니아로 보고되고 있다. 유기물이 분해되면서 생성되는 암모니아는 고온기간에서 질산화(Nitrification)반응이 저해되기 때문에 반응조내에 축적된다. 이러한 암모니아의 축적은 폐수의 pH를 향상시키고, 주입된

공기에 의해 수용액상의 암모니아는 탈기되어 외부로 배출된다.

호기성 고온 소화에서 발생하는 냄새는 부식물질에서 나는 냄새와 유사하여 농촌지역에서는 냄새처리를 할 필요가 없다고 여겨지나 도시근교의 인구 밀집 지역에서는 이의 처리가 요구된다. 최근 많이 이용되는 탈취법은 주로 생물학적 탈취방법으로 이탄(Peat)이나 퇴비층에 배기가스를 통과시켜 여재(이탄이나 퇴비)에 흡착된 냄새유발 물질을 탈취상에 존재하는 미생물이 분해시켜 제거한다.

⑥ 운전방법

일반적으로 호기성 고온 소화공법은 운전 및 유지관리가 용이하고 많은 노력이 필요하지 않은 장점이 있다. 주기적으로 부유성 고형물(Suspended Solid), pH, 반응조의 온도 등을 측정, 점검하고, 회분식 주입의 경우 펌프의 용량을 조절하여 반응조에 주입되는 폐수의 높이를 일정하게 유지할 필요가 있다.

폭기는 생물학적 반응에 필요한 적정량만을 공급하여 소요되는 동력비를 절감할 수 있는 방법으로 실시되고 있으며, 대체로 반응조내의 온도를 유

“
비교적 적은 비용과 쉽게 운전할 수 있는 방법으로 돈분뇨를 비롯한 축산분뇨를 처리함이 바람직하다. 아울러 환경오염물질의 처리에 국한하지 않고 처리된 부산물을 자원으로 재활용할 수 있는 기술이 더욱 바람직하다.

기물 분해와 병원균의 사멸에 최적 온도를 유지하는 방식으로 행한다. 체류시간과 온도에 따라 유기물질의 제거효율이 달라지는데, 대체로 휘발성 고형분은 약 35~45%, 화학적 산소요구량(COD)은 약 40~45% 정도로 제거되는 것으로 알려져 있다.

3. 결론

호기성 고온 소화법은 고형물이 다량으로 포함되어 있는 폐수를 단시간내에 안정화시켜 토양에 살포할 수 있는 액비를 제조할 수 있는 공법으로 양돈 폐수와 같은 축산분뇨의 처리에 적합한 것으로 판단된다. 또한 이 공법은 처리후 잔류하는 고형물을 탈수하여 액체와 분

리하여 처리할 수도 있다. 하지만 이러한 공법의 적용은 액비를 살포할 수 있는 경작지가 확보되어야 하는 문제점이 있다. 아울러 처리된 폐수의 비료효과에 관한 작물재배 시험결과가 없는 것이 단점으로 지적될 수 있다. 따라서 연구와 자료조사가 충분히 이루어진 후에 실제로 적용하면 안전하리라 판단된다. 이 공법은 비교적 적은 비용으로 짧은 시간내에 처리할 수 있어 소규모 시설로 매우 적합하리라 판단된다. ■■■

□ 필자 주요약력

- 서울대 토목공학과 졸
- 펜실베니아 주립대 환경공학 석사·박사
- 한국과학기술원 토목공학과 교수
- 한국 유기성 폐기물 자원화 협의회 장

